

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5051844号
(P5051844)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(51) Int.Cl.		F I	
GO2B 15/20	(2006.01)	GO2B	15/20
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B	13/18
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N	5/232 Z
HO4N 5/225	(2006.01)	HO4N	5/225 D

請求項の数 13 (全 56 頁)

(21) 出願番号	特願2007-334017 (P2007-334017)	(73) 特許権者	504371974
(22) 出願日	平成19年12月26日(2007.12.26)		オリンパスイメージング株式会社
(65) 公開番号	特開2009-157039 (P2009-157039A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(74) 代理人	100139103
審査請求日	平成22年10月27日(2010.10.27)		弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荻澤 弘
		(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、
 正屈折力の第1レンズ群、
 負屈折力の第2レンズ群、
正屈折力の第3レンズ群、
正屈折力の第4レンズ群、
を有する4群のズームレンズであり、
 広角端から望遠端への変倍の際、
 広角端に対して望遠端にて前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との距離は広がり、
 広角端に対して望遠端にて前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との距離は狭まり、
 前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズを含み、
 前記第1レンズ群中の負レンズは、1枚のみであり、
 前記第1レンズ群中の正レンズは、1枚のみであり、

前記第1レンズ群中の正レンズは、以下の条件式(1)、(2)を満足し、さらに、以下の条件式(7)、(8)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.80 < n d 1 p < 2.00 \quad \dots (1)$$

$$50.0 < d 1 p < 70.0 \quad \dots (2)$$

$$0.20 < f 1 / f t < 1.00 \quad \dots (7)$$

$$0.02 < |f_2 / f_t| < 0.36 \quad \dots (8)$$

ただし、

n_{d1p} は、第1レンズ群中の1つの正レンズのd線に対する屈折率、

d_{1p} は、第1レンズ群中の1つの正レンズのアップベ数、

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_t は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【請求項2】

物体側から順に、

正屈折力の第1レンズ群、

負屈折力の第2レンズ群、

正屈折力の第3レンズ群、

正屈折力の第4レンズ群、

を有する4群のズームレンズであり、

前記第2レンズ群と前記第4レンズ群との間に開口絞りを有し、

広角端から望遠端への変倍の際、

広角端に対して望遠端にて前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との距離は広がり、

広角端に対して望遠端にて前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との距離は狭まり、

前記第1レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、

前記第2レンズ群は、移動し、

前記第3レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、

前記第4レンズ群は、移動し、

前記開口絞りは広角端よりも望遠端にて物体側に位置するように移動し、

前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズを含み、

前記第1レンズ群中の負レンズは、1枚のみであり、

前記第1レンズ群中の少なくとも1つの正レンズは以下の条件式(1)、(2)を満足し

、さらに、以下の条件式(7)、(8)を満足する

ことを特徴とするズームレンズ。

$$1.80 < n_{d1p} < 2.00 \quad \dots (1)$$

$$50.0 < d_{1p} < 70.0 \quad \dots (2)$$

$$0.20 < f_1 / f_t < 1.00 \quad \dots (7)$$

$$0.02 < |f_2 / f_t| < 0.36 \quad \dots (8)$$

ただし、

n_{d1p} は、第1レンズ群中の1つの正レンズのd線に対する屈折率、

d_{1p} は、第1レンズ群中の1つの正レンズのアップベ数、

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_t は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【請求項3】

前記少なくとも1つの正レンズは、以下の条件式(3)を満足する

ことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

$$-5.0 < SF_{1p} < -0.05 \quad \dots (3)$$

ただし、

$SF_{1p} = (R_{1pf} + R_{1pr}) / (R_{1pf} - R_{1pr})$ で定義され、

R_{1pf} は、第1レンズ群中の前記少なくとも1つの正レンズの物体側面の近軸曲率半径

、

R_{1pr} は、第1レンズ群中の前記少なくとも1つの正レンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

10

20

30

40

50

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群中の正レンズは、1 枚のみであることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、以下の条件式 (5)、(6) を満足することを特徴とする請求項 1 又は 4 に記載のズームレンズ。

$$0.001 < n_{d1n} - n_{d1p} < 0.50 \quad \dots (5)$$

$$20.0 < d_{1p} - d_{1n} < 55.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

n_{d1n} は、第 1 レンズ群中の負レンズの d 線に対する屈折率、

d_{1n} は、第 1 レンズ群中の負レンズのアップベ数、

である。

【請求項 6】

前記ズームレンズは、前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間に開口絞りを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、

前記第 1 レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、

前記第 2 レンズ群は、移動し、

前記第 3 レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、

前記第 4 レンズ群は、移動し、

前記開口絞りは広角端よりも望遠端にて物体側に位置するように移動する

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 7】

以下の条件式 (9) を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の少なくともいずれかに記載のズームレンズ。

$$4.0 < f_t / f_w < 40.0 \quad \dots (9)$$

ただし、

f_t は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

f_w は、広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【請求項 8】

前記請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のズームレンズと、

前記ズームレンズの像側に配置され、前記ズームレンズによって形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

以下の条件式 (4) を満足する

ことを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

$$0.40 < d_{1G} / I_m < 3.00 \quad \dots (4)$$

ただし、

d_{1G} は、第 1 レンズ群の光軸上での厚み、

I_m は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、

である。

【請求項 10】

以下の条件式 (10) を満足することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の撮像装置。

$$0.50 < I_m / f_w < 1.00 \quad \dots (10)$$

ただし、

I_m は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、

f_w は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

10

20

30

40

50

である。

【請求項 1 1】

以下の条件式 (1 1) を満足することを特徴とする請求項 8 乃至 1 0 のいずれかに記載の撮像装置。

$$5.0 < L_t / I_m < 17.5 \quad \dots (11)$$

ただし、 L_t は、望遠端におけるズームレンズ全長の全長、

I_m は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、である。

【請求項 1 2】

前記ズームレンズによるディストーションを含んだ前記電気信号を、画像処理によりディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することを特徴とする請求項 8 乃至 1 1 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 1 3】

前記ズームレンズによる倍率色収差を含んだ電気信号を、画像処理により倍率色収差による色のずれを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することを特徴とする請求項 8 乃至 1 2 のいずれかに記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関するものであり、さらに、ズームレンズを用いたビデオカメラやデジタルカメラ等の撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年では、銀塩フィルムカメラに代わり、CCDやCMOSセンサーのような撮像素子を用いて被写体を撮影するようにしたデジタルカメラが主流となっている。さらに、それは業務用高機能タイプからコンパクトな普及タイプまで幅広い範囲でいくつものカテゴリーを有するようになってきている。

【0003】

普及タイプのデジタルカメラのユーザーは、いつでもどこでも手軽に、且つ、画角の変更により幅広いシーンで撮影を楽しみたいという要望をもっている。そのため、小型な商品、特に服やカバンのポケット等への収納性がよく持ち運びが便利な、厚み方向のサイズが薄型であるデジタルカメラが好まれるようになってきている。そして、デジタルカメラ等に搭載されるズームレンズにも一層の小型化、高変倍比化、広画角化が要望されている。一方、ズームレンズには、撮像素子の高画素化に対応した高い光学性能も求められている。

【0004】

こういった要求に応えるべく最も物体側に正屈折力のレンズ群が配置されるタイプのズームレンズ系が提案されている。このタイプのズームレンズは、高変倍比を得やすいといったメリットがある。例えば、比較的大きい変倍比を持ちコンパクトなズームレンズとしては、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、正の第4レンズ群を有するタイプのものが以下の特許文献により知られている。

【0005】

【特許文献1】特開2006-330657号公報

【特許文献2】特開平11-52244

【特許文献3】特開2007-3554

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1、2、3で提案されているズームレンズは第1レンズ群の厚

10

20

30

40

50

みが全体的に大きく、像高に対するレンズ系の全長が大きく、更なる小型化が求められる。

【 0 0 0 7 】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、正屈折力のレンズ群が最も物体側に位置するズームレンズにて、小型化と光学性能の確保に有利なズームレンズを提供することである。さらに、そのようなズームレンズを用いた撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明の請求項 1 に係るズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、正屈折力の第 4 レンズ群、を有する 4 群のズームレンズであり、広角端から望遠端への変倍の際、広角端に対して望遠端にて前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との距離は広がり、広角端に対して望遠端にて前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との距離は狭まり、前記第 1 レンズ群は、負レンズと正レンズを含み、前記第 1 レンズ群中の負レンズは、1 枚のみであり、前記第 1 レンズ群中の正レンズは、1 枚のみであり、前記第 1 レンズ群中の正レンズは、以下の条件式 (1)、(2) を満足し、さらに、以下の条件式 (7)、(8) を満足することを特徴とするものである。

$$1.80 < n d 1 p < 2.00 \quad \dots (1)$$

$$50.0 < d 1 p < 70.0 \quad \dots (2)$$

$$0.20 < f 1 / f t < 1.00 \quad \dots (7)$$

$$0.02 < | f 2 / f t | < 0.36 \quad \dots (8)$$

ただし、

$n d 1 p$ は、第 1 レンズ群中の 1 つの正レンズの d 線に対する屈折率、

$d 1 p$ は、第 1 レンズ群中の 1 つの正レンズのアッベ数、

$f 1$ は、第 1 レンズ群の焦点距離、

$f 2$ は、第 2 レンズ群の焦点距離、

$f t$ は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

また、本発明の請求項 2 に係るズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、正屈折力の第 4 レンズ群、を有する 4 群のズームレンズであり、前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間に開口絞りを有し、広角端から望遠端への変倍の際、広角端に対して望遠端にて前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との距離は広がり、広角端に対して望遠端にて前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との距離は狭まり、前記第 1 レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、前記第 2 レンズ群は、移動し、前記第 3 レンズ群は、広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、前記第 4 レンズ群は、移動し、前記開口絞りは広角端よりも望遠端にて物体側に位置するように移動し、前記第 1 レンズ群は、負レンズと正レンズを含み、前記第 1 レンズ群中の負レンズは、1 枚のみであり、前記第 1 レンズ群中の少なくとも 1 つの正レンズは以下の条件式 (1)、(2) を満足し、さらに、以下の条件式 (7)、(8) を満足することを特徴とする。

$$1.80 < n d 1 p < 2.00 \quad \dots (1)$$

$$50.0 < d 1 p < 70.0 \quad \dots (2)$$

$$0.20 < f 1 / f t < 1.00 \quad \dots (7)$$

$$0.02 < | f 2 / f t | < 0.36 \quad \dots (8)$$

ただし、

$n d 1 p$ は、第 1 レンズ群中の 1 つの正レンズの d 線に対する屈折率、

$d 1 p$ は、第 1 レンズ群中の 1 つの正レンズのアッベ数、

$f 1$ は、第 1 レンズ群の焦点距離、

$f 2$ は、第 2 レンズ群の焦点距離、

10

20

30

40

50

f t は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、である。

【0009】

以下、このような構成をとった理由と作用を説明する。

【0010】

本発明のズームレンズは、物体側から像側に順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群と、第2レンズ群よりも像側に配置された正屈折力の第3レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍の際、広角端に対して望遠端にて第1レンズ群と第2レンズ群との距離は広がり、第2レンズ群と第3レンズ群との距離が狭まる構成を採用している。

10

【0011】

このような構成とすることにより、第2レンズ群と第3レンズ群に変倍の負担を効率的に分担可能となる。したがって、広角端から望遠端への変倍時の収差変動を小さく抑えつつ、変倍比を確保しやすくなる。

【0012】

また、第1レンズ群に1枚の負レンズと1枚の正レンズを持たせることで、正レンズにより発生する諸収差を負レンズで発生する収差にてキャンセルできる。例えば、広角側の倍率色収差、望遠側での軸上色収差の補正を行うことができる。このとき、収差を補正する機能をもつ負レンズの枚数を1枚のみとすることで第1レンズ群の厚さを抑えやすくなる。

20

【0013】

また、本願発明の基本構成のように、物体側から順に正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群を備え、それよりも像側に正屈折力の第3レンズ群を有するズームレンズで小型化を図ろうとすると、第1レンズ群には強いパワーが求められる。

【0014】

そのため第1レンズ群中の正レンズのレンズ面、特に物体側のレンズ面は近軸曲率半径(絶対値)が小さくなりやすい。

【0015】

正のパワーを有する第1レンズ群では、通常、色収差補正の必要から正レンズは低分散のものが使用される。

30

【0016】

しかしながら、正レンズのレンズ面の近軸曲率半径が小さくなると高次の収差が発生しやすくなる。特に、分散の程度により色収差の発生に影響する。軸外になればなるほど、その収差の影響は大きくなり、広角端の画角を広角にするほど、その影響は大きくなる。そのため、ズームレンズを広角高変倍比化しようとする、望遠端における諸収差と広角端での倍率色収差との双方を良好とすることが難しくなる。

【0017】

そこで、負レンズによる色収差発生量とのバランスを良好にするため、正レンズの光学的な性質の適正化を図ることが、結像性能を確保した上での広角高変倍比化、小型化を行う上で重要となる。

40

【0018】

本発明では、第1レンズ群中の少なくとも一つの正レンズの屈折率、アッペ数が上述の条件式(1)及び条件式(2)を満足することを特徴としている。

【0019】

条件式(1)の下限である1.80を下回らないようにして、正レンズの屈折率を確保することで、正レンズのレンズ面の曲率を抑えやすくなり、正レンズの薄型化や軸外の倍率色収差等の諸収差の低減に有利となる。そして、正レンズ自体の諸収差を低減しやすくなることにより、負レンズによる球面収差やコマ収差等の諸収差を補正する機能とのバランスがとりやすくなる。

【0020】

50

条件式(1)の上限である2.00を上回らないようにすることで、レンズ材料のコスト低減に有利となる。また、屈折率が高くなり過ぎないようにすることでレンズ面の製造誤差による収差への影響を抑えやすくなる。

【0021】

条件式(2)の下限である50.0を下回らないようにして分散を適度に抑えることで、正レンズによる色収差量を低減しやすくなり負レンズとの軸上色収差等の補正に有利となる。

【0022】

条件式(2)の上限である70.0を上回らないように適度に分散を確保することで、負レンズによる色収差の補正過剰を抑えやすくなる。

10

【0023】

以上のような理由から、条件式(1)及び条件式(2)を満足することで、小型で広角・高変倍比で結像性能の良好なズームレンズの設計が容易となる。

【0024】

条件式(1)について、以下のようになると更に好ましい。

$$1.80 < n_{d1n} < 1.95 \quad \dots (1)'$$

【0025】

以下を満足するとなお好ましい。

$$1.82 < n_{d1n} < 1.90 \quad \dots (1)''$$

【0026】

条件式(2)について、以下のようになると更に好ましい。

$$50.0 < V_{d1n} < 60.0 \quad \dots (2)'$$

20

【0027】

以下を満足するとなお好ましい。

$$52.0 < V_{d1n} < 55.0 \quad \dots (2)''$$

【0028】

なお、条件式の上限值、下限値は条件式(1)、条件式(2)の範囲内で適宜変更してよい。後述する条件式(3)以降も同様に、上限値、下限値は条件式(3)以降の範囲内で適宜変更してよい。

【0029】

また、第1レンズ群内の正レンズの形状は、広画角化しやすくするために、物体側に強いパワーの凸面を向けた形状とすると良い。広角側で軸外光線がレンズ面に入射する角度を小さくすることで広角側での軸外収差の発生を抑えやすくなる。このとき、条件式(3)を満足することが好ましい。

$$-5.0 < SF_{1p} < -0.05 \quad \dots (3)$$

ただし、 $SF_{1p} = (R_{1pf} + R_{1pr}) / (R_{1pf} - R_{1pr})$ で定義され、 R_{1pf} は、第1レンズ群中の前記少なくとも1つの正レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R_{1pr} は、第1レンズ群中の前記少なくとも1つの正レンズの像側面の近軸曲率半径である。

40

【0030】

条件式(3)の下限である-5.0を下回らないようにすることで、近軸曲率半径を小さくしすぎずに正パワーの確保が行いやすくなり、高次の色収差等の低減に有利となる。

【0031】

条件式(3)の上限である-0.05を上回らないようにすることで、正レンズの物体側面の曲率を適度に確保でき、軸外収差の発生を抑えやすくなる。

【0032】

以下のようにすると更に好ましい。

$$-3.0 < SF_{1p} < -0.1 \quad \dots (3)'$$

【0033】

50

以下を満足するとなお好ましい。

$$-1.5 < S F 1 p < -0.75 \quad \dots (3)''$$

【0034】

また、第1レンズ群の正レンズの総枚数を1枚としても、上述の条件を満足することで正レンズによる収差低減、薄型化がおこなえる。第1レンズ群を1枚の負レンズと1枚の正レンズの2枚といった少ないレンズ枚数で構成することで、光軸方向および径方向のコンパクト化を行うことに有利となる。このとき、第1レンズ群は物体側から順に負レンズと正レンズの順で構成することが好ましい。向かい合う面の曲率を強くでき、正レンズで発生する諸収差を負レンズにより良好に補正しやすくなる。

