

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02014/200093

発行日 平成29年2月23日 (2017. 2. 23)

(43) 国際公開日 平成26年12月18日 (2014. 12. 18)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 3/10 (2006.01) A 6 1 B 3/10 R

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 20 頁)

出願番号	特願2015-522884 (P2015-522884)	(71) 出願人	504139662 国立大学法人名古屋大学
(21) 国際出願番号	PCT/JP2014/065768		愛知県名古屋市千種区不老町 1 番
(22) 国際出願日	平成26年6月13日 (2014. 6. 13)	(71) 出願人	000135184
(31) 優先権主張番号	特願2013-125404 (P2013-125404)		株式会社ニデック
(32) 優先日	平成25年6月14日 (2013. 6. 14)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	寺▲崎▼ 浩子 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大 学法人名古屋大学内
		(72) 発明者	小林 正彦 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株 式会社ニデック拾石工場内

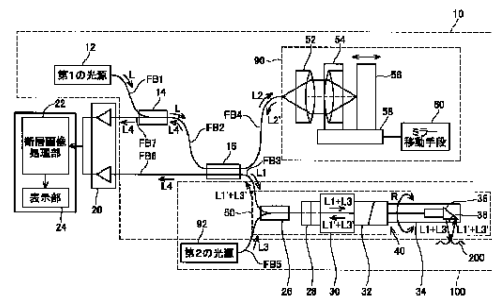
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光断層画像撮影装置

(57) 【要約】

【課題】 光断層画像の撮影位置を肉眼で確認可能となる光断層画像撮影装置を提供すること。

【解決手段】 光断層画像撮影装置は、第 1 の光源と、第 1 の光源からの第 1 の光を測定対象眼に案内すると共に、測定対象眼からの反射光から得られる干渉光を検出する光学装置と、を備える光断層画像撮影装置である。光断層画像撮影装置は、第 1 の光が照射されている位置を示すエイミング光を照射する第 2 の光源と、先端部に開口を有しており、眼球内に挿入可能な光プローブと、をさらに備える。光プローブは、光学装置で案内された第 1 の光を開口を介して測定対象眼の内部に照射すると共に測定対象眼から反射される反射光を光学装置に案内し、かつ、第 2 の光源からのエイミング光を開口を介して第 1 の光が照射されている位置に照射することを特徴とする。



12 First light source
 22 Tomographic image processing unit
 24 Display unit
 60 Mirror movement means
 92 Second light source

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の光源と、

第 1 の光源からの第 1 の光を測定対象眼に案内すると共に、測定対象眼からの反射光から得られる干渉光を検出する光学装置と、を備える光断層画像撮影装置であって、

第 1 の光が照射されている位置を示すエイミング光を照射する第 2 の光源と、

先端部に開口を有しており、眼球内に挿入可能な光プローブと、をさらに備え、

光プローブは、光学装置で案内された第 1 の光を前記開口を介して測定対象眼の内部に照射すると共に測定対象眼から反射される反射光を光学装置に案内し、かつ、第 2 の光源からのエイミング光を前記開口を介して第 1 の光が照射されている位置に照射することを特徴とする光断層画像撮影装置。

10

【請求項 2】

光プローブの開口は、光プローブの側面に周方向に所定の角度範囲で設けられており、

第 1 の光及びエイミング光は、前記開口から光プローブの軸と直交する方向に照射されると共に、光プローブの軸周りに所定の角度範囲で走査される、請求項 1 に記載の光断層画像撮影装置。

【請求項 3】

第 2 の光源は、複数の発光色のエイミング光を照射可能に構成されており、

第 2 の光源から被検眼に照射されるエイミング光の発光色を選択する選択スイッチをさらに備えている、請求項 1 又は 2 に記載の光断層画像撮影装置。

20

【請求項 4】

第 2 の光源は、赤色のエイミング光と、緑色のエイミング光を照射可能に構成されている、請求項 3 に記載の光断層画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

(関連出願の相互参照)

本出願は、2013年6月14日に出願された日本国特許出願である特願2013-125404の関連出願であり、この日本出願に基づく優先権を主張するものであり、この日本出願に記載された全ての内容を援用するものである。

30

本明細書に開示する技術は、光干渉を利用して光断層画像を撮影する光断層画像撮影装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、光干渉を利用して眼の光断層画像を撮影する装置が開発されている。例えば、特許文献1では、被検眼の眼底画像及び光断層画像を別々の光学系で取得し、これら2つの画像を対応づけて表示する撮影装置が開示されている。この撮影装置では、まず、モニタに眼底画像が表示されると共に、その表示された眼底画像上に測定位置を表す測定ラインが併せて表示される。検者は、モニタを見ながら測定ラインを眼底画像に対して移動させ、光断層画像を撮影する位置を設定する。そして、検者の操作によって、測定ラインの位置における光断層画像が撮影される。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2012-81330号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

この種の撮影装置を眼の外科治療に利用することが検討されている。すなわち、眼を手術する際に、治療部位を光断層画像で確認しながら必要な処置を行うことが検討されてい

50

る。光断層画像撮影装置を用いることで、肉眼では確認できない状態（例えば、網膜剥離の状態等）を確認でき、適切な治療を行うことが可能となる。光断層画像撮影装置を外科治療に用いる場合、眼球内に挿し込んだ光プローブから眼球内に光を照射できれば、眼球内の所望の位置の光断層画像を取得できるため好ましい。ただし、光断層画像の撮影に用いられる光は可視光ではないため、眼球内のどの位置で光断層画像を撮影しているかを確認する必要がある。そこで、光断層画像撮影装置に特許文献1の技術を採用することが考えられる。しかしながら、特許文献1の技術では、検者はモニタに表示された眼底画像を見ながら光プローブを操作し、光断層画像を撮影する位置を設定する必要がある。この場合、モニタに表示される画像だけでは光プローブと被検眼の撮影部位（例えば、網膜）との遠近が把握しにくく、光プローブが被検眼の撮影部位に接触する可能性が高くなる。

10

【0005】

本明細書は、光断層画像の撮影位置を肉眼で確認可能となる光断層画像撮影装置を開示する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本明細書に開示する光断層画像撮影装置は、第1の光源と、第1の光源からの第1の光を測定対象眼に案内すると共に、測定対象眼からの反射光から得られる干渉光を検出する光学装置と、を備える光断層画像撮影装置である。光断層画像撮影装置は、第1の光が照射されている位置を示すエイミング光を照射する第2の光源と、先端部に開口を有しており、眼球内に挿入可能な光プローブと、をさらに備える。光プローブは、光学装置で案内された第1の光を開口を介して測定対象眼の内部に照射すると共に測定対象眼から反射される反射光を光学装置に案内し、かつ、第2の光源からのエイミング光を開口を介して第1の光が照射されている位置に照射する。

