

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5159398号
(P5159398)

(45) 発行日 平成25年3月6日 (2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日 (2012.12.21)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 15/16 (2006.01)

GO 2 B 15/20 (2006.01)

GO 2 B 15/16

GO 2 B 15/20

請求項の数 7 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2008-99206 (P2008-99206)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成20年4月7日 (2008.4.7)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-251280 (P2009-251280A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年10月29日 (2009.10.29)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成23年4月4日 (2011.4.4)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	齋藤 慎一郎
			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	森内 正明
		(56) 参考文献	特開2001-350093 (JP, A)
)
			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、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、負の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズームングに際し、前記第1レンズ群は不動であり、前記第5レンズ群は物体側に凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群は、広角端の結像倍率に対する望遠端の結像倍率の比が他のレンズ群に比べて最も大きい変倍レンズ群であり、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第4レンズ群の横倍率と前記第5レンズ群の横倍率の積の最大値を $\max |4 \times 5|$ とし、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第4レンズ群の横倍率と前記第5レンズ群の横倍率の積の最小値を $\min |4 \times 5|$ とするとき、

$$1.4 < \max |4 \times 5| / \min |4 \times 5| < 14$$

の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、負の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズームングに際し、前記第5レンズ群は物体側に凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群は、広角端の結像倍率に対する望遠端の結像倍率の比が他のレンズ群に比べて最も大きい変倍レンズ群であり、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第4レンズ群の横倍率と前記第5レンズ群の横倍率の積の最大値を $\max |4 \times$

10

20

5 | とし、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第 4 レンズ群の横倍率と前記第 5 レンズ群の横倍率の積の最小値を $\min |4 \times 5|$ とし、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第 2 レンズ群の移動量を $s t 2$ 、広角端における全系の焦点距離を $f w$ とするとき、

$$\frac{1.76}{0.4} < \frac{\max |4 \times 5|}{s t 2 / f w} < \frac{\min |4 \times 5|}{2.0}$$

の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を $f 4$ 、広角端における全系の焦点距離を $f w$ とするとき、
 $3.0 < |f 4| / f w < 1.2$

10

の条件式を満たす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 2 レンズ群の焦点距離を $f 2$ 、広角端における全系の焦点距離を $f w$ とするとき、
 $0.82 < |f 2| / f w < 5.0$

の条件式を満たす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 2 レンズ群は少なくとも 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズを有し、前記第 2 レンズ群の広角端および望遠端における横倍率をそれぞれ $2 W$ 、 $2 T$ とするとき、

$$3.9 < |2 T / 2 W| < 3.50$$

20

の条件式を満たす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 3 レンズ群の全部または一部を光軸と垂直な成分を持つ方向に移動させて、光軸と垂直な方向における被写体像の位置を変化させ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】

請求項 1 乃至 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】

30

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズおよびそれを有する撮像装置に関し、特にスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、TVカメラ、銀塩カメラ、そして監視用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子 (CCD、CMOS) を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化されている。

40

【0003】

そしてそれに用いる撮影光学系としては、高ズーム比 (高変倍比) で、しかも全ズーム範囲で高い光学性能を有したズームレンズであることが要求されている。

【0004】

これらの要求に応えるズームレンズの 1 つとして、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。

【0005】

ポジティブリード型のズームレンズは、高ズーム比化が容易で、特にズーム比 10 以上のズームレンズによく用いられている。ポジティブリード型で高ズーム比なレンズ構成として物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る 5 群構成の

50

ズームレンズが知られている（特許文献１～５）。

【０００６】

又、高ズーム比化を図るために、ズームレンズのズーム部の他にリレー部にさらにズーム部を備え、ズーム部を２重に設定した、ダブルズーム方式と呼ばれるズームレンズが知られている（特許文献５）。

【特許文献１】特開２００４－２４０３９８号公報

【特許文献２】特開平０５－２１５９６７号公報

【特許文献３】特開２００１－３３０７７７号公報

【特許文献４】特開２００２－３６５５４７号公報

【特許文献５】特開昭４９－６６３５４号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

一般にズームレンズにおいて、高ズーム比化を図るには、主変倍レンズ群の屈折力を強める、または、ズーミングの際に主変倍レンズ群の移動量を増大すれば良い。

【０００８】

しかしながら、主変倍レンズ群の屈折力を強めて、移動量を増加させると高ズーム比化は容易になるが、ズーミングの際の収差変動が増大し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが困難になる。

【０００９】

20

高ズーム比化を図りつつ、全ズーム範囲にわたり、高い光学性能を得るには、ズームレンズを構成する各レンズ群のズーミングに際しての変倍分担を適切に設定しつつ、かつ主変倍レンズ群のズーミングの際の移動量等を適切に設定するのが重要になってくる。

【００１０】

本発明は、高ズーム比で、全ズーム領域にわたり高い光学性能を達成したズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群と、負の屈折力の第２レンズ群と、正の屈折力の第３レンズ群と、負の屈折力の第４レンズ群と、正の屈折力の第５レンズ群より構成され、ズーミングに際し、前記第１レンズ群は不動であり、前記第５レンズ群は物体側に凸状の軌跡を描くように移動し、前記第２レンズ群は、広角端の結像倍率に対する望遠端の結像倍率の比が他のレンズ群に比べて最も大きい変倍レンズ群であり、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第４レンズ群の横倍率と前記第５レンズ群の横倍率の積の最大値を $\max |4 \times 5|$ とし、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第４レンズ群の横倍率と前記第５レンズ群の横倍率の積の最小値を $\min |4 \times 5|$ とするとき、

30

$1.4 < \max |4 \times 5| / \min |4 \times 5| < 1.4$

の条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

40

【００１２】

本発明によれば、高ズーム比で、全ズーム領域にわたり高い光学性能を達成したズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

以下、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例について説明する。

【００１４】

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レンズ群と、負の屈折力の第２レンズ群と、正の屈折力の第３レンズ群と、負の屈折力の第４レンズ群と、正の屈折力の第５レンズ群より構成されている。

50

【 0 0 1 5 】

ズームングに際し、第 1 レンズ群は不動又は移動する。第 2 レンズ群は光軸上移動する。第 2 レンズ群は望遠端の広角端に対する結像倍率の比が他のレンズ群に比べて最も大きくなる主変倍レンズ群である。第 5 レンズ群は物体側に凸状の軌跡を描くように移動する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）における要部断面図である。図 2 は実施例 1 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡の説明図である。図 3 乃至図 8 は順に実施例 1 のズームレンズの広角端、中間 1 のズーム位置、中間 2 のズーム位置、中間 3 のズーム位置、中間 4 のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。

10

【 0 0 1 7 】

図 9 は、実施例 2 のズームレンズの広角端における要部断面図である。図 10 は実施例 2 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡の説明図である。図 11 乃至図 16 は順に実施例 2 のズームレンズの広角端、中間 1 のズーム位置、中間 2 のズーム位置、中間 3 のズーム位置、中間 4 のズーム位置、望遠端における収差図である。

【 0 0 1 8 】

図 17 は、実施例 3 のズームレンズの広角端における要部断面図である。図 18 は実施例 3 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡の説明図である。図 19 乃至図 23 は順に実施例 3 のズームレンズの広角端、中間 1 のズーム位置、中間 2 のズーム位置、中間 3 のズーム位置、望遠端における収差図である。

20

【 0 0 1 9 】

図 24 は、実施例 4 のズームレンズの広角端における要部断面図である。図 25 は実施例 4 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡の説明図である。図 26 乃至図 30 は順に実施例 4 のズームレンズの広角端、中間 1 のズーム位置、中間 2 のズーム位置、中間 3 のズーム位置、望遠端における収差図である。

【 0 0 2 0 】

図 31 は、実施例 5 のズームレンズの広角端における要部断面図である。図 32 は実施例 5 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡の説明図である。図 33 乃至図 36 は順に実施例 5 のズームレンズの広角端、中間 1 のズーム位置、中間 2 のズーム位置、望遠端における収差図である。

30

【 0 0 2 1 】

尚、中間 1 ～中間 4 のズーム位置における焦点距離は、後述する数値実施例において、焦点距離の最も短い広角端と焦点距離が最も長い望遠端との間に位置する複数のズーム位置の焦点距離に相当している。

【 0 0 2 2 】

図 37、図 38 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。

【 0 0 2 3 】

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、左方が被写体側（物体側）（前方）で、右方が像側（後方）である。

40

【 0 0 2 4 】

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、 B_i は第 i レンズ群である。

【 0 0 2 5 】

SP は開口絞りである。開口絞り SP は各実施例のズームレンズにおいては、第 3 レンズ群 B_3 の物体側に配置している。

【 0 0 2 6 】

G は光学フィルター、フェースプレート（平行平板ガラス）、水晶ローパスフィルター

50

、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。

【 0 0 2 7 】

I P 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）の撮像面が置かれる。

【 0 0 2 8 】

各レンズ群の移動軌跡を示す説明図において、（ A ）は広角端、（ B ）は中間のズーム位置、（ C ）は望遠端を示す。

【 0 0 2 9 】

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 10

【 0 0 3 0 】

収差図において、d、g は各々 d 線及び g 線、 M、 S はメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は g 線によって表している。 は半画角（撮影画角の半分の値）、F n o は F ナンバーである。

