

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4846938号
(P4846938)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 3/10 (2006.01)
 A 6 1 B 3/10 H
 A 6 1 B 3/10 M
 A 6 1 B 3/10 R

請求項の数 9 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-246022 (P2001-246022) (22) 出願日 平成13年8月14日 (2001. 8. 14) (65) 公開番号 特開2003-52632 (P2003-52632A) (43) 公開日 平成15年2月25日 (2003. 2. 25) 審査請求日 平成20年6月12日 (2008. 6. 12)</p>	<p>(73) 特許権者 000220343 株式会社トプコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号 (74) 代理人 100107010 弁理士 橋爪 健 (72) 発明者 広原 陽子 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社 トプコン内 (72) 発明者 三橋 俊文 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社 トプコン内 審査官 島田 保</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼特性測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

近赤外域の波長の光束を発する第1光源部と、
 前記第1光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第1光源部からの光束を被検眼前眼部に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、
 前記集光手段により前記第1光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第1移動手段と、
 前記反射手段を光軸方向に移動させるための第2移動手段と、
 前記第1移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第2移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、前記検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めるための演算部
 を備え、
 前記演算部は、求められた角膜前面の曲率半径と、前記第1及び第2移動手段による移動距離に基づいて角膜屈折率及び/又は角膜厚を算出することを特徴とする眼特性測定装置。

【請求項2】

近赤外域の波長の光束を発する第 1 光源部と、
 前記第 1 光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第 1 光源部からの光束を被検眼前眼部に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、
 前記集光手段により前記第 1 光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第 1 移動手段と、
 前記反射手段を光軸方向に移動させるための第 2 移動手段と、
 前記第 1 移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第 2 移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、前記検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めるための演算部を備え、
 前記演算部は、前記第 1 移動手段により前記集光手段を光学系から取り除くように制御し、被検眼の収差を測定することを特徴とする眼特性測定装置。

10

【請求項 3】

近赤外域の波長の光束を発する第 1 光源部と、
 前記第 1 光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部又は網膜に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第 1 光源部からの光束を被検眼前眼部又は網膜に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部又は網膜からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、
 前記第 1 光源部からの第 1 光束が被検眼網膜から反射された第 1 反射光束の一部を、少なくとも実質的に 17 本のビームに変換する第 1 変換手段と、
 前記変換手段を介してビームを受光するための第 1 受光手段と、
 前記集光手段により前記第 1 光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第 1 移動手段と、
 前記反射手段を光軸方向に移動させるための第 2 移動手段と、
 前記第 1 移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第 2 移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めると共に、前記第 1 受光手段により検出された被検眼網膜からの反射光により被検眼の収差を求める演算部を備えた眼特性測定装置。

20

30

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の眼特性測定装置において、
 前記演算部は、前記検出手段により検出された干渉光の最大又は極大振幅間の間隔を前記第 2 移動手段の移動距離から求め、その移動距離から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めることを特徴とする眼特性測定装置。

40

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の眼特性測定装置において、
 被検眼前眼部周辺を照明する第 2 照明光学系と、被検眼前眼部からの反射光を検出する第 2 受光部とをさらに備え、
 前記演算部は、前記第 2 受光部による検出結果から被検眼の角膜形状又は角膜収差を求めることを特徴とする眼特性測定装置。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の眼特性測定装置において、
 前記演算部は、求められた角膜前面の曲率半径と、前記第 1 及び第 2 移動手段による移動距離に基づいて角膜屈折率及び / 又は角膜厚を算出することを特徴とする眼特性測定装

50

置。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の眼特性測定装置において、

前記集光光学系をズームレンズ光学系とし、前記第 1 移動手段による制御に従い、集光点を調整して干渉縞を前記検出手段で検出することにより被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求め、被検眼網膜からの反射光を前記第 1 受光手段で検出することにより被検眼の収差を求めることを特徴とする眼特性測定装置。

【請求項 8】

請求項 3 に記載の眼特性測定装置において、

前記第 1 光源からの光束の焦点位置を調整する集光手段と、
第 1 光源からの光束の絞りを調整する絞り手段と、
前記集光手段及び前記絞り手段の位置及び絞りを調整・制御するための集光絞り移動手段

10

をさらに備え、

前記演算部は、前記集光絞り移動手段を制御することにより、集光点の位置及び前記第 1 受光手段による検出光束を調整することを特徴とする眼特性測定装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の眼特性測定装置において、

瞳の一部又は全部について角膜厚及び / 又は角膜屈折率を測定するために被検眼前眼部に照射する光束の集光点の位置を走査し、各位置での干渉縞を検出するための走査手段をさらに備えたことを特徴とする眼特性測定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検眼の光学特性を測定する眼特性測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、医学用に用いられる光学機器は、極めて多種多様な広がりを見せている。この光学機器は、特に、眼科では、眼の屈折、調節等の眼機能、眼球内の検査を行う光学特性測定装置として扱われている。

30

【0003】

また、一般に、角膜トポグラフィーは、角膜切開術・角膜切削術等の手術の結果予測、角膜移植後の臨床、近視・遠視用のコンタクトレンズの設計及び評価、角膜の診断・病気判断等、多数の用途に有効である。従来の角膜形状の測定方法としては、例えば、プラード円板技術、立体写真技術、モアレ技術、トポグラフィー干渉技術等がある。

【0004】

この眼特性測定装置としては、例えば、眼底に点光源を投影して、そこからの拡散反射光が眼球光学系を通過し、通過した光束がハルトマン板のような変換部材により所定数のビームに変換し、このビームを受光部で受光して眼の光学特性を測定する装置や、近赤外光によるプラチドリングを用いて角膜形状を測定する角膜形状測定装置などが知られている。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このような従来の眼特性測定装置では、屈折矯正手術においては角膜の削り量を決定する際、また、手術後の眼の光学特性を評価するにあたり、角膜厚、角膜の屈折率を正確に求める必要があった。しかし、角膜厚については別の装置を用いて測定する必要があり、また、角膜の屈折率については一般に使用されている値を使用するということになり、個々の眼に対する値を求める必要性がでてきた。

【0006】

本発明では、以上の点に鑑み、眼特性測定装置に低コヒーレント干渉を用いた角膜の形状

50

や厚さ、屈折率測定機能を付加した眼特性測定装置を提供することを目的とする。また、本発明は、被検眼眼球の収差、手術後の角膜形状等を求め、屈折矯正手術での角膜の削り量の算出を行い、より正確な手術を行うことができる眼特性測定装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の解決手段によると、
 近赤外域の波長の光束を発する第1光源部と、
 前記第1光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第1光源部からの光束を被検眼前眼部に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、
 前記集光手段により前記第1光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第1移動手段と、
 前記反射手段を光軸方向に移動させるための第2移動手段と、
 前記第1移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第2移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、前記検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めるための演算部
 を備え、
 前記演算部は、求められた角膜前面の曲率半径と、前記第1及び第2移動手段による移動距離に基づいて角膜屈折率及び/又は角膜厚を算出することを特徴とする眼特性測定装置を提供する。

