

(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2009-98200

(P2009-98200A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 15/20
G02B 13/18

テーマコード (参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号

特願2007-266890 (P2007-266890)

(22) 出願日

平成19年10月12日 (2007.10.12)

(71) 出願人 504371974

オリンパスイメージング株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100123962

弁理士 斎藤 圭介

(72) 発明者 片倉 正弘
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F ターム (参考) 2H087 KA01 MA14 PA03 PA04 PA19
PA20 PB06 PB07 QA03 QA06
QA07 QA19 QA21 QA25 QA32
QA34 QA37 QA39 QA41 QA42
QA45 QA46 RA05 RA12 RA13
RA36 RA42 RA43 SA14 SA16
SA19 SA20 SA62 SA63 SA64
SB03 SB14 SB15 SB22 SB23

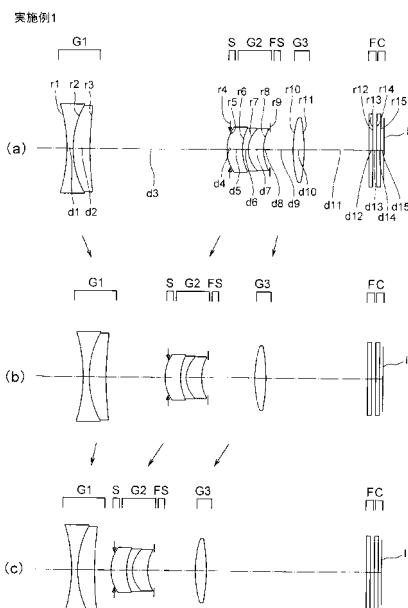
(54) 【発明の名称】 3群ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置

(57) 【要約】

【課題】小型化、高性能化に有利であり、レンズ同士の偏心の影響も抑えやすい3群ズームレンズ等を提供すること。

【解決手段】物体側より順に、負の第1レンズ群G1、正の第2レンズ群G2、第3レンズ群G3を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が狭まり、且つ、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が変化し、第1レンズ群G1は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズを有する一つの負レンズ成分からなり、第2レンズ群G2は、少なくとも1つの負レンズ及び複数の正レンズを有し、それらレンズのうちの少なくとも3つのレンズが隣のレンズに接合し、第2レンズ群G2中に含まれるレンズ成分の総数が2以下であり、第3レンズ群G3は2枚以下のレンズで構成された一つのレンズ成分からなる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、
 負の屈折力をもつ第1レンズ群、
 正の屈折力をもつ第2レンズ群、
 屈折力をもつ第3レンズ群を有し、
 広角端から望遠端への変倍に際して前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が狭まり、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が変化し、
 レンズ成分を光軸上にて空気と接する面が物体側面と像側面の2つのみのレンズ体とするとき、
 前記第1レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズを有する一つの負屈折力をもつレンズ成分からなり、
 前記第2レンズ群は、少なくとも1つの負レンズ及び複数の正レンズを有し、それらレンズのうちの少なくとも3つのレンズが隣のレンズに接合し、
 前記第2レンズ群中に含まれるレンズ成分の総数が2以下であり、
 前記第3レンズ群は2枚以下のレンズで構成された一つのレンズ成分からなることを特徴とする3群ズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1レンズ群中の前記負レンズ成分は、非球面の接合面を有することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項 3】

前記第1レンズ群中の前記負レンズ成分は、球面の接合面を有することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項 4】

前記第1レンズ群が以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$0.05 < D_{G1} / f_w < 0.8 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

D_{G1} は前記第1レンズ群の光軸上の厚さ、

f_w は前記3群ズームレンズの広角端での焦点距離、

である。

【請求項 5】

前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ成分が、以下の条件を満足する接合レンズ成分であることを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$0.5 < f_{G2C1} / f_w < 5.0 \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

f_{G2C1} は前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ成分の焦点距離、

f_w は前記3群ズームレンズの広角端での焦点距離、

である。

【請求項 6】

前記第1レンズ群の前記負レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$n d_{G1L1} > 1.75 \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

$n d_{G1L1}$ は、前記第1レンズ群の前記負レンズの屈折率、
 である。

【請求項 7】

前記第1レンズ群の前記負レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$d_{G1L1} > 60 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

d_{G1L1} は、前記第1レンズ群の前記負レンズのアッベ数、
である。

【請求項8】

前記第1レンズ群の前記負レンズが以下の条件を満足する両凹形状であることを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$-0.95 < (r_{L11f} + r_{L11r}) / (r_{L11f} - r_{L11r}) < 0.95 \quad \dots (5)$$

ただし、

r_{L11f} は前記第1レンズ群中の前記両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{L11r} は前記第1レンズ群中の前記両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径、
である。

10

【請求項9】

前記第1レンズ群の前記正レンズが以下の条件を満足する形状であることを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$-40.0 < (r_{L12f} + r_{L12r}) / (r_{L12f} - r_{L12r}) < -0.95 \quad \dots (6)$$

)

ただし、

r_{L12f} は前記第1レンズ群中の前記正レンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{L12r} は前記第1レンズ群中の前記正レンズの像側面の近軸曲率半径、
である。

20

【請求項10】

前記3群ズームレンズのレンズの総数をNと表すとき、以下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3群ズームレンズ。

$$6 \leq N \leq 7 \quad \dots (7)$$

【請求項11】

前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ面は非球面であることを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項12】

前記第2レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズを有するレンズ成分を有することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

30

【請求項13】

前記第2レンズ群は、1つのレンズ成分からなることを特徴とする請求項12に記載の3群ズームレンズ。

【請求項14】

前記第2レンズ群は、それぞれが接合面を持つ2つのレンズ成分からなることを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項15】

前記第2レンズ群のそれぞれのレンズ成分がダブレットであることを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

【請求項16】

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第2レンズ群が以下の条件を満足して移動することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

$$0.5 < G_2 / f_w < 3.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

G_2 は第2レンズ群の広角端での位置に対する望遠端での位置の変化量であり、物体側への変化を正符号とする。

【請求項17】

前記第3レンズ群が正の屈折力を有することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項18】

40

50

前記第3レンズ群が負の屈折力を有することを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項19】

前記第3レンズ群が光軸方向に移動してフォーカシングを行うことを特徴とする請求項1に記載の3群ズームレンズ。

【請求項20】

3群ズームレンズと、

前記3群ズームレンズの像側に配置され、前記3群ズームレンズにより形成される光学像を電気信号に変換する撮像素子を備える撮像装置であって、

前記3群ズームレンズが請求項1乃至19の少なくとも何れか一項に記載の3群ズームレンズであることを特徴とする撮像装置。 10

【請求項21】

前記3群ズームレンズによるディストーションを含んだ前記電気信号を画像処理により前記ディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することを特徴とする請求項20に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は小型のズームレンズ、及びそれを用いたコンパクトなデジタルカメラ等の撮像装置に関するものである。 20

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルカメラやビデオカメラにおいては高画質、高変倍、鏡枠の薄型化が要求されている。

【0003】

例えば、特開2005-308953号公報にて、負の屈折力の第1レンズ群と正の屈折力の第2レンズ群と第3レンズ群とからなる3群ズームレンズが開示されている。この3群ズームレンズは、第1レンズ群が物体側から順に両凹の負レンズと正レンズの接合レンズ成分で構成され、第2レンズ群を2枚のレンズ、第3レンズ群を1枚のレンズで構成している。そのため、小型化の点で優れている。 30

【0004】

【特許文献1】特開2005-308953号公報

【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、このズームレンズは、第2レンズ群における収差補正のためにはレンズ枚数が少なく、そのため、色収差等の諸収差を抑えながらの高変倍化が難しい。

【0006】

本発明はこのような課題に鑑み、小型化、高性能化に有利であり、レンズ同士の偏心の影響も抑えやすい3群ズームレンズ、及びそれを備えた撮像装置の提供を目的とするものである。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の3群ズームレンズは、物体側より順に、

負の屈折力をもつ第1レンズ群、

正の屈折力をもつ第2レンズ群、

屈折力をもつ第3レンズ群を有し、

広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が狭まり、且 50

つ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が変化する3群ズームレンズを基本構成としている。

【0008】

このように、負の屈折力のレンズ群を最も物体側のレンズ群として、レンズの小径化や広角端での画角の確保に有利となる。

そして、負の屈折力の第1レンズ群と正の屈折力の第2レンズ群との間隔を変化させることで変倍を行う。そして、屈折力をもつ第3レンズ群を配置することで射出瞳位置の調整等に有利となる。

【0009】

このような3群ズームレンズにて、それぞれのレンズ群を以下の構成として、小型化、光学性能の確保、偏心への影響の低減が行いやすくなる。

【0010】

レンズ成分を光軸上にて空気と接する面が物体側面と像側面の2つのみのレンズ体とするとき、第1レンズ群は物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズを有する1つの負屈折力をもつレンズ成分にて構成する。

【0011】

このように、第1レンズ群を1つの負レンズ成分の構成として、第1レンズ群の厚みを小さくしやすくなる。そして、この負レンズ成分を像側に凹面を向けた負レンズと正レンズを有する構成とすることにより、第1レンズ群で発生する球面収差、色収差の低減に有利となる。各レンズ間の相対的な偏心も抑えやすく、偏心による軸外収差への影響も低減できる。

そして、第2レンズ群は、少なくとも1つの負レンズ及び複数の正レンズを有し、それらレンズのうちの少なくとも3つのレンズが隣のレンズに接合し、第2レンズ群中に含まれるレンズ成分の総数が2以下で構成する。

【0012】

このように、構成することで、第2レンズ群の正屈折力を複数の正レンズで分担し且つ第2レンズ群中に負レンズを持たせることで球面収差や色収差の補正に有利となる。

そして、少なくとも3つのレンズが隣のレンズに接合し、第2レンズ群を2以下のレンズ成分で構成することにより色収差補正機能の確保やレンズ同士の相対的な偏心による収差への影響を抑えやすくなる。

【0013】

そして、第3レンズ群は2枚以下のレンズで構成した1つのレンズ成分で構成する。第2レンズ群に変倍機能を持たせるため、第3レンズ群は上述のように薄型化に有利な簡略な構成にすることが好ましい。

そして、全体として4つのレンズ成分で構成することで、沈胴時の薄型化にも有利となる。

【0014】

さらには、以下の構成のいずれかを満足することがより好ましい。第1レンズ群中の負レンズ成分は、非球面の接合面を有することが好ましい。第1レンズ群中の接合面を非球面にすることによって、主に倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

【0015】

また、第1レンズ群中の負レンズ成分が、球面の接合面を有する構成としてもよい。第1レンズ群中の接合面を球面にすることによって、安価に製造することが可能である。

【0016】

また、第1レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.05 < D_{G1} / f_w < 0.8 \quad \dots (1)$$

ただし、

D_{G1} は第1レンズ群の光軸上の厚さ、

f_w は3群ズームレンズの広角端での焦点距離、

である。

10

20

30

40

50

【0017】

条件式(1)は第1レンズ群の光軸上の好ましい厚みに関するものである。

条件式(1)の下限を下回らないようにすることで、正レンズの屈折力を確保しやすくなり、良好な光学性能を得やすくなる。

条件式(1)の上限を上回らないようにすることで、沈胴時の薄型化に有利となる。

【0018】

また、第2レンズ群中の最も物体側のレンズ成分が、以下の条件を満足する接合レンズ成分であることが好ましい。

$$0.5 < f_{G2C1} / f_w < 5.0 \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

f_{G2C1} は第2レンズ群中の最も物体側のレンズ成分の焦点距離、

f_w は3群ズームレンズの広角端での焦点距離、

である。

10

【0019】

条件式(2)は第2レンズ群の屈折力に関するものである。

条件式(2)の下限を下回らないようにすることで、第2レンズ群での収差低減に有利となる。

条件式(2)の上限を上回らないようにすることで、第2レンズ群の屈折力を確保し第2レンズ群の変倍機能の確保と全長の短縮化に有利となる。

【0020】

20

また、第1レンズ群の両凹負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$n d_{G1L1} > 1.75 \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

