

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7085559号
(P7085559)

(45)発行日 令和4年6月16日(2022.6.16)

(24)登録日 令和4年6月8日(2022.6.8)

(51)国際特許分類	F I
G 0 2 B 25/00 (2006.01)	G 0 2 B 25/00 A
G 0 2 B 17/08 (2006.01)	G 0 2 B 17/08 A
G 0 2 B 5/30 (2006.01)	G 0 2 B 5/30
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B 27/02 Z

請求項の数 3 (全33頁)

(21)出願番号	特願2019-548361(P2019-548361)	(73)特許権者	505005049 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133 3-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリー エム センター
(86)(22)出願日	平成30年3月2日(2018.3.2)	(74)代理人	100130339 弁理士 藤井 憲
(65)公表番号	特表2020-510238(P2020-510238 A)	(74)代理人	100110803 弁理士 赤澤 太朗
(43)公表日	令和2年4月2日(2020.4.2)	(74)代理人	100135909 弁理士 野村 和歌子
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/051353	(74)代理人	100133042 弁理士 佃 誠玄
(87)国際公開番号	WO2018/163035		
(87)国際公開日	平成30年9月13日(2018.9.13)		
審査請求日	令和3年3月1日(2021.3.1)		
(31)優先権主張番号	62/468,579		
(32)優先日	平成29年3月8日(2017.3.8)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1、第2、及び第3の光学レンズを含み、前記第3のレンズが前記第1のレンズよりも観察者の近くに配置され、前記第2のレンズが前記第1のレンズと前記第3のレンズの間に配置され、前記第1及び第2のレンズのそれぞれが、約20nm/cm未満の光学複屈折を有し、前記第3のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有し、各レンズが、対向する第1の主表面と第2の主表面を有する複数の光学レンズであって、前記第1のレンズの前記第2の主表面と前記第2のレンズの前記第1の主表面とが互いに隣接し、前記第2のレンズの前記第2の主表面と前記第3のレンズの前記第1の主表面とが互いに隣接してあり、

前記第1のレンズの前記第1及び第2の主表面が、実質的に球面状で、互いに向かって凹状であり、前記第1の主表面が約10mm～約500mmの範囲の曲率半径を有し、前記第2の主表面が約16mm～約1500mmの範囲の曲率半径を有し、

前記第2のレンズの前記第1の主表面が実質的に球面状で、前記第1のレンズの前記第2の主表面に隣接し、前記第1のレンズの前記第2の主表面に向かって凹状であり、約16mm～約1500mmの曲率半径を有し、

前記第3のレンズの前記第1の主表面が、前記第2のレンズの前記第2の主表面に隣接し、前記第2のレンズの前記第2の主表面に向かって凸状であり、約14mm～約800mmの範囲の曲率半径を有し、前記第3のレンズの前記第2の主表面が、前記第3のレンズの前記第1の主表面に向かって凸状であり、約18mm～約1300mmの範囲の曲率半

径を有する、
 複数の光学レンズと、
 所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有する部分反射体と、
 所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過させる、反射偏光子と、
 第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面上に配置され、前記第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面に合致する第 1 の波長板層と、
 を備える、
 観察者に対して像を表示するための光学システム。

【請求項 2】

前記部分反射体が、前記第 1 のレンズの前記第 1 の湾曲した主表面上に配置され、前記第 1 のレンズの前記第 1 の湾曲した主表面に合致し、
 前記反射偏光子が、前記第 3 のレンズの前記第 1 の主表面上に配置され、前記第 3 のレンズの前記第 1 の主表面に合致する、
請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 のレンズがそれぞれガラスを含み、前記第 3 のレンズがプラスチックを含む、請求項 1 に記載の光学システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は一般に、光学システム並びに、屈曲光学系に関する光学構成要素及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

仮想現実（VR）ディスプレイを含め、多くのディスプレイは、現実の、又は仮想的な環境を再現する現実的な像の提示を試みる。いくつかの適用例では、VRディスプレイは、3次元環境の没入的シミュレーションの提供を試みる。

【発明の概要】

【0003】

いくつかの実施形態は、観察者に対して像を表示する光学システムを伴う。このシステムは、第 1 、第 2 、及び第 3 の光学レンズを含む複数の光学レンズを含む。第 2 のレンズは、第 1 のレンズと第 3 のレンズの間に配置される。第 1 及び第 2 のレンズのそれぞれは、約 20 nm / cm 未満の光学複屈折を有する。第 3 のレンズは、約 10 nm / cm 超の光学複屈折を有する。各レンズは、対向する第 1 の主表面と第 2 の主表面を有する。第 1 のレンズの第 1 と第 2 の主表面は、実質的に球面状で、互いに向かって凹状である。第 1 の主表面は、約 10 mm ~ 約 500 mm の範囲の曲率半径を有する。第 2 の主表面は、約 16 mm ~ 約 1500 mm の範囲の曲率半径を有する。第 2 のレンズの第 1 の主表面は、実質的に球面状で、第 1 のレンズの第 2 の主表面に隣接し、第 1 のレンズの第 2 の主表面に向かって凹状である。第 2 のレンズの第 1 の主表面は、約 16 mm 超 ~ 約 1500 m の曲率半径を有する。第 3 のレンズの第 1 の主表面は、第 2 のレンズの第 2 の主表面に隣接し、第 2 のレンズの第 2 の主表面に向かって凸状である。第 3 のレンズの第 1 の主表面は、約 14 mm ~ 約 800 mm の範囲の曲率半径を有する。第 3 のレンズの第 2 の主表面は、第 3 のレンズの第 1 の主表面に向かって凸状であり、約 18 mm ~ 約 1300 mm の範囲の曲率半径を有する。光学システムはまた、所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有する部分反射体を含む。反射偏光子は、所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。第 1 の波長板層が、第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面上に配置され、第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面に合致する。

【0004】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態は、観察者に対して像を表示する光学システムを伴う。システムは、ガラスを含む少なくとも1つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも1つの第2のレンズとを含む、複数の光学レンズを含む。部分反射体が、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する。反射偏光子が、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面に合致する。この反射偏光子は、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。第1の波長板層が、反射偏光子と部分反射体の間の複数の光学レンズの1つの主表面上に配置され、その主表面に合致する。システムはまた、その中に開口部が画定される、射出瞳を含む。この光学システムは、光軸を有する。光線が、光軸に沿って伝播し、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する。1ミリメートルあたり約70、約60、約50、約40、又は約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度()をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)は約0.2超である。

【0005】

いくつかの実施形態は、観察者に対して像を表示する光学システムに向けられている。このシステムは、像を放射するイメージヤを含む。また、中に開口部を画定する射出瞳を含む。イメージヤによって放射された像は、射出瞳の開口部を通って光学システムから出る。複数の光学レンズがイメージヤと射出瞳との間に配置され、イメージヤから放射された像を受け取る。それらの光学レンズは、第1、第2、及び第3の光学レンズを含む。第3のレンズは、約10nm/cm超の光学複屈折を有する。第1及び第2のレンズはそれぞれ、約7nm/cm未満の光学複屈折を有し、互いに接合されてダブレットを形成する。部分反射体が、ダブレットの湾曲した主表面上に配置され、ダブレットの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する。反射偏光子が、第3のレンズの湾曲した主表面上に配置され、第3のレンズの湾曲した主表面に合致する。反射偏光子は、所定の波長範囲で、光を実質的に反射させ、かつ第1の偏光状態を有し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。第1の波長板層が、ダブレットの主表面上に配置され、ダブレットの主表面に合致する。像が1ミリメートルあたり約70、約60、約50、約40、又は約30ラインペアの空間周波数を備える、イメージヤによって放射された像からの光円錐であって、射出瞳を満たす。光円錐の主光線は、射出瞳の開口部の中心を通過して光学システムの光軸と約40度の角度をなす。光学システムの変調伝達関数(MTF)は、約0.15超である。

【0006】

本出願の上記及び他の態様は、以下の「発明を実施するための形態」から明らかになるであろう。しかしながら、上記概要は、いかなる場合も請求の主題の限定として解釈されるべきではなく、そのような主題は、添付の特許請求の範囲によってのみ規定される。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】いくつかの実施形態による、光の光路がシステムの長さよりも長くなるように、光ビームがシステムを横断しながら屈曲する、屈曲光学システムを示す図である。

【図1B】いくつかの実施形態による、光の光路がシステムの長さよりも長くなるように、光ビームがシステムを横断しながら屈曲する、屈曲光学システムを示す図である。

【図1C】いくつかの実施形態による、光の光路がシステムの長さよりも長くなるように、光ビームがシステムを横断しながら屈曲する、屈曲光学システムを示す図である。

【図1D】いくつかの実施形態による、光の光路がシステムの長さよりも長くなるように、光ビームがシステムを横断しながら屈曲する、屈曲光学システムを示す図である。

【図2A】いくつかの実施形態によるイメージヤを示す図である。

【図2B】いくつかの実施形態による、光学システムの射出瞳の開口部を示す図である。

10

20

30

40

50

【図3】1ミリメートルあたりのサイクル数（1ミリメートルあたりのラインペア数とも呼ばれる）でx軸に沿ってプロットされた空間周波数の関数としてy軸に沿ってプロットされた、いくつかの実施形態による光学システムの変調伝達関数（光学伝達関数（OTF）の係数）を表す曲線群を示す図である。

【図4】物体からの光円錐の主光線が、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度をなす光学システムを示す図である。

【図5】物体からの光円錐の主光線が、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす光学システムを示す図である。

【図6】物体からの光円錐の主光線が、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす光学システムを示す図である。

