

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6436661号
(P6436661)

(45) 発行日 平成30年12月12日(2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl. F 1
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 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-140029 (P2014-140029)	(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
(22) 出願日	平成26年7月7日(2014.7.7)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2015-72452 (P2015-72452A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成27年4月16日(2015.4.16)	(72) 発明者	川村 淳 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
審査請求日	平成29年6月27日(2017.6.27)	審査官	吉川 陽吾
(31) 優先権主張番号	特願2013-186065 (P2013-186065)		
(32) 優先日	平成25年9月9日(2013.9.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体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レンズより構成される接眼レンズであって、

前記第1レンズの物体側のレンズ面R1aは物体側に凸形状であり、前記第2レンズの観察側のレンズ面R2bは観察側に凹形状であり、

前記接眼レンズの焦点距離をf、前記レンズ面R1aの焦点距離をf11、前記レンズ面R2bの焦点距離をf22、前記レンズ面R1aの曲率半径をr1a、前記レンズ面R2bの曲率半径をr2bとすると、

$$0.65 < f_{11} / f < 1.00$$

$$-0.75 < f_{22} / f < -0.30$$

$$-100.00 < (r_{2b} + r_{1a}) / (r_{2b} - r_{1a}) < -9.27$$

なる条件式を満たすことを特徴とする接眼レンズ。

【請求項2】

前記レンズ面R1aは非球面形状であり、前記レンズ面R1aの有効径をDR11、前記レンズ面R1aのレンズ面頂点から有効径の位置までの光軸方向の長さをLpとすると、

$$0.18 < Lp / DR11 < 0.25$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の接眼レンズ。

【請求項3】

10

20

物体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レンズより構成される接眼レンズであって、

前記第1レンズの物体側のレンズ面R1aは物体側に凸形状の非球面であり、前記第2レンズの観察側のレンズ面R2bは観察側に凹形状であり、

前記接眼レンズの焦点距離を f 、前記レンズ面R1aの焦点距離を f_{11} 、前記レンズ面R2bの焦点距離を f_{22} 、前記レンズ面R1aの曲率半径を r_{1a} 、前記レンズ面R2bの曲率半径を r_{2b} 、前記レンズ面R1aの有効径を DR_{11} 、前記レンズ面R1aのレンズ面頂点から有効径の位置までの光軸方向の長さを L_p とすると、

$$0.65 < f_{11} / f < 1.00$$

$$-0.75 < f_{22} / f < -0.30$$

$$-1.00.00 < (r_{2b} + r_{1a}) / (r_{2b} - r_{1a}) < -5.00$$

$$0.18 < L_p / DR_{11} < 0.25$$

なる条件式を満たすことを特徴とする接眼レンズ。

【請求項4】

前記レンズ面R1a及び前記レンズ面R2bは非球面形状であり、前記レンズ面R1aの有効径を DR_{11} 、前記レンズ面R1aのレンズ面頂点から有効径の位置までの光軸方向の長さを L_p 、前記レンズ面R2bの有効径を DR_{22} 、前記レンズ面R2bのレンズ面頂点から有効径の位置までの光軸方向の長さを L_n とすると、

$$0.80 < (L_p / DR_{11}) / (L_n / DR_{22}) < 1.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の接眼レンズ。

【請求項5】

前記第1レンズの観察側のレンズ面の曲率半径を r_{1b} とすると、

$$0.30 < (r_{1b} + r_{1a}) / (r_{1b} - r_{1a}) < 1.50$$

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1項に記載の接眼レンズ。

【請求項6】

視度調整に際して、前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズが一体的に移動することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1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素子と、該画像表示素子の画像表示面に表示される画像を観察するために用いられる請求項1乃至6のいずれか1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の半値を H とすると、

$$0.15 < H / f < 0.30$$

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】

視度が0ディオプターのときの前記画像表示面から前記レンズ面R1aまでの空気換算距離を L とすると、

$$0.70 < L / f < 0.80$$

なる条件式を満足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】

撮像素子と、該撮像素子に形成された物体像を表示する画像表示素子と、該画像表示素子の画像表示面に表示される画像を観察するために用いられる請求項1乃至6のいずれか1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。

