

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-521913

(P2015-521913A)

(43) 公表日 平成27年8月3日(2015.8.3)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/02 (2006.01)	A 6 1 B 17/02	4 C 1 6 0
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 214 頁)

(21) 出願番号 特願2015-520471 (P2015-520471)  
 (86) (22) 出願日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年2月23日 (2015. 2. 23)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/047972  
 (87) 国際公開番号 W02014/004717  
 (87) 国際公開日 平成26年1月3日 (2014. 1. 3)  
 (31) 優先権主張番号 61/665, 243  
 (32) 優先日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/670, 550  
 (32) 優先日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/703, 727  
 (32) 優先日 平成24年9月20日 (2012. 9. 20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514329097  
 キャンプレックス インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 テネシー州 38138  
 ジャーマンタウン センター オーク  
 ウェイ 3011 スイート 102  
 (74) 代理人 100116872  
 弁理士 藤田 和子  
 (72) 発明者 テサー ジョン  
 アメリカ合衆国 アリゾナ州 85718  
 ツーソン イースト マーシャル ガル  
 チ プレイス 3565  
 (72) 発明者 チャールズ スティーヴン ティー.  
 アメリカ合衆国 テネシー州 38119  
 メンフィス ポプラー アベニュー 6  
 401 スイート 190

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術可視化システム

(57) 【要約】

手術装置は、手術装置集積された複数のカメラを有する。複数のカメラのそれぞれの視界は、共に集積されうる。集積されたカメラを含む手術具は、手術装置と共に使用されてもよい。手術具に集積されたカメラにより生成された画像は、手術装置に集積された複数のカメラにより生成された画像と関連付けられてもよい。カメラ及び/又は手術具の位置及び方向は、捕捉されることができ、手術具は、少なくとも部分的に透明に描写されることができ。手術装置は、作動液システムを動力源としてもよく、それにより、トラッキング装置による電磁干渉を低減する。

【選択図】 図 1

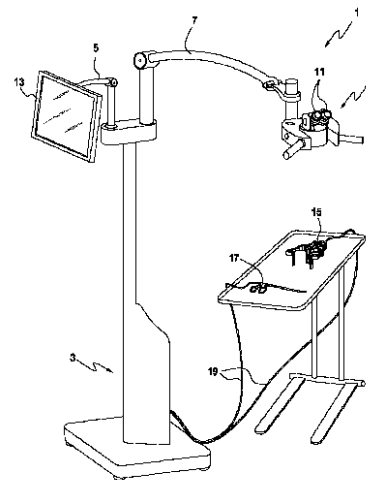


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

切開を開放保持するように構成され、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成される外科用開創器と、

前記外科用開創器に配置され、前記経路に向かって内側に向いている複数のビデオカメラと、

を備える医療装置。

**【請求項 2】**

前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記ビデオカメラは、前記開創器ブレードに配置される請求項 1 に記載の医療装置。

10

**【請求項 3】**

前記外科用開創器は、チューブを備え、前記ビデオカメラは、前記チューブの内面に配置される請求項 1 に記載の医療装置。

**【請求項 4】**

前記外科用開創器は、

近位位置の 1 つの近位ビデオカメラと、

遠位位置の 1 つの遠位ビデオカメラと、

を備え、

前記遠位位置は、前記近位位置よりも前記手術部位の近くに配置されるように構成される請求項 1 に記載の医療装置。

20

**【請求項 5】**

前記近位位置の複数の近位ビデオカメラ及び前記遠位位置の複数の遠位ビデオカメラをさらに備える請求項 4 に記載の医療装置。

**【請求項 6】**

前記複数の近位ビデオカメラは、少なくとも 3 つのビデオカメラを備える請求項 5 に記載の医療装置。

**【請求項 7】**

前記複数の遠位ビデオカメラは、少なくとも 3 つのビデオカメラを備える請求項 5 に記載の医療装置。

**【請求項 8】**

前記外科用開創器は、脊椎外科手術に用いるように構成される請求項 1 に記載の医療装置。

30

**【請求項 9】**

前記外科用開創器は、頭部外科手術又は頸部外科手術に用いるように構成される請求項 1 に記載の医療装置。

**【請求項 10】**

前記外科用開創器は、脳外科手術に用いるように構成される請求項 1 に記載の医療装置。

**【請求項 11】**

前記複数のビデオカメラは、少なくとも 8 つのビデオカメラを備える請求項 1 に記載の医療装置。

40

**【請求項 12】**

身体の開口部へ開創器を挿入するステップと、

前記開創器により前記開口部の開口端を保持し、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するステップと、

少なくとも部分的に前記経路を通じて、前記手術部位へ前記手術具を挿入するステップと、を備え、

前記開創器は、前記開創器に配置される複数のビデオカメラを備え、前記ビデオカメラは、前記経路に向かって内側に向いている、方法。

**【請求項 13】**

50

前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含む請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記手術部位は、前記身体の脊椎の一部にある請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記手術部位は、前記身体の頭部又は頸部の一部にある請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記手術部位は、前記身体の脳にある請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記開口部は、前記身体の口である請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 8】

前記開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記ビデオカメラは、前記開創器ブレードに配置される請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記開創器は、チューブを備え、前記ビデオカメラは、前記チューブの内面に配置される請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記手術具により前記手術部位における骨を除去するステップをさらに備える請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 1】

20

手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、

前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも 1 つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器がアクセスを提供する開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、

前記複数のカメラと接続され、少なくとも 1 つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、

前記複数のカメラの少なくとも 2 つの選択を示すユーザからの入力を受信し、当該選択が前記複数のカメラの全てのカメラよりは少なく、

30

選択されたカメラにより取得された前記ビデオ画像に基づいてビデオ画像の出力を提供し、出力ビデオ画像が同時閲覧のために提供され、

選択されたカメラからの同時閲覧可能な出力ビデオ画像をリサイズ又は配置して、受信された入力に基づいてディスプレイに提示するように構成される手術可視化システム。

【請求項 2 2】

前記画像処理システムは、受信された入力の少なくとも一部に基づいて、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第 2 の画像に対して前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第 1 の画像のサイズを大きくするように構成される請求項 2 1 に記載の手術可視化システム。

【請求項 2 3】

40

前記画像処理システムは、受信された入力の少なくとも一部に基づいて、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第 2 の画像に対して前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第 1 の画像をより中央の位置に配置するように構成される請求項 2 1 に記載の手術可視化システム。

【請求項 2 4】

前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の少なくとも 1 つは、ユーザによる選択のためのグラフィカルユーザインタフェースで示されるように構成される縮小されたサイズのリアルタイムビデオストリームによって提示され、前記グラフィカルユーザインタフェースは、前記開創器及び前記複数のカメラの位置の表示を含む請求項 2 1 に記載の手術可視化システム。

50

## 【請求項 25】

前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の少なくとも1つは、ユーザによる選択のためのディスプレイで示されるように構成される縮小サイズのリアルタイムビデオストリームによって提示され、前記縮小サイズのリアルタイムビデオストリームは、各カメラからのビデオを含む請求項 21 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 26】

前記画像処理システムは、(a) ユーザの選択を示す前記ユーザからの入力を受信した後に、選択されていないカメラからであり、かつ前記ディスプレイに表示されないビデオ画像を表示するように構成される、(b) ユーザの選択を示す前記ユーザからの入力を受信した後に、選択されていないカメラからであり、かつ縮小サイズのリアルタイムビデオストリームとしてより顕著に表示されるビデオ画像を表示するように構成される、又は(c) (a) 及び (b) の両方を示すように構成される、請求項 21 に記載の手術可視化システム。

10

## 【請求項 27】

前記画像処理システムは、タイル形式でビデオ画像を出力するように構成される請求項 21 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 28】

タイル形式の出力ビデオ画像は、少なくとも3つの画像を含む請求項 27 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 29】

タイル形式の出力ビデオ画像は、少なくとも4つの画像を含む請求項 27 に記載の手術可視化システム。

20

## 【請求項 30】

画像プロセッサは、単一の共通軸の周りにタイル形式の前記出力ビデオ画像を回転するように構成される請求項 28 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 31】

前記複数のカメラの少なくとも2つからの前記出力ビデオ画像は、非連続的である請求項 21 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 32】

選択された前記複数のカメラは、互いに反対の位置にある前記開創器に配置される少なくとも第1及び第2のカメラを含む請求項 21 に記載の手術可視化システム。

30

## 【請求項 33】

前記画像処理システムは、さらに、選択された第2のカメラからのビデオ画像に対して、選択された第1のカメラからのビデオ画像を180°回転するように構成される請求項 32 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 34】

手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、  
前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、

40

前記複数のカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、

カメラからのビデオ画像の選択を示す入力を受信し、

選択されたカメラにより取得されたビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供するように構成され、

前記画像処理システムは、第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、

前記画像処理システムは、さらに、第2のカメラからの前記出力ビデオ画像を閾値サイ

50

ズよりも大きいサイズにリサイズする要求に応じて、前記第 1 のカメラの前記出力ビデオ画像の提示を前記第 2 のカメラからのビデオ画像に交換するように構成される手術可視化システム。

【請求項 35】

前記画像処理システムは、閾値を超える縮小サイズのリアルタイムビデオストリームのユーザによる拡大を、前記第 2 のカメラからの前記出力ビデオ画像をリサイズする要求として認識するように構成される請求項 34 に記載の手術可視化システム。

【請求項 36】

前記画像処理システムは、前記第 1 のカメラからのビデオ画像の表示を前記第 2 のカメラからのビデオ画像に交換することの一部として、第 1 の画像を縮小サイズのリアルタイムビデオストリームへ変換するように構成される請求項 35 に記載の手術可視化システム。

10

【請求項 37】

ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第 2 のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される第 3 のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第 3 のカメラからの前記出力ビデオ画像は、閾値よりも小さい、請求項 34 に記載の手術可視化システム。

【請求項 38】

前記第 1 のカメラの前記出力ビデオ画像の表示が、第 2 のカメラのビデオ画像と交換された後に、ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第 2 のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される前記第 1 のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第 1 のカメラからの前記出力ビデオ画像は、閾値よりも小さい、請求項 34 に記載の手術可視化システム。

20

【請求項 39】

前記画像処理システムと接続されるディスプレイをさらに備え、前記ディスプレイは、前記第 1 及び第 2 のカメラからの前記出力ビデオ画像を表示するように構成され、前記閾値は、前記ディスプレイのサイズの少なくとも 70% かつ 85% 未満である請求項 34 に記載の手術可視化システム。

【請求項 40】

前記閾値は、前記ディスプレイのサイズの少なくとも 85% である請求項 39 に記載の手術可視化システム。

30

【請求項 41】

手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、

前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも 1 つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、

ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも 1 つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、

前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、

40

支持体であって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持体に対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持体と、

前記複数のカメラ及び前記少なくとも 1 つのディスプレイと接続され、少なくとも 1 つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、

前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なく

50

とも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、

前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない、  
医療装置。

【請求項42】

前記画像処理システムは、両眼を通じてカメラ画像の3D視を提供するように構成される請求項41に記載の医療装置。

【請求項43】

前記両眼視アセンブリに配置される補助カメラをさらに備え、当該補助カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、当該補助カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視野を提供するように構成される請求項41に記載の医療装置。

10

【請求項44】

前記両眼視アセンブリに配置される前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える請求項43に記載の医療装置。

【請求項45】

前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する請求項44に記載の医療装置。

【請求項46】

第2のアーティキュレーティングアームと、

前記第2のアーティキュレーティングアームに配置される補助カメラと、をさらに備え、前記補助カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、前記補助カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視野を提供するように構成され、

20

前記画像処理システムは、少なくとも1つのディスプレイに前記手術用顕微鏡視野を表示するように構成される請求項41に記載の医療装置。

【請求項47】

カメラプラットフォームに配置される前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える請求項46に記載の医療装置。

【請求項48】

前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する請求項47に記載の医療装置。

30

【請求項49】

手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、

前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、

前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、かつ前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される補助カメラと、

ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、

40

前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、

支持体であって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持体に対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持体と、

前記複数のカメラ、前記補助カメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

前記補助カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

50

受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、  
前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なくとも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示し、  
前記補助カメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像を含む前記出力ビデオ画像と、  
前記開創器に配置される少なくとも1つのカメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像との表示を切り替えるように構成され、  
前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない、  
医療装置。

10

【請求項50】

前記補助カメラは、3Dカメラを備え、前記ディスプレイは、前記3Dカメラからの画像の3D視を提供するように構成される請求項49に記載の医療装置。

【請求項51】

前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える請求項49に記載の医療装置。

【請求項52】

前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する請求項51に記載の医療装置。

【請求項53】

前記補助カメラは、前記開創器に配置される前記カメラよりも離れた距離から前記手術部位の視界を提供するように構成される請求項51に記載の医療装置。

20

【請求項54】

手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、  
前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、

ハウジング及び前記ハウジング内の少なくとも1つのディスプレイを含む閲覧アセンブリであって、前記少なくとも1つのディスプレイが前記複数のカメラからの画像を提供するように構成される、閲覧アセンブリと、

30

医療装置のユーザからの入力を取得するように構成される少なくとも1つのバーチャルディスプレイ入力装置と、

前記複数のカメラ、少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラ及び少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、

前記ユーザからの入力を検出し、

前記ユーザからの前記入力を解釈し、

40

バーチャルタッチスクリーンを提供するように構成され、前記バーチャルタッチスクリーンとの相互作用は、検出及び解釈されたユーザ入力を通じて提供される、

医療装置。

【請求項55】

前記ユーザ入力は、前記少なくとも1つのディスプレイに表示されるグラフィカルユーザインタフェースの構成と関連付けられる請求項54に記載の医療装置。

【請求項56】

前記グラフィカルユーザインタフェースは、画像処理モジュールにより提供される縮小サイズのビデオ画像フィードを含む請求項55に記載の医療装置。

【請求項57】

50

前記閲覧アセンブリは、一对の接眼レンズと、前記接眼レンズから前記少なくとも一つのディスプレイへの光学経路とを含む請求項 5 4 に記載の医療装置。

【請求項 5 8】

前記少なくとも一つのバーチャルディスプレイ入力装置は、前記閲覧アセンブリに配置される請求項 5 4 に記載の医療装置。

【請求項 5 9】

前記ユーザ入力に関する情報を前記画像処理システムへ提供するように構成されるバーチャルディスプレイセンサをさらに備え、前記情報は、前記バーチャルディスプレイ入力装置により取得されたデータに加えて提供される請求項 5 4 に記載の医療装置。

【請求項 6 0】

少なくとも一つの補助カメラをさらに備え、前記補助カメラは、前記補助カメラからの画像が前記ディスプレイの少なくとも一つで閲覧されうるように構成され、前記補助カメラは、手術用顕微鏡視界を提供するように構成される、請求項 5 4 に記載の医療装置。

【請求項 6 1】

ハウジング及び一对の接眼レンズを有する両眼視アセンブリであって、前記接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも一つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、

前記両眼視アセンブリに配置され、手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、かつ少なくとも一つの補助カメラを有する光学アセンブリと、

前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、

前記光学アセンブリ及び前記ディスプレイと接続され、少なくとも一つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記補助カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、

前記出力ビデオ画像が前記接眼レンズを通じて視認可能となるように前記出力ビデオ画像を前記ディスプレイに提示するように構成され、

前記光学アセンブリは、約 15 から 45 cm の間で調節可能である作動距離を提供するように構成される、手術可視化システム。

【請求項 6 2】

前記光学アセンブリは、アイソセンタポジショニングシステムに搭載される請求項 6 1 に記載の手術可視化システム。

【請求項 6 3】

前記アイソセンタポジショニングシステムは、前記補助カメラの視野が常に共通の点を含むように前記光学アセンブリを 3 次元に調節可能となるように構成されるエレメントを備える請求項 6 2 に記載の手術可視化システム。

【請求項 6 4】

前記アイソセンタポジショニングシステムは、前記両眼視アセンブリに取り付けられたアイソセンタトラックを備え、前記アイソセンタトラックは、前記補助カメラが前記アイソセンタトラックに沿う複数の位置へ移動可能となり、かつ前記複数の位置において前記補助カメラが共通の点から離れた固定距離を維持する前記補助カメラを位置付けるように構成される請求項 6 2 に記載の手術可視化システム。

【請求項 6 5】

前記補助カメラは、グリノー式の構成を有する請求項 6 4 に記載の手術可視化システム。

【請求項 6 6】

前記補助カメラは、前記アイソセンタポジショニングシステムにより実現される前記共通の点で輻輳する互いに対する角度で方向付けられた一对の光学経路を有する請求項 6 5

10

20

30

40

50



に記載の手術可視化システム。

【請求項 67】

ユーザの手の取得された画像に少なくとも部分的に基づいて前記ユーザの手を画像化するように構成されるバーチャルタッチカメラをさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするために、ハンドジェスチャを認識するように構成される請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 68】

前記ハンドジェスチャは、前記手に保持された光学ツールによるジェスチャを含む請求項 67 に記載の手術可視化システム。

【請求項 69】

前記両眼視アセンブリに取り付けられたバーチャルタッチセンサをさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするためのジェスチャを認識するために、前記バーチャルタッチセンサからの画像データと共に、前記バーチャルタッチセンサからの情報を用いるように構成される請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 70】

前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングのアパーチャを介した前記接眼レンズからの光学経路を通じて手術用顕微鏡視界を提供しないように構成される請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 71】

前記補助カメラは、前記光学アセンブリの厚さプロファイルを低減するように構成される反射鏡又は反射プリズムを有する請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 72】

前記補助カメラは、共通の対物レンズを共有しない一对の光学経路を備える請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 73】

ユーザ入力を受信するように構成されるバーチャルタッチ入力装置をさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザの手の表現を通じて前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするために、前記ユーザからの取得された入力に少なくとも部分的に基づくコマンドを認識するように構成される請求項 61 に記載の手術可視化システム。

【請求項 74】

ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも一つのディスプレイのディスプレイ視界を提供するように構成され、二つの前記ディスプレイ視界が、左眼の視界及び右目の視界にそれぞれ対応する、両眼視アセンブリと、

前記両眼視アセンブリに配置され、かつ手術部位の立体視手術用顕微鏡視界を提供するように構成される左眼カメラ及び右眼カメラを有する光学アセンブリと、

前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成されるアーティキュレーティングアームと、

前記光学アセンブリ及び前記少なくとも一つのディスプレイと接続され、少なくとも一つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、

前記画像処理システムは、

前記左眼カメラ及び前記右眼カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、

受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、

前記出力ビデオ画像が、前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように、左眼ディスプレイ視界による左眼出力ビデオ画像及び右眼ディスプレイ視界による右眼出力ビデオ画像を提示するように構成され、

前記光学アセンブリは、輻輳角を提供し、前記輻輳角は、前記手術部位における左眼光

10

20

30

40

50

学経路と右眼光学経路との角度である  
手術可視化システム。

【請求項 75】

前記光学アセンブリは、作動距離を変化させることによりほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される請求項 74 に記載の手術可視化システム。

【請求項 76】

前記左眼カメラは、

左眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される左眼反射プリズムと、

前記左眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、左眼画像を生成するように構成される左眼レンズアセンブリと、

前記左眼画像をキャプチャし、左眼ビデオ画像を生成するように構成される左眼画像センサと、

を備える請求項 74 に記載の手術可視化システム。

【請求項 77】

前記右眼カメラは、

右眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される右眼反射プリズムと、

前記右眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、右眼画像を生成するように構成される右眼レンズアセンブリと、

前記右眼画像をキャプチャし、右眼ビデオ画像を生成するように構成される右眼画像センサと、

を備える請求項 74 に記載の手術可視化システム。

【請求項 78】

前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、輻輳点における前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成され、前記両眼視アセンブリから前記輻輳点への距離は、作動距離を含む請求項 74 に記載の手術可視化システム。

【請求項 79】

前記光学アセンブリは、約 15 から 45 cm の調節可能な作動距離を提供するように構成される請求項 78 に記載の手術可視化システム。

【請求項 80】

前記左眼カメラは、左眼反射プリズムを備え、前記右眼カメラは、右眼反射プリズムを備え、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズムは、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズム自体の相対的な方向を変化させるように構成され、それにより、調節可能な作動距離を提供するための前記輻輳角を変化させる、請求項 76 に記載の手術可視化システム。

【請求項 81】

前記光学アセンブリは、作動距離を変化させることによりほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される請求項 78 に記載の手術可視化システム。

【請求項 82】

前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼カメラ及び前記右眼カメラ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成される請求項 81 に記載の手術可視化システム。

【請求項 83】

前記左眼カメラは、左眼プリズムアセンブリを備え、前記右眼カメラは、右眼プリズムアセンブリを備え、前記左眼プリズムアセンブリ及び前記右眼プリズムアセンブリは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼プリズムアセンブリ及び前記右眼プリズムアセンブリ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成され、前記左眼カメラの他のエレメント及び前記右眼カメラの他のエレメントは、ほぼ静止したままである請求項 81 に記載の手術可視化システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8 4】

前記光学アセンブリは、挿入チューブを通じて立体視像を提供するために十分に狭い輻輳角を提供するように構成される請求項 7 9 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 8 5】

前記挿入チューブは、約 2 5 mm から約 5 0 mm の幅を有する請求項 8 4 に記載の手術可視化システム。

## 【請求項 8 6】

前記十分に狭い輻輳角は、作動距離を変化させることによりほぼ一定でもある請求項 8 4 に記載の手術可視化システム。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

## 関連出願の相互参照

本願は、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802362号、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802162号、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802485号、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802635号、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802509号、2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802582号、及び2013年3月13日に提出された米国特許出願第13/802577号の優先権の利益を主張するものである。本願は、2012年6月27日に提出された米国仮出願番号第61/665243号、2012年7月11日に提出された米国仮出願番号第61/670550号、2012年9月20日に提出された米国仮出願番号第61/703727号、及び2013年1月16日に提出された米国仮出願番号第61/753398号の35 U.S.C. § 119(e)の優先権の利益を主張するものである。

20

## 【0 0 0 2】

本開示の実施形態は、手術中に使用するための手術装置及び手術可視化システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 3】

いくつかの外科手術は、大規模な切開の使用を含む。これらの開腹手術処置は、手術具及び外科医の片方又は両方の手のための素早いアクセスを提供し、ユーザが、直接、又は手術用顕微鏡又は拡大鏡の助けにより、手術部位を視覚的に観察することができ、かつ手術部位で作業することを可能にする。開腹手術は、非常に大きな欠点と関連するが、相対的に大きな開腹は、痛み、癒痕化及び感染症のリスクと共に長い回復時間をもたらす。これらの有害な効果を低減するために、低侵襲手術を提供するための技術が開発されている。内視鏡検査、腹腔鏡検査、関節鏡検査、咽頭-喉頭鏡検査のような低侵襲手術技術と共に、可視化のための手術用顕微鏡を用いる小切開処置は、典型的な開腹手術よりも非常に小さな切開を用いる。そして、特別なツールは、小切開を通じて手術部位へアクセスするために用いられることができる。しかし、小さなアクセス開口部のため、外科医の視界及び手術部位の作業スペースは限定される。いくつかの場合、内視鏡、腹腔鏡等のような可視化装置は、ユーザが手術部位を閲覧することを可能にするために、切開を通じて経皮的に挿入されることができる。それに替えて、手術用顕微鏡は、一又は複数の外科用開創器により開いたままの小切開を通じて手術部位を閲覧するために用いられてもよい。

30

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0 0 0 4】

腹腔鏡、内視鏡又は手術用顕微鏡を通じてユーザに利用可能な視覚情報は、アプローチのトレードオフを含む。よって、低侵襲手術で使用するための改善された可視化システムの需要が存在する。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本開示のシステム、方法及び装置は、それぞれいくつかの革新的な態様を有し、その1つが本明細書で開示される所望の特性に単独で関与するものではない。

## 【0006】

一態様によれば、医療装置は、切開を開放保持するように構成され、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成される外科用開創器と、前記外科用開創器に配置され、前記経路に向かって内側に向いている複数のビデオカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備えることができ、前記ビデオカメラは、前記開創器ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記ビデオカメラは、前記チューブの内面に配置されうる。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、近位位置の1つの近位ビデオカメラと、遠位位置の1つの遠位ビデオカメラと、を備えることができ、前記遠位位置は、前記近位位置よりも前記手術部位の近くに配置されるように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記近位位置の複数の近位ビデオカメラ及び前記遠位位置の複数の遠位ビデオカメラをさらに備えることができる。一部の実施形態では、前記複数の近位ビデオカメラは、少なくとも3つのビデオカメラを備えることができる。一部の実施形態では、前記複数の遠位ビデオカメラは、少なくとも3つのビデオカメラを備えることができる。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、脊椎外科手術に用いるように構成されうる。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、頭部外科手術又は頸部外科手術に用いるように構成されうる。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、脳外科手術に用いるように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のビデオカメラは、少なくとも8つのビデオカメラを備えうる。

10

20

## 【0007】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部へ開創器を挿入するステップと、前記開創器により前記開口部の開口端を保持し、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するステップと、少なくとも部分的に前記経路を通じて、前記手術部位へ前記手術具を挿入するステップと、を備え、前記開創器は、前記開創器に配置される複数のカメラを備え、前記ビデオカメラは、前記経路に向かって内側に向いている。一部の実施形態では、前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含みうる。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の脊椎の一部にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の頭部又は頸部の一部にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の脳にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の口にある。一部の実施形態では、前記開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記ビデオカメラは、前記開創器ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記用開創器は、チューブを備え、前記ビデオカメラは、前記チューブの内面に配置される。一部の実施形態では、前記方法は、前記手術具により前記手術部位における骨を除去するステップをさらに備える。

30

## 【0008】

別の態様によれば、手術可視化システムは、開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記カメラが、各画像を生成する、複数のカメラと、各画像を表示するように構成される画像処理モジュールと、を備え、前記手術可視化システムは、前記カメラの位置を捕捉するように構成される。一部の実施形態では、前記カメラは、異なるカメラの相対的な位置を捕捉するためにトラッキング装置と関連付けられる。一部の実施形態では、前記トラッキング装置は、電磁(electromagnetic (EM))トラッキング装置を備える。一部の実施形態では、前記カメラは、前記開創器の可動ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記開創器ブレードの位置を捕捉することにより複数のカメラの位置を捕捉する。一部の実施形態では、前記開創器ブレードは、少なくとも1つのヒンジにより結合される複数のセグメントを備える。一部の実施形態では、前記開創器ブレードは、適応性があ

40

50

る。一部の実施形態では、前記カメラは、前記開創器に取り外し可能に結合される。一部の実施形態では、前記カメラは、前記異なるカメラの相対的な位置を捕捉するために前記トラッキング装置に関連付けられ、前記トラッキング装置は、前記開創器に取り外し可能に結合される。

【0009】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部へ開創器を挿入するステップであって、前記開創器は、当該開創器に配置される複数のカメラを備える、ステップと、前記カメラの位置を電氣的に捕捉するステップと、を備える。一部の実施形態では、前記方法は、前記複数のカメラのそれぞれからの各画像を取得するステップと、同時閲覧のために各画像を処理するステップと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記処理するステップは、前記カメラの捕捉された位置を用いるステップを備える。一部の実施形態では、前記電氣的に捕捉するステップは、電磁 ( e l e c t r o m a g n e t i c ( E M ) ) トラッキングを備える。一部の実施形態では、前記電氣的に捕捉するステップは、第2のカメラの位置に対する第1のカメラの位置を捕捉するステップを備える。一部の実施形態では、前記カメラは、前記開創器のブレードに配置され、前記電氣的に捕捉するステップは、前記ブレードの位置を捕捉するステップを備える。一部の実施形態では、前記ブレードは、互いに可動する。一部の実施形態では、前記ブレードは、適応性がある ( m a l l e a b l e ) 又は多関節である ( a r t i c u l a t e d ) 。一部の実施形態では、前記電氣的に捕捉するステップは、前記ブレードが曲げられる又は多関節である度合いを捕捉するステップを備える。

10

20

【0010】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位への手術具のアクセスを提供するように構成される外科用開創器と、前記開創器に配置される複数のカメラと、前記複数のカメラの少なくともいくつかの位置を捕捉するように構成される複数のトラッキング装置と、を備える。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、互いに第1及び第2のカメラの相対的な位置を捕捉するために、それぞれが、第1のカメラ及び第2のカメラと関連付けられるトラッキング装置を有する少なくとも第1のカメラ及び第2のカメラを備える。一部の実施形態では、前記開創器は、それぞれが、第1の開創器のブレード及び第2の開創器のブレードに少なくとも1つのカメラを有する少なくとも第1の開創器のブレード及び第2の開創器のブレードを備え、前記第1及び第2の開創器のブレードのそれぞれは、互いに第1及び第2の開創器ブレードの相対的な位置を捕捉するためにトラッキング装置を備える。一部の実施形態では、前記トラッキング装置は、電磁 ( e l e c t r o m a g n e t i c ( E M ) ) トラッキング装置を備える。

30

【0011】

一部の実施形態では、医療装置は、切開を開放保持するように構成され、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成される外科用開創器と、前記外科用開創器に配置される少なくとも1つのカメラ (例えば、複数のカメラ) と、を備える一部の実施形態では、前記少なくとも1つのカメラは、前記経路に向かって内側に向いている。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、少なくとも1つの開創器ブレードを備え、前記カメラは、前記開創器ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記少なくとも1つのカメラは、前記チューブの内面に配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、少なくとも1つ近位ビデオカメラと、少なくとも1つ遠位ビデオカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記カメラは、クリップ オン ファスナーを用いて前記外科用開創器に固定される。一部の実施形態では、前記クリップ オン ファスナーは、クリップ、スナップ、スクリュー、ボルト、ナット、マグネットを含む。一部の実施形態では、前記医療装置は、電気バスと、前記カメラを前記電気バスに接続するように構成される電気コネクタとをさらに備える。一部の実施形態では、前記電気バスは、クリップ オン ファスナーを用いて前記外科用開創器に固定される。

40

【0012】

50

一部の実施形態では、前記カメラは、前記外科用開創器に組み込まれる。一部の実施形態では、一又はそれ以上のカメラ（例えば、開創器上の複数のカメラ、又は開創器上の少なくとも1つのカメラ及び手術具の他に場所に配置される少なくとも1つのカメラ）は、各画像を生成し、前記医療装置は、画像処理モジュールをさらに備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、共にステッチされた各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、タイル状に各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、第1の中央画像と複数の周囲画像とが並ぶように各タイル化された画像を表示するように構成され、前記第1の中央画像は、前記複数の周囲画像とは異なるカメラによるものである。一部の実施形態では、前記第1の中央画像及び複数の周囲画像は、第1の中央視界及び複数の周辺視界に対応する。一部の実施形態では、前記第1の中央画像は、前記複数の周辺視界よりも大きいズーム倍率を有する。一部の実施形態では、前記第1の中央画像は、共にステッチされた各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、前記第1の中央画像は、ステレオ画像を備える。一部の実施形態では、前記複数の周囲画像は、共にタイル化された各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、前記複数の周囲画像は、共にステッチされた各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、主視界と前記主視界に重畳される複数の画像とが並ぶように各画像を表示するように構成され、前記主視界は、複数の重畳された画像とは異なるカメラによるものである。一部の実施形態では、前記第1の主視界は、他の重畳された画像よりも大きい視野をカバーする。一部の実施形態では、前記第1の主視界は、第1のバックグラウンド視界を備える。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記主視界におけるピクチャ イン ピクチャを備え、前記ピクチャ イン ピクチャは、前記主視界よりも大きなズーム倍率を有する。一部の実施形態では、前記ピクチャ イン ピクチャ画像は、ステレオ画像を備えてもよい。一部の実施形態では、前記主視界画像は、広視野画像を備えてもよい。一部の実施形態では、前記主視界は、例えば、共にステッチ又はタイル化された複数の画像を備えてもよい。一部の実施形態では、前記ピクチャ イン ピクチャは、共にステッチされた複数の画像を備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、さらに、前記主視界及び前記複数の重畳された画像に対して中央に配置される第1の中央画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記第1の中央画像は、前記主視界よりも大きなズーム倍率を有する。一部の実施形態では、前記主視界は、共にステッチされた少なくとも複数の各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、前記主視界は、共にタイル化された少なくとも複数の各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、複数の重畳された画像は、共にタイル化された少なくとも複数の各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、複数の重畳された画像は、共にステッチされた少なくとも複数の各画像の少なくとも一部を備える。一部の実施形態では、前記各画像は、第1の主視界と前記主視界に重畳された画像とが並べられ、前記主視界は、前記重畳された画像とは異なるカメラによるものであり、前記第1の主視界は、前記重畳された画像よりも大きな視野を備える。一部の実施形態では、前記第1の主視界は、他の重畳された画像よりも大きな視野をカバーする。一部の実施形態では、前記第1の主視界は、第1のバックグラウンド視界を備える。一部の実施形態では、前記重畳された画像は、ピクチャ イン ピクチャ画像を備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、インターフェースを介してユーザからの視界の選択を受信するように構成される。一部の実施形態では、広視野を有する主視界は、重畳された複数の狭い視界のタイル化された画像に形成される。一部の実施形態では、ピクチャ イン ピクチャ picture-in-picture (PIP) 画像は、主視界にも重畳される。PIP 画像は、タイル化された画像よりもより中央に配置されてもよく、例えば、タイル化された画像により囲まれてもよい。一部の実施形態では、PIP 画像は、ステレオ画像を備えてもよい。一部の実施形態では、PIP 画像は、ツールに搭載されるカメラからの画像を含む。一部の実施形態では、PIP 画像は、例えば、開創器の近位端に配置される近位カメラからの画像を含む。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、ユーザが複

10

20

30

40

50

数の視界を選択しうるように構成され、前記画像プロセッサは、互いに前記カメラの位置に基づく視界に少なくとも部分的に配置される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、ユーザがモードを特定しうるように構成され、前記画像プロセッサは、画像又はセンサを別途特定せずに、モードと関連付けられる視界の収集を提供する。

【0013】

一部の実施形態では、前記カメラは、例えば、カメラに取り付けられる開創器の外部である配線を介して電氣的に接続される。一部の実施形態では、前記配線は、例えば、そこに埋め込まれる前記開創器に組み込まれる。一部の実施形態では、アグリゲータは、別のカメラから配線セグメントを受信するように含まれる。一部の実施形態では、光源は、手術部位を閲覧するための照明を提供するために前記カメラに含まれる。一部の実施形態では、例えば、前記光源は、前記開創器に含まれる。一部の実施形態では、前記光源は、前記開創器に固定される又は配置されるサポート構造に固定される又は支持される。一部の実施形態では、温度を管理するために光源に冷却を提供する。一部の実施形態では、前記カメラは、前記開創器の中、例えば、前記手術部位の中で洗浄されるように構成される。一部の実施形態では、例えば、作動液洗浄 (hydraulic cleaning) が提供される。例えば、液体洗浄及びエアドライが提供されてもよい。一又はそれ以上流体ラインは、カメラの視界をブロック又は干渉するカメラからの物質を除去するために液体洗浄を提供してもよい。一部の実施形態では、一又はそれ以上流体ラインは、例えば、液体洗浄の後に、カメラを乾燥するためにパルス状の空気のような空気を提供してもよい。一部の実施形態では、ベンチュリ効果により乾燥が容易になり、これは、生成される空気流に圧力差を生じる。

10

20

【0014】

各種実施形態では、カメラ及び/又は他の構成は、開創器無しで含まれることができ、開創器又は例えば、手術具のような他の手術装置による使用のために構成されてもよい。また、カメラ及び/又は他の構成は、開創器以外の医療装置で使用する及び/又は使用されるために構成されてもよい。また、本明細書に開示される実施形態のいずれかの各種の構成の組み合わせは、他の実施形態からの任意の他の構成と組み合わせられてもよい。

【0015】

別の態様によれば、方法は、身体の開創部へ開創器を挿入するステップと、前記開創器により前記開創部の開口端を保持し、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するステップと、少なくとも部分的に前記経路を通じて、前記手術部位へ前記手術具を挿入するステップと、を備え、前記開創器は、前記外科用開創器に配置される少なくとも1つのカメラ(例えば、複数のカメラ)を備える。一部の実施形態では、前記カメラは、前記経路に向かって内側に向いている。一部の実施形態では、前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含む。一部の実施形態では、複数のカメラは、少なくとも8つのカメラを備える。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の脊椎の領域にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の頭部又は頸部の領域にある。一部の実施形態では、前記開創器は、開創器ブレードを備え、前記カメラは、前記開創器ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記用開創器は、チューブを備え、前記カメラは、前記チューブの内面に配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、少なくとも1つの近位ビデオカメラと、少なくとも1つの遠位ビデオカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記方法は、一又はそれ以上のカメラ(例えば、開創器上の複数のカメラ、又は開創器上の少なくとも1つのカメラ及び手術具の他に場所に配置される少なくとも1つのカメラ)により生成される各画像を取得するステップをさらに備える。一部の実施形態では、前記方法は、同時に各画像を表示するステップをさらに備える。一部の実施形態では、前記各画像は、共にステッチされて表示される。一部の実施形態では、前記各画像は、タイル化されて表示される。

30

40

【0016】

別の態様によれば、医療装置は、身体に形成された切開を開放保持するように構成され、それにより前記身体の手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構

50

成される外科用開創器であって、前記外科用開創器が近位位置及び遠位位置を含み、前記遠位位置が、前記近位位置よりも前記身体の内側に配置されるように構成される、前記外科用開創器と、前記近位位置における少なくとも1つの近位カメラ及び前記遠位位置における少なくとも1つの遠位カメラを含み、前記外科用開創器に配置される複数のカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記カメラは、前記開創器ブレードの少なくとも1つの近位位置及び少なくとも1つの遠位位置に配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記カメラは、前記チューブの内面の少なくとも1つの近位位置及び少なくとも1つの遠位位置に配置される。一部の実施形態では、前記カメラは、クリップ オン ファスナーを用いて前記外科用開創器に固定される。一部の実施形態では、前記クリップ オン ファスナーは、クリップ、スナップ、スクリュー、ボルト、ナット、又はマグネットを備える。一部の実施形態では、前記医療装置は、電気バスと、前記カメラを前記電気バスに接続するように構成される電気コネクタと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記カメラは、前記外科用開創器に組み込まれる。一部の実施形態では、近位カメラ及び遠位カメラは、各画像を生成し、前記医療装置は、同時閲覧のために各画像を表示するように構成される画像処理モジュールをさらに備える。一部の実施形態では、前記近位カメラは、第1の光学軸に沿って方向付けられ、前記遠位カメラは、第2の光学軸に沿って方向付けられ、前記第1及び第2の光学軸は、略平行である。一部の実施形態では、前記近位カメラは、第1の光学軸に沿って方向付けられ、前記遠位カメラは、第2の光学軸に沿って方向付けられ、前記第1及び第2の光学軸は、第1の点において交わる。一部の実施形態では、前記第1の点は、手術部位への手術具のアクセスのための経路内にある。一部の実施形態では、前記近位カメラは、第1の光学軸に沿って方向付けられ、前記第1の光学軸は、前記近位位置における前記開創器の表面の平面に略直交する。一部の実施形態では、前記遠位カメラは、第2の光学軸に沿って方向付けられ、前記遠位位置における前記開創器の表面の平面に略直交する。一部の実施形態では、前記近位カメラは、第1の視野を提供し、前記遠位カメラは、第2の視野を提供し、前記第2の視野は、前記第1の視野よりも小さい。一部の実施形態では、前記第1及び第2の視野は、少なくとも部分的に重複する。一部の実施形態では、前記第1の視野は、約80から100度である。一部の実施形態では、前記第2の視野は、約50から70度である。一部の実施形態では、前記開創器は、身体に形成された切開を開放保持するときに、それにより、身体の手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成され、前記第1及び第2の視野は、それぞれ、前記手術部位の少なくとも一部を包含する。一部の実施形態では、前記カメラは、各画像を生成し、前記医療装置は、同時閲覧のために各画像を表示するように構成される画像処理モジュールをさらに備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、共にステッチされる各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、共にタイル化された各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。

#### 【0017】

別の態様によれば、手術可視化システムは、近位位置及び遠位位置を有する外科用開創器であって、前記遠位位置が、前記近位位置よりも身体の内側に配置されるように構成される、外科用開創器と、前記近位位置に配置される近位カメラと、前記遠位位置に配置される遠位カメラと、を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記カメラは、前記開創器ブレードの少なくとも1つの近位位置及び少なくとも1つの遠位位置に配置される一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記ビデオカメラは、前記チューブの内面の少なくとも1つの近位位置及び少なくとも1つの遠位位置に配置される。

#### 【0018】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部へ開創器を挿入するステップと、前記開創器により前記開口部の開口端を保持し、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するステップと、少なくとも部分的に前記経路を通じて、前記手術部位へ前記



手術具を挿入するステップと、を備え、前記開創器は、近位カメラ及び遠位カメラを備え、前記カメラは、前記経路に向かって内側に向いている。一部の実施形態では、前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含む。一部の実施形態では、前記開創器は、複数の近位カメラ及び複数の遠位カメラを備える。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の脊椎の領域にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の頭部又は頸部の領域にある。

【 0 0 1 9 】

別の態様によれば、手術可視化システムは、少なくとも1つ、例えば、開創器に配置される複数のカメラを有する開創器と、前記開創器に配置される少なくとも1つのカメラを有する手術具と、同時閲覧のための前記開創器上の複数のカメラ及び前記手術具上のカメラからの各画像を表示するように構成される画像処理モジュールと、を備える。一部の実施形態では、前記手術具は、前記開創器に対して移動可能である。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記複数のカメラの別のものと実質的に面している。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第1画像として同時閲覧のための各画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記手術具上の前記少なくとも1つのカメラから取得された第2の画像を合成第1画像に統合するように構成される。一部の実施形態では、前記合成第1画像は、前記開創器上の前記複数のカメラからの各画像をタイリング又はステッチングすることにより生成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記合成第1画像に亘るピクチャインピクチャとして第2の画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第3画像を生成するために、前記第2画像を前記合成第1画像にステッチするように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記開創器のブレードの表面に取り付けられる。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記開創器のブレード内に組み込まれる。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、少なくとも1、2、3、4、5、6、7又は8つのカメラを備える。一部の実施形態では、前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含む。

【 0 0 2 0 】

別の態様によれば、手術可視化システムは、少なくとも1つ、例えば、開創器に配置される複数のカメラを有する開創器と、手術具と関連付けられるように構成されるカメラと、同時閲覧のための前記開創器上の複数のカメラからの各画像及び前記手術具に関連付けられるカメラからの画像を表示するように構成される画像処理モジュールと、を備える。一部の実施形態では、前記開創器に配置される前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記開創器に配置される前記複数のカメラの別のものにほぼ面している。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記開創器上の1つのカメラからの画像及び前記手術具上の1つのカメラからの画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第1画像として同時閲覧するために前記開創器上の複数のカメラからの各画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記手術具と関連付けられるように構成される前記カメラから取得される第2の画像を前記合成第1画像に組み込むように構成される。

【 0 0 2 1 】

本明細書の他の部分に開示されるように、各種実施形態では、カメラ及び/又は他の構成は、開創器無しで含まれることができ、開創器又は例えば、手術具のような他の手術装置による使用のために構成されてもよい。また、カメラ及び/又は他の構成は、開創器以外の医療装置で使用する及び/又は使用されるために構成されてもよい。また、本明細書に開示される実施形態のいずれかの各種の構成の組み合わせは、他の実施形態からの任意の他の構成と組み合わせられてもよい。

【 0 0 2 2 】

別の態様によれば、方法は、開創器上に配置された複数のカメラからの第1の複数の画像データを受信するステップと、手術具上に配置されたカメラからの第2の複数の画像データを受信するステップと、第1の画像を生成するために前記第1の複数の画像データを

処理するステップと、第2の画像を生成するために前記第2の複数の画像データを処理するステップと、を備える。一部の実施形態では、前記第1の画像を生成するステップは、複数のカメラから取得された別々の画像をステッチする又はタイリングするステップを備える。一部の実施形態では、前記方法は、さらに、前記第2の画像を前記第1の画像に統合するステップをさらに備える。一部の実施形態では、前記統合するステップは、前記第1の画像にわたってピクチャ イン ピクチャとして前記第2の画像を配置するステップを備える。一部の実施形態では、前記統合するステップは、合成第3画像を生成するために、前記第2の画像を前記第1の画像にステッチするステップを備える。

#### 【0023】

別の態様によれば、手術可視化キットは、開創器に配置され、かつ各画像を生成するように構成される複数のカメラと、各画像を表示するように構成される画像処理モジュールと、手術具に配置されるように構成されるカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第1画像として同時閲覧のための各画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記合成第1画像を表示することは、前記複数のカメラにより生成される各画像をステッチする又はタイリングすることにより生成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記画像処理モジュールは、前記手術具に配置されるように構成される前記カメラから取得された第2の画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記第1の画像にわたってピクチャ イン ピクチャとして前記第2の画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第3画像を生成するために前記第2の画像を前記第1の画像にステッチするように構成される。一部の実施形態では、前記手術具は、前記キットの一部として含まれる。各種実施形態では、前記手術具は、外科用メス、骨鉗子、ケリソン、レーザ又はドリルを含むが、他のツールが用いられてもよい。一部の実施形態では、前記手術具は、前記キットに含まれ、前記キットは、前記開創器のための1つのカメラのみを含む。

#### 【0024】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部へ開創器を挿入するステップであって、前記開創器が、少なくとも1つ、例えば、前記開創器に配置される複数のカメラを含む、ステップと、前記開創器の作業スペースへ少なくとも部分的に手術具を挿入するステップと、を備え、前記手術具は、前記手術具に配置される少なくとも1つのカメラを備える。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくともいくつかは、前記開創器のブレード上に配置され、かつ前記作業スペースと実質的に面している。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、少なくとも1、2、3、4、5、6、7又は8つである。

#### 【0025】

別の態様によれば、医療装置は、切開を開放保持するように構成され、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成される外科用開創器を備え、前記開創器は、回転可能なプラットフォームと、少なくとも1つ、例えば、前記回転可能なプラットフォームに配置される複数のカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記開創器は、前記開口部を開放保持するように構成される開創器ブレードを備える。一部の実施形態では、前記回転可能なプラットフォームは、前記開創器ブレードに対して移動可能である。一部の実施形態では、前記開創器ブレードは、前記回転可能なプラットフォームの回転により移動する。一部の実施形態では、前記開創器は、近位端及び遠位端を備え、前記遠位端は、前記身体内に配置されるように構成され、前記回転可能なプラットフォームは、前記開創器ブレードに近位に配置される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記開創器ブレードに配置される第2の複数のカメラをさらに備える。一部の実施形態では、前記カメラは、各画像を生成するように構成され、前記医療装置は、各画像を同時に表示するように構成される画像処理モジュールをさらに備える。一部の実施形態では、前記回転可能なプラットフォームの回転は、各画像の同時表示の回転を生成する。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、共にステッチされる各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、タイ

10

20

30

40

50

ル化された各画像の少なくとも一部を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、第1のカメラ及び第2のカメラを備え、前記第1のカメラは、第1の視野を有し、前記第2のカメラは、第2の視野を有する。一部の実施形態では、前記開創器は、前記第1の視野が前記手術部位を包含するように構成される。一部の実施形態では、前記開創器は、前記第1及び第2の視野が前記手術部位を包含するように構成される。一部の実施形態では、前記開創器は、前記第1及び第2の視野が少なくとも部分的に重複するように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、手術具のアクセスのための経路にほぼ面している。

#### 【0026】

別の態様によれば、手術可視化システムは、近位位置及び遠位位置を有し、かつ前記遠位位置が、前記近位位置よりも身体の内部に配置されるように構成される外科用開創器を備え、前記開創器は、回転可能なプラットフォームと、少なくとも1つ、例えば、前記回転可能なプラットフォームに配置される複数のカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記開創器は、前記開口部を開放保持するように構成される開創器ブレードを備え、前記開創器ブレードは、前記回転可能なプラットフォームへの末端である。一部の実施形態では、前記回転可能なプラットフォームは、前記開創器ブレードに対して回転可能である。一部の実施形態では、前記開創器は、前記開口部を開放保持するように構成されるチューブを備え、前記チューブは、前記回転可能なプラットフォームへの末端である。一部の実施形態では、前記回転可能なプラットフォームは、前記チューブに対して回転可能である。一部の実施形態では、前記開創器は、手術部位への手術具のアクセスのための経路を規定し、前記カメラの少なくとも1つは、前記手術部位にほぼ面している。

10

20

#### 【0027】

別の態様によれば、方法は、身体の開創部へ少なくとも部分的に開創器を挿入するステップであって、前記開創器が、前記開創器に配置される複数のカメラを含むプラットフォームを備える、ステップと、前記開創器により前記開口部の開口端を保持し、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するステップと、回転可能なプラットフォームを回転し、それにより、前記開口部に対する前記複数のカメラの方向を変えるステップと、を備える。一部の実施形態では、前記回転可能なプラットフォームは、前記身体の開創部の外側に配置される。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の前部の領域にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の前部の領域にある。一部の実施形態では、前記手術部位は、前記身体の前部の領域にある。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、少なくとも8つのカメラを含む。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記開創器を前記開口部へ少なくとも部分的に挿入すると、前記開創器ブレードは、前記回転可能なプラットフォームよりも前記手術部位へ近づく。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記開創器を前記開口部へ少なくとも部分的に挿入すると、前記チューブは、前記回転可能なプラットフォームよりも前記手術部位へ近づく。

30

#### 【0028】

別の態様によれば、医療装置は、手術装置と、前記手術装置に配置される少なくとも1つのカメラと、流体パルスを前記少なくとも1つのカメラへ伝達するように構成される作動液システムと、を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器である。一部の実施形態では、前記流体は、水を含む。一部の実施形態では、前記流体は、薬剤、蛍光色素又は生理食塩水を含む。一部の実施形態では、前記流体パルスは、前記少なくとも1つのカメラから障害物を除去するように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、複数のカメラを備え、前記作動液システムは、前記複数のカメラのそれぞれへ流体パルスを伝達するように構成される。一部の実施形態では、前記作動液システムは、流体源に結合される複数のマイクロ流体チャネルを備える。一部の実施形態では、前記マイクロ流体チャネルは、電気ケーブルに亘って位置付けられるように構成されるフレックスケーブルを備える。一部の実施形態では、前記マイクロ流体チャネルは、使い捨て可能である。一部の実施形態では、前記フレックスケーブルの遠位端は、前記カメラに亘って確保さ

40

50

れた外側ハウジングを備える。一部の実施形態では、前記外側ハウジングの形状は、前記カメラの表面に亘って前記フレックスケーブルから流体を導くように構成される。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨てダイヤフラムポンプを備える。一部の実施形態では、前記作動液システムは、ローリングエッジダイヤフラム、ブルドン管、又はベローの少なくとも1つを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのカメラは、平ウィンドウを超える止め具を含むレンズを備え、前記作動液システムは、前記平ウィンドウに亘って流体パルスを送達するように構成される。一部の実施形態では、前記作動液システムは、圧縮空気のパルスを前記カメラへ送達するように構成される。一部の実施形態では、前記圧縮空気のパルスは、前記流体パルスの後に前記カメラを乾燥するように構成される。一部の実施形態では、前記作動液システムは、比例フットペダルにより制御される。一部の実施形態では、前記液圧システムは、気体及び/又は液体の出口を設けるように構成される。

#### 【0029】

別の態様によれば、手術可視化システムは、外科用開創器に配置される複数のカメラを有する外科用開創器と、手術具に配置される少なくとも1つのカメラを有する手術具と、前記カメラからの各画像の表示のために、前記開創器及び前記手術具上のカメラから信号を受信するように構成される画像処理モジュールと、を備え、前記画像処理モジュールは、前記複数のカメラ及び手術具の位置を捕捉するように構成される。一部の実施形態では、前記手術具は、前記外科用開創器に対して移動可能である。一部の実施形態では、前記手術具は、前記手術具の位置を捕捉するためにトラッキング装置と関連付けられる。一部の実施形態では、前記トラッキング装置は、EMトラッキング装置を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器に配置される前記カメラは、前記カメラの位置を捕捉するために前記トラッキング装置と関連付けられる。一部の実施形態では、前記トラッキング装置は、EMトラッキング装置を備える。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、光学トラッキングによる前記手術具の位置を捕捉するように構成される。一部の実施形態では、前記システムは、オーバーヘッドカメラをさらに備え、前記手術具は、前記オーバーヘッドカメラを可視にする識別マーカを含み、前記画像処理モジュールは、前記手術具上の前記識別マーカを捕捉することにより前記手術具の位置を捕捉するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記各画像を同時に表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記手術具の捕捉された位置に依存する各画像の表示を調整するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、合成第1画像として同時閲覧するために前記開創器に配置される前記カメラから取得された各画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記手術具に配置される前記カメラから取得された画像を、前記合成第1画像と同時に表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、前記合成第1画像に亘るピクチャ イン ピクチャとして前記手術具に配置される前記カメラから取得された画像を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理モジュールは、第2の合成画像を生成するために、前記手術具に配置される前記カメラから取得された画像を前記第1合成画像によりステッチするように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記開創器のブレードの表面に取り付けられる。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記開創器のブレードにより規定される経路の内側に向いている。一部の実施形態では、前記開創器のブレードは、適応性がある又は多関節である。一部の実施形態では、前記開創器のブレードは、互いに移動可能である。

#### 【0030】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部へ身体の挿入するステップであって、前記開創器が、前記開創器に配置される複数のカメラを備え、前記開創器が、前記体の内部の手術部値へ手術具のアクセスのための経路を規定する、ステップと、手術具を前記経路へ挿入するステップと、前記カメラの位置及び前記手術具の位置を電氣的に捕捉するステップと、を備える。一部の実施形態では、前記手術具は、前記手術具に配置されるカメラを備

える。一部の実施形態では、前記方法は、前記カメラのそれぞれから各画像を取得するステップと、同時閲覧のために前記各画像を処理するステップと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記処理するステップは、前記カメラの位置を捕捉するステップを備える。一部の実施形態では、前記電氣的に捕捉するステップは、EMトラッキングを備える。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記開創器のブレードに配置され、前記電氣的に捕捉するステップは、前記ブレードの位置を捕捉するステップを備える。一部の実施形態では、前記ブレードは、適応性がある又は多関節である。一部の実施形態では、前記電氣的に捕捉するステップは、前記ブレードが曲げられる又は多関節である度合いを捕捉するステップを備える。

#### 【0031】

別の態様によれば、医療装置は、手術装置と、前記手術装置へ流体動力を提供する液圧システムと、を備え、前記液圧システムは、作動液源と、外部流体ポートを有するカセットアセンブリと、一又はそれ以上の液圧チャンバと、前記外部流体ポートを前記一又はそれ以上の液圧チャンバへ流体連通する一又はそれ以上の流体経路に位置付けられる複数のバルブと、を備えることができ、前記作動液源は、前記外部流体ポートの一又はそれ以上を介して一又はそれ以上の液圧チャンバ及び電磁トラッキング装置と流体連通する。一部の実施形態では、前記電磁トラッキング装置は、前記手術装置を捕捉するように構成されうる。一部の実施形態では、前記電磁トラッキング装置は、前記開創器上のカメラモジュールを捕捉するように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、ダイヤフラムバルブでありうる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、プロポーションバルブでありうる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、エラストマーバルブでありうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、使い捨てコンポーネントを備えうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリ全体は、使い捨てでありうる。一部の実施形態では、前記液圧システムは、前記手術装置を作動するために、前記手術装置に動作可能に接続される液圧タービンをさらに備えうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記液圧チャンバ又は前記作動液源の一又はそれ以上と流体連通する一又はそれ以上の洗浄ノズルをさらに備え、前記一又はそれ以上の洗浄ノズルは、一又はそれ以上の光源に向かって作動液を導くように構成される。

#### 【0032】

別の態様によれば、医療装置は、手術装置と、前記手術装置へ流体動力を提供する液圧システムと、を備え、前記液圧システムは、作動液源と、複数の外部流体部品ポートを有するカセットアセンブリと、一又はそれ以上の液圧チャンバと、前記外部流体ポートを前記一又はそれ以上の液圧チャンバへ流体連通する一又はそれ以上の流体経路に位置付けられる複数のバルブと、身体の領域の視界を提供する一又はそれ以上のカメラと、を備えることができ、前記作動液源は、前記外部流体ポートの一又はそれ以上を介して一又はそれ以上の液圧チャンバと流体連通する。一部の実施形態では、前記医療装置は、電磁トラッキングを備えうる。一部の実施形態では、前記電磁トラッキング装置は、開創器上の前記カメラモジュールを捕捉するように構成されうる。一部の実施形態では、前記カメラは、前記手術装置上にあることができる。一部の実施形態では、前記カメラは、前記身体領域における開創器上にあることができる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、ダイヤフラムバルブでありうる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、プロポーションバルブでありうる。一部の実施形態では、前記複数のバルブの一又はそれ以上は、エラストマーバルブでありうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、使い捨て可能なコンポーネントを備えうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリ全体は、使い捨て可能でありうる。一部の実施形態では、前記液圧システムは、前記手術装置を作動するために、前記手術装置に動作可能に接続される液圧タービンをさらに備えうる。

#### 【0033】

別の態様によれば、手術装置を捕捉する方法は、手術装置を提供するステップと、前記

10

20

30

40

50

手術装置を液圧システムに動作可能に接続するステップであって、前記液圧システムは、作動液源と、複数の外部流体ポートを有するカセットアセンブリと、一又はそれ以上の液圧チャンバと、前記外部流体ポートを前記一又はそれ以上の液圧チャンバへ流体連通する一又はそれ以上の流体経路に位置付けられる複数のバルブと、を備え、前記作動液源が、前記外部流体ポートの一又はそれ以上を介して前記一又はそれ以上の液圧チャンバと流体連通し、かつ作動液を提供する、ステップと、前記作動液を加圧するステップと、一又はそれ以上のカメラ及び電磁トラッキング装置を用いて前記手術装置を捕捉するステップと、を備えうる。一部の実施形態では、前記手術装置を捕捉する方法は、前記手術装置の液圧ターピンを前記液圧システムに動作可能に接続するステップをさらに備えうる。

【0034】

別の態様によれば、医療装置は、アパーチャを規定するリングを備える開創器ステージであって、前記リングが、第1の軸に略直交する第1の平面にほぼ位置合わせされる、開創器ステージと、前記ステージに結合され、かつ前記アパーチャ内に位置付けられる複数のブレードであって、前記ブレードのそれぞれが、前記第1の平面から延びている、複数のブレードと、を備え、前記ブレードのそれぞれは、前記リングに対して回転可能に移動し、前記リングに対して内側及び外側に放射状に移動し、前記第1の軸に対して傾くように構成される。一部の実施形態では、前記ブレードのそれぞれは、屈曲により傾斜されるように構成される。一部の実施形態では、前記ブレードのそれぞれは、ジョイント接合され、前記ブレードのそれぞれは、ジョイントにおける曲げにより傾斜されるように構成される。一部の実施形態では、前記ブレードのそれぞれは、前記ブレードの近位端と前記ステージとの間に延びるステムにより前記ステージと結合される。一部の実施形態では、前記ステムは、クランプにより前記ステージに結合される。一部の実施形態では、前記クランプは、前記リングの周囲を回転可能に移動するように構成され、それにより、前記ステム及び前記開創器ブレードを回転可能に移動する。一部の実施形態では、前記ステムは、前記クランプを介して摺動可能に移動されるように構成され、それにより、前記リングに対して前記ステム及び前記開創器を放射状に内側及び外側に移動する。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記開創器ブレードに配置される複数のカメラをさらに備える。

【0035】

別の態様によれば、多関節開創器ブレードは、近位セグメントと、前記近位セグメントの遠位端へ第1のジョイントにおいて結合される中間セグメントと、前記中間セグメントの遠位端へ第2のジョイントにおいて結合される遠位セグメントと、前記第1のジョイントの周囲を前記中間セグメントに回転させるように構成される第1のアクチュエータと、前記第2のジョイントの周囲を前記遠位セグメントに回転させるように構成される第2のアクチュエータと、を備える。一部の実施形態では、前記第1のアクチュエータは、前記近位セグメントを介して、前記第1のジョイントを横断し、かつ前記中間セグメントへ、延びる第1の内部ケーブルを備える。一部の実施形態では、前記第1の内部ケーブルの近位移動は、前記中間セグメントに、前記第1のジョイントの周囲を回転させる。一部の実施形態では、前記多関節開創器ブレードは、前記第1の内部ケーブルの位置を開放可能に維持するように構成される保持機構をさらに備える。一部の実施形態では、前記保持機構は、ラチェットに結合されるピニオンキーを備える。一部の実施形態では、前記第2のアクチュエータは、前記近位セグメントを介し、前記第1のジョイントを横断し、前記中間セグメントへ、前記第2のジョイントを横断し、かつ前記遠位セグメントへ延びる第2の内部ケーブルを備える。一部の実施形態では、前記第2の内部ケーブルの近位移動は、前記遠位セグメントに、前記第2のジョイントの周囲を回転させる。一部の実施形態では、前記多関節開創器ブレードは、前記第1の内部ケーブルの位置を開放可能に維持するように構成される保持機構をさらに備える。一部の実施形態では、前記保持機構は、ラチェットに結合されるピニオンキーを備える。一部の実施形態では、前記多関節開創器ブレードは、前記中間セグメントの表面に配置される少なくとも1つのカメラを備える。

【0036】

別の態様によれば、方法は、身体の開口部に亘る開創器ステージを位置決めするステッ

10

20

30

40

50

ブであって、前記開創器ステージが、アパーチャを規定するリングを備え、前記リングが、第1の軸に略直交する第1の平面にほぼ位置合わせされる、ステップと、前記ステージに結合され、かつ前記アパーチャ内に位置付けられる少なくとも1つのブレードを配置するステップであって、前記ブレードが、前記平面及び開口部から離れている、ステップと、前記ブレードの表面が前記開口部の端部に隣接するように、前記リングに対して回転及び放射状に前記少なくとも1つのブレードを位置決めするステップと、前記第1の軸に対して少なくとも1つブレードを傾斜させるステップと、前記アパーチャを少なくとも部分的に介して手術具を前記身体の開口部へ挿入するステップと、を備える。一部の実施形態では、前記方法は、前記方法はステージに結合され、かつ中心アパーチャに位置付けられる複数のブレードを配置するステップであって、前記ブレードのそれぞれが、前記平面から離れかつ前記開口部へ延びている、ステップと、各ブレードの表面が前記開口部の端部と隣接するように前記リングに対して回転及び放射状に前記ブレードのそれぞれを位置決めするステップと、前記第1の軸に対して前記ブレードのそれぞれを傾斜させるステップと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのブレードを傾斜させるステップは、前記ブレードを屈曲するステップを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのブレードは、ジョイント接合され、前記前記少なくとも1つのブレードを傾斜させるステップは、ジョイントにおいて前記ブレードを曲げるステップを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのブレードは、近位セグメントと、前記近位セグメントの遠位端へ第1のジョイントにおいて結合される中間セグメントと、前記中間セグメントの遠位端へ第2のジョイントにおいて結合される遠位セグメントと、前記第1のジョイントの周囲を前記中間セグメントに回転させるように構成される第1のアクチュエータと、前記第2のジョイントの周囲を前記遠位セグメントに回転させるように構成される第2のアクチュエータと、を備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのブレードは、前記少なくとも1つのブレードに配置される少なくとも1つのカメラを備える。一部の実施形態では、前記方法は、前記カメラから画像を取得するステップと、前記画像を表示するステップと、をさらに備える。

10

20

30

40

50

#### 【0037】

別の態様によれば、開創器は、本体と、第1のブレードを前記本体に取り外し可能に取り付けるクリップ オン ファスナーを備える第1のブレードと、第2のブレードを前記本体に取り外し可能に取り付けるクリップ オン ファスナーを備える第2のブレードと、前記少なくとも1つの第1のブレードに接続される少なくとも1つのカメラと、を備える。一部の実施形態では、前記第1及び第2のブレードの少なくとも1つは、フレキシブルである。一部の実施形態では、前記第1及び第2のブレードは、異なる大きさを有する。一部の実施形態では、前記第1及び第2のブレードは、異なる剛性を有する。

#### 【0038】

別の態様によれば、開創器は、本体と、第1のブレードを前記本体に取り外し可能に取り付けるクリップ オン ファスナーを備える第1のブレードと、第2のブレードを前記本体に取り外し可能に取り付けるクリップ オン ファスナーを備える第2のブレードと、を備え、前記第1及び第2のブレードの少なくとも1つは、異なる大きさ、剛性又はその両方を有する。一部の実施形態では、前記第1及び第2のブレードの少なくとも1つは、フレキシブルである。

#### 【0039】

別の態様によれば、手術可視化システムは、開創器と、前記開創器に配置される複数のカメラとを備え、前記カメラは、各画像を生成し、前記カメラは、クリップ オン ファスナーを用いて前記開創器に固定される。一部の実施形態では、前記クリップ オン ファスナーは、クリップ、スナップ、スクリュー、ボルト、ナット、又はマグネットを備える。

#### 【0040】

各種実施形態では、前記異なるブレードは、異なるコンポーネント、例えば、異なるブレードに含まれる光学コンポーネントを有する。例えば、異なるブレードは、カメラ、光

源又はそれらの組み合わせを有してもよい。異なるブレードに含まれる異なるカメラタイプは、ステレオ、単眼、遠位、近位の、異なる視線を有する、又は異なる視野を有する、又はそれらの組み合わせを有するカメラを含む。異なるブレードは、液体又は空気を出すチャンネルを装備してもよい。これらの構成のいずれかは、異なるブレード上で組み合わせられてもよい。前記ブレードは、交換可能であり、所望の機能を提供するために交換されてもよい。キットは、そのいくつかは、異なるコンポーネント又はコンポーネントの配置又は集積される、このようなブレードの様々な種類を含んでもよい。

【0041】

別の態様によれば、開創器をクリッピングするクリップオンカメラシステムは、複数のサポートプラットフォーム及び前記サポートプラットフォームに配置される少なくとも1つのカメラと、前記開創器上の前記プラットフォームにクリップオンされるように構成されるファスナーと、前記カメラからの電気信号線と、電気的なセンサに電氣的に接続される電気コネクタと、前記複数の電気線及びコネクタを受け入れるための中央バスボックス又はアグリゲータと、を備える。一部の実施形態では、前記クリップオンファスナーは、クリップ、スナップ、スクリュー、ボルト、ナット、又はマグネットを備える。一部の実施形態では、前記電気信号線は、約1から4インチの長さである。

【0042】

各種実施形態では、前記異なるサポートプラットフォームは、異なるコンポーネント、例えば、前記異なるサポートプラットフォームに含まれる、光学コンポーネントを有する。例えば、前記異なるサポートプラットフォームは、カメラ、光源又はそれらの組み合わせを有してもよい。異なるサポートプラットフォームに含まれる異なるカメラタイプは、ステレオ、単眼、遠位、近位の、異なる視線を有する、又は異なる視野を有する、又はそれらの組み合わせを有するカメラを含む。異なるサポートプラットフォームは、液体又は空気を出すチャンネルを装備してもよい。これらの構成のいずれかは、異なるサポートプラットフォーム上で組み合わせられてもよい。前記サポートプラットフォームは、交換可能であり、所望の機能を提供するために交換されてもよい。キットは、そのいくつかは、異なるコンポーネント又はコンポーネントの配置又は集積される、このようなサポートプラットフォームの様々な種類を含んでもよい。

【0043】

別の態様によれば、手術可視化システムは、手術部位への手術具のアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器がアクセスを提供する開口部内の画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと通信する画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、少なくとも1つの物理プロセッサを備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、前記複数のカメラの少なくとも2つの選択を示すユーザからの入力を受信し、当該選択が前記複数のカメラの全てのカメラよりは少なく、選択されたカメラにより取得された前記ビデオ画像に基づいてビデオ画像の出力を提供し、出力ビデオ画像が同時閲覧のために提供され、選択されたカメラからの同時閲覧可能な出力ビデオ画像をリサイズ又は配置して、受信された入力に基づいてディスプレイに提示するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、受信された入力の少なくとも一部に基づいて、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第2の画像に対して前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第1の画像のサイズを大きくするように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、受信された入力の少なくとも一部に基づいて、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第2の画像に対して前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の第1の画像をより中央の位置に配置するように構成される。一部の実施形態では、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の少なくとも1つは、ユーザによる選択のためのグラフィカルユーザインタフェースで示されるように構成される縮小されたサイズのリアルタイムビデオストリームによって提示され、前記グラフィカルユーザインタフェースは、前記開創器及び前記複数のカメラの位置の表示を含む。一部の実施形態で

10

20

30

40

50



は、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像の少なくとも1つは、ユーザによる選択のためのディスプレイで示されるように構成される縮小サイズのリアルタイムビデオストリームによって提示され、前記縮小サイズのリアルタイムビデオストリームは、各カメラからのビデオを含む。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、(a)ユーザの選択を示す前記ユーザからの入力を受信した後に、選択されていないカメラからであり、かつ前記ディスプレイに表示されないビデオ画像を表示するように構成される、(b)ユーザの選択を示す前記ユーザからの入力を受信した後に、選択されていないカメラからであり、かつ縮小サイズのリアルタイムビデオストリームとしてより顕著に表示されるビデオ画像を表示するように構成される、又は(c)(a)及び(b)の両方を示すように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、タイル形式でビデオ画像を出力するように構成される。一部の実施形態では、タイル形式の出力ビデオ画像は、少なくとも3つの画像を含む。一部の実施形態では、タイル形式の出力ビデオ画像は、少なくとも4つの画像を含む。一部の実施形態では、画像プロセッサは、単一の共通軸の周りにタイル形式の前記出力ビデオ画像を回転するように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも2つからの前記出力ビデオ画像は、非連続的である。一部の実施形態では、前記システムは、第2のディスプレイをさらに備え、前記ユーザによって選択されない前記カメラは、前記第2のディスプレイ上に表示されうる。一部の実施形態では、選択された前記複数のカメラは、互いに反対の位置にある前記開創器に配置される少なくとも第1及び第2のカメラを含む。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、さらに、選択された第2のカメラからのビデオ画像に対して、選択された第1のカメラからのビデオ画像を180°回転するように構成される。

#### 【0044】

別の態様によれば、手術可視化システムは、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、カメラからのビデオ画像の選択を示す入力を受信し、選択されたカメラにより取得されたビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供するように構成され、前記画像処理システムは、第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記画像処理システムは、さらに、第2のカメラからの前記出力ビデオ画像を閾値サイズよりも大きいサイズにリサイズする要求に応じて、前記第1のカメラの前記出力ビデオ画像の提示を前記第2のカメラからのビデオ画像に交換するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、閾値を超える縮小サイズのリアルタイムビデオストリームのユーザによる拡大を、前記第2のカメラからの前記出力ビデオ画像をリサイズする要求として認識するように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記第1のカメラからのビデオ画像の表示を前記第2のカメラからのビデオ画像に交換することの一部として、第1の画像を縮小サイズのリアルタイムビデオストリームへ変換するように構成される。一部の実施形態では、ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第2のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される第3のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第3のカメラからの前記出力ビデオ画像は、前記閾値よりも小さい。一部の実施形態では、前記第1のカメラの前記出力ビデオ画像の表示が、第2のカメラのビデオ画像と交換された後に、ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第2のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される前記第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第1のカメラからの前記出力ビデオ画像は、前記閾値よりも小さい。一部の実施形態では、前記画像処理システムと接続されるディスプレイをさらに備え、前記ディスプレイは、前記第1及び第2のカメラからの前記出力ビデオ画像を表示するように構成され、前記閾値は、前記ディスプレイのサイズの少なくとも70%かつ85%未満である。一部の実施形態では、前記閾値は、前記ディスプレイ

のサイズの少なくとも85%である。一部の実施形態では、前記システムは、第2のディスプレイをさらに備え、前記ユーザによって選択されない前記カメラは、前記第2のディスプレイ上に表示されうる。一部の実施形態では、前記第2のディスプレイは、前記ディスプレイ上に前記出力ビデオ画像のコンフィグレーションのためのグラフィカルユーザインタフェースを提示する。

#### 【0045】

別の態様によれば、手術可視化システムは、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、ディスプレイ上のカメラアイコンによる前記複数のカメラのそれぞれの描写を提供し、各カメラアイコンが、前記カメラアイコンと関連付けられるカメラにより取得される前記ビデオ画像のリアルタイム描写を提示し、関連付けられたカメラの選択を示す入力を受信し、選択されたカメラにより取得されるビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供するように構成され、前記出力ビデオ画像は、選択されたカメラの物理配置と合致する方法で初めに配置される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、指定されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するためのサイズ、指定されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するための相対的な位置又はその両方を示す入力を受信し、受信された入力に基づいて指定されたカメラの出力画像を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第2のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第2のカメラからの前記出力画像は、前記第1のカメラからの出力イメージよりも大きい。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、第1の出力ビデオ画像を第1の閾値サイズよりも大きくなるようにリサイズする要求、又は第2の出力ビデオ画像を第2の閾値サイズよりも小さくなるようにリサイズする要求に応じて、前記第1及び第2のカメラの出力ビデオ画像の提示を交換するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像プロセッサは、単一の、共通軸の周りに前記第1及び第2のカメラの出力ビデオ画像を回転させるようにさらに構成されうる。

#### 【0046】

別の態様によれば、手術可視化システムは、開創器と、複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続される画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、タイル化されたフォーマットでディスプレイに同時閲覧するために複数のビデオ画像を配置するように構成され、前記タイル化されたビデオ画像は、前記カメラの1つからのより大きいビデオ画像に亘って重畳される。一部の実施形態では、前記より大きいビデオ画像は、広視野画像を備え、前記タイル化されたビデオ画像は、より狭い視界の画像を備える。一部の実施形態では、前記広視野画像は、前記タイル化されたビデオ画像の1つよりも少なくとも1.3倍大きい。一部の実施形態では、前記広視野画像は、前記タイル化されたビデオ画像の1つよりも少なくとも1.5倍大きい。一部の実施形態では、前記広視野画像は、前記タイル化されたビデオ画像の1つよりも少なくとも1.75倍大きい。一部の実施形態では、前記広視野画像は、前記タイル化されたビデオ画像の1つよりも少なくとも2.0倍大きい。一部の実施形態では、前記カメラの少なくとも2つは、前記開創器に配置される。一部の実施形態では、前記カメラの少なくとも1つは、前記開創器に配置される。一部の実施形態では、前記カメラの少なくとも2つは、前記手術具に配置される。

#### 【0047】

別の態様によれば、開創器と、複数のカメラであって、前記開創器に配置される少なくとも1つのカメラと、前記カメラと接続され、ディスプレイに主ビデオ画像を提供する画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、手術具に配置されるカメラからの

ビデオ画像を受信し、前記手術具カメラからの画像を前記出力ビデオ画像に重畳するようにさらに構成され、前記主ビデオ画像は、前記手術具カメラからのビデオ画像よりも大きい。一部の実施形態では、前記主ビデオ画像は、相対的に狭い視野の画像を含む前記手術具上のカメラからのビデオ画像と比較して、相対的に広い視野画像を含む。一部の実施形態では、前記主視野画像は、前記手術具上のカメラからのビデオ画像をよりも少なくとも1.5倍大きい。一部の実施形態では、前記主視野画像は、前記手術具上のカメラからのビデオ画像をよりも少なくとも1.75倍大きい。一部の実施形態では、前記主視野画像は、前記手術具上のカメラからのビデオ画像をよりも少なくとも2.0倍大きい。一部の実施形態では、前記主視野画像は、前記手術具上のカメラからのビデオ画像をよりも少なくとも2.3倍大きい。一部の実施形態では、前記カメラの少なくとも2つは、前記開創器に配置される。一部の実施形態では、前記カメラの少なくとも1つは、前記手術具に配置される。

10

**【0048】**

別の態様によれば、一部の実施形態は、手術部位における開口部を提供するように構成される開創器を含む手術可視化システムを提供する。前記手術可視化システムは、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラを含み、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される。前記手術可視化システムは、前記複数のカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムを含む。前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、前記複数のカメラの少なくとも2つの選択を示すユーザからの入力を受信し、選択されたカメラにより取得された前記ビデオ画像に基づいてビデオ画像の出力を提供し、出力ビデオ画像が同時閲覧のために提供され、選択されたカメラからの同時閲覧可能な出力ビデオ画像をリサイズ又は配置して、選択されていない複数のカメラのいずれかにより取得されるビデオ画像に基づく出力ビデオ画像と比べてそれらをディスプレイ上に、より近位に提示するように構成される。一部の態様では、前記画像処理システムは、選択されていないカメラからの出力ビデオ画像に対して同時閲覧可能な出力ビデオ画像のサイズを増大させるように構成される。前記画像処理システムは、また、選択されていないカメラからの出力ビデオ画像に対してより中央の位置にある同時閲覧可能な出力ビデオ画像を配置するように構成される。一部の実施では、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像は、ユーザによる選択をディスプレイに提示するように構成されるアイコンを含む。前記アイコンは、各カメラからの画像を含みうる。

20

30

**【0049】**

一部の実施形態では、前記画像処理システムは、選択されたカメラの物理配置と合致する方法で選択されたカメラからの出力ビデオ画像を配置するように構成される。選択されたカメラの物理配置は、選択されたカメラの位置、選択されたカメラの視野、又はその両方を含みうる。一部の態様では、前記画像処理システムは、タイル形式のフォーマットのビデオ画像を出力するように構成される。タイル化された出力画像は、互いに複数のカメラの位置、互いの複数のカメラの方向、又はその両方と幾何学配置的に一致して配置されうる。タイル化された出力画像は、少なくとも4つの画像におけるいくつかの態様に含むことができる。一部の実施では、前記画像プロセッサは、単一の、共通軸の周囲に、タイル化された出力画像を回転させるように構成される。一部の態様では、前記複数のカメラからの少なくとも2つからの前記出力ビデオ画像は、非連続的である。

40

**【0050】**

一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも2つは、互いに対向して配置される開創器に配置されうる。前記画像処理システムは、さらに、互いに対して180°回転される開創器に配置される少なくとも2つのカメラからのビデオ画像を出力するように構成されうる。前記画像処理システムは、さらに、前記開創器に配置される少なくとも2つのカメラの位置、前記開創器に配置される少なくとも2つのカメラの視野又はその両方と合致する方法で選択されたカメラからの出力ビデオ画像を配置するように構成されうる。

50

## 【 0 0 5 1 】

別の態様によれば、一部の実施形態は、手術部位における開口部を提供するように構成される開創器を含む手術可視化システムを提供する。前記手術可視化システムは、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラを含み、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される前記開口部内のビデオ画像を取得するように構成される。前記手術可視化システムは、前記複数のカメラと接続する画像処理システムを含み、前記画像処理システムは、少なくとも1つの物理プロセッサを備える。前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、ディスプレイ上のカメラアイコンによる前記複数のカメラのそれぞれの描写を提供し、各カメラアイコンが、前記カメラアイコンと関連付けられるカメラにより取得される前記ビデオ画像のリアルタイム描写を提示し、関連付けられたカメラアイコンの選択に基づくカメラの選択を示す入力を受信し、選択されたカメラにより取得されるビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供するように構成され、前記出力ビデオ画像は、選択されたカメラの物理配置と合致する方法で初めに配置される。さらに別の態様では、前記画像処理システムは、指定されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するためのサイズ、指定されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するための相対的な位置又はその両方を示す入力を受信し、受信された入力に基づいて指定されたカメラの出力画像を提供するように構成されうる。一部の実施では、ユーザによる選択に応じて、前記画像処理システムは、前記第2のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第2のカメラからの前記出力ビデオ画像は、前記第1のカメラからの出力イメージよりも大きい。前記画像処理システムは、第1の出力ビデオ画像を第1の閾値サイズよりも大きくなるようにリサイズする要求、又は第2の出力ビデオ画像を第2の閾値サイズよりも小さくなるようにリサイズする要求に応じて、前記第1及び第2のカメラの出力ビデオ画像の提示を交換するように構成されうる。一部の態様では、前記画像プロセッサは、単一の、共通軸の周りに前記第1及び第2のカメラの出力ビデオ画像を回転させるようにさらに構成されうる。

10

20

## 【 0 0 5 2 】

別の態様によれば、手術可視化システムは、手術部位における開口部を提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される前記開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを備える画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得される前記ビデオ画像を受信し、前記複数のカメラの少なくとも2つの選択を示すユーザからの入力を受信し、選択されたカメラにより取得されるビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記複数のカメラ出力ビデオ画像が同時閲覧のために提供され、前記選択されたカメラからの同時閲覧可能な出力ビデオ画像をリサイズ又はアレンジするように構成され、選択されない複数のカメラのいずれかにより取得されるビデオ画像に基づく出力ビデオ画像と比べて、ディスプレイにより近位にそれらを提示する。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、選択されたカメラの物理配置と合致する方法で選択されたカメラからの出力ビデオ画像を配置するように構成される。一部の变形例によれば、選択されたカメラの物理配置は、選択されたカメラの位置、選択されたカメラの視野、又はその両方を含む。前記画像処理システムは、選択されていないカメラからの出力ビデオ画像に対して同時閲覧可能な出力ビデオ画像のサイズを増大させるように構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、選択されていないカメラからの出力ビデオ画像に対してより中央の位置にある同時閲覧可能な出力ビデオ画像を配置するように構成される。一部の実施では、前記同時閲覧可能な出力ビデオ画像は、ユーザによる選択をディスプレイに提示するように構成されるアイコンを含む。一部の実施形態では、前記アイコンは、各カメラからの画像を含みうる。

30

40

50

## 【 0 0 5 3 】

別の態様によれば、手術可視化システムは、手術部位における開口部を提供するように構成される開創器と、複数のカメラであって、各カメラが、視野を有し、かつ前記視野に対応する前記手術部位の一部のビデオ画像を取得するように構成され、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開口部に配置され、かつ前記開創器により提供される前記開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを備える画像処理システムと、を備えることができ、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得される前記ビデオ画像を受信し、前記複数のカメラのそれぞれに対して、取得されたビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が同時閲覧のために提供され、各視野と合致する方法で複数のカメラからの出力ビデオ画像のそれぞれを配置するように構成される。前記画像処理システムは、タイル形式のフォーマットでビデオ画像を出力するように構成されうる。一部の実施形態では、前記タイル化された出力画像は、互いに対する複数のカメラの位置、互いに対する複数のカメラの方向、又はその両方と幾何学配置的に一致して配置される。前記タイル化された出力画像は、少なくとも4つの画像を含みうる。一部の実施形態では、前記画像プロセッサは、単一の、共通軸の周囲に、タイル化された出力画像を回転させるように構成される。前記複数のカメラの少なくとも2つからの前記出力ビデオ画像は、非連続的でありうる。

10

## 【 0 0 5 4 】

一部の变形例によれば、前記複数のカメラは、ユーザによる選択のためにディスプレイに提示されるように構成されるアイコンによりそれぞれ描写される。前記アイコンは、各カメラにより取得されるビデオ画像のリアルタイム描写を提示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、選択されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するためのサイズ、選択されたカメラにより取得される出力ビデオ画像を提示するための位置又はその両方を示すユーザからの入力を受信するように構成される。一部の実施形態は、ユーザからの選択に応じて、前記画像処理システムが前記第2のカメラからの出力ビデオ画像に亘って配置される第1のカメラからの出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記第2のカメラからの前記出力イメージは、前記第1のカメラからの出力イメージよりも大きいように構成されうる。前記画像処理システムは、第1の出力ビデオ画像を第1の閾値サイズよりも大きくなるようにリサイズする要求、又は第2の出力ビデオ画像を第2の閾値サイズよりも小さくなるようにリサイズする要求に応じて、前記第1及び第2のカメラの出力ビデオイメージの提示を交換するように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも2つは、互いに対向して位置付けられる前記開創器に配置される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、互いに対して180°回転される開創器に配置される少なくとも2つのカメラからのビデオ画像を出力するように構成されうる。

20

30

## 【 0 0 5 5 】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、支持体であって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持体に対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持体と、前記複数のカメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画

40

50

像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なくとも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、両眼を通じてカメラ画像の3D視を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリに配置される補助カメラをさらに備え、当該補助カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、当該補助カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視野を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリに配置される前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する。一部の実施形態では、第2のアーティキュレーティングアームと、前記第2のアーティキュレーティングアームに配置される補助カメラと、をさらに備え、前記補助カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、前記補助カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視野を提供するように構成され、前記画像処理システムは、少なくとも1つのディスプレイに前記手術用顕微鏡視野を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリに配置される前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する。

10

#### 【0056】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、かつ前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される補助カメラと、ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、支持体であって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持体に対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持体と、前記複数のカメラ、前記補助カメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、前記補助カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なくとも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示し、前記補助カメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像を含む前記出力ビデオ画像と、前記開創器に配置される少なくとも1つのカメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像との表示を切り替えるように構成され、前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない。一部の実施形態では、前記補助カメラは、3Dカメラを備え、前記ディスプレイは、前記3Dカメラからの画像の3D視を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、約-0.5xから10xの可変倍率を有する。一部の実施形態では、前記補助カメラは、前記開創器に配置される前記カメラよりも離れた距離から前記手術部位の視界を提供するように構成される。

20

30

40

#### 【0057】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提

50

供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、ハウジング及び前記ハウジング内に少なくとも1つのディスプレイを備える閲覧アセンブリであって、前記少なくとも1つのディスプレイが、前記複数のカメラからの画像を提供するように構成される、閲覧アセンブリと、前記医療装置のユーザからの入力を取得するように構成される少なくとも1つのバーチャルディスプレイ入力装置と、前記複数のカメラ、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記ユーザからの入力を検出し、前記ユーザからの前記入力を解釈し、バーチャルタッチスクリーンを提供するように構成され、前記バーチャルタッチスクリーンとの相互作用は、検出及び解釈されたユーザ入力を通じて提供される。一部の実施形態では、前記ユーザ入力は、前記少なくとも1つのディスプレイに表示されるグラフィカルユーザインタフェースのフィーチャーと関連付けられる。一部の実施形態では、前記グラフィカルユーザインタフェースは、前記画像処理モジュールにより提供される縮小サイズのビデオ画像フィードを含む。一部の実施形態では、前記閲覧アセンブリは、複数の接眼レンズと、前記接眼レンズから前記少なくとも1つのディスプレイへの光学経路とを含む。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイ入力装置は、前記閲覧アセンブリに配置される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記ユーザ入力に関する情報を前記画像処理システムへ提供するように構成されるバーチャルディスプレイセンサをさらに備え、前記情報は、前記バーチャルディスプレイ入力装置により取得されたデータに加えて提供される。一部の実施形態では、前記医療装置は、少なくとも1つの補助カメラをさらに備え、前記補助カメラは、前記補助カメラからの画像が前記ディスプレイの少なくとも1つで閲覧されうるように構成され、前記補助カメラは、手術用顕微鏡視界を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイ入力装置は、1つのカメラを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイ入力装置は、少なくとも3つのカメラを備える。

#### 【0058】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位へのアクセスを提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、ハウジング及び複数の接眼レンズを備える両眼閲覧アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、支持スタンドであって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持スタンドに対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持スタンドと、前記複数のカメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なくとも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、少なくとも2つのディスプレイを用いて、両眼を通じてカメラ画像の3D視を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記両眼視アセンブリに配置される補助カメラをさらに備え、当該補助カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、当該補助カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視野を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリに配置さ

10

20

30

40

50

れる前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記顕微鏡の対物レンズは、約1×から6×の間の可変倍率を有する。一部の実施形態では、前記医療装置は、さらに、支持スタンドに取り付けられる第2のアーティキュレーティングアームと、前記第2のアーティキュレーティングアームに配置されるカメラプラットフォームと、前記カメラプラットフォームに配置されるカメラと、をさらに備え、前記カメラは、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有し、前記カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、前記第2のアーティキュレーティングアームは、前記閲覧アーティキュレーティングアームとは独立に調整可能であり、前記画像処理システムは、少なくとも1つのディスプレイに前記手術用顕微鏡視界を表示するように構成される。一部の実施形態では、前記カメラプラットフォームに配置される前記補助カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する光学アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記顕微鏡の対物レンズは、約1×から6×の間の可変倍率を有する。

10

20

30

40

50

#### 【0059】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位における開口部を提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、前記手術部位を含むように構成されうる視野を有する手術用顕微鏡カメラであって、前記手術用顕微鏡カメラが、前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される、前記手術用顕微鏡カメラと、ハウジング及び複数の接眼レンズを備える両眼閲覧アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリの位置を調節するように構成される閲覧アーティキュレーティングアームと、支持スタンドであって、前記閲覧アーティキュレーティングアームが前記支持スタンドに対して回転可能となるように前記閲覧アーティキュレーティングアームが取り付けられる、支持スタンドと、前記複数のカメラ、前記手術用顕微鏡カメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように前記少なくとも1つのディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記出力ビデオ画像は、前記開創器に配置される前記少なくとも1つのカメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像により提示される前記手術用顕微鏡カメラからの少なくとも1つの出力ビデオ画像を含み、前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングを通過する光学経路を介する接眼レンズを通じて前記手術部位の視界を提供しない。一部の実施形態では、前記手術用顕微鏡カメラは、一对の3Dカメラを備え、前記ディスプレイは、前記一对の3Dカメラからの画像の3D視を提供するように構成される。一部の実施形態では、一部の実施形態では、前記手術用顕微鏡カメラは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供する顕微鏡対物レンズを備える。一部の実施形態では、前記顕微鏡の対物レンズは、約1×から6×の間の可変倍率を有する。一部の実施形態では、前記手術用顕微鏡カメラは、前記開創器に配置される前記複数のカメラの少なくとも1つよりも遠い距離からの前記手術部位の視界を提供するように構成される。

#### 【0060】

別の態様によれば、医療装置は、手術部位への開口部を提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される前記開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、ハウジング及び前記ハウジングに取り付けられる少なくとも1つのディスプレイを備える閲覧アセンブリであって、前記少なくとも1つのディスプレイが、前記複数のカメラからの画像



を提供するように構成される、閲覧アセンブリと、少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラからの画像が、前記ディスプレイの少なくとも1つで閲覧されうるように構成される少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラであって、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラが、前記ディスプレイのビューワーによるジェスチャの視界を提供する、少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラと、前記複数のカメラ、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づく出力ビデオ画像を提供し、前記バーチャルイメージカメラにより画像化されたビューワーによりなされた前記ジェスチャを検出することによりバーチャルタッチスクリーンを提供するように構成される。一部の実施形態では、前記ジェスチャは、前記少なくとも1つのディスプレイに表示される画像化された構成と関連付けられる。一部の実施形態では、前記画像化された構成は、前記画像処理モジュールにより提供されるアイコンを備える。一部の実施形態では、前記閲覧アセンブリは、ハウジング、一對の接眼レンズ、及び前記接眼レンズから前記少なくとも1つのディスプレイへの光学経路を備え、前記少なくとも1つのディスプレイは、前記ハウジング内に配置される。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラは、前記閲覧アセンブリ上に配置される。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのバーチャルディスプレイカメラは、前記アーティキュレーティングアーム上に配置される。一部の実施形態では、前記医療装置は、少なくとも1つの手術用顕微鏡カメラからの画像が、前記ディスプレイの少なくとも1つで閲覧されうるように構成される少なくとも1つの手術用顕微鏡カメラをさらに備える。

