

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5567924号  
(P5567924)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int.Cl.		F I
<b>GO2B 17/08</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 17/08 A
<b>GO2B 27/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 27/02 Z
<b>HO4N 5/64</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N 5/64 511A

請求項の数 12 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-167790 (P2010-167790)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成22年7月27日 (2010.7.27)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2012-27350 (P2012-27350A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成24年2月9日 (2012.2.9)	(74) 代理人	100139103
審査請求日	平成25年6月6日 (2013.6.6)		弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荻澤 弘
		(74) 代理人	100157118
			弁理士 南 義明
		(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリズム光学系、プリズム光学系を用いた画像表示装置及びプリズム光学系を用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学作用を有する光学面を少なくとも4面用いたプリズム光学系であり、  
4面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、  
透過面の第1面、  
前記第1面に対向した2回の内部反射面である第2面、  
前記第2面に対向した2回の内部反射面かつ透過面である第3面、  
前記第3面に対向しかつ前記第2面に隣接した内部反射面である第4面、  
によって構成され、  
前記プリズム光学系に入射し、前記プリズム光学系から射出するまでの光の経路は、順  
に、  
前記第1面を透過し、前記第2面で反射し、前記第3面で反射し、前記第2面で反射し  
、前記第3面で反射し、前記第4面で反射し、前記第3面から射出する  
ことを特徴とするプリズム光学系。

10

【請求項2】

光学作用を有する光学面を少なくとも5面用いたプリズム光学系であり、  
5面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、  
透過面の第1面、  
前記第1面に対向した内部反射面である第2面、  
前記第2面に対向した2回の内部反射面かつ透過面である第3面、

20

前記第3面に対向しかつ前記第2面に隣接した内部反射面である第4面、  
前記第4面に隣接しかつ前記第3面に対向した内部反射面である第5面、  
によって構成され、

前記プリズム光学系に入射し、前記プリズム光学系から射出するまでの光の経路は、順  
に、

前記第1面を透過し、前記第2面で反射し、前記第3面で反射し、前記第4面で反射し  
、前記第3面で反射し、前記第5面で反射し、前記第3面から射出する  
ことを特徴とするプリズム光学系。

【請求項3】

前記第3面の少なくとも1回の内部反射は全反射作用を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載のプリズム光学系。 10

【請求項4】

前記第3面は回転非対称面であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のプリズム光学系。

【請求項5】

前記第3面は中心主光線を含む面内において負のパワーを有することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のプリズム光学系。

【請求項6】

前記第4面は回転非対称面であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載のプリズム光学系。 20

【請求項7】

前記第5面は回転非対称面であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のプリズム光学系。

【請求項8】

前記第5面は中心主光線を含む面内において正のパワーを有することを特徴とする請求項1又は7のいずれか1項に記載のプリズム光学系。

【請求項9】

前記第2面は回転非対称面であることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のプリズム光学系。

【請求項10】

請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載のプリズム光学系の前記第1面に対向して前記画像表示素子を配備し、 30

前記第3面の透過領域に対向して観察者の眼を配備することで、前記観察者に拡大した虚像を呈示することを特徴とする画像表示装置。

【請求項11】

射出瞳はプリズム光学系の第3面の近傍または第3面と観察者眼球の間に形成されることを特徴とする請求項10に記載の画像表示装置。

【請求項12】

請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載のプリズム光学系の第1面に対向して撮像素子を配備し、 40

第3面の透過領域の前方近傍に開口絞りを配備することで、外界像を撮像することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転非対称面を用いたプリズム光学系、プリズム光学系を用いた画像表示装置及びプリズム光学系を用いた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、プリズム光学系は、例えば、複数の光学面を有するプリズムであり、画像表示素 50

子を観察する光学系として用いる場合には、表示素子から発した光がプリズム内に入射し、プリズム内部で反射してプリズムから射出し、観察者眼球に到達することにより拡大された虚像として画像を観察できるようにしたものである。この点に関する先行技術としては、例えば、少なくとも3つの反射面により1次像を形成して眼球に投影するプリズムによるもの（特許文献1参照）、ホログラム素子を眼鏡レンズ部に配置したものなどが提案されている（特許文献1、2又は3参照）。

【0003】

また、従来のその他のプリズム光学系としては、平行四辺形柱プリズムで複数回反射して観察者眼球の前に配置し、接眼レンズによって眼球に投影するものや、導光板と接眼レンズによって眼球に投影するものなどが提案されている。（特許文献4又は5参照）

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-076429号公報

【特許文献2】特開2007-094175号公報

【特許文献3】特開2004-325985号公報

【特許文献4】特開2001-264681号公報

【特許文献5】特開2006-003879号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

特許文献1では、3つの反射面での3回の反射により、表示素子から観察者の瞳に至る光路中で3回交差する。このような光路の折り曲げのために、表示素子側（図の上部）の素子形状が大きくなる。眼鏡のフレーム等に保持し、レンズの外側に配置する提案がされているが、導光路が外部に出っ張り、外観上好ましくない。

【0006】

文献2及び3にはホログラム素子を利用した方法が提案されている。これによると、ホログラムによる回折を利用して光学系を薄型にしたレイアウトが可能である。しかしながら、ホログラムには別の問題もある。ホログラム素子は製造が非常に困難であり、コストも高い。

30

【0007】

また、波長選択性が高いため、波長の非常に狭いレーザー光線のような光源を用いるか、またはLEDの一部の波長のみを利用するといった方法が取られており、レーザー光源はまだまだ3原色の小型化されたチップは開発途上であり高コストで、消費電力も高く、眼鏡に組み込めるものではない。また、LED光源を利用したものは狭帯域のバンドパスフィルターを通過させるため光の利用効率が低い。

【0008】

さらにホログラム素子の課題として、低消費電力であり、自発光タイプで照明系もいらず、小型化に有利な有機ELパネルが使用できない。有機ELパネルはLEDよりも波長帯が比較的広く、ホログラム素子との組み合わせは効率が悪く、不要光も多くなり画質を確保できない。

40

【0009】

文献4では、表示装置の射出瞳位置が使用者の眼球の瞳あるいはその回旋中心近傍にあるため、作動距離が長くなると頭部装着型表示装置の接眼窓の口径がそれにつれて比例的に大きくなり、結果、小型・軽量の頭部装着型表示装置は実現し得ず、外界視野も大きく遮蔽していた。また、外部から装着者を見たときに目を完全に覆ってしまっており、装着者の自然な表情が伝わらないといった問題も生じていた。

【0010】

文献5では、導光板あるいはプリズムと接眼レンズを組合せる必要があり、複数の光学素子を筐体内に配置させる。したがって、棒状の光学部材支持部材が配置されるため外観

50

上問題があった。さらに、組立、調整の工数がかかり、耐水性などの装置の耐性にも問題があった。

【0011】

本発明は、従来技術のこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、非常に小さく、軽量でかつ形状の自由度が高い1個の光学素子によって、画像表示素子の画像を虚像として観察者眼球に投影することが可能なプリズム光学系を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明のプリズム光学系は、光学作用を有する光学面を少なくとも4面用いたプリズム光学系であり、4面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、透過面の第1面、前記第1面に対向した2回の内部反射面である第2面、前記第2面に対向した2回の内部反射面かつ透過面である第3面、前記第3面に対向しかつ前記第2面に隣接した内部反射面である第4面、によって構成され、前記プリズム光学系に入射し、前記プリズム光学系から射出するまでの光の経路は、順に、前記第1面を透過し、前記第2面で反射し、前記第3面で反射し、前記第2面で反射し、前記第3面で反射し、前記第4面で反射し、前記第3面から射出することを特徴とする。

