

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7179598号
(P7179598)

(45)発行日 令和4年11月29日(2022.11.29)

(24)登録日 令和4年11月18日(2022.11.18)

(51)国際特許分類

G 0 2 B 25/00 (2006.01)
G 0 2 B 13/18 (2006.01)

F I

G 0 2 B 25/00
G 0 2 B 13/18

A

請求項の数 7 (全21頁)

(21)出願番号 特願2018-226995(P2018-226995)
 (22)出願日 平成30年12月4日(2018.12.4)
 (65)公開番号 特開2020-91340(P2020-91340A)
 (43)公開日 令和2年6月11日(2020.6.11)
 審査請求日 令和3年11月19日(2021.11.19)

(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
 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72)発明者 信夫 史弘
 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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 観察装置及びそれを有する撮像装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

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ファインダー光学系を有する観察装置において、

前記ファインダー光学系は、前記画像表示面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、正の屈折力の第4レンズからなり、

前記第3レンズは両凸形状であり、

前記第2レンズの焦点距離をf₂、前記ファインダー光学系の焦点距離をf、前記第2レンズの画像表示面側のレンズ面の曲率半径をR₂₁、前記第2レンズの観察側のレンズ面の曲率半径をR₂₂、前記画像表示面の対角線長の半分をH、前記第3レンズの画面表示面側のレンズ面の曲率半径をR₃₁、前記第1レンズの観察側のレンズ面の曲率半径をR₁₂とするとき、

$$-0.70 < f_2 / f < -0.20$$

$$0.7 < (R_{22} + R_{21}) / (R_{22} - R_{21}) < 1.4$$

$$0.31 < H / f < 0.50$$

$$0.000 (R_{31} - R_{22}) / (R_{31} + R_{22}) < 10.0$$

$$-8.5 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < -2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする観察装置。

【請求項2】

前記第1レンズの焦点距離を f_1 とするとき、

$$0.30 < f_1 / f < 1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の観察装置。

【請求項3】

前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第3レンズの焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.50 < f_3 / f_1 < 3.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の観察装置。

【請求項4】

前記第2レンズは少なくとも片面が非球面形状であり、前記第2レンズの材料のd線における屈折率 n_d 、前記第2レンズの材料のd線を基準としたアッペ数を d とするとき、

$$1.58 < n_d < 1.95$$

$$1.5 < d < 3.2$$

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項に記載の観察装置。

【請求項5】

前記ファインダー光学系は視度調整が可能であり、視度調整の際、前記ファインダー光学系の最も観察側に配置されたレンズは不動であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の観察装置。

【請求項6】

前記ファインダー光学系の最も画像表示面側のレンズ面から、最も観察面側のレンズ面までの視度 - 1 ディオプターにおける光軸上の長さを d_L とするとき、

$$0.90 < d_L / f < 1.65$$

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1項に記載の観察装置。

【請求項7】

撮像素子と、前記撮像素子に物体像を形成する撮像光学系と、前記物体像を表示するための画像表示素子と、前記画像表示素子で表示された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項に記載の観察装置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、観察装置及びそれを有する撮像装置に関し、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、液晶パネルなどの画像表示素子に表示された画像を観察するため、複数枚のレンズを用いたファインダー光学系を用いた観察装置が知られている。これらファインダー光学系は視認性を高めるため、視野が十分に大きく（高倍率化）、アイレリーフ（観察側のレンズ面から観察面（アイポイント）までの距離）が長く、諸収差が良好に補正されていることが求められている。

【0003】

特にデジタルカメラの高画素化の流れに伴い、特に視認性を高めるために高倍率のファインダー光学系が求められている。

【0004】

高倍率のファインダー光学系としては、画像表示面側（観察物体側）よりアイポイント側（観察者側）に向かって、正の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズの3枚のレンズを有する構成のものが知られている（特許文献1乃至3）。

【0005】

特許文献1では、コマ収差と歪曲収差が良好に補正された接眼光学系が開示されている。特許文献1では正の屈折力の第1レンズ、画像表示面側に凹面を向けた負の屈折力の第2レンズ、アイポイント側に凸面を向けた正の屈折力の第3レンズから構成され、第3レ

10

20

30

40

50

ンズのレンズ面の曲率と接眼光学系全体の焦点距離を適切に設定している。

【0006】

また特許文献2では、視野角が大きく諸収差が良好に補正された接眼光学系を開示している。特許文献2では正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、両凸形状の正の屈折力の第3レンズを有し、第1レンズ、第2レンズ、全系の焦点距離を適切に設定している。

【0007】

また特許文献3では、小型で視野角が十分に広く高画素化に対応可能な高い光学性能を有する接眼光学系を開示している。特許文献3では、正の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、両凸形状の正の屈折力の第3レンズから構成し、各レンズに高屈折材料を用いることを開示している。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】特開2014-074815号公報

特開2014-228583号公報

特開2015-135471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

観察装置に用いられるファインダー光学系において、視野角が広く、しかもアイレリーフを長く確保するには、ファインダー光学系のレンズ構成及び各レンズの屈折力やレンズ形状等を適切に設定することが重要になってくる。この他、小型の画像表示面を有する画像表示素子を用いるときは、画像表示面の大きさに対するファインダー光学系の屈折力の比等を適切に設定することが重要になってくる。20

【0010】

例えば各レンズの屈折力を適切に設定しないと広い視野角を得るのが困難になる。また、各レンズのレンズ面の曲率半径が適切でないと、アイレリーフを長くするのが困難になる。