【図7】物体からの光円錐の主光線が、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす光学システムを示す図である。

【図8】物体からの光円錐の主光線が、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす光学システムを示す図である。

【0008】

これらの図は、必ずしも一定の比率の縮尺ではない。図面で使用されている同様の番号は同様の構成要素を示す。しかし、特定の図中のある構成要素を示す数字の使用は、同じ数字を付した別の図中の構成要素を限定することを意図するものではないことが理解されよう。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1Aは、光の光路がシステムの長さよりも長くなるように、光ビームがシステムを横断しながら屈曲する、屈曲光学システム200を示す図である。本明細書に開示される光学システムは、屈曲光学系を採用し、仮想現実ディスプレイなどのヘッドマウントディスプレイ、及び携帯電話に含まれたカメラなどのカメラに有用である。本開示の光学システムは、反射偏光子、複数のレンズ、及び/又は、絞り面（例えば、射出瞳又は入射瞳）と像面（例えば、ディスプレイパネルの表面又は撮像装置の表面）の間に配置された波長板を含む。これらのシステムは、広い視野、高いコントラスト、低い色収差、低い歪み、及び/又は高い効率を小型の構成に有する、様々な適用例で有用な光学システムを提供することができる。

【0010】

仮想現実の適用例のための小型光学システムは、高解像度（小さいスポットサイズ）及び広い視野（FOV）を有することが望ましい場合がある。広い視野は、観察者に没入的体験を提供する。スポットサイズが小さいと、像がくっきりと鮮明になる。光学システムを通って像から射出瞳まで横断するとき、球面収差、コマ収差、非点収差などを含む様々な収差により、スポットサイズが増大する。レンズの収差及び光の波様の性質により、像11の1つの点から発する光（例えば、図1Aを参照）は、射出瞳の開口部111の理想点の周囲の領域にわたって分散する。小さなスポットサイズの望ましい性質を広い視野と共に提供するために、このような収差は低減すべきである。

【0011】

変調光学伝達関数（MTF）は、光学システムの、像11から射出瞳の開口111へコントラストを伝える能力を特徴付ける、画質の尺度である。MTFは、空間領域（スポットサイズ）から周波数領域（MTF）へのフーリエ変換によって、スポットサイズに関連付けられる。光学システムのMTF（及びスポットサイズ）は、空間周波数の関数として表すことができる。空間周波数は、射出瞳の開口部で像内に存在する細部のレベルを定量化し、多くの場合、1ミリメートルあたりのラインペアの単位で指定される。空間周波数の高い像の有する細部の量は、それより空間周波数の低い像よりも多い。MTFは、光の様々な波長及び、光軸に対する光の様々な角度において、接線方向及び矢状方向について決定することができる。

【0012】

10

20

30

40

50

本明細書に開示されるいくつかの実施形態は、所定の空間周波数において指定の（例えば、高い）MTFを有する屈曲光学システムを目的としている。本明細書に開示されるシステムは複数のレンズを含み、これらのレンズは、反射偏光子及び少なくとも1つの波長板層と共に使用されるときに、没入型3次元仮想環境の観察者体験を向上させるMTFに備える光学品質を有する。

【0013】

図1Aは、いくつかの実施形態による、光学システム200の側面図である。光学システム200は、開口部111を通じて、観察者210に対して像11を表示するように構成されている。第1のレンズ20は、イメージヤ10から像11を受け取るように構成されている。いくつかの構成では、第1のレンズ20に入射する像は橢円偏光される。いくつかの構成では、第1のレンズ20に入射する像は円偏光される。

10

【0014】

それぞれのレンズ20、30、40は、対向する、第1の主表面21、31、41と第2の主表面22、32、42を有する。第1のレンズ20の第1の主表面21と第2の主表面22は、実質的に球面状で、互いに向かって凹状であってもよい。第1のレンズ20の第1の主表面21は、約10mm～約500mmの範囲の曲率半径を有することができる。第1のレンズ20の第2の主表面22は、約16mm～約1500mmの範囲の曲率半径を有することができる。第1のレンズ20は、例えば、約550nm又は587.6nmで約1.52の屈折率を有することができる。

20

【0015】

第2のレンズ30の第1の主表面31は、実質的に球面状で、第1のレンズ20の第2の主表面22に隣接し、それに向かって凹状であってもよい。いくつかの構成では、第2のレンズ30の第1の主表面31は、例えば、光学接着剤を介して、第1のレンズ20の第2の主表面22に接合される。

【0016】

第2のレンズ30の第1の主表面31は、約16mm～約1500mmの曲率半径を有してもよい。第2のレンズ30の第2の主表面32は、いくつかの構成では、実質的に平坦であってもよい。第2のレンズ30の第2の主表面32は、例えば、約100mm超、更には2000mm超の曲率半径を有してもよい。いくつかの実施形態によれば、第2のレンズ30の第1の主表面31の曲率半径は、第1のレンズ20の第2の主表面22の曲率半径と実質的に等しい。いくつかの構成では、第2のレンズ30は、約550nm、例えば587.6nmで、約1.62の屈折率を有してもよい。

30

【0017】

第3のレンズ40の第1の主表面41は、第2のレンズ30の第2の主表面32に隣接し、それに向かって凸状であることができる。第3のレンズ40の第1の主表面41は、約14mm～約800mmの範囲の曲率半径を有してもよい。第3のレンズ40の第2の主表面42は、第3のレンズ40の第1の主表面41に向かって凸状であってもよい。第3のレンズ40の第2の主表面42は、約18mm～約1300mmの範囲の曲率半径を有することができる。いくつかの実施形態では、第3のレンズ40は、約550nm、例えば587.6nmで、約1.49の屈折率を有する。

40

【0018】

システム200は部分反射体50を含み、この部分反射体は、第1のレンズ20の第1の湾曲した主表面21上に配置され、それに合致する。いくつかの実施形態によれば、部分反射体50は、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有してもよい。

【0019】

反射偏光子60が、第3のレンズ40の湾曲した第1の主表面41上に配置され、それに合致する。反射偏光子60は、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。

【0020】

第1の波長板層70が、第2のレンズ30の第2の主表面32上に配置され、それに合致

50

する。第1の波長板層70は、いくつかの実施形態では、所定の波長範囲内の少なくとも1つの波長で、実質的に1/4波長の波長板であることができる。光学システム200のいくつかの構成は、第2の波長板層90を含み、第1のレンズ20は、第2のレンズ30と第2の波長板層90との間に配置される。任意選択として、光学システム200は第1の直線吸収偏光子80を含む。例えば、第2の波長板層90は、第1のレンズ20と第1の直線吸収偏光子80との間に配置されてもよい。任意選択として、光学システム200は直線吸収偏光子100を含み、第3のレンズ40は、直線吸収偏光子100と反射偏光子60との間に配置される。

【0021】

いくつかの実施形態では、光学システムは、第2の波長板層90、第1の直線吸収偏光子80、及び第2の直線吸収偏光子100のそれぞれを含む。第1のレンズ20は、第2のレンズ30と第2の波長板層90との間に配置される。第2の波長板層90は、第1のレンズ20と第1の直線吸収偏光子80との間に配置される。第3のレンズ40は、第2の直線吸収偏光子100と反射偏光子60との間に配置される。

10

【0022】

いくつかの構成では、所定の波長範囲は約550nmの波長を含んでもよく、例えば、587.6nmの波長を含んでもよい。所定の波長範囲は、いくつかの実施形態では、約400nm～約700nmにわたってもよい。例えば、所定の波長は、青の原色波長、緑の原色波長、及び赤の原色波長を含むことができる。

20

【0023】

光学システム200は、光軸220を有する。光学システムは、光軸220に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ20、30、40、部分反射体50、反射偏光子60、及び第1の波長板層70を、実質的に屈折せずに通過するように構成されている。いくつかの構成では、複数の光学レンズ20、30、40、部分反射体50、反射偏光子60、及び第1の波長板層70のうちの少なくとも1つは、回転対称である。いくつかの構成では、複数の光学レンズ20、30、40、部分反射体50、反射偏光子60、及び第1の波長板層70のうちの少なくとも1つは、非回転対称である。例えば、複数の光学レンズ20、30、40、部分反射体50、反射偏光子60、及び第1の波長板層70のうちの少なくとも1つは、少なくとも1つの対称面を有してもよい。

30

【0024】

図1Aに示すように、光学システム200は、複数の光学レンズ、例えば、少なくとも第1の20、第2の30及び第3の40の、光学レンズを含むことができる。第2のレンズ30は、第1のレンズ20と第3のレンズ40の間に配置されている。第1のレンズ20及び第2のレンズ30のそれぞれは、約20nm/cm未満の光学複屈折を有してもよい。第3のレンズ40は、約10nm/cm超の光学複屈折を有してもよい。

40

【0025】

いくつかの実施態様によれば、第1のレンズ20及び第2のレンズ30のそれぞれは、約15nm/cm未満、約10nm/cm未満、又は約7nm/cm未満、更には約5nm/cm未満の光学複屈折を有する。第3のレンズ40は、約15nm/cm超又は約20nm/cm超の光学複屈折を有してもよい。第1及び第2のレンズについて本明細書で挙げる光学複屈折値は、反射偏光子を通る非結像光線の漏れの低減に備える。第2のレンズ30の第2の主表面32は、例えば、約2000mm超の曲率半径を有してもよい。

