

(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2016-71141

(P2016-71141A)

(43) 公開日 平成28年5月9日(2016.5.9)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 15/20

2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2014-200170 (P2014-200170)

(22) 出願日 平成26年9月30日 (2014. 9. 30)

(71) 出願人 306037311

富士フイルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史

(74) 代理人 100090468

弁理士 佐久間 剛

(72) 発明者 池田 伸吉

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324

番地 富士フイルム株式会社内

(72) 発明者 小松 大樹

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324

番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

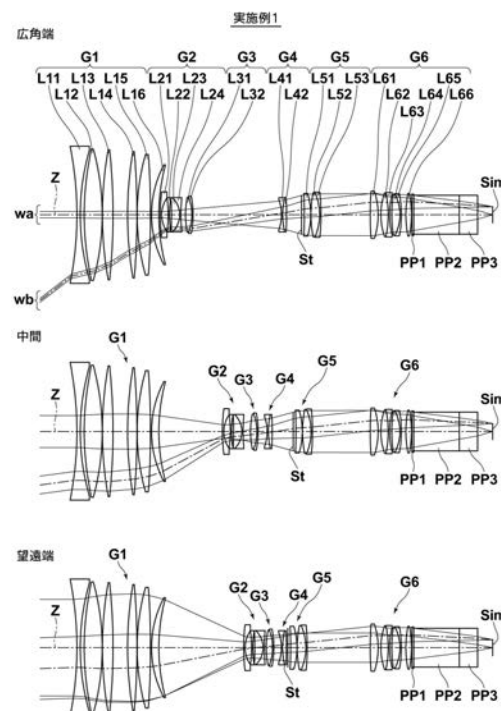
(54) 【発明の名称】ズームレンズおよび撮像装置

(57) 【要約】

【課題】小さいF値でありながら小型で、かつ諸収差が良好に補正されたズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置を提供する。

【解決手段】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、負の屈折力を有する第4レンズ群G4、正の屈折力を有する第5レンズ群G5、正の屈折力を有する第6レンズ群G6からなり、隣接するレンズ群の間隔を全て変化させることによって変倍を行うズームレンズであって、第1レンズ群G1は、変倍の際に像面Simに対して固定され、第2レンズ群G2は、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動し、第6レンズ群G6は、正レンズと負レンズを有するものとする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、負の屈折力を有する第 4 レンズ群、正の屈折力を有する第 5 レンズ群、正の屈折力を有する第 6 レンズ群から実質的になり、隣接するレンズ群の間隔を全て変化させることによって変倍を行うズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、変倍の際に像面に対して固定され、

前記第 2 レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動し、

前記第 6 レンズ群は、正レンズと負レンズを有する

ことを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

下記条件式 (1) を満足する

請求項 1 記載のズームレンズ。

$$0.2 < d_{2T} / d_{2W} < 5 \quad \cdots (1)$$

ただし、

d_{2T} : 望遠端における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の軸上空気間隔

d_{2W} : 広角端における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の軸上空気間隔

【請求項 3】

広角端から望遠端への変倍に際し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔は、一旦拡がり、再度減少する

20

請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

【請求項 4】

下記条件式 (2) を満足する

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$-0.3 < f_2 / f_3 < -0.1 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間に絞りを備える

30

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の軸上空気間隔は、広角端よりも望遠端の方が狭い

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 6 レンズ群は、変倍の際に像面に対して固定されている

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 8】

下記条件式 (3) を満足する

40

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$1.5 < v_L < 4.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

v_L : 前記第 6 レンズ群の最も像側のレンズの d 線基準のアッベ数

【請求項 9】

下記条件式 (4) を満足する

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.57 < \theta_{gFL} < 0.7 \quad \cdots (4)$$

ただし、

θ_{gFL} : 前記第 6 レンズ群の最も像側のレンズの部分分散比

50

【請求項 10】

前記第 1 レンズ群全体のみ、もしくは、前記第 1 レンズ群を構成する一部のレンズのみを光軸に沿って移動させることにより、無限遠から近距離方向への合焦が行われる

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、第 1 レンズ群前群、正の屈折力を有する第 1 レンズ群中群、正の屈折力を有する第 1 レンズ群後群から実質的になり、

前記第 1 レンズ群前群は、合焦の際に像面に対して固定され、

前記第 1 レンズ群中群は、無限遠から近距離方向への合焦に伴い像側から物体側に移動し、

10

前記第 1 レンズ群後群は、無限遠から近距離方向への合焦に際して前記第 1 レンズ群中群と異なる軌跡で像側から物体側に移動する

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群前群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから実質的になる

請求項 11 項記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 1 レンズ群後群を構成する正レンズの d 線基準の平均屈折率は、前記第 1 レンズ群中群を構成する正レンズの d 線基準の平均屈折率より高い

20

請求項 11 または 12 記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第 6 レンズ群は、少なくとも 2 枚の正レンズを含む

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 6 レンズ群は、物体側から順に、正単レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの 2 つのレンズを接合した接合レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの 2 つのレンズを接合した接合レンズ、正単レンズから実質的になる

請求項 1 から 14 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 16】

30

下記条件式 (1-1) を満足する

請求項 1 から 15 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.25 < d_{2T} / d_{2W} < 4 \quad \cdots (1-1)$$

ただし、

d_{2T} : 望遠端における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の軸上空気間隔

d_{2W} : 広角端における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の軸上空気間隔

【請求項 17】

下記条件式 (2-1) を満足する

請求項 1 から 16 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$-0.25 < f_2 / f_3 < -0.15 \quad \cdots (2-1)$$

40

ただし、

f₂ : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f₃ : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 18】

下記条件式 (3-1) を満足する

請求項 1 から 17 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$1.7 < v_L < 40 \quad \cdots (3-1)$$

ただし、

v_L : 前記第 6 レンズ群の最も像側のレンズの d 線基準のアッペ数

【請求項 19】

50

下記条件式（４－１）を満足する

請求項１から１８のいずれか１項記載のズームレンズ。

$$0.58 < \theta_{gFL} < 0.66 \quad \cdots (4-1)$$

ただし、

θ_{gFL} ：前記第６レンズ群の最も像側のレンズの部分分散比

【請求項２０】

請求項１から１９のいずれか１項記載のズームレンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【０００１】

本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラや放送用カメラ、監視用カメラ等の電子カメラに好適なズームレンズ、およびこのズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、放送用カメラでは４Ｋ化や８Ｋ化が進み、この放送用カメラに用いられるズームレンズについてもより高画素に対応した高性能なレンズが求められてきている。

【０００３】

このような放送用カメラを初め、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視用カメラ等の電子カメラに用いられるズームレンズに関して、特許文献１、２が知られている。特許文献１、２では、いずれも６群構成の高性能なズームレンズが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１１－１９７４７０号公報

【特許文献２】特開２０１４－１４２４５１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

30

しかしながら、特許文献１のズームレンズはＦ値が大きく、特許文献２のズームレンズは全長が長いため、小さいＦ値でありながら小型で、かつ諸収差が良好に補正されたズームレンズが求められている。

【０００６】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、小さいＦ値でありながら小型で、かつ諸収差が良好に補正されたズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群、負の屈折力を有する第２レンズ群、正の屈折力を有する第３レンズ群、負の屈折力を有する第４レンズ群、正の屈折力を有する第５レンズ群、正の屈折力を有する第６レンズ群から実質的になり、隣接するレンズ群の間隔を全て変化させることによって変倍を行うズームレンズであって、第１レンズ群は、変倍の際に像面に対して固定され、第２レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動し、第６レンズ群は、正レンズと負レンズを有することを特徴とするものである。

40

【０００８】

本発明のズームレンズにおいては、下記条件式（１）を満足することが好ましい。なお、下記条件式（１－１）を満足することがより好ましい。

$$0.2 < d_{2T}/d_{2W} < 5 \quad \cdots (1)$$

50

$$0.25 < d_{2T} / d_{2W} < 4 \quad \cdots (1-1)$$

ただし、

d_{2T} ：望遠端における第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔

d_{2W} ：広角端における第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔

【0009】

また、広角端から望遠端への変倍に際し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔は、一旦拡がり、再度減少することが好ましい。

【0010】

また、下記条件式(2)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

$$-0.3 < f_2 / f_3 < -0.1 \quad \cdots (2)$$

$$-0.25 < f_2 / f_3 < -0.15 \quad \cdots (2-1)$$

ただし、

f_2 ：第2レンズ群の焦点距離

f_3 ：第3レンズ群の焦点距離

【0011】

また、第4レンズ群と第5レンズ群の間に絞りを備えることが好ましい。

【0012】

また、第4レンズ群と第5レンズ群の軸上空気間隔は、広角端よりも望遠端の方が狭いことが好ましい。

【0013】

また、第6レンズ群は、変倍の際に像面に対して固定されていることが好ましい。

【0014】

また、下記条件式(3)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$1.5 < v_L < 4.5 \quad \cdots (3)$$

$$1.7 < v_L < 4.0 \quad \cdots (3-1)$$

ただし、

v_L ：第6レンズ群の最も像側のレンズのd線基準のアッベ数

【0015】

また、下記条件式(4)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.57 < \theta_{gFL} < 0.7 \quad \cdots (4)$$

$$0.58 < \theta_{gFL} < 0.66 \quad \cdots (4-1)$$

ただし、

θ_{gFL} ：第6レンズ群の最も像側のレンズの部分分散比

【0016】

また、第1レンズ群全体のみ、もしくは、第1レンズ群を構成する一部のレンズのみを光軸に沿って移動させることにより、無限遠から近距離方向への合焦が行われることが好ましい。

【0017】

また、第1レンズ群は、物体側から順に、第1レンズ群前群、正の屈折力を有する第1レンズ群中群、正の屈折力を有する第1レンズ群後群から実質的になり、第1レンズ群前群は、合焦の際に像面に対して固定され、第1レンズ群中群は、無限遠から近距離方向への合焦に伴い像側から物体側に移動し、第1レンズ群後群は、無限遠から近距離方向への合焦に際して第1レンズ群中群と異なる軌跡で像側から物体側に移動することが好ましい。

【0018】

この場合、第1レンズ群前群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから実質的になることが好ましい。また、第1レンズ群後群を構成する正レンズのd線基準の

10

20

30

40

50

平均屈折率は、第 1 レンズ群中群を構成する正レンズの d 線基準の平均屈折率より高いことが好ましい。

【0019】

また、第 6 レンズ群は、少なくとも 2 枚の正レンズを含むことが好ましい。

【0020】

また、第 6 レンズ群は、物体側から順に、正単レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの 2 つのレンズを接合した接合レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの 2 つのレンズを接合した接合レンズ、正単レンズから実質的になることが好ましい。なお、接合レンズを構成する正レンズと負レンズについては、どちらが物体側であってもよい。

10

【0021】

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

【0022】

なお、上記「～から実質的になる」とは、構成要素として挙げたものの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやマスクやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

【0023】

また、部分分散比 θ_{gF} は下記式で表されるものである。

20

$$\theta_{gF} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

ただし、 n_g : g 線(波長 435.8 nm)に対する屈折率、 n_F : F 線(波長 486.1 nm)に対する屈折率、 n_C : C 線(波長 656.3 nm)に対する屈折率とする。

【0024】

また、上記のレンズの面形状や屈折力の符号は、非球面が含まれている場合は近軸領域で考えるものとする。

【発明の効果】

【0025】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、負の屈折力を有する第 4 レンズ群、正の屈折力を有する第 5 レンズ群、正の屈折力を有する第 6 レンズ群から実質的になり、隣接するレンズ群の間隔を全て変化させることによって変倍を行うズームレンズであって、第 1 レンズ群は、変倍の際に像面に対して固定され、第 2 レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動し、第 6 レンズ群は、正レンズと負レンズを有するものとしたので、小さい F 値でありながら小型で、かつ諸収差が良好に補正されたズームレンズとすることが可能となる。

30

【0026】

また、本発明の撮像装置は、本発明のズームレンズを備えているため、小型の装置とすることができるとともに、明るく高画質の画像を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0027】

【図 1】本発明の一実施形態にかかるズームレンズ(実施例 1 と共通)のレンズ構成を示す断面図

【図 2】本発明の実施例 2 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 3】本発明の実施例 3 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 4】本発明の実施例 4 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 5】本発明の実施例 5 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 6】本発明の実施例 6 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 7】本発明の実施例 7 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 8】本発明の実施例 8 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

50

【図 9】本発明の実施例 9 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図
【図 10】本発明の実施例 10 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図
【図 11】本発明の実施例 11 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図
【図 12】本発明の実施例 12 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図
【図 13】本発明の実施例 1 のズームレンズの各レンズ群の移動軌跡を示す図
【図 14】本発明の実施例 1 のズームレンズの各収差図
【図 15】本発明の実施例 2 のズームレンズの各収差図
【図 16】本発明の実施例 3 のズームレンズの各収差図
【図 17】本発明の実施例 4 のズームレンズの各収差図
【図 18】本発明の実施例 5 のズームレンズの各収差図
【図 19】本発明の実施例 6 のズームレンズの各収差図
【図 20】本発明の実施例 7 のズームレンズの各収差図
【図 21】本発明の実施例 8 のズームレンズの各収差図
【図 22】本発明の実施例 9 のズームレンズの各収差図
【図 23】本発明の実施例 10 のズームレンズの各収差図
【図 24】本発明の実施例 11 のズームレンズの各収差図
【図 25】本発明の実施例 12 のズームレンズの各収差図
【図 26】本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図
【発明を実施するための形態】

10

【0028】

20

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施形態にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図、図 13 は上記ズームレンズの各レンズ群の移動軌跡を示す図である。図 1、13 に示す構成例は、後述の実施例 1 のズームレンズの構成と共通である。図 1、13 においては、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている絞り S_t は必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。また、図 1 では軸上光束 w_a および最大画角の光束 w_b も合わせて示している。

【0029】

図 1 に示すように、このズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G_1 、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G_2 、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G_3 、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G_4 、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G_5 、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G_6 からなり、隣接するレンズ群の間隔を全て変化させることによって変倍を行うものである。

30

【0030】

このズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面 S_{im} の間にカバーガラス、プリズム、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましいため、図 1 では、これらを想定した平行平板状の光学部材 $PP_1 \sim PP_3$ をレンズ系と像面 S_{im} との間に配置した例を示している。

【0031】

40

また、第 1 レンズ群 G_1 は、変倍の際に像面 S_{im} に対して固定され、第 2 レンズ群 G_2 は、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動し、第 6 レンズ群 G_6 は、正レンズと負レンズを有するように構成されている。

【0032】

第 1 レンズ群 G_1 は、正の屈折力を有するものとするこて、全長を短く保ちながら、変倍比を大きく取るのに有利となる。また、変倍の際に像面 S_{im} に対して固定されたものとするこて、変倍による重心の移動を少なくすることができる。

【0033】

第 2 レンズ群 G_2 は、負の屈折力を有するものとし、広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に移動するものとするこて、変倍の主な作用を担う。

50

【0034】

第3レンズ群G3は、第2レンズ群G2との間隔を変えることにより、変倍による像面湾曲、球面収差、倍率色収差の変動を補正する作用を担う。また、第3レンズ群G3に正の屈折力を持たせ、第2レンズ群G2と異なる符号の屈折力を持たせることにより、その効果をより高めることができる。また、望遠端で広角端よりも像側に位置するように構成することで、変倍比を上げても全長を短く構成することができる。

