

(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2012-2902

(P2012-2902A)

(43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/16 (2006.01)	G02B 15/16	2H087
G03B 17/12 (2006.01)	G03B 17/12 Z	2H101

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2010-135907 (P2010-135907)
(22) 出願日 平成22年6月15日 (2010. 6. 15)

(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 河村 大樹
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
番地 フジノン株式会社内

[最終頁に続く](#)

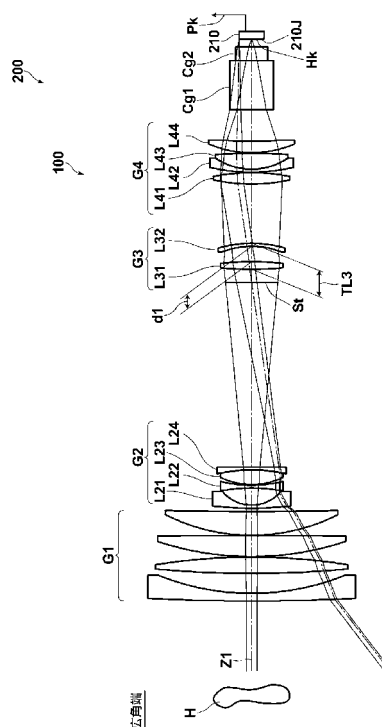
(54) 【発明の名称】 **ズームレンズおよび撮像装置**

(57) 【要約】

【課題】高倍率で大口径比のズームレンズにおいて、少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができるようにする。

【解決手段】物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の第1レンズ群G1、変倍時に移動させて倍率を変化させる負の第2レンズ群G2、変倍時に光軸方向に対して固定される正の第3レンズ群G3、変倍時に移動させてこの変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の第4レンズ群G4を配し、第3レンズ群G3を、正の第3群第1レンズと物体側に凹面を向けた負の第3群第2レンズの2枚からなるものとし、第4レンズ群G4を、負レンズと2枚以上の正レンズとを有するものとし、さらに、第3群第1レンズを形成する光学部材のd線を基準としたアップ倍数を v_{d31} としたときに条件式(1)： $1.6 < v_{d31} < 3.5$ を満足するように構成する。

【選択図】 図 1 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 1 レンズ群、変倍時に移動させて倍率を変化させる負の屈折力を有する第 2 レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 3 レンズ群、変倍時に移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第 4 レンズ群を有し、

前記第 3 レンズ群が、正の屈折力を有する第 3 群第 1 レンズと物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 3 群第 2 レンズの 2 枚からなるものであり、

前記第 4 レンズ群が、負レンズと 2 枚以上の正レンズとを有するものであり、

以下の条件式 (1) を満足するものであることを特徴とするズームレンズ。

10

$$1.6 < v_{d31} < 3.5 \quad \cdots (1)$$

v_{d31} : 第 3 群第 1 レンズを形成する光学部材の d 線を基準としたアッベ数

【請求項 2】

以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

$$2.8 < f_3 / f_4 < 12.0 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_4 : 第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 3】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

20

$$0.2 < f_4 / f_t < 0.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

f_t : ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離

f_4 : 第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_{31} / f_3 < 0.7 \quad \cdots (4)$$

ただし、

f_{31} : 第 3 群第 1 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

30

【請求項 5】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$v_{d32} - v_{d31} < 3.0 \quad \cdots (5)$$

ただし、

v_{d32} : 第 3 群第 2 レンズを形成する光学部材の d 線を基準としたアッベ数

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群が、3 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとで構成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

40

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群が、物体側より順に、正の単レンズ、接合レンズ、正の単レンズを配した 3 群 4 枚で構成されるものであることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 8】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 6 または 7 記載のズームレンズ。

$$6.0 < v_{d4p} \quad \cdots (6)$$

ただし、

50

v d 4 p : 第 4 レンズ群に配されている正レンズそれぞれを形成する光学部材のうち d 線を基準とするアッペ数が最も大きい光学部材のアッペ数、

【請求項 9】

以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.2 < d / TL3 < 0.8 \quad \cdots (7)$$

ただし、

d : 第 3 群第 1 レンズと第 3 群第 2 レンズとの光軸上における間隔 (空気間隔)

TL3 : 第 3 レンズ群全体の光軸上における厚み

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群を構成する全てのレンズ面が球面であることを特徴とする請求項 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 4 レンズ群を構成する全てのレンズ面が球面であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 12】

以下の条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.4 < |f2| / (fw \cdot ft)^{1/2} < 0.8 \quad \cdots (8)$$

ただし、

f2 : 第 2 レンズ群の焦点距離

fw : ズーム設定を広角端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離

ft : ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群が、3 枚の負レンズと 1 枚の正レンズとで構成されたものであることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負の屈折力を有する第 2 群第 1 レンズ、負の屈折力を有する第 2 群第 2 レンズ、正の屈折力を有する第 2 群第 3 レンズ、負の屈折力を有する第 2 群第 4 レンズを配したものであることを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 1 から 14 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】

【0001】

本発明は、高倍率で大口径比の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】

従来より、TV 放送用カメラや、高画質タイプの民生用ビデオカメラに採用されるズームレンズにおいて、色分解プリズムを用いた 3 板撮像方式 (例えば赤色、緑色、青色の各色毎に専用の撮像素子を用いてカラー画像を撮像する方式) に適用するズームレンズが知られている。これらのズームレンズに採用されるレンズタイプとして、物体側より順に、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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群を有する 4 群からなるズームレンズ、あるいは、さらに、1 つのレンズ群を加えた 5 群からなるズームレンズが多く提案されている。

【0003】

10

20

30

40

50

これらの 3 板撮像方式に適用されるズームレンズは、大口径比（例えば、 $F1.4 \sim F1.8$ ）、かつバックフォーカス（後側焦点距離ともいう）が大きいことが特徴となっている（特許文献 1 および特許文献 2 参照）。

【0004】

また、そのような特徴を満足した上で、良好な光学性能を確保するためには、特に、開口絞り以降のレンズ構成の最適化が重要であることが知られている。

【0005】

例えば、開口絞りの直後に配されている第 3 レンズ群を 3 枚で構成したズームレンズ（特許文献 1 参照）や 5 枚で構成したズームレンズ（特許文献 2 参照）が知られている。特許文献 2 に記載のズームレンズは、第 3 レンズ群に防振機能を持たせるためもあって、レンズ枚数が多くなっているが、いずれにせよ、3 板撮像方式に適用されるズームレンズは、第 3 レンズ群以降に多くのレンズが必要となってくる。

【0006】

また、特許文献 1 に記載のズームレンズは、変倍比が 10 倍程度とそれほど大きくないため、4 群のレンズ枚数が少ない構成となっているが、変倍比をさらに大きくしようとするとこの 4 群のレンズ枚数が増えることになる。

【0007】

ところで、単板撮像方式（1 つの撮像素子を用いてカラー画像を撮像する方式）に適用されるズームレンズには第 3 レンズ群を 2 群 2 枚のテレフォトタイプで構成したものが知られている（特許文献 3 参照）。この単板撮像方式に適用されるズームレンズは、少ないレンズ枚数で、大口径比（ $F1.4 \sim F1.6$ ）を実現することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2006 - 133582 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 322635 号公報

【特許文献 3】特開平 6 - 300968 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、3 板撮像方式へ適用するズームレンズに対して上記単板撮像方式へ適用するズームレンズの第 3 レンズ群と同様の構成を適用し、この 3 板撮像方式へ適用するズームレンズの第 3 レンズ群を 2 枚のレンズで構成することができれば、ズームレンズの小型化、および低コスト化を実現できると考えられる。

【0010】

ここで、3 板撮像方式へ適用するズームレンズの第 3 レンズ群以降のレンズのパワー配置は、そのズームレンズに対して定められるバックフォーカスに応じて大きく異なるため、第 3 レンズ群を 2 枚とする構成を 3 板撮像方式へ適用するズームレンズに採用するためには、ズームレンズを構成する各群のパワー配置および第 3 レンズ群を構成するレンズ部材の選択に工夫が必要となってくる。

【0011】

なお、4 群構成でバックフォーカスの大きなズームレンズ（3 板撮像方式に適用されるもの）と 4 群構成でバックフォーカスの小さなズームレンズ（単板撮像方式に適用されるもの）とでは、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とが担う役割、およびそれらのレンズ群に割り当てられるパワー配置に大きな違いがある。

【0012】

すなわち、3 板撮像方式に適用するズームレンズは、大きなバックフォーカスを得るために、第 3 レンズ群のパワーが弱く第 4 レンズ群のパワーが強くなるように構成されており、このように構成されたズームレンズの収差補正のバランスは、単板撮像方式に適用するズームレンズの収差補正のバランスとは全く異なっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

例えば、特許文献 3 に示されるバックフォーカスの小さい単板撮像方式に適用するズームレンズの第 3 レンズ群を構成する正の屈折力を有するレンズには低分散材料が用いられている。このようにバックフォーカスの小さいタイプのズームレンズにおいては、各レンズ群毎に色消し（色収差の補正）が実施されていることが望ましく、第 3 レンズ群においても色消しのために低分散材料を用いることが望ましい。なお、以後の説明において、正の屈折力を有するレンズを正のレンズ、あるいは正レンズと称し、負の屈折力を有するレンズを負のレンズ、あるいは負レンズと称する。

【 0 0 1 4 】

一方、3 板撮像方式に適用するズームレンズにおいて、バックフォーカスを大きくしようとする、第 3 レンズ群のパワーが弱くなり第 4 レンズ群に入射する光線高が大きくなる。そのため、色収差に関しては、主に、第 4 レンズ群が倍率色収差の補正を担い、第 3 レンズ群が軸上色収差の補正を担うことになる。より具体的には、第 4 レンズ群で軸上色収差が補正過剰気味になるため、第 3 レンズ群でその補正過剰気味の軸上色収差を打ち消してこの軸上色収差の補正におけるバランスを保つ必要がある。このように、3 板撮像方式に適用するズームレンズにおいては、複数のレンズ群に跨って色消し（色収差の補正）が実施されることがある。

【 0 0 1 5 】

さらに、3 板撮像方式に適用するようなズームレンズにおいて、20 倍に達するような高倍率を実現する際には、フォーカス調節を行う群である第 4 レンズ群の構成やパワー配分の最適化が重要となる。例えば、第 4 レンズ群のパワーが弱いと、変倍し合焦させる時のこの第 4 レンズ群の移動量が大きくなりズームレンズが大型化する。一方、ズームレンズを小型化するためには、第 4 レンズ群と同じ正の屈折力を有するレンズ群である第 3 レンズ群のパワーを強くする必要があるが、そうすると、バックフォーカスを大きくすることが難しくなる。これとは逆に、第 4 レンズ群のパワーを強くしすぎると、第 4 レンズ群の有効径が大きくなるとともに、フォーカシングがスムーズに実効できなくなるという問題が生じる。このように、高倍率で大口径比のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群以降を少ないレンズ枚数で構成して、大きなバックフォーカスを得ることが難しいという問題がある。

【 0 0 1 6 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができる高倍率で大口径比のズームレンズおよび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】

