

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5309553号
(P5309553)

(45) 発行日 平成25年10月9日 (2013. 10. 9)

(24) 登録日 平成25年7月12日 (2013. 7. 12)

(51) Int. Cl. F 1
GO 2 B 15/163 (2006. 01) GO 2 B 15/163
GO 2 B 13/18 (2006. 01) GO 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2007-331793 (P2007-331793)
(22) 出願日 平成19年12月25日 (2007. 12. 25)
(65) 公開番号 特開2009-156905 (P2009-156905A)
(43) 公開日 平成21年7月16日 (2009. 7. 16)
審査請求日 平成22年12月7日 (2010. 12. 7)

(73) 特許権者 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区有楽町 1 丁目 1 2 番 1 号
(74) 代理人 100140800
弁理士 保坂 丈世
(72) 発明者 嶋田 俊之
東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株
式会社ニコン内

審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ、及び、このズームレンズを備えた光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸に沿って物体側から順に、
負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 3 レンズ群との実質的に 3 個のレンズ群からなり、
前記第 3 レンズ群は両凸形状の 1 枚の正レンズのみからなり、
広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、前記第 1 レンズ群と前
記第 2 レンズ群との間隔が減少し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が増加
するように、少なくとも前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とが移動し、
全系の最大像高を Y_{max} とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t とし、前記第 1
レンズ群の焦点距離を f_1 とし、望遠端状態における前記第 1 レンズ群の最も像側のレン
ズ面と前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面との光軸上における間隔を L_{12t} とし
たとき、次式

$$0.6 < Y_{max} \times f_t / f_1^2 < 1.0$$
$$0.3 < f_t \times L_{12t} / |f_1| < 1.6$$

の条件を満足するズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、少なくとも 1 枚の負メニスカスレ
ンズと、1 枚の正レンズとを有する請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群に含まれるすべての負レンズの材質の d 線に対する屈折率の平均値を N_{2nav} とし、全系の広角端状態における半画角を w とし、全系の広角端状態における全長を T_{Lw} とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.47 < (N_{2nav} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T_{Lw} < 0.95$$

の条件を満足する請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を N_n とし、前記第 2 レンズ群に含まれる正レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も小さい屈折率を N_p としたとき、次式

$$0.36 < N_n - N_p < 0.80$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を N_n とし、前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を有するレンズの材質のアッペ数を n としたとき、次式

$$3.0 < N_n + 0.05 \times n$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、F ナンバー決定部材と、当該 F ナンバー決定部材より物体側に、少なくとも 1 枚の正レンズとを有する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、2 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとを有する請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、少なくとも 1 枚の負メニスカスレンズと、1 枚の正レンズとを有し、

前記負メニスカスレンズは、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されている請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 9】

前記負メニスカスレンズのレンズ面のうち、少なくとも像側のレンズ面は非球面形状に形成されている請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のズームレンズを備えた光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ、及び、このズームレンズを備えた光学機器に関する。

【背景技術】

40

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置（カメラ）の高性能化、コンパクト化が急速に進行している。これらの撮像装置では、撮像用レンズとしてズームレンズが用いられることが一般的である。ズームレンズによって、撮影者は撮影条件に最適な画角での撮影を手軽に行うことが可能となる。現在、これらのズームレンズでは、レンズの広角化、高変倍化が強く求められているが、広角端状態において $70 \sim 80$ 度以上の画角を有し、かつ十分な望遠撮影が可能なズームレンズの提案例は極めて少ない状況にある。広角化と高変倍比を同時に達成した例として、例えば、特許文献 1 における実施例 2 のレンズがある。

【特許文献 1】特開 2006 - 084829 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来のズームレンズでは、広角端状態での収差補正が不十分であり、良好な結像性能が得られないという課題があった。

【0004】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、広角かつ高変倍比でありながら優れた性能を有し、コンパクトな、固体撮像素子に好適なズームレンズ、及び、このズームレンズを備えた光学機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0005】

前記課題を解決するために本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、実質的に3個のレンズ群からなり、第3レンズ群は両凸形状の1枚の正レンズのみからなり、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が増加するように、少なくとも第1レンズ群と第2レンズ群とが移動する。そして、このズームレンズの全系の最大像高を Y_{max} とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t とし、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、望遠端状態における第1レンズ群の最も像側のレンズ面と第2レンズ群の最も物体側のレンズ面との光軸上における間隔を L_{12}

20

t としたとき、次式

$$0.6 < Y_{max} \times f_t / f_1^2 < 1.0$$

$$0.3 < f_t \times L_{12} t / |f_1| < 1.6$$

の条件を満足するように構成される。

【0006】

このようなズームレンズにおいて、第1レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、少なくとも1枚の負メニスカスレンズと、1枚の正レンズとを有することが好ましい。

【0007】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群に含まれるすべての負レンズの材質の d 線に対する屈折率の平均値を N_{2nav} とし、全系の広角端状態における半画角を w とし、全系の広角端状態における全長を TLw とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

30

$$0.47 < (N_{2nav} - 0.8) f_t \cdot \tan w / TLw < 0.95$$

の条件を満足することが好ましい。

【0009】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を N_n とし、第2レンズ群に含まれる正レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も小さい屈折率を N_p としたとき、次式

$$0.36 < N_n - N_p < 0.80$$

の条件を満足することが好ましい。

40

【0010】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を N_n とし、第2レンズ群に含まれる負レンズの材質の d 線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を有するレンズの材質のアッペ数を n としたとき、次式

$$3.0 < N_n + 0.05 \times n$$

の条件を満足することが好ましい。

【0011】

また、このようなズームレンズにおいて、第2レンズ群は、Fナンバー決定部材と、当該Fナンバー決定部材より物体側に、少なくとも1枚の正レンズとを有することが好まし

50

い。

【 0 0 1 2 】

また、このようなズームレンズにおいて、第 2 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、2 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとを有することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、このようなズームレンズにおいて、第 1 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、少なくとも 1 枚の負メニスカスレンズと、1 枚の正レンズとを有し、第 1 レンズ群を構成する負メニスカスレンズは、この第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

このとき、第 1 レンズ群を構成する負メニスカスレンズのレンズ面のうち、少なくとも像側のレンズ面は非球面形状に形成されていることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る光学機器は、上述のズームレンズのいずれかを備えて構成される。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明を以上のように構成すると、広角かつ高変倍比でありながら優れた性能を有し、コンパクトな、個体撮像素子に好適なズームレンズ、及び、このズームレンズを備える光学機器を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して説明する。まず図 1 を用いて、以下に示すズームレンズの基本的な構造を説明する。このズームレンズ Z L は、光軸に沿って物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、全体として正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、全体として正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とを有する負先行型ズームレンズである。このズームレンズ Z L において、第 2 レンズ群 G 2 が変倍部かつマスターレンズ群であり、第 1 レンズ群 G 1 がコンペンセータ群である。また、第 3 レンズ群 G 3 はズームレンズ Z L 全系の射出瞳位置を撮像素子（図 1 においては、像面 I として示している）に対して最適化すると共に、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 で補正しきれずに残った収差の補正を行う構成である。なお、この図 1 に示すズームレンズ Z L は、後述する第 1 実施例に対応している。

【 0 0 1 9 】

このような単純な構造のズームレンズ Z L において、広角化と高変倍化を同時に行うためには、種々の条件を満足する必要がある。特に、各レンズ群の構成、各レンズの屈折力、非球面レンズの位置等を適切に設定しなければ、良好な収差補正を行うことは困難である。一方、ズームレンズの実用的な観点から考えるならば、撮像装置の大型化を招かぬよう、ズームレンズ Z L 全体の寸法も十分に小型化しなければならない。そこで、このズームレンズ Z L において、広角、高変倍比、高性能とするための条件について以下に説明する。

【 0 0 2 0 】

まず、このズームレンズ Z L は、全系の最大像高を Y_{max} とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t とし、第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、次の条件式 (1) を満足することが望ましい。