【0035】

第1レンズ群は負レンズと正レンズを接合した接合レンズとしても良い。接合レンズとすると、高変倍比化による望遠端の長焦点化の際に発生し易い軸上色収差補正を効果的に行うことができる。また、組み立て誤差によるレンズ相対偏心での光学性能の劣化を抑えることができ、歩留まりの向上やコストダウンに有利となる。

【0036】

第1レンズ群の負レンズと正レンズは接合されていない、それぞれ独立したレンズ成分からなる構成としても良い。このようにすると、広角端での歪曲収差、コマ収差、および望遠端でのコマ収差の補正に有利となる。

【0037】

第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚のレンズからなる構成としたとき、第1レンズ群に比較的強い正パワーを持たせつつ単色の収差と色収差を抑え良好な収差性能を得るためには、負レンズおよび正レンズの屈折率差、アッペ数差を確保するのがよい。一方で一般的に光学材料はアッペ数が大きくなるほど屈折率が小さくなる傾向がある。

【0038】

そこで、負レンズ、正レンズの材料について条件式(5)及び条件式(6)を満足するようにすると良い。

$$0.001 < n d 1 n - n d 1 p < 0.50 \quad \dots (5)$$

$$20.0 < V d 1 p - V d 1 n < 55.0 \quad \dots (6)$$

ただし、 $n d 1 n$ は、第1レンズ群中の負レンズのd線に対する屈折率、

$V d 1 n$ は、第1レンズ群中の負レンズのアッペ数

である。

【0039】

条件式(5)の下限である0.001を下回らないようにして、第1レンズ群の負レンズの屈折率を確保することで、負レンズのレンズ面の曲率を抑えやすくなり、諸収差、特に望遠端でのコマ収差の低減に有利となる。

【0040】

条件式(5)の上限である0.50を上回らないようにして、第1レンズ群の正レンズの屈折率を確保しつつ負レンズの屈折率の過剰を抑えることで、収差補正機能の確保と材料のコスト低減をバランスよく行える。

【0041】

条件式(6)の下限である20.0を下回らないようにして、正レンズと負レンズの分散の差を確保することで、負レンズの色収差補正の機能の確保が容易となり、第1レンズ群内での色収差補正を行いやすくなる。

【0042】

条件式(6)の上限である55.0を上回らないようにすることで、正レンズの適度な分散を確保しつつ負レンズの分散の過剰を抑えることで、色収差補正の機能の確保と材料のコスト低減につながる。

【0043】

条件式(5)について、以下のようにすると更に好ましい。

$$0.05 < n d 1 n - n d 1 p < 0.40 \quad \dots (5)'$$

10

20

30

40

50

【0044】

以下を満足するとなお好ましい。

$$0.05 < nd1n - nd1p < 0.20 \quad \dots (5)''$$

【0045】

条件式(6)について、以下のようになると更に好ましい。

$$25.0 < Vd1p - Vd1n < 47.0 \quad \dots (6)'$$

【0046】

以下を満足するとなお好ましい。

$$30.0 < Vd1p - Vd1n < 35.0 \quad \dots (6)''$$

【0047】

また、第1レンズ群のパワーについて、以下の条件式(7)を満たすようにすることが好ましい。

$$0.20 < f1 / ft < 1.00 \quad \dots (7)$$

ただし、 $f1$ は、第1レンズ群の焦点距離、

ft は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【0048】

条件式(7)の下限である0.20を下回らないようにすることで、第1レンズ群のパワーを適度に抑え、望遠端での球面収差やコマ収差を抑えることが、良好な結像性能の確保のために好ましい。

【0049】

条件式(7)の上限である1.00を上回らないようにして、第1レンズ群のパワーを確保することで、ズームレンズ全系の全長や、沈胴時の厚さの低減に有利となる。

【0050】

以下のようになると更に好ましい。

$$0.40 < f1 / ft < 0.95 \quad \dots (7)'$$

【0051】

以下を満足するとなお好ましい。

$$0.62 < f1 / ft < 0.85 \quad \dots (7)''$$

【0052】

また、第2レンズ群のパワーについて、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.02 < |f2 / ft| < 0.50 \quad \dots (8)$$

ただし、 $f2$ は、第2レンズ群の焦点距離、

ft は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離

である。

【0053】

これは、小型化と収差性能のバランスに関する条件式である。条件式(8)の下限である0.02を下回らないようにして、第2レンズ群の負パワーを適度に抑えることで、広角側での軸外諸収差や望遠側での球面収差の発生を抑えやすくなる。

【0054】

条件式(8)の上限である0.50を上回らないようにして、第2レンズ群の負パワーを確保することで、広角端での画角の確保や高変倍比化、ズームレンズ全系の小型化に有利となる。

【0055】

以下のようになると更に好ましい。

$$0.08 < |f2 / ft| < 0.36 \quad \dots (8)'$$

【0056】

以下を満足するとなお好ましい。

$$0.12 < |f2 / ft| < 0.16 \quad \dots (8)''$$

【0057】

10

20

30

40

50

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、を有する4群ズームレンズとしてもよい。

【0058】

正屈折力の第4レンズ群を配置することで、射出瞳を像面から離しやすくなり、シェーディングの低減を行いやすくなる。

【0059】

さらには、このとき、4群ズームレンズは前記第2レンズ群と前記第4レンズ群との間に開口絞りを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群は広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、第2レンズ群は移動し、第3レンズ群は広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動し、第4レンズ群は移動し、開口絞りは広角端よりも望遠端にて物体側に位置するように移動することが好ましい。

10

【0060】

広角端でのズームレンズ全長を小さくすることで第1レンズ群の径方向の小型化に有利となる。各レンズ群を上述のように移動させることで、変倍比の確保、収差や瞳位置の変動の低減に有利となる。

【0061】

広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群は、物体側へのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。

【0062】

広角端から望遠端への変倍に際して、第2レンズ群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。

20

【0063】

広角端から望遠端への変倍に際して、第3レンズ群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側に凸の軌跡で移動させてもよい。

【0064】

広角端から望遠端への変倍に際して、第4レンズ群は広角端よりも望遠端で物体側にあるように移動させてもよいし、像側にあるように移動させてもよい。単調に一方向にのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。

【0065】

また、本発明のズームレンズは、以下の条件式(9)を満足するのが好ましい。

$$4.0 < f_t / f_w < 40.0 \quad \dots (9)$$

ただし、 f_t は、望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

f_w は、広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【0066】

条件式(9)の下限である4.0を下回らないようにして、変倍比を確保し、本発明のメリットを生かした広角高変倍ズームレンズを構成することが好ましい。

【0067】

条件式(9)の上限である40.0を上回らないようにすることで、サイズと結像性能、撮影者の使用頻度、コスト等のバランスが取れた広角高変倍ズームレンズを構成でき好ましい。

40

【0068】

以下のようにすると更に好ましい。

$$6.5 < f_t / f_w < 30.0 \quad \dots (9)'$$

【0069】

以下を満足するとなお好ましい。

$$9.5 < f_t / f_w < 12.0 \quad \dots (9)''$$

【0070】

また、上述の何れかのズームレンズをデジタルカメラ等の撮像装置に用いることが撮像

50

装置の高性能化等の点で好ましい。つまり、ズームレンズと、そのズームレンズの像側に配置され、ズームレンズによって形成された像を電気信号に変換する撮像素子を有し、そのズームレンズが上述のいずれかのズームレンズであることを特徴とする撮像装置とすることが好ましい。

【0071】

さらに、第1レンズ群の厚みは、適切な範囲でなるべく薄くしておくことが好ましい。沈胴時の厚み方向の薄型化が可能となる。また、ズームレンズに入射する光線の高さを低くすることができるため、ズームレンズの径方向の小型化にもつながる。具体的には以下の条件式を満足するようにすることが好ましい。

$$0.40 < d1G / Im < 3.00 \quad \dots (4) \quad 10$$

ただし、 $d1G$ は第1レンズ群の光軸上での厚み、

Im は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、である。

【0072】

条件式(4)の下限である0.40を下回らないようにして、第1レンズ群光軸上の厚みを確保することで、第1レンズ群の屈折力の確保や、レンズの厚みの確保による加工に有利となる。

【0073】

条件式(4)の上限である3.00を上回らないようにすることで、第1レンズ群を小型軽量化しやすくなり、ズームレンズを沈胴収納した際の薄型化に有利となる。

20

【0074】

以下のようにすると更に好ましい。

$$0.70 < d1G / Im < 2.10 \quad \dots (4)'$$

【0075】

以下を満足するとより好ましい。

$$0.90 < d1G / Im < 1.25 \quad \dots (4)''$$

【0076】

また、本発明のズームレンズは以下の条件式を満足するのが好ましい。

$$0.50 < Im / fw < 1.00 \quad \dots (10) \quad 30$$

ただし、 Im は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、

fw は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【0077】

条件式(10)の下限である0.50を下回らないようにすることで、広角端での短焦点距離化による効果(例えば短い撮影距離で大人数を撮影できる)が得やすくなる。

【0078】

条件式(10)の上限である1.00を上回らないように、広角端での焦点距離が短くなりすぎないようにすると、高変倍比のズームレンズの設計を行いやすくなる。

40

【0079】

以下のようにすると更に好ましい。

$$0.60 < Im / fw < 0.95 \quad \dots (10)'$$

【0080】

以下を満足するとなお好ましい。

$$0.70 < Im / fw < 0.80 \quad \dots (10)''$$

【0081】

レンズ全長について、以下の条件式を満足するようにすると好ましい。

$$5.0 < Lt / Im < 17.5 \quad \dots (11) \quad 50$$

ただし、 Lt は、望遠端におけるズームレンズ全系の全長、

I_m は、撮像素子の有効撮像領域の対角長の半分であり、有効撮像領域が可変の場合は、とり得る範囲における最大値、である。

【0082】

条件式(11)の下限である5.0を下回らないようにすることで、各レンズ群の屈折力を抑えられ、諸収差の発生を低減しやすくなる。

【0083】

条件式(11)の上限である17.5を上回らないようにすることで、沈胴状態の鏡枠サイズを小型化しやすくなる。

【0084】

以下のようにすると更に好ましい。

$$8.0 < L_t / I_m < 17.2 \quad \dots (11)'$$

【0085】

以下を満足するとなお好ましい。

$$14.0 < L_t / I_m < 17.0 \quad \dots (11)''$$

【0086】

ズームレンズによるディストーションを含んだ電気信号を画像処理によりディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することが好ましい。ズームレンズのディストーションを許容することで、ズームレンズのレンズ枚数低減や小型化に一層有利となる。

【0087】

上述の各発明について、ズームレンズがフォーカシング機構を有する場合、条件式は、最も遠距離の物体にフォーカシングした状態での値とする。

【0088】

上述の各発明は、各々複数を同時に満足することがより好ましい。

【0089】

また、各条件式について、下限または上限のみをより限定した条件式の下限または上限の値としてもよい。

【発明の効果】

【0090】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、正屈折力のレンズ群が最も物体側に位置するズームレンズにて、小型化と光学性能の確保に有利なズームレンズおよびそれを備えた撮像装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0091】

以下に示す本発明に基づく実施例では、上述のような工夫を施すことで、カメラの携帯性を損なうことなく従来よりも撮影領域を広げたいというユーザーの要望を満たせるような、カメラの小型化と高性能化を同時に満たしており、撮影画像の画質が良好に維持された、CCDやCMOS等の電子撮像素子に適している、ズームレンズ光学系を提供している。

【0092】

以下に示す各実施例は、撮像装置の立ち上げ時にレンズが繰り出すタイプのズームレンズおよびそれを備えた撮像装置の例である。実施例1～13においては、高い光学性能を持ち、かつ、コンパクト性に優れたズームレンズとなっている。実施例1～13は全ズーム状態にて有効撮像領域は矩形で一定である。各実施形態での条件式対応値は無遠物点に合焦した状態での値である。全長は、レンズの入射面から射出面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えたものである。バックフォーカスは、空気換算長で示している。なお、実施例8～13は、参考例であり、本発明に含まれるものではない。

10

20

30

40

【0093】

以下、本発明のズームレンズの実施例1～13について説明する。実施例1～13の無限遠物点合焦時の広角端(a)、広角側変化点(b)、中間状態(第1レンズ群が最も像側に位置する状態)(c)、望遠側変化点(d)、望遠端(e)でのレンズ断面図をそれぞれ図1～図13に示す。各図中、第1レンズ群はG1、第2レンズ群はG2、開口絞りはS、第3レンズ群はG3、第4レンズ群はG4、光学的ローパスフィルターはF、電子撮像素子であるCCDのカバーガラスはC、CCDの像面はIで示してある。なお、近赤外シャープカットコートについては、例えば光学的ローパスフィルターFに直接コートを施こしてもよく、また、別に赤外カット吸収フィルターを配置してもよい。

10

【0094】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0095】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0096】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0097】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より若干物体側に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

20

【0098】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

30

【0099】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干像側に位置する。

【0100】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。

40

【0101】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズの像側の面の6面に用いている。

【0102】

実施例2のズームレンズは、図2に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負

50

屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0103】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0104】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0105】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より若干物体側に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

10

【0106】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0107】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干物体側に位置し、広角側変化点及び望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

20

【0108】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

30

【0109】

非球面は、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの像側の面の6面に用いている。

【0110】

実施例3のズームレンズは、図3に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0111】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

40

【0112】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0113】

第2レンズ群G2は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠側変化点の位置

50

より若干像側に位置する。

【0114】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0115】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干物体側に位置し、広角側変化点及び望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

10

【0116】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0117】

非球面は、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの像側の面の6面に用いている。

20

【0118】

実施例4のズームレンズは、図4に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0119】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0120】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

30

【0121】

第2レンズ群G2は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠側変化点の位置より像側に位置する。

【0122】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0123】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角側変化点及び望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

40

【0124】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズと像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メ

50

ニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0125】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの両面の8面に用いている。

【0126】

実施例5のズームレンズは、図5に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

10

【0127】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0128】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0129】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より若干物体側に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

20

【0130】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0131】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干像側に位置する。

30

【0132】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0133】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの像側の面の6面に用いている。

40

【0134】

実施例6のズームレンズは、図6に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0135】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0136】

50

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0137】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より物体側に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

10

【0138】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0139】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干像側に位置する。

20

【0140】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。

【0141】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズの像側の面の6面に用いている。

30

【0142】

実施例7のズームレンズは、図7に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0143】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0144】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0145】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より物体側に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

40

【0146】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

50

【 0 1 4 7 】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、中間状態の位置より若干像側に位置する。

【 0 1 4 8 】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。

10

【 0 1 4 9 】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズの像側の面の6面に用いている。

【 0 1 5 0 】

実施例8のズームレンズは、図8に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

20

【 0 1 5 1 】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【 0 1 5 2 】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【 0 1 5 3 】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角側変化点の位置より像側に位置する。

30

【 0 1 5 4 】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【 0 1 5 5 】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角側変化点の位置より若干物体側に位置し、広角端及び望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

40

【 0 1 5 6 】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる

50

。

【0157】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の物体側接合レンズの最も物体側の面及び最も像側の面、像側接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの両面の8面に用いている。

【0158】

実施例9のズームレンズは、図9に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

10

【0159】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0160】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0161】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角側変化点の位置より像側に位置する。

20

【0162】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0163】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで像側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角側変化点と同一位置に位置し、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

30

【0164】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0165】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の物体側接合レンズの最も像側の面、像側接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの両面の7面に用いている。

40

【0166】

実施例10のズームレンズは、図10に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0167】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0168】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

50

【0169】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から中間状態まで物体側に凸の軌跡を描いて移動し、中間状態から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端及び中間状態の位置より像側に位置する。

10

【0170】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0171】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動する。望遠端では、広角側変化点の位置より像側に位置する。

【0172】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

20

【0173】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の物体側接合レンズの最も像側の面、像側接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの両面の7面に用いている。

【0174】

実施例11のズームレンズは、図11に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

30

【0175】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0176】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0177】

第2レンズ群G2は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角端から望遠端まで物体側に凸の軌跡を描いて移動する。望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

40

【0178】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0179】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げ

50

ながら、像側へ移動する。望遠端では、最も像側に位置する。

【0180】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凸正レンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0181】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの両面の8面に用いている。

10

【0182】

実施例12のズームレンズは、図12に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0183】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0184】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【0185】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら、像側へ移動する。望遠端では、最も像側に位置する。

20

【0186】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群G2との間隔を狭め、第4レンズ群G4との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

【0187】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら、像側へ移動する。望遠端では、最も像側に位置する。

30

【0188】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸正レンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。

40

【0189】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズの両面の8面に用いている。

【0190】

実施例13のズームレンズは、図13に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0191】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

50

【 0 1 9 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、広角端から望遠端まで物体側へ移動する。

【 0 1 9 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から広角側変化点まで、第 1 レンズ群 G 1 との間隔を広げ、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を狭めながら、像側へ移動し、広角側変化点から望遠側変化点まで、第 1 レンズ群 G 1 との間隔を広げ、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を狭めながら、物体側へ移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第 1 レンズ群 G 1 との間隔を広げ、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を狭めながら、像側へ移動する。望遠端では、最も像側に位置する。

