

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5748129号
(P5748129)

(45) 発行日 平成27年7月15日 (2015. 7. 15)

(24) 登録日 平成27年5月22日 (2015. 5. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 3/13 (2006.01)

A 6 1 B 3/12

A

請求項の数 20 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-530179 (P2012-530179)	(73) 特許権者	512043784
(86) (22) 出願日	平成22年9月29日 (2010. 9. 29)		オーダー オーエス ゲーエムベーハー
(65) 公表番号	特表2013-505752 (P2013-505752A)		ドイツ連邦共和国、テルトー 1 4 5 1 3
(43) 公表日	平成25年2月21日 (2013. 2. 21)		、バルテストラッセ 2 1
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/006037	(74) 代理人	110000877
(87) 国際公開番号	W02011/038937		龍華国際特許業務法人
(87) 国際公開日	平成23年4月7日 (2011. 4. 7)	(72) 発明者	アムサー、ケーウウェ
審査請求日	平成25年9月24日 (2013. 9. 24)		ドイツ連邦共和国、テルトー 1 4 5 1 3
(31) 優先権主張番号	09075450.8		、バルテストラッセ 2 1 オーダー オーエス ゲーエムベーハー内
(32) 優先日	平成21年9月29日 (2009. 9. 29)	(72) 発明者	リエスフィールド、ベン
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		ドイツ連邦共和国、テルトー 1 4 5 1 3
(31) 優先権主張番号	61/246, 745		、バルテストラッセ 2 1 オーダー オーエス ゲーエムベーハー内
(32) 優先日	平成21年9月29日 (2009. 9. 29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検眼鏡及び目を観察する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

目を観察するための検眼鏡であって、
 前記目の一領域の中間実像を中間像面に生成するための収束第 1 レンズ系と、
 観察装置内部の結像面に前記中間実像を結像し、前記観察装置の開口部を前記目の瞳孔に結像させるための結像光学系を有する前記観察装置と
 を備え、
 前記第 1 レンズ系と前記瞳孔との間のワーキングディスタンスを大きくするべく及び/
 又は視野角を大きくするべく、前記第 1 レンズ系と前記観察装置の前記結像光学系との間に、発散第 2 レンズ系が設けられ、
 前記第 2 レンズ系は、1 つの発散レンズを有し、前記中間像面は、前記 1 つの発散レンズ内に配置されることを特徴とする検眼鏡。

【請求項 2】

目を観察するための検眼鏡であって、
 前記目の一領域の中間実像を中間像面に生成するための収束第 1 レンズ系と、
 観察装置内部の結像面に前記中間実像を結像し、前記観察装置の開口部を前記目の瞳孔に結像させるための結像光学系を有する前記観察装置と
 を備え、
 前記第 1 レンズ系と前記瞳孔との間のワーキングディスタンスを大きくするべく及び/
 又は視野角を大きくするべく、前記第 1 レンズ系と前記観察装置の前記結像光学系との間

に、発散第 2 レンズ系が設けられ、

前記中間像面は、前記第 1 レンズ系と前記第 2 レンズ系との間の第 1 間隔、又は、前記第 2 レンズ系と前記結像光学系との間の第 2 間隔に配置され、

前記第 2 レンズ系内の放射力を低減させると同時に、大きなワーキングディスタンスを確保するべく、前記中間像面は、前記第 1 レンズ系に面する前記第 2 レンズ系の一面から 1 mm から 20 mm の距離で前記第 1 間隔内に配置される、又は、前記中間像面は、前記結像光学系に面する前記第 2 レンズ系の一面から 1 mm から 20 mm の距離で前記第 2 間隔内に配置されることを特徴とする検眼鏡。

【請求項 3】

目を観察するための検眼鏡であって、

前記目の一領域の中間実像を中間像面に生成するための収束第 1 レンズ系と、

観察装置内部の結像面に前記中間実像を結像し、前記観察装置の開口部を前記目の瞳孔に結像させるための結像光学系を有する前記観察装置と

を備え、

前記第 1 レンズ系と前記瞳孔との間のワーキングディスタンスを大きくするべく及び / 又は視野角を大きくするべく、前記第 1 レンズ系と前記観察装置の前記結像光学系との間に、発散第 2 レンズ系が設けられ、

迷光を抑制するべく、前記第 2 レンズ系に含まれる少なくとも 1 つのレンズが、前記中間像面に対して傾けられていることを特徴とする検眼鏡。

【請求項 4】

目を観察するための検眼鏡であって、

前記目の一領域の中間実像を中間像面に生成するための収束第 1 レンズ系と、

観察装置内部の結像面に前記中間実像を結像し、前記観察装置の開口部を前記目の瞳孔に結像させるための結像光学系を有する前記観察装置と

を備え、

前記第 1 レンズ系と前記瞳孔との間のワーキングディスタンスを大きくするべく及び / 又は視野角を大きくするべく、前記第 1 レンズ系と前記観察装置の前記結像光学系との間に、発散第 2 レンズ系が設けられ、

