

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6965039号  
(P6965039)

(45) 発行日 令和3年11月10日(2021.11.10)

(24) 登録日 令和3年10月22日(2021.10.22)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/10 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/10  
G02B 13/18

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-123968 (P2017-123968)
(22) 出願日	平成29年6月26日 (2017.6.26)
(65) 公開番号	特開2019-8148 (P2019-8148A)
(43) 公開日	平成31年1月17日 (2019.1.17)
審査請求日	令和2年6月12日 (2020.6.12)

(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	100094112 弁理士 岡部 譲
(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
(74) 代理人	100128668 弁理士 斎藤 正巳
(72) 発明者	佐久間 剛一 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】コンバータレンズ及びそれを有するカメラ装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

交換レンズと撮像装置との間に配置されるコンバータレンズであって、前記コンバータレンズの最も物体側のレンズ面から前記コンバータレンズの物点までの光軸上における距離  $x$ 、前記最も物体側のレンズ面から前記コンバータレンズの最も像側のレンズ面までの光軸上における距離  $L$ 、前記最も像側のレンズ面から前記コンバータレンズの像点までの光軸上における距離  $y$  は、

$$1.1 < L / x < 3.3$$

$$1.0 < L / y < 8.0$$

なる条件式を満足し、

前記コンバータレンズに含まれるレンズのうち、前記最も物体側のレンズ面からの物体側の面までの光軸上における距離  $L_N$  が

$$L_N > 0.5 \times L$$

なる条件式を満足するレンズからなるレンズ群を後群として、前記後群は、部分分散比  $g_F$  およびアッペ数  $d_g$

$$g_F > -0.00162 \times d_g + 0.654$$

なる条件式を満足する負レンズを含み、

前記負レンズの焦点距離の平均値  $f_{neg}$ 、前記コンバータレンズの焦点距離  $f_{conv}$  は、

$$-5.0 < f_{neg} / f_{conv} < 0.6$$

10

20

なる条件式を満足し、

最も物体側に配置され且つ負の屈折力を有する単レンズ又は接合レンズの焦点距離  $f_{front\_Lc}$ 、正の屈折力を有する単レンズ又は接合レンズのうち最も像側に配置された単レンズ又は接合レンズの焦点距離  $f_{rear\_Lc}$  は、

$$-2.5 < f_{front\_Lc} / f_{rear\_Lc} < -0.3$$

なる条件式を満足することを特徴とするコンバータレンズ。

#### 【請求項 2】

前記コンバータレンズの横倍率  $\beta$  は、

$$2 < \beta < 3.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のコンバータレンズ。 10

#### 【請求項 3】

前記後群に含まれる正レンズのアッベ数の平均値  $r_p$  および部分分散比の平均値  $r_p$ 、前記後群に含まれる負レンズのアッベ数の平均値  $r_n$  および部分分散比の平均値  $r_n$  は、

$$-0.0091 < (r_p - r_n) / (r_p + r_n) < -0.0025$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のコンバータレンズ。

#### 【請求項 4】

前記コンバータレンズに含まれる負レンズの屈折率の平均値  $N_{n\_ave}$  は、

$$1.75 < N_{n\_ave} < 2.05$$

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 項に記載のコンバータレンズ。 20

#### 【請求項 5】

$$0.8 < L / f_{rear\_Lc} < 4.0$$

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 項に記載のコンバータレンズ。

#### 【請求項 6】

前記後群に

$$gF_n < -0.00256 \times d + 0.679$$

なる条件式を満足する正レンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のコンバータレンズ。 30

#### 【請求項 7】

前記コンバータレンズに含まれるレンズのうち、

$$LN > 0.5 \times L$$

なる条件式を満足しないレンズからなるレンズ群を前群として、前記前群に含まれる正レンズのアッベ数の平均値  $f_p$  および部分分散比の平均値  $r_p$ 、前記前群に含まれる負レンズのアッベ数の平均値  $f_n$  および部分分散比の平均値  $r_n$  は、

$$-0.0085 < (f_p - f_n) / (f_p + f_n) < -0.0016$$

なる条件式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 項に記載のコンバータレンズ。

#### 【請求項 8】

最も像側のレンズ面は、像側に凸面を向けていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のコンバータレンズ。 40

#### 【請求項 9】

正レンズを 3 つ以上、負レンズを 3 つ以上有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のコンバータレンズ。

#### 【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のコンバータレンズと、前記コンバータレンズによって形成された像の光を受ける撮像素子とを有することを特徴とするカメラ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

**【0001】**

本発明は、交換レンズの像側に着脱可能に取り付けられ、全系の焦点距離を変位させるコンバータレンズ及びそれを有するカメラ装置に関し、例えば放送用テレビカメラ、映画用カメラ、写真用カメラ、ビデオカメラ等に好適なものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来、放送用テレビカメラ、映画用カメラ、写真用カメラ、ビデオカメラ等では、交換レンズの焦点距離を変位させるために、交換レンズの像側に配置し、交換レンズの焦点距離を変換するコンバータレンズが提案されている。その中で、交換レンズを異なるカメラフォーマットに対応させるために利用されるコンバータレンズが知られている。例えば、特許文献1，2では色分解光学系を持つ2／3インチフォーマットカメラ専用レンズと撮像装置の間に配することで、スーパー35mmフォーマットカメラに対応可能となるコンバータレンズが提案されている。特許文献3では交換レンズの焦点距離を長焦点距離化させる機能を有する光学系を内蔵した撮像装置が提案されている。10

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2014-170043号公報

【特許文献2】特開2015-225204号公報

【特許文献3】特開2017-26984号公報20

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

近年、放送用テレビカメラ、映画用カメラ、写真用カメラ、ビデオカメラ等の撮像装置は、高画素・高感度化が望まれている。高画素化を実現するためには画素ピッチを細かくする必要があるが、高感度化の達成には一定の画素サイズを必要とするため、大きな撮像素子を搭載した撮像装置が要求されている。一方で、ユーザーとしては既存の交換レンズ資産を利用したいという要望がある。そのため、例えば2／3インチフォーマットの交換レンズを、より大きい撮像素子を有した撮像装置に用いたいというニーズがある。この場合、交換レンズと撮像素子の間に、交換レンズの焦点距離を長焦点距離化させる光学系を配置し、交換レンズのイメージサイズを拡大させる必要がある。このような用途に用いられるコンバータレンズでは、高画素化に対応した高解像度の画像の取得を可能とするため、諸収差を十分に抑制することが求められる。30

**【0005】**

しかしながら、特許文献1、2では、倍率色収差の補正に有利な像面側のレンズ群の硝材に改良の余地があり、倍率色収差の補正が不足している。特許文献3は、光学系内にフィルタを内蔵することを前提とし、像よりレンズを配置する構成としているため、より物体側にレンズを配置する構成とすることで、コンバータレンズとしてはさらに良好な収差補正が可能となる。

**【0006】**

本発明は、例えば、小型、収差補正の点で有利なコンバータレンズを提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記目的を達成するため、本発明のコンバータレンズは、交換レンズと撮像装置との間に配置されるコンバータレンズであって、前記コンバータレンズの最も物体側のレンズ面から前記コンバータレンズの物点までの光軸上における距離x、前記最も物体側のレンズ面から前記コンバータレンズの最も像側のレンズ面までの光軸上における距離L、前記最も像側のレンズ面から前記コンバータレンズの像点までの光軸上における距離yは、

$$1.0 < L / y < 8.0$$

なる条件式を満足し、

前記コンバータレンズに含まれるレンズのうち、前記最も物体側のレンズ面からの物体側の面までの光軸上における距離  $L_N$  が、

$$L_N > 0.5 \times L$$

なる条件式を満足するレンズからなるレンズ群を後群として、前記後群は、部分分散比  $g_F$  およびアッペ数  $d$  が、

$$g_F > -0.00162 \times d + 0.654$$

なる条件式を満足する負レンズを含み、

前記負レンズの焦点距離の平均値  $f_{neg}$ 、前記コンバータレンズの焦点距離  $f_{conv}$  10  
 $n_v$  は、

$$-5.0 < f_{neg} / f_{conv} < 0.6$$

なる条件式を満足し、

最も物体側に配置され且つ負の屈折力を有する単レンズ又は接合レンズの焦点距離  $f_{front\_Lc}$ 、正の屈折力を有する単レンズ又は接合レンズのうち最も像側に配置された単レンズ又は接合レンズの焦点距離  $f_{rear\_Lc}$  は、

$$-2.5 < f_{front\_Lc} / f_{rear\_Lc} < -0.3$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