【0011】

本発明は、画像表示面の画像を高い視野角で観察可能で、諸収差を良好に補正し高い光学性能を確保しつつ、長いアイポイントの確保が可能な観察装置の提供を目的としている。30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の観察装置は、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ファインダー光学系を有する観察装置において、前記ファインダー光学系は、前記画像表示面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、正の屈折力の第4レンズからなり、前記第3レンズは両凸形状であり、前記第2レンズの焦点距離をf₂、前記ファインダー光学系の焦点距離をf、前記第2レンズの画像表示面側のレンズ面の曲率半径をR₂₁、前記第2レンズの観察側のレンズ面の曲率半径をR₂₂、前記画像表示面の対角線長の半分をH、前記第3レンズの画面表示面側のレンズ面の曲率半径をR₃₁、前記第1レンズの観察側のレンズ面の曲率半径をR₁₂とするとき、40

$$-0.70 < f_2 / f < -0.20$$

$$0.7 < (R_{22} + R_{21}) / (R_{22} - R_{21}) < 1.4$$

$$0.31 < H / f < 0.50$$

$$0.000 < (R_{31} - R_{22}) / (R_{31} + R_{22}) < 10.0$$

$$-8.5 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < -2.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0013】

本発明によれば、画像表示面の画像を高い視野角で観察可能で、諸収差を良好に補正し高い光学性能を確保しつつ、長いアイポイントの確保が可能な観察装置が得られる。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】実施例1の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図2】実施例1の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図3】実施例2の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図4】実施例2の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図5】実施例3の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図6】実施例3の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図7】実施例4の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図8】実施例4の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図9】実施例5の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図10】実施例5の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図11】実施例6の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図12】実施例6の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図13】実施例7の観察装置に係るファインダー光学系の断面図

【図14】実施例7の観察装置に係るファインダー光学系の収差図

【図15】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】**【0015】**

以下、実施例にかかるファインダー光学系を有する観察装置について説明する。本発明の観察装置は、画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る画像を観察するファインダー光学系を有する。

【0016】

各実施例に係るファインダー光学系は、画像表示面に表示された画像を観察する。ファインダー光学系は画像表示面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レンズを有する。第3レンズの観察側に正又は負の屈折力の第4レンズを有していても良い。

【0017】

図1は実施例1の観察装置のレンズ断面図である。図2は本発明の実施例1に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプター(標準視度)における収差図である。

【0018】

図3は実施例2の観察装置のレンズ断面図である。図4は実施例2に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である。

【0019】

図5は実施例3の観察装置のレンズ断面図である。図6は実施例3に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である

図7は実施例4の観察装置のレンズ断面図である。図8は実施例4に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である

図9は実施例5の観察装置のレンズ断面図である。図10は実施例5に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である

図11は実施例6の観察装置のレンズ断面図である。図12は実施例6に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である

図13は実施例7の観察装置のレンズ断面図である。図14は実施例7に係るファインダー光学系の視度が-1.0ディオプターにおける収差図である

図15は本発明の観察装置を有する撮像装置の要部概略図である。

【0020】

各実施例のファインダー光学系は、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置の電子

10

20

30

40

50

ビューファインダー等の観察装置に用いられる。レンズ断面図において左方は画像表示面側、右方は観察側（射出瞳側）である。レンズ断面図において L_0 はファインダー光学系である。 L_i は第 i レンズである。 IP は液晶又は有機 EL 等よりなる画像表示素子の画像表示面である。 EP は観察のための観察面（アイポイント）（射出瞳）である。 $CG1$ はカバーガラス（保護部材）である。図 3、図 13 において $C1$ はファインダー光学系 L_0 の観察面算出の基準位置である。

【0021】

各収差図のうち球面収差図において、実線の d は d 線（波長 587.6 nm）、2 点鎖線の F は F 線（波長 486.1 nm）を示す。非点収差図において S （実線）は d 線のサジタル像面、 M （破線）は d 線のメリディオナル像面を示す。歪曲は d 線について示している。倍率色収差は F 線について示している。 H は画像表示面の対角線長の半分（最大像高）である。

10

【0022】

画像表示素子の画像表示面の対角長が 20 mm 以下の小型の画像表示面（表示パネル）を視野角が 30 度以上で拡大観察するためには、ファインダー光学系に強い正の屈折力（パワー）が必要である。そのためには、各レンズを強い正の屈折力または強い負の屈折力とする必要がある。

【0023】

このようにするとファインダー光学系より、球面収差、像面湾曲、非点収差、色収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が難しくなる。このときの球面収差、像面湾曲、非点収差、色収差等の残存収差により、画像表示面の観察の際の光学性能が低下してくる。このときの諸収差を改善するため、各実施例に係るファインダー光学系 L_0 では、次の構成を有している。画像表示面（物体面） IP より観察面（アイポイント） EP 側に順に配置した、正の屈折力の第 1 レンズ L_1 と、負の屈折力の第 2 レンズ L_2 と、正の屈折力の第 3 レンズ L_3 を有するようにしている。

20

【0024】

尚、各実施例において好ましくは第 3 レンズの観察面側に正の屈折力の第 4 レンズを有するように構成しても良い。

【0025】

各実施例の観察装置におけるファインダー光学系 L_0 は、画像表示面 IP から観察 EP 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 レンズを有する。第 2 レンズ L_2 の焦点距離を f_2 、ファインダー光学系 L_0 の焦点距離を f とする。第 2 レンズ L_2 の画像表示面 IP 側のレンズ面の曲率半径を R_{21} 、第 2 レンズ L_2 の観察 EP 側のレンズ面の曲率半径を R_{22} 、画像表示面 IP の対角線長の半分を H とする。このとき、

$$-0.70 < f_2 / f < -0.20 \quad \dots (1)$$

$$0.7 < (R_{22} + R_{21}) / (R_{22} - R_{21}) < 1.4 \dots (2)$$

$$0.31 < H / f < 0.50 \quad \dots (3)$$

30

なる条件式を満足する。

【0026】

40

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0027】

条件式（1）は第 2 レンズ L_2 とファインダー光学系 L_0 全体の焦点距離を規定する。ファインダー光学系 L_0 において、軸上色収差を良好に補正するためには負レンズが一定以上の強い負のパワー（屈折力）を持つ必要がある。条件式（1）の上限値を上回ると軸上色収差の補正が困難になり、好ましくない。一方下限値を下回るまでパワーを弱くするとファインダー光学系 L_0 としての諸収差の補正が困難になり、良好な光学特性を得るのが困難になる。

