

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-287705

(P2005-287705A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

A61B 3/14

F I

A61B 3/14

A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-105691 (P2004-105691)	(71) 出願人	000135184 株式会社ニデック 愛知県蒲郡市栄町7番9号
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)	(72) 発明者	星野 秀隆 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
		(72) 発明者	楠城 紹生 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
		(72) 発明者	柴田 尚久 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

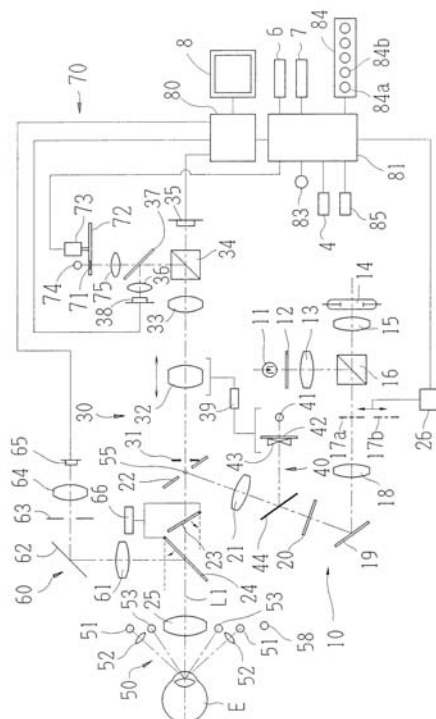
(54) 【発明の名称】 眼底カメラ

(57) 【要約】

【課題】 装置構成を複雑にすることなく、被検眼の瞳孔領域の大きさに応じて良好な眼底像を得ることができる眼底カメラを提供すること。

【解決手段】 被検眼眼底を照明する照明光学系と、該照明光学系に照明された眼底を撮像素子により撮影する撮影光学系とを備える眼底カメラにおいて、前記撮像素子により撮影された眼底像を表示する表示手段と、被検眼の瞳孔と略共役位置にリング状の照明光束を形成するために前記照明光学系に設けられた内径可変のリングスリットと、被検眼の瞳孔領域を検出する瞳孔検出手段と、前記瞳孔領域の検出情報に基づいて前記リングスリットの内径を変化させる内径可変手段と、前記リングスリットの内径情報に基づいて前記表示手段に表示される眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクサイズを変化させるマスク可変手段と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検眼眼底を照明する照明光学系と、該照明光学系に照明された眼底を撮像素子により撮影する撮影光学系とを備える眼底カメラにおいて、前記撮像素子により撮影された眼底像を表示する表示手段と、被検眼の瞳孔と略共役位置にリング状の照明光束を形成するために前記照明光学系に設けられた内径可変のリングスリットと、被検眼の瞳孔領域を検出する瞳孔検出手段と、前記瞳孔領域の検出情報に基づいて前記リングスリットの内径を変化させる内径可変手段と、前記リングスリットの内径情報に基づいて前記表示手段に表示される眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクサイズを変化させるマスク可変手段と、を備えることを特徴とする眼底カメラ。

10

【請求項 2】

請求項 1 の眼底カメラは、さらに、被検眼の視線方向を誘導する固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段であって、眼底後極部付近を中心として撮影する基準位置と眼底周辺部を撮影する周辺位置とに固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段と、該固視標呈示手段の固視標の呈示による被検眼の視線方向を検出又は被検眼の視線方向が誘導される固視標の呈示位置の情報を入力する検出・入力手段とを備え、前記マスク可変手段は、前記検出・入力手段による視線方向の検出情報又は固視標の呈示位置の入力情報と、前記内径可変手段によりスリットの内径情報と、に基づいてマスクサイズを変化させる手段であることを特徴とする眼底カメラ。

20

【請求項 3】

被検眼眼底を照明する照明光学系と、該照明光学系に照明された眼底を撮像素子により撮影する撮影光学系とを備える眼底カメラにおいて、前記撮像素子により撮影された眼底像を表示する表示手段と、被検眼の瞳孔と略共役位置にリング状の照明光束を形成するために前記照明光学系に設けられた内径可変のリングスリットと、前記リングスリットの内径を変化させる内径可変手段と、被検眼の視線方向を誘導する固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段であって、眼底後極部付近を中心として撮影する基準位置と眼底周辺部を撮影する周辺位置とに固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段と、該固視標呈示手段の固視標の呈示による被検眼の視線方向を検出又は被検眼の視線方向が誘導される固視標の呈示位置の情報を入力する視線検出・入力手段と、前記内径可変手段によるスリットの内径情報と前記視線検出・入力手段による検出結果又は入力結果とに基づいて前記表示手段に表示される眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクサイズを変化させるマスク可変手段と、を備えることを特徴とする眼底カメラ。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検眼眼底を撮影する眼底カメラに関する。

【背景技術】**【0002】**

眼底カメラでは、被検眼眼底を照明する照明光束を被検眼の瞳孔と略共役位置に配置されたリングスリットによりリング状光束に形成して瞳孔周辺部から被検眼に入射し、瞳孔中心部から眼底反射光を取り出して観察ないし撮影している。また、眼底カメラにおいては、角膜等の反射光によるゴーストやフレアの発生を抑制するため、照明光学系に配置されたリングスリットの内径に当たる遮光点の大きさを瞳孔径の大きさに対応して可変し、さらに撮影可能範囲を制限する絞りを遮光点の大きさに連動して変化させるものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【特許文献 1】特開平 5 - 199997 号

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【0003】

しかしながら、上記従来技術の眼底カメラにおいては、検者が瞳孔径を判断して手動で切換えることの手間の問題、撮影可能範囲を制限する絞りの機構が複雑になるという問題があった。また、眼底の周辺部を撮影する場合、眼球が傾くことにより、リングスリットの結像性能が後極部中心の撮影に比べて劣るため、フレアやゴーストが生じ易くなるが、従来技術の眼底カメラにおいては、これを考慮した対応がなされていなかった。

【0004】

本発明は、上記従来技術に鑑み、装置構成を複雑にすることなく、被検眼の瞳孔領域の大きさに応じて良好な眼底像を得ることができる眼底カメラを提供することを技術課題とする。また、眼底の周辺部を撮影する場合にも、良好な眼底像を得ることができる眼底カメラを提供することを技術課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

(1) 被検眼眼底を照明する照明光学系と、該照明光学系に照明された眼底を撮像素子により撮影する撮影光学系とを備える眼底カメラにおいて、前記撮影素子により撮影された眼底像を表示する表示手段と、被検眼の瞳孔と略共役位置にリング状の照明光束を形成するために前記照明光学系に設けられた内径可変のリングスリットと、被検眼の瞳孔領域を検出する瞳孔検出手段と、前記瞳孔領域の検出情報に基づいて前記リングスリットの内径を変化させる内径可変手段と、前記リングスリットの内径情報に基づいて前記表示手段に表示される眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクサイズを変化させるマスク可変手段と、を備えることを特徴とする。

