

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4501007号
(P4501007)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int. Cl.		F I	
A 6 1 B	3/10	(2006.01)	A 6 1 B 3/10 R
G O 1 N	21/17	(2006.01)	G O 1 N 21/17 6 2 O
G O 1 N	21/35	(2006.01)	G O 1 N 21/35
G O 1 B	11/06	(2006.01)	G O 1 B 11/06 G
A 6 1 B	3/12	(2006.01)	A 6 1 B 3/12 E

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-531262 (P2006-531262)
 (86) (22) 出願日 平成17年4月6日(2005.4.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2005/006789
 (87) 国際公開番号 W02006/022045
 (87) 国際公開日 平成18年3月2日(2006.3.2)
 審査請求日 平成19年11月14日(2007.11.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-247272 (P2004-247272)
 (32) 優先日 平成16年8月26日(2004.8.26)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 504139662
 国立大学法人名古屋大学
 愛知県名古屋市千種区不老町1番
 (74) 代理人 110000110
 特許業務法人快友国際特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 逸毅
 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
 審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光干渉断層装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1 又は複数の層から構成される被検査物に光を照射し、被検査物の各層で反射される反射光と基準光とを干渉させ、その干渉光の強度を検出することで被検査物の深さ方向の1次元断層情報を取得する光干渉断層計と、

光干渉断層計による照射光を被検査物の表面でライン状又は面状に走査することで取得される被検査物の2次元又は3次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層について、被検査物の表面に設定された設定ライン上の各位置における層厚を算出する手段と、

設定ライン上の位置を表す軸線を設定ラインの形状と相似する形状で表示し、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットした「位置 - 層厚」の関係を示すグラフを出力する手段と、を備えることを特徴とする光干渉断層装置。

【請求項2】

前記グラフ出力手段によって出力される「位置 - 層厚」グラフを表示する手段をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光干渉断層装置。

【請求項3】

被検査物を撮影する手段をさらに有し、前記表示手段は、撮影手段によって撮影された被検査物の撮影像を表示すると共に、その表示された撮影像上に前記「位置 - 層厚」グラフを重ね合わせて表示することを特徴とする請求項2に記載の光干渉断層装置。

【請求項4】

被検査物の2次元又は3次元断層情報を、その取得した日時と共に当該被検査物を識別するための識別情報と関連付けて記憶する手段をさらに備え、前記表示手段は、記憶手段に記憶されている2次元又は3次元断層情報が複数ある場合は、それら2次元又は3次元断層情報から得られる複数の「位置 - 層厚」グラフのうち取得日時の異なる少なくとも2つのグラフを併せて表示することを特徴とする請求項2に記載の光干渉断層装置。

【請求項5】

前記表示手段は、「位置 - 層厚」の関係が正常であるか否かを判断するための基準値と前記「位置 - 層厚」グラフとを併せて表示することを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載の光干渉断層装置。

【請求項6】

前記の正常であるか否かを判断するための基準値は、複数の被検査物に対して取得した「位置 - 層厚」の関係を統計的に処理した「位置 - 層厚の平均値」又は「位置 - 層厚の正常値」であることを特徴とする請求項5に記載の光干渉断層装置。

【請求項7】

前記表示手段は、被検査物の「位置 - 層厚」グラフと、「位置 - 層厚の平均値」のグラフ又は「位置 - 層厚の正常値」のグラフとを併せて表示することを特徴とする請求項6に記載の光干渉断層装置。

【請求項8】

前記算出手段は、被検査物を構成する複数の層のそれぞれについて、設定ライン上の各位置における層厚を算出するものであり、算出された各層の中から1又は複数の層を選択する手段をさらに備え、前記表示手段は、選択された層についての「位置 - 層厚」グラフを表示することを特徴とする請求項2に記載の光干渉断層装置。

【請求項9】

被検査物の2次元又は3次元断層情報に基づいて、設定ラインに沿った断面の2次元断層像を表示する第2表示手段と、第2表示手段に表示される画像中の任意の点を指定する手段と、指定された点を結ぶ仮想線を設定する手段をさらに備え、

前記算出手段は、被検査物を構成する複数の層のそれぞれについて、設定ライン上の各位置における層厚を算出するものであって、前記設定手段で設定された複数の仮想線のうち隣接する仮想線間の距離から各層の厚みを算出することを特徴とする請求項1に記載の光干渉断層装置。

【請求項10】

1又は複数の層から構成される被検査物に光を照射し、被検査物からの光を検出することで被検査物を構成する少なくとも1つの層の厚みを測定する測定装置と、

測定装置による照射光を被検査物の表面でライン状又は面状に走査することで取得される被検査物の1次元又は2次元の層厚情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層について、被検査物の表面に設定された設定ライン上の各位置における層厚を算出する手段と、

設定ライン上の位置を表す軸線を設定ラインの形状と相似する形状で表示し、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットした「位置 - 層厚」の関係を示すグラフを出力する手段と、を備えることを特徴とする光層厚測定装置。

【請求項11】

被検査物の表面をライン状に光を走査することで光干渉断層計により取得される被検査物の2次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層の層厚と走査ライン上の位置との関係を表示装置に表示するためのプログラムであって、

被検査物を構成する少なくとも1つの層について、取得された2次元断層情報から走査ライン上の各位置における層厚を算出する層厚算出手段、

走査ライン上の位置を表す軸線を走査ラインの形状と相似する形状で表すと共に、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットしたグラフを表示装置に表示する表示装置制御手段、としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項12】

10

20

30

40

50

被検査物の表面をライン状に光を走査することで光干渉断層計により取得される被検査物の2次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層の層厚と走査ライン上の位置との関係を表示装置に表示する方法であって、

被検査物を構成する少なくとも1つの層について、2次元断層情報から走査ライン上の各位置における層厚を算出する工程と、

走査ライン上の位置を表す軸線を走査ラインの形状と相似する形状で表示すると共に、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットしたグラフを表示装置に表示する工程と、を有する表示方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、網膜、気管、消化管等を構成する1又は複数の層の層厚を非破壊的に計測する計測装置（例えば、光干渉断層装置（Optical Coherence Tomography：OCT））に関する。

【背景技術】

【0002】

網膜、気管、消化管等を構成する1又は複数の層の層厚を計測する装置が開発されている。この種の計測装置としては、網膜の神経線維層の厚みを計測する装置（例えば、GD×VCC（カール・ツァイス・メディテック社製）、HRT（ハイデルベルグ社製））や、網膜等の断層像を計測する光干渉断層装置（例えば、特開平10-99337号公報等）が知られている。ここでは、光干渉断層装置を例に説明する。

20

光干渉断層装置は、網膜等の被検査物に光を照射し、被検査物から反射される反射光を検出することで被検査物の断層像を取得する。光干渉断層装置は、通常、被検査物に光を照射するための光源を備える。光源からの光は、ビームスプリッターによって二分され、一方は反射鏡に照射され、他方は被検査物に照射される。被検査物に入射した光は、被検査物内で吸収、反射、散乱され、残りが透過光となって深層に進んでゆく。網膜等の被検査物は複数の層で構成され、各層で組織密度や組織配列が異なる。このため、各層での散乱、反射の程度も異なり、またそれぞれの層の境界で強い反射、散乱が生じる。したがって、被検査物から反射される光には各層（層内及びその境界）で反射された反射光が含まれる。各層で反射される反射光は、その強度が各層固有の強度となり、また、各層の深度によって時間差が生じる。光検出器は、各層で反射された反射光の強度と時間差を検出する。具体的には、被検査物から反射された反射光と、反射鏡で反射された光（基準光）を干渉させ、その干渉波を光検出器に入射させる。光検出器は入射する干渉波を電気信号に変換する。光検出器によって変換された電気信号は、コンピュータによって映像化され、その映像は表示装置等に表示される。

