

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6602186号
(P6602186)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(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 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-234311 (P2015-234311)
 (22) 出願日 平成27年11月30日 (2015.11.30)
 (65) 公開番号 特開2017-102227 (P2017-102227A)
 (43) 公開日 平成29年6月8日 (2017.6.8)
 審査請求日 平成30年6月12日 (2018.6.12)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 杉田 茂宣
 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 下村 一石

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】コンバータ装置及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像装置に対して取り外し可能なレンズ装置と前記撮像装置との間に装着されるコンバータ装置であって、

前記レンズ装置によって形成された1次像を像面に2次像として再結像する再結像光学系を有し、

前記再結像光学系の撮影倍率を c 、前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面から前記1次像までの光軸上の距離を $O_b j c$ 、前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面から前記2次像までの光軸上の距離を $T_d c$ 、前記再結像光学系の最も像側のレンズ面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と前記再結像光学系の光軸とのなす角度を θ として、前記光軸に対して時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を正の符号とし、前記光軸に対して反時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を負の符号としたとき、

$$\begin{aligned} -5.00 &< c < 1.00 \\ -0.20 &< O_b j c / T_d c < 0.50 \\ -30^\circ &< \theta < -12^\circ \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とするコンバータ装置。

【請求項 2】

前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と前記再結像光学系の光軸とのなす角度を θ として、前記光軸に対し

10

20

て時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を正の符号とし、前記光軸に対して反時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を負の符号としたとき、

$$-5^\circ < \alpha < 20^\circ$$

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装置。

【請求項 3】

前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と前記再結像光学系の光軸とのなす角度を β として、前記光軸に対して時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を正の符号とし、前記光軸に対して反時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を負の符号としたとき、

$$-30^\circ < \beta + \alpha < 10^\circ$$

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 に記載のコンバータ装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のコンバータ装置を介して交換レンズが取り外し可能に装着され、前記再結像光学系によって形成される 2 次像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

前記コンバータ装置を介して交換レンズが装着された状態における最大像高を H_{max} 、前記コンバータ装置の最も像側のレンズ面の有効径を E_{ar} としたとき、

$$0.20 < E_{ar} / 2H_{max} < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

20

【請求項 6】

前記撮像装置は、前記コンバータ装置を介すことなく前記交換レンズが装着されたときにも撮影動作を行うことが可能であることを特徴する請求項 4 または 5 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一眼レフカメラ等の撮像装置と、撮像装置に対して取り外し可能な交換レンズの間に装着されるコンバータ装置に関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

一眼レフカメラやミラーレスカメラ等の撮像装置と、撮像装置に対して取り外し可能な交換レンズを含む撮像システムにおいて、撮像装置と交換レンズの間に装着されるコンバータ装置が知られている。こうした撮像システムでは、コンバータ装置を用いることにより、撮影機能の拡張や撮影倍率の拡大を図っている。特許文献 1 は、交換レンズの焦点距離を伸ばすためのテレコンバータを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 102734 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のテレコンバータでは、物体側から順に、負の屈折力のレンズ要素、正の屈折力のレンズ要素を配置している。負の屈折力のレンズ要素により軸上光束をアフォーカルとし、正の屈折力のレンズ要素により光束を収束させることで交換レンズの焦点距離を伸ばしている。負の屈折力のレンズ要素を軸上光線の高さが高くなる位置に配置することで、光学性能を維持しながら焦点距離を伸ばすことを目的としている。

【0005】

特許文献 1 のテレコンバータは、焦点距離が長くバックフォーカスが比較的長い撮影レ

50

ンズの像側に配置される。バックフォーカスが長い撮影レンズに対してテレコンバータを装着する場合には、比較的物体側にテレコンバータを配置することができるため、軸上光線の高さが高くなる位置に負の屈折力のレンズ要素を配置することが可能となる。結果として、撮影レンズの焦点距離を伸ばしやすくなる。

【0006】

一方、バックフォーカスが比較的短い撮影レンズに対してテレコンバータを装着する場合には、バックフォーカスが長い撮影レンズに対してテレコンバータを装着する場合と比較して、テレコンバータの装着位置が像側に移動する。このとき、負の屈折力のレンズ要素が、軸上光線の高さが低い位置に配置されるため、撮影レンズの焦点距離を十分に伸ばすことが難しい。

10

【0007】

一般に、広画角の交換レンズではバックフォーカスが短くなりやすく、交換レンズとカメラ本体の間にコンバータ装置を装着して、交換レンズの焦点距離を伸ばすことが困難な場合が多い。

【0008】

また、ミラーレスカメラでは、クイックリターンミラーが存在しないため、一眼レフカメラと比較して求められるバックフォーカスが短い。そのため、ミラーレスカメラ用の交換レンズは、一眼レフ用の交換レンズと比較して小型化を実現しやすい。一方で、スペースの観点から、ミラーレス用の交換レンズでは、コンバータ装置を装着して交換レンズの焦点距離を伸ばすことが困難な場合が多い。

20

【0009】

このように、従来のコンバータ装置は、比較的広画角の交換レンズやミラーレスカメラ用の交換レンズに対して取り付けることが難しく、また、交換レンズの焦点距離を十分に伸ばすことが難しい。

【0010】

本発明は、交換レンズとカメラ本体の間に装着可能であり、高い光学性能を有するコンバータ装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のコンバータ装置は、撮像装置に対して取り外し可能なレンズ装置と前記撮像装置との間に装着されるコンバータ装置であって、前記レンズ装置によって形成された1次像を像面に2次像として再結像する再結像光学系を有し、前記再結像光学系の撮影倍率をc、前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面から前記1次像までの光軸上の距離をObj c、前記再結像光学系の最も物体側のレンズ面から前記2次像までの光軸上の距離をTdc c、前記再結像光学系の最も像側のレンズ面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と前記再結像光学系の光軸とのなす角度を'、'として、前記光軸に対して時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を正の符号とし、前記光軸に対して反時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を負の符号としたとき、

$$\begin{aligned} -5.00 &< c - 1.00 \\ -0.20 &< Obj c / Tdc c < 0.50 \\ -30^\circ &< ' < -12^\circ \end{aligned}$$

30

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、交換レンズとカメラ本体の間に装着可能であり、高い光学性能を有するコンバータ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】(A)、(B)交換レンズAの広角端と望遠端における断面図である。

【図2】(A)、(B)交換レンズAの広角端と望遠端における収差図である。

40

50

【図3】(A)、(B)交換レンズBの広角端と望遠端における断面図である。

【図4】(A)、(B)交換レンズBの広角端と望遠端における収差図である。

【図5】実施例1のコンバータ装置の断面図である。

【図6】実施例1のコンバータ装置の収差図である。

【図7】(A)、(B)交換レンズAに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。

【図8】(A)、(B)交換レンズAに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図9】(A)、(B)交換レンズBに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。 10

【図10】(A)、(B)交換レンズBに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図11】実施例2のコンバータ装置の断面図である。

【図12】実施例2のコンバータ装置の収差図である。

【図13】(A)、(B)交換レンズAに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。

【図14】(A)、(B)交換レンズAに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図15】(A)、(B)交換レンズBに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。 20

【図16】(A)、(B)交換レンズBに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図17】実施例3のコンバータ装置の断面図である。

【図18】実施例3のコンバータ装置の収差図である。

【図19】(A)、(B)交換レンズAに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。

【図20】(A)、(B)交換レンズAに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図21】(A)、(B)交換レンズBに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。 30

【図22】(A)、(B)交換レンズBに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図23】実施例4のコンバータ装置の断面図である。

【図24】実施例4のコンバータ装置の収差図である。

【図25】(A)、(B)交換レンズAに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。

【図26】(A)、(B)交換レンズAに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図27】(A)、(B)交換レンズBに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における断面図である。 40

【図28】(A)、(B)交換レンズBに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【図29】(A)、(B)コンバータ装置の非装着時および装着時の撮像システムを示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明のコンバータ装置及び撮像装置について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のコンバータ装置は、撮像装置（カメラ本体）に取り外し可能な交換レンズとカメラ本体との間に装着される。

【0015】 50

本発明のコンバータ装置は、交換レンズに含まれる撮影光学系によって形成された1次像を結像面に再結像させて2次像を形成する再結像光学系を有する。これにより、バックフォーカスの短い交換レンズにも装着可能なコンバータ装置が得られる。

【0016】

特開2004-46022号公報や特開2002-131637号公報は、軸上光線の高さが比較的高くなる撮影光学系を通過した光束を小さな撮像素子に結像させるための再結像タイプのリレー光学系を開示している。これらのリレー光学系は、撮像素子Aの大きさに対応した撮影光学系を、撮像素子Aよりも小さい撮像素子Bに対応させるためのものである。撮影光学系を出射した光を、リレー光学系を介すことなく撮像素子Bに結像させると、周辺領域の光が撮像素子上に結像しない。撮影光学系を出射した光を、リレー光学系を介して撮像素子Bに結像させることで、周辺領域の光がケラれることなく撮影動作を行うことができる。つまり、特開2004-46022号公報や特開2002-131637号公報で開示された撮影システムにおいては、撮像素子Bを含むカメラ本体と交換レンズのみを組み合わせた場合に周辺領域の光がケラれてしまう。10

