

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-80411

(P2009-80411A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 17/00 (2006.01)	G02B 17/00 A	2H087
G02B 17/08 (2006.01)	G02B 17/08 A	4C061
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2007-251101 (P2007-251101)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成19年9月27日 (2007. 9. 27)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
		(74) 代理人	100139103
			弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荏澤 弘
		(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
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦

最終頁に続く

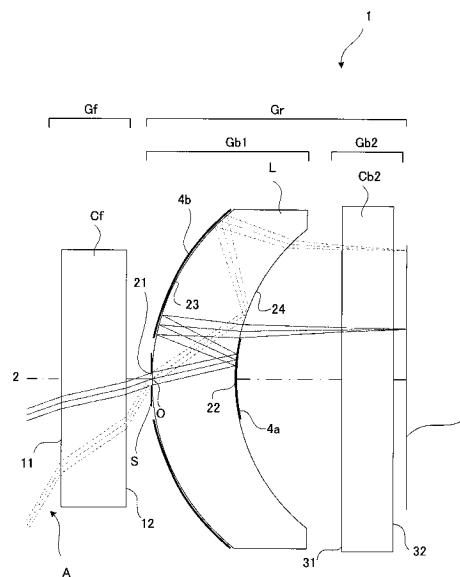
(54) 【発明の名称】 光学系及びそれを用いた内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で広い観察画角を撮像素子上に撮像することが可能であり、小型で安価な光学系及びそれを用いた内視鏡を提供する。

【解決手段】 第1透過面21、第1反射面22、第2反射面23及び第2透過面24は、球面からなり、透明媒体Lに入射する光束は、順光線追跡の順に、開口Sを通り、第1透過面21を経て透明媒体L内に入り、第1反射面22で像面と反対側に反射され、第2反射面23で像面側に反射され、第2透過面24を経て透明媒体Lから像面側に外へ出る略Z字状の第1光路Aを構成し、第1光路Aの少なくとも第1反射面22と第2反射面23の間は、中心軸2に対して片側のみで構成され、第1光路A中に中間像が結像されることなく、像面に円環状に結像されることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心軸を含む断面内で、前記中心軸の周りで回転対称な光学系において、前記光学系は、前記中心軸上の物体側に配置された開口と、前記開口の像面側に配置され、屈折率が 1 より大きい透明媒体とを有し、前記透明媒体は、前記開口近傍の前記中心軸上に配置された第 1 透過面と、前記第 1 透過面より像面側に配置され、像面側に凹面を向けた第 1 反射面と、前記第 1 反射面より像面と反対側に配置され、像面側に凹面を向けた第 2 反射面と、前記第 2 反射面より像面側に配置された第 2 透過面と、を有し、前記第 1 透過面、前記第 1 反射面、前記第 2 反射面及び前記第 2 透過面は、曲面からなり、前記透明媒体に入射する光束は、順光線追跡の順に、前記開口を通り、前記第 1 透過面を経て前記透明媒体内に入り、前記第 1 反射面で像面と反対側に反射され、前記第 2 反射面で像面側に反射され、前記第 2 透過面を経て前記透明媒体から像面側に外へ出る略 Z 字状の第 1 光路を構成し、前記第 1 光路の少なくとも前記第 1 反射面と前記第 2 反射面の間は、前記中心軸に対して片側のみで構成され、前記第 1 光路中に中間像が結像されることなく、像面に円環状に結像されることを特徴とする光学系。

10

【請求項 2】

前記第 1 反射面は、全反射作用と、反射コーティングにより反射するように構成され、前記反射コーティングは前記第 1 反射面の中心軸近傍のみに施されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 3】

前記第 1 透過面と前記第 2 反射面は、前記透明媒体の物体側に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学系。

20

【請求項 4】

前記第 1 透過面と前記第 2 反射面は、同一位置同一形状からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 1 反射面と前記第 2 透過面は、前記透明媒体の像面側に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 6】

前記第 1 反射面と前記第 2 透過面は、同一位置同一形状からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の光学系。

30

【請求項 7】

前記第 1 反射面の中心軸近傍に第 3 透過面を有し、前記透明媒体に入射する光束は、順光線追跡の順に、前記開口を通り、前記第 1 透過面を経て前記透明媒体内に入り、前記第 3 透過面を経て前記透明媒体から像面側に外へ出る第 2 光路を構成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 8】

前記透明媒体の物体側及び / 又は像面側にレンズを配置したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 9】

前記透明媒体は、異なる屈折率を有する第 1 透明媒体と第 2 透明媒体を接合したものから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の光学系。

40

【請求項 10】

最大像高を $I_{\max}$ 、前記透明媒体の外径を D とするとき、

$$1 < D / (2 \times I_{\max}) < 5 \quad \dots (1)$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 11】

最大像高を $I_{\max}$ 、前記開口から前記像面までの距離を L とするとき、

$$1 < L / (2 \times I_{\max}) < 3 \quad \dots (2)$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の光学系

50

。

【請求項 1 2】

第 1 反射面の曲率を R_1 、第 2 反射面の曲率を R_2 とするとき、

$$0.2 < R_1 / R_2 < 3 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれかに記載の光学系

。

【請求項 1 3】

前記第 1 反射面及び前記第 2 反射面は、回転対称非球面からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 1 4】

前記第 1 反射面及び前記第 2 反射面は、球面からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかに記載の光学系。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかに記載の光学系を用いた内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学系及びそれを用いた内視鏡に関し、特に、回転対称軸周りの映像を撮像素子に円環状の映像として結像する機能を有する結像光学系又は投影光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、2面の球面又は放物面鏡を組み合わせた光学系があった。

【特許文献 1】特許第 3 3 8 2 6 8 3 号公報

【特許文献 2】特許第 3 2 1 2 7 8 4 号公報

【特許文献 3】特公昭 6 2 - 5 2 8 4 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、どの特許文献に記載された光学系も、小型な構成で、且つ、高画角の映像を得ることはできなかった。

【0004】

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、簡単な構成で広い観察画角を撮像素子上に撮像することが可能であり、小型で安価な光学系及びそれを用いた内視鏡を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成する本発明の光学系は、中心軸を含む断面内で、前記中心軸の周りで回転対称な光学系において、前記光学系は、前記中心軸上の物体側に配置された開口と、前記開口の像面側に配置され、屈折率が 1 より大きい透明媒体とを有し、前記透明媒体は、前記開口近傍の前記中心軸上に配置された第 1 透過面と、前記第 1 透過面より像面側に配置され、像面側に凹面を向けた第 1 反射面と、前記第 1 反射面より像面と反対側に配置され、像面側に凹面を向けた第 2 反射面と、前記第 2 反射面より像面側に配置された第 2 透過面と、を有し、前記第 1 透過面、前記第 1 反射面、前記第 2 反射面及び前記第 2 透過面は、曲面からなり、前記透明媒体に入射する光束は、順光線追跡の順に、前記開口を通り、前記第 1 透過面を経て前記透明媒体内に入り、前記第 1 反射面で像面と反対側に反射され、前記第 2 反射面で像面側に反射され、前記第 2 透過面を経て前記透明媒体から像面側に外へ出る略 Z 字状の第 1 光路を構成し、前記第 1 光路の少なくとも前記第 1 反射面と前記第 2 反射面の間は、前記中心軸に対して片側のみで構成され、前記第 1 光路中に中間像が結像されることなく、像面に円環状に結像されることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

また、前記第 1 反射面は、全反射作用と、反射コーティングにより反射するように構成され、前記反射コーティングは前記第 1 反射面の中心軸近傍のみに施されていることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、前記第 1 透過面と前記第 2 反射面は、前記透明媒体の物体側に配置されていることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、前記第 1 透過面と前記第 2 反射面は、同一位置同一形状からなることを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

また、前記第 1 反射面と前記第 2 透過面は、前記透明媒体の像面側に配置されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、前記第 1 反射面と前記第 2 透過面は、同一位置同一形状からなることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、前記第 1 反射面の中心軸近傍に第 3 透過面を有し、前記透明媒体に入射する光束は、順光線追跡の順に、前記開口を通り、前記第 1 透過面を経て前記透明媒体内に入り、前記第 3 透過面を経て前記透明媒体から像面側に外へ出る第 2 光路を構成することを特徴とする。

