

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6406929号
(P6406929)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日(2018.9.28)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 25/00 (2006.01) G O 2 B 25/00 A
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-176291 (P2014-176291) (22) 出願日 平成26年8月29日 (2014.8.29) (65) 公開番号 特開2016-51061 (P2016-51061A) (43) 公開日 平成28年4月11日 (2016.4.11) 審査請求日 平成29年8月25日 (2017.8.25)</p>	<p>(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 100126240 弁理士 阿部 琢磨 (74) 代理人 100124442 弁理士 黒岩 創吾 (72) 発明者 宮沢 伸幸 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 堀井 康司</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接眼レンズ及びそれを有する観察装置、撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2枚以上の負の屈折力のレンズを含む5枚以上のレンズを有する接眼レンズであって、最も物体側に配置されたレンズと、最も観察側に配置されたレンズは、共に正の屈折力を有し、

前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記最も観察側に配置されたレンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足し、

前記接眼レンズに含まれる任意の負の屈折力のレンズの d 線を基準としたアッペ数を d_n としたとき、少なくとも2枚の負の屈折力のレンズが、

$$5.0 < d_n < 29.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする接眼レンズ。

【請求項2】

物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズ、負の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズで構成される接眼レンズであって、

前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第5レンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする接眼レンズ。

【請求項 3】

物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ、負の屈折力の第 2 レンズ、負の屈折力の第 3 レンズ、正の屈折力の第 4 レンズ、正の屈折力の第 5 レンズで構成される接眼レンズであって、

前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第 5 レンズの焦点距離を f_e としたとき、
 $0.58 < f_e / f < 0.95$

なる条件式を満足することを特徴とする接眼レンズ。

【請求項 4】

物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ、負の屈折力の第 2 レンズ、負の屈折力の第 3 レンズ、正の屈折力の第 4 レンズ、負の屈折力の第 5 レンズ、正の屈折力の第 6 レンズで構成される接眼レンズであって、

前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第 6 レンズの焦点距離を f_e としたとき、
 $0.58 < f_e / f < 0.95$

なる条件式を満足することを特徴とする接眼レンズ。

【請求項 5】

前記接眼レンズを構成するレンズのうち最も物体側に配置されたレンズの焦点距離を f としたとき、

$1.17 < f_f / f_e < 4.71$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の接眼レンズ。

【請求項 6】

前記接眼レンズを構成するレンズのうち最も物体側に配置されたレンズの観察側のレンズ面の曲率半径を R_f2 、前記接眼レンズを構成するレンズのうち最も観察側に配置されたレンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_e1 としたとき、

$-3.30 < R_f2 / R_e1 < -0.48$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の接眼レンズ。

【請求項 7】

画像を表示する画像表示面を備える画像表示素子と、前記画像表示素子の画像表示面に設けられた請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の接眼レンズとを有することを特徴とする観察装置。

【請求項 8】

前記画像表示面の対角長を H としたとき、

$0.52 < H / f < 0.91$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 7 に記載の観察装置。

【請求項 9】

視度調整に際して、前記接眼レンズを構成する全てのレンズが一体として移動することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の観察装置。

【請求項 10】

画像を撮像する撮像素子と、

前記撮像素子によって撮像された画像を表示する画像表示面を備える画像表示素子と、前記画像表示素子の画像表示面に設けられた請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の接眼レンズと、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

前記画像表示面の対角長を H としたとき、

$0.52 < H / f < 0.91$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

視度調整に際して、前記接眼レンズを構成する全てのレンズが一体として移動すること

10

20

30

40

50

を特徴とする請求項 10 または 11 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、接眼レンズ及びそれを有する観察装置、撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、スチルカメラ、放送用カメラに用いられる電子ビューファインダーにおいて、画像表示素子に表示される画像を観察するのに好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ビデオカメラや放送用カメラ等の光学機器に用いられる電子ビューファインダーには、カメラ内部に備え付けられた液晶画面に表示した画像を拡大観察するための接眼レンズが備えられている。

【0003】

近年、撮像装置の高機能化等に伴い、視界が広く、画像を大きく映し出すことができる電子ビューファインダーが求められている。こうした要望を実現するための方法として、液晶画面等の画像表示面を大きくする方法や、接眼レンズの観察倍率を高くする方法がある。

【0004】

ここで、画像表示面を大きくすると、ファインダーの大型化を招くため、ファインダー全体としての小型化を図るためには、接眼レンズの観察倍率を高くすることが好ましい。接眼レンズの観察倍率を高くするためには、接眼レンズにおける正の屈折力を強くする必要があり、ここで、正の屈折力のレンズ（正レンズ）のみで接眼レンズを構成すると、軸上色収差や倍率色収差等が多く発生し、これらを補正することが困難となる。このため、接眼レンズの観察倍率を高めつつ、高精細な観察像を得るためには、正レンズに加えて負の屈折力のレンズ（負レンズ）を用いて接眼レンズを構成することが好ましい。これにより、軸上色収差や倍率色収差が良好に補正された観察像を得ることができる。

【0005】

また、ユーザがメガネを掛けた状態でも使用できるような、アイレリーフの長いファインダーが求められている。

【0006】

特許文献 1 は、最も画像表示面側と最も観察側（アイポイント側）にそれぞれ正レンズが配置され、さらに負レンズが複数枚配置された接眼レンズを開示している。接眼レンズ全系の焦点距離を適切に設定することで、画像表示面側に良好なテレセントリック特性を有し、諸収差が良好に補正された接眼レンズの実現を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2013 - 88632 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のように、アイレリーフが長く、広視野角の接眼レンズを実現するために、正レンズと負レンズを少なくとも 1 枚ずつ用いて、全体として 5 枚のレンズから構成される接眼レンズが知られている。

【0009】

特許文献 1 の接眼レンズでは、最も観察側に配置されたレンズの屈折力が弱く、視野角を拡大した際に接眼レンズの有効径が大きくなってしまおうおそれがある。

【0010】

本発明は、アイレリーフが長く、広視野角であり、高い光学性能を有する接眼レンズ及びそれを有する観察装置、撮像装置を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の接眼レンズは、2枚以上の負の屈折力のレンズを含む5枚以上のレンズを有する接眼レンズであって、最も物体側に配置されたレンズと、最も観察側に配置されたレンズは、共に正の屈折力を有し、前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記最も観察側に配置されたレンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足し、前記接眼レンズに含まれる任意の負の屈折力のレンズの d 線を基準としたアッペ数を d_n としたとき、少なくとも2枚の負の屈折力のレンズが、

$$5.0 < d_n < 29.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

また、本発明の他の接眼レンズは、物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズ、負の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズで構成される接眼レンズであって、前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第5レンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

