(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3703310号
(P3703310)
(45)発行日　平成17年10月5日(2005.10.5)　(24)登録日　平成17年7月29日(2005.7.29)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
A61B 3/10	A61B	3/10	M
A61B 3/11	A61B	3/10	H
	A61B	3/10	A

請求項の数 1　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平10-223533
(22)出願日　平成10年3月31日(1998.3.31)
(65)公開番号　特開平11-104082
(43)公開日　平成11年4月20日(1999.4.20)
審査請求日　平成15年1月9日(2003.1.9)
(31)優先権主張番号　特願平9-157695
(32)優先日　平成9年5月30日(1997.5.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市栄町７番９号
(72)発明者　藤枝　正直
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

審査官　小原　博生

(56)参考文献　特開平０６－０７８８７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２９５５３５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
A61B 3/10-3/18

(54)【発明の名称】手持ち型眼科装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
左右いずれかの被検眼と屈折力測定光学系とを所定の位置関係に位置合わせするためのアライメント光学系を備え、被検眼の屈折力を測定する手持ち型眼科装置において、前記屈折力測定光学系の光軸Ｌ１の左右に、光軸Ｌ１に平行な投射光軸を持ち略平行光束を非測定眼に向けて投射する非測定眼指標投影光学系と、検出光軸が被検眼の前眼部で光軸Ｌ１と交差するように、前記屈折力測定光学系の光軸Ｌ１の下方に設けられた検出光学系であって、検出素子として二次元位置検出素子を有し、該二次元位置検出素子の前側に結像レンズか又はスリット状光束絞りを配置して、該結像レンズにより結像された非測定眼指標投影光学系による角膜反射像の位置を検出するか、非測定眼指標投影光学系の角膜反射像の光束を前記スリット状光束絞りにより制限することによって形成されるスリット像の位置を検出する非測定眼指標検出光学系と、該非測定眼指標検出光学系により、前記アライメント光学系によりアライメント完了と判定された時の、非測定眼指標投影光学系の角膜反射像の位置を検出し、その検出結果に基づいて測定眼の左右判別又は瞳孔間距離を求める演算制御手段と、を備えたことを特徴とする手持ち型眼科装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、被検眼の検査・測定を行う他覚式眼屈折力測定装置、角膜形状測定装置等の眼科装置に関する。

【０００２】
【従来の技術】
他覚式眼屈折力測定装置等の眼科装置は据え置き型のものが多い。この据え置き型の装置は、固定基台に対して検査測定部を相対移動できるように構成され、検者がジョイスティック等の操作により被検眼に対して検査測定部を移動させ、片眼ずつアライメントして検査測定を行うのが一般的である。したがって、このような眼科装置では、片眼をアライメントした状態からもう片方の眼をアライメントしたときの検査測定部の左右移動量を得ることにより、被検者の瞳孔間距離を知ることができ、また、固定基台の中央に対して検査測定部が左右どちらに移動したかを検出することにより、被検眼の左右の判別を行うことができる。
【０００３】
また一方、上記のような据え置き型の眼科装置は、乳幼児や寝ている状態の患者、動物等を検眼することは困難であり、持ち運びにも不都合であるため、手持ち型の眼科装置が提案されている。手持ち型の眼科装置においては、据え置き型の眼科装置のように検査測定部の移動によって被検眼の左右の判別をすることができないため、検者が被検眼の左右どちらを検査測定しているか、スイッチ等により入力する方法などを採用している。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、被検眼の左右の判別をスイッチ等により入力する方法は、操作が煩雑となり、検者が入力することを忘れてしまうため、測定ミスとなることがあり不都合であった。また、手持ち型の眼科装置においては、片眼ずつアライメントする際の左右移動量を得ることができないため、被検者の瞳孔間距離を測定することができなかった。
【０００５】
本発明は土記従来技術の欠点に鑑み、被検眼の左右の判別を検者が入力する必要がない眼科装置、さらには、片眼ずつのアライメントによる左右移動量を得る必要なしに、被検者の瞳孔間距離を測定する眼科装置を提供することを技術課題とする。
【０００６】
また、簡単に操作できる手持ち型の眼科装置を提供することを技術課題とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明は次のような構成を有することを特徴とする。
【０００８】
（１） 左右いずれかの被検眼と屈折力測定光学系とを所定の位置関係に位置合わせするためのアライメント光学系を備え、被検眼の屈折力を測定する手持ち型眼科装置において、前記屈折力測定光学系の光軸Ｌ１の左右に、光軸Ｌ１に平行な投射光軸を持ち略平行光束を非測定眼に向けて投射する非測定眼指標投影光学系と、検出光軸が被検眼の前眼部で光軸Ｌ１と交差するように、前記屈折力測定光学系の光軸Ｌ１の下方に設けられた検出光学系であって、検出素子として二次元位置検出素子を有し、該二次元位置検出素子の前側に結像レンズか又はスリット状光束絞りを配置して、該結像レンズにより結像された非測定眼指標投影光学系による角膜反射像の位置を検出するか、非測定眼指標投影光学系の角膜反射像の光束を前記スリット状光束絞りにより制限することによって形成されるスリット像の位置を検出する非測定眼指標検出光学系と、該非測定眼指標検出光学系により、前記アライメント光学系によりアライメント完了と判定された時の、非測定眼指標投影光学系の角膜反射像の位置を検出し、その検出結果に基づいて測定眼の左右判別又は瞳孔間距離を求める演算制御手段と、を備えたことを特徴とする。
【００１８】
【実施例】
以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。ここでは手持ち型の他覚式眼屈折力測定装置を実施例としている。
【００１９】