20

【 0 0 1 2 】

また、前記透明媒体の物体側及び / 又は像面側にレンズを配置したことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、前記透明媒体は、異なる屈折率を有する第 1 透明媒体と第 2 透明媒体を接合したものから構成されることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、最大像高を $I_{\max}$ 、前記透明媒体の外径を D とするとき、

$$1 < D / (2 \times I_{\max}) < 5 \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足することを特徴とする。

30

【 0 0 1 5 】

また、最大像高を $I_{\max}$ 、前記開口から前記像面までの距離を L とするとき、

$$1 < L / (2 \times I_{\max}) < 3 \quad \cdots (2)$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、第 1 反射面の曲率を R_1 、第 2 反射面の曲率を R_2 とするとき、

$$0.2 < R_1 / R_2 < 3 \quad \cdots (3)$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

前記第 1 反射面及び前記第 2 反射面は、回転対称非球面からなることを特徴とする。

40

【 0 0 1 8 】

前記第 1 反射面及び前記第 2 反射面は、球面からなることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

さらに、上記目的を達成する本発明は、前記光学系を用いた内視鏡であることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

以上の本発明の光学系においては、簡単な構成で広い画角を観察又は広い画角に映像を投影することが可能な小型で収差が良好に補正された解像力の良い光学系を得ることができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0021】**

以下、実施例に基づいて本発明の光学系について説明する。

【0022】

図2は、後述する実施例1の光学系1の中心軸（回転対称軸）2に沿ってとった断面図である。なお、以下の説明は、結像光学系として説明するが、光路を逆にとって投影光学系として用いることもできる。

本発明に係る光学系1は、中心軸2に対して回転対称で、開口Sと、透明媒体Lとからなり、中間像を光路中に形成することなく像を形成又は投影する光学系1である。像面5近傍の平行平板は撮像素子のカバーガラスC等である。

10

【0023】

実施例1の光学系1は、中心軸2を含む断面内で、中心軸2の周りで回転対称に構成され、中心軸2上の物体側に配置された開口Sと、開口Sの像面側に配置され、屈折率が1より大きい透明媒体Lとを有し、透明媒体Lは、開口S近傍の中心軸2上に配置された第1透過面としての後1群第1透過面21と、後1群第1透過面21より像面側に配置され、像面側に凹面を向けた第1反射面としての後1群第1反射面22と、後1群第1反射面22より像面と反対側に配置され、像面側に凹面を向けた第2反射面としての後1群第2反射面23と、後1群第2反射面23より像面側に配置された第2透過面としての後1群第2透過面24と、を有し、後1群第1透過面21、後1群第1反射面22、後1群第2反射面23及び後1群第2透過面24は、球面からなり、透明媒体Lに入射する光束は、順光線追跡の順に、開口Sを通り、後1群第1透過面21を経て透明媒体L内に入り、後1群第1反射面22で像面5と反対側に反射され、後1群第2反射面23で像面5側に反射され、後1群第2透過面24を経て透明媒体Lから像面5側に外へ出る略Z字状の第1光路Aを構成し、第1光路Aの少なくとも後1群第1反射面22と後1群第2反射面23の間は、中心軸2に対して片側のみで構成され、第1光路A中に中間像が結像されことなく、像面5に円環状に結像される。

20

【0024】

中心軸2上の物体側から光路順で、開口S及びその近傍に配置された後1群第1透過面21、後1群第1反射面22、後1群第2反射面23、後1群第2透過面24の順に配置され、後1群第1反射面22と後1群第2反射面23は共に像側に凹面を向け配置されていることが重要である。

30

【0025】

開口Sは物体側の後1群第1透過面21近傍にあることが重要で、開口Sを本発明の透明媒体Lの像側に配置すると、非点収差が大きく発生しフラットな像を形成することが出来なくなる。また、射出主光線傾角が大きくなってしまい、テレセン性が悪くなる。さらに、後1群第1透過面21と後1群第2反射面23の有効径の干渉が起き、画角を大きく取ることが出来なくなってしまう。

【0026】

次に、後1群第1反射面22と後1群第2反射面23は像側に凹面を向け、さらに後1群第1反射面22と後1群第2反射面23の間の光路は回転対称軸を跨ぐことなく片側で構成され、Z字光路になっていることが重要である。

40

【0027】

この配置により物体側から光路順に負、正のパワー配置になり、所謂レトロフォーカス構成にすることが可能となり、広画角化が可能となる。また、この配置により光学系の主点を物体側に配置することが可能となり、Fバックを取ることが可能となる。さらに、光路途中で中間像を形成しない為に、光学系を小型にすることが可能である。

【0028】

さらに、透過面の間に反射面を配置することにより、反射面を内部反射面で構成することにより、像面湾曲などの収差の発生を少なくすることが可能となる。また、後1群第1反射面22に当る光線の傾きが空気中より小さくなりなるので、広画角にも良い結果をも

50

たらず。

【 0 0 2 9 】

さらに、後 1 群第 1 反射面 2 2 は画角の広い光線は全反射により反射するように構成し、画角中心付近の後 1 群第 1 反射面 2 2 で全反射しない入射角の光線を反射させるように、後 1 群第 1 反射面 2 2 の中心部に反射コーティング 4 a することが好ましい。これにより画角中心部の映像も撮像することが可能となる。さらに後 1 群第 1 反射面 2 2 周辺部は全反射するために、この部分は反射コーティングを行わないことが望ましい。これにより中心部分の光線が光学系から射出するのを妨げることがなくなる。

【 0 0 3 0 】

さらに、後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 は透明媒体 L の物体側に近接して配置することが好ましい。これにより相互の面での光線の干渉が減り、広い画角を確保することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

さらに、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 は透明媒体 L の像面 5 側に近接して配置することが好ましい。これにより透明媒体 L と像面 5 を短くすることが可能となり。光学系全長を短くすることが可能となる。

【 0 0 3 2 】

さらに、後 1 群第 2 反射面 2 3 は周辺部に反射コーティング 4 b を行うことが望ましく、中心部分は後 1 群第 1 透過面 2 1 又は開口 S を配置する関係から、反射コーティングしないことが望ましい。

【 0 0 3 3 】

さらに好ましくは、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 を同一場所、同一形状で構成することが好ましい。この構成により、後 1 群第 1 反射面 2 2 に部分的に全反射を使うことが可能となり光学系の画角を広く取れる。

【 0 0 3 4 】

さらに好ましくは、後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 を同一場所、同一形状で構成することが望ましい。この構成により、加工性がよくなる。

【 0 0 3 5 】

さらに好ましくは、後 1 群第 1 反射面 2 2 の中心軸近傍に後 1 群第 3 透過面 2 5 を有し、透明媒体 L に入射する光束は、順光線追跡の順に、開口 S を通り、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て透明媒体 L 内に入り、後 1 群第 3 透過面 2 5 を経て透明媒体 L から像面 5 側に外へ出る第 2 光路 B を構成することにより、中心部分の映像も撮像することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、透明媒体 L の物体側及び / 又は像面側にレンズを配置することにより、画角を大きくすることができる。

【 0 0 3 7 】

また、透明媒体 L は、異なる屈折率を有する第 1 透明媒体と第 2 透明媒体を接合したものから構成されることにより、倍率色収差等を軽減することができる。

【 0 0 3 8 】

また、最大像高を $I_{\max}$ 、前記透明媒体の外径を D とするとき、

$$1 < D / (2 \times I_{\max}) < 5 \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足することが望ましい。

【 0 0 3 9 】

条件式 (1) は、下限を超えるとテレセン性が悪くなり特に CCD 等の撮像素子を利用して撮像する場合に周辺光量不足を起こす。上限を超えると光学系の外径が大きくなりすぎ光学系が大型になってしまう。

【 0 0 4 0 】

また、最大像高を $I_{\max}$ 、前記開口から前記像面までの距離を L とするとき、

$$1 < L / (2 \times I_{\max}) < 3 \quad \cdots (2)$$

なる条件を満足することが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

条件式 (2) は、像高に対する光学系全長を規定するものであり、下限を超えるとやはりテレセン性が悪くなり周辺光量不足を起こす。上限を超えると全長が長くなりすぎ、小型の光学系を構成することはできない。

【 0 0 4 2 】

また、後 1 群第 1 反射面 2 2 の曲率を R_1 、後 1 群第 2 反射面 2 3 の曲率を R_2 とするとき、

$$0.2 < R_1 / R_2 < 3 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足することが望ましい。

