

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-44343

(P2010-44343A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

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

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2008-278464 (P2008-278464)	(71) 出願人	504371974
(22) 出願日	平成20年10月29日(2008.10.29)		オリンパスイメージング株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2007-281265 (P2007-281265)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(32) 優先日	平成19年10月30日(2007.10.30)	(74) 代理人	100139103
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 小山 卓志
(31) 優先権主張番号	特願2008-186061 (P2008-186061)	(74) 代理人	100097777
(32) 優先日	平成20年7月17日(2008.7.17)		弁理士 荻澤 弘
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. フロッピー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 カメラの小型化と高変倍比化・広角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、電子撮像素子に適している安価なズームレンズ光学系を用いた電子撮像装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも2つ以上の群を有し、各群の間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズと、電子撮像素子とを有し、前記ズームレンズは開口絞りよりも撮像素子側に少なくとも1つの正レンズを有し、以下の条件式(1)、(2)、(3)を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$|\alpha_t - \alpha_w| > 8$$

・・・(1)

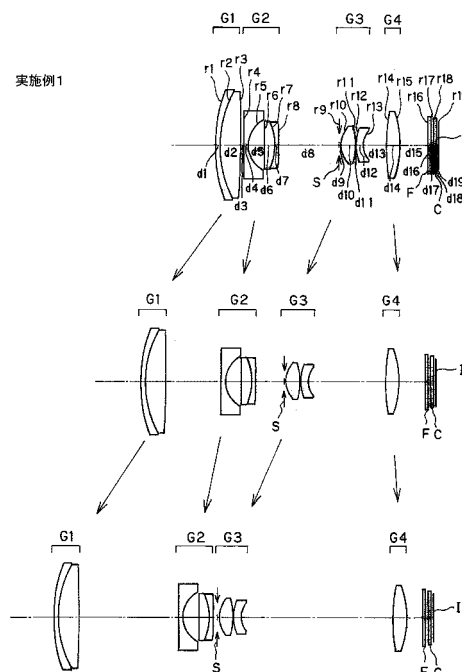
$$1.0 \times 10^{-3} < P < 4.0 \times 10^{-3}$$

・・・(2)

$$4 < f_t / f_w < 5.0$$

・・・(3)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 つ以上の群を有し、各群の間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズと、電子撮像素子とを有し、前記ズームレンズは開口絞りよりも撮像素子側に少なくとも 1 つの正レンズを有し、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$|\alpha_t - \alpha_w| > 8 \quad \dots (1)$$

$$1.0 \times 10^{-3} < P < 4.0 \times 10^{-3} \quad \dots (2)$$

$$4 < f_t / f_w < 50 \quad \dots (3)$$

ただし、 f_w ：広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、

f_t ：望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

α_w ：広角端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の主光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。また、光線高とは、光線がレンズ面に入射する位置と光軸との距離である。

α_t ：望遠端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。

P ：撮像素子の画素ピッチ (単位は mm)

である。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電子撮像素子において、以下の条件式 (4)、(5) を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$-40 < \alpha_w < -9 \quad \dots (4)$$

$$1.8 < \alpha_t < 10 \quad \dots (5)$$

ただし、 α_w ：広角端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の主光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。また、光線高とは、光線がレンズ面に入射する位置と光軸との距離である。

α_t ：望遠端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電子撮像素子において、以下の条件式 (6) を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$0.25 < f_{sr} / f_t < 0.41 \quad \dots (6)$$

ただし、 f_{sr} ：最も撮像素子に近いレンズ群の焦点距離、

f_t ：望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の電子撮像装置において、ズームレンズの開口絞りが広角端から望遠端へ変倍するとき、撮像素子から遠ざかる方向へ移動することを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の電子撮像装置において、前記ズームレンズが、物体側より順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群、開口絞り、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍するとき、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が広がり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が狭まることを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電子撮像装置において、前記ズームレンズが、前記第 3 レンズ群と電子撮像素子の間に、正のパワーを持つ第 4 レンズ群を有することを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電子撮像装置において、前記第 4 レンズ群は 1 枚の正レンズからなり、以下の条件式 (7) を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$-1 < (R_{4r} + R_{4f}) / (R_{4r} - R_{4f}) < 0 \quad \dots (7)$$

ただし、 R_{4r} ：前記第 4 レンズ群の正レンズの像面側の曲率半径、

R_{4f} ：前記第 4 レンズ群の正レンズの物体側の曲率半径、

である。

10

【請求項 8】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子撮像装置において、前記ズームレンズは、物体側より順に、負の第 1 レンズ群、開口絞り、正の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍するとき、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が狭まり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が広がるズームレンズであることを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 9】

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれかに記載の電子撮像装置において、前記第 3 レンズ群は最も物体側に非球面を有する正レンズを有し、そのレンズは以下の条件式 (8) を満たすことを特徴とする電子撮像装置。

$$0.2 < (R_{3r} + R_{3f}) / (R_{3r} - R_{3f}) < 0.8 \quad \dots (8)$$

ただし、 R_{3r} ：前記第 3 レンズ群の正レンズの像面側の曲率半径、

R_{3f} ：前記第 3 レンズ群の正レンズの物体側の曲率半径、

である。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズを用いた電子撮像装置に関し、特に小型化を実現した、ビデオカメラやデジタルカメラをはじめとする電子撮像装置に関するものである。

30

【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 のような固体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。更に、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。本発明においては、特にコンパクトな普及タイプのカテゴリーに注目している。

【0003】

このような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で、厚み方向のサイズが薄型であるタイプのデジタルカメラが好まれるようになっており、撮影レンズ系にもより一層の小型化が要望されている。一方、撮像素子の画素数が増加の傾向にあるため、撮像素子の高画素化に対応した高い光学性能が求められている。さらには量産性も確保するために、レンズ加工や組み込み工程での製造誤差に対する光学性能劣化の感度を小さく抑えておく必要がある。また撮影領域を広げるという観点から変倍比が 5 倍や 7 倍を超える高変倍ズームも一般化してきており、更なる高変倍化も期待されている一方で、広角化への期待もある。こういった要求に応えるべく様々なタイプのズームレンズ系が提案されている。

40

【0004】

比較的高変倍比でコンパクトなズームレンズを構成した先行技術としては、物体側より

50

正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群を有するタイプが知られており、以下のような技術が開示されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 7 1 0 5 5 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 5 2 2 4 4 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 2 7 1 7 8 8 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 3 - 2 4 1 0 9 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかしながら、特許文献 1 で提案されているズームレンズは、レンズ系の全長が大きい
ため小型化に向かない。特許文献 2 又は特許文献 3 で提案されているズームレンズでは、
十分な光学性能が確保されていない。

10

【0 0 0 6】

上記いずれの先行技術においてもズーム全域において撮像素子への光線の入射角度が小
さくなるように設計されており、変倍比を大きくしながら、良好な結像性能と小型化とを
両立することができていない。

【0 0 0 7】

特許文献 4 で提案されているズームレンズは、銀塩フィルムを用いた一眼レフカメラ用
として使うことを前提にしており、ズームレンズの光学系からの光線の射出角が大きい割
にはミラスペースを確保するためバックフォーカスを長く取っているため、このような
パワー配置では、十分な結像性能を得るためにはレンズ枚数が多くなり、小さな撮像素子
に対応する場合には小型化が難しい。

20

【0 0 0 8】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、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すべく、
カメラの小型化と高変倍比化・広角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安価なズームレンズ光学系を
用いた電子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 9】

上記課題を解決するために、本発明では、ズームレンズは開口絞りよりも撮像素子側に
少なくとも 1 つの正レンズを配し、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満たすような
構成とした。

30

$$|\alpha_t - \alpha_w| > 8 \quad \dots (1)$$

$$1.0 \times 10^{-3} < P < 4.0 \times 10^{-3} \quad \dots (2)$$

$$4 < f_t / f_w < 5.0 \quad \dots (3)$$

ただし、 f_w ：広角端でのズームレンズ全系の焦点距離、

f_t ：望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

α_w ：広角端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の主光線が撮像素子に入射するとき
光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低
い場合に正とする。また、光線高とは、光線がレンズ面に入射する位置と光軸との距離で
ある。なお、最軸外とは、最大像高のことである。

40

α_t ：望遠端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の光線が撮像素子に入射するとき光
軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い
場合に正とする。

P：撮像素子の画素ピッチ (単位は mm)

である。

【0 0 1 0】

一般に、CCD 等の電子撮像素子と結像光学系を用いた撮像装置においては、光学系の

50

光軸に対して射出角が大きいと撮像素子の受光の効率が下がり、画面周辺部において、十分な光量を得ることができなくなり、画質が低下しやすい。しかしながら、撮像素子への入射角を光軸と平行になるようにズームレンズを設計しようとすると、高変倍化と小型化を両立することが困難である。本発明においては、絞りよりも像面側のレンズの屈折力と形状を適切に設定することにより、広角端及び望遠端の周辺光量と光線射出角のバランスを取りながら、高変倍且つ像面湾曲の変動を小さくするため、上記条件式を満たすようにレンズを配置した。

【 0 0 1 1 】

条件式 (1) の上限内であれば、光学系の全長を長くなりすぎないように抑える事ができる。また、条件式 (1) の下限内であれば、最終レンズ群による像面湾曲変動を抑えることができる。いずれの場合も、結像性能を良好に保ちながら高変倍化と小型化を両立するための条件となる。

10

【 0 0 1 2 】

条件式 (2) の上限内であれば、撮像素子の面積を大きくすることなく、撮影画像で十分な解像力を得ることができ、ズームレンズを小型化できる。また、条件式 (2) の下限内であれば、光の回折により収差が小さくても画素ピッチに対して十分な解像力が得られなくなるのを防ぐことができる。

【 0 0 1 3 】

条件式 (3) の上限内であれば、条件式 (1) の関係をみたすようにレンズを配することで、望遠側の全長を短くすることができ、本発明の目的の一つである小型化を達成する上で好ましくなる。また、条件式 (3) の下限を下回ると、本発明の構成を取らなくても、全長が短く、レンズ枚数が少なく、収納時の鏡枠ユニットの厚みが十分に薄いズームレンズを設計可能である。

