

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4878199号
(P4878199)

(45) 発行日 平成24年2月15日 (2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月9日 (2011.12.9)

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

請求項の数 11 (全 55 頁)

(21) 出願番号	特願2006-108782 (P2006-108782)	(73) 特許権者	504371974
(22) 出願日	平成18年4月11日 (2006.4.11)		オリンパスイメージング株式会社
(65) 公開番号	特開2007-279587 (P2007-279587A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成19年10月25日 (2007.10.25)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成21年3月16日 (2009.3.16)		弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983
			弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	左部 校之
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパスイメージング株式会社内
		(72) 発明者	加茂 裕二
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパスイメージング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群のそれぞれの間隔に挟まれた空気間隔を変化させ、広角端から望遠端への変倍を行うズームレンズであって、

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レンズ群との間隔は拡大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は縮小し、

有効面での空気接触面が物体側の面と像側の面の2つのみのレンズを1つのレンズ成分としたとき、前記第1レンズ群は、正レンズと負レンズとの接合レンズである1つのレンズ成分で構成され、

前記第2レンズ群は、正レンズと負レンズとからなり、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との総レンズ枚数が4枚であり、

下記の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$\frac{1.400 < Nd1p < 1.620}{65.0 < Vd1p < 100.0}$$

$$\frac{1.600 < Nd1n < 2.100}{18.0 < Vd1n < 38.0}$$

$$1.400 < Nd1p < 1.620$$

$$65.0 < Vd1p < 100.0$$

$$1.600 < Nd1n < 2.100$$

$$18.0 < Vd1n < 38.0$$

ただし、 $N d 1 p$ 、 $V d 1 p$ はそれぞれ前記第1レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数、 $N d 1 n$ 及び $V d 1 n$ はそれぞれ前記第1レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

【請求項2】

前記第1レンズ群が下記の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$\begin{aligned} 2.40 < f 1 / f w < 8.00 \\ 0.45 < f 1 / f t < 2.00 \end{aligned}$$

ただし、 $f 1$ は前記第1レンズ群の焦点距離、 $f w$ は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 $f t$ は望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

10

【請求項3】

前記第2レンズ群の像側且つ第4レンズ群の物体側に軸上光束を制限する絞りを有し、前記第2レンズ群中の物体側に前記負レンズが配置され、前記第2レンズ群中の像側に前記正レンズが配置されている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レンズ群が、物体側から順に、負単レンズと、正単レンズとの2枚の単レンズからなることを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項5】

下記の条件式を満足することを特徴とする請求項3または4に記載のズームレンズ。

$$\begin{aligned} -1.35 < f 2 / f w < -0.40 \\ -1.00 < f 2 / f t < -0.10 \end{aligned}$$

20

ただし、 $f 2$ は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f w$ および $f t$ はそれぞれ広角端および望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【請求項6】

下記の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至5のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.10 < S F 2 1 < 1.60$$

ただし、 $S F 2 1 = (R 2 1 f + R 2 1 r) / (R 2 1 f - R 2 1 r)$ で定義され、 $R 2 1 f$ 、 $R 2 1 r$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズの物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

30

【請求項7】

下記の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載のズームレンズ。

$$\begin{aligned} 1.750 < N d 2 1 < 2.100 \\ 30.0 < V d 2 1 < 50.0 \end{aligned}$$

ただし、 $N d 2 1$ および $V d 2 1$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

【請求項8】

下記の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至7のいずれかに記載のズームレンズ。

$$\begin{aligned} 1.840 < N d 2 2 < 2.100 \\ 15.0 < V d 2 2 < 32.0 \end{aligned}$$

40

ただし、 $N d 2 2$ および $V d 2 2$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も像側の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

【請求項9】

前記第3レンズ群が、正レンズと負レンズを含み且つ総レンズ枚数が3枚以下であり且つ総レンズ成分の数が2つ以下であり、

前記第4レンズ群が、正レンズと負レンズを含み、総レンズ枚数が2枚であり、

前記第5レンズ群が、1枚の正レンズであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のズームレンズ。

50

【請求項 10】

軸上光束径を制限する絞りが前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に配されるとともに、前記変倍時に、前記絞りが前記第3レンズ群と一体で移動し、且つ前記第3レンズ群は、前記広角端の位置よりも前記望遠端の位置にて物体側に位置することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 11】

請求項1乃至10のいずれかに記載のズームレンズと、前記ズームレンズの像側に配され、前記ズームレンズにより結像された像を撮像し電気信号に変換する電子撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本願の発明は、ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置に関するものである。特に、ズームレンズの光学系部分を工夫することにより小型化を実現した、デジタルカメラやビデオカメラ等の電子撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、銀塩35mmフィルムカメラに代わる次世代カメラとしてデジタルカメラが注目されている。さらにそれは業務用高機能タイプからポータブル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。本願の発明においては、特にポータブルな普及タイプのカテゴリーに注目し、高画質を確保しながら奥行きが薄いビデオカメラ、デジタルカメラを実現する技術を提供することをねらっている。カメラの奥行き方向を薄くするのに最大のネックとなっているのは光学系特にズームレンズ系の最も物体側の面から撮像面までの厚みである。最近では、撮影時に光学系をカメラボディ内からせり出し、携帯時に光学系をカメラボディ内に収納する、いわゆる沈胴式鏡筒を採用することが主流になっている。さらに、幅広い撮影領域を楽しみたいというユーザーの要求を満たすためには、広角端の画角が広くて、なおかつ変倍比が大きなズームレンズが要求される。ズーム比が5倍程度と大きく、広角端での画角が60°程度と大きく、射出瞳位置が適切に設定された電子撮像素子に適した光学性能の比較的良好なズームレンズに関する先行技術としては、下記の文献（特許文献1参照）に開示されるようなタイプのズームレンズが知られている。

20

30

【0003】

【特許文献1】特開2003-255228号公報

【0004】

前記公報に記載されたズームレンズは、正、負、正、負、正タイプの5群ズームレンズであり、変倍比の確保に有利であり収差補正も良好になしえたものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前記の先行例には次のような課題を有する。前記の公報に開示されているズームレンズは、第1及び第2レンズ群の総レンズ枚数が多いものである。

40

【0006】

第1、第2レンズ群の径方向のサイズは、主に広角側での軸外光束による影響が大きく、第1及び第2レンズ群の総レンズ枚数が多いと広角側での入射瞳が深くなりやすく、それに伴い、第1及び第2レンズ群が厚さ方向や径方向に大きくなり、ズームレンズの全長や収納する鏡枠の径が大きくなってしまふ。

【0007】

本願の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、高変倍比の確保、光学性能の確保が容易であり、しかも全長や径方向の小型化にも有利で、再現される像も良好になしえるズームレンズを提供することである。また、さらには、上述のズーム

50

レンズを備えた撮像装置の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とからなり、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群のそれぞれの間隔に挟まれた空気間隔を変化させ、広角端から望遠端への変倍を行うズームレンズであって、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レンズ群との間隔は拡大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は縮小し、有効面での空気接触面が物体側の面と像側の面の2つのみのレンズを1つのレンズ成分としたとき、前記第1レンズ群は、正レンズと負レンズとの接合レンズである1つのレンズ成分で構成され、前記第2レンズ群は、正レンズと負レンズとからなり、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との総レンズ枚数が4枚であり、下記の条件式を満足することを特徴とする。

$$\frac{1.400 < Nd1p < 1.620}{65.0 < Vd1p < 100.0}$$

$$\frac{1.600 < Nd1n < 2.100}{18.0 < Vd1n < 38.0}$$

ただし、 $Nd1p$ 、 $Vd1p$ はそれぞれ前記第1レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数、 $Nd1n$ 及び $Vd1n$ はそれぞれ前記第1レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

また、本発明のズームレンズは、下記の条件式を満足することが好ましい。

$$2.40 < f1 / fw < 8.00$$

$$0.45 < f1 / ft < 2.00$$

ただし、 $f1$ は前記第1レンズ群の焦点距離、 fw は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 ft は望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

また、本発明のズームレンズは、前記第2レンズ群の像側且つ第4レンズ群の物体側に軸上光束を制限する絞りを有し、前記第2レンズ群中の物体側に前記負レンズが配置され、前記第2レンズ群中の像側に前記正レンズが配置されていることが好ましい。

【0009】

また、本発明のズームレンズは、前記第2レンズ群が、物体側から順に、負単レンズと、正単レンズとの2枚の単レンズからなることが好ましい。

また、本発明のズームレンズは、下記の条件式を満足することが好ましい。

$$-1.35 < f2 / fw < -0.40$$

$$-1.00 < f2 / ft < -0.10$$

ただし、 $f2$ は前記第2レンズ群の焦点距離、 fw および ft はそれぞれ広角端および望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

また、本発明のズームレンズは、下記の条件式を満足することが好ましい。

$$0.10 < SF21 < 1.60$$

ただし、 $SF21 = (R21f + R21r) / (R21f - R21r)$ で定義され、 $R21f$ 、 $R21r$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズの物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

また、本発明のズームレンズは、下記の条件式を満足することが好ましい。

$$1.750 < Nd21 < 2.100$$

$$30.0 < Vd21 < 50.0$$

ただし、 $Nd21$ および $Vd21$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

また、本発明のズームレンズは、下記の条件式を満足することが好ましい。

$$1.840 < Nd22 < 2.100$$

$$15.0 < Vd22 < 32.0$$

ただし、 $Nd22$ および $Vd22$ はそれぞれ前記第2レンズ群の最も像側の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

また、本発明のズームレンズは、前記第3レンズ群が、正レンズと負レンズを含み且つ総レンズ枚数が3枚以下であり且つ総レンズ成分の数が2つ以下であり、前記第4レンズ群が、正レンズと負レンズを含み、総レンズ枚数が2枚であり、前記第5レンズ群が、1枚の正レンズであることが好ましい。

また、本発明のズームレンズは、軸上光束径を制限する絞りが前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に配されるとともに、前記変倍時に、前記絞りが前記第3レンズ群と一体で移動し、且つ前記第3レンズ群は、前記広角端の位置よりも前記望遠端の位置にて物体側に位置することが好ましい。

10

【0010】

また、前記課題を解決するために本発明の撮像装置は、上記のいずれかのズームレンズと、前記ズームレンズの像側に配され、前記ズームレンズにより結像された像を撮像し電気信号に変換する電子撮像素子とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、高変倍比の確保、光学性能の確保が容易であり、しかも全長や径方向の小型化にも有利で、再現される像も良好になしえるズームレンズ及びそれを備えた撮像装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0012】

以下、本願の発明の実施例の説明に先立ち本願の発明の作用効果について説明する。

【0013】

本発明のズームレンズにおいては、物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とからなり、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群のそれぞれの間隔に挟まれた空気間隔を変化させ、広角端から望遠端への変倍を行うズームレンズであって、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レンズ群との間隔は拡大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は縮小し、有効面での空気接触面が物体側の面と像側の面の2つのみのレンズを1つのレンズ成分としたとき、前記第1レンズ群は、正レンズと負レンズとの接合レンズである1つのレンズ成分で構成され、前記第2レンズ群は、正レンズと負レンズとからなり、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との総レンズ枚数が4枚であり、下記の条件式を満足することを特徴としている。

30

$$\frac{1.400 < Nd1p < 1.620}{65.0 < Vd1p < 100.0}$$

$$\frac{1.600 < Nd1n < 2.100}{18.0 < Vd1n < 38.0}$$

ただし、 $Nd1p$ 、 $Vd1p$ はそれぞれ前記第1レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数、 $Nd1n$ 及び $Vd1n$ はそれぞれ前記第1レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

40

【0014】

本発明のズームレンズでは、最も物体側のレンズ群を1つの正レンズ成分（単レンズまたは接合レンズとなる）としている。

【0015】

鏡筒のコンパクト化を図る上で、第1レンズ群は1つのレンズ成分のみからなる構成とするのが良い。これは、第1レンズ群では軸外光線の光軸上からの高さが高くなるので、レンズのふち肉を必要な量確保しようとするとき、軸上肉厚が非常に厚くなりやすいからである。

【0016】

50

さらに、前記第1レンズ群のレンズ成分の数が多くなると入射瞳位置が物体側から遠くなるため第1レンズ群を通る光線高さはより高くなり、ふち肉確保のための軸上肉厚はより厚みが必要となる。当然、レンズ成分の数が増えた分の軸上肉厚も大きくなってしまふ。従ってレンズ成分の数を増やすにつれて、この群の径方向の大きや光軸上肉厚は必要以上に大きくなってしまい、沈胴状態にさせたとしても鏡筒のコンパクト化が十分には行えなくなる。このような観点から、第1レンズ群は1つのレンズ成分からなる構成とすれば鏡筒のコンパクト化に大きく貢献する。

【0017】

本願の発明では、第2レンズ群中に正レンズと負レンズを含ませることで、第2レンズ群において発生しやすい色収差を抑えるとともに、広角側での第1及び第2レンズ群の総レンズ枚数を4枚以下として、広角側での径の肥大化を抑えている。

10

【0018】

本発明のズームレンズでは、物体側から順に正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、負の第4レンズ群、及び正の第5レンズ群からなり、各レンズ群の軸上間隔を変化させることで変倍を行う構成としている。

【0019】

そのため、第1、第2レンズ群での総レンズ枚数を4枚以下としても、変倍の負担を各群に分担させることができるため変倍時の収差変動を抑え、全変倍域において良好な光学性能を得ることができるようになる。

【0020】

20

また、撮像手段としてCCD、CMOS等の電子撮像素子を用いる場合、射出瞳位置を適切に保つことができるため、電子撮像素子への入射光線の角度を適度な範囲にコントロールすることが可能になり、電子撮像素子の受光面に効率よく光線を入射させることが可能になる。したがって、全長短縮を実現し、鏡筒のコンパクト化も容易にすることができる。

【0021】

さらに効率よく光学性能が良好でコンパクト化に好適なズームレンズを提供するために、本願の発明では上述の他にも様々な工夫を加えることが好ましい。以下に詳細に説明を述べる。

【0022】

まず、より好ましい第1レンズ群の構成について説明する。

30

【0023】

上述したように、コンパクト化の観点から第1レンズ群は1つのレンズ成分からなる構成とすることが望ましいが、一方で第1レンズ群内で発生する収差の除去を行うことが更なる高性能化のために好ましい。

【0024】

そこで以下に述べるような諸条件を満足するように構成するとより好ましい。

【0026】

本発明のズームレンズでは、下記の条件式を満足するように構成することが好ましい。

$$2.40 < f1 / fw < 8.00 \quad (1)$$

$$0.45 < f1 / ft < 2.00 \quad (2)$$

40

ただし、 $f1$ は前記第1レンズ群の焦点距離、 fw は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 ft は望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【0027】

前記条件式の上限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の全長を抑えやすく、鏡筒のコンパクト化に有利となる。

【0028】

前記条件式の下限を下回らないようにして、第1レンズ群のパワーを制限することで収差の発生が抑えやすくなる。特に色収差の低減に有利となり、撮影画像の色にじみを抑えやすくなる。

【0029】

50

さらには下記の条件を満足するとなお良い。

$$2.90 < f1 / fw < 6.30 \quad (1')$$

$$0.55 < f1 / ft < 1.50 \quad (2')$$

【0030】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$3.40 < f1 / fw < 4.50 \quad (1'')$$

$$0.65 < f1 / ff < 1.00 \quad (2'')$$

【0031】

本発明の撮像装置は、上記いずれかのズームレンズと、前記ズームレンズの像側に配され、且つ、前記ズームレンズにより形成された像を電気信号に変換する撮像素子を備えることが好ましい。

10

【0032】

前記ズームレンズは、上述の正、負、正、負、正を含むパワー配置により、射出瞳を遠くすることに有利となる。

【0033】

電子撮像素子は、一般に入射角が大きくなるほど受光性能が劣化し、色シェーディング等が発生する傾向がある。そのため、電子撮像素子を用いる撮像装置においては、本願の発明のズームレンズを使用することが好ましい。

【0034】

次に、本願の発明に係る撮像装置の実施例を図を参照して詳細に説明する。なお、以下の実施例のうち、実施例1～7は参考例である。

20

【0035】

実施例1

図1は、本願の発明の実施例1に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【0036】

図2は、前記実施例1に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。FIYは像高である。

30

【0037】

実施例1のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第1レンズ群G11と、負の第2レンズ群G12と、明るさ絞りSと、正の第3レンズ群G13と、負の第4レンズ群G14と正の第5レンズ群G15を備えている。第5レンズ群G15の像側には平行平板FL1、FL2及びCCD受光面Pが配置される。

【0038】

第1レンズ群G11は、両凸面の正レンズL11で構成されている。第2レンズ群G12は、物体側から順に、両面が両凹面の負レンズL12と、両凹面の負レンズL13と、両凸面の正レンズL14とで構成され、これら2枚のレンズL13とL14とは接合されている。第3レンズ群G13は両凸面の正レンズL15と、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズL16とで構成され、これら2枚のレンズL15とL16が接合されている。第4レンズ群G14は物体側が凸面の正メニスカスレンズL17と負メニスカスレンズL18とで構成されている。第5レンズ群G15は両凸面の正レンズL19とで構成されている。前記レンズL11の両面1及び2と、前記レンズL12の両面3及び4と、L15の物体側の面9と前記レンズL17の物体側の面12は非球面である。前記平行平板FL1は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、FL2はCCD受光面を保護するカバーガラスである。

40

【0039】

この実施例1のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第1レンズ群G11、第2レンズ群G12、第3レンズ群G13及び第4レンズ群G14は

50

物体側に移動し、第5レンズ群G15は像側に移動する。この場合、第1レンズ群G11と第2レンズ群G12との間隔D2、第3レンズ群G13と第4レンズ群G14との間隔D11と、第4レンズ群G14と第5レンズ群G15との間隔D14は、それぞれ広がるように移動する。また、第2レンズ群G12と第3レンズ群G13との間隔D7及び第5レンズ群G15と前記平行平板FL1との間隔D16は短くなる。一方、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には第1レンズ群G11、第3レンズ群G13及び第4レンズ群G14は物体側に移動するが、第2レンズ群G12は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。第5レンズ群G15は更に像側に移動する。この場合、第1レンズ群G11と第2レンズ群G12との間隔D2、第4レンズ群G14と第5レンズ群G15との間隔D14とは、それぞれ広がるように移動する。一方、第2レンズ群G12と第3レンズ群G13との間隔D7と第3レンズ群G13と第4レンズ群G14との間隔D11と第5レンズ群G15と前記平行平板FL1との間隔D16はそれぞれ短くなる。