10

20

#### 【0061】

別の態様によれば、手術システムは、作動液で動作するように構成されうる一又はそれ以上の手術具と、前記一又はそれ以上の手術具と流体連通する作動液システムと、を備えることができ、前記作動液システムは、前記作動液に加圧するように構成されることができ、前記作動液システムは、前記一又はそれ以上の手術具と選択的に流体連通する第1の作動液チャンバを有する第1の作動液圧源を備えることができ、前記第1の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加させる圧縮ストロークと、前記第1の作動液圧源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少させる拡張ストロークと、を有し、前記作動液システムは、前記一又はそれ以上の手術具と選択的に流体連通する第2の作動液チャンバを有する第2の作動液圧源を備えることができ、前記第2の作動液圧源は、前記第2の作動液圧源が前記第2の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加させる圧縮ストロークと、前記第2の作動液圧源が前記第2の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少させる拡張ストロークと、を有し、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその拡張ストロークを作動するときに、その圧縮ストロークを作動するように構成されることができ、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその圧縮ストロークを作動するときに、その拡張ストロークを作動するように構成されることができ、前記作動液システムは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上との間の流路に位置付けられる一又はそれ以上のバルブを備え、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上との間で選択的に開閉流体連通するように構成されることができ、前記作動液システムは、前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上との間で選択的に流体連通する一又はそれ以上の作動流体源を備える。一部の実施形態では、手術システムは、第1の空気圧源をさらに備えることができ、前記第1の空気圧源は、空気流体チャンバと、前記空気流体チャンバ内に位置付けられるピストンと、前記ピストンと動作可能に接続されるアクチュエータと、を備えることができ、前記アクチュエータは、圧縮ストロークと拡張ストロークとで前記ピストンを移動するように構成されることができ、前記空気流体チャンバは、前記第1の作動液チャンバ及び前記第2の作動液チャンバの一又はそれ以上と選択的に

30

40

50

流体連通されうる。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記空気流体チャンバと選択的に流体連通する空気ポンプを含みうる。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上を作動するように構成されることができ、前記作動液タービンをさらに備えることができ、前記作動液タービンは、前記作動液システムと選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記作動液タービンは、前記作動液システムからの加圧された作動流体で動作されうる。一部の実施形態では、前記作動液タービンを動作するために用いられる前記加圧された作動流体の少なくとも一部は、前記作動液タービンを動作した後に、前記作動液システムへ戻されることができ、一部の実施形態では、前記手術システムは、空気流で動作されるように構成される一又はそれ以上の手術具をさらに備えうる。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記空気流で作動されるように構成されうる一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上を選択的に動作するように構成されうる空気アセンブリをさらに備えることができ、前記空気アセンブリは、空気ポンプと選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記手術装置は、ドリルであり得る。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 6 2 】

別の態様によれば、手術システムは、作動液で動作するように構成されうる一又はそれ以上の手術具と、前記一又はそれ以上の手術具と流体連通する作動液システムと、を備えることができ、前記作動液システムは、前記作動液に加圧するように構成されることができ、前記作動液システムは、カセットハウジングと、前記カセットハウジング内に少なくとも部分的に位置決めされ、かつ前記一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上と選択的に流体連通する第1の作動液チャンバと、前記カセットハウジング内又は上に配置される一又はそれ以上のバルブと、を有するカセットアセンブリと、前記第1の作動液チャンバと流体連通する第1の作動液圧源と、を備え、前記第1の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加させる圧縮ストロークと、前記第1の作動液圧源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少させる拡張ストロークと、を有し、前記手術システムは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液チャンバとの間の流路に位置付けられる一又はそれ以上のバルブを備え、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液チャンバとの間で選択的に開閉流体連通するように構成され、前記手術システムは、前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上と選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、前記カセットハウジング内に少なくとも部分的に位置決めされ、かつ前記一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上と選択的に流体連通する第2の作動液チャンバと、前記第2の作動液チャンバと流体連通する第2の作動液圧源と、を備え、前記第2の作動液圧源は、前記第2の作動液圧源が前記第2の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加させる圧縮ストロークと、前記第2の作動液圧源が前記第2の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少させる拡張ストロークと、を有し、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその拡張ストロークを作動するとき、その圧縮ストロークを作動するように構成されることができ、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその圧縮ストロークを作動するとき、その拡張ストロークを作動するように構成されることができ、一部の実施形態では、前記手術システムは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第2の作動液チャンバとの間の流路に位置付けられる一又はそれ以上のバルブをさらに備えることができ、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第2の作動液チャンバとの間で選択的に開閉流体連通するように構成されうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、使い捨て可能でありうる。一部の実施形態では、前記手術具は、使い捨て可能でありうる。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記第1の作動液チャンバ又は前記第2の作動液チャンバ又は前記作動液源の一又はそれ以上と流体連通する一又はそれ以上の洗浄ノズルをさらに備えることができ、前記一又はそれ以上の洗浄ノズルは、作動液を一又はそれ以上の光源へ向けるように構成されうる。

#### 【 0 0 6 3 】

別の態様によれば、医療装置は、手術用ドリルと、前記手術用ドリルへ作動液動力を提供する作動液モータと、を備えることができる。一部の実施形態では、前記手術用ドリルは、粉碎するように構成されうる。一部の実施形態では、前記液圧モータは、生理食塩水供給へのタービンコネクタを備えうる。

【0064】

別の態様によれば、作動液アクチュエータシステムは、ユーザインターフェースと、前記ユーザインターフェースに接続する駆動システムと、チャンバと、前記チャンバの少なくとも一部におけるインフレータブルエレメントであって、前記ユーザインターフェースが信号を前記駆動システムへ送信すると、前記インフレータブルエレメントが、流体が前記インフレータブルエレメントへ流される、インフレータブルエレメントと、前記インフレータブルエレメントが膨張すると、前記インフレータブルエレメントにより直線的に移動するように構成されるピストンと、を備えうる。一部の実施形態では、前記インフレータブルエレメントは、バルーンを備えうる。

10

【0065】

別の態様によれば、医療装置は、手術具と、前記手術具へ作動液動力を提供する作動液システムと、を備え、前記作動液システムは、(a)使い捨て可能なコンポーネントを有するポンプと、(b)使い捨て可能なラインと、を備えうる。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨て可能なスピンドルバルブボディを備えうる。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨て可能なケリソンバルーンを備えうる。一部の実施形態では、前記手術具は、使い捨て可能なドリルを備えうる。一部の実施形態では、前記手術具は、使い捨て可能であり、かつオートクレーブ可能ではない(non-autoclavable)。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨て可能であり、かつオートクレーブ可能ではないスレーブポンプアクチュエータでありうる。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨て可能であり、かつオートクレーブ可能ではないスレーブタービンでありうる。一部の実施形態では、前記作動液システムは、使い捨て可能であり、かつオートクレーブ可能ではないバルブでありうる。

20

【0066】

別の態様によれば、方法は、手術具と結合するための作動液システムを洗浄するステップを備え、前記方法は、前記作動液システムの少なくとも一部を通じて流体を洗い流すステップと、前記作動液システムの一部を通じて空気を流すステップと、前記液体システムの一部を滅菌するステップと、を備えうる。一部の実施形態では、前記流体を洗い流すステップに続いて空気を流すステップが行われうる。一部の実施形態では、前記空気を流すステップに続いて滅菌するステップが行われうる。一部の実施形態では、前記流体を洗い流すステップに続いて滅菌するステップが行われうる。一部の実施形態では、前記流体を洗い流すステップに続いて空気を流すステップが行われることができ、前記前空気を流すステップに続いて滅菌するステップが行われうる。

30

【0067】

別の態様によれば、医療装置は、手術具と、前記手術具へ作動液動力を提供する液体システムと、作動液を異なる用途へ選択的に向けるように構成されるマニホールドと、を備えうる。一部の実施形態では、前記マニホールドは、使い捨て可能でありうる。一部の実施形態では、前記マニホールドは、バルブを備えうる。一部の実施形態では、前記マニホールドは、ポンプを備えうる。

40

【0068】

別の態様によれば、手術具は、ドリルと、作動液インペラーアセンブリと、を備えることができ、前記作動液インペラーアセンブリは、ブレードキャビディを規定するタービンハウジングと、前記タービンハウジング内に少なくとも部分的に位置付けられるフローディレクターと、複数のインペラブレードを有するインペラーであって、前記インペラーが、前記ブレードキャビディ内に少なくとも部分的に位置付けられる、インペラーと、前記インペラーに回転可能に接続される出力シャフトであって、前記出力シャフトが、前記インペラーから前記ドリルヘトルクを伝達するように構成される、出力シャフトと、前記ブ

50

レードキャビディの内部と前記ブレードキャビディの外部との流体連通を提供する前記ブレードキャビディの壁における一又はそれ以上ポートと、を備えることができ、前記手術具は、さらに、作動液圧源と、前記一又はそれ以上のポートと前記作動液圧源との流体連通を容易にするために接続されるように構成される戻り流体ラインと、前記ブレードキャビディから前記一又はそれ以上のポートを通じて流体を抜くように構成される真空源と、を備えることができる。一部の実施形態では、前記真空源は、ポンプでありうる。一部の実施形態では、前記真空源は、前記ブレードキャビディを通り越して高い速度の流体を導くように構成されるバイパスチャネルであることができ、前記バイパスチャネルにおける高い速度の流体と前記ブレードキャビディにおける低い速度の流体との間の圧力差は、前記一又はそれ以上のポートを通じて、前記ブレードキャビディから前記バイパスチャネルへ低い速度の流体を引き出す。

10

## 【0069】

別の態様によれば、医療装置システムは、手術具と、作動液圧源と、使い捨て可能なカセットと、を備えることができ、前記使い捨て可能なカセットは、ハウジングと、前記ハウジングの内部に少なくとも部分的に収容される一又はそれ以上の作動液チャンバと、前記ハウジングに位置決めされ、かつ前記ハウジングの外部と前記ハウジングの内部との流体連通を容易にするように構成される複数の流体ポートと、前記ハウジングに位置付けられる複数のプロポーションバルブと、前記複数のポート、前記一又はそれ以上の作動液チャンバ及び前記複数のプロポーションバルブ間の流体連通を容易にするように構成される複数の流体チャネルと、を備え、前記医療装置システムは、さらに、前記複数の流体ポートの1つを前記手術具へ流体接続するツール流体ラインと、前記作動液源を前記複数の流体ポートの1つへ流体接続する流体源ラインと、を備える。一部の実施形態では、前記複数のプロポーションバルブの一又はそれ以上は、前記ハウジングにおけるバルブキャビディと、前記バルブキャビディに亘って密閉配置されるフレキシブルパッドと、を備えうる。一部の実施形態では、前記複数のプロポーションバルブの一又はそれ以上は、リニア電磁アクチュエータにより作動されうる。一部の実施形態では、前記手術具は、前記複数のプロポーションバルブの一又はそれ以上により制御されうる。一部の実施形態では、前記作動液源は、I Vバッグでありうる。一部の実施形態では、前記作動液は、食塩水でありうる。一部の実施形態では、前記作動液は、生理学的に適合する流体であり得る。一部の実施形態では、前記作動液は、生理食塩水でありうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、さらに、一又はそれ以上の光学コンポーネントを備えうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、さらに、前記複数のポートの一又はそれ以上と流体連通する一又はそれ以上のノズルを備えることができ、前記一又はそれ以上のノズルは、少ない容量の前記作動液を高速で、前記一又はそれ以上の光学コンポーネントへ導くように構成される。

20

30

## 【0070】

別の態様によれば、手術可視化システムは、ハウジング及び一对の接眼レンズを備える両眼視アセンブリであって、前記接眼レンズが、前記ハウジング内に少なくとも1つのディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリに配置される光学アセンブリであって、前記光学アセンブリが、手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、かつ少なくとも1つの補助カメラを備える、光学アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成されるアーティキュレーティングアームと、前記光学アセンブリ及び前記ディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記補助カメラにより取得されるビデオ画像を受信し、受信し、受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記眼鏡を通じて閲覧可能であるように前記ディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記光学アセンブリは、約15cmから約45cmの調整可能な作動距離を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、アイソセンタポジショニングシステムに搭載される。一部の実

40

50

施形態では、前記アイソセントラポジショニングシステムは、前記光学アセンブリが、補助カメラの視野が常に共通の点を含むように3次元で調整可能となるように構成されるエレメントを備える。一部の実施形態では、前記アイソセントラポジショニングシステムは、前記両眼視アセンブリに取り付けられるアイソセントラックを備え、前記アイソセントラックは、前記補助カメラが、前記アイソセントラックに沿う複数の位置へ移動可能となるように構成され、かつ前記複数の位置において前記補助カメラが共通の点から離れた常に固定位置を維持するように前記補助カメラを位置付けるように構成される。一部の実施形態では、前記補助カメラは、グリノー式の構成を有する。一部の実施形態では、前記補助カメラは、前記アイソセントラポジショニングシステムにより実現される前記共通の点で輻輳する互いに対する角度で方向付けられた一对の光学経路を有する。一部の実施形態では、前記ユーザの手の取得された画像に少なくとも部分的に基づいてユーザの手を画像化するように構成されるバーチャルタッチカメラをさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするために、ハンドジェスチャを認識するように構成される。一部の実施形態では、前記ハンドジェスチャは、前記手に保持された光学ツールによるジェスチャを含む。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリに取り付けられたバーチャルタッチセンサをさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするためのジェスチャを認識するために、前記バーチャルタッチセンサからの画像データと共に、前記バーチャルタッチセンサからの情報を用いるように構成される。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリは、前記ハウジングのアーチャを介した前記接眼レンズからの光学経路を通じて手術用顕微鏡視界を提供しないように構成される。一部の実施形態では、前記補助カメラは、前記光学アセンブリの厚さプロファイルを低減するように構成される反射鏡又は反射プリズムを有する。一部の実施形態では、前記補助カメラは、共通の対物レンズを共有しない一对の光学経路を備える。一部の実施形態では、ユーザ入力を受信するように構成されるバーチャルタッチ入力装置をさらに備え、前記画像処理システムは、前記ユーザの手の表現を通じて前記ユーザが前記ディスプレイに設けられたグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするために、前記ユーザからの取得された入力に少なくとも部分的に基づくコマンドを認識するように構成される。

10

20

30

#### 【0071】

別の態様によれば、手術可視化システムは、ハウジング及び複数の接眼レンズ??を含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される少なくとも1つのディスプレイのディスプレイ視界を提供するように構成され、2つの前記ディスプレイ視界が、左眼の視界及び右目の視界にそれぞれ対応する、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリに配置され、かつ手術部位の立体視手術用顕微鏡視界を提供するように構成される左眼カメラ及び右眼カメラを有する光学アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成されるアーティキュレーティングアームと、前記光学アセンブリ及び前記少なくとも1つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が、前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように、左眼ディスプレイ視界による左眼出力ビデオ画像及び右眼ディスプレイ視界による右眼出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記光学アセンブリは、輻輳角を提供し、前記輻輳角は、前記手術部位における左眼光学経路と右眼光学経路との角度である。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、作動距離を変化させることによりほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される左眼反射プリズムと、前記左眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、左眼画像を生成するように構成される左眼レンズアセンブリと、前記左眼画像をキャプチャし、左眼ビデオ画像を生成するように構成さ

40

50

れる左眼画像センサと、を備える。一部の実施形態では、前記右眼カメラは、右眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される右眼反射プリズムと、前記右眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、右眼画像を生成するように構成される右眼レンズアセンブリと、前記右眼画像をキャプチャし、右眼ビデオ画像を生成するように構成される右眼画像センサと、を備える。一部の実施形態では、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、輻輳点における前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成され、前記両眼視アセンブリから前記輻輳点への距離は、作動距離を含む。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼反射プリズムを備え、前記右眼カメラは、右眼反射プリズムを備え、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズムは、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズム自体の相対的な方向を変化させるように構成され、それにより、調節可能な作動距離を提供するための前記輻輳角を変化させる。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、作動距離を変化させることによりほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼カメラ及び前記右眼カメラ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成される。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼プリズムアセンブリを備え、前記右眼カメラは、右眼プリズムアセンブリを備え、前記左眼プリズムアセンブリ及び前記右眼プリズムアセンブリは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼プリズムアセンブリ及び前記右眼プリズムアセンブリ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成され、前記左眼カメラの他のエレメント及び前記右眼カメラの他のエレメントは、ほぼ静止したままである。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、挿入チューブを通じて立体視像を提供するために十分に狭い輻輳角を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記挿入チューブは、約25mmから約50mmの幅を有する。一部の実施形態では、前記十分に狭い輻輳角は、作動距離を変化させることによりほぼ一定でもある。

#### 【0072】

別の態様によれば、手術可視化システムは、ハウジング及び接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記接眼レンズが、前記ハウジングに配置されるディスプレイの視界を提供するように構成される、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリに配置され、手術部位の手術用顕微鏡視界を提供し、かつ手術用顕微鏡カメラを有する光学アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成されるアーティキュレーティングアームと、前記光学アセンブリ及び前記ディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記手術用顕微鏡カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が、前記接眼レンズを通じて視認可能となるように、前記ディスプレイに前記出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記光学アセンブリは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、アイソセントラポジショニングシステムに搭載されうる。一部の実施形態では、前記アイソセントラポジショニングシステムは、前記補助カメラの視野が常に共通の点を含むように前記光学アセンブリを3次元に調節可能となるように構成されるエレメントを備えうる。一部の実施形態では、前記アイソセントラポジショニングシステムは、前記両眼視アセンブリに取り付けられたアイソセントラトラックを備え、前記アイソセントラトラックは、前記手術用顕微鏡カメラが、前記アイソセントラトラックに沿う任意の位置へ移動可能となるように構成され、前記アイソセントラトラックは、前記手術用顕微鏡カメラの視野が、前記トラックに沿う任意の位置における共通の点を含むように前記手術用顕微鏡カメラを方向付ける。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記両眼視アセンブリに取り付けられたバーチャルタッチカメラをさらに備え、前記バーチャルタッチカメラは、前記ユーザが、前記ディスプレイに提供されるグラフィカルユーザインタフェースと相互作用することを可能にするために、ユーザの手を画像化するように構成され

10

20

30

40

50

る。一部の実施形態では、前記手術用顕微鏡カメラは、前記バーチャルタッチカメラでもありうる。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、手術部位の開口部を提供するように構成される開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記開創器により提供される開口部内のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、をさらに備え、前記画像処理システムは、前記開創器に配置される前記複数のカメラにより取得された前記ビデオ画像を受信し、前記複数のカメラからの受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記手術用顕微鏡カメラからの前記出力画像、前記開創器に配置される前記複数のカメラからの前記出力画像、又は前記手術用顕微鏡カメラからの前記出力画像及び前記開創器に配置される前記複数のカメラの少なくとも1つからの前記出力画像の組み合わせを提示するようにさらに構成される。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、表示するためにビデオ画像を出力すること示す入力を受信するようにさらに構成されうる。

10

20

30

40

50

### 【0073】

別の態様によれば、手術可視化システムは、ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼視アセンブリであって、前記複数の接眼レンズが、前記ハウジングに配置される2つのディスプレイの視界を提供するように構成され、2つの前記ディスプレイが、左眼の視界及び右目の視界にそれぞれ対応する、両眼視アセンブリと、前記両眼視アセンブリに配置され、かつ手術部位の立体視手術用顕微鏡視界を提供するように構成される左眼カメラ及び右眼カメラを有する光学アセンブリと、前記両眼視アセンブリが配置され、かつ前記両眼視アセンブリ及び前記光学アセンブリの位置を調節するように構成されるアーティキュレーティングアームと、前記光学アセンブリ及び前記2つのディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備え、前記画像処理システムは、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラにより取得されたビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が、前記複数の接眼レンズを通じて視認可能となるように、左眼ディスプレイでの左眼出力ビデオ画像及び右眼ディスプレイでの右眼出力ビデオ画像を提示するように構成され、前記光学アセンブリは、輻輳角を提供し、前記輻輳角は、前記手術部位における左眼光学経路と右眼光学経路との角度である。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される左眼反射プリズムと、前記左眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、左眼画像を生成するように構成される左眼レンズアセンブリと、前記左眼画像をキャプチャし、左眼ビデオ画像を生成するように構成される左眼画像センサと、を備えうる。一部の実施形態では、前記右眼カメラは、右眼レンズ経路に沿う前記手術部位からの光を導くように構成される右眼反射プリズムと、前記右眼反射プリズムからの導かれた光を受光し、右眼画像を生成するように構成される右眼レンズアセンブリと、前記右眼画像をキャプチャし、右眼ビデオ画像を生成するように構成される右眼画像センサと、を備える。一部の実施形態では、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、輻輳点における前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成されうる。一部の実施形態では、前記両眼視アセンブリから前記輻輳点への距離は、作動距離を含みうる。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、約15から45cmの調節可能な作動距離を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼反射プリズムを備えることができ、前記右眼カメラは、右眼反射プリズムを備えることができ、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズムは、前記左眼反射プリズム及び前記右眼反射プリズム自体の相対的な方向を変化させるように構成され、それにより、調節可能な作動距離を提供するための前記輻輳角を変化させる。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、作動距離を変化させることによりほぼ一定の輻輳角を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、前記左眼カメラ及び前記右眼カメラは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼カメラ及び前記右眼カメラ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成されうる。一部の実施形態では、前記左眼カメラは、左眼プリズムアセンブリを備え、前記右眼カメラは、右眼プリズムアセンブリを備え、前記左眼プリズムアセンブリ

り及び前記右眼プリズムアセンブリは、前記ほぼ一定の輻輳角を提供するために前記左眼プリズムアセンブリ及び前記右眼プリズムアセンブリ自体の相対的な方向及び位置を調節するように構成され、前記左眼カメラの他のエレメント及び前記右眼カメラの他のエレメントは、ほぼ静止したままである。一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、挿入チューブを通じて立体視像を提供するために十分に狭い輻輳角を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記十分に狭い輻輳角は、作動距離を変化させることによりほぼ一定でもありうる。

【 0 0 7 4 】

別の態様によれば、医療装置は、外科用開創器と、画像化光学系及び光学センサを有する少なくとも1つのビデオカメラと、を備えることができ、前記少なくとも1つのカメラは、前記外科用開創器に配置され、前記画像化光学系は、ウェーハスケール光学系を備える。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記画像化光学系に向かう止め具を備えうる。一部の実施形態では、前記センサは、前記止め具と前記センサとの間の前記画像化光学系により前記画像化光学系の近位にあり、前記止め具は、前記カメラの最も遠位な光学素子である。一部の実施形態では、前記止め具は、前記ウェーハスケール光学系の直前にあり得る。一部の実施形態では、前記医療装置は、カバープレートと前記ウェーハスケール光学系との間に配置され、前記カバープレートは、ファイアを含む。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記画像内に止め具をさらに備えることができる。一部の実施形態では、前記止め具は、前記ウェーハスケール光学系内に配置されうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記画像化光学系内に移動可能な光学素子をさらに備えることができる。一部の実施形態では、前記移動可能な光学素子は、前記ウェーハスケール光学系内にありうる。一部の実施形態では、前記ウェーハスケール光学系は、前記画像化光学系を調整するために移動されるように構成される移動可能な光学素子を含みうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記画像化光学系を調整するために、前記移動可能な光学素子を移動するように構成されるアクチュエータをさらに備えることができる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、ウェーハスケールではないレンズ素子を含みうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、負の指数の、ウェーハスケールではないレンズ素子を含みうる。一部の実施形態では、前記負の指数の、ウェーハスケールではないレンズ素子は、前記ウェーハスケール光学系が、前記負の指数の、ウェーハスケールではないレンズ素子と前記光学センサとの光学経路に配置されるように、ウェーハスケール光学系に向かって配置されることができる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、負のレンズ群と、止め具と、前記止め具及び前記正のレンズ群が、前記負のレンズ群と前記光学センサとの間に配置されるように、前記光学センサに配置される正のレンズ群と、を備えることができる。一部の実施形態では、前記止め具は、前記負のレンズ群と前記正のレンズ群との間にあることができる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、少なくとも70°から125°の視野を提供しうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、ウェーハスケールではない光学系と、止め具と、ウェーハスケール光学系と、を備えうる。一部の実施形態では、前記ウェーハスケールではない光学系は、負の光学指数を含むことができ、前記ウェーハスケール光学系は、性の光学指数を含むことができる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、負の指数、止め具及び正のレンズ群を有するウェーハスケールではない光学系レンズのスタックを備えうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、前部止め具と、正のレンズと、負のレンズと、前部負のレンズが、前記正のレンズと正の指数を有する前記複数のレンズとの間にあるように、光学経路に配置される正の指数を有する複数のレンズと、を備えうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、約50°から70°の視野を提供しうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、前部止め具及び4つのウェーハスケール光学系レンズを備えうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、4つ未満のウェーハスケール光学系レンズを備えうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、約50°から70°の視野を提供しうる。一部の実施形態では、前記ウェーハスケール光学系は、その間にエアギャップを有するウェーハスケール光学素子のスタックを備えることができ、前記



ギャブは、互いに流体連通する。一部の実施形態では、前記ウェーハスケール光学系は、湾曲に反作用するための応力を提供するプレート上の基準を備えうる。一部の実施形態では、前記基準は、インターロッキングでありうる。一部の実施形態では、前記画像化光学系は、カメラポジショニングを提供するために、前記光学センサに対して側方に配置されるように構成されうる。

【0075】

別の態様によれば、前記医療装置は、カメラポジショニングを提供するために、前記光学センサに対して側方に前記画像化光学系を移動するためのアクチュエータをさらに備えうる。別の態様では、前記医療装置は、カメラポジショニングを提供するために、前記画像化光学系に対して側方に前記光学センサを移動するためのアクチュエータをさらに備えうる。

10

【0076】

別の態様によれば、医療装置は、画像化光学系及び光学センサを有する少なくとも1つのビデオカメラと、外科用開創器に配置されるように構成されるプラットフォームと、を備えることができ、前記少なくとも1つのビデオカメラは、前記プラットフォームに配置され、前記画像化光学系は、ウェーハスケール光学系を備える。

【0077】

別の態様によれば、装置は、2又はそれ以上の支持構造を備え、前記2又はそれ以上の支持構造は、少なくとも1つの光ガイド及び少なくとも1つのカメラを備え、前記2又はそれ以上の支持構造は、少なくとも1つの流体チャネルをさらに備え、前記2又はそれ以上の支持構造は、手術装置により支持されるように構成される。一部の実施形態では、前記手術装置は、外科用開創器を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、管状開創器を備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの流体チャネルは、空気ラインを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの流体チャネルは、生理食塩水ラインを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの流体チャネルは、吸引チャネルを備え、前記吸引チャネルは、血液、生理食塩水又は他の液体を除去するように構成される。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの流体チャネルは、第1の端部及び第2の端部を備え、前記第1の端部は、流体源に接続されるように構成され、前記第2の端部は、水、生理食塩水又は空気を搬送するように構成される。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの光ガイドは、複数の光ガイドを備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのカメラは、複数のカメラを備える。

20

30

【0078】

別の態様によれば、カメラモジュールは、支持構造を備え、前記支持構造は、前記支持構造に配置される一又はそれ以上のカメラを備え、前記支持構造は、長さ、幅、及び厚さを有し、前記長さは、前記幅及び前記厚さよりも大きく、前記支持構造は、遠位端及び近位端を有し、前記近位端は、電気線に接続されるように構成され、前記カメラモジュールは、手術装置により支持されるように構成される。一部の実施形態では、前記カメラモジュールは、前記カメラにわたって配置されるウィンドウをさらに備え、前記ウィンドウは、前記カメラが手術領域を閲覧できるように構成される。一部の実施形態では、前記支持構造は、遠位端及び近位端を有し、前記近位端は、電気コンタクトを提供するように構成され、前記電気コンタクトは、オスコネクタを含む。一部の実施形態では、前記支持構造は、フレキシブルケーブルを備える。一部の実施形態では、前記カメラモジュールは、手術装置に挿入されるように構成される。一部の実施形態では、前記カメラモジュール及び手術装置は、前記カメラモジュールを前記手術装置に挿入するためのダブテールアタッチメントを備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。

40

【0079】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気コネクタに接続されるように構成される第2の端部を備え

50

る。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。一部の実施形態では、前記装置は、前記電気コネクタを受け入れるように構成されるアグリゲータをさらに備える。一部の実施形態では、前記装置は、前記電気コネクタを受け入れるように構成される電気回路をさらに備える。

【0080】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つのマイクロ流体チャネルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気コネクタに接続されるように構成される第2の端部を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。一部の実施形態では、前記装置は、前記電気コネクタを受け入れるように構成されるアグリゲータをさらに備える。

10

【0081】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に結合されるように構成される遠位端を備え、前記遠位端は、少なくとも1つのカットアウトを備え、前記少なくとも1つのカットアウトは、2又はそれ以上の拡張部を形成する。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。一部の実施形態では、前記装置は、開創器ブレードをさらに備え、前記2又はそれ以上の拡張部は、異なる開創器ブレードに取り付けられるように構成される。一部の実施形態では、前記装置は、開創器ブレードをさらに備え、前記2又はそれ以上の拡張部の1つは、異なる開創器ブレードに取り付けられる。

20

【0082】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気コネクタに接続されるように構成される第2の端部を備え、少なくとも1つのピアは、前記フレキシブルフラットケーブルから前記カメラへ通過するように構成され、前記少なくとも1つのピアは、流体が流れることを可能にするように構成される。一部の実施形態では、前記装置は、さらに、2次元検出器アレイを有するセンサ層と、複数のピアを有する層を含むピア層と、前記フレキシブルフラットケーブルを有するフレックス層と、をさらに備える。

30

【0083】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つのマイクロ流体チャネルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つの電気線を備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気コネクタに接続されるように構成される第2の端部を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。一部の実施形態では、前記第2の端部は、オスコネクタを備え、前記オスコネクタは、滅菌されうる。

40

【0084】

別の態様によれば、システムは、アグリゲータと、フレキシブルフラットケーブルと、を備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、前記フレキシブルフラットケーブルに配置される少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、前記アグリゲータにより受け入れられるように構成される第2の端部を備え、前記第2の端部は、オスコネクタを備え、前記オスコネクタは、滅菌されることができ、前記アグリゲータは、前記オスコネクタと接続するように構成されるメスコネクタを備え、前記アグリゲータは、使い捨て可能であるように構成される。一部の実施形態では、前記装置は、前記フレキシブルフラットケーブル

50

に配置される少なくとも1つのセンサモジュールをさらに備え、前記少なくとも1つのセンサモジュールは、滅菌されうる。

【0085】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気部品に接続されるように構成される第2の端部を備え、前記装置は、滅菌されうる。

【0086】

別の態様によれば、装置は、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つのカメラを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、電気部品に接続されるように構成される第2の端部を備え、前記装置は、使い捨て可能でありうる。

10

【0087】

別の態様によれば、システムは、フレキシブルフラットケーブルを備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、手術装置に取り付けられるように構成される第1の端部と、前記アグリゲータにより受け入れられるように構成される第2の端部を備え、前記フレキシブルフラットケーブルは、少なくとも1つのカメラを備え、前記少なくとも1つのカメラは、前記フレキシブルフラットケーブルの前記第1の端部に配置され、前記第2の端部は、前記フレキシブルフラットケーブルを前記アグリゲータに接続するように構成され、前記オスコネクタは、滅菌されうる。

20

【0088】

別の態様によれば、手術部位内の構成を画像化するための装置であって、前記装置は、手術部位内の手術装置に配置されるように構成されるカメラと、前記カメラを入れる前記手術部位からの光を減衰する物質を除去するために、前記カメラに対して配置される可動メンブレンと、前記物質を除去するように前記カメラに対して前記可動メンブレンを移動するために前記可動メンブレンに接続されるアクチュエータと、を備える。一部の実施形態では、前記可動メンブレンは、エラストマー材料を含む。一部の実施形態では、前記可動メンブレンは、シリコンラバー表面を含む。一部の実施形態では、前記可動メンブレンは、一部の実施形態では、前記可動メンブレンは、回転リングを含む。一部の実施形態では、前記リングは、前記リング内のアパーチャを含む。

30

【0089】

別の態様によれば、装置は、手術装置に配置されるカメラと、支持構造に配置される少なくとも1つの流体チャネルと、を備え、前記少なくとも1つの流体チャネルは、遠位端及び近位端を備え、前記遠位端は、前記カメラへ向けられる流体を開放するように構成される。一部の実施形態では、前記支持構造は、フレキシブルケーブルをさらに備える。一部の実施形態では、前記流体は、前記カメラを洗浄するための液体を備える。一部の実施形態では、前記液体は、高圧流体パルスで前記流体チャネルから開放される。一部の実施形態では、前記流体は、前記カメラを乾燥するための空気を含む。一部の実施形態では、前記空気は、高圧流体パルスで前記少なくとも1つの流体チャネルから開放される。一部の実施形態では、前記流体は、ベンチュリ効果を形成するために前記少なくとも1つの流体チャネルから開放される。一部の実施形態では、装置は、前記カメラの近傍に配置されるヒータをさらに備え、前記ヒータは、前記カメラを加熱するように構成され、それにより、凝縮を低減する。

40

【0090】

別の態様によれば、装置は、電気線を提供するように構成される電気支持構造と、前記電気支持構造に配置されるカメラと、前記カメラを覆うシースと、を備える。一部の実施形態では、前記電気支持構造は、フレキシブルケーブルをさらに備える。一部の実施形態では、前記シースは、洗浄チャネル(irrigation channel)を提供する。一部の実施形態では、前記シースは、空気スプレーチャネルを提供する。一部の実施形態では、前記シースは、前記カメラに亘って配置される外側ケーシングをさらに備える

50

。一部の実施形態では、前記シーは、前記カメラと前記シーの前記外側ケーシングとの間のスペースを備え、前記スペースは、凝縮を低減するために空気が流れることを可能にするように構成される。

【0091】

別の態様によれば、グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、手術部位に配置されるように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを備える画像処理システムと、を備えうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上に前記手術部位のグラフィック表現を表示し、前記ディスプレイ上に前記複数のカメラのグラフィック表示を表示するように構成されることができ、前記手術部位のグラフィック表現及び前記複数のカメラのグラフィック表示は、前記手術部位に対する前記複数のカメラの位置及び/又は方向の少なくとも一部に基づく。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記手術部位内に配置されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの少なくとも1つの位置及び/又は方向と関連付けられるトラッキング情報を受信するように構成されうる。一部の実施形態では、前記手術部位のグラフィック及び前記複数のカメラのグラフィックは、前記トラッキング情報の少なくとも一部に基づく。一部の実施形態では、前記複数のカメラのグラフィックは、前記複数のカメラの少なくとも1つと関連付けられる概略視野 (schematic field of view) を備えうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラのグラフィックは、前記複数のカメラの少なくとも1つと関連付けられる視野を示すコアを備えうる。

10

20

【0092】

別の態様によれば、グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、手術装置に配置されるように構成される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを備える画像処理システムと、を備えうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラと関連付けられるユーザ入力を受信し、グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上に前記複数のカメラのグラフィック表現を表示し、前記ディスプレイ上に前記手術装置のグラフィック表現を表示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記手術部位内に配置されうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラのグラフィックは、前記複数のカメラと関連付けられるユーザ入力の少なくとも一部に基づきうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの少なくとも1つにより取得されたビデオ画像を受信し、前記グラフィカルユーザインタフェース上に取得されたビデオ画像の少なくとも1つの縮小サイズのリアルタイムビデオストリームを表示するように構成されうる。

30

【0093】

別の態様によれば、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの選択を示すユーザ入力を受信し、選択を示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、操作のために前記複数のカメラの選択の指示を出力するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの選択により取得されたビデオ画像を受信し、選択を示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記グラフィカルユーザインタフェース上に取得されたビデオ画像の少なくとも1つの縮小サイズのリアルタイムビデオストリームを表示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、少なくとも1つのリアルタイムビデオストリームのディスプレイパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記ディスプレイパラメータを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記少なくとも1つのリアルタイムビデオストリームの前記ディスプレイパラメータを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記ディスプレイパラメータは、サイズ、位置又はそれらの組み合わせでありうる。一部の実施形態では、前記選択は、前記複数の

40

50

カメラの1つを含みうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの1つの選択により取得されたビデオ画像を受信し、前記グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上の取得されたビデオ画像のリアルタイムビデオストリームを含む背景を表示するように構成されうる。

【0094】

別の態様によれば、前記複数のカメラの選択は、前記複数のカメラの1つを含むことができ、前記画像処理システムは、前記選択の少なくとも一部に基づいて、手術可視化システムディスプレイ上に表示するための主視界を提示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラの選択は、前記複数のカメラの少なくとも2つを含みうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの選択の少なくとも一部に基づいて、手術可視化ディスプレイ上に表示するためのビデオ画像を提示するように構成されうる。一部の実施形態では、ビデオ画像は、タイル形式のフォーマットで表示されうる。

10

【0095】

別の態様によれば、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの選択の所望の位置及び/又は方向を示すユーザ入力を受信し、前記所望の位置及び/又は方向を示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記複数のカメラの選択の所望の位置及び/又は方向を変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記所望の位置及び/又は方向を示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記複数のカメラのグラフィックを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記グラフィカルユーザインタフェースは、前記複数のカメラと関連付けられる光源をさらに備えうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記光源のパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記光源のパラメータを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記光源のパラメータを変更するように構成されうる。

20

【0096】

別の態様によれば、前記画像処理システムは、方向コンフィグレーションを示すユーザ入力を受信し、前記方向コンフィグレーションを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記複数のカメラの方向を変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記方向コンフィグレーションを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記複数のカメラのグラフィックを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラの少なくとも1つを方向付けるためのメニューを表示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記方向情報を示すユーザ入力は、前記メニューを通じて受信されうる。一部の実施形態では、前記方向コンフィグレーションは、重力、患者、ディスプレイ又はテーブルの少なくとも一部に基づきうる。

30

【0097】

別の態様によれば、前記画像処理システムは、外部ソースと関連付けられるユーザ入力を受信するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記外部ソースと関連付けられる前記ユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上に前記外部ソースに関連付けられるイメージを表示するように構成されうる。

40

【0098】

一部の実施形態では、前記外部ソースは、画像化モダリティを含むことができ、前記イメージは、計算されたトモグラフィ (computed tomography (CT))、磁気共鳴 (magnetic resonance (MR))、C アーム、O アーム、超音波又はこれらの組み合わせを含みうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記イメージのディスプレイパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記ディスプレイパラメータを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記イメージのディスプレイパラメータを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記ディスプレイパラメータは、サイズ、位置又はそれらの組み合わせでありうる。

50

## 【 0 0 9 9 】

別の態様によれば、前記画像処理システムは、ツールの選択を示すユーザ入力を受信し、ツールのパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記ツールの選択を示すユーザ入力及び/又は前記ツールのパラメータを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記ツールのパラメータを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、流体制御機能の選択を示すユーザ入力を受信し、前記流体制御機能のパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記流体制御機能の選択を示すユーザ入力及び/又は前記流体制御機能のパラメータを示すユーザ入力の少なくとも一部に基づいて、前記流体制御機能のパラメータを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記ツールは、ドリル、ケリソ、パワー動脈瘤クリップ器、パワー鉗子、バイポーラ鉗子、又はパワー

10

## 【 0 1 0 0 】

別の態様によれば、グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術部位のビデオ画像を取得するように構成される少なくとも1つのカメラであって、前記カメラの少なくとも1つが、手術装置に配置されるように構成される、少なくとも1つのカメラと、前記少なくとも1つのカメラと接続し、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムと、を備えうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、少なくとも1つのカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、前記グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上に取得されたビデオ画像のビデオストリームを表示するように構成されうる。一部の実施形態では、少なくとも1つのカメラは、前記手術装置が移動したときに、前記ビデオストリームが前記手術装置を回転して一定に維持するように、前記手術装置が移動したときに回転するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、少なくとも1つのカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、前記グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上に取得されたビデオ画像のビデオストリームを表示する

20

30

## 【 0 1 0 1 】

別の態様によれば、前記グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術可視化システムに結合されうる。一部の実施形態では、前記グラフィカルユーザインタフェースシステムのディスプレイは、手術可視化システムディスプレイでありうる。

## 【 0 1 0 2 】

別の態様によれば、グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置される、複数のカメラと、前記複数のカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備える。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記複数のカメラにより取得されたビデオ画像を受信し、前記グラフィカルユーザインタフェースディスプレイ上の取得されたビデオ画像の複数の縮小サイズのリアルタイムビデオストリームを表示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記手術部位内に配置されうる。

40

## 【 0 1 0 3 】

別の態様によれば、グラフィカルユーザインタフェースシステムは、手術部位のビデオ画像を取得するように構成される少なくとも1つのカメラであって、前記少なくとも1つのカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置される、複数のカメラと、前記少なくとも

50

も1つのカメラと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを有する画像処理システムと、を備える。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記手術装置の移動により前記少なくとも1つのカメラのパラメータを示すユーザ入力を受信し、前記手術装置の移動により前記少なくとも1つのカメラのパラメータを変更するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、少なくとも1つのカメラのグラフィック表現を表示するように構成されうる。一部の実施形態では、前記画像処理システムは、前記少なくとも1つのカメラの位置及び/又は方向と関連付けられるトラッキング情報を受信するように構成されうる。一部の実施形態では、少なくとも1つのカメラの前記グラフィック表現は、トラッキング情報の少なくとも一部に基づいて表示されうる。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのカメラのパラメータは、前記トラッキング情報の少なくとも一部に基づいて変更されうる。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器でありうる。

10

#### 【0104】

別の態様によれば、手術可視化システムは、切開を開放保持するように構成される開創器を含み、それにより、手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供する。前記手術可視化システムは、また、前記開創器に配置される複数のカメラを含む。前記開創器は、使用時に、上部位置と、前記上部位置と反対側の下部位置と、前記上部位置と前記下部位置との間にあり、互いに対向する第1及び第2の側方位置と、を含む。前記複数のカメラは、少なくとも1つの一对のステレオカメラを含む。前記少なくとも1つの一对のステレオカメラは、前記上部位置又は前記下部位置に配置されたときに水平に方向付けられ、前記第1の側方位置又は前記第2の側方位置に配置されたときに垂直に方向付けられる。一部の実施形態では、前記上部位置は、前記開創器の12時の位置に対応し、前記下部位置は、前記開創器の6時の位置に対応し、前記第1及び第2の側方位置は、それぞれ、前記開創器の3時及び9時の位置に対応する。一部の実施形態では、水平に方向付けられることは、前記少なくとも1つの一对のステレオカメラの各光学軸と交差する線を水平に方向付けることを含む。一部の実施形態では、垂直に方向付けられることは、前記少なくとも1つの一对のステレオカメラの各光学軸と交差する線を垂直に方向付けることを含む。

20

#### 【0105】

別の態様によれば、手術可視化システムは、切開を開放保持するように構成される開創器を含み、手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供する。前記手術可視化システムは、また、前記開創器に配置される複数のカメラを含む。前記複数のカメラは、少なくとも1つの一对のステレオカメラと、少なくとも1つの単眼カメラと、を含む。

30

#### 【0106】

別の態様によれば、手術可視化システムは、切開を開放保持するように構成される開創器を含み、手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供する。前記手術可視化システムは、また、前記開創器に配置される複数のカメラを含む。前記開創器は、使用時に、上部位置と、前記上部位置と反対側の下部位置と、前記上部位置と前記下部位置との間にあり、互いに対向する第1及び第2の側方位置と、を含む。前記複数のカメラは、少なくとも2つの一对のステレオカメラと、前記開創器の第1の側方位置に配置される第1のステレオペアと、前記開創器の第2の側方位置に配置される第2のステレオペアと、を含む。前記複数のカメラは、前記開創器の前記上部位置又は前記下部位置に配置される単眼カメラを含む。一部の実施形態では、前記上部位置は、前記開創器の12時の位置に対応し、前記下部位置は、前記開創器の6時の位置に対応し、前記第1及び第2の側方位置は、それぞれ、前記開創器の3時及び9時の位置に対応する。一部の実施形態では、前記第1の一对のステレオカメラ及び前記第2の一对のステレオカメラは、前記開創器に垂直に配置される。一部の実施形態では、前記単眼カメラは、垂直寸法よりも大きい水平寸法を有するアスペクト比を備え、前記単眼カメラは、前記水平寸法が、前記第1の側方位置及び前記第2の側方位置を接続する線に平行となるように方向付けられる。一部の実施形態では、前記単眼カメラのアスペクト比は、約16:9である。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、手術具カメラが前記経路を通じて前記手術具に移動するように前記

40

50

手術具に配置される前記手術具カメラをさらに備える。

【0107】

別の態様によれば、前記手術可視化システムは、切開を開放保持するように構成される開創器を含み、手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供し、前記開創器は、前記手術部位への経路を通じて延びる長軸を有する。前記手術可視化システムは、また、前記開創器に配置される複数のカメラを含む。前記開創器は、使用時に、上部位置と、前記上部位置と反対側の下部位置と、前記上部位置と前記下部位置との間にあり、互いに対向する第1及び第2の側方位置と、を含む。前記複数のカメラは、少なくとも2つの単眼カメラを含み、各単眼カメラは、垂直寸法よりも大きい水平寸法を有するアスペクト比を備える。第1の単眼カメラは、前記上部位置に配置され、かつ前記垂直寸法が前記開創器の長軸に位置合わせされるように方向付けられる。第2の単眼カメラは、前記下部位置に配置され、かつ前記垂直寸法が前記開創器の長軸に位置合わせされるように方向付けられる。一部の実施形態では、前記上部位置は、前記開創器の12時の位置に対応し、前記下部位置は、前記開創器の6時の位置に対応し、前記第1及び第2の側方位置は、それぞれ、前記開創器の3時及び9時の位置に対応する。一部の実施形態では、前記単眼カメラのアスペクト比は、約16：9である。

10

【0108】

別の態様によれば、前記手術可視化システムは、切開を開放保持するように構成される開創器を含み、手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供し、前記開創器は、前記手術部位への経路を通じて延びる長軸を有する。前記手術可視化システムは、また、前記開創器に配置される複数のカメラを含む。前記開創器は、使用時に、上部位置と、前記上部位置と反対側の下部位置と、前記上部位置と前記下部位置との間にあり、互いに対向する第1及び第2の側方位置と、を含む。前記複数のカメラは、少なくとも2つの一対のステレオカメラを備え、第1のステレオペアは、前記開創器の上部位置に配置され、第2のステレオペアは、前記開創器の下部位置に配置される。一部の実施形態では、前記上部位置は、前記開創器の12時の位置に対応し、前記下部位置は、前記開創器の6時の位置に対応し、前記第1及び第2の側方位置は、それぞれ、前記開創器の3時及び9時の位置に対応する。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、少なくとも2つの単眼カメラをさらに備え、第1の単眼カメラは、前記開創器の第1の側方位置に配置され、第2の単眼カメラは、前記開創器の第2の側方位置に配置される。一部の実施形態では、前記第1の単眼カメラは、垂直寸法よりも大きい水平寸法を有するアスペクト比を備え、前記第1の単眼カメラは、前記水平寸法が前記開創器の長軸と平行となるように方向付けられる。一部の実施形態では、前記アスペクト比は、約16：9である。一部の実施形態では、前記第1の一対のステレオカメラ及び前記第2の一対のステレオカメラは、各一対のステレオカメラの各光軸と交差する線が前記開創器の長軸と直交するように方向付けられる。

20

30

【0109】

別の態様によれば、手術可視化システムは、一対の接眼レンズを含む両眼視アセンブリを備え、前記複数の接眼レンズは、前記両眼視アセンブリに配置されるディスプレイの視界を提供するように構成される。前記手術可視化システムは、また、前記両眼視アセンブリに配置される光学アセンブリを備え、前記光学アセンブリは、手術部位へ手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、かつ一対のステレオカメラを備える。前記手術可視化システムは、接眼レンズラインがカメララインと平行であるように構成され、前記接眼レンズラインは、前記一対の接眼レンズの各光軸と交差するラインであり、前記カメララインは、前記一対のステレオカメラの各光軸と交差するラインである。一部の実施形態では、前記接眼レンズラインは、前記一対の接眼レンズの各光軸と直交する。一部の実施形態では、前記カメララインは、前記一対のステレオカメラの各光軸と直交する。一部の実施形態では、前記接眼レンズラインは、各光軸に沿うほぼ同一距離における前記一対の接眼レンズの各光軸と交差する。一部の実施形態では、前記カメララインは、各光軸に沿うほぼ同一距離における前記一対のステレオカメラの各光軸と交差する。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記一対の接眼レンズの方向が変化したときに、前記カメラ

40

50



ラインに平行な前記接眼レンズラインを維持するように構成される。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記接眼レンズライン及び前記カメララインが平行でないときに、音又は視覚的なインジケータを提供するように構成される。一部の実施形態では、前記ディスプレイは、前記一对の接眼レンズを通じてステレオイメージを提供するように構成されるステレオディスプレイを備える。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、一对の第2のステレオカメラを備える。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、第1のカメララインが第2のカメララインと平行になるように構成され、前記第2のカメララインは、前記一对の第2のステレオカメラの各光軸と交差するラインである。一部の実施形態では、前記第2のカメララインは、前記一对の接眼レンズの各光軸と直交する。

10

**【0110】**

別の態様によれば、手術可視化システムは、一对の接眼レンズを含む両眼視アセンブリを備え、前記複数の接眼レンズは、前記両眼視アセンブリに配置されるディスプレイの視界を提供するように構成される。前記手術可視化システムは、また、前記両眼視アセンブリに配置される光学アセンブリを備え、前記光学アセンブリは、手術部位へ手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、かつ一对のステレオカメラを備える。前記手術可視化システムでは、z軸は、重力ベクトルに平行なラインとして定義され、水平面は、z軸と垂直な平面として定義される。前記手術可視化システムは、投影接眼レンズラインが、投影カメララインと平行であるように構成され、ここで、前記投影接眼レンズラインは、接眼レンズラインの水平面上への幾何学投影であり、前記接眼レンズラインは、前記複数の接眼レンズの各光軸と交差するラインである。前記投影接眼レンズラインと平行である前記投影カメララインは、カメララインの水平面上への幾何学投影であり、前記カメララインは、前記一对のステレオカメラの各光軸と交差するラインである。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記一对の接眼レンズの方向が変化したときに、前記投影カメララインに平行な前記投影接眼レンズラインを維持するように構成される。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、x軸又はy軸に沿う一对のステレオカメラを回転させるように構成され、前記x軸及びy軸は、前記z軸と平行である。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、x軸又はy軸に沿う一对の接眼レンズを回転させるように構成され、前記x軸及びy軸は、前記z軸と平行である。一部の実施形態では、前記ディスプレイは、表示されたときに、取得されたビデオの重力ベクトルがz軸に位置合わせされるように、前記一对のステレオカメラで取得されるビデオを表示するように構成される。一部の実施形態では、前記手術可視化システムは、前記投影接眼レンズライン及び前記投影カメララインが平行でないときに、音又は視覚的なインジケータを提供するように構成される。

20

30

**【0111】**

別の態様によれば、手術可視化システムは、一对の接眼レンズを含む両眼視アセンブリを含み、前記一对の接眼レンズは、前記両眼視アセンブリに配置されるディスプレイの視界を提供するように構成される。前記手術可視化システムは、また、前記両眼視アセンブリに配置される光学アセンブリを備え、前記光学アセンブリは、手術部位へ手術用顕微鏡視界を提供するように構成され、かつ一对のステレオカメラを備える。前記光学アセンブリは、光を受光するための入力面を有する光学センサを含み、前記光学センサは、受光した光に基づいて電気信号を生成する。前記光学アセンブリは、また、前記光学センサと前記手術部位との間の光学経路において複数のレンズを含み、前記複数のレンズは、前記両眼視アセンブリの下部と略平行な光軸を有する。前記光学アセンブリは、また、前記光学経路に配置されるリダイレクション光学系を含み、前記リダイレクション光学系は、前記手術部位から前記複数のレンズへ光を向け直すように構成される。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、プリズムを含む。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、少なくとも1つの反射面を含む。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、約90度の角度で前記手術部位から前記複数のレンズへ光を向け直す。

40

**【0112】**

50

別の態様によれば、システムは、ディスプレイを指示し、前記システムは、前側、後側、左側及び右側を有するハウジングと、前記ハウジングの後側の後方の支持体と、前記支持体に固定されるアームであって、前記アームが、前記ハウジングの後側から前記ハウジングの左側又は前記ハウジングの右側に沿って延びるように構成される、アームと、前記アームに接続され、前記ハウジングに向かってディスプレイを配置するように構成されるディスプレイマウントと、を備える。一部の実施形態では、前記支持体は、前記ハウジングに固定される。一部の実施形態では、前記支持体は、前記垂直方向に延びる垂直支持体を備える。一部の実施形態では、前記垂直支持体は、ポールを含む。一部の実施形態では、前記システムは、前記アームを前記垂直支持体に接続するように構成されるコネクタをさらに備える。一部の実施形態では、前記コネクタは、前記垂直支持体に沿う前記アームの垂直調整を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記コネクタは、前記垂直支持体の周りに前記アームを回転させるように構成される。一部の実施形態では、前記コネクタは、前記垂直支持体の周りに前記アームを回転させるために、前記垂直支持体に配置されるリングを備える。一部の実施形態では、前記コネクタは、前記アームが前記ハウジングの後側から前記ハウジングの前記左側に沿って延びる第1の位置から、前記アームが前記ハウジングの後側から前記ハウジングの前記右側に沿って延びる第2の位置へ反転するように水平軸の周りに前記アームの回転を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記ディスプレイマウントは、前記アームに対して回転するように構成される。一部の実施形態では、前記ディスプレイマウントは、0から180度へ回転するように構成される。一部の実施形態では、前記ディスプレイマウントは、同一水平軸の周りを回転するように構成され、前記アームが前記ハウジングの前記左側から前記右側へ反転するために回転する。一部の実施形態では、前記コネクタは、ピボットアタッチメントを備え、前記ピボットアタッチメントは、前記水平軸の周りに前記アームを回転するために前記アームに配置される。

10

20

30

40

50

#### 【0113】

別の態様によれば、医療装置は、開創器に配置されるように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラが、第1及び第2の視野をそれぞれ有する少なくとも第1及び第2のカメラを含む、複数のカメラと、前記カメラへの照明を提供する複数の光源であって、前記複数の光源が、少なくとも第1及び第2の光源を有する、複数の光源と、前記第1及び第2の光源を切り替えるように構成される電子装置であって、前記電子装置は、画像が前記第1のカメラによりキャプチャされたときに前記第2の光源の強度を低くするように構成される、電子装置と、を備える。一部の実施形態では、前記電子装置は、画像が前記第2のカメラによりキャプチャされたときに前記第1の光源の強度を低くするように構成される。一部の実施形態では、前記電子装置は、前記第1のカメラが画像をキャプチャしているときに前記第2の光源を切り替えるように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、外科用開創器をさらに備え、前記複数のカメラは、前記外科用開創器に配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記カメラは、前記開創器ブレードに配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、チューブを備え、前記カメラは、前記チューブの少なくとも1つの内側に配置される。一部の実施形態では、前記第2の光源は、前記第1のカメラの第1の視野にある。一部の実施形態では、前記第1の光源は、前記第2のカメラの第1の視野にあり、前記第2のカメラ及び前記電子装置は、画像が前記第2のカメラによりキャプチャされたときに前記第1の光源の強度を低くするように構成される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、手術部位へ手術具のアクセスのための経路を提供するように構成され、前記カメラは、前記経路に向かって内向きに向いている面である。一部の実施形態では、前記カメラは、互いに向かって内向きに向いている。一部の実施形態では、前記複数のカメラ及び光源は、外科用開創器に取り付けられるように構成される複数の画像化モジュールに配置される。

#### 【0114】

別の態様によれば、医療画像化装置は、外科用開創器に配置されるように構成される複

数のカメラであって、前記複数のカメラが、それぞれ視野を有する、複数のカメラと、前記カメラに対してカラーバランスを提供するように、前記カメラの視野においてほぼ同様のカラー特性を有するカラーバランスターゲットと、を備える。

【0115】

一部の実施形態では、前記カラーバランスターゲットは、白であり、前記カラーバランスは、ホワイトバランスを含む。一部の実施形態では、前記医療画像化装置は、前記複数のカメラがカラーバランス時に配置されうるステーションをさらに備え、前記カラーバランスターゲットは、前記ステーション内に含まれる。一部の実施形態では、前記ステーションは、前記カメラが、互いに内向きに面しており、かつ前記カラーバランスターゲットに面しているように前記複数のカメラを支持するように構成される。一部の  
10 実施形態では、前記医療画像化装置は、外科用開創器をさらに備え、前記複数のカメラは、前記外科用開創器に配置される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、手術部位へ手術具のアクセスのための経路を提供するように構成され、前記カメラは、前記経路に向かって内向きに向いている面である。一部の実施形態では、前記カラーバランスターゲットは、前記経路に配置される。一部の実施形態では、前記カメラは、互いに向かつて内向きに面しており、かつ前記カラーバランスターゲットに面している。一部の  
15 実施形態では、前記カメラは、互いに向かつて内向きに面しており、かつ前記カラーバランスターゲットに面している。

【0116】

別の態様によれば、医療装置は、外科用開創器に配置されるように構成される複数のカメラを支持するステーションであって、前記複数のカメラが、第1及び第2の視野をそれぞれ有する少なくとも第1及び第2のカメラを含む、ステーションと、前記ステーションと関連付けられるホワイトバランスターゲットと、を備え、前記ホワイトバランスターゲットは、前記第1及び第2のカメラに対してカラーバランスを提供するように、前記第1及び第2のカメラの第1及び第2の視野においてほぼ同様のカラー特性を有する。  
20

【0117】

別の態様によれば、医療画像化装置は、少なくとも1つのカメラと、外科用開創器に配置されるように構成されるプラットフォームであって、少なくとも1つのカメラが前記プラットフォームに支持される、プラットフォームと、前記プラットフォーム上の電子認証装置と、を備え、前記電子認証装置は、開創器ベースの手術可視化システムと関連付けられるレシーバと接続するように構成され、前記電子認証装置は、前記カメラに関する情報を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、開創器ブレード又は管状開創器の表面に取り付けられるように構成される。一部の実施形態では、前記電子認証装置は、RFIDタグを含む。一部の実施形態では、前記電子認証装置は、前記レシーバと接続するコネクタへの接続を提供するための電気コネクタを有するメモリを含む。一部の実施形態では、前記情報は、カメラの視野及びカメラ解像度の少なくとも1つを含む。  
30

【0118】

別の態様によれば、医療装置は、外科用開創器と、プラットフォームに支持される少なくとも1つのカメラを支持するフレキシブルプラットフォームと、前記プラットフォームを移動するように構成されるアクチュエータと、を備え、前記開創器が人体内にあるときにリモートコントロールに応じて移動するように構成される。  
40

【0119】

別の態様によれば、手術部位へのアクセスを提供するように構成される外科用開創器と、前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される複数のカメラであって、前記複数のカメラの少なくとも1つが、前記開創器に配置され、かつ前記手術部位のビデオ画像を取得するように構成される、複数のカメラと、を備え、前記複数のカメラの少なくとも1つは、前記開創器に対して移動するように構成され、それにより、前記複数のカメラの位置及び/又は方向を調整する。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記カメラ  
50

方向を調整するためにタイル化されるように構成される。一部の実施形態では、前記複数のカメラの少なくとも1つは、調整プラットフォームに配置される。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、移動を提供するように構成される電気アクチュエータを含む。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、移動を提供するように構成される手動作動を使用するように構成される。一部の実施形態では、前記手動作動は、手操作を含む。一部の実施形態では、前記装置は、流体ラインをさらに備える。一部の実施形態では、前記装置は、空気ラインをさらに備える。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記外科用開創器の内側を向く。一部の実施形態では、前記複数のカメラは、前記外科用開創器に取り外し可能に取り付けられるように構成される。

#### 【0120】

別の態様によれば、医療画像化装置は、開創器と、前記外科用開創器に配置される複数のカメラであって、前記複数のカメラが、第1及び第2の視野をそれぞれ有する少なくとも第1及び第2のカメラを含む、複数のカメラと、前記第1のカメラの第1の視野において前記第2のカメラ上の第1のマーキングと、を備えることができ、前記マーキングは、前記第1のカメラの認識をアシストする。一部の実施形態では、前記医療画像化装置は、前記第2のカメラの第2の視野において前記第1のカメラ上の第2のマーキングを備えることができ、前記マーキングは、前記第2のカメラの認識をアシストする。一部の実施形態では、前記第1及び第2のマーキングは、異なることができる。一部の実施形態では、前記第1及び第2のマーキングは、異なる色を有しうる。

#### 【0121】

別の態様によれば、医療画像化装置は、開創器に取り付けるための複数の部材と、前記複数の部材上の複数のカメラであって、前記複数のカメラが、第1及び第2の視野をそれぞれ有する少なくとも第1及び第2のカメラを含む、複数のカメラと、前記第1のカメラの第1の視野において前記第2のカメラ上の第1のマーキングと、を備えることができ、前記マーキングは、前記第1のカメラの認識をアシストする。一部の実施形態では、前記医療画像化装置は、前記第2のカメラの第2の視野において前記第1のカメラ上の第2のマーキングを備えることができ、前記マーキングは、前記第2のカメラの認識をアシストする。一部の実施形態では、前記第1及び第2のマーキングは、異なることができる。一部の実施形態では、前記第1及び第2のマーキングは、異なる色を有しうる。一部の実施形態では、前記複数の部材は、前記複数の開創器ブレードに取り付けるように構成されうる。

#### 【0122】

別の態様によれば、医療画像化装置は、少なくとも1つのカメラと、外科用開創器に配置するための少なくとも1つのプラットフォームであって、前記少なくとも1つのカメラが、前記プラットフォームに支持される、プラットフォームと、を備え、前記プラットフォームは、電気線を支持する細長い部材を備え、前記プラットフォームは、前記プラットフォームが、ストレージのための巻かれ、かつ外科用開創器上の配置のために少なくとも部分的に巻かれないように巻回可能でありうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、複数の開創器ブレードに取り付けるように構成されうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、管状開創器の少なくとも内側面に配置されるように構成されうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、近位端及び遠位端を有することができ、前記少なくとも1つのカメラは、前記遠位端に配置されうる。一部の実施形態では、前記遠位端は、前記近位端よりも広くなりうる。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのカメラは、前記遠位端において複数のカメラを含みうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、前記遠位端において複数の拡張部に分けられうる。一部の実施形態では、別々のカメラは、前記拡張部の少なくとも2つのセパレートに配置されうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、フレキシブルケーブルを含みうる。一部の実施形態では、前記プラットフォームは、マイクロ流体ラインを含むことができ、前記プラットフォームは、フレキシブルケーブルを含みうる。一部の実施形態では、前記少なくとも1つのプラットフォームは、カメラを有する複数の巻回可能なプラットフォームを含む

10

20

30

40

50

ことができ、前記プラットフォームは、共通のアグリゲータにおいて収集される。

【0123】

別の態様によれば、医療装置は、操作部と、前記操作部分に接続するハンドル部と、を備えうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記ハンドル部及び/又は前記操作部に接続するアライメント構成をさらに備える。前記医療装置は、カメラを含みうる。一部の実施形態では、前記アライメント構成は、前記医療装置のユーザに対して、前記ユーザに対する前記カメラのアライメントを示すように構成される。一部の実施形態では、前記アライメント構成は、触覚構成である。例えば、前記アライメント構成は、ファセットリング、こぶ、ディンプル、突起、粗面化した部分及び/又は触覚構成の任意の組み合わせを含むが、上記に挙げられた構成に限定されない。一部の実施形態では、前記アライメント構成は、視覚的な構成である。例えば、前記アライメント構成は、ライト（例えば、LED）、着色構成又はカメラのアライメントをユーザに示すように構成される他の視覚構成でありうる。一部の実施形態では、前記医療装置の操作部は、ドリル、ケリソン、鉗子、はさみ又は任意の他の医療装置及び/又は手術装置である。一部の実施形態では、前記医療装置は、カプラーを含む。一部の実施形態では、前記操作部は、前記カプラーを介してハンドルに接続される。一部の実施形態では、前記カメラは、前記医療装置のハンドルに搭載される。一部の実施形態では、前記カメラは、前記医療装置のボディ部分、前記カプラー、及び/又は前記医療装置の操作部に搭載される。一部の実施形態では、前記アライメント構成は、前記カメラに対向する前記医療装置の側面に前記医療装置を位置付けられる。一部の実施形態では、前記カメラは、前記アライメント構成に固定して接続される。一部の実施形態では、前記カメラ及び前記アライメント構成は、前記カメラ及び前記アライメント構成から独立して前記医療装置の操作部の回転を可能にするために、前記ハンドル部に回転可能に接続される。一部のこのような実施形態では、前記ユーザは、前記ハンドル部を回転しているときに前記カメラの位置を維持することができる。

10

20

【0124】

別の態様によれば、ケリソンは、移動可能な切断面と、前記移動可能な切断面と動作可能に結合される固定切断面と、を備えうる。一部の実施形態では、前記ケリソンは、前記固定切断面に対して前記移動可能な切断面を移動するように構成されるアクチュエータ機構を含む。一部の実施形態では、前記移動可能な切断面は、D形状又はU形状を有する。一部の実施形態では、前記固定切断面は、D形状又はU形状を有する。一部の実施形態では、前記移動可能な切断面は、作動液源により移動される。

30

【0125】

別の態様によれば、医療装置は、第1のインフレータブルエレメントに流体接続する作動液源を備えうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記第1のインフレータブルエレメントに選択的に流体接続する第2のインフレータブルエレメントを含む。一部の実施形態では、前記医療装置は、作動エレメントを含みうる。前記作動エレメントは、前記第2のインフレータブルエレメントからの力に応じて（例えば、前記第2のインフレータブルエレメントの膨張及び圧縮に応じて）移動するように構成されうる。一部の実施形態では、前記第1のインフレータブルエレメントの圧縮は、前記第2のインフレータブルエレメントの拡張を生じる。一部の実施形態では、前記第2のインフレータブルエレメントの拡張及び収縮は、前記作動エレメントを移動する。一部の実施形態では、前記医療装置は、ユーザインターフェースを介したユーザ入力に応じて、前記第1のインフレータブルエレメントを選択的に圧縮するように構成される前記ユーザインターフェースをさらに備える。一部の実施形態では、前記ユーザ入力装置は、フットペダル、ノブ、ボタン、スイッチ、レバーである。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記ユーザインターフェースを介したユーザ入力に応じて、前記第1のインフレータブルエレメントを選択的に圧縮するように構成される駆動システムをさらに備える。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記第1のインフレータブルエレメントに選択的に流体接続する第3のインフレータブルエレメントと、前記第2のインフレータブルエレメントからの力に応じて移動するように構成される第2の作動エレメントと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記医

40

50

療装置は、前記作動エレメントの移動に応じて動作するように構成される手術具をさらに備える。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記手術具から前記ユーザ入力装置への触覚フィードバックを提供するための触覚フィードバック機構をさらに備える。一部のこのような実施形態では、前記手術具は、ケリソ、鉗子、マイクロ鉗子、はさみ、バイポーラ鉗子、クリップアプライヤー、及び/又は他の同様の又は異なる医療/手術具である。一部の実施形態では、前記医療装置は、作動部材を第1の位置にバイアスするために前記作動エレメントにバイアス力を及ぼすように構成されるバイアス部材をさらに備え、前記作動エレメントは、バイアス力を十分に解消するために、前記第2のインフレータブルエレメントからの力に応じて第2の位置に遷移するように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記第1のインフレータブルエレメントと流体連通するマニホールドと、前記マニホールドを介して前記第1のインフレータブルエレメントと選択的に流体連通する第3のインフレータブルエレメントと、をさらに備える。

10

20

30

40

50

**【0126】**

別の態様によれば、手術システムは、作動液手術具に動力を与えるように構成される第1の作動液圧源及び第2の作動液源を含む作動液システムを備えうる。前記手術システムは、前記手術システムを通じて流体の流れを方向付けるように構成される一又はそれ以上の弁を含みうる。一部の実施形態では、空気圧源は、前記作動液システムを加圧する。一部の実施形態では、一又はそれ以上の手術具は、空気圧源により少なくとも部分的に動力を与えられる。前記手術具は、作動液タービンにより動力を与えらる。一部の実施形態では、前記空気圧源は、病院の空気圧システムでありうる。

**【0127】**

別の態様によれば、手術システムは、第1の作動液圧源及び第2の作動液圧源を含む液圧システムを備えうる。一部の実施形態では、前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源は、前記手術システムにおいて作動液を加圧するように構成される。一部の実施形態では、前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源が前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源内の作動液の圧力を増加させる圧縮ストロークを有する。一部の実施形態では、前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源が前記第1の作動液圧源及び/又は前記第2の作動液圧源内の作動液の圧力を減少させる拡張ストロークを有する。一部の実施形態では、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその拡張ストロークを動作するとき、その圧縮ストロークを動作するように構成される。一部の実施形態では、前記第2の作動液圧源は、前記第1の作動液圧源がその拡張ストロークを動作するとき、その圧縮ストロークを動作するように構成される。一部の実施形態では、前記手術システムは、手術具を含む。一部の実施形態では、一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上との間の流路に位置付けられる。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上との間で選択的に開閉流体連通するように構成される。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上と選択的に流体連通する一又はそれ以上の作動液圧源を備えうる。

**【0128】**

一部の実施形態では、前記手術システムは、第1の空気圧源を備えうる。一部の実施形態では、前記第1の空気圧源は、空気流体チャンバを備える。一部の実施形態では、前記第1の空気圧源は、前記流体チャンバ内に位置付けられるピストンを備える。一部の実施形態では、前記第1の空気圧源は、前記ピストンに動作可能に接続されるアクチュエータを備える。一部のこのような実施形態では、前記アクチュエータは、圧縮ストローク及び拡張ストロークにおいてピストンを移動するように構成される。一部の実施形態では、前記空気圧チャンバは、前記第1の作動液圧源及び前記第2の作動液圧源の一又はそれ以上と選択的に流体連通する。

## 【 0 1 2 9 】

一部の実施形態では、前記手術システムは、空気圧ポンプを備えうる。前記空気圧ポンプは、前記空気圧チャンバと選択的に流体連通しうる。一部の実施形態では、前記手術システムは、一又はそれ以上手術具を作動するように構成される作動液圧タービンを備える。一部の実施形態では、前記作動液圧タービンは、前記作動液圧システムと選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記作動液圧タービンは、前記作動液圧システムからの作動液を加圧することにより動力を与えられる。一部の実施形態では、前記作動液圧タービンに動力を与えるために用いられる、加圧された作動液の少なくとも一部は、前記作動液圧タービンに動力を与えた後に、前記作動液圧システムへ戻される。一部の実施形態では、前記作動液圧システムは、前記空気圧流体により動力を与えられるように、一又はそれ以上の手術具を備える。一部の実施形態では、前記作動液圧システムは、前記空気圧流体により動力を与えられるように構成される一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上に選択的に動力を与えるように構成される空気圧アセンブリを備える。一部の実施形態では、前記空気圧アセンブリは、空気圧ポンプと選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記手術具は、ドリル、ケリソン、鉗子、はさみ又は他の手術器具/手術具である。一部の実施形態では、前記手術システムは、病院の空気圧源を含む。一部の実施形態では、前記病院の空気圧源は、前記作動液圧システムにおける作動液を加圧する。

10

## 【 0 1 3 0 】

別の態様によれば、手術システムは、一又はそれ以上のバルブを有するカセットアセンブリを備えうる。前記一又はそれ以上のバルブは、エラストマー及び/又は比例でありうる。一部の実施形態では、アクチュエータは、前記一又はそれ以上のバルブを動作するために用いられる。前記カセットアセンブリは、複数の入口、出口、チャンネル及び/又は接続コンジットを含みうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、一又はそれ以上の流体チャンバを含む。前記流体チャンバは、ペローズ又は他の加圧コンポーネントを収容しうる。

20

## 【 0 1 3 1 】

別の態様によれば、手術システムは、カセットアセンブリを含みうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、カセットハウジングを含む。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、第1の作動液チャンバを含む。前記第1の作動液チャンバは、前記カセットハウジング内に少なくとも部分的に位置付けられうる。一部の実施形態では、前記カセットハウジングは、前記カセットハウジングに位置付けられる複数の流体ポートを備える。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、ポート、作動液チャンバ及びカセットの他の構成を互いに接続する複数の流体チャンネルを備える。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、前記カセットハウジング内又は前記カセットハウジング上に配置される一又はそれ以上のバルブを備える。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記第1の作動液チャンバと流体結合される第1の作動液源を含む。一部の実施形態では、前記第1の作動液源は、前記第1の作動液源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加する圧縮ストロークと、前記第1の作動液源が前記第1の作動液源が前記第1の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少する拡張ストロークと、を有する。一部の実施形態では、前記手術システムは、一又はそれ以上のバルブを含む。前記一又はそれ以上のバルブは、比例でありうる。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のバルブは、一又はそれ以上のアクチュエータからの変形する力を受け付けるように構成されるエラストマー部を含む。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のアクチュエータは、リニアアクチュエータである。一部の実施形態では、前記手術システムは、手術具を含む。前記手術具は、作動液により動力を与えるように構成されうる。一部の実施形態では、前記作動液チャンバは、前記一又はそれ以上の手術具の一又はそれ以上と選択的に流体連通する。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液チャンバとの間の流路に位置付けられる。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第1の作動液チャンバとの間で、選択的及び/又は釣り合って、開閉流体連通するように構成される。一部の実

30

40

50

施形態では、前記手術システムは、前記第 1 の作動液源及び前記第 2 の作動液源の一又はそれ以上と選択的に流体連通する一又はそれ以上の作動液源を含む。

【0132】

一部の変形例によれば、前記カセットアセンブリは、前記カセットハウジング内に少なくとも部分的に位置付けられ、かつ前記一又はそれ以上の手術具と選択的に流体連通する第 2 の作動液チャンバをさらに備える。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、前記第 2 の作動液チャンバと流体結合する第 2 の作動液源を含む。一部の実施形態では、前記第 2 の作動液源は、前記第 2 の作動液源が前記第 2 の作動液チャンバ内の作動液の圧力を増加する圧縮ストロークと、前記第 2 の作動液源が前記第 1 の作動液源が前記第 2 の作動液チャンバ内の作動液の圧力を減少する拡張ストロークと、を有する。一部の実施形態では、前記第 2 の作動液源は、前記第 1 の作動液源がその拡張ストロークで動作したとき、その圧縮ストロークで動作するように構成される。一部の実施形態では、前記第 2 の作動液源は、前記第 1 の作動液源がその圧縮ストロークで動作したとき、その拡張ストロークで動作するように構成される。前記手術システムは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第 2 の作動液チャンバとの流路に位置付けられる一又はそれ以上のバルブを含みうる。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上のバルブは、前記一又はそれ以上の手術具と前記第 2 の作動液チャンバと間で選択的に開閉流体連通するように構成される。

10

【0133】

一部の実施形態では、前記カセットアセンブリ又はその一部は、使い捨て可能である。一部の実施形態では、前記手術具又はその一部は、使い捨て可能である。一部の実施形態では、前記手術システムは、前記第 1 の作動液チャンバ又は前記第 2 の作動液チャンバ又は前記作動液源の一又はそれ以上と流体連通する一又はそれ以上の洗浄ノズルを含む。前記一又はそれ以上の洗浄ノズルは、一又はそれ以上の光源に向かって作動液を方向付けるように構成されうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、複数の手術具と接続するように構成されうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、ペローズを含む。前記ペローズは、前記第 1 の作動液チャンバ及び/又は前記第 2 の作動液チャンバ内に位置付けられうる。

20

【0134】

別の態様によれば、医療装置は、カセットアセンブリを含みうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、使い捨て可能である。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、ハウジングを含む。前記カセットアセンブリは、一又はそれ以上の作動液チャンバを含みうる。一部の実施形態では、前記一又はそれ以上の作動液チャンバは、前記ハウジングの内部の少なくとも一部に収容される。前記カセットアセンブリは、複数の流体ポートを含みうる。一部の実施形態では、前記流体ポートは、前記ハウジングに位置付けられる。前記流体ポートは、前記流体ハウジングの外部と前記流体ハウジングの内部との間での流体連通を容易にするように構成されうる。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、前記ハウジングに位置付けられる複数の比例バルブを含む。一部の実施形態では、前記カセットアセンブリは、前記複数のポート、前記一又はそれ以上の作動液チャンバ、及び前記複数の比例バルブの間で流体連通を容易にするように構成される複数の流体チャネルを含む。前記医療装置は、手術具を含みうる。前記手術具は、作動液源により動力を与えられるように構成されうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、一又はそれ以上の流体ポートを前記手術具に流体接続するツール流体ラインを含む。一部の実施形態では、前記作動液源は、一又はそれ以上の流体源ラインを介して流体ポートの一又はそれ以上と接続される。

30

40

【0135】

一部の変形例によれば、前記複数の比例バルブの一又はそれ以上は、ハウジングにおけるバルブキャビディと、前記バルブキャビディに亘って密閉配置されるフレキシブルパッドと、を備える。一部の実施形態では、前記複数の比例バルブの一又はそれ以上は、リニア電磁アクチュエータにより作動される。一部の実施形態では、前記手術具は、前記複数の比例バルブの一又はそれ以上により制御される。一部の実施形態では、前記作動液源は

50



、IVバッグである。一部の実施形態では、前記作動液源は、食塩水、生理的に互換性のある流体及び/又は生理食塩水である。一部の実施形態では、前記医療装置は、一又はそれ以上の光学コンポーネントを含む。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記複数のポートの一又はそれ以上と流体連通する一又はそれ以上のノズルを含む。前記ノズルは、高速で、少ない体積流量の作動液を前記一又はそれ以上の光学コンポーネントへ方向付けるように構成されうる。

【0136】

別の態様によれば、医療装置は、作動液システムから加圧された作動液を受け入れ、かつ回転手術具を動作するように構成される作動液インペラーを含みうる。前記作動液インペラーは、前記作動液インペラーから流体を除去し、前記作動液インペラー及び/又は前記作動液システムのコンポーネントへ戻す機構を含みうる。

10

【0137】

別の態様によれば、医療装置は、作動液圧インペラーを含みうる。一部の実施形態では、前記作動液圧インペラーは、タービンハウジングを含む。前記タービンハウジングは、ブレードキャビディを定義しうる。一部の実施形態では、前記作動液圧インペラーは、フローディレクターを含む。前記フローディレクターは、前記タービンハウジング内に少なくとも部分的にフィットするように構成されうる。一部の実施形態では、前記作動液圧インペラーは、インペラーを含む。前記インペラーは、複数のインペラーブレードを有しうる。一部の実施形態では、前記インペラーは、前記ブレードキャビディ内に少なくとも部分的に位置付けられうる。前記フローディレクターは、流体をインペラーブレードへ方向付ける一又はそれ以上の開口部を含みうる。一部の実施形態では、前記フローディレクターにおける前記開口部は、ノズル化される。一部の実施形態では、前記フローディレクターにおける前記開口部は、前記インペラーブレードに対して急角度で前記流体を方向付けうる。一部の実施形態では、前記インペラーは、前記流体が前記インペラーブレードに接触した後に、前記ブレードキャビディの半径方向外向きに流体を方向付けるように構成される。前記作動液圧インペラーは、出力シャフトを含みうる。前記出力シャフトは、手術具と動作可能に接続するように構成されうる。一部の実施形態では、前記出力シャフトは、前記作動液圧タービンから前記手術具へトルクを伝達する。前記作動液圧インペラーは、前記ブレードキャビディの壁における一又はそれ以上のポートを含みうる。前記一又はそれ以上のポートは、前記ブレードキャビディの内部と前記ブレードキャビディの外部との流体連通を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、作動液圧源を含む。前記医療装置は、戻り流体ラインを含みうる。前記戻り流体ラインは、前記一又はそれ以上のポートを前記作動液圧源に流体接続するように構成されうる。一部の実施形態では、前記作動液圧インペラーは、真空源を含む。一部の実施形態では、前記真空源は、ポンプ（例えば、蠕動ポンプ又は他の流体ポンプ）である。一部の実施形態では、前記真空源は、前記作動液圧インペラーのバイパスチャネルである。前記バイパスチャネルは、前記ブレードキャビディを通過する高速流体を方向付けるように構成されうる。一部の実施形態では、前記バイパスチャネルにおける高速流体と前記ブレードキャビディにおける低速流体との圧力差は、前記一又はそれ以上のポートを通じて、低速流体を前記ブレードから前記バイパスチャネルへ引き込む。一部の実施形態では、前記バイパスチャネルは、流体を前記ブレードキャビディから前記作動液圧源へ戻る又はそのいくつかのコンポーネントへ戻るように方向付けられうる。一部の実施形態では、前記作動液インペラーは、静圧ベアリングを含みうる。

20

30

40

【0138】

別の態様によれば、医療装置は、手術装置を含みうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、カメラをさらに備えうる。前記カメラは、前記手術装置又は前記医療装置システムのいくつかの他のコンポーネントに搭載されうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、トラッキングシステムを含む。前記トラッキングシステムは、例えば、電磁トラッキングシステムでありうる。前記トラッキングシステムは、前記手術装置の位置へ捕捉するように構成されうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、前記手術

50

装置を駆動するように構成される作動液システムをさらに備えうる。一部の実施形態では、前記手術装置は、フットペダルにより制御される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記手術装置から前記システムのユーザへ触覚フィードバックを提供するように構成される触覚フィードバック機構を含む。

【0139】

別の態様によれば、医療装置システムは、作動液圧源を含みうる。前記作動液圧源は、バルブと流体連通されうる。前記バルブは、前記作動液圧源とツールとの間及び/又は前記作動液圧源とマニホールドとの間の流体連通を選択的に容易にするように構成されうる。一部の実施形態では、流体は、マニホールドから作動液圧源へ方向付けられうる。一部の実施形態では、流体は、ツールから前記作動液圧源及び/又は前記マニホールドへ方向付けられうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、流体をマニホールドから及び/又はツールから作動液圧源へポンプで汲み上げるように構成されるポンプ（例えば、蠕動ポンプ）を含む。一部の実施形態では、前記マニホールドは、流体を第2のツール、一又はそれ以上の光学コンポーネント（例えば、カメラ）、及び/又は一又はそれ以上の光源（例えば、LED又は他の光出力器）へ方向付けるように構成される。

10

【0140】

別の態様によれば、医療装置システムは、流体源を含みうる。前記流体源は、手術具と選択的に流体接続されうる。一部の実施形態では、前記流体源は、マニホールドと選択的に流体接続されうる。前記マニホールドは、第2の手術具、一又はそれ以上の光学コンポーネント及び/又は一又はそれ以上の光源へ流体を方向付けるように構成されうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、流体を加圧するように構成されるペローズを含む。ペローズからの流体は、手術具及び/又はマニホールドへ方向付けられうる。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、流体をペローズから手術具、ツール、及び/又はマニホールドへ選択的に方向付けるためのバルブを含む。一部の実施形態では、前記手術具からの流体は、マニホールドへ方向付けられうる。前記医療装置システムは、流体を加圧するように構成されるポンプ（例えば、蠕動ポンプ）を含みうる。一部の実施形態では、前記ポンプは、マニホールドへ方向付けられた流体を加圧する。一部の実施形態では、前記医療装置システムは、流体を前記流体源から前記ポンプ及び/又は前記ペローズへ選択的に方向付けるように構成される第2のバルブを含む。前記医療装置システムは、前記第2のバルブと前記ペローズとの間の流体ラインに位置付けられるチェックバルブを含みうる。一部の実施形態では、前記チェックバルブは、前記ペローズから前記第2のバルブへの流体フローを抑制し、かつ前記第2のバルブから前記ペローズへの流体の流れを許容するように構成される。

20

30

【0141】

別の態様によれば、手術装置に配置するための画像化モジュールは、前記画像化モジュールの視野内の手術部位の画像を提供するように構成され、前記画像化モジュールは、光が画像化面に入射したときに、電気信号を出力するように構成される平坦な画像化面を有する2次元検出器を含む光学センサと、前記光学センサ上の前記手術部位の画像を形成するために前記光学センサ上の前記手術部位からの光を焦点合わせするように構成される複数のレンズであって、前記複数のレンズ及び前記光学センサが、光学経路を規定する、複数のレンズと、前記複数のレンズと前記光学センサとの間の前記光学経路における第1のリダイレクション光学系であって、前記第1のリダイレクション光学系が、前記光学センサが、前記光学センサにより前記手術部位への障害物を低減するように方向付けられうるように、前記複数のレンズから前記光学センサへ光を向け直すように構成される、第1のリダイレクション光学系と、前記リダイレクション光学系なしで前記複数のレンズにより提供されるものとは異なる視野角において前記視野を向け直すように構成される第2のリダイレクション光学系と、を備える。一部の実施形態では、前記複数のレンズのグループは、前記2次元検出器アレイの前記平坦な画像化面により規定される平面と略平行な方向において長手方向に延びる。一部の実施形態では、前記平面は、前記画像化モジュールが配置される前記手術装置の表面と平行である。一部の実施形態では、前記複数のレンズの

40

50

グループは、前記 2 次元検出器アレイの前記平坦な画像化面により規定される平面と略平行な光軸を有する。一部の実施形態では、前記平面は、前記画像化モジュールが配置される前記手術装置の表面と平行である。一部の実施形態では、前記視野角は、前記画像化モジュールが配置される前記手術装置の表面と非平行であり、一部の実施形態では、前記視野角は、前記手術装置により規定される前記手術部位へ中心軸と非平行である。一部の実施形態では、前記視野角は、前記複数のレンズのグループの光軸と非平行である。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、少なくとも 1 つの反射面を含む。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、少なくとも 2 つの反射面を含む。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、プリズムを含む。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、全体として光を内部反射し、それにより前記視野角を変える少なくとも 2 つの表面を提供するために接合される複数のプリズム部を備える。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、複数の反射を用いて光を向け直す。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、少なくとも 1 つの反射面を含む。一部の実施形態では、前記第 1 のリダイレクション光学系は、プリズムを含む。一部の実施形態では、前記第 1 のリダイレクション光学系は、前記複数のレンズのグループから前記光学センサへ光を 90 度の角度で向け直すプリズムを備え、前記グループは、前記第 1 の光学系と前記第 2 のリダイレクション光学系との間にある。一部の実施形態では、前記第 1 のリダイレクション光学系は、無動力の光学素子を含む。一部の実施形態では、前記第 2 のリダイレクション光学系は、無動力の光学素子を含む。一部の実施形態では、前記複数のレンズの少なくとも 1 つは、ネガティブであり、前記第 2 のリダイレクション光学系は、前記ネガティブレンズと複数のレンズにおける他のレンズとの間に配置される。一部の実施形態では、前記複数のレンズのグループは、正の動力を有し、前記グループは、前記第 1 の光学系と前記第 2 のリダイレクション光学系との間にある。一部の実施形態では、前記グループは、複数のポジティブレンズ及び少なくとも 1 つのネガティブレンズを含む。一部の実施形態では、前記画像化モジュールは、前記光学センサと前記第 1 のリダイレクション光学系との間の前記光学経路において配置されるオートフォーカス機構をさらに備える。一部の実施形態では、前記複数のレンズは、フレキシブルケーブルの長さにはほぼ沿う光軸を有する。一部の実施形態では、前記手術装置は、開創器を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、ケリソ、鉗子又はドリルのような手術具を備える。

#### 【 0 1 4 2 】

別の態様によれば、医療装置は、切開を開放保持するように構成され、それにより手術部位への手術具のアクセスのための経路を提供するように構成される外科用開創器と、前記外科用開創器に配置される少なくとも 1 つのビデオカメラであって、前記ビデオカメラが、センサ及び複数のレンズを含む、少なくとも 1 つのビデオカメラと、を備え、前記少なくとも 1 つのビデオカメラは、視線を有し、前記少なくとも 1 つのビデオカメラは、前記ビデオカメラにより提供される前記視線を変更するリダイレクション光学系をさらに備える。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、一又はそれ以上の反射面を備える。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、複数の反射を用いて前記視線を向け直す。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、屈折力 (optical power) を有さない。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、プリズムを含む。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、全体として光を内部反射する少なくとも 2 つの表面を提供するために接合される複数のプリズム部を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、複数の開創器ブレードを備え、前記複数の開創器ブレードのそれぞれは、少なくとも 1 つのビデオカメラ及びリダイレクション光学系を備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、円筒形状の開創器であり、前記ビデオカメラは、前記開創器の内側に配置される。一部の実施形態では、前記医療装置は、近位位置における近位ビデオカメラと、遠位位置における遠位ビデオカメラと、を備え、前記遠位位置は、前記近位位置における前記手術部位へより深く配置されるように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、近位位置における複数の近位ビデオ

オカメラと、遠位位置における複数の遠位ビデオカメラと、をさらに備える。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、脊椎用開創器を含む。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、頭部外科手術又は頸部外科手術に用いるように構成される。一部の実施形態では、前記外科用開創器は、脳外科手術に用いるように構成される。

【0143】

別の態様によれば、手術キャビディ内の手術部位の画像を提供するための装置は、前記手術キャビディへ延びるフレキシブルフラットケーブルのセグメントと、前記フレキシブルフラットケーブルに電氣的に接続され、光を受光する入力面を有し、受光した光に基づいて電気信号を生成する光学センサと、前記光学センサと前記手術部位との間の光学経路における複数のレンズであって、前記複数のレンズが、前記光学センサの前記入力面への法線よりも平行な光軸を有する、複数のレンズと、前記光学経路に配置され、前記光学センサへ光を向け直すリダイレクション光学系と、を備える。一部の実施形態では、前記光学センサは、前記光学センサの前記入力面が、前記フレキシブルフラットケーブルの前記フラット部に並行となるように、前記フレキシブルフラットケーブルのフラット部に配置される。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、プリズムを含む。一部の実施形態では、前記リダイレクション光学系は、全体として内部反射する少なくとも2つの表面を提供するために接合される複数のプリズム部を備える。一部の実施形態では、前記手術装置は、外科用開創器を含む。一部の実施形態では、前記手術装置は、ケリソン、鉗子又はドリルのような手術具を備える。一部の実施形態では、前記フレキシブルケーブルは、前記手術装置に取り外し可能に取り付けられる。一部の実施形態では、前記画像化モジュールは、前記手術キャビディに延びるフレキシブルケーブルの複数のセグメントを備え、前記複数のセグメントは、電氣的に接続される光学センサを含み、前記光学センサは、光を向け直すための各リダイレクション光学系を有する。

10

20

【0144】

別の態様によれば、手術装置は、前記手術装置に配置され、手術部位内の視野を有する少なくとも1つのカメラと、前記手術装置に配置され、前記視野とほぼ同一サイズを有するビームを出力するように構成される少なくとも1つの光源と、を備える。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの光源及び前記少なくとも1つのカメラは、前記カメラ視野が前記光源により照射される視界と一致するように、互いに近位にある。一部の実施形態では、前記光源は、可視光を放出する光源を含む。一部の実施形態では、前記少なくとも1つの光源は、発光ダイオード(LEDs)を含む。一部の実施形態では、前記手術装置は、外科用開創器を含む。一部の実施形態では、前記手術装置は、ケリソン、鉗子又はドリルのような手術具を含む。一部の実施形態では、前記ビームは、円錐形状である。