【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に関し、例えばビデオカメラ、スチル

10

20

30

40

50

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、スチルカメラ等の撮像装置（カメラ）に用いられている電子ビューファインダーにおいては、液晶画面等に表示した画像を拡大観察する為に接眼レンズが用いられている。電子ビューファインダーにおいて、画像表示面を見やすくするには、液晶画面等の画像表示面を大きくする、または接眼レンズの観察倍率を高くする必要がある。

【0003】

10

しかしながら、画像表示面が大きいとファインダーが大型化してくる。このため、全体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には、接眼レンズの正の屈折力を強くする必要がある。このとき接眼レンズを正の屈折力のレンズ（正レンズ）のみで構成すると、軸上色収差、倍率色収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

【0004】

このため、観察の際の高性能化を図るためには負の屈折力のレンズ（負レンズ）を用いて色収差をはじめとした諸収差を補正する必要がある。従来、負レンズと正レンズを含む、3つのレンズよりなる接眼レンズが知られている（特許文献1、2）。

【0005】

20

特許文献1は、画像表示面側から観察側（アイポイント側）へ順に、正レンズ、正レンズ、負レンズより構成され、画像表示面から第1レンズまでの間隔が長い接眼レンズを開示している。また、特許文献2は、画像表示面側から観察側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成され、拡大率が高く、全系が小型の接眼レンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-65265号公報

【特許文献2】特開2011-221091号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般に、接眼レンズの屈折力を強くすると画像表示面から接眼レンズの第1レンズまでの間隔が短くなる。画像表示素子として、例えば反射型の液晶表示素子を用いる場合は、画像表示面から第1レンズまでの間隔が一定以上必要となる。このため、画像表示面から第1レンズまでの間隔が短いと、反射型の液晶表示素子を用いることが困難になる。

【0008】

このため、電子ビューファインダーに用いられる接眼レンズには、屈折力が強く、かつ画像表示面から接眼レンズの第1レンズ面までの距離が長いことが要求される。屈折力が強く、かつ画像表示面から第1レンズ面までの距離が長い接眼レンズを得るには、接眼レンズを構成するレンズの数や、レンズ形状、レンズ面の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が不適切であると高い観察倍率で画像表示面に表示される画像を良好に観察するのが困難になってくる。

40

【0009】

本発明は、画像表示面から第1レンズまでの長さが長く、しかも観察倍率が大きく、見かけ視界が大きく、画像表示面に表示された像を良好に観測出来る接眼レンズ及びそれを有する観察装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の接眼レンズは、物体側から観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折

50

力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズより構成される接眼レンズであって、前記第1レンズの物体側のレンズ面R1aは物体側に凸形状であり、前記第2レンズの観察側のレンズ面R2bは観察側に凹形状であり、前記接眼レンズの焦点距離をf、前記レンズ面R1aの焦点距離をf11、前記レンズ面R2bの焦点距離をf22、前記レンズ面R1aの曲率半径をr1a、前記レンズ面R2bの曲率半径をr2bとすると、

$$0.65 < f_{11} / f < 1.00$$

$$-0.75 < f_{22} / f < -0.30$$

$$-100.00 < (r_{2b} + r_{1a}) / (r_{2b} - r_{1a}) < -9.27$$

なる条件式を満たすことを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明によれば、画像表示面から第1レンズまでの長さが長く、しかも観察倍率が大きく、見かけ視界が大きく、画像表示面に表示された像を良好に観測出来る接眼レンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施例1に係る接眼レンズのレンズ断面図

【図2】本発明の実施例1に係る接眼レンズの各収差図

【図3】本発明の実施例2に係る接眼レンズのレンズ断面図

【図4】本発明の実施例2に係る接眼レンズの各収差図

20

【図5】本発明の実施例3に係る接眼レンズのレンズ断面図

【図6】本発明の実施例3に係る接眼レンズの各収差図

【図7】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の接眼レンズは、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レンズより構成されている。