#### 【0008】

20

但し、フラウンフォーファ線の  $g$  線 (435.8 nm)、 $F$  線 (486.1 nm)、 $d$  線 (587.6 nm)、 $C$  線 (656.3 nm) における屈折率をそれぞれ  $N_g$ 、 $N_F$ 、 $N_d$ 、 $N_C$  としたとき、アッペ数  $d$  と部分分散比  $g_F$  は、

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

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

で定義される。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

30

本発明によれば、例えば、小型、収差補正の点で有利なコンバータレンズが得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】実施例1のコンバータレンズのレンズ断面図

【図2】実施例1のコンバータレンズの光路図

【図3】実施例1のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図

【図4】交換レンズの広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図

【図5】交換レンズの広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図6】実施例1のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図7】実施例2のコンバータレンズのレンズ断面図

40

【図8】実施例2のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図9】実施例3のコンバータレンズのレンズ断面図

【図10】実施例3のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図11】実施例4のコンバータレンズのレンズ断面図

【図12】実施例4のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図13】実施例5のコンバータレンズのレンズ断面図

【図14】実施例5のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広

50

角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図 15】実施例 6 のコンバータレンズのレンズ断面図

【図 16】実施例 6 のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図 17】実施例 7 のコンバータレンズのレンズ断面図

【図 18】実施例 7 のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時の縦収差図

【図 19】正レンズ群の倍率色収差の 1 次の色収差補正と 2 次スペクトル残存に関する模式図

【図 20】本発明の撮像装置の要部概略図

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

【0012】

本発明のコンバータレンズは、撮像用の交換レンズの像側に配置され、交換レンズの焦点距離を長焦点距離化させる機能を有するコンバータレンズである。

各レンズ断面図において、左方が被写体（物体）側（前方）で、且つ、撮像光学系側であり、右方が像側（後方）である。レンズ断面図において、M L は撮影用の交換レンズ光学系であり、C L は交換レンズ光学系と撮像面の間に配するコンバータレンズである。

20

本発明のコンバータレンズは、交換レンズの像側に装着されることで、装着後の全系の交換レンズの焦点距離を長焦点距離化させ、イメージサークルを拡大させている。

【0013】

図 1 は、本発明の実施例 1（数値実施例 1）のコンバータレンズのレンズ断面図である。図 2 は本発明の実施例 1（数値実施例 1）のコンバータレンズの光路図である。図 3 は本発明の実施例 1（数値実施例 1）のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図である。

【0014】

本発明のコンバータレンズは、撮像光学系である交換レンズと撮像装置の間に配置され、交換レンズの焦点距離を長焦点距離化させるコンバータレンズであって、最も物体側のレンズ面頂点から前記コンバータレンズの物点までの光軸上の距離 x、前記最も物体側のレンズ面頂点から最も像側のレンズ面頂点までの光軸上の距離 L、最も像側のレンズ面頂点からコンバータレンズの像点までの光軸上の距離 y は、

$$1.1 < L / x < 3.3 \quad \dots \quad (1)$$

$$1.0 < L / y < 8.0 \quad \dots \quad (2)$$

を満たし、前記コンバータレンズに含まれるレンズの内、前記最も物体側のレンズ面頂点から前記レンズの物体側の面頂点までの光軸上の距離 LN、部分分散比 g F、d 線基準のアッベ数 d は、

$$LN > 0.5 \times L \quad \dots \quad (3)$$

$$g F > -0.00162 \times d + 0.654 \quad \dots \quad (4)$$

30

を満たす負レンズの焦点距離の平均値 f\_n e g、コンバータレンズ全系の焦点距離 f\_conv は、

$$-5.0 < f_n e g / f_{conv} < 0.6 \quad \dots \quad (5)$$

を満足することを特徴とする。

【0015】

ここで、コンバータレンズ中において条件式 (3) を満たすレンズを後群、条件式 (3) を満たさないレンズを前群と定義する。

【0016】

条件式 (1) において、x はコンバータレンズのレンズのうち最も物体側のレンズ面頂点と、交換レンズをコンバータレンズに装着した状態における交換レンズ単独の像点との

40

50

光軸上の距離に等しい。条件式(2)において、yは交換レンズにコンバータレンズを装着した時の空気換算のバックフォーカスに等しい。

#### 【0017】

次に、条件式(1)、(2)を満たすことによる光学的作用について、図2に基づいて説明する。交換レンズの焦点距離を長焦点距離化するコンバータレンズでは、像側で軸上光線の比率と軸外光線の比率の差が大きくなりやすい。これは、交換レンズの結像点近傍で軸上光線の比率と軸外光線の比率の差が大きくなるため必然だが、特にイメージサイズの拡大機能を有するコンバータレンズで顕著となる。これは、コンバータレンズ中で、交換レンズの結像点より物体側に負のパワーをもつレンズを配置する必要があり、像面側で軸外光線の比率が高くなりやすいためである。一方、軸上光線の比率は像側に向かうにつれて低くなるため、像側に配置されたレンズは軸外光線に関する収差補正に好適となる。10

#### 【0018】

条件式(1)を満たすことにより、交換レンズからコンバータレンズに入射する軸上光線と軸外光線の比率の差をつけ、収差補正の分担に有利な光学系とすることが可能となる。条件式(1)の上限を超えると、コンバータレンズが大型化するため好ましくない。条件式(1)の下限を超えると、交換レンズからコンバータレンズに入射する軸上光線と軸外光線の比率の差が小さくなり、光学系の全長も短くなるため像側の軸上光線と軸外光線の比率の差を十分つけられず、諸収差、特に歪曲収差、非点収差の良好な補正が困難となる。

#### 【0019】

条件式(2)を満たすことにより、像側での軸上光線と軸外光線の比率の差をつけ、収差補正の分担に有利なレンズ配置とすることが可能となる。20

条件式(2)の上限を超えると、コンバータレンズの全長が大きくなってしまうため好ましくない。条件式(2)の下限を超えると、像側での軸上光線と軸外光線の比率の差が小さくなり、諸収差、特に歪曲収差や倍率色収差を十分に補正できなくなる。

条件式(3)、(4)、(5)を満たすことにより、像側の軸外光線の比率が高い位置に部分分散比の大きい負レンズを配置して、倍率色収差補正に好適な光学系とができる。

#### 【0020】

ここで、本発明で用いている光学素子(レンズ)の材料のアッベ数と部分分散比は以下の通りである。フラウンフォーファ線のg線(435.8nm)、F線(486.1nm)、d線(587.6nm)、C線(656.3nm)における屈折率をそれぞれNg、N<sub>F</sub>、Nd、NCとすると、アッベ数d、g線とF線に関する部分分散比g<sub>F</sub>は以下の通りである。30

$$d = (Nd - 1) / (N_F - NC)$$

$$g_F = (Ng - N_F) / (N_F - NC)$$

#### 【0021】

現存する光学材料は、アッベ数dに対して部分分散比g<sub>F</sub>は狭い範囲に存在する。また、アッベ数dが小さいほど部分分散比g<sub>F</sub>が大きい、アッベ数dが大きいほど屈折率が低い傾向を持っている。ここで、屈折力1、2、アッベ数1、2の2枚のレンズ1、2で構成される薄肉密着系の色収差補正条件は、40

$$1 / 1 + 2 / 2 = E$$

で表される。ここで、レンズ1、2の合成屈折力Eは、

$$= 1 + 2$$

である。E=0を満たすと、色収差においてC線とF線の結像位置が一致する。このとき、1、2は以下の式で表される。

$$1 = \times 1 / (1 - 2)$$

$$2 = \times 2 / (1 - 2)$$

#### 【0022】

ここで、軸外光線に関する収差のうち、倍率色収差補正について図19に基づいて説明50

する。図19はコンバータレンズ中の正の屈折力のレンズ群LPによる倍率色収差の1次の色収差補正と2次スペクトル残存に関する模式図である。図19のような正レンズ群LPの色収差補正では、正レンズ1にアッベ数1の大きい材料、負レンズ2にアッベ数2の小さい材料を用いる。したがって、正レンズ1は部分分散比1が小さく、負レンズ2は部分分散比2が大きい。C線とF線で1次の倍率色収差を補正すると、g線の結像点が光軸から離れる方向にずれる。C線、F線に対するg線の倍率色収差のズレ量を2次スペクトル量Yと定義すると、

$$Y = (1 / \nu_1) \times (1 - \nu_2) / (1 - \nu_2)$$

で表される。

#### 【0023】

交換レンズにコンバータレンズ装着時の倍率色収差の2次スペクトルを良好に補正するには、軸外光線が高く、倍率色収差の2次スペクトルが顕著に発生する像側のレンズでの発生量を調節する必要がある。コンバータレンズではペツツバール和の補正のために、負レンズで高屈折率かつ低部分分散比、正レンズで低屈折率かつ高部分分散比の硝材が使われやすく、2次スペクトル量はマイナスとなりやすい。したがって、コンバータレンズ装着時の倍率色収差の2次スペクトルを良好に補正するには、2次スペクトル量Yを大きくするような硝材を選択する必要がある。