また、本発明の他の接眼レンズは、物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズ、正の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズで構成される接眼レンズであって、前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第5レンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

また、本発明の他の接眼レンズは、物体側から観察側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズ、正の屈折力の第4レンズ、負の屈折力の第5レンズ、正の屈折力の第6レンズで構成される接眼レンズであって、前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記第6レンズの焦点距離を f_e としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、アイレリーフが長く、広視野角であり、高い光学性能を有する接眼レンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例1の接眼レンズのレンズ断面図

【図2】本発明の実施例1の接眼レンズの各収差図

【図3】本発明の実施例2の接眼レンズのレンズ断面図

【図4】本発明の実施例2の接眼レンズの各収差図

【図5】本発明の実施例3の接眼レンズのレンズ断面図

【図6】本発明の実施例3の接眼レンズの各収差図

【図7】本発明の実施例4の接眼レンズのレンズ断面図

【図8】本発明の実施例4の接眼レンズの各収差図

【図9】本発明の実施例5の接眼レンズのレンズ断面図

【図10】本発明の実施例5の接眼レンズの各収差図

【図11】本発明の実施例6の接眼レンズのレンズ断面図

【図12】本発明の実施例6の接眼レンズの各収差図

【図13】本発明の実施例7の接眼レンズのレンズ断面図

【図14】本発明の実施例7の接眼レンズの各収差図

【図15】本発明の撮像装置の要部概略図

10

20

30

40

50

【図 1 6】光学系の屈折力配置と光路の関係図

【図 1 7】光学系の主点位置と光路の関係図

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の接眼レンズ及びそれを有する観察装置、撮像装置について添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の接眼レンズは、最も物体側（画像表示面側）と、最も観察側（アイポイント側）にそれぞれ正レンズが配置され、負レンズを1枚以上有する。

【0015】

具体的には、実施例1乃至4の接眼レンズは、物体側より観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズ、負の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズから構成される。

10

【0016】

実施例5の接眼レンズは、物体側より観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズ、正の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズから構成される。

【0017】

実施例6の接眼レンズは、物体側より観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ、正の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズ、負の屈折力の第4レンズ、正の屈折力の第5レンズから構成される。

【0018】

実施例7の接眼レンズは、物体側より観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズ、正の屈折力の第4レンズ、負の屈折力の第5レンズ、正の屈折力の第6レンズから構成される。

20

【0019】

図1は、実施例1の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.5ディオプター、-6.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図2は、実施例1の接眼レンズの基準状態における収差図である。図3は、実施例2の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、0.7ディオプター、-3.3ディオプターのときのレンズ断面図である。図4は、実施例2の接眼レンズの基準状態における収差図である。

【0020】

図5は、実施例3の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.0ディオプター、-4.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図6は、実施例3の接眼レンズの基準状態における収差図である。図7は、実施例4の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.0ディオプター、-4.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図8は、実施例4の接眼レンズの基準状態における収差図である。

30

【0021】

図9は、実施例5の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.0ディオプター、-4.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図10は、実施例5の接眼レンズの基準状態における収差図である。図11は、実施例6の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.5ディオプター、-6.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図12は、実施例6の接眼レンズの基準状態における収差図である。

40

【0022】

図13は、実施例7の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター（基準状態）、2.5ディオプター、-6.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図14は、実施例7の接眼レンズの基準状態における収差図である。

【0023】

図15は本発明の接眼レンズを備える撮像装置の要部概略図である。図16は、光学系の屈折力配置により光路が変化することを示す図である。図17は、光学系の主点位置の変化により光路が変化することを示す図である。

50

【 0 0 2 4 】

各実施例の接眼レンズは、例えばデジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置の電子ビューファインダーに用いられる。レンズ断面図において左方は画像表示面側（物体側）、右方は観察側である。レンズ断面図においてLは接眼レンズである。Iは、液晶素子や有機EL素子等の画像表示素子の画像表示面である。EPは、ユーザが表示面に表示された像を観察するためのアイポイントである。

【 0 0 2 5 】

なお、画像表示面Iから、最も画像表示面側に配置されたレンズの画像表示面側のレンズ面までの間に、画像表示面やレンズを保護するためのプレート等を設けても良い。また、接眼レンズLとアイポイントEPの間に、レンズを保護するためのプレート等を設けても良い。ここで、画像表示面Iから出射された軸外光線が、観察者の瞳を通過することができる範囲で、アイポイントEPを光軸方向に移動させてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

各収差図では、ファインダー視度が基準状態であるときに各実施例の接眼レンズにおいて発生する収差を示している。

【 0 0 2 7 】

球面収差図においては、d線（波長587.6nm）、g線（波長435.8nm）に対する球面収差を示している。非点収差図においてSはサジタル像面、Mはメリディオナル像面である。歪曲収差はd線について示している。色収差図ではg線における色収差を示している。

20

【 0 0 2 8 】

続いて、接眼レンズの屈折力配置と、接眼レンズを透過する光線の経路の関係について図16及び図17を用いて説明する。

【 0 0 2 9 】

まず、図16を用いて、接眼レンズの最も画像表示面側に正レンズを配置した光学系における光線の経路と、接眼レンズの最も画像表示面側に負レンズを配置した光学系における光線の経路を比較する。図16(A)は、接眼レンズの最も画像表示面側に正レンズを配置した光学系における光線の経路を示している。図16(B)は、接眼レンズの最も画像表示面側に負レンズを配置した光学系における光線の経路を示している。

30

【 0 0 3 0 】

図16(A)、(B)に示すように、接眼レンズの中で最も画像表示面側に配置されるレンズ（以下、画像表示面側レンズと記載する）の有効径は、画像表示面の大きさに依存する。さらに、アイポイントEPと視野角とアイレリーフ長により、接眼レンズの中で最も観察側に配置されるレンズ（以下、観察側レンズと記載する）の有効径が定められる。このように、画像表示面側レンズや観察側レンズの有効径はファインダーの仕様に応じて決定される。

