

(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2016-31419

(P2016-31419A)

(43) 公開日 平成28年3月7日(2016.3.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/20 (2006.01)	G02B 15/20	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-152890 (P2014-152890)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成26年7月28日 (2014.7.28)		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	茂木 修一
			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
		Fターム(参考)	2H087 KA01 MA16 NA14 PA14 PA15
			PA19 PA20 PB16 PB17 QA02
			QA06 QA17 QA21 QA25 QA32
			QA42 QA45 RA05 RA12 RA13
			RA32 RA42 RA43 SA43 SA47
			SA49 SA52 SA56 SA62 SA63
			SA64 SA65 SA66 SB04 SB14
			SB25 SB35 SB36 SB43

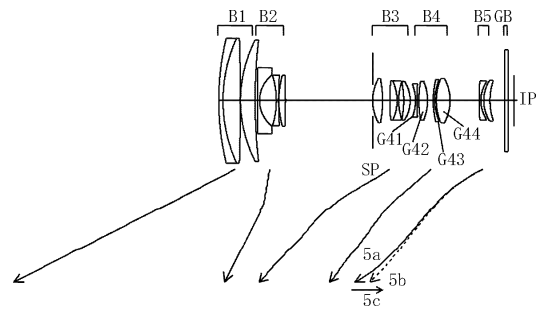
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 広画角，高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有し、全系が小型のズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側から像側へ順に、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から構成され、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、広角端から望遠端へのズームングに際して第1レンズ群は物体側へ移動し、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔は減少し、第1レンズ群の焦点距離 f_1 、第4レンズ群の焦点距離 f_4 、広角端におけるレンズ全長 $T D w$ 、広角端におけるバックフォーカス $b f w$ 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、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、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群から構成され、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、

広角端から望遠端へのズームングに際して前記第 1 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間隔は減少し、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端におけるレンズ全長を TDw 、広角端におけるバックフォーカスを bfw とするとき、

$$3.50 < f_1 / f_4 < 10.00$$

$$7.00 < TDw / bfw < 35.00$$

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】

広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$2.00 < f_1 / f_w < 20.00$$

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 5 レンズ群の焦点距離を f_5 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき

$$-10.00 < f_5 / f_w < -0.20$$

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 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-8.00 < f_1 / f_2 < -1.00$$

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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 1 レンズ群の移動量を M_1 、広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 とするとき、

$$0.01 < M_2 / M_1 < 0.30$$

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】

広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.10 < f_4 / f_w < 5.00$$

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】

前記第 4 レンズ群は最も物体側に負レンズ G_{41} を有し、該負レンズ G_{41} の焦点距離を f_{41} とするとき、

$$-10.00 < f_{41} / f_4 < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

広角端から望遠端へのズームングにおける前記第 5 レンズ群の移動量を M_5 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

$$0.02 < |M_5 / f_t| < 0.50$$

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】

10

20

30

40

50

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.20 < f_1 / f_3 < 6.00$$

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】

開口絞りを有し、前記開口絞りよりも像側に、フォーカシングに際して移動するフォーカシングレンズ群を有し、該フォーカシングレンズ群は負の屈折力を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】

前記第4レンズ群は最も物体側に負レンズG41を有し、該負レンズG41の像側に正レンズを有することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のズームレンズ。

10

【請求項12】

請求項1乃至11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た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、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩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。

20

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置に用いられる撮影光学系には、レンズ全長が短く、コンパクト（小型）であること、そして、広画角、高ズーム比（高変倍比）で、しかも高解像力のズームレンズであること等が要望されている。これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側に正の屈折力のレンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズで、全体として5つのレンズ群より構成されるズームレンズが知られている（特許文献1, 2）。

【0003】

特許文献1, 2では、物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群よりなる5群構成のズームレンズを開示している。このうち特許文献1では広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群が物体側へ移動し、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が減少するように各レンズ群が移動し、フォーカシングに際しては第5レンズ群が移動するズームレンズを開示している。

30

【0004】

特許文献2は広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群が像側へ凸状の軌跡で移動し、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が変化するように第2レンズ群乃至第4レンズ群が移動し、第5レンズ群が不動である。そしてフォーカシングに際しては第4レンズ群が移動するズームレンズを開示している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-168933号公報

【特許文献2】特開2010-039429号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、撮像装置の小型化及び高機能化に伴って、広画角、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、かつレンズ系全体が小

50

型であることが強く要望されている。前述したポジティブリード型の5群ズームレンズにおいて、全系の小型化と、広画角化，そして高ズーム比を確保しつつ全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、ズームレンズの各要素を適切に設定することが重要となってくる。

【0007】

例えばズームングに伴い移動する第1レンズ群，第2レンズ群，第4レンズ群，第5レンズ群の屈折力、そしてズームングに際しての第1レンズ群や第2レンズ群の移動量等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が適切でないと、高ズーム比化を図る際に全系が大型化し、又、ズームングに伴う諸収差の変動が増大し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。

10

【0008】

特許文献1はズーム比4～5.7倍程度の全ズーム範囲及び物体距離全般にわたり高い光学性能を有するズームレンズを開示している。しかしながら、広角端におけるバックフォーカスが長くなりすぎて、広角端におけるレンズ全長が増大する傾向があった。特許文献2は光学系全体が小型で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズを開示している。特許文献2のズームレンズは第1レンズ群に対し第4レンズ群の屈折力が弱い。このため更なる高ズーム比化を図ろうとすると、第4レンズ群の移動量が増加する傾向があった。

【0009】

本発明は、広画角，高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有し、全系が小型のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から構成され、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、広角端から望遠端へのズームングに際して前記第1レンズ群は物体側へ移動し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔は減少し、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端におけるレンズ全長を $T D w$ 、広角端におけるバックフォーカスを $b f w$ とするとき、

30

$$3.50 < f_1 / f_4 < 10.00$$

$$7.00 < T D w / b f w < 35.00$$

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】

【0011】

本発明によれば、広画角，高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有し、全系が小型のズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

40

【図1】実施例1のレンズ断面図

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

【図3】実施例2のレンズ断面図

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

【図5】実施例3のレンズ断面図

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

【図7】実施例4のレンズ断面図

50

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

【図 9】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。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、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、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群から構成される。そして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。

10

【0014】

図 1 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）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、中間ズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。実施例 1 はズーム比 2.3.53、開口比（F ナンバー）2.88 ~ 5.76 のズームレンズである。

【0015】

図 3 は、本発明の実施例 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 2.1.65、開口比（F ナンバー）2.88 ~ 5.77 のズームレンズである。

20

【0016】

図 5 は、本発明の実施例 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 2.1.36、開口比（F ナンバー）2.88 ~ 5.76 のズームレンズである。

【0017】

図 7 は、本発明の実施例 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 2.5.58、開口比（F ナンバー）2.88 ~ 5.76 のズームレンズである。図 9 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

30

【0018】

本発明のズームレンズは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方（物体側、拡大側）で右方が後方（像側、縮小側）である。レンズ断面図において、 i は物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、 B_i は第 i レンズ群である。

【0019】

各実施例のレンズ断面図において、 B_1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、 B_2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、 B_3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、 B_4 は正の屈折力の第 4 レンズ群、 B_5 は負の屈折力の第 5 レンズ群である。 SP は開放 F ナンバー（ F_{no} ）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をする F ナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）であり、第 3 レンズ群 L_3 の物体側に位置している。

