

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6584082号
(P6584082)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int.Cl. F 1
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

請求項の数 17 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-24482 (P2015-24482)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年2月10日 (2015.2.10)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-148731 (P2016-148731A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年8月18日 (2016.8.18)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成30年1月29日 (2018.1.29)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	岡田 隆志
			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	小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第6レンズ群が移動し、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された負レンズ、正レンズ、正レンズから成り、

広角端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス敏感度をE S W、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス敏感度をE S T、前記第6レンズ群の焦点距離をf 6、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第6レンズ群の移動量をM 6とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき

$$3.50 < E S T / E S W < 10.00$$

$$-5.00 < f 6 / M 6 < -0.90$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

望遠端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面まで

10

20

の光軸上の距離を L_T としたとき、

$$0.10 < M_6 / L_T < 0.25$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 6 レンズ群の中で最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_r としたとき、

$$0.50 < R_r / M_6 < 9.00$$

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 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 6 レンズ群は、負レンズと該負レンズの像側に配置された正レンズから成ることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 10

【請求項 5】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 1 レンズ群の移動量を M_1 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき、

$$-30.0 < M_1 / M_2 < -2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを SKW 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、 20

$$0.030 < SKW / f_t < 0.090$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

望遠端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を L_T 、望遠端における前記ズームレンズのバックフォーカスを SKT としたとき、

$$0.030 < SKT / L_T < 0.280$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 30

【請求項 8】

$$-1.20 < ES_W < -0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

$$-4.50 < ES_T < -1.70$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】 40

望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、

$$-0.30 < f_6 / f_t < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 6 レンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第 6 レンズ群に含まれる正レンズの焦点距離を f_{6p} 、前記第 6 レンズ群に含まれる負レンズの焦点距離を f_{6n} としたとき、

$$-0.90 < f_{6n} / f_{6p} < -0.40$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズーム 50

レンズ。

【請求項 1 2】

無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 6 レンズ群は、物体側に移動した後に、像側へ移動し、その後物体側に移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第 6 レンズ群が移動し、

無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 6 レンズ群は、物体側に移動した後に、像側へ移動し、その後物体側に移動し、

広角端において無限遠に合焦しているときの前記第 6 レンズ群のフォーカス感度を E_{SW} 、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第 6 レンズ群のフォーカス感度を E_{ST} 、前記第 6 レンズ群の焦点距離を f_6 、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 6 レンズ群の移動量を M_6 とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき

$$3.50 < E_{ST} / E_{SW} < 10.00$$

$$-5.00 < f_6 / M_6 < -0.90$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 4】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群、前記第 6 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 5】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群、前記第 6 レンズ群、正の屈折力の第 7 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群、正の屈折力の第 7 レンズ群から成り、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第 6 レンズ群が移動し、

広角端において無限遠に合焦しているときの前記第 6 レンズ群のフォーカス感度を E_{SW} 、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第 6 レンズ群のフォーカス感度を E_{ST} 、前記第 6 レンズ群の焦点距離を f_6 、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 6 レンズ群の移動量を M_6 とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき

$$3.50 < E_{ST} / E_{SW} < 10.00$$

$$-5.00 < f_6 / M_6 < -0.90$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子を有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】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置は高機能化されており、特に、従来よりも大きな撮像素子を搭載した撮像装置が一般的に知られるようになってきている。これらの撮像装置に用いられるズームレンズは、レンズ全長が短く、結像性能が高いことが求められている。

10

【0003】

一方で、撮像素子の大型化に伴い、ズーミングやフォーカシングに際して諸収差が発生しやすくなる。特に、至近距離物体を撮影するときのフォーカシングに際して光学性能が低下しやすい。また、より広い領域に結像させるため、ズームレンズを構成する光学系も大型化しやすい。そこで、フォーカシングに際しての光学性能の低下やズームレンズの大型化を防ぐために、フォーカス群の配置や構成を適切に設定することが重要である。

【0004】

大型の撮像素子に対応するズームレンズとして、特許文献1に記載のズームレンズは、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、複数のレンズ群を有する後群からなり、後群の一部を移動させることによってフォーカシングを行っている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-265657号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載のズームレンズでは、フォーカス群よりも像側に配置された光学系の倍率が高すぎるため、望遠端におけるフォーカス敏感度が高くなり過ぎる。その結果、フォーカシング性能の低下を招くおそれがある。

30

【0007】

本発明は、小型であり、各被写体距離におけるフォーカシングに際して高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第6レンズ群が移動し、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された負レンズ、正レンズ、正レンズから成り、広角端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス敏感度をESW、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス敏感度をEST、前記第6レンズ群の焦点距離をf6、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第6レンズ群の移動量をM6とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき、

40

$$3.50 < EST / ESW < 10.00$$

$$-5.00 < f6 / M6 < -0.90$$

50

なる条件式を満足することを特徴とする。

また、本発明の他の光学系は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群を有し、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第6レンズ群が移動し、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第6レンズ群は、物体側に移動した後に、像側へ移動し、その後物体側に移動し、広角端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス感度をESW、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス感度をEST、前記第6レンズ群の焦点距離をf6、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第6レンズ群の移動量をM6とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき、

$$3.50 < EST / ESW < 10.00$$

$$-5.00 < f6 / M6 < -0.90$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

また、本発明の他の光学系は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群、正の屈折力の第7レンズ群から成り、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第6レンズ群が移動し、広角端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス感度をESW、望遠端において無限遠に合焦しているときの前記第6レンズ群のフォーカス感度をEST、前記第6レンズ群の焦点距離をf6、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第6レンズ群の移動量をM6とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負としたとき、

$$3.50 < EST / ESW < 10.00$$

$$-5.00 < f6 / M6 < -0.90$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、小型であり、各被写体距離におけるフォーカシングに際して高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C)実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C)実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C)実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C)実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C)実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 1】実施例 6 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 1 2】(A)、(B)、(C) 実施例 6 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 3】実施例 7 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 1 4】(A)、(B)、(C) 実施例 7 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 5】実施例 8 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 1 6】(A)、(B)、(C) 実施例 8 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 7】本発明の撮像装置の要部概略図

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群を有する。ここでレンズ群とは、ズーミングに際して一体的に移動するレンズ要素であって、1 枚以上のレンズを有していればよく、必ずしも複数枚のレンズを有していなくてもよい。

【 0 0 1 2 】

図 1 は実施例 1 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 1 はズーム比 2.3、2.4、開口比 2.88 ~ 5.88 程度のズームレンズである。図 3 は実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 2 はズーム比 2.3、6.3、開口比 2.77 ~ 5.88 程度のズームレンズである。

20

【 0 0 1 3 】

図 5 は実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 6 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 3 はズーム比 2.3、6.6、開口比 2.86 ~ 5.88 程度のズームレンズである。図 7 は実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 4 はズーム比 2.3、5.3、開口比 2.88 ~ 5.77 程度のズームレンズである。

30

【 0 0 1 4 】

図 9 は実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 5 はズーム比 2.3、5.6、開口比 2.86 ~ 5.77 程度のズームレンズである。図 11 は実施例 6 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 12 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 6 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 6 はズーム比 2.3、5.4、開口比 2.88 ~ 5.77 程度のズームレンズである。

40

【 0 0 1 5 】

図 13 は実施例 7 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 14 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 7 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 7 はズーム比 2.8、2.5、開口比 2.86 ~ 5.77 程度のズームレンズである。図 15 は実施例 8 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 16 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 8 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 8 はズーム比 2.3、4.0、開口比 2.88 ~ 5.81 程度のズームレンズである。

50

【0016】

図17は、本発明のズームレンズを備えるデジタルスチルカメラ（撮像装置）の要部概略図である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、テレビカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。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、 i を物体側から像側へのレンズ群の順番とすると B_i は第 i レンズ群を示す。

【0017】

実施例1乃至7のズームレンズは、正の屈折力の第1レンズ群 B_1 、負の屈折力の第2レンズ群 B_2 、正の屈折力の第3レンズ群 B_3 、負の屈折力の第4レンズ群 B_4 、正の屈折力の第5レンズ群 B_5 、負の屈折力の第6レンズ群 B_6 から成る。実施例1乃至7は6つのレンズ群から成るポジティブリード型の6群ズームレンズである。