10

20

本発明の第2の解決手段によると、
 近赤外域の波長の光束を発する第1光源部と、
 前記第1光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第1光源部からの光束を被検眼前眼部に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、
 前記集光手段により前記第1光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第1移動手段と、
 前記反射手段を光軸方向に移動させるための第2移動手段と、
 前記第1移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第2移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、前記検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めるための演算部
 を備え、
 前記演算部は、前記第1移動手段により前記集光手段を光学系から取り除くように制御し、被検眼の収差を測定することを特徴とする眼特性測定装置を提供する。

30

40

【 0 0 0 8 】

本発明の第3の解決手段によると、
 近赤外域の波長の光束を発する第1光源部と、
 前記第1光源部から発せられた光束の一部を被検眼前眼部又は網膜に導光すると共に、光束の一部を参照光として取り出すための光路分割手段と、
 前記第1光源部からの光束を被検眼前眼部又は網膜に集光させるための集光手段と、
 前記光路分割手段からの参照光を反射させるための反射手段と、
 被検眼前眼部又は網膜からの反射光と前記反射手段で反射された参照光とより、前記光路分割手段を経て形成される干渉縞を検出するための検出手段と、

50

前記第1光源部からの第1光束が被検眼網膜から反射された第1反射光束の一部を、少なくとも実質的に17本のビームに変換する第1変換手段と、

前記変換手段を介してビームを受光するための第1受光手段と、

前記集光手段により前記第1光源部からの光束が集光された被検眼前眼部近傍の集光点を移動させるための第1移動手段と、

前記反射手段を光軸方向に移動させるための第2移動手段と、

前記第1移動手段により被検眼前眼部での集光点を移動制御し、前記第2移動手段により前記反射手段を移動制御しつつ、検出手段による干渉縞の検出結果から被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めると共に、前記第1受光手段により検出された被検眼網膜からの反射光により被検眼の収差を求める演算部

を備えた眼特性測定装置を提供する。

10

【0009】

本発明の特徴のひとつとしては、被検眼前眼部を照明するための第2光源部と、被検眼前眼部からの反射光を検出する第2検出部と、第2検出部からの検出結果から被検眼の角膜収差を求める演算部を設けることができる。

【0010】

本発明の他の特徴としては、求められた角膜屈折率又は角膜厚を通常算出される角膜屈折率又は角膜厚と比較し、削られた角膜の削り量を算出する演算部を有することができる。

【0011】

本発明の他の特徴としては、被検眼の眼軸長又は被検眼の瞳中心軸上でのパワーを求め、被検眼の角膜収差から眼収差分布を算出するための演算部を設けることができる。

20

【0012】

本発明の他の特徴としては、被検眼の眼軸長又は被検眼の瞳中心軸上でのパワーを求め、被検眼の角膜収差から眼収差分布を算出するための演算部を設けることができる。

【0013】

本発明の他の特徴としては、集光光学系をズームレンズ光学系とし、被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求めると共に、被検眼網膜からの反射光により被検眼の収差を求めるようにしてもよい。

【0014】

本発明の他の特徴としては、被検眼前眼部周辺を照明する第2照明光学系を設け、被検眼の角膜前面の曲率半径を求め、第2移動手段の移動距離と曲率半径とから被検眼の角膜屈折率又は角膜厚を求める演算部を有するようにしてもよい。

30

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態に関する眼特性測定装置100の概略光学系を示す図である。なお、ここでの光学系は、主に、角膜形状測定、屈折率、角膜厚の測定を行う場合について示している。

【0016】

眼特性測定装置100の光学系は、例えば、対象物である被測定眼60の角膜62に対する光学特性を測定する装置であって、第1照明光学系10と、参照光学系15と、第1受光光学系20と、第2送光光学系30と、共通光学系40と、調整用光学系50と、第2照明光学系70と、第2受光光学系80と、集光光学系90と、を備える。なお、被測定眼60については、図中、角膜62、眼内レンズ63、網膜61が示されている。

40

【0017】

第1照明光学系10は、例えば、第1波長の光束を発するための第1光源部11と、集光レンズ12、13とを備える。第1照明光学系10は、第1光源部11からの光束で被測定眼60の前眼部(角膜)62上の微小な領域を、その照明条件を適宜設定できるように照明するためのものである。なお、ここでは、一例として、第1光源部11から発せられ

50

た照明用の光束の第1波長は、赤外域の波長（例えば、780nm）である。また、第1光源部11は、空間コヒーレンスが大きく、時間コヒーレンスが小さいものが望ましい。ここでは、第1光源部11は、例えば、スーパーluminescenceダイオード（SLD）であって、輝度の高い点光源を得ることができる。なお、第1光源部11は、SLDに限られるものではなく、例えば、ブロードバンドLD等のレーザーであってもよい。

【0018】

参照光学系15は、反射ミラー（参照ミラー）14と、参照ミラー移動手段16を備える。

また、第1受光光学系20は、例えば、集光レンズ21と、集光レンズ26と、検出手段27とを備える。第1受光光学系20は、被測定眼60の前眼部（又は角膜）62から反射して戻ってくる光束（第1光束）、及び、参照ミラー14で反射された光連（第2光束）を、集光レンズ21、コリメートレンズ26を介して、検出手段27で受光する。また、ここでは、検出手段27は、リードアウトノイズの少ないCCDが採用されているが、CCDとしては、例えば、一般的な低ノイズタイプ、測定用の1000*1000素子の冷却CCD等、適宜のタイプのもので適用することができる。

【0019】

第2送光光学系30は、例えば、後述するアライメント調整及び座標原点、座標軸の測定・調整を主に行うものであって、第2波長の光束を発するための第2光源部31と、集光レンズ32と、第3ビームスプリッター33を備える。