20

【0007】

上記の撮影装置では、第1の光源からの光（光断層画像を得るための光）と、第2の光源からのエイミング光とが眼球内の同一の位置に照射される。そのため、光プローブを操作する操作者は、エイミング光が照射された位置を肉眼で確認しながら、光プローブを操作して所望の位置にエイミング光を照射し、その位置の光断層画像を撮影することができる。したがって、操作者はエイミング光と光プローブの両者を肉眼で確認することができるため、光プローブと撮影位置との遠近の把握が容易であり、光プローブが眼球内の組織に意図せずに接触する危険性を軽減することができる。

30

【0008】

光プローブの開口は、光プローブの側面に周方向に所定の角度範囲で設けられていてもよい。第1の光及びエイミング光は、開口から光プローブの軸と直交する方向に照射されると共に、光プローブの軸周りに所定の角度範囲で走査されてもよい。また、第2の光源は、複数の発光色（例えば、赤色、緑色等）のエイミング光を照射可能に構成され、第2の光源から被検眼に照射されるエイミング光の発光色を選択スイッチにより選択できるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0009】

40

【図1】光断層画像撮影装置の光学系の概略構成図を示す。

【図2】光断層装置の光プローブの斜視図を示す。

【図3】光断層画像撮影装置の光プローブを眼球内に挿入した際における眼球の縦断面図を示す。

【図4】家兎眼の正常網膜を撮影した画像を示す。

【図5】家兎眼の視神経乳頭の光断層画像を示す。

【図6】ダイヤモンドレーザーが正常網膜表層に接触する様子を示す。

【図7】バックフラッシュニードルによって硝子体皮質と網膜の一部とが吸引され、牽引される様子を示す。

【図8】家兎眼の網膜が剥離している様子を示す。

50

【図 9】豚眼の毛様体皺襞部の光断層画像を示す。

【図 10】黄斑上膜症のヒトの網膜上膜の光断層画像を示す。

【図 11】網膜上膜を手術により治療している様子を示す。

【図 12】ヒトの網膜下、脈絡膜中にある渦静脈の光断層画像を示す。

【図 13】ヒトの網膜最周辺部にあたる鋸状縁の光断層画像を示す。

【図 14】ヒトの毛様体の光断層画像を示す。

【図 15】ヒトの眼内レンズと毛様体と虹彩との光断層画像を示す。

【図 16】ヒトの角膜と虹彩と隅角部との光断層画像を示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(実施例)

図 1 に示すように、光断層画像撮影装置は、測定対象眼 200 からの反射光 L1' と参照光 L2 とを干渉させる干渉光学系 10 と、測定対象眼 200 にエイミング光を照射する照射光学系 100 と、を備える。

【0011】

干渉光学系 10 は、第 1 の光源 12 と、第 1 の光源 12 からの測定光 L1 を測定対象眼 200 に照射すると共に、測定対象眼 200 からの反射光 L1' を受光する光プローブ 50 と、第 1 の光源 12 からの参照光 L2 の光路長を調整する参照光学系 90 と、これら各部 12, 50, 90 を接続する光ファイバ FB1 ~ FB4, FB6, FB7 及び光ファイバカプラ 14, 16 と、を備える。

【0012】

第 1 の光源 12 は、生体透過性の高い近赤外域の光を出射する光源である。第 1 の光源 12 は、光ファイバ FB1、光ファイバカプラ 14 及び光ファイバ FB2, FB3, FB4 を介して光プローブ 50 及び参照光学系 90 に接続されている。第 1 の光源 12 から出力される第 1 の光は、低コヒーレンス光であり、その波長は時間的に変化しない。第 1 の光 L は、光ファイバ FB1、光ファイバカプラ 14 及び光ファイバ FB2, FB3, FB4 を通過して、測定光学系 50 及び参照光学系 90 に導かれる。

【0013】

すなわち、光ファイバ FB1 ~ FB4, FB6, FB7 は、光を伝送する伝送路であり、光ファイバカプラ 14, 16 は、光信号を分波及び / 又は合波するデバイスである。光ファイバ FB1 の一端は第 1 の光源 12 に接続される一方、他端は光ファイバカプラ 14 に接続されている。光ファイバカプラ 14 には、光ファイバ FB2, FB7 がさらに接続されている。光ファイバカプラ 14 は、光ファイバ FB1 から入力する光を光ファイバ FB2 に出力し、また、光ファイバ FB2 から入力する光を光ファイバ FB7 に出力する。光ファイバ FB7 は、干渉光検出器 20 に接続されている。

【0014】

光ファイバ FB2 は、光ファイバカプラ 16 を介して光ファイバ FB3, FB4, FB6 に接続されている。光ファイバカプラ 16 は、光ファイバ FB2 からの光を光ファイバ FB3, FB4 に分波する一方、光ファイバ FB3, FB4 から入力する光を合波し、その合波した光を分波して光ファイバ FB2, FB6 に出力する。光ファイバ FB3 は光プローブ 50 に接続され、光ファイバ FB4 は参照光学系 90 に接続され、光ファイバ FB6 は干渉光検出器 20 に接続されている。

【0015】

参照光学系 90 は、第 1 光学レンズ 52、第 2 光学レンズ 54、反射ミラー 56、基台 58、及び、ミラー移動機構 60 から構成される。第 2 光学レンズ 54 及び反射ミラー 56 は、基台 58 に固定されている。基台 58 は、第 1 光学レンズ 52 に対して光軸方向に進退動可能に設けられている。すなわち、基台 58 はミラー移動機構 60 に接続されており、ミラー移動機構 60 によって基台 58 は光軸方向に進退動する。基台 58 は光軸方向に進退動することで、参照光 L2 の光路長が調整される。なお、ミラー移動機構 60 は、例えば、モータと、モータの出力を基台 58 の往復運動に変換する機構により構成される

10

20

30

40

50

。モータを駆動することで、基台 5 8 が第 1 光学レンズ 5 2 に対して周期的に進退動し、これによって参照光 L 2 の光路長が周期的に変化する。

【 0 0 1 6 】

光プローブ 5 0 は、検者によって操作され、その先端が眼球内に挿入可能となっている。光プローブ 5 0 は、光ファイバケーブル 2 6 と、光ファイバケーブル 2 6 に接続された光プローブ本体 4 0 と、を備える。光ファイバケーブル 2 6 は、光ファイバ FB 3 からの測定光 L 1 を光プローブ本体 4 0 に出力する。光プローブ本体 4 0 は、光ファイバケーブル 2 6 からの測定光 L 1 を測定対象部位に導くと共に、測定対象部位からの反射光 L 1 ' を光ファイバ FB 3 に導く。光プローブ本体 4 0 には、光ファイバ FB 5 を介して第 2 の光源 9 2 が接続されている。光プローブ本体 4 0 については、後で詳述する。