前記第 2 レンズ系に含まれる前記 1 つのレンズが、前記中間像面に対して 0 ° から 45 ° の範囲の角度で傾けられていることを特徴とする検眼鏡。

【請求項 5】

目を観察するための検眼鏡であって、

前記目の一領域の中間実像を中間像面に生成するための収束第 1 レンズ系と、

観察装置内部の結像面に前記中間実像を結像し、前記観察装置の開口部を前記目の瞳孔に結像させるための結像光学系を有する前記観察装置と

を備え、

前記第 1 レンズ系と前記瞳孔との間のワーキングディスタンスを大きくするべく及び / 又は視野角を大きくするべく、前記第 1 レンズ系と前記観察装置の前記結像光学系との間に、発散第 2 レンズ系が設けられ、

前記中間像面は、前記第 2 レンズ系内部、又は、前記第 2 レンズ系と前記結像光学系との間の間隔に配置されることを特徴とする検眼鏡。

【請求項 6】

前記検眼鏡は、前記目の眼底を観察することを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の検眼鏡。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ系内の放射力を低減させると同時に、大きなワーキングディスタンスを確保するべく、前記中間像面は、前記結像光学系に面する前記第 2 レンズ系の一面の近傍の前記間隔内に配置されることを特徴とする請求項 5 に記載の検眼鏡。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ系は、2 つの発散レンズを含み、前記中間像面は、前記第 2 レンズ系内

10

20

30

40

50

の前記 2 つの発散レンズの間の中間領域に配置されることを特徴とする請求項 5 に記載の検眼鏡。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ系の結像特性を改善するべく、前記第 1 レンズ系は、非球面形状の曲面を有するレンズを含むことを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の検眼鏡。

【請求項 10】

前記第 2 レンズ系の結像特性を改善するべく、前記第 2 レンズ系は、非球面形状の曲面を有するレンズを含むことを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の検眼鏡。

【請求項 11】

前記観察装置は、電気画像信号を生成するべく、前記結像面に配置された光検出センサを有することを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか一項に記載の検眼鏡。

10

【請求項 12】

前記検眼鏡は、前記第 1 レンズ系と前記第 2 レンズ系との間の第 1 中間領域に、ミラー、ビームスプリッタ及びその他のレンズの少なくとも 1 つを含まないことを特徴とする請求項 1 から 11 の何れか一項に記載の検眼鏡。

【請求項 13】

前記検眼鏡は、前記目と前記第 1 レンズ系との間の中間領域に、ミラー、ビームスプリッタ及びその他のレンズの少なくとも 1 つを含まないことを特徴とする請求項 1 から 12 の何れか一項に記載の検眼鏡。

【請求項 14】

20

前記目における前記領域が前記中間像面及び前記結像面に結像される以外には、他の画像が提供されないことを特徴とする請求項 1 から 13 の何れか一項に記載の検眼鏡。

【請求項 15】

検眼鏡を使用して、目を観察する方法であって、

前記目で反射された観察光線が、前記検眼鏡の第 1 レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、前記中間像は、前記検眼鏡の観察装置の結像光学系によって結像面に結像され、前記観察光線は、前記第 1 レンズ系と前記結像光学系との間の光路において第 2 レンズ系によって発散され、前記第 2 レンズ系は、1 つの発散レンズを有し、前記中間像面は、前記 1 つの発散レンズ内に配置され、更に、前記観察装置の開口は、前記目の瞳孔内に結像されることを特徴とする方法。

30

【請求項 16】

検眼鏡を使用して、目を観察する方法であって、

前記目で反射された観察光線が、前記検眼鏡の第 1 レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、前記中間像は、前記検眼鏡の観察装置の結像光学系によって結像面に結像され、前記観察光線は、前記第 1 レンズ系と前記結像光学系との間の光路において第 2 レンズ系によって発散され、前記中間像面は、前記第 1 レンズ系と前記第 2 レンズ系との間の第 1 間隔、又は、前記第 2 レンズ系と前記結像光学系との間の第 2 間隔に配置され、前記第 2 レンズ系内の放射力を低減させると同時に、大きなワーキングディスタンスを確保するべく、前記中間像面は、前記第 1 レンズ系に面する前記第 2 レンズ系の一面から 1 mm から 20 mm の距離で前記第 1 間隔内に配置される、又は、前記中間像面は、前記結像光学系に面する前記第 2 レンズ系の一面から 1 mm から 20 mm の距離で前記第 2 間隔内に配置され、更に、前記観察装置の開口は、前記目の瞳孔内に結像されることを特徴とする方法。

