(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3645096号
(P3645096)
(45)発行日　平成17年5月11日(2005.5.11)　(24)登録日　平成17年2月10日(2005.2.10)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 15/16　G02B 15/16
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 24　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願平10-219911
(22)出願日　平成10年7月21日(1998.7.21)
(65)公開番号　特開2000-39554(P2000-39554A)
(43)公開日　平成12年2月8日(2000.2.8)
審査請求日　平成15年4月23日(2003.4.23)

(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　栃木　明義
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】結像レンズ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体側から順に、正の屈折力を有する第１群と、負の屈折力を有する第２群とからなり、第１群と第２群の間隔を変化させて変倍を行なうレンズ系で、前記第１群が物体側から順に、屈折力の小さいプラスチックレンズと負の屈折力のガラスレンズ及び正の屈折力のガラスレンズの硝材の異なる接合レンズの３枚のレンズからなり、前記第２群が、物体側より順に、屈折力の小さいプラスチックレンズと負の屈折力のプラスチックレンズの２枚のレンズからなり、下記条件（３）を満足し、前記第１群、第２群における屈折力の小さいプラスチックレンズが下記条件（４）を満足する範囲の屈折力であることを特徴とする撮像レンズ。

（３）　$0.239 \leqq d_4 / f_W < 0.45$

（４）　$|f_S / f_W| \geqq 7.819$

ただし、d_4 は第１群の正のガラスレンズの肉厚、f_S は前記屈折力の小さいプラスチックレンズの焦点距離、f_Wは広角端における全系の焦点距離である。

【請求項２】

前記第１群の負の屈折力のガラスレンズが像側の面が物体側の面よりも曲率半径の絶対値が小であることを特徴とする請求項１の撮像レンズ。

【請求項３】

前記第１群中のプラスチックレンズが、物体側に凸のレンズで且つ非球面を有することを特徴とする請求項１または２のいずれか１項に記載の撮像レンズ。

【請求項４】
前記第１群中のプラスチックレンズの非球面は、光軸から離れるにしたがって、正の屈折力が弱くなる形状であることを特徴とする請求項３の撮像レンズ。
【請求項５】
前記第１群の像側に明るさ絞りを配置したことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項６】
前記第１群と前記明るさ絞りとの間隔を固定して、第１群と明るさ絞りとを一体にしてフォーカシングを行なうことを特徴とする請求項５の撮像レンズ。
【請求項７】
前記第２群の負の屈折力のプラスチックレンズの材料をポリオレフィン系の樹脂にしたことを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項８】
前記第２群の屈折力の小さいプラスチックレンズの材料をポリオレフィン系の樹脂にしたことを特徴とする請求項７の撮像レンズ。
【請求項９】
前記第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズの材料をポリメチルメタクリレートアクリル系の樹脂にしたことを特徴とする請求項７または８の撮像レンズ。
【請求項１０】
前記第２群の負の屈折力のプラスチックレンズの外形を、撮像面の長辺方向の長さが長く、短辺方向の長さが短い形状にしたことを特徴とする請求項５の撮像レンズ。
【請求項１１】
下記条件（１）を満足することを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか１項に記載の撮像レンズ。

（１）　$0.5 < f_1 / f_W < 0.9$

ただし、f_1 は第１群の焦点距離、f_W は広角端における全系の焦点距離である。
【請求項１２】
下記条件（１－１）を満足することを特徴とする請求項１１の撮像レンズ。

（１－１）　$0.65 < f_1 / f_W < 0.75$

【請求項１３】
下記条件（２）を満足することを特徴とする請求項１乃至１２のいずれか１項に記載の撮像レンズ。

（２）　$-0.9 < f_2 / f_W < -0.5$

ただし、f_2 は第２群の焦点距離、f_W は広角端における全系の焦点距離である。
【請求項１４】
下記条件（２－１）を満足することを特徴とする請求項１３の撮像レンズ。

（２－１）　$-0.75 < f_2 / f_W < -0.65$

【請求項１５】
下記条件（３－１）を満足することを特徴とする請求項１乃至１４の撮像レンズ。

（３－１）　$0.239 \leqq d_4 / f_W < 0.35$

【請求項１６】
条件（４）の代りに下記条件（４－１）を満足することを特徴とする請求項１乃至１５のいずれか１項に記載の撮像レンズ。

（４－１）　$|f_S / f_W| > 12.5$

【請求項１７】
前記第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズが下記条件（５）を満足することを特徴とする請求項１乃至１６のいずれか１項に記載の撮像レンズ。

（５）　$|f_S（1）/ f_1| > 6.5$

ただし、f_S（１）は前記第１群中の屈折力の小さいプラスチックレンズの焦点距離、f_1は第１群の焦点距離である。

【請求項１８】
条件（５）の代りに下記条件（５－１）を満足することを特徴とする請求項１７の撮像レンズ。
（５－１）　｜ｆ$_S$（１）／ｆ$_1$｜＞１６．５
【請求項１９】
条件（５）の代りに下記条件（５－２）を満足することを特徴とする請求項１７の撮像レンズ。
（５－２）　｜ｆ$_S$（１）／ｆ$_1$｜＞２２．５
【請求項２０】
第２群の屈折力の小さいプラスチックレンズが下記条件（６）を満足することを特徴とする請求項１乃至１９のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
（６）　｜ｆ$_S$（２）／ｆ$_2$｜＞６．５
ただし、ｆ$_S$（２）は前記第２群の屈折力の小さいプラスチックレンズの焦点距離、ｆ$_2$は第２群の焦点距離である。
【請求項２１】
条件（６）の代りに下記条件（６－１）を満足することを特徴とする請求項２０の撮像レンズ。
（６－１）　｜ｆ$_S$（２）／ｆ$_2$｜＞１６．５
【請求項２２】
条件（６）の代りに下記条件（６－２）を満足することを特徴とする請求項２０の撮像レンズ。
（６－２）　｜ｆ$_S$（２）／ｆ$_2$｜＞２２．５
【請求項２３】
下記条件（７）を満足することを特徴とする請求項１乃至２２のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
（７）　０．２１＜ｄ$_4$／ｆ$_1$＜０．６３
ただし、ｄ$_4$は第１群の正のガラスレンズの肉厚、ｆ$_1$は第１群の焦点距離である。
【請求項２４】
条件（７）の代りに下記条件（７－１）を満足することを特徴とする請求項２３の撮像レンズ。
（７－１）　０．３８＜ｄ$_4$／ｆ$_1$＜０．５０
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、小型、軽量、低コストで高性能なレンズ系で、特にレンズシャッターカメラのレンズ系に適した撮像レンズに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より小型低コストのズームレンズ等の撮像レンズとしては、物体側から順に、正の屈折力を有する第１群と負の屈折力を有する第２群とからなる２群ズームレンズが知られている。
【０００３】
このような構成の撮像レンズ（ズームレンズ）の従来例として特開平２－１８５１１号、特開平５－２２４１２２号、特開平６－３３１８９９号、特開平７－２５３５４０号、特開平８－３３４６９３号の各公報に記載されたレンズ系が知られている。
【０００４】
これら従来例は、第１群が３枚のレンズよりなり、第２群が２枚のレンズよりなり、全体で５枚のレンズにて構成されている。そして、５枚のレンズのうち４枚あるいは５枚のレンズにプラスチックレンズを採用して低コスト化をはかっている。
【０００５】

