

(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
G02B 15/20	(2006.01) G02B 15/20
G02B 13/18	(2006.01) G02B 13/18
G02B 25/00	(2006.01) G02B 25/00 Z
G03B 13/18	(2006.01) G03B 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、

10

20

$3.0 < f_3 / f_w < 6.0$

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 $3w$ 、 $3t$ 、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 $4w$ 、 $4t$ とするとき、_____

10

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

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 $B_F w$ とするとき、_____

20

$1.5 < B_F w / f_w < 3.0$

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】

30

前記第 1 レンズ群から第 4 レンズ群は、いずれもプラスティック材料より成る 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。

40

【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

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。

【0005】

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）。

【0006】

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

【0007】

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】

【0008】

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

【0009】

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。

【0010】

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。

【0011】

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

【0012】

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。

【0013】

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。

【0014】

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

【0015】

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】

【0016】

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している。

【発明の効果】

【0017】

10

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】

20

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。そしてズーミング(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】

30

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】

40

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。

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 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 P_1 とダハプリズム P_2 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 P_1 とダハプリズム P_2 は光路を展開したブロックとしている。 20

【0034】

S_1 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 S_1 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 L_2 、第3レンズ群 L_3 、第4レンズ群 L_4)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 L_2 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 L_3 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 P_2 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 L_2 の焦点距離を f_2 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M2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L2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G0やプリズムの有効径が増大してくる。

10

【0044】

またプリズムを配置するために必要な対物光学系G0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(短すぎる)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L2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G0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L2における変倍作用が低下する。この場合、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4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L3ないし第4レンズ群L4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L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の焦点距離を順にf1、f2、f3とする。

【0051】

第3レンズ群L3の広角端と望遠端における横倍率を各々3w、3tとする。第4レンズ群L4の広角端と望遠端における横倍率を各々4w、4tとする。

40

【0052】

第4レンズ群L4の広角端から望遠端への変倍に至る移動距離をM4とする。

【0053】

広角端において第4レンズ群L4の最も像側のレンズ面から対物光学系G0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_0 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。 20

【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_0 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】

以上のように各実施例では、対物光学系 G₀を、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から構成している。そして第2レンズ群 L₂のズーミングに伴う移動距離 M₂、および第2レンズ群 L₂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	(3a)	10
3.3 < f ₃ / f _w < 5.7	(4a)	
2.1 < f ₄ / f _w < 3.5	(5a)	
0.23 < ((3t × 4t) / (3w × 4w)) / (ft/fw) < 0.45	(6a)	
-0.70 < M ₄ / f _w < -0.45	(7a)	
1.8 < B _{Fw} / f _w < 2.5	(8a)	

次に、実施例1～4の対物光学系 G₀のレンズ構成について説明する。

【0068】

対物光学系 G₀は、正の屈折力を有する第1レンズ群 L₁、負の屈折力を有する第2レンズ群 L₂、正の屈折力を有する第3レンズ群 L₃、正の屈折力を有する第4レンズ群 L₄から構成されている。

【0069】

第1レンズ群 L₁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 L₂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 L₃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 L₄を正の屈折力とすることで、第3レンズ群 L₃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 G₀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 L₁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 L₂にて主たる変倍作用を担うとともに、第3レンズ群 L₃と第4レンズ群 L₄の合成系にも変倍作用を分担させている。

10

20

30

40

50

【0079】

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。

【0080】

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を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

【0081】

これによりプリズムや対物レンズG0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G0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。

【0082】

そこで各実施例では第2レンズ群L2の負の屈折力を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

【0083】

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G0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。

【0084】

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と第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。

【0085】

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とすると球面収差、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

【0086】

次に、各実施例の対物光学系G0を構成する各レンズ群のレンズ構成について説明する。

【0087】

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。

【0088】

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

【0089】

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。

【0090】

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。

【0091】

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枚のプラスティ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_o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。

【0108】

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と対物光学系G_oが大型化してくる。

【0109】

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。

【0110】

次に本発明の各実施例の数値実施例を示す。

【0111】

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。

【0112】

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。

【0113】

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587.6nmにおける屈折率とアッペ数である。

【0114】

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×とするとき、

【0115】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A_4 \times H^4 + A_6 \times H^6 + A_8 \times H^8$$

【0116】

で表される。

【0117】

ただし、Rは曲率半径、Kは円錐定数、A₄、A₆、A₈は非球面係数である。また、[e+X]は[+×10+×]を意味し、[e-X]は[-×10-×]を意味している。

【0118】

r₁～r₁₀は対物光学系G_oに相当し、r₃は遮光部材M_{k1}、r₆は遮光部材M_{k2}に相当する。r₁₁、r₁₂は、プリズムP₁に相当する。r₁₃は視野絞りS₁に相当する。r₁₄、r₁₅は、ダハプリズムP₂に相当する。r₁₆は遮光部材M_{k3}に相当する。r₁₇、r₁₈は接眼光学系G_eに相当する。r₁₉、r₂₀はプレートC_vに相当する。

