(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3647237号
(P3647237)
(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18日(2005.2.18)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 15/20　G02B 15/20
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 6　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願平9-355190
(22)出願日　平成9年12月24日(1997.12.24)
(65)公開番号　特開平11-183801
(43)公開日　平成11年7月9日(1999.7.9)
審査請求日　平成14年12月3日(2002.12.3)

(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　100097777
弁理士　韮澤　弘
(74)代理人　100088041
弁理士　阿部　龍吉
(74)代理人　100092495
弁理士　蛭川　昌信
(74)代理人　100095120
弁理士　内田　亘彦
(74)代理人　100095980
弁理士　菅井　英雄
(74)代理人　100094787
弁理士　青木　健二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズーム光学系

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、

広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、

前記第１レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸正レンズより構成され、

前群第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、

開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置され、

前記第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向け、

前記第２レンズ群の後方レンズ群の少なくとも１面に非球面を有し、

前記第３レンズ群が、物体側より順に、正レンズ、両凹レンズより構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズーム光学系。

$$0.4 < f_W / f_{1G} < 1.0 \quad \cdots (1)$$

$$4.014 \leqq \beta_{3GT} \quad \cdots (2)$$

ただし、f_W は広角端の全系の焦点距離、f_{1G}は第１レンズ群の焦点距離、β_{3GT} は第３レンズ群の望遠端の横倍率である。

【請求項２】
前記第２レンズ群の後方レンズ群は、物体側より順に、負レンズ、正レンズの接合レンズより構成されていることを特徴とする請求項１記載のズーム光学系。
【請求項３】
前記第３レンズ群の正レンズが、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズであることを特徴とする請求項１又は２記載のズーム光学系。
【請求項４】
前記第２レンズ群の前方レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、両凸レンズより構成されていることを特徴とする請求項１から３の何れか１項記載のズーム光学系。
【請求項５】
前記第３レンズ群が、少なくとも１面の非球面を有することを特徴とする請求項１から４の何れか１項記載のズーム光学系。
【請求項６】
前記第２レンズ群を物体側に移動させることで、近距離物体へのフォーカシングをすることを特徴とする請求項１から５の何れか１項記載のズーム光学系。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ズーム光学系に関するもので、写真用カメラ、特に、レンズシャッターカメラに用いられるズーム光学系に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、レンズシャッターカメラはズームレンズを備えたカメラが一般的となり、特に、変倍比が３倍を超えるカメラが望まれるようになっている。
【０００３】
また、レンズシャッター式のカメラは、撮影レンズの変倍比が高くても、カメラが小型で軽量であることが望まれるので、レンズ径の小型化や、それぞれ隣接するズームレンズ群同士の空気間隔を挟めてカメラ本体内にレンズを収納する、所謂沈胴を行ったときのレンズ全長の短縮化が、レンズ系の開発にとって重要な課題となっている。
【０００４】
レンズシャッターカメラ用のズームレンズとしては、様々なタイプのものが知られているが、３倍以上のズームレンズにおいては、正・正・負の屈折力を持つ３群ズーム構成のものが多く提案されている。
【０００５】
このような変倍比が３を超える正・正・負の３群ズーム構成において、ある程度の広角化を達成しようとすると、広角端での正第１レンズ群、正第２レンズ群の合成屈折力を大きくしなければならず、特に、第２レンズ群における軸外収差の補正のため、第２レンズ群のレンズ枚数を多くせねばならなかった。
【０００６】
また、広角端から望遠端でのズーム全域で良好な性能を得るためには、各ズームレンズ群における収差の発生量を小さくする必要がある。特に、望遠端における第３レンズ群の収差発生量が大きくなるため、第３レンズ群のレンズ枚数は２枚以上必要であった。
【０００７】
このため、第２、第３レンズ群のレンズ枚数が多く、光軸上のレンズ全長が長くなるので、沈胴時のレンズ全長を短縮化することが困難であった。
【０００８】
これらの課題を解決するために、例えば、特開平６－２６５７８７号、特開平８－１３６８０９号、特開平８－１５２５５９号、特開平８－１７９２１５号、特開平８－２６２３２５号等のものが提案されている。