#### 【0024】

条件式(3)は、コンバータレンズ内で像側の領域を規定している。

条件式(4)は、倍率色収差の2次スペクトルの補正に有効となる、部分分散比の大きい材料を規定している。

条件式(5)は、条件式(4)で規定される部分分散比の大きく、負の屈折力を有するレンズの屈折力を規定している。

#### 【0025】

条件式(3)の下限を超えると、部分分散比の大きい負レンズを物体よりに配置することとなり、十分な倍率色収差補正の効果を得られない。

条件式(4)の下限を超えると、像側に配置された負レンズの部分分散比が低くなり過ぎ、倍率色収差の2次スペクトルの過補正を十分に緩和できなくなる。

条件式(5)の上限を超えると、部分分散比の大きい負レンズに十分なパワーがつかず、倍率色収差の2次スペクトルの過補正の緩和が不足する。条件式(5)の下限を超えると、負レンズのパワーが強くなり過ぎ、像面湾曲の良好な補正が困難となる。

#### 【0026】

さらに本発明において、コンバータレンズの横倍率は、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$2 < \nu_2 < 3.5 \quad \dots \quad (6)$$

#### 【0027】

条件式(6)を満たす場合、像側で軸外光線の比率が高くなりやすくなり、コンバータレンズを前記構成とすることによる、倍率色収差補正の効果が高くなる。

条件式(6)の上限が満たされないと、コンバータレンズによる拡大率が大きくなるため、小型化が困難となる。条件式(6)の下限が満たされないと、軸上光線、軸外光線の比率の差が小さくなるため、本発明の色収差補正効果が小さくなる。

#### 【0028】

さらに本発明において、後群中に含まれる正の屈折力を有するレンズのアッベ数と部分分散比の平均値をそれぞれr\_p、r\_p、後群中に含まれる負の屈折力を有するレンズのアッベ数と部分分散比の平均値をそれぞれr\_n、r\_nとしたとき、次の条件式(7)を満たすことが望ましい。

$$-0.0091 < (r_p - r_n) / (r_p + r_n) < -0.0025 \\ \dots \quad (7)$$

#### 【0029】

条件式(7)は後群中の正レンズと負レンズの分散、部分分散比の関係を規定すること

10

20

30

40

50

により、倍率色収差の2次スペクトルを良好に補正するための条件を規定している。

条件式(7)の上限が満たされないと、軸外光線の比率が高い後群での2次スペクトルが補正過剰となり、倍率色収差の2次スペクトルの良好な補正が困難となる。条件式(7)の下限が満たされないと、2次スペクトルの補正のために正レンズ、負レンズそれぞれに強い屈折力を付与することとなり、諸収差の良好な補正が困難となる。

#### 【0030】

さらに本発明において、コンバータレンズ中で負の屈折力を有するレンズの平均屈折率を  $N_{n\_ave}$  としたとき、次の条件式(8)を満たすことが望ましい。

$$1.75 < N_{n\_ave} < 2.05 \quad \dots (8)$$

#### 【0031】

条件式(8)を満たすことにより屈折力の強い負レンズに高屈折率の材料を用いることで、負レンズの曲率が緩くなり、球面収差を良好に補正できる。さらに、ペツツバール和の補正に有利になり、画面周辺部での像面湾曲を良好に補正できる。

条件式(8)の上限が満たされないと、負レンズ全てに分散の大きな材料を使用することとなり、色収差の良好な補正が困難となる。条件式(8)の下限が満たされないと、負レンズの屈折力が小さくなりすぎ、球面収差や像面湾曲を十分に補正できなくなる。

#### 【0032】

さらに本発明において、正の屈折力をもつレンズ成分のうち、最も像側に配置されたものの焦点距離を  $f_{rear\_Lc}$  としたとき、次の条件式(9)を満たすことが好ましい。

$$0.8 < L / f_{rear\_Lc} < 4.0 \quad \dots (9)$$

ここでレンズ成分とは、単レンズまたは接合レンズを指す。

#### 【0033】

条件式(9)を満たすことにより、小型化を達成し、主に前群中の負の屈折力をレンズで発生する歪曲収差を相殺し、良好に歪曲収差を補正することができる。

条件式(9)の上限が満たされないと、コンバータレンズ光学系が長くなり、全系の小型化を達成することが困難となる。条件式(9)の下限が満たされないと、前記レンズ成分による歪曲収差の補正が不足するため、良好に歪曲収差を補正することができる。

#### 【0034】

さらに本発明において、コンバータレンズ内の最も物体側に負の屈折力をもつレンズ成分が配置され、該レンズ成分の焦点距離を  $f_{front\_Lc}$  としたとき、次の条件式(10)を満たすことが好ましい。

$$-2.5 < f_{front\_Lc} / f_{rear\_Lc} < -0.3 \quad \dots (10)$$

#### 【0035】

条件式(10)式を満たすことにより、前群と後群の収差分担を適切に行い、諸収差を良好に補正可能となる。

条件式(10)の上限が満たされないと、最も物体側に配置された負のレンズ成分の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差の良好な補正が困難となる。条件式(10)の下限が満たされないと、最も物体側に配置された負のレンズ成分の屈折力が弱くなり過ぎ、最も像側に配置された正のレンズ成分との間隔を十分とらなければ良好な収差分担ができなくなり、コンバータレンズの小型化が困難となる。

#### 【0036】

さらに本発明において、次の条件式(11)を満たす正レンズが、後群に1枚以上含まれることが好ましい。

$$g_F_n < -0.00256 \times d + 0.679 \quad \dots (11)$$

#### 【0037】

条件式(11)を満たす正レンズを後群に1枚以上有することで、倍率色収差の過補正の緩和に好適となる。

後群中に含まれる正レンズ全てが、条件式(11)の上限を満たさないと、正レンズの部分分散比が高くなり過ぎ、倍率色収差の過補正の緩和が不足する。後群中に含まれる正

10

20

30

40

50

レンズ全てが、条件式(11)の下限を満たさないと、正レンズに屈折率の高い硝材を使用することとなり、ペツツバール和の補正が困難となる。

#### 【0038】

さらに本発明において、前群中に含まれる正の屈折力を有するレンズのアッベ数と部分分散比の平均値をそれぞれ  $f_p$ 、 $f_p$ 、前群中に含まれる負の屈折力を有するレンズのアッベ数と部分分散比の平均値をそれぞれ  $f_n$ 、 $f_n$ としたとき、次の条件式(12)を満たすことが望ましい。

$$-0.0085 < (f_p - f_n) / (f_p + f_n) < -0.0016 \quad \dots (12)$$

#### 【0039】

条件式(12)は前群中の正レンズと負レンズの分散、部分分散比の関係を規定することにより、倍率色収差の2次スペクトルをより良好に補正するための条件を規定している。

条件式(12)の上限が満たされないと、前群での2次スペクトルが補正過剰となり、倍率色収差の2次スペクトルの良好な補正が困難となる。条件式(12)の下限が満たされないと、2次スペクトルの補正のために正レンズ、負レンズそれぞれに強い屈折力を付与することとなり、諸収差の良好な補正が困難となる。