10

【0013】

また、上記課題を解決するために、本発明のプリズム光学系は、光学作用を有する光学面を少なくとも5面用いたプリズム光学系であり、5面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、透過面の第1面、前記第1面に対向した内部反射面である第2面、前記第2面に対向した2回の内部反射面かつ透過面である第3面、前記第3面に対向しかつ前記第2面に隣接した内部反射面である第4面、前記第4面に隣接しかつ前記第3面に対向した内部反射面である第5面、によって構成され、前記プリズム光学系に入射し、前記プリズム光学系から射出するまでの光の経路は、順に、前記第1面を透過し、前記第2面で反射し、前記第3面で反射し、前記第4面で反射し、前記第3面で反射し、前記第5面で反射し、前記第3面から射出することを特徴とする。

20

【0015】

また、前記第3面の少なくとも1回の内部反射は全反射作用を用いることを特徴とする。

【0016】

また、前記プリズム光学系において、第3面は回転非対称面であることを特徴とする。

30

【0017】

また、前記プリズム光学系において、第3面は中心主光線を含む面内において負のパワーを有することを特徴とする。

【0018】

また、前記プリズム光学系において、第4面は回転非対称面であることを特徴とする。

【0019】

また、前記プリズム光学系において、第5面は回転非対称面であることを特徴とする。

【0020】

また、前記プリズム光学系において、第5面は中心主光線を含む面内において正のパワーを有することを特徴とする。

40

【0021】

また、前記プリズム光学系において、第2面は回転非対称面であることを特徴とする。

【0022】

さらに、本発明の画像表示装置は、前記プリズム光学系の前記第1面に対向して前記画像表示素子を配備し、前記第3面の透過領域に対向して観察者の眼を配備することで、前記観察者に拡大した虚像を呈示することを特徴とする。

【0023】

また、射出瞳はプリズム光学系の第3面の近傍または第3面と観察者眼球の間に形成されることを特徴とする。

50

## 【0024】

さらに、本発明の撮像装置は、前記プリズム光学系の第1面に対向して撮像素子を配備し、第3面の透過領域に前方近傍に開口絞りを配備することで、外界像を撮像することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0025】

以上の本発明のプリズム光学系においては、非常に小さく、軽量でかつ形状の自由度が高い1個の光学素子であって、画像表示素子の画像を虚像として観察者眼球に投影することが可能なプリズム光学系を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

10

## 【0026】

【図1】第1実施形態のプリズム光学系の構成を示す図である。

【図2】プリズム光学系の実施例1のY-Z断面での光路図である。

【図3】プリズム光学系の実施例1のX-Z断面での光路図である。

【図4】実施例1の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図5】実施例1の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図6】プリズム光学系の実施例2のY-Z断面での光路図である。

【図7】プリズム光学系の実施例2のX-Z断面での光路図である。

【図8】実施例2の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図9】実施例2の光学系全体の横収差図を示す図である。

20

【図10】第2実施形態のプリズム光学系の構成を示す図である。

【図11】プリズム光学系の実施例3のY-Z断面での光路図である。

【図12】プリズム光学系の実施例3のX-Z断面での光路図である。

【図13】実施例3の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図14】実施例3の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図15】プリズム光学系を用いた画像表示装置の基本構成図である。

【図16】プリズム光学系を用いた画像表示装置の側面図である。

【図17】プリズム光学系を用いた画像表示装置の側面図である。

【図18】プリズム光学系を用いた眼鏡型画像表示装置の全体図である。

【図19】プリズム光学系を用いた眼鏡型画像表示装置の正面図である。

30

【図20】本実施形態のプリズム光学系を撮像装置であるデジタルカメラに適用した場合の概念図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0027】

本発明にかかるプリズム光学系1は、光学作用を有する光学面を少なくとも4面用いたプリズム光学系1であり、4面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、光が入射或いは射出する2面のうち1面は1回の透過作用と2回の内部反射作用を有することが好ましい。

## 【0028】

このような構成により、光学面を4面用いたプリズム光学系1として各面の光学的な機能を有効に使うことができ、画像表示素子2の画像を複数回反射させて観察者眼球に導くことができるため、プリズム光学系1の形状の自由度が増し、画像表示素子2と射出瞳Sの相対的な位置、光線の入射角、射出角を所望の状態にすることができる。さらに、画像表示装置Pとして用いるときは光の射出面、図示しない撮像装置として用いるときには、入射面は、入出力面であるので、透過作用を有するが、その面は内部で反射する作用も同時に有する面とすることで、その透過領域とプリズム光学系1の内部における反射領域をオーバーラップすることができ、さらに内部反射を2回とすることで、1つの面で2回の反射をさせるため、面のつながり目を意識せずに2つの反射領域をオーバーラップさせることも可能である。したがって、プリズム光学系1自体をコンパクトにすることが可能であり、装置の小型軽量化に有効に作用する。

40

50

## 【0029】

この結果、プリズム光学素子がコンパクトな形状となり、画像表示装置Pの場合には装着者の違和感や煩わしさを軽減する。また、撮像装置の場合には、装置全体の小型軽量化に貢献する。

## 【0030】

また、プリズム光学系1は、光学作用を有する光学面を少なくとも5面用いたプリズム光学系1であり、5面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、光が入射或いは射出する2面のうち1面は1回の透過作用と2回の内部反射作用を有することが好ましい。

## 【0031】

このような構成によれば、光学面を4面用いたプリズム光学系1よりも1面多いため、光学的な機能をさらに有効に使うことができ、さらに、入射面に対向する側にある反射面を3面とし、それぞれの面が1回の反射となり、反射する方向の制御が容易となるため、プリズム光学系1の形状の自由度が増し、画像表示素子2と射出瞳Sの相対的な位置、光線の入射角、射出角を所望の状態にすることができる。したがって、プリズム光学系1の性能を向上させ、かつ自体をコンパクトにすることが可能であり、装置の小型軽量化に有効に作用する。

## 【0032】

また、プリズム光学系1に入射し、プリズム光学系1から射出するまでの光の経路に沿って順に、入射面である透過面の第1面11、第1面に対向した内部反射面である第2面12、第2面12に対向した内部反射面かつ透過面である第3面13、第3面13に対向しかつ第2面12に隣接した内部反射面である第4面14、第4面14に隣接しかつ第3面13に対向した内部反射面である第5面15によって構成されていることが好ましい。

## 【0033】

上記のような光学面の構成のプリズム光学系1によれば、第3面13は、第2面12と第4面14と第5面15に対向した面となるためプリズムは左右の面内で多重反射をすることになり、非常に小さいプリズム光学系1としてのプリズム光学素子でありながら実際の光路長は長くできる。また、プリズム形状は曲面を有する略棒状になり、後述する眼鏡のガラスの外形状に沿った形状にすることも可能である。さらに、眼鏡のガラス枠の一部として使用することも可能である。

## 【0034】

このように、プリズム光学素子が小さく、略棒状にしたために、画像表示装置を観察者の眼球前方に配備する場合には、観察者の外界視野の妨げる面積を小さくすることができる。

## 【0035】

さらに、プリズム光学系1は第3面13にて2回の内部反射を行い、その前後で、第2面12、第4面14、第5面15で内部反射を行うようにしたため、第2面12の傾きを適切な角度にすることで画像表示素子2を所望の角度に配置することができる。また、第5面15の傾きを適切な角度にすることによって観察者眼球の設定を所望の位置、角度にすることができる。したがって、このような構成のプリズム光学系1によると観察者に対して邪魔にならないように、ある程度自由な相対位置、相対角度で画像表示素子2を設置できる。

## 【0036】

この結果、ユーザーはシースルー表示により死角をなくすことができ、画像表示素子2が邪魔にならないように出来るため、より快適に装着して使用することができる。さらに、形状の自由度が高いことで、本発明のプリズム光学系1を眼鏡のフレームの一部として用いることができ、画像表示装置Pを装着した人を客観的に見て違和感の無いものにする事が可能である。

## 【0037】

また、第3面13の少なくとも1回の内部反射は全反射作用を用いることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0038】