【 0 1 9 4 】

開口絞り S と第 3 レンズ群 G 3 は、広角端から望遠端まで、第 2 レンズ群 G 2 との間隔を狭め、第 4 レンズ群 G 4 との間隔を広げながら、一体に物体側へ移動する。

10

【 0 1 9 5 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から広角側変化点まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら、像側へ移動し、広角側変化点から中間状態まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら、物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら、像側へ移動する。望遠端では、最も像側に位置する。

【 0 1 9 6 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹負レンズの接合レンズとからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、第 4 レンズ群 G 4 は、両凸正レンズ 1 枚からなる。

20

【 0 1 9 7 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの最も像側の面、第 2 レンズ群 G 2 の負メニスカスレンズの両面、接合レンズの最も像側の面、第 3 レンズ群 G 3 の両凸正レンズの両面、第 4 レンズ群 G 4 の両凸正レンズの両面の 8 面に用いている。

【 0 1 9 8 】

以下、各実施例におけるレンズの数値データを示す。

【 0 1 9 9 】

各実施例におけるレンズの数値データにおいては、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズの肉厚または間隔、n d は各レンズの d 線における屈折率、d は各レンズの d 線におけるアッペ数、K は円錐係数、A4、A6、A8、A10 は非球面係数、E ± N は $\times 10^{\pm N}$ をそれぞれ示している。

30

【 0 2 0 0 】

また、各非球面形状は、各実施例における各非球面係数を用いて、以下の式で表される。

【 0 2 0 1 】

$$Z = (Y^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + K) \cdot (Y / r)^2 \}^{1/2} + A4 \times Y^4 + A6 \times Y^6 + A8 \times Y^8 + A10 \times Y^{10}]$$

40

ただし、光軸方向の座標を Z、光軸と垂直な方向の座標を Y とする。

【 0 2 0 2 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	23.700	0.80	1.92286	18.90
2	18.290	0.29		
3	20.285	2.68	1.83215	52.64

50

4	224.814	可変			
5 (非球面)	-274063.885	0.80	1.83481	42.71	
6 (非球面)	7.042	2.62			
7	-109.853	2.07	1.94595	17.98	
8	-13.490	0.80	1.83481	42.71	
9 (非球面)	101.819	可変			
10 (絞り)		0.30			
11 (非球面)	5.360	2.31	1.49700	81.54	
12 (非球面)	-13.893	0.10			
13	6.596	1.51	1.77250	49.60	10
14	8.760	0.80	2.00068	25.47	
15	3.811	可変			
16	-863.224	2.67	1.74330	49.33	
17 (非球面)	-12.066	可変			
18		0.40	1.54771	62.84	
19		0.50			
20		0.50	1.51633	64.14	
21		0.40			
像面					20

非球面データ

第5面

$K=0.000, A4=-4.84837E-05, A6=1.75124E-06, A8=8.67014E-10, A10=-5.50599E-11$

第6面

$K=0.872, A4=-1.23406E-04, A6=-1.07153E-06, A8=-2.49932E-07, A10=-2.37832E-09$

第9面

$K=0.000, A4=-3.30543E-04, A6=5.07824E-07, A8=6.33144E-08, A10=-1.16455E-08$

第11面

$K=0.000, A4=-6.97366E-04, A6=-1.98689E-07, A8=-5.74122E-07, A10=2.10931E-07$

第12面

$K=0.000, A4=5.88288E-04, A6=7.94116E-06, A8=-3.06457E-07, A10=2.97377E-07$

第17面

$K=0.000, A4=9.09058E-05, A6=-1.34306E-06, A8=2.83530E-08$

各種データ

ズーム比

9.563

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.13	8.78	15.80	27.99	49.07
Fナンバー	3.40	4.24	4.38	5.37	5.98
画角	82.27	48.36	27.42	15.83	9.11
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.79	46.15	52.33	58.73	63.02
B F	5.93	5.52	4.91	5.08	4.82
d4	0.44	4.59	9.75	13.95	18.80
d9	15.34	10.82	7.53	4.36	1.43
d15	3.33	7.48	12.39	17.59	20.23
d17	4.45	4.03	3.43	3.59	3.33

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	38.03
2	5	-7.68
3	10	10.82
4	12	16.44

【 0 2 0 3 】

数值実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	23.389	0.80	1.92286	18.90
2	18.160	0.25		
3	19.779	2.60	1.83215	52.64
4	143.273	可変		
5 (非球面)	161.987	0.80	1.83481	42.71
6 (非球面)	6.905	2.69		
7	-80.337	2.04	1.94595	17.98
8	-13.334	0.80	1.83481	42.71
9 (非球面)	106.434	可変		
10 (絞り)		0.30		
11 (非球面)	5.845	2.46	1.59201	67.02
12 (非球面)	-16.354	0.10		
13	7.694	1.51	1.77250	49.60
14	12.481	0.80	2.00068	25.47
15	4.166	可変		
16	634.377	2.66	1.74330	49.33
17 (非球面)	-12.596	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		

像面

非球面データ

第 5 面

K=0.000, A4=-8.14440E-05, A6=1.42313E-06, A8=2.33537E-08, A10=-2.31846E-10

第 6 面

K=0.872, A4=-1.44875E-04, A6=-1.97010E-06, A8=-3.00268E-07, A10=-2.29344E-09

第 9 面

K=0.000, A4=-3.46036E-04, A6=4.76351E-07, A8=8.87917E-08, A10=-1.32350E-08

第 1 1 面

K=0.000, A4=-4.81718E-04, A6=6.29268E-06, A8=4.70679E-08, A10=1.43928E-07

第 1 2 面

K=0.000, A4=6.13589E-04, A6=1.28943E-05, A8=-2.53354E-08, A10=2.48912E-07

第 1 7 面

K=0.000, A4=9.09058E-05, A6=-1.56385E-06, A8=2.75046E-08

各種データ

ズーム比 9.557

10

20

30

40

50

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.13	8.84	15.82	27.94	49.07
F ナンバー	3.40	4.28	4.47	5.66	6.04
画角	83.78	48.81	27.65	15.99	9.14
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.50	45.62	52.30	59.62	64.13
B F	5.87	5.52	4.80	5.47	4.86
d4	0.43	4.30	9.66	13.22	19.22
d9	15.10	10.39	7.34	4.01	1.50
d15	3.31	7.62	12.70	19.12	20.75
d17	4.38	4.03	3.31	3.98	3.38

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	39.23
2	5	-7.66
3	10	10.71
4	12	16.65

【 0 2 0 4 】

20

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	24.211	0.80	1.92286	18.90
2	18.623	0.20		
3	19.936	2.59	1.83215	52.64
4	129.590	可変		
5 (非球面)	81.732	0.80	1.83481	42.71
6 (非球面)	7.132	2.71		
7	-59.487	2.10	1.94595	17.98
8	-12.471	0.80	1.83481	42.71
9 (非球面)	62.561	可変		
10 (絞り)		0.30		
11 (非球面)	6.101	2.49	1.59201	67.02
12 (非球面)	-15.222	0.10		
13	7.637	1.51	1.77250	49.60
14	14.729	0.80	2.00068	25.47
15	4.231	可変		
16	688.493	2.62	1.74330	49.33
17 (非球面)	-12.421	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		

30

40

像面

非球面データ

第 5 面

50

K=0.000, A4=-9.19298E-05, A6=1.00400E-06, A8=3.12893E-08, A10=-2.90427E-10

第 6 面

K=0.872, A4=-1.43244E-04, A6=-1.37907E-06, A8=-1.81017E-07, A10=-4.81387E-09

第 9 面

K=0.000, A4=-3.06944E-04, A6=-2.21317E-06, A8=2.88630E-07, A10=-1.38285E-08

第 1 1 面

K=0.000, A4=-4.72499E-04, A6=2.36906E-06, A8=1.41953E-07, A10=1.19080E-07

第 1 2 面

K=0.000, A4=5.49305E-04, A6=8.85354E-06, A8=-1.33567E-07, A10=2.05010E-07

第 1 7 面

K=0.000, A4=9.09058E-05, A6=-1.89437E-06, A8=3.63383E-08

10

各種データ

ズーム比

9.582

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.12	8.67	15.84	28.06	49.08
F ナンバー	3.44	4.29	4.51	5.91	5.98
画角	83.66	49.93	27.59	16.00	9.15
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.97	46.43	51.44	59.61	65.07
B F	6.24	6.01	4.85	5.45	4.93
d4	0.39	4.33	9.22	12.49	19.73
d9	15.19	10.66	6.81	3.79	1.68
d15	3.33	7.55	12.11	19.33	20.20
d17	4.75	4.53	3.36	3.96	3.44

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	40.88
2	5	-7.48
3	10	10.92
4	12	16.44

30

【 0 2 0 5 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	26.609	0.80	2.00170	20.64
2	18.391	3.39	1.83215	52.64
3	-1367.926	0.14	1.63494	23.22
4 (非球面)	-213.165	可変		
5 (非球面)	-439.187	0.80	1.85135	40.10
6 (非球面)	7.060	2.45		
7	-139.219	2.11	2.00170	20.64
8	-11.205	0.70	1.83481	42.71
9 (非球面)	45.942	可変		
10 (絞り)		0.30		
11 (非球面)	5.399	2.38	1.69350	53.21

40

50

12 (非球面)	-21.389	0.11		
13	5.521	1.46	1.49700	81.54
14	52.651	0.66	2.00330	28.27
15	3.576	可変		
16 (非球面)	26.533	2.63	1.76802	49.24
17 (非球面)	-16.230	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		
像面				

10

非球面データ

第4面

K=0.000, A4=7.95333E-06, A6=-2.92707E-09, A8=-7.44900E-11, A10=3.72264E-13

第5面

K=9.661, A4=-6.11679E-06, A6=5.90825E-07, A8=-5.03278E-08, A10=5.65254E-10

第6面

K=0.487, A4=4.99288E-05, A6=5.21229E-06, A8=7.33746E-08, A10=-2.83903E-08

第9面

K=-1.646, A4=-3.43583E-04, A6=-4.01983E-06, A8=3.80485E-07, A10=-6.14071E-09

第11面

K=0.978, A4=-1.13379E-03, A6=-3.22422E-05, A8=-1.96033E-06, A10=3.05621E-08

第12面

K=-10.036, A4=6.38984E-04, A6=2.38255E-05, A8=-1.52100E-06, A10=5.89495E-07

第16面

K=0.000, A4=6.42603E-05, A6=2.21368E-07

第17面

K=0.000, A4=1.08681E-04, A6=-1.93327E-06, A8=4.07343E-08

20

30

各種データ

ズーム比

9.477

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.13	8.70	15.69	27.76	48.65
Fナンバー	3.27	4.14	4.91	5.52	5.93
画角	79.56	47.78	27.14	15.67	9.08
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.71	46.18	51.60	55.90	56.74
B F	5.35	4.98	5.20	4.97	4.83
D4	0.25	3.44	8.41	12.91	16.18
D9	15.95	12.01	8.48	5.59	1.48
D15	3.22	7.82	11.58	14.50	16.32
D17	3.87	3.5	3.72	3.48	3.34

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	31.78
2	5	-7.27
3	10	10.94

50

4 12 13.47
 【 0 2 0 6 】
 数值实施例 5
 单位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1	23.700	0.80	1.92286	18.90	
2	18.290	0.29			
3	20.285	2.50	1.90000	52.64	10
4	123.654	可変			
5 (非球面)	-274063.885	0.80	1.83481	42.71	
6 (非球面)	7.054	2.62			
7	-120.042	2.07	1.94595	17.98	
8	-13.569	0.80	1.83481	42.71	
9 (非球面)	98.727	可変			
10 (絞り)		0.30			
11 (非球面)	5.374	2.31	1.49700	81.54	
12 (非球面)	-13.893	0.10			
13	6.596	1.51	1.77250	49.60	20
14	8.760	0.80	2.00068	25.47	
15	3.811	可変			
16	528.073	2.67	1.64000	60.08	
17 (非球面)	-10.930	可変			
18		0.40	1.54771	62.84	
19		0.50			
20		0.50	1.51633	64.14	
21		0.40			

像面

30

非球面データ

第 5 面

K=0.000, A4=-3.96819E-05, A6=1.43089E-06, A8=3.64293E-09, A10=-3.98658E-11

第 6 面

K=0.872, A4=-1.23406E-04, A6=-1.07153E-06, A8=-2.49932E-07, A10=-2.37832E-09

第 9 面

K=0.000, A4=-3.30543E-04, A6=5.07824E-07, A8=6.33144E-08, A10=-1.16455E-08

第 1 1 面

K=0.000, A4=-6.96330E-04, A6=3.09050E-07, A8=-3.39759E-07, A10=1.87064E-07

第 1 2 面

K=0.000, A4=5.88288E-04, A6=7.94116E-06, A8=-3.06457E-07, A10=2.97377E-07

第 1 7 面

K=0.000, A4=8.77117E-05, A6=-2.24876E-06, A8=1.41726E-08, A10=1.66976E-09

40

各種データ

ズーム比

9.454

焦点距離

広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
5.20	8.88	15.94	28.17	49.20

F ナンバー

広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
3.44	4.27	4.42	5.41	6.02

画角

広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
82.51	48.51	27.65	16.04	9.28

50

像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.61	45.96	52.14	58.54	62.83
B F	5.93	5.53	4.92	5.09	4.84
d4	0.44	4.59	9.75	13.95	18.80
d9	15.34	10.82	7.53	4.36	1.43
d15	3.33	7.47	12.37	17.57	20.19
d17	4.44	4.04	3.43	3.6	3.35

ズームレンズ群データ

10

群	始面	焦点距離
1	1	38.14
2	5	-7.72
3	10	10.86
4	12	16.76

【 0 2 0 7 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

20

面番号	r	d	n d	d
1	23.471	0.80	2.00170	22.00
2	18.361	0.29		
3	20.285	2.50	1.90000	60.00
4	130.126	可変		
5 (非球面)	-274063.885	0.80	1.83481	42.71
6 (非球面)	7.042	2.62		
7	-109.825	2.07	1.94595	17.98
8	-13.490	0.80	1.83481	42.71
9 (非球面)	101.819	可変		
10 (絞り)		0.30		
11 (非球面)	5.360	2.31	1.49700	81.54
12 (非球面)	-13.893	0.10		
13	6.596	1.51	1.77250	49.60
14	8.760	0.80	2.00068	25.47
15	3.811	可変		
16	-863.224	2.67	1.74330	49.33
17 (非球面)	-12.070	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		

30

像面

40

非球面データ

第 5 面

K=0.000, A4=-4.28139E-05, A6=1.84355E-06, A8=-7.33883E-09, A10=6.11785E-11

第 6 面

K=0.872, A4=-1.23406E-04, A6=-1.07153E-06, A8=-2.49932E-07, A10=-2.37832E-09

第 9 面

50

K=0.000, A4=-3.30543E-04, A6=5.07824E-07, A8=6.33144E-08, A10=-1.16455E-08

第 1 1 面

K=0.000, A4=-6.96620E-04, A6=1.55392E-08, A8=-5.00511E-07, A10=1.96666E-07

第 1 2 面

K=0.000, A4=5.88288E-04, A6=7.94116E-06, A8=-3.06457E-07, A10=2.97377E-07

第 1 7 面

K=0.000, A4=8.83171E-05, A6=-2.05423E-06, A8=-5.50036E-08, A10=3.23958E-09

各種データ

ズーム比	9.570					10
	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠	
焦点距離	5.13	8.79	15.81	28.03	49.14	
F ナンバー	3.40	4.24	4.39	5.38	5.99	
画角	83.01	48.83	27.76	16.05	9.24	
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	42.61	45.97	52.16	58.57	62.85	
B F	5.93	5.52	4.91	5.07	4.81	
d4	0.44	4.59	9.75	13.95	18.80	
d9	15.34	10.82	7.53	4.36	1.43	20
d15	3.33	7.48	12.40	17.61	20.25	
d17	4.44	4.03	3.42	3.58	3.32	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	38.05
2	5	-7.68
3	10	10.82
4	12	16.45

【 0 2 0 8 】

数値実施例 7

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1	23.363	0.90	2.00170	22.00	
2	18.463	0.29			
3	20.285	2.50	1.88000	62.00	
4	135.226	可変			
5 (非球面)	-274063.885	0.80	1.83481	42.71	40
6 (非球面)	7.037	2.62			
7	-110.649	2.07	1.94595	17.98	
8	-13.490	0.80	1.83481	42.71	
9 (非球面)	101.819	可変			
10 (絞リ)		0.30			
11 (非球面)	5.360	2.31	1.49700	81.54	
12 (非球面)	-13.893	0.10			
13	6.596	1.51	1.77250	49.60	
14	8.760	0.80	2.00068	25.47	
15	3.811	可変			50

16	-863.224	2.67	1.74330	49.33
17 (非球面)	-12.070	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		
像面				

