(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3610160号
(P3610160)
(45)発行日　平成17年1月12日(2005.1.12)　(24)登録日　平成16年10月22日(2004.10.22)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 13/04　G02B 13/04　C
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 14　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平8-91837
(22)出願日　平成8年3月22日(1996.3.22)
(65)公開番号　特開平9-258098
(43)公開日　平成9年10月3日(1997.10.3)
審査請求日　平成14年12月26日(2002.12.26)

(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　100075867
弁理士　向　寛二
(72)発明者　高橋　利夫
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
(72)発明者　清水　誠二
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】写真レンズ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、明るさ絞りと、正の屈折力の第３レンズと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズとの４群４枚にて構成され、下記条件（１）、（２）’、（３）、（４）を満足する写真レンズ。
（１）　０．４６≦d_6／Σｄ＜０．６
（２）’　１．４４７≦－f_4／ｆ＜３．０
（３）　１．７＜n_3＜１．８５
（４）　０．４２≦－r_4／r_3＜０．７５
ただし、d_6は第３レンズと第４レンズの間の空気間隔、Σｄはレンズ第１面からレンズ最終面までの長さ、f_4は第４レンズの焦点距離、ｆは全系の焦点距離、n_3は第３レンズの屈折率、r_3，r_4は夫々第２レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。
【請求項２】
下記条件（１－１）を満足することを特徴とする請求項１記載の写真レンズ。
（１－１）　０．４６≦d_6／Σｄ＜０．５８
【請求項３】
前記第３レンズが下記条件（５）を満足することを特徴とする請求項１記載の写真レンズ。
（５）　０．５＜－r_6／r_5＜０．８
ただし、r_5，r_6は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。

【請求項４】
前記第１レンズが下記条件（６）を満足することを特徴とする請求項１または２記載の写真レンズ。
（６）　１．６５＜n_1＜１．８５
ただし、n_1は第１レンズの屈折率である。
【請求項５】
前記第２レンズが下記条件（７）を満足することを特徴とする請求項１または２記載の写真レンズ。
（７）　１．４８＜n_2＜１．７５
ただし、n_2は第２レンズの屈折率である。
【請求項６】
前記第１レンズと前記第２レンズが下記条件（６）、（７）を満足することを特徴とする請求項１または２記載の写真レンズ。
（６）　１．６５＜n_1＜１．８５
（７）　１．４８＜n_2＜１．７５
ただし、n_1，n_2は夫々第１レンズおよび第２レンズの屈折率である。
【請求項７】
前記第１レンズと前記第２レンズと前記第３レンズ群が下記条件（５）、（６）、（７）を満足することを特徴とする請求項１または２記載の写真レンズ。
（５）　０．５＜$-r_6/r_5$＜０．８
（６）　１．６５＜n_1＜１．８５
（７）　１．４８＜n_2＜１．７５
ただし、r_5，r_6は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径、n_1，n_2は夫々第１レンズおよび第２レンズの屈折率である。
【請求項８】
物体側から順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、正の屈折力の第３レンズと、明るさ絞りと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズとの４群４枚にて構成され、下記条件（１）’、（２）、（３－１）、（６）を満足する写真レンズ。
（１）’　０．４７６≦$d_6/\Sigma d$＜０．６
（２）　１．４＜$-f_4/f$＜３．０
（３－１）　１．４８＜n_3＜１．７
（６）　１．６５＜n_1＜１．８５
ただし、d_6は第３レンズと第４レンズの間の空気間隔、Σｄはレンズ第１面からレンズ最終面までの長さ、f_4は第４レンズの焦点距離、n_3は第３レンズの屈折率、n_1は第１レンズの屈折率である。
【請求項９】
下記条件（１－２）を満足することを特徴とする請求項８記載の写真レンズ。
（１－２）　０．４７６≦$d_6/\Sigma d$＜０．５５
【請求項１０】
前記第２レンズが下記条件（４－１）を満足することを特徴とする請求項８または９記載の写真レンズ。
（４－１）　０．３＜$-r_4/r_3$＜０．６５
ただし、r_3，r_4は夫々第２レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。
【請求項１１】
前記第３レンズが下記条件（５－１）を満足することを特徴とする請求項８または９記載の写真レンズ。
（５－１）　０．８＜$-r_6/r_5$＜１．２
ただし、r_5，r_6は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。
【請求項１２】

