

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6713149号
(P6713149)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月5日(2020.6.5)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 3/10 (2006.01) A 6 1 B 3/10 1 0 0
G 0 1 N 21/27 (2006.01) G 0 1 N 21/27 A

請求項の数 20 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-562299 (P2017-562299)	(73) 特許権者	591102693
(86) (22) 出願日	平成28年5月31日 (2016.5.31)		サンテック株式会社
(65) 公表番号	特表2018-525046 (P2018-525046A)		愛知県小牧市大字大草字年上坂5823番地
(43) 公表日	平成30年9月6日 (2018.9.6)	(74) 代理人	100094569
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/035012		弁理士 田中 伸一郎
(87) 国際公開番号	W02016/196463	(74) 代理人	100088694
(87) 国際公開日	平成28年12月8日 (2016.12.8)		弁理士 弟子丸 健
審査請求日	令和1年5月30日 (2019.5.30)	(74) 代理人	100103610
(31) 優先権主張番号	62/169,230		弁理士 ▲吉▼田 和彦
(32) 優先日	平成27年6月1日 (2015.6.1)	(74) 代理人	100067013
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つの波長を合成する光コヒーレンストモグラフィーシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光コヒーレンストモグラフィー(OCT)システムであって、
 第1の波長を有する第1のビームを放射するように構成された第1の光源と、
 第2の波長を有する第2のビームを放射するように構成された第2の光源と、
 干渉計であって、前記第1のビーム及び前記第2のビームは、前記干渉計に方向付けられるように構成され、さらに前記干渉計は、

参照通路と、

干渉計試料通路と、を備える、干渉計と、

前記干渉計試料通路の出力から、

前記第1のビームを第1の試料通路へ、かつ

前記第2のビームを第2の試料通路へ、分割するように構成された第1のビームスプリッタと、

前記第1のビーム及び前記第2のビームを共通の軸に合成するように構成された第2のビームスプリッタと、を備える、光コヒーレンストモグラフィー(OCT)システム。

【請求項2】

前記第1の光源及び前記第2の光源は、波長掃引源であり、

前記第1の光源及び前記第2の光源は、交互に掃引されるように構成される、請求項1に記載のOCTシステム。

【請求項3】

前記第 1 のビームスプリッタは、前記第 1 のビームを反射または透過し、前記第 2 のビームを反射または透過しないように構成されたダイクロイックミラーを備え、

前記第 2 のビームスプリッタは、前記第 1 のビームを反射または透過し、前記第 2 のビームを反射または透過しないように構成されたダイクロイックミラーを備える、請求項 1 に記載の OCT システム。

【請求項 4】

前記第 1 の波長を有する前記第 1 のビームは、前記第 2 の波長の前記第 2 のビームとは異なる試料の画像ゾーンまたは深度範囲を撮像するように構成される、請求項 1 に記載の OCT システム。

【請求項 5】

前記第 1 のビームは、眼の前眼房を撮像するように構成され、前記第 2 のビームは、前記眼の網膜を撮像するように構成される、請求項 4 に記載の OCT システム。

【請求項 6】

前記第 1 の波長は、約 1300 ナノメートルの帯域であり、前記第 2 の波長は、約 1060 ナノメートルの帯域である、請求項 5 に記載の OCT システム。

【請求項 7】

前記第 1 の試料通路は、発散ビーム及び前記試料に垂直な横方向走査パターンを有し、
第 1 のレンズ系と、
第 1 の走査ミラーと、を備え、

前記第 2 の試料通路は、収束走査パターンを有するコリメートビームと、第 2 のレンズ系と、第 2 の走査ミラーと、を有し、

前記第 2 のレンズ系は、4 f 構成で構成された第 1 のレンズ及び第 2 のレンズを備え、
前記第 1 のレンズ系は、前記第 2 のレンズを備え、

前記第 1 のビームは、前記第 2 のビームスプリッタを通して前記第 2 のレンズの焦点に位置付けられた前記第 1 の走査ミラーを通して前記第 2 のレンズに導入される、請求項 4 に記載の OCT システム。

【請求項 8】

前記第 1 の試料通路と前記第 2 の試料通路との間の通路長差は、ほぼ人間の眼の軸方向長さに同等の光路長である、請求項 1 に記載の OCT システム。

【請求項 9】

前記干渉計は、第 1 の参照長と第 2 の参照長との間の参照通路長を交互に変えるように構成された参照通路長スイッチを備え、

前記第 1 の参照長は、第 1 の試料通路長に対応し、

前記第 2 の参照長は、第 2 の試料通路長に対応する、請求項 1 に記載の OCT システム。

【請求項 10】

光検出器及び処理ユニットであって、

前記光検出器を通して、試料から反射された前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームを受容するように、かつ