【 0 0 3 1 】

レンズ断面図において、B 1 は正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）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 は負の屈折力の第 4 レンズ群、B 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。

【 0 0 3 2 】

各実施例において、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条件は次のとおりである。 20

【 0 0 3 3 】

実施例 1 では広角端（ A ）から中間のズーム位置（ B ）まで第 2 レンズ群 B 2 は物体側へ移動し、第 5 レンズ群 B 5 は物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。

【 0 0 3 4 】

中間のズーム位置（ B ）から望遠端（ C ）までは第 4 レンズ群 B 4 と第 5 レンズ群 B 5 が互いに独立に像側へ移動する。第 1 レンズ群 B 1 と第 3 レンズ群 B 3 はズームングに際して不動である。

【 0 0 3 5 】

このように本実施例では、所謂ダブルズーム方式を採用し、高ズーム比化を図っている。実施例 2 では広角端（ A ）から中間のズーム位置（ B ）まで第 2 レンズ群 B 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 B 3 と第 4 レンズ群 B 4 は一体的に物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。第 5 レンズ群 B 5 は物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。 30

【 0 0 3 6 】

中間のズーム位置（ B ）から望遠端（ C ）までは第 4 レンズ群 B 4 と第 5 レンズ群 B 5 が互いに独立に像側へ移動する。第 1 レンズ群 B 1 はズームングに際して不動である。

【 0 0 3 7 】

このように本実施例では、ダブルズーム方式を採用し、高ズーム比化を図っている。

【 0 0 3 8 】

実施例 3 では広角端（ A ）から望遠端（ C ）へのズームングに際して第 2 レンズ群 B 2 は像側へ移動する。第 3 レンズ群 B 3、第 4 レンズ群 B 4、第 5 レンズ群 B 5 は互いに独立に物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。第 1 レンズ群 B 1 はズームングに際して不動である。 40

【 0 0 3 9 】

実施例 4 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 B 1 は像側に凸状の軌跡を描いて移動する。第 2 レンズ群 B 2 は像側へ移動する。第 3 レンズ群 B 3、第 4 レンズ群 B 4、第 5 レンズ群 B 5 は互いに独立に物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。

【 0 0 4 0 】

実施例 5 では広角端から望遠端へのズームングに際して第 2 レンズ群 B 2 と第 4 レンズ 50

群 B 4 は像側へ移動する。第 5 レンズ群 B 5 は物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。第 1 レンズ群 B 1 と第 3 レンズ群 B 3 はズーミングに際して不動である。

【 0 0 4 1 】

各実施例では第 2 レンズ群 B 2 が主変倍レンズ群である。ここで主変倍レンズ群とは、望遠端ま広角端に対する結像倍率の比が全てのレンズ群中で最も大きいレンズ群を言う。

【 0 0 4 2 】

各実施例では、第 5 レンズ群 B 5 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス式を採用している。望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、第 5 レンズ群 B 5 を前方に繰り出すことによって行っている。

【 0 0 4 3 】

各実施例のズームレンズは、高ズーム比を確保し、収差を良好に補正するのが容易なズームタイプを採用している。即ち、物体側から像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群を有するレンズ構成としている。

【 0 0 4 4 】

そして広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 2 レンズ群 B 2 が物体側から像側へ単調に移動し、第 5 レンズ群 B 5 は変倍に伴う像面位置の変動を抑えるように非直線的に移動している。

【 0 0 4 5 】

ズーミングの際に結像面に対して第 1 レンズ群 B 1 を固定すると、高い位置精度を保つことが容易となる。

【 0 0 4 6 】

また、可動レンズ群を減らすことができ、機構部品の簡素化が図れる。機構部品を簡素化すると、例えばゴミ等の発生を低減することができる。さらに、コンバータレンズなどのアクセサリを取り付ける場合に、強度が確保されるので好ましい。

【 0 0 4 7 】

各実施例では、次の諸条件のうちの 1 以上を満足するようにしている。それによって各条件式に対応した効果を得ている。

【 0 0 4 8 】

広角端から望遠端へのズーミングにおける第 4 レンズ群 B 4 の横倍率と第 5 レンズ群 B 5 の横倍率の積の最大値を

$$\max | \quad 4 \times \quad 5 \quad |$$

とする。広角端から望遠端へのズーミングにおける第 4 レンズ群 B 4 の横倍率と第 5 レンズ群 B 5 の横倍率の積の最小値を

$$\min | \quad 4 \times \quad 5 \quad |$$

とする。

【 0 0 4 9 】

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 B 2 の移動量を $s t 2$ とする。移動量の符号は像側へ移動するときを正、その逆を負とする。広角端における全系の焦点距離を $f w$ とする。第 2 レンズ群 B 2 と第 4 レンズ群 B 4 の焦点距離を各々 $f 2$ 、 $f 4$ とする。

【 0 0 5 0 】

第 2 レンズ群 B 2 の広角端及び望遠端における横倍率を各々 $2 W$ 、 $2 T$ とする。

【 0 0 5 1 】

このとき、

$$1.4 < \max | \quad 4 \times \quad 5 \quad | / \min | \quad 4 \times \quad 5 \quad | < 1.4 \quad \cdots (1)$$

$$0.4 < s t 2 / f w < 2.0 \quad \cdots (2)$$

$$3.0 < | f 4 | / f w < 1.2 \quad \cdots (3)$$

$$0.82 < | f 2 | / f w < 5.0 \quad \cdots (4)$$

$$3.9 < | \quad 2 T / \quad 2 W \quad | < 3.50 \quad \cdots (5)$$

なる条件のうち 1 以上を満足している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

次に各条件式の技術的意味を説明する。

【 0 0 5 3 】

条件式 (1) は高ズーム比を確保するためのものである。

【 0 0 5 4 】

条件式 (1) は、ズームングにおける第 4 レンズ群 B 4 と第 5 レンズ群 B 5 の変倍作用に関する。この条件式 (1) の下限を下回ると、第 4 レンズ群 B 4 と第 5 レンズ群 B 5 の変倍作用が小さくなりすぎて、高ズーム比が困難となり、かつ望遠端近傍での色収差の変動を少なくしつつ、全系の小型化を図ることが困難となる。また、上限を上回ると、高ズーム比は容易となるが、ズームング時の像面変動が大きくなり、高い光学性能を維持する

10

【 0 0 5 5 】

条件式 (1) の数値範囲は更に好ましくは次の如く設定するのが良い。

【 0 0 5 6 】

$$1.9 < \max |4x_5| / \min |4x_5| < 12 \cdots (1a)$$

更に好ましくは、条件式 (1 a) の数値範囲を条件式 (1 b) の如く設定するのが良い。これによれば、望遠端近傍での色収差の変動を良好に抑え、かつ望遠端近傍の第 5 レンズ群 B 5 の焦点位置の敏感度を適正にすることができる。

【 0 0 5 7 】

$$4.0 < \max |4x_5| / \min |4x_5| < 12 \cdots (1b)$$

20

条件式 (2) は、ズームングの際の第 2 レンズ群 B 2 の移動量に関する。

【 0 0 5 8 】

第 2 レンズ群 L 2 の移動量 s_{t2} は、広角端での位置を基準とする望遠端での位置に対する変位量に相当する。したがって、広角端での第 2 レンズ群 B 2 の位置と望遠端での第 2 レンズ群 B 2 の位置が同じであれば、第 2 レンズ群 B 2 の移動量 s_{t2} は零となる。

【 0 0 5 9 】

また、広角端から望遠端へのズームングにおいて第 2 レンズ群 B 2 が固定で、他のレンズ群あるいは固体撮像素子が相対的に移動する場合も第 2 レンズ群 B 2 の移動量は零となる。

【 0 0 6 0 】

30

第 2 レンズ群 B 2 の変倍比を等しくするために、第 1 レンズ群 B 1 の移動量を大きくすることもできる。しかしながら、そうすると望遠端でのレンズ全長が長くなるので好ましくない。望遠端における第 1 レンズ群 B 1 の偏芯敏感度が大きくなるため、条件式 (2) を満足するように第 2 レンズ群 B 2 の移動量を設定するのが良い。

【 0 0 6 1 】

条件式 (2) の上限を超えて第 2 レンズ群 B 2 の移動量が増加すると、全系が長くなってくるので良くない。又、下限を超えると第 2 レンズ群 B 2 の変倍化が小さくなりすぎて高ズーム化を図るのが困難になってくる。

【 0 0 6 2 】

望遠端における第 2 レンズ群 B 2 の偏芯敏感度、及びレンズ全長を短くするためには、条件式 (2) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

40

【 0 0 6 3 】

$$1.0 < s_{t2} / f_w < 15 \cdots (2a)$$

更に好ましくは、条件式 (2 b) を満足するように設定するのが良い。

【 0 0 6 4 】

$$2.0 < s_{t2} / f_w < 12 \cdots (2b)$$

条件式 (3) は、第 4 レンズ群 B 4 のパワーに関する。

【 0 0 6 5 】

条件式 (3) の下限を越えて、第 4 レンズ群 B 4 のパワーが強くなりすぎると、第 4 レンズ群 B 4 において収差が多く発生してきて、特に像面湾曲と非点収差が大きく発生して