前記第２レンズと前記第３レンズが下記条件（４－１）、（５－１）を満足することを特徴とする請求項８または９記載の写真レンズ。
（４－１）　　０．３＜－r_4／r_3＜０．６５
（５－１）　　０．８＜－r_6／r_5＜１．２
ただし、r_3，r_4は夫々第２レンズの物体側および像側の面の曲率半径、r_5，r_6は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。
【請求項１３】
前記第２レンズが下記条件（７）を満足することを特徴とする請求項８または９記載の写真レンズ。
（７）　　１．４８＜n_2＜１．７５
ただし、n_2は第２レンズの屈折率である。
【請求項１４】
前記第１レンズと前記第２レンズと前記第３レンズ群が下記条件（４－１）、（５－１）、（７）を満足することを特徴とする請求項８または９記載の写真レンズ。
（４－１）　０．３＜－r_4／r_3＜０．６５
（５－１）　０．８＜－r_6／r_5＜１．２
（７）　　１．４８＜n_2＜１．７５
ただし、r_3，r_4は夫々第２レンズの物体側および像側の面の曲率半径、r_5，r_6は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径、n_2は第２レンズの屈折率である。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、撮影画角が約６４°程度と広角であり、かつＦナンバーが２．８程度と明るく、望遠比が約１．１以下のコンパクトでかつ撮影範囲が∞～０．３５ｍ程度まで性能劣化が少ない高画質の写真レンズに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、写真用銀塩カメラやスチルビデオカメラ等に用いられる撮像レンズとして、より手軽に様々な撮影状況に対応できるズームレンズが主流である。しかし、ズームレンズは、レンズ系の全長を単焦点レンズ並に短くすることは困難であり、又、小型化等のために特に望遠端でのＦナンバーが非常に暗いレンズ系となる傾向が強く、更に画質も満足のいくものではない。
【０００３】
そのため、ポケット等に収納できる程度のおしゃれなカメラとして、明るい単焦点レンズを備えたカメラの一層のコンパクト化と高画質化に対するユーザーの要望が非常に強く又大きくなって来ている。
【０００４】
従来から、本発明の写真レンズのような４群４枚構成の撮影レンズが知られている。それは、例えば特開昭５５－７３０１４号公報に記載されたレンズ系等である。しかし、これらの写真レンズは、Ｆナンバーが３．５～５．６程度の暗いレンズや、最近のような最短撮影距離をより短くするというユーザーの要望を十分満足させるだけの至近距離ではなく、または至近距離での光学性能が良好なレンズ系はみられなかった。
【０００５】
又、特開昭５７－１１６３１３号公報に記載されたレンズ系は、本発明と同じレンズ構成で、ＦナンバーがＦ２．８と明るいが絞り込んだ時の周辺光量の向上の度合いが少なく、絞り込んでも周辺光量が不足し画質の四隅が暗くなると云う現象が生ずる。また無限遠物点から近距離物点にかけての収差の変動が大きく、特に至近距離に対する撮影では、ユーザーの望む写真が得られない。
【０００６】
近年の最短撮影距離に対するユーザーの要望から単焦点の撮影レンズを備えたコンパクト

カメラの場合、至近距離を０．３５ｍ程度確保する必要がある。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、Ｆナンバーが２．８の大口径でありながら撮影範囲が無限遠から至近距離まで十分満足のいくような光学性能を有し、小型で簡単な構成で低コストな写真レンズを提供するものである。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
本発明の写真レンズは、物体側より順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、明るさ絞りと、正の屈折力の第３レンズと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズの４群４枚構成で、下記条件（１）、（２）’、（３）、（４）を満足するものである。
【０００９】
（１）　０．４６≦d_6／Σｄ＜０．６
（２）’　１．４４７≦－f_4／ｆ＜３．０
（３）　１．７＜n_3＜１．８５
（４）　０．４２≦－r_4／r_3＜０．７５
ただし、d_6は第３レンズと第４レンズの間の空気間隔、Σｄはレンズ第１面からレンズ最終面までの長さ、f_4は第４レンズの焦点距離、ｆは全系の焦点距離、n_3は第３レンズの屈折率、r_3，r_4は夫々第２レンズの物体側および像側の面の曲率半径である。
【００１０】
本発明の写真レンズのような望遠タイプのレンズ系は、レンズ系の全長を短くするには有利である。又全長だけでなく、レンズ構成長（レンズ第１面から最終面までの長さ）を短くするために必要最小限のレンズ枚数である４枚構成にするのが好ましい。
【００１１】
また、本発明の写真レンズの第１の構成は、前記のように明るさ絞りを第２レンズと第３レンズの間に配置したものであり、ここに明るさ絞りを配置すれば、周辺光量にとって有利である。このように第２レンズと第３レンズの間に絞りを配置することにより、特に絞り込んだ時の周辺光量の向上の度合いが大になる
。
【００１２】
また上記のような４枚構成のレンズ系のうち、第４レンズはプラスチックレンズにすることが好ましい。第４レンズをプラスチックレンズにすれば、この第４レンズに非球面を設けても低コストになし得る。その際非球面は、第４レンズの像側の面に設けることが望ましい。それは、第４レンズの像側の面を通る光束は、中心光束と周辺光束とが最も大きく離れるところで、非球面を用いることによる効果の最も大きいところで、更に非球面精度の製造誤差による劣化を極力抑えることができるからである。
【００１３】
又、本発明の写真レンズは、高性能を確保するために前記の条件（１）～（３）を満足するようにした。
【００１４】
条件（１）は、諸収差を良好に補正するためと、レンズ系の小型化のために設けた条件である。
【００１５】
この条件（１）の下限の０．４６を超えると球面収差が補正過剰になり又コマ収差の補正が困難になる。球面収差が補正過剰になると写真としてのぼけ味の劣化を導くことになりＦ２．８の大口径レンズの特徴を生かすことも困難になる。又非点収差が補正不足になり、その補正不足は特にメリディオナル方向で顕著である。
【００１６】
条件（１）の上限の０．６を越えると球面収差が補正不足に非点収差が補正過剰になる他

、レンズ系の構成長が増大し第４レンズの径が大になり、カメラの小型化の要望に答えられなくなる。

【００１７】

条件（２）は、第４レンズの焦点距離を規定するもので、レンズ系の全長が大になることと近距離物点にフォーカシングした時の収差変動、更に温度、湿度の環境変化による結像位置のずれ量が大になることとを極力抑えるために設けた。

【００１８】

条件（２）の下限の１．４４７を越えると、第４レンズのパワーが強くなりすぎて、レンズ系全長の小型化には適しているが近距離物点に全体くり出しによるフォーカシングをした時の収差変動特に非点収差とコマ収差の変動量が大になり、近年の最短撮影距離の短縮化といったユーザーの要望に応えることが出来なくなる。近距離物点へのフォーカシング方法としては、メカ的な構造を簡単にして大きさとコストの低下の点を考慮して全体繰り出しが望ましい。又近距離物点とは撮影距離０．３５ｍ、撮影倍率－1/8 ×程度である。更に、この条件の下限を越えると環境変化（温度、湿度の変化）による結像位置のずれ量が大になり画質の劣化を導く。

