

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5142881号
(P5142881)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006. 01)
G O 2 B 13/18 (2006. 01)
G O 2 B 25/00 (2006. 01)
G O 3 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18
G O 2 B 25/00 Z
G O 3 B 13/18

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2008-204027 (P2008-204027)
(22) 出願日 平成20年8月7日 (2008. 8. 7)
(65) 公開番号 特開2010-39339 (P2010-39339A)
(43) 公開日 平成22年2月18日 (2010. 2. 18)
審査請求日 平成23年8月2日 (2011. 8. 2)

(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 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 難波 則廣
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 小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変倍ファインダーおよびこれを用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

変倍機能を有する対物光学系と、該対物光学系が形成する物体像を反転する像反転光学系と、該像反転光学系を介して観察側へ光を導く接眼光学系とを備える変倍ファインダーにおいて

該対物光学系は物体側から観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群からなり、
ズーミングに際して該第2レンズ群、該第3レンズ群、該第4レンズ群が光軸上を移動し、

該対物光学系の広角端における焦点距離を f_w 、該第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端から望遠端への変倍に至る該第2レンズ群の移動距離を M_2 とするとき、

$$0.9 < |f_2| / f_w < 1.7$$

$$2.0 < M_2 / f_w < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴とする変倍ファインダー。

【請求項 2】

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$4.8 < f_1 / f_w < 7.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍ファインダー。

【請求項 3】

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$3.0 < f_3 / f_w < 6.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の変倍ファインダー。

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$2.0 < f_4 / f_w < 4.0$$

なる条件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 に記載の変倍ファインダー。

【請求項 5】

前記第 3 レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々 3_w 、 3_t 、前記第 4 レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々 4_w 、 4_t とするとき、

$$0.2 < ((3_t \times 4_t) / (3_w \times 4_w)) / (f_t / f_w) < 0.5$$

なる条件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 項に記載の変倍ファインダー。

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群の広角端から望遠端への変倍に至る移動距離を M_4 とするとき、

$$-0.8 < M_4 / f_w < -0.4$$

なる条件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 項に記載の変倍ファインダー。

【請求項 7】

広角端において前記第 4 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記対物光学系の結像面までの空気換算の距離を BFW とするとき、

$$1.5 < BFW / f_w < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の変倍ファインダー。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は両凸形状の正レンズより成り、前記第 2 レンズ群は両凹形状の負レンズより成り、前記第 3 レンズ群は物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズより成り、前記第 4 レンズ群は両凸形状の正レンズより成ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項の変倍ファインダー。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群から第 4 レンズ群は、いずれもプラスチック材料より成る 1 つのレンズから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の変倍ファインダー。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項の変倍ファインダーと撮影光学系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】

本発明は変倍ファインダーおよびこれを用いた撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、デジタルカメラ、銀塩フィルム用カメラなどに好適なものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラに装着されるファインダーには、撮影光学系の撮影画角及びズーム比に対応した観察視野と、ズーム比を有する変倍ファインダーであることが要求されている。

【0003】

又、この変倍ファインダーには、小型のデジタルカメラに組み込むことから小型でしかも高い光学性能が容易に得られる構成のものが要求されている。

【0004】

変倍ファインダーとして変倍作用のある対物光学系で形成した物体像を像反転光学系で

10

20

30

40

50

正立像とし、この正立像を接眼レンズを介して観察する実像式の変倍ファインダーが知られている。

【 0 0 0 5 】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群から構成された変倍作用のある対物光学系を有した変倍ファインダーが知られている（特許文献1、2）。

【 0 0 0 6 】

特許文献1では、ズーミングに際して第1レンズ群及び第4レンズ群が不動で、第2レンズ群、第3レンズ群が移動することで変倍及び変倍に伴う視度変化を補正した変倍ファインダーを開示している。

10

【 0 0 0 7 】

特許文献2では、ズーミングに際して第1レンズ群が不動で、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群が移動することで変倍及び変倍に伴う視度変化を補正した変倍ファインダーを開示している。

【特許文献1】特開2001-91861号公報

【特許文献2】特開2003-207722号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

近年、デジタルスチルカメラには、高ズーム比で広画角の撮影光学系が用いられ、それに用いる変倍ファインダーにも高ズーム比で広画角であることが要求されている。

20

【 0 0 0 9 】

一般に、変倍および変倍に伴う視度変化を補正するため（ズーミングを行うため）には、少なくとも2つのレンズ群を移動させなければならない。

【 0 0 1 0 】

変倍機能を有するレンズ群が1つの場合、高ズーム比化を図ろうとすると、そのレンズ群の移動量が増大し、対物光学系のレンズ全長（第1レンズ面から最終レンズ面までの距離）の短縮が困難となる。

【 0 0 1 1 】

これに対して変倍機能を有するレンズ群を2つに分担させる構成では、レンズ全長の短縮化を図りつつ、高ズーム比化が容易となる。

30

【 0 0 1 2 】

しかしながら変倍に際して移動させるレンズ群の数を単に増加させてもファインダー像の観察を良好に維持しつつ、高ズーム比化及び観察視野の拡大化（広画角化）を図るのは難しい。

【 0 0 1 3 】

特に変倍ファインダーを構成する対物光学系のズームタイプ及び変倍に伴って移動するレンズ群の屈折力（パワー）や移動量等を適切に設定することが重要となってくる。

【 0 0 1 4 】

これらの要素が不適当だと全系の小型化を図りつつ、高いズーム比、広画角で高い光学性能を得るのが困難になってくる。

40

【 0 0 1 5 】

本発明は、広画角化及び高ズーム比が容易で広角端から望遠端に至る全ズーム範囲で良好なる光学性能が得られる変倍ファインダーの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本発明の変倍ファインダーは、変倍機能を有する対物光学系と、該対物光学系が形成する物体像を反転する像反転光学系と、該像反転光学系を介して観察側へ光を導く接眼光学系とを備える変倍ファインダーにおいて

該対物光学系は物体側から観察側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第

50

2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群からなり、
ズームングに際して該第 2 レンズ群、該第 3 レンズ群、該第 4 レンズ群が光軸上を移動し、

該対物光学系の広角端における焦点距離を f_w 、該第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端から望遠端への変倍に至る該第 2 レンズ群の移動距離を M_2 とするとき、

$$0.9 < |f_2| / f_w < 1.7$$

$$2.0 < M_2 / f_w < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、広画角化及び高ズーム比が容易で広角端から望遠端に至る全ズーム範囲で良好なる光学性能が得られる変倍ファインダーが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に本発明の好ましい実施の形態を添付の図面に基いて詳細に説明する。

【0019】

本発明の変倍ファインダーは、対物光学系と、対物光学系が形成する物体像を反転する像反転光学系と、物体像からの光束を像反転光学系を介して観察者のアイポイントへ導く接眼光学系とを備えている。

【0020】

対物光学系は、物体側から観察側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群から成っている。そしてズームング（変倍）に際して、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群および第 4 レンズ群が、光軸上を移動する。

【0021】

図 1 は、実施例 1 の変倍ファインダーの光路を展開したときの広角端（短焦点距離端）、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2、図 3、図 4 は実施例 1 の変倍ファインダーの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0022】

実施例 1 はファインダー倍率 - 0.25 ~ - 1.18 倍の実像式の変倍ファインダーである。

【0023】

図 5 は、実施例 2 の変倍ファインダーの光路を展開したときの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図 6、図 7、図 8 は実施例 2 の変倍ファインダーの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0024】

実施例 2 はファインダー倍率 - 0.25 ~ - 1.19 倍の実像式の変倍ファインダーである。

【0025】

図 9 は、実施例 3 の変倍ファインダーの光路を展開したときの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図 10、図 11、図 12 は実施例 3 の変倍ファインダーの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0026】

実施例 3 はファインダー倍率 - 0.25 ~ - 1.18 倍の実像式の変倍ファインダーである。

【0027】

図 13 は、実施例 4 の変倍ファインダーの光路を展開したときの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図 14、図 15、図 16 は実施例 4 の変倍ファインダーの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

10

20

30

40

50

【0028】

実施例4はファインダー倍率 - 0.25 ~ - 1.48倍の実像式の変倍ファインダーである。

【0029】

各実施例の変倍ファインダーは、撮像装置（光学機器）に用いられる光学系であり、レンズ断面図において、左方が物体側で、右方が観察側である。

【0030】

次に、各実施例の変倍ファインダーのレンズ構成について説明する。

【0031】

G_oは変倍（ズーミング）および変倍に伴う視度変化（ファインダー視度変化）を補正する、変倍機能を有し、全体として正の屈折力を有する対物光学系である。

10

【0032】

対物光学系G_oは物体側から観察側へ順に正の屈折力の第1レンズ群L₁、負の屈折力の第2レンズ群L₂、正の屈折力の第3レンズ群L₃、正の屈折力の第4レンズ群L₄から構成されている。対物光学系G_oは物体像（ファインダー像）を所定面上に形成している。

【0033】

G_rは像反転光学系であり、三角プリズムP₁とダハプリズムP₂を有し、対物光学系G_oによって形成される物体像を正立像に反転して射出させている。図1では三角プリズムP₁とダハプリズムP₂は光路を展開したブロックとしている。