20

【 0 0 1 4 】

更には、上述の発明にて、以下のいずれかの構成を有する事がより好ましい。

【 0 0 1 5 】

広角端においては射出瞳が撮像素子受光面よりも物体側になるようにし、望遠端においては射出瞳よりも撮像素子受光面が物体側になるようにするべく、以下の条件式 (4)、(5) を満たす事が好ましい。

$$- 40 < \alpha_w < - 9$$

・・・ (4)

30

$$1.8 < \alpha_t < 10$$

・・・ (5)

ただし、 α_w ：広角端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の主光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。また、光線高とは、光線がレンズ面に入射する位置と光軸との距離である。

α_t ：望遠端における最軸外 $\times 0.8$ の像高の光線が撮像素子に入射するとき光軸となす角度 (°) で、撮像素子直前のレンズ面の光線高より撮像素子面の光線高が低い場合に正とする。

【 0 0 1 6 】

条件式 (4) の上限内であれば、望遠端における射出瞳が結像面に対してプラス方向としないため、射出瞳がマイナス方向にあるレンズに最適化された撮像素子を使用するときに、画面周辺部での S / N の低下を抑える上で好ましくなる。条件式 (4) の下限内であれば、広角端において撮像素子への入射角が大きくなりすぎず、広角端での画質の劣化を抑える上で好ましい。

40

【 0 0 1 7 】

同様に、条件式 (5) の上限内であれば、射出瞳がマイナス方向にあるレンズに最適化された撮像素子を使用するときに、望遠端における画面周辺部での画質が劣化を抑える上で好ましくなる。条件式 (5) の下限内であれば、広角端において撮像素子への入射角が大きくなりすぎず、広角端での画質が劣化を抑える上で好ましい。

【 0 0 1 8 】

50

また、以下の条件式(6)を満たすことが好ましい。

$$0.25 < f_{sr} / f_t < 0.41 \quad \dots (6)$$

ただし、 f_{sr} ：最も撮像素子に近いレンズ群の焦点距離、

f_t ：望遠端でのズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【0019】

条件式(6)の上限内であれば、本発明の構成において光学系の全長を短くする上で好ましくなる。また、条件式(6)の下限内であれば、広角端と望遠端の撮像素子への光線入射角が大きく異なる設計になるのを防ぎ、広角端が望遠端の両方にて画面周辺部の画質を良好に保持する上で好ましい。

【0020】

また、本発明の電子撮像装置に用いるズームレンズの開口絞りは、広角端から望遠端へ変倍するとき、撮像素子から遠ざかる方向へ移動するようにするのが好ましい。そうすることにより、広角端における後群の有効光束を細くしやすく、小型化に有利となる。

【0021】

また、そのズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力を持つ第2レンズ群、開口絞り、正の屈折力を持つ第3レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍するとき、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が広がり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が狭まるように構成するとコマ収差や像面湾曲を良好に保ったまま変倍比を大きくしやすい。

【0022】

さらに、第3レンズ群の像面側に第4レンズ群を配し、無限遠に合焦した状態から近距離の物体への合焦する際に第4レンズ群を繰り出してフォーカシングを行うようにすると、フォーカス群移動のための駆動機構の大型化を抑制しやすい。このとき、第4レンズ群には非球面を有する正レンズ用い、像面湾曲の変動を小さく抑えるために、以下の条件式(7)を満たすようにすると好ましい。

$$-1 < (R_{4r} + R_{4f}) / (R_{4r} - R_{4f}) < 0 \quad \dots (7)$$

ただし、 R_{4r} ：前記第4レンズ群の正レンズの像面側の曲率半径、

R_{4f} ：前記第4レンズ群の正レンズの物体側の曲率半径、

である。

【0023】

条件式(7)の上限内であれば、変倍比を大きくしながら、広角端における像面湾曲を小さくすることが容易となり、設計上好ましくなる。また、条件式(7)の下限内であれば、望遠端において、無限遠に合焦した状態から近距離状態に合焦するときの像面湾曲の変動を抑える上で好ましくなる。

【0024】

また、上記構成を取るとき、第3レンズ群の最も物体側に正レンズを配し、そこに非球面を用いて、さらに、そのレンズ形状を以下の条件式(8)を満たすようにすると好ましい。

$$0.2 < (R_{3r} + R_{3f}) / (R_{3r} - R_{3f}) < 0.8 \quad \dots (8)$$

ただし、 R_{3r} ：前記第3レンズ群の正レンズの像面側の曲率半径、

R_{3f} ：前記第3レンズ群の正レンズの物体側の曲率半径、

である。

【0025】

このようにすることで、変倍比を大きくしても球面収差とコマ収差が破綻しないように設計しやすくなる。また、条件式(8)の上限内であれば、ズーム全域に渡って球面収差とコマ収差を小さく保つことができる。さらに、条件式(8)の下限内であれば、望遠端において、第3レンズ群の主点を前に出しやすくなり、変倍比を大きくしつつコマ収差を小さくする上で好ましい構成となる。

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

以上のように、本発明によれば、電子撮像素子への入射角特性による周辺減光を最小限に抑えながら、変倍比を大きくしても広角端および望遠端における像面湾曲とコマ収差を良好に保つことが可能となり、携帯性の良い高倍率ズーム機能を持つカメラを提供することが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 7 】

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、カメラの小型化と広角化・高変倍比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、安価なズームレンズ光学系を提供している。

10

【 0 0 2 8 】

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を用いた電子撮像装置の例である。実施例 1 乃至 16 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 乃至 16 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限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。

【 0 0 2 9 】

20

以下、本発明のズームレンズの実施例 1 ~ 8 について説明する。実施例 1 ~ 8 の無限遠物点合焦時の広角端 (a)、中間状態 (b)、望遠端 (c) でのレンズ断面図をそれぞれ図 1 ~ 図 8 に示す。各図中、第 1 レンズ群は G 1、第 2 レンズ群は G 2、開口絞り S、第 3 レンズ群は G 3、第 4 レンズ群は G 4、第 5 レンズ群は G 5、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。

【 0 0 3 0 】

なお、実施例 9 ~ 16 に関しては、それぞれ実施例 1 ~ 8 と同様に構成されているので、図を省略する。

30

【 0 0 3 1 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【 0 0 3 2 】

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。ここで、広角端から望遠端までの間で第 2 レンズ群 G 2、第 3 レンズ群 G 3 又は第 4 レンズ群 G 4 の移動方向の変化する点を中間状態とした。以下、同じ。

【 0 0 3 3 】

40

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 0 3 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から望遠端まで、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物体側に移動する。

【 0 0 3 5 】

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、一体に物体側へ移動する。

【 0 0 3 6 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【 0 0 3 7 】

50

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、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 G 3 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第 4 レンズ群 G 4 は、両凸正レンズ 1 枚からなる。

【 0 0 3 8 】

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 G 3 の両凸正レンズの両面、負メニスカスレンズの像側の面、第 4 レンズ群 G 4 の両凸正レンズの像側の面の 8 面に用いている。

10

【 0 0 3 9 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【 0 0 4 0 】

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 0 4 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

20

【 0 0 4 2 】

開口絞り S と第 3 レンズ群 G 3 は、広角端から中間状態まで、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物体側に移動し、中間状態から望遠端まで、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像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より物体側、中間状態より像側に位置する。

【 0 0 4 3 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から中間状態まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら物体側に移動し、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

30

【 0 0 4 4 】

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、両凹負レンズと、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負メニスカスレンズとからなり、第 4 レンズ群 G 4 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

【 0 0 4 5 】

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 の両凹負レンズの両面、接合レンズの最も物体側の面、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 の正メニスカスレンズの両面の 8 面に用いている。

【 0 0 4 6 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【 0 0 4 7 】

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 0 4 8 】

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 0 4 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

【 0 0 5 0 】

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物体側に移動する。

10

【 0 0 5 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【 0 0 5 2 】

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、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 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 0 5 3 】

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 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 0 5 4 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【 0 0 5 5 】

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。

30

【 0 0 5 6 】

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 0 5 7 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側に位置する。

【 0 0 5 8 】

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物体側に移動する。

40

【 0 0 5 9 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【 0 0 6 0 】

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、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 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

50

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。

【 0 0 6 1 】

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 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 0 6 2 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

10

【 0 0 6 3 】

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 0 6 4 】

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 0 6 5 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

20

【 0 0 6 6 】

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物体側に移動する。

【 0 0 6 7 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から中間状態まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動し、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物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より像側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側、中間状態の位置より若干物体側に位置する。

【 0 0 6 8 】

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とからなり、第 2 レンズ群 G 2 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 G 3 は、両凸正レンズと、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 4 レンズ群 G 4 は、両凸正レンズ 1 枚からなる。

30

【 0 0 6 9 】

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 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 0 7 0 】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

40

【 0 0 7 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 0 7 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 0 7 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中

50

間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側に位置する。

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物体側に移動する。

【0074】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【0075】

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、両凸正レンズとからなり、第 2 レンズ群 G 2 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 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。

【0076】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凸正レンズの像側の面、第 2 レンズ群 G 2 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 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。

【0077】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【0078】

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。

【0079】

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。

【0080】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側に位置する。

【0081】

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物体側に移動する。

【0082】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【0083】

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とからなり、第 2 レンズ群 G 2 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。

【0084】

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 の像側の両凹負レンズの両面、物体側の両凹負レンズの像側の面、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。

【0085】

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 G 1、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3、正

10

20

30

40

50

屈折力の第 4 レンズ群 G 4 から構成されている。

【 0 0 8 6 】

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 0 8 7 】

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 0 8 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、広角端から中間状態まで、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に移動し、中間状態から望遠端まで、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に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側に位置する。