【００１９】

条件（２）の上限の３．０を超えると近距離性能あるいは環境変化にとっては有利であるがレンズ系の全長が大になり、近年のユーザーの要望に反することになる。

【００２０】

以上のように条件（２）の範囲を確保することによりレンズ系の小型化、無限遠物点から最至近（０．３５ｍ程度）までのフォーカシングによる収差変動、更に環境変化による性能劣化の影響を抑えると云う効果を有する。

【００２１】

条件（３）は、主としてサジタル方向のコマ収差の補正に大きく寄与するものである。本発明の写真レンズ（第１の構成）のように明るさ絞りが第２レンズと第３レンズの間に配置されている場合、軸外のサジタル方向の光束の通る方向の光束の通る量が大になり補正が非常に難しくなる。サジタルコマ収差を補正するためには、球面収差の形状をアンダーコレクションにまとめることによりある程度制御出来るが、その場合第３レンズの屈折率が高い方が補正効果が大になる。これにより、画面周辺部での非点隔差の増大を抑える効果も生れる。このように条件（３）を満足することによりサジタルコマ収差の補正と非点隔差の補正に効果的である。

【００２２】

上記本発明の写真レンズにおいて、条件（１）の代りに下記条件（１－１）を満足すれば上記効果を得る上で一層好ましい。

【００２３】

（１－１）　$0.46 \leqq d_6 / \Sigma d < 0.58$

条件（１－１）の上限値を狭くして０．５８とすることにより第４レンズの径および構成長を更に小さく出来カメラボディーを薄く出来る。

【００２４】

又、本発明の写真レンズにおいて、下記条件（４）、（５）、（６）、（７）を満足することが望ましい。

【００２５】

（５）　$0.5 < -r_6 / r_5 < 0.8$

（６）　$1.65 < n_1 < 1.85$

（７）　$1.48 < n_2 < 1.75$

ただし、r_5，r_6 は夫々第３レンズの物体側および像側の面の曲率半径、n_1，n_2 は夫々第１レンズおよび第２レンズの屈折率である。

【００２６】

条件（４）は球面収差とコマ収差のバランスを確保するために設けたもので、この条件の上限又は下限を越えるといずれも第２レンズで発生する球面収差とコマ収差が大になり第

３レンズで補正できなくなる。

【００２７】

条件（５）は球面収差とサジタル方向のコマ収差に関するもので、この条件（５）の上限又は下限を超えるとこれら収差の補正が困難になる。

【００２８】

条件（６）はコマ収差を補正するためのものである。この条件の下限の１．６５を超えるとコマ収差の補正が多少難しくなる。また上限の１．８５を超えると屈折率が高くなりガラスの価格が上がるため好ましくない。

【００２９】

条件（７）はコマ収差を補正するためのものである。この条件の上限の１．７５を超えるとコマ収差の補正が多少難しくなる上ガラスの価格も上がるため好ましくない。又下限の１．４８を超えるとコマ収差の補正が難しくなる。

【００３０】

また第４レンズをプラスチックレンズにした時低吸湿性のプラスチックレンズ例えばゼオネックス（登録商標）等を用いるのがより好ましく、これにより湿度変化による結像位置のずれを十分小さく出来る。

【００３１】

本発明の目的を達成する他の第２の構成は次の通りである。即ち、物体側から順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、正の屈折力の第３レンズと、明るさ絞りと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズとよりなる４群４枚構成で、更に下記条件（１）’、（２）、（３－１）、（６）を満足するものである。

【００３２】

（１）’　$0.476 \leqq d_6 / \Sigma d < 0.6$

（２）　$1.4 < -f_4 / f < 3.0$

（３－１）　$1.48 < n_3 < 1.7$

（６）　$1.65 < n_1 < 1.85$

前述のように、本発明のような構成の望遠タイプのレンズ系は、全長を短くする上で有利でありまた全長のみでなくレンズ構成長（レンズ第１面からレンズ最終面までの長さ）を短くするのに必要最小限のレンズ枚数である４枚構成にするのが好ましい。また第２の構成のレンズ系では、明るさ絞りが第３レンズと第４レンズの間に配置されているので、枠構成を簡単にできる。つまり第１レンズから第４レンズまでを一体に収めることが出来る。又少なくとも物体側の三つのレンズは一体枠に収めることが出来、組立精度による偏芯の影響が小さくなり製造誤差に有利になる。

【００３３】

又、４枚のレンズのうち第４レンズはプラスチックレンズにて構成するのが好ましい。第４レンズをプラスチックレンズにすれば非球面を設けても低コストになし得る。

【００３４】

非球面は前記のように第４レンズの像側に設けるのが望ましい。それは、前述の第１の構成である第２レンズと第３レンズの間に明るさ絞りを配置した場合と同様にレンズ最終面を通る光束は、中心光束と周辺光束とが最も分離され非球面効果が大であり、又非球面の面精度の製造誤差による性能劣化を極力抑えることが出来る。

【００３５】

又、本発明のレンズ系で、絞りを第３レンズと第４レンズの間に配置した第２の構成において、前記条件（１）、（２）を満足すれば、第２レンズと第３レンズの間に絞りを配置した本発明の第１の構成のレンズ系と同様の効果が得られる。したがって、条件（１）の上限および下限を超えた場合、又条件（２）の上限および下限を超えた場合、いずれも前述の理由と同じ理由により好ましくない。

【００３６】

又、本発明レンズ系において、明るさ絞りを第３レンズと第４レンズの間に配置した場合、軸外サジタル光束の通る量が小さくなり、サジタルコマ収差の補正は容易になる。した

がって、第３レンズの屈折率n_3　を必要以上に高くする必要がなく、条件（３）の代りに条件（３－１）を満足するようにすればサジタルコマ収差を良好に補正し得、これによりレンズの価格を低く出来る。

