

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5582918号
(P5582918)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18
G 0 3 B 17/14 (2006.01) G O 3 B 17/14

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-184920 (P2010-184920)
 (22) 出願日 平成22年8月20日 (2010.8.20)
 (65) 公開番号 特開2012-42792 (P2012-42792A)
 (43) 公開日 平成24年3月1日 (2012.3.1)
 審査請求日 平成25年8月8日 (2013.8.8)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 奥村 哲一朗
 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】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズームングに際して各レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1aレンズ群、第1bレンズ群から構成され、

前記第1aレンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第1bレンズ群は、単一の負レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第1bレンズ群のみが光軸方向に移動し、

前記第1bレンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1bレンズ群の光軸上の厚みを D_f 、全系の各レンズの光軸上の厚みの総和を D とするとき、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

$$0.034 \leq D_f / D < 0.10$$

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】

前記第1aレンズ群の物体側から第i番目の正レンズの部分分散比を g_{fpi} 、焦点距離を f_{pi} 、第i番目の負レンズの部分分散比を g_{fni} 、焦点距離 f_{ni} とし、

$$Q_p = (g_{fpi} / f_{pi}) / (1 / f_{pi})$$

$$Q_n = (g_{fni} / f_{ni}) / (1 / f_{ni})$$

10

20

とおいたとき、

$$|Q_p - Q_n| \leq 0.1$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】

前記第1bレンズ群の負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を r_1 、像側のレンズ面の曲率半径を r_2 とすると、

$$-2.0 < (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2) < -0.3$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

広角端におけるレンズ全長を L_w 、バックフォーカスを B_K とすると、

$$2 < L_w / B_K < 5$$

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項のズームレンズ。

【請求項5】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、

広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第1レンズ群は像側に凸状の軌跡の一部を描いて移動し、前記第2、第3、第4レンズ群は互いに独立に物体側へ移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群より構成され、

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡の一部を描いて移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項7】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第1レンズ群は像側に凸状の軌跡の一部を描いて移動し、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群は互いに独立に物体側へ移動することで、ズームングに際して各レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1aレンズ群、第1bレンズ群から構成され、

前記第1aレンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第1bレンズ群は、単一の負レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第1bレンズ群のみが光軸方向に移動し、

前記第1bレンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

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8】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第1レンズ群が像側に凸の軌跡の一部を描いて移動し、前記第2レンズ群が物体側に単調に移動することで、ズームングに際して前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1aレンズ群、第1bレンズ群から構成され、

前記第1aレンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第1bレンズ群は、単一の負レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第1bレンズ群のみが光軸方向に移動し、

10

20

30

40

50

前記第1bレンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

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9】

請求項1乃至8のいずれか1項のズームレンズを含む交換レンズ装置と、前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズが形成する光学像を受光して、電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

【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、例えばデジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視カメラ、TVカメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置としてデジタル一眼レフレックスカメラシステム（以下、「D-SLR」という）が多く用いられている。D-SLRは、CCD、CMOSなどの撮像素子をもつカメラ本体と、撮像センサー面に光学像を形成する撮像レンズ系を備えている。最近のD-SLRは、静止画だけではなく動画を撮影する機能を備えている。D-SLRによっ

20

【0003】

このTV-AF方式を用いたD-SLRでは、フォーカスレンズ群を光軸方向に高速で振動させて（以下、「ウォブリング」という）合焦状態からのズレ方向を検出する。そしてウォブリングの後、撮像センサーの出力信号から画像領域の特定の周波数帯の信号成分を検出して、合焦状態となるフォーカスレンズ群の最適位置を算出する。その後、最適位置にフォーカスレンズ群を移動させて合焦完了となる。動画撮影時はフリッカなどの違和感が生じないように、フォーカスレンズ群をウォブリング時に高速に駆動する必要がある。

30

【0004】

このためフォーカスレンズ群が大型で重量が重いと、フォーカスレンズ群を高速に駆動する為のモーターやアクチュエーターが大きくなってしまふ。そうすると、レンズ鏡筒の最大径が大きくなってきて撮像装置全体が大型化してくる。一方、D-SLRに用いられる撮影レンズとしては撮像領域拡大のため広画角で、かつバックフォーカスが長いズームレンズであることが要望されている。広画角でバックフォーカスの長いD-SLR用のズームレンズとしては、負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）所謂ネガティブリード型のズームレンズが知られている。ネガティブリード型のズームレンズにおいて、負の屈折力の第1レンズ群の一部を光軸方向へ移動させることにより、高速のフ

40

【0005】

特許文献1は、物体側から像側へ順に、負、正、負、正の屈折力の第1～第4レンズ群より成るズームレンズにおいて、第1レンズ群の一部を構成する接合レンズをフォーカスレンズ群としたズームレンズを開示している。また、特許文献2は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と正の屈折力の第2レンズ群より成るズームレンズにおいて、第1レンズ群の最も物体側の負レンズをフォーカスレンズ群としたズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 3 1 1 3 3 0 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 1 7 1 1 3 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のズームレンズは、広画角化が比較的容易であり、又長いバックフォーカスが容易に得られるという特徴がある。しかしながらネガティブリード型のズームレンズは開口絞りに対し、レンズ構成が非対称となるため、諸収差の補正が難しく、例えばフォーカスの際の収差変動が多く高い光学性能を得ることが大変難しい。

10

【 0 0 0 8 】

例えば、自動合焦速度を向上するために、負の屈折力の第 1 レンズ群の一部を構成する小型軽量のレンズ群を移動させてフォーカスを行うと、フォーカスの際の収差変動が多くなりやすい。特に色収差の変動が大きくなり、物体距離全般にわたり高い高倍性能を得るのが困難になってくる。このため、長いバックフォーカスを確保し、広画角化を図ると共に、動画撮影に適用できるように自動焦点検出動作を高速に行うためには、フォーカスレンズ群を含む負の屈折力の第 1 レンズ群のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。負の屈折力の第 1 レンズ群のレンズ構成が不適切であると、広画角で、長いバックフォーカスを有し、物体距離全般にわたり高い光学性能を得ることが困難になってくる。

20

【 0 0 0 9 】

本発明は、広画角で、長いバックフォーカスを有し、動画撮影にも十分適用できる速さの自動焦点検出動作が容易な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】