【 0 0 2 1 】

$$0.6 < Y_{max} \times f_t / f_1^2 < 1.0 \quad (1)$$

【 0 0 2 2 】

条件式 (1) はズームレンズ Z L の最大像高と望遠端状態における焦点距離、そして第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離に関して適切な範囲を規定している。ここで一般的なズームレンズの構造を簡略に説明する。第 1 レンズ群 G 1 は物体の像を最初に結像させる役割を担っており、この像の位置と大きさは第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離 f_1 によって決まる。後

10

20

30

40

50

続のレンズ群は、第 1 レンズ群 G 1 が結んだ像に対して変倍を行い、最終的に所望する大きさの像として、撮像素子面（像面 I）に結像させる。従って、第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離 f_1 を適切に設定することが、ズームレンズ Z L 全体の構造を決定する上で非常に重要である。第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離 f_1 が不適切であると、所望する変倍比、ズームレンズ Z L 全体のサイズ、収差補正状態等を得ることが非常に困難となる。

【 0 0 2 3 】

この条件式（ 1 ）の下限を下回った場合、広角端状態において第 1 レンズ群 G 1 を通過する主光線が著しく大きくなる。このため前玉径が増大し、撮像装置への組み込みの困難なズームレンズとなってしまう。また、条件式（ 1 ）の下限を下回った状態で高変倍比化を行った場合、望遠端状態において第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の接触を防ぐ為、第 2 レンズ群 G 2 の像側主点を物体側に大きくずらす必要がある。これは第 2 レンズ群 G 2 のテレ比が著しく小さくなることを意味するため、収差補正が極めて困難になる。特に上方コマ収差は、広角端状態から望遠端状態に至る全域で補正が困難となる。

【 0 0 2 4 】

反対にこの条件式（ 1 ）の上限を上回った場合、望遠端状態において第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 の倍率が著しく増大する。この傾向は変倍比を高めるほど顕著となる。このため、第 1 レンズ群 G 1 で発生した収差が後続のレンズ群で拡大され、補正が難しくなる。特に望遠端状態における球面収差の波長による差の補正は非常に困難となる。また、ベッツパール和が著しくプラスとなり、中間焦点距離状態において像面湾曲と非点収差を同時に補正することが困難となる。

【 0 0 2 5 】

なお、条件式（ 1 ）の下限値を 0 . 6 1、上限値を 0 . 9 5 のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果をより良好に発揮することができ、さらに条件式（ 1 ）の下限値を 0 . 6 3、上限値を 0 . 9 のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【 0 0 2 6 】

また、このズームレンズ Z L は、第 2 レンズ群 G 2 に含まれるすべての負レンズの材質の d 線に対する屈折率の平均値を N_{2nav} とし、全系の広角端状態における半画角を w とし、全系の広角端状態における全長を TLw とし、全系の望遠端状態における焦点距離を ft としたとき、次の条件式（ 2 ）を満足することが望ましい。

【 0 0 2 7 】

$$0.47 < (N_{2nav} - 0.8) ft \cdot \tan w / TLw < 0.95 \quad (2)$$

【 0 0 2 8 】

条件式（ 2 ）はズームレンズ Z L を広角化、小型化する際に特に問題となるサジタル像面の湾曲を良好に補正する為の条件である。一般に、広角端状態における半画角 w が増大すると、サジタル像面の湾曲が増大する。この傾向はズームレンズ Z L を小型化すればするほど顕著になり、画面周辺部の画質を良好に維持することが困難となる。サジタル像面の湾曲を増大させる主要な原因は負レンズにあるが、一方で負レンズはベッツパール和を適切な値まで減少させるなど、収差補正上の重要な作用も有している。条件式（ 2 ）はこのように相反する作用を有する負レンズの屈折率に対し、適切な範囲を規定するものである。

【 0 0 2 9 】

この条件式（ 2 ）の下限を下回った場合、広角端状態においてサジタル像面の湾曲が増大し、画面周辺部の画質が低下するため好ましくない。反対に、この条件式（ 2 ）の上限を上回った場合、ベッツパール和が増大し、中間焦点距離状態において像面湾曲と非点収差を同時に補正することが困難となるため好ましくない。

【 0 0 3 0 】

なお、条件式（ 2 ）の下限値を 0 . 4 9、上限値を 0 . 9 のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果をより良好に発揮することができ、さらに条件式（ 2 ）の下限値を 0 . 5 1、上限値を 0 . 8 5 のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の

10

20

30

40

50

効果を最大限に発揮することができる。また、第2レンズ群G2に含まれるすべての負レンズの材質のd線に対する屈折率の平均値 N_{2nav} は、1.90より大きいことが好ましい。

【0031】

また、このズームレンズZLは、望遠端状態における第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面（例えば、図1における第6面）と第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面（例えば、図1における第7面）との光軸上における間隔を L_{12t} とし、全系の望遠端状態における焦点距離を f_t とし、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 としたとき、次の条件式(3)を満足することが望ましい。

【0032】

$$0.3 < f_t \times L_{12t} / |f_1| < 2.0 \quad (3)$$

【0033】

条件式(3)は望遠端状態における第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面と、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面との間隔について、適切な範囲を規定している。この条件式(3)の下限を下回った場合、望遠端状態において第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面と、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面とが接近し、製造誤差により接触する恐れがあるため好ましくない。また、ベッツバール和が増大し、中間焦点距離状態において像面湾曲と非点収差を同時に補正することが困難となるため好ましくない。反対に、この条件式(3)の上限を上回った場合、中間焦点距離状態において上方コマ収差の補正が困難となるため好ましくない。

【0034】

なお、条件式(3)の下限値を0.4、上限値を1.8のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果をより良好に発揮することができ、さらに条件式(3)の下限値を0.6、上限値を1.6のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【0035】

また、このズームレンズZLは、第2レンズ群G2に含まれる負レンズの材質のd線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を N_n とし、第2レンズ群G2に含まれる正レンズの材質のd線に対する屈折率のうち、最も小さい屈折率を N_p としたとき、次の条件式(4)を満足することが望ましい。

【0036】

$$0.36 < N_n - N_p < 0.80 \quad (4)$$

【0037】

条件式(4)は、広角端状態におけるサジタル像面の湾曲を良好に補正する為の条件である。ここで示すような負先行型ズームレンズZLにおいては、第2レンズ群G2には、全体として正の屈折力を有するトリプレットタイプ乃至テレフォトタイプを改良した光学系が用いられることが多い。この種の光学系においては、特に軸外収差の補正を良好に行う為に負レンズと正レンズの材質を適切に選択するとともに、負レンズと正レンズの収差が互いに相殺されるように配置する必要がある。条件式(4)はこの材質選択に関し、最適な範囲を規定するものである。

【0038】

この条件式(4)の下限を下回った場合、広角端状態においてサジタル像面の湾曲が増大し、画面周辺部の画質が低下するため好ましくない。反対に、この条件式(4)の上限を上回った場合、ベッツバール和が著しく増大し、望遠端状態において像面湾曲と非点収差を同時に補正することが困難となるため好ましくない。

【0039】

なお、条件式(4)の下限値を0.37、上限値を0.75のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果をより良好に発揮することができ、さらに条件式(4)の下限値を0.4、上限値を0.7のいずれか一方又は両方とすることにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【 0 0 4 0 】

また、このズームレンズZ Lは、第2レンズ群G 2に含まれる負レンズの材質のd線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率をN nとし、第2レンズ群G 2に含まれる負レンズの材質のd線に対する屈折率のうち、最も大きい屈折率を有するレンズの材質のアップ数をnとしたとき、次の条件式(5)を満足することが望ましい。

【 0 0 4 1 】

$$3.0 < N n + 0.05 \times n \quad (5)$$

【 0 0 4 2 】

条件式(5)は第2レンズ群G 2を構成する負レンズの屈折率とアップ数に関して適切な範囲を規定している。ズームレンズZ Lの変倍比を高め、望遠端状態での焦点距離を長くすると、特に望遠端状態において軸上色収差の補正が困難となる。このため、ここで示すような高変倍比を有するズームレンズZ Lにおいては、第2レンズ群G 2に適切な材質を選択しなければならない。この条件式(5)の下限を下回った場合、望遠端状態における軸上色収差ならびに球面収差の波長による差を補正することが困難となるため好ましくない。