【００３７】

又条件（１）’の代りに下記条件（１－２）を満足するようにすれば、サジタルコマ収差を一層良好に補正し得る。

【００３８】

（１－２）　　０．４７６≦d_6／Σｄ＜０．５５

前記のように、条件（１）の上限を０．５５にし範囲を狭くすることにより第４レンズの径、レンズ系の構成長を更に小さく出来、カメラボディを薄くすることが可能になる。

【００３９】

また条件（２）の代りに下記（２－１）を満足するようにすれば一層効果的である。

【００４０】

（２－１）　　１．６＜$-f_4/f$＜３．０

上記のように条件（２）の下限を１．６に代えて狭くすれば無限遠から至近へのフォーカシングの際の収差変動を更に小さく出来る。

【００４１】

又本発明の上記構成の光学系で、下記条件を満足すればより望ましい。

【００４２】

（４－１）　　０．３＜$-r_4/r_3$＜０．６５

（５－１）　　０．８＜$-r_6/r_5$＜１．２

（７）　　１．４８＜n_2＜１．７５

条件（４－１）は、条件（４）と同様に主として球面収差とコマ収差のバランスを確保するものである。特に、明るさ絞りを第３レンズと第４レンズの間に配置した構成の本発明の写真レンズ（第２の構成）は、条件（４）の上限値を０．６５にすれば、コマ収差の補正が容易になり、球面収差とコマ収差のバランスを確保しやすくなる。

【００４３】

条件（５－１）は、コマ収差と歪曲収差を補正するためのものである。本発明の写真レンズにおいて、明るさ絞りを第３レンズと第４レンズの間に配置される場合（第２の構成）は、第４レンズが負のパワーを持つことから歪曲収差が若干大になる。条件（５－１）を満足すると歪曲収差の補正が容易になる。条件（５－１）の上限の１．２を超えると歪曲収差の補正が困難になる。又下限の０．８を超えるとコマ収差の補正が困難になる。また$|r_6/r_5|$＝１．０とすればレンズの加工が容易になり、レンズを低コストになしうる。

【００４４】

条件（６），（７）は、絞りを第２レンズと第３レンズの間に配置した第１の構成と同じ条件でこれら条件を第２の構成に設けた意味も第１の構成と同じで下記の通りである。

【００４５】

条件（６）は、コマ収差の補正に関するもので、上限を超えるとガラスが高価になる。下限を超えるとコマ収差の補正が困難になる。

【００４６】

条件（７）はコマ収差の補正に関するもので、上限を超えるとコマ収差の補正が多少困難になる。又ガラスの価格も上がるため好ましくない。また下限を超えるとコマ収差の補正が多少難しくなる。

【００４７】

【発明の実施の形態】

次に本発明の写真レンズの実施の形態を実施例をもとに説明する。

【００４８】

図１乃至図６は本発明の各実施例の断面図で、下記の通りのデーターを有するものである。

実施例１

f＝33.91 ㎜, Ｆナンバー＝2.89

r_1 ＝12.0391　　d_1 ＝2.7545　　n_1 ＝1.74320　　ν_1 ＝49.31

r_2 ＝50.0294　　d_2 ＝0.9200

r_3 ＝-36.9805　　d_3 ＝1.0000　　n_2 ＝1.72825　　ν_2 ＝28.46

r_4 ＝17.5343　　d_4 ＝2.4900

r_5 ＝40.7109　　d_5 ＝2.2500　　n_3 ＝1.78590　　ν_3 ＝44.19

r_6 ＝-26.0206　　d_6 ＝10.2496

r_7 ＝-8.3616　　d_7 ＝1.4000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-11.8346（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2 ＝0，A_4 ＝3.1902×10^{-5}，A_6 ＝-7.6178×10^{-7}

A_8 ＝1.0551×10^{-8}，A_{10}＝-7.6647×10^{-11}

fb＝14.6687，Σd＝21.0641，d_6／Σd＝0.487，$-f_4$／f＝1.857

$-r_6$／r_5 ＝0.639，$-r_4$／r_3 ＝0.474

【００４９】

参考例

f＝33.91 ㎜, Ｆナンバー＝2.89

r_1 ＝11.4903　　d_1 ＝3.2229　　n_1 ＝1.74320　　ν_1 ＝49.31

r_2 ＝55.4628　　d_2 ＝0.9200

r_3 ＝-42.5784　　d_3 ＝1.0000　　n_2 ＝1.72825　　ν_2 ＝28.46

r_4 ＝14.3780　　d_4 ＝2.4900

r_5 ＝40.8206　　d_5 ＝2.2500　　n_3 ＝1.78590　　ν_3 ＝44.19

r_6 ＝-28.2698　　d_6 ＝10.0157

r_7 ＝-8.3255　　d_7 ＝1.4000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-10.4661（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2 ＝0，A_4 ＝1.3091×10^{-5}，A_6 ＝-1.3642×10^{-7}

A_8 ＝-4.3338×10^{-10}，A_{10}＝-1.6080×10^{-11}

fb＝14.7615，Σd＝21.2986，d_6／Σd＝0.470，$-f_4$／f＝2.949

$-r_6$／r_5 ＝0.693，$-r_4$／r_3 ＝0.338

【００５０】

実施例２

f＝33.91 ㎜, Fナンバー＝2.89

r_1 ＝11.7292　　d_1 ＝2.9493　　n_1 ＝1.72916　　ν_1 ＝54.68

r_2 ＝48.0953　　d_2 ＝0.9200

r_3 ＝-40.5133　　d_3 ＝1.0000　　n_2 ＝1.69895　　ν_2 ＝30.12

r_4 ＝17.0242　　d_4 ＝2.4842

r_5 ＝45.1214　　d_5 ＝2.2500　　n_3 ＝1.79952　　ν_3 ＝42.24

r_6 ＝-28.1689　　d_6 ＝9.3010

r_7 ＝-7.9116　　d_7 ＝1.3000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-10.6395（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2 ＝0，A_4 ＝3.5283×10^{-5}，A_6 ＝-1.0117×10^{-6}　　A_8 ＝1.6169×10^{-8}，A_{10}＝-1.4026×10^{-10}