【0020】

共通光学系40は、第1照明光学系10から発せられる光束の光軸上に配され、第1照明光学系10、第2照明光学系70、第1受光光学系20、第2受光光学系80、第2送光光学系30等に共通に含まれるものである。共通光学系40は、例えば、第1ビームスプリッター41と、アフォーカルレンズ42と、第2ビームスプリッター43とを備える。第1ビームスプリッターとしては、例えば、ハーフミラー、偏向ビームスプリッター等が用いられる。なお、偏向ビームスプリッターを用いた場合には、分岐した光路上に4板44、45を配置し、分岐した光路が合流する光路上には45°偏光子29を配置する必要がある。第1ビームスプリッターは、第1光源部11の波長の光束が入射され、その一部を前眼部62に送光（反射）し、前眼部62で反射されて戻ってくる第1光束を透過し、他の一部を参照光学系15に向けて透過し、参照ミラー14で反射されて戻ってくる第2光束を反射する。これにより、第1光束と第2光束との干渉光（縞）が形成される。また、第2ビームスプリッター43は、第2光源部31の波長を被測定眼60に送光（反射）し、被測定眼60の前眼部62から反射して戻ってくる光束を反射し、一方、第1光源部11の波長を透過するようなミラー（例えば、ダイクロイックミラー）で形成される。また、この第2ビームスプリッター43によって、第1光源部11及び第2光源部31の光束が、互いに他方の光学系に入りノイズとなることがない。

【0021】

調整用光学系50は、例えば、後述する作動距離調整を主に行うものであって、第3光源部51と、第4光源部55と、集光レンズ52、53と、第3受光部54を備え、主に作動距離調整を行うものである。

【0022】

第2照明光学系70は、第2光源72と、プラチドリング71を備える。なお、第2光源72を省略することもできる。

図2は、プラチドリング71の構成図である。

プラチドリング（PLACIDO'S DISC）71は、図示のように、複数の同心輪帯からなるパターンの指標を投影するためのものである。なお、複数の同心輪帯からなるパターンの指標は、所定のパターンの指標の一例であり、他の適宜のパターンを用いることができる。そして、後述するアライメント調整が完了した後、複数の同心輪帯からなるパターンの指標を投影することができる。

【0023】

10

20

30

40

50

第2受光光学系80は、集光レンズ81、第2受光部82を備える。第2受光光学系80は、第2照明光学系70から照明されたプラチドリング71のパターンが、被測定眼60の前眼部(又は角膜)62から反射して戻ってくる光束を、第2受光部82に導く。また、第2受光光学系80は、第2光源部31から発せられ被測定眼60の角膜62から反射し、戻ってくる光束を第2受光部82に導くこともできる。なお、第2光源部31から発せられる光束の第2波長は、例えば、第1波長(ここでは、780nm)と異なると共に、長い波長を選択できる(例えば、940nm)。

集光光学系90は、コリメートレンズ92、それを移動する集光光学系移動手段91を備える。

【0024】

このような構成において、第1光源部11から発せられる光束は光路分割光学系41(例えば、第1ビームスプリッター)で透過され、参照光として取り出され、参照ミラー移動手段16により光軸方向に移動可能な反射ミラー(参照ミラー)14で反射されて、再び光路分割光学系41により折り返されるように反射され、第2光束として第1受光光学系20で受光される。一方、光路分割光学系41で反射された光束は、集光光学系90の集光光学系移動手段91により移動可能であるコリメートレンズ92で集光され、被検眼の前眼部(角膜)62上に集光され、その反射光(第1光束)は第1ビームスプリッター41を透過して、第1受光光学系20で受光される。

【0025】

つぎに、アライメント調整について説明する。アライメント調整は、主に、第2受光光学系80及び第2送光光学系30により実施される。

【0026】

まず、第2光源部31からの光束は、集光レンズ32、第3ビームスプリッター33、第2ビームスプリッター43、アフォーカルレンズ42を介して、対象物である被測定眼60を略平行な光束で照明する。被測定眼60の角膜62で反射した反射光束は、あたかも角膜62の曲率半径の1/2の点から射出したような発散光束として射出される。この発散光束は、アフォーカルレンズ42、第2ビームスプリッター43、第3ビームスプリッター33及び集光レンズ81を介して、第2受光部82にスポット像として受光される。

【0027】

ここで、この第2受光部82上のスポット像を光軸上から外れている場合、眼光学特性測定装置100本体を、上下左右に移動調整し、スポット像が光軸上と一致するようにする。このように、スポット像が光軸上と一致すると、アライメント調整は完了する。なお、アライメント調整は、被測定眼60の角膜62を第3光源部51により照明し、この照明により得られた被測定眼60の像が第2受光部82上に形成されるので、この像を利用して瞳中心が光軸と一致するようにしてもよい。

【0028】

つぎに、作動距離調整について説明する。作動距離調整は、主に、調整用光学系50により実施される。

まず、作動距離調整は、例えば、第4光源部55から射出された光軸付近の平行な光束を、被測定眼60に向けて照射すると共に、この被測定眼60から反射された光を、集光レンズ52、53を介して第3受光部54で受光することにより行われる。また、被測定眼60が適正な作動距離にある場合、第3受光部54の光軸上に、第4光源部55からのスポット像が形成される。一方、被測定眼60が適正な作動距離から前後に外れた場合、第4光源部55からのスポット像は、第3受光部54の光軸より上又は下に形成される。なお、第3受光部54は、第4光源部55、光軸、第3受光部54を含む面内の光束位置の変化を検出できればよいので、例えば、この面内に配された1次元CCD、ポジションセンシングデバイス(PSD)等を適用できる。

【0029】

つぎに、眼特性測定装置の電気系について説明する。

図3は、本発明に関する眼特性測定装置100の概略電気系200を示すブロック図であ

10

20

30

40

50

る。眼特性測定装置100に関する電気系200は、例えば、演算部210と、制御部220と、表示部230と、メモリ240と、第1駆動部250及び第2駆動部260とを備える。

【0030】

演算部210は、第1受光部27から得られる受光信号(10)、第2受光部82から得られる受光信号2、第3受光部54から得られる受光信号5を入力すると共に、座標原点、座標軸、座標の移動、回転、全波面収差、角膜62の面収差、ゼルニケ係数、収差係数、Strehl比、白色光MTF、ランドルト環パターン等を演算する。また、演算部210は、このような演算結果に応じた信号を、電気駆動系の全体の制御を行う制御部220と、表示部230と、メモリ240とにそれぞれ出力する。なお、演算210の処理の詳細は後述する。

10

【0031】

制御部220は、演算部210からの制御信号に基づいて、例えば、第1光源部11の点灯、消灯を制御したり、第1駆動部250及び第2駆動部260を制御するものである。制御部220は、この例では、演算部210での演算結果に応じた信号に基づいて、第1光源部11に対して信号7を出力し、プラチドリング71の第2光源72に対して信号6を出力し、第2光源部31に対して信号1を出力し、第3光源部51に対して信号3を出力し、第4光源部55に対して信号4を出力する。さらに、制御部220は、第1駆動部250を介して信号8を集光光学系移動手段91に出力し、第2駆動部260を介して信号9を参考ミラー移動手段16に出力する。