50

くる。これらの収差を良好に補正するためには、第4レンズ群B4のレンズ枚数を増加させたり、多くの非球面を用いることが必要となってくるので、好ましくない。逆に、条件式(3)の上限を越えると、収差補正は容易となるがズームングの際、第4レンズ群B4の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなっていくので好ましくない。

【0066】

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のが良い。

【0067】

$$3.5 < |f_4| / f_w < 10 \quad \dots (3a)$$

更に、好ましくは条件式(3b)を満足するのが良い。これによれば第4レンズ群B4の収差補正が容易となり、かつズームングの際の移動量を少なくすることができる。

【0068】

$$4.0 < |f_4| / f_w < 8.0 \quad \dots (3b)$$

条件式(4)は、第2レンズ群B2のパワーに関する。

【0069】

条件式(4)の下限を越えると、第2レンズ群B2のパワーが強くなりすぎ、第2レンズ群B2において収差が多く発生し、特に像面湾曲大きく発生してくる。この収差を良好に補正するためには、第2レンズ群B2のレンズ枚数を増加させたり、多くの非球面を用いることが必要となってくるので、好ましくない。逆に、条件式(4)の上限を越えると、収差補正は容易となるがズームングの際、第2レンズ群B2の移動量が増大し、レンズ全長が長くなり、かつ前玉径が大きくなっていくので良くない。

【0070】

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のが良い。

【0071】

$$0.9 < |f_2| / f_w < 4.0 \quad \dots (4a)$$

更に、好ましくは条件式(4b)を満足するようにするのが良い。これによれば第2レンズ群B2の収差補正が容易となり、かつ全系の小型化が容易となる。

【0072】

$$1.5 < |f_2| / f_w < 4.0 \quad \dots (4b)$$

条件式(5)は、第2レンズ群B2の変倍作用に関する。条件式(5)の下限を越えると第2レンズ群B2の変倍作用が弱まり、所定のズーム比を得るには第4レンズ群B4のパワーを強める必要がある。そうするとズームングの際の像面変動が増大し、これを抑えることが困難となる。また、上限を超えると、全系の小型化、前玉径の小型化が容易となるが像面湾曲、および非点収差が増大してくるので好ましくない。

【0073】

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のが良い。

【0074】

$$5.9 < |2T / 2W| < 210 \quad \dots (5a)$$

各実施例において第2レンズ群B2が主変倍レンズ群であり、ズームングに際して変倍に最も寄与するレンズ群である。

【0075】

いま、第*i*レンズ群の広角端および望遠端での横倍率をそれぞれ iW 、 iT とする。このとき、第2レンズ群B2の横倍率の比 $2T / 2W$ は他の任意の第*i*レンズ群の iT / iW より大きい。

【0076】

即ち、

【0077】

【数1】

$$1 \leq \frac{|\beta_{2T} / \beta_{2W}|}{|\beta_{iT} / \beta_{iW}|}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

(i = 1 , 2 , 3 , . . .)

を満足する。

【 0 0 7 9 】

尚、各実施例において、好ましくは、

【 0 0 8 0 】

【 数 2 】

$$1 < \frac{|\beta_{2T}/\beta_{2W}|}{|\beta_{4T}/\beta_{4W}|} < 1100$$

10

【 0 0 8 1 】

を満足するように設定することが好ましい。

【 0 0 8 2 】

ズーミングの際に結像面（像面）に対して開口絞り S P を固定（不動に）した場合、開口絞り S P をズーミングの際に移動させるためのアクチュエータが不要となる。この結果、構成が簡単になるので好ましい。また、開口絞り S P を第 3 レンズ群 B 3 と一体で移動させる場合と比較した際には、第 3 レンズ群（可動群）B 3 の小型軽量化が容易になる。

【 0 0 8 3 】

ズーミングに際して第 1 レンズ群 B 1 と第 3 レンズ群 B 3 を固定にして、全系の可動レンズ群を 3 つに抑えれば、ズーミング時のレンズ全長の変化を無くすることができる。

20

【 0 0 8 4 】

また、実施例 1、2 の如くズーミングに際して、第 2 レンズ群 B 2 と第 5 レンズ群 B 5、および第 4 レンズ群 B 4 と第 5 レンズ群 B 5 の組で変倍を行えば、それぞれ可動レンズ群は最小限の 2 つとなる。これによれば、可動レンズ群を全体として 3 つに抑えつつ、所謂ダブルズーム方式によって高ズーム比を容易に図ることができる。

【 0 0 8 5 】

以上のように各実施例によれば、各レンズ群の構成、パワー配置による変倍分担を適切に設定することにより、高ズーム比でありながら、高い結像性能を有すズームレンズを得ている。

【 0 0 8 6 】

30

又、各実施例によれば、新たなズーム方式を採用することにより、高ズーム比でありながら、全系が小型のズームレンズを得ている。

【 0 0 8 7 】

次に各レンズ群のレンズ構成について説明する。

【 0 0 8 8 】

各実施例では、第 1 レンズ群 B 1 は、負レンズと正レンズとの接合レンズ、物体側の面が凸形状の 2 つの正レンズより成っている。

【 0 0 8 9 】

第 2 レンズ群 B 2 は少なくとも 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズを有している。

【 0 0 9 0 】

40

尚、第 2 レンズ群 B 2 は、少なくとも物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズを有することが好ましい。また、非球面形状の面を用いるのが良い。

【 0 0 9 1 】

これによれば、前玉径の小型化を図りつつ、ズーミングによる色収差の変動を少なくすることが容易となる。

【 0 0 9 2 】

この他、第 2 レンズ群 B 2 は具体的に物体側の面が凸で、メニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズと、両凹形状の負レンズとを接合した接合レンズより構成するのが良い。

【 0 0 9 3 】

50

又、第3レンズ群B3は両凸形状の単一の正レンズより成っている。又、各実施例では、第3レンズ群B3を光軸に対し垂直方向の成分を持つ方向（実施例においては、光軸と垂直な方向）に移動させて、被写体像の位置（像面位置）を光軸と垂直な方向に変化（変位）させている。

【0094】

これによって手ブレ等に伴う画像のブレを補正している。即ち防振を行っている。

【0095】

尚、第3レンズ群B3を複数のレンズより構成しても良く、このときは第3レンズ群B3の全部または一部を光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動させて（手ブレによる）画像のブレを補正するようにしても良い。

【0096】

第4レンズ群B4は負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより成っている。又は第4レンズ群B4は負レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより成っている。

【0097】

第5レンズ群B5は両凸形状の正レンズ、負レンズとを接合した接合レンズより成っている。

【0098】

以上により各実施例では、高ズーム比で諸収差が良好に補正されたデジタルカメラ、ビデオカメラ等に対応可能な高性能なズームレンズを達成している。

【0099】

次に本発明の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例を図37を用いて説明する。

【0100】

図37において、20はカメラ本体、21は実施例1～5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。

【0101】

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。23は固体撮像素子22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。

【0102】

24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22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。

【0103】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（光学機器）の実施例を図38を用いて説明する。

【0104】

図38において、10はビデオカメラ本体、11は実施例1～5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。

【0105】

12はカメラ本体に内蔵され、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）である。13は固体撮像素子12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記録手段である。

【0106】

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。

【0107】

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。

【0108】

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やビデオカメラ等の撮像装置

10

20

30

40

50

に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。

【 0 1 0 9 】

以下の実施例 1 から 5 に対応する数値実施例 1 ~ 5 を示す。数値実施例において i は物体側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である。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、n d 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。又前述の各条件式と実施例 1 から 5 の関係をそれぞれ 表 1 から 表 5 に示す。

【 0 1 1 0 】

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, A_8, A_{10} を各々非球面係数とする。このとき

10

【 0 1 1 1 】

【数 3】

$$X = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10}$$

【 0 1 1 2 】

なる式で表している。

【 0 1 1 3 】

20

各数値実施例において最終の 2 つの面は光学フィルター、フェースプレート等のガラスブロックである。

【 0 1 1 4 】

* 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。

【 0 1 1 5 】

[実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	66.115	1.60	1.80518	25.4
2	28.183	5.51	1.48749	70.2
3	-319.832	0.15		
4	28.377	3.59	1.61800	63.3
5	235.037	0.15		
6	25.819	1.94	1.65160	58.5
7	42.915	(可変)		
8	33.928	0.60	1.88300	40.8
9	6.347	2.30		
10	-10.901	0.50	1.81600	46.6
11	7.451	0.55		
12	8.613	2.10	1.84666	23.9
13	-20.048	0.50	1.77250	49.6
14	25.633	(可変)		
15(絞り)		0.80		
16	14.709	1.76	1.48749	70.2
17	-10.650	(可変)		
18	-8.077	0.50	1.88300	40.8
19	21.609	1.42	1.84666	23.9
20	-22.197	(可変)		

30

40

50

21*	14.876	1.70	1.58313	59.4
22	-17.012	0.15		
23	-45.154	0.50	1.92286	18.9
24	17.344	1.86	1.80400	46.6
25	-13.466	(可変)		
26		1.00	1.51633	64.1
27		2.86		

非球面データ

第21面

10

K =-4.64973e+000 A 4=-2.06221e-004 A 6=-3.08941e-006
A 8= 1.06856e-007 A10= 4.86653e-024

