

(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2007-279351
(P2007-279351A)

(43) 公開日 平成19年10月25日(2007. 10. 25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 2 B 15/16 (2006. 01)	GO 2 B 15/16	2 H 0 8 7
GO 2 B 15/167 (2006. 01)	GO 2 B 15/167	
GO 2 B 13/18 (2006. 01)	GO 2 B 13/18	
GO 3 B 5/00 (2006. 01)	GO 3 B 5/00 J	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2006-105111 (P2006-105111)	(71) 出願人	000005430
(22) 出願日	平成18年4月6日 (2006. 4. 6)		フジノン株式会社
			埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(72) 発明者	小里 哲也
			埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 フジノン株式会社内

最終頁に続く

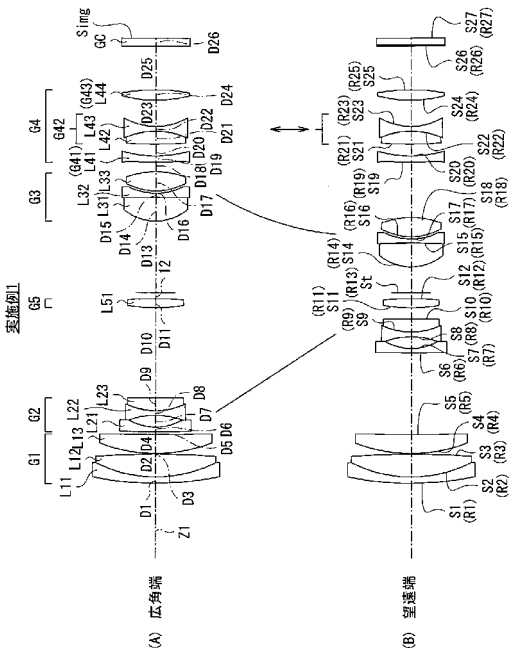
(54) 【発明の名称】 変倍光学系

(57) 【要約】

【課題】よりコンパクトかつ簡素な構成でありながら像ぶれ等に対する十分な補正機能を有し、良好な光学性能を発揮することのできる変倍光学系を提供する。

【解決手段】この変倍光学系は、正の第 1 のレンズ群 G 1 と、負の第 2 のレンズ群 G 2 と、正の第 5 のレンズ群 G 5 と、正の第 3 のレンズ群 G 3 と、第 1 ～第 3 のサブレンズ群 G 4 1 ～ G 4 3 を含む負の第 4 のレンズ群 G 4 とを物体側から順に備える。第 2 のレンズ群 G 2 の移動により変倍を行い、第 3 のレンズ群 G 3 の移動により変倍による像面変動の補正と合焦とを行う。第 4 のレンズ群 G 4 は変倍および合焦の際に固定である。像ぶれの補正については、第 2 のサブレンズ群 G 4 2 のみを光軸 Z 1 に対して垂直な方向に移動させることで行う。これにより、十分に良好な像ぶれ補正機能を発揮すると共に、全体として簡素かつ、コンパクト化な構成を実現することができる。

【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 のレンズ群と、負の屈折力を有する第 2 のレンズ群と、正の屈折力を有する第 3 のレンズ群と、負の屈折力を有すると共に複数のサブレンズ群を含む第 4 のレンズ群とを少なくとも備え、

前記第 2 のレンズ群を光軸上で移動させることにより変倍を行うと共に、前記第 3 のレンズ群を光軸上で移動させることにより前記変倍による像面変動の補正と合焦とを行うように構成され、

前記第 4 のレンズ群は、変倍および合焦の際に固定であると共に、前記複数のサブレンズ群のうちの 1 つが光軸に対して垂直な方向に移動することにより像を移動させるように構成されている 10

ことを特徴とする変倍光学系。

【請求項 2】

前記第 4 のレンズ群は、物体側から順に配置された第 1 から第 3 のサブレンズ群を有しており、前記第 2 のサブレンズ群全体が光軸に対して垂直な方向に移動することにより像を移動させるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の変倍光学系。

【請求項 3】

前記第 3 のサブレンズ群は、正の屈折力を有する単レンズにより構成されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の変倍光学系。 20

【請求項 4】

前記第 4 のレンズ群は、物体側から順に配置された第 1 および第 2 のサブレンズ群を有しており、前記第 2 のサブレンズ群全体が光軸に対して垂直な方向に移動することにより像を移動させるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の変倍光学系。

【請求項 5】

前記第 1 のサブレンズ群は、少なくとも一方の面が非球面である単レンズにより構成されている

ことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【請求項 6】

前記第 2 のサブレンズ群は、物体側から順に配置された正レンズと負レンズとによって構成された接合レンズである 30

ことを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【請求項 7】

さらに下記の条件式 (1) を満足するように構成されていることを特徴とする請求項 2 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

$$0.3 < |(1 - \beta_{tSL}) \times \beta_{tr}| < 1.0 \quad \dots \dots (1)$$

ここで、

β_{tSL} : 第 2 のサブレンズ群における望遠端での結像倍率。

β_{tr} : 第 2 のサブレンズ群よりも像側に位置するレンズ全体における望遠端での結像倍率 (但し、第 2 のサブレンズ群よりも像側に位置するレンズが存在しない場合は 1 とする) 。 40

【請求項 8】

前記第 1 のレンズ群は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する単レンズと、光路を折り曲げる光路変換部材と、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有する単レンズとを物体側から順に備えたものである

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【請求項 9】

さらに、前記第 2 のレンズ群と前記第 3 のレンズ群との間に、正の屈折力を有すると共に変倍および合焦の際に固定である第 5 のレンズ群を備える 50

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【請求項 10】

前記第 1 のレンズ群は、変倍および合焦の際に固定された状態を維持することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【請求項 11】

前記第 1 のレンズ群は、変倍の際に光軸上を移動することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、コンパクトなデジタルスチルカメラ（デジタルカメラ）および民生用ビデオカメラ等への搭載に適した変倍光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラや民生用ビデオカメラ等により撮影を行う際、撮影者の手ぶれやその他の原因による振動があると撮影画像にぶれが生じてしまい、像の劣化を招くこととなる。このような像ぶれを防止するために、従来より、撮影光学系の一部のレンズを像ぶれ補正群として光軸と垂直な方向に移動させ、光学的に像のぶれを補正する方法が知られている（例えば、特許文献 1～3 を参照）。

20

【0003】

特許文献 1 には、例えば第 4 図にあるように、変倍時に固定の第 1 レンズ群 I と、変倍時に光軸に沿って移動する第 2 レンズ群 II および第 3 レンズ群 III とを備え、第 1 レンズ群 I から第 3 レンズ群 III のいずれか 1 つを光軸と直交する方向に移動させることで振動に伴う撮影画像のぶれを補正するように構成された変倍光学系が開示されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、例えば第 4 図にあるように、変倍時に固定の負の第 1 レンズ群 I と、変倍時に光軸に沿って移動する正の第 2 レンズ群 II および負の第 3 レンズ群 III とを備え、第 2 レンズ群 II を光軸と直交する方向に移動させることで振動に伴う撮影画像のぶれを補正するように構成された変倍光学系が開示されている。

30

【0005】

また、特許文献 3 には、例えば第 4 図にあるように、変倍時に固定の負の第 1 レンズ群 I と、変倍時に光軸に沿って移動する正の第 2 レンズ群 II および負の第 3 レンズ群 III とを備え、第 3 レンズ群 III を光軸と直交する方向に移動させることで振動に伴う撮影画像のぶれを補正するように構成された変倍光学系が開示されている。

【0006】

さらに、特許文献 4 には、例えば図 2 にあるように、正の第 1 レンズ群 G 1 と、変倍時に光軸に沿って移動する負の第 2 レンズ群 G 2 と、正の第 3 レンズ群 G 3 と、変倍時に光軸に沿って移動する正の第 4 レンズ群 G 4 と、正の第 5 レンズ群 G 5 とを順に備え、第 5 レンズ群 G 5 のうちの一部を構成する正部分群を光軸と直交する方向へシフトさせることで像のシフトを行うように構成されたズームレンズが開示されている。

40

【特許文献 1】特許第 2 5 3 5 9 6 9 号公報

【特許文献 2】特許第 2 5 6 0 3 7 7 号公報

【特許文献 3】特許第 2 6 0 5 3 2 6 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 6 - 2 3 5 9 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献 1～3 の変倍光学系では、像ぶれ補正を行うレンズ群（以下、補正レンズ群）が全体構成に対して占める割合が比較的大きいことから、補正レンズ

50

群を駆動するための駆動部への電気的および機械的負荷が小さくないうえ、全体構成のコンパクト化に不利である。特に、補正レンズ群が変倍動作を行う変倍群としても機能する場合には、駆動部への負荷が特に大きくなるうえ、その機構も複雑となり易い。また、補正レンズ群の前後のレンズ（群）が変倍動作を行う変倍群であることから、機構上、密閉度を高めることが困難であり埃などの異物の侵入および付着が懸念される。特に、特許文献3の変倍光学系のように最終レンズ群（最も像側のレンズ群）が変倍群かつ移動群であると最終レンズ群に埃が付着しやすく、その場合には撮影画像にシェーディングの影響が現れることとなる。

【0008】

また、上記特許文献4のズームレンズでは、全長が長くなる傾向にあり、コンパクト性の面で不十分なところがある。 10

【0009】

本発明はかかる問題に鑑みてなされたもので、その目的は、よりコンパクトかつ簡素な構成でありながら、振動や傾き等に起因した像ぶれに対する十分な補正機能を有し、良好な光学性能を発揮することのできる変倍光学系を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の変倍光学系は、物体側から順に正の屈折力を有する第1のレンズ群と、負の屈折力を有する第2のレンズ群と、正の屈折力を有する第3のレンズ群と、負の屈折力を有すると共に複数のサブレンズ群を含む第4のレンズ群とを少なくとも備え、第2のレンズ群を光軸上で移動させることにより変倍を行うと共に、第3のレンズ群を光軸上で移動させることにより変倍による像面変動の補正と合焦とを行うように構成されている。第4のレンズ群は、変倍および合焦の際に固定であると共に、複数のサブレンズ群のうちの1つが光軸に対して垂直な方向に移動することにより像を移動させるように構成されている。 20

【0011】

本発明の変倍光学系では、変倍および合焦の際に固定である第4のレンズ群に含まれる一のサブレンズ群のみが光軸に対して垂直方向に移動することにより像が移動し、振動や傾き等に伴う像ぶれが補正されるようになっている。このため、第4のレンズ群は、十分な像ぶれ補正機能を発揮し、かつ、全体構成に占める割合が比較的小さいものとなる。また、第1～第4のレンズ群が順に正、負、正、負の屈折力を有しているので、全系の像側主点の位置がより物体側に位置するようになる。よって、バックフォーカスが短くなり全長の短縮化に有利な構成となる。ここでは、第4のレンズ群の屈折力が負である点が全長の短縮化に大きく寄与している。 30

【0012】

本発明の変倍光学系では、第4のレンズ群は、物体側から順に配置された第1～第3のサブレンズ群を有しており、第2のサブレンズ群全体が光軸に対して垂直な方向に移動することにより像が移動し、振動や傾き等に伴う像のぶれを補正するように構成されているとよい。その場合、像ぶれ補正レンズ群として機能する第2のサブレンズ群は、変倍時および合焦時に移動しない第1および第3のサブレンズ群によって前後を挟まれた構成となる。第3のサブレンズ群については、例えば正の屈折力を有する単レンズにより構成することができる。この第3のサブレンズ群を設けることにより、結像面へ向かう光線の射出角を小さくし易くなると共に第2のサブレンズ群による像ぶれ補正の感度が高まることとなる。また、第3のサブレンズ群を含まずに、第1および第2のサブレンズ群のみによって第4のレンズ群が構成されてもよい。その場合には、全体構成がより簡素化される。 40

【0013】

本発明の変倍光学系では、第1のサブレンズ群として、少なくとも一方の面が非球面である単レンズを用いるとよい。その場合には、像面湾曲および歪曲収差を補正し易くなる。また、第2のサブレンズ群については、物体側から順に配置された正レンズと負レンズとによって構成された接合レンズとすることが望ましい。その場合には、球面収差および色収差の低減に有利となる。

【 0 0 1 4 】

本発明の変倍光学系では、さらに下記の条件式 (1) を満足するように構成されていることが望ましい。

$$0.3 < |(1 - \beta_{tSL}) \times \beta_{tr}| < 1.0 \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 β_{tSL} は第 2 のサブレンズ群における望遠端での結像倍率であり、 β_{tr} は第 2 のサブレンズ群よりも像側に位置するレンズ全体における望遠端での結像倍率 (但し、第 2 のサブレンズ群よりも像側に位置するレンズが存在しない場合は 1 とする) である。この条件式 (1) を満足することにより、例えば望遠端での補正画角を 0.5° とすることができ、像ぶれ補正の感度と像ぶれ補正レンズ群の移動量とのバランスがより適正化される。

10

【 0 0 1 5 】

本発明の変倍光学系では、第 1 のレンズ群が、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する単レンズと、光路を折り曲げる光路変換部材と、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有する単レンズとを物体側から順に備えるようにするとよい。こうすることで効率的な空間の使用がなされ、例えば薄型化されたカメラなどの撮像装置への搭載に適したものとなる。

【 0 0 1 6 】

本発明の変倍光学系では、さらに、第 2 のレンズ群と第 3 のレンズ群との間に正の屈折力を有する固定の第 5 のレンズ群を備えるようにするとよい。第 5 のレンズ群を設けることにより、変倍比の増大に有利となる。

【 発明の効果 】

20

【 0 0 1 7 】

本発明の変倍光学系によれば、物体側から順に正、負、正、負の屈折力を有する第 1 ~ 第 4 のレンズ群のうち、第 2 のレンズ群を変倍を行う変倍群として用いると共に、第 3 のレンズ群を変倍による像面変動の補正と合焦とを行う移動群として用い、さらに、変倍および合焦の際に固定である第 4 のレンズ群のうちの一のサブレンズ群のみを振動や傾き等に伴う像ぶれ補正のための補正群として用いるようにしたので、十分に良好な像ぶれ補正機能を発揮すると共に、全体として簡素かつ、コンパクト化な構成を実現することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