fb＝15.4345，Σd＝20.2044，d_6／Σd＝0.460，$-f_4$／f＝2.072

$-r_6$／r_5 ＝0.624，$-r_4$／r_3 ＝0.420

【００５１】

実施例３

f＝33.91 ㎜, Fナンバー＝2.89

r_1 ＝12.4954　　d_1 ＝1.8695　　n_1 ＝1.74320　　ν_1 ＝49.31

r_2 ＝40.0416　　d_2 ＝1.1000

r_3 ＝-26.6883　　d_3 ＝0.8499　　n_2 ＝1.72825　　ν_2 ＝28.46

r_4 ＝18.7158　　d_4 ＝2.0813

r_5 ＝29.2498　　d_5 ＝2.0000　　n_3 ＝1.78590　　ν_3 ＝44.19

r_6 ＝-22.6250　　d_6 ＝11.7987

r_7 ＝-7.7757　　d_7 ＝1.0000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-11.6265（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2 ＝0，A_4 ＝3.6322×10^{-7}，A_6 ＝3.6466×10^{-7}

A_8 ＝-6.4849×10^{-9}，A_{10}＝2.4417×10^{-11}

fb＝14.6646，Σd＝20.6994，d_6／Σd＝0.570，$-f_4$／f＝1.447

$-r_6$／r_5 ＝0.774，$-r_4$／r_3 ＝0.701

【００５２】

実施例４

f＝33.91 ㎜, Fナンバー＝2.89

r_1 ＝11.2590　　d_1 ＝2.5500　　n_1 ＝1.72916　　ν_1 ＝54.68

r_2 ＝33.3940　　d_2 ＝1.0500

r_3 ＝-33.1560　　d_3 ＝1.1000　　n_2 ＝1.67270　　ν_2 ＝32.10

r_4 ＝14.3530　　d_4 ＝1.9300

r_5 ＝22.6270　　d_5 ＝2.7000　　n_3 ＝1.67003　　ν_3 ＝47.25

r_6 ＝-22.6270　　d_6 ＝9.5600

r_7 ＝-8.2610　　d_7 ＝1.2000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-11.7468（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2 ＝0，A_4 ＝4.4178×10^{-5}，A_6 ＝-9.8358×10^{-7}

A_8 ＝1.6111×10^{-8}，A_{10}＝-8.4144×10^{-11}

fb＝15.6931，Σd＝20.09，d_6／Σd＝0.476，$-f_4$／f＝1.773

$-r_6$／r_5 ＝1，$-r_4$／r_3 ＝0.433

【００５３】

実施例５

f＝33.91 ㎜, Fナンバー＝2.89

r_1 ＝11.7415　　d_1 ＝2.0000　　n_1 ＝1.72916　　ν_1 ＝54.68

r_2 ＝32.9156　　d_2 ＝1.2000

r_3 ＝-28.9060　　d_3 ＝1.1000　　n_2 ＝1.67270　　ν_2 ＝32.10

r_4 ＝14.0087　　d_4 ＝1.7625

r_5 ＝20.0000　　d_5 ＝2.5429　　n_3 ＝1.67003　　ν_3 ＝47.25

r_6 ＝-21.0000　　d_6 ＝11.7400

r_7 ＝-7.8046　　d_7 ＝1.0000　　n_4 ＝1.52542　　ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-10.8237（非球面）

非球面係数

K＝0，A_2＝0，A_4 ＝4.4178×10^{-5}，A_6 ＝-9.8358×10^{-7}

A_8 ＝1.6111×10^{-8}，A_{10}＝-8.4144×10^{-11}

fb＝14.7104，Σd＝21.3455，d_6／Σd＝0.550，$-f_4$／f＝1.773

$-r_6$／r_5 ＝1.05，$-r_4$／r_3 ＝0.485

ただしr_1，r_2，・・・は各レンズ面の曲率半径、d_1，d_2，・・・は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、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である。

【００５４】

実施例１、２、３は夫々図１、２、４に示す構成で、いずれも物体側から順に物体側に凸

面を向けたメニスカス正レンズの第１レンズL_1と、両凹レンズの第２レンズL_2と、明るさ絞りＳと、両凸レンズの第３レンズL_3と、像面側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第４レンズL_4とからなる４群４枚構成であり、第４レンズの像側の面に非球面を用いている。つまり第１の構成である。又近距離物点へのフォーカシングは、全体繰り出しにより行なわれる。

【００５５】

上記実施例のうち、実施例１は、第２レンズの像側の面と絞りの間の空気間隔は１．６０ｍｍである。この実施例１の無限遠物点に対する収差状況は、図７に、又至近３５ｃｍの物点に対する収差状況は、図８に示す通りである。

【００５７】

実施例２は、第２レンズの像側の面と明るさ絞りの間の空気間隔は１．５９ｍｍである。実施例２の無限遠物点に対する収差状況は図１１に、又至近３５ｃｍの物点に対する収差状況は図１２に示す通りである。

【００５８】

実施例３は、第２レンズの像側の面と明るさ絞りの間の空気間隔は１．２８ｍｍである。この実施例３の無限遠物点に対する収差状況は図１３に、又至近３５ｃｍの物点に対する収差状況は、図１４に示す通りである。

【００５９】

実施例４、実施例５は、夫々図４、図５に示す通りの構成で、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの第１レンズL_1と、両凹レンズの第２レンズL_2と、両凸レンズの第３レンズL_3と、明るさ絞りＳと、像面側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第４レンズL_4とからなる４群４枚構成のレンズ系つまり第２の構成である。これら実施例は焦点距離が３３．９１ｍｍ、Ｆナンバーが２．８９の撮影レンズであり、第４レンズの像側の面に非球面を用いている。又近距離物点へのフォーカシングは、全体繰り出しにより行なわれる。