30

【0145】

別の態様によれば、手術装置に配置され、かつ視野を有するカメラを方向付ける及び/又は位置付ける方法は、領域を照射する光源を用いるステップであって、前記光源が、前記カメラの視野とほぼ同一のサイズを有するビームを出力するように構成され、前記少なくとも1つの光源が、前記カメラ視野が前記光源により照射される領域と一致するように前記少なくとも1つのカメラの近位に位置付けられる、ステップと、領域を照射するために光源を用いるステップであって、前記光源が、前記カメラの視野とほぼ同一のサイズを有するビームを出力するように構成され、前記少なくとも1つの光源が、前記カメラ視野が前記光源により照射される領域と一致するように前記少なくとも1つのカメラの近位に位置付けられる、ステップと、前記光源と共に前記カメラを移動するステップと、前記光源から前記ビームを閲覧するステップと、を備え、前記光源からの前記ビームは、前記カメラのための所望の視野を取得するために前記カメラの移動をガイドするために用いられる。一部の実施形態では、前記手術装置は、外科用開創器を含む。

40

【0146】

各種実施形態では、作動液圧システムは、食塩水作動液圧システムを含む。食塩水作動液圧システムが採用されてもよい。よって、各種実施形態では、例えば、前記作動液圧システムは、食塩水作動液圧システムであり、作動液圧源は、食塩水作動液圧源を備え、作

50

動液圧チャンバは、食塩水作動液圧チャンバ等を備える。

【0147】

本明細書の他の部分に開示されるように、各種実施形態では、前記カメラ及び/又は他の構成は、前記開創器なしで含まれることができ、例えば、開創器又は手術具のような他の手術装置と使用するために構成されてもよい。また、前記カメラ及び/又は他の構成は、開創器以外の医療装置を使用する及び/又は使用されるために構成されてもよい。本明細書に記載される事項は、構成の異なる組み合わせを含む各種例示的实施形態である。本明細書に開示される実施形態の各種構成のいずれかは、別の実施形態を形成するために、本明細書に開示される他の実施形態のいずれかから任意の他の構成と組み合わせられてもよい。また、本明細書に開示される任意の実施形態の一又はそれ以上の構成は、別の実施形態を形成するために省略されてもよい。単一の実施形態の文脈に記載される各種構成は、別々の複数の実施形態又は任意の適切なサブコンビネーションで実行されることができ

10

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図1】図1は、手術可視化の実施形態を示す。

【図2】図2A - 2Cは、集積画像化アセンブリを有する外科用開創器の実施形態を示す。

【図3A】図3Aは、集積画像化アセンブリを有する外科用開創器の実施形態を示す。

【図3B】図3Bは、開創器ブレードにより集積された電気線及びカメラを含む画像化アセンブリの実施形態を示す。

20

【図3C】図3Cは、電気線及びカメラが、開創器フレーム及び開創器ブレードに固定されうるフレキシブルケーブルに集積された画像化アセンブリの実施形態を示す。

【図4A】図4Aは、開創器フレームに取り付けられた回転可能なステージの実施形態である。

【図4B】図4Bは、回転可能なステージの底面図を示す。

【図4C】図4Cは、回転可能なステージの内面に搭載されるカメラ及びプリズムの実施形態の側面図を示す。

【図4D】図4Dは、ステレオカメラペアの拡大図を示す。

【図5】図5は、手術用開創器のための複数の取り換え可能な開創器ブレードを含む実施形態を示す。

30

【図6A】図6Aは、集積された光学センサを有する適応性のある開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6B】図6Bは、屈曲可能なヒンジを有し、フレキシブルである開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6C】図6Cは、曲げた位置におけるリジッドなアーティキュレーティング開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6D】図6Dは、曲げた位置におけるリジッドなアーティキュレーティング開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6E】図6Eは、曲げていない位置におけるリジッドなアーティキュレーティング開創器ブレードの実施形態を示す。

40

【図6F】図6Fは、曲げていない位置におけるリジッドなアーティキュレーティング開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6G】図6Gは、曲げていない位置におけるリジッドなアーティキュレーティング開創器ブレードの実施形態を示す。

【図6H】図6Hは、開創器の実施形態を示す。

【図7】図7は、開創器ブレードに取り付けられたクリップ - オン フレキシブルケーブルの遠位端の実施形態を示す。

【図8】図8は、開創器ブレードに取り付けられうる開創器ブレード又はフレキシブルケーブルの前面を示す。

50

【図 9】図 9 A 及び 9 B は、巻かれた構成における一又は複数のフレキシブルケーブルによる、アグリゲータの実施形態を示す。

【図 10】図 10 A 及び 10 B は、巻かれていない構成における一又は複数のフレキシブルケーブルによる、アグリゲータの実施形態を示す。

【図 11 A】図 11 A は、巻かれた構成における一又は複数のフレキシブルケーブルによる、アグリゲータの実施形態を示す。

【図 11 B】図 11 B は、巻かれていない構成における切り欠きを有する一又は複数のフレキシブルケーブルによる、アグリゲータの実施形態を示す。

【図 11 C】図 11 C は、巻かれていない構成における切り欠きを有する一つのフレキシブルケーブルによる、アグリゲータの実施形態を示す。

【図 12 A】図 12 A は、フレキシブルケーブルを開創器ブレード面に固定するためのクリップ オン ファスナーの実施形態を示す。

【図 12 B】図 12 B は、フレキシブルケーブルを開創器ブレード面に固定するためのヘアピンアタッチメントファスナーの実施形態を示す。

【図 12 C】図 12 C は、フレキシブルケーブルを開創器ブレード面に固定するためのタブテール (d o v e t a i l) アタッチメントファスナーを有する実施形態の平面図を示す。

【図 13 A】図 13 A は、開口部を通じて位置決めされるレーザ装置を有する図 2 A C の外科用開創器を示す。

【図 13 B】図 13 B は、開口部を通じて位置決めされるニードルホルダーを有する図 2 A C の外科用開創器を示す。

【図 14】図 14 は、手術装置と関連付けられる画像処理システム及びカメラを有する画像化手術システムを含む一例の手術システムを示す。

【図 15】図 15 は、近位広視野カメラからの広視野イメージでオーバーレイされた近位ステレオカメラからのステレオイメージのディスプレイのための出力の一例を示す。

【図 16】図 16 は、同様に表示される遠位カメラからの追加イメージを有する図 15 のディスプレイのための出力の一例を示す。

【図 17】図 17 は、手術具と関連付けられたカメラにより取得されたイメージのピクチャ イン ピクチャと共に、図 16 のような、近位及び遠位カメラからの画像データを組み込む一例のディスプレイを示す。

【図 18】図 18 は、手術部位の中央の視界を提供するモーフィングした画像を生成するための 2 又はそれ以上のカメラを用いる一例を示す。

【図 19】図 19 は、広視界及び立体視界を提供する近位カメラの一例の構成を示す。

【図 20 A】図 20 A は、重力ベクトルに対する所望のアライメント (患者の身体の上から見たときの手術野の上部と反対の外科医により関連付けられる方向) を維持する近位カメラの一例の構成を示す。

【図 20 B】図 20 B は、取得の範囲、ディスプレイの範囲及び外科医の視野の間の一定の範囲を維持するための開創器ブレードに搭載される光学センサの構成の一例を示す。

【図 20 C】図 20 C は、開創器カメラ構成及びディスプレイを示し、開創器カメラからのイメージは、ディスプレイにタイル状に表示され、それらが表示される位置は、開創器上のそれらの位置及び / 又は互いに対する視野及び / 又は開創器に対応する。

【図 20 D】図 20 D は、開創器カメラ構成及びディスプレイを示し、開創器カメラからのイメージは、ディスプレイにタイル状に表示され、それらの画像は、より一定となる画像処理を通じて回転される。

【図 21】図 21 は、第 1 の視野を有する近位ステレオカメラ及び第 2 の視野を有する第 2 の単眼遠位カメラの構成の一例を示す。

【図 21 B】図 21 B は、ダイレクト ビュー手術用顕微鏡と同様のイメージを提供するように構成される画像化システムのためのアーティキュレーティングアームを有する手術可視化システムの実施形態を示す。

【図 21 C】図 21 C は、アーティキュレーティングアームに取り付けられる手術閲覧シ

10

20

30

40

50

ステムの一例を示し、当該システムは、閲覧プラットフォームに搭載される一又はそれ以上のカメラを含む。

【図 2 1 D】図 2 1 D 及び 2 1 D 2 は、閲覧プラットフォームに取り付けられたアイソセンタポジショニングシステムを含む手術閲覧システムの一例を示す。

【図 2 1 E】図 2 1 E は、閲覧プラットフォームの下に搭載される光学系を有する手術可視化システムの実施形態を示す。

【図 2 1 F】図 2 1 F は、閲覧プラットフォームの下に搭載される光学系を有する手術可視化システムの実施形態を示す。

【図 2 1 G】図 2 1 G は、図 2 1 E 及び F に示されるもののような、立体視手術閲覧システムで使用するための光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 2 1 H】図 2 1 H は、図 2 1 E 及び F に示されるもののような、立体視手術閲覧システムで使用するための光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 2 1 I】図 2 1 I は、図 2 1 E 及び F に示されるもののような、立体視手術閲覧システムで使用するための光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 2 1 J】図 2 1 J は、図 2 1 E 及び F に示されるもののような、立体視手術閲覧システムで使用するための光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 2 1 K】図 2 1 K は、図 2 1 E 及び F に示されるもののような、立体視手術閲覧システムで使用するための光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 2 1 L】図 2 1 L は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 M】図 2 1 M は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 N】図 2 1 N は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 L】図 2 1 L は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 O】図 2 1 O は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 P】図 2 1 P は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 1 Q】図 2 1 Q は、可動アームに取り付けられた閲覧プラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態を示す。

【図 2 2】図 2 2 A 及び 2 2 B は、カメラからのステッチング ( s t i t c h i n g ) 及びタイリング ( t i l i n g ) 画像による合成画像を表示する実施例を示す。

【図 2 3】図 2 3 A 及び 2 3 B は、開創器に位置決めされた複数のカメラからの画像データを組み込むステッチ又はタイリングされたディスプレイの実施例を示す。

【図 2 4】図 2 4 は、手術可視化システムの実施形態で用いられうるグラフィカルユーザインタフェースの一例を示す。

【図 2 4 B】図 2 4 B は、手術可視化システムの実施形態で用いられうるグラフィカルユーザインタフェースの別の例を示す。

【図 2 5 A】図 2 5 A は、光学センサを洗浄するための洗浄アセンブリを示す。

【図 2 5 B】図 2 5 B は、光学センサを洗浄するための洗浄アセンブリを示す。

【図 2 5 C】図 2 5 C は、光学センサを洗浄するための洗浄アセンブリを示す。

【図 2 6】図 2 6 は、光学センサを洗浄するように構成される有窓リングを示す。

【図 2 7 A】図 2 7 A は、手術装置による使用のためのウェーハ スケール光学素子のいくつかの実施形態を示す。

【図 2 7 B】図 2 7 B は、ウェーハ スケール光学素子を形成するために連動されるように構成される基板を示す。

【図 2 7 C】図 2 7 C は、ウェーハ スケール光学素子を形成するための複数の基板を提供するためにダイシングされたウェーハを示す。

10

20

30

40

50

【図 28】図 28 は、約 70 度以下の視野を有する画像化モジュールのための光学的な処方の実施形態を示す。

【図 29 A】図 29 A は、手術装置による使用のための埋設止め (buried stop) を有する広視野の光学アセンブリの実施形態を示す。

【図 29 B】図 29 B は、手術装置による使用のための光学画像化モジュールに結合されるアフォーカルモジュール (afocal module) を含む光学アセンブリの実施形態の一例を示す。

【図 29 C】図 29 C は、画像化モジュールの画像化特性を変化させるように構成される取り換え可能な光学素子を含む画像化モジュールを示す。

【図 29 D】図 29 D は、手術具の軸に対する閲覧角度を提供する光学系を有する画像化モジュールの一例を示す。

【図 30 A】図 30 A は、ウェーハ スケール光学系と組み合わせる非ウェーハ スケール光学系を含むイメージングスタック (imaging stack) の実施形態を示す。

【図 30 B】図 30 B は、ネガティブレンズ群とポジティブレンズ群との間の止め具 (stop) を含むイメージングスタックの実施形態の一例を示し、ここで、ポジティブレンズ群は、歪み補正レンズ素子を有する。

【図 31】図 31 A 及び 31 B は、イメージングスタック、センサ層、ピア層及びフレックス層を備える画像化モジュールのいくつかの実施形態の平面図及び側面図をそれぞれ示す。

【図 32】図 32 A 及び 32 B は、照明を提供するための画像化モジュールによる使用のためのライトガイドの 2 つの実施形態を示す。

【図 33】図 33 A 及び 33 B は、ライトガイド及びそこに集積された光源を有する開創器ブレードの平面図及び断面図をそれぞれ示す。

【図 34】図 34 は、作動液作動システムの一実施形態の模式図である。

【図 35 A】図 35 A は、作動液作動システムの別の実施形態の模式図である。

【図 35 B】図 35 B は、作動液作動システムの別の実施形態の模式図である。

【図 35 C】図 35 C は、作動液作動システムの別の実施形態の模式図である。

【図 36 A】図 36 A は、作動液フロー回路の別の実施形態の一部の模式図である。

【図 36 B】図 36 B は、作動液フロー回路の別の実施形態の一部の模式図である。

【図 37】図 37 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 38】図 38 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 39】図 39 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 40】図 40 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 41】図 41 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 42】図 42 は、作動液回路の各種実施形態の模式図である。

【図 43】図 43 は、作動液回路の追加の実施形態の模式図である。

【図 43 A】図 43 A は、作動液回路の追加の実施形態の模式図である。

【図 43 B】図 43 B は、作動液回路の追加の実施形態の模式図である。

【図 43 C】図 43 C は、作動液回路の追加の実施形態の模式図である。

【図 43 D】図 43 D は、作動液回路の追加の実施形態の模式図である。

【図 44 A】図 44 A は、作動液マニホールドの一実施形態の斜視図を示す。

【図 44 B】図 44 B は、図 44 A の作動液マニホールドの分解図を示す。

【図 44 C】図 44 C は、図 44 A の作動液マニホールドの背面図を示す。

【図 44 D】図 44 D は、作動液マニホールドの一実施形態の斜視図を示す。

【図 44 E】図 44 E は、図 44 D の作動液マニホールドの一実施形態の分解図を示す。

【図 44 F】図 44 F は、図 44 D の作動液マニホールドの背面図を示す。

【図 45 A】図 45 A は、作動液タービンの断面斜視図を示す。

【図 45 B】図 45 B は、図 45 A の作動液タービンの一部の断面を示す。

【図 45 C】図 45 C は、図 45 A の作動液タービンの一部の断面及び分岐された液体流

10

20

30

40

50



路を示す。

【図46】図46は、インペラー（impeller）の一実施形態を示す。

【図47A】図47Aは、作動液で作動する手術装置に結合される作動液作動システムの別の実施形態の模式図であり、ここで、作動液作動システムは、第1の作動状態にある。

【図47B】図47Bは、図47Aの作動液作動システムの模式図であり、ここで、作動液作動システムは、第2の作動状態にある。

【図47C】図47Cは、作動液で作動する手術装置に結合される作動液作動システムの別の実施形態の模式図であり、ここで、作動液作動システムは、第1の作動状態にある。

【図47D】図47Dは、作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図47E】図47Eは、図47Dの手術装置の実施形態の切断した先端（cutting tip）の実施形態の模式図である。

【図47F】図47Fは、図47Dの手術装置の別の実施形態の切断した先端（cutting tip）の実施形態の模式図である。

【図47G】図47Gは、図47Dの手術装置の別の実施形態の切断した先端（cutting tip）の実施形態の模式図である。

【図48A】図48Aは、第1の位置における作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図48B】図48Bは、第2の位置における図48Aの作動液で作動する手術装置の実施形態の模式図である。

【図49A】図49Aは、第1の位置における作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図49B】図49Bは、第2の位置における図49Aの作動液で作動する手術装置の実施形態の模式図である。

【図50A】図50Aは、第1の位置における作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図50B】図50Bは、第2の位置における図50Aの作動液で作動する手術装置の実施形態の模式図である。

【図51A】図51Aは、第1の位置における作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図51B】図51Bは、第2の位置における作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図52】図52は、一又はそれ以上の作動液で作動する手術装置に結合される作動液作動システムの別の実施形態の模式図である。

【図53】図53は、作動液で作動する手術装置の別の実施形態の模式図である。

【図53A】図53Aは、動力を供給されるドリル（powered drill）の実施形態の模式図である。

【図53B】図53Bは、動力を供給されるはさみ（powered scissors）の実施形態の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0149】

以下の説明は、本開示の革新的な態様を説明する目的の特定の実施形態に関するものである。しかし、当業者は、本明細書での開示が、多数の異なる手法に適用されうることを明示的に理解するであろう。説明される実施形態は、手術部位の可視化を提供するように構成されうる任意の装置又はシステムに実装されてもよい。よって、本開示は、単に図面に図示され、かつ本明細書に記載される実施形態に限定されるものではなく、当業者にとって明示的に明らかな広い適用性を有する。

【0150】

手術野の可視化

手術部位の改善された可視化を提供するために、手術装置は、手術装置に集積された複数のカメラが提供されうる。例えば、手術装置は、開創器であることができ、複数のカメ

10

20

30

40

50

ラは、開創器上又は開創器内に搭載されてもよい。別の実施形態では、手術装置は、手術装置に搭載されたカメラを有するプラットフォームであることができるが、手術時に使用される開創器とは別々であってもよい。カメラのそれぞれは、手術部位の別々の視界をキャプチャしてもよい。一部の実施形態では、複数のカメラからのイメージ ( i m a g e r y ) は、共に集積されてもよく、例えば、背景イメージに亘って表示配置される、又は手術作業領域の特定の強調のために背景イメージに亘って個別に配置され示されるタイル化された画像のアレイに配置されてもよい合成モザイクイメージを形成するために共にステッチされる。タイル化された、個別の又は合成イメージは、手術が行われる身体の領域の視界をユーザに提供することができる。ユーザは、表示される画像及び手術中に強調されるユーティリティのために表示される手法を選択することができる。本明細書で使用されるように、イメージ ( i m a g e r y ) 及び画像 ( i m a g e s ) の用語は、一又はそれ以上のカメラからキャプチャされたビデオ及び / 又は画像を含む。ビデオからの画像は、しばしば、ビデオ画像又は単なる画像として参照される。画像 ( i m a g e s ) の用語は、また、画像又はスナップショットを示してもよい。ビデオフィード又はビデオストリームは、また、カメラからのビデオ画像のようなビデオ画像を説明するために用いられてもよい。

10

20

30

40

50

#### 【 0 1 5 1 】

このようなカメラは、ユーザに身体の内部又は周囲の視点を提供するような、手術が行われる開口部内に少なくとも部分的に配置される開創器のような手術装置に配置されるときに特定の使用でありうる。開創器は、例えば、手術が行われる身体の領域を開放保持するために用いられてもよい。この領域は、領域又は手術部位へのアクセスを提供するための切開をすることにより形成される。よって、本明細書に記載される各種実施形態は、非経皮処置、例えば、非腹腔鏡に関連する。また、本明細書に記載される各種実施形態は、非内視鏡処置に関連する。また、各種実施形態は、経皮処置と反対の開腹手術又は切除を用いる。同様に各種実施形態は、関節鏡手術、腹腔鏡手術等のためになされるよりも大きな切開を採用する。本明細書に記載される各種実施形態は、脊椎手術のための低侵襲手術 ( m i n i m a l l y i n v a s i v e s u r g e r y ( M I S ) )、舌、扁桃及び咽頭鼻部及び前頭蓋底 ( 脳 ) のような様々なガンへの全ての神経外科及び経口アプローチに関連する。領域は、執刀医が、執刀医が手術を行うためのツールを操作することができるような手術部位への迅速なアクセスを可能にするように、例えば、400から2500 mm<sup>2</sup>、1から20 cm<sup>2</sup>又は1から10 cm<sup>2</sup>の領域を有してもよい。例えば、経口手術は、約45 x 45 mmの作業スペースを提供するために、下顎、上顎及び両頬を開創することができる。低侵襲脊椎手術は、直径約25 mmの円形作業スペースを有する管状開創器を使用することができる。開創器は、ブレード、フィンガー又は少なくとも1つのバリア、例えば、手術部位を開放保持するために組織の後ろを保持するチューブを含む。術野、又は例えば、手術開口部の75 mm以内の非常に近位の位置における開創器に配置される複数のカメラは、手術のために有益な視点を提供することができる。カメラは、例えば、ブレード、フィンガー、管状壁、又は開創器の他の部分に配置されてもよい。術野に近い又は患者及び術野内の開創器の他の一部に配置されてもよい。カメラは、ステレオ、及びを提供するために配置及び / 又は方向付けられる一対のカメラ、及びステレオを提供するためのデュアル光学系を有する3D画像化又は単一CMOSカメラチップを含んでもよい。カメラは、手術装置に関する様々な位置に配置されてもよく、例えば、カメラは、開創器に沿って近位及び遠位に又は開創器の近傍に配置されることができ、カメラの位置は、手術の進行及び強調されたビュー又は対象となる領域のビュー選択の両方を容易にするように構成されうる。

#### 【 0 1 5 2 】

各種実施形態では、開創器は、開創器により提供される開口部を通じて執刀医の中央へのアクセスを可能にする中高開口領域を維持し、開創器に配置されるカメラ及び / 又は一対のステレオカメラは、術野の周囲の視界を提供する。よって、開創器は、複数のブレード、フィンガー、又は開口中央領域の周りに配置される他の部材を備えてもよい。一部の

実施形態では、開創器は、手術部位の周りの組織に対する障壁を形成する中空チューブを備える。中空チューブは、チューブを通じて術野への中央アクセスを可能にする中央開口領域を有する。よって、各種実施形態では、開創器は、ツール及び他の手術装置が、手術部位及び手術部位の中央部位への迅速なアクセスを有することが可能になるために、開創器によって障害とならない中央開口領域を提供するように設計される。

【0153】

各種実施形態では、カメラ及び/又はステレオカメラペアは、開創器に搭載され、その視界を提供するために中央術野に向かって内向きに方向付けられる。よって、各種実施形態では、カメラ及び/又はステレオカメラ対は、中央部を取り囲む、又は例えば、手術部位の1/4、1/3、1/2、2/3、3/4又はそれ以上の部分の周りに配置される。カメラ及び/又はステレオカメラ対は、例えば、手術部位の周りの、3又は4又はそれ以上の点、例えば、6、8、10又はそれ以上の点に配置されてもよい。例えば、カメラ及び/又はステレオカメラ対は、手術部位の上から見たときに、3時、6時及び9時の位置、又は3時、6時、9時及び12時の位置に配置されてもよい。他の実施形態では、カメラ及び/又はステレオカメラ対は、手術部位の上から見たときに、2時、6時及び10時の位置、又は2時及び10時の位置に配置されてもよい。カメラ及び/又はステレオカメラ対は、一般的に、開口部の中央領域に向かって面しており、そのため、一部の実施形態では、少なくとも1つのカメラ及び/又はステレオカメラ対は、別のカメラ及び/又はステレオカメラ対が当該視野で見ることができるともよい。一又はそれ以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対は、一部の実施形態では、それらの視野における開創器の一部を有してもよい。

10

20

【0154】

よって、1つの開創器又は複数の開創器上のカメラ及び/又はステレオカメラ対は、異なる方向に向く、又は異なる視点を提供してもよい。カメラ及び/又はステレオカメラ対のそれぞれの方向は、その視野及び/又は光軸により特徴付けられてもよい。光軸は、カメラの及び/又はカメラの視野の中央に沿って外向きに延びてもよい。一部の実施形態では、2又はそれ以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸は、非平行であってもよく、よって、同一方向に正確に向いていなくてもよい。一部の実施形態では、開創器上のカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸は、互いに対して10、20、30、40、50、60、70、80度以上の角度であってもよいが、一部の実施形態では、20、30、40、50、60、70、80、90、100以下で略直交してもよい。一部の実施形態では、開創器上のカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸は、互いに対して90、100、110、120、130、140、150、160又は170度よりも大きい角度にあってもよいが、一部の実施形態では、100、110、120、130、140、150、160、170又は180度以下にあってもよい。一部の実施形態では、2つのカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸は、非平行であり、各種実施例では、少なくとも反対方向に方向付けられてもよい。一部の実施形態では、これらのカメラ及び/又はステレオカメラ対は、共通の中央領域に少なくとも向かって方向付けられてもよく、かつ少なくとも部分的に重複する視野を潜在的に有してもよい。一部の実施形態では、2つのカメラ及び/又はステレオカメラ対の視野の中心線は、手術部位内の点又は小さな中央領域(例えば、500mm<sup>2</sup>未満又は100mm<sup>2</sup>未満)に収束されてもよい。

30

40

【0155】

一部の実施形態では、開創器上の2つのカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸間の投影角(手術部位の直上から見たとき)は、0度あってもよいが、各種実施形態では、手術部位に向かって内向きに面しているカメラ及び/又はステレオカメラに互いに対して、少なくとも、15、30、45、60、75又は90度であるが、5から15、15から30、30から45、45から60、60から75、75から90度の間のような100度未満であってもよい。開創器上の2以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対は、2以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸(手術部位の直上から見たとき

50

）が、互いに対して少なくとも5， 15， 30， 45， 60， 75又は90度、例えば、5から15、15から30、30から45、45から60、60から75、75から90度であるように方向付けられてもよい。

【0156】

一部の実施形態では、開創器上の2つのカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸間の投影角（手術部位の直上から見たとき）は、0度あってもよいが、各種実施形態では、手術部位に向かって内向きに面しているカメラ及び/又はステレオカメラに互いに対して、少なくとも95， 105， 115， 125， 135， 145， 155， 165又は175度であるが、95から105、105から115、115から125、125から135、135から145、145から155又は165から175度の間の  
10  
ような180度未満であってもよい。開創器上の2以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対は、2以上のカメラ及び/又はステレオカメラ対の光軸（手術部位の直上から見たとき）が、互いに対して少なくとも95， 105， 115， 125， 135， 145， 155， 165又は175度であるが、例えば、95から105、105から115、115から125、125から135、135から145、145から155、165から175又は175から180度のような180未満であるように方向付けられてもよい。

【0157】

カメラ及び/又はステレオカメラ対は、このような方向に方向付けられるように構成されてもよい。例えば、本明細書に記載されるように、カメラは、カメラの位置及び/又は  
20  
方向が変更できるような方法で開創器ブレードに取り外し可能に取り付けられるプラットフォームに配置されてもよい。このようなカメラ及び/又はステレオカメラ対について、例えば、少なくとも2又はそれ以上のこのようなカメラ及び/又はステレオカメラ対は、互いに対して少なくとも5， 15， 30， 45， 60， 75又は90度であるが、100度未満、又は95， 105， 115， 125， 135， 145， 155， 165又は175度であるが、180度未満となるように構成されてもよい。カメラ及び/又はステレオカメラ対は、ユーザに対して手術部位の視界の実質的に増加した範囲を提供するために多くの方向に配置されうる。したがって、複数のカメラ及び/又はステレオカメラ対により提供される実効的な視野は、実質的に増加されうる。同様に、  
30  
別々のカメラ及び/又はステレオカメラ対それぞれは、小さな視野を有しているが、異なるカメラ及び/又はステレオカメラ対からのステッチ又はタイリング画像は、共により大きな視野を提供する。手術部位内の広い視野は、外科医にとって向上された状況による気付きを提供する。本明細書に記載される実施形態は、仮想的な任意の開創器システムに実装されうる。例えば、適切な開創器システムは、ProView MAP system， DePuy SPOTLIGHT R Access System， Metrx X- Tube Retraction System.を含む。

【0158】

各種実施形態では、開創器内に集積されたカメラの使用は、神経、脊椎、頭部及び頸部、口腔及びENT（耳、鼻及び喉）の手術に適用されうる。また、以下により詳細に説明されるように、個々のカメラは、例えば、ドリル、鉗子、はさみ、ケリソン、両極性焼灼器（bipolar cautery（RF））、共焦点イメージャ又はレーザーデリバリシステムのような手術具に集積されることができ、これらに限定されない。  
40

【0159】

カメラは、例えば、Omnivision OV2722 1080P， 1/6 inchであってもよい。他の構成も可能である。例えば、カメラは、ウェーハレベル光学系、従来の光学系、モールドされた光学系、及びそれらの組み合わせを含んでもよい。各種実施形態では、カメラは、ネガティブである当該レンズ群のためのトータル屈折力を生成する一又はそれ以上のレンズを有するネガティブ遠位レンズ群と、ポジティブである当該レンズ群のためのトータル屈折力を生成する一又はそれ以上のレンズを有するポジティブ近位レンズ群を含む結像光学系（imaging optics）を含んでもよい。特  
50

定の実施形態では、カメラは、無限焦点アセンブリを含みうるが、別の実施形態では、結像光学系は、無限焦点ではない。各種実施形態では、結像光学系のためのアパーチャストップは、レンズ素子間にある。アパーチャストップは、ネガティブレンズ群とポジティブレンズ群とのあいだにあってもよい。これらのレンズは、ウェーハスケール光学系を含んでもよい。一部の実施形態では、カメラは、非ウェーハスケール光学系と組み合わせたウェーハスケール光学系を含みうる。一部の実施形態では、ウェーハスケールの光学的な結像光学系は、層間にエアギャブを提供するスペーサにより隔てられる、例えば、レンズ素子を含む層を備える。層間のエアギャブは、互いに及び/又は空気又はガスリザーバー又は光学面での凝結のリスクを低減するためのリザーバーと接続してもよい。

#### 【0160】

カメラは、例えば、CCD又はCMOSセンサアレイ又は他のタイプの検出器アレイを含んでもよい。フレームグラバーは、カメラからのデータをキャプチャするように構成されてもよい。例えば、フレームグラバーは、Matrox Solios eA/XA, 4入力アナログフレームグラバーボードであってもよい。キャプチャされた画像の画像処理がなされてもよい。このような画像処理は、例えば、DDR3-1333SDRAMを有する2つのIntel Six Core Xeon E5645 2.4 GHzプロセッサを有するMatrox Supersight SHB-5520によるMatrox Supersight E2により行われうる。このシステムは、2つのMatrox Solios eA/XA, 4入力、アナログフレームグラバーボードを用いて8又はそれ以上のカメラ入力をサポートするように設計されうる。より多い又はより少ないカメラが採用されてもよい。一部の実施形態では、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)は、カメラから受信されるイメージをキャプチャ及び/又は処理するために用いられうる。例えば、画像処理は、Xilinx series 7 FPGAボードにより行われうる。他のハードウェアデバイスは、同様に、用いられることができ、ASIC, DSP, コンピュータプロセッサ、グラフィックボード等を含む。ハードウェアデバイスは、スタンドアロンデバイスであることができ、又は例えば、PCIカード又はPCIeカードのようなローカルコンピュータバスを通じてコンピューティングシステムへ集積される拡張カードであってもよい。

#### 【0161】

複数の照明源は、カメラにより提供される可視化を促進するために提供されてもよい。例えば、一部の実施形態では、各カメラは、各カメラに関連付けられる2つのLEDを有しうる。LEDは、カメラの反対側に位置付けられてもよく、かつカメラの視野を照射するように位置付けられてもよい。カメラ及び/又はLEDに対する電気接続は、同軸ケーブル又はフレックスケーブルを用いて提供されうる。フレックスケーブルは、同等のサイズの同軸ケーブルよりも強く、かつ熱抵抗が大きい。幅及び厚さのアスペクト比が従来の同軸又は内視鏡アプローチよりも非常に大きくなるため、フレックスケーブルの使用は、低いプロファイルシステムに対して可能である。一部の実施形態では、LEDのような照明素子は、フレックスケーブルに直接的にはんだ付けされてもよい。各種実施形態では、照明素子及びカメラの両方は、はんだ付けによりフレックスケーブルに恒久的に固定されてもよい。一部の場合、フレックスケーブルのアセンブリは、CMOSセンサ又はセンサのためのフレックスケーブル、一又はそれ以上のLEDのためのフレックスケーブル、及びEMセンサケーブル又はアセンブリからなるものに用いられることができる。このような組み合わせられたアセンブリは、シリコン又はエポキシ樹脂又はテフロン(登録商標)チュービングの保護ジャケットの層として積層されることができ、かつ開創器ブレードの軸に取り付けられ、固定され又は方向付けられうる。このようなアセンブリは、典型的なオス型のエッジコネクタに終端処理されてもよい。

#### 【0162】

一部の実施形態では、カメラは、一又はそれ以上の手術装置又は開創器のようなツールに配置されうる。カメラは、1つのカメラが別のカメラの視野内にあるように位置付けられ、かつ方向付けられうる。同様に、カメラは、手術装置の他の部分がカメラの視野内に

10

20

30

40

50

あるように位置付けられ、かつ方向付けられうる。ラベル、基準又はカラーマーキングは、手術装置、手術具及び/又はカメラに含まれうる。ラベル又はカラーマーキングは、別のカメラの視野内にあるように構成されうる。例えば、3つのブレードを有する開創器については、それぞれカメラを有し、各ブレードは、対応するラベル又はカラーマーキングを含んでもよい。ブレードは、それぞれ、1、2及び3（又は赤、緑又は青でマーキング）されてもよい。同様に、ブレード番号1（赤）のカメラからの視界は、番号2（緑）マーキングを有するブレードを示す、又は番号2（緑）及び番号3（青）マーキングを有するブレードを示す。マーキングも視認可能であるべきである。このようなマーキングは、ユーザに画像を生成するカメラの素早い識別を与えることができる（例えば、この例では、ブレード番号1（赤）のカメラ）。ラベル又はマーキングは、手術具又は装置に対して関連付けられるカメラの位置及び/又は方向の理解を補助することによって、増加した又は向上した状況による気づきをユーザ又は術者に提供する。一部の実施形態では、マーキング、基準又はラベルは、合成画像を形成するために、ステッチ又はタイリング処理のような画像処理に用いられることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0163】

特定の実施形態では、開創器に設けられる奇数個のカメラ及び/又はステレオカメラ対が存在してもよい。一部の実施形態では、カメラ及び/又はステレオカメラ対は、開創器軸にほぼ垂直に指し示すように構成されることができ、奇数個のカメラ及び/又はステレオカメラ視界を有することは、対象となる領域の中央部に対して画像データを提供する中央カメラ視界、周辺領域についての画像情報を提供する中央カメラ視界のいずれかの側の光学モジュールの視界の個数の対称性及びを提供することができる。一部の実施形態では、これらのセンサモジュール視界は、立体視視界であってもよい。このような実施形態では、追加のカメラ及び/又はステレオカメラ対は、対象となる構成の視界、例えば、手術具（例えば、切断具）及び対象となる対応する領域（例えば、切断される組織の領域）からの視界を提供するために用いられることができる。一部の実施形態では、対象となる構成の画像は、ディスプレイの中心部に表示されうる。開創器上の残りのカメラ及び/又はステレオカメラ対は、ツール入口又は出口、又は周辺視覚情報のような他の視覚情報を提供することができる。

#### 【0164】

一部の実施形態では、電気コネクタは、開創器の各ブレードに含まれうる。一部の実施形態では、各カメラモジュールのコネクタは、マニホールドに取り付けるケーブル敷設の追加のランの遠位端に設けられてもよい。このようなケーブル敷設は、立体視視界、異なる視野等を識別又は示すように、カラーコードド及び/又はマークされうる。ケーブル敷設は、例えば、患者の近傍の開創器フレーム又はコンソールに位置付けられうるマニホールド上の、部位特異的なプラグへ差し込まれてもよく、部位特異的なプラグは、カメラタイプに特有であってもよい。一部の実施形態では、異なるセンサに関連付けられるEEPROMタグは、センサに関する情報を識別及び提供するために用いられてもよい。各種実施形態では、ケーブル敷設の終端は、滅菌しやすくするためにオス型である。

#### 【0165】

図1は、手術可視化システムの一実施形態を示す。図示されるように、システム1は、2つのアーティキュレーティングアーム5及び7が延びるベース3を含む。第1のアーティキュレーティングアーム5は、閲覧プラットフォーム9をその遠位端に搭載する。閲覧プラットフォームは、2つの接眼レンズ11を含んでもよく、標準的な手術用顕微鏡閲覧プラットフォームと同様に構成されてもよい。しかし、一部の実施形態では、従来の手術用顕微鏡又はヘッドマウントディスプレイとは異なり、閲覧プラットフォーム9は、外科医又は他のユーザが、プラットフォーム、例えば、プラットフォームのアパーチャを介して直接的に見る閲覧装置に方向付けられない。以下により詳細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9は、外科医又はユーザが手術部位を閲覧するために用いるカメラからの信号を受信したディスプレイを含んでもよい。一部の実施形態では、カメラは、閲覧プラットフォーム9に搭載されることができ、カメラは、手術部位のイメージを提供するよ

うに構成されうる。よって、カメラは、従来の手術用顕微鏡と同様のイメージを提供するために用いられることができる。例えば、閲覧プラットフォーム上のカメラは、バーチャル作業距離、又はズームを用いて変更可能な、閲覧プラットフォームから患者への距離を提供するように構成されうる。バーチャル作業距離は変更することができ、ここで、作業距離は、少なくとも約150mm及び/又は約450mm以下、少なくとも約200mm及び/又は約400mm以下、又は少なくとも250mm及び/又は約350mm以下であることができる。作業距離は、外科医によって選択及び/又は変更されうる。一部の実施形態では、本明細書により詳細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9に搭載されるカメラは、外科医が、外科医の手、手術具又はその両方を用いるディスプレイにより提供されるイメージと仮想的な相互作用することを可能にするために、ジェスチャ認識を提供するようにために用いられうる。第2のアーティキュレーティングアーム5は、その遠位端に、入力及びディスプレイ装置13を搭載している。一部の実施形態では、入力及びディスプレイ装置は、ユーザが使用可能な各種メニュー及びコントロールオプションを有するタッチスクリーンディスプレイを備える。一部の実施形態では、タッチスクリーンは、10本の指からのマルチタッチ入力を受け付けるように構成されることができ、ユーザが、ディスプレイ上のバーチャルオブジェクトと相互作用することを可能にする。例えば、術者は、表示された画像の各種態様を調節するために入力装置13を使用してもよい。各種実施形態では、手術用顕微鏡視界を提供するビデオカメラを組み込む外科医用ディスプレイは、フリースタンドのアーティキュレーティングアームに搭載されてもよい。フラットパネルディスプレイタッチスクリーンは、電気/流体コンソールの上部の傾斜/回転装置に位置付けられてもよい。

10

20

30

40

50

#### 【0166】

開創器15及び手術具17は、両方とも電気ケーブル19によりベース3に接続される。他の実施形態では、開創器15及び手術具17は、例えば、WiFi(IEEE 802.11a/b/g/n), Bluetooth(登録商標), NFC, WiGig(IEEE 802.11ad)等により、ベース3と無線通信されてもよい。以下により詳細に説明されるように、開創器15及び手術具17の一方又は両方は、画像、例えば、画像及び/又はビデオデータを提供するように構成される一又はそれ以上のカメラを含んでもよい。各種実施形態では、ビデオデータは、例えば、ベース3内に位置付けられる、ビデオスイッチャー、カメラコントロールユニット(CCU)、ビデオプロセッサ又は画像処理モジュールへ送信されうる。ビデオスイッチングモジュールは、閲覧プラットフォーム9へディスプレイビデオを出力してもよい。術者は、閲覧プラットフォーム9の接眼レンズ11を通じて表示されたビデオを閲覧してもよい。一部の実施形態では、双眼鏡は、表示されたビデオの3D視を可能にする。以下により詳細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9を通じて閲覧される、表示されたビデオは、開創器15及び/又は手術具17上のカメラの2又はそれ以上から形成される(例えば、ステッチ又はタイル化)合成ビデオを含んでもよい。

#### 【0167】

使用時には、術者は、低侵襲手術を実行するために開創器15及び手術具17を使用してもよい。術者は、閲覧プラットフォーム9において表示されたイメージにより手術部位を閲覧してもよい。よって、閲覧プラットフォーム(外科医ディスプレイシステム)9は、上述したような標準的な手術用顕微鏡と同様の態様で使用してもよいが、閲覧プラットフォームは、ユーザが、プラットフォーム9を通じて、閲覧プラットフォーム9の底部におけるアパーチャを介して接眼レンズから光学経路を介して手術部位を直接見る直接閲覧装置である必要はない。各種実施形態では、そうではなく、閲覧プラットフォーム9は、接眼レンズを覗くことによりユーザに閲覧可能な画像を形成する液晶又は発光ダイオードディスプレイ(例えば、LCD, AMLCD, LED, OLED等)のような複数のディスプレイを含む。したがって、1つ異なる点は、閲覧プラットフォーム9自体が、顕微鏡対物レンズ又は検出器又は他の画像キャプチャ機構を必要としないことである。そうではなく、画像データは、開創器15及び/又は手術具17のカメラを通じて取得され

る。画像データは、ベース3内のカメラコントロールユニット、ビデオプロセッサ、ビデオスイッチャー又は画像プロセッサにより処理され、表示されたイメージは、閲覧プラットフォーム9に含まれる、表示装置、例えば、液晶又はLEDディスプレイを通じて閲覧プラットフォーム9において術者により閲覧可能となってもよい。

#### 【0168】

##### 画像化アセンブリ

図2A-Cは、集積画像化アセンブリを含む外科用開創器装置の一実施形態を示す。一部の実施形態では、画像化アセンブリは、複数の集積されたカメラを含む。開創器100は、3つのブレード101を含むが、設計に応じて、より多い又はより少ないものを含んでもよい。ブレードのそれぞれは、ブレードの位置を手術中に調節することができるアーティキュラブルアーム103に取り付けられてもよい。例えば、小さな切開に続いて、3つのブレード101は、それぞれが互いに近くに位置付けられる閉位置に配置されうる。この閉じた構成では、3つのブレードは、切開を通じて導入されることができ、その後、手術経路又は作業スペースに提供するために拡張されうる。別の実施形態では、4、5、6、7、8又はそれ以上のブレード、フィンガー、開創器部材又は他の障壁が用いられてもよい(又は2つのブレード等のようなより少ない部材、又は管状開創器の単一のルーメンのような単一の部材が用いられてもよい)。各種実施形態では、手術領域は、少なくとも400mm<sup>2</sup>であってもよく、例えば、400から2100の間の面積を有する開口部を有してもよい。作業スペースは、手術具又は他の装備が通過することを可能にする開創器ブレード間(又は管状開創器のルーメン内)の中央に位置する領域であってもよい。示されるように、開創器は、開創器(例えば、開創器ブレード、フィンガー、部材のアレイ等、又は管状開創器のルーメン)の中央及び開創器により形成された開口領域を遮らず、外科医による迅速なアクセスのための手術部位の中央への遮られないアクセスを可能にする。ブレード101のそれぞれは、一又はそれ以上のカメラ、又は一つのセンサへの組み合わせられたステレオ経路又はカメラモジュール105を含む。各種実施形態では、カメラモジュール及び構成の数は、変更することができる。図示された実施形態では、各カメラモジュール105は、カメラ107と、カメラ107の反対側に配置される一又はそれ以上、又は2つの照明源109と、を含む。各種実施形態では、カメラモジュール当たりの照明源の数は、変更してもよい。一部の実施形態では、照明源は、任意の特定のカメラに直接隣接して配置されなくてもよい。一部の実施形態では、照明源は、省略することができ、カメラモジュールは、環境補助又はオーバーヘッドライト又は別の場所に配置される光源から向けられる光に依存することができる。一部の実施形態では、集積されたカメラ107の方向は、開創器ブレード101又は他の手術具に対して実質的に固定されてもよい。一部の実施形態では、カメラ107及び/又はカメラモジュール105は、開創器ブレード101に対して調整可能であってもよい。

#### 【0169】

図示された実施形態では、開創器ブレード101は、実質的に剛性がある。各種実施形態では、開創器ブレードは、適応性があってもよく、幅、張力等のような異なる構造的特徴の広い範囲を有してもよい。例えば、強く、大きい開創器ブレードは、脊椎及び経口手術にとって望ましいが、弱く、小さい開創器ブレードは、脳神経外科にとって望ましい。一部の実施形態では、開創器は、異なるブレードが望ましく配置されうるように構成されることができる。

#### 【0170】

カメラモジュール105のそれぞれは、アグリゲータ104と電氣的に接続される。アグリゲータ104は、カメラモジュール105のそれぞれからの入力を受け付け、電気ケーブル108を介して外部コンポーネントへ接続するように構成される。例えば、ハブ又はアグリゲータ104は、カメラモジュール105のそれぞれからの画像データを受信し、画像データを画像処理モジュールへ送信してもよい(図示せず)。図示された実施形態では、アグリゲータ104によるカメラモジュール105の配線接続は、開創器ブレード101内に埋め込まれ、アーティキュレーティングアーム103は、視認できない。一部



の実施形態では、以下により詳細に説明されるように、アグリゲータ104によるカメラモジュール105のケーブル接続は、開創器100の外面に（恒常的又は非恒常的、例えば、取り外し可能に）接着されてもよい。図示された実施形態では、ハブ又はアグリゲータ104は、開創器100の上面に取り付けられる。アグリゲータは、開創器100に対して任意の位置に位置付けられてもよく、又は全体で開創器100から取り外されてもよい。アグリゲータは、使用時に全てのカメラのハイスピードシリアルケーブルサポートを生成するために、カメラインターフェース電子機器、トラッカーインターフェース電子機器及びSERDESを含んでもよい。アグリゲータから延びるシリアルケーブルは、滅菌しやすくするためにオス型で終端されることが好ましい。

#### 【0171】

図示された実施形態が集積されたカメラモジュール105を示すが、各種実施形態では、カメラモジュール105は、開創器ブレード101に取り外し可能に取り付けられてもよい。一部の実施形態では、カメラモジュール105は、開創器ブレード101又は他の手術装置の予め位置付けられたレセプタクル内に配置されうる。一部の実施形態では、カメラモジュール105は、開創器ブレード101上のユーザによって望まれる位置の複数の範囲に配置される。各種実施形態では、センサの方向及び位置は、医師、看護師、技術者又は他の臨床医のようなユーザによって調整されうる。一部の実施形態では、例えば、カメラは、カメラが、開創器、例えば、開創器ブレードを上下にスライドしうるようなトラックに配置されてもよい。それにより、カメラの高さ又は手術部位内又は手術部位上のカメラは、望ましく調整されてもよい。カメラの位置を側方に調整する他の配置も用いられてもよい。また、各種実施形態では、カメラは、カメラの姿勢又は方向が調整されてもよいように、傾く及び/又は傾斜する調整器を有するように構成されてもよい。それにより、カメラの視線又は光軸は調整されることができ、例えば、手術部位のより下側へ方向付けられうる、又は術野を少なくし、かつより大きなレベル又は異なる横方向に角度を付けられる。カメラモジュール105は、以下により詳細に説明されるように、例えば、電磁又は光学トラッキング又はエンコーダ、加速度計、ジャイロ스코プの使用又は内部測定ユニット（inertial measurement units (EVIUs)）又はそれらの組み合わせ又はセンサのいずれかの方向及び/又は位置のようなセンサ又はマーカーを含むことができる。トラッキングは、カメラの位置及び/又は方向を提供しうる。カメラにより取得される画像は、合成モザイク画像を描画するための画像処理技術を用いて、共にステッチされる又はタイル化されてもよい。トラッキング又はセンサの相対的な位置を知ることは、画像処理及びディスプレイフォーマットをアシストすることができる。カメラの位置のトラッキングは、ユーザが、術者ディスプレイの画像アレイの位置及びサイズ（ズーム）を選択することができるようにタッチスクリーンユーザインターフェースをサポートすることができる。

#### 【0172】

各種実施形態では、カメラの対は、ステレオ効果又は3次元（3D）画像を生成するための情報を共に提供する。カメラの対は、例えば、開創器100のブレード101のそれぞれに含まれてもよい。特定の実施形態では、別々のブレード101上の別々のカメラからの画像は、ステレオ及び3次元効果を生成するためにアセンブリされうる。

#### 【0173】

示されるように、開創器は、ブレード間の中央に位置する開放領域又はキャビディを生成するように組織を開放保持するように構成される。とりわけ、各種実施形態では、この開口中央領域は、開創器により遮られない。特に、開口領域の中央部は、外科医が手術部位へのアクセスをクリアにするように開創器の構成により遮られない。よって、外科医は、手術部位内の場所のツールをより自由に導入及び使用することができる。また、これは、外科医が、内視鏡を保持することなく両手でツールを使用することを可能にする。

#### 【0174】

また、示されるように、カメラはカメラが、開創器ブレードにより開放保持される手術部位へ向かって内向きに面しているように、開創器のブレード上に配置される。この例で

10

20

30

40

50

のカメラは、手術部位を取り囲む位置から視界を提供するように開創器ブレードにより開放保持される中央開口領域の周りに配置される。よって、カメラは、操作のために外科医によってツールが使用される構造のような手術部位内の物体に面している。

【0175】

特にこの例では、ブレードの2つの上のカメラは、互いに面しており、最も左のブレード及びその上のカメラは、最も右のブレード上のカメラの視野内にあり、その逆も同様である。最も左のカメラは、最も右のカメラと非平行であり、互いに対して180°の角度で方向付けられる光軸を有する。残りのブレード状のカメラは、他の2つブレードに直交して方向付けられてもよく、よって、互いに対して90°の角度で方向付けられる光軸を有する。カメラを有する開創器は、処置時にフレーム又は取り付け構造に再度取り付けられることができ、カメラは、アグリゲータ及びビデオスイッチングユニットによるそれらの通信プロトコルを通じてカメラのレイ内の相対的な位置に対してそれらを方向付けることができる。

10

【0176】

一部の実施形態では、異なるカメラの視野、及び異なるカメラにより生成される画像は、重複してもよい。画像処理は、重複領域における増加した解像度を生じるために採用されてもよい。同様に、センサの数は、増加した視野及び/又は解像度を提供するために増やされてもよい。同様に、重複画像を有するカメラは、電子的に拡大され、それにより、画像を重複ではなく画像を隣接させることができる。

20

【0177】

図3Aは、図2Aで示されたものとは異なる配線構成で示される集積画像化アセンブリ6013を有する外科用開創器装置6014の別の実施形態を示す。特に、開創器に埋設されるのとは対照的に、多くの配線が露出されている。図示されるように、画像化アセンブリ6013は、ハブ又はアグリゲータ104と、一又はそれ以上の画像化サブアセンブリ6011と、を備える。画像化アセンブリ6013は、3つの画像化サブアセンブリ6011を含むが、より多い又はより少ない画像化サブアセンブリ6011が含まれてもよい。図示されるように、一部の実施形態では、画像化サブアセンブリ6011は、外科用開創器内に集積されうる。また、図示されるように、画像化サブアセンブリ6011は、電気信号線106及び光学系及び/又はセンサエレメントを含みうる。各種実施形態では、電気信号線106は、開創器に完全に埋め込まれるのとは対照的に露出かつ視認されるケーブル又はラインを含みうる。別の実施形態では、ラインの異なる部分は、開創器の一部内に埋設又は埋め込まれ、露出されなくてもよい。電気信号線106は、アグリゲータ104と第1の端部で接続し、カメラ6012と第2の端部で接続することができる。カメラは、光学系(例えば、画像化レンズ)及びセンサエレメント(例えば、CMOS又はCCD 2Dアレイのような2次元検出器アレイ)を含みうる。電気信号線106は、共通のバスラインとアグリゲータ104内で共に組み合わせられる。画像処理システムケーブル108は、アグリゲータ104と、例えば、第1の端部で共通のバスライン、及び第2の端部で画像処理ユニットと電氣的に接続する。画像化サブアセンブリ6011は、オス/メス型接続を通じてアグリゲータ104と電氣的に接続されうる。各種実施形態では、電気信号線106の第1の端部は、オス接続を含むが、受信アグリゲータ104の接続は、メス接続を含む。(例えば、メス接続を有する)アグリゲータ104は、使い捨て可能なユニットでありうる。(例えば、オス接続を有する)画像化サブアセンブリ6011は、再利用可能であり、洗浄及び/又は滅菌されることができる。ライン108は、また、アグリゲータ104のメスコネクタへプラグ接続するオスコネクタによって終端されうる。同様に、長いケーブル108は、再利用可能かつ滅菌可能でありうる。

30

40

【0178】

図3Bは、電気線又は例えば、フレックスケーブルのようなケーブル及びカメラが開創器ブレードに集積される又はその電氣的な経路を有するブレードに接続する画像化アセンブリの別の実施形態を示す。特定の実施形態では、開創器ブレード7010は、変動光学系、センサ(例えば、2D検出器アレイ)及び照明(例えば、LED、超発光ダイオード

50

、スーパーコンティニウム光源又はキセノンランプ)を含みうる。また、特定の実施形態では、開創器ブレード7010は、変動幅、長さ及び強度を有しうる。図示されるように、開創器ブレード7010は、開創器フレーム7002に取り外し可能に取り付けられうる。実施形態に示されるように、開創器ブレードは、開創器のアーム上のトラックに摺動適合する突出レール部材を含む。よって、外科医は、異なるコンポーネント、サイズ及び強度の異なる開創器ブレードを用いることができ、それにより、外科医又はユーザに、特定の医療処置のための適切な開創器ブレード又は光学系をフレキシブルに提供することが可能となる。

#### 【0179】

図3Cは、電気線及びカメラが、開創器フレーム及び開創器フレームに明らかに固定されうるフレキシブルケーブルに集積された画像化アセンブリの実施形態を示す。特定の実施形態では、フレキシブルケーブル7001は、固定及び取り外しがしやすい方法で開創器フレーム7001及び開創器ブレード7003に固定されうる。一部の実施形態では、フレキシブルケーブル7001は、遠位端7005を有しうる。開創器フレーム7001のフレキシブルケーブル7001は、光学系、センサ又は照明及びそれらの組み合わせを含みうる。各種実施形態では、フレキシブルケーブル7001は、カメラ7004を含みうる。特定の実施形態では、フレキシブルケーブル7001及びアグリゲータ7007は、それぞれ、開創器ブレード7003及び開創器フレーム7002とクリップされうる。一部の実施形態では、フレキシブルケーブル7001の遠位端7005は、図3Cに示されるような、フレキシブルケーブルを、開創器フレーム及び/又は開創器ブレードに固定及び取り外すための固定部材7008を含みうる。固定部材7008は、例えば、クリップ、ストラップ、スクリュー、ボルト、ナット、又はそれらの任意の組み合わせと共に、従来のアタッチメントを容易にしうる他の方法を含みうる。例えば、取り付けは、取り付けが、例えば、手術の直前又は準備中に生じるように、1つの固定部材当たり1分、できれば20、10、5、3又は2秒以下で実現され、1つのアーム当たり1秒、1/2又は1/4秒以上又は以下で実現されてもよい。一部の実施形態では、アグリゲータ7007は、開創器フレーム7002に恒常的に取り付けられうる。このような実施形態では、フレキシブルケーブル7001は、アグリゲータに接続し、固定部材7008により開創器フレーム7002及び/又は開創器ブレード7003に取り外し可能に固定されうる。一部の実施形態では、図示されない、別の固定部材は、例えば、フレキシブルケーブル7001を開創器アーム又は開創器の他の部分に取り付けるために別の場所に配置されてもよい。

#### 【0180】

開創器ブレード7003及びフレキシブルケーブル7001は、開創器が使用されるときに、ボディキャビディ又は術野開口部の内部へ延びることができる。例えば、開創器ブレードは、術野を開放保持するために使用されうる。開創器ブレードに集積される又はフレキシブルケーブルに集積され、かつ開創器ブレードにクリップされるカメラ又はセンサ(例えば、CMOS又はCCD検出器アレイ)は、ボディキャビディ内の術野の画像を生成することができる。

#### 【0181】

##### 回転可能なステージ又はフレーム

手術中に、複数のカメラ又はカメラのアレイ及び/又はグループとしてのステレオカメラ対を、術野、患者又は開創器と共に回転することが望ましい。例えば、術野に対する外科医の位置は、異なる処置及び異なる外科医によって変化しうる、又は開創器ブレードの位置は、最適な画像化又は画像処理のために提供されない角度に設定される場合もある。したがって、開創器ブレードの位置を変化させずに、複数のカメラの及び/又はステレオカメラ対の位置を回転又は変動させるために有益である。

#### 【0182】

例えば、光学系及びセンサは、外科医が術野に関連すると同一又は略同一な垂直及び水平方向と同一又は略同一な垂直及び水平方向を有する術野の画像を生成するための位置に

10

20

30

40

50

あることが有益である。カメラが正確に位置付けられていない場合、術野の画像は、ディスプレイ上で垂直及び水平方向が、外科医が手術処置のために方向付ける術野と関連する垂直及び水平方向と対応しないようにディスプレイ上で回転される。ディスプレイ上の垂直及び水平方向に対する術野の不正確な位置又は過度の回転は、手と目の動きを分離してしまう。

#### 【0183】

したがって、各種実施形態は、開創器ブレードに対して回転又は移動しうるカメラのレイ及び/又はステレオカメラ対のための回転可能な支持体を含んでもよい。図4Aは、開創器ブレードに取り付けられる回転可能なステージの実施形態を示す。一部の実施形態では、複数のカメラは、回転可能なステージに搭載されることができ、回転可能なステージは、開創器フレームに結合されることができる。一部の実施形態では、回転可能なステージ8005は、アタッチメントポスト8006を通じて開創器フレームに固定される。回転可能なリングは、開創器フレームに回転可能なステージを支持する単一又は複数のアタッチメントポスト8006を有しうる。回転可能なステージ8005は、移動可能であり、例えば、カメラによって形成された画像をディスプレイ上で回転することを可能にするために開創器ブレードに対して回転することができる。よって、術野の画像は、外科医又はオペレータが垂直及び水平に関連する術野の方向が、ディスプレイの垂直及び水平方向に対応するように回転されることができる。

10

#### 【0184】

特定の実施形態では、ディスプレイ上で視認可能な画像は、画像処理を用いて回転されることができる。例えば、外科医又はユーザは、所望の回転量を画像プロセッサへ入力することができる。例えば、ユーザは、例えば、所望のステッチ又はタイル化された画像のような、表示された合成画像を単に回転することができる。よって、ユーザは、外科医又はオペレータが垂直及び水平に関連する術野の方向が、ディスプレイの垂直及び水平方向に対応するように表示された画像を回転することができる。図4Aでは、開創器の遠位端に向かって配置された複数のカメラを示す。図示されるように、これらのカメラは、回転支持体に配置されていない。各種実施形態では、画像処理は、回転支持体に替えて、これらのカメラにより形成される合成（例えば、ステッチ又はタイル化された）画像のような画像を回転するために用いられてもよい。

20

#### 【0185】

しかし、ステレオカメラ対が、術野の周りの開創器に配置される場合、複数のカメラ対のための回転支持体を有することは有利となる場合がある。図4Bは、回転可能なステージの底部を示し、3Dカメラのレイを有する特定の実施形態のための回転支持体を有する利点を示す。図4Bに図示される実施形態では、4つのステレオカメラ対は、環状のサポートの周りに配置されて示される。この例におけるステレオカメラ対は、3時、6時、9時及び12時に配置される。カメラの中で一定の3D画像化を提供するために、6時及び12時の位置のカメラは、環状支持体の半径方向に沿って配置されるが、3時及び9時の位置のカメラは、環状支持体の接線方向に沿って配置される。各種ステレオカメラ対のこのようなカメラの配置は、ステレオカメラ対における左及び右カメラが、同一方向、例えば、この例のx軸に平行な方向に向けられたとき、一定の3D画像化を提供する。この方向は、例えば、術野の水平方向に沿って方向付けられてもよい。各種実施形態では、ステレオカメラのそれぞれは、共通の範囲を共有してもよく、右眼及び左眼画像の合成されたステレオサークルとして表示されてもよい。回転可能な支持体とは対照的に、これらのカメラ対が、固定された開創器ブレード上に搭載された場合、かつ開創器が術野において回転される場合、左及び右カメラが位置合わせされる方向は、外科医が水平（又は垂直）と関連する方向と平行となる必要はない。よって、左及び右カメラが、外科医が水平（又は垂直）と関連する方向に平行なラインに沿って位置合わせされることを提供するための回転は、有益である場合がある。特に水平アライメントは、人間工学的な観点から有益である場合がある。手術室の顕微鏡は、斜めの位置に位置決めされることができ、それを通じて見ること、及び数時間その位置で頭部を保持することは、時として必然的に脳外科手

30

40

50

術が外科医にとって苦痛となりうる。開創器及びディスプレイが結合されない実施形態では、人間工学的な閲覧は、手術のアクセスが困難である場合でも可能である。

【0186】

代替の実施形態では、ステレオカメラ対は、3時及び9時の位置では使用されず、その代わりに、単眼カメラが使用される。6時及び12時の位置におけるステレオカメラとど共に3時及び9時の位置の単眼カメラは、回転サポートに搭載される必要がない。単眼カメラは回転する必要がないが、6時及び12時のカメラは、理想的には「面内(in plane)」構成されるべきであり、それらのR及びLカメラビューは、R及びLディスプレイビューと平行であるべきである。

【0187】

また、一部の実施形態では、ステレオ近位カメラ対は、回転サポートに搭載される一方で、単眼カメラは、図4Aのような構成において回転サポートに搭載されない。

【0188】

また、一部の実施形態では、いくつかの近位カメラモジュールは、ステレオカメラ対を含み、いくつかの近位カメラモジュールは、単一のカメラのみを含み、カメラ対を含まず、回転ステージは、このような場合に近位カメラに対して用いられる必要がない。例えば、ステレオカメラ対は、6時及び12時の位置に位置付けられることができ、非ステレオカメラ対は、3時及び9時の位置に位置付けられることができる。したがって、各種のこのような実施形態では、ステレオカメラ対は、共に、他の非ステレオカメラ対の中間に位置付けられてもよく、及び/又は非ステレオカメラは、ステレオカメラ対の中間に位置付けられてもよい。また、各種の実施形態では、ステレオカメラ対は、互いに対して180°の位置、例えば、3時及び9時の位置における開創器の反対側にある。

【0189】

しかし、図4Aに示すように、一部の実施形態では、回転サポート8005が用いられる。回転サポート8005は、同心内側及び外側リングを有するリングを含みうる。特定の実施形態では、内側リング8007は、固定された外側リング8008に対して移動することができる。固定された外側リング8008は、アタッチメントの—又は複数の点において開創器フレームと取り付けられうる。内側リングは、外側リングの内部又は上部に適合するように回転可能に結合されうる。回転可能なステージは、カメラ、フレキシブルケーブル、又は、3Dカメラ、LEDs、トラッキング、洗浄、温度制御、加熱又は治療伝達システムを含むが、これらに限定されない他のコンポーネントを支持することができる。

【0190】

回転可能なステージは、手動、電動又は他のアクチュエータを用いて回転されるリングを含みうる。一部の実施形態では、回転可能なステージは、回転可能なリングの移動を可能にする内側リングと外側リングとの間のベアリング面を含みうる。ベアリング面は、プレーンベアリング、ボールベアリング、ローラベアリング、又は他のベアリング面を含みうる。また、別の実施形態では、回転可能なステージは、リングが互いに垂直に移動するように内側リングと外側リングとの並進運動を可能にする結合の方法を含みうる。一部の実施形態では、回転可能なステージ、リング又は他のプラットフォームを回転するための機能は、水平を維持するためのステレオ画像の取得を可能にする。さらに、回転可能なステージは、リングの移動及びカメラの配置を検出するために、エンコーダ、又は例えば、本明細書に記載される例のような他のトラッキング装置を含みうる。

【0191】

図4Bに示されるように、ステレオカメラ対は、回転リングから下側に、かつリングの回転軸及び開創器によって設けられた中央開口領域へ向かって内側に方向付けられうる。一部の実施形態では、下側に方向付けられるが、回転可能なステージ上のカメラは、上述したように、互いに対して異なる方向(例えば、別に回転される)にある。回転軸は、第1のステレオカメラ対の左及び右カメラの光軸と交差するラインにより規定される。一部の実施形態では、第3のカメラ対8011は、第1のステレオカメラ対8009に対して

10

20

30

40

50

180°回転される。一部の実施形態では、第2のステレオカメラ対8010は、第4のステレオカメラ対8012に対して180°回転される。第2のステレオカメラ対8010及び第4のステレオカメラ対8012は、第1のステレオカメラ対8009から90度プラス又はマイナスに回転されうる。回転ステージ上のカメラの異なる構成は、回転ステージ上の異なるステレオカメラのカメラ画像の中で一定に維持するために有利となりうる。R及びLカメラ視界は、180度回転されうるが、その場合、視界は、電子的に逆転される必要があり、RとLが逆さまになる。

#### 【0192】

特定の実施形態では、回転ステージ上のカメラの一又はそれ以上は、回転ステージの、底面とは反対側の、内面8016に配置されうる。プリズム又は他のリフレクタは、カメラからの視野を再度向け直すために含まれてもよい。例えば、カメラは、図21及び本明細書に示される円筒状開創器に使用されるプリズムと同様に、プリズムと結合されることができ、回転ステージ上のカメラが、術野へ下方向に向けられることを可能にする。図4Cは、回転ステージの内面上に搭載されるカメラ及びプリズムの側面から見た実施形態を示す。カメラ8015は、回転ステージの内面8016に配置され、回転ステージは、回転ステージ及びカメラの光学経路に取り付けられるプリズム8014を有する特に、プリズムは、カメラ又はステレオカメラ対の前と術野との間の光学経路に配置されるは斜面を有する。この反射面は、15から75度の角度、例えば、リングの回転軸に対して45°における光学経路を方向付けるために、開創器に対する角度に方向付けられてもよい。プリズムの反射面は、約15から75度、例えば、45度の角度で光を向け直すように、例えば、リングの回転軸に対して15から30度、例えば、22.5度の角度で方向付けられてもよい。このようなプリズムは、手術部位へのアクセスのために外科医にほぼ遮られない開口部を維持するように、開創器によって提供される他の開口領域へ延びる構造のプロファイルを低減する。図4Dは、光軸に交わるステレオカメラ対の拡大図を示す。一部の実施形態では、2つの反射面を有するプリズムは、光学経路を向け直すように用いられる。

#### 【0193】

##### 開創器ブレード

上述したように、図3Bは、電気線及びカメラが、取り外し可能な開創器ブレードにより集積される画像化アセンブリの実施形態を示す。特定の実施形態では、開創器ブレード7010は、変動光学系、センサ及び照明を含みうる。また、特定の実施形態では、開創器ブレード7010は、変動する幅、長さ及び強度を有しうる。図示されるように、開創器ブレード7010は、アタッチメントシステム7011（例えば、開創器アーム上のトラックに適合するレール又はストリップ）を通じて開創器フレーム7002に取り外し可能に取り付けられうる。開創器ブレードのコンポーネント、サイズ及び強度を変動するための機能は、外科医又はユーザが、特定の医療処置のために適切な各種開創器ブレード又は各種光学系を自由に使用することを可能にする。

#### 【0194】

図5は、例えば、外科用開創器に対して複数の交換可能な開創器ブレードを備える実施形態を示す。交換可能な開創器ブレードは、カメラ、光源、センサ、結像光学系、EMトラッカーセンサ及び/又は本明細書に記載されるような他のコンポーネントの各種組み合わせを含みうる。開創器ブレードは、また、これらのコンポーネントを有さなくてもよく、周辺の切開における組織を抑えておくためのような機械的な目的のために主に用いられてもよい。したがって、開創器ブレードは、幅及び長さを変動するものである。よって、一部の実施形態では、開創器ブレードは、開創器フレーム又はフレーム（それらは通常フレームと呼ばれる）に恒常的に取り付けられるが、一部の実施形態では、開創器ブレード7010は、所望の使用又は必要な画像化に応じて取り外し可能に取り付けられうる。このような開創器ブレードは、実行される処置に応じて開創器ブレードの所望のタイプを実現するために交換されうる。例えば、脊椎又は経口処置のための開創器ブレードは、強い力が要求されるため、長くかつ強くなりうるが、脳神経外科処置のための開創器ブレード

は、弱くかつ小さくなりうる。外科医は、また、その着手の後、処置中に開創器ブレードを切り替えてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードは、血液及び生理食塩水又は他の液体を除去するために、吸引チャンネル又は保持吸引器を有することができる。このような吸引チャンネルは、フレックスケーブルにおけるラインのような流体ラインによってポンプに接続されうる、又は他の真空源チュービングも、曇りを防ぐためにカメラに向かって暖められた空気を送信しうる。

【0195】

さらに、開創器ブレードは、また、フレキシブルでもありうる。図6A及び6Bは、フレキシブルな開創器ブレードの例示的な実施形態を示す。図6Aは、予め柔軟な開創器ブレードの実施形態を示す。一部の実施形態では、開創器ブレードは、使用前、使用中、例えば、外科処置中に開創器ブレードの移動を可能にする適応性のある又はフレキシブルな材料からなることができる。開創器の開創器ブレードは、曲げ又は開創器ブレードの形状を調節するための移動を可能にするフレキシブル又は適応性のある材料からなることができるが、開創器の目的のために必要な硬さも生じる。一部の実施形態では、開創器ブレードは、予め柔軟なニチノール開創器ブレードからなることができ、柔軟性を是正する一又は二のケーブルを含んでもよい。特定の実施形態では、ケーブルは、患者から離れた面に配置される。開創器ブレードは、曲げ又は移動を可能にすることができ、この移動は、術野の画像化及び/又は手術領域の組織の開創の補助に役立つことができる。フレキシブル開創器ブレードは、固定開創器ブレードについて本明細書に記載されるような開創器ユニットに固定されうる。別の実施形態では、フレキシブル開創器ブレードは、クリップオン開創器ブレードについて本明細書に記載されるような開創器ユニットにクリップされうる。一部の実施形態では、開創器ブレードの曲げ又は移動は、例えば、電氣的なりリモートコントロールによって遠隔的に制御されうる。一部の実施形態では、開創器ブレードは、リモートコントロールを介して、少なくとも10度、20度、30度、40度又はそれ以上、かつ90度未満、80度未満、70度未満、60度未満又は50度未満に傾斜されてもよい。一部の実施形態では、リモートコントロールは、グラフィックインターフェースを通じて提供されうる。

【0196】

続いて図6Aを参照すると、適応性のある開創器アセンブリ350は、開創器ブレード351の表面に取り付けられたプッシュ-プルワイヤ353を有する開創器ブレード351を含む。ワイヤ353は、ブレード351を曲げるために低摩擦ケーブルガイドに置かれることができる。集積されたカメラ355及び電磁トラッカーセンシングコイル357は、開創器ブレード351内に配置される。柔軟性機構は、介入処置の可動型カテーテルに用いられるのと同様であることができる。使用時に、オペレータは、プーリー又は他の機構によりワイヤ353を引くことができる小さなハンドル359の使用により個々の開創器ブレード351を操作する。例えば、ワイヤ353は、ニチノールからなることができ、ハンドル359が回転すると、開創器ブレード351が曲がる又は延びるように、プーリーに取り付けられてもよい。一部の実施形態では、ブレード351は、オペレータに作業スペースを生成するために、手術部位から離れて外向きに湾曲する。セットスクリュー(ケーブルクランプ)361は、ワイヤ353を軸位置に固定するように使用されうる。セットスクリュー361は、ワイヤ353を軸方向に移動するために要望通りに緩めることができ、それにより、開創器ブレード351のたわみを調整する。別の実施形態では、2又はそれ以上のワイヤは、ブレードの曲げを調整するためにと共に採用及び使用されてもよい。また、別の実施形態では、フレキシブル開創器ブレードは、以下により詳細に説明されるように、前及び後方ケーブル又は弾性バンドを備えることができる。

【0197】

各種実施形態では、ブレード351の表面は、組織摩擦及び付着を低減するためにPTFEでコーディングされうる。一部の実施形態では、ブレード351は、身体に接触する領域全体に亘る領域当たりの圧力を正常化するために、エラストマー材料又はインフレーターバルーンの薄い層でコーディングされうる。別の実施形態では、2つのワイヤが用

10

20

30

40

50

いられ、一方は、遠位アタッチメントを有し、他方は、より近位なアタッチメントを有する。例えば、ワイヤは、予め柔軟なニチノール開創器ブレードの外側湾曲に沿って伸びている。軸方向に一定又は両方のワイヤを移動することは、ブレードの逐次増加する制御可能な曲げを可能にする。

#### 【 0 1 9 8 】

図 6 B は、一又はそれ以上のジョイントを有するフレキシブル開創器ブレードの実施形態を示す。図示されるように、一部の実施形態では、フレキシブル開創器ブレード 9 0 0 3 は、ジョイント 9 0 0 4 又はフレキシブル開創器ブレード 9 0 0 3 内の複数のジョイントで曲げられうる。前方及び後方弾性バンド 9 0 0 1 及び 9 0 0 2 は、一又はそれ以上のモータ、 piezo、油圧アクチュエータ、リニアアクチュエータ、又はロータリーアクチュエータ又は他のタイプのアクチュエータによって近位端 9 0 0 5 で作動されうる。フレキシブル開創器ブレードは、例えば、プッシュ-プルケーブル又はラインの使用によりニチノールの予め柔軟な開創器ブレードにより、又は開創器ブレードなしでケーブル又は腱作動を有する。

10

#### 【 0 1 9 9 】

図 6 B は、前方及び後方弾性バンド 9 0 0 1 及び 9 0 0 2 を有するフレキシブル開創器ブレードの実施形態を示すが、特定の実施形態では、開創器ブレード 9 0 0 3 の前方及び後方弾性バンドは、伸筋及び屈筋ケーブルを備えてもよい。伸筋及び屈筋ケーブルは、広い範囲のモーション、双方向の曲げ及び反対方向に曲がる 2 つのジョイントによる S 字形状を可能にする。各種実施形態では、開創される組織の力は、開創器ブレードを、ケーブル又はバンドが開放される張力で曲げられない位置へ戻させる。

20

#### 【 0 2 0 0 】

図 6 C - 6 G は、個々のジョイントにより接続されるリジッドプレート又はセグメントの実施形態を示す。図示された実施形態では、開創器ブレード 9 0 5 0 は、3 つのプレート 9 0 5 2、9 0 5 4 及び 9 0 5 6 を含む。これらのプレートは、ジョイント 9 0 5 8 及び 9 0 6 0 において互いに接続する。プレート及びジョイントは、曲げ構成 (図 6 C 及び 6 D) 又は非曲げ構成 (図 6 E - 6 G) に開創器ブレードを設定するように操作されうる。内部ケーブル (図示せず) は、プレート 9 0 5 2、9 0 5 4 及び 9 0 5 6 内に延びており、ピニオンキー 9 0 6 2 及び 9 0 6 4 に取り付けられている。これらのピニオンキー 9 0 6 2 及び 9 0 6 4 は、これらの内部ケーブルを引くために回転されうる。例えば、ピニオンキー 9 0 6 2 は、中間プレート 9 0 6 4 へ延びる第 1 の内部ケーブルを引くために回転される。ピニオンキー 9 0 6 4 は、同様に、最外周プレート 9 0 5 6 に延びる第 2 の内部ケーブルを引くために回転される。これらのそれぞれのケーブルを引くことは、プレートを、ジョイント 9 0 5 8 及び 9 0 6 0 の周りに互いに対して回転させる。具体的には、ピニオンキー 9 0 6 2 の回転は、第 1 の内部ケーブルに引張力を及ぼし、これは、中間プレート 9 0 5 4 をジョイント 9 0 5 8 の周りに回転させる。同様に、ピニオンキー 9 0 6 4 の回転は、第 2 の内部ケーブルに引張力を及ぼし、これは、最外周プレート 9 0 5 6 をジョイント 9 0 6 0 の周りに回転させる。ラチェット 9 0 6 6 及び 9 0 6 8 は、ピニオンキー 9 0 6 2 及び 9 0 6 4 の回転位置を抑えるために動作する。ラチェット 9 0 6 6 を押すことは、ピニオンキー 9 0 6 2 を開放し、これは、内部ケーブルの張力を開放し、それにより、中間プレート 9 0 5 4 が、最内周プレート 9 0 5 2 に略平行な位置へ戻り回転することを可能にする。同様に、ラチェット 9 0 6 8 を押すことは、ピニオンキー 9 0 6 4 を開放し、これは、内部ケーブルの張力を開放し、それにより、最外周プレート 9 0 5 6 が、中間プレート 9 0 5 4 に略平行な位置へ戻り回転することを可能にする。本明細書の他の箇所に記載されるように、開創器ブレード 9 0 5 0 は、その上にカメラ 9 0 7 0 を含んでもよい。図示された実施形態では、カメラ 9 0 7 0 は、最外周プレート 9 0 5 6 の上面に位置付けられる。円錐 9 0 7 2 は、カメラ 9 0 7 0 の視野を示す。

30

40

#### 【 0 2 0 1 】

使用時に、開創器ブレード 9 0 5 0 は、作業スペースに面するその上面及び開創される組織の表面に面するその下面により、切開へ導入されてもよい。開創器ブレード 9 0 5 0

50



を関節接合 (articulating) すること (例えば、ピニオンキー 9062 及び 9064 を回転することによる) は、プレート 9052、9054 及び 9056 に、組織上の圧力を及ぼさせ、それにより、作業領域のサイズが大きくなる。一部の実施形態では、開創器ブレード 9050 の関節接合は、電氣的、作動液的又は他の方法によって行われうる。一部の実施形態では、関節接合は、リモートで制御されうる。カメラ 9070 は、その視野 (円錐 9072 によって表される) が、身体内の対象となる部位へ向かって方向付けられるように最外周プレート 9056 に対して位置付けられることができる。本明細書の他の箇所に記載されるように、複数のカメラを有するこのような複数の開創器ブレードは、手術部位の改善された視覚化を提供するために共に使用されうる。最外周プレート 9056 の位置を制御することにより、(例えば、開創器ブレード 9050 の関節接合を制御することにより、) カメラ 9070 の位置及び方向は、制御されうる。上述したように、この制御は、電氣的、作動液的又はその他であってもよく、リモートで実行されてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードの関節接合又は他の移動は、タッチスクリーンによって提供され、ボイスコマンド等を通じて、グラフィックインターフェースを通じて制御されることができる。手術を通して、カメラ 9070 の位置は、所望の視野を提供するために (例えば、開創器ブレードを手動調節することにより、リモート電子制御することにより、又は他の手段により) 制御されてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードの曲げ又は移動は、例えば、リモート電子制御することによりリモート制御されうる。一部の実施形態では、開創器ブレードは、リモートコントロールを通じて、少なくとも 10 度、20 度、30 度、40 度又はそれ以上、及び 90 度未満、80 度未満、70 度未満、60 度未満又は 50 度未満で後方又は前方に傾斜されてもよい。一部の実施形態では、リモートコントロールは、グラフィックインターフェースを通じて提供されうる。

10

20

#### 【0202】

一部の実施形態では、開創器ブレード、フィンガー、部材等は、開創器ブレードの移動を制御するために作動液圧で操作されうる。開創器ブレードは、組織を動かす又は圧力を掛けるために液圧作動される一又はそれ以上の作動液圧部材を有しうる。アクチュエータは、一又はそれ以上リニア及び/又は回転アクチュエータを備えてもよい。リニアアクチュエータは、ペローズ、ローリングエッジダイヤフラム、静圧ベアリングを有するピストン-シリンダ、他のリニアアクチュエータ又は本明細書に開示される既存の又は考案されたものを含む他のアクチュエータを含んでもよい。ロータリーアクチュエータは、ディスプレイメント型の作動液圧モータ、羽根モータ、ジロータ (gerotors)、バードンチューブ又は他の既存のロータリーアクチュエータを備えてもよい。一部の実施形態では、フォースフィードバックハプティックインターフェースは、ユーザへ触覚フィードバックを提供するために用いられうる。一部の実施形態では、デュアルペローズアクチュエータの作動液源は、作動液圧部材へほぼ一定の作動液の力を供給しうる。一部の実施形態では、リニアモータは、各軸に対して静圧ベアリングを有するマスタピストン-シリンダを駆動しうる。他の構成も可能である。

30

#### 【0203】

一部の実施形態では、作動液部材は、開創器ブレード、フィンガー、部材等でありうる。一部の実施形態では、開創器は、開創器又は開創器ブレードへ延びる組織を移動するために機械的な拡張を有しうる。このような実施形態では、作動液部材は、組織を移動する、圧力を掛ける及び/又は手術の準備又は処置に必要な他の機能を行うために機械的な拡張を作動しうる。一部の実施形態では、開創器ブレードの作動は、リモートで制御されうる。

40

#### 【0204】

一部の実施形態では、開創器又は開創器ブレード、フィンガー、部材等は、位置決め可能なツールホルダを含みうる。特定の実施形態では、位置決め可能なツールホルダは、開創器ブレードへ取り付けられうる。一部の実施形態では、位置決め可能なツールホルダは、開創器ベースに接続されうる。位置決め可能なツールホルダは、開創器ベースに接続されたとき、カメラの視野外であり、かつ生成された画像を遮られない。また、開創器ユニ

50

ット上のこのような変位は、術野をクリアにし、外科医がより多くの空間で作業することを可能にする。一例は、血液及び生理食塩水の混合物を除去するための大口径の吸引カニューレの切開であり、吸引カニューレは、位置決め可能なツールホルダに結合される。別の例は、ファイバー光学ケーブルのような補助的な光源を位置決め可能なツールホルダへ結合することを含む。

#### 【0205】

上述したように、一部の実施形態では、フレキシブルな開創器ブレード、フィンガー、部材等は、特定の手術又は医療処置に適するためのサイズ及び靱性又は耐久性が変化することができる。例えば、脊椎又は経口処置用の開創器ブレードは、強い力が要求されるため、大きくかつ強固となりうるが、脳神経外科処置用の開創器ブレードは、もろくかつ小さくなりうる。また、開創器ブレードのフレキシブル特性を実現する構成及び開創器ブレードのフレキシブル特性を用いる方法は、本明細書に記載されるように変更されることができる。さらに、フレキシブルな開創器ブレードは、各種の光学系、センサ、又は本明細書に記載されるような開創器ブレードへ集積されうる他の照明、トラッキング又はイメージングコンポーネントを有することができる。

10

#### 【0206】

特定の実施形態では、フレキシブルな開創器ブレードは、カメラ及びLED、カメラのみ、LEDのみ、又は本明細書に記載されるコンポーネントの任意の他の組み合わせを含む。上述したように、一部の実施形態では、フレキシブルな開創器ブレードは、取り付けられたカメラの位置、方向又は登録又はそれらの組み合わせを捕捉することを可能にする一又はそれ以上のコンポーネントを含む。開創器ブレードの再構成可能な形状は、タッチスクリーンユーザインターフェースに特に有益な捕捉の利用を可能にする。よって、フレキシブルな開創器ブレードは、EMトラッカー、光学トラッキング、慣性測定装置 (inertial measurement units (IMUs))、エンコーダ及び本明細書に記載される事項に限定されないものを含む他の方法を含む各種のトラッキングの方法を組み込むことができる。フレキシブルな開創器ブレードは、フレキシブルな開創器ブレードの位置の変化を検出するために、例えば、エンコーダ、慣性測定装置、ホール効果エンコーダ等を含む。一部の実施形態では、エンコーダは、フレキシブルな開創器ブレードの移動の度合いを測定するような情報をユーザに供給する。エンコーダは、また、開創器ブレードの位置及び、例えば開創器ブレード上に配置されるカメラの位置を捕捉するための情報を提供しうる。

20

30

#### 【0207】

さらに、一部の実施形態では、フレキシブルな開創器ブレードは、組織の開創のような機械的な目的のために使用されてもよく、カメラ、センサ、トラッカー又は光源コンポーネントを含まない。例えば、一部の実施形態では、開創器ブレードのフレキシブルな特性は、組織を邪魔にならない場所へ移動するために用いられうる。他の実施形態では、開創器ブレードのフレキシブルな特性は、フレキシブルな開創器ブレード上のカメラの視点を向け直すために用いられうる。また、他の実施形態では、開創器ブレードのフレキシブルな特性は、組織を邪魔にならない場所へ移動する、及びフレキシブルな開創器ブレード上のカメラの視点を向け直すために用いられうる。他の実施形態では、フレキシブルな開創器ブレードは、血液及び生理食塩水又は他の液体を除去するために吸引器チャネル又はホールド吸引器を有することができる。このような吸引器チャネルは、フレキシブルケーブルにおける流体ラインによってポンプ又は他の真空源に接続されうる。

40

#### 【0208】

複数のフレキシブル又は適合可能な開創器ブレードは、Metrixのような拡張器及び導入器として用いられる中央の、軸方向のバレット-ティップロッド (bullet-tip rod) に近づくことができる。一部の実施形態では、専用ツールは、中央の、軸方向ロッドに近づくブレードの開閉のために用いられてもよい。

#### 【0209】

一部の実施形態では、図6C-6Gを参照して図示及び説明される開創器ブレード及び

50

本明細書に記載される別の開創器ブレードの実施形態は、図6Hに示されるような開創器ブレードステージ上でアセンブリされうる。開創器ブレードステージ9080は、開創器ブレードステージリング9081及びギアリング9082を含みうる。一部の実施形態では、開創器ブレードステージリング9081は、ギアリング9082を受け入れるように固定及び成形されうる。一部の実施形態では、開創器ブレードステージリング9081の外面は、L字形状であることができ、ギアリング9082は、L形状のくぼみに位置することができる。ギアリング9082の外面は、歯を含み、リングの外側に面している。

#### 【0210】

一部の実施形態では、開創器ブレードステージ9080は、開創器ブレードの半径方向の移動をもたらすために使用されうる。一又はそれ以上のクランプ9083は、開創器ブレードステージリング9081及びギアリング9082の一部に取り付けられうる。クランプ9083は、ピニオン9083と、ステム9085と、ステムラチェット9086と、を有することができる。ステム9085は、開創器ブレード9050の近位端9052に取り付けられた最内周端を有することができる。ステム9085は、クランプ9083を通過することができる最外周端を有することができる。一部の実施形態では、ステム9085は、開創器ブレードの半径方向の移動をもたらすためにクランプを通じて水平に移動することができる。クランプ9083は、ステム9085の歯と係合するためにラチェット9086を有することができる、それにより、ステム9085の半径方向位置を抑えるために動作する。例えば、ステムを押すと、ラチェット9086は、ステムの歯からラチェット9086を非係合することによりステム9085を開放し、これは、ステム9085上の張力を開放するものであり、それにより、ステム9085が、クランプ9083を通じて水平に移動することを可能にする。開創器ブレードは、ステム9085の位置に応じた異なる距離における開創器ブレードステージ9080を内側に位置付けられることができる。また、一部の実施形態では、開創器ブレードステージリング9081は、複数の開創器ブレードの半径方向の移動をもたらすために用いられることができる。

10

20

#### 【0211】

また、一部の実施形態では、開創器ブレードステージリング9081は、複数の開創器ブレードの半径方向の移動をもたらすために用いられることができる。一部の実施形態では、ピニオン9084は、クランプ9083内に垂直に位置付けられることができる。ピニオン9084は、クランプの上面から突出するクランプ及び近位端へ延びる遠位端を有することができる。ピニオン9084の遠位端は、ギアリング9082上の歯と係合しうる歯を有することができる。ピニオンが回転されたとき、ピニオン9084上の歯は、ギアリング9082上の歯と係合し、得られるトルクは、クランプ9083を開創器ブレードステージ9083上で回転させる。例えば、ピニオン9084の回転は、クランプを通じて延び、開創器ブレードと接続し、クランプと回転するクランプ9083をリング9081、9082、ステム9085で回転させ、したがって、開創器ブレード9050の回転位置は、リング上のクランプ9083の回転移動により変更されることができる。それに替えて、一部の実施形態では、開創器ブレードステージリング9081は、個々のブレードそれぞれの回転を可能にするために用いられることができる。

30

40

#### 【0212】

また、一部の実施形態では、開創器ブレードステージ9080は、開創器ブレードの屈曲を可能にすることができる。開創器ブレードは、図6C-6Gを参照して本明細書に記載されるようなフレックス-フィンガー開創器でありうる。それに替えて、屈曲開創器ブレードは、開創器ブレードステージの長軸に対する角度で開創器ブレードを傾斜させることによりジョイントなしで、開創器ブレードにおいて実現されうる。開創器ブレードの傾斜は、手術領域内の組織を操作又は保持する際に補助することができると共に、場合によってはカメラ方向を傾斜させることができる。

#### 【0213】

一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、開創器ブレードの適切な位置決め役に役立つ開創器ブレードの回転、半径方向及び/又は屈曲移動を可能にすることができる、こ

50

の移動は、術野の画像化及び/又は手術領域の組織の開創の補助に役立つ。それに替えて、開創器ブレードステージは、回転移動のみを可能にすることができ、半径方向又は屈曲移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、回転移動及び半径方向の移動のみを可能にすることができ、屈曲移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードは、回転移動及び屈曲の移動のみを可能にすることができ、半径方向移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、半径方向移動のみを可能にすることができ、回転移動及び屈曲移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、半径方向移動及び屈曲移動のみを可能にすることができ、回転移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、屈曲移動のみを可能にすることができ、回転移動又は半径方向移動は生じなくてもよい。一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、回転、半径及び屈曲移動を可能にすることができる。また、開創器ブレードステージは、特徴のいずれか又は任意の組み合わせ、及び/又は本明細書で説明される回転可能なステージの又はフレームの実施形態を組み込むことができる。さらに、一部の実施形態では、開創器ブレードステージは、本明細書の他の箇所に記載される開創器ブレードの各種実施形態を組み込むことができる。

10

20

30

40

50

#### 【0214】

図7は、開創器ブレードに取り付けられたクリップ オン - フレキシブルケーブルの遠位端の実施形態を示す。図示されるように、クリップ オン - フレキシブルケーブルは、カメラ、光源、センサ、トラッキング及び/又は本明細書に記載されるような他のコンポーネントの各種組み合わせを含みうる。一部の実施形態では、フレキシブルケーブルは、これらのデバイス(例えば、センサ、光源、光学系、画像化コンポーネント等)のプラットフォームとして機能する。他の実施形態では、フレキシブルケーブル又は他のケーブル又はラインは、リジッド又はフレキシブルな開創器ブレード又は別々のリジッド又はフレキシブルケーブルを含むこれらのデバイスをサポートする別のプラットフォームと接続してもよい。

#### 【0215】

クリップ オン - フレキシブルケーブルは、所望の使用又は要求される画像化に応じて異なるプラットフォームに提供するために交換可能でありうる。クリップ オン - フレキシブルケーブルは、固定部材により開創器ブレードに取り付けられることができ、これは、例えば、クリップ、スナップ、ストラップ、スクリュー、ボルト、ナット、マグネット又はこれらの任意の組み合わせと共に、簡便な取り付けを容易にすることができる任意の他の方法を含むことができる。例えば、取り付けは、アーム当たり1分、できれば20、10、5、3又は2秒で実現可能であることができ、固定部材当たり1秒又は1/2秒又は1/4秒程度で実現されてもよく、これは、手術前又は手術中に行われることができる。

#### 【0216】

本明細書に記載されるように、開創器ブレードは、適合可能な又はフレキシブルな材料からなる、又は開創器ブレードの移動を可能にするジョイントを含むことができる。一部の実施形態では、クリップ オン - フレキシブルケーブルは、手術又は処置前、又は手術又は処置中に、開創器ブレード及び取り付けられたフレキシブルケーブルの移動を可能にする開創器ブレードにより移動及び曲げるように構成されることができる。リジッドで、個別のジョイントにより関節接続されたブレードは、組織を開創するために各DOFに対してケーブルを通じて外向きに引き、図6C-G、について上述したように、ケーブルが解放されたとき、組織圧力は、「開創しない(unretract)」。