10

【0018】

実施例8は、正の屈折力の第1レンズ群 B_1 、負の屈折力の第2レンズ群 B_2 、正の屈折力の第3レンズ群 B_3 、負の屈折力の第4レンズ群 B_4 、正の屈折力の第5レンズ群 B_5 、負の屈折力の第6レンズ群 B_6 、正の屈折力の第7レンズ群 B_7 から成る。実施例8は7つのレンズ群から成るポジティブリード型の7群ズームレンズである。

【0019】

各実施例において、 SP は開口絞りである。実施例1乃至3、8のズームレンズでは、開口絞り SP は、第2レンズ群 B_2 と第3レンズ群 B_3 の間に配置される。これにより、前玉径の小型化を実現することができる。一方、実施例4乃至7のズームレンズでは、開口絞り SP は、第3レンズ群 B_3 と第4レンズ群 B_4 の間に配置される。これにより、望遠端における第2レンズ群 B_2 と第3レンズ群 B_3 の間隔を小さくすることができ、ズームレンズの更なる高倍化を実現することができる。

20

【0020】

また、各実施例において、開口絞り SP は、ズーミングに際して第3レンズ群と同一の軌跡を描きながら移動する。これにより、ズームレンズを保持する鏡筒の構造を簡略化することができる。

【0021】

GB 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、赤外カット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。ビデオカメラやデジタルカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IP はCCDセンサやCMOSセンサといった固体撮像素子（光電変換素子）に相当する。銀塩フィルムカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IP はフィルム面に相当する。

30

【0022】

球面収差図において Fno はFナンバーであり、 d 線（波長 587.6nm ）、 g 線（波長 435.8nm ）に対する球面収差を示している。非点収差図において S はサジタル像面、 M は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。色収差図では g 線における色収差を示している。 ω は撮像半画角である。

【0023】

各実施例では、レンズ断面図中の矢印で示すように、広角端から望遠端へのズーミングに際してレンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。具体的には、各実施例において、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群 B_1 は広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように、像側へ凸状の軌跡を描くように移動する。第2レンズ群 B_2 は、広角端に比べて望遠端において、像側に位置するように移動する。第3レンズ群 B_3 、第4レンズ群 B_4 、第5レンズ群 B_5 、及び第6レンズ群 B_6 は、広角端に比べて望遠端において、物体側に位置するように移動する。また、実施例8のズームレンズでは、ズーミングに際して第7レンズ群 B_7 は不動である。

40

【0024】

実施例2乃至6のズームレンズでは、ズーミングに際して第3レンズ群 B_3 と第5レンズ群 B_5 は同一の軌跡を描きながら移動する。これにより、ズーミング機構を簡略化する

50

ことができる。実施例 1、7 及び 8 のズームレンズでは、ズーミングに際して第 3 レンズ群 B 3 と第 5 レンズ群 B 5 は異なる軌跡を描きながら移動する。これにより、ズーミングに伴うコマ収差の変動を抑制することができる。

【0025】

各実施例のズームレンズでは、広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群 B 1 と第 2 レンズ群 B 2 の間隔が広がり、第 2 レンズ群 B 2 と第 3 レンズ群 B 3 の間隔が狭くなるように、各レンズ群が移動する。これにより、ズームレンズの高倍化を効率的に達成することができる。

【0026】

また、各実施例のズームレンズでは、第 6 レンズ群 B 6 をフォーカス群としている。各レンズ断面図において第 6 レンズ群 B 6 の移動軌跡を示す実線は、無限遠物体に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を表している。各レンズ断面図において第 6 レンズ群 B 6 の移動軌跡を示す点線は、近距離物体に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を表している。

【0027】

第 6 レンズ群 B 6 は、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動する。負の屈折力の第 6 レンズ群 B 6 をズーミングに際して物体側に移動させることで、第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス感度を高めることができ、結果としてフォーカシングにおける第 6 レンズ群 B 6 の移動量を小さくすることができる。これにより、ズームレンズ全系の小型化を実現しつつ、フォーカシングに伴う像面変動の発生を抑制することができる。

【0028】

また、実施例 2 乃至 8 のズームレンズでは、無限物体に合焦しているときのズーミングに際して、第 6 レンズ群 B 6 は、広角端から望遠端に向けて物体側に移動し、望遠端の手前でいったん像側に移動した後、再び物体側に移動する。望遠端の手前で第 6 レンズ群 B 6 を像側に移動させることで、望遠端近傍の像面変動の発生を抑制することができる。

【0029】

また、各実施例のズームレンズでは、第 2 レンズ群 B 2 を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることで、像ぶれの補正を行っている。なお、第 4 レンズ群 B 4 を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることで、像ぶれの補正を行ってもよい。

【0030】

各実施例において、無限遠に合焦しているときの、広角端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス感度を ESW 、無限遠に合焦しているときの、望遠端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス感度を EST 、第 6 レンズ群 B 6 の焦点距離を f_6 とする。また、無限遠に合焦しているときの、広角端から望遠端へのズーミングにおける第 6 レンズ群 B 6 の移動量を M_6 とするとき、

$$3.50 < EST / ESW < 10.00 \dots (1)$$

$$-5.00 < f_6 / M_6 < -0.90 \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0031】

ここで、フォーカス感度とは、フォーカス群の光軸方向への移動量と、フォーカス群の移動による結像位置の移動量の比を示すパラメータである。

【0032】

フォーカス群のフォーカス感度 ES は、

$$ES = (1 - \quad^2) \times r^2$$

と示される。 \quad は、フォーカス群の横倍率であり、 r は、フォーカス群よりも像側に配置された光学系の横倍率を意味する。

【0033】

また、移動量とは、広角端と望遠端における各レンズ群の光軸上での位置の差であり、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するとき

10

20

30

40

50

を負とする。

【0034】

条件式(1)は、広角端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度と、望遠端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度の比を規定した条件式である。

【0035】

条件式(1)の下限を超えて、望遠端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度が低くなると、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第6レンズ群B6の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。また、条件式(1)の下限を超えて、広角端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度が高くなると、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。

10

【0036】

条件式(1)の上限を超えて、望遠端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度が高くなると、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。また、条件式(1)の上限を超えて、広角端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度が低くなると、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第6レンズ群B6の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。さらに、フォーカシングに際してのフォーカスレンズ群の移動量が大きくなると、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動が多く発生するため、好ましくない。

【0037】

条件式(2)は、第6レンズ群B6の焦点距離 f_6 と、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第6レンズ群の移動量 M_6 の比を規定した条件式である。

20

【0038】

条件式(2)の下限を超えて、第6レンズ群B6の焦点距離が長くなると、広角端における第6レンズ群B6のフォーカス敏感度が低くなる。その結果、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第6レンズ群B6の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。さらに、フォーカシングに際してのフォーカスレンズ群の移動量が大きくなると、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動が多く発生するため、好ましくない。

【0039】

30

条件式(2)の上限を超えて、第6レンズ群B6の焦点距離が短くなると、第6レンズ群B6の屈折力が強くなり過ぎて、フォーカシングに際しての像面湾曲の変動が多く発生するため、好ましくない。

【0040】

各実施例では以上説明したように、条件式(1)及び(2)を満足するように各要素を適切に設定している。これにより小型であり、各被写体距離におけるフォーカシングに際して高い光学性能を有するズームレンズを得ることができる。

【0041】

なお、各実施例において、好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

40

$$3.60 < EST / ES W < 8.00 \dots (1a)$$

$$-2.50 < f_6 / M_6 < -0.92 \dots (2a)$$

【0042】

また、さらに好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$3.70 < EST / ES W < 6.00 \dots (1b)$$

$$-2.00 < f_6 / M_6 < -0.93 \dots (2b)$$

【0043】

さらに、各実施例において、次の条件式のうち1つ以上を満足することがより好ましい。

50

$$\begin{aligned}
0.10 < M6 / LT < 0.25 \dots (3) \\
0.50 < Rr / M6 < 9.00 \dots (4) \\
-30.0 < M1 / M2 < -2.0 \dots (5) \\
0.030 < SKW / ft < 0.090 \dots (6) \\
0.030 < SKT / LT < 0.280 \dots (7) \\
-1.20 < ESW < -0.50 \dots (8) \\
-4.50 < EST < -1.70 \dots (9) \\
-0.30 < f6 / ft < -0.10 \dots (10) \\
-0.90 < f6n / f6p < -0.40 \dots (11)
\end{aligned}$$