【 0 0 1 7 】

本発明のズームレンズは、物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 1 レンズ群、変倍時に移動させて倍率を変化させる負の屈折力を有する第 2 レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 3 レンズ群、変倍時に移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第 4 レンズ群を有し、第 3 レンズ群が、正の屈折力を有する第 3 群第 1 レンズと物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 3 群第 2 レンズの 2 枚からなるものであり、第 4 レンズ群が、負レンズと 2 枚以上の正レンズとを有するものであり、第 3 群第 1 レンズを形成する光学部材の d 線を基準としたアップベ数を $v d 3 1$ としたときに、条件式 (1) : $16 < v d 3 1 < 35$ を満足することを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

前記第 4 レンズ群は、2 枚以上の負レンズを有するものとする。また、第 4 レンズ群は、負レンズを 1 枚のみ有するものとする。また、第 4 レンズ群は、負レンズを 1 枚のみ有するものとする。

【 0 0 1 9 】

前記ズームレンズは、第 3 レンズ群全体の焦点距離を $f 3$ 、第 4 レンズ群全体の焦点距離を $f 4$ としたときに、条件式 (2) : $2.8 < f 3 / f 4 < 12.0$ を満足するものと

10

20

30

40

50

することが望ましい。

【0020】

前記ズームレンズは、ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離を f_t としたときに、条件式(3)： $0.2 < f_4 / f_t < 0.5$ を満足するものとする
ことが望ましい。

【0021】

前記ズームレンズは、第3群第1レンズの焦点距離を f_{31} としたときに、条件式(4)： $0.2 < f_{31} / f_3 < 0.7$ を満足するものとする
ことが望ましい。

【0022】

前記ズームレンズは、第3群第2レンズを形成する光学部材の d 線を基準としたアッペ
数を v_{d32} としたときに、条件式(5)： $v_{d32} - v_{d31} < 30$ を満足するものと
することが望ましい。

10

【0023】

前記第4レンズ群は、3枚の正レンズと1枚の負レンズとで構成されたものとする
ことができる。

【0024】

前記第4レンズ群は、物体側より順に、正の単レンズ、接合レンズ、正の単レンズを配
した3群4枚で構成されたものとする
ことができる。

【0025】

なお、正の単レンズは、正の屈折力を有する単レンズを意味する。

20

【0026】

前記ズームレンズは、第4レンズ群に配されている正レンズそれぞれを形成する光学部
材のうち d 線を基準とするアッペ数が最も大きい光学部材におけるアッペ数を v_{d4p} と
したときに、条件式(6)： $60 < v_{d4p}$ を満足するものとする
ことが望ましい。

【0027】

例えば、第4レンズ群中の正レンズが第1正レンズ～第3正レンズの3枚のみであり、
第1正レンズのアッペ数が v_1 、第2正レンズのアッペ数が v_2 、第3正レンズのアッペ
数が v_3 であり、 $v_1 < v_2 < v_3$ であるときには、 v_{d4p} の値として v_3 の値が適用
されることになる。

【0028】

前記ズームレンズは、光軸上における第3群第1レンズと第3群第2レンズとの間隔を
 d とし、光軸上における第3レンズ群全体の厚みを TL_3 としたときに、条件式(7)：
 $0.2 < d / TL_3 < 0.8$ を満足するものとする
ことが望ましい。

30

【0029】

なお、第3群第1レンズと第3群第2レンズとの間隔は、互に隣接する第3群第1レン
ズのレンズ面と第3群第2レンズのレンズ面との光軸上での間隔(空気間隔)である。ま
た、第3レンズ群全体の厚みは、第3レンズ群中の最も物体側のレンズ面からこの第3レ
ンズ群中の最も像側のレンズ面までの光軸上での距離に対応するものである。

【0030】

前記第3レンズ群を構成する全てのレンズ面は球面とすることができる。すなわち、第
3レンズ群は、全てのレンズ面が球面で形成されたものとする
ことができる

40

前記第4レンズ群を構成する全てのレンズ面は球面とすることができる。すなわち、第
4レンズ群は、全てのレンズ面が球面で形成されたものとする
ことができる

前記ズームレンズは、第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、ズーム設定を広角端に定め
たときのズームレンズ全系の焦点距離を f_w としたときに、条件式(8)： $0.4 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.8$ を満足するものとする
ことが望ましい。

【0031】

前記第2レンズ群は、3枚の負レンズと1枚の正レンズとで構成されたものとする
ことができる。

【0032】

50

前記第2レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第2群第1レンズ、負の屈折力を有する第2群第2レンズ、正の屈折力を有する第2群第3レンズ、負の屈折力を有する第2群第4レンズを配したものとすることができる。

【0033】

本発明の撮像装置は、前記ズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

【0034】

なお、接合レンズを含む場合のレンズ枚数については、 n 枚のレンズを接合してなる接合レンズは n 枚のレンズからなるものとしてそのレンズ枚数をカウントする。

【0035】

また、レンズ群は、複数のレンズで構成されるものに限らず、1枚のレンズで構成されるものであってもよい。

【0036】

また、 d 線を基準とした光学部材のアップベ数 v は、 $v = (Nd - 1) / (NF - NC)$ の式で求められる値である。ただし、 NF ： F 線（486.1nm）に対する光学部材の屈折率、 Nd ： d 線（587.6nm）に対する光学部材の屈折率、 NC ： C 線（656.3nm）に対する光学部材の屈折率である。

【発明の効果】

【0037】

本発明のズームレンズおよび撮像装置によれば、物体側より順に、変倍時に固定される正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍時に移動させる負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍時に固定される正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍時に移動させてこの変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、第3レンズ群を、正の屈折力を有する第3群第1レンズと物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第3群第2レンズの2枚からなるものとし、第4レンズ群を、負レンズと2枚以上の正レンズとを有するものとし、条件式（1）： $1.6 < v_d < 3.5$ を満足するようにしたので、このズームレンズの全ズーム域において軸上色収差の補正と倍率色収差の補正とのバランスを良好に保つことができ、高倍率で大口径比でありながら少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができる。

【0038】

すなわち、大きなバックフォーカスを確保するために、第3レンズ群のパワーを弱くし第4レンズ群のパワーを強くすると、この第4レンズ群での光線高が大きくなる。そのようなときには、色収差補正の観点において、第4レンズ群は、主に倍率色収差を補正する役割を担い、第4レンズ群によって補正する軸上色収差については過剰補正気味になる。

【0039】

一方、第3レンズ群については、倍率色収差が良好に補正された状態を維持しつつ、上記第4レンズ群において過剰補正気味になっている軸上色収差を、光線高の小さい第3レンズ群で発生する軸上色収差によって打ち消すようにすることができる。

【0040】

すなわち、ズームレンズを変倍させ合焦させる時の色収差の変動を小さくするために、第4レンズ群では軸上色収差を補正過剰気味にしておき、第3レンズ群の正レンズに対して条件式（1）を満足するような高分散材料を用いて、第4レンズ群で生じる補正過剰気味の軸上色収差を第3レンズ群で生じる軸上色収差で相殺するようにバランスを取ることができる。

【0041】

このような色収差の補正は、ズームレンズを高倍率化したときにも同様に適用することができ、第3レンズ群の担う軸上色収差の補正と第4レンズ群の担う軸上色収差の補正とのバランスを調節することができるので、高倍率で大口径比でありながら少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができる。

【0042】

これに対して、条件式（1）の範囲を外れるようにこのズームレンズを構成すると、軸

10

20

30

40

50

上色収差の補正と倍率色収差の補正とのバランスを保てなくなるという問題が生じる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 3 】

【図 1 A】本発明の実施の形態によるズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図

【図 1 B】撮像装置のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 2 A】実施例 1 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 2 B】実施例 1 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

10

【図 3 A】実施例 2 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 3 B】実施例 2 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 4 A】実施例 3 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 4 B】実施例 3 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 5 A】実施例 4 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 5 B】実施例 4 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 6 A】実施例 5 のズームレンズの概略構成を示す断面図

20

【図 6 B】実施例 5 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 7 A】実施例 6 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 7 B】実施例 6 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 8 A】実施例 7 のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図 8 B】実施例 7 のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図 9】実施例 1 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 0】実施例 2 のズームレンズの諸収差を示す図

30

【図 1 1】実施例 3 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 2】実施例 4 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 3】実施例 5 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 4】実施例 6 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 5】実施例 7 のズームレンズの諸収差を示す図

【図 1 6】本発明のズームレンズを用いて構成したビデオカメラを示す図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 4 】

以下、本発明の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ついて図面を参照して説明する。

40

【 0 0 4 5 】

図 1 A、図 1 B は、本発明のズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図であり、図 1 A はズーム設定を広角端に定めたときの状態を詳しく示す図、図 1 B はズーム設定を広角端と望遠端とに定めたときの状態それぞれを比較して示す図である。図 1 B 中の (W) で示す図はズーム設定を広角端に定めたときの状態を示し、図 1 B 中の (T) で示す図はズーム設定を望遠端に定めたときの状態を示している。

【 0 0 4 6 】

図示の撮像装置 2 0 0 は、装置サイズが小さく、大きなバックフォーカス（後側焦点距離ともいう）を有し、色分解プリズムを用いた 3 板撮像方式に適用可能な高倍率で大口径比のズームレンズ 1 0 0 を搭載した T V 放送用カメラ等に用いられる撮像装置である。

50

【 0 0 4 7 】

このズームレンズ 1 0 0 は、C C D や C M O S 等からなる撮像素子 2 1 0 の受光面 2 1 0 J 上に被写体 H を表す光学像 H k を結像させるものである。なお、この高倍率で大口径比のズームレンズ 1 0 0 は、少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができるようにしたものである。

【 0 0 4 8 】

撮像装置 2 0 0 に配されている撮像素子 2 1 0 は、ズームレンズ 1 0 0 を通して結像される被写体 H を表す光学像 H k を電気信号に変換して、この光学像 H k を示す画像信号 P k を出力するものである。

【 0 0 4 9 】

このズームレンズ 1 0 0 は、ズーム設定を望遠端に定める場合から、望遠端と広角端との中間領域にズーム設定を定める場合に亘って、開放径を制御することを想定している。

【 0 0 5 0 】

はじめに、ズームレンズの基本構成について説明する。

【 0 0 5 1 】

<ズームレンズの基本構成およびその作用、効果について>

ズームレンズ 1 0 0 は、光軸 Z 1 に沿って物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、変倍時に移動させて倍率を変化させる負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、変倍時に移動させてこの変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4、および色分解光学系や各種フィルタ類である光学要素 C g 1、C g 2 を備えている。

【 0 0 5 2 】

なお、平行平板からなる各光学要素 C g 1、C g 2 は、ズームレンズ 1 0 0 を構成する最も像側に配された正または負の屈折力を有するレンズの像側、かつ、受光面 2 1 0 J の物体側に配されている。

【 0 0 5 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、正の屈折力を有する第 3 群第 1 レンズ L 3 1 と物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 3 群第 2 レンズ L 3 2 の 2 枚からなるものである。なお、正の屈折力を有する第 3 群第 1 レンズと物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 3 群第 2 レンズは物体側からこの順に配されたものとするのが望ましい。

【 0 0 5 4 】

第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚の負レンズ（ここでは、レンズ L 4 2）と 2 枚以上の正レンズ（ここでは、レンズ L 4 1、L 4 3、L 4 4）とを有するものである。

【 0 0 5 5 】

さらに、ズームレンズ 1 0 0 は、第 3 群第 1 レンズを形成する光学部材の d 線を基準とするアッベ数を $\nu d 3 1$ としたときに、条件式 (1) : $1 6 < \nu d 3 1 < 3 5$ を満足するものである。

