

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4208667号
(P4208667)

(45) 発行日 平成21年1月14日 (2009. 1. 14)

(24) 登録日 平成20年10月31日 (2008. 10. 31)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/167 (2006. 01)

G O 2 B 15/167

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2003-290783 (P2003-290783)
 (22) 出願日 平成15年8月8日 (2003. 8. 8)
 (65) 公開番号 特開2004-109993 (P2004-109993A)
 (43) 公開日 平成16年4月8日 (2004. 4. 8)
 審査請求日 平成17年6月1日 (2005. 6. 1)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-248367 (P2002-248367)
 (32) 優先日 平成14年8月28日 (2002. 8. 28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100067541
 弁理士 岸田 正行
 (74) 代理人 100087398
 弁理士 水野 勝文
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100108361
 弁理士 小花 弘路
 (72) 発明者 吉見 隆大
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、合焦作用を有する正の光学パワーを有する第1レンズユニット、変倍作用を有し、変倍の際に光軸上を移動する負の光学パワーを有する第2レンズユニット、変倍の際に光軸上を移動し、変倍に伴う像面の変動を補正する第3レンズユニット、像面に結像させる作用を有する第4レンズユニットから構成されているズームレンズであって、

前記第1レンズユニットは、物体側から順に、最も物体側の第1面が物体側に向かって凹である第1負レンズエレメントと、第2負レンズエレメントと、前記第2負レンズエレメントよりも像面側に配置された少なくとも1つの正レンズエレメントとを含み、

かつ以下の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$-1.28 < f_n / f_1$$

$$\frac{1}{2} > 8$$

$$\frac{3}{60}$$

但し、 f_n は前記第1負レンズエレメントと前記第2負レンズエレメントの合成焦点距離、 f_1 は前記第1レンズユニットの焦点距離、 $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{3}{60}$ はそれぞれ前記第1負レンズエレメント及び前記第2負レンズエレメントのアップベ数、 $\frac{3}{60}$ は前記第2負レンズエレメントよりも像面側に配置され、かつ最も物体側にある正レンズエレメントのアップベ数を表す。

【請求項 2】

前記第 1 レンズユニットを構成する第 2 負レンズエレメントと正レンズエレメントが接合されていることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

さらに以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

$$h_w < h_z$$

但し、 h_w 、 h_z はそれぞれ、広角端及び焦点距離 $f_w \times Z^{1/4}$ における無限遠合焦時の前記第 1 レンズユニットの第 1 面を通過する最大像高軸外光線の最大高さであり、 f_w は広角端での全系の焦点距離である。

【請求項 4】

さらに以下の条件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 つに記載のズームレンズ。

$$Z > 10$$

$$f_w / IS < 0.75$$

但し、 Z はズーム比、 f_w を広角端での全系の焦点距離、 IS はイメージサイズである。

【請求項 5】

前記第 1 レンズユニットは、合焦の際に固定の負の光学パワーを有する第 1 レンズコンポーネントと、合焦の際に光軸上を移動する正の光学パワーを有する第 2 レンズコンポーネントから構成され、

前記第 1 レンズコンポーネントは、物体側より順に、最も物体側の第 1 面が物体側に凹である第 1 負レンズエレメントと、第 2 負レンズエレメントと、少なくとも 1 つの正レンズエレメントを含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載のズームレンズと、

前記ズームレンズにより形成された物体像を受けてこれを光電変換する光電変換素子とを有する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、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、テレビカメラ等の撮像装置に好適な広角・高倍率のズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、物体側から順に、正の光学パワーを有する第 1 レンズユニットと、変倍作用を有する負の光学パワーを有する第 2 レンズユニットと、他の少なくとも 1 つのレンズユニットとから構成されるズームレンズが知られている。このズームレンズにおいては、第 1 レンズユニットが負の光学パワーを有する第 1 レンズコンポーネントと正の光学パワーを有する第 2 レンズコンポーネントとを有するレトロフォーカスタイプの光学配置がなされ、更に第 1 レンズコンポーネントは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた 1 枚の負レンズエレメントと 1 枚或いは複数の正レンズエレメントを有している（特許文献 1 参照）。

【0003】

このようなズームレンズは、第 1 レンズユニットの後ろ側主点が像面側に押し出されるため、第 1 レンズユニットの有効径を比較的小さくすることができる。このため、画角が広く、ズーム比が 10 倍を超えるような広角・高倍率ズームレンズにしばしば用いられている。

【0004】

ここで、ズームレンズには更なる広画角・高倍率化の両立に加え、小型で軽いものが強く望まれている。

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開平８－１８４７５８号公報（段落００１６，図１等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、特許文献１にて提案されているような構成では、特に広角化を図りながら小型化を実現しようとする場合、第１レンズコンポーネントの負の光学パワーおよび第２レンズコンポーネントの正の光学パワーをそれぞれ強くする必要がある。

【０００６】

第２レンズコンポーネントの正の光学パワーが強くなると、広角端の焦点距離を f_w 、ズーム比を Z としたとき、 $f_w \times Z^{1/4}$ なるズーム位置（焦点距離）にて正の歪曲収差が増大する。

10

【０００７】

また、第１レンズコンポーネントの負の光学パワーが強くなることに加え、正の歪曲収差を補正する場合、被写体距離が無限遠時における広角端の最大像高軸外光線の最大高さを h_w 、 $f_w \times Z^{1/4}$ なるズーム位置のそれを h_z としたときに、 $h_w < h_z$ となる第１レンズコンポーネント中の負レンズエレメントの第１面（物体側の面）の曲率半径が小さくなる。

【０００８】

その結果、第１レンズユニット中の負レンズエレメントの第１面への光線入射角度が大きくなり、正の歪曲収差の補正が十分であっても倍率色収差の歪曲成分が著しく増大する。

20

【０００９】

これを補正するためには、第１レンズユニット中の負レンズエレメントのアッベ数を大きくする必要があるが、その場合は望遠端での軸上色収差の補正が不十分となってしまう、高い光学性能を維持しながら広角化・高倍率化、さらには小型・軽量化を図るのは困難であった。

【００１０】

本発明は、レンズの構成および諸条件を適切に設定し、光学性能の高い広画角・高倍率で、小型・軽量のズームレンズを提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【００１１】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から順に、合焦作用を有する正の光学パワーを有する第１レンズユニット、変倍作用を有し、変倍の際に光軸上を移動する負の光学パワーを有する第２レンズユニット、変倍の際に光軸上を移動し、変倍に伴う像面の変動を補正する第３レンズユニット、像面に結像させる作用を有する第４レンズユニットから構成されている。そして、前記第１レンズユニットは、物体側から順に、最も物体側の第１面が物体側に向かって凹である第１負レンズエレメントと、第２負レンズエレメントと、第２負レンズエレメントよりも像面側に少なくとも１つの正レンズエレメントとを含む。

40

さらに、以下の条件式を満たす。

$$-1.28 < f_n / f_1$$

$$\frac{1}{2} > 8$$

$$\frac{3}{60}$$

ここで、 f_n は前記第１負レンズエレメントと前記第２負レンズエレメントの合成焦点距離、 f_1 は前記第１レンズユニットの焦点距離、 $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{3}{60}$ はそれぞれ前記第１負レンズエレメント及び前記第２負レンズエレメントのアッベ数、 $\frac{3}{60}$ は前記第２負レンズエレメントよりも像面側に配置され、かつ最も物体側にある正レンズエレメントのアッベ数を表す。

50

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、高い光学性能を有し、広画角・高倍率でありながら、小型で軽量のズームレンズ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】

【0013】

以下、図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。

【実施例】

【0014】

図1、図2、図3はそれぞれ、本発明の実施例1、実施例2、実施例3のズームレンズの広角端におけるフォーカス無限遠時の断面図である。

10

【0015】

図1、図2、図3において、物体側（図の左側）から順に、1は合焦作用を有し、正の光学パワーを有する第1レンズユニット、2は変倍作用を有し、変倍の際に光軸上を移動する負の光学パワーを有する第2レンズユニット、3は変倍の際に光軸上を移動し、変倍に伴う像面の変動を補正する第3レンズユニット、4は像面に結像させる作用を有する正の光学パワーを有する第4レンズユニットである。

【0016】

31は絞りである。32は色分解光学系や光学フィルタ等の光学ユニットであり、図中ではそれらに相当するガラスブロックで示している。

20

【0017】

第1レンズユニット1は、物体側から順に、合焦の際に固定の負の光学パワーを有する第1レンズコンポーネント11と、合焦の際に光軸上を移動する正の光学パワーを有する第2レンズコンポーネント12とにより構成されている。

【0018】

第1レンズコンポーネント11は、物体側から順に、最も物体側の第1面が物体側に向かって凹である第1負レンズエレメント（負の光学パワーを有するレンズエレメント）と、第2負レンズエレメント（負の光学パワーを有するレンズエレメント）と少なくとも1枚の正レンズエレメント（正の光学パワーを有するレンズエレメント）とを含む。

30

【0019】

本実施例では、第1レンズコンポーネント11は、物体側から順に、第1負レンズエレメント21と、第2負レンズエレメント22aおよび正レンズエレメント22bを含む第2レンズエレメントユニット22とにより構成されている例を示している。

【0020】

このように、第1レンズコンポーネント11を、物体側から順に、負レンズエレメント、負レンズエレメント、少なくとも1枚の正レンズエレメントを含む構成にすることで、ズームレンズの広角化・小型化のために、第1レンズコンポーネント11の負の光学パワーおよび第2レンズコンポーネント12の正の光学パワーを強くしても、第1負レンズエレメント21の第1面の曲率半径を大きくすることができる。したがって、広角端での焦点距離 f_w 、ズーム比 Z で表される $f_w \times Z^{1/4}$ なるズーム位置で最も大きくなる正の歪曲収差を良好に補正しながら倍率色収差の歪曲成分の抑制も可能となる。

