

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6783544号
(P6783544)

(45) 発行日 令和2年11月11日(2020.11.11)

(24) 登録日 令和2年10月26日(2020.10.26)

(51) Int.Cl.		F I	
G O 2 B	15/20	(2006.01)	G O 2 B 15/20
G O 2 B	13/18	(2006.01)	G O 2 B 13/18
G O 2 B	13/04	(2006.01)	G O 2 B 13/04 D

請求項の数 11 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2016-79394 (P2016-79394)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年4月12日 (2016.4.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-191159 (P2017-191159A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成31年4月10日 (2019.4.10)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	田代 欣久
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		審査官	下村 一石

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学系と、該光学系によって形成された像を受光する撮像素子を有する撮像装置であって、

前記光学系は、物体側から像側へ順に、1枚以上のレンズ、開口絞り、最も像側に配置された負レンズを含む1枚以上のレンズを有し、

前記光学系は、赤外線カット膜が形成されたレンズ面を含み、

前記光学系が無遠慮物体に合焦しているときの像面から前記光学系の射出瞳までの光軸上での距離を L_{epw} 、前記光学系が無遠慮物体に合焦しているときの像面から前記レンズ面までの光軸上での距離を L_c 、前記レンズ面の曲率半径を R_c 、前記撮像素子の有効撮像領域の外接円の半径を Y_{max} とし、

前記 L_{epw} および前記 L_c について物体側から像側に向かう方向を正とするとき、

$$0.1 < (L_{epw} - L_c) / R_c < 1.5$$

$$1.0 < |L_{epw}| / Y_{max} < 2.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記レンズ面は、前記開口絞りの像側に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記負レンズの焦点距離を f_n 、前記光学系の焦点距離を f_w とするとき、

10

20

$$0.5 < |f_n| / f_w < 15.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{na} 、像側のレンズ面の曲率半径を R_{nb} とするとき、

$$0.5 < (R_{nb} + R_{na}) / (R_{nb} - R_{na}) < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記レンズ面は、前記負レンズの物体側のレンズ面であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記光学系は、赤外線カット膜が形成された複数のレンズ面を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記光学系と前記撮像素子の間に配置された赤外線吸収フィルターを有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記光学系はズームレンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、前記負レンズは物体側へ移動することを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記光学系が無限遠物体に合焦しているときの広角端における前記負レンズの横倍率を n_w 、前記光学系が無限遠物体に合焦しているときの望遠端における前記負レンズの横倍率を n_t とするとき、

$$1.1 < n_t / n_w < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

撮像素子を有する撮像装置に用いられる光学系であって、

物体側から像側へ順に、1 枚以上のレンズ、開口絞り、最も像側に配置された負レンズを含む 1 枚以上のレンズを有し、

赤外線カット膜が形成されたレンズ面を含み、

無限遠物体に合焦しているときの像面から前記光学系の射出瞳までの光軸上での距離を L_{epw} 、無限遠物体に合焦しているときの像面から前記レンズ面までの光軸上での距離を L_c 、前記レンズ面の曲率半径を R_c 、前記撮像素子の有効撮像領域の外接円の半径を Y_{max} とし、

前記 L_{epw} および前記 L_c について物体側から像側に向かう方向を正とするとき、

$$0.1 < (L_{epw} - L_c) / R_c < 1.5$$

$$1.0 < |L_{epw}| / Y_{max} < 2.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学系を有する撮像装置に関する。例えば、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視カメラ等の撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、多くの撮像装置においては、CCD、CMOS 等の大型の撮像素子が用いられて

10

20

30

40

50

いる。撮像装置に用いられる多くの撮像素子は可視域（波長 380 nm～波長 780 nm）の他に、赤外域（波長 780 nm～波長 1000 nm）の光に関しても感度を有する。ゆえに、赤外域の不要光が撮像素子に入射すると光学性能が低下してくる。このため、赤外域の不要光が撮像素子に入射しないように光学系中に赤外域の光をカットする吸収型や反射型の赤外線カット素子を設ける必要がある。

【0003】

一般に赤外線カット素子を光学系中に設けると、赤外線カット素子の厚さだけ光学系のレンズ全長が増大してくる。これに対して、従来、可視光を透過し赤外線をカットする赤外線カット膜（光学薄膜）をレンズ面に形成して全系の小型化を図った光学系が提案されている（特許文献1）。特許文献1では、光学系の小型化と軽量化のために、光学系と撮

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-53361号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に大型の撮像素子を使用しつつ光学系の小型化を実現するためには、光学系の射出瞳位置の距離（像面からの距離）を短縮するレンズ構成（以下、「短瞳構成」という）が有効である。一般に光学系の射出瞳位置を短縮すると、画面中心から周辺にかけて、主光線の像面への入射角の変動が大きい（斜入射の度合いが強まる）構成となる。画面中心から周辺にかけて主光線の像面への入射角の変動が大きいと、赤外線カット膜を形成したレンズ面への入射角の変動も大きくなる。

20

【0006】

図13には、赤外線カット膜の分光特性の例を示す。図13は特許文献1の表2の赤外線カット膜の分光特性図である。ここで図13は、特許文献1の表2の膜特性をもとに、光学薄膜への入射角度が0度（垂直入射）、30度の場合の透過率特性を記載している。図13より、光学薄膜への入射角が大きくなると、垂直入射の場合より赤外域のカットオフ波長が短波長側へシフトしてしまうことがわかる。

30

【0007】

ここで、例えば光学系と撮像素子の間に赤外線カット膜を形成した平行平板よりなる光学フィルターを用いたとする。このとき、短瞳構成で全系の小型化を図った光学系では、画角（撮像素子の像高）毎に赤外域のカットオフ波長が異なることとなり、色のシェーディングが生じて画質が大きく低下してくる。

【0008】

本発明は、短瞳構成にて光学系の小型化を図るとともに、赤外線をカットし、しかも光線斜入射に起因する色シェーディングの発生を軽減することができる撮像装置の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の撮像装置は、光学系と、該光学系によって形成された像を受光する撮像素子を有する撮像装置であって、

前記光学系は、物体側から像側へ順に、1枚以上のレンズ、開口絞り、最も像側に配置された負レンズを含む1枚以上のレンズを有し、

前記光学系は、赤外線カット膜が形成されたレンズ面を含み、

前記光学系が無遠距物体に合焦しているときの像面から前記光学系の射出瞳までの光軸上での距離を L_{epw} 、前記光学系が無遠距物体に合焦しているときの像面から前記レンズ面までの光軸上での距離を L_c 、前記レンズ面の曲率半径を R_c 、前記撮像素子の有効

50

撮像領域の外接円の半径を Y_{max} とし、

前記 L_{epw} および前記 L_c について物体側から像側に向かう方向を正とすると、

$$0.1 < (L_{epw} - L_c) / R_c < 1.5$$

$$1.0 < |L_{epw}| / Y_{max} < 2.00$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、短瞳構成にて光学系の小型化を図るとともに、赤外線をカットし、しかも光線斜入射に起因する色シェーディングの発生を軽減することができる撮像装置が容易に得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の光学系の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図3】実施例2の光学系の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 実施例2の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図5】実施例3の光学系の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 実施例3の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図7】実施例4の光学系の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 実施例4の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図9】実施例5の光学系の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 実施例5の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図11】実施例6の光学系のレンズ断面図

【図12】実施例6の光学系の無限遠合焦時の縦収差図

【図13】特許文献1の表2に開示された光学薄膜の膜特性の説明図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の撮像装置は、光学系と、光学系によって形成された像を撮像する撮像素子を有する。光学系は、物体側から像側へ順に1枚以上のレンズ、開口絞り、1枚以上のレンズを有する。光学系の最も像側のレンズは負レンズである。光学系の1つ以上のレンズ面には赤外線カット膜が形成されている。

【0013】

図1は、本発明の実施例1の撮像装置に用いられる光学系の広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ本発明の実施例1の撮像装置に用いられる光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における無限遠物体合焦時の縦収差図である。図3は、本発明の実施例2の撮像装置に用いられる光学系の広角端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ本発明の実施例2の撮像装置に用いられる光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【0014】