【 0 0 1 0 】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、ズーミングに際して各レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

30

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 a レンズ群、第 1 b レンズ群から構成され、

前記第 1 a レンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第 1 b レンズ群は、単一の負レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第 1 b レンズ群のみが光軸方向に移動し、

前記第 1 b レンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 1 b レンズ群の光軸上の厚みを D_f 、全系の各レンズの光軸上の厚みの総和を D とするとき、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

$$0.034 < D_f / D < 0.10$$

40

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、前記第 1 レンズ群は像側に凸状の軌跡の一部を描いて移動し、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群は互いに独立に物体側へ移動することで、ズーミングに際して各レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 a レンズ群、第 1 b レンズ群から構成され、

前記第 1 a レンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第 1 b レンズ群は、単一の負

50

レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第 1 b レンズ群のみが光軸方向に移動し、

前記第 1 b レンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第 1 レンズ群が像側に凸の軌跡の一部を描いて移動し、前記第 2 レンズ群が物体側に単調に移動することで、ズームングに際して前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 a レンズ群、第 1 b レンズ群から構成され、

前記第 1 a レンズ群は、正レンズと負レンズを有し、前記第 1 b レンズ群は、単一の負レンズにより構成され、フォーカシングに際して、前記第 1 b レンズ群のみが光軸方向に移動し、

前記第 1 b レンズ群の焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1$$

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】

【0011】

本発明によれば、広画角で、長いバックフォーカスを有し、しかも動画撮影にも十分適用できる速さの自動焦点検出動作が容易なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端におけるレンズ断面図とズームングの際の移動軌跡の説明図である。

【図 2】本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 3】本発明の実施例 1 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 4】本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端と望遠端におけるレンズ断面図とズームングの際の移動軌跡の説明図である。

【図 5】本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 6】本発明の実施例 2 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 7】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、ズームングに際して各レンズ群の間隔が変化する。第 1 レンズ群は、正レンズと負レンズを有する負の屈折力の第 1 a レンズ群と、単一の負レンズにより構成される第 1 b レンズ群により構成されている。そして、第 1 b レンズ群を光軸方向に移動させることによってフォーカシングが行われる。

【0014】

図 1 (A)、(B) はそれぞれ本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端 (短焦点距離端)、望遠端 (長焦点距離端) におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端において無限遠物体と至近距離物体 (撮影距離 280mm) に合焦したときの収差図である。図 3 (A)、(B) はそれぞれ本発明の実施例 1 のズームレンズの望遠端において無限遠物体と至近距離物体 (撮影距離 280mm) に合焦したときの収差図である。図 4 (A)、(B) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、

10

20

30

40

50

望遠端におけるレンズ断面図である。

【 0 0 1 5 】

図 5 (A)、(B) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端において無限遠物体と至近距離物体 (撮影距離 150mm) に合焦したときの収差図である。図 6 (A)、(B) はそれぞれ本発明の実施例 2 のズームレンズの望遠端において無限遠物体と至近距離物体 (撮影距離 150mm) に合焦したときの収差図である。図 7 は本発明のズームレンズを備える一眼レフカメラ (撮像装置) の要部概略図である。

【 0 0 1 6 】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系 (光学系) 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。レンズ断面図において、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第 i レンズ群である。 S は開口絞りである。 $S S$ は F ナンバー絞り (副絞り) である。 I は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際には $C C D$ センサや $C M O S$ センサ等の固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。

【 0 0 1 7 】

矢印は広角端から望遠端へのズームングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。球面収差図は d 線 (実線)、 g 線 (2 点鎖線)、点線 (正弦条件) について示している。非点収差図において M 、 S は d 線でのメリディオナル像面、サジタル像面である。 $F n o$ は F ナンバー、 ω は半画角である。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用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。

【 0 0 1 8 】

図 1 の実施例 1 のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L_1 、正の屈折力の第 2 レンズ群 L_2 、負の屈折力の第 3 レンズ群 L_3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 L_4 からなる。第 1 レンズ群 L_1 は、物体側から順に、負の屈折力の第 1 a レンズ群 L_{1a} とフォーカス用の負の屈折力の第 1 b レンズ群 L_{1b} から構成されている。第 1 a レンズ群 L_{1a} 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、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、正レンズから構成されている。第 1 b レンズ群 L_{1b} は、単一の負レンズにより構成されている。

【 0 0 1 9 】

第 2 レンズ群 L_2 は、物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズから構成される。第 3 レンズ群 L_3 は、物体側から像側へ順に、開口絞り S 、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズから構成される。第 4 レンズ群 L_4 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズから構成される。

【 0 0 2 0 】

本実施例において広角端から望遠端へのズームングに際し、第 1 レンズ群 L_1 は一度像側へ移動後、物体側へ移動する。即ち像側に凸状の軌跡の一部を描いて移動する。第 2、第 3、第 4 レンズ群は互いに独立に物体側へ移動する。具体的には、第 2 レンズ群 L_2 は物体側へ単調に移動する。第 3 レンズ群 L_3 は開口絞り S と一体的に第 2 レンズ群 L_2 と第 3 レンズ群 L_3 の間隔が広がるように物体側へ移動する。第 4 レンズ群 L_4 は第 3 レンズ群 L_3 と第 4 レンズ群 L_4 の間隔が狭まるように物体側へ移動する。フォーカシングは、第 1 レンズ群 L_1 内の第 1 b レンズ群 L_{1b} を光軸方向に移動させて行う。

【 0 0 2 1 】

実施例 1 では広角端から望遠端へのズームングの際、第 2、第 3、第 4 レンズ群 L_2 、 L_3 、 L_4 で変倍を行い、変倍によって移動する像面を、第 1 レンズ群 L_1 の移動によって補正している。ズームングに際して 4 つのレンズ群が移動することで、必要なズーム比を容易に得るとともに、ズームングによる諸収差の変動を抑えている。図 4 の実施例 2 のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L_1 、正の屈折力の第 2 レンズ群 L_2 からなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1aレンズ群L1aと、フォーカス用の負の屈折力の第1bレンズ群L1bから構成されている。第1aレンズ群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、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズから構成されている。第1bレンズ群L1bは単一の負レンズにより構成される。第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、副絞りSS、正レンズ、開口絞りS、負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズから構成される。