40

【0021】

なお、実施例1、2では、第1レンズコンポーネント11において、さらに正レンズエレメント22bよりも像面側に正レンズエレメント23を配置した例を示している。この正レンズエレメント23を配置することにより、上記効果に加えて広角側の軸外光線を屈折させる高さを低くできるので、前玉レンズ（第1レンズユニット1）の径を小さくすることが可能である。

【0022】

50

更に実施例 1, 2, 3 では、物体側から順に負、負、正の構成としているが、負、負、負、正の構成であってもよい。このような構成とすることで第 1 負レンズエレメント 2 1 の第 1 面の曲率半径をより大きくすることができるとともに、第 1 負レンズエレメントにアッペ数の大きい硝材を使用できるため、より倍率色収差の歪曲成分の抑制が可能である。

【0023】

更に、以下の条件式を満たすことが望ましい。

【0024】

$$-1.28 < f_n / f_1 \quad \dots (1)$$

ここで、 f_n は、第 1 負レンズエレメント 2 1 と、第 2 負レンズエレメント 2 2 a の合成焦点距離を表し、 f_1 は第 1 レンズユニット 1 の焦点距離を表す。(1) 式の下限値を越えると従来の構成では $f_w \times Z_1 / 4$ なるズーム位置で最も大きくなる正の歪曲収差を良好に補正しながら倍率色収差の歪曲成分を抑制することと広角化の両立が困難となる。同時に第 1 レンズユニット 1 の主点位置を第 2 レンズユニット 2 側に押し出す作用が減少するため、ズームレンズ全体の小型化が容易でなくなってしまう。

10

【0025】

さらに、以下の条件式を満たすことで正の歪曲収差を良好に補正しながら倍率色収差の歪曲成分と軸上色収差を良好に補正することが可能となる。

【0026】

$$1 - 2 > 8 \quad \dots (2)$$

$$3 > 60 \quad \dots (3)$$

ここで、1 および 2 はそれぞれ、第 1 負レンズエレメント 2 1、第 2 負レンズエレメント 2 2 a のアッペ数であり、3 は第 2 負レンズエレメント 2 2 a よりも像面側に配置され、かつ最も物体側にある正レンズエレメント 2 2 b のアッペ数を表す。

20

【0027】

(2) および (3) 式は、倍率色収差の歪曲成分の補正と望遠端での軸上色収差の補正を両立するために必要な条件である。1 - 2 および 3 が (2) および (3) 式の下限値以下となると、倍率色収差の歪曲成分が十分に補正できず、画質の低下を招く。

30

【0028】

さらに、第 1 レンズユニット 1 を構成する第 1 レンズコンポーネント 1 1 を、物体側から順に、第 1 面が物体側に向かって凹である第 1 負レンズエレメント 2 1、第 2 負レンズエレメント 2 2 a、正レンズエレメント 2 2 b を含む構成とする場合、以下の条件式を満たすズームレンズであることが望ましい。

【0029】

$$Z > 10 \quad \dots (4)$$

$$f_w / IS < 0.75 \quad \dots (5)$$

ここで、 Z はズーム比、 f_w は広角端での全系の焦点距離、 IS はイメージサイズを表す。

40

【0030】

(4) 式は、ズーム比 10 倍を超える高倍率ズームレンズであることを意味している。ズーム比 Z が (4) 式の下限値以下となると、第 1 レンズユニット 1 の正の光学パワーおよび第 2 レンズユニット 2 の負の光学パワーを強める必要が無く、従来の構成であっても正の歪曲収差を適切に補正しながら倍率色収差の歪曲成分を抑制することができる。したがって、第 1 レンズコンポーネント 1 1 を物体側から順に負レンズエレメント、負レンズエレメント、正レンズエレメントを配置した構成にする必要がなくなる。

【0031】

(5) 式は、広角端での画角が 67 度以上の広角レンズであることを意味している。 f_w / IS が (5) 式の上限值以上となった場合、第 1 レンズユニット 1 の正の光学パワー

50

および第 2 レンズユニット 2 の負の光学パワーを強める必要がなく、やはり第 1 レンズコンポーネント 1 1 を物体側から順に負レンズエレメント、負レンズエレメント、正レンズエレメントを配置した構成にする必要がない。

【 0 0 3 2 】

実施例 1, 2, 3 では、以下に示す表 1, 2, 3 に示すように、いずれも (1), (2), (3), (4), (5) 式を満足する高倍率・広角ズームレンズであり、かつ第 1 レンズコンポーネント 1 1 を物体側から順に負レンズエレメント、負レンズエレメント、正レンズエレメントを配置した構成にしている。

【 0 0 3 3 】

さらに、第 1 レンズユニット 1 を構成する第 1 レンズコンポーネント 1 1 を、物体側より順に、第 1 面が物体側に向かって凹である第 1 負レンズエレメント 2 1、第 2 負レンズエレメント 2 2 a、正レンズエレメント 2 2 b を含む構成とした場合、以下の条件を満足するのが望ましい。

【 0 0 3 4 】

$$h_w < h_z \quad \cdots (6)$$

ここで、 h_w 、 h_z はそれぞれ、広角端および焦点距離 $f_{w \times Z1/4}$ における被写体距離が無限遠時（無限遠合焦時）の第 1 レンズユニット 1（第 1 負レンズエレメント 2 1）の第 1 面を通過する最大像高軸外光線の最大高さを示す。

【 0 0 3 5 】

このようなズームレンズでは、第 1 レンズユニット 1 の第 1 負レンズエレメント 2 1 が像面側に凹面を向けた負レンズエレメントとなることが多い。(6) 式を満たすズームレンズでは、正の歪曲収差を補正する場合、 $h_w < h_z$ となる第 1 レンズコンポーネント 1 1 中の第 1 負レンズエレメント 2 1 の第 1 面による補正が最も適している。このため、倍率色収差の歪曲成分が発生し易い。よって (6) 式を満たすズームレンズにおいて、第 1 レンズコンポーネント 1 1 を物体側から順に、負レンズエレメント、負レンズエレメント、正レンズエレメントという構成にするとよい。

【 0 0 3 6 】

図 1 3 ~ 図 1 8 は、実施例 1, 実施例 2 および実施例 3 の広角端および焦点距離 $f_{w \times Z1/4}$ における第 1 レンズユニット 1 の第 1 面を通過する最大像高軸外光線を示した光路図である。

【 0 0 3 7 】

これらの図および表 1 ~ 3 に示したように、本実施例では (6) 式を満たすズームレンズにおいて、第 1 レンズコンポーネント 1 1 を負レンズエレメント、負レンズエレメント、正レンズエレメントを含む構成としている。

【 0 0 3 8 】

さらに、より好ましい形態としては、第 1 レンズコンポーネント 1 1 を構成する第 2 負レンズエレメント 2 2 a と正レンズエレメント 2 2 b とが接合されていることが望ましい。

【 0 0 3 9 】

正レンズエレメント 2 2 b は、望遠端での球面収差を補正する効果を持つが、第 2 負レンズエレメント 2 2 a と正レンズエレメント 2 2 b 間に空気間隔がある場合、第 2 負レンズエレメント 2 2 a と正レンズエレメント 2 2 b 間の間隔に対する球面収差の敏感度が大きくなり、製造難易度が高くなる。従って、第 2 負レンズエレメント 2 2 a と正レンズエレメント 2 2 b とを接合して、第 2 負レンズエレメントユニット 2 2 を接合レンズとした方がよい。

【 0 0 4 0 】

（数値実施例）

図 1 に示す実施例 1 のズームレンズの数値データを表 1 に、図 2 に示す実施例 2 のズームレンズの数値データを表 2 に、図 3 に示す実施例 3 のズームレンズの数値データを表 3 に示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

これらの表において、 r_i は物体側から i 番目の面の曲率半径、 d_i は物体側から i 番目の面と $(i + 1)$ 番目の面間の間隔、 n_i と i はそれぞれ、物体側から i 番目の面を構成する硝材の屈折率とアッペ数である。

【 0 0 4 2 】

また、*の付いた面は非球面であることを示している。非球面の形状は、光軸方向に x 軸、光軸と垂直方向に y 軸、光線の進行方向を正とし、 R を近軸曲率半径、 k , B , C , D , E , F , A' , B' , C' , D' , E' を非球面係数とすると以下の式に従う。

【 0 0 4 3 】

$$x = \left\{ (y^2 / R) / (1 - (1 + k) \cdot (y / R)^2) \right\}^{1/2} + B y^4 + C y^6 + D y^8 + E y^{10} \\ + F y^{12} + A' y^3 + B' y^5 + C' y^7 + D' y^9 + E' y^{11}$$