30

【0003】

上述したように、被検査物に入射した光は各層の境界で強く反射されることから、干渉波の強度も各層の境界で強くなる。従って、光検出器で検出される干渉波の強度から各層の境界を特定でき、各層の境界を特定することで各層の厚みを算出することができる。

被検査物を構成する各層の厚みは、被検査物の状態を定量的に把握するための指標として有用である。例えば、被検査物が網膜である場合、網膜の厚みは網膜浮腫（黄斑浮腫）による網膜厚の増減を診断する際に有用であり、また、網膜神経線維層の厚みは緑内障の進行の程度を診断する際に有用となる。

40

このため、従来の光干渉断層装置は、被検査物の表面で光を走査することで得られる2次元断層像から、各走査位置における各層の厚みを算出し、各層の厚みと位置の関係をグラフとして表示する機能を装備している。図26は従来の光干渉断層装置によって表示される「位置-厚み」グラフを模式的に示している。図26に示すように、従来の「位置-厚み」グラフは、走査位置を横軸で表示し、その厚みを縦軸にプロットしている。

一方、被検査物の表面で光を走査する方法には種々の方法があり、被検査物の状態を把握するためには直線状の走査方法以外の方法が有効な場合がある。例えば、前述した緑内

50

障の診断・病状の把握・治療効果の判定には、視神経乳頭の周囲をリング状に走査し、視神経乳頭周囲の神経線維層の厚みを測定することが有効である。しかしながら、従来の光干渉断層装置では、被検査物をリング状に走査したときでも、「位置 - 厚み」グラフが図 26 に示すように直線状に表示される。このため、被検査物のどの部位で層厚が厚く（又は薄く）になっているのかを直感的に把握することが困難であるという問題があった。

このような問題は、光干渉断層装置に固有の問題ではなく、上述した神経線維層の厚みを計測する装置（例えば、GD×VCC（カール・ツァイス・メディテック社製）、HRT（ハイデルベルグ社製））においても問題となっている。

【発明の開示】

【0004】

したがって、本発明の目的は、被検査物を検査して得られた「位置 - 層厚」の関係をグラフ化するに際し、被検査物のどの部位で層厚が厚く（又は薄く）になっているかを容易に把握することができる技術を提供することである。

【0005】

本発明を適用した光干渉断層装置は、1又は複数の層から構成される被検査物に光を照射し、被検査物の各層で反射される反射光と基準光とを干渉させ、その干渉光の強度を検出することで、被検査物の深さ方向の1次元断層情報を取得する光干渉断層計を備える。従って、この光干渉断層計によって照射される光を、被検査物上でライン状に走査し、あるいは、面状に走査することで（例えば、ライン状の走査を繰返して面状に走査することで）、被検査物の2次元又は3次元断層情報を取得することができる。

この光干渉断層装置は、(1)被検査物の2次元又は3次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層について、被検査物上に設定された設定ライン上の各位置における層厚を算出し、(2)設定ライン上の位置を表す軸線を設定ラインの形状と相似する形状で表示すると共に、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットした「位置 - 層厚」の関係を示すグラフを出力する演算装置（例えば、プロセッサ、コンピュータ等）をさらに備える。

ここで、上記「相似する」は、設定ラインと軸線が完全に相似する場合の他、軸線上の位置から設定ライン上の概略の位置を直感的に把握できる程度に近似している場合をも含む意味で用いている。従って、円状に設定ラインを設定した場合に軸線を楕円状に表示することも、上記「相似する」に相当する。

【0006】

この装置では、設定ライン上の位置と、その位置における層厚との関係をグラフ化する際に、設定ライン上の位置を表す軸線を設定ラインと相似する形状で表示し、層厚をその軸線から法線方向に所定のスケールでプロットする。位置を表す軸線が設定ラインと相似する形状で表されるため、オペレータはグラフから直感的にどの部位の層厚が厚い（又は薄い）のかを把握することができる。例えば、設定ラインをリング状に設定した場合、位置を表す軸線はリング状となり、その軸線から法線方向（例えば、リング状の中心から半径方向外側）に層厚がプロットされる。このため、リング状の設定ラインのどの位置の層厚が厚い（又は薄い）のかを、直感的に理解することができる。

なお、この装置では、オペレータがポインティングデバイス（例えば、マウス等）を操作して設定ラインを設定するようにしてもよい。そして、オペレータによって設定ラインが設定された後に、その設定ラインに沿って光を走査し、これによって得られる二次元断層情報に基づいて「位置 - 層厚」グラフを出力することができる（すなわち、設定ラインと走査ラインが同一となる）。あるいは、予め面状に光を走査することで3次元断層情報を取得しておき、その後、光を走査した領域内に設定ラインを設定するようにしてもよい（例えば、オペレータがマウス等によって希望する形状にラインを設定する。）。

【0007】

上記の光干渉断層装置は、「位置 - 層厚」グラフを表示する手段（例えば、ディスプレイ等）をさらに備えることができる。この場合、被検査物を撮影する手段をさらに備えることができる。そして、表示手段は、撮影手段によって撮影された被検査物の撮影像を表

10

20

30

40

50

示すると共に、その表示された撮影像上に前記「位置 - 層厚」グラフを重ね合わせて表示することが好ましい。この装置によると、撮影された被検査物の撮影像上に「位置 - 層厚」グラフが重ねあわされるので、被検査物のどの部分の層厚が厚い（又は薄い）のかをより容易に把握することができる。

なお、表示手段に表示する被検査物の撮影像上には、さらに、設定ラインを表示するようにしてもよい。例えば、リング状に設定ラインを設定した場合は、撮影像上に設定ラインが表示され、さらに、その設定ラインと同心となるように位置を表す軸線（リング）が表示される。設定ラインを被検査物の撮影像上に表示することで、より直感的に層厚の状態を把握することができる。

【0008】

上記の光干渉断層装置は、被検査物の2次元又は3次元断層情報を、その取得した日時と共に記憶する手段（例えば、メモリ、データベース等）を備えることが好ましい。そして、記憶手段に記憶されている2次元又は3次元断層情報が複数あるときは、表示手段は、それら2次元又は3次元断層情報から得られる複数の「位置 - 層厚」グラフのうち取得日時の異なる少なくとも2つのグラフを併せて表示することが好ましい。取得日時の異なる複数の「位置 - 層厚」グラフを併せて表示することで、被検査物の経時変化をより容易に把握することができる。

【0009】

また、表示手段は、「位置 - 層厚」の関係が正常であるか否かを判断するための基準値と「位置 - 層厚」グラフとを併せて表示することが好ましい。「位置 - 層厚」グラフと基準値を併せて表示することで、被検査物が正常であるか否かを容易に判断することができる。正常であるか否かを判断するための基準値としては、例えば、複数の被検査物に対して取得した「位置 - 層厚」の関係を統計的に処理した「位置 - 層厚の平均値」又は「位置 - 層厚の正常値」を用いることができる。

また、表示手段は、基準値を種々の態様で表示することができる。例えば、表示手段は、被検査物の「位置 - 層厚」グラフと、「位置 - 層厚の平均値」のグラフ又は「位置 - 層厚の正常値」のグラフとを併せて表示することができる。基準値を、被検査物の「位置 - 層厚」グラフと同一形式で表示するため、被検査物のどの部分が異常であるかを容易に判断することができる。

【0010】

被検査物が網膜のように複数の層から構成されている場合、演算装置（プロセッサ、コンピュータ等）は、被検査物を構成する複数の層のそれぞれについて、設定ライン上の各位置における層厚を算出することが好ましい。この場合において、光干渉断層装置は、算出された各層の中から1又は複数の層を選択する手段をさらに備え、表示手段が、選択された層について「位置 - 層厚」グラフを表示することが好ましい。

【0011】

また、被検査物が網膜のように複数の層から構成されている場合、光干渉断層計で得られた被検査物の2次元断層像では各層の境界が明瞭に判定できないときがある。かかる場合、検査者（医師等）が解剖学的な知識に基づいて境界線を特定し、その特定した境界線に基づいて各層の層厚を算出できることが好ましい。