40

【請求項 17】

検眼鏡を使用して、目を観察する方法であって、

前記目で反射された観察光線が、前記検眼鏡の第 1 レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、前記中間像は、前記検眼鏡の観察装置の結像光学系によって結像面に結像され、前記観察光線は、前記第 1 レンズ系と前記結像光学系との間の光路において第 2 レンズ系によって発散され、前記第 2 レンズ系に含まれる少なくとも 1 つのレンズが、迷光を抑制するべく前記中間像面に対して傾けられており、更に、前記観察装置の開口は、

50

前記目の瞳孔内に結像されることを特徴とする方法。

【請求項 18】

検眼鏡を使用して、目を観察する方法であって、

前記目で反射された観察光線が、前記検眼鏡の第 1 レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、前記中間像は、前記検眼鏡の観察装置の結像光学系によって結像面に結像され、前記観察光線は、前記第 1 レンズ系と前記結像光学系との間の光路において第 2 レンズ系によって発散され、前記第 2 レンズ系に含まれる前記 1 つのレンズが、前記中間像面に対して 0° から 45° の範囲の角度で傾けられており、更に、前記観察装置の開口は、前記目の瞳孔内に結像されることを特徴とする方法。

【請求項 19】

検眼鏡を使用して、目を観察する方法であって、

前記目で反射された観察光線が、前記検眼鏡の第 1 レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、前記中間像は、前記検眼鏡の観察装置の結像光学系によって結像面に結像され、前記観察光線は、前記第 1 レンズ系と前記結像光学系との間の光路において第 2 レンズ系によって発散され、前記中間像面は、前記第 2 レンズ系内部、又は、前記第 2 レンズ系と前記結像光学系との間の間隔に配置され、更に、前記観察装置の開口は、前記目の瞳孔内に結像されることを特徴とする方法。

【請求項 20】

前記方法は、前記目の眼底を観察することを特徴とする請求項 15 から 19 の何れか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、目を観察するための検眼鏡に関し、目を観察する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

目の観察、特に眼底の観察は、通常、目の病気の診断及び病気の治療に必要である。具体的な病気の例としては、加齢性黄斑変性症、糖尿病性網膜症が挙げられる。医師による網膜の直接観察、眼底画像といった診断方法によって、このような病気の早期発見が可能であるが、蛍光画像又は光コヒーレンス・トモグラフィーには、目の瞳孔の小さな開口部を介して眼底を観察及び撮像することから、特別な光学技術が必要である。

【0003】

網膜の病気の治療では、網膜の症状を有する部位にレーザー照射がしばしば行われる。この治療では、レーザー光線を目の中に照射し、瞳孔を介して照射を行うべき部位に焦点を合わせる必要がある。このような治療の最中には、網膜の観察を行うことも必要となる。

【0004】

このような目的で目を直接観察するのに使用される光学要素は、眼底の光学画像を取得する精度を左右する。一般的に、眼底を観察するのに細隙灯（スリットランプ）が使用される。検眼鏡レンズを使用して、眼底を中間像面に結像させる方法については、例えば、米国特許第 5,526,189 号公報に記載されている。そして、この中間像面は、実体顕微鏡によって観察される。眼底は、スリット照明によって照明され、照明光が検眼鏡を通過して眼に照射される。細隙灯を使用する場合の眼底観察の欠点として、網膜に対してスリット形状に視野が限定されてしまうこと、及び、検眼鏡のレンズ及び患者の角膜に照明が反射してしまい、眼底の画像と重なって干渉するアーチファクトが発生することが挙げられる。

【0005】

また、検査及び治療の記録のために、眼底の画像を記録する必要がある。このために、例えば、眼底カメラ及び間接検眼鏡が使用される。検眼鏡のレンズ系を集光させて、眼底の中間像を形成し、ダウンストリームに設けられる結像光学系により結像面に結像させ、

10

20

30

40

50

この結像面に、電子光電性センサを配置する。

【0006】

間接検眼鏡を使用して眼底の観察を行うには、次のようなパラメータ及び境界条件が関係する。目から出射する2つの光線が、検眼鏡により結像面において結像される最大角度によって特徴付けられる視野角は、眼底の視野を最大にするべく可能な限り大きくされ、光検出センサのサイズ及び検眼鏡の結像光学系の構造サイズは、医師と治療を受ける患者との距離を可能な限り短く（腕の長さよりも短く）するべく、小さく抑えることが求められる。また、関係するパラメータとして、結像品質が挙げられ、散瞳薬を使用しない検査が望ましいとされることから、規則により、検査される目の瞳孔の直径は、4 mmより小さく、検眼鏡と目との間のワーキングディスタンス（動作距離）は、目の角膜と目と面する入射レンズ（entrance lens）の表面との距離によって規定され、このワーキングディスタンスは可能な限り大きいことが望ましく、これは、検眼鏡と目との間に問題なくその他の光学要素を配置することが可能となるためである。また、検眼鏡が自由に動けるように、検眼鏡と患者の鼻及び額との距離も、大きく設けられる。上記のような条件は、密接に相関しており、これらのパラメータのうちの1つを変更すると、その他のパラメータにも影響が出る。