【0017】

一方、本発明のコンバータ装置は、交換レンズとカメラ本体のみを組み合わせたときにも周辺領域の光がケラれることなく撮影動作を行うことができる撮影システムに適用可能なものである。コンバータ装置の有無に関わらず周辺領域の被写体像を結像させることができ、さらに、コンバータ装置を用いることで、撮影倍率の拡大や撮影機能の拡張を実現することができる。20

【0018】

本発明のコンバータ装置は、図29(A)に示したように、コンバータ装置を介さずにカメラ本体に交換レンズを装着した状態で、周辺領域の光がケラれることなく撮像可能なシステムに適用することができる。また、図29(B)に示したように、カメラ本体と交換レンズの間にコンバータ装置を装着することができ、コンバータ装置を装着した状態でも周辺領域の光がケラれることなく、結像面に被写体像を結像させることができる。交換レンズの撮影光学系によって形成される1次像を再結像させるように再結像光学系を構成することで、コンバータ装置の小型化を実現することができる。

【0019】

図1は、本発明のコンバータ装置を装着可能な交換レンズAの光学系のレンズ断面図である。図1(A)、(B)はそれぞれ、広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)はそれぞれ、交換レンズAの光学系の広角端と望遠端における収差図である。30

【0020】

図3は、本発明のコンバータ装置を装着可能な交換レンズBの光学系のレンズ断面図である。図3(A)、(B)はそれぞれ、広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)はそれぞれ、交換レンズBの光学系の広角端と望遠端における収差図である。

【0021】

図5は、実施例1のコンバータ装置の断面図である。図6は、実施例1のコンバータ装置のみの収差図である。ここで、コンバータ装置のみの収差図とは、無限物体の被写体に対してコンバータ装置のみで像を形成したときの収差図を示す。このことは以下の収差図においても同様である。40

【0022】

図7(A)、(B)は、交換レンズAに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は、交換レンズAに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。図9(A)、(B)は、交換レンズBに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図10(A)、(B)は、交換レンズBに実施例1のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。50

【0023】

図11は、実施例2のコンバータ装置の断面図である。図12は、実施例2のコンバータ装置のみの収差図である。図13(A)、(B)は、交換レンズAに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図14(A)、(B)は、交換レンズAに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。図15(A)、(B)は、交換レンズBに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図16(A)、(B)は、交換レンズBに実施例2のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【0024】

10

図17は、実施例3のコンバータ装置の断面図である。図18は、実施例3のコンバータ装置のみの収差図である。図19(A)、(B)は、交換レンズAに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図20(A)、(B)は、交換レンズAに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。図21(A)、(B)は、交換レンズBに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図22(A)、(B)は、交換レンズBに実施例3のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【0025】

20

図23は、実施例4のコンバータ装置の断面図である。図24は、実施例4のコンバータ装置のみの収差図である。図25(A)、(B)は、交換レンズAに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図26(A)、(B)は、交換レンズAに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。図27(A)、(B)は、交換レンズBに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図28(A)、(B)は、交換レンズBに実施例4のコンバータ装置を装着したときの広角端と望遠端における収差図である。

【0026】

各レンズ断面図において左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。IPは像面である。ビデオカメラやデジタルカメラに本発明のコンバータ装置を使用する際には、像面IPは、再結像光学系によって形成された像を受光するCCDセンサやCMOSセンサといった固体撮像素子（光電変換素子）に相当する。銀塗フィルムカメラに本発明のコンバータ装置を使用する際には、像面IPはフィルム面に相当する。再結像光学系によって形成された2次像の結像面は像面IP上に位置する。

30

【0027】

球面収差図においてFnoはFナンバーであり、d線（波長587.6nm）、g線（波長435.8nm）に対する球面収差を示している。非点収差図においてSはサジタル像面、Mはメリディオナル像面である。歪曲収差はd線について示している。色収差図ではd線及びg線における色収差を示している。θは撮像半画角である。

【0028】

40

再結像光学系の撮影倍率をcとしたとき、各実施例の再結像光学系は、
 $-5.00 < c < -0.55 \dots (1)$
 なる条件式を満足している。

【0029】

撮影倍率が負の値となるのは、再結像光学系により1次像が反転されて、結像面に2次像として再結像されるためである。交換レンズとカメラ本体の間にコンバータ装置が装着されるシステムにおいて、コンバータ装置の倍率が低すぎると、コンバータ装着時に軸外光線がケラれてしまう。また、軸外光線がケラれることを回避するために、交換レンズの有効径を予め大きくしておくことは、交換レンズの大型化を招くため好ましくない。

【0030】

50

本発明のコンバータ装置では、再結像光学系の撮影倍率が高くなるように、再結像光学系を構成している。これにより、コンバータ装置の未装着時における交換レンズの大型化を招くことなく、コンバータ装着時の軸外光束のケラレを回避している。また、撮影倍率の拡大や撮影機能の拡張を実現している。

【0031】

条件式(1)の下限値を超えて、再結像光学系の撮影倍率 c が高くなると、再結像光学系において生じる軸上色収差を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。条件式(1)の上限値を超えて、再結像光学系の撮影倍率 c が低くなると、周辺光束のケラレが発生するため好ましくない。または、周辺光束のケラレを回避するために交換レンズの大型化を招くため好ましくない。

10

【0032】

各実施例では以上説明したように、条件式(1)を満足するように各要素を適切に設定している。これによりバックフォーカスの短い交換レンズに対しても装着可能であり、高い光学性能を有するコンバータ装置を得ることができる。

【0033】

なお、各実施例において、好ましくは、条件式(1)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$-4.00 < c < -0.75 \dots (1a)$$

【0034】

また、さらに好ましくは、条件式(1)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

20

$$-3.00 < c < -0.85 \dots (1b)$$

【0035】

さらに、各実施例において、次の条件式のうち1つ以上を満足することがより好ましい。

$$-0.20 < O_b j_c / T_d c < 0.50 \dots (2)$$

$$-5^\circ < ' < 20^\circ \dots (3)$$

$$-30^\circ < ' < 0^\circ \dots (4)$$

$$-30^\circ < ' + ' < 10^\circ \dots (5)$$

【0036】

ここで、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から1次像までの光軸上の距離を $O_b j_c$ 、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から2次像までの光軸上の距離を $T_d c$ とする。 $O_b j_c$ の符号は、1次像が、再結像光学系の最も物体側のレンズ面よりも像側に位置する場合に正とする。また、再結像光学系の最も物体側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と光軸のなす角度を $'$ 、再結像光学系の最も像側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と光軸のなす角度を $'$ とする。

30

【0037】

プラス側とは、図7に示すように、撮影光学系の左側に被写体が配置され、再結像光学系の右側に像面がある場合に、再結像光学系に入射した光線が像面上に結像するときにおける、再結像光学系の光軸よりも上側の領域を示す。このとき、光軸に対して時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を正の符号とし、光軸に対して反時計回り方向に主光線が傾いているときの角度を負の符号とする。図7(A)を例に説明すると、矢印Aで示した光線が、再結像光学系の最も物体側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線に該当する。また、矢印Bで示した光線が、再結像光学系の最も像側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線に該当する。図7(A)の場合、角度 $'$ は正の符号であり、 $'$ は負の符号である。

40

【0038】

本発明のコンバータ装置では、1次結像面を通過した光束を反転させて、2次結像面に再結像させる必要があるため、再結像光学系の全長が増大しやすい。再結像光学系の全長の短縮化を図るために、1次結像面を2次結像面に近づけることが重要である。

50

【0039】

条件式(2)は、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から1次像までの光軸上の距離 O_{objc} と、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から2次像までの光軸上の距離 T_{dc} の比を規定した条件式である。条件式(2)の下限値を超えて、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から物体側に離れた位置に1次像が位置すると、コンバータ装置の全長が大型化するため好ましくない。条件式(2)の上限値を超えて、再結像光学系の最も物体側のレンズ面から像側に離れた位置に1次像が位置すると、再結像光学系の屈折力が強くなり過ぎて軸上色収差が多く発生するため好ましくない。

【0040】

条件式(3)は、再結像光学系の最も物体側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と光軸のなす角度 θ' を規定した条件式である。交換レンズと再結像光学系の合成系の周辺光量を十分に確保するためには、それぞれの光学系の瞳を整合させる必要がある。すなわち、再結像光学系の物体側から入射する光束の角度の範囲と、交換レンズから像側へ出射する光束の角度の範囲の重なりが大きいことが好ましい。条件式(3)は、両者の角度範囲の重なりを大きくするための主光線の入射角度を設定したものである。条件式(3)の上限値または下限値を超えると、像の周辺領域が暗くなるため好ましくない。