したがって、光干渉断層装置は、被検査物の2次元又は3次元断層情報に基づいて、設定ラインに沿った断面の2次元断層像を表示する第2表示手段（例えば、ディスプレイ）と、第2表示手段に表示される画像中の任意の点を指定する手段（例えば、マウス等）と、指定された点を結ぶ仮想線を設定する手段（例えば、プロセッサ等の演算装置）をさらに備えることが好ましい。かかる構成によると、2次元断層像から各層の境界が明瞭に判定できないときでも、医師等が第2表示手段に表示される2次元断層像を見ながら指定手段を操作して、各層の境界と思われる点を複数指定する。境界上の点が指定されると、設定手段が仮想線（境界線）を設定し、これによって、各層の境界線を設定することができる。

この場合、さらに、演算装置（プロセッサ、コンピュータ等）が、設定手段で設定され

10

20

30

40

50

た複数の仮想線のうち隣接する仮想線間の距離から各層の厚みを算出することが好ましい。これによって、各層の境界を明瞭に判定できないときでも、各層の厚みを算出することができる。

【0012】

本発明は、また、被検査物の表面をライン状に光を走査することで光干渉断層計により取得される被検査物の2次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層の層厚と走査ライン上の位置との関係を表示装置に表示するための新規なプログラムを提供する。このプログラムは、コンピュータを、(1)被検査物を構成する少なくとも1つの層について、取得された2次元断層情報から走査ライン上の各位置における層厚を算出する層厚算出手段、(2)走査ライン上の位置を表す軸線を走査ラインの形状と相似する形状で表すと共に、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットしたグラフを表示装置に表示する表示装置制御手段、として機能させる。

10

【0013】

さらに、本発明は、被検査物の表面をライン状に光を走査することで光干渉断層計により取得される被検査物の2次元断層情報に基づいて、被検査物を構成する少なくとも1つの層の層厚と走査ライン上の位置との関係を表示装置に表示する新規な方法を提供する。この方法は、被検査物を構成する少なくとも1つの層について、2次元断層情報から走査ライン上の各位置における層厚を算出する工程と、走査ライン上の位置を表す軸線を走査ラインの形状と相似する形状で表示すると共に、算出された層厚を前記軸線からその法線方向に所定のスケールでプロットしたグラフを表示装置に表示する工程と、を有する。

20

【0014】

なお、上述した説明は、本発明を光干渉断層装置に適用した場合についてであったが、本発明は光干渉断層装置に限定されない。例えば、神経線維層の厚みを計測する装置に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係る光干渉断層装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】OCTの構成を模式的に示す図。

【図3】OCTの各部を伝達する光の状態を示す図。

【図4】光干渉断層装置による検査手順の一例を示すフローチャート。

30

【図5】光干渉断層装置による「位置-層厚」グラフを表示する手順の一例を示すフローチャート。

【図6】光干渉断層情報から層厚を算出する方法を説明するための図。

【図7】光干渉断層装置を用いて行われる検査(走査)の一例を示す図。

【図8】光干渉断層装置のモニターに表示される「位置-層厚」グラフの一例を模式的に示す図。

【図9】図8に示す「位置-層厚」グラフに眼底写真を重ね合わせて表示した状態を模式的に示す図。

【図10】「位置-層厚」グラフの履歴(経時変化)を表示する図。

【図11】図8に示す「位置-層厚」グラフにスムージング処理を施したグラフを示す図。

40

【図12】図8に示す「位置-層厚」グラフに、「位置-正常上限値」と「位置-正常下限値」を併せて示した図。

【図13】複数の層の「位置-層厚」グラフを併せて表示する図。

【図14】光を被検眼上で面状に走査する検査例を説明するための図。

【図15】図14に示す検査が行われたときに、その領域内に設定される設定ラインの一例を示す図。

【図16】図15に示す設定ラインに沿った断面の「位置-層厚」グラフ。

【図17】図16に示す「位置-層厚」グラフを、本発明に係る「位置-層厚」グラフに変換した図。

50

【図 18】光を視神経乳頭から放射状に走査する検査例を説明するための図。

【図 19】図 18 により得られた 2 次元断層像から、視神経乳頭の周囲の「位置 - 層厚」グラフを簡易に求める手順を説明するための図。

【図 20】2 次元断層像の各層の境界が不明な場合に、各層の境界線を特定するための手順を説明するフローチャート。

【図 21】2 次元断層像の各層の境界が不明な場合に、各層の境界線を特定するための手順を説明するための図（境界線上の点を複数指定した状態）。

【図 22】2 次元断層像の各層の境界が不明な場合に、各層の境界線を特定するための手順を説明するための図（境界線上に指定した点を結んで境界線を設定した状態）。

【図 23】被検眼の眼底写真とその被検眼に放射状に設定された 6 本の走査線を示す図。 10

【図 24】図 23 に示す 6 本の走査線について得られた断層情報から、走査領域内の各部位の層厚をマッピングしたグラフ。

【図 25】図 24 のマッピングしたグラフと眼底写真とを重ね合せて表示した図。

【図 26】従来の光干渉断層装置に表示される「位置 - 層厚」グラフの一例。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の一実施形態に係る光干渉断層装置 10 について図面を参照して説明する。光干渉断層装置 10 は、生体眼の眼底（網膜）を検査する装置であり、総合病院の眼科、眼科病院、眼科医院等の眼科医療現場において使用される。

図 1 に示すように光干渉断層装置 10（すなわち、OCT）は、被検眼 A を検査するための光学機器 12 と、光学機器 12 を制御すると共に、光学機器 12 によって得られた検査データを解析・処理するコンピュータ 14 を備えている。 20

【0017】

光学機器 12 は、被検眼 A（眼底）をモニターするための眼底モニター光学系と、被検眼 A の断層像を得るための測定光学系 24（以下、OCT という）を備える。

眼底モニター光学系は、モニター用 CCD 32、照明用光源 34、ハーフミラー 30、ダイクロックミラー 26（可視光反射 / 赤外光透過）、対物レンズ 28 等を備える。モニター用 CCD 32 は、被検眼 A の眼底を撮像する CCD である。照明用光源 34 は、被検眼 A を照明する可視光光源である。照明用光源 34 より出射する光（可視光）はハーフミラー 30 及びダイクロックミラー 26 で反射され、対物レンズ 28 を介して被検眼 A を照明する。被検眼 A で反射された光（可視光）は、対物レンズ 28 を介してダイクロックミラー 26 で反射され、モニター用 CCD 32 によって検知される。モニター用 CCD 32 によって得られた被検眼 A の映像はコンピュータ 14 に送られ、モニター 18 に映し出される。 30

【0018】

測定光学系 24 は、被検眼 A の眼底（網膜）に赤外光を照射し、その反射光（赤外光）を検知することで被検眼 A（眼底）の断層像を取得する。すなわち、測定光学系 24 から出射する光（赤外光）はダイクロックミラー 26 を透過し、対物レンズ 28 を介して被検眼 A に入射する。被検眼 A に入射した光（赤外光）は、被検眼 A の網膜（詳しくは、網膜を構成する各層）で吸収、反射、散乱する。吸収、反射、散乱する光のうち測定光学系 24 の方向に反射される光（赤外光）はダイクロックミラー 26 を透過し、測定光学系 24 で検知される。 40

【0019】

図 2 に示すように測定光学系 24 は、低コヒーレンス光源 33、光検出器 34、光ファイバー連結装置 36、プローブ 38、反射鏡 42 等によって構成される。低コヒーレンス光源 33 には、例えばスーパーluminescentダイオード光源を用いることができる。低コヒーレンス光源 33 から出射される光〔近赤外光（例えば、850nm のダイオード光）〕は、光ファイバー 30 によって光ファイバー連結装置 36 に導かれる。光ファイバー連結装置 36 はビームスプリッターとして機能する。このため、光ファイバー連結装置 36 に導かれた光は 2 分される。2 分された光のうち一方は光ファイバー 31 へ導かれ、他 50

