(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3611146号
(P3611146)
(45)発行日　平成17年1月19日(2005.1.19)　(24)登録日　平成16年10月29日(2004.10.29)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 13/22　G02B 13/22
G02B 15/20　G02B 15/20

請求項の数 7　(全 6 頁)

(21)出願番号　特願平7-352985
(22)出願日　平成7年12月27日(1995.12.27)
(65)公開番号　特開平9-184978
(43)公開日　平成9年7月15日(1997.7.15)
審査請求日　平成14年12月2日(2002.12.2)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(74)代理人　100112427
弁理士　藤本　芳洋
(72)発明者　西村　宏
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内
(72)発明者　田中　正司
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内
(72)発明者　水谷　英夫
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】変倍テレセントリック光学系

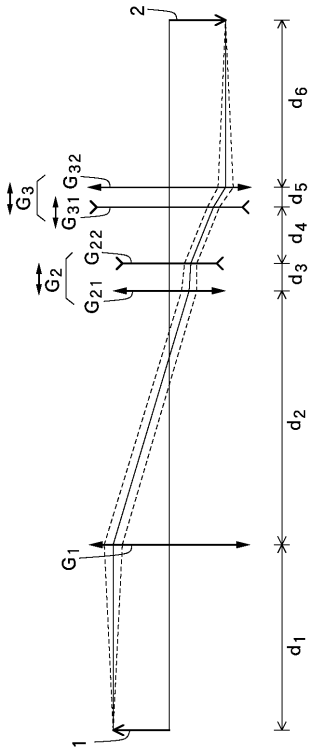
(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
共に正の屈折力を有する第１レンズ群と第３レンズ群との間に、等倍でないアフォーカル系である第２レンズ群を配置し、
前記第１レンズ群と前記第３レンズ群とのうちの少なくともいずれか一方のレンズ群と、該いずれか一方のレンズ群のうちの一部のレンズ群と、前記第２レンズ群とを、それぞれ独立に光軸方向に移動可能に配置したことを特徴とする変倍テレセントリック光学系。
【請求項２】
前記第２レンズ群は、正屈折力の第１サブレンズ群と、負屈折力の第２サブレンズ群とを備えることを特徴とする請求項１記載の変倍テレセントリック光学系。
【請求項３】
前記第３レンズ群中の一部のレンズは移動可能に設けられることを特徴とする請求項１又は請求項２記載の変倍テレセントリック光学系。
【請求項４】
前記第３レンズ群は、負屈折力の第１サブレンズ群と、正屈折力の第２サブレンズ群とを備え、
前記第３レンズ群中の前記第１サブレンズ群又は前記第２サブレンズ群は光軸方向に移動可能に設けられ、且つ前記第３レンズ群全体は光軸方向に移動可能に設けられることを特徴とする請求項３記載の変倍テレセントリック光学系。
【請求項５】

前記第１レンズ群中の一部のレンズは移動可能に設けられることを特徴とする請求項１乃至請求項４の何れか一項記載の変倍テレセントリック光学系。
【請求項６】
前記第２レンズ群は、前記第１レンズ群の後側焦点位置よりも前記第３レンズ群側に配置されることを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか一項記載の変倍テレセントリック光学系。
【請求項７】
前記第２レンズ群は、前記第１レンズ群の後側焦点位置よりも前記第１レンズ群側に配置されることを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか一項記載の変倍テレセントリック光学系。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、結像倍率を変更することができる変倍テレセントリック光学系に関する。
【０００２】
【従来の技術】
変倍テレセントリック光学系としては、特公平４－２９２９号公報や、特開平５－２０３８７４号公報に開示されたものがある。いずれも３群構成の光学系であって、前者は３群とも正屈折力の構成であり、後者は正・負・正屈折力の構成となっている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上記両従来技術とも、同一の物体位置について、テレセントリック性を維持しつつ変倍しようとすると、像面の位置が変わり、像面の位置を一定に保ちつつ変倍しようとすると、テレセントリック性が維持できないう問題点がある。
したがって本発明は、変倍に際して像位置を一定に保つことができ、しかもテレセントリック性も維持することができる変倍テレセントリック光学系を提供することを課題とする。
【０００４】
【課題を解決するための手段】
本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、すなわち共に正の屈折力を有する第１レンズ群と第３レンズ群との間に、アフォーカル系である第２レンズ群を配置し、第１レンズ群と第３レンズ群とのうちの少なくともいずれか一方のレンズ群と、該いずれか一方のレンズ群のうちの一部のレンズ群と、第２レンズ群とを、それぞれ独立に光軸方向に移動可能に配置した変倍テレセントリック光学系である。
【０００５】
この構成により、先ず第１に、いずれか一方のレンズ群のうちの一部のレンズ群を移動すると、いずれか一方のレンズ群の焦点距離が変わり、したがって全系の結像倍率が変わる。但しこの状態では、いずれか一方のレンズ群の焦点距離が変わったことにより、像位置も移動する。
そこで第２に、いずれか一方のレンズ群を移動することにより、像位置を元の位置に合致させ、すなわち像位置を一定に保つ。但しこの状態では、いずれか一方のレンズ群の側のテレセントリック性は維持されていない。
【０００６】
そこで第３に、アフォーカル系である第２レンズ群を移動する。第２レンズ群のアフォーカル倍率は等倍ではないので、いずれか一方のレンズ群を通過する主光線は、図２に示すようにその角度を維持したまま高さのみを変えるから、いずれか一方のレンズ群の側のテレセントリック性を回復することができる。なお図２において、実線は移動前のレンズ位置と主光線を示し、点線は移動後のレンズ位置と主光線を表わす。
かくして本発明の変倍テレセントリック光学系によれば、像位置とテレセントリック性とを維持したまま、結像倍率を変更することができる。