30

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 1 の数値実施例 (実施例 1 : 図 8 , 図 9) のレンズ構成に対応している。特に、図 1 (A) は広角端における無限遠合焦時のレンズ配置を示し、図 1 (B) は望遠端における無限遠合焦時のレンズ配置を示している。図 1 (B) において、符号 S_i は、最も物体側の構成要素の面を 1 番目として、像側 (結像側) に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面 ($i = 1 \sim 27$) を示す。符号 R_i は、面 S_i の曲率半径を示す。図 1 (A) において、符号 D_i は、 i 番目の面 S_i と $i + 1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸 Z_1 上の面間隔を示す。

40

【 0 0 2 0 】

この変倍光学系は、例えばコンパクトカメラ、デジタルスチルカメラおよび民生用のビデオカメラ等に搭載されて使用されるものであり、光軸 Z_1 に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 のレンズ群 G_1 と、負の屈折力を有する第 2 のレンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第 3 のレンズ群 G_3 と、負の屈折力を有すると共に第 1 ~ 第 3 のサブレンズ群 $G_{41} \sim G_{43}$ を含む第 4 のレンズ群 G_4 と、平行平板 G_C とを備えている。さらに、第 2 のレンズ群 G_2 と第 3 のレンズ群 G_3 との間には、正の屈折力を有する第 5 のレンズ群 G_5 が設けられている。結像面 S_{img} には、図示しない CCD (電荷結合素子) 等の撮像素子の撮像面が配置される。絞り S_t は、例えば、第 5 のレンズ群 G_5 の像側に

50

配置されている。

【 0 0 2 1 】

この変倍光学系は、第 2 のレンズ群 G 2 を光軸 Z 1 上で移動させることにより変倍動作を行う。例えば広角側から望遠側へと変倍させる際には、物体側から像側に向かうように第 2 のレンズ群 G 2 を移動させる。第 2 のレンズ群 G 2 の移動軌跡は図 1 に示したようにほぼ直線状となっている。この第 2 のレンズ群 G 2 の移動の際、併せて第 3 のレンズ群 G 3 を光軸 Z 1 上で移動させることにより、変倍による像面変動の補正が行われるようになっている。第 3 のレンズ G 3 の移動により、併せて合焦も行われる。なお、第 3 のレンズ群 G 3 は、図 1 に実線で表した曲線状の軌跡を描くように移動する。一方、第 1 のレンズ群 G 1、第 5 のレンズ群 G 5 および第 4 のレンズ群 G 4 は、変倍および合焦の際には移動しない固定群となっている。 10

【 0 0 2 2 】

第 1 のレンズ群 G 1 は、例えば、レンズ L 1 1 ~ L 1 3 が物体側から順に配設された 3 枚構成となっている。レンズ L 1 1 は、例えば物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズである。レンズ L 1 2 は、例えば両凸レンズである。レンズ L 1 1 , L 1 2 は、例えば接合レンズを構成している。レンズ L 1 3 は、例えば物体側に凸面を向けた正のメニスカス形状をなしている。

【 0 0 2 3 】

第 2 のレンズ群 G 2 は、例えば、レンズ L 2 1 ~ L 2 3 が物体側から順に配設された 3 枚構成となっている。レンズ L 2 1 は、例えば物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズである。レンズ L 2 2 は例えば両凹レンズであり、レンズ L 2 3 は例えば両凸レンズである。レンズ L 2 2 と L 2 3 とによって接合レンズが構成されている。 20

【 0 0 2 4 】

第 5 のレンズ群 G 5 は、正の屈折力を有する単一のレンズ L 5 1 によって構成されている。レンズ L 5 1 は、近軸において例えば両凸形状をなしている。レンズ L 5 1 の両面 S 1 1 , S 1 2 は、例えば非球面係数 A i として奇数次の項および偶数次の項をそれぞれ少なくとも 1 つずつ用いた式 (A S P) によって規定される非球面形状をなしていることが望ましい。

【 0 0 2 5 】

$$Z = C \times Y^2 / \{ 1 + (1 - K \times C^2 \times Y^2)^{1/2} \} + \sum (A_i \times Y^i) \dots \dots (A S P) \quad 30$$

【 0 0 2 6 】

式 (A S P) において、Z は非球面の深さ、Y は光軸 Z 1 から各レンズ面までの距離 (高さ)、C は近軸曲率 = 1 / R (R は近軸曲率半径)、K は離心率、A i は第 i 次 (i = 3 以上の整数) の非球面係数をそれぞれ示す。非球面の深さ Z は、より詳しくは、光軸から高さ Y の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さを示す。

【 0 0 2 7 】

第 3 のレンズ群 G 3 は、例えば、物体側から順にレンズ L 3 1 ~ L 3 3 が配設されたものである。レンズ L 3 1 は例えば両凸レンズであり、レンズ L 3 2 は例えば両凹レンズである。ここでレンズ L 3 1 とレンズ L 3 2 とによって接合レンズが構成されている。レンズ L 3 3 は、例えば両面 (面 S 1 7 , 面 1 8) が式 (A S P) で表される非球面であり、近軸において例えば両凸形状をなすように構成されている。 40

【 0 0 2 8 】

第 4 のレンズ群 G 4 は、第 1 ~ 第 3 のサブレンズ群 G 4 1 ~ G 4 3 が物体側から順に配置された構成となっている。サブレンズ群 G 4 1 は、例えば負の屈折力を有する単一のレンズ L 4 1 によって構成されている。レンズ L 4 1 の両面 S 1 9 , S 2 0 はいずれも式 (A S P) で表される非球面であり、近軸において例えば両凹形状をなすように構成されている。第 2 のサブレンズ群 G 4 2 は、例えば両凸形状をなすレンズ L 4 2 と両凹形状をなすレンズ L 4 3 とが物体側から順に配置されてなる接合レンズであり、全体として負の屈折力を有している。この第 2 のサブレンズ群 G 4 2 全体を光軸 Z 1 に対して垂直方向に移 50

動させることにより、振動に伴う像のぶれが補正されるようになっている。第3のサブレンズ群G43は、例えば両凸形状をなす単一のレンズL44によって構成されている。

【0029】

また、本実施の形態の変倍光学系では、望遠端での補正画角 $\Delta\theta$ が 0.5° のとき、さらに下記の条件式(1)を満足するように構成されていることが望ましい。ここで、 β_{tSL} は第2のサブレンズ群G42における望遠端での結像倍率であり、 β_{tr} は第2のサブレンズ群G42よりも像側に位置するレンズ全体(すなわちレンズL44)における望遠端での結像倍率である。

$$0.3 < |(1 - \beta_{tSL}) \times \beta_{tr}| < 1.0 \quad \dots \dots (1)$$

【0030】

次に、以上のように構成された変倍光学系の作用および効果を説明する。

【0031】

この変倍光学系では、第1～第4のレンズ群G1～G4が順に正、負、正、負の屈折力を有しているので、全長が短く、コンパクトな構成が実現されている。具体的には、全系の像側主点の位置がより物体側に位置するようになる。よって、バックフォーカスが短くなり全長が短縮される。ここでは、第4のレンズ群G4の屈折力が負である点がコンパクト化に特に大きく寄与している。

【0032】

また、像ぶれ補正を行うにあたり、第4のレンズ群G4を構成する第1～第3のサブレンズ群G41～G43のうちの第2のサブレンズ群G42のみを光軸Z1に対して垂直方向に移動させるようになっている。このため、像ぶれ補正レンズ群として機能する第2のサブレンズ群G42が変倍光学系の全体構成に占める割合は、従来よりも小さくなっている。さらに、第4のレンズ群G4は変倍時や合焦時に移動することのない固定群であることから、この変倍光学系をカメラなどの撮像装置に実装する場合において、第2のサブレンズ群G42を駆動させるための駆動機構への電氣的、機械的な負荷を軽減することができるうえ、その機構自体も簡素化される。また、第2のサブレンズ群G42が固定群である第1および第3のサブレンズ群G41、G43によって前後を挟まれた形態となっているので、移動群の近くに像ぶれ補正レンズ群を配置した場合と比べて密閉度が高まり、埃の侵入や付着を防止することができる。特に、この変倍光学系では第4のレンズ群G4が最も像側のレンズ群であることから、シェーディングの発生を回避し易い構成となっている。

【0033】

また、正のレンズL44(第3のサブレンズ群G43)を設けることにより、次の2つの効果が得られる。第1に、結像面Simgへ向かう光線の射出角が小さくなる(光軸Z1に対して平行をなすように近づく)ので、結像面Simgに配置された撮像素子の受光効率を向上させることができる。第2に、像ぶれ補正の感度が高まり、第2のサブレンズ群G42の少ない移動量によって効果的に像ぶれ補正を行うことができる。

【0034】

また、両面S19、S20が非球面形状であるレンズL41(第1のサブレンズ群G41)を像ぶれ補正レンズ群である第2のサブレンズ群G42の直前に配置することにより、像面湾曲および歪曲収差をより良好に補正することができる。このレンズL41の直前には両面S17、S18が非球面形状をなすレンズL33が配置されており、両者によって諸収差の補正が効率的に行われるようになっている。これらレンズL33とレンズL41とを隣り合うように配置することで、非球面レンズとしての光学作用をバランス良く分担させることができる。このため、成型時および組立時に生じる偏芯や軸ずれの解像度への影響を緩和することができ、製造誤差の許容範囲が広がることとなる。

【0035】

また、第2のサブレンズ群G42が、正のレンズL42と負のレンズL43とによって構成された接合レンズであることから、球面収差および色収差について特に良好に補正される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

また、条件式 (1) は、第 2 のサブレンズ群 G 4 2 における望遠端での光軸 Z 1 と直交する方向の最大移動量 S を規定するものである。最大移動量 S と、それに対応する結像面 S img 上の像の変位量 Δ Y との関係は、以下の式 (2) のように表すことができる。

$$| (1 - \beta t S L) \times \beta t r | \times S = \Delta Y \quad \dots \dots (2)$$

ここで、変位量 Δ Y は、望遠端での全系の焦点距離 f t と、望遠端での補正画角 Δ θ とを用いて

$$\Delta Y = f t \times \tan \Delta \theta \quad \dots \dots (3)$$

と表すことができる。よって、式 (2) , (3) から

$$| (1 - \beta t S L) \times \beta t r | = f t \times \tan \Delta \theta / S$$

となり、

$$S = f t \times \tan \Delta \theta / | (1 - \beta t S L) \times \beta t r | \quad \dots \dots (4)$$

となる。一般的に、補正画角 Δ θ が 0 . 5 ° 以上であることが要求される。このとき条件式 (1) を満足するように構成することにより、最大移動量 S を適正化し、良好な像ぶれ補正操作を行うことができる。条件式 (1) において下限を下回ると、像ぶれ補正の感度が低下し応答性が劣化するうえ、十分な像ぶれ補正を行うために最大移動量 S が増大する。その結果、重量や寸法が増大して小型化が困難となるうえ、駆動機構に対する負荷も増大する。一方、条件式 (1) において、上限を上回ると像ぶれ補正の感度が過敏になり、第 2 のサブレンズ群 G 4 2 の移動量調整が煩雑となる。

【 0 0 3 7 】

また、第 5 のレンズ群 G 5 を設けることにより、より大きな変倍比を確保することができる。

【 0 0 3 8 】

このように、本実施の形態の変倍光学系では、十分に良好な像ぶれ補正機能を発揮しつつ、全体として簡素かつコンパクトな構成を実現している。

【 0 0 3 9 】

[第 2 の実施の形態]

次に、本発明における第 2 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 2 は、第 2 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 2 の数値実施例 (実施例 2 : 図 1 0 , 図 1 1) のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は屈曲光学系を採用したものであるが、その基本構成は上記第 1 の実施の形態における変倍光学系 (図 1) と同様である。したがって、ここでは両者の相違する箇所について主に説明をすることとし、重複箇所については適宜説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、第 1 のレンズ群 G 1 が、例えば物体側に凸面を向けた負のメニスカス形状をなすレンズ L 1 1 と、反射面 R S を有する直角プリズム L 1 2 と、像側に凸面を向けた平凸形状のレンズ L 1 3 と、両凸形状をなすレンズ L 1 4 とを物体側から順に有している。このため、反射面 R S によって入射光線の光路が屈曲した屈曲光学系が構成され、効率的な空間の使用がなされる。その結果、十分に良好な像ぶれ補正機能を発揮しつつ、例えば薄型化されたカメラなどの撮像装置への搭載に適したコンパクトな構成を実現することができる。なお、良好な収差補正をおこなうという観点から、レンズ L 1 4 の両面 S 7 , S 8 がいずれも式 (A S P) で規定される非球面形状をなしていることが望ましい。また、レンズ L 4 1 は、例えば近軸において物体側に凸面を向けたメニスカス形状をなしている。

【 0 0 4 1 】

[第 3 の実施の形態]

次に、本発明における第 3 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 3 は、第 3 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 3 の数値実施例 (実施例 3 : 図 1 2 , 図 1 3) のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は、第 4 のレンズ群 G 4 が 2 つのサブレンズ群によって形成されている

10

20

30

40

50

点を除き、上記第 1 の実施の形態の変倍光学系（図 1）とほぼ同様の構成である。したがって、以下では、両者の相違する箇所について主に説明をすることとし、重複箇所については適宜説明を省略する。