【 0 0 3 1 】

また、接眼レンズを電子ビューファインダーに用いる場合、画像表示面から出射して、画像表示面側レンズに入射する光の角度（画像射出角）をできる限り小さくすることが好ましい。液晶等の画像表示面から斜めに出射する光は輝度が低下しやすいからである。

40

【 0 0 3 2 】

一方、画像表示面側レンズと観察側レンズの間に配置されるレンズ（以下、中間レンズと記載する）の有効径は、光学系の屈折力配置に応じて変化する。図16(A)のように、画像表示面側レンズと観察側レンズを正レンズとすると、画像表示面から出射した光線が画像表示面側レンズにおいて収斂光となるため、中間レンズの有効径は、画像表示面側レンズや観察側レンズの有効径よりも小さくなる。これに対して、図16(B)のように、画像表示面側レンズと観察側レンズを負レンズとすると、画像表示面から出射した光線が画像表示面側レンズにおいて発散光となる。その結果、中間レンズの有効径は、画像表示面側レンズや観察側レンズの有効径よりも大きくなる。

【 0 0 3 3 】

50

以上のように、中間レンズの有効径を小さくするためには、画像表示面側レンズや観察側レンズの屈折力が正となるように光学系を構成することが好ましい。

【0034】

続いて、図17を用いて、光学系の観察側主点位置が変化することにより、観察側主点位置における軸外光線の高さが変化することを説明する。図17は、画像表示面側から観察側へ順に正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズが配置された光学系を模式的に示している。図17(A)は、第3レンズの屈折力を第1レンズの屈折力よりも強くした光学系において、平行光を入射させたときの光路を示している。図17(B)は、第3レンズの屈折力を第1レンズの屈折力よりも弱くした光学系において、平行光を入射させたときの光路を示している。なお、図17(A)、(B)では、アイレリーフと視野角を同一としている。

10

【0035】

図17(A)、(B)を比較すると、第3レンズの屈折力を第1レンズの屈折力よりも弱くすることにより、光学系の観察側主点位置が画像表示面側に移動し、観察側主点位置における光線の高さが高くなるのがわかる。

【0036】

以上のように、観察側に配置された正レンズの屈折力を強めることにより、光学系の観察側主点位置を観察側に移動させることができる。これにより、観察側主点位置における光線の高さを低くすることができ、観察側主点位置付近に配置されるレンズの有効径を小さくすることができる。

20

【0037】

また、全体として正の屈折力を有する接眼レンズでは、光線を緩やかに集光することができるため、正レンズの枚数が増やすことで、高次収差の発生を抑制することができる。ここで、正レンズのみで接眼レンズを構成すると、軸上色収差や倍率色収差を十分に補正することが困難であるため、接眼レンズ中に負レンズを配置することが好ましい。

【0038】

正レンズの枚数を増やしつつ、負レンズを配置した構成としては、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚のレンズにより接眼レンズを構成することが考えられる。しかしながら、アイレリーフが長く、広視野角でありながら、良好な光学性能を有する接眼レンズを実現するためには、接眼レンズを構成するレンズの枚数をさらに増やす必要がある。そこで、本発明の接眼レンズでは5枚以上のレンズを用いて接眼レンズを構成している。特に、接眼レンズが負レンズを2枚以上有することで、軸上色収差や倍率色収差をさらに良好に補正することができる。

30

【0039】

各実施例において、接眼レンズを構成するレンズの中で最も観察側に配置されたレンズの焦点距離を f_e 、接眼レンズ全系の焦点距離を f としたとき、

$$0.58 < f_e / f < 0.95 \dots (1)$$

なる条件式を満足する。

【0040】

条件式(1)は、接眼レンズ全系の焦点距離 f と、接眼レンズを構成するレンズの中で最も観察側に配置されたレンズの焦点距離 f_e の比を規定したものである。

40

【0041】

条件式(1)の上限値を超えて、接眼レンズを構成するレンズの中で最も観察側に配置されたレンズの焦点距離 f_e が長くなると、最も観察側に配置されたレンズの屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、光学系の観察側主点位置が画像表示面側に移動し、観察側主点位置付近に配置されるレンズの有効径が増大するため、好ましくない。

【0042】

条件式(1)の下限値を超えて、接眼レンズを構成するレンズの中で最も観察側に配置されたレンズの焦点距離 f_e が短くなると、最も観察側に配置されたレンズの屈折力が強くなり過ぎる。その結果、最も物体側に配置されたレンズにおいてコマ収差を始めとする

50

高次収差が多く発生するため、好ましくない。

【0043】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(1)の数値範囲を次のようにするのがよい。

$$0.59 < f_e / f < 0.92 \dots (1a)$$

【0044】

また、更に好ましくは条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.61 < f_e / f < 0.90 \dots (1b)$$

【0045】

さらに、各実施例において、次の条件式のうち1つ以上を満足することがより好ましい

10

$$1.17 < f_f / f_e < 4.71 \dots (2)$$

$$5.0 < d_n < 29.2 \dots (3)$$

$$-3.30 < R_{f2} / R_{e1} < -0.48 \dots (4)$$

【0046】

ここで、接眼レンズを構成するレンズの中で最も物体側に配置されたレンズの焦点距離を f_f 、接眼レンズを構成する負レンズの材料の d 線を基準としたアッペ数を d_n とする。また、接眼レンズを構成するレンズの中で最も物体側に配置されたレンズの観察側のレンズ面の近軸における曲率半径を R_{f2} とする。さらに、接眼レンズを構成するレンズの中で最も観察側に配置されたレンズの物体側のレンズ面の近軸における曲率半径を R_{e1} とする。

20

【0047】

条件式(3)において、アッペ数 d は、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)、 d 線(587.6nm)に対する材料の屈折率をそれぞれ N_F 、 N_C 、 N_d とするとき、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

で表される数値である。

【0048】

条件式(2)は、最も観察側に配置されたレンズの焦点距離 f_e と、最も物体側に配置されたレンズの焦点距離 f_f の比を規定したものである。条件式(2)の上限値を超えて、最も観察側に配置されたレンズの焦点距離 f_e が短くなると、最も観察側に配置されたレンズの屈折力が強くなりすぎる。その結果、球面収差を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

30

【0049】

条件式(2)の下限値を超えて、最も物体側に配置されたレンズの焦点距離 f_f が短くなると、最も物体側に配置されたレンズの屈折力が強くなりすぎる。その結果、非点隔差を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0050】