10

【0041】

条件式(4)は、再結像光学系の最も像側の面を通過し、プラス側の最大像高の像を形成する最軸外の主光線と光軸のなす角度 θ'' を規定した条件式である。再結像光学系では1次像を反転させて2次像として結像させる必要がある。ここで、像側へ出射する光束の角度をできるだけ大きくすることで、再結像光学系の小型化と高性能化を両立させることができる。一方で、撮像素子への光線の入射角度が大きくなり過ぎると、画像の周辺領域においてシェーディングや色つきが発生する。

20

【0042】

条件式(4)の下限値を超えて、角度 θ'' が大きくなり過ぎると、シェーディングや色つきが生じるため好ましくない。条件式(4)の上限値を超えて、角度 θ'' が小さくなり過ぎると、コンバータ装置の全長が増大するため好ましくない。

【0043】

条件式(5)は、角度 θ' と角度 θ'' を規定した条件式である。条件式(5)の上限値または下限値を超えると、交換レンズとコンバータ装置の合成系の周辺光量を確保し、コンバータ装置の小型化を実現しつつ、シェーディング等の発生を抑制することが困難になるため好ましくない。

30

【0044】

なお、好ましくは、条件式(2)乃至(5)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$\begin{aligned} -0.10 < O_{objc} / T_{dc} &< 0.40 \dots (2a) \\ 0^\circ < \theta' &< 15^\circ \dots (3a) \\ -27^\circ < \theta' &< -10^\circ \dots (4a) \\ -25^\circ < \theta' + \theta'' &< 5^\circ \dots (5a) \end{aligned}$$

40

【0045】

さらに好ましくは、条件式(2)乃至(5)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$\begin{aligned} -0.08 < O_{objc} / T_{dc} &< 0.30 \dots (2b) \\ 2^\circ < \theta' &< 12^\circ \dots (3b) \\ -25^\circ < \theta' &< -12^\circ \dots (4b) \\ -22^\circ < \theta' + \theta'' &< 2^\circ \dots (5b) \end{aligned}$$

【0046】

さらに、本発明のコンバータ装置を、再結像光学系によって形成される2次像の結像面を有する撮像装置に適用した際には、

50

$0.20 < E_{ar} / 2H_{max} < 0.95 \dots (6)$

なる条件式を満足することが好ましい。

【0047】

ここで、コンバータ装置を介して交換レンズが装着された状態における最大像高を H_{max} 、コンバータ装置の最も像側のレンズ面の有効径を E_{ar} とする。

【0048】

条件式(6)の下限値を超えて、最大像高に対してコンバータ装置の最も像側のレンズ面の有効径 E_{ar} が小さくなると、軸外光線の像面に対する入射角度が大きくなり、シェーディングや色つきが生じやすくなるため好ましくない。条件式(6)の上限値を超えて、最大像高に対してコンバータ装置の最も像側のレンズ面の有効径 E_{ar} が大きくなると、コンバータ装置の径が大型化するため好ましくない。10

【0049】

なお、好ましくは、条件式(6)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$0.25 < E_{ar} / 2H_{max} < 0.80 \dots (6a)$

【0050】

さらに好ましくは、条件式(6)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$0.30 < E_{ar} / 2H_{max} < 0.70 \dots (6b)$

【0051】

なお、本発明のコンバータ装置を撮像装置に装着したときには、コンバータ装置を未装着のときと比較して被写体像が反転する。それゆえ、撮影画像を表示する液晶等の表示部と、表示部に表示された画像を観察するための接眼レンズを含む電子ビューファインダーを有する撮像装置においては、再結像光学系によって形成された像を反転した画像を表示部に表示させることが好ましい。これにより、本発明のコンバータ装置を装着したときにも電子ビューファインダーを通して正立像を観察することができる。20

【0052】

次に、本発明のコンバータ装置の構成について説明する。実施例1のコンバータ装置に含まれる再結像光学系において、撮影光学系によって形成される1次像の結像面から物体側に 15 mm 離れた位置に、再結像光学系の最も物体側のレンズ面が存在する。実施例1の再結像光学系は撮影倍率 -1.40 倍、Fナンバー 4.00 の光学系である。

【0053】

実施例2のコンバータ装置に含まれる再結像光学系において、撮影光学系によって形成される1次像の結像面から物体側に 30 mm 離れた位置に、再結像光学系の最も物体側のレンズ面が存在する。実施例2の再結像光学系は撮影倍率 -2.00 倍、Fナンバー 5.66 の光学系である。30

【0054】

実施例3のコンバータ装置に含まれる再結像光学系において、撮影光学系によって形成される1次像の結像面から物体側に 38 mm 離れた位置に、再結像光学系の最も物体側のレンズ面が存在する。実施例3の再結像光学系は撮影倍率 -1.00 倍、Fナンバー 2.80 の光学系である。実施例3のコンバータ装置は、撮影倍率が -1.00 倍であり、交換レンズの焦点距離を伸ばす機能は有していないが、図17に示すように防振群ISを有しており、像振れ補正を行うことができる。光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に防振群ISを移動させることで、像振れ補正機能を付加することができる。さらに、防振群ISを光軸方向に微小駆動させることで、コントラスト方式のオートフォーカス(コントラストAF)におけるウォブリング動作を実行できるようにしてもよい。ウォブリング動作は、コントラストAFにおいて、合焦位置が無限側と至近側のいずれの方向に存在するのかを決定するために行われる動作である。40

【0055】

実施例4のコンバータ装置に含まれる再結像光学系において、撮影光学系によって形成される1次像の結像面から像側に 6 mm 離れた位置に、再結像光学系の最も物体側のレンズ面が存在する。実施例4の再結像光学系は撮影倍率 -1.40 倍、Fナンバー 4.00 50

の光学系である。

【0056】

次に、本発明の実施例1乃至4のコンバータ装置に含まれる光学系のレンズデータ、及び、本発明のコンバータ装置が装着される交換レンズA、Bの撮影光学系のレンズデータを示す。各レンズデータにおいて、 i は物体側からの光学面の順序を示す。 r_i は第*i*番目の光学面(第*i*面)の曲率半径、 d_i は第*i*面と第*i*+1面との間の間隔、 $n_{d,i}$ と d_i はそれぞれd線に対する第*i*番目の光学部材Aの材料の屈折率、アッペ数を示す。

【0057】

またKを離心率、A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / r) / [1 + [1 - (1 + K)(h/r)^2]^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} + A12h^{12} + A14h^{14} + A16h^{16}$$

で表示される。但し r は近軸曲率半径である。また「e-Z」の表示は「10^-Z」を意味する。

【0058】

各実施例において、バックフォーカス(BF)は、撮影光学系やコンバータ装置に含まれる光学系の最も像側の面から像面までの距離を、空気換算長により表したものである。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0059】

[交換レンズA]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)	
1	204.560	2.10	1.84666	23.9	68.66	
2	72.156	7.40	1.77250	49.6	64.50	
3	333.009	0.15			63.84	
4	56.551	6.70	1.77250	49.6	59.01	
5	147.768	(可変)			57.87	
6*	107.703	1.60	1.88300	40.8	33.53	30
7	16.578	7.87			24.69	
8	-46.474	1.15	1.59522	67.7	23.67	
9	21.417	4.45	1.88300	40.8	21.26	
10	67.901	1.27			19.98	
11	129.834	3.48	1.59270	35.3	20.65	
12	-49.739	1.61			21.37	
13	-23.347	1.15	1.72916	54.7	21.43	
14	404.189	2.69	1.84666	23.9	23.86	
15	-57.801	(可変)			24.55	
16		1.90			(可変)	40
17(絞り)		0.00			26.94	
18	27.563	1.45	1.88300	40.8	30.03	
19	21.253	11.00	1.49700	81.5	29.21	
20	-64.876	0.20			29.58	
21	43.054	2.70	1.58313	59.4	29.26	
22*	63.670	4.61			28.62	
23	-44.565	1.40	1.72047	34.7	28.59	
24	-153.891	(可変)			29.25	
25	31.112	7.13	1.43875	94.9	30.54	
26	-203.991	0.20			30.08	50

27	47.466	5.85	1.49700	81.5	30.47
28	-71.666	1.96			30.22
29*	-205.992	2.10	1.85006	40.2	28.71
30*	88.343	2.63			27.92
31	-442.074	1.40	1.83400	37.2	28.02
32	61.478	5.17	1.51633	64.1	28.80
33	-61.478				29.46

非球面データ

第6面

10

K = 0.00000e+000 A 4= 7.12736e-006 A 6=-9.11631e-009 A 8= 2.35269e-011 A10=-5.05824e-014 A12= 7.73415e-017