【0028】

50

条件式（2）は、第 2 レンズ L_2 のレンズ形状を規定する。条件式（2）の上限値を超

えると、第2レンズL2の画像表示面IP側と観察面EP側のレンズ面の曲率半径の差が小さくなり過ぎることにより、色収差の補正が不十分となる。一方下限値を下回ると、第2レンズL2の画像表示面IP側のレンズ面の曲率半径が小さくなり過ぎることにより、諸収差の補正が困難となり、好ましくない。

【0029】

条件式(3)は、小型の画像表示素子を用いて高視野角を得るために必要な条件を示している。条件式(3)の上限値または下限値を超えると、小型の画像表示素子で大きな視野角を得るのが困難となるため好ましくない。

【0030】

各実施例において好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

10

【0031】

第1レンズL1の観察側のレンズ面の曲率半径をR12とする。第1レンズL1の焦点距離をf1とする。第3レンズL3の焦点距離をf3とする。第3レンズL3の画面表示面側のレンズ面の曲率半径をR31とする。第2レンズL2は少なくとも片面が非球面形状であり、第2レンズL2の材料のd線における屈折率nd、第2レンズL2の材料のd線を基準としたアッベ数をdとする。ファインダー光学系L0の最も画像表示面側のレンズ面から、最も観察面EP側のレンズ面までの視度-1ディオプターにおける光軸上の長さをdLとする。

【0032】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

20

【0033】

$$-8.5 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < -2.0 \dots (4)$$

$$0.30 < f_1 / f < 1.00 \dots (5)$$

$$0.50 < f_3 / f_1 < 3.10 \dots (6)$$

$$-3.0 < (R_{31} - R_{22}) / (R_{31} + R_{22}) < 10.0 \dots (7)$$

$$1.58 < nd < 1.95 \dots (8)$$

$$1.5 < d < 3.2 \dots (9)$$

$$0.90 < d_L / f < 1.65 \dots (10)$$

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0034】

30

条件式(4)は第1レンズL1と第2レンズL2の間で形成される空気レンズの形状を規定している。倍率色収差の補正を良好に行うためには、第2レンズL2の画像表示面IP側のレンズ面に強い角度で光線を入射させる必要があるため、第1レンズL1の観察面EP側のレンズ面が一定以上の強いパワーを持つことが好ましい。条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズL1の観察面EP側のレンズ面のパワーが足りず、倍率色収差の補正が困難になる。条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズL1の観察面EP側のレンズ面のパワーが強くなり過ぎ、諸収差の補正が困難となる。

【0035】

条件式(5)はファインダー光学系L0全系の焦点距離と第1レンズL1の焦点距離の比を規定している。条件式(5)の下限値を下回ると、高視野角化が難しくなるため、好ましくない。条件式(5)の上限値を上回ると光学性能が低下するため、好ましくない。

40

【0036】

条件式(6)は第1レンズL1と第3レンズL3の焦点距離の比を規定している。条件式(6)の下限値を下回ると高視野角化が困難になり、好ましくない。また条件式(6)の上限値を上回ると色収差が増加して光学性能が低下してしまうため、好ましくない。

【0037】

条件式(7)は第2レンズL2と第3レンズL3の間で形成される空気レンズの形状を規定している。条件式(7)の上限値または下限値を超えると、第2レンズL2の観察面EP側のレンズ面と第3レンズL3の画像表示面IP側のレンズ面が遠くなり過ぎる。そうすると、第3レンズL3の有効範囲を十分に確保することが難しくなりアリーフが

50

短くなってしまうため、好ましくない。

【0038】

条件式(8)は第2レンズL2の材料の屈折率を規定している。条件式(8)の下限値を下回るとレンズ面の曲率が強くなり過ぎ、成形が困難になる。条件式(8)の上限値を上回るとファインダー光学系L0のペツツバール和が増大し像面湾曲、非点収差が増加してしまうため、好ましくない。

【0039】

条件式(9)は第2レンズL2の材料のアッペ数を規定している。条件式(9)の下限値を下回って第2レンズL2の材料のアッペ数d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、条件式(9)の上限値を上回ると色収差の補正が不十分になるため、好ましくない。

10

【0040】

条件式(10)はファインダー光学系L0の光学全長とファインダー光学系L0全体の焦点距離の比を規定している。条件式(10)の上限値を上回ると、ファインダー光学系L0の主点位置が画像表示面IPから遠くなってしまうため、高視野角化が困難となるため、好ましくない。条件式(10)下限値を下回ると、各レンズの曲率を十分に強くすることが困難となり、高視野角化が困難となるため、好ましくない。

【0041】

なお、この場合のレンズ面とはパワーを持つ面のことを意味するものであり、それ以外にファインダー光学系の前後中間に平板など屈折力のない光学要素が挿入されていてもよい。