【0014】

図1(A)、(B)、(C)は本発明の実施例1の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター(基準状態)、8.0ディオプター、-10.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図2は本発明の実施例1の接眼レンズの基準状態における収差図である。図3(A)、(B)、(C)は本発明の実施例2の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター(基準状態)、6.0ディオプター、-8.0ディオプターのときのレンズ断面図である。図4は本発明の実施例2の接眼レンズの基準状態における収差図である。

30

【0015】

図5(A)、(B)、(C)は本発明の実施例3の接眼レンズの視度が-2.0ディオプター(基準状態)、3.0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6は本発明の実施例3の接眼レンズの基準状態における収差図である。図7は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0016】

40

各実施例の接眼レンズは、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ることができる。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(アイポイント側)である。レンズ断面図においてLは接眼レンズである。Coは液晶又は有機EL等よりなる画像表示素子である。Iは画像表示素子Coの画像表示素子面である。接眼レンズLは正の屈折力の第1レンズG1、負の屈折力の第2レンズG2、正の屈折力の第3レンズG3よりなっている。EPは観察のためのアイポイント(射出瞳)である。

【0017】

なお、画像表示面Iから第1レンズG1のレンズ面R1aまでの間や接眼レンズLとアイポイントEPの間に、画像表示面やレンズを保護するプレート等を設けても良い。また

50

、アイポイントE Pは画像表示面Iからの最周辺からの光線が観測者の瞳を通過する範囲内であれば光軸方向に前後に移動しても良い。

【0018】

各収差図においてはファインダー視度が基準状態のときを示している。球面収差図において、実線のdはd線（波長587.6nm）、二点鎖線のgはg線（波長435.8nm）を示す。非点収差図において実線のSはd線のサジタル像面、点線のMはd線のメリディオナル像面を示す。倍率色収差はg線について示している。

【0019】

各実施例の接眼レンズLは、画像表示面I側（物体側）から観察側（アイポイント側）E Pに向かって順に、正の屈折力の第1レンズG1、負の屈折力の第2レンズG2、正の屈折力の第3レンズG3より構成されている。

10

【0020】

各実施例の接眼レンズLでは、第1レンズG1の画像表示面I側のレンズ面R1aに正の屈折力を持たせ、接眼レンズL全系の画像表示面I側の主点位置を画像表示面I側によせて、画像表示面Iから第1レンズG1までの間隔を長くしている。また、これ以降の観察側のレンズ面での光線高さ（光軸からの距離）を低くし、第1レンズG1の観察側のレンズ面以降でのコマ収差の発生量を抑制している。

【0021】

更に、第2レンズG2の観察側のレンズ面R2bの曲率半径をレンズ面R1aの曲率半径に近い凹形状とすることでコマ収差の補正を良好に行っている。また、レンズ面R1aとレンズ面R2bをそれぞれ非球面形状とすることで、レンズ周辺より発生する高次収差を軽減している。

20

【0022】

次に、各実施例の接眼レンズLでは、視度調整を第1レンズG1から第3レンズG3までの全てのレンズを一体的に（相対的な位置関係を変えずに）光軸方向に移動させて行ない、これにより視度変化によるコマ収差の変動を軽減している。尚、視度調整は、必ずしも3つのレンズを一体的に移動させる必要は無く、第1レンズG1から第3レンズG3までのうちの1つ又は2つのレンズを移動させても良く、又は他のレンズとは異なる移動量で移動させて行っても良い。

【0023】

30

各実施例の接眼レンズにおいて、第1レンズG1の画像表示面I側のレンズ面R1aは画像表示面I側に凸形状であり、第2レンズG2の観察側のレンズ面R2bは観察側に凹形状である。接眼レンズLの焦点距離をf、レンズ面R1aの焦点距離をf11、レンズ面R2bの焦点距離をf22とする。このとき、

$$0.65 < f_{11} / f < 1.00 \quad \dots (1)$$

$$-0.75 < f_{22} / f < -0.30 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満たしている。