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.39187e-006 A 6= 5.52428e-009 A 8=-8.87533e-012 A10=1.15050e-013 A12=-9.43064e-017

第29面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.73309e-005 A 6=-1.56548e-007 A 8= 3.98764e-010 A10=-7.46700e-013 A12= 6.95925e-016

20

第30面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.43162e-005 A 6=-1.34466e-007 A 8= 3.25418e-010 A10=-4.48417e-013 A12= 2.53228e-016

各種データ

ズーム比 2.75

	広角	中間	望遠	
焦点距離	24.70	34.91	67.88	
Fナンバー	2.91	2.91	2.91	
半画角	41.22	31.79	17.68	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	154.68	162.21	186.04	
BF	38.09	46.60	63.40	
d 5	2.75	11.74	30.36	
d15	13.71	7.72	0.23	
d24	8.82	4.84	0.74	
ea16	18.54	20.67	25.63	

30

40

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	106.37	16.35	1.50	-7.63
2	6	-16.39	25.26	2.87	-15.39
3	18	57.88	23.26	-3.01	-18.40
4	25	46.04	26.44	1.17	-18.24

【0060】

[交換レンズB]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)	
1*		2.80	1.76385	48.5	55.22	
2*	19.710	10.06			41.37	
3*		2.50	1.85135	40.1	39.75	
4*	88.425	8.02			33.18	
5	-36.469	1.40	1.59282	68.6	32.90	
6	175.507	0.15			34.08	
7	72.176	5.58	1.90366	31.3	34.70	10
8	-95.327	(可変)			34.66	
9		1.41			(可変)	
10	99.317	2.66	1.80610	33.3	28.75	
11	-213.620	0.15			28.93	
12	51.098	1.25	1.84666	23.8	29.43	
13	23.542	6.87	1.57501	41.5	28.71	
14	261.531	(可変)			28.83	
15	61.498	1.25	1.84666	23.8	29.48	
16	38.482	7.24	1.51633	64.1	29.13	
17	-53.624	(可変)			29.12	20
18(絞り)		2.97			24.82	
19	-55.358	1.00	1.91082	35.3	24.32	
20	86.924	1.04			24.50	
21	42.754	6.56	1.80809	22.8	25.29	
22	-32.152	1.10	1.91082	35.3	25.13	
23	91.214	3.03			25.01	
24		(可変)			(可変)	
25	34.148	10.35	1.49700	81.5	25.89	
26	-20.776	1.20	1.83481	42.7	25.53	
27	-28.692	0.15			26.62	30
28*	116.832	1.00	1.90366	31.3	26.70	
29	26.396	6.61	1.49700	81.5	26.70	
30	-130.257	(可変)			27.47	
31					30.50	

非球面データ

第1面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 1.16240e-005 \quad A_6 = -1.43464e-008 \quad A_8 = 1.53911e-011 \\ A_{10} = -1.16093e-014 \quad A_{12} = 2.35255e-017 \quad A_{14} = -3.41512e-020 \quad A_{16} = 1.86334e-023 \quad 40$$

第2面

$$K = -1.28966e+000 \quad A_4 = -3.76697e-006 \quad A_6 = 4.56307e-010 \quad A_8 = 2.74463e-011 \\ A_{10} = -7.02319e-013 \quad A_{12} = 1.59446e-015 \quad A_{14} = 6.04845e-020 \quad A_{16} = -1.73466e-021$$

第3面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -3.64999e-005 \quad A_6 = 1.12188e-007 \quad A_8 = -1.13740e-010 \\ A_{10} = 2.82141e-014 \quad A_{12} = 2.48495e-016 \quad A_{14} = -1.09572e-018 \quad A_{16} = 1.18199e-021$$

第4面

50

K = 8.77138e+000 A 4=-1.55214e-005 A 6= 1.36095e-007 A 8=-5.52082e-011
A10= 4.85385e-014 A12= 3.55622e-016 A14= 2.96869e-018 A16=-1.20548e-020

第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.11671e-006 A 6= 1.48788e-008 A 8=-3.28894e-010
A10= 2.34614e-012 A12=-8.13846e-015 A14= 6.92483e-018 A16= 1.77415e-020

	広角	中間	望遠	
焦点距離	16.48	24.01	33.95	
Fナンバー	2.91	2.91	2.91	10
半画角	52.70	42.02	32.51	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	169.81	164.72	166.09	
BF	38.20	38.20	38.20	
d 8	28.49	11.23	0.84	
d14	4.84	9.40	4.91	
d17	2.20	7.34	11.77	
d24	9.71	2.38	-0.42	
d30	0.01	9.81	24.43	20
ea9	23.11	25.85	27.85	
ea24	16.39	19.77	25.46	

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	-22.34	30.51	1.56	-25.50	
2	10	66.39	12.34	0.85	-7.11	
3	15	68.68	8.49	3.22	-2.37	
4	19	-46.49	15.71	5.24	-6.29	
5	25	44.41	19.31	4.04	-9.23	30

【 0 0 6 1 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)	
1	25.000	10.19	1.89286	20.4	31.47	
2	-39.769	1.50	1.65412	39.7	30.26	
3	16.159	15.08			21.18	
4	50.636	3.34	1.89286	20.4	19.94	40
5	-39.337	1.00	1.51633	64.1	19.69	
6	13.689	12.71			17.35	
7	34.398	1.00	1.61340	44.3	18.95	
8	11.910	7.65	1.59522	67.7	18.43	
9	-20.318	0.15			18.32	
10	-24.874	2.11	1.59522	67.7	17.63	
11	-15.710	1.00	1.76182	26.5	17.40	
12	278.545	8.02			17.16	
13	87.894	3.21	1.89286	20.4	20.85	
14	-37.672	0.15			21.00	50

15	18.945	3.38	1.95375	32.3	19.79	
16	59.982	0.15			18.83	
17	17.414	3.47	1.59522	67.7	16.97	
18	-188.078	1.00	1.85478	24.8	15.71	
19	11.439	2.44			12.82	
20	-44.111	1.00	1.85478	24.8	12.82	
21	15.174	2.09	1.59522	67.7	12.45	
22	57.905	0.15			12.67	
23	27.190	6.20	1.76385	48.5	12.93	
24*	679.730				13.92	10

非球面データ

第24面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.18517e-005 A 6= 3.55274e-008 A 8= 2.72733e-010 A10= -2.10007e-012

焦点距離	34.58	
Fナンバー	4.00	
像高	21.64	
レンズ全長	132.02	20
物体面	15.00	
BF	45.02	
	-1.40	

光学データ

焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
34.58	87.00	74.29	-37.98

【0062】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)	
1	189.174	1.30	1.51633	64.1	24.00	
2	49.264	7.25			23.64	
3	15.000	7.53	1.76385	48.5	24.96	
4	38.922	7.74			22.40	
5	84.173	1.00	1.51633	64.1	13.40	
6	10.856	15.23			11.56	
7	-136.064	1.10	1.85478	24.8	14.42	40
8	13.383	5.82	1.76385	48.5	15.01	
9	-18.282	0.15			15.46	
10	11.249	3.94	1.89286	20.4	14.36	
11	85.062	1.80			13.04	
12	27.277	0.53	1.85478	24.8	9.82	
13	6.873	0.21			8.60	
14	7.821	4.73	1.76385	48.5	8.60	
15	-5.753	1.10	1.78472	25.7	7.61	
16	17.891	1.27			6.46	
17	-8.171	1.00	1.80518	25.4	6.37	50

18	10.758	3.83	1.76385	48.5	8.01
19	-23.760	0.50			10.20
20	28.844	3.37	1.89286	20.4	12.40
21	-19.640	1.10	1.85478	24.8	12.93
22*	-110.866				13.64

非球面データ

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.74082e-005 A 6=-7.82151e-008 A 8= 1.00903e-009 A10= -8.64313e-012

10

焦点距離	22.89
Fナンバー	5.66
像高	21.64
レンズ全長	110.00
物体面	30.00
BF	39.54
	-2.00

光学データ

20

焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
22.89	70.50	64.34	-29.13

【0063】

[数値実施例3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)
1	27.832	4.45	1.48749	70.2	37.28
2	37.509	6.32			36.39
3	21.000	8.82	1.89286	20.4	34.85
4	44.223	2.25			31.79
5	38.406	9.78	1.59522	67.7	28.31
6	-22.000	1.30	1.61340	44.3	23.36
7	11.193	13.71			15.35
8	-11.135	1.10	1.80000	29.8	16.40
9	87.814	7.41	1.76385	48.5	22.04
10	-17.419	0.15			24.15
11	-309.142	5.82	1.59522	67.7	27.31
12	-23.942	0.15			28.02
13	30.948	4.76	1.89286	20.4	27.81
14	667.437	6.32			27.07
15	24.408	6.13	1.59522	67.7	21.48
16	-31.174	1.10	1.68893	31.1	19.98
17	21.401	3.33			17.03
18	-33.943	1.00	1.85478	24.8	16.77
19	14.786	5.95	1.59522	67.7	16.65
20	-42.452	0.50			17.23
21	28.919	5.29	1.76385	48.5	19.02
22	-23.588	0.15			19.37

