

(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2014-41245

(P2014-41245A)

(43) 公開日 平成26年3月6日(2014.3.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G 0 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2012-183147 (P2012-183147)
 (22) 出願日 平成24年8月22日 (2012.8.22)

(71) 出願人 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 岩本 俊二
 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

最終頁に続く

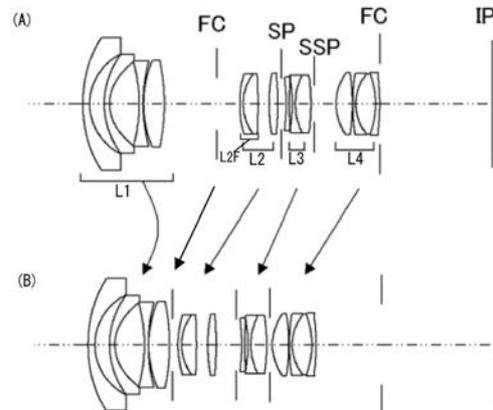
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 広画角で、全ズーム領域にわたり高い光学性能を有するズームレンズを得る。

【解決手段】 物体側から像側へ順に、負正負正の屈折力の第1乃至第4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において、第1レンズ群は物体側から像側へ順に物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第11レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第12レンズを有し、第12レンズの像側の面はレンズ中心からレンズ周辺部にかけて負の屈折力が弱くなる非球面形状であり、第11レンズの焦点距離 f_{11} 、全系の焦点距離 f_w 、第11レンズの物体側と像側の面の曲率半径 R_{11a} 、 R_{11b} 、第12レンズの像側の面の有効径の半分 h_{12} 、第12レンズの像側の面の有効径位置から第12レンズの像側の面の面頂点までの光軸方向の距離 D_{12} を各々適切に設定する。

【選択図】 図1



【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、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 レンズ群を有し、ズーム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において、前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第 1 1 レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第 1 2 レンズを有し、前記第 1 2 レンズの像側の面はレンズ中心からレンズ周辺部にかけて負の屈折力が弱くなる非球面形状であり、

前記第 1 1 レンズの焦点距離を f_{11} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 1 1 レンズの物体側と像側の面の曲率半径を各々 R_{11a} 、 R_{11b} 、前記第 1 2 レンズの像側の面の有効径の半分を h_{12} 、前記第 1 2 レンズの像側の面の有効径位置から前記第 1 2 レンズの像側の面の面頂点までの光軸方向の距離を D_{12} とするとき、

$$-4.0 < f_{11} / f_w < -1.5$$

$$1.5 < (R_{11b} + R_{11a}) / (R_{11b} - R_{11a}) < 5.0$$

$$1.4 < h_{12} / D_{12} < 2.0$$

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 1 2 レンズの焦点距離を f_{12} とするとき、

$$-10.0 < f_{12} / f_w < -1.0$$

なる条件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 1 1 レンズの材料の屈折率を N_{11} 、前記第 1 2 レンズの材料のアッペ数を 12 とするとき、

$$1.8 < N_{11} < 2.1$$

$$50.0 < 12 < 95.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群は物体側に凸面を向けた正の屈折力の第 4 1 レンズを有し、該第 4 1 レンズの材料の屈折率を N_{4P} とするとき、

$$1.4 < N_{4P} < 1.55$$

なる条件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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$-1.4 < f_1 / f_w < -1.1$$

なる条件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】

前記第 1 レンズ群よりも像側の全てのレンズ群の広角端と望遠端における合成結像横倍率を各々 R_W 、 R_T とするとき、

$$0.81 < R_W \times R_T < 1.69$$

なる条件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】

前記第 1 2 レンズの像側に両凹形状の負の屈折力の第 1 3 レンズ、該第 1 3 レンズの像側に両凸形状の正の屈折力の第 1 4 レンズ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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は 4 つのレンズ要素からな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。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群は 2 以上の非球面を有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】

前記第 4 レンズ群は物体側に凸面を向けた正の屈折力の第 4 1 レンズと、該第 4 1 レンズよりも像面側にレンズ中心からレンズ周辺部にかけて、正の屈折力が弱くなる非球面形状の面を 1 以上、有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】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項のズームレンズと、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。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、TVカメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に好適なズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に用いられている撮像素子は高画素化されている。そしてこのような撮像素子を備える撮像装置で用いる撮影レンズには、諸収差が良好に補正され、画面中心から画面周辺まで高解像力なズームレンズであることが要求されている。また、撮影領域の拡大のため、広角側における撮影画角が広画角であるズームレンズであることが望まれている。さらに、携帯性を向上させるため、前玉有効径が十分小さい小型のズームレンズであること等が要求されている。

20

【0003】

従来、負の屈折力のレンズ群が先行し（最も物体側に位置し）、次いで開口絞りを有する正の屈折力のレンズ群が後続するレンズ構成よりな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。このネガティブリード型のズームレンズは、広角端においてレトロフォーカスの屈折力配置となることから広画角化が比較的容易であるため、広画角用のズームレンズに多く用いられている（特許文献 1, 2）。

30

【0004】

特許文献 1 では負、正、負、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群よりなり、各レンズ群を移動させてズームを行う広画角の 4 群ズームレンズを開示している。特許文献 2 では負、正の屈折力の第 1、第 2 レンズ群よりなり、双方のレンズ群を移動させてズームを行う広画角の 2 群ズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 175509 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 94174 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ネガティブリード型のズームレンズは、レンズ系全体の小型化を図りつつ、所定のズーム比を確保するとともに広画角化を図るのが比較的容易である。一般に広画角化を図ったネガティブリード型のズームレンズでは、軸外光線の光軸に対する角度が大きい。このため、先行する負の屈折力のレンズ群において、広角端における軸外光線の入射高が非常に大きくなる。そのため、第 1 レンズ群のレンズ構成、例えば負の屈折力のレンズ（負レンズ）のレンズ形状が適切でないと、広角端において歪曲収差、像面湾曲、非点収差などの軸外収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難になる。

50

【0007】

広画角化を図りつつ、ズーム全域において良好なる光学性能を得るには、非球面を用いると有効である。特に第1レンズ群に非球面を設けると諸収差の補正が容易になる。しかしながら非球面を設けるレンズの形状及びそのときの非球面形状等を適切に設定しないと全系の小型化を図りつつ、諸収差をバランス良く補正し、広画角で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが困難になってくる。

【0008】

特許文献1では、最も物体側のレンズに強い負の屈折力を持たせ、物体側のレンズ面にレンズ中心からレンズ周辺にかけて負の屈折力が弱くなる非球面を配置している。最も物体側に強い負の屈折力を配置することで前玉有効径の大型化を防ぎ、非球面の効果で広角端において歪曲収差を良好に補正している。特許文献1に用いられている非球面形状はレンズ周辺で急激に屈折力が変化するため、入射角が画角によって大きく変化する。このため、像面湾曲が画面周辺でオーバーになる傾向があった。

10

【0009】

特許文献2では、物体側から2つ目のレンズの像側の面を非球面形状とし、歪曲収差と像面湾曲を補正している。特許文献2は、第1レンズ群の負の屈折力が弱く、レンズ構成枚数も多いため、入射瞳位置が第1レンズ群から遠くなり、前玉有効径が大型化する傾向があった。

【0010】

本発明は、広画角で、全ズーム領域にわたり高い光学性能を有するズームレンズを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

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において、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第11レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第12レンズを有し、前記第12レンズの像側の面はレンズ中心からレンズ周辺部にかけて負の屈折力が弱くなる非球面形状であり、前記第11レンズの焦点距離を f_{11} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第11レンズの物体側と像側の面の曲率半径を各々 R_{11a} 、 R_{11b} 、前記第12レンズの像側の面の有効径の半分を h_{12} 、前記第12レンズの像側の面の有効径位置から前記第12レンズの像側の面の面頂点までの光軸方向の距離を D_{12} とすると、

30

$$-4.0 < f_{11} / f_w < -1.5$$

$$1.5 < (R_{11b} + R_{11a}) / (R_{11b} - R_{11a}) < 5.0$$

$$1.4 < h_{12} / D_{12} < 2.0$$

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】

【0012】

40

本発明によれば、広画角で、全ズーム領域にわたり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】

【0013】

【図1】(A)、(B) 実施例1の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】(A)、(B) 実施例2の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 実施例2の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

50

【図 5】(A)、(B) 実施例 3 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図 6】(A)、(B)、(C) 実施例 3 の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 7】(A)、(B) 実施例 4 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図 8】(A)、(B)、(C) 実施例 4 の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 9】(A)、(B) 実施例 5 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図 10】(A)、(B)、(C) 実施例 5 の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 11】(A)、(B) 実施例 6 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

10

【図 12】(A)、(B)、(C) 実施例 6 の無限遠物体に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 13】本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0014】

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、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ている。そしてズーミングに際して各レンズ群間隔が変化する。

【0015】

20

図 1 (A)、(B) は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）と望遠端（長焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(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 のズームレンズはズーム比 2.06、広角端における撮影画角 105.36°、F ナンバー 4.10 である。

【0016】

図 3 (A)、(B) は本発明の実施例 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 のズームレンズはズーム比 2.22、広角端における撮影画角 102.06°、F ナンバー 4.10 である。

30

【0017】

図 5 (A)、(B) は本発明の実施例 3 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 のズームレンズはズーム比 2.22、広角端における撮影画角 102.04°、F ナンバー 4.10 である。

【0018】

図 7 (A)、(B) は本発明の実施例 4 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 のズームレンズはズーム比 2.22、広角端における撮影画角 102.04°、F ナンバー 2.88 ~ 4.10 である。

40

【0019】

図 9 (A)、(B) は本発明の実施例 5 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 のズームレンズはズーム比 2.06、広角端における撮影画角 105.32°、F ナンバー 2.91 である。

【0020】

図 11 (A)、(B) は本発明の実施例 6 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 のズームレンズはズ

50

ーム比 2.06、広角端における撮影画角 105.32°、Fナンバー 2.91である。

【0021】

図13は、本発明のズームレンズを備えるカメラ（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、デジタルカメラ、銀塩フィルムカメラなどの撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【0022】

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 を物体側からのレンズ群の順番とすると、 L_i は第 i レンズ群を示す。 SP は開口絞り（絞り）である。 SSP は開放Fナンバー絞りである。開放Fナンバー絞り SSP はズーミングによって有効径（開口径）を変化させ、全ズーム域でFナンバーを一定又は略一定にしている。FCはフレアカッター（フレアカット絞り）である。フレアカッターFCは開口径が一定であり、ゴーストやフレア等の不要光線や画面周辺のコマフレア等の有害光をカットしている。

10

【0023】

IPは像面である。像面IPは、デジタルカメラやビデオカメラ、監視カメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、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。また、銀塩フィルムカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、フィルム面に相当する。

【0024】

矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群の移動軌跡を示している。球面収差の図において、実線は d 線、二点鎖線は g 線における各収差量を示している。点線は正弦条件を示している。非点収差の図における実線はサジタル像面、長点線はメリジオナル像面を示している。

20

【0025】

倍率色収差は g 線によって表している。 θ は半画角、 Fno はFナンバーである。なお、各実施例において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。広角端から望遠端へのズーミングに際し、矢印のように第1レンズ群 L_1 は像側に凸状の軌跡で移動し、変倍による像面の変動を補償している。また、第2レンズ群 L_2 、第3レンズ群 L_3 、第4レンズ群 L_4 は変倍用のレンズ群であり、それぞれ物体側へ移動している。