20

【0034】

S₁は視野絞りであり、対物光学系G_oによって形成される物体像が形成される位置又はその近傍に設けられている。視野絞りS₁でファインダー視野の範囲を限定している。

【0035】

G_eは接眼光学系であり、像反転光学系G_rで正立像とした物体像からの光を観察者のアイポイントE_pに導いている。観察者は接眼レンズG_eを介しアイポイントE_pより物体像を観察している。

【0036】

C_vは接眼光学系G_eを保護するための透明材料からなるプレート（保護ガラス）である。

30

【0037】

矢印は、広角端から望遠端への変倍および変倍に伴う視度変化を補正するための各レンズ群の移動軌跡を示している。

【0038】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端のズーム位置とは変倍用のレンズ群（各実施例では第2レンズ群L₂、第3レンズ群L₃、第4レンズ群L₄）が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0039】

M_{k1}、M_{k2}、M_{k3}はいずれも不要な光をカットするための遮光部材である。遮光部材M_{k1}は第2レンズ群L₂の物体側に配置され変倍時第2レンズ群と一体で可動する。遮光部材M_{k2}は第3レンズ群L₃の物体側に配置され変倍時第3レンズ群と一体で可動する。遮光部材M_{k3}はプリズムP₂と接眼光学系G_eの間に配置される。

40

【0040】

次に、収差図について説明する。収差図の球面収差において実線dはd線、二点鎖線FはF線について表している。非点収差において実線Sはd線のサジタル像面、破線Mはd線のメリディオナル像面を示す。倍率色収差において二点鎖線FはF線について表している。は入射光の画角（観察画角）である。

【0041】

各実施例の変倍ファインダーにおいて、対物光学系G_oの広角端における焦点距離をf_wとする。第2レンズ群L₂の焦点距離をf₂とする。広角端から望遠端への変倍に至る

50

該第2レンズ群の移動距離を M_2 とする。このとき、

$$0.9 < |f_2| / f_w < 1.7 \quad (1)$$

$$2.0 < M_2 / f_w < 3.0 \quad (2)$$

なる条件を満足している。

【0042】

ここで移動距離は観察側への移動量を正符号、物体側への移動量を負符号とする。

【0043】

条件式(1)は第2レンズ群 L_2 の焦点距離すなわち屈折力を規定する式である。上限を超えて焦点距離が大きすぎる(長すぎる)とすなわち屈折力が小さすぎると、広角端において軸外光束を屈曲させる作用が弱まり対物光学系 G_o やプリズムの有効径が増大して

10

【0044】

またプリズムを配置するために必要な対物光学系 G_o のバックフォーカスを確保することが困難となる。下限を超えて焦点距離が小さすぎるとすなわち屈折力が大きすぎると、広角側において非点収差、コマ収差、望遠側において球面収差の発生が多くなってくるので良くない。

【0045】

条件式(2)は第2レンズ群 L_2 の変倍に伴う移動距離を規定する式である。上限を超えて移動距離が大きすぎると対物光学系 G_o のレンズ全長が増大してくる。又、下限を超えて移動距離が小さすぎると第2レンズ群 L_2 における変倍作用が低下する。この場合、第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の合成系の変倍比(ズーム比)を高めて所望の変倍比を得る必要が生じる。

20

【0046】

このために第3レンズ群 L_3 ないし第4レンズ群 L_4 の屈折力を大きくすると変倍全域における球面収差と、非点収差の発生が増大してくるので良くない。

【0047】

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。

【0048】

$$0.95 < |f_2| / f_w < 1.50 \quad (1a)$$

$$2.15 < M_2 / f_w < 2.80 \quad (2a)$$

30

各実施例では以上のように、構成することによって、広画角かつ高変倍で広角端から望遠端に至る全変倍範囲で良好な光学性能を有した変倍ファインダーが得られる。

【0049】

各実施例において更に好ましくは以下の条件式のうち1以上を満足することが、より好ましい。

【0050】

第1レンズ群 L_1 、第2レンズ群 L_2 、第3レンズ群 L_3 の焦点距離を順に f_1 、 f_2 、 f_3 とする。

【0051】

第3レンズ群 L_3 の広角端と望遠端における横倍率を各々 3_w 、 3_t とする。第4レンズ群 L_4 の広角端と望遠端における横倍率を各々 4_w 、 4_t とする。

40

【0052】

第4レンズ群 L_4 の広角端から望遠端への変倍に至る移動距離を M_4 とする。

【0053】

広角端において第4レンズ群 L_4 の最も像側のレンズ面から対物光学系 G_o の結像面までの空気換算の距離を BFW とする。

【0054】

このとき

$$4.8 < f_1 / f_w < 7.0 \quad (3)$$

$$3.0 < f_3 / f_w < 6.0 \quad (4)$$

50

$$2.0 < f_4 / f_w < 4.0 \quad (5)$$

$$0.2 < ((3t \times 4t) / (3w \times 4w)) / (f_t / f_w) < 0.5 \quad (6)$$

$$-0.8 < M_4 / f_w < -0.4 \quad (7)$$

$$1.5 < B F_w / f_w < 3.0 \quad (8)$$

なる条件のうち1以上を満足するのが良い。

【0055】

移動距離 M_4 は観察側への移動距離を正の符号、物体側への移動距離を負の符号としている。

【0056】

条件式(3)は第1レンズ群 L_1 の焦点距離すなわち屈折力を規定する式である。上限を超えて焦点距離が大きすぎると(長すぎると)すなわち屈折力が小さすぎると、ポジティブリードタイプの変倍ファインダーとして変倍比を高める作用が薄れる。

10

【0057】

所望の変倍比を得るために第2レンズ群 L_2 以降の各レンズ群の移動距離が増大し対物光学系 G_o のレンズ全長が増大してくる。又、下限を超えて焦点距離が小さすぎると(短すぎると)すなわち屈折力が大きすぎると、球面収差が多く発生し、これを非球面を用いても良好に補正するのが困難となる。

【0058】

条件式(4)は第3レンズ群 L_3 の焦点距離すなわち屈折力を規定する式である。上限を超えて焦点距離が大きすぎるとすなわち屈折力が小さすぎると、変倍に伴う視度変化を少ない移動量で補正することが難しくなる。又、下限を超えて焦点距離が小さすぎるとすなわち屈折力が大きすぎると、球面収差、非点収差の発生が多くなってくる。

20

【0059】

条件式(5)は第4レンズ群 L_4 の焦点距離すなわち屈折力を規定する式である。上限を超えて焦点距離が大きすぎるとすなわち屈折力が小さすぎると、高ズーム比(高倍化)のために必要な第4レンズ群 L_4 の変倍作用が薄れ高変倍化と小型化の両立が困難となる。

【0060】

又、下限を超えて焦点距離が小さすぎると、すなわち屈折力が大きすぎると、変倍全域(ズーム全域)に渡り球面収差の発生が増大してくる。

30

【0061】

条件式(6)は第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の合成系の変倍分担を規定する式である。上限を超えて変倍分担が大きすぎると第3レンズ群 L_3 、第4レンズ群 L_4 の移動距離が増大しレンズ全長が増大してくるので良くない。

【0062】

又、下限を超えて変倍分担が小さすぎると高変倍化のために第2レンズ群 L_2 の屈折力を強めなければならず広角側において非点収差、コマ収差、望遠側において球面収差の発生が増大してくる。

【0063】

条件式(7)は第4レンズ群 L_4 の変倍に伴う移動距離を規定する式である。下限を超えて移動距離が大きすぎるとレンズ全長が増大してくる。又、上限を超えて移動距離が小さすぎると第4レンズ群 L_4 の変倍分担が下がるため所望の変倍比を得るために第2レンズ群 L_2 の屈折力を強めなければならず、この結果広角側において非点収差、コマ収差、望遠側において球面収差の発生が増大してくる。

40

【0064】

条件式(8)は対物レンズ G_o の広角端におけるバックフォーカスを規定する式である。上限を超えてバックフォーカスが長すぎるとレンズ全長が増大してくる。又、下限を超えてバックフォーカスが短すぎるとプリズム P_1 、 P_2 を挿入するためのスペースの確保が困難となる。

【0065】

50

以上のように各実施例では、対物光学系 G_o を、正の屈折力の第 1 レンズ群 L_1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L_2 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L_3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 L_4 から構成している。そして第 2 レンズ群 L_2 のズーミングに伴う移動距離 M_2 、および第 2 レンズ群 L_2 の屈折力を適切に配置することにより、広画角化と高変倍化を図った変倍ファインダーを得ている。

【0066】

更に好ましくは条件式 (3) ~ (8) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0067】

$$5.0 < f_1 / f_w < 6.5 \quad (3a)$$

$$3.3 < f_3 / f_w < 5.7 \quad (4a)$$

$$2.1 < f_4 / f_w < 3.5 \quad (5a)$$

$$0.23 < ((3t \times 4t) / (3w \times 4w)) / (f_t / f_w) < 0.45 \quad (6a)$$

$$-0.70 < M_4 / f_w < -0.45 \quad (7a)$$

$$1.8 < B F_w / f_w < 2.5 \quad (8a)$$

次に、実施例 1 ~ 4 の対物光学系 G_o のレンズ構成について説明する。

【0068】

対物光学系 G_o は、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 L_1 、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 L_2 、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 L_3 、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 L_4 から構成されている。