10

【 0 0 1 7 】

第 2 の光源 9 2 は、可視光を出射するレーザ光源（例えば、赤色レーザ光源）である。第 2 の光源 9 2 から出力されるエイミング光 L 3 は、光ファイバ FB 5 を介して光ファイバケーブル 2 6 に入力される。光ファイバケーブル 2 6 は、光ファイバ FB 3 からの測定光 L 1 と光ファイバ FB 5 からのエイミング光 L 3 を合波し、その合波した光（L 1 + L 3）を光プローブ本体 4 0 に出力する。したがって、測定光 L 1 とエイミング光 L 3 は、測定対象部位の同一位置に照射される。本実施例では、第 2 の光源 9 2 と光プローブ 5 0 によって照射光学系 1 0 0 が構成されている。

【 0 0 1 8 】

上述した干渉光学系 1 0 は、光ファイバ FB 6 , FB 7 により干渉光検出器 2 0 に接続されている。干渉光検出器 2 0 は、例えば、受光素子から構成されており、光ファイバ FB 6 , FB 7 から入力する干渉光 L 4 を電気信号に変換する。干渉光検出器 2 0 は、断層画像処理部 2 2 に接続されている。干渉光検出器 2 0 で変換された電気信号は、断層画像処理部 2 2 に入力される。

20

【 0 0 1 9 】

断層画像処理部 2 2 は、入力される信号を処理する信号処理回路と、処理された信号から画像を作成する画像処理部によって構成される。断層画像処理部 2 2 は、干渉光学検出器 2 0 から入力される電気信号から得られる解析結果を利用し、公知の方法によって測定対象眼 2 0 0 の光断層画像を作成する。作成された光断層画像は表示部 2 4（例えばモニタ）に出力され、表示部 2 4 に表示される。

30

【 0 0 2 0 】

次に、光プローブ本体 4 0 について詳細に説明する。光プローブ本体 4 0 は、光ファイバケーブル 2 6 が装着される装着部 2 8 と、検査者に把持される把持部 3 0 と、把持部 3 0 に取付けられた回転部 3 2 と、回転部 3 2 に取付けられたプローブハウジング 3 4 と、を備える。光プローブ本体 4 0（すなわち、装着部 2 8、把持部 3 0、回転部 3 2、プローブハウジング 3 4）内には、光ファイバケーブル 2 6 からの光が伝送される伝送路である光ファイバが配置されている。この光ファイバは、回転部 3 2 とプローブハウジング 3 4 との間で分割され、図示省略の光学的ロータリジョイントにより、プローブハウジング 3 4 側の光ファイバが、回転部 3 2 側の光ファイバに対して回転自在となるように接続されている。プローブハウジング 3 4 側の光ファイバは、回転部 3 2 によって光プローブ本体 4 0 の軸線周りに回転可能となっている。

40

【 0 0 2 1 】

装着部 2 8 の入力端には、光ファイバケーブル 2 6 からの光が入力する。装着部 2 8 の出力端には、把持部 3 0 が取付けられる。把持部 3 0 は、検査者が測定対象眼 2 0 0 を検査する際に把持する部分である。回転部 3 2 は、プローブハウジング 3 4 側の光ファイバを回転させる機構（駆動モータ等）を備えている。図 2 に示すように、プローブハウジング 3 4 は、先端が閉じた円筒状の部材であり、回転部 3 2 から突出している。プローブハウジング 3 4 を眼球内に挿入するための穴を小さくするために、プローブハウジング 3 4 の先端の径を小さくすることが好ましい。その一方、プローブハウジング 3 4 には、操作性の観点からある程度の剛性が必要とされる。このため、例えば、径を 0 . 7 mm（2 3

50

ゲージ)、 0.5 mm (25ゲージ)、 0.3 mm (30ゲージ)とすることができる。プローブハウジング34の側面には、開口窓38が形成されている。開口窓38は、プローブハウジング34の先端近傍に配設されている。開口窓38は、略長形状に形成され、周方向に所定の角度範囲で開口している。開口窓38は、透過性の部材で塞がれ、外部からの水分等の浸入が防止されている。

【0022】

プローブハウジング34内には、開口窓38と対応する位置に反射ミラー36が配置されている。具体的には、反射ミラー36で反射された測定光L1及びエイミング光L3が開口窓38を通過できる位置に反射ミラー36が配置されている。反射ミラー36は、プローブハウジング34側の光ファイバの先端に取り付けられている。このため、反射ミラー36は、光プローブ本体40の軸線(すなわち、測定光L1とエイミング光L3の光軸)の周りに回転可能となっている。反射ミラー36の反射面は、回転部32に対向しており、光プローブ本体40の軸線に対して 45° だけ傾斜している。このため、光ファイバカプラ26からの光L1+L3は、反射ミラー36の反射面で反射され、開口窓38よりプローブハウジング34外に照射される。反射ミラー36の反射面がプローブハウジング34の軸線に対して 45° で傾斜しているため、反射ミラー36で反射された光は、プローブハウジング34の軸線に対して直交する方向に照射される。また、反射ミラー36が回転するため、反射ミラー36で反射される光の照射方向は、時間の経過に伴って周方向に変化する。開口窓38が周方向に所定の角度範囲で開口しているため、反射ミラー36で反射された光が照射される範囲も周方向の所定角度範囲に限定される。なお、上述した本実施形態では光プローブ本体40に回転部32を設ける構成としているが、これに限るものではない。本体40の外に回転部を設けることも可能である。より具体的には、光ファイバカプラ26と本体40との間に回転部32を設け、回転部32よりプローブハウジング34側の光ファイバと、この光ファイバ先端に取り付けられる反射ミラー36とを回転部32の駆動により回転させるようにする。なお、光ファイバカプラ26と回転部32は、本体40とは一体化させず別部材とし、使用者が本体40のみを把持し取り扱うことができるように回転部32と本体40との間は十分な長さを有した光ファイバにて接続させる構成とする。また、回転部32と本体40との間の光ファイバは柔軟性を有した中空チューブによって内包され外部から保護された状態としておくことが好ましい。なお、中空チューブは回転部32によって回転されないように回転部32と本体40との間で接続され、中空チューブ内を通る光ファイバが回転部32によって回転されるように構成される。このような構成によって、本体40に回転機構を設けることがないため、使用者が把持する部分となる本体40をより小型化させることができる。

また、本実施形態では反射ミラーを用いて光L1+L3をプローブハウジング外に向けて反射させているが、これに限るものではなく、反射ミラーの代わりに反射部材としてプリズムを用いることも可能である。さらに、反射ミラー(反射部材)の傾斜角度も 45° に限るものではなく、所望する光の射出方向が得られる傾斜角度であればよい。

【0023】

次に、本実施例の光断層画像撮影装置を用いて、測定対象眼200を検査するときの手順を説明する。本実施例の光断層画像撮影装置は、患者の眼を手術する際に用いられる。例えば、図3に示すように、測定対象眼200に手術用の創口を形成し、その創口から眼球内に光プローブ50のプローブハウジング34を挿入する。次いで、第1の光源12及び第2の光源92をオンすると共に、ミラー移動機構60及び回転部30の駆動を開始する。これによって、干渉光検出器20で干渉光が検出され、その検出された干渉光から測定対象眼200の光断層画像が作成され、その作成された光断層画像が表示部24に表示される。