20

【0042】

また条件式(1)乃至(10)の数値範囲について、好ましくは以下の条件式(1a)乃至(10a)の数値範囲にあることが良い。

【0043】

$$-0.64 < f_2 / f < -0.30 \quad \dots (1a)$$

$$0.72 < (R_{22} + R_{21}) / (R_{22} - R_{21}) < 1.40 \quad \dots (2a)$$

$$0.31 < H / f < 0.45 \quad \dots (3a)$$

$$-8.0 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < -2.0 \quad \dots (4a)$$

$$0.35 < f_1 / f < 1.00 \quad \dots (5a)$$

$$0.50 < f_3 / f_1 < 3.08 \quad \dots (6a)$$

$$-3.0 < (R_{31} - R_{22}) / (R_{31} + R_{22}) < 9.0 \quad \dots (7a)$$

$$1.60 < n_d < 1.94 \quad \dots (8a)$$

$$1.5 < d < 2.5 \quad \dots (9a)$$

$$1.10 < d_L / f < 1.55 \quad \dots (10a)$$

30

また更に好ましくは、以下の条件式(1b)乃至(10b)の数値範囲にあるのが良い。

【0044】

$$-0.64 < f_2 / f < -0.31 \quad \dots (1b)$$

$$0.74 < (R_{22} + R_{21}) / (R_{22} - R_{21}) < 1.38 \quad \dots (2b)$$

$$0.31 < H / f < 0.40 \quad \dots (3b)$$

$$-7.8 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < -2.2 \quad \dots (4b)$$

$$0.40 < f_1 / f < 0.95 \quad \dots (5b)$$

$$0.60 < f_3 / f_1 < 3.06 \quad \dots (6b)$$

$$-2.0 < (R_{31} - R_{22}) / (R_{31} + R_{22}) < 8.0 \quad \dots (7b)$$

$$1.60 < n_d < 1.93 \quad \dots (8b)$$

$$1.9 < d < 2.4 \quad \dots (9b)$$

$$1.10 < d_L / f < 1.50 \quad \dots (10b)$$

40

本実施例のファインダー光学系L0は視度調整可能な機構を有している。実施例1、3、4、5、6においては第1レンズL1から第3レンズL3までを一体として光軸方向に移動させ、最も観察面EP側のレンズを不動とすることによって視度調整を行っている。

50

通常電子ビューファインダーの光学系は全てのレンズを光軸方向に移動することによって視度調整を行うため、防塵性の観点から最終レンズより観察面 E P 側に保護ガラスを挿入する必要がある。一方最も観察面 E P 側のレンズを不動としながら視度調整を行う場合、保護ガラスが不要となりファインダー光学系 L 0 の小型化に繋がるため、好ましい。また保護ガラスを挿入しないことで、保護ガラスの反射により発生するゴーストをなくすことができるため、この観点からも好ましい。

【 0 0 4 5 】

各実施例のファインダー光学系 L 0 は、画像表示面 I P 側から画像表示面 I P 側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ L 2 、正の屈折力の第 3 レンズ L 3 、正の屈折力の第 4 レンズ L 4 とすることが良い。これによれば諸収差を良好に補正することができるため、好ましい

次に、各実施例に示した観察装置を用いた撮像装置の実施形態について、図 1 1 を用いて説明する。撮像光学系 1 0 1 により形成された物体像は、光電変換素子である撮像素子 1 0 2 により電気信号に変換される。撮像素子 1 0 2 としては、CCD センサや CMOS センサなどが用いられる。

【 0 0 4 6 】

撮像素子 1 0 2 からの出力信号が画像処理回路 1 0 3 において処理され、画像が形成される。形成された画像は、半導体メモリ、磁気テープ、光ディスクなどの記録媒体 1 0 4 に記録される。また、画像処理回路 1 0 3 において形成された画像は、ファインダー光学系ユニット 1 0 5 に表示される。ファインダー光学系ユニット 1 0 5 は、画像表示素子 1 0 5 1 及び各実施例のファインダー光学系 1 0 5 2 を備える。画像表示素子 1 0 5 1 は、液晶表示素子 LCD や有機 EL 素子等から構成される。

【 0 0 4 7 】

このように本発明のファインダー光学系を、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、高視野角かつ小型であり、高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である

以下に本発明の各実施例に対する数値データを示す。数値データにおいて、画像表示面 I P から観察側 E P へ順に「 r_i 」は第 i 番目の面の近軸曲率半径を示す。 r_1 、 r_2 は画像表示素子の面であり、 r_1 は画像表示面である。 r_3 、 r_4 は保護部材 CG 1 の面である。最後の面は観察面 E P である。 d_i は画像表示面 I P から順に第 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_{d_i} は第 i 番目の材料の d 線（波長 = 578.6 nm）に対する屈折率を示し、 d_i は第 i 番目の材料の d 線に対するアッペ数を示す。

【 0 0 4 9 】

なお、数値データでは、記載されている長さの単位は、特記の無い場合 [mm] が使われている。ただし、ファインダー光学系は、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、数値データにおいて曲率半径の欄に「*」の添え字が書かれている面は次の数 1 式によって定義される非球面形状である。

【 0 0 5 0 】

【 数 1 】

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/R)^2}} + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$$

10

20

30

40

50

【0051】

なお、数1において、 x はレンズ面の頂点からの光軸方向の距離、 h は光軸と垂直な方向の高さ、 R はレンズ面の頂点での近軸曲率半径、 k は円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} は多項式係数である。非球面係数において、「 $E - i$ 」は10を底とする指数表現、すなわち「 10^{-i} 」を表している。各数値データにおける前述の各条件式の計算結果を表8に示す。

【0052】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0053】

【表1】

(数値データ1)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r | d | nd | vd |
|-----|----------|-------|--------|------|
| 1 | (画像表示面) | 0.70 | 1.5210 | 65.1 |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 28.759 | 5.49 | 1.5348 | 55.7 |
| 6 | -9.016 * | 2.25 | - | - |
| 7 | -6.750 * | 1.90 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | 500.000 | 0.30 | - | - |
| 9 | 500.000 | 6.22 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -12.694 | (可変) | - | - |
| 11 | -37.112 | 2.68 | 1.4917 | 57.4 |
| 12 | -24.664 | 23.00 | - | - |
| 13 | ∞ | - | - | - |