前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームに基づいて、前記試料の第 1 の画像及び第 2 の画像を生成するように構成された、光検出器及び処理ユニットをさらに備える、請求項 1 に記載の OCT システム。

【請求項 11】

方法であって、

第 1 の光源によって、第 1 の波長を有する第 1 のビームを放射することと、

第 2 の光源によって、第 2 の波長を有する第 2 のビームを放射することと、

前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームを干渉計に方向付けることであって、前記干渉計は、

参照通路と、

干渉計試料通路と、を備え、分割することと、

10

20

30

40

50

第 1 のビームスプリッタによって、干渉計試料通路の出力から、
 前記第 1 のビームを第 1 の試料通路に、かつ
 前記第 2 のビームを第 2 の試料通路に、分割することと、
 第 2 のビームスプリッタによって、前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームを共通の軸
 に合成することと、を含む、方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源は、波長掃引源であり、前記方法は、前記第 1 の光
 源及び前記第 2 の光源を交互に掃引することをさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 のビームスプリッタは、前記第 1 のビームを反射または透過し、前記第 2 のビ
 ームを反射または透過しないように構成されたダイクロイックミラーを備え、

前記第 2 のビームスプリッタは、前記第 1 のビームを反射または透過し、前記第 2 のビ
 ームを反射または透過しないように構成されたダイクロイックミラーを備える、請求項 1
1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

光検出器の出力から、前記第 1 の波長を有する前記第 1 のビームを有する試料の第 1 の
 画像ゾーンまたは深度範囲を撮像することと、

前記光検出器の出力から、前記第 2 の波長を有する前記第 2 のビームを有する試料の第
 2 の画像ゾーンまたは深度範囲を撮像することと、をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方
 法。

【請求項 1 5】

前記試料の前記第 1 の画像ゾーンまたは深度範囲は、眼の前眼房であり、前記試料の前
 記第 2 の画像ゾーンまたは深度範囲は、眼の網膜である、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 の波長は、約 1 3 0 0 ナノメートルの帯域であり、前記第 2 波長は、約 1 0 6
 0 ナノメートルの帯域である、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 の試料通路は、発散ビーム及び前記試料に垂直な横方向走査パターンを有し、
 第 1 のレンズ系と、
 第 1 の走査ミラーと、を備え、
 前記第 2 の試料通路は、収束走査パターンを有するコリメートビームと、第 2 のレンズ
 系と、第 2 の走査ミラーと、を有し、

前記第 2 のレンズ系は、4 f 構成で構成された第 1 のレンズ及び第 2 のレンズを備え、
 前記第 1 のレンズ系は、前記第 2 のレンズを備え、

前記方法は、前記第 2 のビームスプリッタを通して、前記第 2 のレンズの焦点に位置付
 けられた前記第 1 の走査ミラーを通して前記第 2 のレンズに前記第 1 のビームを導入する
 ことをさらに含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の試料通路と前記第 2 の試料通路との間の通路長差は、ほぼ人間の眼の軸方向
 長さに同等の光路長である、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記干渉計の参照通路長スイッチで、第 1 の参照長と第 2 の参照長との間で参照通路長
 を交互に変えることをさらに含む、

前記第 1 の参照長は、第 1 の試料通路長に対応し、

前記第 2 の参照長は、第 2 の試料通路長に対応する、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

処理ユニットによって、試料から反射された前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームを
 光検出器を通して受容することと、

前記処理ユニットによって、前記第 1 のビーム及び前記第 2 のビームに基づいて前記試
 料の第 1 の画像及び第 2 の画像を生成することと、をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方

10

20

30

40

50

法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2015年6月1日に出願された米国仮出願第62/169,230号の優先権を主張し、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

以下の説明は、読者の理解を助けるために提供される。提供された情報または引用された参考文献はいずれも先行技術であると認められていない。

10

【0003】

光コヒーレンストモグラフィー(OCT)は、撮像技術である。OCT撮像技術は、しばしば医療現場で使用される。本技術は、生物学的組織のような光散乱試料内から三次元画像を作り出すことができる。換言すれば、試料の画像を形成するために、試料によって散乱された光を検出することができる。試料を撮像するとき、その表面下の試料の部分を撮像することができる。OCTを使用して撮像することができる生物学的組織の例には、冠状動脈、皮膚、及び眼が含まれる。別の例では、絵画の層を分析するためにOCTを美術保存に使用することができる。