20

【0032】

第1駆動部250は、例えば、演算部210に入力された第1受光部23からの受光信号(10)に基づいて、集光光学系移動手段91に信号8を出力するものであり、この集光光学系移動手段91を駆動し、集光光学系90により集光された前眼部への集光点を光軸方向に移動することができる。第2駆動手段260は、例えば、演算部210に入力された第1受光部23からの受光信号(10)(図中丸数字)に基づいて、参照ミラー移動手段16に信号9を出力するものであり、この参照ミラー移動手段16を駆動し、反射ミラー(参照ミラー)14を光軸方向に移動することができる。

【0033】

図4は、第1の実施の形態に関する眼特性測定装置100のフローチャートである。

30

(i) プラチドリング71による角膜形状測定

まず、第2照明光学系70であるプラチドリング71及び第2光源72により被検眼前眼部を照明し、その被検眼前眼部からの反射光により被検眼の曲率半径を求め、角膜形状測定を行なう(S101)。このとき、プラチドリング71はケラトリングでもよく、曲率半径のみ求めても良い。

(ii) 集光点の移動

つぎに、第1照明光学系10の第1光源部11からの照明光を光路分割光学系(以下、第1ビームスプリッターという。)41により折り返して反射させることで、被検眼前眼部を照明する(S103)。一方、第1光源部11からの照明光は第1ビームスプリッター41を介して一部取り出され、参照光として反射ミラー(参照ミラー)14を介して反射される。このとき第1駆動部250は、集光光学系90により、光線の焦点を角膜前面より少し測定装置よりに合せる。

40

【0034】

(iii) 集光光学系90の移動

第1駆動部250は、集光光学系90の集光レンズ92を集光光学系移動手段91によって移動させることにより(例えば、1回につき20 μ m程度)、被検眼前眼部の集光点を移動させる(S105)。

(iv) ミラーの走査

角膜62付近(被検眼前眼部)からの反射光と反射ミラー14で反射された参照光により、第1ビームスプリッター41を経て干渉状態(干渉縞)が形成される。この干渉状態

50

(干渉縞)を調べるために、第2駆動部260は、反射ミラー14を参照ミラー移動手段16により移動(走査)させる(S107)。各走査位置での検出手段27の出力データは、演算部210によりメモリ240に適宜記憶される。

【0035】

ここで、参照ミラー14の移動距離と検出手段27との関係を、集光点ごとに説明する。

図5、6、7は、参照ミラー14の移動距離と検出手段27との関係を示す図(1)(2)(3)である。

図5、6、7に示すように、横軸に反射ミラー(参照ミラー)14の移動距離(μm)、縦軸に第1受光光学系20における検出手段27の出力(V)をとって、被検眼前眼部からの反射光と参照光との干渉状態を検出することにする。ここでは、集光点位置としては、図5では角膜前面、図6では角膜前面と後面の間、図7では角膜後面を、それぞれ示している。各集光点の位置において、参照ミラー14を移動すると、検出出力が図示のようになる。各図の右図は、一例として、検出出力の大きい左側の信号が1次干渉縞に対応し、次に大きい右側の信号が2次干渉縞に対応している。

10

【0036】

(v)干渉縞の極大値

屈折率の変化する境界面(例えば、空気-角膜62、角膜62-房水)に集光点が合致したときに干渉縞のエンベロープの振幅が極大になる点を検出可能とし、この極大になる点での極大値を検出する(S109)。角膜前面では、図5のように、各集光点における1次干渉縞のエンベロープを比較して、その振幅が最大又は極大になる位置を求める。一方、角膜後面では、図7のように、各集光点における2次干渉縞のエンベロープを比較して、その振幅が最大又は極大となる位置を求める。

20

【0037】

(vi)屈折率の算出

この時得られた2つの信号光間隔 $l_{r_e f}$ から屈折率を算出する。同時に、プラチドにより角膜形状を測定し、角膜収差を算出する(S111)。

【0038】

以下に、信号間隔からの角膜62の屈折率算出の方法について詳述する。

図8は、角膜62の屈折率算出の方法を説明するための概略図である。図示のように、ミラー部を光軸方向にスキャンし、2つの信号光が干渉し、波の重ね合わせの原理により、1次干渉縞について最大振幅(エンベロープ)が得られたとき、集光点Pcが角膜62の前面に達したことが把握される。そこから集光点Pcをレンズ部P1を移動させる事により眼内部に少しずつ移動させ、各位置でミラーのスキャンを行い、各位置での最大振幅(エンベロープ)の比較を行い、2次干渉縞について最大のものが得られた時その集光点Pcの位置が角膜62の後面に達していると予測できる。なお、演算部210は、スキャンしながら最大又は極大値を求めてもよいし、スキャンした全データをメモリ240に記憶し、後で最大又は極大値を求めるようにしてもよい。このとき、いわゆるマイケルソン干渉計(岩波書店発行「岩波 理化学辞典」第1246頁左欄参照)を応用して、角膜62の前面(又は後面又はその間)で1次干渉縞と2次干渉縞の最大振幅(エンベロープ)が得られたミラーの位置を比較し、その時のミラーの位置の差を $l_{r_e f}$ とすると、その位置での角膜62の厚さtは、角膜62の屈折率をnとすると、

30

40

【0039】

【数1】

$$t = \frac{l_{ref}}{n}$$

となる。また、集光点 P c が角膜 6 2 の前面に達してから後面に達するまでのレンズ部 P l が $l_{p l}$ (= $l_{p l}$ 、総移動量) 移動したとき、

【0040】

【数2】

10

$$\frac{n}{t} - \frac{1}{l_{pl}} = \frac{n-1}{r} \quad \therefore t = \frac{l_{pl} \cdot r \cdot n}{l_{pl}(n-1) + r}$$

(r : 角膜 6 2 の前面の曲率半径 (ステップ S 1 0 1 において、プラチドリング 7 1 (ケラトリングでもよい) から予め算出)

よって、

【0041】

【数3】

20

$$\frac{l_{ref}}{n} = \frac{l_{pl} \cdot r \cdot n}{l_{pl}(n-1) + r}$$

30

となる。このとき、

【0042】

【数4】

$$n = \frac{l_{ref} \cdot l_{pl} + \sqrt{(l_{ref} \cdot l_{pl})^2 - 4 \cdot l_{ref} \cdot l_{pl} \cdot r(l_{pl} - r)}}{2l_{pl} \cdot r}$$

