(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3668261号
(P3668261)
(45)発行日　平成17年7月6日(2005.7.6)　(24)登録日　平成17年4月15日(2005.4.15)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G03B 19/12　G03B 19/12
G02B 15/16　G02B 15/16

請求項の数 21　(全 33 頁)

(21)出願番号　特願平6-166792
(22)出願日　平成6年7月19日(1994.7.19)
(65)公開番号　特開平8-29870
(43)公開日　平成8年2月2日(1996.2.2)
審査請求日　平成13年4月9日(2001.4.9)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100065824
弁理士　篠原　泰司
(72)発明者　河村　一輝
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　森口　良子

(56)参考文献　実開昭５１－１５９１３０（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６１－２５８２２０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２５８２１７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０５８０３８（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】全長の短いカメラ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光路中に複数の反射面を有し、該反射面のうち少なくとも一面は複数のレンズ間に配置され、前記レンズ間に配置された反射面を含む二つの反射面により光路が折り曲げられるように構成されている撮影光学系と、前記複数の反射面のうち一面が可動面或いは光路分割面として構成され、この面によって前記撮影光学系外に導かれた光により被写体像を観察し得る実像式の観察光学系とを備え、
前記複数の反射面は、前記複数のレンズのうち最も被写体側に配置されているレンズよりも像面側に配置され、前記レンズ間に配置された反射面は、前記撮影光学系を形成する光路を最初に反射する反射面であることを特徴とする全長の短いカメラ。
【請求項２】
前記二つの反射面により折り曲げられた光路は、被写体像面に被写体像を結ぶことを特徴とする請求項１に記載の全長の短いカメラ。
【請求項３】
前記被写体像面は、ほぼ被写体方向を向いていることを特徴とする請求項２に記載の全長の短いカメラ。
【請求項４】
前記撮影光学系はズームレンズにより構成されていることを特徴とする請求項１～３の何れかに記載の全長の短いカメラ。
【請求項５】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるために配置された二つの反射面の間に、前記撮影光学系のズーミング中には位置が固定されるレンズ群を有していることを特徴とする請求項４に記載の全長の短いカメラ。

【請求項６】

前記撮影光学系は、被写体側から順に、正のパワーを有する第一レンズ群，負のパワーを有する第二レンズ群，正のパワーを有する第三レンズ群，正のパワーを有する第四レンズ群及び負のパワーを有する第五レンズ群からなるズーム撮影光学系として構成され、前記二つの反射面により光路が折り曲げられていることを特徴とする請求項１～５の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項７】

前記撮影光学系の第三レンズ群と第四レンズ群とを合わせたレンズ構成が、被写体側から順に、正レンズ，負レンズ，正レンズの三枚のレンズからなることを特徴とする請求項６に記載の全長の短いカメラ。

【請求項８】

前記撮影光学系を構成する第三レンズ群と第四レンズ群との合成焦点距離をf_{34}、前記撮影光学系の低倍端でのＦナンバーを$F_{NO.}$、前記第三レンズ群と第四レンズ群との合成構成長をD_{34}とするとき、以下の条件式を満足するようにしたことを特徴とする請求項６又は７に記載の全長の短いカメラ。

$$0.1 < f_{34} / (F_{NO.} \times D_{34}) < 0.8$$

【請求項９】

前記撮影光学系を構成する第五レンズ群の前後の位置に夫々反射面を有し、この二つの反射面により、前記撮影光学系内の光路が折り曲げられるようにしたことを特徴とする請求項６～８の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１０】

前記撮影光学系において、低倍端から高倍端への変倍時に、第一レンズ群，第三レンズ群及び第四レンズ群は被写体側へ、第二レンズ群は像面側へ夫々移動し、又、第５レンズ群は固定されて、前記各レンズ群の間隔を変化させるようにしたことを特徴とする請求項６～９の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１１】

前記撮影光学系内の光路を折り曲げるための反射面は前記第五レンズ群の前後の位置に夫々配置され、又、被写体像面はほぼ被写体の方向に向けて配置されていることを特徴とする請求項６～１０の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１２】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるための二つの反射面は、夫々前記撮影光学系のズーミング中は固定されることを特徴とする請求項６～１１の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１３】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面のうち、最も被写体側に配置された反射面により、光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにしたことを特徴とする請求項１～１２の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１４】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面のうち、最も像面側に配置された反射面により、光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにしたことを特徴とする請求項１～１２の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１５】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面の回動により、光路を前記撮影光学系の光路と観察光学系の光路とに分割するようにしたことを特徴とする請求項１３又は１４に記載の全長の短いカメラ。

【請求項１６】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるために配置された反射面の位置よりも被写体側に更

に一つの反射面を設け、この反射面によって光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにしたことを特徴とする請求項１～１５の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１７】

前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面よりも被写体側で、且つ、前記第二レンズ群よりも像面側に配置されたレンズ群中に更に一つの反射面を設け、この反射面によって光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにしたことを特徴とする請求項６～１６の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【請求項１８】

前記観察光学系に光を導くための反射面をビームスプリッタにより形成したことを特徴とする請求項１６又は１７に記載の全長の短いカメラ。

【請求項１９】

前記ビームスプリッタは、５０％以上の光量を透過し、残りを反射するように構成することを特徴とする請求項１８に記載の全長の短いカメラ。

【請求項２０】

前記ビームスプリッタは、二つのプリズムの接合面により構成されていることを特徴とする請求項１８又は１９に記載の全長の短いカメラ。

【請求項２１】

前記観察光学系へ光を導くための反射面は、第三レンズ群と第四レンズ群との間の光路中に配置されていることを特徴とする請求項１６乃至２０の何れかに記載の全長の短いカメラ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを使用したＴ．Ｔ．Ｌカメラに関する。

【０００２】

【従来の技術】

一般的なＴ．Ｔ．Ｌカメラ（撮影レンズを通して被写体を観察できるカメラ）では、図１９に示すような構成を有している。即ち、撮影レンズ１の後方にクイックリターンミラーＭが配置され、撮影時には、クイックリターンミラーＭが上方に回動しフィルム面Ｆに被写体像が結像される。又、被写体観察時には、クイックリターンミラーＭがほぼ４５°の角度で撮影レンズ１とフィルム面Ｆとの間に配置され、クイックリターンミラーＭにより上方向に反射した光が集光板２に結像され、ペンタダハプリズム３により正立像にされた像をルーペ４を通して観察している。

しかしながら、このようなＴ．Ｔ．Ｌカメラは、撮影レンズ１，クイックリターンミラーＭ及びフィルム面Ｆが光軸方向に一直線上に並んで配置されており、又、ペンタダハプリズム３を使用しているため、かかるカメラの全長及び高さを小さく構成するには限界が生じてくる。

【０００３】

そこで、この問題点を解決するために、様々な提案がなされている。まず、カメラの高さを低くするものとして、特開平１―２９５２４６号公報に記載の光学系がある。この光学系は、図２０に示すように、撮影レンズ１の後方に、被写体に向かって光線を図の右方向に反射させるための固定ミラーである第一ミラーM_1と、回転可能な第二ミラーM_2とが配置されている。そして、撮影時には、第一ミラーM_1により右方向に反射された光線が、第二ミラーM_2によって下方向に反射され、フィルム面Ｆに被写体像が結像される。又、被写体観察時には、第一ミラーM_1により右方向に反射された光線が、撮影時とは反対の上方向に回動した第二ミラーM_2により反射され集光板２に被写体像を結像する。その後、第三ミラーM_3により左方向に、更に、第四ミラーM_4により後方に光路が曲げられて正立像をルーペ４を通して観察できるようになっている。このような構成を可能にする

ために、フィルム面Ｆは被写体の方向に対して垂直になるように配置されている。
【０００４】
一方、カメラの全長を短くするものとして、特開平３－１２３３２９号公報に記載のカメラが提案されている。このカメラの構成を図２１に示す。同図において、（ａ）はカメラの平面断面図、（ｂ）はカメラの側面断面図である。
図２１（ａ）及び（ｂ）に示すように、このカメラは、撮影レンズ１の後方に回転可能な第一ミラーM_1が配置されている。そして、撮影時には、第一ミラーM_1により撮影レンズ１を通過した光線を斜め前方，上方向に反射し、更に、第二ミラーM_2により後方に反射して、被写体像をフィルム面Ｆ上に結像できるようになっている。又、被写体観察時には、第一ミラーM_1が上方向に回転し、コンバータレンズ６が挿入され、その後、リレーファインダー系７を通して被写体像を観察している。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
特開平１－２９５２４６号公報に記載の光学系（図２０参照）では、撮影レンズ１の後方に配置された二つの反射面M_1，M_2によって光線が側方及び下方向に反射される位置にフィルム面Ｆが配置されているため、カメラの光軸方向の全長は反射面を使用していないものよりも、約フィルム幅分短くすることができる。又、観察系では、ルーペ４（ポロプリズム）によって正立像を得ているため、カメラの高さをペンタダハプリズムを使用したものよりも低くすることができる。
【０００６】
しかしながら、撮影レンズ１の後方に二枚の反射面M_1，M_2を配置するために、撮影レンズ１のバックフォーカスを長くとる必要がある。このため、撮影画角が５５°を越える広角域の撮影レンズを使用する場合には、強いレトロフォーカスタイプにする必要があり、レンズの非対称性から軸外収差の劣化を招く原因となる。広角域を含むズームレンズを使用する場合でも状況は同様であり、撮影レンズの光学的性能の劣化は避けられない。
又、フィルム面Ｆを撮影光軸に対して垂直に配置したことで、カメラボディの光軸方向の厚さがパトローネ５の長さで決まってしまい、更に薄くすることはできない。
【０００７】
一方、特開平３－１２３３２９号公報に記載のカメラ（図２１参照）では、光軸方向の厚さは薄くできるものの、図２０に示した光学系と同様に、撮影レンズの後側に二つの反射面を配置されているため、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを使用する場合、前記の光学系と同様の理由で光学的性能の著しい劣化を招く。
【０００８】
そこで、本発明は上記従来技術の有する問題点に鑑みなされたもので、カメラの光軸方向の全長を短く且つカメラの高さを低く構成し、更に、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを使用する場合でも良好な光学性能を維持し得るカメラを提供することを目的とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段及び作用】
上記目的を達成するため、本発明による全長の短いカメラは、光路中に複数の反射面を有し、該反射面のうち少なくとも一面は複数のレンズ間に配置され、前記レンズ間に配置された反射面を含む二つの反射面により光路が折り曲げられるように構成されている撮影光学系と、前記複数の反射面のうち一面が可動面或いは光路分割面として構成され、この面によって前記撮影光学系外に導かれた光により被写体像を観察し得る実像式の観察光学系とを備え、前記複数の反射面は、前記複数のレンズのうち最も被写体側に配置されているレンズよりも像面側に配置され、前記レンズ間に配置された反射面は、前記撮影光学系を形成する光路を最初に反射する反射面であることを特徴とする。
　また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記二つの反射面により折り曲げられた光路は、被写体像面に被写体像を結ぶのが好ましい。
　また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記被写体像面は、ほぼ被写体方向を向

いているのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラの前記撮影光学系においては、ズームレンズにより構成されているのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるために配置された二つの反射面の間に、前記撮影光学系のズーミング中には位置が固定されるレンズ群を有しているのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラの前記撮影光学系においては、被写体側から順に、正のパワーを有する第一レンズ群，負のパワーを有する第二レンズ群，正のパワーを有する第三レンズ群，正のパワーを有する第四レンズ群及び負のパワーを有する第五レンズ群からなるズーム撮影光学系として構成され、前記二つの反射面により光路が折り曲げられているのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の第三レンズ群と第四レンズ群とを合わせたレンズ構成が、被写体側から順に、正レンズ，負レンズ，正レンズの三枚のレンズからなるのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系を構成する第三レンズ群と第四レンズ群との合成焦点距離をf_{34}、前記撮影光学系の低倍端でのＦナンバーを$F_{NO.}$、前記第三レンズ群と第四レンズ群との合成構成長をD_{34}とするとき、以下の条件式を満足するのが好ましい。

$$0.1 < f_{34} / (F_{NO.} \times D_{34}) < 0.8$$

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系を構成する第五レンズ群の前後の位置に夫々反射面を有し、この二つの反射面により、前記撮影光学系内の光路が折り曲げられるのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系において、低倍端から高倍端への変倍時に、第一レンズ群，第三レンズ群及び第四レンズ群は被写体側へ、第二レンズ群は像面側へ夫々移動し、又、第５レンズ群は固定されて、前記各レンズ群の間隔を変化させるのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系内の光路を折り曲げるための反射面は前記第五レンズ群の前後の位置に夫々配置され、又、被写体像面はほぼ被写体の方向に向けて配置されのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるための二つの反射面は、夫々前記撮影光学系のズーミング中は固定されるのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面のうち、最も被写体側に配置された反射面により、光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにするのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面のうち、最も像面側に配置された反射面により、光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにするのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面の回動により、光路を前記撮影光学系の光路と観察光学系の光路とに分割するのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるために配置された反射面の位置よりも被写体側に更に一つの反射面を設け、この反射面によって光を前記撮影光学系の外に射出し前記観察光学系に導くようにするのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記撮影光学系の光路を折り曲げるための反射面よりも被写体側で、且つ、前記第二レンズ群よりも像面側に配置されたレンズ群中に更に一つの反射面を設け、この反射面によって光を前記撮影光学系の外に射出して前記観察光学系に導くようにするのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記観察光学系に光を導くための反射面をビームスプリッタにより形成するのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記ビームスプリッタは、５０％以上の

光量を透過し、残りを反射するように構成するのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記ビームスプリッタは、二つのプリズムの接合面により構成されているのが好ましい。

また、本発明の全長の短いカメラにおいては、前記観察光学系へ光を導くための反射面は、第三レンズ群と第四レンズ群との間の光路中に配置されているのが好ましい。

【００１０】

従って、本発明によれば、無理なくカメラの光軸方向の全長を短く且つカメラの高さを低く構成することができる。更に、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを使用する場合でも、撮影レンズの光学性能を良好に維持できる。又、本発明において、フィルム面Ｆと撮影レンズへの入射光軸とのなす角をθとすると、以下の条件式（α）を満足することが望ましい。

｜θ｜＜３０°　　・・・・（α）

もし、｜θ｜の値が３０°を越えてしまうと、カメラを小型化する効果が十分に発揮されなくなり、好ましくない。

【００１１】

【実施例】

以下、図示した実施例に基づき、本発明を詳細に説明する。

第一実施例

図１（ａ）は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、同図（ｂ）は本実施例にかかるカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【００１２】

本実施例のカメラに使用される撮影光学系は、図１（ａ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，撮影系の第二ミラーM_2及びフィルム面Ｆが夫々配置されて構成されている。第一ミラーM_1は撮影レンズを構成している第一レンズユニット１１と第二レンズユニット１２との間に配置され、又、第二ミラーM_2は第二レンズユニット１２の後方に配置されている。

一方、観察光学系は、図１（ｂ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，観察系の第一ミラーM_1’，フィールドレンズ１３，観察系の第二ミラーM_2’，観察系の第三ミラーM_3’及びルーペ１４が夫々配置され、フィールドレンズ１３の近傍に実像を結ぶようにした実像式ファインダーとして構成されている。

ここで、第一レンズユニット１１は、撮影光学系及び観察光学系において共通に使用されるものである。又、第一ミラーM_1は回動により光路を切換えることができるように配置され、第一ミラーM_1以降の光路（図の第一ミラーM_1より右側）は撮影光学系の光路と観察光学系の光路とは別個に形成されている。

【００１３】

次に、前記撮影光学系及び観察光学系を搭載したカメラの構成を図２に示す。図のように、本実施例のカメラは、まず、第一レンズユニット１１を透過した光線は第一ミラーM_1に到達する。この第一ミラーM_1はミラーのほぼ中心を縦軸部材Ａにより軸支されており、第一ミラーM_1はこの縦軸部材Ａを中心として回動可能になっている。そして、第一ミラーM_1を回動させることにより、被写体に向かって右或いは左方向に光路を切換えることができるようになっている。

撮影光学系は、第一ミラーM_1によりその光路が被写体に向かって右方向に曲げられ、第二レンズユニット１２を透過後、光路は固定されている撮影系の第二ミラーM_2により後方に曲げられてフィルム面Ｆに到達するように構成されている。

一方、観察光学系は、まず光路が第一ミラーM_1により撮影光学系の方向とは反対の方向に曲げられ、その後、観察系の第一ミラーM_1’により上方向に曲げられ、フィールドレンズ１３近傍に被写体像を結像する。更に、フィルードレンズ１３により伝送された前記の像は、観察系の第二ミラーM_2’により光路を右方向に曲げられ、観察系の第三ミラー

M_3 ’により後方に曲げられ、ルーペ１４を通して被写体像が観察できるように構成されている。

【００１４】

本実施例のカメラでは、第一レンズユニット１１の後方で横方向に、又、第二レンズユニット１２の後方で後側方向に撮影光学系の光路を折り曲げたことにより、カメラの光軸方向の全長を短くすることができる。又、観察光学系は、ペンタダハプリズムを使用せず、ポロミラーを使用したことにより、カメラの高さを低く抑えることができる。更に、カメラボディの光軸方向の厚さも薄くできる。　又、撮影光学系は、撮影レンズを構成しているレンズ間で一回の反射、更に撮影レンズの後方で一回の反射が起きるように構成されているため、バックフォーカスを無理に長くとる必要がなく、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを用いる場合でも、光学的性能を維持する上で無理のないレンズ構成が可能になる。

又、一般に，高変倍比のズームレンズを撮影レンズに使用して光軸方向のボディ厚を薄くした場合、撮影レンズはかかるカメラボディから大きく前へ飛び出した状態となる。よって、レンズを保持する部分の強度を強める必要が生じ、カメラの大型化を招くことになるが、本実施例のカメラでは、撮影レンズの前方への飛び出しを小さくすることができるため、かかるカメラの小型化に非常に有利である。

【００１５】

第二実施例

図３（ａ）は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、同図（ｂ）は本実施例にかかるカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【００１６】

本実施例のカメラに使用される撮影光学系は、図３（ａ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，第二ミラーM_2及びフィルム面Ｆが夫々配置されて構成されている。第一ミラーM_1は撮影レンズを構成している第一レンズユニット１１と第二レンズユニット１２との間に配置され、又、第二ミラーM_2は第二レンズユニット１２の後方に配置されている。

一方、観察光学系は、図３（ｂ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，第二ミラーM_2，フィールドレンズ１３，観察系の第一ミラーM_1 ’，観察系の第二ミラーM_2 ’及びルーペ１４が夫々配置され、フィールドレンズ１３の近傍に実像を結ぶようにした実像式ファインダーとして構成されている。

ここで、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２及び第二ミラーM_2は、撮影光学系及び観察光学系において共通に使用されるものである。又、第二ミラーM_2は回動により光路を切換えることができるように配置され、第一ミラーM_1以降の光路（図の第一ミラーM_1より右側）は撮影光学系の光路と観察光学系の光路とは別個に形成されている。

【００１７】

次に、前記撮影光学系及び観察光学系を搭載したカメラの構成を図４に示す。図のように、本実施例にかかるカメラは、まず、第一レンズユニット１１を透過した光線は第一ミラーM_1により、被写体に向かって右方向に曲げられ、第二レンズユニット１２を透過後、第二ミラーM_2に到達する。この第二ミラーM_2はミラーのほぼ中心を縦軸部材Ａにより軸支されており、第二ミラーM_2はこの縦軸部材Ａを中心として回動可能になっている。そして、第二ミラーM_2を回動させることにより、被写体に向かって前或いは後方向に光路を切換えることができるようになっている。

撮影光学系は、第二ミラーM_2によりその光路が被写体に向かって後方向に曲げられ、フィルム面Ｆに到達するように構成されている。

一方、観察光学系は、光路が第二ミラーM_2により撮影光学系とは反対の前方向に曲げられ、フィールドレンズ１３近傍に被写体像を結像する。更に、フィルードレンズ１３によ