非球面データ

第5面

10

K=0.000, A4=-5.15244E-05, A6=2.04584E-06, A8=-5.44892E-09, A10=2.75042E-12

第6面

K=0.872, A4=-1.23406E-04, A6=-1.07153E-06, A8=-2.49932E-07, A10=-2.37832E-09

第9面

K=0.000, A4=-3.30543E-04, A6=5.07824E-07, A8=6.33144E-08, A10=-1.16455E-08

第11面

K=0.000, A4=-6.97857E-04, A6=-4.72698E-07, A8=-6.63166E-07, A10=2.23242E-07

第12面

K=0.000, A4=5.88288E-04, A6=7.94116E-06, A8=-3.06457E-07, A10=2.97377E-07

第17面

20

K=0.000, A4=8.37344E-05, A6=-2.71293E-06, A8=3.84733E-08, A10=9.29507E-10

各種データ

ズーム比

9.549

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.14	8.80	15.82	28.02	49.12
Fナンバー	3.40	4.23	4.38	5.36	5.98
画角	82.91	48.83	27.72	16.01	9.21
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.71	46.07	52.24	58.64	62.92
B F	5.93	5.52	4.93	5.10	4.84
d4	0.44	4.59	9.75	13.95	18.80
d9	15.34	10.82	7.53	4.36	1.43
d15	3.33	7.47	12.36	17.55	20.19
d17	4.44	4.03	3.44	3.61	3.35

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	38.14
2	5	-7.68
3	10	10.82
4	12	16.45

40

【0209】

数値実施例8

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	25.439	0.80	2.00170	20.64

50

2	17.417	3.62	1.77250	49.60	
3 (非球面)	-175.427	可変			
4 (非球面)	-298.762	0.60	1.83215	52.64	
5	5.810	0.18	1.63494	23.22	
6 (非球面)	6.908	2.77			
7	-52.263	1.36	2.10225	16.79	
8	-20.087	0.70	1.83481	42.71	
9 (非球面)	-439.754	可変			
10 (絞り)		0.30			
11 (非球面)	5.672	2.38	1.69350	53.21	10
12 (非球面)	-19.883	0.10			
13	5.524	1.46	1.49700	81.54	
14	28.650	0.70	2.00330	28.27	
15	3.573	可変			
16 (非球面)	22.853	2.63	1.76802	49.24	
17 (非球面)	-19.395	可変			
18		0.40	1.54771	62.84	
19		0.50			
20		0.50	1.51633	64.14	
21		0.40			20
像面					

非球面データ

第3面

$K=0.000, A4=6.40596E-06, A6=2.90241E-09, A8=-1.31621E-10, A10=5.56532E-13$

第4面

$K=9.661, A4=6.64183E-05, A6=-1.72799E-07, A8=-3.07650E-08, A10=2.41368E-10$

第6面

$K=0.487, A4=1.64831E-04, A6=1.00413E-05, A8=2.05487E-07, A10=-1.14355E-08$

第9面

$K=-2.956, A4=-3.23248E-04, A6=-5.07611E-06, A8=2.29980E-07, A10=-1.09950E-08$

第11面

$K=0.983, A4=-1.14283E-03, A6=-3.98324E-05, A8=-1.29308E-06, A10=-7.14395E-08$

第12面

$K=-9.537, A4=3.27310E-04, A6=-5.55283E-06, A8=2.95069E-07, A10=1.14587E-07$

第16面

$K=0.000, A4=6.07309E-05, A6=-1.51566E-06$

第17面

$K=0.000, A4=8.53815E-05, A6=-4.11223E-06, A8=4.70838E-08$

各種データ

ズーム比

9.492

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.14	8.83	15.86	28.04	48.77
Fナンバー	3.34	4.22	5.04	5.74	5.94
画角	79.40	46.95	26.86	15.55	9.04
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.76	46.10	51.62	56.53	57.12
B F	5.14	4.84	5.11	4.98	4.94

10

20

30

40

50

d3	0.20	3.68	8.61	13.19	16.98
d9	16.01	11.71	8.09	5.18	1.13
d15	3.81	8.26	12.21	15.58	16.47
d17	3.65	3.35	3.62	3.49	3.45

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.77
2	5	-7.38
3	10	11.01
4	12	14.04

10

【 0 2 1 0 】

数値実施例 9

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	25.880	0.80	2.00170	20.64
2	17.671	3.62	1.77250	49.60
3 (非球面)	-164.365	可変		
4	-180.336	0.60	1.83215	52.64
5	6.048	0.24	1.63494	23.22
6 (非球面)	7.067	2.71		
7	-91.586	1.36	2.10225	16.79
8	-23.544	0.70	1.83481	42.71
9 (非球面)	195.656	可変		
10 (絞り)		0.30		
11 (非球面)	5.583	2.38	1.69350	53.21
12 (非球面)	-19.917	0.10		
13	5.590	1.46	1.49700	81.54
14	28.691	0.70	2.00330	28.27
15	3.526	可変		
16 (非球面)	23.217	2.63	1.76802	49.24
17 (非球面)	-18.513	可変		
18		0.40	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.40		

20

30

像面

40

非球面データ

第 3 面

K=0.000, A4=6.29279E-06, A6=8.10385E-10, A8=-8.17382E-11, A10=3.01198E-13

第 6 面

K=0.487, A4=7.46193E-05, A6=7.43989E-06, A8=-3.77797E-07, A10=5.21077E-09

第 9 面

K=-2.956, A4=-3.42179E-04, A6=1.31938E-09, A8=-7.19390E-09, A10=-3.76676E-09

第 1 1 面

K=0.984, A4=-1.22535E-03, A6=-3.59267E-05, A8=-2.57618E-06, A10=-2.81953E-08

第 1 2 面

50

K=-9.994, A4=3.06117E-04, A6=4.59705E-06, A8=-1.85219E-06, A10=2.64829E-07

第 1 6 面

K=0.000, A4=6.74779E-05, A6=-8.77704E-07

第 1 7 面

K=0.000, A4=8.71693E-05, A6=-3.04534E-06, A8=3.89734E-08

各種データ

ズーム比	9.520					
	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠	
焦点距離	5.12	8.80	15.86	28.09	48.78	10
F ナンバー	3.31	4.22	5.07	5.79	5.98	
画角	79.74	47.13	26.94	15.58	9.06	
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	42.78	46.23	51.76	56.69	57.17	
B F	5.19	4.83	5.07	4.95	4.85	
d3	0.20	3.69	8.52	13.22	17.06	
d9	16.21	11.97	8.29	5.34	1.28	
d15	3.58	8.13	12.29	15.58	16.39	
d17	3.7	3.35	3.58	3.47	3.35	20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離				
1	1	32.99				
2	5	-7.46				
3	10	11.04				
4	12	13.79				
【 0 2 1 1 】						
数値実施例 1 0						
単位	mm					30

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1	26.646	0.80	2.00170	20.64	
2	17.953	3.62	1.77250	49.60	
3 (非球面)	-162.646	可変			
4	-236.052	0.60	1.83215	52.64	
5	6.289	0.24	1.63494	23.22	
6 (非球面)	7.233	2.52			
7	-149.168	1.36	2.10225	16.79	40
8	-24.338	0.70	1.83481	42.71	
9 (非球面)	59.636	可変			
10 (絞り)		0.30			
11 (非球面)	5.629	2.38	1.69350	53.21	
12 (非球面)	-15.404	0.13			
13	5.807	1.46	1.49700	81.54	
14	77.126	0.70	2.00330	28.27	
15	3.551	可変			
16 (非球面)	22.964	2.63	1.76802	49.24	
17 (非球面)	-18.454	可変			50

18	0.40	1.54771	62.84
19	0.50		
20	0.50	1.51633	64.14
21	0.40		
像面			

非球面データ

第3面

K=0.000, A4=5.58584E-06, A6=4.21703E-09, A8=-1.12281E-10, A10=4.72629E-13

第6面

K=0.487, A4=8.69716E-05, A6=7.12828E-06, A8=-3.55339E-07, A10=5.92395E-10

第9面

K=-2.956, A4=-3.31230E-04, A6=1.22795E-06, A8=4.76799E-09, A10=-2.51623E-09

第11面

K=0.811, A4=-1.28273E-03, A6=-4.09585E-05, A8=-3.01714E-06, A10=-1.43046E-08

第12面

K=-9.525, A4=-1.36598E-05, A6=-1.00435E-05, A8=-2.96772E-06, A10=2.15875E-07

第16面

K=0.000, A4=8.21715E-05, A6=-3.38254E-06

第17面

K=0.000, A4=9.59443E-05, A6=-6.15221E-06, A8=5.13697E-08

各種データ

ズーム比

9.561

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.11	8.74	15.88	28.04	48.85
Fナンバー	3.32	4.20	4.90	5.54	5.96
画角	79.64	47.50	26.87	15.52	9.05
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.77	46.48	50.33	56.41	57.20
B F	5.24	5.00	5.40	4.96	4.79
d3	0.20	3.80	8.74	14.13	17.48
d9	16.28	12.15	7.57	5.56	1.50
d15	3.62	8.08	10.95	14.19	15.70
d17	3.75	3.51	3.91	3.47	3.3

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	33.95
2	5	-7.25
3	10	10.93
4	12	13.70

【0 2 1 2】

数値実施例 1 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	24.015	0.80	2.00170	20.64

10

20

30

40

50

2	16.974	3.62	1.77250	49.60	
3 (非球面)	-253.655	可変			
4 (非球面)	-243.002	0.80	1.83481	42.71	
5 (非球面)	7.120	2.31			
6	544.958	2.28	1.92286	20.88	
7	-11.937	0.80	1.83481	42.71	
8 (非球面)	41.477	可変			
9 (絞り)		0.30			
10 (非球面)	6.151	2.40	1.83215	52.64	
11 (非球面)	-35.853	0.11			10
12	5.789	1.46	1.49700	81.54	
13	56.461	0.72	2.00330	28.27	
14	3.690	可変			
15 (非球面)	36.030	3.21	1.76802	49.24	
16 (非球面)	-13.321	可変			
17		0.40	1.54771	62.84	
18		0.50			
19		0.50	1.51633	64.14	
20		0.40			
像面					20

非球面データ

第3面

$K=0.000, A4=6.81732E-06, A6=-1.87037E-09, A8=-1.55320E-10, A10=9.02677E-13$

第4面

$K=9.661, A4=-3.93280E-05, A6=-2.00203E-07, A8=3.14929E-08, A10=-3.33174E-10$

第5面

$K=0.420, A4=1.01051E-05, A6=4.74267E-06, A8=-3.60845E-07, A10=1.07778E-08$

第8面

$K=-2.310, A4=-3.40789E-04, A6=-1.41899E-06, A8=4.66531E-08, A10=-4.58829E-09$

第10面

$K=1.136, A4=-8.36807E-04, A6=-1.43011E-05, A8=-2.79474E-06, A10=1.19726E-07$

第11面

$K=-2.974, A4=4.74908E-04, A6=2.49079E-05, A8=-4.47656E-06, A10=5.01551E-07$

第15面

$K=0.000, A4=6.93230E-05, A6=-4.75813E-06$

第16面

$K=0.000, A4=1.85197E-04, A6=-6.73714E-06, A8=3.90176E-08$

各種データ

ズーム比

9.626

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.13	8.88	15.73	28.05	49.36
Fナンバー	3.20	4.12	4.84	5.46	6.03
画角	81.58	47.25	27.06	15.48	8.93
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.99	46.61	52.19	56.69	57.77
B F	5.40	5.11	5.30	5.15	4.46
d3	0.18	3.37	8.37	12.90	16.11

30

40

50

d8	15.82	11.68	8.42	5.46	1.81
d14	2.78	7.64	11.28	14.36	16.57
d16	3.92	3.62	3.81	3.66	2.97

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.00
2	5	-7.26
3	10	10.92
4	12	13.03

10

【 0 2 1 3 】

数値実施例 1 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	22.671	0.80	2.00170	20.64
2	16.396	3.45	1.77250	49.60
3 (非球面)	-1488.590	可変		
4 (非球面)	1299.471	0.80	1.83481	42.71
5 (非球面)	6.672	2.32		
6	104.804	2.16	1.92286	20.88
7	-11.068	0.80	1.83481	42.71
8 (非球面)	28.360	可変		
9 (絞り)		0.30		
10 (非球面)	4.896	2.31	1.49700	81.54
11 (非球面)	-14.013	0.10		
12	5.674	1.29	1.83215	52.64
13	7.987	0.49	2.00330	28.27
14	3.398	可変		
15 (非球面)	-181.101	2.51	1.74330	49.33
16 (非球面)	-11.855	可変		
17		0.40	1.54771	62.84
18		0.50		
19		0.50	1.51633	64.14
20		0.40		

20

30

像面

非球面データ

第 3 面

40

K=-3.972, A4=4.13394E-06, A6=4.63395E-08, A8=-6.50879E-10, A10=2.90626E-12

第 4 面

K=-0.111, A4=-6.14674E-05, A6=-3.33679E-07, A8=2.92803E-08, A10=-2.45626E-10

第 5 面

K=0.413, A4=3.81035E-05, A6=2.66968E-06, A8=-4.09971E-07, A10=1.54581E-09

第 8 面

K=-4.603, A4=-3.96628E-04, A6=-3.58192E-06, A8=3.21097E-07, A10=-1.28816E-08

第 1 0 面

K=0.157, A4=-1.15088E-03, A6=-2.04327E-05, A8=-1.90641E-06, A10=5.82253E-08

第 1 1 面

50

K=-0.203, A4=4.53698E-04, A6=5.77349E-06, A8=-2.08968E-06, A10=1.93213E-07

第 1 5 面

K=0.000, A4=-2.25008E-04, A6=1.13444E-05, A8=2.19589E-08, A10=-4.77186E-09

第 1 6 面

K=0.000, A4=-1.39272E-04, A6=9.25184E-07, A8=4.18731E-07, A10=-9.51364E-09

各種データ

ズーム比	9.497					
	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠	
焦点距離	5.15	8.81	15.79	28.07	48.87	10
F ナンバー	3.36	4.23	4.74	5.31	5.96	
画角	81.46	48.51	27.59	15.86	9.21	
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	42.90	45.61	50.92	55.58	57.43	
B F	6.03	5.53	5.55	6.67	4.91	
d3	0.31	3.41	8.39	12.52	16.07	
d8	15.45	11.12	7.82	4.28	1.69	
d14	3.78	8.22	11.82	14.78	17.43	
d16	4.54	4.04	4.06	5.18	3.42	20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
1	1	32.33			
2	5	-6.91			
3	10	10.64			
4	12	16.96			

【 0 2 1 4 】
 数值実施例 1 3
 単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1	22.545	0.80	2.00170	20.64	
2	16.271	3.62	1.77250	49.60	
3 (非球面)	-1866.195	可変			
4 (非球面)	336.502	0.80	1.85135	40.10	
5 (非球面)	6.696	2.45			
6	-538.834	2.11	2.00170	20.64	
7	-12.049	0.70	1.83481	42.71	40
8 (非球面)	34.337	可変			
9 (絞り)		0.30			
10 (非球面)	5.566	2.38	1.69350	53.21	
11 (非球面)	-20.592	0.24			
12	5.325	1.46	1.49700	81.54	
13	26.066	0.49	2.00330	28.27	
14	3.610	可変			
15 (非球面)	113.721	2.63	1.83215	52.64	
16 (非球面)	-12.883	可変			
17		0.40	1.54771	62.84	50

18	0.50		
19	0.50	1.51633	64.14
20	0.40		

像面

非球面データ

第3面

K=0.000, A4=5.08364E-06, A6=3.41144E-08, A8=-5.88576E-10, A10=2.81863E-12

第4面

K=9.661, A4=-4.47800E-05, A6=-1.20108E-07, A8=1.58391E-08, A10=-1.44111E-10

10

第5面

K=0.487, A4=4.93916E-05, A6=3.80336E-06, A8=-9.83565E-08, A10=-5.00988E-09

第8面

K=-1.646, A4=-4.04950E-04, A6=-5.36331E-06, A8=3.14517E-07, A10=-1.26534E-08

第10面

K=1.102, A4=-1.16204E-03, A6=-2.33075E-05, A8=-2.85193E-06, A10=2.22370E-08

第11面

K=-6.790, A4=6.43645E-04, A6=3.76891E-05, A8=-4.47964E-06, A10=7.00385E-07

第15面

K=0.000, A4=1.49732E-05, A6=-1.23528E-08

20

第16面

K=0.000, A4=6.96782E-05, A6=-2.35661E-06, A8=4.80141E-08

各種データ

ズーム比

9.464

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	5.17	8.82	15.82	28.03	48.96
Fナンバー	3.25	4.05	4.78	5.48	5.98
画角	81.47	48.24	27.47	15.91	9.22
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	43.06	45.56	50.98	55.78	57.41
B F	5.12	5.09	5.37	5.19	4.79
d3	0.24	3.43	8.43	12.76	16.12
d8	15.78	11.30	7.94	5.21	1.80
d14	3.94	7.76	11.25	14.64	16.72
d16	3.63	3.6	3.88	3.7	3.29

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.28
2	5	-7.00
3	10	10.49
4	12	14.04