#### 【0217】

上記の説明からわかるように、画像化アセンブリは、開創器コンポーネントの一部上、開創器コンポーネントの一部に隣接する、又は開創器コンポーネントの一部として集積される、カメラのアレイを含むことができる。所与の開創器アーム上のフレキシブルケーブル及び開創器ブレードは、近位及び遠位カメラのような単一のカメラ又は複数のカメラを

組みこむことができる。カメラは、様々な構成の各種センサアレイ及びレンズを含むことができる。一部の実施形態では、カメラは、3次元（ステレオ）視界を提供する。カメラは、例えば、眼の輻輳を模倣するセンサアレイ上のレンズを含む。カメラは、必要な輻輳を形成するために傾斜されることができる。例えば、一部の実施形態では、ステレオ視界は、2つのセンサ及び2つのレンズから形成されうる。また、ステレオは、2つのレンズにより分割されうる単一のセンサであることができ、これは、外科医の眼の輻輳を模倣する輻輳光軸を有する。ステレオは、術野の三次元視界を外科医又は閲覧者に提供するために用いられうる。いくつかの視界について、輻輳が必要なく、多くの場合について、距離の観点からの焦点長さは、平行又はそれに近いものになりうる。

#### 【0218】

図8は、開創器ブレードに取り付けられうる開創器ブレード又はフレキシブルケーブルの一例の前面を示す。特定の実施形態では、開創器ブレード又はフレキシブルケーブルは、開創器ブレード又はフレキシブルケーブルの近位部、例えば、手術部位又は開創器の主筐体への通路に近い部位に配置されうる近位カメラ8021を有することができる。開創器ブレードの近位部上の近位カメラ8021は、単眼、例えば、16:9及び/又はステレオ視界を含みうる。開創器ブレードの近位部上の近位カメラ8021は、より大きなセンサアレイ及びより高い解像度を含みうる。特定の実施形態では、開創器ブレードは、開創器ブレードの遠位部上に配置されうる遠位カメラ8022を有することができ、これは、例えば、近位位置と比べて手術部位へより深く位置付けられる。開創器ブレードの遠位部上の遠位カメラ8022は、斜視及び/又は側面視を提供することができ、小さなセンサアレイを含んでもよく、より広い視界を提供する近位カメラよりも低い解像度を提供するために必要であってもよい。開創器ブレードの遠位部上の遠位カメラ8022は、開創器ブレードの中間又は先端に近いボディキャビティ内の斜視及び側面視のための小さいカメラでありうる。それにもかかわらず、小さい遠位カメラは、ステレオであってもよい。斜視を有する遠位カメラは、手術室顕微鏡のような視線装備が故障したときに、隠れた領域を見ることを可能にする。

#### 【0219】

一部の実施形態では、開創器ブレード又はフレキシブルケーブル上のカメラは、例えば、上方又は下方又は側方又はそれらの組み合わせで傾斜されることができる。カメラは、カメラの異なる向きを実現するために傾斜されることができる。例えば、一部の実施形態では、カメラは、ピストン作動する液体バルーンの使用により傾斜されることができ、それにより、開創器ブレードに対して異なる位置にカメラを向ける。カメラの傾斜は、手術処置前又は手術処置中に変更されることができる。例えば、カメラは、ステージ上に位置付けられることができ、ステージは、ピストン作動する液体バルーンの使用により傾斜されることができ、それにより、開創器ブレードに対して異なる位置にカメラを向ける。一部の実施形態では、開創器ブレード上のカメラは、開創器ブレード上に垂直（及び/又は側方）にカメラを移動可能なトラックに位置付けられることができ、それにより、カメラの位置を変更する。このような垂直位置は、手術前又は手術中に設定されることができる。位置決めは、手動、又はモータ又は他のアクチュエータを用いることによって実行されてもよい。

#### 【0220】

一部の実施形態では、フレキシブルケーブル又は開創器ブレードは、光源を含みうる。光源は、LED、及び/又はマルチカラーLEDを含みうる。単一のLED又は複数のLEDのような光源は、開創器ブレード又はフレキシブルケーブル上に配置され、開創器ブレード又はフレキシブルケーブルに隣接する、又は開創器ブレード又はフレキシブルケーブルの一部として集積されうる。LED又は他の光源は、手術領域の照明と共に、取り得るカラーマネージメントを提供することができる。LEDは、手術処置のための十分な輝度を提供することができる。一部の実施形態では、マルチカラーLEDは、手術領域の画像のカラーバランスを提供することができる。異なる色の強度は、所望のアグリゲートカラーを提供するために調整されうる。このようなカラーマネージメントを通じて、例えば

10

20

30

40

50

、マルチカラー化されたLEDは、医療照明の色温度を制御するために用いられることができる。異なるカラーLEDにより実現されるカラーマネージメントは、LEDから放出される光の輝度及び色を正確に制御することが可能となる。色温度の制御は、外科医の手術領域における所望の照明を提供することができる。図8に示される実施形態では、フレキシブルケーブル又は開創器ブレード面は、手術領域の照明のためのフレキシブルケーブル又は開創器ブレードの遠位端におけるLED8023を含む。

#### 【0221】

本明細書の他の箇所に記載されるように、フレキシブルケーブル又は開創器ブレードは、取り付けられたカメラの位置及び/又は方向を捕捉し、取り付けられたカメラの登録を容易にするコンポーネントを含みうる。フレキシブルケーブル又は開創器ブレードは、EMトラッカー、光学トラッキング、慣性測定装置(inertial measurement units (IMUs))、エンコーダ及び本明細書に記載される事項に限定されないものを含む他の方法を含む各種のトラッキングの方法を組み込むことができる。一部の実施形態では、開創器ブレード及びフレキシブルケーブルの再構成可能な形状は、タッチスクリーンユーザインターフェースに特に有益な捕捉の利用を可能にする。

#### 【0222】

上述したように、屈曲するケーブルではないプラットフォームも使用することができる。

#### 【0223】

フレキシブルケーブル

しかし、上述したように、図3Cは、開創器ブレード7003に取り外し可能に取り付けるフレキシブルケーブル7001の実施形態を示す。一部の実施形態では、フレキシブルケーブル7001は、その近位端においてアグリゲータ7007と接続し、かつ開創器ブレードの前面に取り付けられる遠位端7005を有する。

#### 【0224】

フレキシブルケーブル7001は、カメラモジュール、カメラ、LED、センサ、及び/又は本明細書に記載されるような他のコンポーネントと共に、それらの変更される動作又は使用のために必要な任意の信号線又はコネクタを含みうる。フレキシブルケーブル7001は、カメラ、センサ又は他のコンポーネントのための電気信号線を含みうる。また、一部の実施形態では、フレキシブルケーブルの遠位端7005は、複数のカメラ、センサ、トラッカー又はLEDが、各種の組み合わせ及び個数が変更されて位置付けられることを可能にする。一部の実施形態では、カメラは、外科医の手及びツールハンドルに対して遠位にあることができる。また、一部の実施形態では、カメラ又はカメラモジュールは、また、ツールシャフトに対して遠位にあることができる。

#### 【0225】

フレキシブルケーブルの遠位端7005は、固定部材の使用を通じて使用前に開創器に固定されることができる。例えば、クリップ、スナップ、ストラップ、スクリュー、ボルト、ナット、マグネット又はこれらの任意の組み合わせと共に、簡便な取り付けを容易にすることができる任意の他の方法を含むことができる。例えば、簡便な取り付けは、アーム当たり1分、できれば20、10、5、3又は2秒で実現されることができ、固定部材当たり1秒又は1/2秒又は1/4秒程度で実現されることができ、これは、例えば、手術前に実行されうる。一部の実施形態では、フレキシブルケーブルの遠位端7005は、アグリゲータに接続するフレキシブルケーブルの一部から分離されうるプラットフォームでありうる。フレキシブルケーブルの遠位端7005は、光学系、センサ、LED、ヒータ、トラッカー及びカメラのようなクリップ オンフレキシブルケーブル及び開創器ブレードのための本明細書に記載される全ての機能及びコンポーネントを含みうる。フレキシブルケーブルの遠位端7005は、オス/メス接続ポート、プラグ及びソケット接続又は電気信号が通過することができる他のハードウェアインターフェースによりアグリゲータに接続するフレキシブルケーブルの一部に取り付けられうる。一部の実施形態では、プラットフォーム7005は、洗浄及び滅菌をしやすくするオス接続を含む。

## 【0226】

フレキシブルケーブルは、フレキシブルケーブルと共にフレキシブルケーブル上のコンポーネントが、コンパクトサイズに巻かれる又は保持されることを可能にする材料から製造されることができる。図9A及び9Bは、巻かれた構成(rolled configuration)における一又はそれ以上のフレキシブルケーブル4001を有する、アグリゲータ4007の実施形態を示す。図10A及び10Bは、巻かれていない構成(unrolled configuration)における一又はそれ以上のフレキシブルケーブル4001を有する、アグリゲータ4007の実施形態を示す。アグリゲータ4007は、一又はそれ以上のフレキシブルケーブル4001を有しうる。フレキシブルケーブル4001は、本明細書に記載されるような単一のカメラ又は複数のカメラ、センサ、LEDを又はカメラモジュールを有しうる。

10

## 【0227】

一部の実施形態では、フレキシブルケーブルは、複数の延長部を形成する遠位端において分かれることができる。図11Bは、複数の延長部4003を形成する切り欠きを有するフレキシブルケーブル4001の実施形態を示す。画像化アセンブリは、図11Cに示されるように複数の延長部4004を有する一つのフレキシブルケーブル4001のみを有しうる。各種実施形態では、複数の延長部4003、4004は、単一の開創器ブレード上に十分適合するように大きくすることができる。したがって、一部の実施形態では、複数の延長部4003、4004は、共に、ブレードの幅よりも小さい幅を有するが、複数の延長部は、より広くてもよい。特定の実施形態では、巻かれていない構成におけるフレキシブルケーブルは、1つの延長部が単一の開創器ブレード上に配置されうるような幅を有する複数の延長部4003、4004を有することができる。したがって、一部の実施形態では、1つの延長部は、ブレードの幅よりも広い幅を有してもよい。しかし、複数の延長部は、ブレードよりも広くてもよい。図11Bに示されるものと同様の各種実施形態では、複数の延長部4003は、全ての延長部4003が、同一の開創器ブレード上に配置されるように十分小さいことができるが、複数の延長部を有するフレキシブルケーブルは、フレキシブルケーブルのそれぞれの延長部上の単一のカメラ又はステレオカメラ対を有することができる。一部の実施形態では、複数の延長部を有するフレキシブルケーブルは、フレキシブルケーブルの各延長部上の複数のカメラを有することができる。

20

## 【0228】

各種実施形態では、フレキシブルケーブル又は他のプラットフォームは、手で巻かれなくてもよい。一部の実施形態では、作動液式又は空気式が巻かれないことをもたすために用いられてもよい。ケーブルにおける作動液ラインは、例えば、ケーブルを、巻かれずかつ延長させるように適用されうる作動液式又は空気式ポンプと接続されてもよい。

30

## 【0229】

各種実施形態では、巻かれたケーブルを有するアグリゲータを含む画像化アセンブリは、開創器ユニットとは独立して提供されることができる、及び本明細書に記載されるような使用の前に開創器ユニットにクリップオンされる又は他の方法で取り付けられる。画像化アセンブリは、単一の取り付け箇所又は複数の取り付け箇所を通じて取り付けられうる。各種実施形態では、例えば、フレキシブルケーブルは、開創器フレーム、アーム及び開創器ブレードにクリップオンされる。フレキシブルケーブルは、数秒以内に容易に取り外しができる別々の取付機構により開創器及び開創器ブレードに取り付けられうる。例えば、図3Cを参照。

40

## 【0230】

図3B図は、上述したように、開創器フレーム及びアーム上にクリップオンされる集積画像化アセンブリを有する開創器ブレードの実施形態を示す。開創器ブレードは、数秒以内に容易に取り外しができる別々の取付機構により開創器アームに取り付けられうる。一部の実施形態では、アグリゲータは、開創器フレームの上面に取り付け機構を通じて開放可能に取り付けられる。一部の実施形態では、画像化アセンブリは、画像化アセンブリを各種の接続箇所において画像化アセンブリに固定するアグリゲータ、フレキシブルケーブ

50





実施形態では、集積されたコンポーネントを有する開創器ブレードは、開創器フレームに恒常的に取り付けられることができるが、フレキシブルケーブル及びアグリゲータは、開創器ユニットにクリップオンされうる。このような実施形態では、フレキシブルケーブルは、電気信号の通過を可能にするハードウェアインターフェースを通じて集積開創器ブレードに取り付けられる。一部の実施形態では、例えば、円筒型開創器のような異なる構成を有する開創器が図 2 1 に示される。

#### 【 0 2 3 6 】

##### 集積されたカメラを有する手術具

一部の実施形態では、手術具のような第 2 の手術装置は、第 1 の手術装置と共に用いられてもよい。例えば、図 1 3 A に示されるように、第 1 の手術装置 1 0 0 は、3 つの開創器ブレードを有する開創器であり、第 2 の手術装置 2 0 0 は、外科用レーザーでありうる。レーザー 2 0 0 は、また、レーザーの遠位端 2 1 1 の位置により決定される視野を提供する、集積されたカメラモジュール 2 0 5 を含む。レーザー出力アパーチャ 2 1 3 は、外科用レーザー 2 0 0 のカメラモジュール 2 0 5 の視野と同一方向に向けられている。一部の実施形態では、レーザー 2 0 0 から取得される画像は、第 1 の手術装置 1 0 0 内に集積された複数のカメラによって生成される合成画像と関連付けられてもよい。例えば、一部の実施形態では、レーザーツール上のカメラモジュールにより取得された視界は、例えば、開創器 1 0 0 における複数のカメラから生成された画像の一部に亘って重畳されてもよい。重畳された画像は、第 1 の手術装置に搭載される複数のカメラによって提供される術野の視界に対する視界の配置を示すように位置付けられてもよい。

10

20

#### 【 0 2 3 7 】

一部の実施形態では、例えば、図 1 3 B に示されるように、第 2 の手術装置は、持針器 3 0 0 のような手術具でありうる。各種実施形態では、手術具は、例えば、ドリル、ケリソン、切断具、把持具、骨鉗子、外科用メス、はさみ、鉗子等でありうる。手術具 3 0 0 は、手術具に集積される又は手術具に取り付けられるカメラモジュール 3 0 5 を有してもよく、その視野は、ツールの位置によって決定される。例えば、CMOS センサ及びマイクロオプティクスは、動力具及び非動力具に組み込まれることができる。フレックスケーブル 3 1 1 は、ツール 3 0 0 の長さに沿って延び、カメラモジュール 3 0 5 に電氣的に接続する。各種実施形態では、フレックスケーブル 3 1 1 は、カメラモジュールに電氣的な接続を提供すると共に、以下により詳細に説明されるように、カメラ洗浄のためのガス及び/又は液体供給を提供することができる。手術具によって含まれる追加カメラは、手術装置上のカメラとは異なる大きさを有し、増加した解像度及び/又は低減されたオプスキュレーション ( o b s c u r a t i o n ) を提供してもよい。以下により詳細に説明されるように、手術具上の別々のカメラからのビデオストリームは、手術装置 1 0 0 に集積される複数のカメラからの画像をステッチ又はタイル化することにより生成される合成画像に亘って重畳される、又は表示されることができる。

30

#### 【 0 2 3 8 】

ツール画像は、ツール - 組織のやりとりの非常に近接した歯科を提供することができる一方で、広範囲の画像は、状況認識を有するステレオ画像を提供することができる。向上された状況認識は、手術部位に近接する領域内の広範囲の視野深さ及び顕微鏡又は内視鏡のような単一の装置よりも遠近感のある対象の生体構造の視界により提供される。この遠近感は、第 1 の手術装置上の複数のセンサが、体内又は外科用開口部又はそこから 7 5 ミリメートル程度以内にある場合、体内からであってもよい。いくつかの場合、この視点は、開創器によって身体に取り付けられる手術装置に便宜的に提供されてもよい。

40

#### 【 0 2 3 9 】

CMOS センサ、光学系、EM センサ ( オプション ) 及びツール作動 ( 必要に応じて ) は、十分に小さいパッケージを実現するために、第 2 の手術装置にしっかりと集積されてもよい。特にロボット制御で補助される出術のために動力具が用いられることができる。しかし、本明細書に記載される実施形態は、手動及びロボット制御手術の両方で使用されてもよい。電磁トラッキングセンサ、IMUs 及び/又は一又はそれ以上カメラは、非動

50

力具（例えば、ピック、ナイフ、キュレット、骨刀、やすり、トロカール、デルマトーム、開創器、吸引カニューラ）を含む広範囲なツール、手動ツール（例えば、はさみ、鉗子（両極性焼灼器/ジアルテミー鉗子を含む）、クリップアプライアー、骨鉗子及び持針器）、動力具（例えば、ドリル、パワーケリソン、パワー両極性鉗子、ハーモニックメス、超音波組織リムーバ及びレーザ）に組み込まれてもよい。しかし、適用可能なツールは、これらに限定されない。

#### 【0240】

第1の手術装置と同様に、第2の手術装置上のカメラ対は、ステレオ又は3D効果を提供することができる。

#### 【0241】

動力具は、マスタ-スレーブ手術ロボットシステムにより複数のカメラシステムの統合を提供すると共に、手の疲労を低減し、かつ手による手術の精度を向上させる。比例フットペダル制御が用いられてもよく、ペダルを押し込むと、ツールがそれに比例して閉じる。一部の実施形態では、手動操作がそれに替えて用いられてもよく、例えば、制御レバー又は押しボタンによって行われてもよい。一部の実施形態では、手術インピーダンスフィードバックが提供されてもよい。例えば、検知された作動圧力（又は電氣的に制御されたツールの場合には電流）は、組織抵抗に対応することができ、手術インピーダンスフィードバックを提供するために、フットペダルに電流/トルクを送るために用いられることができる。他の構成は、ツールによって経験される機械的な力に対応する触覚フィードバックをフットペダルのような外科医の制御装置に提供するために用いられることができる。

#### 【0242】

ツール作動オプションは、動電式、空気式及び作動液式を含む。作動液アクチュエータは、廉価で、強力で、かつ固く、これらの空気式及び動電式と同等のものよりもオーバーシュートしにくいことを意味する。作動液アクチュエータは、ローリングエッジダイヤフラム（流体は、ローリングエッジダイヤフラムの一方側にのみある）を含んでもよいが、これに限定されず、デュアルアクチュエーションを有するダイヤフラム（ダイヤフラムの両側に流体がある）と共に、ブルドン管（軸状又は螺旋状）又は円筒のピストンを含んでもよい。マスター作動液アクチュエータオプションは、ボールスクリュアクチュエータ駆動のローリングエッジダイヤフラムを有するブラシレスDCモータと、ローリングエッジダイヤフラムを駆動する整流又は非整流ブラシレスDCモータと、を含む。各種実施形態では、デュアルリニアアクチュエータは、使い捨て可能なカセットにおいてデュアルエアシリンダ及び流体に亘る空気を駆動することができる。他の構成も可能である。

#### 【0243】

##### トラッキングツール及び光学系

各種実施形態では、カメラは、装置内で独立して調整可能、回転可能又は関節接合可能のいずれかが可能である、又はカメラは、手術プラットフォームの挿入前又は挿入時に別々に搭載されることができてよい。複数のカメラは、例えば、電氣的又は光学的に捕捉される位置及び/又は方向をそれぞれ有することができる。センサの位置及び方向のトラッキングは、画像プロセッサにリアルタイムで、少ない待ち時間で、6-DOF（6の自由度（*six degrees of freedom*））であり、合成画像をステッチする目的のために検索及び登録時間を低減する必要がある情報を提供することができる。トラッキングは、表示される画像の一部が、カメラの位置の配置又は手術部位におけるカメラの視野と一致するように、タイリング（*tiling*）又は他の画像をアレンジする方法を補助するために用いられることもできる。トラッキングオプションは、（例えば、NDI Aurora又はAscension medSafeのような）電磁トラッキングを含む。このようなシステムでは、6-DOFセンサは、外径の1mm未満であってもよい。これらのシステムは、光学トラッキングシステムのように視線（*line-of-sight*）を必要としない。電磁トラッキングセンサは、相対的に少ないコストで手術装置内に簡易に集積されることができる。一部の実施形態では、6自由度未満、例えば、5-DOF（5自由度）は、6-DOFの代わりに用いられることができる。一部の実

10

20

30

40

50

施形態では、例えば、IMUsは、5-DOFトラッキングのために用いられることができる。このような5-DOFでは、ターゲットへの距離は、他の距離及び位置が既知である限り、正確である必要がない。ターゲットへの距離が数ミリメートル近い又は遠い場合、大きさの差は、無視することができる。各種実施形態では、ターゲットへの距離が正確でなければならない場合、6-DOFトラッキングが必要となってもよい。6-DOFトラッキングは、ナビゲーションシステム及びGUIを有するトラッキングの集積を改善してもよい。トラッキングの性能、及び、それにより、カメラの位置及び方向を知ることは、所定の手法で位置合わせされる画像のレイのために必要であるカメラに伝える機会を与えることができる。例えば、定義上、適合可能な開創器フィンガー上の複数のカメラは、赤道(equator)に位置合わせされない。トラッキングを通じて、カメラは、以下により詳細に説明されるように、センサによって誘導される位置をオフロード(offload)すること、及び位置調節のための画像処理をすることができる。

10

#### 【0244】

手術具も捕捉されることができる。トラッキングは、ツール画像のPIPオーバーレイのポジショニングの補正又は合成画像への画像のステッチング、タイリング及びスケーリングの補正をすることを可能にするために、6-DOFの、画像処理するためのリアルタイムの位置及び方向を提供することができる。EMトラッキングは、非常に大きな利点を有する。(光学トラッキングとは対照的に)電磁トラッキングが視線(line-of-sight)に依存しないため、視力低下は、トラッキングを妨げない。特に、低浸襲処置では、小さな切開内の各種の手術具の存在が光学トラッキングに非常に大きな障害を提供しうる。EMトラッキングは、EMセンサコイル又は他の技術の形式を採ってもよい。また、一部の実施形態では、カメラ及び/又は手術具の位置及び/又は方向は、エンコーダ、IVHEMS IMUs、超音波エミッタ、光学トラッキング又は他のアプローチによって捕捉されることができる。

20

#### 【0245】

電磁トラッカーコイルは、カメラ及びトラッキング装置に十分近い位置に位置付けられることができ、トラッキング装置は、カメラの相対的な位置及び/又は方向が決定されるカメラに含まれる。このような電磁コイルは、6-DOFの位置及び方向情報を提供することができる、これは、画像プロセッサへ送信されてもよい。位置及び方向情報は、各種画像を合成画像にステッチ又はタイル化する及び/又はステレオ画像を描画するために必要なコンピュータの負荷を低減するために用いられることができ、ステレオ画像の描画のためのキーアプリケーションは、タッチスクリーンユーザインターフェースである。一部の実施形態では、カメラは、例えば、脳神経外科用に設計された開創器のような適合可能なブレードを含む開創器に集積されることができる。したがって、個々のカメラの位置は、ブレード自体が順応性があるため、開創器ブレードの位置のみを検出するときには利用できない位置的な情報を提供することができる。一部の実施形態では、開創器およびそのブレードは、リジッドであり、よって、トラッキング装置が減らされてもよい。

30

#### 【0246】

一部の実施形態では、手術装置及び/又は手術具は、ジャイロスコープ又は他のMEMS加速度計のような集積されたモーションセンサを含むことができる。これらのセンサは、デバイスの移動によるカメラの物理的な位置を測定することができる。このモーションは、対象の領域が相対的であるにもかかわらず、手術装置による任意の移動をするような表示画像を描画するために画像から差し引かれることができる。

40

#### 【0247】

カメラコネクタは、アイデンティティ、センサフォーマット(例えば、水平方向ピクセルおよび垂直方向ピクセルの数等)又は他の情報のようなカメラについての情報を画像プロセッサへ提供するためのEEPROMチップを有しうる。固定されたカメラ位置を有する脊椎手術用の管状開創器又は他の開創器に搭載されるカメラの特別な場合には、固定された位置は、システムに対して利用可能となってもよい。

#### 【0248】

50

光学ナビゲーション/トラッキングシステムが開創器で用いられる場合、電磁トラッキングは、ツール上の光学認識構成（例えば、LEDのパッシブ反射及び/又は基準位置）を必要とすることを回避するために、ツールトラッキング情報をナビゲーションシステムへ送信することができる。電磁トラッカーは、また、患者、例えば、骨又は解剖学的ランドマークに配置されることができると同様に、例えば、脳神経外科用の当該固定システム外部固定システムに配置されることができると同様に、これらの外部捕捉点に対するカメラの位置は、光学ナビゲーションシステムをガイドするための入力として用いられることができ、例えば、Medtronic、Stryker又はBrainLabsによって提供される。

#### 【0249】

順応性のある開創器ブレードの場合には、集積されたカメラの位置は、開創器フレームに対して固定される必要がない。したがって、カメラのトラッキングは、過剰なコンピュータ負荷を掛けずに適切な位置及び方向における複数の画像を共に画像プロセッサが複数の画像をステッチ（登録）又はタイル化することを可能にするために有益である。6-DOF電磁センサは、カメラに近い順応性のある開創器ブレード内に取り付け又は集積される。一部の実施形態では、カメラおよびセンサコイルのためのフレックス回路は、共に集積される、又は共に絶縁樹脂に埋め込まれ、同一のケーブルアセンブリに使用されてもよい。

#### 【0250】

カメラ位置をトラッキングすることの代替のアプローチは、一つの面のみに曲がることのできる開創器ブレードを有する構成が用いられることができる。このような1-DOFの開創器ブレードの一例は、上述したように、図6Aに示される。図6Aを参照すると、ワイヤ353の軸方向位置は、例えば、ワイヤ353にマーキングする光学エンコーダを用いることにより検出される。手術部位外の移動する6-DOFの電磁センサも近位端、例えば、開創器フレームに取り付けられる位置における開創器ブレード351のベースに取り付けられうる。ワイヤ353の検出された軸方向位置に沿う6-DOFセンサからの情報は、カメラ355についての位置及び方向情報を提供することができる。別の実施形態では、2つのワイヤが用いられてもよく、一方は遠位アタッチメントを有し、他方はより近位なアタッチメントを有する。例えば、ワイヤは、予め屈曲されたニチノール開創器ブレードの外側湾曲に沿って延びてもよい。一方又は両方のワイヤの軸方向の移動は、それぞれが検出されてもよく、ブレードの逐次制御可能な屈曲を可能にする。エンコーダはトラッキングのために再び用いられてもよい。

#### 【0251】

別の実施形態では、特に、開創器ブレードが、実質的にリジッドである（固い）場合、ブレードの位置を検出することができ、カメラの位置をブレード位置から推定することができる。例えば、搭載される開創器ブレードに対するカメラの位置が前もって知られていることができる。使用時に、開創器ブレードが移動されると、移動がトラッキングされる。例えば、エンコーダは、開創器のジョイント内に配置されてもよく、開創器ブレードがジョイントにおいて回転されると、回転の度数が検出される。開創器ブレードが取り付けられるアーティキュレーティングアームの同様の移動は検出され、この情報は、カメラの位置を導くために使用される。

#### 【0252】

手術装置がある種の識別マーカを含み、情報がオーバーヘッドカメラによって閲覧される光学トラッキングを使用することも可能である。その後、画像は、手術具の位置および方向を識別するために処理されることができ、マーカは、形状又は色又は両方であるかどうか、ツール上又はツール内に配置されているかどうか、例えば、センサ又は照明入力を調整するために有益なホワイトバランスおよび強度情報を提供してもよい。各種実施形態では、ホワイトバランスは、手術前に全てのカメラの視野の作業スペースにターゲットを挿入することによってなされてもよい。フレーム、開創器及び分類されたカメラは、ホルスターに配置されることができ、その目的は、認証、ホワイトバランス、フレーム

10

20

30

40

50

に対するカメラ位置、視野、視線、センサタイプ、ステレオペアリング等のような GUI のアイコンに対する同調カメラタイプを含むために多種多様であるが、これに限定されない。

#### 【0253】

各種実施形態では、慣性測定装置は、カメラの移動及び/又は方向を決定するために用いられてもよい。このような慣性測定装置は、代替のトラッキングオプションよりも低廉である。特定の実施形態では、IMUs は、6 - DOF とは対照的に 5 - DOF を提供するために用いられる。

#### 【0254】

一部の実施形態では、ツールから取得される画像は、ツールの操作により不鮮明になる又は劣化する場合がある。例えば、集積されたカメラを有する手術用ドリルは、ドリルの回転モーションにより不鮮明な画像を生成する。このような画像モーションは、画像プロセッサにより補償されうる。例えば、ドリルの回転によって生成されるトルクは、印加される電流に比例しうる。印加される電流の観点では、フィードフォワードコマンドは、回転モーションにより生じる不鮮明さを補償するために画像プロセッサへ送信されうる。

#### 【0255】

一部の実施形態では、電動手術具の作動は、電磁トラッキングとの電磁干渉をもたらしうる。このような構成では、光学トラッキングは、代替として電磁トラッキングを補完するために用いられうる。代替として、ノッチフィルタは、電磁トラッキングによる電動手術具からの干渉を低減するために用いられることができる。ノッチフィルタは、阻止帯域 (stop-band) が、電動手術具により生成される電磁ノイズに対応するように選択されうる。トラッカーによって使用される電磁信号は、ノッチフィルタの阻止帯域から外れる。電磁トラッキングによる有害な干渉を回避するための別のアプローチは、電動手術具の動作時に一時停止される電磁トラッキングである。電動手術具の動作が停止すると、電磁トラッキングを再開する。各種実施形態では、コントローラは、電動手術具が起動されたときに、電磁トラッキングを自動的に再開することができ、同様に、手術が終了した時に、電磁トラッキングを自動的に再開することができる。更に別のアプローチは、所与の電動手術具によって生じる電磁干渉を特徴づけ、電磁トラッキング信号から干渉を引き出すために当該特徴を用いることを含む。例えば、一部の実施形態では、手術具用の電磁署名が前もって知られており、この信号は、ツール及び/又はカメラの位置を電磁トラッキングするとき、考慮されてもよい。別の実施形態では、手術具によって生じる電磁ノイズは、オン・ザ・フライで測定されてもよく、このノイズは、手術具及び/又はカメラの位置を計算する時に、差し引く又は補償されてもよい。

#### 【0256】

##### 手術システムコンポーネント

図14は、画像化手術システム372と、ディスプレイシステム374と、ユーザインターフェース376と、備える例示的な手術システム370のブロック図を示す。手術システム370は、開創器380、手術具382及び/又は補助カメラと関連付けられた複数のカメラ378a及び/又は378bを用いて手術部位を可視化するために用いられることができる。視覚情報は、視覚フィードバックを外科医に提供するためにディスプレイシステム374を用いて外科医に提示されることができ、ユーザインターフェース376及び/又はツール制御装置377を用いて外科医が手術具382を制御することを可能にする。画像化手術システム372は、手術部位のイメージ(例えば、ビデオ及び/又はスチール画像)を表示することにより外科医の状況認識を向上させるように構成されることができ、外科医の状況認識の向上は、手術部位の複数の視点、ディスプレイ上のイメージの向き、互いに対するイメージの位置、ステレオ及び/又はレイヤー化されたイメージ、手術具382の位置についての情報、外部ソース(例えば、MRI、x線、CT又は他の画像化モダリティ)からの手術部位のイメージ又はこれらの組み合わせに少なくとも部分的に基づいて生じる。画像化手術システム372は、例えば、手術用開口部における手術具382の挿入から、複数のカメラ378aによって提供される複数の視界の使用を通じ

10

20

30

40

50

て、複雑な手術部位内の深部への手術具 382 の軌道のイメージを提供するように構成されることができる。

【0257】

画像化手術システム 372 は、各種システム及び / 又はモジュールからの入力を受け付け、上方を処理し、データを記憶し、種システム及び / 又はモジュールへ出力を送信し、外科医又は他のユーザからの入力を受け付け、又はこれらの組み合わせを行うように構成される制御システム 384 を含むことができる。制御システム 384 は、コントローラ 386 と、データストレージ 388 と、センサモジュール 390 と、画像処理モジュール 392 と、トラッキングモジュール 394 と、照明モジュール 396 と、を含むことができ、これらは、通信バス 385 を通じて互いに及び / 又は外部システムと通信する。

10

【0258】

制御システム 384 は、制御システム 384 と外部システムとの通信を制御するためにデータを処理するように構成されるコントローラ 386 を含む（例えば、カメラ 378a, 378b、センサ 398a, 398b、ライト 399a, 399b、ディスプレイシステム 374、ユーザインターフェース 376、ツール制御装置 377、ラップトップ、タブレット又は任意の他の外部システム）。コントローラ 386 は、制御システムモジュール間及び / 又は制御システムモジュールとデータストレージ 388 とのデータ通信を制御するように構成されうる。コントローラ 386 は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの任意の組み合わせで実装されうる。例えば、コントローラ 386 は、カメラ 378a, 378b からのイメージを受信し、画像処理モジュール 392 により提供される命令に応じたイメージで画像処理機能を実行するように構成されるロジカル要素を含むことができる。別の例では、コントローラ 386 は、制御システム 384 からの及び / 又は外部システム内の各種モジュールから受信された上方に基づいて決定するように構成される制御モジュールを含むことができる。別の例では、コントローラ 386 は、手術具 382、カメラ 378a, 378b、ライト 399a, 399b、又はディスプレイシステム 374 へ送信するために、ユーザインターフェース 376 又はツール制御装置 377 からの情報を処理するように構成される一又はそれ以上の物理プロセッサを含むことができる。本明細書で用いられるように、用語「プロセッサ」は、任意の適切なデバイス、論理ブロック、モジュール、回路又は命令を実行するための要素の組み合わせを広く意味するものである。コントローラ 386 は、Intel（登録商標）プロセッサ、MIPS（登録商標）プロセッサ、PowerPC（登録商標）プロセッサ、AMD（登録商標）プロセッサ、ARM（登録商標）プロセッサ又はALPHA（登録商標）プロセッサのような従来の汎用目的のシングル又はマルチチップマイクロプロセッサを含むことができる。コントローラ 386 は、デジタルシグナルプロセッサのような従来の特定の目的のマイクロプロセッサを含むことができる。コントローラ 386 及び本明細書で開示される実施形態と結合して説明される各種図示された論理ブロック、モジュール及び回路は、汎用目的プロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、又は他のプログラマブルロジックデバイス、ディスクリートゲート又はトランジスタロジック、ディスクリートハードウェアコンポーネント又は本明細書で説明される機能を実行するために設計されるそれらの組み合わせにより実装される又は実行されることができる。コントローラ 386 は、例えば、DSP 及びマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、一又はそれ以上の FPGA、DSP コアと結合される一又はそれ以上のマイクロプロセッサ又は任意の他のこのような構成のようなコンピュータデバイスの組み合わせとして実装されることができる。一部の実施形態では、コントローラ 386、センサモジュール 390、画像処理モジュール 392、トラッキングモジュール 394 及び照明モジュール 396 又はそれらの組み合わせは、一又はそれ以上の FPGA を用いて実装されることができる。一部の実施形態では、コントローラ 386 及び一又はそれ以上のモジュールは、コンポーネントと関連付けられた一又はそれ以上の FPGA を用いて実装されることができる。例えば、特定の実施では、FPGA は、画像処理機能と共に、ビデオス

20

30

40

50

イッチング、システム 370 のコンポーネント間に送信されたビデオの制御、データ処理の制御、及び / 又は手術可視化システム 370 のコンポーネント間のデータのフローの制御を提供するように構成されることができる。

【0259】

制御システム 384 は、データストレージ 388 を含む。データストレージ 388 は、コントローラ 386、センサモジュール 390、画像処理モジュール 392、トラッキングモジュール 394 及び照明モジュール 396 のような制御システム 384 の他のコンポーネントと結合されることができる。データストレージ 388 は、情報、典型的にはコンピュータデータを記憶及び検索することが可能な電子回路を参照することができる。データストレージ 388 は、例えば、ディスクドライブ又はソリッドステートドライブのような外部装置又はシステムを参照することができる。データストレージ 388 は、例えば、ランダムアクセスメモリ (RAM) 又は EEPROM のようなリードオンリーメモリ (ROM) の各種形態のような高速半導体ストレージ (チップ) を参照することができ、これは、制御システム 384 の一又はそれ以上プロセッサに直接接続される。他のタイプのメモリは、バブルメモリ及びコアメモリを含む。一部の実施形態では、画像処理モジュールからのビデオ出力及び / 又は手術可視化システム 370 のコンポーネントからの他のデータは、データストレージ 388 に記憶されうる。例えば、ディスプレイシステム 374 上に表示されるビデオは、データストレージ 388 に記録されることができる。一部の実施形態では、データストレージ 388 は、外部 USB ハードドライブ、フラッシュドライブ、メモリカード又は他の同様のデータストレージデバイスのような取り外し可能なデータ

10

20

【0260】

制御システム 384 は、開創器 380 及び手術具 382 とそれぞれ関連付けられるセンサ 398a, 398b からの情報を受け付け及び処理するように構成されるセンサモジュール 390 を含む。センサは、慣性測定装置 (IMUs)、ジャイロスコープ、磁力計、加速度計、熱電対又はサーミスタのような熱センサ、電磁センサ、フォトセンサ又は他のこのようなセンサを含むことができる。一部の実施形態では、センサモジュール 390 は、センサ情報を受信し、それを処理して、ユーザインターフェース 376、ツール制御装置 377、ディスプレイシステム 374 を通じて又は音響又は視覚信号のような他の方法を通じて、外科医にフィードバックを提供する。例えば、センサモジュール 390 は、手術具 382 からの加速度計情報を受信することができ、画像処理モジュール 392 は、ディスプレイシステム 374 に表示されるイメージを出力するときに、手術具 382 の位置を表示するために、この情報を使用することができる。一部の実施形態では、センサモジュール 390 は、センサ情報を受信し、これを処理して、センサ情報を、例えば、画像処理モジュール 392、トラッキングモジュール 394 及び / 又は照明モジュール 396 に提供する。このようにして、制御システム 384 は、動作パラメータを変更するため又はユーザ又は外科医からの直接的な介入を行うことなく、手術システム 370 を制御するためにセンサ情報を使用することができる。例えば、センサモジュール 390 は、手術具 382 又はカメラ 378a と関連付けられる熱電対からの温度情報を受信することができ、制御システム 384 は、温度が閾値を超えた場合に、冷却処置を実施することを決定

30

40

【0261】

一部の実施形態では、開創器 380 及び / 又は手術具 382 は、暗号化された信号を制御システム 384、例えば、センサモジュール 390 又は画像処理モジュール 392 へ提供するように構成されることができる。一部の実施形態では、暗号化された信号と同様に、開創器 380 及び / 又は手術具 382 は、画像データパケットのヘッダを制御システム 384、例えば、センサモジュール 390 又は画像処理モジュール 392 へ提供するように構成されることができる。暗号又はヘッダは、カメラチップ又はカメラの光学センサと

50

電氣的に接続される別のチップにより提供されうる。一部の実施形態では、信号のヘッダ又は暗号は、開創器に取り付けられる又はクリップされるカメラの認識において信号処理システムをアシストする。ヘッダ又は暗号は、適切な画像化処理及び画像化システム構成のための画像化アセンブリと開創器ベースとの適切なペアリングを確実に行ってよい。また、ヘッダ又は暗号は、カメラが使用される適切な基準及び品質を確保し、本明細書に記載される画像処理のための適切な要求に準拠することができる。各種実施形態では、暗号化は、例えば、コンピュータプロセッサ又は他の電子装置、おそらく画像処理モジュール又は他の信号処理又は計算モジュールにより実現されうる。各種実施形態では、ヘッダは、システムの制御、カメラから受信されたイメージの処理、出力ビデオ又は画像の表示等の使用のための各種システムへ非画像情報をリレーするために用いられることができる。

10

**【 0 2 6 2 】**

制御システム 384 は、画像データを受信し、画像データを処理し、表示のためにビデオ又は画像データを出力するように構成される画像処理モジュール 392 を含む。画像処理モジュール 392 は、カメラ 378 a 及び / 又は 378 b からの、及び / 又は M R I、C T、X 線等を含む他の画像化モダリティからの画像データを受信するように構成される。一部の実施形態では、他の画像化モダリティからの画像データは、例えば、D I C O M 3 プロトコルを用いて通信されうる。カメラ 378 a、378 b は、光学系、C C D 又は C M O S 2 次元検出器アレイのような光学センサ、及び本明細書に詳細に説明されるようなシーンの情報を取得するように構成される関連する電子装置を含むことができる。画像処理モジュール 392 は、例えば、画像のステッチング、画像のブレンディング、画像のモーフィング、画像のタイリング、画像の変換（例えば、アフィン変換、非線形変換等）、画像のモザイクング、複数の画像を用いる領域の解像度の向上、手術具 382 の位置情報の抽出、別々の単眼画像からのステレオ画像の形成、又はこれらの任意の組み合わせ又は本明細書に記載されるがこれに限定されないものを含む他の画像処理を含みうる画像データを処理するように構成されうる。

20

**【 0 2 6 3 】**

画像処理モジュール 392 は、ディスプレイシステム 374、ユーザインターフェース 376 又はその両方に表示するためのビデオ又は画像を出力するように構成されうる。一部の実施形態では、出力ビデオ又は画像は、単一のカメラからのビデオ又はビデオが複数のカメラからのイメージの結合からもたらされる合成ビデオを含みうる。例えば、複数のカメラからのイメージは、ステッチングに使用される複数のカメラのいずれかによって提供される視野よりも広い視野を有するビデオストリームを形成するために、ビデオをステッチングすることにより単一のビデオを形成するために結合されうる。別の例として、複数のカメラからのビデオは、得られたビデオが、個々の入力ビデオフレームよりも単位面積当たりの多いピクセル数が多いことを示すように、対象となる領域の解像度を向上するために結合されうる。別の例として、複数のカメラは、物体又は領域の複数の視点を提供することができる。複数の視点からのビデオは、複数のカメラの視点のいずれかとは異なる仮想的な視点からのビデオを生成するためにモーフィングされることができる。

30

**【 0 2 6 4 】**

一部の実施形態では、画像処理モジュール 392 は、出力が複数の画像又はビデオを含む表示のためのビデオ又は画像データを出力する。例えば、画像処理モジュール 392 は、複数のカメラからのイメージを受信し、これらのタイル化された画像又はビデオを提示することができる。一部の実施では、画像又はビデオをタイル化した出力は、出力イメージについての情報を表すように構成されることができる。例えば、タイル化した画像又はビデオの一又はそれ以上は、画像化される物体又は領域に対するカメラの方向を表すために、例えば、カメラの焦点面が、画像化される領域又は物体に非平行であることを表すために、台形又は他の同様の形状として提示されることができる。別の例として、画像又はビデオをタイル化した出力は、例えば、イメージ及び / 又はカメラの視野を提供するカメラの相対的な位置を含みうるそれらの物理的な配置を表すために位置付けられることがで

40

50



きる。特定の実施では、タイル化された画像又はビデオは、対応するビデオ又は画像の拡張部を識別を促進する又は補助するために、画像の一又はそれ以上の周囲の境界で表されることができる。

#### 【0265】

一部の実施形態では、画像処理モジュール392は、個々の、タイル化された、及び/又はステッチされたイメージのいずれかの組み合わせを出力する。例えば、特定の実施では、画像処理モジュール392は、背景イメージが単一のカメラにより提供される、又は背景イメージが複数のカメラからのイメージをステッチした結果である相対的に広い視野を有する背景イメージを出力する。一部の実施では、背景イメージ上にオーバーレイされ、画像処理モジュール392は、背景イメージよりも狭い視野を有するビデオを出力することができる。例えば、狭い視野のビデオは、ステレオビデオを形成する単眼イメージの組み合わせであることができ、その一例が図15に示される。別の例として、狭い視野を有するイメージは、手術具382上のカメラ378bにより提供されるイメージであることができ、その一例が図16に示される。一部の実施では、背景イメージ上のオーバーレイは、イメージがタイル化及び/又はステッチされうる複数のカメラからのイメージであり、その一例が図16に示される。一部の実施では、画像処理モジュール392は、手術具382上のカメラ378bにより提供されるイメージと開創器380上の遠位カメラ378(a)により提供されるイメージとで変化されうる中央の画像又はビデオを出力することができる。例えば、手術具カメラ378aからのイメージは、背景イメージ及び/又は開創器カメラ378aからのステッチ又はタイル化されたイメージによりオーバーレイされたピクチャ-イン-ピクチャとして提示されることができる。一部の実施形態では、3つの開創器カメラ378aからのイメージは、背景イメージにオーバーレイされたタイル化イメージとして表示されることができ、手術具カメラ378bは、背景イメージに亘るピクチャ-イン-ピクチャタイプディスプレイとして表示されることができる。

10

20

#### 【0266】

一部の実施形態では、画像処理モジュール392は、カメラ378a, 378bからのイメージを受信し、ディスプレイシステム374で同時閲覧するために受信されたイメージを表示するように構成される。一部の実施形態では、画像処理モジュール392は、システム又はユーザ(例えば、外科医、アシスタント等)が、イメージを操作する又は相互作用を可能にするように構成される。例えば、画像処理モジュール392は、ユーザ入力、システムコンフィグレーション、カメラ位置、手術具の移動又は位置等に基づいて電子ズーム又は倍率を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、画像処理モジュール392は、焦点、閲覧角度、ズーム比等にフィードバックを提供する。フィードバックは、制御システム384、外部システム及び/又は外科医又はユーザインターフェース376を通じた他のユーザにより提供されうる。例えば、外科医は、画像及び/又はビデオを選択し、ディスプレイシステム374で閲覧するためにユーザインターフェース376を使用することができる。制御システム384は、外科医からの入力を受信し、カメラ378a及び/又は378bからのイメージを受信し、受信したイメージを処理し、処理されたイメージをディスプレイシステム374へ送信することができる。画像処理モジュール392の機能及び性能並びに通常の画像化手術システム372の画像処理は、本明細書に記載される。

30

40

#### 【0267】

制御システム384は、手術システム370の使用時に、開創器380及び/又は手術具382の位置を提供及び捕捉するように構成されるトラッキングモジュール394を含む。トラッキングモジュール394は、センサ398a, 398b、センサモジュール390、画像処理モジュール392、ユーザインターフェース376及び/又はツール制御装置376からの情報を受信するように構成されうる。トラッキングモジュール394は、手術具382の位置を計算するためにこの情報を処理することができる。トラッキングモジュール394は、ディスプレイシステム374上の表示のために画像処理モジュール392へこの情報を提供することができる。例えば、画像処理モジュール392は、ト

50

ラッキングモジュール 394 からの手術具 382 の位置情報を受信し、手術具 382 が、外科医への状況認識を提供するための手法で手術部位のイメージに沿って描画されるように、ディスプレイシステム 374 上に手術具 382 を表示することができる。手術具 382 レンダリングは、本明細書により詳細に説明される。トラッキングモジュール 394 は、手術具 382 の位置及び / 又は手術システム 370 の他のコンポーネントを計算するために、電磁トラッキング情報、EEPROM、radio-frequency identification (“RFID”) 情報、加速度計データ、ジャイロ스코プデータ、及び他のこのようなデータを組み込むことができる。一部の実施形態では、トラッキングモジュール 394 は、手術具 382 の大まかな位置情報を画像処理モジュール 392 へ提供し、画像処理モジュール 392 は、手術具 382 のイメージに少なくとも部分的

10

#### 【0268】

制御システム 384 は、手術部位の照明を制御するように構成される照明モジュール 396 を含む。照明モジュール 396 は、カメラ 378a, 378b のために手術部位の十分な照明を提供し、手術部位のイメージを取得するために、画像化手術システム 372 のライト及び / 又は照明源 399a, 399b を制御することができる。一部の実施形態では、本明細書でより詳細に説明されるように、照明モジュール 396 は、ライトが、一又はそれ以上のカメラ 378a, 378b を直接的に照明しないように、ライト 399a, 399b の出力を調整する又は統合する。ライト 399a, 399b は、本明細書

20

#### 【0269】

画像化手術システム 372 は、開創器 380 及び / 又は手術具 382 を含み、その両方が本明細書でより詳細に説明される。開創器 380 及び / 又は手術具 382 は、センサ 398a, 398b、カメラ 378a, 378b、ライト 399a, 399b、及び / 又はそれらに関連付けられる他のエレメント (例えば、ヒータ) を有することができる。その各々は、制御システム 384、ユーザインターフェース 376、ツール制御装置 377 又は他の制御機構を用いて制御されることができる。

#### 【0270】

手術システム 370 は、ユーザ又は外科医に情報を表示するように構成されるディスプレイシステム 374 を含むことができる。ディスプレイシステム 374 は、本明細書でより詳細に説明される。手術システム 370 は、入力を受け付け、フィードバックをユーザへ提供するように構成されるユーザインターフェース 376 を含むことができる。ユーザインターフェース 376 は、例えば、マルチタッチスクリーン、ボタン、キーボード、ポインタデバイス、スイッチ、ノブ等のようなユーザ入力を受け付けるように構成される物理的な要素を含むことができる。ユーザインターフェース 376 は、視覚情報をユーザへ提供し、手術システム 370 とのやりとり及びシステム 370 の制御をしやすくするように構成されるディスプレイを含むことができる。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 376 は、情報の表示及びユーザ入力の受け付けの両方を行うようにディスプレイシステム 374 へ組み込まれることができる。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 376 は、ディスプレイシステム 374 の一部ではない別のディスプレイにグラフィカルユーザインターフェースを表示する。一部の実施形態では、ディスプレイシステム 374 は、タッチスクリーンインターフェース及び / 又はジェスチャ認識システムを含む。ディスプレイシステム 374 は、例えば、閲覧するためのイメージを選択する、イメージにズームインする、及び / 又はディスプレイシステム 374 で表示するためにイメージを配置するために用いられることができる。一部の実施形態では、手術システム 370 は、ボイスコマンドの形式で入力を受け付けることができる。

30

40

#### 【0271】

一部の実施形態では、ディスプレイシステム 374 及びユーザインターフェース 376

50

は、外科医又は他のユーザが、表示されたイメージとのやりとりを可能にする手法と一部の実施形態では、ディスプレイシステム 374 は、ユーザにとって没入体験を提供するように構成される。例えば、バーチャルディスプレイが用いられることができ、ここで、外科医によって閲覧されるイメージと一致する手法で外科医自身の手による両眼モーションを通じてディスプレイを閲覧する外科医、及び外科医の動きが検出されるこれらの移動は、出力イメージ、カメラ、手術具又はこれらの組み合わせを操作することに対応するアクションにマップされうる。一部の実施では、両眼表示は、3次元情報をユーザへ表示することを可能にし、ユーザは、イメージがコマンドを開始するように見えるスペースにおけるポイントでハンドジェスチャを使用することができる。一部の実施形態では、ジェスチャ認識は、手術具 382 と結合して使用されうる。例えば、外科医は、術野から手術具 382 を除去し、ジェスチャ認識システムが、ポインティング、フリッキング、ドラッグ、ポインタ制御、及び/又はスタイラス機能への移動と相互に関連するような手法でツール 382 を移動することができる。ディスプレイシステム 374 は、外科医のジェスチャを検出するために、イメージベース又は電磁ベースモーションセンサを含むことができる。例えば、ツールをトラックするために用いられるトラッキングシステムが用いられてもよい。このようなディスプレイシステム 374 及びユーザインターフェース 376 は、タッチベースユーザインターフェースを用いるときに生じる潜在的な汚染の問題を生じることなく、外科医がユーザインターフェース 376 とやりとりすることを可能にすることができる。

10

20

#### 【0272】

ユーザインターフェース 376 は、手術システム 370 とのやりとりを容易にするように構成されるグラフィカルユーザインターフェースを含むことができる。グラフィカルユーザインターフェースは、図 24 及び 24B を参照して以下により詳細に説明される。一部の実施形態では、ディスプレイシステム 374 は、グラフィカルユーザインターフェース 376 を表示する。ユーザインターフェース 376 は、ツール制御装置 377 を含むことができ、ツール制御装置 377 は、単一のユーザインターフェース 376 へ統合されうる、又はツール制御装置 377 は、ユーザインターフェース 376 の別の要素でありうる。ツール制御装置 377 は、手術具 382 を操作するために、ユーザからの入力を受け付けるように構成されうる。ツール制御装置 377 及び関連する手術具の例は、図 34 - 53 を参照して本明細書に説明される事項を含む。

30

#### 【0273】

##### ビデオ及びイメージの制御及び処理

本明細書に記載される手術可視化システムは、イメージデータを受信し、イメージデータ及び他のデータを処理し、表示のためにビデオ及び/又は画像を出力するように構成されるコンポーネントを含むことができる。ビデオ及び画像処理機能は、図 14 を参照して本明細書で説明されるものに限定されないが、ハードウェア、ファームウェア及びソフトウェアの適切な組み合わせを用いて提供されることができる。例えば、手術可視化システムは、画像データを受信するための通信バス及び/又はインターフェースと、表示のために出力ビデオを提供するために受信画像データを処理するように構成される一又はそれ以上のマイクロプロセッサ、FPGA、ASIC 等、又はそれらの組み合わせと、を含むことができる。説明の簡素化のために、ビデオ及び画像処理は、画像処理システムによって実行されるように説明され、これは、例えば、図 14 を参照して本明細書で説明される画像処理モジュールのように、画像データを受信し、画像データを処理し、表示のためにビデオ又は画層を出力するように構成される手術可視化システムの適切なシステム又はコンポーネントであることができる。説明の一部として、画像処理システムは、イメージ、画像及び/又はビデオを受信する及び/又は出力するものとして説明される。本明細書で説明される画像の処理は、ビデオに適用可能であると理解されるべきである。画像又はビデオのいずれかに限定される処理の説明は、機能の開示を、ビデオが一連の画像として解釈されうるようなスチール画像又はビデオのような画像に制限するものとして解釈されるべきではない。同様に、ビデオ画像 (video images 又は video image

40

50

e)、フィールド又はストリーム又は画像の用語は、ビデオの説明と結合して用いられる。

【0274】

一部の実施形態では、手術可視化システムは、単一の画像又はビデオストリームを出力するように構成される画像処理システムを含み、単一の出力画像は、複数の出力画像から生成される。例えば、画像処理システムは、開創器、手術具、べつの手術装置又はこれらの任意の組み合わせと関連付けられるカメラからの複数の画像を受信するように構成されうる。画像処理モジュールは、複数の画像を単一の表示シーンに結合するように構成されうる。例えば、画像処理モジュールは、画像をステッチし、画像が重複するカメラからの画像を結合することにより単一のより大きな表示シーンを形成するように構成されうる。一部の実施形態では、一又はそれ以上の画像は、ステッチされた画像等に対して重畳又は示されてもよい。例えば、この構成は、ピクチャ・イン・ピクチャ (picture-in-picture (PIP)) と共に、ステッチされた画像に配置されるタイル化された画像の配置を含む。

10

【0275】

よって、画像処理モジュールは、単一画像を生成するために複数の画像を共にステッチするように構成されうる。画像のステッチングは、より広い視野を提供することができる。画像のステッチングは、手術具又は他の装置によりシーンにおける対象の領域の曖昧さを低減又は排除することができる。画像のステッチングは、手術可視化システムにおける複数のカメラの少なくとも一部によるアルベド (albedo) を低減又は除外することができる。これは、動脈瘤のような突出した構造の後ろを見る機能を外科医に提供する。画像のステッチングは、開創器チューブ又はブレードにより生じる口径食 (vignetting) のような画像アーティファクト (image artifacts) を低減することができる。これらの同一の利益は、異なるカメラからのタイリングされた画像のような異なるカメラからの複数の画像の他の配置によって取得されてもよい。

20

【0276】

画像処理モジュールは、ほぼシームレスな出力画像を提供するために、入力画像を共にステッチングしたときに、入力画像を調整するように構成されうる。一部の実施形態では、直接 (例えば、ピクセル・バイ・ピクセル (pixel-by-pixel)) 又はフィーチャーベース (feature-based) 画像処理を、重複する画像を位置合わせするために用いてもよい。フィーチャーベース画像処理は、画像内のフィーチャーに基づいて画像を位置合わせすることを含むことができる。これは、画像を位置合わせするための画像又は形状認識及びマッチングを含む。特定の実施では、アライメントフィーチャーを有するターゲットの構造は、フィーチャーベースのアライメント方法を補助するために一又はそれ以上のカメラの視野に含まれうる。このようなターゲットの構造は、初期セットアップ時に提供されてもよい。ターゲットの構造は、本明細書でより詳細に説明されるようにホワイトバランスフィーチャー (white-balancing features) も含みうる。ターゲットの構造は、開創器に含まれてもよく、初期化時に開創器に加えられるコンポーネントであってもよく、又はベース、ポッド、ステーション又は初期化段階時に開創器が、例えば、台に取り付けられる他のプラットフォームであってもよい。同様に、ピクセル・バイ・ピクセルアライメント処理は、ピクセル構成に基づいてピクセルを位置合わせし、画像を共にステッチするために、例えば、位置及び方向情報と結合して使用されうる。一部の実施形態では、画像のステッチングは、簡素化されることができ、ここで、カメラは、同一又は同一のセンサを有し、カメラの相対的な位置及び/又は方向は、(上述したようなメモリデバイス又はトラッキングシステムを用いることにより) 相対的な精度によって既知であり、画像化されたシーンへのそれらの距離は、実質的に同一である。一部の実施では、カメラは、非平面シーン又は平坦ではないシーンの近傍に配置されることができ、非線形変換は、画像をステッチするために用いられうる。一部の実施では、基準として周辺画像を用いたものと比較したときに、出力画像に亘って累積誤差を低減するためにステッチング時における基準画像として、中央集中型のカメラ又はシーンの中央部分 (中央が出力画像に関連する) のイメージを提供するカメラを使用

30

40

50

することが好ましい。

【0277】

画像のステッチを行うとき、いくつかの技術は、視覚的にほぼシームレスな出力画像を提供するために、画像の重複領域を融合 (blend) するために用いられることができる。例えば、画像処理システムは、ステッチされた画像のシームにおける画像強度を融合するためのアルゴリズムを実装することができる。アルゴリズムは、中央重点平均 (フェザリング) を用いて画像を融合することを含むことができ、画像の中央近傍のピクセルは、エッジ近傍のピクセルよりも重く重み付けされる。アルゴリズムは、中央重点平均よりも手ブレを少なくすることができるシームにおける画像間のゲインの差を特定するためにラプラシアンピラミッドブレンディング及びグラジエントブレンディングを用いること  
10

【0278】

画像処理システムは、シーンの単一画像を形成するために異なる視点を有するカメラからの複数の画像をモーフィングするように構成されることができ、単一画像は、カメラの視点とは異なる視点含むように見える。例えば、画像処理システムは、第1の視点からの対象の領域の第1の画像、及び対象の領域の第2の視点からの第2の画像を受信し、第1及び第2の視点にわたる視点からの中間画像を生成することができる。例えば、図18に示されるように、左及び右カメラは、バーチャルカメラからの中央の視界を提供するため  
20

【0279】

画像処理システムは、複数の画像がタイル化される個々の画像として複数の画像を表示するように構成されうる。タイル化された画像は、意図的にタイル化されうる、及び/又は画像を提供するカメラの方向に少なくとも部分的に基づいて歪められうる。タイル化された画像は、各画像又は画像群の周囲の境界で表されうる。タイリング画像は、ステッチング又はモーフィングされた画像とは異なることができる。なぜなら、タイル化された画像は、対象の領域又は対象の物体の統一された画像を形成するために組み合わせられないためである。しかし、一部の実施では、画像は、ステッチ又はモーフィングされることができ、これらのステッチ又はモーフィングされた画像は、タイル化された画像として出力されることができ、例えば、これらのモーフィング又はステッチされた画像は、タイル化形式における他の画像と共に含まれることができる。  
30

【0280】

一部の実施形態では、カメラの位置は、カメラからの画像をステッチング、モーフィング又はタイリングするときに、使用される画像処理システムへ提供されることができ、特定の実施では、カメラは、カメラが管状脊椎外科用開創器と関連付けられるときのように、相対的に固定された位置を有しうる。カメラの位置は、トラッキングシステム及び/又はメモリストレージデバイスを用いて画像処理システムへ伝えられることができる (例えば、カメラの位置が固定される)。例えば、開創器、手術具及び/又はカメラと関連付けられるEMトラッキング又は光学トラッキング、一又はそれ以上の慣性測定装置 (IMUs)、EEPROM及び/又はRFIDタグが用いられてもよい。特定の実施では、例えば、カメラは、EMトラッカー、光学トラッカー、IMUs等を有することができ、これは、画像処理システムのセットアップ時に、それらの位置及び/又は方向を伝える。こ  
40  
50

のような情報は、カメラが移動可能であり、かつカメラがセットアップ時に再度向け直される場合に特に有益である。一部の実施では、RFID又はEEPROM技術は、カメラ視野、解像度、使用時のカメラの質及び位置及び/又は方向についての情報を伝えるために用いられうる。画像処理システムは、画像のステッチング、モーフィング、及び/又はタイリングを向上及び/又は容易にするために、各種カメラからの画像を位置合わせする際に補助するために、このトラッキング情報を用いることができる。一部の実施では、トラッキング情報は、カメラの大まかな位置及びそれらの相対的な指示角度を提供することができ、画像処理システムは、各受信した画像のための変換を計算し、それらを共にステッチし、ステッチされた画像のほぼシームレスな表示を提供するために、この情報を用いることができる。画像処理システムは、各種カメラの位置及び/又は方向についての詳細を手術可視化システムへ提供することもできる。画像がステッチされなくても、画像は、開創器上又はそれらの各視野の術野におけるカメラの配置及び位置と一致する手法で配置されることができる。

10

#### 【0281】

画像処理システムは、手術可視化システムにおけるカメラの性能を仮想的に向上させるために、複数のカメラからの画像を組み合わせるように構成されることができる。例えば、画像処理システムは、対象の領域の複数の画像を組み合わせるにより向上された解像度を有する対象の領域の画像を生成することができる。別の例として、画像処理システムは、異なるゲインを有するカメラからの画像データを組み合わせることによって、増加したダイナミックレンジを有する仮想的なカメラを生成することができる。

20

#### 【0282】

一部の実施形態では、画像処理システムは、複数の画像のいずれかよりも高い解像度を有する単一画像を出力するために、複数のほぼ重複した画像を組み合わせるように構成されることができる。特定の実施では、この手法で解像度を向上させることは、単位面積当たりのピクセルの数が、出力画像について複数の画像のいずれかよりも多い出力画像をもたらす。特定の実施では、複数の実質的に重複した画像は、ほぼ重畳する視野を有する複数のカメラによって提供される。一部の実施形態では、異なるゲインを有するカメラからの画像は、増加したダイナミックレンジを有するアグリゲート画像を提供するために位置合わせされる。

30

#### 【0283】

画像処理システムは、重畳する複数のカメラからの画像データを用いて電子ズーム及び/又は倍率を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、カメラは、物体又は対象の領域からの異なる距離において配置されることができる。これらの異なる位置によって、対象の領域又は物体の異なる視界及び/又は倍率は、カメラにより提供される。一部の実施形態では、電子ズームは、倍率レベルを平滑化するために用いてもよい。例えば、異なる位置におけるカメラからの画像は、異なる倍率を有することができ、画像処理システムは、例えば、画像を出力する前に、画像をステッチング、タイリング及び/又はモーフィングするときに、倍率レベルを電子的に調整することができる。一部の実施形態では、画像処理システムは、物体の電子的な倍率が、表示のための対象の領域のよりよい品質及び/又は同様のサイズの画像をもたらすことを可能にするために、画像を重ねる。一部の

40

#### 【0284】

画像処理システムは、対象の領域又は物体のイメージを電子的にズームするために、異なる位置において配置されるカメラからもたらされる異なる倍率を使用することもできる。これらの倍率の変化レベルは、画像をモーフィングするときに、画像処理システムによって用いられうる。対象の領域又は物体に近いカメラは、電子的なズームングが有利となりうる対象の領域又は物体の増加した解像度を有するイメージを提示する。画像処理システムは、電子ズーム機能及び拡大機能を提供するためにこの情報を用いることができる。一部の実施形態では、画像処理システムは、異なる拡大レベルに少なくとも部分的に基づ

50

く電子ズーム性能を提供するために、倍率の異なるレベルを有する画像の重ねあわせを用いる。したがって、一部の実施形態では、画像処理システムは、一様でない又は一様な画像倍率を有するカメラのアレイに亘る拡大のためのズーム機能を提供する。一部の実施形態では、画像処理システムは、この可変倍率及びズーム機能を可能にするために画像を回転する。

【0285】

一部の実施形態では、画像処理システムは、距離ガイド（例えば、ルックアップテーブル）を形成し、対象の領域に対応する画像を拡大又は縮小するために、カメラ位置情報を使用することができる。一部の実施形態では、画像処理システムは、異なる倍率を有する複数のカメラからの画像を組み合わせるときに、カメラの倍率を計算し、この情報を使用するために、位置情報を使用することができる。一部の実施形態では、画像処理システムは、例えば、タイリング又はピクチャ-イン-ピクチャを行うときに、対象の領域又は物体からの異なる距離を表すために、倍率の異なるレベルを有するカメラからの画像を提示するように構成されうる。

【0286】

一部の実施形態では、カメラは、カメラ光学系を移動及び/又は位置付けることによりズーム機能を提供するためにMEMS技術を含むことができる。ズーム機能は、カメラにより取得される画像の倍率を変更するために用いられうる。手術可視化システムは、カメラが、カメラの焦点長さ又はズームを変更することにより倍率レベルを変更するように、カメラにフィードバックを提供するモジュール及びシステムを含むことができる。例えば、トラッキングモジュールは、手術具の位置についての情報を画像処理システムに提供することができる。画像処理システムは、対象となる組織部位からの手術具の距離に基づいてその拡大率を変更するために、カメラにフィードバックを提供することができる。同様に、一部の実施形態では、カメラは、カメラ光学系を移動する及び/又は位置付けることによりフォーカシング機能を提供するためにMEMS技術を含むことができる。フォーカス機能は、ターゲット部位への距離を考慮するために、カメラ光学系の焦点長さを変更するために用いられうる。例えば、手術具上のカメラの焦点の深さが、対象となる組織の焦点を維持するために十分ではない場合に、手術具の位置が変化したとき、MEMSシステムは、カメラの焦点を変更することができる。よって、本明細書に記載されるように、手術可視化システムは、電子的なズーム方法及びカメラを物理的にズームする方法を含むことができる。

【0287】

一部の実施形態では、手術可視化システムは、手術部位内の異なる位置、特に、手術部位内の異なる深さにおけるカメラを含むことができる。画像処理システムは、出力被写界深度を増加させ、手術部位のより大きな部位の焦点合わせされたイメージを提供するために、異なる深さにおけるカメラから被写界深度を変更することを用いることができる。例えば、開創器は、開創器の長さに沿う2又はそれ以上の長手方向の距離における2又はそれ以上のカメラ又はカメラ対（例えば、近位及び遠位）を有することができる。それぞれのレベルにおけるカメラは、画像データを画像処理システムに提供することができる。例えば、開創器は、手術部位の同一物体に異なる距離を提供するように開創器上に配置される（例えば、近位及び遠位）カメラの2又はそれ以上のリング又はアレイを有することができる。近位カメラは、手術部位における領域の主たる大きな視野を提供してもよく、遠位カメラは、クローズアップビュー（closer-up view）を提供してもよい。画像処理システムは、より大きな焦点深さを有する出力画像を提供するために重畳している画像データを組み合わせることができる。2つの深さ又は開創器の長さに沿う長手方向の位置に配置されるカメラを有するシステムが図21に示される。手術部位における変化する距離においてカメラを配置することは、状況認識の増加を潜在的に提供する。変化する距離及び位置においてカメラを配置することは、手術部位の連続的な閲覧を提供することができる。一部の実施形態では、連続的な閲覧は、手術時にカメラを再配置することなく、提供されることができる。例えば、ツール又はワークが一又はそれ以上のカメラを曖昧

10

20

30

40

50

にする場合、曖昧ではないカメラからのイメージは、手術部位の視界を提供するために使用されうる。

【0288】

一部の実施形態では、画像処理は、手術具の位置及び/又は方向を捕捉するために用いられうる。捕捉のために、手術具は、画像処理システムが、手術具を識別する、手術部位内の手術具の位置を識別する、及び/又は手術具の方向を計算することができるように、区別可能な又は識別可能な着色、パターン、マーキング等を含むことができる。

【0289】

一部の実施形態では、画像処理システムは、開創器上に配置される一又はそれ以上のカメラからのイメージデータを受信し、手術具を識別するためにこの情報を処理し、手術具の位置及び方向を表すために画像に配置された及び/又は方向付けられた手術具のモデルを有するビデオ又は画像を準備する。例えば、手術具の光学トラッキングは、開創器のフレーム上に配置されるカメラを用いて実現されることができ、手術具は、例えば、ツール軸の周囲の既存のパターンによりレーザマーキングを用いて追加されたグレイコードを含む。画像処理システムは、手術具上のグレイコードを識別するためにカメラからの画像を処理することができる。この情報及び一又はそれ以上他のトラッキングシステム又は記憶されたデータからの追加情報を用いて、画像処理システムは、手術部位内の手術具の位置及び/又は方向を識別することができる。

【0290】

よって、一部の実施形態では、表示された画像は、手術具の位置に関係することができる。画像処理システムは、トラッキング情報を受信することができる、及び/又はイメージから位置情報を抽出し、手術具が現在配置されている場所に対応する出力イメージを構築する(例えば、背景イメージ又は表示される他のイメージに対する画像を配置又は方向付ける)ことができる。画像処理システムは、ディスプレイ上に手術具の位置をスムーズに捕捉するために、(例えば、ディスプレイシステムの中央に置かれる又は背景に対して変化する位置を有する又は広い視野の主視界を通常のまま維持するように手術具のイメージが提示されるように出力イメージを変化することにより、)手術具の移動を捕捉及びこの情報を集積するために構成されることができる。画像処理システムは、また、手術具の位置に応じて、例えば、タイル化された画像が表示されることを変更することができる。画像処理システムは、例えば、手術具に対する移動の重心を規定し、この重心に基づいて、移動が無視できる又は従うことができるかどうかを決定することができる。このような決定は、使用時の手術部位及び/又は開創器の大きさに少なくとも部分的に基づきうる。また、画像処理システムは、手術具が手術部位から完全に除去されたときのような、重心分布と比較して外れ値である移動を無視するように構成されうる。

【0291】

一部の実施形態では、画像プロセッサは、手術部位のイメージを出力することができ、手術部位のイメージは、測定された位置及び/又は方向に基づく手術部位内に配置及び方向付けられる手術具を描画することを含む。一部の実施形態では、手術具の描画は、完全な透明から完全な不透明へ変化する不透明さのレベルを有することができ、本明細書により詳細に説明されるような、部分的な透明性/部分的な不透明性のレベルを変化させることを含むことができる。一部の実施形態では、手術具は、本明細書に記載されるように、例えば、ピクチャ-イン-ピクチャで、ディスプレイに描画されることができ、手術具は、透明性の構成可能なレベルを有することができる(例えば、手術具は、不透明又は半透明として表現されることができる)。透明性のレベルにより手術具を表現することにより、ユーザは、手術部位の根本的なイメージを閲覧することができる。本明細書に記載されるような透明レンダリングは、手術部位の外科医の視界が手術具によってぼやけているという手術可視化システムにおける問題を解消するために補助することができる。複数のカメラが、複数の視点からの手術部位の画像を取得する、又はトラッキングシステムにより提供される手術具の位置を有する単一のカメラを用いる機能を提供することができる。手術具の描画を提供するために、手術具のコンピュータモデル(例えば、CADモデル)

10

20

30

40

50



は、初期化時又は手術前のいくつかの他のポイントで、手術システムへロードされることができる。一部の実施形態では、ユーザは、手術具の描画を表示するかどうかを選択することができる。一部の実施形態では、アイコン、グラフィック又はインジケータは、透明性のレベル及び描画を表示するかどうかを選択するために、手術具の描画をユーザが制御することが可能であるグラフィカルユーザインタフェースに提供されることができる。

【0292】

図15から17は、ディスプレイシステムへ送信するのに適した画像処理モジュールのディスプレイ出力の例を示す。一部の実施形態では、画像処理モジュールは、異なる位置における複数のカメラからのビデオを受信し、受信したビデオを処理し、処理したビデオをディスプレイへ出力するように構成されうる。出力ビデオは、ステッチされる、タイル化される、重ねあわせられる又はそれ以外でディスプレイに組み合わせられることができる。出力ビデオの配置及び/又は構成は、自動生成、手動構成又はその両方でなされうる。このように、手術可視化システムは、同時閲覧のために複数のカメラからのビデオを表示するように構成されうる。一部の実施形態では、ディスプレイシステムは、画像処理システムから処理後のビデオを受信し、表示のために互いに適切な出力ビデオを配置するように構成されうる。

10

【0293】

図15に示されるように、手術可視化システムは、手術部位の相対的に広い視野を提供するように構成される一又はそれ以上の近位カメラを含むことができる。これは、手術部位を示すディスプレイの背景又はメインビューを提供することができる。広い視野は、外科医の状況認識を促進するために各種の対象の領域又は物体用の基準のフレームを外科医に提供することができる。特定の実施形態では、一つのカメラ又はカメラ対は、背景又はメインビューを提供しうる。しかし、一部の実施形態では、画像処理システムは、例えば、複数の、例えば、近位カメラからのカメラデータの単眼の広い視野をステッチング及び/又はモーフィングすることにより、広い視野を提供することができる。一部の実施形態では、手術可視化システムは、手術部位の少なくとも一部のステレオイメージを提供するように構成される一又はそれ以上の、例えば、近位（又は遠位）カメラを含むことができる。ステレオイメージを取得するカメラは、広いカメラ視野よりも狭い視野を有することができる。画像処理システムは、隣接する近位（又は遠位）カメラ、又は左眼及び右眼専用の左部分及び右部分を有する2次元センサレイからのステレオデータを提供することができる。広い視野又は背景ビューのステレオデータを重ねあわせることができる。したがって、一部の実施形態では、ディスプレイは、周辺視覚情報を提供する背景画像の広い視野にオーバーレイされた中央のステレオ画像を含むことができる。一部の実施形態では、広い視野の背景又はメインビューは、ステレオであり、かつ近位（又は遠位）カメラからの画像から形成されることができる。ステレオカメラからの画像は、3D視覚効果を形成するために、本明細書により詳細に説明されるように、別々のディスプレイ（例えば、各眼の一方）又は同一のディスプレイ（例えば、異なる時間に左眼及び右眼で視認可能）に表示されることができる。

20

30

【0294】

図16に示すように、手術可視化システムは、他に、手術部位の小さな視野を提供する一又はそれ以上の遠位カメラを含むことができ、当該遠位カメラは、手術部位内に配置される。一部の実施形態では、遠位カメラは、手術部位の斜め又は側面のビデオを提供するように構成され、深さの手掛かりを外科医に提供することにより、外科医がビデオを視覚的に解釈することを助けるために傾斜されて表示されることができる。一部の実施形態では、遠位カメラから受信されたビデオは、ステッチ、タイル化、傾斜又は近位の広い視野イメージ及び/又は近位のステレオイメージからのビデオに重畳又はオーバーレイされる他の処理及び表示されることができる。

40

【0295】

一部の実施形態では、複数の遠位（又は近位）カメラは、全てではないが、関連する手術装置に対してほぼ同様の切開に向けられる。一部の実施形態では、遠位（又は近位）カ

50

メラは、手術装置の軸に垂直に向けられる。例えば、開創器は、直円筒の形状を有し、かつ円形断面の中央を介する軸を有してもよい。カメラは、互いに向かって、及びこの軸に垂直に方向付けられてもよい。それに替えて、カメラは、この軸に平行ではない手術部位へ下側に向けられてもよい。しかし、複数の遠位カメラは、軸に対してほぼ同様の傾斜 ( *inclinations or declinations* ) を有してもよい。一部の実施形態では、軸に対する傾斜は、約 30 度以下、約 45 度以下、約 70 度以下、及び / 又は約 110 度以下でありうる。一部の実施形態では、軸に対する傾斜は、約 0 度以上、約 30 度以上、約 45 度以上、及び / 又は約 70 度以上でありうる。

#### 【 0 2 9 6 】

一部の実施形態では、遠位カメラからの情報の表示は、分類に応じてアクティベートされうる。例えば、初めに、近位カメラがアクティベートされ、これらの近位カメラにより生成された画像が表示される。捕捉された手術具が患者に挿入され、かつ処置の開始において手術具が近位カメラの近傍にある場合、遠位カメラにより提供される単眼サイドビューは、ツールが配置される視界を外科医に提供するために、図 16 に示されるように、ディスプレイの中央ステレオビューのいずれかの側に表示されることができる。一部の実施形態では、遠位カメラにより提供される視界は、タイル化された画像として表示されることができる。また、外科医又はユーザが手術部位内の深部に進むと、遠位カメラビューは、斜めの視界を提供し、ディスプレイにおける中央のステレオビューのいずれかの側にタイル化又はステッチされた形態で閲覧されることができる。ツール上のカメラは、表示される可能性があるビデオも提供されてもよい。ディスプレイの中央視界は、ツール上のカメラ又は遠位カメラからのイメージを含むことができ、中央視界のためのイメージのソース間で切り替えるように構成されることができる。一部の実施形態では、カメラ位置情報、カメラキャリブレーション情報及び / 又は対象の領域、距離及び位置は、画像処理システムへ送信されることができる。この情報は、一連の画像をアンラッピング、意図的に歪ませる、電子的に拡大縮小するために有益である。このような処理は、マルチカメラビューイングディスプレイが、各種の固定カメラ倍率及び画像内の位置を調整することを可能にする。それにより、この処理は、手術部位がディスプレイの視野内のほぼ中央に配置されるタイル化又はステッチされた画像の生成を補助する。処理は、近位カメラからのステレオビューに隣接する遠位カメラからのビューのアレイを提供してもよい。

#### 【 0 2 9 7 】

このような処理は、一又はそれ以上カメラビューを選択するとき、同様に使用されてもよい。例えば、ビデオフィールドを表す複数のサムネイル又はウィンドウ又は複数のカメラからのビデオフィールドを表すアイコンは、ディスプレイ上の、例えば、画面の周辺に示されてもよい。ユーザは、例えば、アイコン又はサムネイルをクリックすることによって、又はサムネイル又はウィンドウを拡大することによってこれらを選択してもよい。ユーザは、互いに及び / 又は開創器又は手術部位に対するカメラの幾何学的配置と一致する手法のようないくつかの形態で、これらのより中央のビデオフィールドを移動する及び / 又はこれらのビデオフィールドを配置することができる。一部の実施形態では、ユーザが複数のアイコン、サムネイル及び / 又はウィンドウを認識したとき、プロセッサは、このような幾何学的配置における対応するビデオフィールドを自動的に配置する。ユーザは、開創器及び / 又はツール上のカメラの総数のサブセットからのビデオフィールド / 画像を選択してもよい。一又はそれ以上の画像は、例えば、PTP 又はタイル化された配置として示される他の画像に亘って背景として用いられてもよい。ユーザは、例えば、背景画像として用いられる一つのストリーミングビデオウィンドウ、アイコン又はサムネイルを認識することができる。これは、(以下に説明されるように) 広い視野のカメラ又は手術用顕微鏡視界であってもよい。一部の実施形態では、複数の画像は、背景ビューを取得するために共にステッチされる。各種実施形態では、背景ビューは、タイル化又はPIP画像よりも大きく、画面の少なくとも 75 %、80 %、90 %、95 % 又は 100 % のような、処理によって提供される実質的な全体ビューを含んでもよい。一部の実施形態では、プロセッサは、背景として示すための画像を選択する。ユーザは、例えば、(例えば、ディスプレイ上

10

20

30

40

50

に表示されたウィンドウ又はサムネイルを選択することにより)複数の画像を認識してもよく、プロセッサは、背景画像としてそれらの画像の1つをデフォルトとして示してもよい。

#### 【0298】

各種実施形態では、ディスプレイは、例えば、画面の少なくとも75%、80%、90%、95%又は100%のような、画面上で拡大された第1の画像又はビデオストリーム又はフィードを示してもよい。ユーザは、他のカメラに対応するストリーミングビデオウィンドウ、アイコン又はサムネイルを識別することにより別のカメラから第2のビデオを選択してもよい。ユーザは、他のカメラからの画像を拡大してもよい。プロセッサは、ユーザが第2の画像を特定のサイズに拡大するときに、自動的に第1の画像を縮小する又は自動的に当該画像を完全に除去してもよい。この閾値サイズは、例えば、画面の少なくとも75%、80%、90%、95%又は100%であってもよい。ユーザは、この閾値サイズを設定してもよい、及び/又はプロセッサは、この機能のための閾値サイズを有してもよい。同様に、ユーザは、別のカメラを認識することにより、及び閾値を超える画像を拡大することにより、第3のビデオ画像を選択することができ、ユーザは、第2の画像に対応するウィンドウにサムネイルを近づける又は縮小させることができる。第2の画像と共に第1の画像のためのビデオストリームウィンドウ、アイコン、サムネイルは、背景画像として(例えば、クリックする又は拡大することにより)識別する又は拡大するためにユーザが利用可能であってもよい。一部の実施形態では、これらの画像のいずれかは、例えば、それぞれが、画面の少なくとも75%、80%、90%、95%又は100%である一又はそれ以上の他の画像のための背景として用いられてもよい。これらの小さい画像は、背景として使用される他の画像の前面にPIP又はタイル化されて示されてもよい。多様な他の機能がグラフィカルユーザインタフェースに集積されてもよい。しかし、各種実施形態では、ユーザは、アイコン又はサムネイル又はウィンドウによって表される一又はそれ以上のカメラを選択するための機能を有し、これは、カメラからのビデオストリームを示し、かつカメラによって提供される画像を拡大又は再配置する。ユーザは、例えば、これらの画像をより目立つように拡大する及び/又はディスプレイのより中央に配置してもよい。ユーザは、複数のカメラからの画像が選択される場合に画像を配置してもよい。一部の実施形態では、プロセッサは、ユーザによって選択された特定のサイズの画像を(少なくともデフォルトとして)自動的に配置及び/又は拡大してもよい。一部の実施形態では、ユーザは、第1のディスプレイ上で第1のビデオウィンドウを選択し、第2のディスプレイに第1のビデオウィンドウを送信することができる。これは、それ以前に第2のディスプレイに表示されていたビデオが、第1のディスプレイに表示されるように、システムにビデオを入れ替えさせることができ、その逆も可能である。一部の実施形態では、この機能は、ビデオフィード間で簡易かつ素早い切り替えを行うためにクイック・スイッチング機能を提供するように構成される。一部の実施形態では、第1のディスプレイに第1のビデオウィンドウを選択することにより、第1のビデオウィンドウが第2のディスプレイへ送信されるが、第2のディスプレイ上のビデオは、第1のビデオと共に第2のディスプレイに残るモードを提供することができる。ユーザは、例えば、ダブルクリック対するクリック等の異なる入力を提供することによりこのモードを選択してもよい。

#### 【0299】

図19は、背景又はメインビュー及びステレオビューを提供する近位カメラの構成の一例を示す。図19は、開創器に配置され、プリズムによって提供されるような反射鏡又は画像を再度方向付ける他の光学素子を含むカメラによって提供されるカメラビューを示す。このような光学素子は、カメラの検出器アレイに対して例えば、45°又は他の角度になっている反射面であってもよい。図4Cは、光学経路の向きを変えるように構成されるこのような光学素子の一例を示す。複数の反射を有するプリズムのような他のタイプの光学素子は、光を向け直す又は向きを変えるために用いられうる。図21は、光学経路を手術部位の下方に向きを変え、低いプロファイルを提供するように構成される光学的なデザインを有する管状開創器も示す。特に、反射鏡又はプリズム又は光学経路を適切に向け直

10

20

30

40

50



ビュー（視界）は、リアルタイムで提供され、閲覧者は、脳内で画像を合成し、3D効果  
を生成する。一部の実施形態では、画像処理システムは、3D画像の提示を可能にする単  
一のモニタ又はディスプレイに表示されるべき3D画像を出力するためにステレオデータ  
を処理することができる。このようなディスプレイは、例えば、左及び右画像を変調して  
もよく、閲覧者がディスプレイを見ることを通じて接眼レンズを選択的に変調してもよく  
、左接眼レンズを通じて光の経路を調整し、ディスプレイが左画像を示すのと同時に右接  
眼レンズを遮る。同様に、ディスプレイは、右接眼レンズを通じて光の経路を調整し、デ  
ィスプレイが右画像を示すのと同時に左接眼レンズを遮る。

【0303】

一部の実施形態では、ステレオデータは、相対的に広い視野カメラにより提供される背  
景又はメインビューにオーバーレイされうる。非ステレオ画像は、左及び右ディスプレイ  
の両方により、及び/又は左及び右接眼レンズを通じて同時に表示される。よって、画像  
のステレオ部分が左及び右ディスプレイ又は画像に対して異なるが、非ステレオ部分は、  
同一である。

【0304】

一部の実施形態では、ステレオカメラの視野は、視覚幅（vision width）  
未満（例えば、水平方向に約170度及び垂直方向に約110度）であり、約60度以下  
、約50度以下、約30度以下、約30度から60度、及び/又は約50度から約55度  
の半値全幅（full width half maximum（FWHM））である  
ことができる。一部の実施形態では、広い視野を提供する単眼カメラの視野は、少なくと  
も約70度及び/又は約120度未満、少なくとも約90度及び/又は約110度以下、  
又は少なくとも約70度及び/又は約90度以下の半値全幅（full width h  
alf maximum（FWHM））であることができる。

【0305】

画像処理システムは、外科医の状況認識を促進又は向上させる出力画像を提供するた  
めに、手術具からの画像及び/又は手術具の画像を処理するように構成されうる。一部の  
実施形態では、手術具に関連付けられたカメラは、手術中に移動することができ、それら  
の位置及び/又は方向は、手術具と組織とやりとりのディスプレイを出力することを可能に  
するために、画像処理システムへ送信されうる。この出力は、他のカメラからの他のイメ  
ージによりステッチされることができる、又はピクチャ-イン-ピクチャ又はタイリング  
のような独自のビデオストリーム又はイメージとして提供されることができる。出力は、  
例えば、メイン又は背景ビューのような中央のシーンにオーバーレイされるピクチャ-イ  
ン-ピクチャとして表示されることができ、ピクチャ-イン-ピクチャ表示は、対象とな  
る部位の拡大された視界を提供する。ピクチャ-イン-ピクチャ視界は、所望の形態で手  
術具を操作するための外科医の能力を向上させるために、視覚的なフィードバックを外  
科医に提供するために拡大されることができる。特定の実施では、ピクチャ-イン-ピク  
チャ表示の方向は、手術具の向きの変更にかかわらず、手術を通じて変更されずに維持さ  
れうる。このような実施では、画像プロセッサは、ツールが移動されても、ピクチャ-イ  
ン-ピクチャ画像が移動しないように、トラッキングセンサ（例えば、IMUs）からの入  
力に基づいて画像を向け直してもよい。特定の実施では、ピクチャ-イン-ピクチャ表示  
の方向は、例えば、手術具の回転により変更する。

【0306】

一部の実施形態では、手術具の一部は、手術時に開創器に配置されるカメラを考慮して  
もよい。手術具の少なくとも一部による手術部位の曖昧さの低減又は排除のために、画像  
処理システムは、カメラからの画像を処理し、手術具自体のイメージではなく、ディス  
プレイに表示される変更可能な透明な手術具を有する手術部位のイメージを出力するこ  
とができる。例えば、カメラの視界内の手術具の一部は、ツールのCADモデル及び6自由度  
トラッキング情報に基づいて描画されうる。この変更可能な透明な手術具の提示を提供  
することにより、手術具の軌道は、手術具が操作されるときに、ディスプレイシステム上  
でモニタされうる。一部の実施形態では、カメラによって見られる手術具の画像は、他のカ

10

20

30

40

50

メラにより提供される他の視界にわたって表示されるときに、部分的に透明になる態様でカラー化されうる。透明性は、他のカメラ視界を示し、手術具により提供される不明瞭を低減することを可能にする。

#### 【0307】

一部の実施形態では、手術具の左（右）側からの、外科医の視点からのカメラ視界は、右利き（左利き）の外科医にとっての手術具の不明瞭を低減又は排除するために用いられることができる。これは、外科医の右眼（左眼）が支配的である視野闘争（retinal rivalry）を生じうる手術具の不明瞭さを低減することができる。したがって、一部の実施形態では、ユーザは、モード、この例では、右手モード（又は左手モード）を選択することができ、画像処理モジュールは、ユーザが必要なカメラ及び/又は画像を特定することなく、当該選択されたモードに基づいて表示するための画像を選択してもよい。

10

#### 【0308】

図17は、近位及び遠位カメラからの画像データを組み込むディスプレイと共に、手術具と関連付けられたカメラにより取得されるイメージのピクチャ-イン-ピクチャ視界の一例を示す手術具と関連付けられたカメラからの画像情報は、例えば、近位の広いカメラ視野によって提供されるメイン又は背景画像にオーバーレイして表示されうる。ピクチャ-イン-ピクチャ表示は、ステレオであることができ、又は単眼であることができる。一部の実施形態では、ピクチャ-イン-ピクチャ表示は、背景又はメインビューとは異なる倍率又はズームで提示される。一部の実施形態では、ピクチャ-イン-ピクチャ表示は、外科医がピクチャ-イン-ピクチャの下に表示されるイメージデータを閲覧することを可能にする不透明性のレベルを有する。

20

#### 【0309】

上述したように、カメラは、外科医が術野に対して関連付ける垂直及び水平方向と同一又は略同一な垂直及び水平方向を有する術野の画像を生成するために配置及び位置付けられることができる。カメラが正確に配置されない場合、術野の画像は、ディスプレイ上の垂直及び水平方向が、外科医が術野に関連付ける垂直及び水平方向に対応しないように、手術処置のために方向付けられるとき、ディスプレイ上で回転されてもよい。ディスプレイ上の垂直及び水平方向に対する術野の不正確な位置又は過剰な回転（例えば、30度以上）は、手と眼の一致を切り離してしまう。

30

#### 【0310】

したがって、各種実施形態では、画像処理システムは、開創器上のカメラからの表示された画像の水平が、取得されたシステムの水平と略同一に維持されるように、表示されることができる。一部の実施形態では、画像処理システムは、ディスプレイの水平が、取得された水平と平行になるように、取得された画像を回転及び/又は再配置し、これは、典型的には、重力ベクトルと直交する、又は言い換えれば、取得された画像は、水平に対して直立方向に表示される。図20Aに示されるように、一部の実施形態では、手術可視化システムは、取得及びディスプレイ水平が、画像処理システムによってなされるわずかな画像回転又は画像回転しないことにより、略平行に維持されるように、重力に対して略一定な方向を維持するために回転する水平機構を含む。一部の実施形態では、水平機構は、手術を行う前に、配置の問題を解決するために、閲覧時に、滅菌アライメント及び/又はホワイトバランスターゲットを回転させることができる開創器と関連付けられるカメラリングを含むことができる。一部の実施形態では、図20Aに示されるように、手術具と関連付けられるカメラからのイメージは、手術具の回転時に手術具が回転されるときに回転される、又は水平に維持される。