30

【0026】

広角端に比べ望遠端において、第1レンズ群 L_1 と第2レンズ群 L_2 との間隔が減少し、第2レンズ群 L_2 と第3レンズ群 L_3 の間隔が増大し、第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の間隔が減少するように各レンズ群が移動する。また、絞り SP は第3レンズ群 L_3 の物体側に配され、ズーミングに際して第3レンズ群 L_3 と一体（同一の軌跡）で移動している。尚、絞り SP をズーミングに際して第3レンズ群と独立に（異なった軌跡で）移動させても良い。

【0027】

実施例1、実施例2、実施例5、実施例6は、第3レンズ群 L_3 の像面側にズーミングに際して開放Fナンバーを一定にするための開放Fナンバー絞り SSP を有している。実施例3は第2レンズ群 L_2 の像面側に開放Fナンバー絞り SSP を有している。

40

【0028】

実施例1から実施例6は像面に対して固定されたフレアカッターFCを最も像面側に有している。これにより、望遠端における周辺光束のうち有害光をカットし、望遠端において良好なる光学性能を達成している。実施例1はさらに第1レンズ群 L_1 と第2レンズ群 L_2 の間に他のレンズ群と独立に移動するフレアカッターFCを有している。これにより、ズームの中間領域のうちの有害光をカットし、ズームの中間領域において良好なる光学性能を達成している。

【0029】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを、実施例1、実施例2、実施例4乃至

50

実施例 6 においては第 2 レンズ群 L 2 を 2 つのレンズ群に分けたとき物体側のレンズ群 L 2 F を像面側へ動かすことを行っている。実施例 3 においては第 1 レンズ群 L 1 の像面側の 3 つのレンズよりなるレンズ群 L 1 F を物体側へ動かすことを行っている。なお、以下の説明における前玉有効径とは、レンズの最も物体側の面の面頂点位置における最大光線の入射高の 2 倍とする。

【 0 0 3 0 】

以下、本発明のズームレンズの特徴について説明する。一般に広角レンズ（広画角レンズ）（撮影画角 $60^\circ \sim 100^\circ$ 程度）は収差補正が標準レンズ（撮影画角 $30^\circ \sim 60^\circ$ 程度）と比較して困難である。これは、広角レンズにおいては十分なバックフォーカスを得るために全系がレトロフォーカスの屈折力配置になるためである。

10

【 0 0 3 1 】

即ち物体側から順に開口絞りを挟んで負、正の屈折力のレンズ群の非対称な屈折力配置をとるためである。広角になるほどこの屈折力配置の非対称性は大きくなり、この結果、歪曲収差、倍率色収差、像面湾曲、非点収差、サジタルコマフレアなどの収差が多く発生し、これらの収差の補正が困難になる。

【 0 0 3 2 】

さらに、画角が大きくなると \cos の 4 乗で周辺光量が減少するため、周辺光量を確保することも困難になる。周辺光量を確保するためには広角になるほど大きな開口効率が必要となり、この結果コマ収差が増大し、コマ収差の補正も困難となる。このことは、ズームレンズでも同様に、広角域を拡大していくと（広画角化を図るほど）、諸収差の発生が多くなり、収差補正が困難になってくる。

20

【 0 0 3 3 】

特に撮影画角が 100° を超えるような超広角域を含むズームレンズは広角端において歪曲収差、像面湾曲、非点収差などの発生が大きい。さらに、全系を小型にするためには、レンズの前玉有効径を縮小する必要がある。前玉有効径を縮小するためには物体側に負の屈折力のレンズ群を配置し、このレンズ群の負の屈折力を強くして入射瞳位置をレンズの第 1 レンズ面に近づける必要がある。そのため、全系の小型化により非対称な屈折力配置がより強まり、諸収差の発生が多くなり、収差補正が困難になってくる。

【 0 0 3 4 】

従って、全系の小型化と収差補正を良好に行うためには、ズームタイプやそのときの各レンズ群の屈折力配置等を適切に設定することが重要となる。

30

【 0 0 3 5 】

本発明のズームレンズは負の屈折力のレンズ群が先行し、次いで開口絞りを有し正の屈折力のレンズ群が後続する、所謂ネガティブリード型のズームレンズである。また、本発明のズームレンズは、後続する正の屈折力のレンズ群を正、負、正の屈折力のレンズ群の 3 つのレンズ群に分け、各レンズ群の間隔を変化させてズーミングを行う 4 群ズームレンズの構成としている。

【 0 0 3 6 】

負、正、負、正の屈折力のレンズ群よりなる 4 群ズームレンズは負、正の屈折力のレンズ群よりなる 2 群ズームレンズと比較して、変倍に寄与するレンズ群が多いため高ズーム比化が容易となる。また、負、正、負、正の屈折力のレンズ群よりなる 4 群ズームレンズは負、正の屈折力のレンズ群よりなる 2 群ズームレンズと比較して収差補正に寄与するレンズ群が多いため、第 1 レンズ群の負の屈折力が強い屈折力配置を取ることができる。第 1 レンズ群の屈折力を強くすると、入射瞳位置が第 1 レンズ面に近づくため、前玉有効径を小さくすることが出来る。

40

【 0 0 3 7 】

そのため、各実施例では前述のタイプの 4 群ズームレンズを採用することにより、前玉有効径の縮小化を図っている。一方、第 1 レンズ群の負の屈折力を大きくすると、第 1 レンズ群より高次の軸外収差が多く発生し、この収差の補正が困難となる。

【 0 0 3 8 】

50

本発明のズームレンズは第1レンズ群を以下に説明するような構成を取ることによって、第1レンズ群より発生する高次の軸外収差を十分に補正しつつ、前玉有効径の縮小化を図っている。

【0039】

一般に多くの広画角のズームレンズにおいては、広角端において歪曲収差や像面湾曲を補正するため、軸外光線の入射高が大きいレンズ面を非球面形状としている。具体的には開口絞りより物体側にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従って負の屈折力が弱くなる形状の非球面レンズを用い、開口絞りより像側にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面レンズを用いることが多い。非球面レンズの枚数を増やせば、収差補正の自由度が上がり、残収差を低減することが容易となる。

10

【0040】

しかしながら非球面レンズは製造が難しく、枚数を増やすのはあまり良くない。従って、非球面レンズを効果的に用いて、少ない数の非球面レンズで大きな効果が得られるレンズ構成とすることが重要である。

【0041】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4を有し、各レンズ群の間隔を変えることによりズームを行っている。第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第11レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の屈折力の第12レンズを有している。第12レンズの像側の面はレンズ中心からレンズ周辺部にかけて負の屈折力を弱める非球面形状である。

20

【0042】

第11レンズの焦点距離を f_{11} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第11レンズの物体側と像側の面の曲率半径を各々 R_{11a} 、 R_{11b} とする。第12レンズの像側の面の有効径の半分を h_{12} 、第12レンズの像側の面の有効径位置から第12レンズの像側の面の面頂点までの光軸方向の距離を D_{12} とする。このとき、

$$-4.0 < f_{11} / f_w < -1.5 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < (R_{11b} + R_{11a}) / (R_{11b} - R_{11a}) < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$1.4 < h_{12} / D_{12} < 2.0 \quad \dots (3)$$

30

なる条件式を満足している。

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(1)は第11レンズの焦点距離を規定している。物体側に強い負の屈折力のレンズを配置した方が前玉有効径縮小に有利である。このため第11レンズに十分な負の屈折力を持たせている。条件式(1)の下限を下回ると第11レンズの屈折力が弱くなりすぎて、前玉有効径を十分に小さくすることが困難になる。条件式(1)の上限を超えると前玉有効径の縮小には有利であるが、第11レンズの屈折力が強くなりすぎて第11レンズより軸外収差が多く発生し、このときの軸外収差を非球面を用いても良好に補正するので困難となる。

【0044】

条件式(2)は第11レンズのレンズ形状を規定している。条件式(2)の値が小さくなることは、第11レンズの物体側の面の曲率が大きく、像側の面の曲率が小さくなることを意味する。条件式(2)の下限値を下回ると、物体側の面が強い負の屈折力のレンズ形状になるため、前玉有効径の縮小には有利なレンズ形状になるが、物体側の面に対する軸外光の入射角が大きくなりすぎてしまう。その結果、広角端において負の歪曲収差が大きくなりすぎるため、好ましくない。条件式(2)の上限を超えると前玉有効径が大きくなり、好ましくない。

40

【0045】

第12レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状よりなり、条件式(3)を満足し、かつ像側の面がレンズ中心からレンズ周辺にいくにつれて負の屈折力が弱くなる非球面

50

形状よりなっている。第 1 2 レンズは第 1 1 レンズで発生する負の歪曲収差と像面湾曲を補正している。レンズ中心からレンズ周辺にいくにかけて負の屈折力が弱くなる非球面形状を有するようにして、軸上では第 1 レンズ群 L 1 に強い負の屈折力を与えるとともに、軸外では逆に正の収差を発生させ、第 1 1 レンズで発生する負の軸外収差を補正している。

【 0 0 4 6 】

また、非球面形状は第 1 2 レンズの像側の面に施している。第 1 2 レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状であるから、像側の面の方が小さな曲率半径を有している。従って、像側の面を非球面形状とすることで、軸上ではさらに強い負の屈折力を与えるとともに、軸外では逆に正の屈折力に変移する非球面形状とすることが出来る。

10

【 0 0 4 7 】

そのため、非球面による補正効果が多く得られるため、広角端における歪曲収差と像面湾曲を良好に補正することが容易となる。また、第 1 2 レンズを第 1 1 レンズよりも像側に配置することにより、第 1 2 レンズの有効径が小さくなるため、非球面の加工が簡単になり高い加工精度が得られる。

【 0 0 4 8 】

条件式 (3) は第 1 2 レンズの像側の面の形状を規定している。条件式 (3) の上限を超えると第 1 2 レンズの像側の面の開角が小さくなり、非球面による補正効果が小さくなるため、好ましくない。条件式 (3) の下限を下回ると第 1 2 レンズを配置するための光軸方向のスペースが多く必要になり、入射瞳位置が遠くなるため前玉有効径が拡大して行くので、好ましくない。更に好ましくは条件式 (1) 乃至 (3) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

20

【 0 0 4 9 】

$$- 3 . 2 < f 1 1 / f w < - 1 . 8 \quad \dots (1 a)$$

$$2 . 0 < (R 1 1 b + R 1 1 a) / (R 1 1 b - R 1 1 a) < 3 . 8 \quad \dots (2 a)$$

$$1 . 5 < h 1 2 / D 1 2 < 1 . 9 \quad \dots (3 a)$$

なお、各実施例のズームレンズにおいて、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。

【 0 0 5 0 】

これによれば各条件式に相当する効果が得られる。第 1 2 レンズの焦点距離を $f 1 2$ とする。第 1 1 レンズの材料の屈折率を $N 1 1$ 、第 1 2 レンズの材料のアッペ数を $\nu 1 2$ とする。第 4 レンズ群 L 4 は物体側に凸面を向けた正の屈折力の第 4 1 レンズを有し、第 4 1 レンズの材料の屈折率を $N 4 P$ とする。第 1 レンズ群の焦点距離を $f 1$ とする。第 1 レンズ群 L 1 よりも像側の全てのレンズ群の広角端と望遠端における合成結像横倍率を各々 $R W$ 、 $R T$ とする。このとき、次の条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。