$n d_{G1L1}$ は、第1レンズ群の両凹負レンズの屈折率、

である。

【0021】

条件式(3)を満足する場合、第1レンズ群の最も物体側のレンズに適度な曲率により十分な負屈折力を持たせることができ、小型化や収差補正上好ましい。

【0022】

30

また、第1レンズ群の両凹負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$d_{G1L1} > 60 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

d_{G1L1} は、第1レンズ群の両凹負レンズのアッベ数、

である。

【0023】

30

条件式(4)を満足する場合、第1レンズ群の色収差の補正に有利となり好ましい。

【0024】

40

また、第1レンズ群の両凹負レンズが以下の条件を満足する両凹形状であることが好ましい。

$$-0.95 < (r_{L11f} + r_{L11r}) / (r_{L11f} - r_{L11r}) < 0.95 \quad \dots \quad (5)$$

ただし、

r_{L11f} は第1レンズ群中の両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{L11r} は第1レンズ群中の両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

【0025】

40

条件式(5)は3群ズームレンズの第1レンズ群の最も物体側の両凹負レンズに関するものである。

条件式(5)の下限を下回らないようにすることで、両凹負レンズの負屈折力が物体側面に集中することを抑え、軸外の収差の発生を抑えやすくなる。

条件式(5)の上限を上回らないようにすることで、両凹負レンズの像側面の曲率を抑

50

えられ、両凹負レンズに接する正レンズが極端なメニスカス形状となることを避け、製造が容易になる。

【0026】

また、第1レンズ群の両凹レンズに接する正レンズが以下の条件を満足する形状であることが好ましい。

$$-40.0 < (r_{L12f} + r_{L12r}) / (r_{L12f} - r_{L12r}) < -0.95 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

r_{L12f} は第1レンズ群中の正レンズの物体側面の近軸曲率半径、
 r_{L12r} は第1レンズ群中の正レンズの像側面の近軸曲率半径、
 である。

10

【0027】

条件(6)は第1レンズ群の両凹レンズに接する正レンズに関するものである。

条件(6)の下限を下回らないようにすることで、像側面の凹面の曲率を適度に抑えられ、主に軸外の収差の発生を抑えやすくなる。

条件(6)の上限を上回らないようにすることで、負レンズの物体側の面の曲率を抑えやすくでき、主に軸上の収差の発生を抑えやすくなる。

【0028】

また、3群ズームレンズのレンズの総数をNと表すとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$6 \leq N \leq 7 \quad \dots \quad (7)$$

20

収差補正、小型化、高性能化、コストのバランスが取りやすい。

条件式(7)の下限を下回らないようにすることで収差補正と高性能化のバランスを良好にしやすくなる。

条件式(7)の上限を上回らないようにすることでコスト低減、小型化を行いやすくなる。

【0029】

また、第2レンズ群中の最も物体側のレンズ面は非球面であることが好ましい。

第2レンズ群の最も物体側の面を非球面にすることによって、広角端から望遠端までの全状態での球面収差を良好に補正することに有利となる。

【0030】

また、第2レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズを有するレンズ成分を有することが好ましい。

このレンズ成分の対称的な屈折力配置により球面収差や軸外の諸収差の補正に有利となる。そして、それら正レンズ、負レンズ、正レンズがこの順で接合されることで、レンズ同士の相互の偏心を低減でき、第2レンズ群の屈折力を確保しやすく、高変倍比化にも有利となる。

更には、第2レンズ群は、1つのレンズ成分からなることが好ましい。これにより、第2レンズ群の小型化に有利となる。

【0031】

また、第2レンズ群は、それぞれが接合面を持つ2つのレンズ成分からなる構成としてもよい。

第2レンズ群が2つの接合レンズ成分の構成とすることで、それぞれのレンズ成分での色収差が抑えられる。そして、空気に接するレンズ面が4面あることで、第2レンズ群の主点の調整や諸収差の低減に有利となる。

更には、第2レンズ群のそれぞれのレンズ成分がダブルレットであることが好ましい。

第2レンズ群のレンズの総数が4となるので小型化、低コスト化に有利となる。

【0032】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群が以下の条件を満足して移動することが好ましい。

$$0.5 < G_2 / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (8)$$

40

50

ただし、

G₂は第2レンズ群の広角端での位置に対する望遠端での位置の変化量、であり、物体側への変化を正符号とする。

【0033】

条件式(8)はサイズと収差とのバランスを良好にする第2レンズ群の移動量に関するものである。

条件式(8)の下限を下回らないようにすることで第2レンズ群の屈折力を強くしなくても変倍の機能を得やすくなり、収差の変動の低下にも有利となる。

条件式(8)の上限を上回らないようにすることで第2レンズ群の移動量を適度に低減でき、3群ズームレンズの全長の低減に有利となる。

10

【0034】

また、第3レンズ群を正の屈折力のレンズ成分で構成する場合、撮像素子へ入射する光線を垂直に近づけやすくなり、シェーディング等の影響を抑えやすくなる。

【0035】

一方、例えば特開平2006-351972号に開示されるように、中心から離れるほど光線の斜入射による影響を低減する撮像素子が考えられている。

このような撮像素子に対応して、第3レンズ群を負の屈折力のレンズ成分で構成してもよい。3群ズームレンズのサイズが撮像素子の有効撮像領域に対して小さくでき、小型化に有利となる。

20

【0036】

また、第3レンズ群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うようにしてもよい。

第3レンズ群は第1レンズ群、第2レンズ群よりも小さくしやすいため、フォーカシングの駆動の負担を軽減しやすい。

【0037】

また、本発明の撮像装置は、3群ズームレンズと、前記3群ズームレンズの像側に配置され、前記3群ズームレンズにより形成される光学像を電気信号に変換する撮像素子を備える撮像装置であって、前記3群ズームレンズが上述何れかの3群ズームレンズであることを特徴とするものである。

小型で光学性能も優れた3群ズームレンズを備えた撮像装置を提供できる。

【0038】

更には、3群ズームレンズによるディストーションを含んだ電気信号を画像処理によりディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することが好ましい。

ディストーションを電気的に補正することにより、3群ズームレンズ自体の収差補正負担を軽減でき、第1レンズ群の負の屈折力の確保が容易となり小型高変倍比化に有利となる。

30

ディストーションの補正量を各色信号ごとに変更して倍率の色収差も画像処理により補正してもよい。

上述の構成の何れか複数を同時に満足することがより小型化、高性能化等の点でより好ましい。

【0039】

また、上述の各条件式は、3群ズームレンズがフォーカシング機能を持つ場合は、もっとも遠距離に合焦した状態での構成とする。

【0040】

また、上述の条件式について以下のように限定するとより好ましい。

条件(1)について

下限値を0.1、更には0.2とすることが好ましい。

上限値を0.6、更には0.5とすることが好ましい。

条件(2)について

下限値を0.8、更には1.0とすることが好ましい。

上限値を4.0、更には3.0とすることが好ましい。

40

50

条件(3)について

下限値を1.80、更には1.85とすることが好ましい。

上限値は硝材の存在する範囲でよいが、20を上回ると面精度が厳しくなるので20を上回らないようにすることが好ましい。

条件(4)について

下限値を6.5、更には7.0とすることが好ましい。

上限値も設け、9.5を上回らないようにすると、異常分散性による2次スペクトルへの影響を低減しやすくなる。

条件(5)について

下限値を-0.5、更には-0.2とすることが好ましい。

10

上限値を0.5、更には0.2とすることが好ましい。

条件(6)について

下限値を-30.0、更には-20.0とすることが好ましい。

上限値を-1.1、更には-1.2とすることが好ましい。

条件(8)について

下限値を1.0、更には1.5とすることが好ましい。

上限値を2.5、更には2.0とすることが好ましい。

【0041】

上述の各発明は、任意に複数を同時に満足することがより好ましい。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。また、上述の各構成は、任意に組み合わせて構わない。

20

【発明の効果】**【0042】**

本発明によれば、第2レンズ群に変倍負担を持たせても収差変動を抑えやすくなり、小型化、レンズ同士の相対的な偏心の低減に有利な3群ズームレンズを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0043】**

以下に、本発明に係るズームレンズ、撮像装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

30

【実施例】**【0044】**

以下に示す各実施例は、いずれも3倍程度の変倍比を達成し、広角端半画角を確保し、光学性能も良好な負、正、正タイプ（実施例1～6、11～17、22）、もしくは負、正、負タイプ（実施例7～10、18～21）の3群ズームレンズとなっている。

実施例1乃至11は全ズーム状態にて有効撮像領域は矩形で一定である。

【0045】

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。

40

【0046】

各実施例で後述するように、広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群は物体側にのみ移動する。第3レンズ群は各実施例により以下のように変化する。

実施例1～4において、第3レンズ群は物体側にのみ移動する。

実施例5、6において、第3レンズ群は像側にのみ移動する。

実施例7、8において、第3レンズ群は物体側にのみ移動する。

実施例9、10において、第3レンズ群は像側にのみ移動する。

実施例11において、第3レンズ群は物体側にのみ移動する。

【0047】

フォーカシングは第3レンズ群の光軸方向の移動で行い、第3レンズ群が正の屈折力で

50

ある実施例 1 から 6、11 は遠距離物点から近距離物点への合焦動作を第 3 レンズ群を物体側に移動させて行う。

第 3 レンズ群が負の屈折力である実施例 7 から 10 は遠距離物点から近距離物点への合焦動作を第 3 レンズ群を像側に移動させて行う。

後述するように、平行平板は、IR カットコートをしたローパスフィルター、CCD カバーガラスである。

【0048】

以下、本発明のズームレンズの実施例 1～11 について説明する。実施例 1～11 の無限遠物点合焦時の広角端 (a)、中間焦点距離状態 (b)、望遠端 (c) のレンズ断面図をそれぞれ図 1～図 11 に示す。図 1～図 11 中、第 1 レンズ群は G1、明るさ絞りは S、第 2 レンズ群は G2、フレア絞りは FS、第 3 レンズ群は G3、赤外光を制限する波長域制限コートを施したローパスフィルタを構成する平行平板は F、電子撮像素子のカバーガラスの平行平板は C、像面は I で示してある。なお、カバーガラス C の表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラス C にローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。

10

【0049】

また、数値データはいずれも無限遠の被写体に合焦した状態でのデータである。各数値の長さの単位は mm、角度の単位は°(度)である。さらに、ズームデータは広角端 (WE)、中間焦点距離状態 (ST)、望遠端 (TE) での値である。

20

【0050】

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、負の屈折力の第 1 レンズ群 G1 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G2 と、フレア絞り FS と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G3 とを配置している。

【0051】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第 1 レンズ群 G1 は像側に移動後物体側に移動する。第 2 レンズ群 G2 は物体側にのみ移動する。第 3 レンズ群 G3 は物体側にのみ移動する。

【0052】

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

30

【0053】

非球面は、第 1 レンズ群 G1 の両凹負レンズの物体側の面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 2 レンズ群 G2 の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G3 の両凸正レンズの物体側の面との 5 面に用いている。

【0054】

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、負の屈折力の第 1 レンズ群 G1 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G2 と、フレア絞り FS と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G3 とを配置している。

40

【0055】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第 1 レンズ群 G1 は像側に移動後物体側に移動する。第 2 レンズ群 G2 は物体側にのみ移動する。第 3 レンズ群 G3 は物体側にのみ移動する。

【0056】

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

50

【0057】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズの物体側の面との6面に用いている。

【0058】

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、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、フレア絞りFSと、正の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。

【0059】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は物体側にのみ移動する。

【0060】

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

【0061】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの物体側の面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズの物体側の面との5面に用いている。