【0035】

第4レンズ群G4は、変倍による像面位置の変動を主に補正する。また、第4レンズ群G4に負の屈折力を持たせることにより、第5レンズ群G5以降を少ない構成枚数としても十分なバックフォーカスを確保しつつ全長を短くすることができる。

10

【0036】

第5レンズ群G5は、第6レンズ群G6との間隔を変えることにより、変倍による像面湾曲、非点収差、倍率色収差の変動を補正する作用を担う。第2レンズ群G2－第3レンズ群G3間のフローティングのみでは、球面収差を補正するのに適した間隔と像面湾曲を補正するのに適した間隔が異なるため、両収差を同時に補正することが難しいが、第2レンズ群G2－第3レンズ群G3間と、第5レンズ群G5－第6レンズ群G6間の2カ所をフローティングとすることにより、複数の収差変動を同時に抑えることができる。

【0037】

第6レンズ群G6は、主な結像作用を担う。また、正レンズと負レンズを有するものとするので、レンズの中心部と周辺部を通る光路の差や色による光路の差を打ち消し合わせることができるため、球面収差、軸上色収差を良好に補正することができるとともに、F値を小さくすることができる。

20

【0038】

本実施形態のズームレンズにおいては、下記条件式(1)を満足することが好ましい。第2レンズ群G2は広角端から望遠端への変倍に伴い物体側から像側に大きく移動し、第4レンズ群G4に接近するが、望遠側で第2レンズ群G2－第3レンズ群G3間の間隔が開いていると、第2レンズ群G2は望遠側で十分に第4レンズ群G4に接近することができなくなるため、条件式(1)の上限以上としないようにすることで、第2レンズ群G2を十分に第4レンズ群G4に接近させることができるので、高倍率化に有利となる。また、第2レンズ群G2－第3レンズ群G3間の間隔を変化させることにより、各焦点距離間の相対的な収差変動を抑えることができるが、条件式(1)の下限以下としないようにすることで、特に広角側での像面湾曲の補正作用が強くなるため、広角端での像面湾曲の補正に有利となる。なお、下記条件式(1-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

30

$$0.2 < d_{2T} / d_{2W} < 5 \quad \cdots (1)$$

$$0.25 < d_{2T} / d_{2W} < 4 \quad \cdots (1-1)$$

ただし、

d_{2T} ：望遠端における第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔

d_{2W} ：広角端における第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔

【0039】

また、広角端から望遠端への変倍に際し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は、一旦拡がり、再度減少することが好ましい。このような構成とすることで、高倍率化した場合に補正の難しい中間焦点距離における球面収差、像面湾曲、非点収差の補正に有利となる。

40

【0040】

また、下記条件式(2)を満足することが好ましい。条件式(2)の上限以上としないようにすることで、第2レンズ群G2－第3レンズ群G3間の間隔を変倍時に変化させることによるフローティング作用を十分に確保することができる。また、条件式(2)の下限以下としないようにすることで、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の合成光学系の負の屈折力を確保することができるため、変倍作用を十分に持たせることができる。

50

なお、下記条件式 (2-1) を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-0.3 < f_2 / f_3 < -0.1 \quad \cdots (2)$$

$$-0.25 < f_2 / f_3 < -0.15 \quad \cdots (2-1)$$

ただし、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

【0041】

また、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間に絞りStを備えることが好ましい。このような構成とすることで、第1レンズ群G1の外径を抑えつつ、周辺画角の主光線の像面への入射角を抑えることができる。

10

【0042】

また、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の軸上空気間隔は、広角端よりも望遠端の方が狭いことが好ましい。このような構成とすることで、変倍作用を補助することができる。

【0043】

また、第6レンズ群G6は、変倍の際に像面Simに対して固定されていることが好ましい。このような構成とすることで、変倍によるF値の変動を抑えることができる。

【0044】

また、下記条件式(3)を満足することが好ましい。条件式(3)を満足することで、倍率色収差を好適な範囲に補正することができる。また、第5レンズ群G5の移動に応じて主光線の高さが変化するため、特に条件式(3)の上限以上としないようにすることで、変倍による倍率色収差の変動を抑えるのに効果がある。なお、下記条件式(3-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

20

$$1.5 < v_L < 4.5 \quad \cdots (3)$$

$$1.7 < v_L < 4.0 \quad \cdots (3-1)$$

ただし、

v_L : 第6レンズ群の最も像側のレンズのd線基準のアッベ数

【0045】

また、下記条件式(4)を満足することが好ましい。条件式(4)を満足することで、二次の倍率色収差を好適な範囲に抑えることができる。また、第5レンズ群G5の移動に応じて主光線の高さが変化するため、特に条件式(4)の下限以下としないようにすることで、変倍による二次の倍率色収差の変動を抑えるのに効果がある。なお、下記条件式(4-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

30

$$0.57 < \theta_{gFL} < 0.7 \quad \cdots (4)$$

$$0.58 < \theta_{gFL} < 0.66 \quad \cdots (4-1)$$

ただし、

θ_{gFL} : 第6レンズ群の最も像側のレンズの部分分散比

【0046】

また、第1レンズ群G1全体のみ、もしくは、第1レンズ群G1を構成する一部のレンズのみを光軸に沿って移動させることにより、無限遠から近距離方向への合焦が行われることが好ましい。このような構成とすることで、フォーカシングの際に移動するレンズ群の移動量の変倍状態による差を抑えることができる。

40

【0047】

また、第1レンズ群G1は、物体側から順に、第1レンズ群前群、正の屈折力を有する第1レンズ群中群、正の屈折力を有する第1レンズ群後群からなり、第1レンズ群前群は、合焦の際に像面に対して固定され、第1レンズ群中群は、無限遠から近距離方向への合焦に伴い像側から物体側に移動し、第1レンズ群後群は、無限遠から近距離方向への合焦に際して第1レンズ群中群と異なる軌跡で像側から物体側に移動することが好ましい。このような構成とすることで、物体距離による像面湾曲、球面収差の変動を抑えることがで

50

きる。なお、第1レンズ群中群と第1レンズ群後群の間隔を、無限遠側よりも最至近側で拡がるものとすれば、より良好な特性とすることができる。本実施形態では、第1レンズ群G1中のレンズL11～L13を第1レンズ群前群、レンズL14～L15を第1レンズ群中群、レンズL16を第1レンズ群後群としている。

【0048】

この場合、第1レンズ群前群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから実質的になることが好ましい。このように、負レンズを最も物体側に置くことにより、以降のレンズへの周辺光線の入射角を抑えることができるため、広角化に有利となる。また、正レンズを2枚とすることにより球面収差の発生を抑えることができる。

【0049】

また、第1レンズ群後群を構成する正レンズのd線基準の平均屈折率は、第1レンズ群中群を構成する正レンズのd線基準の平均屈折率より高いことが好ましい。このような構成とすることで、物体距離による像面湾曲の変動を抑えることができる。

【0050】

また、第6レンズ群G6は、少なくとも2枚の正レンズを含むことが好ましい。このような構成とすることで、球面収差、歪曲収差の発生を抑えることができる。

【0051】

また、第6レンズ群G6は、物体側から順に、正単レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2つのレンズを接合した接合レンズ、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2つのレンズを接合した接合レンズ、正単レンズからなることが好ましい。第6レンズ群G6のレンズについて、この順番に配置することにより、軸上、軸外の諸収差を良好にバランスさせることができる。なお、最初の正単レンズは、F値を小さくする効果がある。次の2組の接合レンズは、球面収差、軸上色収差を補正する効果がある。また、このように接合レンズを複数にすることにより、球面収差、軸上色収差の補正を分担できるため、高次の球面収差や波長による球面収差の差が発生するのを抑えることができる。また正レンズ、負レンズを分離せず接合とすることで、面間隔の誤差による球面収差の変動や、偏心によるコマ収差の発生を抑えることができる。最後の正単レンズは、周辺画角の主光線の像面への入射角を抑制する効果がある。

【0052】

また、絞りStは、変倍時に第5レンズ群G5と共に移動することが好ましい。このような構成とすることで、第5レンズ群G5以降を小型化するのに有利となる。

【0053】

また、本ズームレンズが厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コートを施すようにしてもよい。

【0054】

また、図1に示す例では、レンズ系と像面Simとの間に光学部材PP1～PP3を配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等をレンズ系と像面Simとの間に配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、もしくは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

【0055】

次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。

まず、実施例1のズームレンズについて説明する。実施例1のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図1に示す。なお、図1および後述の実施例2～12に対応した図2～12においては、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

【0056】

実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、諸元に関するデータを表2に、移動面の間隔に関するデータを表3に、非球面係数に関するデータを表4に示す。以下で

10

20

30

40

50

は、表中の記号の意味について、実施例 1 のものを例にとり説明するが、実施例 2 ～ 1 2 についても基本的に同様である。

【0057】

表 1 のレンズデータにおいて、面番号の欄には最も物体側の構成要素の面を 1 番目として像側に向かうに従い順次増加する面番号を示し、曲率半径の欄には各面の曲率半径を示し、面間隔の欄には各面とその次の面との光軸 Z 上の間隔を示す。また、n の欄には各光学要素の d 線（波長 587.6 nm）に対する屈折率を示し、v の欄には各光学要素の d 線（波長 587.6 nm）に対するアッベ数を示し、θ g F の欄には各光学要素の部分分散比を示す。

【0058】

なお、部分分散比 θ g F は下記式で表されるものである。

$$\theta g F = (n g - n F) / (n F - n C)$$

ただし、n g : g 線(波長 435.8 nm)に対する屈折率、n F : F 線(波長 486.1 nm)に対する屈折率、n C : C 線(波長 656.3 nm)に対する屈折率とする。

【0059】

ここで、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。基本レンズデータには、絞り S t、光学部材 P P 1 ～ P P 3 も含めて示している。絞り S t に相当する面の面番号の欄には面番号とともに（絞り）という語句を記載している。また、表 1 のレンズデータにおいて、変倍時に間隔が変化する面間隔の欄にはそれぞれ D D [i] と記載している。この D D [i] に対応する数値は表 3 に示している。

【0060】

表 2 の諸元に関するデータに、広角端、中間、望遠端の各々の、ズーム倍率、焦点距離 f'、バックフォーカス B f'、F 値 F N o、全画角 2 ω の値を示す。

【0061】

基本レンズデータ、諸元に関するデータ、および移動面の間隔に関するデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては mm を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。

【0062】

表 1 のレンズデータでは、非球面の面番号に＊印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表 4 の非球面係数に関するデータには、非球面の面番号と、これら非球面に関する非球面係数を示す。非球面係数は、下記式で表される非球面式における各係数 K A、A m (m = 4 … 20) の値である。

$$Z d = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + \sum A m \cdot h^m$$

ただし、

Z d : 非球面深さ（高さ h の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に

【0063】

下ろした垂線の長さ)

h : 高さ（光軸からの距離）

C : 近軸曲率半径の逆数

K A、A m : 非球面係数 (m = 4 … 20)

【0064】

10

20

30

40

【表 1】

実施例1・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-236.10534	2.400	1.80610	33.27	0.58845
2	157.43462	2.845			
*3	192.16845	13.024	1.43700	95.10	0.53364
4	-168.42983	0.120			
5	248.55380	7.694	1.43387	95.18	0.53733
6	-416.66275	10.500			
7	256.44800	6.805	1.43387	95.18	0.53733
8	-501.39871	0.120			
9	150.67609	9.591	1.53775	74.70	0.53936
*10	-756.19829	0.800			
11	72.94991	5.280	1.77250	49.60	0.55212
12	130.88458	DD[12]			
*13	121.80578	1.060	2.00069	25.46	0.61364
14	20.15463	4.651			
15	-84.56608	0.900	1.90043	37.37	0.57720
16	63.94706	1.481			
17	-180.64142	5.968	1.89286	20.36	0.63944
18	-16.12200	0.900	1.90043	37.37	0.57720
19	130.38394	DD[19]			
20	61.96315	4.562	1.67300	38.15	0.57545
21	-33.40200	0.900	1.88300	40.76	0.56679
22	-63.31710	DD[22]			
23	-30.60474	0.910	1.75700	47.82	0.55662
24	51.15200	2.739	1.89286	20.36	0.63944
25	-233.01948	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.000			
27	-268.65624	4.609	1.88300	40.76	0.56679
28	-49.51807	0.120			
29	74.94268	6.256	1.56384	60.67	0.54030
30	-37.60100	1.000	1.95375	32.32	0.59015
31	-152.40146	DD[31]			
32	212.20151	5.724	1.56883	56.36	0.54890
33	-51.95699	2.000			
34	45.56887	5.283	1.48749	70.24	0.53007
35	-71.57700	1.000	1.95375	32.32	0.59015
36	56.80284	1.585			
37	89.02575	5.940	1.48749	70.24	0.53007
38	-30.05700	1.000	1.95375	32.32	0.59015
39	-75.52274	3.238			
40	75.90500	4.006	1.62004	36.26	0.58800
41	-75.90500	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.809			

【0065】

【表 2】

実施例1・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	21.3
f'	8.285	41.424	176.465
Bf'	41.200	41.200	41.200
FNo.	1.86	1.86	2.62
$2\omega[^\circ]$	73.4	15.0	3.6

【 0 0 6 6 】

【表 3】

実施例1・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.000	45.902	61.224
DD[19]	3.310	5.383	1.410
DD[22]	63.825	6.492	5.425
DD[25]	10.907	15.153	1.052
DD[31]	35.551	41.663	45.482

【 0 0 6 7 】

【表 4】

実施例1・非球面係数

面番号	3	10	13
KA	9.8642991E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.2462640E-07	-1.2850634E-07	7.6697877E-07
A6	2.0237162E-10	1.7897543E-10	-2.1568480E-08
A8	-6.6893219E-13	-6.3703904E-13	3.3132934E-10
A10	1.1791466E-15	1.2212342E-15	-3.7535766E-12
A12	-1.2683621E-18	-1.4488137E-18	3.9307690E-14
A14	8.5755859E-22	1.0949325E-21	-3.3973656E-16
A16	-3.5569939E-25	-5.1382379E-25	1.8579245E-18
A18	8.2700693E-29	1.3659907E-28	-5.3987218E-21
A20	-8.2523570E-33	-1.5726111E-32	6.3159012E-24

【 0 0 6 8 】

実施例1のズームレンズの各収差図を図14に示す。なお、図14中の上段左側から順に広角端での球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図14中の中段左側から順に中間での球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図14中の下段左側から順に望遠端での球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。球面収差、非点収差、歪曲収差を表す各収差図には、d線（波長587.6nm）を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線（波長587.6nm）、C線（波長656.3nm）、F線（波長486.1nm）、g線（波長435.8nm）についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、灰色の実線で示す。非点収差図にはサジタル方向、タンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線と短破線で示す。倍率色収差図にはC線（波長656.3nm）、F線（波長486.1nm）、g線（波長435.8nm）についての収差をそれぞれ長破線、短破線、灰色の実線で示す。なお、これらの収差は全て無限遠物体合焦時のものである。球面収差の収差図のFNo.はF値、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