図１は実施例の装置の一部光学系を横方向から見たときの概略配置を示す図である。光学系は、測定眼用正面指標投影光学系、距離指標投影光学系、指標検出・観察光学系、レチクル投影光学系、固視標投影光学系、眼屈折力測定光学系、正面指標検出光学系、及び非測定眼用正面指標投影光学系に大別される。なお、図１では図示の都合上、非測定眼用正面指標投影光学系は省略している。

【００２０】

ここで、Ｅａは測定眼である。Ｌ１は後述する測定光学系の測定光軸である。７０は測定眼Ｅａの前眼部を照明するための光源である。

【００２１】

（測定眼用正面指標投影光学系）

１は測定眼用正面指標投影光学系である。２は測定光学系を略アライメントするための光源である。３は光源２からの光を略平行光束とするためのコリメータレンズである。４は光源２からの光の投射軸Ｌ２を測定光軸Ｌ１と同軸とするためのビームスプリッタである。光源２を発した光は、コリメータレンズ３により略平行光束とされ、後述するビームスプリッタ１１６を通過し、ビームスプリッタ４によって測定光軸Ｌ１と同軸とされ、後述するダイクロイックミラー２１を通過し、測定眼Ｅａに投影される。

【００２２】

（距離指標投影光学系）

１０ａ、１０ｂは測定眼Ｅａと装置との作動距離を検出するための指標を投影する距離指標投影光学系である。距離指標投影光学系１０ａは、光源１１ａ、スポット絞り１２ａ、及び光源１１ａからの光を略平行光束とするためのコリメータレンズ１３によって構成され、測定眼Ｅａに光学的に無限速方からスポット絞り指標を投影する。一方、距離指標投影光学系１０ｂは、光源１１ｂ及びスポット絞り１２ｂによって構成され，測定眼Ｅａに光学的に有限な距離からスポット絞り指標を投影する。距離指標投影光学系１０ａ、１０ｂは、測定光軸Ｌ１に対してその投射軸が同一角度で交差するように配置されている。（図１では図示の都合上、測定眼Ｅａの上下方向から投射しているが、距離指標投影光学系１０ａ、１０ｂは、まぶた及びまつげによる光束の欠られを防ぐため、水平方向に配置することが好ましい。）

（指標検出・観察光学系）

２０は指標検出・観察光学系である。光源７０による前眼部像と、測定眼用正面指標投影光学系１による角膜反射像と、距離視標投影光学系１０ａ、１０ｂによる角膜反射像とは、ダイクロイックミラー２１、２２によって反射され、後述するビームスプリッタ３４を通過し、結像レンズ２３によって観察用カメラ２４の撮像素子上に結像する。観察用カメラ２４は本実施例では近赤外用ＣＣＤカメラを用いている。観察用カメラ２４によって撮像された前眼部像及び角膜反射像は、テレビモニタ２５によって表示される。

【００２３】

（レチクル投影光学系）

３０はレチクル投影光学系である。３１はレチクル板３２を照明するための光源である。レチクル板３２には図２に示すようにレチクルマークが形成されている。３２ａは円環状のマークである。３２ｂは測定系の乱視軸が０度方向を示すラインマークである。ラインマーク３２ｂは無くてもよく、また、逆に９０度方向のラインマークをさらに設けてもよい。レチクル板３２を通過した光は、投影レンズ３３を通過し、ビームスプリッタ３４により反射され、結像レンズ２３によって観察用カメラ２４の撮像素子上に結像する。観察用カメラ２４によって撮像されたレチクルマーク像は、テレビモニタ２５によって表示される。

【００２４】

（固視標投影光学系）

４０は固視標投影光学系である。４１は光源、４２は固視標、４３は投影レンズである。投影レンズ４３は光軸方向に移動することによって測定眼Ｅａの雲霧を行う。固視標投影光学系４０は前述したダイクロイックミラー２２によって指標検出・観察光学系２０と同

軸とされている。光源４１は固視標４２を照明し、固視標４２からの光束は投影レンズ４３及びダイクロイックミラー２２を通過した後、ダイクロイックミラー２１で反射して測定眼Ｅａに向かい、測定眼Ｅａは固視標４２を固視する。