また他の従来例として、特開平５－１１３５３７号の公報に記載されているレンズ系が知られている。この従来例も同様に５枚のレンズにて構成されており、第１群中に屈折力の比較的小さいプラスチックレンズを１枚、第２群にもプラスチックレンズを１枚用いたもので、用いるプラスチックレンズの焦点距離などを規制することにより温度や湿度等の環境の変化による結像性能の変化を考慮しつつ低コスト化をはかっている。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

前述の特開平２－１８５１１号、特開平５－２２４１２２号、特開平６－３３１８８９号、特開平７－２５３５４０号、特開平８－３３４６９３号のレンズ系のように、十分な屈折力を持つプラスチックレンズを多用した場合、温度や湿度等の環境の変化により、結像性能が変化するという欠点がある。特に湿度の変化による結像性能の変化は、性能が安定するまで長時間を要し、そのため環境が変化した時の結像性能例えば結像位置の変化を予測することが困難であり、レンズの位置を移動させて結像位置の変化を補償することが難しい。このように十分な屈折力を有するプラスチックレンズを多用すると、結像性能が大幅に劣化する。

【０００７】

また、特開平５－１１３５１７号公報のレンズ系のように、５枚のレンズのうちの２枚のレンズのみがプラスチックレンズのレンズ系では、十分に低コストになし得ない。

【０００８】

また、特開平５－２２４１２２号公報に記載されているレンズ系は、第１群に接合のプラスチックレンズを用いているが、このように接合レンズにプラスチックレンズを用いた場合、プラスチックレンズは膨張率が大きいため、種類の異なる２枚のプラスチックレンズを接合させた場合、安定した接合状態を保つことが困難である。

【０００９】

本発明は、温度や湿度の変化による結像性能の変化が少なく、小型、軽量、低コストで結像性能が良好な結像レンズを提供するものである。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１群と、負の屈折力を有する第２群とからなり、第１群と第２群の間隔を変化させて変倍を行なうレンズ系で、前記第１群が物体側から順に、屈折力の小さいプラスチックレンズと負の屈折力のガラスレンズ及び正の屈折力のガラスレンズの硝材の異なる接合レンズの３枚のレンズからなり、前記第２群が、物体側より順に、屈折力の小さいプラスチックレンズと負の屈折力のプラスチックレンズの２枚のレンズからなり、下記条件（３）を満足し、前記第１群、第２群における屈折力の小さいプラスチックレンズが下記条件（４）を満足する範囲の屈折力であることを特徴とする。

（３）　　$0.239 \leqq d_4 / f_W < 0.45$

（４）　　$|f_S / f_W| \geqq 7.819$

ただし、d_4 は第１群の正のガラスレンズの肉厚、f_S は前記屈折力の小さいプラスチックレンズの焦点距離、f_W は広角端における全系の焦点距離である。

【００１１】

レンズ系を正の屈折力の第１群と負の屈折力の第２群にて構成すると、レンズ系の全長つまりレンズ系の最も物体側のレンズ面から像面までの距離を短くすることができる。又、前記本発明のレンズ系は、プラスチックレンズを３枚用いているため低コストになし得る。

【００１２】

一般に前記構成で全長の短いレンズ系（ズームレンズ）は、第２群の最も像側のレンズの口径が大になる。

【００１３】

本発明のレンズ系は、この口径の大きいレンズをプラスチックレンズにすることによりコ

ストを低くすることが可能になった。同時にレンズ系の軽量化の効果も大である。特に変倍系の場合、変倍のためにレンズを駆動するモーターの消費電力の低減にもつながる。

【００１４】

又、第１群に十分な屈折力を有するプラスチックレンズを用いた場合、温度や湿度の変化による結像性能の変化が、第２群により拡大される。同様に第２群の物体側に十分な屈折力を有するプラスチックレンズを用いると温度と湿度の変化による結像性能の変化が第２群の像側のレンズにより拡大される。

【００１５】

本発明の撮像レンズは、第２群のうちの十分な屈折力を有する負のプラスチックレンズに変倍作用を持たせている。この十分な屈折力を有する負のプラスチックレンズは、最も像面に近い位置に配置され温度や湿度の変化による結像性能の変化を小さくし得る。又、第１群に負のガラスレンズと正のガラスレンズを用いることにより収差補正を効果的に行なっている。又、このようにしても第１群で補正しきれない収差を第１群と第２群に屈折力の小さいプラスチックレンズで補正するようにした。これらプラスチックレンズは、屈折力が小であるために温度や湿度の変化による結像性能の変化は少ない。

【００１６】

又、本発明は、前述のような第１群と第２群とにて構成されるレンズ系のほか第１群の物体側や第２群の像側に他のレンズ群を付加することも可能であり、このようにレンズ群を付加しても本発明の目的、作用効果を有するレンズ系を実現し得るが、前記のような第１群と第２群にて構成すれば、レンズ系の構成を簡単にし得るので最も望ましい。

【００１７】

本発明のレンズ系において、第１群の負のガラスレンズが像側の面が物体側の面より曲率半径の絶対値が小さいレンズであることが第１群の正のガラスレンズにて発生する球面収差やコマ収差を補正できるので望ましい。

【００１８】

又前記レンズ系において、第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズを物体側に凸のレンズでかつ非球面を有していると第１群のガラスレンズにて発生する球面収差、コマ収差、非点収差を補正することができ、又、第２群の負のプラスチックレンズで発生する正の歪曲収差を減少させることができるため好ましい。また、上記非球面は、光軸から離れるにしたがって正の屈折力が弱くなるような形状であることが望ましい。

【００１９】

又、本発明の上記構成のレンズ系において、第１群の負のガラスレンズに正のガラスレンズを接合させて接合レンズとすれば、レンズ系の軸上色収差を十分に補正する上で好ましい。またこの接合レンズによって球面収差やコマ収差の高次収差の発生を少なくすることができる。また上記のように接合することにより、レンズの偏芯による性能の劣化を防止できる。

【００２０】

本発明のレンズ系において、屈折力の小さいプラスチックレンズ、負のガラスレンズと、正のガラスレンズよりなる第１群の正のガラスレンズの像側に明るさ絞りを配置することが好ましい。

【００２１】

このように第１群の正のガラスレンズの像側に明るさ絞りを配置すれば、この正のガラスレンズの物体側に明るさ絞りを配置した場合に比べて射出瞳から像面までの距離を短くすることができるため、第２群の負のプラスチックレンズの口径を小さくできこのプラスチックレンズを成形で作る場合、レンズの成形性が向上し、性能の安定化をはかることができる。また、このように明るさ絞りを第１群の像側に配置すればカメラから物体までの距離に応じてレンズの一部又は全部を光軸に沿って移動させてフォーカシングを行なう場合のメカ的構造等の簡単化にとって好ましい。つまり上記のように第１群の像側に明るさ絞りを配置し第１群と絞りとの間隔を固定して第１群と絞りとを一体にしてフォーカシングを行なうことができるために前記のようにメカ的構造および電気配線を簡単にできる。こ