10

【0007】

例えば、対角サイズが約0.5インチ以下である費用効率の高いセンサを選択すると、このセンサ上での眼底の中間像は、多くの場合、小さなサイズとなってしまう。この場合、構造的長さの大きい結像光学系が必要となり、その結果、医師と患者との距離が大きくなる、又は、短い焦点距離の光学要素を使用することが考えられるが、これでは高い結像品質は達成できない。大きなワーキングディスタンスを達成する1つの方法として、検眼鏡に、大きな焦点距離を有する対物レンズを選択することが考えられる。しかしながら、中間像のサイズは、対物レンズの焦点距離に対応するため、中間像が大きすぎると、ダウンストリームに設けられるそのままの光学系におけるセンサでは、完全に検出することができなくなる。したがって、検眼鏡のコストを上昇させることになるが大きなサイズのセンサを選択するか、ダウンストリームに設けられる光学系を上記したように中間像のサイズの減少に合わせるかする必要があり、後者の場合、構造的な長さが大きくなる、又は、上記のような欠点を含め、大きく屈折する光学要素を使用することになる。

20

【0008】

中間像の形成に加えて、検眼鏡の対物レンズに、マックスウェル照明を可能とすることも目的とされ、それにより、通常は結像光学系の開口部である装置の瞳が、検査される目の動向に結像される。マックスウェル照明は、瞳結像とも称され、目の瞳孔の付近における目の角膜における観察光路と照明光路との空間的な分離を可能とする。上記の光路の空間的分離により、目の角膜及び対物レンズ表面における反射が、眼底の像内において、眼底からの反射と重なることがないようにすることができる、すなわち、観察光が、目からの明瞭な像情報を搬送することを可能とする。更に、瞳結像により、目の大きな領域が検眼鏡のセンサ上に結像されることから、大きな視野角（field angle）を可能にする。しかしながら、瞳結像は、ワーキングディスタンスの精度の高い調整を必要とする。検眼鏡が目から離れて配置される場合、開口が、瞳孔の外側の目の正面に結像される。この場合、視野角が小さくなり、上記したように、観察光路から迷光を取り除くことができない。

30

40

【発明の概要】

【0009】

本発明は、目、特に眼底を観察するための検眼鏡であって、大きなワーキングディスタンス及び大きな視野角を達成すると同時に検眼鏡の構造的長さを最大限小さくし、良好な瞳結像を可能とする検眼鏡を提案する。また、小さなセンサで高い結像品質を達成できる。また、これに対応する目の観察方法も提案される。

【0010】

このような目的は、本発明に係る独立請求項に記載される特徴を有する検眼鏡及び方法によって達成される。本発明の有益な実施形態は、従属請求項の特徴でもある。

50

【 0 0 1 1 】

本発明に係る目を観察する検眼鏡は、目の一領域の中間実像を中間像面に生成する収束（正に屈折させる）第1レンズ系と、観察装置内の結像面に中間実像を結像させ目の瞳孔に観察装置の開口を結像させるための結像光学系を有する観察装置とを供え、第1レンズ系と結像光学系との間には、第1レンズ系と瞳孔との間のワーキングディスタンス及び視野角を大きくするべく発散（負に屈折させる）第2レンズ系が設けられる。

【 0 0 1 2 】

第1レンズ系は、少なくとも1つの収束（正に屈折させる）レンズを含み、第2レンズ系は、少なくとも1つの発散（負に屈折させる）レンズを含む。両レンズ系は、更なるレンズを含んでもよい。収束（正に屈折させる）レンズ系により、少なくとも1つのレンズを有する系は、互いに平行に進む光線を収束させ、正に屈折させるレンズ系を通過させる。また、負に屈折させるレンズ系により、少なくとも1つのレンズを有する系は、このレンズ系を通過する光線を屈折及び発散させる。

10

【 0 0 1 3 】

本発明に係る第2発散レンズを配置することにより、瞳結像を達成するのに必要なワーキングディスタンスを大きくすることができ、ここで、ワーキングディスタンスは、上記したように、目の角膜と第1レンズ系の入射レンズの目と面する面との間の距離で規定される。より詳細には、本発明により達成可能なワーキングディスタンスは、第2レンズ系を有さない従来の検眼鏡のワーキングディスタンスに対応する、上記面と目に面する第1レンズ系の焦点との距離よりも大きい。既に述べたように、ワーキングディスタンスを大きくすることにより、コンタクトレンズのようなその他のデバイスを検眼鏡と目との間に用意に配置でき、有用である。大きな視野角を達成することができ、また、検眼鏡における可動空間を大きくすることができることから、特に、患者の鼻及び額との距離を大きくすることができる。

20

【 0 0 1 4 】

更に、第2レンズ系内の中間像面が、第1レンズ系と第2レンズ系との間の第1間隔で又は第2レンズ系と結像光学系との間の第2間隔で配置される場合には、特に良好な光学結像特性を提供することができる。