40

#### 【0311】

一部の実施形態では、視軸ライン（当該ラインは、外科医の眼の視軸の両方と直交する）は、ステレオセンサライン（当該ラインは、ステレオ情報を提供する光学センサの光軸の両方と直交する）と平行でありうる。例えば、z軸が、立った外科医の脊椎に沿って延びる軸として定義される場合（例えば、z軸が、重力ベクトルと平行である場合）、視軸

50

ライン及びステレオセンサラインは、それらがz軸に直交する面に投影されるときに、平行なラインとなるように構成されうる。これは、所望の並行関係を維持しながら、視軸ライン、ステレオセンサライン又はその両方が、x軸、y軸又はその両方(デカルト座標系)の周りに回転することを可能にする。この平行関係は、ディスプレイ上のイメージを閲覧するときに、方向感覚を失うことを低減するために有益であることができ、ここで、当該イメージは、外科医のz軸及び表示画像のz軸が平行となるように表示される。一部の実施形態では、図20Bに示されるように、センサは、平行な形態の開創器ブレードに方向付けられうる(図20Bでは、重力は、紙面に向かうベクトルである)。上部及び下部ブレード上のセンサは、単眼又はステレオイメージを提供するように構成されることができ、側面ブレード上のセンサは、単眼イメージを提供するように構成されることができる。一部の実施形態では、上部及び/又は下部ブレードと共に、側面ブレードの少なくとも1つは、ステレオイメージを提供するように構成されうる。これらの各種の実施形態では、側面ブレードのための左及び右カメラアパーチャは、上部及び/又は下部ブレードにより提供されるような、一定のステレオ遠近感を提供するように構成される。よって、図20Bに示されるように、左及び右カメラアパーチャの対は、上部及び下部開創器とは対照的に、側面開創器についての開創器の長さに対して異なる方向に位置合わせされてもよい。同様に、左及び右カメラアパーチャは、上部及び下部開創器についての左及び右カメラアパーチャの方向と比べて、開創器によって定義されるような、手術部位(図面への)への中心軸に対して異なる方向に位置合わせされる。特に、上部、下部及び側面については、左及び右カメラアパーチャは、開創器のそれぞれに対して一定のステレオ立体感を提供するために、水平方向に沿って配置される。しかし、その結果、カメラは、側面開創器ブレードと比較して、上部及び下部開創器ブレード上に異なる方向に方向付けられる。

#### 【0312】

上部及び下部開創器についてのこの構成は、開創器によって提供される手術部位への経路において空間を維持し、手術具のためにより大きな空間を提供することが望まれる場合に有利となりうる。折り畳まれたステレオ上部及び下部カメラは、図20Bに示されるように、相対的に低い姿勢を提供する。側面カメラのステレオ対は、上部及び下部構成に対して90度である水平軸への少なくとも一部によって、小さくすることができない。一部の実施形態では、側面カメラは、視線を折る又は視線を外すためのプリズムが存在しない場合、相対的に小さくすることができ、これは、90度又は対向する視界構成において有益でありうる。

#### 【0313】

各種実施形態では、本明細書に記載されるように、センサは、光軸が、重力に垂直、重力にへ行く又は重力に対して別の傾斜(inclination又はdeclination)を有するように方向付けられうる。一部の実施形態では、本明細書に記載されるように、ディスプレイシステムは、外科医が、患者に対して移動可能となるために、(例えば、アーティキュレーティングアームを用いて)移動可能でありうる。ディスプレイシステムは、モーションセンサを有するように構成され、移動が検出され、外科医、ディスプレイ及びカメラの間の所望の平行な方向を維持するために開創器が再配置されるべきであることを外科医又は他のオペレータに示すために提供される。

#### 【0314】

一部の実施形態では、画像処理システムは、イメージを提供するカメラの位置及び/又は視野の少なくとも一部に基づいて、デフォルト、所定の又は適切な画像回転及び/又は位置を提供することができる。図20C及び20Dを比べると、カメラ1-4は、ディスプレイシステムへ物体のイメージを提供する。図20Cでは、画像処理システムは、開創器の位置又は視野に対応するディスプレイ上の位置における4つのカメラからの画像をタイル化する。ディスプレイ上の位置は、物体、術野又は手術部位、外科医又は自動的又は手動で選択され他の基準フレームに対するカメラの位置又は視野に少なくとも部分的に基づきうる。一部の実施形態では、対向する位置におけるカメラは、ステレオビデオデータを提供するように構成されうる。例えば、カメラ1及びカメラ2は、ステレオデータを取

得るように構成されるカメラを含みうる。また、一部の実施形態では、カメラ1及びカメラ2は、例えば、180度で、相対的に互いに回転されうる。一部の実施形態では、カメラ3及びカメラ4は、パノラマ及び/又は単眼ビデオを提供するように構成されうる。カメラ1及び2と同様に、カメラ3及びカメラ4は、互いに回転されうる。図20Dでは、画像処理システムは、図20Cのようにディスプレイ上のタイル化された画像を配置するが、画像処理システムは、イメージの回転も実行する(例えば、別々のイメージの回転)。回転は、図20Dに示されるように、表示された物体に対して等しい方向を提供するように構成されうる。例えば、カメラ1からのイメージは、180度回転され、カメラ2からのイメージは、回転せずに提示され、カメラ3からのイメージは、90度回転され、カメラ4からのイメージは、270度回転されることができ。その結果、ディスプレイに提示される物体は、同一の相対方向を有する。これは、異なる視点から見られたとしても、物体がディスプレイにおける同一方向を有するように観察者の理解を容易にすることができる。別の実施形態では、全ての画像が再度方向付けられなくてもよい。各種実施形態では、例えば、カメラ2からのビデオ画像からの画像は、カメラ1に対して180度回転される、又はその逆に、カメラ3及び4からの画像は、回転されない。他の実施形態では、カメラ2からのビデオ画像は、カメラ1に対して180度回転され、カメラ3のビデオ画像は、カメラ4に対して90度回転される又はその逆である。他の変形例も可能である。一般的に、カメラ2を回転しないで維持することは、手術可視化システムを用いた場合、カメラ2の水平が、オペレータの水平のより近くに位置合わせするとき、状況認識を増進させる又は混乱を抑制する。一部の実施形態では、カメラ2は、他のカメラからの他の3つのタイル化されたビデオについての背景画像として拡大及び表示されるビデオデータを提供することができる。これらの概念は、タイル化カメラの視界のある程度適用してもよい。

10

20

#### 【0315】

一部の実施形態では、画像処理システムは、トラッキングデータ、カメラ、ユーザ選択又はそれらの組み合わせについての情報を記憶するメモリ(EEPROM)のようなカメラに提供する情報の少なくとも一部に基づいて、表示された画像に対する位置及び/又は回転を算出する。一部の実施形態では、画像処理システムは、コンフィグレーション設定又は開創器カメラのコンフィグレーション(例えば、位置及び/又は視野)に基づいて、表示された画像のデフォルト又は所定の回転及び/又は配置を実行することができる。一部の実施形態では、ユーザは、グラフィカルユーザインタフェース上に提示されるビデオウィンドウ、アイコン又はサムネイルを用いて、タイル化された画像の位置及び/又は回転を選択することができる。サムネイルは、開創器カメラにより提供されるビデオに対応する縮小サイズ画像を回転させうる。ビデオウィンドウ、アイコン又はサムネイルは、回転せずに維持されることができ、例えば、一部の実施では、カメラの遠近感についての又は回転されるキューを提供する。この形態でのビデオの回転は、図20Dに示されるように、単眼又はステレオイメージに適用されうる。上述したように、各種実施形態では、画像プロセッサは、ユーザによって選択されたカメラからのビデオを、例えば、カメラ又はそれらの視野の幾何学配置と一致する配置にすることができる。ユーザは、例えば、ビデオウィンドウ、アイコン又はサムネイルを選択することによりカメラからの画像又はビデオフィールドを選択することができる。プロセッサは、例えば、外科医の能力を向上させ、ビデオの詳細を見るために自動的に拡大及び再配置することができる。一部の実施形態では、プロセッサは、ビデオをディスプレイのより中央の位置又はディスプレイの所望の位置へ移動する。一部の実施形態では、ユーザは、例えば、ビデオウィンドウ、サムネイル又はアイコンを拡大及び/又は再配置することによって、ビデオを手動で拡大する及び/又はビデオを手動で再配置する。また、ユーザは、外科医の能力を向上させ、ビデオの詳細を見るためにビデオを拡大してもよく、ビデオをディスプレイのより中央の位置又はディスプレイの所望の位置へ移動してもよい。一部の実施形態では、縮小サイズのビデオウィンドウ、サムネイル又はアイコンは、ナース又は技師及び外科医のためのグラフィカルユーザインタフェースとして用いられる第1のタッチスクリーンディスプレイ上にあり、

30

40

50



拡大再配置された画像は、処置を通じて外科医により広範囲に閲覧される両眼ディスプレイのような第2のディスプレイ上にある。各種実施形態では、例えば、手術部位の詳細な検査を行っている際、手術部位においてツール操作を行っている際、手術部位上での動作の際のようなディスプレイを閲覧する際の外科医の関心に応じて、ビデオストリームは、一方のディスプレイから他方のディスプレイへ切り替えることができる。

#### 【0316】

一部の実施形態では、ビデオのグループは、1つのものとして回転されうる。例えば、プロセッサは、図20C及び20Dに示されるタイル化ビデオのような複数のビデオが1つのものとして提供される。一部の実施形態では、ユーザは、グループとしてビデオの回転を開始及び/又は制御するが、処理システムも同様に行うことができる。一部の実施形態では、処理システムは、グループが全体として回転されるときに、タイル化日でのグループにおける個々のビデオの—又はそれ以上を自動的に回転する。

10

#### 【0317】

図20C及び20Dに示されるように、タイル化されたビデオは、別のカメラ、ビデオのモザイク、補助カメラ、手術部上のカメラ、静止画像等により提供される背景ビデオに表示されるように構成されうる。各種実施形態では、図20C及び20Dに示されるように、タイル化されたビデオは、展開され、例えば、ディスプレイの周辺に向かって提示される、又は空間が、複数の画像及び/又はディスプレイに中心に提供されるような態様で提示される。これは、例えば、拡大された、表示されるべきピクチャ-イン-ピクチャビデオの提示を可能にする、及び/又は手術部位へのアクセスを提供する開口中央経路を提供する開創器のコンセプトと一致してもよい。一部の実施形態では、本明細書に記載されるように、手術具画像は、開創器カメラからタイル化されたビデオにより表示されうる、及び/又は手術用顕微鏡視界を提供する補助カメラにより表示されうる。一部の実施形態では、手術具ビデオは、タイルビデオにオーバーレイされる中央領域に表示されることができ、かつ相対的に固定された方向を有しうる、又はビデオの方向は、手術具の方向におけるビデオにより調整されうる。例えば、手術具ビデオは、画像処理システムによる回転を経ることなく、ディスプレイに提示されうる。一部の実施形態では、手術具カメラは、方向キューを提供する手術具カメラの視野に対する固定位置に手術具を提示してもよい。

20

#### 【0318】

##### ディスプレイ

本明細書に記載される実施形態は、フォームファクタ (form factor) 及びアーティキュレーテッドアームと共に、関連する不利益なしに、手術顕微鏡ユーザになじみのある両眼機能を有するディスプレイを提供することができる。しかし、典型的な手術顕微鏡装置と対照的に、本明細書に記載される各種実施形態は、光学焦点、位置、ターゲットへの距離等のオペレータ制御の必要性を回避できる。本明細書に記載される実施形態は、例えば、常に焦点にあっている、方向付けられる可視化を提供し、かつ仮想的な全体術野の視界を提供し、所望の現在のタスクスペースを強調する。本明細書に記載される実施形態は、また、従来の内視鏡フラットパネル、TVのようなディスプレイを見ることに関連するグレア/環境光及び視野角の問題を回避できる。本明細書に記載される実施形態は、また、ディスプレイを閲覧するために手術部位及び外科医の近傍にあり、かつ手術を行っている間、例えば、ディスプレイを閲覧するために手術部位から離れて戻ったりしない、外科医にとって便利なディスプレイを提供してもよい。本明細書に記載される実施形態は、また、ヘッドマウントディスプレイで典型的なめまい/はきけ及びユーザの頭部の重さ/体積の問題を回避できる。

30

40

#### 【0319】

また、本明細書に記載される実施形態は、Da Vinciのような現在のロボットアシスト型手術システムに亘って利点を有するディスプレイを提供しうる。Da Vinciアプローチとは対照的に、本明細書に記載される実施形態は、部屋から離れた位置ではなく、患者においてディスプレイを提供する。上述したように、本明細書に記載される実施形態は、外科医が、なじみやすく、かつ心地良いが、よりコンパクトで軽い、手術顕微鏡と

50

同様の表示を提供してもよい。患者の部位においてディスプレイを提供することにより、ユーザは、身体、創傷、呼吸運動、気管内チューブのセキュリティ、IVチュービング、中心線、EKGリード、無菌/ドレーピング (sterility/draping)、及び手術処置を通して容易に他の関連性のある構成を可視化することができる。多数の光学素子が、従来の手法で接眼レンズへの対象から位置合わせされる手術顕微鏡に対して、ディスプレイは、よりコンパクトな形態であることができ、外科医がディスプレイを見ることを可能にする。また、電子的な特性により、有利な態様で折り畳まれることができる。オペレータの手及び手術具のためのより大きな作業スペースを可能にする。

#### 【0320】

上述したような合成画像は、様々な手法で表示されうる。例えば、フラットスクリーン、湾曲スクリーン (例えば、半球形)、又はユーザの眼又は眼鏡への直接投影が用いられてもよい。フラットスクリーンの場合には、ディスプレイは、例えば、2つのOrtus Technology, 4.8-inch color LCDであることができ、これは、L1920 x 1080の解像度で横方向に配置され、RGB 458 ppi、160度の閲覧角度 (水平/垂直)、1677万色の色深度、NTSC 72%の色域で、LEDのバックライトを有することができる。それぞれ左及び右光学経路における眼に対する異なるディスプレイは、ステレオ及び3Dを提供することができる。半透鏡ビームスプリッタ又は複数のミラー又は反射面 (例えば、ホイトストーン構成) は、ディスプレイ又はその一部からの画像を組み合わせるために用いられることができる、及び/又は左及び右眼閲覧のために互いに画像を隣接して配置されることのできる。

#### 【0321】

一部の実施形態では、ホイトストーン又はオーバー/アンダー構成の複数の、左右に並んだ、放射性のOLEDディスプレイのアレイが用いられてもよい。一部の実施形態では、リアスクリーン又はフロントスクリーン投影を有するLCOS picoプロジェクタは、十分な視野 ("FOV") 及びピクセル強度を実現するために用いられてもよい。他のオプションは、3Mリアスクリーンに投影するOLEDのアレイを採用することである。OLED picoプロジェクタは、制限された輝度を有するが、以下に説明されるように、ディスプレイが顕微鏡と同様にセットアップされる構成では、わずかな又はほとんどない環境光が導入され、制限された輝度はそれほど妨げとならない。広範囲な種類の構成が可能である。

#### 【0322】

上記で示したように、ディスプレイは、迷光 (stray light) を排除するために、標準的な顕微鏡閲覧プラットフォームと同様の手法で包含されることのできる。特に、顕微鏡のようなディスプレイの使用は、接眼レンズが環境光を遮断したときに、不十分な輝度に関連する問題を回避することができる。

#### 【0323】

図1及び21Bに示されるように、手術可視化システム1は、手術可視化システムにおける様々なカメラにより取得されるビデオのディスプレイを閲覧に使用するために、外科医用の接眼レンズ11を有する閲覧プラットフォーム9を含むことができる。図21Bは、直接視手術顕微鏡と同様にビデオを提供するために構成されうる画像処理システム18のためのアーティキュレーティングアーム7bを有する手術可視化システム1の実施形態を示す。画像化システム18は、作業部位又は手術部位の上 (例えば、手術部位の約15-45cm上) の位置からの又は別の所望の角度からの手術部位のビデオを含みうる電子顕微鏡のような視界を提供するように構成される手術画像化システムを提供するように構成されうる。ディスプレイからのイメージャ18を分離することにより、外科医は、閲覧接眼レンズを調整することなく、所望の又は選択された視点を提供するために、手術用画像化システムを操作することができる。これは、従来の直接視手術顕微鏡システムと比較して、外科医に心地よく、機能的な、一貫性のあるレベルの上昇を有利に提供することができる。一部の実施形態では、本明細書に記載されるように、イメージャ18は、閲覧プラットフォーム9、専用アーティキュレーティングアーム7b、ディスプレイアーム5又

は別のシステムとは分離したものに配置されることができる。イメージャ 18 は、倍率、閲覧角度、単眼又はステレオイメージ、輻輳角、作動距離又はこれらの組み合わせのレベルの変更を提供するために調整可能に構成されるカメラを含みうる。

【0324】

閲覧プラットフォーム 9 は、屈折異常及び老眼のために調整可能である広い視野の接眼レンズ 11 を装備しうる。一部の実施形態では、接眼レンズ 11 又は眼鏡は、ステレオ視を提供するために、偏光子も追加で含んでもよい。ディスプレイは、手術を行う位置にある間に、ユーザに対して、心地よく閲覧するために配置されるように、アーティキュレーティングアーム 7 又は 7b により支持されることができる。

【0325】

一部の実施形態では、画像処理システム及びディスプレイシステムは、ディスプレイを閲覧したときに、遠近調節 (accommodation) 及び / 又は輻輳を低減又は排除するためにおおよそ無限遠に配置されるイメージを表示するように構成される。、一对の接眼レンズ、対物レンズ及び両眼顕微鏡と共通するディスプレイを含む光学ディスプレイシステムが用いられることができる。液晶ディスプレイのようなディスプレイ装置は、対物レンズ及びディスプレイ内的一对の接眼レンズ及び画像化光学系により画像化されることができる。対物レンズ及びディスプレイ内的一对の接眼レンズ及び画像化光学系は、無限遠におけるディスプレイの画像を生成するように構成されうる。このような配置は、外科医による遠近調節の量を低減する可能性がある。接眼レンズは、外科医の近視又は遠視を解決するために (例えば、焦点又はパワーの) 調節部も有することができる。よって、外科医又は他のユーザは、通常の処方眼鏡を他の用途のために掛けていたとしても、眼鏡を掛けずに接眼レンズを通じてディスプレイを閲覧することができる。

【0326】

一部の実施形態では、閲覧プラットフォームは、電子顕微鏡のような画像化性能を提供するように構成される一又はそれ以上のイメージャを含むことができる。図 21C は、アーティキュレーティングアーム 7 に取り付けられた手術画像化システム 51 の一例を示し、システム 51 は、閲覧プラットフォーム 9 に搭載された一又はそれ以上のカメラ 18 を含む。カメラ 18 は、作業部位のイメージを提供するように構成されうる。画像データは、ユーザが閲覧プラットフォーム 9 に搭載された接眼レンズ 11 を用いて閲覧可能であるディスプレイに提示されうる。このデザインは、他の直接視顕微鏡に似せるために用いられうるが、追加の機能を提供するように構成されることもできる。例えば、手術画像化システム 51 は、閲覧プラットフォーム 9 又はアーティキュレーティングアーム 7 なしで、可変作業距離を有するように構成されうる。手術画像化システム 51 は、電子ズーム及び / 又は倍率、画像回転、画像強調、ステレオ画像等のような画像処理機能を提供するように構成されうる。また、本明細書により詳細に説明されるように、カメラ 18 からのイメージは、開創器からのイメージ、手術具カメラからのイメージ等と組み合わせられうる。

【0327】

一部の実施形態では、例えば、ディスプレイは、手術顕微鏡視界と共に開創器上に搭載されるカメラを提供するカメラ 18 を識別するために、ビデオウィンドウ、アイコン及び / 又はサムネイルを提供する。ユーザは、例えば、手術顕微鏡視界又は開創器からの一又はそれ以上の視界のいずれかを表示するために選択されてもよい。ユーザインターフェースは、ビデオウィンドウ又はアイコンを移動するよりも容易な往復切り替えを行うための簡易な手法を提供してもよい。アイコン、ボタン又は他のグラフィックは、ユーザが 2 つのタイプの視界を往復することにより迅速に切り替えることができる。このような往復を切り替えることは、切開がなされ、開創器が導入されると共に、手術具が手術部位へ導入されるときのような処置の初期段階で有益である。往復を切り替えることは、同様に、手術部位からアイテムの摘出を有する手術処置の最後においても有益である。しかし、往復を切り替えることは、処置の中盤でも有益である場合もある。

【0328】

一部の実施形態では、手術顕微鏡及び開創器カメラの両方は、同時に示されてもよい。

10

20

30

40

50

例えば、手術顕微鏡視界は、より広い背景の視野として用いられてもよく、一又はそれ以上のカメラ視界は、前景、例えば、PIPの又はタイル化形態として用いられてもよい。

【0329】

図1及び21Bのような説明及び図面は、開創器からの画像を考慮しているが、多くの実施形態は、開創器上に配置されないが、他の医療装置に配置される少なくとも1つの補助カメラ及び一又はそれ以上の他のカメラを含んでもよい。これらの医療装置は、内視鏡、腹腔鏡、関節鏡等のような身体へ導入される装置を含んでもよい。よって、閲覧プラットフォーム9に含まれる少なくとも1つのディスプレイのような一又はそれ以上のディスプレイは、補助カメラ18のような一又はそれ以上のカメラを用いる手術顕微鏡視界を提供すると共に、開創器ではないこのような医療装置に配置される一又はそれ以上のカメラからの視界を表示するために使用されてもよい。一部の実施形態では、例えば、開創器、手術具及び他の医療装置のような任意の組み合わせにおける各種のソースからのカメラは、手術プラットフォームと共に補助カメラ18からの手術顕微鏡視界上のディスプレイで閲覧されてもよい。上述したように、各種実施形態は、手術顕微鏡視界と他の医療装置と関連付けられたカメラにより提供される視界とを切り替えるための機能を提供する。それに替えて、補助カメラ18からの画像は、医療装置上に配置されるカメラにより提供されるカメラ視界と同時に閲覧されうる。一部のこのような実施形態では、手術顕微鏡視界は、前景の他の視界又はそのタイル化されたものを有する広い視野の背景ビュー又はメインビューとして表示されてもよい。本明細書に記載されるように、ディスプレイは、3Dを提供してもよく、それにより、画像及びグラフィックのいずれかが3Dで提供されてもよい。

10

20

【0330】

各種実施形態では、バーチャルタッチスクリーンは、補助カメラ18又は閲覧プラットフォーム9に搭載された他のバーチャルタッチスクリーンカメラによって提供されてもよい。したがって、一部の実施形態では、ユーザは、補助カメラ及び/又はバーチャルタッチスクリーンカメラの視野におけるジェスチャを提供してもよく、処理モジュールは、入力としてジェスチャを認識するように構成されることができる。一部の実施形態では、このカメラビューは、アイコン、ボタン、サムネイル、又はジェスチャがユーザに入力を提供可能にするために連携される他のグラフィックに同時に表示されうる。例えば、閲覧プラットフォーム9におけるディスプレイは、アイコン又はサムネイルと共に、ハンドジェスチャ又は外科医により保持された手術具によるジェスチャを示す補助カメラ18からの視界を提供してもよい。外科医は、例えば、手術具のジェスチャによりビデオウィンドウ、サムネイル又はアイコンを認識し、カメラの視界がスクリーン上に拡大されるように特定のカメラの視界をアクティベートしてもよい。一部の実施形態では、外科医の手のグラフィック表示は、外科医の手が、バーチャルタッチスクリーンカメラの視野にあるときに、ディスプレイにおいて示される。一部の実施形態では、バーチャルタッチスクリーンは、マルチタッチディスプレイを模してもよく、外科医が、外科医の手及び/又は指により仮想環境における物体を操作することを可能にする。バーチャルディスプレイが、補助カメラ18の記載で説明されるが、他のカメラ、例えば、バーチャルリアリティ入力カメラに補助カメラ18を追加して用いられてもよい。これらのカメラは、閲覧プラットフォーム9又は図21Bに示される追加アーティキュレーティッドアーム7bのようなものに配置されてもよい。一部の実施形態では、ユーザは、ボイスコマンドを提供してもよく、処理モジュールは、入力としてボイスコマンドを認識するように構成されることができる。バーチャルタッチスクリーンを提供することは、ユーザが、手術処置時になされるタスクの大部分を実現するための表示から眼を逸らす必要ない場合、ユーザに没入ディスプレイ体験を生成するために補助することができる。

30

40

【0331】

本明細書に記載されるように、ディスプレイは、3Dを提供してもよく、よって、バーチャルリアリティインターフェースは、3Dで現れる。これは、閲覧体験の没入品質を向上させ、ディスプレイ上のビデオ情報の詳細及び/又はリアルな表現を促進する。

50

## 【0332】

一部の実施形態では、図21Dに示されるように、手術画像化システム51は、閲覧プラットフォーム9に取り付けられるアイソセンタポジショニングシステム52を含む。アイソセンタポジショニングシステム52は、単一のポイント53、すなわち、アイソセンタで実質的に指し示されるように、カメラを移動及び方向付けるように構成される単一のトラック又はガイドを含みうる。一部の実施形態では、第2のトラック又はガイドは、2次元に沿って移動を提供する直交する第1のガイドに取り付けられうる一方で、アイソセンタ53へ向かう指示角度を実質的に維持する。他の構成も用いられうる。アーティキュレーティングアーム、電気機械エレメント、湾曲摩擦板等のようなアイソセンタを指し示す機能を提供するために用いられうる。一部の実施形態では、図21D-2に示されるように、画像化システムは、アイソセンタに移動するように構成される。手と眼の連携を向上又は最大限にするため、これは、システムのユーザの器用さを向上されるために用いられうる。このような向上された器用さは、長い及び/又は困難な手術にとって必須となりうる。表示された実施形態では、取得システムの視野は、ディスプレイシステム及びユーザの視野と一致するために水平となるように構成される。図21D-2に示されるように、各種実施形態では、ステレオ画像化システムは、ステレオカメラからのビデオを閲覧するユーザの混乱を回避するために、位置の範囲に亘って移動されたときに、水平な構成に維持されてもよい。ディスプレイと取得システムとの間の共通の相対的な水平を維持することにより、ユーザは、ディスプレイにおける物体を操作するために、相対的に容易にハンドモーションを変換することができ、これは、ディスプレイと取得システムとの間の共通の相対的な水平により取得の変換がなされる場合でなくてもよい。

10

20

## 【0333】

図21D及び21D-2に示される実施形態では、アイソセンタアセンブリは、ディスプレイシステム又は別の独立したシステムの一部であることができる。例えば、閲覧プラットフォーム9は、カメラ18から別のアーティキュレーテッドアームに搭載されることができ、よって、手術画像化システムのディスプレイ及び画像取得は、図21Bに示される実施形態と同様に切り離されうる。ディスプレイからアイソセンタカメラ18を切り離すことにより、例えば、外科医が、長時間又は心地良くない位置又は角度で両眼を通じて見る必要がないという人間工学的な利点が提供される。各種実施形態では、ディスプレイ及び取得システムの両方に対する共通の相対的な水平は、上述したようなステレオカメラからのビデオを閲覧するユーザの混乱を回避するために用いられる。

30

## 【0334】

一部の実施形態では、対象の手術部位と画像との間の距離、例えば、作業距離は、少なくとも20cm及び/又は約40cm以下、少なくとも10cm及び/又は約50cm以下、少なくとも約5cm及び/又は約1m以下でありうる。

## 【0335】

ユーザは、作業距離を選択するために手術画像化システム51とやりとりすることができ、これは、処置を通じて固定されうる又は任意の時点で調整されうる。作業距離の変更は、図24及び24Bを参照して本明細書に説明されるグラフィカルユーザインタフェースのようなユーザインタフェース上のエレメントを用いて、又は回転可能なリング、ノブ、ペダル、レバー、ボタン等のような物理的なエレメントを用いて実現されうる。一部の実施形態では、作業距離は、手術可視化システムで用いられるケーブル及び/又はチュービング上の少なくとも一部に基づくシステムにより選択される。例えば、ケーブル及び/又はチュービングは、実行される処置の種類についての手術画像化システム51に対する情報を伝えるように構成されるRFIDチップ又はEEPROM又は他のメモリストレージを含みうる。ENT/Head/Neck処置については、典型的な作業距離は、約40cmに設定されうる。一部の実施形態では、ユーザの過去の好みは、作業距離を選択するために、少なくとも部分的に薦められ、かつ使用される。

40

## 【0336】

一部の実施形態では、焦点調整の総計は、カメラ18及びアーム7を位置付けることに

50

より手動で実現されうる。精密な焦点調整は、ファインフォーカスリングのような他の物理的な素子を用いてなれることができる、又は電子的に実現することができる。

【0337】

一部の実施形態では、手術画像化システム51の倍率は、物理的又は仮想的なユーザインタフェースエレメントにより選択されうる。倍率は変更されることができ、倍率は、約1xから約6xの範囲、約1xから約4xの範囲、又は約1xから約2.5xの範囲でありうる。実施形態は、2.5xから6xのいずれか又は2.5xから6xの間で変更されることができてもよい。これらの範囲外の値も可能である。例えば、システム51は、約-2xから約10xの範囲、約-2xから約8xの範囲、約-2xから約4xの範囲、-0.5xから約4xの範囲、又は-0.5xから約10xの範囲で拡大縮小及び画像反転を提供するように構成されうる。手術画像化システム51は、従来の手術室顕微鏡の問題を解決するために、ズーム構成及び焦点調整を切り離すように構成されうる。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、手術顕微鏡視界を提供するために用いられる。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、シーンを直接視することに替えて、電子ディスプレイを提供することにより、器械近視(*instrument myopia*)を切り離すことができる。電子ディスプレイは、倍率調整間で接眼レンズを調整せずに、ユーザがディスプレイを閲覧できる、変更した倍率において焦点合わせされるように構成されうる。また、各種実施形態では、接眼レンズは、無限遠で連続的な視界を提供するように構成されうる。しかし、一部の実施形態では、手術画像化システムの主体的なユーザは、電子ディスプレイにより提供される弛緩した視界を用いるのではなく、接眼レンズの調節レベルを選択してもよい。しかし、電子ディスプレイは、各種実施形態では、焦点を維持することができ、接眼レンズ調整は、各種ビデオ取得システムの焦点に影響を与えない。よって、主体的なユーザによる調整は、例えば、カメラ/取得システムが焦点を維持できるときに、ビデオを表示する他のディスプレイを閲覧するシステムの他のユーザの閲覧に影響を与えない。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、画像が、より大きな作業距離(例えば、広い被写界深度による距離)を移動するとき、焦点合わせを維持するように、相対的に閉じた作業距離に焦点合わせされることができ(例えば、相対的に狭い被写界深度による距離)。よって、手術画像化システム51は、全体の作業距離に亘って焦点合わせされることができ、拡大又はズーム調整がなされた後に、システムの再焦点合わせの必要を低減又は排除することができる。

10

20

30

【0338】

図21E及び21Fは、閲覧プラットフォーム9の下に搭載される光学システム53を有する手術画像化システム51の実施形態を示す。図示されるように、光学コンポーネントは、コンポーネントの構造を示すためにフリースタンディングのように示されるが、実際には、光学コンポーネント53は、閲覧プラットフォームに取り付けられる構造内又は構造上に搭載される。一部の実施形態では、光学システム53及び/又は(上述した)カメラ18は、モジュール形式であることができ、かつ手術画像化システム51による使用のために選択及び交換されうる。

【0339】

光学システム53は、ステレオ画像データを画像化システム51へ提供するように構成される。光学システム53は、閲覧プラットフォーム9の下の画像化システムの物理的な拡張(例えば、長さ)を減少させるために、閲覧プラットフォーム9の下に光学経路を折り畳むために旋回プリズム(*turning prism*)54を含む。

40

【0340】

一部の実施形態では、光学システム53は、グリノー式システムを含み、ここで、各眼の光学経路は、別々の光学コンポーネントを有する。一部の実施形態では、光学システム53は、グリノー式システムを含み、ここで、各眼の光学経路は、共通の対物レンズを通過する。グリノー式システムであることが好ましく、ここで、画像化センサは、ガリレイ式システムと比較して、画像データをキャプチャ及び伝達するために用いられる。ガリレイ式システムは、対物レンズの周辺を通過する各眼の光学経路に対する光線により、イメ

50

ージに収差をもたらさう。これは、各光学経路がその独自の光学系を有するときには、グリノー式では発生しない。また、ガウス式システムは、使用される対物レンズが、レンズの所望の広角品質及びそのサイズに少なくとも部分的に基づいて相対的に高価であるため、より高価となりうる。

#### 【0341】

図21E及び21F示されるように、光学システム53は、2つの右角度プリズム54と、2つのズームシステム55と、2つの画像センサ56と、を含みうる。これは、従来の手術室顕微鏡とは異なる。なぜなら、光学経路は、直接視光学システムではなく画像センサへ導くためである。

#### 【0342】

一部の実施形態では、光学システム53は、相対的に一定のFナンバーを有しうる。これは、例えば、作業距離及び/又は倍率に基づいてシステムの焦点距離及び/又はアパーチャを変更することにより実現されることができ、一部の実施形態では、焦点距離が変化すると、眼の経路は、側方に離れて(又は一緒に)移動することができ、プリズム54は、適切な輻輳角を提供するために回転することができ、アパーチャは、焦点距離と直径との比を相対的に一定な値に維持するために、直径を変更することができ、これは、画像センサ56における相対的に一定の輝度を生成することができ、これは、表示される相対的に一定な輝度をユーザにもたらしうことができる。これは、本明細書に記載される手術可視化システムのようなシステムにおいて有利となることができ、複数のカメラが用いられ、焦点長さ、倍率、作業距離及び/又はアパーチャを補償するための照明を変化させることは、システムにおける他のカメラで取得されるイメージに不利な影響を与えうる。一部の実施形態では、照明は、画像センサ56における相対的に一定な輝度を提供するように、焦点長さ及び/又はアパーチャにおける変化を補償するために変化されることができ

10

20

#### 【0343】

光学アセンブリ53は、可変焦点距離及び/又はズーム機能を提供するように構成されるズームシステム55を含みうる。ガリレイ式立体視システムは、通常、共通の、2つの眼の経路に対する対物レンズを含む。この光学システムが、画像センサ56で画像化されるとき、補償が困難となる収差、ウェッジ効果等を生成しうる。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、ステレオ経路の少なくとも1つを、対物レンズを通じて1つの中央位置に再度中央に配置するように構成されるガリレイ式光学システムを含むことができ、これは、いくつかのアプリケーションで有利となりうる。

30

#### 【0344】

一部の実施形態では、リアルタイム可視化システムは、グリノー式システムを使用する。これは、各ステレオ経路のための別々の光学コンポーネントを有しうる。光学アセンブリ53は、可変倍率及び/又はアフォーカルズームを提供するように構成され、かつ約1xから約6xの範囲、約1xから約4xから約4xの範囲、又は約1xから約2.5の範囲の倍率で動作するように構成されうる。

#### 【0345】

グリノー式アセンブリ53の最も遠い部分は、典型的には、焦点距離のものに適切に設定された作動距離を有する直接視手術室顕微鏡の対物レンズと同様の機能であることができる。作動距離及び一部の実施では焦点長さは、例えば、約20cmから約40cmの間であり得る。一部の実施形態では、作業距離は、15cmから40cm又は45cmで調整可能となってもよい。これらの範囲外の別の値も可能である。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、光学アセンブリ53の一部又は光学アセンブリ53全体の焦点長さを変化させるように構成されるオプト-メカニカルフォーカスエレメントを含む。

40

#### 【0346】

図21G-21Kは、図21E-Fを参照して本明細書で説明されるような立体視手術画像化システムで使用するための光学アセンブリ53の実施形態を示す。図21Gは、閲覧プラットフォーム9の近傍に又は隣接して置かれているレンズトレイン55に沿う組織

50

57からセンサ56への光学経路を折り曲げるための回転プリズム54を使用するように構成される光学アセンブリ53の一例の側面図を示す。これは、相対的にコンパクトな距離において相対的に長い光学経路を有利に提供しうる。

【0347】

図21は、立体視画像化システムにおいて輻輳角を変化させるように構成される光学アセンブリの実施形態の正面図を示す。プリズム54は、図21Gに示される回転プリズム54であることができる。プリズム54は、輻輳角を変化させるために回転されるように構成されることができ、その結果、輻輳点及び/又は作業距離を変化させる。プリズム54から対象57(例えば、組織)への距離でありうる作業距離は、ユーザが選択可能又は調整可能でありうる。各種実施形態では、対象57への作業距離が増加することにより、輻輳角は減少する。その逆に、作業距離が小さくなると、輻輳角は増加する(例えば、 $1 > 2$ )。これは、レンズ経路55が固定され、作業距離が調整可能な場合に有利となりうる。ステレオイメージは、ユーザによりディスプレイ59で閲覧されることができ

10

【0348】

図21Iは、ほぼ一定の輻輳角を維持するように構成される光学アセンブリ53の実施形態の正面図を示す。光学アセンブリ53は、各光学経路に対する2つのプリズム54a及び54bを含むことができ、プリズム54a及び54bは、移動及び/又は回転することができる。例えば、作業距離が減少するとき、プリズムの第1のセット54aは、プリズムの第2セット54bの間の実効距離を減少させるために互いに向かって回転することができる。次に、プリズムの第2セット54bは、共通の対象で収束するように、変化した角度に対して補償するために回転することができる。プリズムの第2セット54bは、固定されたレンズ経路55(例えば、ビューファインダに対するそれらの位置を固定した)の下に光を方向付けうるプリズムの第1のセット54aへ光を方向付けることができる。相対的に固定された輻輳角を提供することにより、作業距離の変化は、ユーザが再度焦点合わせをする必要がなくなる。一定の輻輳角、特に心地良い角度を維持することは、外科医が、長時間の困難な処置を行うようなユーザの負担を軽減する。

20

【0349】

図21Jは、狭い挿入チューブ60(例えば、処置時に身体に部分的に挿入されるチューブ)を通じて立体視イメージを閲覧可能である実質的に狭い輻輳角を提供するように構成される光学アセンブリ53の実施形態の正面図を示す。同様のアセンブリ53は、図21Iを参照して説明されるときに使用されることができ、輻輳角は、挿入チューブ60を通じて閲覧するために、ほぼ一定又は少なくとも十分に狭く維持されることができ

30

【0350】

図21Kは、レンズ経路55を側方、例えば、互いに向かう又は離れる方向に移動することにより、ほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される光学アセンブリ53の実施形態の正面図を示す。プリズム54は、ほぼ一定の向きを有するようにさせることができ(例えば、作業距離の変更のために回転しない)、作業距離の変更のための補償は、光学経路を分離する又は結合するために光学経路を横方向に移動することにより実現されうる。光学経路の移動は、例えば、電気-機械アクチュエータ、スライド、アーティキュレーションアーム等を含む適切な手段を用いて実現されうる。これは、レンズ経路が移動するように構成されるときに、プリズムの1つのセットのみが用いられるので、プリズムの2つのセットを有する実施形態よりも光学アセンブリを簡素化することができる。

40

【0351】

十分に狭い輻輳角を維持するように構成される光学アセンブリ53の実施形態は、角度を減少させ、かつステレオ経路の1つのクリッピングを回避することを可能にすることにより、ステレオアクセスが、外科的な挿入を狭くすることができるため、有利となりうる。例えば、左及び右レンズ経路は、互いに近接して移動することができ、プリズムは、その距離に対して適切な輻輳角を調整することができる。別の例として、左及び右レンズ経路は、固定されて維持されることができ、ほぼ一定に輻輳角を維持しながらレンズ経路に

50



沿って光を向けるように構成される各経路に対してプリズムのセットが設定されることが  
できる。一部の実施形態では、ズームが変更されるとき、例えば、深さキューを変更する  
ことは、ユーザの眼及び/又は脳を混乱させないため、輻輳角を一定に維持することは、  
ユーザにとって視覚的な補助となりうる。また、一定の輻輳はユーザのストレスを少なく  
する。

#### 【0352】

一部の実施形態では、手術画像化システム51は、システム51に接続し、作業部位へ  
照明を提供しうるファイバー光学系光ガイド（例えば、ファイバー光学系バンドル）を含  
むことができる。一部の実施形態では、システム51のボディに集積することは、手術部  
位上のファイバーケーブルのピクセル式の端部（*pixelated end*）の画像化  
を低減又は排除するためのミキシングロッド（*mixing rod*）でありうる。一部  
の実施形態では、システムにより証明される面積は、画像化面積と一致するように構成さ  
れうる。

#### 【0353】

一部の実施形態では、光学アセンブリ53は、アセンブリが閲覧プラットフォームから  
取り外されうるオートクレーブにより滅菌されうる。一部の実施形態では、ホール効果ス  
イッチ又はセンサは、焦点合わせ及び作業距離の調整に用いられうる。

#### 【0354】

手術画像化システム51は、デュアルズームを提供するように構成されることができ、  
ここで、第1のズームレベルは、作業距離のためのものであり、第2のズームレベルは、  
従来の手術室顕微鏡が提供するものと一致させるための倍率のためのものである。デュ  
アルズームは、システムによって提供されることができ、光学アセンブリ53は、例えば、  
センサと、カメラブロックと、前方へのズーム又はアフォーカルチェンジャーを有するレ  
ンズの望遠状のアセンブリからなる（例えば、各レンズ経路のレンズの倍率を調整するよ  
うに構成される）コリメーティングブロックと、（例えば、作業距離を調整するように構  
成される）第2のズーム又はアフォーカルアセンブリと、視線を90度分割するプリズム  
アセンブリと、を含む。したがって、各種実施形態では、手術画像化システム51は、可  
変作業距離をと共に少なくとも部分的に独立した可変倍率の療法を提供する一又はそれ以  
上のカメラを含む。

#### 【0355】

一部の実施形態では、ディスプレイは、例えば、投影ディスプレイ又は高解像度（例え  
ば、300ppiを超える）の最新のフレキシブルLCD又はOLEDディスプレイの  
いずれかの湾曲面であることができる。湾曲ディスプレイは、以下の2つの利点を提供す  
る。ディスプレイのための画像化光学系は、フラットパネルよりも複雑さが低減される、  
及びディスプレイの各ピクチャエレメントの円錐又は開口数は、閲覧光学系及びディス  
プレイの周辺に向かって方向付けられることができ、それにより、口径食（*vignetting*）  
を受けにくい輝いた画像を提供する。

#### 【0356】

一部の実施形態では、ディスプレイは、単一のバックライトを有する2又はそれ以上の  
透過型ディスプレイを備える立体ディスプレイであることができ、ここで、透過型ディス  
プレイパネルは、外科医の焦点の異なる平面を提供するために積層される。透過型ディス  
プレイは、アクティブマトリクス液晶ディスプレイ（*active matrix liquid crystal displays*（“AMLCD”））又は他のタイプの透  
過型ディスプレイでありうる。バックライトは、蛍光性ランプ、LEDのまた他の適切な  
光源でありうる。異なる焦点面に位置付けられるディスプレイを有することにより、異  
なる焦点面からの画像データは、データを複数の焦点面から単一の画像へ組み合わせるシ  
ステムと比べて、相対的に少ない画像処理及び/又は圧縮で外科医に提示されてもよい。一  
部の実施形態では、多数のカメラは、変化する深さ又は変化する焦点距離を有して位置付  
けられ、異なる焦点面におけるディスプレイは、表示された画像内の特徴の位置を識別す  
る際に外科医を補助する表示を形成するために、異なる深さに位置付けられる又は焦点合

10

20

30

40

50

わせされるカメラからの画像データを表示するように構成される。

【0357】

ディスプレイは、オーバーレイ、術前CT、MR又は例えば、従来の手術ナビゲーションシステム（例えば、Medtronic StealthStation又はTreon, Stryker Surgical Navigation System, 又はBrainlab）からの他の3D画像データセットとして示すことができる。各種実施形態では、画像に加えて、ディスプレイは、数値データ及び/又はテキストを提供することができる。例えば、各種実施形態では、ディスプレイは、距離又はツール測定、透明ツールレンダリング、カメラ認識情報（例えば、特定の光学センサに起因する合成画像の位置が、その部位の周囲の境界の認識を生成してもよい）、上下方向、経過時間、及び/又は手術において前回からの一又はそれ以上の光学センサからのキャプチャされた一又はそれ以上スチール画像のような情報をオーバーレイすることができる。トラッキングシステムは、従来の手術ナビゲーションシステムに5-DOF（degrees of freedom）又は6-DOF位置及び方向情報を提供することができる。他の情報、グラフィック、英数字又は他のものが提供されうる。

10

【0358】

ツール画像は、広い視界の画像に対して拡大されることができ、画像スケールリングの変化は、手術具が内及び外に移動すると、発生する。一部の実施形態では、ディスプレイの実施形態のためのビジュアルメタファーは、小さな領域で検査及び作業を行うためのハンドヘルド拡大眼鏡のものであり、一方で、状況認識を提供するために視野のより周辺領域において低倍率（必要な場合）で大きなワークピースを見る。手術具の画像は、例えば、背景画像に重畳されることができ、それにより、背景画像の一部をブロックすることができる。各種実施形態では、手術具の画像は、ステレオであってもよい。

20

【0359】

図22A及び22Bは、画像602a-cをステッチング及びタイリングすることにより合成画像600を表示する一例を示す。タイル化されたとき、個々の画像602a-cは、背景シーン又は色に対して表示される明らかに認識できる境界をそれぞれ有してもよい。

【0360】

光学センサ604a-cが、例えば、斜角（例えば、センサは、その主な視線角度が平行であるセンサの直交リングを形成しない）において手術部位内の下側又は上側に向けられる場合、画像は、台形として描画されてもよい。例えば、光学センサ604a-cは、物体606の表面に対して角度で下に向けられるときのキーストーン効果が図22Bに示されている。合成画像600は、キーストーン効果の補正なしで、共にタイル化された台形状画像602a-cを含むことができる。台形は、方向に対する強力な単眼キュー（powerful monocular clues）である。その結果は、例えば、複数の光学センサが下向き又は上向きであることを明らかにする。一部の実施形態では、タイル化された画像600における不連続は、追加の状況認識を提供するために、オペレータに視覚的な合図を提供しうる。他のタイプの方向マーキング又はインジケータも用いられてもよい。

30

40

【0361】

一部の実施形態では、ユーザが、単一の光学センサ又はアレイからの光学センサ対又は画像が合成画像にステッチされることができないような方向で光学センサにクリップオンするモジュールを再配置することができる。一部の実施形態では、この画像は、適切な位置における合成画像の周辺部にオーバーレイされるピクチャ-イン-ピクチャ（PIP）として表示される。このPIPは、個別にオーバーレイされるのではなく、画像が合成画像にステッチされない画像を示すように明確な境界で提供されることができ。

【0362】

図23A及び23Bは、6つのカメラからのステッチ又はタイル化された画像により形成される表示を示す。一部の実施形態では、カメラは、センサ間にわずかな冗長性がある

50

ように手術部位を画像化するために開創器上に配置される。画像処理モジュールは、手術部位の相対的に広い視野を提供するために、カメラからのイメージをステッチ又はタイル化するように構成されうる。図23A及び23Bの開創器上のカメラの異なる位置は、遠位端に拡張されたサイズを有し、かつ開創器の近位端に配置されたカメラを有する開創器(図23A)と、近位端に配置されたカメラを有する円筒形状の開創器(図23B)と、に対応する。これらのカメラは、図15から17に示されるメイン又は背景ビューを形成するために使用されることができ、以下に説明される図20は、視野のこのような分布を生じる例示的な開創器を含む。

#### 【0363】

##### 可動アームを有する可視化ディスプレイ

図21Lは、可動アームに取り付けられたディスプレイサポートプラットフォームを有する可視化ディスプレイの実施形態の正面図を示す。可視化ディスプレイ5000は、可動アーム5003が延びるハウジング5001及びサポートポール5002を含む。可動アーム5003は、図21Mに示されるような遠位端5012及び近位端5013を有するC形状構成を有することができる。可動アーム5003は、可動アームの遠位端5012に搭載されるディスプレイ5004を有することができる。ディスプレイ5004は、傾斜/回転装置5007を通じて可動アーム5003の遠位端5012に搭載されうる。装置5007は、プラットフォームを調整し、必要な機能及び/又はユーザの好みを実現するために、ディスプレイ5004を傾ける、傾斜する、方向を変える及び/又は回転させることを可能にしうる。一部の実施形態では、装置5007は、きめ細かい移動、アーティキュレーション及びディスプレイの配置を可能にする複雑な接続となりうる。例えば、装置5007は、一又はそれ以上のヒンジ、アーム及び/又はジョイント(例えば、ポール及びソケットジョイント)を含みうる。一部の実施形態では、その近位端5013における可動アーム5003は、サポートポール5002に取り付けられうる。一部の実施形態では、サポートポール5002は、ハウジング5001の背面5008に取り付けられうる。図21Qは、L形状のサポートポール5002を有する可視化ディスプレイ5000の実施形態の斜視図を示す。一部の実施形態では、サポートポール5002は、図21Qに示されるようなベース5009及びステム5010を有するL形状のサポートポールでありうる。ベース5009は、ハウジング5001の背面5008に取り付けられることができ、ハウジング5001の背面5008にほぼ垂直な角度で外側に延びることができる。ステム5010は、ベース5009にほぼ垂直な角度でベース5009から垂直に延びることができる。

#### 【0364】

一部の実施形態では、可動アーム5003は、アタッチメント機構を通じてサポートポール5002に取り付けられうる。アタッチメント機構は、例えば、ピボットアタッチメント5005及びリング5006を含みうる。一部の実施形態では、リング5006は、サポートポール5002を取り囲むことができ、サポートポール5002のステム5010を取り囲むことが好ましい。リング5006は、サポートポール5002の周りを回転することができ、サポートポール5002に沿って垂直に移動することができ、ステム5010に沿うことが好ましい。一部の実施形態では、ピボットアタッチメント5005は、サポートポール5002にほぼ垂直な角度でリング5006から外側に延びるリング5006に取り付けられうる。一部の実施形態では、可動アーム5003は、ピボットアタッチメント5005に取り付けられうる。一部の実施形態では、可動アーム5003の近位端5013は、可動アーム5003にほぼ垂直な角度でピボットアタッチメント5005に取り付けられうる。

#### 【0365】

リング5006は、サポートポール5002に沿って垂直に移動されうる。リング5006の垂直移動は、取り付けられた可動アーム5003及び搭載されたディスプレイ5004の垂直移動をもたらしうる。図21Lは、可動アーム5003を示す可視化ディスプレイ5000の正面図を示し、ディスプレイ5004は、サポートポール5002のステ

10

20

30

40

50

ム5010の上部近傍の垂直位置に配置される。図21Nは、可動アーム5003のない図21Lに説明されたものと同様の可視化ディスプレイ5000の正面図を示し、ディスプレイ5004は、サポートポール5002の中央近傍の低い垂直位置に配置される。可動アーム5003及びディスプレイ5004のサポートポール5002を上下動する垂直移動は、所望の性能又はユーザの好みを実現するために、調整されるべきディスプレイ5004の垂直な位置のために提供することができる。ディスプレイ5004の垂直移動は、座る又は立った位置における外科医の調節を可能にすることができる。また、ディスプレイ5004の垂直移動は、医療専門家の異なる身長に適合することができる。一部の実施形態では、リング5006は、サポートポール5002に沿ってスライドすることができる。リング5006は、所望の配置でサポートポール5002にリング5006を固定するためのロッキング機構（図示せず）を有しうる。ロッキング機構は、例えば、スクリュー、ノブ、クリップ、クランプ、ピン又はこれらの任意の組み合わせと共に、既存の便利なロッキング又は固定を容易にすることができる任意の他の方法を含みうる。特定の実施形態では、リング5006とサポートポール5002との間の摩擦は、調整されうる。例えば、リング5006とサポートポール5002との間の摩擦は、表面の特徴（例えば、粗さ）及び/又は機械的な構成要素（例えば、ラバーパッド又はリング5006とサポートポール5002との間の摩擦の変化に影響を与えるための他の材料）の使用を通じて調整されうる。

10

#### 【0366】

図21Oは、回転された位置における可動アーム5003を有する可視化ディスプレイの実施形態の平面図を示す。図21Mに示されるような可動アーム5003は、ハウジング5001の真正面の第1の位置にディスプレイ5004を示す。図21Oは、図21Mで説明されたものと同様の可視化ディスプレイ5000の平面図であるが、図21Oは、ハウジング5001から外側の、第2の位置に回転される可動アーム5003及びディスプレイ5004を示し、ディスプレイ5004は、ハウジング5001の側面に配置される。可動アーム5003は、サポートポール5002の周りを回転することができ、サポートポール5002のステム5010の周りを回転することが好ましい。一部の実施形態では、可動アーム5003は、その非回転位置又はディスプレイ5004がハウジング5001の真正面に配置される第1の位置から時計回り又は反時計回りに約90度回転することができる。図21Oでは、可動アーム5003は、ハウジング1の真正面に配置されるディスプレイ5004により、その非回転位置から時計回りに約45度回転されて示される。一部の実施形態では、ステム5010の周りの可動アーム5003は、ディスプレイ5004へのより好便なアクセスをユーザに提供することができる。一部の実施形態では、可視化ディスプレイ5000は、追加の重みを補償することを有することなく、可動アーム5003の回転を可能にする手術顕微鏡と同様の血管内膜のカウンターバランスを含みうる。

20

30

#### 【0367】

一部の実施形態では、可動アーム5003は、図21Pに示されるようなピボットアタッチメント5005の周りを回転することができる。ピボットアタッチメント5005の周りの回転は、可動アーム5003及びディスプレイ5004が、ハウジング5001の一方側から反対側へ回転することを可能にする。例えば、図21Lは、第1の位置に配置される可動アーム5003を示し、可動アーム5003は、ピボットアタッチメント5005の周りを旋回されることができ、図21Pは、ハウジング5001に直上の可動アーム5003により第2の位置で可動アームを示す。可動アーム5003は、第1の位置からハウジングの反対側で図21Qに示されるような第3の位置に到達するまでピボットアタッチメント5005の周りを回転することを継続することができる。一部の実施形態では、可動アーム5003は、ロッキング機構により特定の位置でロックされうる。ロッキング機構は、例えば、スクリュー、ノブ、クリップ、クランプ、ピン又はこれらの任意の組み合わせと共に、既存の便利なロッキング又は固定を容易にすることができる任意の他の方法を含みうる。一部の実施形態では、可動アーム5003は、ロッキング機構を必要

40

50

とせずに適切な位置に配置されるときに可動アーム 5003 が安定化されうるセルフロック機構により特定の位置にロックされうる。一部の実施形態では、ピボットアタッチメント 5005 の周りの可動アーム 5003 の回転は、ハウジング 5001 の一方側（例えば、図 21N に示す左側）とハウジング 5001 の他方側（例えば、図 21N に示す右側）との間でサポートボール 5002 の周りの可動アーム 5003 及びディスプレイ 5004 の回転を容易にすることができる。このような回転は、左利き及び右利きのユーザがディスプレイ 5004 の位置を調整することを可能にし、ディスプレイ 5004 のセットアップの汎用性を向上させることができる。一部の実施形態では、ディスプレイ 5004 は、ピボットアタッチメント 5005 の周りの可動アーム 5003 の回転時にディスプレイの向きを維持することができる。例えば、一部の実施形態では、ディスプレイの向きは、装置 5007（例えば、図 21M 参照）の周りにディスプレイ 5004 を回転することにより維持されうる。一部の実施形態では、ディスプレイの向きは、画像処理を通じて維持されうる。また、本明細書に記載される手術可視化システムを使用するために、ディスプレイ 5064 は、例えば、他のより一般的なアプリケーションで用いられるコンピュータ又は機器表示でありうる。理論的には、アプリケーションは、医療である必要はないが、本明細書に開示されるような医療用途が予想される。

10

20

30

40

50

#### 【0368】

##### グラフィカルユーザインタフェース (GUI)

図 24 は、本明細書に記載される手術可視化システムの実施形態に用いられうるグラフィカルユーザインタフェースの一例を示す。グラフィカルユーザインタフェース (GUI) は、ユーザ入力を受け付け、ユーザに操作情報を表示するために用いられうる。一部の実施形態では、グラフィカルユーザインタフェースは、手術可視化システムと関連付けられるカメラからの画像を表示するために用いられるディスプレイシステムとは別の（例えば、図 21M - 21Q に示されるような）専用モニタシステムに表示される。一部の実施形態では、グラフィカルユーザインタフェースは、（例えば、図 21C、21D、21E 及び 21F に示されるような）手術可視化システムと関連付けられるカメラからの画像データを表示する同一のディスプレイシステムに組み込まれ、それにより、ユーザインタフェースエレメント及びディスプレイ出力を組み込む単一のディスプレイシステムを提供する。一部の実施では、いずれも、例えば、外科医及びナース又は技術者の両方に制御システムへのアクセスを与えるために使用される。

#### 【0369】

GUI は、外科医、手術アシスタント、消毒技術者又は他のユーザ又はオペレータがアクセス可能な滅菌されたタッチスクリーンを有するモニタに実装されうる。GUI を有するモニタは、当該モニタに結合される手術可視化システムの性質及び特性についての情報を GUI に提供するコネクタを含みうる。GUI は、カメラ及び手術装置に関連付けられるトラッキング、位置及び / 又は方向情報を受け付けることができ、例えば、手術部位に延びて表示される 3D フィールドの円錐視界を有する概略的な開創器のグラフィック上に、正確な関連位置及び方向においてこれらを表示する。一部の実施形態では、各カメラからの小さなリアルタイムビデオウィンドウは、カメラアイコンに隣接して又はカメラアイコンに含まれて表示されうる。GUI は、操作及び / 又は表示される一又はそれ以上のカメラを選択するために使用されうる。GUI は、ディスプレイシステムに各カメラの画像を位置付ける及び / 又は方向付けるために、及び表示される画像のサイズ及び / 又は画像の選択されたズームを決定するために用いられうる。一部の実施形態では、単一のカメラが閲覧するために選択された場合、デフォルト操作は、選択された画像によりディスプレイのほぼいっぱいに表示するためのものである。一部の実施形態では、2 又はそれ以上のカメラが閲覧するために選択された場合、デフォルト操作は、開創器フレーム座標系に対するカメラ又は視野等の相対的な位置に基づいて、正確な互いに相対的な幾何学配置において表示される画像を位置付ける及び方向付けるためのものである。一部の実施形態では、手術具に関連付けられるカメラからの画像データは、図 17 を参照して説明されるようなピクチャ - イン - ピクチャ技術を用いて表示されることができ、一又はそれ以上の近位

な広い視野のカメラから形成される背景又はメイン画像にオーバーレイされることができ  
る。ピクチャ - イン - ピクチャ画像は、他のイメージからの別の画像又はビデオストリー  
ムでありうる。一部の実施形態では、G U I は、手術具からの画像データが、使用時に回  
転を一定に維持するかどうか又は手術具の回転により回転するかどうかを選択するた  
めに用いられうる。

#### 【 0 3 7 0 】

したがって、各種実施形態では、G U I は、G U I に配置されるカメラ選択エレメン  
トを含むことができ、ここで、カメラ選択エレメントは、カメラにより取得されたイメ  
ジのリアルタイムビデオプレビューを提供しうる。G U I は、開創器座標系におけるカメ  
ラの相対的な位置を表示するために開創器グラフィックを提供しうる。G U I は、L E D の  
制御素子を用いてL E D に制御を提供しうる。G U I は、グラフィックが（本明細書に記  
載されるような）重力、患者、ディスプレイ、テーブル等に対して方向付けられるかを制  
御する、又はグラフィックを方向付けない（例えば、相対的及び / 又は絶対的な回転をせ  
ずにカメラから画像を表示する）ために方向アイコンを含みうる。G U I は、外部ソー  
スからのイメージがディスプレイに組み込まれうるように外部ソース制御を含みうる。G U  
I は、以下に詳細に説明するような機能を有するツール制御エレメントを含みうる。G U  
I は、モニタ上のグラフィックの操作を通じてディスプレイに視界を制御する方法を提供  
しうる。例えば、開創器上のカメラからのリアルタイムビデオを表示するウィンドウ又は  
サムネイル、又はこのようなリアルタイムビデオフィールドを表示するアイコンは、より中  
央に移動されるように移動され、互いに対して配置され、かつ、例えば、所望の大きさに  
拡大されてサイズが変更されうる。ビデオウィンドウ又はサムネイル自体は、カメラから  
の画像であってもよく、又はカメラからの画像を関連付けられることもできる。ビデオウ  
ィンドウ又はサムネイルは、一部の実施形態では、より大きくなりうる。ビデオカメラフ  
ィールドも同様に、G U I の背景を形成しうる。G U I は、カメラ、L E D、ツール、方向  
等のような各種の構成要素の状態についてユーザに情報を提供することができる。G U I  
は、近位カメラからの背景又はメイン画像のような表示されたイメージが、手術具の位  
置を捕捉するために変更されるべきかどうかを選択するために使用されうる。一部の実施  
形態では、G U I は、視界パラメータを制御するために使用しうるトラックボールインター  
フェースから受け付けた情報を組み込む。また、G U I は、一部の実施形態では、ユーザ  
により選択されうる異なる画面へ分配されうる。

#### 【 0 3 7 1 】

グラフィカルユーザインタフェースは、ツール及び流体制御機能を提供するために使用  
されうる。一部の実施形態では、G U I は、ドリルを回転させる又はドリルと関連付けら  
れる圧力を制御するために使用されうる。同様に、G U I は、オン・オフ状態を制御する  
及びツールと関連付けられる流体又は空気圧を制御する電動ケリソン、電動動脈瘤クリ  
ップアプライア、電動鉗子、パイポラ及び組織鉗子、及び / 又は電動はさみを操作する  
ために使用されうる。一部の実施形態では、G U I は、圧力洗浄、オン・オフ状態の変更、  
スタンバイ又はオートを光学系を操作するために使用されうる。G U I は、洗浄の頻度及  
び圧力を制御するために使用されうる。G U I は、空気乾燥、オン・オフ状態の変更及び  
操作する際の圧力の変更を制御するために使用されうる。

#### 【 0 3 7 2 】

各種実施形態では、バーチャルディスプレイ技術は、G U I のために使用されうる。例  
えば、ユーザの手又は手術具の画像は、ビデオウィンドウ又はアイコンのようなディス  
プレイ装置により表示される他の画像と相互作用するディスプレイ装置に表示されてもよ  
い。同様に、モーション検出システム及び / 又はジェスチャ認識システムは、ユーザの手  
又は手術具の動きをキャプチャ及びディスプレイ装置に動き及び / 又はジェスチャを  
表示すると共に入力命令と動き / ジェスチャを関連付けるために使用されてもよい。例  
えば、外科医がジェスチャ制御を用いることは、閲覧のためのカメラ又はイメージを選  
択する、ビデオストリームのズームする、及び / 又はディスプレイ上のビデオストリー  
ムを位置付けることができる。

10

20

30

40

50

## 【0373】

特定の実施形態では、例えば、その下に搭載されるカメラ18を有する図21Cに示される閲覧プラットフォーム9は、ジェスチャ認識カメラ18として機能させ、閲覧プラットフォームの下に配置される外科医又はユーザの手を画像化するために、カメラの一又はそれ以上を使用しうる。外科医/ユーザは、ジェスチャを行う又は手を動かすことができ、これは、ジェスチャ認識カメラにより画像化される。ジェスチャ認識カメラは、手の動きの画像に対応する信号を、接眼レンズを通じて見る外科医/ユーザが閲覧可能であるディスプレイ装置へ送信することができる。手の画像は、グラフィカルユーザインタフェースにおけるビデオウィンドウ、アイコン、ボタン等のようなグラフィックの画像に重畳されることができる。ユーザは、接眼レンズを通じて見えるような手の画像又はユーザの手の表示が、接眼レンズを通じて見えるようなディスプレイ装置により提示されるGUI上のグラフィックに重畳する及び/又は相互作用するように、手を動かすことができる。また、画像認識及び/又はジェスチャ認識処理は、位置、動き、ジェスチャ及びその任意の組み合わせを分析し、命令がユーザ/外科医により提供されることを識別するために、手の動きの画像に適用されうる。一部の実施形態では、他のタイプのセンサは、手の位置及び/又はなされるジェスチャを識別する際に補助するために含まれてもよい。広範囲な構成が可能である。一部の実施形態では、ステレオ又は3D視界は、一又はそれ以上のカメラにより提供されてもよい。また、この例において、認識可能なジェスチャを提供するものとして手について説明したが、本システムはこれに限定される必要はない。

10

## 【0374】

GUIインタフェーススペースのジェスチャ認識の1つの利点は、外科医の手が血液又は他の生体材料を有することが可能なことである。バーチャルタイプのGUIインタフェースは、可視化装置による外科医の汚れた手の直接的な接触量を低減し、それにより、装置の洗浄及び/又は滅菌を低減することができる。

20

## 【0375】

上述したように、一部の実施形態では、従来の手術顕微鏡とは異なり、閲覧プラットフォーム9は、外科医又は他のユーザがプラットフォームを通じて見るが、その代わりに間接的な視界の装置である直接視装置ではない。しかし、ジェスチャ認識カメラは、例えば、開創器の15-45cm上又は図21C-21Kを参照して本明細書に記載されるようないくつかの例のような患者の上から患者及び手術部位を閲覧するためのシーンカメラとして使用されることもできる。患者及び手術部位の画像は、ディスプレイ装置に表示され、接眼レンズを通じて見られることができる。ジェスチャ認識システムが採用されない実施形態であっても、閲覧プラットフォーム9の下の一又はそれ以上のカメラ18は、患者及び手術部位の視界を、接眼レンズを通じて閲覧するディスプレイ装置へ提供することができる。一部の実施形態では、ステレオ又は3D視界は、一又はそれ以上のカメラにより提供されてもよい。

30

## 【0376】

図24Bは、本明細書に開示及び記載される手術可視化システムで使用するためのグラフィカルユーザインタフェースの別の例の実施形態を示す。図24Bのグラフィカルユーザインタフェースは、開創器上のカメラの相対的な向きを表示するために使用されることができ、ディスプレイ上に円錐(cones)としての視野を示す。各カメラからのビデオのリアルタイムビデオフィードは、各カメラの隣又は近傍に、又はGUI上に表示されうる。各種実施形態では、リアルタイムビデオフィードは、ツール操作を行い、手術部位を検査及び相互作用するために、外科医により使用されるリアルタイムビデオと比べて縮小されたサイズを有するウィンドウに示される。したがって、縮小サイズのウィンドウは、。ビデオからの細部を十分に収集し、手術処置を補助するために、外科医が後にそれらの大きさを大きくすることを望む場合に、十分に小さくなくてもよいユーザは、閲覧のため、ディスプレイ上のビデオストリームの調整のため、開創器上のカメラのアライメントの認識又は検証のためにカメラを選択し、表示のために画像又はフィードをインポートし、ツールバー等を介して手術具を選択及び/又は制御するために、ディスプレイのエレメ

40

50

ントを操作することができる。

【0377】

示されるような各種実施形態では、GUIは、グラフィック上の各カメラのモデル又はCAD画像、各カメラのための円錐状の視野（field-of-view（FOV））を有する開創器フレームのモデル又はCAD描写を含み、ここで、FOV描写は、EMトラッキング情報のようなトラッキング情報に基づくことができる。一部の実施形態では、ユーザは、GUIが方向及びFOVを示すときに、GUIを用いて開創器カメラの配置及び/又は方向を検証することができる。一部の実施形態では、ユーザは、このGUI又は他の関連するユーザインタフェースツールを用いて開創器カメラの配置及び/又は方向を手動で又はリモートで調整することができる。一部の実施形態では、カメラに対して表示されるFOVは、ユーザがカメラの後方の他のエレメントを視認することを可能にし、それらの相対的な位置及び方向の感覚を与えるために、半不透明又は少なくとも部分的に透明でありうる。

10

【0378】

GUIは、開創器上の各種カメラ、手術具及び/又は補助カメラにより取得されたビデオデータに対応するリアルタイムビデオフィードを含む。リアルタイムビデオは、閲覧のためにビデオストリームを選択するために操作される取得ビデオの縮小サイズ表示（例えば、縮小されたサイズのウィンドウ）でありうる。例えば、ユーザは、適切な縮小サイズウィンドウ又は表示を選択すること、外科医の両眼ディスプレイに縮小サイズウィンドウ又は表示を表示すること（例えば、縮小サイズウィンドウが、別のタッチスクリーン入力及びディスプレイ装置13にある場合）、及び/又は外科医の両眼ディスプレイ13に縮小サイズウィンドウ又は表示を拡大すること（例えば、縮小サイズのウィンドウ及び円錐状のFOVを有する開創器フレームのCAD描写が、外科医の両眼ディスプレイにある場合）により、ビデオフィードを選択することができる。

20

【0379】

GUIは、ユーザが他の画像化モダリティから画像化データをインポートすることを可能にするボタン又はエレメントを含む。例えば、ユーザは、CT、MR、Cアーム、Oアーム及び/又は超音波画像と共に、解剖データベースからの画像をインポートしうる。これらの画像は、手術可視化システムのカメラからのビデオフィードと同様に、画面上に縮小拡大され、かつ配置されうる。

30

【0380】

GUIは、配置可能なツールバーを含み、ツールバーは、光学系の洗浄、光学系の乾燥、LEDの冷却、ツールの選択及び制御等を可能にする。制御されうるツールは、ドリル、ケリソ、バイポーラ鉗子、はさみ、動脈瘤クリップアプライア等を含むが、これらに限定されない。

【0381】

GUIは、マルチタッチ入力に対応するように構成されることができ、ユーザが、手によって物体又はビデオを仮想的に操作することを可能にする。GUIは、例えば、音声認識、ジェスチャ認識等を含む入力の他の方法に対応するように構成されることもできる。

40

【0382】

GUIの使用は、以下の例によって示されうる。処置の進行中に、両眼手術ディスプレイは、一又はそれ以上のカメラからの一又はそれ以上のビデオフィードから一又はそれ以上のリアルタイムビデオフィードを、細部について収集するために外科医にとって十分な大きさに示すことができ、この例では、初期の手術視野として示される。例えば、図15、16、17、20B及び20D参照。ユーザが、提供された視界の調整に関心がある場合、ユーザは、図24Bに示されるGUIを提示して、表示のために異なるカメラを選択するために、タッチ入力、ジェスチャ、ボイスコマンド等を通じて指定の入力を行うことができる。GUIは、初期手術視界の上部又は初期手術視界に替えて、提示されうる（この例の目的は、ディスプレイコンフィギュレーションビューとして示される）。ユーザは、（例えば、閲覧のためにカメラを選択すること、カメラ視界を拡大縮小すること、カメラ

50



視界を配置/方向付けること等により)ディスプレイを設定するために、ディスプレイコンフィギュレーションのGUIの要素を操作する。他の機能がGUIによって提供されることができ、例えば、ユーザは、ツールを操作する、画像をインポートする等を行うことができる。終了するとき、ディスプレイは、初期手術視界に戻ることができ、これは、ディスプレイコンフィギュレーションビューにユーザによってなされた変更を反映する。一部の実施形態では、ディスプレイコンフィギュレーションで取られるアクションは、初期手術視界でのアクション又は結果を直ぐに動作させるように構成されうる。例えば、縮小サイズウィンドウを選択すること、リアルタイムビデオストリームを示すこと、及び閾値サイズについてリサイズすることは、ディスプレイに、手術視界でフルサイズ又は拡大された、選択されたカメラ視界による初期手術視界を示させることができる。このようにして、例えば、ディスプレイは、ディスプレイから離れて閲覧せずに、所望の機能の大部分を実行するために、ユーザの能力の少なくとも一部によってユーザにとって没入されるように構成されうる。

10

### 【0383】

#### 手術具の透明レンダリング

上記で概説されたように、得られたトラッキング情報と共に、手術具は、合成画像において透明に又は半透明に描画されうる。手術具に集積される又は固定される電磁ツールトラッカーは、画像プロセッサへの位置及び方向入力を提供しうる。この情報は、連続的な合成ディスプレイ上の透明又は半透明オーバーレイとしてツール画像の描画を可能にするために用いられうる。ツールは、例えば、ワイヤフレームオブジェクトとして描画されうる、又はゴーストのような透明性を有して示されうる。これは、ツールの位置を示すこと及び手術部位の妨害のない広い視界を維持することの両方の利益を提供することができる。一部の実施形態では、各種ツールの大きさ及び形状は、操作の前に、決定及びカタログ化されうる。画像プロセッサは、ワイヤフレーム又はツールの半透明な画像を描画するために、ツールのデータベース又はライブラリに記憶される所定のサイズ及び形状により、観察されるツールを関連付けてもよい。

20

### 【0384】

#### カメラクリーニング

体内に配置することは、カメラの表面又はレンズのような光学素子の表面を曇らせる又は遮る。視覚の明瞭さを維持するために、カメラは、手術部位内の位置を維持しながら、洗浄されうる。カメラの洗浄の1つのアプローチは、センサ又はレンズの表面に亘って流体のパルスを提供し、これにより、邪魔なものを洗浄する。洗浄流体は、例えば、蒸留水、脱イオン水又は食塩水であってもよい。一部の実施形態では、これらのパルスは、短時間に、高い圧力で、少量であってもよい。パルスは、例えば、ダイヤフラムによって、一方向バルブと共にカム及びモータにより作動される等の多数の手法で生成されうる。流体圧力は、ダブルスライクIVボトルで空気圧により供給されうる。使い捨てダイヤフラムポンプは、パルス圧力を増大させるために使用されうる。一部の実施形態では、2つのポンプは、パルス圧力で障害物を取り除くために用いられうる。一部の実施形態では、パッシブ作動液増幅器は、流体圧力を増大させるために用いられうる。一部の実施形態では、ソレノイド、圧電アクチュエータ又は他の技術が用いられてもよい。ローリングエッジダイヤフラム、ブルドン管又はベローは、パルスを生成するために、同様に用いられうる。一実施形態では、リードバルブは、リードバルブ及び関連する流体及び空気の柱動力(associated fluid and air column dynamics)の元々の機械共鳴周波数で動作する空気と食塩水とを交互にするように構成されうる。圧力は、バルブ開口圧力の直下の空気及び流体回路に維持され、電気信号は、リードバルブが開けられるまで圧力を増加させ、それにより、流体チューブの脈動を回避する。各種実施形態では、流体は、食塩水又は他の生体適合液体でありうる。一部の実施形態では、レンズ素子は、止め具が第1のレンズ素子に取り付けられるように構成され、当該止め具は、第1のレンズ素子の大部分を覆う。また、一部の実施形態では、レンズ素子は、第1のレンズ素子が平面ウィンドウを備えるように構成される。止め具は、平面ウィンドウ又は

30

40

50

より多くのレンズ素子の背後に配置されることができ、かつ相対的に小さくなることができる。このような実施形態では、止め具により収集される光は、清潔に維持されるべき平面ウィンドウの面積が相対的に小さくなるように、対応して小さい。この構成は、レンズシステムの洗浄を容易にすることができる。一部の実施形態では、平面ウィンドウは、レンズシステムを洗浄するように構成される機構と干渉しないように、平面ウィンドウの上部に亘って延びていない構造を用いてレンズシステムに固定される。例えば、平面ウィンドウは、ステップエッジを有する、又はセンサのために収集される光を通じて平面ウィンドウの遠位面の背後に延びない平面ウィンドウの側面部分に沿って延びる支持部材（例えば、金属リング又はレンズシステムハウジングのエッジ）により保持されることができ

#### 【0385】

一部の実施形態では、カメラ又はレンズの表面を乾燥させ、塩の堆積又は画像の妨げになることを防ぐために、高圧流体パルス後に、空気又はガスの高圧パルスが続く。高圧空気のソースは、例えば、病院圧縮気体窒素システム又は圧縮空気又は窒素タンクであってもよい。気体パルスは、上述したような液体パルスと同様に作動されることができ。例えば、一方向バルブと共にカム及びモータにより作動されるダイヤフラムが使用されてもよい。一部の実施形態では、ベンチュリ効果は、後洗浄エアフローを生成するために使用されてもよい。ベンチュリ効果は、流体が流れるポートのサイズ及び形状に依存する。通常、流体が、管の狭窄部分を通じて流れるとき、圧力は低減される。低い圧力は、追加の外側空気をまねき、流体パルスに続く空気流を生じることができ。以下により詳細に説明されるように、比例フットペダルは、液体及び/又は空気パルスの作動を制御することができ

#### 【0386】

一部の実施形態では、フレックスケーブルは、洗浄を行うために、空気、ガス又は液体をカメラ光学系へ運ぶための流体チャネルを含んでもよい。流体チャネルは、薬剤、洗浄用の食塩水、蛍光色素等のような他の流体を手術部位へ伝達することもできる。流体チャネルは、手術部位から気体又は液体の排出を提供するために、吸引のためにも提供される。フレックスケーブルを含む流体チャネルは、電子フレックスケーブルに取り付けられるオーバーレイ又は包囲している部材であってもよく、それにより、流体を運ぶコンポーネントを使い捨て可能にできる一方で、光学系モジュールで集積された電子フレックスケーブルは、滅菌及び再利用されてもよい。流体フレックスケーブルの遠位端は、画像化モジュールに亘って固定される外側ハウジングを含みうる。一部の実施形態では、これは、洗浄のために最も遠い表面に亘って流体及び/又は流体空気パルスを向ける外側ハウジングの内面の環状空間及び形状である。

#### 【0387】

図25A-Cは、流体チャネル及びセンサ及び画像化光学系409を覆う部分を含むフレックスケーブル405を有する外側シース401により洗浄経路403が提供される。センサ及び画像化光学系409を覆うシース401の部分402は、。コンフォーマルな適合を提供し、空気流のためにシース401とセンサ及び画像化光学系409との間の空間411を残すように成形されうる画像化光学系の前方の外側シース401の部分410は、レンズの遠位面に流体を向けるように成形されうる。一部の実施形態では、流体を伝達する外側シース401は、光学スタック409に加えらる又は取り付けられる分離可能なアセンブリでありうる。一部の実施形態では、流体は、このシース401の部分410を形成するフレックスケーブル405において伝達される。フレックスケーブル405は、電源を供給し、カメラから信号を受信するための電氣的な接続を含むフレックスケーブル407から分離される。一部の実施形態では、分離可能なアセンブリは、光学スタック409及び電気フレックスケーブル407に取り付けられるとき、流体フレックスケーブルアセンブリ405は、電気フレックスケーブル407の上面にあり、かつ光学スタック409の上に一部の実施形態では、外側シース401は、光学スタック409の周りにシールを形成する光学部分にスナップ式で留めるように設計されることができ、後に取り外され

10

20

30

40

50

る。各種実施形態では、取り外し可能なシース 401 は、使い捨て可能である一方で、接続される画像化光学系 409、センサ及びフレックスワイヤ 407 は滅菌可能である。別の実施形態では、流体ノズルは、シースのない他の側のエアノズルにより、画像化光学系の一方側に配置されることができる

#### 【0388】

一部の実施形態では、カメラ及び画像化光学系 409 の一における外側シース 401 は、外壁 414 に加えて内壁 412 を含み、一方が内側で他方が外側の同心右環状シリンダとして双方が成形される。一部の実施形態では、画像化光学系 409 に最も近い内壁 412 は、光学スタック 409 と円筒状の内壁 412 との間の空気のギャップ 411 を残すように、光学スタックを取り囲む。このギャップ 411 は、光学スタックにおける光学素子（例えば、レンズ）間の空気流を容易にし、それにより、光学素子上に形成する凝結のリスクを低減する。各種実施形態では、外側シース 401 は、流体が外側シース 401 に侵入することができ、画像化光学系 409 の最も前の面に向けられることができるように構成される。上述したように、伝達される流体は、液体又は気体又はその両方の組み合わせでありうる。一部の実施形態では、洗浄経路 403 は、薬剤及び蛍光色素のような他の流体を伝達するためにも使用されうる。一部の実施形態では、洗浄経路 403 は、吸引及び流体排出のために使用されうる。

#### 【0389】

例えば、一部の実施形態では、流体は、電源及び信号線を含む同一のフレックスケーブルの別々の流体チャンネルにより伝達されうる。

#### 【0390】

光学センサ及び/又はレンズを洗浄する別のアプローチは、表面を「スキージ (squeegee)」で取り除くことである。一実施形態では、図 26 に示されるように、シリコンカバー面を有する有窓の (fenestrated) 回転リング 501 は、通常、カメラ 505 の前面における穴 503 で位置決めされるように配置されうる。このアプローチは、手術装置が、例えば、低浸襲脊椎手術に用いられる管状開創器である実施形態で特に有益となってもよい。カメラ 505 は、開創器のアニュラス (annulus) に沿って配置されうる。カメラ 505 に亘って配置される回転リング 501 は、スキージとして洗浄するために、シリコンがカメラ 505 又はレンズの表面を一掃するように回転されてもよい。リング 501 は、多数の機構によって回転されてもよい。図示された実施形態では、ギアアセンブリ 507 は、リング 501 の周辺に配置される。別の実施形態では、MEMS 又は空気圧作動する個別のブレードは、カメラモジュールの前面に隣接して配置されてもよい。ブレードは、ワイパー型又は他の型の前面を一掃するために作動されることができ、それにより、カメラを洗浄する。

#### 【0391】

##### 温度制御

各種実施形態では、システムの特定の構成要素の温度の制御に有利となる場合がある。例えば、ほぼ体温にカメラを加熱することにより、手術中の曇りの効果を低減することができる。一部の実施形態では、フレキシブルケーブル及び/又は開創器ブレードは、カメラを加熱するためのヒータを含みうる。しかし、LED から又は過熱されたカメラからの過度の熱は、使用時に組織の周りに損傷を与えうる。したがって、一部の実施形態では、熱電対が装置内に含まれてもよい。例えば、熱電対は、カメラ及び/又は LED の近傍に配置されてもよい。一部の実施形態では、熱電対センサは、温度測定及び加熱されたカメラ又はフレキシブルケーブルの制御を提供するために用いられうる。熱電対は、システムが適切な加熱又は冷却を提供するようにフィードバックを提供するように構成されてもよい。

#### 【0392】

加熱は、多数の方法で提供されうる。例えば、低抵抗ヒータは、カメラ及び/又は LED 内又は近傍に配置されてもよい。一部の実施形態では、開創器内のメタライゼーション (metallization) は、加熱素子を提供しうる。一部の実施形態では、メタ

ライゼーションは、叙述したフレキシブルケーブルの一部であり得る。同様に、冷却も多数の異なる方法で提供されうる。例えば、カメラの洗浄について上述したような流体パルスは、冷却効果も提供してもよい。よって、カメラ又はLEDは、熱くなると危険になるため、流体の短い、高圧パルスは、温度を下げるために分配されてもよい。

【0393】

フィードバックを有するフットペダル

フットペダルは、手術具を作動する及び/又はカメラの洗浄を作動するためにオペレータによって使用されてもよい。例えば、オペレータは、流体のパルスを開始するためにフットペダルを押し、続いてカメラの表面に亘って空気のパルス化を行う。一部の実施形態では、液体パルス及び空気パルスは、別のフットペダルにより制御されてもよい。手術具に対して、フットペダルも同様に、作動のために使用されてもよい。例えば、はさみのような切断具は、フットペダルを押しことにより、開いた位置から閉じた位置へ移動されてもよい。複数のフットペダルは、異なる手術具とそれぞれ関連付けられて提供されてもよい。一部の実施形態では、左のフットペダルは、オペレータの左手により手動で制御される手術具の制御を提供し、右フットペダルは、オペレータの右手により手動で制御される手術具の制御を提供することができる。

10

【0394】

一部の実施形態では、フットペダルは、装置を比例的に作動してもよい。例えば、フットペダルが押される度合いは、関連する手術具のエレメントを動かすはさみの歯又は鉗子を閉じる際に加えられる力の量を制御することができる。一部の実施形態では、フットペダルは、手術具に作動に対して知覚フィードバックを提供されてもよい。例えば、はさみの歯を閉じる際の抵抗は、測定され、フットペダルの押下への増加した抵抗によりオペレータに伝えられる。このようなフィードバックは、ツールがフットペダルを通じて間接的に動作されるにもかかわらず、切断の抵抗の感覚によりオペレータに提供されることができる。フットペダルの位置は、多数の手法、例えば、角度光学エンコーダ及び/又は力測定抵抗を使用することにより測定されることができる。

20

【0395】

照明のオンオフ切り替え

上述したように、一部の実施形態では、カメラの一又はそれ以上は、その近傍に集積される関連する照明源を有してもよい。例えば、一部の実施形態では、各カメラは、それぞれ両側で2つの隣接するLEDを含むことができ、LEDは、カメラの視野を照射する。しかし、この照明は、カメラの一又はそれ以上が、別のカメラに少なくとも部分的に面するように向けられる例では問題となる場合がある。例えば、第1のカメラが第2のカメラに面する場合、第2のカメラ上の隣接するLEDは、第1のカメラを効果的に遮る。同様の原理は、照明源が特定のカメラに関連付けられない構成に適用する。カメラが照明源を直接画像化する場合の配置では、カメラが光を遮るリスク又は画像の品質を少なくとも低下させるリスクがある。

30

【0396】

この欠陥を解決するために、照明源及びカメラは、カメラがアクティブな照明源を直接画像化することを防ぐために、慎重にタイミングを合わせる又は同調されることができる。例えば、カメラの視野内にある照明源は、カメラがオンのときに、オフ又はブロックされ、逆に、照明システムがオンであるときに、カメラがオフ又はブロックされるように制御されることができる。この配置は、カメラが、アクティブな照明源を直接画像化する際の時間を低減又は排除するように、カメラ及び照明源の両方を迅速に、効果的にストロブする(strobing)ように切り替えられうる。カメラ及び照明源は、自動及び迅速なストロビングを可能にするように電子的に制御されうる。十分に高いストロブ周波数では、効果が観察者によって観察できなくなりうる。複数のカメラの視界をステッチすることにより生成される合成画像は、その視野におけるアクティブな照明源の存在により、特定のカメラが遮られることを防ぐことができる。

40

【0397】

50

上述したように、本明細書に記載される一部の実施形態では、多くのカメラが存在し、また、多くの光源が存在してもよい。上述したようなストロビング ( s t r o b i n g ) 原理は、同様の型のこのような構成に適用されうる。例えば、照明源のそれぞれ及びカメラのそれぞれの適切なタイミングにより、画像は、キャプチャされることができ、アクティブなブロックされない照明源は、少ない頻度で画像化される、又は一部の実施形態では、全く画像化されない。このようなタイミングは、多数の異なるアプローチで実現されうる。例えば、一部の実施形態では、各カメラ及びその関連する照明源は、オンになることができる一方で、全ての他のカメラ及び照明源は、オンになることができる。1つのカメラ及びその照明源がオフになるとき、隣のカメラ及びその照明源は、オンとなることができる。これは、各カメラが、与えられたサイクルで短時間にアクティブとなるような急速なペースで続けることができる。サイクルは、合成画像が連続的な広い視野の可視化を提供することができるように連続的に繰り返されることのできる。

10

#### 【0398】

別の実施形態では、ストロビング ( s t r o b i n g ) は、直接画像化する又はカメラの視野における照明源を有するカメラのみに提供されることができ。一部の実施形態では、光学的な認識、位置の捕捉又は他の技術は、カメラが照明源を画像化するために配置されるときに、決定するために用いられることができる。一部の実施形態では、この条件が決定されていると、当該カメラは、関連する照明源と協調して、調節、同調又はストロブされてもよく (例えば、オン及びオフを切り替える又はある間隔でブロックされ、他の間隔ではブロックされない)、関連する照明源もまた、調節又はストロブされてもよい (例えば、オン及びオフを切り替える又は特定の間隔でブロックされ、他の間隔ではブロックされない)。このアプローチは、多くのカメラ及び多くの照明源を含む構成に提供されることができ。上述したように、ストロビング ( s t r o b i n g ) は、観察者がストロブを検出できないように連続的かつ繰り返し作用されることができが、しかし、他の実施形態では、調節又はストロブの速度は、眼によって検出できなくなるほど速い必要はない。一部の実施形態では、調節の速度は、例えば、視力の絶対閾値を下回ってもよく、又は異なる閾値を下回ってもよく、この場合、2又はそれ以上の個々の画像変調の測定又は感度は、ユーザによって検出されない。また、光源の短いフラッシュ及び/又はセンサの短いアクティベーションは使用される必要はない。このような実施形態では、照明は、光源の視野にある画像センサの動作と同調して交互に行われてもよく、その逆でもよい。

20

30

#### 【0399】

照明源によるカメラの直接遮蔽に加えて、一又はそれ以上のカメラの視野における機器からの鏡面反射は、画像の品質を低減する場合がある。例えば、特定のセンサは、特定の照明素子において生じる特定のツールからの望まれない鏡面反射を受け付ける。各種実施形態では、少なくとも2つの取り得る対応が存在し、必要のない照明源及びセンサのストロブ及び同調、及び/又はセンサ、特にCMOSセンサの画像の一部の焦点ボケ ( b l o o m i n g ) 又は過飽和 ( o v e r s a t u r a t i o n ) を低減するために対象の面積を算出することである。ツール、センサ及び照明源がトラッキングを通じて知られているときに、各種実施形態では、焦点ボケへのグローバルレスポンスは、ツールが照明されたシーン内で使用されるときに、画像内又は画像のアレイ内の過飽和面積を最小化するために、ルックアップテーブル又はグローバルレイトレーシングアルゴリズムの形態をとってもよい。

40

#### 【0400】

##### ホワイトバランス

本明細書の他の箇所では説明されるように、合成画像は、複数のカメラからの複数の、別々の画像を共にステッチすることにより形成されることができ。しかし、別々のカメラから取得される画像は、様々な要因に依存する異なる光学特性を有する。例えば、取得される画像は、カメラ及びその構成及び画像が記録される条件に応じて彩度 ( s a t u r a t i o n ) 、輝度、コントラスト等が変化する場合がある。変化した光学特性の画像を共

50

にステッチすることは、合成画像が、1つのカメラによりキャプチャされる領域からの次のカメラへの光学特性の著しい対照により劣化されうるパッチワーク効果を形成してしまう。

#### 【0401】

このような効果を相殺するために、別のカメラから記録された画像は、バランス又は平滑化されうる。このような1つのアプローチは、カメラからの画像のホワイトバランス調節を含む。例えば、円筒状の装備のような白色又は中間色の物体は、一部又は全てのカメラによって観察可能な手術空間へ挿入されうる。この物体の色は、センサの光学特性及び異なる画像を正規化するために用いられることができ、それにより、ステッチング又はタイリングにより生成されるシームレスな合成画像を可能にする。一部の実施形態では、複数のカメラアレイは、合成画像をカラーバランスすることができ、カラーバランスは、例えば、赤のような一又はそれ以上の原色でのグローバルアジャストメントを含みうる。多くの手術シーンは、赤で支配されており、その対応するチャンネルは、連続的に調整されてもよい。

10

#### 【0402】

一部の実施形態では、カメラは、1つのカメラ画像が他のカメラ画像と交わる管状開創器の内側のカメラアレイを保持する機構にホワイトバランスを行うことができる。様々な他のアプローチは、複数のカメラから取得される画像を正規化するために用いられうる。よって、得られた合成画像は、ユーザがある画像と次の画像との境界を見分けられないようなシームレスにステッチされて見ることができる。なお、一部の実施形態では、画像は、カメラによって画像化されない手術部位の領域による不連続及び/又はギャップが存在してもよいように、タイル化されてもよい。