10

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 17.77 | 17.64 | 17.61 | 17.53 |
| d4 | 0.80 | 1.83 | 2.12 | 2.76 |
| d10 | 2.26 | 1.23 | 0.94 | 0.30 |

20

30

(非球面データ)

| | | |
|-----|-----|------------|
| 第6面 | K | -5.568E+00 |
| | A4 | -2.901E-04 |
| | A6 | 2.711E-06 |
| | A8 | 0.000E+00 |
| | A10 | 0.000E+00 |
| 第7面 | K | -3.409E+00 |
| | A4 | -6.069E-04 |
| | A6 | 5.492E-06 |
| | A8 | -2.365E-08 |
| | A10 | 1.639E-11 |

40

【0054】

50

【表2】

(数値データ2)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 30.304 | 5.70 | 1.5348 | 55.7 |
| 6 | -10.014 * | 2.53 | - | - |
| 7 | -7.109 * | 1.90 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | -87.372 | 0.32 | - | - |
| 9 | -74.632 | 5.13 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -12.928 | 0.30 | - | - |
| 11 | -27.934 | 3.06 | 1.4917 | 57.4 |
| 12 | -18.082 | (可変) | - | - |
| 13 | ∞ | 24.20 | - | - |
| 14 | ∞ | - | - | - |

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 18.86 | 18.86 | 18.86 | 18.86 |
| d4 | 1.77 | 2.99 | 3.33 | 4.05 |
| d12 | 2.58 | 1.36 | 1.02 | 0.30 |

(非球面データ)

| | | |
|-----|-----|------------|
| 第6面 | K | -2.116E+00 |
| | A4 | -9.295E-06 |
| | A6 | 3.036E-07 |
| | A8 | 0.000E+00 |
| | A10 | 0.000E+00 |
| 第7面 | K | -1.326E+00 |
| | A4 | -1.303E-04 |
| | A6 | 4.463E-07 |
| | A8 | -9.594E-09 |

【0 0 5 5】

10

20

30

40

50

【表3】

(数値データ3)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 51.148 | 5.70 | 1.8014 | 45.5 |
| 6 | -14.266 * | 3.40 | - | - |
| 7 | -6.050 * | 1.90 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | -39.526 | 0.30 | - | - |
| 9 | -62.258 | 4.01 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -13.796 | (可変) | - | - |
| 11 | -277.437 | 3.39 | 1.5348 | 55.7 |
| 12 | -25.343 | 23.00 | - | - |
| 13 | ∞ | - | - | - |

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 19.73 | 19.26 | 19.13 | 18.90 |
| d4 | 2.28 | 3.85 | 4.29 | 5.10 |
| d10 | 3.11 | 1.54 | 1.11 | 0.30 |

(非球面データ)

| | | |
|-----|-----|------------|
| 第6面 | K | -6.200E-01 |
| | A4 | 6.389E-05 |
| | A6 | -1.916E-07 |
| | A8 | 0.000E+00 |
| | A10 | 0.000E+00 |
| 第7面 | K | -1.481E+00 |
| | A4 | -5.934E-05 |
| | A6 | 1.082E-06 |
| | A8 | -1.767E-08 |
| | A10 | 9.673E-11 |

10

20

30

【0056】

40

50

【表4】

(数値データ4)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 17.677 | 4.68 | 1.5348 | 55.7 |
| 6 | -13.331 * | 3.18 | - | - |
| 7 | -5.474 * | 1.90 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | 51.687 | 0.30 | - | - |
| 9 | 18.072 | 6.60 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -12.423 | (可変) | - | - |
| 11 | 19.845 | 3.53 | 1.4917 | 57.4 |
| 12 | 17.895 | 23.00 | - | - |
| 13 | ∞ | - | - | - |

10

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 16.11 | 16.13 | 16.13 | 16.14 |
| d4 | 0.80 | 1.64 | 1.88 | 2.41 |
| d10 | 1.92 | 1.07 | 0.83 | 0.30 |

20

(非球面データ)

| | | |
|-----|-----|------------|
| 第6面 | K | -1.511E+01 |
| | A4 | -3.626E-04 |
| | A6 | 3.676E-07 |
| | A8 | 4.016E-08 |
| | A10 | 2.847E-10 |
| 第7面 | K | -8.205E-01 |
| | A4 | 6.553E-05 |
| | A6 | 9.571E-06 |
| | A8 | -5.137E-08 |
| | A10 | 3.464E-10 |

30

【0057】

40

50

【表 5】

(数値データ 5)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 86.958 | 5.70 | 1.5348 | 55.7 |
| 6 | -10.312 * | 2.66 | - | - |
| 7 | -7.606 * | 2.04 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | -223.611 | 0.30 | - | - |
| 9 | 429.599 | 6.60 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -15.040 | (可変) | - | - |
| 11 | -56.734 | 2.45 | 1.4917 | 57.4 |
| 12 | -31.623 | 23.00 | - | - |
| 13 | ∞ | - | - | - |

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 21.67 | 21.44 | 21.38 | 21.25 |
| d4 | 2.58 | 4.20 | 4.62 | 5.58 |
| d10 | 3.30 | 1.69 | 1.26 | 0.30 |

(非球面データ)

| 第 6 面 | K | -3.294E+00 |
|-------|-----|------------|
| | A4 | -7.628E-05 |
| | A6 | 2.717E-07 |
| | A8 | 0.000E+00 |
| | A10 | 0.000E+00 |
| 第 7 面 | K | -1.217E+00 |
| | A4 | 9.753E-05 |
| | A6 | -3.074E-06 |
| | A8 | 2.442E-08 |
| | A10 | -8.684E-11 |