【 0 0 1 5 】

第2レンズ系は、単体のレンズを備える場合は、中間像面がそのレンズを通過する場合に、中間像が第2レンズ系に位置する。第2レンズ系が複数のレンズを備える場合には、中間像が、両方のレンズの間に位置する又は少なくともこれら両レンズの一方を通過する場合に、中間像が第2レンズ系内に位置する。同様のことが、第1レンズ系及び結像光学系にも言える。中間像が、第1レンズ系に面する第2レンズ系の一面と第2レンズ系に面する第2レンズ系の一面との間に位置するが、第1レンズ系及び第2レンズ系内部に位置しない場合には、中間像が、第1レンズ系と第2レンズ系との間の第1間隔にある。中間像が、結像光学系に面する第2レンズ系の一面と第2レンズ系に面する結像光学系の一面との間に位置するが、第2レンズ系及び結像光学系内部に位置しない場合には、中間像が、第2レンズ系と結像光学系との間の第2間隔にある。

30

【 0 0 1 6 】

一実施形態において、第2レンズ系は、1つの発散レンズを有し、中間像は、この発散レンズ内に配置される。中間像において1つの発散レンズを使用することにより、ワーキングディスタンスを通常よりも長くすることができる。一方、中間像面に中間像を結像させる第1レンズ系の焦点距離はそのままに維持することができ、例えば、中間像を第2レンズ系によってシフトさせず、更に中間像を拡大させないことにより、第2レンズ系のダウンストリームに結像光学系を設ける必要がない。

40

【 0 0 1 7 】

本発明に係る検眼鏡の別の実施形態では、第1間隔における中間像面は、第1レンズ系に面する第2レンズ系の一面の付近に配置される、又は、第2間隔における中間像面は、結像光学系に面する第2レンズ系の一面の付近に配置される。このようにすることで、第

50

2 レンズ系内の放射力を低減することができる。特に、目のレーザー治療を行う場合に有効であり、中間像面においてレーザー強度が通常より強くなることから、放射力を低減させることにより第2 レンズ系を保護することができる。特に眼底の治療では、治療用レーザー光線が眼底に集光され、可能な限り高い放射力で眼底の照射が行われる。レーザー光線の焦点を眼底に合わせることは、レーザー光を中間像面に集光させることを意味する。

【0018】

目と第1 レンズ系との間のワーキングディスタンスを可能な限り大きくし、中間像面の位置を変更せず、可能であれば中間像を大きくしないということを同時に達成するために、一実施形態では、第1 間隔における中間像面は、第1 レンズ系に面する第2 レンズ系の一面に対して、1 mm から 20 mm の距離に配置される、又は、第2 間隔における中間像面は、結像光学系に面する第2 レンズ系の一面に対して、1 mm から 20 mm の距離に配置される。別の実施形態では、上記距離は、5 mm から 15 mm の間である。

10

【0019】

本明細書で示される種類の検眼鏡の一実施形態では、少なくとも2 つのレンズを備え、この2 つのレンズの間隔に中間像面が配置される第2 レンズ系を提供する。また、第2 レンズ系のレンズ材料中の治療用レーザー光の放射力を低減させることができると同時に、ワーキングディスタンスを大きくすることができる。

【0020】

本発明の別の構成では、第2 レンズ系には少なくとも1 つのレンズが含まれ、中間像面に対して傾けて配置される。このようにすることで、観察光から迷光を取り除くことができ、検眼鏡の画像品質を向上させることができる。望ましくは、傾けて配置されるレンズと中間像面との間の対応する回転角度は、0 ° から 45 ° の範囲である。別の実施形態では、回転角度は、5 ° から 15 ° の範囲である。これに替えて又はこれに加えて、第1 レンズ系に含まれる複数のレンズが、傾けて設けられていてもよい。

20

【0021】

本発明の一実施形態では、表面が非球面に形成された曲面を有するレンズを含む第1 レンズ系が提供される。これは、最低限の光学面数で、瞳孔及び眼底の結像を最適化して行うためである。レンズ表面の非球面形状により、全ての視角について局所的な最適化が可能となることから、非球面を使用した最適化は有用である。非球面の使用では、光線の入射高さに応じて非球面表面の屈曲の局所半径を選択してもよい。ここで、光線の入射高さは、レンズの（回転対称性に関する）対称軸と、レンズに入射する光線の入射点との間の距離として規定される。

30

【0022】

検眼鏡の結像特性の最適化に関して、更なる球面レンズを使用した場合と比較して、非球面レンズを使用した場合には、更にレンズ面（光学面）を設ける必要がなく、したがって、レンズ面における更なる光の反射を回避することができる。

【0023】

本発明の別の実施形態では、非球面形状の曲面を有するレンズを含む第2 レンズ系が提供される。また、このレンズの非球面形状は、上記のような目的で使用される。望ましい実施形態では、第1 レンズ系及び第2 レンズ系はそれぞれ、このような非球面形状の面を有するレンズを含む。