【 0 0 4 3 】

条件式 (3) は、二つの反射面のパワーの比を規定しているものであり、下限を超えると、後 1 群第 1 反射面 2 2 の曲率半径が小さくなり、後 1 群第 2 反射面 2 3 の正のパワーに比べて、後 1 群第 1 反射面 2 2 の負のパワーが大きくなり光学系の全長を短くすることが出来ない。上限を超えると、後 1 群第 2 反射面 2 3 の曲率が小さくなり後 1 群第 2 反射面 2 3 の正のパワーが大きくなりすぎ、物体側に凸の像面湾曲が大きく発生する。

【 0 0 4 4 】

なお、すべての実施例は球面で構成されているが、通常非球面で構成することも可能である。また物体側の平行平面は、光学系保護用のものであり、無くてもよい。像側の平行平面は撮像素子保護用のものであり、無くてもよい。

【 0 0 4 5 】

以下に、本発明の光学系の実施例 1 ~ 4 を説明する。これら光学系の構成パラメータは後記する。

【 0 0 4 6 】

座標系は、順光線追跡において、例えば図 1 に示すように、絞りと中心軸 2 と交差する点を偏心光学面の原点 O とし、中心軸 2 と直交する方向を Y 軸方向とし、図 1 の紙面内を $Y - Z$ 平面とする。そして、図 1 の像面 5 側の方向を Z 軸正方向とし、 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。

【 0 0 4 7 】

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。

【 0 0 4 8 】

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非球面に関する項は 0 である。また、屈折率、アッペ数については、 d 線 (波長 587.56 nm) に対するものを表記してある。長さの単位は mm である。

【 0 0 4 9 】

実施例 1 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 2 に示す。また、この実施例の光学系全体の横収差図を図 3 に示す。この横収差図において、中央に示された角度は、(水平方向画角、垂直方向の画角) を示し、その画角における Y 方向 (メリジオナル方向) と X 方向 (サジタル方向) の横収差を示す。なお、マイナスの画角は、水平方向画角については、 Y 軸正方向を向いて右回りの角度、垂直方向画角については、 X 軸正方向を向いて右回りの角度を意味する。以下、同じ。

【 0 0 5 0 】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成した例である。

【 0 0 5 1 】

光学系 1 は、前群 G_f と、後群 G_b と、前群 G_f と後群 G_b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G_b は、後 1 群 G_{b1} と後 2 群 G_{b2} からなる。

【 0 0 5 2 】

前群 G_f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群カバーガラス C_f

10

20

30

40

50

からなる。前群カバーガラスC f は、平行平板からなり、前群第 1 透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【 0 0 5 3 】

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体からなる。透明媒体 L は、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、一部を反射コーティング 4 a し、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、反射コーティング 4 b し、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面 2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 とを有する。後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 は、同一位置同一形状からなり、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 は、同一位置同一形状からなる。

10

【 0 0 5 4 】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群カバーガラス C b 2 からなる。後 2 群カバーガラス C b 2 は、平行平板からなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 2 とを有する。

【 0 0 5 5 】

光学系 1 は、光路 A を形成する。光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群カバーガラス C f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群カバーガラス C f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、後 1 群第 1 反射面 2 2 で一部が反射コーティング 4 a、一部が全反射により像面 5 と反対側に反射され、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群カバーガラス C b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所定位置に円環状に結像する。

20

【 0 0 5 6 】

この実施例 1 の仕様は、

画角 20.00 ~ 60.0 °

入射瞳径 $\phi 0.10\text{mm}$

像の大きさ $\phi 0.79 \sim \phi 2.00$

である。

30

【 0 0 5 7 】

実施例 2 - 1 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 4 に示す。また、この実施例の光学系の第 1 光路 A の横収差図を図 5 に示す。

【 0 0 5 8 】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成した例である。

【 0 0 5 9 】

光学系 1 は、前群 G f と、後群 G b と、前群 G f と後群 G b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G b は、後 1 群 G b 1 と後 2 群 G b 2 からなる。

40

【 0 0 6 0 】

前群 G f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群カバーガラス C f からなる。前群カバーガラス C f は、平行平板からなり、前群透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【 0 0 6 1 】

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体からなる。透明媒体 L は、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、一部を反射コーティング 4 a し、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、反射コー

50

ティング 4 b し、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面 2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 とを有する。後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 は、同一位置同一形状からなり、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 は、同一位置同一形状からなる。

【 0 0 6 2 】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群カバーガラス C b 2 からなる。後 2 群カバーガラス C b 2 は、平行平板からなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 2 とを有する。

【 0 0 6 3 】

光学系 1 は、光路 A を形成する。光路 A において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群カバーガラス C f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群カバーガラス C f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て、透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、後 1 群第 1 反射面 2 2 で一部が反射コーティング 4 a、他部が全反射により像面 5 と反対側に反射され、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群カバーガラス C b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所定位置に円環状に結像する。

【 0 0 6 4 】

この実施例 2 - 1 の仕様は、

画角 20.00 ~ 60.0 °
入射瞳径 $\phi 0.10\text{mm}$
像の大きさ $\phi 0.92 \sim \phi 1.89$
である。

【 0 0 6 5 】

実施例 2 - 2 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 6 に示す。また、この実施例の光学系の第 2 光路 B の横収差図を図 7 に示す。なお、この実施例の光学系の第 1 光路 A の横収差図は図 5 と同様である。

【 0 0 6 6 】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成した例である。

【 0 0 6 7 】

光学系 1 は、前群 G f と、後群 G b と、前群 G f と後群 G b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G b は、後 1 群 G b 1 と後 2 群 G b 2 からなる。

【 0 0 6 8 】

前群 G f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群カバーガラス C f からなる。前群カバーガラス C f は、平行平板からなり、前群第 1 透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【 0 0 6 9 】

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L からなる。透明媒体 L は、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、一部を反射コーティング 4 a し、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、反射コーティング 4 b し、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面 2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 を有する。また、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、正のパワーをもつ後 1 群第 3 透過面 2 5 をさらに有する。

【 0 0 7 0 】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群カバーガラ

10

20

30

40

50

ス C b 2 からなる。後 2 群カバーガラス C b 2 は、平行平板からなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 1 とを有する。

【0071】

光学系 1 は、第 1 光路 A 及び第 2 光路 B を形成する。第 1 光路 A において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群カバーガラス C f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群カバーガラス C f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、一部が反射コーティング 4 a、一部が全反射により、後 1 群第 1 反射面 2 2 で像面 5 と反対側に反射され、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群カバーガラス C b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所定位置に円環状に結像する。なお、第 1 光路 A のうち、中心主光線が後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 3 透過面 2 5 の境界を通る光路については、一部が反射コーティングにより、後 1 群第 1 反射面 2 2 で像面 5 と反対側に反射され、他部が後 1 群第 3 透過面 2 5 を通る 2 つの光路に分割され、像面 5 において同じ位置に結像される。

10

【0072】

また、第 2 光路 B において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群カバーガラス C f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群カバーガラス C f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、後 1 群第 3 透過面 2 5 を経て透明媒体 L から外に出る光路を有する。その後、後 2 群カバーガラス C b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 上に結像する。

20

【0073】

この実施例 2 - 2 の仕様は、
画角

第 1 光路 A 20.00 ~ 60.0 °

第 2 光路 B 20 °

入射瞳径 $\phi 0.10\text{mm}$

30

像の大きさ

第 1 光路 A $\phi 0.92 \sim \phi 1.89$

第 2 光路 B $\phi 0.90$

である。

【0074】

実施例 3 — 1 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 8 に示す。また、この実施例の光学系全体の横収差図を図 9 に示す。

【0075】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成し、該透明媒体 L の前後に前群レンズ L f、後 2 群レンズ L b 2 を配置した例である。

40

【0076】

光学系 1 は、前群 G f と、後群 G b と、前群 G f と後群 G b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G b は、第 1 群 G b 1 と第 2 群 G b 2 からなる。

【0077】

前群 G f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群レンズ L f からなる。前群レンズ L f は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、前群第 1 透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【0078】

50

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L からなる。透明媒体 L は、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、一部を反射コーティング 4 a し、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、一部を反射コーティング 4 b し、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面 2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 を有する。後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 は、同一位置同一形状からなり、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 は、同一位置同一形状からなる。

【 0 0 7 9 】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群レンズ L b 2 からなる。後 2 群レンズ L b 2 は、物体側に凹面を向けた平凹レンズからなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 2 とを有する。