10

【0040】

次に、実施例1の光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

第1実施例の数値データにおいて、Rは各レンズ面の曲率半径、Dは各レンズの肉厚又は空気間隔、Nd、Vdは各レンズのd線での屈折率及びアッベ数、D2、D7、D11、D14及びD16は可変間隔を表している。FnoはFナンバー、fは全系焦点距離、2は画角(は半画角)を表している。R、D、fの単位はmmである。なお、ASPは非球面を意味し、非球面形状は、光軸方向をz、光軸に直交する方向をyにとり、近軸曲率半径をR、円錐係数をk、非球面係数をA4、A6、A8、A10としたとき、次の式で表される。

20

$$z = (y^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(y / R)^2\}^{1/2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10}$$

また、非球面係数中、例えば、実施例1の非球面3におけるA4の値、3.50640e-04は、 3.50640×10^{-4} とも表示され得るが、本数値データ中では、全て前者の形式で表示してある。なお、これらの記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【0041】

また、この実施例1においては、像高は4.04mm、焦点距離は6.62~14.58~31.74mm、Fnoは3.31~4.38~5.16である。

30

【0042】

数値データ1

面番	R	D	Nd	Vd
1	13.131 ASP	3.17	1.49700	81.54
2	-145.288 ASP	D2		
3	-37.836 ASP	0.80	1.80610	40.92
4	9.350 ASP	2.19		
5	-8.965	0.70	1.58913	61.14
6	29.209	1.48	1.92286	18.90
7	-28.126	D7		
8	絞り	0.37		
9	17.925 ASP	1.59	1.77377	47.17
10	-6.800	0.61	1.78472	25.68
11	-19.935	D11		
12	4.410 ASP	1.97	1.76802	49.24
13	11.157	0.51	2.00069	25.46
14	3.550	D14		
15	41.001	2.35	1.80518	25.42
16	-14.105	D16		
17		0.50	1.54771	62.84

40

50

18	0.50		
19	0.50	1.51633	64.14
20	0.60		
21	(像面、受光面)		

【0043】

非球面係数

面番	R	k			
1	13.131	0.000			
	A4	A6			
	-2.41125e-05	-3.21539e-07			10
2	-145.288	0.000			
	A4	A6			
	-6.80953e-06	-3.70482e-08			
3	-37.836	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	3.50640e-04	-4.49378e-06	1.59282e-07	-2.37981e-09	
4	9.350	-1.061			20
	A4	A6	A8	A10	
	3.44906e-04	1.17809e-05	-2.58210e-07	2.30813e-08	
9	17.925	0.748			
	A4	A6	A8	A10	
	-6.22558e-05	2.61058e-07	2.30167e-07	-1.23545e-07	
12	4.410	-0.044			
	A4	A6			
	-1.42650e-04	1.82011e-06			30

【0044】

ズームデータ

焦点距離 f	6.62	14.58	31.74	
F n o	3.31	4.38	5.16	
画角 2	68.01	29.91	13.95	
D2	0.57	5.03	9.28	
D7	11.18	6.03	0.43	
D11	0.38	2.69	0.22	
D14	3.34	7.88	13.49	40
D16	4.54	3.23	2.28	

【0045】

実施例 2

図3は、本願の発明の実施例2に係るズ - ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【0046】

図4は、前記実施例2に係るズ - ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 0 4 7 】

実施例 2 のズ - ムレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 2 1 と、負の第 2 レンズ群 G 2 2 と、明るさ絞り S と、正の第 3 レンズ群 G 2 3 と、負の第 4 レンズ群 G 2 4 と正の第 5 レンズ群 G 2 5 を備えている。第 5 レンズ群 G 2 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び CCD 受光面 P が配置される。

【 0 0 4 8 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 2 1 は、両凸面の正レンズ L 2 1 で構成され、第 2 レンズ群 G 2 2 は両凹面の負レンズ L 2 2 と負レンズ L 2 3 と、両凸面の正レンズ L 2 4 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 2 3 と L 2 4 とは接合されている。第 3 レンズ群 G 2 3 は両凸面の正レンズ L 2 5 と、両凹面の負のレンズ L 2 6 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 2 5 と L 2 6 は接合されている。第 4 レンズ群 G 2 4 は両凸面の正レンズ L 2 7 と両凹面の負レンズ L 2 8 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 2 7 と L 2 8 とは接合されている。第 5 レンズ群 G 2 5 は両凸面の正レンズ L 2 9 で構成されている。前記レンズ L 2 1 の両面 1 及び 2 と、前記レンズ L 2 2 の両面 3 及び 4 と、L 2 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 2 6 の像側の面 1 1 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は C C D 受光面を保護するカバーガラスである。

10

【 0 0 4 9 】

この実施例 2 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 2 1、第 2 レンズ群 G 2 2、第 3 レンズ群 G 2 3 及び第 4 レンズ群 G 2 4 は物体側に移動し、第 5 レンズ群 G 2 5 は像側に移動する。この間、第 1 レンズ群 G 2 1 と第 2 レンズ群 G 2 2 との間隔 D 2、第 3 レンズ群 G 2 3 と第 4 レンズ群 G 2 4 との間隔 D 1 1、第 4 レンズ群 G 2 4 と第 5 レンズ群 G 2 5 との間隔 D 1 4 はそれぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 2 2 と第 3 レンズ群 G 2 3 との間隔 D 7、及び第 5 レンズ群 G 2 5 と前記平行平板 F L 1 との間隔 D 1 6 は短くなる。一方、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 2 1、第 3 レンズ群 G 2 3 及び第 4 レンズ群 G 2 4 は物体側に移動するが、第 2 レンズ群 G 2 2 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。第 5 レンズ群 G 2 5 はさらに像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 2 1 と第 2 レンズ群 G 2 2 との間隔 D 2、第 4 レンズ群 G 2 4 と第 5 レンズ群 G 2 5 との間隔 D 1 4、第 2 レンズ群 G 2 2 と第 3 レンズ群 G 2 3 との間隔 D 7 は、それぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 2 2 と第 3 レンズ群 G 2 3 との間隔 D 7、第 3 レンズ群 G 2 3 と第 4 レンズ群 G 2 4 との間隔 D 1 1、第 5 レンズ群 G 2 5 と前記平行平板 F L 1 との間隔 D 1 6 はそれぞれ短くなる。

20

30

【 0 0 5 0 】

また、この実施例 2 においては、像高が 4 . 0 4 m m、焦点距離は 6 . 6 2 ~ 1 4 . 2 2 ~ 3 1 . 7 3 m m、Fno は、3 . 4 1 ~ 4 . 3 5 ~ 5 . 0 2 である。

【 0 0 5 1 】

数値データ 2

面番	R	D	Nd	Vd
1	13.726 ASP	3.17	1.49700	81.54
2	-85.837 ASP	D2		
3	-38.043 ASP	0.80	1.80610	40.92
4	9.226 ASP	2.19		
5	-9.230	0.70	1.58913	61.14
6	25.936	1.48	1.92286	18.90
7	-36.175	D7		
8	絞り	0.37		
9	7.800 ASP	2.22	1.77377	47.17
10	-6.800	0.61	1.68893	31.16
11	20.470 ASP	D11		
12	5.311	2.07	1.88300	40.76

40

50

13	-1158.189	0.51	2.00069	25.46
14	4.141	D14		
15	30.007	2.35	1.80518	25.42
16	-14.743	D16		
17		0.50	1.54771	62.84
18		0.50		
19		0.50	1.51633	64.14
20		0.60		
21		(像面、受光面)		

【0052】

10

非球面係数

面番	R	k		
1	13.726	0.000		
	A4	A6		
	-1.82405e-05	-2.53266e-07		

面番	R	k		
2	-85.837	0.000		
	A4	A6		
	6.18637e-06	-6.21578e-08		

面番	R	k		
3	-38.043	0.000		
	A4	A6	A8	A10
	3.72444e-04	-4.17444e-06	8.99176e-08	-1.56083e-09

20

面番	R	k		
4	9.226	-1.570		
	A4	A6	A8	A10
	5.05344e-04	1.07045e-05	8.83402e-09	8.19063e-09

面番	R	k		
9	7.800	-0.939		
	A4	A6	A8	A10
	7.47118e-04	1.87059e-05	-5.14211e-07	-8.51175e-08

30

面番	R	k		
11	20.470	0.000		
	A4	A6		
	1.47264e-03	4.28950e-05		

【0053】

ズームデータ

焦点距離 f	6.62	14.22	31.73	
F no	3.41	4.35	5.02	
画角 2	67.57	30.38	13.84	

40

D2	0.57	5.04	9.51	
D7	11.02	6.00	0.43	
D11	0.40	2.60	0.22	
D14	3.33	6.79	11.99	
D16	4.05	3.45	2.87	

【0054】

実施例 3

図5は、本願の発明の実施例3に係るズ - ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態

50

をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 0 5 5 】

図6は、前記実施例3に係るズ - ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 0 5 6 】

実施例3のズ - ムレンズ光学系は、物体側から順に、正の第1レンズ群G31、負の第2レンズ群G32、明るさ絞りS、正の第3レンズ群G33、負の第4レンズ群G34及び正の第5レンズ群G35が配置される。第5レンズ群G35の像側には平行平板FL1、FL2及びCCD受光面Pが配置される。

10

【 0 0 5 7 】

第1レンズ群G31は、両凸面の正レンズL31で構成され、第2レンズ群G32は、物体側から順に、両凹面の負レンズL32と負レンズL33と、両凸面の正レンズL34とで構成され、前記2枚のレンズL33とL34とは接合されている。第3レンズ群G33は両凸面の正レンズL35と、両凹面の負のレンズL36とで構成され、これら2枚のレンズL35とL36は接合されている。第4レンズ群G34は両凸面の正レンズL37と両凹面の負レンズL38とで構成され、前記2枚のレンズL37とL38とは接合されている。第5レンズ群G35は両凸面の正レンズL39で構成されている。前記レンズL31の両面1及び2と、前記レンズL32の両面3及び4と、L35の物体側の面9と前記レンズL36の像側の面11は非球面である。前記平行平板FL1は赤外線カットを施した口 - パスフィルタ - であり、FL2はCCD受光面を保護するカバーガラスである。

20

【 0 0 5 8 】

この実施例3のズ - ムレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第1レンズ群G31、第2レンズ群G32、第3レンズ群G33及び第4レンズ群G34は物体側に移動し、第5レンズ群G35は像側に移動する。この場合、第1レンズ群G31と第2レンズ群G32との間隔D2、及び第3レンズ群G33と第4レンズ群G34との間隔D11はそれぞれ広がるように移動する。また、第2レンズ群G32と第3レンズ群G33との間隔D7と、第4レンズ群G34と第5レンズ群G35との間隔D16は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第1レンズ群G31、第3レンズ群G33及び第4レンズ群G34は物体側に移動するが、第5レンズ群G35はさらに像側に移動する。また、第2レンズ群G32は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第1レンズ群G31と第2レンズ群G32との間隔D2と、第3レンズ群G33と第4レンズ群G34との間隔D14はそれぞれ広がるように移動する。これに対して、第2レンズ群G32と第3レンズ群G33との間隔D7と、第3レンズ群G33と第4レンズ群G34との間隔D11と、第4レンズ群G34と第5レンズ群G35との間隔D16は短くなる。

30

【 0 0 5 9 】

また、この実施例3においては、像高は4.04mm、焦点距離は6.62 ~ 14.42 ~ 31.74mm、Fnoは3.41 ~ 4.35 ~ 4.88である。

40

【 0 0 6 0 】

数値データ3

面番	R	D	Nd	Vd
1	12.998 ASP	3.45	1.43875	94.93
2	-56.964 ASP	D2		
3	-29.930 ASP	0.80	1.80610	40.92
4	9.186 ASP	2.19		
5	-9.158	0.70	1.58913	61.14
6	27.313	1.48	1.92286	18.90
7	-29.143	D7		

50

8	絞り	0.37			
9	7.800 ASP	2.20	1.77377	47.17	
10	-6.800	0.61	1.68893	31.16	
11	20.540 ASP	D11			
12	5.367	2.08	1.88300	40.76	
13	-114.106	0.51	2.00069	25.46	
14	4.180	D14			
15	28.481	2.35	1.80518	25.42	
16	-14.752	D16			
17		0.50	1.54771	62.84	10
18		0.50			
19		0.50	1.51633	64.14	
20		0.60			
21	(像面、受光面)				

【 0 0 6 1 】

非球面係数

面番	R	k			
1	12.998	0.000			
	A4	A6			
	-2.35458e-05	-2.41873e-07			20
面番	R	k			
2	-56.964	0.000			
	A4	A6			
	1.27194e-05	-1.28219e-08			
面番	R	k			
3	-29.930	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	3.93377e-04	-4.71194e-06	7.44028e-08	-1.26789e-09	
面番	R	k			
4	9.186	-0.854			30
	A4	A6	A8	A10	
	3.85073e-04	1.09184e-05	-6.06903e-09	3.00577e-09	
面番	R	k			
9	7.800	-0.890			
	A4	A6	A8	A10	
	7.37916e-04	1.63555e-05	-1.04707e-07	-1.09038e-07	
面番	R	k			
11	20.540	0.000			
	A4	A6			
	1.45721e-03	4.23048e-05			40

【 0 0 6 2 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.62	14.42	31.74	
F n o	3.41	4.35	4.88	
画角 2	67.98	30.01	13.77	
D2	0.57	5.41	10.11	
D7	10.77	5.89	0.43	
D11	0.47	2.62	0.25	
D14	3.35	6.91	11.39	50

D16 4.06 3.34 2.54

【 0 0 6 3 】

実施例 4

図7は、本願の発明の実施例 4 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b) は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、前記実施例 4 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

10

【 0 0 6 5 】

実施例 4 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 4 1、負の第 2 レンズ群 G 4 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 4 3、負の第 4 レンズ群 G 4 4 及び正の第 5 レンズ群 G 4 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 4 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び C C D 受光面 P が配置される。

【 0 0 6 6 】

第 1 レンズ群 G 4 1 は、両凸面の正レンズ L 4 1 で構成され、第 2 レンズ群 G 4 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 4 2 と負レンズ L 4 3 と、両凸面の正レンズ L 4 4 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 4 3 と L 4 4 とは接合されている。第 3 レンズ群 G 4 3 は両凸面の正レンズ L 4 5 と、両凹面の負のレンズ L 4 6 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 4 5 と L 4 6 は接合されている。第 4 レンズ群 G 4 4 は物体側に凸面の正のメニスカスレンズ L 4 7 と負のメニスカスレンズ L 4 8 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 4 7 と L 4 8 とは接合されている。第 5 レンズ群 G 4 5 は両凸面の正レンズ L 4 9 とで構成されている。前記レンズ L 4 1 の両面 1 及び 2 と、前記レンズ L 4 2 の両面 3 及び 4 と、L 4 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 4 6 の像側の面 1 1 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は C C D 受光面を保護するカバーガラスである。

20

【 0 0 6 7 】

この実施例 4 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 4 1、第 3 レンズ群 G 4 3 及び第 4 レンズ群 G 4 4 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 4 2 と第 5 レンズ群 G 4 5 は像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 4 1 と第 2 レンズ群 G 4 2 との間隔 D 2、及び第 3 レンズ群 G 4 3 と第 4 レンズ群 G 4 4 との間隔 D 1 1 は、それぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 4 2 と第 3 レンズ群 G 4 3 との間隔 D 7 と、第 4 レンズ群 G 4 4 と第 5 レンズ群 G 4 5 との間隔 D 1 6 は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 4 1、第 3 レンズ群 G 4 3 及び第 4 レンズ群 G 4 4 は物体側に移動するが、第 2 レンズ群 G 4 2 と第 5 レンズ群 G 4 5 はさらに像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 4 1 と第 2 レンズ群 G 4 2 との間隔 D 2 と、第 3 レンズ群 G 4 3 と第 4 レンズ群 G 4 4 との間隔 D 1 4 はそれぞれ広がるように移動する。これに対して、第 2 レンズ群 G 4 2 と第 3 レンズ群 G 4 3 との間隔 D 7 と、第 3 レンズ群 G 4 3 と第 4 レンズ群 G 4 4 との間隔 D 1 1 と、第 4 レンズ群 G 4 4 と第 5 レンズ群 G 4 5 との間隔 D 1 6 は短くなる。

30

40

【 0 0 6 8 】

またこの実施例 4 においては、像高は 4 . 0 4 mm、焦点距離は 6 . 6 1 ~ 1 4 . 9 4 ~ 3 1 . 7 4 mm、そして F n o は 3 . 3 7 ~ 4 . 2 3 ~ 1 3 . 7 3 である。

【 0 0 6 9 】

数値データ 4

面番	R	D	Nd	Vd
1	14.006 ASP	3.21	1.49700	81.54
2	-63.961 ASP	D2		
3	-62.128 ASP	0.80	1.80610	40.92

50

4	8.732 ASP	2.19		
5	-9.634	0.71	1.69680	55.53
6	27.040	1.51	1.92286	18.90
7	-27.632	D7		
8	絞り	0.37		
9	7.059 ASP	2.61	1.77377	47.17
10	-5.168	0.60	1.68893	31.16
11	13.827 ASP	D11		
12	5.051	1.62	1.81600	46.62
13	12.402	0.50	2.00069	25.46
14	4.165	D14		
15	38.360	2.35	2.00069	25.46
16	-17.347	D16		
17		0.50	1.54771	62.84
18		0.50		
19		0.50	1.51633	64.14
20		0.60		
21	(像面、受光面)			

【0070】

非球面係数

面番	R	k		
1	14.006	0.000		
	A4	A6		
	-1.80006e-05	-1.32046e-07		

面番	R	k		
2	-63.961	0.000		
	A4	A6		
	1.72341e-05	-4.04260e-08		

面番	R	k		
3	-62.128	0.000		
	A4	A6	A8	A10
	3.30809e-04	-6.93335e-06	1.83679e-07	-2.54736e-09