40

【0026】

光学システム200の1つ以上のレンズ20、30、40は、ガラスなどの、どのような好適な材料で作られていてもよい。例えば、第1及び/又は第2のレンズなどの1つ以上のレンズは、ホウケイ酸B K7ガラス、ランタンクラウンL A K34、ランタンフリントL A F7ガラス、フリントF2ガラス、高密度フリントS F2、ランタン高密度フリントL A S F45、及びフルオロホスフェートF P L51及びフルオロホスフェートF P L55ガラスのうちの1つ以上を含んでもよい。

50

【0027】

第1のレンズ20の材料の屈折率は、約550nm、例えば587.6nmの波長で、約1.44、約1.50、又は約1.52であってもよい。第1のレンズ20は、例えば、ホウケイ酸塩BK7ガラス、フルオロホスフェートFPL51ガラス、及びフルオロホスフェートFPL55ガラスのうちの1つ以上を含んでもよい。

【0028】

第2のレンズ30の材料の屈折率は、約550nm、例えば、587.6nmの波長で、約1.65、約1.73、約1.75、又は約1.80であってもよい。第2のレンズ30は、例えば、高密度フリントS F 2ガラス、ランタン高密度フリントL A S F 4 5ガラス、ランタンクラウンL A K 3 4ガラス、ランタンクラウンL A K 3 3 Bガラス、ランタンクラウンL A K 3 3 Aガラス、ランタンクラウンL A F 7ガラス、ランタンフリントL A K 3 4ガラス、ランタンフリントL A F 7ガラス、及びフリントF 2ガラスのうちの1つ以上を含んでもよい。

10

【0029】

第1のレンズ20及び第2のレンズ30の例示的な組み合わせの構成には、1) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.52の屈折率を有するホウケイ酸塩BK7ガラスを含み、第2のレンズ30が、約587.6nmで約1.65の屈折率を有する高密度フリントS F 2ガラスを含む構成、2) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.50の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL51ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.73の屈折率を有するランタン高密度フリントL A S F 4 5ガラスを含む構成、3) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.50の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL51ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.76の屈折率を有するランタンクラウンL A K 3 3 Bガラスを含む構成、5) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.50の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL51ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.73の屈折率を有するランタンクラウンL A K 3 4ガラスを含む構成、7) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.50の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL51ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.75の屈折率を有するランタンフリントL A K 3 4ガラスを含む構成、9) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.75の屈折率を有するランタンクラウンL A F 7ガラスを含む構成、8) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.73の屈折率を有するランタンフリントL A F 7ガラスを含む構成、10) 第1のレンズ20が、約550nm、例えば、587.6nmで約1.52の屈折率を有するホウケイ酸BK7ガラスを含み、第2のレンズ30が、約550nm、例えば587.6nmで約1.62の屈折率を有するフリントF 2ガラスを含む構成が挙げられる。

20

30

40

【0030】

第3のレンズ40は、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、及びポリカーボネートのうちの1つ以上などのプラスチックで作られてもよい。いくつかの実施形態では、第3のレンズ40は、約550nm、例えば587

50

. 6 nm で、約 1 . 4 9 の屈折率を有する。

【 0 0 3 1 】

図 1 A に示すように、イメージヤ 1 0 は、第 1 のレンズ 2 0 に隣接し、かつ第 1 のレンズ 2 0 に対面するように配置することができる。イメージヤ 1 0 は像 1 1 を放射し、その像は第 1 のレンズ 2 0 に入射する。射出瞳 1 1 0 は、第 3 のレンズ 4 0 に隣接し、かつ第 3 のレンズ 4 0 に対面するように配置され、その中に開口部 1 1 1 を画定する。第 1 のレンズ 2 0 に入射した像 1 1 は、射出瞳 1 1 0 内の開口部 1 1 1 を通って光学システム 2 0 0 から出る。第 1 のレンズ 2 0 に入射した像 1 1 は、橜円偏光されてもよい。開口部 1 1 1 で出て行く像は、実質的に直線偏光されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 1 B は、図 1 A の光学システム 2 0 0 と多くの点で類似する光学システム 2 0 1 を示す。光学システム 2 0 1 は、少なくとも、システム 2 0 1 が第 2 の直線吸収偏光子（図 1 A の要素 1 0 0 ）を含まない点において異なる。

【 0 0 3 3 】

図 1 C は、図 1 A との類似点をいくつか有する別の光学システム 2 0 2 を示す。光学システム 2 0 2 はハーフミラー 5 1 を含み、このハーフミラーは、第 3 のレンズ 4 0 の第 1 の主表面 4 1 上に配置され、第 3 のレンズ 4 0 の第 1 の主表面 4 1 に合致する。システム 2 0 2 はまた、反射偏光子 6 1 を含み、この反射偏光子は、第 1 のレンズの第 1 の主表面 2 1 上に配置され、第 1 のレンズの第 1 の主表面 2 1 に合致する。システム 2 0 2 では、第 2 の波長板層 9 0 は、射出瞳 1 1 0 に隣接して配置される。第 1 の直線吸収偏光子 8 0 は、第 2 の波長板層 9 0 と第 3 のレンズ 4 0 との間に配置される。

【 0 0 3 4 】

図 1 D は、いくつかの実施形態による、更に別の光学システム 2 0 3 を示す。図 1 D は、図 1 C のシステム 2 0 2 と多くの点で類似している。システム 2 0 3 はまた、イメージヤ 1 0 と第 1 のレンズ 2 0 との間に配置された第 2 の直線吸収偏光子 1 0 0 を含む。

【 0 0 3 5 】

図 2 A に示すように、イメージヤは、実質的に多角形であることができる。図 2 B は、射出瞳 1 1 0 の開口部 1 1 1 を示し、この開口部は実質的に円形である。図 2 A 及び 2 B に示すように、イメージヤの有効領域の最大横寸法は D で（図 2 A 参照）、射出瞳の開口部の最大横寸法は d である（図 2 B 参照）。いくつかの実施形態では、比率 D / d は、約 1 ~ 約 2 0 、例えば、1 D / d 2 0 である。いくつかの実施形態では、D / d の比率は、約 2 ~ 約 1 5 、例えば、2 D / d 1 5 である。いくつかの実施形態では、D / d の比率は、約 5 ~ 約 1 0 、例えば、5 D / d 1 0 である。

【 0 0 3 6 】

射出瞳 1 1 0 の開口部 1 1 1 の最大横寸法は、約 2 mm ~ 約 1 0 mm の範囲、又は約 2 mm ~ 約 8 0 mm の範囲であることができる。射出瞳 1 1 0 と第 3 のレンズ 4 0 との間の間隙は、例えば、約 5 mm ~ 約 3 0 mm の範囲、又は約 1 0 mm ~ 約 2 0 mm の範囲であることができる。

【 0 0 3 7 】

いくつかの実施形態によれば、光学システム 2 0 0 は、指定された変調伝達関数を提供する。図 3 は、1 ミリメートルあたりのサイクル数（1 ミリメートルあたりのラインペア数とも呼ばれる）で x 軸に沿ってプロットされた空間周波数の関数として y 軸に沿ってプロットされた変調伝達関数（光学伝達関数（OTF）の係数）を表す曲線群を示す図である。曲線群は、射出瞳開口 1 1 1 における、光学システム 2 0 0 の光軸 2 2 0 に対する様々な角度の光について、光学システムの MTF と空間周波数の関係を示す。図 3 に示されるように、MTF と空間周波数の曲線は、横方向（T）及び矢状（単数又は複数）方向の両方について、射出瞳開口部 1 1 1 における、0、2 0、4 0、4 5、及び 5 5 度の角度の光について、プロットされる。

【 0 0 3 8 】

再び図 1 A を参照すると、いくつかの実施形態は、観察者 2 1 0 に対して像 1 1 を表示す

10

20

30

40

50

る光学システム 200 を含む。システム 200 は、ガラスを含む少なくとも 1 つの第 1 のレンズ 20、30 及び、プラスチックを含む少なくとも 1 つの第 2 のレンズ 40 を含む、複数の光学レンズを含む。部分反射体 50 が、少なくとも 1 つの第 1 のレンズ 20 の湾曲した主表面 21 上に配置され、それに合致する。部分反射体 50 は、所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有してもよい。システム 200 はまた、少なくとも 1 つの第 2 のレンズの湾曲した主表面 41 上に配置され、それに合致する反射偏光子 60 を含む。反射偏光子 60 は、所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。第 1 の波長板層 70 が、反射偏光子 60 と部分反射体 50 との間の複数の光学レンズ 20、30、40 の 1 つの主表面 32 上に配置され、それに合致する。システム 200 の射出瞳 110 が、開口部 111 を画定する。

【 0 0 3 9 】

光学システム 200 は、光軸 220 を有する。光軸 220 に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ 20、30、40、部分反射体 50、反射偏光子 60、及び第 1 の波長板層 70 を、実質的に屈折せずに通過する。

【 0 0 4 0 】

図 4 に示すように、光円錐 300 が、1 ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 310 から光学システム 200 に入射し、この光円錐は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 300 の主光線 320 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 20 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.2 超、又は約 0.25 超、更には約 0.3 超であることができる。

【 0 0 4 1 】

光円錐 300 が、1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 310 から光学システム 200 に入射し、この光円錐は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 300 の主光線 320 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 20 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.2 超、又は約 0.25 超、更には約 0.3 超であることができる。

【 0 0 4 2 】

光円錐 300 が、1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 310 から光学システム 200 に入射し、この光円錐は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 300 の主光線 320 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 20 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.2 超、又は約 0.25 超、更には約 0.3 超であることができる。

【 0 0 4 3 】

光円錐 300 が、1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 310 から光学システム 200 に入射し、この光円錐は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 300 の主光線 320 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 20 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.2 超、又は約 0.25 超、更には約 0.3 超であることができる。