【0042】

本実施の形態の変倍光学系では、第 4 のレンズ群 G 4 が、物体側から順に配置された第 1 および第 2 のサブレンズ群 G 4 1, G 4 2 のみを有している。ここで、第 1 のサブレンズ群 G 4 1 は、例えば正の屈折力を有する単一のレンズ L 4 1 によって構成されている。レンズ L 4 1 は、近軸において像側に凸面を向けたメニスカス形状をなしている。第 2 のサブレンズ群 G 4 2 は、例えば像側に凸面を向けた正のメニスカス形状をなすレンズ L 4 2 と両凹形状をなすレンズ L 4 3 とが物体側から順に配置されてなる接合レンズからなり、全体として負の屈折力を有している。

このような構成により、上記第 1 の実施の形態としての変倍光学系と比べて全長がさらに短縮され、よりいっそうのコンパクト化を図ることができる。

【0043】

[第 4 の実施の形態]

次に、本発明における第 4 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 4 は、第 4 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 4 の数値実施例（実施例 4：図 14, 図 15）のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は、第 4 のレンズ群 G 4 が 2 つのサブレンズ群によって形成されている点を除き、上記第 2 の実施の形態の変倍光学系（図 2）とほぼ同様の構成である。したがって、以下では、両者の相違する箇所について主に説明をすることとし、重複箇所については適宜説明を省略する。

【0044】

本実施の形態の変倍光学系では、第 4 のレンズ群 G 4 が、上記第 3 の実施の形態と同様に物体側から順に配置された第 1 および第 2 のサブレンズ群 G 4 1, G 4 2 のみを有している。したがって、上記第 2 の実施の形態としての変倍光学系と比べて全長がさらに短縮され、よりいっそうのコンパクト化を図ることができる。

【0045】

[第 5 の実施の形態]

次に、本発明における第 5 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 5 は、第 5 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 5 の数値実施例（実施例 5：図 16, 図 17）のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は、第 5 のレンズ群 G 5 が配置されていない点を除き、上記第 2 の実施の形態の変倍光学系（図 2）とほぼ同様の構成である。したがって、以下では、両者の相違する箇所について主に説明をすることとし、重複箇所については適宜説明を省略する。

【0046】

本実施の形態の変倍光学系は、第 5 のレンズ群 G 5 を含まず、物体側から順に配置された第 1 ～第 4 のレンズ群 G 1 ～G 4 のみによって構成されている。このため、全体構成が簡素化され、軽量化および小型化の点で有利なものとなっている。

【0047】

[第 6 の実施の形態]

次に、本発明における第 6 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 6 は、第 6 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 6 の数値実施例（実施例 6：図 18, 図 19）のレンズ構成に対応している。上記第 1 ～第 5 の実施の形態では最も物体側の第 1 のレンズ群 G 1 を固定群としたが、本実施の形態では、第 2 のレンズ群 G 2 と共に第 1 のレンズ群 G 1 についても光軸 Z 1 に沿って移動させることにより変倍が行われるようになっている。例えば広角側から望遠側へと変倍させる際には、第 2 のレンズ群 G 2 を、一旦物体側から像側に向かうようにわずかに移動させたのち、徐々に物体側へ移動させ、再度、物体側から像側に向かうようにわずかに移動させるようにする。第 1 のレンズ群 G 1 の移動軌跡は図 6 に示したように S 字状の曲線を

10

20

30

40

50

描くこととなる。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態では、望遠側において第 1 のレンズ群 G 1 を物体側へ移動させるようにしたので、第 1 のレンズ群 G 1 と第 2 のレンズ群 G 2 との相互間隔を十分に広げることができる。このため、全長を短く維持しつつ、より大きな変倍比を得ることができる。一方、広角側において第 1 のレンズ群 G 1 を像側へ移動させて絞り S t に近づけるようにしたので、第 1 のレンズ群 G 1 を構成する各レンズの外径を縮小することができる。

【 0 0 4 9 】

[第 7 の実施の形態]

次に、本発明における第 7 の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図 7 は、第 7 の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第 7 の数値実施例（実施例 7：図 20，図 21）のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は、第 4 のレンズ群 G 4 が 2 つのサブレンズ群によって形成されている点を除き、上記第 6 の実施の形態の変倍光学系（図 6）とほぼ同様の構成である。本実施の形態の変倍光学系では、第 4 のレンズ群 G 4 が、物体側から順に配置された第 1 および第 2 のサブレンズ群 G 4 1，G 4 2 のみを有している。ここで、第 1 のサブレンズ群 G 4 1 は、例えば負の屈折力を有する単一のレンズ L 4 1 によって構成されている。レンズ L 4 1 は、近軸において像側に凸面を向けたメニスカス形状をなしている。第 2 のサブレンズ群 G 4 2 は、例えば像側に凸面を向けた正のメニスカス形状をなすレンズ L 4 2 と両凹形状をなすレンズ L 4 3 とが物体側から順に配置されてなる接合レンズからなり、全体として負の屈折力を有している。このような構成により、上記第 6 の実施の形態としての変倍光学系と比べて全長が短縮され、さらなるコンパクトが達成される。

【 実施例 】

【 0 0 5 0 】

次に、本実施の形態における変倍光学系の具体的な数値実施例について説明する。以下では、第 1 ～ 第 7 の数値実施例（実施例 1 ～ 7）をまとめて説明する。

【 0 0 5 1 】

図 8 および図 9 は、図 1 に示した変倍光学系に対応する具体的なレンズデータ（実施例 1）を示している。同様に、図 10 ～ 図 21 は、図 2 ～ 図 7 に示した各変倍光学系に対応する具体的なレンズデータ（実施例 2 ～ 7）をそれぞれ示している。そのうち、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16、図 18 および図 20 には各実施例のレンズデータのうち基本的なデータ部分（以下、基本レンズデータという。）を示し、図 9、図 11、図 13、図 15、図 17、図 19 および図 21 には各実施例のレンズデータのうち非球面形状に関するデータ部分（以下、非球面データという。）を示す。

【 0 0 5 2 】

図 8、図 10、図 12、図 14、図 16、図 18 および図 20 に示した基本レンズデータにおける面番号 S i の欄には、各実施例の変倍光学系について、図 1 ～ 図 7 にそれぞれ示した符号 S i に対応させて、最も物体側にある構成要素の面を 1 番目として、射出瞳側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目（i = 1 ～ 30）の面の番号を示している。曲率半径 R i の欄には、図 1 ～ 図 7 で示した符号 R i に対応させて、物体側から i 番目の面の曲率半径の値を示す。面間隔 D i の欄についても、図 1 ～ 図 7 で付した符号に対応させて、物体側から i 番目の面 S i と i + 1 番目の面 S i + 1 との光軸上の間隔を示す。曲率半径 R i および面間隔 D i の値の単位はミリメートル（mm）である。N d j，v d j の欄には、それぞれ物体側から j 番目（j = 1 ～ 16）のレンズ要素の d 線（587.6nm）に対する屈折率およびアッペ数の値を示す。また、面番号 S i の左側に付された記号「*」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。具体的には、実施例 1，3，6 ～ 7 ではレンズ L 5 1 の面 S 1 1，S 1 2 と、レンズ L 3 3 の面 S 1 7，S 1 8 と、レンズ L 4 1 の面 S 1 9，S 2 0 とが非球面である。実施例 2，4 ではレンズ L 1 4 の面 S 7，S 8 と、レンズ L 5 1 の面 S 1 4，S 1 5 と、レンズ L 3 3 の面 S 2 0，S 2 1 と、レンズ L 4 1 の面 S 2 2，S 2 3 とが非球面である。実施例 5 ではレンズ

L 1 4 の面 S 7 , S 8 と、レンズ L 3 3 の面 S 1 8 , 1 9 と、レンズ L 4 1 の面 S 2 0 , 2 1 とが非球面である。基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍（近軸）の曲率半径の数値を示している。

【 0 0 5 3 】

また、各非球面データには、上記した式（ A S P ）によって表される非球面形状の式における各係数 A_i , K の値を記す。各非球面データに示したように、実施例 1 ~ 7 の変倍光学系における各非球面は、非球面係数 A_i として、偶数次の項のみならず奇数次の項をも有効に用いて構成されている。

【 0 0 5 4 】

実施例 1 , 3 , 6 ~ 7 では、変倍に伴って第 2 のレンズ群 G 2 および第 4 のレンズ群 G 4 が（実施例 6 , 7 では、さらに第 1 のレンズ群 G 1 も）光軸上を移動するので、面間隔 D 5 , D 1 0 , D 1 3 , D 1 8 の値がそれぞれ可変となっている。同様に、実施例 2 , 4 では面間隔 D 8 , D 1 3 , D 1 6 , D 2 1 の値がそれぞれ可変となっており、実施例 5 では面間隔 D 8 , D 1 3 , D 1 4 , D 1 9 の値がそれぞれ可変となっている。

【 0 0 5 5 】

実施例 1 における可変の面間隔 D 5 , D 1 0 , D 1 3 , D 1 8 の広角端および望遠端における各値を、その他のレンズデータとして図 2 2 に示す。同様に、実施例 2 における可変の面間隔 D 8 , D 1 3 , D 1 6 , D 2 1 の広角端および望遠端における各値を図 2 3 に示し、実施例 3 における可変の面間隔 D 5 , D 1 0 , D 1 3 , D 1 8 の広角端および望遠端における各値を図 2 4 に示し、実施例 4 における可変の面間隔 D 8 , D 1 3 , D 1 6 , D 2 1 の広角端および望遠端における各値を図 2 5 に示し、実施例 5 における可変の面間隔 D 8 , D 1 3 , D 1 4 , D 1 9 の広角端および望遠端における各値を図 2 6 に示し、実施例 6 における可変の面間隔 D 5 , D 1 0 , D 1 3 , D 1 8 の広角端および望遠端における各値を図 2 7 に示し、実施例 7 における可変の面間隔 D 5 , D 1 0 , D 1 3 , D 1 8 の広角端および望遠端における各値を図 2 8 に示す。なお、図 2 2 ~ 2 8 には、広角端および望遠端での全系の焦点距離 f (mm) の値についても併せて示す。

【 0 0 5 6 】

図 2 9 に、条件式（ 1 ）に関する値を、各実施例についてまとめて示す。図 2 9 に示したように、各実施例の値がすべて条件式（ 1 ）の数値範囲内となっている。

【 0 0 5 7 】

さらに図 3 0 (A) ~ (D) は、実施例 1 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）および倍率色収差を示している。図 3 1 (A) ~ (D) は、実施例 1 の変倍光学系における望遠端での同様の各収差を示している。これらの収差図は、像ぶれ補正を行う第 2 のサブレンズ群 G 4 2 が通常位置にあり、かつ手ぶれ等の振動の影響を受けていない通常状態での収差である。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。

【 0 0 5 8 】

同様にして、実施例 2 における諸収差を、広角端については図 3 2 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 3 3 (A) ~ (D) に示し、実施例 3 における諸収差を、広角端については図 3 4 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 3 5 (A) ~ (D) に示し、実施例 4 における諸収差を、広角端については図 3 6 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 3 7 (A) ~ (D) に示し、実施例 5 における諸収差を、広角端については図 3 8 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 3 9 (A) ~ (D) に示し、実施例 6 における諸収差を、広角端については図 4 0 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 4 1 (A) ~ (D) に示し、実施例 7 における諸収差を、広角端については図 4 2 (A) ~ (D) に示し、望遠端については図 4 3 (A) ~ (D) に示す。

【 0 0 5 9 】

上記の各収差図から分かるように、各実施例では、通常状態において広角端から望遠端に至るまで良好な収差補正がなされている。

【 0 0 6 0 】

さらに、図 4 4 (A) ~ (F) には、実施例 1 についての手ぶれ補正時の収差変動を通常状態と比較して示す。図 4 4 (A) ~ (C) には、望遠端における通常状態での横収差を示し、図 4 4 (D) ~ (F) には、望遠端における像ぶれ補正時 (補正画角 0.5°) での横収差を示す。各収差図には、 d 線を基準波長とした収差を示す。F N O . は F 値、 ω は半画角、 Y は光軸から像点までの距離 (像高) (mm) を示す。

【 0 0 6 1 】

同様に、実施例 2 についての横収差を図 4 5 (A) ~ (F) に示し、実施例 3 についての横収差を図 4 6 (A) ~ (F) に示し、実施例 4 についての横収差を図 4 7 (A) ~ (F) に示し、実施例 5 についての横収差を図 4 8 (A) ~ (F) に示し、実施例 6 についての横収差を図 4 9 (A) ~ (F) に示し、実施例 7 についての横収差を図 5 0 (A) ~ (F) に示す。

10

【 0 0 6 2 】

図 4 4 (A) ~ (F) 、図 4 5 (A) ~ (F) 、図 4 6 (A) ~ (F) 、図 4 7 (A) ~ (F) 、図 4 8 (A) ~ (F) 、図 4 9 (A) ~ (F) および図 5 0 (A) ~ (F) から分かるように、各実施例について像ぶれ補正時の収差変動が少なく抑えられている。

【 0 0 6 3 】

以上の各数値データおよび各収差図により、各実施例において、コンパクトな全体構成としながらも、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持することができる高性能な変倍光学系が実現されていることが確認できた。

【 0 0 6 4 】

20

以上、いくつかの実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の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、面間隔および屈折率の値は、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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 1 に対応する断面図である。