【 0 0 4 4 】

【表 1】

ズーム比：2.1x
 $v_1 - v_2 = 29.3$
 $f_n / f_1 = -1.07$

広角端面角：70.4度
 $v_3 = 95.0$ $hw : 5.13$ $hz : 5.21$

r1=	-27.3632	d1=	0.2308	n1=	1.73234	v1=	54.7
r2=	27.3632	d2=	0.7159				
r3=	71.3705	d3=	0.2308	n2=	1.81264	v2=	25.4
r4=	12.9897	d4=	1.9149	n3=	1.43985	v3=	95.0
r5=	-20.8550	d5=	0.0192				
r6=	22.4921	d6=	1.0621	n4=	1.62033	v4=	63.3
r7=	-44.2413	d7=	0.8682				
r8=	13.6623	d8=	1.3612	n5=	1.49845	v5=	81.5
r9=	-38.6827	d9=	0.0192				
r10=	8.5777	d10=	0.8358	n6=	1.73234	v6=	54.7
r11=	20.4377	d11=	可変				
*r12=	17.4102	d12=	0.0897	n7=	1.88815	v7=	40.8
r13=	1.8153	d13=	0.7775				
r14=	-16.8508	d14=	0.8569	n8=	1.81643	v8=	22.8
r15=	-1.7598	d15=	0.0897	n9=	1.82017	v9=	46.6
r16=	6.2738	d16=	0.0207				
r17=	3.0458	d17=	0.7632	n10=	1.53430	v10=	48.8
r18=	-3.7054	d18=	0.0339				
r19=	-3.3339	d19=	0.0897	n11=	1.83945	v11=	42.7
r20=	-33.1779	d20=	可変				
r21=	-3.6233	d21=	0.0897	n12=	1.74678	v12=	49.3
r22=	5.8983	d22=	0.3590	n13=	1.85504	v13=	23.8
r23=	-168.4231	d23=	可変				
r24=	0.0000	d24=	0.1667 (絞り)				
r25=	140.3963	d25=	0.5587	n14=	1.66152	v14=	50.9
r26=	-4.4981	d26=	0.0192				
r27=	10.3658	d27=	0.3130	n15=	1.51825	v15=	64.1
r28=	-3371.7949	d28=	0.0192				
r29=	11.9041	d29=	0.8686	n16=	1.51825	v16=	64.1
r30=	-4.1625	d30=	0.2308	n17=	1.83932	v17=	37.2
r31=	-26.2383	d31=	4.5128				
r32=	7.8669	d32=	0.8029	n18=	1.51825	v18=	64.1
r33=	-6.7440	d33=	0.2219				
r34=	-12.6572	d34=	0.2308	n19=	1.83945	v19=	42.7
r35=	4.1168	d35=	0.7369	n20=	1.51977	v20=	52.4
r36=	-11.6979	d36=	0.5637				
r37=	7.9839	d37=	0.8684	n21=	1.48915	v21=	70.2
r38=	-3.8229	d38=	0.2308	n22=	1.83932	v22=	37.2
r39=	-45.5666	d39=	0.0192				
r40=	6.8645	d40=	0.5644	n23=	1.52033	v23=	58.9
r41=	-9.4753	d41=	0.5769				
r42=	0.0000	d42=	3.8462	n24=	1.60718	v24=	38.0
r43=	0.0000	d43=	2.0769	n25=	1.51825	v25=	64.2
r44=	0.0000	d44=	0.9614				

焦点距離／ 可変間隔	1.00	2.14	4.06	14.60	21.00
d11	0.09	3.06	4.71	6.58	6.85
d20	7.14	3.74	1.80	0.45	0.70
d23	0.62	1.06	1.34	0.82	0.22

第 1 2 面の非球面係数

R	k	B	C	D	E	F
17.410	8.589	4.141×10^{-3}	-5.492×10^{-4}	1.667×10^{-4}	-1.047×10^{-4}	4.778×10^{-5}
	A'	B'	C'	D'	E'	
	-6.080×10^{-5}	-2.190×10^{-4}	-1.086×10^{-4}	2.765×10^{-4}	-1.157×10^{-4}	

【表 2】

ズーム比：18倍 広角端画角：72.5度
 $\nu 1 - \nu 2 = 24.6$ $\nu 3 = 95.0$ $hw : 5.50$ $hz : 5.52$
 $f_n / f_1 = -1.10$

r1=	-28.9573	d1=	0.2400	n1=	1.79025	$\nu 1=$	50.0
r2=	30.0203	d2=	0.8515				
r3=	78.0457	d3=	0.2400	n2=	1.81264	$\nu 2=$	25.4
r4=	13.9770	d4=	2.0645	n3=	1.43985	$\nu 3=$	95.0
r5=	-20.9743	d5=	0.0200				
r6=	24.9264	d6=	1.1292	n4=	1.60520	$\nu 4=$	65.4
r7=	-39.7140	d7=	0.7266				
r8=	14.2826	d8=	1.4278	n5=	1.49845	$\nu 5=$	81.5
r9=	-36.6365	d9=	0.0200				
r10=	8.3007	d10=	0.8977	n6=	1.73234	$\nu 6=$	54.7
r11=	18.7300	d11=	可変				
*r12=	17.2263	d12=	0.0933	n7=	1.88815	$\nu 7=$	40.8
r13=	2.0230	d13=	0.7765				
r14=	-16.8024	d14=	0.8726	n8=	1.81643	$\nu 8=$	22.8
r15=	-1.8979	d15=	0.0933	n9=	1.82017	$\nu 9=$	46.6
r16=	5.0474	d16=	0.1466				
r17=	3.2941	d17=	0.7571	n10=	1.57047	$\nu 10=$	42.8
r18=	-4.0079	d18=	0.0787				
r19=	-3.1712	d19=	0.0933	n11=	1.88815	$\nu 11=$	40.8
r20=	-18.0496	d20=	可変				
r21=	-3.5834	d21=	0.0933	n12=	1.74678	$\nu 12=$	49.3
r22=	6.3668	d22=	0.3733	n13=	1.85504	$\nu 13=$	23.8
r23=	-97.8600	d23=	可変				
r24=	0.0000	d24=	0.1733 (絞り)				
r25=	168.4641	d25=	0.6109	n14=	1.66152	$\nu 14=$	50.9
r26=	-4.4111	d26=	0.0200				
r27=	11.1625	d27=	0.3447	n15=	1.51977	$\nu 15=$	52.4
r28=	-1200.0000	d28=	0.0200				
r29=	10.5857	d29=	0.7931	n16=	1.52458	$\nu 16=$	59.8
r30=	-3.9079	d30=	0.2400	n17=	1.83945	$\nu 17=$	42.7
r31=	-21.0878	d31=	3.3333				
r32=	10.2483	d32=	0.7729	n18=	1.51825	$\nu 18=$	64.1
r33=	-5.8053	d33=	0.1364				
r34=	-9.2298	d34=	0.2400	n19=	1.83945	$\nu 19=$	42.7
r35=	4.2865	d35=	1.1027	n20=	1.51825	$\nu 20=$	64.1
r36=	-7.7621	d36=	0.3999				
r37=	10.0271	d37=	0.8147	n21=	1.48915	$\nu 21=$	70.2
r38=	-3.8930	d38=	0.2400	n22=	1.83932	$\nu 22=$	37.2
r39=	-25.1689	d39=	0.0366				
r40=	7.0822	d40=	0.6865	n23=	1.51825	$\nu 23=$	64.1
r41=	-8.9491	d41=	0.6000				
r42=	0.0000	d42=	4.0000	n24=	1.60718	$\nu 24=$	38.0
r43=	0.0000	d43=	2.1600	n25=	1.51825	$\nu 25=$	64.2
r44=	0.0000	d44=	1.0136				

焦点距離／可変間隔	1.00	2.06	4.06	14.70	18.00
d11	0.08	2.94	4.72	6.59	6.75
d20	7.16	3.89	1.82	0.47	0.61
d23	0.29	0.71	1.01	0.48	0.18

第12面の非球面係数

R	k	B	C	D	E	F
17.226	8.589	3.651×10^{-3}	-6.001×10^{-4}	1.193×10^{-4}	-6.848×10^{-5}	2.671×10^{-5}
	A'	B'	C'	D'	E'	
	-3.332×10^{-4}	-1.912×10^{-4}	-9.353×10^{-5}	2.253×10^{-4}	-7.330×10^{-5}	

【表 3】

ズーム比：20倍 広角端面角67.7度
 $\nu 1 - \nu 2 = 9.9$ $\nu 3 = 65.4$ $h w : 4.78$ $h z : 5.07$
 $f n / f 1 = -1.23$

r1=	-30.1125	d1=	0.21951	n1=	1.75453	$\nu 1=$	35.3
r2=	28.3260	d2=	0.80928				
r3=	56.8148	d3=	0.21951	n2=	1.81264	$\nu 2=$	25.4
r4=	14.9249	d4=	1.69238	n3=	1.60520	$\nu 3=$	65.4
r5=	-19.2336	d5=	0.91378				
r6=	14.8215	d6=	0.91117	n4=	1.49845	$\nu 4=$	81.5
r7=	599.6105	d7=	0.01829				
r8=	12.8169	d8=	0.77823	n5=	1.60520	$\nu 5=$	65.4
r9=	58.8537	d9=	0.01829				
r10=	8.4780	d10=	0.71456	n6=	1.73234	$\nu 6=$	54.7
r11=	19.3234	d11=	可変				
*r12=	27.8681	d12=	0.08537	n7=	1.88815	$\nu 7=$	40.8
r13=	1.9627	d13=	0.72265				
r14=	-15.0271	d14=	0.80385	n8=	1.81264	$\nu 8=$	25.4
r15=	-1.8450	d15=	0.08537	n9=	1.75844	$\nu 9=$	52.3
r16=	3.7430	d16=	0.08325				
r17=	2.8552	d17=	0.6843	n10=	1.60718	$\nu 10=$	38.0
r18=	-4.8336	d18=	0.1069				
r19=	-3.0309	d19=	0.08537	n11=	1.83945	$\nu 11=$	42.7
r20=	-16.4257	d20=	可変				
r21=	-3.4527	d21=	0.08537	n12=	1.74678	$\nu 12=$	49.3
r22=	5.7000	d22=	0.34146	n13=	1.85504	$\nu 13=$	23.8
r23=	-321.3362	d23=	可変				
r24=	0.0000	d24=	0.15854 (絞り)				
r25=	43.9054	d25=	0.53392	n14=	1.66152	$\nu 14=$	50.9
r26=	-4.2550	d26=	0.01829				
r27=	11.3523	d27=	0.26799	n15=	1.51825	$\nu 15=$	64.1
r28=	-454.6526	d28=	0.01829				
r29=	10.9151	d29=	0.73123	n16=	1.51825	$\nu 16=$	64.1
r30=	-3.9122	d30=	0.21951	n17=	1.83932	$\nu 17=$	37.2
r31=	-25.7207	d31=	4.29268				
r32=	6.1897	d32=	0.71707	n18=	1.51825	$\nu 18=$	64.1
r33=	-6.5219	d33=	0.2032				
r34=	-9.4702	d34=	0.21951	n19=	1.83945	$\nu 19=$	42.7
r35=	3.5244	d35=	0.76257	n20=	1.51977	$\nu 20=$	52.4
r36=	-10.7857	d36=	0.50836				
r37=	10.5784	d37=	0.84487	n21=	1.48915	$\nu 21=$	70.2
r38=	-3.7200	d38=	0.21951	n22=	1.83932	$\nu 22=$	37.2
r39=	-17.4607	d39=	0.02156				
r40=	6.3961	d40=	0.59703	n23=	1.52033	$\nu 23=$	58.9
r41=	-8.6239	d41=	0.54878				
r42=	0.0000	d42=	3.65854	n24=	1.60718	$\nu 24=$	38.0
r43=	0.0000	d43=	1.97561	n25=	1.51825	$\nu 25=$	64.2
r44=	0.0000	d44=	0.91424				