り伝送された前記の像は、観察系の第一ミラーM_1’により光路を上方向に曲げられ、観察系の第二ミラーM_2’により後方に曲げられ、ルーペ１４を通して被写体像が観察できるように構成されている。
尚、この観察光学系の四つのミラー（M_1，M_2，M_1’及びM_2’）は夫々ポロミラーを構成しており、被写体の正立像を観察することができる。
【００１８】
本実施例のカメラでは、第一レンズユニット１１の後方で横方向に、第二レンズユニット１２の後方で後側方向に撮影光学系の光路を折り曲げたことにより、カメラの光軸方向の全長を短くすることができる。又、観察光学系は、ペンタダハプリズムを使用せず、ポロミラーを使用したことにより、カメラの高さを低くすることができる。更に、カメラボディの光軸方向の厚さも薄くできる。
又、撮影光学系は、撮影レンズを構成しているレンズ間で一回の反射、更に撮影レンズの後方で一回の反射が起きるように構成されているため、バックフォーカスを無理に長くとる必要がなく、広角域の撮影レンズや広角域を含むズームレンズを用いる場合でも、光学的性能を保持する上で無理のないレンズ構成が可能になる。
又、一般に，高変倍比のズームレンズを撮影レンズに使用して光軸方向のボディ厚を薄くした場合、撮影レンズはかかるカメラボディから大きく前へ飛び出した状態となる。よって、レンズを保持する部分の強度を強める必要が生じ、カメラの大型化を招くことになるが、本実施例のカメラでも、撮影レンズの前方への飛び出しを小さくすることができるため、かかるカメラの小型化に非常に有利である。
【００１９】
第三実施例
図５（ａ）は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、同図（ｂ）は本実施例にかかるカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。
【００２０】
本実施例のカメラに使用される撮影光学系は、図５（ａ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，ビームスプリッタＢ，第二レンズユニット１２，撮影系の第一ミラーM_1，第三レンズユニット１５，撮影系の第二ミラーM_2及びフィルム面Ｆが夫々配置されて構成されている。撮影系の第一ミラーM_1は撮影レンズを構成している第二レンズユニット１２と第三レンズユニット１５との間に配置され、又、撮影系の第二ミラーM_2は第二レンズユニット１２の後方に配置されている。
一方、観察光学系は、図５（ｂ）に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，ビームスプリッタＢ，観察系の第一ミラーM_1’，観察系の第二レンズユニット１６，プリズムＰ及びルーペ１４が夫々配置され、プリズムＰの近傍に実像を結ぶようにした実像式ファインダーとして構成されている。
尚、プリズムＰは、観察系の第二ミラーM_2’，第三ミラーM_3’，第四ミラーM_4’及び第五ミラーM_5’の四つの反射面を含むポロプリズムであり、被写体像を観察できるように構成されている。
【００２１】
ここで、第一レンズユニット１１は、撮影光学系及び観察光学系において共通に使用されている。又、ビームスプリッタＢは光を透過及び反射することにより光量を分割しており、透過光を撮影光学系へ、又、反射光を観察光学系へ、夫々導いて分割光路を形成している。よって、ビームスプリッタＢ以降の光路（図のビームスプリッタＢより右側）は撮影光学系の光路と観察光学系の光路とは別個に形成されている。
【００２２】
次に、前記撮影光学系及び観察光学系を搭載したカメラの構成を図６に示す。図のように、本実施例のカメラは、まず、第一レンズユニット１１を透過した光線は、ビームスプリッタＢにより光路が撮影光学系方向と観察光学系方向とに夫々分割される。
撮影光学系では、ビームスプリッタＢを透過し、更に第二レンズユニット１２を透過した

光線は、撮影系の第一ミラーM_1により被写体側に向かって右方向に曲げられる。次に、第三レンズユニット１５を透過した光線は、撮影系の第二ミラーM_2によって後方に曲げられてフィルム面Ｆへ到達するようになっている。

【００２３】

一方、観察光学系では、まず光線はビームスプリッタＢにより反射されて上方向に曲げられる。その後、観察系の第一ミラーM_1’　により後方に曲げられ、観察系の第二レンズユニット１６を透過後、プリズムＰの入射面近傍に被写体像を結像する。そして、この像はプリズムＰに入射した後、観察系の第二ミラーM_2’により前記被写体に向かって左方向に光路が曲げられ、更に、観察系の第三ミラーM_3’により上方向に曲げられる。この後、更に、光路は、観察系の第四ミラーM_4’により右方向に曲げられ、最後に、観察系の第五ミラーM_5’により後方に曲げられて、プリズムＰより射出される。この後、ルーペ１４を通して被写体像を観察できる。

又、第一レンズユニット１１と観察系の第二レンズユニット１６との合成焦点距離は、前記撮影光学系の焦点距離よりも短くなるように、観察系の第二レンズユニット１６の焦点距離が設定されている。これにより、観察光学系の中間結像のサイズは、フィルムのサイズよりも小さくなるようにしている。

【００２４】

本実施例のカメラでは、第二レンズユニット１２の後方で横方向に、又、第三レンズユニット１５の後方で後側方向に撮影光学系の光路を折り曲げたことにより、カメラの光軸方向の全長を短くすることができる。又、カメラボディの光軸方向の厚さも薄くできる。

又、撮影光学系の中間結像サイズをフィルムのサイズよりも小さくなるように観察系の第二レンズユニット１６の焦点距離を設定したことで、プリズムＰを小型化でき、かかるカメラの高さを低く構成することが可能になり、カメラの小型化を実現できる。

又、一般に，高変倍比のズームレンズを撮影レンズに使用して光軸方向のボディ厚を薄くした場合、撮影レンズはかかるカメラボディから大きく前へ飛び出した状態となる。よって、レンズを保持する部分の強度を強める必要が生じ、カメラの大型化を招くことになるが、本実施例のカメラでも、撮影レンズの前方への飛び出しを小さくできるため、かかるカメラの小型化に非常に有利である。

【００２５】

第四実施例

本実施例のカメラは第一実施例において示したカメラの撮影光学系及び観察光学系を夫々ズームレンズにより構成したものである。図７は本実施例にかかるカメラに使用される撮像光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示す図である。又、図８は本実施例にかかるカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示す図である。

【００２６】

本実施例のカメラに使用される撮影光学系では、図７に示すように、第一レンズユニット１１は、図示しない被写体側から順に、第一レンズ群G_1，第二レンズ群G_2，第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4が夫々配置されて構成されている。又、第二レンズユニット１２は第五レンズ群G_5単体により構成されている。第一レンズ群G_1は、負レンズL_1と正レンズL_2との接合レンズと、正レンズL_3とからなり、正のパワーを有している。第二レンズ群G_2は、負レンズL_4と、負レンズL_5と、正レンズL_6と、負レンズL_7とからなり、負のパワーを有している。第三レンズ群G_3は、正レンズL_8と、負レンズL_9とからなり、正のパワーを有している。第四レンズ群G_4は、正レンズL_{10}一枚からなる。更に、第五レンズ群G_5は、正レンズL_{11}と負レンズL_{12}とからなり、負のパワーを有している。

尚、低倍端から高倍端への変倍の際、第一レンズ群G_1，第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4は被写体側（図の左側）へ移動し、第二レンズ群G_2は像面側（図の右側）へ移動する。又、その際、第一レンズ群G_1乃至第四レンズ群G_4は夫々が独立に移動するよ

うになっている。第五レンズ群G_5は固定されている。

【００２７】

この撮影光学系においても、第一レンズユニット１１と第二レンズユニット１２との間には第一ミラーM_1が配置され、第二レンズユニット１２の後方には撮影系の第二ミラーM_2が配置されており、全体として、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，撮影系の第二ミラーM_2及びフィルム面Ｆが夫々配置されて構成されている。

但し、第一ミラーM_1及び第二ミラーM_2の位置は、撮影光学系のズーミング中は固定状態となる。

【００２８】

又、観察光学系は、図８に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズ群G_1乃至第四レンズ群G_4からなる前記撮影光学系と共通に使用される第一レンズユニット１１と、第一ミラーM_1と、観察系の第一ミラーM_1’と、フィールドレンズ（正レンズ）１３と、観察系の第二ミラーM_2’と、観察系の第三ミラーM_3’と、ルーペ１４とが配置されて構成されている。又、フィールドレンズ１３の光の入射面はスクリーンマット面が形成されており、この面に被写体像が結像され、ルーペレンズ１４によりかかる像を観察できるようになっている。

但し、第一ミラーM_1，観察系の第一ミラーM_1’，フィールドレンズ１３，観察系の第二ミラーM_2’，観察系の第三ミラーM_3’及びルーペレンズ１４は、夫々ズーミング中は固定状態となる。

又、第一ミラーM_1は回動により光路の切り換えができるようになっており、第一ミラーM_1以降の光路が撮影光学系と観察光学系とでは別個に形成されている。

【００２９】

第一レンズユニット１１の第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4は、特に光線の集中する部分であるため、球面収差，コマ収差への関与が非常に大きい部分である。本実施例では、第一レンズユニット１１の第三群G_3を二枚のレンズで、又、第四レンズ群G_4を単体のレンズで夫々構成して、使用するレンズの枚数を低減している。更に、この第一レンズユニット１１の第三群レンズG_3及び第四レンズ群G_4を合わせて、被写体側から正レンズ，負レンズ，正レンズの構成とし、そのうち一つ以上の面に非球面を使用したことにより、少ないレンズでも球面収差及びコマ収差収差を良好に補正することができる。又、この少ないレンズ構成により、第一ミラーM_1を配置するための空間を十分に確保できるようになっている。

【００３０】

又、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成焦点距離をf_{34}、低倍端における撮影光学系のＦナンバーを$F_{NO.}$、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長をD_{34}とすると、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

$$0.1 < f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34}) < 0.8 \quad \cdots\cdots (1)$$

この条件式（１）は、低倍端における第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4の有効径の大きさと、第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長との比率を示したものである。

$\{f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34})\}$の値が条件式（１）の取り得る値の範囲の上限を越えると、球面収差とコマ収差とのバランスが崩れ補正が困難になる。又、その値が条件式（１）の取り得る値の範囲の下限を下回れば、光学系の全長を短く構成した上で第一ミラーM_1を配置するための空間を確保することが困難になる。

【００３１】

又、第二レンズユニット１２を構成する第五レンズ群G_2に負のパワーを有するレンズを採用したことで、観察光学系の中間結像フィルムのサイズよりも小さくできるようにしている。これにより、観察光学系のサイズを小さくすることができ、カメラの小型化を実現できる。