20

【0006】

(2) (1)の眼底カメラは、さらに、被検眼の視線方向を誘導する固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段であって、眼底後極部付近を中心として撮影する基準位置と眼底周辺部を撮影する周辺位置とに固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段と、該固視標呈示手段の固視標の呈示による被検眼の視線方向を検出又は被検眼の視線方向が誘導される固視標の呈示位置の情報を入力する検出・入力手段とを備え、前記マスク可変手段は、前記検出・入力手段による視線方向の検出情報又は固視標の呈示位置の入力情報と、前記内径可変手段によりスリットの内径情報と、に基づいてマスクサイズを変化させる手段であることを特徴とする。

30

【0007】

(3) 被検眼眼底を照明する照明光学系と、該照明光学系に照明された眼底を撮像素子により撮影する撮影光学系とを備える眼底カメラにおいて、前記撮影素子により撮影された眼底像を表示する表示手段と、被検眼の瞳孔と略共役位置にリング状の照明光束を形成するために前記照明光学系に設けられた内径可変のリングスリットと、前記リングスリットの内径を変化させる内径可変手段と、被検眼の視線方向を誘導する固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段であって、眼底後極部付近を中心として撮影する基準位置と眼底周辺部を撮影する周辺位置とに固視標の呈示位置を変更可能な固視標呈示手段と、該固視標呈示手段の固視標の呈示による被検眼の視線方向を検出又は被検眼の視線方向が誘導される固視標の呈示位置の情報を入力する視線検出・入力手段と、前記内径可変手段によるスリットの内径情報と前記視線検出・入力手段による検出結果又は入力結果とに基づいて前記表示手段に表示される眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクサイズを変化させるマスク可変手段と、を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、装置構成を複雑にすることなく、被検眼の瞳孔領域の大きさに応じてフレアのない良好な眼底像を得ることができる。また、被検眼の周辺部を撮影する場合にも良好な眼底像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

50

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は実施形態である無散瞳型の眼底カメラの概略構成図である。

【0010】

眼底カメラは、基台1と、ジョイスティック4の操作により基台1に対して左右方向(X方向)及び前後方向(Z方向)に移動可能な移動台2と、移動台2に対して左右・上下・前後方向(Z方向)にそれぞれ三次元移動可能な撮影部3と、被検者の顔を支持するために基台1に固設された顔支持ユニット5を備える。6は撮影部3を上下方向に移動するY駆動部であり、7は撮影部3を左右前後に移動するXZ駆動部である。XZ駆動部7は、Yテーブルの上にZ方向に移動可能なZテーブルを配置し、Zテーブルの上にX方向に移動可能なXテーブルを配置し、Xテーブルの上に撮影部3を配置し、Zテーブル及びX

10

【0011】

図2は、撮影部3に収納される光学系及び制御系の概略構成図である。光学系は、照明光学系10、眼底観察・撮影光学系30、フォーカス指標投影光学系40、アライメント指標投影光学系50、前眼部観察光学系60、固視標光学系70から大別構成されている。

20

【0012】

照明光学系10は、観察照明光学系と撮影照明光学系とからなる。撮影照明光学系は、フラッシュランプ等の撮影光源14、コンデンサレンズ15、リング状の開口を有する大リングスリット17a、リレーレンズ18、ミラー19、中心部に黒点を有する黒点板20、リレーレンズ21、孔あきミラー22、対物レンズ25を有する。大リングスリット17aは、被検眼瞳孔と共役位置に設けられている。また、大リングスリット17aは、ソレノイド26の駆動により、リング状の光束の内径が大リングスリット17aよりも小さな小リングスリット17bに交換可能に配置されている。小リングスリット17bは被検眼が小瞳孔の場合に、瞳孔を通過する光束を増やすために使用される。なお、リングスリットの内径可変の構成としては、本実施形態では内径が異なるものを選択的に切替える

30

【0013】

また、観察照明光学系は、ハロゲンランプ等の光源11、波長750nm以上の近赤外光を透過する赤外フィルタ12、コンデンサレンズ13、コンデンサレンズ13とリングスリット17a(17b)との間に配置されたダイクロイックミラー16、リングスリット17a(17b)から対物レンズ25までの光学系を有する。ダイクロイックミラー16は、赤外光を反射し可視光を透過する特性を持つ。

【0014】

眼底観察・撮影光学系30は、対物レンズ25、孔あきミラー22の開口近傍に位置する撮影絞り31、光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズ32、結像レンズ33、赤外光反射、可視光透過の特性を有するダイクロイックミラー34を備え、撮影光学系と眼底観察光学系は対物レンズ25と撮影絞り31から結像レンズ33までの光学系を共用する。撮影絞り31は対物レンズ25に関して被検眼Eの瞳孔と略共役な位置に配置されている。フォーカシングレンズ32は、モータを備える移動機構39により光軸方向に移動される。ダイクロイックミラー34の透過方向には、可視域に感度を有する撮影用のカラーCCDカメラ35が配置されている。ダイクロイックミラー34の反射方向の光路には、赤外反射、可視光透過のダイクロイックミラー37、リレーレンズ36、赤外域に感度を有する観察用CCDカメラ38が配置されている。

40

【0015】

50

また、対物レンズ 25 と孔あきミラー 22 の間には、光路分岐部材としての挿脱可能なダイクロイックミラー（波長選択性ミラー）24 が斜設されており、さらにダイクロイックミラー 24 と孔あきミラーの 22 の間には、ダイクロイックミラー 24 による光軸ずれを補正するための平行板ガラス 23 が挿脱可能に斜設されている。ダイクロイックミラー 24 は、アライメント指標投影光学系 50 及び前眼部照明光源 58 の波長光（中心波長 940 nm）を反射し、観察用照明の波長光及びフォーカス指標投影光学系 40 等の光源波長（中心波長 880 nm）を含む波長 900 nm 以下を透過する特性を有する。平行板ガラス 23 は、ダイクロイックミラー 24 とほぼ同じ厚さで、かつほぼ同じ屈折率を有する。また、図 3 に示すように、ダイクロイックミラー 24 と平行板ガラス 23 は、眼底観察・撮影光学系の光軸 L1 に対して対照に同じ傾斜角度を有するように配置されている。撮影時には、ダイクロイックミラー 24 と平行板ガラス 23 は挿脱機構 66 により連動して跳ね上げられ、光路外に退避する。挿脱機構 66 は、ソレノイドとカム等により構成することができる。

10

【0016】

フォーカス指標投影光学系 40 は、赤外光源 41、スリット指標板 42、このスリット指標板 42 に取り付けられた 2 つの偏角プリズム 43、照明光学系 10 の光路に斜設されたハーフミラー 44 を備える。光源 41、スリット指標板 42 は、フォーカシングレンズ 32 と連動して移動機構 39 により光軸方向に移動される。