40

【0024】

本発明の更なる実施形態では、電気画像信号を生成するべく、像面に配置される光検出センサを備える観察装置を提供する。このようなセンサは、デジタル画像処理に適用可能である。デジタル画像処理を行える検眼鏡は、以下では詳細に説明しないが、複数の補助的診断機能を提供する。

【0025】

検眼鏡の有益な実施形態では、ミラー、ビームスプリッタ及び/又は第1 レンズ系と第2 レンズ系との間の中間領域におけるその他のレンズを含まない検眼鏡を提供する。このように、構成を単純にすることができコストを抑制でき、且つ、使用する光学面の数を抑

50

えることにより迷光及び望ましくない光の反射を低減することができるため、特に高い画像品質を提供できる。同様な理由により、本発明の別の実施形態では、ミラー、ビームスプリッタ及び／又は目と第１レンズ系との間の間隔におけるその他のレンズを含まない検眼鏡を提供する。

【００２６】

高い結像品質及び迷光の低減を実現できる本発明の単純な実施形態では、目、中間像面及び結像面における一領域の結像以外には、目の結像が提供されない。

【００２７】

本発明に係る、本明細書で説明される種類の検眼鏡を使用して目を観察する方法は、目で反射された観察光線は、検眼鏡の第１レンズ系によって中間像として中間像面に結像され、中間像は、結像面に設けられる検眼鏡の観察装置の結像光学系によって画像化され、観察光線は、第１レンズ系と結像光学系との間の光路において第２レンズ系によって発散され、観察装置の開口は、目の瞳孔内に結像される。一実施形態において、この種の検眼鏡を使用して上記方法が実行される。

10

【００２８】

以下、本発明を特定の実施形態を参照して詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】本明細書で提案される種類の検眼鏡による眼底の結像を示した図である。

【図２】本明細書で提案される種類の検眼鏡による瞳孔の結像を示した図である。

20

【図３】第２レンズ系の１つのレンズ内に中間像面を有する本明細書で提案される種類の検眼鏡を示した図である。

【図４】中間像面に対して傾いたレンズを有する本明細書で提案される種類の検眼鏡を示した図である。

【図５】第１レンズ系と第２レンズ系との間の第１間隔における中間像面を有する本明細書で提案される種類の検眼鏡を示した図である。

【図６】第２レンズ系内に中間像面を有する本明細書で提案される種類の検眼鏡を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【００３０】

30

図１には、目２を観察するための本明細書で提案される種類の検眼鏡１の特定の実施形態が概略的に示されている。検眼鏡１は、目の一領域４の中間実像５を中間像面５に生成するための収束第１レンズ系３、及び、観察装置６内部の結像面８に中間実像５を結像し、観察装置６の開口部９を目４の瞳孔に結像させるための結像光学系７を有する観察装置６とを備える。この特定の実施形態における結像光学系７は、２つの収束レンズ１１、１２を含む。高結像品質を達成するべく、より複雑な実施形態では、レンズ１１及び１２のような単体のレンズの代わりに、複数のレンズによってそれぞれ構成されるレンズ系を備える。

【００３１】

検眼鏡は更に、発散第２レンズ系１３を備え、中間像面５は、この第２レンズ系１３内部を通過する。本明細書で提示される実施形態では、第２レンズ系１３は、１つの発散レンズ１３を含む。

40

【００３２】

図１に概略的に示される光路は、瞳結像を例示しており、より詳細には、開口９が目の瞳孔１０に結像され、開口９から出射する１つの発散光線１４は、瞳孔１０上に集光される。特に目の大きな領域４が、瞳結像によって、照明及び観察される。領域４のサイズは、大きな視野角に対応する。本明細書に提示される実施形態では、視野角５０°は、眼底１５において約１６ｍｍの直径を有する領域４に対応する。

【００３３】

この実施形態では、第１収束レンズ系３は、１つの単体の収束レンズ３を含み、このレ

50

ンズは、検眼鏡 1 の入射レンズであって、大きな観察角（視野角）で検眼鏡の結像特性を改善するべく非球面形状を有する。検眼鏡 1 は更に、電気画像信号を生成するべく、結像面 8 に配置された光検出センサ 16 を備える。検眼鏡 1 は更に、画像処理機能を実行するためのデジタル処理ユニット（図示せず）を備える。

【0034】

図 2 には、図 1 で説明した検眼鏡 1 が示されている。図 2 では、眼底の結像を行う場合が例示されており、目の眼底 15 から出射する光が、第 1 収束レンズ系 3 により中間像面 5 に結像される。この光線は、結像光学系 7 の第 1 収束レンズ 11 により平行化されて、開口 9（開口絞り）によって空間的に制限された後、結像光学系 7 における第 2 収束レンズ 12 によってセンサ 16 上の結像面 8 に結像される。