40

【0215】

以上の実施例1～13の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図14～図26に示す。これらの収差図において、(a)は広角端、(b)は中間状態、(c)は望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。

【0216】

次に、上記各実施例における条件式(1)～(11)の値を示す。

50

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1)	1.83215	1.83215	1.83215	1.83215	1.90000
(2)	52.64	52.64	52.64	52.64	52.64
(3)	-1.198	-1.320	-1.364	-0.973	-1.392
(4)	0.971	0.939	0.925	1.116	0.925
(5)	0.09071	0.09071	0.09071	0.16955	0.02286
(6)	33.74	33.74	33.74	31.99	33.74
(7)	0.775	0.799	0.833	0.653	0.775
(8)	0.157	0.156	0.152	0.150	0.157
(9)	9.563	9.557	9.582	9.477	9.454
(1 0)	0.756	0.756	0.758	0.756	0.746
(1 1)	16.323	16.608	16.850	14.703	16.273

【 0 2 1 7 】

条件式	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 1 0
(1)	1.90000	1.88000	1.77250	1.77250	1.77250
(2)	60.00	62.00	49.60	49.60	49.60
(3)	-1.369	-1.353	-0.819	-0.806	-0.801
(4)	0.925	0.950	1.139	1.139	1.139
(5)	0.10170	0.12170	0.22920	0.22920	0.22920
(6)	38.00	40.00	28.96	28.96	28.96
(7)	0.774	0.776	0.672	0.676	0.695
(8)	0.156	0.156	0.151	0.153	0.148
(9)	9.570	9.549	9.492	9.520	9.561
(1 0)	0.756	0.754	0.755	0.757	0.759
(1 1)	16.280	16.298	14.802	14.815	14.822

【 0 2 1 8 】

条件式	実施例 1 1	実施例 1 2	実施例 1 3
(1)	1.77250	1.77250	1.77250
(2)	49.60	49.60	49.60
(3)	-0.875	-0.978	-0.983
(4)	1.139	1.095	1.139
(5)	0.22920	0.22920	0.22920
(6)	28.96	28.96	28.96
(7)	0.648	0.662	0.659
(8)	0.147	0.141	0.143
(9)	9.626	9.497	9.464
(1 0)	0.757	0.754	0.750
(1 1)	14.969	14.881	14.876

【 0 2 1 9 】

各実施例にて、以下の構成としてもよい。

【 0 2 2 0 】

レンズ枚数は、全部で 9 枚以下からなる構成とするのが良い。それより枚数が多いとズームレンズ系が大型化したり、コストが高くなったりする。

【 0 2 2 1 】

各実施例にて、広角側で発生する樽型の歪曲収差を電氣的に補正したうえで画像の記録や表示を行ってもよい。本実施例のズームレンズは、矩形の光電変換面上に広角端では樽型の歪曲収差が発生する。一方中間焦点距離状態付近や望遠端では歪曲収差の発生が抑えられる。歪曲収差を電氣的に補正するために、有効撮像領域は、広角端では樽型形状とし、中間焦点距離状態や望遠端では矩形の形状となるようにする。そして、あらかじめ設定した有効撮像領域を画像処理により画像変換し、歪みを低減させた矩形の画像情報に変換

10

20

30

40

50

する。

【0222】

広角端での像高 $I H_w$ は、中間焦点距離状態の像高 $I H_s$ や望遠端での像高 $I H_t$ よりも小さくなるようにしている。

【0223】

例えば、広角端にて光電変換面の短辺方向の長さが有効撮像領域の短辺方向の長さと同じになるようにし、画像処理後の歪曲収差が - 3 % 程残るように有効撮像領域を定める。もちろん、それよりも小さい樽型の領域を有効撮像領域として矩形に変換した画像を記録・再生画像するようにしてもよい。

【0224】

例えば、図 27 に示すように、光軸と撮像面との交点を中心として有効撮像面の長辺に内接する半径 R の円周上（像高）での倍率を固定し、この円周を補正の基準とする。そして、それ以外の任意の半径 r （ ）の円周上（像高）の各点を略放射方向に移動させて、半径 r' （ ）となるように同心円状に移動させることで補正する。例えば、図 34 において、半径 R の円の内側に位置する任意の半径 r_1 （ ）の円周上の点 P_1 は、円の中心に向けて補正すべき半径 r_1' （ ）円周上の点 P_2 に移動させる。また、半径 R の円の外側に位置する任意の半径 r_2 （ ）円周上の点 Q_1 は、円の中心から離れる方向に向けて補正すべき半径 r_2' （ ）円周上の点 Q_2 に移動させる。ここで、 r' （ ）は次のように表わすことができる。

【0225】

$$r'(\quad) = f \tan(\quad) \quad (0 \quad 1)$$

ただし、 \quad は被写体半画角、 f は結像光学系（本発明では、ズームレンズ）の焦点距離である。

【0226】

ここで、前記半径 r の円上（像高）に対応する理想像高を Y とすると、

$$\quad = R / Y = R / f \tan(\quad)$$

となる。

【0227】

光学系は、理想的には、光軸に対して回転対称であり、すなわち歪曲収差も光軸に対して回転対称に発生する。したがって、上述のように、光学的に発生した歪曲収差を電氣的に補正する場合には、再現画像上で光軸と撮像面との交点を中心とした有効撮像面の長辺に内接する半径 R の円の円周上（像高）の倍率を固定して、それ以外の半径 r （ ）の円周上（像高）の各点を略放射方向に移動させて、半径 r' （ ）となるように同心円状に移動させることで補正することができれば、データ量や演算量の点で有利と考えられる。

【0228】

ところが、光学像は、電子撮像素子で撮像された時点で（サンプリングのため）連続量ではなくなる。したがって、厳密には光学像上に描かれる上記半径 R の円も、電子撮像素子上の画素が放射状に配列されていない限り正確な円ではなくなる。つまり、離散的座標点毎に表わされる画像データの形状補正においては、上記倍率を固定できる円は存在しない。そこで、各画素 (X_i, Y_j) 毎に、移動先の座標 (X'_i, Y'_j) を決める方法を用いるのがよい。なお、座標 (X'_i, Y'_j) に (X_i, Y_j) の 2 点以上が移動してきた場合には、各画素が有する値の平均値をとる。また、移動してくる点がない場合には、周囲のいくつかの画素の座標 (X'_i, Y'_j) の値を用いて補間すればよい。

【0229】

このような方法は、特にズームレンズが有する電子撮像装置において光学系や電子撮像素子の製造誤差等のために光軸に対して歪みが著しく、前記光学像上に描かれる上記半径 R の円が非対称になった場合の補正に有効である。また、撮像素子あるいは各種出力装置において信号を画像に再現する際に幾何学的歪み等が発生する場合等の補正に有効である。

【0230】

10

20

30

40

50

本発明の電子撮像装置では、補正量 $r'(\theta) - r(\theta)$ を計算するために、 $r(\theta)$ すなわち半画角と像高との関係、あるいは、実像高 r と理想像高 r'/γ との関係が、電子撮像装置に内蔵された記録媒体に記録されている構成としてもよい。

【0231】

なお、歪曲補正後の画像が短辺方向の両端において光量が極端に不足することのないようにするには、前記半径 R が、次の条件式を満足するのがよい。

$$0 < R < 0.6 L_s$$

ただし、 L_s は有効撮像面の短辺の長さである。

【0232】

好ましくは、前記半径 R は、次の条件式を満足するのがよい。

$$0.3 L_s < R < 0.6 L_s$$

さらには、前記半径 R は、略有効撮像面の短辺方向の内接円の半径に一致させるのが最も有利である。なお、半径 $R = 0$ の近傍、すなわち、軸上近傍において倍率を固定した補正の場合は、実質画素数の面で若干の不利があるが、広角化しても小型化するための効果は確保できる。

【0233】

なお、補正が必要な焦点距離区間については、いくつかの焦点ゾーンに分割する。そして、該分割された焦点ゾーン内の望遠端近傍で略

$$r'(\theta) = f \tan \theta$$

を満足する補正結果が得られる場合と同じ補正量で補正してもよい。ただし、その場合、分割された焦点ゾーン内の広角端において樽型歪曲量がある程度残存してしまう。また、分割ゾーン数を増加させてしまうと、補正のために必要な固有データを記録媒体に余計に保有する必要が生じあまり好ましくない。そこで、分割された焦点ゾーン内の各焦点距離に関連した1つ又は数個の係数を予め算出しておく。この係数は、シミュレーションや実機による測定に基づいて決定しておけばよい。そして、前記分割されたゾーン内の望遠鏡近傍で略

$$r'(\theta) = f \tan \theta$$

を満足する補正結果が得られる場合の補正量を算出し、この補正量に対して焦点距離毎に前記係数を一律に掛けて最終的な補正量にしてもよい。

【0234】

ところで、無限遠物体を結像させて得られた像に歪曲がない場合は、

$$f = y / \tan \theta$$

が成立する。ただし、 y は像点の光軸からの高さ（像高）、 f は結像系（本発明ではズームレンズ）の焦点距離、 θ は撮像面上の中心から y の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度（被写体半画角）である。

【0235】

結像系に樽型の歪曲収差がある場合は、

$$f > y / \tan \theta$$

となる。つまり、結像系の焦点距離 f と、像高 y とを一定とすると、 θ の値は大きくなる。

【0236】

また、ズームレンズにより撮影された画像の電気信号を、画像処理により倍率色収差による色のずれを補正した画像信号に変換する画像変換部を有する構成としてもよい。ズームレンズの倍率色収差を電氣的に補正することで、より良好な画像を得ることができるようになる。

【0237】

一般に、電子スチルカメラにおいては被写体の像を、第1原色、第2原色、第3原色の3原色の像に分解して、それぞれの出力信号を演算により重ね合わせるによりカラー画像を再現するようにしている。ズームレンズに倍率色収差がある場合、第1原色の光による像を基準にして考えると、第2原色と第3原色の光による像が結像される位置は第1

10

20

30

40

50

原色の像が結像される位置からずれることになる。電子的に画像の倍率色収差を補正するためには、第1原色に対する第2原色、第3原色の光の結像位置のずれの量をズームレンズの収差情報に基づいて撮像素子の各画素について予め求めておく。そして撮影画像の各画素ごとに、第1原色とのズレ量だけ補正するよう座標変換を行ってやればよい。例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色の出力信号からなる画像について説明すれば、Gに対するRとBの結像位置ずれを各画素について求めておき、Gとのずれがなくなるように撮影画像の座標変換を行い、その後RとBの信号を出力してやればよい。

【0238】

倍率色収差はズーム、フォーカス、絞り値によって変化するが、各レンズポジション(ズーム、フォーカス、絞り値)ごとに、この第1原色からの第2原色および第3原色のずれ量を補正データとして記憶保持装置に記憶させておくことよい。ズームポジションに応じてこの補正データを参照することで、第1原色信号に対する第2及び第3原色のずれを補正した第2及び第3原色信号とを出力することができる。

10

【0239】

またゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り以外にフレア絞りを配置してもかまわない。第1レンズ群の物体側、第1、2レンズ群間、第2、3レンズ群間、第3、4レンズ群間、第4レンズ群から像面間のいずれの場所に配置しても良い。枠部材によりフレア光線をカットするように構成しても良いし、別の部材を構成しても良い。また光学系に直接印刷しても塗装してもシールなどを接着してもかまわない。またその形状は円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でもかまわ

20

【0240】

また各レンズには反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減してもかまわない。マルチコートであれば効果的にゴースト、フレアを軽減できるので望ましい。また赤外カットコートをレンズ面、カバーガラス等に行ってもかまわない。

【0241】

またピント調節を行うためのフォーカシングレンズ群は第4レンズ群とすることが望ましい。第4群でフォーカシングを行うとレンズ重量が軽量なためモータにかかる負荷が少ない。さらに、フォーカシング時に全長が変化しないし、鏡枠内部に駆動モータを配置できるため、鏡枠のコンパクト化に有利である。上述のように第4群フォーカシングが望ましいが、第1、2、3レンズ群でフォーカシングを行っても良い。また複数のレンズ群を移動してフォーカシングを行っても良い。またレンズ系全体を繰り出してフォーカスを行っても良いし、一部のレンズを繰り出し、もしくは繰り込みしてフォーカスしても良い。

30

【0242】

また画像周辺部の明るさのかげり(シェーディング)をCCDのマイクロレンズをシフトして配置することにより軽減しても良い。例えば、各像高における光線の入射角に合わせてCCDのマイクロレンズの設計を変えても良い。また画像処理により画像周辺部の低下量を補正しても良い。

【0243】

また、ゴースト・フレアの発生を防止するためにレンズの空気接触面に反射防止コートを施すことは一般的に行われている。一方、接合レンズの接合面では接着材の屈折率が空気の屈折率よりも十分高い。そのためもともと単層コート並み、あるいはそれ以下の反射率となっていることが多く、あえてコートを施すことは少ない。しかしながら、接合面にも積極的に反射防止コートを施せばさらにゴースト・フレアを軽減でき、なお良好な画像を得ることができるようになる。

40

【0244】

特に最近では高屈折率硝材が普及し収差補正効果が高いためカメラ光学系に多用されるようになってきているが、高屈折率硝材を接合レンズとして用いた場合、接合面での反射も無視できなくなってくる。そのような場合、接合面に反射防止コートを施しておくこと

50

は特に効果的である。

【0245】

接合面コートの効果的な使用法に関しては、特開平2-27301号、特開2001-324676号、特開2005-92115号、USP7116482等に開示されている。これらの文献では特に正先行ズームレンズの第1レンズ群内の接合レンズ面コートについて述べられており、本発明の正パワーの第1レンズ群内の接合レンズ面についてもこれら文献に開示されているごとく実施すればよい。

【0246】

使用するコート材としては、基盤となるレンズの屈折率と接着材の屈折率に応じて、比較的高屈折率な Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 CeO_2 、 SnO_2 、 In_2O_3 、 ZnO 、 Y_2O_3 などのコート材、比較的低屈折率な MgF_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 などのコート材、などを適宜選択し、位相条件を満たすような膜厚に設定すれば良い。

10

【0247】

当然のことながら、レンズの空気接触面へのコーティング同様、接合面コートをマルチコートとしても良い。2層あるいはそれ以上の膜数のコート材や膜厚を適宜組み合わせることで、更なる反射率の低減や、反射率の分光特性・角度特性等のコントロールなどを行うことが可能となる。また、第1レンズ群以外のレンズ接合面についても、同様の思想に基づいて接合面コートを行うことが効果的なのは言うまでもない。

【0248】

また、数値実施例は特に示していないが、物体側から順に正の第1群、負の第2群、正の第3群、負の第4群、正の第5群の5群構成からなる構成としてもよい。このとき、広角端から望遠端への変倍時に、第1群は広角端よりも望遠端で物体側にあるように移動し、第2群は移動し、第3群は広角端よりも望遠端で物体側にあるように移動し、第4群は移動し、第5群は移動し、明るさ絞りは移動するようにするとよい。その際、第1群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。第2群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。第3群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側に凸の軌跡で移動させてもよい。第4群は物体側へのみ移動させてもよいし、物体側あるいは像側に凸の軌跡で移動させてもよい。第5群は広角端よりも望遠端で物体側にあるように移動させてもよいし、像側

20

30

【0249】

明るさ絞りおよびシャッターユニットは第2群と第3群の間に配置し、変倍時に第3群と一体で移動させると良い。入射瞳を物体側からみて近い位置に位置させることができ、射出瞳を像面から遠ざけることができる。また、軸外光線の高さが低くなる場所であるのでシャッターユニットが大型化せずすみ、明るさ絞りおよびシャッターユニットを移動させるときのデッドスペースが小さくてすむ。

【0250】

このようにすべてのレンズ群を移動させることにより、各レンズ群に変倍作用を効果的に与えることが可能になり、広角化・高変倍化しても高性能を達成することができるようになる。また明るさ絞りを移動させることにより、倍率色収差や歪曲収差の効果的補正が可能になって性能面で効果を出せるだけでなく、入射瞳位置、射出瞳位置を適切にコントロールすることが可能となる。すなわち、広角端における軸外光束の光線高と望遠端の軸外光束の光線高のバランスがとれるようになり、第1レンズ群の外径と最も像面側のレンズ群の外径をバランスよくコンパクトに構成することが可能となる。特に広角端での第1レンズ群の外径を小さくすることはレンズの厚み方向の大きさのコンパクト化にも効果的につながる。また変倍の際の射出瞳位置の変動を小さくするようにコントロールすることもできるようになるため、CCDやCMOS等に入射する光線角度を適当な範囲に保ち画面の隅での明るさのかけり(シェーディング)の発生を防ぐことができ、電子撮像素子に