【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、特開平６－２６５７８７号、特開平８－１３６８０９号、特開平８－１５２５５９号、特開平８－１７９２１５号のものは、各レンズ群の光軸上の厚さは小さいが、隣接するレンズ群間に絞りが配置してあるので、沈胴時に絞り部材とレンズが干渉しないよう、それぞれのレンズ群間隔を十分に確保せねばならないため、沈胴時のレンズ全長が大きくなり、カメラ本体の厚さが大きくなってしまう。
【００１０】
また、特開平８－２６２３２５号のものは、非球面レンズを効果的に配置することにより、各レンズ群のレンズ枚数を少なくしているが、他の従来技術と比べてイメージサークル径が小さいことを考慮すると、各レンズ群の光軸上のレンズ全長が長く、沈胴したときのレンズ全長を十分に小さくすることができないので、沈胴時のカメラ本体の厚さが大きくなってしまう。
【００１１】
本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、ズーム変倍比が３倍以上でありながら、沈胴時のレンズ全長を短くできる小型なズーム光学系を提供することである。
【００１２】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成する本発明の第１のズーム光学系は、
物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、
広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、
前群第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、
開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置され、
前記第２レンズ群の後方レンズ群の少なくとも１面に非球面を有し、
以下の条件式を満足することを特徴とするものである。
$0.4 < f_W / f_{1G} < 1.0$　　・・・（１）
ただし、f_W は広角端の全系の焦点距離、f_{1G}は第１レンズ群の焦点距離である。
【００１３】
また、本発明の第１のズーム光学系において、
第１レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成されているものとすることができる。
【００１４】
また、その第１レンズ群の負レンズを物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第１レンズ群の正レンズを両凸レンズとすることができる。
【００１５】
また、本発明の第１のズーム光学系において、
第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けているものとすることができる。
【００１６】
また、本発明の第１のズーム光学系において、
第２レンズ群の後方レンズ群は、物体側より順に、負レンズ、正レンズの接合レンズより構成されているものとすることができる。
【００１７】
また、本発明の第１のズーム光学系において、
第３レンズ群が、物体側より順に、正レンズ、両凹レンズより構成されているものとする

ことができる。
【００１８】
また、その第３レンズ群の正レンズを物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズとすることができる。
【００１９】
本発明の第２のズーム光学系は、
物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、
広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、
前記第１レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、
前記第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けており、
前記第３レンズ群は、物体側より順に、正レンズと両凹レンズより構成され、
開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置されていることを特徴とするものである。
【００２０】
また、本発明の第２のズーム光学系において、
第２レンズ群の後方レンズ群が少なくとも１面の非球面を有するものとすることができる。
【００２１】
また、本発明の第１、第２のズーム光学系において、
第２レンズ群の前方レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、両凸レンズより構成されているものとすることができる。
【００２２】
また、上記本発明の全てのズーム光学系において、
第３レンズ群が少なくとも１面の非球面を有するものとすることができる。
【００２３】
また、第２レンズ群を物体側に移動させることで、近距離物体へのフォーカシングをするものとすることができる。
【００２４】
さらに、以下の条件式を満足するものとすることができる。

$$4.014 \leqq \beta_{3GT} \quad \cdots (2)$$

ただし、β_{3GT} は第３レンズ群の望遠端の横倍率である。
【００２５】
以下に、本発明において上記構成をとる理由と作用を説明する。
本発明の第１のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動する３群ズーム方式である。
【００２６】
そして、第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群G_{2A}、正の屈折力を有する後方レンズ群G_{2B}のレトロフォーカスタイプにより構成することで、第２レンズ群の主点位置を像面寄りにすることが可能となり、広角端において十分なバックフォーカスが確保でき、かつ、正の歪曲収差を良好に補正することが可能となる。

