

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-29961
(P2018-29961A)

(43) 公開日 平成30年3月1日(2018.3.1)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
A 6 1 B 90/20 (2016.01) A 6 1 B 90/20 2 H 0 5 2
G 0 2 B 21/22 (2006.01) G 0 2 B 21/22

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 47 頁)

(21) 出願番号 特願2017-157117 (P2017-157117)
 (22) 出願日 平成29年8月16日 (2017.8.16)
 (31) 優先権主張番号 16184312.3
 (32) 優先日 平成28年8月16日 (2016.8.16)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 516114695
 ライカ インストゥルメンツ (シンガポール) プライヴェット リミテッド
 Leica Instruments (Singapore) Pte. Ltd
 .
 シンガポール国 シンガポール テバン
 ガーデنز クレセント 12
 12 Teban Gardens Cr
 escent, Singapore 6
 08924, Singapore
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アイゼル・フェリックス=ライ
 ンハルト

最終頁に続く

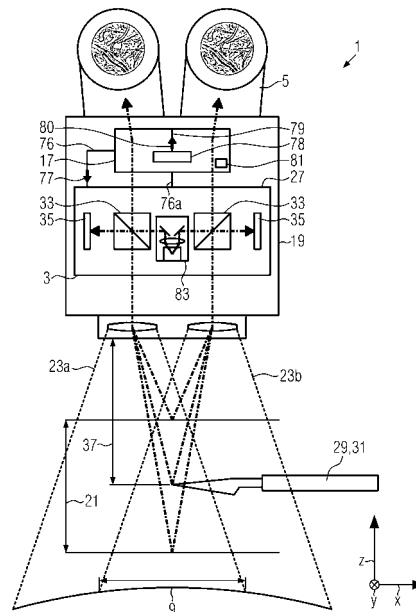
(54) 【発明の名称】 ジェスチャ制御機能を有する手術用顕微鏡、および、手術用顕微鏡のジェスチャ制御を行う方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 視野内対象物のジェスチャ検出ユニットにより、制御を行うことのできる手術用顕微鏡を提供する。

【解決手段】 対象物 2 9 の動き、例えば指および器具の少なくとも一方の動きを検出するジェスチャ検出ユニット 1 7 が設けられ、ジェスチャ検出ユニット 1 7 が、信号路 7 6 を介して光学イメージング装置 3 に接続されており、かつ対象物 2 9 の動きに基づいて信号路 7 6 を介して制御信号 7 7 を光学イメージング装置 3 へ出力するように構成されており、光学イメージング装置 3 が制御信号 7 7 に基づいてその状態を変更するように構成されていることを特徴とする手術用顕微鏡 1。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

視野（ 9 ）を有し、少なくとも部分的に前記視野（ 9 ）内に位置する検査領域（ 1 1 ）をイメージングする光学イメージング装置（ 3 ）を含む、
手術用顕微鏡（ 1 ）において、

前記手術用顕微鏡（ 1 ）は、

対象物（ 2 9 ）の動き（ 6 5 ）、例えば指および器具の少なくとも一方の動き（ 6 5 ）を検出するジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）をさらに含み、

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）は、信号路（ 7 6 ）を介して前記光学イメージング装置（ 3 ）に接続されており、

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）は、前記対象物（ 2 9 ）の前記動き（ 6 5 ）に基づいて、前記信号路（ 7 6 ）を介して制御信号（ 7 7 ）を前記光学イメージング装置（ 3 ）へ出力するように構成されており、

前記光学イメージング装置（ 3 ）は、前記制御信号（ 7 7 ）に基づいてその状態を変更するように構成されている、
ことを特徴とする手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 2】

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）は、前記検査領域（ 1 1 ）と前記光学イメージング装置（ 3 ）との間に位置し、かつ前記検査領域（ 1 1 ）から離間した検出領域（ 2 1 ）を有し、

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）のジェスチャ検出は、前記検出領域（ 2 1 ）内での前記対象物（ 2 9 ）の前記動き（ 6 5 ）に制限されている、
請求項 1 記載の手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 3】

前記検出領域（ 2 1 ）は、少なくとも部分的に前記検査領域（ 1 1 ）に重なる、
請求項 2 記載の手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 4】

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）は、前記検出領域（ 2 1 ）内での前記対象物（ 2 9 ）の 3 次元の動き（ 6 5 ）を区別する運動検出モジュール（ 7 8 ）をさらに含み、

前記運動検出モジュール（ 7 8 ）は、運動データ線路（ 7 9 ）を介して前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）に接続されており、

前記運動検出モジュール（ 7 8 ）は、前記対象物（ 2 9 ）の前記動き（ 6 5 ）に基づいて、前記運動データ線路（ 7 9 ）を介して運動データ信号（ 8 0 ）を前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）へ出力するように構成されている、

請求項 2 または 3 記載の手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 5】

前記ジェスチャ検出ユニット（ 1 7 ）は、前記運動データ線路（ 7 9 ）を介して前記運動検出モジュール（ 7 8 ）に接続された関係マッピングユニット（ 8 1 ）をさらに含み、

前記関係マッピングユニット（ 8 1 ）は、前記対象物（ 2 9 ）の動き（ 6 5 ）と、前記信号路（ 7 6 ）を介して前記光学イメージング装置（ 3 ）へ供給される制御信号（ 7 7 ）との間の関係をマッピングするように構成されている、

請求項 4 記載の手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 6】

前記光学イメージング装置（ 3 ）は、制御信号（ 7 7 ）に応じて位置を変化させる可動機械要素（ 8 2 ）を含む、

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の手術用顕微鏡（ 1 ）。

【請求項 7】

前記光学イメージング装置（ 3 ）は、該光学イメージング装置（ 3 ）に光学的に接続された投影ユニット（ 8 3 ）を含み、

前記投影ユニット（ 8 3 ）は、付加画像および / またはインタラクティブ画像（ 7 1 ）

10

20

30

40

50

を、イメージングされた前記検査領域(11)に少なくとも部分的に重なる少なくとも1つのインタラクション部(73)へ投影するように構成されている、請求項1から6までのいずれか1項記載の手術用顕微鏡(1)。

【請求項8】

光学イメージング装置(3)を含む手術用顕微鏡(1)のジェスチャ制御を行う方法であって、

基準点(38)に対する対象物(29)の動き(65)、特にジェスチャ検出ユニット(17)に対する例えば指および器具の少なくとも一方の動き(65)を非接触で検出する、かつ/または前記対象物(29)から前記基準点(38)までの距離(37)を非接触で検出するステップと、

前記対象物(29)の前記動き(65)に基づいて前記光学イメージング装置(3)を制御するステップと

を含む、方法。

【請求項9】

前記方法は、前記対象物(29)の距離および/または運動データを計算ユニットに供給するステップをさらに含む、

請求項8記載の方法。

【請求項10】

前記方法は、検出された前記対象物(29)の前記動き(65)を区別するステップをさらに含む、

請求項8または9記載の方法。

【請求項11】

前記方法は、前記対象物(29)の前記動き(65)を予め定められた動きのパターンと比較するステップをさらに含む、

請求項8から10までのいずれか1項記載の方法。

【請求項12】

前記方法は、前記対象物(29)の前記動き(65)に基づいて、前記手術用顕微鏡(1)の可動機械要素(82)を制御するステップをさらに含む、

請求項8から11までのいずれか1項記載の方法。

【請求項13】

前記方法は、

少なくとも1つの付加画像および/またはインタラクティブ画像(71)を、イメージングされた検査領域(11)の少なくとも1つのインタラクション部(73)へ投影するステップと、

前記対象物(29)の前記動き(65)を、予め定められたインタラクション運動のパターンと比較するステップと、

前記少なくとも1つのインタラクション部(73)内の前記対象物(29)の動き(65)に基づいて、前記光学イメージング装置(3)および/または前記手術用顕微鏡(1)を制御するステップと、

をさらに含む、

請求項8から12までのいずれか1項記載の方法。

【請求項14】

前記方法は、

前記対象物(29)を光学的に検出するステップと、

前記対象物(29)のタイプを識別するために、検出された前記対象物(29)と予め定められた対象物のパターンとを比較するステップと、

前記対象物(29)の前記タイプに基づいて少なくとも2つの関係マップのいずれかを選択するステップと

をさらに含む、

請求項8から13までのいずれか1項記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

請求項 8 から 14 までのいずれか 1 項記載の方法を実行するように構成された、非一時性の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、視野を有し、少なくとも部分的に視野内に位置する検査領域をイメージングする光学イメージング装置を含む、手術用顕微鏡に関する。本発明はさらに、光学イメージング装置を含む手術用顕微鏡のジェスチャ制御を行う方法に関する。

【0002】

手術用顕微鏡は、術者が外科手術を行うために手術領域に容易にアクセスできるよう、手術領域での低倍率および比較的大きな作動距離を提供することを目的とした光学デバイスである。手術領域または検査領域は、通常は光学イメージング装置によってイメージングされ、当該光学イメージング装置により、通常は立体視アイピースを介してかつ/またはモニターもしくはスクリーンを介して、術者の目に対し、検査領域の画像が形成される。当該アイピースまたはモニターもしくはスクリーンは、光学イメージング装置でイメージングされかつ画像記録用カメラによって検出された画像を表示する。

10

【0003】

手術用顕微鏡は、術者の手術への集中維持の妨げが最小となるように設計されている。しかし、手術ワークフローは、術者が、例えば焦点、ズーム、視野など、すなわち、その時点で観察している手術領域もしくは検査領域の顕微鏡パラメータを変更するときに妨げられる。こうした顕微鏡パラメータの変更には、術者が手術器具から手を離し、顕微鏡のインタラクション手段、例えば顕微鏡ハンドル、ボタンおよび調整ホイールなどを操作することが要求される。

20

【0004】

したがって、手術中に何らかの顕微鏡パラメータを変更するには、従来技術の手術用顕微鏡を利用している術者は、顕微鏡のインタラクション手段に手を伸ばしてこれを操作すべく、手術器具を作業場所などに置かなければならない。こうした術者の調整操作によって、手術ワークフローが中断されて術者の集中が失われることがあり、そのため、この術者は、顕微鏡アイピースから視線を外して異なる周囲光条件へ適応するという不便を強いられる。さらに、こうした調整は患者での手術を遅延させることがある。また、手術器具を置く必要から、汚染の危険も増大する。加えて、術者は、最適でない顕微鏡設定、すなわち、上述した不便および遅延を回避するための改善の余地をいまだ有する設定を利用することになりかねない。

30

【0005】

上述した不便性は、フットスイッチおよびマウススイッチなどの、術者が顕微鏡を足もしくは口で制御できるようにする従来技術手段の開発をもたらした。フットスイッチまたはマウススイッチを利用すれば上述した欠点のうち幾つかは克服できるかもしれないが、こうした従来技術手段は直感的でなく、トレーニングを要し、全ての術者にとって便利であるとはいえない状態にとどまっている。さらに、フットスイッチは、手術用顕微鏡の視野の制御には適しておらず、手動制御と同等の正確性は得られない。したがって、顕微鏡ハンドルは顕微鏡の制御および顕微鏡とのインタラクションのための主たる手法として用いられ続けている。

40

【0006】

したがって、本発明の課題の 1 つは、既存の手術用顕微鏡を、特に妨害のない手術ワークフローの点で、それぞれ例えば調整による妨害が最小に保たれる手術ワークフローの点で、さらに発展させた手術用顕微鏡を提供することにある。

【0007】

さらに、本発明の課題の別の 1 つとして、当該手術用顕微鏡と同じ利点を提供できる方法を提供することも挙げられる。

50

【0008】

冒頭に言及した形式の手術用顕微鏡では、上記課題は、本発明にしたがって、手術用顕微鏡がさらに、対象物の動き、例えば指および器具の少なくとも一方の動きを検出するジェスチャ検出ユニットを含み、このジェスチャ検出ユニットが、信号路を介して光学イメージング装置に接続されており、かつ対象物の動きに基づいて信号路を介して制御信号を光学イメージング装置へ出力するように構成されており、光学イメージング装置が制御信号に基づいてその状態を変更するように構成されていることにより、解決される。

【0009】

冒頭に言及した形式の方法では、上記課題は、本発明にしたがって、基準点に対する動き、特にジェスチャ検出ユニットに対する対象物の動き、例えば指および器具の少なくとも一方の動きを非接触で検出する、かつ/または対象物から基準点までの距離を非接触で検出するステップと、対象物の動きに基づいて光学イメージング装置を制御するステップとを含む方法により、解決される。

10

【0010】

以下では、本発明のさらなる実施形態を説明する。ここで説明するさらなる実施形態はそれぞれ、固有の利点および技術的效果を有し、よって、説明する他のいずれの実施形態とも任意に組み合わせることができる。

【0011】

対象物の動きは、手術用顕微鏡の隣接域で、好ましくは術者の手の届く範囲内で検出可能である。より好ましくは、対象物の動きは、光学イメージング装置と検査領域との間で検出される。

20

【0012】

動きまたは距離の非接触での検出は、光学手段または超音波手段によって実現可能である。

【0013】

手術用顕微鏡の隣接域での対象物の動きの検出とは、術者が顕微鏡の側方に手を配し、何も触らずに顕微鏡を回転させまたはその位置を変えることのできる仮想ハンドルとして作用させることができるという利点を有する。

【0014】

ジェスチャ制御の基準点は予め定めることができ、したがって好ましくはジェスチャ検出ユニットであってよい。当該基準点を検査領域内に配置することもできる。いずれの場合にも、対象物の絶対位置は、対象物の相対運動または相対位置の計算にしか用いられない。