【 図 2 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 2 に対応する断面図である。

30

【 図 3 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 3 に対応する断面図である。

【 図 4 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 4 に対応する断面図である。

【 図 5 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 5 に対応する断面図である。

【 図 6 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 6 に対応する断面図である。

【 図 7 】本発明における第 1 の実施の形態としての変倍光学系における一構成例を示すものであり、実施例 7 に対応する断面図である。

40

【 図 8 】実施例 1 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。

【 図 9 】実施例 1 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。

【 図 1 0 】実施例 2 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。

【 図 1 1 】実施例 2 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。

【 図 1 2 】実施例 3 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。

【 図 1 3 】実施例 3 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。

【 図 1 4 】実施例 4 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。

【 図 1 5 】実施例 4 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。

【 図 1 6 】実施例 5 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。

【 図 1 7 】実施例 5 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。

50

- 【図 18】実施例 6 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。
- 【図 19】実施例 6 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。
- 【図 20】実施例 7 の変倍光学系における基本レンズデータを示す説明図である。
- 【図 21】実施例 8 の変倍光学系における非球面データを示す説明図である。
- 【図 22】実施例 1 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 23】実施例 2 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 24】実施例 3 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 25】実施例 4 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 26】実施例 5 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 27】実施例 6 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。 10
- 【図 28】実施例 7 の変倍光学系におけるその他のレンズデータを示す説明図である。
- 【図 29】条件式 (1) に関する値を各実施例についてまとめて示した図である。
- 【図 30】実施例 1 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 31】実施例 1 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 32】実施例 2 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 33】実施例 2 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。 20
- 【図 34】実施例 3 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 35】実施例 3 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 36】実施例 4 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 37】実施例 4 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 38】実施例 5 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。 30
- 【図 39】実施例 5 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 40】実施例 6 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 41】実施例 6 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 42】実施例 7 の変倍光学系における広角端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。
- 【図 43】実施例 7 の変倍光学系における望遠端での球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。 40
- 【図 44】実施例 1 の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。
- 【図 45】実施例 2 の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。
- 【図 46】実施例 3 の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。
- 【図 47】実施例 4 の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。
- 【図 48】実施例 5 の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。 50

【図49】実施例6の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。

【図50】実施例7の変倍光学系における望遠端での像ぶれ補正時の性能変化を、通常状態と比較して示す横収差図である。

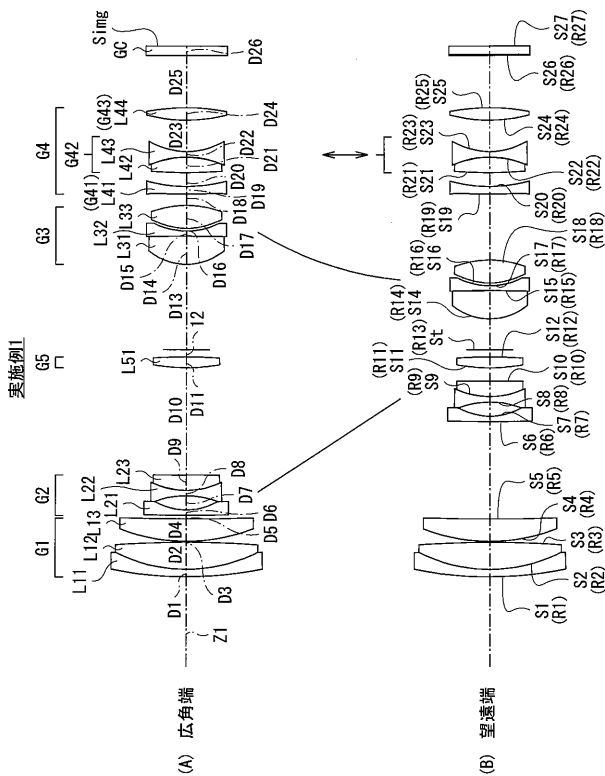
【符号の説明】

【0066】

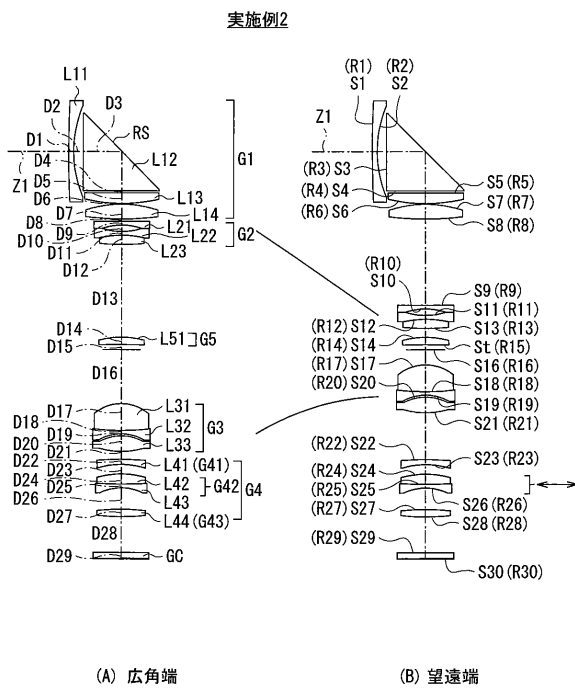
G1 ~ G5 ... 第1 ~ 第5のレンズ群、G41 ~ G43 ... 第1 ~ 第3のサブレンズ群、 S_i ... 物体側から第*i*番目のレンズ面、 R_i ... 物体側から第*i*番目のレンズ面の曲率半径、 D_i ... 物体側から第*i*番目と第(*i* + 1)番目のレンズ面との面間隔、Z1 ... 光軸。

10

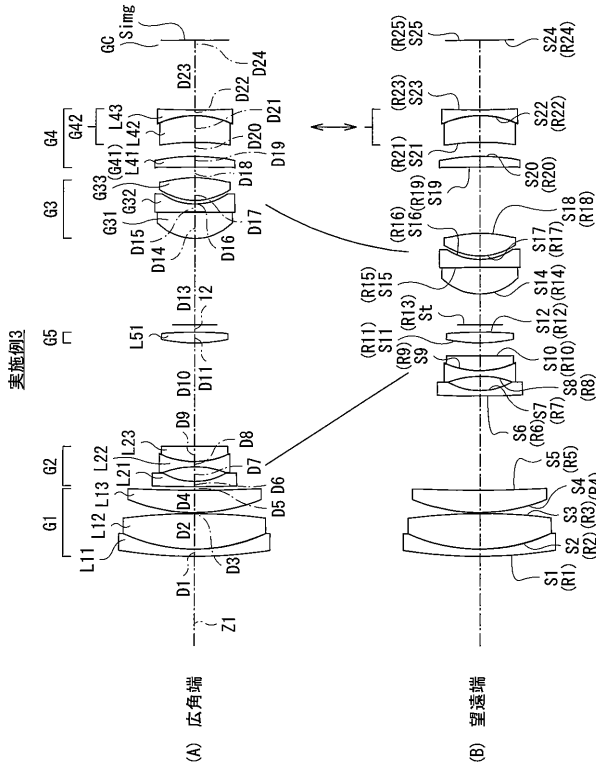
【図1】



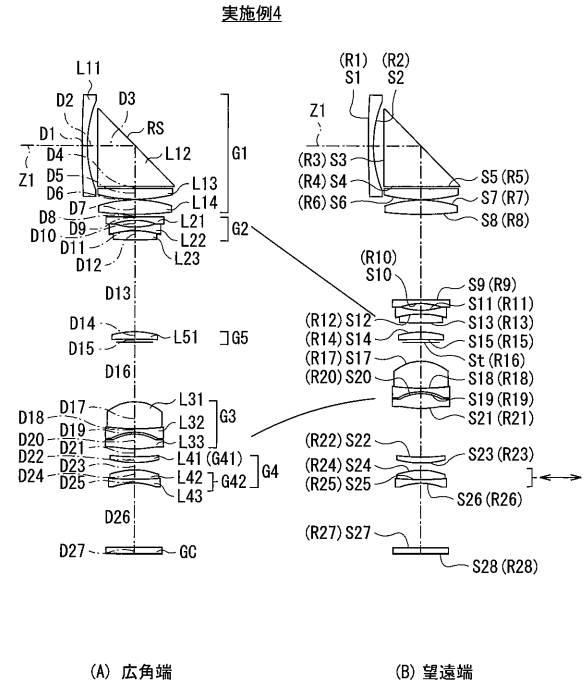
【図2】



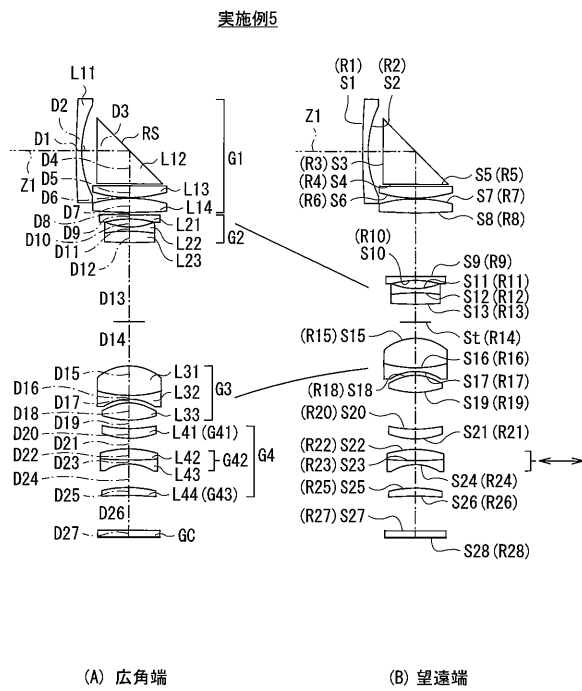
【図 3】



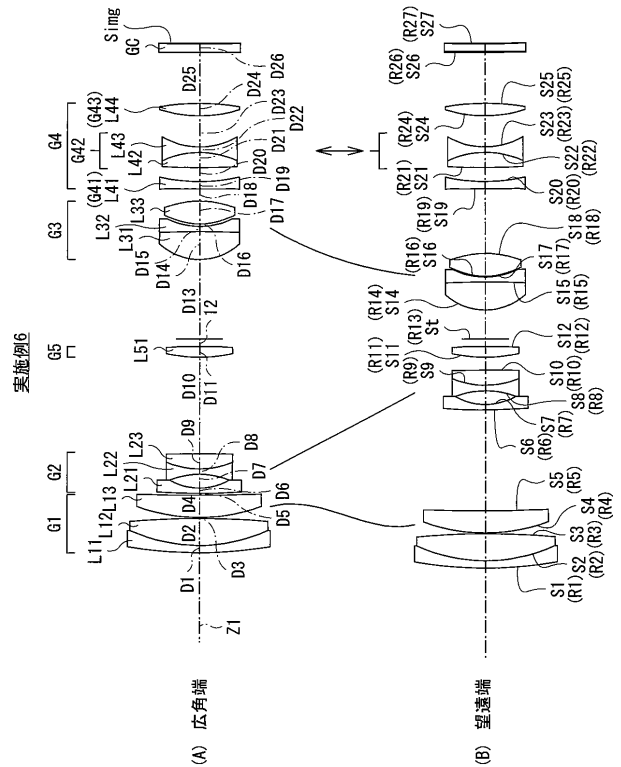
【図 4】



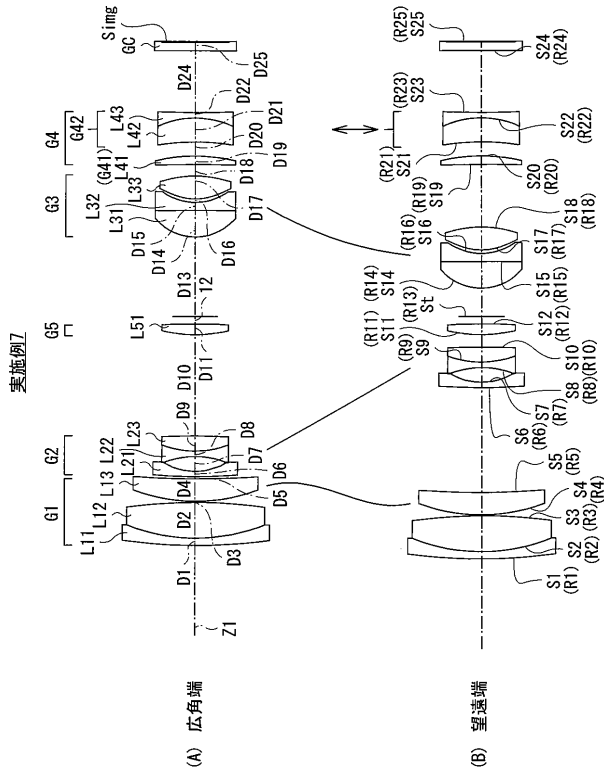
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

実施例 1・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (アッベ'数)
1	42.6882	0.82	1.84666	23.8
2	17.7896	3.03	1.48749	70.2
3	-118.5780	0.10		
4	20.6233	2.50	1.83481	42.7
5	243.0005	D5(可変)		
6	149.4677	0.60	1.88300	40.8
7	7.2762	1.59		
8	-10.0481	0.61	1.80400	46.6
9	9.4236	1.70	1.92286	18.9
10	-953.5735	D10(可変)		
*11	18.7184	1.20	1.51537	61.2
*12	-82.4841	0.83		
13(絞り)	0	D13(可変)		
14	6.7343	3.16	1.51823	58.9
15	-188.7006	0.55	1.90366	31.3
16	8.2233	0.10		
*17	7.1371	2.57	1.51537	61.2
*18	-10.7915	D18(可変)		
*19	-733.4864	0.80	1.51007	56.2
*20	105.9670	1.57		
21	65.1958	1.71	1.84666	23.8
22	-10.1387	0.61	1.80610	33.3
23	8.3543	3.50		
24	16.4967	1.40	1.51007	56.2
25	-25.2668	5.93		
26	∞	0.85	1.51680	64.2
27	∞			

(*非球面) (f=6.67~37.72, FNO.=3.58~4.92, 2 ω =60.8~10.6°)