尚、本実施例では、ファインダーの視野率を８５％に設定した場合、中間結像サイズは、フィルムサイズの約０．６倍となる。

【００３２】

以下、本実施例の光学系におけるレンズの数値データを示す。

〔撮影光学系〕

焦点距離＝２８．８（低倍端），５７．９（中間倍率），１１６．３（高倍端）

画角（２ω）＝６４．１°（低倍端），３２．５°（中間倍率），１６．３°（高倍端）

Ｆナンバー＝４．８（低倍端），５．３（中間倍率），５．８（高倍端）

【００３３】

r_1 =85.4456

d_1 =1.950　n_1 =1.80518　ν_1 =25.43

r_2 =43.4196

d_2 =5.500　n_2 =1.54771　ν_2 =62.83

r_3 =-213.7532

d_3 =0.100

r_4 =31.3075

d_4 =4.000　n_4 =1.48749　ν_4 =70.20

r_5 =122.1096

d_5 =1.4321（低倍端），11.5122（中間倍率），22.4004（高倍端）

【００３４】

r_6 =175.9715

d_6 =1.500　n_6 =1.81600　ν_6 =46.62

r_7 =13.3064

d_7 =4.200

r_8 =-41.8832

d_8 =1.200　n_8 =1.74100　ν_8 =52.68

r_9 =39.6186

d_9 =0.200

r_{10}=22.5832

d_{10}=4.000　n_{10}=1.74077　ν_{10}=27.79

【００３５】

r_{11}=-25.9380

d_{11}=0.821

r_{12}=-20.5061

d_{12}=1.100　n_{12}=1.77250　ν_{12}=49.66

r_{13}=-1236.8753

d_{13}=21.3690（低倍端），10.6785（中間倍率），2.4752（高倍端）

r_{14}=17.4722(非球面)

d_{14}=4.955　n_{14}=1.55963　ν_{14}=61.17

【００３６】

r_{15}=-29.1089

d_{15}=1.400

r_{16}=-20.1868

d_{16}=1.200　n_{16}=1.78472　ν_{16}=25.68

r_{17}=-78.2748

d_{17}=7.9972（低倍端），6.6835（中間倍率），6.3593（高倍端）

r_{18}=-865.7039(非球面)

d_{18}=2.342　n_{18}=1.48749　ν_{18}=70.20

r_{19}=-22.1048

d_{19}=18.7033（低倍端），29.3543（中間倍率），33.8205（高倍端）

【００３７】

r_{20}=-28.8007

d_{20}=2.700　n_{20}=1.53172　ν_{20}=48.90

r_{21}=-16.6629

d_{21}=0.299

r_{22}=-18.3409

d_{22}=1.499　n_{22}=1.80400　ν_{22}=46.57

r_{23}=-44.2389

d_{23}=26.992

r_{24}（フィルム面）

【００３８】

非球面係数

第１４面

P＝2.5687

$E=-0.39066\times10^{-4}$,　$F=-0.22909\times10^{-6}$,

$G=-0.92040\times10^{-10}$，$H=-0.12108\times10^{-10}$

第１８面

P＝6.5404
E＝-0.50437×10^{-4},　F＝-0.12402×10^{-6},
G＝-0.25021×10^{-9},　H＝-0.68127×10^{-11}
【００３９】
又、本実施例の撮影光学系において、上記条件式（１）の値は、
f_{34}／（$F_{NO.}$×D_{34}）＝０．３０９
である。
【００４０】
〔観察光学系〕
（対物レンズ系）

r_1 ＝85.4456
d_1 ＝1.950　n_1 ＝1.80518　ν_1 ＝25.43
r_2 ＝43.4196
d_2 ＝5.500　n_2 ＝1.54771　ν_2 ＝62.83
r_3 ＝-213.7532
d_3 ＝0.100
r_4 ＝31.3075
d_4 ＝4.000　n_4 ＝1.48749　ν_4 ＝70.20
r_5 ＝122.1096
d_5 ＝1.4321（低倍端），11.5122（中間倍率），22.4004（高倍端）

【００４１】
r_6 ＝175.9715
d_6 ＝1.500　n_6 ＝1.81600　ν_6 ＝46.62
r_7 ＝13.3064
d_7 ＝4.200
r_8 ＝-41.8832
d_8 ＝1.200　n_8 ＝1.74100　ν_8 ＝52.68
r_9 ＝39.6186
d_9 ＝0.200
r_{10}＝22.5832
d_{10}＝4.000　n_{10}＝1.74077　ν_{10}＝27.79

【００４２】

r_{11}=-25.9380

d_{11}=0.821

r_{12}=-20.5061

d_{12}=1.100　n_{12}=1.77250　ν_{12}=49.66

r_{13}=-1236.8753

d_{13}=21.3690（低倍端），10.6785（中間倍率），2.4752（高倍端）

r_{14}=17.4722(非球面)

d_{14}=4.955　n_{14}=1.55963　ν_{14}=61.17

【００４３】

r_{15}=-29.1089

d_{15}=1.400

r_{16}=-20.1868

d_{16}=1.200　n_{16}=1.78472　ν_{16}=25.68

r_{17}=-78.2748

d_{17}=7.9972（低倍端），6.6835（中間倍率），6.3593（高倍端）

r_{18}=-865.7039(非球面)

d_{18}=2.342　n_{18}=1.48749　ν_{18}=70.20

r_{19}=-22.1048

d_{19}=40.2630（低倍端），50.9140（中間倍率），55.3800（高倍端）

【００４４】

（接眼レンズ系）

r_{20}=∞

d_{20}=5.000　n_{20}=1.52540　ν_{20}=56.25

r_{21}=-20.0000

d_{21}=40.930

r_{22}=56.7366(非球面)

d_{22}=5.000　n_{22}=1.52540　ν_{22}=56.25

r_{23}=-43.2364

d_{23}=15

r_{24}（瞳）

【００４５】

非球面係数

第１４面

P＝2.5687

$E=-0.39066\times10^{-4}$,　$F=-0.22909\times10^{-6}$,

$G=-0.92040\times10^{-10}$，$H=-0.12108\times10^{-10}$

第１８面
Ｐ＝6.5404
Ｅ＝-0.50437×10^{-4}，　Ｆ＝-0.12402×10^{-6}，
Ｇ＝-0.25021×10^{-9}，　Ｈ＝-0.68127×10^{-11}
第２２面
Ｐ＝-21.4426
Ｅ＝０，Ｆ＝０，Ｇ＝０，Ｈ＝０
【００４６】
尚、図９は本実施例のカメラの撮影光学系における収差曲線図であり、（ａ）は高倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示している。又、図１０は本実施例のカメラの観察光学系の対物レンズ系における収差曲線図であり、（ａ）は高倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示している。図１１は、前記観察光学系の接眼レンズ系における収差曲線図（逆追跡での物点は２ｍ）である。
【００４７】
第五実施例
本実施例のカメラは、第二実施例において示したカメラの撮影光学系及び観察光学系を夫々ズームレンズにより構成したものである。図１２は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍率端ので状態を夫々示す図である。又、図１３は本実施例にかかるカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍率端ので状態を夫々示す図である。
【００４８】
本実施例のカメラに使用される撮影光学系は、図１２に示したように、第四実施例において示したものと同様に構成されている。従って、この撮影光学系を構成するレンズ群の移動する様子も第四実施例と同様である。
又、本実施例のカメラに使用される観察光学系は、図１３に示したように、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，第二ミラーM_2，フィールドレンズ１３，観察系の第一ミラーM_1’，観察系の第二ミラーM_2’及びルーペ１４が配置されて構成されている。又、第一ミラーM_1，第二レンズユニット１２，第二ミラーM_2，フィールドレンズ１３，観察系の第一ミラーM_1’，観察系の第二ミラーM_2’及びルーペ１４は、ズーミング中は全て固定される。フィールドレンズ１３の光の入射面には、スクリーンマット面が形成されており、この面に被写体像が結像され、ルーペ１４によりその像を観察できるようになっている。
【００４９】
本実施例のカメラでは、第一レンズ群G_1乃至第四レンズ群G_4からなる第一レンズユニット１１と、第一ミラーM_1と、第五レンズ群G_5からなる第二レンズユニット１２とが、撮影光学系及び観察光学系において共通に使用されている。そして、第二ミラーM_2の回動により、光路を切り換えることができ、第二ミラーM_2以降の光路は、撮影光学系と観察光学系とでは別個に形成されている。
【００５０】
第一レンズユニット１１の第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4は、特に光線の集中する部分であるため、球面収差，コマ収差への関与が非常に大きい部分である。本実施例では、第一レンズユニット１１の第三群レンズG_3を二枚のレンズで、又、第四レンズ群G_4を単体のレンズで夫々構成して、使用するレンズの枚数を低減している。更に、この第一レンズユニット１１の第三群レンズG_3及び第四レンズ群G_4を合わせて、被写体側から正レンズ，負レンズ，正レンズの構成とし、そのうち一つ以上の面に非球面を使用したことにより、少ないレンズでも球面収差及びコマ収差を良好に補正することができる。又、この少ないレンズ構成により、第一ミラーM_1を配置するための空間を十分に確保できるようになっている。
【００５１】

又、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成焦点距離をf_{34}、低倍端における撮影光学系のFナンバーを$F_{NO.}$、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長をD_{34}とすると、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

$0.1 < f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34}) < 0.8$ ・・・・（１）

この条件式（１）は、低倍端における第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4の有効径の大きさと、第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長との比率を示したものである。$\{f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34})\}$の値が条件式（１）の取り得る値の範囲の上限を越えると、球面収差とコマ収差とのバランスが崩れ補正が困難になる。又、$\{f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34})\}$の値が条件式（１）の取り得る値の範囲の下限を下回れば、光学系の全長を短く構成した上で第一ミラーM_1を配置するための空間を確保することが困難になる。

【００５２】

以下、本実施例の光学系におけるレンズの数値データを示す。

尚、撮影光学系の構成は第四実施例において示したものと同様であるため、そのデータは省略する。

〔観察光学系〕

(対物レンズ系)

$r_1 = 85.4456$

$d_1 = 1.950$ $n_1 = 1.80518$ $\nu_1 = 25.43$

$r_2 = 43.4196$

$d_2 = 5.500$ $n_2 = 1.54771$ $\nu_2 = 62.83$

$r_3 = -213.7532$

$d_3 = 0.100$

$r_4 = 31.3075$

$d_4 = 4.000$ $n_4 = 1.48749$ $\nu_4 = 70.20$

$r_5 = 122.1096$

$d_5 = 1.4321$ (低倍端), 11.5122 (中間倍率), 22.4004 (高倍端)

【００５３】

$r_6 = 175.9715$

$d_6 = 1.500$ $n_6 = 1.81600$ $\nu_6 = 46.62$

$r_7 = 13.3064$

$d_7 = 4.200$

$r_8 = -41.8832$

$d_8 = 1.200$ $n_8 = 1.74100$ $\nu_8 = 52.68$

$r_9 = 39.6186$

$d_9 = 0.200$

$r_{10} = 22.5832$

$d_{10} = 4.000$ $n_{10} = 1.74077$ $\nu_{10} = 27.79$

【００５４】

r_{11}=-25.9380

d_{11}=0.821

r_{12}=-20.5061

d_{12}=1.100　n_{12}=1.77250　ν_{12}=49.66

r_{13}=-1236.8753

d_{13}=21.3690 (低倍端), 10.6785 (中間倍率), 2.4752 (高倍端)

r_{14}=17.4722(非球面)

d_{14}=4.955　n_{14}=1.55963　ν_{14}=61.17

【００５５】

r_{15}=-29.1089

d_{15}=1.400

r_{16}=-20.1868

d_{16}=1.200　n_{16}=1.78472　ν_{16}=25.68

r_{17}=-78.2748

d_{17}=7.9972 (低倍端), 6.6835 (中間倍率), 6.3593 (高倍端)

r_{18}=-865.7039(非球面)

d_{18}=2.342　n_{18}=1.48749　ν_{18}=70.20

r_{19}=-22.1048

d_{19}=18.7033 (低倍端), 29.3543 (中間倍率), 33.8205 (高倍端)