30

【 0 0 5 1 】

$$- 1 0 . 0 < f 1 2 / f w < - 1 . 0 \quad \dots (4)$$

$$1 . 8 < N 1 1 < 2 . 1 \quad \dots (5)$$

$$5 0 . 0 < \nu 1 2 < 9 5 . 2 \quad \dots (6)$$

$$1 . 4 < N 4 P < 1 . 5 5 \quad \dots (7)$$

$$- 1 . 4 < f 1 / f w < - 1 . 1 \quad \dots (8)$$

$$0 . 8 1 < R W \times R T < 1 . 6 9 \quad \dots (9)$$

40

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 5 2 】

条件式 (4) は第 1 2 レンズの焦点距離を規定している。第 1 レンズ群 L 1 に十分な屈折力を与えつつ、諸収差の発生を少なくするため、第 1 2 レンズは適当な値の負の屈折力を有することが望ましい。条件式 (4) の下限を超えて第 1 2 レンズの負の屈折力が弱くなると、第 1 レンズ群 L 1 に適当な値の負の屈折力を与えることが出来ず、前玉有効径が拡大し、また広画角化が困難になる。上限を上回り第 1 2 レンズの負の屈折力が強くなると、第 1 2 レンズで発生する負の収差が大きくなっていく。

50

【 0 0 5 3 】

条件式(5)は第11レンズの材料の屈折率を規定している。第11レンズに適切な値の負の屈折力を与えつつ、諸収差の発生を少なくするためには、第11レンズの材料の屈折率を出来る限り高く設定することが望ましい。下限を下回り、第11レンズの材料の屈折率が小さくなると、前玉有効径を縮小しつつ諸収差を補正するのが困難となる。上限を超えると適切な材料が少なくなるため、望ましくない。

【 0 0 5 4 】

条件式(6)は第12レンズの材料のアップベ数を規定している。第12レンズは像側の面が非球面形状で、大きな非球面量を与えることにより、広角端において歪曲収差及び像面湾曲等を良好に補正している。そのため、第12レンズの材料に高分散な材料を用いると、波長により歪曲収差及び像面湾曲の補正効果が変化してしまう。つまり、第12レンズの材料に高分散な材料を用いると、特に広角端において倍率色収差の曲がりや色の像面湾曲が大きくなってしまふ。従って、第12レンズには十分に低分散な材料を用いることが望ましい。

10

【 0 0 5 5 】

条件式(6)の下限を下回り高分散な材料を用いると倍率色収差の曲がりや色の像面湾曲が大きくなってしまひ好ましくない。また上限を超えると適切な材料が少なくなるため、好ましくない。

【 0 0 5 6 】

条件式(7)は第41レンズの材料の屈折率を規定している。条件式(7)の上限を超えて屈折率の高い材料を用いると、ペッツバル和がマイナス側に大きくなり、ズーム全域で像面湾曲がオーバーになってしまう。また、屈折率の高い材料を用いると、第41レンズの物体側の凸面で発生する正の収差が少なくなるため、第1レンズ群L1の残収差を打ち消す効果が少なくなってしまひ、好ましくない。条件式(7)の下限を下回ると適切な材料が少なくなるため、好ましくない。

20

【 0 0 5 7 】

条件式(8)は第1レンズ群L1の焦点距離を規定している。条件式(8)の上限を上回り、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなると、第1レンズ群L1で発生する諸収差を補正することが困難となり、好ましくない。下限を超えて、第1レンズ群L1の負の屈折力が弱くなると、前玉有効径が拡大してくる。

30

【 0 0 5 8 】

条件式(9)は第1レンズ群L1より像側の各レンズ群よりなる後続レンズ群の結像横倍率について規定している。負、正の屈折力のレンズ群よりなる2群ズームレンズの場合、 $RW \times RT$ が1.0となると、所謂完全往復のズーム軌跡をとり、広角端と望遠端における光学全長が一致する。一般に、完全往復に近いズーム軌跡をとると、全系のコンパクト化と収差補正のバランスがとりやすい。 $RW \times RT$ の変化化が大きいと全系のコンパクト化には有利となるが、第1レンズ群L1と後続レンズ群の屈折力がともに強くなり、収差補正が困難になる。

【 0 0 5 9 】

$RW \times RT$ の変化が小さいと、広角端において第1レンズ群L1が後続レンズ群から遠ざかる軌跡となり、レンズ全長が増大し、前玉有効径が増大してくる。負、正、負、正の屈折力のレンズ群よりなる4群ズームレンズでも同じ傾向を有しており、条件式(9)の上限を超えると、レンズ全長が増大し、また前玉有効径が増大してくる。また下限を下回ると、収差補正が困難になる。更に好ましくは条件式(4)乃至(9)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

40

【 0 0 6 0 】

$$-4.0 < f_{12} / f_w < -2.0 \quad \dots (4a)$$

$$1.85 < N_{11} < 2.10 \quad \dots (5a)$$

$$56.0 < 12 < 95.2 \quad \dots (6a)$$

$$1.42 < N_{4P} < 1.52 \quad \dots (7a)$$

50

$$-1.4 < f_1 / f_w < -1.2 \quad \dots (8a)$$

$$1.10 < RW \times RT < 1.40 \quad \dots (9a)$$

以上のように本発明によれば最大撮影画角が100°を超え、2倍程度のズーム比を有し、ズーム全域で画面中心から画面周辺まで結像性能が良好でかつ全系が小型のズームレンズを得ることが出来る。

【0061】

各実施例においては、第12レンズの像側に両凹形状の負屈折力の第13レンズとその像側に両凸形状又は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の屈折力の第14レンズを有するのが良い。

【0062】

第13レンズは第1レンズ群L1の負の屈折力を複数の負レンズで分担させることで、諸収差の発生を少なくするのが容易になる。また、第13レンズでは第11レンズ及び第12レンズで発散された光束が入射するため、第11レンズ及び第12レンズと比較して軸上収差への寄与が大きくなっている。従って、第13レンズを両凹形状とすることで、望遠端においてコマ収差の補正が容易となる。また、両凹形状とすることで、物体側に負の屈折力が位置することとなり、前玉有効径の縮小が容易になる。

【0063】

第14レンズは主に第1レンズ群L1で発生する色収差を補正している。最も像面側に正の屈折力の第14レンズを配置することにより、第1レンズ群L1の主点位置を物体側へ位置するようにしている。これにより、前玉有効径の縮小が容易となる。また、第14レンズを両凸形状または物体側に凸面を向けたメニスカス形状とすることにより、広角端及び望遠端において球面収差を良好に補正するのが容易になる。

【0064】

第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に第11レンズ、第12レンズ、第13レンズ、第14レンズの4つのレンズ要素で構成するのが良い。負レンズの要素を増やせば負の屈折力を複数のレンズに分担させ、諸収差の発生を抑えることが出来るが、あまり多く配置するとレンズを配置するスペースが必要になるため、前玉有効径が拡大してくるので、好ましくない。

【0065】

各実施例においては第12レンズと第13レンズとの間に負の屈折力のレンズを配置しても良い。これによれば諸収差の補正が容易になる。第1レンズ群L1は2以上の非球面を有すると収差補正が容易になる。

【0066】

第4レンズ群L4は物体側に凸面を向けた正の屈折力の第41レンズを有し、第41レンズよりも像面側にレンズ中心からレンズ周辺にかけて正の屈折力が弱くなる形状の非球面を少なくとも1つ有するのが良い。第4レンズ群L4は軸上光線の入射高が高いため、第4レンズ群L4の構成を適切に設定することにより、第1レンズ群L1で発生する残存収差を打ち消すのが容易になる。第41レンズの物体側のレンズ面で正の収差を発生させることで、広角端において像面湾曲の曲がり補正するのが容易になる。

【0067】

一方、第41レンズの凸面では広角端において負の歪曲収差が発生する。そこで、第4レンズ群L4はレンズ中心からレンズ周辺にかけて正の屈折力が弱くなる形状の非球面を少なくとも1つ有するのが良い。これによれば第41レンズで発生する負の歪曲収差を打ち消すことが容易になる。また、前記非球面は第41レンズより像側に位置するのが良い。

【0068】

第4レンズ群L4では像側の方が軸外光線の入射高が高いため、第41レンズより像側に前記非球面を配置することにより、第41レンズで発生する負の歪曲収差の補正が容易になる。これらの二つの要素を組み合わせることにより、第1レンズ群L1で発生する残存収差を第4レンズ群L4を良好に打ち消し、ズーム全域で高い光学性能を有するズーム

10

20

30

40

50

レンズを得るのが容易になる。

【0069】

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。

【0070】

次に図13の本発明の撮像装置について説明する。図13において、20はカメラ本体、21は実施例1乃至6に説明したいずれか1つのズームレンズによって構成された撮影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)である。尚、各実施例のズームレンズはクイックリターンミラーのある一眼レフカメラやクイックリターンミラーのないミラーレスのカメラにも適用できる。

10

【0071】

以下、実施例1~6に対応する数値実施例1~6の具体的数値データを示す。各数値実施例において、iは物体側から数えた面の番号を示す。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径である。diは第i面と第(i+1)面との軸上間隔である。ndi、di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。は半画角である。数値実施例5,6においてd28の値が一部マイナス符号となっているが、これは第4レンズ群の最終レンズ面、フレア Cutter (FC)の順に数えたためである。

【0072】

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置として、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、A4、A6、A8、A10、A12を非球面係数とすると、

20

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) \times (h / r)^2\}^{1/2}] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6 + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10} + A12 \times h^{12}$$

なる式で表している。なお、各非球面係数における「e±XX」は「x10±XX」を意味している。また、前述の各条件式と数値実施例との関係を(表1)に示す。

【0073】

[数値実施例1]

面データ

30

面番号	r	d	nd	d
1*	54.141	2.30	2.00330	28.3
2	19.098	5.03		
3	28.535	1.80	1.55332	71.7
4*	14.828	10.14		
5	-52.774	1.38	1.84222	43.7
6	58.350	0.10		
7	38.661	7.14	1.78471	26.0
8	-69.103	(可変)		
9	(FC)	(可変)		
10	36.541	1.20	1.80809	22.8
11	17.199	5.20	1.65412	39.7
12	-119.313	3.77		
13	59.375	3.00	1.53084	49.7
14	-86.123	(可変)		
15(絞り)	(SP)	1.87		
16	-55.769	0.98	1.88300	40.8
17	146.713	1.11		
18	-47.251	0.98	1.71807	32.0
19	22.061	5.40	1.80809	22.8

最大光線有効径27.995

40

50

20	-66.101	1.03		
21	(SSP)	(可変)		
22	18.559	5.58	1.49700	81.5
23	-69.646	0.15		
24	70.943	1.00	1.91082	35.3
25	16.382	6.80	1.43875	94.9
26	-28.941	1.40	1.90366	31.3
27*	-58.704	(可変)		
28	(FC)	38.60		

10

像面

【 0 0 7 4 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.05663e-005 A 6=-2.23229e-008 A 8= 3.54933e-011 A10=-3.56386e-014 A12= 1.69771e-017

第4面

K =-6.23758e-001 A 4= 2.15179e-005 A 6=-3.90684e-008 A 8=-3.78682e-011 A10=-3.08104e-013