【0062】

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、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、フレア絞りFSと、正の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。

【0063】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は物体側にのみ移動する。

【0064】

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

【0065】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズの物体側の面との6面に用いている。

【0066】

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、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。

【0067】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は像側にのみ移動する

10

20

30

40

50

。

【0068】

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

【0069】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの物体側の面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の両凸正レンズの物体側の面と、最も物体側の両凹負レンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズの像側の面との5面に用いている。

10

【0070】

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、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。

【0071】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は像側にのみ移動する

。

【0072】

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

20

【0073】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の両凸正レンズの物体側の面と、最も物体側の両凹負レンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズの像側の面との5面に用いている。

【0074】

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、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、フレア絞りFSと、負の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。

30

【0075】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は物体側にのみ移動する。

【0076】

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

40

【0077】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの物体側の面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの物体側の面との5面に用いている。

【0078】

50

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、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、フレア絞り F S と、負の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 とを配置している。

【 0 0 7 9 】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第 1 レンズ群 G 1 は像側に移動後物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側にのみ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側にのみ移動する。

【 0 0 8 0 】

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

10

【 0 0 8 1 】

非球面は第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も像側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの物体側の面との 6 面に用いている。

20

【 0 0 8 2 】

実施例 9 のズームレンズは、図 9 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 とを配置している。

【 0 0 8 3 】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第 1 レンズ群 G 1 は像側に移動後物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側にのみ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は像側にのみ移動する。

30

【 0 0 8 4 】

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

【 0 0 8 5 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの物体側の面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側の両凸正レンズの物体側の面と、最も物体側の像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の両凹負レンズの像側の面との 5 面に用いている。

30

【 0 0 8 6 】

実施例 10 のズームレンズは、図 10 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 とを配置している。

40

【 0 0 8 7 】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第 1 レンズ群 G 1 は像側に移動後物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側にのみ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は像側にのみ移動する。

50

【 0 0 8 8 】

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

像側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズとからなる。第3レンズ群G3は、両凹負レンズとからなる。

【0089】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の両凸正レンズの物体側の面と、最も物体側の像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の両凹負レンズの像側の面との6面に用いている。

【0090】

実施例11のズームレンズは、図11に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2レンズ群G2と、フレア絞りFSと、正の屈折力の第3レンズ群G3とを配置している。10

【0091】

広角端から望遠端にかけての変倍時、第1レンズ群G1は像側に移動後物体側に移動する。第2レンズ群G2は物体側にのみ移動する。第3レンズ群G3は物体側にのみ移動する。

【0092】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなる。第2レンズ群G2は、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と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズとからなる。第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなる。20

【0093】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズの両面と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第2レンズ群G2の最も物体側の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの物体側の面と、最も物体側の像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの像側の面と、第3レンズ群G3の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの両面とからなる6面に用いている。

【0094】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は上記の外、fは全系焦点距離、BFはバックフォーカス、f1、f2...は各レンズ群の焦点距離、IHは像高、F_{NO}はFナンバー、θは半画角、WEは広角端、STは中間焦点距離状態、TEは望遠端、r1、r2...は各レンズ面の曲率半径、d1、d2...は各レンズ面間の間隔、nd1、nd2...は各レンズのd線の屈折率、d1、d2...は各レンズのアッベ数である。後述するレンズ全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。BF(バックフォーカス)は、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。30

【0095】

なお、非球面形状は、xを光の進行方向を正とした光軸とし、yを光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

【0096】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K+1)(y/r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12}$$

ただし、rは近軸曲率半径、Kは円錐係数、A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂はそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数である。また、非球面係数において、「e-n」(nは整数)は、「10⁻ⁿ」を示している。40

【0097】

数値実施例1

単位 mm

面番号	r	d	n d	d	
1*	-14.278	0.70	1.90366	31.32	
2	11.423	2.19	1.94595	17.98	
3*	101.992	可変			
4(明るさ絞り)	-0.40				10
5*	4.853	2.00	1.80610	40.73	
6	6.262	0.70	1.84666	23.78	
7	3.448	2.00	1.58313	59.38	
8*	7.042	0.74			
9(フレア絞り)	可変				
10*	14.000	1.40	1.49700	81.54	
11	-20.483	可変			
12		0.50	1.51633	64.14	
13		0.50			
14		0.50	1.51633	64.14	
15		0.42			

像面(受光面)

非球面データ	20
第1面	
$k=0.000, A4=7.74415e-05, A6=1.92625e-05, A8=-6.74734e-07, A10=7.65589e-09$	
第3面	
$k=0.000, A4=2.19531e-06, A6=2.08307e-05, A8=-8.42305e-07, A10=1.11273e-08$	
第5面	
$k=-1.653, A4=1.64937e-03, A6=1.77730e-05, A8=-5.69688e-07, A10=4.77908e-08$	
第8面	
$k=0.709, A4=2.24931e-03, A6=1.47533e-04, A8=-2.26007e-06, A10=8.19389e-07$	
第10面	
$k=0.000, A4=9.99841e-05, A6=1.25435e-05, A8=-1.26758e-06, A10=4.12786e-08$	30

変倍比 2.865

群焦点距離

 $f_1 = -14.36 \quad f_2 = 15.70 \quad f_3 = 16.96$

各種データ

	W E	S T	T E	
像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	7.51	13.50	21.51	
F N O .	3.84	4.87	6.00	40
画角2	62.40	34.20	20.88	
B F	9.77	14.47	21.92	
全長	39.66	37.53	38.96	
d3	17.59	7.75	2.43	
d9	2.97	5.98	5.27	
d11	8.18	12.89	20.32	

【0098】

数値実施例2

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-14.202	0.70	1.90366	31.32
2*	11.602	2.06	1.94595	17.98
3*	100.000	可変		
4 (明るさ絞り)	-0.40			
5*	4.895	2.00	1.80610	40.73
6	6.312	0.70	1.84666	23.78
7	3.493	2.00	1.58313	59.38
8*	7.286	0.74		
9 (フレア絞り)	可変			
10*	16.641	1.44	1.49700	81.54
11	-17.351	可変		
12		0.50	1.51633	64.14
13		0.50		
14		0.50	1.51633	64.14
15		0.42		

像面(受光面)

10

20

非球面データ

第1面

 $k=0.000, A4=9.96784e-05, A6=1.88177e-05, A8=-6.94583e-07, A10=8.21071e-09$

第2面

 $k=1.014, A4=3.62106e-04, A6=-3.16045e-05, A8=8.37338e-07, A10=-5.03458e-09$

第3面

 $k=0.000, A4=3.52517e-05, A6=1.98363e-05, A8=-8.69684e-07, A10=1.24506e-08$

第5面

 $k=-1.669, A4=1.63669e-03, A6=1.85525e-05, A8=-5.86746e-07, A10=4.17552e-08$

第8面

30

 $k=0.817, A4=2.29412e-03, A6=1.47421e-04, A8=1.37442e-06, A10=2.88869e-07$

第10面

 $k=0.000, A4=1.55155e-04, A6=1.10296e-05, A8=-1.02387e-06, A10=3.11979e-08$

変倍比 2.880

群焦点距離

 $f1=-14.25 \quad f2=15.56 \quad f3=17.34$

各種データ

40

	W E	S T	T E
像高	3.84	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.42	21.62
F N O.	3.82	4.83	6.00
画角2	62.40	34.15	20.72
B F	9.84	14.53	22.17
全長	39.66	37.19	39.13
d3	17.61	7.90	2.54
d9	2.97	5.53	5.19
d11	8.27	12.95	20.59

50

【 0 0 9 9 】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1*	-14.017	0.70	1.90366	31.32	
2	11.214	2.45	1.94595	17.98	
3*	120.518	可変			
4(明るさ絞り)	-0.40				10
5*	4.995	2.09	1.80610	40.73	
6	9.180	0.91	1.84666	23.78	
7	3.878	2.00	1.58313	59.38	
8*	7.393	0.74			
9(フレア絞り)		可変			
10*	14.000	1.40	1.49700	81.54	
11	-24.036	1.00	1.94595	17.98	
12	-23.330	可変			
13		0.50	1.51633	64.14	
14		0.50			20
15		0.50	1.51633	64.14	
16		0.42			

像面(受光面)

非球面データ

第1面

 $k=0.000, A4=6.93898e-05, A6=2.02050e-05, A8=-7.16655e-07, A10=8.24537e-09$

第3面

 $k=0.000, A4=-5.40678e-06, A6=2.18912e-05, A8=-9.29715e-07, A10=1.29057e-08$

第5面

 $k=-1.753, A4=1.61802e-03, A6=1.30324e-05, A8=-5.37442e-07, A10=4.61596e-08$

第8面

 $k=1.235, A4=2.46506e-03, A6=1.74410e-04, A8=-6.80292e-06, A10=1.62237e-06$

第10面

 $k=0.000, A4=1.52134e-04, A6=1.19379e-05, A8=-1.21368e-06, A10=4.06969e-08$

変倍比 2.880

群焦点距離

f1=-14.44 f2=14.49 f3=17.77

40

各種データ

像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	7.51	13.44	21.62	
F N O .	3.82	4.88	6.00	
画角 2	62.39	34.47	20.79	
B F	8.69	12.93	20.60	
全長	39.66	37.63	38.83	
d3	17.12	7.62	2.09	
d9	2.97	6.19	5.25	
d12	7.11	11.35	19.02	50

【 0 1 0 0 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1*	-14.496	0.70	1.90366	31.32	
2*	11.651	1.60	1.94595	17.98	
3*	120.518	可変			10
4(明るさ絞り)	-0.40				
5*	5.011	2.00	1.80610	40.73	
6	9.861	0.90	1.84666	23.78	
7	3.994	2.00	1.58313	59.38	
8*	7.362	0.64			
9(フレア絞り)	可変				
10*	14.000	1.40	1.49700	81.54	
11	-25.543	1.00	1.94595	17.98	
12	-24.847	可変			
13		0.50	1.51633	64.14	20
14		0.50			
15		0.50	1.51633	64.14	
16		0.42			

像面(受光面)

非球面データ

第1面

k=0.000, A4=8.38894e-05, A6=2.14564e-05, A8=-7.37668e-07, A10=8.01740e-09

第2面

k=1.549, A4=3.21241e-04, A6=-2.09401e-05, A8=4.65732e-07, A10=-1.99254e-09

第3面

k=0.000, A4=3.14284e-05, A6=2.28984e-05, A8=-8.85930e-07, A10=1.09228e-08

第5面

k=-1.745, A4=1.62305e-03, A6=1.37282e-05, A8=-4.14769e-07, A10=3.67154e-08

第8面

k=1.277, A4=2.48100e-03, A6=1.74672e-04, A8=-3.77235e-06, A10=1.25351e-06

第10面

k=0.000, A4=1.59776e-04, A6=1.39303e-05, A8=-1.32488e-06, A10=4.37187e-08

変倍比 2.880

群の焦点距離

f1=-14.92 f2=14.70 f3=18.20

各種データ

	W E	S T	T E	
像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	7.51	13.50	21.62	
F N O .	3.83	4.87	6.00	
画角2	62.41	34.12	20.74	
B F	8.70	12.92	20.17	50

全長	39.66	36.64	37.64
d3	18.05	8.08	2.53
d9	3.07	5.81	5.10
d12	7.12	11.34	18.60

【 0 1 0 1 】

数値実施例 5

単位 mm

面データ

10

面番号	r	d	n d	d
1*	-10.953	0.50	1.49700	81.54
2	15.249	1.15	1.84666	23.78
3*	26.475	可変		
4(明るさ絞り)	-0.04			
5*	8.978	1.60	1.72916	54.68
6	-20.000	1.20	1.49700	81.54
7*	74.759	0.10		
8	7.513	1.75	1.83481	42.71
9	-9.872	1.74	1.76182	26.52
10	4.335	可変		
11	25.000	1.90	1.80610	40.92
12*	-12.236	可変		
13		0.40	1.54771	62.84
14		0.50		
15		0.50	1.51633	64.14
16		0.42		