【0004】

OCTは、しばしば、干渉計を使用して成し遂げられる。干渉計は、試料から反射して戻る光及び参照光を利用する。参照光は、概して、試料から反射して戻る光と同様の距離を進むように構成される。試料からの光及び参照光は、干渉パターンを起こすような方法で合成することができる。すなわち、試料からの光及び参照光は、建設的または破壊的に互いに干渉する。生じる干渉のレベルは、試料内の構造が識別及び撮像され得るような、試料の領域の反射率を示す。

20

【発明の概要】

【0005】

一実施形態では、本技術は、例えば、眼の前眼房及び網膜を同時に撮像することができる2つの波長を合成する改良された光コヒーレンストモグラフィー(OCT)システムを提供する。例示的な実施形態では、OCTシステムは、第1の波長を有する第1のビームを放射するように構成された第1の光源を含む。OCTシステムは、第2の波長を有する第2のビームを放射するように構成された第2の光源をさらに含む。OCTシステムは、干渉計をさらに含む。第1のビーム及び第2のビームは、干渉計に方向付けられるように構成される。干渉計は、参照通路及び干渉計試料通路を含む。OCTシステムは、干渉計試料通路の出力から第1のビームを第1の試料通路に、第2のビームを第2の試料通路に分割するように構成された第1のビームスプリッタをさらに含む。OCTシステムは、第1のビーム及び第2のビームを共通の軸に合成するように構成された第2のビームスプリッタをさらに含む。

30

【0006】

例示的な方法は、第1の光源によって、第1の波長を有する第1のビームを放射することを含む。本方法はまた、第2の光源によって、第2の波長を有する第2のビームを放射することを含む。本方法はまた、第1のビーム及び第2のビームを干渉計に方向付けることを含む。干渉計は、参照通路及び干渉計試料通路を含む。本方法はまた、第1のビームスプリッタによって干渉計試料通路の出力から第1のビームを第1の試料通路に、第2のビームを第2の試料通路に分割することを含む。本方法はまた、第2のビームスプリッタによって、第1のビーム及び第2のビームを共通の軸に合成することを含む。

40

【0007】

前述の概要は例示的なものに過ぎず、何らかの限定することを意図するものではない。上述の例示的な態様、実施形態、及び特徴に加えて、さらなる態様、実施形態、及び特徴が、以下の図面及び発明を実施するための形態を参照することによって明らかになるのである

50

う。

【0008】

本開示の前述の特徴及び他の特徴は、添付図面と併せて、以下の説明及び添付の特許請求の範囲からより完全に明らかになるであろう。これらの図面は、本開示に従っていくつかの実施形態のみを描写し、したがって、その範囲を限定するものとみなされるべきではないという理解の上で、本開示は、添付図面を使用して追加の特異性及び詳細と共に記載される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】例示的な一実施形態による、2つの波長を合成する光コヒーレンストモグラフィー（OCT）システムの表示を描写する。

10

【図2】例示的な一実施形態による、OCTシステムにおけるダイクロイックミラーの特性を明示するグラフを描写する。

【図3】例示的な一実施形態による、第1及び第2の光源が同時にかつ交互に変調され、検出される様子を明示するグラフを描写する。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の発明を実施するための形態では、本明細書の一部を形成する添付図面を参照する。図面において、類似の記号は、文脈が別途指示しない限り、典型的には同様の構成要素を同一とみなす。発明を実施するための形態、図面、及び請求項に記載された例示的な実施形態は、限定することを意味しない。本明細書に提示される主題の精神または範囲から逸脱することなく、他の実施形態が利用されてもよく、他の変更がなされてもよい。本明細書に概して記載され、図に図示された本開示の様子は、多岐にわたる異なる構成における配置、置換、組み合わせ、及び設計が可能であり、それらのすべてが明確に熟慮され、本開示の一部をなすことが容易に理解されるであろう。

20

【0011】

本明細書では、例えば、眼の前眼房及び網膜を同時に撮像することができる2つの波長を合成する改良された光コヒーレンストモグラフィー（OCT）システムが説明される。

【0012】

眼の前眼房を撮像することは、眼の網膜の撮像とは異なる光学的構成を利用する。眼の前眼房の場合、ビーム走査は、試料（または角膜）に対して概ね垂直であり、ビームは、浅い焦点を有する。網膜を撮像するとき、眼自体によってビームを屈折させることができ、ビーム走査は、眼の深い焦点合わせのためにコリメートされたより大きなビームサイズで収束し得る。換言すれば、眼の網膜領域を走査するために使用されるビームは、眼の前眼房を走査するために使用されるビームとは異なる角度で眼に入射しなければならない。有利なことに、本明細書で開示するシステム及び方法は、眼の撮像に好適な異なる波長範囲の2つの光通路を1つの通路に重ねることによって、眼の前眼房及び網膜の両方を同時に撮像することができる。そのような構成は、コンバイナの挿入損失を有利に低減することができる。