【 0 0 2 3 】

本実施例においてズームリングは、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の光軸上での間隔を変化させて行っている。フォーカシングは、第1レンズ群L1内の第1bレンズ群L1bを光軸方向に移動させて行う。実施例2では、広角端から望遠端へのズームリングの際、第2レンズ群L2を単調に物体側へ移動させて変倍を行い、変倍によって移動する像面を第1レンズ群L1の像側への凸状の軌跡の一部の移動によって補正している。

【 0 0 2 4 】

各実施例のズームレンズは、負の屈折力の第1レンズ群L1を、負の屈折力の第1aレンズ群L1aと負の屈折力の第1bレンズ群L1bより構成している。そして第1bレンズ群L1bを光軸上移動させてフォーカスを行っている。

【 0 0 2 5 】

まず、フォーカシングの際の色収差の変動を抑えるため、第1aレンズ群L1aが正レンズと負レンズを含むようにして色収差の発生を抑えている。フォーカス用のレンズ群を第1aレンズ群L1aよりも像側に配置することにより軸外光束の影響を抑える構成としている。また、負の屈折力の第1aレンズ群L1aより発散光束となっている軸上光束の影響を抑える為、負の屈折力の第1bレンズ群L1bを、物体側に凹面を向けた単一の負レンズにより構成し、球面収差、コマ収差等の変動を抑えている。そして第1bレンズ群L1bの焦点距離を f_{1b} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とする。このとき、

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.1 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足している。

【 0 0 2 6 】

条件式(1)は、フォーカス用の第1bレンズ群L1bの焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比について規定している。条件式(1)の上限を超えると第1bレンズ群L1bの負の屈折力が弱くなり、フォーカシングに必要な移動量が大きくなり、全系が大きくなってしまいうので良くない。条件式(1)の下限を超えると、フォーカスレンズ群の屈折力が強くなりすぎて、フォーカシングによる収差の変動が大きくなってしまいうので良くない。更に好ましくは、条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが好ましい。

【 0 0 2 7 】

$$-0.4 < f_w / f_{1b} < -0.15 \quad \dots (1a)$$

以上のように各実施例によれば、フォーカス用のレンズ群が十分に軽量で、またフォーカシングによる収差(特に色収差)の変動が少なく、動画撮影に良好なズームレンズが得られる。

【 0 0 2 8 】

各実施例によればネガティブリード型のズームレンズにおいて、前述の如く第1レンズ群L1のレンズ構成を最適化している。これにより、広画角で、フォーカシングの際の色収差を良好に補正し、高い光学特性を有するズームレンズを得ている。各実施例のズームレンズにおいて、更に広画角化を図りつつ、フォーカシングの際の収差変動を少なくし、良好な光学性能を得るためには、次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。第1aレンズ群の物体側から第i番目の正レンズの部分分散比を g_{fpi} 、焦点距離を f_{pi} 、第i番目の負レンズの部分分散比を g_{fni} 、焦点距離 f_{ni} とすると、

$$Q_p = (g_{fpi} / f_{pi}) / (1 / f_{pi})$$

10

20

30

40

50

$$Q_n = (g f_{n1} / f_{n1}) / (1 / f_{n1})$$

とする。

【0029】

第1bレンズ群L1bの負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を r_1 、像側のレンズ面の曲率半径を r_2 とする。広角端におけるレンズ全長を L_w 、バックフォーカスを BK とする。第1bレンズ群L1bの軸上の厚みを D_f 、全系の各レンズの軸上での厚みの総和を D とする。このとき、

$$|Q_p - Q_n| \leq 0.1 \quad \dots (2)$$

$$-2.0 < (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2) < -0.3 \quad \dots (3)$$

$$2 < L_w / BK < 5 \quad \dots (4)$$

$$0.01 < D_f / D < 0.10 \quad \dots (5)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0030】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。フォーカシングにおいては色収差の変動を低減することが重要となる。色収差の変動を抑えるには、第1aレンズ群L1aでの色収差の発生を抑え、フォーカシング用の第1bレンズ群L1bを軸外光束の光軸からの距離が短い位置に配置することが好ましい。そのため、第1aレンズ群L1aを次の如く構成している。

【0031】

条件式(2)は、第1aレンズ群L1aを構成する正レンズと負レンズの材料の部分分散比と各レンズの焦点距離に関し、主に色収差を抑えるための硝材選択について規定している。条件式(2)の上限を超えると、第1aレンズ群L1aでの色収差の発生が大きくなり、フォーカシングによる色収差の変動が大きくなってしまふ。更に好ましくは、条件式(2)を次の如く設定することが好ましい。

【0032】

$$|Q_p - Q_n| \leq 0.07 \quad \dots (2a)$$

色収差以外の収差、特に、球面収差やコマ収差といった軸上光束に起因する収差の変動を抑えるには、第1bレンズ群L1bに入射する軸上光束の入射角がフォーカシングに際してあまり変化しないことが重要である。つまり、発散光束である場合は、物体側のレンズ面が凹形状の負レンズであることが好ましい。そのため条件式(3)は、第1bレンズ群L1bを構成する負レンズ(負のレンズユニット)のレンズ形状について規定している。

【0033】

条件式(3)の上限を超えると、レンズ形状としては収差が発生しづらいが屈折力が少なくなり、フォーカシングの際の移動量が大きくなり、ズームレンズが大きくなってしまふ。条件式(3)の下限を超えると、軸上光束の入射角がフォーカシングに伴って大きく変化し、収差の変動が大きくなる。更に好ましくは、条件式(3)の数値範囲を次の如く設定することが好ましい。

【0034】

$$-1.5 < (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2) < -0.7 \quad \dots (3a)$$

条件式(4)は長いバックフォーカスを確保しつつ、ズームレンズ全体の小型化を図るため、広角端における全系の長さ(レンズ全長)(第1レンズ面から像面までの長さ)とバックフォーカスについて規定している。条件式(4)の上限を超えると、レンズ全長が長くなり前玉有効径が大きくなってしまふ。また、条件式(4)の下限を超えると、各レンズ群の屈折力が強くなり収差補正が困難になる。更に好ましくは、条件式(4)の数値範囲を次の如く設定することが好ましい。