【 0 0 6 9 】

上記の実施例1の説明で述べた各データの記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

【 0 0 7 0 】

次に、実施例2のズームレンズについて説明する。実施例2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図2に示す。なお、第1レンズ群G1中のレンズL11～L13を第1レンズ群前群、レンズL14～L15を第1レンズ群中群、レンズL16を第1レンズ群後群としている。以降の実施例3～12も同様であるので、以下では重複説明を省略する。また、実施例2のズームレンズの基本レンズデータを表5に、諸元に関するデータを表6に、移動面の間隔に関するデータを表7に、非球面係数に関するデータを表8に、各収差図を図15に示す。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

【表 5】

実施例2・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-243.86065	2.400	1.80610	33.27	0.58845
2	177.66564	3.792			
*3	283.34249	10.828	1.43700	95.10	0.53364
4	-180.25079	0.120			
5	264.99700	7.859	1.43387	95.18	0.53733
6	-413.74587	10.500			
7	206.28622	8.013	1.43387	95.18	0.53733
8	-460.65008	0.120			
9	162.60466	9.289	1.53775	74.70	0.53936
*10	-682.27905	0.800			
11	70.28276	5.299	1.72916	54.68	0.54451
12	124.16732	DD[12]			
*13	109.96365	1.060	2.00069	25.46	0.61364
14	19.45589	5.070			
15	-62.72298	0.900	1.88300	40.76	0.56679
16	72.98998	1.380			
17	-167.04654	5.684	1.89286	20.36	0.63944
18	-17.10952	0.900	1.90043	37.37	0.57720
19	1176.28395	DD[19]			
20	69.45970	3.925	1.72047	34.71	0.58350
21	-45.32437	0.900	1.88300	40.76	0.56679
22	-107.28789	DD[22]			
23	-31.99193	0.910	1.79952	42.22	0.56727
24	48.26012	3.006	1.89286	20.36	0.63944
25	-177.36664	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.133			
27	-305.34285	3.373	1.90043	37.37	0.57720
28	-50.97470	0.120			
29	91.18834	7.154	1.62041	60.29	0.54266
30	-34.82607	1.000	1.95375	32.32	0.59015
31	-149.36795	DD[31]			
32	207.45390	4.442	1.56384	60.67	0.54030
33	-51.50920	2.000			
34	46.57739	5.774	1.48749	70.24	0.53007
35	-68.86356	1.000	1.95375	32.32	0.59015
36	55.07947	1.585			
37	80.97612	6.024	1.48749	70.24	0.53007
38	-30.37079	1.000	1.95375	32.32	0.59015
39	-73.71938	3.514			
40	78.10738	3.919	1.63980	34.47	0.59233
41	-78.10740	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.767			

【 0 0 7 2 】

【表 6】

実施例2・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	21.3
f	8.284	41.420	176.448
Bf	41.159	41.159	41.159
FNo.	1.86	1.86	2.61
$2\omega[^\circ]$	73.6	15.0	3.6

【0073】

【表 7】

実施例2・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.000	46.772	62.485
DD[19]	3.124	6.162	1.224
DD[22]	64.408	6.048	6.396
DD[25]	9.887	14.694	1.052
DD[31]	36.309	41.051	43.570

【0074】

【表 8】

実施例2・非球面係数

面番号	3	10	13
KA	9.8642991E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-6.9602057E-08	-8.3669305E-08	5.9323703E-07
A6	9.7623781E-11	8.7093038E-11	-1.1011450E-08
A8	-4.7871767E-13	-4.1732391E-13	9.4777920E-11
A10	9.4201269E-16	8.4940921E-16	-1.2923764E-12
A12	-1.0659628E-18	-1.0191577E-18	3.1324061E-14
A14	7.3726243E-22	7.6831823E-22	-4.0782384E-16
A16	-3.0751761E-25	-3.5951152E-25	2.5937402E-18
A18	7.1053868E-29	9.5904004E-29	-7.9553394E-21
A20	-6.9866751E-33	-1.1185971E-32	9.4395980E-24

【0075】

次に、実施例3のズームレンズについて説明する。実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図3に示す。また、実施例3のズームレンズの基本レンズデータを表9に、諸元に関するデータを表10に、移動面の間隔に関するデータを表11に、非球面係数に関するデータを表12に、各収差図を図16に示す。

【0076】

10

20

30

【表 9】

実施例3・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-223.89709	2.400	1.80610	33.27	0.58845
2	181.30328	3.947			
*3	291.37535	10.372	1.43700	95.10	0.53364
4	-190.48789	0.120			
5	321.66326	9.319	1.43387	95.18	0.53733
6	-213.32289	10.500			
7	190.95974	7.001	1.43387	95.18	0.53733
8	-1127.21143	0.120			
9	166.80620	9.109	1.53775	74.70	0.53936
*10	-676.49213	0.800			
11	69.56648	5.510	1.72916	54.68	0.54451
12	126.52654	DD[12]			
*13	111.06652	1.060	2.00069	25.46	0.61364
14	19.42359	5.072			
15	-62.07387	0.900	1.88300	40.76	0.56679
16	73.48097	1.374			
17	-165.74131	5.604	1.89286	20.36	0.63944
18	-16.88700	0.900	1.90043	37.37	0.57720
19	1353.92461	DD[19]			
20	69.60254	3.793	1.72047	34.71	0.58350
21	-45.14900	0.900	1.88300	40.76	0.56679
22	-111.03192	DD[22]			
23	-32.15578	0.910	1.79952	42.22	0.56727
24	48.56600	3.016	1.89286	20.36	0.63944
25	-173.74811	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.022			
27	-312.83550	3.354	1.90043	37.37	0.57720
28	-51.28294	0.120			
29	90.83390	7.115	1.62041	60.29	0.54266
30	-34.81800	1.000	1.95375	32.32	0.59015
31	-149.34057	DD[31]			
32	204.95892	4.490	1.56384	60.67	0.54030
33	-51.54583	2.000			
34	46.62639	5.683	1.48749	70.24	0.53007
35	-68.64400	1.000	1.95375	32.32	0.59015
36	54.64218	1.585			
37	80.49234	6.055	1.48749	70.24	0.53007
38	-30.31800	1.000	1.95375	32.32	0.59015
39	-73.27989	3.496			
40	78.03169	3.923	1.63980	34.47	0.59233
41	-78.02873	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.843			

【0077】

【表 10】

実施例3・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
スーム倍率	1.0	5.0	21.3
f'	8.284	41.419	176.443
Bf'	41.235	41.235	41.235
FNo.	1.86	1.86	2.61
$2\omega[^\circ]$	73.6	15.0	3.6

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

【 表 1 1 】

実施例3・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.000	46.303	61.612
DD[19]	3.477	6.475	1.116
DD[22]	64.172	6.827	7.559
DD[25]	9.844	14.570	1.057
DD[31]	36.430	40.747	43.580

【 0 0 7 9 】

【 表 1 2 】

実施例3・非球面係数

面番号	3	10	13
KA	9.8642991E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.0443737E-07	-1.9759793E-07	-4.0111936E-07
A6	5.2113987E-10	4.2538645E-10	4.2284834E-08
A8	-1.3220805E-12	-1.0780417E-12	-1.4832394E-09
A10	2.0695939E-15	1.6879171E-15	2.6890060E-11
A12	-2.0822425E-18	-1.7028166E-18	-2.8226533E-13
A14	1.3462273E-21	1.1101349E-21	1.7626695E-15
A16	-5.3947012E-25	-4.5208828E-25	-6.4576452E-18
A18	1.2172155E-28	1.0465917E-28	1.2803584E-20
A20	-1.1801314E-32	-1.0527363E-32	-1.0616712E-23

【 0 0 8 0 】

次に、実施例4のズームレンズについて説明する。実施例4のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図4に示す。また、実施例4のズームレンズの基本レンズデータを表13に、諸元に関するデータを表14に、移動面の間隔に関するデータを表15に、非球面係数に関するデータを表16に、各収差図を図17に示す。

【 0 0 8 1 】

10

20

【表 1 3】

実施例4・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-215.80213	2.400	1.80610	33.27	0.58845
2	197.18326	3.536			
*3	286.13212	12.062	1.43700	95.10	0.53364
4	-169.87346	0.120			
5	468.28744	7.608	1.43387	95.18	0.53733
6	-237.75126	10.068			
7	173.44060	7.603	1.43387	95.18	0.53733
8	-933.36907	0.120			
9	153.84105	8.478	1.53775	74.70	0.53936
*10	-772.13699	0.763			
11	70.59065	5.113	1.72916	54.68	0.54451
12	117.64788	DD[12]			
*13	96.67033	1.060	2.00069	25.46	0.61364
14	19.42359	5.137			
15	-67.14845	0.900	1.88300	40.76	0.56679
16	59.16002	1.548			
17	-412.66853	6.296	1.89286	20.36	0.63944
18	-15.92209	0.900	1.90043	37.37	0.57720
19	257.03997	DD[19]			
20	53.39111	3.882	1.59730	41.60	0.57452
21	-58.64128	0.900	1.88663	24.45	0.61669
22	-82.21521	DD[22]			
23	-31.03266	0.910	1.76342	47.58	0.55678
24	47.13178	2.659	1.89286	20.36	0.63944
25	-467.71125	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.000			
27	-627.83665	3.907	1.91082	35.25	0.58224
28	-48.40704	1.193			
29	65.76256	6.218	1.52335	75.53	0.52235
30	-37.43405	1.000	1.95375	32.32	0.59015
31	-150.88652	DD[31]			
32	359.69355	4.320	1.54302	51.62	0.55747
33	-45.25678	0.397			
34	54.81142	5.555	1.53775	74.70	0.53936
35	-47.59417	1.000	1.95375	32.32	0.59015
36	49.35996	1.163			
37	56.75001	6.492	1.59854	64.49	0.53662
38	-28.37608	1.000	1.91082	35.25	0.58224
39	-157.17605	0.911			
40	84.46724	6.150	1.71293	29.59	0.59942
41	-66.65386	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	11.308			

【 0 0 8 2 】

【表 1 4】

実施例4・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	21.3
f'	8.285	41.426	176.476
Bf'	41.700	41.700	41.700
FNo.	1.85	1.86	2.62
2 ω [°]	73.2	15.0	3.6

【0083】

【表 1 5】

実施例4・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	0.959	46.864	62.843
DD[19]	2.572	4.118	0.944
DD[22]	66.748	8.580	7.324
DD[25]	9.663	14.020	1.004
DD[31]	34.652	41.012	42.479

【0084】

【表 1 6】

実施例4・非球面係数

面番号	3	10	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.0465170E-07	-1.0062442E-07	-6.4190054E-07
A6	5.6987961E-11	2.7005383E-11	4.7400807E-08
A8	-2.8898590E-13	-1.4801685E-13	-2.0579091E-09
A10	5.7325201E-16	2.6853378E-16	4.4913360E-11
A12	-6.4439975E-19	-2.5432327E-19	-5.6865417E-13
A14	4.3925069E-22	1.3454316E-22	4.3490232E-15
A16	-1.7896856E-25	-3.7325840E-26	-1.9879790E-17
A18	3.9890887E-29	4.1841771E-30	5.0102091E-20
A20	-3.7177421E-33	-	-5.3628464E-23

【0085】

次に、実施例5のズームレンズについて説明する。実施例5のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図5に示す。また、実施例5のズームレンズの基本レンズデータを表17に、諸元に関するデータを表18に、移動面の間隔に関するデータを表19に、非球面係数に関するデータを表20に、各収差図を図18に示す。

【0086】

10

20

30

【表 17】

実施例5・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-240.25167	2.000	1.80610	33.27	0.58845
2	169.87028	4.254			
*3	269.30524	13.458	1.43700	95.10	0.53364
4	-161.30887	0.120			
5	18447.86359	6.699	1.43387	95.18	0.53733
6	-204.17917	9.919			
7	109.59520	5.605	1.43387	95.18	0.53733
8	212.78561	0.162			
9	120.87764	13.801	1.43387	95.18	0.53733
10	-188.62332	0.162			
*11	72.67343	4.233	1.80400	46.58	0.55730
12	109.82011	DD[12]			
*13	165.65756	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	19.42359	5.062			
15	-77.73338	0.800	1.90043	37.37	0.57720
16	65.70080	1.325			
17	-305.64252	6.630	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.67054	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	-3642.75074	DD[19]			
20	49.86597	4.366	1.60250	52.58	0.55628
21	-45.46259	1.000	1.67101	32.80	0.59182
22	-115.88465	DD[22]			
23	-28.76871	1.173	1.78814	41.50	0.57014
24	40.96821	2.906	1.89286	20.36	0.63944
*25	-620.90513	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.074			
27	33053.85083	4.183	1.91082	35.25	0.58224
28	-45.63857	2.053			
29	73.56575	6.964	1.53165	53.78	0.55387
30	-35.51276	0.800	2.00000	28.00	0.60493
31	-119.46400	DD[31]			
32	350.84398	4.371	1.54223	70.57	0.52944
33	-44.80815	0.178			
34	60.90289	5.190	1.53337	73.90	0.52467
35	-45.52387	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	50.43866	0.797			
37	64.32820	6.404	1.62489	60.17	0.54224
38	-28.10641	0.905	1.91082	35.25	0.58224
39	-145.26797	1.239			
40	90.28889	9.774	1.75213	27.89	0.60421
41	-68.30829	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	11.017			

10

20

30

40

【0087】

【表 18】

実施例5・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	22.1
f'	7.880	39.398	174.141
Bf'	41.408	41.408	41.408
FNo.	1.85	1.87	2.63
2 ω [°]	76.6	15.8	3.6

【0088】

【表 19】

実施例5・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.135	48.048	65.918
DD[19]	0.657	3.054	0.286
DD[22]	69.393	8.344	2.587
DD[25]	9.186	13.026	2.087
DD[31]	32.780	40.679	42.272

【0089】

【表 20】

実施例5・非球面係数

面番号	3	11	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.7088112E-07	8.6195898E-08	2.4539169E-06
A6	8.4081080E-10	-5.3096656E-10	-2.7230169E-08
A8	-2.1558352E-12	1.4072359E-12	4.7911782E-10
A10	3.3033945E-15	-2.2955408E-15	-7.9564470E-12
A12	-3.1994957E-18	2.3772788E-18	1.0289046E-13
A14	1.9687357E-21	-1.5654736E-21	-8.8507685E-16
A16	-7.4522783E-25	6.2026508E-25	4.6071065E-18
A18	1.5802652E-28	-1.2695111E-28	-1.3078324E-20
A20	-1.4348776E-32	8.3529995E-33	1.5517302E-23

面番号	25
KA	1.0000000E+00
A4	2.0740789E-06
A6	-1.6500349E-07
A8	7.1697692E-09
A10	-1.8667418E-10
A12	3.0344013E-12
A14	-3.1035910E-14
A16	1.9396811E-16
A18	-6.7635354E-19
A20	1.0080293E-21

【0090】

次に、実施例6のズームレンズについて説明する。実施例6のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図6に示す。また、実施例6のズームレンズの基本レンズデータを表21に、諸元に関するデータを表22に、移動面の間隔に関するデータを表23に、非球面係数に関するデータを表24に、各収差図を図19に示す。