30

【0013】

さらに、本明細書で開示される方法及びシステムは、2つの撮像範囲を検出するために単一の検出器及び干渉計を利用することができる。これまでは、システムは、2つの試料を一度に撮像するために、複数の干渉計及び複数の光検出器を利用してきた。本明細書で開示される方法及びシステムは、単一の干渉計及び光検出器を使用し、複数の試料を一度に走査するように設計されるOCTシステムのコスト、複雑性、及びサイズを大幅に低減する。

40

【0014】

本明細書で開示される方法及びシステムは、複数の撮像範囲を実現するために、単一ビームの焦点及び入射角を合わせるために複雑な機構を利用しないことも有利である。これまでは、システムは、2つの異なる試料を走査するために単一の光源を使用していたかも

50

しれない。しかしながら、複数の撮像範囲を切り替えるためには、そのようなシステムは単一のビームを調節するために複雑な切り替え可能または調節可能なレンズを利用していった。そのような構成は複雑であり、多くの可動部分を有し、かなり大きくなる可能性がある。さらに、そのような構成は、複数の撮像範囲の同時及びリアルタイム撮像を可能にし得ない。本明細書で開示される方法及びシステムは、複数の撮像範囲に利用される構成要素の数を有利に減少させ、複数の撮像範囲の同時及びリアルタイム撮像を可能にする。例えば、本明細書で開示されるシステム及び方法は、眼の前眼房及び眼の網膜領域のような2つの撮像範囲のリアルタイム撮像を達成することができる。

【0015】

例示的な実施形態では、異なる波長（または異なる波長の帯域）を有する2つのビームを放射するために2つの光源が使用される。一実施形態では、2つの異なるビームを放射するために波長掃引源が利用されてもよい。2つの光源の出力は、干渉計で合成される。干渉計は、参照通路及び試料通路を含む。試料通路は、ビームが透過され試料（例えば、眼）から反射される通路である。参照通路は、干渉計が試料の正確な画像を生成することができるように、ビームが試料通路と同じ光路長を有するように反射される別個の通路である。

10

【0016】

試料通路は、干渉計から出力され、第1のビームスプリッタは、試料通路を第1の試料通路と第2の試料通路に分割する。戻り通路において（試料通路からの光が反射または後方散乱されるとき）、第1のビームスプリッタはコンバイナとして働き、第1のビームと第2のビームを共通の軸に再合成する。一実施形態では、第1及び第2の試料通路は単一の共通レンズ系を共有し、第1の試料通路内の第1のビームは共通レンズ系の中央に導入される。第1の試料通路は、1,300ナノメートル（nm）の波長（またはほぼそれに近い帯域）を有するビームのためのものである。第2の試料通路は、1,060ナノメートルの波長（またはほぼそれに近い帯域）を有するビームのためのものである。代替の実施形態では、異なる波長または波長の帯域が、第1及び第2のビーム（及びその後第1及び第2の試料通路）に使用されてもよい。

20

【0017】

第1及び第2の試料通路は、干渉計の試料通路の根元で第1のダイクロイックミラー（第1のビームスプリッタ）によって分割される。そのようなダイクロイックミラーは、第1のビームの光を反射または透過し、第2のビームの光を通過させる透過特性を有するように特別に構成される（下記図2の考察を参照）。

30

【0018】

第2の試料通路は、共通の2レンズ系の第1のレンズの焦点に位置付けられた走査ミラーで構成されている。この実施形態では、2レンズ系は4f構成である。代替的な実施形態では、レンズ系は、2つより多くのまたは少ないレンズを有してもよく、4f構成が他の構成であってもよい。

【0019】

第2のビームが眼の網膜領域を走査することができるように、第2のビームは、第2のレンズを通過し、収束走査のために構成されたコリメートビームとなる。換言すれば、第2の試料通路は、コリメートビーム及び試料に対する収束走査パターンを有するレンズ系を有する。コリメートビームは、眼レンズ系を通過した後に網膜領域に焦点が合わされ、眼に入る前に収束走査により網膜領域にわたって走査することができる。したがって、網膜領域を走査する第2のビームの通路長は、眼の前眼房を走査する第1のビームの通路長よりも長くなる。第1の試料通路長と第2の試料通路長との間の差は、人間の眼の軸方向長に同等の光路長であることができる。第2の通路はまた、網膜領域を撮像するための第2の走査ミラーを含む。第2の走査ミラーは、2レンズ系の第1のレンズの焦点に位置する。

