

(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

G02B 15/167 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/167
G02B 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
 ャノン株式会社内

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。

$$\begin{aligned} -1 & . 2 8 < f_n / f_1 \\ 1 & \quad 2 > 8 \\ \hline 3 & > 6 0 \end{aligned}$$

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、 f_2 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ペ数、 f_3 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ペ数を表す。

【請求項 2】

10

20

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。 10

$$Z > 10$$

$$f_w / I_S < 0.75$$

但し、 Z はズーム比、 f_w を広角端での全系の焦点距離、 I_S 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。 20

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】

30

【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）。 40

【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。 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い、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・軽量な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。

$$-1.28 < f_n / f_1$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 2 > 8 \\ \hline 3 > 60 \end{array}$$

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、 1 及び 2 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、 3 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。

【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、小型で軽量な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 10 の広角端におけるフォーカス無限遠時の断面図である。

【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 20 ではそれらに相当するガラスブロックで示している。

【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。

【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fw、ズーム比Zで表される $fw \times Z / 4$ 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】

10

20

30

40

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 21 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。

【 0 0 2 3 】

更に、以下の条件式を満たすことが望ましい。

【 0 0 2 4 】

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

ここで、 f_n は、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 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

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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

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

ここで、 1 および 2 はそれぞれ、第 1 負レンズエレメント 21 、第 2 負レンズエレメント 22a のアッペ数であり、 3 は第 2 負レンズエレメント 22a 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 22b のアッペ数を表す。

20

【 0 0 2 7 】

(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

【 0 0 2 8 】

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 11 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 21 、第 2 負レンズエレメント 22a 、正レンズエレメント 22b 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。

【 0 0 2 9 】

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

$$f_w / I_S < 0.75 \cdots \quad (5)$$

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

40

【 0 0 3 0 】

(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 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、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。

【 0 0 3 1 】

(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 / I_S が (5) 式の上限値以上となった場合、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、正レンズエレメントを配置した構成にする必要がない。

【0032】

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、正レンズエレメントを配置した構成にしている。

【0033】

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11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21、第2負レンズエレメント22a、正レンズエレメント22b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。10

【0034】

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

ここで、 h_w 、 h_z はそれぞれ、広角端および焦点距離 $f_w \times Z_1 / 4$ 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21）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。

【0035】

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21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11中の第1負レンズエレメント21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、正レンズエレメントという構成にするとよい。20

【0036】

図13～図18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 $f_w \times Z_1 / 4$ 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。30

【0037】

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11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。

【0038】

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11を構成する第2負レンズエレメント22aと正レンズエレメント22bとが接合されていることが望ましい。

【0039】

正レンズエレメント22b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22aと正レンズエレメント22b間に空気間隔がある場合、第2負レンズエレメント22aと正レンズエレメント22b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22aと正レンズエレメント22bとを接合して、第2負レンズエレメントユニット22を接合レンズとした方がよい。40

【0040】

（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。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 α_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 】

$$\begin{aligned} x = & \{ (y^2 / R) / (1 - (1 + k) \cdot (y / R)^2)^{1/2} \} + By^4 + Cy^6 + Dy^8 + Ey^{10} \\ & + Fy^{12} + A'y^3 + B'y^5 + C'y^7 + D'y^9 + E'y^{11} \end{aligned}$$

【 0 0 4 4 】

10

【表1】

ズーム比 : 2 1 x		広角端面角 : 70.4 度			
v 1 - v 2 = 2 9 . 3	v 3 = 9 5 . 0	h w : 5 . 1 3	h z : 5 . 2 1		
f n / f 1 = -1 . 0 7					
r1 = -27.3632	d1 = 0.2308	n1 = 1.73234	v 1 = 54.7		
r2 = 27.3632	d2 = 0.7159	n2 = 1.81264	v 2 = 25.4		
r3 = 71.3705	d3 = 0.2308	n3 = 1.43985	v 3 = 95.0		
r4 = 12.9897	d4 = 1.9149	n4 = 1.62033	v 4 = 63.3		
r5 = -20.8550	d5 = 0.0192	n5 = 1.49845	v 5 = 81.5	10	
r6 = 22.4921	d6 = 1.0621	n6 = 1.73234	v 6 = 54.7		
r7 = -44.2413	d7 = 0.8682	n7 = 1.88815	v 7 = 40.8		
r8 = 13.6623	d8 = 1.3612	n8 = 1.81643	v 8 = 22.8		
r9 = -38.6827	d9 = 0.0192	n9 = 1.82017	v 9 = 46.6		
r10 = 8.5777	d10 = 0.8358	n10 = 1.53430	v 10 = 48.8		
r11 = 20.4377	d11 = 可変	n11 = 1.83945	v 11 = 42.7		
*r12 = 17.4102	d12 = 0.0897	n12 = 1.74678	v 12 = 49.3	20	
r13 = 1.8153	d13 = 0.7775	n13 = 1.85504	v 13 = 23.8		
r14 = -16.8508	d14 = 0.8569	n14 = 1.66152	v 14 = 50.9		
r15 = -1.7598	d15 = 0.0897	n15 = 1.51825	v 15 = 64.1		
r16 = 6.2738	d16 = 0.0207	n16 = 1.51825	v 16 = 64.1		
r17 = 3.0458	d17 = 0.7632	n17 = 1.83932	v 17 = 37.2		
r18 = -3.7054	d18 = 0.0339	n18 = 1.51825	v 18 = 64.1		
r19 = -3.3339	d19 = 0.0897	n19 = 1.83945	v 19 = 42.7		
r20 = -33.1779	d20 = 可変	n20 = 1.51977	v 20 = 52.4	30	
r21 = -3.6233	d21 = 0.0897	n21 = 1.48915	v 21 = 70.2		
r22 = 5.8983	d22 = 0.3590	n22 = 1.83932	v 22 = 37.2		
r23 = -168.4231	d23 = 可変	n23 = 1.52033	v 23 = 58.9		
r24 = 0.0000	d24 = 0.1667 (絞り)	n24 = 1.60718	v 24 = 38.0		
r25 = 140.3963	d25 = 0.5587	n25 = 1.51825	v 25 = 64.2		
r26 = -4.4981	d26 = 0.0192				
r27 = 10.3658	d27 = 0.3130				
r28 = -3371.7949	d28 = 0.0192				
r29 = 11.9041	d29 = 0.8686				
r30 = -4.1625	d30 = 0.2308				
r31 = -26.2383	d31 = 4.5128				
r32 = 7.8669	d32 = 0.8029				
r33 = -6.7440	d33 = 0.2219				
r34 = -12.6572	d34 = 0.2308				
r35 = 4.1168	d35 = 0.7369				
r36 = -11.6979	d36 = 0.5637				
r37 = 7.9839	d37 = 0.8684				
r38 = -3.8229	d38 = 0.2308				
r39 = -45.5666	d39 = 0.0192				
r40 = 6.8645	d40 = 0.5644				
r41 = -9.4753	d41 = 0.5769				
r42 = 0.0000	d42 = 3.8462				
r43 = 0.0000	d43 = 2.0769				
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