【0091】

10

20

30

40

【表 2 1】

実施例6・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-242.16434	2.000	1.80610	33.27	0.58845
2	173.93400	4.173			
*3	272.29046	13.395	1.43700	95.10	0.53364
4	-162.21076	0.120			
5	-8742.13697	6.525	1.43387	95.18	0.53733
6	-207.09108	10.052			
7	111.38647	5.652	1.43387	95.18	0.53733
8	215.11569	0.919			
9	123.03541	14.053	1.43387	95.18	0.53733
10	-183.12985	0.348			
*11	72.29848	4.311	1.80400	46.58	0.55730
12	107.76577	DD[12]			
*13	163.71211	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	19.42359	4.859			
15	-77.10953	0.800	1.90043	37.37	0.57720
16	66.58048	1.211			
17	-297.83021	6.804	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.78641	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	-3067.67451	DD[19]			
20	49.41699	3.481	1.60189	55.31	0.55173
21	-55.88589	1.000	1.67898	32.30	0.59299
22	-117.64884	DD[22]			
23	-29.16163	0.810	1.78695	41.92	0.56913
24	41.44742	2.843	1.89286	20.36	0.63944
*25	-652.12092	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.000			
27	19851.88864	4.053	1.91082	35.25	0.58224
28	-45.72411	1.827			
29	73.12128	7.093	1.53277	53.78	0.55392
30	-35.39990	0.800	2.00000	28.00	0.60493
31	-120.36912	DD[31]			
32	351.81506	4.185	1.54293	68.86	0.53196
33	-44.74539	0.167			
34	61.00684	5.258	1.53388	72.31	0.52698
35	-45.60702	0.827	1.95375	32.32	0.59015
36	50.45295	0.860			
37	64.25792	7.023	1.62331	60.71	0.54140
38	-28.11406	0.810	1.91082	35.25	0.58224
39	-147.46395	1.218			
40	90.44283	9.761	1.75179	28.06	0.60381
41	-68.35612	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	11.194			

【 0 0 9 2 】

【表 2 2】

実施例6・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	22.1
f'	8.180	40.902	180.787
Bf'	41.585	41.585	41.585
FNo.	1.85	1.87	2.72
2 ω [°]	74.4	15.2	3.6

【0 0 9 3】

【表 2 3】

実施例6・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.357	48.949	66.813
DD[19]	0.688	3.001	0.208
DD[22]	69.208	9.059	3.263
DD[25]	9.388	13.185	1.903
DD[31]	32.854	39.301	41.308

【0 0 9 4】

【表 2 4】

実施例6・非球面係数

面番号	3	11	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.4107862E-07	6.8498898E-08	1.7571788E-06
A6	6.6204043E-10	-4.5258348E-10	-6.4598450E-09
A8	-1.7130024E-12	1.2570427E-12	-1.5013996E-10
A10	2.6402399E-15	-2.1935914E-15	4.2178872E-12
A12	-2.5718336E-18	2.4847262E-18	-4.4493537E-14
A14	1.5907804E-21	-1.8384395E-21	2.0629067E-16
A16	-6.0511891E-25	8.5035347E-25	-1.1883197E-19
A18	1.2894778E-28	-2.1903144E-28	-2.2780455E-21
A20	-1.1769665E-32	2.3015675E-32	5.7066079E-24

面番号	25
KA	1.0000000E+00
A4	1.7765879E-06
A6	-1.4254936E-07
A8	6.2125206E-09
A10	-1.6284104E-10
A12	2.6654383E-12
A14	-2.7438886E-14
A16	1.7252189E-16
A18	-6.0507337E-19
A20	9.0707385E-22

【0 0 9 5】

次に、実施例7のズームレンズについて説明する。実施例7のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図7に示す。また、実施例7のズームレンズの基本レンズデータを表25に、諸元に関するデータを表26に、移動面の間隔に関するデータを表27に、非球面係数に関するデータを表28に、各収差図を図20に示す。

【0 0 9 6】

10

20

30

40

【表 2 5】

実施例7・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-221.32714	2.000	1.80610	33.27	0.58845
2	167.46923	4.112			
*3	255.65874	13.370	1.43700	95.10	0.53364
4	-158.00487	0.120			
5	2982.92764	6.764	1.43387	95.18	0.53733
6	-204.05083	9.657			
7	109.06860	5.753	1.43387	95.18	0.53733
8	218.65393	0.120			
9	118.15584	13.856	1.43387	95.18	0.53733
10	-188.82046	0.212			
*11	74.66825	4.295	1.80400	46.58	0.55730
12	118.02937	DD[12]			
*13	163.20635	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	19.42359	5.112			
15	-78.68260	0.800	1.90043	37.37	0.57720
16	65.77577	1.327			
17	-330.23329	7.040	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.72362	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	-2158.87394	DD[19]			
20	50.04896	4.292	1.60342	55.12	0.55200
21	-42.92221	1.000	1.67044	35.93	0.58570
22	-116.23916	DD[22]			
23	-28.79905	1.033	1.78123	42.08	0.56908
24	41.15892	3.131	1.89286	20.36	0.63944
*25	-623.57369	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.140			
27	9382.96068	4.130	1.91082	35.25	0.58224
28	-46.27122	2.260			
29	74.40125	7.068	1.53028	54.33	0.55301
30	-35.56938	1.009	2.00000	28.00	0.60493
31	-123.93052	DD[31]			
32	357.10727	4.452	1.54512	63.05	0.54056
33	-44.82436	0.120			
34	61.39706	5.184	1.54161	73.60	0.52499
35	-45.61676	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	50.12688	0.831			
37	64.31314	6.279	1.62873	60.20	0.54192
38	-28.10177	0.838	1.91082	35.25	0.58224
39	-148.59148	1.235			
40	89.78181	9.652	1.75364	28.18	0.60357
41	-68.31992	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	11.020			

【 0 0 9 7 】

【表 2 6】

実施例7・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	19.4
f'	7.880	39.399	152.867
Bf'	41.410	41.410	41.410
FNo.	1.85	1.87	2.32
2 ω [°]	76.6	15.6	4.2

【0098】

【表 2 7】

実施例7・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.092	46.528	62.913
DD[19]	0.583	2.767	0.325
DD[22]	69.382	8.454	3.121
DD[25]	9.493	13.248	3.351
DD[31]	32.194	41.747	43.034

【0099】

【表 2 8】

実施例7・非球面係数

面番号	3	11	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.5564592E-07	6.7326409E-08	3.4981553E-06
A6	8.7625592E-10	-5.1505298E-10	-6.9508793E-08
A8	-2.4663767E-12	1.3427831E-12	1.7566819E-09
A10	4.0586420E-15	-1.9062463E-15	-2.9945070E-11
A12	-4.1707923E-18	1.3262432E-18	3.3148926E-13
A14	2.7033116E-21	-1.1180753E-22	-2.3371986E-15
A16	-1.0726694E-24	-4.8024125E-25	1.0067924E-17
A18	2.3760476E-28	3.0871768E-28	-2.4103735E-20
A20	-2.2476006E-32	-6.2373913E-32	2.4554358E-23

面番号	25
KA	1.0000000E+00
A4	2.3082770E-06
A6	-1.7481760E-07
A8	7.3522756E-09
A10	-1.8542504E-10
A12	2.9312755E-12
A14	-2.9321338E-14
A16	1.8038353E-16
A18	-6.2324869E-19
A20	9.2617319E-22

【0100】

次に、実施例8のズームレンズについて説明する。実施例8のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図8に示す。また、実施例8のズームレンズの基本レンズデータを表29に、諸元に関するデータを表30に、移動面の間隔に関するデータを表31に、非球面係数に関するデータを表32に、各収差図を図21に示す。

【0101】

10

20

30

40

【表 2 9】

実施例8・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-224.44217	2.000	1.80610	33.27	0.58845
2	184.74111	3.478			
*3	255.95001	13.139	1.43700	95.10	0.53364
4	-167.70628	0.120			
5	2176.65264	6.339	1.43387	95.18	0.53733
6	-207.74351	10.221			
7	112.19143	4.916	1.43387	95.18	0.53733
8	208.88617	0.141			
9	123.52064	12.848	1.43387	95.18	0.53733
10	-192.85031	0.471			
*11	75.23698	4.080	1.80400	46.58	0.55730
12	117.86517	DD[12]			
*13	170.91562	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	19.42359	4.762			
15	-76.88205	0.800	1.90043	37.37	0.57720
16	65.92338	1.434			
17	-326.87336	6.797	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.88527	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	-1332.59849	DD[19]			
20	50.11285	4.241	1.60514	54.19	0.55350
21	-41.48801	1.000	1.67051	34.21	0.58906
22	-116.83762	DD[22]			
23	-29.28056	0.997	1.78480	42.20	0.56855
24	40.59795	3.083	1.89286	20.36	0.63944
*25	-880.24260	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.099			
27	3213.98487	3.916	1.91082	35.25	0.58224
28	-46.53364	1.511			
29	73.43708	6.903	1.53805	53.53	0.55448
30	-35.35261	0.800	1.99999	27.97	0.60506
31	-122.40701	DD[31]			
32	357.23489	4.577	1.54667	63.93	0.53925
33	-44.79616	0.230			
34	60.67153	5.302	1.54193	73.33	0.52538
35	-45.54953	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	49.83686	0.708			
37	65.36944	6.231	1.62965	60.05	0.54211
38	-28.05082	0.800	1.91082	35.25	0.58224
39	-146.62404	1.510			
40	90.27138	10.059	1.75084	28.17	0.60353
41	-69.16650	0.300			
42	∞	1.320	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.831			

【0 1 0 2】

【表 3 0】

実施例8・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
$\times$ - μ 倍率	1.0	5.0	19.4
f'	8.185	40.923	158.782
Bf'	41.221	41.221	41.221
FNo.	1.85	1.86	2.37
$2\omega[^\circ]$	74.4	15.2	4.0

【0103】

【表31】

実施例8・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.336	48.663	65.527
DD[19]	1.004	2.944	0.517
DD[22]	68.225	8.286	3.223
DD[25]	9.160	12.934	3.335
DD[31]	32.187	39.084	39.311

【0104】

【表32】

実施例8・非球面係数

面番号	3	11	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.8736383E-07	4.6273400E-08	1.8081717E-06
A6	4.8284192E-10	-4.3359085E-10	4.2864188E-08
A8	-1.4001153E-12	1.3817174E-12	-2.1922327E-09
A10	2.3072947E-15	-2.7214189E-15	4.9805438E-11
A12	-2.3650345E-18	3.5088272E-18	-6.4524971E-13
A14	1.5286517E-21	-3.0011821E-21	5.0437676E-15
A16	-6.0552669E-25	1.6449065E-24	-2.3605723E-17
A18	1.3414675E-28	-5.2328897E-28	6.1002435E-20
A20	-1.2723040E-32	7.3340298E-32	-6.7003430E-23

面番号	25
KA	1.0000000E+00
A4	1.5397658E-06
A6	-1.2327698E-07
A8	5.3663705E-09
A10	-1.3788295E-10
A12	2.1950591E-12
A14	-2.1955598E-14
A16	1.3446434E-16
A18	-4.6118086E-19
A20	6.7900401E-22

【0105】

次に、実施例9のズームレンズについて説明する。実施例9のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図9に示す。また、実施例9のズームレンズの基本レンズデータを表33に、諸元に関するデータを表34に、移動面の間隔に関するデータを表35に、非球面係数に関するデータを表36に、各収差図を図22に示す。

【0106】

10

20

30

【表 3 3】

実施例9・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-242.79686	2.500	1.80610	33.27	0.58845
2	149.46893	1.960			
3	174.47401	11.486	1.43387	95.18	0.53733
*4	-225.79409	0.120			
5	-739.31515	5.004	1.43387	95.18	0.53733
6	-198.04546	9.035			
7	85.78600	14.183	1.43387	95.18	0.53733
8	-1497.21815	3.038			
9	-385.00108	5.795	1.43387	95.18	0.53733
10	-136.13896	1.572			
*11	72.32852	6.119	1.78800	47.37	0.55598
12	162.03560	DD[12]			
*13	182.10920	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	18.87521	5.260			
15	-73.41286	0.800	1.91082	35.25	0.58224
16	220.63551	0.998			
17	-113.76569	6.812	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.85434	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	364.92076	DD[19]			
20	48.03301	2.849	1.74852	50.60	0.55091
21	-161.70118	1.000	1.89286	20.36	0.63944
*22	-304.40743	DD[22]			
*23	-28.84332	0.810	1.83899	42.63	0.56360
24	34.02399	3.050	1.84661	23.88	0.62072
25	-204.63827	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.100			
27	320.09289	3.162	2.00100	29.13	0.59952
28	-55.92957	0.120			
29	116.58063	5.252	1.51599	64.23	0.53826
30	-33.79985	0.800	2.00100	29.13	0.59952
31	-94.54865	DD[31]			
32	88.69842	5.457	1.51633	64.14	0.53531
33	-50.27183	0.120			
34	39.25787	5.849	1.48749	70.24	0.53007
35	-61.05603	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	29.65362	0.997			
37	29.70320	8.239	1.61500	62.31	0.53921
38	-30.24349	0.800	1.95370	24.80	0.61674
39	-272.66950	1.134			
40	144.65471	3.091	1.95303	17.79	0.64166
41	-80.43761	0.300			
42	∞	1.000	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.205			

【0 1 0 7】

【表 3 4】

実施例9・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
$\lambda^* - \mu$ 倍率	1.0	5.0	19.3
f'	8.196	41.228	158.191
Bf'	40.385	40.385	40.385
FNo.	1.88	1.87	2.37
$2\omega [^\circ]$	72.6	14.8	4.0

10

20

30

40

50

【 0 1 0 8 】

【 表 3 5 】

実施例9・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.161	45.444	60.896
DD[19]	1.091	4.422	2.385
DD[22]	60.186	4.838	12.401
DD[25]	9.939	12.336	1.095
DD[31]	38.281	43.618	33.882

【 0 1 0 9 】

【 表 3 6 】

実施例9・非球面係数

面番号	4	11	13
KA	3.9037824E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.5141259E-07	-6.2338098E-08	5.8354262E-06
A6	-2.9924496E-10	-2.9270662E-10	5.5505835E-08
A8	5.8726417E-13	5.3394072E-13	-2.5824538E-09
A10	-6.5124480E-16	-7.3671553E-16	5.8516843E-11
A12	4.7319900E-19	6.7924116E-19	-7.7844069E-13
A14	-2.2644236E-22	-4.4858248E-22	6.2884312E-15
A16	7.0734534E-26	2.0759834E-25	-3.0459599E-17
A18	-1.3423934E-29	-6.0993422E-29	8.1448306E-20
A20	1.1908587E-33	8.3507726E-33	-9.2418228E-23

面番号	22	23
KA	-5.0742153E+02	1.0000000E+00
A4	1.8183499E-06	3.0018396E-07
A6	-5.6579384E-08	6.0029159E-08
A8	2.8741852E-09	-3.3070585E-09
A10	-7.5311255E-11	1.0130968E-10
A12	1.1964776E-12	-1.7821863E-12
A14	-1.1568254E-14	1.8426757E-14
A16	6.5269060E-17	-1.0860614E-16
A18	-1.9342408E-19	3.2823515E-19
A20	2.2501369E-22	-3.7553553E-22