30

【0015】

こうした本発明の手術用顕微鏡は、術者が手術プロシージャへの集中を維持できるという利点、ジェスチャによる手術用顕微鏡の制御は顕微鏡ハンドルによる制御よりも迅速に行えるため手術用顕微鏡の調整もしくは再調整中に遅延が発生しないという利点、および、術者が手術用顕微鏡の調整もしくは再調整のために手術器具を置く必要がないので汚染の危険が最小化されるという利点を有する。また、例えばフットスイッチもしくはマウススイッチを用いる場合よりも、手術用顕微鏡の手動制御はいっそう正確となる。このように、本発明の利点の1つは、術者の注意を逸らしたりまたは手術ワークフローを妨害したりせず、術者および手術ワークフローを支援できる手術用顕微鏡を提供できることである。

40

【0016】

本発明のジェスチャ制御機能を有する手術用顕微鏡のさらなる利点は、手術用顕微鏡の直感的操作が可能となり、スマートフォンのオペレーティングシステムに類似した手術用顕微鏡のインタラクティブな操作手段と、手術用顕微鏡に既存の要素すなわち3Dカメラまたは微分干渉コントラストユニット(DICユニット)を用いた本発明のジェスチャ制御を実現する手段とが得られ、既存の安価な手術用顕微鏡のアップグレードが提供されることである。さらに、本発明は、ボタン、フットスイッチまたはマウススイッチなどの可

50

視の要素を追加する必要がないので、既存の手術用顕微鏡の外観を変化させない。

【0017】

ジェスチャとは、指もしくは器具などの1つの対象物の動き、または、2つの対象物相互の相対運動、または、1つもしくは複数の対象物の回転であると理解されたい。1つもしくは複数の対象物の回転は、いずれかの空間軸線を中心として、例えばイメージング軸線に対して垂直なまたは平行な軸線を中心として行うことができる。こうした空間軸線を中心とした回転は任意に組み合わせ可能である。

【0018】

本発明の手術用顕微鏡は、検出ユニットによって検出可能な複雑なジェスチャのセット、例えば親指を立てる、掌を開く、掌を閉じるなどを含むことができる。さらに、任意の数の指の検出、例えば2本の指の検出も、ジェスチャ検出ユニットによって1つのジェスチャとして解釈することができる。

10

【0019】

対象物の動きは手術領域に対してほぼ平行な平面において行うことができ、これは水平運動と称することができる。イメージング軸線に対して平行な対象物の動きは、垂直運動と称することができる。

【0020】

手術領域は、検査領域と称することもでき、手術もしくは検査を受ける患者の一部であって、手術用顕微鏡の視野としてアドレッシング可能な部分であると理解されたい。手術用顕微鏡の視野は、顕微鏡の対物レンズの開口数と、対物レンズから検出領域までの距離とによって定められる。検出領域は、光学イメージング装置の光軸に対して、特に、光学イメージング装置のうち検査領域に面する光学要素の光軸すなわちその時点で適用されている顕微鏡対物レンズの光軸に対して、ほぼ垂直である。

20

【0021】

手術用顕微鏡は、顕微鏡を支持するアームを含むことができ、このアームはスタンドに取り付け可能である。手術用顕微鏡には通常、ステージは設けられないが、付加的なステージを有するように修正した構成も可能である。

【0022】

対象物の動きは、光学イメージング装置の視野内で検出可能である。言い換えれば、対象物の動きが光学イメージング装置の視野内で検出可能であるとは、つまり、対象物とその動きとが光学イメージング装置によってイメージングされ、術者が視認できるということである。

30

【0023】

手術用顕微鏡はさらに、全体的な立体視アイピースのうち1つのアイピースが用いられたか、2つのアイピースが用いられたか、または、どちらのアイピースも用いられなかったかを判別するアイピース制御ユニットを含むことができる。ここでの判別部は、術者が顔をアイピースに近づけた場合にアイピースを起動可能な接近センサとして理解できる。

【0024】

術者が片方の目のみを立体視アイピースに近づけた場合、使用されるほうのアイピースのみを起動可能であり、つまりこのアイピースのみに、イメージングされた手術領域を供給可能である。術者の妨げとならないよう、使用されないアイピースは起動されない。つまり、使用されないアイピースによる、イメージングされた検査領域または手術領域への障害光は伝送されない。

40

【0025】

立体視アイピースの2つのアイピースのどちらも使用されない場合、手術用顕微鏡は照明のオフ切り替えを開始できる。照明のオフ切り替えは、好ましくは予め定められた遅延時間の後に実行可能となる。したがって、術者に対する短時間の中断は、手術用顕微鏡の照明の切り替えが開始されるほど長くはならない。

【0026】

また、片方のみのアイピースの使用の検出は、術者のジェスチャとして解釈することも

50

できる。手術用顕微鏡が片方のみのアイピースの使用を検出した場合、ジェスチャ検出ユニットは、このジェスチャを左右の選択と解釈することができ、これは、例えば手術用顕微鏡の初期化中の照明または倍率の選択などであってよい。

【0027】

本発明の手術用顕微鏡の別の実施形態によれば、対象物のこうした動きを実行し、光学イメージング装置の視野の隣接域で、検査領域に面する対物レンズの光軸に対して垂直な方向で検出することができる。好ましくは、検出は、視野のうち術者が指および/または器具を届かせるのに都合がよい一方側で実行され、ここで、本発明の手術用顕微鏡のこの実施形態では、指および/または器具は、アイピースまたは顕微鏡のスクリーンを介しても術者に不可視である。

10

【0028】

ジェスチャ検出ユニットは、光検出によって、つまり非接触で、対象物の動きを検出する。制御信号は、電気線路を介してアナログ信号またはデジタル信号の形態で出力可能であり、また、無線で受信器へ伝送することもできる。制御信号の無線伝送は、例えば、制御信号がジェスチャ制御ユニットから離れた位置にある手術用顕微鏡の被制御部材へ送信されるために電気線路の故障の危険、例えば電気線路での障害の危険が増大するような場合に有利である。

【0029】

ジェスチャ検出ユニットは、手術用顕微鏡に組み込んで設けることができる。つまり、ジェスチャ検出ユニットは既存のあらゆる手術用顕微鏡に統合可能である。

20

【0030】

また、ジェスチャ検出ユニットを、手術用顕微鏡に取り付けられる別個のユニットとして構成し、手術用顕微鏡のワイヤケーブルまたは無線コネクション手段に接続することもできる。

【0031】

本発明の手術用顕微鏡の第1の有利な実施形態では、ジェスチャ検出ユニットは、検査領域と光学イメージング装置との間に位置しかつ検査領域から離間した検出領域を含み、ここで、ジェスチャ検出ユニットのジェスチャ検出は、当該検出領域内での対象物の動きに限定される。

【0032】

こうした検出領域は、ジェスチャすなわち対象物の動きを検出するための3次元ボリュームと解釈すべきである。当該検出領域の外側では、対象物の動きは、光学イメージング装置へ出力される制御信号を形成しない。検出領域を検査領域から離れた位置に定めることにより、検査領域で患者の手術が行われている間、術者、特に例えばメスなどの器具によって手術用顕微鏡が調整もしくは再調整されることはないという利点を得られる。つまり、検査領域のうち光学イメージング装置によってイメージングされた部分は変更されず、術者が例えば視野の変化などによって注意を逸らされることがない。ただし、指を検出領域内へ動かすことにより、術者が手術用顕微鏡の調整もしくは再調整を行うこともできる。

30

【0033】

本発明の手術用顕微鏡の第2の有利な実施形態では、検出領域は、少なくとも部分的に検査領域に重なる。当該実施形態では、検査領域のうち、光学イメージング装置によってイメージングされてアイピースまたはスクリーンを介して術者が視認できる部分が、動く対象物をもイメージングする。このことにより、術者が対象物の動きを正確に監視できるという利点を得られる。

40

【0034】

検出領域は、光学イメージング装置の視野を越えて延在可能である。つまり、対象物の動きの検出は、視野によって制限されるのでない検出領域において、視野の外側で行われる。視野を越えて延在する検出領域は、例えばパン（顕微鏡の対物レンズの光軸に対してほぼ垂直な平面における手術領域もしくは検査領域のシフト）またはズーム（倍率変更）

50

などの手術用顕微鏡の所定の調整にとって有利でありうる。

【0035】

本発明の手術用顕微鏡の別の有利な実施形態では、ジェスチャ検出ユニットはさらに、検出領域内の対象物の3次元の運動を区別する運動検出モジュールを含み、この運動検出モジュールは、運動データ線路を介してジェスチャ検出ユニットに接続され、かつ対象物の動きに基づいて運動データ線路を介して運動データ信号をジェスチャ検出ユニットへ出力するように構成される。

【0036】

運動検出モジュールは、その時点で適用されている顕微鏡の対物レンズの光軸に対してほぼ垂直な検出平面で行われた動きを区別できる。つまり、検出平面は検査領域に対してほぼ平行であり、検出領域内に位置する。検出領域はその時点で適用されている顕微鏡の対物レンズの光軸に沿って延在するので、多様な検出平面が可能である。

10

【0037】

運動検出モジュールは、検出平面内の対象物の動きと、検出平面に対してほぼ垂直な方向に沿った対象物の動きとを区別できる。

【0038】

運動検出モジュールは、さらに、対象物までの距離に依存する距離信号を形成するように構成可能な距離検出ユニットを含むことができる。距離検出ユニットは、距離線路を介して距離信号をバイナリ比較器へ供給でき、このバイナリ比較器によって、対象物がある時点で適用されている顕微鏡の対物レンズの光軸に沿った方向で検出領域内にあるかが判別される。

20

【0039】

運動検出モジュールはさらに、検出平面内の動きと検出平面に対して垂直な動きとを組み合わせた動き、すなわち3次元の運動を検出するように構成可能である。

【0040】

本発明の手術用顕微鏡の別の有利な実施形態では、ジェスチャ検出ユニットはさらに、運動データ線路を介して運動検出モジュールに接続された関係マッピングユニットを含み、この関係マッピングユニットは、対象物の動きと、信号路を介して光学イメージング装置へ供給される制御信号との間の関係をマッピングするように構成される。

【0041】

関係マッピングユニットは、非一時性の記憶媒体に格納可能な、特定の制御信号と対象物の動きのパターンとの双方向固有の対応関係を表す関係マップを形成するように構成可能である。

30

【0042】

関係マッピングユニットはさらに、対象物の運動データを受信して、測定された動きのパターンに対応して見出された特定の動きのパターンを符号化した信号を出力する、類似性ユニットを含むことができる。

【0043】

関係マッピングユニットは、計算ユニットに接続可能であるか、または、計算ユニットを含むことができる。計算ユニットは、マイクロコントローラまたはパーソナルコンピュータなどであってよい。計算ユニットは、一般に、または、サービスおよびメンテナンス中のみ、ユーザとのインタラクションが可能である。計算ユニットはさらに、ユーザ特有の対象物の動きを関係マップに記録するように構成可能である。

40

【0044】

本発明の手術用顕微鏡の別の有利な実施形態では、光学イメージング装置は、制御信号に応じて位置を変化させる可動機械要素を含む。当該実施形態によれば、術者が手術用顕微鏡を機械的に制御できるという利点、例として、例えば患者領域および手術領域の種々の領域をイメージングすべく、検査領域の部分に対して視野を移動させることができるという利点が得られる。

【0045】

50

さらに、手術用顕微鏡の機械要素が、位置および/または光強度および/または適用されるフィルタの点で調整可能な、かつ/または照明手段に対する類似の調整が可能な、可動照明手段を含む構成も考えられる。

【0046】

本発明の手術用顕微鏡の別の有利な実施形態では、光学イメージング装置は、この光学イメージング装置に光学的に接続された投影ユニットを含み、この投影ユニットは、付加画像および/またはインタラクティブ画像を、イメージングされた検査領域に少なくとも部分的に重なる少なくとも1つのインタラクション部に投影するように構成される。

【0047】

投影ユニットは、手術用顕微鏡の転用性およびインタラクション性の増大という利点を有する。

10

【0048】

投影ユニットは、画像のオーバーレイの可能なビームコンバイナを介して、光学イメージング装置に光学的に接続できる。別の実施形態では、投影ユニットは、付加画像および/またはインタラクティブ画像を直接に現実画像として検査領域に投影することができる。なおここでは、視認性のために、仮想画像をオーバーレイすることが好ましい。

【0049】

インタラクション部とは、イメージングされた検査領域の一部であって、好ましくはイメージングされた検査領域の縁に位置する部分、より好ましくは角に位置する部分であると理解されたい。つまり、インタラクション部とは、イメージングされた検査領域のうち、手術用顕微鏡のアイピースまたはスクリーンを介してのみ可視となりうる仮想セクションである。

20

【0050】

投影ユニットによる付加画像および/またはインタラクティブ画像のオーバーレイは、例えば、不透明なオーバーレイまたは半透明なオーバーレイで実行可能である。

【0051】

投影ユニットは、手術用顕微鏡のパラメータ、または、例えば患者のバイタルサインを含む画像を投影することができる。投影画像はさらに、本発明の方法に関連して以下に説明する機能を有する投影仮想ボタンとしても機能しうる。