【 0 0 5 6 】

なお、バックフォーカスは、ズームレンズ 1 0 0 の最終レンズ面の頂点から後側焦点までの距離である。ここでは、バックフォーカスは、ズームレンズ 1 0 0 を構成する最も像側に配された正または負の屈折力を有するレンズ（レンズ L 4 4）における像側のレンズ面から光学像 H k を結像させる受光面 2 1 0 J までの距離に対応する。

【 0 0 5 7 】

<ズームレンズの基本構成をさらに限定する構成について>

次に、図示のズームレンズ 1 0 0 および撮像装置 2 0 0 の備える上記基本構成をさらに限定する構成要素およびその作用、効果について説明する。なお、基本構成をさらに限定するこれらの構成要素は本発明のズームレンズ 1 0 0 および撮像装置 2 0 0 にとって必須の構成ではない。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

また、本願発明のズームレンズ１００および撮像装置２００は、上記基本構成をさらに限定する構成要素の全てを満足するものであるが、本発明のズームレンズはこれらの基本構成をさらに限定する構成要素のうち、１つのみを満足するものとしてもよいし、２つ以上を組合わせたものを満足するものとしてもよい。

【００５９】

はじめに、条件式（２）～（７）において記号で示す各パラメータの意味をまとめて以下に示す。

【００６０】

f_3 ：第３レンズ群全体の焦点距離

f_4 ：第４レンズ群全体の焦点距離

10

f_t ：ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離

f_{31} ：第３群第１レンズの焦点距離

vd_{32} ：第３群第２レンズを形成する光学部材の d 線を基準としたアッペ数

vd_{4p} ：第４レンズ群に配されている各正レンズを形成する光学部材のうち d 線を基準とするアッペ数が最も大きい光学部材のアッペ数

d ：光軸上における第３群第１レンズと第３群第２レンズとの間隔（空気間隔）

TL_3 ：光軸上における第３レンズ群全体の厚み

f_2 ：第２レンズ群の焦点距離

f_w ：ズーム設定を広角端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離

20

条件式（１）をさらに限定する構成

ズームレンズ１００は、条件式（１'）： $1.7 < vd_{31} < 3.3$ を満足するものとしてすることができる。条件式（１'）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、より正確に、第４レンズ群 G_4 で生じる補正過剰気味の軸上色収差を第３レンズ群 G_3 で相殺することができる。これにより、より容易に、高倍率で大口径比でありながら少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカスを得ることができるズームレンズを構成することができる。

【００６１】

条件式（２）に関する限定構成

条件式（２）： $2.8 < f_3 / f_4 < 12.0$ 、およびより望ましい条件式（２'）： $3.0 < f_3 / f_4 < 11.5$ は、第３レンズ群 G_3 の焦点距離 f_3 と第４レンズ群 G_4 の焦点距離 f_4 との比を規定しており、第３レンズ群 G_3 以降の後続のレンズ群の大型化を防止しつつ、十分な大きさのバックフォーカスを確保し十分遠方に射出瞳位置を定めるための条件である。

30

【００６２】

条件式（２）の下限を下回るようにズームレンズ１００を構成すると、第３レンズ群 G_3 のパワーが強くなり、変倍時や合焦時の球面収差の変動を抑えることが困難になるとともに、色分解光学系や各種フィルタ類（ここでは、光学要素 Cg_1 、 Cg_2 ）を挿入可能とするための十分な大きさのバックフォーカスを得ることが困難になるという問題が生じる。さらに、第４レンズ群 G_4 のパワーが弱くなることを補うためにこの第４レンズ群 G_4 の移動量を大きくしようとすると、変倍時や合焦時の諸収差の変動が大きくなり好ましくない。

40

【００６３】

また、これとは逆に、条件式（２）の上限を上回るようにズームレンズ１００を構成すると、第３レンズ群 G_3 を通して射出される光束径（発散する光束径）が大きくなるため、第４レンズ群 G_4 の径、すなわち、第４レンズ群 G_4 を構成するレンズの径が大きくなるという問題が生じる。

【００６４】

なお、条件式（２）または条件式（２'）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、そのような問題の発生を抑制することができる。また、条件式（２'）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、条件式（２）を満足する場合よりもさらに望

50

ましいレンズ特性を得ることができる。

【0065】

条件式(3)に関する限定構成

条件式(3)： $0.2 < f_4 / f_t < 0.5$ 、およびより望ましい条件式(3')： $0.2 < f_4 / f_t < 0.4$ は、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 とズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離 f_t との関係を規定している。

【0066】

条件式(3)の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、第4レンズ群G4のパワーが強くなり過ぎて、第4レンズ群G4で生じる球面収差を抑えることが困難になるという問題が生じる。

10

【0067】

また、これとは逆に、条件式(3)の上限を上回るようにズームレンズ100を構成すると、第4レンズ群G4のパワーが弱くなり、これを補うために第4レンズ群G4の変倍時の移動量を大きくしようとすると、変倍比が大きい場合にはレンズ系全体が大型化してしまうという問題が生じる。

【0068】

なお、条件式(3)または条件式(3')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、そのような問題の発生を抑制することができる。また、条件式(3')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、条件式(3)を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

20

【0069】

条件式(4)に関する限定構成

条件式(4)： $0.2 < f_{31} / f_3 < 0.7$ 、およびより望ましい条件式(4')： $0.25 < f_{31} / f_3 < 0.6$ は、第3レンズ群G3中の第3群第1レンズL31の焦点距離 f_{31} と第3レンズ群G3全体の焦点距離 f_3 との比を規定している。

【0070】

条件式(4)の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、第3群第1レンズL31のパワーが強くなり、諸収差、特に、高次の球面収差が補正不足になってしまうという問題が生じる。

【0071】

また、これとは逆に、条件式(4)の上限を上回るようにズームレンズ100を構成すると、第3群第1レンズL31のパワーが弱くなり、第3レンズ群G3の持つ負のパワーの割合が増し像面湾曲や非点収差が増大するという問題が生じる。

30

【0072】

なお、条件式(4)または条件式(4')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、そのような問題の発生を抑制することができる。また、条件式(4')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、条件式(4)を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【0073】

条件式(5)に関する限定構成

条件式(5)： $v_{d32} - v_{d31} < 30$ 、およびより望ましい条件式(5')： $v_{d32} - v_{d31} < 28$ は、第3レンズ群G3中の第3群第1レンズL31と第3群第2レンズL32のアッベ数の差を規定している。

40

【0074】

条件式(5)の上限を上回るようにズームレンズ100を構成すると、軸上色収差が増大するという問題が生じる。

【0075】

なお、条件式(5)または条件式(5')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、そのような問題の発生を抑制することができる。また、条件式(5')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、条件式(5)を満足する場合よりもさらに望

50

ましいレンズ特性を得ることができる。

【0076】

第4レンズ群に関する限定構成

第4レンズ群G4は、1枚の負レンズ（レンズL42）と3枚の正レンズ（レンズL41、L43、L44）とで構成されたものとすることができる。第4レンズ群G4をこのように構成されたものとするれば、ズームレンズ100の変倍比が大きい場合であっても、このズームレンズ100の変倍時や合焦時に生ずる諸収差の変動を抑えることができる。

【0077】

また、第4レンズ群G4は、物体側より順に、正の単レンズ（レンズL41）、接合レンズ（レンズL42、L43）、正の単レンズ（レンズL44）を配した3群4枚で構成されるものとすることができる。第4レンズ群G4をこのように構成されるものとするれば、上記と同様に、ズームレンズ100の変倍比が非常に大きい場合であっても、このズームレンズ100の変倍時や合焦時に生ずる諸収差の変動を抑制することができる。

【0078】

条件式(6)に関する限定構成

条件式(6)： $60 < v d_{4p}$ 、およびより望ましい条件式(6')： $62 < v d_{4p}$ は、第4レンズ群G4中に配置された正レンズ（レンズL41、L43、L44）のうち、d線を基準とするアッペ数が最も大きい光学部材を使用しているレンズ（例えば、レンズL43）におけるアッペ数を規定している。

【0079】

条件式(6)または条件式(6')を満足するような低分散材料を少なくとも1枚の正レンズ（例えば、レンズL43）に採用すれば、上記のように軸上色収差の補正と倍率色収差の補正とのバランスを良好に保つことができる。

【0080】

なお、条件式(6')を満足するようにズームレンズ100を構成すれば、条件式(6)を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【0081】

条件式(7)に関する限定構成

条件式(7)： $0.20 < d / T L_3 < 0.80$ 、およびより望ましい条件式(7')： $0.21 < d / T L_3 < 0.75$ 、は、第3レンズ群G3に配置されている2枚のレンズ（レンズL31、L32）の間隔dを、第3レンズ群G3全体の厚みTL3で規格化したものである。

【0082】

なお、2枚のレンズ（レンズL31、L32）の間隔dは、第3群第1レンズ（レンズL31）の像側のレンズ面と第3群第2レンズ（レンズL32）の物体側のレンズ面との光軸上での間隔（空気間隔）であり、第3レンズ群G3全体の厚みTL3は、第3群第1レンズ（レンズL31）の物体側のレンズ面から第3群第2レンズ（レンズL32）の像側のレンズ面までの光軸上での距離である。

【0083】

条件式(7)の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、主点位置を物体側に寄せることができず、ズームレンズが大型化してしまうという問が生じる。

【0084】

また、これとは逆に、条件式(7)の上限を上回るようにズームレンズ100を構成すると、ペッツバル和がマイナス側で大きくなり、良好な像面特性を得ることが困難になる。

【0085】

なお、2枚のレンズ（レンズL31、L32）の空気間隔を条件式(7)または条件式(7')に示すような範囲にまで広げて条件式(7)または条件式(7')を満足するようにズームレンズ100を構成することにより、第3レンズ群G3の主点位置をより物体側に寄せることができ、レンズ系を小型化することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

なお、条件式 (7 ') を満足するようにズームレンズ 1 0 0 を構成すれば、条件式 (7) を満足する場合よりもさらに上記第 3 レンズ群 G 3 の主点位置を物体側に寄せることができ、レンズ系をさらに小型化することができる。

【 0 0 8 7 】

第 3 レンズ群に関する限定構成

第 3 レンズ群 G 3 を構成する全てのレンズ面 (レンズ L 3 1 、 L 3 2) は球面とすることができる。

【 0 0 8 8 】

第 3 レンズ群 G 3 を構成するレンズ面 (レンズ L 3 1 、 L 3 2) を全て球面とすることにより、レンズの製造が容易となり低コスト化を実現できるとともに、製造誤差や組み立て誤差に対する性能劣化を小さくすることができる。

10

【 0 0 8 9 】

第 4 レンズ群に関する限定構成

第 4 レンズ群 G 4 を構成する全てのレンズ面 (レンズ L 4 1 ~ L 4 4) は球面とすることができる。

【 0 0 9 0 】

第 4 レンズ群 G 4 を構成するレンズ面 (レンズ L 4 1 ~ L 4 4) を全て球面とすることにより、レンズの製造が容易となり低コスト化を実現できるとともに、製造誤差や組み立て誤差に対する性能劣化を小さくすることができる。

20

【 0 0 9 1 】

条件式 (8) に関する限定構成

条件式 (8) : $0.4 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.8$ 、およびより望ましい条件式 (8 ') : $0.42 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.75$ は、第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離と、ズーム設定を広角端に定めたときのズームレンズ 1 0 0 全系の焦点距離 f_w と、ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ 1 0 0 全系の焦点距離 f_t との関係を規定するものである。