【図 9】

実施例 1・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第 11 面	第 12 面	第 17 面	第 18 面
K	-2.722216	9.996895	-4.843698 $\times 10^{-1}$	-7.050190 $\times 10^{-2}$
A ₃	1.524781 $\times 10^{-4}$	-2.085637 $\times 10^{-4}$	-1.095996 $\times 10^{-4}$	6.232465 $\times 10^{-5}$
A ₄	-4.677130 $\times 10^{-4}$	-7.888168 $\times 10^{-4}$	-2.297588 $\times 10^{-4}$	4.160197 $\times 10^{-5}$
A ₅	8.946269 $\times 10^{-5}$	-5.537558 $\times 10^{-5}$	-2.572405 $\times 10^{-5}$	9.569356 $\times 10^{-6}$
A ₆	3.997940 $\times 10^{-5}$	8.718697 $\times 10^{-6}$	1.286935 $\times 10^{-7}$	3.271069 $\times 10^{-6}$
A ₇	-1.661844 $\times 10^{-5}$	1.095845 $\times 10^{-5}$	3.147007 $\times 10^{-7}$	-1.261422 $\times 10^{-6}$
A ₈	-1.584717 $\times 10^{-6}$	-4.319985 $\times 10^{-6}$	2.396267 $\times 10^{-8}$	-2.958468 $\times 10^{-7}$
A ₉	-7.480741 $\times 10^{-7}$	-1.234365 $\times 10^{-6}$	-1.273975 $\times 10^{-7}$	-3.915438 $\times 10^{-8}$
A ₁₀	4.220566 $\times 10^{-7}$	4.415336 $\times 10^{-7}$	3.925264 $\times 10^{-9}$	9.460959 $\times 10^{-9}$
A ₁₁	—	—	-2.594580 $\times 10^{-9}$	6.709039 $\times 10^{-9}$
A ₁₂	—	—	2.702880 $\times 10^{-9}$	7.183467 $\times 10^{-10}$
	第 19 面	第 20 面		
K	1.131678 $\times 10^{-1}$	-1.000000 $\times 10^{-1}$		
A ₃	—	—		
A ₄	4.828085 $\times 10^{-4}$	5.548594 $\times 10^{-4}$		
A ₅	—	—		
A ₆	-1.776356 $\times 10^{-5}$	-6.373945 $\times 10^{-6}$		
A ₇	—	—		
A ₈	7.759106 $\times 10^{-7}$	-2.119496 $\times 10^{-7}$		
A ₉	—	—		
A ₁₀	-6.930726 $\times 10^{-8}$	-5.421088 $\times 10^{-8}$		
A ₁₁	—	—		
A ₁₂	—	—		

【図 10】

実施例 2・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (アッベ'数)
1	177.9568	0.82	1.80518	25.4
2	19.0707	1.55		
3	0	12.80	1.78590	44.2
4	0	0.04		
5	0	1.75	1.49700	81.6
6	-26.1119	0.10		
*7	18.5271	2.40	1.56865	58.6
*8	-52.0614	D8(可変)		
9	0.0000	0.60	1.88300	40.8
10	9.8340	1.08		
11	-10.6414	0.61	1.80400	46.6
12	16.2900	1.49	1.92286	18.9
13	-42.6622	D13(可変)		
*14	13.5365	1.20	1.51007	56.2
*15	117.0142	0.83		
16(絞り)	0	D16(可変)		
17	7.0919	4.39	1.51742	52.4
18	-38.3920	0.55	1.90366	31.3
19	7.6854	0.10		
*20	6.8187	2.56	1.51537	61.2
*21	-12.5330	D21(可変)		
*22	48.4354	0.80	1.51007	56.2
*23	32.6302	1.57		
24	14.5716	1.66	1.58144	40.7
25	-79.4660	0.60	1.83481	42.7
26	8.0984	3.50		
27	38.2981	1.20	1.51007	56.2
28	-37.8512	5.98		
29	∞	0.85	1.51680	64.2
30	∞			

(*非球面) (f=6.64~37.56, FNO.=3.91~5.16, 2 ω =61.1~10.7°)

【図 1 1】

実施例 2・非球面レンズ				
非球面 係数	面番号			
	第 7 面	第 8 面	第 14 面	第 15 面
K	-1.114261	9.775309	-2.527772	-8.895284
A ₃	9.469078X10 ⁻⁵	1.097736X10 ⁻⁴	5.430622X10 ⁻⁴	-2.429666X10 ⁻⁴
A ₄	-4.666991X10 ⁻⁵	-8.655037X10 ⁻⁵	-1.567334X10 ⁻³	-1.587954X10 ⁻⁴
A ₅	1.172093X10 ⁻⁵	1.266045X10 ⁻⁵	1.404317X10 ⁻³	8.992777X10 ⁻⁵
A ₆	1.668196X10 ⁻⁷	9.452501X10 ⁻⁷	-4.732695X10 ⁻⁴	5.556187X10 ⁻⁵
A ₇	-1.080262X10 ⁻⁷	-9.294639X10 ⁻⁸	2.266652X10 ⁻⁵	-3.891868X10 ⁻⁵
A ₈	-5.719591X10 ⁻⁹	-3.409939X10 ⁻⁸	1.909431X10 ⁻⁵	-3.917994X10 ⁻⁶
A ₉	1.526661X10 ⁻⁹	-2.359069X10 ⁻⁹	-2.507127X10 ⁻⁶	5.646523X10 ⁻⁶
A ₁₀	5.504454X10 ⁻¹¹	8.737152X10 ⁻¹⁰	-8.222965X10 ⁻⁸	-8.281749X10 ⁻⁷
A ₁₁	-8.057206X10 ⁻¹¹	6.454548X10 ⁻¹¹	—	—
A ₁₂	1.207121X10 ⁻¹¹	-8.492582X10 ⁻¹²	—	—
非球面 係数	第 20 面	第 21 面	第 22 面	第 23 面
	第 20 面	第 21 面	第 22 面	第 23 面
K	-8.704043X10 ⁻¹	9.561158	-1.780362	3.327931
A ₃	-4.601722X10 ⁻⁴	5.967004X10 ⁻⁵	—	—
A ₄	6.801054X10 ⁻⁴	5.725475X10 ⁻⁴	3.390537X10 ⁻⁴	3.415441X10 ⁻⁴
A ₅	-4.332672X10 ⁻⁴	1.297134X10 ⁻⁴	—	—
A ₆	9.804183X10 ⁻⁵	-2.241161X10 ⁻⁵	-1.630018X10 ⁻⁵	-1.073634X10 ⁻⁵
A ₇	1.613143X10 ⁻⁵	-4.065852X10 ⁻⁶	—	—
A ₈	-3.028458X10 ⁻⁶	3.195022X10 ⁻⁶	8.527859X10 ⁻⁷	5.515057X10 ⁻⁷
A ₉	-3.035984X10 ⁻⁶	2.383736X10 ⁻⁶	—	—
A ₁₀	-3.067014X10 ⁻⁷	-1.207690X10 ⁻⁶	-3.952706X10 ⁻⁸	-3.281472X10 ⁻⁸
A ₁₁	4.977550X10 ⁻⁸	8.753554X10 ⁻⁸	—	—
A ₁₂	-6.849830X10 ⁻⁸	2.211527X10 ⁻⁸	—	—

【図 1 2】

実施例 3・基本レンズ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (7ツバ数)
G1	1	52.0872	0.82	1.84666	23.8
	2	19.2187	4.01	1.48749	70.2
	3	-60.7687	0.10		
	4	19.6997	2.50	1.83481	42.7
	5	130.7837	D5(可変)		
G2	6	114.4787	0.60	1.88300	40.8
	7	7.2610	1.63		
	8	-10.1077	0.61	1.80400	46.6
	9	9.5131	1.68	1.92286	18.9
	10	-497.0108	D10(可変)		
G5	*11	15.3132	1.20	1.51537	64.5
	*12	-105.3576	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	6.0011	2.98	1.51742	52.4
	15	-429.0579	0.90	1.90366	31.3
	16	6.6729	0.10		
	*17	6.2901	2.56	1.51537	64.5
	*18	-12.4986	D18(可変)		
G4	*19	-49.9997	1.20	1.51007	56.2
	*20	-24.9999	1.57		
	21	-26.2344	3.00	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.83400	37.2
	23	86.5775	7.00		
G6	24	∞	0.85	1.51680	64.2
	25	∞	0		

(*非球面) (f=6.68~37.77, FNO.=3.59~4.88, 2ω=60.7~10.7°)

【図 1 3】

実施例 3・非球面レンズ				
非球面 係数	面番号			
	第 11 面	第 12 面	第 17 面	第 18 面
K	8.598873	9.999996	-2.247597X10 ⁻¹	-1.629417X10 ⁻¹
A ₃	1.903100X10 ⁻⁴	-1.956064X10 ⁻⁴	-1.224768X10 ⁻⁴	7.877344X10 ⁻⁵
A ₄	-8.943302X10 ⁻⁴	-1.060948X10 ⁻⁴	-1.736631X10 ⁻⁴	1.646317X10 ⁻⁴
A ₅	1.975333X10 ⁻⁵	-1.214368X10 ⁻⁴	-5.158225X10 ⁻⁶	-3.715842X10 ⁻⁵
A ₆	6.128263X10 ⁻⁵	4.678757X10 ⁻⁵	-1.604743X10 ⁻⁵	1.416140X10 ⁻⁵
A ₇	-1.843327X10 ⁻⁵	-1.082889X10 ⁻⁵	1.612326X10 ⁻⁶	3.099023X10 ⁻⁸
A ₈	-1.276656X10 ⁻⁶	5.373038X10 ⁻⁶	4.962231X10 ⁻⁷	-1.718181X10 ⁻⁷
A ₉	-2.182311X10 ⁻⁶	-3.414313X10 ⁻⁶	-7.924589X10 ⁻⁸	-2.454989X10 ⁻⁷
A ₁₀	6.594817X10 ⁻⁷	5.910573X10 ⁻⁷	-7.748271X10 ⁻⁹	-1.899561X10 ⁻⁸
A ₁₁	—	—	-1.937452X10 ⁻⁸	1.586937X10 ⁻⁸
A ₁₂	—	—	8.057733X10 ⁻⁹	5.350384X10 ⁻⁹
非球面 係数	第 19 面	第 20 面		
	第 19 面	第 20 面		
K	9.533237	1.854416		
A ₃	—	—		
A ₄	1.019693X10 ⁻³	1.151391X10 ⁻³		
A ₅	—	—		
A ₆	-3.283941X10 ⁻⁵	-1.752789X10 ⁻⁵		
A ₇	—	—		
A ₈	2.759288X10 ⁻⁶	1.723427X10 ⁻⁶		
A ₉	—	—		
A ₁₀	-1.427833X10 ⁻⁷	-1.324302X10 ⁻⁷		
A ₁₁	—	—		
A ₁₂	—	—		

【図 1 4】

実施例 4・基本レンズ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (7ツバ数)
G1	1	172.8973	0.82	1.80518	25.4
	2	19.0725	1.70		
	3	0	12.80	1.78590	44.2
	4	0	0.05		
	5	0	1.75	1.49700	81.6
G2	6	-24.8330	0.10		
	*7	19.3010	2.33	1.56865	58.6
	*8	-51.1178	D8(可変)		
	9	1522.1199	0.60	1.88300	40.8
	10	10.3933	1.10		
G5	11	-11.3823	0.61	1.80400	46.6
	12	14.4621	1.48	1.92286	18.9
	13	-65.3087	D13(可変)		
	*14	14.0083	1.20	1.51007	56.2
	*15	106.0167	0.50		
G3	16(絞り)	0	D16(可変)		
	17	6.9073	4.41	1.51742	52.4
	18	-38.6270	0.55	1.90366	31.3
	19	7.6784	0.10		
	*20	6.7219	2.42	1.51537	61.2
G4	*21	-14.7903	D21(可変)		
	*22	-12.0001	0.94	1.51007	56.2
	*23	-12.4710	1.20		
	24	12.0308	1.51	1.56732	42.8
	25	-47.2705	0.60	1.83481	42.7
G6	26	10.4630	10.62		
	27	∞	0.85	1.51680	64.2
	28	∞	0		

(*非球面) (f=6.62~37.42, FNO.=3.91~5.24, 2ω=60.8~10.7°)

【図 15】

実施例 4・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第 7 面	第 8 面	第 14 面	第 15 面
K	-2.282687X10 ⁻¹	4.224094	-2.074868	6.143527
A ₃	-5.333529X10 ⁻⁵	-7.646392X10 ⁻⁵	2.167957X10 ⁻⁴	-3.939462X10 ⁻⁴
A ₄	-1.047836X10 ⁻⁵	-9.605818X10 ⁻⁶	-9.471110X10 ⁻⁴	1.277095X10 ⁻⁴
A ₅	8.626238X10 ⁻⁶	3.446245X10 ⁻⁶	7.588708X10 ⁻⁴	-8.834531X10 ⁻⁵
A ₆	-4.837759X10 ⁻⁷	6.822977X10 ⁻⁷	-1.560820X10 ⁻⁴	1.088654X10 ⁻⁴
A ₇	-1.056877X10 ⁻⁷	-5.363657X10 ⁻⁸	-2.004646X10 ⁻⁵	-3.202574X10 ⁻⁵
A ₈	2.942941X10 ⁻⁹	-2.891845X10 ⁻⁸	7.854577X10 ⁻⁶	-2.351212X10 ⁻⁶
A ₉	2.277486X10 ⁻⁹	-2.651690X10 ⁻⁹	4.675750X10 ⁻⁷	1.941494X10 ⁻⁶
A ₁₀	1.320479X10 ⁻¹¹	6.349347X10 ⁻¹⁰	-1.787828X10 ⁻⁷	-1.630474X10 ⁻⁷
A ₁₁	-7.024872X10 ⁻¹¹	1.950688X10 ⁻¹⁰	—	—
A ₁₂	8.570713X10 ⁻¹²	-2.332688X10 ⁻¹¹	—	—
非球面 係数	面番号			
	第 20 面	第 21 面	第 22 面	第 23 面
K	-9.029281X10 ⁻¹	1.000000X10 ⁻¹	-8.061765	-9.525175
A ₃	2.654094X10 ⁻⁵	4.088533X10 ⁻⁴	—	—
A ₄	2.508203X10 ⁻⁴	1.942917X10 ⁻⁴	1.075414X10 ⁻³	1.062127X10 ⁻³
A ₅	-4.851378X10 ⁻⁵	2.284477X10 ⁻⁴	—	—
A ₆	3.696451X10 ⁻⁵	3.516667X10 ⁻⁶	2.237603X10 ⁻⁵	3.299048X10 ⁻⁵
A ₇	-3.499484X10 ⁻⁶	-1.149131X10 ⁻⁵	—	—
A ₈	2.038031X10 ⁻⁶	-9.834707X10 ⁻⁷	4.179851X10 ⁻⁷	7.194096X10 ⁻⁷
A ₉	-1.540702X10 ⁻⁶	2.573554X10 ⁻⁶	—	—
A ₁₀	-1.472059X10 ⁻⁷	-5.358243X10 ⁻⁷	-7.146514X10 ⁻⁸	-9.231153X10 ⁻⁸
A ₁₁	1.867195X10 ⁻⁷	-5.488613X10 ⁻⁸	—	—
A ₁₂	-1.821874X10 ⁻⁸	2.742164X10 ⁻⁸	—	—