図5は、本発明の実施例3の撮像装置に用いられる光学系の広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ本発明の実施例3の撮像装置に用いられる光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。図7は、本発明の実施例4の撮像装置に用いられる光学系の広角端におけるレンズ

10

20

30

40

50

断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ本発明の実施例 4 の撮像装置に用いられる光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【0015】

図 9 は、本発明の実施例 5 の撮像装置に用いられる光学系の広角端におけるレンズ断面図である。図 10 (A)、(B)、(C) はそれぞれ本発明の実施例 5 の撮像装置に用いられる光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。図 11 は、本発明の実施例 6 の撮像装置に用いられる光学系のレンズ断面図である。図 12 は本発明の実施例 6 の撮像装置に用いられる光学系の無限遠物体合焦時の縦収差図である。

10

【0016】

各実施例の撮像装置はビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、TV カメラ等である。各実施例のレンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。またレンズ断面図において、L0 は光学系である。

【0017】

図 1、図 3、図 5、図 7、図 9 のレンズ断面図において、i を物体側からのレンズ群の順番とすると、Li は第 i レンズ群を示す。各レンズ断面図において、SS は開口絞りである。G は光学フィルター、フェースプレート、ローパスフィルター等に相当する光学ブロックである。IP は像面である。像面 IP はビデオカメラやデジタルカメラの光学系として使用する際には CCD センサや CMOS センサなどの固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する。銀塩フィルムカメラの光学系として使用する際には、フィルム面に相当する。

20

【0018】

レンズ群に関する矢印は広角端から望遠端へのズーミング（変倍）に際して、各レンズ群の移動軌跡を示している。球面収差図において、d は d 線（波長 587.6 nm）、g は g 線（波長 435.8 nm）である。非点収差図において S は d 線におけるサジタル像面であり、M は d 線におけるメリディオナル像面である。歪曲収差は d 線について示している。倍率色収差図において g は g 線である。尚、以下の光学系がズームレンズのとき、広角端と望遠端は変倍用のレンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

30

【0019】

各実施例の光学系 L0 では、光学系 L0 が無限遠物体に合焦したときの像面から光学系 L0 の射出瞳までの光軸上の距離（光学系 L0 がズームレンズのときは広角端での値）を Lepw とする。光学系 L0 が無限遠物体に合焦したときの像面から赤外線カット膜が形成されたレンズ面までの光軸上の距離（光学系 L0 がズームレンズのときは広角端での値）を Lc とする。赤外線カット膜を有するレンズ面の曲率半径を Rc、撮像素子の有効撮像領域に外接する円の半径を Ymax とする。

【0020】

このとき、

$$0.1 < (Lepw - Lc) / Rc < 1.5 \quad \dots (1)$$

40

$$1.0 < |Lepw| / Ymax < 2.00 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足する。

【0021】

ここで射出瞳から像面までの光軸上の距離及び赤外線カット膜が形成されたレンズ面から像面までの光軸上の距離はいずれも最終レンズ面から像面までの間に光学フィルター等のガラスブロックがあるときはそれらの厚さを空気換算した値として求めた距離である。また距離 Lepw、距離 Lc はいずれも物体側から像側へ向かう方向を正とする。赤外線カット膜の膜構成は、例えば前述した特許文献 1（特開 2006-53361 号公報）に開示されている膜構成が適用できる。

【0022】

50

ここで赤外線カット膜を有するレンズ面の曲率半径 R_c は、赤外線カット膜を有するレンズ面が非球面の場合、光軸上の面頂点と有効径端でのサグ量で決まる参照球面の曲率半径とする。

【0023】

条件式(1)は、光学系中で、赤外線カット膜を形成したレンズ面の光軸上の位置を規定している。条件式(1)を満足するレンズ面に赤外線カット膜を配置することで、赤外線カット膜への主光線の入射角度の撮像画角による変動を低減し、赤外線カット膜のカットオフ周波数シフトに起因する色シェーディングを軽減している。

【0024】

条件式(1)の下限を超えると、射出瞳位置に対して赤外線カット膜を形成したレンズ面の曲率半径が小さくなりすぎる。一方、上限を超えると、射出瞳位置に対して赤外線カット膜を形成したレンズ面の曲率半径が大きくなりすぎる。いずれの場合も、赤外線カット膜を形成したレンズ面の面法線方向に対する主光線の入射角度の撮像画角による変動が増大してしまうのでよくない。

【0025】

条件式(2)は、射出瞳の距離と撮像素子のサイズから像面への主光線の入射角を規定している。条件式(2)を満足することで、光学系の小型化を図りつつ、輝度シェーディングを軽減している。条件式(2)の下限を超えると、像面への主光線の入射角が大きくなりすぎ、撮像素子の画素構造に起因する輝度シェーディングの補正が困難となる。一方、上限を超えると、光学系は像側テレセントリックの配置に近づき、色シェーディングの課題は解消されるものの、とくに撮像素子を大型化したとき光学系が大型化してしまうのでよくない。

【0026】

以上の構成により、短瞳構成にて光学系の小型化を図りつつ、赤外線カット膜への光線の斜入射に起因する色シェーディングの発生を軽減した撮像装置を得ている。

【0027】

各実施例において、より好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.15 < (L_{epw} - L_c) / R_c < 1.30 \quad \dots (1a)$$

$$1.05 < |L_{epw}| / Y_{max} < 2.00 \quad \dots (2a)$$

【0028】

各実施例において、さらに好ましくは、条件式(1a)、(1b)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.20 < (L_{epw} - L_c) / R_c < 1.15 \quad \dots (1b)$$

$$1.1 < |L_{epw}| / Y_{max} < 1.8 \quad \dots (2b)$$

【0029】

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。光学系 L_0 の最も像側の負レンズの焦点距離を f_n とする。光学系全系の焦点距離(ズームレンズのときは広角端での値)を f_w とする。光学系 L_0 の最も像側の負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{na} 、像側のレンズ面の曲率半径を R_{nb} とする。

【0030】

また、光学系がズームレンズであり、広角端から望遠端へのズーミングに際し、光学系 L_0 の最も像側の負レンズが物体側へ移動するズームレンズであるとする。そして広角端において無限遠物体に合焦しているときの光学系 L_0 の最も像側の負レンズの横倍率を n_w 、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの光学系 L_0 の最も像側の負レンズの横倍率を n_t とする。このとき、次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

【0031】

$$0.5 < |f_n| / f_w < 15.0 \quad \dots (3)$$

$$0.5 < (R_{nb} + R_{na}) / (R_{nb} - R_{na}) < 5.0 \quad \dots (4)$$

$$1.1 < n_t / n_w < 3.0 \quad \dots (5)$$

【0032】

次に各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)は、光学系の最も像側に配置される負レンズG_nの焦点距離と全系の焦点距離(光学系がズームレンズの場合は広角端での値)の比を規定している。負レンズG_nの焦点距離を最適化することで、光学系の小型化を図りつつ高い光学性能を得ている。条件式(3)の下限を超えると、負レンズG_nの焦点距離が短くなりすぎ、とくに像面湾曲が増大し、この収差補正が困難となる。一方、上限を超えると、負レンズG_nの焦点距離が長くなりすぎ、バックフォーカスが増大し、レンズ全長が増大してくる。

【0033】

条件式(4)は、光学系の最も像側に配置される負レンズG_nのレンズ形状を規定している。負レンズG_nのレンズ形状を最適化することで、光学系を小型化するとともに射出瞳位置を適切に配置している。条件式(4)の下限を超えると、負レンズG_nの像側のレンズ面で発生する負のパワー(屈折力)が強まりすぎ、射出瞳位置が像面に近づきすぎて、光線の像面への入射角が増大しすぎてしまう。一方、上限を超えると、負レンズG_nの像側のレンズ面で発生する正のパワーが強まりすぎ、負レンズG_n全体としてのパワーが弱まりすぎて光学系全系が大型化してくる。