【 0 0 8 0 】

光学系 1 は、光路 A を形成する。光路 A において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群レンズ L f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群レンズ L f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て、透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、後 1 群第 1 反射面 2 2 で一部が反射コーティング 4 a、一部が全反射により像面 5 と反対側に反射され、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群レンズ L b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所定位置に円環状に結像する。

【 0 0 8 1 】

この実施例 3 - 1 の仕様は、

画角 36.00 ~ 90.0 °
入射瞳径 φ 0.08mm
像の大きさ φ 0.97 ~ φ 2.00
である。

【 0 0 8 2 】

実施例 3 - 2 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 1 0 に示す。また、この実施例の光学系の第 2 光路 B の横収差図を図 1 1 に示す。なお、この実施例の光学系の第 1 光路 A の横収差図は図 9 と同様である。

【 0 0 8 3 】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成した例である。

【 0 0 8 4 】

光学系 1 は、前群 G f と、後群 G b と、前群 G f と後群 G b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G b は、後 1 群 G b 1 と後 2 群 G b 2 からなる。

【 0 0 8 5 】

前群 G f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群レンズ L f からなる。前群レンズ L f は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、前群第 1 透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【 0 0 8 6 】

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L からなる。透明媒体 L は、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、一部を反射コーティング 4 a し、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、一部を反射コーティング 4 b し、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面

10

20

30

40

50

2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 を有する。また、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、正のパワーをもつ後 1 群第 3 透過面 2 5 をさらに有する。

【0087】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群レンズ L b 2 からなる。後 2 群レンズ L b 2 は、物体側に凹面を向けた平凹レンズからなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 2 とを有する。

【0088】

光学系 1 は、第 1 光路 A 及び第 2 光路 B を形成する。

10

【0089】

第 1 光路 A において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群レンズ L f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群レンズ L f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、一部が反射コーティング 4 a、一部が全反射により、後 1 群第 1 反射面 2 2 で像面 5 と反対側に反射され、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群レンズ L b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所定位置に円環状に結像する。なお、第 1 光路 A のうち、中心主光線が後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 3 透過面 2 5 の境界を通る光路については、一部が反射コーティングにより、後 1 群第 1 反射面 2 2 で像面 5 と反対側に反射され、他部が後 1 群第 3 透過面 2 5 を通る 2 つの光路に分割され、像面 5 において同じ位置に結像される。

20

【0090】

また、第 2 光路 B において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群レンズ L f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群レンズ L f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、後 1 群第 3 透過面 2 5 を経て透明媒体 L から外に出る光路を有する。その後、後 2 群レンズ L b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 1 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 上に結像する。

30

【0091】

この実施例 3 - 2 の仕様は、

画角

第 1 光路 A 36.00 ~ 90.0 °

第 2 光路 B 36 °

入射瞳孔 $\phi 0.08\text{mm}$

像の大きさ

第 1 光路 A $\phi 0.97 \sim \phi 2.00$

第 2 光路 B $\phi 1.49$

である。

40

【0092】

実施例 4 の光学系 1 の中心軸 2 に沿ってとった断面図を図 1 2 に示す。また、この実施例の光学系の第 2 光路の横収差図を図 1 3 に示す。

【0093】

本実施例は、光学系 1 の中心軸 2 に同心に回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L の透過面及び反射面を、光路内で一部共通に使用する球面で構成した例である。

【0094】

光学系 1 は、前群 G f と、後群 G b と、前群 G f と後群 G b の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とからなり、後群 G b は、後 1 群 G b 1 と後 2 群 G b 2 からなる。

【0095】

50

前群 G f は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい前群カバーガラス C f からなる。前群カバーガラス C f は、平行平板からなり、前群第 1 透過面 1 1 と、前群第 1 透過面 1 1 に対して像側に形成される前群第 2 透過面 1 2 とを有する。

【0096】

後 1 群 G b 1 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい透明媒体 L からなる。透明媒体 L は、異なる屈折率を有する後 1 群第 1 透明媒体としての両凸正レンズ L a と後 1 群第 2 透明媒体としての両凹正レンズ L b を接合した接合レンズからなり、中心軸 2 上で球面からなる後 1 群第 1 透過面 2 1 と、透明媒体 L の一部を反射コーティング 4 a し、後 1 群第 1 透過面 2 1 に対して像側に形成され、負のパワーをもつ後 1 群第 1 反射面 2 2 と、透明媒体 L を反射コーティング 4 b し、後 1 群第 1 反射面 2 2 に対して像面 5 と反対側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 反射面 2 3 と、後 1 群第 2 反射面 2 3 より像面 5 側に配置され、正のパワーをもつ後 1 群第 2 透過面 2 4 を有する。また、両凸正レンズ L a と両凹正レンズ L b の接合面としての屈折面 2 0 a b を有する。後 1 群第 1 透過面 2 1 と後 1 群第 2 反射面 2 3 は、同一位置同一形状からなり、後 1 群第 1 反射面 2 2 と後 1 群第 2 透過面 2 4 は、同一位置同一形状からなる。

【0097】

後 2 群 G b 2 は、中心軸 2 の周りで回転対称な屈折率が 1 より大きい後 2 群カバーガラス C b 2 からなる。後 2 群カバーガラス C b 2 は、平行平板からなり、後 2 群第 1 透過面 3 1 と、後 2 群第 1 透過面 3 1 に対して像側に形成される後 2 群第 2 透過面 3 1 とを有する。

【0098】

光学系 1 は、光路 A を形成する。光路 A において、光学系 1 の物体面 3 から入射する光束は、前群カバーガラス C f の前群第 1 透過面 1 1 と前群第 2 透過面 1 2 と、前群カバーガラス C f と透明媒体 L の間で中心軸 2 に同軸に配置された開口 S とを経て、透明媒体 L 内に入る。透明媒体 L では、後 1 群第 1 透過面 2 1 を経て入り、屈折面 2 0 a b を経て、後 1 群第 1 反射面 2 2 で一部が反射コーティング 4 a 、一部が全反射により像面 5 と反対側に反射され、屈折面 2 0 a b を経て、後 1 群第 2 反射面 2 3 で反射コーティング 4 b により像面 5 側に反射され、屈折面 2 0 a b を経て、後 1 群第 2 透過面 2 4 を経て透明媒体 L から外に出る略 Z 字状の光路を有する。その後、後 2 群カバーガラス C b 2 の後 2 群第 1 透過面 3 1 と後 2 群第 2 透過面 3 2 を経て、像面 5 の中心軸 2 から外れた半径方向の所

【0099】

この実施例 4 の仕様は、
画角 25.00 ~ 60.0 °
入射瞳径 $\phi 0.20\text{mm}$
像の大きさ $\phi 0.88 \sim \phi 1.98$
である。

【0100】

また、最大像高を $I_{\max}(\text{mm})$ 、最小像高を $I_{\min}(\text{mm})$ 、後群 G r の最大画角を $\theta_{\max}(\text{度})$ 、後群 G r の最小画角を $\theta_{\min}(\text{度})$ 、焦点距離 $F(\text{mm}) = (I_{\max} - I_{\min}) / (\theta_{\max} - \theta_{\min})$ とし、後群 G r の外径を $D(\text{mm})$ 、平行平面の保護ガラスを除いた後群 G r の全長を $L_s(\text{mm})$ 、後群第 1 反射面 2 2 の曲率を R_1 、後群第 2 反射面 2 3 の曲率を R_2 とするとき、

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
$I_{\max}$	1.00	0.95	1.00	0.99
$\theta_{\max}$	60.00	60.00	66.76	60.00
$I_{\min}$	0.39	0.46	0.48	0.44
$\theta_{\min}$	20.00	25.00	29.89	25.00
F	0.015	0.014	0.014	0.016
D	2.50	2.00	3.20	1.30

L	1.950	1.875	2.650	1.55
D (2 × I max)	1.250	1.053	1.600	0.657
L (2 × I max)	0.975	0.987	1.325	0.783
R 1	6.92	7.33	8.06	9.35
R 2	8.10	8.15	8.95	8.89
R 1 / R 2	0.85	0.90	0.90	1.05

である。

【 0 1 0 1 】

以下に、上記実施例 1 ～ 4 の構成パラメータを示す。なお、以下の表中の “ R E ” は
反射面を示す。

10

【 0 1 0 2 】

実施例 1

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞	10.00			
1	∞	0.50		1.5163	64.1
2	∞	0.20			
3	∞ (絞リ)	0.00			
4	1.69	0.64		1.5163	64.1
5 (R E)	1.50	-0.64		1.5163	64.1
6 (R E)	1.69	0.64		1.5163	64.1
7	1.50	0.83			
8	∞	0.40		1.5163	64.1
9	∞	0.10			
像 面	∞				