面番	R	k		
4	8.732	-1.404		
	A4	A6	A8	A10
	5.12084e-04	2.34364e-06	2.19326e-07	1.22205e-09

面番	R	k		
9	7.059	-3.142		
	A4	A6	A8	A10
	1.44837e-03	-1.26704e-05	5.36646e-07	-1.42543e-07

面番	R	k		
11	13.827	0.000		
	A4	A6		
	1.60777e-03	4.12926e-05		

【0071】

ズームデータ

焦点距離 f	6.61	14.94	31.74
F n o	3.37	4.23	5.00
画角 2	65.48	28.47	13.73

10

20

30

40

50

D2	0.57	5.62	9.27
D7	10.77	5.68	0.43
D11	0.48	1.92	0.15
D14	3.35	7.18	12.47
D16	4.24	3.64	2.69

【 0 0 7 2 】

実施例 5

図 9 は、本願の発明の実施例 5 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

10

【 0 0 7 3 】

図 10 は、前記実施例 5 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 0 7 4 】

実施例 5 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 5 1、負の第 2 レンズ群 G 5 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 5 3、負の第 4 レンズ群 G 5 4 及び正の第 5 レンズ群 G 5 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 5 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び CCD 受光面 P が配置される。

【 0 0 7 5 】

第 1 レンズ群 G 5 1 は、両凸面の正レンズ L 5 1 で構成され、第 2 レンズ群 G 5 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 5 2 と負レンズ L 5 3 と、両凸面の正レンズ L 5 4 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 5 3 と L 5 4 とは接合されている。第 3 レンズ群 G 5 3 は両凸面の正レンズ L 5 5 と、両凹面の負のレンズ L 5 6 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 5 5 と L 5 6 は接合されている。第 4 レンズ群 G 5 4 は両凸面の正レンズ L 5 7 と両凹面の負レンズ L 5 8 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 5 7 と L 5 8 とは接合されている。第 5 レンズ群 G 5 5 は両凸面の正レンズ L 5 9 で構成されている。前記レンズ L 5 1 の両面 1 及び 2 と、前記レンズ L 5 2 の両面 3 及び 4 と、L 5 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 5 6 の像側の面 11 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は CCD 受光面を保護するカバーガラスである。

20

30

【 0 0 7 6 】

この実施例 5 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 5 1、第 2 レンズ群 G 5 2、第 3 レンズ群 G 5 3 及び第 4 レンズ群 G 5 4 は物体側に移動し、第 5 レンズ群 G 5 5 は像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 5 1 と第 2 レンズ群 G 5 2 との間隔 D 2、第 3 レンズ群 G 5 3 と第 4 レンズ群 G 5 4 との間隔 D 1 1、第 4 レンズ群 G 5 4 と第 5 レンズ群 G 5 5 との間隔 D 1 4 は、それぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 5 2 と第 3 レンズ群 G 5 3 との間隔 D 7 及び第 4 レンズ群 G 5 4 と第 5 レンズ群 G 5 5 との間隔 D 1 6 は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 5 1、第 3 レンズ群 G 5 3 及び第 4 レンズ群 G 5 4 は物体側に移動するが、第 5 レンズ群 G 5 5 はさらに像側に移動する。また、第 2 レンズ群 G 5 2 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 5 1 と第 2 レンズ群 G 5 2 との間隔 D 2 と、第 5 レンズ群 G 5 3 と第 4 レンズ群 G 5 4 との間隔 D 1 4 は、それぞれ広がるように移動する。これに対して、第 2 レンズ群 G 5 2 と第 3 レンズ群 G 5 3 との間隔 D 7 と、第 3 レンズ群 G 5 3 と第 4 レンズ群 G 5 4 との間隔 D 1 1 と、第 4 レンズ群 G 5 4 と第 5 レンズ群 G 5 5 との間隔 D 1 6 は短くなる。

40

【 0 0 7 7 】

また、この実施例 5 においては、像高は 4 . 0 4 mm、焦点距離は 6 . 6 1 ~ 1 4 . 2 7 ~ 3 1 . 7 5 3 mm、F n o は 2 . 8 0 ~ 3 . 5 8 ~ 3 . 9 1 である。

50

【 0 0 7 8 】

数值データ 5

面番	R	D	Nd	Vd	
1	14.666 ASP	3.20	1.43875	94.93	
2	-54.521 ASP	D2			
3	-38.229 ASP	0.80	1.80610	40.92	
4	9.630 ASP	2.19			
5	-8.740	0.70	1.58913	61.14	
6	32.581	1.48	1.92286	18.90	
7	-27.615	D7			10
8	絞り	0.37			
9	7.800 ASP	2.57	1.77377	47.17	
10	-6.800	0.61	1.68893	31.16	
11	19.246 ASP	D11			
12	5.370	2.06	1.88300	40.76	
13	-129.784	0.51	2.00069	25.46	
14	4.191	D14			
15	20.499	2.35	1.80518	25.42	
16	-17.739	D16			
17		0.50	1.54771	62.84	20
18		0.50			
19		0.50	1.51633	64.14	
20		0.60			
21	(像面、受光面)				

【 0 0 7 9 】

非球面係数

面番	R	k			
1	14.666	0.000			
	A4	A6			
	-1.81359e-05	-1.31494e-07			30
面番	R	k			
2	-54.521	0.000			
	A4	A6			
	1.01441e-05	-3.08880e-09			
面番	R	k			
3	-38.229	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	2.78275e-04	-3.87019e-06	1.47604e-07	-2.32474e-09	
面番	R	k			
4	9.630	-0.584			40
	A4	A6	A8	A10	
	2.50636e-04	2.47399e-06	2.47163e-07	4.96916e-09	
面番	R	k			
9	7.800	-0.811			
	A4	A6	A8	A10	
	5.56562e-04	1.18629e-05	-2.52008e-07	-2.82755e-08	
面番	R	k			
11	19.246	0.000			
	A4	A6			
	1.25468e-03	3.36566e-05			50

【 0 0 8 0 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.61	14.27	31.75
F n o	2.80	3.58	3.91
画角 2	67.73	29.93	13.57
D2	0.57	6.16	11.61
D7	10.77	6.27	0.43
D11	0.38	2.63	0.28
D14	3.32	6.97	11.00
D16	4.05	3.22	2.76

10

【 0 0 8 1 】

実施例 6

図 1 1 は、本願の発明の実施例 6 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 0 8 2 】

図 1 2 は、前記実施例 6 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

20

【 0 0 8 3 】

実施例 6 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 6 1、負の第 2 レンズ群 G 6 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 6 3、負の第 4 レンズ群 G 6 4 及び正の第 5 レンズ群 G 6 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 6 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び CCD 受光面 P が配置される。

【 0 0 8 4 】

第 1 レンズ群 G 6 1 は、両凸面の正レンズ L 6 1 で構成され、第 2 レンズ群 G 6 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 6 2 と L 6 3 と、両凸面の正レンズ L 6 4 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 6 3 と L 6 4 とは接合されている。第 3 レンズ群 G 6 3 は両凸面の正レンズ L 6 5 と、両凹面の負のレンズ L 6 6 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 6 5 と L 6 6 は接合されている。第 4 レンズ群 G 6 4 は両凸面の正レンズ L 6 7 と両凹面の負レンズ L 6 8 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 6 7 と L 6 8 とは接合されている。第 5 レンズ群 G 6 5 は両凸面の正レンズ L 6 9 で構成されている。前記レンズ L 6 1 の両面 1 及び 2 と、前記レンズ L 6 2 の両面 3 及び 4 と、前記レンズ L 6 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 6 6 の像側の面 1 1 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は C C D 受光面を保護するカバーガラスである。

30

【 0 0 8 5 】

この実施例 6 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 6 1、第 2 レンズ群 G 6 2、第 3 レンズ群 G 6 3 及び第 4 レンズ群 G 6 4 は物体側に移動し、第 5 レンズ群 G 6 5 は像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 6 1 と第 2 レンズ群 G 6 2 との間隔 D 2、及び第 3 レンズ群 G 6 3 と第 4 レンズ群 G 6 4 との間隔 D 1 1 はそれぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 6 2 と第 3 レンズ群 G 6 3 との間隔 D 7 と、第 4 レンズ群 G 6 4 と第 5 レンズ群 G 6 5 との間隔 D 1 6 は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 6 1、第 3 レンズ群 G 6 3 及び第 4 レンズ群 G 6 4 は物体側に移動するが、第 5 レンズ群 G 6 5 は更に像側に移動する。また、第 2 レンズ群 G 6 2 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 6 1 と第 2 レンズ群 G 6 2 との間隔 D 2 と、第 5 レンズ群 G 6 3 と第 4 レンズ群 G 6 4 との間隔 D 1 4 はそれぞれ広がるように移動する。これに対して、第 2 レンズ群 G 6 2 と第 3 レンズ群 G 6 3 との間隔 D 7 と、

40

50

第3レンズ群G63と第4レンズ群G64との間隔D11と、第4レンズ群G64と第5レンズ群G65との間隔D16は短くなる。

【0086】

この実施例6において、像高は4.04mm、焦点距離は6.61~14.22~31.76mm、そしてFnoは2.80~3.57~3.89である。

【0087】

数値データ6

面番	R	D	Nd	Vd	
1	14.558 ASP	3.24	1.43875	94.93	
2	-52.051 ASP	D2			10
3	-44.850 ASP	0.80	1.88300	40.76	
4	9.992 ASP	2.19			
5	-8.538	0.70	1.58913	61.14	
6	35.581	1.47	1.92286	18.90	
7	-25.525	D7			
8	絞り	0.37			
9	7.800 ASP	2.60	1.77377	47.17	
10	-6.800	0.60	1.68893	31.16	
11	19.250 ASP	D11			
12	5.360	2.10	1.88300	40.76	20
13	-93.009	0.50	2.00069	25.46	
14	4.176	D14			
15	20.185	2.35	1.80518	25.42	
16	-18.062	D16			
17		0.50	1.54771	62.84	
18		0.50			
19		0.50	1.51633	64.14	
20		0.60			
21	(像面、受光面)				

【0088】

非球面係数

面番	R	k			
1	14.558	0.000			
	A4	A6			
	-1.83244e-05	-1.28024e-07			
2	-52.051	0.000			
	A4	A6			
	1.21730e-05	-3.83119e-09			
3	-44.850	0.000			40
	A4	A6	A8	A10	
	2.39553e-04	-2.82074e-06	1.20596e-07	-2.14299e-09	
4	9.992	-0.619			
	A4	A6	A8	A10	
	2.24098e-04	1.75073e-06	3.08030e-07	-6.71731e-10	
9	7.800	-0.785			
	A4	A6	A8	A10	50

	5.49617e-04	1.15403e-05	-2.60160e-07	-2.62162e-08
面番	R	k		
11	19.250	0.000		
	A4	A6		
	1.25458e-03	3.33752e-05		

【 0 0 8 9 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.61	14.22	31.76
F n o	2.80	3.57	3.89
画角 2	67.64	29.95	13.54
D2	0.57	6.12	11.47
D7	10.66	6.30	0.43
D11	0.39	2.63	0.29
D14	3.32	6.96	10.94
D16	4.06	3.22	2.83

10

【 0 0 9 0 】

実施例 7

図 1 3 は、本願の発明の実施例 7 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 4 は、前記実施例 7 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 0 9 2 】

実施例 7 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 7 1、負の第 2 レンズ群 G 7 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 7 3、負の第 4 レンズ群 G 7 4 及び正の第 5 レンズ群 G 7 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 7 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び CCD 受光面 P が配置される。

30

【 0 0 9 3 】

第 1 レンズ群 G 7 1 は、両凸面の正レンズ L 7 1 で構成され、第 2 レンズ群 G 7 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 7 2 と物体側に凸面の負のメニスカスレンズ L 7 3 とで構成される。第 3 レンズ群 G 7 3 は、両凸面の正レンズ L 7 4 と両凹面の負レンズ L 7 5 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 7 4 と L 7 5 は接合されている。第 4 レンズ群 G 7 4 は、両凸面の正レンズ L 7 6 と両凹面の負レンズ L 7 7 とで構成されている。第 5 レンズ群 G 7 5 は両凸面の正レンズ L 7 8 で構成されている。前記レンズ L 7 1 の両面 1 及び 2 と、前記レンズ L 7 2 の両面 3 及び 4 と、L 7 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 7 6 の物体側の面 1 1 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は C C D 受光面を保護するカバーガラスである。

40

【 0 0 9 4 】

この実施例 7 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 7 1、第 2 レンズ群 G 7 2 は像側に移動するが、第 3 レンズ群 G 7 3 及び第 4 レンズ群 G 7 4 は第 5 レンズ群 G 7 5 は物体側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 7 1 と第 2 レンズ群 G 7 2 との間隔 D 2、及び第 5 レンズ群 G 7 5 と F L 1 との間隔 D 1 6 は広がるが、第 2 レンズ群 G 7 2 と第 3 レンズ群 G 7 3 との間隔 D 6 と第 3 レンズ群 G 7 3 と第 4 レンズ群 G 7 4 との間隔 D 1 0、及び第 4 レンズ群 G 7 4 と第 5 レンズ群 G 7 5 との間隔 D 1 4 がそれぞれ短くなるように移動する。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 7 1 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し物体側に移動する。そして、第 3 レンズ群 G 7 3 及び第 4 レンズ群 G 7 4 も物体側に

50

移動するが、第5レンズ群G75は更に像側に移動する。この場合、第1レンズ群G71と第2レンズ群G72との間隔D2と、第5レンズ群G73と第4レンズ群G74との間隔D14は、それぞれ広がるように移動するが、第2レンズ群G72と第3レンズ群G73との間隔D6と、第3レンズ群G73と第4レンズ群G74との間隔D10及び第5レンズ群G75とFL1との間隔D16は短くなる

【0095】

この実施例7において、像高は4.00mm、焦点距離は6.88~14.91~32.74mm、そしてFnoは3.50~4.10~4.65である。

【0096】

数値データ7

面番	R	D	Nd	Vd	
1	16.550 ASP	3.56	1.49700	81.54	
2	-85.794	D2			
3	-46.004 ASP	0.90	1.88300	40.76	
4	5.533 ASP	1.26			
5	7.789	2.10	1.92286	20.88	
6	14.071	D6			
7	絞り	0.10			
8	5.974 ASP	3.20	1.77377	47.17	
9	-8.176	0.57	1.75520	27.51	20
10	12.214 ASP	D10			
11	14.897	1.33	1.90366	31.31	
12	-31.188	0.71			
13	-28.745	0.51	1.92286	20.88	
14	9.004	D14			
15	14.991 ASP	1.05	1.92286	20.88	
16	-88.443	D16			
17		0.50	1.54771	62.84	
18		0.50			
19		0.50	1.51633	64.14	30
20		0.60			
21	(像面、受光面)				

【0097】

非球面係数

面番	R	k			
1	16.550	-0.181			
	A4	A6			
	-8.57574e-06	-7.82249e-08			
3	-46.004	0.000			40
	A4	A6	A8	A10	
	1.10987e-05	-4.91050e-06	1.60547e-07	-1.66139e-09	
4	5.533	-0.493			
	A4	A6	A8	A10	
	9.91402e-05	-1.69454e-05	6.83506e-07	-1.01924e-08	
8	5.974	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	2.43443e-04	1.43998e-05	-7.11208e-07	2.68891e-08	50

面番	R	k			
10	12.214	-3.524			
	A4	A6	A8	A10	
	1.99233e-03	6.32258e-05	6.84110e-06	-2.47957e-07	
面番	R	k			
15	14.991	0.492			
	A4	A6	A8	A10	
	-9.12405e-05	4.85305e-06	-1.68891e-07	1.70462e-09	

【 0 0 9 8 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.88	14.91	32.74
F n o	3.50	4.10	4.65
画角 2	64.53	28.60	12.96
D2	0.89	5.18	11.53
D6	15.23	5.44	0.83
D10	3.19	1.75	0.84
D14	1.54	2.81	9.36
D16	3.68	6.98	5.21

【 0 0 9 9 】

実施例 8

図 1 5 は、本願の発明の実施例 8 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 1 0 0 】

図 1 6 は、前記実施例 8 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 1 0 1 】

実施例 8 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 8 1、負の第 2 レンズ群 G 8 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 8 3、負の第 4 レンズ群 G 8 4 及び正の第 5 レンズ群 G 8 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 8 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び CCD 受光面 P が配置される。

【 0 1 0 2 】

第 1 レンズ群 G 8 1 は、物体側に凸面の負メニスカスレンズ L 8 1 と両凸面の正レンズ L 8 2 で構成され、前記 2 枚のレンズ L 8 1 と L 8 2 とは接合されている。第 2 レンズ群 G 8 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 8 3 と物体側に凸面の正メニスカスレンズ L 8 4 とで構成されている。第 3 レンズ群 G 8 3 は両凸面の正レンズ L 8 5 と、両凹面の負のレンズ L 8 6 とで構成され、これら 2 枚のレンズ L 8 5 と L 8 6 は接合されている。第 4 レンズ群 G 8 4 は両凸面の正レンズ L 8 7 と物体側に凸面の負メニスカスレンズ L 8 8 とで構成されている。第 5 レンズ群 G 8 5 は両凸面の正レンズ L 8 9 とで構成されている。前記レンズ L 8 2 の像側の面 3 と、前記レンズ L 8 3 の像側の面 5 と、L 8 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 8 6 の像側の面 1 1 と前記レンズ L 8 9 の物体側の面 1 6 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、F L 2 は CCD 受光面を保護するカバーガラスである。

【 0 1 0 3 】

この実施例 8 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 8 1、第 2 レンズ群 G 8 2、第 3 レンズ群 G 8 3、第 4 レンズ群 G 8 4 及び第 5 レンズ群 G 8 5 は物体側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 8 1 と第 2 レンズ群 G 8 2 との間隔 D 3、第 4 レンズ群 G 8 4 と第 5 レンズ群 G 8 5 との間隔 D 1 5 及び第 5