40

【0020】

GB は光学フィルター、フェースプレート、水晶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 CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。又、銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。

【0021】

収差図のうち球面収差図において d は d 線、 g は g 線である。非点収差図において M はメリディオナル像面、 S はサジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表してい

50

る。FnoはFナンバー、 θ は半画角(度)である。半画角 θ は光線追跡値による値を示す。レンズ断面図において矢印は広角端から望遠端へのズームに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。

【0022】

以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍レンズ群(第2レンズ群B2)が機構上、光軸上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。各実施例では、広角端から望遠端へのズームに際して矢印のように、各レンズ群が移動する。

【0023】

また、第5レンズ群B5を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第5レンズ群B5に関する実線の曲線5aと点線の曲線5bは、各々無限遠と近距離にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。又、望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、矢印5cに示すように第5レンズ群L5を後方へ繰り込むことを行っている。開口絞りSPはズームに際して第3レンズ群B5と一体的に(同じ軌跡で)移動する。

10

【0024】

本発明は、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、全系が小型のズームレンズを得ることを1つの目的としている。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B1、負の屈折力の第2レンズ群B2、正の屈折力の第3レンズ群B3、正の屈折力の第4レンズ群B4、負の屈折力の第5レンズ群B5からなる。このような構成をとることで高ズーム比化を図りつつ、望遠端において倍率色収差およびコマ収差を良好に補正し、高い光学性能を得ている。

20

【0025】

さらには、広角端から望遠端へのズームに際し、第1レンズ群B1は物体側へ移動する。そして各レンズ群の間隔変化は次のとおりである。第1レンズ群B1と第2レンズ群B2の間隔が広がり、第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の間隔が狭まり(減少し)、第3レンズ群B3と第4レンズ群B4の間隔が変化し、第4レンズ群B4と第5レンズ群B5の間隔が狭まる。このような各レンズ群の間隔変化によって、高ズーム比でレンズ全長が短く、かつ全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ている。

【0026】

そして、第3レンズ群B3を正の屈折力、第4レンズ群B4を正の屈折力、第5レンズ群B5を負の屈折力とすることで、第3レンズ群B3以降の屈折力を強めて、広角端におけるバックフォーカスを短くしている。また、第1レンズ群B1は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズを有する構成として、望遠端において球面収差、倍率色収差、軸上色収差等を良好に補正している。これによって、広角端におけるレンズ全長の増大を抑制しつつ、高ズーム比化を図っている。

30

【0027】

そして、第4レンズ群B4は、最も物体側に負レンズG41を有し、負レンズG41の像側の任意の位置に正レンズが位置する構成としている。これにより、軸外光束を適切に屈折して、第4レンズ群B4以降の各レンズ群の有効径の小型化を図っている。また、第4レンズ群B4の屈折力を強めることで、広角端におけるバックフォーカスを短縮している。

40

【0028】

各実施例では、開口絞りSPを有し、開口絞りSPよりも像側に、フォーカシングに際して移動するフォーカシングレンズ群を有し、フォーカシングレンズ群は負の屈折力を有する。第1レンズ群B1の焦点距離を f_1 、第4レンズ群B4の焦点距離を f_4 とする。広角端におけるレンズ全長をTDW、広角端におけるバックフォーカスをbfwとする。ここでバックフォーカスとは最終レンズ面から像面までの空気換算での距離である。レンズ全長とは第1レンズ群から最終レンズ面までの距離(光学全長)にバックフォーカスを加えた値である。

【0029】

50

このとき、

$$3.50 < f_1 / f_4 < 10.00 \quad \dots (1)$$

$$7.00 < TDW / bfw < 35.00 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足する。

【0030】

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4レンズ群B4の焦点距離に対する第1レンズ群B1の焦点距離の比に関する。条件式(1)の上限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が長くなりすぎると、高ズーム比化を図るためには、第2レンズ群B2と第1レンズ群B1の間隔変化量を増大しなければならず、望遠端におけるレンズ全長が増大してくる。

10

【0031】

もしくは、第4レンズ群B4の焦点距離が短くなりすぎてしまい、全ズーム範囲において像面湾曲、コマ収差等の補正が困難となる。また、下限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が短くなりすぎると、望遠端において球面収差、軸上色収差等の補正が困難となる。もしくは、第4レンズ群B4の焦点距離が長くなりすぎてしまい、高ズーム比化を図るためには、第4レンズ群B4と第5レンズ群B5の間隔変化量を増大しなくてはならず、広角端においてレンズ全長が増大してくる。

【0032】

条件式(2)は広角端におけるレンズ全長とバックフォーカスの比に関する。条件式(2)の上限値を超えると、広角端におけるレンズ全長が増大してしまう。もしくは、広角端におけるバックフォーカスが短くなりすぎてしまい、最終レンズ面の像側に光学フィルターを配置することが困難となる。また、下限値を超えて、広角端におけるレンズ全長が短くなると、各レンズ群の屈折力が強くなりすぎてしまい、広角端において球面収差、非点収差、コマ収差等の補正が困難となる。更に好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

20

【0033】

$$3.62 < f_1 / f_4 < 9.00 \quad \dots (1a)$$

$$9.91 < TDW / bfw < 33.46 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは、条件式(1a)、(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0034】

$$3.74 < f_1 / f_4 < 8.01 \quad \dots (1b)$$

$$12.82 < TDW / bfw < 31.93 \quad \dots (2b)$$

以上の構成をとることにより、本発明は、高画角、高ズーム比で、レンズ系全体の小型化を図りつつ、広角端のレンズ全長を軽減している。更に、広角端から望遠端までの全ズーム範囲にわたり色収差や像面湾曲などを良好に補正している。

30

【0035】

本発明のズームレンズは、以上のような構成を満足することにより実現されるが、全系の小型化を維持しつつ更に光学性能を良好に維持するためには、以下の条件を満足することが望ましい。

【0036】

第2レンズ群B2の焦点距離を f_2 とする。第3レンズ群B3の焦点距離を f_3 とする。第5レンズ群B5の焦点距離を f_5 とする。第4レンズ群B4は最も物体側に負レンズG41を有し、負レンズG41の焦点距離を f_{41} とする。広角端から望遠端へのズームングに際しての第1レンズ群の移動量を M_1 とする。広角端から望遠端へのズームングに際しての第2レンズ群B2の移動量を M_2 とする。広角端から望遠端へのズームングにおける第5レンズ群B5の移動量を M_5 とする。広角端における全系の焦点距離を f_w とする。望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。

40

【0037】

ここで移動量とは広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と、望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置の差をいう。移動量の符号はレンズ群が広角端と比べて望遠端において像

50

側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。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。

【0038】

$$2.00 < f_1 / f_w < 20.00 \quad \dots (3)$$

$$-10.00 < f_5 / f_w < -0.20 \quad \dots (4)$$

$$-8.00 < f_1 / f_2 < -1.00 \quad \dots (5)$$

$$0.01 < M_2 / M_1 < 0.30 \quad \dots (6)$$

$$0.10 < f_4 / f_w < 5.00 \quad \dots (7)$$

$$-10.00 < f_{41} / f_4 < -0.10 \quad \dots (8)$$

$$0.02 < |M_5 / f_t| < 0.50 \quad \dots (9)$$

$$0.20 < f_1 / f_3 < 6.00 \quad \dots (10)$$

10

【0039】

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(3)は第1レンズ群B1の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比に関する。条件式(3)の上限値を超えて、広角端における全系の焦点距離に対し第1レンズ群B1の焦点距離が長くなりすぎると、高ズーム比化を図るために、第2レンズ群B2と第1レンズ群B1の間隔変化量を増大しなければならない。この結果、望遠端におけるレンズ全長を軽減することが困難となる。