20

#### 【0403】

一部の実施形態では、カラー又はホワイトバランスのために使用されるアイテム又はメカニズムは、様々なカメラからの画像を位置合わせする際に補助するためのターゲットを含みうる。一部の実施形態では、ターゲットは、開創器を手術部位へ挿入する前に使用されるメカニズムでありうる。例えば、メカニズムは、実質的に均一な色（例えば、白）及び非対称のパターンを有する円筒状又は円錐状のエレメントを含みうる。複数のカメラを有する開創器は、カメラがメカニズムを画像化するように、当該メカニズム上に配置されうる。画像処理モジュールは、メカニズムのイメージに少なくとも部分的に基づいてカメラを較正することができ、ここで、較正情報は、ホワイトバランス及び/又はアライメント情報を含みうる。ホワイトバランスは、カメラ間のメカニズムの画像の色の違いに少なくとも部分的に基づくことができる。アライメント情報は、隣接する画像の非対称のパターンの位置合わせに少なくとも部分的に基づくことができる。例えば、ホワイトバランス及び/又はアライメントメカニズムは、非対称の水平及び/又は垂直線を有する均一な白の円筒でありうる。画像処理システムは、合成画像内の構成を位置合わせすることにより、各種カメラから受信した画像を位置合わせするために、これらの構成を使用することができる。このようなシステムは、同様に手術具と関連付けて使用されうる。例えば、手術具は、既知の色及び/又はパターンを有することができ、画像処理システムは、手術具の位置及び/又は方向を算出するために手術具の画像を処理すると共に、複数のカメラからの画像を位置合わせする及び/又は画像をカラー又はホワイトバランスするために手術具の構成を使用することができる。

30

40

#### 【0404】

画像化モジュールの例示的な実施形態

図27Aは、手術装置による使用のためのウェーハスケール光学系（又はウェーハレベル光学系）を含む画像化モジュール700の一部の実施形態を示す。画像化モジュール700は、モジュールの遠位端に止め具702を含みうる。一部の実施形態では、止め具702は、。少なくとも約2.8及び/又は約3.3以下の値を有する、画像化モジュール用のfナンバーを提供する画像化モジュール700は、レンズのような光学素子として機能するように構成される材料704a-dの一又はそれ以上の領域を含みうる。素子70

50

4 a - d は、光を方向付ける及び / 又は画像化モジュール 700 における歪みを制御するように構成されうる。一部の実施形態では、素子 704 a - d は、付加的に、プラスチック又はガラス（例えば、成形ガラス）のような透明な材料を含んでもよいが、これに限定されない。素子は、例えば、モノマー、ポリマー又は他の化合物を含んでもよい。一部の実施形態では、素子 704 a - d は、樹脂を含む。一部の実施形態では、素子 704 a - d は、アクリル、ベンジル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリル酸共重合体又はベンジル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリル酸又は他の材料を含む多成分系共重合体を含む。素子は、それに替えて、広範囲な他の材料を含んでもよい。一例として、これに限定されないが、素子 704 a - d は、少なくとも約 1.5 及び / 又は約 1.7 以下又は少なくとも約 1.52 及び / 又は約 1.65 以下である屈折率を有することができる。一例として、いくつかの素子 704 a - d は、相対的に高い分散（dispersion）を有し、少なくとも約 50、少なくとも約 55 又は少なくとも約 60 であるが、この値に限定されないアッベ値（Abbe number）を有することができる。いくつかの素子 704 a - d は、相対的に低い分散（dispersion）を有し、約 30 以下、約 25 以下又は約 20 以下であるが、この値に限定されないアッベ値（Abbe number）を有することができる。例えば、ウェーハスケール光学系（又はウェーハレベル光学系）の一部の例については、Sakaki による米国特許公開公報第 2011/0063734 号及び Maruyama による米国特許公開公報第 2012/0134028 号を参照する。

10

20

#### 【0405】

画像化モジュール 700 は、光学素子を分離し、機械的な耐久性を提供し、光学素子を支持し、画像化又はセンサモジュールの一又はそれ以上のギャップを維持し、又はこれらの組み合わせを行うように構成される構造要素 706 a 及び 706 b を含みうる。一部の実施形態では、構造要素 706 a 及び 706 b は、相対的に低い屈折率を有する、低い熱膨張係数を有する、相対的に不浸透性である、又はそれらの特性の組み合わせを含む、材料を含むことができる。構造要素 706 a 及び 706 b は、ホウケイ酸塩ガラス、低イオンクラウンガラス又は他の同様の材料でありうる。例えば、構造要素 706 a 及び 706 b は、Schott North America, Inc. 又は Duryea, PA によって供給される SCHOTT MEMPAK（登録商標）、BOROFLOAT（登録商標）33 ホウケイ酸塩ガラス、D263T（登録商標）エコホウケイ酸塩ガラス、AF32（登録商標）エコアルミノホウケイ酸塩ガラス、又は B270（登録商標）低イオンクラウンガラスでありうる。しかし、他の材料も使用することができる。

30

#### 【0406】

一例として、これに限定されないが、構造要素 706 a 及び 706 b の熱膨張係数の典型的な値は、約  $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  から  $9.9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  の間でありうる。一例として、これに限定されないが、構造要素 706 a 及び 706 b の屈折率の典型的な値は、約 1.4 から 1.6 でありうる。一例として、これに限定されないが、構造要素 706 a 及び 706 b のアッベ値の典型的な値は、約 50 から 70 でありうる。しかし、これらの範囲外の値も可能である。

40

#### 【0407】

画像化モジュール 700 は、本明細書により十分に記載されるように、画像センサ 708 を含みうる。画像化モジュール 700 は、ケーブル 710 と電氣的及び / 又は物理的に接続されうる。一部の実施形態では、ケーブル 710 は、本明細書により十分に記載されるように、フレックスケーブルである。一部の実施形態では、モジュール 700 は、約 70 度の視野を有する。

#### 【0408】

一部の実施形態では、画像化モジュール 700 は、一又はそれ以上のレンズ素子の位置及び / 又は方向を調整するように構成される移動素子を含む。例えば、移動素子は、一又はそれ以上の方向における一又はそれ以上のレンズ素子を移すように構成されるピエゾ、モータ又は他のトランスデューサ又はアクチュエータを含みうる。

50

## 【0409】

ウェーハスケール光学系を含む画像化モジュール700は、半導体ウェーハ製造で用いられるプロセスを用いて製造されうる。一部の実施形態では、光学的に透明な材料は、半導体デバイス製造のために用いられるウェーハ状の円形ウェーハのような基板又は構造支持素子(706a, 706b)の表面に堆積され、レンズを形成するために成形される(704a - 704d)。光学的に透明な材料は、例えば、原型(マスタ)を用いるインプリント、エンボス又はモールドにより成形されてもよい。原型は、特定の実施形態におけるイオンエッチングにより一部が形成されてもよい。一部の実施形態では、基板に堆積される光学的に透明な材料に材料が加えられる、基板に堆積される光学的に透明な材料から材料が取り除かれる、又は上述したように、基板に配置される光学的に透明な材料が成形される。一部の実施形態では、イオンミリング(ion milling)を用いてもよい。一部の実施形態では、複数の層は、製造時に形成され、結合してもよい。例えば、複数の基板又は構造支持素子706a, 706bが提供されてもよく、そこにレンズ(704a - 704d)が形成されてもよい。基板又は構造支持素子706a, 706bは、積層されることができる。一部の実施形態では、レンズ704aは、支持素子に配置されるレンズを有する別の指示素子706aを形成するために切断されるウェーハ上に形成される。同様に、レンズ704bは、支持素子に配置されるレンズを有する別の指示素子706aを形成するために切断される異なるウェーハ上に形成される。レンズ704aを有する支持素子706aは、レンズ704bを有する支持素子706bに積層されることができる。追加の層も同様に加えられてもよい。

10

20

## 【0410】

同様に、図27Aに示されるウェーハスケール光学系は、その間の互いに上面に積層される複数の基板を備える。基板の平坦面に隣接した1つの平坦面及び1つの湾曲した面は、例えば、光を屈折及び曲げることができる。示されるように、基板に形成される1つの平坦面及び1つの湾曲した面を有するこのようなレンズは、基板の両側に形成されうる(これは、2つの面を有することを示す)。よって、一部の実施形態では、2つの湾曲した面は、所定の基板として提供される。

## 【0411】

例えば、図27Bに示されるように、第1の層740は、第1の厚さ $d_1$ 及びインターロック構造742を有して形成されうる。第1の層740は、構造支持素子706aに形成され、インターロック構造742を生成するためにパターンニングされる材料の層を有する構造支持素子706aを備えてもよい。第2の層744は、第2の厚さ $d_2$ 及び第1の層及びインターロック構造742を補完するインターロック構造746を有して形成されうる。第2の層744は、構造支持素子706bに形成され、インターロック構造746を生成するためにパターンニングされる材料の層を有する構造支持素子706bを備えてもよい。堆積される材料の層は、モノマー、ポリマー、ガラス又は他の材料を含んでもよい。第1及び第2の層740, 744は、ウェーハスケール光学系又はウェーハレベル光学系素子の一部を形成するために積層及びインターロックされうる。第1の厚さ $d_1$ 及び第2の厚さ $d_2$ は異なることができる。インターロック構造742及び746の高さも異なることができる。一部の実施形態では、複数の層(例えば、2、3、4、5又はそれ以上の層)は、画像化モジュール700を形成するために積層される。

30

40

## 【0412】

一部の実施形態では、図27Cに示されるようなウェーハ750は、素子704a, 704bを有した後に構造支持素子704a, 704bを形成するためにダイシングされ、それにより、積層可能である別々の複数のウェーハスケール光学素子752を生成する。ウェーハスケール光学素子752を位置合わせするために、基準構造754が含まれる。一部の実施形態では、これらの基準構造は、上述したインターロック構造742及び746を含む。よって、第1のウェーハの近位表面上の基準構造は、位置合わせするときウェーハがインターロックするように第2のウェーハの遠位表面上の補完基準754と咬み合うように構成されうる。一部の実施形態では、接着材は、層を積層する際に含まれ

50



る。接着材は、UV硬化接着材、熱硬化接着材、又は他のタイプの接着材でありうる。複数のウェーハスケール光学素子752は、説明されたように共に位置合わせ及びロックされうる。一部の実施形態では、図27Cに示されるようなウェーハ750は、ダイシングされ、その後、積層される。それに替えて、ウェーハ750は、積層された後にダイシングされることができる。これらのアプローチの組み合わせも使用されてもよい。

#### 【0413】

特定の実施形態では、基準754は、形成される画像化モジュール700に応力緩和(stress relief)を提供することができる。レンズ704a, 704bを有する構造支持素子706a, 706bは、構造支持素子706a, 706bが下がる又はいびつになる応力をもたらす場合がある。この応力は、例えば、構造支持素子706及びレンズ704のようなウェーハスケール光学素子752の様々な構成要素の熱膨張係数が異なることによって少なくとも部分的に生じる。各種実施形態では、基準754は、ウェーハ及び構造支持素子706a, 706bの近位及び遠位表面に力を加えるために用いられることができ、よって、その形状を実質的に保持するために構造支持素子706及びレンズ704を補助する。一部の実施形態では、基準754は、モノマー、ポリマー、ガラス又はウェーハ750の近位及び/又は遠位表面上に堆積される他の材料を含む。基準754は、ウェーハ及び/又は画像化モジュール700上の様々な素子の熱膨張係数が異なることの少なくとも一部によって、反りを誘発する応力を低減又は除去するように構成されうる。各種実施形態では、構造支持素子706の反対側の基準層754による応力は、下がる量を低減するために互いに大きくオフセットする。一部の実施形態では、構造支持素子の近位及び遠位側上の基準によりもたらされる応力が、レンズによりもたらされる応力を超え、かつ制するように、基準754を形成する材料の量は、レンズを形成する材料の量を超えてもよい。一部の実施形態では、レンズ704及び支持素子706の同一側の基準によりもたらされる応力は、レンズ704及び支持素子706の反対側の基準によりもたらされる応力とほぼ同様である。

#### 【0414】

特定の実施形態では、画像化モジュール700における構造支持素子706a, 706b(図27A参照)は、基板の近位表面から遠位表面へ延びる一又はそれ以上の穴714を有する基板を含む。基板の穴714は、流体が、領構造支持素子706a及び706b間の域又はギャップ712の間で伝わることができる。穴714は、基板を通じてドリルによって形成される又は製造時に化学成形処理を用いることによって形成される、又は他の技術を用いて形成されてもよい。図27Cを参照すると、穴714は、複数のウェーハ750において切断されうる。上述したように、ウェーハ750は、切断されることができ、そこから形成される基板706は、積層及びインターロックされることができ、基板706間の区画712を形成し、区画管の流体連通を防ぐ壁を提供する。しかし、穴714は、これらの区画間の流体連通を提供しうる。流体連通は、例えば、使用時又は処置時のレンズ704のような画像化モジュール700における光学素子での汚れを低減又は除去することができ、ここで、素子は、流体及び/又は汚れの形成を容易に又は促進する温度の変化にさらされている。

#### 【0415】

図28は、約70度以下の視野を有する画像化モジュール800の光学的な規定の一部の実施形態を示す。画像化モジュール800は、4又はそれ以上のレンズを組み合わせた画像化モジュールの遠位部に止め具801を含みうる。一部の実施形態では、画像化モジュール800は、止め具801、正レンズ、負レンズ及び複数の正レンズを含む。画像化モジュール800は、相対的にコンパクトとなりうるが、適度な視野を提供し、相対的に低い歪み(例えば、約10%未満の歪)をもたらす。一部の実施形態では、第1の素子802は、相対的に高い屈折率及び相対的に適度な歪を有する正レンズである。第1の素子802は、相対的に高い屈折率及び相対的に高い歪を有するレンズと組み合わせられうる。レンズ素子806及び808は、正レンズでることができ、光学経路を短くし、かつ前のレンズ素子によりもたらされる歪を補正するように構成されうる。画像化モジュール8

00は、ウェーハスケール光学系を含みうる。画像化モジュール800は、手術装置で使用されうる。

【0416】

図28に示されるように、画像化モジュール800は、レンズ素子802, 804, 806, 808, 810を含み、812で画像を形成するように構成されうる。各レンズ素子は、遠位及び近位半径、厚さ、次の素子との距離、屈折率(n)、アッペ値(V)等のような特性を有しうる。表1は、810を通じて光学素子802の各種特性のための例示的な値をリスト化している。参照用に、レンズ素子の遠位表面は、画像812から最も遠い表面であり、レンズ素子の近位表面は、画像812から最も近い表面である。さらに、厚さは、特定のレンズ素子における遠位表面から近位表面への距離である。最後に、表の列に記載された距離は、その行の素子の近位表面から次の素子(つまり、次の行の素子)への距離を示す。図28及び表1に示される例では、止め具は、第1の表面にあり、0.125のアパーチャを有する。表の値は、1の有効焦点距離を生成するために正規化される。なお、この設計においては、アパーチャストップは、前にあり、レンズは、前から後の順序で、正、負、正、正である。この設計は、70度未満、例えば、50-70度の視野を提供するために適切である。

10

【表1】

レンズ素子	遠位 R	近位 R	厚さ	距離	n	V
素子 802	0.823	-3.216	0.235	0.089	1.79	47.5
素子 804	-1.04	1.04	0.07	0.13	1.76	26.5
素子 806	-2.94	-0.8	0.255	0.012	1.79	50.0
素子 808	1.3	6.055	0.44	0.341	1.79	50.0
素子 810	無限遠	n/a	0.25	0.04	1.52	58.6

表1

20

【0417】

特定の実施形態では、画像化モジュール800は、集光器レンズ群と同様に光を集める又は集中する近位端における2又はそれ以上のレンズ(806, 808)を含むレンズ群を含む。一部の実施形態では、このレンズ群は、2つの正のパワーレンズを含む。一部の実施形態では、これらのレンズは、示されるように、凹遠位面及び凸近位面を有する正のパワーレンズ806と、凸遠位面及び凹近位面を有する正のパワーレンズ808と、を含んでもよい。よって、これらのレンズ806, 808の頂点は、互いに面しており、非常に近い又は互いに接触していてもよい。止め具は、第1のレンズ802に向かって示されているが、特定の実施形態では、止め具702は、レンズ素子間に配置されうる。

30

【0418】

図29Aは、手術装置で使用する埋設された止め具904を有する広い視野の画像化モジュール900の一部の実施形態を示す。有利には、一部の実施形態は、相対的に広い視野を可能にする埋設された止め具904を含む。一部の実施形態では、非球面及び/又はより多くの素子は、歪みを補正するために画像化モジュール900に含まれる。各種実施形態では、画像化モジュール900は、負である当該レンズ群の総屈折力を生成する一又はそれ以上のレンズを有する負の遠位レンズ群902と、正である当該レンズ群の総屈折力を生成する一又はそれ以上のレンズを有する正の近位レンズ群906と、を含む画像化光学系を含んでもよい。負の遠位レンズ群902は、相対的に大きく湾曲されうる。他の有利な構成のうち、平凹レンズは、製造、位置合わせ及び/又は洗浄をしやすくするために用いられうる。一部の実施形態では、負の遠位レンズ群902は、相対的に大きな負の屈折力、相対的に高い屈折率及び相対的に適度な歪を有する平凹レンズを含みうる。特定の実施形態では、負の遠位レンズ群902は、相対的に高い屈折率及び相対的に高い歪を有する。負の遠位レンズ群902の使用に適したレンズ素子の一部の例は、Duryea, PAのSchott North America, Inc.により供給されるSF10, SF14, SF57、及びRancho Santa Margarita, CAのOharaにより供給されるLAH58, LAF-21, LAFN31, LASF41及びLASF44である。一部の実施形態では、負の遠位レンズ群904

40

50

は、相対的に大きな湾曲又は相対的に高い負の屈折力を有するレンズ素子によりもたらされる歪を補正するように構成されるレンズ素子を含む。一部の実施形態では、正の近位レンズ群 906 は、負の遠位レンズ群 904 によりもたらされる歪を補正するように構成される。画像化モジュール 900 は、止め具 904 を含むことができ、ここで、負の遠位レンズ群 902 は、止め具 904 の遠位側にあり、正の近位レンズ群 906 は、止め具 904 の近位側にある。一部の実施形態では、止め具 904 は、例えば、少なくとも約 3 かつ約 10 以下であり、少なくとも約 4 かつ約 8 以下でもよい f ストップ値を有しうる。一部の実施形態では、画像化モジュール 900 は、一又はそれ以上のアフォーカルレンズ群を含みうるが、同様に非アフォーカルレンズであってもよい。画像化モジュール 900 は、本明細書により十分に記載されるように、カメラ 908 を含む。画像化モジュール 900 は、広い視野を有するように構成されうる。例えば、画像化モジュール 900 は、少なくとも約 90 度及び / 又は約 120 度以下である視野を有するように構成されうる。

#### 【0419】

一部の実施形態では、広い視野の画像化モジュール 900 は、止め具 904 の遠位側にウェーハスケール光学系を組み合わせた非ウェーハスケール光学系を含む。広い視野の画像化モジュール 900 は、止め具 904 の近位側に追加光学系を含みうる。特定の実施形態では、負の遠位レンズ群 902 は、非ウェーハスケール光学系を含み、正の近位レンズ群 906 は、ウェーハスケール光学系を含む。一部の実施形態では、負の遠位レンズ群 902 は、止め具 904 の遠位側に負のレンズ素子の積層体を有するウェーハスケール光学系を含む。広い視野の画像化モジュール 900 は、ウェーハスケール光学系又は非ウェーハスケール光学系を含む止め具 904 の近位側に光学系を含みうる。

#### 【0420】

図 29B は、手術装置で使用する光学画像化モジュール 960 に結合されるアフォーカルモジュール 955 を含む光学アセンブリ 950 の実施形態の一例を示す。アフォーカルモジュール 955 は、所望の光学特性を実現するように構成される組み合わせた光学アセンブリ 950 を形成するために、既存の光学画像化モジュール 960 に加えられうる。既存の光学画像化モジュール 960 は、例えば、センサ 975 で画像を形成する広い視野の画像化モジュールを含んでもよい。一部の実施形態では、光学アセンブリ 950 は、アフォーカルモジュール 955 の少なくとも一部により光学画像化モジュール 960 とは異なる視野を有する。例えば、光学モジュール 960 と比較したとき、アフォーカルモジュール 955 と光学モジュール 960 との組み合わせは、アフォーカルアセンブリ 955 の光学特性に少なくとも部分的に決定されるような広い又は狭い視野を有しうる。一部の実施形態では、光学アセンブリ 950 は、光学フィルタを含む。光学フィルタは、アフォーカルモジュール 955 と光学モジュール 960 との間に含まれることができ、光学フィルタは、アフォーカルモジュール 955 の一部である、又は光学フィルタは、光学モジュール 960 の一部であり得る。光学アセンブリ 950 は、光学モジュール 960 に配置される止め具 970 を有する。一部の実施形態では、止め具 970 は、アフォーカルアセンブリ 955 に配置されうる、又はアフォーカルアセンブリ 955 と光学モジュール 960 との間に配置されうる。

#### 【0421】

アフォーカルアセンブリ 955 は、光学素子 957a, 957b を含む。第 1 の光学素子 957a は、負の屈折力を有しうる。第 2 の光学素子 957b は、第 1 の光学素子 957a と組み合わせたときに、アフォーカルモジュール 955 を形成する光学素子を含みうる。光学素子 957a, 957b は、ウェーハスケール光学系、非ウェーハスケール光学系又はこれらの組み合わせでありうる。アフォーカルアセンブリ 955 の第 2 の光学素子 957b は、構成を有するレンズ素子 965 を含み、ここで、中央の円形部 966 は、負の屈折力を有し、環状の周辺部 968 は、正の屈折力を有する。レンズ素子 965 は、中心線よりも周辺線の伝わる方向を交互にするように構成されうる。レンズ素子 965 は、第 1 の光学素子 957a によりもたらされる歪を補正するために用いられうる。レンズ素子 965 は、歪の補正を増加又は最大化するために配置されうる。例えば、レンズ素子 9

10

20

30

40

50

65は、画像面975の近傍又は第1の光学素子957aの近傍に配置されうる。レンズ素子965は、止め具970の前に配置されうる。

【0422】

示されるように、光学素子957bは、その近位及び遠位側にレンズを含む。遠位側に示されるレンズは、一部の実施形態では、正のパワーレンズを含んでもよい。しかし、他の構成も可能である。

【0423】

光学素子957a, 957bは、非球面、球面又は足の形状を有しうる。光学モジュール960は、一又はそれ以上素子962を含むことができ、光学素子は、ウェーハスケール光学系、ガラスのような非ウェーハスケール光学系、又はこれらの組み合わせを含む。一部の実施形態では、アフォーカルモジュール955は、ガラスからなる非ウェーハスケール光学系の光学素子を含む。一部の実施形態では、光学モジュール960は、ウェーハスケール光学系を含む。光学アセンブリ950は、非ウェーハスケール光学系の光学素子とウェーハスケール光学系との組み合わせとして構成されうる。アフォーカルモジュール955は、球面レンズ素子を含みうる。アフォーカルモジュール955レンズ素子は、相対的に高い屈折率（例えば、屈折率を制限するものではないが、典型的な値は、約1.55から約1.7）及び相対的に高い歪（例えば、アッペ値を制限するものではないが、典型的な値は、少なくとも50、55又は60）を有する材料、又は相対的に低い屈折率（例えば、屈折率を制限するものではないが、典型的な値は、約1.3から約1.6）及び相対的に低い歪（例えば、アッペ値を制限するものではないが、典型的な値は、少なくとも30、25又は20）を含みうる。一部の実施形態では、光学アセンブリ950は、他のウェーハスケール光学アセンブリと比べて相対的に低いf値を有することができ、ここで、f値は、画像センサから相対的に遠い対象物を使用するために適したウェーハスケール光学系と比べて、相対的に大きな被写界深度を提供するために設定される。一部の実施形態では、アフォーカルモジュール955を光学モジュール960に追加することは、焦点距離を低減し、それにより、視野を広くする。モジュール955がアフォーカルモジュール955のように説明されるが、このモジュールは、アフォーカルである必要はない。

【0424】

上述したように、モジュール955は、既存の光学画像化モジュール960に加えられることが有益となる。この態様では、視野は、交互になってもよい。例えば、既存の光学画像化モジュール960は、適度な視野、例えば、50° - 70°の視野を有してもよい。しかし、アド-オンモジュール955に加えることは、70°を超える視野、例えば、90° - 120°に増加させてもよい。

【0425】

図29Cは、画像化モジュール980の特性を変化させるように構成される光学素子982a及び982bを含む画像化モジュール980を示す。例えば、第1の交換可能な光学素子982aは、光学経路長dを有する平面-平面ブロックを含みうる。このブロックは、示されるようにほぼ直線のリニア光学経路を提供する。第2の交換可能な光学素子982bは、交換可能な光学素子982b内の光学経路の方向を変える構成983を有するブロックを含みうる。これらの構成983は、例えば、光学素子982bの側に向かって光を向け直す屈折面を含んでもよい。これらの屈折面は、プリズム982b光学素子の異なるセクション（3つ示される）間のインターフェースを含む。3つ示されるが、それ以上又はそれ以下のものが含まれてもよい。第2の交換可能な光学素子982bは、第1の交換可能な光学素子982aと同一の光学経路長dを有することができる。交換可能な光学素子982a及び982bを切り替えることにより、画像化モジュール980の閲覧角度は、変更されうる。同様の光学経路長を有することは、変化の設計含意を低減する。画像化モジュール980は、交換可能な光学素子982a及び982b間で変化するとき移動又は向け直される第1の負のレンズ又はレンズ群984を含みうる。一部の実施形態では、負のレンズ又はレンズ群984は、交換可能な光学素子982a及び982bの一部でありうる。画像化モジュール980は、近位な正のレンズ群986を含む。レンズ

10

20

30

40

50

群 986 は、正又は負である総屈折力を有することができ、ウェーハスケール光学系を含んでもよい。

【0426】

図 29D は、手術具の軸に対する閲覧角度を提供する光学系を有する画像化モジュール 990 の一例を示す。例示的な画像化モジュール 990 は、手術具に沿う狭いプロファイルを提供するためにステレオ光学センサ 988 で使用されることができ、一方で、手術具の軸に平行ではなく、かつ手術装置に平行ではない閲覧角度を提供する。これは、開創器のような手術装置から突出する画像化モジュールによる手術部位のわずかな又は最小限の閉塞によって相対的に大きな画像センサ 988 の使用を可能にすることができる。特に、画像センサ 988 は、最も広くかつ最も長い寸法（及び電気信号への変換のための光を受信するセンサの入力面）が、手術部位へのアクセスを閉塞しないように開創器ブレードの表面又は管状開創器の表面に対してより平行となるように配置されうる。画像化モジュール 990 は、センサ 988 を含むことができ、センサは、単眼画像化のために構成されることができる、又はセンサは、ステレオイメージを提供するように構成される分離されたセンサであることができる。画像化モジュールは、例えば、光をセンサへ向けるように構成されるプリズム 991 を含む第 1 のリダイレクト光学系を含むことができ、ここで、到来する光軸は、手術装置の軸と略平行である。図 29D に示される実施形態では、プリズムは、伝搬する光学経路の 90 度ターンを提供するために向けられた屈折面 991 を有する 90 度プリズムである。画像化モジュール 990 は、センサ 988 に手術部位からの光を集中し、そこに手術部位の画像を形成するように構成される画像化光学系 992 を含みうる。画像化光学系は、負のパワーレンズ 995 と共に正のパワーレンズ群 992 b を備える負のパワーセクション 992 a を含んでもよい。正のパワーレンズ群 992 b は、第 1 の正のレンズ 993 a と、第 2 の正のレンズ 993 b と、第 3 の正のレンズ 993 c と、第 4 の正のレンズ 993 d と、を含むが、これに限定されない。一部の実施形態では、この第 2 のレンズ 992 b 群は、負のパワーの総計を有してもよい。

【0427】

画像化モジュール 990 は、対象の領域から第 1 のリダイレクト光学系、例えば、プリズム 989 へ光を向けるように構成される第 2 のリダイレクト光学系 996 を含むことができ、光は、通常、手術装置の軸に対して角度から到来し、センサに術野の画像を形成する。第 2 のリダイレクト光学系 996 は、術野からの光がレンズ 992 b の第 2 の群へ反射及び向けられるように、例えば、第 1 及び第 2 のリダイレクト光学系 996 a, 996 b を有するプリズムを含んでもよい。しかし、第 2 のリダイレクト光学系は、例えば、画像化光学系 990 が術野に向かって内側に向けられる視線 997 を有するように、光学経路を向け直すように構成されてもよい。例えば、画像化モジュール 990 は、手術装置の軸に対して少なくとも約 30 度、少なくとも約 45 度又は少なくとも約 70 度から 90 度までの閲覧角度を提供することができる。図 29D は、手術装置の軸に対して角度で画像化モジュール 990 の視線 997 を示す。

【0428】

図 29D は、画像化光学系 992 及び第 2 のレンズ群 992 b を通じた光軸 994 をさらに示す。光軸 994 は、画像化モジュール及び画像化光学系の視線 997 と一致するように図 29D に示される。図示された実施形態では、画像化光学系の視線 997 は、手術装置の軸、及び手術装置の軸に沿って縦に延びる第 2 のレンズ群 992 b の光軸に対して斜めの角度である。各種実施形態では、画像化モジュールは、画像化モジュールの長さにそって長手方向に延びる手術装置の表面に搭載される。例えば、第 2 のレンズ群は、画像化モジュールが搭載される面に平行な線に沿って長手方向に延びる。同様に、第 2 のレンズ群の光軸は、画像化モジュールが搭載される表面に略平行である。図 29D に示される実施形態では、センサは、手術部位の画像が画像化光学系 992 により形成される光を受光する前面を有する。この前面は、画像化モジュール 990 が搭載され、かつ第 2 のレンズ群 992 b の光軸に平行な表面にも平行である。このような構成は、コンパクトな設計を可能にし、ここで、画像化モジュール（例えば、センサ及び画像化光学系）は、術野へ

10

20

30

40

50

の外科医のアクセスを不当に妨げない低いプロファイルを維持する。

【0429】

図29Dに示される実施形態では、画像化光学系992は、第1のレンズ群992aを形成する負のレンズ995を備える。第2のリダイレクト光学系996は、第1のレンズ群992aと第2のレンズ群992bの間の光学経路に配置される。第1のリダイレクト光学系989は、第2のレンズ群002bと光学センサ988との間の光学経路に配置される。一部の実施形態では、オートフォーカス機構は、画像化モジュールの焦点及び/又は固定fナンバーをユーザが制御できるセンサとプリズムとの間に加えられることができる。

【0430】

各種実施形態では、他のタイプのプリズム素子は、図29Cに示されるプリズム素子982bの替わりに使用されてもよい。例えば、プリズム素子は、「複合物 (compound)」又は「コンパクトな (compact)」プリズムを形成するために小さなプリズムセクションを共に接着することにより形成されてもよく、又はプリズム素子は、所望のビーム方向を得るために成形された外側面を有する透明材料の単一の同質ピースである偏位プリズム (deviating prism) を含んでもよい。この材料は、各種実施形態では、ガラスであってもよい。複数、一部の実施形態では、例えば、2回の反射を用いる光を反射する光学素子は、同等の利益を提供する又は画像を直立に反転する及び/又は向け直す。

【0431】

このような交換可能な光学素子982a, 982bは、カメラの直前から、例えば、手術具の遠位端へ向かってカメラの視界を変化させるために種々郡上のカメラのために使用されうる。それに替えて、手術具の側面に向かう視野角は、光学素子982a, 982bを交換することにより提供されることができる。

【0432】

図30Aは、手術装置で使用するためのウェーハスケール光学系1004及び1006と組み合わせた非ウェーハスケール光学系1002を含む画像化スタック1000の一部の実施形態を示す。画像化スタック1000は、カバーガラス1001を含む。カバーガラス1001は、サファイアのような所望の光学及び/又は機械特性を有する材料からなることができる。カバーガラス1001は、そこに接合される前そこに形成される止め具1012を有する平面-平面光学素子でありうる。カバーガラス1001と止め具1012との組み合わせは、露出されるカバーガラス1001の相対的に小さな面積を提供し、それにより、洗浄がしやすくなる。一部の実施形態では、ガラス、ポリカーボネート又は所望の光学特性を有する他の材料からなる一又はそれ以上の成分を含む。一部の実施形態では、非ウェーハスケール光学系1002は、負である総屈折力を生成する一又はそれ以上のレンズを有する。例えば、非ウェーハスケール光学系1002は、ウェーハスケール光学系のために通常生成されない相対的に大きな湾曲を有する負の屈折力を有するレンズを含みうる。画像化スタック1000は、第1のウェーハスケール光学素子1004を含みうる。第1のウェーハスケール光学素子1004は、光学補正を提供し、所望の焦点距離を提供し、アフォーカルシステムを提供する等のように構成される一又はそれ以上の構成要素1008を含みうる。一部の実施形態では、一又はそれ以上の構成要素1008は、広い視野のシステムにおける歪を補償するように構成される。第1のウェーハスケール光学素子1004は、最小限又は低減されたアクティブ光学アライメント及び増加したアライメント精度を有する後続の画像処理又は非ウェーハスケール光学系1002を搭載/登録を補助するように構成されるレジストレーションマーク、構造、基準又は構成1010を含みうる。一部の実施形態では、非ウェーハスケール光学系1002及び第1のウェーハスケール光学素子1004の組み合わせは、負の総屈折力を提供する。画像スタック1000は、正の群に対して総屈折力を生成する一又はそれ以上の光学素子を有する正の近位ウェーハスケール光学群を含みうる。

【0433】

10

20

30

40

50

図30Bは、手術装置で使用するためのウェーハスケール光学系1004及び1006と組み合わせた非ウェーハスケール光学系1002を含む一部の実施形態を示す。一部の実施形態では、非ウェーハスケール光学系1002は、第1のウェーハスケール光学素子1004と正の近位ウェーハスケール光学群1006との間に配置される止め具1012を含む。正の近位ウェーハスケール光学群1006は、光学素子1009を含むことができ、ここで、光学素子1009の半径方向中心部1011は、負の屈折力を有し、光学素子1009の半径方向周辺部1013は、正の屈折力を有する。一部の実施形態では、光学素子1009は、中心光線よりも周辺光線の伝搬の方向を交互にするように構成される。光学素子1009は、非ウェーハスケール光学系1002、第1のウェーハスケール光学系及び/又は正の近位ウェーハスケール光学群1006において光学素子により導かれる歪を補正するために使用される。光学素子1009は、歪への補正を増加又は最大化するように配置される。画像化スタック1000は、画像平面1014を含む。

10

#### 【0434】

一部の実施形態では、ウェーハスケール光学系（又はウェーハレベル光学系）は、例えば、製造メカによって提供されたアパーチャを含んでもよい。それにかかわらず、各種実施形態では、止め具として用いられうる別のアパーチャは、非ウェーハスケール光学素子と、アパーチャを有するウェーハスケール光学系との間に配置される。例えば、止め具は、一又はそれ以上の非ウェーハスケール光学素子を含む負のパワーの先端レンズ群とウェーハスケール光学系を含む近位レンズ群との間に含まれてもよい。

20

#### 【0435】

一部の実施形態では、本明細書に記載されるカメラ及び/又は光学システムは、例えば、焦点長さ、倍率、ポインティングアングル（pointing angle）、視野又はこれらの組み合わせのような光学システムの光学特性を変化させるように構成されるMEMSを含みうる。一部の実施形態では、アクチュエータは、光軸ほぼ沿う低電力光学素子を駆動するために使用される。光学素子は、焦点の完全な正弦波サイクルが、人間の臨界フリッカフュージョンレート（例えば、約60Hz）よりも大きいレートで完全になるように駆動される。これは、カメラ又は光学システムの被写界深度を増大させる。アクチュエータは、例えば、ボイスコイル、可動マグネット、圧電又は他のアクチュエータを含みうる。一部の実施形態では、この態様で被写界深度を増大させることは、約60Hz以上の周波数を有するサイン波によって駆動されるCOTS MEMSオートフォーカスモジュールを用いて実現される。一部の実施形態では、オートフォーカスアクチュエータは、焦点面又はフォーカス空間の増加した深度のメジアンが手術具の先端のような所望の部分の捕捉するように駆動されることができ、ここで、手術具の位置は、EMトラッキングのような本明細書に記載されるトラッキング方法のいずれかを用いて取得される。

30

#### 【0436】

一部の実施形態では、カメラは、開創器に沿う手術部位内の異なる深さに配置される。画像処理システムは、視界の出力被写界深度を増大させ、手術部位のより大きな部位の焦点合わせされたイメージを提供するために、異なる深さにおけるカメラからの被写界深度の変化に用いられうる。例えば、開創器は、カメラの2又はそれ以上のリングを有することができ、各レベルのカメラは、画像処理システムへ画像データを提供しうる。画像処理システムは、焦点のより大きな深度を有する出力画像を提供するために重畳する画像データ（例えば、画像をタイリング及び/又はステッチングすることにより）組み合わせうる。2つの深さにおけるカメラを有するシステムの一例は、図21に示される。

40

#### 【0437】

一部の実施形態では、手術具又は開創器のような手術装置は、光学センサ上のシーンからの光を方向付けるために直角プリズムを含みうる。これは、光学センサ及び関連する光学系が、手術装置内又は他の保護筐体に収容されるように使用されることができ、それにより、外科医がカメラによって妨げられない増加した作業空間を提供し、使用の際にカメラからのあり得る損傷を低減する。

50

## 【0438】

一部の実施形態では、カメラに関連付けられたLEDは、関連付けられたカメラの視野とほぼ同様の光円錐を生成しうる。このような光円錐は、カメラを配置及び/又は方向付けるためのセットアップに使用されてもよい。このプロセスは、カメラが初期プラットフォームにあるときに

## 【0439】

図31A及び31Bは、画像化スタック1106、センサ層1114、ビア層1104及びフレックス層1110を含む画像化モジュール1100の一部の実施形態の平面視及び側面視をそれぞれ示す。ビア層1104は、液体又は電気ケーブルが通過することを可能にするように構成されるビアを含みうる。ビア層1104は、フレックス層1110に結合されることができ、これは、本明細書に記載される一部の実施形態に係るフレックスケーブルを備えうる。フレックス層1110は、液体を通過する又は電気ケーブルを収容するように構成される複数のチャンネル1112を含みうる。画像化モジュール1100は、図27A-30Bを特に参照して説明される画像化スタックのような画像化スタック1106を含みうる。画像化モジュール1100は、本明細書により十分に記載されるような画像センサを収容するように構成されるセンサ層1114を含みうる。ビア層1104におけるビア1102は、フレックス層1110からの液体を通過する又はフレックス層1110へ液体を通過するように構成されうる。一部の実施形態では、ビア1102は、本明細書に記載されるような洗浄システムと結合又は組み合わせられる。ビア1108は、フレックス層1110からセンサ層1114へ電気ケーブルを通過するように構成されうる。一部の実施形態では、フレックス層1110は、電気ケーブルを収容するように構成される少なくとも1つのフレックスケーブルと、液体を画像化モジュール1100へ送る又は画像化モジュール1100から液体を送るために構成される少なくとも1つのフレックスケーブルと、を有する一以上のフレックスケーブルを備える。

## 【0440】

上述したように、一部の実施形態では、LEDのような照明源は、光学センサの近傍に配置されてもよい。例えば、開創器の場合には、一部の実施形態では、開創器ブレード上に配置される光学センサは、隣接して配置される一又はそれ以上の対応するLEDをそれぞれ有してもよい。しかし、他の実施形態では、LEDは、光学センサに隣接して配置される必要はない。例えば、LED又は他の照明源は、光学センサから一定の距離に配置されてもよいが、光は、一又はそれ以上の光ガイド又はミキサを用いてLEDから光学センサに近傍の領域に方向付けられてもよい。

## 【0441】

図32A及び32Bは、画像化モジュールで使用するための光ガイド/ミキサの2つの実施形態を示す。図32Aに示すように、光ガイド1201は、光ガイド1201の第1の端部1205に隣接して配置される照明源1203を有する。各種実施形態では、光ガイド1201は、樹脂、ガラス、プラスチック又は光の伝搬に適した他の透明材料から製造されうる。光ガイド1201の厚さは、第1の端部1205から第2の端部1207へ減少しており、テーパの付いたプロファイルを形成する。各種実施形態では、第1の端部1205において光ガイド1201へ入る光は、全内反射により光ガイド1201のボディを通じて伝搬する。光ガイド1201がテーパ付けされた実施では、光ガイド1201でガイドされる光は、光ガイド1201に対する斜角において光ガイド1201により射出されるまで、全内反射により伝搬する。一部の実施では、光ガイド1201の後部表面1211は、光ガイドプレート1201から放出される光を反射するような反射面を有することができ、光は、光ガイド1201を通じて曲がり、かつ出力され、前部表面1213から放出される。各種実施形態では、反射面は、金属性でありうる。一部の実施形態では、光ガイド1201よりも低屈折率を有するフィルタは、光の伝搬を支持するために、後部表面1211に亘って配置されてもよい。

## 【0442】

図32Aに示されるように、光は、光ガイド1201の長さに沿う光ガイド1201の



前部表面 1 2 1 3 から放出されうる。各種実施形態では、前部表面 1 2 1 3 から放出される光は、光ガイド 1 2 0 1 の全体長に亘ってほぼ均一となりうる。一部の実施形態では、前部表面 1 2 1 3 から放出される光は、前部表面 1 2 1 3 のほぼ全体に亘って放出されうる。一部の実施形態では、放出された光は、指向性を示してもよい。他の実施形態では、放出された光は、ほぼ均一に分光してもよい。

【 0 4 4 3 】

図 3 2 B は、図 3 2 A のものと同様の光ガイド 1 2 0 1 及び照明源 1 2 0 3 を示す。しかし、図 3 2 B に示されるように、光ガイド 1 2 0 1 は、第 2 の端部 1 2 0 7 の近傍にテーパ付けされたプロファイルを有し、その長さの一部に沿ってほぼ矩形形状のプロファイルを有する。また、反射層 1 2 1 5 は、光ガイド 1 2 0 1 の前部表面 1 2 1 3 の一部に亘って配置される。反射層 1 2 1 5 は、例えば、金属層でありうる。他の実施形態では、反射層 1 2 1 5 は、実質的に不透過性の誘電膜で置き換えられうる。各種実施形態では、反射不透明層は、層 1 2 1 5 に対して使用される。反射層 1 2 1 5 により、前部表面 1 2 1 3 から放出される光ガイド 1 2 0 1 内に伝搬する光は、反射層 1 2 1 5 により反射され、光ガイド 1 2 0 1 内を伝搬するために継続する。図示されるように、反射層 1 2 1 5 は、光ガイド 1 2 0 1 の全長に沿って延びていない。光ガイド 1 2 0 1 の第 2 の端部 1 2 0 7 の最も近傍の前部表面 1 2 1 3 の一部は、反射層 1 2 1 5 によってカバーされない。その結果、光ガイドプレート 1 2 0 1 内に伝搬する光は、反射層 1 2 1 5 によってカバーされない領域において前部表面 1 2 1 4 から放出されうる。他の実施形態では、光ガイド 1 2 0 1 は、厚さが第 1 の端部 1 2 0 5 から第 2 の端部 1 2 0 7 へ向かって端部 1 2 0 7 の最も近傍まで増加するように、その長さの一部に沿ってテーパ付けされてもよく、その部分の厚さは、図示される実施形態のように減少している。

10

20

【 0 4 4 4 】

図 3 2 A とは対照的に、図 3 2 B の光ガイドは、光ガイド 1 2 0 1 の 1 つの領域においてのみ前部表面 1 2 1 3 から光を放出する。よって、放出された光は、特定領域へ向けられることができ、放出された光の指向性に応じてスポットライト効果をもたらす。上述したように、図 3 2 A に示された構成は、光ガイドの前部表面 1 2 1 3 全体に亘ってほぼ均一な放出を提供することができ、幅広い投光照明効果をもたらす。

【 0 4 4 5 】

図示される実施形態のいずれかでは、照明源 1 2 0 3 は、発光ダイオードのような一又はそれ以上の光放出器を含んでもよい。一部の実施形態では、照明源 1 2 0 3 は、異なる色の複数の LED を含みうる。例えば、各種実施形態では、照明源 1 2 0 3 は、赤、緑及び青色 LED を含みうる。異なる色の LED をのそれぞれからの光は、光ガイド 1 2 0 1 を通じて伝搬し、プロセスにおいて光が組み合わせられる。その結果、前部表面 1 2 1 3 から放出される光は、例えば、赤、緑及び青色光が、光ガイド 1 2 0 1 の前部表面 1 2 0 3 から放出された白色光を生成するように組み合わせられうる。各種実施形態では、アンバー (amber)、近赤外又は他の色のような追加色も追加されうる。アンバー光の含有は、緑と赤との間の追加色を提供することができ、蛍光体の白色又は控えめな RGB モジュールからの LED スペクトルは、ギャップを有してもよい。

30

【 0 4 4 6 】

一部の実施形態では、光学膜は、光ガイド 1 2 0 1 の前部表面 1 2 1 3 に亘って配置されてもよい。例えば、拡散膜は、色の混合及び / 又はより均一な放出プロファイルを提供するために配置されうる。一部の実施形態では、光学膜は、他の特性を有することができ、例えば、光学膜は、狭い範囲に亘る放出光の方向に焦点を合わせるために機能することができる。各種実施形態では、光フィルタを含む光学膜は、光ガイドの前部表面に亘って配置されることができる。図 3 2 B に示される反射層 1 2 1 5 のように、各種実施形態では、任意の追加光学膜は、光ガイドの前部表面全体に亘って延びている必要はない。各種実施形態では、光学膜は、出力分布を向上又は変更するための回折性又は他のパターンを有することもできる。

40

【 0 4 4 7 】

50

図示された実施形態は、テーパ付けされた光ガイドを示すが、各種実施形態では、光ガイドは、他のプロファイルを想定してもよい。例えば、一部の実施形態では、光ガイドは、プロファイルがほぼ矩形状であることができ、かつ、光が前部表面の外に放出されるように光ガイド内を伝搬する光を向け直すために、一又はそれ以上の表面に光を方向転換する構成を含んでもよい。このような光を方向転換する構成は、プリズム性（例えば、ファセット）又は回折性（例えば、ホログラフィックフィルム）であってもよく、光ガイドに集積して形成されてもよく、又は光ガイドの一又はそれ以上の表面に配置された別々の光学膜を含んでもよい。各種実施形態では、光ガイド1201は、単独でテーパ付けされたプロファイルに依存するのではなく、光ガイド1201外へ光を向け直すためのプリズム状の光を方向転換する構成を含んでもよい。

10

**【0448】**

図33Aの及び33Bは、集積された光ガイド及び照明源を有する開創器ブレードの平面図及び側面断面図をそれぞれ示す。示されるように、1つの開創器ブレード1217の遠位部は、隣接して配置される照明源1203を有する光ガイド1201に配置されている。図示される実施形態では、照明源1203は、3つの別のLEDを備える上述したように、各種実施形態では、赤、緑及び青色のような異なる色のLEDは、光を光ガイド1201へ入れるために使用されてもよく、白色光として組み合わせられ、かつ排出される。一部の実施形態では、赤、緑及び青色のLEDは、アンバーLEDと共に使用されてもよい。このような組み合わせは、カメラにより閲覧される赤い組織に対して所望の外観を提供してもよい。一部の実施形態では、白色LEDが使用されてもよい。LEDではない光源も使用されてもよい。上述したように、照明源1203からの光は、光ガイド1201の前部表面から放出されるまで、光ガイド1201内を伝搬する。

20

**【0449】**

開創器ブレード1217は、複数の他の開創器ブレードと結合されて使用されてもよく、それぞれが、光ガイド1201に結合される照明源1203を同様に備える。各開創器ブレードは、一又はそれ以上の光学センサ（図示せず）を含んでもよい。開創器ブレード1217上の各光ガイド1201は、開創器ブレードの向き及び光ガイド及び照明源の特性に応じて、特定の領域へ照明を提供することができる。光ガイド1201は、開創器ブレードの一部内に埋め込まれる又は開創器ブレードの一部としてに組み込まれる、又は取り外し可能に取り付けられてもよい。例えば、光ガイドは、開創器ブレード1217に取り外し可能に取り付けられるスライド又はフィンガーのような支持コンポーネントに付属してもよい。図33A及び33Bに示される実施形態は、開創器ブレードであるが、照明システムは、任意の数の手術装置と共に使用されることができる。

30

**【0450】**

光学センサからの一定距離にLEDを配置し、照明源からの光を方向付けるために光ガイドを用いることは、いくつかの利点を提供することができる。例えば、LEDのような照明源は、動作時に温度の上昇にさらされる。手術装置の一部に、患者の身体に導入されるこのような照明源を配置することは、組織の知覚を損傷する増加した温度の危険性を示す。LEDに接触してくる流体も加熱されてくる。このような構成では、幅広いフラットな光（つまり、面積当たりの照明のレベルが相対的に低い）は、複数の小さな、厚い照明源である手術部位における同様の照明レベルを生成してもよい。また、外部ヒートシンクのような熱管理装置は、不都合なほどにパルクを照明源へ追加することができ、それにより、ユーザに利用可能な作業領域を低減してしまう。また、上述したように、光ガイドの使用は、光ガイドからの放出の前に、照明源からの光の組み合わせを可能にすることができる。例えば、各種実施形態では、照明源は、異なる色の複数のLEDを備える。一部の実施形態では、例えば、LEDから放出される赤、緑、青、可能であれば、アンバー光は、光ガイドを通じて伝搬し、その内部で組み合わせられ、実質的な白色光は、光ガイドから放出され、手術部位へ向かって方向付けられる。光ガイドの特性、LEDの数、強度及び/又は色を調整することにより、手術部位へ向かう光ガイドからの放出光の特性が制御されうる。

40

50



る。一部の実施形態では、静圧ベアリング又はそれ以外によるタービン1512からの食塩水の漏洩は、術野を洗浄することができる。一部の実施形態では、食塩水タービン1512は、速い動作速度（例えば、40,000rpmを超える速度）の（例えば、空気式のドリルと比べて）低ノイズボリュームで動作することができる。しかし、タービン1512は、別の速度でも動作しうる。食塩水タービン1512は、軽量であり、高い質量に対するトルクの比を有し、 $I^2R$ ロスを生成せずに動作することができる。よって、液体アクチュエータ回路1500内の加熱を低減することができる。食塩水タービン1512は、インパルスタービンでありうる。一部の実施形態では、食塩水タービン1512は、ベーンモータ（vane motor）又はテスラタービン（Tesla turbine）である。

10

#### 【0455】

好ましい実施形態では、排出流体1514は、タービン1512から作動液マニホールド1516へ出力されることができる。マニホールド1516は、一又はそれ以上のマニホールド出力のうち排出流体1514を分配しうる。例えば、排出流体1514の一部は、例えば、上述したような、開創器ブレード又は手術具上のカメラに含まれる画像化光学系のような光学系を洗浄するために用いられる第1のマニホールド出口1517を通じて方向付けられることができる。マニホールド1516は、一又はそれ以上のポンプ及び/又はバルブを含みうる。例えば、第1のマニホールド出口に向けて方向付けられる流体は、チューブ圧縮及び/又はマニホールド1516のプリスターの圧縮を生成し、パルスで洗浄した光学系を生成するために、ブラシレスDCモータ又は比例ソレノイドアレイ上のエラストマーバルブ又はマルチロブカムを圧縮するリニアアクチュエータにより操作されることができる。一部の実施形態では、空気又は他の気体は、洗浄後の光学系を乾燥するためにマニホールド1516へ入力されうる。光学系は、洗浄の前、後又は洗浄中に滅菌されうる。流体1514の一部は、開創器及び/又は手術具上のカメラによる画像化を容易にし、かつ外科医による閲覧を容易にするために、手術部位への照明を提供するために用いられるLEDを冷却するために第2のマニホールド出口1518を通じて方向付けられることができ、流体1514の一部は、動力ケリソン又は骨鉗子への作動液に向かう第3のマニホールド出口1519を通じて方向付けられうる。マニホールド1516は、作動液回路1500の特定の用途に応じて3つ以上又は以下のマニホールド出口を含みうる。一部の実施形態では、マニホールド1516は、排出流体1514を一又はそれ以上のマニホールド出口へ方向付けるように選択的に作動しうる一方で、排出流体を他のマニホールド出口へ方向付けない一又はそれ以上のバルブ（図示せず）を含みうる。例えば、バルブは、（例えば、ユーザ入力に基づくコントローラを介して又はコントローラによって実装される自動制御アルゴリズムによって）排出流体が第1及び第2のマニホールド出口1517, 1518へ方向付けられるが、第3のマニホールド出口1519へ方向付けられない、又は排出流体が第3のマニホールド出口1519へ方向付けられるが、第1及び第2のマニホールド出口1517, 1518へ方向付けられないように選択的に作動しうる。マニホールドは、フレキシブルプラスチックを含んでもよく、一部の実施形態におけるチューブのためにエッジコネクタを有するチャンネルを形成するために超音波溶接又は接着結合されてもよい。

20

30

40

#### 【0456】

図35Aは、ポンプ1522を含む作動液作動回路1520の実施形態を示す。ポンプ1522は、タービン1512からの排出流体1514に圧力を加えるように構成されるローラーポンプでありうる。一部の実施形態では、ローラーポンプは、システムの全体のエンベロープサイズを低減することができる。ポンプ1522は、ローラー1524が回転したときに、ポンプ入口1528を介して入ってくる流体が、フレキシブルチューブ1526を介してポンプ出口1530へ圧縮及び/又は加速されるように、回転でフレキシブルチューブ1526を圧縮するように構成されるローラー1524を含みうる。フレキシブルチューブ1526及び/又はポンプ1522の他の構成要素は、使い捨て可能でありうる。ポンプ出口1530を出る加圧流体は、流体インターフェースチャンバ1502

50

及び/又はタービン1512へ方向付けられうる。一部の実施形態では、2方向バルブは、ポンプ出口1530と、流体インターフェースチャンバ1502及びタービン1512との間に配置される。このようなバルブは、流れを流体インターフェースチャンバ1502及び/又はタービン1512へ向けるように手動又は自動的に制御されうる。一部の実施形態では、作動液回路1520又はその一部は、カセットアセンブリ内に開放可能に実装されるように構成されうる。カセットアセンブリは、使い捨て可能であり、作動液回路1520全体又はその一部の凝縮された体積を提供することができる。同様又は同一のカセットアセンブリは、本明細書に記載される作動液回路と共に使用されうる。

#### 【0457】

一部の變形例によれば、図35Bに示されるように、作動液回路1540は、タービン1512及び作動液マニホールド1516の一方又は両方への流体インターフェースチャンバ1502により出力される所望の割合の作動流体を自動的に方向付けるように構成される比例バルブ1534を含むことができる。比例バルブ1534は、低価格及び/又は使い捨て可能でありうる。一部の実施形態では、比例バルブ1534は、滅菌可能ではない。比例バルブ1534は、比例ソレノイド又は(例えば、コイルの移動又はマグネットの移動による)整流されないリニアモータによって駆動されうる。

#### 【0458】

図35Cは、作動液圧力源として使用するためのペローズアクチュエータ1536を含む作動液回路1580を示す。ペローズアクチュエータ1536は、リニアアクチュエータ1542によって少なくとも部分的に作動されるペローズ(例えば、金属ペローズ)を含みうる。リニアアクチュエータ1542は、モータ1544(例えば、ブラシレスモータ)又は他のコントローラ装置によって制御されうる。ペローズアクチュエータ1536は、流体インターフェースチャンバ1502に対して前述された機能の多く又は全てを実行することができる。例えば、ペローズアクチュエータ1536は、比例バルブ1534及び/又はタービン1512へ加圧された作動流体(例えば、食塩水)を提供しうる。ペローズアクチュエータ1536は、ペローズ1536を拡張された位置へ偏らせるリターンばねを含みうる。一部の実施形態では、コントローラ(例えば、コンピュータコントローラ)は、(例えば、フットペダル、プッシュボタン、レバー、ボイスコマンド等のユーザ入力に基づいて)モータ1544の動作を制御することができ、それにより、所望の流体フロー及び/又は圧力を比例バルブ1534へ提供するためにペローズアクチュエータ1536の動作を制御することができる。

#### 【0459】

作動液回路1580は、第2の作動液圧力源を含みうる。例えば、回路1580は、IVバッグで加圧された流体源1546を含みうる。IVバッグ源1546は、流体を方向バルブ1548へ出力しうる。方向バルブ1548は、廉価に構築されうる及び/又は使い捨て可能でありうる。方向バルブ1548は、IVバッグ源からポンプ1522及び/又はチェックバルブ1552へ出力流体を方向付ける。チェックバルブ1552は、方向バルブ1548からの流体が、ペローズアクチュエータ1536へ流れることを可能にすると共に、チェックバルブ1552を介してペローズアクチュエータ1536から方向バルブ1548への流体フローを防ぐ。ポンプ1522へ向けられる流体は、ポンプ1522内で加圧され、作動液マニホールド1516へ出力されうる。一部の実施形態では、ペローズアクチュエータ1536及び流体インターフェースチャンバ1502は、作動液回路1500、1520、1540、1580内で構造的及び/又は機能的に交換可能である。

#### 【0460】

図36Aは、LED冷却システム1600の実施形態を示す。冷却システム1600は、上述したポンプ1522と同様又は同一であるポンプ1522を含みうる。冷却システム1600は、食塩水をブライミングするベントラインを介する流体入口1610を含みうる。ピンチバルブ1608(例えば、ソレノイドピンチバルブ)又は他のバルブは、流体入口1610又はその近傍に配置されうる。ピンチバルブ1608は、流体フローをL

10

20

30

40

50

LED冷却システム1600へ選択的に抑制するように構成されうる。ピンチバルブ1608は、手動又は（例えば、電子又はコンピュータコントローラを介して）自動的に制御されうる。

#### 【0461】

冷却システム1600は、開創器又は手術具上のカメラによる画像化及び外科医による閲覧を容易にするために、手術部位への照明を提供するために用いられる一又はそれ以上のLEDを冷却するために用いられうる。この例では、6個のLEDが示される。より少ない又はより多いLEDが1602も可能である。入口1610を介してシステム1600へ受信される（例えば、上述したマニホールドを介して受信される）流体は、LED1602を冷却するために、LEDを通過しうる。ポンプ1522は、LED1602を過ぎた流体をポンピングするために用いられうる。一部の実施形態では、ポンプ1522は、流体を作動液アクチュエータ回路へ戻す及び/又は冷却システム出口1612を介して光学系洗浄回路へ戻る。第2のピンチバルブ1609は、LED1602を通過せずにポンプ1522へアクセスする第1のピンチバルブ1608からの流体出力を選択的に抑制するために、冷却システム1600内に配置されうる。したがって、作動液システムにより提供されるLEDの冷却は、オン・オフを切り替えられうる。ピンチバルブ1608、1609は、一部の実施形態では、LED冷却システム1600へ流れ込む流体の一部が、ポンプ1522又はLED1602を通過せずに冷却システム出口1612を通じてシステム1600を出ることができるよう構成されうる。

10

#### 【0462】

一部の実施形態では、図36Bに示されるように、冷却システム1600は、作動液圧源を含む。作動液圧源は、例えば、食塩水ピストンシステム1630でありうる。ピストンシステム1630は、作動液流体（例えば、食塩水）で予め充填され、かつ流体入口1610から流体フローを通じてハウジング内に配置されるピストンチャンバ1632を含みうる。ピストンシステム1630は、ピストンチャンバ1632内を移動するように構成される駆動ピストンエレメント1634（例えば、プレート、ピストン）を有しうる。ピストンエレメント1634は、モータ又は他のアクチュエータ（例えば、他の電気、機械又は空気式のアクチュエータ）によって駆動されうる。例えば、アクチュエータは、アクメ（Acme）ねじ又はボールねじ1636を駆動するように構成されるモータ1638でありうる。ねじ1636は、ピストンエレメント1634と結合することができ、モータ1638から入力されると、ピストンチャンバ1632内を往復するピストンエレメント1634を移動しうる。ピストンシステム1630又は他の作動液圧源は、加圧された作動流体を冷却システム1600へ提供しうる。一部の実施形態では、ピストンシステム1630からの流体出力の一部は、冷却システム出口1612を通じて作動液アクチュエータ回路及び/又は光学系洗浄回路へ向けられる。ピンチバルブ1608、1609は、ピストンシステム1630からの流体出力による流体入力1610へのアクセスを選択的に抑制するように構成されうる。

20

30

#### 【0463】

一部の実施形態では、作動液圧回路の作動液圧源及び/又はLED冷却システムは、ローリングエッジダイヤフラム、シリンジ（例えば、使い捨て可能なシリンジ）又は他の適切な作動液圧源又は組み合わせ又は圧力源（例えば、ペローズとシリンジとの組み合わせ）でありうる。作動液圧源は、バルブがなくてもよい。

40

#### 【0464】

図37に示されるように、手術具又は他のもので使用するための作動液圧回路2000は、流体源2010を含みうる。流体源2010は、流体リザーバ2012を含みうる（例えば、IVバッグ又は他の流体コンテナ）。流体源2010は、重力駆動でありうる。一部の実施形態では、作動液圧回路2000は、流体を流体源2010から引き出すように構成される流体源アクチュエータを含む。一部の実施形態では、流体源2010は、リザーバ2012と流体接続される作動液ポンプ（例えば、ローラー（蠕動）ポンプ、リニアアクチュエータポンプ、ギアポンプ、ラジアルピストンポンプ、スクリーポンプ

50

、及び/又はアキシャルピストンポンプ)を含む。作動液ポンプ2014は、流体をリザーバ2012から排出させる及び/又は流体をリザーバ2012へ流入させるように構成されうる。一又はそれ以上のフィードバックセンサ(例えば、圧力トランスデューサ2018)は、流体リザーバ2012内及び/又は流体リザーバ2012に接続される流体ライン内の流体圧力をモニタするために、流体リザーバ2012に接続されうる。

#### 【0465】

作動液圧回路2000は、作動液マニホールド2020を含みうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2020は、以下に説明される例のように、カセットアセンブリ内に少なくとも部分的に収容される。作動液マニホールド2020は、一又はそれ以上の外部コネクタ2002を含みうる。外部コネクタ2002は、作動液マニホールド2020と作動液回路2000の他のコンポーネントとの間の流体連通を容易にするように構成されうる。例えば、外部コネクタ2002は、作動液マニホールド2020と流体源2010の一又はそれ以上の流体ラインとの流体インターフェースを提供しうる。

10

#### 【0466】

一部の実施形態では、外部コネクタ2002は、作動液マニホールド2020への及び作動液マニホールド2020からの一又はそれ以上の流体入口及び/又は流体出口を定義する。例えば、流体源2010に接続されるように構成される外部コネクタ2002は、作動液マニホールド2020への流体入口を定義しうる。作動液マニホールド2020は、作動液マニホールド2020とツールアセンブリ2080との流体接続を容易にするように構成される一又はそれ以上の外部コネクタ2002を含みうる。例えば、作動液マニホールド2020は、流体をツールアセンブリ2028へ伝達する及び流体をツールアセンブリ2028から伝達することを容易にするためにツール流体出口及びツール流体入口を含みうる。一部の場、長いフレキシブルチューブ2084(例えば、7フィートのフレキシブルチューブ)は、作動液マニホールド2020をツールアセンブリ2080に流体接続するために使用されうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2020は、作動液マニホールド2020とLEDアセンブリ2060との流体伝搬を容易にするために、一又はそれ以上のLED流体入口及び一又はそれ以上のLED流体出口を形成するように構成される外部コネクタ2002を含む。一部の実施形態では、LEDアセンブリ2060は、LEDアセンブリ2060及び流体源2010上の外部コネクタを使用する又は使用せずに、流体源2010に流体接続されうる。

20

30

#### 【0467】

外部コネクタ2002は、作動液圧回路2000のコンポーネント(例えば、流体源2010、作動液マニホールド2020、LEDアセンブリ2060及び/又はツールアセンブリ2080)を互いに流体接続する及び/又は解除することに関連する時間及び労力を低減するように構成されうる。例えば、コネクタ2002は、チューブ(例えば、フレキシブルプラスチックチューブ)が圧入されうるテーパ付けされたコネクタを備えうる。一部の実施形態では、コネクタ2002は、流体コンジットの対応するコネクタと接続するように構成されるオス及び/又はメスルアーコネクタ(例えば、ANSI準拠コネクタインターフェース)を備えうる。一部の実施形態では、コネクタ2002は、流体コンジットの外部及び/又は内部ねじ切りと開放可能に係合されるように構成される内部及び/又は外部ねじ切りを含む。

40

#### 【0468】

一部の变形例によれば、一又はそれ以上のバルブ2032は、作動液マニホールド2020内の一又はそれ以上の流体コンジットを通じて流体フローを制御及び/又は制限するために、作動液マニホールド2020上又は作動液マニホールド2020内に配置されうる。一又はそれ以上のバルブ2032は、例えば、2方向の2つの位置バルブ2032(例えば、ピンチバルブ)でありうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2020は、作動液マニホールド2020内の一又はそれ以上の流体コンジットを通じて流体フローを制御及び/又は制限するように構成される一又はそれ以上の比例バルブ2034(例

50

えば、比例 2 方向 2 位置バルブ、ダイヤフラム型バルブ、及びノ又はスピンドルバルブ)を含みうる。特定の場合には、バルブ 2032、2034 は、作動液マニホールド 2020 (例えば、図 37) 内の各流体チャンネルに配置される。バルブ 2032、2034 は、作動液マニホールド 2020 の流体コンジットのノ又はそれ以上を通じてパルスフローを提供するために、オン/オフバルブとして機能しうる。

#### 【0469】

一部の実施形態では、作動液マニホールド 2020 は、ノ又はそれ以上の流体アクチュエータを含む。例えば、作動液マニホールド 2020 は、ノ又はそれ以上のペローズアクチュエータ 2022 を含みうる。マスター-スレーブバルブポンプ、アキシャルピストン及び蠕動ポンプのような他のタイプの流体アクチュエータは、作動液圧回路 2000 内の作動流体を加圧するためにペローズアクチュエータ 2022 に加えて又はその代わりに使用されうる。以下の説明は、流体アクチュエータとしてのペローズアクチュエータ 2022 を示すが、本明細書に記載されるコンセプトは、上記で開示された他のタイプの流体アクチュエータにも適用されうる。ペローズアクチュエータ 2022 は、作動液マニホールド 2020 の流体コンジット内の流体圧力を増加させるように構成されうる。ペローズアクチュエータ 2022 は、ペローズ 2028 を含みうる。ノ又はそれ以上のリニアアクチュエータ 2026 は、ペローズ 2028 を加圧及び減圧するように構成されうる。ノ又はそれ以上のリニアアクチュエータ 2026 は、ノ又はそれ以上のモータ 2024 (例えば、ブラシレスモータ、ステッパモータ)により動作されうる。

10

#### 【0470】

流体は、流体源 2010 からペローズアクチュエータ 2022 へ提供されうる。ノ又はそれ以上のバルブ 2032、2034 は、流体源 2010 とペローズアクチュエータ 2022 との間の流体経路に配置されうる。ペローズアクチュエータ 2022 は、高圧流体をツールアセンブリ 2080 及びノ又は LED アセンブリ 2060 へ出力しうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド 2020 は、2 又はそれ以上のペローズアクチュエータ 2022 を含む。一部の場合、2 又はそれ以上のペローズアクチュエータ 2022 を使用することにより、ペローズアクチュエータ 2022 からツールアセンブリ 2080 及びノ又は LED アセンブリ 2060 へ巡回する流体の連続的な加圧を提供しうる。例えば、ペローズアクチュエータ 2022 のリニアアクチュエータ 2026 の圧縮ストロークは、作動液圧回路 2000 の動作における所定の時間に、リニアアクチュエータ 2026 の少なくとも 1 つが圧縮ストロークで動作しているように、時間を調整する。

20

30

#### 【0471】

ペローズアクチュエータ 2022 からツールアセンブリ 2080 への加圧された流体出力は、比例バルブ 2034 を通過しうる。比例バルブ 2034 は、ペローズアクチュエータ 2022 からツールアセンブリ 2080 へ通過する流体の量及びノ又は流体の圧力を制御しうる。一部の場合には、比例バルブ 2034 は、ツールアセンブリ 2080 の動作速度及びノ又は動作パワーを制御しうる。以下により詳細に説明されるように、ペローズアクチュエータ 2022 からの加圧された流体は、ノズル 2086 を通過し、ツール 2082 に対するタービン又は他の駆動源 (例えば、作動液ドリル又は他の手術具) に妨げられうる。一部の実施形態では、ノズル 2086 は、加圧された流体の速度を強める。ツール 2082 を駆動するために使用される流体の少なくとも一部は、流体を再度加圧するために、ペローズアクチュエータ 2022 へ収集及びノ又は向け直されうる。一部の実施形態では、疎水性フィルタ 2088 は、ツールアセンブリ 2080 からペローズアクチュエータ 2022 へ戻る流体が流れる流体チャンネルの分岐に配置されうる。疎水性フィルタ 2088 は、流体チャンネルからの空気又は他のガスが作動液圧回路 2000 から出ることを可能にする一方で、作動流体 (例えば、水、食塩水及びノ又は油) が作動液圧回路 2000 から出ることを防ぐ。一部の実施形態では、1 方向バルブは、疎水性フィルタ 2088 を通じて作動液圧回路 2000 へ空気又は他のガスが侵入することを抑制するために、ツールアセンブリ 2080 とペローズアクチュエータ 2022 との間のリターン流体チャンネルに配置されうる。

40

50



## 【0472】

一部の実施形態では、流体源2010に存在する流体の一部は、LEDアセンブリ2060へ向けられうる。流体のこの部分は、LEDアセンブリ2060が到達する前に、作動液マニホールド2020を通じて向けられうる。流体のこの部分は、LED2062に注がれ、LEDを2062の伝熱性及び/又は対流冷却を提供しうる。一部の実施形態では、LEDアセンブリ2060は、作動液マニホールド2020及び/又は流体源2010からLED上及びLEDの、周りに流体を引き上げるローラーポンプ又は流体加圧の他のソースを含む。LED2062上/周りを通過した後、冷却流体は、図37に示されるように、流体コンジットを通じて流体源2010へ戻るように方向付けられうる。

## 【0473】

一部の実施形態では、ペローズアクチュエータ2022に存在する流体の一部は、LEDアセンブリ2060内又はLEDアセンブリ2060上の一又はそれ以上のノズル2066へ向けられる。オン/オフバルブは、ペローズアクチュエータ2022とLEDアセンブリ2060との間の流体コンジット上又は周りに配置されうる。オン/オフバルブは、LED2062を洗浄するためのパルス化圧力を提供するように構成されうる。LEDを洗浄するために使用される流体は、流体源2010へ向け直されうる。

## 【0474】

一部の実施形態では、LED2062の流体洗浄及び空気乾燥の圧力及びパルスレートは、ノズル2066の近傍のチェックバルブの追加によりさらに制御されうる。一部の実施形態では、チェックバルブに亘る圧力差（例えば、下流の流体圧力に対する上流の流体圧力の比）が所定のレベルに到達したとき、チェックバルブは、カセットにおけるバルブで調整されるパルスにより実現されるのではなく、LEDを洗浄するための強いパルス及び高い圧力を開放するために開くことができる。チェックバルブは、くちばしバルブ、ダイヤフラムチェックバルブ、リフトチェックバルブ又は他の既存のチェックバルブでありうる。一部の実施形態では、T字コネクタは、空気ラインと食塩水ラインを接続するノズル近傍で使用されることができ、それにより、空気及び食塩水が同一ノズルを共有することができる。また、一部の実施形態では、流体源及び/又はピストンからの2つの食塩水ラインは、2つの流体ラインをノズルに接続するためにT字コネクタによって接続されうる。チェックバルブは、チェックバルブの上流側での圧力ビルドアップを容易にするためにノズル近傍に配置されうる。一部の実施形態では、このような圧力のビルドアップは、LED洗浄のための流体の高圧パルスを開放しうる。それに替えて、一部の実施形態では、T字コネクタは、流体源及び/又はピストン及び空気ラインから流体ラインを接続するために使用されうる。空気ラインは、高圧及び低圧空気源を含みうる。流体ラインに組み合わせられる低い圧力は、ノズル近傍のチェックバルブを開くために力を及ぼしうる。一部の実施形態では、後続の高い圧力は、ノズルを通じて吹き、洗浄する同一のノズルを通じてLEDの乾燥を可能にする。一部の実施形態では、LEDを洗浄するための流体のパルスは、約60psiから約125psiの範囲の圧力を有しうる。

## 【0475】

また、一部の実施形態では、LEDアセンブリ2060は、冷却システムによって冷却されうる。一部の実施形態では、冷却システムは、食塩水を循環し、LED2060を冷却する小型冷却（ジュール・トムソン効果）クーラーを備えうる。圧縮されたガスシステムにおける温度変化は、ガス又は流体がバルブを通じて強制されるときに、熱が外気と交換されないように隔離されて維持される場合にガス又は流体の冷却を可能にすることができる。

## 【0476】

図38は、作動液圧回路2100の実施形態を示す。図38の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2000と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド2020に対して作動液マニホールド2120）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図38の作動液圧回路2100は、図37の作動液圧回路2000に対する特定の変形例を示す。

10

20

30

40

50

## 【0477】

一部の実施形態では、作動液圧回路2100は、空気ポンプ2190を含む。空気ポンプ2190は、流体コンジットを通じて、LEDアセンブリ2160のノズル2166へ加圧された空気を提供するように構成されうる。一部の実施形態では、加圧された空気は、LEDの洗浄前又は後にLED2162を乾燥するために使用されうる。フィルタ2192（例えば、疎水性及び/又は抗菌性フィルタ）は、空気ポンプ2190及びノズル2166の間に配置されうる。

## 【0478】

作動液圧回路2100は、バルーン2170を含みうる。バルーン2170は、ツール（例えば、ケリソン）に動力を供給するためにスレーバクチュエータとして使用されうる。例えば、バルーン2170は、高圧（例えば、100 - 150 psi）アクチュエータを必要とするツールに動力を供給するために使用されうる。一部の実施形態では、以下に説明されるように、一又はそれ以上のツールは、空気式アクチュエータを通じて作動される。

10

## 【0479】

図39は、作動液圧回路2200の実施形態を示す。図39の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2100と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド2120に対して作動液マニホールド2220）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図39の作動液圧回路2200は、図38の作動液圧回路2100に対する特定の変形例を示す。

20

## 【0480】

一部の場合には、作動液圧回路2200は、空気ポンプ2290とLEDアセンブリ2060との間に位置する空気アキュムレータ2294を含みうる。空気アキュムレータ2294は、LED2266を乾燥する際に使用する空気の予めロードされたソースを提供し、空気ポンプ2290の動作とノズル2066の空気の伝搬との間の遅れの低減を補助することができる。

## 【0481】

作動液ポンプ2236（（例えば、ローラー（蠕動）ポンプ、リニアアクチュエータポンプ、ギアポンプ、ラジアルピストンポンプ、スクリュウポンプ、及び/又はアキシヤルピストンポンプ））は、作動液マニホールド2220内に配置されうる。作動液ポンプ2236は、流体源2210からの流体出力の流体圧力及び/又は流体速度を増加させるように配置及び構成されうる。一部の実施形態では、作動液ポンプ2236は、流体源2210から流体を引き上げる。作動液ポンプ2236からの流体は、ペローズアクチュエータ2222及び/又はLEDアセンブリ2260に向かって方向付けられうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2220内に作動液ポンプ2236を配置することは、作動液圧回路2200の組み立て及び/又は取り外し時に看護師又は他の医師が作動液ポンプ2236を扱う必要性を排除することができる。

30

## 【0482】

図40は、作動液圧回路2300の実施形態を示す。図40の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2200と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド2220に対して作動液マニホールド2320）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図40の作動液圧回路2300は、図39の作動液圧回路2200に対する特定の変形例を示す。

40

## 【0483】

作動液圧回路2300は、第2の作動液ポンプ2338（（例えば、ローラー（蠕動）ポンプ、リニアアクチュエータポンプ、ギアポンプ、ラジアルピストンポンプ、スクリュウポンプ、及び/又はアキシヤルピストンポンプ））を含みうる。第2の作動液ポンプ2338は、作動液マニホールド2320上又は作動液マニホールド2320内に配置されうる。一部の実施形態では、第2の作動液ポンプ2338は、残存する流体がペローズアクチュエータ2322に向け直されると、ツールアセンブリ2380に存在する流体が方

50

向付けられる流体経路に配置される。第2の作動液ポンプ2338は、残存する流体の圧力及び/又は速度を増加させるように構成されうる。一部の実施形態では、第2の作動液ポンプ2338は、流体がタービン又はツール2382のための他の動力源に動力を供給するために使用された後に、ツールアセンブリ2380から流体を引き上げる。

#### 【0484】

図41は、作動液圧回路2400の実施形態を示す。図41の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2300と同一又は類似する(例えば、作動液マニホールド2320に対して作動液マニホールド2420)。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図41の作動液圧回路2400は、図40の作動液圧回路2300に対する特定の変形例を示す。

10

#### 【0485】

一部の実施形態では、作動液圧回路2400は、第2のツール2486を含む。第2のツール2486は、例えば、作動液で駆動するケリソンでありうる。一部の実施形態では、第2のツール2486は、ペローズアクチュエータ2422によって流体で駆動される。作動液マニホールド2420は、ペローズアクチュエータ2422と第2のツール2486との間の流体経路に配置される比例バルブ2434を含みうる。比例バルブ2434は、ペローズアクチュエータ2422から第2のツール2486へ通過する流体の量及び/又は流体の圧力を制御しうる。一部の場合には、比例バルブ2434は、第2のツール2486の動作速度及び/又は動作パワーを制御しうる。別の比例バルブ2434は、ツール2482からペローズアクチュエータ2422へ戻る流体の流体経路に配置されうる。これらの比例バルブ2434は、流体が、ペローズアクチュエータ2422からツール2484へ戻る速度を制御するように構成されうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2420におけるバルブ2432の一又はそれ以上は、比例バルブ2434で交換可能となりうる。

20

#### 【0486】

一部の実施形態では、作動液圧回路2400は、空気式ツールアセンブリ2450を含む。空気式ツールアセンブリ2450は、空気式ツール2453(例えば、マイクロはさみ、マイクロ鉗子)を含みうる。空気式ツール2453は、空気ポンプ2490により動力が供給されうる。一部の実施形態では、空気式ツールアセンブリ2450は、空気ポンプ2490と空気式ツール2453との間に配置される3方向バルブ2456(例えば、3方向、2箇所バルブ)を含みうる空気式モジュール2451を含む。3方向バルブ2456は、空気ポンプ2490から空気式ツール2453へ空気又は他のガスを選択的に方向付けるように構成されうる。一部の実施形態では、空気式ツールアセンブリ2453は、空気式ツール2453と3方向バルブ2456との間に延び、空気式ツール2453から3方向バルブ2456へ空気又は他のガスの通過を容易にするように構成される流体コンジットを含む。

30

#### 【0487】

図42は、作動液圧回路2500の実施形態を示す。図42の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2400と同一又は類似する(例えば、作動液マニホールド2420に対して作動液マニホールド2520)。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図42の作動液圧回路2500は、図41の作動液圧回路2400に対する特定の変形例を示す。

40

#### 【0488】

一部の実施形態では、空気式モジュール2551は、空気アキュムレータ2558を含みうる。空気アキュムレータ2558は、ポンプ2590とLEDアセンブリ2560のノズル2566との間の流体経路に沿って配置されうる。空気アキュムレータ2558は、空気ポンプ2590による加圧されたガスの生成と、加圧されたガスのノズル2566への伝搬との間の遅れを低減するように構成されうる。作動液マニホールド2520の外側に空気アキュムレータ2558を配置することにより、作動液マニホールド2520ユニット(例えば、作動液マニホールド2520が収容されるカセット)の構造及び設計を

50

簡素化することができる。

【0489】

図43は、作動液圧回路2600の実施形態を示す。図43の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2500と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド2520に対して作動液マニホールド2620）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図43の作動液回路2600は、図42の作動液圧回路2500に対する特定の変形例を示す。

【0490】

一部の実施形態では、空気アキュムレータ2658は、空気ポンプ2690と空気式ツール2653との間の流体経路上又は流体経路内に配置されうる。空気アキュムレータ2690は、空気ポンプ2590からの加圧されたガスの生成と、加圧されたガスの空気式ツール2653及び/又はLEDアセンブリ2660のノズル2666への伝搬との間の遅れを低減するように構成されうる。各種の空気式インジケータ2655は、空気式アセンブリ2650内の各種の空気式構成要素の状態の視覚的な表示を提供するために、空気式アセンブリ2650の周囲及び/又は空気式アセンブリ2650内に配置されうる。

10

【0491】

一部の場合には、第2のツール2686は、作動液マニホールド2620へ戻る第2のツール2686に動力を供給するために使用される流体の少なくとも一部を向け直すように構成されうる。例えば、流体ラインは、第2のツール2686から排出される流体が、排出された流体を再度加圧するためにペローズアクチュエータ2622へ向けられうるように、第2のツール2686から作動液マニホールド2620へ延びることができる。

20

【0492】

作動液マニホールド2620は、流体-空気セパレータ2637を含みうる。空気セパレータ2637は、空気セパレータ2637が実装される流体ラインからの空気及び他のガスを除去するように構成されうる。例えば、流体-空気セパレータ2637は、ツール2682及び/又は第2のツール2686からペローズアクチュエータ2622に向かって方向付けられる流体から空気及び他のガスを除去するように配置及び構成されうる。このような空気-ガス混合物は、作動流体がツール2682及び/又は第2のツールに動力を供給するために用いられた後に、低速作動流体及びツール又はそれ以外のもののタービンの周囲の環状穴を介したツール2682及び/又は第2のツール2686からの空気の積極的な洗浄をもたらす。作動液マニホールド2620の流体ラインからのガスの除去は、作動液圧システム2600（例えば、ツール2682、2686）の作動液構成要素の性能を向上させうる。一部の実施形態では、作動液マニホールド2620は、作動液マニホールド2620の流体ラインの一又はそれ以上における圧力を調整するように構成される圧力補償源2639（例えば、マスター-スレーブバルーン）を含む。

30

【0493】

一部の実施形態では、上述した作動液圧回路内のバルブの一又はそれ以上は、消耗型バルブ（例えば、バルブが一回だけ使用可能である及び/又は使い捨て可能である）でありうる。例えば、作動液マニホールド内のバルブの一又はそれ以上は、使用後に処分されるように構成される消耗型チェックバルブでありうる。使い捨て可能なバルブを使用することにより、作動液圧回路と関連するパーツ及びメンテナンス費用を低減することができる。例えば、再利用可能なバルブ又は作動液マニホールドの他の再利用可能な構成要素（例えば、バルブ、ハウジング、流体ライン、ポンプ）は、ポリマー、エラストマー及び/又は他の低コストな材料から構成されうる。

40

【0494】

図43Aは、作動液圧回路2700の実施形態を示す。図43Aの構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2600と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド2620に対して作動液マニホールド2720）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図43Aの作動液回路2700は、図43の作動液圧回路2600に対する特定の変形例を示す。

50

## 【0495】

一部の実施形態では、作動液圧回路2700は、空気式圧力アセンブリ2765を含みうる。空気式圧力アセンブリ2765は、作動液圧回路2700の作動流体のための圧力源として機能しうる。一部の実施形態では、空気式圧力アセンブリ2765は、作動液圧回路2700内の作動流体を加圧するために機械的なアクチュエータ（例えば、ペローズ2628と同様又は同一のペローズ）と組み合わせて使用される。一部の実施形態では、空気式圧力アセンブリ2765は、作動液圧回路2700内の作動流体を加圧するために、このような機械的なアクチュエータに替えて使用される。

## 【0496】

空気式圧力アセンブリ2765は、一又はそれ以上の空気式アクチュエータを含みうる。空気式アクチュエータは、空気式圧力アセンブリ2765内の空気又は他のガスを加圧するように構成されうる。例えば、空気式圧力アセンブリ2765は、一又はそれ以上のモータ2724, 2724'により駆動される一又はそれ以上のリニアアクチュエータ2726, 2726'を含みうる。一又はそれ以上のリニアアクチュエータ2726, 2726'は、空気式アクチュエータチャンバ2723, 2723'内の空気流体の圧力を増加又は減少させるために使用されうる。例えば、リニアアクチュエータ2726, 2726'は、アクチュエータチャンバ2723, 2723'内の空気流体に対する圧力の変化を及ぼすために、空気式チャンバ2723, 2723'のサイズ（例えば、体積）を増加又は減少させるために使用されうる。

10

## 【0497】

一部の実施形態では、空気式圧力アセンブリ2765は、一又はそれ以上の空気式圧力源を含む。一又はそれ以上の空気式圧力源は、アクチュエータチャンバ2723, 2723'と流体連通しうる。例えば、空気式圧力アセンブリ2765は、ポンプ2796を含みうる。ポンプ2796は、加圧された空気流体をアクチュエータボリュウム2723, 2723'へ提供するように構成されうる。ポンプ2796は、空気流体を、大気を超える圧力（例えば、60 psi）で加圧するように構成されうる。一部の構成では、一又はそれ以上のバルブ2727, 2727'は、ポンプ2796とチャンバ2723, 2723'との間の流体経路に配置されうる。一部の実施形態では、ポンプ2796の使用により、空気式圧力アセンブリ2765及び/又は作動液圧システム2700を病院の圧縮空気システムに接続する必要を低減又は排除できる。バルブ2727, 2727'は、ポンプ2796とチャンバ2723, 2723'の間の流体連通を選択的に可能にする及び/又は妨げるように構成されうる。一部の実施形態では、バルブ2727, 2727'は、3方向、2箇所バルブである。多様な種類の異なるタイプのバルブが使用可能である（例えば、1方向チェックバルブ、ピンチバルブ、ソレノイドバルブ等）。

20

30

## 【0498】

空気式アクチュエータチャンバ2723, 2723'は、第2の空気式アクチュエータチャンバ2723a, 2723a'と流体連通しうる。一部の実施形態では、一又はそれ以上のバルブ2729, 2729'は、アクチュエータチャンバ2723, 2723'と第2の空気式アクチュエータチャンバ2723a, 2723a'との間の流体経路に配置されうる。バルブ2729, 2729'は、アクチュエータチャンバ2723, 2723'と第2の空気式アクチュエータチャンバ2723a, 2723a'との間の流体連通を選択的に可能にする及び/又は妨げるように構成されうる。一部の実施形態では、バルブ2729, 2729'は、3方向、2箇所バルブである。多様な種類の異なるタイプのバルブが使用可能である（例えば、1方向チェックバルブ、ピンチバルブ、ソレノイドバルブ等）。

40

## 【0499】

第2の空気式アクチュエータチャンバ2723a, 2723a'は、作動液マニホール2720内に少なくとも部分的に配置されうる。チャンバ2723a, 2723a'内の圧力は、フローティングピストンヘッド2726a, 2726a'に力を及ぼすことができる。一部の実施形態では、第2のチャンバ2723a, 2723a'は、フローティ

50

ングピストンヘッド 2726a, 2726a' を含まず、加圧された作動流体は、チャンバ 2723a, 2723a' における作動流体と直接的に相互作用する。フローティングピストンヘッド 2726a, 2726a' は、空気式圧力アセンブリ 2765 の空気流体と、作動液マニホールド 2720 及び作動液圧回路 2700 の作動流体 F との間のインターフェースを規定しうる。チャンバ 2723a, 2723a' 内の空気流体によるフローティングピストンヘッド 2726a, 2726a' に力を及ぼすことは、フローティングピストンヘッド 2726a, 2726a' が、チャンバ 2723a, 2723a' の反対側のフローティングピストンヘッド 2726a, 2726a' の側の作動流体 F の圧力を増加させることができる。ピストンヘッドがない実施形態では、チャンバ 2723a, 2723a' に加圧された空気流体を導入することは、チャンバ 2723a, 2723a' 内の作動流体 F の圧力を増加させることができる。一部の実施形態では、第 2 の空気式アクチュエータチャンバ 2723a, 2723a' 内の加圧された空気流体と組み合わせたフローティングピストンヘッド 2726a, 2726a' は、上述した及び以下に説明するペローズアクチュエータによって行われるようなものと同一又は類似の機能を実行しうる。フローティングピストンヘッドがない一部の実施形態では、チャンバ 2723a, 2723a' 内の作動流体に直接作用する加圧された空気流体は、上述した及び以下に説明するペローズアクチュエータによって行われるようなものと同一又は類似の機能を実行しうる。

10

#### 【0500】

一部の実施形態では、空気式圧力アセンブリ 2765 は、一又はそれ以上の空気式インジケータ 2725, 2725', 2725a, 2725a' を含む。一部の実施形態では、空気式インジケータ 2725a, 2725a' は、インジケータ 2725, 2725' の異常及び/又は故障の際の重複したバックアップインジケータである。インジケータは、空気式アクチュエータチャンバ 2723, 2723' を第 2 の空気式アクチュエータチャンバ 2723a, 2723a' に接続する流体ライン内の圧力をモニタするように構成されうる。インジケータは、モータ 2724, 2724' 及び/又はリニアアクチュエータ 2726, 2726' と動作可能に結合されうる(例えば、電氣的に有線及び/又は無線接続される)。一部の実施形態では、インジケータ 2725, 2725', 2725a, 2725a' は、ポンプ 2796 及び/又は空気式圧力源と動作可能に結合される。

20

#### 【0501】

一部の構成によれば、空気式圧力アセンブリ 2765 は、以下の手法で動作しうる。圧縮ストローク時には、リニアアクチュエータ 2726 は、(例えば、所定の圧力(例えば、120 psi)を維持するためにモータ 2724 からの入力に応じて)チャンバ 2723 を第 2 のチャンバ 2723a と接続する流体ライン内のチャンバ 2723 内の空気流体を圧縮するように構成されうる。インジケータ 2765 は、流体ライン内の圧力が最小限の許容範囲にある圧力又はそれを超える値を維持することを確実にするために、流体ライン内の圧力をモニタし、モータ 2724 と(例えば、有線又は無線電気接続のような動作可能な接続を通じて)通信することができる。

30

#### 【0502】

バルブ 2729 は、リニアアクチュエータ 2726 の圧縮ストローク時に、チャンバ 2723 と第 2 のチャンバ 2723a との間で流体連通を可能にするように構成されうる。圧縮ストローク時にチャンバ 2723 内の空気流体の圧縮は、第 2 のチャンバ 2723a 内の圧力の増加を生じさせうる。チャンバ 2723 の空気流体の圧力の増加は、フローティングピストン 2726a (又はピストンのない実施形態の場合には直接的に)に、作動流体 F を圧縮させ、それにより、作動液圧回路の使用時に流体 F を加圧することができる。

40

#### 【0503】

リニアアクチュエータ 2726 の圧縮ストロークが完了すると、バルブ 2729 は、チャンバ 2723 と第 2 のチャンバ 2723a との間で流体連通を切断し、第 2 のチャンバ 2723a が大気にさらされる。この点において、第 2 のチャンバ 2723a 内の空気流