40

50

23	-25.277	1.10	1.85478	24.8	19.26
24*	103.742	6.06			20.04
25	81.212	2.25	1.89286	20.4	24.49
26	276.579				24.81

非球面データ

第24面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.43253e-005 A 6=-1.27277e-008 A 8=-5.58122e-012 A10= 1.99962e-013

10

焦点距離	80.63
Fナンバー	2.80
像高	21.64
レンズ全長	145.00
物体面	38.00
BF	39.86
	-1.00

光学データ

焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
80.63	105.22	199.27	-121.41

20

【0064】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径(ea)
1	97.965	9.53	1.84666	23.8	33.28
2	-25.775	2.30	1.48749	70.2	33.32
3	24.990	5.86	2.00069	25.5	27.86
4	231.068	2.00			26.57
5	33.900	0.85	1.68893	31.1	21.98
6	14.723	12.57			19.26
7	-13.674	1.30	1.85478	24.8	14.83
8	21.230	5.47	1.59522	67.7	16.28
9	-21.113	0.15			17.26
10	38.316	4.79	1.76385	48.5	18.08
11	-24.684	0.15			18.06
12	23.196	3.55	1.76385	48.5	15.97
13	-211.118	0.53			14.96
14	-42.515	1.00	1.85478	24.8	14.95
15	20.504	2.27			14.33
16(絞り)		2.94			14.58
17	-27.272	1.10	1.68893	31.1	15.78
18	38.004	4.70	1.89286	20.4	18.48
19	-32.146	3.74			19.81
20	40.253	5.25	1.76385	48.5	24.79
21	-60.602	13.46			24.92
22	-23.792	2.00	1.85478	24.8	22.49
23*	-58.683				23.94

40

50

非球面データ

第23面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.40449e-005 A 6=-7.92283e-009 A 8= 3.21246e-011 A10=-1.63685e-013

焦点距離	34.70				
Fナンバー	4.00				
像高	21.64				
レンズ全長	124.00				10
物体面	-6.00				
BF	38.50				
	-1.40				

光学データ

焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
34.70	85.53	53.49	-44.79

【0065】

【表1】

20

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
	FNO	4.00	5.66	2.80	4.00
	Tdc	132.02	110.00	145.00	124.00
	Objc	15.00	30.00	38.00	-6.00
	Ear	13.92	13.64	24.81	23.94
	Hmax	21.64	21.64	21.64	21.64
(1)	β_c	-1.40	-2.00	-1.00	-1.40
(2)	Objc/Tdc	0.11	0.27	0.26	-0.05
(3)	α'	3.03	3.00	9.97	2.31
(4)	α''	-21.87	-23.59	-18.19	-19.63
(5)	$\alpha' + \alpha''$	-18.84	-20.59	-8.22	-17.32
(6)	Ear/2Hmax	0.32	0.32	0.57	0.55