20

【 0 1 0 3 】

実施例 2 - 1

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞	10.00			
1	∞	0.50		1.5163	64.1
2	∞	0.20			
3	∞ (絞リ)	0.00			
4	1.92	0.69		1.8348	42.7
5 (R E)	1.92	-0.69		1.8348	42.7
6 (R E)	1.92	0.69		1.8348	42.7
7	1.92	0.51			
8	∞	0.40		1.5163	64.1
9	∞	0.10			
像 面	∞				

30

【 0 1 0 4 】

実施例 2 - 2

面番号	曲率半径	面間隔	偏心	屈折率	アッペ数
物体面	∞	10.00			
1	∞	0.50		1.5163	64.1
2	∞	0.20			
3	∞ (絞リ)	0.00			
4	1.92	0.69		1.8348	42.7
5 (R E)	1.92	-0.69		1.8348	42.7
6 (R E)	1.92	0.69		1.8348	42.7
7	1.92	0.51			

40

50

8	∞	0.40		1.5163	64.1
9	∞	0.10			
像 面	∞				
第 2 光路					
面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	偏 心	屈 折 率	ア ッ ペ 数
物 体 面	∞	10.00			
1	∞	0.50		1.5163	64.1
2	∞	0.20			
3	∞ (絞 り)	0.00			
4	1.92	0.69		1.8348	42.7
5	-1.25	0.51			
6	∞	0.40		1.5163	64.1
7	∞	0.10			
像 面	∞				

【 0 1 0 5 】

実施例 3 - 1

第 1 光路

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	偏 心	屈 折 率	ア ッ ペ 数
物 体 面	∞	∞			
1	2.61	0.50		1.5163	64.1
2	0.34	0.20			
3	∞ (絞 り)	0.10			
4	1.74	0.81		1.8348	42.7
5 (R E)	1.32	-0.81		1.8348	42.7
6 (R E)	1.74	0.81		1.8348	42.7
7	1.32	1.35			
8	-1.81	0.40		1.7552	27.6
9	∞	0.10			
像 面	∞				

【 0 1 0 6 】

実施例 3 - 2

第 1 光路

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	偏 心	屈 折 率	ア ッ ペ 数
物 体 面	∞	∞			
1	2.61	0.50		1.5163	64.1
2	0.34	0.20			
3	∞ (絞 り)	0.10			
4	1.74	0.81		1.8348	42.7
5 (R E)	1.32	-0.81		1.8348	42.7
6 (R E)	1.74	0.81		1.8348	42.7
7	1.32	1.35			
8	-1.81	0.40		1.7552	27.6
9	∞	0.10			
像 面	∞				

第 2 光路

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	偏 心	屈 折 率	ア ッ ペ 数
物 体 面	∞	∞			
1	2.00	2.00			
2	2.61	0.50		1.5163	64.1
3	0.34	0.20			

10

20

30

40

50

4	∞ (絞り)	0.10		
5	1.74	0.81	1.8348	42.7
6	-0.90	1.35		
7	-1.81	0.40	1.7552	27.6
8	∞	0.10		
像 面	∞	0.00		

【 0 1 0 7 】

実施例 4

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	偏 心	屈 折 率	ア ッ ペ 数
物体面	∞	10.00			
1	∞	0.50		1.5163	64.1
2	∞	0.20			
3	∞ (絞り)	0.00			
4	1.85	0.42		1.4875	70.4
5	-14.18	0.10		1.7440	44.8
6 (R E)	3.23	-0.10		1.7440	44.8
7	-14.18	-0.42		1.4875	70.4
8 (R E)	1.85	0.42		1.4875	70.4
9	-14.18	0.10		1.4875	70.4
10	3.23	0.53			
11	∞	0.40		1.5163	64.1
12	∞	0.10			
像 面	∞				

10

20

【 0 1 0 8 】

図 1 4 は、本実施例の画像と撮像素子の配置例を示す。図 1 4 (a) は、画面比が 1 6 : 9 の撮像素子を使用した例である。上下方向の画像は使用しない場合、第 1 光路 A の画像 A 1 の左右の位置に撮像素子 5 0 の大きさを合致させると好ましい。図 1 4 (b) は、画面比が 4 : 3 の撮像素子 5 0 を使用し、第 2 光路 B での画像 B 1 に撮像素子 5 0 の大きさを合致させた例であり、図 1 4 (a) と同様に上下方向の映像は使用しない場合を示す。図 1 4 (c) は、画面比が 4 : 3 の撮像素子 5 0 を使用し、第 1 光路 A での画像 A 1 に撮像素子 5 0 の大きさを合致させた例である。このように、配置をすると、第 1 光路 A の画像 A 1 と第 2 光路 B の画像 B 1 の両方をすべて撮像することができる。

30

【 0 1 0 9 】

以下に、本発明の光学系 1 の適用例として、撮影光学系 1 0 1 又は投影光学系 1 0 2 の使用例を説明する。図 1 5 は、内視鏡先端の撮影光学系として本発明による撮影光学系 1 0 1 を用いた例を示すための図であり、図 1 5 (a) は、硬性内視鏡 1 1 0 の先端 1 0 1 に本発明による撮影光学系を取り付けて画像を撮像観察する例である。図 1 5 (b) にその先端の概略の構成を示す。本発明によるパノラマ撮影光学系 1 0 1 の入射面 1 1 の周囲には円周方向に伸びる開口 1 0 6 を有するケーシング等からなるフレア絞り 1 0 7 が配置され、フレア光が入射するのを防止している。また、図 1 5 (c) は、軟性電子内視鏡 1 1 3 の先端に本発明によるパノラマ撮影光学系 1 0 1 を同様に取り付けて、表示装置 1 1 4 に撮影された画像を、画像処理を施して歪みを補正して表示するようにした例である。

40

【 0 1 1 0 】

図 1 6 は、カプセル内視鏡 1 2 0 に本発明による撮影光学系 1 0 1 を取り付けて 3 6 0 ° 全方位の画像を撮像観察する例である。本発明による撮影光学系 1 0 1 の前群 G f の第 1 透過面 1 1 の前方には円周方向に伸びる開口 1 0 6 を有するケーシング等に、フレア絞り 1 0 7 が形成され、フレア光が入射するのを防止している。

【 0 1 1 1 】

図 1 5 及び図 1 6 に示すように、内視鏡に撮影光学系 1 0 1 を用いることにより、撮影光学系 1 0 1 の後方の画像を撮像観察することができ、従来と異なる角度から様々な部位

50

を撮像観察することができる。

【 0 1 1 2 】

図 1 7 (a) は、自動車 1 3 0 の前方に撮影光学系として本発明による撮影光学系 1 0 1 を取り付けて、車内の表示装置に各撮影光学系 1 0 1 を経て撮影された画像を、画像処理を施して歪みを補正して同時に表示するようにした例を示す図であり、図 1 7 (b) は、自動車 1 3 0 の各コーナやヘッド部のポールの頂部に撮影光学系として本発明による撮影光学系 1 0 1 を複数取り付けて、車内の表示装置に各撮影光学系 1 0 1 を経て撮影された画像を、画像処理を施して歪みを補正して同時に表示するようにした例を示す図である。この場合、図 1 7 (a) に示したように、第 1 光路 A の画像 A 1 の左右の位置に撮像素子 5 0 の大きさを合致させると、左右の画像が広く撮像でき、好ましい。

10

【 0 1 1 3 】

また、図 1 8 は、投影装置 1 4 0 の投影光学系として本発明による投影光学系 1 0 2 を用い、その像面 5 に配置した表示素子にパノラマ画像を表示し、投影光学系 1 0 2 を通して 3 6 0 ° 全方位に配置したスクリーン 1 4 1 に 3 6 0 ° 全方位画像を投影表示する例である。

【 0 1 1 4 】

さらに、図 1 9 は、建物 1 5 0 の外部に本発明による撮影光学系 1 0 1 を用いた撮影装置 1 5 1 を取り付け、屋内に本発明による撮影光学系 1 0 1 を用いた投影装置 1 5 1 を配置し、撮影装置 1 5 1 で撮像された映像を電線 1 5 2 を介して投影装置 1 4 0 に送るように接続している。このような配置において、屋外の 3 6 0 ° 全方位の被写体 P を、撮影光学系 1 0 1 を経て撮影装置 1 5 1 で撮影し、その映像信号を電線 1 5 2 を介して投影装置 1 4 0 に送り、像面に配置した表示素子にその映像を表示して、投影光学系 1 0 2 を通して屋内の壁面等に被写体 P の映像 P ' を投影表示するようにしている例である。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 5 】