10

【 0 0 8 9 】

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物体側に移動する。

【 0 0 9 0 】

第 4 レンズ群 G 4 は、広角端から望遠端まで、第 3 レンズ群 G 3 との間隔を広げながら像側に移動する。

【 0 0 9 1 】

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、両凸正レンズとからなり、第 2 レンズ群 G 2 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 0 9 2 】

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 の像側の両凹負レンズの両面、物体側の両凹負レンズの像側の面、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 0 9 3 】

以下、各実施例におけるレンズの数値データを示す。

【 0 0 9 4 】

なお、実施例 1 1 ~ 2 0 に関しては、それぞれ実施例 1 ~ 1 0 と同様に構成されており、各種データのみを示す。

30

【 0 0 9 5 】

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、 v_d は各レンズの d 線におけるアッペ数、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} は非球面係数、 $E \pm n$ は $\times 10 \pm n$ をそれぞれ示している。

【 0 0 9 6 】

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。

40

$$Z = (Y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot (Y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 \times Y^4 + A_6 \times Y^6 + A_8 \times Y^8 + A_{10} \times Y^{10}$$

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 0 9 7 】

数値実施例 1

単位 m m

面 データ

面番号	r	d	n_d	v_d
1	26.666	0.80	1.92286	18.90

50

2	19.250	3.50	1.74320	49.34	
3 (非球面)	-176.734	可変			
4 (非球面)	-40.959	0.80	1.80610	40.92	
5 (非球面)	5.528	2.69			
6	-1141.838	1.71	1.94595	17.98	
7	-10.862	0.70	1.80610	40.92	
8 (非球面)	134.158	可変			
9 (絞り)	∞	0.30			
10 (非球面)	4.298	2.40	1.49700	81.54	
11 (非球面)	-11.697	0.10			10
12	8.062	1.30	2.00170	20.64	
13 (非球面)	4.214	可変			
14	40.803	2.20	1.74320	49.34	
15 (非球面)	-16.732	可変			
16	∞	0.40	1.54771	62.84	
17	∞	0.50			
18	∞	0.50	1.51633	64.14	
19	∞	0.37			
像面	∞				20

非球面データ

第3面

K=0.000,A4=7.63091E-06,A6=-4.82260E-09

第4面

K=0.000,A4=1.32148E-03,A6=-5.72963E-05,A8=1.18744E-06,A10=-1.03698E-08

第5面

K=0.000,A4=1.61134E-03,A6=2.28101E-05,A8=-1.71055E-06,A10=-1.22624E-09

第8面

K=0.000,A4=-4.56444E-04,A6=-9.41345E-06,A8=-1.00141E-07,A10=-2.44141E-10

第10面

K=0.000,A4=-1.33244E-03,A6=-5.69354E-05,A8=-2.91994E-06,A10=-7.27923E-08

第11面

K=0.000,A4=-1.85420E-05,A6=-2.18626E-05,A8=1.44977E-06,A10=-2.94845E-08

第13面

K=0.000,A4=1.21796E-03,A6=9.52243E-05

第15面

K=0.000,A4=3.00000E-05

各種データ

ズーム比

2.87

40

広角

中間

望遠

焦点距離

5.07

14.80

48.79

Fナンバー

3.50

5.24

6.00

画角

77.72

28.31

9.15

像高

3.88

3.88

3.88

レンズ全長

37.84

50.08

64.46

B F

6.46

6.06

4.38

d3

0.59

9.44

16.89

d9

10.35

4.89

0.73

50

d11	3.95	13.20	25.96
d13	4.97	4.57	2.91

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	34.03
2	5	-6.36
3	10	10.21
4	12	16.15

【 0 0 9 8 】

10

数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n d	v d
1	16.468	0.60	1.94595	17.98
2	11.669	4.00	1.77250	49.60
3 (非球面)	-298.514	可変		
4 (非球面)	-35.694	0.50	1.83481	42.71
5 (非球面)	5.250	1.50		
6 (非球面)	41.185	0.50	1.77250	49.60
7	6.700	1.60	1.94595	17.98
8	21.527	可変		
9 (絞り)	∞	0.30		
10 (非球面)	4.099	2.05	1.49700	81.54
11 (非球面)	-10.634	0.10		
12	4.996	0.40	2.00170	20.64
13	3.471	可変		
14 (非球面)	-10.082	1.60	1.74320	49.34
15 (非球面)	-5.932	可変		
16	∞	0.30	1.54771	62.84
17	∞	0.30		
18	∞	0.30	1.51633	64.14
19	∞	0.37		
像面	∞			

20

30

非球面データ

第 3 面

K=0.000,A4=2.79166E-05,A6=-9.61223E-08

第 4 面

K=0.000,A4=6.02597E-04,A6=-3.67937E-05,A8=9.10591E-07,A10=-7.79624E-09

第 5 面

K=0.000,A4=6.24667E-04,A6=6.02647E-05,A8=-2.20783E-06,A10=-1.71665E-08

第 6 面

K=0.000,A4=9.33860E-04,A6=3.93633E-05

第 10 面

K=0.000,A4=-2.44420E-03,A6=-1.76979E-05,A8=-3.79600E-06,A10=-7.36605E-08

第 11 面

K=0.000,A4=1.98650E-04,A6=-4.57669E-05,A8=2.54073E-06,A10=-2.62988E-08

第 14 面

40

50

K=0.000,A4=1.16049E-03,A6=-2.06578E-05

第 1 5 面

K=0.000,A4=1.54681E-03,A6=-7.33550E-07

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.10	14.24	48.56
F ナンバー	6.01	8.67	11.00
画角	77.92	27.89	9.39
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	32.91	40.53	41.14
B F	8.49	8.93	1.13
d3	0.30	4.73	11.21
d8	9.19	3.81	0.30
d13	1.77	9.91	15.36
d15	7.40	7.89	0.13

10

ズームレンズ群データ

20

群	始面	焦点距離
1	1	22.14
2	5	-5.32
3	10	9.37
4	12	16.56

【 0 0 9 9 】

数値実施例 3

単位 m m

面データ

30

面番号	r	d	n d	v d
1	20.909	0.80	2.00170	20.64
2	16.720	3.62	1.61881	63.85
3 (非球面)	-99.283	可変		
4 (非球面)	-76.528	0.80	1.83481	42.71
5 (非球面)	7.133	2.58		
6	-206.923	1.63	2.10225	16.79
7	-18.640	0.80	1.83481	42.71
8 (非球面)	54.142	可変		
9 (絞り)	∞	0.30		
10 (非球面)	5.593	2.49	1.69350	53.21
11 (非球面)	-19.473	0.08		
12	5.572	1.46	1.49700	81.54
13	37.089	0.71	2.00330	28.27
14	3.573	可変		
15 (非球面)	32.825	3.00	1.74330	49.33
16 (非球面)	-14.479	可変		
17	∞	0.40	1.54771	62.84
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14

40

50

20	∞	0.37
像面	∞	

非球面データ

第 3 面

K=0.000, A4=1.14689E-05, A6=4.83606E-09, A8=-2.02752E-10, A10=7.85884E-13

第 4 面

K=9.178,A4=8.86386E-05,A6=-2.97753E-06,A8=4.62415E-08,A10=-3.04205E-10

第 5 面

K=0.265,A4=1.50448E-04,A6=6.43712E-06,A8=-2.33528E-07,A10=-2.66160E-09

10

第 8 面

K=-1.493,A4=-3.07535E-04,A6=-4.47187E-06,A8=2.37774E-07,A10=-5.43727E-09

第 1 0 面

K=0.822,A4=-1.07173E-03,A6=-3.12892E-05,A8=-1.48549E-06,A10=-1.40758E-08

第 1 1 面

K=-3.282,A4=4.48842E-04,A6=3.09551E-06,A8=-8.51889E-07,A10=1.92356E-07

第 1 5 面

K=0.000, A4=3.25911E-05, A6=1.49778E-07

第 16 面

K=0.000, A4=1.36486E-04, A6=-4.26236E-06, A8=7.39509E-08

20

各種データ

ズーム比 2.87
 広角 中間 望遠

焦点距離	5.14	15.85	49.07
------	------	-------	-------

F ナンバー	3.22	4.92	6.00
--------	------	------	------

画角	80.40	26.86	9.00
----	-------	-------	------

像 高	3.88	3.88	3.88
-----	------	------	------

レンズ全長	42.87	51.96	57.58
-------	-------	-------	-------

B F	5.44	5.15	4.75
-----	------	------	------

30

d3	0.18	8.37	16.20
----	------	------	-------

d8	16.03	8.55	1.75
----	-------	------	------

d14	2.97	11.62	16.62
-----	------	-------	-------

d16	3.93	3.71	3.30
-----	------	------	------

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
---	----	------

1	1	32.05
---	---	-------

2 5 -7.25

3	10	10.94
---	----	-------

4	12	13.89
---	----	-------

40

【 0 1 0 0 】

数值实施例 4

單位 m m

面データ

面番号	r	d	n d	v d
1	20.015	0.80	2.00170	20.64
2	16.318	3.62	1.59201	67.02

50

3 (非球面)	-95.128	可変			
4 (非球面)	-72.309	0.80	1.83481	42.71	
5 (非球面)	7.089	2.58			
6	-222.779	1.64	2.10225	16.79	
7	-18.442	0.80	1.83481	42.71	
8 (非球面)	56.401	可変			
9 (絞り)	∞	0.30			
10 (非球面)	5.596	2.49	1.69350	53.21	
11 (非球面)	-19.119	0.08			
12	5.586	1.46	1.49700	81.54	10
13	38.700	0.71	2.00330	28.27	
14	3.565	可変			
15 (非球面)	33.330	3.00	1.74330	49.33	
16 (非球面)	-14.041	可変			
17	∞	0.40	1.54771	62.84	
18	∞	0.50			
19	∞	0.50	1.51633	64.14	
20	∞	0.37			
像面	∞				20