【 0 0 4 4 】

光円錐 300 が、1 ミリメートルあたり約 30 ラインペアの空間周波数を備えた物体 310 から光学システム 200 に入射し、この光円錐は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 300 の主光線 320 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 20 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.2 超、又は約 0.25 超、更には約 0.3 超であることができる。

【 0 0 4 5 】

ここで図 5 を参照すると、光円錐 301 が、物体 311 から光学システム 200 に入射し、1 ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備えてもよい。光円錐 301 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 111

10

20

30

40

50

の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 40 度の角度（ ）をなし、いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

【 0046 】

光円錐 301 が、物体 311 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えてよい。光円錐 301 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 40 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

10

【 0047 】

光円錐 301 が、物体 311 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えてよい。光円錐 301 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 40 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

【 0048 】

光円錐 301 が、物体 311 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えてよい。光円錐 301 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 40 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

20

【 0049 】

光円錐 301 が、物体 311 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 30 ラインペアの空間周波数を備えてよい。光円錐 301 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 40 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

30

【 0050 】

図 6 を参照すると、1ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備え得る光円錐 302 が、物体 312 から光学システム 200 に入射する。光円錐 302 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 302 の主光線 322 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 45 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

【 0051 】

光円錐 302 が、1ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 312 から光学システム 200 に入射する。光円錐 302 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 302 の主光線 322 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 45 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数（ MTF ）は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

40

【 0052 】

光円錐 302 が、1ミリメートルあたり約 50 ラインペア空間周波数を備え得る物体 312 から光学システム 200 に入射する。光円錐 302 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 302 の主光線 322 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 45 度の角度（ ）をなす。いくつかの実施形態によれば、光学

50

システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

【0053】

光円錐 302 が、1ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 312 から光学システム 200 に入射する。光円錐 302 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 302 の主光線 322 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 45 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

【0054】

光円錐 302 が、1ミリメートルあたり約 30 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 312 から光学システム 200 に入射する。光円錐 302 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 302 の主光線 322 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して、光軸 220 と約 45 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超、更には 0.2 超であってもよい。

10

【0055】

図 7 を参照すると、光円錐 303 が、1ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 313 から光学システム 200 に入射する。光円錐 303 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 303 の主光線 323 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 55 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超であってもよい。

20

【0056】

光円錐 303 が、1ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 313 から光学システム 200 に入射する。光円錐 303 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 303 の主光線 323 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 55 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超であってもよい。

30

【0057】

光円錐 303 が、物体 313 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えてもよい。光円錐 303 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 303 の主光線 323 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 45 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超であってもよい。

【0058】

光円錐 303 が、1ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備え得る物体 313 から光学システム 200 に入射する。光円錐 303 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 303 の主光線 323 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 55 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超であってもよい。

40

【0059】

光円錐 303 が、物体 313 から光学システム 200 に入射し、1ミリメートルあたり約 30 ラインペアの空間周波数を備えてもよい。光円錐 303 は、射出瞳 110 の開口部 111 を満たす。光円錐 303 の主光線 323 が、射出瞳 111 の開口部 110 の中心 330 を通過して光軸 220 と約 55 度の角度 () をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、約 0.1 超、又は約 0.15 超であつ

50

てもよい。

【0060】

図8を参照すると、光円錐304が、1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備え得る物体314から光学システム200に入射する。光円錐304は、射出瞳110の開口部111を満たす。光円錐304の主光線324が、射出瞳111の開口部110の中心330を通過して光軸220と約0度の角度()をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム200の変調伝達関数(MTF)は、約0.5超、又は約0.6超、更には約0.68超であってもよい。

【0061】

光円錐304が、1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備え得る物体314から光学システム200に入射する。光円錐304は、射出瞳110の開口部111を満たす。光円錐304の主光線324が、射出瞳111の開口部110の中心330を通過して光軸220と約0度の角度()をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム200の変調伝達関数(MTF)は、約0.5超、又は約0.6超、更には約0.68超であってもよい。

10

【0062】

光円錐304が、1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備え得る物体314から光学システム200に入射する。光円錐304は、射出瞳110の開口部111を満たす。光円錐304の主光線324が、射出瞳111の開口部110の中心330を通過して光軸220と約0度の角度()をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム200の変調伝達関数(MTF)は、約0.5超、又は約0.6超、更には約0.68超であってもよい。

20

【0063】

光円錐304が、1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備え得る物体314から光学システム200に入射する。光円錐304は、射出瞳110の開口部111を満たす。光円錐304の主光線324が、射出瞳111の開口部110の中心330を通過して光軸220と約0度の角度()をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム200の変調伝達関数(MTF)は、約0.5超、又は約0.6超、更には約0.68超であってもよい。

【0064】

30

光円錐304が、1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備え得る物体314から光学システム200に入射する。光円錐304は、射出瞳110の開口部111を満たす。光円錐304の主光線324が、射出瞳111の開口部110の中心330を通過して光軸220と約0度の角度()をなす。いくつかの実施形態によれば、光学システム200の変調伝達関数(MTF)は、約0.5超、又は約0.6超、更には約0.68超であってもよい。

【0065】

図1A～1D及び4～8に示す光学システムでは、複数の光学レンズは、ガラスを含む2つのレンズ20、30及び、プラスチックを含むレンズ40を含むことができる。いくつかの実施態様では、それぞれの第1のレンズ20、30は、約10nm/cm未満の光学複屈折を有することができ、それぞれの第2のレンズ40は、約10nm/cm超の光学複屈折を有することができる。

40

【0066】

いくつかの実施形態では、レンズ20、30はダブルットを形成してもよい。この実施形態によれば、1つの第1のレンズ30の第1の主表面31は、他方の第1のレンズ20の主表面22に実質的に合致し、かつ接合されていてもよい。

【0067】

再び図1Aを参照すると、いくつかの実施形態は、観察者210に対して像11を表示する光学システム200に向けられており、システム200は像11を放射するイメージヤ10を含む。システム200は射出瞳110を含み、その中に開口部111が画定される

50

。イメージヤ 10 によって放射された像 11 は、射出瞳 110 の開口部 111 を通って光学システム 200 から出る。複数の光学レンズ、例えば、第 1 の 20、第 2 の 30、及び第 3 の 40 の光学レンズが、イメージヤ 10 と射出瞳 110 との間に配置される。複数の光学レンズ 20、30、40 は、イメージヤ 10 から放射された像 11 を受ける。第 3 のレンズ 40 は、約 10 nm / cm 超の光学複屈折を有してもよい。第 1 のレンズ 20 及び第 2 のレンズ 30 はそれぞれ、約 7 nm / cm 未満の光学複屈折を有してもよい。第 1 のレンズ 20 及び第 2 のレンズ 30 は互いに接合されてダブレットを形成する。

【0068】

システム 200 は部分反射体 50 を含み、この部分反射体は、ダブルエット 20、30 の湾曲した主表面 21 上に配置され、それに合致する。部分反射体 50 は、所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有することができる。

10

【0069】

システム 200 は反射偏光子 60 を含み、この反射偏光子は、第 3 のレンズ 40 の湾曲した主表面 41 上に配置され、それに合致する。反射偏光子 60 は、所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過させる。

【0070】

第 1 の波長板層 70 が、ダブルエット 20、30 の主表面 32 上に配置され、それに合致する。

20

【0071】

図 5 を参照すると、イメージヤ 10 によって放射される像 11 からの光円錐 301 が、1 ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備えてよい。この像は射出瞳 111 を満たす。光円錐 301 の主光線 321 が、射出瞳 110 の開口部 111 の中心 330 を通過して光学システム 200 の光軸 220 と約 40 度の角度 () をなす。光学システム 200 の変調伝達関数 (MTF) は、例えば、約 0.15 超であってもよい。例えば図 4 及び 6 ~ 8 に関連して論じたものなどの、他の構成もまた可能である。

【0072】

本明細書に開示された実施形態は、下記を含む。

実施形態 1. 第 1、第 2、及び第 3 の光学レンズを含み、第 2 のレンズが第 1 のレンズと第 3 のレンズとの間に配置され、第 1 及び第 2 のレンズのそれぞれが、約 20 nm / cm 未満の光学複屈折を有し、第 3 のレンズが、約 10 nm / cm 超の光学複屈折を有し、各レンズが、対向する第 1 の主表面と第 2 の主表面を有する複数の光学レンズであって、第 1 のレンズの第 1 及び第 2 の主表面が、実質的に球面状で、互いに向かって凹状であり、第 1 の主表面が約 10 mm ~ 約 500 mm の範囲の曲率半径を有し、第 2 の主表面が約 16 mm ~ 約 1500 mm の範囲の曲率半径を有し、

30

第 2 のレンズの第 1 の主表面が実質的に球面状で、第 1 のレンズの前記第 2 の主表面に隣接し、第 1 のレンズの第 2 の主表面に向かって凹状であり、約 16 mm ~ 約 1500 mm の曲率半径を有し、

第 3 のレンズの第 1 の主表面が、第 2 のレンズの第 2 の主表面に隣接し、第 2 のレンズの第 2 の主表面に向かって凸状であり、約 14 mm ~ 約 800 mm の範囲の曲率半径を有し、第 3 のレンズの第 2 の主表面が、第 3 のレンズの第 1 の主表面に向かって凸状であり、約 18 mm ~ 約 1300 mm の範囲の曲率半径を有する、

40

複数の光学レンズと、

所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有する部分反射体と、

所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射させ、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過させる、反射偏光子と、