50

体は、大気にさらされ、ツール 2782 及び / 又は第 2 のツール 2786 からの及び / 又は流体リザーバ 2712 からの戻りラインにより提供される作動流体は、フローティングピストン 2726a の作動液側の圧力を増加させることができる。圧力のこのような増加は、ピストン 2726a を動かし、第 2 のチャンバ 2723a の体積を減少させる。チャンバ 2723a , 2723a' にピストンヘッドがない実施形態では、ツール 2782 及び / 又は第 2 のツール 2786 からの及び / 又は流体リザーバ 2712 からの戻りラインにより提供される作動流体の導入は、チャンバ 2723a , 2723a' から作動流体を排出させる。

#### 【0504】

第 2 のチャンバ 2723a の排出と同時に、バルブ 2727 は、ポンプ 2796 とチャンバ 2723 との間の流体連通を可能にするために開かれる。ポンプ 2796 は、リニアアクチュエータ 2726 の収縮を容易にすることを補助するために、大気（例えば、60 psi）圧を超える圧力で空気流体（例えば、空気及び / 又は他のガス）を提供することができる。一部の実施形態では、モータ 2724 は、リニアアクチュエータ 2726 を素早く収縮するために、ポンプ 2796 と組み合わせて又はポンプ 2796 の代わりに動作しうる。空気流体でチャンバ 2723 が再充填されると（例えば、リニアアクチュエータ 2726 の拡張ストロークが完了すると）、バルブ 2727 は、ポンプ 2796 とチャンバ 2723 との間の流体連通を遮断しうる。一部の実施形態では、バルブ 2727 は、ポンプ 2796 から大気へ加圧された流体の排出を容易にするように構成されうる。空気式回路 2765 の動作が、1 つのリニアアクチュエータ 2726 のものとして説明されているが、リニアアクチュエータ 2726 及びその対応するバルブ及びチャンバについて説明された機能の全て又は少なくとも大部分は、リニアアクチュエータ 2726' 及びその対応するバルブ及びチャンバ（例えば、チャンバ 2723' 及び 2723a'、バルブ 2727' 及び 2729'、ピストン 2726a'）について説明された機能と等しく説明する。一部の実施形態では、1 以上のリニアアクチュエータ 2726 及びその対応するバルブ及びチャンバを使用することにより、作動液圧回路 2700 における作動流体 F の実質的に連続的な加圧を容易にしうる。例えば、リニアアクチュエータ 2726 が圧縮ストロークにある際には、リニアアクチュエータ 2726' は、リニアアクチュエータ 2726 の圧縮ストロークが完了すると、リニアアクチュエータ 2726' の圧縮ストロークが開始するように、拡張ストロークで動作するように構成されうる。

#### 【0505】

図 43B は、作動液圧回路 3000 の実施形態を示す。図 43B の構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路 2700 と同一又は類似する（例えば、作動液マニホールド 2720 に対して作動液マニホールド 3020）。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図 43B の作動液回路 3000 は、図 43A の作動液圧回路 2700 に対する特定の変形例を示す。

#### 【0506】

一部の実施形態では、空気式圧力アセンブリ 3065 の各種構成要素に接続する流体ラインは、所与の流体ライン内の圧力が、所定の最大値（例えば、150 psi）を超えた場合に開くように構成される一又はそれ以上の開放バルブ 3067 を含みうる。開放バルブ 3067 は、バルブ 3027 , 3027' とチャンバ 3023 , 3023' との間の流体ラインに配置されうる。一部の実施形態では、ポンプ 3096 をチャンバ 3023 , 3023' と接続する流体ラインは、選択的に大気に放出するように構成されるベントライン 3061 を含みうる。このようなベントライン 3061 は、空気式圧力アセンブリ 3065 の安全な動作を向上させ、ポンプ 3096 に、空気式圧力アセンブリ 3065 の使用を通じて安全な動作を継続させることができる。一部の実施形態では、ポンプ 3096 をチャンバ 2723 , 2723' と接続する流体ラインは、所定の最大圧力値（例えば、70 psi）を検出すると、大気に解放及び放出するように構成されるベントバルブ及び / 又は圧力レリーフバルブ 3069 を含みうる。

#### 【0507】

10

20

30

40

50

特定の構成では、ポンプ3096は、加圧された空気流体を空気圧アセンブリ3050の空気アキュムレータ3058と流体連通及び供給しうる。圧力レギュレータ3069aは、ライン内の圧力を調節するために、ポンプ3096と空気アキュムレータ3058との間の流体ラインに配置されうる。一部の実施形態では、一又はそれ以上の空気圧インジケータ3055, 3063は、ポンプ3096と空気アキュムレータ3058との間の流体ラインに配置されうる。一部の実施形態では、このような配置は、第2のポンプ2790の必要性を排除し、作動液圧回路3000の全体設計を簡素化することができる。空気圧アセンブリ3050は、空気圧アセンブリ3050の過剰な加圧のリスクを低減するように構成される一又はそれ以上のベントバルブ3034c(例えば、大気に放出するように構成されるバルブ)を含みうる。一部の実施形態では、一对の空気圧インジケータ(例えば、圧力センサ)3055a, 3055bは、空気アキュムレータ3058とベントバルブ3034cとの間及び空気アキュムレータ3058と空気圧ツール3053との間の流体ラインに配置される。2つの空気圧インジケータ3055a, 3055b間の制限(例えば、オリフィス)3057は、空気圧ラインの開状態の検出を補助することができる。一部の実施形態では、制限3057は、ベントバルブ3034cが、空気圧アセンブリ3050に放出するために開かれるときに、空気圧ツール3053における突然の反応の防止を助けることができる。

10

#### 【0508】

空気圧圧力アセンブリ3065及び/又は空気圧アセンブリ3050におけるバルブの一又はそれ以上(例えば、バルブ3027, 3027', 3029, 3029', 3034a, 3034b, 3034c)は、ばね駆動でありうる。例えば、バルブは、デフォルト位置で開き/放出にバイアスされうる。一部の実施形態では、このような構成は、空気圧圧力アセンブリ3065及び/又は空気圧アセンブリ3050の過剰な加圧のリスクを低減し、アセンブリ3065, 3050がシャットダウンすると、アセンブリ3065, 3050の排出を確実にすることができる。

20

#### 【0509】

カセット3020のバルブ3034の一又はそれ以上は、エラストマー要素によって形成されたダイヤフラムバルブでありうる。バルブ3034は、第1のツール3082及び/又は第2のツール3086(例えば、ケリソン及び/又はドリル)を制御するために使用されうる。バルブ3034は、使い捨てできないリニア電磁アクチュエータによって作動されうる。

30

#### 【0510】

図43Cは、作動液圧回路2800の実施形態を示す。図43Cの構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路3000と同一又は類似する(例えば、リニアアクチュエータ3024, 3024'に対してリニアアクチュエータ2824, 2824')。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図43Cの作動液回路2800は、図43Bの作動液圧回路3000に対する特定の变形例を示す。

#### 【0511】

例えば、作動液圧回路2800は、第2のチャンバ2823a, 2823a'から流体源2812への戻り流を抑制するために、作動液ポンプ2814(例えば、蠕動ポンプ)又は他の流体加圧コンポーネントを含みうる。一方向バルブ2832は、流体源2812から第2のチャンバ2823a, 2823a'の一又はそれ以上を選択的に再充填するために、流体源2812と第2のチャンバ2823a, 2823a'との間の流体経路に配置されうる。

40

#### 【0512】

空気式圧力アセンブリ2865は、2又はそれ以上のチャンバ2823, 2823'内で転換されるように構成される2又はそれ以上のアクチュエータ2824, 2824'を含みうる。チャンバ2823, 2823'と第2のチャンバ2823a, 2823a'との間の流体ラインは、空気入口バルブ2827, 2827'を含みうる。一部の実施形態

50



では、第2のチャンバ2823a, 2823a'への入口は、第2のチャンバ2823a, 2823a'へ流体が侵入する/第2のチャンバ2823a, 2823a'排出することを選択的に可能にするために、3方向ソレノイドバルブ2832a, 2832a'を含む。3方向ソレノイドバルブ2832a, 2832a'は、チャンバ2823, 2823'と第2のチャンバ2823a, 2823a'との間の流体ラインを放出するように構成されうる。ピンチバルブ2832'は、第2のチャンバ2823a, 2823a'から残りの作動液回路(例えば、流路2899を介して)へ加圧された作動流体の通過を選択的に可能にするために使用されうる。

#### 【0513】

図43Dは、作動液圧回路2900の実施形態を示す。図43Dの構成要素の一部の参照番号は、前述された作動液圧回路2800と同一又は類似する(例えば、第2のチャンバ2823a, 2823a'に対して第2の2923a, 2923a')。構成要素は、前述された構成要素と同一又は類似する機能であり得ることが理解される。図43Dの作動液回路2900は、図43Cの作動液圧回路2800に対する特定の変形例を示す。

#### 【0514】

例えば、空気式圧力アセンブリ2965は、第1の空気圧アクチュエータチャンバ2923及び第2の空気圧アクチュエータチャンバ2923'へ分岐される単一の空気圧アクチュエータチャンバを含みうる。単一の空気圧アクチュエータ2924は、第1及び第2のチャンバ2923, 2923'を交互に圧縮及び拡張するために前後に遷移されうる。ポンプ2996は、バルブ2995, 2995'(例えば、ソレノイドバルブ)を介した各拡張ストローク時に、圧縮された空気流体をチャンバ2923, 2923'へ提供するために使用されうる。一部の実施形態では、空気式回路2965は、チャンバ2923, 2923'への分配のための予め圧縮された空気流体を蓄積するように構成される圧力チャンバ2997を含む。

#### 【0515】

上述したように、作動液マニホールド2020, 2120, 2220, 2320, 2420, 2520, 2620(以下単に2020と示す)の一部又は全部は、カセット格納装置内に収容されうる。例えば、図44Aに示されるように、カセットハウジング2021は、複数の外部コネクタ2002を含みうる。一又はそれ以上のバルブ2032(例えば、ピンチバルブ、ダイヤフラムバルブ、エラストマーバルブ)は、カセットハウジング2021に取り付けられうる。一部の実施形態では、カセットハウジング2021上のバルブアセンブリ2032は、フレキシブルパッド2041と、キャピティ2040と、バルブ開口2038と、ピンチャー又はバルブシステムアクチュエータ2039と、を有しうる。バルブシステムアクチュエータ2039は、カセットが接続されるコンソールへ固定されうる。一部の実施形態では、バルブシステムアクチュエータ2039は、フレキシブルパッド2041に下向きの力を及ぼすことができ、それにより、カセットハウジング2021のキャピティ2040をバルブ開口2038の上及びバルブ開口2038に向かって圧縮する。バルブ開口2038は、バルブシステム2039によるフレキシブルパッド2041の圧縮に応じた変化量で完全に妨げられる、部分的に妨げられる、又は完全に開かれることができる。フレキシブルパッド2041によるバルブ開口2038の遮断の度合いは、バルブへの流体の流れを調整する、方向付ける又は制御することができる。例えば、バルブシステム2039は、バルブ開口2038を通じて流体の流れをパルスにするために使用されうる。一部の実施形態では、バルブシステム2039は、バルブ開口2038を通じて流体の流れを加速するために使用されうる(例えば、バルブシステム2039がバルブ開口2038を収縮し、ノズルとして機能する)。

#### 【0516】

一部の実施形態では、バルブ開口2038は、フレキシブルパッド2041により妨げられ、フレキシブルパッドを押しバルブシステム2039による遮断の度合い及び時間を正確に制御可能となる。フレキシブルバルブ開口は、このような度合いの変化又は流れのパルスで、バルブを通じた流体の流れが妨げられ、バルブシステム2039によるフレキシブ

10

20

30

40

50

ルパッド 2041 の押圧の頻度及び距離を制御することにより、バルブを通じた流体の流れが、広範囲の所望の流速で持続されることができる。例えば、カセットハウジング 2021 内及びカセットハウジング 2021 上のバルブ 2032 は、カセットハウジング 2021 の上部のフレキシブルパッドを曲げ、かつベローズ又は他の作動液圧源から供給されるほぼ一定の高圧作動流体をスロットルで調整するために、ダイヤフラムバルブとして機能することができる。一部の実施形態では、バルブシステム 2039 は、機械的又は液圧で駆動される力又は既存の又は上述された力によりフレキシブルパッド 2041 へ押されうる。このような一部の構成では、加圧された作動流体は、作動液圧回路の各種のサブシステム及び流体経路（例えば、作動液ツール、LED アレイ）に比例的に方向付けられうる。一部の構成では、カセットハウジング 2021 は、ほぼ閉じたコンテナである。一部の

10

#### 【0517】

図 44B 及び 44C に示されるように、カセットアセンブリ 2021 は、カセットキャップ部 2021a と、カセットボディ 2021b と、を含みうる。カセットキャップ部 2021a は、一又はそれ以上のフレキシブルパッド 2041 と、一又はそれ以上のバルブ 2032 と、一又はそれ以上のキャピティ 2040 と、を含みうる。また、ピンチ又はバルブシステムアクチュエータ 2039 は、カセットアセンブリ 2021 に含まれうる。カセットボディ 2021b は、ベローズアクチュエータ 2022 のベローズ 2028 を収容するように構成される一又はそれ以上の円筒状コンテナを含みうる。一部の実施形態では、カセットアセンブリ 2021 は、各種の構成要素及び外部コネクタ 2022 と互いに接続するように構成される複数のチューブ部分 2023 を含む。カセットアセンブリ 2021 及び/又は作動液マニホールド 2020 の構成要素の一又はそれ以上は、消耗品でありうる。例えば、上述したように、バルブ、流体ライン、ボディ、キャップ部、ベローズ及び/又はカセットアセンブリ 2021 のポートは、消耗品でありうる。消耗品部分を使用することにより、作動液マニホールド 2020 に必要とされるアセンブリの量を削減することができ、汚染物質を作動液圧回路 2000 へ導入する可能性を低減することができ、使用後の作動液圧回路 2000 に必要とされる洗浄工程を削減又は排除することができる。

20

#### 【0518】

図 44D - 44F は、作動液マニホールド 2720, 3020 の少なくとも一部を含むように構成されるカセットアセンブリの実施形態を示す。カセットハウジング 3021 は、一又はそれ以上のコネクタインターフェース 3002 を含みうる。カセットハウジング 3021 は、ほぼ閉じたコンテナでありうる。一部の実施形態では、カセット 3021 は、一又はそれ以上の側の少なくとも部分的な開口である。

30

#### 【0519】

一部の実施形態では、カセットハウジング 3021 は、カセットキャップ部 3021a と、カセットボディ 3021b と、を含む。カセットキャップ部 3021a は、流体ラインとカセット 3021 のコネクタ/ポートとの間の流体連通を提供するように構成される一又はそれ以上のキャップ流体チャネル 3057a を規定することができる。一部の実施形態では、流体チャネルは、フレキシブルパッド 2041 が、本明細書に記載されるようにバルブシステム 2039 により押されるキャピティ 2040 を備えうる。流体チャネルキャップ 3059 は、チャネル 3057a から流体の漏出を抑制するために、キャップ流体チャネル 3057a の上部に配置されうる。一部の実施形態では、流体チャネルキャップは、本明細書に記載されるようなバルブアセンブリに使用されるフレキシブルパッド 2041 でありうる。流体チャネルキャップ 3059 は、フレキシブル又はセミフレキシブル材料（例えば、エラストマー、ポリマー等）から構成されうる。バルブシステム 2039 は、キャップ 3059 を曲げるために使用されうる。バルブシステム 2039 は、カセット 3021 のコネクタ/ポートを閉じる又は開くために使用されうる。一部の実施形態では、バルブシステム 2039 は、ダイヤフラムバルブとして機能し、コネクタ/ポートを完全に閉じずに流体チャネル 3057a における流体経路を制限する。このような構成では、バルブシステム 2039 は、作動液圧回路 3000 の各種の構成要素及びサブシステム（例え

40

50

ば、作動液ツール、LEDのアレイ等)の間の作動流体の流れを選択的に分配するために、比例バルブとして機能することができる。一又はそれ以上のフレキシブル及び/又はリジッドチューブ部3057は、カセット3021内の流体コネクタ/ポート(例えば、コネクタインターフェース3002)を接続するために使用されうる。第2のチャンバ3023a, 3023a'は、一部の実施形態では、カセット3021内に少なくとも部分的に収容されうる。

#### 【0520】

上述したように、ツール2082, 2182, 2282, 2382, 2482, 2582, 2682(簡素化のために2082と示す)は、作動液タービンにより駆動されうる。一部の実施形態では、図45A及び45Bに示されるように、作動液タービン2070は、タービンハウジング2071を含む。一部の場合には、ノズルフレーム2072の少なくとも一部は、タービンハウジング2071内に収容される。一部の実施形態では、静翼(stator vanes)は、ノズルフレーム2072と共に及び/又はノズルフレーム2072に置き換えて使用されうる。ノズルフレーム2072は、一又はそれ以上のタービンノズル2073を含みうる。一部の実施形態では、タービンノズル2073は、図45Aに示されるように、周縁アレイに配置される。タービンノズル2073のそれぞれは、ノズル入口2074と、ノズル出口2075と、を有しうる。一部の実施形態では、ノズル2073は、ノズル入口2074からノズル出口2075へのほぼ一定の断面積を有する(例えば、ドリルホール型ノズル)。例えば、円形ノズルが使用されうる。

10

#### 【0521】

ノズル入口2074及びノズル出口2075の相対的な面積は変化しうる。例えば、ノズル出口2075は、ノズル入口2074の面積の約125%以上及び/又はノズル入口2074の面積の約600%以下である面積を有しうる。一部の実施形態では、ノズル出口2075の面積は、ノズル入口2074の約300%である。

20

#### 【0522】

図45Bに示されるように、ノズル2073のプロファイルは、ノズル入口2074とノズル出口2075との間に広がることができる。ノズル入口2074とノズル出口2075との間に広がるタービンノズル2073の比率が変化しうる。例えば、ノズル2073は、ノズル出口2075の方向に引き起こすことができる。一部の実施形態では、ノズル2073のプロファイルは、ノズル入口2074とノズル出口2075との間で狭くなっている。一部の実施形態では、ノズル2073は、ノズル入口2074からノズル出口2075へのほぼ一定の断面積を有する(例えば、ドリルホール型ノズル)。一部の実施形態では、ノズル入口2074は、ノズル入口2074への開口が、ノズル2073の中間部よりも広がる又は大きくなるようにテーパ付けされる又は引き起こされうる。

30

#### 【0523】

一部の実施形態では、作動流体は、インペラー(impeller)2076に向かってノズルフレーム2072を通じて方向付けられる。インペラー2076は、インペラー2076の羽生の外縁の周りに複数のインペラーブレード2077を含みうる。複数のインペラーブレード2077は、ブレードキャビティ2077a内に回転しうる(図45C参照)。インペラー2076は、ツール2082を駆動する出力シャフト2079に統合される又は回転が結合されることができ、ツール2082は、ドリル又は他の回転ツールでありうる。インペラー2076のハブの外径は、作動液ノズル2073のアレイの外径よりも小さくなりうる。例えば、インペラー2076のハブの外径は、作動液ノズル2073の外径の約15%以上及び/又は作動液ノズル2073の外径の約75%以下でありうる。一部の場合には、インペラー2076の外径は、0.5インチ以上及び/又は約1.5インチ以下でありうる。作動液タービン2070のコンポーネント及びそのサブコンポーネントの多くのバリエーションサイズ及び関連するサイズが可能である。

40

#### 【0524】

一部の場合には、インペラーブレード2077は、インペラー2077の中心軸から角度オフセットして方向付けられる。作動液ノズル2073は、流れがインペラー2076

50

に向かってノズルフレーム2072を通過するとき、軸方向Aからノズル方向2078へ作動液の流れを戻すように構成されうる。ノズル方向2078は、ノズル方向2078がインペラブレード2077の面にほぼ垂直であるように軸Aからオフセットされた角度 $\gamma$ となるように選択されうる。ノズル出口は、インペラブレード2077の面に近くなり、ノズルからの流れは、より半径方向に方向付けられ、より多くのトルクがインペラブレード2077に伝えられることができる。例えば、ノズル出口は、軸方向のインペラブレード2077に近づいて方向付けられ、その表面がインペラ2076の軸の回転に平行に近づくインペラブレード2077に向かって大きな放射角度で作動流体を方向付けることができる。

#### 【0525】

一部の場合には、複数のインペラブレード2077を駆動するために複数の円周分布タービンノズル2073を使用することにより、1つのタービンノズル2073が使用される構成と比較して、インペラ2076のトルク出力を増加させることができる。このような構成では、ノズルフレーム2072及びインペラ2076の外径は、同じ出力トルクの単一ノズル構成よりも小さくなりうる。

#### 【0526】

一部の実施形態では、作動液タービン2070は、40,000rpmから60,000rpmの回転速度で動作するように構成されるが、より大きい又はより小さいrpmが可能であってもよい。作動液タービン2070は、70psiから190psiの間の動作圧力で動作するように構成されるが、より大きい又はより小さい動作圧力も可能である。一部の実施形態では、作動液タービン2070の動作圧力は、約120psiとなるように設計される。

#### 【0527】

図46に示されるように、インペラ2076'は、バケット形状のインペラブレード2076'を有するように設計されうる。バケット形状のインペラブレード2077'は、軸方向Aから約45度の角度で方向付けることができる。インペラブレード2077'の多くのバリエーションが可能である。また、ブレード2077の多くのことなる形状は、Pelton又はTurgo形状ブレードのようなものが可能である。

#### 【0528】

図45Cに示されるように、作動液タービン2070は、インペラブレード2077, 2077' (以下単に2077という) に既に接触している作動流体を収集するために設計されうる。例えば、排出角度は、インペラブレード2077に接触した後に、作動流体がインペラブレード2077に反射する角度を示すように算出されうる。一又はそれ以上の真空ポート2093は、インペラブレード2077に反射される流体F1を抽出し、バイパスチャネル2095へ流体F1を向け直すために、タービンハウジング2071上又はタービンハウジング2071に配置されうる。一部の実施形態では、真空源は、外部ポンプ(例えば、蠕動ポンプ)であることができ、また、真空は、流体の分流により形成されるベンチュリ効果の結果でありうる。例えば、一部の実施形態では、真空源は、インペラ2076をバイパスするために方向付けられる分流された高速流体F2によって提供されうる。一部の実施形態では、(例えば、ノズルフレーム2072よりもインペラ2076に近い側の)作動液タービンハウジング2071における一又はそれ以上のポート2093は、ブレードキャビティ2077Aにおける反射された流体F1とバイパスチャネル2095における分流高速流体F2との間に流体連通を形成することができる。2つの流体ポディ間の圧力差(例えば、流体F2の低圧及びF1の高圧)は、ハウジング2071外及び分流流体経路2095へ反射された流体F1を引っ張る。ハウジング2071から反射された流体を除去することは、分流されない流体F1からインペラでの粘性抵抗を低減することによりタービン2070の性能を向上させることができる。例えば、反射された流体F1とインペラ2076及び/又は出力シャフト2079の間の相互作用から発生される粘性摩擦損失が低減されうる。分流された高速流体F2、及び排出され、反射された流体F1は、再度加圧するために、カセット2020に戻って分流さ

10

20

30

40

50

れうる。一部の実施形態では、反射された流体 F 1 を排出すること及びカセット 2 0 2 0 へ戻って分流することは、ツール及び / 又はシステムの他の構成要素を動作するために必要となる作動流体（例えば、食塩水）の量を低減することができる。

#### 【 0 5 2 9 】

一部の実施形態では、複数のインペラー 2 0 7 6（例えば、複数のタービンホイール）は、同一のタービンに使用されうる。一部のこのような実施形態では、タービン 2 0 7 0 の直径全体及び / 又はタービン 2 0 7 0 のコンポーネントの一部は、出力トルクを犠牲にすることなく、単一のインペラータービン 2 0 7 0 よりも低減することができる。

#### 【 0 5 3 0 】

手術具のような一部の装備は、手動入力をツールの作動に変換するためにトルク又は機械的な力を使用する。例えば、骨除去のためのケリソンは、通常、固定部及び可動部を含むヘッドに機械的に結合されたハンドルを含む。ユーザがハンドルを握ると、可動部は、切断する態様（例えば、せん断する態様）で固定部に近づいて移動し、例えば、固定部と可動部との間（例えば、固定部と可動部との間のチャンネル内）で除去された骨を捉えることにより骨を除去する。ツールの他の例は、動脈瘤クリップ、骨鉗子、鉗子、はさみ等を含むが、多くの他の手で操作するツールが当業者には知られている。ケリソンを再び参照すると、ハンドルを握ることの速さ及び力を切断するペース及び力に変換し、この現象も他の手で操作するツールに適用可能である。この変換は、例えば、ユーザごとに、ゆっくり過ぎる又は早過ぎる又は速度が変化する、力が不足する又は大きすぎる力を与える又は力が変化することに基づいて変化することに対して不利となりうる。また、このような手動で動作するツールの周期的な使用は、外科医又はユーザの手の疲労をもたらす。手動での作動は、ツールの先端の想定外の動きをもたらす。

10

20

#### 【 0 5 3 1 】

図 4 7 A 及び 4 7 B は、作動液で作動する器具のためのシステム 1 7 0 0 の実施形態の一例を模式的に示す。システム 1 7 0 0 は、ユーザインターフェース 1 7 0 2 と、駆動システム 1 7 0 4 と、プッシャー部材 1 7 0 6（例えば、ピストン、プランジャ）と、流体リザーバー 1 7 0 8 と、第 1 のインフレイタブルエレメント 1 7 1 0 と、ハウジング 1 7 1 2 と、流体コンジット 1 7 1 4 と、第 2 のインフレイタブルエレメント 1 7 1 6 と、チャンネル又はハウジング 1 7 1 8 と、ピストン 1 7 2 0 と、器具 1 7 2 2 と、を含む。一部の実施形態では、シャフト 1 7 2 6 は、ケリソン、標準的な鉗子、マイクロ鉗子、バイポーラ鉗子、骨鉗子、クリップアプライアー、はさみ、又は以下により詳細に説明される他の所望のツールのような任意の個数のツールを作動するためにピストン 1 7 2 0 から離れて延びることができる。システム 1 7 0 0 は、ユーザがユーザインターフェース 1 7 0 2 の動作によって器具 1 7 2 2 を作動することを可能にする。ユーザインターフェース 1 7 0 2 は、器具 1 7 2 2 と機械的に結合されない。そのため、ユーザインターフェース 1 7 0 2 での鉗子は、器具 1 7 2 2 での力へ直接変換する必要はない。

30

#### 【 0 5 3 2 】

ケリソン、標準的な鉗子、マイクロ鉗子、バイポーラ鉗子、骨鉗子、クリップアプライアー又ははさみのいずれかを含む、本明細書に記載されるツールの実施形態のいずれかは、ユーザの手に対する特定の方向に快適にフィットするように解剖学的に設計されるように構成されうる。ユーザの手の所定の方向に対してツールを構成することは、基準点又は地面のような表面に対してツールの方向（回転方向又はその他の方向）を規定することができる。この構成では、ツールによって支持される C M O S センサは、常に、正しい側が上になる（つまり、適切な方向）ように方向付けられることが可能であり、それにより、P I P 画像の回転の必要性を排除する。P I P 演算は、変換及びスケールングのみである。

40

#### 【 0 5 3 3 】

ユーザインターフェース 1 7 0 2 の動作は、駆動システム 1 7 0 4 への信号を送信する。ユーザインターフェース 1 7 0 2 は、比例フットペダル、プッシュボタン、レバー等を含んでもよい。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 1 7 0 2 は、アナログであ

50

り、ユーザインターフェース 1702 の動作の異なるレベルは、駆動システム 1704 によって異なる応答を生じる。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 1702 は、デジタルであり、駆動システム 1704 は、ユーザインターフェース 1702 での入力レベルにかかわらず同一の応答をする。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 1702 は、例えば、ペダルが前にのみ動作するような単一方向を含む。一部の実施形態では、ユーザインターフェース 1702 は、例えば、ペダルが前後に動作するような複数の方向を含む。ユーザインターフェース 1702 は、特定の方向、例えば、単一方向の反対側の点又は複数の方向の間の点へ（例えば、ばねのような弾性力によって）バイアスされていてもよい。

#### 【0534】

ユーザインターフェース 1702 から送信される信号に応じて、例えば、リニアアクチュエータを含む駆動システム 1704 は、比例ソレノイド、Acem又はボールねじ等によりプッシュ部材又はプランジャ 1706 を駆動する。一部の実施形態では、駆動システム 1704 は、ユーザインターフェース 1702 でのランダムな力を、プッシュ部材 1706 での均一、既知及び/又は予測可能な力に変換する。駆動システム 1704 は、器具 1722 の精度を向上させる。一部の実施形態では、ハンドルを握る異なる力によって精密な制御をユーザが試みるのではなく、駆動システムは、精密なインクリメントでユーザインターフェースの動作に応答してもよい。例えば、ユーザインターフェース 1702 の各動作は、器具 1722 の一部の作動を生じてもよい（例えば、ユーザインターフェース 1702 とのやりとりのためにケリソンの可動部を 1mm 前進する）。

#### 【0535】

流体リザーバー 1708 は、第 1 又はマスターインフレーターブルエレメント 1710 に流体結合される。流体リザーバー 1708 は、重力が、流体を流体リザーバー 1708 から第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 へと流れさせるように、例えば、第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 よりも高い位置に配置される静脈バッグに含まれる食塩水、脱イオン水等のような流体の質量を含むことができる又は加圧されたキャニスター等を含んでもよい。第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 を膨らます又はプライミング (priming) した後、流体リザーバー 1708 は、第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 から接続を解除されてもよい（例えば、第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 から物理的に解除される又は流体リザーバー 1708 と第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 との間のバルブを閉じることにより流体的に解除される）。第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 は、膨張状態での流体の量を含むために、定義された体積を含む。一部の実施形態では、第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 は、経皮経腔血管形成術又は頸椎形成術のための使用されるものと同様のインフレーターブルバルーンを含む。特定のこのようなバルーンは、通常、廉価、使い捨て可能、滅菌される、及び/又は過膨張に影響されにくい。プッシャ部材 1706 及び第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 は、ハウジング 1712 により少なくとも部分的に含まれてもよい。ハウジング 1712 は、空気及び/又は流体が第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 の膨張又は収縮により変位されると、プッシャ部材 1706 のシャフトのために、及び/又は空気及び/又は流体がチャンバに侵入及び排出することを可能にするために、流体リザーバー 1708 及び流体コンジット 1714 への接続のためにアパーチャを含んでもよい。流体コンジット 1714 は、第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 と第 2 又はスレーブインフレーターブルエレメント 1716 とを流体連通する。

#### 【0536】

図 47B に示されるように、食塩水のような流体により少なくとも部分的に膨張される第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 により、例えば、流体リザーバー 1708 により準備された後に、ユーザインターフェース 1702 は、作動され、これは、駆動システム 1704 に、プッシャ部材 1706 を移動させ、例えば、プラテンに対してハウジング 1712 内の第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 を圧縮させる。第 1 のインフレーターブルエレメント 1710 を半径方向内側（例えば、幅方向について）に圧縮するこ

10

20

30

40

50

とが示されているが、長手方向への圧縮も可能である。第1のインフレータブルエレメント1710を単一方向に圧縮することが示されているが、複数のプランジャ又は他の圧縮機構も可能である。例えば、駆動システム1704は、各端部から第1のインフレータブルエレメント1710の長手方向の圧縮を生じてよい。別の例では、駆動システム1704は、第1のインフレータブルエレメント1710の周囲のトロイダルエレメントの膨張を生じてよい。流体は、流体コンジット1714を通じて第1のインフレータブルエレメント1710の外へ排出され、第2のインフレータブルエレメント1716へ流れ込む。流体が第2のインフレータブルエレメント1716へ侵入すると、第2のインフレータブルエレメント1716は、チャンバ1718内で膨張する。チャンバ1718は、ほぼ直線又はほぼ単一方向（例えば、ピストン1720へ向かう）である第2のインフレータブルエレメント1716の膨張を制限してもよい。第2のインフレータブルエレメント1716の膨張時に、第2のインフレータブルエレメント1716は、ピストン1720を押す。ピストン1720は、器具1722と結合される、又は器具1722の一部に結合されてもよい。図47A及び47Bに示されるように、器具1722は、チャンバ1718に結合される。一部の実施形態では、器具1722は、チャンバ1718から間隔を空けられる及び/又は分離される。チャンバ1718は、空気及び/又は流体が第2のインフレータブルエレメント1716の膨張又は収縮により変位されると、ピストン1720のシャフトのために、及び/又は空気及び/又は流体がチャンバに侵入及び排出することを可能にするために、流体コンジット1714への接続のためのアパーチャを含んでもよい。

10

20

#### 【0537】

器具1722は、第2のインフレータブルエレメント1716により生じるピストン1720のモーションにより作動可能な器具を備えてもよい。例えば、器具1722は、ケリソン、動脈瘤クリップアプライヤー、骨鉗子、組織カッター、はさみ、鉗子及び他の手術器具を備えてもよい。器具1722は、例えば、機械、配管、電気等に使用される非手術器具であってもよい。本明細書に記載されるように、作動液動力は、電磁トラッキングとの干渉を抑制又は排除することができ、そのため、器具1722は、電子装置との干渉の低減に有利となる設定で使用される器具を備えてもよい。器具1722がケリソンを備える実施形態では、ケリソンは、例えば、捻るモーションを行わずに骨を切断するために、D形状の切断面を含んでもよい。一部の実施形態では、切断した骨の破片は、（例えば、スクリューオーガによって取り除くための後の押し出しのために）切断面等に近接するケリソールーメンに蓄積することができる。

30

#### 【0538】

第2のインフレータブルエレメント1716、チャンバ1718及びピストン1720は、他のシステムに特定の利点を提供してもよい。例えば、流体が流体コンジット1714からチャンバ1718へ直接流れるように、システム1700が第2のインフレータブルエレメント1716を含まない場合には、チャンバ1718とピストン1720との相互作用を含むチャンバ1718は、流体密閉となる必要があるが、このようなシステムは、特に高圧で漏洩しやすい。流体密閉ピストン1720は、スティクション(stiction)の問題も生じ、高圧の使用をもたらし、不利益な漏洩を招きうる。これらの不利益を低減する潤滑剤は、通常、生体適合性がない。スティクションは、ピストン1720の正確な移動を困難にする。対照的に、第2のインフレータブルエレメント1716を含むシステム1700は、ピストン1720が、チャンバ1718に通常適合するが、流体密閉適合を必要としない。これは、スティクションによる問題を低減又は排除することができる。流体が第2のインフレータブルエレメント1716内に含まれるため、チャンバ1718の漏洩の問題は、低減又は排除される。ダイヤフラム及びベローズのような末端の機構も問題を有する。例えば、ダイヤフラムは、通常、インフレータブルエレメント1716よりもモーションの範囲が狭い。別の例では、ベローズは、通常、高価であり、したがって、使い捨て可能ではない。対照的に、バルーンのようなインフレータブルエレメント1716は、広い範囲のモーションを有する及び/又は明らかに使い捨て可能である

40

50

。

## 【0539】

一部の実施形態では、第2のインフレータブルエレメント1716は、拡張可能なエラストマーを含む（例えば、フレキシブルポリビニルクロライド（PVC）、交差架橋ポリエチレン、ポリウレタン、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ナイロン及び/又は他のポリマーを含む）。ナイロンは、PETよりもむしろ、柔軟性が低い、他の材料と比べて柔らかく、薄くかつ強い。他の材料と比べてPETにより提供される利点は、引張強さ及び/又は最大圧力である。一部の実施形態では、第2のインフレータブルエレメント1716は、経皮経腔血管形成術又は頸椎形成術のために使用されるもののようなインフレータブルバルーンを含む。一部の実施形態では、第2のインフレータブルエレメント1716は、第1のインフレータブルエレメント1710と同一又はほぼ同一又は第1のインフレータブルエレメント1710の少なくとも1つの特性（例えば、膨張所歌いでの体積、半径及び/又は長さ、材料のタイプ等）を含む。第2のインフレータブルエレメント1716が第1のインフレータブルエレメント1710と同一又はほぼ同一である実施形態では、駆動システム1704による第1のインフレータブルエレメント1710での動作は、第2のインフレータブルエレメント1716と等しいが反対の効果を生じる。これは、例えば、閲覧することができない第2のインフレータブルエレメント1719で起こったことを第1のインフレータブルエレメント1710で可視化するために有益となる。第1のインフレータブルエレメント1710の使用により、定義された体積を提供することができ、例えば、第2のインフレータブルエレメント1716の過膨張を抑制又は防ぐことができる。一部の実施形態では、第1のインフレータブルエレメント1710、第2のインフレータブルエレメント1716、ハウジング1712及びチャンバ1718の少なくとも1つは、例えば、第1のインフレータブルエレメント1710とハウジング1712との間の摩擦及び/又は第2のインフレータブルエレメント1716とチャンバ1718との間の摩擦を低減するために滑りやすいコーティングを含む。一部の実施形態では、第1のインフレータブルエレメント1710及び第2のインフレータブルエレメント1716の少なくとも1つは、例えば、信頼性を向上させるために、耐摩耗及び耐穿孔コーティングを含む。

10

20

## 【0540】

図47A及び47Bには、両端が矩形状の端部で示されるが、第1のインフレータブルエレメント1710及び/又は第2のインフレータブルエレメント1716の端部のいずれか又は両方は、例えば、円錐状の鋭いコーナー、円錐状の半径コーナー、球形の端部及び/又はオフセットネックを含む適切な形状であってもよい。例えば、第1のインフレータブルエレメント1710は、流体リザーバー1708と流体コンジット1714との接続が、第1のインフレータブルエレメント1710の膨張及び収縮時に動かないような、2つのオフセットネック（例えば、オフセット又は指向性バルーンのような）を含んでもよい。均一な長手方向プロファイルを有するように図47A及び47Bに示されているが、第1のインフレータブルエレメント1710及び/又は第2のインフレータブルエレメント1716は、長手方向のテーパ、ステップ、その組み合わせ等を含んでもよい。第1のインフレータブルエレメント1710が、半径方向のみに膨張及び収縮するように図47A及び47Bに示され、第2のインフレータブルエレメント1716が、全ての方向に膨張及び収縮するように図47A及び47Bに示されているが、第1のインフレータブルエレメント1710及び/又は第2のインフレータブルエレメント1716は、単一の次元又は単一の方向（例えば、単一の長手方向、半径方向等）又は全ての次元に膨張及び/又は収縮するように設計されてもよい。

30

40

## 【0541】

一部の実施形態では、システム1700は、付加的に、第1のインフレータブルエレメント1710を含まない。例えば、ユーザインターフェース1702から信号を受信すると、駆動システム1704は、バルブを動作することにより流体を第2のインフレータブルエレメント1716へ流し、シリンダ内のピストンを前進させる（例えば、流体コンジ

50



ット1710と流体連通する流体密閉ハウジング1712内のプッシャ部材1706を前進させる)又は流体を流体コンジット1714を通じて流す。

【0542】

一部の実施形態では、金属パネ又は弾性エラストマー部材のようなバイアスエレメントは、プッシャ部材1706とハウジング1712との間及び/又はピストン1720とチャンバ1718との間に配置されうる。このようなバイアスエレメントは、ユーザがユーザインターフェース1702とやりとりしない場合に、システム1700をデフォルト状態にさせる。例えば、プッシャ部材1706は、第1のインフレータブルエレメント1710から離れてバイアスされることができ(例えば、プッシャ部材1706は、負のバイアスエレメントと第1のインフレータブルエレメント1710との間にある)、プッシャ部材1706でのバイアスエレメントのちからは、第1のインフレータブルエレメント1716の少なくとも部分的な膨張のために使用可能な体積を提供する。別の例では、ピストン1720は、第2のインフレータブルエレメント1716に向かってバイアスされることができ(例えば、ピストン1720が、正のバイアスエレメントと第2のインフレータブルエレメント1716の間にある)、ピストン1720上のバイアスエレメントの力が、第2のインフレータブルエレメント1716の少なくとも部分的な収縮を生じる場合には、第2のインフレータブルエレメント1716は、収縮状態でバイアスされることができ、器具1722は、第2のインフレータブルエレメント1716の膨張がピストン1720へ力を提供しない第1の状態又は開状態にバイアスされることができ。

10

【0543】

一部の実施形態では、図47Cに示されるように、ばね部材1724(これは、金属ばね部材、エラストマーばね部材、又は他の適切な軸弾性部材)は、ピストン1720をピストンのデフォルト又は初期位置へ戻すために、ピストン1720とチャンバ1718との間に配置されうる。この配置では、ピストン1720がデフォルト位置(つまり、ばね部材1724がほぼ完全に延びている)にある場合、シャフト1726に取り付けられるケリソンの切断ヘッド1728は、ケリソンの固定切断面1730から距離をおいて離れるように開又は開創された位置にある。第2のインフレータブルエレメント1716が拡張されると、ピストン1720は、ばね部材1724のバイアスに対してハウジング1718の第1の端部1720aに向かわせ、ケリソンの切断面1728をケリソンの固定面1730に向かって移動させ、ケリソンにより切断される骨又は他の組織の切断をもたらす。

20

30

【0544】

また、図47D-47Gを参照すると、ケリソンは、多様な切断ヘッド構成を有することができる。例えば、図47E-47Gを参照すると、本明細書に記載される実施形態のいずれかでは、切断ヘッド1728は、環状形状の切断面を有することができ(図47E)、切断ヘッド1728は、C字形状の断面(図47F)又はD字形状の断面(図47G)を有することができる。他の形状及び設計も可能である。

【0545】

また、本明細書に記載されるケリソンの実施形態のいずれかでは、固定切断面1730は、通常、垂直に向けられうる。図47Dに示されるように、固定切断面1730は、角張ることもできる(例えば、約45度、又は約35度以下又は55度以上の角度に形成される)。

40

【0546】

ケリソンに制限されない、本明細書に記載されるツールの実施形態のいずれかでは、ツールを支持する又は含むハウジングは、手術部位から抽出される組織及び骨の除去を容易にするように配置されるポート又はルーメンを有するように構成されうる。例えば、ケリソンは、切断ヘッド1728の近傍に配置されるサイドポート又は開口を有しうるが、切断した組織は除去されうる(例えば、カッターを引き戻し、ケリソンをデフォルト位置に戻したとき、ポート又は開口を通じて押される)。一部の実施形態では、吸引の源又は食塩水及び吸引の源は、ポートへ供給されうる。また、ハウジングのリムーバルポート又は

50

ルーメンは、骨の破片及び手術部位から抽出された組織の除去を容易にするために、これに限定されないが、スクリー型のオーガー（これは、例えば、上述したギアモーター、ジローター又はベーンモーター 1512 を通じて液圧作動されうる）のような機械的に除去可能な機構を支持することもできる。一部の実施形態では、除去された組織は、ツールのハウジングに支持される又は繋ぎ止められた廃棄リザーバーへ抽出されうる。別の実施形態では、ケリソンの可動切断ヘッドは、通常、固定切断面 1730 に対して摺動可能に移動するために、（上述した態様で）作動されうる円筒チューブでありうる。例えば、円筒チューブは、上述したように、力が第 2 のインフレータブルエレメント 1716 の拡張を通じて及ぼされるとき、ケリソンの外側ハウジング内を摺動可能でありうる。

【0547】

また、ケリソンに制限されない、本明細書に記載されるツールの実施形態のいずれかでは、ツールを支持する又は含むハウジングは、吸引ポート及び/又は食塩水源を有するように構成されることができ、ツール及び/又は手術部位は、食塩水で流されることができ、食塩水及び破片は、同時に又は順次流される旧インラインを通じて除去されることができ、一部の実施形態では、食塩水は、このようなコンジットの同一又は異なるルーメンを通じて、第 2 のインフレータブルエレメントへ食塩水を提供するように使用されるコンジットを通じて提供されうる。

【0548】

また、食塩水源又はコンジット及び/又は吸引源又はコンジットは、独立して配置されるようにツールとは別々になっていることができる。一部の実施形態では、食塩水源又はコンジット及び/又は吸引源又はコンジットは、ツールに繋ぎ止められうる。

【0549】

本明細書に開示される作動液システムの実施形態のいずれかは、制限されないが、はさみ、マイクロはさみ、鉗子、マイクロ鉗子、パイポラ鉗子、動脈瘤クリップアプライアーを含むクリップアプライアー、骨鉗子、及びケリソンツールを含む適切な手術具を組み込む又は使用するよう構成されうる。

【0550】

例えば、図 48A 及び 48B は、システム 1700 を含む、本明細書に開示される作動液システムの実施形態のいずれかにより使用されうる作動液はさみツール 1732 の実施形態を示す（図 47A - 47C 参照）。はさみツールは、図 48A 及び 48B に示される他の構成を有することができるが、商業的に利用可能な作動液で動作しないはさみツールの適合されたバージョン又はいくつかの同様の構成要素を有する必要はない。

【0551】

使用時に、第 2 のインフレータブルエレメント 1716 は、上述したように、作動液マイクロはさみツール 1732 を図 48A に示されるように第 1 の開位置から、図 48B に示されるように第 2 の閉位置へ移動するように作動することができる。特に、一部の実施形態では、第 2 のインフレータブルエレメント 1716 は、ハウジング 1718 の第 2 の端部に向かってピストン 1720 を進めるために膨張されうる。ピストンは、そこに形成される一又はそれ以上のチャンネル 1721 を有しうる。はさみの各ブレード 1733 は、その端部で支持されるピン、ドエル (dowel)、タブ又は他の突起 1734 を有することができ、ピン 1734 のそれぞれは、チャンネル 1721 の長さに沿って移動するように構成される。この配置では、ピストン 1720 がはさみ 1732 に向かって進むと、ピン 1734 は、チャンパ 1721 の長さに沿って移動し、かつ内向きに移動し、図 48B に示されるように、はさみ 1732 のブレード 1733 を一体にさせる。はさみは、はさみを動作するピストン 1720 とはさみ 1732 と間の相対的なモーションをもたらすために、ピストン 1720 に対する固定軸位置にあることができる。ばね又は（例えば、ハウジングとピストンの端部の間の）他のバイアス機構は、はさみを開配置又は開状態へ戻すために、開創位置へ戻るピストンを戻すために使用されうる。

【0552】

図 49A 及び 49B は、システム 1700 を含む、本明細書に開示される作動液システ

10

20

30

40

50

ムの実施形態のいずれかにより使用されうる作動液はさみツール 1732' の別の実施形態を示す。はさみツールは、図 49A 及び 49B に示される他の構成を有することができるが、商業的に利用可能な作動液で動作しないはさみツールの適合されたバージョン又はいくつかの同様の構成要素を有する必要はない。図 49A 及び 49B を参照すると、第 1 のはさみブレード 1733a は、ハウジング 1718 に固定又は取り付けられることができ、第 2 のはさみブレード 1733b は、ハウジングの端部に対するピストン 1720 の移動により第 1 のはさみブレード 1733a に対して移動させることができ、それにより、図 48A 及び及び 48B について上述したように、ハンドル 1733b の端部におけるピン又は他の突起 1734 をチャンネル 1721 内に移動させる。ばね又は（例えば、ハウジングとピストンの端部の間の）他のバイアス機構は、はさみを開配置又は開状態へ戻すために、開創位置へ戻るピストンを戻すために使用されうる。

10

**【0553】**

図 50A 及び 50B は、システム 1700 を含む、本明細書に開示される作動液システムの実施形態のいずれかにより使用されうる作動液はさみツール 1732' の別の実施形態を示す。はさみツールは、図 50A 及び 50B に示される他の構成を有することができるが、商業的に利用可能な作動液で動作しないはさみツールの適合されたバージョン又はいくつかの同様の構成要素を有する必要はない。図 50A 及び 50B を参照すると、第 1 のはさみブレード 1733a は、ハウジング 1718 に固定又は取り付けられることができ、第 2 のはさみブレード 1733b は、ハウジングの端部に対するピストン 1720 及びシャフト 1726 の移動により第 1 のはさみブレード 1733a に対して移動させることができる。シャフト 1726 の端部は、傾斜した、湾曲した又は角度が形成された形状又は表面を有することができる。第 2 のブレード 1733b に対して移動されたとき、第 2 のブレード 1733b を第 1 のブレード 1733a に対して回転させ、切断動作を生じる。一部の実施形態では、上記で開示された他の実施形態のように、ばね部材又は他のバイアス機構 1724 は、ピストン 1720 を第 1 の、開創位置へバイアスするために、ハウジング 1718 及びピストン 1720 の端部に配置されることができ、それにより、はさみを開位置へバイアスすることができる。

20

**【0554】**

マイクロはさみ、鉗子、マイクロ鉗子、バイポーラ鉗子、動脈瘤クリップアプライアーを含むクリップアプライアー、骨鉗子、及び説明されたようなケリソツールは、本明細書に開示される作動液システムの実施形態により動作するように構成されうる。さらに、上述したように、作動を提供するツール及び構成のいずれかは、異なって構成されてもよい。

30

**【0555】**

また、チャンネル又はハウジング 1718 及びシャフト 1726 は、これに限定されないが、はさみ、マイクロはさみ、鉗子、マイクロ鉗子、バイポーラ鉗子、動脈瘤クリップアプライアーを含むクリップアプライアー、骨鉗子、及び説明されたようなケリソツールを含む適切なツールにより動作する及び / 又は交換可能に支持するように構成及び適合されうる。例えば、図 51A - 51B を参照すると、システム 1700 は、上述されたツール又は他の適切なツール（ボックス 1740 により模式的に示される）のいずれかが、チャンバ 1718 の端部 1718a に取り外し可能に取り付けられうるように、構成されうる。一部の実施形態では、ツール 1740 は、チャンバ 1718 の端部 1718a に取り外し可能に取り付けられうるアタッチメントエレメント 1742 を有することができる。この構成で使用されるツールのいずれかは、必要な場合に、図 48A - 50B に示される実施形態に限定されないが、リニア移動シャフト 1726 で作動される又は本明細書に開示される他の実施形態と同様の構成で作動されるそれらの標準的な形態から変更されることができる。

40

**【0556】**

一部の実施形態では、ツールのそれぞれに対するアタッチメントエレメント 1742 は、チャンバ 1718 の端部 1718a にねじで固定されうる又は取り外し可能に結合され

50

うる。しかし、システム 1700 は、チャンバ 1718 に一体として形成される又は取り外し不可能に固定される。これに限定されないが、はさみ、マイクロはさみ、鉗子、マイクロ鉗子、バイポーラ鉗子、動脈瘤クリップアプライアーを含むクリップアプライアー、骨鉗子、及び説明されたようなケリソントールを含む所望のツールは、同様に、チャンバ 1718 と取り外し可能に又は取り外し不可能に構成されうる。一部の実施形態では、手術装置又はツールが、作動液作動システムにモジュール式に結合されるが、他の実施形態では、手術装置又は手術具は、一又はそれ以上の構成要素（例えば、チャンバ 1718、第 2 のインフレイタブルエレメント 1716）を少なくとも部分的に組み込むことができ、ツール及びこのような構成要素は、単一ピースの一部である。

#### 【0557】

一部の実施形態では、チャンバ 1718 は、外科医が、ツールの位置及び方向を正確に制御することができるように、外科医の手に心地よく適合するように輪郭形成及び形作られうる。このチャンバ又はハウジング 1718 は、円筒状である必要はないが、適切な形状を有することができる。例えば、一部の実施形態では、ハウジング 1718 は、卵状の断面形状又は任意の解剖学的又は審美的に望まれる形状を有することができる。また、ハウジング 1718 のサイズは、第 2 の拡張エレメント 1716 のサイズ要求、第 2 の拡張エレメント及びピストン 1720 及びによるツールで及ぼされることが要求される力の量、並びに把持性及び装置のユーザにとって心地よいような他の要因に応じて変化することができる。

#### 【0558】

上記の説明に加えて、ハウジング 1718 に取り付けられたツールの動作は、ツールの位置及び方向並びに上述したユーザインターフェースのようなユーザインターフェースの動作によって制御されうる。一部の実施形態では、ユーザインターフェースは、外科医が、シャフト 1726 の延びる量、つまりツールの状態を正確に制御することを可能にするために、異なる位置の種類を定義することができる。また、ばね機構又は部材は、第 1 又は開創された位置へ向かってピストン及びシャフト 1726 をバイアスするために、本明細書に開示されるツールの部材内に配置されうる。この構成では、リニアアクチュエータが、緩和された状態に移動するとき、ユーザインターフェース及び駆動システム 1704 の動作により、ばね機構は、ピストンに、本明細書に開示されるツールの第 2 のインフレイタブルエレメントを圧縮させ、コンジット 1714 を通じ、かつ第 1 のインフレイタブルエレメントへ戻る第 2 のインフレイタブルエレメント内の流体を押し。

#### 【0559】

システム 1700 の一部の実施形態は、コンジット 1714 に流体連通するマニホールド 1760 を有することができる。マニホールドは、所望の数のサブコンジットを通じてコンジットを通じて供給される流体を分流するようにできる。例えば、図 52 を参照すると、6 又はそれ以上のサブコンジット 1764 は、マニホールド 1760 に結合されうる。異なるサブコンジット 1764 のそれぞれは、所望の数のツールへ流体を提供するために用いられ、各サブコンジットは、1 つのツールを結合するように構成される。例えば、第 1 のサブコンジット 1764 は、ケリソンと結合されることができ、第 2 のサブコンジット 1764 は、骨鉗子と結合されることができ、第 3 のサブコンジット 1764 は、マイクロはさみと結合されることができ、第 4 のサブコンジット 1764 は、マイクロ鉗子と結合されることができ、第 1 の空気圧ポートは、パワーはさみ及び鉗子に向かって方向付けられ、第 1 の作動液ポートは、ドリルに動力を提供し、第 2 の作動液ポートは、各流路に対する個々のチューブによりケリソンに動力を提供するために使用される。一部の実施形態では、個々のツールは、他のツール又は他のツールに関連するチューブを置き換えずに置き換えられうる。

#### 【0560】

コンジットに接続されるツールの種類のそれぞれは、第 2 のインフレイタブルエレメント、チャンバ、ピストン及び上述した実施形態で説明されるものと同様のツールを独立して動作するために使用される任意の他のコンポーネントを有することができる。

10

20

30

40

50

## 【0561】

また、要求されないが、異なるコンジット1764のそれぞれは、サブコンジット1764を通じて流体の流れを独立して制御するために、サブコンジット1764と関連付けられたフローバルブ1762を有することができる。ユーザインターフェースは、外科医又は他のユーザが、制御パネル又は他のユーザインターフェースを用いてサブコンジット1764を通じて流体の流れを電氣的に制御することができるように、複数のフローバルブ1762の動作を独立して制御するために使用されることができる。この構成では、外科医又はユーザは、システムの主又は第1のインフレータブルエレメント1710と第2のインフレータブルエレメント1716との間で流体を交換するために、サブコンジット164の中及び外、つまり、各ツールの第2のインフレータブルエレメント1716の中及び外への流体の流れを制御することができる。

10

## 【0562】

例えば、使用時には、ユーザは、第1のサブコンジット1764に結合されるケリソンで動作を行うことが望まれるが、第2のサブコンジット1764と結合される骨鉗子（例えば、第2のケリソン）ではない。このようなツールは、システムに取り付けられるが、ユーザは、骨鉗子に接続されるサブコンジットと関連付けられるバルブを閉じることにより、第1のインフレータブルエレメントから骨鉗子へ流体の流れを本質的に制限することができる。第1のサブコンジットと関連付けられるバルブは、第1のインフレータブルエレメントからマニホールドへ進む流体が、ケリソンを動作するために、ケリソンの第2のインフレータブルエレメントを満たすように、動作されることができる。

20

## 【0563】

一部の実施形態では、システムは、第1のインフレータブルエレメントを準備する又は予め充填するために、病院又は他のホスピタリティにおける食塩水源に結合されうる。それに替えて、システムは、第2のインフレータブルエレメントの全てを完全に充填するために、第1のインフレータブルエレメントが、十分な食塩水又は他の所望の流体を有するように食塩水で予め充填されることができる。作動液で作動される手術装置又はツールの一部の実施形態は、上記で説明されるが、当業者は、本明細書に開示される作動液作動システム（例えば、マスター-スレーブバルーン作動液システム、ペーンモーター作動液システム）が、所望の手術処置（例えば、切断、保持、圧迫）を行うために、互いにある機械的な構成要素を戻る、旋回する又は移動するために作動液で生成される力又はトルクを用いることにより、多様な手術具を作動するために用いられうることを理解するであろう。

30

## 【0564】

一部の実施形態では、作動液で動力を供給される又は作動されるドリルは、制限されないが、上述したようなバッグコンプレッサー及び/又はローラーポンプ又はそれ以外によって予め充填される食塩水システムのいずれかを含む、本明細書に開示される加圧作動液システムのいずれかで使用されるように適合されうる。図53を参照すると、ドリル1850の一部の実施形態は、ハウジング1852と、ドリルビット又は他の所望の回転ビット1856を受け入れかつ支持するドリルチャック又は他の適切なコネクタ1854と、チャック1854で回転可能に結合されるタービン1860と、を有することができる。第1又は入口コンジット1864に接続可能な第1の入口流体流路又はコンジット1862は、タービンを十分に回転する流速レベルで、つまり、所望の速度でチャック及び回転ビット1856を十分に回転する流速レベルで、食塩水のような流体をタービン1860に向かって方向付けることができる。一部の実施形態では、ドリルは、タービンと結合される静水圧ベアリングを有することができる。一部の実施形態では、ドリルは、タービンと結合される空気ベアリングを有することができる。空気ベアリング及び/又は静水圧ベアリングは、スラストベアリングとして機能しうる。一部の実施形態では、ドリル又は任意の所望の回転ツールのために使用されるタービンは、上述したインペラー2076及びノズルフレーム2072と同様に配置されることができ、これは、タービン又はインペラー及び回転ツールの直径又はサイズを低減することができる。この場合、出力シャフト2

40

50

079は、ドリルチャック又はドリルビット又は他の回転ツールと結合されうる。

【0565】

入口ライン又はコンジット1862又は1864におけるフローバルブに取り付けられたコントローラは、タービン1860に対する流れの速度を調整するために使用されうる。一部の実施形態では、バルブ及びバルブコントローラ(図示せず)は、入口流コンジット1862と接続されるバルブを調整することによって、外科医が、ドリルの速度を素早くかつ簡易に変化することができるように、ハウジング1852によって又はハウジング1852内に支持されることができ、フローメータは、流体流路内に流速を測定するために用いられうる。

【0566】

一部の実施形態では、出口チャンネル及びコンジット1866, 1868は、入口コンジット及びチャンネルのそれぞれと同一の断面形状を有することができる。一部の実施形態では、出口チャンネル及びコンジット1866, 1868は、入口コンジット及びチャンネルのそれぞれと比べて大きな断面形状を有することができ、流路の外側流部分の圧力の蓄積を低減することができる。

【0567】

入口及び出口ラインは、実質的に作動液を損失せずに、ドリルが作動液ライン又はシステムから除去されることを可能にするために、一方向流バルブ及びクイックコネクタをそれぞれ有することができる。カップリング1870, 1872は、入口及び出口コンジットをハウジング1852と取り外し可能に結合するために、ハウジング1852の後部端に配置されることができ、

【0568】

本明細書に説明されるツールのいずれかのような食塩水又は作動液を動力供給されるツールは、いくつかの利点を有することができる。まず、ツールは、EMトラッキングと干渉せずにEMトラッキングを動作するように構成されることができ、これは、電動ドリル及び電動の他のツールでは不可能である。よって、使い捨て可能な又は使い捨てできない作動液ドリル又はケリソンのような手術具は、電磁トラッキングセンサを含む又は(例えば、クリップ-オンコネクタを介して)取り付けられうる。よって、使い捨て可能な又は使い捨てできない作動液ドリル又はケリソンのような手術具は、CCD又はCMOSカメラセンサ又は検出器アレイのような光学センサを含む又は(例えば、クリップ-オンコネクタを介して)取り付けられうる。また、このような食塩水又は作動液で動力供給されるツールは、軽量であり、熱の生成が少なく、静水圧ベアリングを使用し、使用時にノイズがほとんど生成されない。

【0569】

作動液システムは、光学系の洗浄及び/又は手術部位を照明する光放出器を冷却するような他の目的のためにも使用されてもよい。

【0570】

図53Aに示されるように、動力供給されるドリル1850(例えば、作動液で動力供給される又は電動ドリル)は、カメラ1854aを含むことができる。カメラ1854aは、ドリル1850'のチャック1854'及び/又はハンドル1857に配置されることができ、カメラ1854aは、(例えば、回転ビット1856'の軸に対して)回転する位置に固定されうる。ハンドル1857は、ドリル1850'の使用時に、外科医又は他の開業医の手の軸の動きを抑制するためにウェスト部を含みうる。一部の実施形態では、ドリル1850'は、ハンドル1857の回転位置に固定される触覚部(例えば、ファセットリング、こぶ、突起、凹凸部)1857aを含む。触覚部1857aは、カメラ1854aの方向の触覚指示を開業医に提供することができる。

【0571】

一部の実施形態では、図53Bに示されるように、一組の動力供給される(例えば、作動液、空気圧及び/又は電動)はさみ1950は、ハンドル1958と、ボディ1957と、を備える。ブレードカブラー1954は、ボディ1957と結合されることができ、

10

20

30

40

50

ボディ 1957 とブレードのセット 1956 との機械結合を提供することができる。一部の実施形態では、動力供給されるはさみ 1950 は、（例えば、ブレードカプラー 1954 の軸に対する）固定回転位置に搭載されるカメラ 1954a を含む。一部の実施形態では、カプラー 1554' は、ハンドル 1958 に対するブレード 1956 の向きを回転するために、（例えば、固定された節くれだつたリング（gnarled ring）を用いて）回転されうる。各種実施形態では、ハンドル 1958 に対するカメラの向きは、手付かずのままである。動力供給されるはさみ 1950 は、カメラ 1954a のアライメントの触覚確認によるはさみの使用を提供するように構成される触覚部 1957 も含みうる。この触覚部は、限定されないが、ファセット、ディンプル又は他の表面を含んでもよい。

10

**【0572】**

したがって、広い範囲の実施形態が可能である。各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、カメラにより形成された画像を表示することをユーザが選択するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。一部の実施形態では、ユーザは、画像の一又はそれ以上を拡大及び／又は一又はそれ以上の画像をより中央に表示してもよい。例えば、ユーザは、画像を提示し、より中央又は所望の位置に画像を拡大及び配置するアイコンを選択してもよい。これらのアイコンは、画像を実際に表示してもよく、これは、上記のビデオストリームを含んでもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

20

**【0573】**

各種実施形態は、例えば、それぞれが視野を有する複数のカメラを有し、画像を取得するように構成される開創器と共に、カメラの視野及び／又は位置と一致する幾何学的配置にタイル化された画像を表示するように構成された画像処理モジュール及びディスプレイを備えてもよい。上述したように、これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。幾何学的配置は、画像の位置及び／又は方向を含んでもよい。

**【0574】**

各種実施形態は、例えば、開創器及び複数のカメラを備えてもよく、開創器は、手術部位を開放保持するように構成され、複数のカメラは、手術部位の内側に向いている。開創器は、例えば、カメラが配置される複数のブレードを備えてもよく、ブレードは、手術部位を開放保持するために組織を抑える。一部の実施形態では、カメラは、手術部位の下向き及び内向きに面する。一部の実施形態では、開創器は、近位及び遠位カメラを含む。

30

**【0575】**

各種実施形態は、例えば、開創器のような手術装置と、少なくとも 1 つの遠位カメラ及び少なくとも 1 つの近位カメラを備える複数のカメラと、を備えてもよい。一部の実施形態では、複数のカメラは、複数の遠位カメラ及び／又は複数の近位カメラを備える。一部の実施形態では、近位カメラは、開創器ブレードの端部に向かって配置され、遠位カメラは、開創器の遠位端に向かって配置されうる。一部の実施形態では、カメラは、開創器によって開放保持される手術部位の内側及び可能であれば外側に面する。

**【0576】**

各種実施形態は、例えば、開創器のような手術装置と、複数のカメラと、トラッキングシステムと、を備えてもよく、複数のカメラは、第 1 及び第 2 のカメラを備え、トラッキングシステムは、第 1 のカメラの第 1 の動き及び第 2 のカメラの第 2 の動きを捕捉するように構成され、第 1 及び第 2 の動きは、異なるものである。例えば、第 1 及び第 2 の動きは、異なる方向及び／又は異なる範囲であってもよい。

40

**【0577】**

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する手術装置と、画像の少なくとも 1 つを表示するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、部分的に透明に描画されるツールと、を備えてもよい。

**【0578】**

50

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、画像の少なくとも2つからモーフィングされる画像を表示するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよい。

【0579】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する手術装置と、画像の少なくとも2つを表示するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよく、少なくとも2つの画像は、手術装置（例えば、開創器）の反対側に配置されるカメラからの画像であり、画像処理モジュールは、2つの画像の一方を反転する。

【0580】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する手術装置と、カメラからの画像を表示するためにカメラに結合される少なくとも1つの内部ディスプレイ装置を有する両眼ディスプレイと、を備えてもよい。一部の実施形態では、両眼ディスプレイは、アーティキュレーションアームに配置される。一部の実施形態では、両眼ディスプレイは、内部ディスプレイ装置を含むハウジングに取り付けられる一对の接眼レンズを備える。一部の実施形態では、両眼ディスプレイは、両眼ディスプレイ下の領域の画像を提供するために、両眼ディスプレイ（例えば、ハウジングの底部に配置される）に結合される少なくとも1つのカメラを含む非直接視顕微鏡を備える。両眼ディスプレイ下の領域の画像は、少なくとも1つの内部ディスプレイ装置に表示されてもよい。非直接視顕微鏡は、さらに、非直接視顕微鏡の作業距離を交互にするための可変ズームを備えてもよい。可変ズームは、作業距離を変化させるための制御、及び倍率を変化させるための制御を提供する2つのステージズームを備えてもよい。一部の実施形態では、バーチャルリアリティジェスチャ認識は、両眼ディスプレイ下でなされるジェスチャからの入力を受け付けるように提供されてもよい。一部の実施形態では、両眼ディスプレイ下のカメラは、このようなジェスチャ認識のために使用されてもよい。一部の実施形態では、カメラは、ジェスチャ認識のための（例えば、ハウジング下の）追加センサをさらに備える。

【0581】

よって、各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する手術装置と、カメラからの画像を表示するためにカメラに結合された少なくとも1つの内部ディスプレイ装置を有するディスプレイと、バーチャルリアリティグラフィカルユーザインタフェースを提供するために少なくとも1つのセンサと、を備えてもよい。一部の実施形態では、センサは、画像化のために光学検出器を備える。一部の実施形態では、センサは、距離測定装置を備える。

【0582】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、視野の主な広い視野画像及び当該視広い視野画像に重畳される複数の狭い視野のタイル化された画像を提供するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、備えてもよい。ユーザは、カメラによって形成される画像が表示されることを選択してもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

【0583】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、（例えば、ステッチされた又はタイル化された）複数の画像から生成された合成の主な広い視野画像を、重畳された画像（例えば、ピクチャ-イン-ピクチャ画像）に提供するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよい。ユーザは、カメラにより形成される画像が表示されることを選択してもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

【0584】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、開創器カメラからの主な広い視野画像を、手術具に配置されるカメラから重畳された画像に提供するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよい。ユーザは、



カメラにより形成される画像が表示されることを選択してもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

【0585】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、ユーザによって拡大及び/又は配置されることができ画像を示すアイコンとして開創器上のカメラからの複数の画像を提供するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備えてもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

【0586】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、手術具と、カメラ画像を表示するように構成される画像処理モジュール及びディスプレイと、を備え、手術具の動きは、カメラ画像の異なるセットの選択を開始させてもよい。例えば、当該動きは、ツールを異なる位置、例えば、手術部位内の異なる深さへ動かすことを含んでもよい。これらの画像は、ビデオストリームであってもよい。画像又はビデオストリームは、リアルタイムであってもよい。

【0587】

各種実施形態は、例えば、画像を形成する複数のカメラを有する開創器と、画像を形成する少なくとも1つのカメラを有する手術具と、を備えてもよい。

【0588】

本明細書の他の箇所に開示されるように、各種実施形態では、カメラ及び/又は他の構成は、開創器なしでも含まれることができ、例えば、開創器又は他の手術具のような手術装置で使用するために構成されてもよい。また、カメラ及び/又は他の構成は、開創器ではなく医療装置で使用する及び/又は使用されるために構成されてもよい。さらに、本明細書に開示される実施形態のいずれかの様々な構成の組み合わせは、別の実施形態からの他の構成と組み合わせられてもよい。

【0589】

各種実施形態は、例えば、手術具を駆動するための複数のポンプ作動液システムを備えてもよく、複数のポンプは、システムへほぼ一定の圧力を提供する。ツールは、カメラ及び可能であればカメラ及び/又はツールを捕捉するためのトラッキングシステムを有する開創器のような手術装置と共に使用されてもよい。比例バルブは、複数のポンプから作動液ツールへ加圧された流体を分配するために使用されてもよい。複数のポンプは、空気式及び作動液式を組み合わせてもよい。複数のポンプは、使い捨て可能なカセットに含まれてもよい。

【0590】

各種実施形態は、開創器を備える、開創器を使用する、又は内視鏡、腹腔鏡又は関節鏡ではない開創器で使用されるように構成されてもよい。同様に、多くの実施形態は、開創器を備える、開創器を使用する、又は開創器で使用されるように構成され、カメラは、内視鏡、腹腔鏡又は関節鏡ではない開創器に配置される。

【0591】

各種実施形態では、開創器は、手術をする外科医に十分な余地を提供するための態様で開口に適合するが、腹腔鏡のようなキャビティを膨らませるガスシールを提供しない。同様に、多くの実施形態では、開創器は、切開を形成するために切断される組織の層の位置合わせを維持しない。

【0592】

各種実施形態では、開創器は、手術具のための支点として採用されない。

【0593】

各種実施形態では、カメラは、体表面の近傍及び上の開創器の上部又は手術部位内の深さにおける開創器（例えば、手術部位の最も深い部分への開創器の最も遠い端部）上に配置されることができ。

10

20

30

40

50

## 【0594】

多くの実施形態は、脊椎手術、脳外科手術、頭部及び/又は頸部手術、及び耳鼻咽喉手術に用いられ、多くの実施形態は、例えば、開創器によって提供される経路を通じた切除及び骨の摘出を含む。

## 【0595】

しかし、各種実施形態では、開創器ではない装置で使用されてもよい。

## 【0596】

上記で規定した構成の多数の組み合わせを含む多くの他の実施形態が可能である。

## 【0597】

結び

他の示されない限り、本明細書に記載される機能は、実行可能なコード及び/又はそれ以上のコンピュータを含む/又はそれ以上のシステムで動作する命令を含むソフトウェア（例えば、モジュールを含む）によって実行されてもよい。ソフトウェアは、コンピュータ可読媒体（例えば、（CD-ROM, DVD, Blu-ray（登録商標）等の）光学媒体、（固定又は取り外し可能な磁気媒体のような）磁気媒体、（RAM、ROM、フラッシュメモリ、EPROM等の）半導体メモリの一部又は全部）、及び/又は他のタイプのコンピュータ可読媒体に記憶されてもよい。

10

## 【0598】

/又はそれ以上のコンピュータは、プログラムコードを実行し、データを処理する/又はそれ以上の中央演算装置（central processing units (CPU s)）と、例えば、プログラム実行時のデータ及びデータ構造を一時的に記憶するランダムアクセスメモリ（RAM）のような揮発性メモリ、データベースを含むプログラム及びデータを記憶するハードディスクドライブ、光学ドライブ又はフラッシュドライブのような不揮発性メモリ、イントラネット及び/又はインターネット及び/又は他のインターフェースにアクセスする有線及び/又は無線ネットワークインターフェースの/又はそれ以上を含む一時的でない、有形メモリと、を含むことができる。

20

## 【0599】

また、コンピュータは、ナビゲートする、コマンドを提供する、情報を入力する、サーチクエリを提供する等を行うために使用される、ユーザインターフェース、データ等を表示するディスプレイと、キーボード、マウス、ポインティングデバイス、タッチスクリーン、マイクロフォン等のような/又はそれ以上のユーザ入力装置と、を含むことができる。本明細書に説明されるシステムは、また、汎用コンピュータ、特定用途向けコンピュータ、端末、状態マシン及び/又はハードウェアにより実現されている電子回路を用いて実装されうる。

30

## 【0600】

各種実施形態は、/又はそれ以上のシステムと/又はそれ以上のユーザとの通信を提供する。これらのユーザ通信は、ユーザ端末（例えば、インタラクティブテレビジョン、電話、ラップトップ/デスクトップコンピュータ、インターネットアクセスを提供するデバイス又は他のネットワーク化されたデバイス）に提供されてもよい。例えば、通信は、ウェブページ、ダウンロードドキュメント、電子メール、SMS（ショートメッセージングサービス）メッセージ、MMS（マルチメディアメッセージングサービス）メッセージ、端末の振動、他の形態の電子通信、テキストを音声化したメッセージ又はその他のものを通じて提供されてもよい。

40

## 【0601】

本開示に記載される実施の各種変更は、当業者にとって明らかであり、本明細書に定義される一般原理は、本開示の趣旨又は範囲を逸脱しない限り他の実施に適用されてもよい。よって、特許請求の範囲は、本明細書に示される実施に限定されることを意図するものではないが、本開示、本明細書に開示される原理及び新規な構成と一致する最も広い範囲と合致するものである。

## 【0602】

50



【 図 2 B 】

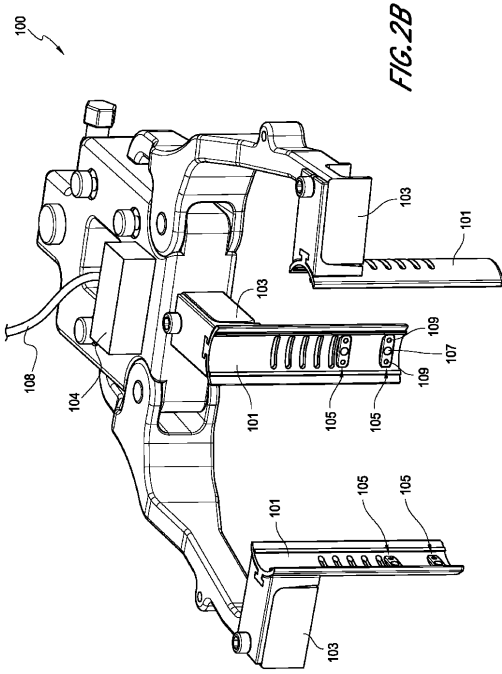


FIG. 2B

【 図 2 C 】

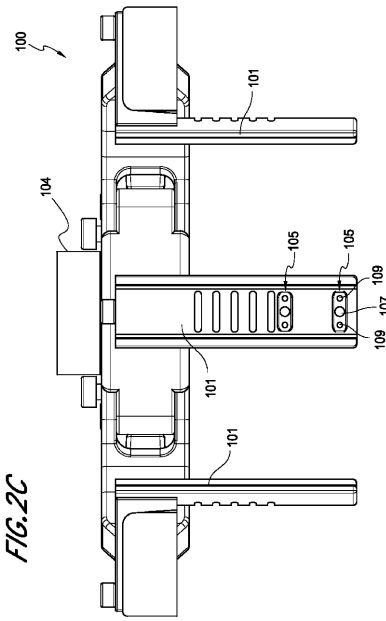


FIG. 2C

【 図 3 A 】

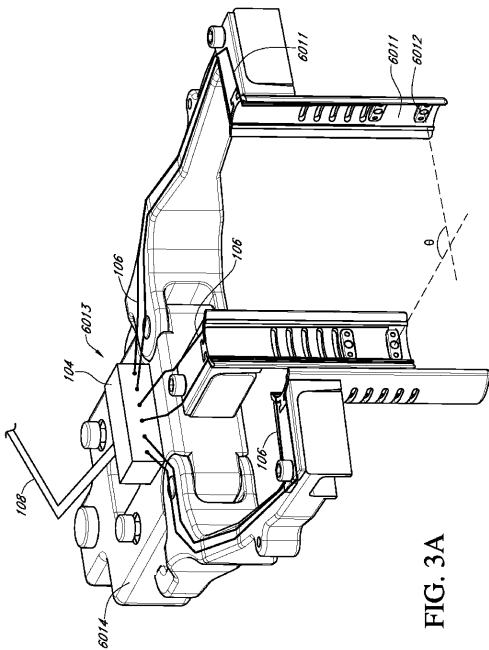


FIG. 3A

【 図 3 B 】

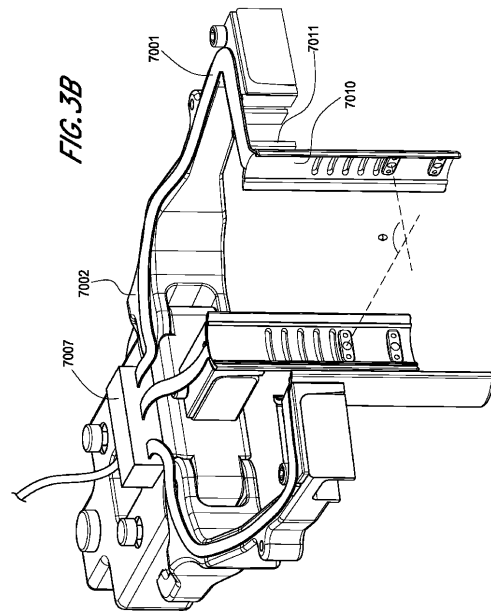
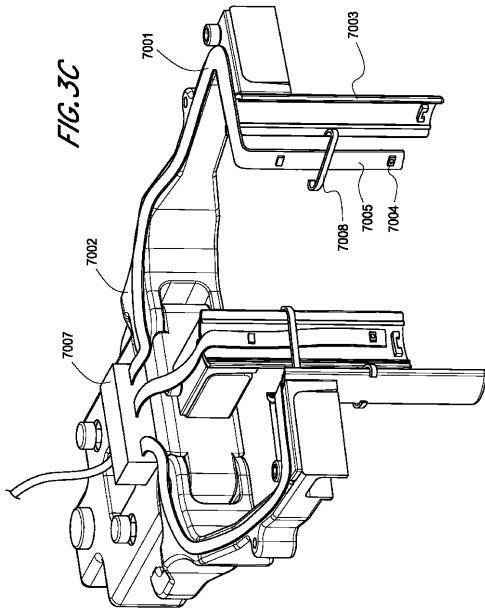
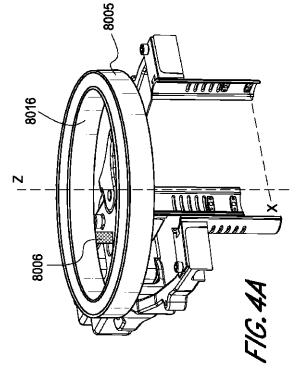


FIG. 3B

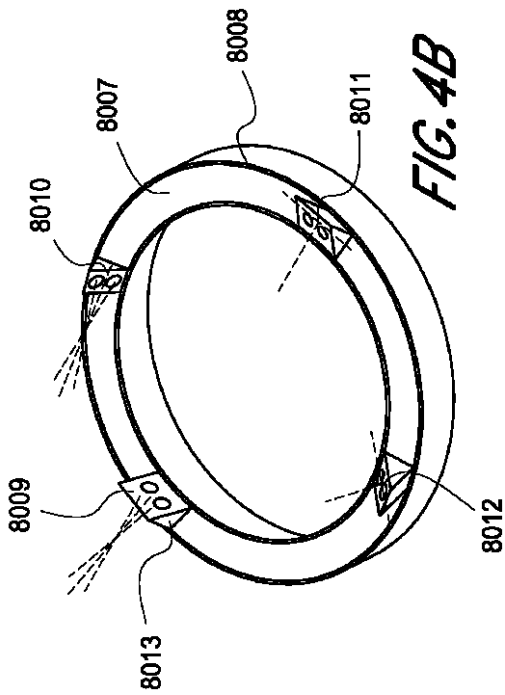
【 図 3 C 】



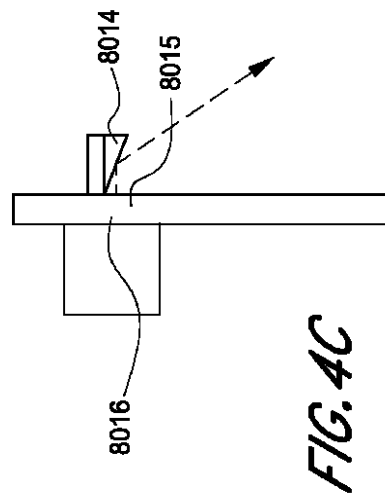
【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



【 図 4 C 】



【 図 4 D 】

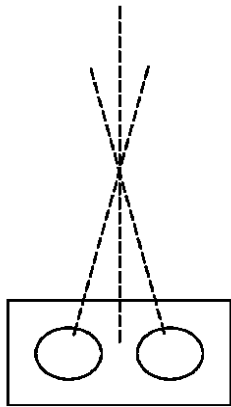


FIG. 4D

【 図 5 】

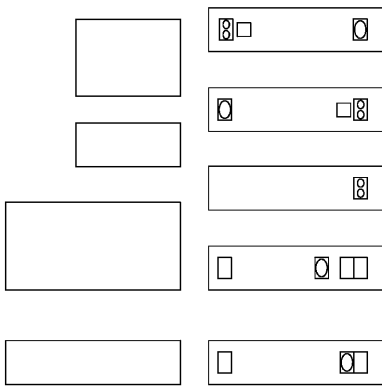


FIG. 5

【 図 6 B 】

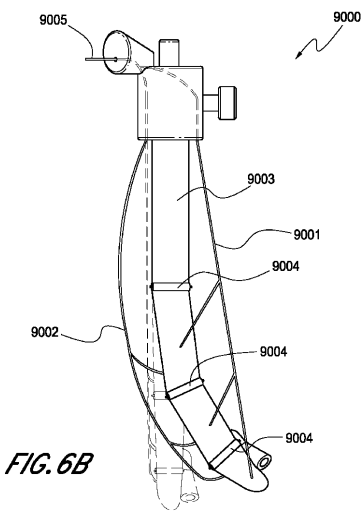


FIG. 6B

【 図 6 A 】

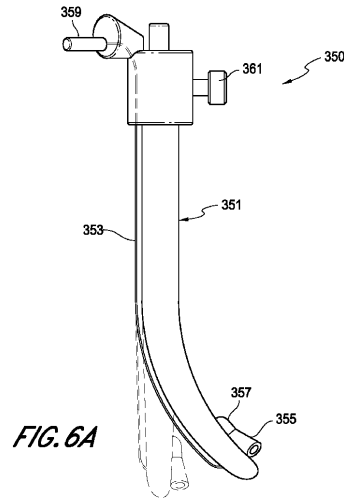


FIG. 6A

【 図 6 C 】

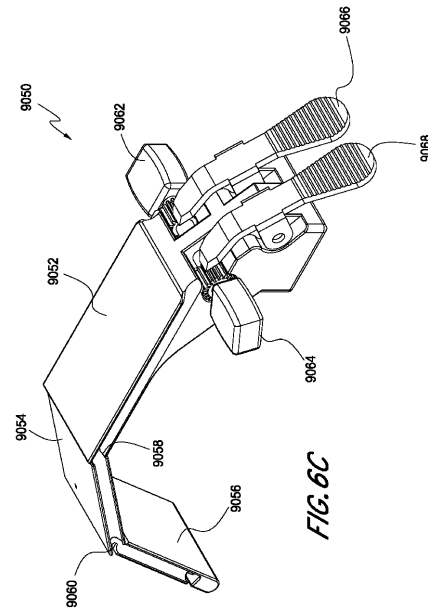


FIG. 6C

【 6 D 】

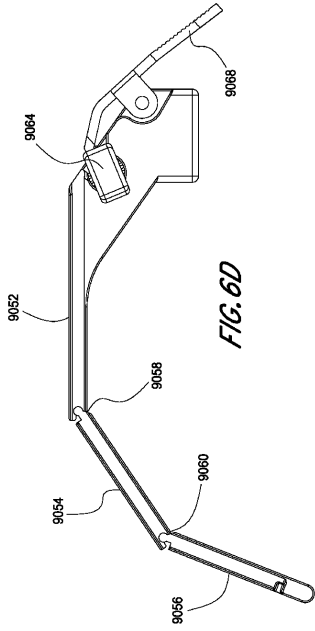


FIG. 6D

【 6 E 】

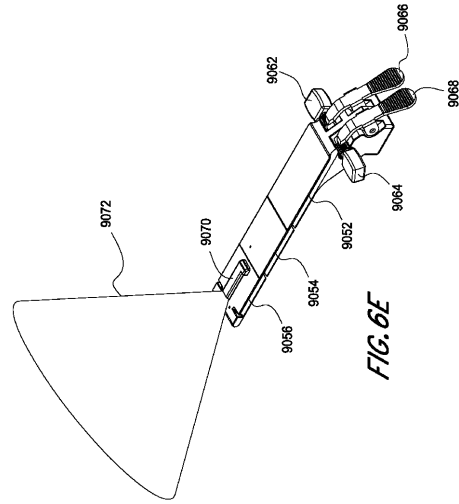


FIG. 6E

【 6 F 】

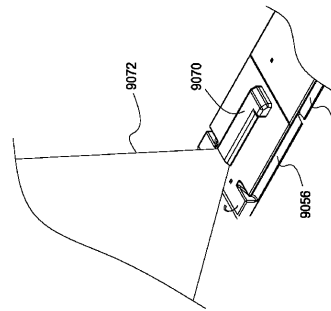


FIG. 6F

【 6 G 】

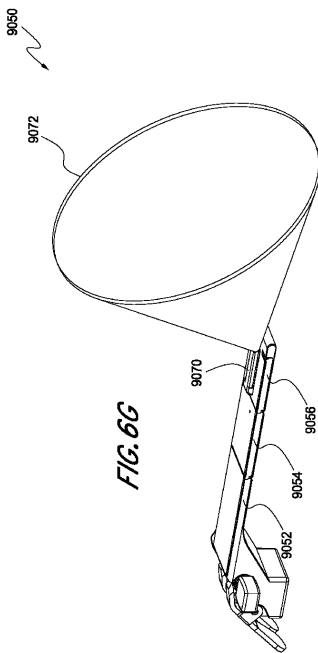


FIG. 6G

【 6 H 】

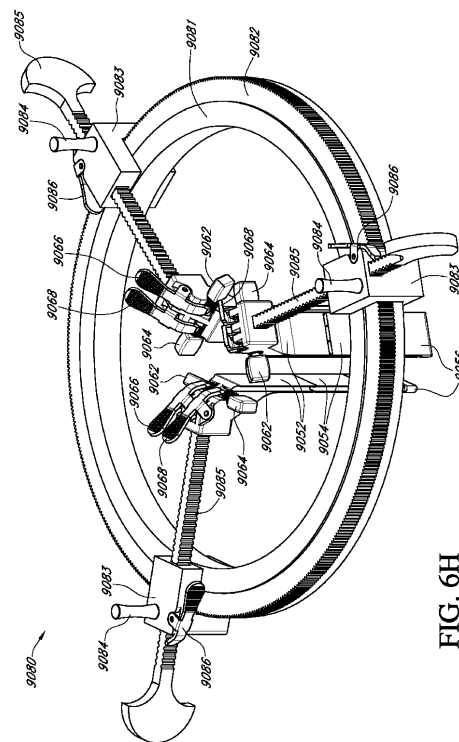


FIG. 6H

【 図 7 】

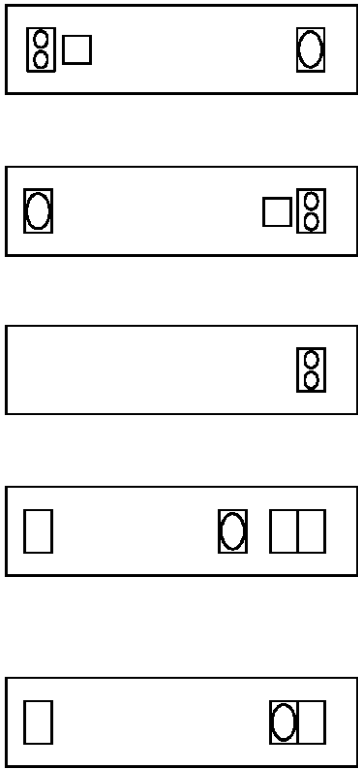


FIG. 7

【 図 8 】

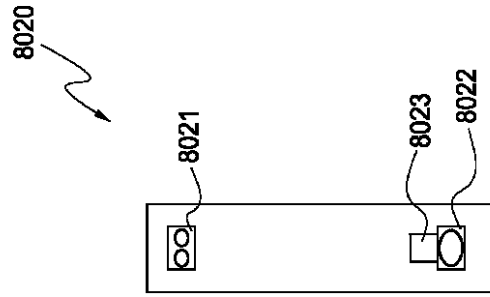


FIG. 8

【 図 9 A 】

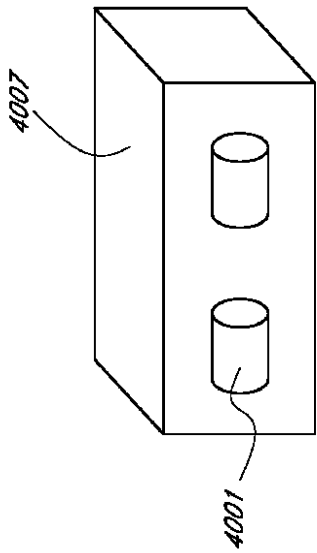


FIG. 9A

【 図 9 B 】

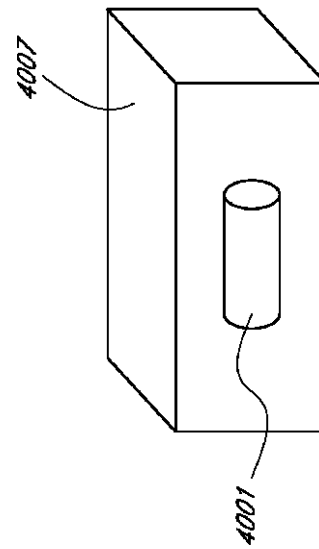


FIG. 9B



【図10A】

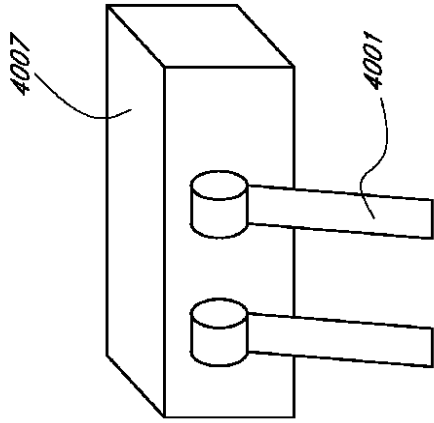


FIG. 10A

【図10B】

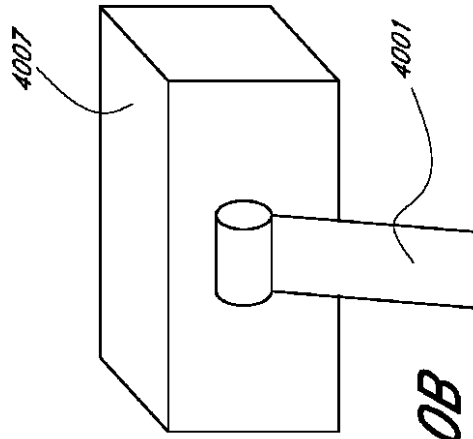


FIG. 10B

【図11A】

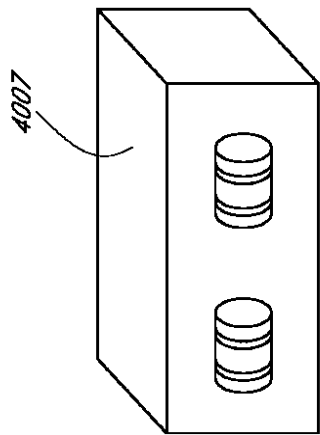


FIG. 11A

【図11B】

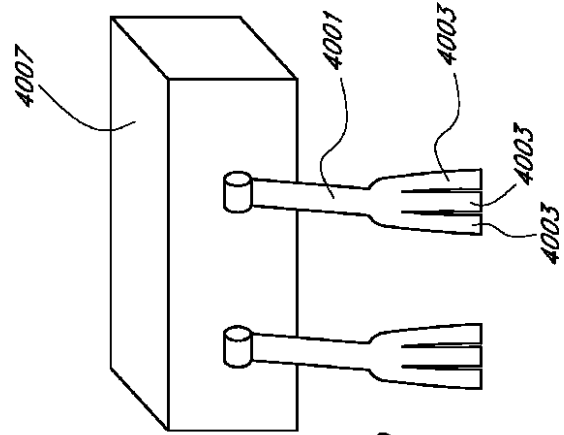
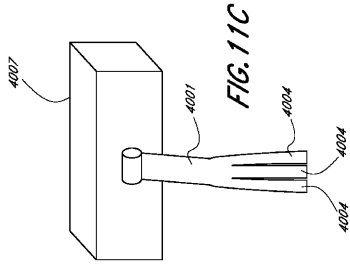