【００５６】

r_{20}=-28.8007

d_{20}=2.700　n_{20}=1.53172　ν_{20}=48.90

r_{21}=-16.6629

d_{21}=0.299

r_{22}=-18.3409

d_{22}=1.499　n_{22}=1.80400　ν_{22}=46.57

r_{23}=-44.2389

d_{23}=26.992

(接眼系レンズ系)

r_{24}=∞

d_{24}=6.000　n_{24}=1.52540　ν_{24}=56.25

【００５７】

r_{25}＝-25.0000
d_{25}＝56.999
r_{26}＝81.7042(非球面)
d_{26}＝5.000　n_{26}＝1.52540　ν_{26}＝56.25
r_{27}＝-57.9134
d_{27}＝15
r_{28}（瞳）

【００５８】
非球面係数
第１４面
Ｐ＝2.5687
Ｅ＝-0.39066×10^{-4}，　Ｆ＝-0.22909×10^{-6}，
Ｇ＝-0.92040×10^{-10}，Ｈ＝-0.12108×10^{-10}
第１８面
Ｐ＝6.5404
Ｅ＝-0.50437×10^{-4}，　Ｆ＝-0.12402×10^{-6}，
Ｇ＝-0.25021×10^{-9}，　Ｈ＝-0.68127×10^{-11}
第２６面
Ｐ＝-32.9042
Ｅ＝０，Ｆ＝０，Ｇ＝０，Ｈ＝０
【００５９】
尚、図１４は、本実施例のカメラに使用される観察光学系の接眼レンズ系における収差曲線図（逆追跡での物点は２ｍ）である（観察光学系の対物レンズ系における収差曲線図は図１０と同様であるため省略した）。
【００６０】
第六実施例
本実施例のカメラは、第三実施例において示したカメラの撮影光学系及び観察光学系を夫々ズームレンズにより構成したものである。図１５は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示す図である。又、図１６は本実施例にかかるカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示す図である。
【００６１】
本実施例のカメラに使用される撮影光学系では、図１５に示すように、第一レンズユニット１１は、図示しない被写体側から順に、第一レンズ群G_1，第二レンズ群G_2及び第三レンズ群G_3が配置されて構成されている。第二レンズユニット１２は第四レンズ群G_4単体により、又、第三レンズユニット１５は第五レンズ群G_5により夫々構成されている。第一レンズ群G_1は、負レンズL_1と正レンズL_2との接合レンズと、正レンズL_3とからなり、正のパワーを有している。第二レンズ群G_2は、負レンズL_4と、負レンズL_5と、正レンズL_6と、負レンズL_7とからなり、負のパワーを有している。第三レンズ群G_3は、正レンズL_8と、負レンズL_9とからなり、正のパワーを有している。第四レンズ群G_4は、正レンズL_{10}一枚からなる。更に、第五レンズ群G_5は、正レンズL_{11}と負レンズL_{12}とからなり、負のパワーを有している。
尚、低倍端から高倍端への変倍の際、第一レンズ群G_1，第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4は夫々被写体側（図の左側）へ移動し、第二レンズ群G_2は像面側（図の右側）に移動する。又、その際、第一レンズ群G_1乃至第四レンズ群G_4は夫々が独立に移動す

るようになっている。第五レンズ群G_5は固定される。

【００６２】

更に、第一レンズユニット１１と第二レンズユニット１２との間には、プリズムP_1及びP_2が配置されている。そして、このプリズムP_1とプリズムP_2とが約４５°の角度を以て接合され、この接合面にコーティングが施されて、ビームスプリッタＢが形成されている。

本実施例のカメラでは、このビームスプリッタＢにより、光量の５０％以上を透過させ、又、残りを反射させて、光路の分割を行っている。そして、本実施例のカメラでは、透過光を撮影光学系の光路，反射光を後述する観察光学系の光路へ夫々導くように構成されている。

更に、第二レンズユニット１２の後方には第一ミラーM_1が配置され、第三レンズユニット１５の後方には第二ミラーM_2が配置されている。そして、本実施例のカメラにおける撮影光学系も、全体として、図示しない被写体側から順に、第一レンズユニット１１，ビームスプリッタＢ，第二レンズユニット１２，第一ミラーM_1，第三レンズユニット１５，第二ミラーM_2及びフィルム面Ｆが配置されて構成されているのは、第三実施例のものと同様である。

但し、第一ミラーM_1及び第二ミラーM_2の位置は、撮影光学系のズーミング中は固定状態となる。

【００６３】

一方、観察光学系は、図１６に示すように、図示しない被写体側から順に、第一レンズ群G_1乃至第三レンズ群G_3からなる前記撮影光学系と共通に使用される第一レンズユニット１１と、プリズムP_1と、プリズムP_3と、観察系の第二レンズユニット１６と、プリズムＰと、ルーペ１４とが配置されて構成されている。

プリズムP_1とプリズムP_3とは、前記撮影光学系の場合と同様に、接合されてビームスプリッタＢを形成し、更に、プリズムP_3は観察系の第一ミラーM_1’を備えている。

【００６４】

第二レンズユニット１２は、正レンズL_{13}からなる第六レンズ群G_6と、正レンズL_{14}及び負レンズL_{15}からなる第七レンズ群G_7とから構成されている。第六レンズ群G_6は、低倍端から高倍端への変倍時に、被写体側（図の左側）へ移動し、又、第七レンズ群G_7は、変倍時に、第七レンズ群G_7を構成している二枚のレンズが一体となって、像面（図の右側）へ移動するようになっている。この第六レンズ群G_6及び第七レンズ群G_7の移動により、観察光学系の低倍端から高倍端までの変倍比は、前記撮影光学系のそれとほぼ同一に保持され、しかも、前記撮影光学系によるものよりも小さい被写体像をプリズムＰの入射面近傍に結像できる。

又、プリズムＰは、観察系の第二ミラーM_2’，観察系の第三ミラーM_3’，観察系の第四ミラーM_4’及び観察系の第五ミラーM_5’を備えており、ポロプリズムを構成している。

ルーペ１４は、正レンズL_{16}と負レンズL_{17}とにより、このレンズの合成パワーが正のパワーとなるように構成されている。

【００６５】

以上のように、本実施例のカメラに使用される観察光学系は、第一レンズユニット１１，プリズムP_1，プリズムP_3及び観察系の第二レンズユニット１６を対物レンズ系とし、又、プリズムＰ及びルーペ１４を接眼レンズ系として、実像式ファインダーとして構成されている。

又、第一レンズユニット１１とプリズムP_1とは、撮影光学系及び観察光学系において、共通に使用される。

【００６６】

第一レンズユニット１１の第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4は、特に光線の集中する部分であるため、球面収差，コマ収差への関与が非常に大きい部分である。本実施例では、第一レンズユニット１１の第三群G_3を二枚のレンズで、又、第四レンズ群G_4を単

体のレンズで夫々構成して、使用するレンズの枚数を低減している。更に、この第一レンズユニット１１の第三群レンズG_3及び第四レンズ群G_4を合わせて、被写体側から正レンズ，負レンズ，正レンズの構成とし、そのうち一つ以上の面に非球面を使用したことにより、少ないレンズでも球面収差及びコマ収差を良好に補正することができる。又、この少ないレンズ構成により、第一ミラーM_1を配置するための空間を十分に確保できるようになっている。

【００６７】

又、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成焦点距離をf_{34}、低倍端における撮影光学系のＦナンバーを$F_{NO.}$、低倍端における第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長をD_{34}とすると、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

$$0.1 < f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34}) < 0.8 \quad \cdots\cdots (1)$$

この条件式（１）は、低倍端における第三レンズ群G_3及び第四レンズ群G_4の有効径の大きさと、第三レンズ群G_3と第四レンズ群G_4との合成構成長との比率を示したものである。$\{f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34})\}$の値が条件式（１）の取り得る値の範囲の上限を越えると、球面収差とコマ収差とのバランスが崩れ補正が困難になる。又、$\{f_{34}/(F_{NO.} \times D_{34})\}$の値が条件式（１）の取り得る値の範囲の下限を下回れば、光学系の全長を短く構成した上で第一ミラーM_1を配置するための空間を確保することが困難になる。

【００６８】

又、観察光学系の中間結像面の被写体像の大きさは、撮影光学系のものよりも小さくなるように設定されているため、観察光学系を小さく構成することができ、カメラの小型化を図ることができる。

尚、本実施例では、ファインダーの視野率を８５％に設定した場合、中間結像サイズは、フィルムサイズの約０．３５倍となる。

又、本実施例では、撮影光学系の光路と観察光学系の光路とをビームスプリッタにより分割したが、可動のミラーを用いてかかる光路の切り換えを行っても差し支えない。この場合、ミラーの大きさは、撮影光学系の有効径全体をカバーする必要はなく、観察光学系の有効径がカバーされていれば、本発明の目的は達成される。

【００６９】

以下、本実施例の光学系におけるレンズの数値データを示す。

〔撮影光学系〕

焦点距離＝２８．８（低倍端），５７．９（中間倍率），１１６．３（高倍端）

画角（２ω）＝６４．１°（低倍端），３２．７°（中間倍率），１６．３°（高倍端）

Ｆナンバー＝４．８（低倍端），５．３（中間倍率），５．８（高倍端）

【００７０】

$r_1 = 93.9459$

$d_1 = 1.950 \quad n_1 = 1.80518 \quad \nu_1 = 25.43$

$r_2 = 46.7727$

$d_2 = 5.500 \quad n_2 = 1.54771 \quad \nu_2 = 62.83$

$r_3 = -187.0984$

$d_3 = 0.100$

$r_4 = 31.6516$

$d_4 = 4.000 \quad n_4 = 1.48749 \quad \nu_4 = 70.20$

$r_5 = 111.8270$

$d_5 = 1.1108$ (低倍端)，10.4363 (中間倍率)，22.9108 (高倍端)