【0044】

10

ここで、望遠端におけるズームレンズ全系の光軸上の厚みを LT 、第6レンズ群 $B6$ の中で最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面の曲率半径を Rr とする。さらに、広角端から望遠端へのズーミングにおける第1レンズ群 $B1$ の移動量を $M1$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける第2レンズ群 $B2$ の移動量を $M2$ とする。また、広角端におけるズームレンズのバックフォーカスを SKW 、望遠端におけるズームレンズのバックフォーカスを SKT 、望遠端における全系の焦点距離を ft とする。また、第6レンズ群 $B6$ に含まれる正レンズの焦点距離を $f6p$ 、第6レンズ群 $B6$ に含まれる負レンズの焦点距離を $f6n$ とする。

【0045】

なお、ズームレンズ全系の光軸上の厚みとは、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から、ズームレンズの最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を示す。また、バックフォーカスは、ズームレンズの最も像側のレンズ面から像面までの距離を、空気換算長により表したものである。

20

【0046】

条件式(3)は、無限遠に合焦しているときの広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第6レンズ群の移動量 $M6$ と、望遠端におけるズームレンズ全系の光軸上の厚み LT の比を規定した条件式である。

【0047】

条件式(3)の下限を超えて、ズーミングにおける第6レンズ群 $B6$ の移動量 $B6$ が小さくなると、望遠端における第6レンズ群 $B6$ のフォーカス敏感度が低くなる。結果として、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第6レンズ群 $B6$ の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。さらに、フォーカシングに際してのフォーカスレンズ群の移動量が大きくなると、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動が多く発生するため、好ましくない。

30

【0048】

条件式(3)の上限を超えて、ズーミングにおける第6レンズ群 $B6$ の移動量 $B6$ が大きくなると、望遠端における第6レンズ群 $B6$ のフォーカス敏感度が高くなる。その結果、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。

【0049】

40

条件式(4)は、第6レンズ群 $B6$ の中で最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面の曲率半径 Rr と、無限遠に合焦しているときの、広角端から望遠端へのズーミングにおける第6レンズ群 $B6$ の移動量 $M6$ の比を規定した条件式である。

【0050】

条件式(4)の下限値を超えて曲率半径 Rr が短くなると、撮像面によって反射された光束が曲率半径 Rr のレンズ面により再反射して、撮影画像にゴースト等が発生しやすくなるため、好ましくない。

【0051】

条件式(4)の上限値を超えて曲率半径 Rr が長くなると、望遠端において、物体距離の変化に対する像面湾曲の変動を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

50

【 0 0 5 2 】

条件式 (5) は、広角端から望遠端へのズームングにおける第 1 レンズ群 B 1 の移動量 M_1 と、広角端から望遠端へのズームングにおける第 2 レンズ群 B 2 の移動量 M_2 の比を規定した条件式である。

【 0 0 5 3 】

条件式 (5) の下限値を超えて、第 1 レンズ群 B 1 の移動量が大きくなると、望遠端におけるレンズ全長が増大し、光学系の大型化を招くため好ましくない。また、条件式 (5) の下限値を超えて、第 2 レンズ群 B 2 の移動量が小さくなると、第 2 レンズ群 B 2 の変倍作用が低下して、ズームレンズの高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

10

【 0 0 5 4 】

条件式 (5) の上限値を超えて、第 1 レンズ群 B 1 の移動量が小さくなると、広角端における第 1 レンズ群 B 1 と開口絞り S P の間隔が大きくなり過ぎて、前玉有効径が増大するため、好ましくない。

【 0 0 5 5 】

条件式 (6) は、広角端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KW} と、望遠端における全系の焦点距離 f_t の比を規定した条件式である。

【 0 0 5 6 】

条件式 (6) の下限値を超えて、広角端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KW} が短くなると、広角端におけるフォーカス敏感度が低くなる。その結果、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第 6 レンズ群 B 6 の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。

20

【 0 0 5 7 】

条件式 (6) の上限値を超えて、広角端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KW} が長くなると、ズームングに際しての第 3 レンズ群 B 3、第 4 レンズ群 B 4、及び第 5 レンズ群 B 5 の移動量が小さくなる。結果として、ズームレンズの高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【 0 0 5 8 】

条件式 (7) は、望遠端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KT} と、望遠端におけるズームレンズ全系の光軸上の厚み L_T の比を規定した条件式である。

30

【 0 0 5 9 】

条件式 (7) の下限値を超えて、望遠端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KT} が短くなると、望遠端におけるフォーカス敏感度が低くなる。その結果、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第 6 レンズ群 B 6 の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。

【 0 0 6 0 】

条件式 (7) の上限値を超えて、望遠端におけるズームレンズのバックフォーカス S_{KT} が長くなると、望遠端におけるフォーカス敏感度が高くなる。その結果、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。

【 0 0 6 1 】

条件式 (8) は、無限遠に合焦しているときの、広角端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 E_{SW} を規定した条件式である。

40

【 0 0 6 2 】

条件式 (8) の上限値を超えて、広角端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 E_{SW} が低くなると、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第 6 レンズ群 B 6 の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。

【 0 0 6 3 】

条件式 (8) の下限値を超えて、広角端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 E_{SW} が高くなると、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。

50

【 0 0 6 4 】

条件式 (9) は、無限遠に合焦しているときの、望遠端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 $E S T$ を規定した条件式である。

【 0 0 6 5 】

条件式 (9) の上限値を超えて、望遠端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 $E S T$ が低くなると、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第 6 レンズ群 B 6 の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。

【 0 0 6 6 】

条件式 (9) の下限値を超えて、望遠端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度 $E S T$ が高くなると、フォーカス群の位置制御の誤差に対して像面変動が発生しやすくなるため、好ましくない。

10

【 0 0 6 7 】

条件式 (1 0) は、第 6 レンズ群 B 6 の焦点距離 f_6 と、望遠端における全系の焦点距離 f_t の比を規定した条件式である。

【 0 0 6 8 】

条件式 (1 0) の上限値を超えて、第 6 レンズ群 B 6 の焦点距離 f_6 が短くなると、第 6 レンズ群 B 6 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、フォーカシングに際して収差変動が多く発生するため、好ましくない。

【 0 0 6 9 】

条件式 (1 0) の下限値を超えて、第 6 レンズ群 B 6 の焦点距離 f_6 が長くなると、第 6 レンズ群 B 6 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、第 6 レンズ群 B 6 の変倍作用が低下し、ズームレンズの高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

20

【 0 0 7 0 】

条件式 (1 1) は、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる正レンズの焦点距離 f_{6p} と、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる負レンズの焦点距離 f_{6n} の比を規定した条件式である。

【 0 0 7 1 】

条件式 (1 1) の上限値を超えて、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる負レンズの焦点距離 f_{6n} が短くなると、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる負レンズの屈折力が強くなり過ぎる。第 6 レンズ群 B 6 全体としての色消し作用が低下し、ズーム全域において倍率色収差を良好に補正することが困難になるため、好ましくない。

30

【 0 0 7 2 】

条件式 (1 1) の下限値を超えて、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる負レンズの焦点距離 f_{6n} が長くなると、第 6 レンズ群 B 6 に含まれる負レンズの屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、第 6 レンズ群 B 6 の屈折力が弱くなり、広角端における第 6 レンズ群 B 6 のフォーカス敏感度が低下する。結果として、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての第 6 レンズ群 B 6 の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため、好ましくない。

【 0 0 7 3 】

好ましくは、条件式 (3) ~ (1 1) の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$0.12 < M_6 / L_T < 0.22 \dots (3a)$$

$$0.55 < R_r / M_6 < 7.50 \dots (4a)$$

$$-29.0 < M_1 / M_2 < -2.2 \dots (5a)$$

$$0.031 < S K W / f_t < 0.075 \dots (6a)$$

$$0.035 < S K T / L_T < 0.270 \dots (7a)$$

$$-1.10 < E S W < -0.51 \dots (8a)$$

$$-4.20 < E S T < -2.00 \dots (9a)$$

$$-0.27 < f_6 / f_t < -0.11 \dots (10a)$$

$$-0.80 < f_{6n} / f_{6p} < -0.43 \dots (11a)$$

40

【 0 0 7 4 】

なお、さらに好ましくは、条件式 (3) ~ (1 1) の数値範囲を次のように設定するのが良い。

50

$0.15 < M6 / LT < 0.20 \dots (3b)$
 $0.60 < Rr / M6 < 5.00 \dots (4b)$
 $-28.0 < M1 / M2 < -2.3 \dots (5b)$
 $0.031 < SKW / ft < 0.050 \dots (6b)$
 $0.040 < SKT / LT < 0.260 \dots (7b)$
 $-1.00 < ESW < -0.51 \dots (8b)$
 $-4.00 < EST < -2.30 \dots (9b)$
 $-0.25 < f6 / ft < -0.12 \dots (10b)$
 $-0.75 < f6n / f6p < -0.45 \dots (11b)$