【図 16】

実施例 5・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (アッベ数)
G1	1	114.6154	0.82	1.80610	40.9
	2	15.0000	2.30		
	3	0	9.80	1.78590	44.2
	4	0	0.04		
	5	0	1.75	1.49700	81.6
	6	-18.8036	0.10		
G2	*7	21.4834	2.09	1.51680	64.2
	*8	-67.3085	D8(可変)		
	9	-398.0243	0.60	1.88300	40.8
	10	13.9286	1.21		
	11	-9.0975	0.61	1.51823	58.9
	12	23.6944	1.70	1.92286	18.9
G3	13	-74.4781	D13(可変)		
	14(絞り)	0	D14(可変)		
	15	7.2665	4.41	1.70000	48.1
	16	-17.1513	0.55	1.90366	31.3
	17	7.0723	0.10		
	*18	6.0457	2.55	1.51537	61.2
G4	*19	-11.7929	D19(可変)		
	*20	-11.9512	1.20	1.51007	56.2
	*21	-10.6287	1.57		
	22	14.1263	1.66	1.78470	26.3
	23	-61.3994	0.60	1.83400	37.2
	24	6.8672	3.50		
G5	25	16.2196	1.20	1.51007	56.2
	26	55.5879	5.31		
	27	∞	0.85	1.51680	64.2
	28	∞			

(*非球面) (f=6.66~18.82, FNO. =3.91~5.25, 2ω=61.2~21.0°)

(*非球面) (f=6.66~18.82, FNO.=3.91~5.25, 2ω=61.2~21.0°)

【図 17】

実施例 5・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第 7 面	第 8 面	第 18 面	第 19 面
K	-1.042278	9.778480	-3.327069X10 ⁻¹	8.305760
A ₃	2.905901X10 ⁻⁴	2.944744X10 ⁻⁴	-5.615551X10 ⁻⁴	-1.750483X10 ⁻⁴
A ₄	-2.395835X10 ⁻⁵	-4.866526X10 ⁻⁵	5.013008X10 ⁻⁴	7.501379X10 ⁻⁴
A ₅	1.196718X10 ⁻⁵	6.944967X10 ⁻⁶	-4.344836X10 ⁻⁴	1.263792X10 ⁻⁴
A ₆	1.151787X10 ⁻⁷	9.452601X10 ⁻⁷	9.798107X10 ⁻⁵	-2.239306X10 ⁻⁵
A ₇	-1.097841X10 ⁻⁷	-9.122473X10 ⁻⁸	1.613066X10 ⁻⁵	-4.065354X10 ⁻⁶
A ₈	-5.753939X10 ⁻⁹	-3.405774X10 ⁻⁸	-3.028464X10 ⁻⁶	3.195027X10 ⁻⁶
A ₉	1.526133X10 ⁻⁹	-2.358465X10 ⁻⁹	-3.035984X10 ⁻⁶	2.383736X10 ⁻⁶
A ₁₀	5.503816X10 ⁻¹¹	8.737263X10 ⁻¹⁰	-3.067014X10 ⁻⁷	-1.207690X10 ⁻⁶
A ₁₁	-8.057218X10 ⁻¹¹	6.454560X10 ⁻¹¹	4.977550X10 ⁻⁷	8.753554X10 ⁻⁸
A ₁₂	1.207121X10 ⁻¹¹	-8.492578X10 ⁻¹²	-6.849830X10 ⁻⁸	2.211527X10 ⁻⁸
非球面 係数	面番号			
	第 20 面	第 21 面		
K	-1.439967	9.484119X10 ⁻¹		
A ₃	—	—		
A ₄	1.459271X10 ⁻⁴	3.645020X10 ⁻⁴		
A ₅	—	—		
A ₆	-1.627261X10 ⁻⁵	-1.075277X10 ⁻⁵		
A ₇	—	—		
A ₈	8.527876X10 ⁻⁷	5.515050X10 ⁻⁷		
A ₉	—	—		
A ₁₀	-3.952706X10 ⁻⁸	-3.281472X10 ⁻⁸		
A ₁₁	—	—		
A ₁₂	—	—		

【図 18】

実施例 6・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (γ ^h 数)
G1	1	47.3506	0.82	1.84666	23.8
	2	18.6577	3.03	1.48749	70.2
	3	-91.8226	0.10		
	4	20.1228	2.50	1.83481	42.7
	5	157.8610	D5(可変)		
G2	6	67.2932	0.60	1.88300	40.8
	7	6.7157	1.55		
	8	-9.2365	0.61	1.80400	46.6
	9	9.5868	1.70	1.92286	18.9
	10	-183.4700	D10(可変)		
G5	*11	16.6347	1.20	1.51537	61.2
	*12	-105.0707	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	6.7309	3.16	1.51823	58.9
	15	-100.6233	0.55	1.90366	31.3
	16	8.3328	0.10		
	*17	7.1202	2.57	1.51537	61.2
	*18	-10.4055	D18(可変)		
	*19	-200.0001	0.80	1.51007	56.2
G4	*20	172.4082	1.57		
	21	76.2394	1.71	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.80610	33.3
	23	8.4379	3.50		
	24	15.0127	1.40	1.51007	56.2
	25	-26.5115	5.83		
G6	26	∞	0.85	1.51680	64.2
	27	∞			

(※非球面) (f=6.65~37.62,FNO.=3.54~4.79,2ω=60.8~10.6°)

(*非球面) (f=6.65~37.62, FNO.=3.54~4.79, 2ω=60.8~10.6°)

【図 19】

実施例 6・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第 11 面	第 12 面	第 17 面	第 18 面
K	-1.667639	2.267854	-7.598649X10 ⁻¹	2.454349X10 ⁻¹
A ₃	1.486999X10 ⁻⁴	-1.852276X10 ⁻⁴	-1.090279X10 ⁻⁴	5.255578X10 ⁻⁵
A ₄	-3.852454X10 ⁻⁴	-4.654726X10 ⁻⁵	-1.926742X10 ⁻⁴	5.667912X10 ⁻⁵
A ₅	7.729834X10 ⁻⁵	-4.155157X10 ⁻⁵	-2.564224X10 ⁻⁵	1.316087X10 ⁻⁵
A ₆	4.194216X10 ⁻⁵	1.028358X10 ⁻⁵	6.936155X10 ⁻⁷	3.450048X10 ⁻⁶
A ₇	-1.940489X10 ⁻⁵	8.021508X10 ⁻⁶	4.225065X10 ⁻⁷	-1.312922X10 ⁻⁶
A ₈	-2.415172X10 ⁻⁶	-5.484567X10 ⁻⁶	2.900151X10 ⁻⁸	-2.988991X10 ⁻⁷
A ₉	-5.053879X10 ⁻⁷	-1.156725X10 ⁻⁶	-1.367054X10 ⁻⁷	-4.076753X10 ⁻⁹
A ₁₀	4.790408X10 ⁻⁷	5.590345X10 ⁻⁷	-1.849807X10 ⁻⁹	9.262234X10 ⁻⁹
A ₁₁	—	—	-3.111158X10 ⁻⁹	6.374066X10 ⁻⁹
A ₁₂	—	—	2.921143X10 ⁻⁹	6.352191X10 ⁻¹⁰
非球面 係数	面番号			
	第 19 面	第 20 面		
K	5.748189	1.166953X10 ⁻¹		
A ₃	—	—		
A ₄	4.937421X10 ⁻⁴	5.831560X10 ⁻⁴		
A ₅	—	—		
A ₆	-1.662440X10 ⁻⁵	-8.306310X10 ⁻⁶		
A ₇	—	—		
A ₈	6.276330X10 ⁻⁷	-1.313763X10 ⁻⁷		
A ₉	—	—		
A ₁₀	-5.470231X10 ⁻⁸	-4.648239X10 ⁻⁸		
A ₁₁	—	—		
A ₁₂	—	—		

【図 20】

実施例 7・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	Ndj (アッベ数)
G1	1	59.8321	0.82	1.84666	23.8
	2	20.9253	4.01	1.48749	70.2
	3	-56.2832	0.10		
	4	19.7020	2.50	1.83481	42.7
	5	91.4807	D5(可変)		
G2	6	63.2632	0.60	1.88300	40.8
	7	6.8181	1.65		
	8	-9.9184	0.61	1.80400	46.6
	9	10.5004	1.68	1.92286	18.9
	10	-102.9442	D10(可変)		
G5	*11	13.4857	1.20	1.51537	64.5
	*12	-541.0554	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	5.8870	2.98	1.51742	52.4
	15	-512.3292	0.90	1.90366	31.3
	16	6.3401	0.10		
	*17	6.0301	2.56	1.51537	64.5
	*18	-11.9612	D18(可変)		
G4	*19	-50.0000	0.95	1.51007	56.2
	*20	-25.0016	1.57		
	21	-25.6536	2.69	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.83400	37.2
	23	118.7474	6.99		
G6	24	∞	0.85	1.51680	64.2
	25	∞			

(*非球面) (f=6.64~37.57, FNO.=3.55~4.73, 2ω=61.0~10.8°)

(*非球面) (f=6.64~37.57, FNO.=3.55~4.73, 2ω=61.0~10.8°)

【図 21】

実施例 7・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第 11 面	第 12 面	第 17 面	第 18 面
K	6.951905	-2.677339	-2.458607X10 ⁻¹	-2.557259X10 ⁻¹
A ₃	1.087777X10 ⁻⁴	-2.231858X10 ⁻⁴	-1.304976X10 ⁻⁴	3.520444X10 ⁻⁶
A ₄	-8.773418X10 ⁻⁴	-9.836370X10 ⁻⁵	-2.629839X10 ⁻⁴	1.039087X10 ⁻⁴
A ₅	-2.737252X10 ⁻⁵	-1.827732X10 ⁻⁴	4.309325X10 ⁻⁶	-6.101672X10 ⁻⁵
A ₆	3.287892X10 ⁻⁵	6.412901X10 ⁻⁵	-1.382828X10 ⁻⁵	1.608484X10 ⁻⁵
A ₇	1.541360X10 ⁻⁵	-6.184156X10 ⁻⁶	2.511048X10 ⁻⁶	2.532092X10 ⁻⁶
A ₈	-1.267938X10 ⁻⁵	2.501286X10 ⁻⁶	1.706706X10 ⁻⁷	-4.222362X10 ⁻⁷
A ₉	-2.012344X10 ⁻⁶	-4.879815X10 ⁻⁶	-1.551422X10 ⁻⁷	-3.216061X10 ⁻⁷
A ₁₀	1.026836X10 ⁻⁶	1.063851X10 ⁻⁶	-4.866763X10 ⁻⁸	-4.315472X10 ⁻⁸
A ₁₁	—	—	-3.216703X10 ⁻⁸	5.181295X10 ⁻⁹
A ₁₂	—	—	1.093367X10 ⁻⁸	5.686715X10 ⁻⁹
非球面 係数	面番号			
	第 19 面	第 20 面		
K	9.999984	6.531912		
A ₃	—	—		
A ₄	4.175320X10 ⁻⁴	5.681080X10 ⁻⁴		
A ₅	—	—		
A ₆	-2.677919X10 ⁻⁵	-2.141387X10 ⁻⁵		
A ₇	—	—		
A ₈	4.025597X10 ⁻⁶	3.189592X10 ⁻⁶		
A ₉	—	—		
A ₁₀	-1.858930X10 ⁻⁷	-1.627580X10 ⁻⁷		
A ₁₁	—	—		
A ₁₂	—	—		

【図 22】

実施例 1・その他のレンズデータ					
	f	D5	D10	D13	D18
広角端	6.67	0.40	11.93	9.51	1.50
望遠端	37.72	10.81	1.51	3.39	7.61

【図 23】

実施例 2・その他のレンズデータ					
	f	D8	D13	D16	D21
広角端	6.64	0.40	15.44	8.82	1.50
望遠端	37.56	14.38	1.46	2.46	7.86

【図 24】

実施例 3・その他のレンズデータ					
	f	D5	D10	D13	D18
広角端	6.68	0.40	11.71	9.68	1.50
望遠端	37.77	10.65	1.46	3.41	7.77

【図 25】

実施例 4・その他のレンズデータ					
	f	D8	D13	D16	D21
広角端	6.62	0.40	15.26	9.69	1.50
望遠端	37.42	14.21	1.44	3.05	8.14

【図 26】

実施例 5・その他のレンズデータ					
	f	D8	D13	D14	D19
広角端	6.66	0.40	12.08	7.09	1.50
望遠端	18.82	9.78	2.70	2.39	6.20

【図 27】

実施例 6・その他のレンズデータ					
	f	D5	D10	D13	D18
広角端	6.65	0.21	10.87	8.94	1.58
望遠端	37.62	11.33	1.47	3.25	7.27