40

【0020】

第1の試料通路を通過する第1のビームからの光は、第2のレンズと第1のレンズの焦

50

点との間に位置付けられた第2のビームスプリッタ（ここではダイクロイックミラー）を有することによって2レンズ系の第2のレンズに導入される。ここで、第2のビームスプリッタは、第1のビームと第2のビームを同じ共通の軸上に合成するコンバイナとして機能する。第1の試料通路用の走査ミラーは、第2のビームスプリッタからの反射通路上の第2のレンズの焦点に位置付けられる。第1及び第2のビームが試料から反射または後方散乱されると、第2のビームスプリッタは第1及び第2のビームをそれぞれ第1及び第2の試料通路に分割して戻す。第1の試料通路及び第1のビームは、ビームが眼の前眼房位置に対して垂直に走査するようにビームを集中するように構成される。換言すれば、第1の試料通路は、発散ビーム及び試料に垂直な横方向走査パターンを有するレンズ系を有する。

10

【0021】

眼の前眼房及び網膜領域を撮像するとき、掃引された光源（第1及び第2の光源）は同時にかつ交互に変調される（図3の下記の考察を参照）。試料（ここでは眼）からの、2つの異なる深度範囲（前眼房及び網膜）からの後方散乱反射信号は、2つのダイクロイックミラーによって再合成された後、同じ第1及び第2の試料通路に沿って単一の干渉計に反射して戻る。

【0022】

検出器は、第1のビーム及び第2のビームの2つの異なる波長（または波長帯域）に基づいて、異なるタイムスロットに対して交互に受信信号を検出及び分析することができる。換言すれば、検出器は、2つの異なる撮像範囲に対応する反射された第1及び第2のビームのそれぞれを検出することができる。プロセッサは、検出された信号の特定のタイムスロットを選択することによって、2つの撮像範囲を2つの画像に分解する。プロセッサはまた、2つの光源が掃引されたとき、プロセッサが各撮像範囲に対して検出された信号の特定のタイムスロットを知るように制御し得る。換言すれば、プロセッサは、第1のビームが試料を撮像するために放出されるときに第1の撮像範囲を認識し、かつプロセッサは、第2のビームが試料を撮像するために放射されるときに第2の撮像範囲を認識する。

20

【0023】

したがって、2つの波長範囲は、2つの光通路を1つに重ねることによって眼の前眼房及び網膜領域撮像を同時に提供することができ、コンバイナの挿入損失を最小限に抑える。さらに、システムは、両方の撮像範囲で共用することができる検出器及び干渉計の1つの単一セットを利用する。これは有利に、眼の前眼房及び網膜領域の両方のリアルタイム撮像を提供するコンパクトなシステムを可能にする。

30

【0024】

図1は、例示的な一実施形態による2つの波長を合成する光コヒーレンストモグラフィ（OCT）システム100の表示を描写する。代替の実施形態では、より少ない、追加の、及び/または異なる要素が存在してもよい。OCTシステムは、第1の光源105及び第2の光源110を含む。第1の光源105は、第1の波長を有する第1のビーム148を放射する。図1において、第1のビーム148は、第2のビーム140と区別するために破線で示されている。

【0025】

第2のビーム140は、第2の光源110によって放射され、第2の波長を有する。第1のビーム148及び第2のビーム140は合成され、干渉計115に方向付けられる。干渉計は、参照通路128及び干渉計試料通路170を含む。参照通路128は矢印130で示されている。第1の光源105及び第2の光源110からの第1のビーム148及び第2のビーム140は、干渉計115を通過してミラー125に進む。ここでミラー125は、それに当たる光の一部を反射し、すべての光を反射しないハーフミラーである。したがって、第1のビーム148及び第2のビーム140の一部は、参照通路128に反射される。参照通路128は、第1の試料通路長及び第2の試料通路長に対応する2つの異なる通路を含む。すなわち、参照通路128は、試料のどの部分が撮像されているか（及びその後どの試料通路が利用されているか）に応じて変化する。