【0075】

続いて、各レンズ群の構成について説明する。

【0076】

各実施例のズームレンズにおいて、第1レンズ群B1は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから成る。第1レンズ群B1に複数の正レンズを配置することで、各正レンズのレンズ面の曲率半径を大きくすることができる。その結果、望遠端におけるコマ収差を良好に補正することができる。

【0077】

各実施例のズームレンズにおいて、第2レンズ群B2は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズから成る。少なくとも2枚の負レンズと、正レンズを含むように第2レンズ群B2を構成することで、広角端における像面湾曲や倍率色収差を良好に補正することができる。また、実施例5のズームレンズでは、第2レンズ群B2に含まれる負レンズと正レンズは接合され、接合レンズを構成している。負レンズと正レンズを接合させることにより、製造敏感度を低減させることができる。

【0078】

また、実施例1乃至4及び実施例6乃至8のズームレンズでは、第2レンズ群B2は3枚の単レンズによって構成される。物体側から2枚目に配置された負レンズと正レンズの間の空気間隔を適切に設定することにより、広角端における像面湾曲を良好に補正している。

【0079】

実施例1乃至5及び実施例8のズームレンズでは、第3レンズ群B3は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズが接合された接合レンズから成る。実施例6及び7のズームレンズでは、第3レンズ群B3は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズが接合された接合レンズ、正レンズから成る。第3レンズ群B3に複数の正レンズを配置することで、正の屈折力を複数の正レンズに分担させることができる。その結果、各正レンズの製造敏感度を低減させることができる。また、物体側から正レンズを2枚続けて配置することにより、第3レンズ群B3の主点位置を物体側に移動させることができる。その結果、望遠端における第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の間隔を小さくことができ、ズームレンズの更なる高倍化を実現することができる。

【0080】

各実施例のズームレンズにおいて、第4レンズ群B4は、物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズが接合された接合レンズから成る。

【0081】

実施例1、2及び8のズームレンズでは、第5レンズ群B5は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズが接合された接合レンズから成る。実施例3乃至7のズームレンズでは、第5レンズ群B5は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズが接合された接合レンズ、正レンズから成る。第5レンズ群B5に複数の正レンズを配置することで、正の屈折力を複数の正レンズに分担させることができる。その結果、各正レンズの製造敏感度を低減させることができる。

【0082】

各実施例のズームレンズにおいて、第6レンズ群B6は、物体側から像側へ順に、負レ

10

20

30

40

50

ンズ、正レンズから成る。実施例 5、6 及び 8 のズームレンズでは、第 6 レンズ群 B 6 は、負レンズと正レンズが接合された接合レンズから構成される。フォーカス群である第 6 レンズ群 B 6 を 2 枚のレンズで構成することにより、フォーカス群を軽量化することができる。結果として高速なフォーカシングを実現することができる。

【0083】

実施例 8 のズームレンズでは、第 7 レンズ群 B 7 は、1 枚の正レンズから構成される。

【0084】

次に、本発明の実施例 1 から 8 にそれぞれ対応する数値実施例 1 から 8 を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの光学面の順序を示す。 r_i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径、 d_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間の間隔、 n_{di} と 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、アッペ数を示す。

【0085】

また K を離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} を非球面係数、光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + K)(h/R)^2\}^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12} + A_{14} h^{14}$$

 で表示される。但し R は近軸曲率半径である。また「 $e - Z$ 」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。

【0086】

各実施例において、バックフォーカス（BF）は、レンズ系の最も像側の面から像面までの距離を、空気換算長により表したものである。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。

【0087】

なお、広角端における有効像円径（イメージサークルの直径）を、望遠端における有効像円径に比べて小さくすることができる。これは、画像処理によって画像を引き伸ばすことで、広角側において発生しやすい樽型の歪曲収差を補正することができるためである。

【0088】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	110.895	1.35	1.83400	37.2	41.60
2	55.931	5.11	1.49700	81.5	40.20
3	-598.618	0.05			39.90
4	56.778	4.01	1.49700	81.5	38.30
5	572.173	(可変)			37.80
6	349.604	0.80	1.88300	40.8	25.70
7	14.585	5.76			20.50
8	-45.193	0.60	1.59522	67.7	20.30
9	41.026	0.10			20.00
10	24.111	2.17	1.95906	17.5	20.10
11	58.474	(可変)			19.80
12(絞り)		0.44			10.21
13	32.039	1.70	1.66672	48.3	10.40
14	-37.195	0.10			10.40
15	28.383	1.97	1.49700	81.5	10.20
16	-26.617	0.50	1.95375	32.3	9.90
17	961.626	(可変)			9.80
18*	-23.163	0.40	1.85135	40.1	9.40
19	23.358	1.37	2.00069	25.5	9.80

20	2047.136	(可変)			9.90
21*	210.013	1.38	1.55332	71.7	10.30
22	-28.703	0.20			10.60
23	25.622	0.55	2.00069	25.5	11.00
24	14.523	2.47	1.59522	67.7	10.90
25	-28.859	(可変)			11.00
26	43.167	0.40	1.85135	40.1	10.60
27*	11.097	1.67			10.40
28	13.736	2.00	1.85478	24.8	11.70
29	22.435	(可変)			11.50
30		0.80	1.51633	64.1	20.00
31		0.80			20.00

像面

非球面データ

第18面

K = 4.36091e+000 A 4= 5.02858e-005 A 6= 2.18165e-007 A 8= 2.08189e-009

第21面

K = 2.59255e+002 A 4=-4.34755e-005 A 6=-8.50437e-010 A 8= 2.26733e-009 A10=-2.15037e-011

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.53571e-005 A 6=-3.00635e-007 A 8= 1.98129e-009

各種データ

ズーム比 23.24

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	24.29	210.68
Fナンバー	2.88	4.27	5.88
半画角	36.50	18.00	2.14
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	107.05	114.72	155.51
BF	9.18	22.00	38.71
d 5	0.96	18.67	69.38
d11	38.85	19.93	1.11
d17	1.15	5.41	9.48
d20	11.04	5.93	1.00
d25	10.48	7.41	0.46
d29	7.85	20.68	37.38

【 0 0 8 9 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	96.566	1.35	1.83400	37.2	40.40
2	50.595	4.90	1.49700	81.5	39.30
3	-3546.014	0.05			39.20
4	53.771	3.89	1.49700	81.5	38.50
5	693.212	(可変)			38.30
6	314.206	0.80	1.88300	40.8	24.90
7	13.450	5.62			19.60
8	-46.178	0.60	1.59522	67.7	19.40
9	34.603	0.10			19.20

10

20

30

40

50

10	21.619	2.78	1.95906	17.5	19.40
11	48.536	(可変)			18.80
12(絞り)		0.44			10.76
13	27.876	1.95	1.69350	53.2	11.00
14	-30.149	0.10			11.00
15	59.916	1.75	1.49700	81.5	10.70
16	-17.663	0.50	1.88300	40.8	10.60
17	1669.428	(可変)			10.50
18*	-28.501	0.40	1.85135	40.1	11.10
19	56.748	1.28	1.84666	23.8	11.40
20	-117.508	(可変)			11.60
21*	254.900	1.29	1.55332	71.7	12.70
22	-40.366	0.20			12.90
23	22.262	0.55	2.00069	25.5	13.50
24	14.725	3.10	1.53775	74.7	13.30
25	-31.313	(可変)			13.40
26	48.603	0.40	1.85135	40.1	12.00
27*	12.964	1.67			11.70
28	14.183	1.38	1.85478	24.8	12.90
29	22.627	(可変)			12.70
30		0.80	1.51633	64.1	20.00
31		0.80			20.00

10

20

像面

非球面データ

第18面

K = 6.25101e+000 A 4= 3.54171e-005 A 6= 2.24129e-007 A 8= 2.44121e-011

第21面

K = 7.15649e+002 A 4=-3.07567e-005 A 6= 1.20737e-007 A 8=-3.60067e-009 A10= 2.91527e-011

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.21526e-007 A 6= 7.85978e-008 A 8=-1.38700e-009