【 0 0 4 3 】

なお、条件式(5)の下限値を3.1とすることにより本発明の効果をより良好に発揮することができ、さらに条件式(5)の下限値を3.2とすることにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。なお、d線に対する屈折率が大きくなるほど条件式(5)の値は大きくなる傾向にあるが、ズームレンズZ Lの性能を損なわない範囲で適宜レンズの材質を選択可能である。

【 0 0 4 4 】

以上のように構成された広角かつ高変倍比であるズームレンズZ Lは、第2レンズ群G 2の中にFナンバー決定部材Sを有し、かつ、このFナンバー決定部材Sより物体側に少なくとも1枚の正レンズを有する構造とすることが好ましい。ここで、Fナンバー決定部材Sとは、例えば開口絞りのように、ズームレンズZ L全体を透過する光線の径を制限し、Fナンバーを決定する部材である。そのため、このFナンバー決定部材Sは、開口絞りに限らず、このズームレンズZ Lを保持するレンズ枠でも構わない。

【 0 0 4 5 】

一般に、ここで示すズームレンズZ Lのように、負先行型ズームレンズにおける第2レンズ群G 2には第1レンズ群G 1によって発散された光束が入射する為、第2レンズ群G 2には明るさに対して強い光学系を用いる必要がある。ズームレンズZ Lの変倍比を高めた際には、望遠端状態において第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との光軸上の間隔を確保する為に、第2レンズ群G 2で強いテレ比をかけ、第2レンズ群G 2の主点を物体側に移動させる必要がある。かかる要求を満足する為に、第2レンズ群G 2の物体側には正の屈折力を有するレンズを配置することが望ましい。一方で第2レンズ群G 2は、変倍に伴う軸外収差の変動ができるだけ少なくなるような位置にFナンバー決定部材Sを配置する必要がある。このような観点からは、Fナンバー決定部材Sはできるだけ像側に配置することが望ましい。

【 0 0 4 6 】

上記のような観点から、Fナンバー決定部材Sを第2レンズ群G 2の中に配置し、かつ、このFナンバー決定部材Sの物体側に、少なくとも1枚の正レンズ(例えば、図1における正メニスカスレンズL 2 1)を配置する構造とすることが好ましい。かかる構成とすることにより、第2レンズ群G 2で十分なテレ比をかけつつ、変倍に伴う軸外収差の変動を抑えることができる。

【 0 0 4 7 】

また、以上のように構成されたズームレンズZ Lにおいて、第2レンズ群G 2は光軸に沿って物体側から順に2枚の正レンズと1枚の負レンズを有することが好ましい(例えば、図1において物体側から順に、1枚目の正レンズが正メニスカスレンズL 2 1、2枚目の正レンズが正レンズL 2 2と負レンズL 2 3との接合レンズ、1枚の負レンズが負メニ

10

20

30

40

50

スカスレンズL24と正レンズL25との接合レンズに該当する)。物体側から順に2枚の正レンズを連続して配置し、その像側に負レンズを配置することは、これら3枚のレンズにより、望遠型の屈折力配置をとることに他ならない。第2レンズ群G2をこのように構成することにより球面収差を良好に補正することができ、さらに変倍比を高めた状態においても望遠端状態での第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との接触を回避することができる。なお、この第2レンズ群G2に含まれる負レンズの数は、1つまたは2つが好ましい。

【0048】

さらに、以上のように構成されたズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1は光軸に沿って物体側から順に少なくとも1枚の負メニスカスレンズと、1枚の正レンズを有するよう配置することが好ましい。このように第1レンズ群G1を構成することにより、広角端状態の歪曲収差を良好に補正することが可能となる。さらに、負メニスカスレンズの少なくとも像側のレンズ面(例えば、図1における第2面)は非球面形状であることが好ましい。像側のレンズ面を非球面化することにより、広角端状態における歪曲収差をより良好に補正することが出来る。

【0049】

このような広角かつ高変倍比であるズームレンズZLにおいて、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングは、第1レンズ群G1あるいは第3レンズ群G3を物体側に繰り出すことによって行うことが可能である。この場合、合焦レンズ群はオートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の(超音波モーター等の)モーター駆動にも適している。しかしながら、第1レンズ群G1を繰り出す方法では、至近撮影時に画面周辺部の光量低下を招きやすい為、第3レンズ群G3を物体側に繰り出すことによって行うことがより望ましい。

【0050】

さらに、このような広角かつ高変倍比であるズームレンズZLにおいて、各レンズ面のうち任意の面を回折面としてもよい。また、任意のレンズを屈折率分布型レンズ(GRINレンズ)あるいはプラスチックレンズとしてもよい。また、第3レンズ群G3の像側に他のレンズ群を付加しても良い(図1においては図示せず)。

【0051】

なお、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。

【0052】

まず、上述の説明及び以降に示す実施例においては3群構成のズームレンズZLを示したが、以上の構成条件等は、4群、5群等の他の群構成にも適用可能である。例えば、本実施例では、レンズ系が2つの可動群から構成されているが、各レンズ群の間に他のレンズ群を付加したり、あるいはレンズ系の像側または物体側に隣接させて他のレンズ群を付加することも可能である。

【0053】

また、本発明においては、高変倍ズームレンズで発生しがちな手ぶれ等に起因する像ぶれによる撮影の失敗を防ぐために、レンズ系のぶれを検出するぶれ検出系と駆動手段とをレンズ系に組み合わせ、レンズ系を構成するレンズ群のうち1つのレンズ群の全体または一部を防振レンズ群として偏心させることにより、ぶれ検出系により検出されたレンズ系のぶれに起因する像ぶれ(像面位置の変動)を補正するように、駆動手段により防振レンズ群を駆動させ、像をシフトさせることで、像ブレを補正することが可能である。特に、第2レンズ群G2を防振レンズ群とするのが好ましい。このように、本実施例に係るズームレンズZLは、いわゆる防振光学系として機能させることが可能である。

【0054】

また、この変倍光学系ZLは、レンズ面を非球面としても構わない。このとき、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。

【0055】

さらに、各レンズ面には、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜が施すことにより、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成できる。

【 0 0 5 6 】

なお、本発明を分かり易く説明するために実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 及び図 1 2 に、上述のズームレンズ Z L を備える光学機器として、電子スチルカメラ 1 (以後、単にカメラと記す) の構成を示す。このカメラ 1 は、不図示の電源ボタンを押すと撮影レンズ (ズームレンズ Z L) の不図示のシャッターが開放され、ズームレンズ Z L で不図示の被写体からの光が集光され、像面 I に配置された撮像素子 C (例えば、C C D や C M O S 等) に結像される。撮像素子 C に結像された被写体像は、カメラ 1 の背後に配置された液晶モニター 2 に表示される。撮影者は、液晶モニター 2 を見ながら被写体像の構図を決めた後、リリースボタン 3 を押し下げ被写体像を撮像素子 C で撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

【 0 0 5 8 】

このカメラ 1 には、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部 4 、ズームレンズ Z L を広角端状態 (W) から望遠端状態 (T) にズーミングする際のワイド (W) - テレ (T) ボタン 5 、及び、カメラ 1 の種々の条件設定等に使用するファンクションボタン 6 等が配置されている。

【実施例】

【 0 0 5 9 】

以下、本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。図 1 に、このズームレンズ Z L の屈折力配分及び広角端状態 (図 1 (a)) から中間焦点距離状態 (図 1 (b)) を経て望遠端状態 (図 1 (c)) への焦点距離状態の変化における各レンズ群の移動の様子を示す。この図 1 に示すように、ここで示すズームレンズ Z L は、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、全体として正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、全体として正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増加するように、第 3 レンズ群 G 3 を固定した状態で、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 が移動するように構成されている。

【 0 0 6 0 】

[第 1 実施例]