第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面上に配置され、第 2 のレンズの実質的に平坦な第 2 の主表面に合致する第 1 の波長板層と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システム。

50

【0073】

実施形態2. 部分反射体が、第1のレンズの第1の湾曲した主表面上に配置され、第1のレンズの第1の湾曲した主表面に合致し、

反射偏光子が、第3のレンズの第1の主表面上に配置され、第3のレンズの第1の主表面に合致する、実施形態1の光学システム。

【0074】

実施形態3. 反射偏光子が、第1のレンズの第1の主表面上に配置され、第1のレンズの第1の主表面に合致する、実施形態1の光学システム。

【0075】

実施形態4. 部分反射体がハーフミラーを備え、そのハーフミラーが第3のレンズの第1の主表面上に配置され、第3のレンズの第1の主表面に合致する、実施形態1の光学システム。

10

【0076】

実施形態5. 第1及び第2のレンズのそれぞれが、約15nm/cm未満の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

【0077】

実施形態6. 第1及び第2のレンズのそれぞれが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

【0078】

実施形態7. 第1及び第2のレンズのそれぞれが、約7nm/cm未満の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

20

【0079】

実施形態8. 第1及び第2のレンズのそれぞれが、約5nm/cm未満の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

【0080】

実施形態9. 第3のレンズが約15nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

【0081】

実施形態10. 第3のレンズが約20nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態1～4のいずれか1つの光学システム。

30

【0082】

実施形態11. 第2のレンズの第2の主表面が約2000超の曲率半径を有する、実施形態1～10のいずれか1つの光学システム。

【0083】

実施形態12. 第2のレンズの第2の主表面が実質的に平坦である、実施形態1～10のいずれか1つの光学システム。

【0084】

実施形態13. 第2のレンズの第2の主表面が約100超の曲率半径を有する、実施形態1～10のいずれか1つの光学システム。

【0085】

実施形態14. 所定の波長範囲が約550nmの波長を含む、実施形態1～13のいずれか1つの光学システム。

40

【0086】

実施形態15. 所定の波長範囲が587.6nmを含む、実施形態1～13のいずれか1つの光学システム。

【0087】

実施形態16. 所定の波長範囲が約400nm～約700nmである、実施形態1～13のいずれか1つの光学システム。

【0088】

実施形態17. 所定の波長が青原色波長、緑原色波長、及び赤原色波長を含む、実施形態

50

1 ~ 1 3 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 8 9 】

実施形態 1 8 . 第 1 及び第 2 のレンズがそれぞれガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 0 】

実施形態 1 9 . ガラスが、ホウケイ酸 B K 7 ガラス、ランタンクラウン L A K 3 4 、ランタンフリンット L A F 7 ガラス、フリンット F 2 ガラス、高密度フリンット S F 2 、ランタン高密度フリンット L A S F 4 5 、及びフルオロホスフェート F P L 5 1 及びフルオロホスフェート F P L 5 5 ガラスのうちの 1 つ以上を含む、実施形態 1 8 の光学システム。

【 0 0 9 1 】

実施形態 2 0 . 約 5 5 0 nm で、第 1 のレンズが約 1 . 5 2 の屈折率を有し、第 2 のレンズが約 1 . 6 2 の屈折率を有する、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 2 】

実施形態 2 1 . 5 8 7 . 6 nm で、第 1 のレンズが約 1 . 5 2 の屈折率を有し、第 2 のレンズが約 1 . 6 2 の屈折率を有する、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 3 】

実施形態 2 2 . 約 5 0 0 nm で、第 1 のレンズが約 1 . 4 4 の屈折率を有し、第 2 のレンズが約 1 . 7 5 の屈折率を有する、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 4 】

実施形態 2 3 . 5 8 7 . 6 nm で、第 1 のレンズが約 1 . 4 4 の屈折率を有し、第 2 のレンズが約 1 . 7 5 の屈折率を有する、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 5 】

実施形態 2 4 . 第 1 のレンズが、5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 2 の屈折率を有するホウケイ酸塩 B K 7 ガラスを含み、第 2 のレンズが、5 8 7 . 6 nm で約 1 . 6 2 の屈折率を有するフリンット F 2 ガラスを含む、請求項 1 に記載の光学システム。

【 0 0 9 6 】

実施形態 2 5 . 第 1 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 2 の屈折率を有するホウケイ酸塩 B K 7 ガラスを含み、第 2 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 6 5 の屈折率を有する高密度フリンット S F 2 ガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 7 】

実施形態 2 6 . 第 1 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 0 の屈折率を有するフルオロホスフェート F P L 5 1 ガラスを含み、第 2 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 8 0 の屈折率を有するランタン高密度フリンット L A S F 4 5 ガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 8 】

実施形態 2 7 . 第 1 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 0 の屈折率を有するフルオロホスフェート F P L 5 1 ガラスを含み、第 2 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 7 3 の屈折率を有するランタンクラウン L A K 3 4 ガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 0 9 9 】

実施形態 2 8 . 第 1 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 0 の屈折率を有するフルオロホスフェート F P L 5 1 ガラスを含み、第 2 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 7 6 の屈折率を有するランタンクラウン L A K 3 3 B ガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 1 0 0 】

実施形態 2 9 . 第 1 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 5 0 の屈折率を有するフルオロホスフェート F P L 5 1 ガラスを含み、第 2 のレンズが、約 5 8 7 . 6 nm で約 1 . 7 5 の屈折率を有するランタンクラウン L A K 3 3 A ガラスを含む、実施形態 1 ~ 1 7 のいずれか 1 つの光学システム。

10

20

30

40

50

【0101】

実施形態30. 第1のレンズが、約587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズが、約587.6nmで約1.73の屈折率を有するランタンクラウンLAK34ガラスを含む、実施形態1～17のいずれか1つの光学システム。

【0102】

実施形態31. 第1のレンズが、約587.6nmで約1.50の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL51ガラスを含み、第2のレンズが、約587.6nmで約1.75の屈折率を有するランタンクラウンLAF7ガラスを含む、実施形態1～17のいずれか1つの光学システム。

10

【0103】

実施形態32. 第1のレンズが、約587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズが、約587.6nmで約1.73の屈折率を有するランタンフリントLAK34ガラスを含む、実施形態1～17のいずれか1つの光学システム。

【0104】

実施形態33. 第1のレンズが、約587.6nmで約1.44の屈折率を有するフルオロホスフェートFPL55ガラスを含み、第2のレンズが、約587.6nmで約1.75の屈折率を有するランタンフリントLAF7ガラスを含む、実施形態1～17のいずれか1つの光学システム。

20

【0105】

実施形態34. 第3のレンズがプラスチックを含む、実施形態1～33のいずれか1つの光学システム。

【0106】

実施形態35. プラスチックがポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、及びポリカーボネートのうちの1つ以上を含む、実施形態34の光学システム。

【0107】

実施形態36. 第3のレンズが約550nmで約1.49の屈折率を有する、実施形態1～35のいずれか1つの光学システム。

30

【0108】

実施形態37. 第3のレンズが587.6nmで約1.49の屈折率を有する、実施形態1～35のいずれか1つの光学システム。

【0109】

実施形態38. 第3のレンズが、約550nmで約1.49の屈折率を有するポリメチルメタクリレート(PMMA)を含む、実施形態1～35のいずれか1つの光学システム。

【0110】

実施形態39. 第3のレンズが、587.6nmで約1.49の屈折率を有するポリメチルメタクリレート(PMMA)を含む、実施形態1～35のいずれか1つの光学システム。

40

【0111】

実施形態40. 第2のレンズの第1の主表面の曲率半径が、第1のレンズの第2の主表面の曲率半径と実質的に等しい、実施形態1～39のいずれか1つの光学システム。

【0112】

実施形態41. 第2のレンズの第1の主表面が第1のレンズの第2の主表面に接合されている、実施形態1～40のいずれか1つの光学システム。

【0113】

実施形態42. 第2のレンズの第1の主表面が光学接着剤を介して第1のレンズの第2の主表面に接合されている、実施形態1～41のいずれか1つの光学システム。

【0114】

実施形態43. 光軸を更に備え、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分

50

反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層を、実質的に屈折せずに通過するようになっていいる、実施形態1～42のいずれか1つの光学システム。

【0115】

実施形態44. 複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層のうちの少なくとも1つが回転対称である、実施形態1～43のいずれか1つの光学システム。

【0116】

実施形態45. 複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層のうちの少なくとも1つが、非回転対称である、実施形態1～43のいずれか1つの光学システム。

【0117】

実施形態46. 複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層のうちの少なくとも1つが、少なくとも1つの対称面を有する、実施形態1～43のいずれか1つの光学システム。

【0118】

実施形態47. 第1の波長板層が、所定の波長範囲内の少なくとも1つの波長で実質的に1/4波長板である、実施形態1～46のいずれか1つの光学システム。

【0119】

実施形態48. 第1のレンズがイメージヤから像を受け取るように構成され、第1のレンズに入射する像が梢円偏向される、実施形態1～47のいずれか1つの光学システム。

【0120】

実施形態49. 第1のレンズがイメージヤから像を受け取るように構成され、第1のレンズに入射する像が円偏光される、実施形態1～47のいずれか1つの光学システム。

【0121】

実施形態50. 第2の波長板層を更に備え、第1のレンズが第2のレンズと第2の波長板層との間に配置される、実施形態1～49のいずれか1つの光学システム。

【0122】

実施形態51. 第1の直線吸収偏光子を更に備え、第2の波長板層が第1のレンズと第1の直線吸収偏光子との間に配置されている、実施形態50の光学システム。

【0123】

実施形態52. 直線吸収偏光子を更に備え、第3のレンズが直線吸収偏光子と反射偏光子との間に配置されている、実施形態1～51のいずれか1つの光学システム。

【0124】

実施形態53.