【0035】

$$2.2 < L_w / BK < 4.0 \quad \dots (4a)$$

条件式(5)は、第1bレンズ群L1bの光軸上の厚さについて規定している。条件式(5)の上限を超えると、レンズ群が大型化し、また重量も重くなり高速のフォーカスが

10

20

30

40

50

困難となる。条件式(5)の下限を超えると、第1bレンズ群L1bの中心肉厚が薄くなり製造が困難となる。更に好ましくは、条件式(5)の数値範囲を次の如く設定することが好ましい。

【0036】

$$0.025 < Df / D < 0.050 \quad \dots (5a)$$

又は後述する数値実施例2の値0.034の値を用いて

$$0.034 < Df / D < 0.10 \quad \dots (5b)$$

とするのが良い。

各実施例において第1aレンズ群L1aと第1bレンズ群L1bの間の空気レンズは、像側に凸状のレンズ面同士で構成され双方のレンズ面の曲率半径も近くなる傾向にある。そのため、第1bレンズ群L1bは少なくとも1面以上の非球面を有するのが良い。具体的には第1bレンズ群L1bの最も物体側の面を非球面形状とするのが良く、これによればフォーカシングの際の像面の変動を抑えるのが容易となる。

10

【0037】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズーミングの際に各レンズ群の間隔が変化するズームレンズであれば良い。本発明のズームレンズにおいて、第1レンズ群L1の物体側又は最終レンズ群の像側の少なくとも一方にコンバーターレンズやアフォーカルレンズ群等の屈折力のあるレンズ群が位置していても良い。

【0038】

以上のように各実施例によれば、フォーカス用のレンズ群がコンパクトでフォーカシングの際の諸収差変動(特に色収差変動)が少なく、高い光学性能を有したズームレンズが得られる。更にズームレンズを有する交換レンズ装置、及びそれを有する撮像装置が得られる。

20

【0039】

次に実施例1、2に示したズームレンズを撮像装置に適用した実施例を図7を用いて説明する。本発明の撮像装置はズームレンズを含む交換レンズ装置と、交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、ズームレンズが形成する光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備えている。

【0040】

図7は一眼レフカメラの要部概略図である。図7において、10は実施例1、2のズームレンズ1を有する撮影レンズである。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体であり、撮影レンズ10からの光束を上方に反射するクイックリターンミラー3、撮影レンズ10の像形成位置に配置された焦点板4より構成されている。更に、焦点板4に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム5、その正立像を観察するための接眼レンズ6などによって構成されている。

30

【0041】

7は感光面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等のズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子(光電変換素子)や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。実施例1、2にて説明した利益は、本実施例に開示したような撮像装置において効果的に享受される。

40

【0042】

以下に実施例1、2に対応する数値実施例1、2を示す。各数値実施例においてiは物体側からの面の順番を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、 n_{di} と d_i は各々物体側より順に第i番目のレンズの材料の屈折率とアッペ数である。BFはバックフォーカスである。非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、 r を近軸曲率半径、各非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} としたとき

50

【 0 0 4 3 】

【 数 1 】

$$X = \frac{H^2 / r}{1 + (1 - (H/r)^2)^{1/2}} + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}$$

【 0 0 4 4 】

で与えるものとする。各非球面係数において「e - x」は「10^{-x}」を意味する。前述の各条件式と数値実施例の関係を表 - 1 に示す。

【 0 0 4 5 】

10

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	85.814	3.50	1.58313	59.4	51.83
2*	12.150	12.84			31.65
3*	82.577	1.07	1.83481	42.7	30.63
4	24.728	1.76			28.27
5	24.951	7.72	1.64769	33.8	28.42
6	-84.939	4.70			27.41
7*	-48.110	1.80	1.74100	52.6	22.43
8	791.370	(可変)			21.21
9	31.901	0.89	1.90366	31.3	20.84
10	19.866	5.77	1.49700	81.5	20.67
11	-50.208	0.15			21.07
12	37.448	2.95	1.67790	55.3	21.45
13	-166.162	(可変)			21.28
14(絞り)		1.46			19.02
15	-55.849	0.90	1.60311	60.6	18.78
16	19.715	1.73	1.80809	22.8	18.41
17	26.931	(可変)			18.20
18	21.636	6.77	1.59282	68.6	21.00
19	-31.620	0.20			21.16
20*	-76.613	0.84	1.85400	40.4	20.81
21	16.324	8.88	1.48749	70.2	21.03
22	-37.172	(可変)			22.79

像面

20

30

40

非球面データ

第2面

K = -5.73958e-001 A 4 = -3.31917e-006 A 6 = -2.25126e-008 A 8 = -3.99746e-011

第3面

K = 0.00000e+000 A 4 = -1.96859e-006 A 6 = -1.73017e-008 A 8 = 5.23762e-011 A10 = -1.15220e-015

第7面

K = 0.00000e+000 A 4 = 3.98392e-006 A 6 = 7.81336e-009 A 8 = -6.88826e-011

50

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.71627e-005 A 6=-1.36689e-008 A 8=-3.49811e-011 A10=
3.08747e-013

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	17.64	23.00	39.05
Fナンバー	2.64	3.04	4.10
半画角(度)	50.80	43.25	28.99
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	134.67	132.15	136.70
BF	39.97	48.70	64.95
d 8	17.73	9.75	1.06
d13	1.24	1.26	5.84
d17	11.79	8.50	0.92
d22	39.97	48.70	64.95

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-19.62	33.38	5.48	-18.75
2	9	25.99	9.76	3.64	-2.82
3	14	-32.75	4.09	2.75	-0.21
4	18	39.96	16.70	2.77	-9.19

20

【 0 0 4 6 】

(数値実施例 2)

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	59.840	2.50	1.80400	46.6	61.87
2	17.282	14.64			34.15
3	129.723	1.61	1.59282	68.6	32.59
4	21.610	6.44			27.39
5	-86.935	1.36	1.59282	68.6	27.10
6	31.102	0.15			25.84
7	22.525	7.45	1.80518	25.4	26.07
8	-110.226	5.82			24.72
9*	-31.089	1.20	1.85135	40.1	17.80
10	-844.340	(可変)			17.08
11		1.46			10.26
12	43.413	1.62	1.88300	40.8	10.87
13	-94.260	1.85			10.94
14(絞り)		1.70			10.95
15	-19.292	0.75	1.88300	40.8	10.96
16	32.493	3.22	1.51823	58.9	11.53
17	-20.261	0.20			12.31
18	194.716	4.25	1.48749	70.2	12.74