【0017】

フォーカス指標投影光学系 40 のスリット指標板 42 の光束は、偏角プリズム 43 を介してハーフミラー 44 により反射された後、リレーレンズ 21、孔あきミラー 22、平行板ガラス 23、ダイクロイックミラー 24、対物レンズ 25 を経て被検眼 E の眼底に投影される。眼底のフォーカスが合っていないとき、スリット指標板 42 の指標像は分離され、フォーカスが合っているときに一致して投影される。

20

【0018】

アライメント指標投影光学系 50 は、対物レンズ 25 の光軸を中心に左右対称に配置された 2 組の第 1 指標投影光学系と、この第 1 指標投影光学系より狭い角度に配置された光軸を持ち光軸 L1 が通る垂直平面を挟んで左右対称に配置された 2 組の第 2 指標投影光学系を備える。2 組の第 1 指標投影光学系は、中心波長 940 nm の赤外光を発する光源 51、コリメーティングレンズ 52 をそれぞれ持ち、略平行光束の光により被検眼に無限遠の視標を投影する。一方、2 組の第 2 指標投影光学系は、中心波長 940 nm の赤外光を発する光源 52 を持ち、発散光束により被検眼に有限遠の視標を投影する。なお、図 2 の光学系は側面から見たときのものを示すが、アライメント指標投影光学系 50 は実際には左右方向に配置されたものである。図 5 (a), (b) は、このアライメント指標投影光学系 50 により前眼部像 F に形成される指標像の状態を示しており、指標像 M a, M b は第 1 指標投影光学系（光源 51 及びコリメーティングレンズ 52）による無限遠の指標像であり、指標像 M c, M d は第 2 指標投影光学系（光源 53）による有限遠の指標像である。指標像 M c, M d は、指標像 M a, M b よりも下側に形成されるように、その第 2 指標投影光学系が構成されている。

30

【0019】

また、孔あきミラー 22 の穴周辺には、ワーキングドットを形成するための 2 つの赤外光源 55（中心波長 880 nm）が光軸 L1 を中心に左右対称に配置されている。なお、光源 55 としては、光ファイバの端面を孔あきミラー 22 の近傍位置に配置し、その光ファイバに赤外光を導くものとして構成することもできる。光源 55 は、被検眼 E と対物レンズ 25 との作動距離が適切になったとき、角膜の曲率半径の 1/2 となる距離が共役位置となるように配置されている。

40

【0020】

前眼部観察光学系 60 は、ダイクロイックミラー 24 の反射側に、フィールドレンズ 61、ミラー 62、絞り 63、リレーレンズ 64、赤外域の感度を持つ CCD カメラ 65 を備える。また、CCD カメラ 65 はアライメント指標の検出手段を兼ね、中心波長 940

50

n mの赤外光を発する前眼部照明光源 5 8 により照明された前眼部とアライメント指標が撮像される。アライメント指標の検出手段は、前眼部撮像と兼用すると有利であるが、専用のものを設けても良い。

【 0 0 2 1 】

固視標呈示光学系 7 0 は、赤色の光源 7 4、開口穴が形成された 8 個の固視標 7 1 を持つ視標板 7 2、リレーレンズ 7 5 を備え、ダイクロイックミラー 3 4 を介してダイクロイックミラー 3 4 から対物レンズ 2 5 までの観察光学系 3 0 の光路を共用する。固視標 7 1 は、右眼の後極部付近を撮影中心に導く開口穴を持つ固視標 7 1 a、左眼の後極部付近を撮影中心に導く開口穴を持つ固視標 7 1 b、周辺部を撮影するように視線を導く開口穴を持つ 6 個の固視標 7 1 c ~ 7 1 h で構成されている (図 4 参照)。モータ 7 3 により各固視標 7 1 a ~ 7 1 h が選択的に光源 7 4 の前に配置される。

10

【 0 0 2 2 】

上記の光学系において、前眼部照明光源 5 8 により照明された前眼部は、対物レンズ 2 5、ダイクロイックミラー 2 4 及びフィールドレンズ 6 1 からリレーレンズ 6 4 の光学系を介して C C D カメラ 6 5 に受光される。また、観察用の光源 1 1 を発した光束は、赤外フィルタ 1 2 により赤外光束とされ、コンデンサレンズ 1 3、ダイクロイックミラー 1 6 により反射されてリングスリット 1 7 を照明する。リングスリット 1 7 を透過した光は、リレーレンズ 1 8、ミラー 1 9、黒点板 2 0、リレーレンズ 2 1 を経て孔あきミラー 2 2 に達する。孔あきミラー 2 2 で反射された光は、平行板ガラス 2 3、ダイクロイックミラー 2 4 を透過し、対物レンズ 2 5 により被検眼 E の瞳孔付近で一旦収束した後、拡散して被検眼眼底部を照明する。撮影用照明光源 1 4 を発した光束は、コンデンサレンズ 1 5 を経た後、観察用照光束と同様な光路を経て被検眼眼底を照明する。

20

【 0 0 2 3 】

観察照明光で照明された眼底からの反射光は、対物レンズ 2 5、ダイクロイックミラー 2 4、平行板ガラス 2 3、孔あきミラー 2 2 の開口部、撮影絞り 3 1、フォーカシングレンズ 3 2、結像レンズ 3 3、ダイクロイックミラー 3 4、ダイクロイックミラー 3 7、リレーレンズ 3 6 を介して C C D カメラ 3 8 に結像する。このとき、図 3 に示すように、眼底観察・撮影光学系の光軸 L 1 は、ダイクロイックミラー 2 4 が挿入されていることにより偏位した光軸 L 1 a となるが、平行板ガラス 2 3 の配置によりその偏位が戻される。このため、C C D カメラ 6 5 による前眼部の撮像と C C D カメラ 3 8 による眼底の撮像とが、同時に良好に行えるようになる。

30

【 0 0 2 4 】

ここで、平行板ガラス 2 3 が無い場合、偏位した光軸 L 1 a は撮影絞り 3 1 の中心を通らなくなる。この場合には、前眼部で反射されるリング照明光の中心と撮影絞り 3 1 の中心とがずれることになり、アライメントが完了した状態でも眼底観察用の C C D カメラ 3 8 に前眼部での反射光が入射するようになる。このため、その観察象にフレア光が生じ易くなり、良好な眼底観察像が得られず、フォーカス指標の検出も正確に行えなくなる。

【 0 0 2 5 】

撮影時には、ダイクロイックミラー 2 4 と平行板ガラス 2 3 は挿脱機構 6 6 により光路外に退避され、撮影用照明光で照明された眼底からの反射光は、対物レンズ 2 5、孔あきミラー 2 2、撮影絞り 3 1、フォーカシングレンズ 3 2、ダイクロイックミラー 3 4 を経て、撮影用の C C D カメラ 3 5 に結像する。なお、C C D カメラ 3 5 が観察用のカメラを兼用する構成とすることも可能である。