図 1 は、本発明の第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の構成を示している。この図 1 のズームレンズ Z L 1 において、第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 、両凹形状の負レンズ L 1 2 、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 から構成され、負メニスカスレンズ L 1 1 の像側のレンズ面 (第 2 面) は非球面形状に形成されている。また、第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 1 、両凸形状の正レンズ L 2 2 と両凹形状の負レンズ L 2 3 とを貼り合わせた接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸形状の正レンズ L 2 5 とを貼り合わせた接合レンズから構成され、正メニスカスレンズ L 2 1 の物体側のレンズ面 (第 7 面) は非球面形状に形成されている。また、第 3 レンズ群 G 3 は、両凸形状の 1 枚の正レンズ L 3 1 のみで構成されている。また、F ナンバー決定部材 S は、第 2 レンズ群 G 2 の正レンズ L 2 2 の光軸上の頂点より像側に配置されており、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、この第 2 レンズ群 G 2 と一体で移動する。さらに、フィルタ群 F L は、ローパスフィルタや赤外カットフィルタなどで構成されている。

【 0 0 6 1 】

以下の表 1 に、この第 1 実施例の諸元の値を掲載する。この表 1 において、[全体諸元] 中の f は焦点距離、F N O は F ナンバー、2 は画角を、Y max は最大像高をそれぞれ示している。また、[レンズ諸元] において、第 1 欄の面番号は物体側から数えた際のレ

10

20

30

40

50

ンズ面の番号、第2欄の曲率半径は各レンズ面の曲率半径、第3欄の面間隔は各光学面から次の光学面までの光軸上の間隔、第4欄はアッペ数、第5欄はd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率をそれぞれ示している。なお、第1欄の左に付した*は、そのレンズ面が非球面であることを示している。また、BFはバックフォーカスである。

【0062】

ここで、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y 、この高さ y における各非球面の頂点の接平面から各非球面までの光軸に沿った距離(サグ量)を $S(y)$ 、近軸曲率半径(基準球面の曲率半径)を R 、円錐定数を K 、 n 次の非球面係数を A_n としたとき、以下に示す式(a)で表される。

【0063】

$$S(y) = (y^2 / R) / \{ 1 + (1 - y^2 / R^2)^{1/2} \} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} \quad (a)$$

【0064】

また、[可変間隔データ]には、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態での焦点距離、可変間隔の値を示し、[群焦点距離]には、各レンズ群の焦点距離を示す。さらに、[条件式対応数値]には、各条件式におけるパラメータの値を示す。ここで、TLはズームレンズZLの全長、 f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群G2の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離をそれぞれ示す。なお、以下すべての実施例の諸元値において、本実施例と同様の符号を用いる。

【0065】

なお、諸元表の焦点距離、曲率半径、面間隔その他の長さの単位は、一般に「mm」が用いられるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、単位はこれに限られるものではない。また、空気の屈折率は1.000であるが、表中においてはこの表記を省略している。加えて、曲率半径 r 欄の「 ∞ 」は平面であることを示す。また、非球面データ欄の「E - n 」(n は整数)は「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。

【0066】

(表1)

[全体諸元]

$f = 4.33 \sim 17.19$

$FNO = 2.62 \sim 6.24$

$2\omega = 86.48^\circ \sim 25.46^\circ$

$Y_{\max} = 3.9$

[レンズ諸元]

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率
1	20.7601	1.0000	40.58	1.86400
*2	4.7303	4.0500		
3	-42.4030	0.7000	65.47	1.60300
4	31.0000	0.1000		
5	13.1113	1.6500	23.78	1.84666
6	83.9806	(D1)		
*7	6.1158	1.5000	45.46	1.80139
8	314.7297	0.6000		
9		-0.5000		
10	5.3018	1.8000	53.89	1.71300
11	-129.8364	0.4000	28.27	2.00330
12	3.6195	0.4500		
13	7.5387	0.4000	40.77	1.88300
14	3.4988	1.6500	58.89	1.51823
15	-25.0532	(D2)		

(Fナンバー決定部材)

10

20

30

40

50

16	19.3224	1.6500	65.47	1.60300
17	-29.0728	(D 3)		
18		0.2500	64.12	1.51680
19		0.5000		
20		0.5000	64.12	1.51680
21		(B F)		

[非球面係数データ]

(第 2 面)

= 0.1366

10

A 4 = 4.15570E-04

A 6 = 8.77820E-06

A 8 = -7.94640E-08

A 10 = 3.93770E-09

(第 7 面)

= 0.4618

A 4 = 2.39200E-05

A 6 = 0.00000E+00

A 8 = 0.00000E+00

20

A 10 = 0.00000E+00

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
	無限遠	無限遠	無限遠
f	4.33	8.60	17.19
D 1	13.5732	4.8967	0.5000
D 2	4.1073	9.1468	19.2847
D 3	1.3736	1.3736	1.3736
B F	0.5242	0.5242	0.5242
T L	36.2783	32.6412	38.3825

30

[群焦点距離]

f 1 = -9.77

f 2 = 9.45

f 3 = 19.50

[条件式対応数値]

(1) $Y_{\max} \times f_t / f_{12} = 0.70235$ (2) $(N_{2\text{nav}} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T L w = 0.50937$

40

(3) $f_t \times L_{12t} / |f_1| = 0.87973$ (4) $N_n - N_p = 0.49272$ (5) $N_n + 0.05 \times n = 3.41680$

【 0 0 6 7 】

このように、この第 1 実施例におけるズームレンズ Z L 1 は、上述の条件式 (1) ~ (5) をすべて満たしていることが分かる。

【 0 0 6 8 】

図 2 (a) ~ (c) は第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 における無限遠合焦時の諸収差図であり、図 2 (a) は広角端状態、図 2 (b) は中間焦点距離状態、図 2 (c) は望遠端状態における収差図である。各収差図において、F N O は F ナンバーを、A は半画

50

角をそれぞれ示す。また、各収差図において、dはd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）、gはg線（ $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ）の収差曲線をそれぞれ示す。さらに非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。なお、以下に示す各実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。このように、各収差図から、本第1実施例に係るズームレンズZL1は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

【0069】

[第2実施例]

図3は、本発明の第2実施例に係るズームレンズZL2の構成を示している。この図3のズームレンズZL2において、第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11、両凹形状の負レンズL12、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13から構成され、負メニスカスレンズL11の像側のレンズ面（第2面）は非球面形状に形成されている。また、第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL21、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とを貼り合わせた接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL24から構成され、正メニスカスレンズL21の物体側のレンズ面（第7面）及び正メニスカスレンズL24の両面（第13、14面）が非球面形状に形成されている。また、第3レンズ群G3は、両凸形状の1枚の正レンズL31のみで構成されている。また、Fナンバー決定部材Sは第2レンズ群G2の正レンズL22の光軸上の頂点より像側に配置されており、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、この第2レンズ群G2と一体で移動する。さらに、フィルタ群FLは、ローパスフィルタや赤外カットフィルタなどで構成されている。

【0070】

以下の表2に、この第2実施例の諸元の値を掲載する。

【0071】

（表2）

[全体諸元]

$f = 4.33 \sim 17.19$

$FNO = 2.64 \sim 6.21$

$2\omega = 87.72^\circ \sim 25.46^\circ$

$Y_{\max} = 3.9$

[レンズ諸元]

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率
1	23.1083	1.0000	42.71	1.82080
*2	4.7853	4.1000		
3	-49.9918	0.7000	70.45	1.48749
4	24.8321	0.1000		
5	12.2474	1.6500	23.78	1.84666
6	40.4933	(D1)		
*7	5.7928	1.5000	45.46	1.80139
8	51.9966	0.5000		
9		-0.4000		
10	6.0016	1.8000	50.24	1.71999
11	89.1648	0.4000	28.27	2.00330
12	3.3191	0.3700		
*13	4.7020	1.7000	82.56	1.49782
*14	26.1703	(D2)		
15	14.7916	1.8500	82.56	1.49782

（Fナンバー決定部材）

10

20

30

40

50

16	-27.0686	(D 3)		
17		0.2500	64.12	1.51680
18		0.5000		
19		0.5000	64.12	1.51680
20		(B F)		

[非球面係数データ]

(第 2 面)

= 0.1617

A 4 = 3.71800E-04

A 6 = 8.85550E-06

A 8 = -1.13210E-07

A 10 = 4.46060E-09

10

(第 7 面)

= 0.4618

A 4 = 2.39200E-05

A 6 = 0.00000E+00

A 8 = 0.00000E+00

A 10 = 0.00000E+00

20

(第 1 3 面)