【0024】

すなわち、第1の光源12から出力される光Lは、光ファイバFB1、光ファイバカプラ14及び光ファイバFB2を通して光ファイバカプラ16に入力する。光ファイバカプラ16に入力された光Lは、参照光L2と測定光L1に分割される。

【 0 0 2 5 】

参照光 L 2 は、光ファイバ F B 4 を通って参照光学系 9 0 に入力される。参照光学系 L 2 に入力された参照光 L 2 は、第 1 光学レンズ 5 2 及び第 2 光学レンズ 5 4 を通って反射ミラー 5 6 に照射される。反射ミラー 5 6 に照射された参照光 L 2 ' は、第 2 光学レンズ 5 4 及び第 1 光学レンズ 5 2 を通って光ファイバ F B 4 に導かれる。光ファイバ F B 4 に導かれた参照光 L 2 ' は、光ファイバカプラ 1 6 に入力される。ここで、第 2 光学レンズ 5 4 及び反射ミラー 5 6 は、ミラー移動機構 6 0 によって第 1 光学レンズ 5 2 に対して周期的に進退動する。このため、参照光 L 2 の光路長も周期的に変化する。

【 0 0 2 6 】

一方、測定光 L 1 は、光ファイバ F B 3 を通って光プローブ 5 0 の光ファイバカプラ 2 6 に入力される。また、光ファイバカプラ 2 6 には、第 2 の光源 9 2 からのエイミング光 L 3 も入力される。このため、測定光 L 1 及びエイミング光 L 3 は、光ファイバカプラ 2 6 で合成される。合成された光 L 1 + L 3 は、光プローブ本体 4 0 内の光ファイバに入力される。光プローブ本体 4 0 内に入力された光 L 1 + L 3 は、反射ミラー 3 6 で反射され、プローブハウジング 3 4 の開口窓 3 8 より測定対象眼 2 0 0 の測定対象部位（例えば、網膜 2 5 0 ）に照射される。ここで、反射ミラー 3 6 は回転部 3 2 によって回転するため、測定対象部位に照射される光 L 1 + L 3 は、光プローブ本体 4 0 の軸線周りに回転する。一方、プローブハウジング 3 4 に形成される開口窓 3 8 は、プローブハウジング 3 4 の周方向の所定角度範囲内のみ開口するため、測定対象部位に照射される光 L 1 + L 3 は、所定の角度範囲に限定される。反射ミラー 3 6 の回転は、周期的に行われるため、測定対象部位に照射される光の照射位置も周期的に変化する。すなわち、測定対象部位に照射される光 L 1 + L 3 は、所定の範囲内を走査される。

【 0 0 2 7 】

測定対象眼 2 0 0 の測定対象部位に照射された光 (L 1 + L 3) は、測定対象部位で反射される。反射光 (L 1 ' + L 3 ') は、開口窓 3 8 を通ってプローブハウジング 3 4 内に導かれる。プローブハウジング 3 4 内に導かれた光 (L 1 ' + L 3 ') は、光ファイバカプラ 2 6 及び光ファイバ F B 3 を通って光ファイバカプラ 1 6 に入力される。光ファイバカプラ 1 6 には、光プローブ 5 0 からの光 (L 1 ' + L 3 ') と、参照光学系 9 0 からの参照光 L 2 ' が入力される。光ファイバカプラ 1 6 は、これら入力する光 (L 1 ' + L 3 ') と L 2 ' を合成し干渉波 L 4 とする。干渉波 L 4 は、光ファイバ F B 2 , F B 6 , F B 7 を通って干渉光検出器 2 0 で検出され、その検出された干渉光から断層画像処理部 2 2 は測定対象眼 2 0 0 の光断層画像を作成する。作成された光断層画像は、表示部 2 4 に表示される。これによって、検査者は、表示部 2 4 に表示される光断層画像から、測定対象眼 2 0 0 の測定対象部位（網膜 2 5 0 ）の状態を判断することができる。これによって、必要な処置を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

本実施例の光断層画像撮影装置では、測定光が照射される位置にエイミング光も照射される。したがって、検査者は肉眼でエイミング光が照射された位置を確認することができ、そのエイミング光を確認しながら所望の位置の光断層画像を得ることができる。このため、光プローブ 5 0 の先端が測定対象眼 2 0 0 の内部組織に接触することを未然に防止することができる。また、プローブハウジング 3 4 の開口窓 3 8 が周方向の所定角度範囲に限定され、測定光とエイミング光が照射される部位が限定される。これによっても、検査者の意図通りの部位の光断層画像を取得でき、測定対象眼 2 0 0 の状態を正確に診断することができる。

【 0 0 2 9 】

(具体的な事例)

続いて、本実施例の光断層画像撮影装置を利用して、撮影された光断層画像について説明する。なお、撮影は、名古屋大学倫理委員会の承認を得た上で行った。

【 0 0 3 0 】

図 4 には、家兎眼の正常網膜の光断層画像が示されている。より具体的には、図 4 の上

側は、光断層画像の撮影時における眼球内の画像である。この画像では、光断層画像撮影装置の光プローブからエイミング光が照射されている様子が示されている。図4の中央は、光断層画像の撮影部位を模式的に示している。図4の下側は、エイミング光が照射された部位における光断層画像である。光断層画像の上方が組織の表層、下方が深層を示す。光断層画像には、網膜と、網膜表層に走行する網膜血管と、が写っている。図5には、家兎眼の視神経乳頭の光断層画像が示されている。このように、本実施例の光断層画像撮影装置によると、眼球内の目的の組織の光断層画像を適切に撮影することができる。

【0031】

図6、図7には、家兎眼の正常網膜の光断層画像が示されている。図6の光断層画像では、ダイヤモンドレーザーが正常網膜表層に接触している。図7の光断層画像では、バックフラッシュニードルによって硝子体皮質と網膜の一部とが吸引され、牽引されている。なお、図6、図7は、静止画であるが、実際には、動画として撮影されている。そのため、検者は、組織の光断層画像の動画を見つつ、ダイヤモンドレーザー、バックフラッシュニードル等の手術用器具を操作することができる。

10

【0032】

図8には、家兎眼の網膜の光断層画像が示されている。光断層画像によると、網膜が剥離している様子が分かる。図9には、豚眼の毛様体皺襞部の光断層画像が示されている。毛様体皺襞部は、眼球外から見た場合に、虹彩の陰となっている。従って、眼球外から、毛様体皺襞部の光断層画像を撮影することは困難である。本実施例では、眼球内から光断層画像を撮影するため、図9のように、毛様体皺襞部の光断層画像を得ることができる。