【0040】

また、下限値を超えて、広角端における全系の焦点距離に対し第1レンズ群B1の焦点距離が短くなりすぎると、望遠端において球面収差、軸上色収差が増大し、これらの諸収差を補正することが困難となる。

20

【0041】

条件式(4)は第5レンズ群B5の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比に関する。条件式(4)の下限値を超えて、広角端における全系の焦点距離に対し第5レンズ群B5の負の焦点距離が長く(負の焦点距離の絶対値が大きくなる)と高ズーム比化を図るために、第5レンズ群B5と第4レンズ群B4の間隔変化量を増大しなければならない。この結果、広角端におけるレンズ全長が増大してくる。

【0042】

また上限値を超えて、広角端における全系の焦点距離に対し第5レンズ群の負の焦点距離が短くなると(負の焦点距離の絶対値が小さくなると)、全ズーム範囲において像面湾曲、コマ収差、倍率色収差等の諸収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。

30

【0043】

条件式(5)は第1レンズ群B1の焦点距離と第2レンズ群B2の焦点距離の比に関する。条件式(5)の下限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が長くなりすぎると、高ズーム比化するために、第2レンズ群B2と第1レンズ群B1の間隔変化量を増大しなければならない、望遠端におけるレンズ全長が増大してくる。

【0044】

もしくは、第2レンズ群B2の負の焦点距離が短くなりすぎてしまい、全ズーム範囲において像面湾曲、コマ収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。また、上限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が短くなりすぎると、望遠端において球面収差、軸上色収差を補正することが困難となる。もしくは、第2レンズ群B2の負の焦点距離が長くなりすぎると、高ズーム比化するために、第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の間隔変化量を増大しなければならない、広角端におけるレンズ全長が増大してくる。

40

【0045】

条件式(6)は広角端から望遠端へのズームングに際しての第2レンズ群B2と第1レンズ群B1の移動量の比に関する。条件式(6)の上限値を超えると、高ズーム比化するために、第2レンズ群B2と第1レンズ群B1の間隔変化量が増大してくる。この結果、望遠端におけるレンズ全長が増大してくる。もしくは、第1レンズ群B1の移動量が小さくなりすぎてしまい、高ズーム比化するために、第1レンズ群B1の正の屈折力を強くす

50

る必要がある。そうすると、望遠端において球面収差、軸上色収差の補正が困難となる。

【0046】

また、下限値を超えると、第2レンズ群B2の移動量が小さくなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには、第2レンズ群B2の負の屈折力を強く（負の屈折力の絶対値を大きく）する必要がある。そうすると、全ズーム範囲において像面湾曲、コマ収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。もしくは、第1レンズ群B1の移動量が大きくなりすぎてしまい、望遠端においてレンズ全長が増大してしまう。

【0047】

条件式(7)は第4レンズ群B4の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比に関する。条件式(7)の上限値を超えると、広角端における全系の焦点距離に対し第4レンズ群の焦点距離が長くなりすぎてしまう。この結果、高ズーム比化を図るためには、第4レンズ群B4と第5レンズ群B5の間隔変化量を増大しなければならず、広角端におけるレンズ全長が増大してくる。また、下限値を超えると、広角端における全系の焦点距離に対して第4レンズ群の焦点距離が短くなりすぎてしまい、全ズーム範囲において、像面湾曲、コマ収差、倍率色収差等が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。

10

【0048】

条件式(8)は第4レンズ群B4を構成する最も物体側の負レンズG41の焦点距離と第4レンズ群B4の焦点距離の比に関する。条件式(8)の上限値又は下限値を超えると、第4レンズ群B4以降のレンズ有効径を小型化するのが困難となる。

【0049】

条件式(9)はズームングに際しての第5レンズ群B5の移動量と望遠端における全系の焦点距離の比に関する。条件式(9)の上限値を超えると、広角端から望遠端へのズームングに際し、第5レンズ群B5の移動量が増大しすぎてしまい、望遠端においてレンズ全長が増大してしまう。

20

【0050】

また、下限値を超えると、望遠端における全系の焦点距離に対し第5レンズ群B5の移動量が減少しすぎてしまう。そのため、高ズーム比化を達成するためには、第5レンズ群B5の正の屈折力を強くする必要がある。そうすると、全ズーム範囲において像面湾曲、コマ収差、倍率色収差等の諸収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。

【0051】

条件式(10)は第1レンズ群B1の焦点距離と第3レンズ群B3の焦点距離の比に関する。条件式(10)の上限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が長くなりすぎると、広角端におけるレンズ全長が増大してしまう。もしくは、第3レンズ群B3の焦点距離が短くなりすぎてしまい、広角端において倍率色収差、コマ収差の補正が困難となる。また、下限値を超えて、第1レンズ群B1の焦点距離が短くなりすぎると、望遠端において球面収差、軸上色収差の補正が困難となる。

30

【0052】

もしくは、第3レンズ群B3の焦点距離が長くなりすぎてしまい、広角端におけるレンズ全長が増大してしまう。更に好ましくは、各条件式の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

40

【0053】

$$\begin{aligned}
 5.45 < f_1 / f_w < 17.41 & \dots (3a) \\
 -6.33 < f_5 / f_w < -0.95 & \dots (4a) \\
 -7.86 < f_1 / f_2 < -3.57 & \dots (5a) \\
 0.02 < M_2 / M_1 < 0.25 & \dots (6a) \\
 0.64 < f_4 / f_w < 3.69 & \dots (7a) \\
 -8.99 < f_{41} / f_4 < -0.40 & \dots (8a) \\
 0.07 < |M_5 / f_t| < 0.35 & \dots (9a) \\
 0.96 < f_1 / f_3 < 5.70 & \dots (10a)
 \end{aligned}$$

【0054】

50

更に好ましくは、各条件式(3a)～(10a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned}
 & 8.89 < f_1 / f_w < 14.82 && \dots (3b) \\
 & -2.67 < f_5 / f_w < -1.69 && \dots (4b) \\
 & -7.74 < f_1 / f_2 < -6.13 && \dots (5b) \\
 & 0.03 < M_2 / M_1 < 0.21 && \dots (6b) \\
 & 1.17 < f_4 / f_w < 2.39 && \dots (7b) \\
 & -8.00 < f_{41} / f_4 < -0.68 && \dots (8b) \\
 & 0.10 < |M_5 / f_t| < 0.21 && \dots (9b) \\
 & 1.72 < f_1 / f_3 < 5.53 && \dots (10b)
 \end{aligned}$$

10

【0055】

各実施例では、レンズ断面図に示すように広角端から望遠端へのズミングに際し、矢印のように、第1レンズ群B1は物体側に移動する。第2レンズ群B2は物体側に移動することによって変倍を行う。第3レンズ群B3は物体側に移動することによって変倍を行う。第4レンズ群B4は物体側に移動する。第5レンズ群B5は物体側に移動することによって変倍に伴う像面変動を補正している。