第2の波長板層であって、第1のレンズが第2のレンズと第2の波長板層との間に配置される、第2の波長板層と、

第1の直線吸収偏光子であって、第2の波長板層が第1のレンズと前記第1の直線吸収偏光子との間に配置される、第1の直線吸収偏光子と、

第2の直線吸収偏光子であって、第3のレンズが第2の直線吸収偏光子と反射偏光子との間に配置される、第2の直線吸収偏光子と、

を更に備える、実施形態1～52のいずれか1つの光学システム。

【0125】

実施形態54.

中に開口部を画定する射出瞳と、

射出瞳と第3のレンズの間に配置された第2の波長板層と、

第2の波長板層と第3のレンズの間に配置された第1の直線吸収偏光子と、を備える、実施形態1～53のいずれか1つの光学システム。

【0126】

実施形態55.

第1のレンズに面したイメージヤであって、像を放射するイメージヤと、

イメージヤと第1のレンズとの間に配置された第2の直線吸収偏光子と、を更に備える、

10

20

30

40

50

実施形態 5 4 の光学システム。

【 0 1 2 7 】

実施形態 5 6 . 第 3 のレンズに隣接し、第 3 のレンズに面して配置された、中に開口部を画定する射出瞳を更に備え、第 3 のレンズと射出瞳との間に直線吸収偏光子が存在しない、実施形態 1 ~ 5 5 のいずれか 1 つの光学システム。

【 0 1 2 8 】

実施形態 5 7 .

第 1 のレンズに隣接し、第 1 のレンズに面して配置され、像を放射するイメージヤであつて、第 1 のレンズに入射する像が橢円偏向される、イメージヤと、

第 3 のレンズに隣接し、それに面して配置され、中に開口部を画定する射出瞳であつて、第 1 のレンズに入射する像が射出瞳の開口部を通して光学システムから出て行き、出て行く像が実質的に直線偏光されている、射出瞳と、

を備える、実施形態 1 ~ 5 6 のいずれか 1 つのシステム。

【 0 1 2 9 】

実施形態 5 8 . イメージヤが実質的に多角形であり、射出瞳の開口部が実質的に円形である、実施形態 5 7 の光学システム。

【 0 1 3 0 】

実施形態 5 9 . イメージヤの有効領域の最大横寸法が D で、射出瞳の開口部の最大横寸法が d であり、 $1 \leq D/d \leq 20$ である、実施形態 5 7 の光学システム。

【 0 1 3 1 】

実施形態 6 0 . $2 \leq D/d \leq 15$ である、実施形態 5 9 の光学システム。

【 0 1 3 2 】

実施形態 6 1 . $5 \leq D/d \leq 10$ である、実施形態 5 9 の光学システム。

【 0 1 3 3 】

実施形態 6 2 . 射出瞳の開口部の最大横寸法が、約 2 mm ~ 約 80 mm の範囲である、実施形態 5 9 の光学システム。

【 0 1 3 4 】

実施形態 6 3 . 射出瞳と第 3 のレスの間の間隙が約 5 mm ~ 約 30 mm の範囲である、実施形態 5 7 の光学システム。

【 0 1 3 5 】

実施形態 6 4 . 射出瞳と第 3 のレスの間の間隙が約 10 mm ~ 約 20 mm の範囲である、実施形態 5 7 の光学システム。

【 0 1 3 6 】

実施形態 6 5 .

ガラスを含む少なくとも 1 つの第 1 のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも 1 つの第 2 のレンズを含む、複数の光学レンズと、

その少なくとも 1 つの第 1 のレンズの湾曲した主表面上に配置され、第 1 のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも 30 % の平均光反射率を有する部分反射体と、

その少なくとも 1 つの第 2 のレンズの湾曲した主表面上に配置され、第 2 のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であつて、所定の波長範囲で、第 1 の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第 2 の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

反射偏光子と部分反射体との間の複数の光学レンズの主表面上に配置され、その主表面に合致する第 1 の波長板層と、

中に開口部を画定する射出瞳と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであつて、

光学システムが光軸を有し、

1 ミリメートルあたり約 70 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入

10

20

30

40

50

射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して前記光軸と約20度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2超であるように、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する、光学システム。

【0137】

実施形態66.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.25超である、実施形態65の光学システム。

10

【0138】

実施形態67.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.3である、実施形態65の光学システム。

【0139】

実施形態68.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.1超である、実施形態65の光学システム。

20

【0140】

実施形態69.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15超である、実施形態65の光学システム。

【0141】

実施形態70.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2である、実施形態65の光学システム。

30

【0142】

実施形態71.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.1超である、実施形態65の光学システム。

【0143】

実施形態72.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15超である、実施形態65の光学システム。

40

【0144】

実施形態73.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2である、実施形態65の光学システム。

【0145】

実施形態74.1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.1超である、実施形態65の光学システム。

50

【0146】

実施形態 75. 1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15である、実施形態65の光学システム。

【0147】

実施形態 76. 1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.5超である、実施形態65の光学システム。

10

【0148】

実施形態 77. 1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.6超である、実施形態65の光学システム。

【0149】

実施形態 78. 1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.68である、実施形態65の光学システム。

20

【0150】

実施形態 79. 複数の光学レンズが、それぞれがガラスを含む2つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む1つの第2のレンズを含む、実施形態65の光学システム。

【0151】

実施形態 80. 2つの第1のレンズがダブルットを形成し、1つの第1のレンズの主表面が、他方の第1のレンズの主表面に実質的に合致し、それに接合している、実施形態79の光学システム。

【0152】

実施形態 81. それぞれの第1のレンズが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有し、それぞれの第2のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態65の光学システム。

30

【0153】

実施形態 82.

ガラスを含む少なくとも1つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも1つの第2のレンズを含む複数の光学レンズと、

その少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する部分反射体と、

その少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であって、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

40

反射偏光子と部分反射体との間の複数の光学レンズの主表面上に配置され、その主表面上に合致する第1の波長板層と、

中に開口部を画定する射出瞳と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであって、

光学システムが光軸を有し、

1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して前記光軸

50

と約 20 度の角度()をなす、前記射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 超であるように、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第 1 の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する。

光学システム。

【 0154 】

実施形態 83.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.25 超である、実施形態 82 の光学システム。

10

【 0155 】

実施形態 84.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.3 である、実施形態 82 の光学システム。

【 0156 】

実施形態 85.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線で射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 82 の光学システム。

20

【 0157 】

実施形態 86.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 82 の光学システム。

【 0158 】

実施形態 87.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 82 の光学システム。

30

【 0159 】

実施形態 88.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えたる物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 82 の光学システム。

【 0160 】

実施形態 89.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 82 の光学システム。

40

【 0161 】

実施形態 90.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 82 の光学システム。

【 0162 】

実施形態 91.1 ミリメートルあたり約 60 ラインペアの空間周波数を備えたある物体から光学システムに入射する光円錐(303)であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 55 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 82 の光学システム。

50

【0163】

実施形態92.1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15である、実施形態82の光学システム。

【0164】

実施形態93.1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.5超である、実施形態82の光学システム。

10

【0165】

実施形態94.1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.6超である、実施形態82の光学システム。

【0166】

実施形態95.1ミリメートルあたり約60ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.68である、実施形態82の光学システム。

20

【0167】

実施形態96.複数の光学レンズが、それぞれがガラスを含む2つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む1つの第2のレンズを含む、実施形態82の光学システム。

【0168】

実施形態97.2つの第1のレンズがダブルットを形成し、1つの第1のレンズの主表面が、他方の第1のレンズの主表面に実質的に合致し、それに接合している、実施形態96の光学システム。

【0169】

実施形態98.それぞれの第1のレンズが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有し、それぞれの第2のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態82の光学システム。

30

【0170】

実施形態99.

ガラスを含む少なくとも1つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも1つの第2のレンズを含む複数の光学レンズと、

その少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する部分反射体と、

その少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であって、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

反射偏光子と部分反射体との間の複数の光学レンズの主表面上に配置され、その主表面上に合致する第1の波長板層と、

中に開口部を画定する射出瞳と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであって、

光学システムが光軸を有し、

1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して前記光軸

40

50

と約 20 度の角度()をなす、前記射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 超であるように、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第 1 の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する。

光学システム。

【 0171 】

実施形態 100.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.25 超である、実施形態 99 の光学システム。

10

【 0172 】

実施形態 101.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.3 である、実施形態 99 の光学システム。

【 0173 】

実施形態 102.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 99 の光学システム。

20

【 0174 】

実施形態 103.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 99 の光学システム。

【 0175 】

実施形態 104.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 99 の光学システム。

30

【 0176 】

実施形態 105.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 99 の光学システム。

【 0177 】

実施形態 106.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 99 の光学システム。

40

【 0178 】

実施形態 107.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 99 の光学システム。

【 0179 】

実施形態 108.1 ミリメートルあたり約 50 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 55 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 99 の光学システム。

50

【0180】

実施形態109. 1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15である、実施形態99の光学システム。

【0181】

実施形態110. 1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.5超である、実施形態99の光学システム

10

【0182】

実施形態111. 1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.6超である、実施形態99の光学システム。

【0183】

実施形態112. 1ミリメートルあたり約50ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.68である、実施形態99の光学システム。

20

【0184】

実施形態113. 複数の光学レンズが、それぞれガラスを含む2つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む1つの第2のレンズを含む、実施形態99の光学システム。

【0185】

実施形態114. 2つの第1のレンズがダブルエットを形成し、1つの第1のレンズの主表面が、他方の第1のレンズの主表面に実質的に合致し、それに接合している、実施形態113の光学システム。

【0186】

実施形態115. それぞれの第1のレンズが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有し、それぞれの第2のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態99の光学システム。

30

【0187】

実施形態116.