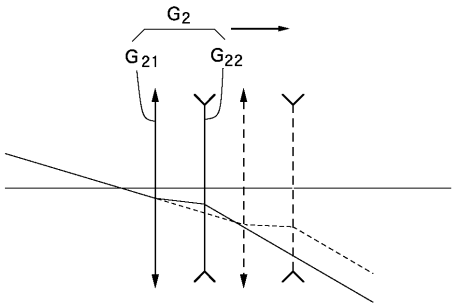
【０００７】
【発明の実施の形態】
本発明の実施の形態を説明する。図１は本発明による変倍テレセントリック光学系の一実施例を示し、この光学系は物体１側から順に、正屈折力の第１レンズ群G_1と、屈折力０すなわちアフォーカル系の第２レンズ群G_2と、正屈折力の第３レンズ群G_3とからなる。第２レンズ群G_2は物体１側から順に、正屈折力の第２群第１レンズG_{21}と、負屈折力の第２群第２レンズG_{22}とからなる。第２レンズ群G_2のアフォーカル倍率は等倍ではなく、また第２レンズ群G_2は一体として光軸方向に移動可能に配置されている。第３レンズ群G_3は物体１側から順に、負屈折力の第３群第１レンズG_{31}と、正屈折力の第３群第２レンズG_{32}とからなり、第３レンズ群G_3は一体として光軸方向に移動可能に配置されている。これとは別に、第３群第１レンズG_{31}は単独に光軸方向に移動可能に配置されている。なお、本明細書において物体１と称するものは、実在する物体でも良いほか、前置した光学系によって結像した中間像であってもよい。
【０００８】
各レンズの焦点距離は次の通りである。
第１レンズ群G_1：　　１００ｍｍ
第２群第１レンズG_{21}：１００ｍｍ
第２群第２レンズG_{22}：－８５ｍｍ
第３群第１レンズG_{31}：－１６６．６ｍｍ
第３群第１レンズG_{32}：６０ｍｍ
また等倍状態における物体１と各レンズ及び像２との間隔は、次の通りである。
物体１からG_1まで：d_1＝１００ｍｍ
G_1からG_{21}まで：　d_2＝１３６．９１ｍｍ
G_{21}からG_{22}まで：　d_3＝１５ｍｍ
G_{22}からG_{31}まで：　d_4＝３０ｍｍ
G_{31}からG_{32}まで：　d_5＝１１
G_{32}から像２まで：　d_6＝９０．６１ｍｍ
【０００９】
これらの値は次のようにして定められている。まず第３群第１レンズG_{31}以外の焦点距離と、間隔d_4及びd_5を上記の通りに定める。また物体１側のテレセントリック性を確保するために、間隔d_1を上記の通りに定め、且つ第２レンズ群G_2をアフォーカル系とするために、間隔d_3を上記の通りに定める。第２レンズ群G_2のアフォーカル倍率は０．８５であるから、等倍の結像を得るためには第３レンズ群G_3の焦点距離を８５ｍｍとする必要があり、このことより第３群第１レンズG_{31}の焦点距離が上記の通りに求められる。
【００１０】
しかる後に像２側から等倍の像高の主光線を入射して、第２レンズ群G_2を射出する位置での逆進の主光線を求める。次いで物体１側から主光線を入射して、第１レンズ群G_1を射出する位置での主光線を求め、この主光線が、上記第２レンズ群G_2を射出する逆進の主光線と合致するように、間隔d_2を上記の通りに求る。こうして全系と物体１の位置が確定するから、物体１側から光線を入射して像２の位置を求めて、間隔d_6が求められる。かくしてこの状態における結像倍率は等倍、全長は３８３．５２ｍｍ、瞳位置は両側とも無限遠となる。
【００１１】
次に第３群第１レンズG_{31}を移動して間隔d_5を２ｍｍ縮め、更に第２レンズ群G_2と第３レンズ群G_3を移動して各間隔を次のように設定する。
d_1＝１００ｍｍ
d_2＝１２７．５ｍｍ
d_3＝１５ｍｍ
d_4＝４０．８８ｍｍ