焦点距離 可変間隔	1.00	2.11	4.06	13.33	20.00
d11	0.08	2.85	4.47	6.16	6.47
d20	6.74	3.57	1.69	0.43	0.73
d23	0.54	0.93	1.19	0.76	0.16

第12面の非球面係数

R	k	B	C	D	E	F
27.868	8.589	3.889×10^{-3}	-6.685×10^{-4}	1.869×10^{-4}	-1.344×10^{-4}	6.539×10^{-5}
	A'	B'	C'	D'	E'	
	-3.026×10^{-5}	7.506×10^{-5}	-2.698×10^{-4}	4.075×10^{-4}	-1.610×10^{-4}	

【0047】

また、実施例1、実施例2、実施例3の広角端におけるフォーカス無限遠時の収差図、
 $f w \times Z 1 / 4$ の焦点距離におけるフォーカス無限遠時の収差図、望遠端におけるフォー

10

20

30

40

50

ーカス無限遠時での収差図を図４～図１２に示す。

【００４８】

いずれにおいても広角端での倍率色収差の歪曲成分が少ないにもかかわらず、焦点距離 $f_w \times Z1/4$ での正の歪曲収差および望遠端での軸上色収差が良好に補正されている。

【００４９】

以上説明したように、上記各実施例によれば、高い光学性能を有し、広画角・高倍率でありながら、小型で軽量のズームレンズを実現することができる。

【００５０】

図１９には、上記各実施例で説明したズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（撮像装置）を示している。

10

【００５１】

図１９において、５０はビデオカメラ本体、５１は上記各実施例で説明したズームレンズにより構成された撮影光学系、５２は撮影光学系５１により形成された物体像を受けてこれを光電変換するＣＣＤ、ＣＭＯＳセンサ等の光電変換素子としての撮像素子である。

【００５２】

５３は撮像素子５２により得られた画像信号を記録する、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク等の記録媒体である。５４は撮像素子５２により得られた画像信号に応じて液晶パネル等の内部ディスプレイパネル（図示せず）に表示された物体像を観察するファインダーである。

20

【００５３】

５５はファインダー５４と同等の機能を有し、物体像や各種撮影情報を表示する液晶パネル等の外部ディスプレイパネルである。この外部ディスプレイパネル５５はビデオカメラ本体５０に対して格納および展開ができ、図には格納された状態を示している。

【００５４】

上記ズームレンズを撮影光学系として用いることにより、高い撮像性能を有し、広画角・高倍率での撮影が可能でありながら、小型で軽量の撮像装置を実現することができる。なお、上記各実施例のズームレンズは、ビデオカメラ以外でも、デジタルスチルカメラやテレビカメラ、さらにはフィルムカメラといった各種撮像装置にも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【００５５】

【図１】本発明の実施形態１のズームレンズの広角端における無限遠時の断面図である。

【図２】本発明の実施形態２のズームレンズの広角端における無限遠時の断面図である。

【図３】本発明の実施形態３のズームレンズの広角端における無限遠時の断面図である。

【図４】実施形態１における広角端における無限遠時の収差図である。

【図５】実施形態１における焦点距離 $f_w \times Z1/4$ における無限遠時の収差図である。

【図６】実施形態１における望遠端における無限遠時の収差図である。

【図７】実施形態２における広角端における無限遠時の収差図である。

【図８】実施形態２における焦点距離 $f_w \times Z1/4$ における無限遠時の収差図である。

【図９】実施形態２における望遠端における無限遠時の収差図である。

40

【図１０】実施形態３における広角端における無限遠時の収差図である。

【図１１】実施形態３における焦点距離 $f_w \times Z1/4$ における無限遠時の収差図である。

。

【図１２】実施形態３における望遠端における無限遠時の収差図である。

【図１３】実施形態１における広角端における無限遠時の光路図である。

【図１４】実施形態１における焦点距離 $f_w \times Z1/4$ における無限遠時の光路図である。

。

【図１５】実施形態２における広角端における無限遠時の光路図である。

【図１６】実施形態２における焦点距離 $f_w \times Z1/4$ における無限遠時の光路図である。

。

50

【図 1 7】実施形態 3 における広角端における無限遠時の光路図である。

【図 1 8】実施形態 3 における焦点距離 $f_w \times Z1 / 4$ における無限遠時の光路図である。

。

【図 1 9】上記各実施形態のズームレンズを用いた撮像装置の概略図。

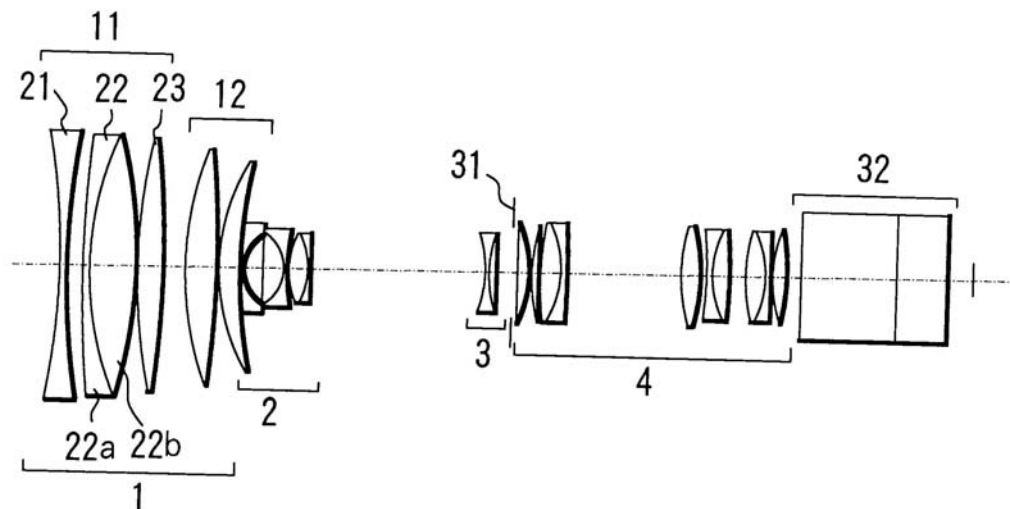
【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

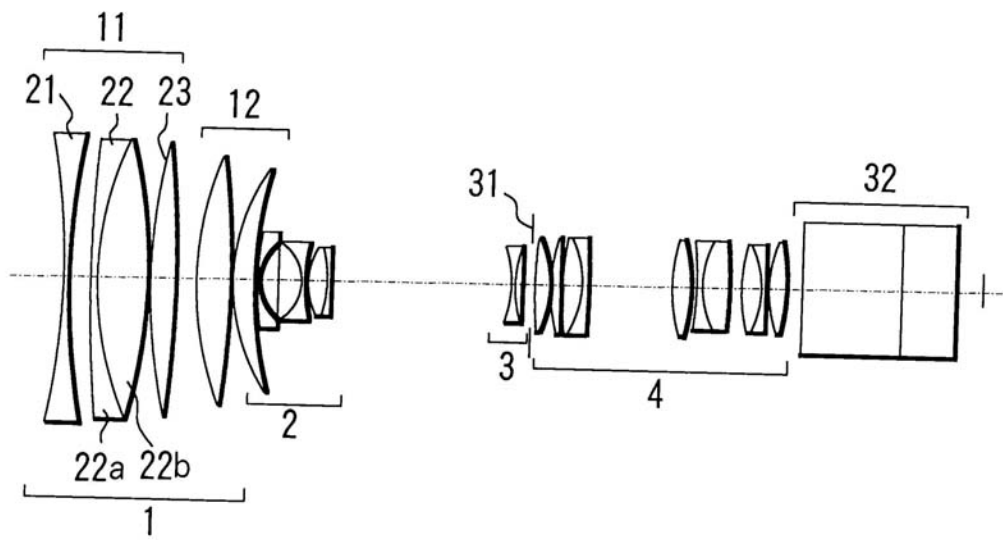
- 1 第 1 レンズユニット
- 2 第 2 レンズユニット
- 3 第 3 レンズユニット
- 4 第 4 レンズユニット
- 1 1 第 1 レンズコンポーネント
- 1 2 第 2 レンズコンポーネント
- 2 1 第 1 負レンズエレメント
- 2 2 第 2 レンズエレメントユニット
- 3 1 絞り
- 3 2 ガラスブロック