像面(受光面)

20

非球面データ

30

第1面

 $k=0.000, A4=5.54348e-04, A6=-8.86833e-06, A8=2.21670e-07, A10=-2.53096e-09$

第3面

 $k=0.000, A4=1.83539e-04$

第5面

 $k=0.000, A4=-1.39402e-04, A6=6.29470e-05, A8=-1.20011e-05, A10=9.09887e-07$

第7面

 $k=0.000, A4=5.75303e-04, A6=6.03497e-05, A8=-1.13984e-05, A10=9.36213e-07$

第12面

 $k=0.000, A4=5.72875e-04, A6=-2.78681e-05, A8=8.49030e-07, A10=-1.01158e-08$

40

変倍比 2.882

群の焦点距離

f1=-18.18 f2=10.10 f3=10.43

各種データ

50

	W E	S T	T E
像高	3.84	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.02	4.68	6.00

画角 2	65.02	30.92	22.08
B F	4.05	3.26	2.91
全長	27.80	27.39	29.69
d3	10.74	3.88	1.59
d10	3.12	10.34	15.30
d12	2.54	1.76	1.39

【 0 1 0 2 】

数値実施例 6

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-13.115	0.50	1.49700	81.54
2*	13.089	1.15	1.84666	23.78
3*	19.241	可変		
4(明るさ絞り)	-0.04			
5*	8.477	1.60	1.72916	54.68
6	-12.993	1.20	1.49700	81.54
7*	22.664	0.10		
8	6.856	1.75	1.83481	42.71
9	-11.411	1.79	1.80518	25.42
10	4.409	可変		
11	25.000	1.90	1.80610	40.92
12*	-11.147	可変		
13		0.40	1.54771	62.84
14		0.50		
15		0.50	1.51633	64.14
16		0.42		

像面(受光面)

20

30

非球面データ

第1面

 $k=0.000, A4=1.92159e-04, A6=4.30887e-06, A8=-1.22142e-07, A10=1.24604e-10$

第2面

 $k=-0.594, A4=5.50339e-05, A6=-2.06673e-05, A8=5.14911e-07$

第3面

 $k=0.000, A4=-1.07581e-05$

第5面

 $k=0.000, A4=-5.46476e-06, A6=4.75856e-05, A8=-8.22022e-06, A10=5.24732e-07$

40

第7面

 $k=0.000, A4=9.79257e-04, A6=3.00855e-05, A8=-2.56486e-06, A10=1.36875e-07$

第12面

 $k=0.000, A4=7.34585e-04, A6=-2.93842e-05, A8=8.41145e-07, A10=-9.79956e-09$

変倍比 2.882

群の焦点距離

 $f1=-17.95 \quad f2=9.86 \quad f3=9.79$

各種データ

50

	W E	S T	T E
像高	3.84	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.02	4.68	6.00
画角 2	64.01	30.35	21.67
B F	3.85	3.22	3.01
全長	27.43	27.15	29.69
d3	10.54	3.85	1.59
d10	3.08	10.13	15.15
d12	2.35	1.72	1.49

10

【 0 1 0 3 】

数値実施例 7

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-17.195	0.70	1.90366	31.32
2	15.385	1.59	1.94595	17.98
3*	100.000	可変		
4(明るさ絞り)	-0.40			
5*	4.270	2.05	1.80610	40.73
6	8.640	0.70	1.84666	23.78
7	3.448	2.05	1.58313	59.38
8*	10.474	0.64		
9(フレア絞り)	可変			
10*	-21.866	1.40	1.49700	81.54
11	-39.724	可変		
12		0.50	1.51633	64.14
13		0.50		
14		0.50	1.51633	64.14
15		0.40		

20

30

40

像面(受光面)

非球面データ

第1面

k=0.000, A4=-1.78784e-04, A6=2.76422e-05, A8=-7.00116e-07, A10=3.93777e-09

第3面

k=0.000, A4=-2.24857e-04, A6=3.82950e-05, A8=-1.19949e-06, A10=9.01148e-09

第5面

k=-1.167, A4=1.65148e-03, A6=4.20736e-05, A8=1.26868e-06, A10=2.41296e-08

第8面

k=13.113, A4=4.46574e-03, A6=1.54812e-04, A8=7.84953e-05, A10=6.83402e-06

第10面

k=0.000, A4=8.52136e-04, A6=2.46109e-05, A8=-1.66769e-06, A10=5.32946e-07

変倍比 2.878

群の焦点距離

f1=-16.73 f2=9.23 f3=-100.49

50

各種データ

	W E	S T	T E	
像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	7.51	13.06	21.60	
F N O .	3.51	4.47	6.00	
画角 2	63.13	34.31	20.45	
B F	4.56	5.81	9.90	
全長	32.76	26.53	26.45	
d3	16.39	7.20	2.45	
d9	3.07	4.78	5.36	
d11	3.00	4.25	8.34	

10

【0 1 0 4】

数値実施例 8

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d	
1*	-17.308	0.70	1.90366	31.32	
2*	16.048	1.00	1.94595	17.98	
3*	100.000	可変			
4(明るさ絞り)	-0.40				
5*	4.271	2.05	1.80610	40.73	
6	8.578	0.70	1.84666	23.78	
7	3.448	2.02	1.58313	59.38	
8*	10.473	0.64			
9(フレア絞り)	可変				
10*	-20.803	1.40	1.49700	81.54	
11	-36.578	可変			
12		0.50	1.51633	64.14	
13		0.50			
14		0.50	1.51633	64.14	
15		0.42			

20

像面(受光面)

非球面データ

第1面

k=0.000, A4=-1.62082e-04, A6=2.91039e-05, A8=-6.77478e-07, A10=2.77738e-09

第2面

k=-7.780, A4=1.48650e-04, A6=3.03155e-05, A8=-5.73951e-08, A10=-2.86094e-08

40

第3面

k=0.000, A4=-2.17097e-04, A6=4.05765e-05, A8=-1.09478e-06, A10=5.48292e-09

第5面

k=-1.161, A4=1.65505e-03, A6=4.06561e-05, A8=1.08671e-06, A10=6.57786e-08

第8面

k=13.238, A4=4.49522e-03, A6=1.09698e-04, A8=8.56693e-05, A10=6.16944e-06

第10面

k=0.000, A4=8.44619e-04, A6=1.12866e-05, A8=3.76746e-07, A10=3.88770e-07

変倍比 2.880

50

群焦点距離

f1=-16.83 f2=9.25 f3=-100.00

各種データ

	W E	S T	T E	
像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	7.51	13.50	21.62	
F N O .	3.52	4.55	6.00	
画角2	62.65	33.08	20.40	
B F	4.58	5.90	9.90	10
全長	32.50	26.00	26.04	
d3	16.73	7.06	2.66	
d9	3.07	4.92	5.36	
d11	3.00	4.32	8.32	

【0 1 0 5】

数値実施例9

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-12.658	0.50	1.49700	81.54
2	10.548	1.15	1.84666	23.78
3*	11.669	可変		
4(明るさ絞り)	-0.04			
5*	16.216	1.60	1.72916	54.68
6	-20.000	1.20	1.49700	81.54
7*	-4.309	0.10		
8	-8.799	1.75	1.83481	42.71
9	-9.613	0.50	1.76182	26.52
10	-24.033	可変		
11	-63.929	1.90	1.80610	40.92
12*	46.967	可変		
13		0.40	1.54771	62.84
14		0.50		
15		0.50	1.51633	64.14
16		0.40		

像面(受光面)

非球面データ

第1面

k=0.000, A4=1.23221e-04, A6=-3.54661e-06, A8=1.03494e-07, A10=-9.58241e-10

第3面

k=0.000, A4=-5.10764e-05

第5面

k=0.000, A4=-2.10331e-03, A6=-1.14105e-04, A8=-1.82025e-05, A10=-2.69682e-06

第7面

k=0.000, A4=-6.08013e-04, A6=-2.86534e-05, A8=-2.29854e-05, A10=4.90151e-07

第12面

k=0.000, A4=1.20316e-03, A6=7.08569e-06, A8=-3.62446e-06, A10=2.66828e-07

10

20

30

40

50

変倍比 2.882

群の焦点距離

f1=-12.59 f2=9.26 f3=-33.33

各種データ

	W E	S T	T E	
像高	3.84	3.84	3.84	
焦点距離	6.80	13.73	19.60	
F N O .	3.99	5.14	6.00	10
画角 2	68.09	29.86	20.79	
B F	4.32	4.15	2.67	
全長	34.69	29.21	30.08	
d3	14.68	4.75	1.59	
d10	7.03	11.66	17.17	
d12	2.83	2.66	1.18	

【 0 1 0 6 】

数値実施例 1 0

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-12.124	0.50	1.49700	81.54
2*	11.109	1.15	1.84666	23.78
3*	12.230	可変		
4(明るさ絞り)	-0.04			
5*	15.848	1.60	1.72916	54.68
6	-20.000	1.20	1.49700	81.54
7*	-4.305	0.10		
8	-8.555	1.75	1.83481	42.71
9	-9.656	0.50	1.76182	26.52
10	-22.922	可変		
11	-63.929	1.90	1.80610	40.92
12*	46.967	可変		
13		0.40	1.54771	62.84
14		0.50		
15		0.50	1.51633	64.14
16		0.40		

像面(受光面)

40

非球面データ

第1面

k=0.000, A4=9.13160e-05, A6=2.72628e-07, A8=9.17430e-08, A10=-1.73728e-09

第2面

k=1.207, A4=1.95029e-04, A6=-4.09681e-06, A8=-3.66823e-07, A10=7.83972e-09

第3面

k=0.000, A4=6.57630e-05

第5面

k=0.000, A4=-2.05760e-03, A6=-1.10415e-04, A8=-1.71201e-05, A10=-2.79258e-06

50

第 7 面

$k=0.000, A4=-5.76651e-04, A6=-2.39611e-05, A8=-2.29215e-05, A10=4.40799e-07$

第 1 2 面

$k=0.000, A4=1.21846e-03, A6=-1.87774e-06, A8=-2.39335e-06, A10=2.19720e-07$

変倍比 2.882

群の焦点距離

$f_1=-12.55 \quad f_2=9.27 \quad f_3=-33.33$

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.84	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.99	5.14	6.00
画角 2	68.03	29.87	20.78
B F	4.31	4.12	2.67
全長	34.69	29.24	30.14
d3	14.66	4.74	1.59
d10	7.06	11.74	17.23
d12	2.83	2.67	1.18

10

20

【 0 1 0 7 】

数値実施例 1 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1*	-23.713	0.70	1.90366	31.32
2*	18.969	1.54	1.63494	23.22
3*	100.000	可変		
4(明るさ絞り)	-0.40			
5*	4.385	2.18	1.80610	40.73
6	5.648	0.73	1.84666	23.78
7	3.450	2.13	1.58313	59.38
8*	8.777	0.64		
9(フレア絞り)	可変			
10*	9.572	1.40	1.49700	81.54
11*	12.809	可変		
12		0.50	1.51633	64.14
13		0.50		
14		0.50	1.51633	64.14
15		0.41		

30

40

像面(受光面)