【0069】

第 1 レンズ群 L_1 を正の屈折力とすることで、結像作用を持たせつつ、正の屈折力のレンズ群を先行させることで後続する各レンズ群のレンズ外形を小さくしている。

【0070】

第 2 レンズ群 L_2 を負の屈折力とすることで、ズーミングの際に移動させることによって変倍効果を持たせている。

【0071】

第 3 レンズ群 L_3 を正の屈折力とすることで、ズーミングに際して移動させることによって変倍に伴う視度変化 (ファインダー視度変化) を補正している。

【0072】

第 4 レンズ群 L_4 を正の屈折力とすることで、第 3 レンズ群 L_3 を射出した光を集光し、視野枠に一次結像させる役割を果たしている。

【0073】

次に、各実施例の対物光学系 G_o を構成する各レンズ群のズーミングに伴う移動について説明する。

【0074】

第 1 レンズ群 L_1 はメカ構成を簡素化するため、ズーミング (変倍) に際して不動としている。

【0075】

一般に、変倍および変倍に伴う視度変化を補正するためには、少なくとも 2 つのレンズ群を独立に移動させる必要がある。

【0076】

全系の変倍機能を 1 つのレンズ群で負担すると、変倍機能を有するレンズ群の移動距離が増大し、レンズ全長 (第 1 レンズ面から像側までの距離) が長くなってくる。

【0077】

そこで各実施例では、変倍に際して、3 つのレンズ群を互いに独立に移動させ、変倍機能を複数のレンズ群で分担して、所定のズーム比を確保しつつレンズ全長が短くなるようにしている。

【0078】

各実施例では、第 2 レンズ群 L_2 にて主たる変倍作用を担うとともに、第 3 レンズ群 L_3 と第 4 レンズ群 L_4 の合成系にも変倍作用を分担させている。

【 0 0 7 9 】

具体的には、広角端から望遠端への変倍時に第2レンズ群L2は単調に観察側へ移動している。第3レンズ群L3は、第2レンズ群L2との間隔が短くなるように移動している。第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔が短くなるように物体側に移動している。第3レンズ群と第4レンズ群の間隔は変倍に伴う視度変化を補正するように非直線的に変化させている。

【 0 0 8 0 】

各実施例では第2レンズ群L2の負の屈折力を適切に設定して広画角化と高性能化を達成している。各実施例では第2レンズ群の負の屈折力のある程度強めることで広角端において軸外光束を屈曲させ射出瞳を像面から遠ざけている。

10

【 0 0 8 1 】

これによりプリズムや対物レンズG_oの有効径を大型化することなくファインダー系の広画角化を容易にしている。また広画角化に伴い対物レンズG_oの焦点距離が短くなるとプリズムを挿入するために必要な長さのバックフォーカスを得るのが難しくなる。

【 0 0 8 2 】

そこで各実施例では第2レンズ群L2の負の屈折力のある程度強めて必要な長さのバックフォーカスを確保している。逆に第2レンズ群L2の負の屈折力を極端に強めすぎると広角側において非点収差、コマ収差、望遠側において球面収差の発生が過度となるので良くない。この場合少ないレンズ枚数で収差補正するのが困難となる。レンズ枚数を増やすと光学系全体が大型化してくるので良くない。

20

【 0 0 8 3 】

また各実施例では第2レンズ群L2の変倍に伴う移動距離を適切に設定して高変倍とレンズ全長の短縮化を図っている。変倍に際して第2レンズ群L2の移動距離が大きすぎると、対物光学系G_oのレンズ全長が増大してくる。逆に、第2レンズ群L2の移動距離が小さすぎると変倍作用が低下してくる。

【 0 0 8 4 】

第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の合成系の変倍分担を高めて所望の変倍比を得ようとする第3レンズ群L3ないし第4レンズ群L4の屈折力を大きくしなければならない。

【 0 0 8 5 】

この場合、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4を少ないレンズ枚数で構成しようすると球面収差、非点収差の発生が過度となり光学性能が低下してくる。レンズ枚数を増やす場合は光学系が大型化してくるので良くない。

30

【 0 0 8 6 】

次に、各実施例の対物光学系G_oを構成する各レンズ群のレンズ構成について説明する。

【 0 0 8 7 】

第1レンズ群L1は両凸形状の正レンズで構成しており、これにより望遠側において球面収差を良好に補正している。

【 0 0 8 8 】

第2レンズ群L2は両凹形状の負レンズで構成しており、これにより画角変化による像面変動を良好に補正している。

40

【 0 0 8 9 】

第3レンズ群L3は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズで構成しており、これにより球面収差と非点収差を良好に補正している。

【 0 0 9 0 】

第4レンズ群L4は両凸形状の正レンズで構成しており、主に球面収差を良好に補正している。

【 0 0 9 1 】

そして、各レンズ群は1以上の非球面を有しており、これにより軸上光線と軸外光線の

50

収差補正を独立に行うことで、少ないレンズ枚数で良好な光学性能を達成している。

【0092】

また、各レンズ群は1枚のプラスチック材料より成るレンズで構成することで、製造を容易にしている。

【0093】

各実施例では、以上のように対物光学系G_eの各レンズ群を構成し、変倍（ズーミング）に伴う第2レンズ群L₂の移動距離、および第2レンズ群L₂の負の屈折力を適切に設置することにより、高い光学性能を有する実像式の変倍ファインダーを達成している。

【0094】

次に、各実施例の像反転光学系G_rの構成について説明する。

10

【0095】

像反転光学系G_rは、図17に示すように三角プリズムP₁とダハプリズムP₂を有している。

【0096】

三角プリズムP₁は、対物光学系G_oからの光束を入射面P_{1a}より入射させ第1反射面P_{1b}で物体側へ一旦反射させている。

【0097】

そして入射面P_{1a}を兼ねる全反射面P_{1c}により全反射させ光路を折り曲げ、射出面P_{1d}より射出させている。射出面P_{1d}近傍の視野枠（視野絞り）S₁が位置する一次結像面S_{1a}に物体像を形成している。

20

【0098】

射出面P_{1d}には適切な正の屈折力を持たせており、光束を集光光束または平行光束とするフィールドレンズとしての作用を持たせている。

【0099】

視野枠S₁はファインダー視野範囲を示し、一次結像面又はその近傍（三角プリズムP₁の射出面P_{1d}近傍）に設けており、メカ的な構成または液晶等の表示手段から成っている。

【0100】

ダハプリズムP₂は、三角プリズムP₁の射出面P_{1d}の視野枠S₁近傍に形成された物体像を上下左右に反転し正立像に変換している。

30

【0101】

即ち、ダハプリズムP₂は三角プリズムP₁からの光束を入射面P_{2a}より入射させ、面P_{2b}で全反射させた後にダハ面P_{2c}で全反射（又は反射）させている。

【0102】

そして入射面P_{2a}で再度全反射させて面P_{2b}より射出させて接眼レンズ（接眼光学系）G_eに導光している。

【0103】

次に、各実施例の接眼光学系G_eのレンズ構成について説明する。

【0104】

接眼レンズG_eは正の屈折力を有する単一レンズで構成している。

40

【0105】

接眼レンズG_eは対物光学系G_oにより形成された物体像からの光を像反転光学系G_rを構成するプリズムP₁、P₂を介してアイポイントE_pに導光している。観察者は接眼レンズG_eを介して正立の物体像をアイポイントE_pより観察している。

【0106】

広視野（広画角）かつコンパクトな変倍ファインダーを構成するためには、接眼光学系G_eの接眼倍率をある程度高くし、対物光学系G_oと接眼光学系G_eの屈折力配分を適切に行う必要がある。

【0107】

ただし、対物光学系G_oに対し、接眼倍率が極端に大きすぎると、接眼レンズG_eにお

50

いて歪曲収差が多く発生してくる。

【 0 1 0 8 】

逆に、接眼倍率が極端に小さすぎると、広視野を達成しようとする対物光学系 G o が大型化してくる。

【 0 1 0 9 】

そこで各実施例では、対物光学系 G o に対する接眼倍率を適切に設定することで、広視野でありながら、変倍ファインダー全体としてのコンパクト化を達成している。

【 0 1 1 0 】

次に本発明の各実施例の数値実施例を示す。

【 0 1 1 1 】

各数値実施例において使用する記号の意味は次に示すとおりである。

【 0 1 1 2 】

数値実施例において、i は物体側からの順番を示す。r i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、d i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔である。

【 0 1 1 3 】

そして、n d i と d i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズの材料の波長 5 8 7 . 6 n m における屈折率とアッペ数である。

【 0 1 1 4 】

非球面形状は光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位を、面頂点基準で x とするとき、

【 0 1 1 5 】

【 数 1 】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8$$

【 0 1 1 6 】

で表される。

【 0 1 1 7 】

ただし、R は曲率半径、k は円錐定数、A 4、A 6、A 8 は非球面係数である。また、[e+X] は [× 10 + x] を意味し、[e-X] は [× 10 - x] を意味している。

【 0 1 1 8 】

r 1 ~ r 1 0 は対物光学系 G o に相当し、r 3 は遮光部材 M k 1、r 6 は遮光部材 M k 2 に相当する。r 1 1、r 1 2 は、プリズム P 1 に相当する。r 1 3 は視野絞り S 1 に相当する。r 1 4、r 1 5 は、ダハプリズム P 2 に相当する。r 1 6 は遮光部材 M k 3 に相当する。r 1 7、r 1 8 は接眼光学系 G e に相当する。r 1 9、r 2 0 はプレート C v に相当する。