10

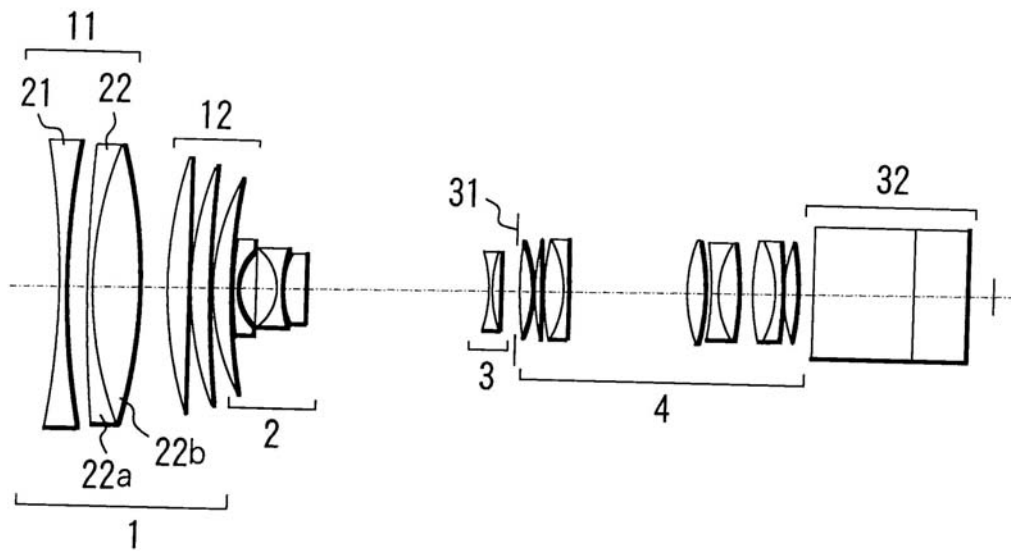
【図 1】



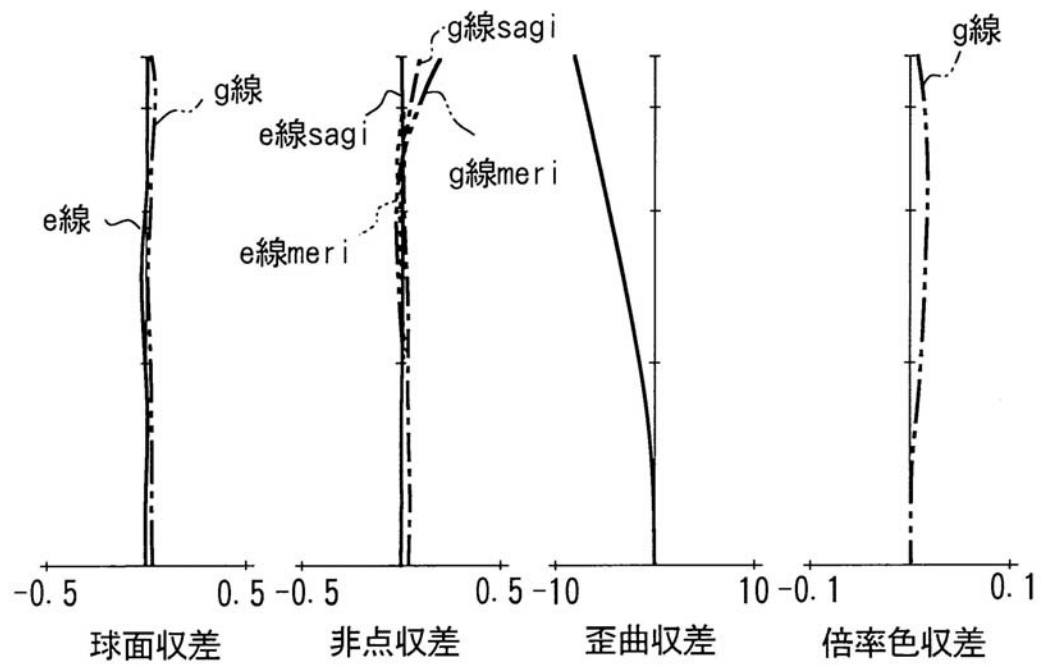
【図 2】



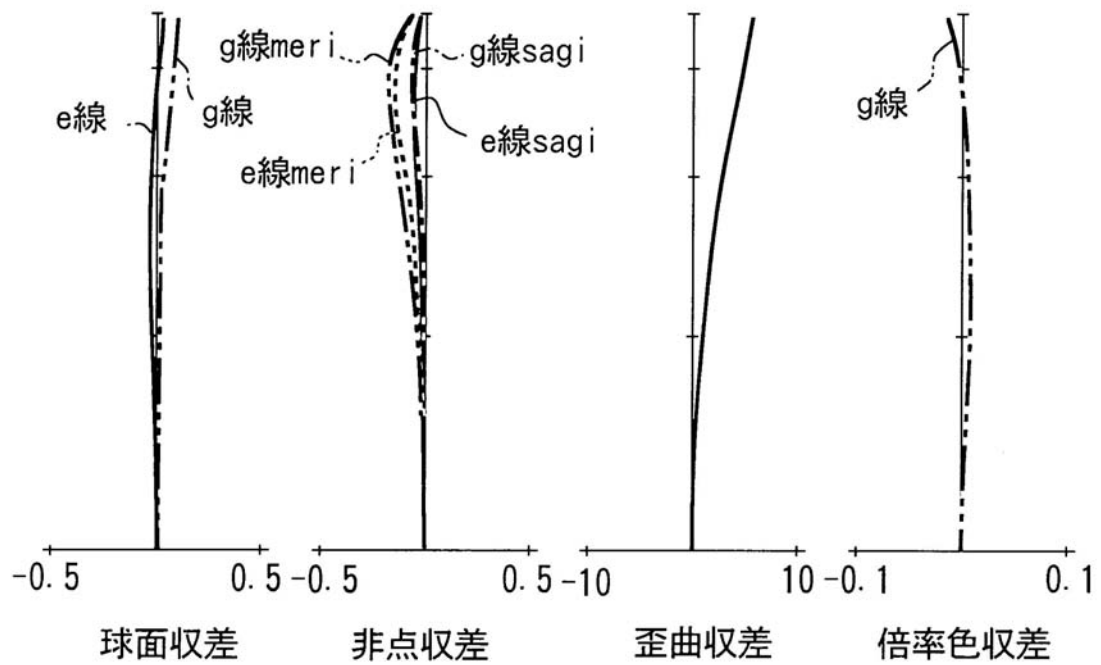
【図 3】



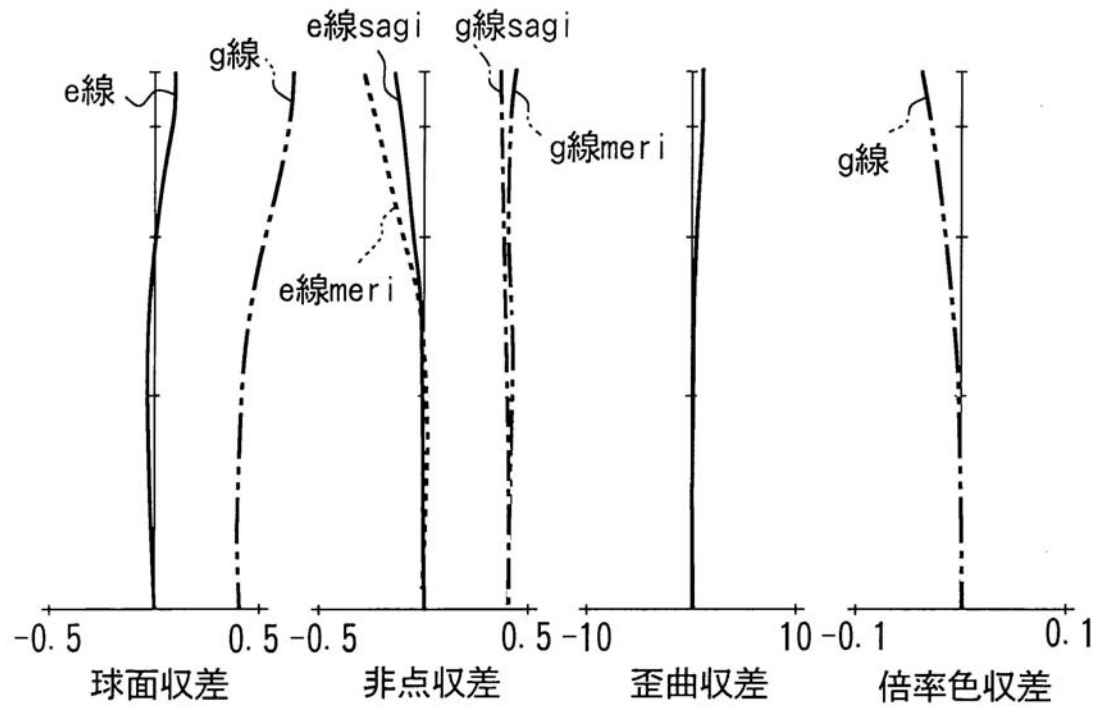
【図4】



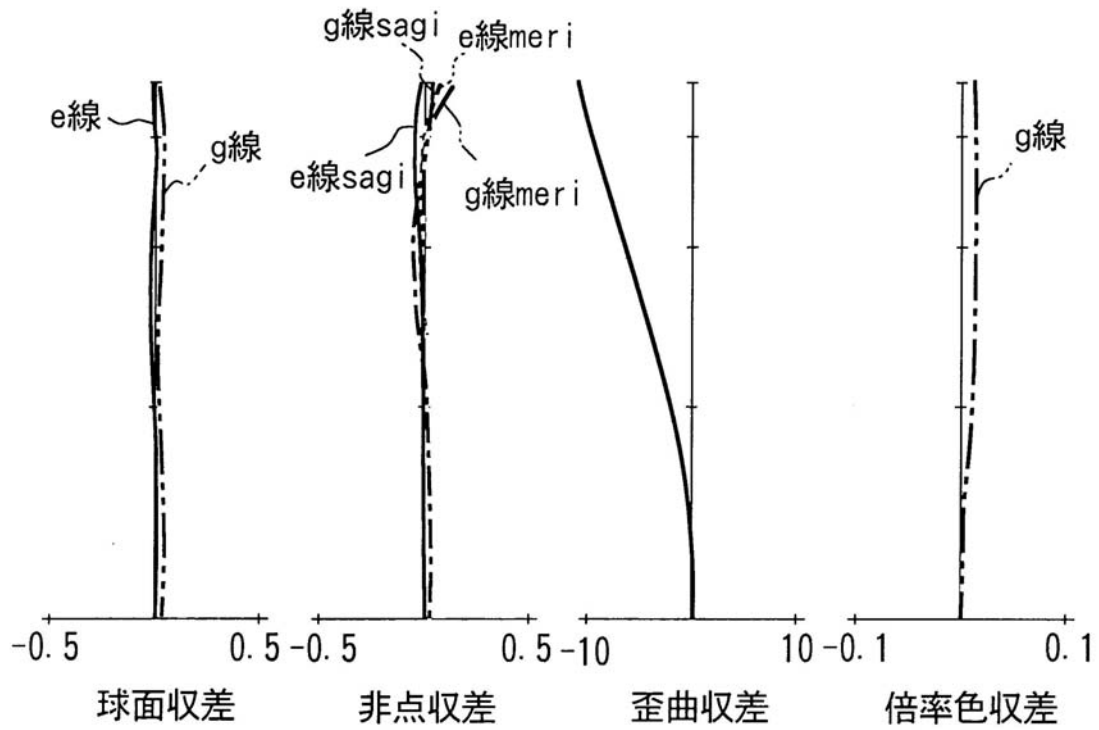
【図5】