【 0 0 9 2 】

条件式 (8) の下限を下回るようにズームレンズ 1 0 0 を構成すると、第 2 レンズ群 G 2 のパワーが強くなり過ぎて、像面湾曲、およびコマ収差の補正が困難になるという問題や、製造誤差の許容量が小さくなるという問題が生じる。

30

【 0 0 9 3 】

なお、製造誤差の許容量が小さくなるとは、加工誤差や組立て誤差等による性能劣化の感度 (敏感度、あるいは性能劣化感度) が大きくなることを意味する。製造誤差の許容量が小さくなると、加工誤差や組立て誤差に対して敏感に性能の劣化が顕れるようになる。一方、製造誤差の許容量が大きくなると、すなわち、性能劣化感度が小さくなると、加工誤差や組立て誤差に対する性能の劣化度合いが鈍感になる。

【 0 0 9 4 】

また、これとは逆に、条件式 (8) の上限を上回るようにズームレンズ 1 0 0 を構成すると、第 2 レンズ群 G 2 の移動量が大きくなるとともに、第 1 レンズ群 1 G を通過する光線の高さが大きくなりズームレンズ 1 0 0 の全体が大型化してしまうという問題が生じる。

40

【 0 0 9 5 】

なお、条件式 (8) または条件式 (8 ') を満足するようにズームレンズ 1 0 0 を構成すれば、そのような問題の発生を抑制することができる。また、条件式 (8 ') を満足するようにズームレンズ 1 0 0 を構成すれば、条件式 (8) を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【 0 0 9 6 】

第 2 レンズ群に関する限定構成

第 2 レンズ群 G 2 は、3 枚の負レンズ (ここでは、レンズ L 2 1 、 L 2 2 、 L 2 4) と

50

1枚の正レンズ（ここでは、レンズL23）とで構成されたものとすることができる。第2レンズ群G2をそのように構成されたものとすれば、第2レンズ群G2が負レンズを3枚有することによって、第2レンズ群G2全体の物体側主点の位置を物体側に近づけることができ、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との主点間隔を短くして、軸外光束が第1レンズ群G1を通過する高さを低く保つことができるので、第1レンズ群G1の大型化を抑制することができる。

【0097】

第2レンズ群に関する限定構成

第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の屈折力を有する第2群第1レンズ（レンズL21）、負の屈折力を有する第2群第2レンズ（レンズL22）、正の屈折力を有する第2群第3レンズ（レンズL23）、負の屈折力を有する第2群第4レンズ（レンズL24）を配したものとすることができる。第2レンズ群G2をそのように構成すれば、第2レンズ群G2中の物体側に2枚の負レンズを連続配置して負のパワーを集中させることができ、軸外光束が第1レンズ群G1を通過する高さをより低く保つことができるので、第1レンズ群G1の大型化を抑制することができる。

【0098】

< 具体的な実施例 >

以下、図2A、2B、・・・8A、8B、表1～8を参照し、本発明のズームレンズの実施例1～7それぞれの数値データ等についてまとめて説明する。なお、上述のズームレンズ100を示す図1A、1B中の符号と一致する図2A、2B、・・・8A、8B中の符号は互に対応する構成を示している。

【0099】

図2A、2B、・・・8A、8Bは、実施例1～7のズームレンズそれぞれの概略構成を示す断面図である。

【0100】

図2A、3A・・・8Aはズーム設定を望遠端に定めた状態を詳しく示す図、図2B、3B・・・8Bはズーム設定を広角端に定めた状態と望遠端に定めた状態とを比較して示す図である。図2B～図8B中の（W）で示す図はズーム設定を広角端に定めた状態を示し、図2B～図8B中の（T）で示す図はズーム設定を望遠端に定めた状態を示す。

【0101】

また、図2A、3A・・・8Aの各図中に示すL1、L2、・・・の符号は、各レンズを指す符号であり、物体側から順に並ぶレンズの順番に対応している。ただし、符号L31、L32は、物体側から順に並ぶレンズの順番に対応するものではなく、符号L31が第3群第1レンズを示し、符号L32が第3群第2レンズを示している。また、図1A、1B中の符号L21～L24は第2群中のレンズを示し、符号L41～L44は第4群中のレンズを示している。

【0102】

なお、接合レンズを含む場合のレンズ枚数については、n枚のレンズを接合してなる接合レンズはn枚のレンズからなるものとしてそのレンズ枚数をカウントする。

【0103】

表1～8は、実施例1～7のズームレンズそれぞれの基本的なデータを示す図である。表1～7の各表中の上部（図中符号（a）で示す）にレンズデータを、下部（図中符号（b）で示す）にズームレンズの概略仕様を示す。

【0104】

なお、これらの実施例におけるズームレンズを構成する全てのレンズ面は球面または平面である。

【0105】

また、表8は、実施例1～7のズームレンズに関し、条件式（1）～（8）それぞれの不等式によって範囲が定められる各値（実施例毎に定められる不等式中の計算式によって算出される値、あるいは不等式中に記号で示すズームレンズ光学系の定数に対応する値）を

10

20

30

40

50

示すものである。

【0106】

なお、これらのズームレンズは、ズーム設定を望遠端に定める場合から、望遠端と広角端との中間領域にズーム設定を定める場合に亘って、開口絞りの開放径を絞り込む規制を行うように制御することを想定している。この開放径は、望遠端において $F2.9$ 程度になるように制御される。

【0107】

表1～7の上部の各レンズデータにおいて、面番号 S_i は、最も物体側から像側に向かうに従い順次増加する i 番目 ($i = 1, 2, 3, \dots$) のレンズ面等の番号を示す。なお、これらのレンズデータには開口絞り S_t も含めて記載している。

10

【0108】

曲率半径 R_i は i 番目 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の面の曲率半径を示し、面間隔 D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) は i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸 Z_1 上における面間隔を示す。レンズデータの符号 R_i および符号 D_i は、レンズ面等を示す符号 S_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) と対応している。

【0109】

なお、面間隔 D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) の欄には面間隔を示す数字が記載されている場合と、符号 D_n (n は数値) が記載されている場合があるが、符号 D_n が記載されているところはレンズ群間の面間隔 (空気間隔) に対応しており、それらの面間隔 (空気間隔) はズーム倍率の変更に応じて変化する。

20

【0110】

N_{dj} は物体側から像側に向かうに従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学要素について波長 587.6nm (d 線) に対する屈折率を示し、 v_{dj} は j 番目の光学要素の d 線を基準としたアッペ数を示す。

【0111】

表1～7のレンズデータにおいて、曲率半径および面間隔の単位は mm であり、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【0112】

また、表1～7の下部に符号 (b) で示す欄に、広角端と望遠端とにおける各値、すなわち、 f : レンズ全系の焦点距離 (単位 mm)、 F_{no} : F ナンバー、 2ω : 全画角、 D_{15} 、 D_{20} 、 D_{27} 等 : 各レンズ群間の間隔を示す。

30

【0113】

なお、表1～8は「発明を実施するための形態」における説明の最後にまとめて示す。

【0114】

また、図9～15は、実施例1～実施例7の各ズームレンズの諸収差を示す図である。図中には、波長 587.6nm 、波長 460.0nm 、波長 615.0nm の各光に関する収差が示されている。

【0115】

上記図9～図15の各図中に示す符号 (A) ~ (D) に対応する各収差図は広角端におけるものであり、球面収差 (A)、非点収差 (B)、ディストーション (歪曲収差) (C)、倍率色収差 (倍率の色収差) (D) それぞれを示している。また、各図中に示す符号 (E) ~ (H) に対応する各収差図は望遠端におけるものであり、球面収差 (E)、非点収差 (F)、ディストーション (歪曲収差) (G)、倍率色収差 (倍率の色収差) (H) それぞれを示している。

40

【0116】

なお、ディストーションの図は、レンズ全系の焦点距離 f 、半画角 θ (変数扱い、 $0 < \theta < \omega$) を用いて、理想像高を $f \times \tan \theta$ とし、それからのずれ量を示す。

【0117】

実施例1～7に関する数値データおよび収差図等からわかるように、本発明の高倍率で大口径比のズームレンズおよび撮像装置は、少ないレンズ枚数で大きなバックフォーカス

50

を実現することができる。

【 0 1 1 8 】

図 1 6 は、本発明のズームレンズを用いて構成した撮像装置の一例であるビデオカメラの構成図を示すものである。なお、図 1 6 では、ズームレンズ 1 が備える第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S t、第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 を概略的に示している。

【 0 1 1 9 】

図示のビデオカメラ 1 0 は、3 つの撮像素子を有するいわゆる 3 C C D 方式の撮像装置であるが、本発明の撮像装置はこれに限定されず、1 つの撮像素子で全波長帯域を撮像するものでもよい。ビデオカメラ 1 0 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および赤外線カットフィルタ等の機能を有するフィルタ 2 と、フィルタ 2 の像側に配置された色分解プリズム 3 R、3 G、3 B と、各色分解プリズムの端面に設けられた撮像素子 4 R、4 G、4 B と、信号処理回路 5 とを備えている。撮像素子 4 R、4 G、4 B 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、C C D (C h a r g e C o u p l e d D e v i c e) を用いることができる。撮像素子 4 R、4 G、4 B は、その撮像面がズームレンズ 1 を通して形成される各色毎の光学像の結像面それぞれに一致するように配置されている。

10

【 0 1 2 0 】

ズームレンズ 1 を透過した光はフィルタ 2 により不要光成分が除去された後、色分解プリズム 3 R、3 G、3 B により赤、緑、青の各色光に分解され、撮像素子 4 R、4 G、4 B の撮像面上に結像される。赤、緑、青の各色光に対応する撮像素子 4 R、4 G、4 B からの出力信号は信号処理回路 5 で演算処理されてカラー画像信号が生成される。信号処理回路 5 で生成され出力されたカラー画像信号は表示装置 6 に入力され表示される。

20

【 0 1 2 1 】

なお、本発明は、上記各実施例に限定されず、発明の要旨を変更しない限りにおいて種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各表中に示した数値に限定されず、他の値を取り得る。

【表 1】

実施例1

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	495.8662	2.00	1.805181	25.42
2	61.8722	5.22		
3	254.3889	4.30	1.496999	81.54
4	-149.6168	0.10		
5	74.0147	5.50	1.487490	70.23
6	-4649.7670	0.10		
7	47.5000	6.20	1.712995	53.87
8	758.7485	D8		
9	83.6319	0.80	1.882997	40.76
10	9.4908	4.50		
11	-39.0578	0.70	1.834807	42.71
12	31.8462	0.20		
13	18.1423	3.81	1.808095	22.76
14	-38.1685	0.75	1.834807	42.71
15	1688.8852	D15		
16	∞ (開口絞り)	3.50		
17	91.4644	2.00	1.846660	23.78
18	-63.7798	4.01		
19	-20.0399	0.80	2.000694	25.46
20	-29.0203	D20		
21	43.0687	3.00	1.603112	60.64
22	-49.2730	0.10		
23	44.3302	0.80	1.846660	23.78
24	16.0677	4.21	1.496999	81.54
25	-123.4309	0.10		
26	27.1428	3.00	1.754999	52.32
27	87.0734	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.57	89.1
Fno.	1.65	2.88 (2.33)
2ω	80.0	4.6
D8	0.90	46.49
D15	48.33	2.74
D20	15.51	17.52
D27	8.33	6.31