【0034】

各実施例において、より好ましくは条件式(3)、(4)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.65 < |f_n| / f_w < 12.5 \quad \dots (3a)$$

$$0.6 < (R_{nb} + R_{na}) / (R_{nb} - R_{na}) < 4.0 \quad \dots (4a)$$

【0035】

各実施例において、さらに好ましくは条件式(3a)、(4a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.8 < |f_n| / f_w < 10.0 \quad \dots (3b)$$

$$0.7 < (R_{nb} + R_{na}) / (R_{nb} - R_{na}) < 3.0 \quad \dots (4b)$$

【0036】

実施例1乃至5では、光学系としてズームレンズを用いている。また、実施例1乃至5では、広角端から望遠端への変倍に際し、最も像側に配置される負レンズG_nは像側から物体側へ移動している。これによれば、負レンズG_nのレンズ有効径の増大を抑制し光学系の小型化が容易となる。また、広角端から望遠端への変倍に際し、射出瞳は物体側へ移動する。ここで、負レンズG_nに赤外線カット膜を配した場合、射出瞳と同時に負レンズG_nも物体側へ移動することで、レンズ面法線に対する主光線入射角のズーム変動を低減し、色シェーディングのズーム変動を効果的に軽減することができる。

【0037】

条件式(5)は光学系がズームレンズのときに相当する。条件式(5)は、光学系の最も像側に配置される負レンズG_nの結像倍率を規定している。負レンズG_nを増倍作用とすることにより光学系全系での変倍を分担し、光学系の小型化を容易にしている。条件式(5)の下限を超えると、負レンズG_nによる変倍量が小さくなりすぎ、所定のズーム比を確保しようとする、光学系が大型化してしまう。一方、上限を超えると、負レンズG_nの変倍量が大きくなりすぎ、とくに像面湾曲と倍率色収差のズーム変動の補正が困難となるのでよくない。

【0038】

より好ましくは条件式(5)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$1.15 < n_t / n_w < 2.5 \quad \dots (5a)$$

さらに好ましくは条件式(5a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$1.2 < n_t / n_w < 2.0 \quad \dots (5b)$$

また、赤外線カット膜は開口絞りSSより像側に配置されたレンズ面に形成するのがよい。

【0039】

10

20

30

40

50

各実施例において、最も像側に配置される負レンズG_nの物体側のレンズ面に、赤外線カット膜を配している。つまり、負レンズG_nの物体側のレンズ面を、赤外線カット膜に好適な各画角の主光線と、レンズ面法線角度の偏差が小さい構成としている。これによれば、レンズ面が開口絞りSSに対してコンセントリックに近いレンズ形状となり、色シェーディング発生を軽減しつつ像面湾曲を良好に補正している。

【0040】

また、各実施例において、赤外線カット膜を複数のレンズ面に配置している。これによれば、赤外線カット作用を複数のレンズ面で分担し、光学系全系での赤外線カット効果をより強めることが容易となる。また、各実施例においては、光学系と撮像素子装置の間に、赤外線吸収フィルターとして作用するガラスブロックを配置することが好ましい。一般に、吸収型の赤外線カット膜のみで赤外線を強くカットしようとした場合、該フィルターの可視光域における吸収の影響により撮像光量が減少してしまう。

10

【0041】

ここで、光学系中に配置した赤外線カット膜を吸収型の赤外線カット膜と併用することで、撮像光量確保と赤外線カット効果をバランスよく両立することができる。

【0042】

次に、図面を用いて本発明の実施例1乃至6の光学系のレンズ構成を説明する。

[実施例1]

図1は本発明の光学系L₀の実施例1のレンズ断面図である。実施例1の光学系L₀はズームレンズである。実施例1のズームレンズは物体側から像側へ順に、負、正、負の屈折力の第1レンズ群L₁乃至第3レンズ群L₃を有する、3群ズームレンズである。

20

【0043】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群L₁は像側に凸状の軌跡で像側へ移動し、変倍に伴う像面変動を補償している。また、第2レンズ群L₂と、第3レンズ群L₃は各々のレンズ群間隔を変えながら物体側へ移動し変倍を行っている。第1レンズ群L₁は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の2枚の負レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズにて構成している。

【0044】

第2レンズ群L₂は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズ、開口絞りSS、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズにて構成している。第3レンズ群L₃は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズG_p、両凹形状の負レンズG_nにて構成している。負レンズG_nは光学系L₀の最も像側のレンズに相当している。ここで、第3レンズ群L₃の正レンズG_pの像側のレンズ面(16面)には赤外線カット膜IRc1が形成され、第3レンズ群L₃の負レンズG_nの物体側のレンズ面(17面)には赤外線カット膜IRc2が形成されている。

30

【0045】

表1に、赤外線カット膜を配置したレンズ面(16面、17面)における、4割像高と8割像高に相当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を示す。各画角の主光線とレンズ面法線のなす角度の変動が小さいレンズ面に赤外カット膜を形成することで、色シェーディングの発生を良好に抑制している。

40

【0046】

[実施例2]

図3は本発明の光学系L₀の実施例2のレンズ断面図である。実施例2の光学系L₀はズームレンズである。実施例2のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングにおける各レンズ群の移動条件等のズームタイプは実施例1と同じである。実施例1と比較して、撮像素子の有効撮像領域が大きく、ズーム領域における焦点距離範囲と各レンズ群内のレンズのレンズ形状が異なる。

【0047】

第1レンズ群L₁は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズにて構成している。第2レンズ群L₂

50

は物体側から像側へ順に、開口絞り、物体側の面が凸でメニスカス形状の2枚の正レンズ、両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズにて構成している。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズGp、像側の面が凸でメニスカス形状の負レンズGnにて構成している。

【0048】

ここで、第3レンズ群L3の正レンズGpの像側のレンズ面(15面)には赤外線カット膜IRc1が形成され、第3レンズ群L3の負レンズGnの物体側のレンズ面(16面)には赤外線カット膜IRc2が形成されている。表2に、赤外線カット膜を配置したレンズ面(15面、16面)における、4割像高と8割像高に相当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を表1と同様に示す。

10

【0049】

[実施例3]

図5は本発明の光学系L0の実施例3のレンズ断面図である。実施例3の光学系はズームレンズである。実施例3のズームレンズにおけるズームタイプは、実施例1と同じである。実施例1と比較して、撮像素子の有効撮像領域が大きく、ズーム領域における焦点距離範囲と各レンズ群内のレンズのレンズ形状が異なる。

【0050】

第1レンズ群L1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズ、開口絞りSS、像側の面が凸で、メニスカス形状の正レンズにて構成している。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズGpと像側の面が凸でメニスカス形状の負レンズGnにて構成している。負レンズGnは光学系L0の最も像側のレンズに相当している。

20

【0051】

ここで、第3レンズ群L3の正レンズGpの像側のレンズ面(14面)には赤外線カット膜IRc1が形成され、第3レンズ群L3の負レンズGnの物体側のレンズ面(15面)には赤外線カット膜IRc2が形成されている。表3に、赤外線カット膜を配置したレンズ面(14面、15面)における、4割像高と8割像高に相当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を表1と同様に示す。

【0052】

30

[実施例4]

図7は本発明の光学系L0の実施例4のレンズ断面図である。実施例4の光学系L0はズームレンズである。実施例4のズームレンズは物体側から像側へ順に、負、正、正、負の屈折力の第1レンズ群L1乃至第4レンズ群L4を有する、4群ズームレンズである。

【0053】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡で像側へ移動し変倍に伴う像面変動を補償している。また、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4は各々のレンズ群間隔を変えながら物体側へ移動し変倍を行っている。

【0054】

40

第1レンズ群L1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズ、開口絞りSSにて構成している。第3レンズ群L3は、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズにて構成している。第4レンズ群L4は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズGpと像側の面が凸でメニスカス形状の負レンズGnにて構成している。負レンズGnは光学系L0の最も像側のレンズに相当している。

【0055】

ここで、第4レンズ群L4の正レンズGpの像側のレンズ面(16面)には赤外線カット膜IRc1が形成されている。また第4レンズ群L4の負レンズGnの物体側の面(17面)には赤外線カット膜IRc2が形成されている。表4に、赤外線カット膜を配置し