方は光ファイバー 46 へ導かれる。

光ファイバー 31 へ導かれた光は、プローブ 38 を介して被検眼 A に照射される。プローブ 38 は、被検眼 A に対して X 軸及び Y 軸方向（上下左右方向）に移動可能となっている。これによって、被検眼 A への光の照射位置を X 軸及び Y 軸方向に走査（上下左右方向に変化）させることができる。被検眼 A から反射された光は、再び光ファイバー 31 によって光ファイバー連結装置 36 に導かれる。

一方、光ファイバー 46 に導かれた光は、レンズ 40 を介して反射鏡 42 に照射される。反射鏡 42 は図の矢印の方向に進退動可能となっている。反射鏡 42 が図の矢印の方向に進退動すると、反射鏡 42 と光ファイバー連結装置 36 との距離（光路長）が変化する。反射鏡 42 で反射された光は、再び光ファイバー 46 によって光ファイバー連結装置 36 に導かれる。

10

光ファイバー 31 によって導かれた光と光ファイバー 46 によって導かれた光は、光ファイバー連結装置 36 内で干渉波となる。この干渉波は光ファイバー 45 によって光検出器 34 に導かれる。光検出器 34 は、光ファイバー 45 によって導かれた干渉波の強度を検出する。光検出器 34 で検出された光強度は、コンピュータ 14 に送られる。

【0020】

図 3 に示すように、低コヒーレンス光源 33 から出射された光は、光ファイバー 30 によってビームスプリッター 37（すなわち、光ファイバー連結装置 36）に導かれる。ビームスプリッター 37 に導かれた光は 2 分され、一方は被検眼 A に向かい（図中の測定光）、他方は反射鏡 42 に向かう（図中の基準光）。被検眼 A に照射された測定光は、網膜の各層（例えば、神経線維層、内網状層、外網状層、色素上皮層等）で反射され、これらの光が重なりあう反射波となる（図中の反射測定光）。反射鏡 42 に照射された基準光は、反射鏡 42 で反射し、反射基準光となる。反射測定光と反射基準光はビームスプリッター 37 で一本の干渉波となり、光ファイバー 45 を通って光検出器 34 で検出される。

20

既に説明したように、反射鏡 42 とビームスプリッター 37 との距離（反射基準光の光路長）は、反射鏡 42 の位置を変えることで変化する。被検眼 A の各層で反射される反射光も、被検眼 A のどの位置（深さ）で反射されたかによって、その光路長が変化している。従って、反射鏡 42 の位置を変化させることで反射基準光の光路長を変化させると、光検出器 45 で検出される干渉波も変化する。光の干渉現象が網膜の深さ方向のどの位置で反射された反射波によるものであるのかが変化するためである。従って、反射鏡 42 の位置を変えることで（走査することで）、網膜の深さ方向（Z 軸方向）に関する反射強度分布（断層情報）を得ることができる。

30

また、プローブ 38 を X 軸及び / 又は Y 軸方向に移動することで、被検眼 A に照射される光の位置を変えることができる。このため、測定光学系 24 は、被検眼 A の網膜の 2 次元及び / 又は 3 次元断層情報を得ることができる。

【0021】

なお、上述した光学機器 12 は被検眼 A（すなわち、顎台（図示省略）に固定された被検者の頭）に対する位置が調整可能となっている。すなわち、図 1 に示すように光学機器 12 は、駆動機構 22 によって被検眼 A に対して上下左右並びに前後（X 軸、Y 軸及び Z 軸方向）に移動する。駆動機構 22 によって光学機器 12 を移動させることで、被検眼 A の網膜に光学機器 12 のピントを合わせることができる。駆動機構 22 はコンピュータ 14 によって制御される。

40

コンピュータ 14 には、その他、入力部 16、モニター 18 及びデータ記憶部 20 等が接続されている。入力部 16 はマウス等のポインティングデバイスやキーボードから構成される。検査者は入力部 16 を操作して、被検眼 A のどの部分に光を走査するかを指定することができる。モニター 18 は、モニター用 CCD 32 で取得された映像や、測定光学系 24 で取得された網膜断層情報を画像化した網膜断層像等を表示する。データ記憶部 20 には、測定光学系 24 で取得された網膜断層情報等が記憶される。

【0022】

次に、上述した光干渉断層装置 10 の動作について説明する。まず、光干渉断層装置 1

50

0により被検眼Aの網膜断層情報を取得する処理について説明する。

図4に示すように、まず、検査者は入力部16を操作して、被検者のIDを入力する(S10)。被検者のIDを入力すると、検査者は光学機器12と被検眼Aとの位置調整を行う(S12)。例えば、モニター18には、モニター用CCD32によって撮影された被検眼Aの映像と、位置合わせ用の指標光が表示されている。検査者はモニター18に表示される被検眼Aの映像を見ながらジョイスティック(図示省略)を操作し、被検眼Aの所望の位置に指標光が表示されるよう光学機器12の位置調整を行う。同時に、被検眼Aの眼底が鮮明に表示されるよう光学機器12の調整を行う。

【0023】

次に、検査者は入力部16を操作して照射光を照射する位置及びその走査方法を設定する(S14)。例えば、照射光を直線状に走査する場合は、直線状に走査する旨を入力し、次いで、モニター18に表示される被検眼A上で走査線の始点と終点を設定する。また、照射光を円形(リング状)に走査する場合は、円形に走査する旨を入力し、次いで、モニター18に表示される被検眼A上で走査線の中心と始点を設定する。

【0024】

ステップS16に進むと、コンピュータ14は測定光学系24による照射光の照射を開始する(S16)。照射光の照射を開始すると、反射鏡42を走査することで被検眼AのZ軸方向の断層情報を測定する(S18)。測定された断層情報は、コンピュータ14内のメモリに順次格納される。

次いで、コンピュータ14は照射光の走査が終了したか否か(すなわち、照射光を走査終了位置まで走査したか否か)を判定する(S20)。照射光の走査が終了していない場合(ステップS20でNO)は、プローブ38を移動して照射位置を変更し(S22)、ステップS16からの処理を繰り返す。

照射光の走査が終了している場合(ステップS20でYES)は、コンピュータ14は被検眼Aの眼底写真を撮影する(S23)。具体的には、モニター用CCD32で取得される画像データをコンピュータ14内のメモリに格納する。

次いで、ステップS18を繰返すことで得られた光干渉断層情報(2次元の断層情報)と、ステップS23で撮影した眼底写真を、被検者のIDと関連付けてデータ記憶部20に格納する(S24)。

【0025】

次に、上述した手順で取得される光干渉断層情報に基づいて、各走査位置における網膜を構成する各層の層厚をグラフ化する手順について説明する。

図5に示すように、まず、検査者(医師等)はグラフ化対象となっている被検者(患者)のIDを入力部16より入力する(S26)。次いで、検査者は入力部16を操作して、グラフ化する光干渉断層情報を選択する(S28)。すなわち、データ記憶部20には、同一被検者に係る複数の光干渉断層情報が格納されている。例えば、検査日時が異なる光干渉断層情報や、走査部位(例えば、視神経乳頭部又は黄斑部)や走査方法(例えば、直線状又は円形)が異なる光干渉断層情報などの複数の光干渉断層情報が格納されている。ステップS28では、それらの中からグラフ化する光干渉断層情報を選択する。

【0026】

ステップS30に進むとコンピュータ14は、選択された光干渉断層情報に基づいて、各走査位置(照射光の照射位置)における各層の層厚を算出する。各層の層厚を算出する手順について図6を参照して詳細に説明する。図6は走査位置P1, P2の光干渉断層情報(干渉波のZ軸方向の強度分布)を模式的に示している。

