

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5639523号  
(P5639523)

(45) 発行日 平成26年12月10日 (2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日 (2014.10.31)

(51) Int. Cl.	F I
<b>A 6 1 B 3/10 (2006.01)</b>	A 6 1 B 3/10 R
<b>A 6 1 B 3/12 (2006.01)</b>	A 6 1 B 3/12 E
<b>G O 1 N 21/17 (2006.01)</b>	G O 1 N 21/17 6 2 5

請求項の数 23 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-79802 (P2011-79802)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成23年3月31日 (2011.3.31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-213466 (P2012-213466A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年11月8日 (2012.11.8)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成25年5月9日 (2013.5.9)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光干渉断層撮影装置、光干渉断層撮影装置の制御方法、プログラムおよび眼科システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を測定光と参照光とに分割し、該測定光を測定光路を介して被検眼に照射し、前記参照光を参照光路に導き、前記参照光と前記被検眼からの戻り光とが干渉した干渉光に基づく前記被検眼の断層画像を取得する取得手段と、

前記取得された断層画像における前記被検眼の部位と同一部位の断層画像をデータベースから読み出す手段と、

前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼に関する情報の差分に基づいて、前記被検眼と前記測定光の光路を含む光学系との位置関係を変更する位置関係変更手段と前記測定光の偏光に対する前記参照光の偏光を相対的に変更する偏光変更手段と前記測定光の光量に対する前記参照光の光量を相対的に変化させる光量変更手段とのうち少なくとも一つを制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする光干渉断層撮影装置。

【請求項 2】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報であり、

前記制御手段は、前記傾き情報の差分が所定の範囲以内になるように、前記位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光干渉断層撮影装置。

【請求項 3】

前記読み出された断層画像と前記取得された断層画像とを比較する比較手段と、

前記比較手段の比較結果に基づいて、前記読み出された断層画像における所定の層に対

する前記取得された断層画像における前記所定の層の角度を検出する検出手段と、

前記検出された角度に基づいて、前記位置関係を変更する量を算出する算出手段と、を更に備え、

前記制御手段は、前記傾き情報の差分として前記算出された量に基づいて、前記位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の光干渉断層撮影装置。

【請求項 4】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、

前記制御手段は、前記輝度情報の差分に基づいて、前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光干渉断層撮影装置。

10

【請求項 5】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報及び前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、

前記制御手段は、前記傾き情報の差分に基づいて前記位置関係変更手段を制御し、且つ前記輝度情報の差分に基づいて前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光干渉断層撮影装置。

【請求項 6】

前記測定光路の光路長と前記参照光路の光路長との差を変更する光路長差変更手段を更に備え、

前記制御手段は、前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼の所定の部位の位置情報の差分に基づいて、前記光路長差変更手段を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置。

20

【請求項 7】

前記位置関係変更手段は、前記被検眼に対して前記光学系を移動することにより、前記位置関係を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置。

【請求項 8】

光源からの光を測定光と参照光とに分割し、該測定光を測定光路を介して被検眼に照射し、前記参照光を参照光路に導き、前記参照光と前記被検眼からの戻り光とが干渉した干渉光に基づく前記被検眼の断層画像を取得する取得工程と、

30

前記取得された断層画像における前記被検眼の部位と同一部位の断層画像をデータベースから読み出す工程と、

前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼に関する情報の差分に基づいて、前記被検眼と前記測定光の光路を含む光学系との位置関係を変更する位置関係変更手段と前記測定光の偏光に対する前記参照光の偏光を相対的に変更する偏光変更手段と前記測定光の光量に対する前記参照光の光量を相対的に変化させる光量変更手段とのうち少なくとも一つを制御する制御工程と、

を有することを特徴とする光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 9】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報であり、

40

前記制御工程において、前記傾き情報の差分が所定の範囲以内になるように、前記位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 10】

前記読み出された断層画像と前記取得された断層画像とを比較する比較工程と、

前記比較工程の比較結果に基づいて、前記読み出された断層画像における所定の層に対する前記取得された断層画像における前記所定の層の角度を検出する検出工程と、

前記検出された角度に基づいて、前記位置関係を変更する量を算出する算出工程と、を更に有し、

前記制御工程において、前記傾き情報の差分として前記算出された量に基づいて、前記

50

位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 9 に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 1 1】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、

前記輝度情報の差分に基づいて、前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御する工程を更に有することを特徴とする請求項 8 に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 1 2】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報及び前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、

前記傾き情報の差分に基づいて前記位置関係変更手段を制御し、且つ前記輝度情報の差分に基づいて前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御する工程を更に有することを特徴とする請求項 8 に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 1 3】

前記測定光路の光路長と前記参照光路の光路長との差を変更する光路長差変更手段を更に備え、

前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼の所定の部位の位置情報の差分に基づいて、前記光路長差変更手段を制御する工程を更に有することを特徴とする請求項 8 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 1 4】

前記位置関係変更手段は、前記被検眼に対して前記光学系を移動することにより、前記位置関係を変更することを特徴とする請求項 8 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法。

【請求項 1 5】

コンピュータに、請求項 8 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置の制御方法の各工程を実行させるためのプログラム。

【請求項 1 6】

光源からの光を測定光と参照光とに分割し、該測定光を測定光路を介して被検眼に照射し、前記参照光を参照光路に導き、前記参照光と前記被検眼からの戻り光とが干渉した干渉光に基づく前記被検眼の断層画像を取得する取得手段と、

前記取得された断層画像における前記被検眼の部位と同一部位の断層画像をデータベースから読み出す手段と、

前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼に関する情報の差分に基づいて、前記被検眼と前記測定光の光路を含む光学系との位置関係を変更する位置関係変更手段と前記測定光の偏光に対する前記参照光の偏光を相対的に変更する偏光変更手段と前記測定光の光量に対する前記参照光の光量を相対的に変化させる光量変更手段とのうち少なくとも一つを制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする眼科システム。