のようにしてメカ的な構造や電気配線を簡単化すればカメラを一層小型になし得る。
【００２２】
又、本発明のレンズ系において、第２群に用いられる負のプラスチックレンズの材料をポリオレフィン系の樹脂にすることが好ましい。
【００２３】
ポリオレフィン系の樹脂は、プラスチックレンズに用いられるポリカーボネイト系樹脂やポリメチルメタクリレートアクリル系樹脂（ＰＭＭＡ）に比べて湿度変化による結像性能の変化を小さくできる。
【００２４】
同様の理由から、第２群の屈折力の小さいプラスチックレンズにもポリオレフィン系の樹脂を用いることが望ましい。
【００２５】
なお、第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズは、レンズ系の最も物体側に設置されるために傷がつくおそれがある。そのため硬度の高い樹脂を用いることが望ましく、ポリメチルメタクリレートアクリル系樹脂が望ましい。又は、第１群の物体側にカバーガラスを設けてもよく、それによって、第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズは、特に硬い材料を用いる必要はなくなる。
【００２６】
又、本発明のレンズ系において、第２群のプラスチックレンズの外形を撮像面の長辺方向の長さが長く、短辺方向の長さが短い長方形状にすることが好ましい。
【００２７】
一般に、フイルム等の撮像面は、矩形であるため撮像面に届く有効な光束は、絞りから離れて配置されているレンズを通る領域は円形ではなく矩形に近い形状である。そのためこの有効な光束が通過する領域以外のレンズ部分は、削除しても支障がない。したがって図２９に示すようにレンズの上下をカットすることが可能であり、このカットした部分にレンズ以外の部品を配置でき、これによりカメラの小型化が可能になる。同時にレンズ系の小型、軽量化にもなる。また、このような形状のレンズをガラスにて形成する場合は、外形の丸いレンズを研磨加工した後に不要部分を切削する必要があるが、プラスチックレンズの場合、例えば図２９に示すような形状のものを成形するための金型を製作しておけば、成形加工のみで切削工程なしにレンズを形成することができ、低コスト化が可能である。
【００２８】
本発明のレンズ系において、下記条件（１）を満足することが望ましい。
（１）　　$0.5 < f_1 / f_W < 0.9$
ただし、f_1 は第１群の焦点距離、f_W は広角端における全系の焦点距離である。
【００２９】
条件（１）は、第１群の屈折力を適切な値にするための条件で、上限の０．９を超えると変倍時のレンズ群の移動量が大になり、レンズ系の小型化が困難になる。又下限の０．５を超えると第１群の屈折力が強くなりすぎて収差の発生量が大になり補正が困難になる。
【００３０】
また、条件（１）の代りに下記条件（１－１）を満足すればより望ましい。
（１－１）　　$0.65 < f_1 / f_W < 0.75$
【００３１】
また、本発明のレンズ系において下記条件（２）を満足することが望ましい。
（２）　　$-0.9 < f_2 / f_W < -0.5$
ただし、f_2 は第２群の焦点距離である。
【００３２】
この条件（２）は、第２群の屈折力を適切な値にするためのもので、下限の－０．９を超えると変倍時のレンズ群の移動が大になり、レンズ系の全長が長くなるため好ましくない。又上限の－０．５を超えると第２群の屈折力が強くなりすぎて、収差補正が困難になる

。
【００３３】
又、条件（２）の代りに下記条件（２－１）を満足することがより好ましい。
（２－１）　　－０．７５＜f_2／f_W＜－０．６５
【００３４】
本発明のレンズ系において、下記条件（３）を満足することが望ましい。
（３）　　０．２３９≦d_4／f_W＜０．４５
ただし、d_4は第１群の正のガラスレンズの肉厚である。
【００３５】
条件（３）は、第１群の正のガラスレンズの肉厚を規定するもので、条件（３）の上限の０．４５を超えると又は下限の０．２３９を超えると、いずれもレンズ系の球面収差と非点収差のバランスをとることが困難になる。
【００３６】
又、条件（３）の代りに下記条件（３－１）を満足すれば一層望ましい。
（３－１）　　０．２３９≦d_4／f_W＜０．３５
【００３７】
また本発明の撮像レンズの第２の構成を示すと下記の通りである。
【００３８】
即ち、本発明の第２の構成のレンズ系は、少なくとも異なる硝材のレンズからなる一組の接合レンズと少なくとも一つの単レンズとよりなり、接合レンズは、いずれの接合レンズもすべてガラスにて構成され、又単レンズは、いずれの単レンズもプラスチックにて構成されていることを特徴とする。
【００３９】
良好な結像性能を有するレンズ系を簡単な構成にて実現するためには、異なる硝材よりなるレンズを貼り合わせた接合レンズを用いるのが効果的である。即ち、主としてアッベ数の異なる二つの硝材の光学特性の差を利用することにより色収差を補正できる。又、互いに分離した２枚のレンズの間の空気レンズで発生しがちな高次の収差は、接合レンズにすることによってその発生を抑えることができる。又、互いに分離したレンズ間の間隔の誤差等の製造時の性能劣化の要因を減少させることも可能である。
【００４０】
又、主として屈折率の異なる二つの硝材の光学性能の差を利用することにより、収差補正上有効である少量の高次の収差を発生させ、この高次の収差により光学系全体の結像性能を向上させることが可能である。
【００４１】
又、接合レンズは、鏡枠への保持が容易であるという利点も有している。
【００４２】
一方、撮像レンズ系のコストの削減と軽量化のためには、レンズをプラスチックにて構成することが有利である。しかし、異なる種類よりなるプラスチックレンズを互いに接合させたり、プラスチックレンズとガラスレンズとを接合させた場合、温度や湿度による膨張率の差が大きいために安定した接合状態を保つことが困難である。
【００４３】
本発明の第２の構成のレンズ系は、接合レンズはガラスレンズのみにて構成し、又単レンズはプラスチックレンズにて構成したことを特徴とし、これにより結像性能とコストとをバランスさせたレンズ系を実現するようにしたものである。
【００４４】
特に、ズームレンズにおいては、色収差の補正を各レンズ群毎に行なうことが要求される。そのため、前記の本発明の通りの構成にすることは一層有効である。又、物体側から撮像面に向かってみたとき、最終レンズ群にて収差が拡大されるズームレンズにおいては、ガラスにて構成される接合レンズを最終レンズ群よりも物体側のレンズ群にて用いるようにすることが望ましい。

【００４５】
本発明の前記第２の構成を適用したズームレンズとして下記のレンズ系とすることが望ましい。
【００４６】
即ち、物体側より順に、正の屈折力を有する第１群と、負の屈折率を有する第２群とを有し、第１群と第２群の間隔を変化させて変倍を行なうレンズ系で、第１群が１枚のプラスチック単レンズと、２枚のガラスレンズを接合させた接合レンズとからなり、第２群が２枚のプラスチック単レンズからなることを特徴としている。
【００４７】
このように、本発明の上記レンズ系は、第１群が正の屈折力で、第２群が負の屈折力であるレンズ系は、全長を短くすることができる。又、プラスチックの単レンズを３枚用いることにより低コストになし得る。
【００４８】
一般に全長の短いズームレンズは、第２群の最も像側のレンズの口径が大になる。この大口径のレンズがプラスチックレンズであるため、レンズ系のコスト低減にとっては有効であると共に、レンズ系の軽量化にとっても有効であり、変倍時にレンズを移動させるためのモーターの消費電力の低減にも役立つ。
【００４９】
また、上記ズームレンズは、第１群に接合レンズを配置してあるので諸収差を良好に補正する上でも好ましい。この接合レンズは、コスト低減のためにプラスチックレンズにて構成することが望ましいが前述のようにプラスチックレンズは、膨張率が高く安定した接合状態を保つことが困難である。
【００５０】
本発明のレンズ系では、この接合レンズをガラスレンズにて構成したため上記の通りの欠点がなく又硝材の選択の幅が大であって収差補正上有利である。
【００５１】
　以上、本発明のレンズ系において用いられる屈折力の小さいレンズとしては、下記条件（４）を満足する範囲の屈折力であることが望ましい。
　　（４）　　$|f_S/f_W| \geqq 7.819$
　ただし、f_S は前記屈折力が小であるレンズの焦点距離である。
【００５２】
又、条件（４）の代りに下記条件（４－１）を満足すればより望ましい。
（４－１）　　$|f_S/f_W| > 12.5$
【００５３】
本発明のレンズ系において、第１群の屈折力の小さいレンズが下記条件（５）を満足すれば望ましい。
（５）　　$|f_S(1)/f_1| > 6.5$
ただし、f_S（１）は第１群中の屈折力の小さいレンズの焦点距離である。
【００５４】
又条件（５）の代りに下記条件（５－１）を満足すればより望ましい。
（５－１）　　$|f_S(1)/f_1| > 16.5$
【００５５】
更に条件（５）又は条件（５－１）の代りに下記条件（５－２）を満足することが一層望ましい。
（５－２）　　$|f_S(1)/f_1| > 22.5$
【００５６】
また第２群の屈折力の小さいレンズが下記条件（６）を満足すれば望ましい。
（６）　　$|f_S(2)/f_2| > 6.5$
ただし、f_S（２）は第２群の屈折力の小さいレンズの焦点距離である。
【００５７】