【 0 1 1 9 】

前述の各条件式と数値実施例における諸数値の関係を表 1 に示す。

【 0 1 2 0 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	14.229	3.30	1.49171	57.4
2	-35.093	(可変)		
3		0.90		
4*	-6.450	0.80	1.58306	30.2

10

20

30

40

50

5*	4.655	(可変)		
6		-0.43		
7*	5.765	1.40	1.49171	57.4
8*	18.966	(可変)		
9*	10.318	1.55	1.49171	57.4
10*	-7.237	(可変)		
11		11.74	1.57090	33.8
12	-35.000	0.50		
13		(可変)		
14		19.20	1.57090	33.8
15		0.30		
16		0.70		
17*	19.928	2.20	1.49171	57.4
18	-11.785	1.10		
19		0.50	1.49171	57.4
20		15.00		
21	(アイポイント)			

10

【 0 1 2 1 】

非球面データ

20

第1面

K = -5.57671e-001 A 4 = -2.90139e-005 A 6 = -3.48477e-007 A 8 = -3.42582e-009

第4面

K = -6.10037e+000 A 4 = -1.36379e-004 A 6 = 2.98967e-005 A 8 = -6.64730e-007

第5面

K = -3.59239e-001 A 4 = -7.60173e-004 A 6 = -7.11896e-005 A 8 = 1.66304e-005

第7面

K = -1.76161e+000 A 4 = 2.55332e-004 A 6 = -7.81351e-005 A 8 = -7.15437e-006

第8面

K = 2.24972e+001 A 4 = -9.71224e-004 A 6 = 2.96111e-005 A 8 = -1.68657e-005

30

第9面

K = 2.60989e+000 A 4 = -1.97243e-003 A 6 = 2.74971e-005 A 8 = -2.90367e-007

第10面

K = -7.85629e-001 A 4 = -2.77098e-004 A 6 = 8.97308e-006 A 8 = 8.99165e-007

第17面

K = 1.21128e+000 A 4 = -2.15545e-004 A 6 = 3.79608e-006 A 8 = -7.16608e-008

各種データ

	広角	中間	望遠
倍率	-0.25	-0.54	-1.18
画角	34.50	16.06	7.44
見かけ視界	8.91	8.91	8.91
対物f	3.90	8.39	18.37
接眼f	15.41	15.41	15.41
全長	76.54	76.54	76.54
入射瞳	9.64	20.19	27.03
アイポイント	16.60	16.60	16.60

40

d 2	0.38	5.20	9.19
d 5	10.84	6.39	3.31

50

d 8	5.06	3.19	1.47
d10	0.50	2.01	2.81
d13	1.00	1.00	1.00

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	21.05
2	3	-4.52
3	6	16.28
4	9	8.91
5	11	61.31
6	14	15.41

10

【 0 1 2 2 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	13.389	3.30	1.49171	57.4
2	-34.947	(可変)		
3		0.90		
4*	-4.891	0.80	1.58306	30.2
5*	4.294	(可変)		
6		-0.43		
7*	5.358	1.40	1.49171	57.4
8*	18.986	(可変)		
9*	9.482	1.55	1.49171	57.4
10*	-6.918	(可変)		
11		11.74	1.57090	33.8
12	-35.000	0.50		
13		(可変)		
14		19.20	1.57090	33.8
15		0.30		
16		0.70		
17*	19.928	2.20	1.49171	57.4
18	-11.785	1.10		
19		0.50	1.49171	57.4
20		15.00		
21 (アイポイント)				

20

30

40

【 0 1 2 3 】

非球面データ

第1面

K =-6.87354e-001 A 4=-2.93236e-005 A 6=-2.72435e-007 A 8=-6.11451e-009

第4面

K =-6.05047e+000 A 4=-1.02556e-004 A 6= 3.03628e-005 A 8=-7.43783e-007

第5面

K =-5.02138e-001 A 4=-2.22398e-004 A 6=-1.05666e-004 A 8= 1.75904e-005

50

第7面

K = -1.71551e+000 A 4= 6.90790e-005 A 6= 1.30489e-004 A 8=-1.19202e-005

第8面

K = 2.71338e+001 A 4=-6.96637e-004 A 6= 2.22233e-004 A 8=-2.14021e-005

第9面

K = 6.65199e-001 A 4=-1.54228e-003 A 6= 3.39672e-005 A 8= 4.29421e-007

第10面

K = -1.04980e+000 A 4=-1.62574e-004 A 6=-2.84447e-006 A 8= 2.16292e-006

第17面

K = 1.21128e+000 A 4=-2.15545e-004 A 6= 3.79608e-006 A 8=-7.16608e-008

10

各種データ

	広角	中間	望遠
倍率	-0.25	-0.53	-1.19
画角	34.96	16.64	7.50
見かけ視界	8.91	8.90	8.90
対物 f	3.84	8.17	18.50
接眼 f	15.41	15.41	15.41
全長	76.25	76.25	76.25
入射瞳	9.08	19.93	27.80
アイポイント	16.60	16.60	16.60

20

d 2	0.38	5.18	9.13
d 5	8.32	5.26	3.21
d 8	7.06	3.79	1.05
d10	0.74	2.27	3.11
d13	1.00	1.00	1.00

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	20.14
2	3	-3.80
3	6	14.68
4	9	8.40
5	11	61.31
6	14	15.41

30

【 0 1 2 4 】

[数値実施例 3]

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	14.750	3.30	1.49171	57.4
2	-36.351	(可変)		
3		0.90		
4*	-6.768	0.80	1.58306	30.2
5*	5.344	(可変)		
6		-0.43		
7*	5.991	1.40	1.49171	57.4

50

8*	17.051	(可変)		
9*	10.349	1.55	1.49171	57.4
10*	-6.913	(可変)		
11		11.74	1.57090	33.8
12	-35.000	0.50		
13		(可変)		
14		19.20	1.57090	33.8
15		0.30		
16		0.70		
17*	19.928	2.20	1.49171	57.4
18	-11.785	1.10		
19		0.50	1.49171	57.4
20		15.00		
21	(アイポイント)			

10

【 0 1 2 5 】

非球面データ

第1面

K = -5.76329e-001 A 4 = -1.59225e-005 A 6 = -3.35624e-007 A 8 = -2.60712e-009

第4面

K = -6.63157e+000 A 4 = -1.25675e-004 A 6 = 3.07767e-005 A 8 = -7.13863e-007

第5面

K = 5.67645e-002 A 4 = -6.32221e-004 A 6 = -4.70495e-005 A 8 = 1.39335e-005

第7面

K = -1.93560e+000 A 4 = -9.10325e-004 A 6 = -1.05004e-004 A 8 = -1.71344e-005

第8面

K = -1.07099e+000 A 4 = -1.78161e-003 A 6 = 9.15023e-007 A 8 = -2.40865e-005

第9面

K = 1.64554e+000 A 4 = -1.91008e-003 A 6 = 2.96338e-005 A 8 = 1.75800e-007

第10面

K = -1.02798e+000 A 4 = -3.33007e-004 A 6 = 1.65107e-005 A 8 = 1.04490e-006

第17面

K = 1.21128e+000 A 4 = -2.15545e-004 A 6 = 3.79608e-006 A 8 = -7.16608e-008

20

30

各種データ

	広角	中間	望遠
倍率	-0.25	-0.55	-1.18
画角	34.66	15.51	7.35
見かけ視界	8.90	8.91	8.91
対物f	3.90	8.61	18.30
接眼f	15.41	15.41	15.41
全長	76.06	76.06	76.06
入射瞳	9.91	19.54	23.62
アイポイント	16.60	16.60	16.60

40

d 2	0.38	5.16	9.10
d 5	11.68	6.24	2.76
d 8	3.89	3.02	1.70
d10	0.34	1.88	2.74
d13	1.00	1.00	1.00

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	21.80
2	3	-5.00
3	6	18.03
4	9	8.69
5	11	61.31
6	14	15.41

10

【 0 1 2 6 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	13.807	3.30	1.49171	57.4
2	-32.991	(可変)		
3		0.90		
4*	-5.945	0.80	1.58306	30.2
5*	5.202	(可変)		
6		-0.43		
7*	6.913	1.40	1.49171	57.4
8*	18.934	(可変)		
9*	10.314	1.55	1.49171	57.4
10*	-6.406	(可変)		
11		11.74	1.57090	33.8
12	-35.000	0.50		
13		(可変)		
14		19.20	1.57090	33.8
15		0.30		
16		0.70		
17*	19.928	2.20	1.49171	57.4
18	-11.785	1.10		
19		0.50	1.49171	57.4
20		15.00		
21	(アイポイント)			

20

30

【 0 1 2 7 】

非球面データ

40

第1面

K = -7.14209e-001 A 4 = -2.64320e-005 A 6 = -4.69964e-007 A 8 = -9.70354e-009

第4面

K = -5.76998e+000 A 4 = 6.70802e-005 A 6 = 2.73266e-005 A 8 = -6.58250e-007

第5面

K = -2.51211e-001 A 4 = -9.64912e-004 A 6 = -7.11631e-005 A 8 = 2.59676e-005

第7面

K = -2.07655e+000 A 4 = -9.40131e-004 A 6 = -9.15162e-005 A 8 = -2.68332e-006

第8面

K = 1.99221e+001 A 4 = -2.24552e-003 A 6 = 1.89795e-005 A 8 = -1.22397e-005

50

第9面

$K = 1.75768e+000$ $A_4 = -1.96339e-003$ $A_6 = 4.75027e-005$ $A_8 = 1.68148e-007$