40

第12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}

【0045】

【表2】

ズーム比: 1.8倍		広角端面角: 72.5度			
$\gamma_1 - \gamma_2 = 24.6$	$\nu_3 = 95.0$	$hw: 5.50$	$hz: 5.52$		
$f_n / f_1 = -1.10$					
r1 = -28.9573	d1 = 0.2400	n1 = 1.79025	$\nu_1 = 50.0$		
r2 = 30.0203	d2 = 0.8515	n2 = 1.81264	$\nu_2 = 25.4$		
r3 = 78.0457	d3 = 0.2400	n3 = 1.43985	$\nu_3 = 95.0$		
r4 = 13.9770	d4 = 2.0645	n4 = 1.60520	$\nu_4 = 65.4$		
r5 = -20.9743	d5 = 0.0200	n5 = 1.49845	$\nu_5 = 81.5$		10
r6 = 24.9264	d6 = 1.1292	n6 = 1.73234	$\nu_6 = 54.7$		
r7 = -39.7140	d7 = 0.7266	n7 = 1.88815	$\nu_7 = 40.8$		
r8 = 14.2826	d8 = 1.4278	n8 = 1.81643	$\nu_8 = 22.8$		
r9 = -36.6365	d9 = 0.0200	n9 = 1.82017	$\nu_9 = 46.6$		
r10 = 8.3007	d10 = 0.8977	n10 = 1.57047	$\nu_{10} = 42.8$		
r11 = 18.7300	d11 = 可変	n11 = 1.88815	$\nu_{11} = 40.8$		
*r12 = 17.2263	d12 = 0.0933	n12 = 1.74678	$\nu_{12} = 49.3$		20
r13 = 2.0230	d13 = 0.7765	n13 = 1.85504	$\nu_{13} = 23.8$		
r14 = -16.8024	d14 = 0.8726	n14 = 1.66152	$\nu_{14} = 50.9$		
r15 = -1.8979	d15 = 0.0933	n15 = 1.51977	$\nu_{15} = 52.4$		
r16 = 5.0474	d16 = 0.1466	n16 = 1.52458	$\nu_{16} = 59.8$		
r17 = 3.2941	d17 = 0.7571	n17 = 1.83945	$\nu_{17} = 42.7$		
r18 = -4.0079	d18 = 0.0787	n18 = 1.51825	$\nu_{18} = 64.1$		
r19 = -3.1712	d19 = 0.0933	n19 = 1.83945	$\nu_{19} = 42.7$		
r20 = -18.0496	d20 = 可変	n20 = 1.51825	$\nu_{20} = 64.1$		
r21 = -3.5834	d21 = 0.0933	n21 = 1.48915	$\nu_{21} = 70.2$		
r22 = 6.3668	d22 = 0.3733	n22 = 1.83932	$\nu_{22} = 37.2$		
r23 = -97.8600	d23 = 可変	n23 = 1.51825	$\nu_{23} = 64.1$		
r24 = 0.0000	d24 = 0.1733 (絞り)	n24 = 1.60718	$\nu_{24} = 38.0$		
r25 = 168.4641	d25 = 0.6109	n25 = 1.51825	$\nu_{25} = 64.2$		
r26 = -4.4111	d26 = 0.0200				
r27 = 11.1625	d27 = 0.3447				
r28 = -1200.0000	d28 = 0.0200				
r29 = 10.5857	d29 = 0.7931				
r30 = -3.9079	d30 = 0.2400				
r31 = -21.0878	d31 = 3.3333				
r32 = 10.2483	d32 = 0.7729				
r33 = -5.8053	d33 = 0.1364				
r34 = -9.2298	d34 = 0.2400				
r35 = 4.2865	d35 = 1.1027				30
r36 = -7.7621	d36 = 0.3999				
r37 = 10.0271	d37 = 0.8147				
r38 = -3.8930	d38 = 0.2400				
r39 = -25.1689	d39 = 0.0366				
r40 = 7.0822	d40 = 0.6865				
r41 = -8.9491	d41 = 0.6000				
r42 = 0.0000	d42 = 4.0000				
r43 = 0.0000	d43 = 2.1600				
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

40

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}	

50

【表3】

ズーム比：20倍 広角端画角67.7度
 $y_1 - v_2 = 9.9$ $v_3 = 65.4$ $h_w : 4.78$ $h_z : 5.07$

$f_n / f_1 = -1.23$	$d_1 = 0.21951$	$n_1 = 1.75453$	$v_1 = 35.3$	
$r_1 = -30.1125$	$d_2 = 0.80928$	$n_2 = 1.81264$	$v_2 = 25.4$	
$r_2 = 28.3260$	$d_3 = 0.21951$	$n_3 = 1.60520$	$v_3 = 65.4$	
$r_3 = 56.8148$	$d_4 = 1.69238$	$n_4 = 1.49845$	$v_4 = 81.5$	10
$r_4 = 14.9249$	$d_5 = 0.91378$	$n_5 = 1.60520$	$v_5 = 65.4$	
$r_5 = -19.2336$	$d_6 = 0.91117$	$n_6 = 1.73234$	$v_6 = 54.7$	
$r_6 = 14.8215$	$d_7 = 0.01829$	$n_7 = 1.88815$	$v_7 = 40.8$	
$r_7 = 599.6105$	$d_8 = 0.77823$	$n_8 = 1.81264$	$v_8 = 25.4$	
$r_8 = 12.8169$	$d_9 = 0.01829$	$n_9 = 1.75844$	$v_9 = 52.3$	
$r_9 = 58.8537$	$d_{10} = 0.71456$	$n_{10} = 1.60718$	$v_{10} = 38.0$	
$r_{10} = 8.4780$	$d_{11} = \text{可変}$	$n_{11} = 1.83945$	$v_{11} = 42.7$	
$r_{11} = 19.3234$	$d_{12} = 0.08537$	$n_{12} = 1.74678$	$v_{12} = 49.3$	20
$*r_{12} = 27.8681$	$d_{13} = 0.72265$	$n_{13} = 1.85504$	$v_{13} = 23.8$	
$r_{13} = 1.9627$	$d_{14} = 0.80385$	$n_{14} = 1.66152$	$v_{14} = 50.9$	
$r_{14} = -15.0271$	$d_{15} = 0.08537$	$n_{15} = 1.51825$	$v_{15} = 64.1$	
$r_{15} = -1.8450$	$d_{16} = 0.08325$	$n_{16} = 1.51825$	$v_{16} = 64.1$	
$r_{16} = 3.7430$	$d_{17} = 0.6843$	$n_{17} = 1.83932$	$v_{17} = 37.2$	
$r_{17} = 2.8552$	$d_{18} = 0.1069$	$n_{18} = 1.51825$	$v_{18} = 64.1$	
$r_{18} = -4.8336$	$d_{19} = 0.08537$	$n_{19} = 1.83945$	$v_{19} = 42.7$	
$r_{19} = -3.0309$	$d_{20} = \text{可変}$	$n_{20} = 1.51977$	$v_{20} = 52.4$	
$r_{20} = -16.4257$	$d_{21} = 0.08537$	$n_{21} = 1.48915$	$v_{21} = 70.2$	30
$r_{21} = -3.4527$	$d_{22} = 0.34146$	$n_{22} = 1.83932$	$v_{22} = 37.2$	
$r_{22} = 5.7000$	$d_{23} = \text{可変}$	$n_{23} = 1.52033$	$v_{23} = 58.9$	
$r_{23} = -321.3362$	$d_{24} = 0.15854 \text{ (絞り)}$	$n_{24} = 1.60718$	$v_{24} = 38.0$	
$r_{24} = 0.0000$	$d_{25} = 0.53392$	$n_{25} = 1.51825$	$v_{25} = 64.2$	
$r_{25} = 43.9054$	$d_{26} = 0.01829$	$n_{26} = 1.83945$	$v_{26} = 42.7$	
$r_{26} = -4.2550$	$d_{27} = 0.26799$	$n_{27} = 1.83932$	$v_{27} = 37.2$	
$r_{27} = 11.3523$	$d_{28} = 0.01829$	$n_{28} = 1.51825$	$v_{28} = 64.1$	
$r_{28} = -454.6526$	$d_{29} = 0.73123$	$n_{29} = 1.51825$	$v_{29} = 64.1$	
$r_{29} = 10.9151$	$d_{30} = 0.21951$	$n_{30} = 1.83945$	$v_{30} = 42.7$	
$r_{30} = -3.9122$	$d_{31} = 4.29268$	$n_{31} = 1.51825$	$v_{31} = 64.1$	
$r_{31} = -25.7207$	$d_{32} = 0.71707$	$n_{32} = 1.51825$	$v_{32} = 64.1$	
$r_{32} = 6.1897$	$d_{33} = 0.2032$	$n_{33} = 1.83945$	$v_{33} = 42.7$	
$r_{33} = -6.5219$	$d_{34} = 0.21951$	$n_{34} = 1.51825$	$v_{34} = 64.1$	
$r_{34} = -9.4702$	$d_{35} = 0.76257$	$n_{35} = 1.51977$	$v_{35} = 52.4$	
$r_{35} = 3.5244$	$d_{36} = 0.50836$	$n_{36} = 1.48915$	$v_{36} = 70.2$	30
$r_{36} = -10.7857$	$d_{37} = 0.84487$	$n_{37} = 1.83932$	$v_{37} = 37.2$	
$r_{37} = 10.5784$	$d_{38} = 0.21951$	$n_{38} = 1.51825$	$v_{38} = 64.1$	
$r_{38} = -3.7200$	$d_{39} = 0.02156$	$n_{39} = 1.51825$	$v_{39} = 64.1$	
$r_{39} = -17.4607$	$d_{40} = 0.59703$	$n_{40} = 1.52033$	$v_{40} = 58.9$	
$r_{40} = 6.3961$	$d_{41} = 0.54878$	$n_{41} = 1.60718$	$v_{41} = 38.0$	
$r_{41} = -8.6239$	$d_{42} = 3.65854$	$n_{42} = 1.51825$	$v_{42} = 64.2$	40
$r_{42} = 0.0000$	$d_{43} = 1.97561$	$n_{43} = 1.51825$	$v_{43} = 64.2$	
$r_{43} = 0.0000$	$d_{44} = 0.91424$			