【符号の説明】

【0066】

M S 撮影光学系

C L 再結像光学系

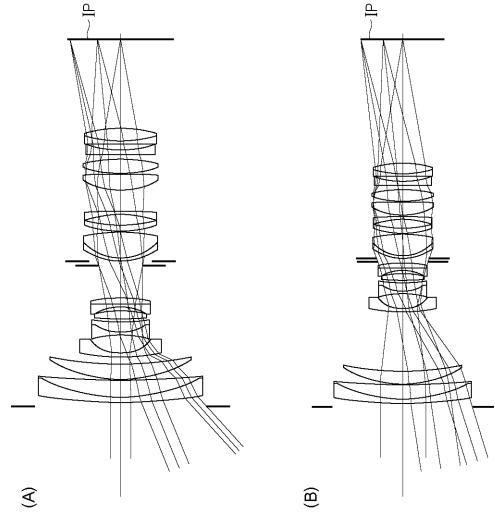
S O P 1次像の結像面

I P 2次像の結像面

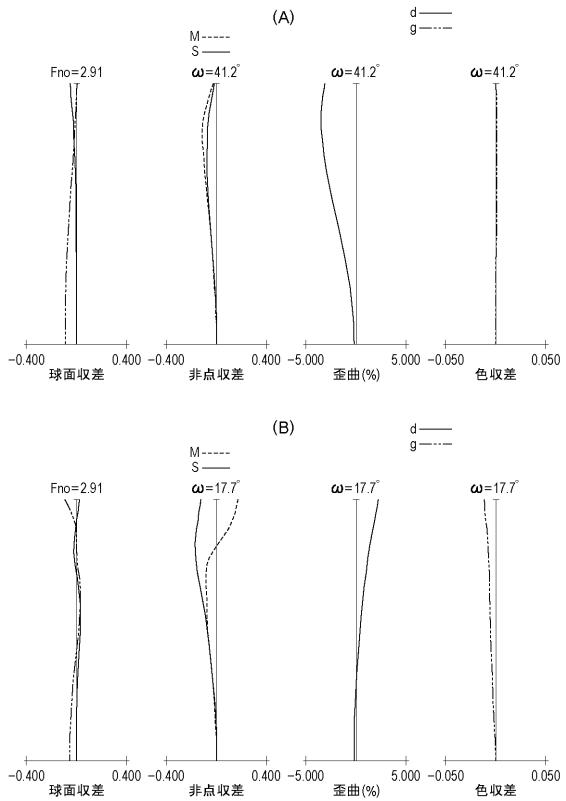
30

40

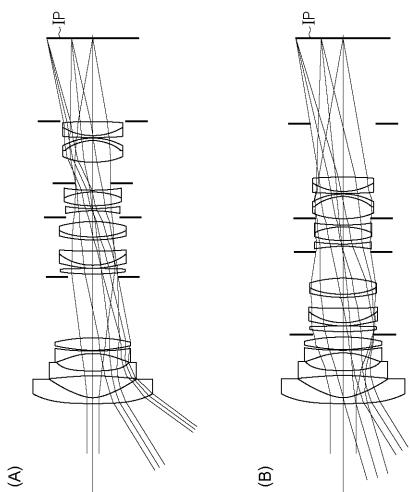
【図1】



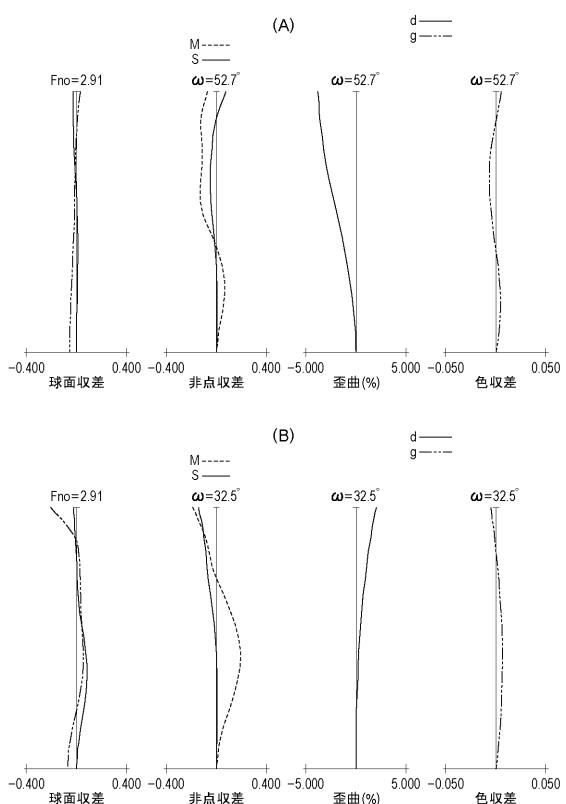
【図2】



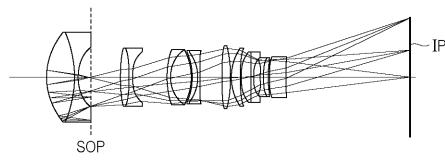
【図3】



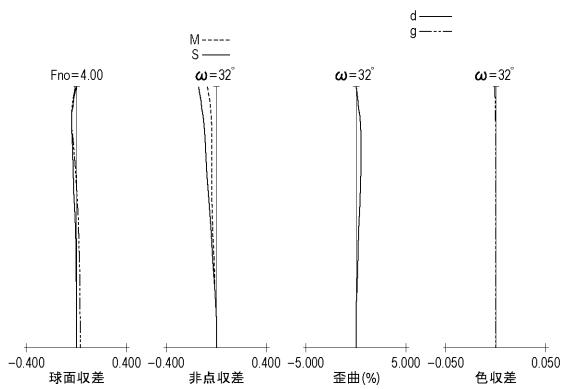
【図4】



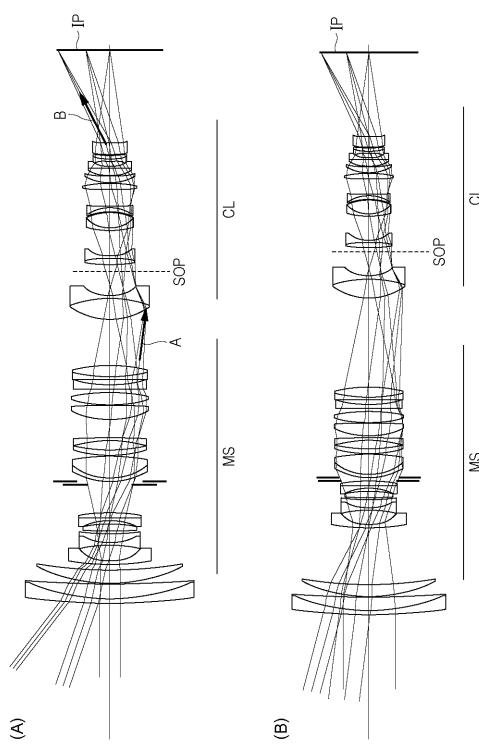
【図5】



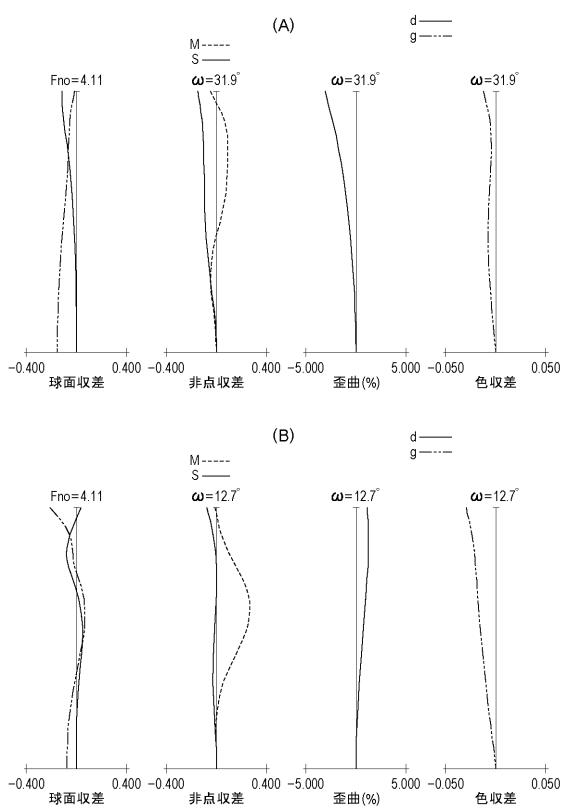
【図6】



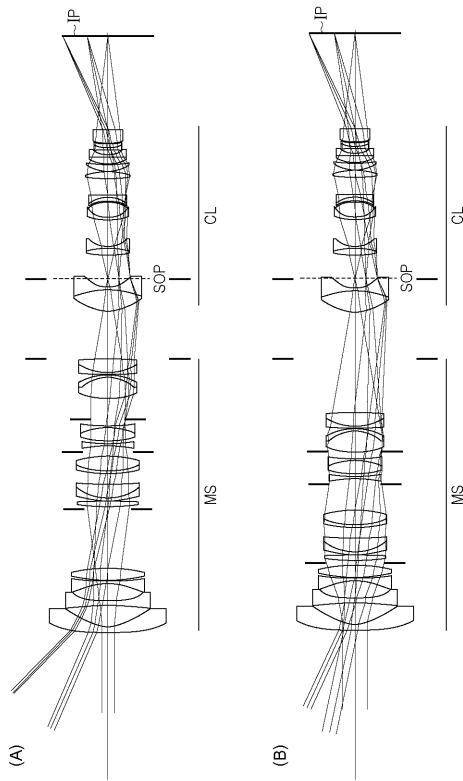
【図7】



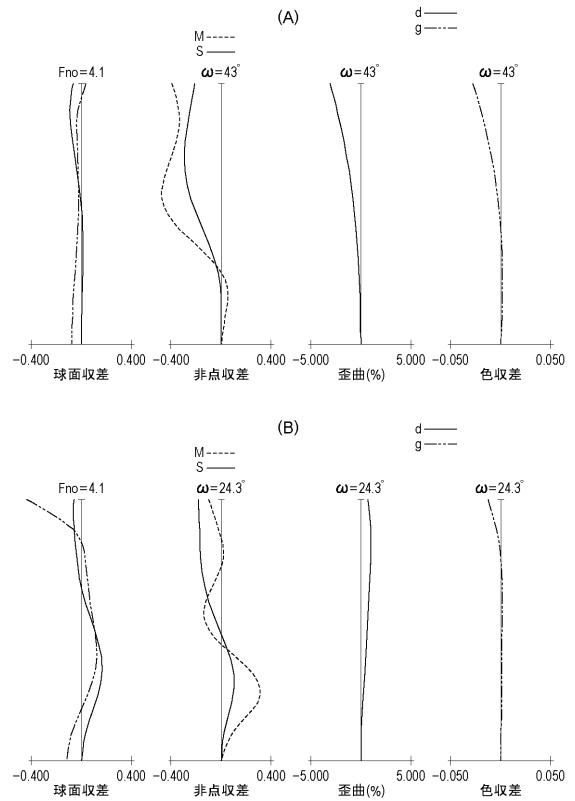