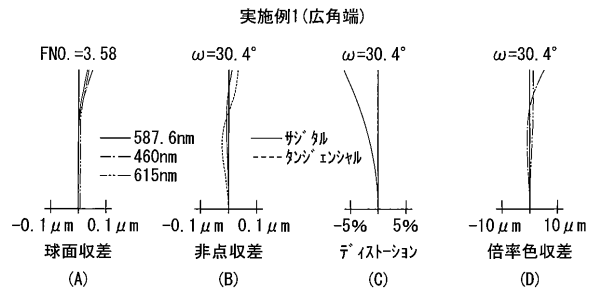
【図 28】

実施例 7・その他のレンズデータ					
	f	D5	D10	D13	D18
広角端	6.64	0.26	11.34	8.88	1.56
望遠端	37.57	11.71	1.40	3.16	7.28

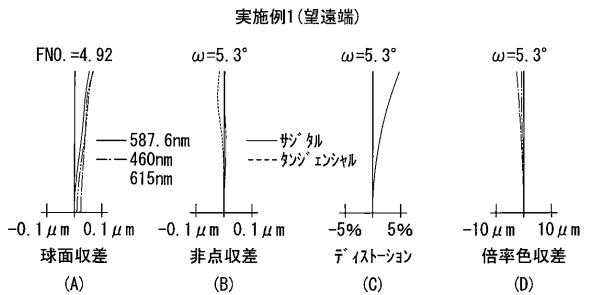
【図 29】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7
$(1-\beta \text{ tSL}) \cdot \beta \text{ tr}$	-0.73	-0.57	-0.37	-0.31	-0.50	-0.73	-0.35
S(補正面角 0.5 度時)	0.45	0.57	0.88	1.04	0.33	0.45	0.93

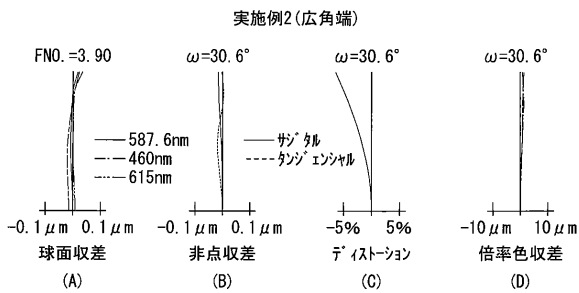
【図 30】



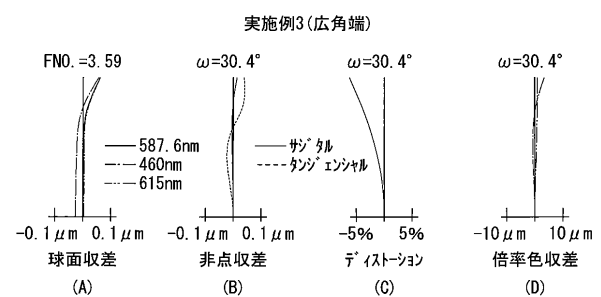
【図 31】



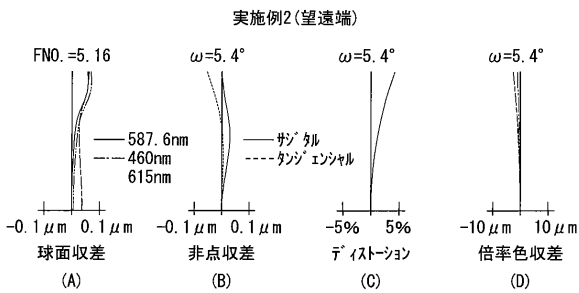
【図 32】



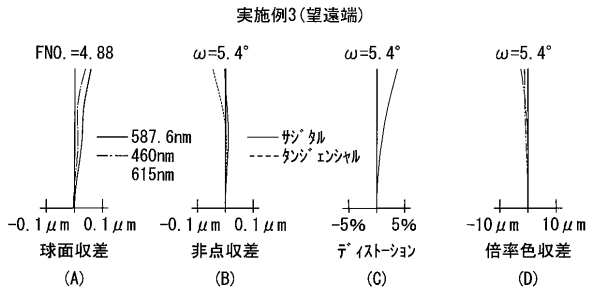
【図 34】



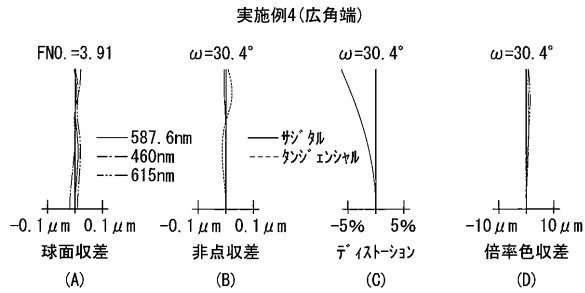
【図 33】



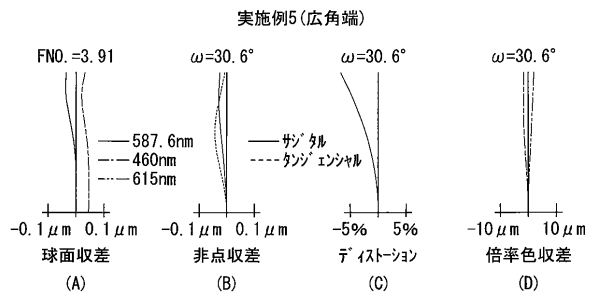
【図 35】



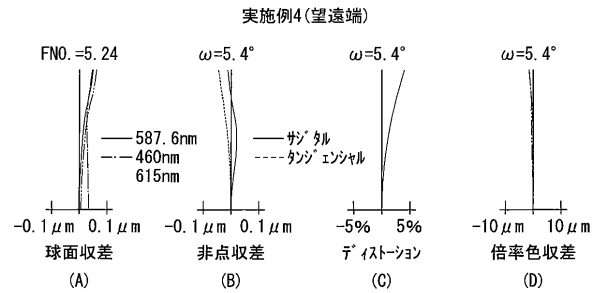
【図 36】



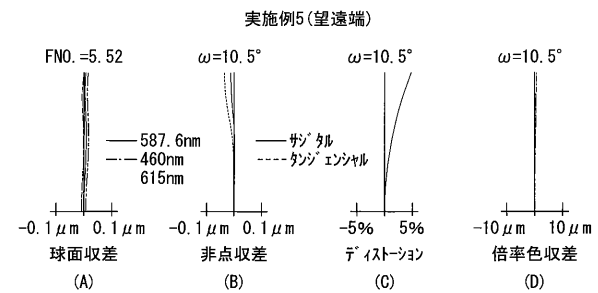
【図 38】



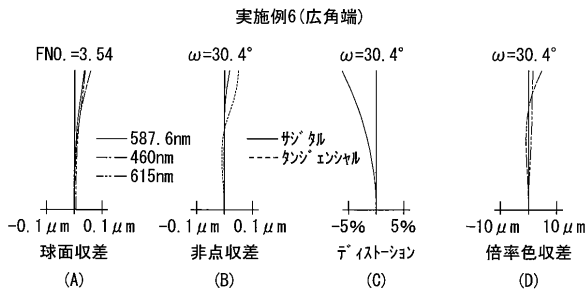
【図 37】



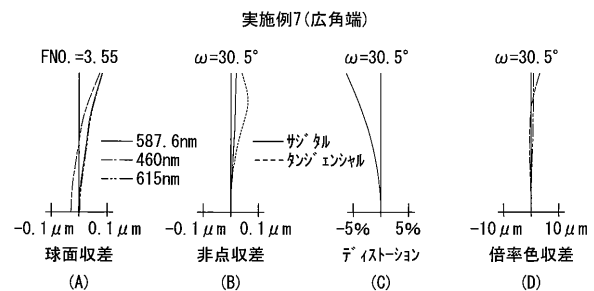
【図 39】



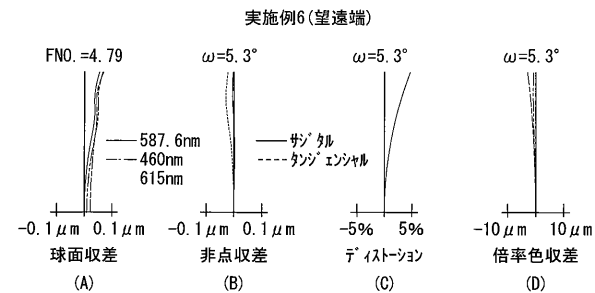
【図 40】



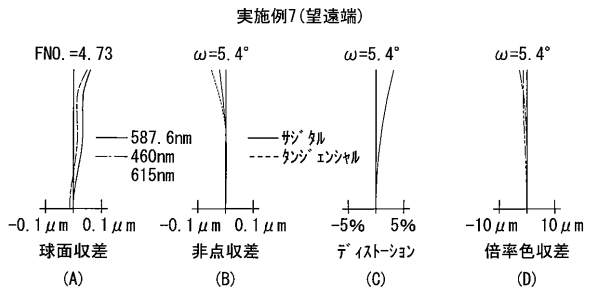
【図 42】



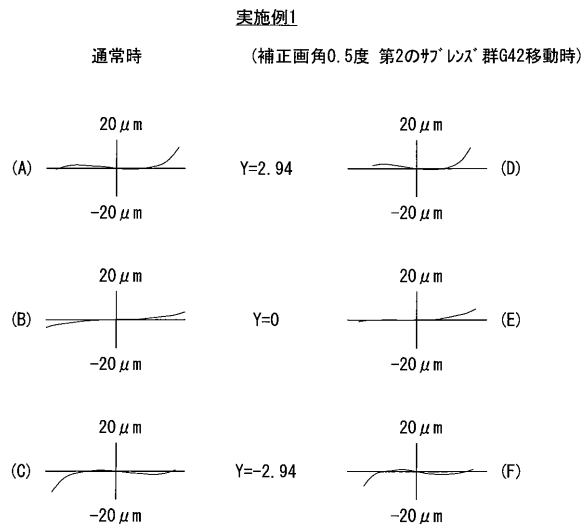
【図 41】



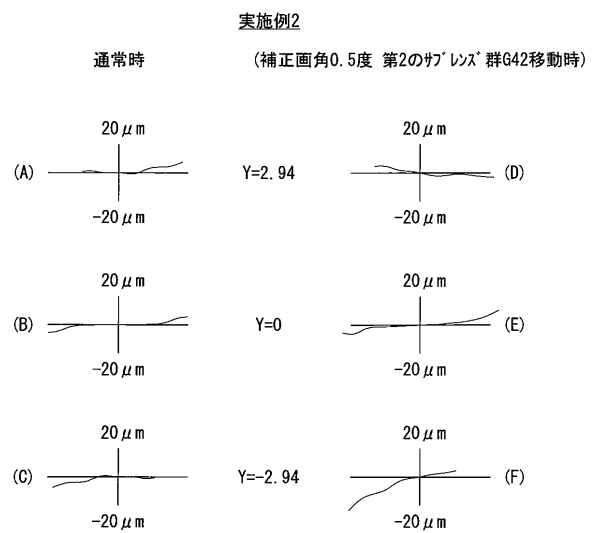
【図 43】



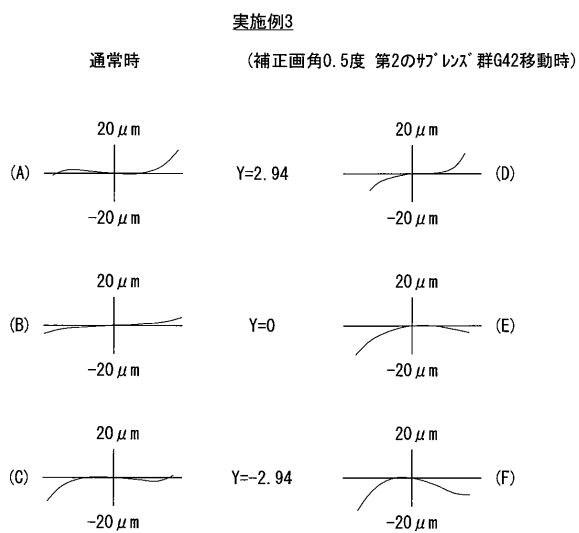
【図 4 4】



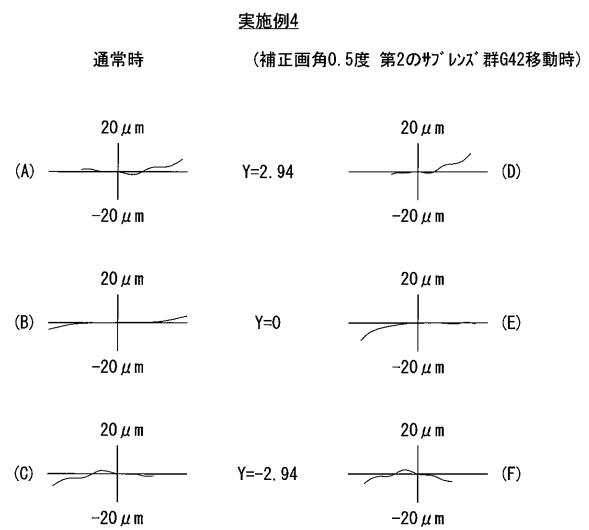
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】

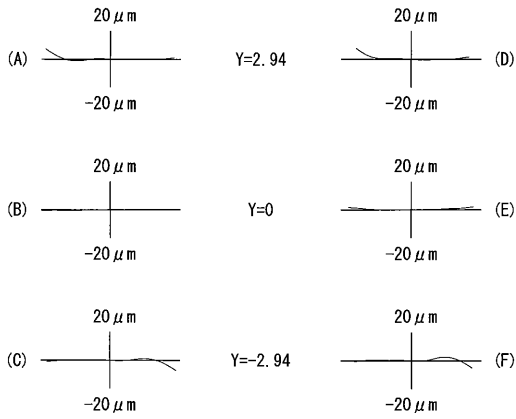


【図 48】

実施例5

通常時

(補正画角0.5度 第2のサブレンズ群G42移動時)