第10面

$K = -1.80127e+000$ $A_4 = -4.01031e-004$ $A_6 = 3.75232e-005$ $A_8 = -7.78212e-007$

第17面

$K = 1.21128e+000$ $A_4 = -2.15545e-004$ $A_6 = 3.79608e-006$ $A_8 = -7.16608e-008$

各種データ

	広角	中間	望遠
倍率	-0.25	-0.58	-1.48
画角	34.73	15.76	5.86
見かけ視界	8.91	8.91	8.90
対物f	3.90	9.07	23.00
接眼f	15.41	15.41	15.41
全長	74.75	74.75	74.75
入射瞳	9.51	20.14	17.16
アイポイント	16.60	16.60	16.60

10

d 2	0.38	5.44	9.66
d 5	11.11	6.75	2.24
d 8	2.66	0.69	0.42
d10	0.83	2.10	2.67
d13	1.00	1.00	1.00

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	20.27
2	3	-4.64
3	6	21.33
4	9	8.29
5	11	61.31
6	14	15.41

30

【0 1 2 8】

【表 1】

表-1

	数値実施例 1	数値実施例 2	数値実施例 3	数値実施例 4
条件式 (1)	1.17	1.00	1.29	1.20
条件式 (2)	2.28	2.30	2.25	2.40
条件式 (3)	5.44	5.29	5.63	5.24
条件式 (4)	4.21	3.86	4.66	5.51
条件式 (5)	2.30	2.21	2.24	2.14
条件式 (6)	0.31	0.33	0.36	0.26
条件式 (7)	-0.60	-0.62	-0.62	-0.48
条件式 (8)	2.19	2.29	2.14	2.27

40

【0 1 2 9】

次に実施例 1 ~ 4 に示した変倍ファインダーをデジタルスチルカメラ（撮像装置）に適した実施例を図 18 を用いて説明する。

【0 1 3 0】

図 18 (A) は正面図であり、図 18 (B) は断面図である。図 18 (A)、(B) において 10 はカメラ本体である。11 は撮影光学系である。

【0 1 3 1】

50

１２はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系１１によって形成された被写体像を受光するＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。固体撮像素子１２によって光電変換された被写体像に対応する情報は不図示のメモリに記録される。１３は被写体像を観察するための変倍ファインダーである。変倍ファインダー１３は実施例１～４に示したような実像式の変倍ファインダーで構成される。

【０１３２】

このように本発明の実像式の変倍ファインダーをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型の撮像装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【０１３３】

【図１】本発明の数値実施例１のレンズ断面図

【図２】本発明の数値実施例１の広角端における収差図

【図３】本発明の数値実施例１の中間のズーム位置における収差図

【図４】本発明の数値実施例１の望遠端における収差図

【図５】本発明の数値実施例２のレンズ断面図

【図６】本発明の数値実施例２の広角端における収差図

【図７】本発明の数値実施例２の中間のズーム位置における収差図

【図８】本発明の数値実施例２の望遠端における収差図

【図９】本発明の数値実施例３のレンズ断面図

【図１０】本発明の数値実施例３の広角端における収差図

【図１１】本発明の数値実施例３の中間のズーム位置における収差図

【図１２】本発明の数値実施例３の望遠端における収差図

【図１３】本発明の数値実施例４のレンズ断面図

【図１４】本発明の数値実施例４の広角端における収差図

【図１５】本発明の数値実施例４の中間のズーム位置における収差図

【図１６】本発明の数値実施例４の望遠端における収差図

【図１７】本発明の変倍ファインダーの光学系の断面図

【図１８】本発明の変倍ファインダーを有する撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【０１３４】