20

第27面

K =-1.02862e+001 A 4= 1.54094e-005 A 6= 8.15661e-008 A 8=-1.49125e-011 A10= 3.05979e-012

	広角	中間	望遠
焦点距離	16.49	23.55	33.95
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角 (度)	52.68	42.57	32.51

d 8	18.02	7.45	1.00
d 9	7.76	4.69	1.91
d14	1.00	4.06	6.84
d21	7.59	4.69	0.99
d27	0.00	8.66	22.60

30

【 0 0 7 5 】

[数値実施例 2]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	49.356	2.30	1.88300	40.8
2	19.879	5.74		
3*	26.583	1.80	1.56907	71.3
4*	13.569	12.79		
5	-45.928	1.38	1.88300	40.8
6	86.702	0.10		
7	52.839	5.70	1.80610	33.3
8	-52.421	(可変)		
9	37.202	1.20	1.64769	33.8
10	18.497	5.20	1.51633	64.1
11	-110.541	5.23		

40

最大光線有効径30.241

50

12	53.907	3.00	1.61772	49.8
13	-92.097	(可変)		
14(絞リ)	(SP)	1.87		
15	-58.306	1.25	1.72000	50.2
16	73.221	1.50		
17	-73.034	1.00	1.62230	53.2
18	29.316	2.68	1.80518	25.4
19	-287.926	1.00		
20	(SSP)	(可変)		
21	18.131	5.10	1.49700	81.5
22	-59.994	0.15		
23	158.125	1.00	1.85026	32.3
24	16.262	8.38	1.43875	94.9
25	-18.696	1.00	1.77250	49.6
26*	-59.868	1.20		
27	-39.582	2.00	1.59270	35.3
28	-27.911	(可変)		
29	(FC)	38.77		

像面

【 0 0 7 6 】

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.94698e-006 A 6=-5.47169e-008 A 8= 7.42531e-011 A10=-6.65369e-014 A12= 3.59356e-018

第4面

K = -1.06408e+000 A 4= 2.71687e-005 A 6=-7.10426e-008 A 8=-3.48660e-011 A10=-2.52192e-014

第26面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.34940e-005 A 6= 5.91184e-008 A 8= 1.76050e-010 A10= 1.48754e-012

	広角	中間	望遠
焦点距離	17.50	25.45	38.90
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角 (度)	51.03	40.36	29.08

d 8	30.31	13.22	1.04
d13	1.00	3.41	7.28
d20	7.27	4.85	0.99
d28	0.10	9.90	25.61

【 0 0 7 7 】

[数値実施例 3]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	32.440	2.10	1.88300	40.8
2	18.806	8.22		
3	23.807	1.64	1.56907	71.3

10

20

30

40

50

最大光線有効径28.254

4*	11.246	11.75		
5	-47.705	1.26	1.88300	40.8
6	68.791	0.09		
7	50.874	5.20	1.80610	33.3
8	-53.561	(可変)		
9	(SSP)	0.74		
10	31.557	1.20	1.69895	30.1
11	17.216	5.33	1.56883	56.4
12	-275.882	0.18		
13	42.262	3.41	1.53996	59.5
14	-195.796	(可変)		
15(絞リ)	(SP)	1.87		
16	-118.291	1.25	1.57250	57.7
17	134.631	1.20		
18	-58.702	1.00	1.83481	42.7
19	17.104	3.91	1.80000	29.8
20	-161.942	(可変)		
21	24.571	7.20	1.43875	94.9
22	-28.275	0.13		
23*	-189.886	1.50	1.80100	35.0
24	20.325	7.50	1.49700	81.5
25	-62.584	(可変)		
26	(FC)	39.49		

10

20

像面

【 0 0 7 8 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.22626e-006 A 6= 6.85081e-009 A 8=-2.71276e-011 A10=
4.34967e-014 A12=-2.88535e-017

30

第4面

K =-1.31793e+000 A 4= 3.47755e-005 A 6=-5.36676e-008 A 8=-1.50887e-010 A10=
-2.08775e-013

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.85231e-005 A 6=-1.83917e-008 A 8=-7.98144e-011 A10=
3.08747e-013

40

	広角	中間	望遠
焦点距離	17.51	26.00	38.89
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角 (度)	51.02	39.76	29.09

d 8	24.10	9.63	1.00
d14	1.09	6.06	13.08
d20	12.27	7.60	1.00
d25	0.00	8.82	21.33

【 0 0 7 9 】

[数值実施例 4]

50

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1*	40.042	2.30	1.88300	40.8	
2	20.447	5.08			
3	26.219	1.80	1.56907	71.3	
4*	12.462	13.07			最大光線有効径30.648
5	-46.779	1.30	1.88300	40.8	
6	63.275	0.10			
7	46.630	6.70	1.80610	33.3	10
8	-57.444	(可変)			
9	38.137	1.20	1.66680	33.0	
10	18.662	5.20	1.52249	59.8	
11	-120.078	4.78			
12	46.717	3.00	1.53172	48.8	
13	-85.014	(可変)			
14(絞リ)	(SP)	1.87			
15	-95.443	1.25	1.72000	50.2	
16	110.341	1.50			
17	-54.750	1.00	1.62230	53.2	20
18	32.587	2.68	1.80518	25.4	
19	-761.133	(可変)			
20	21.218	5.50	1.59282	68.6	
21	-52.860	0.15			
22	-332.218	0.80	1.85026	32.3	
23	17.588	8.31	1.43875	94.9	
24	-18.406	1.00	1.77250	49.6	
25*	-77.024	0.50			
26	-96.193	2.50	1.59270	35.3	
27	-31.394	(可変)			30
28	(FC)	38.91			

像面

【 0 0 8 0 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.74410e-006 A 6= 2.96363e-009 A 8=-7.89797e-012 A10=
1.11485e-014 A12=-6.45723e-018

第4面

K =-1.39682e+000 A 4= 3.65975e-005 A 6=-5.06771e-008 A 8= 5.98316e-011 A10=
-2.38695e-013 40

第25面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.86311e-005 A 6= 3.18612e-008 A 8= 1.03417e-010 A10=
2.29990e-013

	広角	中間	望遠
焦点距離	17.50	24.82	38.89
Fナンバー	2.88	3.25	4.10

半画角 (度)	51.02	41.08	29.09
d 8	28.07	13.05	1.05
d13	1.00	4.36	9.76
d19	10.67	7.31	1.91
d27	0.19	8.91	25.63

【 0 0 8 1 】

[数值实施例 5]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	56.498	2.27	1.88300	40.8
2	22.367	2.87		
3	27.000	1.78	1.58313	59.4
4*	14.050	12.33		
5	-49.883	1.36	1.83481	42.7
6	50.828	0.10		
7	41.815	6.31	1.69895	30.1
8	-58.868	(可変)		
9	39.493	1.30	1.84666	23.9
10	23.024	8.00	1.51742	52.4
11	-87.485	3.82		
12	39.960	5.18	1.51742	52.4
13	-78.985	(可変)		
14(絞り)	(SP)	1.90		
15	-2733.120	1.40	1.88300	40.8
16	105.790	2.36		
17	-46.812	1.10	1.80440	39.6
18	21.184	5.50	1.84666	23.8
19	-330.145	1.23		
20	(SSP)	(可変)		
21	32.261	8.60	1.49700	81.5
22	-22.035	1.20	1.84666	23.9
23	-35.311	0.20		
24	118.672	1.20	1.83400	37.2
25	21.828	6.40	1.49700	81.5
26	108.462	0.20		
27	63.724	3.40	1.58313	59.4
28*	-137.932	(可変)		
29	(FC)	38.97		

最大光線有効径30.777

像面

【 0 0 8 2 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.37879e-007 A 6= 2.50550e-009 A 8=-1.03658e-011 A10=
1.43365e-014 A12=-7.25900e-018

第4面

K =-1.28331e+000 A 4= 2.65181e-005 A 6=-2.92796e-009 A 8= 3.91989e-013 A10=
-1.98199e-014

10

20

30

40

50

第28面

K = -1.00341e+001 A 4= 1.00235e-005 A 6= 1.73133e-009 A 8= 5.52840e-011 A10=
-8.42415e-014

	広角	中間	望遠
焦点距離	16.50	25.34	34.00
Fナンバー	2.91	2.91	2.91
半画角 (度)	52.66	40.49	32.47

10

d 8	23.73	7.89	1.26
d13	0.90	6.67	11.28
d20	10.85	5.07	0.47
d28	-0.23	10.50	21.24

【 0 0 8 3 】

[数值実施例 6]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.265	2.27	1.88300	40.8
2	22.966	2.43		
3	27.000	1.90	1.58313	59.4
4*	13.427	12.78		
5*	-49.434	1.36	1.82766	43.4
6	57.155	0.10		
7	43.118	6.14	1.68767	31.2
8	-59.777	(可変)		
9	38.632	1.30	1.84513	25.2
10	22.612	7.26	1.52383	51.1
11	-90.638	3.83		
12	42.944	4.58	1.51727	53.7
13	-81.645	(可変)		
14(絞リ)	(SP)	1.90		
15	-3585.406	1.40	1.88300	40.8
16	119.979	2.36		
17	-47.296	1.10	1.80094	39.6
18	21.503	5.50	1.84666	23.8
19	-482.287	1.23		
20	(SSP)	(可変)		
21	32.248	8.50	1.49700	81.5
22	-22.347	1.20	1.84666	23.9
23	-35.316	0.20		
24	135.243	1.20	1.83400	37.2
25	21.812	6.95	1.49700	81.5
26	102.138	0.20		
27	60.051	2.90	1.58313	59.4
28*	-112.334	(可変)		
29	(FC)	38.98		

最大光線有効径30.637

20

30

40

像面

50

【 0 0 8 4 】

非球面データ

第4面

K = -1.12190e+000 A 4= 2.13973e-005 A 6=-1.46785e-008 A 8= 9.71836e-011 A10=-1.11194e-013

第5面

K = 1.26986e-001 A 4=-6.13176e-007 A 6= 9.80499e-011 A 8= 2.01874e-012 A10=-1.41944e-014

第28面

K = -1.05433e+001 A 4= 9.54547e-006 A 6=-1.53662e-010 A 8= 6.26557e-011 A10=-1.00401e-013

	広角	中間	望遠
焦点距離	16.51	25.42	34.00
Fナンバー	2.91	2.91	2.91
半画角 (度)	52.66	40.40	32.47

d 8	23.49	7.58	1.00
d13	0.90	6.83	11.33
d20	10.63	4.70	0.20
d28	-0.19	10.66	21.51

【 0 0 8 5 】

【表 1】

条件式 実施例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	f11/fw	(R11b+R11a) /(R11b-T11a)	h12/D12	f12/fw	N11	ν 12	N4p	f1/fw	β RW x β RT
実施例 1	-1.84	2.09	1.83	-3.55	2.00	71.7	1.50	-1.29	1.24
実施例 2	-2.24	2.35	1.73	-2.93	1.88	71.3	1.50	-1.38	1.17
実施例 3	-3.12	3.76	1.62	-2.25	1.88	71.3	1.44	-1.30	1.32
実施例 4	-2.86	3.09	1.58	-2.50	1.88	71.3	1.50	-1.33	1.27
実施例 5	-2.62	2.31	1.66	-3.21	1.88	59.4	1.50	-1.28	1.25
実施例 6	-2.79	2.42	1.59	-2.93	1.88	59.4	1.50	-1.30	1.21