条件式(3)は、接眼レンズを構成する負レンズの材料の d 線を基準としたアッペ数 d_n を規定した条件式である。全体として正の屈折力を有する接眼レンズにおいて、高分散の材料を用いた負レンズを配置することにより、色収差を良好に補正している。

40

【0051】

条件式(3)の上限値を超えてアッペ数 d_n が大きくなると、接眼レンズにおいて色収差を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。条件式(3)の下限値を超えてアッペ数 d_n が小さくなると、色収差が過剰に補正されることになり好ましくない。また、レンズ材料として選択可能な材料が限定されてしまうため好ましくない。

【0052】

条件式(4)は、最も物体側に配置されたレンズの観察側のレンズ面の曲率半径 R_{f2} と、最も観察側に配置されたレンズの物体側のレンズ面の曲率半径 R_{e1} の比を規定したものである。条件式(4)の上限値を超えて、曲率半径 R_{f2} の絶対値が小さくなると、

50

最も物体側に配置されたレンズの観察側のレンズ面の屈折力が強くなり過ぎて、非点隔差や球面収差を低減することが困難になるため好ましくない。

【0053】

条件式(4)の下限値を超えて、曲率半径 R_{e1} の絶対値が小さくなると、最も観察側に配置されたレンズの物体側のレンズ面の屈折力が強くなり過ぎて、視度調整に伴うコマ収差の変動を低減することが困難になるため好ましくない。

【0054】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(2)~(4)の数値範囲を次のようにするのがよい。

$$1.20 < f_f / f_e < 4.50 \dots (2a)$$

$$10.0 < d_n < 28.0 \dots (3a)$$

$$-3.15 < R_{f2} / R_{e1} < -0.50 \dots (4a)$$

【0055】

また、更に好ましくは条件式(2)~(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.25 < f_f / f_e < 4.30 \dots (2b)$$

$$15.0 < d_n < 26.8 \dots (3b)$$

$$-3.10 < R_{f2} / R_{e1} < -0.52 \dots (4b)$$

【0056】

また、画像表示面Iに表示される画像を観察する観察装置に各実施例の接眼レンズLを用いるときには、次の条件式を満足するのが良い。

$$0.52 < H / f < 0.91 \dots (5)$$

【0057】

ここで、画像表示面Iの対角長をHとする。

【0058】

条件式(5)は、画像表示面Iの対角長Hと、接眼レンズの焦点距離fの比を規定した条件式である。

【0059】

条件式(5)の下限値を超えて接眼レンズの焦点距離fが長くなり過ぎると、視野角が狭くなり過ぎてしまうため好ましくない。

【0060】

条件式(5)の上限値を超えて接眼レンズの焦点距離fが短くなり過ぎると、歪曲収差や非点収差等の軸外収差が多く発生するため好ましくない。

【0061】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(5)の数値範囲を次のようにするのがよい。

$$0.56 < H / f < 0.87 \dots (5a)$$

【0062】

また、更に好ましくは条件式(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.60 < H / f < 0.85 \dots (5b)$$

【0063】

ここで、各実施例の接眼レンズLでは、全てのレンズを光軸方向に一体的に移動させることにより視度調整を行うことができる。各レンズを一体的に移動させることにより、視度変化に伴うコマ収差の変動を小さくすることができる。

【0064】

次に、本発明の実施例1~7にそれぞれ対応する数値実施例1~7を示す。各数値実施例において、iは画像表示面側からの光学面の順序を示す。r_iは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、d_iは第i面と第i+1面との間の間隔、n_{d_i}とd_iはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。r₁は画像表示面を示し、r₂は、画像表示面を保護するためのプレートの観察側の面を示す。最も観察側の面は、各実施例の接眼レンズの基準状態におけるアイポイントEPを示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

また、Kを離心率、A 4、A 6、A 8を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + K) (h / R)^2]^{1/2}] + A 4 h^4 + A 6 h^6 + A 8 h^8$$

で表示される。但しRは近軸曲率半径である。面番号の右側に*を付した面は、非球面であることを示す。また「e - Z」の表示は「1 0 - Z」を意味する。

【 0 0 6 6 】

[数値実施例 1]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可変)		
3	-65.737	3.95	2.00069	25.5
4	-22.170	3.52		
5*	-14.334	3.00	1.63550	23.8
6*	110.330	0.30		
7*	48.492	6.84	1.53110	55.9
8*	-21.874	1.20		
9*	128.789	1.41	1.63550	23.8
10*	22.276	1.20		
11	39.057	8.21	1.83481	42.7
12	-39.057	27.00		

20

13 (アイポイント)

非球面データ

第5面

$$K = -7.28787e-001 \quad A 4 = -6.03675e-005 \quad A 6 = 1.77471e-007$$

第6面

$$K = 4.51650e+001 \quad A 4 = -1.11796e-005 \quad A 6 = -6.19143e-008$$

30

第7面

$$K = -4.38548e+000 \quad A 4 = -2.38798e-005 \quad A 6 = -2.65742e-008$$

第8面

$$K = -1.22703e+000 \quad A 4 = -4.69821e-006 \quad A 6 = 3.91413e-008$$

第9面

$$K = -2.69921e+002 \quad A 4 = -1.52881e-007 \quad A 6 = -4.63945e-009$$

第10面

$$K = -4.63925e+000 \quad A 4 = 4.39848e-006 \quad A 6 = 5.19693e-010$$

各種データ

視度[dioptr]	-2.0	+2.5	-6.0
焦点距離	28.56	28.56	28.56
d 2	9.12	12.79	5.80

40

【 0 0 6 7 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可変)		
3	-65.913	3.14	2.00069	25.5

50

4	-48.248	10.11		
5	-34.250	3.19	1.76182	26.5
6	-1000.301	1.69		
7*	-4010.368	6.95	1.58313	59.4
8*	-44.146	1.21		
9*	161.388	5.20	1.63550	23.8
10*	44.387	1.20		
11	64.814	8.88	1.83481	42.7
12	-64.313	27.00		

13 (アイポイント)