このように、第3面13の内部反射を全反射面とすることで、第3面13は反射コートをしなくても内部反射をすることができる。全反射する領域は透明なため、光は透過できるので、第3面13を入射面または射出面として用いる場合に、ハーフミラーコーティング、HOEなどの特殊な手段を講じる必要がない。さらに、全反射なので、反射率は略100%であり、金属コートに比べて反射率が高いため、全体の効率の低下を抑制する。

## 【0039】

この結果、プリズム光学系1を製造する場合に特殊なコーティング等が必要無く、低いコストで製造できる。さらに、反射率が高いため、効率がよく、省エネルギーな装置となる。

10

## 【0040】

また、プリズム光学系1において、第3面13は回転非対称面であることが好ましい。

## 【0041】

第3面13は、透過面、かつ2回の内部反射を行う面のため、透過作用、及び反射作用を受ける際にこの面による大きな収差補正効果が得られる。

## 【0042】

この結果、収差が良好に補正された像を得ることができる。したがって、画像表示装置Pとして用いる場合には、歪みの少なく、鮮明な映像を観察できる。撮像装置として用いる場合にも同様に、歪みが少なく、高い解像度の画像を撮影できる。

## 【0043】

また、プリズム光学系1において、第3面13は中心主光線を含む面内において負のパワーを有することが好ましい。

20

## 【0044】

第3面13は、2回の内部反射を行う面であり、その内部反射は全反射であることが望ましい。全反射条件は、反射点における入射角が臨界角以上である必要がある。プリズムの硝材の屈折率 $n$ の場合には、臨界角 $c$ は $c = \arcsin(1/n)$ で与えられる。例えば、 $n = 1.5$ の場合には、 $c = 41.81^\circ$ となる。したがって、第3面13への入射角が $41.81^\circ$ 以上の角度であれば、全反射するのだが、第3面13が正パワーを持った面であれば、斜め上方からの入射光に対してある部分では面の法線の方向が入射光の方向に向くため、入射角は小さい傾向になり、全ての光束が臨界角以上の入射角にすることは難しい。第3面13が、中心主光線Aを含むYZ面内において、入射光に対して凸面を向けた負のパワーを持っていれば、全ての光束に対して入射角は大きくなる傾向を示し、全反射条件を満たすのに有効となる。

30

## 【0045】

この結果、プリズム光学系1を製造する場合に通常の反射コーティング以外、特殊なコーティング等が必要無く、低いコストで製造できる。さらに、全反射は反射コートよりも反射率が高いため、効率がよく、省エネルギーな装置となる。

## 【0046】

また、プリズム光学系1において、第4面14は回転非対称面であることが好ましい。

## 【0047】

第4面14は内部反射を行う面であり、さらに、この面はプリズム光学系1の中間位置にあるため、第3面13の透過及び内部反射による負のパワーによって各光束が比較的大きい断面積になるため、反射作用を受ける際にこの面における偏心による球面収差やコマ収差が発生しやすい。この偏心による収差を大きく発生させないようにすることは、プリズム光学系1全体の性能向上に望ましいことである。

40

## 【0048】

この結果、収差が良好に補正された像を得ることができる。したがって、画像表示装置Pとして用いる場合には、歪みの少なく、鮮明な映像を観察できる。撮像装置として用いる場合にも同様に、歪みが少なく、高い解像度の画像を撮影できる。

## 【0049】

50

また、プリズム光学系 1 において、第 5 面 1 5 は回転非対称面であることが好ましい。

【 0 0 5 0 】

第 5 面 1 5 は内部反射面である。撮像装置の場合を考えると、この面は光学系の入射瞳および入射面の直後に位置するため、入射角の異なる各光束の断面積は略同等で比較的大きく、この面の偏心（チルト）によるコマ収差が発生しやすい。偏心収差が発生する面でその収差補正を行うこと、つまり、偏心収差を大きく発生させないようにすることが光学系全体の性能向上に望ましい。

【 0 0 5 1 】

この結果、収差が良好に補正された像を得ることができる。したがって、画像表示装置 P として用いる場合には、歪みの少なく、鮮明な映像を観察できる。撮像装置として用いる場合にも同様に、歪みが少なく、高い解像度の画像を撮影できる。

10

【 0 0 5 2 】

また、プリズム光学系 1 において、第 5 面 1 5 は中心主光線を含む面内において正のパワーを有することが好ましい。

【 0 0 5 3 】

第 5 面 1 5 は、中心主光線を含む Y Z 面内において、内部反射を行う正のパワーを有する面であることが有効である。第 3 面 1 3 を負のパワーを有する面とするならば、光学系が結像系にするためには第 1 面 1 1、第 2 面 1 2、第 4 面 1 4、第 5 面 1 5 のいずれか、または複数面を正のパワーを有する面とする必要があるが、射出瞳から略並行光を入射して像面を形成する場合で考えると、第 5 面 1 5 を正のパワーとすることにより、プリズム光学系 1 のパワー配置は、物体側から像面に向かって負、正、負、（正か負かゼロ）、負となり、入射光は入射後に負の後すぐに正のパワーが得られるため、プリズム光学系 1 全体のパワーを正にする作用が得られる。

20

【 0 0 5 4 】

この結果、収差が良好に補正された像を得ることができる。したがって、画像表示装置 P として用いる場合には、歪みの少なく、鮮明な映像を観察できる。撮像装置として用いる場合にも同様に、歪みが少なく、高い解像度の画像を撮影できる。

【 0 0 5 5 】

また、プリズム光学系 1 において、第 2 面 1 2 は回転非対称面であることが好ましい。

【 0 0 5 6 】

第 2 面 1 2 は内部反射面であり、プリズム光学系 1 の像面近くに位置するため、光束は比較的小さくなった状態となる。この面を回転非対称面とすることで、軸外収差の補正に有効に作用する。特に、画角が大きい場合にはディストーションの補正に有効である。

30

【 0 0 5 7 】

この結果、収差が良好に補正された像を得ることができる。したがって、画像表示装置 P として用いる場合には、歪みの少なく、鮮明な映像を観察できる。撮像装置として用いる場合にも同様に、歪みが少なく、高い解像度の画像を撮影できる。

【 0 0 5 8 】

さらに、本発明にかかる画像表示装置 P は、プリズム光学系 1 の第 1 面 1 1 に対向して画像表示素子 2 を配備し、第 3 面 1 3 の透過領域に対向して観察者の眼を配備することで、観察者に拡大した虚像を呈示することが好ましい。

40

【 0 0 5 9 】

画像表示素子 2 から発した光は、プリズム光学系 1 の第 1 面 1 1 から入射し、第 2 面 1 2、第 3 面 1 3、第 4 面 1 4、第 3 面 1 3、第 5 面 1 5 で 5 回の内部反射した後、第 3 面 1 3 から光は略平行光となって射出し、観察者眼球の瞳孔に入射する。

【 0 0 6 0 】

このような構成の画像表示装置 P によれば、観察者は拡大された虚像を観察することができる。

【 0 0 6 1 】

また、射出瞳はプリズム光学系 1 の第 3 面の射出窓近傍または第 3 面 1 3 と観察者眼球

50

の間に形成されることが好ましい。

【0062】

画像表示素子2の射出瞳をプリズム光学系1の第3面13の近傍または第3面13と観察者眼球の間に形成されることで、観察画像周縁の光束のケラレを小さくできる。

【0063】

このような構成の画像表示装置によれば、観察者は画面の周辺まで鮮明な画像を観察することができる。

【0064】

さらに、本発明にかかる図示しない撮像装置は、プリズム光学系1の第1面11に対向して撮像素子を配備し、第3面13の透過領域に前方近傍に開口絞りを配備することで、外界像を撮像することができる。

10

【0065】

プリズム光学系1の第3面13の下側近傍に円形の開口を持つ開口絞りを配備し、第1面11に対向してCCD等の撮像素子を配備することで、開口絞りを通過しプリズムの第3面13から入射した光は、第5面15、第3面13、第4面14、第3面13、第2面12で5回の内部反射をして第1面11から射出して撮像素子に到達し、光は集光する。