50

たレンズ面（１６面、１７面）における、４割像高と８割像高に相当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を表１と同様に示す。

【００５６】

〔実施例５〕

図９は本発明の光学系Ｌ０の実施例５のレンズ断面図である。実施例５の光学系Ｌ０はズームレンズである。実施例５のズームレンズは物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正、負の屈折力の第１レンズ群Ｌ１乃至第６レンズ群Ｌ６を有する、６群ズームレンズである。

【００５７】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第１レンズ群Ｌ１は像側に凸状の軌跡で像側へ移動する。第２レンズ群Ｌ２は像側に凸状の軌跡で像側に移動し変倍に伴う像面変動の補償と変倍を担っている。また、第３レンズ群Ｌ３、第４レンズ群Ｌ４、第５レンズ群Ｌ５、第６レンズ群Ｌ６は各々のレンズ群間隔を変えながら物体側に移動し変倍を行っている。

10

【００５８】

第１レンズ群Ｌ１は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズを接合した接合レンズにて構成している。第２レンズ群Ｌ２は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズにて構成している。

20

【００５９】

第３レンズ群Ｌ３は物体側から像側へ順に、次のとおりである。物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズ、開口絞りＳＳにて構成している。第４レンズ群Ｌ４は物体側から像側へ順に、両凹形状の負レンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズを接合した接合レンズにて構成している。第５レンズ群Ｌ５は、両凸形状の正レンズＧｐにて構成している。第６レンズ群Ｌ６は、像側の面が凸でメニスカス形状の負レンズＧｎにて構成している。

【００６０】

ここで、第５レンズ群Ｌ５の正レンズＧｐの像側のレンズ面（２２面）には赤外線カット膜ＩＲｃ１が形成されている。また第６レンズ群Ｌ６の物体側のレンズ面（２３面）には赤外線カット膜ＩＲｃ２が形成されている。表５に、赤外線カット膜を配置したレンズ面（２２面、２３面）における、４割像高と８割像高に相当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を表１と同様に示す。

30

【００６１】

〔実施例６〕

図１１は本発明の光学系Ｌ０の実施例６のレンズ断面図である。実施例６の光学系Ｌ０は単一焦点距離レンズ（単焦点レンズ）である。実施例６の光学系Ｌ０は物体側から像側へ順に、次のレンズ構成よりなっている。

【００６２】

物体側の面が凸でメニスカス形状の２枚の負レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズ、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズ、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズ、開口絞りＳＳを有する。更に、両凸形状の正レンズ、像側の面が凸でメニスカス形状の正レンズＧｐ、像側の面が凸でメニスカス形状の負レンズＧｎを有する。負レンズＧｎは光学系Ｌ０の最も像側のレンズに相当している。

40

【００６３】

ここで、赤外線カット膜は、開口絞りＳＳより像側に配置される正レンズＧｐの像面のレンズ面（１６面）には赤外線カット膜ＩＲｃ１が形成されている。更に負レンズＧｎの物体側のレンズ面（１７面）には赤外線カット膜ＩＲｃ２が形成されている。表６に、赤外線カット膜を配置したレンズ面（１６面、１７面）における、４割像高と８割像高に相

50

当する画角の主光線とレンズ面法線のなす角度を表 1 に同様に示す。

【 0 0 6 4 】

各実施例の撮像装置は、光学系 L 0 と撮像素子を有する。光学系 L 0 は物体側から像側へ順に、1 枚以上のレンズ、開口絞り S S、1 枚以上のレンズを有する。光学系 L 0 の最も像側のレンズは負レンズ G n である。また、光学系 L 0 の 1 つ以上のレンズ面には赤外線カット膜が形成されている。このとき、条件式 (1) と条件式 (2) を同時に満足している。これにより、像側へより射出瞳位置の短い構成の光学系の小型化を実現するとともに、赤外線カット膜への光線が斜入射のときに起因する色シェーディングの発生を軽減している。

【 0 0 6 5 】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、手振れによる像ぶれの補正のため各レンズ群の全体もしくはその一部を光軸に対して垂直方向の成分を有するように移動する構成を採用してもよい。また、光学系に残存する歪曲収差を電氣的に補正 (画像処理での補正) するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

以下、実施例 1 乃至 6 に対応する数値データ 1 乃至 6 を示す。各数値データにおいて、i は物体側から数えた面の番号を示す。r i は第 i 番目の光学面 (第 i 面) の曲率半径である。d i は第 i 面と第 (i + 1) 面との軸上間隔である。n d i、 d i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。f は焦点距離、F n o は F ナンバー、 θ は半画角である。

【 0 0 6 7 】

B F はバックフォーカスであり、最終レンズ面から像面までの空気換算での値である。レンズ全長は第 1 レンズ面から最終レンズ面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた値である。また各種データにおける入射瞳位置と前側主点位置は、いずれも第 1 レンズ面からの光軸上の距離である。射出瞳位置と後側主点位置は、いずれも硝子ブロックの厚さを空気換算した像面からの位置である。

【 0 0 6 8 】

ここで、N d をフラウンフォーファーの d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m) に対する屈折率とする。N F をフラウンフォーファーの F 線 (波長 4 8 6 . 1 n m) に対する屈折率とする。N C をフラウンフォーファーの C 線 (波長 6 5 6 . 3 n m) に対する屈折率とする。このとき、材料のアッペ数 d は以下の式であらわされる。

$$d = (N d - 1) / (N F - N C)$$

【 0 0 6 9 】

非球面形状は、光の進行方向を正、x を光軸方向の面頂点からの変位量として、h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、r を近軸曲率半径、K を円錐定数、A 4、A 6、A 8、A 1 0 を非球面係数とすると、

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + K) \times (h / r)^2 \}^{1/2}] + A 4 \times h^4 + A 6 \times h^6 + A 8 \times h^8 + A 1 0 \times h^{10}$$

なる式で表している。

【 0 0 7 0 】

なお、数値の「E ± X X」は「× 1 0 ± X X」を意味している。また、前述の各条件式と数値データとの関係を (表 7) に示す。

【 0 0 7 1 】

(数値データ 1)

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d 有効径

10

20

30

40

50

1	19.949	1.05	1.88300	40.8	25.50
2	10.763	5.98			19.50
3	46.361	1.05	1.76802	49.2	19.00
4*	10.578	3.90			16.50
5	14.874	2.10	1.92286	20.9	16.50
6	25.169	(可変)			16.00
7*	16.267	2.20	1.76802	49.2	6.80
8	-23.843	0.55	1.69895	30.1	6.60
9	13.744	0.43			6.50
10	9.799	2.85	1.48749	70.2	6.60
11	-17.901	0.45			6.50
12(絞り)		1.00			6.08
13	-11.545	0.70	1.48749	70.2	6.00
14	-10.120	(可変)			6.00
15	29.438	2.10	1.55332	71.7	8.00
16*	-12.372	1.12			8.30
17	-9.949	0.70	1.88300	40.8	8.30
18	100.203	(可変)			9.00
19		1.20	1.51633	64.1	20.00
20		0.50			20.00
21		0.50	1.51633	64.1	20.00
22		0.50			20.00

像面

【 0 0 7 2 】

非球面データ

第4面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.91779e-005 A 6=-6.70580e-007 A 8= 5.52378e-009 A10=-1.10641e-010

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.58659e-004 A 6=-1.84867e-006 A 8= 1.44173e-008 A10=-1.07018e-009

第16面

K =-1.96729e+000 A 4= 2.53919e-004 A 6= 1.20722e-006 A 8= 1.35760e-007

各種データ

ズーム比

2.65

広角

中間

望遠

焦点距離	6.90	12.62	18.26
Fナンバー	2.90	4.32	5.76
半画角(度)	49.22	32.38	23.66
像高	8.00	8.00	8.00
レンズ全長	56.62	47.93	47.59
BF	6.75	11.34	16.08

d 6	18.85	5.64	0.77
d14	4.85	4.78	4.57
d18	4.63	9.22	13.96

10

20

30

40

50

入射瞳位置	13.44	11.59	10.53
射出瞳位置	-13.19	-17.74	-22.36
前側主点位置	16.73	15.24	13.87
後側主点位置	-6.90	-12.62	-18.26