【００７１】

r_6 =140.3216

d_6 =1.500　n_6 =1.81600　ν_6 =46.62

r_7 =13.7791

d_7 =4.200

r_8 =-31.1370

d_8 =1.200　n_8 =1.74100　ν_8 =52.68

r_9 =74.0456

d_9 =0.200

r_{10}=26.6144

d_{10}=4.000　n_{10}=1.74077　ν_{10}=27.79

【００７２】

r_{11}=-23.8562

d_{11}=1.050

r_{12}=-19.4355

d_{12}=1.100　n_{12}=1.77250　ν_{12}=49.66

r_{13}=1861.7989

d_{13}=20.9550(低倍端)，9.3689（中間倍率），1.9822（高倍端）

r_{14}=19.7020(非球面)

d_{14}=5.616　n_{14}=1.58913　ν_{14}=61.18

【００７３】

r_{15}=-24.8156

d_{15}=2.127

r_{16}=-20.0077

d_{16}=1.200　n_{16}=1.80518　ν_{16}=25.43

r_{17}=-85.9798

d_{17}=0.300

r_{18}=∞

d_{18}=15.000　n_{18}=1.51633　ν_{18}=64.15

r_{19}=∞

d_{19}=3.6130（低倍端），1.1889（中間倍率），0.5695（高倍端）

【００７４】

r_{20}＝58.6304(非球面)

d_{20}＝2.661　n_{20}＝1.48749　ν_{20}＝70.20

r_{21}＝-35.0730

d_{21}＝15.2963(低倍端)，28.7843（中間倍率），32.5697（高倍端)

r_{22}＝-32.7121

d_{22}＝3.000　n_{22}＝1.54814　ν_{22}＝45.78

r_{23}＝-17.4895

d_{23}＝0.774

r_{24}＝-18.7405

d_{24}＝1.499　n_{24}＝1.81600　ν_{24}＝46.62

r_{25}＝-51.1808

d_{25}＝26.7380

r_{26}（フィルム面)

【００７５】

非球面係数

第１４面

Ｐ＝2.6177

Ｅ＝-0.37456×10^{-4},　Ｆ＝-0.15014×10^{-6},

Ｇ＝0.15456×10^{-9},　Ｈ＝-0.11587×10^{-10}

第２０面

Ｐ＝6.5402

Ｅ＝-0.31824×10^{-4},　Ｆ＝0.13337×10^{-8},

Ｇ＝-0.92158×10^{-9},　Ｈ＝0.47833×10^{-11}

【００７６】

又、本実施例の撮影光学系において、上記条件式（１）の値は、

$f_{34}/(F_{NO.}\times D_{34})$＝０．１９５

である。

【００７７】

〔観察光学系〕

(対物レンズ系)

r_1 =93.9459

d_1 =1.950　n_1 =1.80518　ν_1 =25.43

r_2 =46.7727

d_2 =5.500　n_2 =1.54771　ν_2 =62.83

r_3 =-187.0984

d_3 =0.100

r_4 =31.6516

d_4 =4.000　n_4 =1.48749　ν_4 =70.20

r_5 =111.8270

d_5 =1.1108 (低倍端), 10.4363 (中間倍率), 22.9108 (高倍端)

【００７８】

r_6 =140.3216

d_6 =1.500　n_6 =1.81600　ν_6 =46.62

r_7 =13.7791

d_7 =4.200

r_8 =-31.1370

d_8 =1.200　n_8 =1.74100　ν_8 =52.68

r_9 =74.0456

d_9 =0.200

r_{10}=26.6144

d_{10}=4.000　n_{10}=1.74077　ν_{10}=27.79

【００７９】

r_{11}=-23.8562

d_{11}=1.050

r_{12}=-19.4355

d_{12}=1.100　n_{12}=1.77250　ν_{12}=49.66

r_{13}=1861.7989

d_{13}=20.9550 (低倍端), 9.3689 (中間倍率), 1.9822 (高倍端)

r_{14}=19.7020(非球面)

d_{14}=5.616　n_{14}=1.58913　ν_{14}=61.18

【００８０】

$r_{15}=-24.8156$

$d_{15}=2.127$

$r_{16}=-20.0077$

$d_{16}=1.200$ $n_{16}=1.80518$ $\nu_{16}=25.43$

$r_{17}=-85.9798$

$d_{17}=0.300$

$r_{18}=\infty$

$d_{18}=30.000$ $n_{18}=1.51633$ $\nu_{18}=64.15$

$r_{19}=\infty$

$d_{19}=3.8878$ (低倍端), 0.8964 (中間倍率), 0.6857 (高倍端)

【００８１】

$r_{20}=25.6100$(非球面)

$d_{20}=2.661$ $n_{20}=1.52540$ $\nu_{20}=56.25$

$r_{21}=-90.6089$

$d_{21}=3.1074$ (低倍端), 20.7291 (中間倍率), 25.1816 (高倍端)

$r_{22}=31.2583$

$d_{22}=4.500$ $n_{22}=1.52540$ $\nu_{22}=56.25$

$r_{23}=-48.2105$

$d_{23}=2.500$

$r_{24}=-36.9005$

$d_{24}=1.500$ $n_{24}=1.58423$ $\nu_{24}=30.49$

【００８２】

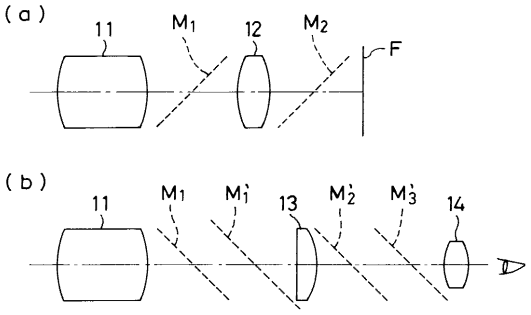
r_{25}＝-73.6537（非球面）
d_{25}＝11.5968（低倍端），8.0301（低倍端），6.9546（高倍端）
（接眼レンズ系）
r_{26}＝∞
d_{26}＝43.000　n_{26}＝1.52540　ν_{26}＝56.25
r_{27}＝∞
d_{27}＝0.722
r_{28}＝11.5482
d_{28}＝3.000　n_{28}＝1.52540　ν_{28}＝56.25
r_{29}＝473.4798
d_{29}＝0.200
r_{30}＝9.1612（非球面）
d_{30}＝2.000　n_{30}＝1.52540　ν_{30}＝56.25
r_{31}＝7.0575
d_{31}＝13.5
r_{32}（瞳）

【００８３】
非球面係数
第１４面
Ｐ＝2.6177
Ｅ＝-0.37456×10^{-4}，　Ｆ＝-0.15014×10^{-6}，
Ｇ＝0.15456×10^{-9}，　Ｈ＝-0.11587×10^{-10}
第２０面
Ｐ＝4.0000
Ｅ＝-0.39070×10^{-4}，　Ｆ＝0.18392×10^{-7}，
Ｇ＝-0.45943×10^{-8}，　Ｈ＝0.39774×10^{-10}
第２５面
Ｐ＝1.0000
Ｅ＝0.41755×10^{-4}，　Ｆ＝-0.10121×10^{-5}，
Ｇ＝-0.15957×10^{-10}，Ｈ＝0.86447×10^{-10}
第３０面
Ｐ＝1.0000
Ｅ＝-0.70004×10^{-4}，　Ｆ＝0.10355×10^{-6}，
Ｇ＝-0.44459×10^{-7}，　Ｈ＝0
【００８４】
尚、図１７は本実施例のカメラの撮影光学系における収差曲線図であり、（ａ）は高倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示している。又、図１８は本実施例のカメラの観察光学系における対物レンズ系の収差曲線図であり、（ａ）は高倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示している。
【００８５】
但し、上記各実施例において、r_1，r_2，・・・・は各レンズの曲率半径、d_1，d_2，・・・・は各レンズの肉厚又は間隔、n_1，n_2，・・・・は各レンズの屈折率、ν_1

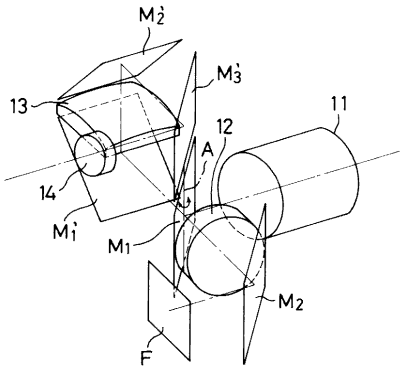
，ν_2，・・・・は各レンズのアッベ数、Ｐは円錐係数、Ｅ，Ｆ，Ｇ，Ｈは非球面係数である。
又、上記非球面形状は、上記各非球面係数を用いて、以下の式によって示される。但し、光軸方向の座標をＸ、光軸に垂直な方向の座標をＹとする。
$X=(Y^2/r)/[1+\{1-P(Y/r^2)\}^{1/2}]+EY^4+FY^6+GY^8+HY^{10}$
【００９０】
【発明の効果】
上述のように、本発明の全長の短いカメラは、撮影光学系の光学性能を良好に保持しながら、カメラの光軸方向の全長を短く、又、カメラの高さを低く構成してカメラ全体の小型化を達成できるという利点を有する。
【図面の簡単な説明】
【図１】（ａ）は本発明の第一実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、（ｂ）は同カメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図２】本発明の第一実施例のカメラの構成図である。
【図３】（ａ）は本発明の第二実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、（ｂ）は同カメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図４】本発明の第二実施例のカメラの構成図である。
【図５】（ａ）は本発明の第三実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、（ｂ）は同カメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図６】本発明の第三実施例のカメラの構成図である。
【図７】本発明の第四実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図８】本発明の第四実施例のカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図９】図７に示した撮影光学系における収差曲線図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は項倍端での状態を夫々示した図である。
【図１０】図８に示した観察光学系の対物レンズ系における収差曲線図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１１】図８に示した観察光学系の接眼レンズ系における収差曲線図である。
【図１２】本発明の第五実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１３】本発明の第五実施例のカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１４】図１３に示した観察光学系の接眼レンズ系における収差曲線図である。
【図１５】本発明の第六実施例のカメラに使用される撮影光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１６】本発明の第六実施例のカメラに使用される観察光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１７】図１５に示した撮影光学系における収差曲線図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。