焦点距離/ 可変間隔	1.00	2.11	4.06	13.33	20.00
d_{11}	0.08	2.85	4.47	6.16	6.47
d_{20}	6.74	3.57	1.69	0.43	0.73
d_{23}	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

一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 $f_w \times Z_{1/4}$ 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、小型で軽量な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。 20

【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、小型で軽量な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。 30

【図面の簡単な説明】

【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 $f_w \times Z_{1/4}$ 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 $f_w \times Z_{1/4}$ における無限遠時の収差図である。 40

【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。

【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 $f_w \times Z_{1/4}$ 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 $f_w \times Z_{1/4}$ 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 $f_w \times Z_{1/4}$ における無限遠時の光路図である。

。

【図17】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18】実施形態3における焦点距離 $f_w \times Z_1 / 4$ における無限遠時の光路図である。

。

【図19】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。

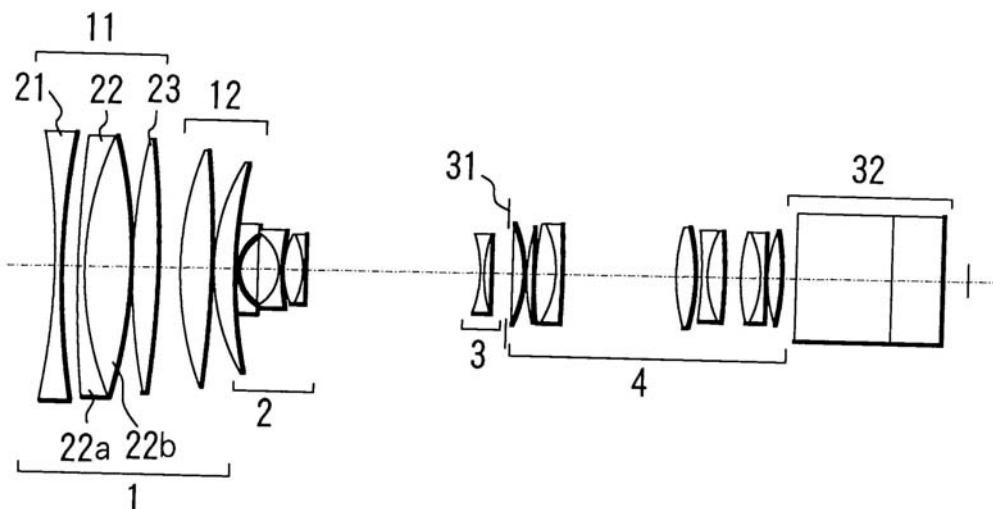
【符号の説明】

【0056】

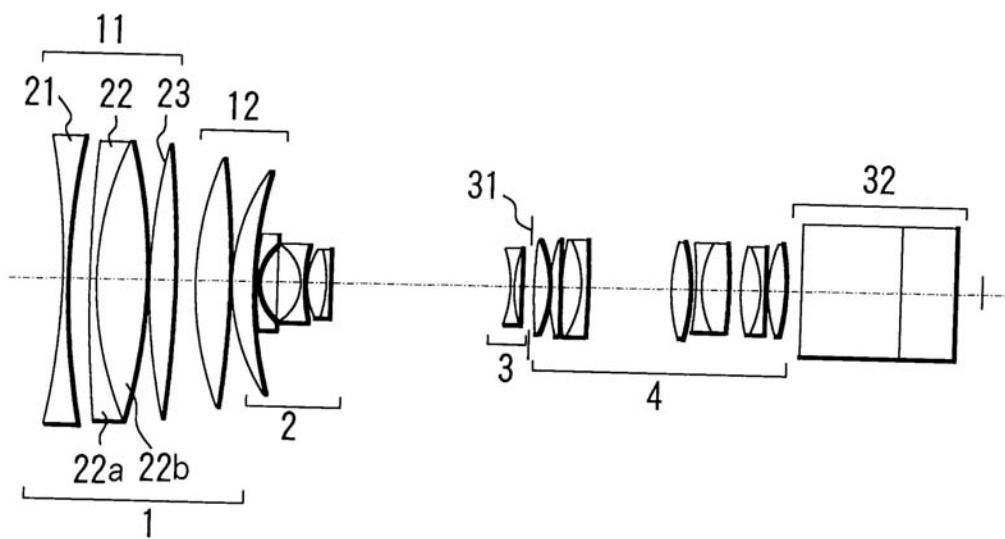
- 1 第1レンズユニット
- 2 第2レンズユニット
- 3 第3レンズユニット
- 4 第4レンズユニット
- 11 第1レンズコンポーネント
- 12 第2レンズコンポーネント
- 21 第1負レンズエレメント
- 22 第2レンズエレメントユニット
- 22a 絞り
- 22b ガラスブロック