d_5 ＝９ｍｍ
d_6 ＝９１．１４ｍｍ
【００１２】
これらの値は次のようにして定められている。先ず変更した間隔d_5に基づいて第３レンズ群G_3の焦点距離を求め、８６．４７ｍｍであることを知る。この結果、結像位置を一定に保つために、間隔d_6が上記の通りに求められる。また結像倍率が１．０１７となることが解るから、像２側から１．０１７倍の像高の主光線を入射して、第３レンズ群G_3を射出する位置での逆進の主光線を求める。次いで、物体１側から主光線を入射して、第２レンズ群G_2を射出する主光線が、上記第３レンズ群G_3を射出する逆進の主光線と一致するように、第２レンズ群G_2を移動して、間隔d_2とd_4を上記の通りに求める。かくしてこの状態における結像倍率は１．０１７倍、全長は３８３．５２ｍｍでもとと変わらず、瞳位置ももとと同様に両側とも無限遠となる。
【００１３】
以上のように本実施例では、結像倍率の変更と、これに起因する像位置の移動の回復と、テレセントリック性の喪失の回復とを達成するために、第３レンズ群G_3と、第３群第１レンズ$G_{3\,1}$と、第２レンズ群G_2とを、それぞれ独立に光軸方向に移動可能に配置しているから、像位置を一定に保ち、テレセントリック性を維持しつつ変倍を行うことができる。
【００１４】
なお本実施例では、第２レンズ群G_2を物体１側から順に、正屈折力の第２群第１レンズ$G_{2\,1}$と、負屈折力の第２群第２レンズ$G_{2\,2}$とによって構成しているが、第２レンズ群G_2の構成については等倍でないアフォーカル系であれば良く、したがって他のレンズ構成とすることもできる。また本実施例では、第３レンズ群G_3を物体１側から順に、負屈折力の第３群第１レンズ$G_{3\,1}$と、正屈折力の第３群第２レンズ$G_{3\,2}$とによって構成しているが、変倍可能であれば他のレンズ構成とすることもできる。
【００１５】
また本実施例では、第２レンズ群G_2を第１レンズ群G_1の後ろ側焦点位置よりも像側に配置したが、第２レンズ群G_2の位置は問題とはならず、したがって第１レンズ群G_1の後ろ側焦点位置よりも物体側であってもよい。また本実施例では第３群第１レンズ$G_{3\,1}$を単独に移動可能に配置したが、第３群第２レンズ$G_{3\,2}$を単独に移動可能に配置しても、全く等価である。また本実施例では第３レンズ群G_3とその第３レンズ群G_3中の一部レンズとを移動しているが、これに代えて、第１レンズ群G_1とその第１レンズ群G_1中の一部レンズとを移動することもできる。これは物像関係を逆転したことに他ならない。また、倍率変更を第１レンズ群G_1と、第３レンズ群G_3の両方で行っても良いことは言うまでもない。
【００１６】
【発明の効果】
以上のように本発明によれば、変倍に際して像位置を一定に保つことができ、しかもテレセントリック性も維持することができる光学系が得られる。
なお本発明は、変倍に伴う像位置と瞳位置のずれを補正するものであるが、変倍を行わない場合に、瞳位置調整にのみ使用しても有効である。すなわち、製造誤差によるテレセントリック性のずれの補正を目的として、第２レンズ群のみを移動可能に形成することも有効である。すなわち従来、光路長補正のために多種の平行平面ガラスを第１レンズ群と第３レンズ群との間に挿入していたが、両レンズ群の間に等倍でないアフォーカル系を移動自在に配置することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の一実施例を示す構成図
【図２】第２レンズ群の作用を示す説明図
【符号の説明】
１…物体　　２…像

【図１】



【図２】



フロントページの続き

審査官　吉野　公夫

(56)参考文献　特開昭５８－１５０９２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３２４２８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１４０３８５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－３１６８１７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２０３８７４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 15/20
G02B 13/22