【0024】

ここでレンズ面の焦点距離f_rはレンズ面の曲率半径をR、レンズ面の入射側と出射側の媒質の屈折率を各々N、N'とするととき、

$$f_r = R / (N' - N)$$

である。次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

40

【0025】

条件式(1)は接眼レンズ全系の焦点距離に対するレンズ面R1aの焦点距離の比を規定している。条件式(1)の上限値を超えると、反射型の画像表示素子C_oを配する空間が少なくなり、画像表示素子C_oの配置が困難となり、使用可能な画像表示素子C_oが限定されてくる。逆に下限値を超えると、コマ収差、非点収差及び高次収差が増大してくる。

【0026】

条件式(2)は接眼レンズ全系の焦点距離に対するレンズ面R2bの焦点距離の比を規

50

定している。条件式(2)の上限値を超えると、コマ収差、非点収差及び高次収差が増大してくる。逆に下限値を超えると、反射型の画像表示素子Coを配する空間が少なくなり、画像表示素子の配置が困難となり、使用可能な画像表示素子Coが限定されてくる。更に好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.75 < f_{11} / f < 0.98 \quad \dots (1a)$$

$$-0.745 < f_{22} / f < -0.400 \quad \dots (2a)$$

【0027】

以上の如く構成することにより、画像表示面Iから第1レンズG1までの間隔を長くしながら、拡大率および見かけ視界が大きく、画像表示面Iに表示された画像を良好に観測出来る接眼レンズが得られる。各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1以上

10

【0028】

レンズ面R1aは有効径がDR11で非球面形状であり、レンズ面R1aのレンズ面頂点からレンズ面R1aの有効径の位置までの光軸方向の長さをLpとする。レンズ面R2bは有効径がDR22で非球面形状であり、レンズ面R2bのレンズ面頂点からレンズ面R2bの有効径の位置までの光軸方向の長さをLnとする。

【0029】

このとき、

$$0.18 < Lp / DR11 < 0.25 \quad \dots (3)$$

$$0.80 < (Lp / DR11) / (Ln / DR22) < 1.10 \quad \dots (4)$$

20

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。

【0030】

条件式(3)はレンズ面R1aの有効径に対するレンズ面R1aの曲率の深さを規定している。条件式(3)の上限値を超えると、コマ収差、非点収差及び高次収差が増大してくる。逆に下限値を超えると、反射型の画像表示素子Coを配する空間が少なくなり、画像表示素子Coの配置が困難となり、使用可能な画像表示素子Coが限定されてくる。

【0031】

条件式(4)はレンズ面R1aの有効径に対するレンズ面R1aの曲率の深さの比とレンズ面R2bの有効径に対するレンズ面R2bの曲率の深さの比を規定している。条件式(4)の上限値又は下限値を超えると、コマ収差、非点収差及び高次収差が増大してくる。条件式(4)の範囲内であれば、レンズ面R1aとレンズ面R2bの各レンズ面で発生するコマ収差が互いに打ち消し合い良好な光学性能を保持することができる。更に好ましくは条件式(3)、(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

30

$$0.190 < Lp / DR11 < 0.245 \quad \dots (3a)$$

$$0.85 < (Lp / DR11) / (Ln / DR22) < 1.00 \quad \dots (4a)$$

【0032】

以上のように、各実施例によれば、画像表示面Iと接眼レンズLの小型化を図りつつ、画像を大きく、且つ、画質を良好に観測することができる接眼レンズが得られる。

【0033】

40

また、次の条件式のうち、1以上を満足するのが良い。

$$-1.00 < (r_{2b} + r_{1a}) / (r_{2b} - r_{1a}) < -0.5 \quad \dots (5)$$

$$0.30 < (r_{1b} + r_{1a}) / (r_{1b} - r_{1a}) < 1.50 \quad \dots (6)$$

【0034】

このとき、第1レンズG1の画像表示面I側のレンズ面R1aの曲率半径(近軸の曲率半径)をr1a、第1レンズG1の観察側のレンズ面の曲率半径(近軸の曲率半径)をr1b、第2レンズG2の観察側のレンズ面R2bの曲率半径(近軸の曲率半径)をr2bとする。

【0035】

条件式(5)は、第1レンズG1の画像表示面I側のレンズ面R1aと第2レンズG2

50

の観察側のレンズ面 R 2 b のシェープファクターを規定する条件式である。条件式 (5) を満足することにより、第 1 レンズ G 1 の画像表示面 I 側のレンズ面 R 1 a 及び第 2 レンズ G 2 の観察側のレンズ面 R 2 b で発生するコマ収差や非点収差、高次収差を効果的にキャンセルさせることができる。