= 2.0956

A 4 = 9.67830E-04

A 6 = 1.18760E-04

A 8 = 0.00000E+00

A 10 = 0.00000E+00

(第 1 4 面)

= 134.0788

A 4 = 2.01020E-03

A 6 = 2.24150E-04

A 8 = -3.04060E-05

A 10 = 0.00000E+00

30

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
	無限遠	無限遠	無限遠
f	4.33	8.60	17.19
D 1	13.5732	4.8966	0.5000
D 2	4.4992	9.5387	19.6767
D 3	1.1894	1.1894	1.1894
B F	0.5242	0.5242	0.5242
T L	36.3060	32.6689	38.4102

40

[群焦点距離]

f 1 = -9.77

f 2 = 9.45

f 3 = 19.50

50

[条件式対応数値]

$$(1) Y_{\max} \times f_t / f_{12} = 0.70235$$

$$(2) (N_{2\text{nav}} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T L w = 0.54750$$

$$(3) f_t \times L_{12t} / |f_1| = 0.87973$$

$$(4) N_n - N_p = 0.50548$$

$$(5) N_n + 0.05 \times n = 3.41680$$

【 0 0 7 2 】

このように、この第2実施例におけるズームレンズZ L 2は、上述の条件式(1)～(5)をすべて満たしていることが分かる。また、図4(a)～(c)はこの第2実施例に係るズームレンズZ L 2における無限遠合焦時の諸収差図であり、図4(a)は広角端状態、図4(b)は中間焦点距離状態、図4(c)は望遠端状態における収差図である。各収差図から、本第2実施例にかかるズームレンズZ L 2は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

【 0 0 7 3 】

[第3実施例]

図5は、本発明の第3実施例に係るズームレンズZ L 3の構成を示している。この図5のズームレンズZ L 3において、第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1、両凹形状の負レンズL 1 2、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3から構成され、負メニスカスレンズL 1 1の像側のレンズ面(第2面)は非球面形状に形成されている。また、第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 1、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 2と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 3とを貼り合わせた接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 4と両凸形状の正レンズL 2 5とを貼り合わせた接合レンズから構成され、正メニスカスレンズL 2 1の物体側のレンズ面(第7面)は非球面形状に形成されている。また、第3レンズ群G 3は両凸形状の1枚の正レンズL 3 1のみで構成されている。また、Fナンバー決定部材Sは第2レンズ群G 2の正レンズL 2 2の光軸上の頂点より像側に配置されており、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、この第2レンズ群G 2と一体で移動する。さらに、フィルタ群F Lは、ローパスフィルタや赤外カットフィルタなどで構成されている。

【 0 0 7 4 】

以下の表3に、この第3実施例の諸元の値を掲載する。

【 0 0 7 5 】

(表3)

[全体諸元]

$$f = 4.33 \sim 17.19$$

$$F N O = 2.56 \sim 6.14$$

$$2 = 86.56^\circ \sim 25.44^\circ$$

$$Y_{\max} = 3.9$$

[レンズ諸元]

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
1	22.4213	1.0000	45.46	1.80139
*2	4.3737	4.0000		
3	-49.4891	0.7000	70.45	1.48749
4	23.3035	0.1000		
5	11.7857	1.6500	23.78	1.84666
6	40.9541	(D 1)		
*7	5.8535	1.5500	45.46	1.80139

8	57.7049	0.6000		
9		-0.4000		(F ナンバー決定部材)
10	6.5753	1.7000	53.89	1.71300
11	-342.8658	0.4000	28.27	2.00330
12	4.1106	0.4000		
13	6.8134	0.4000	40.77	1.88300
14	3.5914	1.7000	58.89	1.51823
15	-17.6104	(D 2)		
16	16.3327	1.6000	65.47	1.60300
17	-56.6611	(D 3)		
18		0.2500	64.12	1.51680
19		0.5000		
20		0.5000	64.12	1.51680
21		(B F)		

10

[非球面係数データ]

(第 2 面)

= 0.1697

A 4 = 3.71090E-04

A 6 = 1.02580E-05

A 8 = -1.19600E-07

A 10 = 5.08960E-09

20

(第 7 面)

= 0.4618

A 4 = 2.39200E-05

A 6 = 0.00000E+00

A 8 = 0.00000E+00

A 10 = 0.00000E+00

30

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
	無限遠	無限遠	無限遠
f	4.33	8.60	17.19
D 1	12.6475	4.5853	0.5000
D 2	4.4871	10.2014	21.6969
D 3	1.2188	1.2188	1.2188
B F	1.2635	1.2635	1.2635
T L	36.2669	33.9190	41.3292

40

[群焦点距離]

f 1 = -9.07

f 2 = 9.70

f 3 = 21.20

[条件式対応数値]

(1) $Y_{\max} \times f_t / f_{12} = 0.81494$ (2) $(N_{2\text{nav}} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T L w = 0.51024$ (3) $f_t \times L_{12t} / | f_1 | = 0.94763$ (4) $N_n - N_p = 0.48507$

50

(5) $N n + 0 . 0 5 \times n = 3.41680$

【 0 0 7 6 】

このように、この第 3 実施例におけるズームレンズ Z L 3 は、上述の条件式 (1) ~ (5) をすべて満たしていることが分かる。また、図 6 (a) ~ (c) はこの第 3 実施例に係るズームレンズ Z L 3 における無限遠合焦時の諸収差図であり、図 6 (a) は広角端状態、図 6 (b) は中間焦点距離状態、図 6 (c) は望遠端状態における収差図である。各収差図から、本第 3 実施例にかかるズームレンズ Z L 3 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

【 0 0 7 7 】

10

[第 4 実施例]

図 7 は、本発明の第 4 実施例に係るズームレンズ Z L 4 の構成を示している。この図 7 のズームレンズ Z L 4 において、第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1、両凹形状の負レンズ L 1 2、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 から構成され、負メニスカスレンズ L 1 1 の像側のレンズ面 (第 2 面) は非球面形状に形成されている。また、第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 2 1、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 2 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 3 とを貼り合わせた接合レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 5 とを貼り合わせた接合レンズから構成され、正レンズ L 2 1 の物

20

【 0 0 7 8 】

以下の表 4 に、この第 4 実施例の諸元の値を掲載する。

【 0 0 7 9 】

(表 4)

[全体諸元]

30

$f = 4.33 \sim 17.19$

$F N O = 2.62 \sim 6.24$

$2 \theta = 86.46^\circ \sim 25.48^\circ$

$Y_{max} = 3.9$

[レンズ諸元]

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
1	17.1360	1.0000	45.46	1.80139
*2	5.0052	4.3500		
3	-44.2805	0.8000	70.45	1.48749
4	25.1325	0.1000		
5	12.8572	1.7000	23.78	1.84666
6	56.3912	(D 1)		
*7	5.8812	1.5000	45.46	1.80139
8	-723.7204	0.5500		
9		-0.4500		
10	4.7935	1.7500	53.89	1.71300
11	138.4740	0.4000	28.27	2.00330
12	3.1719	0.4500		
13	6.3209	0.4000	40.77	1.88300

(F ナンバー決定部材)

40

50

14	3.5928	1.6500	58.89	1.51823
15	80.8234	(D 2)		
16	20.9852	1.7500	65.47	1.60300
17	-22.5426	(D 3)		
18		0.2500	64.12	1.51680
19		0.5000		
20		0.5000	64.12	1.51680
21		(B F)		

[非球面係数データ]

10

(第 2 面)

= 0.2500

A 4 = 3.43100E-04

A 6 = 9.40030E-06

A 8 = -1.33710E-07

A 10 = 6.36790E-09

(第 7 面)

= 0.4618

A 4 = 2.39200E-05

20

A 6 = 0.00000E+00

A 8 = 0.00000E+00

A 10 = 0.00000E+00

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
	無限遠	無限遠	無限遠
f	4.33	8.60	17.19
D 1	13.7516	4.9567	0.5000
D 2	3.1758	7.7860	17.0604
D 3	1.4473	1.4473	1.4473
B F	0.4533	0.4533	0.4533
T L	36.0280	31.8432	36.6609

30

[群焦点距離]

f 1 = -10.40

f 2 = 9.10

f 3 = 18.30

[条件式対応数値]