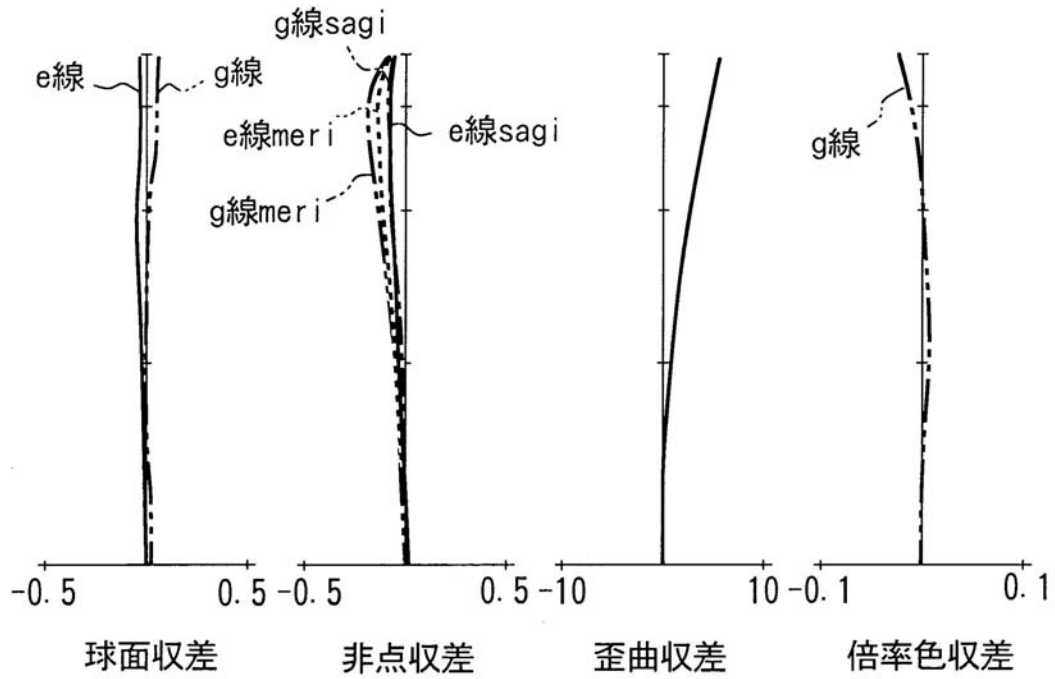
【図6】



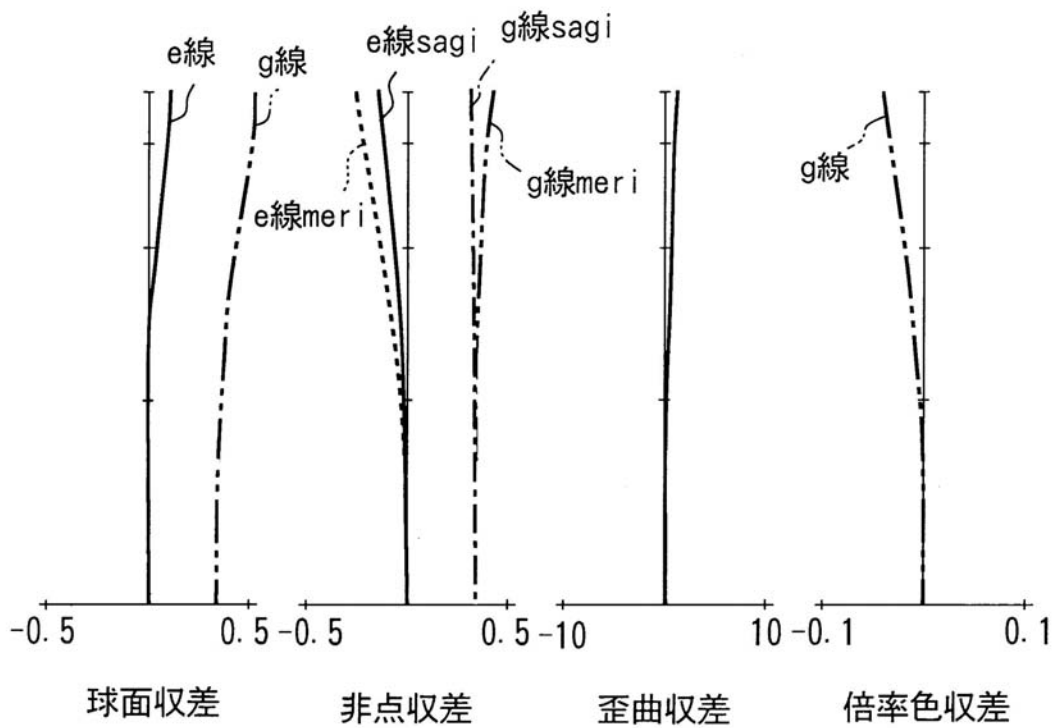
【図7】



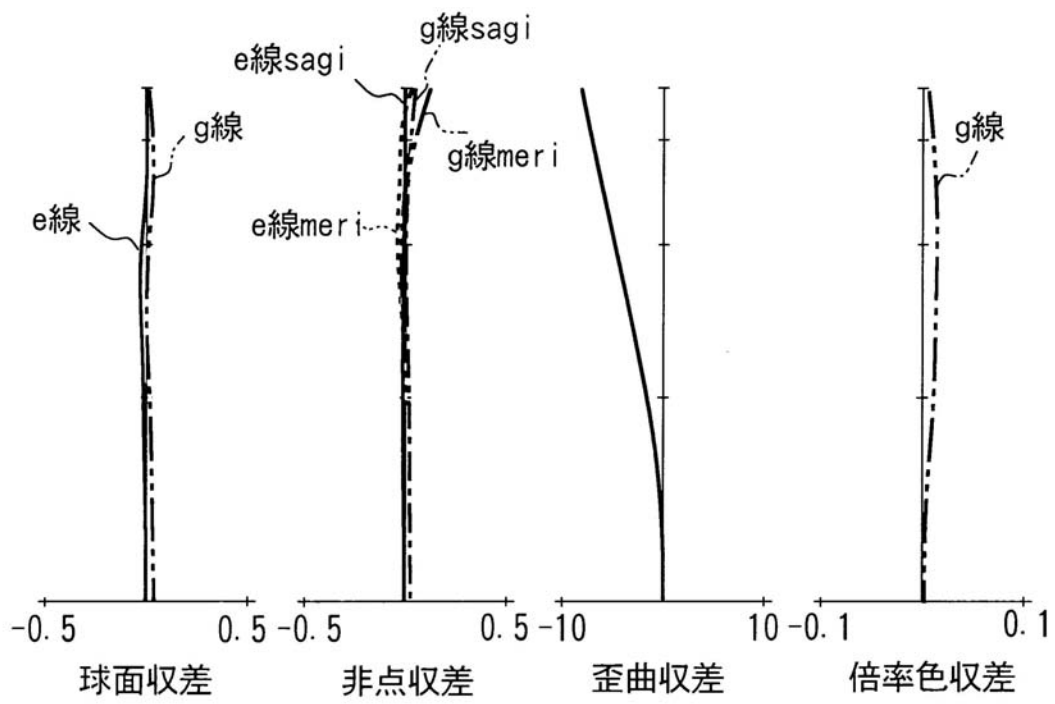
【図 8】



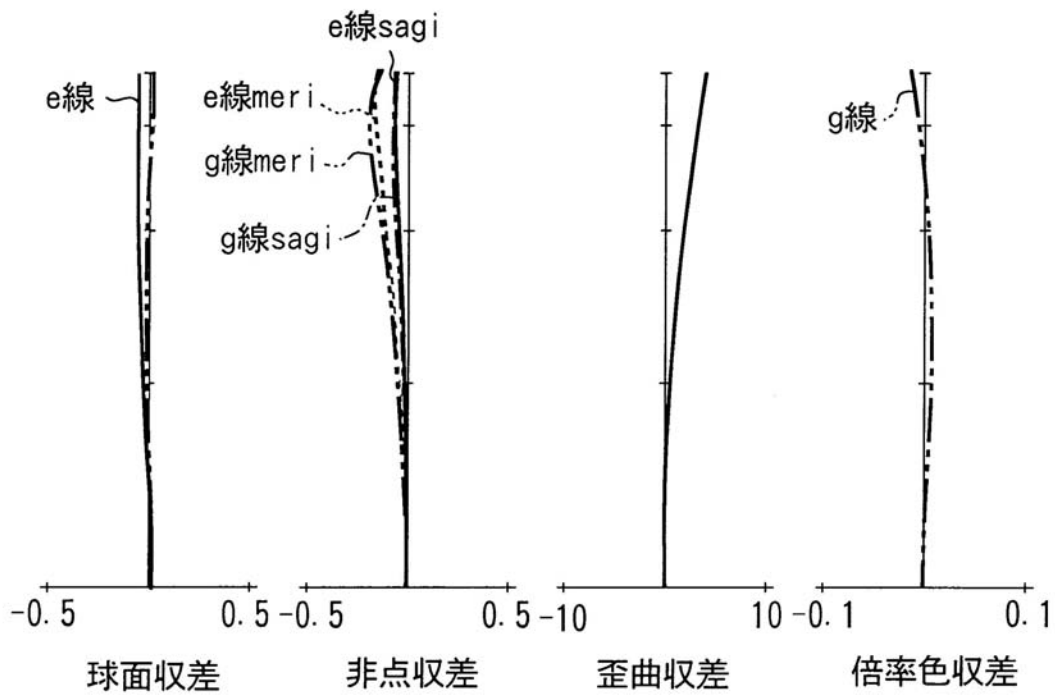
【図 9】



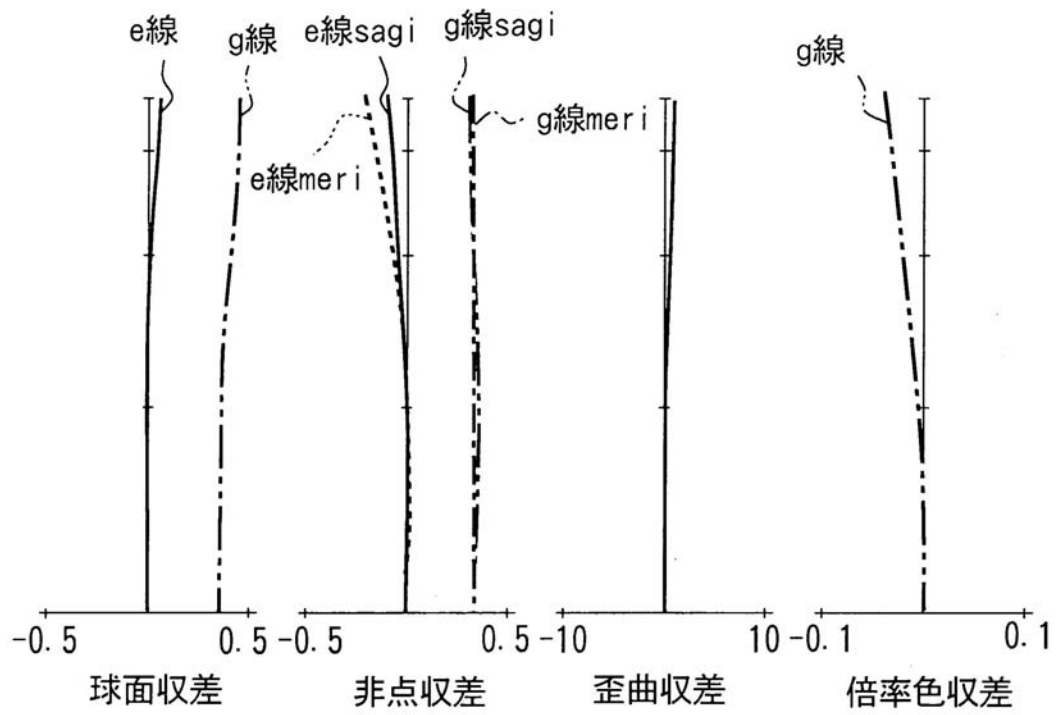
【図 10】



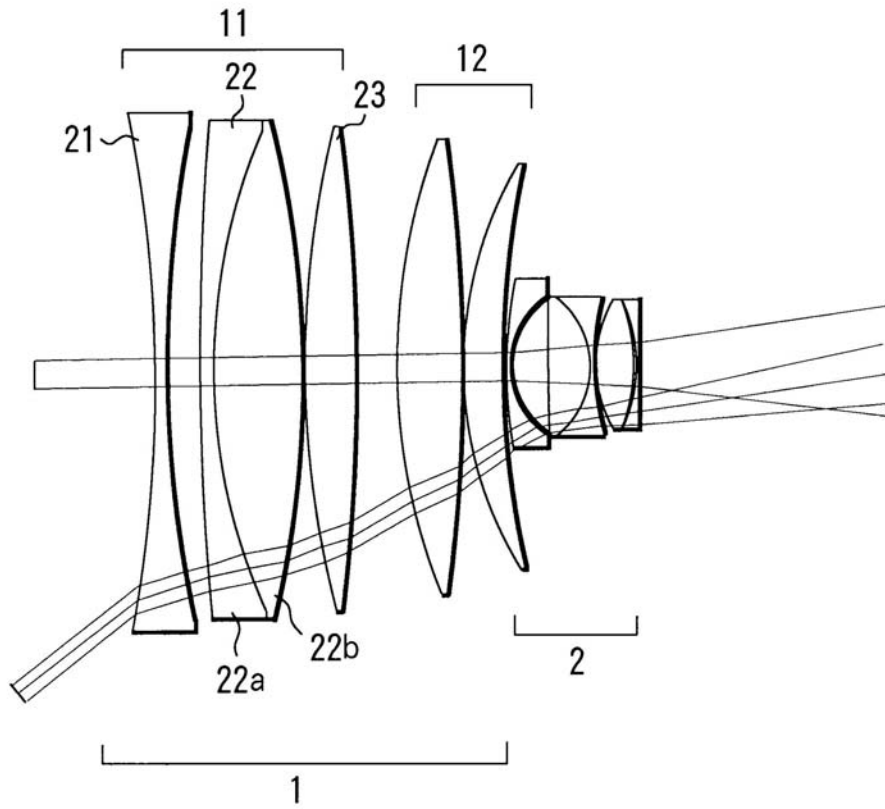