【0052】

上で言及した本発明の方法は主として2つのステップを有する。第1のステップでは、対象物の動きが、光学的に、つまり非接触方式で、検出される。動きの検出とは、その時点で適用されている顕微鏡の対物レンズの光軸に対してほぼ垂直な平面内の動きと、対象物からジェスチャ検出ユニットまでの距離の検出とをいう。よって、本発明の方法は、対象物の3次元の運動を検出するように構成される。

30

【0053】

第2のステップでは、ジェスチャ検出ユニットが、対象物の動きに基づいて光学イメージング装置を制御する制御信号をこの光学イメージング装置へ供給する。

【0054】

本発明の方法の第1の有利な実施形態では、当該方法はさらに、対象物の距離および運動データを計算ユニットへ供給するステップを含む。対象物の距離および運動データはデータ線路を介して供給可能であり、ここで、データはアナログまたはデジタルで符号化可能である。計算ユニットは、受信した対象物の距離および運動データを一時記憶するように構成可能である。

40

【0055】

本発明の方法の第2の有利な実施形態では、当該方法はさらに、検出された対象物の動きを区別するステップを含む。当該区別の第1のステップは、検査領域に対して平行に配向された平面内の対象物の動きと、検査領域に対してほぼ垂直な方向の動き、すなわち、その時点で適用されている顕微鏡対物レンズの光軸に対して平行な動きとを区別すること、または、これら2つの組み合わせ運動を区別することであってよい。

50

【0056】

本発明の方法の別の有利な実施形態には、対象物の動きと予め定められた動きのパターンとを比較するさらなるステップが含まれる。当該ステップ中、計算ユニットに格納可能な対象物の距離および運動データは、例えば関係マップに格納可能な、予め定められた動きのパターンと比較される。当該関係マップは、読み出され、測定された距離および動いている対象物の運動データと比較される。関係マップの項目それぞれにつき、測定された対象物の動きと対応する予め定められた動きのパターンとの類似度を表す類似値を出力でき、類似値どうしを比較して順序づけることができる。ここでは、測定された動きと予め定められた運動のパターンとの最高類似度を表す最高類似値を出力可能である。

【0057】

本発明の方法の別の実施形態では、当該方法がさらに、対象物の動きに基づいて手術用顕微鏡の可動機械要素を制御するステップを含むと有利である。

【0058】

当該方法の当該ステップでは、制御信号は、ジェスチャ検出ユニットによって形成され、信号路または無線コネクションを介して手術用顕微鏡の受信器へ供給される。当該受信器は制御信号を受信して解釈し、続いて、受信した制御信号に応じて手術用顕微鏡のステータスの変更を開始する。

【0059】

本発明の方法の別の有利な実施形態では、当該方法はさらに、少なくとも1つの付加画像および/またはインタラクティブ画像を、イメージングされた検査領域の少なくとも1つのインタラクション部へ投影するステップと、対象物を予め定められたインタラクション運動のパターンと比較するステップと、少なくとも1つのインタラクション部内の対象物の動きに基づいて、光学イメージング装置および/または手術用顕微鏡を制御するステップとを含む。

【0060】

こうした実施形態は、転用性および術者による非接触での光入力に应答して実行可能な機能性が増大されるという利点を有する。

【0061】

当該実施形態では、イメージングされた検査領域の少なくとも1つのインタラクション部へ投影される付加画像および/またはインタラクティブ画像は、手術環境および/または患者のデータの画像を含むことができる。このような投影画像は、患者のバイタルサインまたは手術用顕微鏡のパラメータまたは術者に関心ある類似のデータであってよい。

【0062】

当該方法は、対象物の位置とイメージングされた検査領域の少なくとも1つのインタラクション部の位置とを比較するように構成可能であり、さらに、対象物がインタラクション部内に位置することが検出された場合、第2の関係マップのローディングを開始することができる。第2の関係マップは、対象物がインタラクション部外の検出領域で検出された場合にローディングされる第1の関係マップと同様に、予め定められた動きのパターンの種々のセットを含むことができる。

【0063】

オフライン動きが検出された後、当該方法の当該実施形態では、手術用顕微鏡の設定の変更、例えば手術用顕微鏡の照明モードもしくはイメージングモードの変更、検査領域においてその時点で観察されている部分の画像保存、または、実行すべき類似の機能を開始することができる。

【0064】

オフライン運動とは、ユーザが対象物とインタラクションした後に、すなわち、対象物の運動後に実行される所定の操作を開始することであると理解されたい。例えば、顕微鏡のイメージングモードの変更は、対象物のマウスクリックに類似した垂直運動が検出された後に実行できる。反対に、オンライン運動とは、対象物が動いている間に所定の操作を直接に開始することであり、例えばイメージングされた検査領域のパン、ズームまたはチ

10

20

30

40

50

ルトが挙げられる。

【0065】

本発明の方法の別の有利な実施形態では、当該方法はさらに、対象物を光学的に検出するステップと、対象物のタイプを識別するために、検出された対象物と予め定められた対象物のパターンとを比較するステップと、対象物のタイプに基づいて少なくとも2つの関係マップからいずれかを選択するステップとを含む。当該方法の当該実施形態は、対象物によって制御できる可能パラメータが対象物に応じて定められるという利点を有する。つまり、メスが検出された場合、このメスの動きに基づいて行える操作を、指が検出された場合に行える操作と区別できる。このことは例えば、メスが検出された場合に、意図しないメスでの切除を回避するために、患者の動きを非アクティブ化できるという意味で、有利である。

10

【0066】

さらに、メスが検出された場合にローディングされる関係マップは、指が検出された場合にローディングされる関係マップより精細な調整段階を有することができる。こうした区別により、手術用顕微鏡の粗調整を術者の指によって実行できる一方、メスが使用される場合には微調整を実行できる。

【0067】

当該方法の当該実施形態では、2つ以上の異なる対象物が検出される場合、例えばメスまたは指のどちらの対象物が対応する関係マップのローディングを開始したかを判別するさらなるステップを含むことができる。対象物の動きにマッピングされた手術用顕微鏡の操作の所定のサブセットを全ての操作モードに設けることができ、ここで、種々の操作モードにおいて粗調整または微調整を行うことができる。

20

【0068】

本発明の手術用顕微鏡および本発明の方法のジェスチャ検出は、適切なモデルおよびアルゴリズム、例えば3Dモデルベースアルゴリズム、アピアランスベースアルゴリズム、スケルトンベースアルゴリズムおよび類似のアプローチを基礎とすることができる。

【0069】

ジェスチャ検出は、典型的には、ステレオカメラ、深度認識カメラ、シングルカメラまたはマルチ距離検出ユニットによって実行可能である。

【0070】

上述したいずれかの実施形態における本発明の方法は、適切なタイプの非一時性の記憶媒体によって実現される。非一時性の記憶媒体は、例えば、CDもしくはDVDなどの光学記憶媒体、FDもしくはHDDなどの磁気記憶媒体、または、電荷蓄積に基づく非一時性記憶媒体（フラッシュメモリ）であってよい。これらの非一時性記憶媒体は、マイクロコントローラ内またはユーザのための入出力手段を提供しうるパーソナルコンピュータ内に配置可能である。

30

【0071】

以下では、対象物の可能な動きの幾つかの例を、手術用顕微鏡の対応する可能な調整操作とともに示す。

【0072】

以下の説明では、例となる座標系として、検査領域に対して平行な平面に配置されたx軸およびy軸と検査領域に対してほぼ垂直に配向されたz軸との、相互に垂直に配向された3軸を含む座標系を導入する。検査領域のうち術者に可視となるイメージング部分に対して、x軸は、術者が観察する画像の左側から右側へ延在するように配向可能である。y軸は、当該x軸に対して垂直に配向可能であり、術者が観察する画像の下方から上方へ延在可能である。z軸は、検査領域から手術用顕微鏡の光学イメージング装置へ向かうように配向可能である。

40

【0073】

このように定義される座標系では、単独の対象物の動きは、x軸に沿って、および、y軸に沿って、および、x軸に沿った動きとy軸に沿った動きとから成る1方向に沿って行

50

うことができる。ジェスチャ検出ユニットが検出したこうした動きによって、対象物の位置に置かれた画像の定点が対象物に沿って動き、検査領域のイメージング部分の運動（スクロール/パン）を開始させることができる。

【0074】

対象物で可能なさらなる動きは、半円または円の弧角セクタを記述する軌跡に沿って行われる。画像の定点（からの）こうした対象物の動きによって、検査領域のイメージング部分に、画像中心を中心とした回転を開始させることができる。

【0075】

z軸に沿った対象物の動きは、顕微鏡の焦点の変化すなわち作動距離を変化させることがある。対象物が動いている間の作動距離の変化を回避するために、作動距離の変更開始は、イメージングされた検査領域のうちその中心から離間して配置されうる部分に制限することができる。

10

【0076】

また、例えば輝度および照明モードの点で、対象物の動きに基づいて照明を制御することもできる。照明強度の変更に対して、イメージングされた検査領域の条片状セクションを、術者が観察する画像の上縁に位置するように適用する構成も考えられる。つまり、画像の上縁に位置する当該セクションにおいて、照明強度を増大するには対象物を左方から右方へ動かし、相応に照明強度を低減するには対象物を右方から左方へ動かすことができる。

【0077】

対象物の動きによって制御可能な他の顕微鏡パラメータとして、照明光源の偏光状態、照明モード（例えば白色光、狭帯域イメージング、緑色光）、および、光学イメージング装置の光路に導入可能なフィルタなどが挙げられる。

20

【0078】

さらに、対象物のz軸に沿った動きは、マウスクリックと同様のユーザ入力として解釈可能である。特に、イメージングされた検査領域に付加画像および/またはインタラクティブ画像を投影する投影ユニットと組み合わせ、術者が、少なくとも1つの投影画像の下方に対象物（術者の指またはメス）を配し、z軸に沿って対象物の動きを実行することにより、手術用顕微鏡またはその計算ユニットの予め定められた機能をトリガすることができる。イメージングされた検査領域のインタラクション部におけるz軸に沿ったこうした動きにより、対応するインタラクション部に関連する機能を開始できる。こうした機能として、例えば、手術用顕微鏡を種々のイメージングモードへ切り替えることが挙げられる。

30

【0079】

イメージングされた検査領域のインタラクション部に投影される画像を焦点の種々のモードに関連づけ、こうしたインタラクション部におけるz方向に沿った対象物の動きによって焦点を手動からローカルへ切り替え、または、アウトフォーカスのオンオフを切り替えることもできる。

【0080】

さらに、ジェスチャ検出ユニットは2つ以上の対象物を同時に検出することができ、ここで、2つの異なる対象物は、互いに向き合う方向へ、または、互いに離れる方向へ、動くことが可能である。こうした組み合わせ動きの検出により、光学イメージング装置のズームアウトもしくはズームインすなわち手術用顕微鏡の倍率変更を開始する制御信号を形成することができる。

40

【0081】

2つの対象物の組み合わせ運動の別の可能な組み合わせから、検査領域のチルトを行うことができる。当該チルトは、その時点で適用されている対物レンズの光軸が検査領域に対して垂直に配向されていない場合に、利用可能である。さらに、回転運動と検査領域のチルトとの種々の組み合わせも可能であって、関係マップにしたがって、すなわち、上述した関係マップに予め定められた動きのパターンを記憶することにより、プログラミング

50

できる。

【0082】

特に、ズームインもしくはズームアウトもしくは視野移動のための上述したジェスチャは、スマートフォンで通常利用されているゆえに術者にもなじみ深いジェスチャにきわめてよく似ているので、例えばフットスイッチおよびマウススイッチの場合のような集中的なトレーニングは必要ない。

【0083】

本発明の手術用顕微鏡および本発明の手術用顕微鏡のジェスチャ制御を行う方法は、さらに、ジェスチャ制御のアクティブ化もしくは非アクティブ化を行うオンオフジェスチャを含むことができる。任意の可能なジェスチャ、例えば、スクリーンの所定エリアもしくは検出領域の所定エリアに対象物もしくは指を配し、対象物もしくは指による仮想のダブルクリックを行うことによって、ジェスチャ制御をアクティブ化もしくは非アクティブ化できる。ここで、対象物もしくは指は、このエリアでのクリックを実行することもできるし、または、ジェスチャ制御のアクティブ化もしくは非アクティブ化のために数秒そこに留めることもできる。

【0084】

さらに、ジェスチャ制御のアクティブ化もしくは非アクティブ化は、同じジェスチャもしくは異なるジェスチャによって実行できるが、オーディオコメント、手術用顕微鏡の物理ボタン、アイピースの使用、または、術者の手もしくは指もしくは対象物による複雑なジェスチャによっても実行できる。こうした複雑なジェスチャは、好ましくは、顕微鏡の隣接域で、すなわち、対象物とイメージングされるエリアとの間以外の領域で、行うことができる。特に複雑なジェスチャは、術者によるジェスチャ制御の意図しないアクティブ化もしくは非アクティブ化が生じえないという利点を有する。

【0085】

手術用顕微鏡は、術者用アイピースの側方に配置可能であって、補助者が術者の邪魔にならずに検査領域での術者の措置を観察して手術をフォローできるように検査領域をイメージング可能な、補助者用アイピースを含むことができる。補助者用アイピースも、この補助者用アイピースが使用されているかを検出するセンサ装置を含むことができる。術者用アイピースが使用されておらず、補助者用アイピースのみが使用されていることを手術用顕微鏡が検出した場合、補助者用アイピースを通してイメージングされる視野を、例えば90°回転させることによって、補助者用アイピースを使用している観察者の位置へ適合理化でき、相応にジェスチャ制御の環境も90°回転させることができる。