40

50

【0026】

したがって、眼156の前眼部を測定するために第1の試料通路が第1のビーム148と共に利用されているとき、参照通路128はより長く、光はミラー132及びミラー134から反射される。眼156の網膜領域を測定するために第2の試料通路が第2のビーム140と共に利用されるとき、通路長スイッチ135が参照通路128を短くするために作動され、それは第1の試料通路と第2の試料通路との間の通路長の差に対応する。代替の実施形態では、参照通路128（及び通路長スイッチ135が作動しているときの短縮参照通路）は、眼156の深度走査を提供するために可変であってもよい。代替の実施形態では、通路長スイッチ135を有する代わりに、第1のビーム148の参照通路と第2のビーム140の参照通路との間の通路長の差は、眼の前眼房及び網膜領域の間の深度範囲の相対的オフセット/非オフセットを有するように予め調節されていてもよいし、予め定められていてもよい。

10

【0027】

第1のビーム148または第2のビーム140が第1の試料から反射して戻ると、それらはミラー125によって干渉計試料通路170に反射される。干渉計試料通路170は、矢印160で指し示されている。干渉計試料通路内の光は、ミラー165によって反射される。ミラー172（ここではハーフミラー）で、参照通路128及び干渉計試料通路170からの光は合成され、平衡光検出器120によって受光され、そこから試料の2つの画像を生成することができる。

【0028】

干渉計115から出力された第1のビーム148及び第2のビーム140は、ビームスプリッタ136に到達する。ビームスプリッタ136は、第1のビーム148を第1の試料通路に、及び第2のビーム140を第2の試料通路に分割する。そうするために、ビームスプリッタ136は、第1のビーム148の波長帯域を反射または透過するが、第2のビーム140の波長帯域を反射または透過しない（下記図2の考察を参照）。戻り通路上で、第1のビーム148及び第2のビーム140が反射または後方散乱されたとき、ビームスプリッタ136はコンパイナとして機能する。

20

【0029】

したがって、第1のビーム148は、続いてミラー125、150及び152への第1の試料通路に反射される。ミラー152から反射した後、第1のビーム148は、走査ミラー154から反射される。走査ミラー154は、レンズ155の焦点にあるように構成される。走査ミラー154はまた、第1のビーム148をビームスプリッタ145上に方向付けるように構成され、次に第1のビーム148をレンズ155に反射または透過する。ビームスプリッタ145は、共通の軸143上の第1のビーム148を第2のビーム140と再合成するように構成され、これについては後でさらに考察される。したがって、第1の試料通路は、眼156の前眼房を撮像することができるように、第1のビーム148を試料に垂直な横方向走査パターンを有する発散ビームとなるようにする。後方散乱及び/または反射された第1のビーム148の光は、ビームスプリッタ136で第2のビーム140と再合成されるまで、同じ第1の試料通路に沿って干渉計に戻ることができる。後方散乱及び/または反射光は、戻り通路上のビームスプリッタ145で分割される。

30

40

【0030】

ビームスプリッタ136を通過した後、第2のビーム140は第2の試料通路を通過する。これは、ミラー146から反射され、レンズ144の焦点にあるように構成された走査ミラー142上に反射されることを含む。この実施形態では、レンズ144及びレンズ155は、4f構成に構成されている。第2のビーム140は、レンズ144を通過し、反射されることなくビームスプリッタ145を通過する（下記の図2の考察を参照）。このようにして、第1のビーム148及び第2のビーム140は、各ビームが同じ試料（ここでは、眼156）を走査し得るように共通の軸143上に合成される。

【0031】

第2のビーム140はまた、第2のビーム140が試料の網膜領域を走査するために収

50

束走査パターンを有するコリメートビームであるように、レンズ155を通過する。反射または後方散乱された第2のビーム140からの光は、ビームスプリッタ136で第1のビーム148と再合成される第2の試料通路を通過して戻る。

【0032】

図2は、例示的な一実施形態によるOCTシステムにおけるダイクロイックミラーの特性を明示するグラフ200を描写する。代替の実施形態では、より少ない、追加の、及び/または異なる要素が存在してもよい。グラフ200は、例示的な一実施形態で使用され得るビームスプリッタの一実施形態に関連する。特に、グラフ200に記載されたビームスプリッタは、ダイクロイックミラーであってもよく、図1に示されかつ上で考察されるようにビームスプリッタ136及び/またはビームスプリッタ145として使用されてもよい。