10

非球面データ

第7面

K = 1.33592e+004 A 4=-7.84416e-006 A 6= 7.50739e-009

第8面

K =-6.98689e-001 A 4= 3.30466e-006 A 6=-8.53288e-009

第9面

K =-2.65944e+002 A 4=-3.33664e-006 A 6=-9.10796e-009

第10面

K =-9.09514e+000 A 4=-5.30646e-006 A 6= 3.91499e-009

各種データ

20

視度[dioptr]	-2.0	+0.7	-3.3
焦点距離	61.32	61.32	61.32
d 2	21.46	31.12	17.55

【 0 0 6 8 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可変)		
3	-158.559	2.41	2.00069	25.5
4	-77.911	20.00		
5	-30.833	8.00	1.95906	17.5
6	-72.834	3.39		
7	188.533	7.00	1.83481	42.7
8	-56.340	1.20		
9	40.450	1.71	1.84666	23.8
10	23.822	1.20		
11	25.956	4.79	1.91082	35.3
12	64.549	27.00		

30

40

13 (アイポイント)

各種データ

視度[dioptr]	-2.0	+2.0	-4.0
焦点距離	52.34	52.34	52.34
d 2	11.05	21.99	6.18

【 0 0 6 9 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
-----	---	---	----	---

50

1		0.70	1.51000	60.0
2		(可变)		
3*	-98.827	11.19	1.85135	40.1
4*	-71.371	20.00		
5*	-49.765	3.00	1.63550	23.8
6*	-407.575	1.11		
7*	-1171.461	7.94	1.49171	57.4
8*	-82.367	1.20		
9*	219.883	3.76	1.63550	23.8
10*	74.863	1.23		
11*	95.021	8.12	1.80610	40.7
12*	-92.616	27.00		

10

13 (アイポイント)

非球面データ

第3面

K = 4.54099e-001 A 4= 3.40725e-008 A 6= 7.53032e-011 A 8=-1.51639e-013

第4面

K = 3.40970e-001 A 4= 8.48720e-008 A 6=-4.76459e-011 A 8= 1.79616e-014

第5面

K = 3.53841e-001

20

第6面

K = -1.00057e+003

第7面

K = -2.99780e+003 A 4=-5.75156e-006 A 6= 7.03535e-009

第8面

K = -1.18365e+000 A 4= 4.34382e-006 A 6=-5.53385e-009

第9面

K = 1.75400e+001 A 4=-2.52412e-006 A 6=-7.75632e-009

第10面

K = -1.05760e+001 A 4=-6.88282e-006 A 6= 3.02568e-009

30

第11面

K = 3.83428e+000

第12面

K = 1.63448e+000

各種データ

視度[dioptr]	-2.0	+2.0	-4.0
焦点距離	91.98	91.98	91.98
d 2	31.59	66.08	20.00

【 0 0 7 0 】

[数值実施例 5]

40

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可变)		
3*	85.611	7.93	1.63278	23.3
4*	-73.248	11.44		
5*	-38.173	2.99	1.63550	23.8
6		2.00		
7	-50.000	2.00	1.63550	23.8

50

8*	63.180	1.08		
9	80.000	3.73	1.83481	42.7
10	-120.000	3.63		
11*	44.916	11.36	1.53110	55.9
12*	-38.064	27.00		

13 (アイポイント)

非球面データ

第3面

K	=-3.90666e+001	A 4=	1.18895e-005	A 6=-1.59624e-008
---	----------------	------	--------------	-------------------

第4面

K	= 1.15096e+001	A 4=	8.63593e-006	A 6=-4.12233e-009
---	----------------	------	--------------	-------------------

第5面

K	=-1.92831e+000	A 4=-7.44051e-006	A 6=-6.66949e-008	
---	----------------	-------------------	-------------------	--

第8面

K	= 6.40443e+000	A 4=-1.12216e-005	A 6=-5.11268e-008	
---	----------------	-------------------	-------------------	--

第11面

K	= 6.47203e-001	A 4=-1.83397e-005	A 6=-3.67313e-008	
---	----------------	-------------------	-------------------	--

第12面

K	=-4.15340e+000	A 4=-1.79314e-005	A 6= 8.95990e-009	
---	----------------	-------------------	-------------------	--

各種データ

視度[dioptr]	-2.0	+2.0	-4.0
焦点距離	52.35	52.35	52.35
d 2	12.84	23.84	7.81

【 0 0 7 1 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可変)		
3*	-38.535	14.01	1.63278	23.3
4*	-29.517	1.20		
5*	24.703	7.75	1.53110	55.9
6*	-192.936	1.07		
7*	-230.075	4.76	1.63550	23.8
8*	18.027	8.01		
9*	37.444	3.24	1.63550	23.8
10*	30.304	3.65		
11*	53.230	10.15	1.53110	55.9
12*	-35.174	27.00		

13 (アイポイント)

非球面データ

第3面

K	=-2.22441e+000
---	----------------

第4面

K	=-1.18255e+000
---	----------------

第5面

K	=-1.32449e+000	A 4=	7.79653e-006	A 6=-2.68440e-008
---	----------------	------	--------------	-------------------

第6面

K	= 2.37035e+001	A 4=	5.59136e-006	A 6= 2.14521e-008
---	----------------	------	--------------	-------------------

10

20

30

40

50

第7面

K = 1.36735e+002 A 4= 8.57582e-006 A 6= 1.39697e-008

第8面

K = -1.09087e+000 A 4= 4.16185e-005 A 6= -1.08061e-007

第9面

K = -1.50678e+001 A 4= 8.86960e-006 A 6= 1.79036e-008

第10面

K = -1.08863e+001 A 4= -3.03939e-006 A 6= 3.51421e-008

第11面

K = -1.20352e+000

10

第12面

K = 3.09095e-001

各種データ

視度[diopeter] -2.0 +2.5 -6.0

焦点距離 52.34 52.34 52.34

d 2 15.82 28.22 5.80

【 0 0 7 2 】

[数值実施例 7]

単位 mm

面データ

20

面番号	r	d	nd	d
1		0.70	1.51000	60.0
2		(可変)		
3	-52.901	3.89	2.00069	25.5
4	-21.121	3.61		
5*	-13.287	2.00	1.63550	23.8
6	-295.010	0.20		
7	112.818	1.52	1.49171	57.4
8*	109.641	0.30		
9*	48.133	6.44	1.53110	55.9
10*	-21.455	1.20		
11*	395.724	1.20	1.63550	23.8
12*	22.567	1.20		
13	39.762	8.07	1.83481	42.7
14	-39.762	27.00		

30

15(アイポイント)