【0086】

したがって、補助者用アイピースは、そちらの位置のほうが術者にとってより都合が良い場合、術者用アイピースとして利用することもできる。

【0087】

手術用顕微鏡はさらに、視覚化手段、例えば投影ユニットまたは照明手段へ伝達されるフィードバック信号を出力するように構成可能なフィードバック形成器を含むことができる。当該フィードバック信号は、所定のジェスチャに対応する音を形成し、術者に聴取可能なフィードバックを提供する音響手段すなわちスピーカへも伝送可能である。さらに、当該フィードバック信号は、所定のジェスチャの検出を表す機械的フィードバック手段、例えば振動エレメントへも伝送可能である。

【0088】

フィードバック形成器は、ジェスチャの検出を表すフィードバックの形成のみを行うように構成してもよいし、または、ジェスチャに関連する対応行動を実行するように構成してもよい。また、ジェスチャ制御に関連しない種々の顕微鏡機能、例えば最大ズーム、エラー表示、画像保存、または、患者のバイタルが注意を要する場合などの機能を含むように構成してもよい。

【0089】

以下では、添付図を参照しながら本発明を例示しつつ説明する。図中、同じ機能および

10

20

30

40

50

/または同じ技術効果を提供する要素には同じ参照番号を付してある。

【0090】

図示した特徴以下に説明する特徴の組み合わせは例示にすぎない。特定の特徴の上述した技術効果が特定の用途に対して必要とされる場合または省略してかまわない場合、個々の特徴を追加または省略できる。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明の手術用顕微鏡の第1の実施形態の概略的な側面図が示されている。

【図2】本発明の手術用顕微鏡の第2の実施形態の概略的な正面図が示されている。

【図3】対象物の可能な種々の動きのパターンが示されている。

【図4】本発明の手術用顕微鏡の作動距離の典型的な調整が示されている。

【図5】イメージング注記を選択するための4つのインタラクション部のうち1つの例示的な用途が示されている。

【0092】

図1には、本発明の手術用顕微鏡1の第1の実施形態の概略的な側面図が示されており、この手術用顕微鏡1は光学イメージング装置3を含み、この光学イメージング装置3は、例えばアイピース5を含む立体視アイピース4と、手術用顕微鏡1の側部に配置された補助者用アイピース5aを含む補助者用立体視アイピース4aと、対物レンズ7とを有する。光学イメージング装置3は、患者13であってよい検査領域11の一部である視野9を定める。

【0093】

視野9は、光学イメージング装置3の開口数とz軸に沿って測定される作動距離15とによって定められる。視野9はx軸およびy軸に沿って延在する。

【0094】

手術用顕微鏡1はさらに、この手術用顕微鏡1のハウジング19に取り付けられるジェスチャ検出ユニット17を含む。ジェスチャ検出ユニット17は、図1の実施形態では基準点38として作用する。他の実施形態では、基準点38は例えば検査領域11に位置してもよい。

【0095】

アイピース5および補助者用アイピース5aは、これらのアイピース5, 5aのどちらがイメージングされた視野9の観察に用いられたかを検出するセンサ6を含む。当該センサ6は、図示の実施形態ではセンサ6aに近接して設けられている。

【0096】

ジェスチャ検出ユニット17は2つの信号路76を含み、ここで、第1の信号路76は電気線路(実線)であり、第2の信号路76は無線コネクション(破線)である。これら2つの信号路76を介して、制御信号77が矢印で示されているように伝送される。

【0097】

実線で示されている信号路76は、手術用顕微鏡1を支持する支持アーム82bのジョイント82aである可動機械要素に接続されている。

【0098】

ジェスチャ検出ユニット17は、ジェスチャの検出領域21が少なくとも部分的に光学イメージング装置3の観察領域23に重なるよう、x軸を中心としてチルトされ、かつ視野9に面して配置されている。観察領域23は破線の囲みによって表示されている。

【0099】

対物レンズ7は、z軸に対して平行な光軸25を定めている。光軸25は対物レンズ7にしたがって配向されており、光学イメージング装置3の別の要素(例えばアイピース5)に必ずしもしたがわなくてよいことに注意されたい。

【0100】

図1では、3Dボリュームとしての検出領域21は、検査領域11の視野9までの所定の距離の位置に定められている。破線で囲まれたボリューム内の(図示されていない)対

10

20

30

40

50

象物の動きのみが検出される。つまり、上述した対象物の（z軸に対する）動きまたは検出領域21より下方の動きは無視され、制御信号を形成しない。

【0101】

図2には、本発明の手術用顕微鏡1の第2の実施形態の概略的な正面図が示されている。ここでは、ジェスチャ検出ユニット17が手術用顕微鏡1のハウジング19内に統合されて構成されている。当該実施形態は、補助者用立体視アイピース4aを含まない。

【0102】

図2に示されている実施形態では、手術用顕微鏡1の3Dカメラ27により、信号路76を介して対象物29の距離情報が供給される。

【0103】

ジェスチャ検出ユニット17はさらに、信号路76aを介して3Dカメラ27からのデータが供給される運動検出モジュール78を含む。

【0104】

運動検出モジュール78は、運動データ信号80を、運動データ線路79を介してジェスチャ検出ユニット17へ供給する。

【0105】

信号路76を介して、ジェスチャ検出ユニット17は、制御信号77を光学イメージング装置3へ出力する。制御信号77および運動データ信号80は矢印で表されている。

【0106】

ジェスチャ検出ユニット17はさらに、検出された動き65を光学イメージング装置3または可動機械要素82によって行われる操作にマッピングする関係マッピングユニット81を含む。

【0107】

手術用顕微鏡1はさらに、付加画像および/または（図示されていない）インタラクティブ画像71をイメージングされた検査領域へ投影するように構成された投影ユニット83を含む。図示の実施形態では、投影ユニット83は、光学イメージング装置3への光結合のために、ビームスプリッタ33を利用している。

【0108】

図2では、対象物29は検出領域21内に位置するメス31であり、その動きがジェスチャ検出ユニット17によって検出される。

【0109】

3Dカメラ27は概略的に示されているのみであって、ビームスプリッタ33および2Dセンサ35のみが示されている。2DセンサはCCDカメラであってよい。2つのチャネルのセクション23a, 23bをそれぞれ異なって観察できるため、視野9の3次元画像を形成しないイメージングし、アイピース5を介して観察することができる。

【0110】

図2に示されている手術用顕微鏡1の実施形態では、ジェスチャ検出ユニット17は3Dカメラ27から、特に2Dセンサ35からデータを受信し、メス31の距離データを評価する。ここで、当該距離データはメス31の頂部からの距離37に相当する。

【0111】

図2の手術用顕微鏡1は、補助者用立体視アイピース4aを含んでいない。

【0112】

図3には、（図示されていない）対象物の種々の動きのパターンが概略的に示されており、ここでは、単手指ジェスチャ39と2手指ジェスチャ41とを区別できる。

【0113】

可能な単手指ジェスチャ39は、y軸に沿った対象物の動き、例えば垂直ジェスチャ43、水平ジェスチャ45、2D組み合わせジェスチャ47、円運動ジェスチャ49、および、z軸を測定できる場合の、z方向に沿って対象物が動く上昇ジェスチャ51である。

【0114】

可能な2手指ジェスチャ41は、位置調整ジェスチャ53a, 53b、ズームインジェ

10

20

30

40

50

スチャ 5 5 およびズームアウトジェスチャ 5 7 である。

【 0 1 1 5 】

z 軸に沿って可能な 2 手指ジェスチャ 4 1 は、(図示されていない) 2 つの対象物が z 方向に沿って動く第 2 の上昇ジェスチャ 5 9 のケースで示されており、ここでは、太い矢印がそれぞれ異なる方向を指しているが、これは図に対して選択されているパースペクティブ線のためである。

【 0 1 1 6 】

図 3 にはさらに、可能な単手指ジェスチャ 3 9 である回転ジェスチャ 4 9 a および円運動ジェスチャ 4 9 も示されている。回転ジェスチャ 4 9 a は、x y 平面において、第 1 の回転位置 3 1 a から第 2 の回転位置 3 1 b および第 3 の回転位置 3 1 c へのメス 3 1 の回転により行われる。

【 0 1 1 7 】

図 4 には、メス 3 1 の動きに基づき、光学イメージング装置によって実行される操作の例が示されている。

【 0 1 1 8 】

図 4 には、光学イメージング装置 3 の 2 つの状態での視野 9 の画像が示されている。未焦準状態 6 1 では、画像は、不正確な作動距離とこれによる手術用顕微鏡 1 の焦点外れのために量けている。

【 0 1 1 9 】

未焦準状態 6 1 において、メス 3 1 は、図 4 では見えない (例えば図 2 を参照) 検出領域 2 1 内に位置している。つまり、メス 3 1 の動きは (図示されていない) ジェスチャ検出ユニット 1 7 によって検出され、このジェスチャ検出ユニット 1 7 により、光学イメージング装置 3 の状態を変更するための制御信号が形成される。

【 0 1 2 0 】

メス 3 1 は、矢印によって示されている動き 6 5 を実行する。当該動き 6 5 は、メス 3 1 の開始位置 6 7 で開始され、終了位置 6 9 で終了する。

【 0 1 2 1 】

検出された動きにより、光学イメージング装置 3 の作動距離を制御する制御信号が形成され、当該制御信号により、光学イメージング装置 3 の作動距離 1 5 の変更が開始され、手術用顕微鏡 1 の焦点が調整される。

【 0 1 2 2 】

メス 3 1 が開始位置 6 7 から終了位置 6 9 へ移動すると、メス 3 1 の動き 6 5 がオンラインジェスチャとして検出される。つまり、術者は、動き 6 5 中に直接に手術用顕微鏡 1 の状態変更を視認できる。

【 0 1 2 3 】

光学イメージング装置 3 によりイメージングされた視野 9 が焦準状態 6 3 に至ると、術者はメスの動きを停止する。当該停止位置は終了位置 6 9 に対応する。

【 0 1 2 4 】

図 5 には、幾つかのイメージングモードからいずれかのモードを選択するためのインタラクション部の例示的な用途が示されている。

【 0 1 2 5 】

図 5 には、焦準状態 6 3 の同じ視野 9 が示されており、ここでは、(図示されていない) 投影ユニットが、4 つの半透明な画像 7 1 を、オーバーレイ方式で、イメージングされた検査領域に投影している。当該画像 7 1 は、視野 9 のインタラクション部 7 3 を定めている。当該画像 7 1 およびインタラクション部 7 3 には、図 5 の第 1 のビュー 7 5 a においてのみ番号が付されている。

【 0 1 2 6 】

画像 7 1 は、対応するインタラクション部 7 3 によってアクティブ化可能な、光学イメージング装置 3 の操作の視覚的フィードバックを含む。

【 0 1 2 7 】

10

20

30

40

50

図5では、図示されているインタラクション部73は種々のイメージングモードに対応している。ここで、メス31は、第1のビュー75aではインタラクション部73外に位置しているが、その後、第2のビュー75bでは左下のインタラクション部73aへ移動している。

【0128】

第3のビュー75cでは、メス31の動き65は画面から出ており、このことがz軸に沿った矢印で示されている。当該ジェスチャは(図示されていない)ジェスチャ検出ユニット17によって検出され、このジェスチャ検出ユニット17によって制御信号が形成され、この制御信号が(図示されていない)計算ユニットによって処理される。当該計算ユニットは、続いて、イメージングモードを、左下のインタラクション部73aに対応するものへと変更する。

10

【0129】

図5の第3のビュー75cにおいて選択されたイメージングモードは、モード「MFL400」である。メス31の動き65が認識された後、左下のインタラクション部73aに対応する機能をアクティブ化する動き65が検出されたことは、左下のインタラクション部73aにおける代替画像71すなわち修正画像71の投影によって表される。

【0130】

第3のビュー75cに示されている動き65はオフライン運動であり、つまり、インタラクション部73のアクティブ化に対応する操作は動き65の完了後でないと実行されない。

20

【0131】

図の説明の最初の部分で既に言及したように、図1 - 図5に示されている実施形態は、例示のためのものであって、本発明の権利保護範囲を限定するものではないと理解されたい。したがって、任意の数のインタラクション部73、単手指ジェスチャ39、2手指ジェスチャ41および視野9の機能セクションを設けることができる。