40

50

好適となる。

【 0 2 5 1 】

図 2 8 ~ 図 3 0 は、以上のようなズームレンズを撮影光学系 4 1 に組み込んだ本発明によるデジタルカメラの構成の概念図を示す。図 2 8 はデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 2 9 は同後方正面図、図 3 0 はデジタルカメラ 4 0 の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図 2 8 と図 3 0 においては、撮影光学系 4 1 の非沈胴時を示している。デジタルカメラ 4 0 は、この例の場合、撮影用光路 4 2 上に位置する撮影光学系 4 1、ファインダー用光路 4 4 上に位置するファインダー光学系 4 3、シャッターボタン 4 5、フラッシュ 4 6、液晶表示モニター 4 7、焦点距離変更ボタン 6 1、設定変更スイッチ 6 2 等を含み、撮影光学系 4 1 の沈胴時には、カバー 6 0 をスライドすることにより、撮影光学系 4 1 とファインダー光学系 4 3 とフラッシュ 4 6 はそのカバー 6 0 で覆われる。そして、カバー 6 0 を開いてカメラ 4 0 を撮影状態に設定すると、撮影光学系 4 1 は図 1 8 の非沈胴状態になり、カメラ 4 0 の上部に配置されたシャッターボタン 4 5 を押圧すると、それに連動して撮影光学系 4 1、例えば実施例 1 のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系 4 1 によって形成された物体像が、波長域制限コートを施したローパスフィルター F とカバーガラス C を介して CCD 4 9 の撮像面（光電変換面）上に形成される。この CCD 4 9 で受光された物体像は、処理手段 5 1 を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 4 7 に表示される。また、この処理手段 5 1 には記録手段 5 2 が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる、なお、この記録手段 5 2 は処理手段 5 1 と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、M O 等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD 4 9 に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

10

20

【 0 2 5 2 】

さらに、ファインダー用光路 4 4 上にはファインダー用対物光学系 5 3 が配置してある。ファインダー用対物光学系 5 3 は、複数のレンズ群（図の場合は 3 群）と正立プリズム 5 5 a、5 5 b、5 5 c からなる正立プリズム系 5 5 とから構成され、撮影光学系 4 1 のズームレンズに連動して焦点距離が変化するズーム光学系からなり、このファインダー用対物光学系 5 3 によって形成された物体像は、像正立部材である正立プリズム系 5 5 の視野枠 5 7 上に形成される。この正立プリズム系 5 5 の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球 E に導く接眼光学系 5 9 が配置されている。なお、接眼光学系 5 9 の射出側にカバー部材 5 0 が配置されている。

30

【 0 2 5 3 】

図 3 1 は、上記デジタルカメラ 4 0 の主要部の内部回路の構成ブロック図である。なお、以下の説明では、上記の処理手段 5 1 は例えば C D S / A D C 部 2 4、一次記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8 等からなり、記憶手段 5 2 は例えば記憶媒体部 1 9 等からなる。

【 0 2 5 4 】

図 3 1 に示すように、デジタルカメラ 4 0 は、操作部 1 2 と、この操作部 1 2 に接続された制御部 1 3 と、この制御部 1 3 の制御信号出力ポートにバス 1 4 及び 1 5 を介して接続された撮像駆動回路 1 6 並びに一次記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8、記憶媒体部 1 9、表示部 2 0、及び設定情報記憶メモリ部 2 1 を備えている。

40

【 0 2 5 5 】

上記の一次記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8、記憶媒体部 1 9、表示部 2 0、及び設定情報記憶メモリ部 2 1 はバス 2 2 を介して相互にデータの入力又は出力が可能ないように構成され、また、撮像駆動回路 1 6 には、CCD 4 9 と C D S / A D C 部 2 4 が接続されている。

【 0 2 5 6 】

操作部 1 2 は各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらの入力ボタンやスイッチを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部に通知する回路である。制御部 1 3 は、例えば C P U 等からなる中央演算処理装置であり、不図示のプログラムメモリを内蔵し、そのプログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、操作部

50

12を介してカメラ使用者から入力される指示命令を受けてデジタルカメラ40全体を制御する回路である。

【0257】

CCD49は、本発明による撮影光学系41を介して形成された物体像を受光する。CCD49は、撮影駆動回路16により駆動制御され、その物体像の各画素ごとの光量を電気信号に変換してCDS/ADC部24に出力する撮像素子である。

【0258】

CDS/ADC部24は、CCD49から入力する電気信号を増幅しかつアナログ/デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ(ペイヤーデータ、以下RAWデータという。)を一時メモリ17に出力する回路である。

【0259】

一次記憶メモリ17は、例えばSDRAM等からなるバッファであり、CDS/ADC部24から出力される上記RAWデータを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部18は、一次記憶メモリ17に記憶されたRAWデータ又は記憶媒体部19に記憶されているRAWデータを読み出して、制御部13から指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電氣的に行う回路である。

【0260】

記憶媒体部19は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、それらカード型又はスティック型のフラッシュメモリに、一次記憶メモリ17から転送されるRAWデータや画像処理部18で画像処理された画像データを記録して保持する装置の制御回路である。

【0261】

表示部20は、液晶表示モニター47を備え、その液晶表示モニター47に画像や操作メニュー等を表示する回路である。設定情報記憶メモリ部21には、予め各種の画質パラメータが格納されているROM部と、そのROM部から読み出された画質パラメータの中から操作部12の入力操作によって選択された画質パラメータを記憶するRAM部が備えられている。設定情報記憶メモリ部21は、それらのメモリへの入出力を制御する回路である。

【0262】

このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41が、本発明により、十分な広角域を有し、コンパクトな構成としながら、高変倍で全変倍域で結像性能が極めて安定的であるので、高性能・小型化・広角化が実現できる。そして、広角側、望遠側での速い合焦動作が可能となる。

【0263】

本発明は、以上のような一般的な被写体を撮影する所謂コンパクトデジタルカメラだけでなく、広い画角が必要な監視カメラや、レンズ交換式のカメラに適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0264】

【図1】本発明のズームレンズの実施例1の無限遠物点合焦時の広角端(a)、広角側変化点(b)、中間状態(c)、望遠側変化点(d)、望遠端(e)でのレンズ断面図である。

【図2】本発明のズームレンズの実施例2の図1と同様の図である。

【図3】本発明のズームレンズの実施例3の図1と同様の図である。

【図4】本発明のズームレンズの実施例4の図1と同様の図である。

【図5】本発明のズームレンズの実施例5の図1と同様の図である。

【図6】本発明のズームレンズの実施例6の図1と同様の図である。

【図7】本発明のズームレンズの実施例7の図1と同様の図である。

【図8】本発明のズームレンズの実施例8の図1と同様の図である。

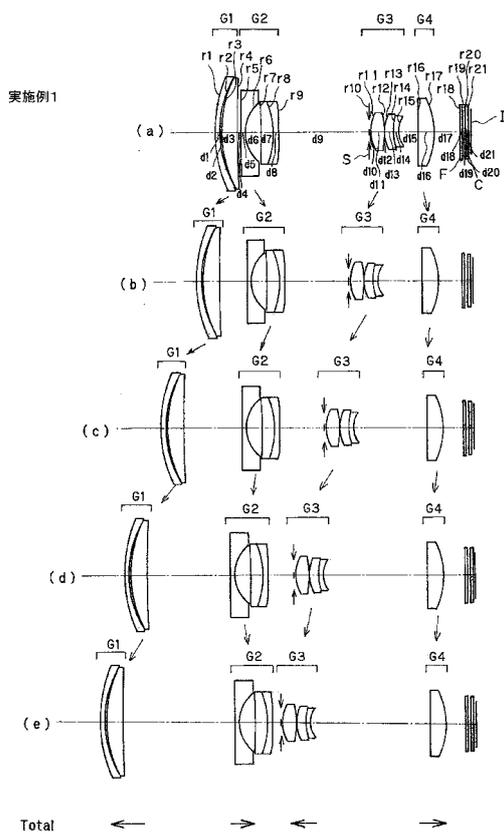
【図9】本発明のズームレンズの実施例9の図1と同様の図である。

【図10】本発明のズームレンズの実施例10の図1と同様の図である。

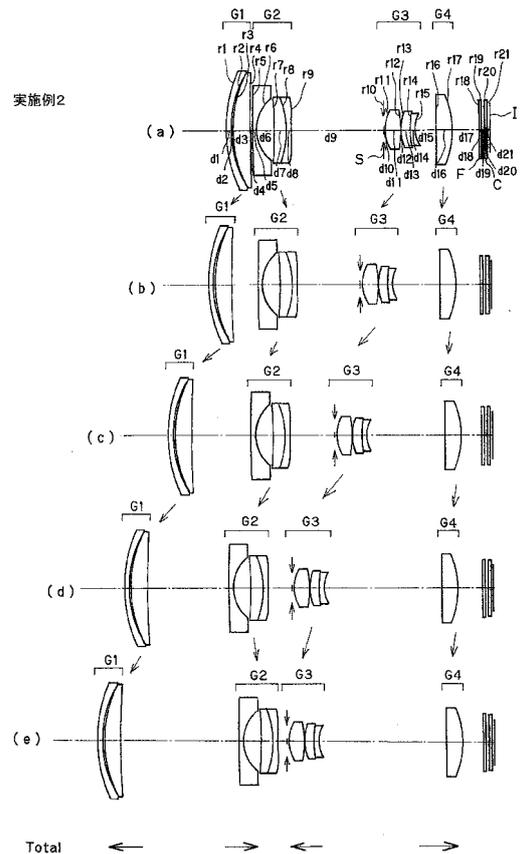
- 【図 1 1】本発明のズームレンズの実施例 1 1 の図 1 と同様の図である。
- 【図 1 2】本発明のズームレンズの実施例 1 2 の図 1 と同様の図である。
- 【図 1 3】本発明のズームレンズの実施例 1 3 の図 1 と同様の図である。
- 【図 1 4】実施例 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 1 5】実施例 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 1 6】実施例 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 1 7】実施例 4 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 1 8】実施例 5 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 1 9】実施例 6 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 0】実施例 7 の無限遠物点合焦時の収差図である。 10
- 【図 2 1】実施例 8 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 2】実施例 9 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 3】実施例 1 0 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 4】実施例 1 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 5】実施例 1 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 6】実施例 1 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 2 7】歪曲収差の補正を示す図である。
- 【図 2 8】本発明によるデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。
- 【図 2 9】図 2 8 のデジタルカメラの後方斜視図である。
- 【図 3 0】図 2 8 のデジタルカメラの断面図である。 20
- 【図 3 1】図 2 8 のデジタルカメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。
- 【符号の説明】
- 【 0 2 6 5 】
- G 1 ... 第 1 レンズ群
- G 2 ... 第 2 レンズ群
- G 3 ... 第 3 レンズ群
- G 4 ... 第 4 レンズ群
- S ... 開口絞り
- F ... 光学的ローパスフィルター
- C ... カバーガラス 30
- I ... 像面
- E ... 観察者眼球
- 1 2 ... 操作部
- 1 3 ... 制御部
- 1 4、1 5 ... バス
- 1 6 ... 撮像駆動回路
- 1 7 ... 一次記憶メモリ
- 1 8 ... 画像処理部
- 1 9 ... 記憶媒体部
- 2 0 ... 表示部 40
- 2 1 ... 設定情報記憶メモリ部
- 2 2 ... バス
- 2 4 ... C D S / A D C 部
- 4 0 ... デジタルカメラ
- 4 1 ... 撮影光学系
- 4 2 ... 撮影用光路
- 4 3 ... ファインダー光学系
- 4 4 ... ファインダー用光路
- 4 5 ... シャッターボタン
- 4 6 ... フラッシュ 50

- 4 7 ... 液晶表示モニター
- 4 9 ... C C D
- 5 0 ... カバー部材
- 5 1 ... 処理手段
- 5 2 ... 記録手段
- 5 3 ... ファインダー用対物光学系
- 5 5 ... 正立プリズム系
- 5 5 a、5 5 b、5 5 c、... 正立プリズム
- 5 7 ... 視野枠
- 5 9 ... 接眼光学系
- 6 0 ... カバー
- 6 1 ... 焦点距離変更ボタン
- 6 2 ... 設定変更スイッチ