【図 1】本発明の光学系の座標系を説明するための図である。

【図 2】本発明の実施例 1 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 3】実施例 1 の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図 4】本発明の実施例 2 - 1 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 5】実施例 2 - 1 , 2 - 2 の光学系全体の第 1 光路の横収差図を示す図である。

30

【図 6】本発明の実施例 2 - 2 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 7】実施例 2 - 2 の光学系全体の第 2 光路の横収差図を示す図である。

【図 8】本発明の実施例 3 - 1 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 9】実施例 3 - 1 , 3 - 2 の光学系全体の第 1 光路の横収差図を示す図である。

【図 1 0】本発明の実施例 3 - 2 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 1 1】実施例 3 - 2 の光学系全体の第 2 光路の横収差図を示す図である。

【図 1 2】本発明の実施例 4 の光学系の中心軸に沿ってとった断面図である。

【図 1 3】実施例 4 の光学系全体の横収差図を示す図である。

【図 1 4】本発明の光学系の画像と撮像素子の配置例を示す図である。

【図 1 5】本発明の光学系を内視鏡先端の撮影光学系として用いた例を示す図である。

40

【図 1 6】本発明の光学系をカプセル内視鏡の撮影光学系として用いた例を示す図である。

【図 1 7】本発明の光学系を自動車の撮影光学系として用いた例を示す図である。

【図 1 8】本発明の光学系を投影装置の投影光学系として用いた例を示す図である。

【図 1 9】本発明の光学系を屋外の被写体を撮影する撮影光学系として用いた例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