【図8】



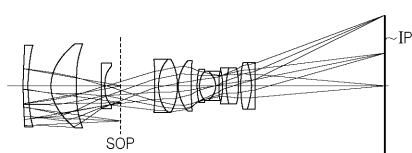
【図9】



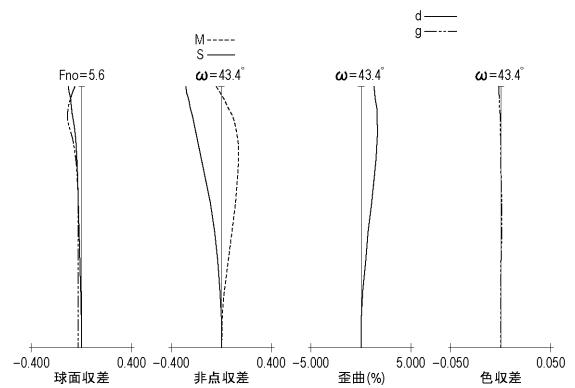
【図10】



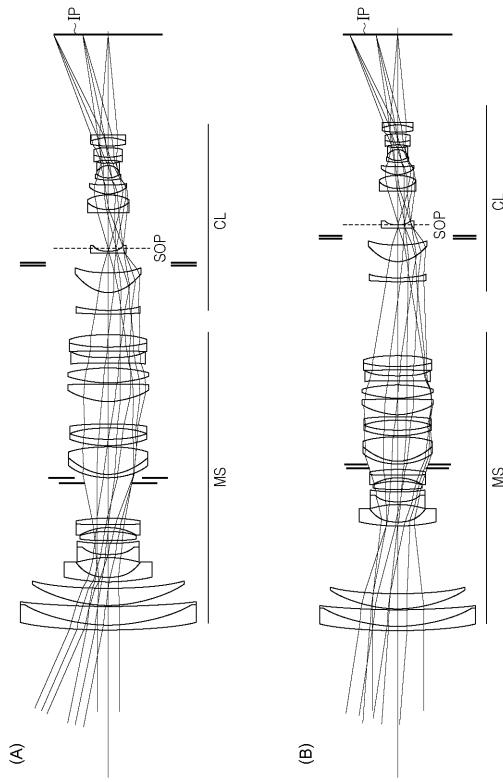
【図11】



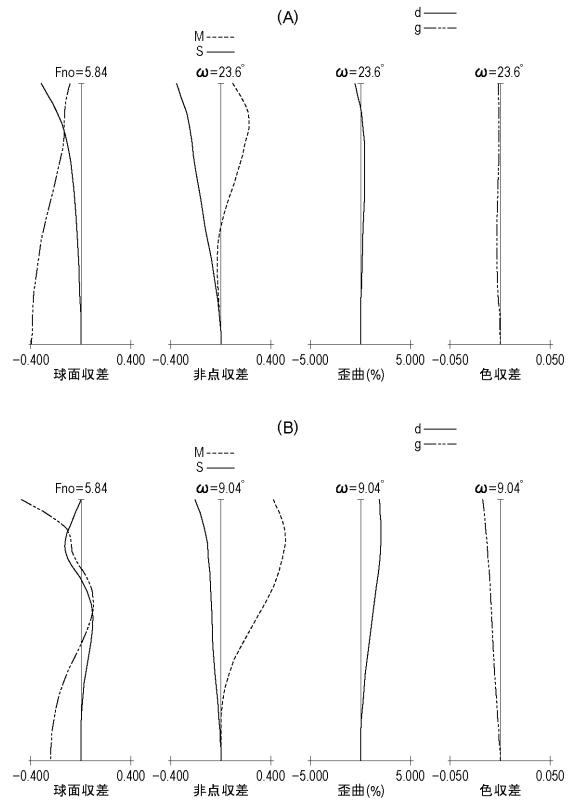
【図12】



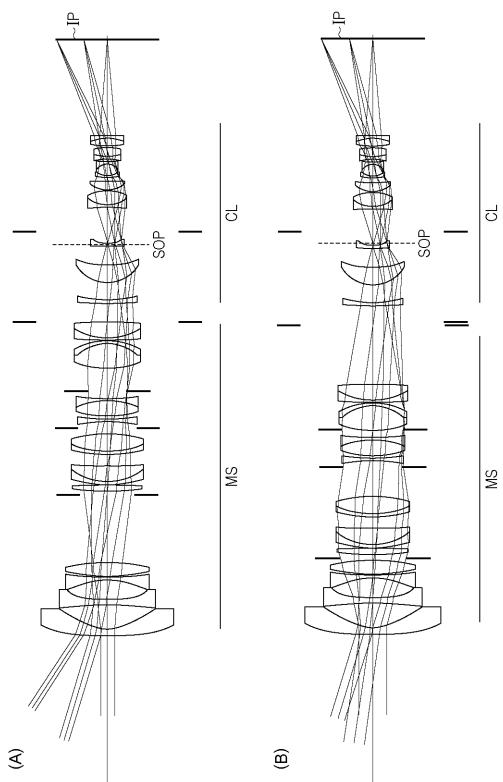
【図13】



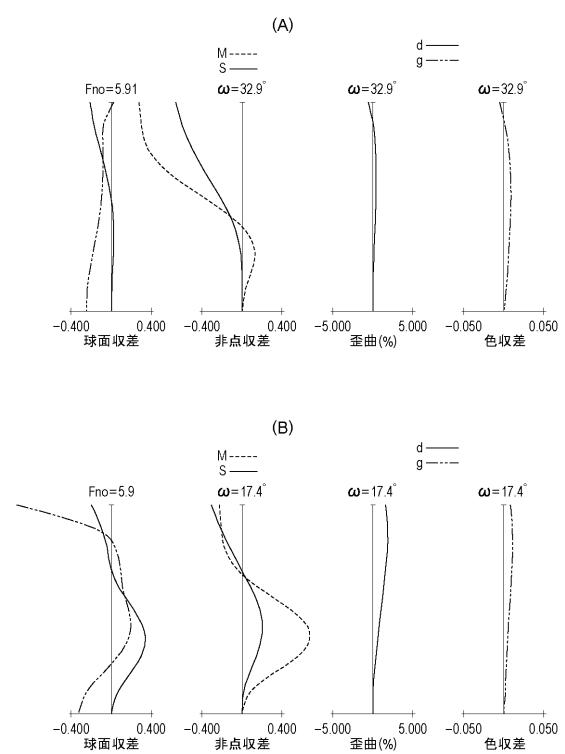
【図14】



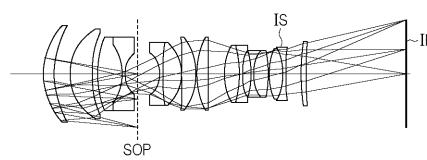
【図15】



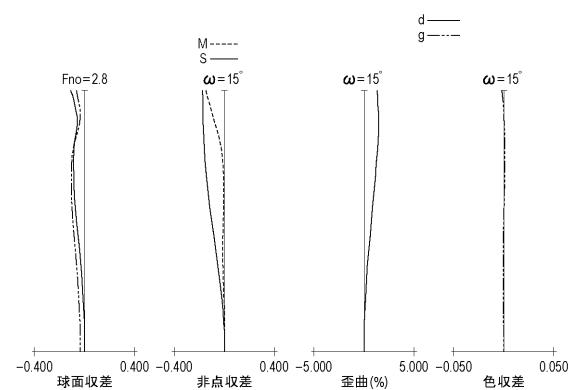
【図16】



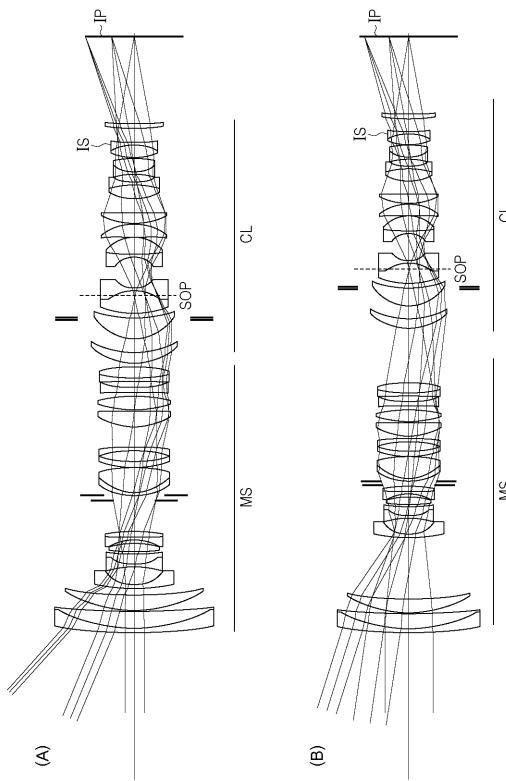
【図17】



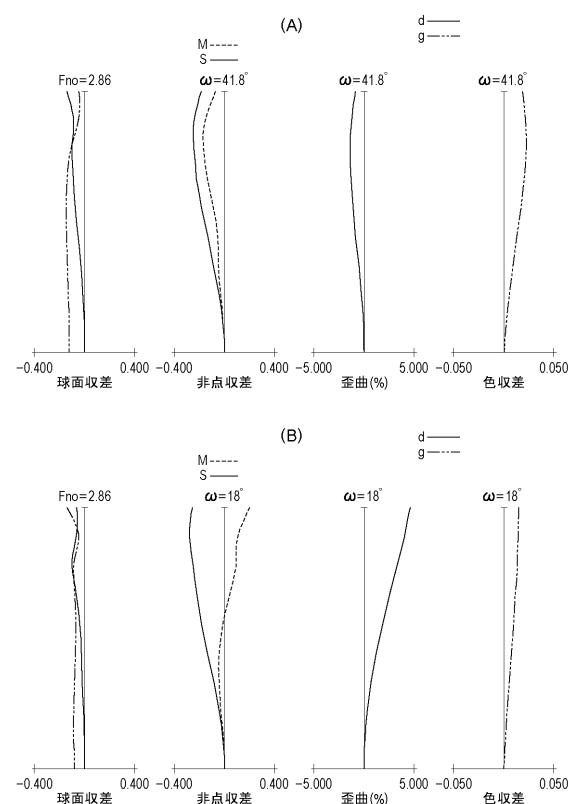
【図18】



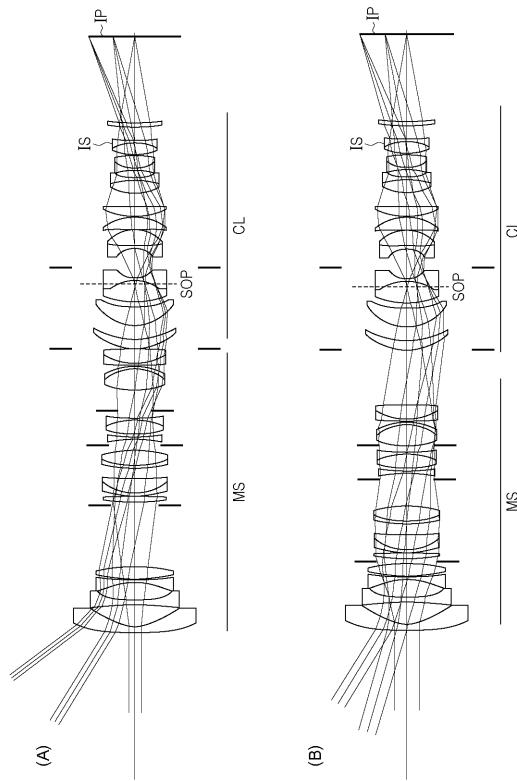