20

【0033】

図10には、黄斑上膜症のヒトの網膜上膜の光断層画像が示されている。図10の光断層画像は、外来検査にて撮影された。図10の上側の光断層画像の撮影部位（エイミング光を走査する走査線）と、下側の光断層画像の撮影部位（エイミング光を走査する走査線）と、は直交している。光断層画像では、網膜の中心部分である黄斑部の網膜上に膜が張り、網膜が腫れている。図11には、図10の網膜上膜を手術中に観察した光断層画像が示されている。具体的には、図11の上側、下側には、それぞれ、黄斑上膜、内境界膜をセッシンによって剥離している様子が示されている。このように、本実施例の光断層画像撮影装置によると、手術の経過を適切に撮影することができる。

【0034】

図12には、ヒトの網膜下、脈絡膜中にある渦静脈の光断層画像が示されている。より具体的には、図12の上側、下側には、それぞれ、渦静脈支流、渦静脈膨大部の光断層画像が示されている。

30

【0035】

図13には、ヒトの網膜最周辺部にあたる鋸状縁の光断層画像が示されている。鋸状縁には、嚢胞様変化が認められる。

【0036】

図14には、ヒトの毛様体の光断層画像が示されている。より具体的には、図14の上側、下側には、それぞれ、毛様体の横断面、縦断面の光断層画像が示されている。横断面の光断層画像では、毛様体の皺状構造が描出され、縦断面の光断層画像では、眼内レンズ支持部が描出されている。図15には、ヒトの眼内レンズと毛様体と虹彩の光断層画像が示されている。図14の画像は、光プローブを結膜のサイドポートから挿入し、撮影しているのに対して、図15の画像は、光プローブを前眼のサイドポートから挿入し、撮影している。即ち、図15では、図14よりも眼の前方に近い位置で撮影が行われている。そのため、図15の画像には、毛様体に加えて、眼内レンズと虹彩とが写っている。

40

【0037】

図16には、ヒトの角膜と虹彩と隅角部との光断層画像を示す。図16の画像は、光プローブを眼球内に挿入せずに、眼球外から撮影した画像である。

【0038】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を

50

限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。上記の実施例の変形例を以下に列挙する。

【0039】

本実施例の光断層画像撮影装置は、反射ミラー56を駆動するタイム・ドメイン方式のOCT装置としたが、広帯域光源を利用するSD-OCT装置であってもよいし、波長掃引型の光源を利用するSS-OCT装置としてもよい。SD-OCT装置やSS-OCT装置では、測定中に反射ミラー56を駆動しなくてもよいため、短時間で光断層画像を取得することができる。

【0040】

本実施例では、エイミング光L3の反射光L3'は、開口38を通過し、干渉光検出器20に導かれるが、これに代えて、光学フィルタによって、反射光L3'をカットしてもよい。この場合、反射光L3'は干渉光検出器20に導かれない。

また、本実施例では、光ファイバケーブル14を用いて光源12からの測定光を光ファイバケーブル16に送り、光ファイバケーブル16にて合成されて得られる干渉波L4を光ファイバケーブル14を介して干渉光検出器20に導くようにしているが、これに限るものではない。光ファイバケーブル14に代えてサーキュレーターを使用し、干渉波L4を効率よく干渉光検出器20に導くことも可能である。より具体的には、図1に示す光ファイバケーブル14に代えてサーキュレーターを使用し、光源12からの測定光をサーキュレーターを介して光ファイバケーブル16に送り、光ファイバケーブル16からの干渉波L4を干渉光検出器20に導くようにする。このような構成によれば、干渉波L4の一部が光源12側に
20
戻ることがないため、光損失を抑制して干渉波を干渉光検出器20に導くことができる。また、光ファイバケーブル14を用いず、光源12からの測定光を直接光ファイバケーブル16に送る構成とし、光ファイバケーブル16と参考光学系90の間、及び光ファイバケーブル16と光プローブ50との間に各々サーキュレーターを配置し、各サーキュレーターに入射する反射光(L2'、及びL1'+L3')を新規の光ファイバケーブルで合成し干渉波を得て、これを干渉光検出器20に分配して導くような構成も考えられる。このような構成でも、光損失を抑制して干渉波を干渉光検出器20に導くことができる。

また、光ファイバケーブル14を用いず、光源12からの測定光を直接光ファイバケーブル16に送る構成とし、光ファイバケーブル16と参考光学系90の間、及び光ファイバケーブル16と光プローブ50との間に各々サーキュレーターを配置し、各サーキュレーターに
30
入射する反射光(L2'、及びL1'+L3')を新規の光ファイバケーブルで合成し干渉波を得て、これを干渉光検出器20に分配して導くような構成も考えられる。このような構成でも、光損失を抑制して干渉波を干渉光検出器20に導くことができる。

【0041】

また、エイミング光を照射するための第2の光源は、複数色の光を発光可能に構成してもよい。例えば、第2の光源92は、赤色光(波長600~780nm)を発光する赤色光源部と、緑色光(波長500~570nm)を発光する緑色光源部を備えることができる。このような場合に、光断層画像撮影装置は、被検眼に照射される光を、赤色光源部からの光とするか、緑色光源部からの光とするかを選択する選択スイッチを備えることができる。例えば、光断層画像撮影装置の光路上には緑色光を除去するフィルタと、赤色光を
40
除去するフィルタのいずれかを配置可能に構成する。検者が選択スイッチを操作すると、いずれかのフィルタが光路上に配置され、緑色光又は赤色光のいずれが被検眼に照射される。このような構成によると、緑色光のエイミング光と、赤色光のエイミング光が被検眼に選択的に照射可能となる。眼球内の組織は、赤色(即ち緑色の補色)に近いので、エイミング光として緑色光を選択すると、検者は、照射されたエイミング光L3を認識しやすくなる。一方、エイミング光として赤色光を選択すると、緑色光を選択した場合と比較して、エイミング光L3が照射されることによる眼球内の組織への影響を小さくすることができる。このように被検眼に照射されるエイミング光の色は、その目的に応じて適宜選択してもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

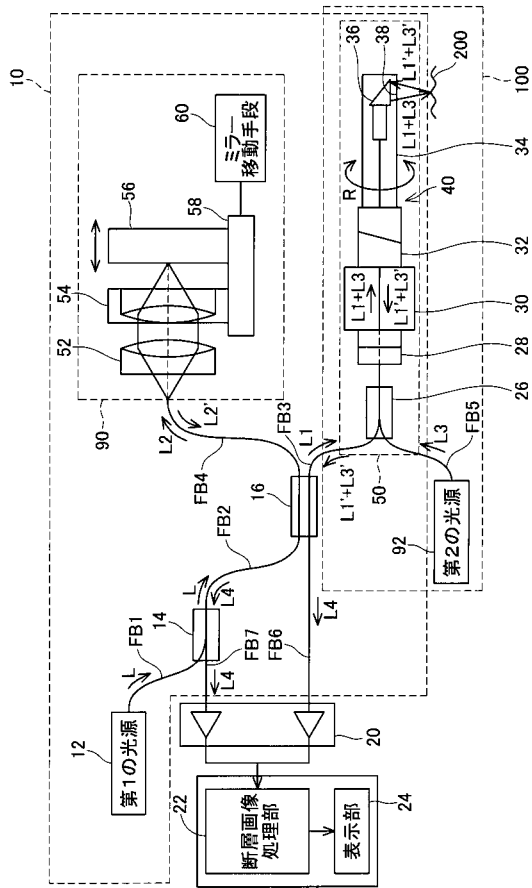
本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組み合わせによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【符号の説明】