【００２５】

（眼屈折力測定光学系）

１００は眼屈折力測定光学系である。眼屈折力測定光学系１００は、スリット投影光学系とスリット像検出光学系とから構成される。

【００２６】

１１０はスリット投影光学系である。１１１はスリット照明光源である。１１２はモータ１１３により一定の速度で一定方向に回転する円筒状の回転セクターである。回転セクター１１２の側面には、図３にその展開図を示すように、２種類の異なる傾斜角度のスリット開口１１２ａ、１１２ｂがそれぞれ複数個設けられている。スリット開口１１２ａは回転セクター１１２の回転方向に対して４５度の傾斜角度を持つように設けられ、スリット開口１１２ｂはスリット開口１１２ａに直交するように回転方向に対して１３５度の傾斜角度を持つように設けられている。１１４は投影レンズであり、光源１１１は投影レンズ１１４に関して測定眼Ｅａの角膜近傍と共役な位置に位置する。１１５は制限絞り、１１６はスリット投影光学系１１０と測定眼用正面指標投影光学系１とを同軸とするためのビームスプリッタである。

【００２７】

光源１１１からの光は回転セクター１１２のスリット開口１１２ａまたは１１２ｂを照明する。回転セクター１１２の回転により走査されたスリット光束は、投影レンズ１１４を通過した後、ビームスプリッタ１１６で反射されて測定眼用正面視標投影光学系１と同軸とされて測定眼Ｅａに向かい、測定眼Ｅａの角膜近傍で集光した後、眼底に投影される。なお、回転セクター１１２は異なる傾斜角度のスリット開口を持つため、いずれの角度のスリット光束が投影されているかを図示なきセンサで検出するようになっている。

【００２８】

１２０はスリット像検出光学系であり、その測定光軸Ｌ１上に受光レンズ１２１、絞り１２２及び受光部１２３を備える。絞り１２２は受光レンズ１２１の後ろ側焦点位置に配置され、受光部１２３は受光レンズ１２１に関して測定眼Ｅａの角膜と略共役な位置に配置される。受光部１２３はその受光面に、図４に示すように４個の受光素子１２４ａ～１２４ｄを有している。受光素子１２４ａ、１２４ｂは測定光軸Ｌ１を中心にして対称に設けられ、同じく受光素子１２４ｃ、１２４ｄは測定光軸Ｌ１を中心にして対称に設けられている。この２対の受光素子は、２種類の傾斜角度を持つスリット開口１１２ａ、１１２ｂにより投影される測定眼Ｅａの眼底上でのスリット光束の走査方向（眼底上でのスリット光束は、あたかもスリットの長手方向に直交する方向に走査されるようになる）にそれぞれ対応させて配置されている。実施例の装置では、乱視を持たない遠視または近視の測定眼Ｅａの眼底上で、スリット開口１１２ａによるスリット光束が走査されたとき、受光部１２３上で受光されるスリットの長手方向に直交する方向に対応するように、一対の受光素子１２４ａ、１２４ｂを配置し、同じくスリット開口１１２ｂによるスリット光束が走査されたとき、受光部１２３上で受光されるスリットの長手方向に直交する方向に対応するように、一対の受光素子１２４ｃ、１２４ｄを配置している。

【００２９】

スリット投影光学系１１０は、測定眼Ｅａの眼底に２つの方向のスリット状の光束を走査して投影し、スリット像検出光学系１２０は、眼底で反射されたスリット光束を、測定眼Ｅａの角膜と略共役な位置に光軸を挟んで対称に配置された受光素子１２４ａ、１２４ｂの対と、受光素子１２４ｃ、１２４ｄの対で検出する。ある第１の方向のスリット光束が乱視を持たない測定眼Ｅａに投影されたとき、そのスリット光束の長手方向に直交する方向に対応して受光素子１２４ａ、１２４ｂが配置され、このときの受光素子１２４ｃ、１２４ｄの位相差信号出力に基づいて測定眼Ｅａの角膜中心または視軸中心を検出する。検出した角膜中心または視軸中心と、前記第１の方向に対応して配置された受光素子１２４

ａ、１２４ｂのそれぞれの出力信号に基づいて、各々の受光素子位置に対応する角膜部位で屈折力を求める。これにより、角膜中心または視軸中心に対する経線方向の屈折力が求まり、不正乱視の有無を検知する。なお、眼屈折力測定については、詳しくは、特願平８－２８３２８０「眼屈折力測定装置」を参照されたい。

【００３０】

（正面指標検出光学系）

５０は正面指標検出光学系である。５１は測定眼Ｅａからの角膜反射光束Ｍ、及び後述する非測定眼用正面指標投影光学系による非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束Ｎを制限するための光束絞りであり、図５に示すように、縦方向に伸びたスリット５１ａを備えている。スリット５１ａは上下方向についても所定の範囲で角膜反射光束を制限できるようになっている。５２は光束絞り５１（スリット５１ａ）によって制限されたスリット光を検出するための二次元位置検出素子であり、本実施例では近赤外用二次元ＣＣＤカメラを用いている。光束絞り５１は位置検出素子５２から被検眼の方向に所定距離だけ離れて配置されており、スリット５１ａは位置検出素子５２のほぼ中心にくるように設けられている。また、光束絞り５１及び位置検出素子５２は、測定光軸Ｌ１（投射軸Ｌ２）に対して下方に配置されている。

【００３１】

図６は実施例の装置の一部光学系を土方向から見たときの概略配置を示す図である。なお、図６では図示の都合上、正面指標検出光学系及び非測定眼用正面指標投影光学系のみを示しており、他の光学系については省略している。