10

20

30

40

50

レンズ群 G 8 5 と前記平行平板 F L 1 との間隔 D 1 7 が、それぞれ広がるように移動する。また、第 2 レンズ群 G 8 2 と第 3 レンズ群 G 8 3 との間隔 D 7 及び第 3 レンズ群 G 8 3 と第 4 レンズ群 G 8 4 との間隔 D 1 1 は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第 1 レンズ群 G 8 1、第 3 レンズ群 G 8 3 及び第 4 レンズ群 G 8 4 は物体側に移動するが、第 5 レンズ群 G 8 5 は更に像側に移動する。また、第 2 レンズ群 G 8 2 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 8 1 と第 2 レンズ群 G 8 2 との間隔 D 3 と、第 4 レンズ群 G 8 4 と第 5 レンズ群 G 8 5 との間隔 D 1 5 は、それぞれ広がるように移動する。これに対して、第 2 レンズ群 G 8 2 と第 3 レンズ群 G 8 3 との間隔 D 7 と、第 3 レンズ群 G 8 3 と第 4 レンズ群 G 8 4 との間隔 D 1 1 と、第 5 レンズ群 G 8 5 と前記平行平板 F L 1 との間隔 D 1 7 は短くなる。

10

【 0 1 0 4 】

この実施例 8 において、像高は 4 . 0 0 mm、焦点距離は 6 . 7 2 ~ 1 4 . 9 5 ~ 3 3 . 1 4 mm、そして F n o は 3 . 5 6 ~ 4 . 5 6 ~ 5 . 0 0 である。

【 0 1 0 5 】

数値データ 8

面番	R	D	Nd	Vd
1	17.033	0.80	1.68893	31.16
2	11.916	4.87	1.49700	81.54
3	-24.715 ASP	D3		
4	-23.678	0.90	1.80610	40.92
5	4.332 ASP	1.44		
6	7.263	2.15	1.92286	18.90
7	14.483	D7		
8	絞り	0.10		
9	7.741 ASP	2.70	1.73530	45.54
10	-4.396	0.70	1.70238	31.30
11	78.480 ASP	D11		
12	16.698	1.40	1.71400	46.56
13	-12.452	0.20		
14	17.167	0.50	1.90366	31.31
15	4.913	D15		
16	15.196 ASP	1.50	1.71391	47.42
17	-94.286	D17		
18		0.50	1.54771	62.84
19		0.50		
20		0.50	1.51633	64.14
21		0.60		
22	(像面、受光面)			

20

30

【 0 1 0 6 】

非球面係数

面番	R	k			
3	-24.715	-11.239			
	A4	A6	A8	A10	
	-2.47152e-06	3.12834e-07	-5.41204e-09	3.70244e-11	
面番	R	k			
5	4.332	-0.768			
	A4	A6	A8	A10	
	1.19790e-04	6.25969e-06	-9.37257e-07	2.06363e-08	
面番	R	k			

40

50

9	7.741	-0.006		
	A4	A6	A8	A10
	1.44294e-04	-2.03803e-06	2.01781e-06	-3.15090e-07
面番	R	k		
11	78.480	-21.383		
	A4	A6		
	1.34959e-03	3.07904e-05		
面番	R	k		
16	15.196	-31.633		
	A4	A6	A8	
	1.06613e-03	-2.41200e-05	3.76819e-07	

10

【 0 1 0 7 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.72	14.95	33.14
F n o	3.56	4.56	5.00
画角 2	59.28	27.60	12.71

D3	0.50	4.54	9.73
D7	11.05	5.13	0.70
D11	2.45	2.01	0.70
D15	2.10	7.43	11.81
D17	4.50	4.78	2.19

20

【 0 1 0 8 】

実施例 9

図 1 7 は、本願の発明の実施例 9 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b) は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 1 0 9 】

図 1 8 は、前記実施例 9 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

30

【 0 1 1 0 】

実施例 9 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 9 1、負の第 2 レンズ群 G 9 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 9 3、負の第 4 レンズ群 G 9 4 及び正の第 5 レンズ群 G 9 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 9 5 の像側には平行平板 F L 1 及び C C D 受光面 P が配置される。

【 0 1 1 1 】

第 5 レンズ群 G 9 5 と第 1 レンズ群 G 9 1 は、物体側に凸面の負メニスカスレンズ L 9 1 と両凸面の正レンズ L 9 2 で構成され、前記 2 枚のレンズ L 9 1 と L 9 2 とは接合されている。第 2 レンズ群 G 9 2 は、物体側から順に、両凹面の負レンズ L 9 3 と物体側に凸面の正メニスカスレンズ L 9 4 とで構成されている。第 3 レンズ群 G 9 3 は物体側に凸面の正メニスカスレンズである L 9 5、負メニスカスレンズであるレンズ L 9 6 及び正メニスカスレンズである L 9 7 で構成され、これら 3 枚のメニスカスレンズ L 9 5 と L 9 6 と L 9 7 は接合されている。第 4 レンズ群 G 9 4 は両凸面の正レンズ L 9 8 と物体側に凸面の負メニスカスレンズである L 9 9 とで構成されている。第 5 レンズ群 G 9 5 は両凸面の正レンズ L 9 1 0 とで構成されている。前記レンズ L 9 2 の両面 2 及び 3 と、前記レンズ L 9 3 の物体面 5 と、L 9 5 の物体側の面 9 と前記レンズ L 9 7 の像側の面 1 2 と、前記レンズ L 9 1 0 の両面 1 7 と 1 8 は非球面である。前記平行平板 F L 1 は C C D 受光面を保護するカバーガラスであるが、赤外線カットを施したローパスフィルターで構成してもよい。

40

50

【 0 1 1 2 】

この実施例 9 のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第 1 レンズ群 G 9 1、第 3 レンズ群 G 9 3、第 4 レンズ群 G 9 4 及び第 5 レンズ群 G 9 5 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 9 2 は像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 9 1 と第 2 レンズ群 G 9 2 との間隔 D 3、第 3 レンズ群 G 9 3 と第 4 レンズ群 G 9 4 との間隔 D 1 2、第 4 レンズ群 G 9 4 と第 5 レンズ群 G 9 5 との間隔 D 1 6、第 5 レンズ群 G 9 5 と平行平板 F L 1 との間隔 D 1 8 はそれぞれ広がる。また、第 2 レンズ群 G 9 2 と第 3 レンズ群 G 9 3 との間隔 D 7 は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には第 1 レンズ群 G 9 1、第 3 レンズ群 G 9 3 及び、第 4 レンズ群 G 9 4 は物体側に移動するが、第 2 レンズ群 G 9 2 は像側に移動する。また第 5 レンズ群 G 9 5 は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第 1 レンズ群 G 9 1 と第 2 レンズ群 G 9 2 との間隔 D 3 と、第 4 レンズ群 G 9 4 と第 5 レンズ群 G 9 5 との間隔 D 1 6 はそれぞれ広がるように移動する。これに対して、第 2 レンズ群 G 9 2 と第 3 レンズ群 G 9 3 との間隔 D 7 と、第 3 レンズ群 G 9 3 と第 4 レンズ群 G 9 4 との間隔 D 1 2 と、第 5 レンズ群 G 9 5 と平行平板 F L 1 との間隔 D 1 8 は短くなる。

10

【 0 1 1 3 】

この実施例 9 において、像高は 4 . 0 0 mm、焦点距離は 6 . 5 7 ~ 1 6 . 4 1 ~ 3 2 . 0 7 mm、そして F n o は 3 . 5 0 ~ 3 . 3 7 ~ 4 . 3 3 ~ 4 . 8 5 である。

【 0 1 1 4 】

数値データ 9

20

面番	R	D	Nd	Vd
1	17.251	0.90	1.84666	23.78
2	13.327	3.40	1.49700	81.54
3	-42.643 ASP	D3		
4	-13.115 ASP	1.00	1.80610	40.92
5	4.791 ASP	1.28		
6	9.519	1.80	1.92286	18.90
7	38.948	D7		
8	絞り	0.00		
9	3.888 ASP	2.53	1.52943	62.18
10	39.080	0.50	1.72652	33.34
11	3.988	1.50	1.58913	61.14
12	-57.212 ASP	D12		
13	11.996	1.30	1.56383	63.30
14	-35.562	0.12		
15	357.078	1.00	1.74320	49.34
16	6.248	D16		
17	14.131 ASP	1.80	1.49960	69.10
18	137.309 ASP	D18		
19		0.53	1.51633	64.14
20		0.60		
21	(像面、受光面)			

30

40

【 0 1 1 5 】

非球面係数

面番	R	k	A4	A6	A8	A10
3	-42.643	-13.953				
			2.22040e-06	2.13142e-07	-5.00555e-09	4.34307e-11
面番	R	k				
4	-13.115	-0.282				

50

	A4	A6	A8	A10	
	5.79412e-05	1.21102e-05	-3.16947e-07	3.45495e-09	
面番	R	k			
5	4.791	-0.153			
	A4	A6	A8	A10	
	-1.17492e-03	-3.86799e-06	-7.53741e-08	-3.29813e-08	
面番	R	k			
9	3.888	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	-6.15530e-04	9.89360e-06	-2.55834e-06	1.12022e-07	10
面番	R	k			
12	-57.212	0.000			
	A4	A6	A8	A10	
	3.36988e-03	2.09567e-04	1.80226e-05	3.39632e-06	
面番	R	k			
17	14.131	-5.509			
	A4	A6	A8	A10	
	-4.86005e-04	2.05791e-06	6.81933e-08	-1.63046e-07	
面番	R	k			
18	137.309	0.000			20
	A4	A6	A8	A10	
	-8.04617e-04	-4.65109e-05	1.78265e-06	-1.49862e-07	

【 0 1 1 6 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.57	16.41	32.07
F n o	3.50	4.33	4.85
画角 2	65.59	25.23	13.09
D3	1.00	8.04	13.09
D7	10.59	3.97	0.70
D12	1.00	1.52	1.00
D16	2.80	3.62	7.45
D18	2.50	4.16	2.50

【 0 1 1 7 】

実施例 1 0

図 1 9 は、本願の発明の実施例 1 0 に係るズームレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における (b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。(a)、(b)、(c)の順で焦点距離が長くなる。

【 0 1 1 8 】

図 2 0 は、前記実施例 1 0 に係るズームレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【 0 1 1 9 】

実施例 1 0 のズームレンズ光学系は、物体側から順に、正の第 1 レンズ群 G 1 0 1、負の第 2 レンズ群 G 1 0 2、明るさ絞り S、正の第 3 レンズ群 G 1 0 3、負の第 4 レンズ群 G 1 0 4 及び正の第 5 レンズ群 G 1 0 5 が配置される。第 5 レンズ群 G 1 0 5 の像側には平行平板 F L 1、F L 2 及び C C D 受光面 P が配置される。

【 0 1 2 0 】

第 1 レンズ群 G 1 0 1 は、両凸面の正レンズ L 1 0 1 と物体側に凹面の正メニスカスレンズ L 1 0 2 とで構成され、前記 2 枚のレンズ L 1 0 1 と L 1 0 2 とは接合されている。

10

20

30

40

50

第2レンズ群G102は、物体側から順に、両凹面の負レンズL103と物体側に凸面の正メニスカスレンズL104とで構成されている。第3レンズ群G103は両凸面の正レンズL105と、両凹面の負のレンズL106とで構成され、これら2枚のレンズL105とL106は接合されている。第4レンズ群G104は両凸面の正レンズL107と両凹面の負レンズL108とで構成されている。第5レンズ群G105は両凸面の正レンズL109で構成されている。前記レンズL101の物体側の面1、前記レンズL102の像側の面3と、L103の像側の面5と前記レンズL105の物体側の面9とレンズL106の像側の面11及び前記レンズL109の物体側の面16は非球面である。前記平行平板FL1は赤外線カットを施したローパスフィルターであり、FL2はCCD受光面を保護するカバーガラスである。

10

【0121】

この実施例10のズームレンズ光学系は、変倍時、広角端から中間位置状態にかけて、第1レンズ群G101、第3レンズ群G103、第4レンズ群G104及び第5レンズ群G105は物体側に移動するが、第2レンズ群G102は像側に移動する。この場合、第1レンズ群G101と第2レンズ群G102との間隔D2、第4レンズ群G104と第5レンズ群G105との間隔D15及び第5レンズ群G105と前記平行平板FL1との間隔D17はそれぞれ広がるように移動するが、第2レンズ群G102と第3レンズ群G103との間隔D7と、第3レンズ群G103と第4レンズ群G104との間隔D11は短くなる。そして、中間位置状態から望遠端にかけての変倍時には、第1レンズ群G101、第3レンズ群G103及び第4レンズ群G104は物体側に移動するが、第2レンズ群G102はさらに像側に移動する。また、第5レンズ群G105は、中間位置状態より望遠側で移動方向が反転し像側に移動する。この場合、第1レンズ群G101と第2レンズ群G102との間隔D2と、第5レンズ群G103と第4レンズ群G104との間隔D15はそれぞれ広がるように移動する。これに対して、第2レンズ群G102と第3レンズ群G103との間隔D7と、第3レンズ群G103と第4レンズ群G104との間隔D11と、第5レンズ群G105と前記平行平板FL1との間隔D17は短くなる。

20

【0122】

この実施例10において、像高は4.00mm、焦点距離は6.80~14.91~32.66mm、そしてFnoは3.49~4.36~4.76である。

【0123】

数値データ10

面番	R	D	Nd	Vd
1	16.179 ASP	4.11	1.49700	81.54
2	-34.040	0.20	1.63545	22.92
3	-95.646 ASP	D3		
4	-33.310	0.90	1.80610	40.92
5	4.647 ASP	1.32		
6	7.649	2.09	1.92286	18.90
7	16.056	D7		
8	絞り	0.10		
9	7.188 ASP	2.70	1.77377	47.17
10	-5.392	0.91	1.68893	31.16
11	54.673 ASP	D11		
12	17.950	1.74	1.69680	55.53
13	-8.845	0.72		
14	-10.921	0.50	1.90366	31.31
15	7.234	D15		
16	14.599 ASP	1.59	1.81474	37.03
17	-40.314	D17		
18		0.50	1.54771	62.84

40

30

50

19	0.50		
20	0.50	1.51633	64.14
21	0.60		
22	(像面、受光面)		

【 0 1 2 4 】

非球面係数

面番	R	k		
1	16.179	-0.826		
	A4	A6		
	1.03379e-05	-2.01239e-07		10
面番	R	k		
3	-95.646	1.784		
	A4	A6	A8	A10
	-2.77315e-07	-2.94961e-07	2.43473e-09	-8.22779e-12
面番	R	k		
5	4.647	-0.334		
	A4	A6	A8	A10
	-3.38011e-04	-9.96792e-06	4.76829e-08	-2.34761e-08
面番	R	k		
9	7.188	0.000		20
	A4	A6	A8	A10
	-2.95167e-06	6.99688e-06	-6.48133e-07	-6.22402e-08
面番	R	k		
11	54.673	-324.760		
	A4	A6		
	1.60885e-03	3.65148e-05		
面番	R	k		
16	14.599	1.713		
	A4	A6	A8	
	-9.38455e-05	4.42581e-06	-1.51586e-07	30

【 0 1 2 5 】

ズームデータ

焦点距離 f	6.80	14.91	32.66	
F n o	3.49	4.36	4.76	
画角 2	64.96	28.94	12.97	
D3	0.88	5.17	13.64	
D7	11.55	3.72	1.44	
D11	1.18	0.96	0.73	
D15	1.95	3.81	8.34	40
D17	3.17	5.83	1.86	

【 0 1 2 6 】

前記した本願の発明は、特許請求の範囲に記載された発明の他に、例えば、次のように構成することができる。また前記発明のいずれかの構成とした場合、以下に示す構成または条件式のいずれか1つ以上を満足することが好ましい。

【 0 1 2 7 】

(1) 前記第1レンズ群は1枚の正単レンズからなる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。

【 0 1 2 8 】

前記第1レンズ群は1枚の正レンズからなる構成とすることが可能である。全長の短縮 50

やズームレンズの径の小型化のためには、第1レンズ群を最小構成レンズ枚数の1枚とすることが好ましい。

【0129】

このとき、前記正レンズで発生する収差の影響（例えば撮影画像の色にじみや解像度の低下）を抑えるために、次に示す条件式を満足するのが良い。

【0130】

(2) 前記第1レンズ群の前記正単レンズが次の条件式を満足することを特徴とする前項(1)に記載のズームレンズ。

$$70 < Vd11 < 105 \quad (3)$$

ただし、 $Vd11$ は前記第1レンズ群の正単レンズのアップベ数である。

10

【0131】

この上限を上回らないようにすることで、硝材の入手性や量産性を良好にし、コスト低減に有利となる。

【0132】

この下限を下回らないようにすることで、色分散を抑え、色収差の発生量を低減し、撮影画像に色にじみを抑えることに有利となる。また色収差の補正のための他の群のレンズの増加を抑えやすくコンパクト化に有利となる。

【0133】

さらには、下記の条件式を満足するとなお良い。

$$75 < Vd11 < 101 \quad (3')$$

20

【0134】

さらには、下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$80 < Vd11 < 97 \quad (3'')$$

【0135】

(3) 前記第1レンズ群の正単レンズが下記の条件式を満足することを特徴とする前記(1)または(2)に記載のズームレンズ。

$$-1.50 < SF11 < -0.20 \quad (4)$$

ただし、 $SF11 = (R11f + R11r) / (R11f - R11r)$ で定義され、 $R11f$ 、 $R11r$ は、それぞれ、前記第1レンズ群の正レンズの物体側面、像側面の近軸曲率半径である。

30

【0136】

前記条件式(4)は収差をバランスをより良好とするための前記正単レンズの形状についての条件式である。

【0137】

この上限を超えないようにすると、広角端での非点収差や球面収差の補正に有利となる。

【0138】

この下限を超えないようにすると、広角端での歪曲収差の補正に有利となる。

【0139】

さらには、下記の条件式を満足するとなお良い。

$$-1.20 < SF11 < -0.36 \quad (4')$$

40

【0140】

さらには、下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$-0.90 < SF11 < -0.52 \quad (4'')$$

【0141】

また、第1群の正レンズは両面非球面とするとよい。これにより広角端の歪曲収差、非点収差、コマ収差の発生を効果的に抑えることができる。

【0142】

(4) 前記第1レンズ群が正レンズと負レンズとの接合レンズであることを特徴とする請求項1、2または上記(1)のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