【 0 1 1 0 】

次に、実施例10のズームレンズについて説明する。実施例10のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図10に示す。また、実施例10のズームレンズの基本レンズデータを表37に、諸元に関するデータを表38に、移動面の間隔に関するデータを表39に、非球面係数に関するデータを表40に、各収差図を図23に示す。

【 0 1 1 1 】

10

20

30

【表 3 7】

実施例10・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-222.63126	2.500	1.80610	33.27	0.58845
2	145.93420	2.278			
3	177.12389	13.992	1.43387	95.18	0.53733
*4	-213.90145	0.120			
5	-683.50382	7.000	1.43387	95.18	0.53733
6	-185.04502	8.358			
7	85.52950	14.807	1.43387	95.18	0.53733
8	-1103.67602	1.683			
9	-381.76332	5.890	1.43387	95.18	0.53733
10	-137.94856	2.318			
*11	73.13339	6.111	1.78800	47.37	0.55598
12	162.60559	DD[12]			
*13	179.22293	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	18.97045	5.342			
15	-72.64131	0.800	1.91082	35.25	0.58224
16	233.53242	0.997			
17	-113.72219	6.935	1.89286	20.36	0.63944
18	-14.85434	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	368.97277	DD[19]			
20	48.04797	2.863	1.74448	51.77	0.54857
21	-160.25034	1.000	1.89286	20.36	0.63944
*22	-299.89763	DD[22]			
*23	-28.50548	0.810	1.83880	42.65	0.56356
24	35.28046	2.992	1.84661	23.88	0.62072
25	-185.13551	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.100			
27	436.10852	2.931	2.00100	29.13	0.59952
28	-59.01731	2.945			
29	134.52672	5.273	1.54724	63.18	0.54037
30	-33.05036	0.800	2.00100	29.13	0.59952
31	-83.53831	DD[31]			
32	93.55317	5.289	1.51633	64.14	0.53531
33	-50.43912	0.120			
34	40.32268	5.827	1.48749	70.24	0.53007
35	-57.95691	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	31.69357	0.961			
37	31.38593	7.836	1.59920	64.74	0.53617
38	-31.81357	0.800	1.95371	30.56	0.59624
39	-183.92038	0.746			
40	146.23557	4.203	1.88225	21.44	0.62596
41	-78.97938	0.300			
42	∞	1.000	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.403			

10

20

30

40

【 0 1 1 2 】

【表 3 8】

実施例10・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.0	19.3
f'	7.886	39.667	152.200
Bf'	40.582	40.582	40.582
FNo.	1.88	1.87	2.31
2 ω [°]	68.8	14.0	3.8

【0 1 1 3】

【表 3 9】

実施例10・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.122	45.815	61.469
DD[19]	1.088	4.974	3.185
DD[22]	60.799	4.675	11.979
DD[25]	10.322	12.454	1.092
DD[31]	40.944	46.356	36.550

【0 1 1 4】

【表 4 0】

実施例10・非球面係数

面番号	4	11	13
KA	3.9037824E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.5930638E-07	-5.6035431E-08	5.8904011E-06
A6	-3.9388856E-10	-3.3537701E-10	9.3953194E-08
A8	7.3292759E-13	5.6173978E-13	-4.1994284E-09
A10	-7.9635455E-16	-6.9622958E-16	9.5299584E-11
A12	5.8518578E-19	5.8785097E-19	-1.2723867E-12
A14	-2.9694185E-22	-3.7351231E-22	1.0329258E-14
A16	1.0237514E-25	1.7505973E-25	-5.0182447E-17
A18	-2.1638350E-29	-5.3442204E-29	1.3406091E-19
A20	2.0843452E-33	7.5983247E-33	-1.5127209E-22

面番号	22	23
KA	-5.0742153E+02	1.0000000E+00
A4	1.6897153E-06	4.5420100E-07
A6	-2.6249696E-08	4.4568780E-08
A8	7.0093711E-10	-2.3684016E-09
A10	5.6435709E-12	7.1266084E-11
A12	-5.3655894E-13	-1.2325702E-12
A14	1.0575808E-14	1.2530303E-14
A16	-1.0094913E-16	-7.2065993E-17
A18	4.8151827E-19	2.0779288E-19
A20	-9.1781023E-22	-2.1309351E-22

【0 1 1 5】

次に、実施例 11 のズームレンズについて説明する。実施例 11 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図 11 に示す。また、実施例 11 のズームレンズの基本レンズデータを表 4 1 に、諸元に関するデータを表 4 2 に、移動面の間隔に関するデータを表 4 3 に、非球面係数に関するデータを表 4 4 に、各収差図を図 2 4 に示す。

【0 1 1 6】

10

20

30

40

【表 4 1】

実施例11・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-181.75186	2.500	1.80610	33.27	0.58845
2	199.64760	1.579			
3	226.50235	9.158	1.43387	95.18	0.53733
*4	-566.82792	0.120			
5	-6421.52351	10.133	1.43387	95.18	0.53733
6	-127.39359	8.265			
7	89.06180	16.655	1.43387	95.18	0.53733
8	-423.24377	1.801			
9	-302.52373	5.295	1.43387	95.18	0.53733
10	-142.92027	2.596			
*11	73.55268	5.841	1.78800	47.37	0.55598
12	149.24825	DD[12]			
*13	715.23275	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	19.27535	5.600			
15	-57.75403	0.800	1.91082	35.25	0.58224
16	755.37489	0.204			
17	-2964.48041	7.714	1.89286	20.36	0.63944
18	-15.08497	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	281.29673	DD[19]			
20	40.62722	5.017	1.75714	49.82	0.55196
21	-756.91365	1.000	1.89286	20.36	0.63944
*22	239.99576	DD[22]			
*23	-28.98640	0.810	1.83901	42.63	0.56360
24	43.34709	2.679	1.84661	23.88	0.62072
25	-137.35859	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.100			
27	1010.84224	3.362	2.00100	29.13	0.59952
28	-50.02966	1.018			
29	83.56656	5.828	1.51599	64.38	0.53805
30	-36.45831	0.800	2.00100	29.13	0.59952
31	-169.72957	DD[31]			
32	78.49486	5.235	1.51633	64.14	0.53531
33	-59.19505	0.140			
34	35.80047	4.832	1.48749	70.24	0.53007
35	-207.03961	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	26.40607	1.104			
37	27.15449	8.288	1.51609	76.65	0.52070
38	-33.10806	0.800	1.93701	34.30	0.58368
39	-130.40893	2.257			
40	158.96169	4.523	1.82981	23.51	0.61780
41	-78.91844	0.300			
42	∞	1.000	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.424			

10

20

30

40

【 0 1 1 7 】

【表 4 2】

実施例11・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.2	22.2
f'	8.196	42.289	181.531
Bf'	40.604	40.604	40.604
FNo.	1.87	1.87	2.63
$2\omega[^\circ]$	66.8	13.2	3.2

【0 1 1 8】

【表 4 3】

実施例11・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.503	46.648	62.122
DD[19]	1.079	5.358	2.051
DD[22]	61.291	5.240	14.325
DD[25]	12.128	14.907	1.071
DD[31]	40.700	44.547	37.132

【0 1 1 9】

【表 4 4】

実施例11・非球面係数

面番号	4	11	13
KA	3.9037824E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.8955344E-07	-6.7992348E-08	9.8123151E-06
A6	-2.5979418E-10	-2.3498651E-10	3.4172397E-08
A8	5.5741300E-13	4.4048679E-13	-2.1946711E-09
A10	-7.0429422E-16	-6.7814207E-16	4.9808556E-11
A12	6.1849050E-19	7.4003938E-19	-6.4135300E-13
A14	-3.7324587E-22	-5.8014804E-22	4.9785743E-15
A16	1.4647253E-25	3.0051516E-25	-2.3166168E-17
A18	-3.3208608E-29	-9.0931637E-29	5.9615225E-20
A20	3.2643607E-33	1.2034512E-32	-6.5234416E-23

面番号	22	23
KA	-5.0742153E+02	1.0000000E+00
A4	9.3739214E-06	6.6054306E-07
A6	-3.6906085E-08	-2.2776331E-09
A8	9.2500624E-10	5.4565746E-10
A10	-2.8514633E-11	-3.0939176E-11
A12	5.9183875E-13	8.4692884E-13
A14	-7.3876189E-15	-1.2538868E-14
A16	5.3289109E-17	1.0336716E-16
A18	-2.0447477E-19	-4.4507341E-19
A20	3.2228574E-22	7.7379069E-22

【0 1 2 0】

次に、実施例 1 2 のズームレンズについて説明する。実施例 1 2 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図 1 2 に示す。また、実施例 1 2 のズームレンズの基本レンズデータを表 4 5 に、諸元に関するデータを表 4 6 に、移動面の間隔に関するデータを表 4 7 に、非球面係数に関するデータを表 4 8 に、各収差図を図 2 5 に示す。

【0 1 2 1】

10

20

30

40

【表 4 5】

実施例12・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν	$\theta_g F$
1	-220.28834	2.500	1.80610	33.27	0.58845
2	148.43551	0.643			
3	144.50705	10.515	1.43387	95.18	0.53733
*4	3665.39059	2.043			
5	2879.98814	11.935	1.43387	95.18	0.53733
6	-128.40314	8.686			
7	88.70081	18.071	1.43387	95.18	0.53733
8	-461.21334	3.002			
9	-208.94887	5.750	1.43387	95.18	0.53733
10	-129.90866	2.479			
*11	73.86033	6.543	1.78800	47.37	0.55598
12	167.02084	DD[12]			
*13	289.15981	0.800	2.00100	29.13	0.59952
14	18.76465	6.032			
15	-51.87727	0.800	1.91082	35.25	0.58224
16	123.47024	0.120			
17	99.95738	8.436	1.89286	20.36	0.63944
18	-15.43977	1.000	1.90043	37.37	0.57720
19	128.94908	DD[19]			
20	36.90904	4.678	1.72582	55.16	0.54282
21	-341.17682	1.000	1.89286	20.36	0.63944
*22	285.56435	DD[22]			
*23	-27.99616	0.810	1.83901	42.63	0.56360
24	44.60833	2.682	1.84661	23.88	0.62072
25	-128.84922	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.100			
27	1638.05225	3.396	2.00100	29.13	0.59952
28	-48.54602	0.976			
29	85.70766	6.107	1.51599	64.39	0.53805
30	-35.65632	0.800	2.00100	29.13	0.59952
31	-153.85119	DD[31]			
32	88.20453	5.187	1.51633	64.14	0.53531
33	-56.43156	0.146			
34	33.92977	4.969	1.48749	70.24	0.53007
35	-258.98978	0.800	1.95375	32.32	0.59015
36	26.15479	1.088			
37	26.73511	8.368	1.51600	71.81	0.52754
38	-32.82290	0.800	1.95367	32.63	0.58885
39	-143.02370	2.267			
40	153.17400	3.224	1.82246	23.88	0.61652
41	-78.84468	0.300			
42	∞	1.000	1.51633	64.14	
43	∞	33.000	1.60859	46.44	
44	∞	13.200	1.51633	64.14	
45	∞	10.418			

10

20

30

40

【 0 1 2 2 】

【表 4 6】

実施例12・諸元 (d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	5.2	22.2
f'	7.885	40.686	174.651
Bf'	40.597	40.597	40.597
FNo.	1.88	1.87	2.52
2 ω [°]	68.8	13.8	3.2

【0 1 2 3】

【表 4 7】

実施例12・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[12]	1.205	46.519	62.263
DD[19]	1.081	4.831	3.810
DD[22]	61.399	5.603	10.927
DD[25]	11.706	14.729	1.080
DD[31]	40.610	44.319	37.921

【0 1 2 4】

【表 4 8】

実施例12・非球面係数

面番号	4	11	13
KA	3.9037824E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.5866563E-07	-8.9181060E-08	9.9054268E-06
A6	-8.1363474E-11	-1.2862393E-10	3.8349848E-08
A8	5.5955206E-14	1.5179790E-13	-2.3922613E-09
A10	1.2432558E-16	-2.1835099E-16	5.4810398E-11
A12	-2.4241647E-19	2.8733824E-19	-7.0625417E-13
A14	1.9209953E-22	-3.0473094E-22	5.4273089E-15
A16	-8.0565621E-26	2.0199727E-25	-2.4749970E-17
A18	1.7565861E-29	-7.2447428E-29	6.1889389E-20
A20	-1.5711250E-33	1.0683067E-32	-6.5371001E-23

面番号	22	23
KA	-5.0742153E+02	1.0000000E+00
A4	9.2957188E-06	4.5026773E-07
A6	-7.0473187E-08	2.2464195E-08
A8	3.1041253E-09	-7.5483647E-10
A10	-8.8458746E-11	1.0126281E-11
A12	1.5514234E-12	7.4281351E-14
A14	-1.6672576E-14	-3.9125133E-15
A16	1.0623582E-16	4.7689418E-17
A18	-3.6663874E-19	-2.5435869E-19
A20	5.2559006E-22	5.0687574E-22

【0 1 2 5】

実施例 1 ～ 6 のズームレンズの条件式 (1) ～ (4) に対応する値を表 4 9 に示す。なお、全実施例とも d 線を基準波長としており、下記の表 4 9 に示す値はこの基準波長におけるものである。

【0 1 2 6】

10

20

30

40

【表 4 9】

式の番号	条件式	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)	$d2T/d2W$	0.426	0.392	0.321	0.367	0.436	0.303
(2)	$f2/f3$	-0.205	-0.179	-0.175	-0.199	-0.200	-0.204
(3)	νL	36.26	34.47	34.47	29.59	27.89	28.06
(4)	θ_{gFL}	0.58800	0.59233	0.59233	0.59942	0.60421	0.60381

式の番号	条件式	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12
(1)	$d2T/d2W$	0.558	0.515	2.186	2.928	1.901	3.525
(2)	$f2/f3$	-0.200	-0.201	-0.210	-0.210	-0.190	-0.196
(3)	νL	28.18	28.17	17.79	21.44	23.51	23.88
(4)	θ_{gFL}	0.60357	0.60353	0.64166	0.62596	0.61780	0.61652

10

20

30

【0127】

以上のデータから、実施例1～12のズームレンズは全て、条件式(1)～(4)を満たしており、小さいF値でありながら小型で、かつ諸収差が良好に補正されたズームレンズであることが分かる。

40

【0128】

次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図26に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズを用いた撮像装置の概略構成図を示す。なお、図26では各レンズ群を概略的に示している。この撮像装置としては、例えば、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の固体撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等を挙げることができる。

【0129】

50

図 26 に示す撮像装置 10 は、ズームレンズ 1 と、ズームレンズ 1 の像側に配置されたローパスフィルタ等の機能を有するフィルタ 6 と、フィルタ 6 の像側に配置された撮像素子 7 と、信号処理回路 8 とを備えている。撮像素子 7 はズームレンズ 1 により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、撮像素子 7 としては、CCD や CMOS 等を用いることができる。撮像素子 7 は、その撮像面がズームレンズ 1 の像面に一致するように配置される。