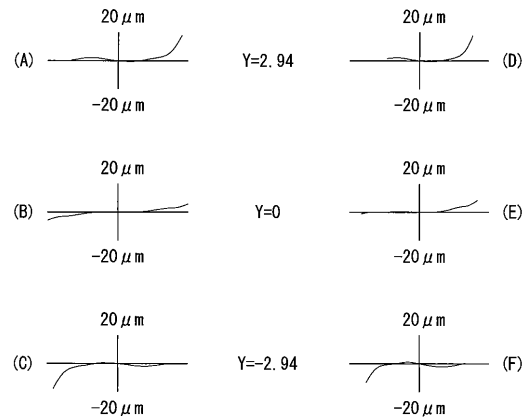


【図 49】

実施例6

通常時

(補正画角0.5度 第2のサブレンズ群G42移動時)

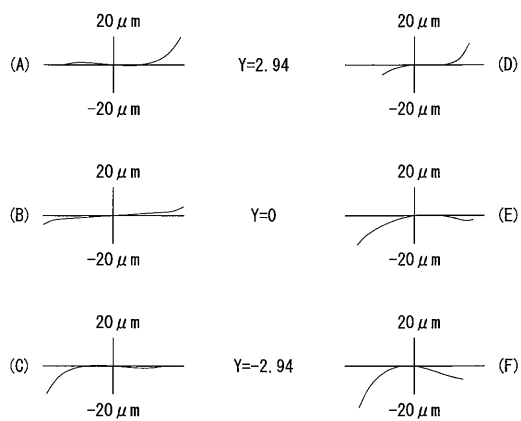


【図 50】

実施例7

通常時

(補正画角0.5度 第2のサブレンズ群G42移動時)



【手続補正書】

【提出日】平成19年4月4日(2007.4.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

[第6の実施の形態]

次に、本発明における第6の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図6は、第6の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第6の数値実施例(実施例6:図18,図19)のレンズ構成に対応している。上記第1~第5の実施の形態では最も物体側の第1のレンズ群G1を固定群としたが、本実施の形態では、第2のレンズ群G2と共に第1のレンズ群G1についても光軸Z1に沿って移動させることにより変倍が行われるようになっている。例えば広角側から望遠側へと変倍させる際には、第1のレンズ群G1を、一旦物体側から像側に向かうようにわずかに移動させたのち、徐々に物体側へ移動させ、再度、物体側から像側に向かうようにわずかに移動させるようにする。第1のレンズ群G1の移動軌跡は図6に示したようにS字状の曲線を描くこととなる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

[第7の実施の形態]

次に、本発明における第7の実施の形態としての変倍光学系について説明する。図7は、第7の実施の形態としての変倍光学系の一構成例を示している。この構成例は、後述の第7の数値実施例(実施例7:図20,図21)のレンズ構成に対応している。本実施の形態の変倍光学系は、第4のレンズ群G4が2つのサブレンズ群によって形成されている点を除き、上記第6の実施の形態の変倍光学系(図6)とほぼ同様の構成である。本実施の形態の変倍光学系では、第4のレンズ群G4が、物体側から順に配置された第1および第2のサブレンズ群G41, G42のみを有している。ここで、第1のサブレンズ群G41は、例えば正の屈折力を有する単一のレンズL41によって構成されている。レンズL41は、近軸において像側に凸面を向けたメニスカス形状をなしている。第2のサブレンズ群G42は、例えば像側に凸面を向けた正のメニスカス形状をなすレンズL42と両凹形状をなすレンズL43とが物体側から順に配置されてなる接合レンズからなり、全体として負の屈折力を有している。このような構成により、上記第6の実施の形態としての変倍光学系と比べて全長が短縮され、さらなるコンパクトが達成される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 8 】

実施例 1・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
G1	1	42.6882	0.82	1.84666	23.8
	2	17.7896	3.03	1.48749	70.2
	3	-118.5780	0.10		
	4	20.6233	2.50	1.83481	42.7
	5	243.0005	D5(可変)		
G2	6	149.4677	0.60	1.88300	40.8
	7	7.2762	1.59		
	8	-10.0481	0.61	1.80400	46.6
	9	9.4236	1.70	1.92286	18.9
	10	-953.5735	D10(可変)		
G5	*11	18.7184	1.20	1.51537	61.2
	*12	-82.4841	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	6.7343	3.16	1.51823	58.9
	15	-188.7006	0.55	1.90366	31.3
	16	8.2233	0.10		
	*17	7.1371	2.57	1.51537	61.2
	*18	-10.7915	D18(可変)		
G4	*19	-733.4864	0.80	1.51007	56.2
	*20	105.9670	1.57		
	21	65.1958	1.71	1.84666	23.8
	22	-10.1387	0.61	1.80610	33.3
	23	8.3543	3.50		
GC	24	16.4967	1.40	1.51007	56.2
	25	-25.2668	5.93		
	26	∞	0.85	1.51680	64.2
	27	∞			

(*非球面) (f=6.67~37.72, FNO.=3.58~4.92, $2\omega=60.8\sim10.6^\circ$)

【 手続補正 4 】

【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 1 0

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【図 10】

実施例 2・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d j (アッペ数)
G1	1	177.9568	0.82	1.80518	25.4
	2	19.0707	1.55		
	3	0	12.80	1.78590	44.2
	4	0	0.04		
	5	0	1.75	1.49700	81.6
	6	-26.1119	0.10		
	*7	18.5271	2.40	1.56865	58.6
	*8	-52.0614	D8(可変)		
G2	9	0.0000	0.60	1.88300	40.8
	10	9.8340	1.08		
	11	-10.6414	0.61	1.80400	46.6
	12	16.2900	1.49	1.92286	18.9
	13	-42.6622	D13(可変)		
G5	*14	13.5365	1.20	1.51007	56.2
	*15	117.0142	0.83		
	16(絞り)	0	D16(可変)		
G3	17	7.0919	4.39	1.51742	52.4
	18	-38.3920	0.55	1.90366	31.3
	19	7.6854	0.10		
	*20	6.8187	2.56	1.51537	61.2
	*21	-12.5330	D21(可変)		
	*22	48.4354	0.80	1.51007	56.2
G4	*23	32.6302	1.57		
	24	14.5716	1.66	1.58144	40.7
	25	-79.4660	0.60	1.83481	42.7
	26	8.0984	3.50		
	27	38.2981	1.20	1.51007	56.2
GC	28	-37.8512	5.98		
	29	∞	0.85	1.51680	64.2
	30	∞			

(*非球面) ($f=6.64\sim 37.56$, $FN0.=3.91\sim 5.16$, $2\omega=61.1\sim 10.7^\circ$)

【手続補正 5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 2】

実施例 3・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
G1	1	52.0872	0.82	1.84666	23.8
	2	19.2187	4.01	1.48749	70.2
	3	-60.7687	0.10		
	4	19.6997	2.50	1.83481	42.7
	5	130.7837	D5(可変)		
G2	6	114.4787	0.60	1.88300	40.8
	7	7.2610	1.63		
	8	-10.1077	0.61	1.80400	46.6
	9	9.5131	1.68	1.92286	18.9
	10	-497.0108	D10(可変)		
G5	*11	15.3132	1.20	1.51537	64.5
	*12	-105.3576	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	6.0011	2.98	1.51742	52.4
	15	-429.0579	0.90	1.90366	31.3
	16	6.6729	0.10		
	*17	6.2901	2.56	1.51537	64.5
	*18	-12.4986	D18(可変)		
G4	*19	-49.9997	1.20	1.51007	56.2
	*20	-24.9999	1.57		
	21	-26.2344	3.00	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.83400	37.2
	23	86.5775	7.00		
GC	24	∞	0.85	1.51680	64.2
	25	∞	0		

(*非球面) (f=6.68~37.77, FNO.=3.59~4.88, 2 ω =60.7~10.7°)

(*非球面) (f=6.68~37.77, FNO.=3.59~4.88, $2\omega=60.7\sim10.7^\circ$)

【手続補正 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 4】

実施例 4・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν dj (アッベ数)
G1	1	172.8973	0.82	1.80518	25.4
	2	19.0725	1.70		
	3	0	12.80	1.78590	44.2
	4	0	0.05		
	5	0	1.75	1.49700	81.6
	6	-24.8330	0.10		
	*7	19.3010	2.33	1.56865	58.6
	*8	-51.1178	D8(可変)		
G2	9	1522.1199	0.60	1.88300	40.8
	10	10.3933	1.10		
	11	-11.3823	0.61	1.80400	46.6
	12	14.4621	1.48	1.92286	18.9
	13	-65.3087	D13(可変)		
G5	*14	14.0083	1.20	1.51007	56.2
	*15	106.0167	0.50		
	16(絞り)	0	D16(可変)		
G3	17	6.9073	4.41	1.51742	52.4
	18	-38.6270	0.55	1.90366	31.3
	19	7.6784	0.10		
	*20	6.7219	2.42	1.51537	61.2
	*21	-14.7903	D21(可変)		
G4	*22	-12.0001	0.94	1.51007	56.2
	*23	-12.4710	1.20		
	24	12.0308	1.51	1.56732	42.8
	25	-47.2705	0.60	1.83481	42.7
GC	26	10.4630	10.62		
	27	∞	0.85	1.51680	64.2
	28	∞	0		

(*非球面) (f=6.62~37.42, FNO.=3.91~5.24, 2 ω =60.8~10.7°)

(*非球面) (f=6.62~37.42, FNO.=3.91~5.24, $2\omega=60.8\sim10.7^\circ$)

【手続補正 7】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 16】

実施例 5・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
G1	1	114.6154	0.82	1.80610	40.9
	2	15.0000	2.30		
	3	0	9.80	1.78590	44.2
	4	0	0.04		
	5	0	1.75	1.49700	81.6
	6	-18.8036	0.10		
	*7	21.4834	2.09	1.51680	64.2
	*8	-67.3085	D8(可変)		
G2	9	-398.0243	0.60	1.88300	40.8
	10	13.9286	1.21		
	11	-9.0975	0.61	1.51823	58.9
	12	23.6944	1.70	1.92286	18.9
	13	-74.4781	D13(可変)		
	14(絞り)	0	D14(可変)		
G3	15	7.2665	4.41	1.70000	48.1
	16	-17.1513	0.55	1.90366	31.3
	17	7.0723	0.10		
	*18	6.0457	2.55	1.51537	61.2
	*19	-11.7929	D19(可変)		
G4	*20	-11.9512	1.20	1.51007	56.2
	*21	-10.6287	1.57		
	22	14.1263	1.66	1.78470	26.3
	23	-61.3994	0.60	1.83400	37.2
	24	6.8672	3.50		
	25	16.2196	1.20	1.51007	56.2
GC	26	55.5879	5.31		
	27	∞	0.85	1.51680	64.2
	28	∞			

(*非球面) ($f=6.66\sim 18.82$, $FNO.=3.91\sim 5.25$, $2\omega=61.2\sim 21.0^\circ$)

【手続補正 8】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 18

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 18】

実施例 6・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
G1	1	47.3506	0.82	1.84666	23.8
	2	18.6577	3.03	1.48749	70.2
	3	-91.8226	0.10		
	4	20.1228	2.50	1.83481	42.7
	5	157.8610	D5(可変)		
G2	6	67.2932	0.60	1.88300	40.8
	7	6.7157	1.55		
	8	-9.2365	0.61	1.80400	46.6
	9	9.5868	1.70	1.92286	18.9
	10	-183.4700	D10(可変)		
G5	*11	16.6347	1.20	1.51537	61.2
	*12	-105.0707	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	6.7309	3.16	1.51823	58.9
	15	-100.6233	0.55	1.90366	31.3
	16	8.3328	0.10		
	*17	7.1202	2.57	1.51537	61.2
	*18	-10.4055	D18(可変)		
G4	*19	-200.0001	0.80	1.51007	56.2
	*20	172.4082	1.57		
	21	76.2394	1.71	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.80610	33.3
	23	8.4379	3.50		
GC	24	15.0127	1.40	1.51007	56.2
	25	-26.5115	5.83		
	26	∞	0.85	1.51680	64.2
	27	∞			

(*非球面) ($f=6.65\sim 37.62$, $FNO.=3.54\sim 4.79$, $2\omega=60.8\sim 10.6^\circ$)

【手続補正 9】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 20

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 20】

実施例 7・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d j (アッベ数)
G1	1	59.8321	0.82	1.84666	23.8
	2	20.9253	4.01	1.48749	70.2
	3	-56.2832	0.10		
	4	19.7020	2.50	1.83481	42.7
	5	91.4807	D5(可変)		
G2	6	63.2632	0.60	1.88300	40.8
	7	6.8181	1.65		
	8	-9.9184	0.61	1.80400	46.6
	9	10.5004	1.68	1.92286	18.9
	10	-102.9442	D10(可変)		
G5	*11	13.4857	1.20	1.51537	64.5
	*12	-541.0554	0.83		
	13(絞り)	0	D13(可変)		
G3	14	5.8870	2.98	1.51742	52.4
	15	-512.3292	0.90	1.90366	31.3
	16	6.3401	0.10		
	*17	6.0301	2.56	1.51537	64.5
	*18	-11.9612	D18(可変)		
G4	*19	-50.0000	0.95	1.51007	56.2
	*20	-25.0016	1.57		
	21	-25.6536	2.69	1.84666	23.8
	22	-10.0000	0.61	1.83400	37.2
	23	118.7474	6.99		
GC	24	∞	0.85	1.51680	64.2
	25	∞			

(*非球面) ($f=6.64\sim 37.57$, $FNO.=3.55\sim 4.73$, $2\omega=61.0\sim 10.8^\circ$)

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA15 NA07 PA09 PA10 PA11 PA16 PA20 PB12 PB13
PB14 QA02 QA06 QA07 QA17 QA21 QA25 QA32 QA34 QA39
QA41 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 SA23 SA27
SA29 SA32 SA43 SA47 SA49 SA52 SA56 SA62 SA63 SA64
SA65 SA72 SA74 SA75 SA76 SB04 SB14 SB22 SB24 SB34
SB35 SB44 SB45