40

50

19	-12.377	0.80	1.88300	40.8	13.21
20	-27.182	0.20			13.96
21	712.893	3.28	1.59270	35.3	14.77
22	-21.620	0.35			15.87
23	-60941.798	0.93	1.83400	37.2	16.91
24	28.231	4.77	1.49700	81.5	17.60
25	-34.279	0.20			18.70
26	-80910.795	1.68	1.48749	70.2	19.49
27	-87.072	(可変)			19.87

像面

10

非球面データ

第9面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.64162e-006 A 6= 2.58871e-008 A 8=-8.99837e-010 A10=
1.12233e-011 A12=-5.07106e-014

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	8.05	11.85	15.14
Fナンバー	4.12	4.12	4.12
半画角(度)	87.5	87.5	87.5
像高	11.15	16.77	21.64
レンズ全長	129.57	127.26	129.98
BF	40.25	49.58	57.66
d10	20.89	9.25	3.89
d27	40.25	49.58	57.66

20

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
1	1	-10.91	41.17	10.51	-15.41
2	11	26.80	27.26	15.90	-6.32

30

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。次に各条件式に対しての値を表(3)に示す。

【0047】

【表1】

40

表-1

	条件式				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
実施例1	-0.32	0.042	-1.13	2.51	0.042
実施例2	-0.21	0.067	-0.93	3.22	0.034