50

【0143】

前記のような接合レンズを用いると、色収差をより良好に補正することが可能となる。

【0144】

(5) 下記の条件式を満足することを特徴とする前記(4)に記載のズームレンズ。

$$1.400 < Nd1p < 1.620 \quad (5)$$

$$65.0 < Vd1p < 100.0 \quad (6)$$

$$1.600 < Nd1n < 2.100 \quad (7)$$

$$18.0 < Vd1n < 38.0 \quad (8)$$

ただし、Nd1p、Vd1pはそれぞれ前記第1レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数、Nd1n及びVd1nはそれぞれ前記第1レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

10

【0145】

前記条件式(5)の上限を上回らないようにすることで、前記条件式(6)を満たす最適なアッペ数の硝材の入手が容易となり、量産性の向上や低コスト化に有利となる。

【0146】

この下限を下回らないようにすることで、正レンズにて適度な屈折力を持たせてもレンズ面の曲率が小さくなり(曲率半径の絶対値が大きくなり)、収差の発生を低減することに有利となる。

【0147】

前記条件式(6)の上限を上回らないようにすることで、硝材の入手性や量産性が向上しコスト低減に有利となる。

20

【0148】

この下限を下回らないようにすることで、色分散を抑え、色収差の発生を抑えやすくなる。

【0149】

前記条件式(7)の上限を上回らないようにすることで、硝材の入手性や量産性が向上しコスト低減に有利となる。

【0150】

この下限を下回らないようにすることで、負レンズに適度な屈折力を持たせてもレンズ面の曲率が小さくなり、収差の発生を抑えやすくなる。

30

【0151】

前記条件式(8)の上限を上回らないようにすることで、前記正レンズで発生する色収差の補正に有利となる。

【0152】

下限を下回らないようにすることで、異常分散性が大きくなることを防ぎ、短波長側の色収差を低減し、撮影画像の色にじみを抑えることに有利となる。

【0153】

前記条件式(5)～(8)について下記の条件式を満足するとなお良い。

$$1.400 < Nd1p < 1.550 \quad (5')$$

$$69.0 < Vd1p < 92.0 \quad (6')$$

$$1.630 < Nd1n < 1.950 \quad (7')$$

$$20.0 < Vd1n < 35.0 \quad (8')$$

40

【0154】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$1.470 < Nd1p < 1.530 \quad (5'')$$

$$80.0 < Vd1p < 85.0 \quad (6'')$$

$$1.680 < Nd1n < 1.850 \quad (7'')$$

$$23.0 < Vd1n < 32.0 \quad (8'')$$

【0155】

また、いずれかの空気接触面を非球面とすると軸外諸収差の補正に効果がある。

50

【 0 1 5 6 】

第2レンズ群について、さらに好ましい構成について説明する。

【 0 1 5 7 】

(6) 前記第2レンズ群の像側且つ第4レンズ群の物体側に軸上光束を制限する絞りを有し、前記第2レンズ群は3枚以下のレンズからなり、前記第2レンズ群の最も物体側に負レンズが配置され、前記第2レンズ群の最も像側には正レンズが配置されていることを特徴とする請求項1、2または前記(1)乃至(5)のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

【 0 1 5 8 】

前記第2レンズ群は3枚以下のレンズからなる構成とするのが良い。

10

【 0 1 5 9 】

軸上光束を制限する絞りを第2レンズ群の像側且つ第4レンズの物体側に配置することで、絞り前後に負屈折力のレンズ群を含む構成となり、軸外収差の補正を行いやすくなる。

【 0 1 6 0 】

レンズ枚数を少なくして入射瞳を浅くすると、レンズ径を小さくし鏡筒の外径のコンパクト化に有利となる。そのため、第2レンズ群の構成枚数は極力少なく、3枚以下とするのが良い。

【 0 1 6 1 】

そして最も物体側には負レンズ、最も像側に正レンズを配置する構成とすると良い。

20

【 0 1 6 2 】

このようにすると第2レンズ群を通過する軸外光線の光軸に対する角度が小さくなるため、変倍時の第2レンズ群の移動に伴う収差変動を抑えやすくなる。

【 0 1 6 3 】

(7) 前記第2レンズ群は物体側から順に負単レンズ、物体側から負レンズと正レンズの接合レンズ、の3枚のレンズからなることを特徴とする前記(1)乃至(3)のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

【 0 1 6 4 】

第1レンズ群が1枚の単レンズの場合、第2レンズ群は3枚のレンズからなる構成とすることが好ましい。

30

【 0 1 6 5 】

第2レンズ群のレンズ枚数を3枚とすることで、第1、2レンズ群の合成レンズ枚数を4枚としつつ広角側で発生する第1レンズ群の軸外収差のキャンセルに有利となる。

【 0 1 6 6 】

このとき、物体側から順に負単レンズ、物体側から負レンズと正レンズの接合レンズ、からなる3枚構成とすると良い。

【 0 1 6 7 】

このようにすると負のパワーを2枚の負レンズに分割できるため第2レンズ群内で発生する収差をより小さく抑えることができ、かつ接合レンズによって色収差を補正することが可能となるので、変倍時の第2レンズ群の移動による収差変動を良好に抑えることができる。

40

【 0 1 6 8 】

また、第2レンズ群が接合レンズを含むことで、第2レンズ群の厚みを抑え、また、接合しなかった場合と比べ、偏心による影響の低減にも有利となる。

【 0 1 6 9 】

(8) 前記第2レンズ群は物体側から順に負単レンズ、正単レンズの2枚の単レンズからなることを特徴とする前記(6)に記載のズームレンズ。

【 0 1 7 0 】

このような構成により、第2レンズ群の厚さを抑えやすくなる。

【 0 1 7 1 】

50

第2レンズ群のパワーが増大するにつれて軸外諸収差が発生しやすくなるが、このようなレンズ構成にすると、レンズ枚数を少なくした割には第2レンズ群内で発生する軸外諸収差を抑えやすく、変倍時の収差変動を小さく抑えることが可能となる。そのため、第2レンズ群は比較的大きなパワーを持たせて、高変倍比化や小型化を行なうことにも有利となる。

【0172】

(9) 下記の条件式を満足することを特徴とする前記(6)乃至(8)のすくなくともいづれかに記載のズームレンズ。

$$-1.35 < f_2 / f_w < -0.40 \quad (16)$$

$$-1.00 < f_2 / f_t < -0.10 \quad (17)$$

ただし、 f_2 は前記第2レンズ群の焦点距離、 f_w および f_t はそれぞれ広角端および望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【0173】

ここで、第2レンズ群のパワーについて説明する。

【0174】

第2レンズ群は第3レンズ群とともに主に変倍を担う群であり、変倍時の際の群の移動やそれに伴う収差変動を考慮することが好ましい。

【0175】

コンパクト化と良好な光学性能確保の両立をより良好とするためには、第2レンズ群を適切なパワーとするのが望ましい。具体的には前記の条件式(16)と(17)を満足するようにすると良い。

【0176】

前記条件式(16)、(17)の上限を上回らないようにして第2レンズ群のパワーを抑えることで、第2レンズ群での収差の変動を抑え、全変倍域で良好な光学性能を得やすくなる。また、第1、第2レンズ群の総レンズ枚数を3、4枚としても収差補正が行いやすく、群の厚みの小型化に有利となる。

【0177】

下限を下回らないようにして第2レンズ群のパワーを確保することで、変倍時の移動量を抑えズームレンズ全長を抑えやすくなる。また、鏡筒の厚さ方向のコンパクト化にも有利となる。

【0178】

条件式(16)、(17)について下記の条件式を満足するとなお良い。

$$-1.33 < f_2 / f_w < -0.70 \quad (16')$$

$$-0.70 < f_2 / f_t < -0.14 \quad (17')$$

【0179】

条件式(16)、(17)について下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$-1.28 < f_2 / f_w < -1.00 \quad (16'')$$

$$-0.30 < f_2 / f_t < -0.18 \quad (17'')$$

【0180】

(10) 下記の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至5のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.10 < SF_{21} < 1.60 \quad (9)$$

ただし、 $SF_{21} = (R_{21f} + R_{21r}) / (R_{21f} - R_{21r})$ で定義され、 R_{21f} 、 R_{21r} はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズの物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

【0181】

収差バランスを良好にするため第2レンズ群中の最も物体側の負レンズは前記の条件式を満足するようにするのが良い。

【0182】

前記の上限を上回らないようにすることで、負レンズの像側面の曲率を小さくし、非点

10

20

30

40

50

収差やコマ収差などの軸外収差の発生を抑えやすくなる。

【0183】

前記の下限を下回らないようにすることで、負レンズの物体側面の曲率を小さくし軸外諸収差の発生を抑えやすくなる。

【0184】

下記の条件式を満足するとなお良い。

$$0.27 < SF21 < 1.20 \quad (9')$$

【0185】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$0.44 < SF21 < 0.80 \quad (9'')$$

10

【0186】

(11) 前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズは下記の条件式を満足することを特徴とする前記6乃至9のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.750 < Nd21 < 2.100 \quad (10)$$

$$30.0 < Vd21 < 50.0 \quad (11)$$

ただし、Nd21およびVd21はそれぞれ前記第2レンズ群の最も物体側の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

【0187】

条件式(10)の上限を上回らないようにすることで、硝材の入手性や量産性を良好とし、コスト低減に有利となる。

20

【0188】

下限を下回らないようにすることで、負レンズに適度な屈折力を持たせてもレンズ面の曲率を小さくでき、収差の発生を抑えやすくなる。

【0189】

条件式(11)の上限を下回らないようにすることで、条件式(10)を満たす最適なアッペ数の硝材の入手性や量産性を良好とし、コスト低減に有利となる。

【0190】

下限を下回らないようにすることで、色分散を小さくし、色収差の発生を抑えやすくなる。

【0191】

30

条件式(10)と(11)について、下記の条件式を満足するとなお良い。

$$1.770 < Nd21 < 1.950 \quad (10')$$

$$34.0 < Vd21 < 47.0 \quad (11')$$

【0192】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$1.800 < Nd21 < 1.890 \quad (10'')$$

$$40.0 < Vd21 < 43.0 \quad (11'')$$

【0193】

(12) 前記第2レンズ群の最も像側の前記正レンズは下記の条件式を満足することを特徴とする前記(6)乃至(11)のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

40

$$1.840 < Nd22 < 2.100 \quad (12)$$

$$15.0 < Vd22 < 32.0 \quad (13)$$

ただし、Nd22およびVd22はそれぞれ前記第2レンズ群の最も像側の正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数である。

【0194】

条件式(12)の上限を上回らないようにすると、硝材の入手性や量産性が向上し、コスト低減につながる。

【0195】

この下限を下回らないようにすると、正レンズに適度な屈折力をもたせてもレンズ面の曲率を小さくでき、収差の発生を抑えやすい。

50

【0196】

条件式(13)の上限を上回らないようにすると、色分散を確保して、第2レンズ群の負レンズで発生する色収差の補正に有利となる。下限を下回らないようにすると、色分散が大きくなりすぎるのを抑え、短波長側での色収差補正が過剰になることを抑えやすくなる。条件式内とすることで撮影画像の色にじみの低減に効果がある。

【0197】

条件式(12)と(13)について、下記の条件式を満足するとなお良い。

$$\begin{aligned} 1.890 < N d 21 < 2.010 & \quad (12') \\ 16.0 < V d 21 < 26.0 & \quad (13') \end{aligned}$$

【0198】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$\begin{aligned} 1.920 < N d 21 < 1.950 & \quad (12'') \\ 17.0 < V d 21 < 21.0 & \quad (13'') \end{aligned}$$

【0199】

(13)前記第1レンズ群および前記第2レンズ群を構成するレンズ枚数が、あわせて4枚であることを特徴とする請求項1、2または前記(1)乃至(12)のすくなくともいづれかに記載のズームレンズ。

【0200】

4枚のレンズ枚数があれば実用上十分な収差補正が可能となる。それによりコストを抑え、沈胴時の鏡筒を十分に薄くすることができ、撮像装置の薄型化に有利となる。

【0201】

(14)前記第3レンズ群が、正レンズと負レンズを含み且つ総レンズ枚数が3枚以下であり且つ総レンズ成分の数が2つ以下であり、前記第4レンズ群が、正レンズと負レンズを含み、総レンズ枚数が2枚であり、前記第5レンズ群が1枚の正レンズであることを特徴とする請求項1、2、前記(1)乃至(13)に記載のズームレンズ。

【0202】

ここで、全長の短縮と低コスト化、収差バランスをより良好に行いやすい構成を説明する。

【0203】

第1、第2レンズ群は前述の通りであり、第1レンズはレンズ成分1つとし、第2レンズ群は、正レンズと負レンズを含み、第1レンズ群と第2レンズ群とを合わせて4枚以下のレンズで構成することが好ましい。

【0204】

加えて、第3レンズ群は、正レンズと負レンズを含み且つ総レンズ枚数が3枚以下であり且つ総レンズ成分の数が2つ以下の構成とすると、第3レンズ群内での収差バランスをとりやすく、レンズ群の厚みの低減に有利となる。

【0205】

第4レンズ群は正レンズと負レンズを含み、総レンズ枚数を2枚とすると、第4レンズ群内での収差バランスをとりやすく、レンズ群の厚みの低減に有利となる。

【0206】

第5レンズ群は1枚の正レンズとすると、全長の短縮に有利となる。

【0207】

全体として主たる変倍は第2レンズ群と第3レンズ群で負担することが変倍やサイズ調整を行ううえで好ましく、上述のように各レンズ群を構成とすると収差バランスとレンズ枚数の低減の両立に有利となる。

【0208】

また、本願の発明のいずれかズームレンズにて第3レンズ群以降の個々のレンズ群について好ましい構成を説明する。

【0209】

次に、第3レンズ群について説明する。

10

20

30

40

50

【0210】

第3レンズ群は、物体側から順に正レンズ、負レンズからなる構成としても良い。

【0211】

前側主点をより物体側に出せるので、変倍時の移動量を小さく抑えることができ、ズームレンズ全系の小型化につながる。また、これらを接合レンズとすることで、軸上色収差の補正を良好に行うことができる。

【0212】

さらにこれらを接合レンズとすると組み立て工程でのレンズ同士の相対偏心による光学性能の劣化を防ぐことができるため、歩留まりの向上やコストダウンにつながる。

また第3レンズ群は物体側から順に正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚からなる構成としても良い。

10

【0213】

このように、パワーを対象配置とし、正のパワーを2つの正レンズに分担させたトリプレット構成とすることで第3レンズ群内で発生する諸収差をより良好に補正することが可能となる。

【0214】

このうちの正レンズと負レンズを接合レンズとすることで軸上色収差の補正を行うこともできる。

【0215】

さらにこれらを3枚のレンズを全て接合した3枚接合レンズ(セメンテッドトリプレット)とすると組み立て工程でのレンズ同士の相対偏心による光学性能の劣化を防ぐことができるため、歩留まりの向上やコストダウンにつながる。

20

【0216】

さらに、第3レンズ群内に1枚以上の非球面を配置することで球面収差やコマ収差の補正に効果がある。特に最も物体側に非球面を配置すれば球面収差の補正により効果がある。最も像側の面に非球面を配置すれば像面湾曲の補正に効果がある。

【0217】

次に、第4レンズ群について説明する。

【0218】

第4レンズ群は物体側から順に、正レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、の2枚のレンズからなる構成とすると良い。前側主点をより物体側に出せるので、変倍時の移動量を小さく抑えることができ、ズームレンズ全系の小型化につながる。また、これらを接合レンズとすれば色収差の補正を行うことができる。

30

【0219】

第4レンズ群の最も像側の面は像側に凹面を向けた形状とすると良い。

【0220】

第4レンズ群を射出する軸外光線を跳ね上げて正パワーの第5レンズ群に導くことでCCD等の電子撮像素子への入射角を適正な角度にしやすく、効率よく受光面に光線を入射させることができる。

【0221】

本願の発明のいずれかのズームレンズについて下記の条件式を満足するようにすると良い。

40

$$3.00 < L_w / f_w < 9.90 \quad (14)$$

$$0.50 < L_t / f_t < 2.25 \quad (15)$$

ただし、 L_w 、 L_t はそれぞれ広角端および望遠端におけるズームレンズ全長、 f_w 、 f_t はそれぞれ広角端および望遠端でのズームレンズ全系焦点距離である。

【0222】

条件式(14)と(15)は鏡筒のコンパクト化と良好な光学性能確保をより良好とする最適な全長と全系の焦点距離について規定する条件式である。

【0223】

50

これを満たすことによって、コンパクトかつ良好に収差補正されたズームレンズを効率よく実現できる。

【0224】

条件式(14)および(15)の上限を上回らないようにすることで、レンズ全長を抑え、鏡筒のコンパクト化を行うとよい。

【0225】

前記下限を下回らないようにすることで、ズームレンズを構成する各レンズ群のパワーを弱くし得、収差補正を良好とすることが容易となる。また、レンズ枚数の低減にもつながら、コスト低減、やレンズを保持する枠のコンパクト化にも有利となる。

【0226】

条件式(14)について下記の条件式を満足するとなお良い。

$$4.20 < Lw / fw < 8.05 \quad (14')$$

【0227】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$5.40 < Lw / fw < 6.15 \quad (14'')$$

【0228】

条件式(15)について下記の条件式を満足するとなお良い。

$$0.90 < Lt / ft < 1.85 \quad (15')$$

【0229】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$1.30 < Lt / ft < 1.45 \quad (15'')$$

【0230】

第3レンズ群以降のパワーについてより好ましい構成を説明する。

【0231】

第2レンズ群と同様に第3レンズ群は主に変倍を担う群であり、変倍時の群の移動やそれに伴う収差変動を考慮することが好ましい。

【0232】

コンパクト化と良好な光学性能確保をより良好に両立するためには、第3レンズ群を適切なパワー配置とするのが望ましい。具体的には下記の条件式(18)と(19)を満足するようにすると良い。

$$0.80 < f3 / fw < 2.40 \quad (18)$$

$$0.10 < f3 / ft < 1.00 \quad (19)$$

ただし、 $f3$ は第3レンズ群の焦点距離、 fw および ft はそれぞれ広角端および望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【0233】