40

【 0 0 2 6 】

C C D カメラ 6 5、3 8、3 5 の出力は画像処理部 8 0 に接続されている。画像処理部 8 0 は C C D カメラ 6 5 に撮像された前眼部の画像からアライメント指標や瞳孔領域を検出処理し、C C D カメラ 3 8 に撮像された眼底画像からフォーカス指標を検出処理する。また、画像処理部 8 0 はモニタ 8 に接続され、その表示画像を制御する。制御部 8 1 には画像処理部 8 0、Y 駆動部 6、X Z 駆動部 7、ジョイスティック 4、ソレノイド 2 6、移動機構 3 9、挿脱機構 6 6、モータ 7 3、撮影スイッチ 8 3、各種の操作スイッチを持つ

50

スイッチ部 8 4、各光源等が接続されている。

【 0 0 2 7 】

上記のような構成を持つ装置の動作を説明する。アライメント時は、ダイクロイックミラー 2 4 と平行板ガラス 2 3 は眼底観察・撮影光学系 3 0 の光路に挿入されている。前眼部照明光源 5 8 により照明された前眼部は、対物レンズ 2 5、ダイクロイックミラー 2 4 及びフィールドレンズ 6 1 からリレーレンズ 6 4 の光学系を介して C C D カメラ 6 5 により受光され、モニタ 8 には C C D カメラ 6 5 に撮像された前眼部像が表示される。検者は、モニタ 8 に表示された前眼部像を観察し、ジョイスティック 4 の操作により撮影部 3 を被検眼に対して粗くアライメント調整する。前眼部像がモニタ 8 に現われるようになると、図 5 (a) に示すように、4 つの指標像 M a , M b , M c , M d も現われるようになる。なお、図 5 において、N a , N b , N c , N d はそれぞれライン状のレチクルマークであり、N e は撮影に必要な瞳孔径を示すリングマークであり、これらは画像処理部 8 0 により電氣的に形成されたものである。図 5 (b) に示すように、このレチクルマーク N a , N b , N c , N d にそれぞれの指標像 M a , M b , M c , M d が位置するように、撮影部 3 を左右上下に移動する。また、前後方向（作動距離方向）は、指標像のピントを合わせるように撮影部 3 を移動させる。

10

【 0 0 2 8 】

C C D カメラ 6 5 で撮像された 4 つの指標像 M a ~ M d が画像処理部 8 0 により検出されるようになると、制御部 8 1 はこれらの指標像に基づいてアライメント基準に対する偏位量（位置ずれ）を求める。制御部 8 1 は、指標像 M a , M b の中間位置を角膜頂点位置 M o として、X Y 方向のアライメント基準位置 O に対する偏位量 d を求める。そして、この偏位量 d がアライメント完了の許容範囲に入るように、X Z 駆動部 7 及び Y 駆動部 6 の駆動制御による自動アライメントを作動する。

20

【 0 0 2 9 】

また、Z 方向のアライメント状態は、指標像 M a , M b の間隔と指標像 M c , M d の間隔とを比較することにより検出される。これは、無限遠光源と有限遠光源とにより角膜反射像を形成した場合、作動距離が変化しても無限遠の光源による角膜反射像の像高さは変化しないが、有限遠光源による像高さは作動距離の変化に伴って変化するという特性を利用するものである（この詳細は特開平 6 - 4 6 9 9 9 号公報参照）。Z 方向についても、X Y 方向と同じ考えで、Z 方向のアライメント基準位置に対する偏位量を求め、その偏位量がアライメント完了の許容範囲に入るように X Z 駆動部 7 の駆動制御による自動アライメントを作動する。

30

【 0 0 3 0 】

X Y Z 方向のアライメント状態がアライメント完了の条件を満足したら、制御部 8 1 は自動アライメントの作動を停止する。このとき、C C D カメラ 6 5 で撮像された前眼部像から瞳孔領域の大きさと視線方向が画像処理部 8 0 により検出され、瞳孔領域の大きさ情報を基にリングスリット 1 7 a , 1 7 b の切換えが制御され、またリングスリット 1 7 a , 1 7 b の切換えと視線方向の情報を基に、モニタ 8 に表示する眼底像の表示領域を電子的に制限するマスクのサイズが制御される。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、右眼のアライメントを完了させたときに C C D カメラ 6 5 で撮像される前眼部像の例である。まず、リングスリット 1 7 a , 1 7 b の切換えは、前眼部像 F から検出される瞳孔エッジ（すなわち瞳孔領域）P u が判定エリア T 2 より外側に有るか否かによって判定される。瞳孔エッジ P u は、簡易的には、撮影光軸である画像中心を基準に左右方向及び上下方向で検出される 4 点の瞳孔エッジを使用しても良い。判定エリア T 2 は、例えば、光軸中心に直径 4 m m として設定されているものである。瞳孔エッジ P u が判定エリア T 2 より外側にあれば、大リングスリット 1 7 a でも十分にリング照明光束が瞳孔を通して眼内に入射するので、大リングスリット 1 7 a を使用するものとして判定される。一方、瞳孔エッジ P u が判定エリア T 2 より内側にある場合は、大リングスリット 1 7 a のままであると、眼底画像の中心部が暗くなる。これは、画角 0 ° 付近に照明光の成分が眼

40

50

底に照明されないことによっておきる。したがって、この場合には、小リングスリット 17 b を使用するものとして判定される。

【0032】

尚、リングスリット 17 a , 17 b の切換えは、上記の様に瞳孔領域を検出して自動的に行う他、リングスリット 17 a , 17 b の切換えを行うスイッチ 84 a , 84 b により、瞳孔径の大きさに応じてリングスリット 17 a , 17 b の切換えを行うこともできる。

【0033】

視線方向については、前眼部像 F から検出される瞳孔中心 P 1 と指標像 M a , M b の中間位置である角膜頂点位置 M o との距離 R が視線判定距離 T 1 を超えるか否かで、後極部付近を中心とした撮影か周辺部の撮影かが判定される。視線判定距離 T 1 は、被検者の視線方向が撮影光軸方向か周辺方向かの境界を示す値で、予めメモリ 85 に記憶されている。瞳孔中心 P 1 は、例えば、瞳孔エッジの重心位置として求める。簡易的には、画像中心を基準に左右方向及び上下方向で瞳孔エッジを検出し、その検出された 4 点の重心位置として求めることができる。瞳孔中心 P 1 と角膜頂点位置 M o との距離 R が視線判定距離 T 1 を超えなければ、視線方向は撮影光軸に導かれているものとして、後極部付近を中心とした撮影であると判定される。すなわち、固視標 71 a が呈示されている状態である。一方、瞳孔中心 P 1 と角膜頂点位置 M o との距離 R が視線判定距離 T 1 を超えている場合は、周辺部の撮影であると判定される。この場合は、周辺撮影用に固視標 71 c ~ 71 h の何れかが呈示されている状態である。