10

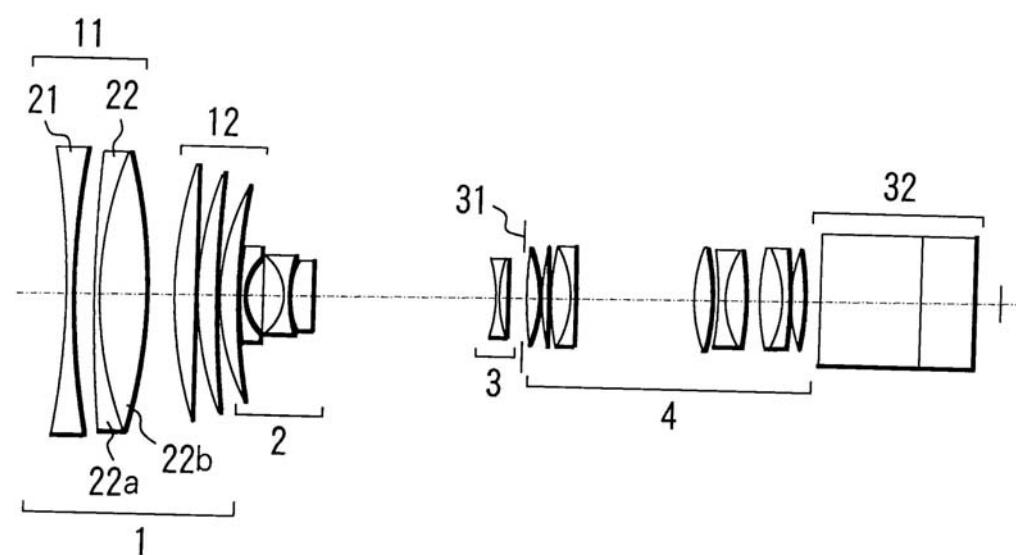
【図1】



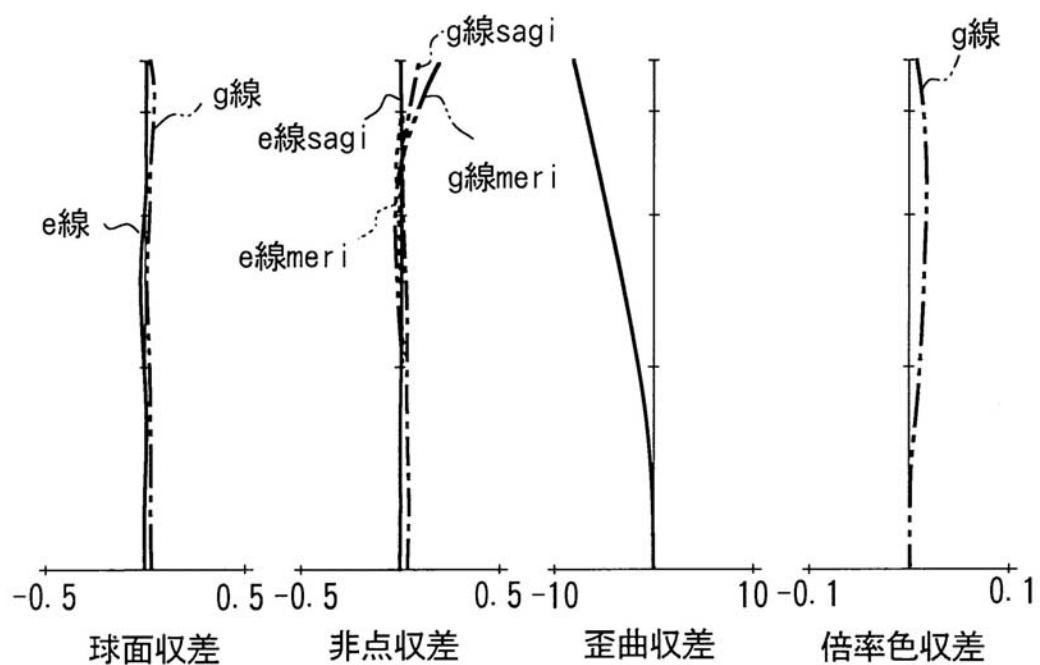
【図2】



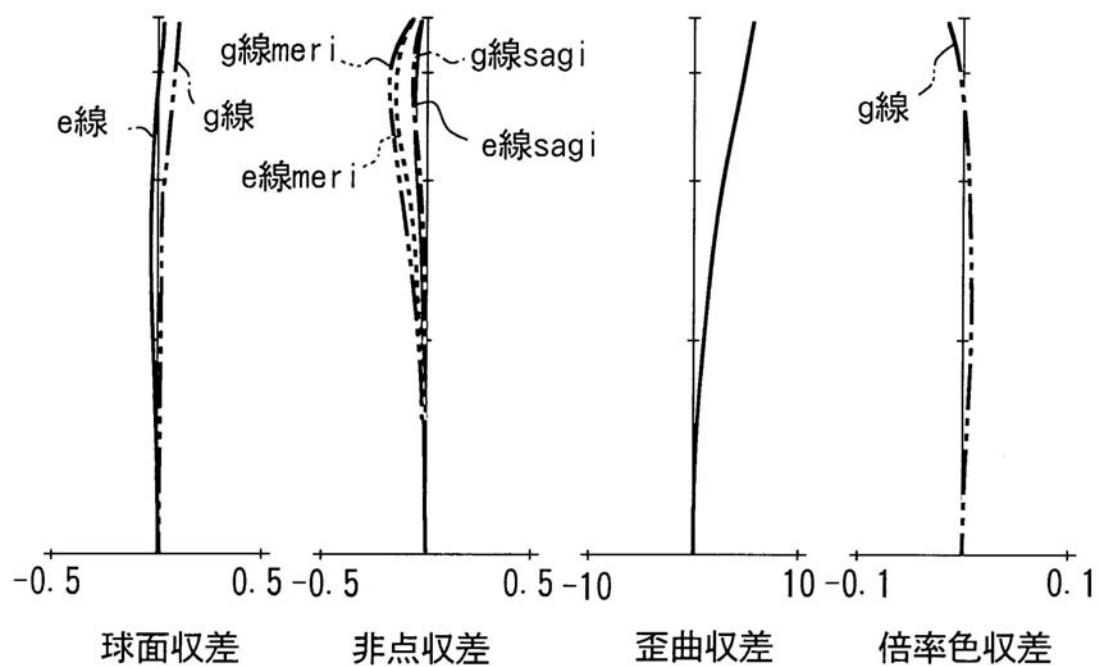
【図3】



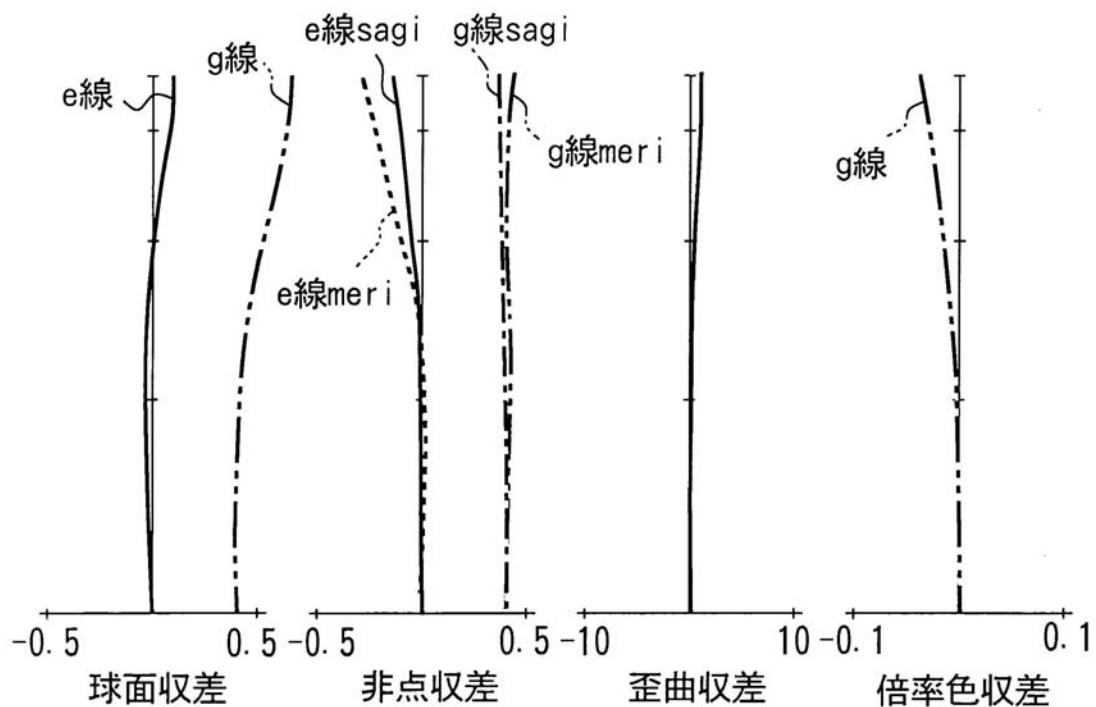
【図4】