30

各種データ

ズーム比 23.63

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	22.84	214.16
Fナンバー	2.77	4.11	5.88
半画角	36.50	19.05	2.11
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	110.52	119.62	161.78
BF	7.95	21.46	38.66
d 5	0.96	16.53	66.61
d11	35.75	19.75	2.28
d17	1.12	8.83	16.45
d20	16.12	8.41	0.78
d25	13.24	9.27	1.61
d29	6.62	20.13	37.33

40

【 0 0 9 0 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	103.058	1.35	1.83400	37.2	39.72
2	50.327	5.03	1.49700	81.5	36.68
3	-340.744	0.05			35.94
4	50.252	4.05	1.49700	81.5	35.57
5	632.909	(可変)			35.25
6	-280.705	0.80	1.88300	40.8	23.16
7	13.669	5.29			18.42
8	-32.710	0.60	1.59522	67.7	18.23
9	38.952	0.10			18.06
10	23.644	2.14	1.95906	17.5	18.24
11	68.861	(可変)			17.96
12(絞り)		0.44			10.40
13	30.771	1.81	1.71300	53.9	10.67
14	-37.534	0.10			10.72
15	39.970	2.09	1.49700	81.5	10.61
16	-21.269	0.50	1.91082	35.3	10.42
17	-350.267	(可変)			10.40
18*	-26.879	0.40	1.85135	40.1	10.15
19	26.409	1.54	1.84666	23.8	10.48
20	-264.396	(可変)			10.70
21*	303.936	1.80	1.55332	71.7	11.29
22	-20.787	3.08			11.60
23	36.078	0.55	2.00069	25.5	12.46
24	15.313	2.38	1.51742	52.4	12.36
25	-249.322	0.10			12.54
26	16.634	2.23	1.48749	70.2	12.90
27	995.538	(可変)			12.79
28	55.866	0.40	1.85135	40.1	11.39
29*	10.931	1.67			11.10
30	14.606	1.73	1.85478	24.8	12.20
31	29.786	(可変)			12.11
32		0.80	1.51633	64.1	20.00
33		0.80			20.00

像面

非球面データ

第18面

K = 4.73749e+000 A 4= 3.10790e-005 A 6= 2.08636e-007 A 8=-1.16125e-009

第21面

K = 6.02957e+002 A 4=-2.23567e-005 A 6=-5.02842e-009 A 8=-2.74888e-010 A10= 40
1.22772e-011

第29面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.55578e-005 A 6=-2.46916e-007 A 8=-2.06719e-009

各種データ

ズーム比 23.66

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	21.45	214.45
Fナンバー	2.86	4.23	5.88
半画角	36.50	20.19	2.11
像高	6.71	7.89	7.89

10

20

30

50

レンズ全長	106.25	113.62	149.99
BF	10.29	21.39	35.35
d 5	0.96	13.10	59.22
d11	32.91	19.51	1.11
d17	1.07	7.89	12.86
d20	12.28	5.47	0.49
d27	8.21	5.75	0.43
d31	8.96	20.06	34.02

【 0 0 9 1 】

[数値実施例 4]

10

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	83.481	1.40	1.91082	35.3	39.90
2	48.302	5.02	1.49700	81.5	37.80
3	-857.253	0.05			37.50
4	46.749	3.97	1.49700	81.5	35.90
5	329.418	(可変)			35.60
6	-14830.673	0.85	1.83481	42.7	22.40
7	13.128	5.15			17.50
8*	-25.862	0.65	1.59201	67.0	17.30
9	29.125	0.10			16.80
10	23.330	1.81	1.95906	17.5	16.80
11	64.464	(可変)			16.60
12		0.44			10.31
13	1193.724	1.49	1.88300	40.8	10.50
14	-37.558	0.10			13.00
15	19.866	2.90	1.49700	81.5	13.00
16	-28.640	0.50	2.00069	25.5	13.00
17	-79.177	0.50			13.00
18(絞リ)		(可変)			10.44
19*	-23.577	0.40	1.85135	40.1	12.10
20	22.470	2.25	1.76182	26.5	13.50
21	-62.619	(可変)			13.50
22*	-368.933	1.78	1.55332	71.7	13.50
23	-22.821	0.10			13.80
24	42.836	0.55	2.00100	29.1	14.20
25	14.009	2.99	1.51742	52.4	14.00
26	1076.589	0.10			14.40
27	18.374	3.24	1.48749	70.2	15.20
28	-51.882	(可変)			15.20
29	115.205	0.40	1.85135	40.1	12.50
30	14.149	0.90			13.50
31	15.208	1.79	1.85478	24.8	14.00
32	29.953	(可変)			14.00
33		0.80	1.51633	64.1	20.00
34		0.80			20.00

像面

非球面データ

第8面

20

30

40

50

K = 3.35168e-001 A 4= 6.88908e-006 A 6= 1.19970e-009 A 8=-3.94595e-010

第19面

K = 2.88079e+000 A 4= 4.26612e-005 A 6= 1.40660e-007 A 8= 5.28691e-010

第22面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.07402e-005 A 6= 1.30685e-007 A 8=-1.75763e-009 A10=
1.16105e-011

各種データ

ズーム比 23.53

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	20.83	213.31
Fナンバー	2.88	4.04	5.77
半画角	36.50	20.74	2.12
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	103.06	113.14	150.66
BF	8.54	22.13	37.61
d 5	0.96	13.74	58.19
d11	29.68	17.49	1.06
d18	1.63	5.84	12.88
d21	11.59	7.38	0.34
d28	10.96	6.86	0.87
d32	7.21	20.80	36.28

10

20

【 0 0 9 2 】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	104.304	1.40	1.91082	35.3	39.90
2	49.610	5.34	1.49700	81.5	39.00
3	-618.482	0.05			38.90
4	48.380	4.42	1.59282	68.6	38.20
5	378.423	(可変)			37.80
6	1516.485	0.85	1.83481	42.7	21.90
7	13.712	5.26			17.40
8*	-22.744	0.70	1.58313	59.4	16.90
9	18.204	2.25	1.92286	18.9	16.30
10	60.634	(可変)			16.10
11		0.44			10.67
12	67.003	1.90	1.74400	44.8	13.00
13	-35.477	0.10			13.00
14	19.879	3.09	1.49700	81.5	13.00
15	-26.379	0.50	2.00069	25.5	13.00
16	-84.383	0.50			13.00
17(絞り)		(可変)			10.81
18*	-30.001	0.50	1.85135	40.1	12.10
19	19.675	1.71	1.84666	23.8	12.70
20	98.984	(可変)			12.90
21	-563.301	1.89	1.55332	71.7	13.60
22*	-23.236	0.10			13.90
23	38.558	0.55	2.00100	29.1	14.40
24	13.636	3.88	1.51742	52.4	14.40

30

40

50

25	-65.576	0.10			14.90
26	16.996	3.01	1.51633	64.1	15.90
27	-417.181	(可変)			15.80
28*	-150.202	0.50	1.85135	40.1	12.70
29	10.556	3.57	1.69895	30.1	12.80
30	105.702	(可変)			12.80
31		0.80	1.51633	64.1	20.00
32		0.80			20.00

像面

非球面データ

10

第8面

K = -6.47278e-001 A 4= -3.03590e-006 A 6= 8.80826e-008 A 8= -1.84165e-009 A10= -1.43545e-012 A12= 7.83336e-014

第18面

K = 1.78451e+000 A 4= 2.07490e-005 A 6= -3.07891e-008 A 8= 3.81579e-010 A10= 1.11493e-011

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.35911e-007 A 6= 9.56796e-009 A 8= -4.21073e-010 A10= 2.32346e-012

第28面

20

K = 0.00000e+000 A 4= 7.19458e-006 A 6= 1.48544e-007 A 8= -7.70398e-010

各種データ

ズーム比 23.56

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	21.04	213.60
Fナンバー	2.86	3.90	5.77
半画角	36.50	20.56	2.12
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	105.18	115.00	152.44
BF	10.33	20.79	33.76
d 5	0.96	14.95	58.83
d10	29.07	16.63	1.51
d17	1.89	5.97	12.80
d20	12.19	8.11	1.28
d27	7.87	5.67	1.41
d30	9.00	19.47	32.43

30

【 0 0 9 3 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

40

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	80.235	1.43	1.91082	35.3	39.80
2	46.958	5.35	1.49700	81.5	38.80
3	-4780.848	0.05			38.60
4	48.100	4.45	1.49700	81.5	37.60
5	496.735	(可変)			37.10
6	1544.553	0.80	1.83481	42.7	20.60
7	11.396	5.60			15.90
8*	-16.601	0.70	1.58313	59.4	15.50
9	38.732	0.20			15.40