【符号の説明】

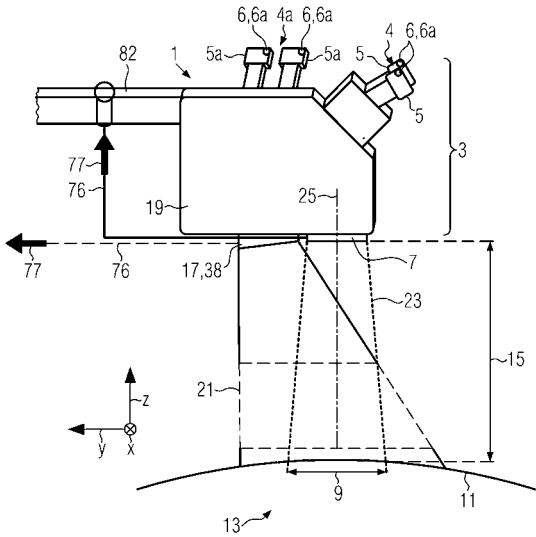
【0132】

1 手術用顕微鏡、 3 光学イメージング装置、 4 立体視アイピース、 4a 補助者用立体視アイピース、 5 アイピース、 5a 補助者用アイピース、 6 センサ、 6a 近接センサ、 7 対物レンズ、 9 視野、 11 検査領域、 13 患者、 15 作動距離、 17 ジェスチャ検出ユニット、 19ハウジング、 21 検出領域、 23, 23a, 23b 観察領域、 25 光軸、 27 3Dカメラ、 29 対象物、 31 メス、 31a 第1の回転位置、 31b 第2の回転位置、 31c 第3の回転位置、 33 ビームスプリッタ、 35 2Dセンサ、 37 距離、 38 基準点、 39 単手指ジェスチャ、 41 2手指ジェスチャ、 43 垂直ジェスチャ、 45 水平ジェスチャ、 47 2D組み合わせジェスチャ、 49 円運動ジェスチャ、 49a 回転ジェスチャ、 51 上昇ジェスチャ、 53a, 53b 位置調整ジェスチャ、 55 ズームインジェスチャ、 57 ズームアウトジェスチャ、 59 第2の上昇ジェスチャ、 61 未焦準状態、 63 焦準状態、 65 動き、 67 開始位置、 69 終了位置、 71 画像、 73 イ
ンタラクション部、 73a 左下のインタラクション部、 75a 第1のビュー、 75b 第2のビュー、 75c 第3のビュー、 76, 76a 信号路、 77 制御信号、 78 運動検出モジュール、 79 運動データ線路、 80 運動データ信号、 81 関係マッピングユニット、 82 可動機械要素、 82a ジョイント、 82b 支持アーム、 83 投影ユニット、 x x軸、 y y軸、 z z軸

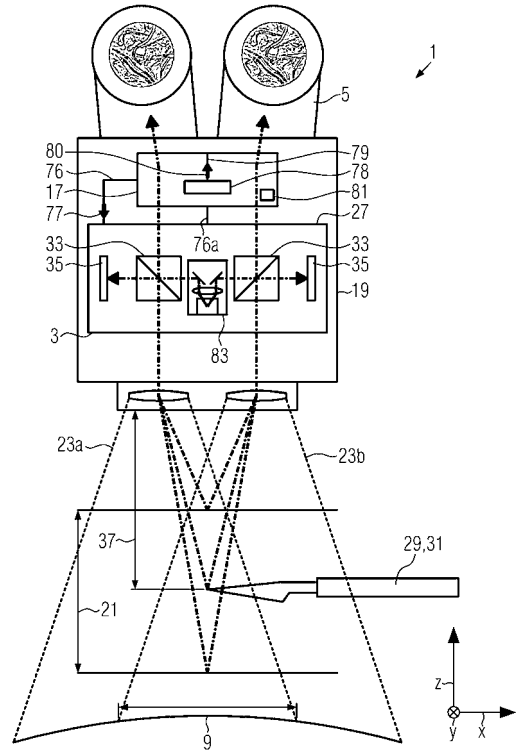
30

40

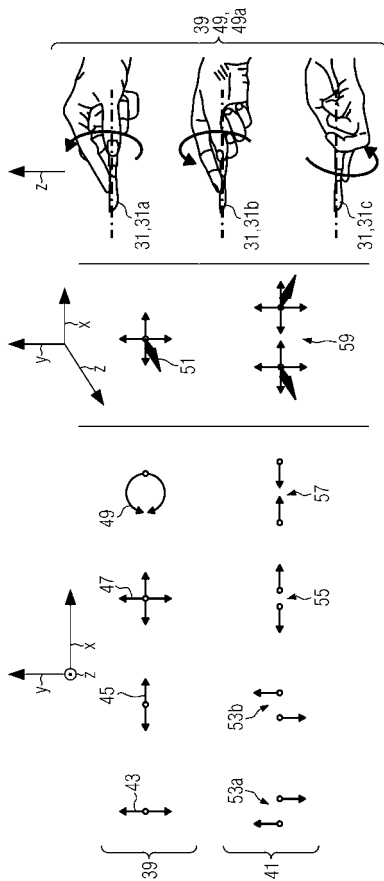
【 図 1 】



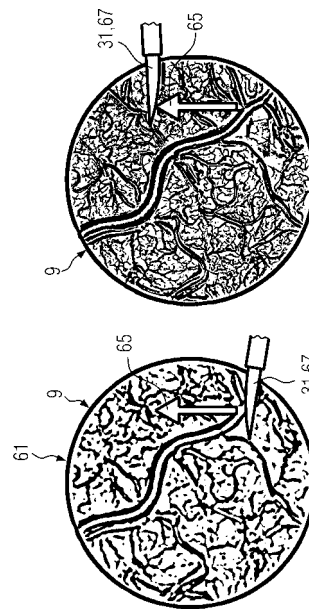
【 図 2 】



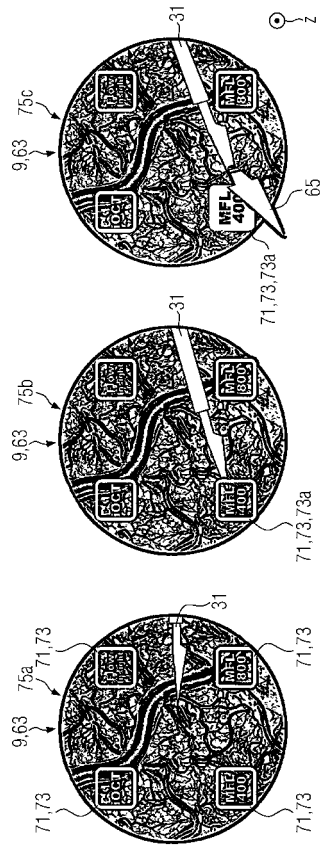
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100098501

弁理士 森田 拓

(74)代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 ゲオルゲ テメリス

ドイツ連邦共和国 リンダウ イム キュアツェネン 5

Fターム(参考) 2H052 AA13 AB10 AB19 AB22 AF14 AF21

【 外国語明細書 】

Surgical Microscope with Gesture Control and Method for a Gesture Control of a Surgical Microscope

The invention relates to a surgical microscope with a field of view and comprising an optical imaging system which images an inspection area which is at least partially located in the field of view. The invention further relates to a method for a gesture control of a surgical microscope having an optical imaging system.

Surgical microscopes are optical devices intended to provide low magnification at the operation area and a relatively large working distance so that the operation area is easily accessible for the surgeon to perform surgical operations. The operation area or inspection area is commonly imaged by an optical imaging system which provides an image of the inspection area either to the eyes of the surgeon via a commonly stereoscopic eyepiece and/or via a monitor or screen which displays the image imaged by the optical imaging system and detected by a camera recording said image.

Surgical microscopes are designed to minimize the disturbance to the surgeon to maintain his or her focus on the operation. However, the surgical workflow is disturbed when the surgeon changes microscope parameters such as exemplarily focus, zoom and field of view, i.e. the operation or inspection area currently viewed. Altering such microscope parameters requires the surgeon to free his or her hand from surgical tools to operate the microscope's interaction means as, for instance, microscope handles, buttons and adjustment wheels.

Consequently, in order to change any microscope parameters during an operation, the surgeon applying a state of the art surgical microscope is required to put down the surgical tools on a workstation or the like for reaching to and operating the microscope's interaction means. With such adjustment operations of the surgeon, the surgical workflow is interrupted and can lead to a loss of focus for the surgeon, which inconveniences the surgeon as he or she must look up from the microscope eyepiece and adapt to different ambient light conditions. Furthermore, such adjustments may delay the operation on a patient. Additionally, due to the need to put down the surgical tools, the risk of contamination increases. Besides, the surgeon might use sub-optimal microscope settings, i.e. settings that still have room for improvement, in order to avoid the above-mentioned inconveniences and delays.

The above inconveniences led to the development of prior art solutions such as foot switches and a mouth switches which allow the surgeon to control the microscope with either his or her

foot or mouth. Although the use of foot switches or mouth switches may overcome some of the above disadvantages, such prior art solutions remain non-intuitive, require training and are not convenient for all surgeons. Furthermore, a foot switch is not suitable to control the field of view of the surgical microscope and is not as accurate as a hand control. Therefore, the microscope handles remain as the main method to control and interact with the microscope.

It is therefore one object of the present invention to provide a surgical microscope which further improves the existing surgical microscopes, especially in view of an undisturbed operation workflow, respectively an operation workflow with disturbances by, for instance, adjustments kept to a minimum.

Furthermore, it is one object of the present invention to provide a method providing the same advantages as the surgical microscope.

For the surgical microscope mentioned in the beginning, this goal is achieved according to the invention in that the surgical microscope further comprises a gesture detection unit for detection of a movement of an object such as at least one of a finger and a tool, and in that the gesture detection unit is connected to the optical imaging system via a signal line and in that the gesture detection unit is configured to output a control signal via the signal line to the optical imaging system depending on the movement of the object, the optical imaging system being configured to alter its state depending on the control signal.

For the method mentioned in the beginning, this goal is achieved according to the invention in that the method comprises the steps of contactlessly detecting a movement of an object such as at least one of a finger and a tool with respect to a reference point, in particular to a gesture detection unit and/or contactlessly detecting the distance of the object to the reference point and controlling the optical imaging system depending on the movement of the object.

In the following, further embodiments of the invention are described. Each of the further embodiments described herein below has its own advantage and technical effect and can thus be arbitrarily combined with any other embodiment described.

The movement of the object may be detected next to the surgical microscope, preferentially within the reaching area of the surgeon. More preferentially, the movement of the object is detected between the optical imaging system and the inspection area.

A contactless detection of a movement or a distance may be realized by optical or ultrasonic means.

Detection of the movement of the object next to the surgical microscope has the advantage that the surgeon may locate his/her hands on the side of the microscope acting as virtual handles which may allow him/her to turn or relocate the microscope without touching anything.

5 The reference point of the gesture control may be predetermined and therefore preferentially be the gesture detection unit. The reference point may as well be located in the inspection area. In any case, the absolute position of the object may only be used for calculation of a relative movement or a relative position of the object.

10 Such an inventive surgical microscope has the advantages that the surgeon maintains his or her focus on the surgical procedure, that no delays are generated during an adjustment or readjustment of the surgical microscope as controlling the surgical microscope by gestures is quicker than by the microscope handles and that any risks of contamination are minimized as the surgeon does not need to put down the surgical tools for adjustment or readjustment of the surgical microscope. Additionally, controlling the surgical microscope by hand is more accurate than, for instance, using a foot switch or using a mouth switch. Thus, one advantage of the
15 invention is to provide a surgical microscope which supports the surgeon and the surgical workflow without distracting the surgeon or disturbing the surgical workflow.

Further advantages of the inventive surgical microscope with gesture control is an intuitive operation of the surgical microscope, the possibility of an interactive operation of the surgical microscope which is similar to operating systems of mobile phones and the possibility to
20 implement the inventive gesture control with components already present in the surgical microscope, i.e. a 3-D camera or a differential interference contrast unit (DIC-unit), which renders the upgrade of existing surgical microscopes as inexpensive. Furthermore, the present invention does not alter the appearance of existing surgical microscopes as it does not add any visible components such as buttons, foot switches or mouth switches to the surgical microscope.

25 A gesture is to be understood as a movement of an object such as a finger or a tool, as a relative movement of two objects to each other, or as a rotation of one or more objects. The rotation of one or more objects may be performed around any of the spatial axes, e.g. perpendicular or parallel to the imaging axis. Rotations around the spatial axes may be arbitrarily combined.

30 The inventive surgical microscope may comprise a set of complicated gestures detectable by the detection unit, for instance gestures like thumbs up, open palm or closed palm. Furthermore,

detection of an arbitrary number of fingers, for instance two fingers may also be interpreted as a gesture by the gesture detection unit.

A movement of an object may occur in a plane essentially parallel to the operation area, which may be referred to as horizontal movement. Movements of the object parallel to the imaging
5 axis may be referred to as vertical movements.

The operation area, which may also be called an inspection area, is to be understood as a portion of a patient to be operated on or to be inspected, which portion may also be addressed as the field of view of the surgical microscope. The field of view of the surgical microscope is defined by the numerical aperture of a microscope's objective and the distance between the
10 objective and the inspection area. The inspection area is essentially perpendicular to an optical axis of the optical imaging system, in particular, essentially perpendicular to the optical axis of the optical components of the optical imaging system facing towards the inspection area, i.e. the optical axis of the microscope objective currently applied.

The surgical microscope may comprise an arm holding the microscope, which arm may be
15 attached to a stand. The surgical microscope is commonly not equipped with a stage but may be adapted to be modified with an optional stage.

The movement of the object may be detected inside the field of view of the optical imaging system. In other words, a movement of the object may be detected in the field of view of the optical imaging system, i.e. the object and its movement is imaged by the optical imaging
20 system and can be seen by the surgeon.

The surgical microscope may further comprise an eyepiece control unit, which detects whether one, both or neither eyepieces of the generally stereoscopic eyepiece are used. This detection may be understood as an approaching sensor which may activate the eyepiece if the surgeon approaches his/her face to the eyepiece.

25 If the surgeon only approaches one eye to the stereoscopic eyepiece, only the eyepiece used may be activated, i.e. provided with the imaged operation area. In order to avoid disturbances to the surgeon, the non-used eyepiece may be deactivated, i.e. no disturbing light on the imaged inspection or operation area is transmitted through the non-used eyepiece.