【 0 0 3 6 】

条件式 (5) の上限値を超えると、レンズ面 R 1 a の曲率半径とレンズ面 R 2 b の曲率半径の差が大きくなり過ぎて、コマ収差や非点収差、高次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。

【 0 0 3 7 】

条件式 (5) の下限値を超えると、レンズ面 R 1 a の曲率半径に対してレンズ面 R 2 b の曲率半径が大きくなり過ぎて、コマ収差や非点収差、高次収差をキャンセルさせる効果が小さくなるため好ましくない。

10

【 0 0 3 8 】

条件式 (6) は、第 1 レンズ G 1 の画像表示面 I 側のレンズ面 R 1 a と第 1 レンズ G 1 の観察側のレンズ面のシェープファクターを規定する条件式である。条件式 (6) の上限値を超えると、画像表示面 I 側の主点位置が観察側へ移動し、反射型の画像表示素子 C o を配する空間が少なくなり、画像表示素子の配置が困難となる。その結果、使用可能な画像表示素子 C o が限定されてしまうため、好ましくない。

【 0 0 3 9 】

条件式 (6) の下限値を超えると、コマ収差、非点収差及び高次収差が多く発生するため好ましくない。

20

【 0 0 4 0 】

なお、好ましくは条件式 (5)、(6) の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$- 57.70 < (r2b + r1a) / (r2b - r1a) < - 9.27 \dots (5a)$$

$$0.59 < (r1b + r1a) / (r1b - r1a) < 1.07 \dots (6a)$$

【 0 0 4 1 】

また各実施例の接眼レンズ L を、画像を表示する画像表示素子 C o と、画像表示素子 C o の画像表示面 I に表示される画像を観察する観察装置に用いるときには次の条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。画像表示面 I の対角長の半値を H とする。視度が 0 ディオプターのときの画像表示面 I から第 1 レンズ G 1 のレンズ面 R 1 a までの空気換算距離を L とする。このとき、次の条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。

30

$$0.15 < H / f < 0.30 \dots (7)$$

$$0.70 < L / f < 0.80 \dots (8)$$

【 0 0 4 2 】

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 4 3 】

条件式 (7) は接眼レンズ L 全系の焦点距離に対する画像表示素子 C o の対角線長の比を規定している。条件式 (7) の上限値を超えると、反射型の画像表示素子 C o を配する空間が少なくなり画像表示素子 C o の配置が困難となり、使用可能な画像表示素子 C o が限定されてくる。逆に下限値を超えると、接眼レンズ L の光学全長 (第 1 レンズ面から最終レンズ面までの長さ) が長くなってくる。

40

【 0 0 4 4 】

条件式 (8) は接眼レンズ L 全系の焦点距離に対する画像表示面 I から第 1 レンズ G 1 のレンズ面 R 1 a までの間隔との比を規定している。条件式 (8) の上限値を超えると、コマ収差、非点収差が増大してくる。逆に下限値を超えると、反射型の画像表示素子 C o を配する空間が少なくなり、画像表示素子 C o の配置が困難となり、使用可能な画像表示素子 C o が限定されてくる。更に好ましくは条件式 (7)、(8) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.16 < H / f < 0.28 \dots (7a)$$

$$0.72 < L / f < 0.78 \dots (8a)$$

50

【 0 0 4 5 】

次に本発明の観察装置を有する撮像装置について説明する。

【 0 0 4 6 】

本発明の撮像装置は、物体の画像を撮像する撮像素子と、撮像素子によって撮像された物体の像を表示する画像表示素子と、画像表示素子の画像表示面に表示された画像を観察するために用いられる観察装置を有する。