既に説明したように、被検眼Aの網膜に入射した光は層と層の境界で強く反射される。従って、層と層の境界では干渉波の光強度もピーク的に大きくなる。このため、図6に示すような光干渉断層情報が得られれば、その光強度がピーク的に変化する位置を、層と層の境界であると特定することができる。具体的な判断手法としては、例えば、光強度の微分値を算出し、その微分値が予め設定された設定値(正の値)より大きくなるときに、その位置を層と層の境界であると決定することができる。層と層の境界が特定できると、そ

10

20

30

40

50

の差を算出することで各層の層厚を算出することができる（図中、T1, T2等）。

なお、算出された層厚がどの層の層厚であるかは、網膜の構造が既知であるため、検査者は容易に判断することができる。例えば、1番目に算出された層厚は、網膜神経線維層と判断することができる。

また、各層の層厚の算出には、既販の光干渉断層装置に搭載されているプログラムを利用することができる。例えば、公知の光干渉断層装置（カール・ツァイス・メディテック社製）には、測定された光干渉断層情報に基づいて各層の厚みを数字として出力する機能（プログラム）が搭載されている。このプログラムを利用することで各層の層厚を得ることができる。

あるいは、検査者（医師等）がマニュアルで各層の境界面を指定し、その指定に基づいて各層の層厚を算出することもできる。例えば、コンピュータ14は測定された光干渉断層情報を映像化し、その断層像をモニター18に表示する。検査者はマウス等を操作してモニター18内のポインタを移動し、表示される断層像中に各層の境界を指定する。各層の境界が指定されると、コンピュータ14は指定された各層の境界の位置座標から各層のピクセル数を算出し、その算出されたピクセル数を実際の層厚に換算する。

なお、上述した各層の層厚の算出は、光干渉断層装置10のコンピュータ14で行う必要は必ずしもない。例えば、コンピュータ14から別のコンピュータに断層像（画像）を出力し、別のコンピュータで各層の層厚の算出を行うことができる。同様に、以下に説明するステップS32以降の処理も別のコンピュータで行うことができる。

【0027】

各層の層厚が算出されると、コンピュータ14は表示用データを作成し、その作成した表示用データをモニター18に出力する（S32）。これによって、モニター18に「位置・層厚」グラフが表示される（S34）。モニター18に表示される「位置・層厚」グラフでは、走査ライン上の位置を表す軸線が走査ラインの形状と相似する形状で表示され、算出された層厚がその軸線から法線方向に所定のスケールでプロットして表示される。例えば、視神経乳頭の周囲をリング状にn回（例えば、512ステップ）で走査している場合は、円周360度をn（例えば、n=512）で分割した各位置において、その層厚を法線方向に（放射状に）所定のスケールでプロットして表示する。

なお、このようなグラフを表示するためには、市販されている種々のソフトを用いることができる。例えば、2次元数値データ群〔走査ステップ毎の（位置，層厚）の2次元データ〕を入力し、その入力された2次元数値データ群をグラフに変換するグラフ化ソフトを用いることができる。あるいは、ソフト作成ソフト（例えば、Microsoft（登録商標）visual studio）を利用して独自にグラフ化ソフトを作成してもよい。このようなグラフ化ソフト又は独自作成ソフトには、別途撮影した画像をオーバーラップして表示するための機能を備えることが好ましい。図9に示すように、「位置・層厚」グラフに別途撮影した眼底写真をオーバーラップして表示することができるためである（図9については、後で詳述する）。

【0028】

図7に示すように視神経乳頭の周囲を円形に走査する場合を例に具体的に説明する。なお、視神経乳頭周囲の各層の層厚（特に、網膜神経線維層の層厚）は、緑内障の診断・治療効果の判定等に有用であり、眼科医療現場では視神経乳頭の周囲を円形に走査して「位置・層厚」グラフを取得することがよく行われている。

図8にはモニター18に表示されるグラフが模式的に示されている。図8中、視神経乳頭等の眼底を模式的に表示する線は2点鎖線で表示されており、走査線は点線で表示されている。また、層厚は網膜神経線維層の厚みだけが表示されている。なお、層厚は走査線上の一部の点についてのみ表示している。

図8に示すように、走査線的位置を表す軸線は走査線と同心の円として表示されている。軸線には、適宜の走査角度（例えば、30°、60°等）に、円の中心から放射状に伸びる補助線が描かれている。また、軸線の外側には、軸線と同心の2つの円が目盛として描かれている。図8の例では、内側の円が層厚100μmを表しており、外側の円が層厚

10

20

30

40

50

200 μm を表している。各走査位置における層厚は、軸線から外側（その法線方向）にプロットされており、隣接する点同士が直線で結ばれている。

【0029】

図8から明らかのように、本実施形態の光干渉断層装置10では、軸線と走査線が同心円（すなわち、相似形）で描かれているため、走査線のどの位置で層厚が厚い（又は薄い）のかを直感的に把握することができる（図8の例では、 0° 、 180° 、 330° で層厚が薄い）。

また、本実施形態では層厚を定量的に評価するための100 μm 、200 μm といった目盛が描かれているため、治療効果の判定や、病状の進行の程度を的確に判断することができる。

10

【0030】

なお、図8に示す例では、網膜神経線維層の層厚のみをプロットしたグラフであったが、網膜を構成する各層についてその層厚をグラフ化することができる。例えば、図13に示すように、一度に複数の層（ i 層、 $(i+1)$ 層、 $(i+2)$ 層）の層厚をモニター18に表示することもできる。この場合は、色等で層の種類を判別可能とすることが望ましい。

また、入力部16を操作してモニター18に表示する層を選択できるようにしてもよい。病気によって層厚が変化する層が異なるからである。例えば、緑内障では神経線維層の層厚が変化し、網膜色素変性症では外顆粒層の層厚が変化する。検査者（医師）は被検者の症状等に応じてモニター18に表示する層を選択し、被検者の病気を診断することができる。

20

なお、特定の種類の層（例えば、網膜神経線維層）のみをグラフ表示する場合は、図5のステップS30において、該当する層についてのみ層厚を算出するようにしてもよい。

【0031】

また、各層の層厚を正常値との比率で表示するようにしてもよい。すなわち、層厚を（測定値 / 正常眼の平均値）で表示する。比率で表示すると、被検眼が異常か正常かについて容易に判断することができる。この場合、グラフ内に（測定値 / 正常眼の平均値）が1となる基準線（目盛）を描くことが望ましい。

さらに、図12に示すように、検査によって得られた層厚と、層厚の正常上限値（例えば、正常眼の平均値の+10%）と正常下限値（例えば、正常眼の平均値の-10%）を併せて表示するようにしてもよい。このような構成によると、測定によって得られた層厚が正常範囲に属するの否かを一目で判断することができる。また、図12に示すように、走査線上の各位置における正常上限値と正常下限値を表示すれば、測定された層厚のどの部分が正常で、どの部分が異常であるかを、容易に判断することができる。

30

【0032】

また、図8に示すグラフではプロットした点を直線で結ぶようにした。しかしながら、図11に示すように、プロットした点を結ぶ直線にスムージング処理を施して、滑らかに接続するようにしてもよい。

さらに、上述した各グラフは別途設けたプリンタ等によって印刷（出力）するようにしてもよい。また、被検眼に設定する走査線は任意の形状とすることができ、例えば、円弧、合成円等とすることもできる。さらに、上述した各グラフの目盛を省略して描くこともできる。

40

【0033】

以上、本発明の一実施形態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。

例えば、図9に示すように、モニター用CCD32で撮影された眼底画像に「位置 - 層厚」グラフを重ね合わせて表示するようにしてもよい。この場合は、眼底画像上に走査線を併せて描くことが好ましい。このような構成によると、走査線と眼底画像との位置関係が一目で分かり、かつ、走査線と軸線が同心であるため、走査線のどの位置（眼底のどの