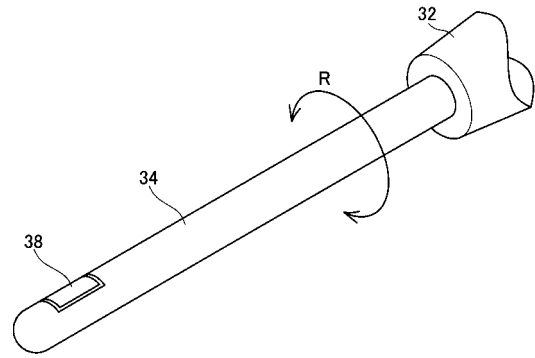
【0043】

10	干涉光学系	
12	光源	
14	光ファイバカプラ	
16	光ファイバカプラ	10
20	干涉光検出器	
22	断層画像処理部	
24	表示部	
26	光ファイバカプラ	
28	装着部	
30	把持部	
32	回転部	
34	プローブハウジング	
36	反射鏡	
38	開口窓	20
40	光プローブ本体	
50	光プローブ	
52	第1光学レンズ	
54	第2光学レンズ	
56	反射ミラー	
58	基台	
60	ミラー移動機構	
90	参照光学系	
92	光源	
100	照射光学系	30
200	測定対象眼	
250	網膜	
FB1 ~ FB7	光ファイバ	

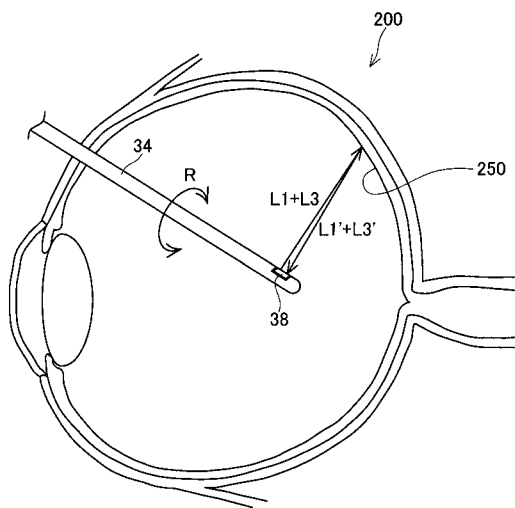
【図1】



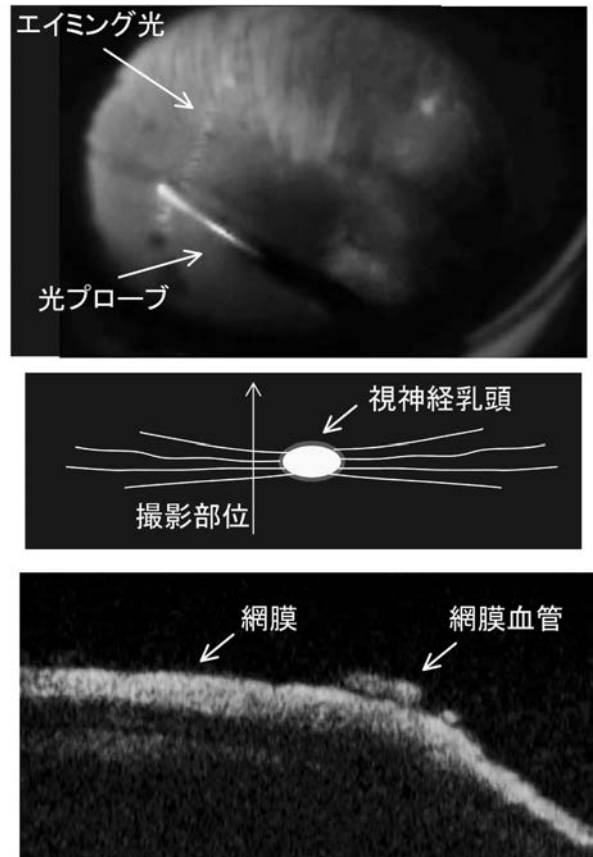
【図2】



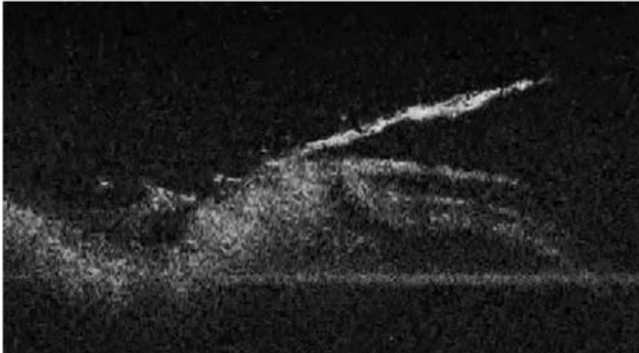
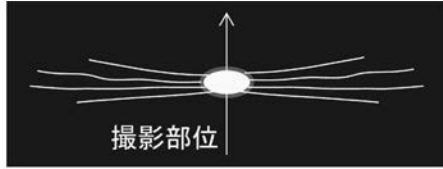
【図3】