非球面データ

第3面

$K=0.000, A4=1.25893E-05, A6=5.29224E-09, A8=-2.09551E-10, A10=7.93834E-13$

第4面

$K=7.869, A4=6.69751E-05, A6=-2.58449E-06, A8=6.22145E-08, A10=-5.23773E-10$

第5面

$K=0.227, A4=1.07973E-04, A6=6.32093E-06, A8=-5.41685E-07, A10=1.70854E-08$

第8面

$K=-1.493, A4=-3.10021E-04, A6=5.60758E-07, A8=-8.83358E-08, A10=-2.21573E-09$

第10面

$K=0.822, A4=-1.11343E-03, A6=-3.05892E-05, A8=-1.85139E-06, A10=-1.78845E-08$

第11面

$K=-2.814, A4=4.08676E-04, A6=-1.21638E-06, A8=-7.04762E-07, A10=1.50032E-07$

第15面

$K=0.000, A4=4.74683E-05, A6=-7.77189E-07$

第16面

$K=0.000, A4=1.67236E-04, A6=-5.05549E-06, A8=6.48089E-08$

各種データ

ズーム比

2.87

40

広角

中間

望遠

焦点距離

5.11

15.78

48.99

Fナンバー

3.24

4.95

6.00

画角

80.45

26.99

9.02

像高

3.88

3.88

3.88

レンズ全長

42.85

51.98

57.55

B F

5.43

5.17

4.72

d3

0.18

8.37

16.20

d8

16.03

8.55

1.74

50

d14	2.96	11.63	16.63
d16	3.93	3.73	3.25

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.03
2	5	-7.26
3	10	10.97
4	12	13.59

【 0 1 0 1 】

10

数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	v d
1	24.303	0.60	1.94595	17.98
2	20.214	3.77	1.59201	67.02
3 (非球面)	-81.890	可変		
4 (非球面)	-126.121	0.80	1.85135	40.10
5 (非球面)	7.298	2.55		
6	-47.821	1.82	1.94595	17.98
7	-12.243	0.70	1.77377	47.17
8 (非球面)	1048.205	可変		
9 (絞り)	∞	0.00		
10 (非球面)	4.740	2.61	1.59201	67.02
11 (非球面)	-24.526	0.10		
12	8.362	1.56	1.49700	81.54
13	-11.267	0.42	1.62004	36.26
14	3.425	可変		
15 (非球面)	23.304	2.94	1.58913	61.14
16 (非球面)	-14.592	可変		
17	∞	0.40	1.54771	62.84
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像面	∞			

20

30

非球面データ

第 3 面

K=0.000, A4=9.98895E-06, A6=-1.42502E-08, A8=1.40262E-10, A10=-7.79860E-13

40

第 4 面

K=0.000, A4=1.42993E-05, A6=-3.36962E-06, A8=6.97681E-08, A10=-5.69362E-10

第 5 面

K=0.028, A4=2.04098E-04, A6=-1.50503E-06, A8=1.91466E-07, A10=-1.44606E-08

第 8 面

K=0.104, A4=-3.08161E-04, A6=-3.71109E-06, A8=1.80523E-07

第 1 0 面

K=0.000, A4=-4.81405E-04, A6=6.75956E-06, A8=-4.24430E-07, A10=3.05963E-07

第 1 1 面

K=0.000, A4=1.00467E-03, A6=4.70567E-05, A8=-1.92213E-06, A10=8.59706E-07

50

第 1 5 面

$K=0.163, A4=1.85121E-05, A6=4.98422E-06, A8=-8.22837E-07, A10=1.70212E-08$

第 1 6 面

$K=0.027, A4=3.00013E-05, A6=1.96174E-06, A8=-7.90283E-07, A10=1.71060E-08$

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.12	16.02	49.23
F ナンバー	3.30	5.51	6.00
画角	79.85	27.06	9.00
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	41.88	53.53	58.82
B F	6.32	4.30	4.79
d3	0.30	8.76	18.86
d8	15.57	8.95	1.47
d14	1.81	13.63	15.82
d16	4.81	2.89	3.30

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	35.22
2	5	-7.67
3	10	11.44
4	12	15.68

【 0 1 0 2 】

数値実施例 6

単位 m m

30

面データ

面番号	r	d	n d	v d
1	20.846	0.80	2.00170	20.64
2	16.766	0.10		
3	16.944	3.62	1.61881	63.85
4 (非球面)	-97.907	可変		
5 (非球面)	-77.096	0.80	1.83481	42.71
6 (非球面)	7.139	2.58		
7	-210.704	1.63	2.10225	16.79
8	-18.613	0.80	1.83481	42.71
9 (非球面)	54.391	可変		
10 (絞り)	∞	0.30		
11 (非球面)	5.591	2.49	1.69350	53.21
12 (非球面)	-19.444	0.08		
13	5.570	1.46	1.49700	81.54
14	36.999	0.71	2.00330	28.27
15	3.573	可変		
16 (非球面)	32.909	3.00	1.74330	49.33
17 (非球面)	-14.495	可変		
18	∞	0.40	1.54771	62.84

40

50

19	∞	0.50		
20	∞	0.50	1.51633	64.14
21	∞	0.37		
像面	∞			

非球面データ

第4面

K=0.000, A4=1.11417E-05, A6=4.77301E-09, A8=-1.76384E-10, A10=5.67505E-13

第5面

K=9.178, A4=8.69795E-05, A6=-1.63148E-06, A8=8.03659E-09, A10=-1.24224E-11 10

第6面

K=0.265, A4=1.50147E-04, A6=7.13726E-06, A8=-8.18039E-08, A10=-8.56450E-09

第9面

K=-1.493, A4=-3.05420E-04, A6=-3.72321E-06, A8=1.95408E-07, A10=-4.53534E-09

第11面

K=0.822, A4=-1.07795E-03, A6=-3.09591E-05, A8=-1.21284E-06, A10=1.00402E-08

第12面

K=-3.118, A4=4.44583E-04, A6=4.62513E-06, A8=-3.41403E-07, A10=2.10091E-07

第16面

K=0.000, A4=3.25824E-05, A6=4.25516E-07 20

第17面

K=0.000, A4=1.37067E-04, A6=-4.13492E-06, A8=7.46073E-08

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.12	15.83	48.93
Fナンバー	3.21	4.92	6.00
画角	79.98	26.88	9.04
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.93	51.97	57.60
B F	5.40	5.06	4.68
d4	0.18	8.37	16.20
d9	16.03	8.55	1.75
d15	2.97	11.62	16.62
d17	3.90	3.62	3.22

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.05
2	5	-7.27
3	10	10.91
4	12	13.85

【0 1 0 3】

数値実施例7

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	v d
-----	---	---	-----	-----

1	19.302	0.80	2.00170	20.64	
2	15.365	3.62	1.58913	61.14	
3 (非球面)	-104.689	可変			
4 (非球面)	-93.884	0.80	1.83481	42.71	
5 (非球面)	6.716	2.58			
6	-700.605	1.68	2.10225	16.79	
7	-19.733	0.10			
8	-17.664	0.80	1.83481	42.71	
9 (非球面)	95.016	可変			
10 (絞り)	∞	0.30			10
11 (非球面)	5.420	2.49	1.69350	53.21	
12 (非球面)	-19.583	0.08			
13	5.498	1.46	1.49700	81.54	
14	34.975	0.54	2.00330	28.27	
15	3.525	可変			
16 (非球面)	39.743	3.00	1.74330	49.33	
17 (非球面)	-13.961	可変			
18	∞	0.40	1.54771	62.84	
19	∞	0.50			
20	∞	0.50	1.51633	64.14	20
21	∞	0.37			
像面	∞				

非球面データ

第3面

$K=0.000, A4=1.23054E-05, A6=2.60212E-09, A8=-3.07823E-10, A10=1.71458E-12$

第4面

$K=7.869, A4=3.85724E-05, A6=-1.69314E-06, A8=4.09224E-08, A10=-3.42105E-10$

第5面

$K=0.227, A4=4.89518E-05, A6=5.35203E-06, A8=-5.51299E-07, A10=1.60553E-08$

第9面

$K=-1.493, A4=-3.26017E-04, A6=9.90185E-07, A8=-1.35284E-07, A10=-1.79042E-09$

第11面

$K=0.781, A4=-1.18366E-03, A6=-2.67284E-05, A8=-2.83249E-06, A10=2.20918E-08$

第12面

$K=-2.672, A4=4.44282E-04, A6=1.65015E-05, A8=-3.53535E-06, A10=3.82848E-07$

第16面

$K=0.000, A4=5.39933E-05, A6=-2.94851E-06$

第17面

$K=0.000, A4=1.52333E-04, A6=-7.37192E-06, A8=8.02981E-08$

各種データ

ズーム比

2.87

広角

中間

望遠

焦点距離

5.12

15.83

49.08

Fナンバー

3.26

4.97

6.00

画角

80.46

27.07

9.06

像高

3.88

3.88

3.88

レンズ全長

42.91

51.75

57.66

B F

5.49

5.17

4.74

d3	0.18	8.28	16.32
d9	16.03	8.34	1.61
d15	2.98	11.72	16.76
d17	4.00	3.73	3.27

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.45
2	5	-7.30
3	10	10.95
4	12	14.17

10

【 0 1 0 4 】

数値実施例 8

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n d	v d
1	19.671	0.80	2.00170	20.64
2	15.603	0.10		
3	15.450	3.62	1.58913	61.14
4 (非球面)	-100.545	可変		
5 (非球面)	-84.986	0.80	1.83481	42.71
6 (非球面)	6.782	2.58		
7	20800.198	1.65	2.10225	16.79
8	-20.211	0.10		
9	-17.058	0.80	1.83481	42.71
10 (非球面)	114.384	可変		
11 (絞り)	∞	0.30		
12 (非球面)	5.434	2.49	1.69350	53.21
13 (非球面)	-19.397	0.08		
14	5.474	1.46	1.49700	81.54
15	33.364	0.52	2.00330	28.27
16	3.517	可変		
17 (非球面)	40.792	2.99	1.74330	49.33
18 (非球面)	-13.902	可変		
19	∞	0.40	1.54771	62.84
20	∞	0.50		
21	∞	0.50	1.51633	64.14
22	∞	0.37		
像面	∞			