#### 【0040】

さらに本発明において、屈折力をもつレンズのうち、最も像側のレンズ面が像側に凸面を向けることが好ましい。

最も像側のレンズ面が像側に凸面となることにより、非点収差、歪曲収差を良好に補正可能となる。

さらに本発明において、コンバータレンズ光学系中に正の屈折力をもつレンズを3枚以上、負の屈折力をもつレンズを3枚以上有することが好ましい。

#### 【0041】

さらに好ましくは条件式(1)、(2)、(4)乃至(12)の数値範囲を次の如く設定することが好ましい。

$$1.5 < L/x < 3.2 \quad \dots (1a)$$

$$3.0 < L/y < 7.5 \quad \dots (2a)$$

$$gF_n > -0.00162x + 0.662 \quad \dots (4a)$$

$$-2.0 < f_{neg}/f_{conv} < 0.5 \quad \dots (5a)$$

$$2.2 < < 2.9 \quad \dots (6a)$$

$$-0.0066 < (r_p - r_n) / (r_p + r_n) < -0.0030 \quad \dots (7a)$$

$$1.80 < Nn\_ave < 2.00 \quad \dots (8a)$$

$$1.5 < L/f\_rear\_Lc < 3.0 \quad \dots (9a)$$

$$-2.0 < f\_front\_Lc / f\_rear\_Lc < -0.5 \quad \dots (10a)$$

$$gF_n < -0.00256x + 0.677 \quad \dots (11)$$

$$-0.0075 < (f_p - f_n) / (f_p + f_n) < -0.0020 \quad \dots (12a)$$

#### 【0042】

以下に本発明の撮像装置の具体的な構成について、実施例1に相当する数値実施例1の光学系の特徴により説明する。

図4は、本発明の各実施例のコンバータレンズを装着する、一例としての交換レンズの広角端で無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図5は、交換レンズの広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。また、焦点距離の値は、後述する数値実施例をmm単位で表したときの値である。これは以下の数値実施例においても、全て同じである。

#### 【0043】

図4において、物体側から像側へ順に配列された、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群

10

20

40

50

(フォーカスレンズ群) U 1 を有している。さらに、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群(バリエータ) U 2 を有している。さらに、第 2 レンズ群 U 2 の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第 3 レンズ群(コンペンセータ) U 3 を有している。さらに、変倍のためには移動しない結像作用をする正の屈折力の第 4 レンズ群(リレーレンズ群) U 4 を有している。第 2 レンズ群 U 2 と第 3 レンズ群 U 3 とで変倍系を構成している。S P は開口絞りであり、第 4 レンズ群 U 4 の物体側に配置されている。P は色分解光学系や光学フィルタであり、ガラスブロックとして示している。I P は撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。

## 【0044】

10

縦収差図において、球面収差における直線と二点鎖線と一点鎖線、点線は各々 e 線、g 線、C 線、F 線である。非点収差における点線と実線は各々メリディオナル像面、サジタル像面であり、倍率色収差における二点鎖線と一点鎖線、点線は各々 g 線、C 線、F 線である。は半画角、F no は F ナンバーである。縦収差図では、球面収差は 0.5 mm、非点収差は 0.5 mm、歪曲は 10%、倍率色収差は 0.1 mm のスケールで描かれている。

## 【0045】

図 6 は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第 1 面が、交換レンズの最も像側の面である第 55 面から像側に 17.47 mm の位置になるように配置されている。

20

## 【0046】

次に、本実施例における光学系について説明する。なお、以後の説明において、コンバータレンズに含まれるレンズを物体側から配置された順序 i に応じて G i と記載することとする。また、接合レンズを構成する単レンズそれぞれに個別の符号を付与するものとする。光学系は、物体側から順に物体側に凸の負メニスカスレンズ G 1、両凸レンズ G 2 と両凹レンズ G 3 との接合レンズ、両凹レンズ G 4 と物体側に凸の正メニスカスレンズ G 5 との接合レンズ、両凸レンズ G 6 と両凹レンズ G 7 との接合レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ G 8 と両凸レンズ G 9 との接合レンズで構成されている。本実施例の前群は G 1 から G 5、後群は G 6 から G 9 である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを 2.69 倍に拡大させている。

30

## 【0047】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本実施例は(1)~(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

## 【実施例 2】

## 【0048】

図 7 は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図 7 において、CL はコンバータレンズである。また、IP は撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図 8 は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第 1 面が、交換レンズの最も像側の面である第 55 面から像側に 20.52 mm の位置になるように配置されている。

40

## 【0049】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、物体側から順に物体側に凸の負メニスカスレンズ G 1 と物体側に凸の正メニスカスレンズ G 2 との接合レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ G 3 と両凸レンズ G 4 との接合レンズ、両凹レンズ G 5 と物体側に凸の正メニスカスレンズ G 6 との接合レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ G 7 と両凸レンズ G 8 との接合レンズで構成されている。本実施例の前群は G 1 から G 4、後群は G 5 から G 8 である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着すること

50

で、交換レンズのイメージサークルを2.69倍に拡大させている。

#### 【0050】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【実施例3】

#### 【0051】

図9は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図9において、CLはコンバータレンズである。また、IPは撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図10は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第1面が、交換レンズの最も像側の面である第55面から像側に21.08mmの位置になるように配置されている。10

#### 【0052】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、物体側から順に物体側に凸の負メニスカスレンズG1、両凸レンズG2と両凹レンズG3との接合レンズ、両凹レンズG4と両凸レンズG5との接合レンズ、物体側に凹の正メニスカスレンズG6と物体側に凹の負メニスカスレンズG7との接合レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズG8と両凸レンズG9との接合レンズで構成されている。本実施例の前群はG1からG5、後群はG6からG9である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを2.69倍に拡大させている。20

#### 【0053】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【実施例4】

#### 【0054】

図11は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図11において、CLはコンバータレンズである。また、IPは撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図12は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第1面が、交換レンズの最も像側の面である第55面から像側に16.80mmの位置になるように配置されている。30

#### 【0055】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、両凹レンズG1、物体側に凸の負メニスカスレンズG2と両凸レンズG3との接合レンズ、両凹レンズG4と両凸レンズG5との接合レンズ、両凹レンズG6と両凸レンズG7との接合レンズ、両凹レンズG8と両凸レンズG9との接合レンズで構成されている。本実施例の前群はG1からG5、後群はG6からG9である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを2.55倍に拡大させている。40

#### 【0056】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【実施例5】

#### 【0057】

図13は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図13において、CLはコンバータレンズである。また、IPは撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図14は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは50

、第1面が、交換レンズの最も像側の面である第55面から像側に22.39mmの位置になるように配置されている。

#### 【0058】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、物体側に凸の負メニスカスレンズG1、両凸レンズG2と両凹レンズG3との接合レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズG4と両凸レンズG5と両凹レンズG6との接合レンズ、両凸レンズG7、物体側に凸の負メニスカスレンズG8と両凸レンズG9との接合レンズで構成されている。本実施例の前群はG1からG5、後群はG6からG9である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを3.15倍に拡大させている。

10

#### 【0059】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)～(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【実施例6】

#### 【0060】

図15は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図15において、CLはコンバータレンズである。また、IPは撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図16は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第1面が、交換レンズの最も像側の面である第55面から像側に24.79mmの位置になるように配置されている。

20

#### 【0061】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、両凹レンズG1と物体側に凸の正メニスカスレンズG2との接合レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズG3と物体側に凸の負メニスカスレンズG4との接合レンズ、両凸レンズG5と像側に凸の負メニスカスレンズG6との接合レンズで構成されている。本実施例の前群はG1からG4、後群はG5からG6である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを2.09倍に拡大させている。

#### 【0062】

30

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)～(12)の条件式を満足しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【実施例7】

#### 【0063】

図17は、本実施例のコンバータレンズのレンズ断面図である。図17において、CLはコンバータレンズである。また、IPは撮像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当する。図18は、本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着した状態で、交換レンズが広角端で無限遠に合焦しているときの縦収差図である。本実施例のコンバータレンズは、第1面が、交換レンズの最も像側の面である第55面から像側に25.75mmの位置になるように配置されている。

40

#### 【0064】

次に、本実施例における光学系について説明する。光学系は、両凹レンズG1と物体側に凸の正メニスカスレンズG2との接合レンズ、両凸レンズG3と両凹レンズG4と物体側に凸の正メニスカスレンズG5との接合レンズ、両凸レンズG6と像側に凸の負メニスカスレンズG7との接合レンズで構成されている。本実施例の前群はG1からG5、後群はG6からG7である。本実施例のコンバータレンズを交換レンズに装着することで、交換レンズのイメージサークルを2.09倍に拡大させている。

#### 【0065】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)～(12)の条件式を満足

50

しており、小型で、諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したコンバータレンズを達成している。

#### 【0066】

図20は本発明の一例としての撮像装置の要部概略図である。図20において102は実施例1～7のいずれかのコンバータレンズである。101はマスターレンズ光学系、124はカメラ（カメラ装置）である。コンバータレンズ102はカメラ124に対して着脱可能となっており、マスターレンズ光学系101はコンバータレンズ102に着脱可能になっている。125はカメラ124にコンバータレンズ102とマスターレンズ光学系101を装着することで構成される撮像装置である。