【請求項 1 7】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報であり、

前記制御手段は、前記傾き情報の差分が所定の範囲以内になるように、前記位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 1 6 に記載の眼科システム。

【請求項 1 8】

前記読み出された断層画像と前記取得された断層画像とを比較する比較手段と、

前記比較手段の比較結果に基づいて、前記読み出された断層画像における所定の層に対する前記取得された断層画像における前記所定の層の角度を検出する検出手段と、

前記検出された角度に基づいて、前記位置関係を変更する量を算出する算出手段と、を更に備え、

前記制御手段は、前記傾き情報の差分として前記算出された量に基づいて、前記位置関係変更手段を制御することを特徴とする請求項 1 7 に記載の眼科システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 19】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、  
前記制御手段は、前記輝度情報の差分に基づいて、前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御することを特徴とする請求項 16 に記載の眼科システム。

## 【請求項 20】

前記被検眼に関する情報は、前記被検眼の傾き情報及び前記被検眼の所定の部位の輝度情報であり、  
前記制御手段は、前記傾き情報の差分に基づいて前記位置関係変更手段を制御し、且つ前記輝度情報の差分に基づいて前記偏光変更手段と前記光量変更手段とのうち少なくとも一方を制御することを特徴とする請求項 16 に記載の眼科システム。

10

## 【請求項 21】

前記測定光路の光路長と前記参照光路の光路長との差を変更する光路長差変更手段を更に備え、  
前記制御手段は、前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼の所定の部位の位置情報の差分に基づいて、前記光路長差変更手段を制御することを特徴とする請求項 16 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の眼科システム。

## 【請求項 22】

前記位置関係変更手段は、前記被検眼に対して前記光学系を移動することにより、前記位置関係を変更することを特徴とする請求項 16 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の眼科システム。

20

## 【請求項 23】

コンピュータを、請求項 16 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の眼科システムの各手段として機能させるためのプログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光干渉断層撮影装置、光干渉断層撮影装置の制御方法、プログラムおよび眼科システムに関するものである。

## 【背景技術】

30

## 【0002】

現在、光学機器を用いた眼科用機器として、様々なものが使用されている。例えば、眼を観察する光学機器として、前眼部撮影機、眼底カメラ、共焦点レーザー走査検眼鏡（Scanning Laser Ophthalmoscope：SLO）、等様々な機器が使用されている。中でも、多波長光波干渉を利用した光コヒーレンストモグラフィ（OCT：Optical Coherence Tomography）による光干渉断層撮影装置は被検眼の断層像を高解像度に得ることができる装置である。以下、これをOCT装置と記す。現在、OCT装置は眼科用機器として網膜の専門外来では必要不可欠な装置になりつつある。

## 【0003】

40

OCT装置とは、低コヒーレント光である測定光を、サンプルに照射し、そのサンプルからの後方散乱光を、干渉系を用いることで高感度に測定することを可能にした装置である。そして、OCT装置は被検眼の網膜の断層像を高解像度に撮像することが可能であることから、網膜の眼科診断等において広く利用されている。さらにOCT装置は手術後の経過や眼疾病の進行を詳細に確認するため、経過観察用途としても広く利用されている。

## 【0004】

このようなOCT装置において経過観察を行うためには、被検眼のXY方向の同一部位の断層画像を比較する必要がある。例えば、特許文献1には、過去に撮影した断層画像の走査位置を記憶し、次の撮影時にXY方向の走査位置を再現して撮影することが開示されている。走査位置を示す情報として測定光走査用のガルバノミラーの駆動情報（例えば

50

、ミラーの反射角度、動作パターン、等)を用い、次回の撮影時において同じ駆動情報を再現するよう構成している。

【0005】

特許文献2では、被検眼のX Y方向の同一の部位の断層画像を比較するために、過去に断層画像を撮影した時の走査位置をその断層撮影時の眼底観察像と関連付けて記憶することが開示されている。過去の眼底観察像と現在の眼底観察像とを比較し、その位置ずれ量に基づいて現在撮影する断層画像のX Y方向の走査位置を補正するよう構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-5987号公報

【特許文献2】特開2010-110391号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、OCT装置において被検眼の経過観察を行うためにX Y方向の同一部位を撮影するだけでなく、比較する断層画像におけるコヒーレンスゲート(測定光路における参照光路長に対応する位置)、傾き、明るさ等も合わせることが重要である。例えば、比較する断層画像の傾きが合っていない場合に層厚を測定すると、通常、断層画像のZ方向に対して層厚を測定するため、同一層に対して異なる距離を求めることになり、測定精度上、好ましくない。また、比較する断層画像の明るさが合っていない場合に層検出すると、例えば、過去の断層画像では検出された層が、今回の断層画像では検出されない、ということがあり得るため、測定精度上、好ましくない。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は上記課題に鑑み、経過観察に適した断層画像の撮影を容易に行うことができる光干渉断層撮影技術を提供することを目的とする。

【0009】

上記の目的を達成する本発明の一つの側面にかかる光干渉断層撮影装置は、光源からの光を測定光と参照光とに分割し、該測定光を測定光路を介して被検眼に照射し、前記参照光を参照光路に導き、前記参照光と前記被検眼からの戻り光とが干渉した干渉光に基づく前記被検眼の断層画像を取得する取得手段と、

前記取得された断層画像における前記被検眼の部位と同一部位の断層画像をデータベースから読み出す手段と、

前記取得された断層画像と前記読み出された断層画像とにおける前記被検眼に関する情報の差分に基づいて、前記被検眼と前記測定光の光路を含む光学系との位置関係を変更する位置関係変更手段と前記測定光の偏光に対する前記参照光の偏光を相対的に変更する偏光変更手段と前記測定光の光量に対する前記参照光の光量を相対的に変化させる光量変更手段とのうち少なくとも一つを制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、経過観察に適した断層画像の撮影を容易に行うことができる。例えば、比較する断層画像におけるX Y方向の位置だけでなく、コヒーレンスゲート(測定光路における参照光路長に対応する位置)、傾き、明るさ等も合わせることができる。これにより、経過観察に適した断層画像の撮影を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係る光干渉断層撮影装置の構成例を示す図。