非球面データ

第 1 面

$k=0.000, A4=2.22078e-04, A6=8.37534e-06, A8=-8.16149e-07, A10=1.31562e-08$

第 2 面

$k=1.014, A4=2.39436e-03, A6=4.09562e-05, A8=-2.46113e-06, A10=-1.60636e-08$

第 3 面

50

$k=0.000, A4=-7.89414e-04, A6=2.06410e-05, A8=-1.32623e-06, A10=3.81678e-08$

第5面

$k=-1.430, A4=1.80630e-03, A6=4.88714e-05, A8=-1.54594e-06, A10=1.11460e-07$

第8面

$k=6.388, A4=3.94460e-03, A6=5.66061e-04, A8=-4.60055e-05, A10=1.75053e-05$

第10面

$k=0.000, A4=-9.15114e-06, A6=6.05375e-05, A8=1.79123e-05, A10=-4.84755e-07$

第11面

$k=0.000, A4=-6.32528e-04, A6=-9.76173e-06, A8=1.82808e-05, A10=2.04038e-07$

10

変倍比 2.880

群の焦点距離

$f_1=-16.88 \quad f_2=9.90 \quad f_3=66.64$

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.50	3.50	3.50
焦点距離	7.51	13.51	21.62
F N O .	3.53	4.60	6.00
画角 2	56.28	30.30	18.63
B F	4.57	6.91	11.71
全長	31.70	26.11	26.12
d3	15.14	5.98	1.49
d9	3.07	4.30	4.00
d11	3.00	5.35	10.14

20

【0108】

実施例12乃至22は、それぞれ実施例1乃至11のズームレンズを用い、電気的に歪曲収差を補正する撮像装置に用いた例であり変倍時に有効撮像領域の形状が変化する。そのため、ズーム状態における像高や画角が対応する実施例と相違する。

30

【0109】

実施例11乃至22では広角側で発生する樽型の歪曲収差を電気的に補正したうえで画像の記録や表示を行っている。

【0110】

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。

【0111】

歪曲収差を電気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している。そして、あらかじめ設定した有効撮像領域を画像処理により画像変換し、歪みを低減させた矩形の画像情報に変換する。

40

【0112】

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

本実施例11乃至22では、広角端にて光電変換面の短辺方向の長さが有効撮像領域の短辺方向の長さと同じになるようにし、画像処理後の歪曲収差が -3 % 程残るように有効撮像領域を定めている。もちろん、それよりも小さい樽型の領域を有効撮像領域として矩形に変換した画像を記録・再生するようにしてもよい。

【0113】

実施例12のズームレンズは実施例1のズームレンズに同じである。

50

実施例 1 3 のズームレンズは実施例 2 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 4 のズームレンズは実施例 3 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 5 のズームレンズは実施例 4 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 6 のズームレンズは実施例 5 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 7 のズームレンズは実施例 6 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 8 のズームレンズは実施例 7 のズームレンズと同じである。
 実施例 1 9 のズームレンズは実施例 8 のズームレンズと同じである。
 実施例 2 0 のズームレンズは実施例 9 のズームレンズと同じである。
 実施例 2 1 のズームレンズは実施例 1 0 のズームレンズと同じである。
 実施例 2 2 のズームレンズは実施例 1 1 のズームレンズと同じである。

10

【 0 1 1 4 】

実施例 1 2 における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.59	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.50	21.51
F N O .	3.84	4.87	6.00
画角 2	57.78	34.20	20.88

【 0 1 1 5 】

実施例 1 3 における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.58	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.42	21.62
F N O .	3.82	4.83	6.00
画角 2	57.74	34.15	20.72

【 0 1 1 6 】

実施例 1 4 における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.59	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.44	21.62
F N O .	3.82	4.88	6.00
画角 2	57.79	34.47	20.79

【 0 1 1 7 】

実施例 1 5 における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.59	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.50	21.62
F N O .	3.83	4.87	6.00
画角 2	57.81	34.12	20.74

【 0 1 1 8 】

実施例 1 6 における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.64	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.02	4.68	6.00
画角 2	61.61	30.92	22.08

20

30

40

50

【0119】

実施例17における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.68	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.02	4.68	6.00
画角2	61.28	30.35	21.67

【0120】

実施例18における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.57	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.06	21.60
F N O .	3.51	4.47	6.00
画角2	57.97	34.31	20.45

【0121】

実施例19における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.58	3.84	3.84
焦点距離	7.51	13.50	21.62
F N O .	3.52	4.55	6.00
画角2	57.86	33.08	20.40

【0122】

実施例20における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.55	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.99	5.14	6.00
画角2	62.23	29.86	20.79

【0123】

実施例21における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.55	3.84	3.84
焦点距離	6.80	13.73	19.60
F N O .	3.99	5.14	6.00
画角2	62.25	29.87	20.78

【0124】

実施例22における像高、全画角のデータを以下に示す。

各種データ

	W E	S T	T E
像高	3.31	3.50	3.50
焦点距離	7.51	13.51	21.62
F N O .	3.53	4.60	6.00
画角2	52.97	30.30	18.63

【0125】

以上の実施例1～11の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図12～図22に示す。

10

20

30

40

50

これらの収差図において、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。各図中、“”は半画角を示す。

【0126】

次に、各実施例における条件式(1)~(8)の値を掲げる。

各実施例の条件式対応値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	
(1) D_{G1}/f_w	0.39	0.37	0.42	0.31	0.24	0.24	
(2) f_{G2C1}/f_w	1.17	1.18	1.16	1.16	1.60	1.44	
(3) n_d_{G1L1}	1.90366	1.90366	1.90366	1.90366	-	-	10
(4) d_{G1L1}	-	-	-	-	81.54	81.54	
(5) $(r_{L11f}+r_{L11r})/(r_{L11f}-r_{L11r})$	0.11	0.10	0.11	0.11	-0.16	0.00	
(6) $(r_{L12f}+r_{L12r})/(r_{L12f}-r_{L12r})$	-1.25	-1.26	-1.21	-1.21	-3.72	-5.26	
(7) N	6	6	7	7	7	7	
(8) G2/f_w	1.93	1.94	1.89	1.80	1.62	1.65	
	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11		20
(1) D_{G1}/f_w	0.31	0.23	0.24	0.24	0.30		
(2) f_{G2C1}/f_w	0.97	0.97	2.62	2.57	0.98		
(3) n_d_{G1L1}	1.90366	1.90366	-	-	1.90366		
(4) d_{G1L1}	-	-	81.54	81.54	-		
(5) $(r_{L11f}+r_{L11r})/(r_{L11f}-r_{L11r})$	0.06	0.04	0.09	0.04	0.11		
(6) $(r_{L12f}+r_{L12r})/(r_{L12f}-r_{L12r})$	-1.36	-1.38	-19.82	-20.81	-1.47		
(7) N	6	6	7	7	6		
(8) G2/f_w	1.02	1.01	1.25	1.25	1.07		30
	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	
(1) D_{G1}/f_w	0.39	0.37	0.42	0.31	0.24	0.24	
(2) f_{G2C1}/f_w	1.17	1.18	1.16	1.16	1.60	1.44	
(3) n_d_{G1L1}	1.90366	1.90366	1.90366	1.90366	-	-	
(4) d_{G1L1}	-	-	-	-	81.54	81.54	
(5) $(r_{L11f}+r_{L11r})/(r_{L11f}-r_{L11r})$	0.11	0.10	0.11	0.11	-0.16	0.00	
(6) $(r_{L12f}+r_{L12r})/(r_{L12f}-r_{L12r})$	-1.25	-1.26	-1.21	-1.21	-3.72	-5.26	
(7) N	6	6	7	7	7	7	40
(8) G2/f_w	1.93	1.94	1.89	1.80	1.62	1.65	
	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22		
(1) D_{G1}/f_w	0.31	0.23	0.24	0.24	0.30		
(2) f_{G2C1}/f_w	0.97	0.97	2.62	2.57	0.98		
(3) n_d_{G1L1}	1.90366	1.90366	-	-	1.90366		
(4) d_{G1L1}	-	-	81.54	81.54	-		
(5) $(r_{L11f}+r_{L11r})/(r_{L11f}-r_{L11r})$	0.06	0.04	0.09	0.04	0.11		50

(6) $(r_{L12f} + r_{L12r}) / (r_{L12f} - r_{L12r})$	-1.36	-1.38	-19.82	-20.81	-1.47
(7) N	6	6	7	7	6
(8) G 2 / f _w	1.02	1.01	1.25	1.25	1.07

【0127】

(歪曲収差の補正)

ところで、本発明のズームレンズを用いたときに、像の歪曲は電気的にデジタル補正する。以下に、像の歪曲をデジタル補正するための基本的概念について説明する。

【0128】

例えば、図23に示すように、光軸と撮像面との交点を中心として有効撮像面の長辺に内接する半径Rの円周上(像高)での倍率を固定し、この円周を補正の基準とする。そして、それ以外の任意の半径r()の円周上(像高)の各点を略放射方向に移動させて、半径r'()となるように同心円状に移動させることで補正する。

【0129】

例えば、図23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r₁'()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r₂'()円周上の点Q₂に移動させる。

【0130】

ここで、r'()は次のように表わすことができる。

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

ただし、

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

【0131】

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、

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

となる。

【0132】

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

【0133】

ところが、光学像は、電子撮像素子で撮像された時点で(サンプリングのため)連続量ではなくなる。したがって、厳密には光学像上に描かれる上記半径Rの円も、電子撮像素子上の画素が放射状に配列されていない限り正確な円ではなくなる。

【0134】

つまり、離散的座標点毎に表わされる画像データの形状補正においては、上記倍率を固定できる円は存在しない。そこで、各画素(X_i, Y_j)毎に、移動先の座標(X_{i'}, Y_{j'})を決める方法を用いるのがよい。なお、座標(X_{i'}, Y_{j'})に(X_i, Y_j)の2点以上が移動してきた場合には、各画素が有する値の平均値をとる。また、移動してくる点がない場合には、周囲のいくつかの画素の座標(X_{i'}, Y_{j'})の値を用いて補間すればよい。

【0135】

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

10

20

30

40

50

において信号を画像に再現する際に幾何学的歪み等が発生する場合等の補正に有効である。

【0136】

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

【0137】

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

【0138】

$$0 < R < 0.6 L_s$$

ただし、 L_s は有効撮像面の短辺の長さである。

10

【0139】

好みしくは、前記半径 R は、次の条件式を満足するのがよい。

$$0.3 L_s < R < 0.6 L_s$$

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

20

【0140】

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

$$r'(\quad) = \cdot f \cdot \tan$$

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。

【0141】

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

30

【0142】

そして、前記分割されたゾーン内の望遠端近傍で略、

$$r'(\quad) = \cdot f \cdot \tan$$

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。

【0143】

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、

$$f = y / \tan$$

が成立する。

40

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

【0144】

結像系に樽型の歪曲収差がある場合は、

$$f > y / \tan$$

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

【0145】

（デジタルカメラ）

図24～図26は、以上のようなズームレンズを撮影光学系141に組み込んだ本発明

50

によるデジタルカメラの構成の概念図を示す。図24はデジタルカメラ140の外観を示す前方斜視図、図25は同後方正面図、図26はデジタルカメラ140の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図24と図26においては、撮影光学系141の非沈胴時を示している。デジタルカメラ140は、この例の場合、撮影用光路142を有する撮影光学系141、ファインダー用光路144を有するファインダー光学系143、シャッターボタン145、フラッシュ146、液晶表示モニター147、焦点距離変更ボタン161、設定変更スイッチ162等を含み、撮影光学系141の沈胴時には、カバー160をスライドすることにより、撮影光学系141とファインダー光学系143とフラッシュ146はそのカバー160で覆われる。そして、カバー160を開いてカメラ140を撮影状態に設定すると、撮影光学系141は図26の非沈胴状態になり、カメラ140の上部に配置されたシャッターボタン145を押圧すると、それに連動して撮影光学系141、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141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FとカバーガラスCを介してCCD149の撮像面上に形成される。このCCD149で受光された物体像は、処理手段151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147に表示される。また、この処理手段151には記録手段152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152は処理手段151と別体に設けててもよいし、フレキシブル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、CCD149に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

10

20

30

40

50

【0146】

さらに、ファインダー用光路144上にはファインダー用対物光学系153が配置している。ファインダー用対物光学系153は、複数のレンズ群（図の場合は3群）と2つのプリズムからなり、撮影光学系141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153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155の視野枠157上に形成される。この正立プリズム155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159が配置されている。なお、接眼光学系159の射出側にカバー部材150が配置されている。