【図１８】図１６に示した観察光学系における収差曲線図であり、（ａ）は低倍端，（ｂ）は中間倍率，（ｃ）は高倍端での状態を夫々示した図である。
【図１９】一般的なＴ．Ｔ．Ｌカメラの構成図である。
【図２０】従来のＴ．Ｔ．Ｌカメラの構成図である。
【図２１】従来のＴ．Ｔ．Ｌカメラの構成を示し、（ａ）はカメラの平面断面図，（ｂ）はカメラの側面断面図である。
【符号の説明】
１１　　第一レンズユニット
１２　　第二レンズユニット
１３　　フィールドレンズ
１４　　ルーペ
１５　　第三レンズユニット
１６　　観察系の第二レンズユニット
Ａ　　縦軸部材
Ｂ　　ビームスプリッタ
Ｆ　　フィルム面
$Ｇ_1$　　第一レンズ群
$Ｇ_2$　　第二レンズ群
$Ｇ_3$　　第三レンズ群
$Ｇ_4$　　第四レンズ群
$Ｇ_5$　　第五レンズ群
$Ｇ_6$　　第六レンズ群
$Ｇ_7$　　第七レンズ群
$Ｌ_1$ ～$Ｌ_{12}$　　レンズ
$Ｍ_1$　　第一ミラー
$Ｍ_2$　　第二ミラー
$Ｍ_1$ ’　観察系の第一ミラー
$Ｍ_2$ ’　観察系の第二ミラー
$Ｍ_3$ ’　観察系の第三ミラー
$Ｍ_4$ ’　観察系の第四ミラー
$Ｍ_5$ ’　観察系の第五ミラー
Ｐ，$Ｐ_1$，$Ｐ_2$，$Ｐ_3$　プリズム

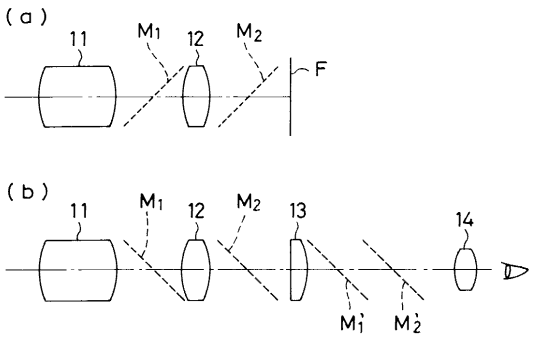
【図１】



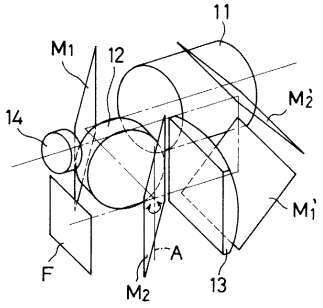
【図２】



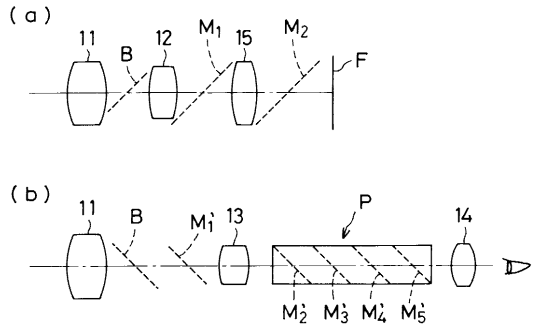
【図３】



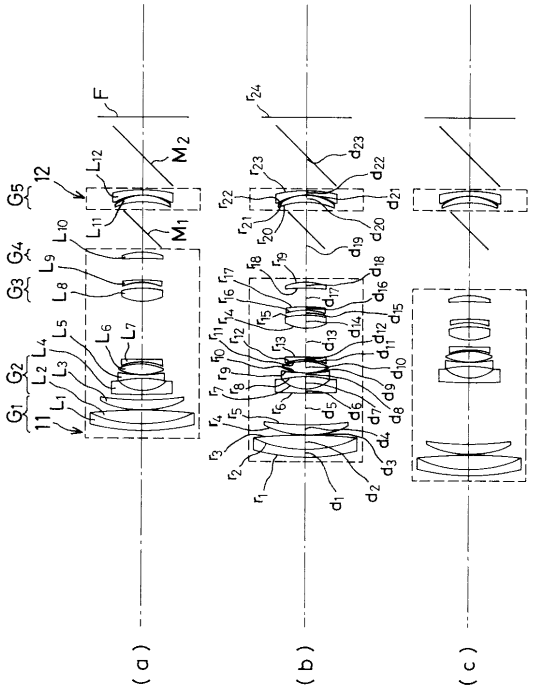
【図４】



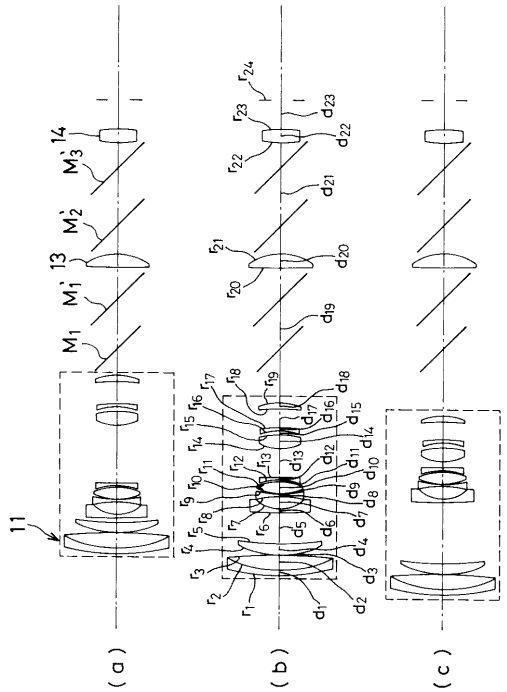
【図５】



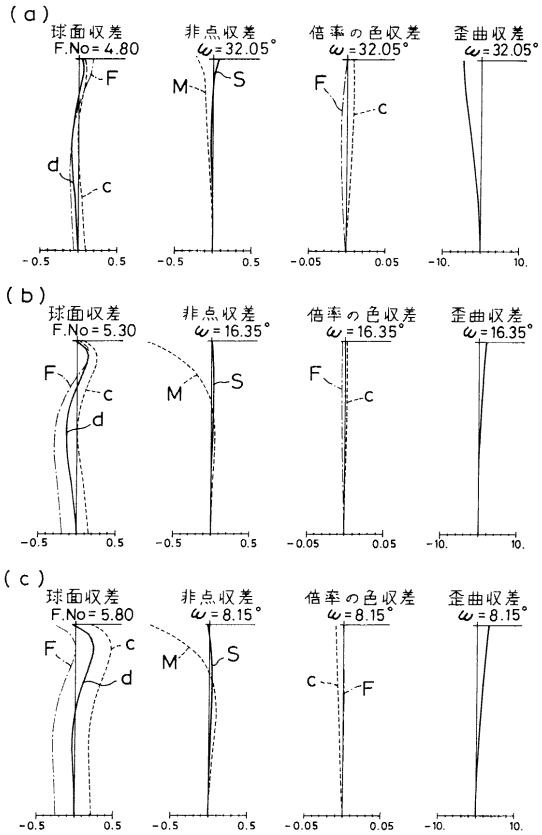
【図７】



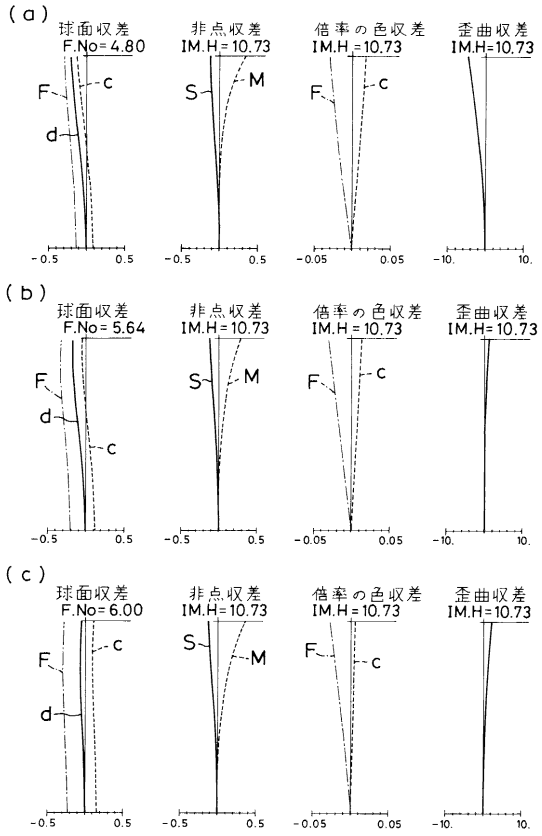
【図８】


M1
M'1
M'2
M'3
11
13
14
(a)
(b)
(c)

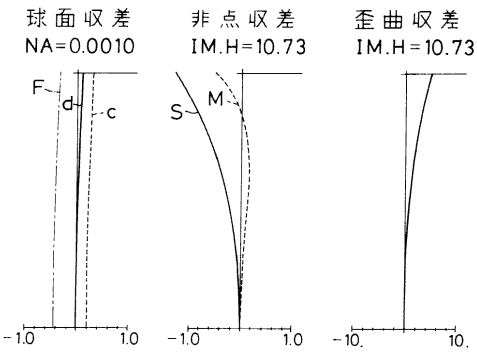
【図９】


(a)
球面収差
F.No=4.80
非点収差
ω=32.05°
倍率の色収差
ω=32.05°
歪曲収差
ω=32.05°
(b)
球面収差
F.No=5.30
非点収差
ω=16.35°
倍率の色収差
ω=16.35°
歪曲収差
ω=16.35°
(c)
球面収差
F.No=5.80
非点収差
ω=8.15°
倍率の色収差
ω=8.15°
歪曲収差
ω=8.15°

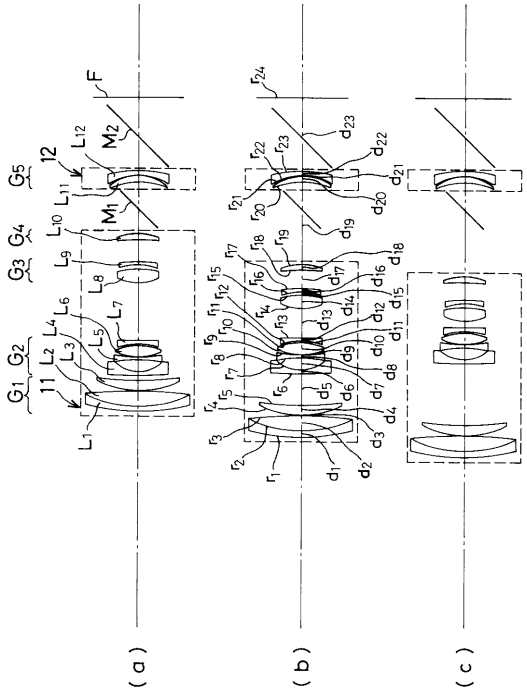
【図１０】


(a)
球面収差
F.No=4.80
非点収差
IM.H=10.73
倍率の色収差
IM.H=10.73
歪曲収差
IM.H=10.73
(b)
球面収差
F.No=5.64
非点収差
IM.H=10.73
倍率の色収差
IM.H=10.73
歪曲収差
IM.H=10.73
(c)
球面収差
F.No=6.00
非点収差
IM.H=10.73
倍率の色収差
IM.H=10.73
歪曲収差
IM.H=10.73