【0119】

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。

【0120】

[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	10
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)				

【 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	
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	10
4	9	8.91	
5	11	61.31	
6	14	15.41	

【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)			30
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			40
21	(アイポイント)				

【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
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

20

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

【 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

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	40
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	
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

【 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	10
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	
d 2	0.38	5.44	9.66	
d 5	11.11	6.75	2.24	20
d 8	2.66	0.69	0.42	
d10	0.83	2.10	2.67	
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	20.27	
2	3	-4.64	
3	6	21.33	
4	9	8.29	30
5	11	61.31	
6	14	15.41	

【0128】

【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

【0129】

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)に適用した実施例を図18を用いて説明する。

【0130】

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。

【0131】

10

20

30

40

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C C DセンサやC M O S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】

10

【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

20

【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】

30

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

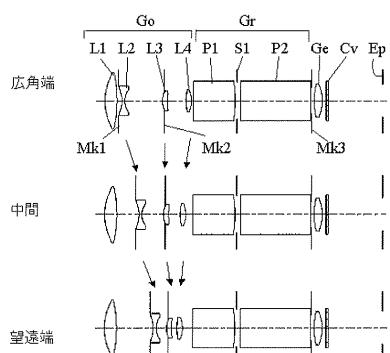
L 4 …第4群

S 1 …視野枠

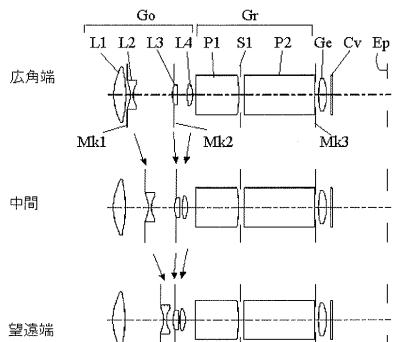
C v …プレート（保護ガラス）

40

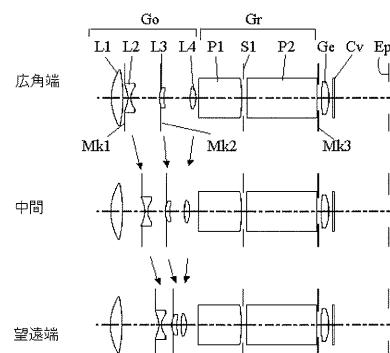
【図1】



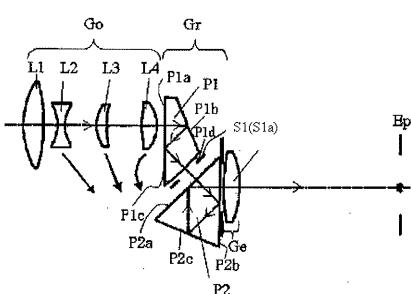
【図13】



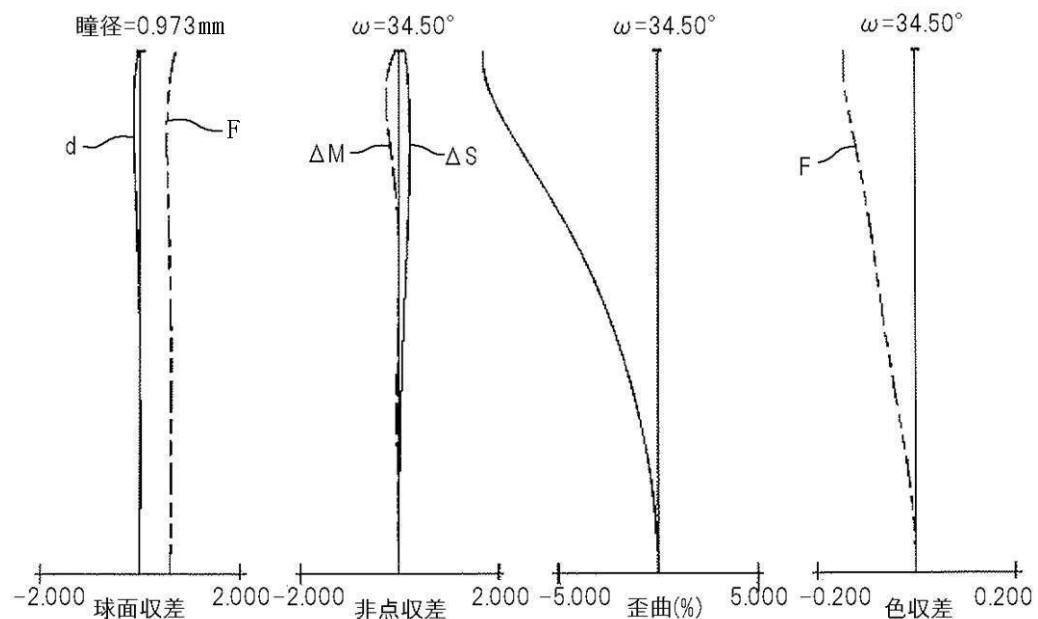
【図5】



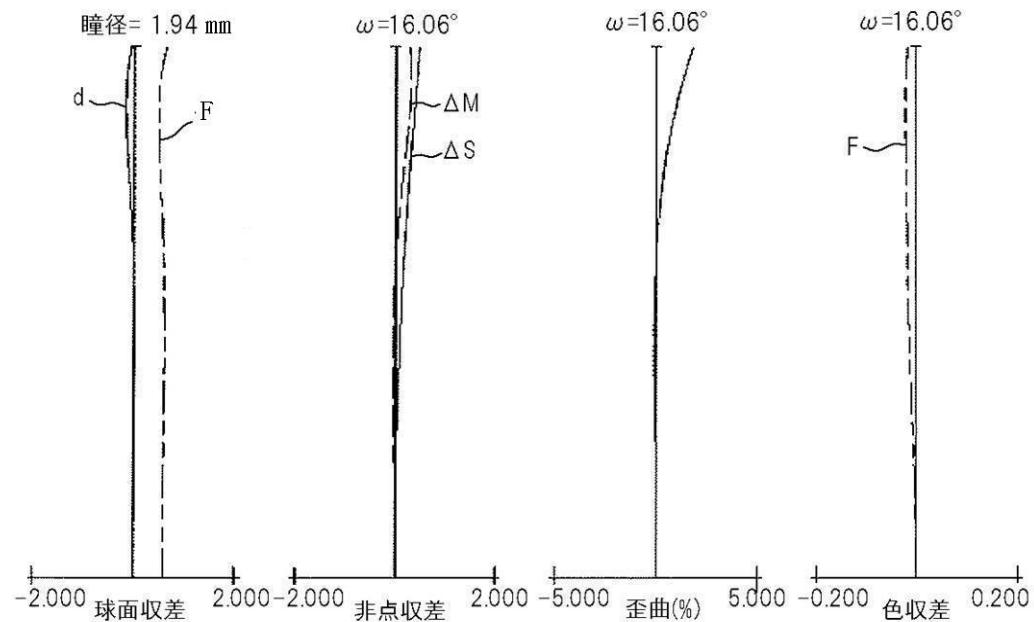
【図17】