【００６０】

実施例４は、第３レンズの像側の面と明るさ絞りの間の空気間隔は１．０９ｍｍである。この実施例の無限遠物点に対する収差状況は図１５に、又至近３５ｃｍの物点に対する収差状況は、図１６に示す通りである。

【００６１】

実施例５は、第３レンズの物体側の面と明るさ絞りとの間の空気間隔が１．０９ｍｍである。実施例５の無限遠物点に対する収差状況は図１７に示す通りである。

【００６２】

上記実施例１～５は、収差図に示すようにすべて良好な光学性能を有する。

【００６３】

上記実施例で用いられる非球面の形状は、光軸方向をｚ、ｚ軸に直交する方向をｙとした時次の式で表わされる。

$$z=\frac{y^2/r}{1+\sqrt{1-(K+1)(y/r)^2}}+A_2y^2+A_4y^4+A_6y^6+A_8y^8+A_{10}y^{10}$$

【００６４】

ただし、ｒは非球面の光軸上での曲率半径、Ｋは円錐定数、A_2，A_4，A_6，A_8，A_{10}は非球面係数である。

【００６５】

尚、特許請求の範囲に記載されたレンズ系のほか、次の各項に示す写真レンズも、本発明の目的を達成し得る。

【００６６】

（１）　物体側から順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、明るさ絞りと、正の屈折力の第３レンズと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズよりなる４群４枚構成で、下記条件（１－１）、（２）、（３）を満足する写真レンズ。

【００６７】

（１－１）　　$0.46 \leqq d_6 / \Sigma d < 0.58$

（２）’　　$1.447 \leqq -f_4 / f < 3.0$

（３）　　$1.7 < n_3 < 1.85$

（２）　物体側から順に、正の屈折力の第１レンズと、負の屈折力の第２レンズと、正の屈折力の第３レンズと、明るさ絞りと、像側の面が非球面である負の屈折力の第４レンズとよりなる４群４枚構成で、下記条件（１－２）、（２）、（３－１）を満足する写真レンズ。

【００６８】

（１－２）　　$0.476 \leqq d_6 / \Sigma d < 0.55$

（２）　　$1.4 < -f_4 / f < 3.0$

（３－１）　　$1.48 < n_3 < 1.7$

（３）　特許請求の範囲の請求項１又は２あるいは前記（１）　又は（２）の項に記載されたレンズ系で、前記第４レンズがプラスチックレンズである写真レンズ。

【００６９】

（４）　前記（３）の項に記載されたレンズ系で、前記第４レンズが低吸湿性のプラスチックレンズである写真レンズ。

【００７０】

（５）　特許請求の範囲の請求項１又は前記（１）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（４）を満足する写真レンズ。

【００７１】

（４）　　$0.42 \leqq -r_4 / r_3 < 0.75$

（６）　特許請求の範囲の請求項１又は前記（１）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（５）を満足する写真レンズ。

【００７２】

（５）　　$0.5 < -r_6 / r_5 < 0.8$

（７）　特許請求の範囲の請求項１又は２あるいは前記（１）又は（２）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（６）を満足する写真レンズ。

【００７３】

（６）　　$1.65 < n_1 < 1.85$

（８）　特許請求の範囲の請求項１又は２あるいは前記（１）又は（２）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（７）を満足する写真レンズ。

【００７４】

（７）　　$1.48 < n_2 < 1.75$

（９）　特許請求の範囲の請求項１又は前記（１）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（４）、（５）を満足する写真レンズ。

【００７５】

（４）　　$0.42 \leqq -r_4 / r_3 < 0.75$

（５）　　$0.5 < -r_6 / r_5 < 0.8$

（１０）　特許請求の範囲の請求項１又は２あるいは前記（１）又は（２）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（６）、（７）を満足する写真レンズ。