If neither of the two eyepieces of the stereoscopic eyepiece is used, the surgical microscope
30 may initiate turning off the illumination. Turning off the illumination may preferentially only

performed after a predetermined delay time. Brief interruptions to the surgeon may therefore not be sufficiently long to initiate turning of the illumination of the surgical microscope.

The detection of only one eyepiece used may also be interpreted as a gesture of the surgeon. If the surgical microscope detects that only one eyepiece is used, the gesture detection unit may interpret this gesture as a selection, e.g. right-left selection which may exemplarily be a selection of illumination or magnification during the initialization of the surgical microscope.

In another embodiment of the inventive surgical microscope, such a movement of the object may be performed and detected adjacent to the field of view of the optical imaging system, in a direction perpendicular to the optical axis of the objective facing towards the inspection area. Preferentially, detection is performed on a side of the field of view which may be conveniently reached by the surgeon with his or her finger and/or tool, whereas in this embodiment of the inventive surgical microscope, the finger and/or tool is not visible to the surgeon via the eyepiece or the microscope's screen.

The gesture detection unit detects the movement of the object by optical detection, i.e. is contactless. The control signal may be output via an electric line in form of an analogue or digital signal but may as well be wirelessly transmitted to a receiver. The wireless transmission of the control signal is, for instance, advantageous if the control signal is to be transmitted from the gesture control unit towards a member of the surgical microscope to be controlled, which member is located distant to the gesture detection unit, such that an electric line would increase the risk of accidents, e.g. the risk of stumbling over the electric line.

The gesture detection unit may be integrally provided with the surgical microscope, i.e. it may be integrated into any existing surgical microscope.

It is also conceivable that the gesture detection unit is embodied as a separate unit which is attached to the surgical microscope and connected to the surgical microscope wire lines or wireless connection means.

In a first advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the gesture detection unit comprises a detection zone which is located between the inspection area and the optical imaging system and which detection zone is spaced apart from the inspection area, wherein gesture detection of the gesture detection unit is limited to movements of the object in the detection zone.

Such a detection zone is to be understood as a three-dimensional volume in which gestures, i.e. movements of the object are detected. Outside this detection zone, movements of the object do not result in a control signal output to the optical imaging system. Locating the detection zone spaced apart from the inspection area has the advantage that during operation on a patient performed in the inspection area, the surgical microscope will not be adjusted or readjusted by the surgeon, in particular not by a tool, e.g. a scalpel or the like. That is to say the portion of the inspection area that is imaged by the optical imaging system is not altered and the surgeon is not distracted by, for instance, a change in the field of view. However, by moving a finger into the detection zone, the surgeon may adjust or readjust the surgical microscope.

10 In a second advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the detection zone overlaps the inspection area at least in sections. In this embodiment, the portion of the inspection area which is imaged by the optical imaging system and which can be seen by the surgeon via an eyepiece or a screen, also images the moved object which has the advantage that the movement of the object may be accurately monitored by a surgeon.

15 The detection zone may extend beyond the field of view of the optical imaging system. Thus, the detection of the movement of the object is performed outside the field of view in a detection zone not being limited by the field of view. The detection zone extending beyond the field of view may be advantageous for certain adjustments of the surgical microscope such as, for instance, a pan (shifting the area to be operated on or to be inspected in a plane being essentially perpendicular to the optical axis of the microscope's objective) or a zoom (the change of magnification).

25 In another advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the gesture detection unit further comprises a movement detection module for differentiating three-dimensional movements of the object in the detection zone, which movement detection module is connected to the gesture detection unit via a movement-data line and which movement detection module is adapted to output a movement-data signal via the movement-data line to the gesture detection unit depending on the movement of the object.

30 The movement detection module has the advantage that it allows to differentiate movements occurring in a detection plane which is essentially perpendicular to the optical axis of the microscope's objective currently applied, i.e. the detection plane is essentially parallel to the inspection area and is located within the detection zone. As the detection zone extends along the optical axis of the microscope's objective currently applied, a manifold of different detection planes is conceivable.

The movement detection module may differentiate between movement of the object in the detection plane and along a direction essentially perpendicular to the detection plane.

5 The movement detection module may further comprise a distance detection unit which may be adapted to provide a distance signal which depends on the distance of the object to the distance detection unit. The distance detection unit may provide the distance signal via a distance line to a binary comparator which detects whether the object is within the detection zone in a direction along the optical axis of the microscope's objective currently applied.

10 The movement detection module may further be adapted to detect movements representing a combination of movements in the detection plane and perpendicular to the detection plane, that is to say, three-dimensional movements.

In another advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the gesture detection unit further comprises a relationship mapping unit which is connected to the movement detection module via the movement-data line and which relationship mapping unit is adapted to map relationships between a movement of the object and a control signal, which control signal is provided via the signal line to the optical imaging system.

The relationship mapping unit may be adapted to provide a relationship map which may be stored in a non-transient storage medium, the relationship map being a bi-unique assignment of a specific control signal to a movement pattern of the object.

20 The relationship mapping unit may further comprise a resemblance unit which receives the movement-data of the object and outputs a signal in which the specific movement pattern, which is found to correspond to the measured movement pattern, is coded.

The relationship mapping unit may be connected to a computing unit or may comprise the computing unit. The computing unit may be a microcontroller, a personal computer or the like. The computing unit may allow an interaction with a user in general or only during service and maintenance. The computing unit may further be adapted to record any user specific movements of the object in the relationship map.

30 In another advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the optical imaging system comprises movable mechanical components, the position of which depends on the control signal. This embodiment has the advantage that the surgeon may control the surgical microscope mechanically, e.g. moving the field of view relative to the portion of the inspection area in order to image different portions of, for instance, the patient and the operation area.

Furthermore, it is conceivable that mechanical components of the surgical microscope comprise movable illumination means, which may be adjusted in terms of their position and/or light intensity and/or filters applied and/or similar possible adjustments to illumination means.

5 In another advantageous embodiment of the inventive surgical microscope, the optical imaging system comprises a projection unit, which projection unit is optically connected to the optical imaging system and which projection unit is adapted to project optional and/or interactive images on at least one interaction portion, the at least one interaction portion at least partially overlaps with the imaged inspection area.

10 The projection unit has the advantage of increased versatility and interaction of the surgical microscope.

The projection unit may be optically connected to the optical imaging systems by means of beam combiners, which allow overlaying images. In a further embodiment, the projection unit may project the optional and/or interactive images directly as a real image onto the inspection area, whereas for the reasons of visibility, an overlay of virtual images is preferred.

15 The interaction portion is to be understood as a portion of the imaged inspection area, which interaction portion is preferably located at the edges, even more preferably located in the corners of the imaged inspection area. The interaction portion is thus a virtual section of the imaged inspection area, which virtual section may only be seen via the eyepiece or the screen of the surgical microscope.

20 The overlay of the optional and/or interactive images by the projecting unit may be performed, for instance, by an opaque or a semi-transparent overlay.

The projection unit may project images containing parameters of the surgical microscope or, for instance, vital signs of the patient. The projected images may furthermore act as projected virtual buttons whose functionality will be explained with reference to the method in the following.

25 The inventive method introduced above comprises mainly two steps. In the first step, a movement of the object is optically detected, by i.e. in a contactless manner. The detection of the movement refers to a movement in a plane essentially perpendicular to the optical axis of the microscope objective currently applied, and to the detection of the distance of the object from the gesture detection unit. Thus, the method is adapted to detect a three-dimensional
30 movement of the object.

In the second step, the gesture detection unit provides a control signal to the optical imaging system for controlling said optical imaging system depending on the movement of the object.

In a first advantageous embodiment of the inventive method, the method further comprises the step of providing distance and movement data of the object to a computing unit. The distance and movement data of the object may be provided via a data line, wherein the data may be encoded analogue or digital. The computing unit may be adapted to temporarily store the received distance and movement data of the object.

In a second advantageous embodiment of the inventive method, the method further comprises the step of differentiating the detected movement of the object. The first step of differentiating may be the distinction between a movement of the object in a plane oriented parallel to the inspection area, a movement in a direction essentially perpendicular to the inspection area, i.e. parallel to the optical axis of the microscope objective currently applied, or a combined movement of the former two.

In another advantageous embodiment of the inventive method, a further step of comparing the movement of the object with predetermined movement patterns is comprised. During this step, the distance and movement data of the object, which data may be stored by the computing unit, is compared with predetermined movement patterns which may, for instance, be stored in a relationship map, which relationship map is read and compared with the measured distance and movement data of the moving object. For each of the entries in the relationship map, a resemblance value indicating the resemblance of the according predetermined movement patterns with the measured movement of the object may be output, the resemblance values may be compared and put in order, whereas the highest of the resemblance values, which indicates the highest resemblance between the measured movement and the predetermined movement pattern, may be output.

In another embodiment of the inventive method, it is advantageous if the method further comprises the step of controlling movable mechanical components of the surgical microscope depending on the movement of the object.

In this step of the method, the control signal is provided by the gesture detection unit via a signal line or via a wireless connection to a receiver of the surgical microscope, which receiver receives and interprets the control signal and subsequently initiates the alternation of the state of the surgical microscope depending on the control signal received.

In yet another advantageous embodiment of the inventive method, the method further comprises the steps of projecting at least one optional and/or interactive image onto at least one interaction portion of the imaged inspection area, comparing the movement of the object with predetermined interaction movement patterns, and controlling the optical imaging system and/or the surgical microscope depending on the movement of the object within the at least one interaction portion.

Such an embodiment has the advantage that it comprises an increased versatility and functionality, which functionality is executable upon a contactless optical input by the surgeon.

In this embodiment, the optional and/or interactive image projected onto at least one interaction portion of the imaged inspection area may comprise the image of the data of the surgical environment and/or the patient. Such a projected image may represent vital signs of the patient or parameters of the surgical microscope or similar data relevant to the surgeon.

The method may be adapted to compare the position of the object with the position of the at least one interaction portion of the imaged inspection area and may further initiate loading of a second relationship map if the object is detected to be located within the interaction portion. The second relationship map may comprise a different set of predetermined movement patterns as compared to the first relationship map which is loaded if the object is detected in the detection zone outside the interaction portion.

After detecting an off-line movement, this embodiment of the method may initiate a change of surgical microscope settings, such as the lighting or imaging mode of the surgical microscope, saving an image of the currently viewed portion of the inspection area or similar functionality to be performed.

An off-line movement is to be understood as a movement which initiates an operation which is performed after the user interacts with the object, i.e. after the movement of the object is performed. Exemplarily, the change of the microscope's imaging mode may be performed after the vertical movement of the object, this movement being similar to a mouse click, is detected. On the contrary, online movements directly initiate an operation during the movement of the object as for instance pan, zoom or tilt of the imaged inspection area.

In a further advantageous embodiment of the inventive method, the method further comprises the steps of optically detecting the object, comparing the detected object with predetermined object patterns for determination of the type of the object, and selecting one of at least two

relationship maps according to the type of the object. This embodiment of the method has the advantage that the possible parameters which are controllable by the object depend on the object. That is to say, if a scalpel is detected, the possible operations depending on the movement of the scalpel may be different to the possible operations if a finger is detected. This may, for instance, be advantageous in the sense that the movement of the patient may be deactivated if a scalpel is detected in order to avoid unintentional cuts by the scalpel.

Furthermore, the relationship map loaded upon detection of a scalpel may comprise more precise adjustment steps than the relationship map, which is loaded if a finger is detected. By such a distinction, the coarse alignment of the surgical microscope may be performed with the finger of the surgeon, whereas a fine adjustment may be performed if the scalpel is used.

In this embodiment of the method, a further step of deciding which object, e.g. a scalpel or a finger initiates loading of the according relationship map if two or more different objects are detected, may be comprised. A certain subset of operations of the surgical microscope mapped to a movement of the object may be present in all operation modes, whereas in the different operation modes, the adjustment may occur in a coarse or fine manner.

Gesture detection of the inventive surgical microscope and method may be based on suitable models and algorithms, for instance, 3D model-based algorithms, appearance-based algorithms, skeletal-based algorithms, and similar approaches.

The detection of a gesture may be performed by, exemplarily, stereo cameras, depth-aware cameras, single cameras or a multitude of distance detection units.

The inventive method in any of the above described embodiments is performed by a non-transitory storage medium of an appropriate type. The non-transitory storage medium may, for instance, be an optical storage medium like a compact disc or a digital versatile disc, a magnetic storage medium as a floppy disk or hard disk drive or a non-transitory storage medium based on the storage of electrical charge (flash memory). The non-transitory storage medium may be located in a microcontroller or personal computer which personal computer may further provide input and output means to the user.

In the following, some exemplary possible movements of the object will be presented with an according possible adjustment operation of the surgical microscope.

For the following explanation, an exemplary coordinate system is introduced comprising 3 axes being oriented perpendicular to each other, an x-axis and a y-axis being located in a plane

parallel to the inspection area and a z-axis being oriented essentially perpendicular to the inspection area. With respect to the imaged portion of the inspection area which can be seen by the surgeon, the x-axis may be oriented such that it extends from the left side of the image seen by the surgeon to the right side of the image seen by the surgeon. The y-axis may be oriented perpendicular to the x-axis and may extend from the lower side of the image seen by the surgeon to the upper side of the image seen by the surgeon. The z-axis may be oriented out of the inspection area towards the optical imaging system of the surgical microscope.