40

(1) $Y_{\max} \times f_t / f_{12} = 0.61983$ (2) $(N_{2\text{nav}} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T L w = 0.53971$ (3) $f_t \times L_{12t} / | f_1 | = 0.82644$ (4) $N_n - N_p = 0.42829$ (5) $N_n + 0.05 \times n = 3.41680$

【 0 0 8 0 】

このように、この第 4 実施例におけるズームレンズ Z L 4 は、上述の条件式 (1) ~ (5) をすべて満たしていることが分かる。また、図 8 (a) ~ (c) はこの第 4 実施例に係るズームレンズ Z L 4 における無限遠合焦時の諸収差図であり、図 8 (a) は広角端状態、図 8 (b) は中間焦点距離状態、図 8 (c) は望遠端状態における収差図である。各

50

収差図から、本第4実施例にかかるズームレンズZ L 4は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

【0081】

[第5実施例]

図9は、本発明の第5実施例に係るズームレンズZ L 5の構成を示している。この図9のズームレンズZ L 5において、第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1、両凹形状の負レンズL 1 2、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3から構成され、負メニスカスレンズL 1 1の像側のレンズ面（第2面）は非球面形状に形成されている。また、第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 1、両凸形状の正レンズL 2 2と両凹形状の負レンズL 2 3とを貼り合わせた接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 4と両凸形状の正レンズL 2 5とを貼り合わせた接合レンズから構成され、正メニスカスレンズL 2 1の物体側のレンズ面（第7面）が非球面形状に形成されている。また、第3レンズ群G 3は、両凸形状の1枚の正レンズL 3 1のみで構成されている。また、Fナンバー決定部材Sは第2レンズ群G 2の正レンズL 2 2の光軸上の頂点より像側に配置されており、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、この第2レンズ群G 2と一体で移動する。さらに、フィルタ群F Lは、ローパスフィルタや赤外カットフィルタなどで構成されている。

【0082】

以下の表5に、この第5実施例の諸元の値を掲載する。

【0083】

(表5)

[全体諸元]

$f = 4.33 \sim 17.19$

$FNO = 2.62 \sim 6.24$

$2\omega = 87.84^\circ \sim 25.48^\circ$

$Y_{max} = 3.9$

[レンズ諸元]

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率
1	28.0698	1.0000	42.71	1.82080
*2	4.7248	3.9000		
3	-52.2455	0.8000	70.45	1.48749
4	35.0145	0.1000		
5	12.6646	1.6000	22.76	1.80810
6	46.5550	(D 1)		
*7	6.1049	1.5000	45.46	1.80139
8	268.1873	0.5500		
9		-0.4500		
10	5.2707	1.8000	53.89	1.71300
11	-235.2793	0.4000	28.27	2.00330
12	3.5802	0.4500		
13	7.2055	0.4000	40.77	1.88300
14	3.4704	1.6500	58.89	1.51823
15	-29.3357	(D 2)		
16	19.4359	1.6500	65.47	1.60300
17	-28.8169	(D 3)		
18		0.2500	64.12	1.51680
19		0.5000		

(Fナンバー決定部材)

10

20

30

40

50

20 0.5000 64.12 1.51680
21 (B F)

[非球面係数データ]

(第 2 面)

= 0.2181

A 4 = 2.52540E-04

A 6 = 6.65750E-06

A 8 = -9.04280E-08

A 10 = 2.62860E-09

10

(第 7 面)

= 0.4618

A 4 = 2.39200E-05

A 6 = 0.00000E+00

A 8 = 0.00000E+00

A 10 = 0.00000E+00

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
	無限遠	無限遠	無限遠
f	4.33	8.60	17.19
D 1	13.3448	4.8198	0.5000
D 2	4.1180	9.1606	19.3049
D 3	1.3773	1.3773	1.3773
B F	0.4724	0.4724	0.4724
T L	35.9124	32.4301	38.2545

20

[群焦点距離]

f 1 = -9.65

f 2 = 9.37

f 3 = 19.50

30

[条件式対応数値]

(1) $Y_{\max} \times f_t / f_{12} = 0.71992$

(2) $(N_{2\text{nav}} - 0.8) f_t \cdot \tan w / T L w = 0.52694$

(3) $f_t \times L_{12t} / | f_1 | = 0.89067$

(4) $N_n - N_p = 0.48507$

(5) $N_n + 0.05 \times n = 3.41680$

【 0 0 8 4 】

40

このように、この第 5 実施例におけるズームレンズ Z L 5 は、上述の条件式 (1) ~ (5) をすべて満たしていることが分かる。また、図 1 0 (a) ~ (c) はこの第 5 実施例に係るズームレンズ Z L 5 における無限遠合焦時の諸収差図であり、図 1 0 (a) は広角端状態、図 1 0 (b) は中間焦点距離状態、図 1 0 (c) は望遠端状態における収差図である。各収差図から、本第 5 実施例にかかるズームレンズ Z L 5 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

【 0 0 8 5 】

以上、上記各実施例によれば、広角かつ高変倍比でありながら優れた性能を有し、コンパクトな、個体撮像素子に好適なズームレンズ Z L を提供することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 6 】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係るズームレンズの構成を示すレンズ構成図である。

【図 2】上記第 1 実施例における無限遠合焦状態での諸収差図であって、(a)は広角端状態を示し、(b)は中間距離焦点状態を示し、(c)は望遠端状態を示す。

【図 3】本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの構成を示すレンズ構成図である。

【図 4】上記第 2 実施例における無限遠合焦状態での諸収差図であって、(a)は広角端状態を示し、(b)は中間距離焦点状態を示し、(c)は望遠端状態を示す。

【図 5】本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの構成を示すレンズ構成図である。

【図 6】上記第 3 実施例における無限遠合焦状態での諸収差図であって、(a)は広角端状態を示し、(b)は中間距離焦点状態を示し、(c)は望遠端状態を示す。

【図 7】本発明の第 4 実施例に係るズームレンズの構成を示すレンズ構成図である。

【図 8】上記第 4 実施例における無限遠合焦状態での諸収差図であって、(a)は広角端状態を示し、(b)は中間距離焦点状態を示し、(c)は望遠端状態を示す。

【図 9】本発明の第 5 実施例に係るズームレンズの構成を示すレンズ構成図である。

【図 10】上記第 5 実施例における無限遠合焦状態での諸収差図であって、(a)は広角端状態を示し、(b)は中間距離焦点状態を示し、(c)は望遠端状態を示す。

【図 11】本発明に係るズームレンズを搭載する電子スチルカメラを示し、(a)は正面図であり、(b)は背面図である。

【図 12】図 11 (a) の A - A 線に沿った断面図である。

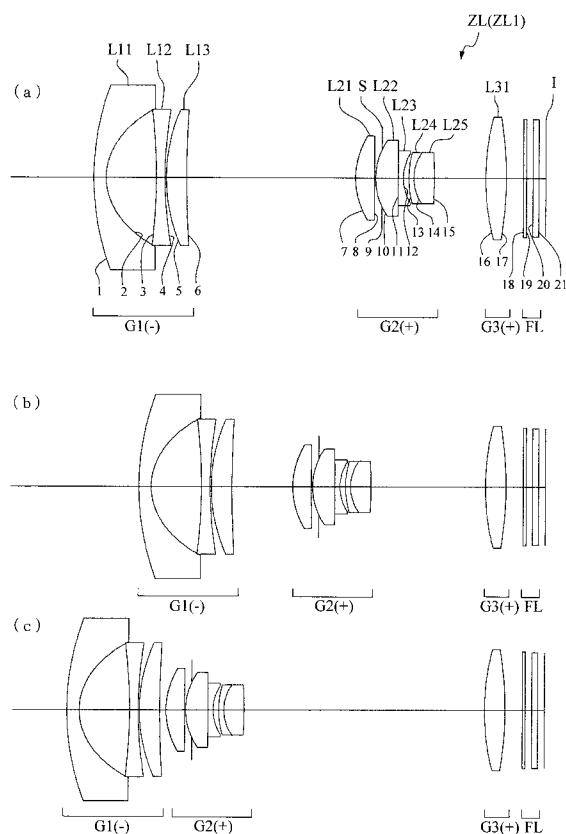
【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