非球面データ

第5面

K = -7.56869e-001 A 4= -5.88991e-005 A 6= 2.21474e-007

第8面

K = 4.38705e+001 A 4= -1.19423e-005 A 6= -6.22491e-008

40

第9面

K = -4.78924e+000 A 4= -2.40504e-005 A 6= -2.98503e-008

第10面

K = -1.90079e+000 A 4= -1.90004e-007 A 6= 3.37043e-008

第11面

K = -3.09759e+003 A 4= -8.85806e-007 A 6= -7.73712e-010

第12面

K = -4.48834e+000 A 4= 3.15962e-006 A 6= 1.14086e-009

各種データ

50

視度[dioptr]	-2.0	+2.5	-6.0
焦点距離	28.56	28.56	28.56
d 2	9.12	12.78	5.80

【 0 0 7 3 】

続いて、各数値実施例における上述した条件式の数値を表 1 に示す。ここで、 d_n に関しては、上から順に、物体側から 1 番目の負レンズ、2 番目の負レンズ、3 番目の負レンズの材料のアッベ数を表記している。

【 0 0 7 4 】

【表 1】

	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
f_e/f	0.86	0.65	0.86	0.65	0.78	0.79	0.87
f_f/f_e	1.30	4.14	3.35	4.28	1.56	3.00	1.33
ν_{dn}	23.8 23.8	26.5 23.8	17.5 23.8	23.8 23.8	23.8 23.8	23.8 23.8	23.8 57.4 23.8
$Rf2/Re1$	-0.57	-0.74	-3.00	-0.75	-1.63	-0.55	-0.53
H/f	0.64	0.83	0.73	0.83	0.63	0.73	0.64

10

【 0 0 7 5 】

次に、各実施例に示した接眼レンズを用いたビデオカメラの実施形態について、図 1 5 を用いて説明する。

【 0 0 7 6 】

図 1 5 において、1 0 はビデオカメラ本体であり、1 1 は、不図示の撮像素子上に被写体像を形成する撮像光学系、1 2 は集音マイクである。1 3 は、不図示の画像表示素子に表示された被写体像を、本発明の接眼レンズを介して観察するための観察装置（電子ビューファインダー）である。画像表示素子は液晶パネル等により構成され、画像表示素子には、撮影光学系 1 1 によって形成された物体像等が表示される。

【 0 0 7 7 】

このように本発明の接眼レンズを、ビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、アイレリーフが長く、広視野角であり、高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

20

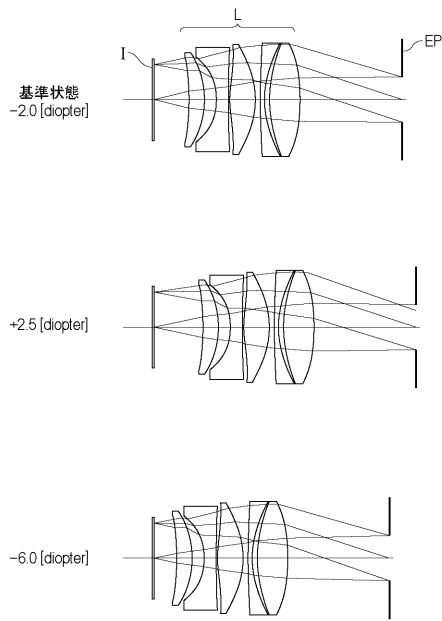
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