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-15.97	14.08	2.58	-9.66
L2	7	13.36	8.18	2.49	-3.91
L3	15	-38.50	3.92	6.83	3.40
G	19		2.20	0.81	-0.81

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
G1	1	-27.97
G2	3	-18.07
G3	5	35.89
G4	7	12.90
G5	8	-12.40
G6	10	13.44
G7	13	144.87
G8	15	16.03
G9(Gn)	17	-10.22
G10	19	0.00
G11	21	0.00

20

【 0 0 7 3 】

(数値データ 2)

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	387.771	2.00	1.85135	40.1	23.12
2*	15.233	2.80			19.18
3	16.835	2.50	1.92286	20.9	19.07
4	26.188	(可変)			18.29
5(絞り)		0.30			9.11
6*	9.622	3.30	1.58313	59.4	9.50
7	34.395	0.40			8.74
8	17.167	1.90	1.60311	60.6	8.50
9	105.980	0.80			7.89
10	-22.467	1.10	1.84666	23.8	7.63
11	54.827	0.80			7.41
12	54.827	1.70	1.55332	71.7	7.33
13*	-23.447	(可変)			7.23
14	-27.978	2.00	1.80518	25.4	12.94
15	-13.562	1.50			13.51
16	-10.128	1.20	1.76802	49.2	13.63
17*	-49.739	(可変)			16.14

40

50

18	1.20	1.51633	64.1	30.00
19	0.50			30.00
20	0.50	1.51633	64.1	30.00
21	0.50			30.00
像面				

【 0 0 7 4 】

非球面データ

第2面

K = -4.80469e-001 A 4= 2.12585e-005 A 6= 1.51789e-007 A 8= -7.73775e-010 A10= 10
5.14417e-012

第6面

K = -6.58806e-001 A 4= 1.05105e-004 A 6= 1.75844e-006 A 8= -7.89799e-009 A10= 6.29525e-010

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.15140e-004 A 6= 2.92427e-006 A 8= 9.05200e-008

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= -2.37683e-005 A 6= -1.56665e-007 A 8= 2.65842e-009 A10= 20
-3.47758e-011

各種データ

ズーム比	2.86			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	18.10	35.51	51.80	
Fナンバー	3.67	5.32	7.00	
半画角 (度)	36.92	20.96	14.71	
像高	13.60	13.60	13.60	30
レンズ全長	63.44	57.03	62.08	
BF	11.10	21.21	31.96	
d 4	22.95	6.53	1.55	
d13	7.09	7.00	6.26	
d17	8.98	19.09	29.84	
入射瞳位置	15.52	8.83	5.68	
射出瞳位置	-23.58	-33.65	-44.05	
前側主点位置	19.72	6.86	-3.42	40
後側主点位置	-18.10	-35.51	-51.80	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-32.61	7.30	0.64	-4.42
L2	5	18.10	10.30	0.68	-7.07
L3	14	-37.81	4.70	2.80	-0.44
G	18		2.20	0.81	-0.81

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
G1	1	-18.67
G2	3	45.27
G3	6	21.84
G4	8	33.70
G5	10	-18.70
G6	12	29.91
G7	14	30.78
G8(Gn)	16	-16.78
G9	18	0.00
G10	20	0.00

10

【 0 0 7 5 】

(数 値 デ ー タ 3)

単位 mm

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	nd	d	有効径
1	23.655	1.50	1.81600	46.6	31.50
2	13.380	5.85			24.00
3	28.657	1.50	1.81000	41.0	23.50
4*	10.440	4.21			19.00
5	13.448	3.50	1.92286	20.9	18.50
6	18.945	(可 変)			17.00
7*	20.125	2.90	1.81000	41.0	7.50
8	-11.173	0.80	1.80518	25.4	6.40
9	89.402	1.20			5.60
10(絞リ)		1.12			5.53
11	-130.308	1.90	1.55332	71.7	5.50
12	-11.116	(可 変)			6.30
13	-22.517	1.95	1.48749	70.2	10.00
14	-12.668	2.16			10.50
15*	-10.792	1.05	1.73077	40.5	11.50
16	-25.626	(可 変)			13.50
17		1.20	1.51633	64.1	30.00
18		0.50			30.00
19		0.50	1.51633	64.1	30.00
20		0.50			30.00

20

30

像面

40

【 0 0 7 6 】

非球面 デ ー タ

第4面

K = -6.41550e-001 A 4= 4.73916e-005 A 6= 1.62737e-007 A 8= 1.40008e-009 A10= -1.87105e-012

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= -1.54189e-004 A 6= 1.13336e-006 A 8= -2.45846e-007 A10= 5.69124e-009

50

第15面

K = 1.24378e+000 A 4=-1.46625e-005 A 6= 3.23782e-006 A 8=-8.79992e-008 A10=
2.01560e-009

各種データ

ズーム比	1.90		
	広角	中間	望遠
焦点距離	11.33	16.52	21.57
Fナンバー	4.12	4.95	5.78
半画角(度)	50.20	39.47	32.23
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	58.93	54.45	54.11
BF	8.66	12.77	17.02
d 6	13.32	4.99	0.80
d12	7.30	7.05	6.65
d16	6.54	10.65	14.90

入射瞳位置	15.83	13.80	12.40
射出瞳位置	-19.95	-23.89	-27.89
前側主点位置	20.72	18.90	17.29
後側主点位置	-11.33	-16.52	-21.57

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-20.47	16.56	4.49	-8.37
L2	7	14.50	7.92	3.57	-2.80
L3	13	-49.96	5.16	3.05	-0.97
G	17		2.20	0.81	-0.81

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
G1	1	-40.40
G2	3	-21.05
G3	5	38.47
G4	7	9.25
G5	8	-12.29
G6	11	21.84
G7	13	55.79
G8(Gn)	15	-26.30
G9	17	0.00
G10	19	0.00

【 0 0 7 7 】

(数値データ 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	28.993	1.50	1.58313	59.4	35.00

10

20

30

40

50

2*	10.130	8.52			23.00
3	75.017	1.50	1.69680	55.5	22.00
4	11.612	3.53			18.00
5	14.259	2.10	2.00069	25.5	17.00
6	21.828	(可変)			16.50
7*	14.812	1.80	1.85135	40.1	7.90
8	-74.045	0.80	1.80809	22.8	7.10
9	18.318	1.19			6.50
10	30.969	1.80	1.55332	71.7	5.70
11	-23.879	1.05			5.40
12(絞リ)		(可変)			5.21
13	-17.411	0.75	1.55332	71.7	5.30
14*	-11.449	(可変)			5.80
15	58.460	2.75	1.49700	81.5	11.00
16	-12.409	0.92			11.50
17*	-12.930	1.05	1.85135	40.1	12.00
18	-112.172	(可変)			13.00
19		1.20	1.51633	64.1	30.00
20		0.50			30.00
21		0.50	1.51633	64.1	30.00
22		0.50			30.00

10

20

像面

【 0 0 7 8 】

非球面データ

第2面

K = -3.88288e-001 A 4= 4.21397e-006 A 6= 1.85880e-007 A 8= -1.39950e-009 A10= 1.16682e-011

第7面

30

K = 0.00000e+000 A 4= -9.92045e-005 A 6= 8.97045e-007 A 8= -1.17947e-007 A10= 2.90064e-009

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.67652e-005 A 6= 1.12889e-007

第17面

K = -1.40851e+000 A 4= -1.99054e-004 A 6= -8.02251e-007 A 8= 3.30134e-009 A10= -2.72115e-010

40

各種データ

ズーム比	1.91		
	広角	中間	望遠
焦点距離	9.27	13.52	17.70
Fナンバー	4.11	4.94	5.76
半画角(度)	55.72	45.16	37.53
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	59.89	55.85	55.76
BF	9.69	14.13	18.74