【図2】光干渉断層撮影装置が有する情報処理装置の機構構成を示す図。

10

20

30

40

50

- 【図 3】断層像上での内境界膜の位置検出を説明する図。  
【図 4】網膜位置の差に基づいて参照光の光路長の調整手順を説明する図。  
【図 5】光学ヘッド位置の違いによる網膜の傾きの差を説明する図。  
【図 6】網膜の傾きの差に基づいて光学ヘッド位置を調整する手順を説明する図。  
【図 7】偏光または参照光量の違いによる網膜輝度の差を説明する図。  
【図 8】網膜の輝度情報の差に基づいて偏光又は参照光量を調整する手順を説明する図。  
【図 9】偏光制御部を例示的に説明する図。  
【図 10】NDフィルタを例示的に説明する図。  
【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

本実施形態にかかる光干渉断層撮影装置を図 1 の参照により説明する。光学ベース部 100 から説明する。光源 101 は、近赤外光を発光する低コヒーレンス光源である。光源 101 から発光した光は、光ファイバ 102 a を伝搬し、光分岐部 103 で測定光と参照光に分割される。光分岐部 103 により分岐された測定光は、光ファイバ 102 b に入射され、光学ヘッド部 200 に導かれる。

#### 【0013】

一方、光分岐部 103 により分岐された参照光は、光ファイバ 102 c に入射され、反射ミラー 113 へ導かれる。光ファイバ 102 c に入射した参照光は、参照光の偏光を変化させるためのファイバループ 104 a を経由し、ファイバ端より射出される。偏光制御部 105 はファイバループ 104 a、104 b のそれぞれを駆動することが可能な制御部である。偏光制御部 105 は、例えば、図 9 に示すように、ファイバループ 104 を駆動することによって光ファイバ 102 に捻りを加え、参照光の偏光を制御する。測定光を照射した被検査物（被検眼）からの戻り光と参照光との偏光とが異なることによって断層画像の画質低下が生じるため、これを解決するために、戻り光の偏光と参照光の偏光とを一致させることが好ましい。これを解決する手段としては、後述のラインセンサ 125 などの検出部の検出結果に基づいてファイバループ 104 a をオートで制御することが考えられる。具体的には、ラインセンサ 125 の出力が大きくなるようにファイバループ 104 a を制御する。また、オートで制御するタイミングとしては、フォーカスを調整した後が好ましい。これにより、フォーカスの調整だけでなく、偏光の調整も自動的に行うことができる。なお、後述のファイバループ 104 b に関しても同様の制御を行っても良い。

#### 【0014】

そして、光ファイバ 102 c のファイバ端から射出された参照光は、NDフィルタ 110 を透過する。NDフィルタ 110 は参照光を減光するための回転可能なフィルタである。図 10 に示すように、NDフィルタ 110 は回転角度に応じて参照光の透過率が可変となるよう構成されており、光量制御部 115 によって所望の参照光量が得られるよう回転制御される。ところで、参照光の光量が大きすぎる場合、参照光と戻り光を干渉させた干渉光の強度が後述のラインセンサ 125 の各画素の飽和レベルを超えてしまうことがある。干渉光の強度は参照光の光量と被検査物（被検眼）からの戻り光の光量に依存して変化するため、参照光と戻り光のいずれか一方、または双方を減光することでラインセンサの飽和を抑制することができる。しかしながら、被検査物（被検眼）からの情報を損失することなく干渉光の強度を抑えるためには、戻り光を減光するのではなく、NDフィルタ 110 を用いて参照光のみを減光させることが好ましい。これを解決する手段としては、ラインセンサ 125 により所定の強度の干渉光が検出できるようにNDフィルタ 110 をオートで制御して参照光の光量を減らしても良い。また、NDフィルタ 110 を制御するタイミングは、上述したファイバループ 104 a を制御した後でも良いし、フォーカスを調整した後（且つファイバループ 104 a を制御する前）でも良い。フォーカスを調整した後にNDフィルタを調整することにより、被検査物（被検眼）に照射可能な所定の光量を超えないように光量を自動的に調整することができる。

#### 【0015】

NDフィルタ 110 を透過した参照光は、コリメート光学系 111 を介して、分散補償

10

20

30

40

50

光学系 1 1 2 に入射し、反射ミラー 1 1 3 へと導かれる。反射ミラー 1 1 3 で反射した参照光は、逆の光路をたどり再び光ファイバ 1 0 2 c に入射する。分散補償光学系 1 1 2 は、光学ヘッド部 2 0 0 及び被検眼 E における光学系の分散を補正するものである。反射ミラー 1 1 3 は、光路長制御部 1 1 4 によって光軸方向に駆動可能なように構成されており、参照光の光路長を、測定光の光路長に対して相対的に変化させることができる。

【 0 0 1 6 】

一方、光ファイバ 1 0 2 b に入射した測定光は、測定光の偏光を変化させるためのファイバループ 1 0 4 b を経由し、ファイバ端より射出される。偏光制御部 1 0 5 はファイバループ 1 0 4 a、1 0 4 b のそれぞれを駆動することが可能な制御部であり、ファイバループ 1 0 4 b を駆動することによって光ファイバ 1 0 2 b に捻りを加え、測定光の偏光を