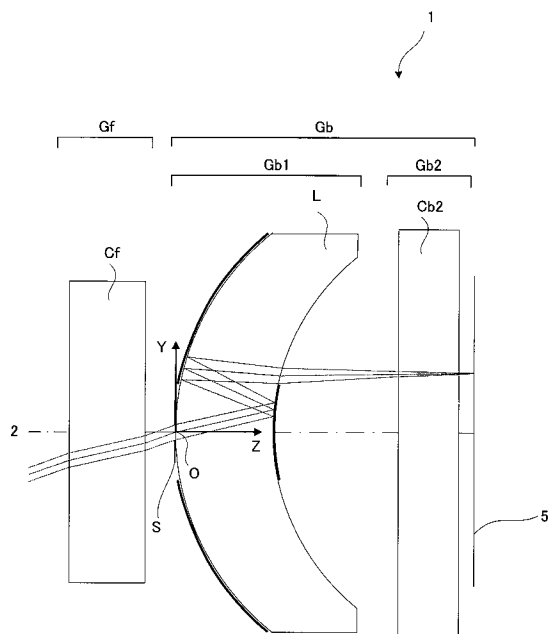
1 ... 光学系

2 ... 中心軸

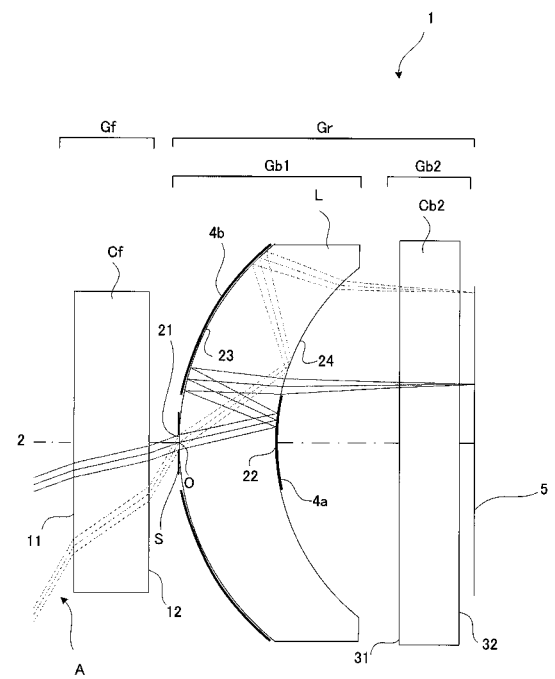
50

3 ... 物体面
5 ... 像面

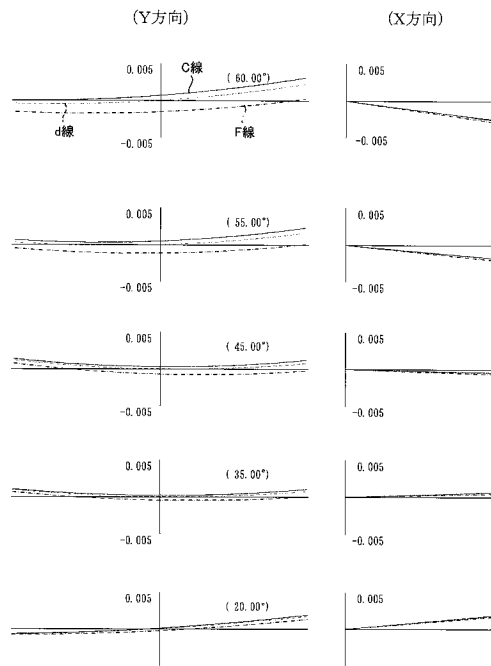
【図 1】



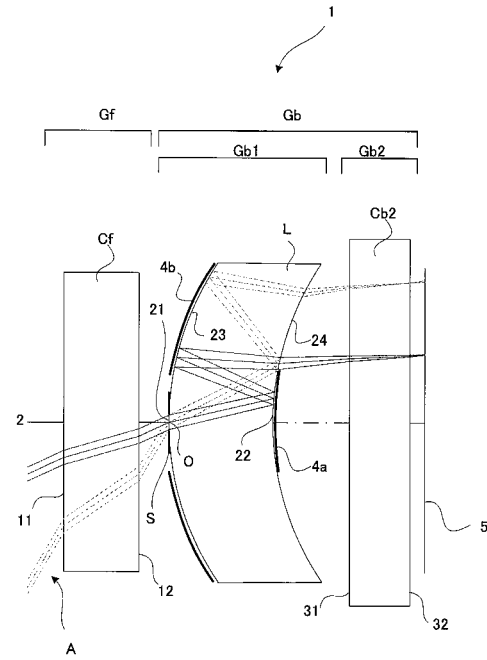
【図 2】



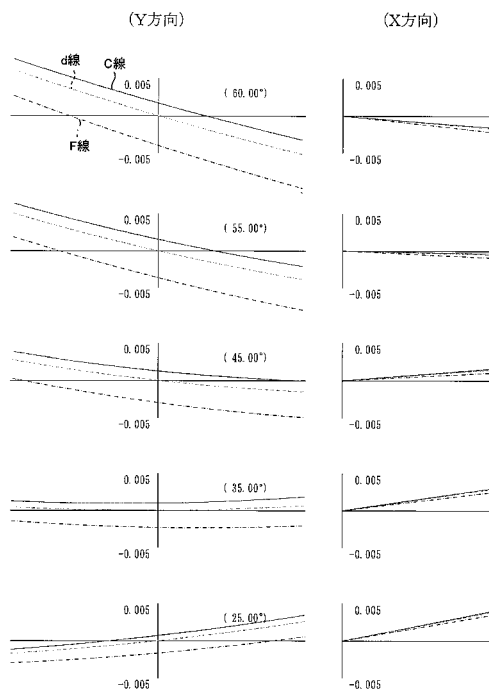
【図 3】



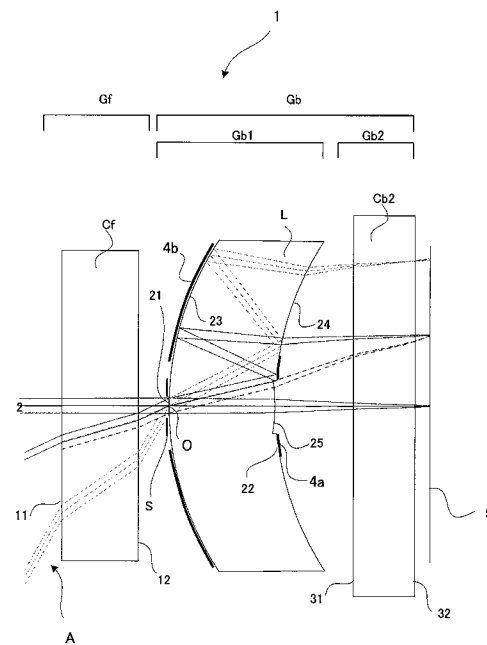
【図 4】



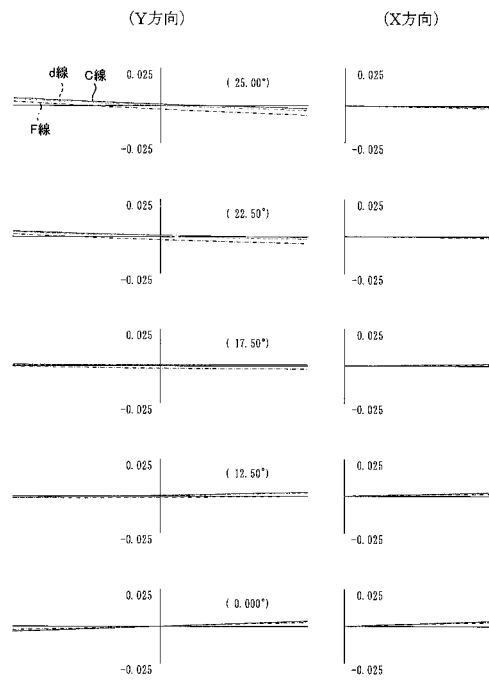
【図 5】



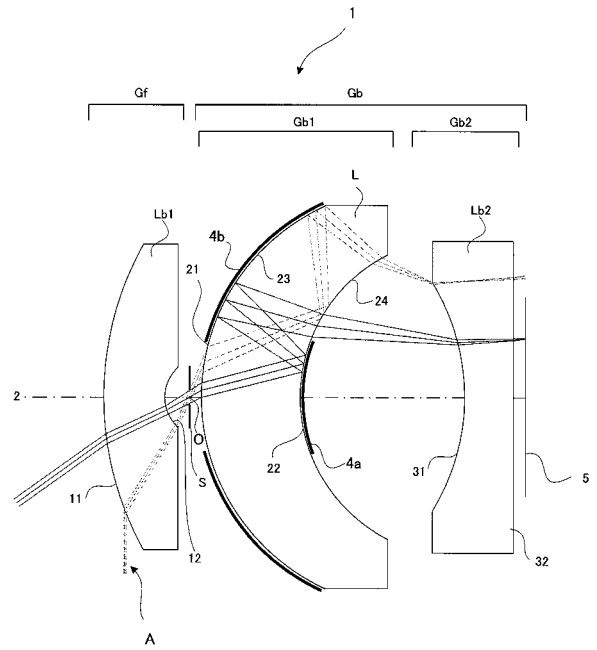
【図 6】



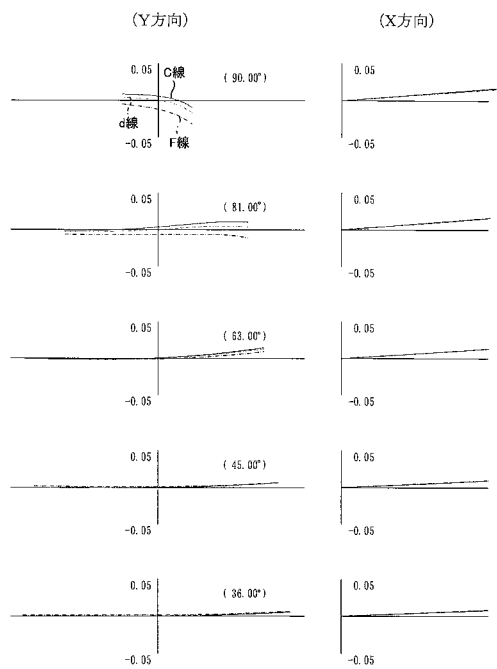
【図 7】



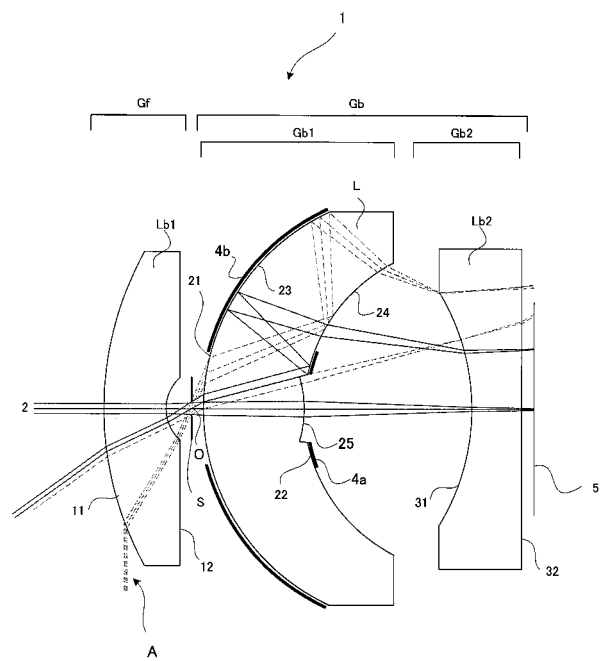
【図 8】



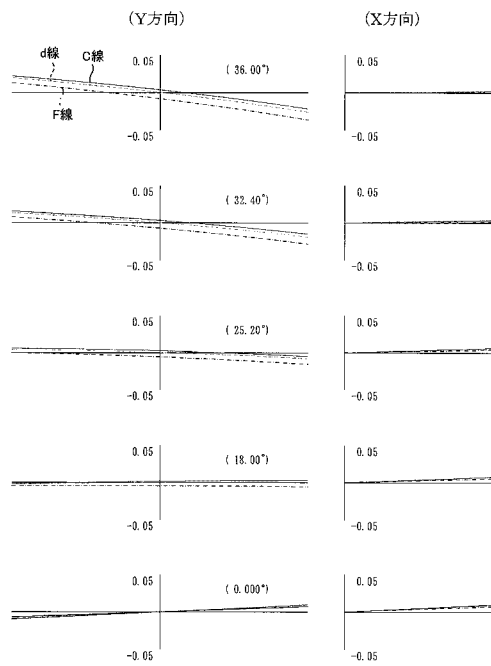
【図 9】



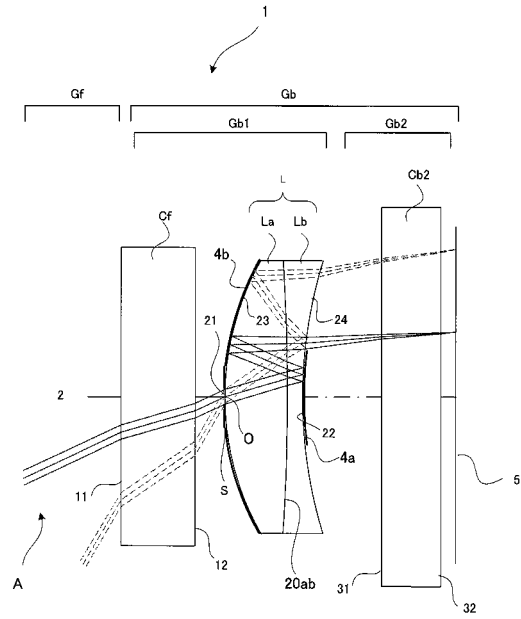
【図 10】



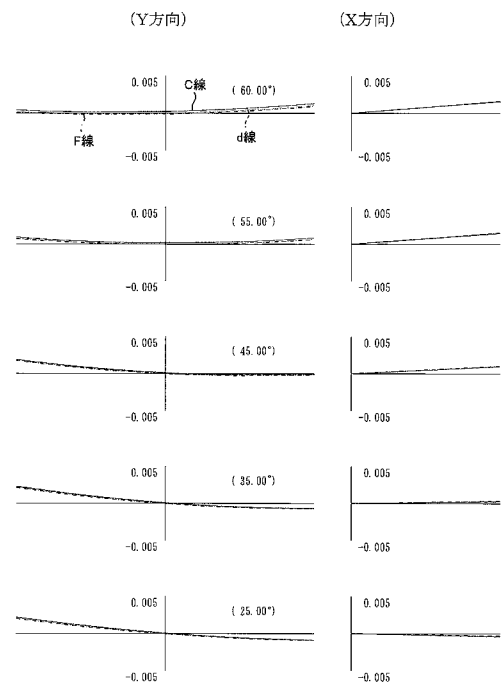
【図 1 1】



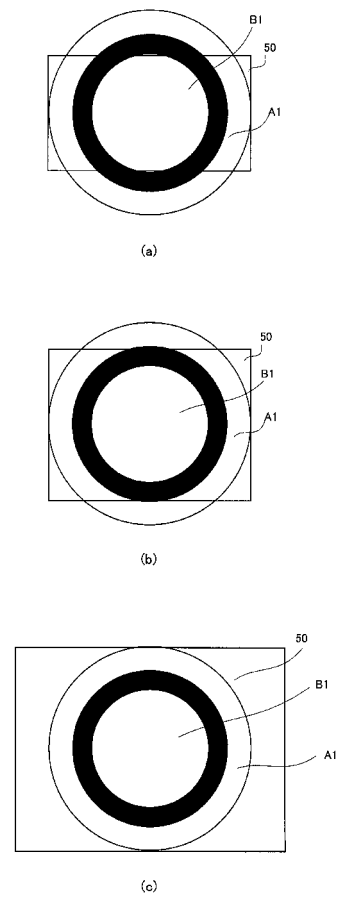
【図 1 2】



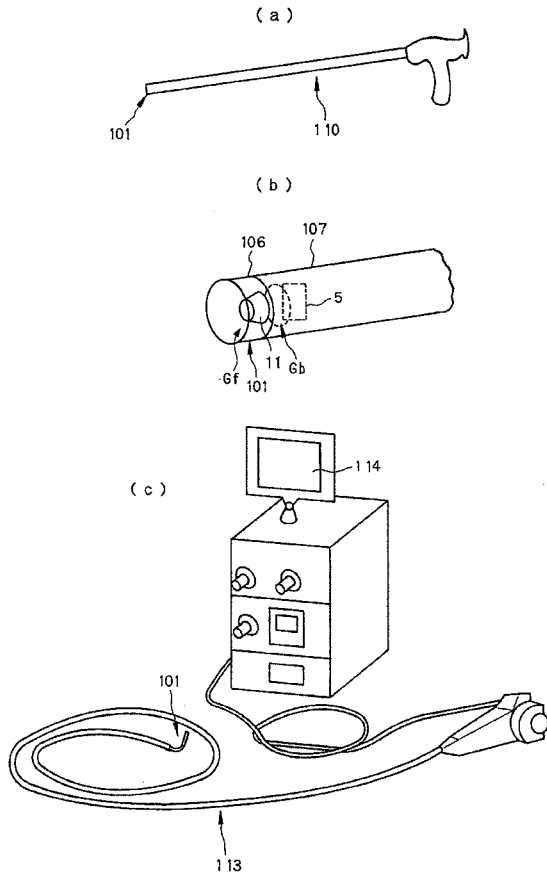
【図 1 3】



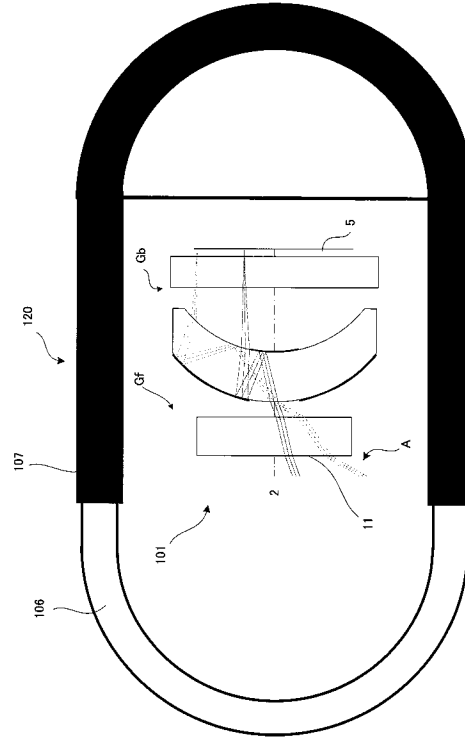
【図 1 4】



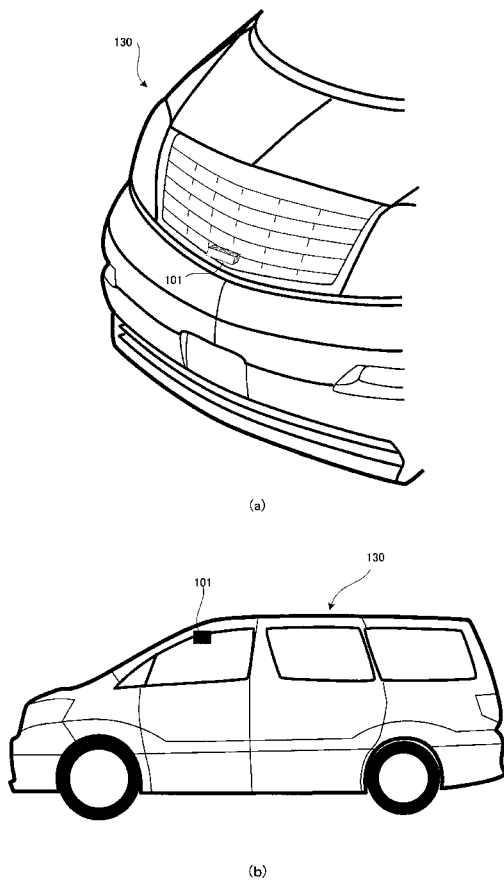
【図 15】



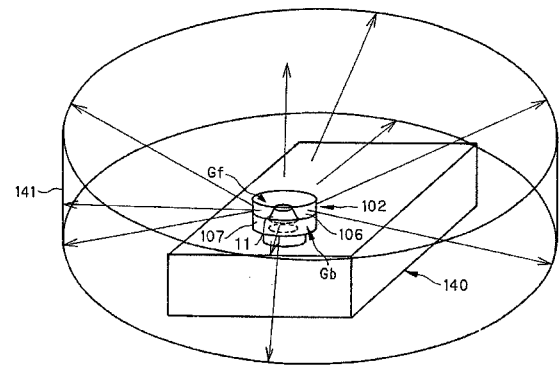
【図 16】



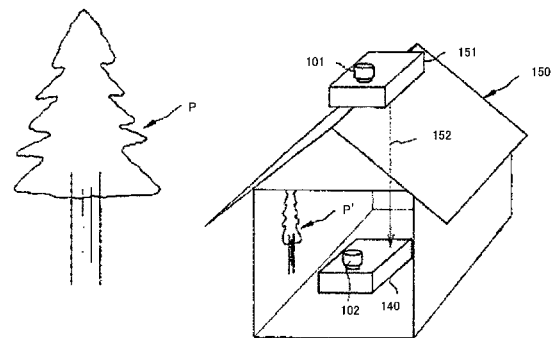
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(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 研野 孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA10 RA42 TA00 TA01 TA04 TA06