各種データ

ズーム比 58.34

焦点距離	1.96	8.89	22.96	70.48	87.89	114.22
Fナンバー	1.86	3.48	4.02	4.50	4.70	5.04
画角	30.44	7.37	2.87	0.93	0.75	0.58
像高	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
レンズ全長	69.86	69.86	69.86	69.86	69.86	69.86
BF	11.14	13.70	15.10	9.23	7.60	4.99
d 7	0.80	13.82	18.16	21.97	21.97	21.97
d14	22.51	9.49	5.15	1.34	1.34	1.34
d17	0.70	0.70	0.70	0.70	3.70	6.70
d20	6.20	3.63	2.23	8.10	6.69	6.30
d25	7.61	10.18	11.58	5.71	4.07	1.46

20

ズームレンズ群データ

30

群	始面	焦点距離
1	1	31.58
2	8	-4.03
3	15	12.97
4	18	-14.59
5	21	10.08
6	26	

【 0 1 1 6 】

[実施例 2]

40

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	96.172	1.60	1.80518	25.4
2	33.402	5.43	1.48749	70.2
3	-134.219	0.15		
4	30.600	3.27	1.61800	63.3
5	102.208	0.15		
6	26.644	3.07	1.61800	63.3

50

7	67.065	(可変)				
8	-147.153	0.50	1.88300	40.8		
9	7.789	1.88				
10	-36.182	0.50	1.81600	46.6		
11	10.294	0.17				
12	8.114	2.12	1.84666	23.9		
13	-33.220	0.50	1.77250	49.6		
14	10.408	(可変)				
15(絞リ)		0.84				
16	10.639	1.80	1.48749	70.2		10
17	-19.254	(可変)				
18	-9.228	0.50	1.88300	40.8		
19	10.395	1.42	1.84666	23.9		
20	-62.190	(可変)				
21*	12.675	1.65	1.58313	59.4		
22	-21.413	0.15				
23	52.555	0.55	1.92286	18.9		
24	9.861	1.83	1.80400	46.6		
25	-18.727	(可変)				
26		1.00	1.51633	64.1		20
27		3.07				

非球面データ

第21面

K = -2.67498e+000 A 4 = -2.33040e-004 A 6 = 8.19444e-006

A 8 = -7.93464e-007 A10 = 2.77343e-008

各種データ

ズーム比 55.29

焦点距離	2.08	8.86	19.67	62.37	81.92	113.21
Fナンバー	1.85	2.05	2.17	2.60	2.96	4.00
画角	30.03	7.71	3.49	1.10	0.83	0.60
像高	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
レンズ全長	70.23	70.23	70.23	70.23	70.23	70.23
BF	10.79	12.68	13.55	8.42	6.98	4.35

d 7	1.20	14.13	18.03	22.23	22.23	22.23
d14	22.37	7.53	4.11	1.34	1.34	1.34
d17	0.80	0.80	0.80	0.80	3.80	6.80
d20	6.65	6.66	5.32	9.01	7.45	7.08
d25	7.06	8.95	9.82	4.69	3.25	0.63

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.41
2	8	-4.61
3	15	14.34
4	18	-11.87
5	21	8.82

30

40

50

6 26

【 0 1 1 7 】

[実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	83.025	1.60	1.80518	25.4	
2	30.779	5.53	1.48749	70.2	10
3	-150.375	0.15			
4	27.824	2.90	1.61800	63.3	
5	84.099	0.15			
6	22.846	2.55	1.61800	63.3	
7	49.588	(可変)			
8	66.390	0.50	1.88300	40.8	
9	4.035	2.99			
10	-17.905	0.50	1.88300	40.8	
11	13.179	0.20			
12	7.954	3.16	1.84666	23.9	20
13	-15.128	0.50	1.77250	49.6	
14	22.207	(可変)			
15(絞リ)		0.84			
16*	17.207	1.80	1.48749	70.2	
17	-8.993	(可変)			
18	-8.764	0.50	1.88300	40.8	
19	45.388	1.42	1.69895	30.1	
20	-15.182	(可変)			
21*	17.307	1.49	1.58313	59.4	
22	-25.952	0.15			30
23	-291.844	0.55	1.92286	18.9	
24	15.514	1.60	1.80400	46.6	
25	-16.842	(可変)			
26		1.00	1.51633	64.1	
27		2.89			

非球面データ

第16面

K =-3.42823e-001 A 4=-1.59577e-004 A 6=-4.47471e-006

40

第21面

K =-1.84301e+000 A 4=-1.63243e-004 A 6= 3.50620e-006 A 8=-5.47030e-007 A10= 3.03881e-008

各種データ

ズーム比 58.32

焦点距離	1.86	10.51	26.17	56.27	108.42	
Fナンバー	1.85	2.47	2.81	2.59	5.00	
画角	32.84	6.51	2.63	1.22	0.63	50

像高	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
レンズ全長	71.06	71.06	71.06	71.06	71.06
BF	10.61	14.59	16.58	12.29	5.94

d 7	1.20	14.26	18.19	21.38	22.44
d14	22.37	5.95	2.85	1.38	1.13
d17	0.80	2.59	3.00	2.96	2.84
d20	6.65	4.24	1.01	3.62	9.27
d25	7.06	11.04	13.03	8.74	2.39

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	30.84
2	8	-3.64
3	15	12.39
4	18	-18.66
5	21	11.32
6	26	

【 0 1 1 8 】

20

[実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	100.285	1.60	1.80610	33.3
2	25.643	6.16	1.49700	81.5
3	-153.236	0.15		
4	27.371	2.86	1.61800	63.3
5	82.833	0.15		
6	23.411	2.51	1.61800	63.3
7	67.351	(可変)		
8	34.412	0.50	1.88300	40.8
9	3.914	3.20		
10	-17.522	0.50	1.87273	25.5
11	14.013	0.20		
12	8.147	3.52	1.84666	23.9
13	-7.773	0.50	1.77250	49.6
14	22.150	(可変)		
15(絞り)		0.84		
16*	17.984	1.80	1.48749	70.2
17	-8.568	(可変)		
18	-8.138	0.50	1.88300	40.8
19	24.750	1.42	1.68553	29.7
20	-15.648	(可変)		
21*	14.366	1.58	1.58313	59.4
22	-22.475	0.15		
23	-556.537	0.55	1.92286	18.9
24	15.256	1.60	1.80295	47.2
25	-17.136	(可変)		

30

40

50

26 1.00 1.51633 64.1
27 2.88

非球面データ

第16面

K =-4.76082e-001 A 4=-1.56211e-004 A 6=-4.12033e-006

第21面

K =-2.02715e+000 A 4=-1.74932e-004 A 6= 5.66784e-006
A 8=-7.54320e-007 A10= 3.31401e-008

10

各種データ

ズーム比 57.57

焦点距離	1.80	5.24	18.92	40.79	103.61
Fナンバー	1.85	2.15	2.63	2.19	5.00
画角	33.69	12.89	3.63	1.68	0.66
像高	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
レンズ全長	70.83	70.05	71.31	72.68	73.38
BF	10.60	12.59	15.38	12.49	5.93

20

d 7	1.20	10.30	17.88	21.81	23.51
d14	20.95	8.70	3.05	1.60	1.19
d17	0.80	2.24	2.35	1.61	1.16
d20	6.65	5.59	2.01	4.53	10.95
d25	7.06	9.05	11.84	8.95	2.39

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	31.12
2	8	-3.89
3	15	12.17
4	18	-14.86
5	21	10.22
6	26	

30

【 0 1 1 9 】

[実施例 5]

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	62.500	1.60	1.80518	25.4
2	27.020	4.61	1.51633	64.1
3	183.420	0.15		
4	38.243	3.29	1.49700	81.5
5	2275.767	0.15		
6	22.490	2.77	1.71300	53.9
7	59.281	(可変)		
8	358.926	0.50	1.88300	40.8

50

9	4.970	2.34		
10	-27.256	0.50	1.83481	42.7
11	14.356	0.17		
12	7.480	2.05	1.84666	23.9
13	-27.961	0.50	1.66020	57.8
14	8.731	(可変)		
15(絞り)		0.84		
16	9.667	2.22	1.58313	59.4
17	-13.969	(可変)		
18	-105.010	0.50	1.67252	40.7
19	18.542	0.48		
20	119.639	1.13	1.67270	32.1
21	-29.871	0.50		
22	-6.120	0.50	1.88300	40.8
23	-20.641	1.42	1.84666	23.9
24	-17.875	(可変)		
25*	14.516	1.61	1.58313	59.4
26	-18.286	0.15		
27	89.345	0.55	1.84666	23.9
28	9.217	1.91	1.73915	53.2
29	-15.047	(可変)		
30		1.00	1.51633	64.1
31		4.07		

10

20

非球面データ

第25面

K = -4.19518e+000 A 4 = -2.20815e-004 A 6 = -1.64316e-006
A 8 = 1.31814e-007 A10 = -1.65375e-009

各種データ

30

ズーム比 39.61

焦点距離	1.99	8.92	21.58	78.94
Fナンバー	1.85	2.23	2.65	3.63
画角	31.05	7.66	3.18	0.87
像高	1.20	1.20	1.20	1.20
レンズ全長	71.29	71.29	71.29	71.29
BF	9.64	12.34	14.09	7.52

d 7	1.20	14.33	18.28	22.55
d14	22.58	9.45	5.50	1.23
d17	0.84	1.07	1.14	1.22
d24	6.23	3.30	1.48	7.97
d29	4.91	7.61	9.36	2.80