【0056】

次に各実施例におけるレンズ構成について説明する。以下、各レンズ群のレンズ構成は物体側から像側へ順に配置されているものとする。

【0057】

実施例1において、第1レンズ群B1はメニスカス形状の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ている。これにより高ズーム比化に伴って発生する球面収差と色収差を良好に補正している。第2レンズ群B2は負レンズ、負レンズ、正レンズの独立した3つのレンズより構成している。これによって広角端から望遠端へのズミングに際しての収差変動を少なくし、特に望遠端において球面収差を良好に補正している。

20

【0058】

第3レンズ群B3は正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成している。これによって、第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の主点間隔を小さくすることで第3レンズ群B3以降のレンズ全長を短縮している。第4レンズ群B4は負レンズG41、正レンズG42、メニスカス形状の負レンズG43、正レンズG44より構成している。

30

【0059】

この構成にすることで、軸外光束を適切に屈折することにより、第4レンズ群B4以降のレンズ有効径を小型化している。また、前述した正レンズG42、メニスカス形状の負レンズG43、正レンズG44からなる正の屈折力のレンズ系は、前述した負レンズG41の直後に配置することで軸上光束を効率よく収束させて、広角端におけるレンズ全長の短縮を図っている。第5レンズ群B5は負レンズ、正レンズより構成している。これによって、非点収差と球面収差を良好に補正している。更に、近距離撮影時に発生する像面湾曲を良好に保ちつつも、通常撮影時の像面変動を良好に補正している。

40

【0060】

実施例2において第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、第5レンズ群のレンズ構成は実施例1と同じであり、これにより実施例1と同様の効果を得ている。第4レンズ群は負レンズG41、正レンズ、正レンズ、メニスカス形状の負レンズ、正レンズより構成している。これにより広角端におけるレンズ全長を短縮している。

【0061】

実施例3において第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、第5レンズ群のレンズ構成は実施例1と同じであり、これにより実施例1と同様の効果を得ている。第4レンズ群は負レンズG41、負レンズ、正レンズ、メニスカス形状の負レンズ、正レンズより構成している。これにより広角端におけるレンズ全長を短縮している。

50

【 0 0 6 2 】

実施例 4 において第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 5 レンズ群のレンズ構成は実施例 1 と同じであり、これにより実施例 1 と同様の効果を得ている。第 4 レンズ群は負レンズ G 4 1、正レンズ、正レンズ、メニスカス形状の負レンズ、正レンズより構成している。これにより広角端におけるレンズ全長を短縮している。

【 0 0 6 3 】

次に図 9 の本発明の撮像装置について説明する。図 9 において、11 は本発明のズ - ムレンズによって構成された撮影光学系、12 は撮影光学系 11 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）を示す。また、13 は撮像素子 12 が受光した被写体像を記録する記録手段、14 は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダ - である。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子 12 上に形成された被写体像が表示される。

10

【 0 0 6 4 】

各実施例のズ - ムレンズは、諸収差のうち歪曲収差及び倍率色収差の補正を電氣的な画像処理によって補正しても良い。

【 0 0 6 5 】

次に本発明の実施例 1 乃至 4 に対応する数値実施例 1 乃至 4 に示す。数値実施例において i は物体からの面の順番を示す。 r_i は物体側より順に第 i 番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第 i 番目と第 $i + 1$ 番目間のレンズ厚及び空気間隔、 nd_i と d_i は各々物体側より順に第 i 番目の光学部材の材質の屈折率とアッペ数である。また最も像側の 2 つの面はフェースプレート等のガラス材である。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、K を円錐定数、 A_4 、 A_6 を各々非球面係数としたとき、

20

【 0 0 6 6 】

【 数 1 】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6$$

【 0 0 6 7 】

なる式で表している。 $*$ は非球面形状を有する面を意味している。「 $e - x$ 」は 10^{-x} を意味している。BF 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変換長で表している。各数値実施例に基づく各条件式の計算結果を表 1 に示す。

30

【 0 0 6 8 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	81.822	1.30	1.91082	35.3
2	46.417	5.30	1.49700	81.5
3	-581.857	0.05		
4	40.605	4.50	1.49700	81.5
5	168.131	(可変)		
6	1050.297	0.70	1.83481	42.7
7	10.032	5.10		
8*	-29.191	0.70	1.76802	49.2
9*	83.318	0.10		
10	28.823	2.02	1.95906	17.5
11	-371.879	(可変)		
12(絞リ)		0.00		

40

50

13*	13.461	3.07	1.57559	62.0	
14*	-29.491	2.28			
15	159.435	2.13	1.49700	81.5	
16	-14.350	0.50	1.85379	37.2	
17	18.675	1.53			
18	-29.040	2.00	1.61085	48.2	
19	-10.737	(可変)			
20	-13.795	0.50	1.88202	37.2	
21*	285.465	0.57			
22	35.002	2.64	1.64194	30.0	10
23	-15.249	1.75			
24	26.890	0.50	1.97738	20.3	
25	15.849	0.44			
26	17.433	4.21	1.51455	74.5	
27	-14.035	(可変)			
28*	74.537	0.50	1.72916	54.7	
29*	9.987	0.90			
30	11.854	1.89	1.64562	29.8	
31	19.098	(可変)			
32		1.09	1.51633	64.1	20
33		1.80			
像面					

【 0 0 6 9 】

非球面データ

第8面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -2.66979e-005 \quad A_6 = -2.29122e-007$$

第9面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -3.92704e-005 \quad A_6 = -1.25554e-007$$

第13面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -3.17947e-005 \quad A_6 = -4.43533e-008$$

第14面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 6.07750e-005 \quad A_6 = -1.35462e-007$$

第21面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 1.27116e-004$$

第28面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -6.98450e-005 \quad A_6 = 4.49340e-007$$

第29面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -1.16201e-004 \quad A_6 = -1.14195e-007$$

各種データ

ズーム比 23.53

広角	中間	望遠
9.06	28.48	213.28

焦点距離

50

Fナンバー	2.88	4.93	5.76
半画角(度)	36.50	15.48	2.12
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	90.04	111.23	157.68
BF	7.02	21.77	46.21

d 5	0.65	19.72	54.63
d11	26.68	11.32	0.25
d19	1.60	6.62	10.70
d27	8.90	6.60	0.70
d31	4.50	19.25	43.68

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	80.67
2	6	-12.51
3	12	26.06
4	20	21.54
5	28	-24.12

20

【 0 0 7 0 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	94.145	1.30	1.91082	35.3
2	51.435	5.10	1.49700	81.5
3	-378.996	0.05		
4	47.098	4.11	1.49700	81.5
5	387.733	(可変)		
6	-213.621	0.70	1.83481	42.7
7	11.548	5.16		
8*	-29.191	0.70	1.76802	49.2
9*	121.254	0.10		
10	34.825	2.08	1.95906	17.5
11	-199.121	(可変)		
12(絞リ)		0.00		
13*	11.088	5.00	1.57559	62.0
14*	-94.731	2.89		
15	26.350	1.99	1.49700	81.5
16	-20.022	0.50	1.85941	36.7
17	10.792	0.87		
18	27.404	1.52	1.63928	30.3
19	-62.784	(可変)		
20	-19.860	0.50	1.88202	37.2
21*	176.516	0.69		
22	362.000	1.05	1.95155	17.6
23	47.779	3.34	1.63775	60.8
24	-13.950	0.06		