【００２７】
また、この３群ズーム方式では、第１レンズ群単独での色収差の発生は少なく、第２レンズ群と第３レンズ群で逆の色収差を発生させ、レンズ全系での色収差の発生は小さくしている。しかしながら、ズーム変倍比を大きくしようとすると、各レンズ群の屈折力を強くせねばならず、特に、第２レンズ群で発生する色収差が大きくなってしまう。
【００２８】
そこで、本発明は、開口絞りを第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}と後方レンズ群G_{2B}の間に配置することにより、第２レンズ群の開口絞り前後の軸外光束が光軸から余り離れないレンズ配置としたことで、絞り前後で発生する色収差の発生を小さくしている。そのため、第２レンズ群で発生する色収差の発生が小さいので、第３レンズ群の色収差補正の負担を小さくすることができるため、第３レンズ群のレンズ枚数を少なく構成することが可能となった。
【００２９】
また、本発明では、第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}において、正の球面収差と負のコマ収差、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}において負の球面収差と正のコマ収差をそれぞれ発生させることで、第２レンズ群で発生する球面収差、コマ収差を小さくしている。しかしながら、ズーム変倍比を大きくしようとすると、第２レンズ群の屈折力を強くせねばならず、特に、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}で発生する望遠端での負の球面収差、ズーム全域での正のコマ収差が大きくなってしまい、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の収差補正の負担が大きくなってしまう。そこで、ズーム変倍比が大きい場合には、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}のレンズ枚数を多くすることで、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の収差補正を良好に行い、第２レンズ群内で発生する球面収差、コマ収差を小さくすることが可能であるが、レンズ枚数が多くなってしまうため、第２レンズ群の光軸上のレンズ全長が長くなり、沈胴時のレンズ全長を小さくするには不利となった。
【００３０】
そこで、本発明では、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の少なくとも１つのレンズ面に非球面を用いて、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}に対する収差補正を良好に行っているため、ズーム変倍比を大きくしても、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の収差補正の負担を小さくできるので、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}のレンズ枚数を少なく構成することを可能にした。
【００３１】
このように、本発明の構成では、ズーム変倍比を３以上の高変倍としても、広角端から望遠端への変倍時の収差変動が少なく、レンズ全系の収差を良好に補正しているため、各レンズ群のレンズ枚数を少なく構成することが容易となっている。また、レンズ枚数を少なく構成することで、光軸上のレンズ全長が小さくなり、かつ、開口絞りを第２レンズ群の中に配置する構成によって、沈胴時に絞り部材とレンズ群の干渉を避けることができるため、沈胴時のレンズ全長を小さくすることが可能となった。
【００３２】
また、高変倍ズームレンズにすると、広角端から望遠端までの第１レンズ群の移動量が大きくなる。しかしならがら、沈胴時のレンズ全長を小さくするためには、ズームレンズ群同士の隣接する空気間隔を狭めたレンズ全長以上に鏡枠の全長を長くできないので、複数段の沈胴鏡枠を使用する必要があった。そのため、光軸方向のカメラ厚は小さくなるが、鏡枠の径が大きくなってしまい、カメラのコンパクト化に反することになるので、変倍時の第１レンズ群の移動量を小さくする必要があった。
【００３３】
そこで、本発明では、前記条件式（１）にて第１レンズ群の屈折力を規定することで、第１レンズ群の移動量を適度に小さくしても、全系で良好な光学性能を得ることを可能としている。
【００３４】
（１）式の下限の０．４を越えると、第１レンズ群の屈折力が弱くなるので、収差補正

上は有利だが、広角端から望遠端までのズーミング移動量が大きくなってしまい、カメラのコンパクト化に反する。また、（１）式の上限の１．０を越えると、第１レンズ群の屈折力が強くなるので、広角端から望遠端までのズーミング移動量が小さくなるため望ましいが、望遠端での色収差、像面湾曲が大きくなり、これを補正するために第１レンズ群のレンズ枚数を増やさなければならないので、沈胴時のレンズ全長が大きくなり、カメラの薄型化に反する。

【００３５】

また、本発明の第１のズーム光学系において、第１レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成されていることが望ましい。

【００３６】

本発明の３群ズーム方式においては、前述のように、第１レンズ群での色収差の発生が小さい。それは、第１レンズ群の負レンズと正レンズにそれぞれ逆の色収差が発生するためで、お互いの色収差をキャンセルすることによる。このため、第１レンズ群の負レンズと正レンズは、レンズ単体での色収差を余り小さくする必要がない。したがって、レンズ単体における色収差の補正が緩和されるため、色収差以外の補正が容易となり、第１レンズ群を、負レンズと正レンズそれぞれ１枚で構成することが可能となった。