ガラスを含む少なくとも1つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも1つの第2のレンズを含む複数の光学レンズと、

その少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する部分反射体と、

その少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であって、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

反射偏光子と部分反射体との間の複数の光学レンズの主表面上に配置され、その主表面上に合致する第1の波長板層と、

中に開口部を画定する射出瞳と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであって、

光学システムが光軸を有し、

1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して前記光軸

40

50

と約 20 度の角度()をなす、前記射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 超であるように、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第 1 の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する。

光学システム。

【 0188 】

実施形態 117.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.25 超である、実施形態 116 の光学システム。

10

【 0189 】

実施形態 118.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 20 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.3 である、実施形態 116 の光学システム。

【 0190 】

実施形態 119.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 116 の光学システム。

20

【 0191 】

実施形態 120.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 116 の光学システム。

【 0192 】

実施形態 121.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 40 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 116 の光学システム。

30

【 0193 】

実施形態 122.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、その光円錐の主光線で射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 116 の光学システム。

【 0194 】

実施形態 123.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.15 超である、実施形態 116 の光学システム。

40

【 0195 】

実施形態 124.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 45 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.2 である、実施形態 116 の光学システム。

【 0196 】

実施形態 125.1 ミリメートルあたり約 40 ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約 55 度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約 0.1 超である、実施形態 116 の光学システム。

50

【0197】

実施形態126. 1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15である、実施形態116の光学システム。

【0198】

実施形態127. 1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.5超である、実施形態116の光学システム。

10

【0199】

実施形態128. 1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.6超である、実施形態116の光学システム。

【0200】

実施形態129. 1ミリメートルあたり約40ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.68である、実施形態116の光学システム。

20

【0201】

実施形態130. 複数の光学レンズが、それぞれがガラスを含む2つの第1のレンズ(20、30)及び、プラスチックを含む1つの第2のレンズを含む、実施形態116の光学システム。

【0202】

実施形態131. 2つの第1のレンズがダブル렛を形成し、1つの第1のレンズの主表面が、他方の第1のレンズの主表面に実質的に合致し、それに接合している、実施形態130の光学システム。

【0203】

実施形態132. それぞれの第1のレンズが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有し、それぞれの第2のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態116の光学システム。

30

【0204】

実施形態133.

ガラスを含む少なくとも1つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む少なくとも1つの第2のレンズを含む複数の光学レンズと、

その少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第1のレンズの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する部分反射体と、

その少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面上に配置され、少なくとも1つの第2のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であって、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

40

反射偏光子と部分反射体との間の複数の光学レンズの主表面上に配置され、その主表面に合致する第1の波長板層と、

中に開口部を画定する射出瞳と、

を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであって、

光学システムが光軸を有し、

1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入

50

射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して前記光軸と約20度の角度をなす、前記射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2超であるように、光軸に沿って伝播する光線が、複数の光学レンズ、部分反射体、反射偏光子、及び第1の波長板層を、実質的に屈折せずに通過する。

光学システム。

【0205】

実施形態134.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.25超である、実施形態133の光学システム。

10

【0206】

実施形態135.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約20度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.3である、実施形態133の光学システム。

【0207】

実施形態136.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.1超である、実施形態133の光学システム。

20

【0208】

実施形態137.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、その光円錐の主光線で射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15超である、実施形態133の光学システム。

【0209】

実施形態138.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2である、実施形態133の光学システム。

30

【0210】

実施形態139.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.1超である、実施形態133の光学システム。

【0211】

実施形態140.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.15超である、実施形態133の光学システム。

40

【0212】

実施形態141.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約45度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数(MTF)が約0.2である、実施形態133の光学システム。

【0213】

実施形態142.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの

50

変調伝達関数（MTF）が約0.1超である、実施形態133の光学システム。

【0214】

実施形態143.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約55度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数（MTF）が約0.15である、実施形態133の光学システム。

【0215】

実施形態144.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数（MTF）が約0.5超である、実施形態133の光学システム。

10

【0216】

実施形態145.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数（MTF）が約0.6超である、実施形態133の光学システム。

【0217】

実施形態146.1ミリメートルあたり約30ラインペアの空間周波数を備えた物体から光学システムに入射する光円錐であって、その光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光軸と約0度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数（MTF）が約0.68である、実施形態133の光学システム。

20

【0218】

実施形態147.複数の光学レンズが、それぞれガラスを含む2つの第1のレンズ及び、プラスチックを含む1つの第2のレンズを含む、実施形態133の光学システム。

【0219】

実施形態148.2つの第1のレンズがダブレットを形成し、1つの第1のレンズの主表面が、他方の第1のレンズの主表面に実質的に合致し、それに接合している、実施形態147の光学システム。

【0220】

実施形態149.それぞれの第1のレンズが、約10nm/cm未満の光学複屈折を有し、それぞれの第2のレンズが、約10nm/cm超の光学複屈折を有する、実施形態133の光学システム。

30

【0221】

実施形態150.

像を放射するイメージヤと、

中に開口部を画定する射出瞳であって、イメージヤによって放射された像が、射出瞳の開口部を通って光学システムから出る、射出瞳と、

イメージヤと射出瞳との間に配置され、イメージヤから放射された像を受け取る複数の光学レンズであって、第1、第2、及び第3の光学レンズを備え、第3のレンズが約10nm/cm超の光学複屈折を有し、第1及び第2のレンズが、それぞれ約7nm/cm未満の光学複屈折を有し、互いに接合されてダブルートを形成する、複数の光学レンズと、

40

ダブルートの湾曲した主表面上に配置され、ダブルートの湾曲した主表面に合致し、所定の波長範囲で少なくとも30%の平均光反射率を有する部分反射体と、

第3のレンズの湾曲した主表面上に配置され、第3のレンズの湾曲した主表面に合致する反射偏光子であって、所定の波長範囲で、第1の偏光状態を有する光を実質的に反射し、直交する第2の偏光状態を有する光を実質的に透過する、反射偏光子と、

ダブルートの主表面上に配置され、ダブルートの主表面に合致する、第1の波長板層と、を備える、

観察者に対して像を表示するための光学システムであって、

像が1ミリメートルあたり約70ラインペアの空間周波数を備える、イメージヤによって

50

放射された像からの光円錐であって、光円錐の主光線が射出瞳の開口部の中心を通過して光学システムの光軸と約40度の角度をなす、射出瞳を満たす光円錐について、光学システムの変調伝達関数（MTF）が約0.15超である、

光学システム。

【0222】

別途断りがない限り、本明細書及び特許請求の範囲で用いる加工寸法（feature size）、量、及び物理的特性を表す全ての数は、全ての場合において、用語「約」によって修飾されていると理解するものとする。したがって、特に反対の指示がない限り、上記明細書及び添付の特許請求の範囲に記載されている数値パラメータは、本明細書で開示される教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変動し得る近似値である。端点による数値範囲の使用は、その範囲内の全ての数（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及び5を含む）、及びその範囲内の任意の範囲を含む。

10

【0223】

これらの実施形態の様々な修正及び変更は当業者には明らかとなるものであるため、本開示の本範囲が本明細書に記載の例示的実施形態に限定されるものではないことを理解されたい。例えば、1つの開示実施形態の特徴は、別途指示のない限り、他の開示実施形態全てにも適用され得ることを、読者は前提とすべきである。