20

30

40

非球面データ

第 4 面

K=0.000, A4=1.29756E-05, A6=6.43761E-09, A8=-3.58863E-10, A10=2.03026E-12

第 5 面

K=7.869, A4=8.02051E-05, A6=-2.23965E-06, A8=3.94995E-08, A10=-3.00060E-10

第 6 面

K=0.227, A4=7.38440E-05, A6=6.33121E-06, A8=-4.73985E-07, A10=1.42758E-08

第 10 面

50

K=-1.493,A4=-3.07032E-04,A6=-8.00912E-07,A8=-8.47630E-08,A10=-2.11918E-09

第 1 2 面

K=0.781,A4=-1.18705E-03,A6=-2.86980E-05,A8=-2.73106E-06,A10=-5.40040E-09

第 1 3 面

K=-2.671,A4=4.20020E-04,A6=1.36038E-05,A8=-3.42454E-06,A10=3.29100E-07

第 1 7 面

K=0.000,A4=5.57926E-05,A6=-2.76078E-06

第 1 8 面

K=0.000,A4=1.63767E-04,A6=-7.83584E-06,A8=9.06245E-08

10

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.12	15.82	49.12
F ナンバー	3.19	4.91	6.00
画角	80.22	27.08	9.06
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	42.99	51.80	57.66
B F	5.51	5.18	4.72

20

d4	0.18	8.26	16.33
d10	16.03	8.33	1.58
d16	2.99	11.75	16.76
d18	3.65	3.37	2.88

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	32.39
2	5	-7.32
3	10	10.96
4	12	14.21

30

【 0 1 0 5 】

数値実施例 9

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.07	14.80	48.79
F ナンバー	3.50	5.24	6.00
画角	38.57	14.06	4.54
像高	3.84	3.85	3.85

40

【 0 1 0 6 】

数値実施例 1 0

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.10	14.24	48.56

50

F ナンバー	6.01	8.67	11.00
画角	38.20	13.73	4.63
像高	3.79	3.81	3.83

【 0 1 0 7 】

数値実施例 1 1

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠

10

焦点距離	5.14	15.85	49.07
F ナンバー	3.22	4.92	6.00
画角	38.82	13.38	4.49
像高	3.71	3.86	3.87

【 0 1 0 8 】

数値実施例 1 2

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠

20

焦点距離	5.11	15.78	48.99
F ナンバー	3.24	4.95	6.00
画角	38.87	13.45	4.50
像高	3.71	3.87	3.87

【 0 1 0 9 】

数値実施例 1 3

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠

30

焦点距離	5.12	16.02	49.23
F ナンバー	3.30	5.51	6.00
画角	38.83	13.49	4.50
像高	3.74	3.87	3.88

【 0 1 1 0 】

数値実施例 1 4

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠

40

焦点距離	5.12	15.83	48.93
F ナンバー	3.21	4.92	6.00
画角	38.83	13.49	4.51
像高	3.74	3.86	3.87

【 0 1 1 1 】

数値実施例 1 5

単位 m m

50

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.12	15.83	49.08
F ナンバー	3.26	4.97	6.00
画角	38.82	13.49	4.53
像高	3.71	3.87	3.88

【 0 1 1 2 】

数値実施例 1 6

単位 m m

各種データ

ズーム比	2.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.12	15.82	49.12
F ナンバー	3.19	4.91	6.00
画角	38.77	13.50	4.53
像高	3.72	3.87	3.88

【 0 1 1 3 】

以上の実施例 1 ~ 8 の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図 9 ~ 図 1 6 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。各図中、“ F I Y ” は半画角を示す。なお、実施例 9 ~ 1 6 に関しては、それぞれ実施例 1 ~ 8 と同様に構成されているので、収差図を省略する。

【 0 1 1 4 】

次に、上記各実施例における条件式 (1) ~ (8) の値を示す。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	15.15	10.82	15.06	15.29
(2)	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0
(3)	9.63	9.51	9.55	9.58
(4)	-9.35	-11.71	-10.50	-10.43
(5)	5.81	-0.89	4.56	4.86
(6)	0.33	0.34	0.28	0.28
(7)	-0.42	-3.86	-0.39	-0.41
(8)	0.46	0.44	0.55	0.55

【 0 1 1 5 】

条件式	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
(1)	15.16	15.13	14.91	14.82
(2)	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0
(3)	9.61	9.55	9.59	9.59
(4)	-12.19	-10.53	-10.54	-10.52
(5)	2.97	4.61	4.38	4.30
(6)	0.32	0.28	0.29	0.29
(7)	-0.23	-0.39	-0.48	-0.49
(8)	0.68	0.55	0.57	0.56

【 0 1 1 6 】

各実施例にて、以下の構成としてもよい。

【 0 1 1 7 】

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と良い。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する。広角端での像高 I_{mw} は、中間焦点距離状態の像高 I_{ms} や望遠端での像高 I_{mt} よりも小さくなるようにしている。

【0118】

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ことが好ましい。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。

10

【0119】

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。

20

【0120】

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。

【0121】

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原色及び第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。

30

【0122】

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。

【0123】

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、最も像面側の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ない。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

【0124】

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。

【0125】

また、ピント調節を行うためのフォーカシングは最も像面側の群が望ましい。最も像面側の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。

50

【 0 1 2 6 】

上述のように最も像面側の群のフォーカシングが望ましいが、第 1、2、3、4 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。複数のレンズ群を動かすことで、フォーカシングによる性能劣化をより効率的に小さくできる。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。

【 0 1 2 7 】

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。

10

【 0 1 2 8 】

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実施する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。

【 0 1 2 9 】

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は特に効果的である。

20

【 0 1 3 0 】

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等の開示されている。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。

【 0 1 3 1 】

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。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。

30

【 0 1 3 2 】

図 17 ~ 図 20 は、以上のようなズームレンズを撮影光学系 41 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 17 はデジタルカメラ 40 の外観を示す前方斜視図、図 18 は同後方正面図、図 19 はデジタルカメラ 40 の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図 17 と図 19 においては、撮影光学系 41 の非沈胴時を示している。デジタルカメラ 40 は、この例の場合、撮影用光路 42 上に位置する撮影光学系 41、ファインダー用光路 44 上に位置するファインダー光学系 43、シャッターボタン 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 1

40

50

7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ボタン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、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CCD49の撮像面(光電変換面)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。

10

【0133】

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(図の場合は3群)と正立プリズム55a、55b、55cからなる正立プリズム系55とから構成され、撮影光学系41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53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55の視野枠57上に形成される。この正立プリズム系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。

20

【0134】

図20は、上記デジタルカメラ40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51は例えばCDS/ADC部24、一次記憶メモリ17、画像処理部18等からなり、記憶手段52は例えば記憶媒体部19等からなる。

【0135】

図20に示すように、デジタルカメラ40は、操作部12と、この操作部12に接続された制御部13と、この制御部13の制御信号出力ポートにバス14及び15を介して接続された撮像駆動回路16並びに一次記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21を備えている。

【0136】

上記の一次記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21はバス22を介して相互にデータの入力又は出力が可能のように構成され、また、撮像駆動回路16には、CCD49とCDS/ADC部24が接続されている。

30

【0137】

操作部12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13は、例えばCPU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。

40

【0138】

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、撮像駆動回路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。

【0139】

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(バイヤーデータ、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。

【0140】

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

50

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、一次記憶メモリ 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。

【 0 1 4 1 】

記憶媒体部 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、一次記憶メモリ 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 1 4 2 】

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等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。

【 0 1 4 3 】

このように構成されたデジタルカメラ 4 0 は、撮影光学系 4 1 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。

【 0 1 4 4 】

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はなく、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。

【 0 1 4 5 】

また、以下のように条件式を変更する事で、より好ましい構成となる。

$$\begin{aligned} |\alpha_t - \alpha_w| &> 9 && \cdots (1)' \\ |\alpha_t - \alpha_w| &> 10 && \cdots (1)'' \\ 5 < f_t / f_w < 40 && \cdots (3)' \\ 7 < f_t / f_w < 30 && \cdots (3)'' \end{aligned}$$

各条件式の上限值のみ、もしくは下限値のみを新たな上限値、下限値としても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 6 】

【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)、中間状態 (b)、望遠端 (c) 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】実施例 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 10】実施例 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 11】実施例 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 12】実施例 4 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 13】実施例 5 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 14】実施例 6 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 15】実施例 7 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 16】実施例 8 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 17】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 18】図 17 のデジタルカメラの後方斜視図である。