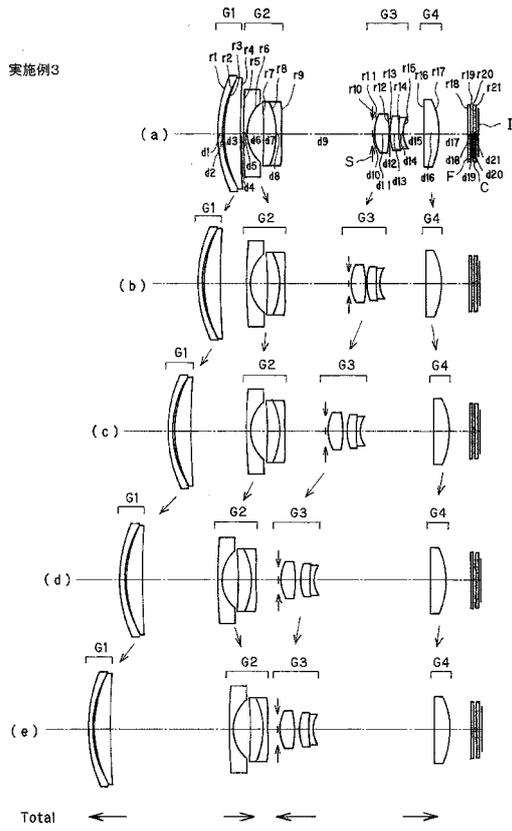
【 図 1 】



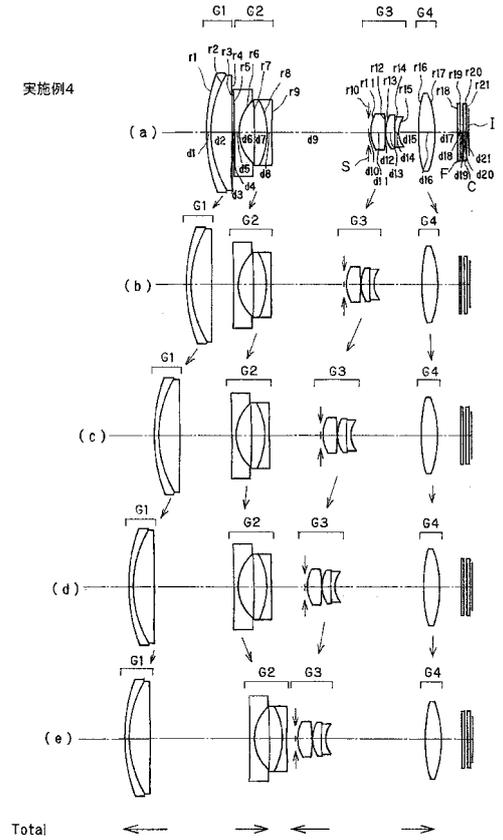
【 図 2 】



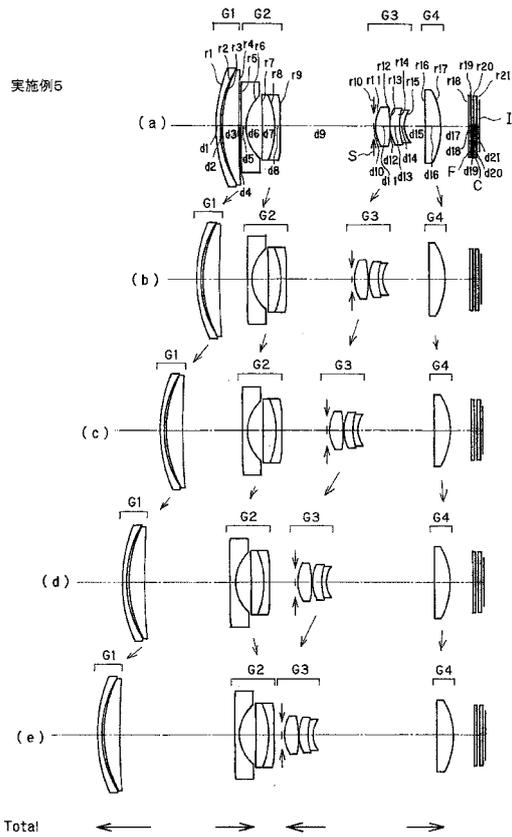
【 図 3 】



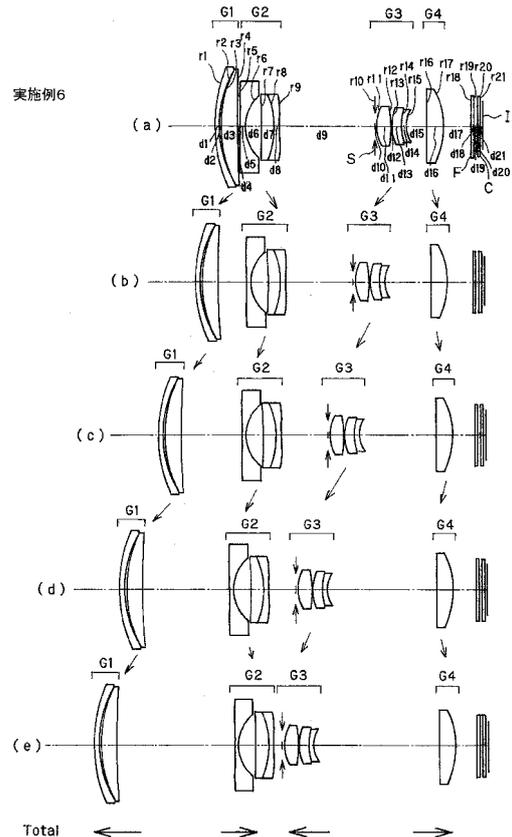
【 図 4 】



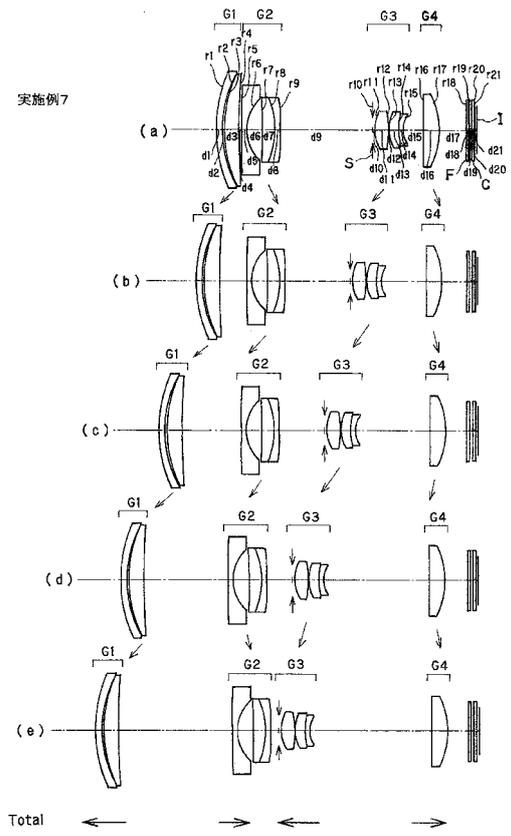
【 図 5 】



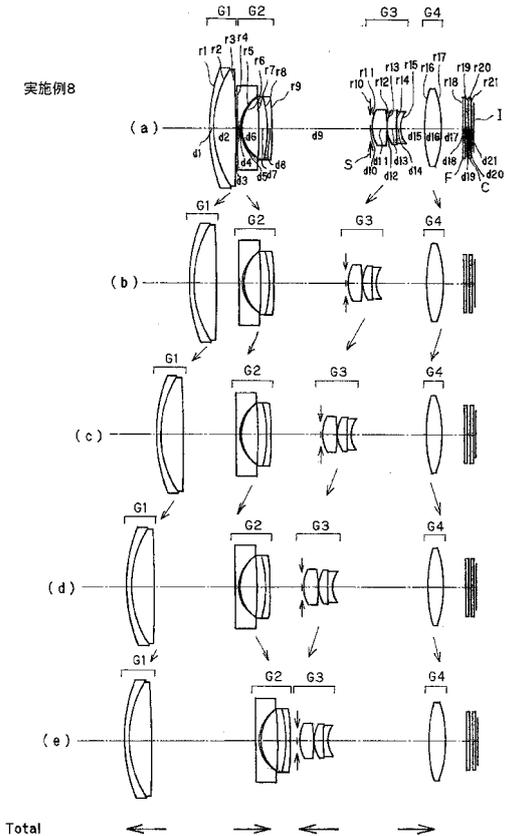
【 図 6 】



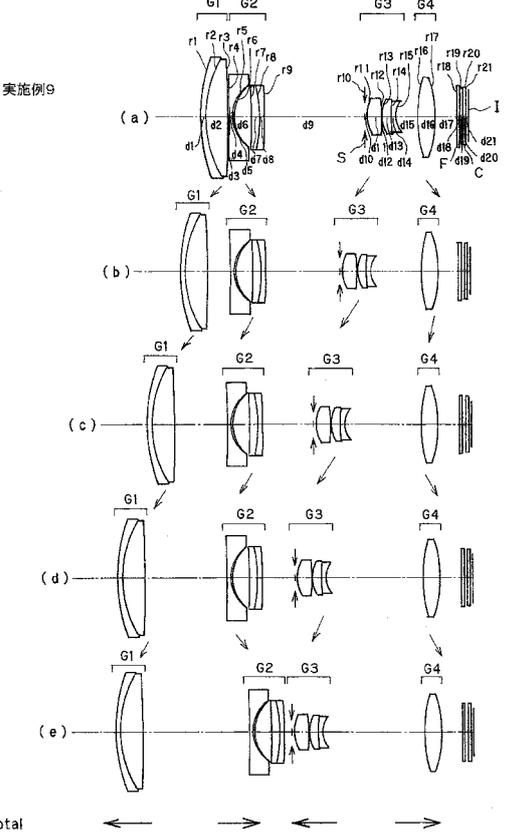
【 図 7 】



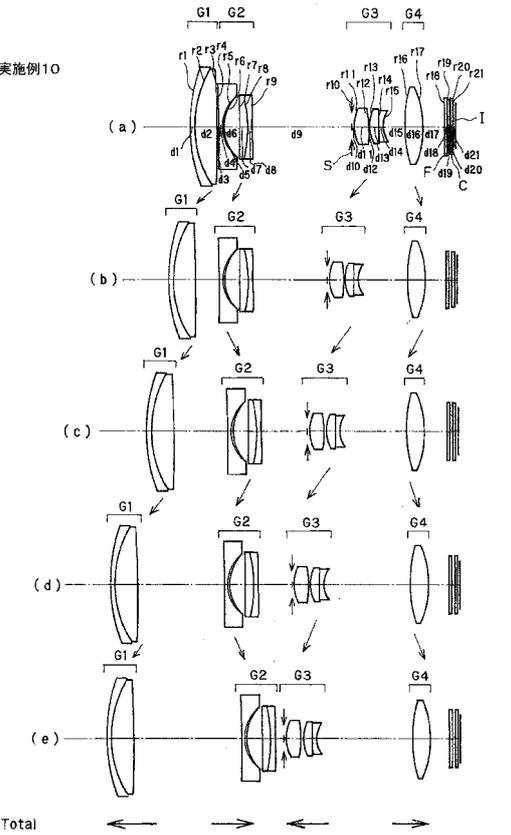
【 図 8 】



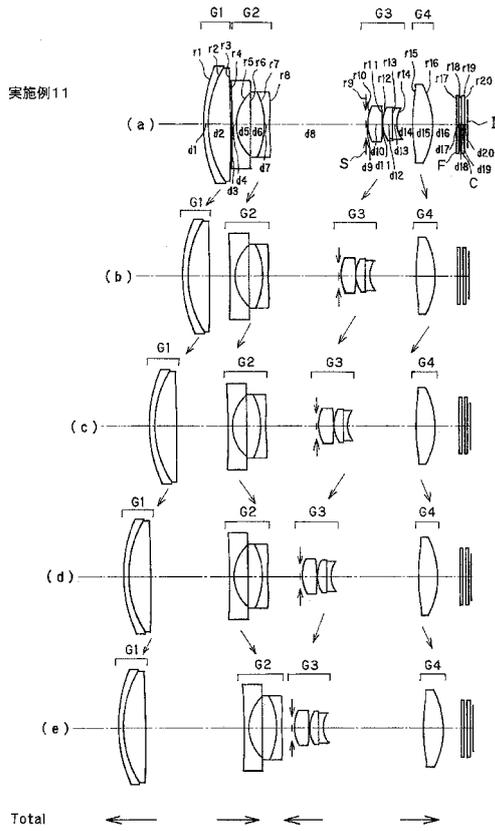
【 図 9 】



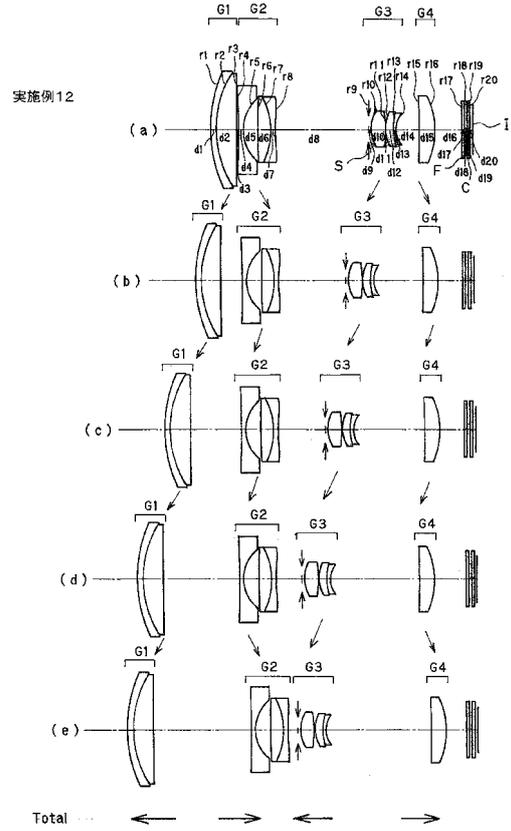
【 図 10 】



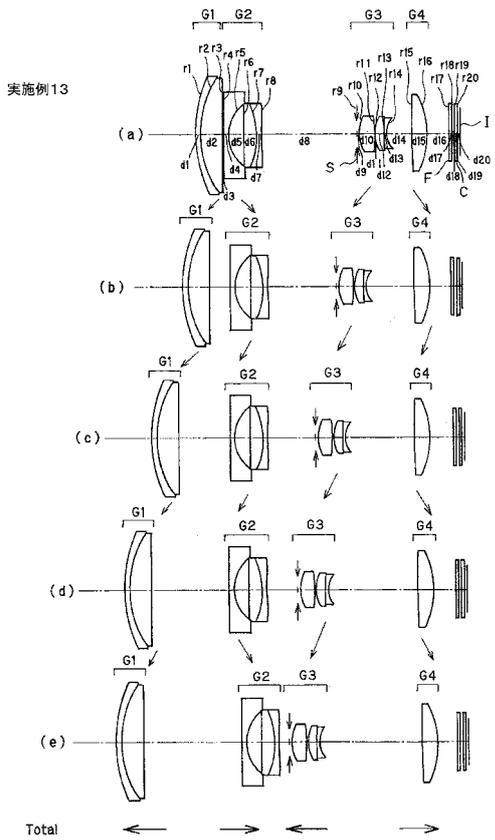
【 図 1 1 】



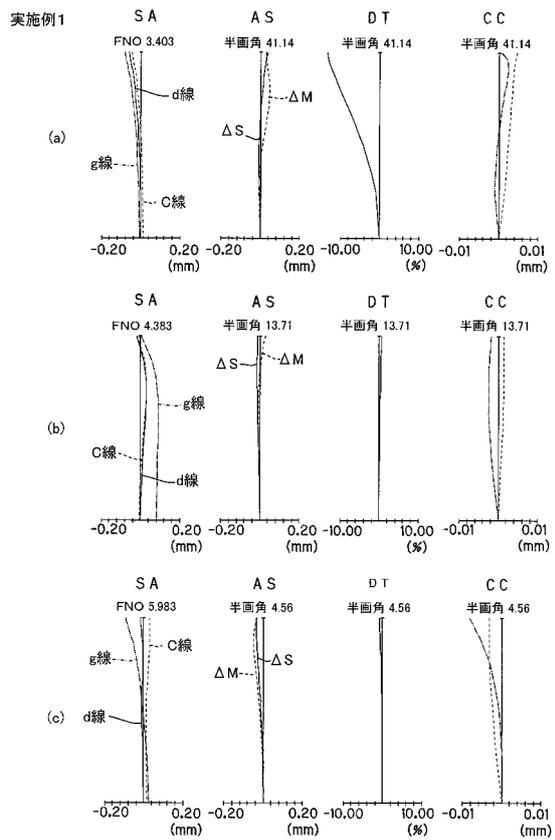
【 図 1 2 】



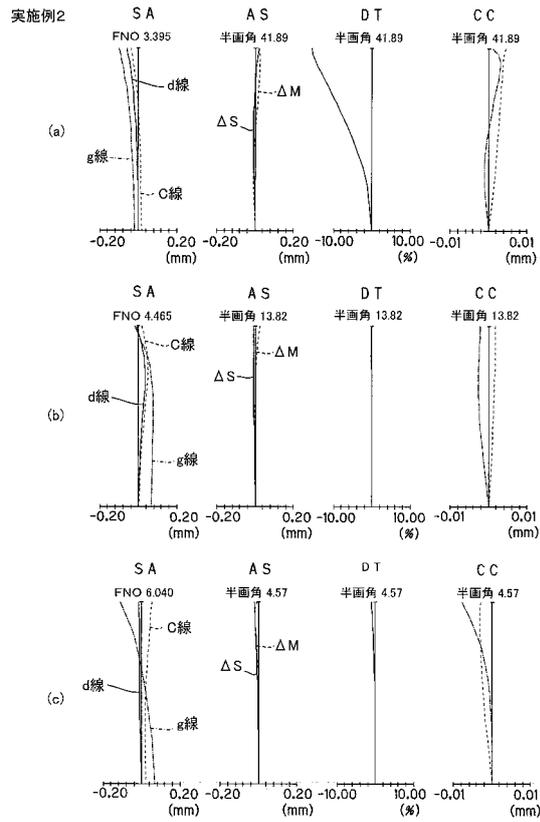
【 図 1 3 】



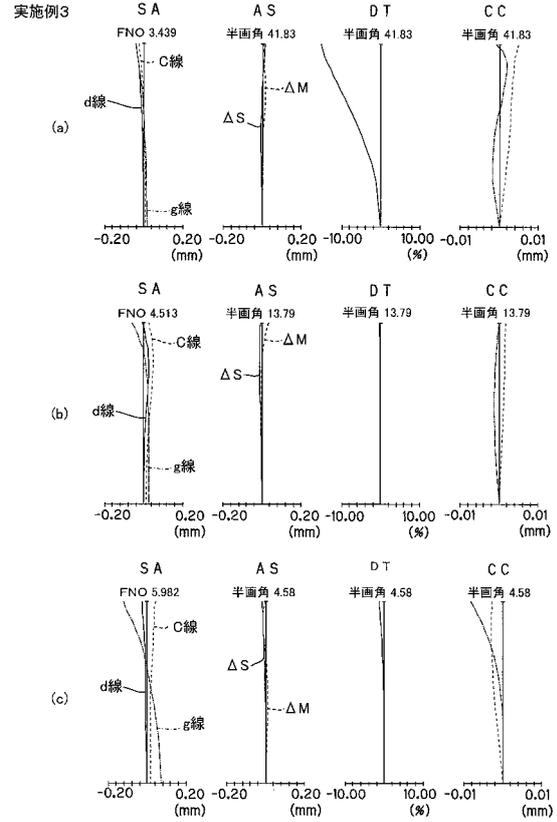
【 図 1 4 】



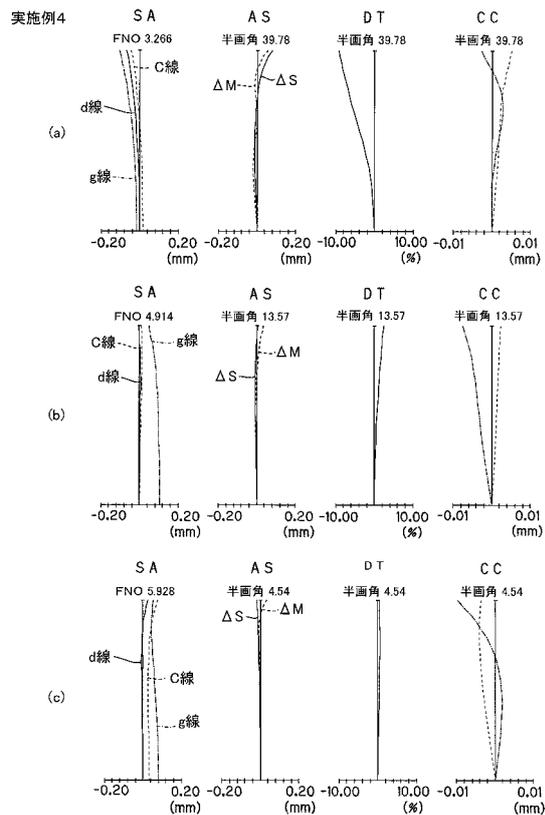
【図15】



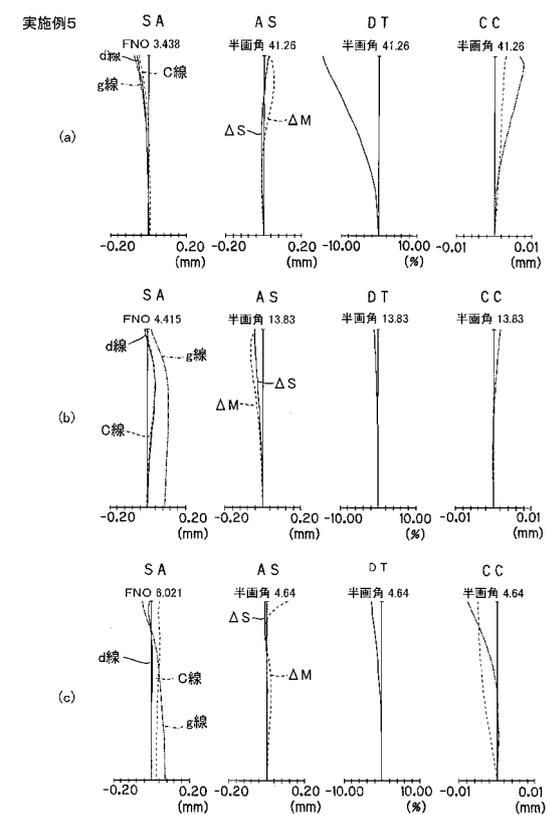
【図16】



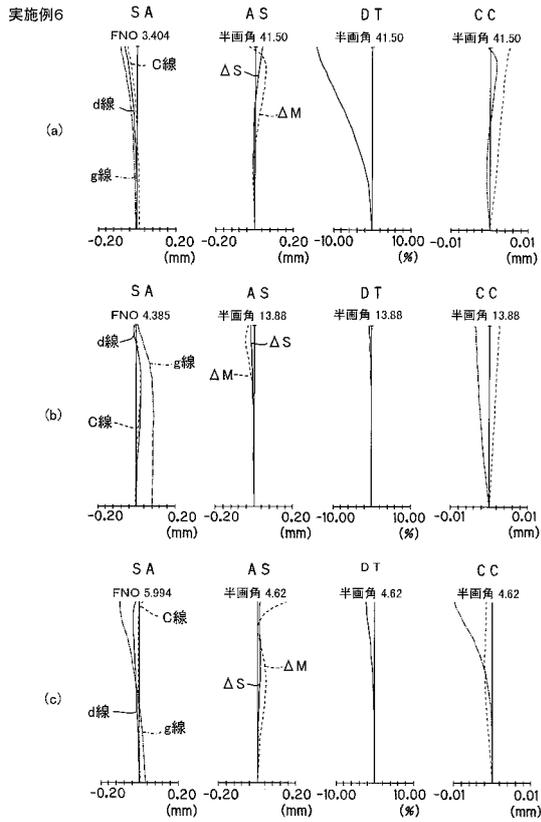
【図17】



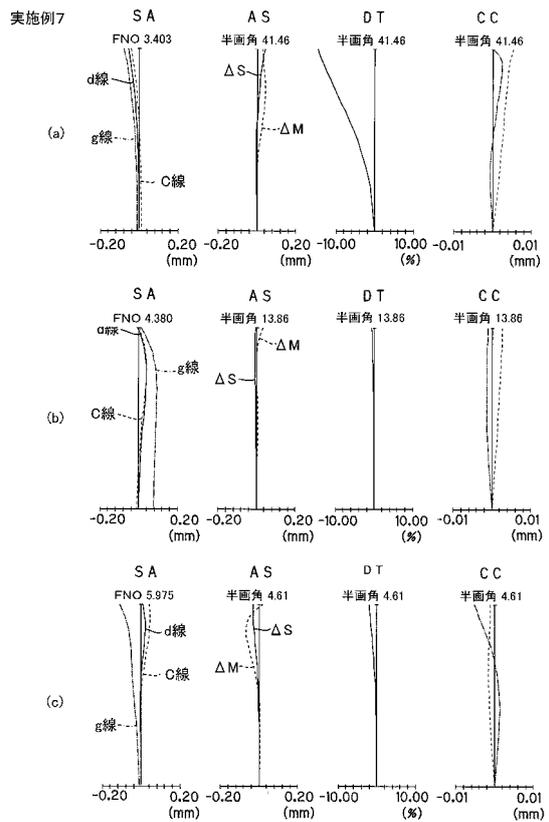
【図18】



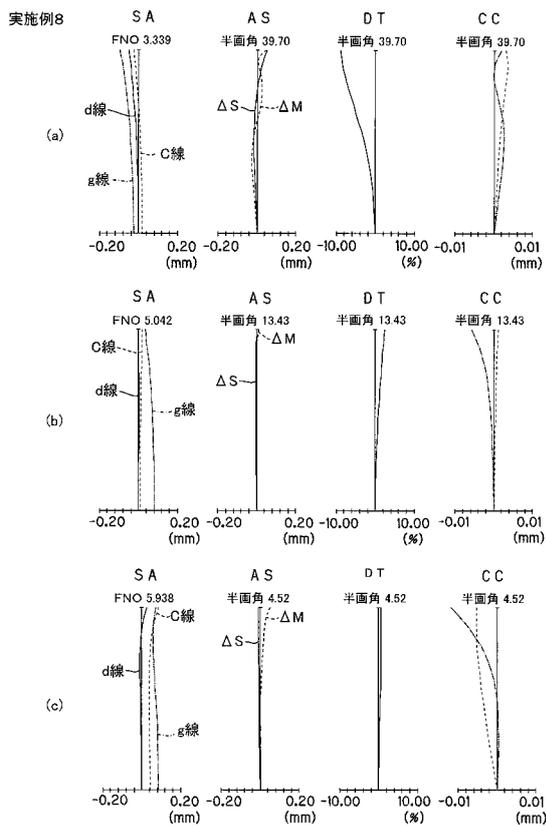
【図19】