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 2】

実施例2

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	330.2428	2.50	1.805181	25.42
2	61.4774	4.00		
3	146.4821	4.50	1.487490	70.23
4	-684.6452	0.20		
5	107.3772	6.00	1.496999	81.54
6	-221.4854	0.20		
7	47.5000	6.50	1.712995	53.87
8	758.7485	D8		
9	85.8549	0.80	1.882997	40.76
10	9.2454	4.50		
11	-39.9564	0.70	1.834807	42.71
12	30.8895	0.20		
13	17.3949	3.81	1.808095	22.76
14	-38.7563	0.75	1.834807	42.71
15	769.9194	D15		
16	∞ (開口絞り)	3.50		
17	75.7040	2.00	1.846660	23.78
18	-99.5530	2.07		
19	-17.7979	0.80	2.000694	25.46
20	-22.1112	D20		
21	35.0500	3.00	1.603112	60.64
22	-52.3421	0.10		
23	25.1829	0.80	1.846660	23.78
24	12.4429	4.21	1.496999	81.54
25	339.9522	0.10		
26	38.8547	3.00	1.754999	52.32
27	76.6615	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.58	89.25
Fno.	1.65	2.88 (2.26)
2ω	73.2	4.0
D8	0.90	48.38
D15	50.38	2.90
D20	15.72	16.05
D27	7.86	7.53

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 3】

実施例3

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	701.0278	1.80	1.805181	25.42
2	53.8582	4.80		
3	177.4079	4.40	1.487490	70.23
4	-149.4422	0.10		
5	54.5951	6.50	1.487490	70.23
6	-252.5265	0.10		
7	42.7812	5.40	1.712995	53.87
8	309.7181	D8		
9	120.5189	0.70	1.834807	42.71
10	8.9375	4.30		
11	-36.2198	0.70	1.785896	44.20
12	27.8794	0.15		
13	16.3387	3.60	1.805181	25.42
14	-28.6581	0.71	1.785896	44.20
15	148.7546	D15		
16	∞ (開口絞り)	3.20		
17	123.6952	1.70	1.846660	23.78
18	-53.1599	2.26		
19	-17.2584	0.70	1.903658	31.32
20	-24.3648	D20		
21	519.9927	3.00	1.603112	60.64
22	-22.3211	0.10		
23	35.3540	4.41	1.487490	70.23
24	-20.5841	0.75	1.846660	23.78
25	485.2421	0.10		
26	23.9951	3.50	1.712995	53.87
27	386.8764	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.20		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.57	59.37
Fno.	1.65	2.88 (1.69)
2ω	73.2	6.0
D8	0.85	35.74
D15	37.77	2.89
D20	18.56	19.22
D27	6.43	5.78

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 4】

実施例4

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	309.8638	2.00	1.712995	53.87
2	52.4057	6.00		
3	607.1137	10.51	1.496999	81.54
4	-40.5456	1.80	1.834000	37.16
5	-91.8942	0.20		
6	74.0071	1.80	1.805181	25.42
7	48.7731	10.01	1.603112	60.64
8	-93.1284	0.15		
9	41.0244	5.90	1.712995	53.87
10	168.4533	D10		
11	37.0128	0.80	1.882997	40.76
12	7.4136	4.30		
13	-23.7882	0.70	1.882997	40.76
14	39.3434	0.20		
15	16.3838	4.21	1.808095	22.76
16	-14.9102	0.75	1.903658	31.32
17	-254.6259	D17		
18	∞ (開口絞り)	2.50		
19	123.5293	2.00	1.688931	31.07
20	-41.0432	5.84		
21	-15.0168	0.80	1.882997	40.76
22	-18.9856	D22		
23	-29.4202	2.80	1.834000	37.16
24	-19.0017	0.10		
25	53.9140	4.81	1.496999	81.54
26	-19.0427	0.80	1.922860	20.88
27	-63.8606	0.10		
28	28.1709	3.50	1.729157	54.68
29	-9430.5211	D29		
30	∞	12.80	1.701546	41.10
31	∞	3.55	1.516798	64.20
32	∞	2.16		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.09	100.28
Fno.	1.66	2.96
2ω	79.0	3.6
D10	0.90	38.60
D17	40.19	2.49
D22	15.94	20.22
D29	10.01	5.72

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 5】

実施例5

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	224.1803	2.00	1.639999	60.08
2	47.6030	4.40		
3	143.8265	12.51	1.496999	81.54
4	-38.2895	1.80	1.712995	53.87
5	-183.1006	0.20		
6	107.3802	1.80	1.846660	23.80
7	46.4767	10.01	1.603112	60.64
8	-106.2253	0.15		
9	42.4474	6.20	1.772499	49.60
10	-4747.1647	D10		
11	31.2243	0.80	1.882997	40.76
12	7.5500	4.30		
13	-21.9356	0.70	1.834807	42.71
14	39.8875	0.20		
15	17.2286	4.21	1.808095	22.76
16	-17.5439	0.75	1.903658	31.32
17	-250.6404	D17		
18	∞ (開口絞り)	2.50		
19	214.0643	2.00	1.688931	31.07
20	-37.8983	4.55		
21	-14.2262	0.80	1.754999	52.32
22	-17.8585	D22		
23	-25.8558	2.80	1.804398	39.59
24	-18.1591	0.10		
25	50.4803	4.81	1.496999	81.54
26	-19.2459	0.80	1.922860	18.90
27	-50.7342	0.10		
28	25.7490	3.50	1.729157	54.68
29	262.2124	D29		
30	∞	12.80	1.701546	41.10
31	∞	3.55	1.516798	64.20
32	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.10	79.98
Fno.	1.66	2.88 (2.46)
2ω	79.4	4.4
D10	0.90	37.43
D17	39.26	2.73
D22	14.82	17.53
D29	8.49	5.78

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 6】

実施例6

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	-10442.5495	2.50	1.805181	25.42
2	56.7671	4.00		
3	452.3178	4.40	1.487490	70.23
4	-104.6337	0.10		
5	60.6421	6.50	1.487490	70.23
6	-220.3106	0.10		
7	39.9509	5.40	1.712995	53.87
8	347.4643	D8		
9	91.2338	0.70	1.834807	42.71
10	9.0205	4.30		
11	-33.5270	0.70	1.785896	44.20
12	28.8436	0.15		
13	16.9915	3.60	1.805181	25.42
14	-29.3204	0.71	1.785896	44.20
15	447.4103	D15		
16	∞ (開口絞り)	3.20		
17	101.1844	1.70	1.945945	17.98
18	-101.0715	2.00		
19	-17.2584	0.70	1.903658	31.32
20	-24.3648	D20		
21	1139.8860	3.00	1.603112	60.64
22	-24.2976	0.10		
23	54.8161	4.41	1.618000	63.33
24	-19.1517	0.75	1.846660	23.78
25	-883.3661	0.10		
26	24.2918	3.50	1.712995	53.87
27	305.0759	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.19		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.56	59.34
Fno.	1.66	2.88 (1.73)
2ω	72.4	5.8
D8	0.85	35.60
D15	37.39	2.64
D20	18.34	20.18
D27	7.61	5.77

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表 7】

実施例7

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	3140.9925	1.66	1.805181	25.42
2	60.2493	8.84		
3	774.9979	3.50	1.496999	81.54
4	-130.0430	0.08		
5	66.9040	6.50	1.496999	81.54
6	-114.7259	0.08		
7	40.8506	4.30	1.712995	53.87
8	134.2105	D8		
9	52.6921	0.80	1.882997	40.76
10	8.3179	4.30		
11	-29.1430	0.70	1.834807	42.71
12	33.3558	0.20		
13	17.3322	3.40	1.808095	22.76
14	-33.5024	0.76	1.785896	44.20
15	-996.2242	D15		
16	∞ (開口絞り)	3.50		
17	172.7247	2.00	1.755199	27.51
18	-39.7761	0.80		
19	-19.2839	0.80	1.712995	53.87
20	-27.9744	D20		
21	34.1643	3.00	1.487490	70.23
22	-49.3841	0.10		
23	31.6684	0.80	1.922860	20.88
24	15.2642	4.21	1.496999	81.54
25	-399.8963	0.10		
26	32.5811	3.00	1.712995	53.87
27	104.7769	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.61	89.8
Fno.	1.86	3.20 (2.82)
2ω	72.8	4.0
D8	0.90	42.25
D15	43.66	2.31
D20	18.62	21.68
D27	8.94	5.88

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【 表 8 】

条件式No	不等式中の計算式	不等式中の計算式によって算出される値						
		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
(1)	$v \cdot d \cdot 3 \cdot 1$	23.8	23.8	23.8	31.1	31.1	18.0	27.5
(2)	$f \cdot 3 / f \cdot 4$	5.05	4.24	5.61	3.58	3.80	10.99	3.26
(3)	$f \cdot 4 / f \cdot t$	0.22	0.27	0.34	0.23	0.27	0.33	0.28
(4)	$f \cdot 3 \cdot 1 / f \cdot 3$	0.40	0.50	0.38	0.55	0.57	0.25	0.53
(5)	$v \cdot d \cdot 3 \cdot 2 - v \cdot d \cdot 3 \cdot 1$	1.7	1.7	7.5	9.7	21.0	13.3	26.4
(6)	$v \cdot d \cdot 4 \cdot p$	81.5	81.5	70.2	81.5	81.5	63.4	81.5
(7)	$d / T \cdot L \cdot 3$	0.59	0.43	0.48	0.68	0.62	0.45	0.22
(8)	$ f \cdot 2 / (f \cdot w \cdot f \cdot t) ^ { 1 / 2 }$	0.58	0.57	0.66	0.45	0.53	0.70	0.53