50

位置)がどのような層厚になっているかを、より直感的に把握することができる。

【0034】

また、図10に示すように、同一患者に対する検査履歴を表示するようにしてもよい。すなわち、光干渉断層装置10のデータ記憶部20は、患者毎(例えば、患者のID番号毎)に、その患者の検査結果(例えば、「位置-層厚」グラフ、網膜断層情報等)をその検査日時と共に記憶する。そして、入力部16を操作して患者を特定することで(例えば、患者IDを入力することで)、コンピュータ14はデータ記憶部20から特定された患者の検査結果を読み出す。次いで、コンピュータ14は、モニター18に患者の検査履歴を表示する。図10に示す例では、日時Aの検査結果(位置-層厚)と、日時B(日時Bより日時Aは過去)の検査結果(位置-層厚)が表示されている。モニター18に表示される患者の検査履歴から、日時Aから日時Bまでの間の治療効果の判定や、病変の増悪・改善の有無等を容易に診断することができる。

10

【0035】

さらに、上述した実施形態では被検眼に対してリング状に光を照射し、その走査線上の断層情報を測定光学系24で取得した。しかしながら、光干渉断層装置10による検査はこのような方法に限られず、例えば、入力部16を操作して被検眼の眼底に走査面(走査領域)を設定し(例えば、図14に示すように黄斑部を中心に方形状に走査面を設定し)、その走査領域内の断層情報(3次元断層情報)を測定光学系24で取得する。(なお、照射光を走査する方向は、図14の実線に示すように図の右側から左側に向かう走査を繰返してもよいし、同図の点線に示すように図の左側から右側に向かう走査を繰返してもよいし、あるいは、図の右側から左側に向かって走査すると、次は図の左側から右側に向かって走査するというように交互に走査を繰返してもよい。)

20

そして、図15に示すように、その走査領域内に別途ラインを設定し、その設定ライン上の位置と層厚の関係を取得するようにしてもよい。設定ライン上の位置と層厚の関係は、図16に示すように位置を横軸として表示し、層厚を縦軸として表示することができるし(従来方式)、あるいは、図17に示すように、位置を表す軸線を設定ラインと相似する形状(すなわち、リング状)とし、その軸線から法線方向に層厚をプロットするようにしてもよい。

あるいは、図18に示すように、視神経乳頭から両側に放射状に伸びる複数本の走査線を設定し、得られた断層情報から視神経乳頭周りの各層の厚みの分布を簡易に検査することもできる。例えば、まず、各走査線について得られた断層情報に基づいて、視神経乳頭から等距離の位置におけるグラフ化したい層の層厚を算出する。これによって、走査線の位置に応じた層厚が判明する。

30

次に、図19に示すように、位置を表す軸線を視神経乳頭の周囲にリング状に表示すると共にその軸線から法線方向に層厚をプロットし、プロットした点を連結した直線にスムージング処理を施す。このようにしても、視神経乳頭周りの層厚の概略の傾向を把握することができる。なお、図18に示す6本の走査線の上の光の走査は、どちらの方向に行ってもよい。

【0036】

また、上述した実施形態では、測定光学系24で得られた光干渉断層情報に基づいて、コンピュータ14が自動的に各層の層厚を算出した。しかしながら、測定光学系24で得られた光干渉断層情報の各層の境界が不明瞭な場合、検査者(医師等)が入力部16を操作して各層の境界を特定し、その特定された境界に基づいてコンピュータ14が各層の層厚を算出するようにしてもよい。図20には、検査者によって各層の境界を特定し、その特定した境界に基づいて各層の層厚を算出する手順が示されている。

40

図20に示すように、コンピュータ14は、まず、測定光学系24で測定された光干渉断層情報を映像化し、その光干渉断層画像をモニター18に表示する(S36)。次に、検査者(医師等)は、入力部16(マウス等)を操作して、モニター18に表示される光干渉断層画像中の境界と思われる点を指定する(S38)。検査者が解剖学的な知識を有している場合、各層の境界が不明瞭な状態(例えば、各層の境界が不連続にしか判別でき

50

ない状態)あっても、境界が判別できる部位において各層の境界を指定することができるためである。

光干渉断層画像中に複数の点が指定されると、コンピュータ14は、その指定された複数の点を直線で接続し(S40)、次いで、その直線にスムージング処理を施して曲線とする(S42)。これにより、指定された各点が接続され、仮の境界線が設定される。図21は光干渉断層画像中に指定された複数の点を直線で接続した状態を示しており、図22は複数の点を接続する直線にスムージング処理を施した状態を示している。

次に、検査者は入力部16を操作して、上述した手順で設定された境界線を確定するかどうかを入力する(S44)。検査者が設定された境界線を確定しない場合(ステップS44でNO)、ステップS38に戻って、ステップS38からの処理を繰り返す。このため、検査者は、適切な境界線が設定されるよう、さらに多くの点を指定することとなる。

一方、設定された境界線を確定する場合(ステップS44でYES)、設定された境界線を最終的な境界線として確定し(S46)、次いで、必要な境界線を全て設定したかどうかを判断する(S48)。全ての必要な境界線を設定していない場合(ステップS48でNO)、ステップS38に戻って、ステップS38からの処理を繰り返す。これによって、必要な全ての層の境界に境界線が設定される。全ての層に境界線を設定している場合(ステップS48でYES)、コンピュータ14は設定された境界線の間隔から各層の層厚を算出する(S50)。すなわち、コンピュータ14は、隣接する各層の境界線の位置座標から各層のピクセル数を算出し、その算出されたピクセル数を実際の層厚に換算する。各層の層厚が算出されると、コンピュータ14は、「位置-層厚」グラフをモニター18

に表示する(S52)。このような構成によると、測定光学系24で得られた光干渉断層画像の各層の境界が不明瞭であっても、検査者が各層の境界を複数指定することによって各層の厚みを算出することができる。なお、上述した形態と異なり、検査者が入力部16を操作して、各層の境界線を直接引くような形態で実施することもできる。

【0037】

上述した検査者の手動による境界線の確定方法を利用して、網膜を構成する各層(網膜神経線維層、視細胞外節層、視細胞内節層、外顆粒層、外網状層、内顆粒層、内網状層、神経節細胞層)の層厚をグラフ化することもできる。既に説明したように、網膜をスキャンすることで得られる光干渉断層像では、網膜を構成する各層の境界が不鮮明な場合がある。このような場合であっても、検査者が手動で光干渉断層像内の各層の境界線を確定(指定)することで、その確定された境界線の間隔から各層の厚みを求めることができる。複数の走査線の各位置についてそれぞれ各層の厚みを算出すれば、得られた各走査線上の各位置の各層の厚みから、走査面内における各層の厚みを2次元的に表示することができる。例えば、図23に示すように、被検眼の網膜に対して放射状に設定された複数本の走査線上をスキャンして、あるいは図14に示すように被検眼の網膜に対して平行に設定された複数本の走査線上をスキャンして、被検眼の3次元断層情報を取得し、図24に示すように、得られた3次元断層情報から各部位の層厚を色を変えて表示することができる(以下、このような表示をマッピングという)。なお、図25に示すように、マッピングしたグラフと眼底写真とを重ね合わせて表示するようにしてもよい。

上述した方法によって網膜の各層の厚みをマッピングできると、網膜神経線維層以外の層であって、網膜の特定の層だけが強く障害をうけるような疾患の診断に役立てることができる。また、この方法によると、網膜だけでなく、網膜よりも強膜側にある脈絡膜、脈絡膜毛細血管板等の厚みのマッピング、また、角膜の各層のマッピング、さらには後部硝子体剥離や網膜剥離の範囲を示すマッピングも可能となる。なお、網膜を構成する各層から複数の層を選択し、それらの層の厚みの合計をマッピングすることもできる。例えば、同時に変化すると思われる外顆粒層と視細胞外節と視細胞内節の各層の厚みの合計をマッピングすることができる。これによって、関連する複数の層を総合的に判断することができる。

さらには、上述したように検査者の手動によって境界線を確定する手法を用いると、被

10

20

30

40

50

検眼に病変が存在するときや、白内障などで網膜の輝度が低いときや、あるいは硝子体混濁が画面上に写っているとき等の場合であっても、網膜の厚みの計測や、網膜を構成する各層の厚みをマッピングすることが可能となる。すなわち、手動で境界線を特定するため、上述のような場合であっても正しく境界線を引くことができるためである。