30

40

50

25	18.181	0.50	1.99209	27.6
26	12.966	0.39		
27	13.917	5.42	1.51608	64.3
28	-14.305	(可変)		
29*	-37.050	0.50	1.73847	52.5
30*	10.348	1.70		
31	17.932	3.43	1.66500	27.9
32	110.837	(可変)		
33		1.09	1.51633	64.1
34		1.80		

10

像面

【 0 0 7 1 】

非球面データ

第8面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 2.66499e-005 \quad A_6 = -2.92058e-007$$

第9面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 4.83529e-006 \quad A_6 = -3.26305e-007$$

20

第13面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -5.72341e-005 \quad A_6 = 1.92420e-008$$

第14面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -6.03399e-006 \quad A_6 = 5.64396e-007$$

第21面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 1.76972e-004$$

第29面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 2.32996e-006$$

30

第30面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -1.25874e-004 \quad A_6 = -6.57438e-007$$

各種データ

ズーム比 21.65

広角	中間	望遠
----	----	----

焦点距離	9.09	26.40	196.83
Fナンバー	2.88	4.93	5.77
半画角(度)	36.41	16.64	2.30
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	93.55	111.93	152.41
BF	5.77	21.42	44.80

40

d 5	0.65	18.81	55.38
d11	30.64	14.78	0.25
d19	1.60	3.84	1.62
d28	5.22	3.42	0.70
d32	3.25	18.90	42.27

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	82.10
2	6	-13.38
3	12	30.70
4	20	13.68
5	29	-17.80

【 0 0 7 2 】

10

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	100.083	1.30	1.91082	35.3	
2	54.292	5.34	1.49700	81.5	
3	-344.787	0.05			
4	51.596	4.20	1.49700	81.5	20
5	523.042	(可変)			
6	-160.226	0.70	1.83481	42.7	
7	12.296	5.28			
8*	-29.191	0.70	1.76802	49.2	
9*	99.590	0.10			
10	50.580	2.16	1.95906	17.5	
11	-72.357	(可変)			
12(絞リ)		0.00			
13*	11.369	5.00	1.57559	62.0	
14*	-76.888	2.00			30
15	20.003	2.34	1.49700	81.5	
16	-22.924	0.50	1.86719	36.1	
17	8.231	0.36			
18	8.918	1.99	1.69638	25.6	
19	12.829	(可変)			
20	393.985	0.50	1.88202	37.2	
21*	63.767	0.69			
22	-232.398	0.40	1.95906	17.5	
23	33.394	2.92	1.63242	38.7	
24	-14.942	0.06			40
25	16.774	0.50	1.99375	23.7	
26	11.680	0.39			
27	12.647	4.61	1.52069	74.2	
28	-13.320	(可変)			
29*	-40.701	0.50	1.74713	50.7	
30*	9.651	3.06			
31	19.444	3.00	1.68245	26.6	
32	71.223	(可変)			
33		1.09	1.51633	64.1	
34		3.14			50

像面

【 0 0 7 3 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.41557e-005 A 6=-2.59721e-007

第9面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.11353e-005 A 6=-2.50544e-007

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.42333e-005 A 6=-2.80793e-008

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.64900e-005 A 6= 2.53186e-007

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.76972e-004

第29面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.80357e-005

第30面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.41821e-004 A 6=-7.80401e-007

各種データ

ズーム比 21.36

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.20	26.45	196.61
Fナンバー	2.88	4.93	5.76
半画角(度)	36.08	16.61	2.30
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	95.78	110.93	154.79
BF	7.02	22.83	45.94
d 5	0.65	18.81	57.57
d11	33.00	16.01	0.25
d19	3.11	2.49	1.60
d28	3.34	2.13	0.77
d32	3.16	18.97	42.08

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 86.48

2 6 -13.71

3 12 49.99

4 20 10.81

5 29 -15.65

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

数值实施例 4

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	153.235	1.30	1.91082	35.3	
2	77.139	6.02	1.49700	81.5	
3	-589.090	0.05			
4	69.887	4.50	1.49700	81.5	
5	374.843	(可変)			10
6	115.154	0.70	1.75820	48.7	
7	14.063	6.38			
8*	-29.489	0.70	1.78081	45.1	
9*	93.583	0.10			
10	32.932	2.25	1.96173	17.5	
11	597.056	(可変)			
12(絞リ)		0.00			
13*	12.242	3.50	1.57356	66.2	
14*	-85.858	0.48			
15	10.310	2.96	1.51062	75.3	20
16	194.207	0.50	1.90716	33.2	
17	8.615	1.93			
18	-518.766	2.00	1.92655	17.9	
19	-41.656	(可変)			
20	-16.346	0.50	1.83190	39.1	
21*	253.829	0.59			
22	27.483	1.46	1.56584	47.2	
23	67.451	0.65			
24	443.636	2.82	1.73037	54.4	
25	-15.930	0.06			30
26	35.521	0.50	2.06090	19.6	
27	20.489	0.33			
28	21.295	4.41	1.54804	49.8	
29	-15.460	(可変)			
30*	-40.232	0.50	1.72918	54.7	
31*	12.599	1.78			
32	18.967	2.00	1.55344	35.2	
33	90.244	(可変)			
34		0.60	1.51633	64.1	
35		1.08			40

像面

【 0 0 7 5 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.87317e-005 A 6= 3.37478e-007

第9面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.77152e-005 A 6= 4.22929e-007

第13面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = -4.02113e-005$ $A_6 = -1.17401e-007$

第14面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = -2.93933e-006$ $A_6 = 1.47476e-007$

第21面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = 1.76972e-004$

第30面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = -8.76291e-006$

10

第31面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = -8.43524e-005$ $A_6 = -1.80194e-007$

各種データ

ズーム比 25.58

	広角	中間	望遠
焦点距離	9.35	31.90	239.12
Fナンバー	2.88	4.93	5.76
半画角(度)	35.66	13.89	1.89
像高	6.71	7.89	7.89
レンズ全長	94.81	119.61	197.21
BF	2.97	19.89	29.86

20

d 5	0.50	28.65	97.20
d11	33.45	12.34	0.22
d19	1.60	5.26	20.21
d29	7.32	4.49	0.74
d33	1.49	18.41	28.39

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	138.49
2	6	-17.92
3	12	25.07
4	20	17.31
5	30	-19.87

【 0 0 7 6 】

40

【表 1】

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	$f1/f4$	3.75	6.00	8.00	8.00
(2)	TDw/bfw	12.83	16.21	13.64	31.92
(3)	$f1/fw$	8.90	9.03	9.40	14.81
(4)	$f5/fw$	-2.66	-1.96	-1.70	-2.13
(5)	$f1/f2$	-6.45	-6.14	-6.31	-7.73
(6)	$M2/M1$	0.20	0.07	0.04	0.06
(7)	$f4/fw$	2.38	1.50	1.18	1.85
(8)	$f41/f4$	-0.69	-1.48	-7.99	-1.07
(9)	$ M5/ft $	0.18	0.20	0.20	0.11
(10)	$f1/f3$	3.10	2.67	1.73	5.52