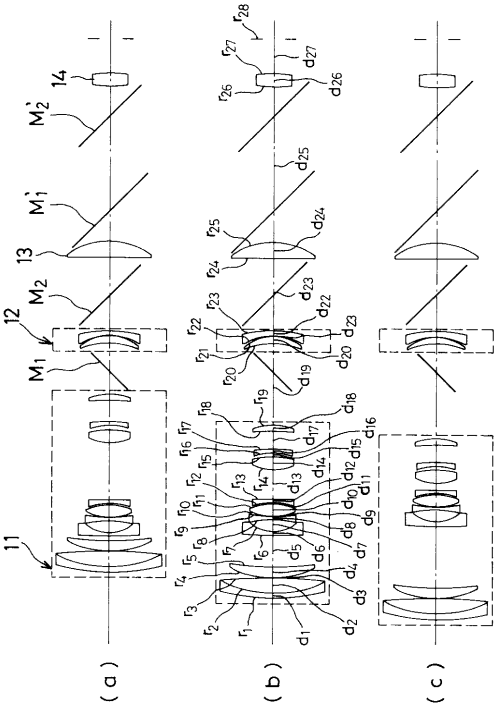
【図１１】


球面収差
NA=0.0010
非点収差
IM.H=10.73
歪曲収差
IM.H=10.73

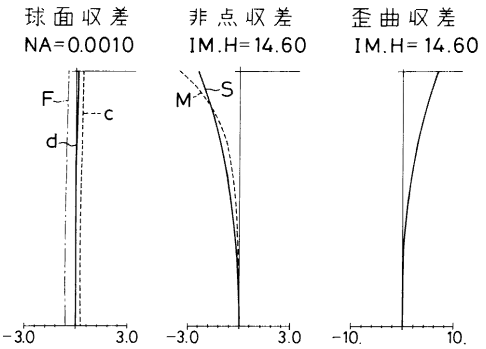
【図１２】



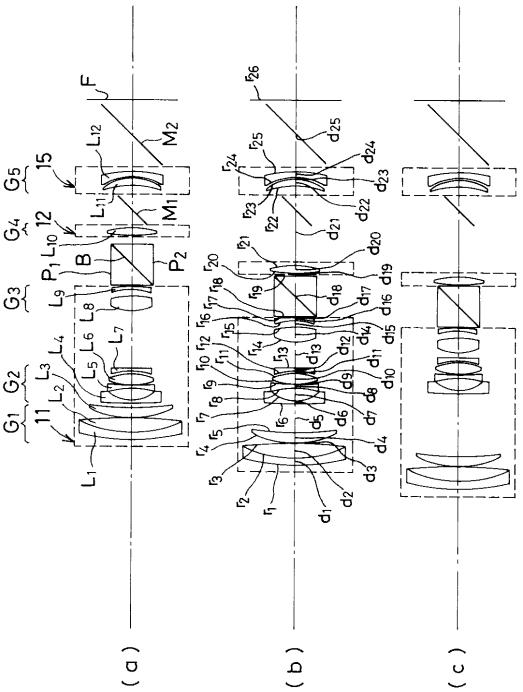
【図１３】



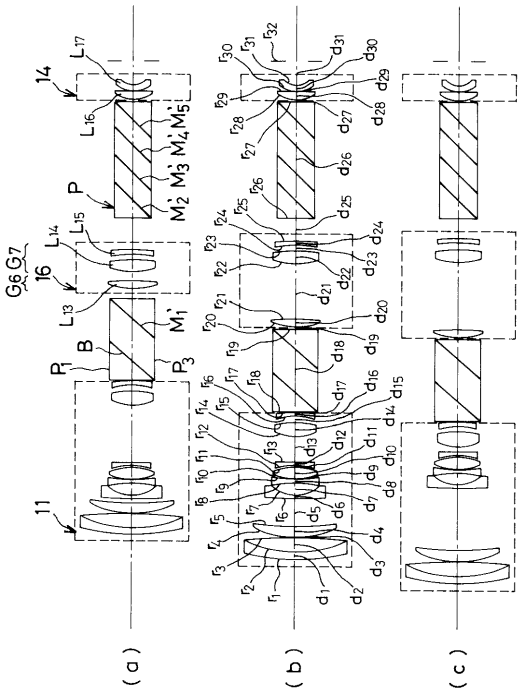
【図１４】



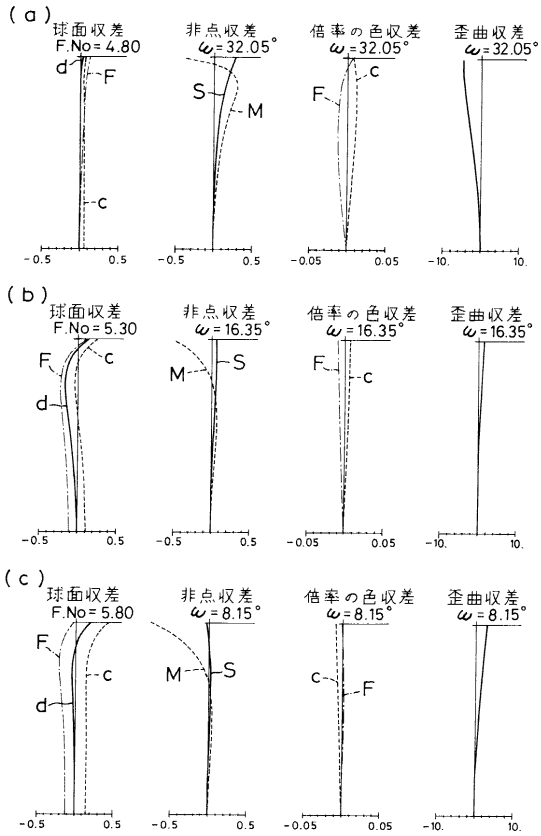
【図１５】



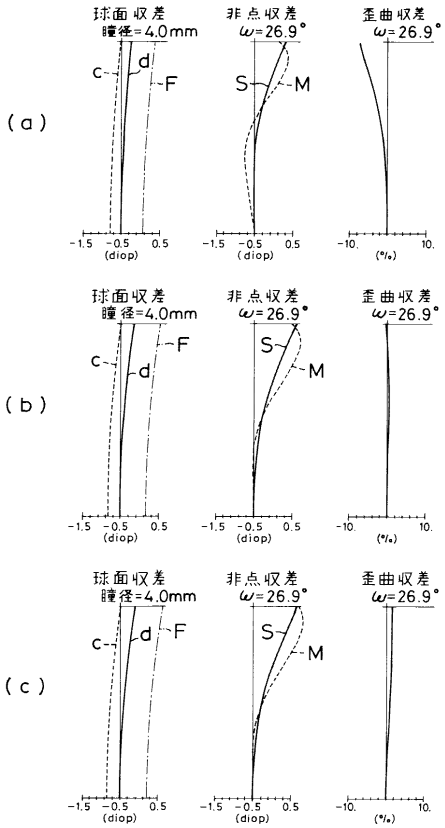
【図１６】



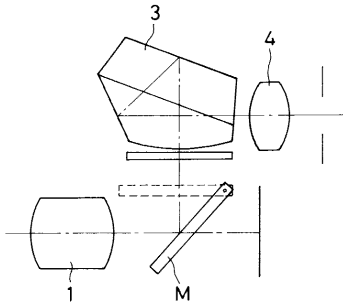
【図１７】



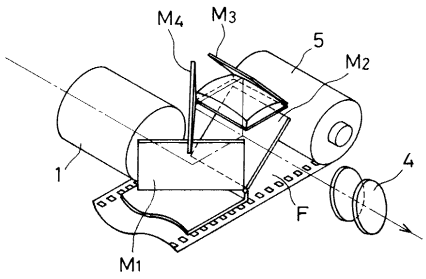
【図１８】



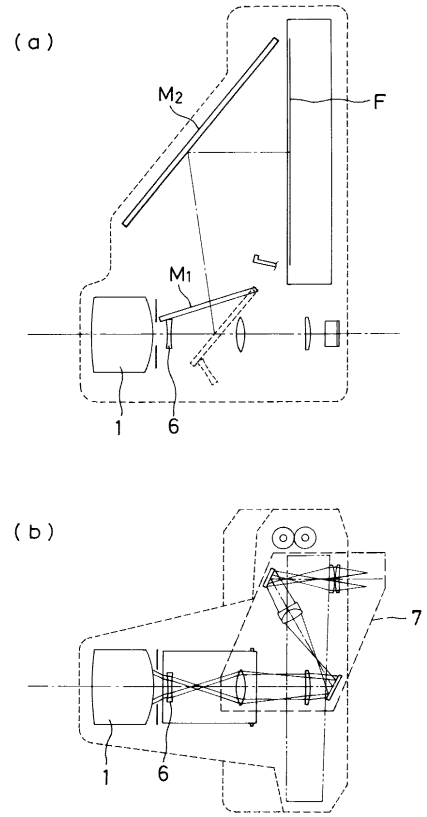
【図１９】



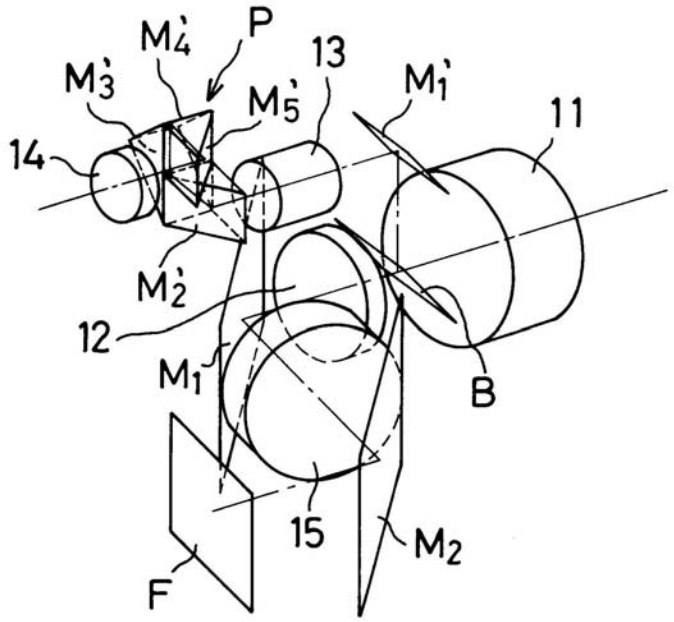
【図２０】



【図２１】



【図６】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G03B 19/12
G02B 15/16