【0048】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

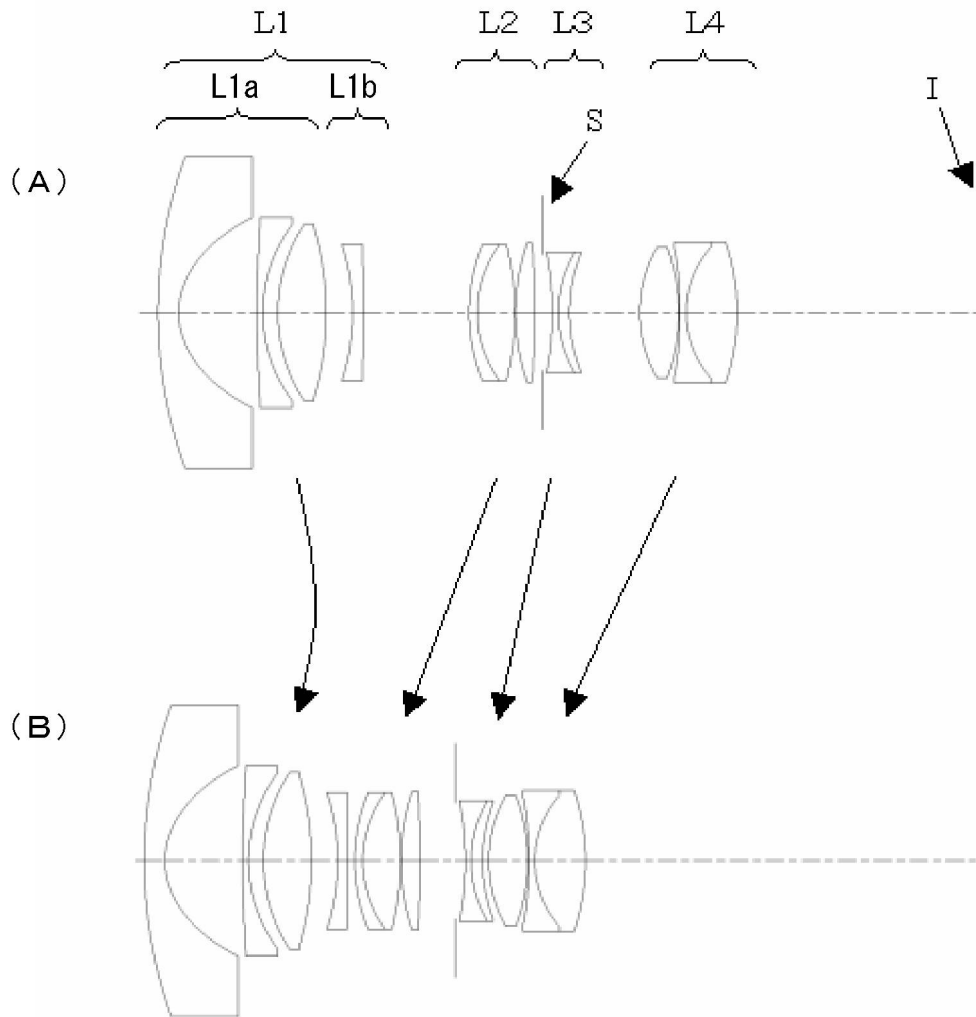
【符号の説明】

50

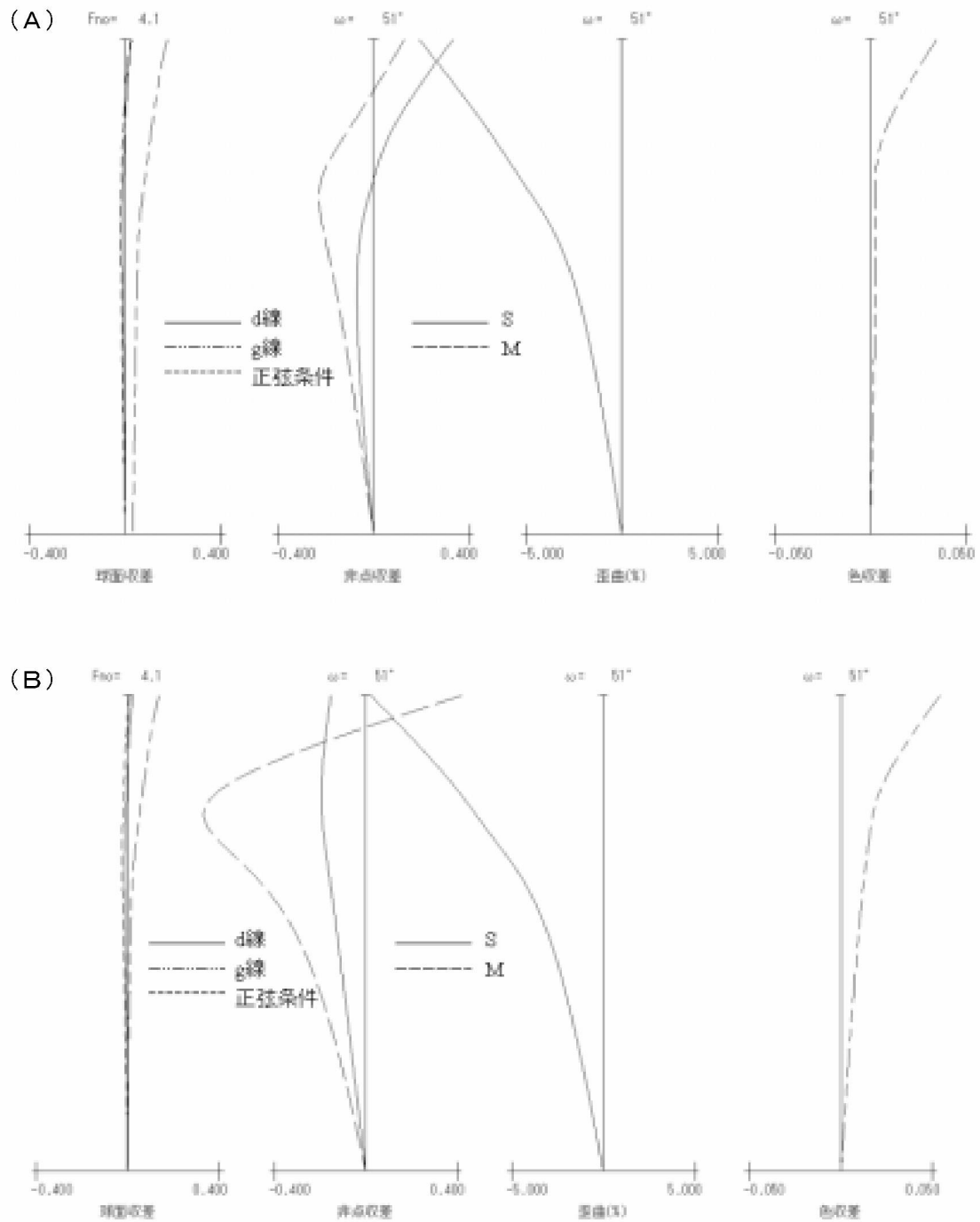
【 0 0 4 9 】

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 1 a	第 1 a レンズ群	L 1 b	第 1 b レンズ群
S	虹彩絞り	S S	副絞り	I	像面