【００３２】

（非測定眼用正面指標投影光学系）

Ｅｂは非測定眼であり、６０ａ、６０ｂは非測定眼用正面指標投影光学系である。６０ａは検者側から見て装置右側に配置されており、６０ｂは検者側から見て装置左側に配置されている。６１ａ、６１ｂは非測定眼Ｅｂに光を投射するための光源である。６２ａ、６２ｂは光源６１ａ、６１ｂが発した光を略平行光束にするためのコリメータレンズである。Ｌ３は非測定眼用正面指標投影光学系６０ａ、６０ｂの投射軸である。測定範囲を拡大するには、測定光束の径を相対的に大きくする必要があり、測定光軸Ｌ１（投射軸Ｌ２）と投射軸Ｌ３の距離は、平均的瞳孔間距離である６４ｍｍ程度が望ましい。Ｎは非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束である。

【００３３】

なお、光源２、１１、３１、６１ａ、６１ｂ及び１１１には、すべて近赤外域の光を発するＬＥＤを用いており、測定眼Ｅａ及び非測定眼Ｅｂに負担をかけることなく光を投射することができる。

【００３４】

以上のような実施例の装置において、その動作について説明する（図７参照）。動作については、測定眼の左右判別と被検者の瞳孔間距離測定とを別けて説明する。

【００３５】

＜左右眼判別＞

まず、装置を測定眼Ｅａの前に移動し、図示なきスイッチ等により、前眼部照明用の光源７０、そしてアライメント用の光源２及び光源３１を発光させる。光源７０による前眼部像と、光源２により測定眼Ｅａに形成された角膜反射像と、レチクル投影光学系３０によるレチクルマーク像とは、観察用カメラ２４によって撮像され、テレビモニタ２５に表示される。検者はテレビモニタ２５上の角膜反射像及びレチクルマーク像を見ながら、レチクルマーク３２ａの中心に光源２の角膜反射像が位置するようにさらに装置を移動させ上土下左右方向のアライメントを行う。また、ラインマーク３２ｂを設けている場合は、テレビモニタ２５を見ながらラインマーク３２ｂの像が水平になるように、装置の傾きを調整する。

【００３６】

画像処理技術により検出された角膜反射像が所期する領域内に位置し、測定眼Ｅａに上下

左右方向のアライメントができたことが確認されると、制御部は光源６１ａまたは６１ｂを発光させ、非測定眼Ｅｂに近赤外光を投射する。この際、制御部は光源７０を消灯させる。非測定眼Ｅｂに投射された光は非測定眼Ｅｂに入射して角膜反射像を形成し、非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束は光束絞り５１のスリット５１ａを通過し位置検出素子５２に入射する。

【００３７】

光源６１ａ（または６１ｂ）の発光により位置検出素子５２が角膜反射光束を検出しなければ、次に制御部は反対の光源６１ｂ（または６１ａ）を発光する。光源６１ａの発光により位置検出素子５２が角膜反射光束を検出すれば測定眼は右眼、光源６１ｂの発光により位置検出素子５２が角膜反射光束を検出すれば測定眼は左眼となる。

【００３８】

また、光源６１ａ、６１ｂを別々に発光させず同時に発光させ、位置検出素子５２の中心に対し左側で検出するか右側で検出するかにより左右を判別することも可能である。この場合、位置検出素子５２の中心に対して検者側から見て左側で検出すれば測定眼は右眼、右側で検出すれば測定眼は左眼となる。

【００３９】

測定眼Ｅａへの上下左右方向のアライメントが完了しているにも拘らず、光源６１ａ、６１ｂの両方の発光によって位置検出素子５２が角膜反射光束を検出しなければ、装置が傾いている可能性が高いので、検者は装置の傾きを調整して、図示なきスイッチ等により光源６１ａまたは６１ｂを発光させる（または光源６１ａ、６１ｂを同時に発光させる）。このとき、ラインマーク３２ｂを設けている場合は、テレビモニタを見ながらラインマーク３２ｂに対し、被検眼が水平になるように再度装置の傾きを調整する。また、水準器等により傾きを検出し、所定の基準を越えている場合には、音声又はテレビモニタ２５に表示するなどの方法で、検者に対し警告させてもよい。さらに、水準器等により傾きを検出し、所定の基準内にある場合のみ光源６１ａまたは６１ｂを発光させる（または同時に発光させる）ようにしてもよい。

【００４０】

＜瞳孔間距離測定＞

まず、装置を測定眼Ｅａの前に移動し、図示なきスイッチ等により、前眼部照明用の光源７０、そしてアライメント用の光源２及び光源３１を発光させる。光源７０による前眼部像と、光源２により測定眼Ｅａに形成された角膜反射像と、レチクル投影光学系３０によるレチクルマーク像とは、観察用カメラ２４によって撮像され、テレビモニタ２５に表示される。検者はテレビモニタ２５上の角膜反射像及びレチクルマーク像を見ながら、レチクルマーク３２ａの中心に光源２の角膜反射像が位置するようにさらに装置を移動させ、上下左右方向のアライメントを行う。また、ラインマーク３２ｂを設けている場合は、テレビモニタ２５を見ながらラインマーク３２ｂの像が水平になるように、装置の傾きを調整する。