条件式(18)、(19)の上限を上回らないようにして第3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をより抑えやすくなる。また、変倍時の移動量を小さくでき、鏡筒のコンパクト化が容易となる。

【0234】

下限を下回らないようにして第3レンズ群のパワーを抑えることで、収差の発生量を小さくし、全変倍域で良好な光学性能の確保に有利となる。また、収差補正のためにレンズ枚数を抑え、群の厚みの小型化に有利となる。

【0235】

条件式(18)、(19)について下記の条件式を満足するとなお良い。

$$0.80 < f3 / fw < 2.40 \quad (18')$$

$$0.16 < f3 / ft < 0.72 \quad (19')$$

【0236】

条件式(18)、(19)について下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$1.20 < f3 / fw < 1.95 \quad (18'')$$

$$0.22 < f3 / ft < 0.42 \quad (19'')$$

10

20

30

40

50

【0237】

第4レンズ群は下記の条件式を満足するのが良い。

$$-12.00 < f_4 / f_w < -1.30 \quad (20)$$

$$-3.50 < f_4 / f_t < -0.20 \quad (21)$$

ただし、 f_4 は第4レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 f_t は望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【0238】

この上限を上回らないようにして第4レンズ群のパワーが大きくなるのを抑え、第4レンズ群での収差の低減を行うことが好ましい。

【0239】

この下限を下回らないようにして第4レンズ群のパワーを確保することで、第4レンズへの変倍機能または収差変動の調整の機能をもたせることに有利となる。また、CCD等の電子撮像素子を用いる場合、後続する第5レンズ群への軸外光束の入射位置を高くしやすく、撮像素子の受光面への光線入射角度を抑えやすくなる。このようにすると画面周辺での明るさのかけり(シェーディング)を抑えられ好ましい。

【0240】

下記の条件式を満足するとなお良い。

$$-10.00 < f_4 / f_w < -2.30 \quad (20')$$

$$-2.60 < f_4 / f_t < -0.33 \quad (21')$$

【0241】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$-8.00 < f_4 / f_w < -3.30 \quad (20'')$$

$$-1.65 < f_4 / f_t < -0.43 \quad (21'')$$

【0242】

第5群は下記の条件式を満足するのが良い。

$$0.80 < f_5 / f_w < 2.00 \quad (22)$$

$$0.15 < f_5 / f_t < 3.00 \quad (23)$$

ただし、 f_5 は第5レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 f_t は望遠端でのレンズ全系の焦点距離である。

【0243】

この上限を上回らずに第5レンズ群のパワーを確保すると射出瞳の位置を遠くにする機能を得やすくなる。例えば、CCD等の電子撮像素子への光線入射角度を小さくすることに有利となる。このようにすると画面周辺での明るさのかけり(シェーディング)発生を抑えやすく好ましい。

【0244】

この下限を超下回らないようにして第5レンズ群のパワーを制限することで、第5レンズ群の収差を抑えやすくなる。第5レンズ群のレンズ枚数の低減にもつながり好ましい。

【0245】

また、第5レンズ群でフォーカシングを行うときの収差変動も抑えられ、至近撮影時での良好な画像を得ることができる。

【0246】

下記の条件式を満足するとなお良い。

$$1.30 < f_5 / f_w < 3.50 \quad (22')$$

$$0.25 < f_5 / f_t < 2.00 \quad (23')$$

【0247】

下記の条件式を満足するとさらに良い。

$$1.75 < f_5 / f_w < 4.85 \quad (22'')$$

$$0.36 < f_5 / f_t < 1.00 \quad (23'')$$

【0248】

ここで、各レンズ群の変倍時の好ましい移動方式について述べる。

【 0 2 4 9 】

広角端での位置に対して望遠端にて、第 1 レンズ群は物体側に位置することが好ましい。このように構成すると、最も物体側に位置するレンズの外径を小さく保ったまま、ズームレンズの広角化が可能となる。

【 0 2 5 0 】

広角端での位置に対して望遠端にて、第 2 レンズ群は像側に位置することが好ましい。このようにすると第 2 レンズ群による変倍機能をより得やすくなる。

【 0 2 5 1 】

広角端での位置に対して望遠端にて、第 3 レンズ群は物体側に位置することが好ましい。このようにすると第 3 レンズ群による変倍機能をより得やすくなる。

10

【 0 2 5 2 】

第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を上述の移動とすると、第 2 レンズ群および第 3 レンズ群にバランスよく変倍の作用を担わせることができ好ましい。

【 0 2 5 3 】

広角端での位置に対して望遠端にて、第 5 レンズ群は像側に位置することが好ましい。それにより第 5 レンズ群にも変倍の作用を担わせることができるため、他の変倍群の変倍負担を軽減でき、変倍時の収差変動をより小さく抑えることが可能となる。

【 0 2 5 4 】

さらには、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の軸上間隔は広角端から望遠端への変倍に際して先ず増大し、その後減少するようにすることが好ましい。

20

【 0 2 5 5 】

第 5 レンズ群に変倍負担を持たせる場合、広角端、望遠端での像面湾曲に対してその中間付近では像面湾曲がマイナス側になりやすくなる。そこで、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の軸上間隔を上述のように調整することで、全変倍域における像面湾曲の補正に有利となる。

【 0 2 5 6 】

また、広角端での位置に対して望遠端にて、第 4 レンズ群は物体側に位置し、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との軸上間隔は短くなるのが好ましい。それにより第 4 レンズ群にも変倍の作用を担わせることができるため、他の変倍群の変倍負担を軽減でき、変倍時の収差変動をより小さく抑えることが可能となる。

30

【 0 2 5 7 】

さらには、第 5 レンズ群は広角端から望遠端への変倍に際して物体側に移動後像側に移動することが好ましい。

【 0 2 5 8 】

上記のように第 4 レンズ群に変倍負担を持たせると、広角端と望遠端での像面湾曲に対して、その中間では像面湾曲がプラス側になりやすくなる。そこで、第 5 レンズ群を上述のように移動させると、全変倍域において軸外の像面湾曲を良好に補正できるようになる。

【 0 2 5 9 】

軸上光束径を制限する絞りは第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間に配置するのがよい。第 3 レンズ群以降を通過する軸外光線高が必要以上に高くならずにすむため、第 3 レンズ群以降の群が変倍時に移動する際の軸外諸収差の変動を小さく抑えることができる。

40

【 0 2 6 0 】

また、前記絞りは変倍時に第 3 レンズ群と一体で移動させると良い。特に第 3 レンズ群での有効径を小さくできるので第 3 レンズ群のパワーを強くしやすく、小型化と高変倍比化の両立に有利となる。

【 0 2 6 1 】

(1 5) 軸上光束径を制限する絞りが前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に配されるとともに、前記変倍時に、前記絞りが前記第 3 レンズ群と一体で移動し、且つ前記第 3 レンズ群は、前記広角端の位置よりも前記望遠端の位置にて物体側に位置することを特

50

徴とする請求項 1、2 または、前記 (1) 乃至 (14) のすくなくともいずれかに記載のズームレンズ。

【0262】

さらには、前記第3レンズ群を、広角端の位置よりも望遠端の位置にて物体側に位置する構成とすることが好ましい。

【0263】

特に第3レンズ群での有効径を小さくできるので第3レンズ群のパワーを利用して、この第3レンズ群を上述の移動により積極的に変倍負担を持たせることで高変倍比化や全長の短縮化に有利となる。

【0264】

また、シャッターも前述の絞りと同様に第2レンズ群と第3レンズ群の間に配置するのがよい。さらには、シャッターも変倍時に第3レンズ群と一体で移動させると良い。

【0265】

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む。また、シャッターを移動させるときのデッドスペースが小さくてすむ。

【0266】

ここで、好ましいフォーカシング方式について説明する。

【0267】

至近物点に対するフォーカシングは、第4レンズ群または第5レンズ群によるインナーフォーカスとすると良い。

【0268】

インナーフォーカス方式は、全体繰り出し方式や第1レンズ群を繰り出す方式によるフォーカシングと比べて、移動レンズ群が軽量なためモータにかかる負荷が少なく好ましい。

【0269】

また、フォーカス移動のための構成も考慮するとサイズも小さくでき、また、鏡枠内部に駆動モータを配置できるため鏡枠の径方向が大きくなりにくいなど、レイアウト上小型化に有利である。

【0270】

さらには、第5レンズ群をフォーカシングレンズ群とすることが好ましい。特に第5レンズ群によるフォーカシング方式とすれば軸外像面の変動が小さくてすむため、至近距離の被写体の撮影の際にも、画面の周辺まで良好な光学性能を確保することができる。

【0271】

(16) 下記の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2 または、前記 (1) 乃至 (15) のいずれかに記載のズームレンズ。

$$4.0 < \frac{f_t}{f_w} < 15.0$$

ただし、 f_w は広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、 f_t は望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離である。

【0272】

この下限値を下回らないようにして変倍比を確保することで、本願の発明の5つのレンズ群を持つズームレンズによる変倍比の確保の有利性、光学性能の有利性、全長短縮の有利性等を十分に発揮でき好ましい。

【0273】

この上限値を上回らないようにすることで、レンズ移動量が大きくなりすぎないようにし、少ないレンズ枚数でも収差の変動を抑えられ好ましい。

【0274】

さらには下記の条件式を満足することが好ましい。

$$4.5 < \frac{f_t}{f_w} < 8.0$$

【0275】

(17) 前記 (1) 乃至 (16) のすくなくともいずれかに記載のズームレンズと、前記

10

20

30

40

50

ズームレンズの像側に配され、前記ズームレンズにより結像された像を撮像し電気信号に変換する電子撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【0276】

本願の発明のズームレンズは、上述の正、負、正、負、正を含むパワー配置により、射出瞳を遠くすることに有利となる。

【0277】

電子撮像素子は、一般に入射角が大きくなるほど受光性能が劣化し、色シェーディング等が発生する傾向がある。そのため、電子撮像素子を用いる撮像装置にて本願の発明のズームレンズを使用することが好ましい。

【0278】

(18) 下記の条件を満足することを特徴とする前記(17)に記載の撮像装置。

$$1.2 < fw / y_{10} < 2.0$$

ただし、 y_{10} は電子撮像素子の有効撮像面内(撮像可能な面内)で中心から最も遠い点までの距離(最大像高)である。

【0279】

この下限値を下回らないようにすることで、広角端での軸外光束の入射角が大きくなりすぎることを抑え、第1レンズ群での軸外収差の発生量を抑えられる。画像データの処理等の補正を行っても画質の劣化を許容できる程度に軸外収差を抑えることが好ましい。

【0280】

前記上限値を上回らないようにして広角端での撮影画角を広くしやすくすることが好ましい。

【0281】

(19) 前記(17)または(18)に記載の撮像装置であって、前記電子撮像素子による撮像にて得られた画像データを加工して形状を変化させた画像データとして出力するデータ加工部分を有し、前記ズームレンズがほぼ無限遠物点合焦時に下記の条件を満足することを特徴とする撮像装置。

$$0.75 < y_{07} / (fw \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.96$$

ただし、前記電子撮像素子の有効撮像面内(撮像可能な面内)で中心から最も遠い点までの距離(最大像高)を y_{10} とすると、 $y_{07} = 0.7y_{10}$ 、 θ_{07w} は広角端における前記撮像面上の中心から y_{07} の位置に対応する入射画角である。

【0282】

本願の発明のズームレンズにおいて歪曲収差の発生を許容すると、画角の割に最も物体側の面の入射光線高が低くなるために、最も物体側に位置するレンズの外径を小さくすることが可能である。

【0283】

そこで、意図的に樽型歪曲収差を発生させ、前記ズームレンズを通じて結像された像を電子撮像素子にて撮像して得られた画像データを加工して形状を変化させる機能を用いて、光学系で発生した歪曲収差による画像歪みを補正して観察できるようにすると良い。

【0284】

特に、カメラなど電子撮像装置からすでに補正されたかたちの画像データとして出力するのが理想的である。なお、光学系についてはほぼ無限遠物点合焦時に前記ズームレンズの歪曲収差に関して下記の条件式を満足するのが良い。

$$0.75 < y_{07} / (fw \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.96 \quad (24)$$

ただし、前記電子撮像素子の有効撮像面内(撮像可能な面内)で中心から最も遠い点までの距離(最大像高)を y_{10} とすると、 $y_{07} = 0.7y_{10}$ 、 θ_{07w} は広角端における前記撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する入射画角(物点方向からズームレンズに入射する主光線の光軸に対する角度)である。

【0285】

上記条件式の上限を上回らないようにして、適度に歪曲収差を発生させることで、光学系の小型化を維持しながら広い視野角に亘って像を取り込むことができる。

10

20

30

40

50

【0286】

歪曲収差による画像歪みを画像処理にて補正した場合、画角周辺部の放射方向への引き伸ばし倍率が高くなりすぎると画像周辺部の画像鮮鋭度の劣化が目立つようになる。

【0287】

そのため、下限を下回らないようにし画像周辺部の引き伸ばし倍率が大きくなりすぎないようにし、画像周辺部の劣化が目立たないようにすることが好ましい。

【0288】

なお、下記の条件式を満たすとさらに良い。

$$0.880 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.960 \quad (24')$$

【0289】

さらに、下記の条件式を満たすと最も良い。

$$0.910 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.950 \quad (24'')$$

【0290】

前記のように意図的に光学系で歪曲収差を出しておき、撮影後に電氣的に画像処理を行って歪みを補正することができるが、これに関して、ここで、像面ひずみ（歪曲収差）の電氣的補正について説明する。

【0291】

前記の何れかの変倍光学系を用いて電子撮像装置を構成する場合には、該変倍光学系に加え、該変倍光学系の像側に配置された電子撮像素子と、該電子撮像素子で撮像した画像データを電氣的に加工してその形状を変化させる画像処理部を有することが望ましい。

【0292】

画像処理部で歪曲収差を補正した画像データを出力できれば、電氣的に加工してその形状を変化させる画像処理部を有さないプリンターやディスプレイを用いても良好な画像を得ることができる。

【0293】

ここで、図21及び22を用いて、画像の歪曲をデジタル補正するための基本概念について説明する。

【0294】

例えば、図21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短辺に内接する半径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）の各点をほぼ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21において、半径Rの円の内側に位置する任意の半径r₁（ ）の円周上の点P₁は、円の中心に向けて補正すべき半径r'₁（ ）円周上の点P₂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r₂（ ）の円周上の点Q₁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（ ）の円周上の点Q₂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。

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

ただし、 θ は被写体半画角、fは結像光学系（本願の発明ではズーム光学系）の焦点距離である。

【0295】

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、

$$Y = R / \tan \theta = R / f \tan \theta$$

となる。

【0296】

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。従って、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）の各点をほぼ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

10

20

30

40

50

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。

【0297】

本願の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、 $r(\theta)$ 即ち半画角と像高との関係、或いは、実像高 r と理想像高 $r'/\tan\theta$ 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良い。

【0298】

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し補正する。そして、該分割された焦点ゾーン内の望遠端近傍でほぼ

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

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即手に基づいて決定しておけば良い。そして、前記分割されたゾーン内の望遠端近傍でほぼ

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

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。

【0299】

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（本願の発明ではズーム光学系）の焦点距離、 θ は前記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。

【0300】

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 、像高 y とを一定とすると、 θ の値は大きくなる。

【0301】

下記条件式はズーム光学系の広角端における樽型歪曲の度合いを規定したものである。

$$0.75 < y_{0.7} / (f_w \cdot \tan\theta_{0.7w}) < 0.96$$

ただし、 f_w は広角端におけるズーム光学系全系の焦点距離、 $y_{0.7}$ は電子撮像素子の有効撮像面内（撮像可能な面内）で中心から最も遠い点までの距離（最大像高）を $y_{1.0}$ としたときに $0.7 y_{1.0}$ で表される像高、 $\theta_{0.7w}$ は広角端における電子撮像素子の有効撮像面上の中心から $y_{0.7}$ 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である。より詳しくは、図22に示すように、 $\theta_{0.7w}$ は、像高 $y_{0.7}$ の位置を通過する主光線と光軸とがなす物体側における角度である。

【0302】

この条件式を満足すれば、光学系の大きさを小型に維持しながら広い視野角に亘って像として取り込むことができ、かつ、上述の電子撮像装置に内蔵されている信号処理システムによる画像処理で、画像周辺部の放射方向への引き伸ばし率が高くなることなく画像周辺部の鮮鋭度の劣化も目立たせずに光学系の歪曲収差による画像歪みを補正することができる。

【0303】

本願の発明において、前記のように敢えて光学系で意図的に歪曲収差を出しておき、電子撮像素子で撮像後に電氣的に画像処理して歪みを補正するような構成としたのは、光学系の小型化と広角化や高変倍化等を満たすためである。従って、本願の発明では、光学系自体のサイズに無駄がないように、光学系を選択することも重要である。