20

30

40

50

【図面】

【図 1 A】

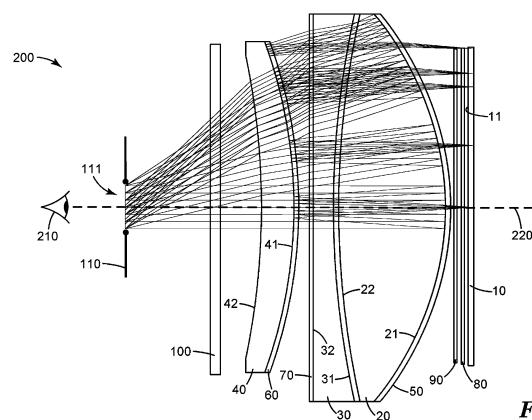


Fig. 1A

【図 1 B】

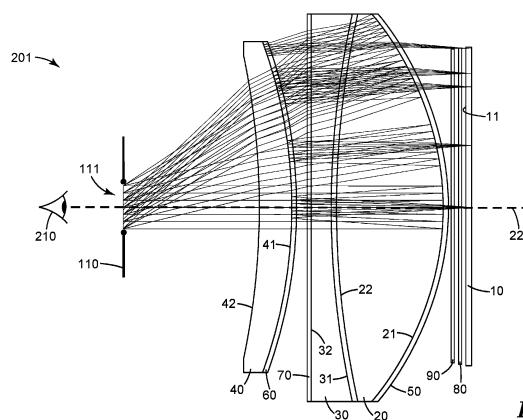


Fig. 1B

10

【図 1 C】

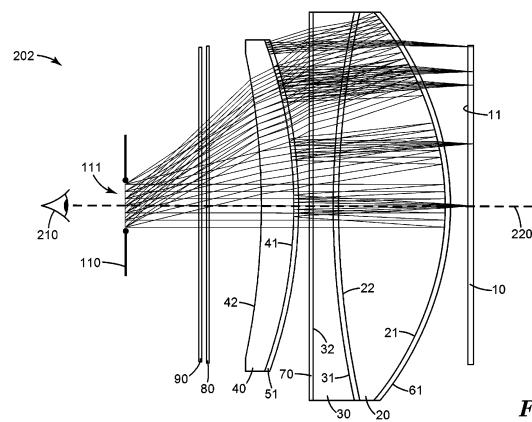


Fig. 1C

【図 1 D】

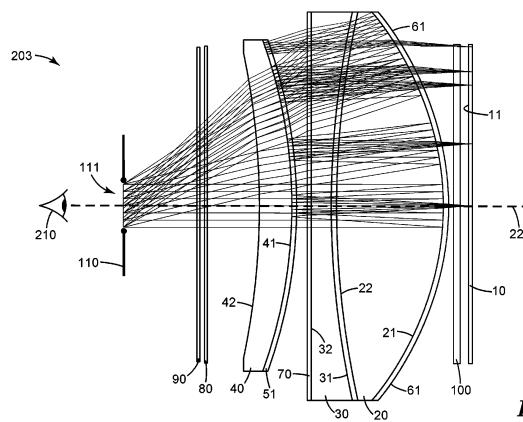


Fig. 1D

20

30

40

50

【図 2 A】

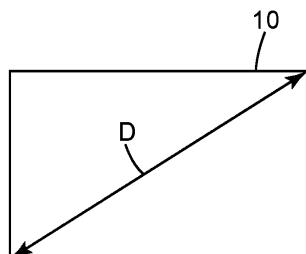


Fig. 2A

【図 2 B】

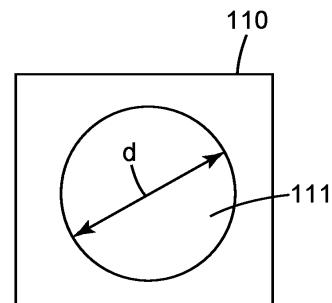


Fig. 2B

10

【図 3】

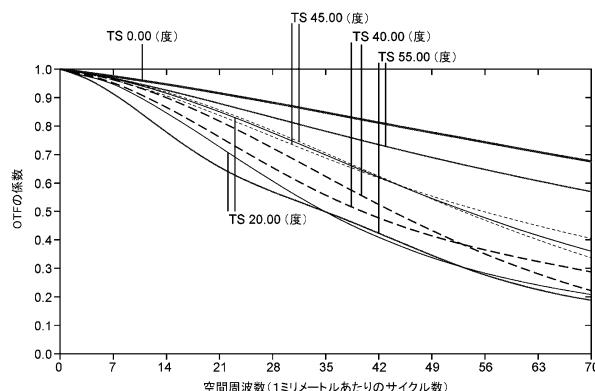


Fig. 3

【図 4】

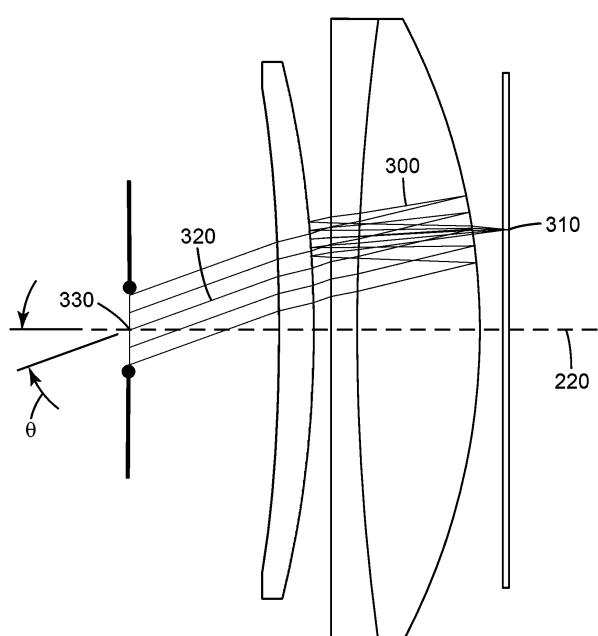


Fig. 4

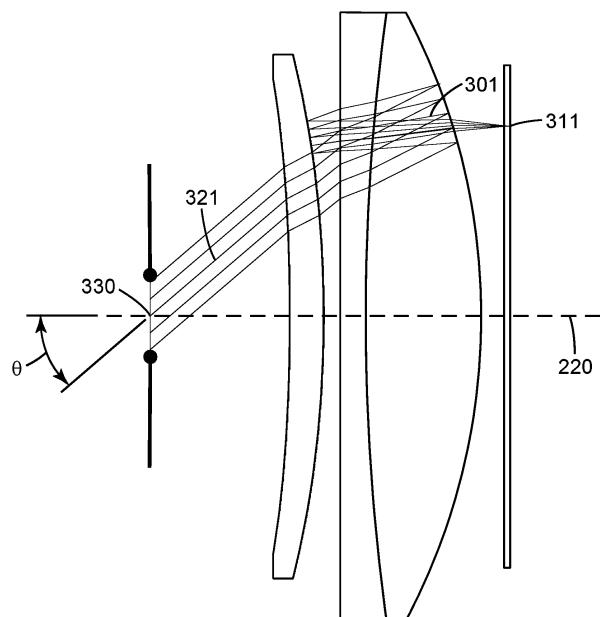
20

30

40

50

【図 5】



【図 6】

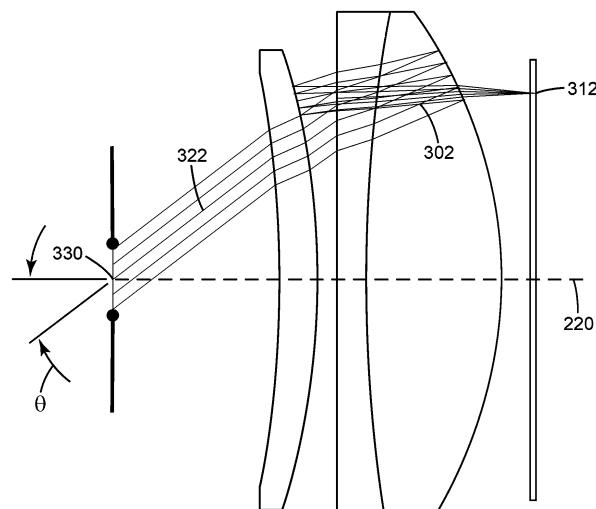
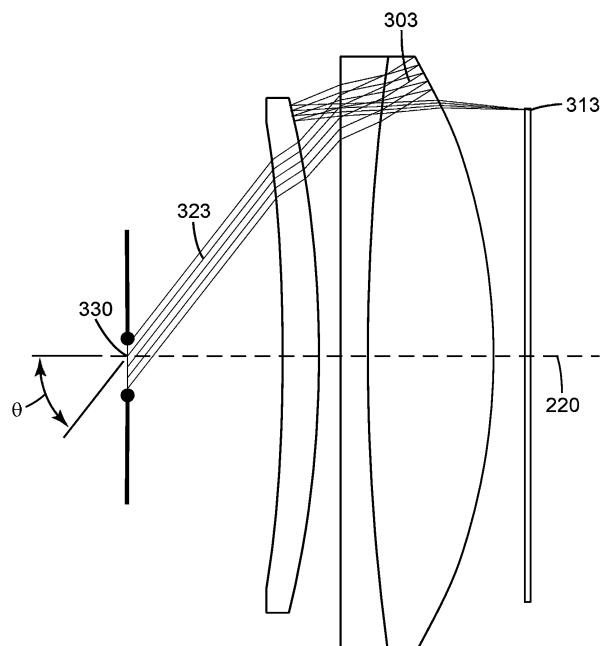


Fig. 6

Fig. 5

20

【図 7】



【図 8】

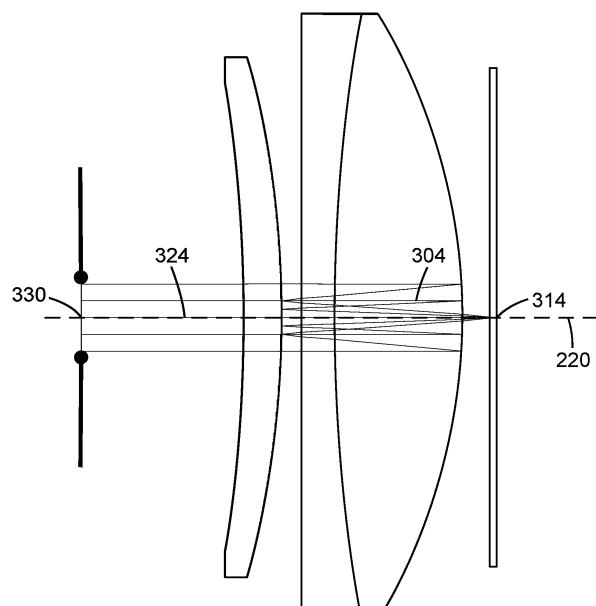


Fig. 8

Fig. 7

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100171701
弁理士 浅村 敬一

(72)発明者 ユン, ジシェン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 ウォン, ティモシー エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 マクドウェル, エリン エー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

審査官 濑戸 息吹

(56)参考文献 国際公開第95/024713 (WO, A1)
特開平07-261088 (JP, A)
中国特許出願公開第105929537 (CN, A)
特開2000-275566 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04
G02B 27/00 - 30/60
G02B 5/30