【図 19】図 17 のデジタルカメラの断面図である。

【図 20】図 17 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】

【0147】

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

I ... 像面

E ... 観察者眼球

12 ... 操作部

13 ... 制御部

14、15 ... バス

16 ... 撮像駆動回路

17 ... 一次記憶メモリ

18 ... 画像処理部

19 ... 記憶媒体部

20 ... 表示部

21 ... 設定情報記憶メモリ部

22 ... バス

24 ... CDS / ADC 部

40 ... デジタルカメラ

41 ... 撮影光学系

42 ... 撮影用光路

43 ... ファインダー光学系

44 ... ファインダー用光路

45 ... シャッターボタン

46 ... フラッシュ

47 ... 液晶表示モニター

49 ... CCD

50 ... カバー部材

51 ... 処理手段

52 ... 記録手段

53 ... ファインダー用対物光学系

55 ... 正立プリズム系

55 a、55 b、55 c、... 正立プリズム

57 ... 視野枠

59 ... 接眼光学系

60 ... カバー

61 ... 焦点距離変更ボタン

62 ... 設定変更スイッチ

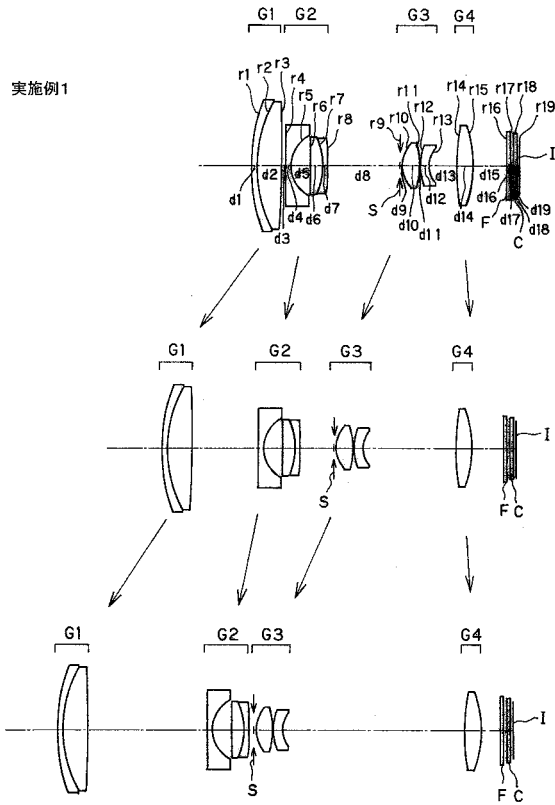
10

20