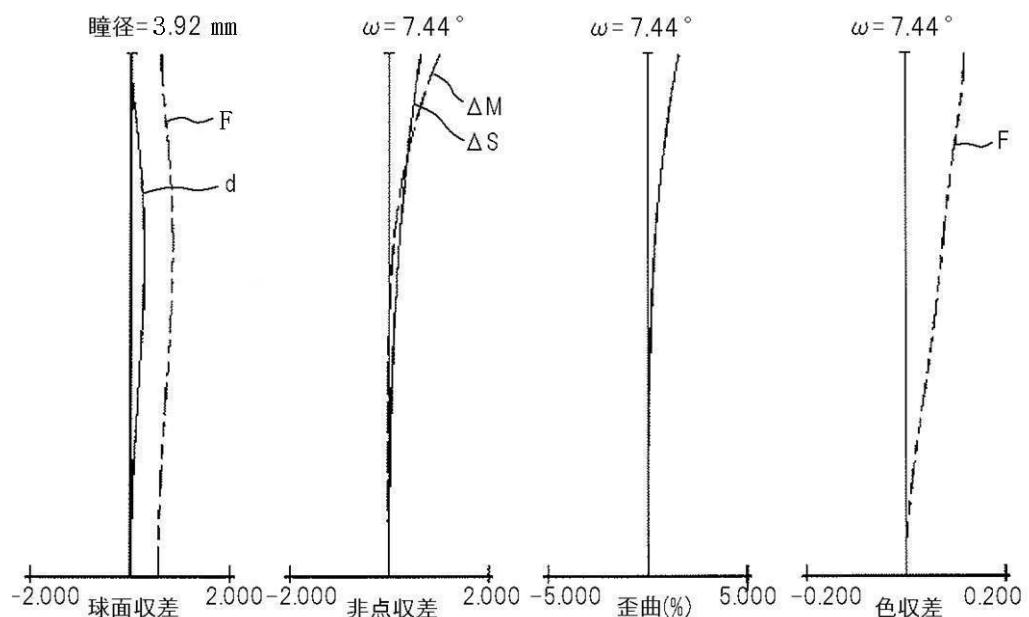
【図2】



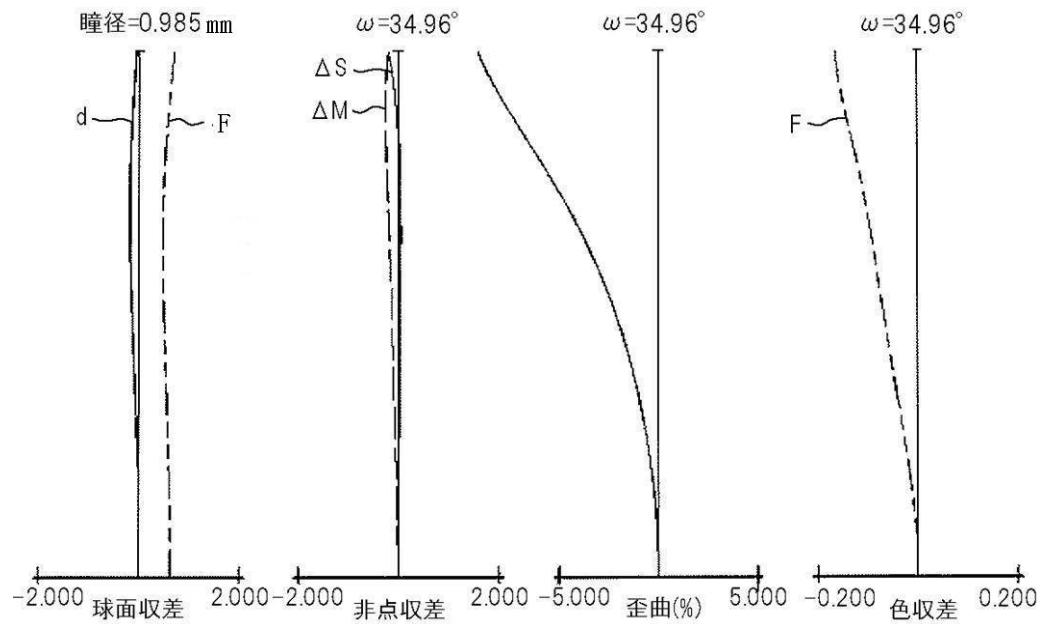
【図3】



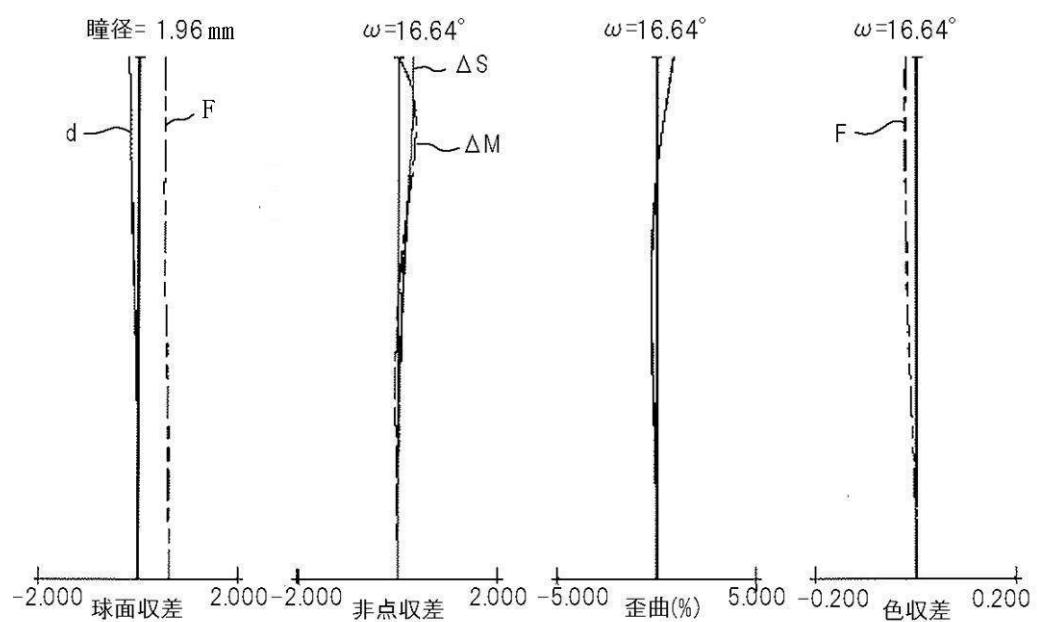
【図4】



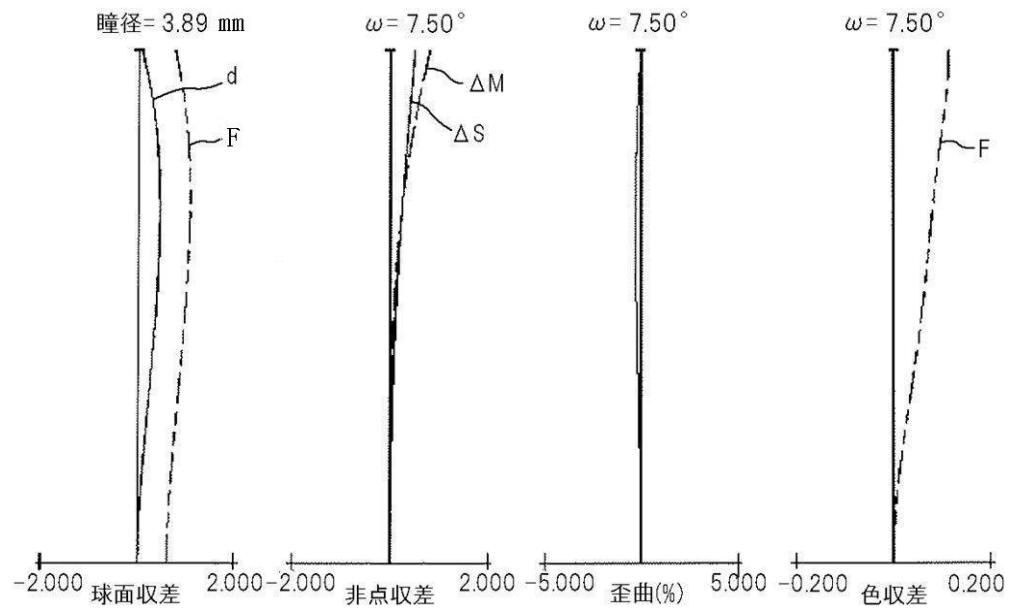
【図6】



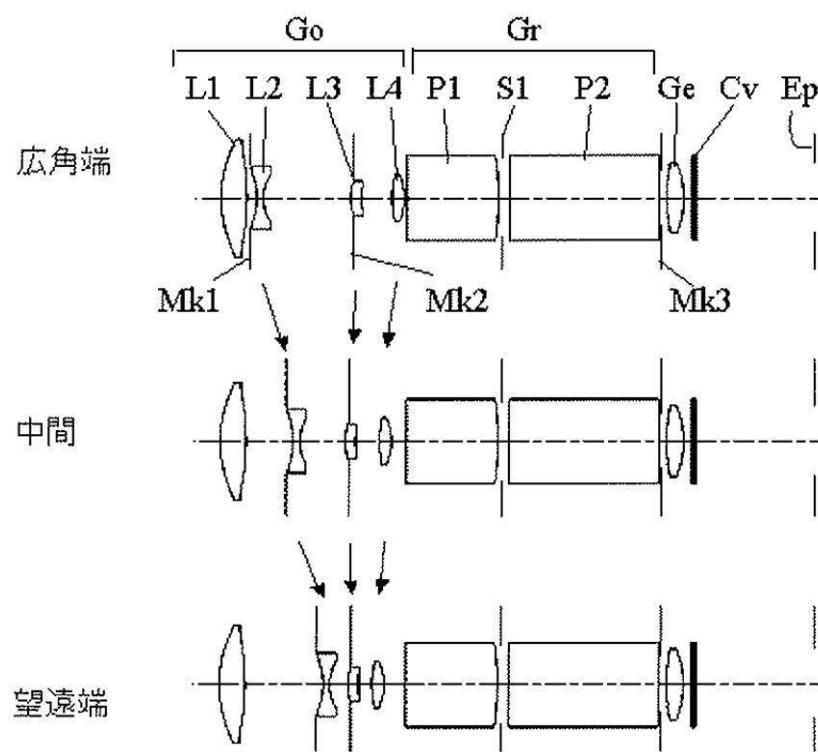
【図7】



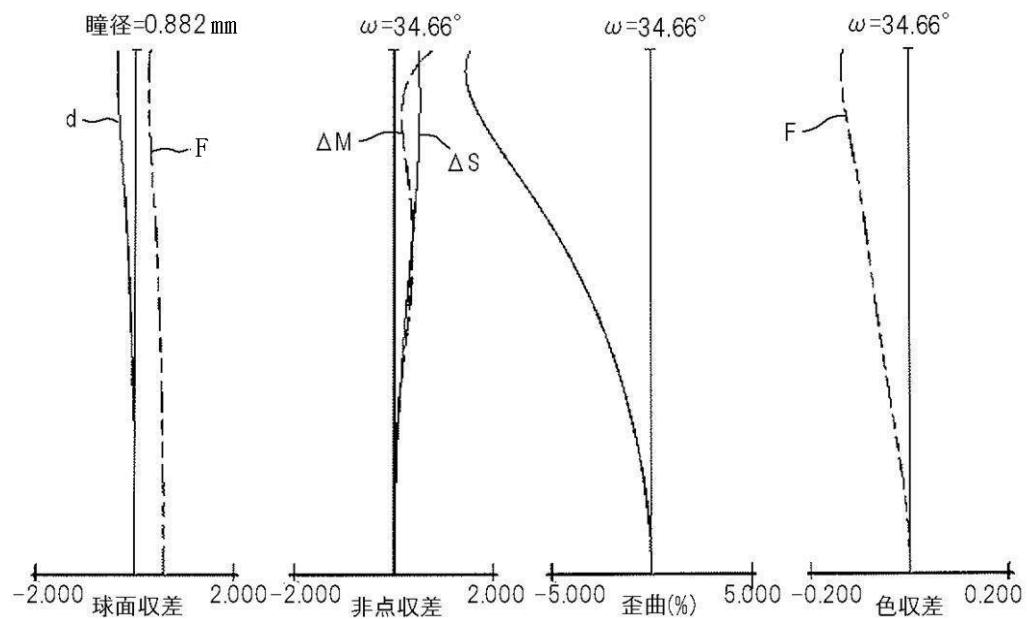
【図8】



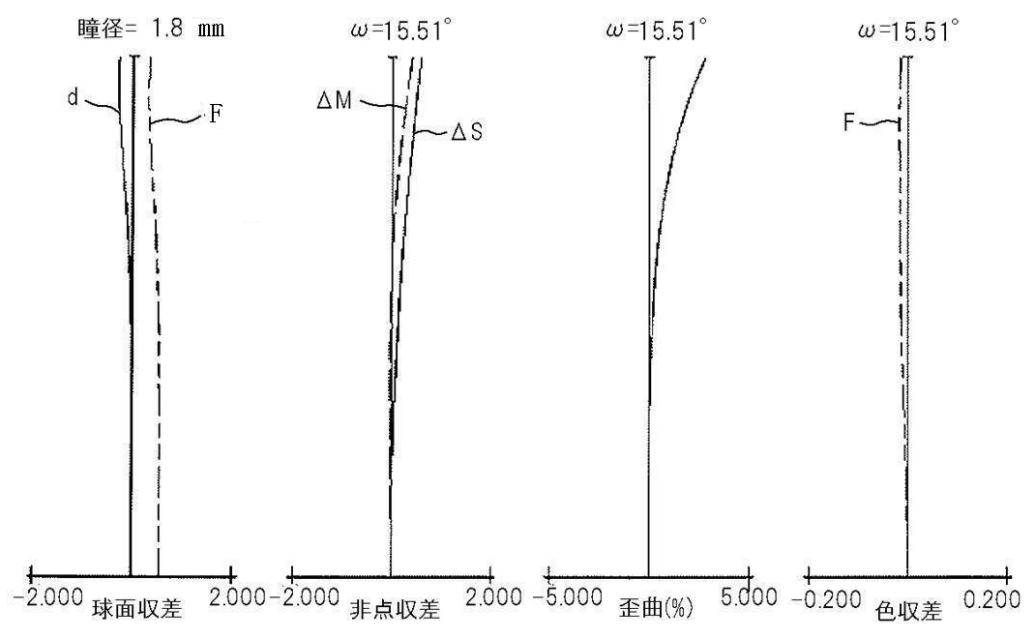
【図9】



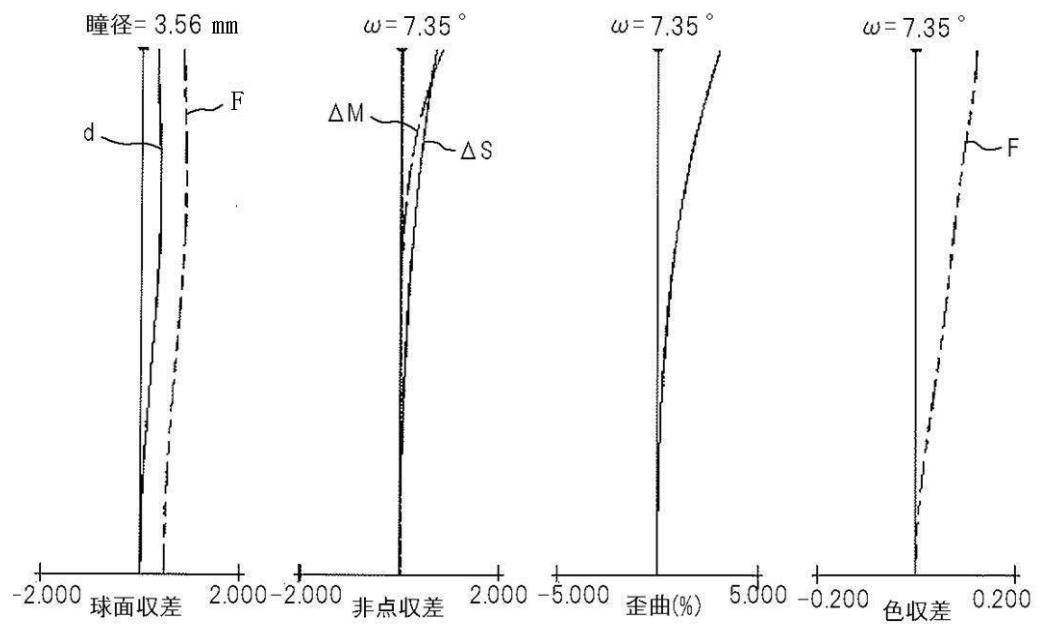
【図10】