4C061 BB01 CC02 JJ06 LL01 NN01 PP11

专利名称(译)	光学系统和使用它的内窥镜		
公开(公告)号	JP2009080411A	公开(公告)日	2009-04-16
申请号	JP2007251101	申请日	2007-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	研野孝吉		
发明人	研野 孝吉		
IPC分类号	G02B17/00 G02B17/08 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00096 A61B1/041 G02B17/0856		
FI分类号	G02B17/00.A G02B17/08.A A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/RA42 2H087/TA00 2H087/TA01 2H087/TA04 2H087/TA06 4C061/BB01 4C061/CC02 4C061/JJ06 4C061/LL01 4C061/NN01 4C061/PP11 4C161/BB01 4C161/CC02 4C161/DD07 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/LL01 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	青木健二 米泽 明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种紧凑且便宜的光学系统，其能够以简单的构造在成像装置上成像具有宽视野的视角，并且提供使用该光学系统的内窥镜。解决方案：第一传输表面21，第一反射表面22，第二反射表面23和第二传输表面24是球形表面。入射在透明介质L上的光通量构成大致Z形的第一光路A，其中光路A通过孔径S，通过第一透射表面21进入透明介质L，反射到相反的方向。通过第一反射表面22到图像表面的一侧被第二反射表面23反射到图像表面侧，并且以前向的跟踪顺序从透明介质L通过第二透射表面24出射到图像表面侧光束。第一光路A的第一反射表面22和第二反射表面23之间的至少一部分仅由相对于中心轴2的一侧构成。因此，在第一光路A中不形成中间图像。在图像表面上环形地形成。Z