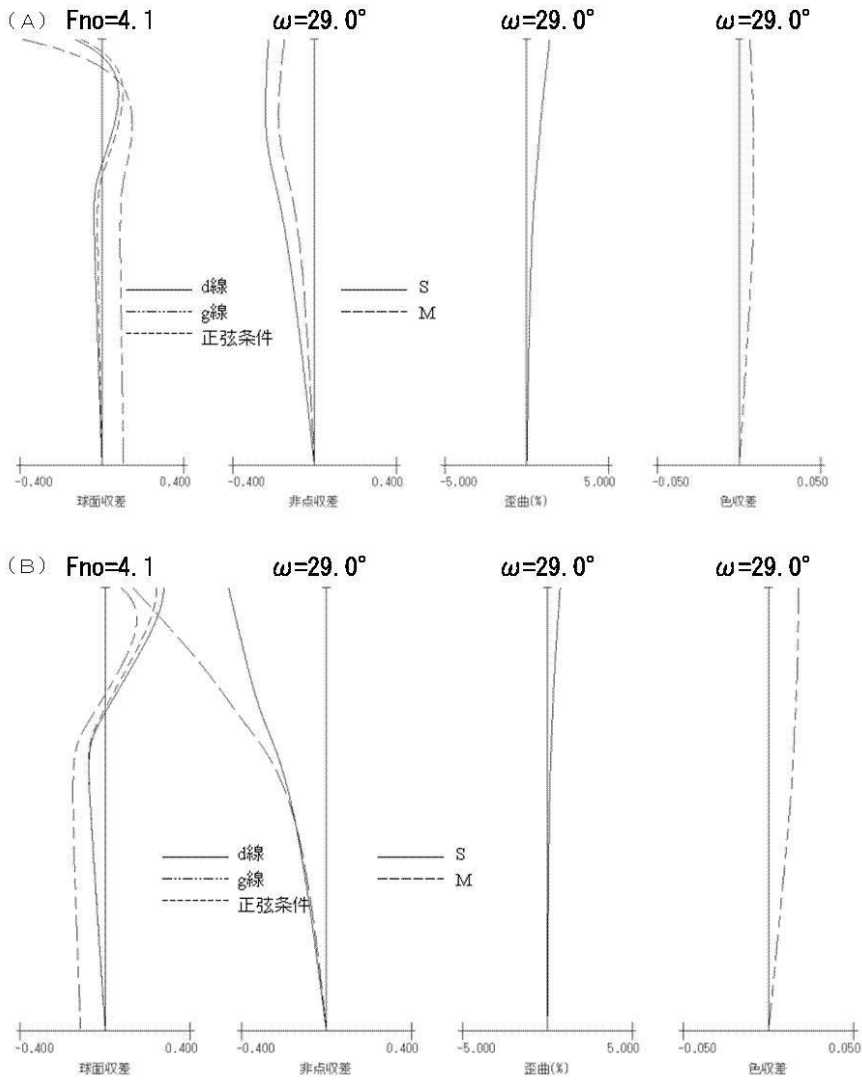
【図1】



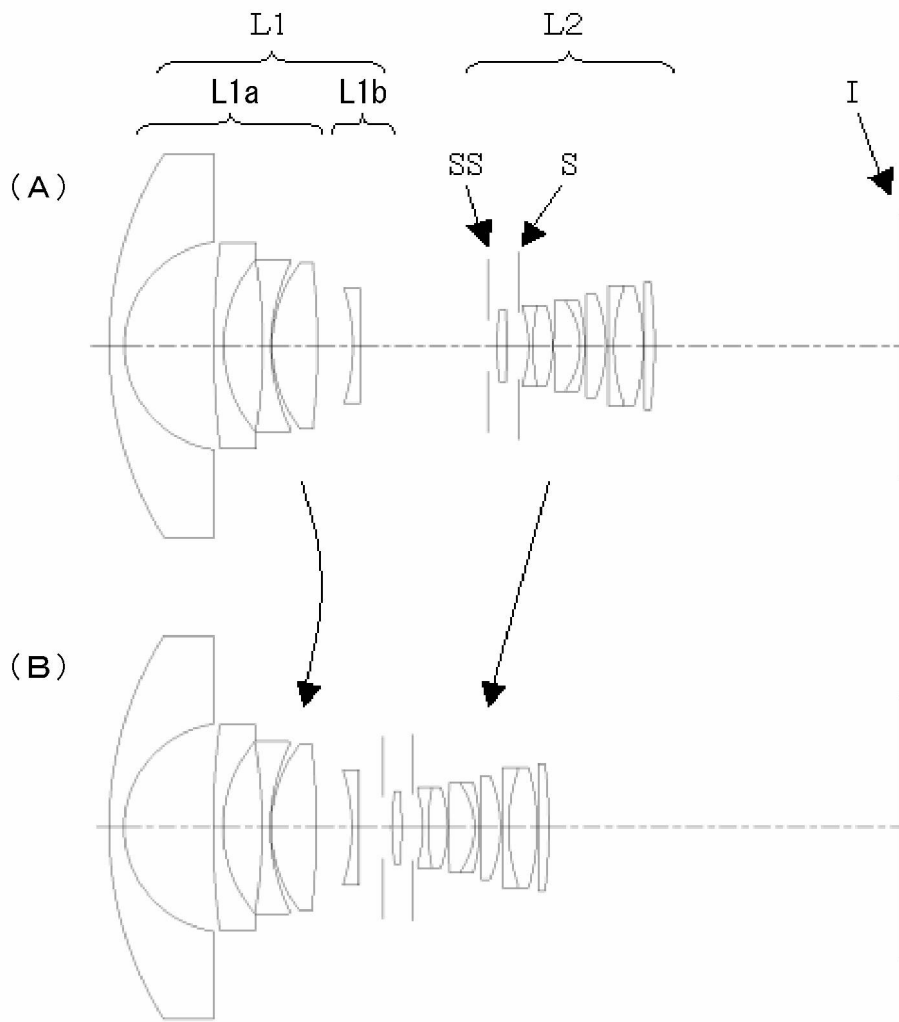
【図2】



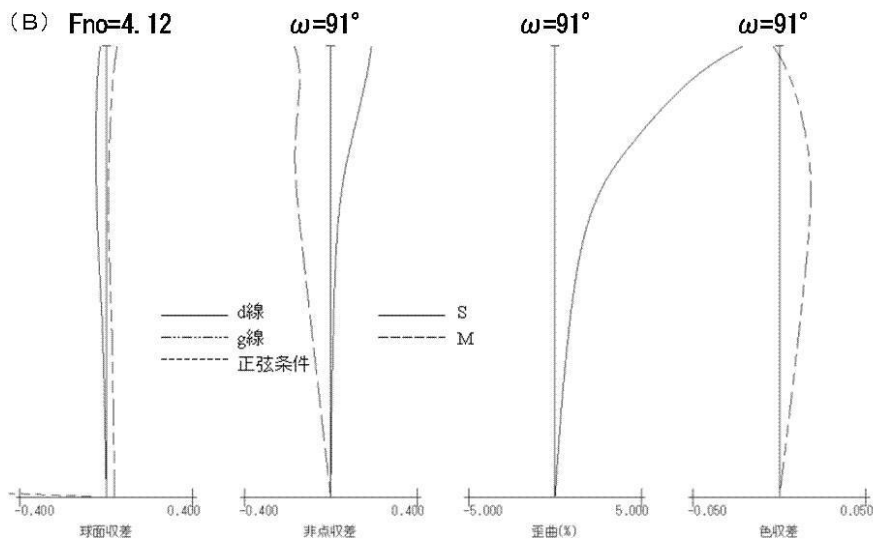
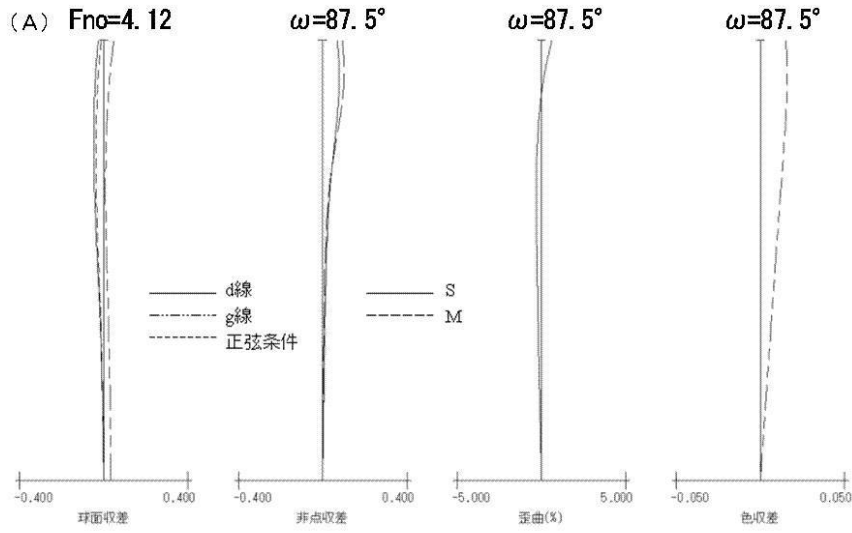
【 図 3 】