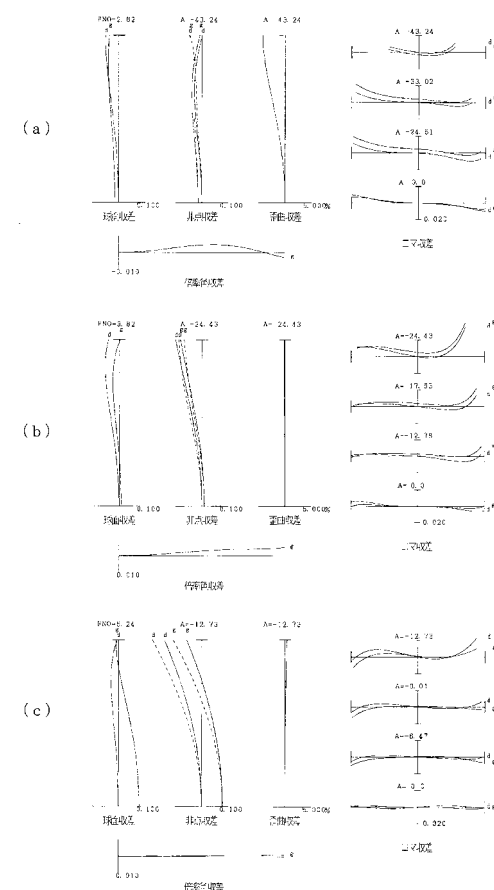
Z L (Z L 1 ~ Z L 5) ズームレンズ G 1 第 1 レンズ群

G 2 第 2 レンズ群 G 3 第 3 レンズ群 1 電子スチルカメラ (光学機器)