【0147】

このように構成されたデジタルカメラ140は、撮影光学系141が本発明により、沈胴時に厚みを極めて薄く、高倍率で全変倍域で結像性能を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。

【0148】

(内部回路構成)

図27は、上記デジタルカメラ140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、上記の処理手段は、例えばCDS/AADC部124、一時記憶メモリ117、画像処理部118等からなり、記憶手段は、例えば記憶媒体部119等からなる。

【0149】

図27に示すように、デジタルカメラ140は、操作部112と、この操作部112に接続された制御部113と、この制御部113の制御信号出力ポートにバス114及び115を介して接続された撮像駆動回路116並びに一時記憶メモリ117、画像処理部118、記憶媒体部119、表示部120、及び設定情報記憶メモリ部121を備えている。

【0150】

上記の一時記憶メモリ117、画像処理部118、記憶媒体部119、表示部120、及び設定情報記憶メモリ部121は、バス122を介して相互にデータの入力又は出力が可能なように構成され、また、撮像駆動回路116には、CCD149とCDS/AADC部124が接続されている。

【0151】

操作部 112 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。

【0152】

制御部 113 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 112 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 140 全体を制御する回路である。

【0153】

C C D 149 は、本発明による撮影光学系 141 を介して形成された物体像を受光する。C C D 149 は、撮像駆動回路 116 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 124 に出力する撮像素子である。

【0154】

C D S / A D C 部 124 は、C C D 149 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（ベイヤーデータ、以下 R A W データという。）を一時記憶メモリ 117 に出力する回路である。

【0155】

一時記憶メモリ 117 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 124 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 118 は、一時記憶メモリ 117 に記憶された R A W データ又は記憶媒体部 119 に記憶されている R A W データを読み出して、制御部 113 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気的に行う回路である。

【0156】

記録媒体部 119 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イ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イック型のフラッシュメモリに、一時記憶メモリ 117 から転送される R A W データや画像処理部 118 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。

【0157】

表示部 120 は、液晶表示モニターを備え、その液晶表示モニター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 121 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 112 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 121 は、それらのメモリへの入出力を制御する回路である。

【0158】

このように構成されたデジタルカメラ 140 は、撮影光学系 141 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。

【産業上の利用可能性】

【0159】

以上のように、本発明にかかる 3 群ズームレンズは、小型化、高性能化に有利であり、レンズ同士の偏心の影響も抑えやすいレンズに適している。

【図面の簡単な説明】

【0160】

【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。

10

20

30

40

50

【図 5】本発明のズームレンズの実施例 5 の図 1 と同様の図である。

【図 6】本発明のズームレンズの実施例 6 の図 1 と同様の図である。

【図 7】本発明のズームレンズの実施例 7 の図 1 と同様の図である。

【図 8】本発明のズームレンズの実施例 8 の図 1 と同様の図である。

【図 9】本発明のズームレンズの実施例 9 の図 1 と同様の図である。

【図 10】本発明のズームレンズの実施例 10 の図 1 と同様の図である。

【図 11】本発明のズームレンズの実施例 11 の図 1 と同様の図である。

【図 12】実施例 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 13】実施例 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 14】実施例 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 15】実施例 4 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 16】実施例 5 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 17】実施例 6 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 18】実施例 7 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 19】実施例 8 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 20】実施例 9 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 21】実施例 10 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 22】実施例 11 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 23】歪曲収差の補正を説明する図である。

【図 24】本発明によるズームレンズを組み込んだデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。 20

【図 25】上記デジタルカメラの後方斜視図である。

【図 26】上記デジタルカメラの断面図である。

【図 27】デジタルカメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。

【符号の説明】

【0 1 6 1】

G 1 ... 第 1 レンズ群

G 2 ... 第 2 レンズ群

G 3 ... 第 3 レンズ群

S ... 明るさ絞り

F S ... フレア絞り

F ... ローパスフィルタ

C ... カバーガラス

I ... 像面

1 1 2 ... 操作部

1 1 3 ... 制御部

1 1 4 ... バス

1 1 5 ... バス

1 1 6 ... 撮像駆動回路

1 1 7 ... 一時記憶メモリ

1 1 8 ... 画像処理部

1 1 9 ... 記憶媒体部

1 2 0 ... 表示部

1 2 1 ... 設定情報記憶メモリ部

1 2 2 ... バス

1 2 4 ... C D S / A D C 部

1 4 0 ... デジタルカメラ

1 4 1 ... 撮影光学系

1 4 2 ... 撮影用光路

1 4 3 ... ファインダー光学系

10

20

30

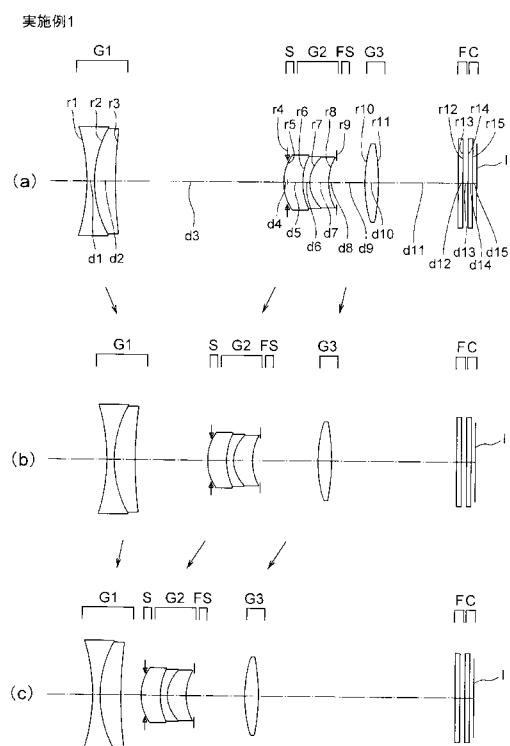
40

50

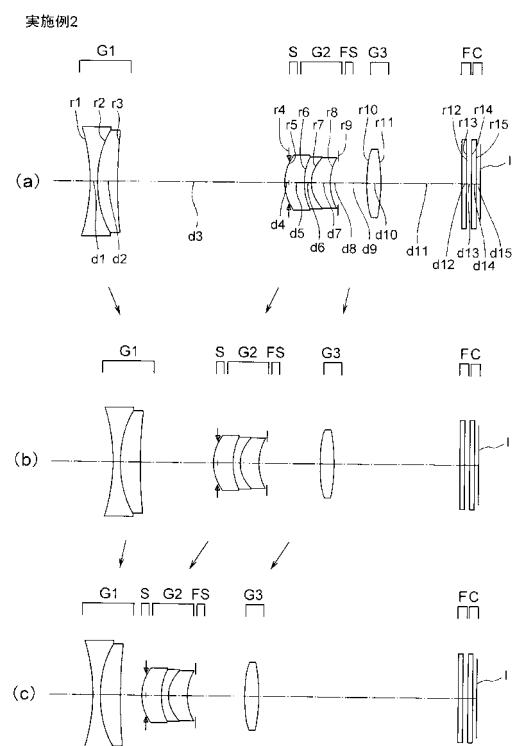
1 4 4 ... ファインダー用光路
 1 4 5 ... シャッターボタン
 1 4 6 ... フラッシュ
 1 4 7 ... 液晶表示モニター
 1 4 9 ... C C D
 1 5 0 ... カバー部材
 1 5 1 ... 処理手段
 1 5 2 ... 記録手段
 1 5 3 ... ファインダー用対物光学系
 1 5 5 ... 正立プリズム
 1 5 7 ... 視野枠
 1 5 9 ... 接眼光学系
 1 6 0 ... カバー
 1 6 1 ... 焦点距離変更ボタン
 1 6 2 ... 設定変更スイッチ