【 符号の説明 】

【 0 1 2 2 】

- G 1 第 1 レンズ群
- G 2 第 2 レンズ群
- G 3 第 3 レンズ群

10

20

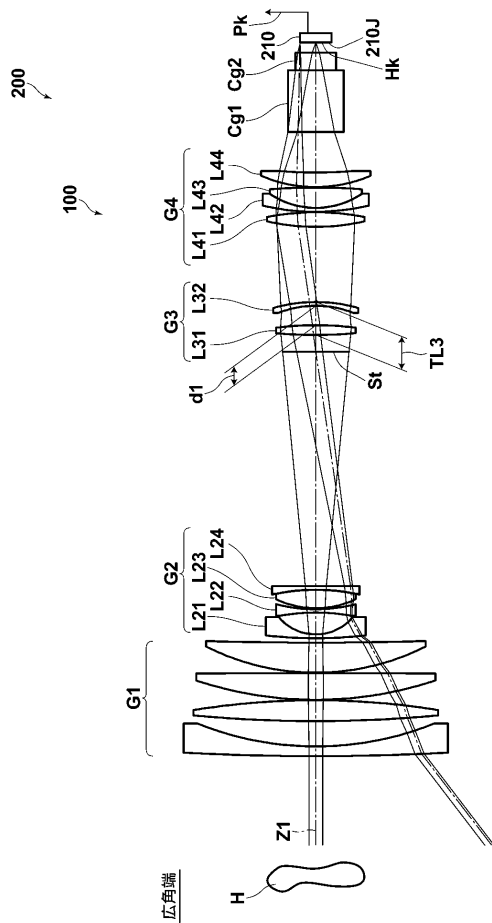
30

40

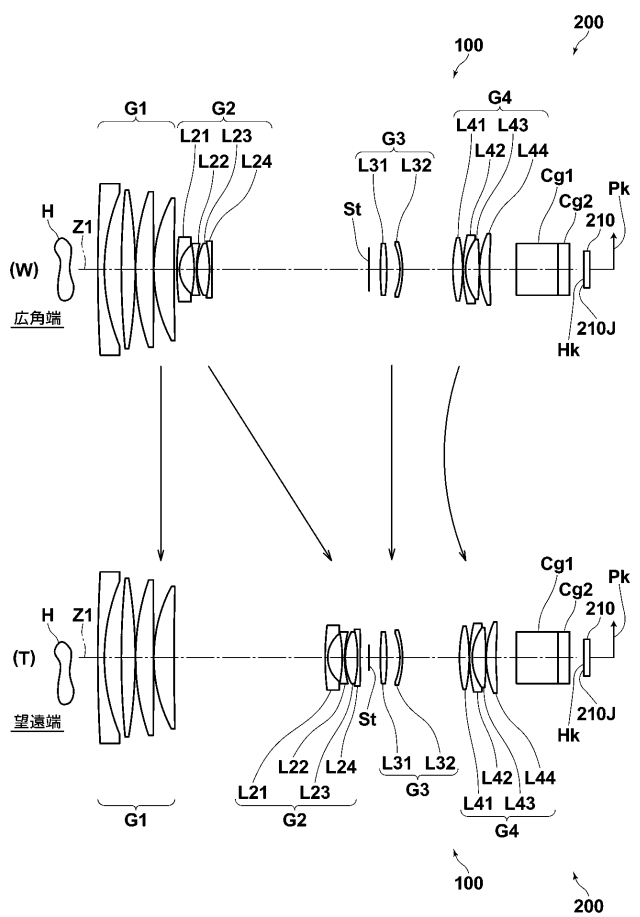
50

G 4 第 4 レンズ群
 L 3 1 第 3 群 第 1 レンズ
 L 3 2 第 3 群 第 2 レンズ

【 図 1 A 】

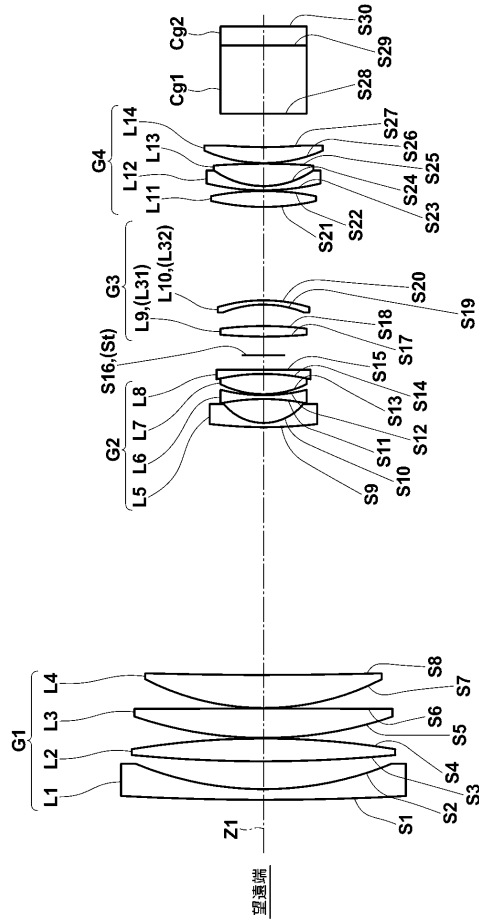


【 図 1 B 】



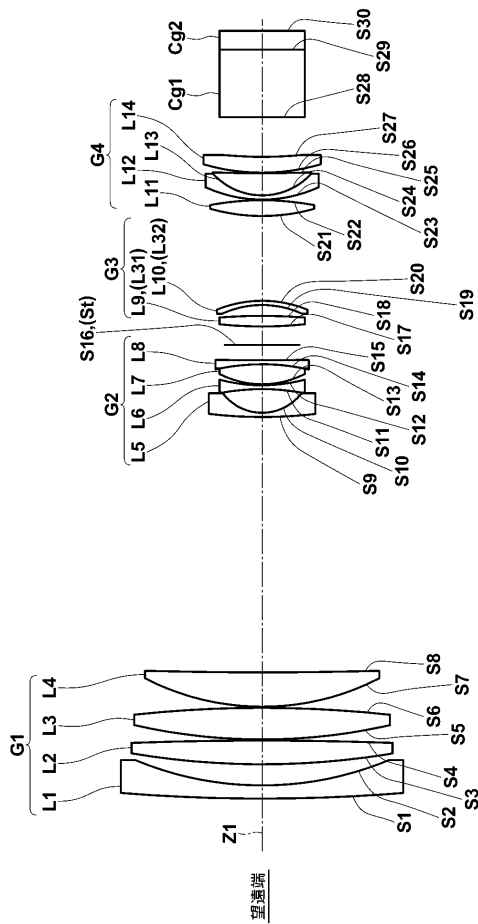
【図 2 A】

実施例1



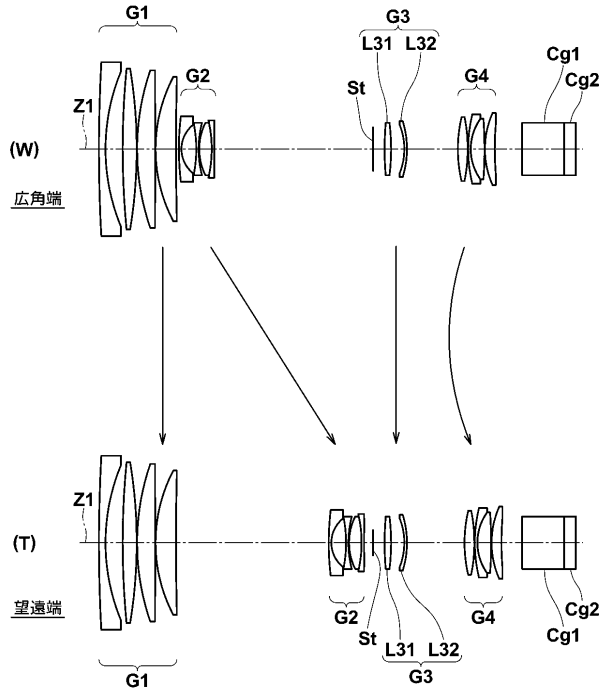
【図 3 A】

実施例2



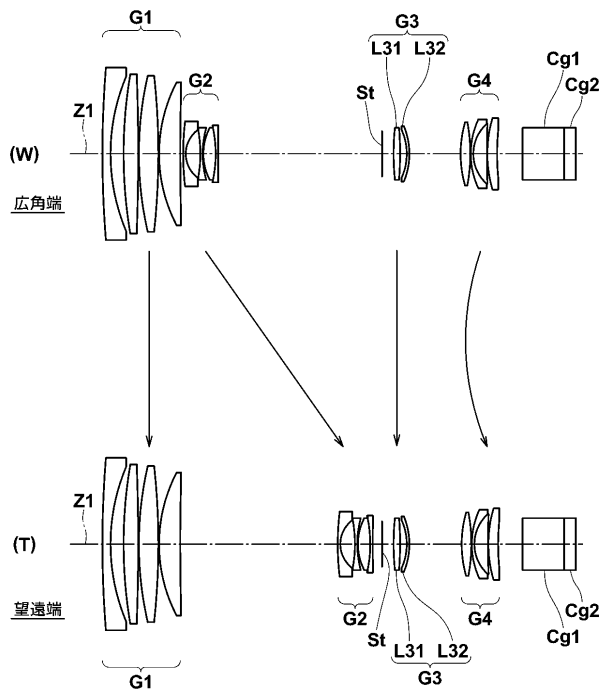
【図 2 B】

実施例1



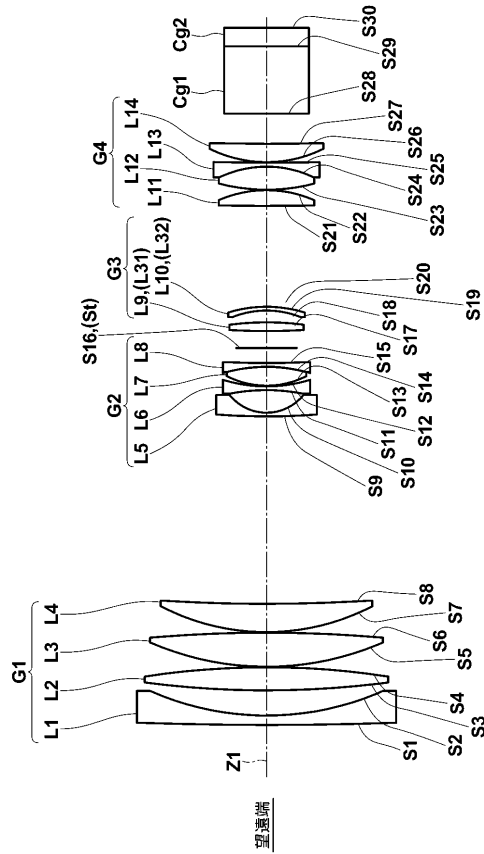
【図 3 B】

実施例2



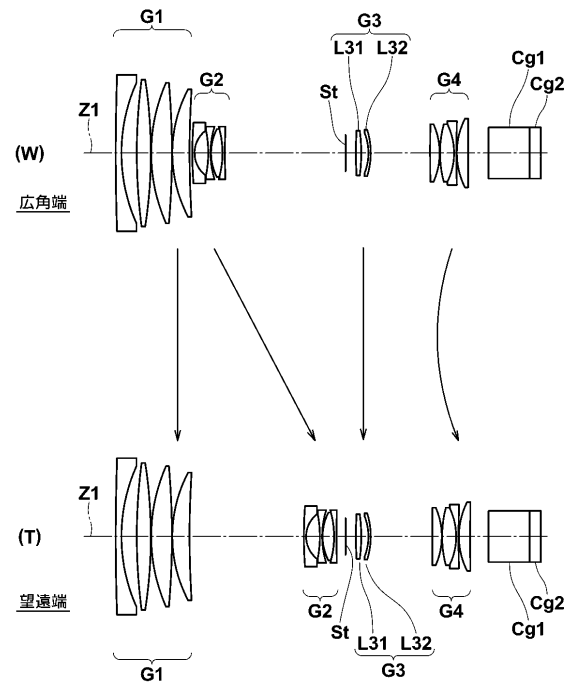
【図 4 A】

実施例3



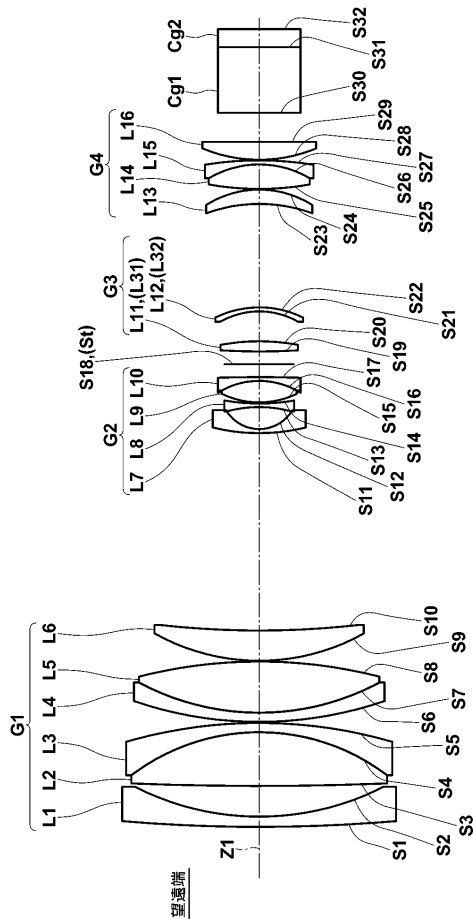
【図 4 B】

実施例3