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	31.58
2	8	-4.01
3	15	10.15

50

4 18 -9.47
 5 25 9.04
 6 30

【 0 1 2 0 】

【表 1】

〈表 1〉実施例 1 の条件式対応値

	広角端	中間 1	中間 2	中間 3	中間 4	望遠端
f	1.96	8.89	22.96	70.48	87.89	114.22
$\beta 2$	-0.19	-0.48	-0.99	-15.07	-15.07	-15.07
$\beta 3$	-0.68	-1.82	-2.68	-0.22	-0.22	-0.22
$\beta 4$	-2.21	-0.68	-0.45	-22.42	6.21	2.73
$\beta 5$	-0.22	-0.47	-0.61	-0.03	0.13	0.39
$\beta 4 \times \beta 5$	0.48	0.32	0.27	0.66	0.82	1.07
$\max \beta 4 \times \beta 5 / \min \beta 4 \times \beta 5 $	3.96					
$st 2 / fw$	10.82					
$ f 4 / fw$	7.45					
$ f 2 / fw$	2.06					
$ \beta 2T / \beta 2w $	79.32					
$ \beta 3T / \beta 3w $	0.32					
$ \beta 4T / \beta 4w $	1.24					
$ \beta 5T / \beta 5w $	1.77					
$(\beta 2T / \beta 2w) / (\beta 4T / \beta 4w)$	64.21					

【 0 1 2 1 】

【表 2】

〈表 2〉 実施例 2 の条件式対応値

	広角端	中間 1	中間 2	中間 3	中間 4	望遠端
f	2.08	8.86	19.67	62.37	81.92	113.21
$\beta 2$	-0.22	-0.56	-1.06	-35.97	-35.97	-35.97
$\beta 3$	-0.84	-3.76	-5.27	-0.09	-0.09	-0.09
$\beta 4$	-0.91	-0.22	-0.15	-5.13	17.26	3.22
$\beta 5$	-0.39	-0.60	-0.70	-0.12	0.05	0.34
$\beta 4 \times \beta 5$	0.35	0.13	0.11	0.60	0.79	1.11
$\max \beta 4 \times \beta 5 / \min \beta 4 \times \beta 5 $	10.09					
$st 2 / fw$	10.13					
$ f 4 / fw$	5.72					
$ f 2 / fw$	2.22					
$ \beta 2T / \beta 2w $	163.50					
$ \beta 3T / \beta 3w $	0.11					
$ \beta 4T / \beta 4w $	3.54					
$ \beta 5T / \beta 5w $	0.87					
$(\beta 2T / \beta 2w) / (\beta 4T / \beta 4w)$	46.21					

【 0 1 2 2 】

【表 3】

〈表3〉 実施例 3 の条件式対応値

	広角端	中間 1	中間 2	中間 3	望遠端
f	1.86	10.51	26.17	56.27	108.42
$\beta 2$	-0.17	-0.44	-0.83	-3.04	-26.61
$\beta 3$	-0.61	-2.62	-4.04	-1.29	-0.13
$\beta 4$	-17.73	-0.77	-0.45	-2.58	2.67
$\beta 5$	-0.03	-0.38	-0.56	-0.18	0.38
$\beta 4 \times \beta 5$	0.58	0.30	0.25	0.47	1.01
$\max \beta 4 \times \beta 5 / \min \beta 4 \times \beta 5 $	4.04				
$s t 2 / f w$	11.43				
$ f 4 / f w$	10.04				
$ f 2 / f w$	1.96				
$ \beta 2 T / \beta 2 w $	156.53				
$ \beta 3 T / \beta 3 w $	0.21				
$ \beta 4 T / \beta 4 w $	0.15				
$ \beta 5 T / \beta 5 w $	12.67				
$(\beta 2 T / \beta 2 w) / (\beta 4 T / \beta 4 w)$	1039.43				

【0 1 2 3】

【表 4】

〈表4〉 実施例 4 の条件式対応値

	広角端	中間 1	中間 2	中間 3	望遠端
f	1.80	5.24	18.92	40.79	103.61
$\beta 2$	-0.17	-0.30	-0.70	-2.39	59.23
$\beta 3$	-0.62	-1.53	-3.14	-1.36	0.05
$\beta 4$	-3.44	-1.06	-0.44	-1.19	3.55
$\beta 5$	-0.16	-0.35	-0.62	-0.34	0.30
$\beta 4 \times \beta 5$	0.54	0.37	0.28	0.41	1.07
$\max \beta 4 \times \beta 5 / \min \beta 4 \times \beta 5 $	3.82				
$s t 2 / f w$	10.98				
$ f 4 / f w$	8.25				
$ f 2 / f w$	1.95				
$ \beta 2 T / \beta 2 w $	348.41				
$ \beta 3 T / \beta 3 w $	0.08				
$ \beta 4 T / \beta 4 w $	1.03				
$ \beta 5 T / \beta 5 w $	1.88				
$(\beta 2 T / \beta 2 w) / (\beta 4 T / \beta 4 w)$	337.62				

【0 1 2 4】

【表 5】

〈表5〉 実施例 5 の条件式対応値

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	1.99	8.92	21.58	78.94
$\beta 2$	-0.19	-0.47	-0.87	-12.07
$\beta 3$	-0.47	-1.07	-1.43	-0.21
$\beta 4$	-3.31	-1.08	-0.77	59.01
$\beta 5$	-0.22	-0.52	-0.71	0.02
$\beta 4 \times \beta 5$	0.72	0.56	0.55	0.97
$\max \beta 4 \times \beta 5 / \min \beta 4 \times \beta 5 $	1.76			
$s t 2 / f w$	10.71			
$ f 4 / f w$	4.75			
$ f 2 / f w$	2.01			
$ \beta 2 T / \beta 2 w $	63.53			
$ \beta 3 T / \beta 3 w $	0.45			
$ \beta 4 T / \beta 4 w $	17.83			
$ \beta 5 T / \beta 5 w $	0.09			
$(\beta 2 T / \beta 2 w) / (\beta 4 T / \beta 4 w)$	3.56			

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 5 】

【図 1】 実施例 1 のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図 2】 実施例 1 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡

【図 3】 実施例 1 の収差図（広角端）

【図 4】 実施例 1 の収差図（中間 1）

【図 5】 実施例 1 の収差図（中間 2）

【図 6】 実施例 1 の収差図（中間 3）

【図 7】 実施例 1 の収差図（中間 4）

【図 8】 実施例 1 の収差図（望遠端）

【図 9】 実施例 2 のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図 10】 実施例 2 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡

【図 11】 実施例 2 の収差図（広角端）

【図 12】 実施例 2 の収差図（中間 1）

【図 13】 実施例 2 の収差図（中間 2）

【図 14】 実施例 2 の収差図（中間 3）

【図 15】 実施例 2 の収差図（中間 4）

【図 16】 実施例 2 の収差図（望遠端）

【図 17】 実施例 3 のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図 18】 実施例 3 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡

【図 19】 実施例 3 の収差図（広角端）

【図 20】 実施例 3 の収差図（中間 1）

【図 21】 実施例 3 の収差図（中間 2）

【図 22】 実施例 3 の収差図（中間 3）

【図 23】 実施例 3 の収差図（望遠端）

【図 24】 実施例 4 のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図 25】 実施例 4 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡

【図 26】 実施例 4 の収差図（広角端）

【図 27】実施例 4 の収差図（中間 1）

【図 28】実施例 4 の収差図（中間 2）

【図 29】実施例 4 の収差図（中間 3）

【図 30】実施例 4 の収差図（望遠端）

【図 31】実施例 5 のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図 32】実施例 5 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡

【図 33】実施例 5 の収差図（広角端）

【図 34】実施例 5 の収差図（中間 1）

【図 35】実施例 5 の収差図（中間 2）

【図 36】実施例 5 の収差図（望遠端）

10

【図 37】本発明の撮像装置の要部概略図

【図 38】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0126】

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

d ... d 線

20

g ... g 線

M ... メリディオナル像面

S ... サジタル像面

S P ... 絞り

I P ... 結像面

G ... C C D のフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

球面収差...実線：d 線、2 点鎖線：g 線

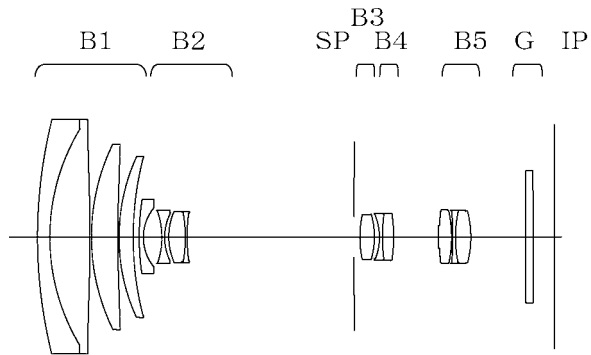
非点収差...実線：d 線 S、点線：d 線 M

歪曲... d 線

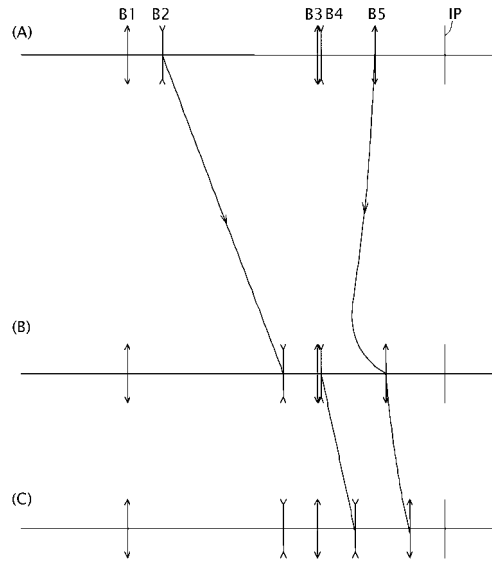
倍率色収差... 2 点鎖線：g 線

30

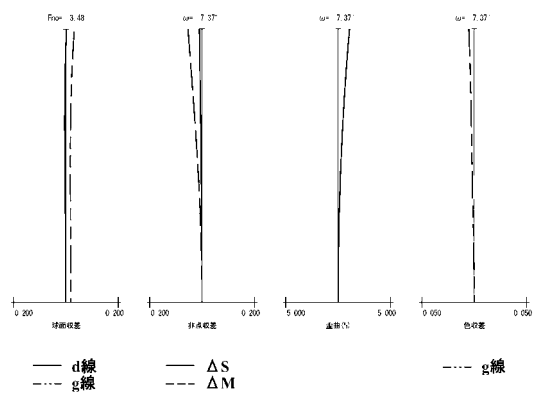
【図 1】



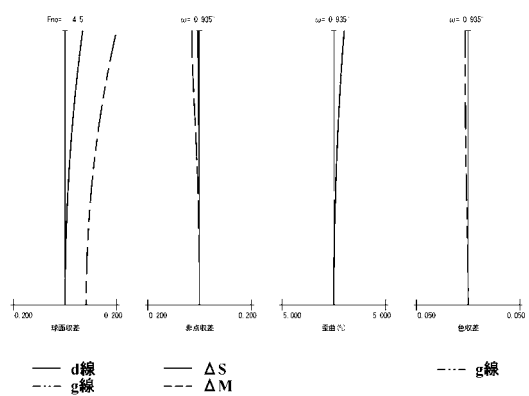
【図 2】



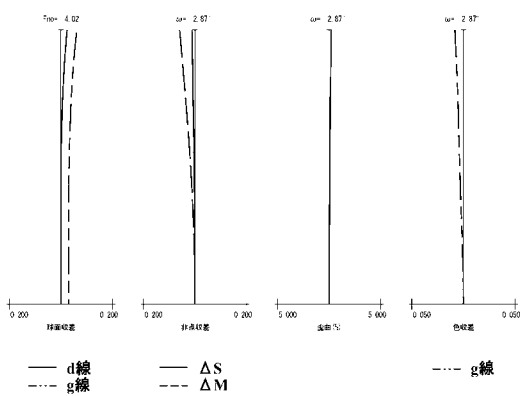
【図 4】



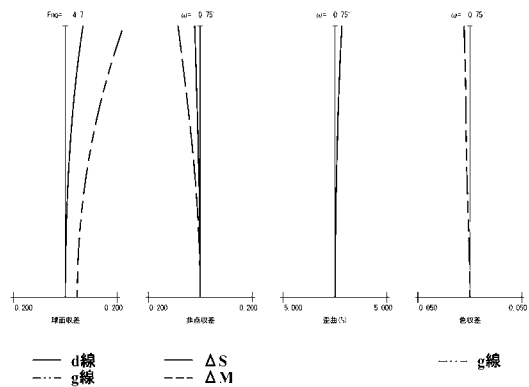
【図 6】



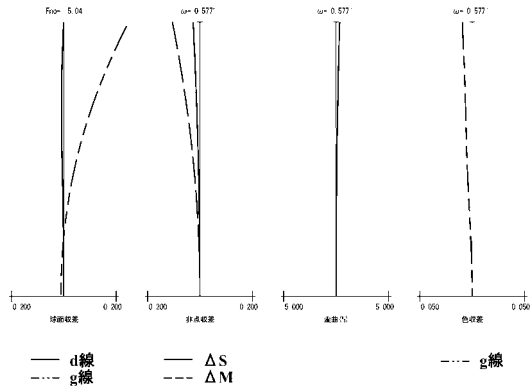
【図 5】