50

d 6	13.04	4.94	0.80
d12	2.25	2.55	2.85
d14	5.66	4.98	4.12
d18	7.57	12.01	16.62

入射瞳位置	14.24	13.02	12.17
射出瞳位置	-19.78	-23.96	-28.18
前側主点位置	19.17	18.91	18.75
後側主点位置	-9.27	-13.52	-17.70

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-16.23	17.14	3.74	-10.72
L2	7	18.71	6.64	1.41	-3.69
L3	13	57.83	0.75	1.35	0.89
L4	15	-147.14	4.72	11.51	7.60
G	19		2.20	0.81	-0.81

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
G1	1	-27.51
G2	3	-19.91
G3	5	36.08
G4	7	14.63
G5	8	-18.10
G6	10	24.66
G7	13	57.83
G8	15	20.86
G9(Gn)	17	-17.25
G10	19	0.00
G11	21	0.00

20

30

【 0 0 7 9 】

(数値データ 5)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	60.618	1.40	1.92286	18.9	43.00
2	44.589	5.60	1.77250	49.6	40.00
3	348.313	(可変)			38.50
4	182.095	1.10	1.83481	42.7	33.50
5	15.581	7.85			25.00
6	-45.701	0.90	1.72916	54.7	25.00
7	125.993	0.10			25.00
8	35.330	2.80	1.95906	17.5	25.00
9	148.050	(可変)			24.50
10*	14.728	3.50	1.74330	49.3	14.80
11*	28.062	0.47			14.00
12	10.873	3.00	1.49700	81.5	13.50

40

50

13	60.677	0.60	1.84666	23.8	12.80
14	15.166	1.92			11.80
15	18.861	2.00	1.55332	71.7	11.30
16*	110.482	1.40			10.60
17(絞リ)		(可変)			10.16
18*	-394.854	0.80	1.85135	40.1	11.00
19	17.895	1.20	1.80809	22.8	11.70
20	29.636	(可変)			12.00
21	32.931	3.80	1.69680	55.5	16.20
22	-23.845	(可変)			16.50
23	-21.112	1.20	1.85135	40.1	17.50
24*	-118.987	(可変)			19.00
25		1.20	1.51633	64.1	30.00
26		0.50			30.00
27		0.50	1.51633	64.1	30.00
28		0.50			30.00

像面

【 0 0 8 0 】

非球面データ

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.66711e-005 A 6=-9.13915e-008 A 8= 3.40042e-010

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.71950e-005 A 6=-4.77987e-007

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.86746e-004 A 6= 1.60647e-006 A 8= 2.38978e-008

第18面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.87605e-005 A 6= 3.91886e-007 A 8=-2.34568e-009

第24面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.36640e-005 A 6= 1.74635e-007 A 8=-1.81120e-009 A10=
9.12312e-012

各種データ

ズーム比 4.71

	広角	中間	望遠
焦点距離	15.45	33.94	72.80
Fナンバー	2.48	3.86	5.09
半画角(度)	41.36	21.84	10.58
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	87.43	86.90	113.34
BF	9.12	18.63	26.12

d 3	0.85	6.52	29.28
d 9	26.42	8.48	0.40
d17	3.00	7.89	10.84
d20	3.14	2.50	4.56

10

20

30

40

50

d22	5.26	3.25	2.50
d24	7.00	16.51	24.00

入射瞳位置	25.60	32.18	84.79
射出瞳位置	-21.81	-33.79	-46.40
前側主点位置	30.11	32.03	43.36
後側主点位置	-15.45	-33.94	-72.80

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	102.25	7.00	-1.13	-4.97
L2	4	-20.00	12.75	0.78	-9.67
L3	10	21.08	12.88	-0.26	-9.74
L4	18	-31.30	2.00	0.97	-0.12
L5	21	20.41	3.80	1.34	-0.97
L6	23	-30.32	1.20	-0.14	-0.79
G	25		2.20	0.81	-0.81

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
G1	1	-190.71
G2	2	65.67
G3	4	-20.47
G4	6	-45.89
G5	8	47.80
G6	10	37.50
G7	12	26.13
G8	13	-24.03
G9	15	40.79
G10	18	-20.09
G11	19	53.46
G12	21	20.41
G13(Gn)	23	-30.32
G14	25	0.00
G15	27	0.00

20

30

【 0 0 8 1 】

(数値データ 6)

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	79.416	2.35	1.58313	59.4	62.00
2*	14.047	12.56			37.50
3	67.650	2.35	1.59522	67.7	36.50
4	14.208	8.09			26.00
5	18.520	5.05	2.00069	25.5	25.50
6	28.878	10.48			23.00
7*	15.666	4.20	1.73077	40.5	14.00
8	-184.044	1.25	1.92286	18.9	11.50

50

9	23.221	2.00			10.00
10	-213.499	2.50	1.48749	70.2	8.50
11	-24.009	1.65			8.50
12(絞り)		0.55			8.25
13	22.907	1.65	1.55332	71.7	10.00
14*	-79.667	8.89			10.50
15	-57.566	1.95	1.49700	81.5	17.50
16	-23.283	1.34			18.00
17*	-46.878	1.65	1.73077	40.5	18.50
18	-132.459	7.57			21.50
19		1.20	1.51633	64.1	50.00
20		0.50			50.00
21		0.50	1.51633	64.1	50.00
22		0.50			50.00

像面

10

【 0 0 8 2 】

非球面データ

第2面

K = -1.05763e+000 A 4= 1.96033e-005 A 6=-3.54949e-008 A 8= 1.76153e-010 A10= 20
-2.66654e-013

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.77795e-005 A 6=-4.38578e-008 A 8=-7.30949e-009 A10=
7.79123e-011

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.78219e-006 A 6=-1.68836e-007

第17面

K = 5.18925e+000 A 4=-1.16909e-004 A 6=-3.75379e-007 A 8= 2.42550e-009 A10=
-3.45395e-011

30

各種データ

焦点距離 10.30
Fナンバー 2.88
半画角(度) 64.55
像高 21.64
レンズ全長 78.20
BF 9.69

40

入射瞳位置 18.25
射出瞳位置 -24.31
前側主点位置 24.19
後側主点位置 -10.30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L	1	10.30	68.51	24.19	-0.61

50

G 19 2.20 0.81 -0.81

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

G1	1	-29.66
G2	3	-30.72
G3	5	41.48
G4	7	19.93
G5	8	-22.28
G6	10	55.25
G7	13	32.34
G8	15	77.21
G9(Gn)	17	-100.10
G10	19	0.00
G11	21	0.00

10

【 0 0 8 3 】

【表 1】

(表 1)

数値データ 1		像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
16 面	wide	4 割	5.67	4.96	-0.71
		8 割	10.76	9.18	-1.58
	tele	4 割	2.95	3.47	0.52
		8 割	5.89	6.61	0.72
17 面	wide	4 割	9.03	4.05	-4.98
		8 割	17.21	8.11	-9.10
	tele	4 割	4.84	3.42	-1.42
		8 割	9.62	6.48	-3.14

20

30

【 0 0 8 4 】

【表 2】

(表 2)

数値データ 2		像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
15 面	wide	4 割	9.75	7.48	-2.27
		8 割	18.75	14.38	-4.37
	tele	4 割	4.53	3.96	-0.57
		8 割	9.08	7.79	-1.29
16 面	wide	4 割	13.91	5.65	-8.26
		8 割	26.86	10.84	-16.02
	tele	4 割	6.59	3.50	-3.09
		8 割	13.16	6.75	-6.41

40

【 0 0 8 5 】

【表 3】

(表 3)

数値実施例 3		像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
14 面	wide	4 割	11.00	9.76	-1.24
		8 割	19.93	18.11	-1.82
	tele	4 割	7.44	7.14	-0.30
		8 割	14.30	13.51	-0.79
15 面	wide	4 割	16.06	9.16	-6.90
		8 割	29.21	17.22	-11.99
	tele	4 割	11.03	6.99	-4.04
		8 割	21.14	13.13	-8.01