10

【 0 0 1 7 】

次に、光学ヘッド部 2 0 0 について説明する。光学ヘッド部 2 0 0 は被検眼 E に対して相対的に移動可能なように構成された光学ブロックである。光学ヘッド制御部 2 0 5 は、被検眼 E の眼軸に対して上下左右方向に光学ヘッド部 2 0 0 を駆動可能なように構成されている。

【 0 0 1 8 】

光ファイバ 1 0 2 b のファイバ端より射出した光は、光学系 2 0 2 により略平行化され、走査部 2 0 3 へ入射する。走査部 2 0 3 は、ミラー面を回転可能なガルバノミラーであり、入射した光を偏向する。走査部 2 0 3 は、ガルバノミラーを 2 つ有する 2 次元走査部であり、紙面内の主走査方向と紙面に対して垂直方向の副走査方向との 2 方向に走査することができる。走査部 2 0 3 により走査された光は、光学系 2 0 4 を経由して被検眼 E の網膜 E r 上に、照明スポットを形成する。走査部 2 0 3 により面内偏向をうけると各照明スポットは網膜 E r 上を移動する。この照明スポット位置における反射光が逆光路をたどり光ファイバ 1 0 2 b に入射して、光分岐部 1 0 3 まで戻ることになる。

20

【 0 0 1 9 】

以上の様に、反射ミラー 1 1 3 で反射された参照光、及び被検眼の網膜 E r から反射された測定光は、光分岐部 1 0 3 に戻され光干渉を発生させる。相互に干渉した光は光ファイバ 1 0 2 d を通過し、光学系 1 2 2 に射出された干渉光は、光学系 1 2 2 により略平行化され、回折格子 1 2 3 に入射する。回折格子 1 2 3 には周期構造があり、回折格子 1 2 3 に入射された干渉光は分光される。分光された光は、合焦状態を変更可能な結像レンズ 1 2 4 によりラインセンサ 1 2 5 に結像される。ラインセンサ 1 2 5 は情報処理装置 3 0 0 に接続されている。

30

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、光干渉断層撮影装置が有する情報処理装置 3 0 0 は、断層像生成部 3 0 2 を備えており、ラインセンサ 1 2 5 の出力データをフーリエ変換することで網膜の断層像を生成する。断層像生成部 3 0 2 は、データベース 3 1 0 及びモニタ 3 2 0 (表示装置) に接続されており、生成された断層像の記録と表示が可能なように構成されている。

【 0 0 2 1 】

40

また、情報処理装置 3 0 0 は断層像選択部 3 0 1 を備えており、操作者の指示によりデータベース 3 1 0 に記録された任意の断層像を読み出すことが可能である。断層像選択部 3 0 1 によって読み出された断層像、及び断層像生成部 3 0 2 によって生成された断層像は、共に断層像比較部 3 0 3 へと出力される。断層像比較部 3 0 3 は入力された 2 つの断層像を比較し、その比較結果を駆動量算出部 3 0 4 へ出力する。駆動量算出部 3 0 4 は、光路長制御部 1 1 4、光量制御部 1 1 5、偏光制御部 1 0 5、及び光学ヘッド制御部 2 0 5 の各部へと接続されている。そして、駆動量算出部 3 0 4 は、断層像比較部 3 0 3 の比較結果に基づいた駆動量を算出し、光路長制御部 1 1 4、光量制御部 1 1 5、偏光制御部 1 0 5、及び光学ヘッド制御部 2 0 5 の何れかに算出した駆動量を出力可能なように構成される。断層像比較部 3 0 3 の比較結果に基づいて、駆動量算出部 3 0 4 は、撮影光学系

50

を構成するいずれの部材を駆動させるか決定する。駆動量算出部 304 は、決定した部材を駆動するための駆動部の動作を制御する制御部に、算出した駆動量を出力する。ここで、撮影光学系を構成する部材には、測定光路の光路長に対する参照光路の光路長を相対的に変化させるための部材、被検眼に対する撮影光学系の位置を相対的に変化させるための部材が含まれる。更に、撮影光学系を構成する部材には、測定光の偏光に対する前記参照光の偏光を相対的に変化させるための部材、および測定光の光量に対する参照光の光量を相対的に変化させるための部材が含まれる。

#### 【0022】

(光路長の調整)

本実施形態で説明する装置は、いわゆるフーリエドメイン方式を用いた光干渉断層撮影装置(OC装置)である。以下、本実施形態のOC装置において、過去の断層像とほぼ同等の断層像を得るための制御方法について詳細に述べる。

#### 【0023】

過去に本実施形態のOC装置により断層像の撮影を行ったことがある患者(被検者)が再来院した場合、検者は同一の被検者の眼疾病の経過を観察するために、過去の断層像と同じ条件で再び断層像の撮影を行う。まず、検者は断層像選択部301を操作し、該患者の過去の断層像の中から、経過観察の比較元画像として使用したい断層像を選択する。断層像選択部301は、選択された断層像をデータベース310から読み出し、断層像比較部303へ出力する。

#### 【0024】

そして、検者はOC装置を操作して、該患者の現在の断層像撮影を開始する。ラインセンサ125から出力される光干渉情報は情報処理装置300の断層像生成部302へと入力され、該患者の現在の断層像として画像化される。生成された該患者の現在の断層像は断層像比較部303へと出力される。

#### 【0025】

次に、選択された過去の断層像の網膜位置と、現在の断層像の網膜位置とを合わせる手順について、図4に基づいて説明する。断層像比較部303は、入力された過去の断層像について、図3(a)のdで表わされる断層像上での内境界膜(ILM)の縦方向の位置を検出する(S101)。

#### 【0026】

同様に、断層像比較部303は、入力された現在の断層像について、図3(b)のd'で表わされる断層像上での内境界膜(ILM)の縦方向の位置を検出する(S102)。内境界膜(ILM)とは網膜の最上部に位置する、硝子体と網膜の境界である。一般に、網膜の光反射率は硝子体よりも高いため、OC装置における網膜の光干渉信号強度は硝子体のそれよりも大きな値を示す。そのため、OC装置で撮影された断層像は、硝子体と網膜の境界である内境界膜(ILM)において、大きく輝度が変化する。断層像比較部303は、この輝度情報の変化を検出することで内境界膜(ILM)の位置を特定することが可能である。