10

【0035】

このように、本明細書で説明される検眼鏡 1 の第 1 レンズ系 2 及び第 2 レンズ系 13 は、観察装置 6 のセンサ 16 に目 2 の眼底 15 を結像させると同時に、開口 9 を目 2 内部の角膜 18 の背後に位置する瞳孔 10 に結像させることができる。

【0036】

更に、第 2 レンズ系に含まれる発散レンズ 13 により、第 1 レンズ系と目 2 との間のワーキングディスタンスは、以下に図面を参照して詳細に説明するように、大きくすることができる。

【0037】

この実施形態では、中間像面 5 は、レンズ系 13 の内部に配置される。別の実施形態では、中間像面（5）は、第 1 レンズ系（3）と第 2 レンズ系（13）との間の第 1 間隔（19）、又は、第 2 レンズ系（13）と結像光学系（7）との間の第 2 間隔（19'）に位置する。

20

【0038】

図 3 は、図 1 及び図 2 を参照して説明した検眼鏡の断面図である。図 3 では、目 1 の眼底 15 上の観察領域 4 から出射する複数の光線 17 の光路が描かれている。始めに、眼底 15 からの光は、瞳孔 10 を通過して、目 1 から出射する。その後、最初に収束レンズ系 3（の入射レンズ）に衝突し、中間画像面 5 で焦点が合わされる。

【0039】

目 4 から出射する光線 17 は、平行光線によって構成されており、光線はそれぞれ、収束レンズ系 3 によって、第 1 レンズ系 3 の焦点面 5、すなわち、中間像面 5 に集光される。したがって、中間像面 5 と、中間像面 5 に面する収束レンズ系 3 の面 3' との間の距離である S_0 は、レンズ系 3 の焦点面にほぼ対応する。

30

【0040】

また、収束レンズ 3 は、上記したように非球面形状を有する。このように、大きな入射高さ P で収束レンズ 3 に入射する光線 17 であっても、中間像面 5 に結像され、領域 4 全体が、中間像面 5 に光学的に良好に結合する。入射高さは、構成各々の入射点と、レンズの対称軸 R との間の距離で規定される。

【0041】

中間像面 5 に発散レンズ 13 を配置することにより、目に面する第 1 レンズ系 3 の 1 面 3" と、目の角膜 18 との間のワーキングディスタンス A を大きくすることができる。発散レンズ 13 を設けない場合には、瞳孔の結像に必要なワーキングディスタンスは、中間像面 5 に面するレンズ系 3 の面 3' との間の距離 S_0 にほぼ対応する。発散レンズ系 13 を追加することにより、光線 17 が距離 S で収束し、距離 S が第 1 レンズ系のアップストリームにおける検眼鏡の焦点距離となり、 S_0 よりも S だけ大きい距離となる。したがって、目 1 に面する収束レンズ 3 の面 3" と目の角膜 18 との間のワーキングディスタンス A を大きくすることができる。このようにワーキングディスタンス A を大きくすることにより、目 2 の観察者は、鼻又は前頭骨による制約を受けることなく、目 1 の正面に検眼鏡を移動させることができる。

40

【0042】

50

図 4 には、本明細書で提示される種類の検眼鏡の特定の実施形態の断面図が概略的に示されている。図 3 に示された検眼鏡との違いは、中間像面 5 に対する収束第 2 レンズ系 1 3 の傾きが、角度 θ であることである。本例では、傾き角 θ は、 9.5° である。レンズを傾けることにより、検眼鏡の光路からの光の反射を取り除くことができ、反射光によって領域 4 の像の結像品質を低下させることがないという有益な効果がある。

【0043】

図 5 には、本明細書で提案される種類の検眼鏡の特定の実施形態の断面図が概略的に示されている。図 1 から図 4 に示した実施形態とは異なり、この実施形態では、中間像面 5 が、第 1 レンズ系 3 と第 2 レンズ系 1 3 との間の第 1 間隔 1 9 に配置されている。中間像面 5 と中間像面 5 に面する第 2 レンズ系 1 3 の面 1 3' との間の距離 X は、この実施形態では、約 2 mm である。このように構成することにより、目 2 の眼底 1 5 をレーザー治療する場合に、第 2 レンズ系 1 3 内部の放射力を、中間像面 5 内の放射強度と比較して低減させることができるため有益である。更に、レンズ表面は、非球面である。また、第 1 レンズ系 3 と目 2 との間の中間領域 2 1 において、その他のミラー、ビームスプリッタ又はレンズは設けられない。

10

【0044】

図 6 には、本明細書で提案される種類の検眼鏡の別の実施形態の断面図が概略的に示されている。図 5 で説明した検眼鏡の実施形態とは異なり、この実施形態の第 2 レンズ系 1 3 は、2 つの発散レンズ 1 3'' を含む。中間像面 5 は、第 2 レンズ系 1 3 内の両発散レンズ 1 3'' の間の中間領域に配置される。これにより、第 2 レンズ系 1 3 の発散レンズ 1 3'' 内部の放射力を低減させることができ、例えば、眼底 1 5 のレーザー治療の場合に、これらレンズ 1 3'' を高い放射強度から保護することができる。