M...メリディオナル像面

S...サジタル像面

G o...対物光学系

G r...像反転光学系

G e...接眼光学系

L 1...第１群

L 2...第２群

L 3...第３群

L 4...第４群

S 1...視野枠

C v...プレート（保護ガラス）

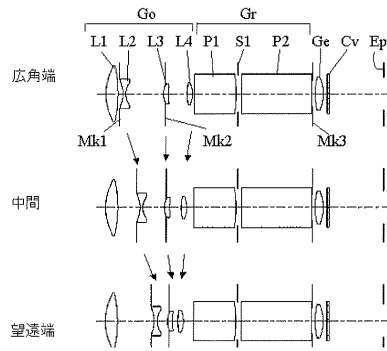
10

20

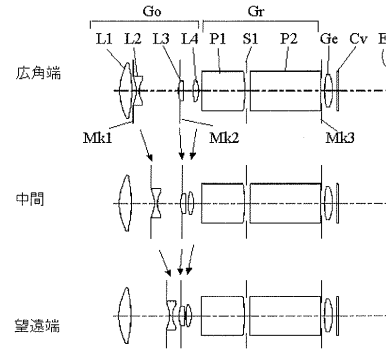
30

40

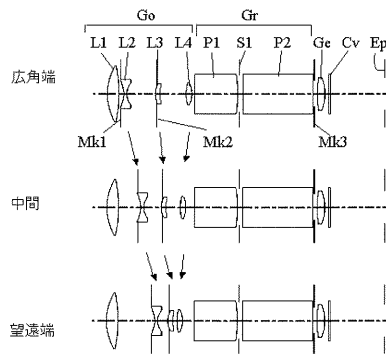
【図 1】



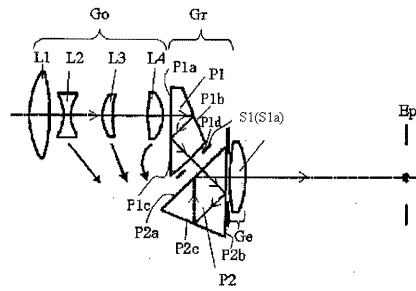
【図 1 3】



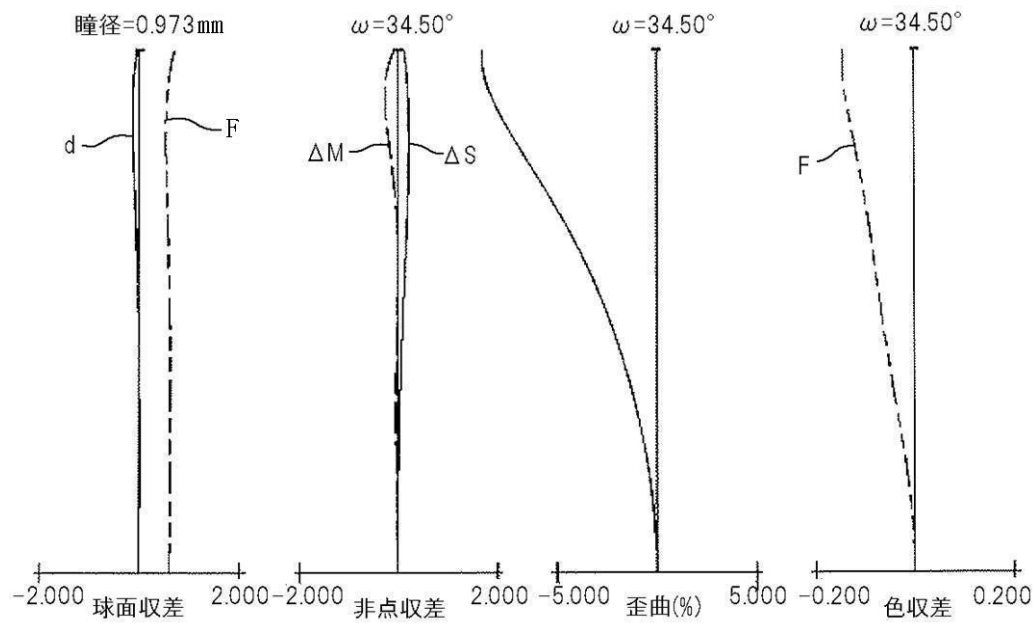
【図 5】



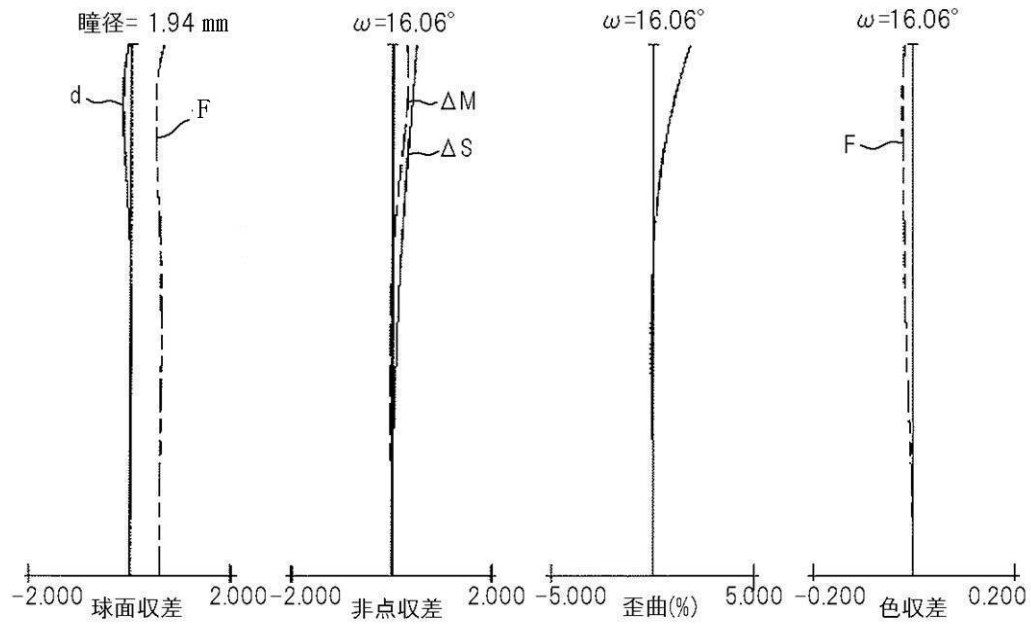
【図 1 7】



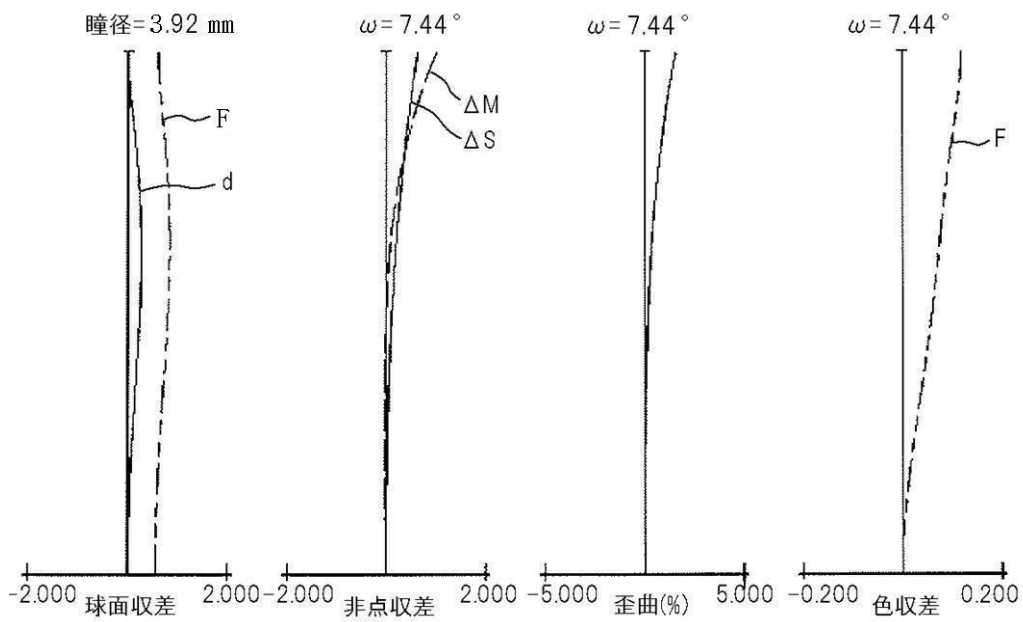