#### 【0067】

マスターレンズ光学系101は第1レンズ群F、変倍部LZ、結像用の最終レンズ群Rを有している。

変倍部LZは変倍のために光軸上を移動するレンズ群が含まれている。SPは開口絞りである。114、115は各々第1レンズ群F、変倍部LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。

#### 【0068】

116～118は駆動機構114、115及び開口絞りSPを電動駆動するモータ（駆動手段）である。119～121は、第1レンズ群Fや変倍部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出するためのエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルタに相当するガラスブロックである。110はマスターレンズ光学系101とコンバータレンズ102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。

#### 【0069】

また、111、122はカメラ124、コンバータレンズ102及びマスターレンズ光学系101の各種の駆動を制御するCPUである。このように本発明のコンバータレンズをカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。以下に本発明の実施例に対応する数値実施例を示す。各数値実施例においていざれも、iは物体側からの面の順序を示し、riは第i面の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間隔、ndi、diは第i面と第i+1面との間の光学部材の屈折率とアッペ数である。BFは空気換算のバックフォーカスである。最後の3つの面は、フィルタ等のガラスプロックである。

#### 【0070】

非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、kを円錐常数、A4、A6、A8、A10をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。また、「e-Z」は「×10^-2」を意味する。

#### 【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10}$$

#### 【0071】

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。

#### 【0072】

<交換レンズ>

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	g F	50
-----	---	---	----	----	-----	-----	----

1*	17634.271	4.70	1.69680	55.5	183.19	0.5434
2	109.899	46.92			152.38	
3	-201.325	4.50	1.69680	55.5	151.93	0.5434
4	1829.577	0.15			155.00	
5	283.523	12.64	1.80518	25.4	158.03	0.6161
6	2167.464	5.15			157.76	
7	-2805.896	18.49	1.48749	70.2	157.47	0.5300
8	-196.467	0.20			157.29	
9	-1000.469	4.40	1.80518	25.4	149.49	0.6161
10	603.998	16.55	1.48749	70.2	146.78	0.5300
11	-307.782	32.56			146.03	
12	315.156	17.48	1.48749	70.2	155.94	0.5300
13	-596.320	0.15			156.09	
14	191.137	4.40	1.80518	25.4	155.18	0.6161
15	118.065	0.39			149.21	
16	119.291	35.44	1.48749	70.2	149.24	0.5300
17	-534.936	0.15			148.58	
18*	200.940	12.13	1.62041	60.3	141.59	0.5427
19	826.607	(可变)			140.30	
20	129.425	1.50	1.88300	40.8	52.29	0.5667
21	64.705	6.90			48.69	
22	-200.592	1.50	1.72916	54.7	47.84	0.5444
23	41.776	10.46	1.84666	23.8	43.43	0.6205
24	-106.134	1.50	1.72916	54.7	42.53	0.5444
25	86.715	6.25			41.00	
26	-81.264	1.50	1.88300	40.8	40.91	0.5667
27	227.627	(可变)			41.93	
28	600.754	6.75	1.62041	60.3	51.99	0.5427
29	-114.148	0.15			52.85	
30	117.668	11.71	1.48749	70.2	53.85	0.5300
31	-75.558	0.09			53.66	
32	-76.874	1.60	1.80518	25.4	53.57	0.6161
33	-134.820	0.15			53.89	
34	86.226	1.60	1.80518	25.4	52.65	0.6161
35	48.805	10.30	1.48749	70.2	50.88	0.5300
36	2324.271	0.15			50.18	
37	94.552	6.65	1.62041	60.3	49.18	0.5427
38	-6865.358	(可变)			47.86	
39(絞り)		3.42			29.98	
40	-46.195	1.50	1.77250	49.6	29.29	0.5520
41	36.572	7.11	1.78472	25.7	28.98	0.6161
42	-43.549	1.50	1.77250	49.6	28.89	0.5520
43	69.864	5.93			28.57	
44	-41.024	19.74	1.77250	49.6	28.98	0.5520
45	-41.228	8.40			37.08	
46	-195.562	4.78	1.62041	60.3	37.58	0.5427
47	-59.391	0.20			37.84	
48	277.984	1.80	1.88300	40.8	36.81	0.5667
49	37.998	7.73	1.48749	70.2	35.68	0.5300
50	-82.491	0.20			35.71	

51	81.354	8.17	1.48749	70.2	34.96	0.5300
52	-31.106	1.80	1.83400	37.2	34.70	0.5776
53	-201.103	0.20			35.02	
54	180.091	6.65	1.48749	70.2	34.93	0.5300
55	-40.373	5.00			34.74	
56		33.00	1.60859	46.4	40.00	0.5664
57		13.20	1.51633	64.2	40.00	0.5352
58		12.00			40.00	

像面

10

## 非球面データ

## 第1面

K = 1.68492e+004 A 4= 2.64785e-008 A 6=-1.47610e-012 A 8= 8.96960e-017 A10=-3.30657e-021

## 第18面

K = -1.44619e-001 A 4=-7.46282e-009 A 6=-2.04300e-013 A 8= 1.70939e-017 A10=-3.75331e-021

## 各種データ

20

焦点距離	6.70
Fナンバー	1.50
半画角	39.38
像高	5.50
レンズ全長	589.19
BF	46.17

d19	3.93
d27	173.49
d38	1.30

30

入射瞳位置	107.96
射出瞳位置	328.64
前側主点位置	114.80
後側主点位置	5.30

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	120.59	216.39	131.11	72.76
2	20	-30.00	29.61	13.82	-6.54
3	28	50.00	39.16	11.50	-15.21
4	39	40.05	130.33	45.82	10.33

40

【0 0 7 3】

&lt;数値実施例1&gt;

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	n d	v d	有効径	g F
56	135.405	2.00	1.88300	40.8	27.42	0.5667

50

57	27.120	2.00			25.57	
58	29.095	6.57	1.73800	32.3	25.84	0.5899
59	-54.825	2.00	1.88300	40.8	25.15	0.5667
60	47.451	21.19			23.83	
61	-608.566	2.00	1.85150	40.8	22.96	0.5695
62	17.259	5.78	1.67270	32.1	22.92	0.5988
63	90.246	2.00			23.33	
64	59.705	7.82	1.64769	33.8	24.64	0.5938
65	-19.457	2.00	2.00100	29.1	24.91	0.5997
66	55.374	0.95			28.09	
67	49.421	2.00	1.95906	17.5	31.59	0.6598
68	23.915	15.22	1.85478	24.8	33.44	0.6122
69	-30.680	13.00			34.83	

像面

## 各種データ

焦点距離	18.03	
Fナンバー	4.03	
半画角	39.38	20
像高	14.80	
BF	13.00	
入射瞳位置	107.96	
射出瞳位置	498.78	
前側主点位置	126.65	
後側主点位置	-5.03	
【0074】		
<数値実施例2>		
単位 mm		30

## 面データ

面番号	r	d	n d	vd	有効径	g F
56	382.090	2.00	1.88300	40.8	24.00	0.5667
57	24.951	3.21	1.64769	33.8	22.66	0.5938
58	51.528	16.04			22.24	
59	825.127	2.00	1.83481	42.7	21.52	0.5648
60	14.624	9.70	1.78472	25.7	21.12	0.6161
61	-50.294	2.00			21.10	
62	-30.428	2.00	2.00100	29.1	20.80	0.5997
63	18.485	6.28	1.72825	28.5	22.53	0.6077
64	130.009	5.00			24.11	
65	49.326	2.00	1.95906	17.5	33.67	0.6598
66	30.693	13.81	1.65412	39.7	34.36	0.5737
67	-28.043	13.68			35.47	

像面

焦点距離	18.03	
Fナンバー	4.03	
半画角	39.38	50

像高 14.80  
BF 13.68

入射瞳位置 107.96  
射出瞳位置 632.39  
前側主点位置 126.51  
後側主点位置 -4.35

【 0 0 7 5 】

< 数値実施例 3 >

単位 mm

10

#### 面データ

面番号	r	d	n d	vd	有効径	g F
56	257.849	2.00	1.75500	52.3	25.42	0.5475
57	28.260	5.78			23.79	
58	50.279	5.96	1.73800	32.3	23.89	0.5899
59	-29.540	2.00	1.88300	40.8	23.48	0.5667
60	56.402	18.79			22.86	
61	-96.422	3.00	1.88300	40.8	25.55	0.5667
62	22.450	9.65	1.69895	30.1	27.34	0.6030
63	-41.939	0.20			28.43	
64	-122.696	8.36	1.63980	34.5	28.86	0.5922
65	-18.560	2.00	1.80518	25.4	29.34	0.6161
66	-258.825	3.80			33.01	
67	193.347	2.00	1.89286	20.4	36.55	0.6393
68	42.189	12.38	1.80000	29.8	37.94	0.6017
69	-35.603	13.00			38.63	