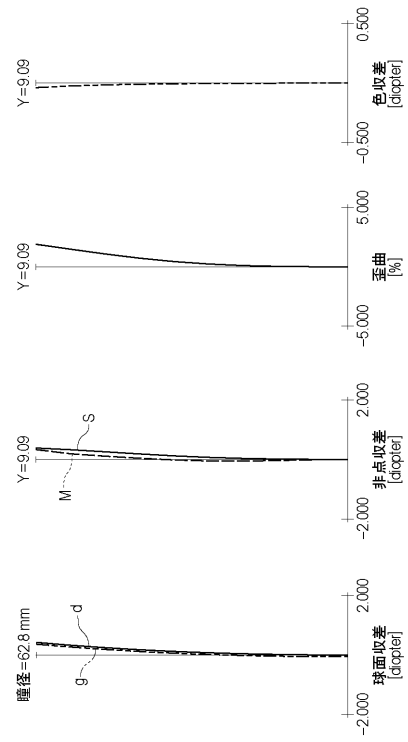
- L 接眼レンズ
- I 画像表示面
- E P アイポイント

30

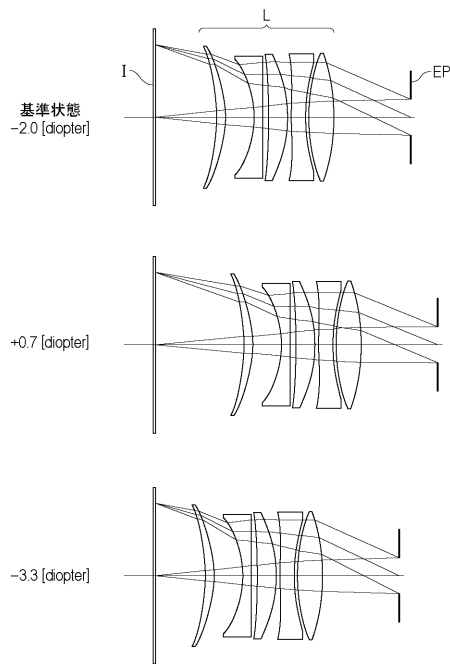
【 図 1 】



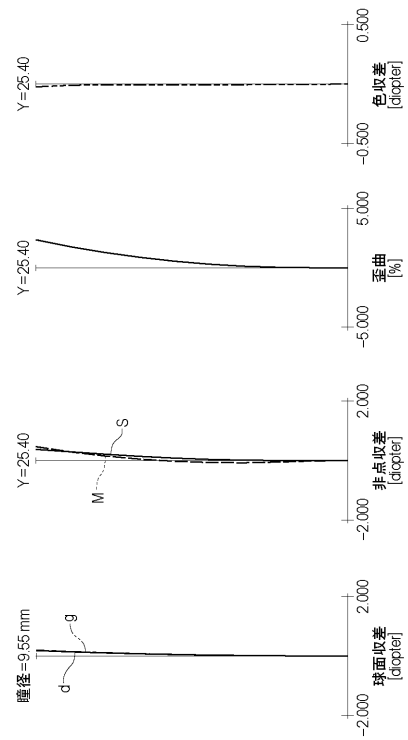
【 図 2 】



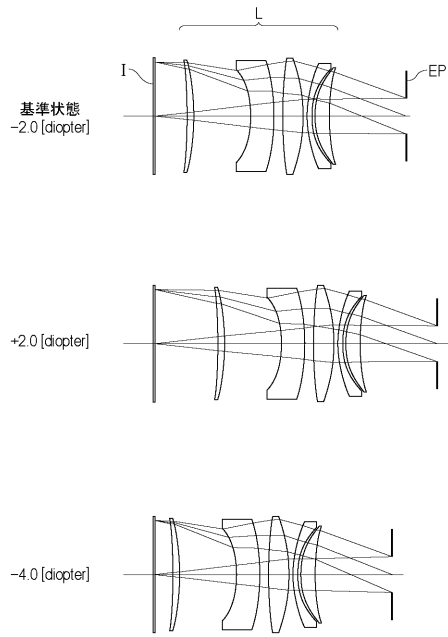
【 図 3 】



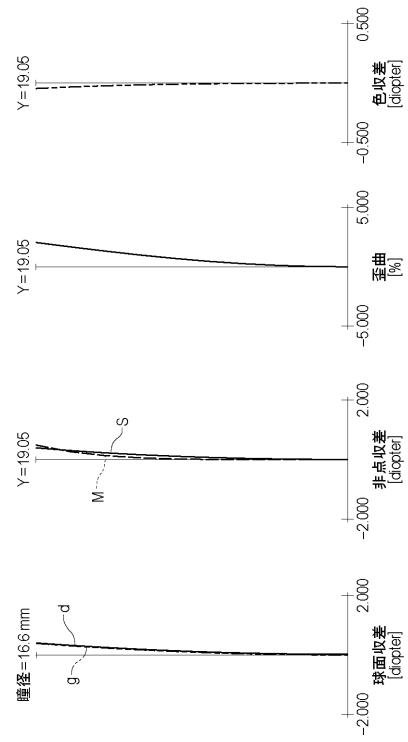
【 図 4 】



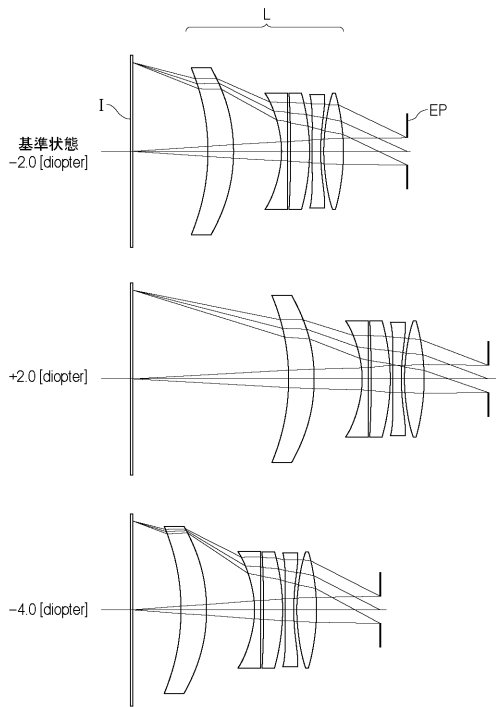
【 図 5 】



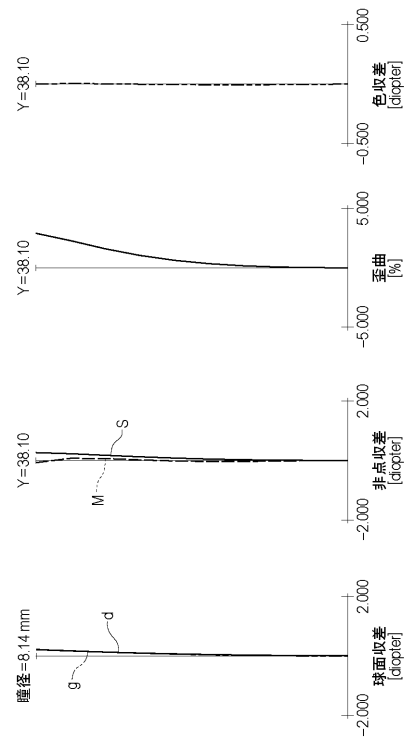
【 図 6 】



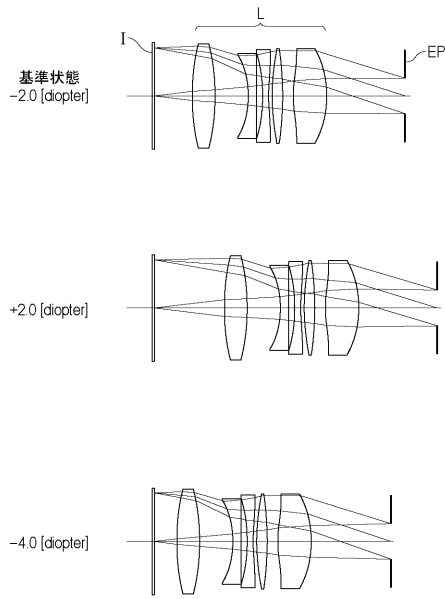
【 図 7 】



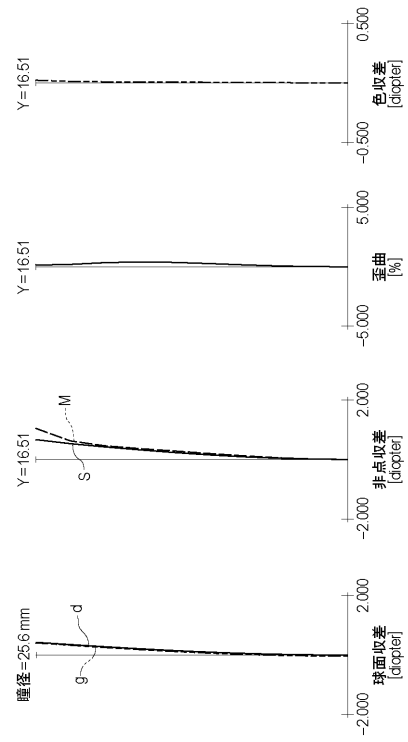
【 図 8 】



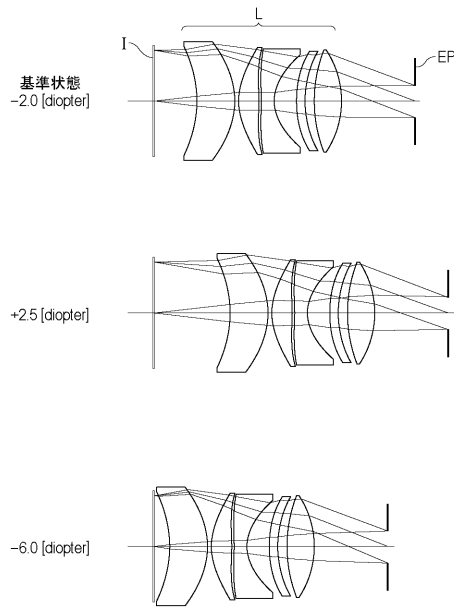
【 図 9 】