【図 2】



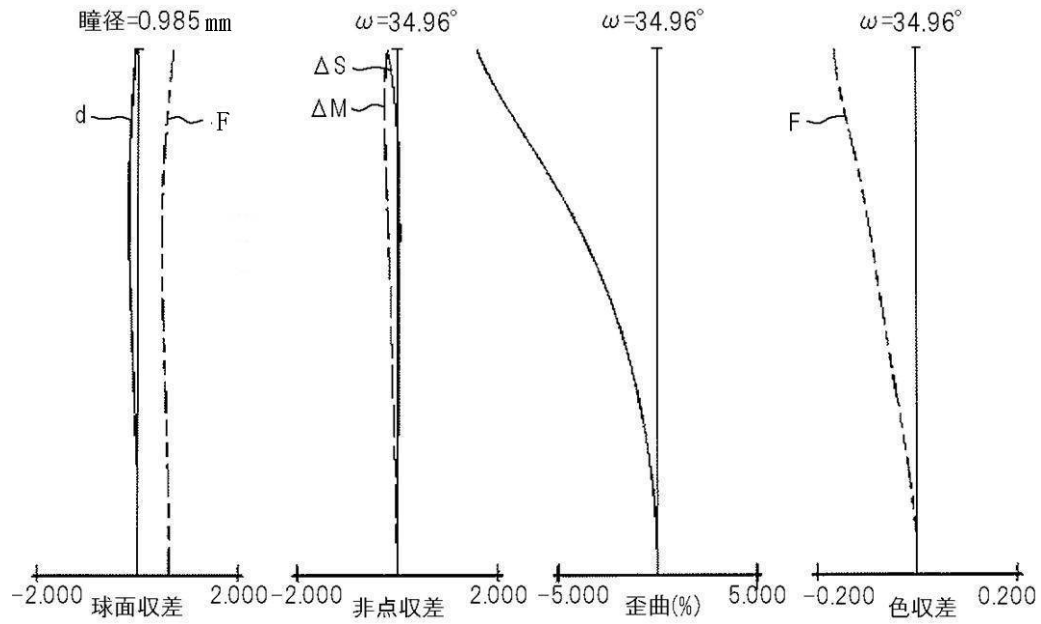
【 図 3 】



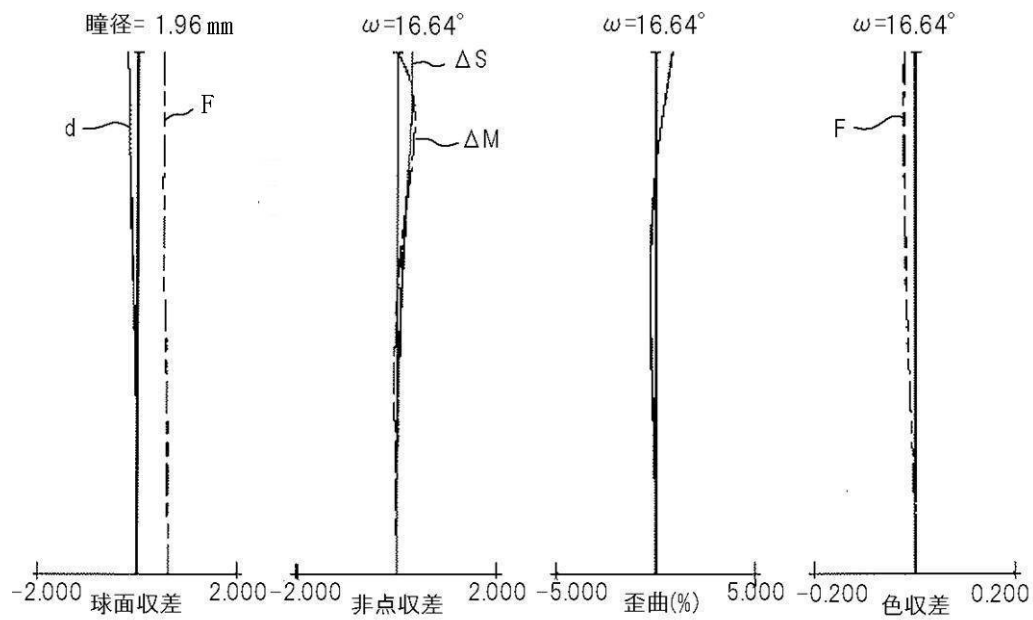
【 図 4 】



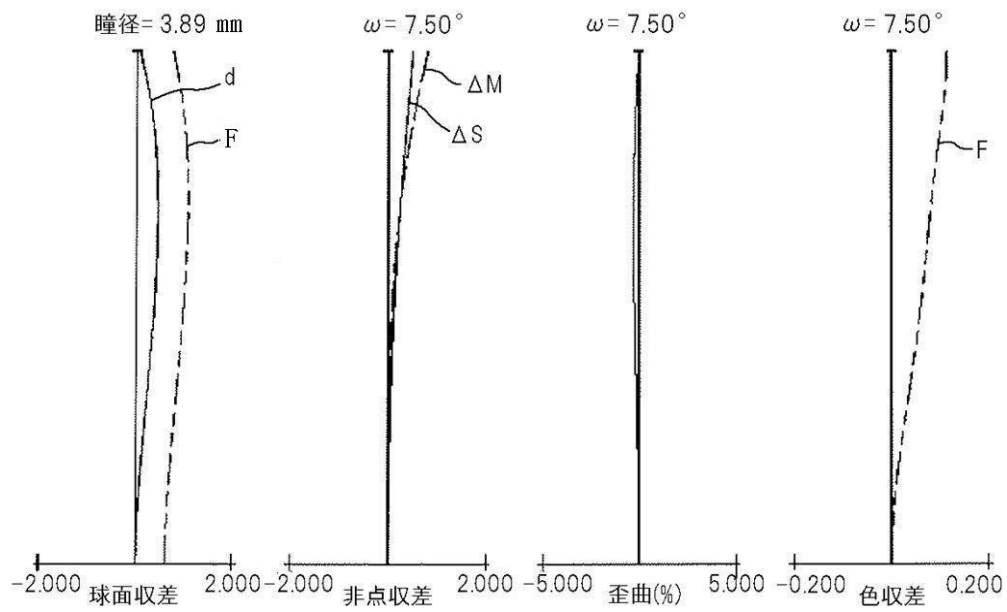
【 図 6 】



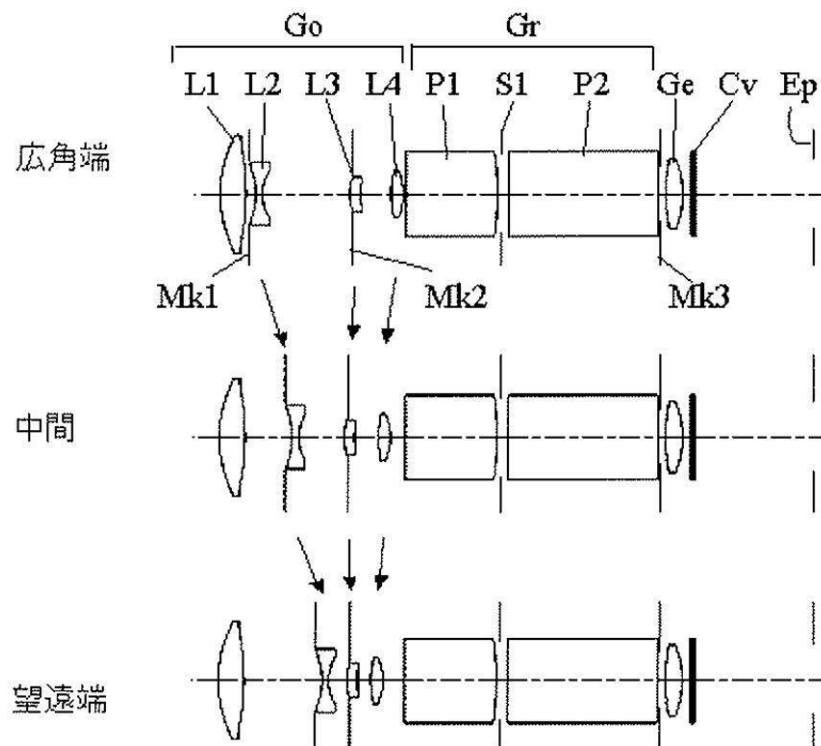
【 図 7 】



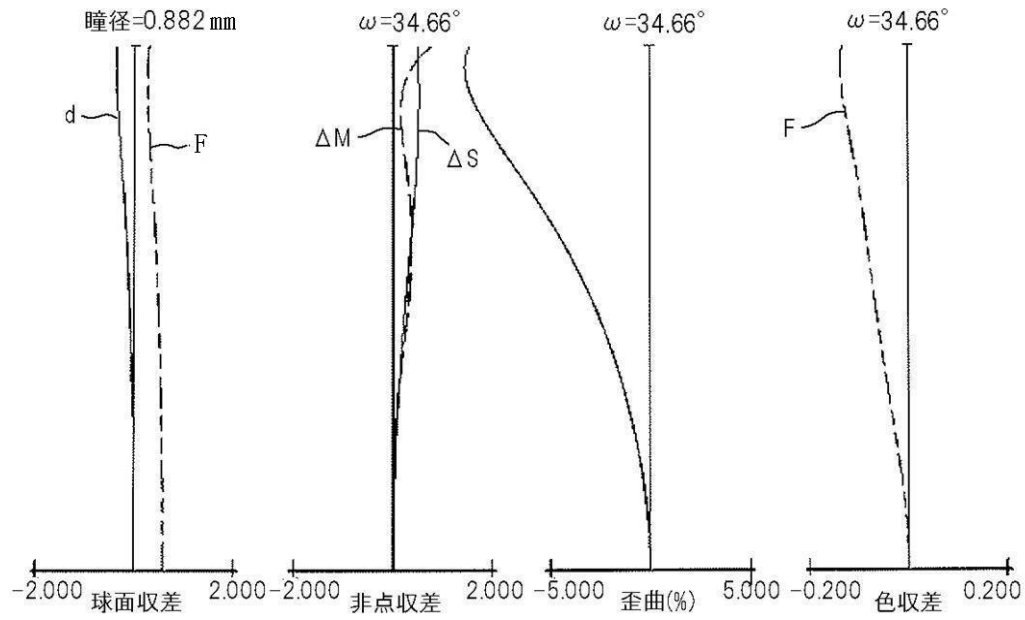
【図 8】



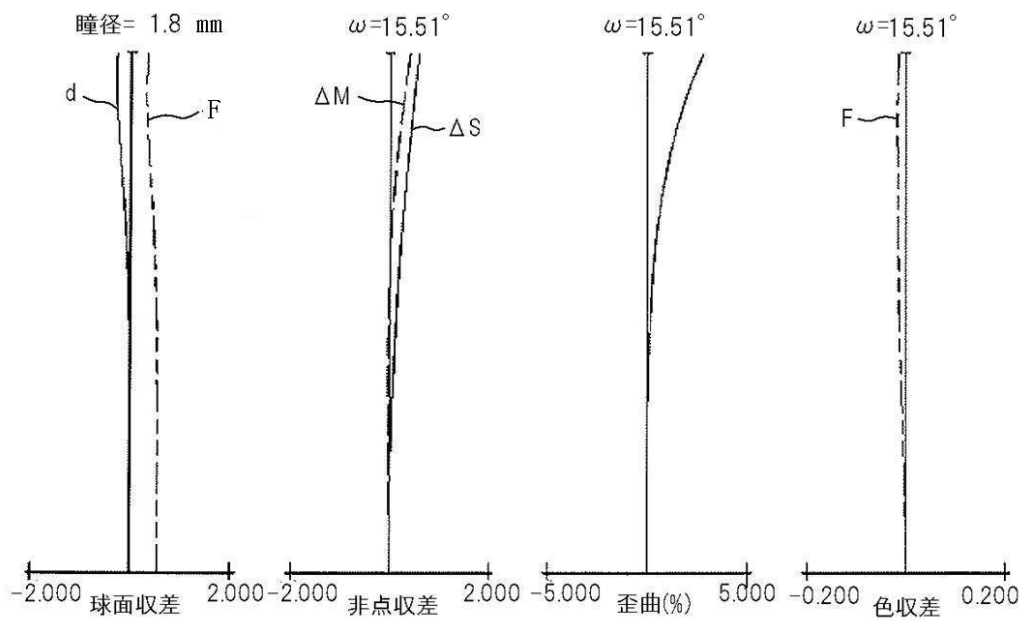
【図 9】



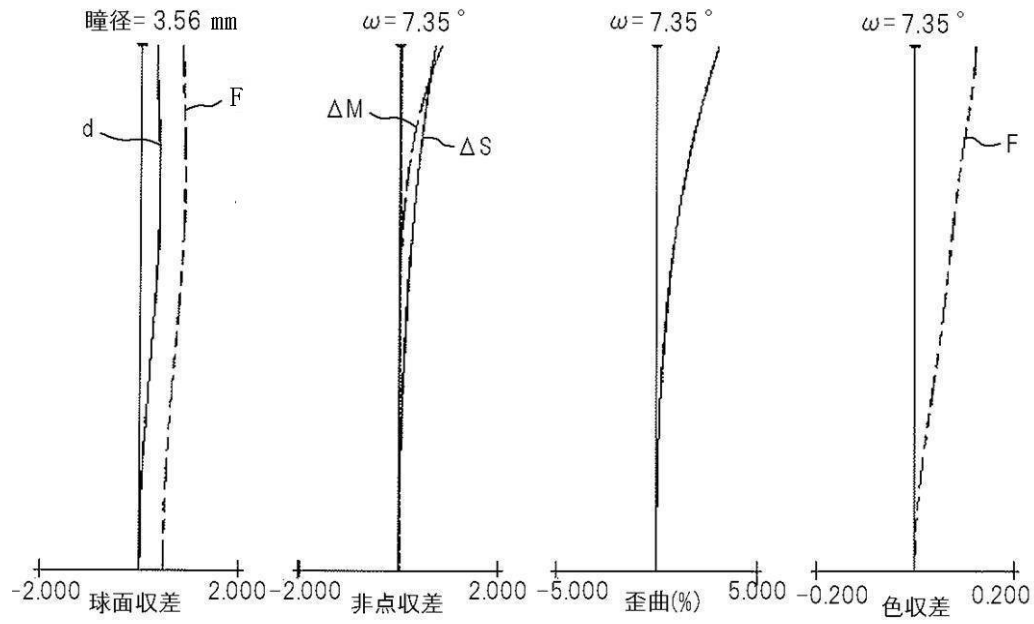
【図 10】



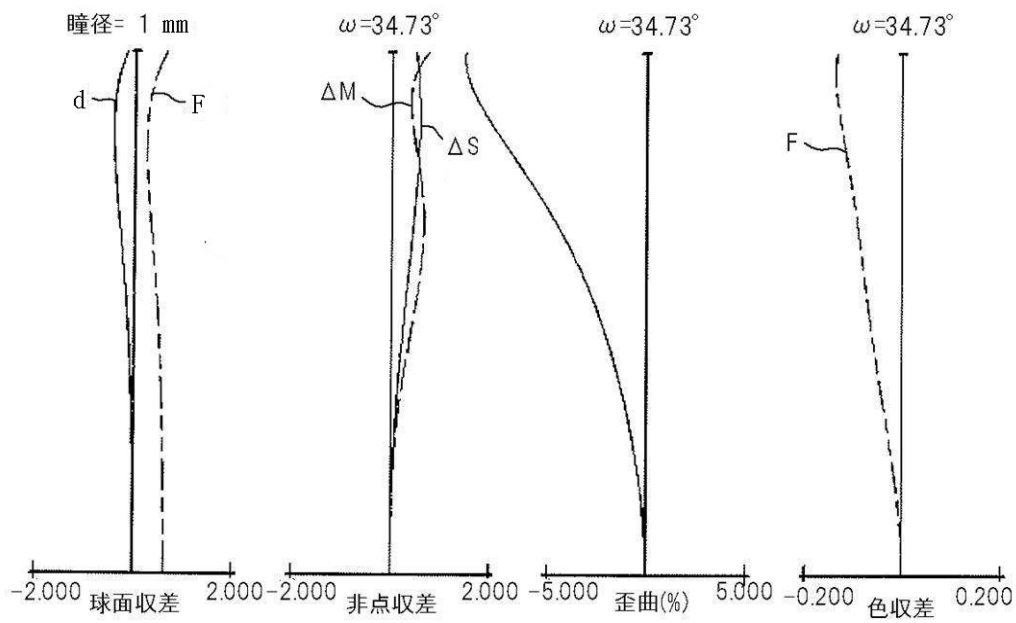
【図 11】



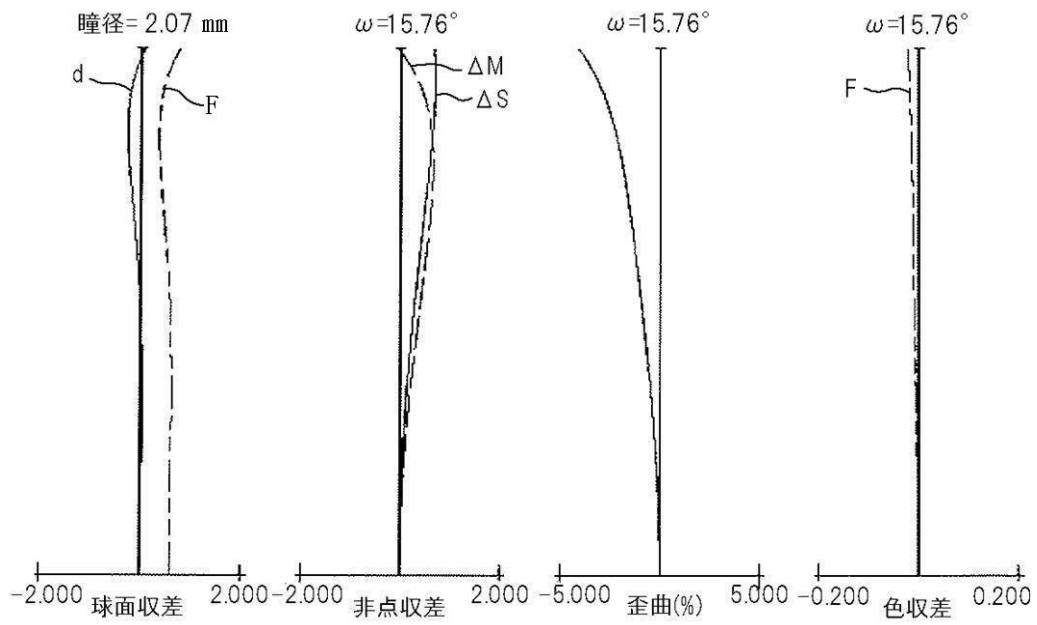
【図 1 2】