【 0 0 4 7 】

次に本発明の撮像装置をビデオカメラを例にとり図 7 を用いて説明する。図 7 において、10 はビデオカメラ本体（撮像装置本体）、11 は、不図示の撮像素子上に被写体像を結ぶ撮影光学系（撮像光学系）、12 は集音マイクである。13 は本発明の接眼レンズによって不図示の画像表示素子に表示された被写体像を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って構成され、撮影光学系 11 によって形成される物体像等が表示される。この様に本発明の観察装置をビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、物体像を好適に観測することができる。

【 0 0 4 8 】

以下に本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。数値実施例において、画像表示面から観察側へ順に、 r_i は第 i 番目の面の近軸曲率半径を示し、 d_i は第 i 番目の面と第 $i + 1$ 番目の面との間の軸上面間隔を示す。さらに、 n_i は第 i 番目の硝材の d 線（波長 = 578.6 nm）に対する屈折率を示し、 i は第 i 番目の硝材の d 線に対するアッベ数を示す。 r_1 は画像表示面、 r_8 はアイポイント E P を示す。

【 0 0 4 9 】

なお、長さの単位は、特記の無い場合 [mm] である。ただし、接眼光学系 L は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、単位は [mm] に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが出来る。なお、各数値実施例において近軸曲率半径の欄に非球面と書かれている面は次の式によって定義される非球面形状である。

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k) (h / R)^2]^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6$$

なお、 x はレンズ面の頂点からの光軸方向の距離、 h は光軸に対し垂直な方向の高さ、 R はレンズ面の頂点での近軸の曲率半径、 k は円錐定数、 A_4 、 A_6 はそれぞれ多項式係数（非球面係数）である。非球面係数を示す表において、「 $e - i$ 」は 10 を底とする指数表現、すなわち「 10^{-i} 」を表している。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数との関係を表 1 に示す。

【 0 0 5 0 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	(画像表示面) (可変)			
2*	10.477	8.39	1.49171	57.4
3	-49.574	-0.00		
4	30.808	1.30	1.63400	23.9
5*	10.085	4.10		
6*	26.604	4.73	1.49171	57.4
7*	-27.532	(可変)		
8	(アイポイント)			

非球面データ

第2面

$$K = -1.85804e+000$$

第5面

$$K = -8.27900e-001$$

第6面

K = 7.03727e-001

第7面

K = -5.84921e+000 A 4= -1.21085e-005 A 6= 1.00489e-007

各種データ

視度[dioptr] -2.0 +8.0 -10.0

焦点距離 22.10 22.10 22.10

d 1 15.70 20.46 11.01

d 7 19.40 14.64 24.09

【 0 0 5 1 】

10

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d

1 (画像表示面) (可変)

2* 11.055 7.09 1.49171 57.4

3 -91.313 -0.00

4 30.065 2.60 1.63400 23.9

5* 9.983 4.80

6* 26.321 6.95 1.49171 57.4

20

7* -28.790 19.00

8 (アイポイント)

非球面データ

第2面

K = -1.75305e+000

第5面

K = -9.09128e-001

第6面

K = -7.46404e-001

第7面

30

K = 8.51859e-001 A 4= 1.64082e-005 A 6= 3.05569e-008

各種データ

視度[dioptr] -2.0 +6.0 -8.0

焦点距離 25.00 25.00 25.00

d 1 17.36 22.20 13.27

【 0 0 5 2 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

40

面番号 r d nd d

1 (画像表示面) (可変)

2* 12.593 5.47 1.49171 57.4

3 -1030.662 -0.00

4 29.335 4.04 1.63400 23.9

5* 10.365 5.00

6* 27.418 10.00 1.49171 57.4

7* -30.747 19.40

8 (アイポイント)

非球面データ

50

第2面

$K = -1.60310e+000$

第5面

$K = -8.65443e-001$

第6面

$K = -1.43041e+000$

第7面

$K = -1.87051e+000$ $A_4 = -5.88084e-006$ $A_6 = -1.53534e-008$

各種データ

視度[dioptr] -2.0 +3.0 -6.0

焦点距離 30.00 30.00 30.00

d 1 20.66 25.14 16.90

【 0 0 5 3 】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式(1)	0.97	0.90	0.85
条件式(2)	-0.74	-0.63	-0.54
条件式(3)	0.24	0.23	0.20
条件式(4)	0.93	0.92	0.89
条件式(5)	-52.45	-19.63	-10.30
条件式(6)	0.65	0.78	0.98
条件式(7)	0.26	0.23	0.19
条件式(8)	0.76	0.75	0.75