又、条件（６）の代りに下記条件（６－１）を満足すればより望ましい。
（６－１）　｜ｆ$_S$（２）／ｆ$_2$｜＞１６．５
【００５８】
更に、条件（６）又は条件（６－１）の代りに下記条件（６－２）を満足すれば一層望ましい。
（６－２）　｜ｆ$_S$（２）／ｆ$_2$|＞２２．５
【００５９】
また第１群の正のガラスレンズの肉厚ｄ$_4$が下記条件（７）を満足すれば望ましい。
（７）　０．２１＜ｄ$_4$／ｆ$_1$＜０．６３
【００６０】
条件（７）の上限又は下限を超えると球面収差と非点収差のバランスをとるとが困難になる。
【００６１】
又、条件（７）の代りに下記条件（７－１）を満足すればより望ましい。
（７－１）　０．３８＜ｄ$_4$／ｆ$_1$＜０．５０
【００６２】
尚、本発明は、課題を解決するための手段に記載のように、物体側から順に正の屈折力を有する第１群と、負の屈折力を有する第２群とを有する変倍レンズ系を基本とする。そのため、コンパクト化の面を優先させると２群構成が望ましい。しかし、高変倍を実現しようとすると、各群のパワーが大きくなるため、第１群と第２群との間で発生する収差変動を抑えるのが難しくなる。そこで、高変倍と収差性能の面を優先させると、この第１群又は第２群の一方に変倍のための群のようにパワーが大きくなく、パワーレスレンズに近い屈折力の小さなサブユニットを設け、このサブユニットを変倍時に移動させて収差補正を行なうように構成しても良い。
【００６３】
【発明の実施の形態】
次に本発明の撮像レンズの実施の形態を下記実施例にもとづき述べる。

実施例１

$f=39.188\sim56.886\sim73.621$ ，Ｆナンバー$=4.66\sim6.76\sim8.75$

$r_1=30.899$ $d_1=1.59$ $n_1=1.49241$ $\nu_1=57.66$

$r_2=32.414$（非球面） $d_2=1.33$

$r_3=298.073$ $d_3=1.09$ $n_2=1.58144$ $\nu_2=40.75$

$r_4=9.773$ $d_4=12.16$ $n_3=1.51823$ $\nu_3=58.90$

$r_5=-12.945$ $d_5=0.62$

$r_6=\infty$（絞り） $d_6=D_1$（可変）

$r_7=-56.016$（非球面） $d_7=2.46$ $n_4=1.52542$ $\nu_4=55.78$

$r_8=-48.938$ $d_8=6.96$

$r_9=-9.995$ $d_9=1.92$ $n_5=1.52542$ $\nu_5=55.78$

$r_{10}=-39.286$

非球面係数

（第２面）$K=14.976$ ，$A_4=6.36154\times10^{-5}$ ，$A_6=-3.23522\times10^{-7}$

$A_8=3.00462\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-3.06289\times10^{-10}$

（第７面）$K=42.031$ ，$A_4=9.08647\times10^{-5}$ ，$A_6=1.20246\times10^{-7}$

$A_8=1.76842\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.21194\times10^{-10}$

f	39.188	56.886	73.621
D_1	10.49	4.68	1.75

$f_1/f_W=0.692$ ，$f_2/f_W=-0.690$，$d_4/f_W=0.310$

$|f_S/f_W|=25.445$（第１群），$|f_S/f_W|=16.794$（第２群）

$|f_S(1)/f_1|=36.791$，$|f_S(2)/f_2|=24.344$，$d_4/f_1=0.499$

【００６４】

実施例２

f＝39.199～56.941～73.619 ，Ｆナンバー＝4.66～6.77～8.75

r_1＝30.546　　d_1＝1.60　　n_1＝1.49241　　ν_1＝57.66

r_2＝32.022（非球面）　d_2＝1.37

r_3＝293.857　　d_3＝1.09　　n_2＝1.58144　　ν_2＝40.75

r_4＝9.742　　d_4＝12.14　　n_3＝1.51823　　ν_3＝58.90

r_5＝-12.946　　d_5＝0.61

r_6＝∞（絞り）　　d_6＝D_1（可変）

r_7＝-53.632（非球面）　d_7＝2.40　　n_4＝1.49241　　ν_4＝57.66

r_8＝-47.031　　d_8＝6.97

r_9＝-10.000　　d_9＝1.91　　n_5＝1.52542　　ν_5＝55.78

r_{10}＝-39.042

非球面係数

（第２面）K＝15.254 ，A_4＝6.05242 $\times10^{-5}$ ，A_6＝-4.37391$\times10^{-7}$

A_8＝3.29439 $\times10^{-8}$ ，A_{10}＝-3.79858$\times10^{-10}$

（第７面）K＝41.974 ，A_4＝9.80863 $\times10^{-5}$ ，A_6＝2.43358 $\times10^{-7}$

A_8＝1.56958 $\times10^{-8}$ ，A_{10}＝-6.23347$\times10^{-11}$

f	39.199	56.941	73.619
D_1	10.50	4.67	1.75

f_1/f_W＝0.692 ，f_2/f_W＝-0.690，d_4/f_W＝0.310

$|f_S/f_W|$＝25.292（第１群），$|f_S/f_W|$＝17.679（第２群）

$|f_S(1)/f_1|$＝36.572，$|f_S(2)/f_2|$＝25.615，d_4/f_1＝0.448

【００６５】

実施例３

$f=38.894\sim57.790\sim73.607$ ，Ｆナンバー$=4.66\sim6.92\sim8.82$

$r_1=28.743$ $d_1=2.10$ $n_1=1.49241$ $\nu_1=57.66$

$r_2=34.714$（非球面） $d_2=1.56$

$r_3=330.314$ $d_3=1.32$ $n_2=1.60342$ $\nu_2=38.03$

$r_4=8.291$ $d_4=11.90$ $n_3=1.51742$ $\nu_3=52.43$

$r_5=-12.343$ $d_5=0.63$

$r_6=\infty$（絞り） $d_6=D_1$（可変）

$r_7=-42.678$（非球面） $d_7=2.02$ $n_4=1.49241$ $\nu_4=57.66$

$r_8=-34.045$ $d_8=6.67$

$r_9=-10.065$ $d_9=1.52$ $n_5=1.52542$ $\nu_5=55.78$

$r_{10}=-50.103$

非球面係数

（第２面）$K=14.925$ ，$A_4=6.94771\times10^{-5}$ ，$A_6=-8.30869\times10^{-9}$

$A_8=2.25167\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.19791\times10^{-10}$