【００４１】

さらに、測定眼Ｅａの角膜反射像にピントを合わせることによって、作動距離をラフに判断する。このような作動距離のラフな調整と平行して、装置は作動距離の適否を距離指標投影光学系１０ａ、１０ｂを用いて行っている。この場合、距離指標投影光学系１０ａ、１０ｂにより形成される角膜反射像の像高を比較する。図８に示すように、距離指標投影光学系１０ａによる光は、コリメータレンズ１３によって略平行光束とされているので、光源１１ａは光学的に無限遠となり、作動距離が変化しても角膜反射像の像高Ｘ１は変化しない（図８のａ参照）。一方、距離指標投影光学系１０ｂによる光は、略平行光束とされていないので、光源１１ｂは光学的に有限遠となり、作動距離が変化すると角膜反射像の像高Ｘ２は変化する（図８のｂ参照）。作動距離（ワーキング・ディスタンス）を、Ｘ２／Ｘ１＝αとなるように設定しておく（αは定数）。そして、Ｘ１及びＸ２の値を検出し、演算することにより、次のようにしてフォーカスずれの状態を検出することができる。

（１）Ｘ２／Ｘ１＞α　：角膜が手前にずれている。
（２）Ｘ２／Ｘ１＜α　：角膜が後方にずれている。
（３）Ｘ２／Ｘ１＝α　：アライメント（位置合わせ）完了。
なお、αの値は装置の要求するアライメント精度との関係で幅を持たせても良い。演算結果が上記の（１）及び（２）になったときは、そのずれの状態をテレビモニタ２５に表示し、（３）の状態になった旨が表示されるまで検者は表示にしたがって装置を移動する。

【００４２】
以上のようにして、画像処理技術により検出された角膜反射像の像高が所期する関係にあり、測定眼Ｅａに作動距離方向のアライメントができたことが確認されると、制御部は非測定眼Ｅｂ側の光源６１ａまたは６１ｂを発光する（または光源６１ａ、６１ｂを同時に発光する）。このとき制御部は光源１１及び７０を消灯させる。光源６１ａまたは６１ｂからの光はコリメータレンズ６２により略平行光束となり非測定眼Ｅｂに入射する。

【００４３】
光源２によるアライメント光の測定眼Ｅａからの角膜反射光束の一部は、光束絞り５１に設けられたスリット５１ａにより制限されたスリット光となり、位置検出素子５２に入射してスリット像を形成している。スリット５１ａは位置検出素子５２に対して中心に設けられているため、測定眼Ｅａの角膜反射光束によるスリット像は位置検出素子５２の中心に形成している。

【００４４】
一方、光源６１ａまたは６１ｂによる非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束も、光束絞り５１に設けられたスリット５１ａにより制限されたスリット光となり、位置検出素子５２に入射してスリット像を形成する。図６の場合、非測定眼Ｅｂは光源６１ａからの光によって角膜反射光束を形成するため、非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束は位置検出素子５２の中心に対して検者側から見て左側に入射する。

【００４５】
測定眼Ｅａへのアライメントが完了しているにも拘らず、光源６１ａ、６１ｂの両方の発光によって位置検出素子５２が角膜反射光束を検出しなければ、装置が傾いている可能性が高いので、前記した要領で検者は装置の傾きを調整する。

【００４６】
位置検出素子５２上には、測定眼１からの角膜反射光束と非測定眼２からの角膜反射光束によって２つのスリット像ができるため、その２つのスリット像間の距離を測定することによって、測定眼Ｅａと非測定眼Ｅｂとの距離を割り出すことができる。

【００４７】
この瞳孔間距離測定の方法については、図９を使って詳しく説明する。

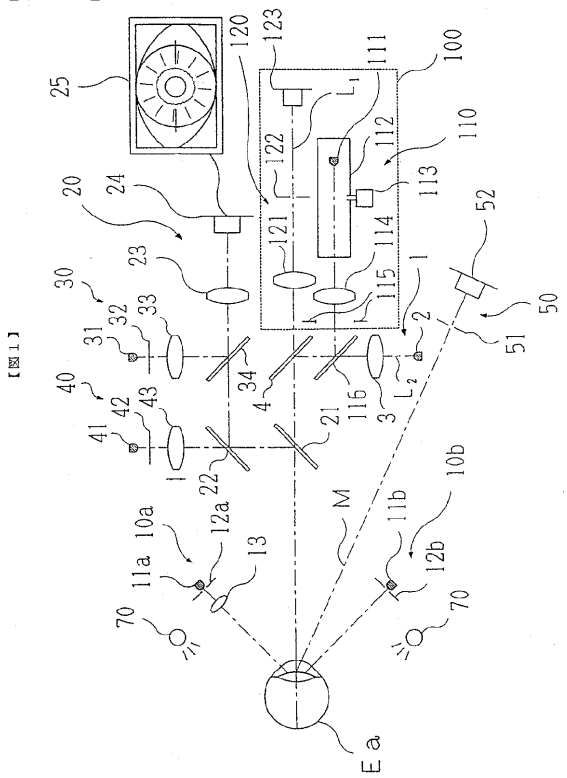
【００４８】
測定眼Ｅａの角膜反射像と非測定眼Ｅｂの角膜反射像との距離すなわち被検者の瞳孔間距離をＰＤ、測定眼Ｅａの角膜反射像と光束絞り５１（スリット５１ａ）との距離をＳ、光束絞り５１（スリット５１ａ）と位置検出素子５２（測定眼Ｅａからの角膜反射光束によるスリット像）との距離をｄ、位置検出素子５２上の測定眼Ｅａからの角膜反射光束によるスリット像と非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束によるスリット像との間の左右方向距離をＷとする。