となり、参照ミラー 1 4 の 1 次・2 次干渉縞検出のための移動量 l_{ref} と、レンズ部の角膜前面 - 後面間の移動量 l_{pl} と、プラチドによる角膜形状測定から得られた角膜 6 2 の前面の曲率半径 r を代入することにより、角膜 6 2 の屈折率 n を得ることができる。

【0043】

(v i i) 角膜 6 2 の厚さ算出

次に、求められた角膜 6 2 の屈折率 n と、参照ミラー 1 4 の移動量 l_{ref} とから上式 (数 1) により角膜 6 2 の厚さ t を算出する (S 1 1 3) 。

以上により、被検眼の角膜 6 2 の屈折率、厚さを求めることができる。

また、被検眼 6 0 の網膜 6 1 まで照明光を導光させ、参照ミラー 1 4 を、検出手段 2 7 の出力が水晶体 6 3 の前面、後面に相当する干渉縞の次の第 5 次干渉縞まで観測できるように移動させることによって、参照ミラー 1 4 の移動量 l_{ref} と被検眼 6 0 における角膜 6

40

50

2、房水64、水晶体63のそれぞれの屈折率 n 、 n_1 、 n_2 から、正確な眼軸長 L_{ey} を求めることができる。ここで、眼軸長とは、例えば角膜前面と網膜との光学的距離（屈折率×距離）をいう。この際、検出手段27の出力は、一般的に、角膜62の前面、後面、水晶体63の前面、後面に相当する干涉縞の次の第5次干涉縞の振幅が最大となる。そのときの第1次干涉縞から第5次干涉縞までの距離が正確な眼軸長の大きさとなる。その大きさは、例えば略17mm程度となる。

【0044】

（第2の実施の形態）

図9は、第2の実施の形態に関する眼特性測定装置150の概略光学系を示す図である。なお、ここでの光学系は、主に、角膜の屈折率と角膜厚と眼の収差と角膜の形状の測定を行う場合について示している。なお、上述の第1の実施の形態の眼特性測定装置100と重複する光学系に含まれる部材等については、同一符号を付し、機能、構成は同様である。

第1受光光学系20'は、例えば、第1の実施の形態における第1受光光学系20に対して、ハルトマン板22を追加したものである。第1受光光学系20'は、例えば、コリメートレンズ21と、ハルトマン板22と、第1受光部23と、コリメートレンズ21とハルトマン板22との間に挿入された第4ビームスプリッター25と、集光レンズ26と、検出手段27と、第1受光光学系移動手段28とを備える。ハルトマン板22は、被測定眼60の網膜61から反射して戻ってくる光束（第1光束）の一部を、少なくとも、17本のビームに変換する変換部材である。第1受光部23は、このハルトマン板22で変換された複数のビームを受光するためのものである。また、ここでは、第1受光部23は、リードアウトノイズの少ないCCDが採用されているが、CCDとしては、例えば、一般的な低ノイズタイプ、測定用の1000×1000素子の冷却CCD等、適宜のタイプのものを適用することができる。

また、第1照明光学系10'は、第1光源部11、集光レンズ12、レンズ12'、クロスシリンダーレンズ17、絞り18、移動手段19を備える。移動手段19は、集光レンズ12の移動及びクロスシリンダーレンズ17の絞りを別個に調整することができる。さらに、第1受光部23、ハルトマン板22を用いた測定を行なう際に、集光光学系移動手段91により、コリメートレンズ92を光学系から取り除くように移動させることができる。

【0045】

第2の実施の形態における眼特性測定装置150は、第1の実施の形態と同様に角膜62の屈折率、角膜厚を算出する。その際、集光点の位置の調整は、集光光学系移動手段91によるコリメートレンズ92の移動のみならず、さらに、移動手段19による第1照明光学系10'の移動及び/又は、第1受光光学系移動手段28による第1受光光学系20'の移動により調整することも可能である。その後、前眼部前の集光光学系90に含まれるコリメートレンズ92をはずして眼の収差測定を行う。

【0046】

つぎに、ハルトマン板を用いた眼の収差測定について、第1照明光学系10'と第1受光光学系20'との位置関係を概略的に説明する。

第1受光光学系20'には、第4ビームスプリッター25が挿入されており、この第4ビームスプリッター25によって、被測定眼60からの反射光は、透過され、第1受光光学系20に含まれる第1受光部23は、変換部材であるハルトマン板22を通過した光を受光し、受光信号を生成する。

【0047】

また、第1光源部11と被測定眼60の網膜61とは、共役な関係を形成している。被測定眼60の網膜61と第1受光部23とは、共役である。また、ハルトマン板22と被測定眼60の瞳孔と絞り18とは、共役な関係を形成している。さらに、第1受光光学系20は、被測定眼60の前眼部である角膜62、及び瞳孔と、ハルトマン板22と略共役な関係を形成している。すなわち、アフォーカルレンズ42の前側焦点は、被測定眼60の

前眼部である角膜 6 2 及び瞳孔と略一致している。

【 0 0 4 8 】

また、第 1 照明光学系 1 0 ' と第 1 受光光学系 2 0 ' は、第 1 光源部 1 1 からの光束が、集光する点で反射されたとして、第 1 受光部 2 3 での反射光による信号ピークが最大となるように、連動して移動する。具体的には、第 1 照明光学系 1 0 ' と第 1 受光光学系 2 0 ' は、それぞれ移動手段 1 9 及び第 1 受光光学系移動手段 2 8 により、第 1 受光部 2 3 での信号ピークが大きくなる方向に移動し、信号ピークが最大となる位置で停止する。これにより、第 1 光源部 1 1 からの光束は、被測定眼 6 0 の網膜 6 1 上で集光する。このとき、移動手段 1 9 は、さらに、絞り 1 8 の絞りも調整可能としてもよい。このように、移動手段 1 9 及び第 1 受光光学系移動手段 2 8 は、屈折率・角膜厚の測定と、収差測定に兼用

10

【 0 0 4 9 】

また、集光レンズ 1 2 は、第 1 光源部 1 1 の拡散光を平行光に変換する。集光レンズ 1 2 の近傍に配された絞り 1 8 は、眼の瞳、あるいはハルトマン板 2 2 と光学的に共役の位置にある。絞り 1 8 は、径がハルトマン板 2 2 の有効範囲より小さく、いわゆるシングルパスの収差計測（受光側だけに目の収差が影響する方法）が成り立つ様になっている。集光レンズは、上記を満たすために、実光線の眼底共役点を前側焦点位置に、さらに、眼の瞳との共役関係を満たすために、後側焦点位置が絞りと一致するように配置されている。