In such a defined coordinate system, a movement of one single object may be performed along the x-axis, along the y-axis and along a direction composed of a movement along the x-axis and a movement along the y-axis. Such a movement detected by the gesture detection unit may initiate a movement (scrolling/pan) of the imaged portion of the inspection area with a fixed point of the image located at the position of the object moving along with the object.

A further possible movement of the object is along a trajectory describing a semi-circle or an angular section of a circle. Such a movement of the object, the fixed point of the image may initiate the imaged portion of the inspection area to rotate around the image center.

A movement of the object along the z-axis may result in a change of the microscope focus, i.e. altering the working distance. In order to avoid altering the working distance during a movement of the object intended to move the field of view, initiation of the change of a working distance may be limited to a portion of the imaged inspection area, which portion may be located distal to the center of the imaged inspection area.

It may also be possible to control the illumination, for instance, in terms of the intensity and illumination mode depending on the movement of the object. It is conceivable that a stripe-shaped section of the imaged inspection area located at the upper edge of the image seen by the surgeon may be applied for changing of the illumination intensity. Thus, it may be possible to move the object from left to right in the section located at the upper edge of the image in order to increase illumination intensity, respectively from right to left to decrease illumination intensity.

Other microscope parameters that may be controllable by movement of the object are the polarization of the illumination light source, the mode of illumination (for instance white light, narrowband imaging, green light) and possible filters introduced in the light path of the optical imaging system.

Furthermore, a movement of the object along the z-axis may be interpreted as a user input similar to a mouse click. Especially in combination with a projection unit which projects additional and/or interactive images onto the imaged inspection area, the surgeon may trigger predetermined functions of the surgical microscope or its computing unit by locating the object (the surgeon's finger or the scalpel) below the at least one projected image and performing a movement of the object along the z-axis. With such a movement along the z-axis in the interaction portion of the imaged inspection area, the function related to the according interaction portion may be launched. Such a function may, for instance, switch the surgical microscope to a different imaging mode.

10 It is also possible that the images projected onto the interacting portions of the imaged inspection area refer to different modes of the focus and a movement of the object along the Z-direction in such an interaction portion may switch the focus from manual to local or the outer focus on and/or of.

Further, it is possible that the gesture detection unit detects two or more objects at the same time, wherein the two different objects may be moved towards each other or away from each other. Such a detected combination of movements may generate a control signal initiating the optical imaging system to zoom out or zoom in, i.e. to alter the magnification of the surgical microscope.

Further possible combinations of a combined movement of the two objects may result in a tilt of the inspection area, which may be useful if the optical axis of the objective currently applied is not oriented perpendicular to the inspection area. Furthermore, different combinations of rotational movement and tilt of the inspection area are conceivable and programmable by an according relationship map, i.e. by storing such predetermined movement patterns in said relationship map.

25 In particular, the above-described gestures for the zooming in, zooming out or moving the field of view are very similar to those gestures commonly used in smartphones and therefore are rather familiar to the surgeon and no intensive training, for instance, in the case of foot switches and mouth switches is necessary.

The inventive surgical microscope and the inventive method for gesture control of the surgical microscope may further comprise an on/off gesture which initiates an activation or deactivation of the gesture control. Any possible gesture may activate or deactivate the gesture control, for instance a double virtual click with an object or a finger, locating the object or the finger on a

certain area of the screen or in a certain area of the detection zone, wherein the object or the finger may perform a click in this area or may remain there for a few seconds for activation or deactivation of the gesture control.

5 Furthermore, activation or deactivation of the gesture control may be performed by the same gesture or by different gestures, whereas activation or deactivation may also be performed by audio comments, physical buttons of the surgical microscope, by the use of the eyepiece or by complicated gestures with the surgeon's hands, fingers or object. Those complicated gestures may preferentially be performed next to the microscope, i.e. not in between the object and the imaged area. Especially complicated gestures have the advantage that the gesture control may
10 not unintentionally be activated or deactivated by the surgeon.

The surgical microscope may comprise an assistant's eyepiece which may be located to the side of the surgeon's eyepiece and which assistant's eyepiece may image the inspection area, such that an assistant may follow the operation by observing the surgeon's measures in the inspection area without disturbing the surgeon. Also the assistant's eyepiece may comprise a
15 sensor system detecting whether the assistant eyepiece is used. If the surgical microscope detects that the surgeon's eyepiece is not used, whereas solely the assistant's eyepiece is used, the field of view imaged through the assistant's eyepiece may adapt to the position of the observer using the assistant's eyepiece, e.g. rotate by 90°, whereas also the environment of the gesture control may rotate by 90°.

20 Therefore the assistant's eyepiece may also be used as a surgeon's eyepiece if the position of the assistant's eyepiece is more convenient to the surgeon.

The surgical microscope may further comprise a feedback generator which may be adapted to output a feedback signal transmitted to visualization means, as for instance a projection unit or illumination means. A feedback signal may also be transferred to audio means, i.e. a speaker
25 which generates a sound corresponding to a certain gesture and giving an audible feedback to the surgeon. Furthermore, the feedback signal may be transmitted to mechanical feedback means as for instance a vibration element indicating the detection of a certain gesture.

The feedback generator may be adapted to solely generate feedback indicating the detection of a gesture, or performing the action relating to the gesture, but may also be adapted to indicate
30 different microscope functions not related to the gesture control as for instance reaching a maximum zoom, indicating an error, saving an image or if the patient's vitals require attention.

In the following, the invention is exemplarily described with reference to the accompanying figures. In the figures, elements providing the same function and/or technical effect are assigned with identical reference numerals.

The combination of features shown in the figures and described below is only an example.

5 Individual features can be added or omitted if the technical effect of that particular feature as described above is needed or may be omitted for a particular application.

In the figures,

- Fig. 1 shows a schematic side view of a first embodiment of the inventive surgical microscope;
- 10 Fig. 2 shows a schematic front view of a second embodiment of the inventive surgical microscope;
- Fig. 3 shows different possible movement patterns of the object;
- Fig. 4 shows an exemplary adjustment of the working distance of the inventive surgical microscope; and
- 15 Fig. 5 shows an exemplary application of one of four interaction portions for selection of an imaging note.

Fig. 1 shows a schematic side view of a first embodiment of an inventive surgical microscope 1, which surgical microscope 1 comprises an optical imaging system 3, which optical imaging system 3 comprises, for instance, a stereoscopic eyepiece 4 comprising eyepieces 5, a stereoscopic assistant's eyepiece 4a comprising assistant's eyepieces 5a located at the side of the surgical microscope 1 and an objective 7. The optical imaging system 3 determines a field of view 9 which is a portion of the inspection area 11 which may be a patient 13.

20

The field of view 9 is determined by the numerical aperture of the optical imaging system 3 and a working distance 15, which working distance 15 is measured along a z-axis. The field of view 9 extends along the x-axis and y-axis.

25

The surgical microscope 1 further comprises a gesture detection unit 17 which is attached to the housing 19 of the surgical microscope 1. The gesture detection unit 17 acts as a reference point 38 in the embodiments shown in Fig. 1. In other embodiments the reference point 38 may for instance be located in the inspection area 11.

The eyepieces 5 and the assistant's eyepieces 5a comprise sensors 6 which detect whether one of the eyepieces 5, 5a is used for viewing the imaged field of view 9. The sensors 6 are proximity sensors 6a in the embodiment shown.

5 The gesture detection unit 17 comprises two signal lines 76, wherein one signal line 76 is an electrical line (solid) and a second signal line 76 is a wireless connection (dashed). Via those two signal lines 76, a control signal 77, illustrated by an arrow, is transmitted.

The signal line 76 indicated by the solid line is connected to a moveable mechanical component which is a joint 82a of a holding arm 82b which holds the surgical microscope 1.

10 The gesture detection unit 17 is tilted around the x-axis and faces towards the field of view 9, such that a gesture detection zone 21 at least partially overlaps with the viewing section 23 of the optical imaging system 3. The viewing section 23 is indicated by a dashed surrounding line.

The objective 7 defines an optical axis 25 which is oriented parallel to the z-axis. It is noted that the optical axis 25 is oriented according to the objective 7 and not necessarily to further components (e.g. the eyepiece 5) of the optical imaging system 3.

15 In Fig. 1, it is shown that the detection zone 21, which is a 3D-volume, is located at a distance to the field of view 9 of the inspection area 11. Only the movement of an object (not shown) within the surrounded volume inside the dashed line is detected, i.e. movements of an object above (with reference to the z-axis) or below the detection zone 21 will be ignored and will not generate a control signal.

20 Fig. 2 shows a schematic front view of a second embodiment of the inventive surgical microscope 1 in which the gesture detection unit 17 is embodied integrally in the housing 19 of the surgical microscope 1. This embodiment does not comprise the stereoscopic assistant's eyepiece 4a.

25 In the embodiment shown in Fig. 2, the 3D-camera 27 of the surgical microscope 1 provides the distance information of objects 29 via a signal line 76.

The gesture detection unit 17 further comprises a movement detection module 78, which is provided by the signal line 76a with data from the 3D-camera 27.

The movement detection unit 78 provides a movement-data signal 80 via a movement-data line 79 to the gesture detection unit 17.

Via the signal line 76, the gesture detection unit 17 outputs a control signal 77 to the optical imaging system 3. The control signal 77 and the movement-data signal 80 are indicated by arrows.

5 The gesture detection unit 17 further comprises a relationship mapping unit 81, which maps a detected movement 65 with an operation to be performed by the optical imaging system 3 or the moveable mechanical component 82.

10 The surgical microscope 1 further comprises a projection unit 83, which is adapted to project additional and/or interactive images 71 (not shown) onto the imaged inspection area. In the embodiment shown, the projection unit 83 utilizes the beam splitters 33 for being optically coupled to the optical imaging system 3.

In Fig. 2, the object 29 is a scalpel 31, which is located inside the detection zone 21 and whose movements are detected by the gesture detection unit 17.

15 The 3D-camera 27 is only schematically shown, whereas only the beam splitters 33 and the 2D-sensors 35 are indicated. The 2D-sensors may be CCD cameras. Due to the different viewing sections 23a and 23b of the two channels, a three-dimensional image of the field of view 9 may be generated, imaged and viewed via the eyepiece 5.

20 In the embodiment of the surgical microscope 1 shown in Fig. 2, the gesture detection unit 17 receives data from the 3D-camera 27, in particular from the 2D-sensors 35 and assesses the distance data of the scalpel 31, whereas the distance data corresponds to the distance 37 of the tip of the scalpel 31.

The surgical microscope 1 of Fig. 2 does not comprise a stereoscopic assistant's eyepiece 4a.

Fig. 3 shows a schematic drawing illustrating different movement patterns of the object (not shown) whereas one may distinguish one hand-gestures 39 and two-hand gestures 41.

25 Possible one-hand gestures 39 are movements of the objects along the y-axis, for instance a vertical gesture 43, a horizontal gesture 45, a combined 2D-gesture 47, a circular gesture 49 and an upward gesture 51 during which the object is moved along the z-direction in a positive sense of the z-axis.

Possible two-hand gestures 41 are displacement gestures 53a and 53b, a zoom-in gesture 55 and a zoom-out gesture 57.

A possible two-hand gesture 41 along the z-axis is shown in case of the second upward gesture 59, in which both objects (not shown) are moved along the z-direction, whereas the drawn arrows are pointing in different directions due to the perspective chosen for the figure.

Fig. 3 furthermore shows a rotational gesture 49a, which is one possible one-hand gesture 39 and a circular gesture 49 as well. The rotational gesture 49a is performed in the x-y plane by rotating the scalpel 31 from a first rotational position 31a to a second rotational position 31b and into a third rotational position 31c.

Fig. 4 shows an exemplary operation which is performed by the optical imaging system depending on the movement of a scalpel 31.

Fig. 4 shows the image of the field of view 9 in two states of the optical imaging system 3. In the unfocused state 61 the image is blurred due to an incorrect working distance and consequently misaligned focus of the surgical microscope 1.

In the unfocused state 61, the scalpel 31 is located in the detection zone 21, which is, however not visible in Fig. 4 (see for instance Fig. 2), i.e. movements of the scalpel 31 are detected by the gesture detection unit 17 (not shown), which in turn generates a control signal for altering the state of the optical imaging system 3.

The scalpel 31 performs a movement 65 which is indicated by an arrow, which movement 65 starts at a start position 67 and ends at an end position 69 of the scalpel 31.

The detected movement generates a control signal which controls the working distance of the optical imaging system 3 and which control signal initiates change of the working distance 15 of the optical imaging system 3, which in turn adjusts the focus of the surgical microscope 1.

If the scalpel 31 is moved from the start position 67 to the end position 69, the movement 65 of the scalpel 31 is detected as an online gesture, i.e. the surgeon directly sees the change of the state of the surgical microscope 1 during the movement 65.

Upon arriving at a focused state 63 of the field of view 9 imaged by the optical imaging system 3, the surgeon stops the movement of the scalpel, which stopped position corresponds to the end position 69.

Fig. 5 shows an exemplary application of interaction portions for selecting one out of several imaging modes.

In Fig. 5, the same field of view 9 of a focused state 63 is shown, where a projection unit (not shown) projects four opaque images 71 in an overlaying manner on the imaged inspection area, which images 71 define interaction portions 73 of the field of view 9. The images 71 and interaction portions 73 are solely labeled in the first view 75a shown in Fig. 5.

- 5 The images 71 contain a visual feedback of the operation of the optical imaging system 3 which can be activated by the corresponding interaction portion 73.