像面

20

焦点距離 18.03  
Fナンバー 4.03  
半画角 39.38  
像高 14.80  
BF 13.00

30

入射瞳位置 107.96  
射出瞳位置 125.44  
前側主点位置 128.88  
後側主点位置 -5.03

【 0 0 7 6 】

< 数値実施例 4 >

単位 mm

40

#### 面データ

面番号	r	d	n d	vd	有効径	g F
56	-225.568	2.00	1.88300	40.8	25.75	0.5667
57	26.692	3.48			25.75	
58	37.845	2.00	2.00100	29.1	23.71	0.5997
59	22.349	6.87	1.76182	26.5	23.44	0.6136
60	-47.131	7.26			23.60	

50

61	-65.561	2.97	2.00100	29.1	21.49	0.5997
62	29.325	10.49	1.59270	35.3	21.71	0.5933
63	-18.949	0.20			22.89	
64	-20.110	2.00	2.00100	29.1	22.58	0.5997
65	50.273	10.00	1.76182	26.5	25.59	0.6136
66	-39.598	7.40			28.81	
67	-63.500	2.00	1.80810	22.8	32.17	0.6307
68	215.324	8.33	1.73800	32.3	34.38	0.5899
69	-30.748	45.00			35.38	

像面

10

焦点距離	17.10
Fナンバー	3.82
半画角	39.38
像高	14.04
BF	45.00

入射瞳位置 107.96  
 射出瞳位置 2771.11  
 前側主点位置 125.17  
 後側主点位置 27.90

20

【 0 0 7 7 】

&lt; 数値実施例 5 &gt;

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	n d	vd	有効径	g F
56	344.687	2.00	1.95375	32.3	24.70	0.5898
57	32.148	1.69			23.37	
58	50.115	6.95	1.80518	25.4	23.44	0.6161
59	-28.227	2.00	1.88300	40.8	22.90	0.5667
60	63.719	16.78			22.22	
61	102.144	2.00	2.00100	29.1	23.45	0.5997
62	15.055	11.35	1.76182	26.5	22.93	0.6136
63	-20.532	2.00	1.95375	32.3	23.52	0.5898
64	46.026	2.76			26.19	
65	58.781	5.84	1.80518	25.4	32.35	0.6161
66	1390.014	1.96			34.01	
67	166.839	2.00	2.10195	16.8	36.59	0.6719
68	40.267	17.67	1.73800	32.3	40.04	0.5899
69	-29.026	11.51			42.91	

像面

焦点距離	21.07
Fナンバー	4.71
半画角	39.38
像高	17.30
BF	11.51

入射瞳位置 107.96

50

射出瞳位置 280.83

前側主点位置 130.68

後側主点位置 -9.56

**【 0 0 7 8 】**

< 数値実施例 6 >

単位 mm

**面データ**

面番号	r	d	n d	vd	有効径	g F	
56	-346.269	2.00	1.88300	40.8	23.52	0.5667	10
57	18.828	3.83	1.58144	40.8	21.93	0.5774	
58	36.405	12.87			21.80		
59	33.147	3.38	1.92286	18.9	25.46	0.6495	
60	70.503	2.62	1.43875	94.9	24.94	0.5340	
61	17.622	16.41			23.55		
62	65.277	10.00	1.65160	58.5	30.60	0.5425	
63	-22.344	2.00	1.95906	17.5	30.81	0.6598	
64	-28.509	9.00			32.00		

像面

20

焦点距離 14.00

Fナンバー 3.13

半画角 39.38

像高 11.50

BF 9.00

入射瞳位置 107.96

射出瞳位置 79.69

前側主点位置 124.73

後側主点位置 -5.00

30

**【 0 0 7 9 】**

< 数値実施例 7 >

単位 mm

**面データ**

面番号	r	d	n d	vd	有効径	
56	-506.287	2.00	1.91082	35.3	22.96	0.5824
57	21.055	3.51	1.68893	31.1	21.50	0.6004
58	40.730	5.00			21.16	
59	92.206	5.68	1.76182	26.5	21.47	0.6136
60	-20.422	3.00	1.88300	40.8	21.35	0.5667
61	23.558	3.79	1.59551	39.2	21.54	0.5803
62	64.900	9.98			22.00	
63	50.837	10.00	1.67300	38.1	28.52	0.5754
64	-20.320	2.53	1.84666	23.8	28.70	0.6205
65	-33.842	15.05			29.98	

像面

焦点距離 14.00

Fナンバー 3.13

50

半画角 39.38  
 像高 11.50  
 BF 15.05

入射瞳位置 107.96  
 射出瞳位置 268.94  
 前側主点位置 122.73  
 後側主点位置 1.05

【0080】

【表1】

10

表1

条件式		数值実施例						
		1	2	3	4	5	6	7
(1)	L/x	2.49	2.50	3.03	2.21	3.15	2.48	2.23
(2)	L/y	5.50	4.68	5.84	1.44	6.51	5.90	3.02
(5)	f_neg/f_conv	-0.22	-0.28	-1.00	0.02	-0.55	-3.55	-0.44
(6)	$\beta$	2.69	2.69	2.69	2.55	3.15	2.09	2.09
(7)	$(\theta_{rp\_ave}-\theta_{rn\_ave})/(v_{rp\_ave}-v_{rn\_ave})$	-0.0045	-0.0036	-0.0033	-0.0039	-0.0065	-0.0029	-0.0031
(8)	Nn_ave	1.92	1.92	1.84	1.94	1.98	1.76	1.88
(9)	L/frear_Lc	2.81	1.97	1.86	0.83	1.77	1.53	1.29
(10)	ffront_Lc/frear_Lc	-1.51	-1.55	-1.03	-0.34	-0.87	-0.81	-0.95
(12)	$(\theta_{fp\_ave}-\theta_{fn\_ave})/(v_{fp\_ave}-v_{fn\_ave})$	-0.0031	-0.0033	-0.0027	-0.0071	-0.0036	-0.0017	-0.0041
	L	71.53	64.04	75.92	65.00	75.00	53.12	45.48
	x	28.70	25.64	25.09	29.37	23.78	21.38	20.42
	y	13.00	13.68	13.00	45.00	11.51	9.00	15.05
	f_neg	-49.60	-88.27	-42.41	-59.87	-47.91	-126.53	-65.09
	f_conv	229.06	314.90	42.22	-3326.47	87.79	35.65	148.79
	$\theta_{rp\_ave}$	0.60	0.59	0.60	0.60	0.60	0.54	0.58
	$\theta_{rn\_ave}$	0.63	0.63	0.63	0.62	0.63	0.66	0.62
	$v_{rp\_ave}$	29.30	34.07	32.15	29.39	28.84	58.55	38.15
	$v_{rn\_ave}$	23.30	23.30	22.89	25.95	24.55	17.47	23.78
	frear_Lc	25.46	32.48	40.73	77.86	42.41	34.71	35.28
	ffront_Lc	-38.52	-50.23	-42.00	-26.77	-37.02	-28.13	-33.42
	$\theta_{fp\_ave}$	0.59	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.60
	$\theta_{fn\_ave}$	0.57	0.57	0.56	0.59	0.59	0.55	0.57
	$v_{fp\_ave}$	32.18	29.74	31.20	30.92	25.97	29.83	32.28
	$v_{fn\_ave}$	40.77	41.75	44.61	33.01	34.07	67.85	38.01