50

10	30.555	1.90	1.94595	18.0	15.50
11	-435.264	(可変)			15.40
12		0.10			11.08
13*	21.856	2.10	1.85135	40.1	13.00
14*	-315.973	0.08			13.00
15	25.200	2.00	1.69350	53.2	13.00
16	-96.051	0.50	2.00100	29.1	13.00
17	18.552	0.57			12.80
18	34.234	2.10	1.60311	60.6	13.00
19	-34.234	0.25			13.00
20		(可変)			10.20
21*	-30.953	0.50	1.85135	40.1	12.60
22	18.668	1.80	1.80518	25.5	13.50
23	127.298	(可変)			13.50
24	147.131	2.00	1.59282	68.6	14.10
25	-28.677	0.10			14.50
26	39.035	0.60	2.00100	29.1	15.10
27	14.129	4.05	1.51742	52.4	15.00
28	-59.721	0.10			15.50
29	16.974	3.55	1.48749	70.2	16.70
30	-136.987	(可変)			16.60
31*	587.265	0.60	1.85135	40.1	13.10
32	10.445	3.45	1.69895	30.1	14.00
33	51.970	(可変)			14.00
34		0.80	1.51633	64.1	20.00
35		0.80			20.00

10

20

像面

非球面データ

第8面

K = -2.88261e-001 A 4= 5.18781e-006 A 6= 3.53315e-007 A 8= -1.05067e-008 A10= 30
8.98958e-011
A12= -1.09215e-013 A14= -1.59647e-015

第13面

K = -1.48216e+000 A 4= 6.19282e-006 A 6= 9.61653e-009 A 8= 7.61929e-010 A10= -7.64441e-012

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.37711e-006

第21面

K = 3.92664e+000 A 4= 2.64469e-005 A 6= -2.16176e-008 A 8= 4.35581e-009 A10= -5.19006e-011

40

第31面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.85523e-006 A 6= 1.67665e-007 A 8= -2.66552e-009 A10= 2.25666e-011

各種データ

ズーム比 23.54

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	24.18	213.40
Fナンバー	2.88	4.41	5.77
半画角	36.50	18.07	2.12
像高	6.71	7.89	7.89

50

レンズ全長	104.29	119.22	155.38
BF	10.45	25.49	35.25
d 5	0.96	17.07	59.01
d11	28.33	15.88	0.35
d20	4.65	10.13	13.30
d23	9.53	4.05	0.88
d30	5.16	1.40	1.40
d33	9.13	24.16	33.92

【 0 0 9 4 】

[数値実施例 7]

10

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	92.403	1.43	1.91082	35.3	44.80
2	54.584	5.65	1.49700	81.5	43.80
3	-2786.713	0.05			43.60
4	58.967	4.75	1.49700	81.5	43.20
5	895.648	(可変)			42.90
6	246.117	0.80	1.83481	42.7	20.60
7	11.282	5.60			15.90
8*	-16.380	0.70	1.55332	71.7	15.60
9	44.492	0.20			15.50
10	28.698	1.90	1.94595	18.0	15.60
11	268.856	(可変)			15.50
12		0.10			11.32
13*	24.995	2.10	1.85135	40.1	13.00
14*	-977.310	0.10			13.00
15	25.392	2.00	1.59282	68.6	13.00
16	-72.493	0.50	1.95375	32.3	13.00
17	19.961	0.57			12.80
18	30.079	2.10	1.60311	60.6	13.00
19	-34.578	0.25			13.00
20		(可変)			10.79
21*	-37.281	0.50	1.85135	40.1	13.70
22	18.602	1.80	1.80518	25.5	13.50
23	113.542	(可変)			13.50
24	120.814	2.00	1.59282	68.6	15.50
25	-39.650	0.10			15.90
26	47.079	0.60	2.00100	29.1	16.60
27	15.994	4.05	1.51742	52.4	16.60
28	-57.739	0.10			17.10
29	20.494	3.85	1.48749	70.2	18.60
30	-59.884	(可変)			18.60
31*	307.004	0.60	1.85135	40.1	13.90
32	14.372	0.70			14.00
33	16.375	2.45	1.69895	30.1	14.00
34	122.844	(可変)			14.00
35		0.80	1.51633	64.1	20.00
36		0.80			20.00

像面

20

30

40

50

非球面データ

第8面

K = -2.78544e-001 A 4= 5.28812e-007 A 6= 7.54464e-008 A 8= 1.63509e-009 A10=
-2.01219e-010
A12= 3.46155e-012 A14=-2.09874e-014

第13面

K = -1.92909e+000 A 4= 3.15119e-006 A 6= 7.73188e-009 A 8=-1.55140e-010 A10=
4.48801e-012

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.48293e-007

10

第21面

K = 5.37431e+000 A 4= 1.38949e-005 A 6= 2.07246e-007 A 8=-2.78542e-009 A10=
2.60718e-011

第31面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.06366e-005 A 6= 2.16839e-008 A 8= 5.38544e-010 A10=
-4.05043e-012

各種データ

ズーム比 28.25

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	22.79	256.07
Fナンバー	2.88	4.37	5.77
半画角	36.50	19.09	1.76
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	111.00	128.46	179.57
BF	9.77	29.52	44.90
d 5	0.96	17.93	72.05
d11	29.15	17.29	0.33
d20	5.67	11.47	13.96
d23	10.80	3.91	1.12
d30	8.81	2.52	1.38
d34	8.45	28.19	43.57

20

【 0 0 9 5 】

[数値実施例 8]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	115.358	1.35	1.83400	37.2	40.40
2	55.871	5.10	1.49700	81.5	39.20
3	-339.992	0.05			39.00
4	52.911	4.00	1.49700	81.5	37.10
5	380.859	(可変)			36.50
6	576.733	0.80	1.88300	40.8	24.00
7	13.333	5.76			19.00
8	-38.290	0.60	1.59522	67.7	18.80
9	47.476	0.10			18.60
10	23.410	2.17	1.95906	17.5	18.80
11	55.657	(可変)			18.40
12(絞り)		0.44			10.99
13	73.201	1.50	1.83481	42.7	11.20
14	-50.757	0.10			11.30

40

50

15	15.203	2.20	1.49700	81.5	11.20
16	-84.688	0.50	1.95375	32.3	10.90
17	667.613	(可変)			10.80
18*	-36.095	0.40	1.85135	40.1	10.00
19	12.607	1.37	2.00069	25.5	9.90
20	25.608	(可変)			9.70
21	-179.838	1.38	1.59522	67.7	10.30
22	-21.962	0.20			10.40
23	22.119	0.55	2.00069	25.5	10.20
24	11.703	2.47	1.59522	67.7	9.80
25	-51.471	(可変)			9.60
26	113.060	0.40	1.80400	46.6	11.60
27	10.840	2.20	1.80610	33.3	11.60
28	17.349	(可変)			11.70
29	28.142	2.50	1.91082	35.3	18.20
30	1000.000	5.50			18.00
31		0.80	1.51633	64.1	20.00
32		0.80			20.00

像面

非球面データ

第18面

K = 1.38937e+001 A 4= 3.31507e-005 A 6= 2.64930e-007 A 8= 1.42912e-009

各種データ

ズーム比 23.40

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.06	23.56	212.08
Fナンバー	2.88	4.32	5.81
半画角	36.50	18.51	2.13
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	107.63	117.90	154.82
BF	6.83	6.83	6.83
d 5	0.96	17.97	65.88
d11	38.27	22.56	2.59
d17	1.13	2.50	3.20
d20	8.04	4.19	1.02
d25	13.11	12.22	8.65
d28	2.87	15.21	30.23

【 0 0 9 6 】

10

20

30

【表 1】

	EST/ESW	f6/M6	M6/LT	Rr/M6	M1/M2	SKW/ft	SKT/LT	ESW	EST	f6/ft	f6n/f6p
実施例 1	4.817	-1.133	0.190	0.760	-2.43	0.044	0.249	-0.830	-3.998	-0.159	-0.471
実施例 2	5.099	-1.402	0.190	0.737	-3.56	0.037	0.239	-0.558	-2.847	-0.201	-0.505
実施例 3	3.709	-1.353	0.167	1.189	-3.01	0.048	0.236	-0.967	-3.586	-0.158	-0.503
実施例 4	5.017	-1.459	0.193	1.030	-4.94	0.040	0.250	-0.541	-2.712	-0.199	-0.555
実施例 5	3.768	-1.579	0.154	4.511	-4.46	0.048	0.221	-0.750	-2.827	-0.173	-0.700
実施例 6	4.087	-1.497	0.160	2.096	-7.35	0.049	0.227	-0.710	-2.903	-0.174	-0.691
実施例 7	4.787	-1.575	0.196	3.498	-27.26	0.038	0.250	-0.520	-2.489	-0.216	-0.662
実施例 8	4.282	-0.945	0.177	0.634	-2.66	0.032	0.044	-0.730	-3.127	-0.122	-0.480