【0066】

このような構成によれば、小型軽量化された撮像装置を実現することができる。

【0067】

以下、実施例に基づいて本実施形態のプリズム光学系1について説明する。

20

【0068】

これら光学系の構成パラメータは後記するが、例えば図1及び図10に示すように、観察者の観察する位置をプリズム光学系1の逆光線追跡における物体面とし、物体面を通る光線が、プリズム光学系1を経て画像表示素子2に向かう逆光線追跡の結果に基づくものである。

【0069】

座標系は、図1及び図10に示すように、物体面と中心主光線Aとの交点Oを偏心光学系の偏心光学面の原点Oとし、原点Oからプリズム光学系1側へ向かう中心主光線の方向をZ軸正方向とし、原点Oから画像表示素子2側でZ軸に直交する方向をY軸正方向とし、図1及び図10の紙面内をY-Z平面とする。そして、Y軸、Z軸と右手直交座標系を構成する軸をX軸正方向とする。

30

【0070】

偏心面については、その面が定義される座標系の上記光学系の原点の中心からの偏心量(X軸方向、Y軸方向、Z軸方向をそれぞれX、Y、Z)と、光学系の原点に定義される座標系のX軸、Y軸、Z軸それぞれを中心とする各面を定義する座標系の傾き角(それぞれ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ (°))とが与えられている。その場合、 $\alpha$ と $\beta$ の正はそれぞれの軸の正方向に対して反時計回りを、 $\gamma$ の正はZ軸の正方向に対して時計回りを意味する。なお、面の中心軸の $\omega_x$ 、 $\omega_y$ 、 $\omega_z$ の回転のさせ方は、各面を定義する座標系を光学系の原点に定義される座標系のまずX軸の回りで反時計回りに $\omega_x$ 回転させ、次に、その回転した新たな座標系のY軸の回りで反時計回りに $\omega_y$ 回転させ、次いで、その回転した別の新たな座標系のZ軸の回りで時計回りに $\omega_z$ 回転させるものである。

40

【0071】

また、各実施例の光学系を構成する光学作用面の中、特定の面とそれに続く面が共軸光学系を構成する場合には面間隔が与えられており、その他、面の曲率半径、媒質の屈折率、アッペ数が慣用法に従って与えられている。

【0072】

また、後記の構成パラメータ中にデータの記載されていない係数項は0である。屈折率、アッペ数については、d線(波長587.56nm)に対するものを表記してある。長さの単位はmmである。各面の偏心は、上記のように、基準面からの偏心量で表わす。

【0073】

50

また、本発明にかかる実施形態で用いられる自由曲面の面の形状は、以下の式 ( a ) で定義されるものである。なお、その定義式の Z 軸が自由曲面の軸とする。

【 0 0 7 4 】

$$Z = ( r^2 / R ) / [ 1 + \{ 1 - ( 1 + k ) ( r / R )^2 \} ] + \sum_{j=1} C_j X^m Y^n \dots ( a )$$

ここで、( a ) 式の第 1 項は球面項、第 2 項は自由曲面項である。

【 0 0 7 5 】

球面項中、

R : 頂点の曲率半径

k : コーニック定数 ( 円錐定数 )

$$r = ( X^2 + Y^2 )$$

である。

【 0 0 7 6 】

自由曲面項は、

$$\sum_{j=1}^{66} C_j X^m Y^n = C_1 + C_2 X + C_3 Y + C_4 X^2 + C_5 X Y + C_6 Y^2 + C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 X Y^2 + C_{10} Y^3 + C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} X Y^3 + C_{15} Y^4 + C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} X Y^4 + C_{21} Y^5 + C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4 + C_{27} X Y^5 + C_{28} Y^6 + C_{29} X^7 + C_{30} X^6 Y + C_{31} X^5 Y^2 + C_{32} X^4 Y^3 + C_{33} X^3 Y^4 + C_{34} X^2 Y^5 + C_{35} X Y^6 + C_{36} Y^7 \dots$$

ただし、C<sub>j</sub> ( j は 1 以上の整数 ) は係数である。

【 0 0 7 7 】

上記自由曲面は、一般的には、X - Z 面、Y - Z 面共に対称面を持つことはないが、本発明では X の奇数次項を全て 0 にすることによって、Y - Z 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。例えば、上記定義式 ( a ) においては、C<sub>2</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>7</sub>、C<sub>9</sub>、C<sub>12</sub>、C<sub>14</sub>、C<sub>16</sub>、C<sub>18</sub>、C<sub>20</sub>、C<sub>23</sub>、C<sub>25</sub>、C<sub>27</sub>、C<sub>29</sub>、C<sub>31</sub>、C<sub>33</sub>、C<sub>35</sub>・・・の各項の係数を 0 にすることによって可能である。

【 0 0 7 8 】

また、Y の奇数次項を全て 0 にすることによって、X - Z 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。例えば、上記定義式においては、C<sub>3</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>8</sub>、C<sub>10</sub>、C<sub>12</sub>、C<sub>14</sub>、C<sub>17</sub>、C<sub>19</sub>、C<sub>21</sub>、C<sub>23</sub>、C<sub>25</sub>、C<sub>27</sub>、C<sub>30</sub>、C<sub>32</sub>、C<sub>34</sub>、C<sub>36</sub>・・・の各項の係数を 0 にすることによって可能である。

【 0 0 7 9 】

また、上記対称面の方向の何れか一方を対称面とし、それに対応する方向の偏心、例えば、Y - Z 面と平行な対称面に対して光学系の偏心方向は Y 軸方向に、X - Z 面と平行な対称面に対しては光学系の偏心方向は X 軸方向にすることで、偏心により発生する回転非対称な収差を効果的に補正しながら同時に製作性をも向上させることが可能となる。

【 0 0 8 0 】

また、上記定義式 ( a ) は、前述のように 1 つの例として示したものであり、本発明の

10

20

30

40

50

自由曲面は、対称面を1面のみ有する回転非対称な面を用いることで偏心により発生する回転非対称な収差を補正し、同時に製作性も向上させるということが特徴であり、他のいかなる定義式に対しても同じ効果が得られることは言うまでもない。

【0081】

図1は第1実施形態のプリズム光学系1を用いた画像表示装置Pの概念図である。

【0082】

第1実施形態のプリズム光学系1は、図1に示すように、光学作用を有する光学面を5面用いたプリズム光学系1であり、5面の光学面のうち少なくとも3面は回転非対称面であり、光が入射或いは射出する2面のうち1面は1回の透過作用と2回の内部反射作用を有する。

10

【0083】

また、画像表示装置Pは、プリズム光学系1に光が入射する入射面としての第1面11に対向して画像表示素子2を配置し、光が射出する面の透過領域としての第3面13に対向して観察者の眼球3を配備することで、観察者に拡大した虚像を呈示する。

【0084】

次に、第1実施形態に関する実施例1及び実施例2について説明する。

【0085】

実施例1のプリズム光学系1を備えた画像表示装置PのY-Z断面図を図2に、X-Z断面図を図3に、光学系全体の横収差図を図4及び図5に示す。

【0086】

実施例1の画像表示装置Pは、プリズム光学系1と、画像表示素子2と、を有する。

20

【0087】

プリズム光学系1は、光学作用を有する光学面を5面用いて形成されている。第1面11は、画像表示素子2に対向して配置され、1回の透過作用を有する。また、第2面12は、第1面11に対して画像表示素子2とは反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。第3面13は、第2面12、後述する第4面14及び第5面15の画像表示素子2側に対向して配置され、1回の透過作用と2回の内部反射作用を有する。第4面14は、第3面13に対して画像表示素子2と反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。第5面15は、第3面13に対して画像表示素子2と反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。また、第3面13の透過面付近には射出瞳Sが設けられている。