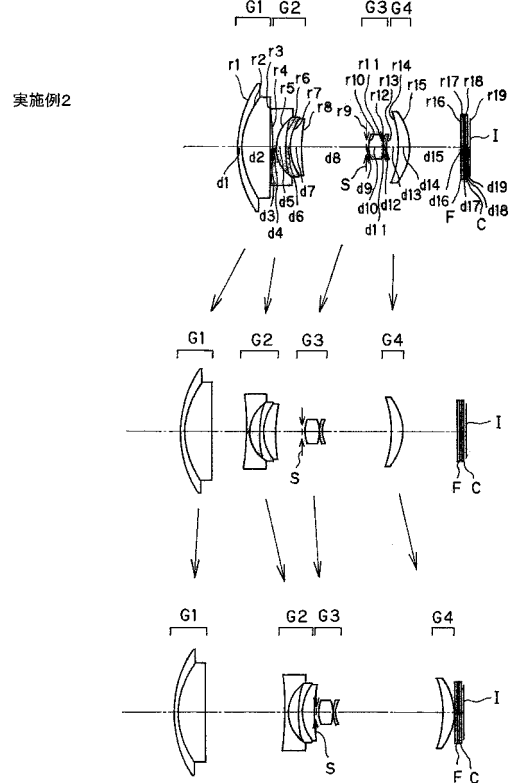
30

40

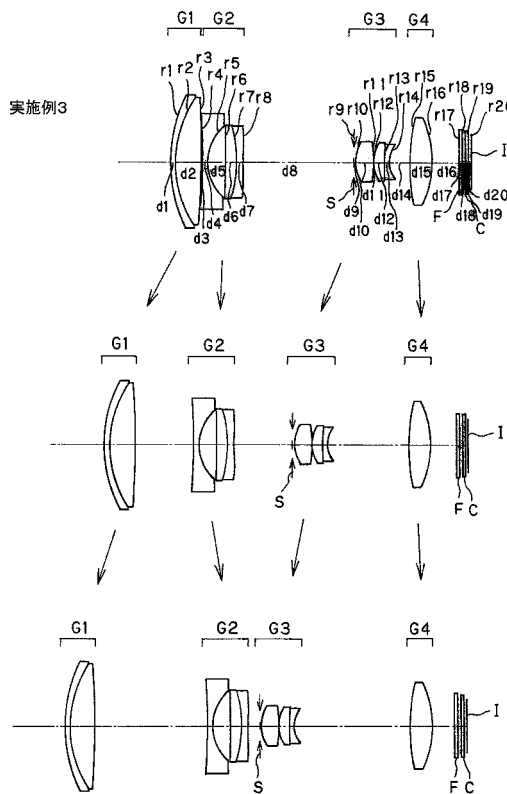
【 図 1 】



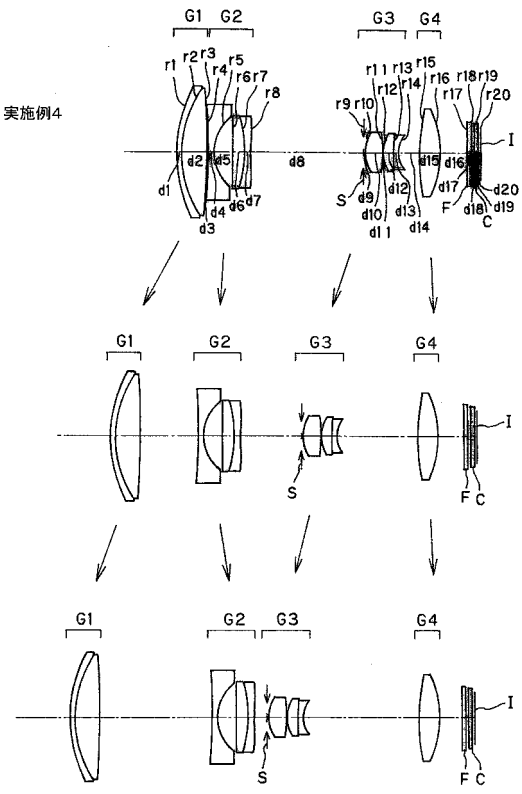
【 図 2 】



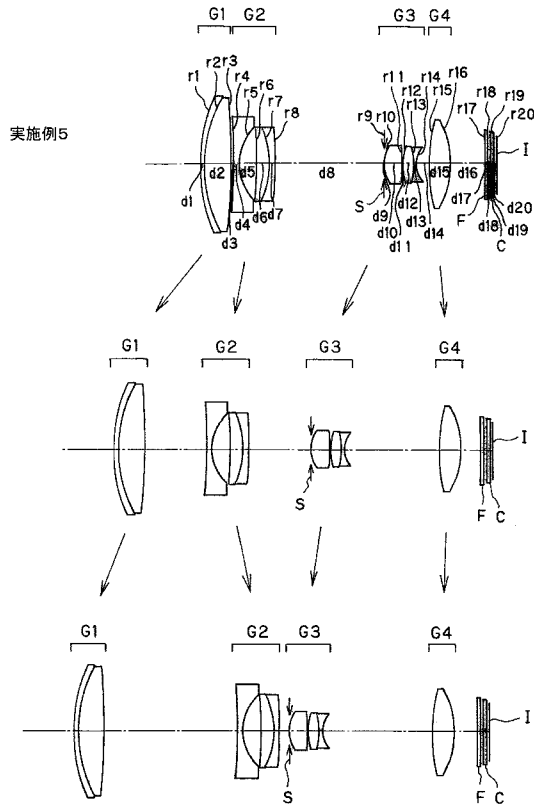
【 図 3 】



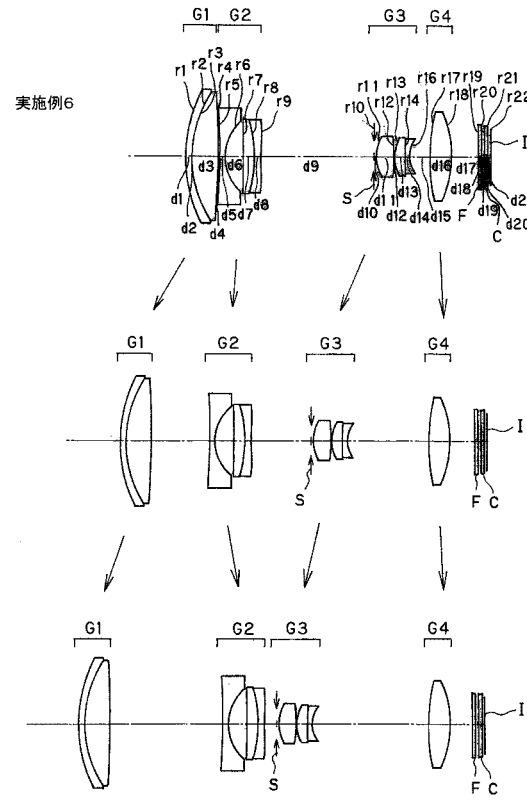
【 図 4 】



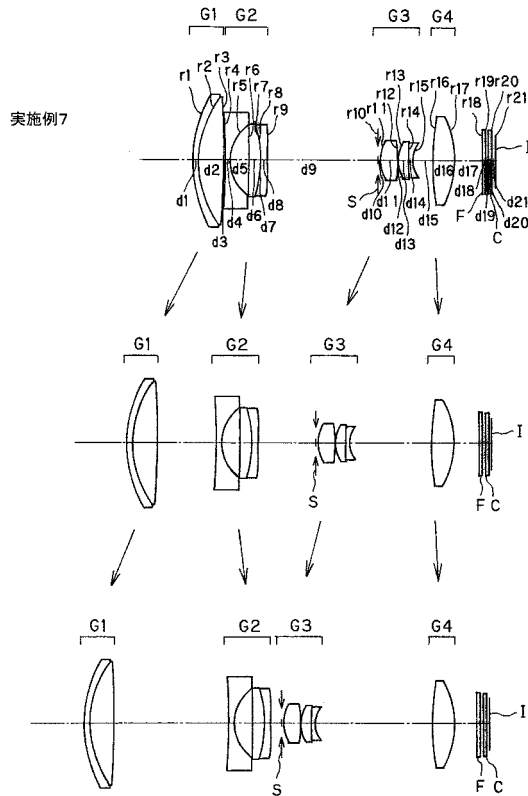
【 図 5 】



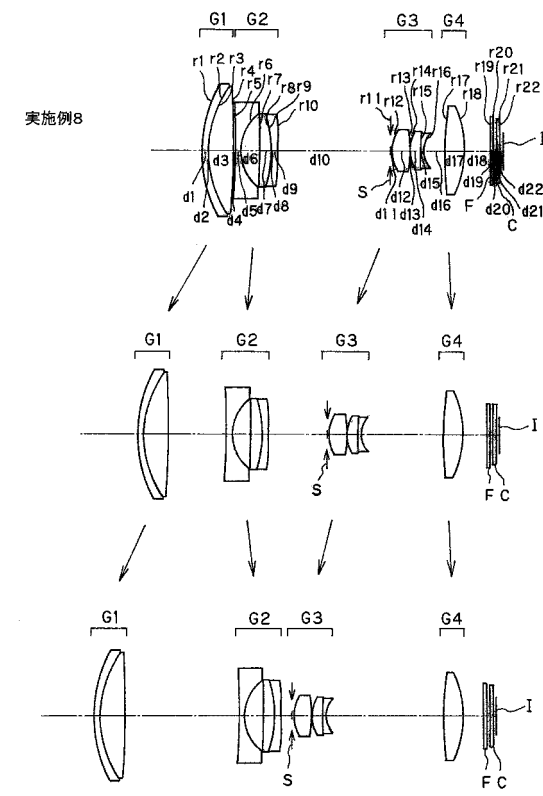
【 図 6 】



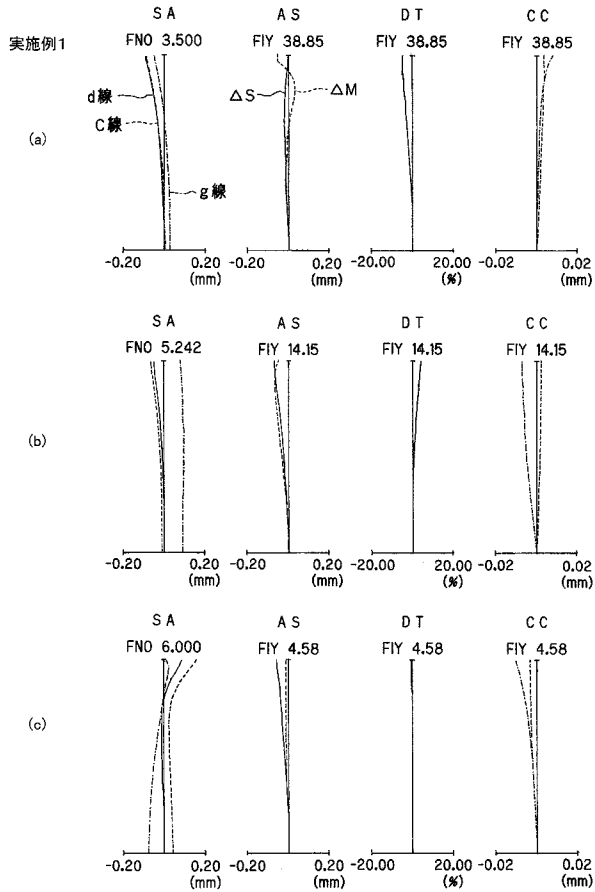
【 図 7 】



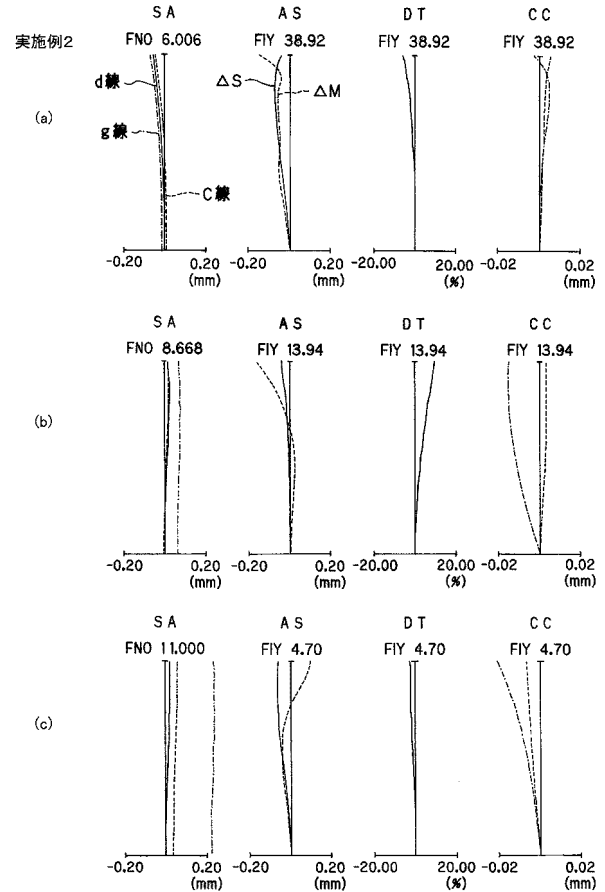
【 図 8 】



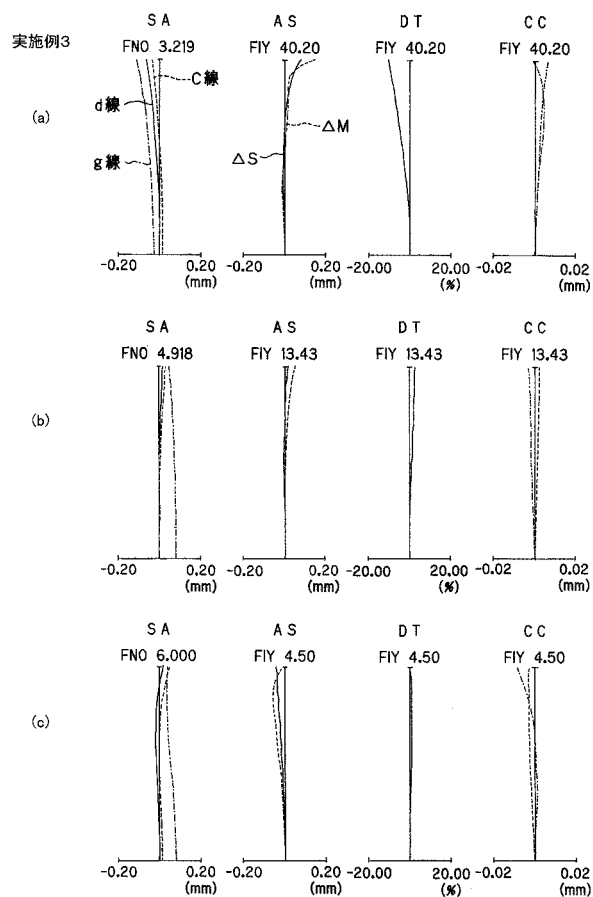
【図 9】



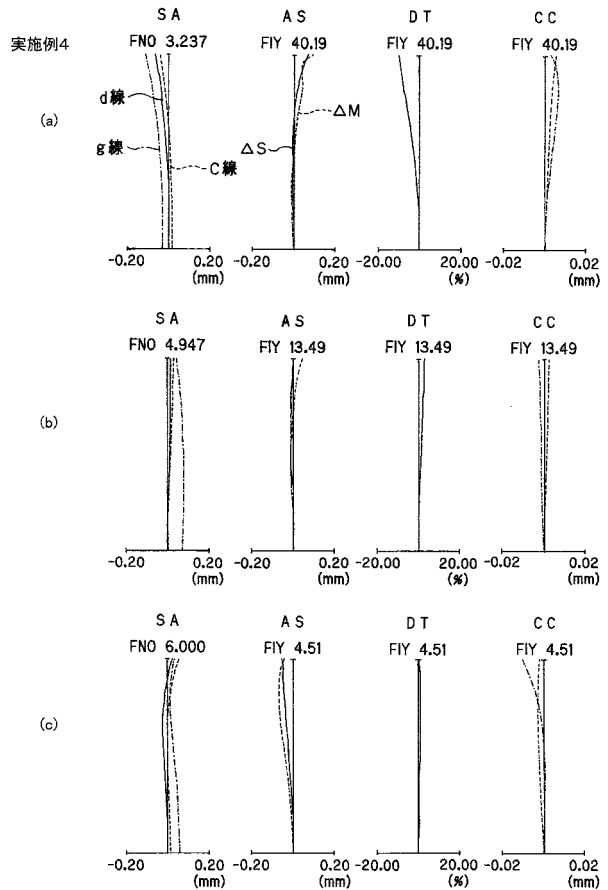
【図 10】



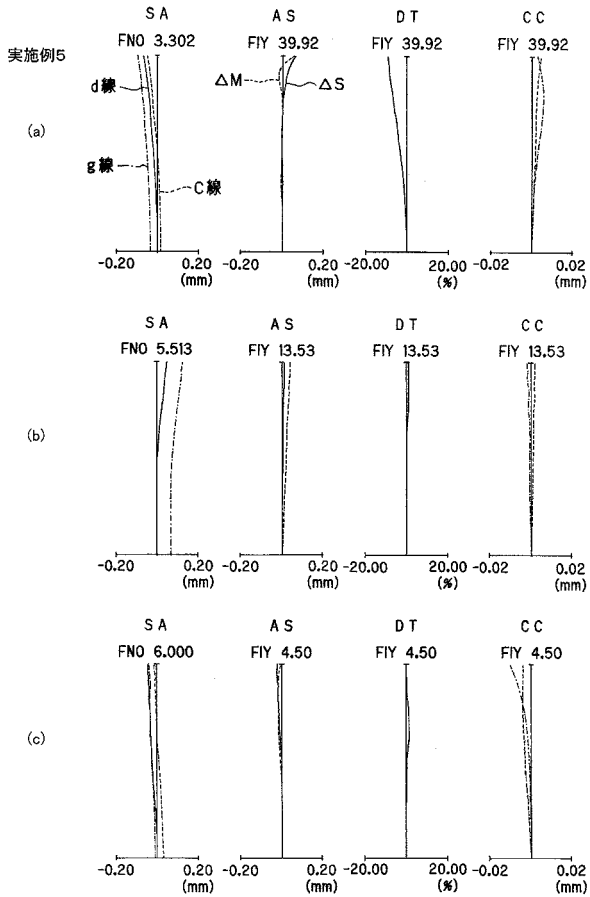
【図 11】



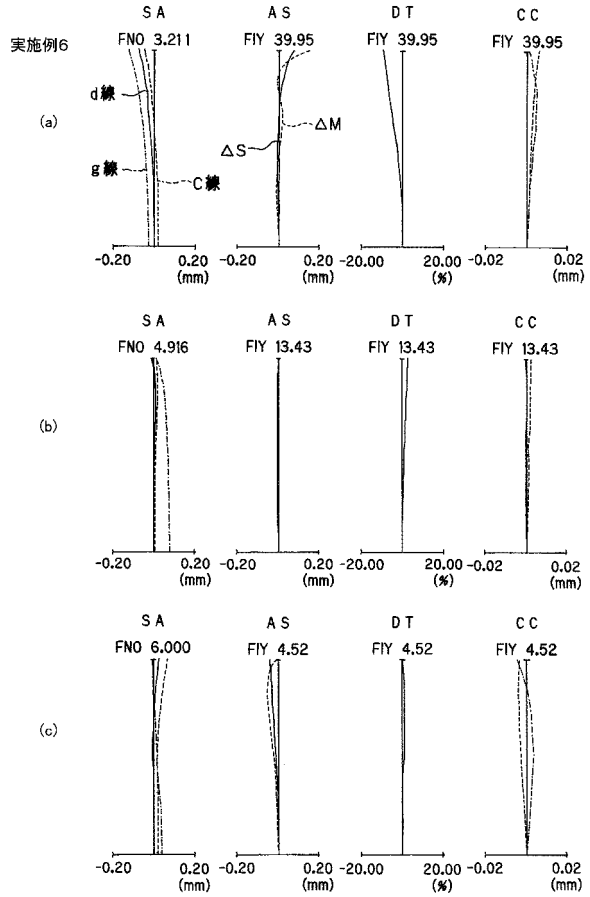
【図 12】



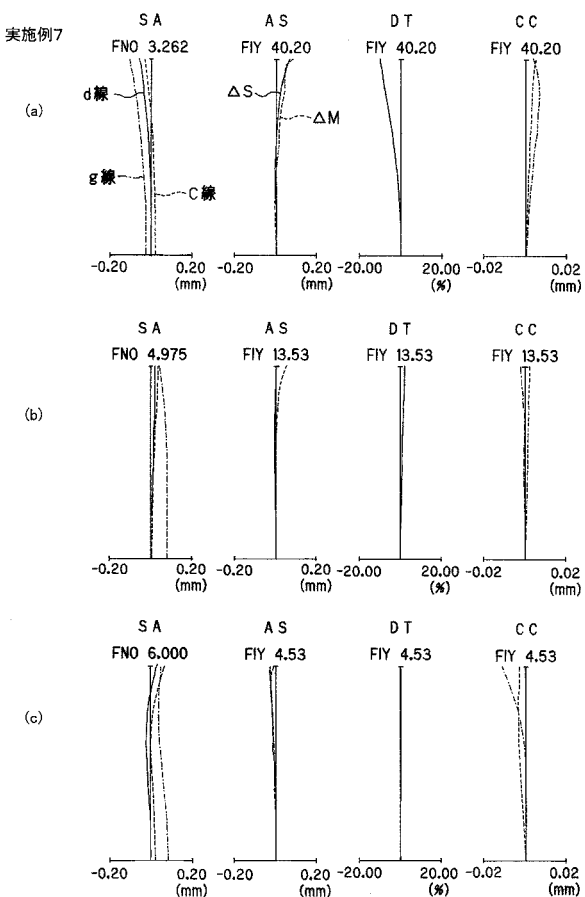
【図 13】