10

【0034】

以上のリングスリット 17 a , 17 b の切換え判定と視線方向の検出とに基づいて、モニタ 8 に表示する眼底像の表示領域を電子的に制限する画像マスクのサイズは、図 7 のように制御される。後極部付近を中心とした撮影の場合（瞳孔中心 P 1 と角膜頂点位置 M o との距離が視線判定距離 T 1 を超えない場合）で、且つ大リングスリット 17 a を使用した場合には、図 7 (a) のように、マスクサイズを画角 45 ° に相当する大マスク 90 a とされる。後極部付近を中心とした撮影の場合で、且つ小リングスリット 17 b を使用した場合には、図 7 (b) のように、マスクサイズを画角 37 ° に相当する小マスク 90 b とする。

20

【0035】

周辺撮影の場合（瞳孔中心 P 1 と角膜頂点位置 M o との距離 R が視線判定距離 T 1 を超えている場合）における画像マスクのサイズについて説明する。通常の後極部付近を中心とした撮影では、図 8 (a) のように撮影光学系の軸 L 1 と眼の軸と一致しているが、周辺撮影の場合には、図 8 (b) のよう眼球が傾き、後極部中心の撮影に比べてリングスリットの結像性能が劣る。このため、後極部中心の撮影に比べて、眼底撮影の外周部には水晶体の反射光によるフレアが生じ易くなる。この対応として、周辺撮影の場合には、瞳孔領域の大きさに応じてリングスリット 17 a , 17 b を切換えると共に、後極部付近を中心とした撮影に対して、さらに画像マスクのサイズを小さくする。すなわち、周辺撮影の場合で、且つ大リングスリット 17 a を使用した場合には、図 7 (c) のように、マスクサイズを大マスク 90 a よりやや小さい画角 42 ° に相当する中マスク 90 c とする。周辺撮影の場合で、且つ小リングスリット 17 b を使用した場合には、図 7 (d) のように、マスクサイズを小マスク 90 a よりさらに小さい画角 34 ° に相当するマスク 90 d とする。なお、図 7 (c) 及び (d) は、乳頭部が左側に位置させるように、周辺撮影用の固視標 71 を選択した例である。

30

40

【0036】

上記では、周辺撮影か後極部付近中心かの判定を、画像処理部 80 が前眼部像に基づいて検出することで行ったが、もちろん、固視標呈示位置の入力信号である固視標 71 a ~ 71 h の選択信号をそのまま使用しても良い。

【0037】

また、上記ではアライメント完了検出時に、CCDカメラ 65 により撮像された瞳孔領域を判定エリア T 2 と比較することによりリングスリット及びマスクサイズの切換えを判

50

断をしたが、これに限らず、撮影された瞳孔を画像処理部 80 によって 2 値化し、2 値化した画像から瞳孔径を測定して、メモリ等に記憶された瞳孔径の閾値と比較することによって、瞳孔径の大小の判断をしてリングスリット及びマスクサイズを変更しても良い。

【0038】

アライメント完了後の動作を説明する。撮影部 3 の移動によりアライメントが完了すると、モニタ 8 の表示画像が前眼部像から眼底像に自動的に切換えられる。このとき、上記で説明したように、瞳孔領域の大きさの検出情報を基に照明光学系 10 にはリングスリット 17a 又は 17b が配置され、このリングスリット 17a, 17b の切換え判定と視線方向の検出（固視標呈示位置の入力情報）とに基づいて、モニタ 8 に表示される眼底観察像のマスクサイズが図 7 (a) ~ (d) の何れかに変えられる。また、CCD カメラ 38

10

【0039】

図 9 は、CCD カメラ 38 で撮像される眼底像の例であり、眼底像 R の中心にフォーカス視標投影光学系 40 によるフォーカス指標像 S1、S2 が投影されている。フォーカス指標像 S1, S2 は、フォーカスが合っていないときには分離され、フォーカスが合っているときに一致して投影される。フォーカス指標像 S1, S2 は、画像処理部 80 により検出処理され、その分離情報が制御部 81 に送られる。制御部 81 はフォーカス指標像 S1, S2 の分離情報を基に、両者が一致するように移動機構 39 を駆動制御して眼底のフォーカス合わせを行う。フォーカス合わせは検者の操作により手動でも可能である。

【0040】

20

検者は、モニタ 8 に表示される眼底像を観察し、フレア等の有無を確認し、必要に応じてジョイスティック 4 等を操作することでアライメントの微調整を行う。その後、撮影スイッチ 83 を押すことにより撮影が実行される。制御部 81 は挿脱機構 66 を駆動することによりダイクロイックミラー 24 及び平行板ガラス 23 を光路から離脱させると共に、撮影光源 14 を発光する。撮影光源 14 の発光により、眼底は可視光により照明され、眼底からの反射光は対物レンズ 25、孔あきミラー 22 の開口部、撮影絞り 31、フォーカシングレンズ 32、結像レンズ 33、ダイクロイックミラー 34 を経て CCD カメラ 35 に結像する。モニタ 8 の表示は画像処理部 80 によって CCD カメラ 35 で撮影されたカラーの眼底画像に切換えられる。このとき表示される眼底像においても、観察像と同じく、マスクサイズが図 7 (a) ~ (d) の何れかに変えられる。また、CCD カメラ 35