10

20

30

【0 0 5 8】

40

50

【表 6】

(数値データ 6)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 17.597 | 5.40 | 1.6500 | 55.7 |
| 6 | -6.513 * | 1.37 | - | - |
| 7 | -5.000 * | 1.90 | 1.6510 | 21.5 |
| 8 | 38.280 | 2.64 | - | - |
| 9 | -50.658 | 6.60 | 1.6889 | 31.2 |
| 10 | -13.301 | (可変) | - | - |
| 11 | 35.024 | 2.82 | 1.4917 | 57.4 |
| 12 | -112.158 | 23.00 | - | - |
| 13 | ∞ | - | - | - |

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 20.20 | 19.72 | 19.60 | 19.34 |
| d4 | 0.79 | 2.35 | 2.75 | 3.72 |
| d10 | 3.23 | 1.67 | 1.26 | 0.30 |

(非球面データ)

| | | |
|-------|-----|------------|
| 第 6 面 | K | -5.788E+00 |
| | A4 | 1.890E-06 |
| | A6 | 2.288E-06 |
| | A8 | -9.202E-08 |
| | A10 | 1.060E-09 |
| 第 7 面 | K | -4.699E+00 |
| | A4 | 9.666E-05 |
| | A6 | -9.420E-06 |
| | A8 | 1.368E-07 |
| | A10 | -4.181E-10 |

10

20

【 0 0 5 9 】

30

40

50

【表 7】

(数値データ 7)

単位 mm

(面データ)

| 面番号 | r (画像表示面) | d | nd | vd |
|-----|--------------|--------|--------|------|
| 1 | 0.70 | 1.5210 | 65.1 | |
| 2 | ∞ | 4.00 | - | - |
| 3 | ∞ | 0.50 | 1.5210 | 65.1 |
| 4 | ∞ | (可変) | - | - |
| 5 | 17.463 | 5.58 | 1.5348 | 55.7 |
| 6 | -7.606 * | 2.56 | - | - |
| 7 | -5.305 * | 3.87 | 1.9229 | 20.9 |
| 8 | -124.374 | 0.28 | - | - |
| 9 | 26.586 | 6.67 | 1.8820 | 37.2 |
| 10 | -13.092 | (可変) | - | - |
| 11 | ∞ | 23.00 | - | - |
| 12 | ∞ | - | - | - |

(各種データ)

| 視度 | -4 | -1 | 0 | +2 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 18.87 | 18.87 | 18.87 | 18.87 |
| d4 | 0.78 | 1.94 | 2.27 | 3.00 |
| d10 | 3.15 | 1.99 | 1.66 | 0.93 |

(非球面データ)

| | | |
|-------|-----|------------|
| 第 6 面 | K | -1.131E+01 |
| | A4 | -8.630E-06 |
| | A6 | 1.001E-07 |
| | A8 | 0.000E+00 |
| | A10 | 0.000E+00 |
| 第 7 面 | K | -6.460E+00 |
| | A4 | -1.245E-03 |
| | A6 | 2.759E-05 |
| | A8 | -2.863E-07 |
| | A10 | 1.188E-09 |

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

【表 8】

| | 条件式 | | | | | | |
|---------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------------------------------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| f_2/f | $(R_{22}+R_{21})/(R_{22}-R_{21})$ | H/f | $(R_{21}+R_{12})/(R_{21}-R_{12})$ | f_1/f | f_3/f_1 | $(R_{31}-R_{22})/(R_{31}+R_{22})$ | n_d |
| 実施例 1 | -0.580 | 0.973 | 0.365 | -6.957 | 0.768 | 1.044 | 0.000 |
| 実施例 2 | -0.636 | 1.177 | 0.341 | -5.895 | 0.785 | 1.153 | -0.079 |
| 実施例 3 | -0.587 | 1.361 | 0.336 | -2.473 | 0.757 | 1.336 | 0.223 |
| 実施例 4 | -0.465 | 0.808 | 0.316 | -2.393 | 0.930 | 0.619 | -0.482 |
| 実施例 5 | -0.568 | 1.070 | 0.393 | -6.621 | 0.823 | 0.943 | 3.171 |
| 実施例 6 | -0.341 | 0.769 | 0.328 | -7.609 | 0.409 | 3.045 | 7.185 |
| 実施例 7 | -0.323 | 1.089 | 0.341 | -5.611 | 0.569 | 1.005 | -1.544 |
| | | | | | | | 1.9229 |
| | | | | | | | 20.9 |
| | | | | | | | 1.21 |

10

20

30

40

【符号の説明】

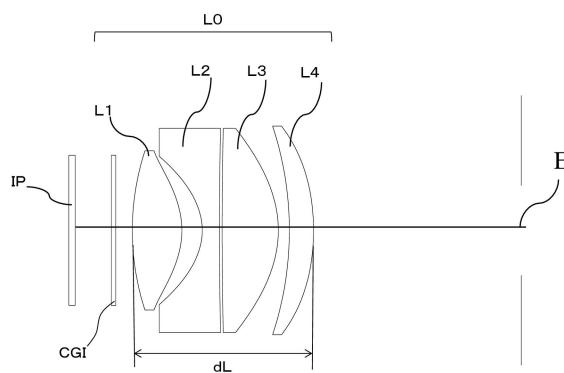
【0 0 6 1】

- └ 0 ファインダー光学系
- └ 1 第1レンズ
- └ 2 第2レンズ
- └ 3 第3レンズ
- └ 4 第4レンズ
- └ P 画像表示面
- └ P 觀察面