30

【0088】

回転非対称面としての自由曲面は、第3面13、第4面14及び第5面15である。

【0089】

逆光線追跡において、射出瞳Sから入射した光束は、第3面13を透過してプリズム光学系1に入射し、第5面15で内部反射し、第3面13で内部反射し、第4面14で内部反射し、第3面13で内部反射し、第2面12で内部反射し、第1面11を透過してプリズム光学系1から射出する。プリズム光学系1を射出した光束は、画像表示素子2に入射する。

【0090】

実施例2のプリズム光学系1を備えた画像表示装置PのY-Z断面図を図6に、X-Z断面図を図7に、光学系全体の横収差図を図8及び図9に示す。

40

【0091】

実施例2の画像表示装置Pは、プリズム光学系1と、画像表示素子2と、を有する。

【0092】

プリズム光学系1は、光学作用を有する光学面を5面用いて形成されている。第1面11は、画像表示素子2に対向して配置され、1回の透過作用を有する。また、第2面12は、第1面11に対して画像表示素子2とは反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。第3面13は、第2面12、後述する第4面14及び第5面15に対して画像表示素子2側に対向して配置され、1回の透過作用と2回の内部反射作用を有する。第4面14は、第3面13に対して画像表示素子2と反対側に配置され、1回の内部反射作用を有

50

する。第5面15は、第3面13に対して画像表示素子2と反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。また、第3面13の透過面付近には射出瞳Sが設けられている。

【0093】

回転非対称面としての自由曲面は、第1面11、第2面12、第3面13、第4面14及び第5面15である。

【0094】

逆光線追跡において、射出瞳から入射した光束は、第3面13を透過してプリズム光学系1に入射し、第5面15で内部反射し、第3面13で内部反射し、第4面14で内部反射し、第3面13で内部反射し、第2面12で内部反射し、第1面11を透過してプリズム光学系1から射出する。プリズム光学系1を射出した光束は、画像表示素子2に入射する。

10

【0095】

以下、実施例に基づいて本実施形態のプリズム光学系1について説明する。図10は第2実施形態のプリズム光学系1の概念図である。

【0096】

第2実施形態のプリズム光学系1は、図10に示すように、光学作用を有する光学面を4面用いたプリズム光学系1であり、4面の光学面のうち少なくとも2面は回転非対称面であり、光が入射或いは射出する2面のうち1面は1回の透過作用と2回の内部反射作用を有する

【0097】

20

また、画像表示装置Pは、プリズム光学系1に光が入射する入射面としての第1面11に対向して画像表示素子2を配置し、光が射出する面の透過領域としての第3面13に対向して観察者の眼球3を配備することで、観察者に拡大した虚像を呈示する。

【0098】

次に、第2実施形態に関する実施例3について説明する。

【0099】

実施例3のプリズム光学系1を備えた画像表示装置PのY-Z断面図を図11に、X-Z断面図を図12に、光学系全体の横収差図を図13及び図14に示す。

【0100】

実施例3の画像表示装置Pは、プリズム光学系1と、画像表示素子2と、を有する。

30

【0101】

プリズム光学系1は、光学作用を有する光学面を4面用いて形成されている。第1面11は、画像表示素子2に対向して配置され、1回の透過作用を有する。また、第2面12は、第1面11に対して画像表示素子2とは反対側に配置され、2回の内部反射作用を有する。第3面13は、第2面12及び後述する第4面14に対して画像表示素子2側に対向して配置され、1回の透過作用と2回の内部反射作用を有する。第4面14は、第3面13に対して画像表示素子2と反対側に配置され、1回の内部反射作用を有する。また、第3面13の透過面付近には射出瞳Sが設けられている。

【0102】

回転非対称面としての自由曲面は、第1面11、第2面12、第3面13及び第4面14である。

40

【0103】

逆光線追跡において、射出瞳から出射した光束は、第3面13を透過してプリズム光学系1に入射し、第4面14で内部反射し、第3面13で内部反射し、第2面12で内部反射し、第3面13で内部反射し、第2面12で内部反射し、第1面11を透過してプリズム光学系1から射出する。プリズム光学系1を射出した光束は、画像表示素子2に入射する。

【0104】

以下に、上記実施例1～3の構成パラメータを示す。なお、以下の表中の“FFS”は自由曲面を示す。

50

## 【 0 1 0 5 】

## 実施例 1

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッベ数	
物体面		-1000.00				
r1	(ダミー面)	0.00				
r2	(射出瞳)	0.00	偏心(1)			
r3	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2	
r4	FFS[2]	0.00	偏心(3)	1.5254	56.2	
r5	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2	
r6	FFS[3]	0.00	偏心(4)	1.5254	56.2	10
r7	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2	
r8		0.00	偏心(5)	1.5254	56.2	
r9		0.00	偏心(6)			
像面		0.00	偏心(7)			

## FFS[1]

C 4	-2.291E-002	C 6	-6.249E-003	C 8	2.241E-003	
C 10	1.034E-004	C 11	-6.807E-005	C 13	8.403E-006	
C 15	-3.302E-005	C 17	1.808E-006	C 19	-5.266E-006	
C 21	2.248E-006	C 22	-1.361E-007	C 24	6.973E-008	20
C 26	1.498E-007	C 28	-4.946E-008			

## FFS[2]

C 4	-1.797E-002	C 6	-4.669E-003	C 8	1.382E-003
C 10	-6.738E-005	C 11	-1.528E-005	C 13	-4.124E-005
C 15	2.689E-007				

## FFS[3]

C 4	-6.685E-003	C 6	-1.107E-002	C 8	1.276E-003	
C 10	-5.050E-005	C 11	-1.994E-005	C 13	1.201E-005	30
C 15	-1.569E-005	C 17	8.582E-007	C 19	-2.122E-007	
C 21	3.093E-007					

## 偏心[1]

X	0.00	Y	8.73	Z	20.00
	0.00		0.00		0.00

## 偏心[2]

X	0.00	Y	10.13	Z	20.11	
	-4.10		0.00		0.00	40

## 偏心[3]

X	0.00	Y	6.49	Z	22.60
	-29.54		0.00		0.00

## 偏心[4]

X	0.00	Y	18.61	Z	26.42
	1.78		0.00		0.00

## 偏心[5]

50

X 0.00 Y 34.56 Z 23.28  
23.03 0.00 0.00

## 偏心[6]

X 0.00 Y 35.83 Z 18.73  
-7.11 0.00 0.00

## 偏心[7]

X 0.00 Y 38.95 Z 10.17  
-20.15 0.00 0.00

10

## 【 0 1 0 6 】

## 実施例 2

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッベ数
物体面		-1000.00			
r1	(ダミー面)	0.00			
r2	(射出瞳)	0.00	偏心(1)		
r3	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r4	FFS[2]	0.00	偏心(3)	1.5254	56.2
r5	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r6	FFS[3]	0.00	偏心(4)	1.5254	56.2
r7	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r8	FFS[4]	0.00	偏心(5)	1.5254	56.2
r9	FFS[5]	0.00	偏心(6)		
像面		0.00	偏心(7)		

20

## FFS[1]

C 4	1.088E-003	C 6	-5.718E-003	C 8	-2.729E-004
C 10	1.762E-004	C 11	-5.057E-005	C 13	4.190E-006
C 15	-3.474E-005	C 17	-8.264E-006	C 19	-1.217E-006
C 21	1.883E-006	C 22	-1.446E-006	C 24	7.462E-007
C 26	3.155E-008	C 28	-3.487E-008		

30

## FFS[2]

C 4	-7.189E-003	C 6	-5.584E-003	C 8	-1.761E-004
C 10	-1.127E-004	C 11	-3.659E-005	C 13	7.966E-006
C 15	2.689E-007				

## FFS[3]

C 4	7.890E-003	C 6	-1.030E-002	C 8	-7.428E-005
C 10	6.409E-006	C 11	7.616E-005	C 13	1.487E-005
C 15	-1.450E-005	C 17	-4.131E-007	C 19	-9.396E-007
C 21	2.538E-007				