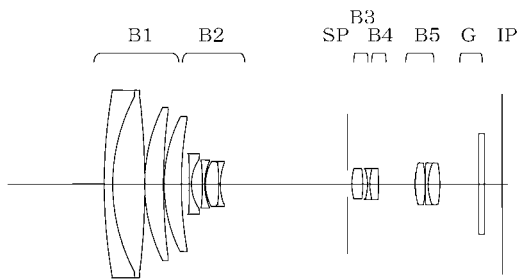
【図 7】



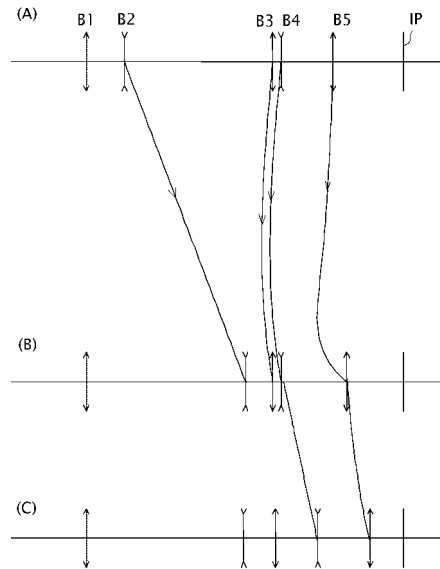
【図 8】



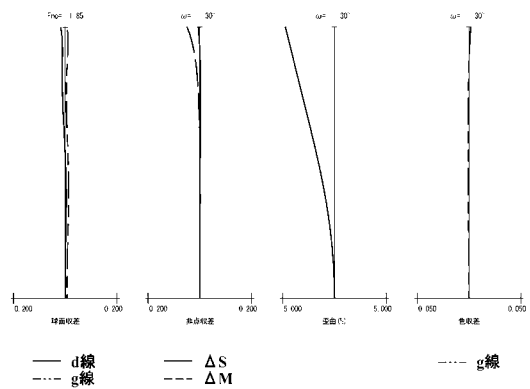
【図 9】



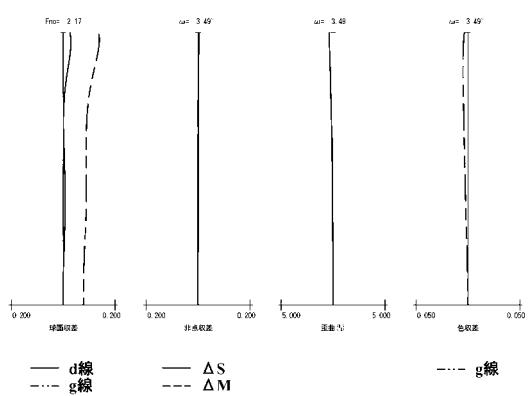
【図 10】



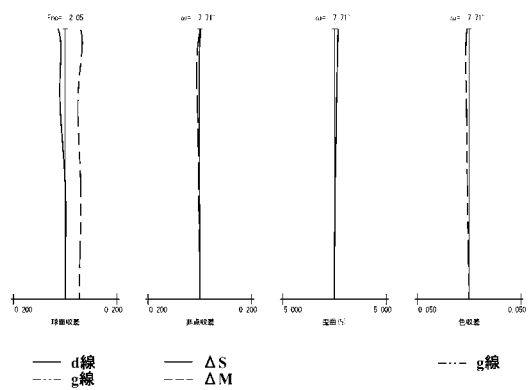
【図 11】



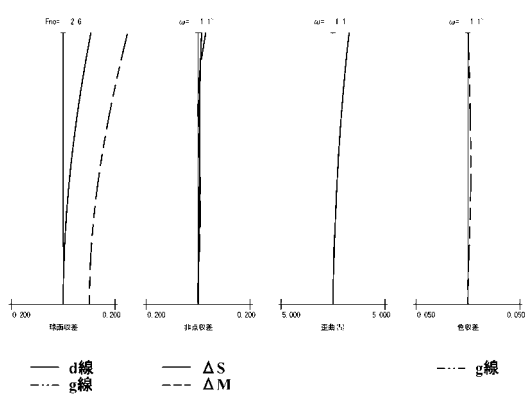
【図 13】



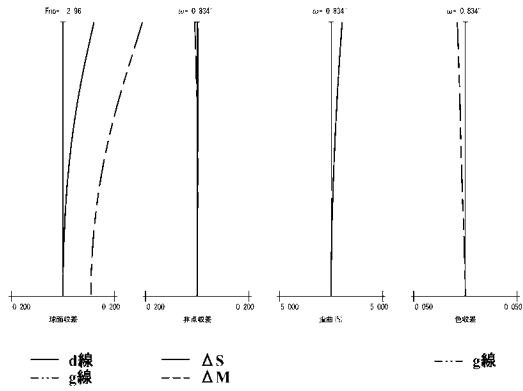
【図 12】



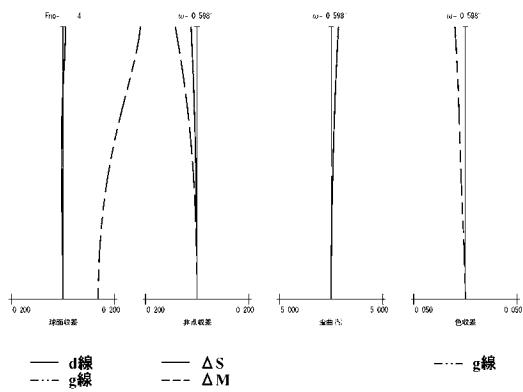
【図 14】



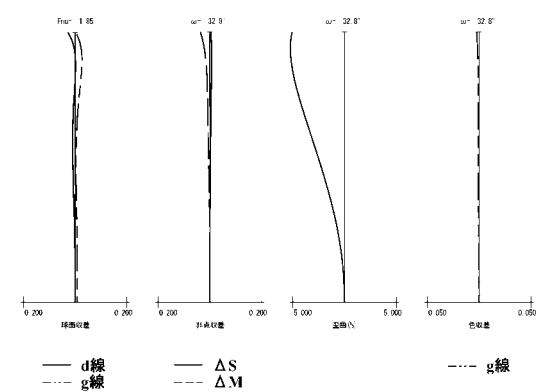
【図 15】



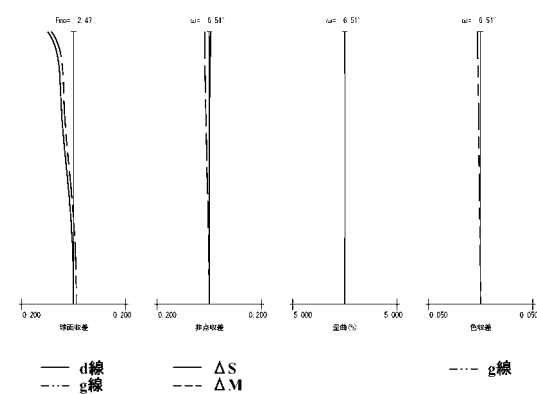
【図 16】



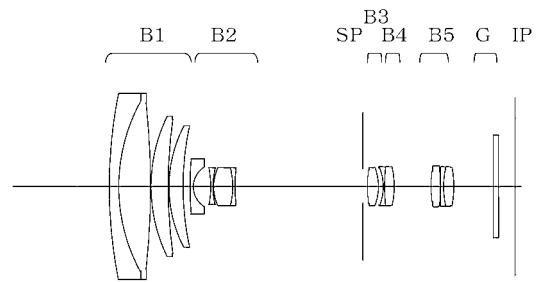
【図 19】



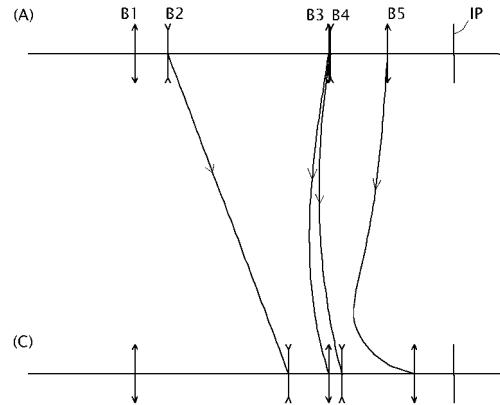
【図 20】



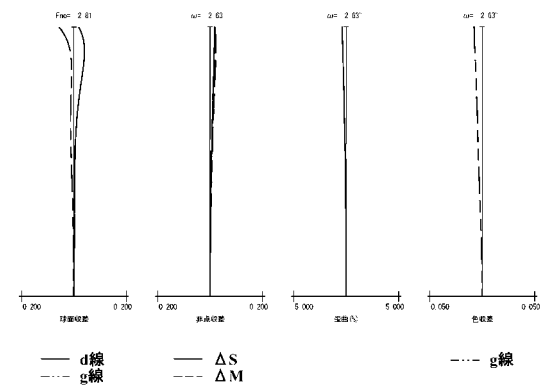
【図 17】



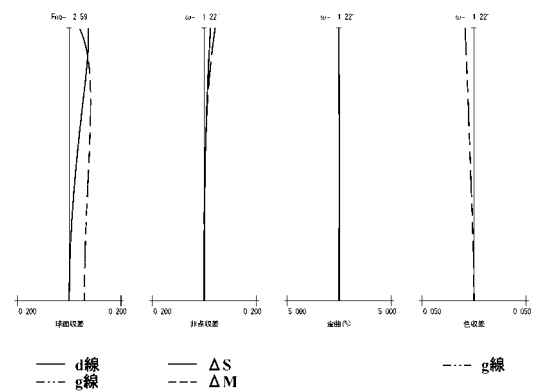
【図 18】



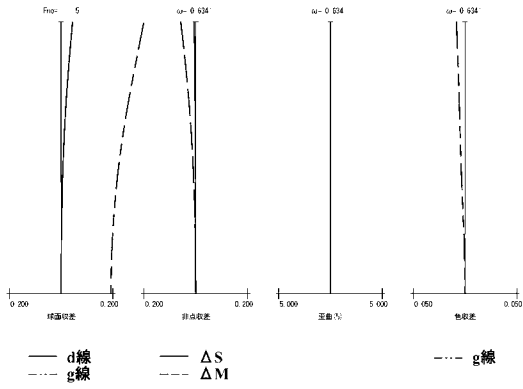
【図 21】



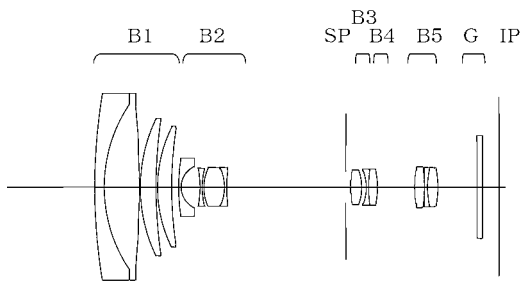
【図 22】