【0130】

ズームレンズ 1 により撮像された像は撮像素子 7 の撮像面上に結像し、その像に関する撮像素子 7 からの出力信号が信号処理回路 8 にて演算処理され、表示装置 9 に像が表示される。

10

【0131】

この撮像装置 10 は、本発明の実施形態のズームレンズ 1 を備えているため、小型の装置とすることができるとともに、明るく高画質の画像を取得することができる。

【0132】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【符号の説明】

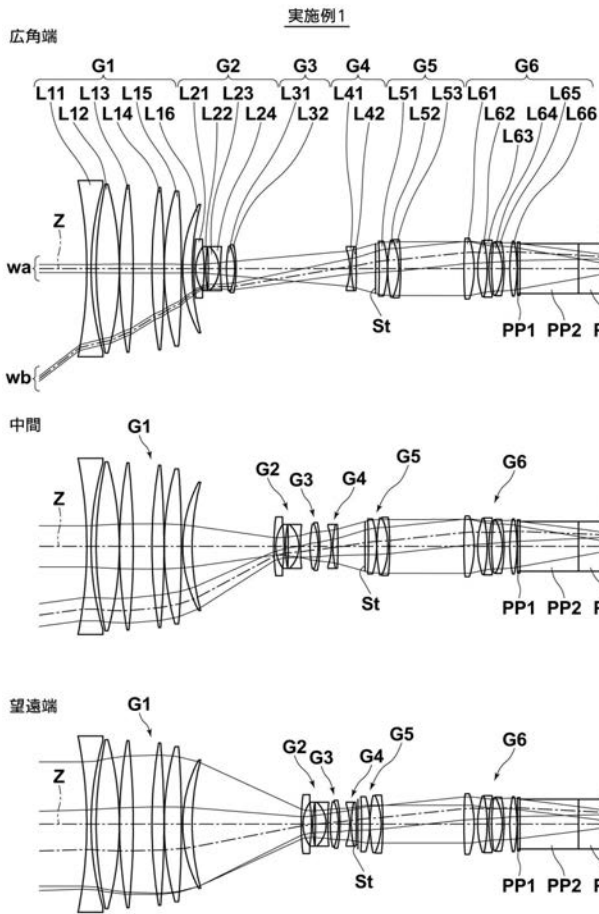
【0133】

20

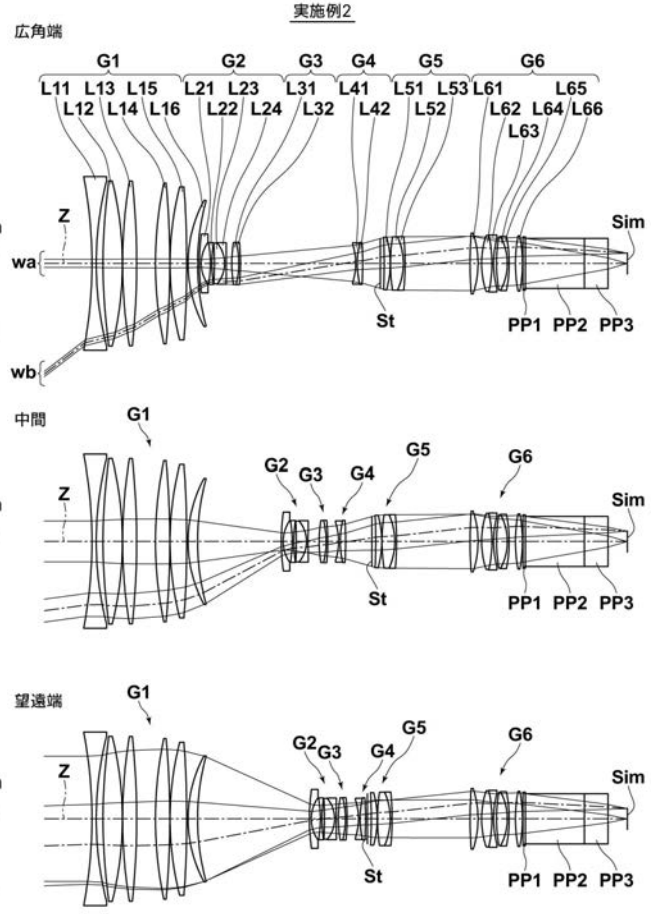
- 1 ズームレンズ
- 6 フィルタ
- 7 撮像素子
- 8 信号処理回路
- 9 表示装置
- 10 撮像装置
- G1 第 1 レンズ群
- G2 第 2 レンズ群
- G3 第 3 レンズ群
- G4 第 4 レンズ群
- G5 第 5 レンズ群
- G6 第 6 レンズ群
- PP1～PP3 光学部材
- L11～L66 レンズ
- Sim 像面
- St 絞り
- Z 光軸