【００３７】

また、高倍率ズームレンズとすると、第１レンズ群のパワーをある程度強めなければならない。そのため、第１レンズ群のレンズ配置を、物体より順に、負レンズ、正レンズの順に配置したレトロフォーカスタイプとすることで、第１レンズ群の屈折力をある程度に強めても、バックフォーカスを確保できる構成とした。

【００３８】

さらに、広角端におけるバックフォーカスを十分に確保するためには、第１レンズ群の主点位置を像寄りにする必要があった。そのためには、負レンズを物体側に凹面を向けた形状とすることが望ましいのだが、負レンズ単体での収差発生が大きくなってしまう。そこで、本発明においては、第１レンズ群の負レンズを比較的弱い屈折力としている。このため、負レンズを物体側に凹面を向けた形状としても、負レンズ単体の球面収差、コマ収差は小さく、その像側の正レンズにおいて球面収差、コマ収差を適度に発生させることで、全系での収差補正を良好に行っているので、広角端において十分なバックフォーカスを確保することを可能としている。また、負レンズの屈折力を弱くできるので、負レンズ単体の偏心や面精度と行った製造誤差の効きを軽減することができる。

【００３９】

さらに、この場合、第１レンズ群を、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズとすることが、収差補正のために望ましい。

【００４０】

したがって、以上のように第１レンス群を負レンズと正レンズの２枚で構成できるため、第１レンズ群の光軸上で全長が短く、沈胴時のレンズ全長を短くすることを可能としている。

【００４１】

また、本発明の第１のズーム光学系において、第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けていることが望ましい。

【００４２】

本発明の３群ズーム方式は、第１レンズ群と第３レンズ群で負の像面湾曲を、第２レンズ群で正の像面湾曲を発生させ、お互いにキャンセルさせることで全系での像面湾曲を良好に補正している。特に、第１レンズ群で発生した負の像面湾曲を良好に補正するには、第１レンズ群に最も近い第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}の最も物体側の面を、物体側に凹面を向けたレンズ面とした方がよい。

【００４３】

また、本発明の第１のズーム光学系において、第２レンズ群の後方レンズ群は、物体側より順に、負レンズ、正レンズの接合レンズより構成されていることが望ましい。

【００４４】
前述のように、本発明は、第２レンズ群における正の像面湾曲を適度に発生させて、全系での収差補正を良好に行っている。しかしながら、第２レンズ群は開口絞りを前方レンズ群G_{2A}と後方レンズ群G_{2B}の間に配置しているため、負の屈折力の前方レンズ群G_{2A}で正の像面湾曲、正の屈折力の後方レンズ群G_{2B}で負の像面湾曲が発生する。このため、全系における像面湾曲を良好に補正するためには、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}における負の像面湾曲をなるべく小さくしなければならない。そこで、本発明は、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}を、物体側より順に、負レンズ、正レンズの順に配置し、その接合面を物体側に凸を向けた面とすることで、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}での像面湾曲を小さくすることを可能とした。

【００４５】
また、さらに、本発明のズーム光学系において、第３レンズ群が、物体側より順に、正レンズ、両凹レンズより構成されていることが望ましい。

【００４６】
本発明は、前述のように、第２レンズ群における球面収差、コマ収差の発生が小さいので、第１レンズ群で発生した球面収差、コマ収差は、第３レンズ群で補正している。そこで、本発明は、特に、第１レンズ群で発生した正のコマ収差を良好に補正するのに、第３レンズ群の最も像側の面を像側に凹面のレンズ面とし、第３レンズ群に負のコマ収差を適度に発生させ、全系でのコマ収差を良好に補正している。また、望遠端における第１レンズ群で発生した負の球面収差をも良好に補正するためには、第３レンズ群を物体側より順に、正レンズ、負レンズの配置とする方が望ましい。

【００４７】
また、この場合、第３レンズ群の光軸上のレンズ全長を小さくし、沈胴時の第２レンズ群と第３レンズ群を最も近づけるには、第３レンズ群の正レンズを物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズとすることが望ましい。