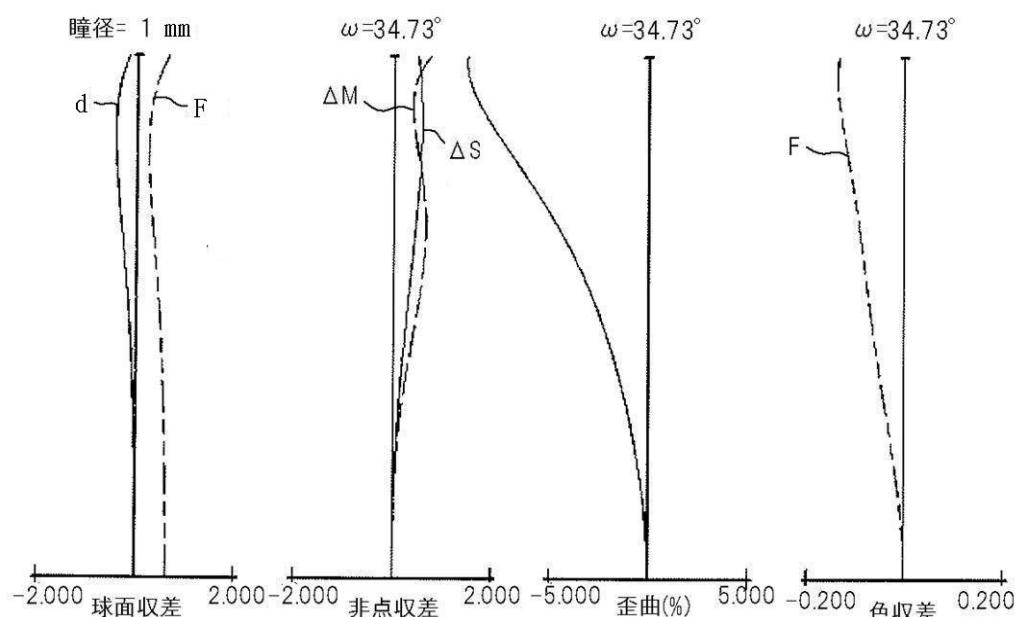
【図11】



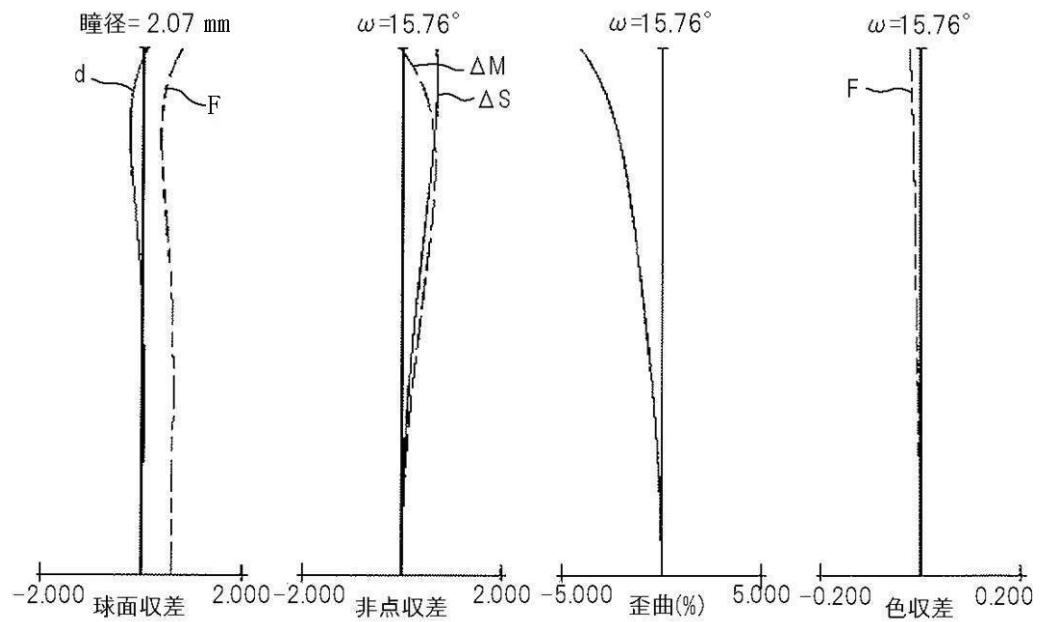
【図12】



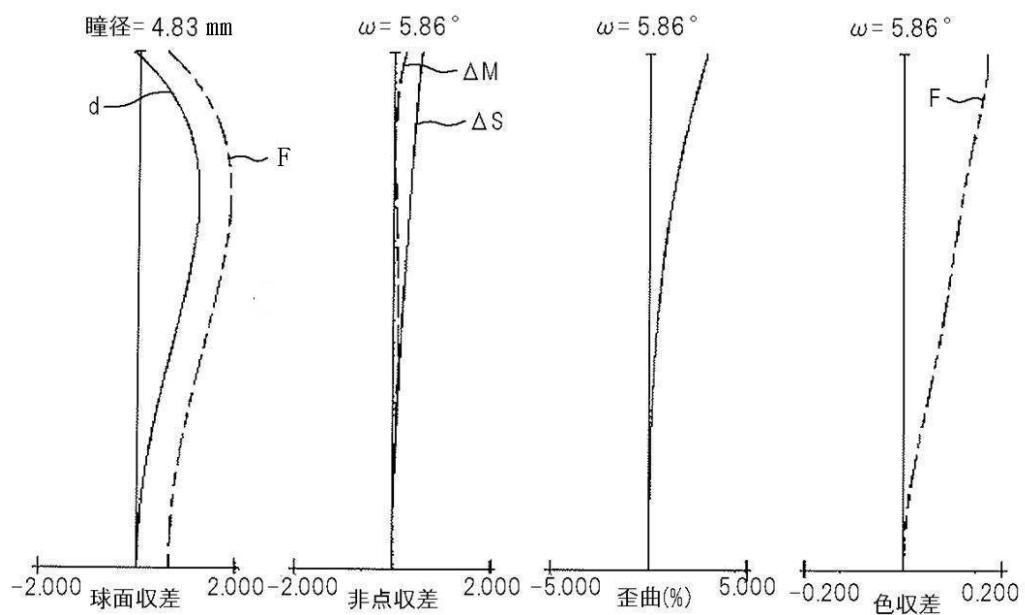
【図14】



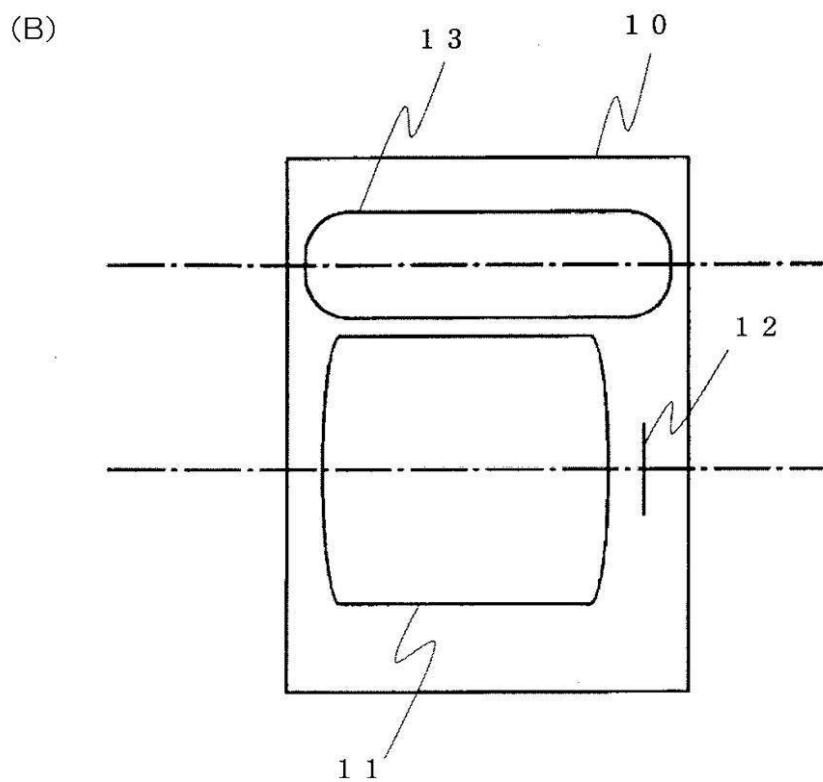
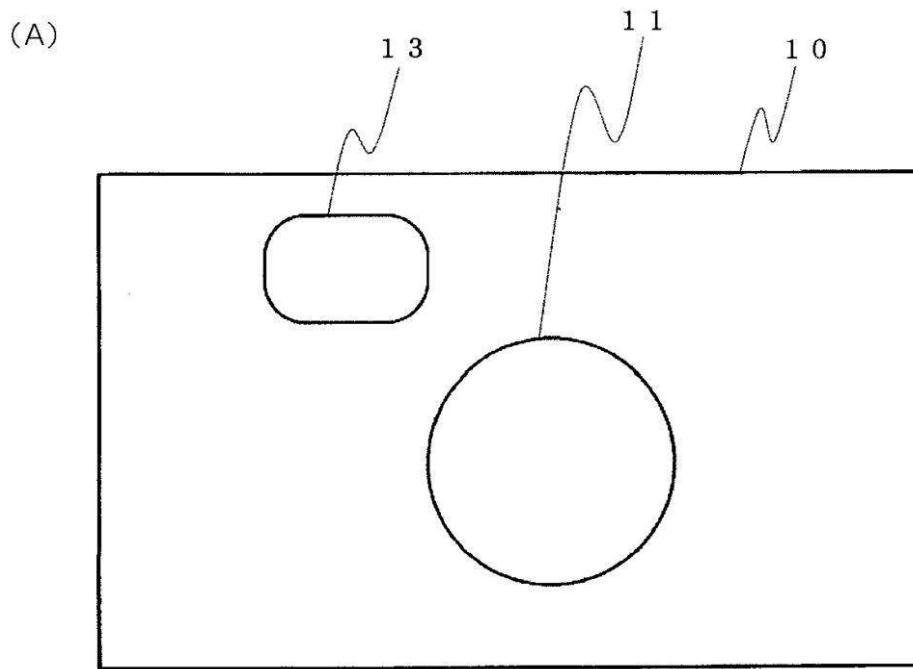
【図15】



【図16】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-076193(JP, A)
特開2007-206164(JP, A)
特開2005-164993(JP, A)
特開平08-068948(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