30

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】本発明に係る無散瞳型の眼底カメラの構成図である。

【図 2】撮影部に収納される光学系及び制御系の概略構成図である。

【図 3】光路分岐部材によって生じる光軸ずれと、平行板ガラスによる光軸ずれの補正を説明する図である。

40

【図 4】固視標の構成を説明する図である。

【図 5】前眼部観察用の CCD カメラで撮像された前眼部像を示す図である。

【図 6】視線方向と瞳孔径の判定を説明する図である。

【図 7】眼底像の表示領域を制限する画像マスクのサイズを説明する図である。

【図 8】撮影光学系の軸と眼の軸の関係を説明する図である。

【図 9】モニタに表示された眼底画像を示す図である。

【符号の説明】

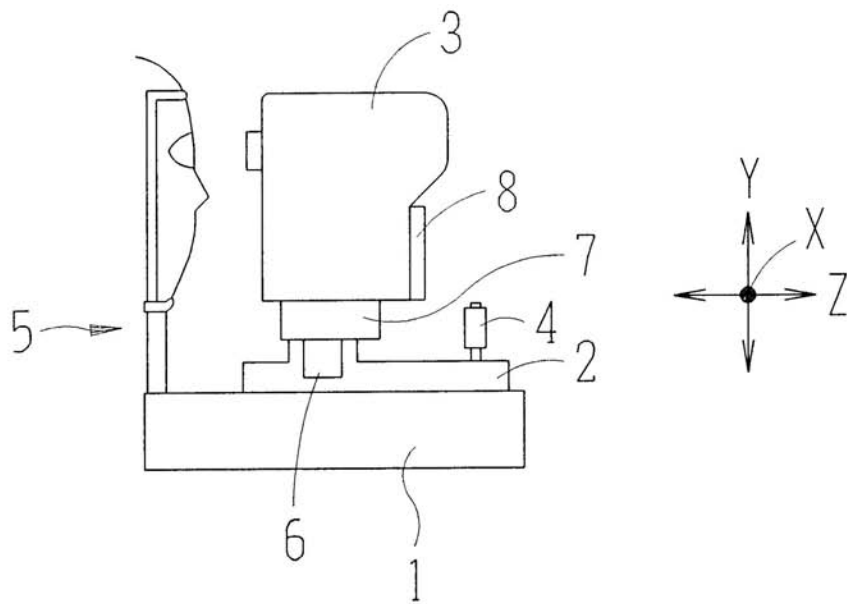
【0042】

8 モニタ

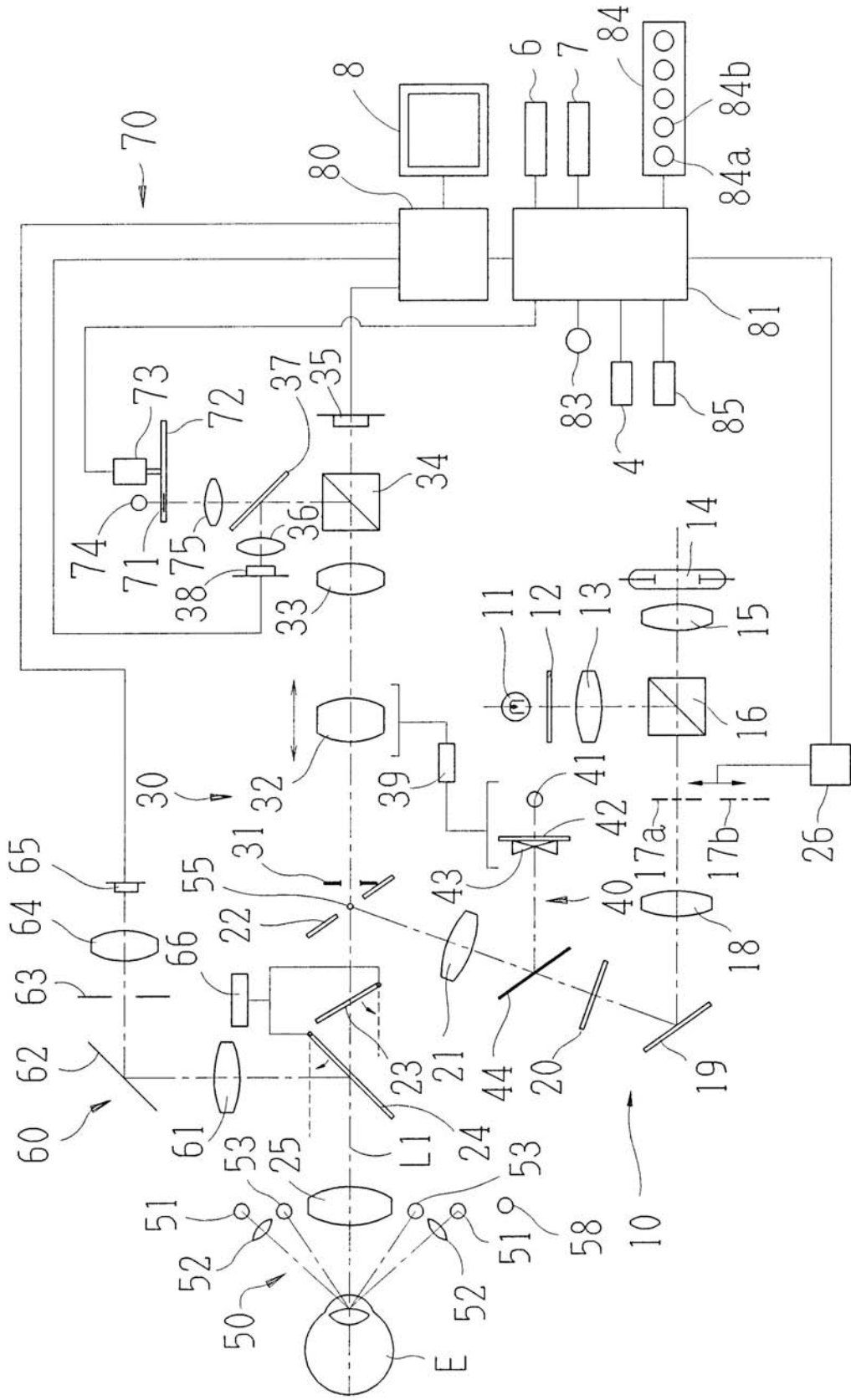
50

- 1 0 照明光学系
- 1 7 a 大リングスリット
- 1 7 b 小リングスリット
- 2 6 ソレノイド
- 3 5 C C Dカメラ
- 3 8 C C Dカメラ
- 7 1 固視標
- 7 1 a ~ h 固視標
- 7 2 視標板
- 7 3 モータ
- 8 0 画像処理部
- 8 1 制御部