10

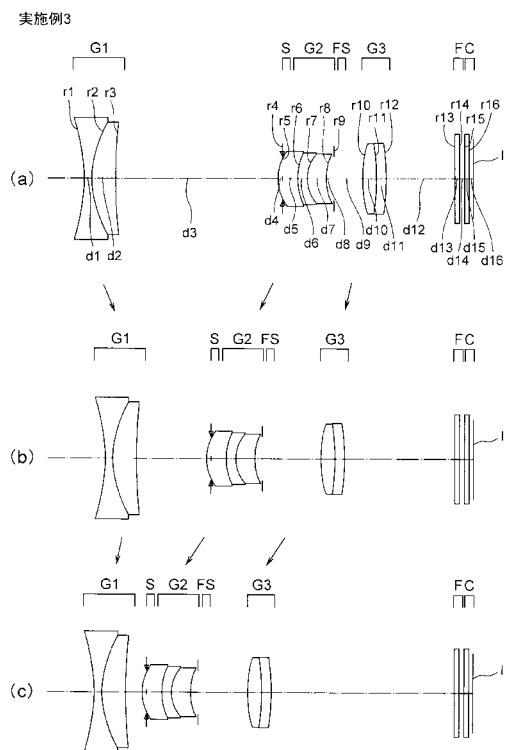
【図1】



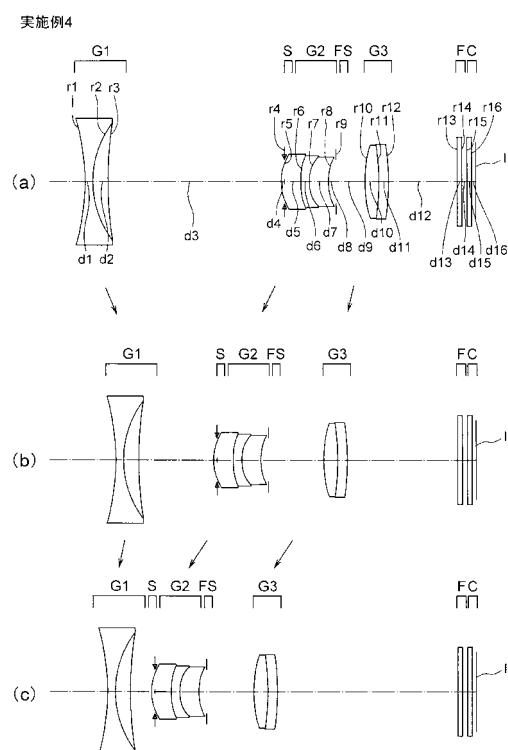
【図2】



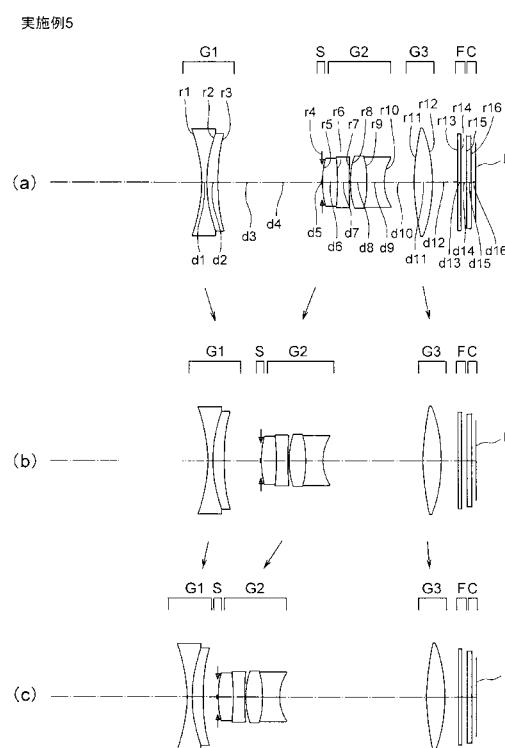
【図3】



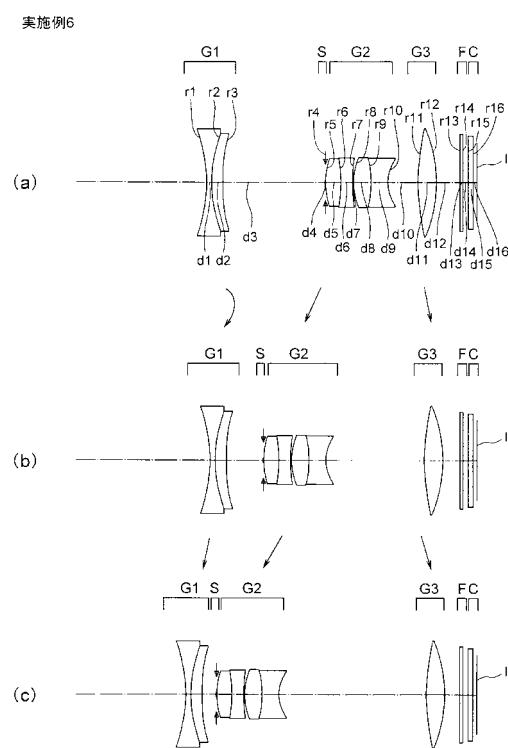
【図4】



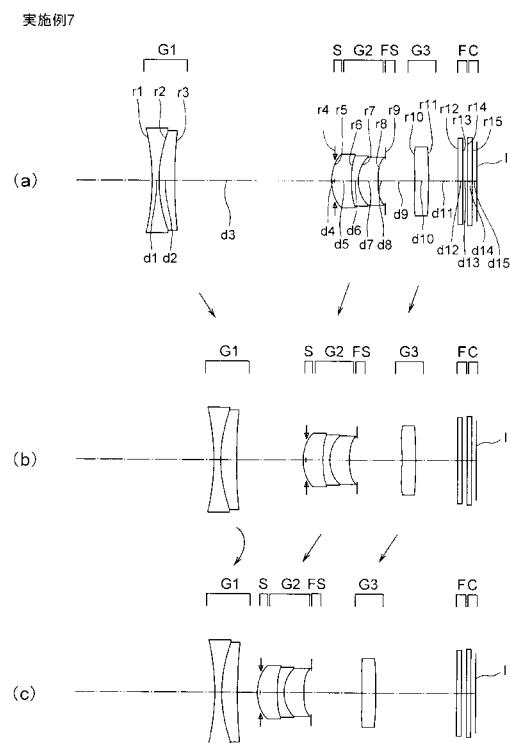
【図5】



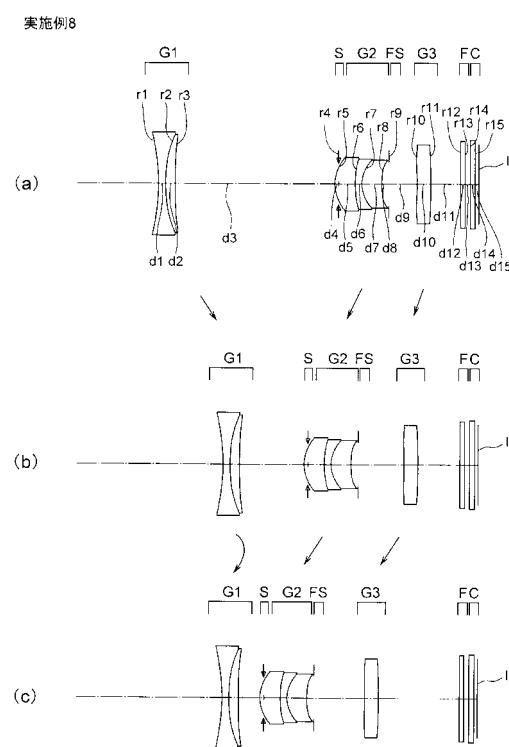
【図6】



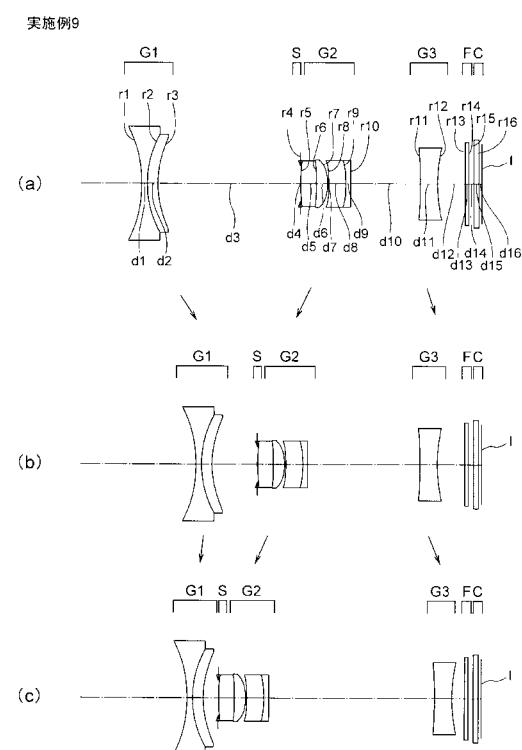
【図7】



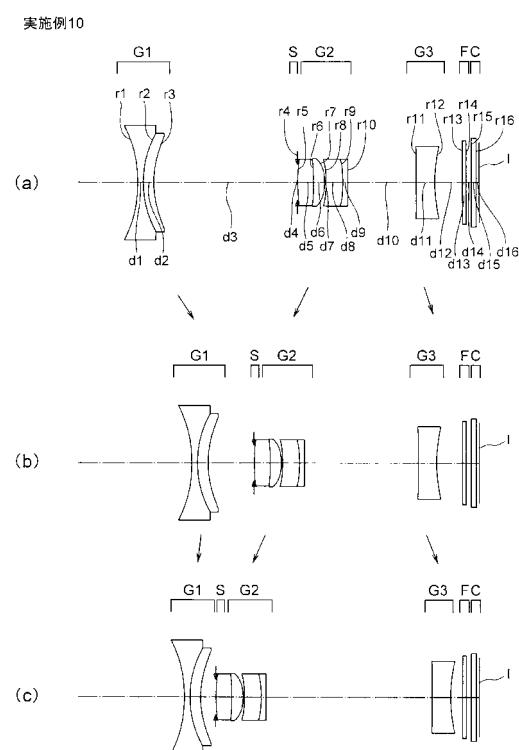
【図8】



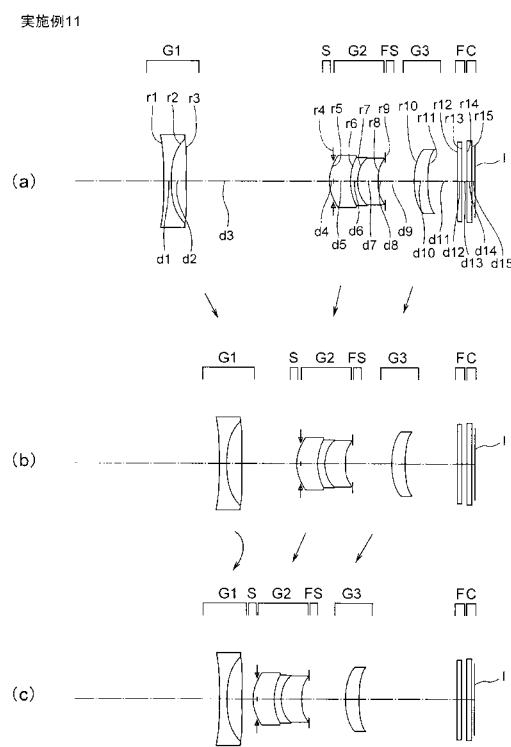
【図9】



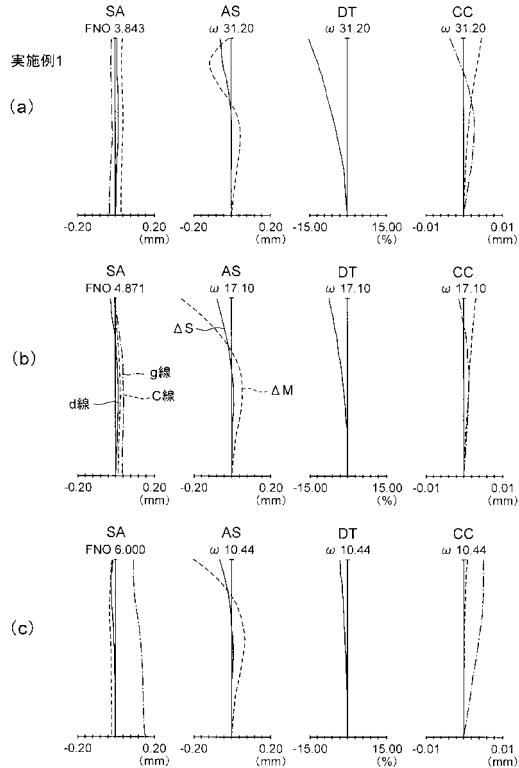
【図10】



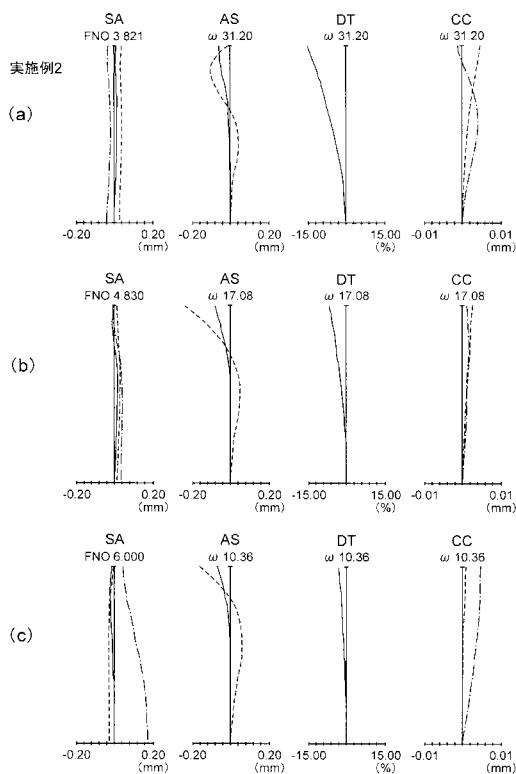
【図 1 1】



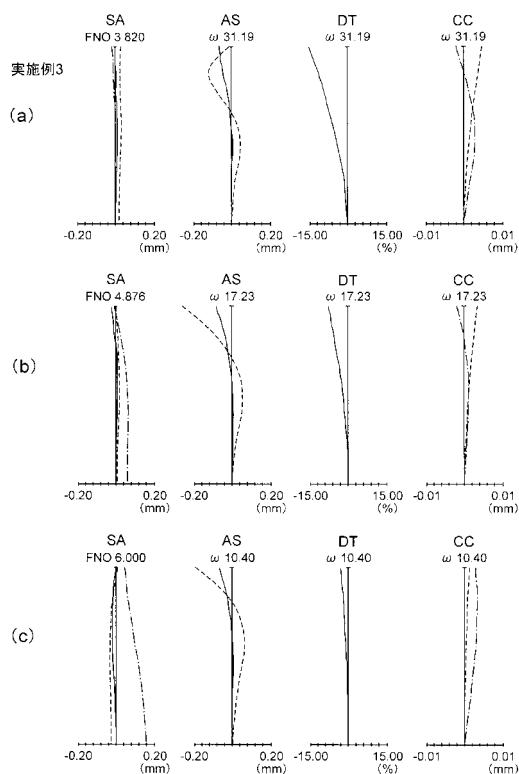
【図 1 2】



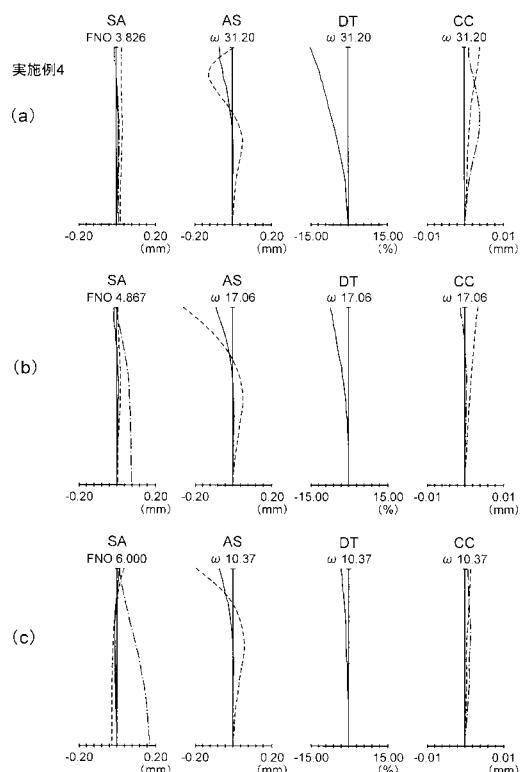