【 0 3 0 4 】

なお、前記の各発明の条件式を相互に同時に満足するように構成すれば、小型化、光学性能の確保、高変倍比化等が可能になるので好ましい。

【 0 3 0 5 】

また、上述の条件式の上限值または下限値の一方のみにて、それぞれさらに限定した条件式の上限值または下限値の値としてもよい。

【 0 3 0 6 】

前記各条件式に係る各数値データを以下に示す。
各条件式の値 (ex 1 は実施例 1 を示す)

	ex1	ex2	ex3	ex4	ex5	ex6	ex7	ex8	ex9	ex10
条件式 1	3.686	3.633	3.702	3.546	4.040	3.983	4.106	3.482	4.446	4.450
条件式 2	0.768	0.758	0.771	0.739	0.842	0.829	0.863	0.706	0.911	0.926
条件式 3	81.540	81.540	94.930	81.540	94.930	94.930	81.540	-	-	-
条件式 4	-0.834	-0.724	-0.628	-0.641	-0.576	-0.563	-0.677	-	-	-
条件式 5	-	-	-	-	-	-	-	1.497	1.497	1.497
条件式 6	-	-	-	-	-	-	-	81.540	81.540	81.540
条件式 7	-	-	-	-	-	-	-	1.689	1.847	1.635
条件式 8	-	-	-	-	-	-	-	31.159	23.780	22.920
条件式 9	0.604	0.610	0.530	0.754	0.598	0.636	0.785	0.691	0.465	0.755
条件式 10	1.806	1.806	1.806	1.806	1.806	1.883	1.883	1.806	1.806	1.806
条件式 11	40.920	40.920	40.920	40.920	40.920	40.760	40.760	40.920	40.920	40.920
条件式 12	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923	1.923
条件式 13	18.900	18.900	18.900	18.900	18.900	18.900	20.880	18.900	18.900	18.900
条件式 14	5.720	5.727	5.752	5.745	5.750	5.753	6.094	5.951	5.502	5.548
条件式 15	1.371	1.373	1.372	1.373	1.418	1.416	1.379	1.343	1.341	1.378
条件式 16	-1.190	-1.122	-1.133	-1.117	-1.192	-1.172	-1.240	-1.046	-1.087	-1.206
条件式 17	-0.248	-0.234	-0.236	-0.233	-0.248	-0.244	-0.261	-0.212	-0.223	-0.251
条件式 18	1.915	1.842	1.842	1.806	1.875	1.876	1.681	1.582	1.255	1.324
条件式 19	0.399	0.384	0.384	0.376	0.391	0.390	0.353	0.321	0.257	0.276
条件式 20	-6.712	-7.112	-6.768	-7.246	-6.814	-6.850	-4.783	-7.897	-3.397	-2.211
条件式 21	-1.399	-1.484	-1.411	-1.509	-1.419	-1.425	-1.005	-1.600	-0.696	-0.460
条件式 22	2.008	1.898	1.870	1.845	1.836	1.842	2.029	2.745	4.774	1.961
条件式 23	0.419	0.396	0.390	0.384	0.383	0.383	0.426	0.556	0.978	0.408
f w / f t	4.79	4.79	4.79	4.80	4.80	4.80	4.76	4.93	4.88	4.80
f w / y ₁₀	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.72	1.68	1.64	1.70
条件式 24	0.923	0.926	0.924	0.943	0.928	0.929	0.948	0.997	0.959	0.948

10

20

30

【 0 3 0 7 】

前記各実施例においてゴースト、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良い。各実施例の第 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良い。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、いかなる形状にしても良い。また有害光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットしても良い。

40

【 0 3 0 8 】

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良い。

【 0 3 0 9 】

またピント調節を行うためのフォーカシングは第 4 レンズ群で行うことが望ましいが、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

50

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シングを行っても良いし、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シングしても良い。

【0310】

また画像周辺部の明るさ低下をCCDのマイクロレンズをシフト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。

【0311】

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。

【0312】

また前記のように意図的に光学系で歪曲収差を出しておき、撮影後に電氣的に画像処理を行って歪みを補正しても良い。

10

【0313】

上述した本願の発明のズームレンズは、CCDやCMOSセンサー等の電子撮像素子を用いた各種撮影装置、沈胴式鏡筒を有するカメラ等に用いることができる。以下にその具体的な適用例を示す。

【0314】

図23～25は、本願の発明によるズーム光学系をデジタルカメラの撮影光学系41に組み込んだ構成の概念図を示す。図23はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図24は同後方正面図、図25はデジタルカメラ40の構成を示す模式的な透視平面図である。図26は、電子カメラ等の電子機器11の主要部の内部回路の構成ブロック図である。図23と図25においては、撮影光学系41の非沈胴時を示している。

20

【0315】

デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター釦45、フラッシュ46、液晶表示モニター47、焦点距離変更ボタン61、設定変更スイッチ62等を含み、撮影光学系41の沈胴時には、カバー60をスライドすることにより、撮影光学系41とファインダー光学系43とフラッシュ46はそのカバー60で覆われる。そして、カバー60を開いてカメラ40を撮影状態に設定すると、撮影光学系41は図15の非沈胴状態になり、カメラ40の上部に配置されたシャッター釦45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、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41によって形成された物体像が、IRカットコートを施したローパスフィルターFLとカバーガラスCGを介してCCD49の撮像面上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段51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47に表示される。また、この処理手段51には記録手段52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52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フロッピー（登録商標）ディスクやメモリーカード、MO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、CCD49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。

30

【0316】

さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用対物光学系53が配置してある。ファインダー用対物光学系53は、複数のレンズ群と2つのプリズムからなり、撮影光学系41のズームング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53によって形成された物体像は、像正立部材の一部である正立プリズム55直前の視野枠57上に形成される。この正立プリズム55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59が配置されている。なお、接眼光学系59の射出側にカバー部材50が配置されている。

40

【0317】

図26に示す電子カメラ等の電子機器11の主要部の内部回路の構成ブロック図においては、撮像素子チップ162、CCD49は例えば撮像素子23からなり、処理手段52は例えばCDS/ADC部24、一時記憶メモリ17、画像処理部18等からなり、記録

50

手段 6 1 は例えば記憶媒体部 1 9 等からなる。

【 0 3 1 8 】

図 2 6 に示すように電子機器 1 1 は、操作部 1 2 と、この操作部 1 2 に接続する制御部 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 並びに一時記憶メモリ 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。

【 0 3 1 9 】

上記の一時記憶メモリ 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、撮像素子 2 3 と C D S / A D C 部 2 4 が接続されている。

10

【 0 3 2 0 】

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（電子機器使用者）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 1 2 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電子機器 1 1 全体を制御する回路である。

【 0 3 2 1 】

撮像素子 2 3 は、本願の発明による変倍光学系 2 2 を介して形成された物体像を受光する。撮像素子 2 3 は、撮像駆動回路 1 6 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 C D S / A D C 部 2 4 に出力する撮像素子である。

20

【 0 3 2 2 】

C D S / A D C 部 2 4 は、撮像素子 2 3 から入力する電気信号を増幅し且つアナログ / 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（バイヤーデータ、以下 R A W データという）を一時記憶メモリ 1 7 に出力する回路である。

【 0 3 2 3 】

一時記憶メモリ 1 7 は、例えば S D R A M 等からなるバッファであり、C D S / A D C 部 2 4 から出力される上記 R A W 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 1 8 は、一時記憶メモリ 1 7 に記憶された R A W データ又は記憶媒体部 1 9 に記憶されている R A W データを読み出して、制御部 1 3 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。

30

【 0 3 2 4 】

記録媒体部 1 9 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、一時記憶メモリ 1 7 から転送される R A W データや画像処理部 1 8 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。

【 0 3 2 5 】

表示部 2 0 は、液晶表示モニター 4 7 を備え、その液晶表示モニター 4 7 に画像や操作メニューなどを表示する回路である。設定情報記憶メモリ部 2 1 には、予め各種の画質パラメータが格納されている R O M 部と、その R O M 部から読み出された画質パラメータの中から操作部 1 2 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 R A M 部が備えられている。設定情報記憶メモリ部 2 1 は、それらのメモリへの入出力を制御する回路である。

40

【 0 3 2 6 】

このように構成されたカメラ 4 0 は、撮影光学系が高変倍比であり、収差が良好な変倍光学系であるので、高性能化が実現できると共に、撮影光学系を少ない光学部材で構成でき、沈胴収納が可能であるので小型化、薄型化、低コスト化が実現できる。

【 0 3 2 7 】

以上、本願の発明の実施例について説明したが、本願の発明はこれらの実施例に限定さ

50

れるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0328】

【図1】本願の発明の実施例1に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図2】実施例1に係るズ・ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す収差図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図3】本願の発明の実施例2に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

10

【図4】実施例2に係るズ・ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図5】本願の発明の実施例3に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図6】実施例3に係るズ・ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図である。(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端

20

【図7】本願の発明の実施例4に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図8】実施例4に係るズ・ムレンズの無限遠合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図9】本願の発明の実施例5に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

30

【図10】実施例5に係るズ・ムレンズの無限遠合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図11】本願の発明の実施例6に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図12】実施例6に係るズ・ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図13】本願の発明の実施例7に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

40

【図14】実施例7に係るズ・ムレンズの無限遠合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図15】本願の発明の実施例8に係るズ・ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図16】実施例8に係るズ・ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端に

50

おける状態をそれぞれ示す図である。

【図17】本願の発明の実施例9に係るズ - ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図18】実施例9に係るズ - ムレンズの無限遠合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図19】本願の発明の実施例10に係るズ - ムレンズの光学構成を示す光軸に沿う断面図である。(a)は広角端における、(b)は中間位置状態における、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

10

【図20】実施例10に係るズ - ムレンズの無限遠物点合焦点時での球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す図で、(a)は広角端、(b)は中間位置状態、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示す図である。

【図21】像の歪曲をデジタル補正するための基本的概念を説明するための図である。

【図22】光軸に対する光の入射角度と像高との関係を示すための図である。

【図23】本願の発明のズームレンズを適用した電子カメラ40の外観を示す前方斜視図である。

【図24】図13のデジタルカメラ40の後方斜視図である。

【図25】図13のデジタルカメラ40の構成を示す模式的な透視平面図である。

【図26】電子カメラ等の電子機器の主要部の内部回路の構成ブロック図である。

20

【符号の説明】

【0329】

S	明るさ絞り
F L	平行平面板
C G	カバーガラス
P	撮像面
G n 1	第1レンズ群（実施例n における）
G n 2	第2レンズ群
G n 3	第3レンズ群
G n 4	第4レンズ群
G n 5	第5レンズ群
L m n	実施例mにおけるn番目のレンズ
1 1	電子機器
1 2	操作部
1 3	制御部
1 4、1 5、2 2	バス
1 6	撮像駆動回路
1 7	一時記憶メモリ
1 8	画像処理部
1 9	記憶媒体部
2 0	表示部
2 1	設定情報記憶メモリ部
2 2	変倍光学系
2 3	撮像素子
2 4	C D S / A D C 部
4 0	デジタルカメラ
4 1	撮像光学系
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

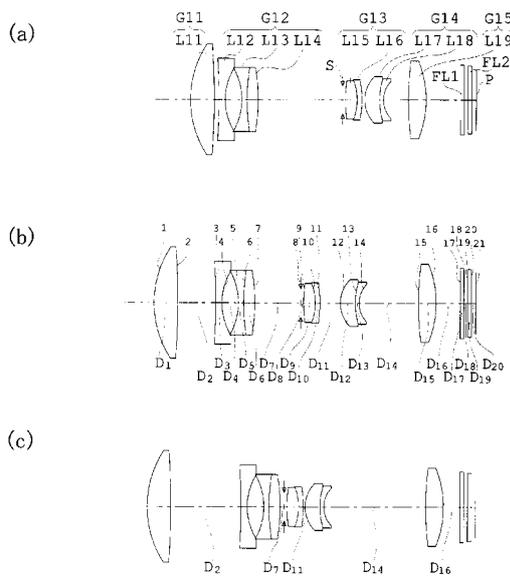
30

40

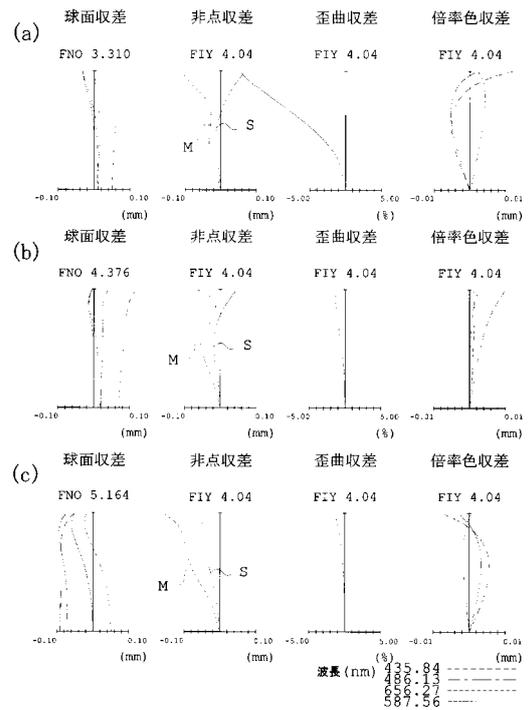
50

- 4 5 シャッターボタン
- 4 6 フラッシュ
- 4 7 液晶表示モニター
- 4 8 カバーガラス
- 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
- 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
- E 観察者眼球