【符号の説明】

【0081】

40

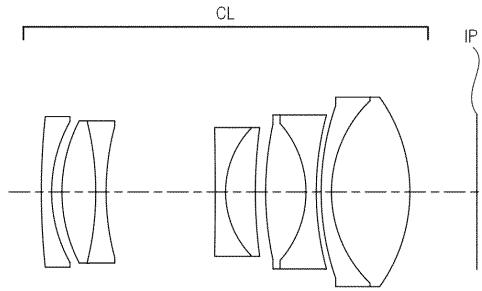
I P 像面

C L コンバータレンズ

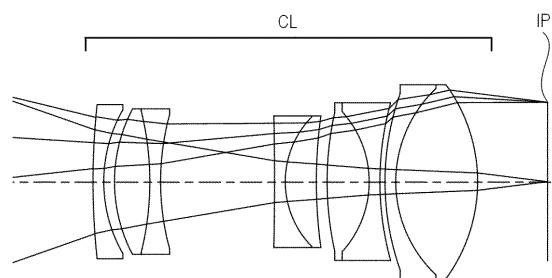
30

20

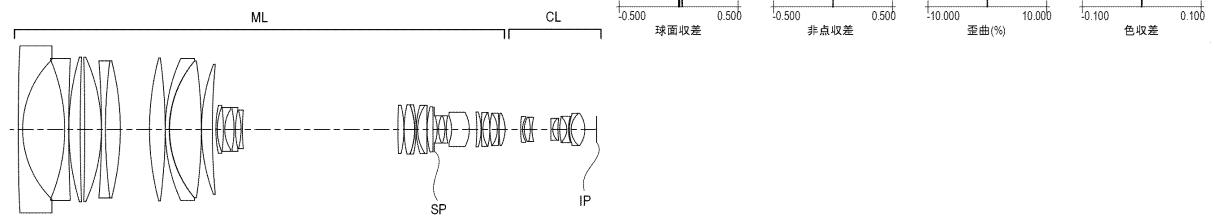
【図1】



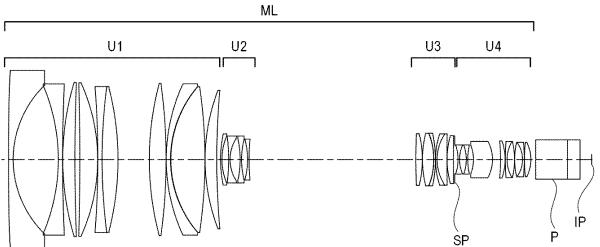
【図2】



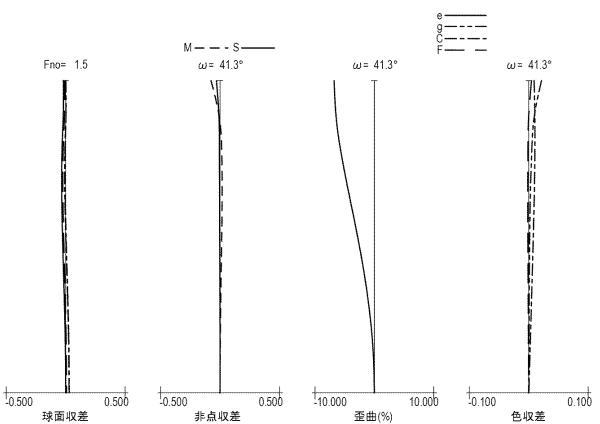
【図3】



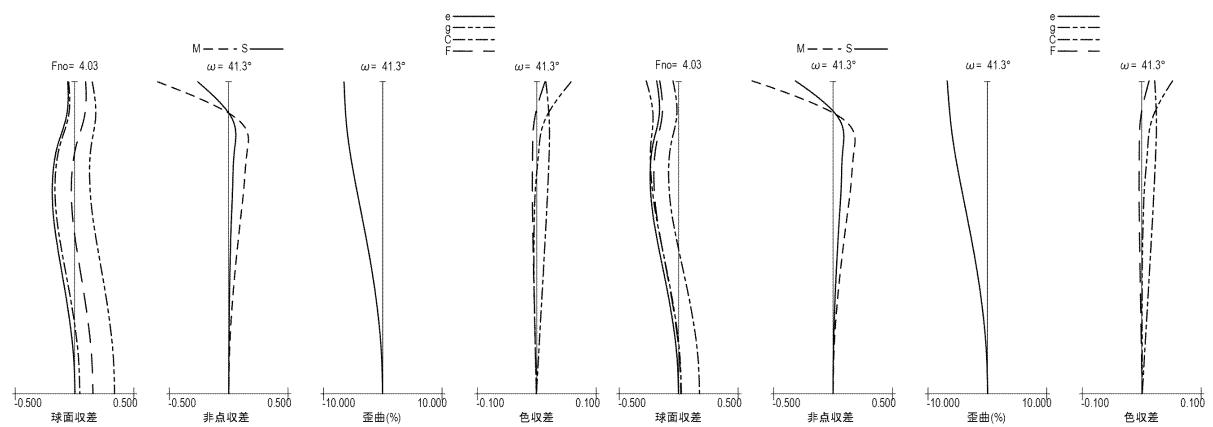
【図4】



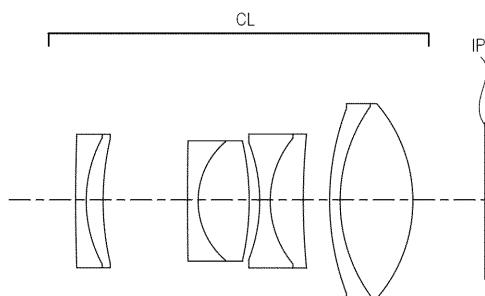
【図5】



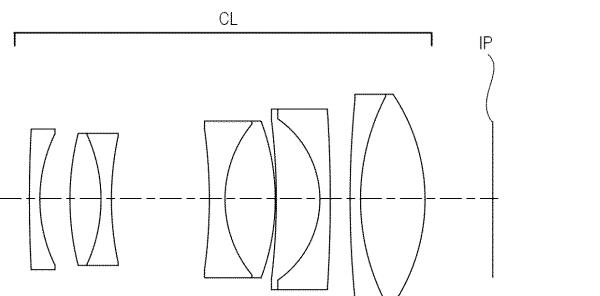
【図6】



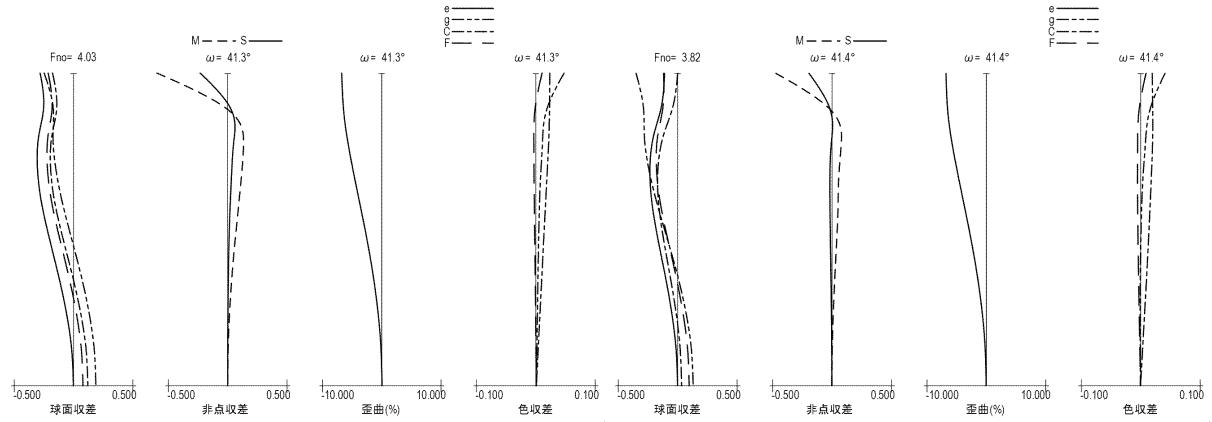
【図7】



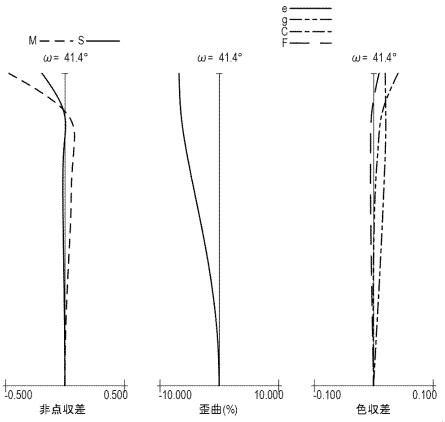
【図8】



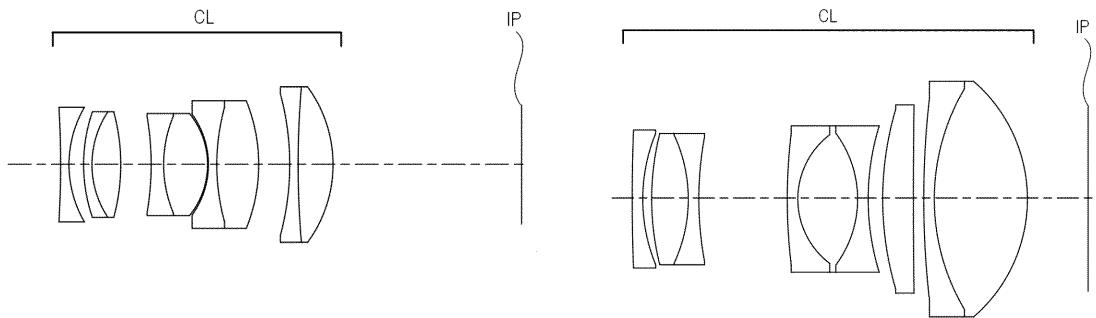
【図10】