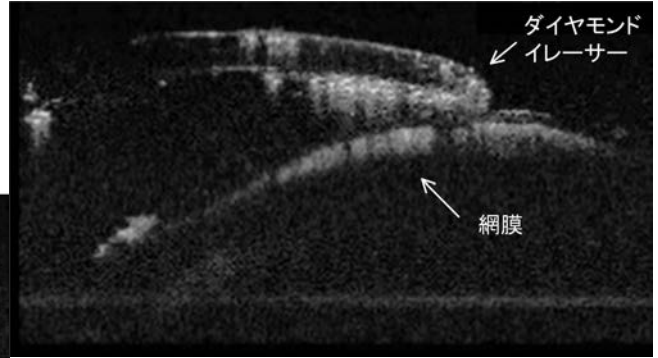
【図4】



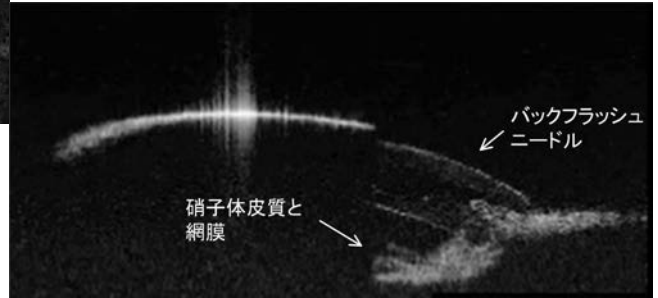
【 図 5 】



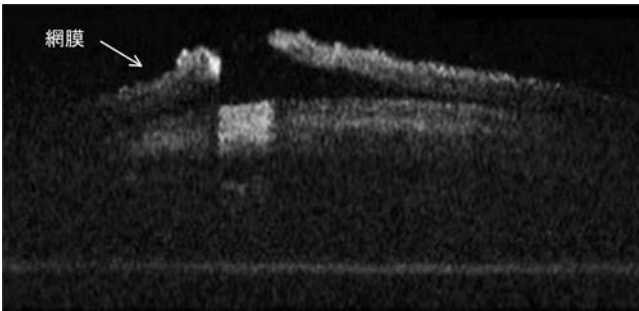
【 図 6 】



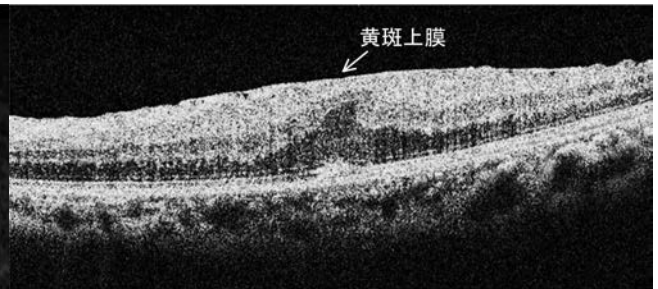
【 図 7 】



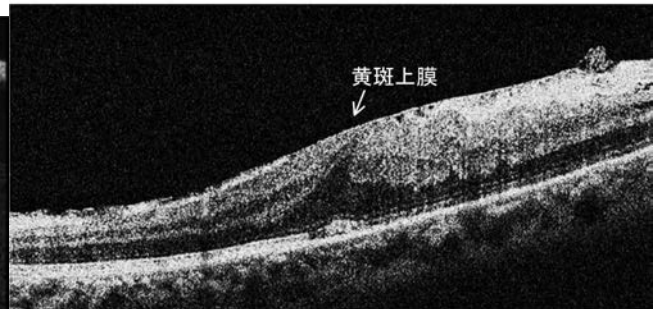
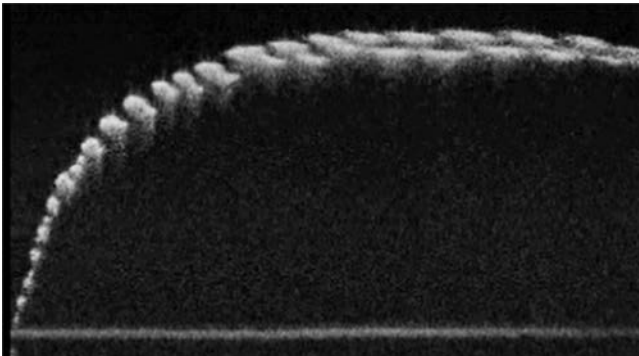
【 図 8 】



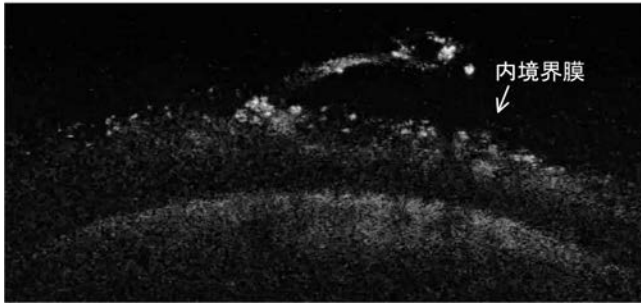
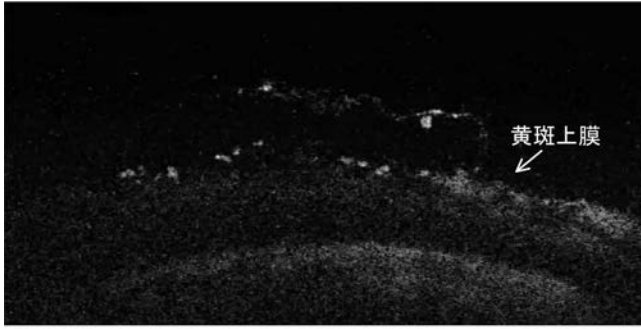
【 図 10 】



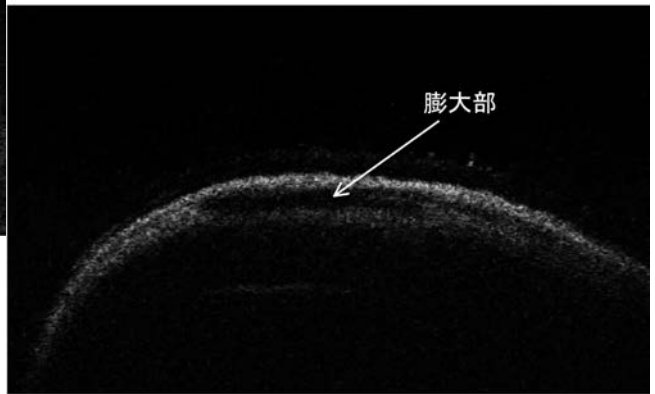
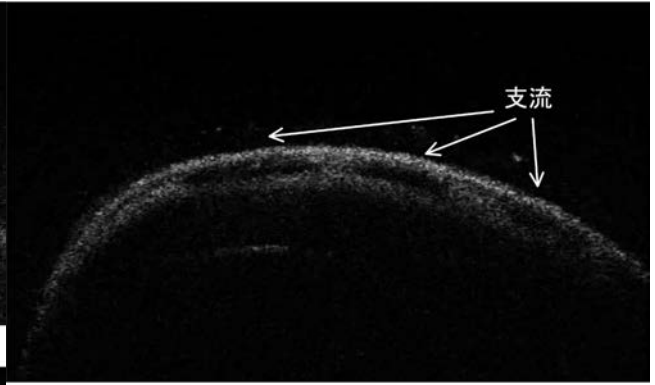
【 図 9 】