#### 【0027】

本実施形態では、断層像における被検眼の構成部位として内境界膜(ILM)を検出することで網膜の位置(位置情報)を認識しているが、断層像の画像情報に基づく他の方法を用いて、網膜の位置を認識しても良い。例えば、内境界膜(ILM)の代わりに高い輝度情報を持つRPE層を検出し、網膜の位置を特定することも可能である。

#### 【0028】

このように特定された内境界膜(ILM)の位置に基づき、断層像比較部303は、過去の断層像上での内境界膜(ILM)の位置と、現在の断層像上での内境界膜(ILM)の位置との差分を求める。そして、断層像比較部303は、その差分が予め定められた閾値範囲以内にあるかどうか判断する。ILM位置の差分が予め定められた閾値範囲を超えると判断された場合、断層像比較部303は、ILM位置の差分を駆動量算出部304へ出力する(S103)。駆動量算出部304は、入力されたILM位置の差分に基づいて

10

20

30

40

50



、反射ミラー 1 1 3 の駆動量を算出し、光路長制御部 1 1 4 に対して算出した駆動量を出  
力する ( S 1 0 4 ) 。光路長制御部 1 1 4 は、入力された駆動量に基づき、反射ミラー 1  
1 3 を駆動させる ( S 1 0 5 ) 。反射ミラー 1 1 3 を駆動させることにより、光分岐部 1  
0 3 から反射ミラー 1 1 3 に至る参照光路の光路長は変化する。そして、光分岐部 1 0 3  
から被検眼網膜 E r に至る測定光路の光路長との相対的な光路長に変化が生じ、ラインセ  
ンサ 1 2 5 から出力される光干渉情報も変化する。

【 0 0 2 9 】

新たにラインセンサ 1 2 5 から出力された光干渉情報は、再び情報処理装置 3 0 0 の断  
層像生成部 3 0 2 へと入力され、新たな現在の断層像として画像化される。そして、新た  
に画像化されて生成された現在の断層像は、再び断層像比較部 3 0 3 へと出力され、内境  
界膜 ( I L M ) の検出が行われる ( S 1 0 2 ) 。

10

【 0 0 3 0 】

そして、再びステップ S 1 0 3 において、内境界膜 ( I L M ) の位置の比較が行われる  
。内境界膜 ( I L M ) の位置の差分が依然として定められた範囲を超えると判断された場  
合 ( S 1 0 3 - Y e s ) 、ステップ S 1 0 4 からステップ S 1 0 5 に至る一連の手順を繰  
り返す。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 0 3 において、I L M 位置の差が定められた範囲以内にあると判断された  
場合 ( S 1 0 3 - N o ) 、過去の断層像と現在の断層像の網膜の縦方向の位置は概ね一致  
したと判断し、参照光路の光路長の制御を終了する。

20

【 0 0 3 2 】

以上述べたように、本実施形態の O C T 装置では検者が操作を行うことなく、過去の断  
層像と網膜位置が概ね一致する断層像を得ることが可能である。また、本実施形態では参  
照光の反射ミラー 1 1 3 を駆動せしめることにより、断層像上での網膜の縦方向の位置を  
変化させているが、測定光路と参照光路の光路長を相対的に変化させる他の方法を用いて  
も良い。例えば、光学ヘッド部 2 0 0 や被検眼の移動により測定光路の光路長を変化させ  
る方法や、プリズム等の光学部材を駆動することで参照光路または測定光路の光路長を変  
化させる方法も使用できる。

【 0 0 3 3 】

( 傾きの調整 )

30

次に、選択された過去の断層像と現在の断層像の網膜の傾きを合わせる手順について、  
図 6 に基づいて説明する。断層像比較部 3 0 3 は、入力された過去の断層像について、図  
5 ( a ) の r で表わされる断層像上での網膜色素上皮 ( R P E ) の角度を検出する ( S 2  
0 1 ) 。

【 0 0 3 4 】

同様に、断層像比較部 3 0 3 は、入力された現在の断層像について、図 5 ( b ) の r '   
で表わされる断層像上での網膜色素上皮 ( R P E ) の角度を検出する ( S 2 0 2 ) 。網膜  
色素上皮 ( R P E ) とは、目の網膜と脈絡膜の境界に位置する上皮細胞の層であり、O C  
T 装置で撮影して断層像においては、最も高輝度な値を示す層として知られている。断層  
像比較部 3 0 3 は、この高輝度な画像情報に基づいて R P E 層を検出し、検出された R P  
E 層を直線近似することで、網膜色素上皮 ( R P E ) の角度を検出する。

40

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、断層像における被検眼の構成部位として網膜色素上皮 ( R P E ) の角  
度を検出することで網膜の角度 ( 傾き情報 ) を認識しているが、断層像の画像情報に基づ  
く他の方法を用いて、網膜の角度を認識しても良い。例えば、網膜色素上皮 ( R P E ) の  
代わりに内境界膜 ( I L M ) を検出し、網膜の角度を特定することも可能である。

【 0 0 3 6 】

このように特定された網膜色素上皮 ( R P E ) の角度 ( 網膜の角度 ) に基づき、断層像  
比較部 3 0 3 は、過去の断層像上での網膜の角度と、現在の断層像上での網膜の角度の差  
分を求め、その差分が予め定められた閾値範囲以内にあるかどうか判断する。R P E 角度