【００４８】
また、本発明の第２のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、前記第１レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成され、前記第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、前記第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けており、前記第３レンズ群は、物体側より順に、正レンズと両凹レンズより構成され、開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置されていることを特徴とするズーム光学系である。

【００４９】
本発明の３群ズーム方式においては、前述のように、第２レンズ群の開口絞り前後の軸外光束が光軸から余り離れないレンズ配置としたことで、絞り前後で発生する色収差を小さくしている。そのため、第２レンズ群で発生する色収差の発生が小さいので、第３レンズ群の色収差補正の負担を小さくするとが可能となった。これにより、第３レンズ群のレンズ枚数を少なく構成することが容易となった。

【００５０】
また、本発明の３群ズーム方式においては、前述のように、第１レンズ群での色収差の発生が小さいので、第１レンズ群を、負レンズと正レンズそれぞれ１枚で構成することが可能となった。

【００５１】
また、前述のように、第１レンズ群のレンズ配置を、物体側より順に、負レンズ、正レンズの順に配置したレトロフォーカスタイプとすることで、第１レンズ群の屈折力をある程

度に強めても、バックフォーカスを確保できる構成とした。さらに、広角端におけるバックフォーカスを十分に確保するためには、第１レンズ群の主点位置を像寄りにする必要があった。そのためには、負レンズを物体側に凹面を向けた形状とすることが望ましいのだが、負レンズ単体での収差発生が大きくなっししまう。そこで、本発明においては、第１レンズ群の負レンズを比較的弱い屈折力としている。

【００５２】

また、本発明の３群ズーム方式においては、前述のように、第１レンズ群と第３レンズ群で負の像面湾曲を、第２レンズ群で正の像面湾曲を発生させ、お互いにキャンセルさせることで、全系での像面湾曲を良好に補正している。特に、第１レンズ群で発生した負の像面湾曲を良好に補正するには、第１レンズ群に最も近い第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}の最も物体側の面を、物体側に凹面を向けたレンズ面とした方がよい。

【００５３】

また、本発明の３群ズーム方式においては、前述のように、第２レンズ群における球面収差、コマ収差の発生が小さいので、第１レンズ群で発生した球面収差、コマ収差は、第３レンズ群で補正している。そこで、本発明は、特に、第１レンズ群で発生した正のコマ収差を良好に補正するために、第３レンズ群の最も像側の面を像側に凹のレンズ面とし、第３レンズ群に負のコマ収差を適度に発生させ、全系でのコマ収差を良好に補正している。また、望遠端における第１レンズ群で発生した負の球面収差をも良好に補正するためには、第３レンズ群を、物体側より順に、正レンズ、両凹レンズの配置とする方が望ましい。

【００５４】

このように、この発明の構成では、ズーム変倍比を３以上の高変倍としても、広角端から望遠端への変倍時の収差変動が少なく、レンズ全系の収差を良好に補正しているため、各レンズ群のレンズ枚数を少なく構成することが容易となっている。また、レンズ枚数を少なく構成することで、光軸上のレンズ全長が小さくなり、かつ、開口絞りを第２レンズ群の中に配置する構成によって、沈胴時に絞り部材とレンズ群の干渉を避けることができるため、沈胴時のレンズ全長を小さくすることが可能となった。

【００５５】

また、本発明の第１、第２のズーム光学系においては、第２レンズ群の前方レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、両凸レンズより構成されていることが望ましい。

【００５６】

本発明は、前述のように、第１レンズ群で発生した負の像面湾曲を良好に補正するのに、第１レンズ群に最も近い第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}の最も物体側の面を、物体側に凹面を向けたレンズ面としている。また、バックフォーカスが小さくなりすぎないようにするには、第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}を物体側より順に、負レンズ、両凸レンズの順に配置した方が望ましい。