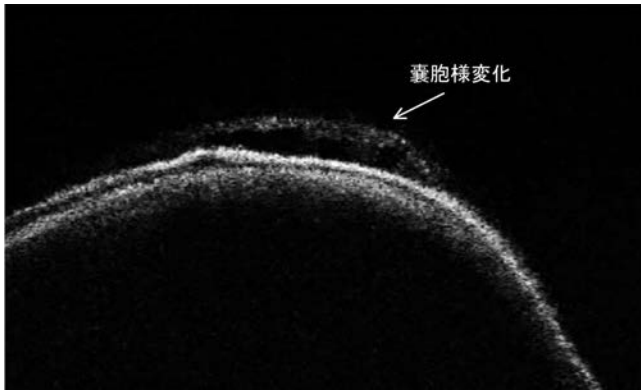
【 図 1 1 】



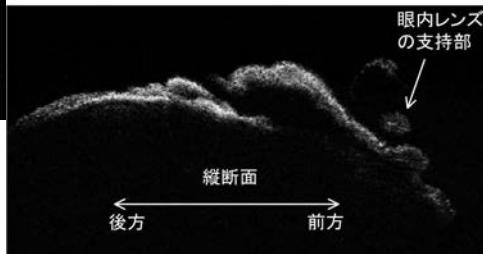
【 図 1 2 】



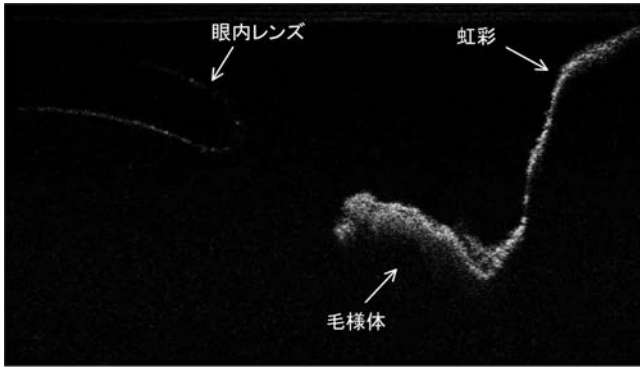
【 図 1 3 】



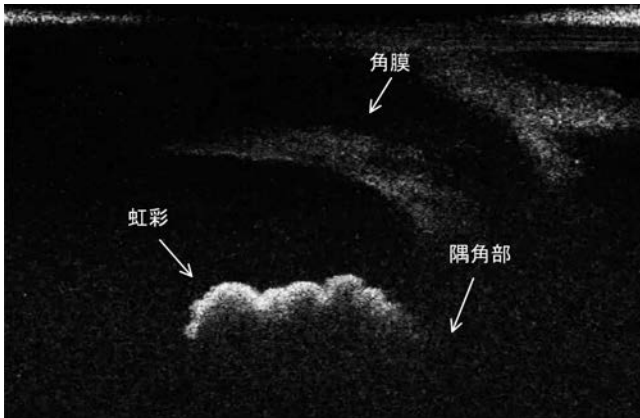
【 図 1 4 】



【図 15】



【図 16】



【手続補正書】

【提出日】平成27年4月7日(2015.4.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の光源と、

第1の光源からの第1の光を測定対象眼に案内すると共に、測定対象眼からの反射光から得られる干渉光を検出する光学装置と、を備える光断層画像撮影装置であって、

第1の光が照射されている位置を示すエイミング光を照射する第2の光源と、

先端部に開口窓を有しており、眼球内に挿入可能な光プローブと、をさらに備え、

光プローブは、光学装置で案内された第1の光を前記開口窓を介して測定対象眼の内部に照射すると共に測定対象眼から反射される反射光を光学装置に案内し、かつ、第2の光源からのエイミング光を前記開口窓を介して第1の光が照射されている位置に照射し、

光プローブの開口窓は、光プローブの側面に周方向に所定の角度範囲で設けられており、

第1の光及びエイミング光は、前記開口窓から光プローブの軸と直交する方向に照射されると共に、光プローブの軸周りに所定の角度範囲で走査されることを特徴とする光断層画像撮影装置。

【請求項2】

(削除)

【請求項3】

第2の光源は、複数の発光色のエイミング光を照射可能に構成されており、

第2の光源から被検眼に照射されるエイミング光の発光色を選択する選択スイッチをさらに備えている、請求項1に記載の光断層画像撮影装置。

【請求項4】

第2の光源は、赤色のエイミング光と、緑色のエイミング光を照射可能に構成されている、請求項3に記載の光断層画像撮影装置。

【請求項5】

光プローブの先端部の径は、0.7mm(23ゲージ)、0.5mm(25ゲージ)、0.3mm(30ゲージ)のいずれかである、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光断層画像撮影装置。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2014/065768
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B3/10(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B3/00-3/18, A61F9/007, A61B19/00, G01N21/17 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-509273 A (The Johns Hopkins University), 14 March 2013 (14.03.2013), paragraphs [0024], [0025]; fig. 3 to 6 & US 2012/0226150 A1 & EP 2493387 A2 & WO 2011/053921 A2 & CN 102781336 A & KR 10-2012-0101040 A	1-4
Y	WO 2006/22342 A1 (Nippon Telegraph and Telephone Corp., Gakko Hojin Kitazato Gakuen), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0060] to [0073]; fig. 1 & US 2007/268456 A1 & EP 1787588 A1	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 August, 2014 (21.08.14)		Date of mailing of the international search report 02 September, 2014 (02.09.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/065768

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-68477 A (Fujifilm Corp., Fujifilm Software Co., Ltd.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0039] to [0078]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 2010-75314 A (Fujifilm Corp., Fujinon Corp.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0001] to [0014], [0060] to [0070]; fig. 1 to 3 & US 2010/0076304 A1	1-4
Y	JP 2001-87304 A (Nidek Co., Ltd.), 03 April 2001 (03.04.2001), paragraph [0032] & US 6530918 B1 & EP 1086674 A1 & DE 60019864 D	3,4
A	JP 2010-51533 A (Fujifilm Corp., Fujinon Corp.), 11 March 2010 (11.03.2010), paragraphs [0029] to [0030] (Family: none)	1-4

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 6 5 7 6 8									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B3/10(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B3/00-3/18, A61F9/007, A61B19/00, G01N21/17											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2014年										
日本国実用新案登録公報	1996-2014年										
日本国登録実用新案公報	1994-2014年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
Y	JP 2013-509273 A (ザ・ジョンズ・ホプキンス・ユニバーシティー) 2013.03.14, 段落 0024, 0025, 第 3-6 図 & US 2012/0226150 A1 & EP 2493387 A2 & WO 2011/053921 A2 & CN 102781336 A & KR 10-2012-0101040 A	1-4									
Y	WO 2006/22342 A1 (日本電信電話株式会社、学校法人北里学園) 2006.03.02, 段落 0060-0073, 第 1 図 & US 2007/268456 A1 & EP 1787588 A1	1-4									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 21.08.2014		国際調査報告の発送日 02.09.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 島田 保	2 Q 4 0 0 4								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 6 5 7 6 8
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-68477 A (富士フイルム株式会社、富士フイルムソフトウェア株式会社) 2013.04.18, 段落 0039-0078, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2010-75314 A (富士フイルム株式会社、フジノン株式会社) 2010.04.08, 段落 0001-0014, 0060-0070, 第 1-3 図 & US 2010/0076304 A1	1-4
Y	JP 2001-87304 A (株式会社ニデック) 2001.04.03, 段落 0032 & US 6530918 B1 & EP 1086674 A1 & DE 60019864 D	3, 4
A	JP 2010-51533 A (富士フイルム株式会社、フジノン株式会社) 2010.03.11, 段落 0029-0030 (ファミリーなし)	1-4

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 西山 潤平

愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会社ニデック拾石工場内

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。