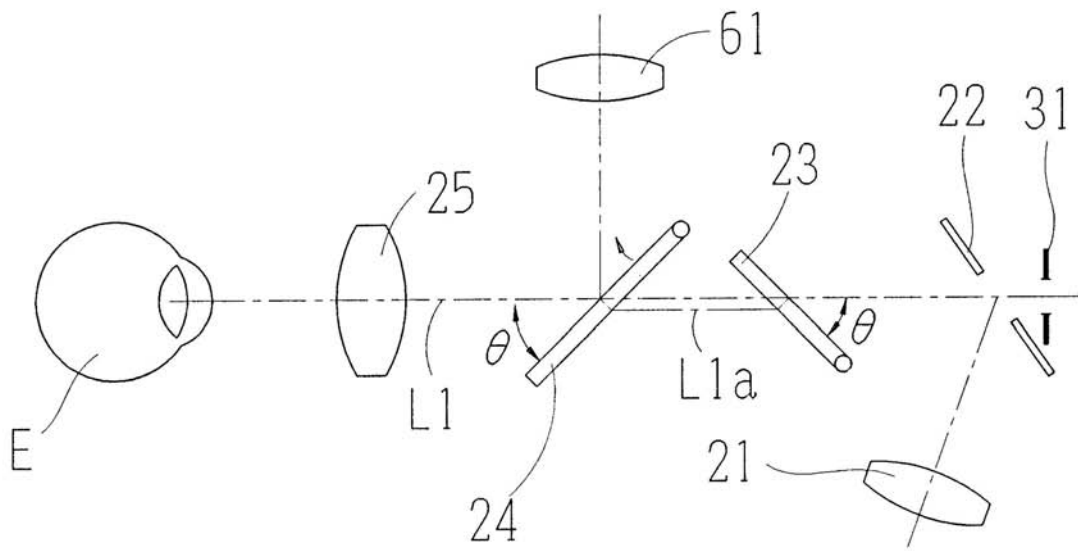
【図1】



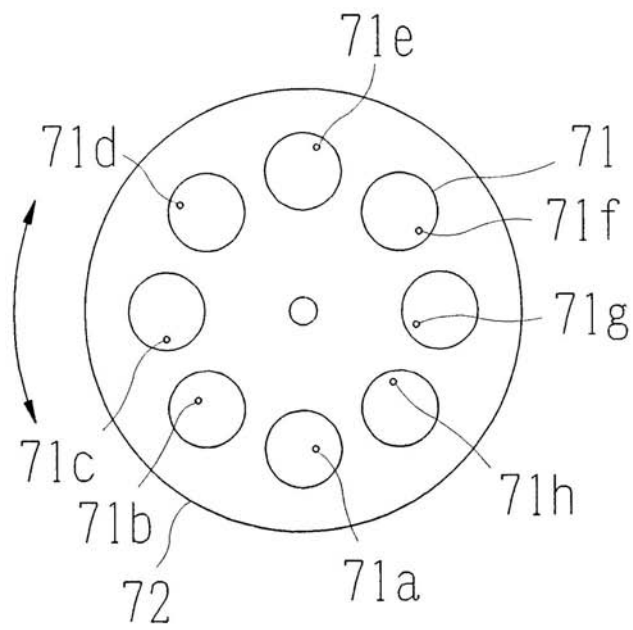
【図 2】



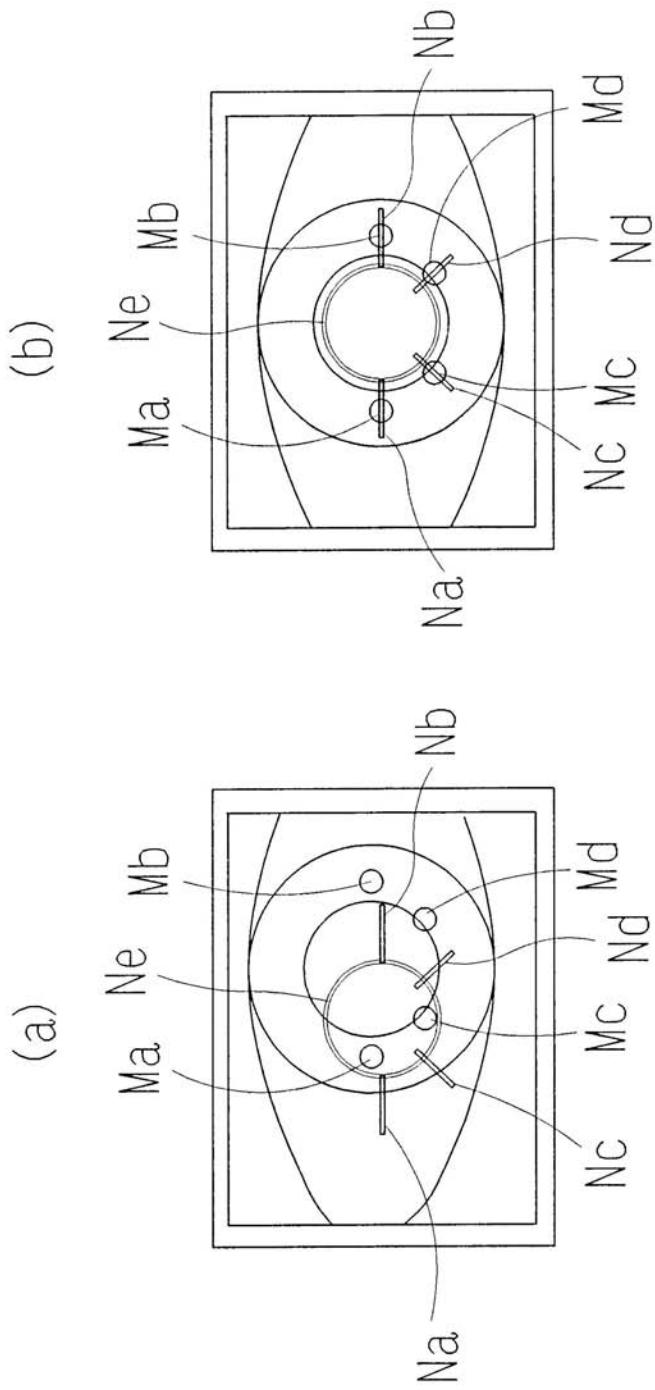
【 図 3 】



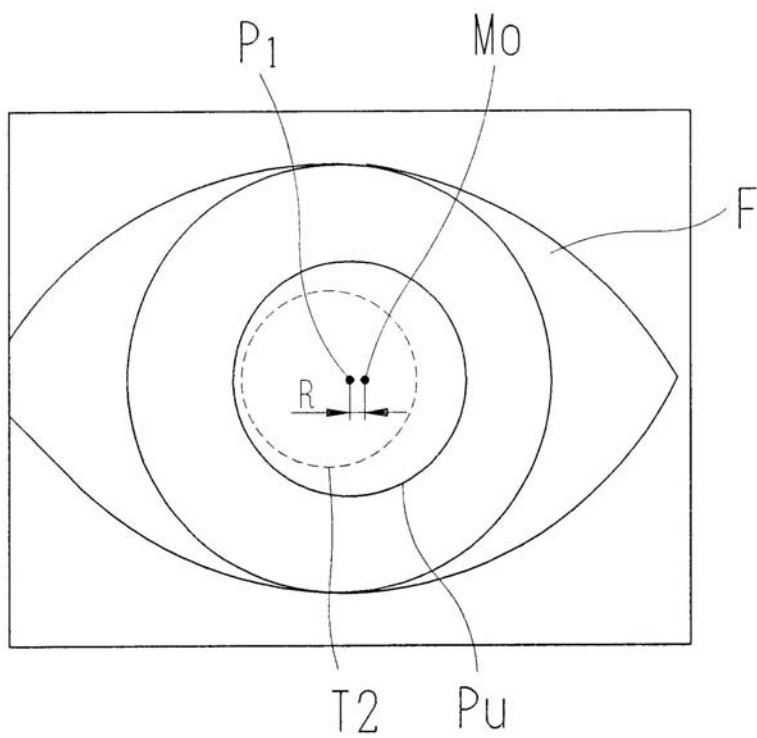
【 図 4 】



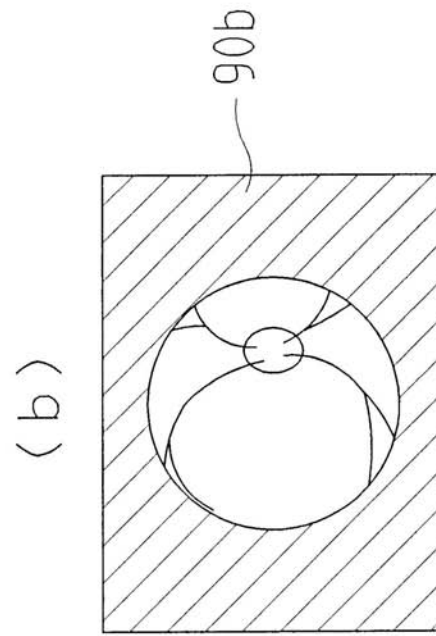
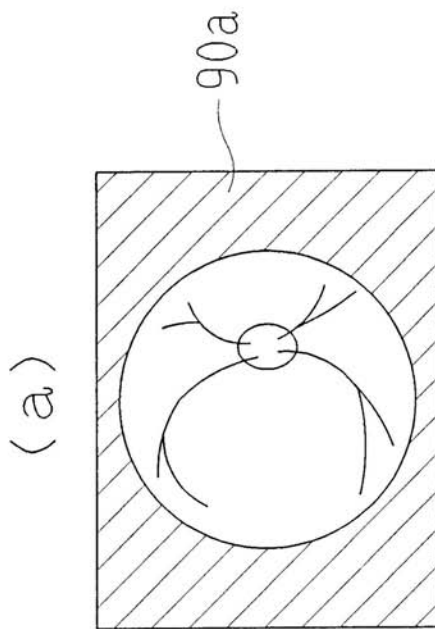