20

【0045】

距離 S_0 、 S_1 、 S_2 及び X はそれぞれ、検眼鏡の光軸 2 0 に沿って規定される。

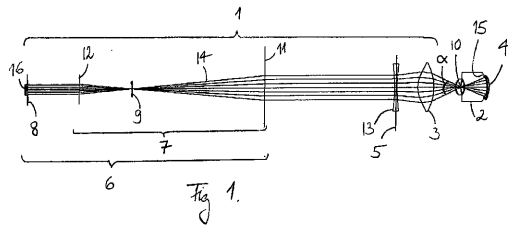
【符号の説明】

【0046】

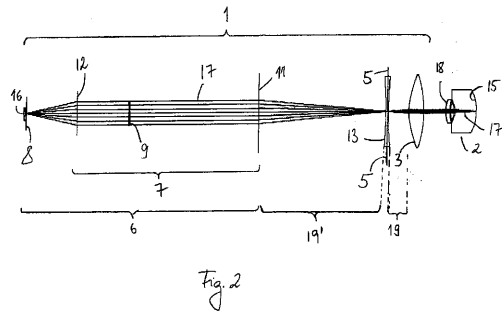
1 検眼鏡、2 目、3 第 1 レンズ系、3' 中間像面に面する第 1 レンズ系の一面、3'' 目に面する第 1 レンズ系の一面、4 目の一領域、5 中間像面、6 観察装置、7 結像光学系、8 結像面、9 開口、10 瞳孔、11 結像光学系の第 1 レンズ、12 結像光学系の第 2 レンズ、13 第 2 レンズ系、14 観察光線、15 眼底、16 センサ、17 観察光線、18 角膜、19 間隔、20 光軸、21 間隔、視野角、 θ 傾き角、 A ワーキングディスタンス、 S_1 焦点距離、 S_0 中間像面と第 1 レンズ系との間の距離、 $S_1 - S_0$ と S_0 との差分、 R 第 1 レンズ系の対称軸、 P 入射高さ

30

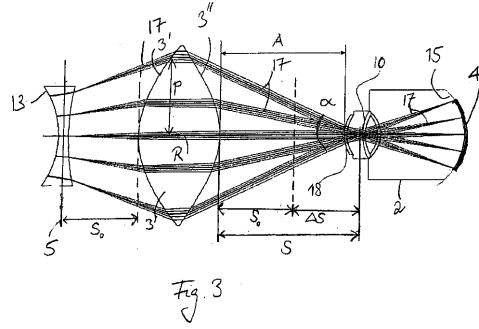
【図 1】



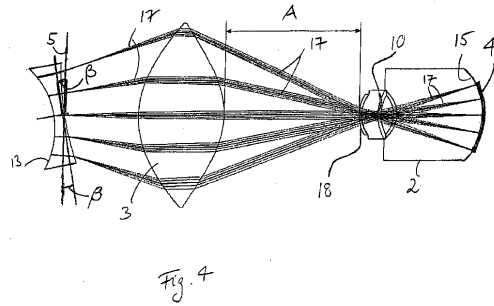
【図 2】



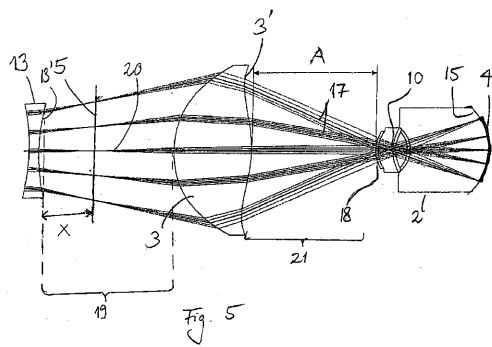
【図 3】



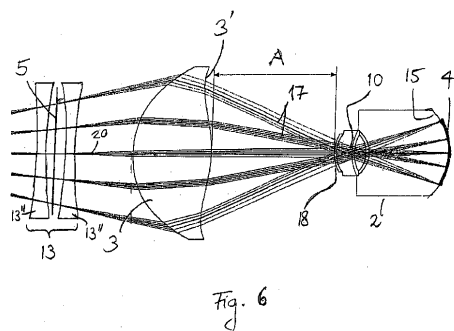
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 増淵 俊仁

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 0 9 5 5 4 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 6 9 0 8 5 (J P , A)
特開昭 5 4 - 1 3 9 2 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 4 5 7 5 3 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 7 1 1 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 4 5 7 5 7 (J P , A)
特開昭 6 3 - 0 8 0 2 1 9 (J P , A)
特開昭 5 7 - 0 8 9 8 4 6 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 9 6 1 3 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 9 7 1 0 9 (J P , A)
特表平 0 5 - 5 0 0 3 1 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8