【００４９】
ここで、ｄは設計により設定できる既知の値であり、Ｓは測定眼Ｅａに正確にアライメントされたときの装置の作動距離（ワーキング・ディスタンス）の設定値である。そして、図９からＰＤ：Ｗ＝Ｓ：ｄという関係になることを導き出すことができるため、その関係によってＰＤ＊ｄ＝Ｗ＊Ｓという計算式が成立し、さらに、ＰＤ＝Ｗ＊Ｓ／ｄという計算式が成立する。したがって、位置検出素子５２上の測定眼Ｅａからの角膜反射光束によるスリット像と非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束によるスリット像を検出し、２つのスリット像間の左右方向距離すなわちＷの値を演算し、上記の計算式に代入することによって、ＰＤ（被検者の瞳孔間距離）の値を求めることができる。

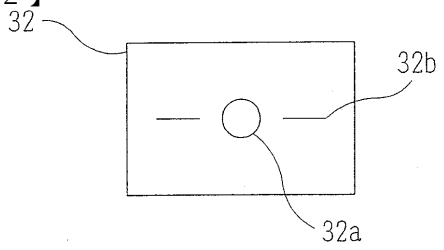
【００５０】
非測定眼Ｅｂに対し略平行光束を投射し、角膜によって形成される角膜反射像の左右方向の位置は、角膜の曲率（個人差による）及び光源６１ａ（または６１ｂ）と対向する非測定眼Ｅｂの位置（ＰＤの個人差によって変わる）によって変化するが、その変化量は瞳孔間距離測定で要求される精度に対し無視できる量である。このことが前記検出方法及び計算方法を提案する根拠である。
【００５１】
一般に眼屈折力測定等は複数回の測定を行う。例えば、一回毎の眼屈折力測定時にこの瞳孔間距離測定を行い、さらに測定眼を切り換え、測定する。これらのデータを平均化し、精度を高めて出力（表示、印字）することができる。
【００５２】
以上の実施例では、スリット像の検出により測定眼の左右判別と被検者の瞳孔間距離測定を行ったが、それぞれの動作を独立して行うこともでき、また同時に行うこともできる。同時に行う場合は、土下左右方向及び作動距離方向のアライメント完了の後、測定眼の左右判別と被検者の瞳孔間距離測定を同時に行えば良い。つまり、左右眼判別のために光源６１ａまたは６１ｂを発光させ（または同時に発光させ）、非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束によるスリット像が位置検出素子５２に検出されれば、そのスリット像を使って瞳孔間距離測定を行うことができる。
【００５３】
以上の説明では、位置検出素子５２を二次元位置検出素子として説明したが、左右眼判別または瞳孔間距離測定においては一次元位置検出素子（ＣＣＤ，ＰＳＤ等）で十分である。二次元位置検出素子の使用は、以下の応用において格別の効果を発揮する。
【００５４】
すなわち、測定眼Ｅａからの角膜反射光束によるスリット像、及び非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束によるスリット像の位置を二次元位置検出素子によって検出し、左右眼判別、瞳孔間距離測定に加えて、装置の傾き検出及び眼屈折力や角膜曲率測定等での乱視軸角度の補正を行うことができる。これについては図１０を使って説明する。
【００５５】
図１０の（ａ）は、測定眼Ｅａ及び非測定眼Ｅｂからの２本の角膜反射光束による２つのスリット像を結ぶ線（本実施例では２つのスリット像のそれぞれの中心点を結ぶ線とする）が、装置の水平基準（撮像素子の長手方向は装置の水平方向に合わせて取り付けられている）に対して平行になっていることを示している。一方、図１０の（ｂ）は、測定眼Ｅａ及び非測定眼Ｅｂからの２本の角膜反射光束による２つのスリット像を結ぶ線が、装置の水平基準に対して傾きθを持っていることを示している。この場合、２つのスリット像を結ぶ線と、装置の水平基準との傾きθの角度は検出・演算される。この得られた傾きθの角度は、テレビモニタ２５に数値またはパターンで表示され、検者が容易に装置の傾きを知り、正すことができる。また、測定結果に対して、軸角度の補正演算に利用することで、少々の傾きがあっても正しい軸角度が得られる。
【００５６】
なお、測定眼への上下左右方向及び作動距離方向のアライメントについては、本実施例に説明した方法以外にも周知の方法を用いることができる。
【００５７】
また、本実施例では、測定眼Ｅａからの角膜反射光束Ｍ及び非測定眼Ｅｂからの角膜反射光束Ｎを制限するために光束絞り５１を設けたが、光束絞り５１の代りに結像レンズ５３を用いてもよい（図１１参照）。この場合、角膜反射像と位置検出素子５２とは、結像レンズ５３に関して共役な位置関係にある。光束絞り５１の代りに結像レンズ５３を用いることにより、検出する角膜反射光束の光量を安定して得ることができる。
【００５８】
また、本実施例では左右眼を測定眼、非測定眼と区別したが、本発明は片眼測定の装置に限定するものではない。左右眼用の測定系を備える両眼測定の装置においても本発明を適