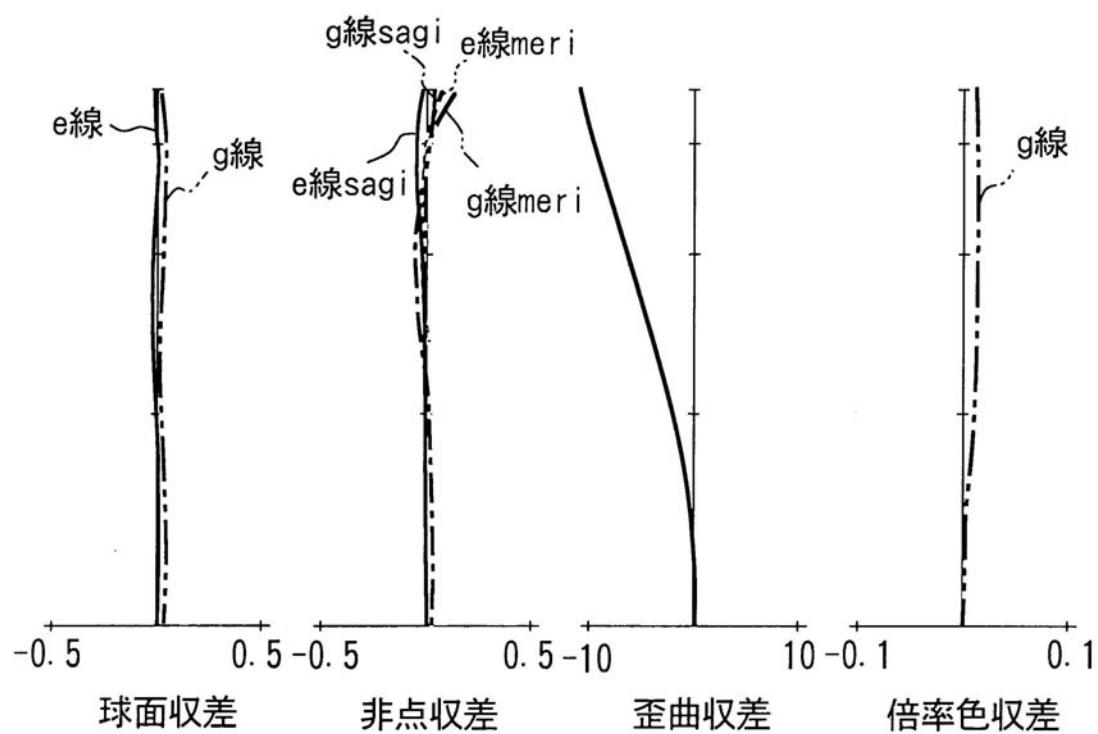
【図5】



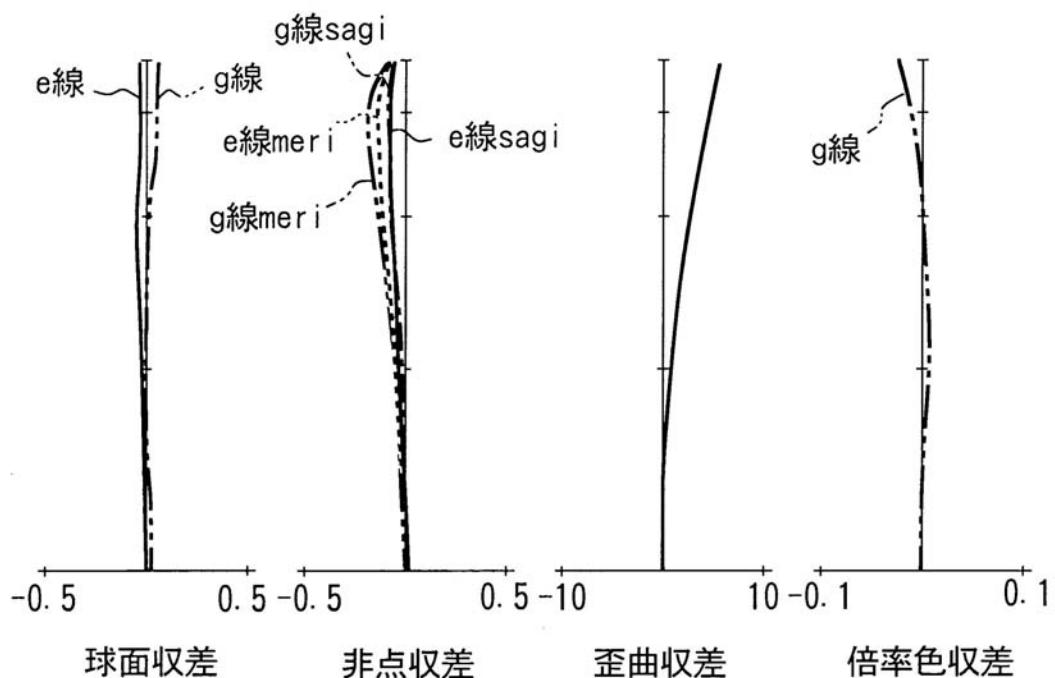
【図6】



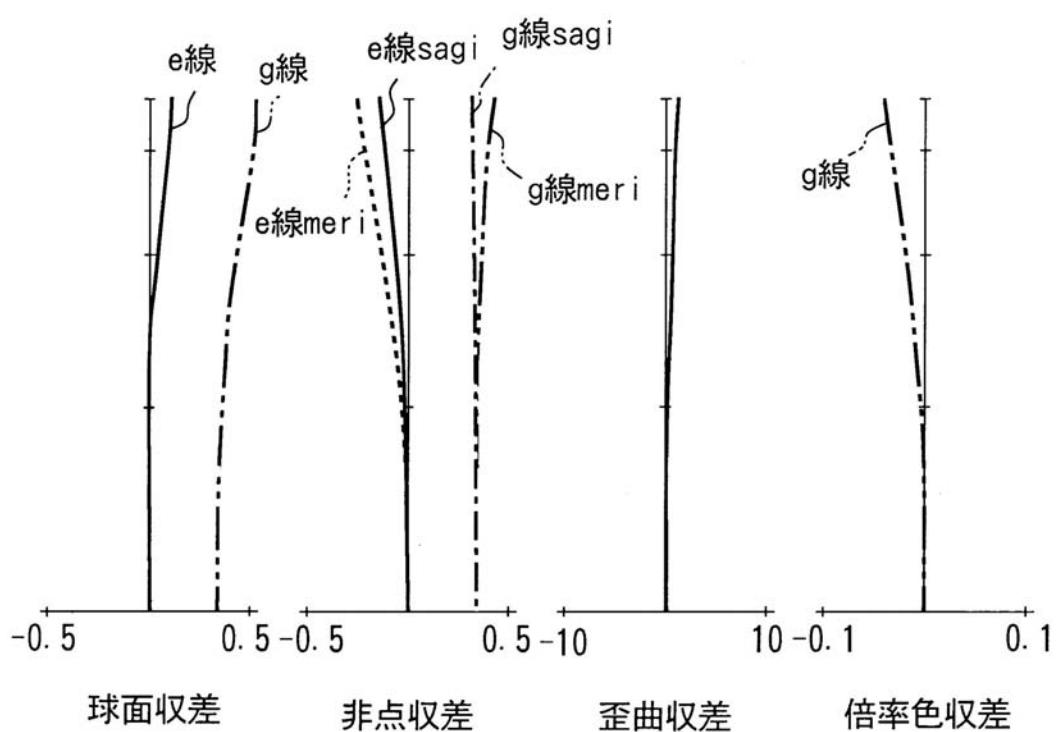
【図7】



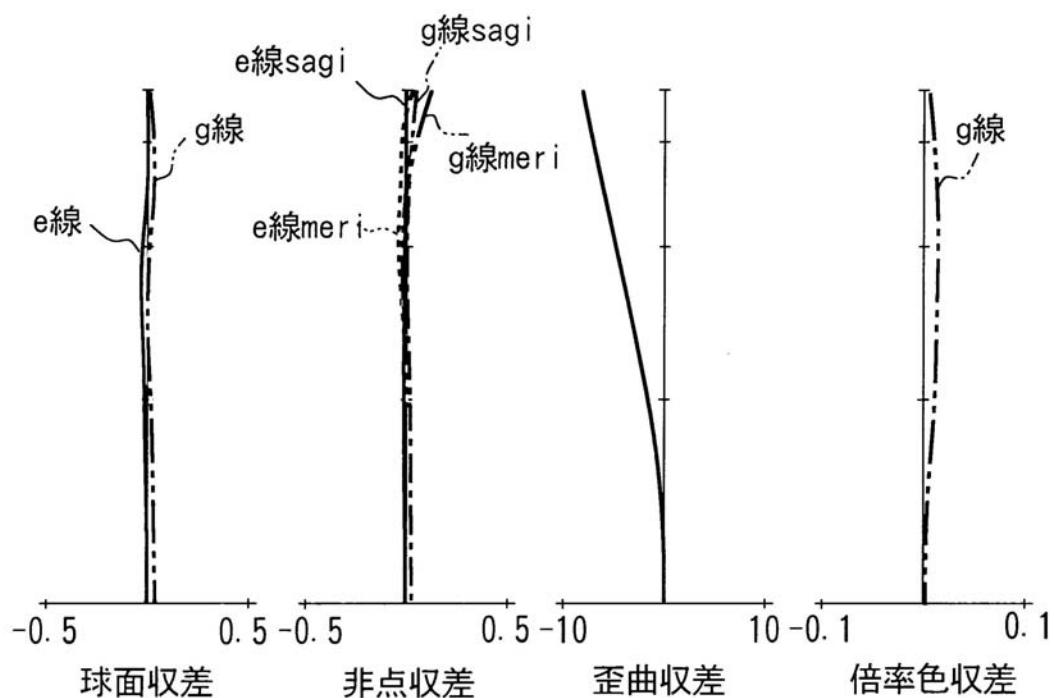
【図8】