【0038】

また、上述した光干渉断層装置10は網膜の断層像を得るためのものであったが、これ以外にも、本発明の技術は、消化管の表面に光を照射し、消化管の浮腫の状態等を把握するための内視鏡装置に適用することができる。さらには、外科手術において腫瘍部分と正常部分を区別する際に用いることができる。

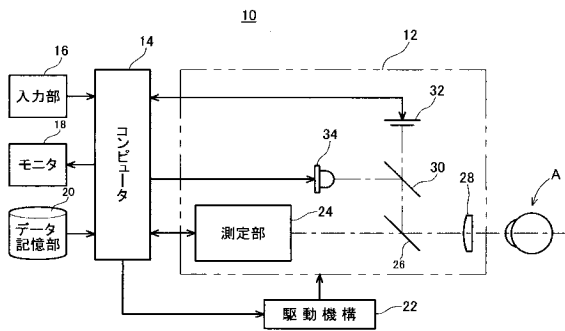
また、本発明の技術は光干渉断層装置に限られず、被検眼を透過した偏向光の位相変化を計測することで網膜の神経線維層の厚みを測定する装置（例えば、GD×VCC（カール・ツァイス・メディテック社製）や、レーザ光で網膜をスキャンして網膜からの反射光を計測することで網膜の3次元構造を測定する装置（例えば、HRT（ハイデルベルグ社製））等にも適用することができる。

【0039】

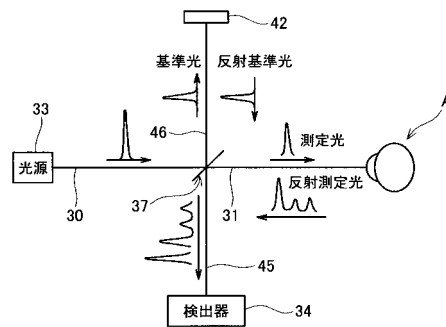
本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組み合わせによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