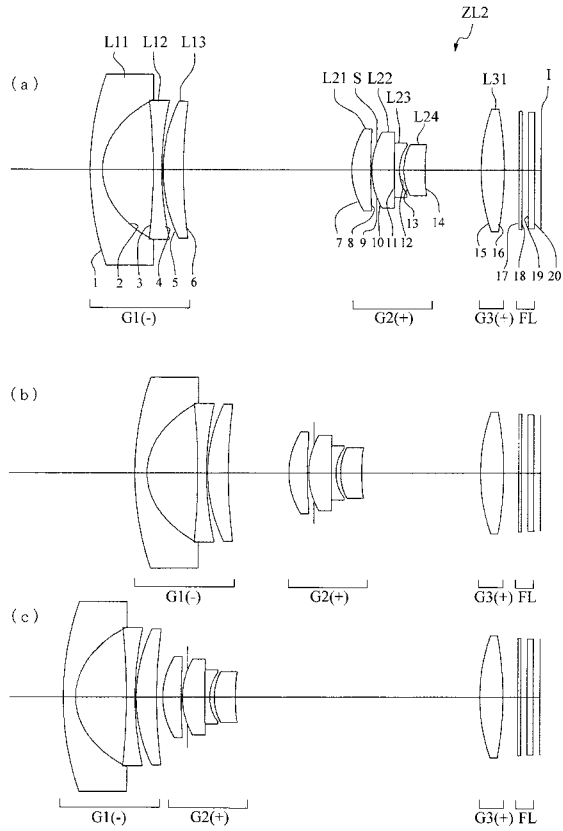
【図 1】



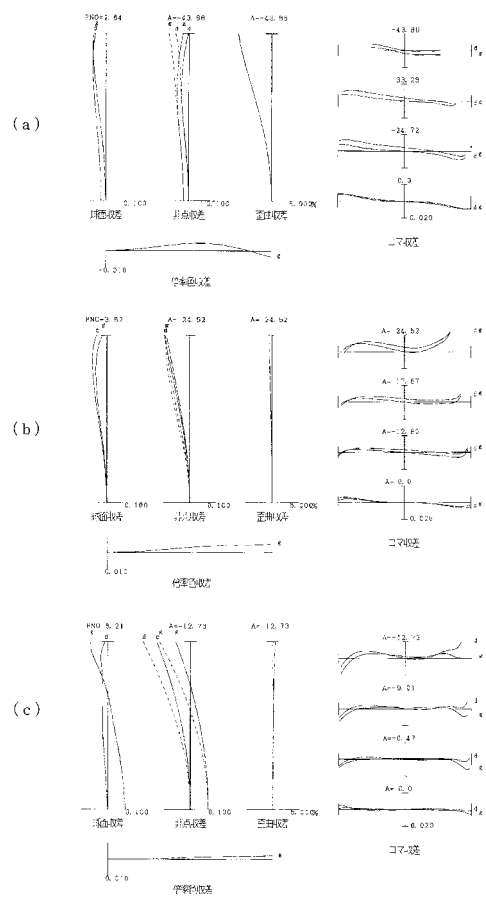
【図 2】



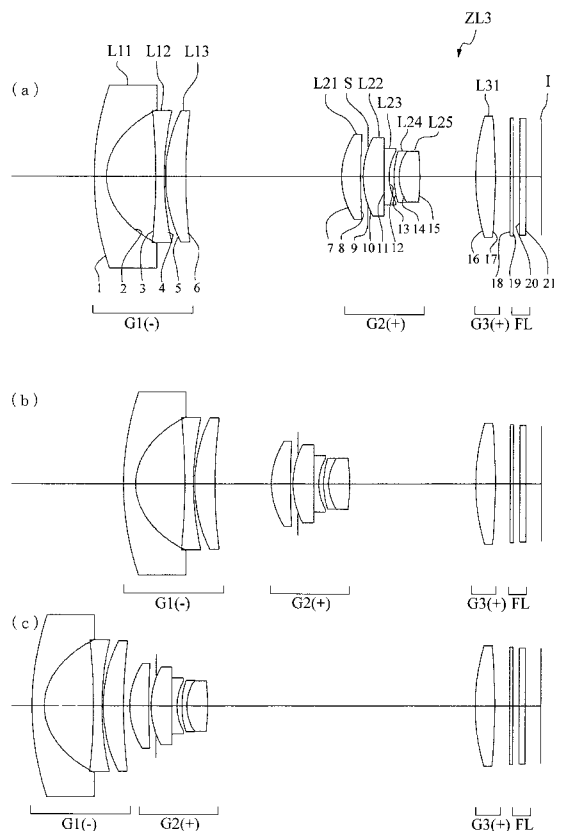
【図 3】



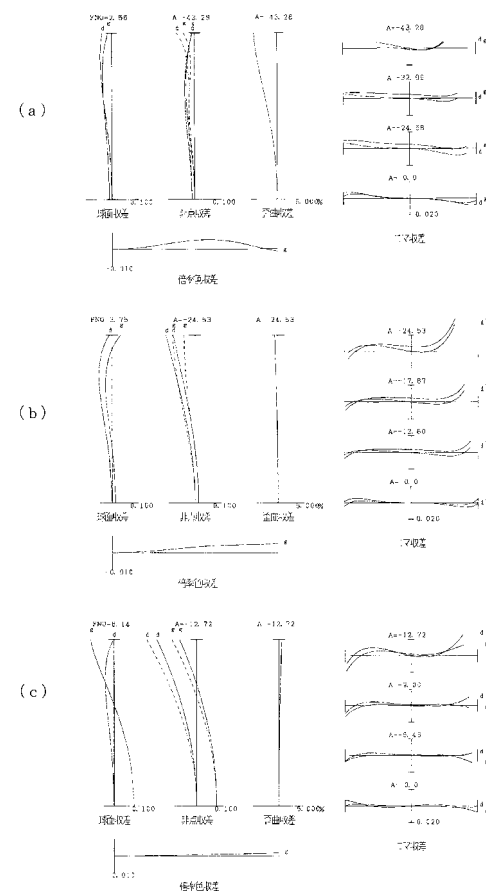
【図 4】



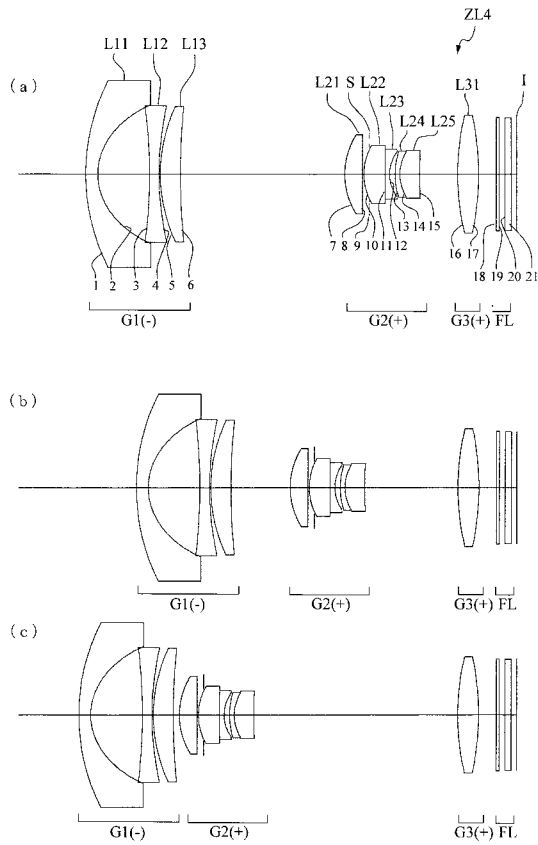
【図 5】



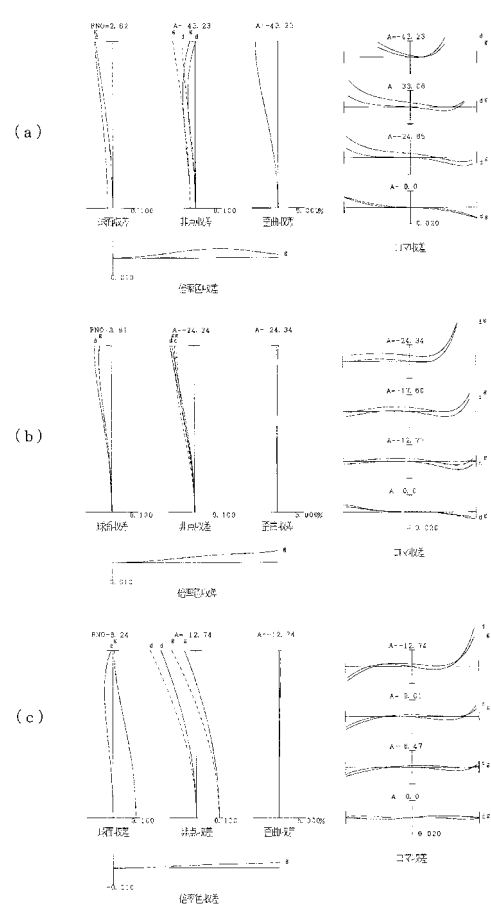
【図 6】



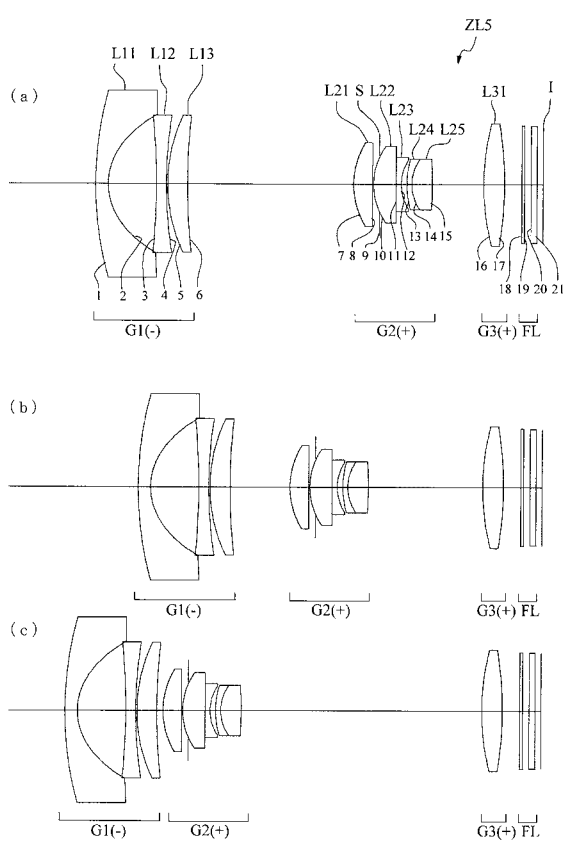
【図 7】



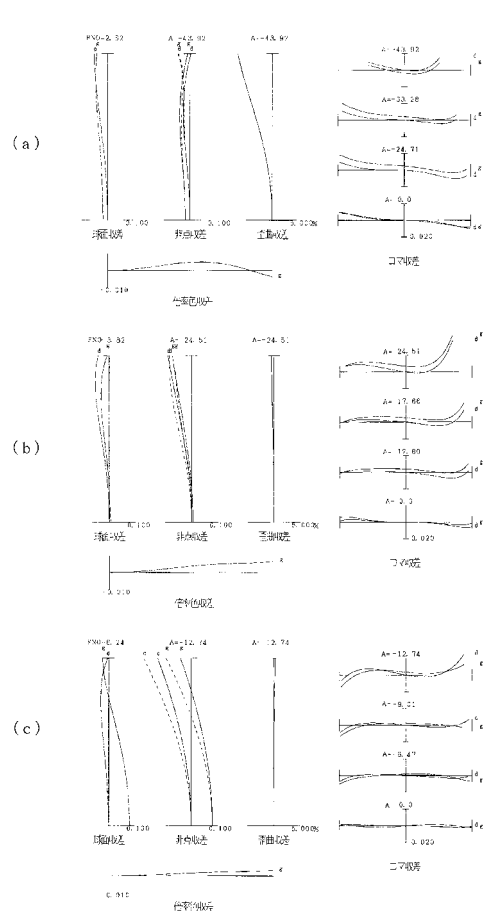
【図 8】



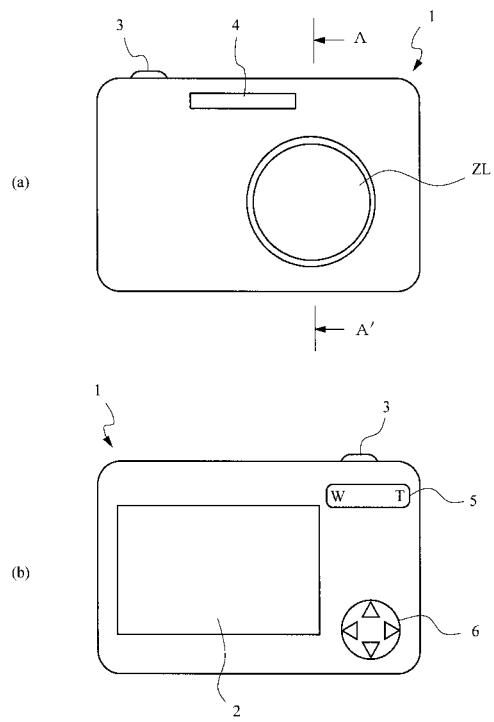
【図 9】



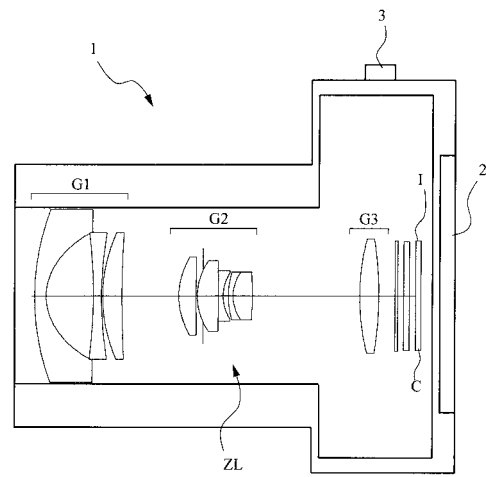
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表平3 - 500582 (JP, A)
特開2002 - 72093 (JP, A)
特開昭62 - 87925 (JP, A)
特開2002 - 72091 (JP, A)
特開平11 - 52245 (JP, A)
特開2007 - 72263 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9 / 00	-	17 / 08
G02B	21 / 02	-	21 / 04
G02B	25 / 00	-	25 / 04