【図 11】



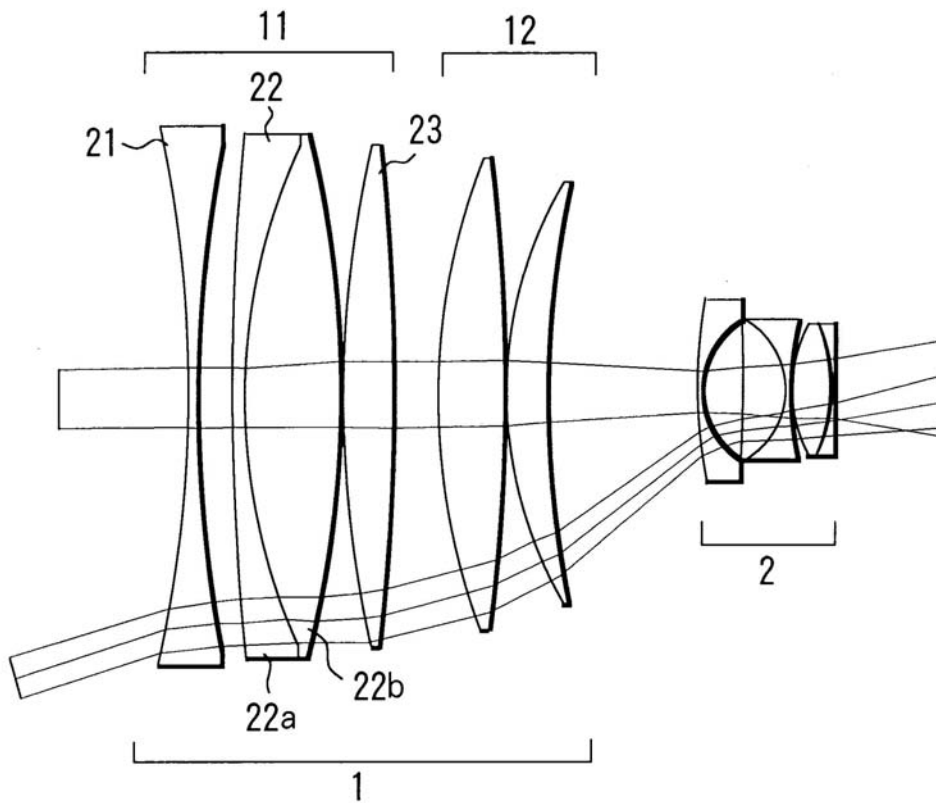
【図 12】



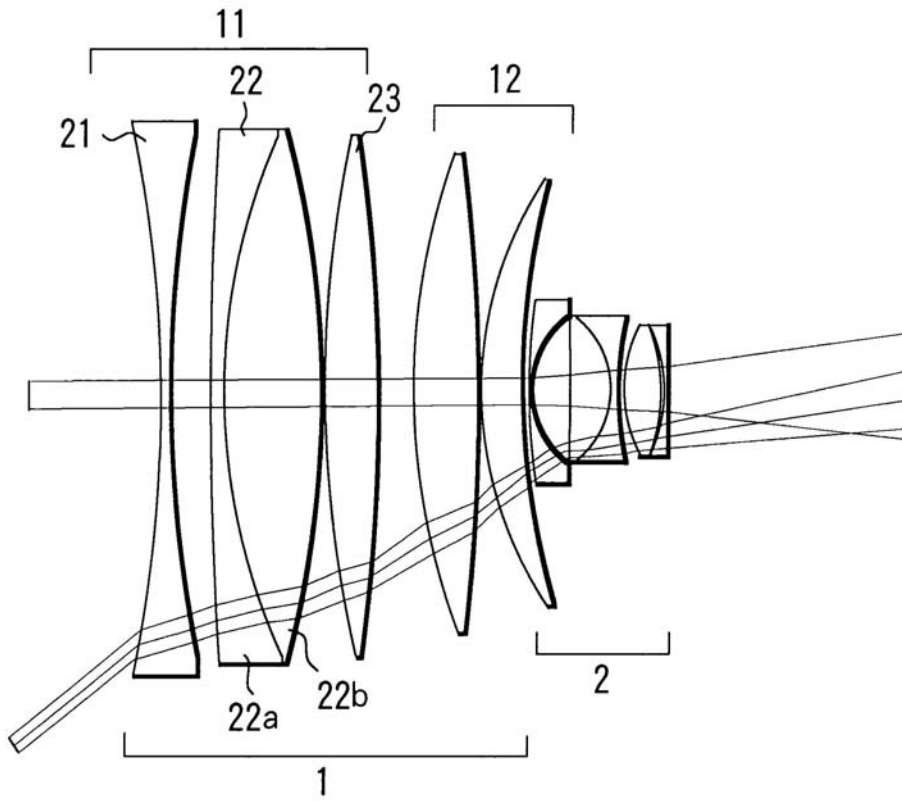
【図 13】



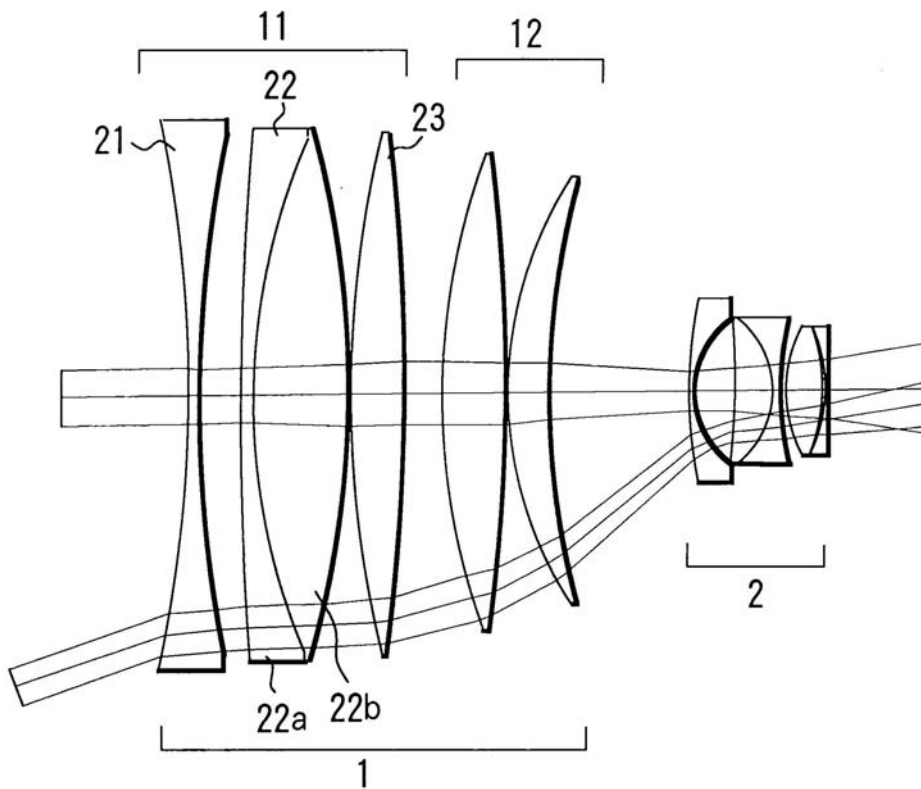
【図 14】



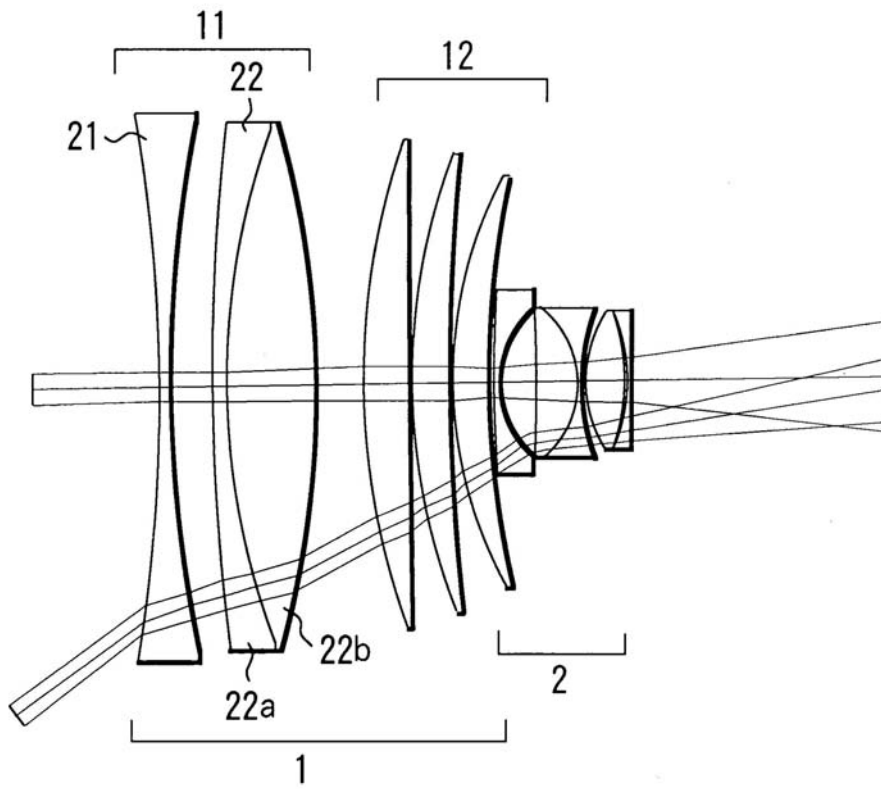
【図 15】



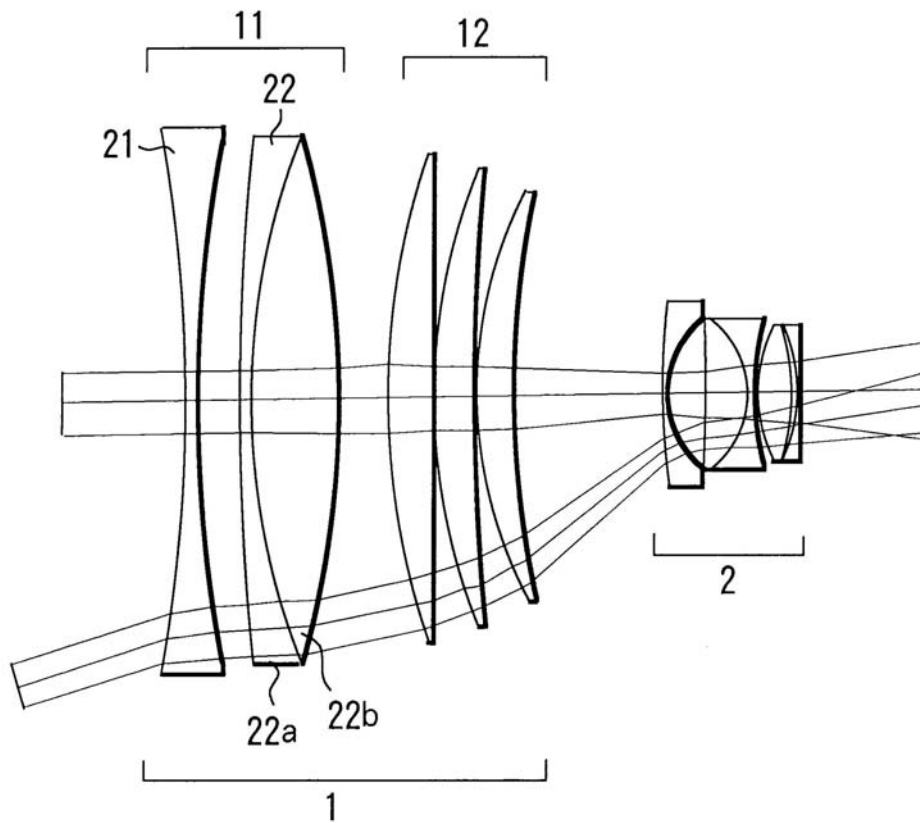