【 0 0 9 7 】

次に、各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態について、図 17 を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

図 1 7 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は実施例 1 から 8 で説明した、いずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。2 2 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 2 1 によって形成された被写体像を受光する C C D センサや C M O S センサ等の撮像素子（光電変換素子）である。2 3 は固体撮像素子 2 2 によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。2 4 は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、撮像素子 2 2 上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

【 0 0 9 9 】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型であり、各被写体距離におけるフォーカシングに際して高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

10

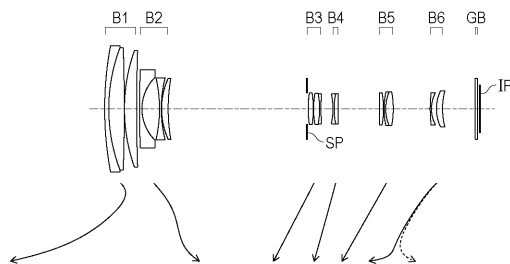
【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

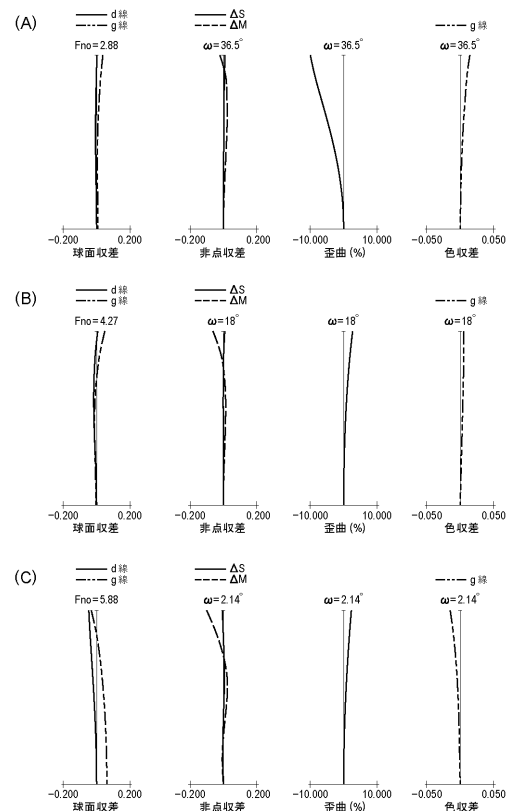
- B 1 第 1 レンズ群
- B 2 第 2 レンズ群
- B 3 第 3 レンズ群
- B 4 第 4 レンズ群
- B 5 第 5 レンズ群
- B 6 第 6 レンズ群
- B 7 第 7 レンズ群
- S P 絞り
- G B ガラスブロック
- I P 像面