【００７６】

（６）　　$1.65 < n_1 < 1.85$

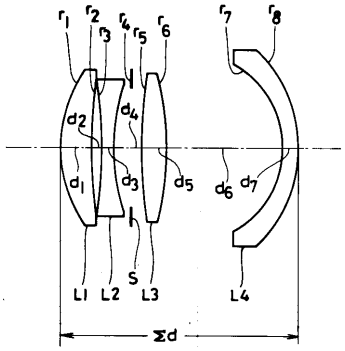
（７）　　$1.48 < n_2 < 1.75$

（１１）　特許請求の範囲の請求項１又は前記（１）に記載されたレンズ系で、下記条件（４）、（５）、（６）、（７）を満足する写真レンズ。

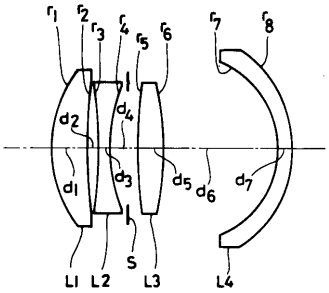
【００７７】

（４）　０．４２≦－ｒ４／ｒ３＜０．７５
（５）　０．５＜－ｒ６／ｒ５＜０．８
（６）　１．６５＜ｎ１＜１．８５
（７）　１．４８＜ｎ２＜１．７５
（１２）　特許請求の範囲の請求項２又は前記（２）の項に記載されたレンズ系で、条件（４－１）を満足する写真レンズ。
【００７８】
（４－１）　０．３＜－ｒ４／ｒ３＜０．６５
（１３）　特許請求の範囲の請求項２又は前記（２）の項に記載されたレンズ系で、条件（５－１）を満足する写真レンズ。
（５－１）　０．８＜－ｒ６／ｒ５＜１．２
【００７９】
（１４）　特許請求の範囲の請求項２又は前記（２）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（４－１）、（５－１）を満足する写真レンズ。
【００８０】
（４－１）　０．３＜－ｒ４　／ｒ３　＜０．６５
（５－１）　０．８＜－ｒ６　／ｒ５　＜１．２
（１５）　特許請求の範囲の請求項２又は前記（２）の項に記載されたレンズ系で、下記条件（６）、（７）、（４－１）、（５－１）を満足する写真レンズ。
【００８１】
（６）　１．６５＜ｎ１　＜１．８５
（７）　１．４８＜ｎ２　＜１．７５
（４－１）　０．３＜－ｒ４　／ｒ３　＜０．６５
（５－１）　０．８＜－ｒ６　／ｒ５　＜１．２
【００８２】
【発明の効果】
本発明によれば、撮影画角が６４°程度の広角で、かつＦ／２．８という大口径でありながら、少ないレンズ枚数で撮影範囲無限遠から至近まで十分満足のいく性能で安価な写真レンズを実現し得る。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施例１の断面図
【図２】参考例の断面図
【図３】本発明の実施例２の断面図
【図４】本発明の実施例３の断面図
【図５】本発明の実施例４の断面図
【図６】本発明の実施例５の断面図
【図７】本発明の実施例１の無限遠物点の収差曲線図
【図８】本発明の実施例１の３５cm物点の収差曲線図
【図９】参考例の無限遠物点の収差曲線図
【図１０】参考例の３５cm物点の収差曲線図
【図１１】本発明の実施例２の無限遠物点の収差曲線図
【図１２】本発明の実施例２の３５cm物点の収差曲線図
【図１３】本発明の実施例３の無限遠物点の収差曲線図
【図１４】本発明の実施例３の３５cm物点の収差曲線図
【図１５】本発明の実施例４の無限遠物点の収差曲線図
【図１６】本発明の実施例４の３５cm物点の収差曲線図
【図１７】本発明の実施例５の無限遠物点の収差曲線図