（第７面）$K=27.478$ ，$A_4=1.11705\times10^{-4}$ ，$A_6=2.07922\times10^{-7}$

$A_8=2.09262\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-6.64371\times10^{-11}$

f	38.894	57.790	73.607
D_1	10.45	4.47	1.83

$f_1/f_W=0.691$ ，$f_2/f_W=-0.680$，$d_4/f_W=0.306$

$|f_S/f_W|=7.819$（第１群），$|f_S/f_W|=8.159$（第２群）

$|f_S(1)/f_1|=11.309$，$|f_S(2)/f_2|=12.005$，$d_4/f_1=0.443$

【００６６】

実施例４

f＝39.028～56.027～77.345 ，Ｆナンバー＝4.66～6.69～9.23

r_1 ＝35.560 d_1 ＝1.17 n_1 ＝1.49241 ν_1 ＝57.66

r_2 ＝37.870（非球面） d_2 ＝1.82

r_3 ＝∞ d_3 ＝1.31 n_2 ＝1.58144 ν_2 ＝40.75

r_4 ＝10.474 d_4 ＝9.31 n_3 ＝1.51823 ν_3 ＝58.90

r_5 ＝-11.804 d_5 ＝0.25

r_6 ＝∞（絞り） d_6 ＝D_1 （可変）

r_7 ＝-48.683 （非球面） d_7 ＝3.29 n_4 ＝1.52542 ν_4 ＝55.78

r_8 ＝-41.739 d_8 ＝6.03

r_9 ＝-9.645 d_9 ＝2.43 n_5 ＝1.52542 ν_5 ＝55.78

r_{10}＝-45.255

非球面係数

（第２面）K＝27.068 ，A_4 ＝8.42634×10^{-5} ，A_6 ＝4.83586×10^{-7}

A_8 ＝2.54590×10^{-8} ，A_{10}＝-3.41740×10^{-10}

（第７面）K＝29.223 ，A_4 ＝9.81398×10^{-5} ，A_6 ＝4.45386×10^{-8}

A_8 ＝3.94165×10^{-8} ，A_{10}＝-5.22984×10^{-10}

f	39.028	56.027	77.345
D_1	9.36	4.49	1.41

f_1 / f_W＝0.646 ，f_2 / f_W＝-0.637，d_4 / f_W ＝0.239

$|f_S / f_W|$＝25.996（第１群），$|f_S / f_W|$＝12.269（第２群）

$|f_S(1) / f_1|$＝40.261，$|f_S(2) / f_2|$＝19.275，d_4 / f_1 ＝0.369

【００６７】

実施例５

$f=38.283\sim57.245\sim77.789$ ，Ｆナンバー$=4.66\sim6.97\sim9.46$

$r_1=41.174$ $d_1=1.12$ $n_1=1.49241$ $\nu_1=57.66$

$r_2=48.767$（非球面） $d_2=1.36$

$r_3=-113.092$ $d_3=1.18$ $n_2=1.56732$ $\nu_2=42.83$

$r_4=9.101$ $d_4=12.02$ $n_3=1.51823$ $\nu_3=58.90$

$r_5=-13.049$ $d_5=0.90$

$r_6=\infty$（絞り） $d_6=D_1$（可変）

$r_7=-150.666$（非球面） $d_7=2.52$ $n_4=1.52542$ $\nu_4=55.78$

$r_8=-119.883$ $d_8=9.52$

$r_9=-13.098$ $d_9=1.44$ $n_5=1.52542$ $\nu_5=55.78$

$r_{10}=-98.041$

非球面係数

（第２面）$K=31.513$ ，$A_4=7.65671\times10^{-5}$ ，$A_6=1.02719\times10^{-7}$

$A_8=1.93022\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.25252\times10^{-10}$

（第７面）$K=-188.751$，$A_4=1.96376\times10^{-5}$ ，$A_6=-1.05546\times10^{-7}$

$A_8=6.22736\times10^{-9}$ ，$A_{10}=-5.17359\times10^{-11}$

f	38.283	57.245	77.789
D_1	12.81	5.13	1.04

$f_1/f_W=0.777$ ，$f_2/f_W=-0.779$，$d_4/f_W=0.314$

$|f_S/f_W|=13.376$（第１群），$|f_S/f_W|=28.370$（第２群）

$|f_{S(1)}/f_1|=17.215$，$|f_{S(2)}/f_2|=36.420$，$d_4/f_1=0.404$

【００６８】

実施例６

$f=39.197\sim58.084\sim77.831$ ，Ｆナンバー$=4.66\sim6.90\sim9.25$

$r_1=32.475$ $d_1=1.15$ $n_1=1.49241$ $\nu_1=57.66$

$r_2=34.278$（非球面） $d_2=1.09$

$r_3=110.765$ $d_3=1.17$ $n_2=1.58144$ $\nu_2=40.75$

$r_4=9.728$ $d_4=14.24$ $n_3=1.51823$ $\nu_3=58.90$

$r_5=-13.919$ $d_5=0.66$

$r_6=\infty$（絞り） $d_6=D_1$（可変）

$r_7=-92.368$（非球面） $d_7=2.01$ $n_4=1.52542$ $\nu_4=55.78$

$r_8=-72.934$ $d_8=6.85$

$r_9=-9.779$ $d_9=1.95$ $n_5=1.52542$ $\nu_5=55.78$

$r_{10}=-38.676$

非球面係数

（第２面）$K=11.197$ ，$A_4=6.00270\times10^{-5}$ ，$A_6=-3.05236\times10^{-7}$

$A_8=2.07453\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.43124\times10^{-10}$

（第７面）$K=48.884$ ，$A_4=6.98327\times10^{-5}$ ，$A_6=9.28357\times10^{-8}$

$A_8=1.12336\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.16429\times10^{-10}$

f	39.197	58.084	77.831
D_1	10.63	4.57	1.37

$f_1/f_W=0.700$ ，$f_2/f_W=-0.680$，$d_4/f_W=0.363$

$|f_S/f_W|=26.442$（第１群），$|f_S/f_W|=16.253$（第２群）

$|f_S(1)/f_1|=37.762$，$|f_S(2)/f_2|=23.915$，$d_4/f_1=0.519$

【００６９】

実施例７

$f=39.199\sim58.210\sim79.774$ ，Ｆナンバー$=4.66\sim6.92\sim9.48$

$r_1=31.947$ $d_1=1.27$ $n_1=1.49241$ $\nu_1=57.66$

$r_2=33.707$（非球面） $d_2=1.29$

$r_3=409.141$ $d_3=1.18$ $n_2=1.58144$ $\nu_2=40.75$

$r_4=10.281$ $d_4=11.97$ $n_3=1.51823$ $\nu_3=58.90$

$r_5=-12.888$ $d_5=0.66$

$r_6=\infty$（絞り） $d_6=D_1$（可変）

$r_7=-58.864$（非球面） $d_7=2.19$ $n_4=1.52542$ $\nu_4=55.78$

$r_8=-48.058$ $d_8=6.83$

$r_9=-9.816$ $d_9=2.02$ $n_5=1.52542$ $\nu_5=55.78$

$r_{10}=-42.163$

非球面係数

（第２面）$K=14.230$ ，$A_4=7.46113\times10^{-5}$ ，$A_6=-1.66325\times10^{-8}$

$A_8=2.53796\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-1.67279\times10^{-10}$