40

## FFS[4]

C 4	-8.047E-003	C 6	-6.341E-004	C 8	-1.116E-003
C 10	-2.146E-005	C 11	-3.318E-004	C 13	-5.037E-005
C 15	1.909E-005				

## FFS[5]

C 4	2.450E-002	C 6	-7.855E-003	C 8	-3.415E-003
-----	------------	-----	-------------	-----	-------------

50

C 10 -3.106E-004    C 11 -2.479E-003    C 13 -4.335E-004  
 C 15 4.757E-004

偏心[1]  
 X 0.00 Y 0.00 Z 20.01  
 0.00 0.00 0.00

偏心[2]  
 X 0.00 Y 1.15 Z 20.14  
 -5.50 0.00 0.00

10

偏心[3]  
 X 0.00 Y 0.10 Z 23.65  
 -31.12 0.00 0.00

偏心[4]  
 X 0.00 Y 10.01 Z 25.85  
 0.53 0.00 0.00

偏心[5]  
 X 0.00 Y 25.69 Z 23.00  
 20.69 0.00 0.00

20

偏心[6]  
 X 0.00 Y 27.79 Z 18.00  
 -23.66 0.00 0.00

偏心[7]  
 X 0.00 Y 31.01 Z 10.04  
 -22.00 0.00 0.00

30

【 0 1 0 7 】

実施例 3

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面		-1000.00			
r1	(ダミー面)	0.00			
r2	(射出瞳)	0.00	偏心(1)		
r3	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r4	FFS[2]	0.00	偏心(3)	1.5254	56.2
r5	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r6	FFS[3]	0.00	偏心(4)	1.5254	56.2
r7	FFS[1]	0.00	偏心(2)	1.5254	56.2
r8	FFS[3]	0.00	偏心(4)	1.5254	56.2
r9	FFS[4]	0.00	偏心(5)		
像面		0.00	偏心(6)		

40

FFS[1]  
 C 4 6.402E-004    C 6 -6.128E-003    C 8 -4.180E-004  
 C 10 1.481E-004    C 11 -1.265E-004    C 13 -3.191E-006  
 C 15 -3.615E-005    C 17 -2.987E-005    C 19 -1.416E-006

50

C 21	1.835E-006	C 22	-2.344E-006	C 24	1.589E-006
C 26	-2.149E-009	C 28	-3.604E-008		

## FFS[2]

C 4	-7.740E-003	C 6	-8.267E-003	C 8	-2.655E-004
C 10	-1.101E-004	C 11	-9.852E-005	C 13	-3.129E-006
C 15	2.689E-007				

## FFS[3]

C 4	3.446E-003	C 6	-9.360E-003	C 8	-6.945E-004
C 10	-7.879E-005	C 11	-2.149E-004	C 13	1.145E-005
C 15	-1.478E-005	C 17	-1.040E-006	C 19	-1.398E-006
C 21	4.4022E-007				

10

## FFS[4]

C 4	2.431E-002	C 6	-4.411E-002	C 8	-2.427E-003
C 10	7.360E-003	C 11	-4.808E-003	C 13	2.438E-004
C 15	-1.651E-003				

## 偏心[1]

X	0.00	Y	0.00	Z	20.00
	0.00		0.00		0.00

20

## 偏心[2]

X	0.00	Y	-2.34	Z	19.81
	-5.50		0.00		0.00

## 偏心[3]

X	0.00	Y	-3.66	Z	21.92
	-30.32		0.00		0.00

30

## 偏心[4]

X	0.00	Y	6.42	Z	26.23
	0.54		0.00		0.00

## 偏心[5]

X	0.00	Y	26.07	Z	17.62
	3.18		0.00		0.00

## 偏心[6]

X	0.00	Y	27.24	Z	14.42
	-20.00		0.00		0.00

40

## 【 0 1 0 8 】

図 1 5 はプリズム光学系を用いた画像表示装置の基本構成を示す図である。

## 【 0 1 0 9 】

本実施形態の画像表示装置 P は、プリズム光学系 1 と画像表示素子 2 とを用いることで、小型軽量、低コスト化が可能でかつ、装着した人が客観的に違和感の少ない画像表示装置 P を提供することを目的としている。

## 【 0 1 1 0 】

本実施形態の画像表示装置 P は、画像表示素子 2 として液晶表示素子を用いている。液

50

晶表示素子を用いる場合、光源としてのバックライトBLを必要とする。本実施形態では、バックライトBLと画像表示素子2との間に照明レンズLを有する。

【0111】

本実施形態の画像表示装置Pは、このような構成により、画像表示素子2から射出された画像光を正のパワーを持つプリズム光学系1によって眼球方向に屈曲させるとともに、観察者が虚像として画像を観察することを可能とする。

【0112】

また、射出部の近傍を開口絞りSとなるよう機能させることで、プリズム自体を薄く細くしても映像を観察することができる。

【0113】

さらに、画像表示素子2が液晶表示素子である場合には、バックライトBLが必要であり、照明の効率上、光源の像を射出窓近傍に位置させることが望ましい

【0114】

また、画像表示装置から出射する軸上主光線を眼球の正面方向よりもやや外側になるように配置することが好ましい。これにより、視界の正面を表示画面や反射部で邪魔することがない。また、光路を短くすることができ、プリズム光学系をよりコンパクトにすることができる。

【0115】

図16はプリズム光学系を用いた画像表示装置の側面図、図17はプリズム光学系を用いた画像表示装置の側面図である。

【0116】

図16に示すように、プリズム光学系1の観察者の瞳Eに対向する部分の垂直方向の幅を人間の平均的な瞳孔径である4mm未満に設定すると、プリズム光学系1の上下から観察者の瞳Eにプリズム光学系1の後ろの風景を見ることが可能となり、シースルー効果を出すことができる。

【0117】

また、図17に示すように、プリズム光学系1の観察者の瞳Eに対向する部分の垂直方向の幅を4mm以上にすると、長い縦幅により、上下方向のズレに対して許容範囲を広くすることができる。

【0118】

図18は、プリズム光学系1を用いた眼鏡型の画像表示装置Pを示す図、図19はプリズム光学系1を用いた眼鏡型の画像表示装置Pの正面図である。

【0119】

本実施形態の画像表示装置Pは、外界視界を遮ることなく外界と電子画像を同時に観察すること（シースルー機能）を可能とするとともに、小型軽量・低コスト化が可能な眼鏡型画像表示装置を提案する。

【0120】

図18に示すように、プリズム光学系1は、眼鏡Gに装着することが可能である。正面方向を向いた画像表示素子2から射出された画像光は、プリズム光学系1により瞳孔へ向けて射出される。プリズム光学系1は正のパワーを持ち、画像表示素子2の画像を拡大し、装着者は虚像として観察することができる。また、画像表示素子2を略テンプル部G1に沿った方向（矢印T方向）に沿って前後することで観察者の視度に合わせて調整できる。なお、画像表示素子2の中心から射出する第1の軸上主光線B1とプリズムから射出し、観察者瞳孔中心に到達する第2の軸上主光線B2によって出来る角度は0°～40°であることが望ましい。

【0121】

図1及び図10で示した画像表示装置Pは、図19に示すように、正面から見ると、プリズム光学系1が観察者の瞳Eに対向して配置され、観察者に拡大した虚像を呈示することが可能となる。

【0122】

10

20

30

40

50

本実施形態のプリズム光学系 1 は、画像表示素子 2 に代えて、撮像素子とともに用いることで、小型軽量で低コスト化が可能な撮像装置を提供することが可能である。

【0123】

図 20 に本実施形態のプリズム光学系 1 を撮像装置 21 であるデジタルカメラに適用した場合の概念図を示す。撮像装置 21 に本発明のプリズム光学系 1 を適用する場合には、画像表示装置における射出瞳が入射瞳として作用し、瞳位置近傍に開口絞り 22 を設ける。この絞りの開口を拡縮して明るさの調整を行う。さらに、表示素子の代わりに撮像素子 23 を配備する。