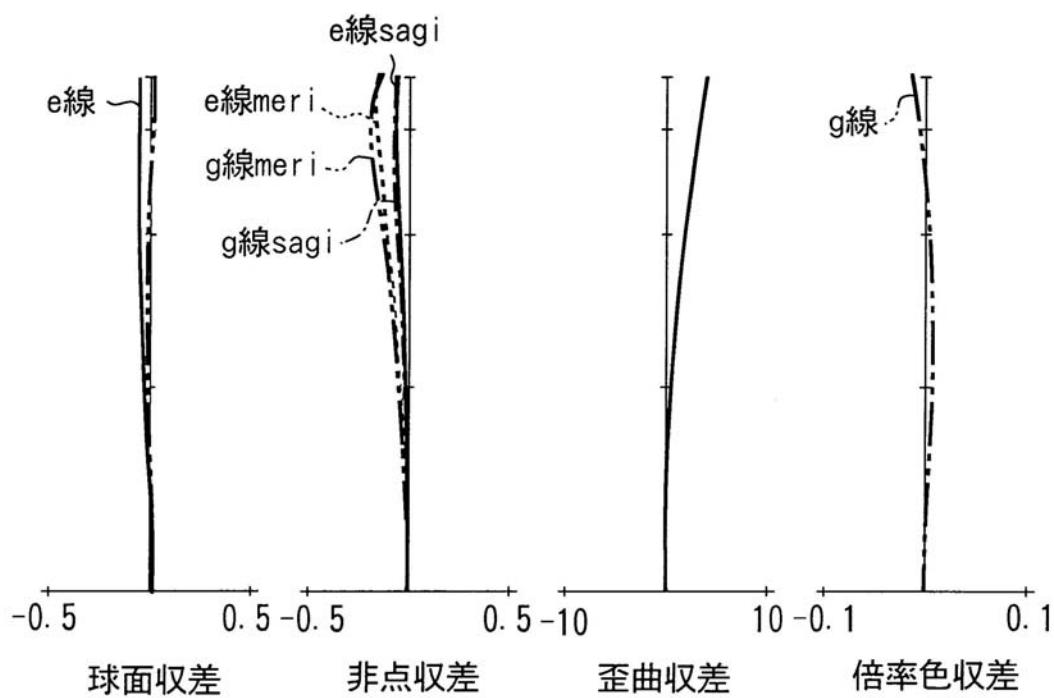
【図9】



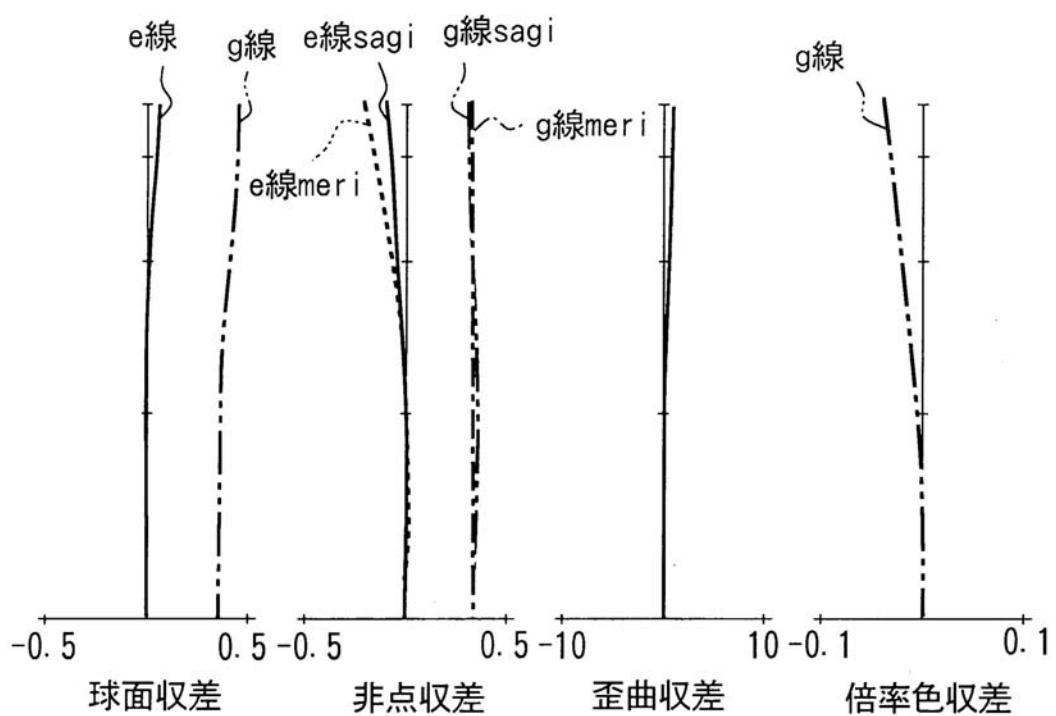
【図10】



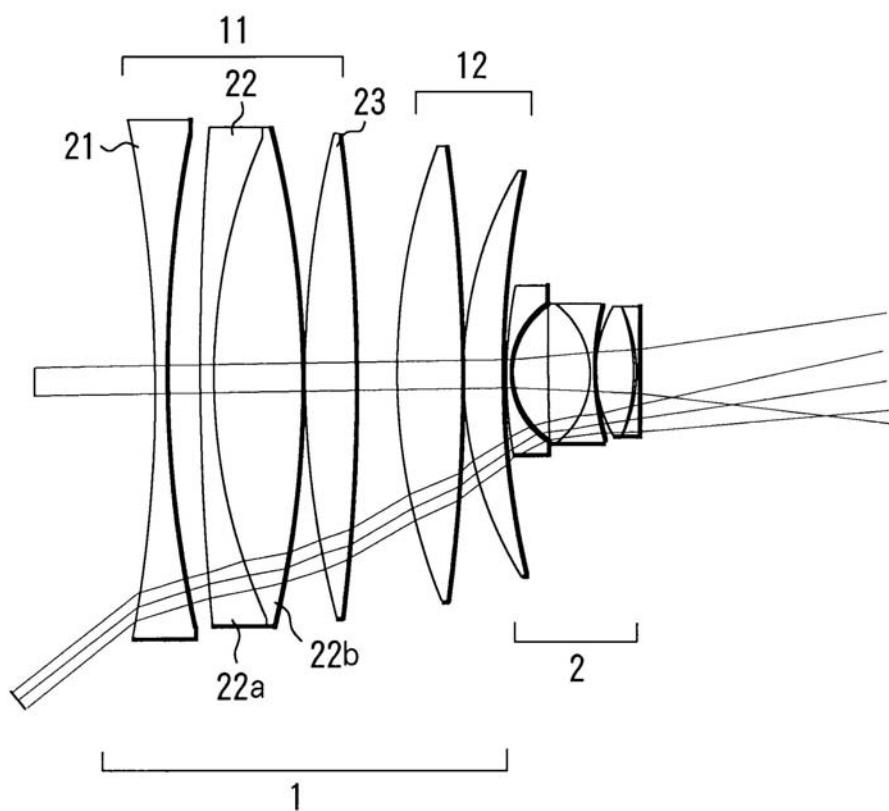
【図11】



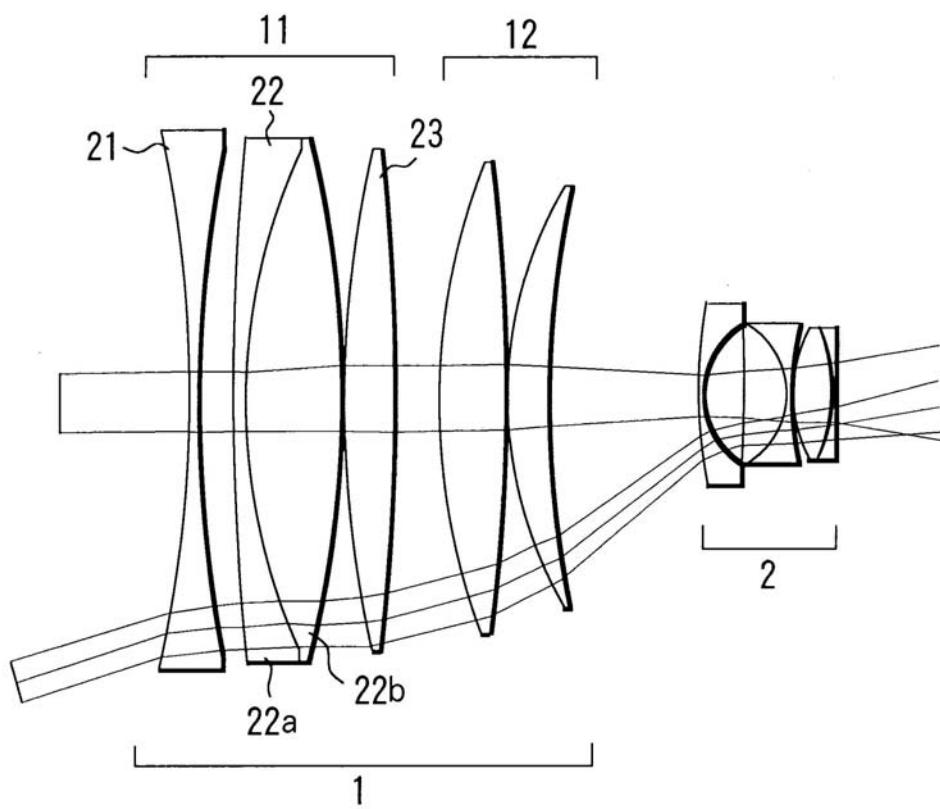
【図12】