用することができることは言うまでもない。
【００５９】
またさらに、本発明は手持ち型の眼科測定装置に限ることなく、据え置き型の眼科測定装置に利用することもできる。
【００６０】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、被検眼の左右眼判別を検者が入力する必要がなく、さらには片眼のアライメントのみによって被検者の瞳孔間距離の測定も可能となり、特に手持ち型の眼科装置として利用することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】実施例の装置の一部光学系を横方向から見たときの概略配置を示す図である。
【図２】レチクル板に設けられているレチクルマークを説明する図である。
【図３】回転セクターの側面に設けられているスリット開口の展開図である。
【図４】受光部が有する４個の受光素子の配置を説明する図である。
【図５】光束絞りに設けられているスリットを説明する図である。
【図６】実施例の装置の一部光学系を上方向から見たときの概略配置を示す図である。
【図７】実施例の装置の動作を説明するためのフローチャートを示す図である。
【図８】被検眼の作動距離方向のアライメント方法について説明する図である。
【図９】被検者の瞳孔間距離の測定方法について説明する図である。
【図１０】被検眼の軸角度の検出方法について説明する図である。
【図１１】実施例の装置の変容例の一部光学系を上方向から見たときの概略配置を示す図である。
【符号の説明】
１　測定眼用正面指標投影光学系
１０　距離指標投影光学系
２０　指標検出・観察光学系
３０　レチクル投影光学系
４０　固視標投影光学系
５０　正面指標検出光学系
６０　非測定眼用正面指標投影光学系
１００　眼屈折力測定光学系