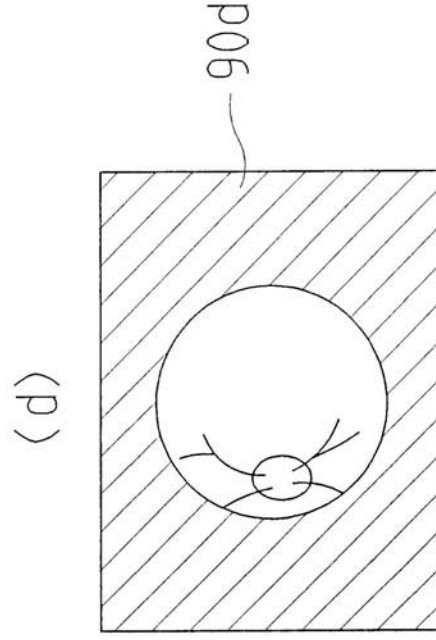
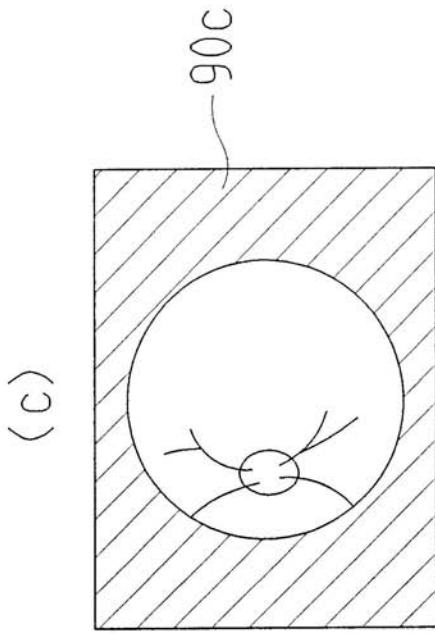
【 図 5 】



【 図 6 】

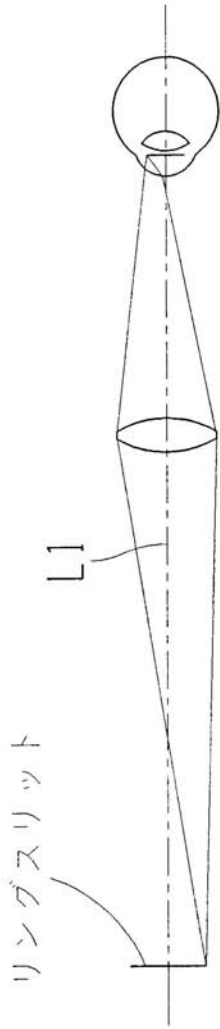


【図7】

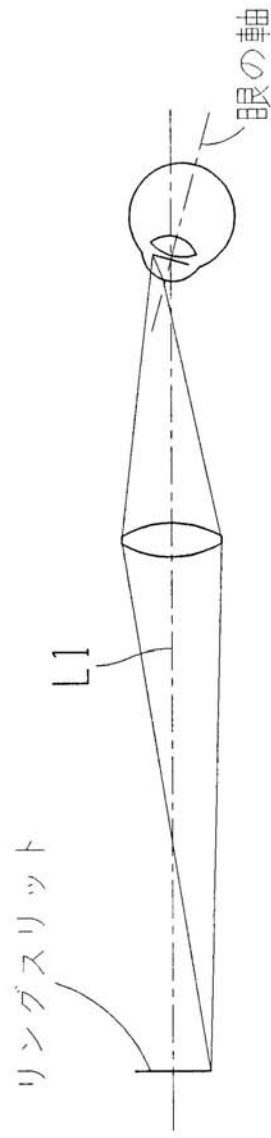


【図 8】

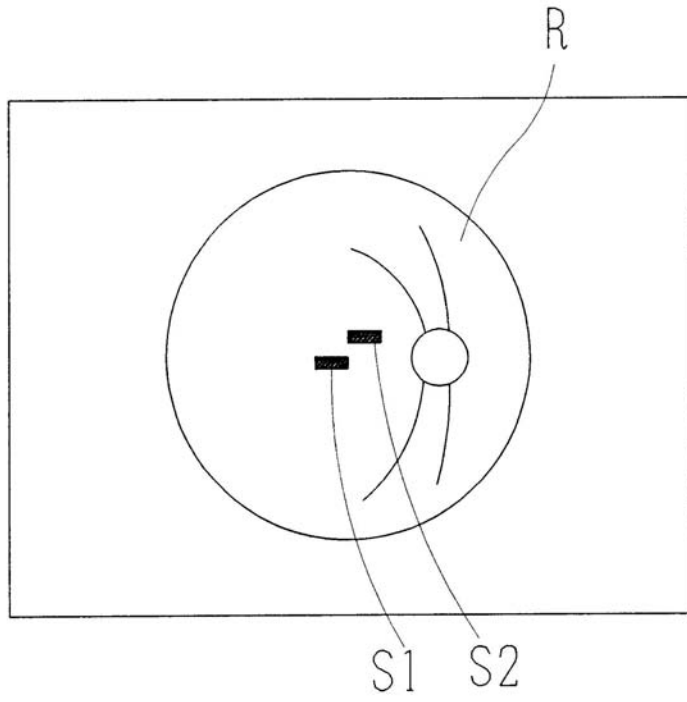
(a)



(b)



【 図 9 】



フロントページの続き

【要約の続き】