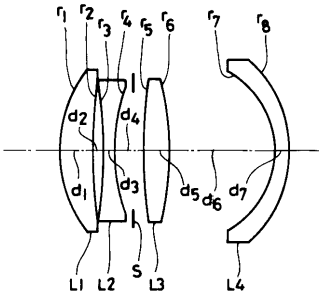
【図１】



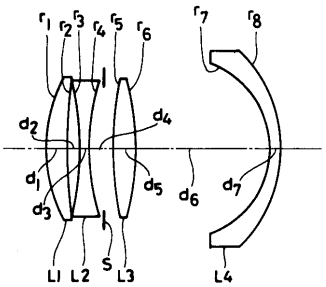
【図２】



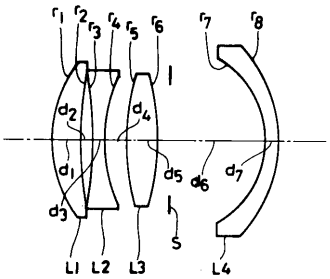
【図３】



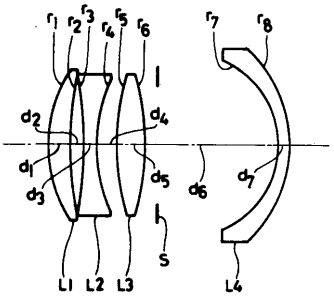
【図４】



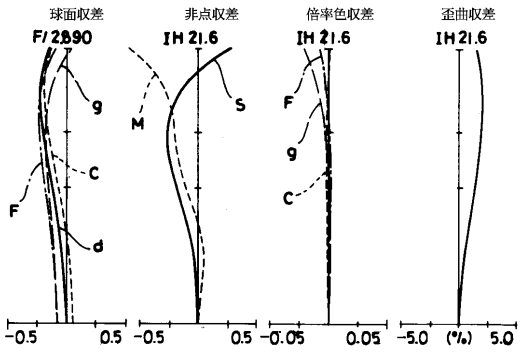
【図５】



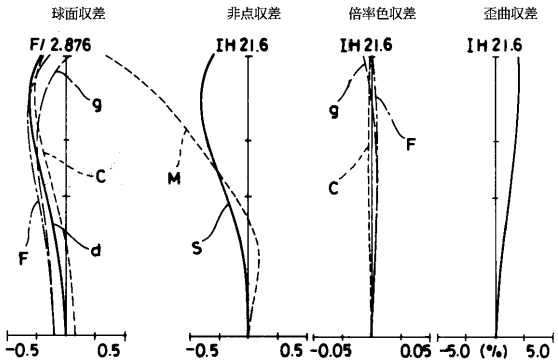
【図６】



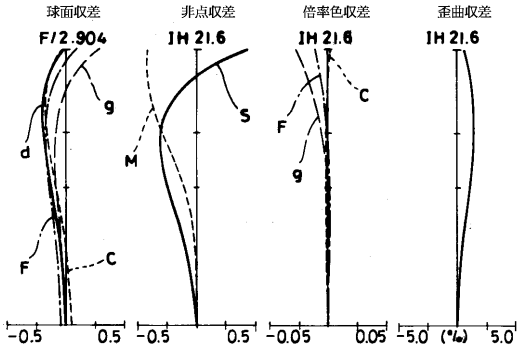
【図７】



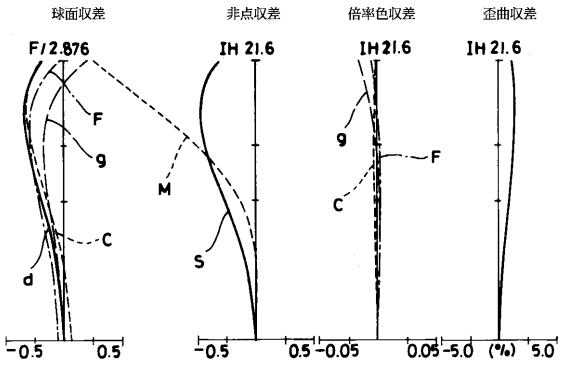
【図８】



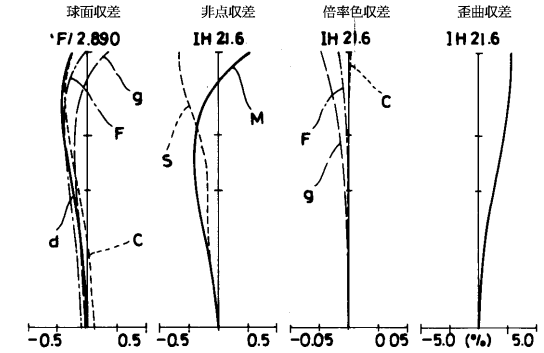
【図９】



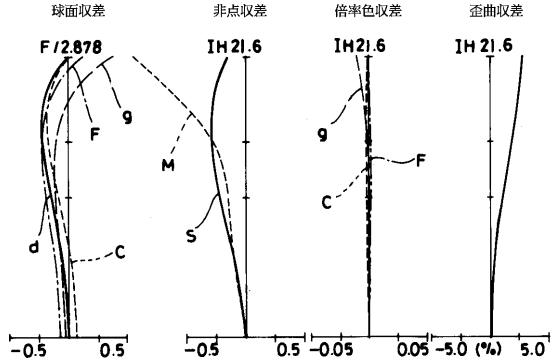
【図１０】



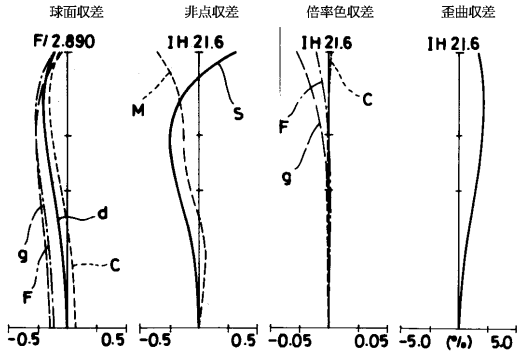
【図１３】



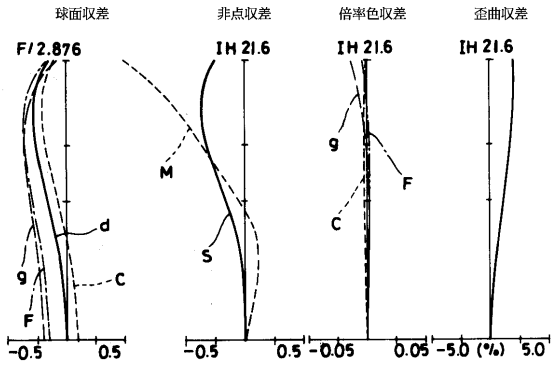
【図１４】



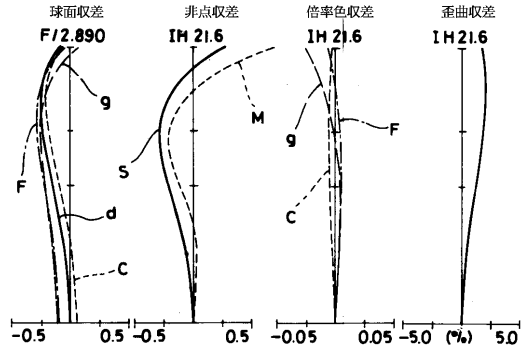
【図１１】



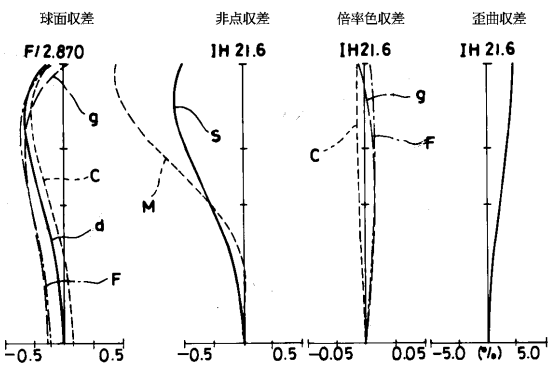
【図１２】



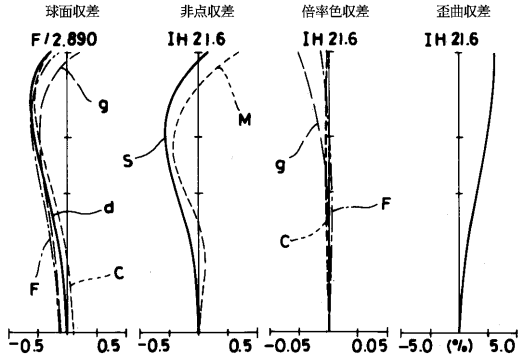
【図１５】



【図１６】



【図１７】


球面収差
F/2.890
g
d
C
F
-0.5
0.5
非点収差
IH 21.6
M
S
-0.5
0.5
倍率色収差
IH 21.6
g
F
C
-0.05
0.05
歪曲収差
IH 21.6
-5.0
(%)
5.0

フロントページの続き

(72)発明者　高頭　英泰
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　森内　正明

(56)参考文献　特開昭６１－　５９４０９（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－１１６３１３（ＪＰ，Ａ）
特開平　５－１６４９６３（ＪＰ，Ａ）
特開平　１－１２９２１７（ＪＰ，Ａ）
特開平　６－３０８３８４（ＪＰ，Ａ）
特開平　７－２８１０８９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B　9/00　-　17/08
G02B　21/02　-　21/04
G02B　25/00　-　25/04