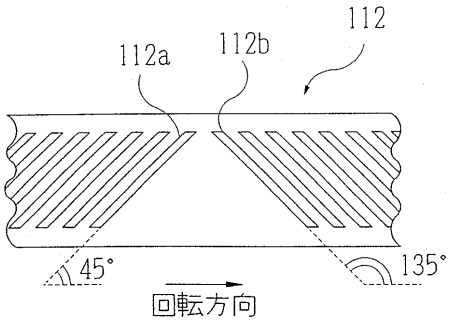
【図１】



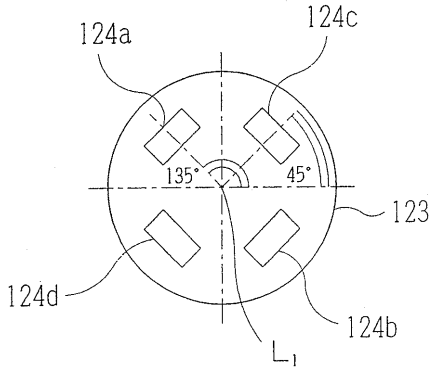
【図２】



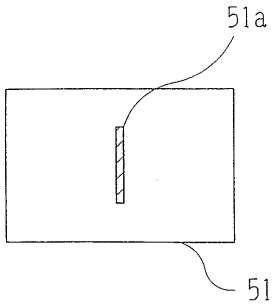
【図３】



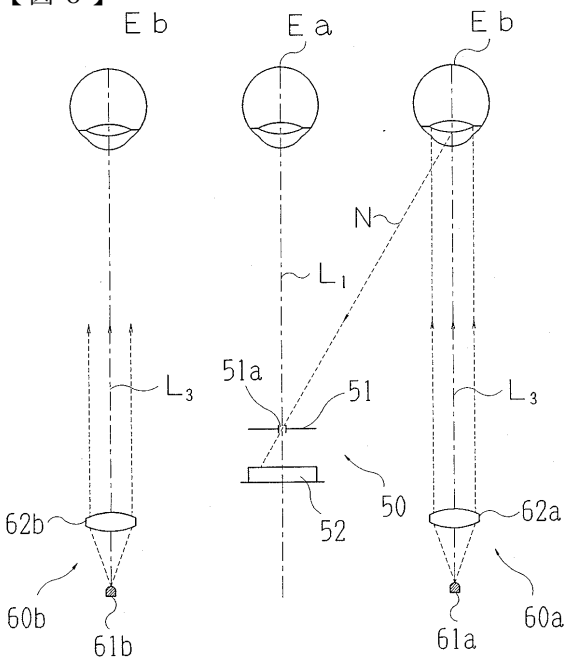
【図４】



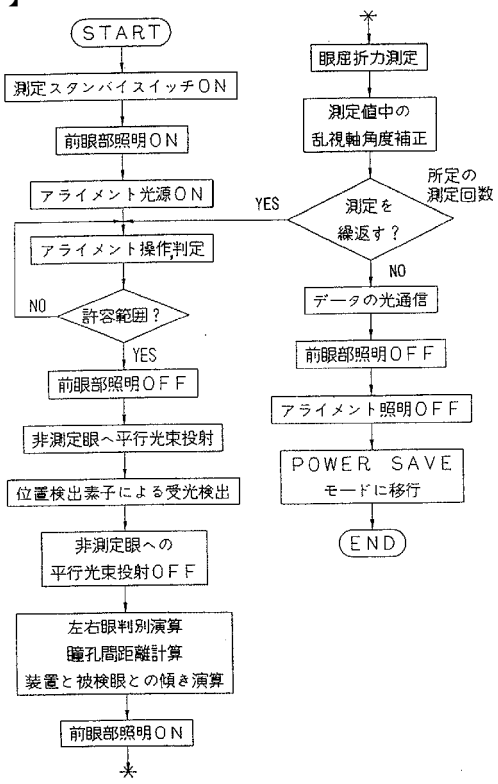
【図５】



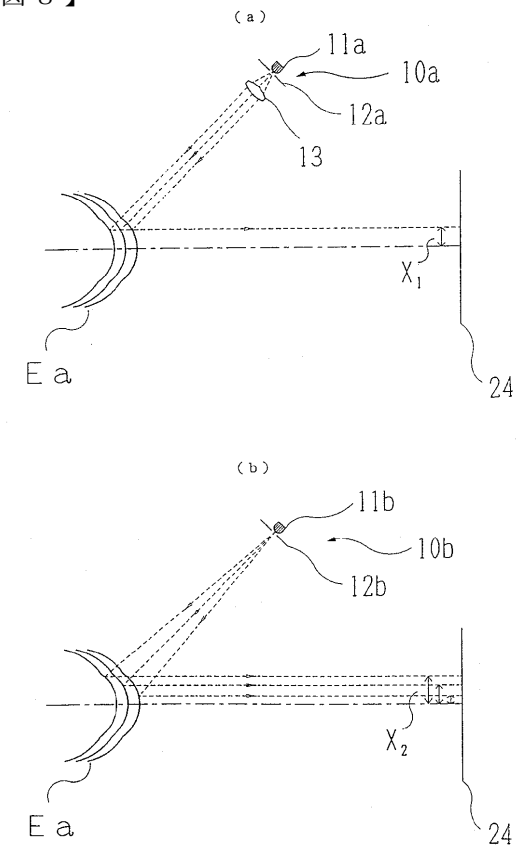
【図６】



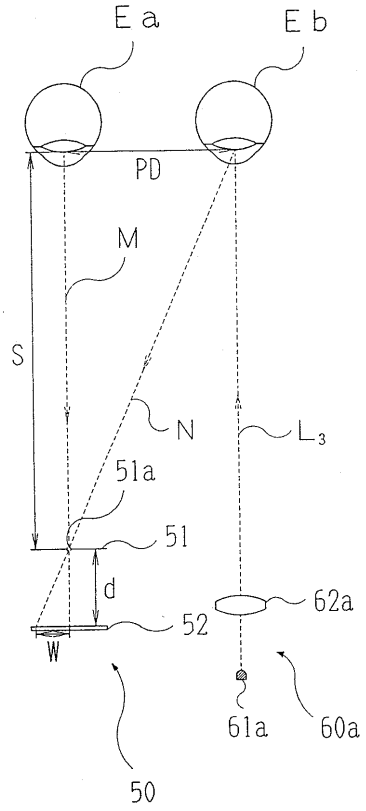
【図７】


START
測定スタンバイスイッチON
前眼部照明ON
アライメント光源ON
アライメント操作判定
NO
許容範囲？
YES
前眼部照明OFF
非測定眼へ平行光束投射
位置検出素子による受光検出
非測定眼への
平行光束投射OFF
左右眼判別演算
瞳孔間距離計算
装置と被検眼との傾き演算
前眼部照明ON
眼屈折力測定
測定値中の
乱視軸角度補正
所定の
測定回数
YES
測定を
繰返す？
NO
データの光通信
前眼部照明OFF
アライメント照明OFF
POWER SAVE
モードに移行
END

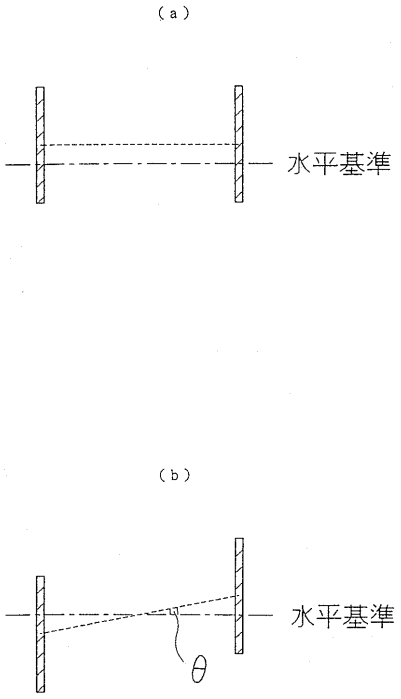
【図８】


(a)
11a
10a
12a
13
X1
Ea
24
(b)
11b
10b
12b
X2
Ea
24

【図９】


Ea
Eb
PD
M
S
N
L3
51a
51
d
62a
52
W
61a
60a
50

【図１０】


(a)
水平基準
(b)
水平基準
θ

【図１１】