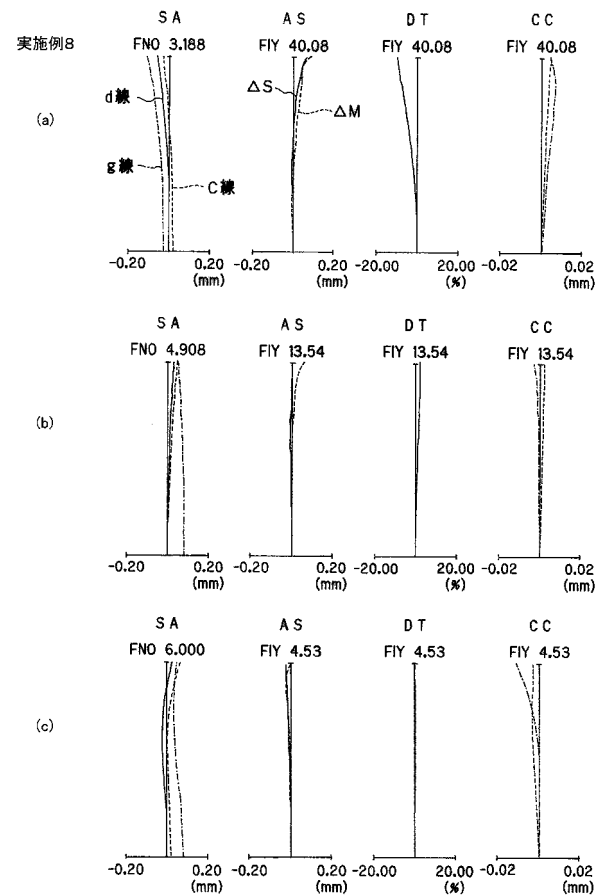
【図 14】



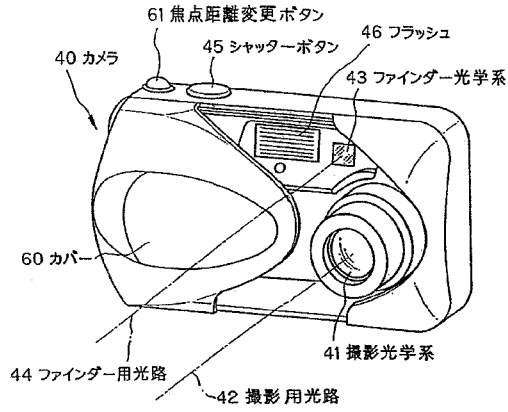
【図 15】



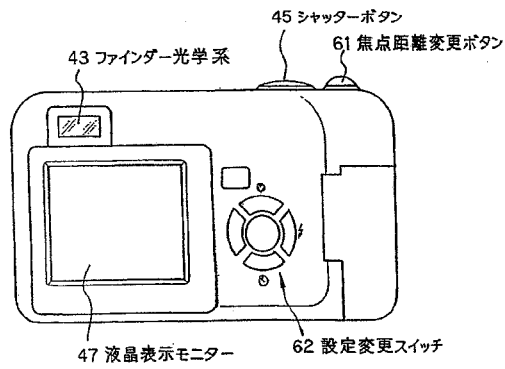
【図 16】



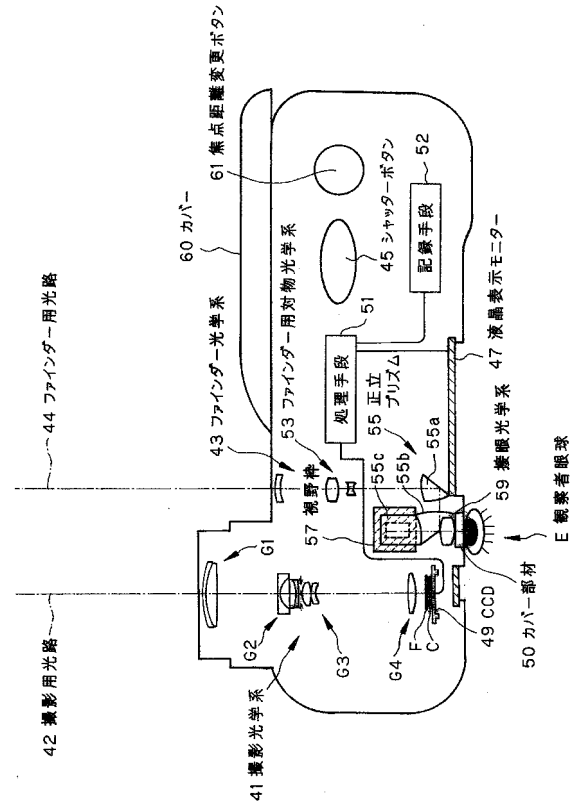
【図 17】



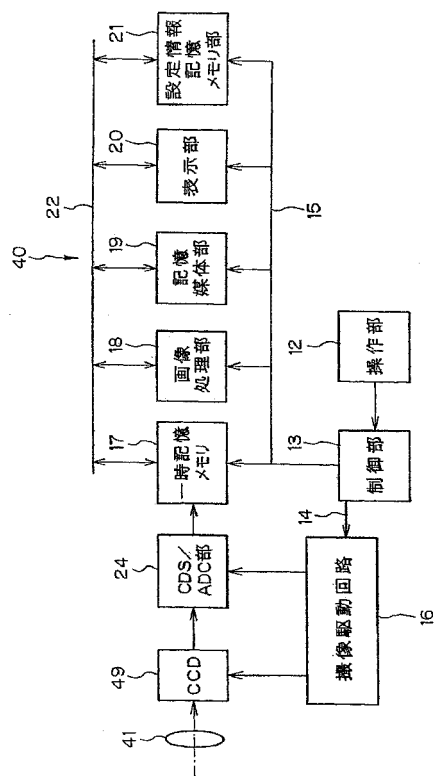
【図 18】



【図 19】



【図 20】



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 渡邊 正仁

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス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 4 3 番 2 号 オリンパスイメージング株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA01 MA08 MA15 NA01 NA18 PA06 PA19 PA20
PB08 PB09 QA02 QA07 QA17 QA21 QA25 QA32 QA33 QA42
QA45 RA05 RA12 RA13 RA36 RA42 RA43 RA44 SA23 SA27
SA29 SA32 SA62 SA63 SA64 SA65 SB03 SB14 SB23 SB24
SB32