50

の差分が予め定められた閾値範囲を超えると判断された場合 (S 2 0 3 - Y e s)、断層像比較部 3 0 3 は、R P E 角度の差分を駆動量算出部 3 0 4 へ出力する (S 2 0 3)。駆動量算出部 3 0 4 は、入力された R P E 角度の差分に基づいて、光学ヘッド部 2 0 0 の駆動量を算出し、光学ヘッド制御部 2 0 5 に対して算出した駆動量を出力する (S 2 0 4)。光学ヘッド制御部 2 0 5 は、入力された駆動量に基づき、光学ヘッド部 2 0 0 を駆動させる (S 2 0 5)。光学ヘッド部 2 0 0 を駆動させることにより、被検眼 E と光学ヘッド部 2 0 0 の相対的な位置関係に変化が生じ、ラインセンサ 1 2 5 から出力される光干渉情報も変化する。

#### 【 0 0 3 7 】

新たにラインセンサ 1 2 5 から出力された光干渉情報は、再び情報処理装置 3 0 0 の断層像生成部 3 0 2 へと入力され、新たな現在の断層像として画像化される。そして、新たに画像化され、生成された現在の断層像は、再び断層像比較部 3 0 3 へと出力され、R P E 角度の検出が行われる (S 2 0 2)。

#### 【 0 0 3 8 】

そして、再びステップ S 2 0 3 において、網膜色素上皮 (R P E) の角度 (網膜の角度) の比較が行われる。網膜色素上皮 (R P E) の角度の差分が依然として定められた範囲を超えると判断された場合 (S 2 0 3 - Y e s)、ステップ S 2 0 4 からステップ S 2 0 5 に至る一連の手順を繰り返す。

#### 【 0 0 3 9 】

ステップ S 2 0 3 において、網膜色素上皮 (R P E) の角度の差分が定められた範囲以内にあると判断された場合 (S 2 0 3 - N o)、過去の断層像と現在の断層像の網膜の角度は概ね一致したと判断し、光学ヘッド部 2 0 0 の駆動制御を終了する。

#### 【 0 0 4 0 】

以上述べたように、本実施形態の O C T 装置では検者が操作を行うことなく、過去の断層像と網膜の角度が概ね一致する断層像を得ることが可能である。

#### 【 0 0 4 1 】

(輝度の調整)

次に、選択された過去の断層像と現在の断層像の網膜の明るさを合わせる手順について、図 8 に基づいて説明する。断層像比較部 3 0 3 は、入力された過去の断層像について、図 7 ( a ) で示される断層像上での網膜色素上皮 (R P E) の輝度を検出する (S 3 0 1)。

#### 【 0 0 4 2 】

同様に、断層像比較部 3 0 3 は、入力された現在の断層像について、図 7 ( b ) で示される断層像上での網膜色素上皮 (R P E) の輝度を検出する (S 3 0 2)。R P E 層は O C T 装置の断層像において高輝度な値を示す層であるが、測定光又は参照光の偏光が適切でない場合に明瞭なコントラストが得られない場合がある。また、参照光の光量が適切でない場合にも断層像における R P E 層の輝度が減少する場合がある。本実施形態では、断層像における被検眼の構成部位として網膜色素上皮 (R P E) の輝度を検出することで網膜の輝度 (輝度情報) を認識しているが、断層像の画像情報に基づく他の方法を用いて、網膜の輝度を認識しても良い。例えば、網膜色素上皮 (R P E) の代わりに内境界膜 (I L M) を検出し、網膜の輝度を特定することも可能である。

#### 【 0 0 4 3 】

このように特定された網膜色素上皮 (R P E) の輝度 (網膜の輝度) に基づき、断層像比較部 3 0 3 は、過去の断層像上での網膜の輝度と、現在の断層像上での網膜の輝度の差分を求め、その差分が予め定められた閾値範囲以内にあるかどうか判断する。R P E 輝度の差分が予め定められた閾値範囲を超えると判断された場合 (S 3 0 3 - Y e s)、断層像比較部 3 0 3 は、R P E 輝度の差分を駆動量算出部 3 0 4 へ出力する (S 3 0 3)。駆動量算出部 3 0 4 は、入力された R P E 輝度の差分に基づいて、ファイバースコープ 1 0 4 a、1 0 4 b のうち少なくともいずれか一方の駆動量を算出し、偏光制御部 1 0 5 に対して算出した駆動量を出力する (S 3 0 4)。偏光制御部 1 0 5 は、入力された駆動量に基づ

10

20

30

40

50

き、例えば、図9で示されるように、ファイバースコープ104（ファイバースコープ104a、104b）のうち少なくともいずれか一方を駆動させる（S305）。ファイバースコープ104a、104bのうち少なくともいずれか一方を駆動させることにより、測定光路の偏光と参照光路の偏光は相対的に変化し、ラインセンサ125から出力される光干渉情報も変化する。

#### 【0044】

新たにラインセンサ125から出力された光干渉情報は、再び情報処理装置300の断層像生成部302へと入力され、新たな現在の断層像として画像化される。そして、新たに画像化され、生成された現在の断層像は、再び断層像比較部303へと出力され、RPE輝度の検出が行われる（S302）。

10

#### 【0045】

そして、再びステップS303で示される網膜色素上皮（RPE）の輝度（網膜の輝度）の比較が行われる。網膜色素上皮（RPE）の輝度の差分が依然として定められた範囲を超えると判断された場合（S303 - Yes）、ステップS304からステップS305に至る一連の手順を繰り返す。

#### 【0046】

ステップS303において、網膜色素上皮（RPE）の輝度の差分が定められた範囲以内にあると判断された場合（S303 - No）、過去の断層像と現在の断層像の網膜の角度は概ね一致したと判断し、ファイバースコープ104の駆動制御を終了する。