FIG. 11B

【 1 1 C 】



【 1 2 A 】

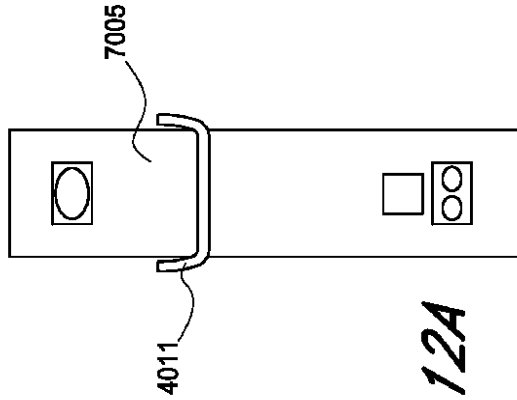


FIG. 12A

【 1 2 C 】

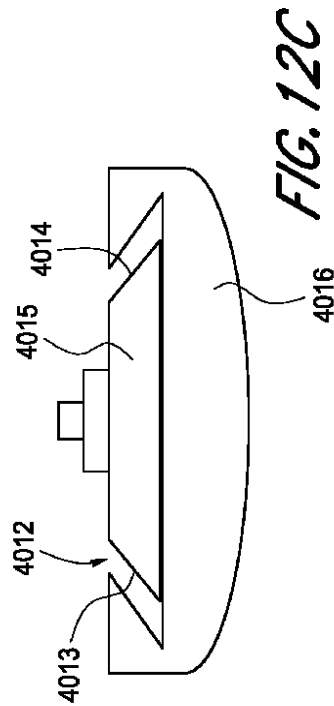


FIG. 12C

【 1 2 B 】

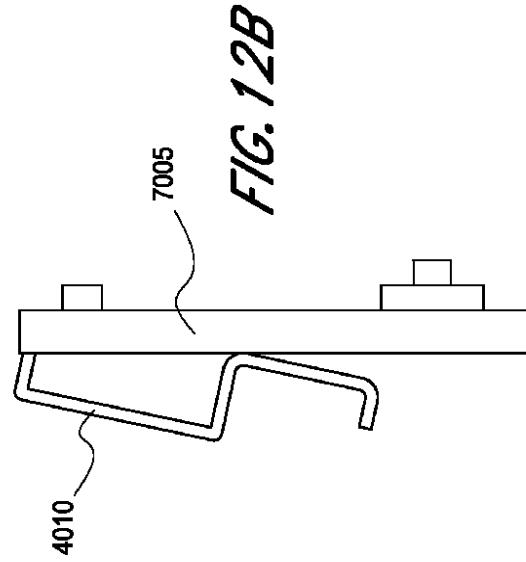


FIG. 12B

【 1 3 A 】

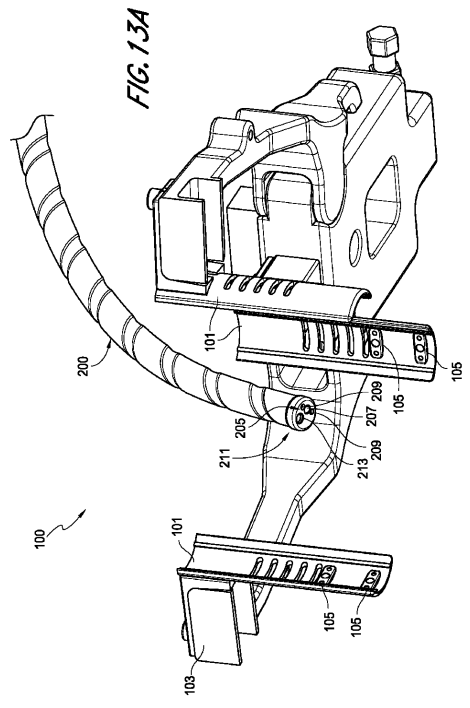
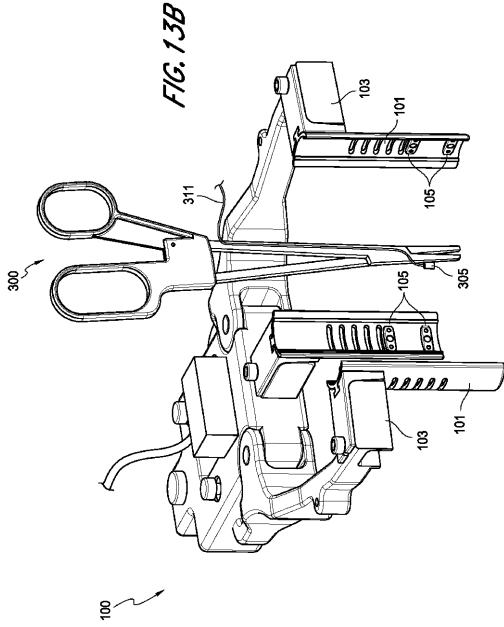
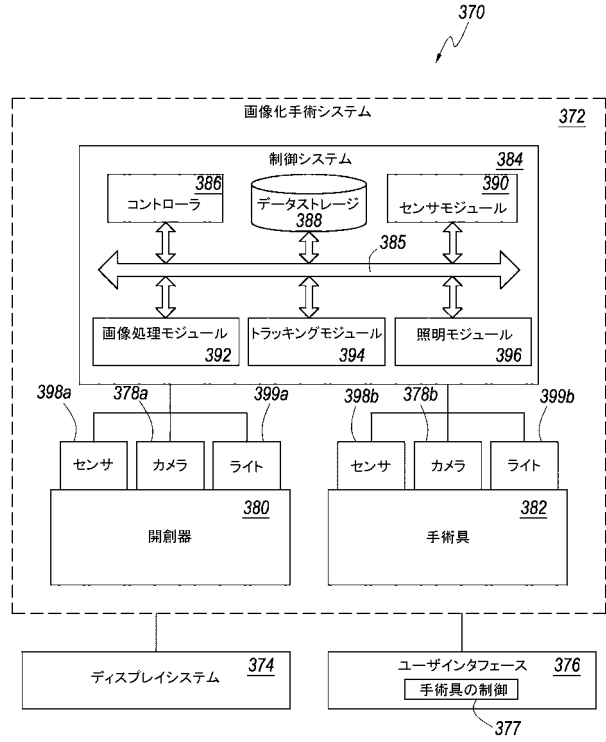


FIG. 13A

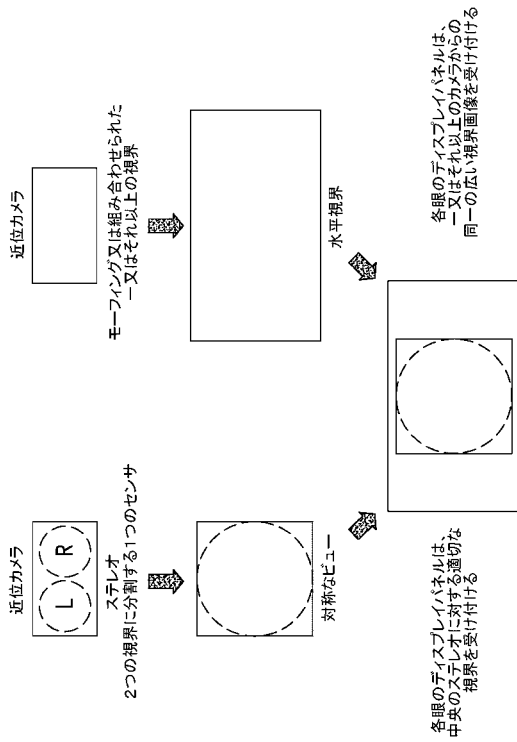
【 図 1 3 B 】



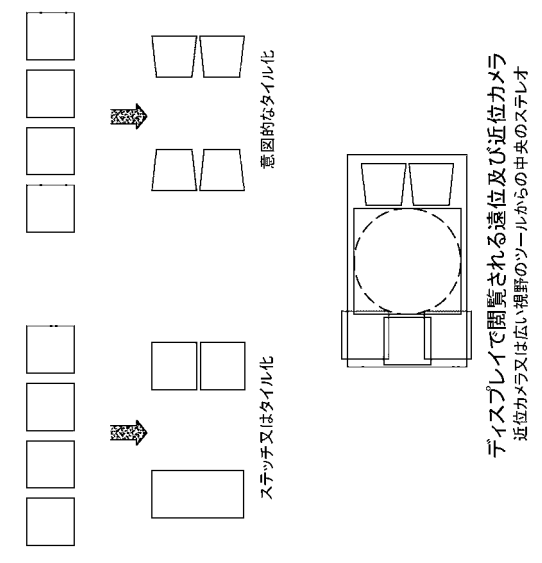
【 図 1 4 】



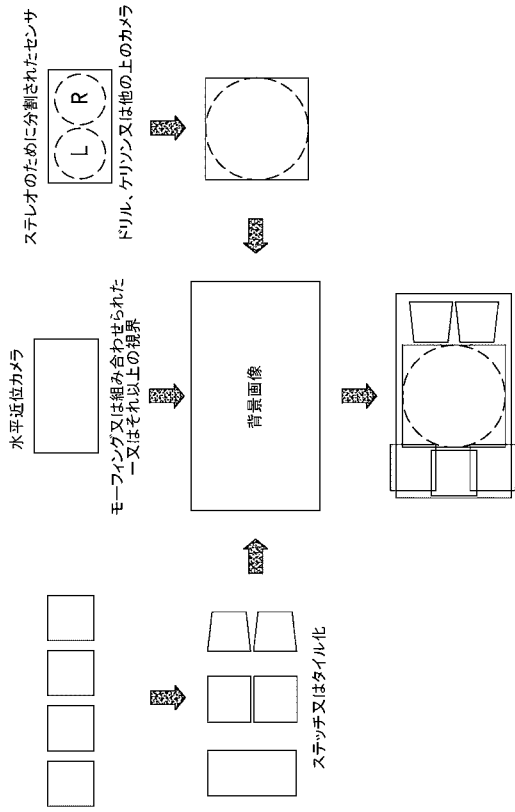
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

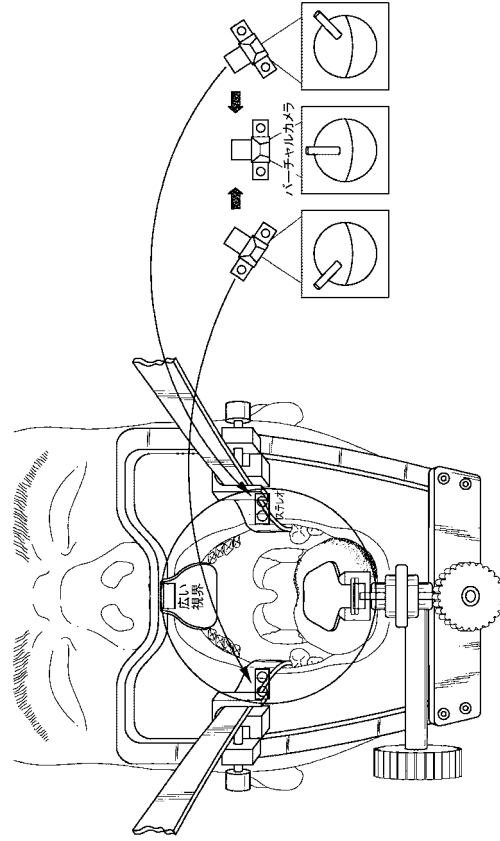


【 図 17 】



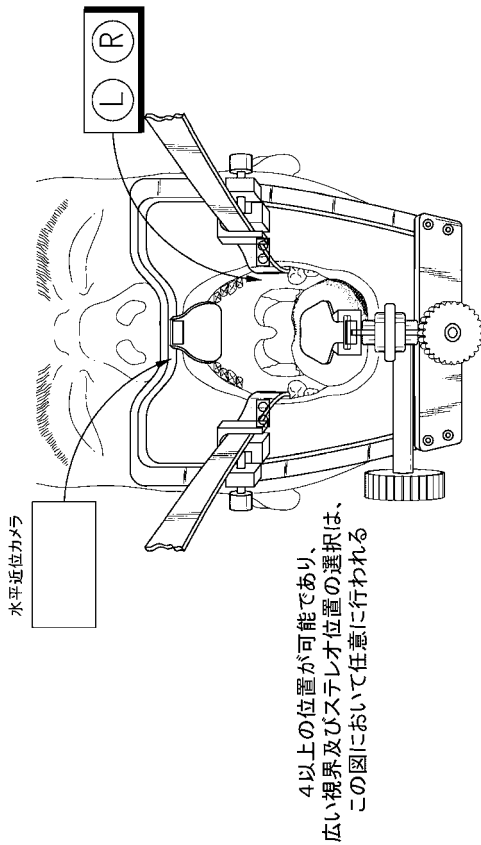
ディスプレイ中央に重畳されたツールステレオ  
 ツールは、近位ステレオ中央視野を置き換えるピクチャーインピクチャーとして動作する

【 図 18 】



カメラの対又はグループは、中央視野のために  
 モーフイングされた視野でありうる

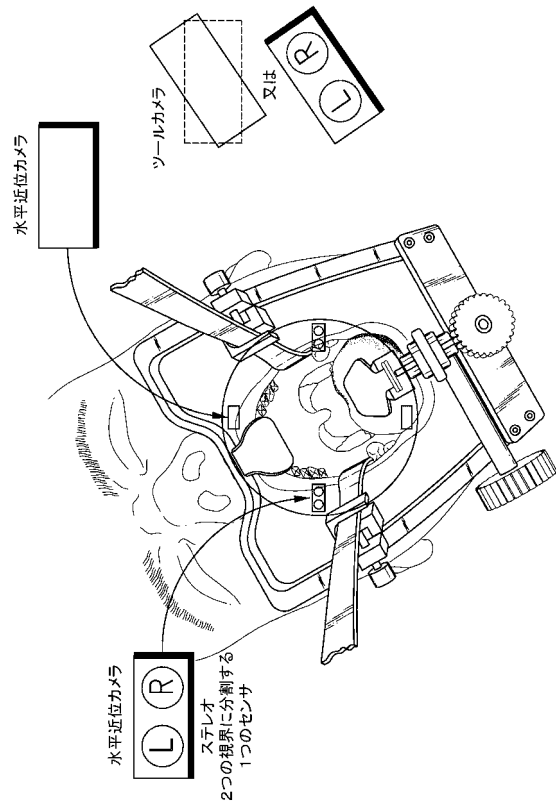
【 図 19 】



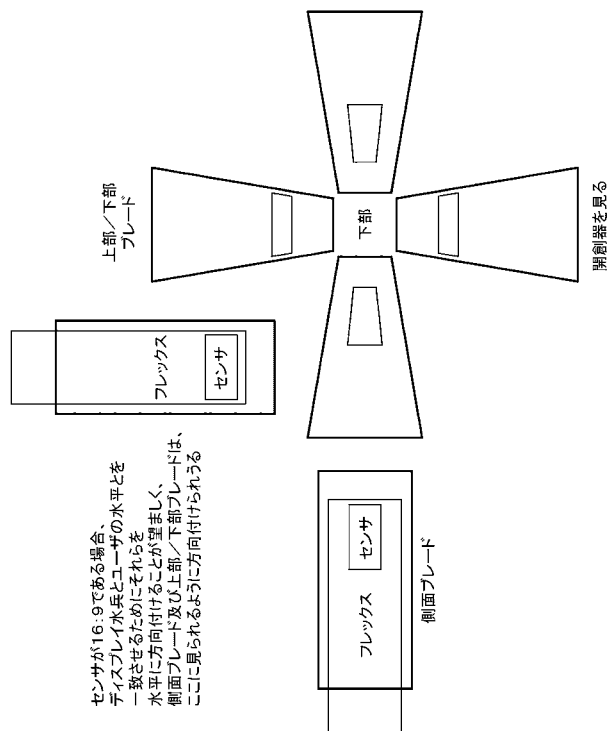
喉に向けられた水平位置における近位カメラ

4以上の位置が可能であり、  
 広い視野及びステレオ位置の選択は、  
 この図において任意に行われる

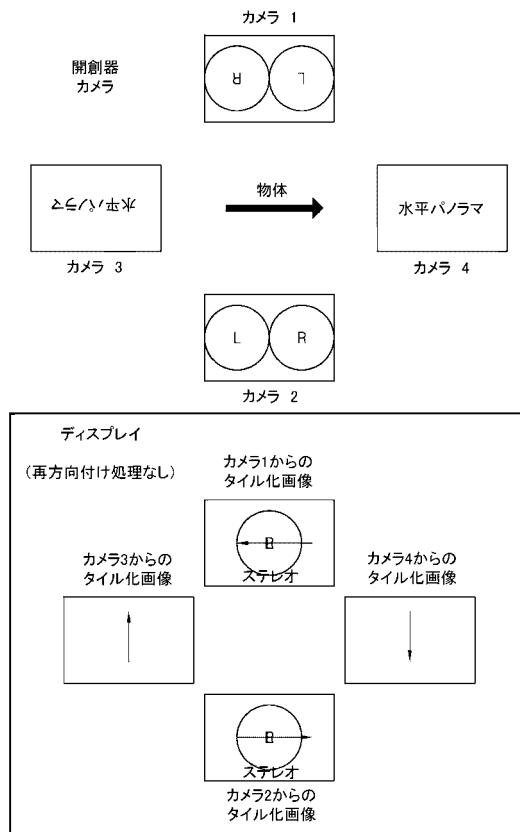
【 図 20 A 】



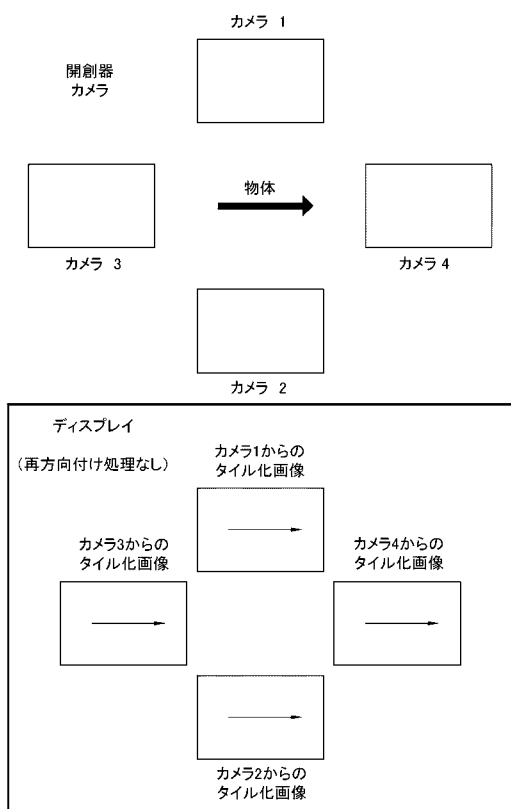
【図 20B】



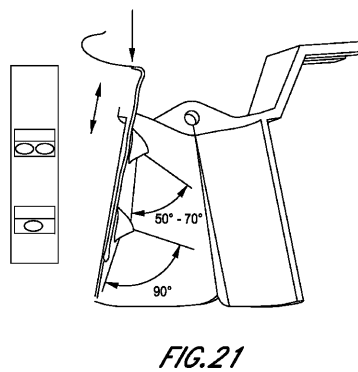
【図 20C】



【図 20D】



【図 21】



【図21B】

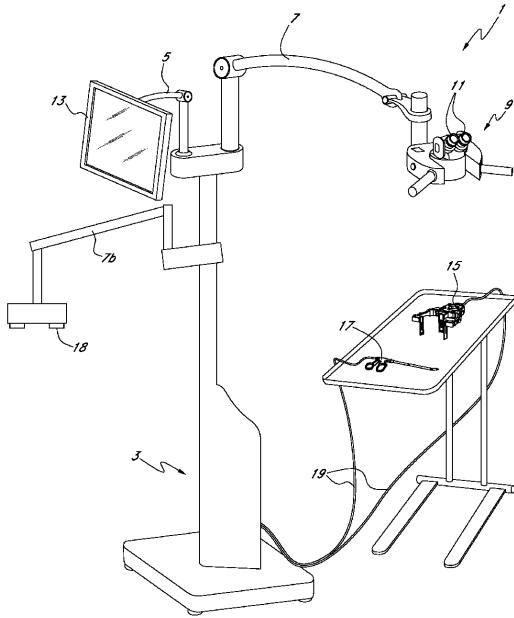


FIG. 21B

【図21C】

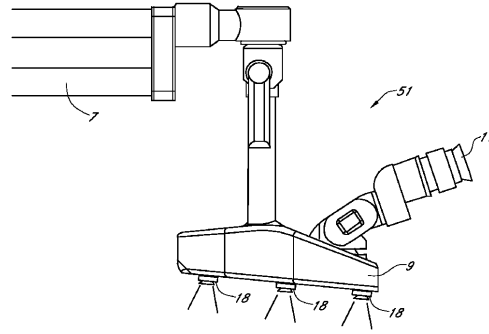


FIG. 21C

【図21D】

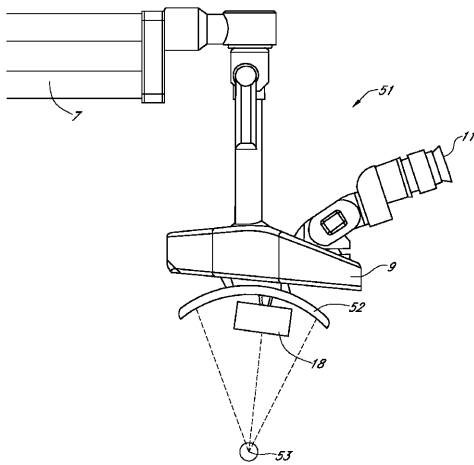
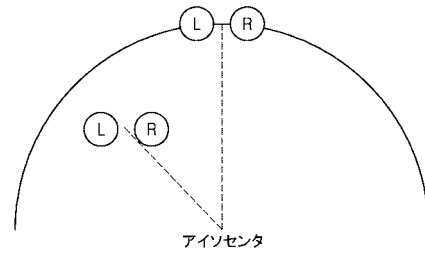
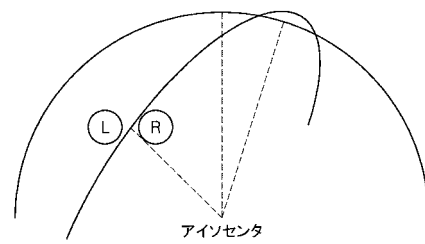


FIG. 21D

【図21-D2】



ディスプレイは、ユーザに対して人間工学的に有利な  
 閲覧位置と一致する水平を提供する。  
 アイソセンタは、ディスプレイの水平に平行な2つの眼  
 の間の位置として定義される。



【図 21E】

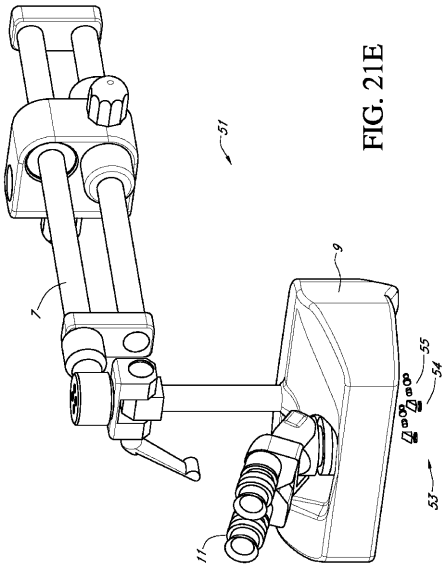


FIG. 21E

【図 21F】

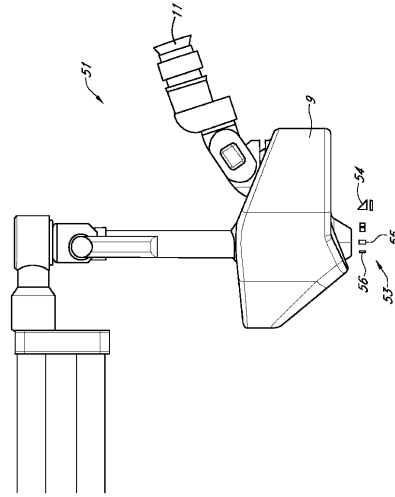
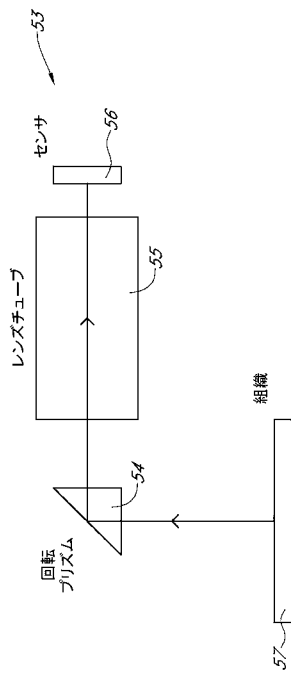
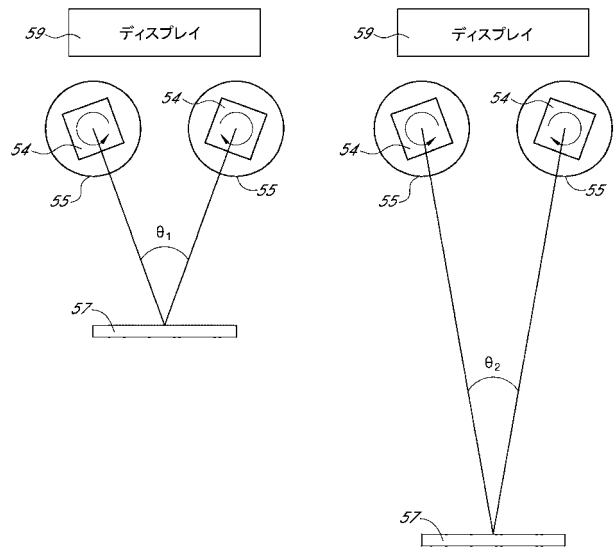


FIG. 21F

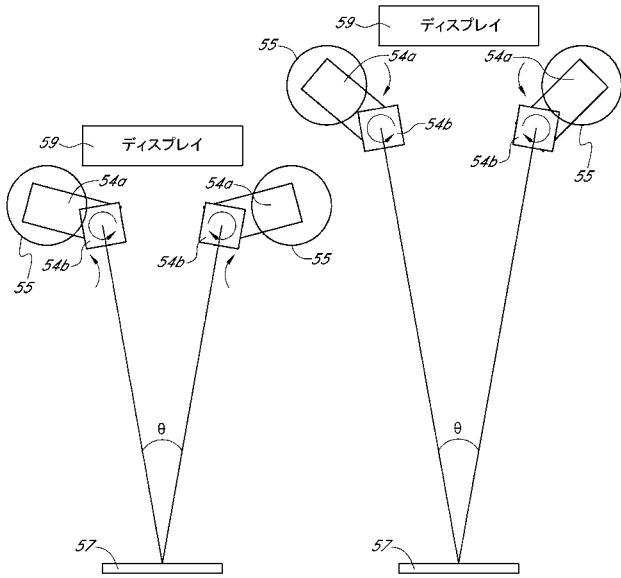
【図 21G】



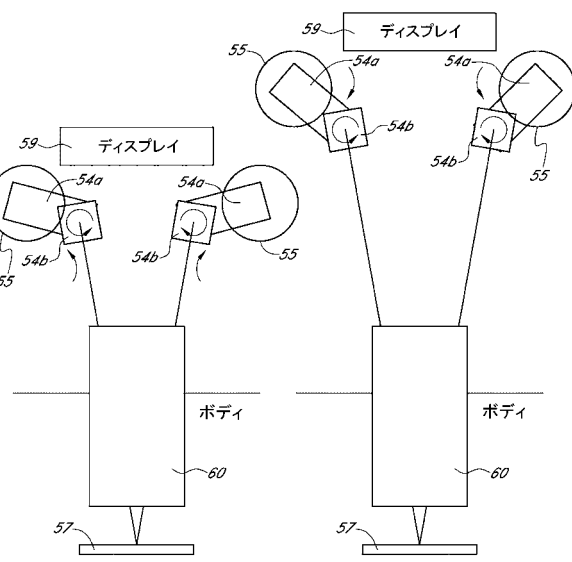
【図 21H】



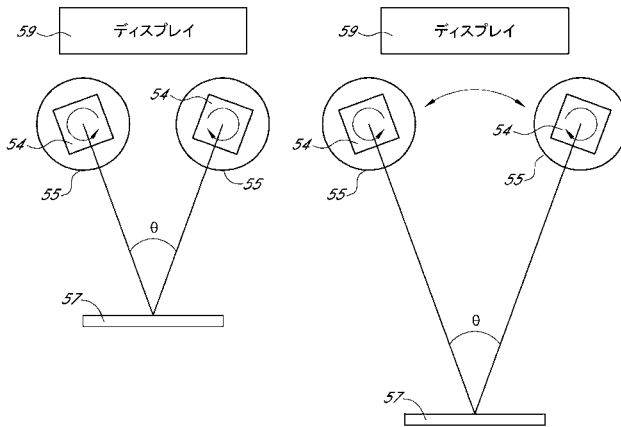
【図 2 1 I】



【図 2 1 J】



【図 2 1 K】



【図 2 1 L】

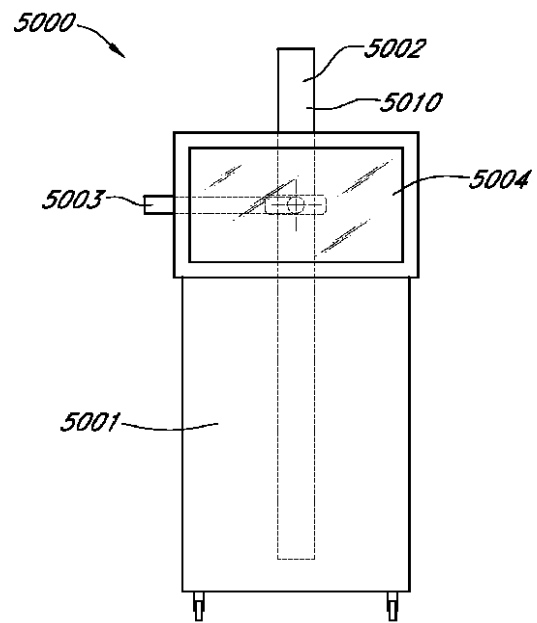


FIG. 21L



【 図 2 1 M 】

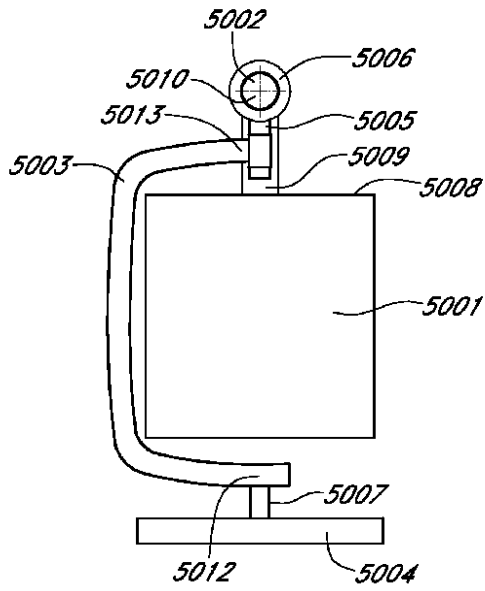


FIG. 21M

【 図 2 1 N 】

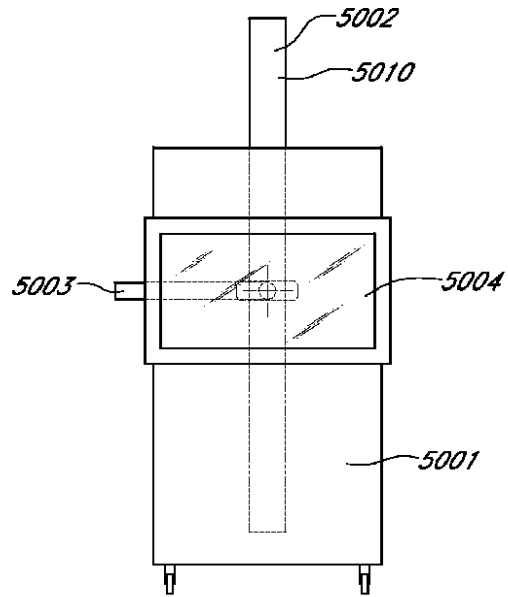


FIG. 21N

【 図 2 1 O 】

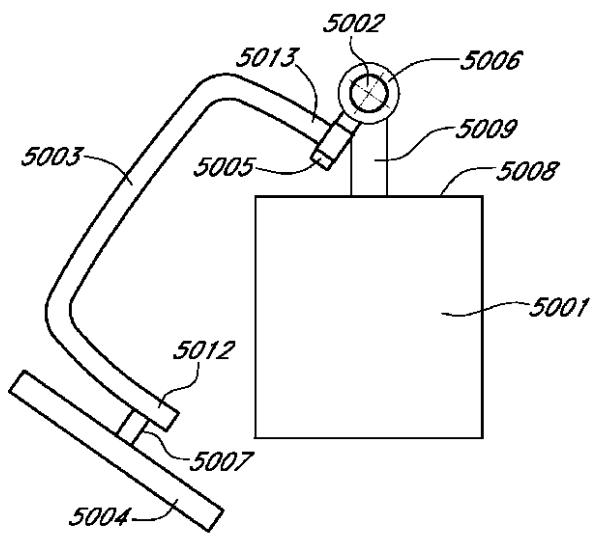


FIG. 21O

【 図 2 1 P 】

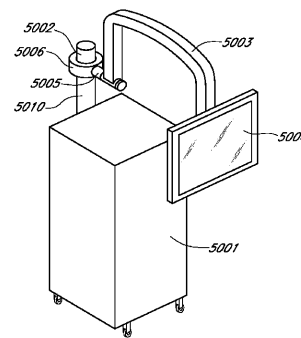


FIG. 21P

【 図 2 1 Q 】

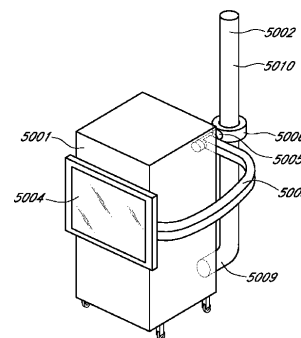


FIG. 21Q

【図 2 2 A】

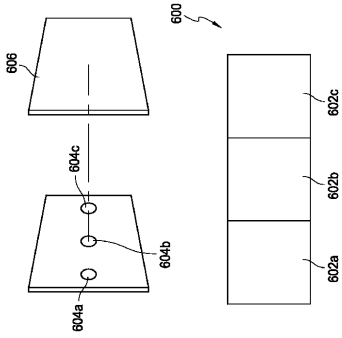


FIG. 22A

【図 2 2 B】

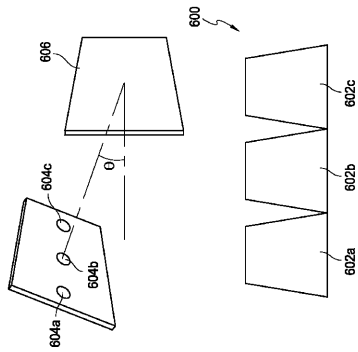
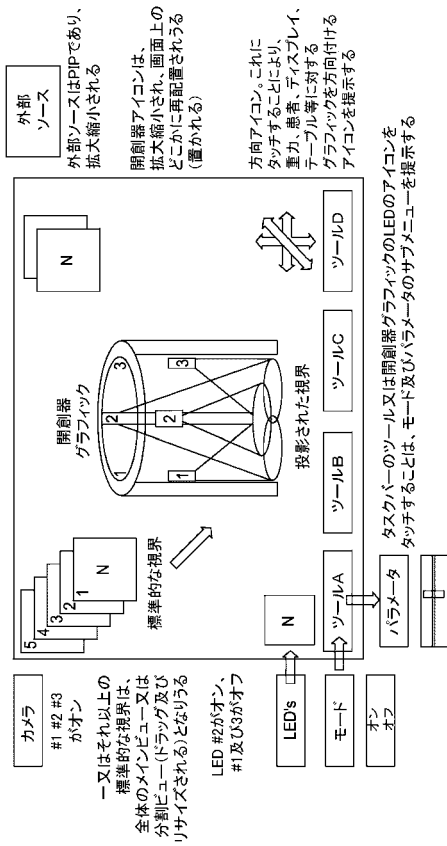


FIG. 22B

【図 2 4 A】



【図 2 3 A】

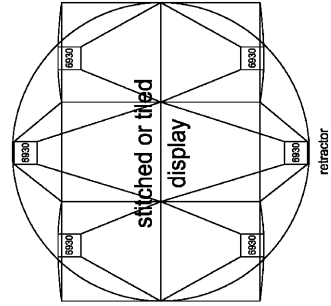


FIG. 23A

【図 2 3 B】

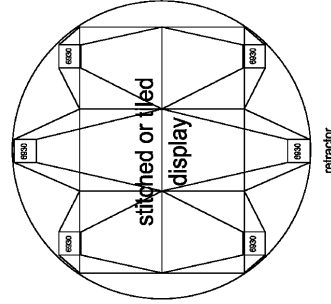
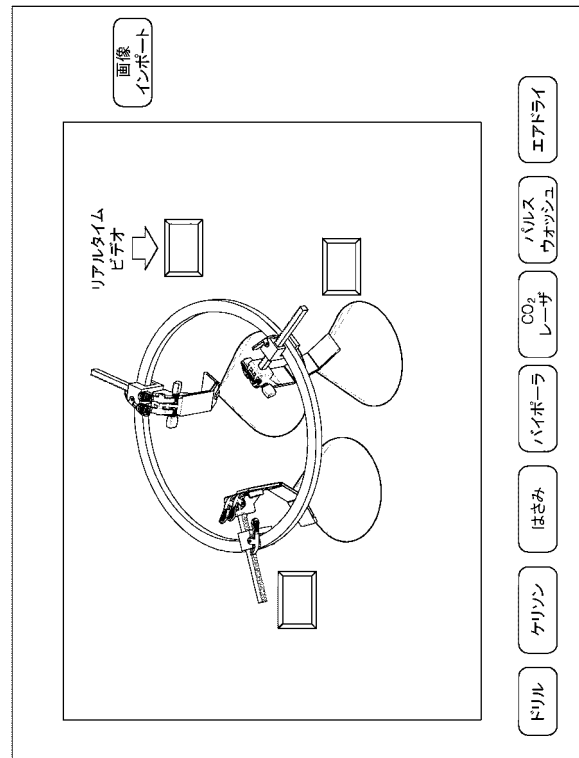


FIG. 23B

【図 2 4 B】



【 図 2 5 A 】

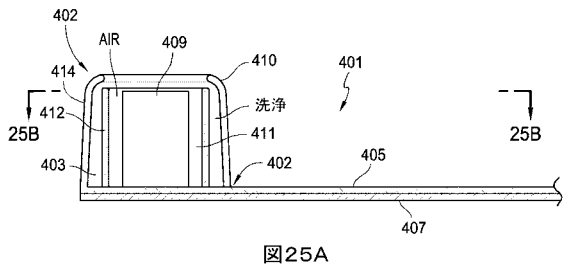


図25A

【 図 2 5 C 】

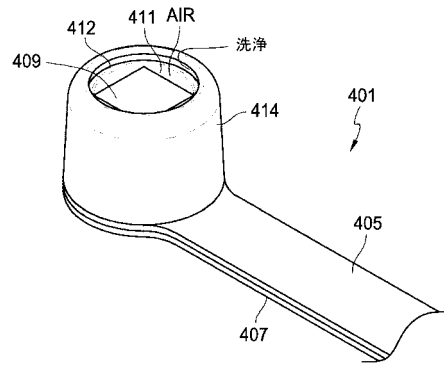


図25C

【 図 2 5 B 】

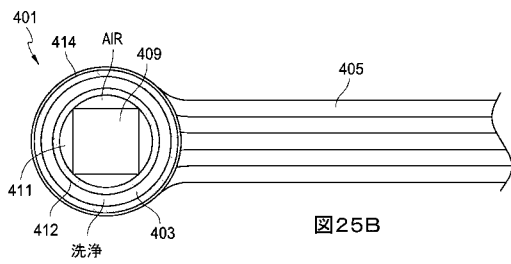


図25B

【 図 2 6 】

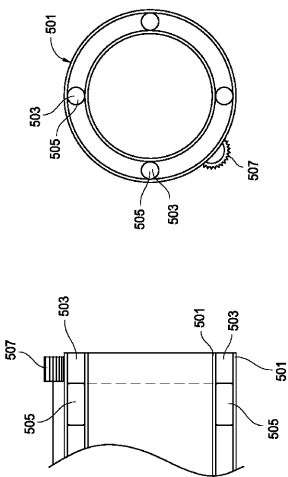


FIG.26

【 図 2 7 A 】

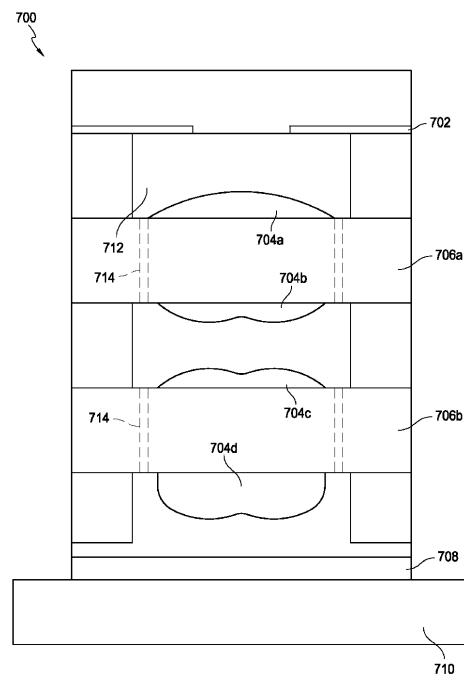


FIG.27A

【 図 27 B 】

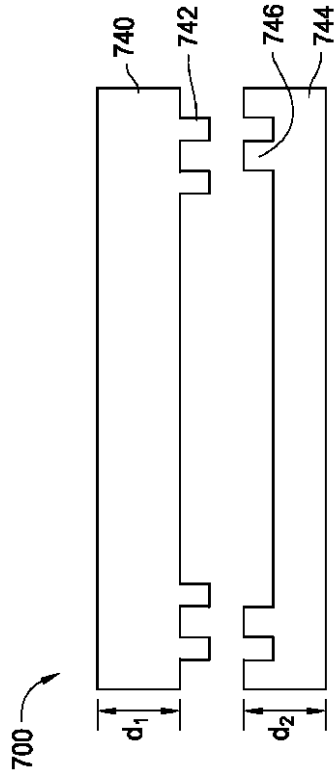


FIG.27B

【 図 27 C 】

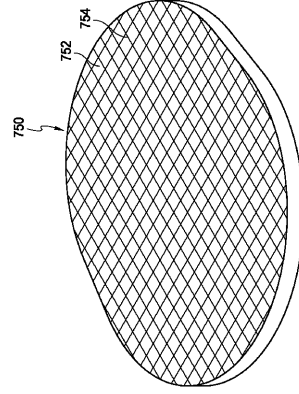


FIG.27C

【 図 28 】

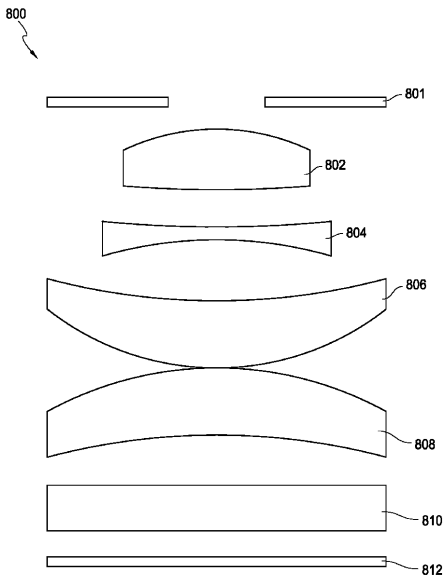


FIG.28

【 図 29 A 】

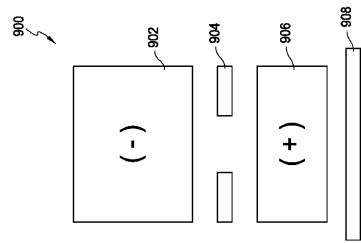


FIG.29A

【 図 29 B 】

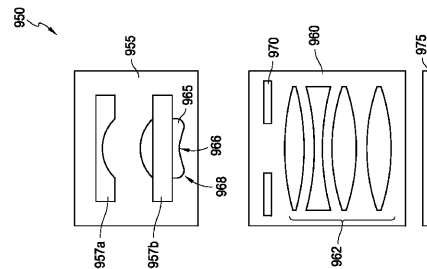


FIG.29B

【図29C】

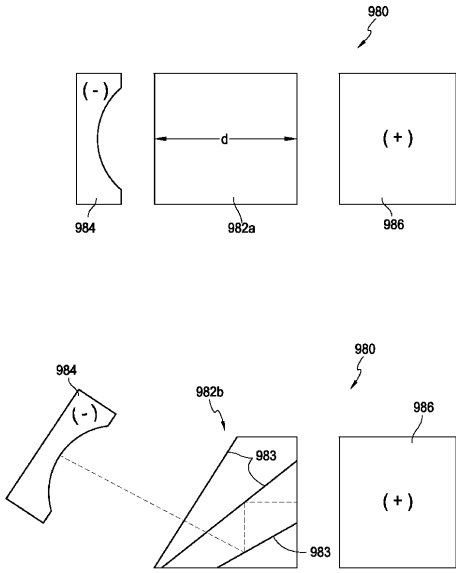
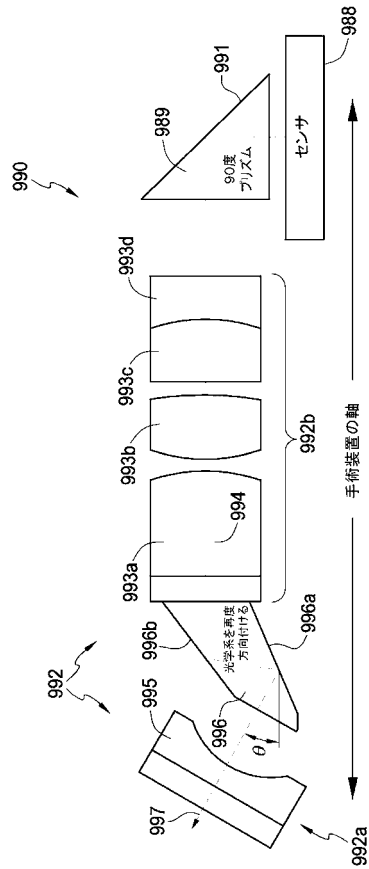
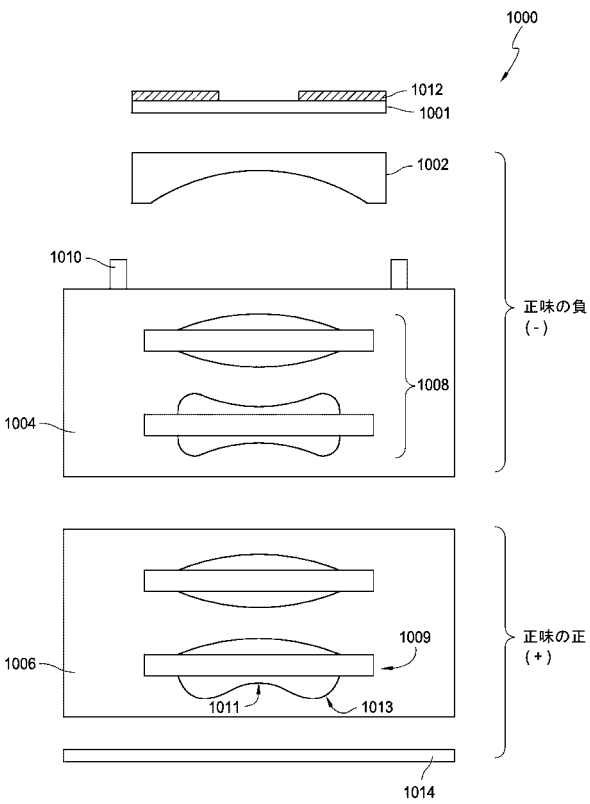


FIG. 29C

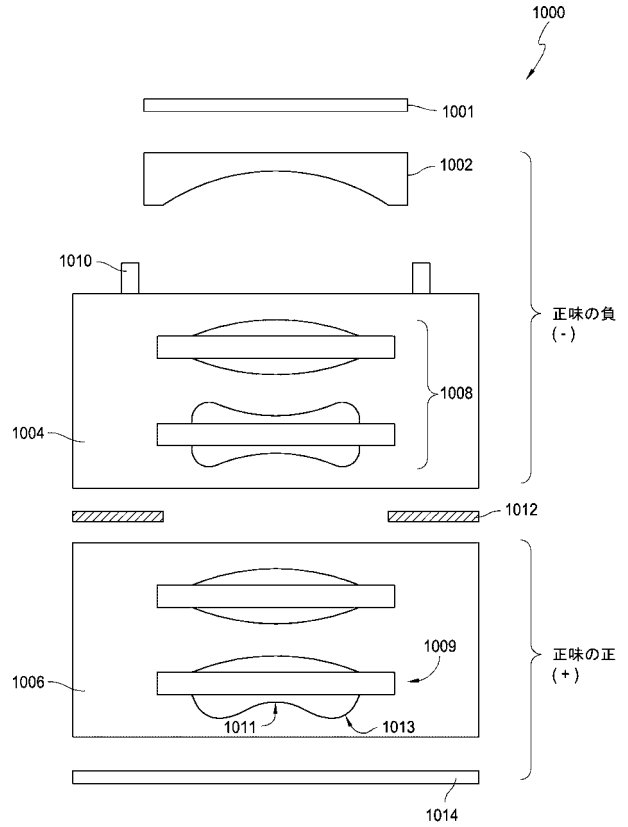
【図29D】



【図30A】



【図30B】



【 図 3 1 A 】

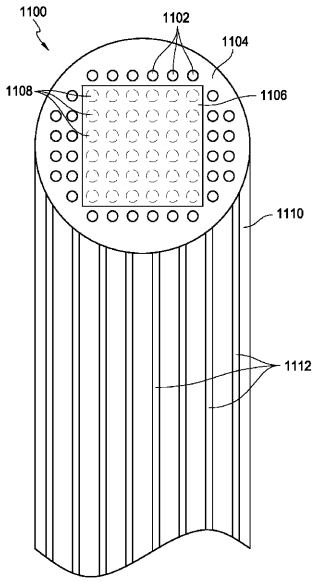


FIG. 31A

【 図 3 1 B 】

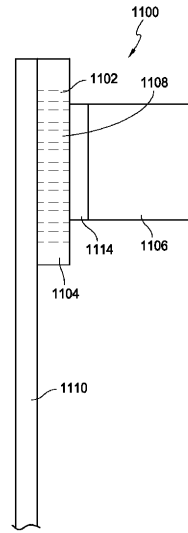


FIG. 31B

【 図 3 2 A 】

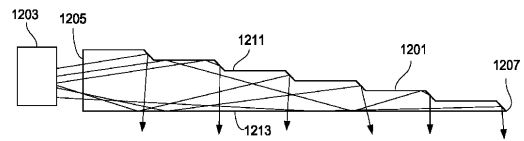


FIG. 32A

【 図 3 2 B 】

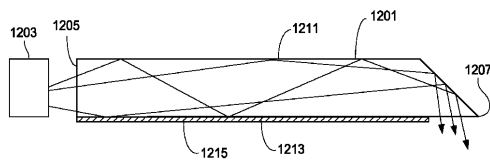


FIG. 32B

【 図 3 3 B 】

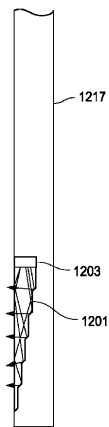


FIG. 33B

【 図 3 3 A 】

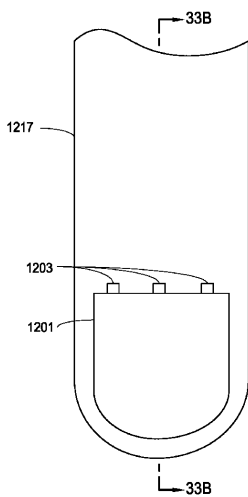


FIG. 33A

【 3 4 】

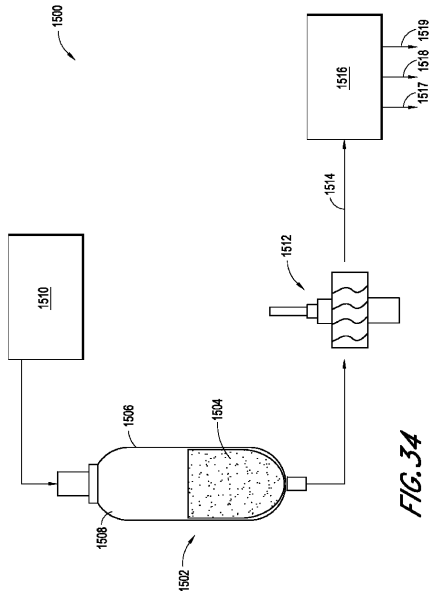


FIG. 34

【 3 5 A 】

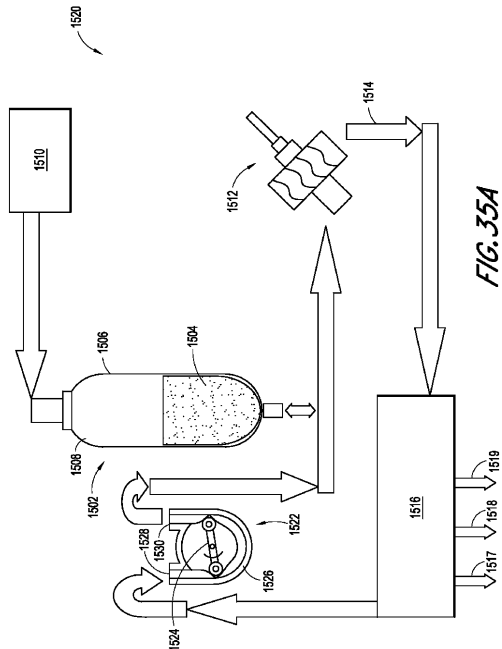


FIG. 35A

【 3 5 B 】

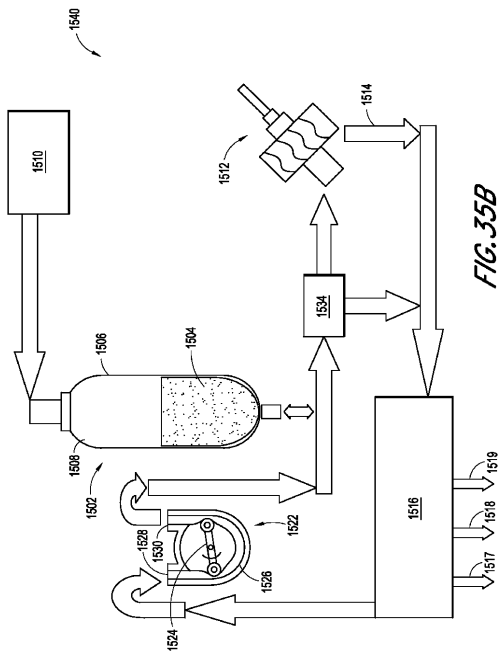


FIG. 35B

【 3 5 C 】

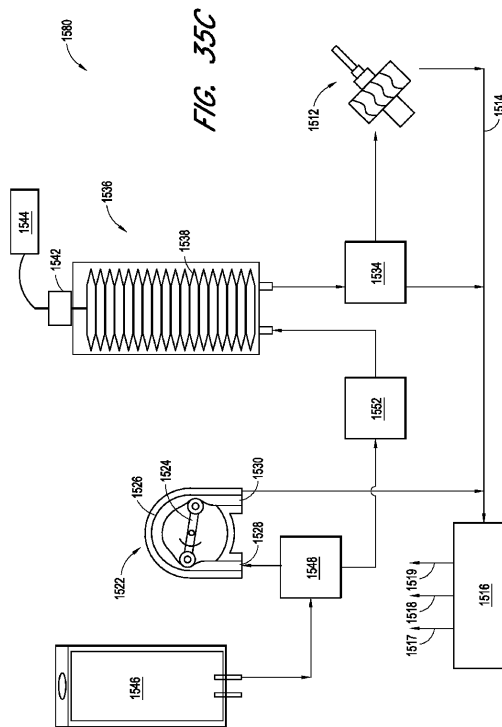
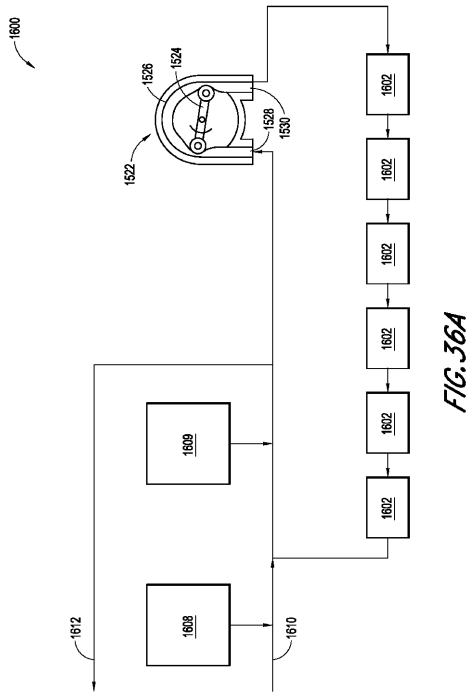
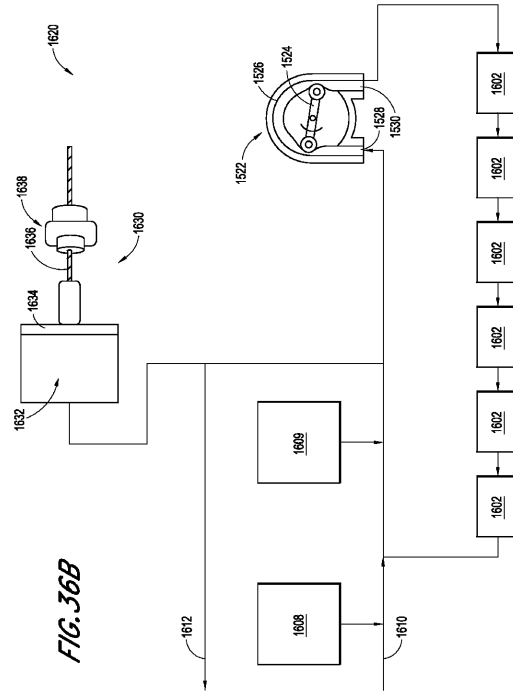


FIG. 35C

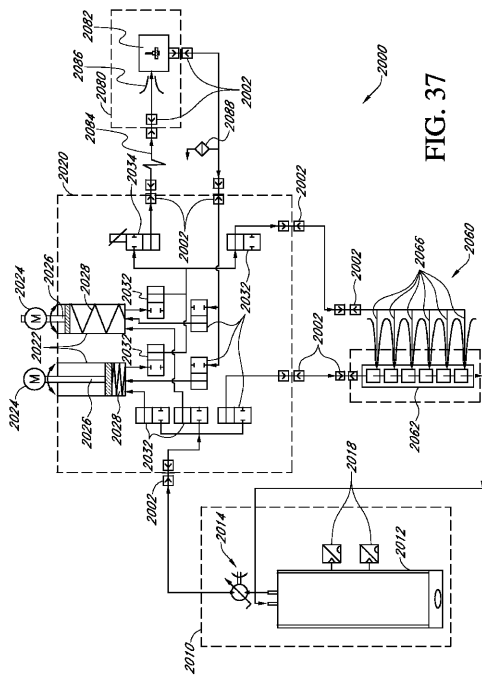
【 図 3 6 A 】



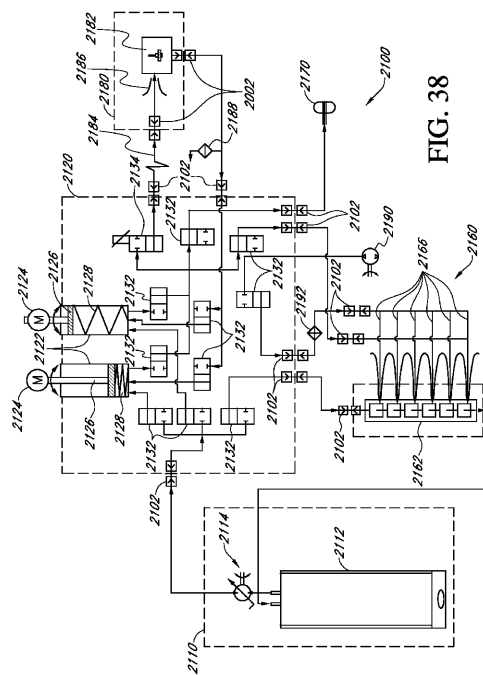
【 図 3 6 B 】



【 図 3 7 】



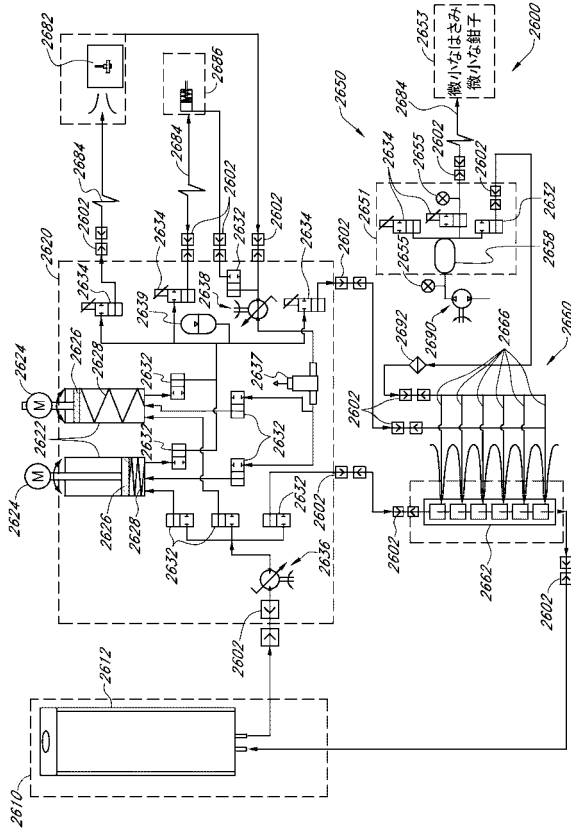
【 図 3 8 】







【 図 4 3 】



【 図 4 3 A 】

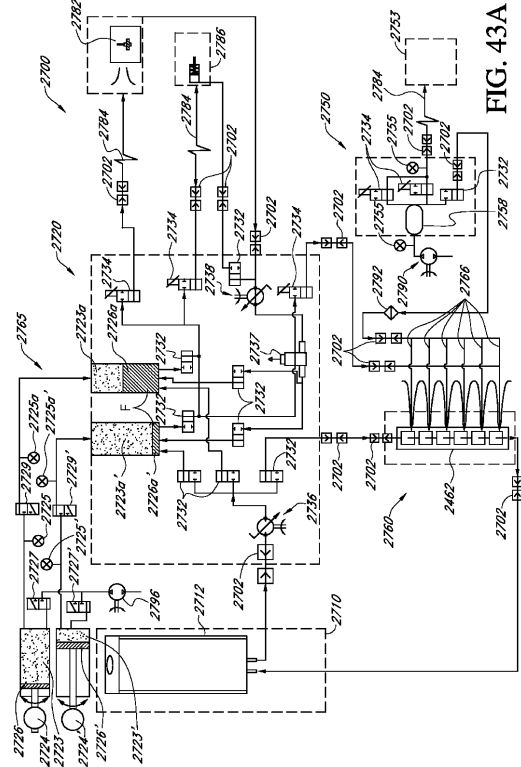
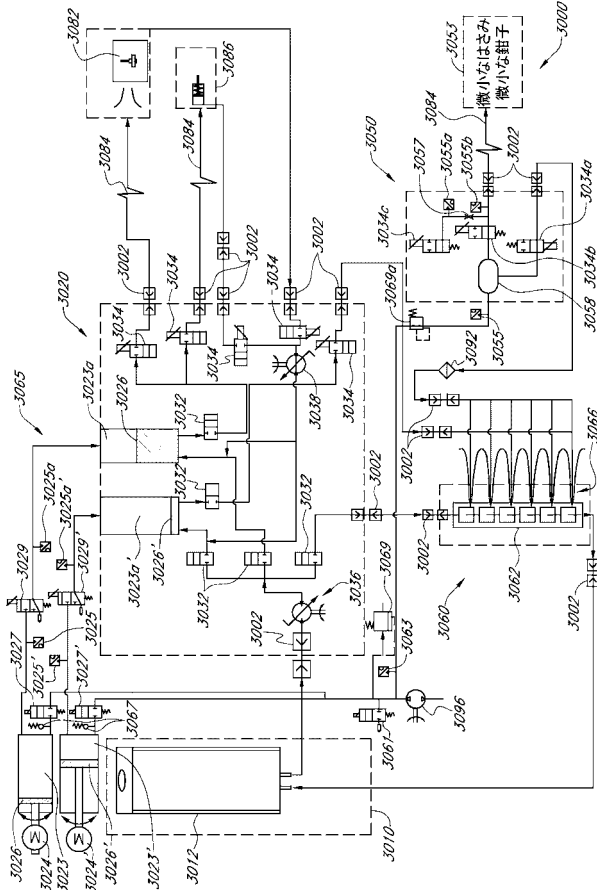


FIG. 43A

【 図 4 3 B 】



【 図 4 3 C 】

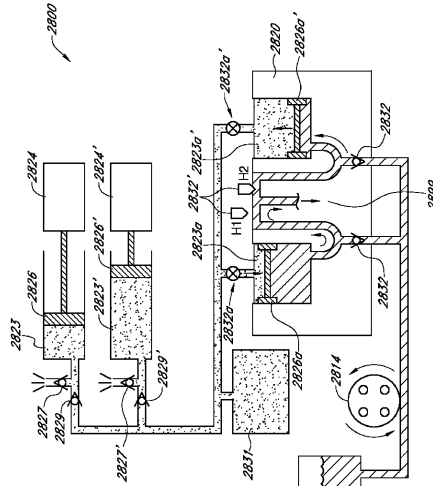


FIG. 43C

【 4 3 D 】

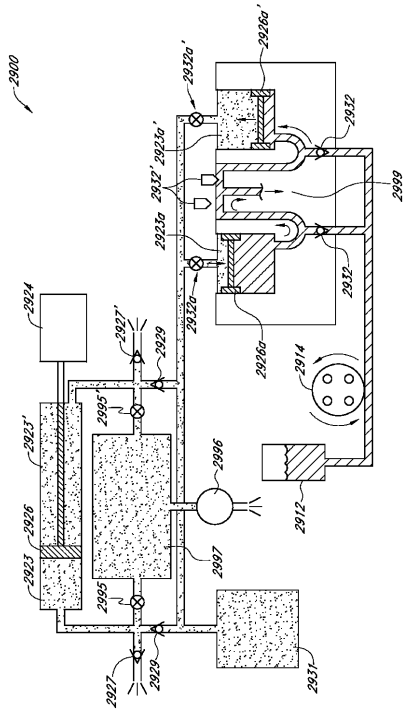


FIG. 43D

【 4 4 A 】

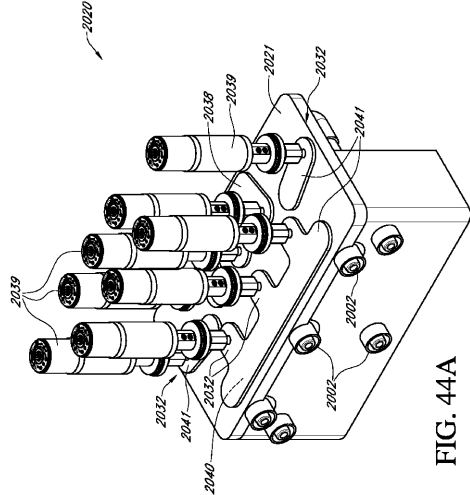


FIG. 44A

【 4 4 B 】

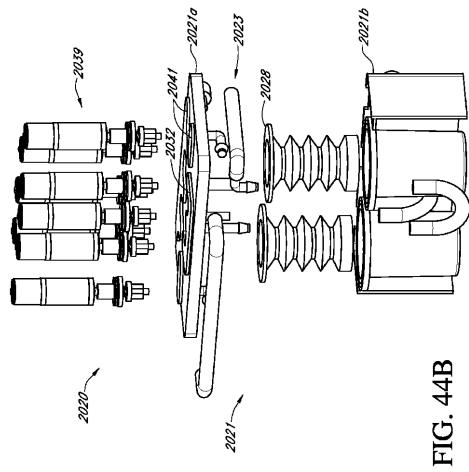


FIG. 44B

【 4 4 C 】

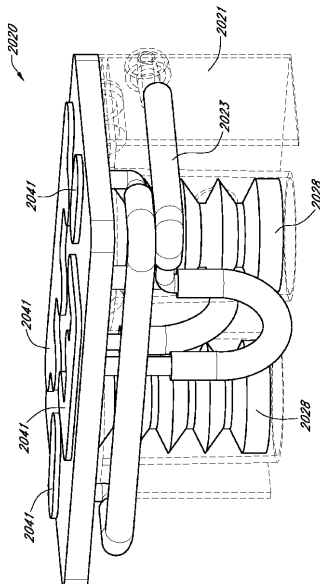


FIG. 44C

【 4 4 D 】

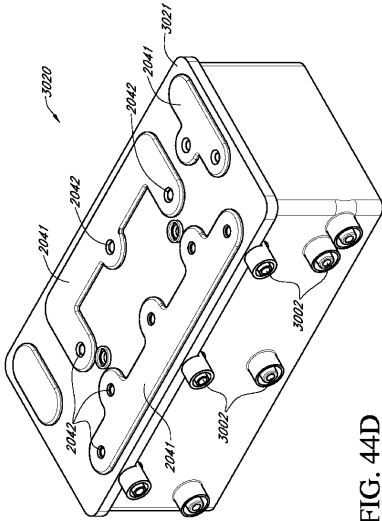


FIG. 44D

【 4 4 E 】

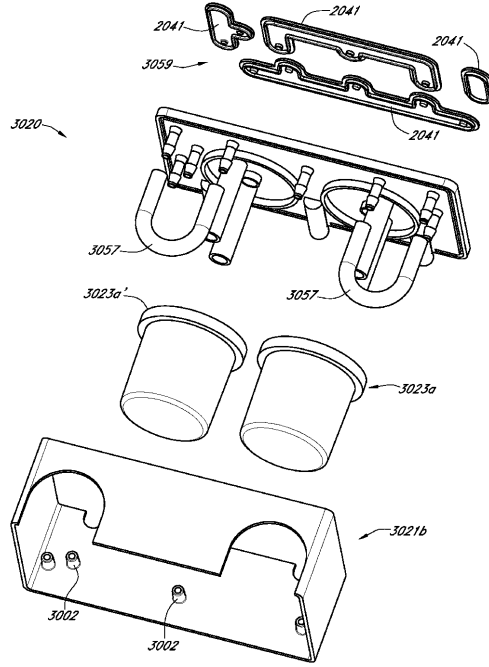


FIG. 44E

【 4 4 F 】

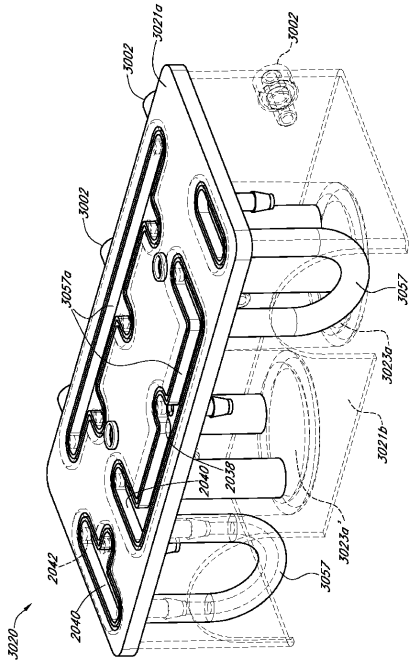


FIG. 44F

【 4 5 A 】

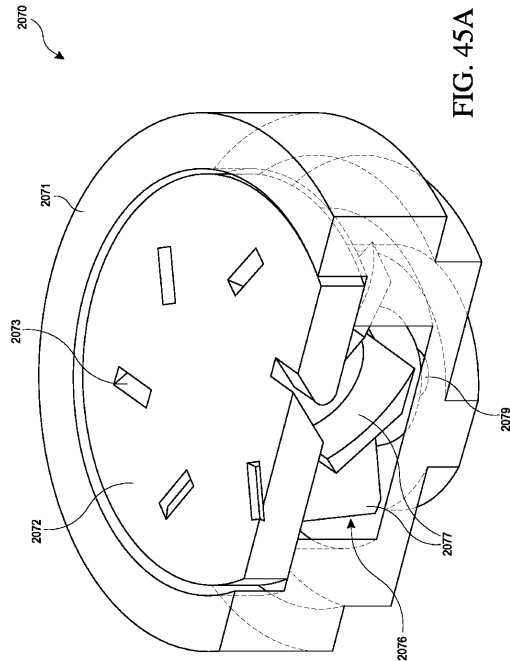


FIG. 45A

【 4 5 B 】

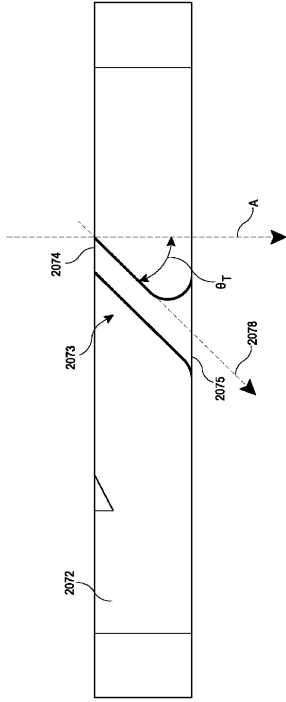


FIG. 45B

【 4 5 C 】

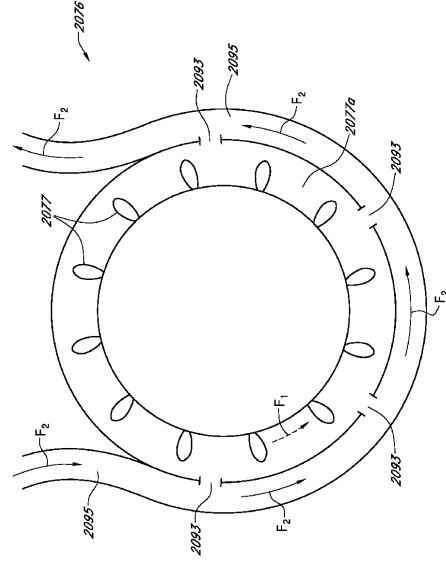


FIG. 45C

【 4 6 】

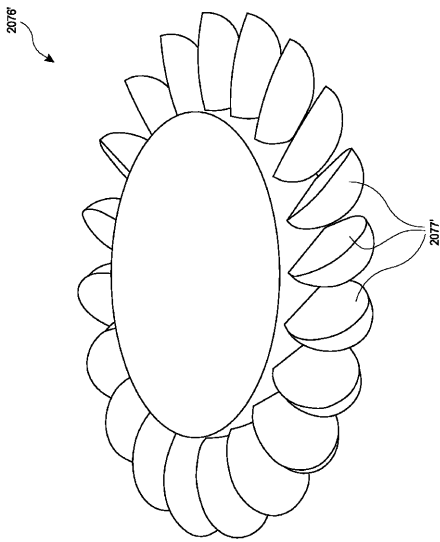


FIG. 46

【 4 7 A 】

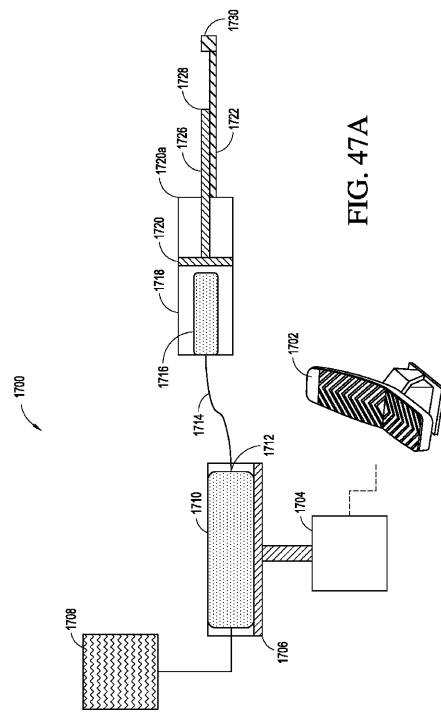


FIG. 47A

【 47 B 】

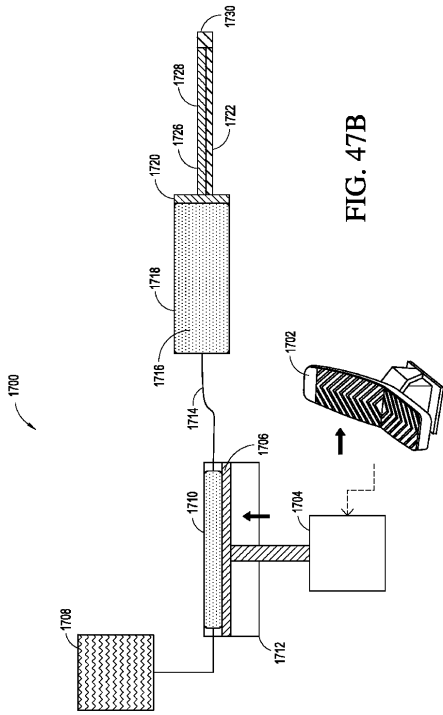


FIG. 47B

【 47 C 】

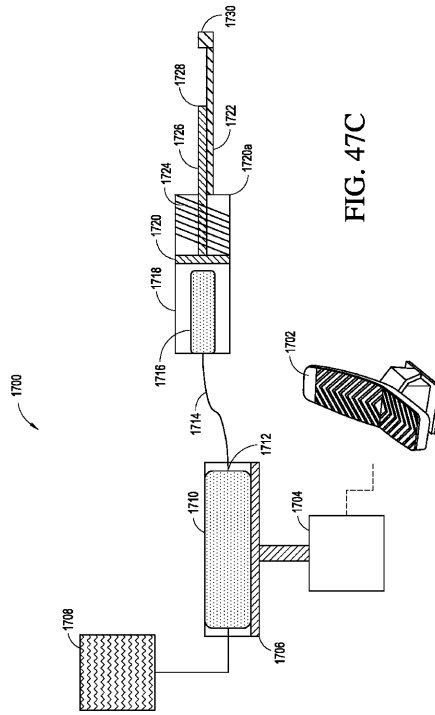


FIG. 47C

【 47 D 】

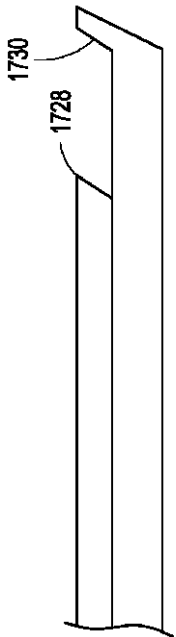


FIG. 47D

【 47 E 】



FIG. 47E

【 47 F 】

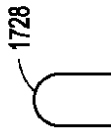


FIG. 47F

【 図 47 G 】

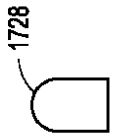


FIG. 47G

【 図 48 B 】

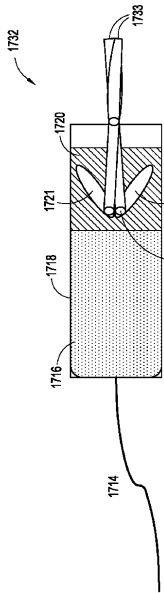


FIG. 48B

【 図 48 A 】

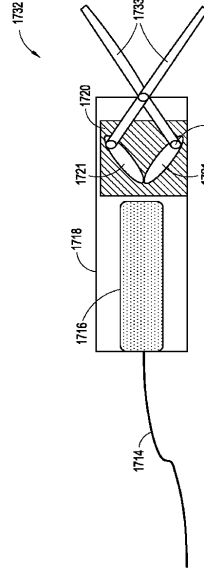


FIG. 48A

【 図 49 A 】

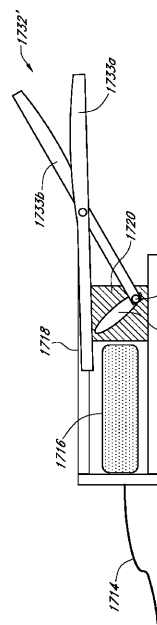


FIG. 49A

【 図 49 B 】

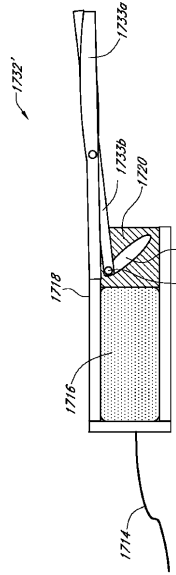


FIG. 49B

【 図 50 A 】

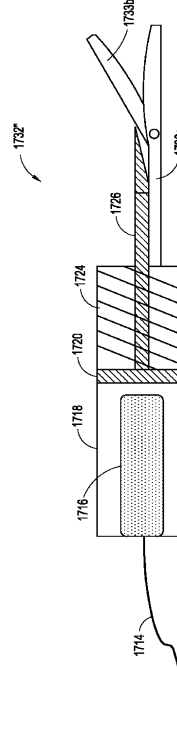


FIG. 50A

【 図 50 B 】

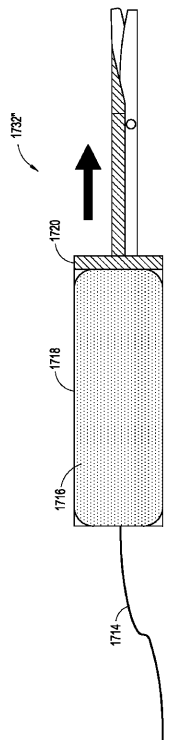


FIG. 50B

【 図 51 A 】

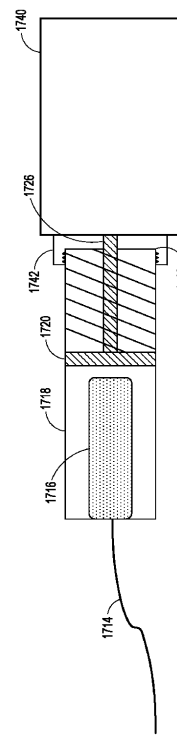


FIG. 51A



【 5 1 B 】

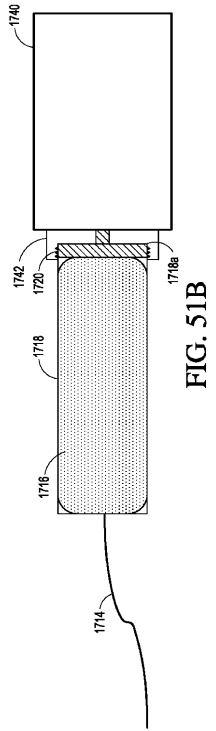


FIG. 51B

【 5 2 】

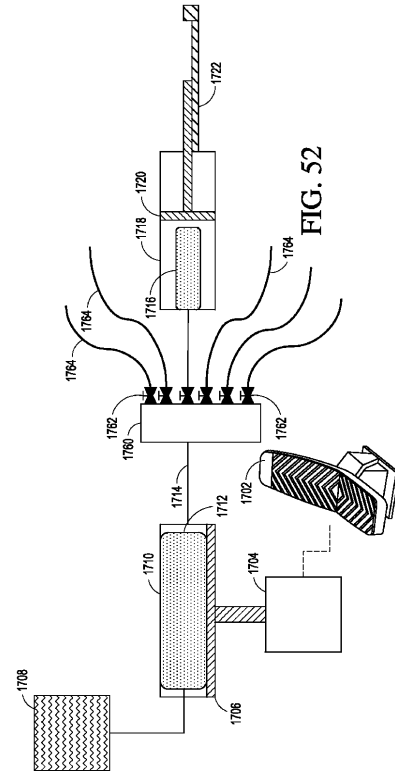


FIG. 52

【 5 3 】

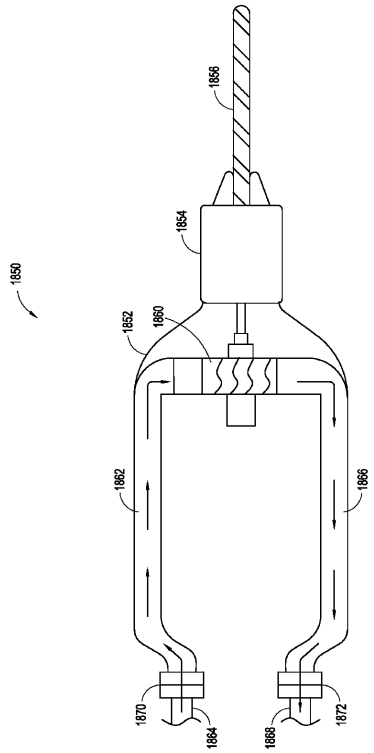


FIG. 53

【 5 3 A 】

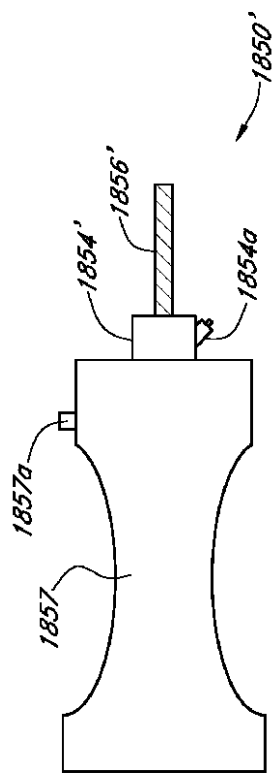


FIG. 53A

【 図 5 3 B 】

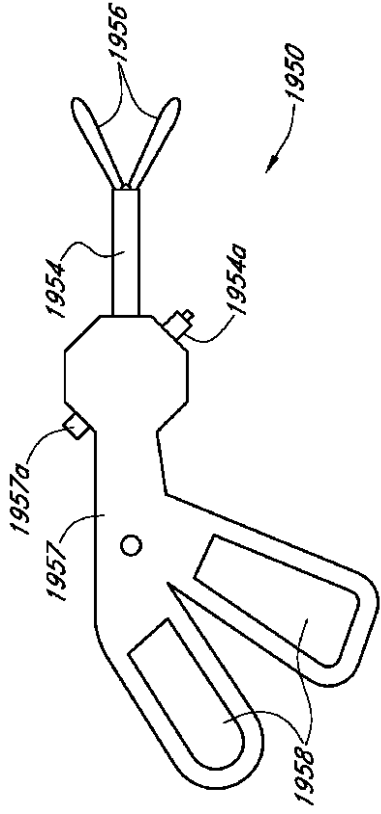


FIG. 53B

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/US2013/047972

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - A61B 17/00 (2013.01) USPC - 600/210 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - A61B 1/32, 17/00, 17/02, 19/00; F21V 33/00 (2013.01) USPC - 600/201, 202, 210, 214, 215, 219, 224 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - A61B 1/32, 17/02, 17/0206, 19/26 (2013.01) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents, Google		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/17661 A1 (MILLER et al) 15 April 1999 (15.04.1999) entire document	1, 3, 8-17, 19
A	US 2011/0034781 A1 (LOFTUS et al) 10 February 2011 (10.02.2011) entire document	1-80
A	US 2010/0312069 A1 (SUTHERLAND et al) 09 December 2010 (09.12.2010) entire document	1-80
A	US 2008/0300465 A1 (FEIGENWINTER et al) 04 December 2008 (04.12.2008) entire document	1-80
A	WO 2010/123578 A1 (LIPOW et al) 28 October 2010 (28.10.2010) entire document	1-80
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 December 2013		Date of mailing of the international search report 03 JAN 2014
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.:

PCT/US2013/047972

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See Continuation Sheet Attached)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
claims 1-60

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/047972

Continuation of Box III

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claims 1-60 are drawn to a medical apparatus.

Group II, claims 21-86 are drawn to a surgical visualization system.

The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

The special technical features of Group I, a medical apparatus comprising a surgical retractor configured to hold open an incision and thereby provide a pathway for access of surgical tools, and a plurality of video cameras disposed on the surgical retractor, are not present in Group II; the special technical features of Group II, a surgical visualization system comprising an image processing system in communication with a plurality of cameras, wherein the image processing system comprises one physical processor and is configured to receive video images acquired by the plurality of cameras, receive input, and provide output, are not present in Group I.

Unity exists between claims 1-60 (Group I) or between claims 21-86 (Group II). However unity does not exist between claims 1-20 and 61-86 since there exists no common special technical feature between independent claims 1, 12 and 61, 74 (see PCT Examination Guidelines Chapter 10 at 10.22 Example 2).

Further, Groups I and II share the technical features of a medical/surgical device comprising video cameras. However, these shared technical features do not represent a contribution over the prior art. Specifically, WO 99/17661 A1 to Miller et al. teaches of a medical/surgical device (10, Fig. 1; Abstract) comprising video cameras (Pg. 6, Lns. 3-6 regarding there may be multiple channels which allow introduction of endoscopic cameras; Pg. 7, Lns. 15-16 regarding a video or still camera...may be housed in or on a channel of shaft 30).

Since none of the special technical features of the Group I and II inventions are found in more than one of the inventions, unity of invention is lacking.

## フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/753,398  
 (32)優先日 平成25年1月16日(2013.1.16)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,362  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,162  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,485  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,635  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,509  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,582  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 13/802,577  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

Fターム(参考) 4C160 AA01 AA20