【0124】

カメラ本体 24 には、光を取り入れ、内部の汚れを防ぐことにもなる入射窓 25、スイッチ 26、シャッター 27、及び操作、撮像の様子を確認するための背面パネル 28 が装備されている。スイッチ 26 を ON にしてシャッター 27 を押すと、撮像素子 23 に付属したシャッター（図示せず）が作動し、シャッタースピードで設定された時間の静止画を撮像素子（CCD）23 で撮像し、画像記録メモリ 29 に画像データが蓄積される。動画画像の場合は、静止画と同様の動作だがシャッターを開放にして撮像素子 23 で取り込んだ動画画像をメモリに蓄積する。

10

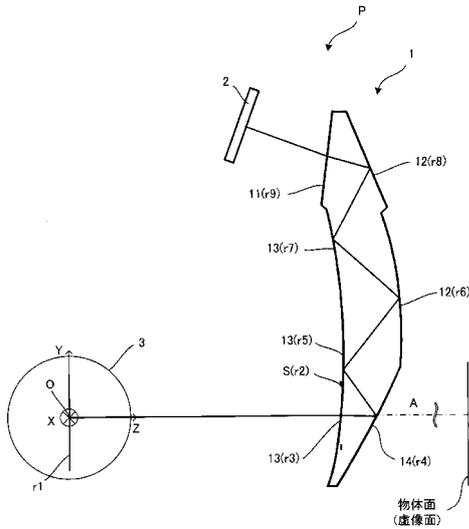
【符号の説明】

【0125】

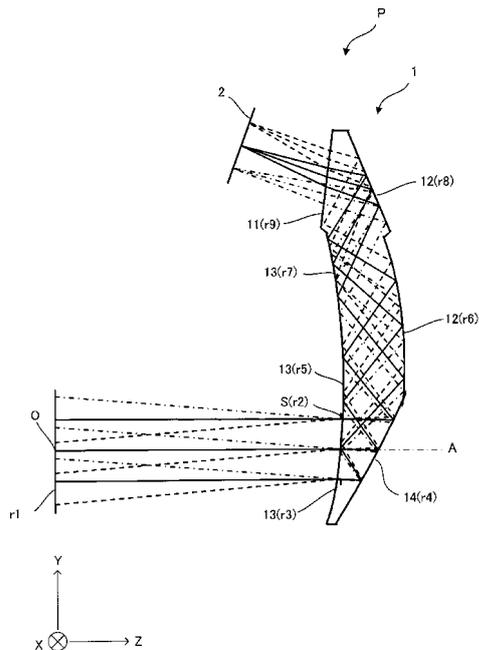
- 1 ... プリズム光学系
- 2 ... 画像表示素子
- P ... 画像表示装置