#### 【0047】

以上述べたように、本実施形態のOCT装置では検者が操作を行うことなく、過去の断層像と網膜輝度が概ね一致する断層像を得ることが可能である。

20

#### 【0048】

（光量の調整）

また、本実施形態ではファイバースコープ104a、104bのうち少なくともいずれか一方を駆動せしめることにより、断層像上での網膜の輝度を変化させているが、別の形態としては参照光の光量を変化させることで網膜の輝度を変化させる構成も可能である。例えば、図10に示されるような濃度勾配を持つ回転可能なNDフィルタ110を参照光路に配置し、駆動量算出部304は入力されたRPE輝度の差に基づいてNDフィルタ110の回転角度を算出する（S304）。算出された回転角度は、光量制御部115へ出力され、光量制御部115は、NDフィルタ110を駆動する（S305）。

30

#### 【0049】

以上の手順により、過去の断層像と網膜輝度が概ね一致する断層像を得ることも可能である。本実施形態によれば、経過観察に適した断層画像の撮影を容易に行うことができる。例えば、比較する断層画像におけるXY方向の位置だけでなく、コヒーレンスゲート（測定光路における参照光路長に対応する位置）、傾き、明るさ等も合わせることができる。これにより、経過観察に適した断層像の撮影を容易に行うことができる。

#### 【0050】

本発明の実施形態にかかる眼科システムは、上記の光干渉断層撮影装置と、記憶装置を有する。記憶装置は、被検眼の眼底の所定領域の第1の断層画像を記憶することが可能である。光干渉断層撮影装置は、走査部を介して測定光を照射した被検眼からの戻り光と、測定光に対応する参照光とを干渉させた干渉光に基づいて被検眼の眼底の所定領域の第2の断層画像を取得することが可能である。

40

#### 【0051】

光干渉断層撮影装置は、光干渉断層撮影装置を構成する部材を駆動する駆動部と、第1及び第2の断層画像の画像情報の差分が所定の範囲以内になるように、駆動部を制御する制御部と、を有する。制御部は、第1の断層画像及び第2の断層画像の所定の層の位置の差分が所定の範囲以内になるように、駆動部の駆動によりコヒーレンスゲートの位置を変更する。制御部により駆動部の駆動が制御されると、光干渉断層撮影装置が被検眼の眼底の所定領域の第3の断層画像を取得する。光干渉断層撮影装置は、光源からの光を測定光

50

と参照光とに分割し、測定光を測定光路を介して被検眼に照射し、参照光を参照光路に導き、参照光と前記被検眼からの戻り光とを干渉させた干渉光を出力する撮影光学系を有する。ここで、撮影光学系を構成する部材には、例えば、測定光路の光路長に対する参照光路の光路長を相対的に変化させるための部材、被検眼に対する撮影光学系の位置を相対的に変化させるための部材が含まれる。あるいは、撮影光学系を構成する部材には、測定光の偏光に対する参照光の偏光を相対的に変化させるための部材、測定光の光量に対する参照光の光量を相対的に変化させるための部材が含まれる。

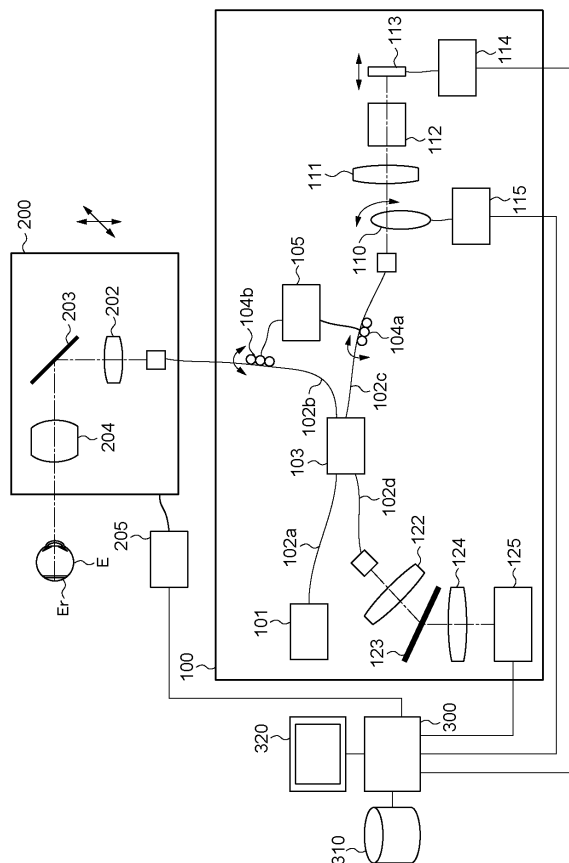
【 0 0 5 2 】

(その他の実施例)

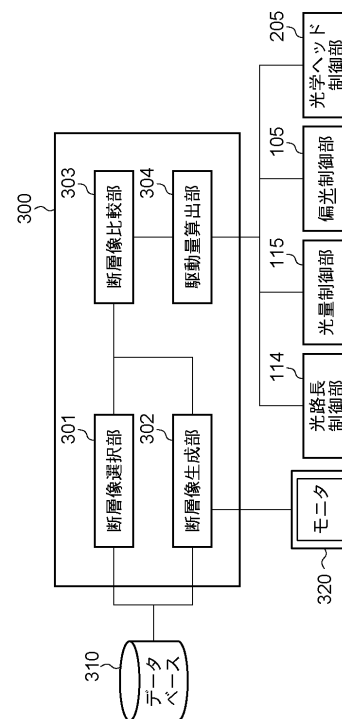
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