10

【0086】

【表 4】

(表 4)

数値実施例 4		像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
16 面	wide	4 割	11.40	8.11	-3.29
		8 割	21.31	14.51	-6.80
	tele	4 割	7.17	6.07	-1.10
		8 割	13.87	11.42	-2.45
17 面	wide	4 割	12.70	6.47	-6.23
		8 割	23.71	11.11	-12.60
	tele	4 割	8.10	5.53	-2.57
		8 割	15.65	10.19	-5.46

20

【0087】

【表 5】

(表 5)

数値実施例 5		像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
22 面	wide	4 割	6.50	6.35	-0.15
		8 割	12.99	12.33	-0.66
	tele	4 割	5.48	3.48	-2.00
		8 割	11.11	6.93	-4.18
23 面	wide	4 割	8.89	6.24	-2.65
		8 割	17.61	11.88	-5.73
	tele	4 割	6.44	2.08	-4.36
		8 割	13.04	4.00	-9.04

40

【0088】

【表 6】

(表 6)

数値実施例 6	像高	主光線ヒットポイントでの 面法線角度 [deg]	主光線角度 [deg]	面法線と主光線 のなす角度 [deg]
16 面	4 割	10.86	13.28	2.42
	8 割	18.15	21.39	3.24
17 面	4 割	12.82	14.48	1.66
	8 割	21.32	23.00	1.68

【 0 0 8 9 】

10

【表 7】

(表 7)

条件式	下限	上限	実施例					
			1		2		3	
(1)	0.1	1.5	16 面	0.308	15 面	0.721	14 面	0.637
			17 面	0.577	16 面	1.114	15 面	1.032
(2)	1.0	2.5	1.648		1.734		1.467	
(3)	0.5	15.0	5.579		0.927		2.321	
(4)	0.5	5.0	0.819		1.511		2.455	
(5)	1.1	3.0	1.539		1.726		1.232	

20

条件式	下限	上限	実施例					
			4		5		6	
(1)	0.1	1.5	16 面	0.655	22 面	0.261	16 面	0.499
			17 面	0.778	23 面	0.544	17 面	0.604
(2)	1.0	2.5	1.455		1.604		1.124	
(3)	0.5	15.0	1.861		1.962		9.720	
(4)	0.5	5.0	1.261		1.431		2.096	
(5)	1.1	3.0	1.328		1.423			

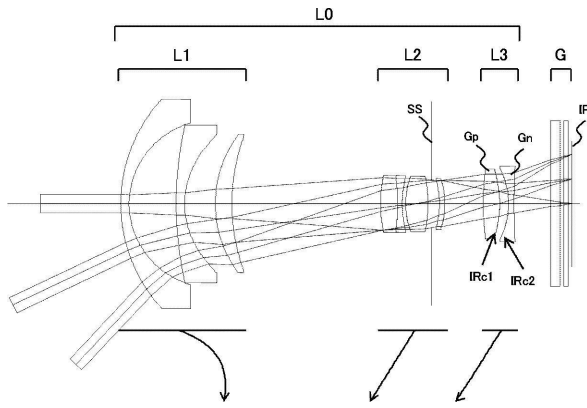
30

【符号の説明】

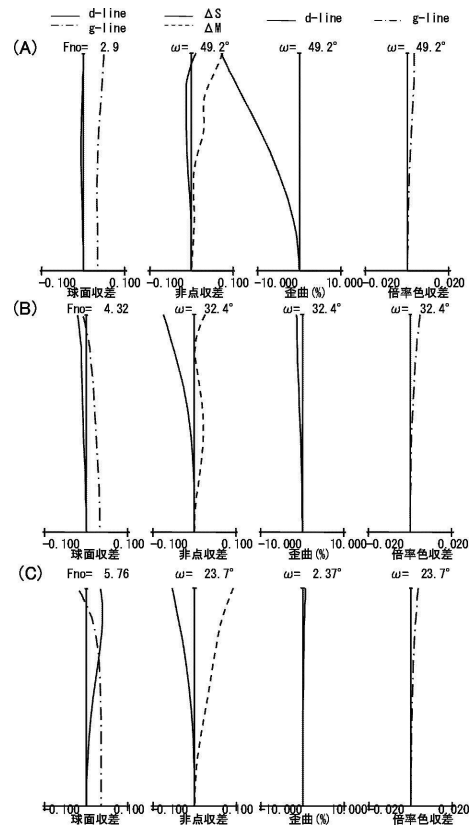
【 0 0 9 0 】

L 0 光学系 L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群
 L 3 第 3 レンズ群 L 4 第 4 レンズ群 L 5 第 5 レンズ群
 L 6 第 6 レンズ群 G n 最も像面側に配置される負レンズ
 S S 開口絞り I P 像面 I R c 1 赤外カット膜が形成されたレンズ面
 I R c 2 赤外カット膜が形成されたレンズ面 G ガラスブロック