20

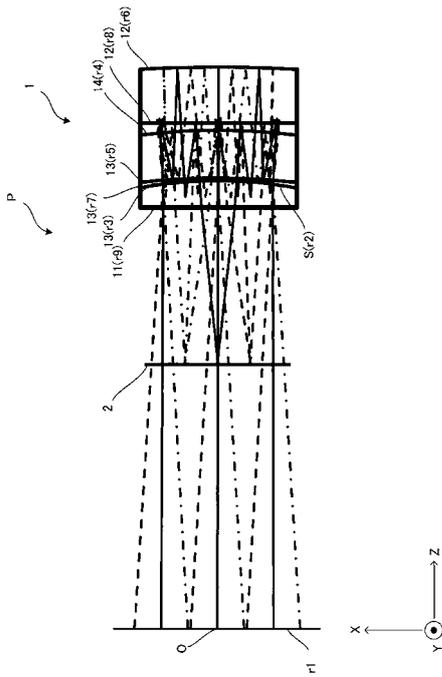
【図 1】



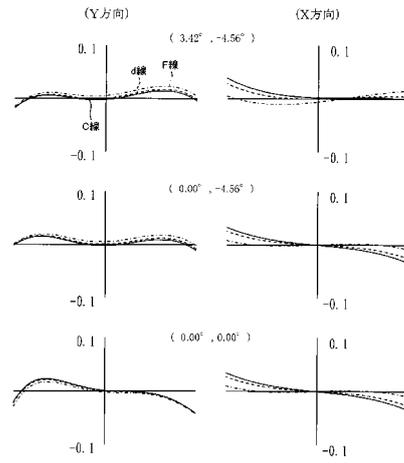
【図 2】



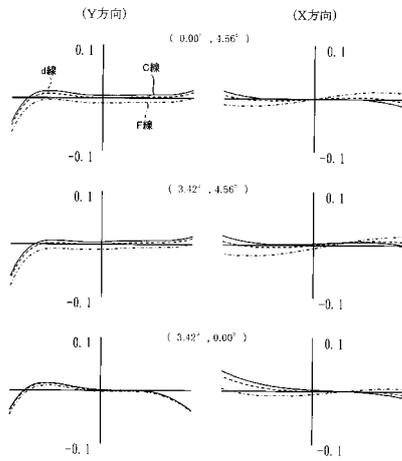
【図3】



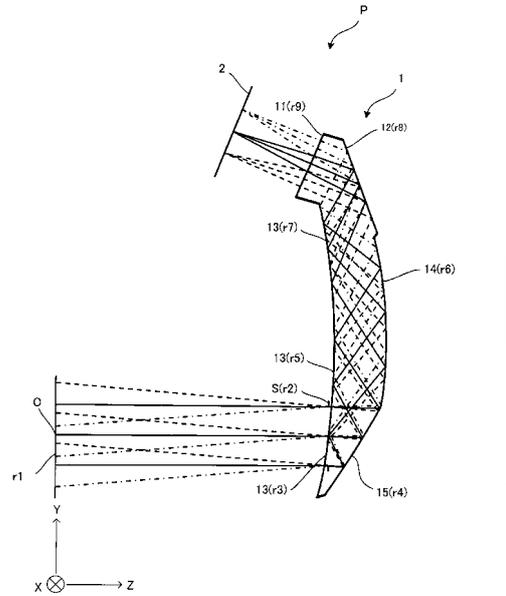
【図4】



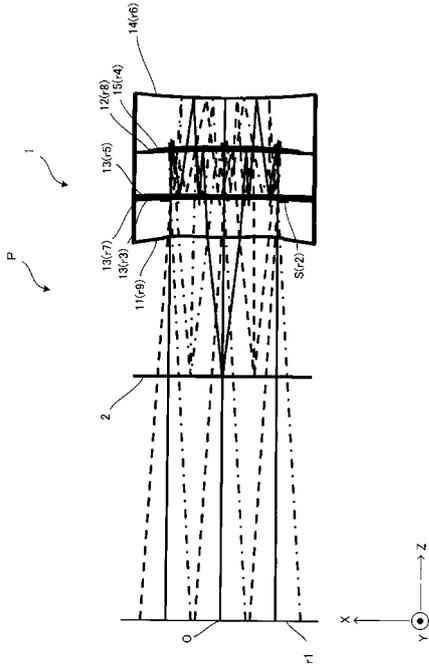
【図5】



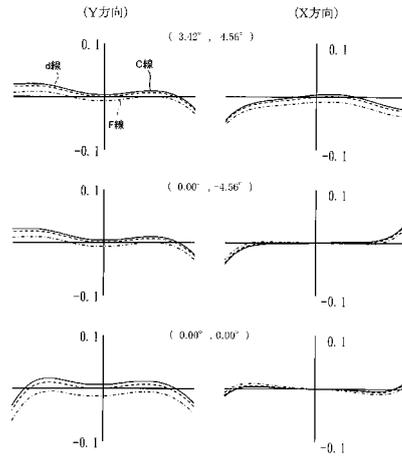
【図6】



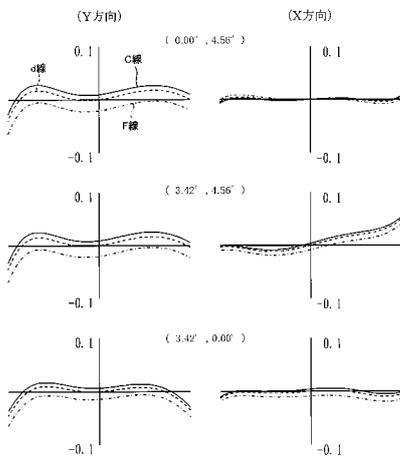
【 図 7 】



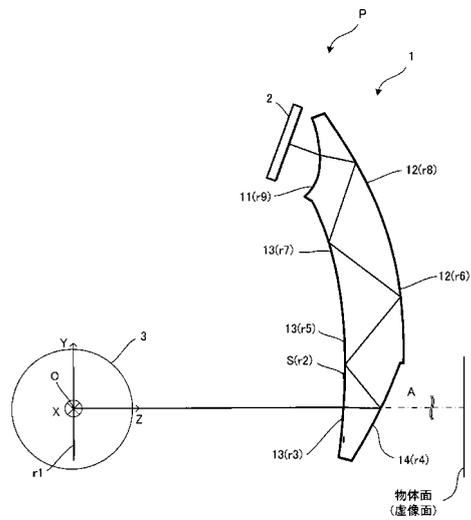
【 図 8 】



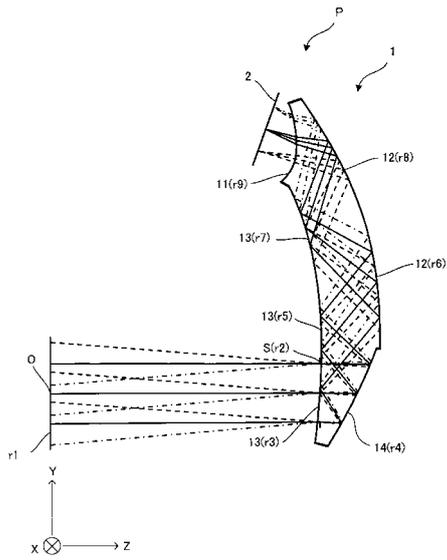
【 図 9 】



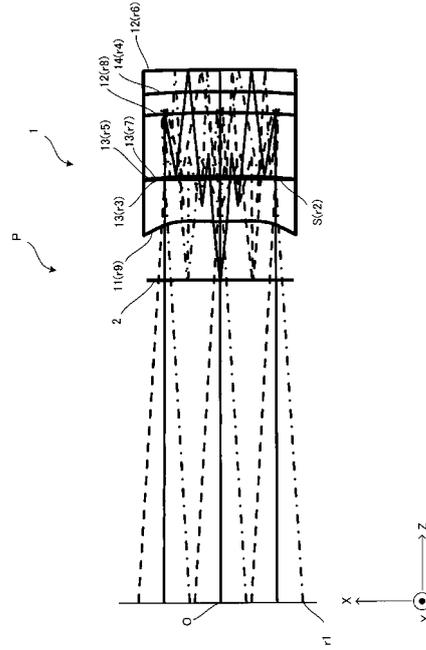
【 図 10 】



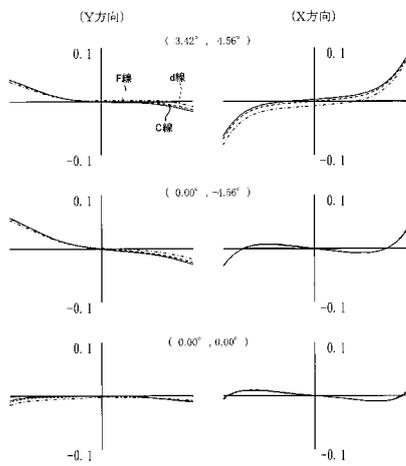
【図 1 1】



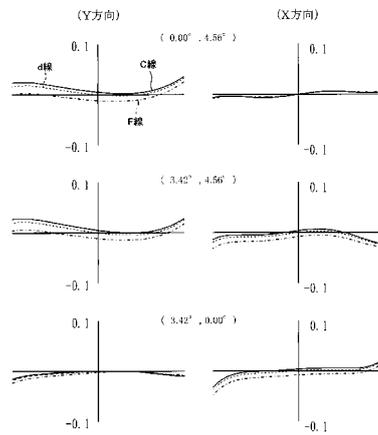
【図 1 2】



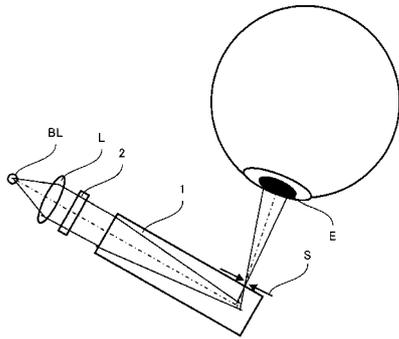
【図 1 3】



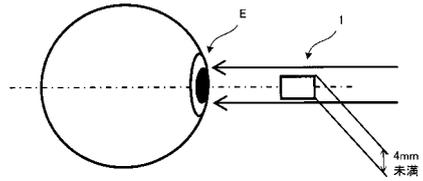
【図 1 4】



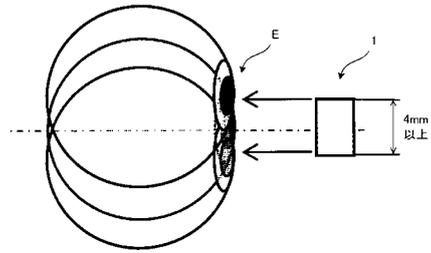
【図15】



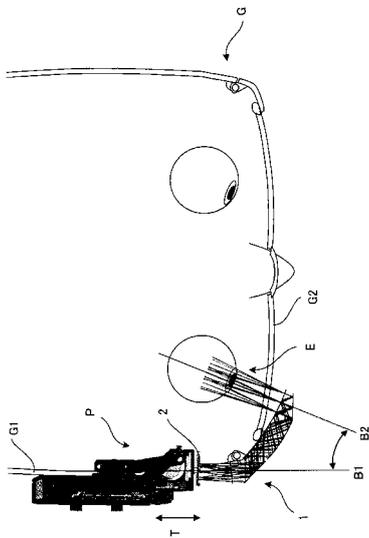
【図16】



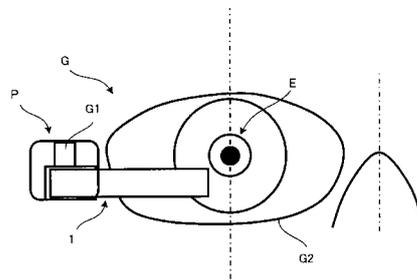
【図17】



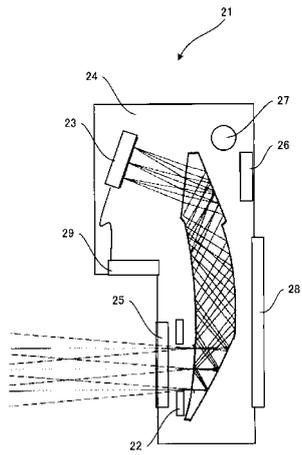
【図18】



【図19】



【 図 20 】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100095120  
弁理士 内田 亘彦
- (74)代理人 100095980  
弁理士 菅井 英雄
- (74)代理人 100094787  
弁理士 青木 健二
- (74)代理人 100091971  
弁理士 米澤 明
- (72)発明者 高橋 浩一  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリnbas株式会社内

審査官 原田 英信

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

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |   |           |
|---------|-----------|---|-----------|
| G 0 2 B | 9 / 0 0   | - | 1 7 / 0 8 |
| G 0 2 B | 2 1 / 0 2 | - | 2 1 / 0 4 |
| G 0 2 B | 2 5 / 0 0 | - | 2 5 / 0 4 |