【図19】



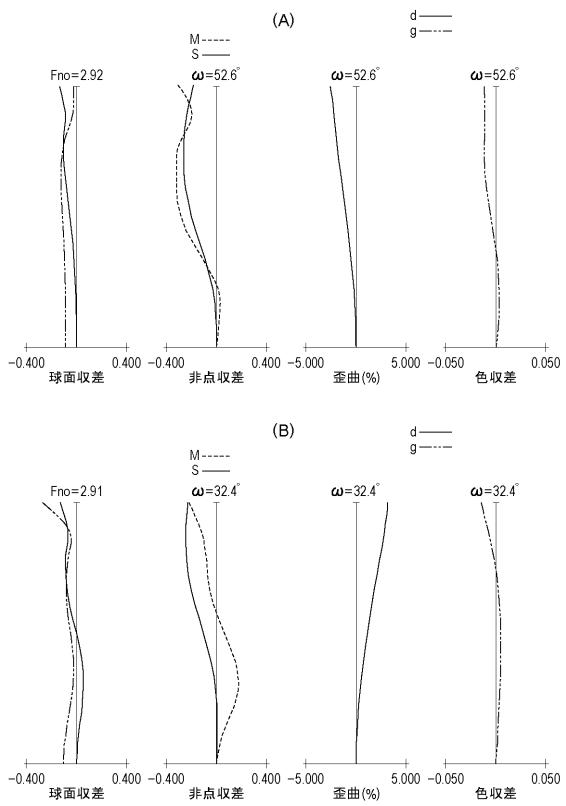
【図20】



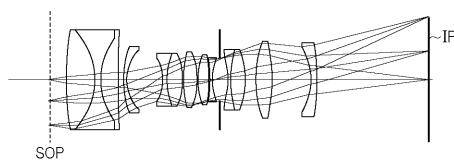
【図21】



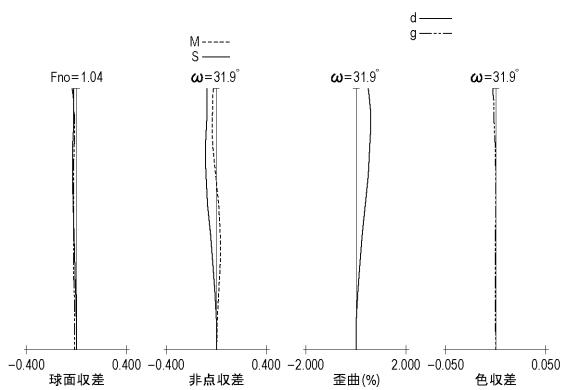
【図22】



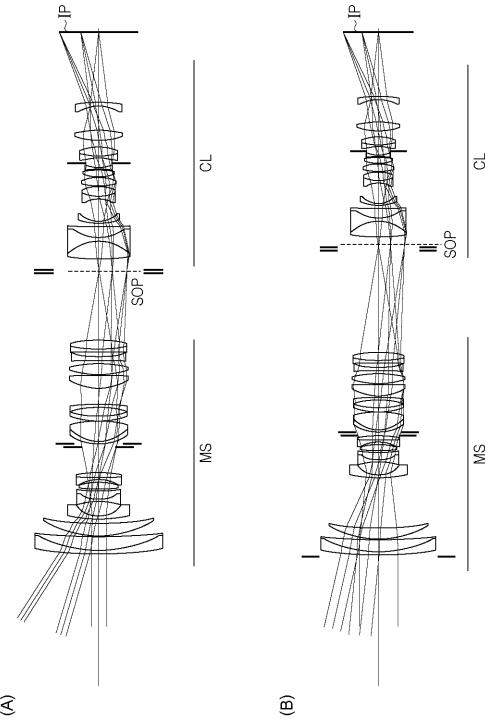
【図23】



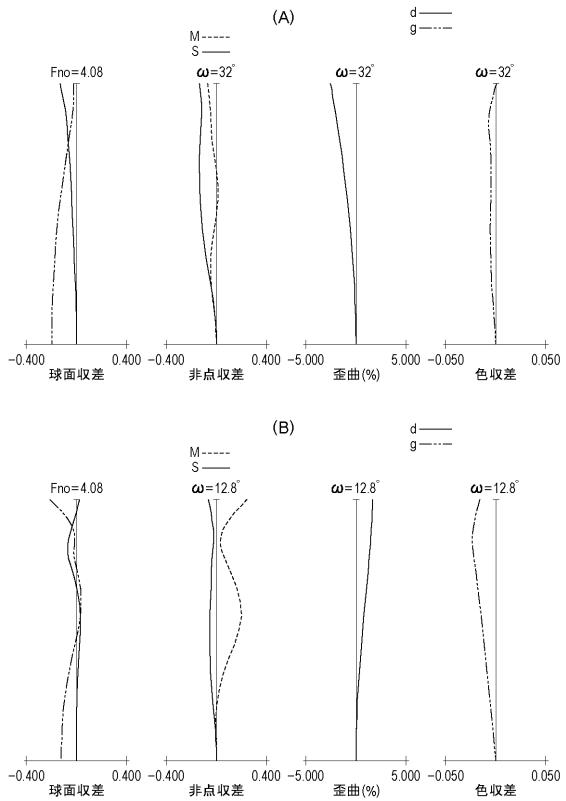
【図24】



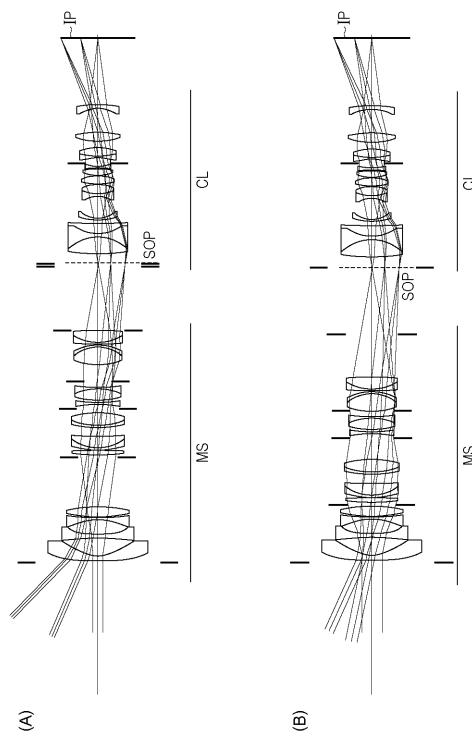
【図25】



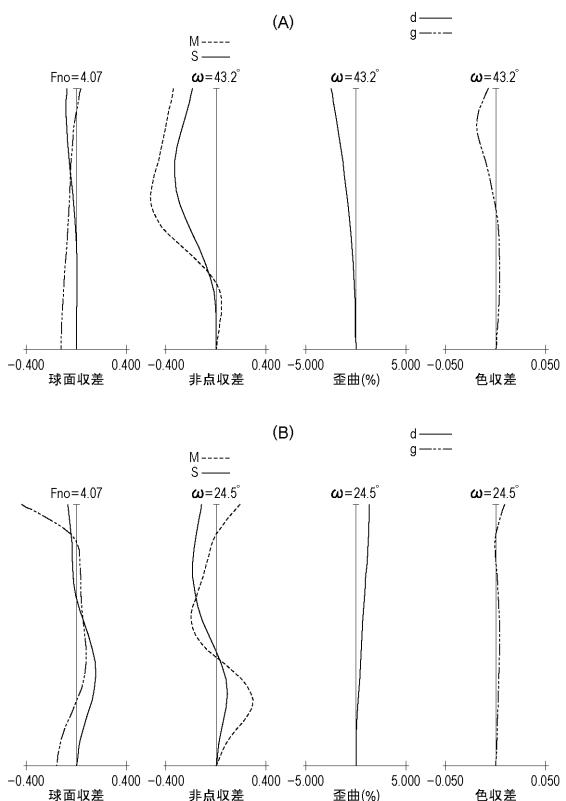
【図26】



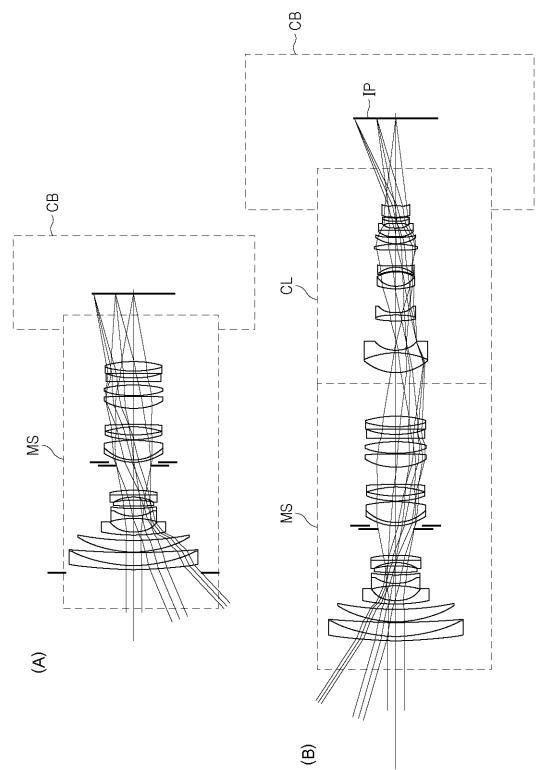
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-205626(JP,A)
特表2006-512595(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