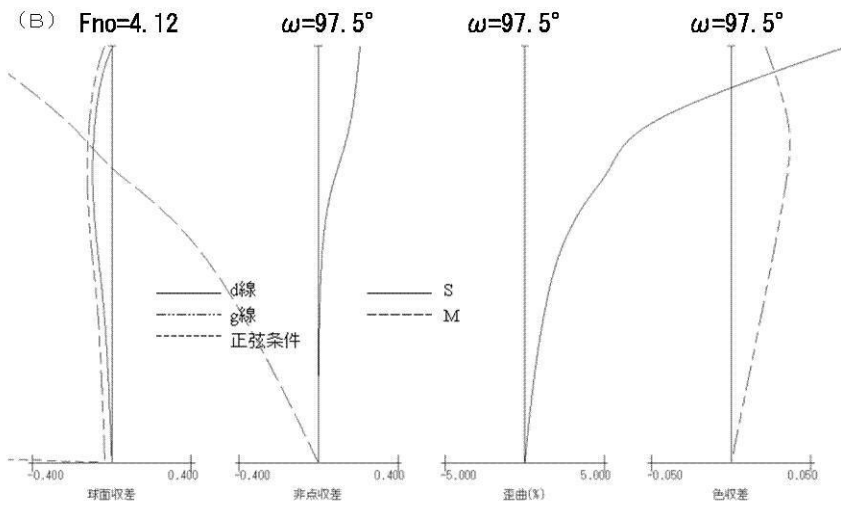
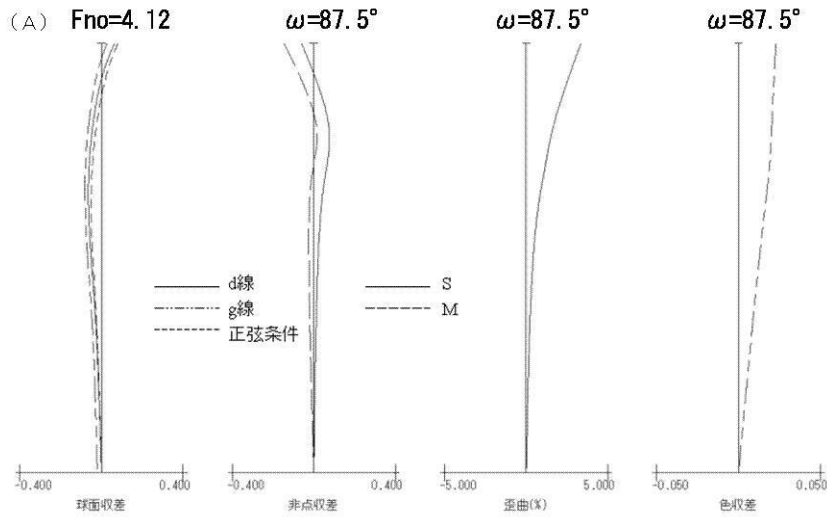
【 図 4 】



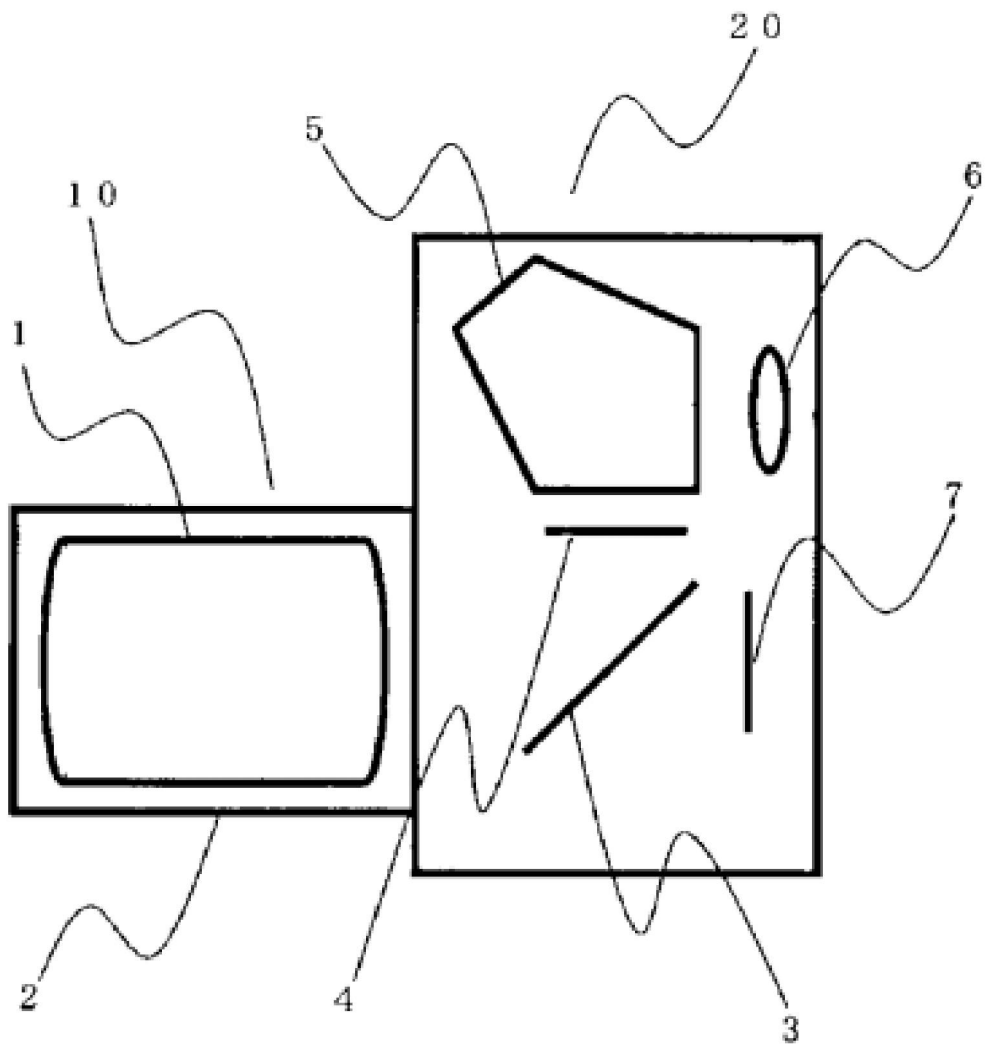
【 図 5 】



【 図 6 】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-072467(JP,A)
特開2005-062770(JP,A)
特開平08-005921(JP,A)
特開2004-271668(JP,A)
特開2004-317645(JP,A)
特開2007-219361(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04