10

【0033】

グラフ200は、透過率に関する第1の縦軸を有する。換言すれば、透過率が高いほど、より多くの光が反射されることなくビームスプリッタを通過することになる。横軸は、波長である。したがって、ビームスプリッタは、ビームスプリッタに入射する光の波長に応じて透過率が高くなるか低くなる。ここでは、所定のビームスプリッタの特性を線205で示す。参考までに、第1の波長帯域210及び第2の波長帯域215もグラフ200上に示されている。したがって、第1の波長帯域210の光（例えば、およそ1,060ナノメートル）は、図1によって明示され、上で考察されるように、ビームスプリッタを大部分透過する。逆に、第2の波長帯域215の光（例えば、およそ1,300ナノメートル）は、図1によって明示され、上で考察されるように、ビームスプリッタによって大部分反射される。述べたように、一実施形態では、図2に示すビームスプリッタ特性は、図1に示すビームスプリッタ136及びビームスプリッタ145であってもよい。

20

【0034】

図3は、例示的な一実施形態による、第1及び第2の光源が同時にかつ交互に変調され、検出される様子を明示するグラフ300を描写する。代替の実施形態では、より少ない、追加の、及び/または異なる要素が存在してもよい。グラフ300は、第1の試料ビーム、例えばビーム305を示す。グラフ300はまた、第2の試料ビーム、例えばビーム310を示す。グラフ300の横軸は時間である。したがって、グラフ300は、図1に明示したようなシステムが、異なる時間に交互に2つの異なる波長（または波長帯域）をターンオンする（または掃引源を作動させる）ように制御され得る方法を明示する。したがって、第1のビーム及び第2のビームは、順番にスイッチオン及びオフされる。

30

【0035】

第1の試料の第1のビーム305は、後方散乱または反射された信号315を生じてもよい。第2のビーム310は、後方散乱または反射された信号320を生じてもよい。一例として、反射された信号315は、図1に関して上で考察されるように、第1の試料通路を介して前眼房を撮像することに対応してもよい。同様に、反射された信号320は、図1に関して上で考察されるように、第2の試料通路を介して網膜房を撮像することに対応してもよい。反射された信号315及び反射された信号320は、両方とも、図1に示される光検出器120などの光検出器で受信され得る。このようにして、光検出器と通信する処理システムは、受光器で受信され、処理システムに出力される交互の受信信号315及び320に基づいて、第1の画像及び第2の画像を生成することができる。例えば、2つの画像は、試料の異なる画像ゾーンまたは深度範囲のものであってもよい。第1及び第2のビームの通路長差が予め調節されているかまたは予め定められており、第1及び第2のビームからの信号が迅速に切り替えられる場合、システムは、一実施形態では、眼156の前眼房及び網膜領域の両方の試料の同時及びリアルタイムの画像を生成することができる。

40

【0036】

例示的な実施形態の前述の説明は、例示及び説明の目的で提示されたものである。開示された厳密な形態に関して網羅的または限定的であることを意図したものではなく、上記

50

の教示に照らして改変もしくは変形が可能であり、または開示された実施形態の実施から取得され得る。

【0037】

特定の実施形態が図示され説明されているが、以下の特許請求の範囲に規定されているような広範な態様における技術から逸脱することなく、当業者で変更及び改変を加えることができることを理解されるべきである。

【0038】

本明細書において例示的に説明された実施形態は、本明細書に具体的に開示されていない要素または複数の要素、制限または複数の制限がなくても好適に実施されてもよい。このように、例えば、「備える」、「含む」、「包含する」などの用語は、広範かつ制限なしに読まれるものとする。加えて、本明細書で使用される用語及び表現は、限定ではなく説明のために使用されており、図示され説明された特徴またはその部分の等価物を排除する用語及び表現の使用として意図されておらず、特許請求される技術の範囲内で様々な改変が可能であることが認識される。さらに、「本質的に～からなる」という句は、具体的に列挙された要素及び請求される技術の基本的及び新規の特徴に実質的に影響を与えない追加の要素を含むと理解してよい。「からなる」という句は、特定されていない要素を除外する。

【0039】

本開示は、本出願に記載の特定の実施形態の観点から限定されるものではない。当業者には明らかであるように、その精神及び範囲から逸脱することなく、多くの改変及び変形が可能である。本明細書に列挙したものに加えて、本開示の範囲内の機能的に等価な方法及び組成物は、前述の記載から当業者には明らかであろう。そのような改変及び変形は、添付の特許請求の範囲内に入ることが意図される。本開示は、添付の特許請求の範囲によって、及びそのような特許請求の範囲が権利を与えられる等価物の全範囲に沿ってのみ限定されるべきである。本開示は、特定の方法、試薬、化合物組成物または生物システムに限定されず、当然のことながら変化し得ることが理解されるべきである。本明細書で使用される用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、限定することを意図するものではないことも理解されるべきである。