10

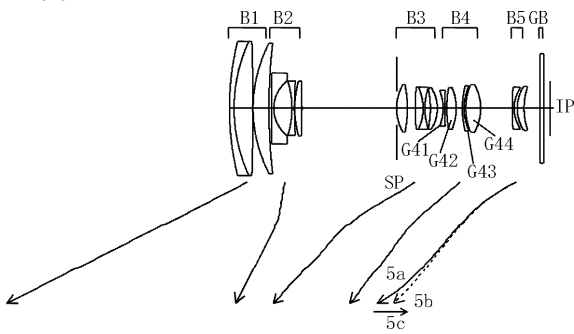
【符号の説明】

【0077】

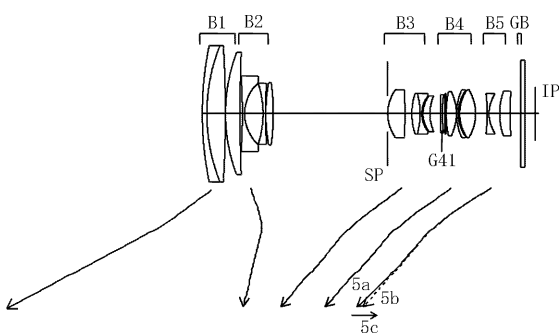
- B 1 第 1 レンズ群
- B 2 第 2 レンズ群
- B 3 第 3 レンズ群
- B 4 第 4 レンズ群
- B 5 第 5 レンズ群