（第７面）$K=49.185$ ，$A_4=9.28059\times10^{-5}$ ，$A_6=3.32555\times10^{-7}$

$A_8=1.17637\times10^{-8}$ ，$A_{10}=-4.13144\times10^{-11}$

f	39.199	58.210	79.774
D_1	10.67	4.76	1.46

$f_1/f_W=0.688$ ，$f_2/f_W=-0.671$，$d_4/f_W=0.305$

$|f_S/f_W|=25.597$（第１群），$|f_S/f_W|=11.882$（第２群）

$|f_{S(1)}/f_1|=37.191$，$|f_{S(2)}/f_2|=17.695$，$d_4/f_1=0.444$

ただしr_1，r_2，・・・はレンズ各面の曲率半径、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ｄ線での屈折率、ν_1，ν_2，・・・は各レンズのアッベ数である。又焦点距離等の長さの単位はmmである。

【００７０】

実施例１乃至実施例７は、夫々図１乃至図７に示す通りの構成で、物体側から順に、正の屈折力を有する第１群と、負の屈折力を有する第２群とからなり、ズーミングの際に広角端から望遠端にかけて第１群と第２群の間隔を縮小させながら移動させて変倍を行なうレンズ系である。

【００７１】

これら実施例のうち、実施例１は、屈折力の小さいプラスチックレンズと、負のガラスレンズと正のガラスレンズを接合させた接合レンズとよりなり、第２群は屈折力の小さいプラスチックレンズと負のプラスチックレンズとよりなるズームレンズである。第１群の負のガラスレンズはメニスカス形状である。又第１群のプラスチックレンズはポリメチルメタクリレートアクリル系樹脂（ＰＭＭＡ）にて形成され、又第２群の物体側の屈折力の小さいプラスチックレンズおよび像側の負のプラスチックレンズは共にポリオレフィン系樹脂である。

【００７２】

実施例２および実施例３は第１群の負のガラスレンズがメニスカス形状である。そして第

２群の物体側の屈折力の小さいプラスチックレンズの材料がポリメチルメタクリレートアクリル系樹脂（ＰＭＭＡ）である点とが実施例１と相違する。

【００７３】

実施例４は、第１群の負のガラスレンズが平凹レンズである点で実施例１と相違するが他は実施例１と同じ構成である。

【００７４】

実施例５は、実施例１と同じ構成で、第１群の負のガラスレンズは両凹レンズである。

【００７５】

実施例６、７は実施例１と同じ構成である。

【００７６】

上記実施例は、いずれも第１群の屈折力の小さいプラスチックレンズが物体側に凸でかつ像側の面が非球面であり、第２群の屈折力の小さいプラスチックレンズの物体側の面も非球面である。又第１群の後につまり第１群を構成する接合レンズの正のガラスレンズの像側に明るさ絞りが配置されている。

【００７７】

上記実施例で用いられる非球面の形状は、光軸方向をｘ、光軸に直交する方向をｙとしたとき下記の式にて表わされる。

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1+k)\ (y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、ｒは光軸近傍の曲率半径、ｋは円すい係数、A_4，A_6，A_8，A_{10}は非球面係数である。

【００７８】

以上述べた実施例は、いずれもズームレンズであるが、ズームレンズに限らず小型な撮像レンズにも本発明を適用し得る。又前記実施例のようにすべての単レンズをプラスチックレンズとし、又接合レンズをガラスレンズとすることによって小型軽量であって光学性能が良好であり、プラスチックレンズを比較的多く使用しても、環境の変化による光学性能の変化の極めて小さい撮像レンズを実現し得る。

【００７９】

【発明の効果】

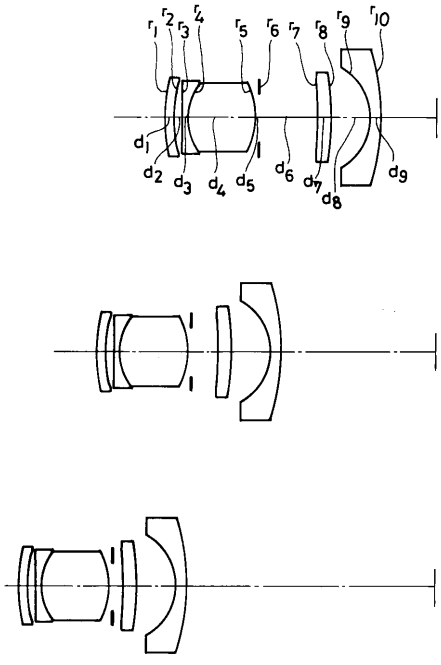
本発明の撮像レンズは、プラスチックレンズを用いて小型、軽量、低コストにしたにもかかわらず、湿度や温度の変化による結像性能の変化が極めて少ない。

【図面の簡単な説明】

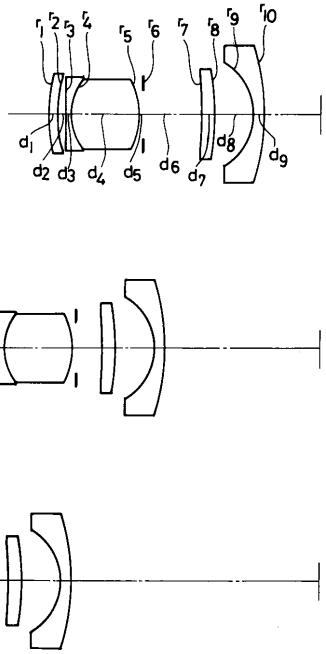
【図１】本発明の実施例１の断面図
【図２】本発明の実施例２の断面図
【図３】本発明の実施例３の断面図
【図４】本発明の実施例４の断面図
【図５】本発明の実施例５の断面図
【図６】本発明の実施例６の断面図
【図７】本発明の実施例７の断面図
【図８】本発明の実施例１の広角端における収差曲線図
【図９】本発明の実施例１の中間焦点距離における収差曲線図
【図１０】本発明の実施例１の望遠端における収差曲線図
【図１１】本発明の実施例２の広角端における収差曲線図
【図１２】本発明の実施例２の中間焦点距離における収差曲線図
【図１３】本発明の実施例２の望遠端における収差曲線図
【図１４】本発明の実施例３の広角端における収差曲線図
【図１５】本発明の実施例３の中間焦点距離における収差曲線図
【図１６】本発明の実施例３の望遠端における収差曲線図
【図１７】本発明の実施例４の広角端における収差曲線図

【図１８】本発明の実施例４の中間焦点距離における収差曲線図
【図１９】本発明の実施例４の望遠端における収差曲線図
【図２０】本発明の実施例５の広角端における収差曲線図
【図２１】本発明の実施例５の中間焦点距離における収差曲線図
【図２２】本発明の実施例５の望遠端における収差曲線図
【図２３】本発明の実施例６の広角端における収差曲線図
【図２４】本発明の実施例６の中間焦点距離における収差曲線図
【図２５】本発明の実施例６の望遠端における収差曲線図
【図２６】本発明の実施例７の広角端における収差曲線図
【図２７】本発明の実施例７の中間焦点距離における収差曲線図
【図２８】本発明の実施例７の望遠端における収差曲線図
【図２９】撮像面の長辺方向が長く短辺方向が短いレンズ外形を示す図