【0040】

当業者には理解されるように、任意の及びすべての目的のために、特に書面による説明を提供する観点から、本明細書に開示されるすべての範囲は、その任意の及びすべての可能な部分範囲及び部分範囲の組み合わせをも範囲に含む。列挙された範囲はいずれも、十分に記述しており、同じ範囲を少なくとも半分、三分の一、四分の一、五分の一、十分の一などに分解することを可能にすることを容易に認識することができる。非限定的な例として、本明細書で考察される各範囲は、下3分の1、中3分の1及び上3分の1などに容易に分解することができる。当業者にもた理解されるように、「～まで」、「少なくとも」、「より大きい」、「より小さい」などのようなすべての言葉づかいは、列挙された数字を含み、上で考察されるように引き続き部分範囲に分解され得る範囲を指す。最後に、当業者には理解されるように、範囲は各個々のメンバーを含む。

【0041】

本明細書で言及されるすべての刊行物、特許出願、発行された特許、及び他の文献は、各個々の刊行物、特許出願、発行された特許、または他の文書が、その全体が参照により組み込まれるように具体的かつ個別に指し示されたかのように、参照により本明細書に組み込まれる。参照により組み込まれた本文に包含される定義は、本開示における定義と矛盾する限り、除外される。

【0042】

他の実施形態は、以下の特許請求の範囲に記載されている。

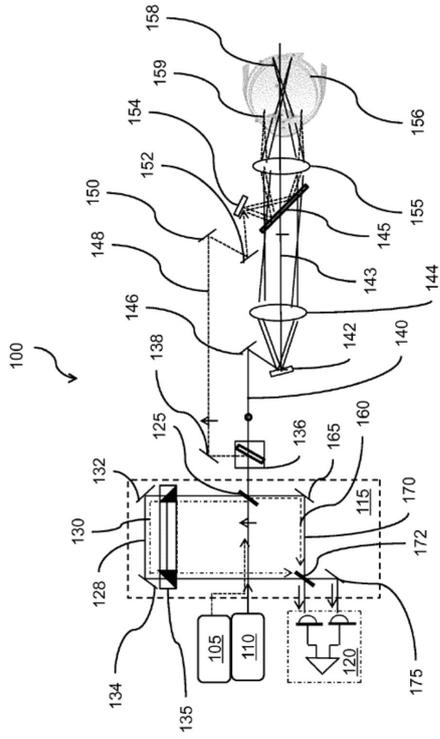
10

20

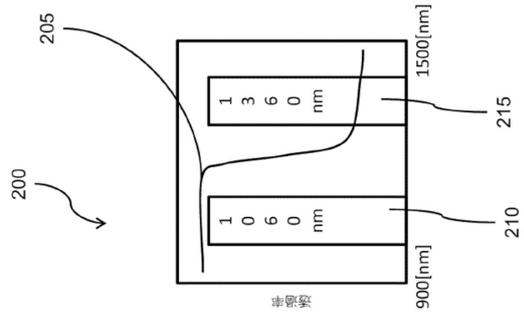
30

40

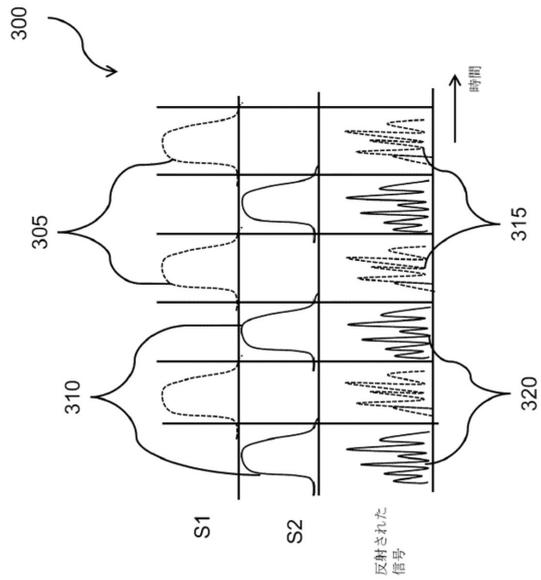
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100120525

弁理士 近藤 直樹

(72)発明者 チョン チャンホ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94024 ロス アルトス マナー ウェイ 896

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開2015-43844(JP,A)

特開2013-90903(JP,A)

特開2012-161610(JP,A)

特表2011-528801(JP,A)

特開2012-235835(JP,A)

特開2011-214969(JP,A)

特開2011-214968(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/10

G01N 21/27