【符号の説明】

【 0 0 8 6 】

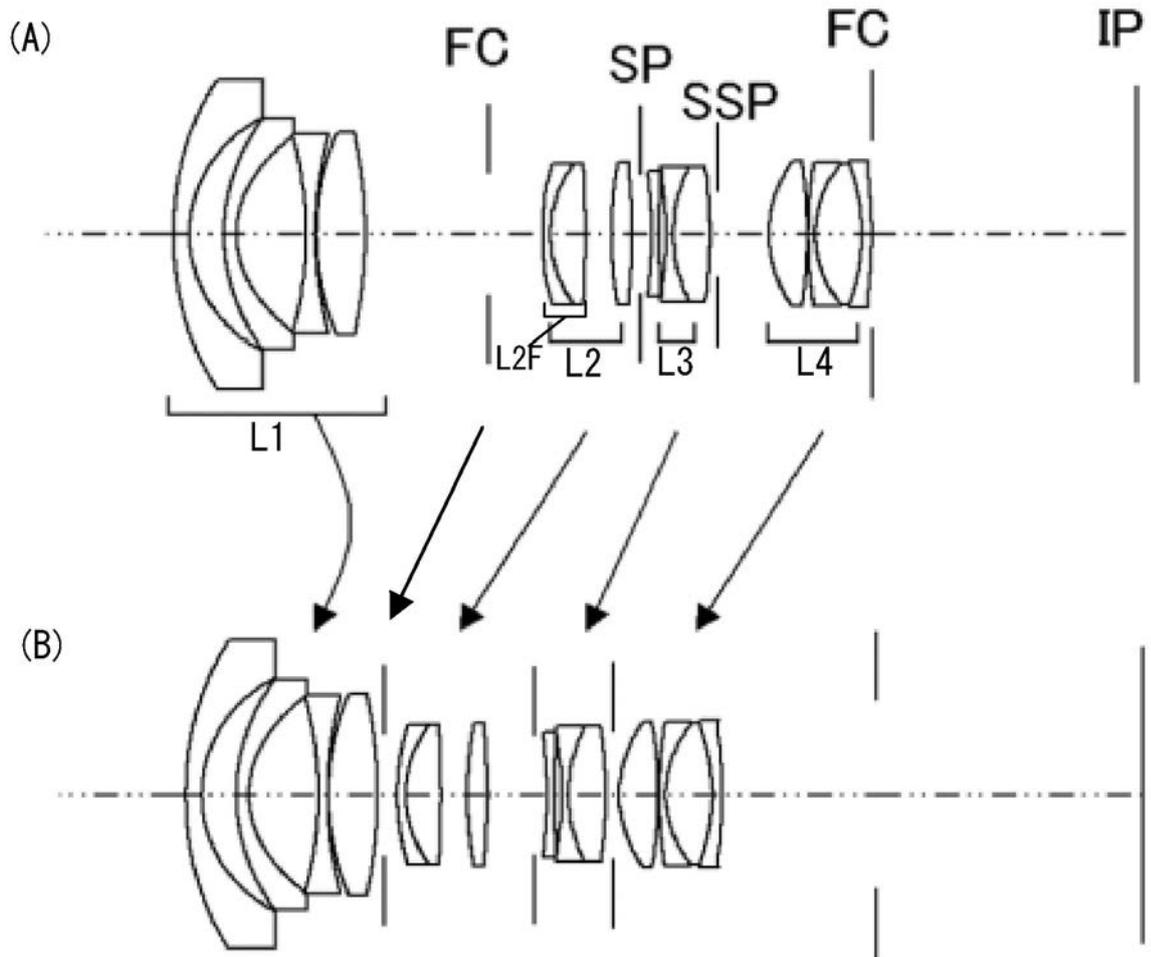
- L 1 第 1 レンズ群
- L 2 第 2 レンズ群
- L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群