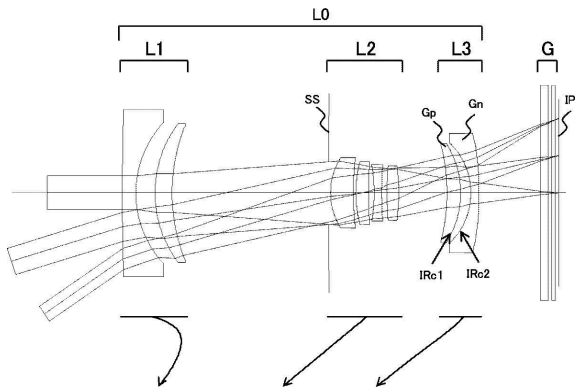
【図 1】



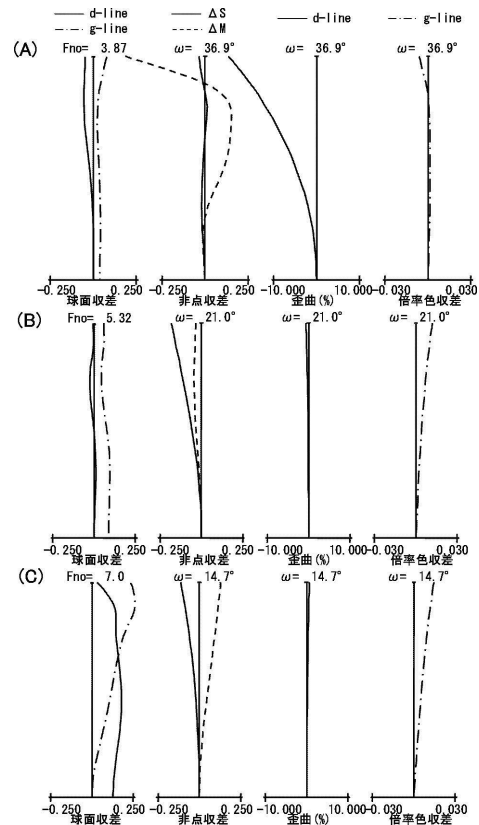
【図 2】



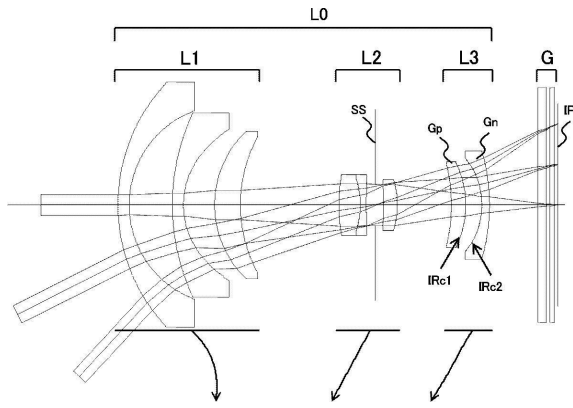
【図 3】



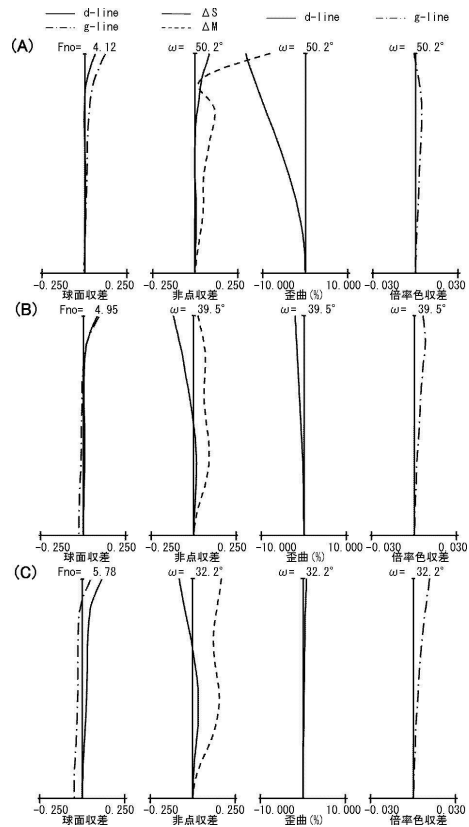
【図 4】



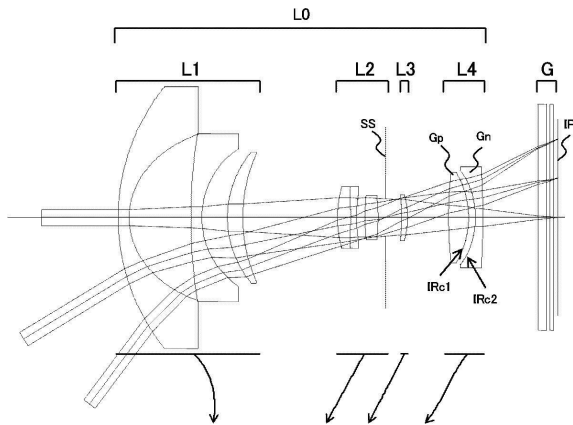
【図 5】



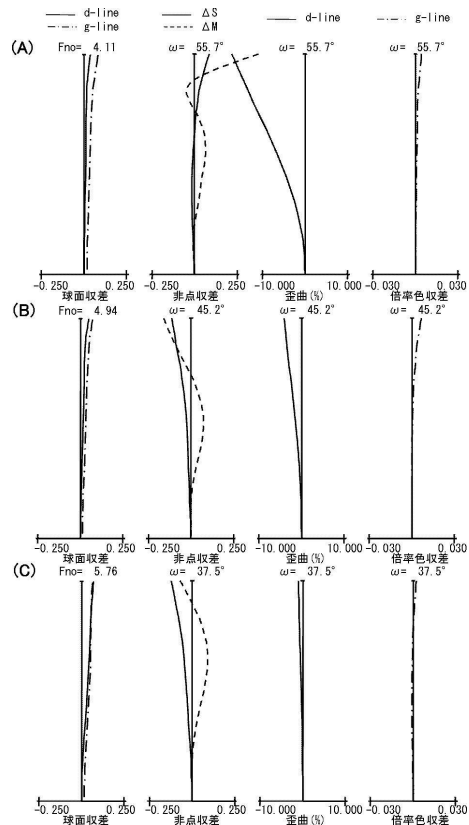
【図 6】



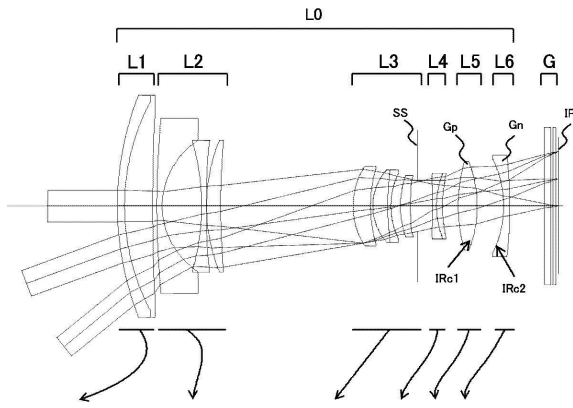
【図 7】



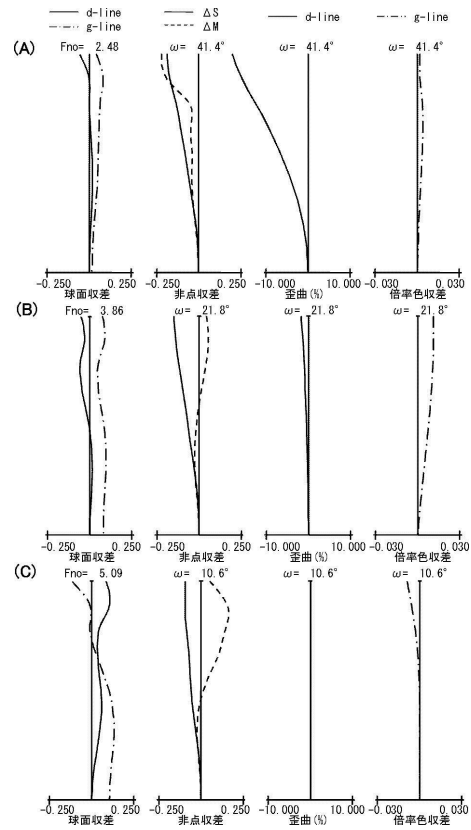
【図 8】



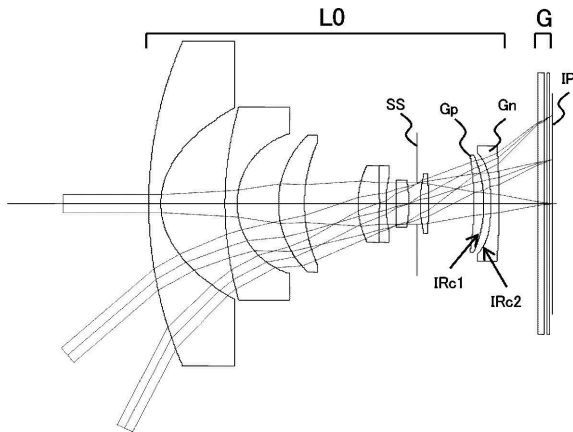
【図 9】



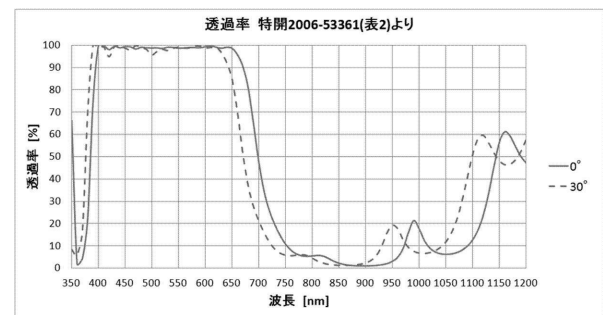
【図 10】



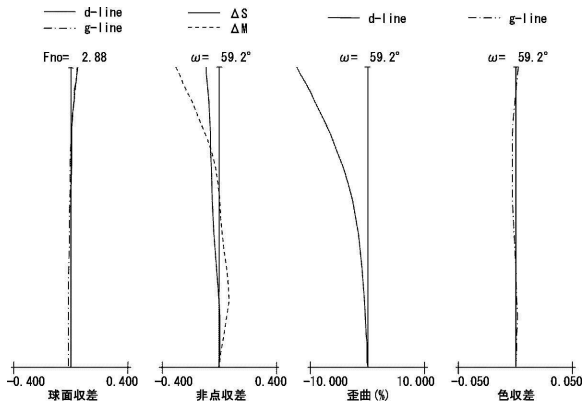
【図 11】



【図 13】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 10 - 010423 (JP, A)
特開 2010 - 145587 (JP, A)
特開 2004 - 326097 (JP, A)
特開 2011 - 107593 (JP, A)
特開 2013 - 003544 (JP, A)
米国特許出願公開第 2007 / 0070234 (US, A1)
独国特許出願公開第 10339784 (DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 9 / 00 - 17 / 08
G02B21 / 02 - 21 / 04
G02B25 / 00 - 25 / 04