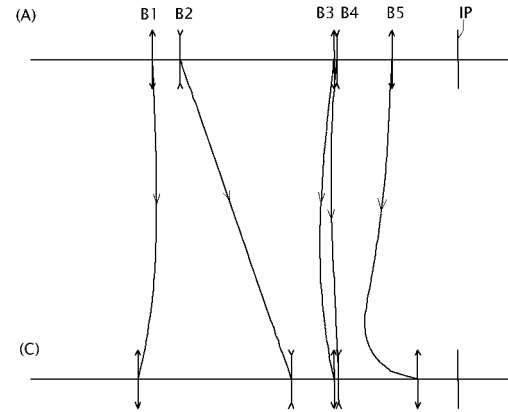
【図 23】



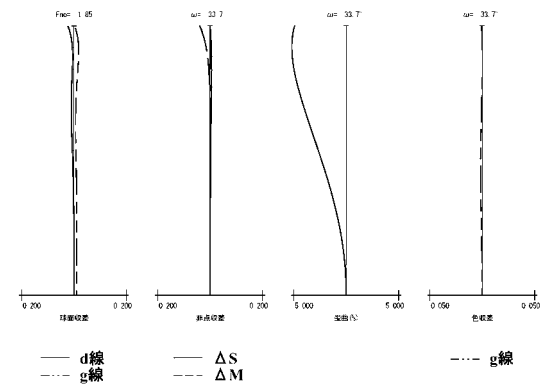
【図 24】



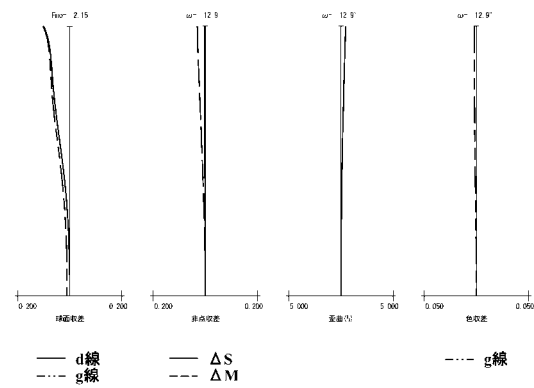
【図 25】



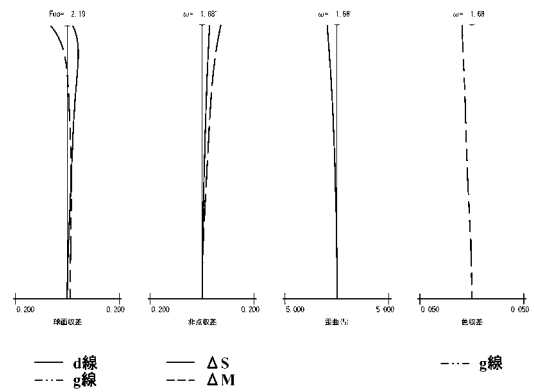
【図 26】



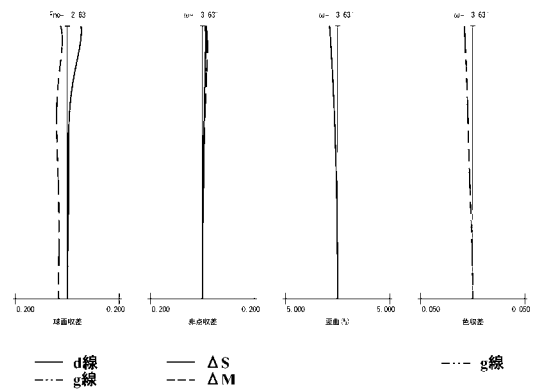
【図 27】



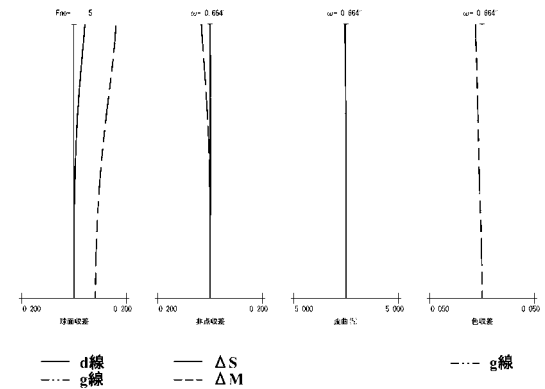
【図 29】



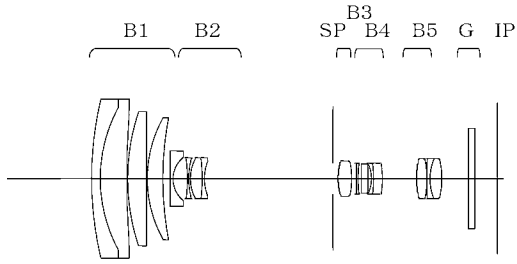
【図 28】



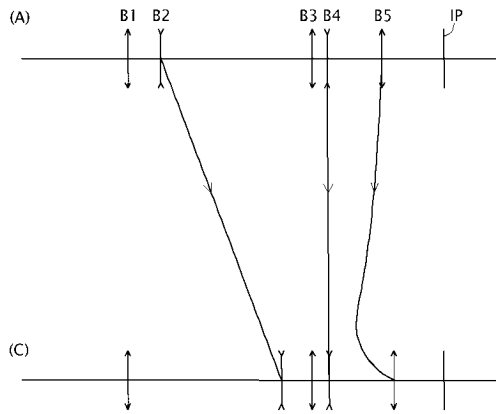
【図 30】



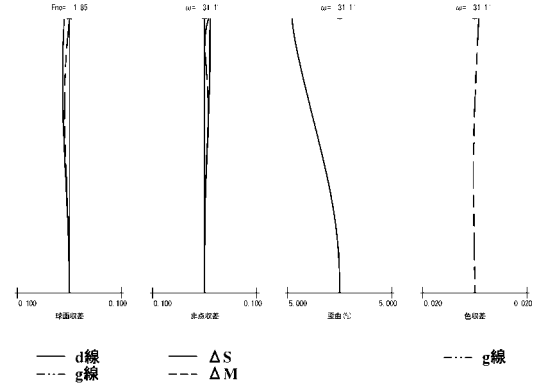
【図 3 1】



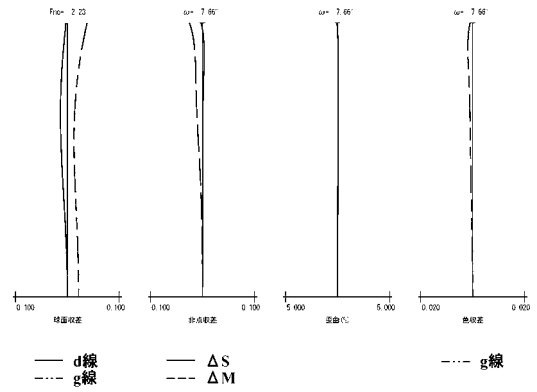
【図 3 2】



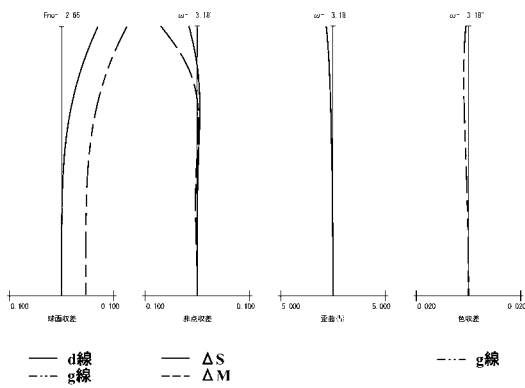
【図 3 3】



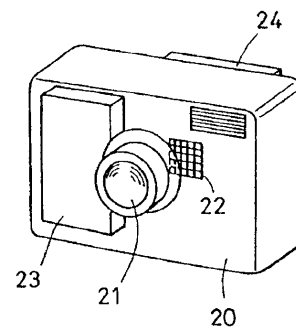
【図 3 4】



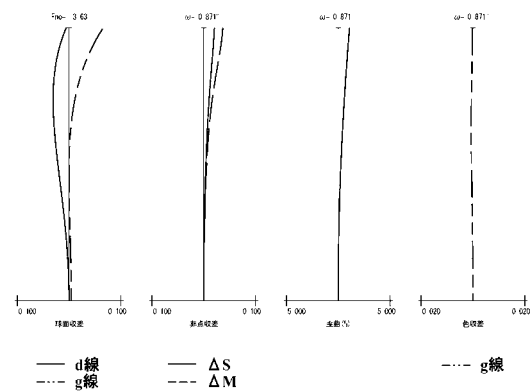
【図 3 5】



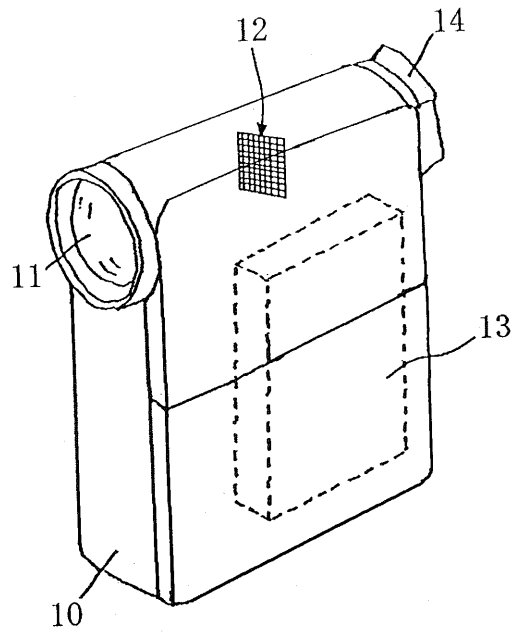
【図 3 7】



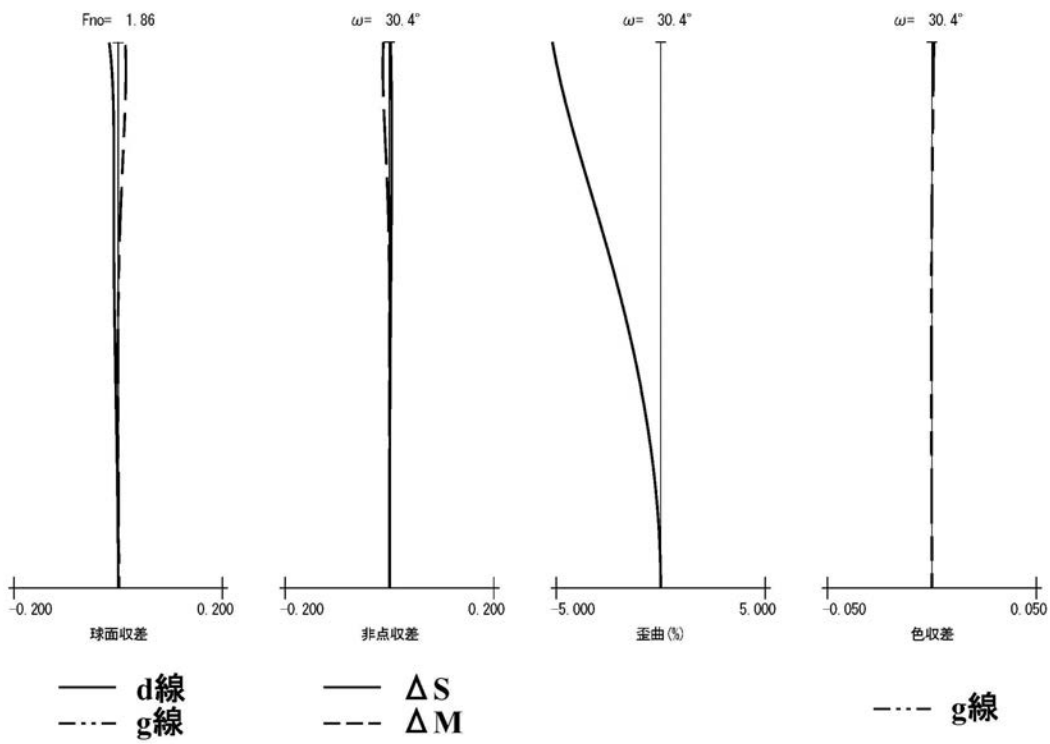
【図 3 6】



【図38】



【図3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4