【 0 0 5 0 】

また、光線 1 5 ' は、光線 2 4 と第 1 ビームスプリッター 4 1 で共通光路になった後は、近軸的には、光線 2 4 と同じ進み方をする。但し、シングルパス測定的时候は、それぞれの光線の径は違い、光線 1 5 ' のビーム径は、光線 2 4 に比べ、かなり細く設定される。具体的には、光線 1 5 のビーム径は、例えば、レーザー光線が眼の瞳に入射するとき、眼の瞳位置で 1 mm 程度になり、網膜 6 1 からの拡散反射光が眼の瞳から出射するとき、眼の瞳位置で 7 mm 程度になることもある（なお、図中、光線 1 5 ' の第 1 光源部 1 1 からの光束における第 1 ビームスプリッター 4 1 から眼底までは省略している）。

20

【 0 0 5 1 】

つぎに、変換部材であるハルトマン板 2 2 について説明する。

第 1 受光光学系 2 0 に含まれるハルトマン板 2 2 は、反射光束を複数のビームに変換する波面変換部材である。ここでは、ハルトマン板 2 2 には、光軸と直交する面内に配された複数のマイクロフレネルレンズが適用されている。また、一般に、測定対象部（被測定眼 6 0）について、被測定眼 6 0 の球面部分、3 次の非点収差、その他の高次収差までも測定するには、被測定眼 6 0 を介した少なくとも 1 7 本のビームで測定する必要がある。

30

【 0 0 5 2 】

また、マイクロフレネルレンズは、光学素子であって、例えば、波長ごとの高さピッチの輪帯と、集光点と平行な出射に最適化されたブレードとを備える。ここでのマイクロフレネルレンズは、例えば、半導体微細加工技術を応用した 8 レベルの光路長差を施したもので、高い集光率（例えば、9 8 %）を達成している。また、被測定眼 6 0 の網膜 6 1 からの反射光は、コリメートレンズ 9 2、アフォーカルレンズ 4 2 を通過し、ハルトマン板 2 2 を介して、第 1 受光部 2 3 上に集光する。したがって、ハルトマン板 2 2 は、反射光束を少なくとも 1 7 本以上のビームに変換する波面変換部材を備える。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、第 2 の実施の形態に関する眼光学特性測定装置 1 5 0 の概略電気系 3 0 0 を示すブロック図である。眼光学特性測定装置 1 5 0 に関する電気系 3 0 0 は、例えば、演算部 3 1 0 と、制御部 3 2 0 と、表示部 3 3 0 と、メモリ 3 4 0 と、第 1 駆動部 3 5 0 と、第 2 駆動部 3 6 0 と、第 3 駆動部 3 7 0 と、第 4 駆動部 3 8 0 とを備える。

【 0 0 5 4 】

演算部 3 1 0 は、第 1 受光部 2 3 から得られる受光信号 4、第 2 受光部 8 2 から得られる受光信号 8、第 3 受光部 5 4 から得られる受光信号(11)、検出手段 2 7 から得られる受光信号(12)を入力すると共に、座標原点、座標軸、座標の移動、回転、全波面収差

50

、角膜62の面収差、ゼルニケ係数、収差係数、Strehl比、白色光MTF、ランドルト環パターン等を演算する。また、演算部310は、このような演算結果に応じた信号を、電気駆動系の全体の制御を行う制御部320と、表示部330と、メモリ340とにそれぞれ出力する。なお、演算310の処理の詳細は後述する。

【0055】

制御部320は、演算部310からの制御信号に基づいて、第1駆動部350、第2駆動部360、第3駆動部370及び第4駆動部380を制御するものである。制御部320は、例えば、演算部310での演算結果に応じた信号に基づいて、第1光源部11に対して信号1を出力し、第2光源部31に対して信号7を出力し、第4光源部55に対して信号(10)を出力し、第3光源部51に対して信号9を出力する。さらに、制御部320は、第3駆動部370を介して信号2を移動手段19に出力し、第4駆動部380を介して信号3を第1受光光学系20を駆動する第1受光光学系移動手段28に出力し、さらに、第1駆動部350を介して信号5を集光光学系移動手段91に出力し、第2駆動部360を介して信号6を参考ミラー移動手段16に出力する。

10

図11は、第2の実施の形態に関する眼特性測定装置150のフローチャートである。

【0056】

(i) プラチドリリング71による角膜形状測定(S101)、(ii) 集光点の移動(S103)、(iii) 集光光学系90の移動(S105)、(iv) ミラーの走査(S107)、(v) 干渉縞の極大値(S109)、(vi) 屈折率の算出(S111)、(vii) 角膜62の厚さ算出(S113)については、第1の実施の形態と同様である。

20

【0057】

(vii') 眼の収差測定

ハルトマン板22を用いた検出結果に基づき、演算部310は、周知の方法により、手術前の眼の収差を測定する(S213)。これにより、被検眼の屈折力の評価を行うことができる。

【0058】

(viii) 角膜62の水分含有量算出

つぎに、演算部310は、求められた角膜62の屈折率nから角膜62の水分含有量を算出する(S215)。具体的には、角膜62を水分と角膜構成物質(細胞)に分けて考え、水の屈折率を1.0、水分含有量を角膜62に対してx(%)とすると、

30

$(\text{角膜構成物質含有量} + x(\text{水分含有量})) : 100 = n : 1.0$

この関係から、水分含有量が角膜全体に対して何%であるか算出することができる。

【0059】

(ix) 1パルスあたりの角膜62の削り量算出

角膜62の水分含有量から1パルスあたりの角膜62の削り量を算出する(S217)。すなわち、具体的には、1パルスあたりの水分蒸発量はエキシマレーザの場合、装置により、予め定められた深さ(例えば、0.4~0.7 μm)で削り取られるので、ステップS215で求められた水分含有量に対して1パルスで蒸発する角膜62の深さが求められ、それに応じて角膜62の削り取られる量が分かる。

40

【0060】

(x) 屈折矯正手術

求められた角膜62の水分含有量に応じて角膜62の屈折矯正手術が行なわれる(S219)。なお、角膜厚を測定しながら、屈折矯正手術を平行して行うこともできる。

【0061】

(xi) 屈折率の算出

ステップS219で行われた屈折矯正手術の後、再び、上述と同様にして再度屈折率を算出する(S221)。詳細については、上述のステップS101~S111の処理と同様であるので、ここでは省略する。

【0062】

(xii) 角膜62の厚さ算出

50

屈折矯正手術後、上述と同様にして（S 1 1 3 参照）、再度角膜 6 2 の厚さを求める（S 2 2 3）。これにより、適正に手術がおこなわれたのかどうか確認する。