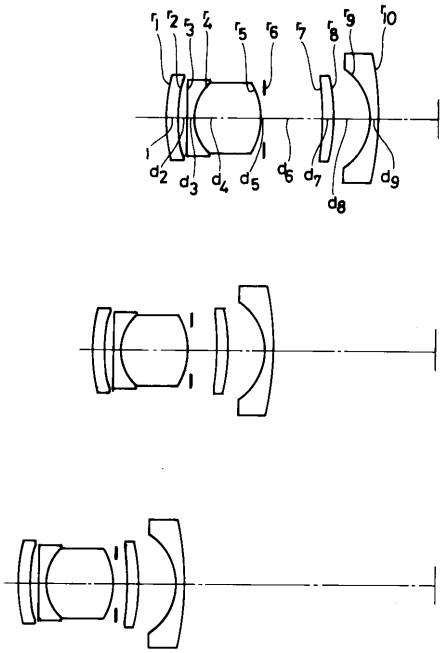
【図１】



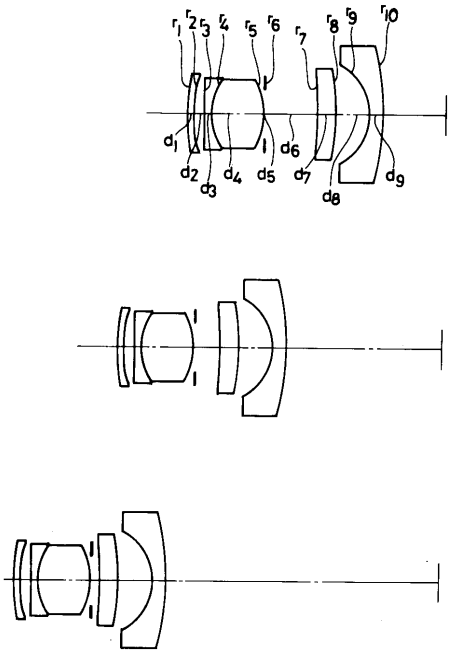
【図２】



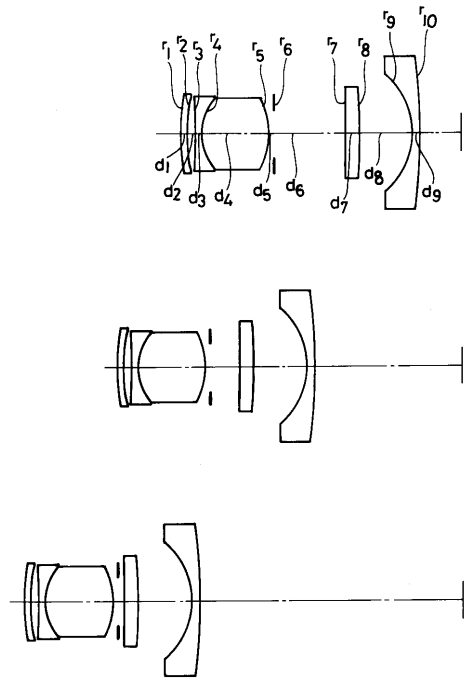
【図３】


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9

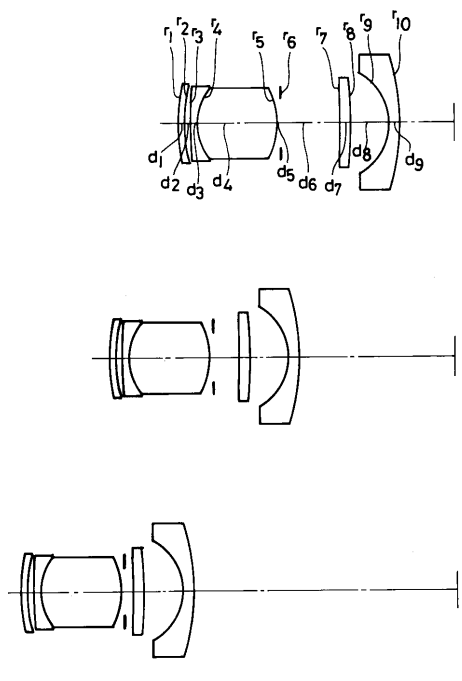
【図４】


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9

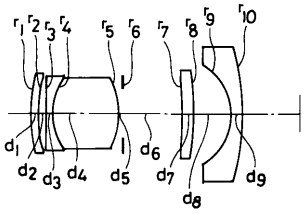
【図５】

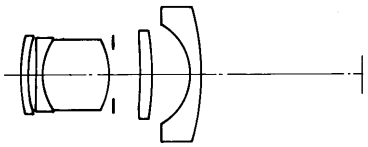

r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9

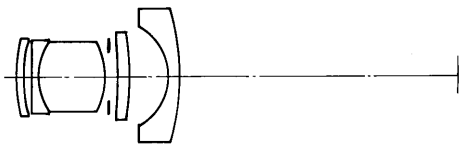
【図６】


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9

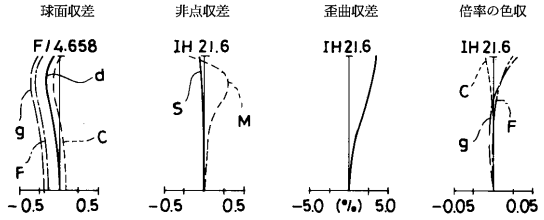
【図７】



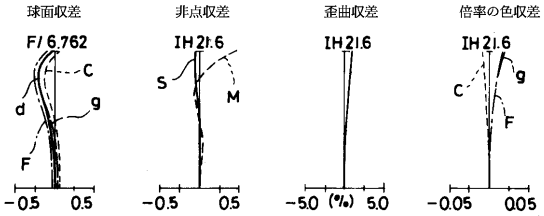




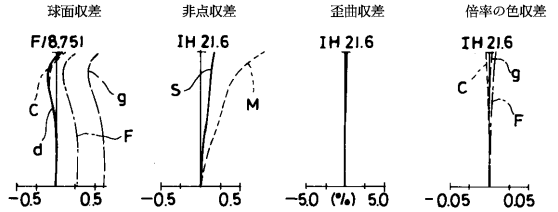
【図８】



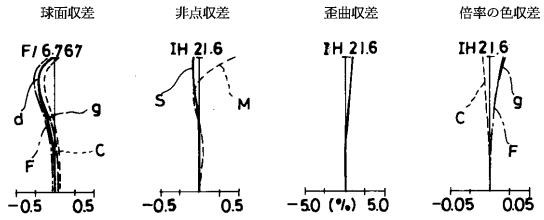
【図９】



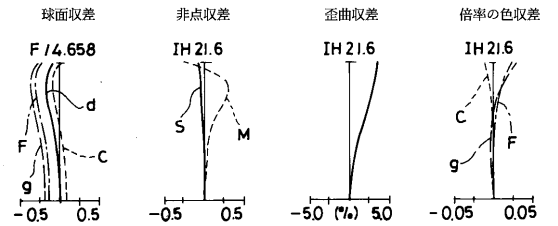
【図１０】



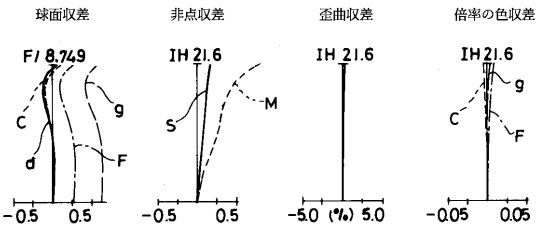
【図１２】



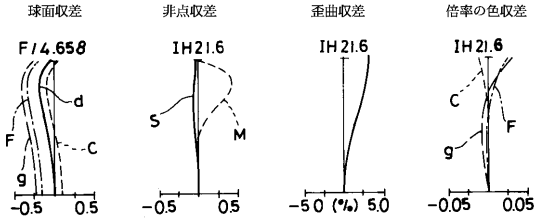
【図１１】



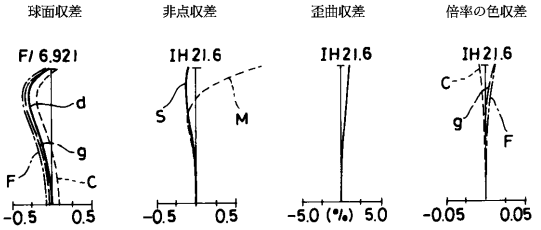