10

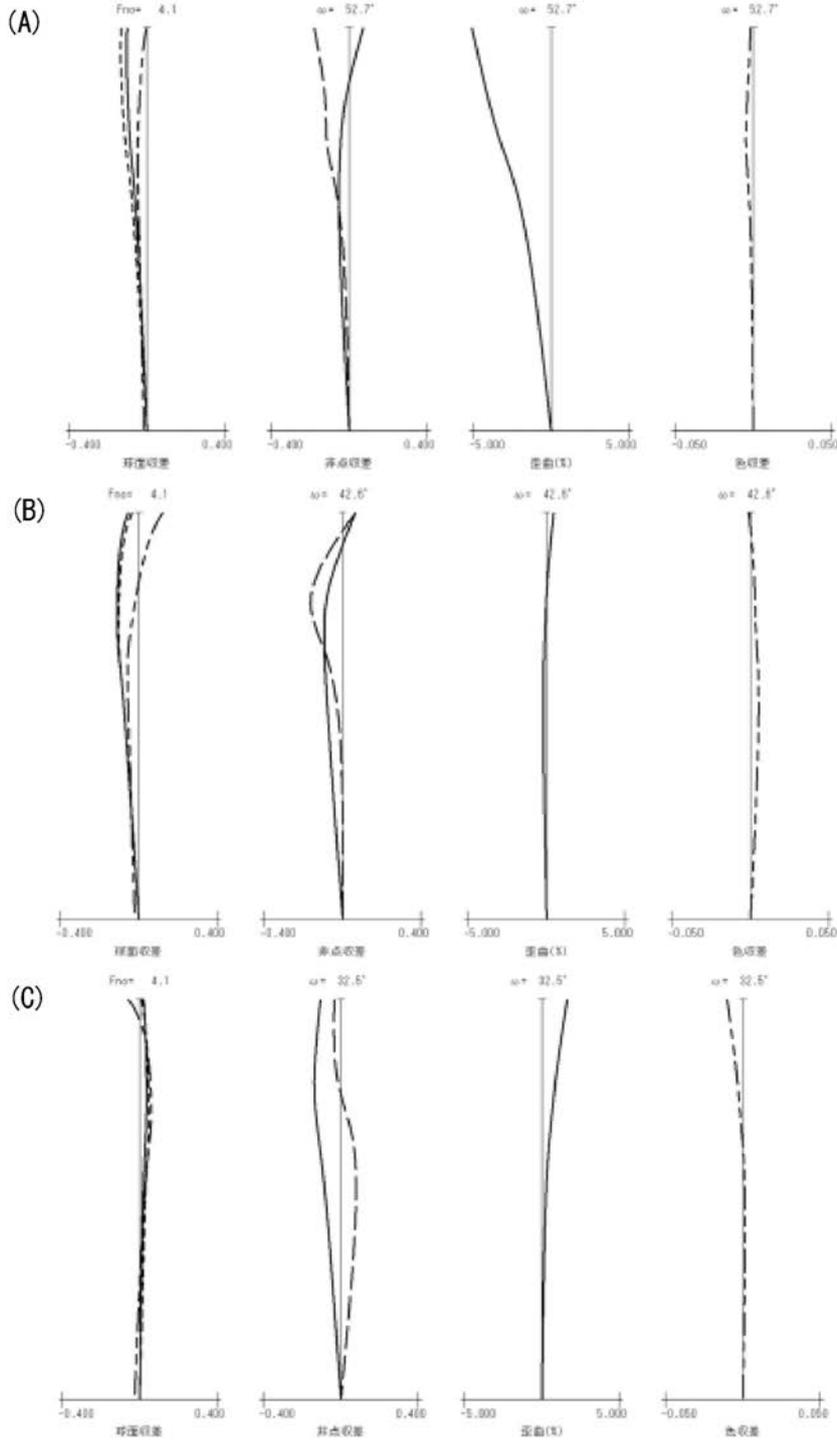
20

30

【 図 1 】

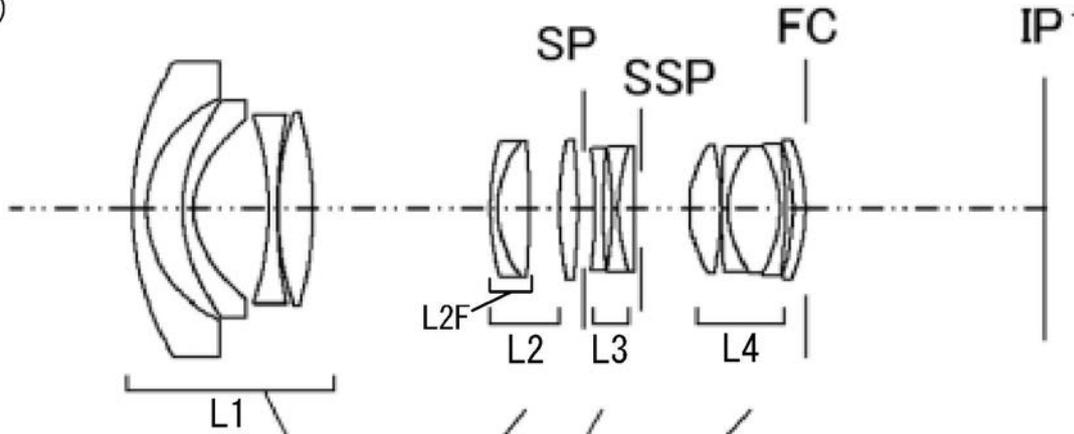


【 図 2 】

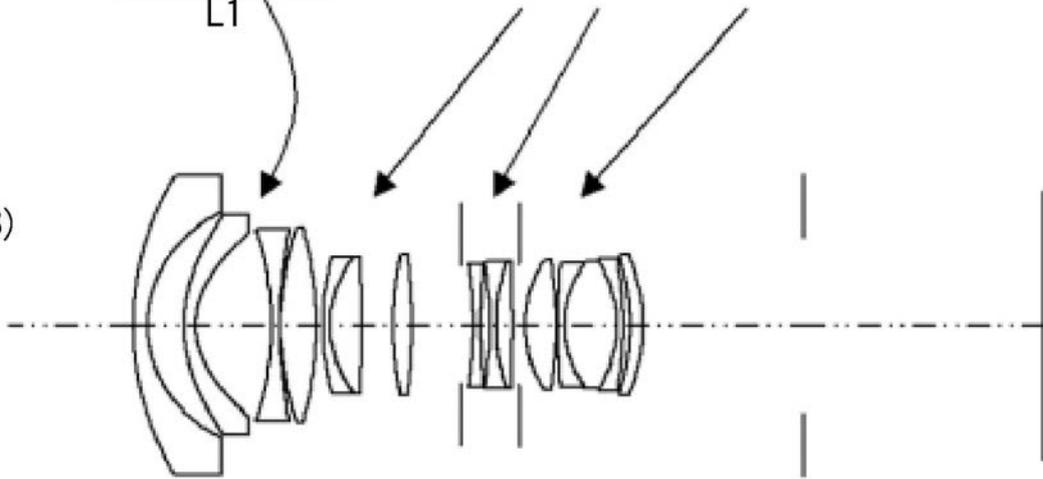


【 図 3 】

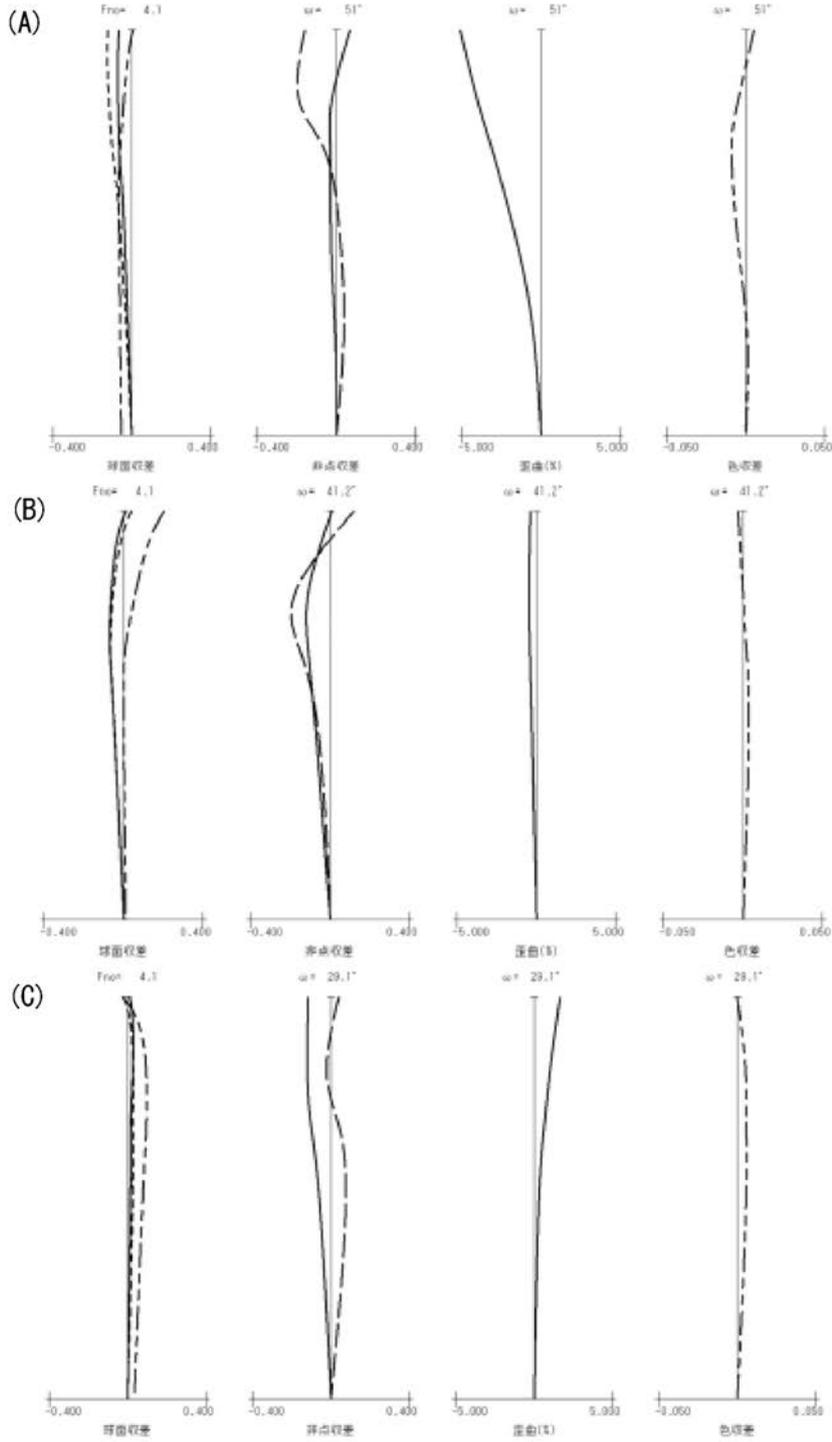
(A)



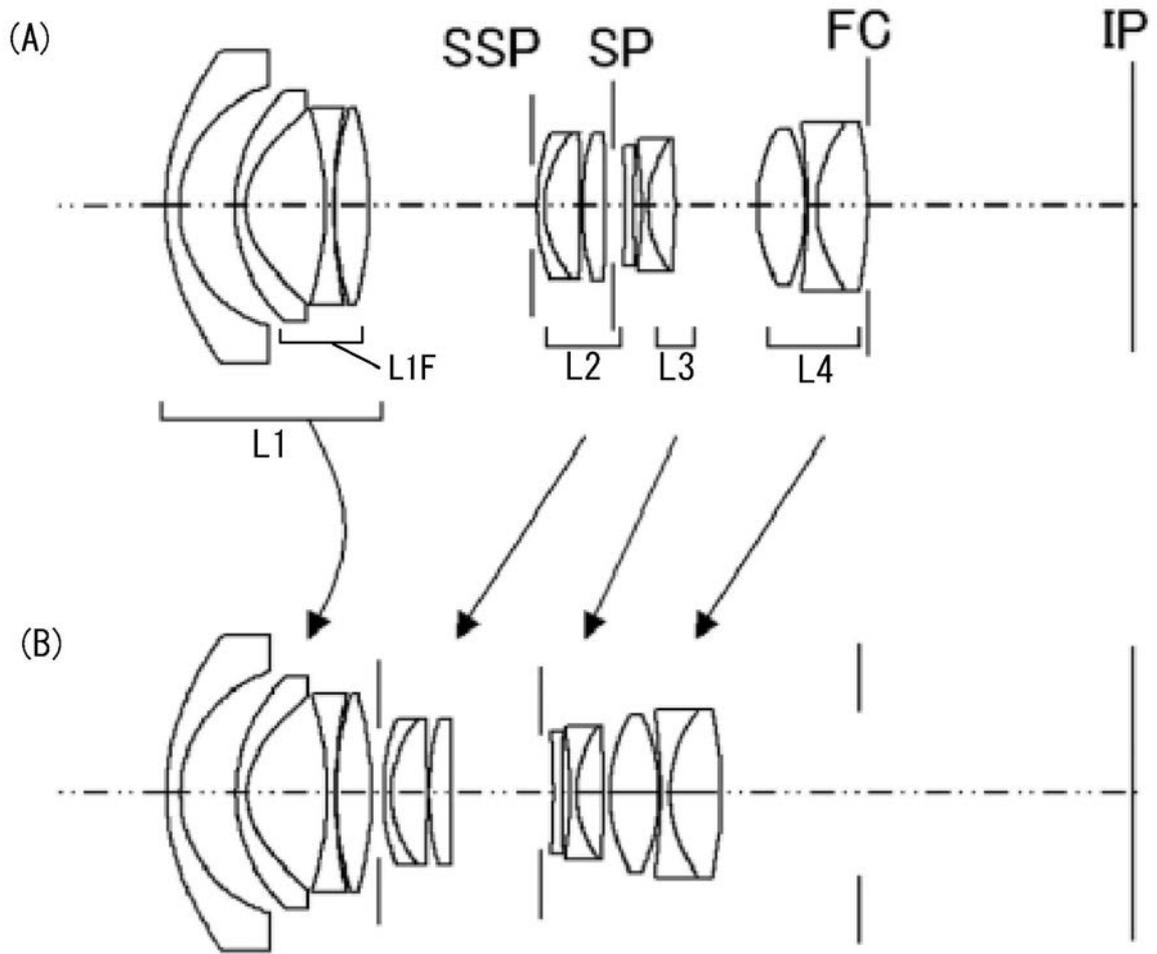
(B)