30

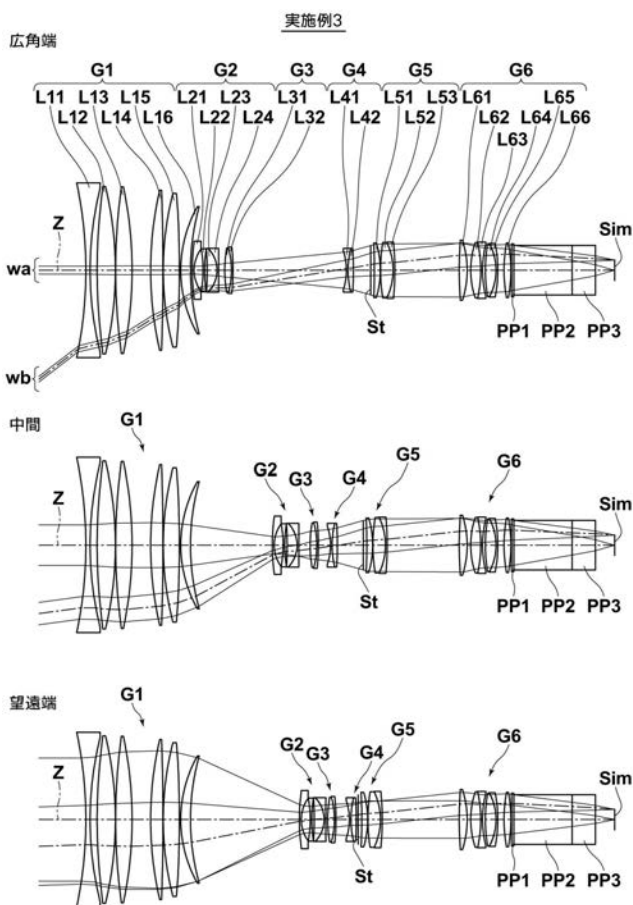
【図 1】



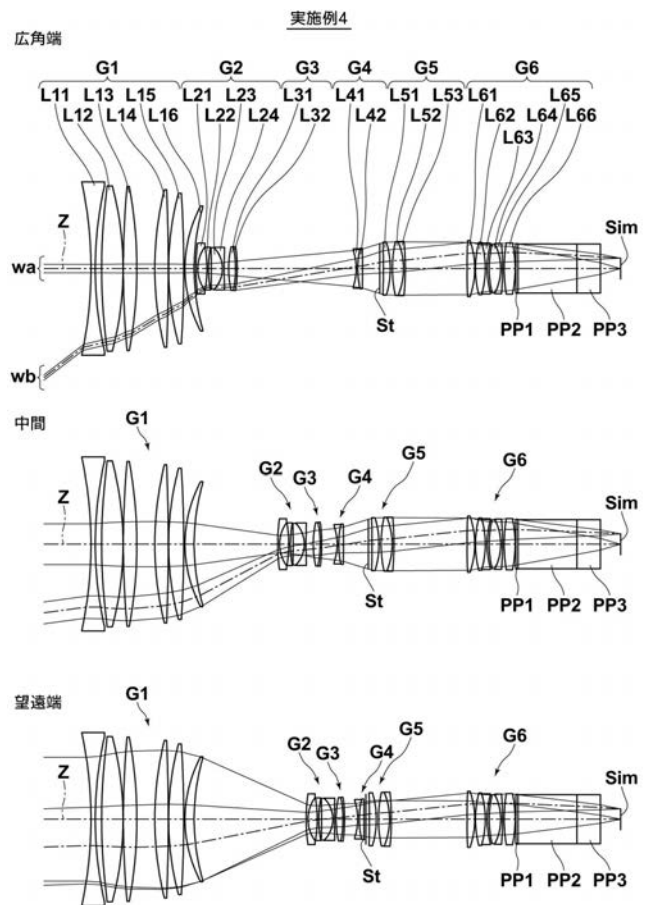
【図 2】



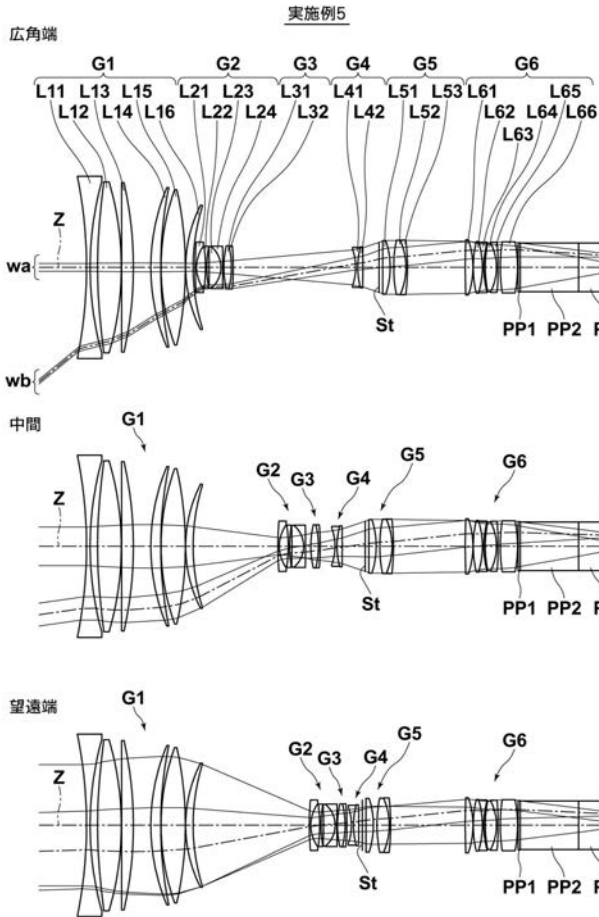
【図 3】



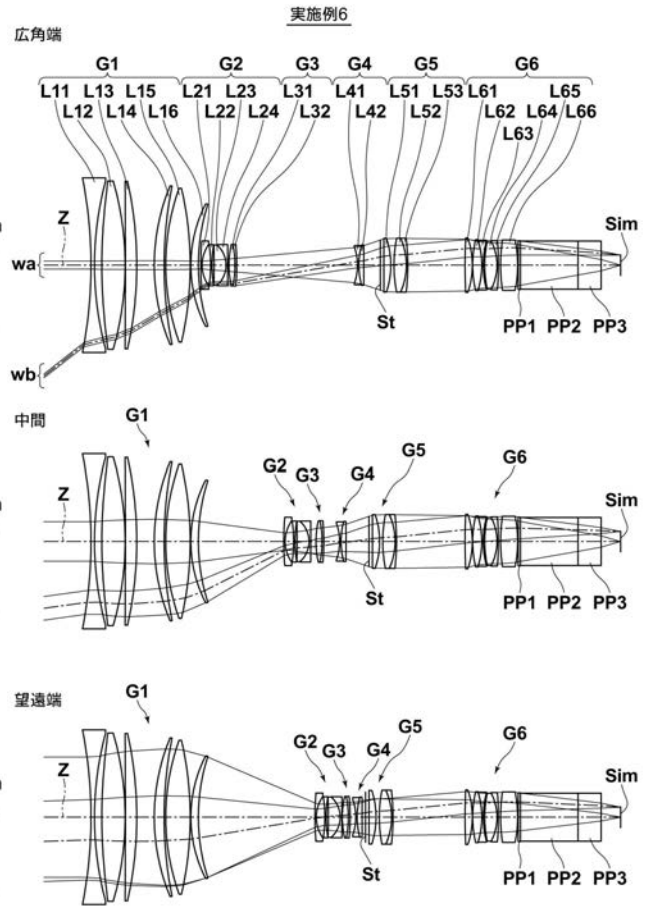
【図 4】



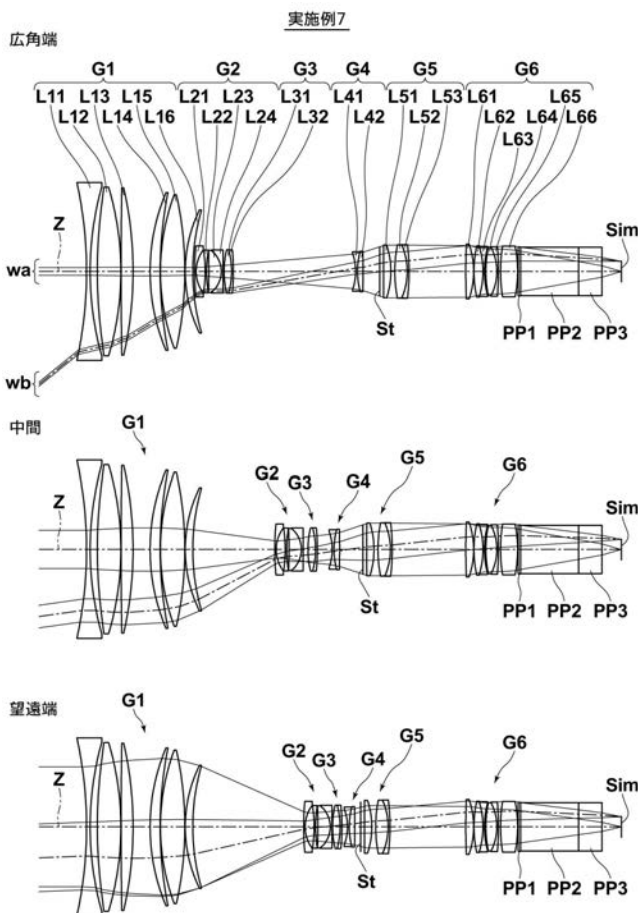
【図 5】



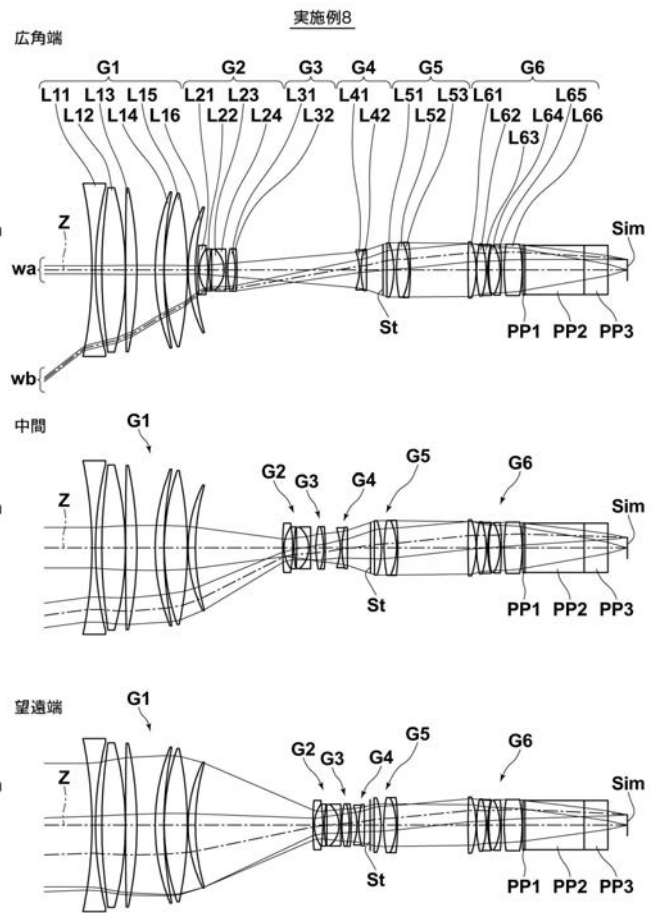
【図 6】



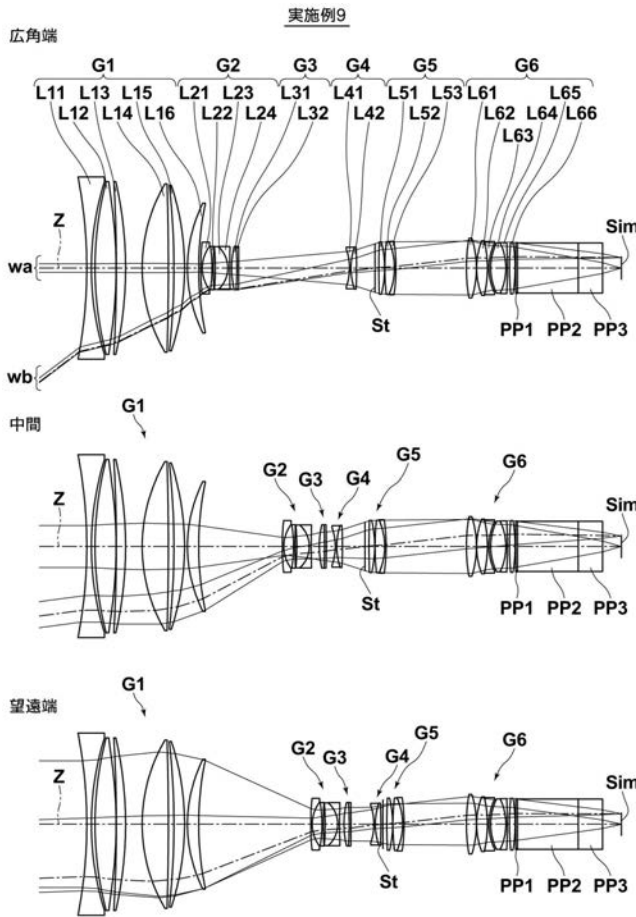
【図 7】



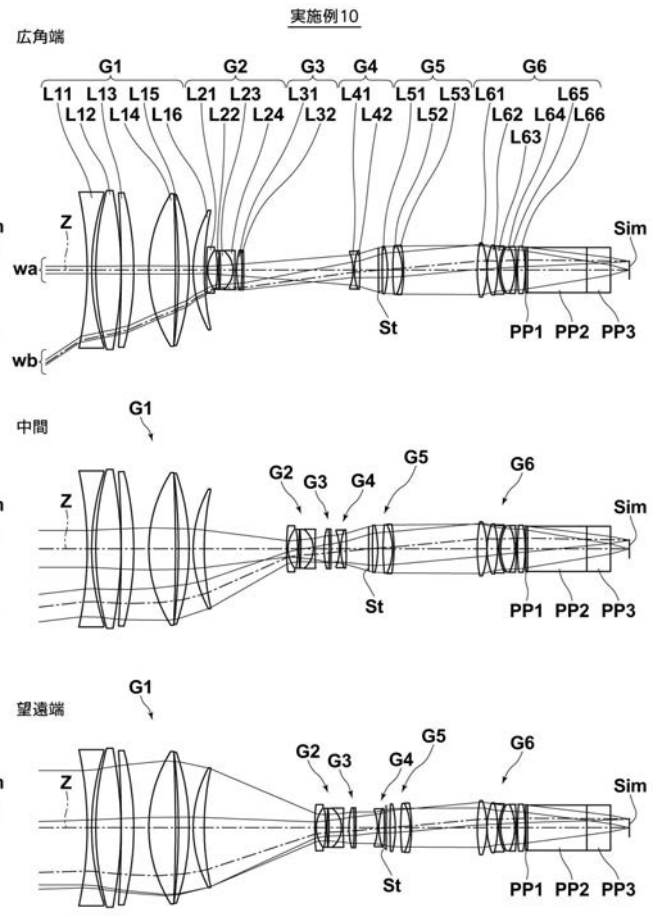
【図 8】



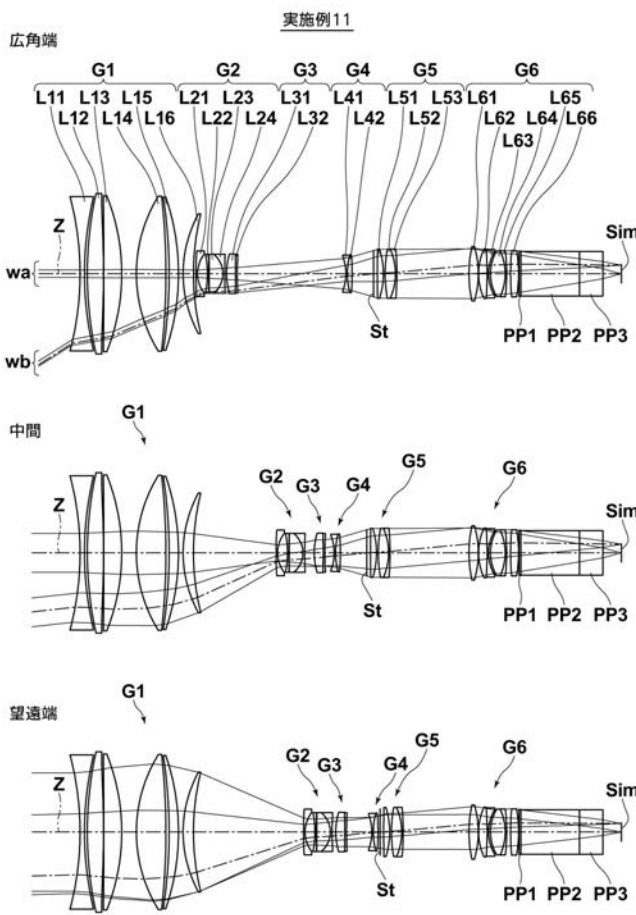
【図 9】



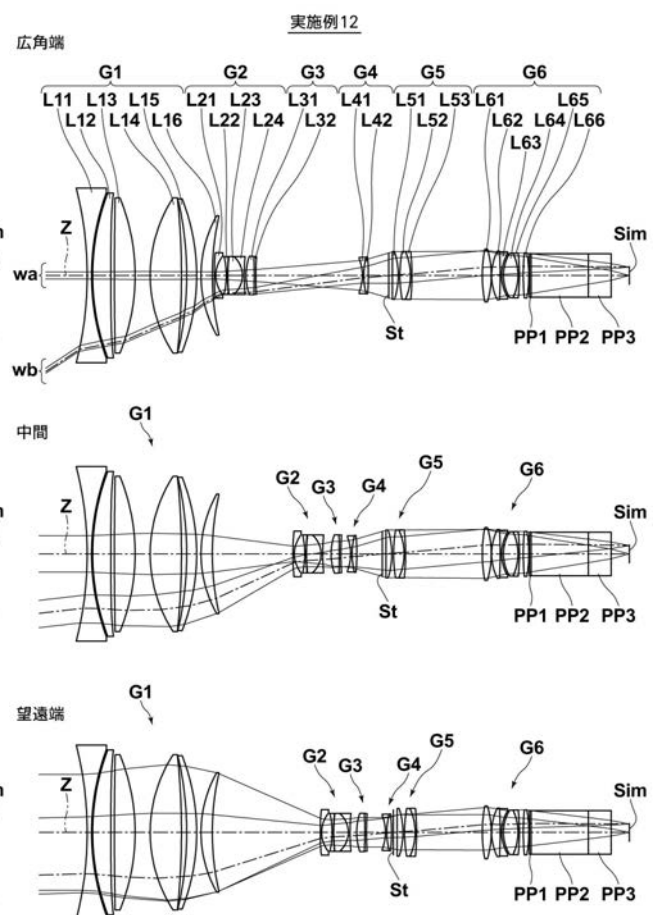
【図 10】



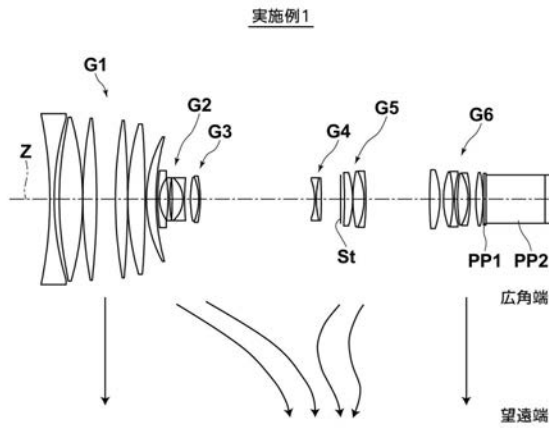
【図 11】



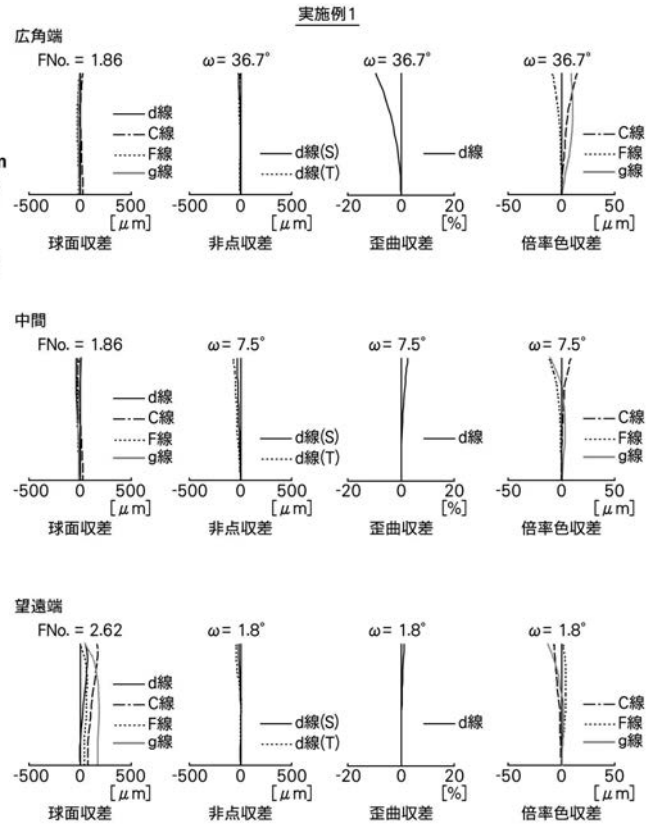
【図 12】



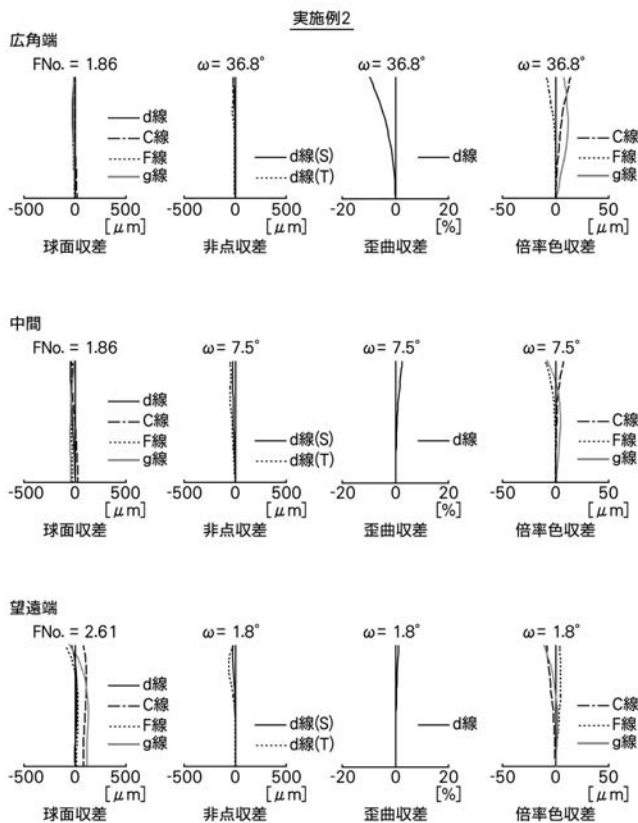
【図 13】



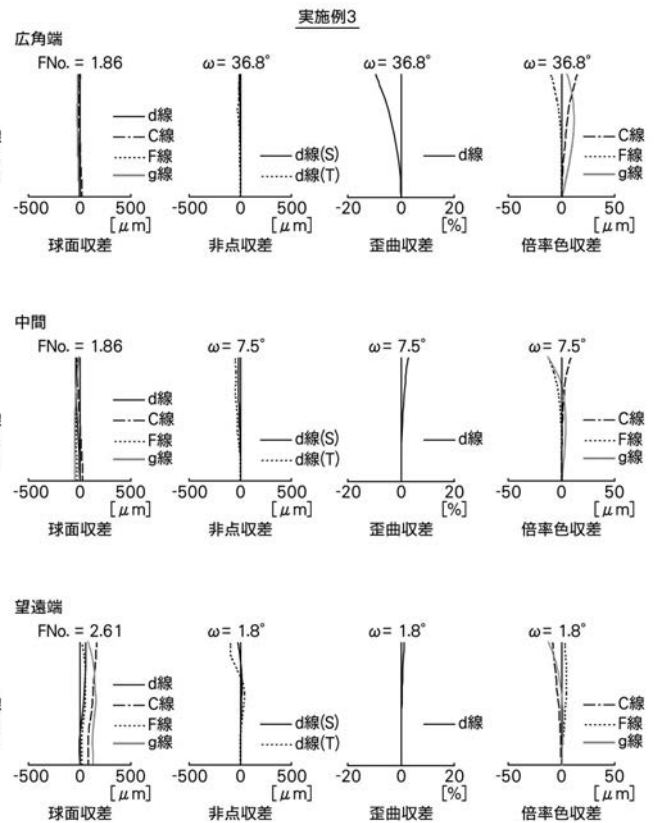
【図 14】



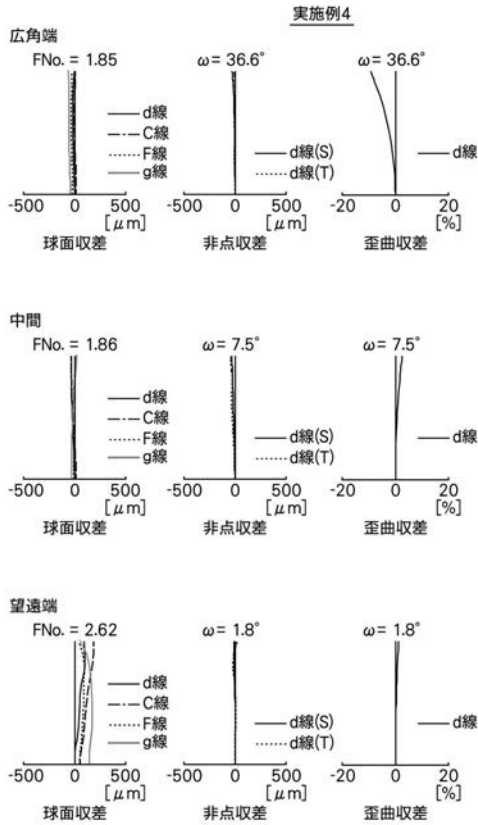
【図 15】