10

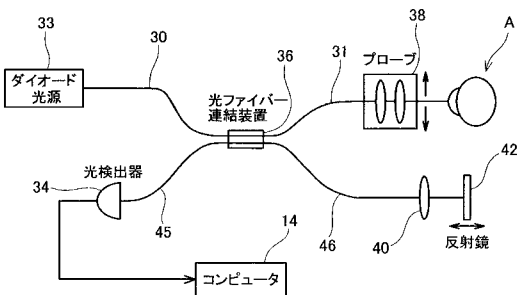
【図1】



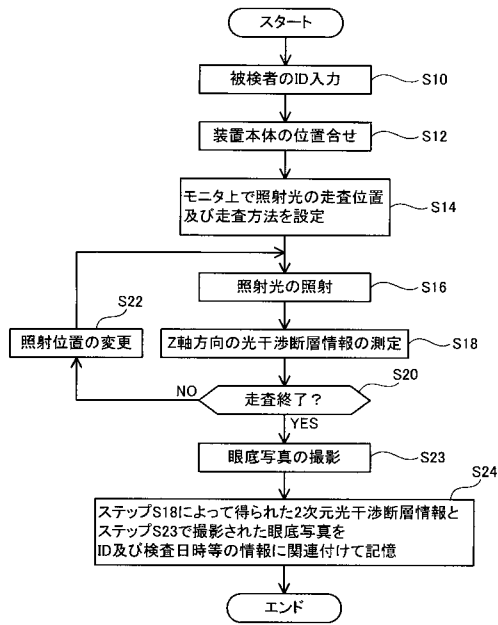
【図3】



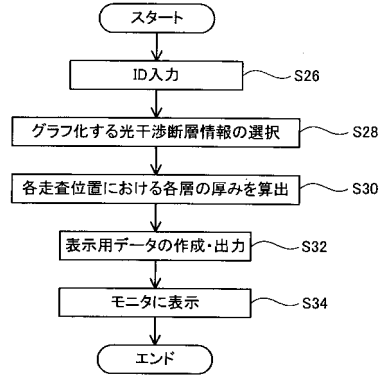
【図2】



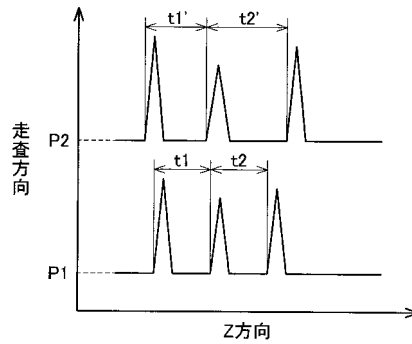
【図4】



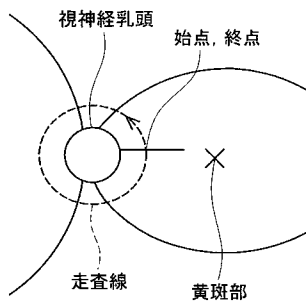
【図5】



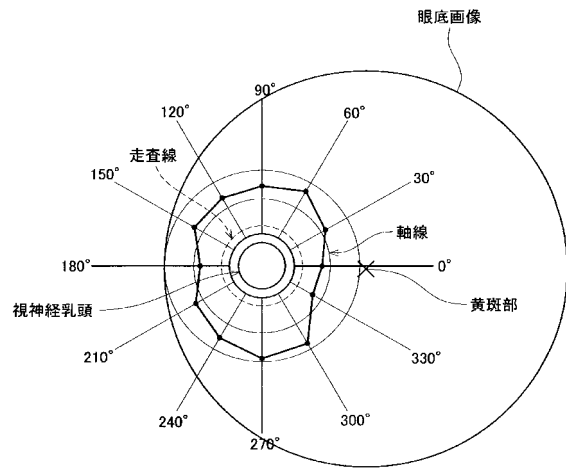
【図6】



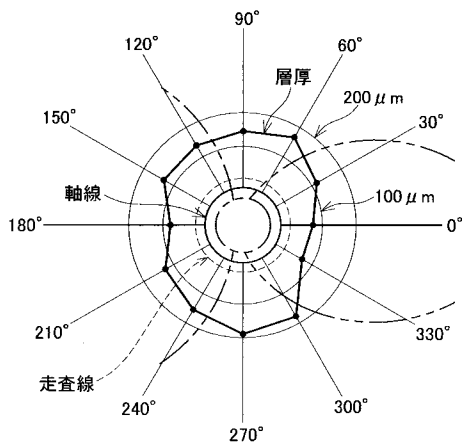
【図7】



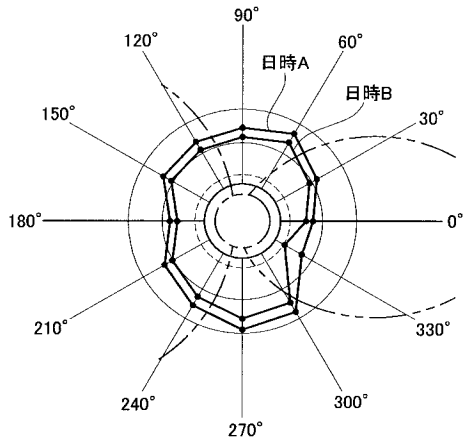
【図9】



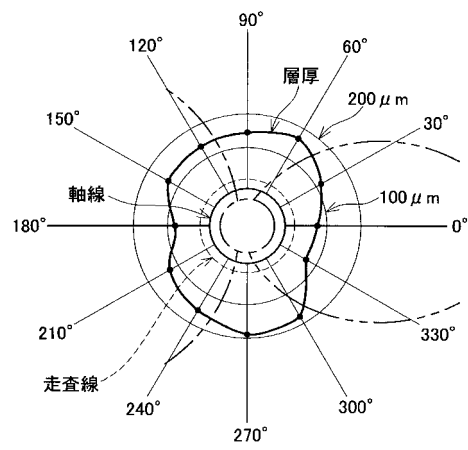
【図8】



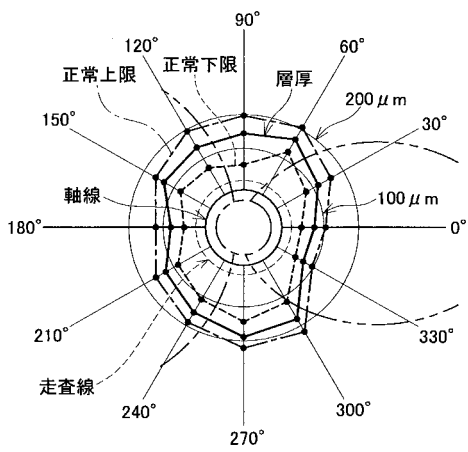
【図 10】



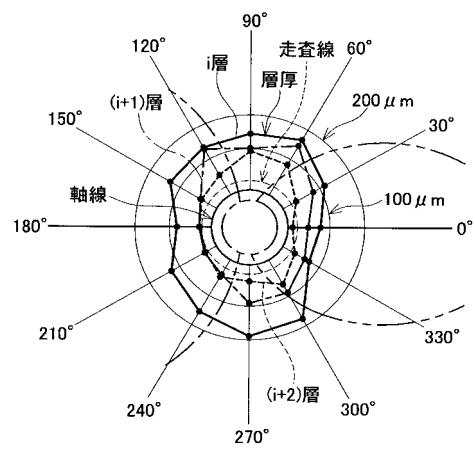
【図 11】



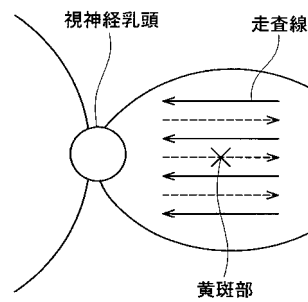
【図 12】



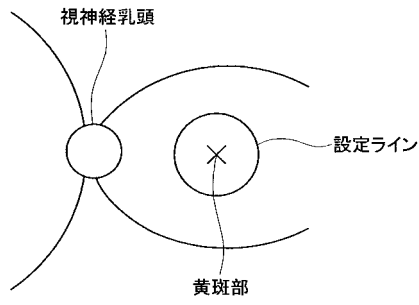
【図 13】



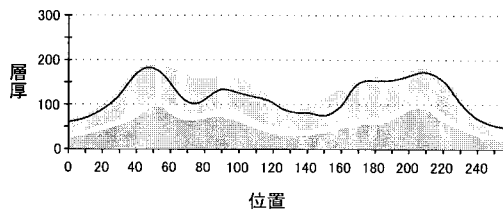
【図 14】



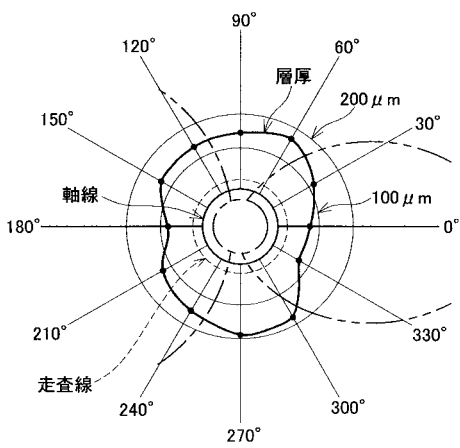
【図15】



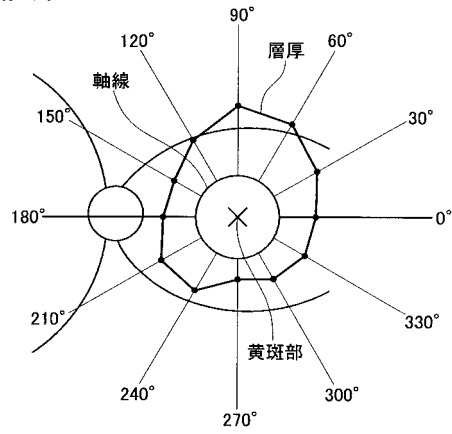
【図16】



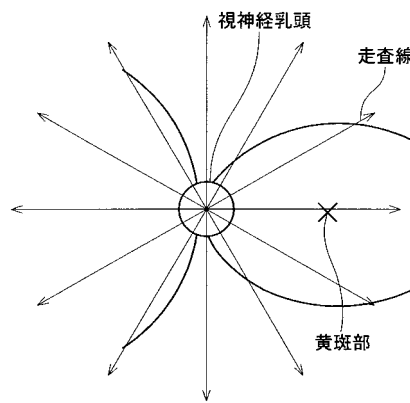
【図19】



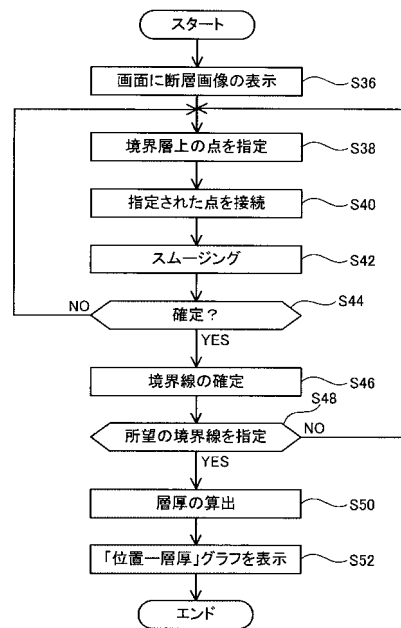
【図17】



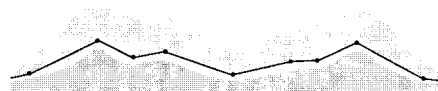
【図18】



【図20】



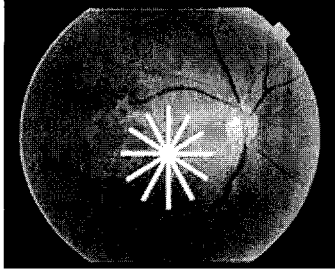
【図21】



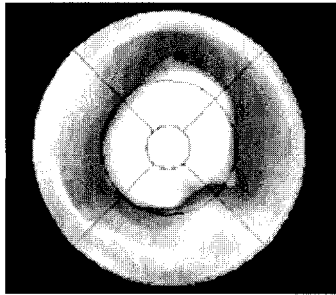
【 図 2 2 】



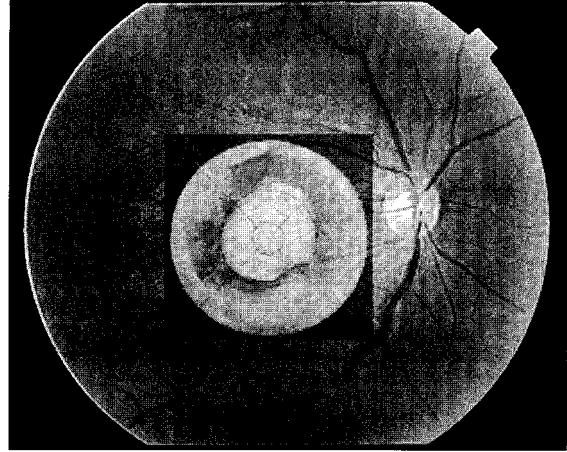
【 図 2 3 】



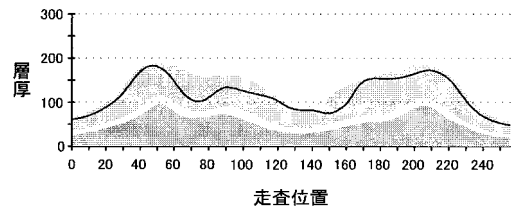
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03 - 087606 (JP, A)
特開2003 - 161605 (JP, A)
特開2003 - 111728 (JP, A)
特開2001 - 269317 (JP, A)
特開平11 - 253403 (JP, A)
特開2003 - 116791 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/10