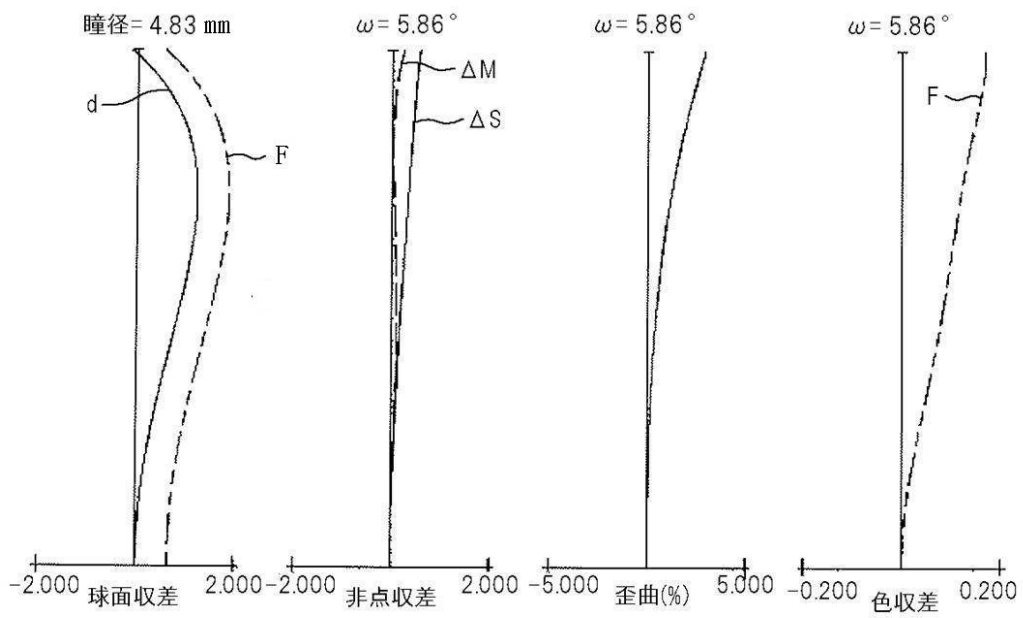
【図 1 4】



【図 15】

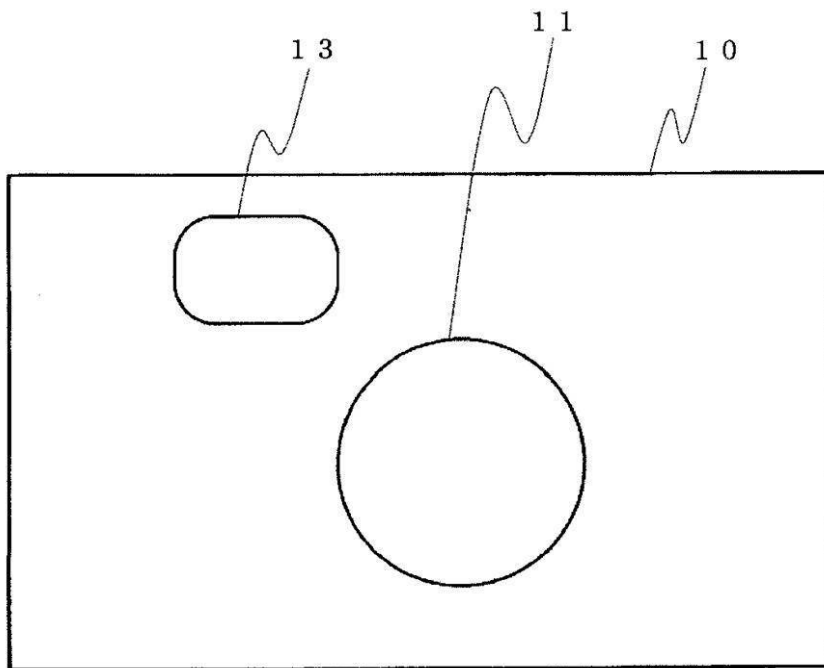


【図 16】

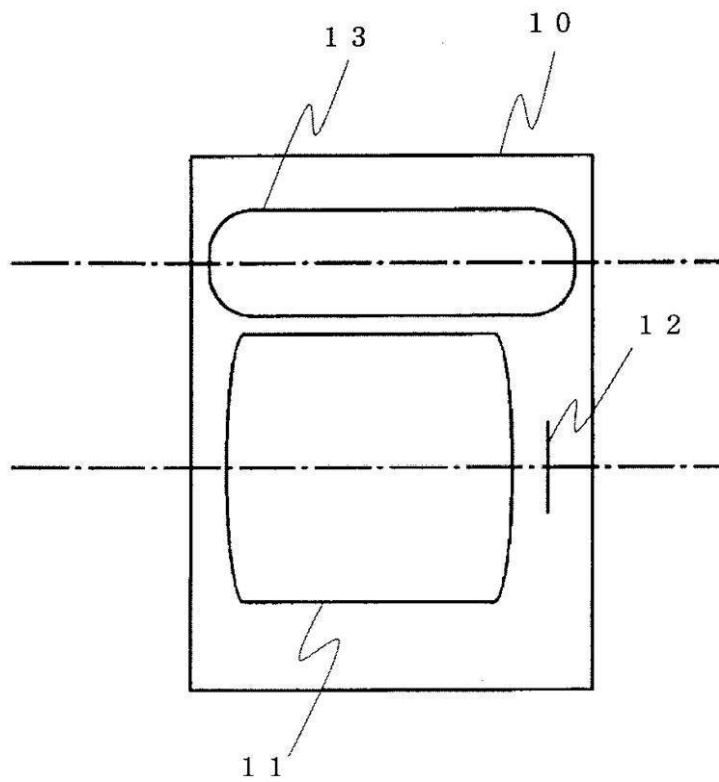


【図 18】

(A)



(B)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 7 6 1 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 0 6 1 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 6 4 9 9 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 6 8 9 4 8 (J P , A)

(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