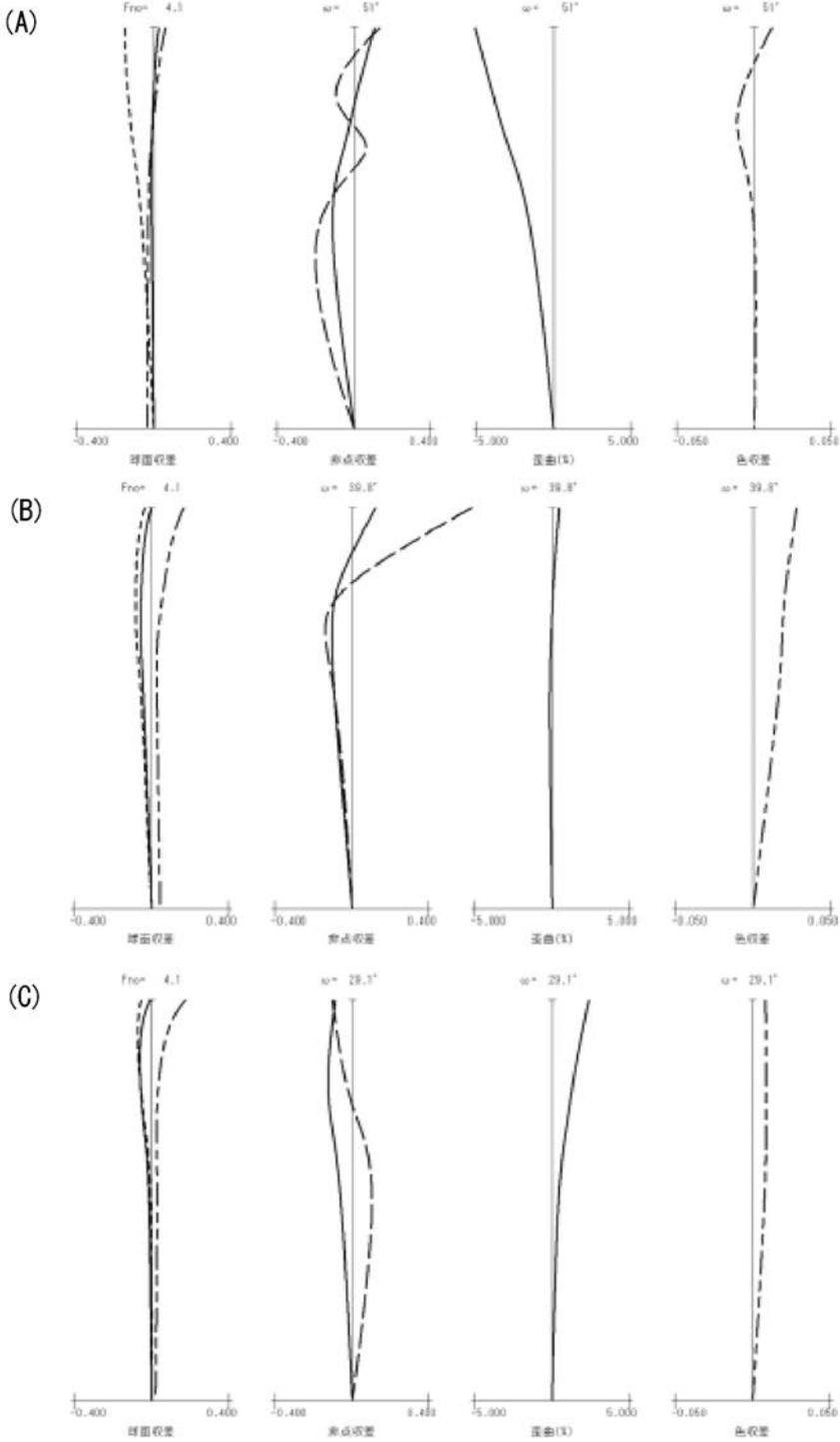
【 図 4 】



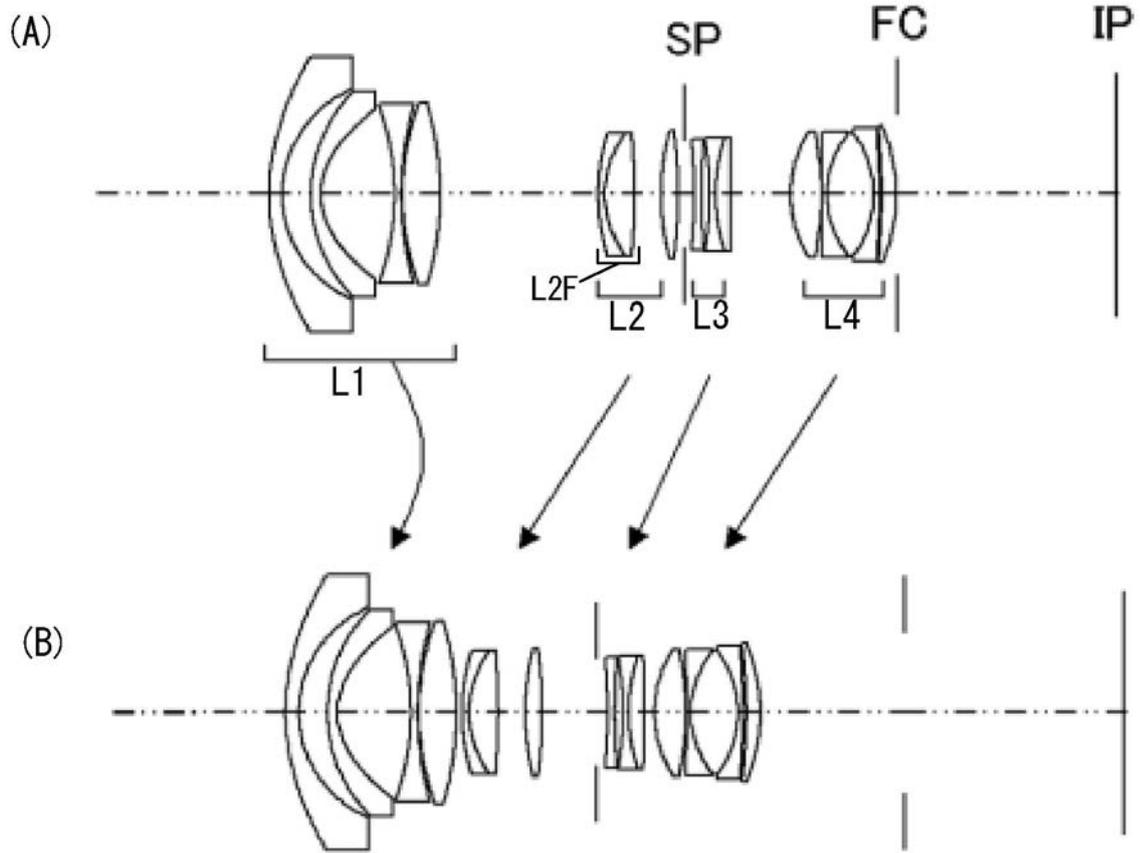
【 図 5 】



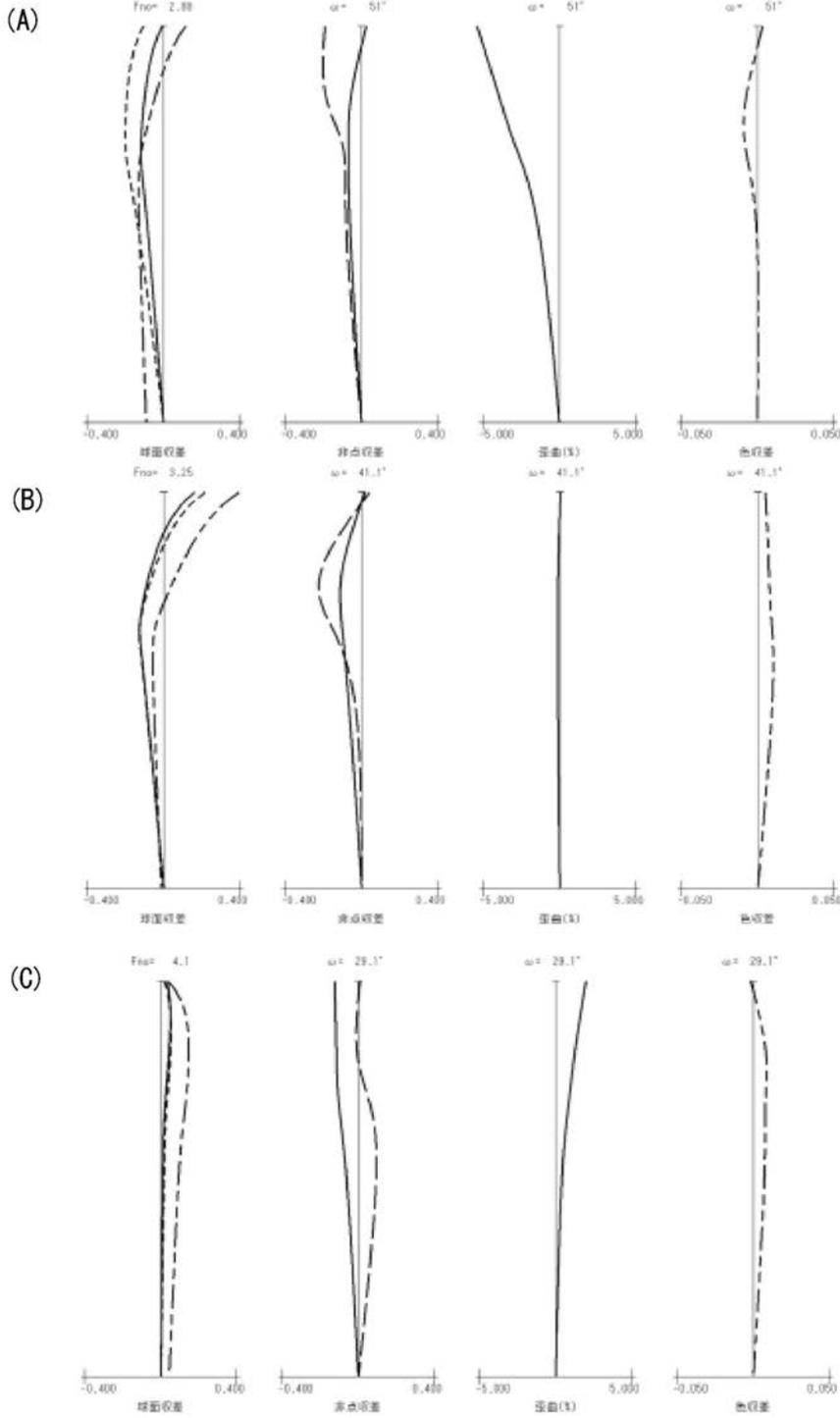
【 図 6 】



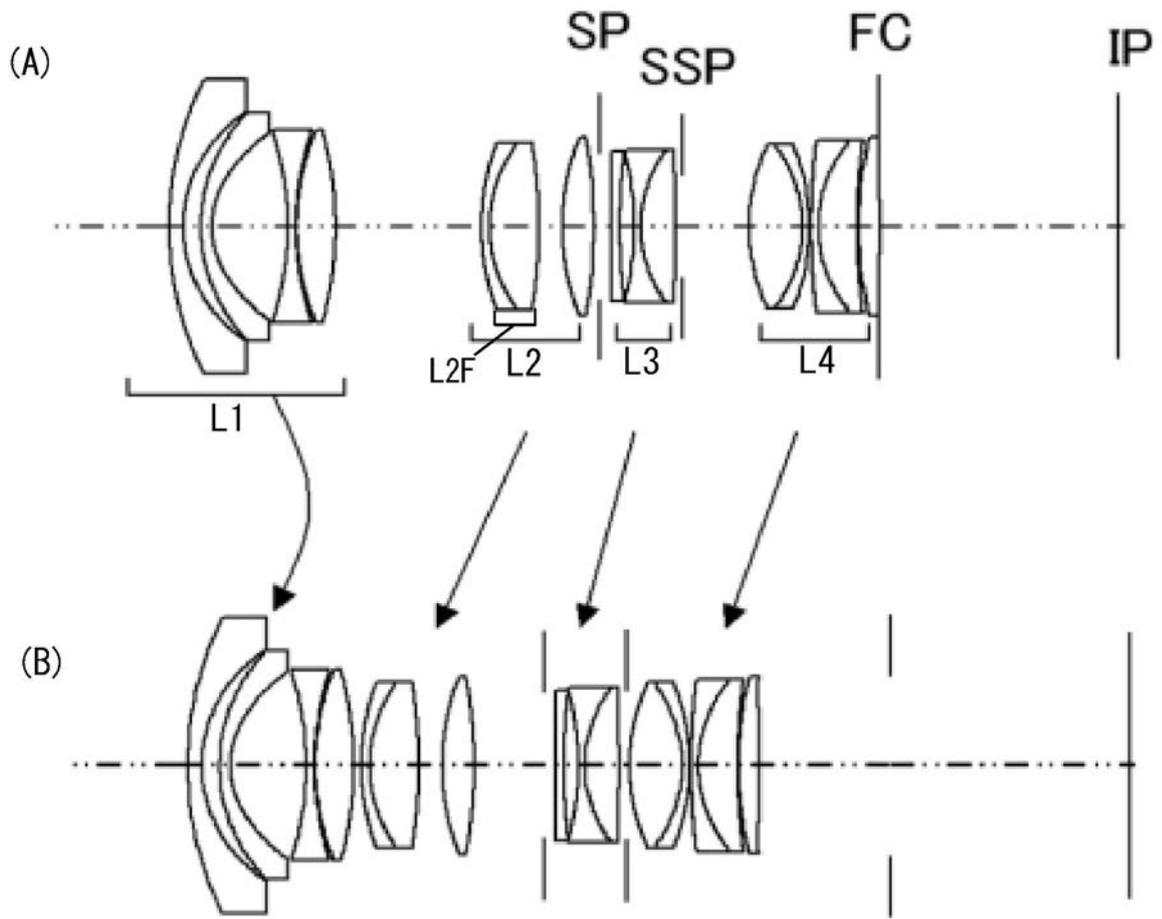
【 図 7 】



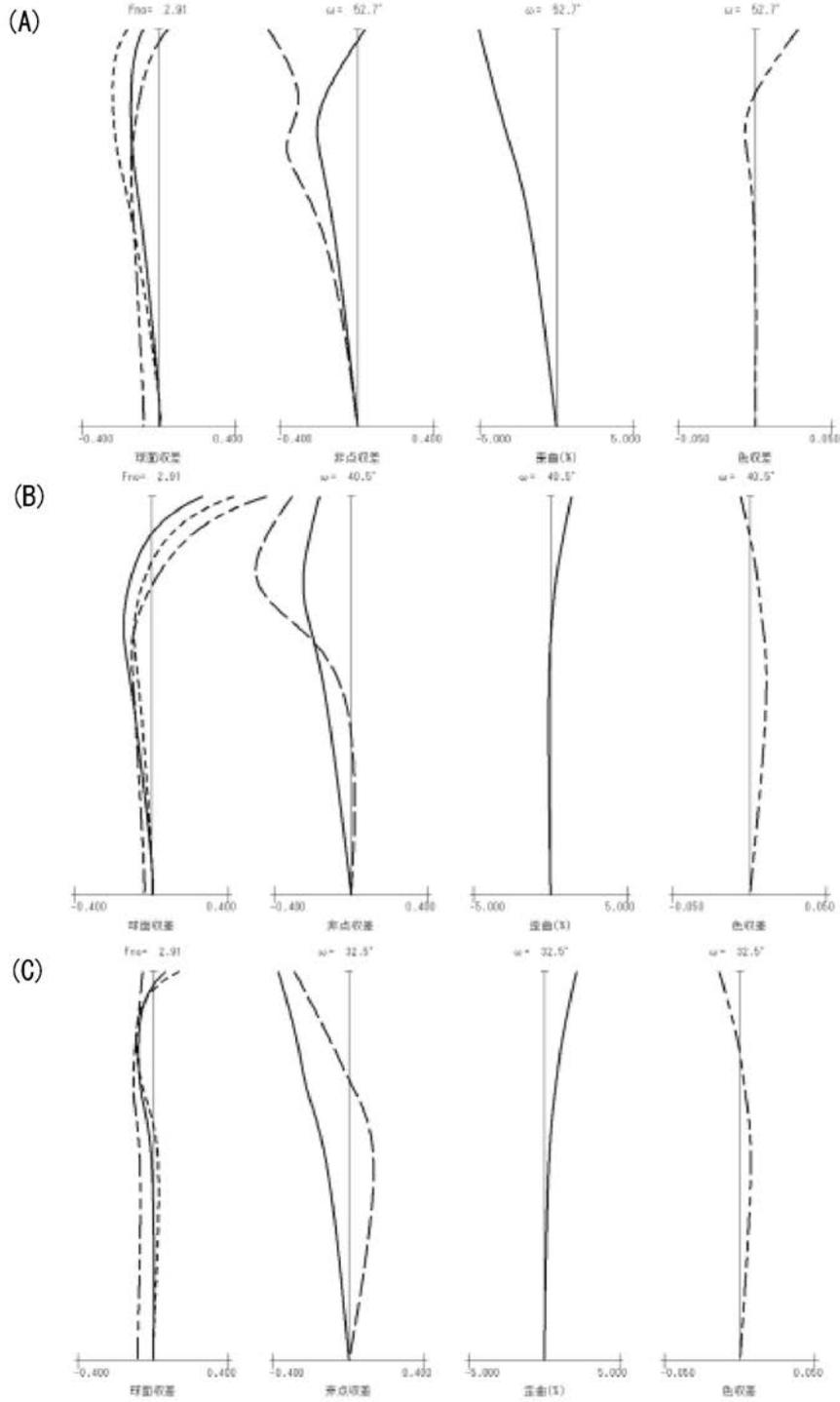
【 図 8 】



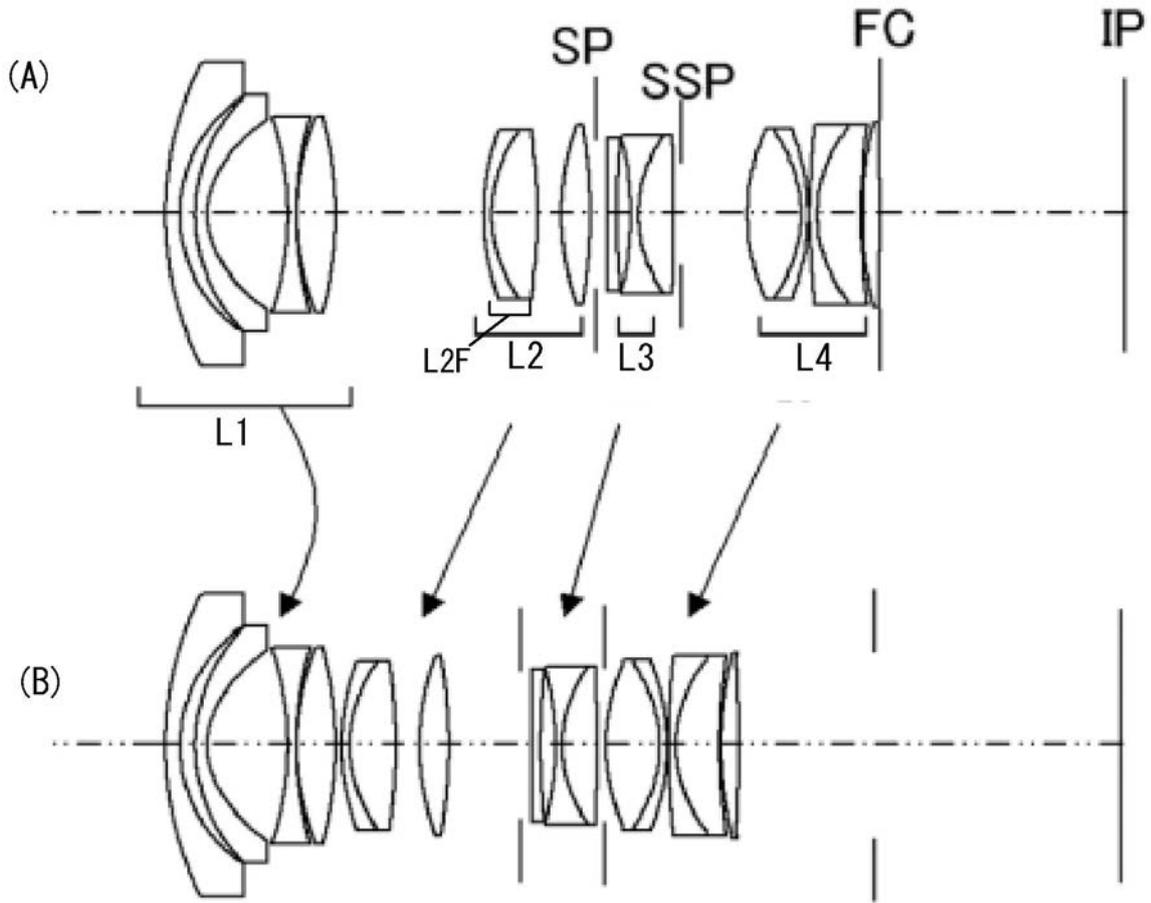
【 図 9 】



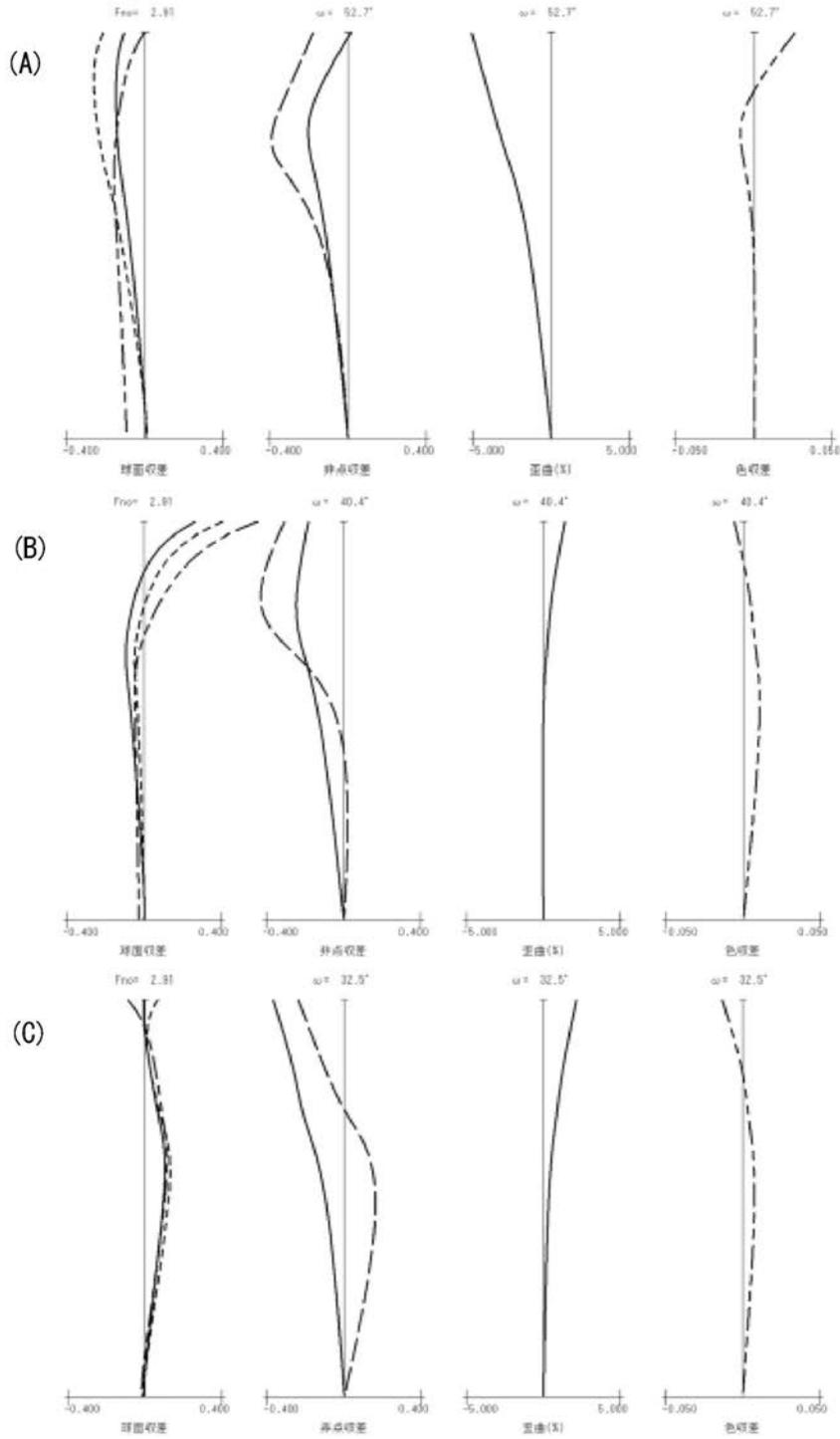