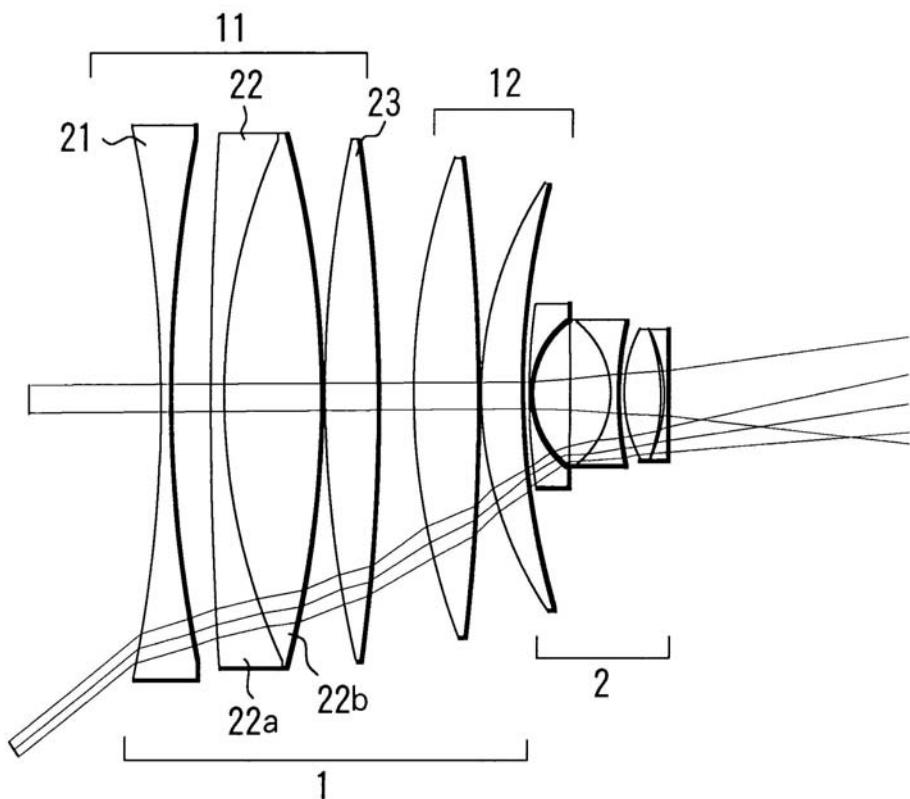
【図13】



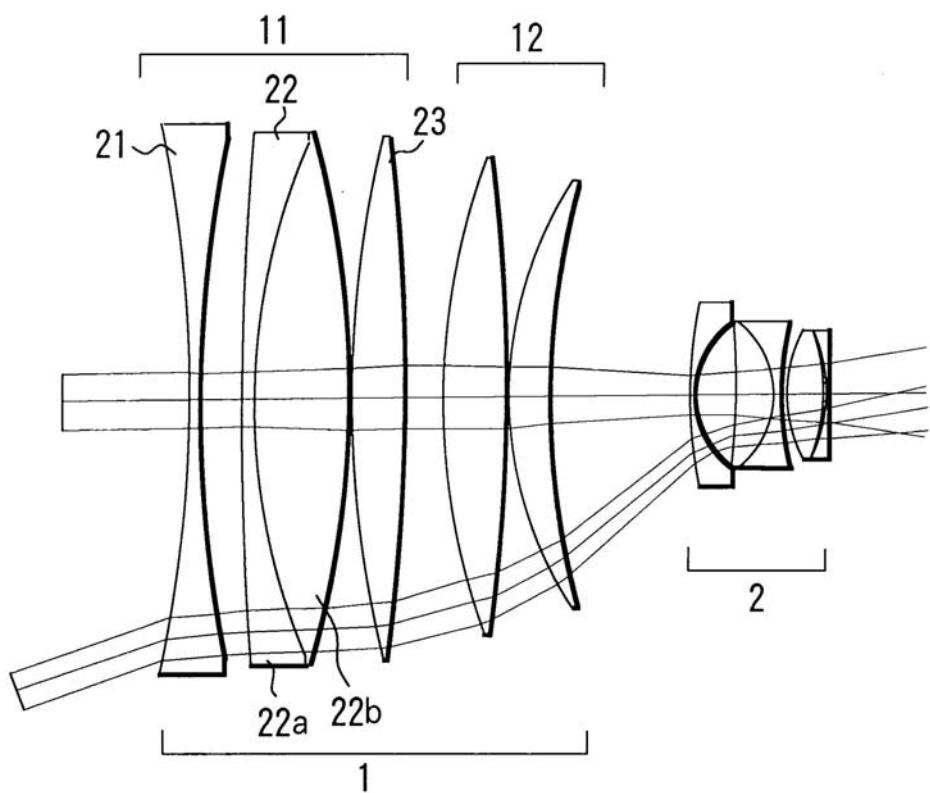
【図14】



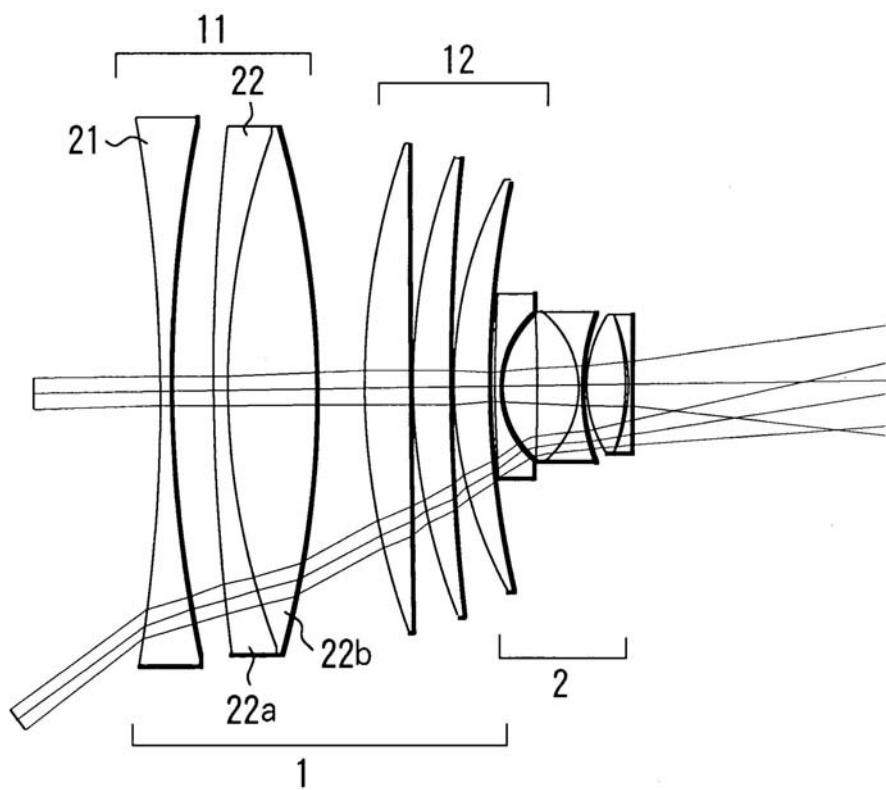
【図15】



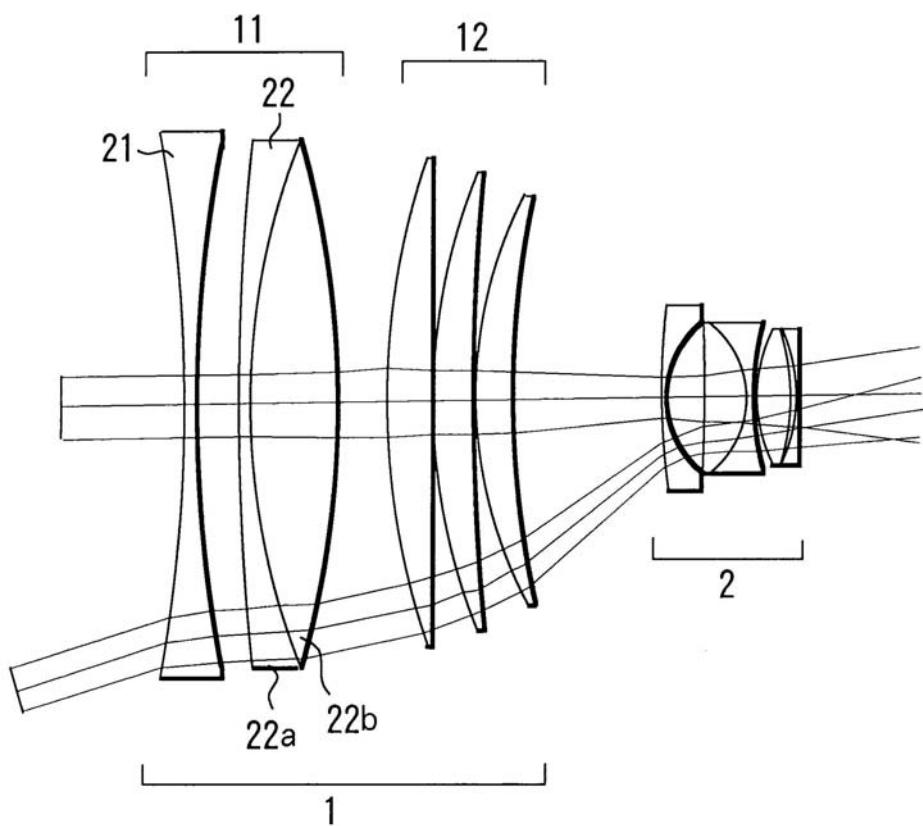
【図16】