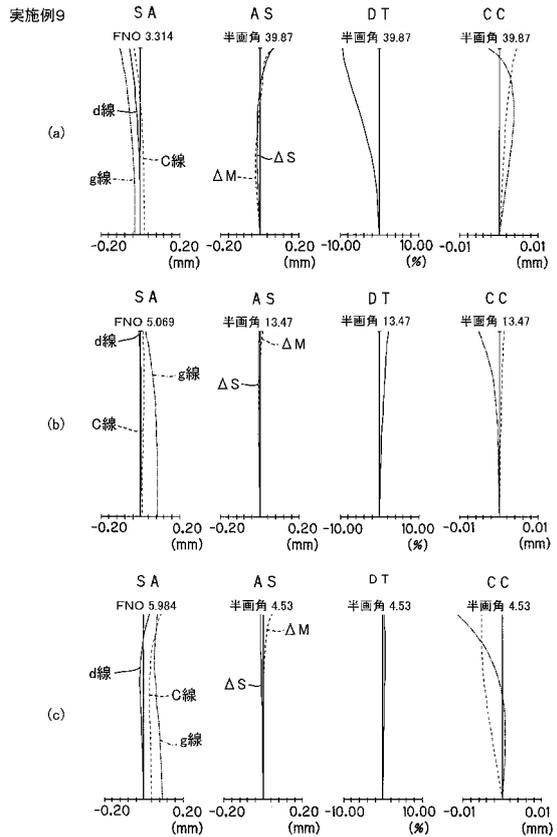
【図20】



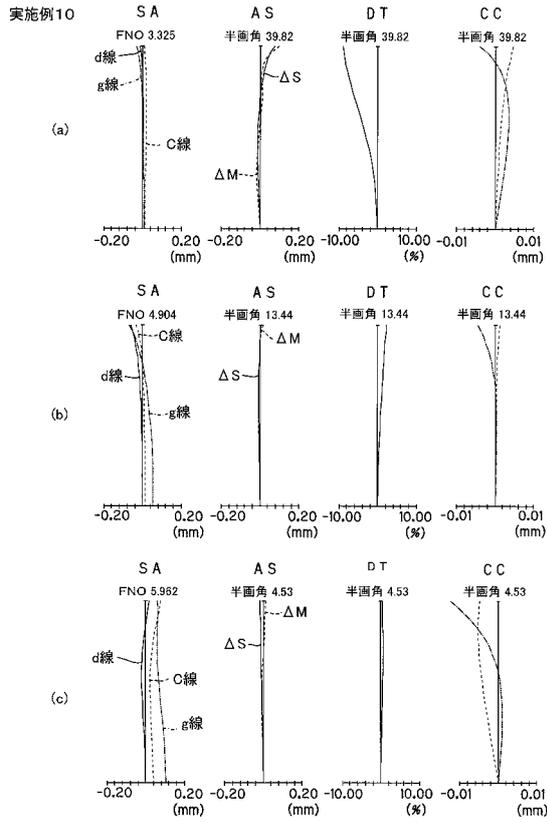
【図21】



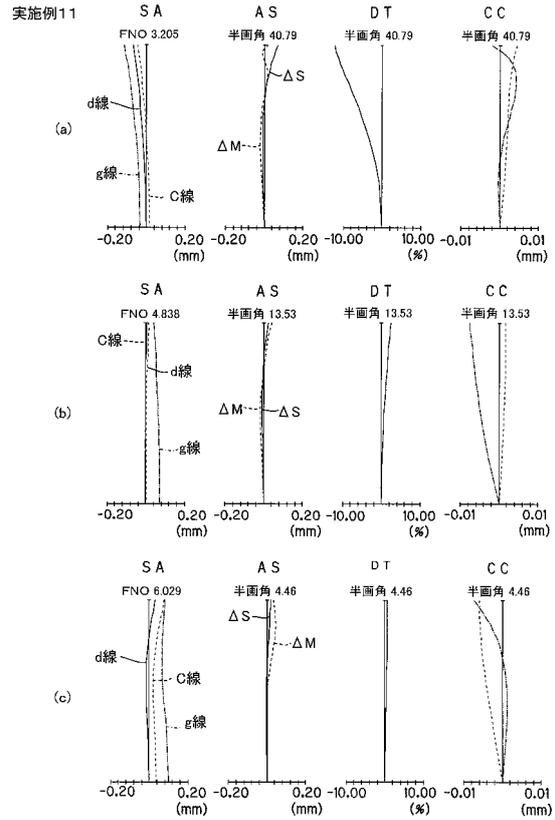
【図22】



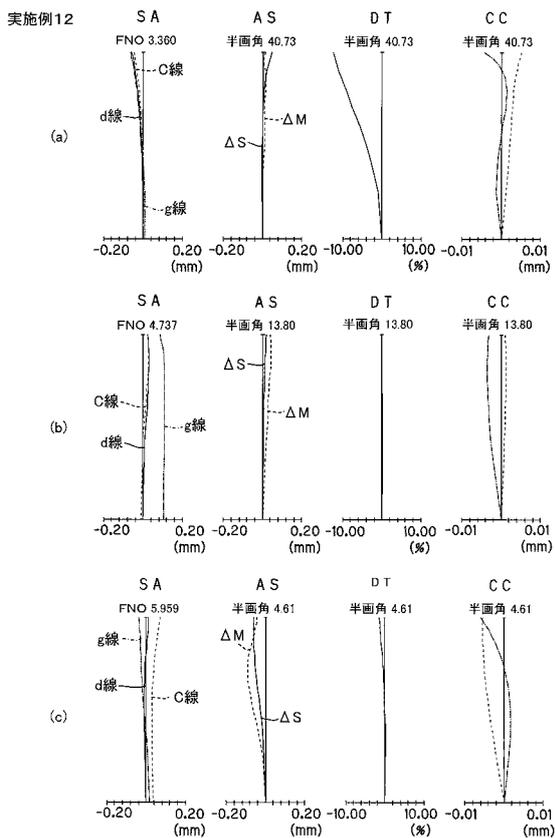
【図23】



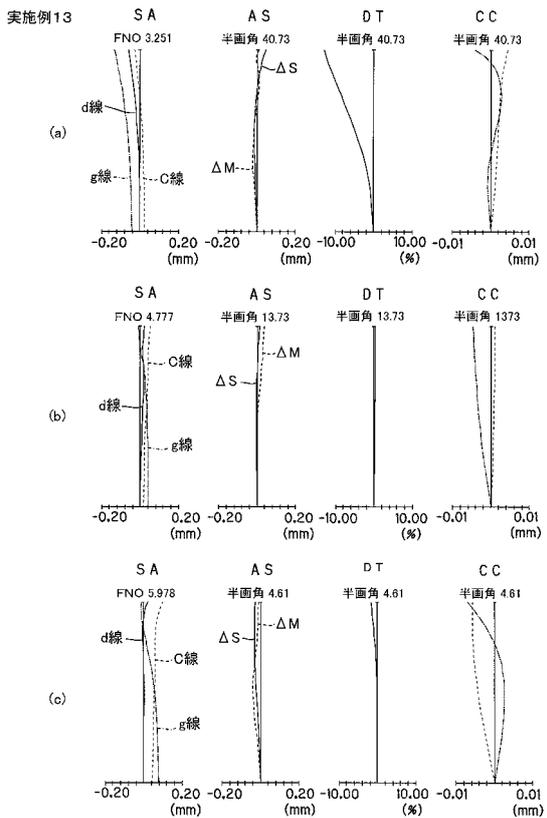
【図24】



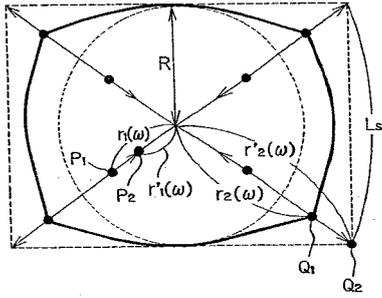
【図25】



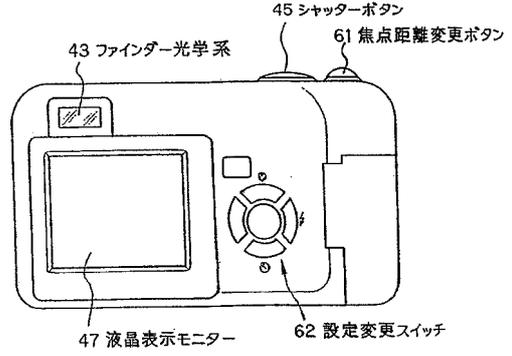
【図26】



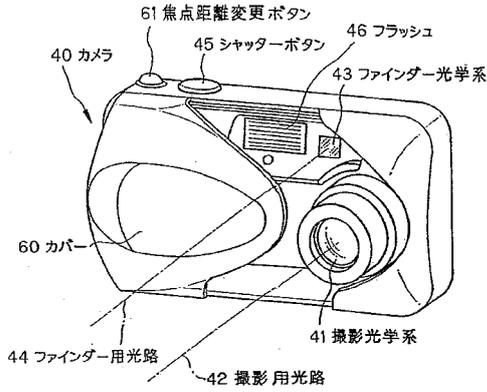
【図27】



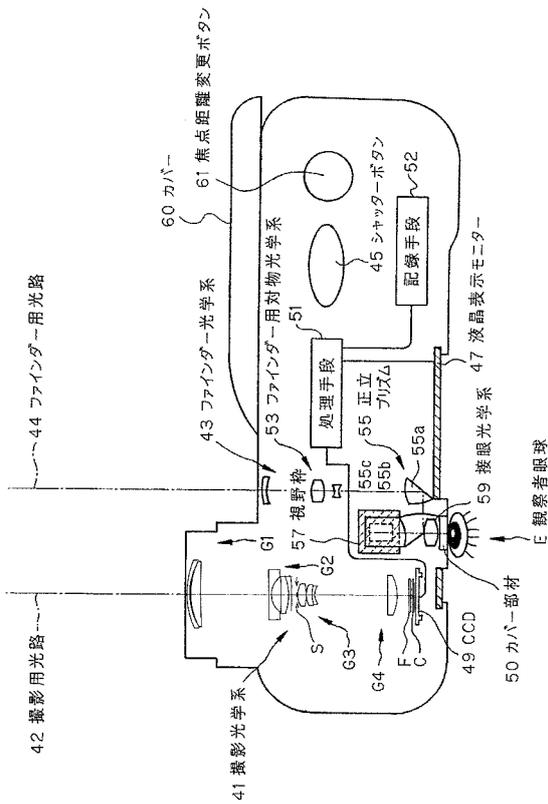
【図29】



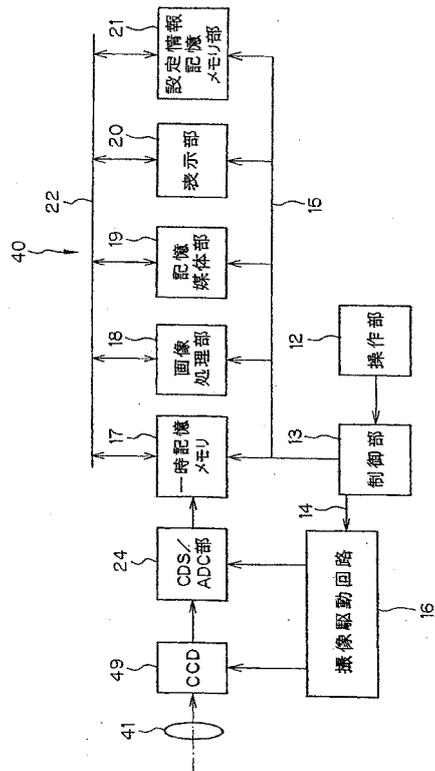
【図28】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(74)代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄

(74)代理人 100094787

弁理士 青木 健二

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 半川 雅司

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnbasイメージング株式会社内

(72)発明者 左部 校之

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnbasイメージング株式会社内

審査官 堀井 康司

(56)参考文献 特開2009-109630(JP,A)

特開2009-031636(JP,A)

特開2004-112529(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 13/18

H04N 5/225

H04N 5/232