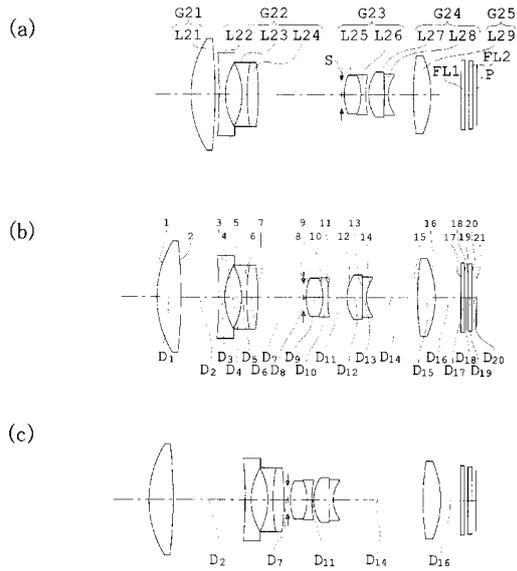
【図1】



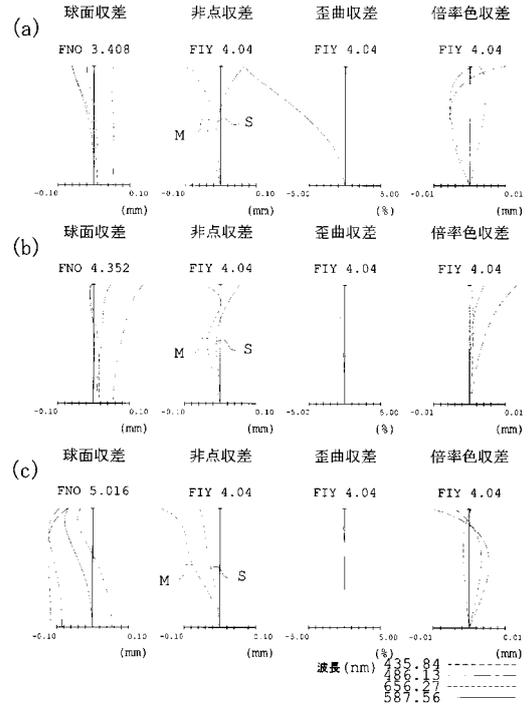
【図2】



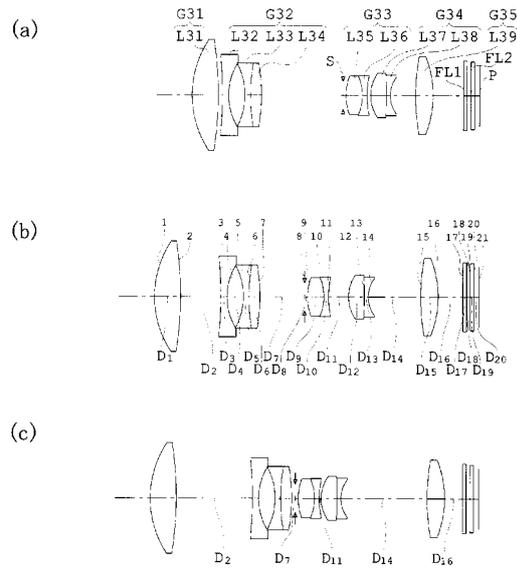
【 図 3 】



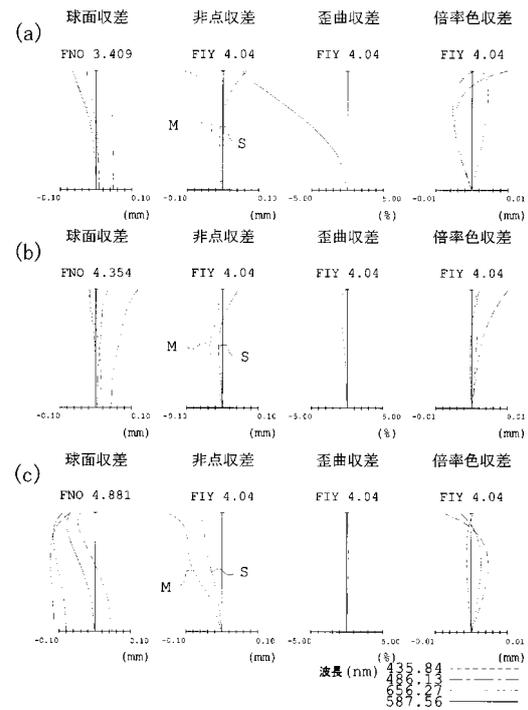
【 図 4 】



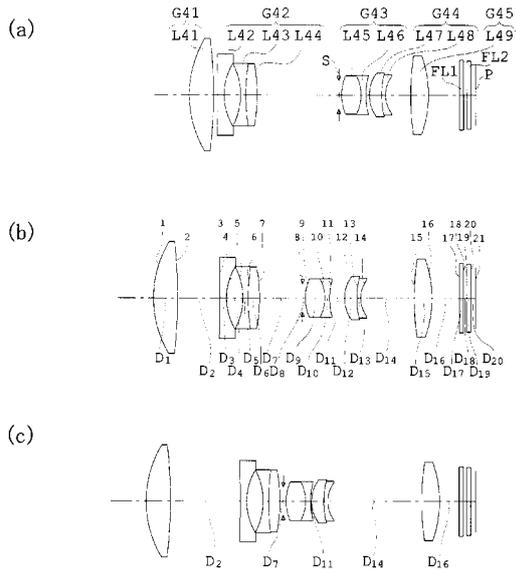
【 図 5 】



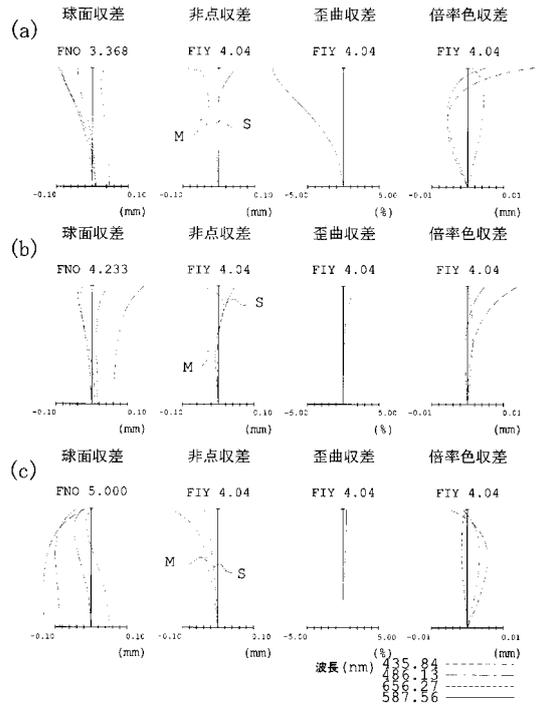
【 図 6 】



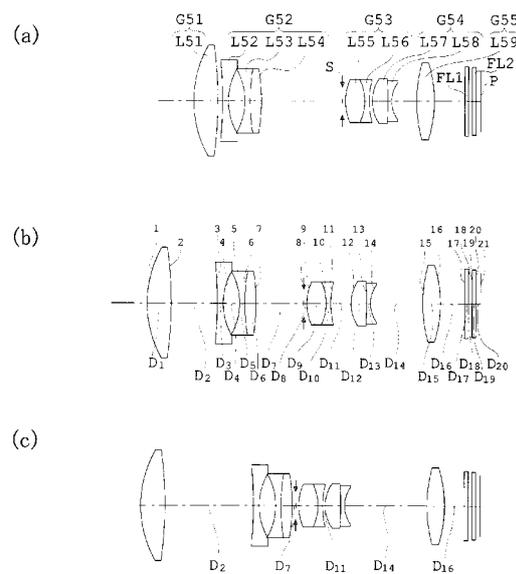
【 図 7 】



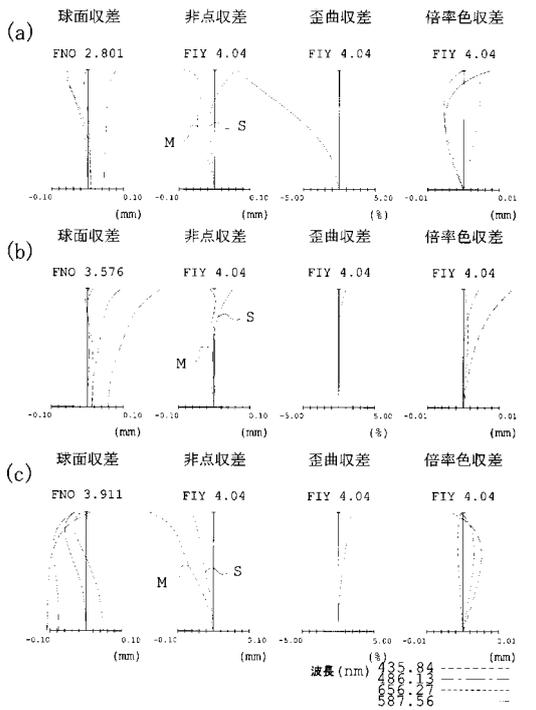
【 図 8 】



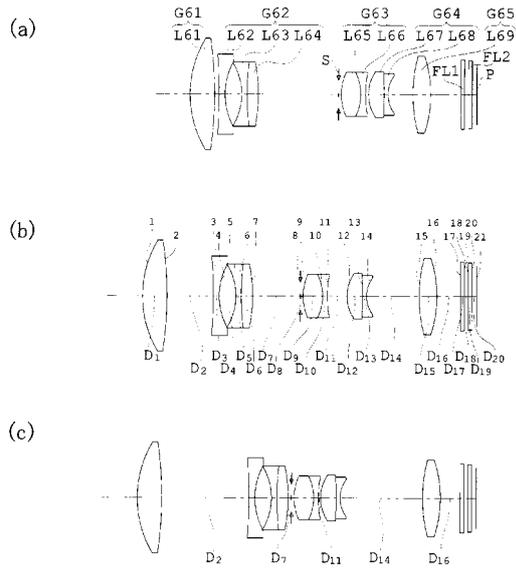
【 図 9 】



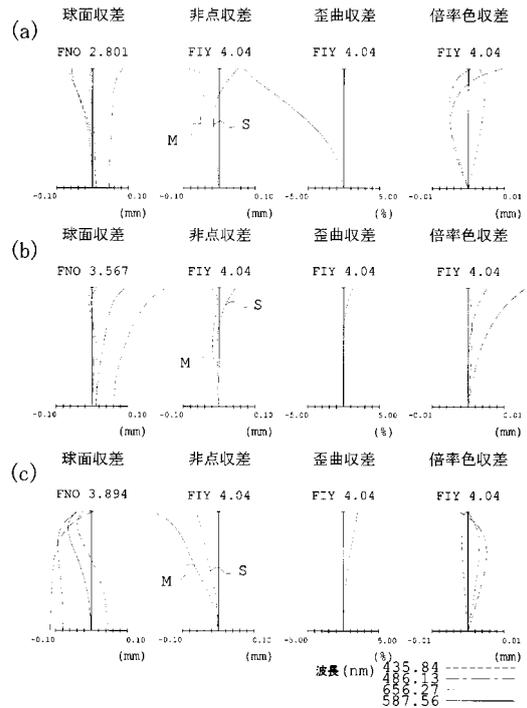
【 図 10 】



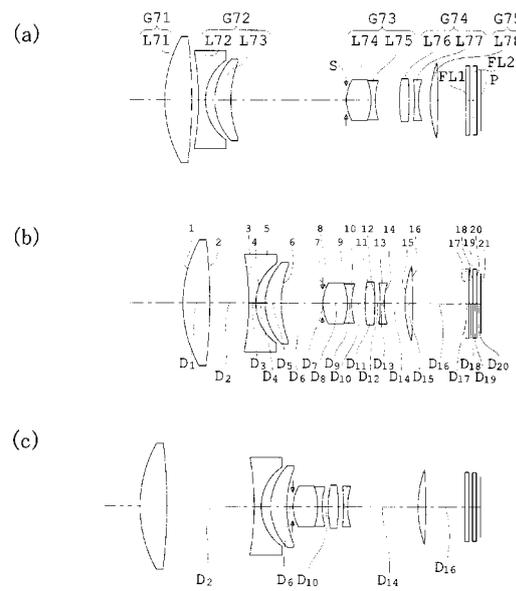
【図 1 1】



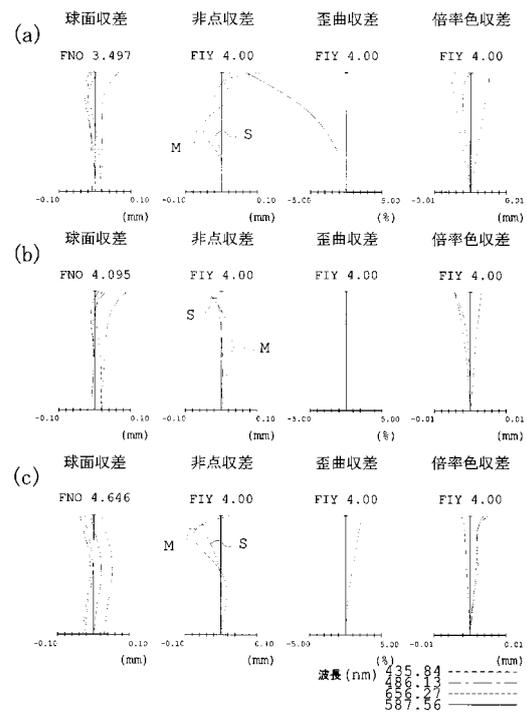
【図 1 2】



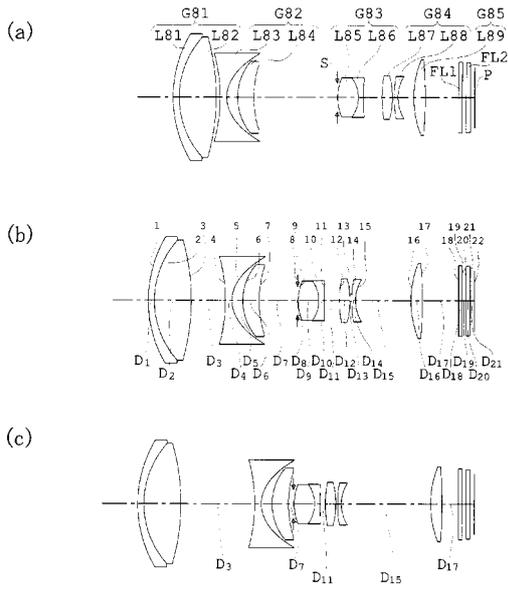
【図 1 3】



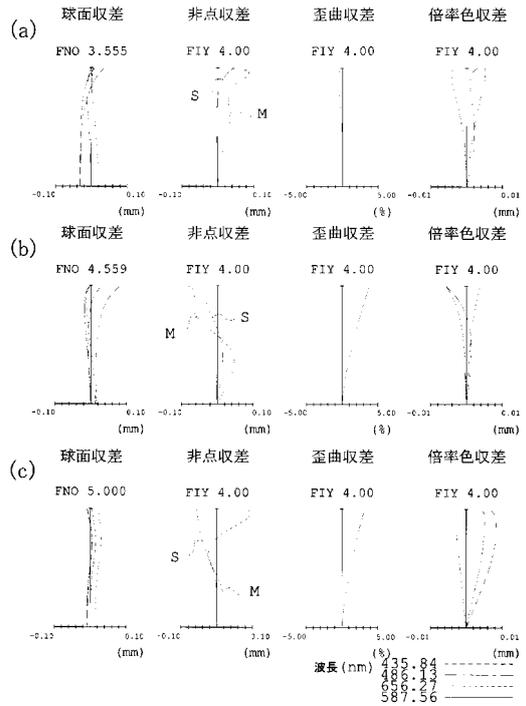
【図 1 4】



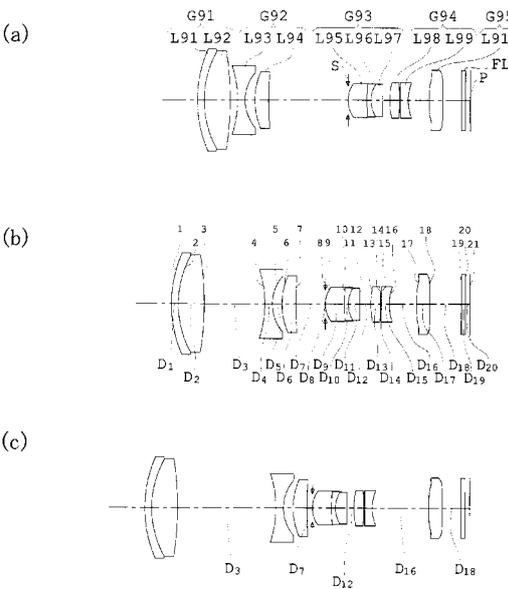
【図15】



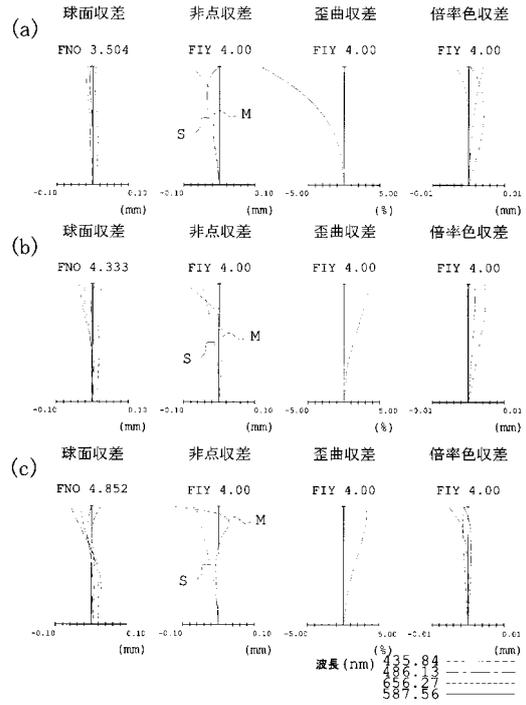
【図16】



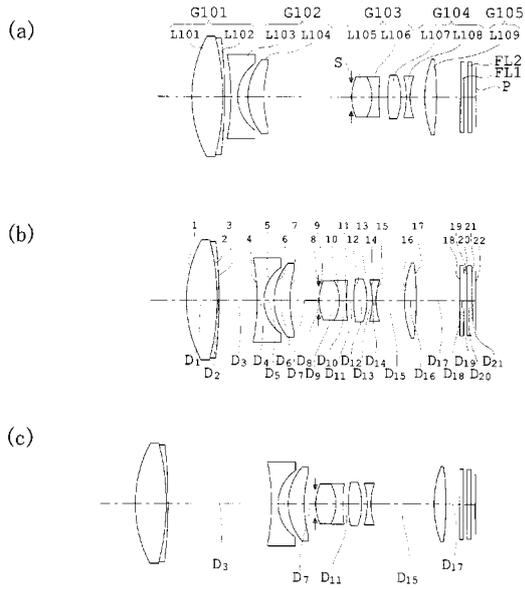
【図17】



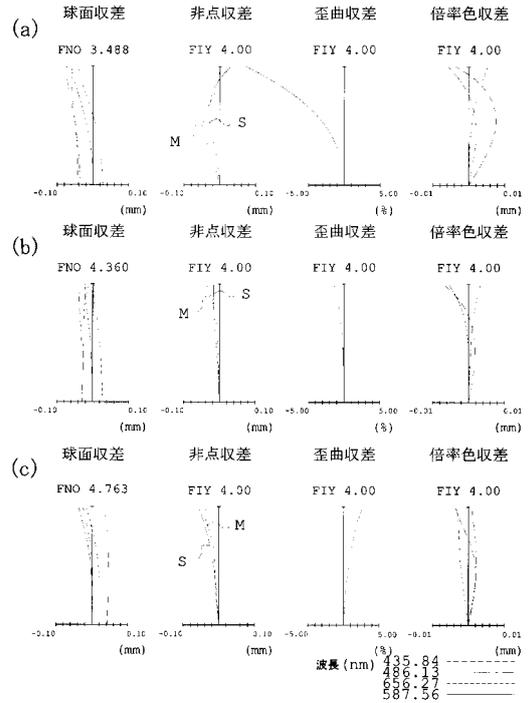
【図18】



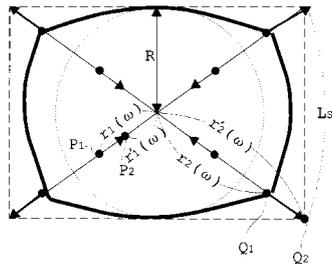
【図19】



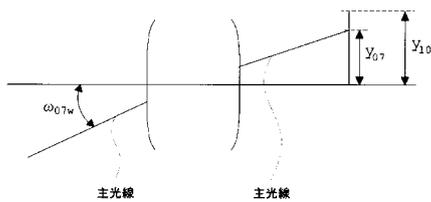
【図20】



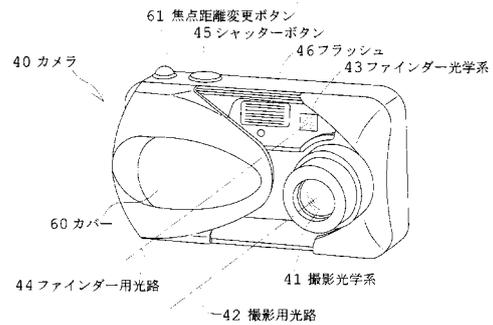
【図21】



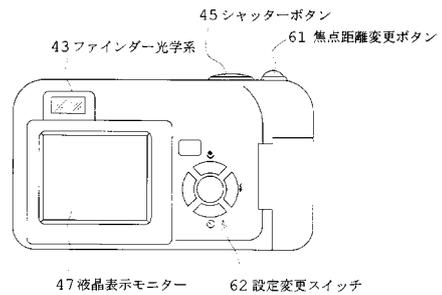
【図22】



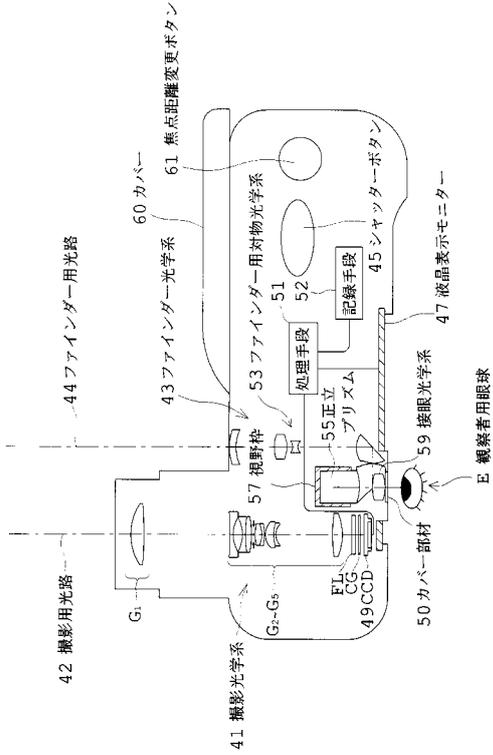
【図23】



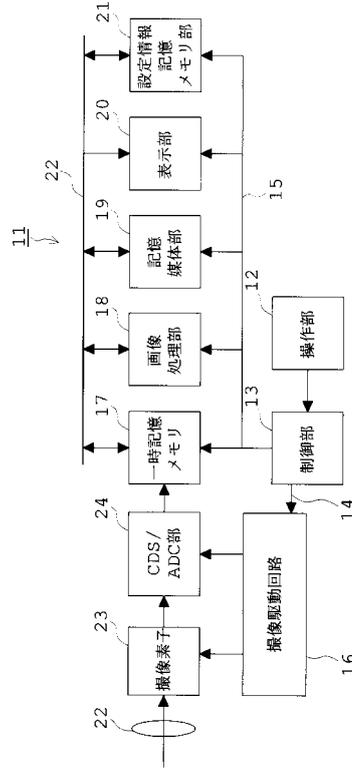
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 小野 憲司

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパスイメージング株式会社内

審査官 井上 信

(56)参考文献 特開2003-255228(JP,A)

特開平1-241513(JP,A)

特開平9-189859(JP,A)

特開平6-148523(JP,A)

特開2001-33697(JP,A)

特開2004-264343(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28