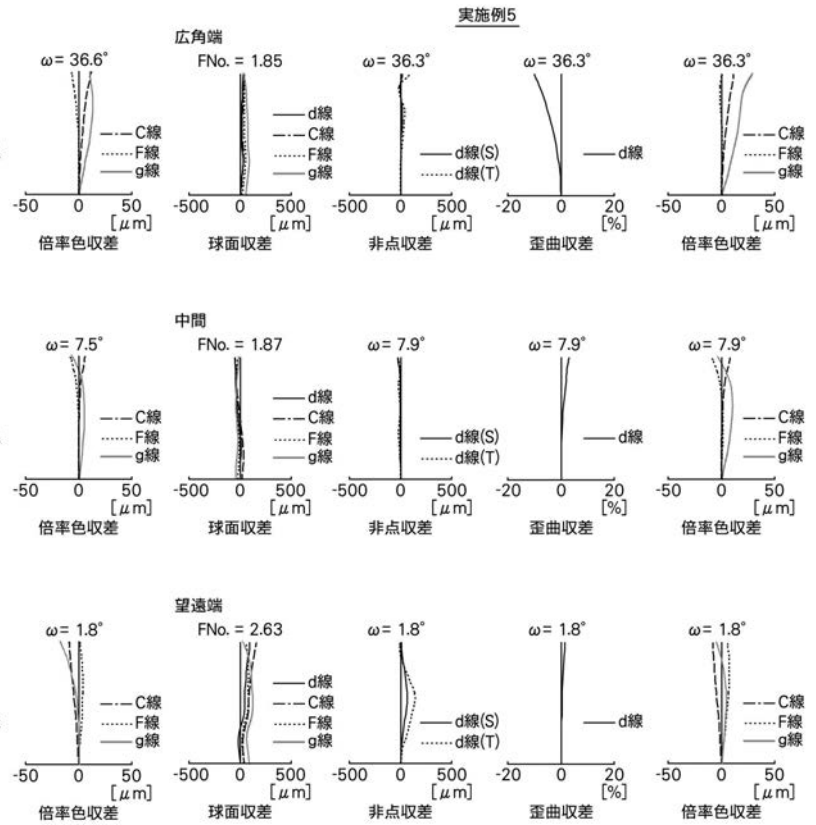
【図 16】



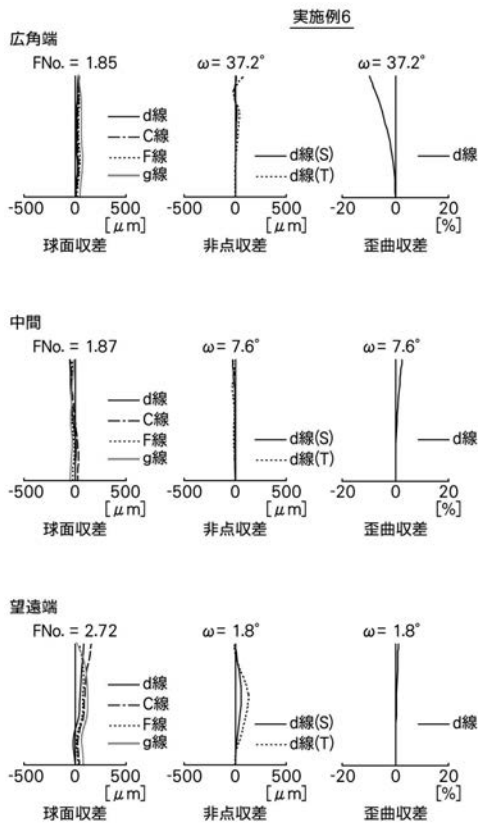
【図 17】



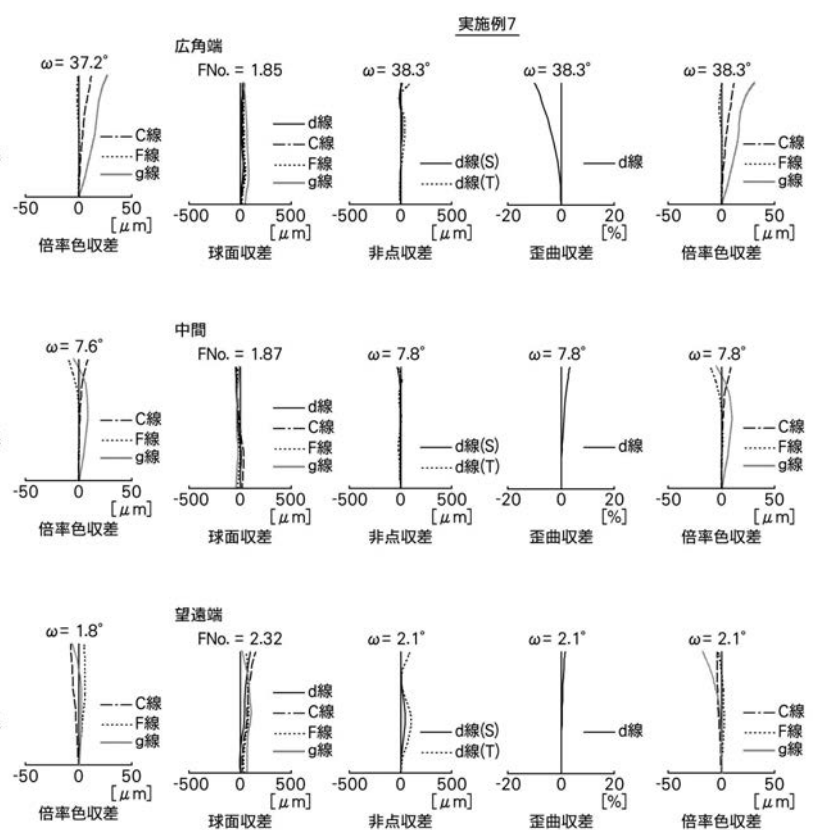
【図 18】



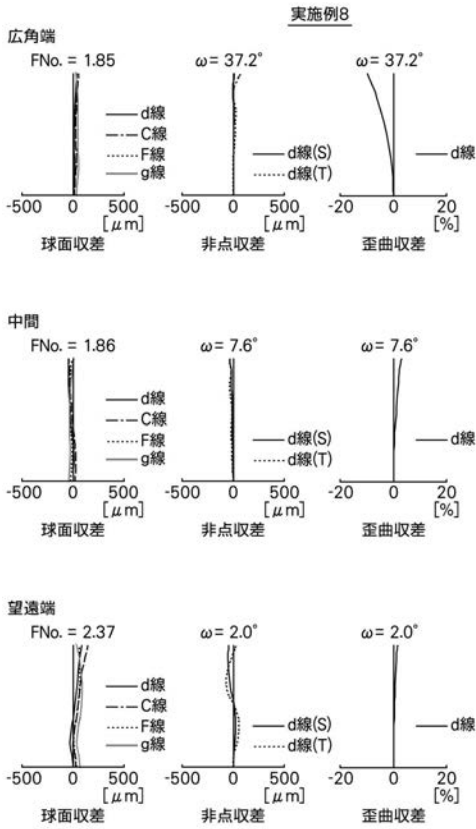
【図 19】



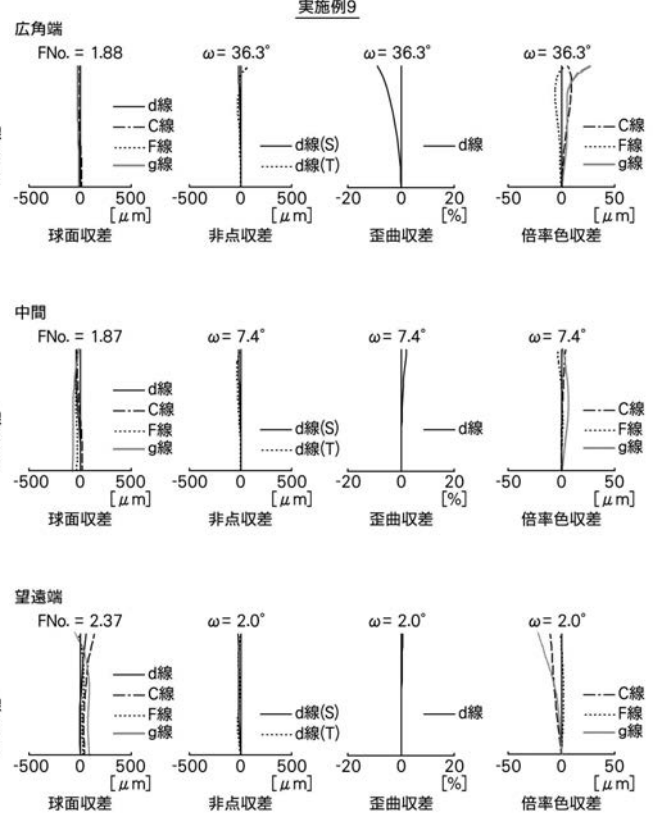
【図 20】



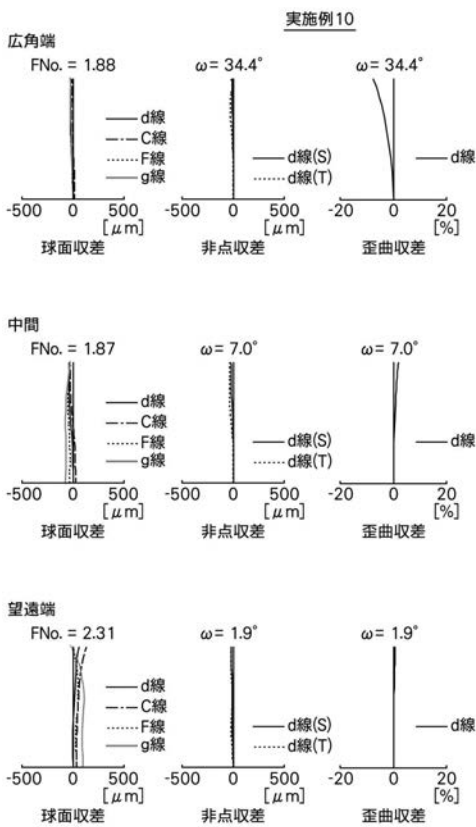
【図 2 1】



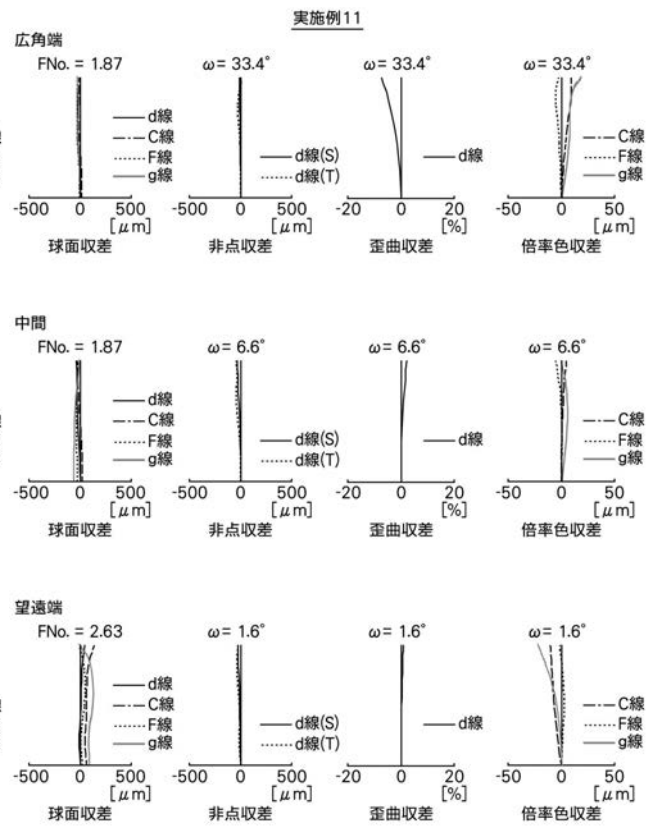
【図 2 2】



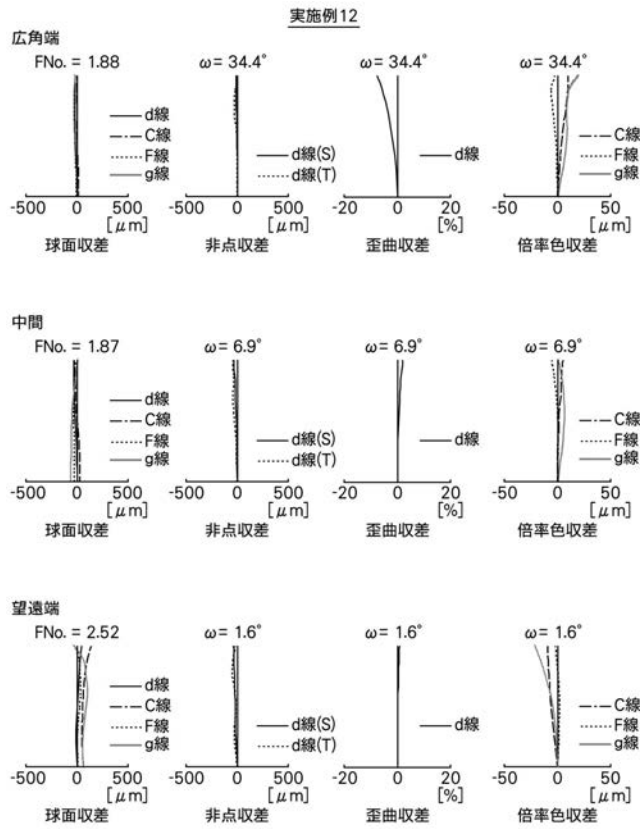
【図 2 3】



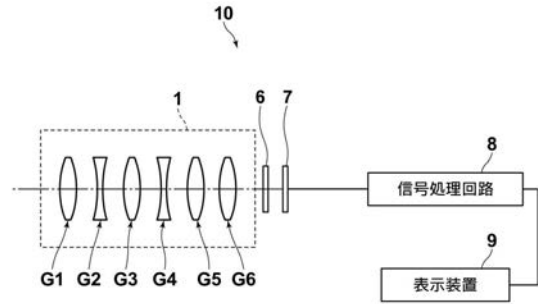
【図 2 4】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(72)発明者 長 倫生

埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA12 MA18 NA14 PA15 PA16 PB20 QA03 QA07 QA19
QA21 QA25 QA34 QA42 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32
RA41 RA42 RA43 SA57 SA63 SA64 SA65 SA66 SA72 SB07
SB15 SB23 SB33 SB44