20

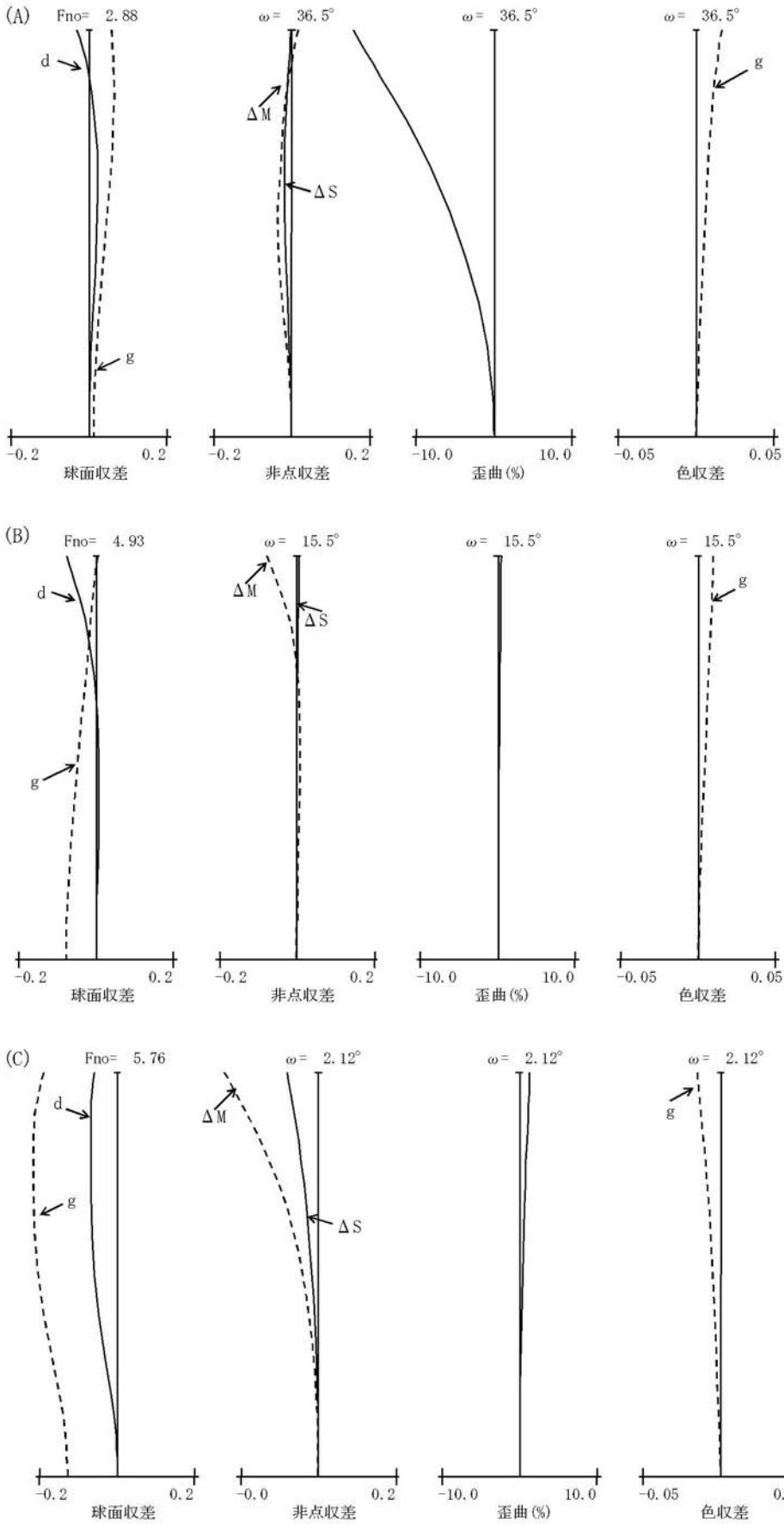
【図 1】



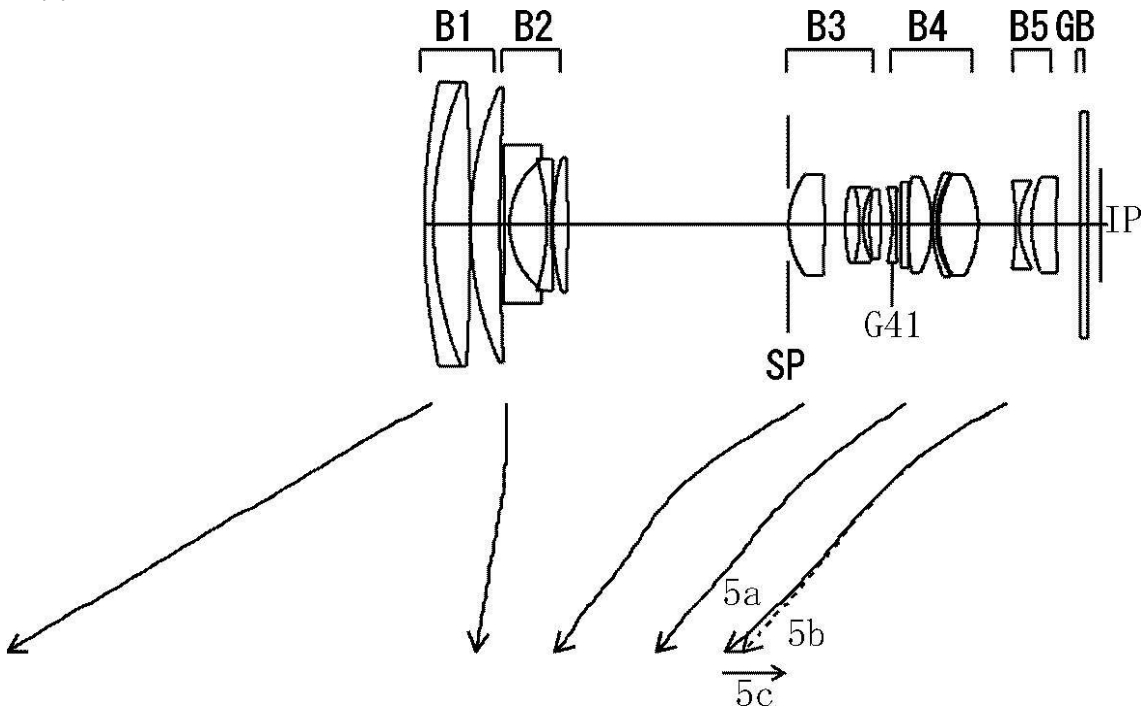
【図 5】



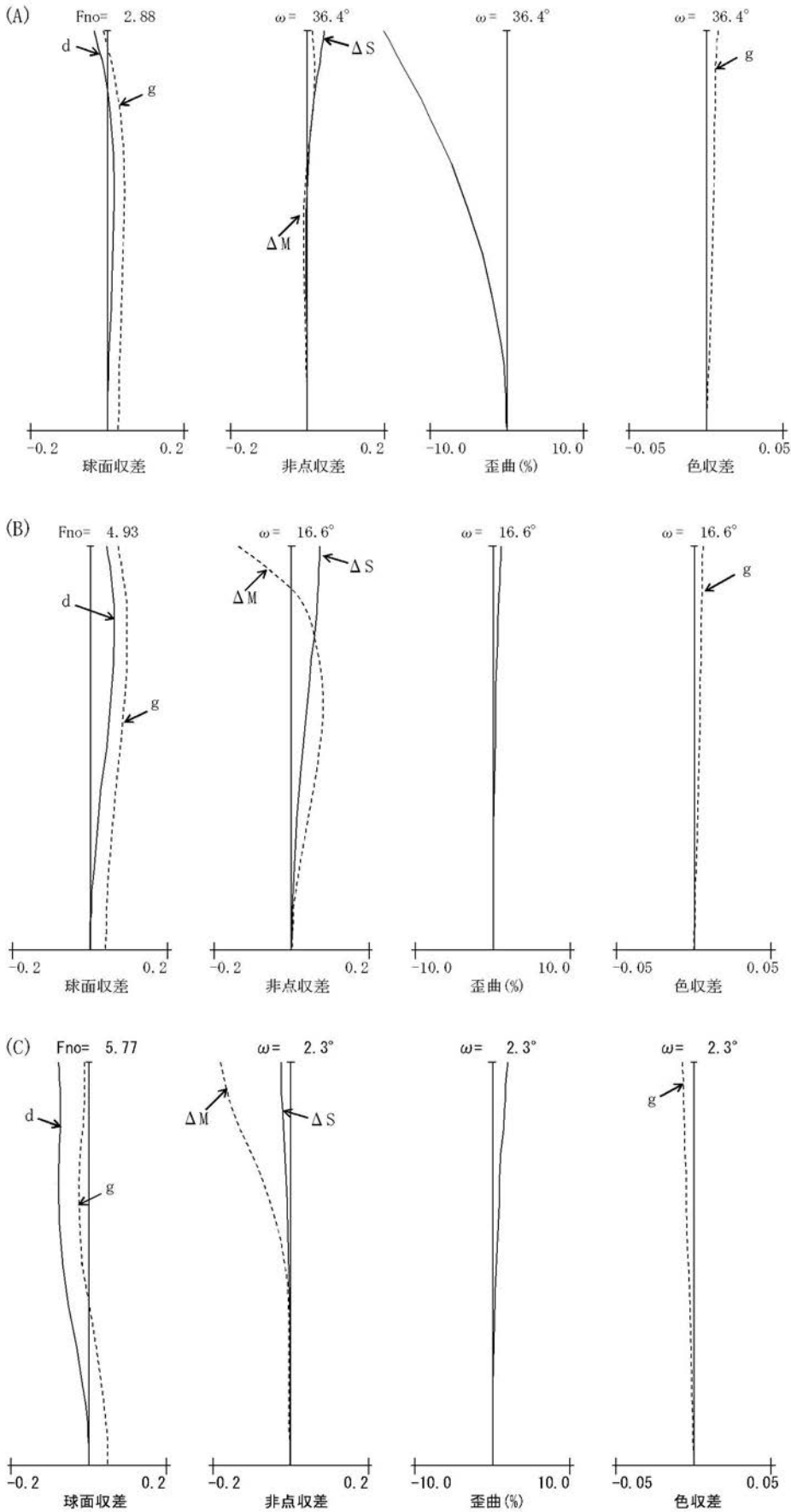
【 図 2 】



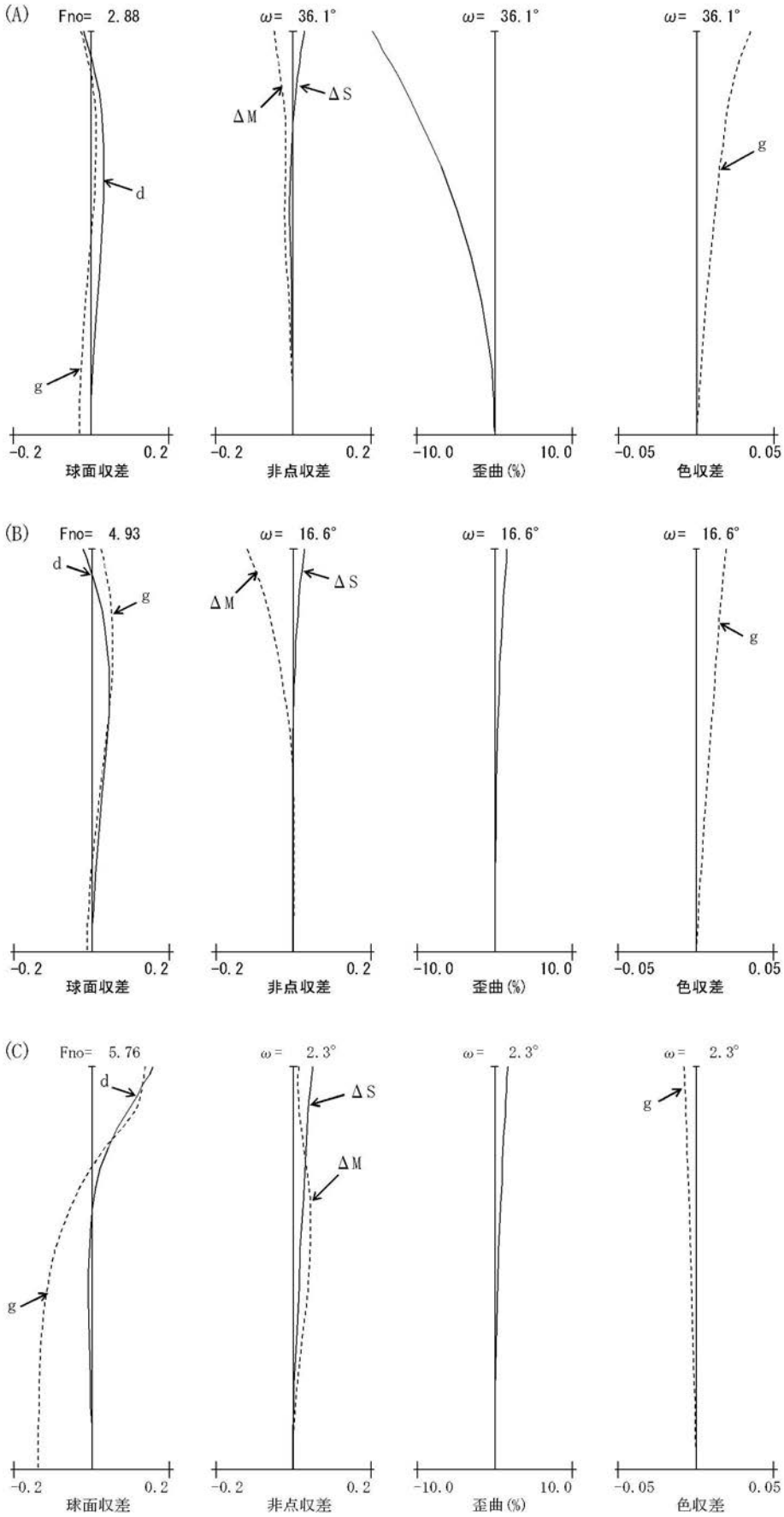