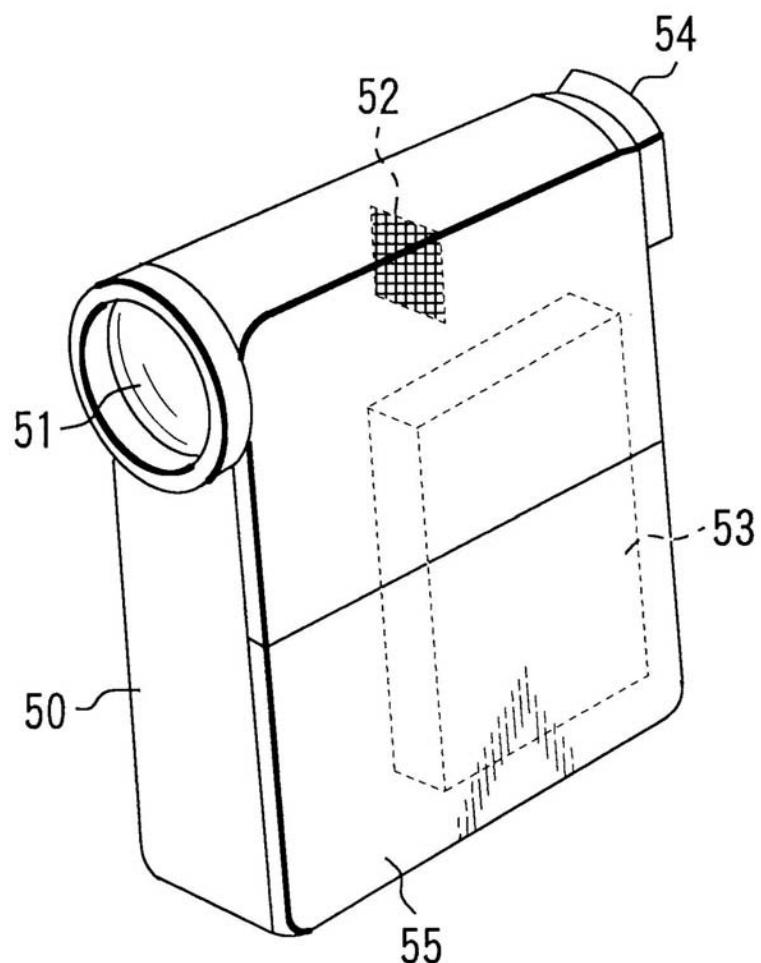
【図17】



【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)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08

G 02 B 21 / 02 - 21 / 04

G 02 B 25 / 00 - 25 / 04