【図１３】



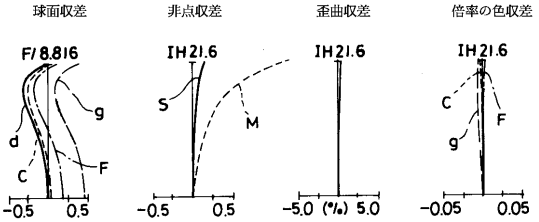
【図１４】



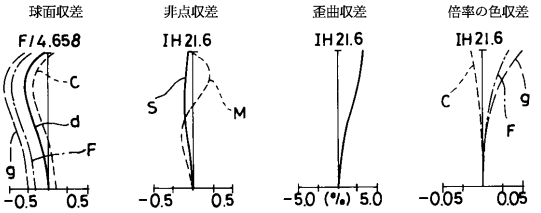
【図１５】



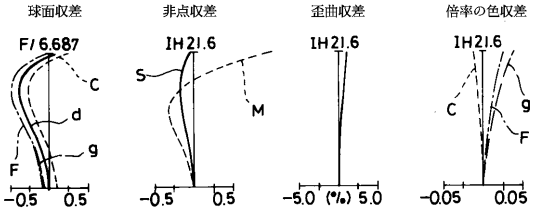
【図１６】



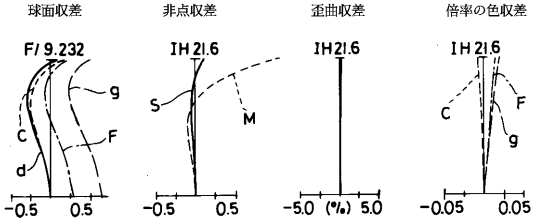
【図１７】



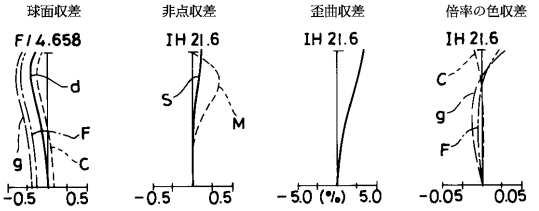
【図１８】



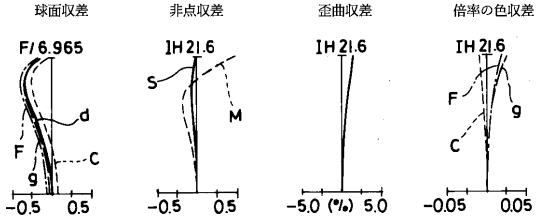
【図１９】



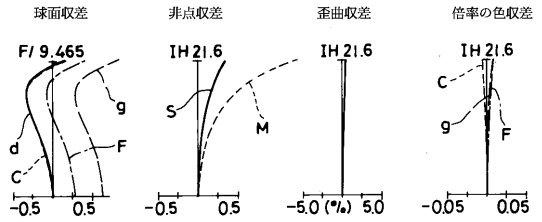
【図２０】



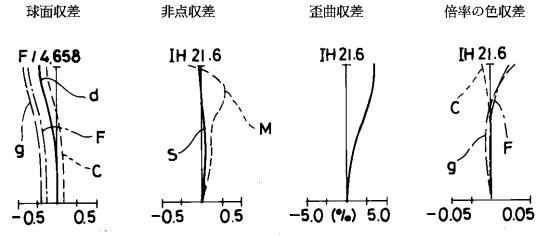
【図２１】



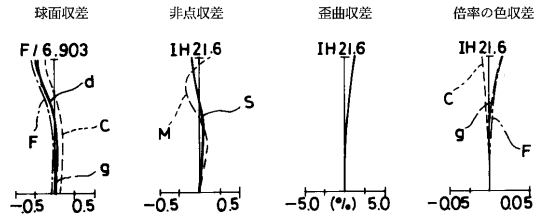
【図２２】



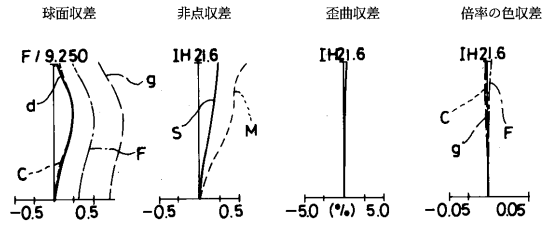
【図２３】



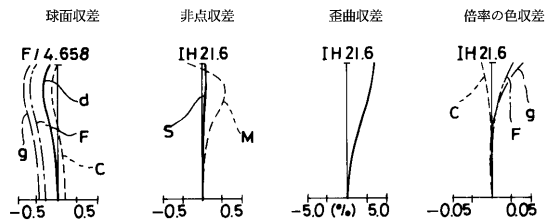
【図２４】



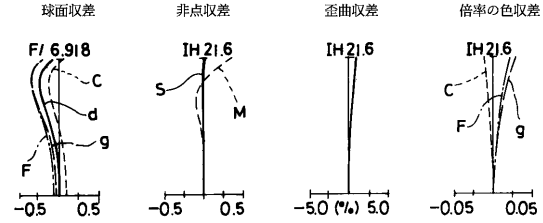
【図２５】



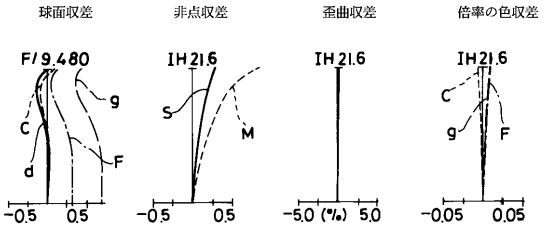
【図２６】



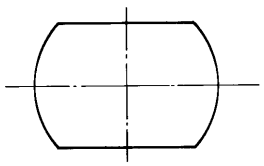
【図２７】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 ５－１１３５３７（ＪＰ，Ａ）
特開平 ７－１８１３８２（ＪＰ，Ａ）
特開平 ８－３３４６９３（ＪＰ，Ａ）
特開平 ２－ １８５１１（ＪＰ，Ａ）
特開平 ６－３３１８８９（ＪＰ，Ａ）
特開平 ７－１８１３８９（ＪＰ，Ａ）
特開平 ４－１４５４０８（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