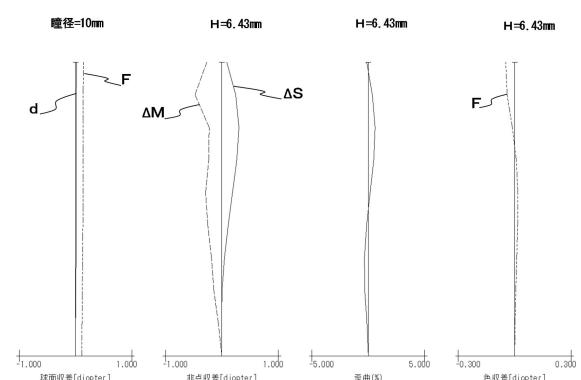
50

【図面】

【図 1】

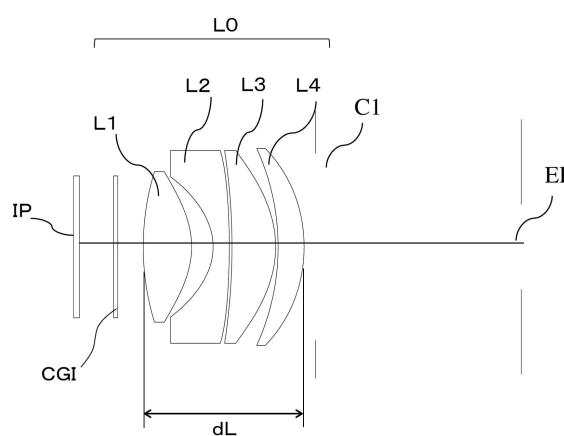


【図 2】

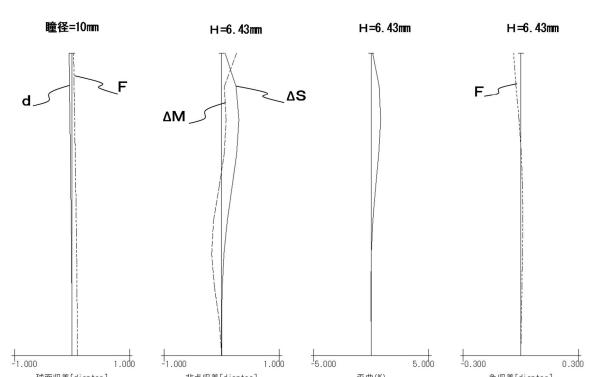


10

【図 3】



【図 4】



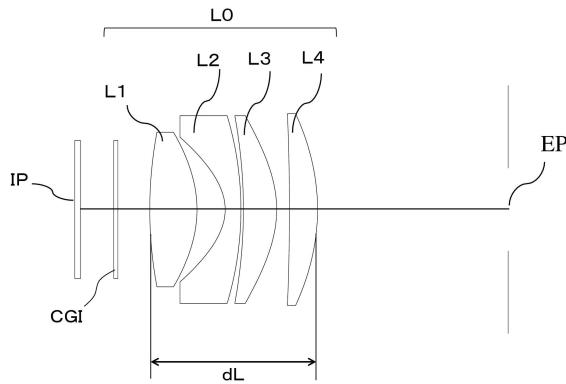
20

30

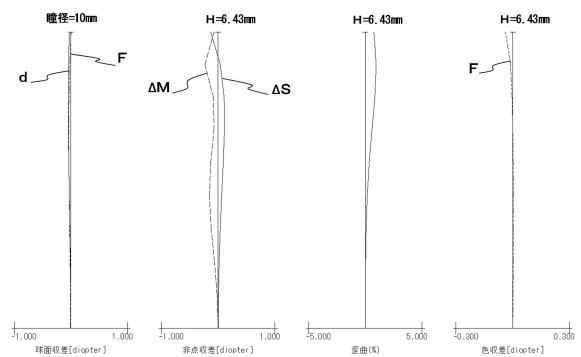
40

50

【図 5】

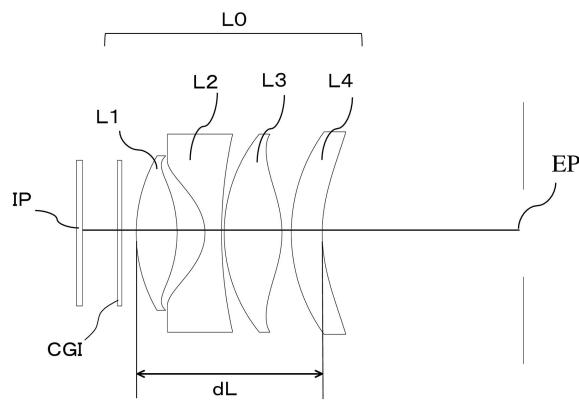


【図 6】

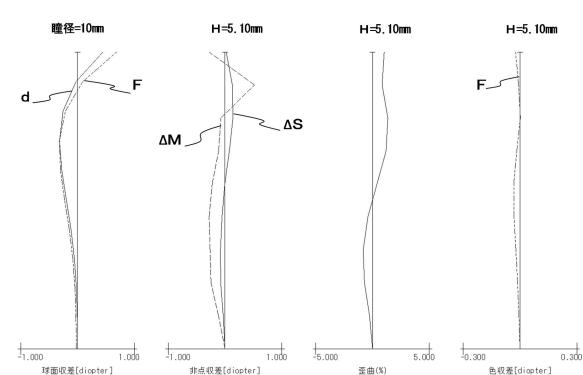


10

【図 7】

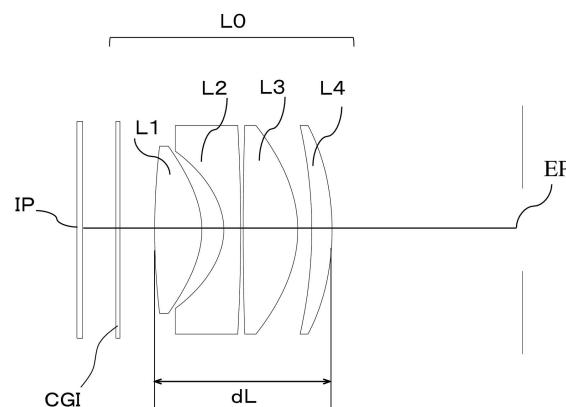


【図 8】

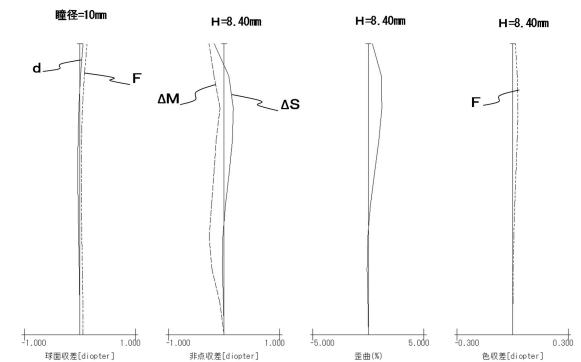


20

【図 9】



【図 10】

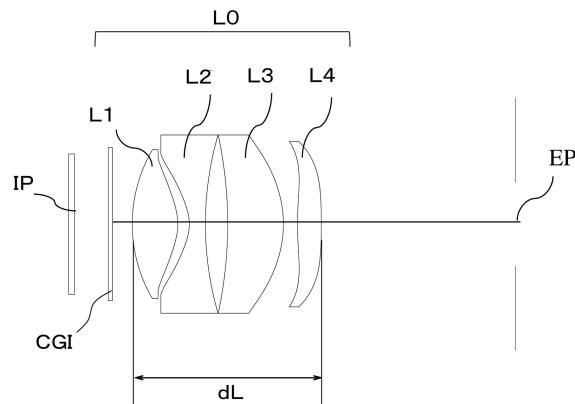


30