【 図 1 0 】



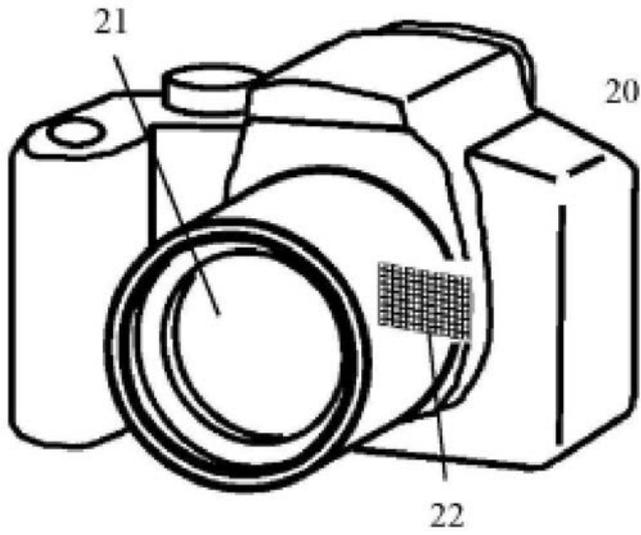
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA18 NA14 NA18 PA10 PA11 PA16 PA20 PB13 PB14
PB15 QA02 QA07 QA17 QA22 QA26 QA32 QA34 QA37 QA41
QA42 QA45 QA46 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32 SA24 SA26
SA30 SA32 SA62 SA63 SA64 SA65 SB05 SB14 SB24 SB34
SB35 SB36