【図 16】



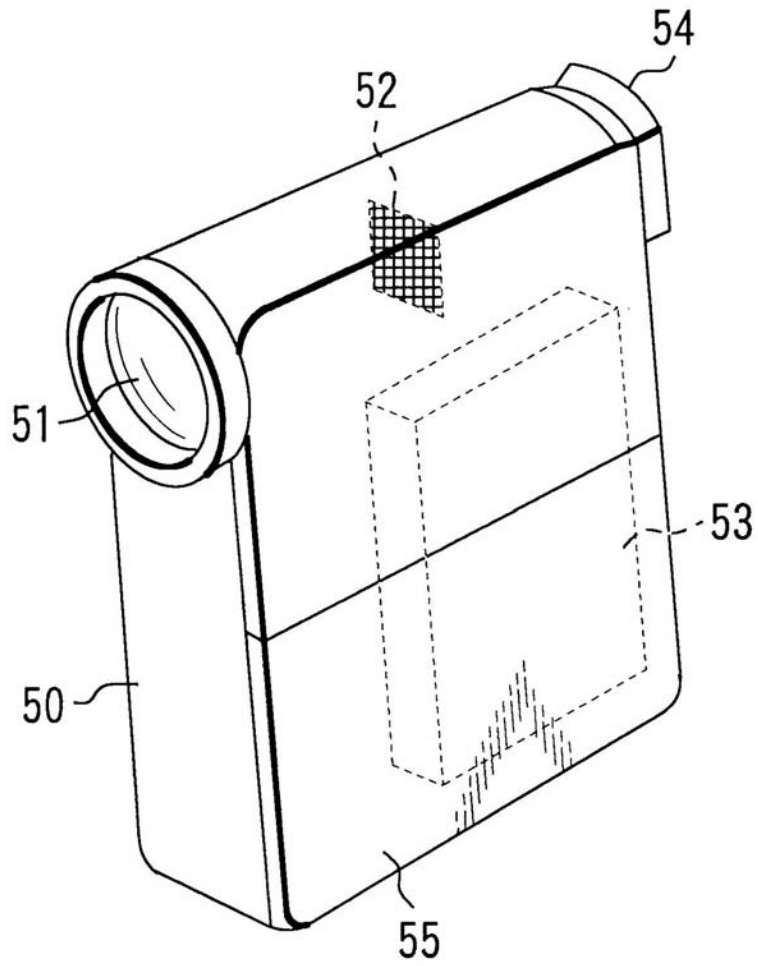
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 臼井 文昭

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 原田 英信

(56)参考文献 特開平08-146294(JP,A)

特開平08-146293(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04