【 0 0 6 3 】

（ x i i i ）眼の収差測定

ハルトマン板 2 2 及び / 又はブラチドリリング 7 1 を用いた検出結果に基づき、演算部 3 1 0 は、周知の方法により、手術後の眼の収差（角膜収差）を測定する（S 2 2 5）。これにより、被検眼の屈折力の評価を行うことができる。

なお、ステップ S 2 2 1 での屈折率の算出を省略してもよい。

【 0 0 6 4 】

（第 3 の実施の形態）

図 1 2 は、第 3 の実施の形態に関する眼特性測定装置 1 7 0 の概略光学系を示す図である。なお、ここでの概略光学系は、主に、角膜の厚さと眼の収差の測定を、ズームレンズを用いて行う場合について示している。なお、上述の眼特性測定装置 1 0 0 と重複する光学系に含まれる部材等については、同一符号を付し、機能、構成は同様である。

ここでの眼特性測定装置 1 7 0 は、例えば、ズームレンズ光学系 9 0 ' を備える。このズームレンズ光学系 9 0 ' により、第 2 の実施の形態における眼特性測定装置 1 5 0 の集光光学系 9 0 を取り外し可能にする代わりに、光学系を調整するものである。なお、図 3 の概略図は、第 3 の実施の形態における眼特性測定装置 1 7 0 に対応している。

また、電気系のブロック図は、第 2 の実施の形態と同様であるが、ズームレンズ光学系 9 0 ' の制御が異なる。すなわち、ズームレンズ光学系 9 0 ' は、コリメートレンズ 9 2 と、ズームレンズ 9 3 とを含み、図 1 2 の信号 5 が第 5 駆動部 4 9 0 を介してズームレンズ移動手段 9 4 を移動し、コリメートレンズ 9 2 及びズームレンズ 9 3 の間隔である面間隔を変えることにより、集光点を角膜 6 2 上に集光させたり、平行光入射させて収差測定を行ったりできるようにする。よって、第 1 ・ 2 の実施の形態のように集光光学系 9 0 を取り外すことなく、角膜 6 2 の屈折率、角膜厚、及び、眼の収差等を測定することができる。また、眼特性測定のプロチャートは、第 2 の実施の形態と同様である。

【 0 0 6 5 】

なお、角膜 6 2 の中心部以外の周辺部をも測定して、角膜全体の形状マップをつくるために、上述の眼特性測定装置 1 0 0、1 5 0、1 7 0 の第 2 照明光学系 7 0 及び調整用光学系 5 0 を、被検眼 6 0 のアライメントを調整しながら移動可能にする走査手段をさらに備えることにより、角膜厚は瞳（一部または）全面をスキャンして測定することもできる。こうすることで、角膜厚の全部または一部を一度に測定し、角膜全体の形状をマップにして把握することができる。

【 0 0 6 6 】

（第 4 の実施の形態）

角膜厚を測定するときと同様に、第 1 の実施の形態、図 5、図 6、図 7 に示すように演算部、検出手段 2 7 により検出された干渉縞から、屈折率の変化する境界面（房水 - 水晶体、水晶体 - 硝子体、硝子体 - 網膜）を検出し、水晶体 6 3、被検眼（硝子体）6 0 の屈折率 n_1 、 n_0 を算出し、眼軸長 L_{ey}^R を算出する。

算出された眼軸長 L_{ey}^R をもとにして、被検眼の軸上のパワーを算出し、被検眼 6 0 の収差マップからパワーマップを出力する。

ここでは、対象とする波面の位置を X 、 Y で表示するものとし、光軸を含む断面において、その位置での波面の法線が光軸と交わる点と、その時に光軸上での波面の位置までの距離を L_p とする。このときのパワー P を $1/L_p + 1/L_{ey}^R$ とする。ここで、 L_{ey}^R は、上述したように正確に測定された眼の眼軸長を表わす。また、波面の各位置（ r 、 t ）でのパワー分布を $P(r, t)$ で表わす。このパワー分布 $P(r, t)$ は、眼の屈折力分布（Ocular Refractive Power Map）に相当する。

【 0 0 6 7 】

つぎに、Power Map 計算方法について説明する。

まず、求められた波面収差 $W(X, Y)$ をパワー表示に変換する場合について説明する。

10

20

30

40

50

なお、このパワー表示は、主に後述する第 1 ~ 5 表示例において示される。
 ここでは、対象とする波面の位置を X, Y で表示するものとし、光軸を含む断面において、その位置での波面の法線が光軸と交わる点と、その時に光軸上での波面の位置までの距離を L_p とする。

このときのパワー P を $1 / L_p + 1 / L_{eye}^R$ とする。ここで、 L_{eye}^R は、正確に測定された眼の眼軸長である。

従来、一般的な眼軸長を 17 mm と推定し、被検眼の軸上のパワーを算出し、被検眼 60 の収差マップからパワーマップを出力していたが、本実施の形態により、正確な眼軸長を算出し、被検眼の軸上のパワーを算出し、被検眼 60 の収差マップからパワーマップを出力することができる。

10

【0068】

【発明の効果】

本発明によると、以上説明した通り、従来の眼特性測定装置に低コヒーレント干渉を用いた角膜の形状や厚さ、屈折率測定機能を付加し、さらに被検眼眼球の収差、手術後の角膜形状等を求め、屈折矯正手術での角膜の削り量の算出を行うことができるので、角膜矯正手術において角膜の正確な手術を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に関する眼特性測定装置 100 の概略光学系を示す図。