In Fig. 5, the shown interaction portions 73 correspond to different imaging modes, wherein in the first view 75a, the scalpel 31 is positioned outside the interaction portions 73 and subsequently moved into the left lower interaction portion 73a, which is shown in the second
10 view 75b.

In the third view 75c, a movement 65 of the scalpel 31 out of the drawing plane, i.e. along the z-axis is indicated by an arrow. This gesture is detected by the gesture detection unit 17 (not shown), which gesture detection unit 17 generates a control signal processed by a computing unit (not shown), which subsequently initiates change of the imaging mode to the one
15 corresponding to the according left lower interaction portion 73a.

The imaging mode selected in Fig. 5 in the third view 75c is the mode 'MFL 400' and after recognition of the movement 65 of the scalpel 31, the detection of the movement 65 for activating the function corresponding to the left lower interaction portion 73a is indicated by projecting an alternate, i.e. modified, image 71 in the left lower interaction portion 73a.

- 20 The movement 65 shown in the third view 75c is an offline movement, i.e. the operation corresponding to the activation of the according interaction portion 73 is only performed after completion of the movement 65.

As already mentioned in the beginning of the explanation of the figures, the embodiment shown in Figs. 1-5 are to be understood as exemplary and do not limit the scope of protection of the
25 present disclosure. Therefore, any number of interaction portions 73, one-hand gestures 39, two-hand gestures 41 and functional sections of the field of view 9 are conceivable.

REFERENCE NUMERALS

	1	surgical microscope
	3	optical imaging system
	4	stereoscopic eyepiece
5	4a	stereoscopic assistant's eyepiece
	5	eyepiece
	5a	assistant's eyepiece
	6	sensor
	6a	proximity sensor
10	7	objective
	9	field of view
	11	inspection area
	13	patient
	15	working distance
15	17	gesture detection unit
	19	housing
	21	detection zone
	23, 23a, 23b	viewing section
	25	optical axis
20	27	3D-camera
	29	object
	31	scalpel
	31a	first rotational position
	31b	second rotational position
25	31c	third rotational position
	33	beam splitter
	35	2D-sensor
	37	distance
	38	reference point
30	39	one-hand gestures
	41	two-hand gestures
	43	vertical gesture
	45	horizontal gesture
	47	combined 2D-gesture

	49	circular gesture
	49a	rotational gesture
	51	upward gesture
	53a, 53b	displacement gestures
5	55	zoom-in gesture
	57	zoom-out gesture
	59	second upward gesture
	61	unfocused state
	63	focused state
10	65	movement
	67	start position
	69	end position
	71	image
	73	interaction portion
15	73a	left lower interaction portion
	75a	first view
	75b	second view
	75c	third view
	76, 76a	signal line
20	77	control signal
	78	movement detection module
	79	movement-data line
	80	movement-data signal
	81	relationship mapping unit
25	82	moveable mechanical components
	82a	joint
	82b	holding arm
	83	projection unit
30	x	x-axis
	y	y-axis
	z	z-axis

CLAIMS

1. Surgical microscope (1) with a field of view (9) and comprising an optical imaging system (3) which images an inspection area (11) which is at least partially located in the field of view (9), **characterized in that** the surgical microscope (1) further comprises a gesture detection unit (17) for detection of a movement (65) of an object (29) such as at least one of a finger and a tool, in that the gesture detection unit (17) is connected to the optical imaging system (3) via a signal line (76) and in that the gesture detection unit (17) is configured to output a control signal (77) via the signal line (76) to the optical imaging system (3) depending on the movement (65) of the object (29), the optical imaging system (3) being configured to alter its state depending on the control signal (77).
5
2. Surgical microscope (1) according to claim 1, **characterized in that** the gesture detection unit (17) comprises a detection zone (21) which is located between the inspection area (11) and the optical imaging system (3) and which detection zone (21) is spaced apart from the inspection area (11), wherein gesture detection of the gesture detection unit (17) is limited to movements (65) of the object (29) in the detection zone (21).
10
3. Surgical microscope (1) according to claim 2, **characterized in that** the detection zone (21) overlaps the inspection area (11) at least in sections.
4. Surgical microscope (1) according to claim 2 or 3, **characterized in that** the gesture detection unit (17) further comprises a movement detection module (78) for differentiating 3-dimensional movements (65) of the object (29) in the detection zone (21), which movement detection module (78) is connected to the gesture detection unit (17) via a movement-data line (79) and which movement detection module (78) is adapted to output a movement-data signal (80) via the movement-data line (79) to the gesture detection unit (17) depending on the movement (65) of the object (29).
20
5. Surgical microscope (1) according to claim 4, **characterized in that** the gesture detection unit (17) further comprises a relationship mapping unit (81) which is connected to the movement detection module (78) via the movement-data line (79) and which relationship mapping unit (81) is adapted to map relationships between a movement (65) of the object (29) and a control signal (77), which control signal (77) is provided via the signal line (76) to the optical imaging system (3).
25
30

6. Surgical microscope (1) according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the optical imaging system (3) comprises moveable mechanical components (82), the position of which depending on the control signal (77).
7. Surgical microscope (1) according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the optical imaging system (3) comprises a projection unit (83), which projection unit (83) is optically connected to the optical imaging system (3) and which projection unit (83) is adapted to project optional and/or interactive images (71) on at least one interaction portion (73), the at least one interaction portion (73) at least partially overlaps with the imaged inspection area (11).
8. A method for a gesture control of a surgical microscope (1) having an optical imaging system (3), comprising the steps of
- contactlessly detecting a movement (65) of an object (29) such as at least one of a finger and a tool with respect to a reference point (38), in particular to a gesture detection unit (17) and/or contactlessly detecting the distance (37) of the object (29) to the reference point (38) and
 - controlling the optical imaging system (3) depending on the movement (65) of the object (29).
9. A method according to claim 8, **characterized in that** the method further comprises the step of providing distance and/or movement data of the object (29) to a computing unit.
10. A method according to claim 8 or 9, **characterized in that** the method further comprises the step of differentiating the detected movement (65) of the object (29).
11. A method according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** the method further comprises the step of comparing the movement (65) of the object (29) with predetermined movement patterns.
12. A method according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** the method further comprises the step of controlling moveable mechanical components (82) of the surgical microscope (1) depending on the movement (65) of the object (29).
13. A method according to any one of claims 8 to 12, **characterized in that** the method further comprises the steps of

- projecting at least one optional and/or interactive image (71) onto at least one interaction portion (73) of the imaged inspection area (11);
 - comparing the movement (65) of the object (29) with predetermined interaction movement patterns; and
 - 5 - controlling the optical imaging system (3) and/or the surgical microscope (1) depending on the movement (65) of the object (29) within the at least one interaction portion (73).
14. A method according to any one of claims 8 to 13, **characterized in that** the method further comprises the steps of
- 10 - optically detecting the object (29);
 - comparing the detected object (29) with predetermined object patterns for determination of the type of the object (29); and
 - selecting one of at least two relationship maps according to the type of the object (29).
- 15 15. Non transitory storage media embodied to perform the method of any one of claims 8 to 14.

ABSTRACT**Surgical Microscope with Gesture Control and Method for a Gesture Control of a Surgical Microscope**

The present invention relates to a surgical microscope (1) with a field of view (9) and comprising
5 an optical imaging system (3) which images an inspection area (11) which is at least partially
located in the field of view (9), and to a method for a gesture control of a surgical microscope (1)
having an optical imaging system (3). Surgical microscopes (1) of the art have the disadvantage
that an adjustment of the microscope parameters, for instance the working distance, field of
view (9) or illumination mode, requires the surgeon to put down his or her surgical tools, look up
10 from the microscope's eyepiece (5) and perform the adjustment by operating the microscope
handles. Also foot switches and mouth switches were proposed, whereas those are not
intuitively operated, require training and are less accurate than hand control of the microscope
handles. Thus, the surgeon may lose his or her focus, is confronted with inconveniences and
delays and bears an increased risk of contamination. In order to overcome the above
15 disadvantages, the present invention provides a surgical microscope (1) which is characterized
in that the surgical microscope (1) further comprises a gesture detection unit (17) for detection
of a movement (65) of an object (29) such as at least one of a finger and a tool, and in that the
gesture detection unit (17) is connected to the optical imaging system (3) via a signal line (76)
and in that the gesture detection unit (17) is configured to output a control signal (77) via the
20 signal line (76) to the optical imaging system (3) depending on the movement (65) of the object
(29), the optical imaging system (3) being configured to alter its state depending on the control
signal (77). The invention further provides a method for gesture control of the inventive surgical
microscope (1).

(Fig. 2)

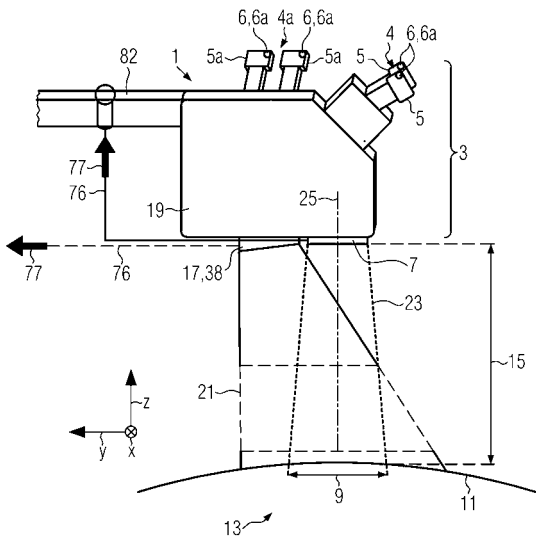


FIG. 1

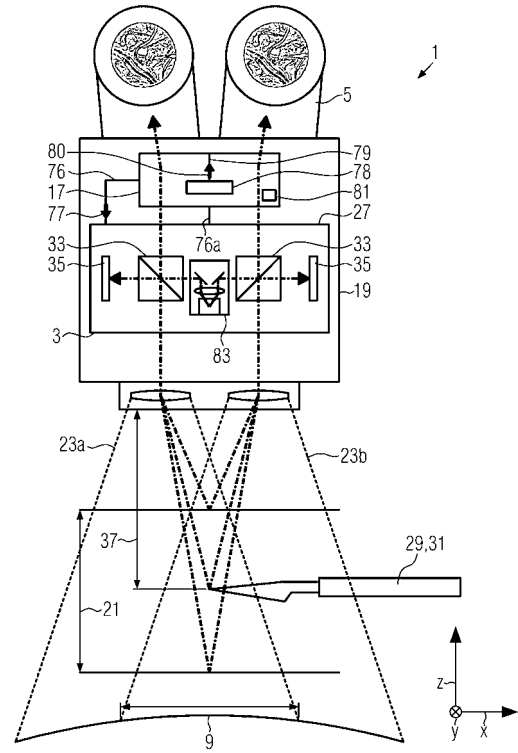


FIG. 2

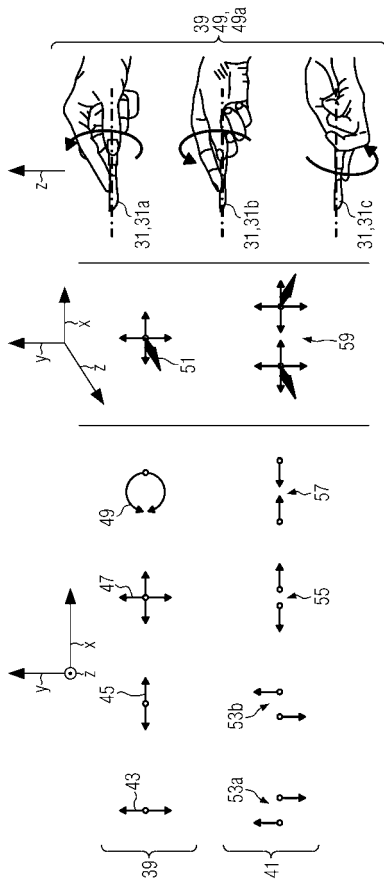


FIG. 3

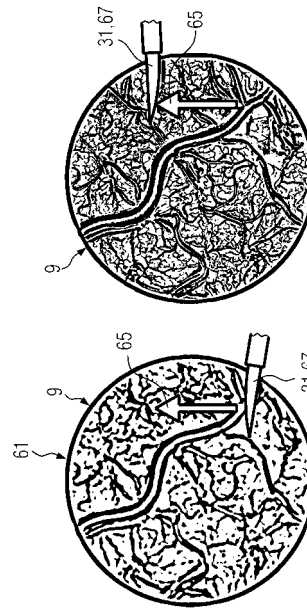


FIG. 4

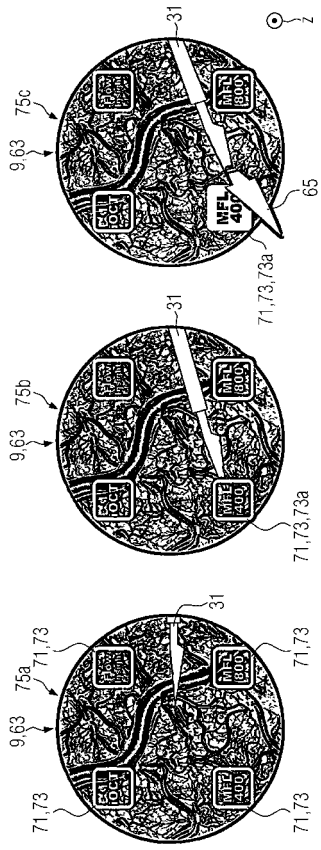


FIG. 5