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

L 接眼レンズ

G 1 第 1 レンズ

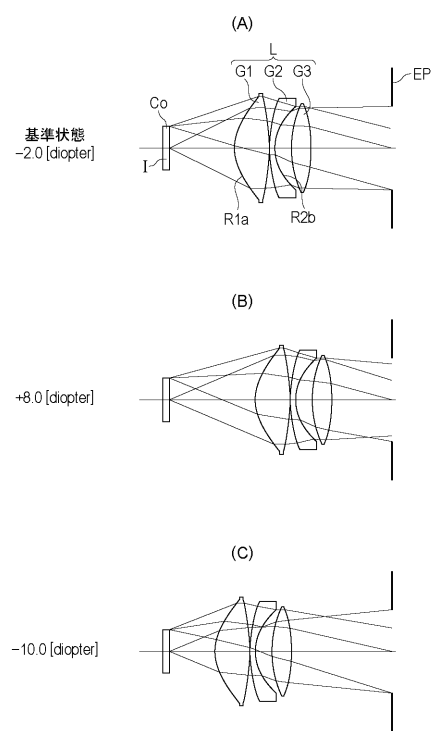
G 2 第 2 レンズ

G 3 第 3 レンズ

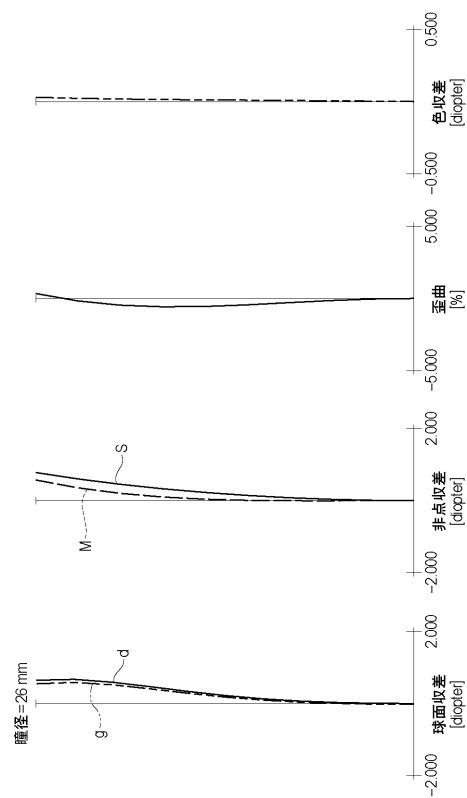
I 画像表示面

E P アイポイント

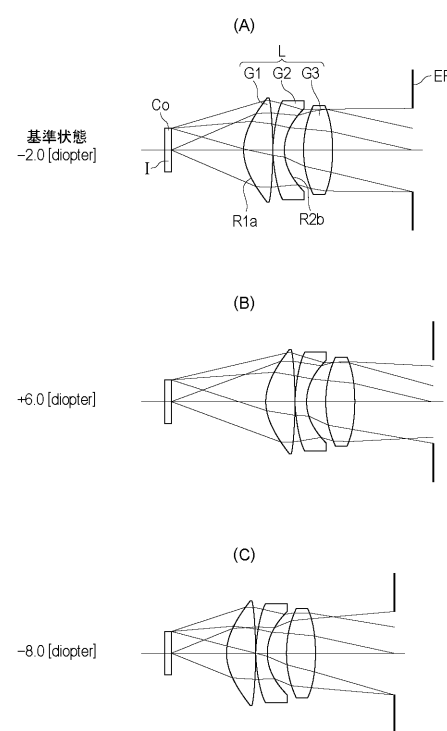
【図 1】



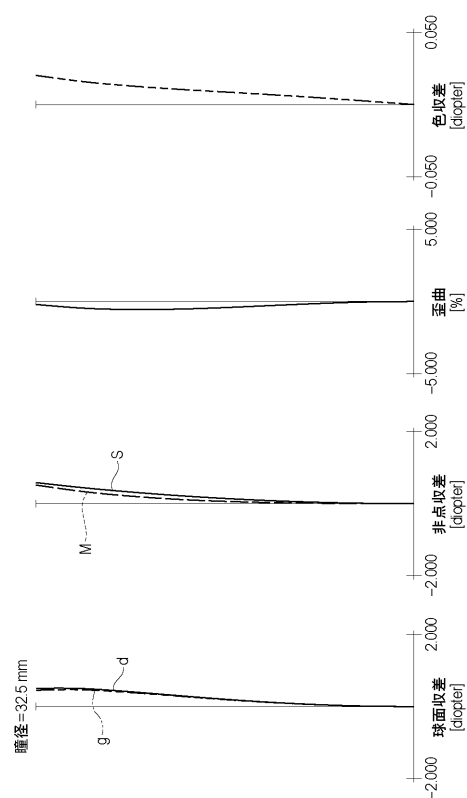
【図 2】



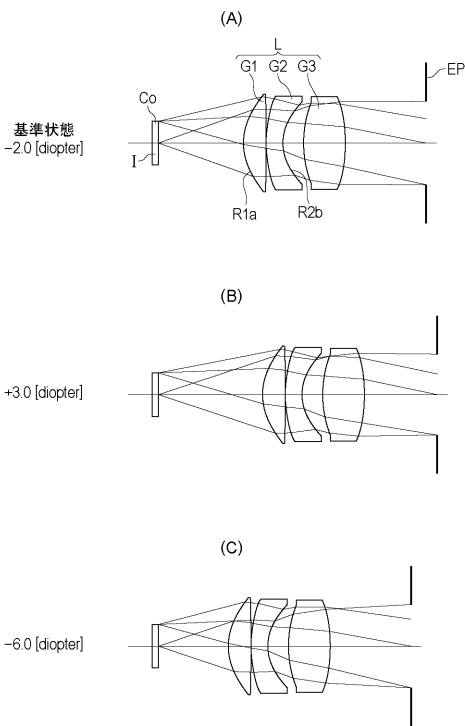
【図 3】



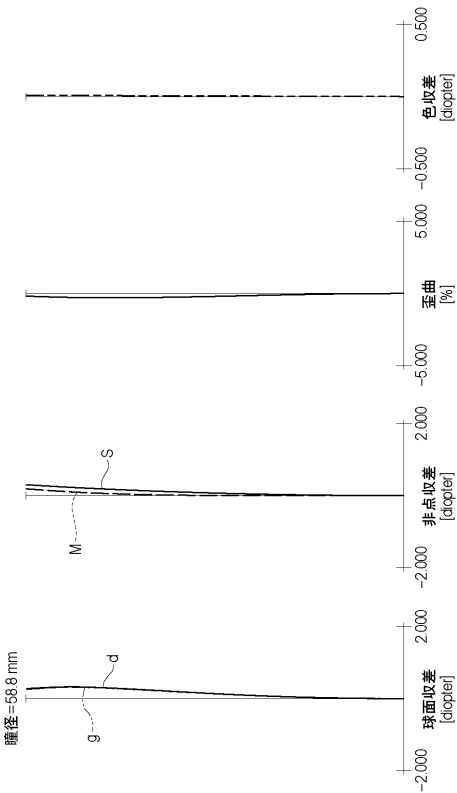
【図 4】



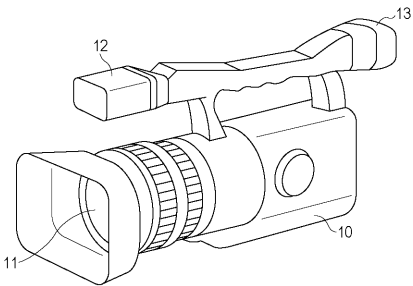
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-082290(JP,A)
特開2012-042844(JP,A)
特開2010-266776(JP,A)
特開2006-251412(JP,A)
特開2002-244030(JP,A)
特開2002-221659(JP,A)
特開2001-083409(JP,A)
特開平04-153612(JP,A)
特開2008-287178(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0051300(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 25/00 - 25/04