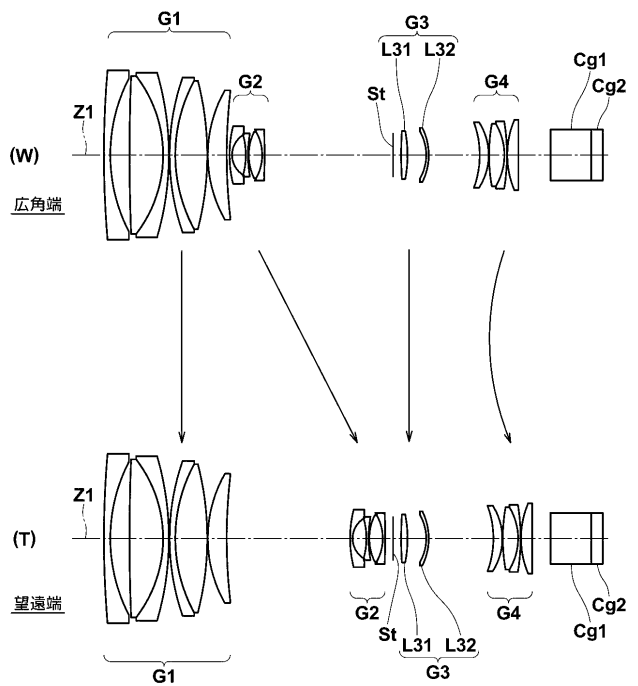
【図 5 A】

実施例4



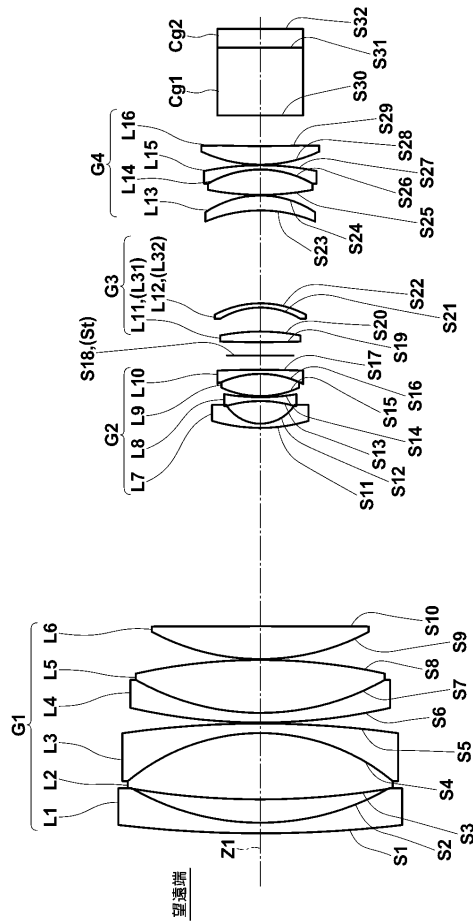
【図 5 B】

実施例4



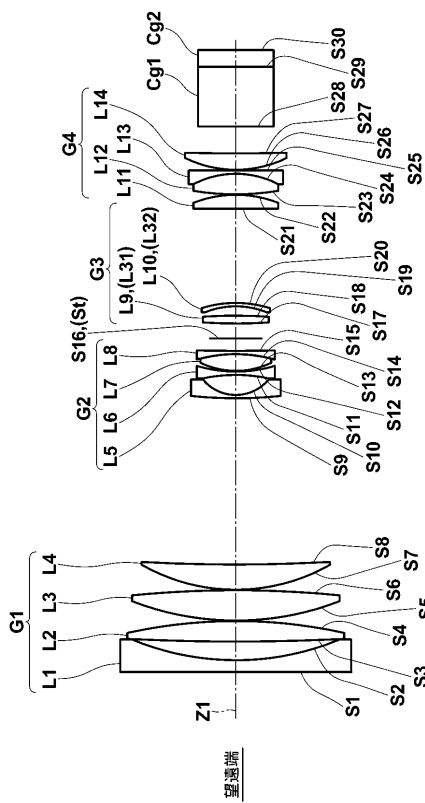
【図 6 A】

実施例5



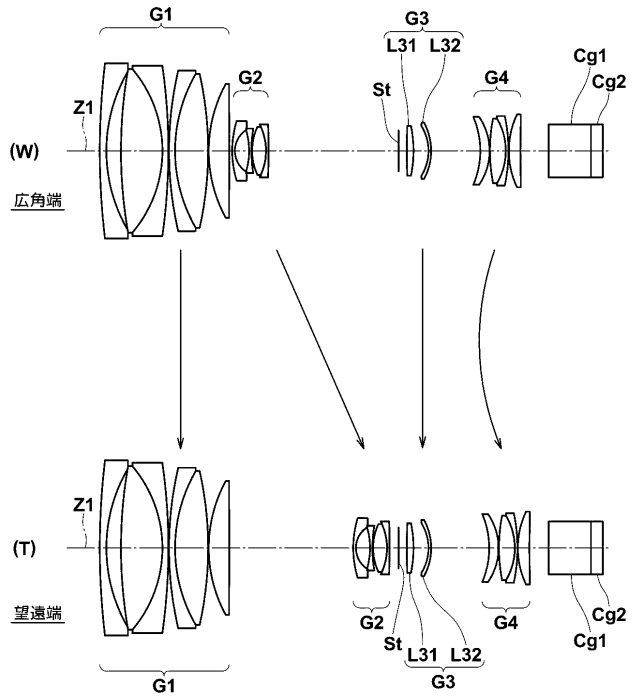
【図 7 A】

実施例6



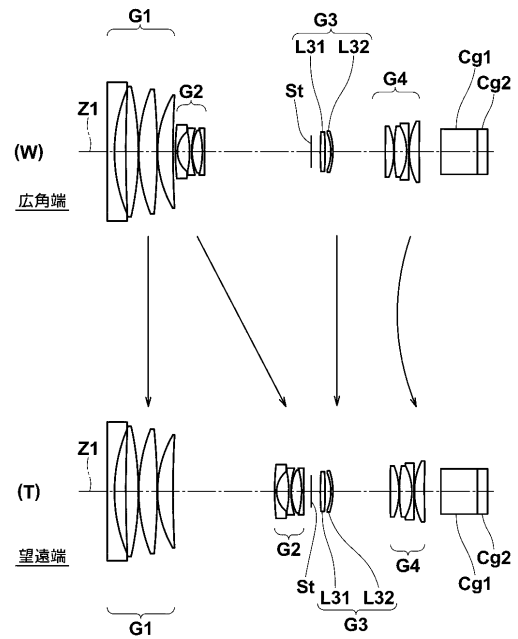
【図 6 B】

実施例5

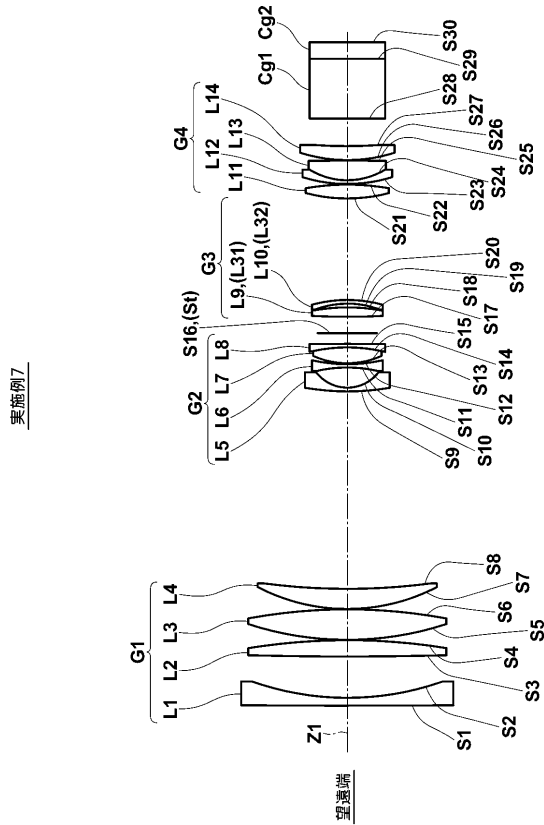


【図 7 B】

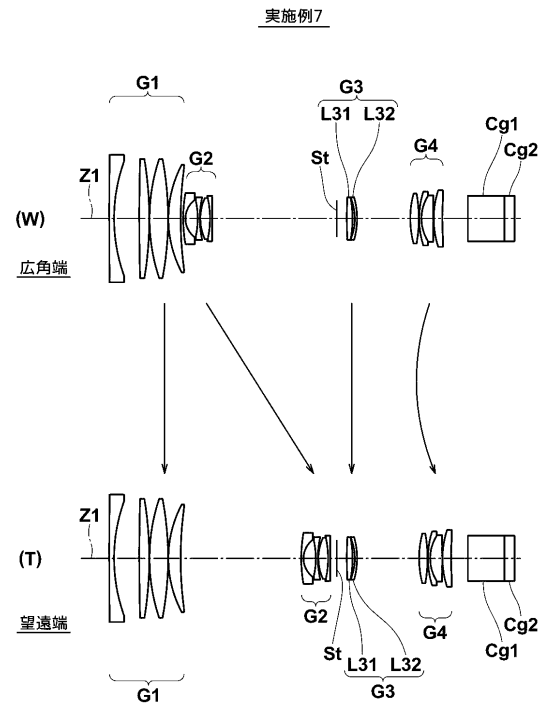
実施例6



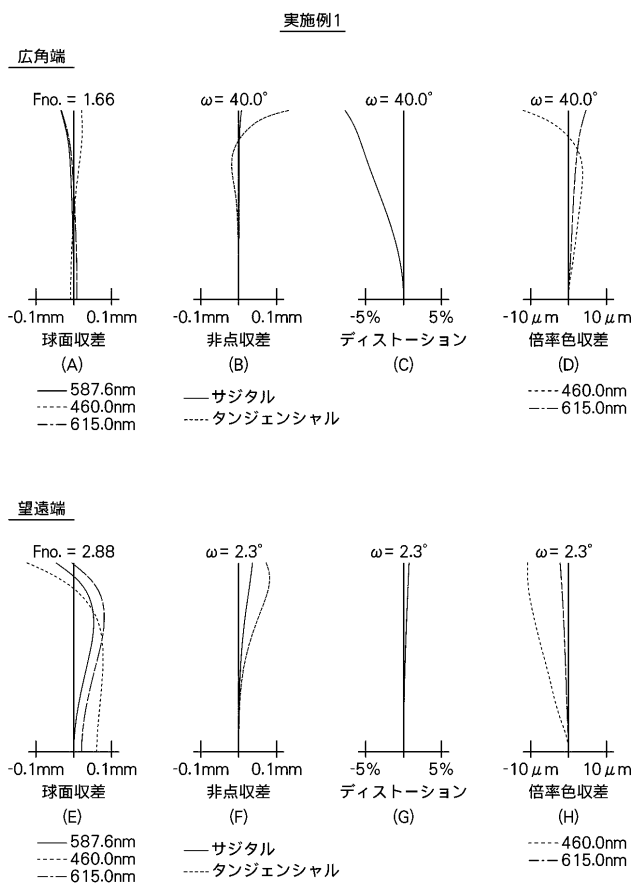
【図 8 A】



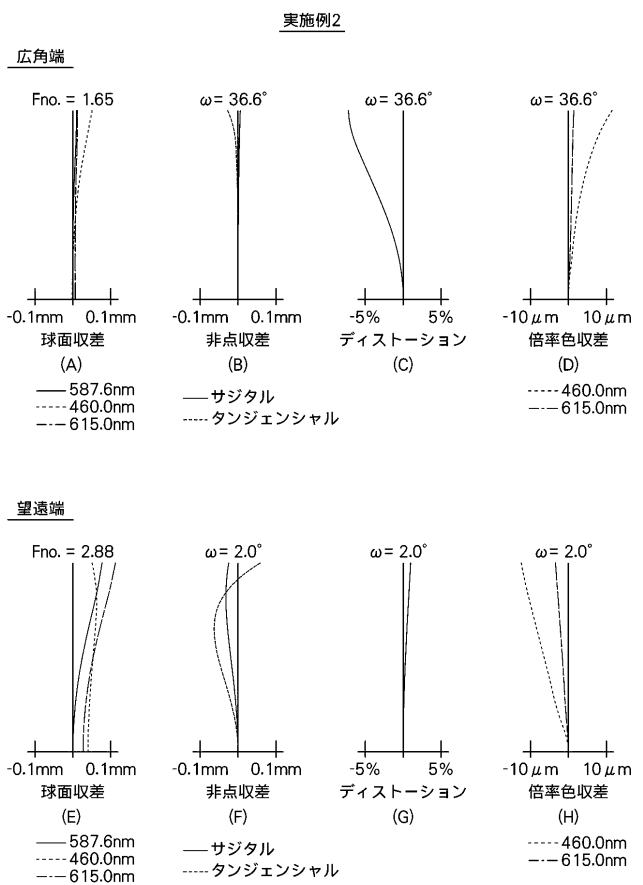
【図 8 B】



【図 9】

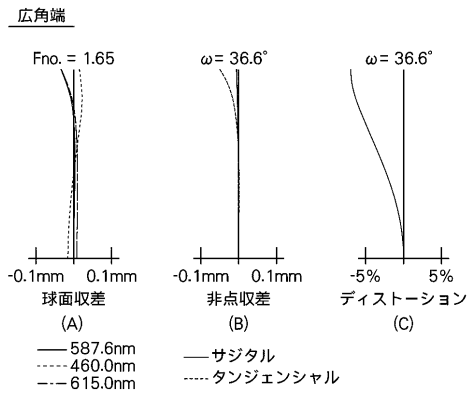


【図 10】



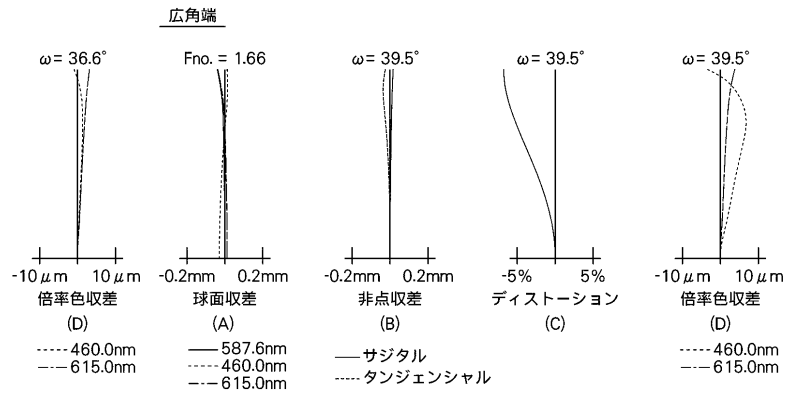
【図 1 1】

実施例3

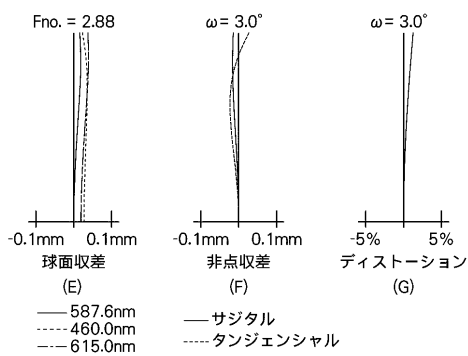


【図 1 2】