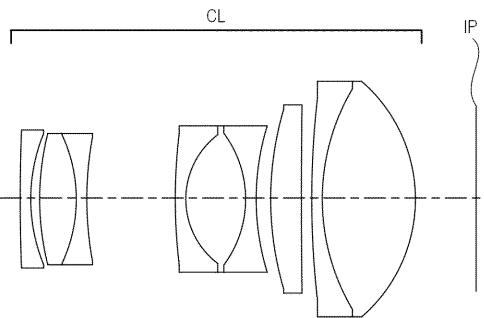
【図12】



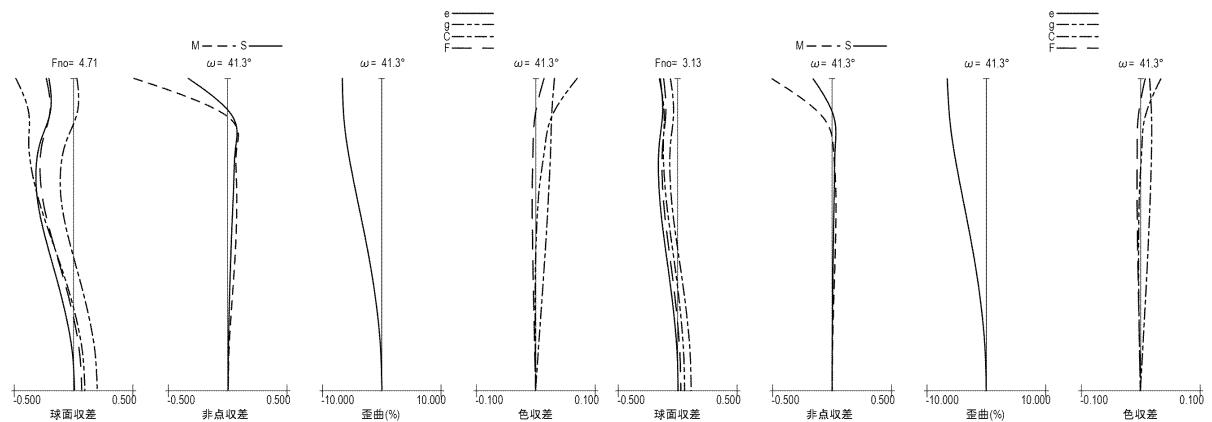
【図11】



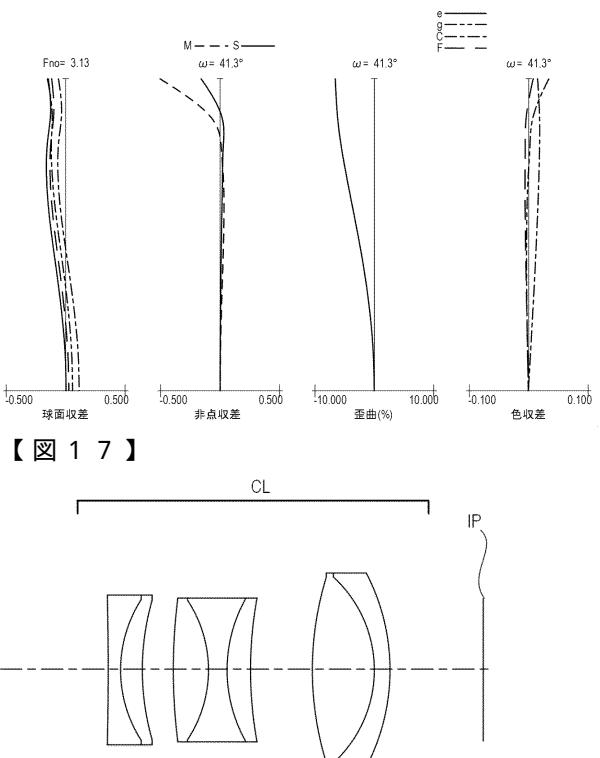
【図13】



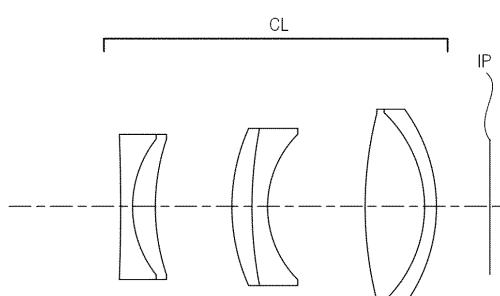
【図14】



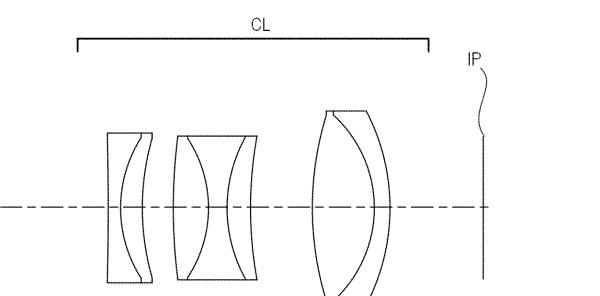
【図16】



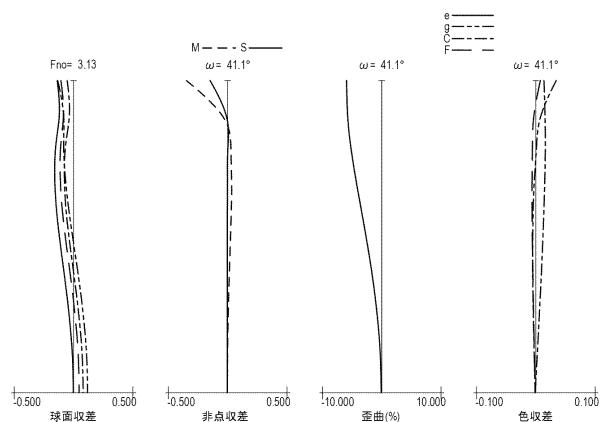
【図15】



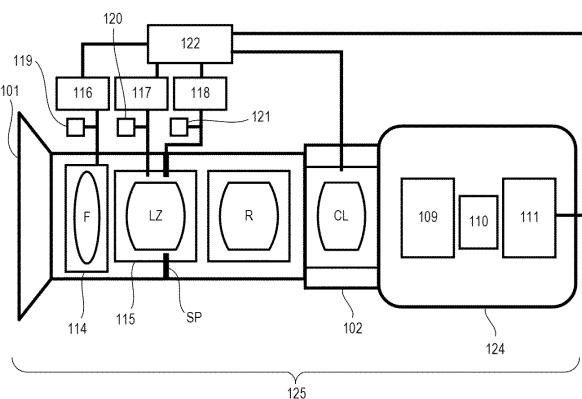
【図17】



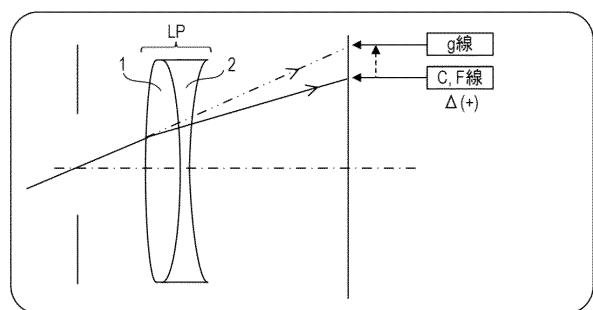
【図18】



【図20】



【図19】



---

フロントページの続き

審査官 濑戸 息吹

(56)参考文献 特開2016-177042(JP,A)  
特開2016-191761(JP,A)  
米国特許出願公開第2016/0274443(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