【図 2】プラチドリング 71 の構成図。

【図 3】本発明に関する眼特性測定装置 100 の概略電気系 200 を示すブロック図。

20

【図 4】第 1 の実施の形態に関する眼特性測定装置 100 のフローチャート。

【図 5】参照ミラー 14 の移動距離と検出手段 27 との関係を示す図 (1)。

【図 6】参照ミラー 14 の移動距離と検出手段 27 との関係を示す図 (2)。

【図 7】参照ミラー 14 の移動距離と検出手段 27 との関係を示す図 (3)。

【図 8】角膜 62 の屈折率算出の方法を説明するための概略図。

【図 9】本発明に関する眼特性測定装置 150 の概略光学系を示す図。

【図 10】本発明に関する眼光学特性測定装置 150 の概略電気系 300 を示すブロック図。

【図 11】本発明に関する眼特性測定装置 150 のフローチャート。

【図 12】本発明に関する眼特性測定装置 170 の概略光学系を示す図。

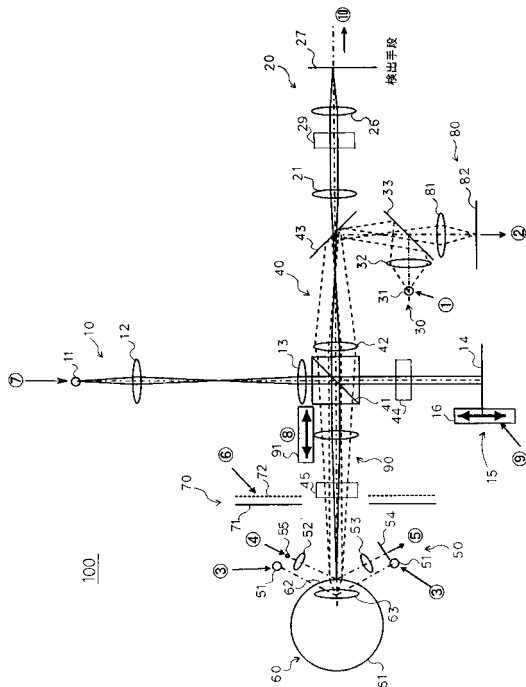
30

【符号の説明】

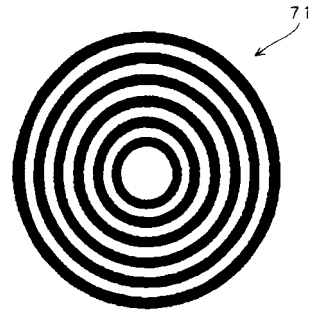
- 10 第1照明光学系
- 14 参照ミラー
- 20 第1受光光学系
- 22 ハルトマン板
- 30 第2送光光学系
- 40 共通光学系
- 41 光路分割光学系 (第1ビームスプリッター)
- 50 調整用光学系
- 60 被測定眼
- 61 網膜
- 62 角膜
- 70 第2照明光学系
- 71 プラチドリング
- 80 第2受光光学系
- 90 集光光学系
- 100、150、170 眼特性測定装置

40

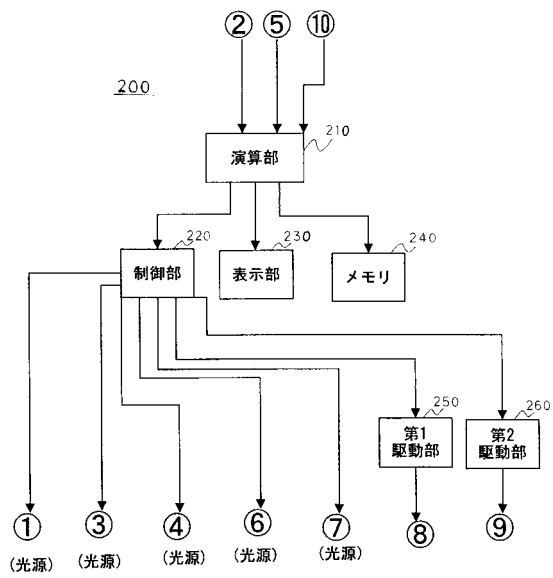
【図1】



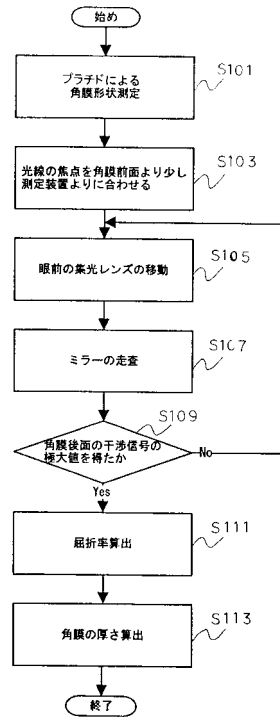
【図2】



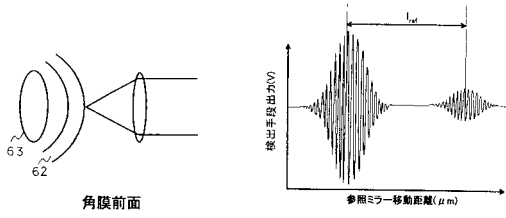
【図3】



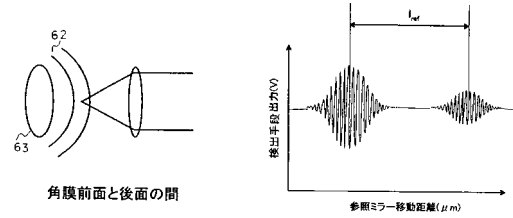
【図4】



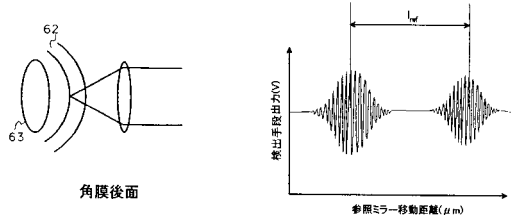
【図5】



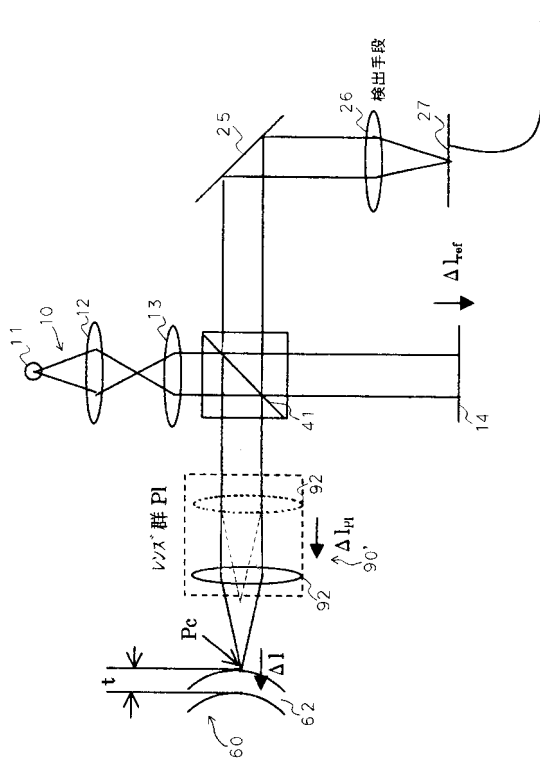
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 237896 (JP, A)
特開平08 - 066421 (JP, A)
特開平11 - 239567 (JP, A)
特開2001 - 321340 (JP, A)
特開平10 - 305013 (JP, A)
特開2001 - 204690 (JP, A)
特開平10 - 216092 (JP, A)
特開平11 - 318827 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/10

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)