20

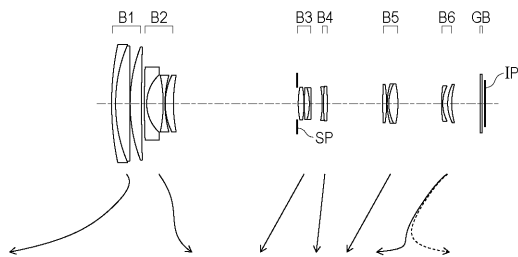
【 図 1 】



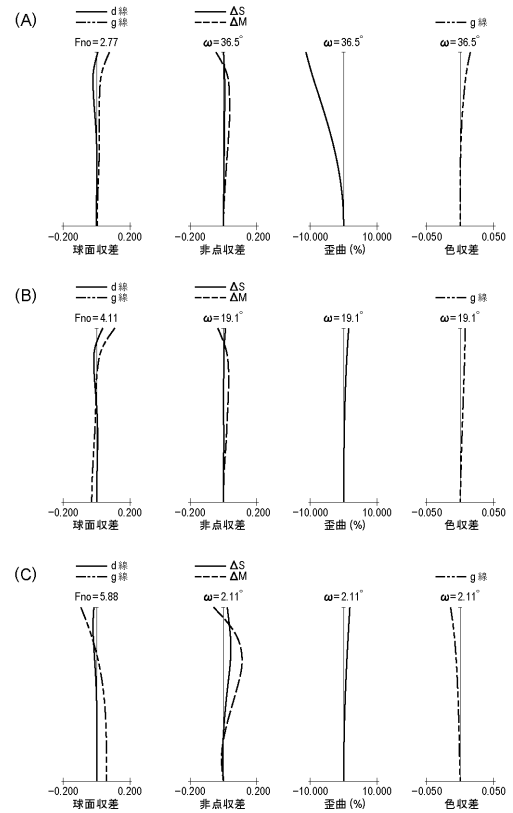
【 図 2 】



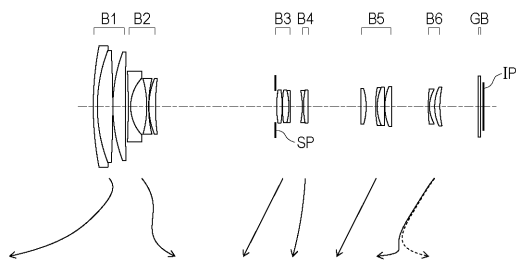
【図 3】



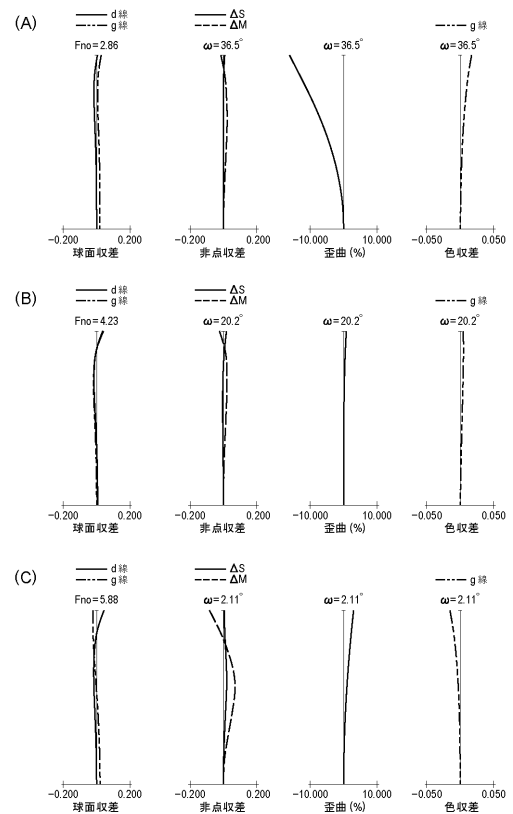
【図 4】



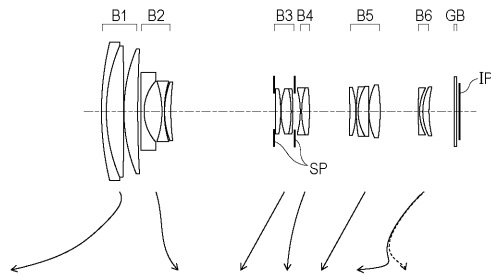
【図 5】



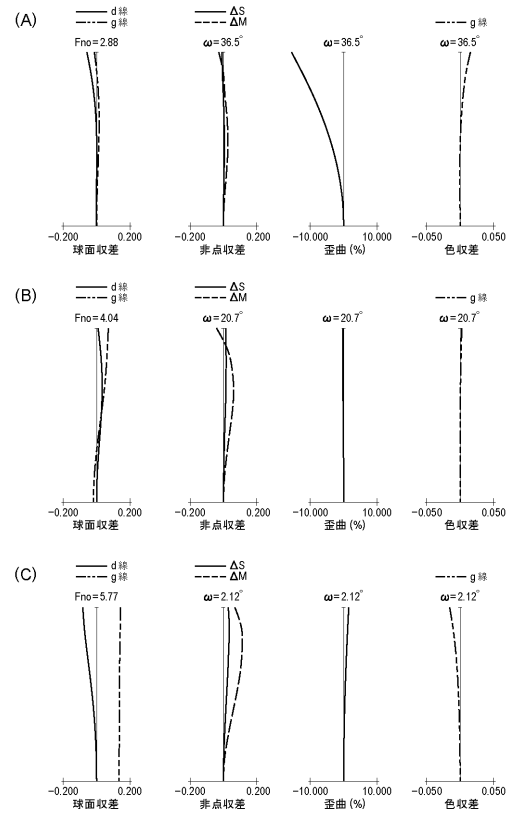
【図 6】



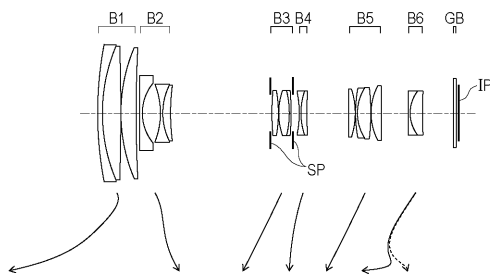
【図 7】



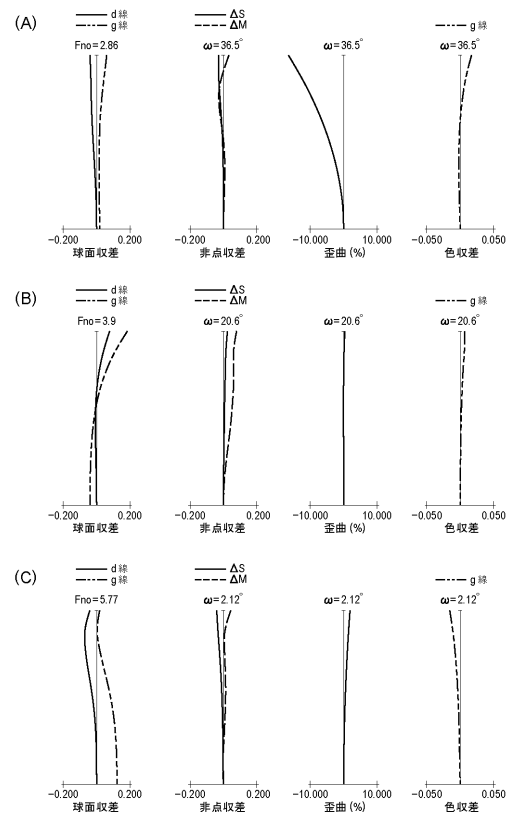
【図 8】



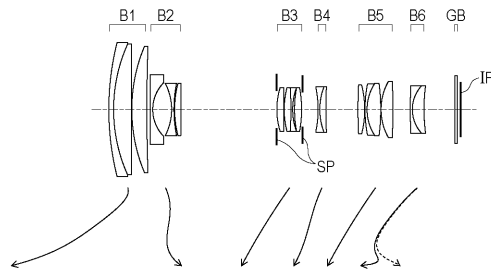
【図 9】



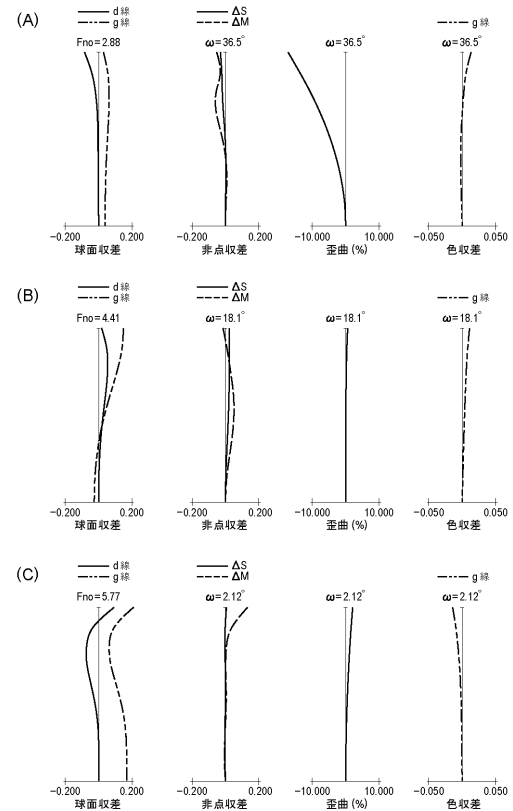
【図 10】



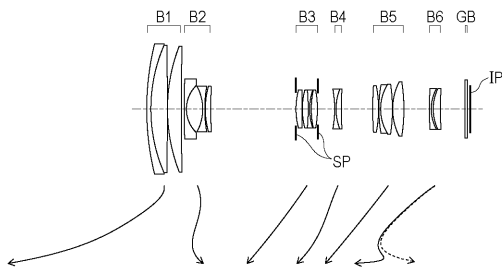
【図 1 1】



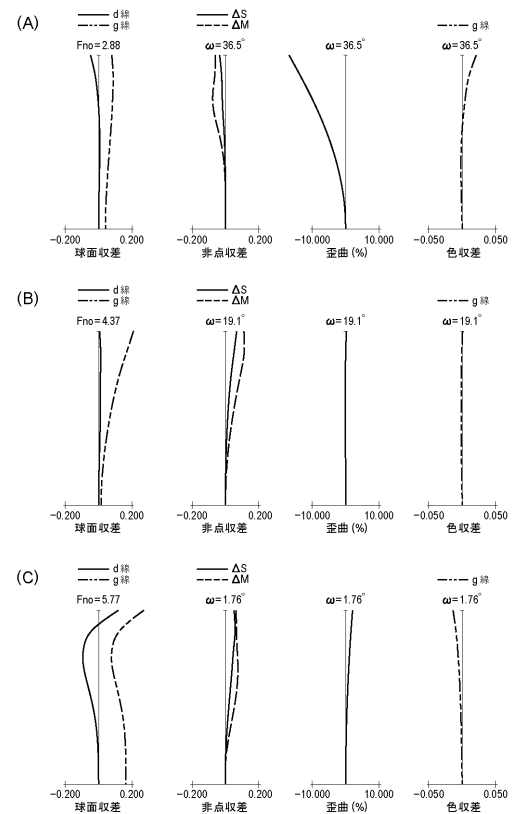
【図 1 2】



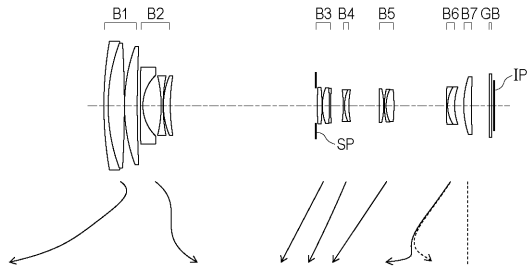
【図 1 3】



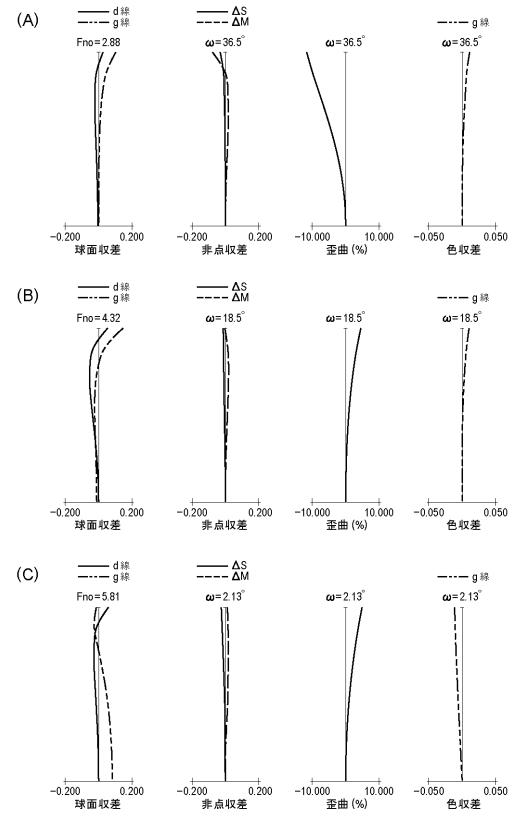
【図 1 4】



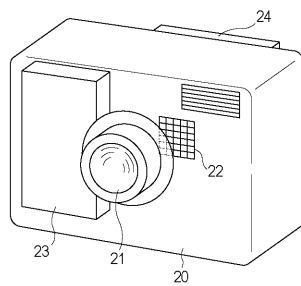
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 1 5 / 2 0
G 0 2 B 1 3 / 1 8