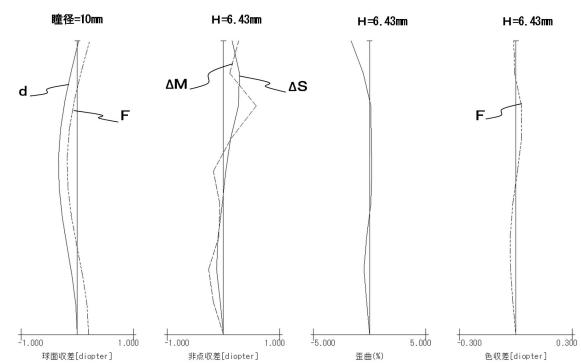
40

50

【図 1 1】

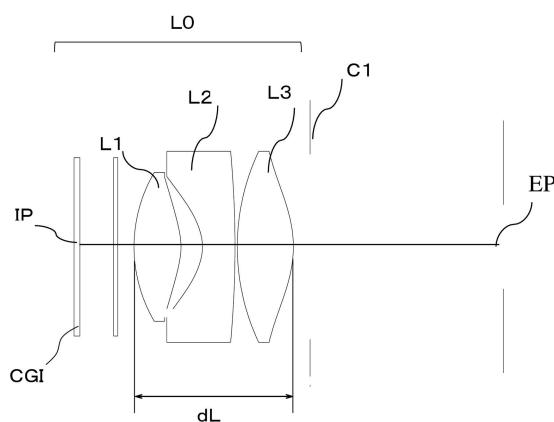


【図 1 2】

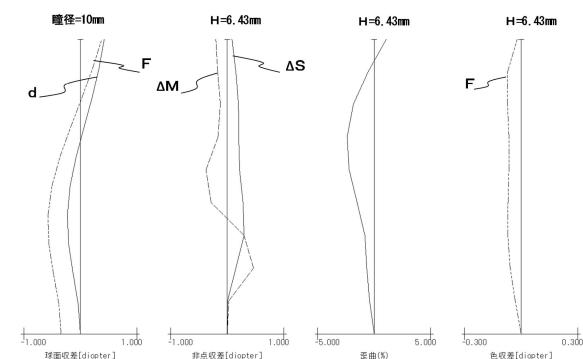


10

【図 1 3】



【図 1 4】



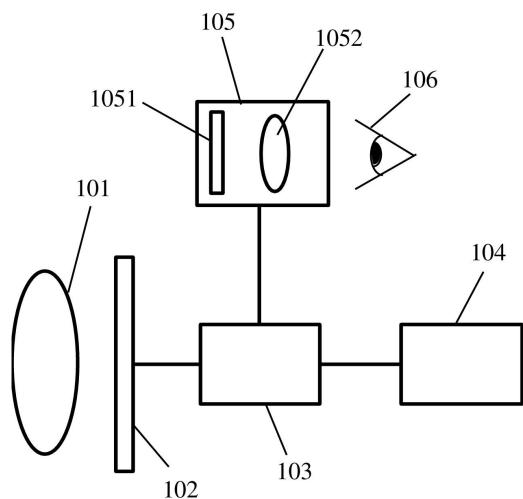
20

30

40

50

【図15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 特開平06-194583 (JP, A)
特開2016-224239 (JP, A)
特開2016-166969 (JP, A)
特開2013-250506 (JP, A)
特開2018-189750 (JP, A)
特開2012-068302 (JP, A)
特開2016-051061 (JP, A)
国際公開第2019/054358 (WO, A1)
米国特許出願公開第2004/0165278 (US, A1)
- (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