【 図 3 】



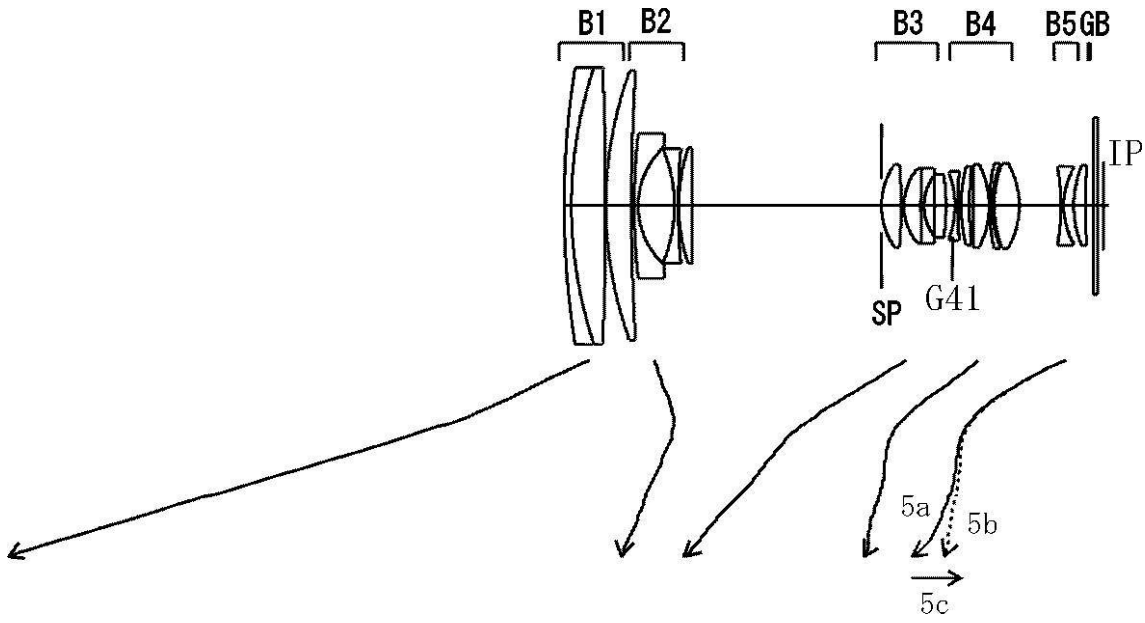
【 图 4 】



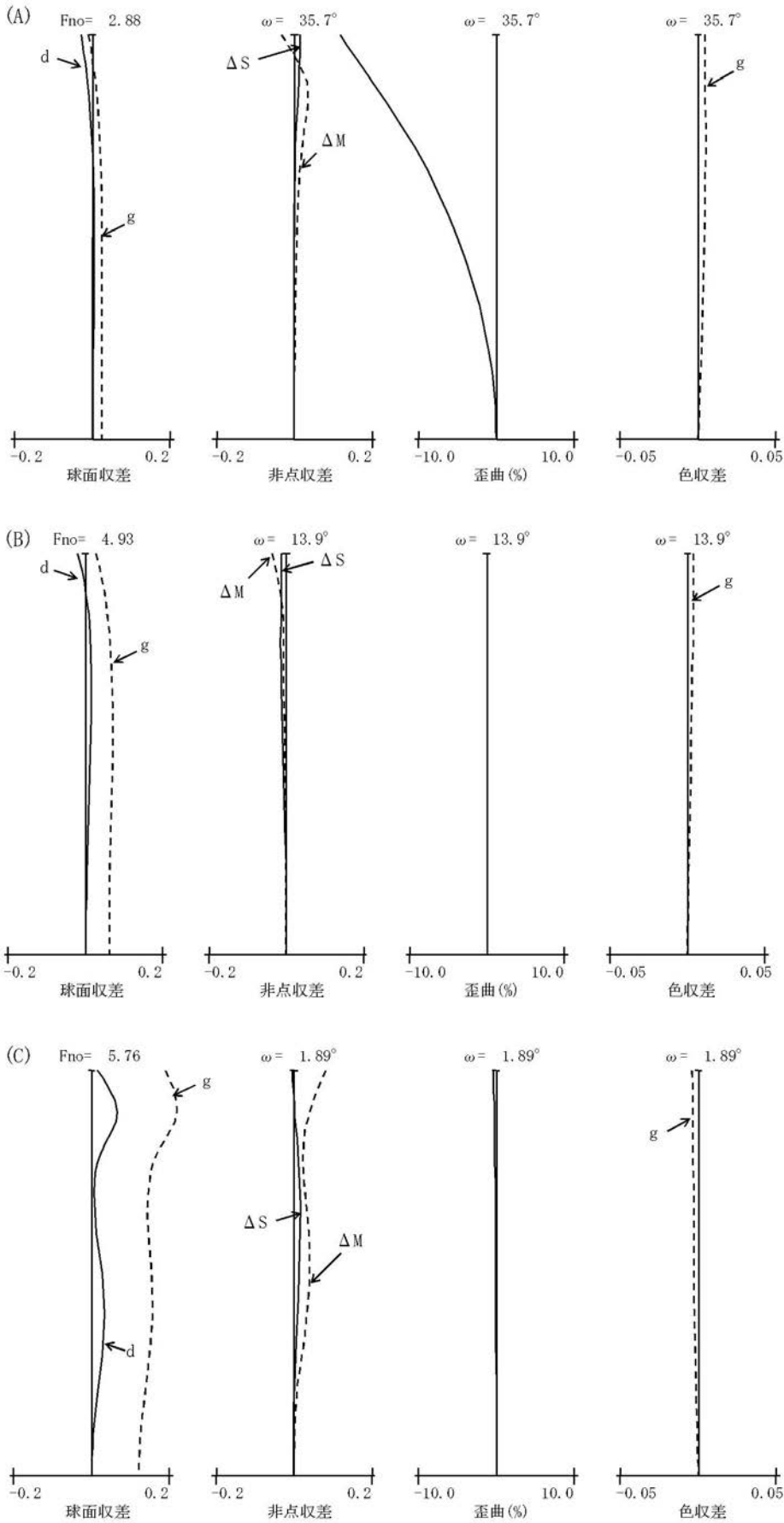
【 图 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【図9】