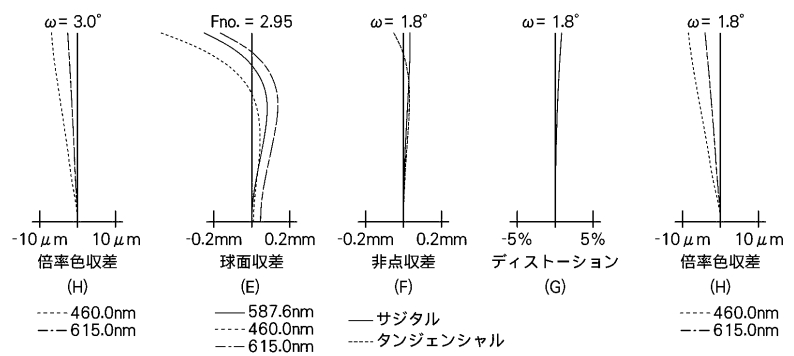
実施例4



望遠端

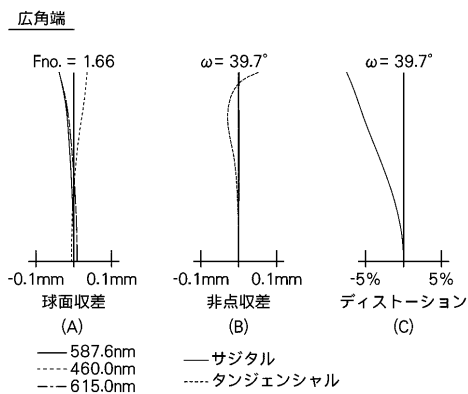


望遠端



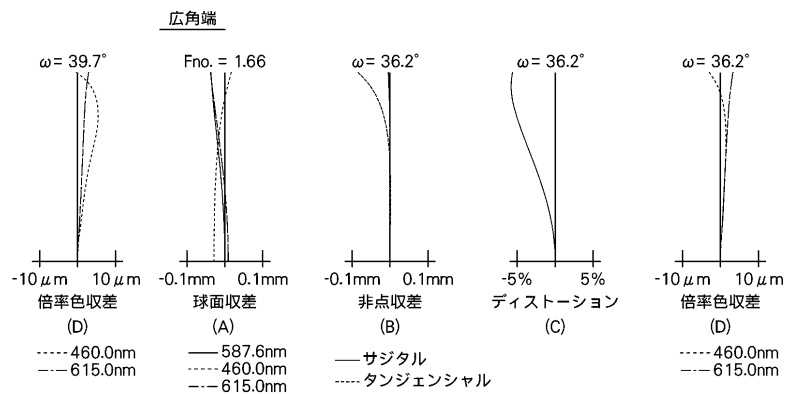
【図 1 3】

実施例5

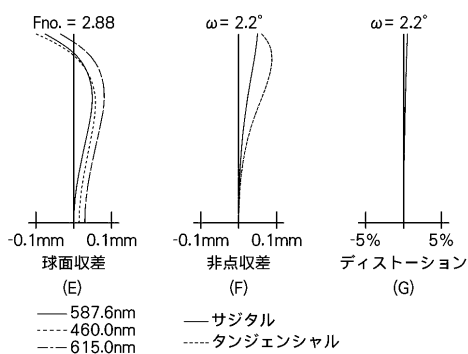


【図 1 4】

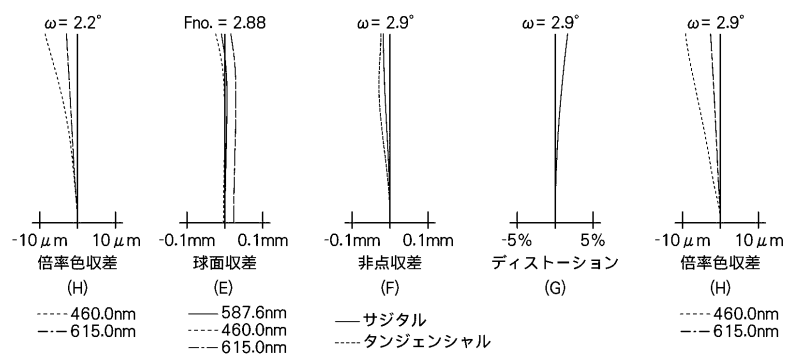
実施例6



望遠端



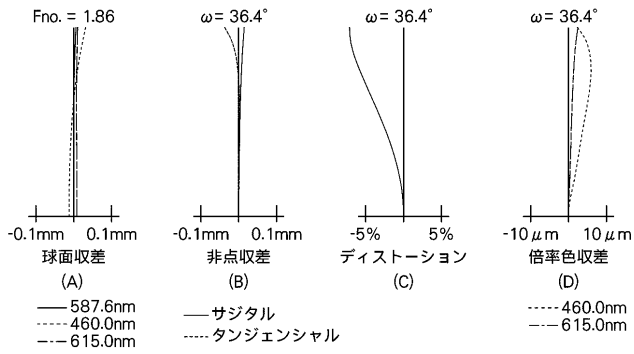
望遠端



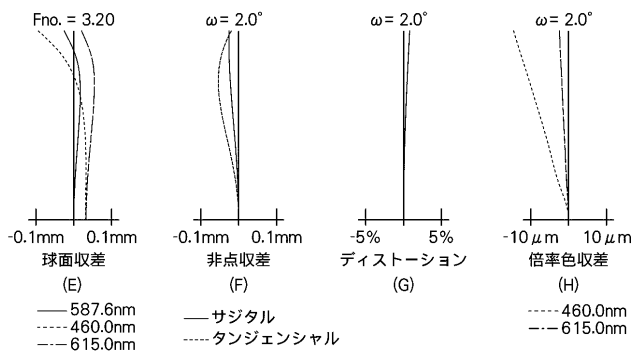
【図 15】

実施例7

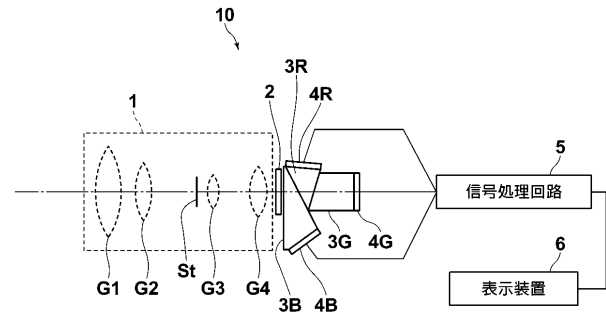
広角端



望遠端



【図 16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 MA15 PA12 PA16 PA19 PB14 PB16 QA02 QA06 QA17 QA21
QA25 QA26 QA32 QA41 QA42 QA45 QA46 RA32 RA41 RA42
RA43 SA23 SA27 SA29 SA32 SA63 SA65 SA72 SA74 SB05
SB07 SB15 SB23 SB35
2H101 DD00