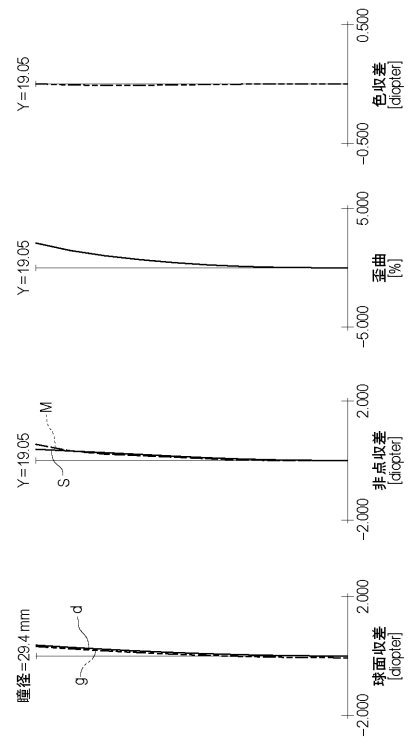
【 図 10 】



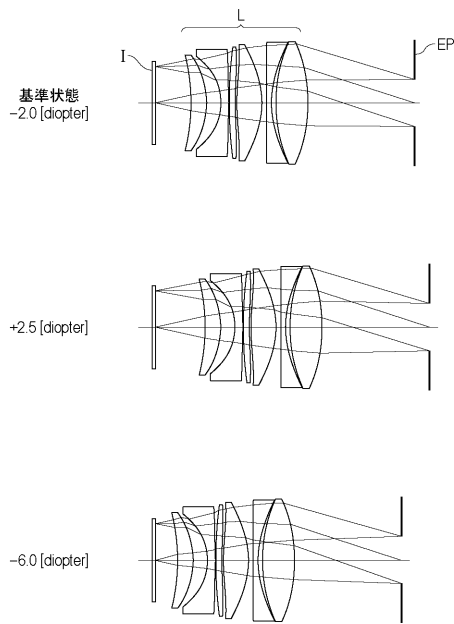
【 図 11 】



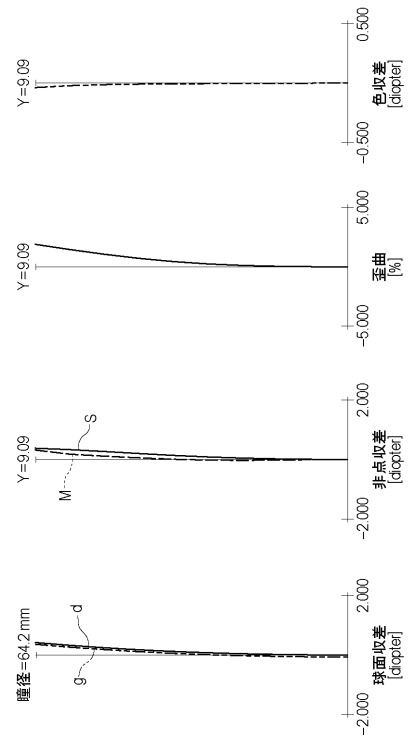
【 図 12 】



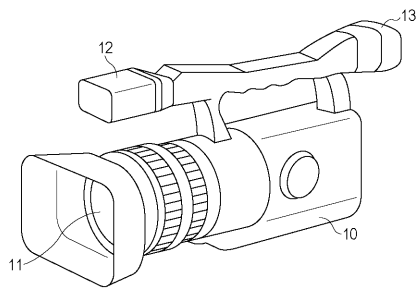
【図13】



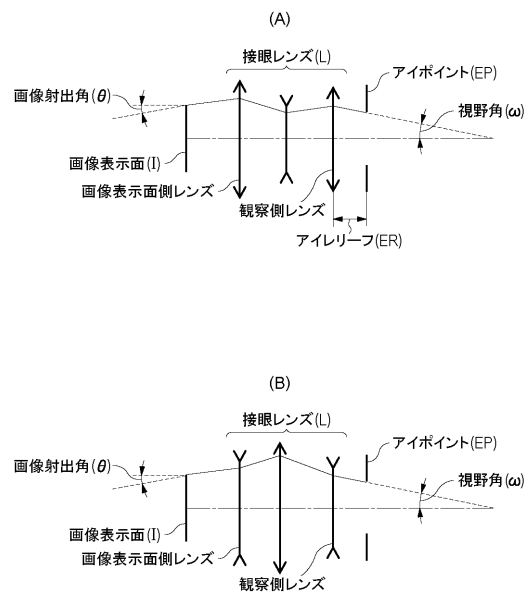
【図14】



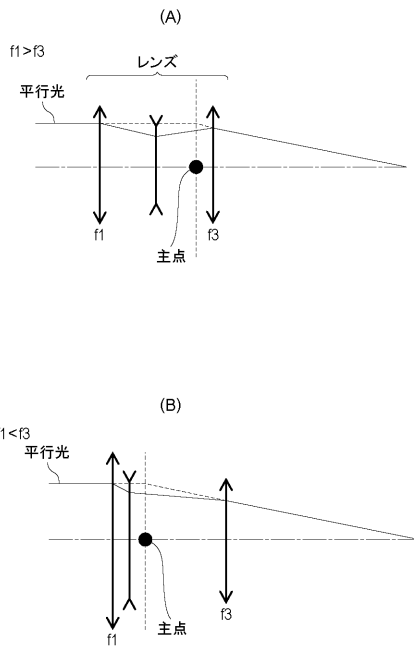
【図15】



【図16】



【図 17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 3 3 3 1 7 (J P , A)
米国特許第 0 2 3 1 3 4 6 0 (U S , A)
特開平 0 9 - 0 0 5 6 4 4 (J P , A)
中国特許第 1 0 1 6 0 9 2 0 8 (C N , B)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4