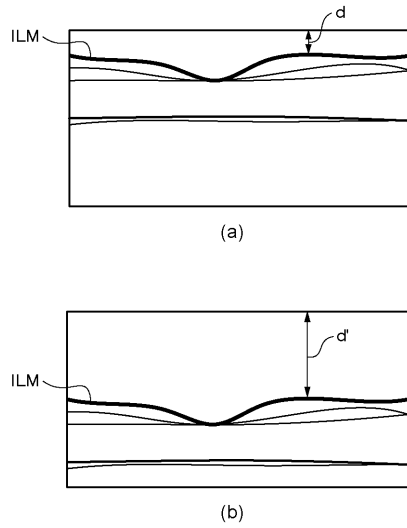
【 図 1 】



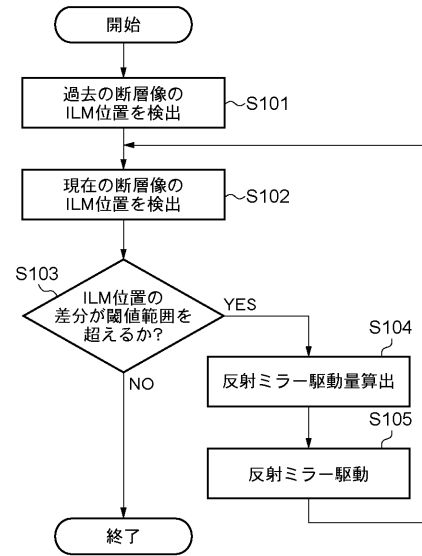
【 図 2 】



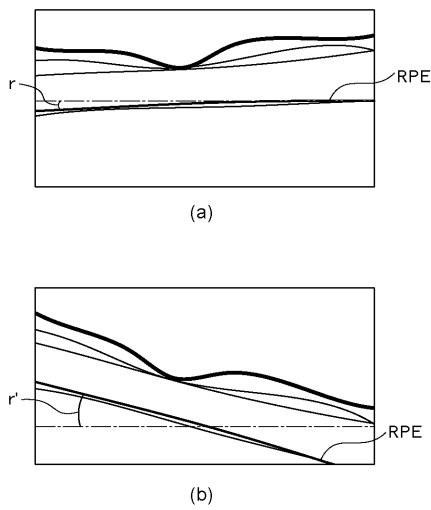
【図 3】



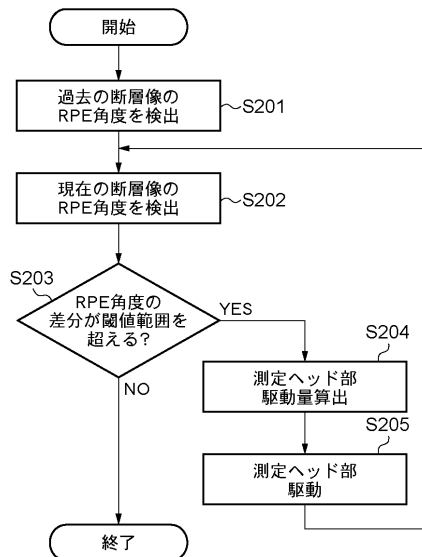
【図 4】



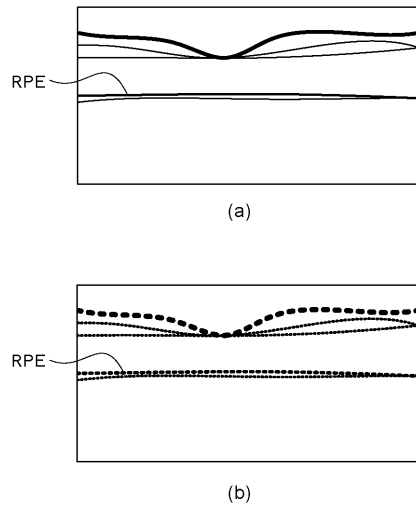
【図 5】



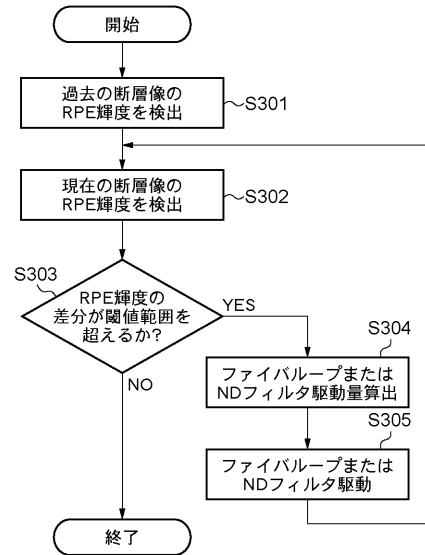
【図 6】



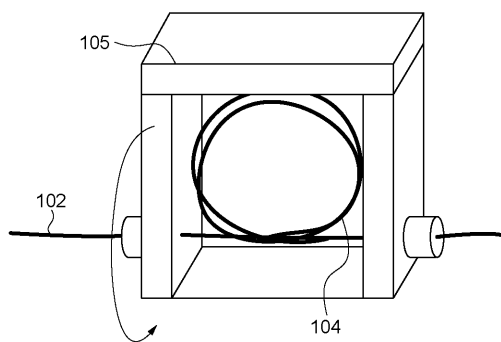
【図 7】



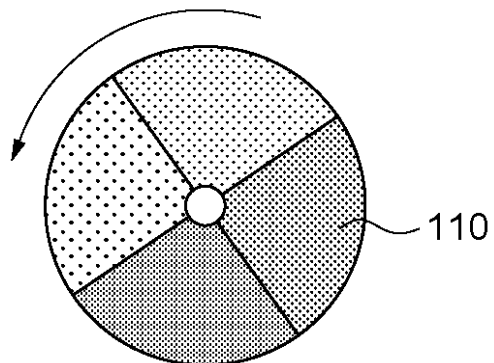
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 内田 弘樹  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 島田 保

(56)参考文献 国際公開第2009/141948(WO, A1)  
特開2008-005987(JP, A)  
特開2010-279439(JP, A)  
特開2010-259629(JP, A)  
特開2010-142428(JP, A)  
特開2011-030969(JP, A)  
特開2010-110391(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 3/10  
A61B 3/12  
G01N 21/17