【図 1 3】



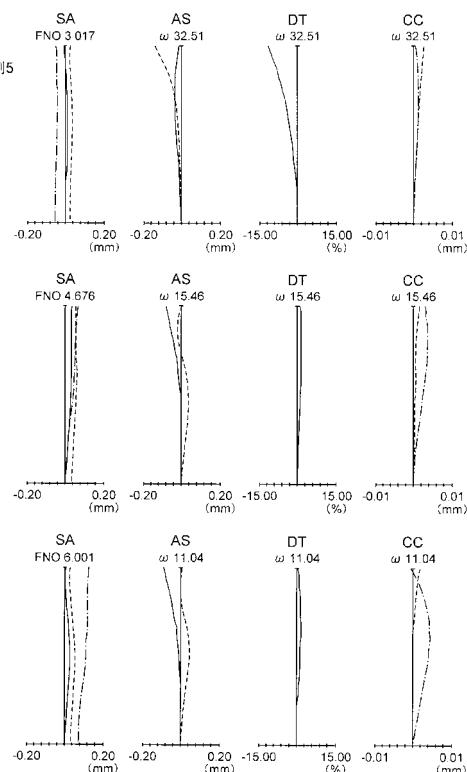
【図 1 4】



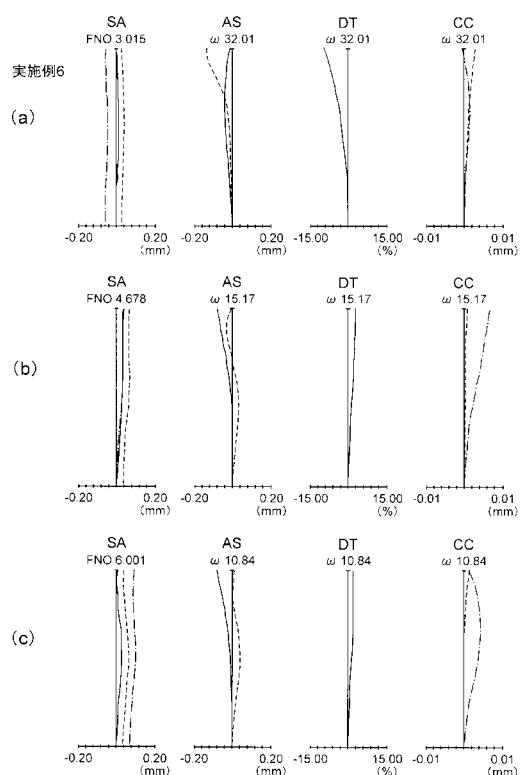
【図15】



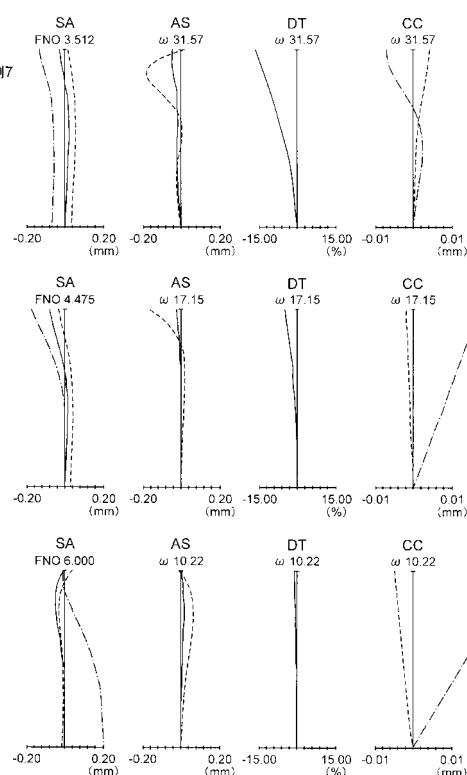
【図16】



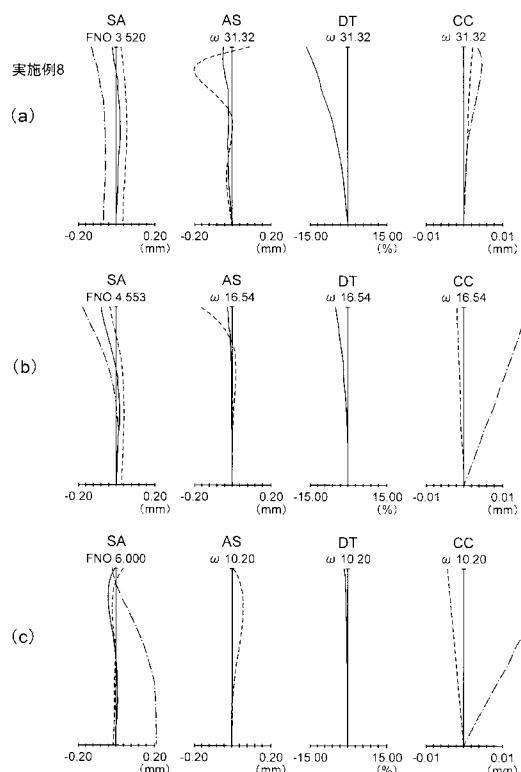
【図17】



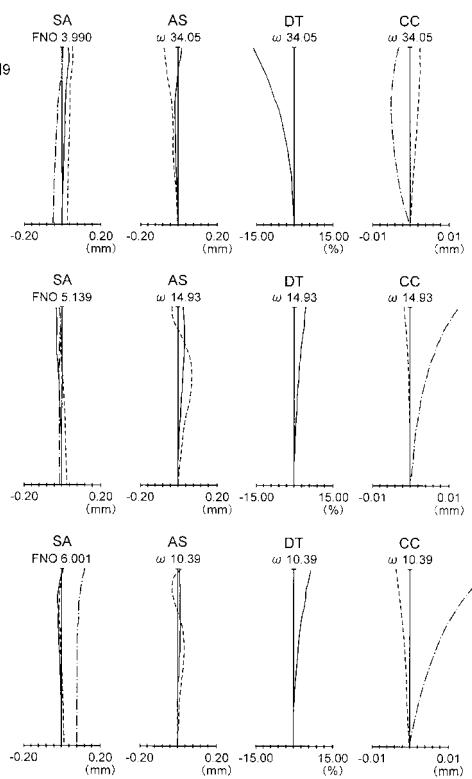
【図18】



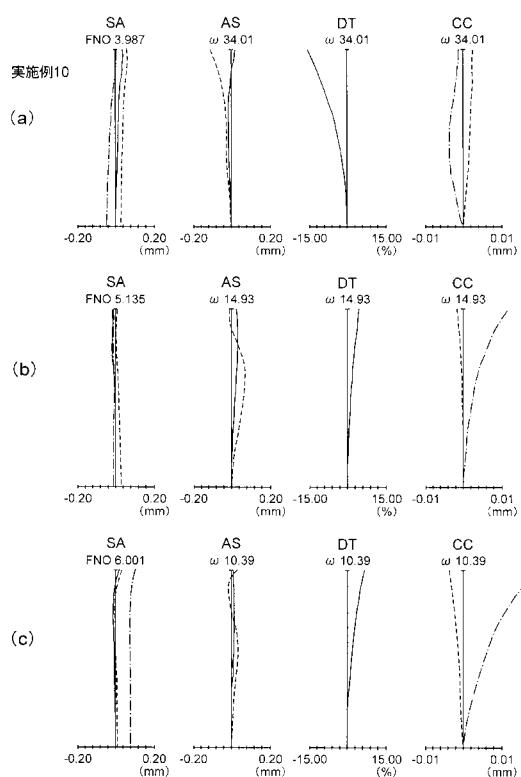
【図19】



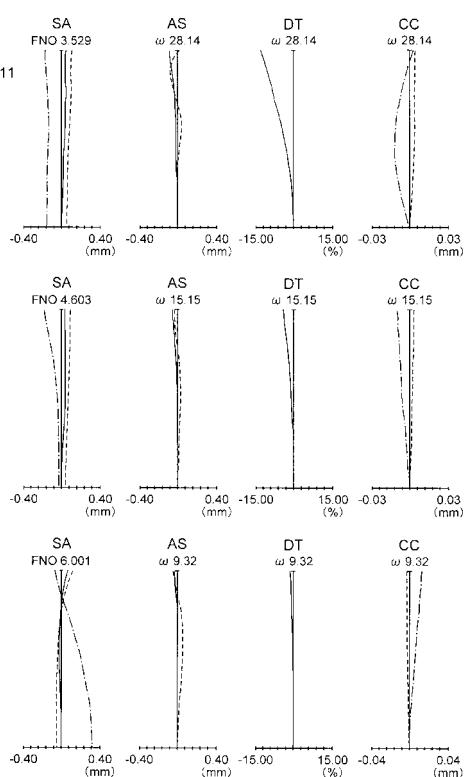
【図20】



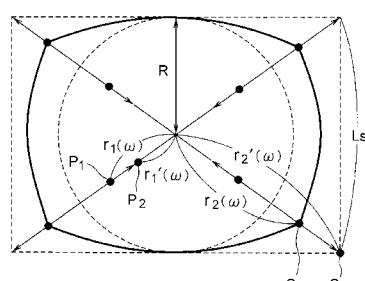
【図21】



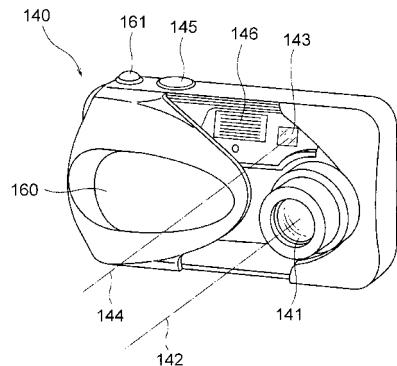
【図22】



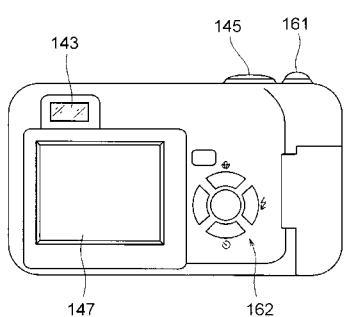
【図 2 3】



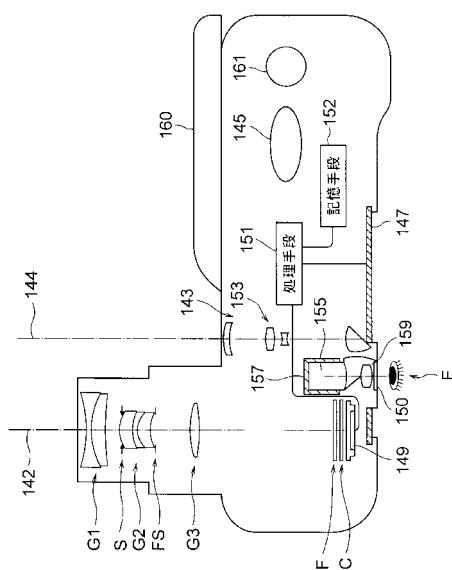
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【図27】