【００５７】

また、本発明の第２のズーム光学系においては、第２レンズ群の後方レンズ群が少なくとも１面の非球面を有することが望ましい。

【００５８】

本発明は、前述のように、第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}において正の球面収差と負のコマ収差、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}において負の球面収差と正のコマ収差をそれぞれ発生させることで、第２レンズ群で発生する球面収差、コマ収差を小さくしている。しかしながら、ズーム変倍比を大きくしようとすると、第２レンズ群の屈折力を強くせねばならず、特に、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}で発生する望遠端での負の球面収差、ズーム全域での正のコマ収差が大きくなってしまい、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の収差補正の負担が大きくなってしまう。そこで、本発明では、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の少なくとも１つのレンズ面に非球面を用いて、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}に対する収差補正を良好に行っているため、ズーム変倍比を大きくしても、第２レンズ群の後方レンズ群G_{2B}の収差補正の負担を小さくできるので、第２レンズ群の後方レンズ群

G_{2B}のレンズ枚数を少なく構成することを可能とした。

【００５９】

また、本発明の３群ズーム方式においては、第３レンズ群が、少なくとも１面の非球面を有することが望ましい。

【００６０】

本発明は、前述のように、第２レンズ群における球面収差、コマ収差の発生が小さいので、第１レンズ群で発生した球面収差、コマ収差は、第３レンズ群で補正している。しかしながら、高変倍ズームとすると、第３レンズ群の屈折力を強めなければならず、望遠端における球面収差、コマ収差が大きく発生しすぎて、全系で良好な光学性能を得ることができなくなる。そこで、本発明は、第３レンズ群の物体側に凹の面に非球面を用いて、第３レンズ群における球面収差とコマ収差を適度に補正している。

【００６１】

また、本発明の３群ズーム方式においては、第２レンズ群を物体側に移動させることで、近距離物体へのフォーカシングをすることが望ましい。

【００６２】

本発明は、開口絞りを第２レンズ群の前方レンズ群G_{2A}と後方レンズ群G_{2B}の間に配置し、開口絞りを第２レンズ群と一体で移動させることでフォーカシングを行っている。このような構成とすることで、フォーカシング時に第２レンズ群を移動させても、第２レンズ群内を通る軸外光束の高さが絞り前後で余り変化しないため、フォーカシングによる軸外収差の変動が少なく、近距離物体に対しても良好な光学性能を得ることが可能となった。

【００６３】

また、本発明の３群ズーム方式においては、３倍以上の高変倍ズームを達成するために、前記の条件式（２）を満足することが望ましい。

【００６４】

条件式（２）はその下限の４．０１４を越えると、変倍負担が第３レンズ群から第２レンズ群へ移り、変倍時の各群移動量が多くなってしまうので、本発明のカメラのコンパクト化の目的に反する。

【００６５】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のズーム光学系の実施例１～４について説明する。

図１、図２、図３にそれぞれ実施例１、２、４のズーム光学系の広角端から標準状態を介して望遠端に至るレンズ配置を示す断面図を示す。実施例３については、図１と同様であるので、図示は省く。各実施例の数値データは後記する。

【００６６】

（実施例１）

本実施例は、図１に示すように、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズからなる第１レンズ群Ｇ１、両凹レンズ、両凸レンズからなる前方レンズ群G_{2A}と、開口絞りＳと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズからなる後方レンズ群G_{2B}とからなる第２レンズ群Ｇ２、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凹レンズよりなる第３レンズ群Ｇ３で構成されており、第２レンズ群Ｇ２の最も像側の面と、第３レンズ群Ｇ３の最も物体側の面に非球面が用いられている。

【００６７】

広角端から望遠端までの変倍に際して、第１レンズ群Ｇ１、第２レンズ群Ｇ２間隔が増加、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３間隔が減少するように、各レンズ群が物体側へ移動する。また、フォーカシング時には、第２レンズ群Ｇ２を物体側に繰り出す。

【００６８】

（実施例２）

本実施例は、図２に示すように、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズからなる第１レンズ群Ｇ１、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから

なる前方レンズ群G_{2A}と、開口絞りＳと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズからなる後方レンズ群G_{2B}とからなる第２レンズ群Ｇ２、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凹レンズよりなる第３レンズ群Ｇ３で構成されており、第２レンズ群Ｇ２の最も像側の面と、第３レンズ群Ｇ３の最も物体側の面に非球面が用いられている。

【００６９】

広角端から望遠端までの変倍際して、第１レンズ群Ｇ１、第２レンズ群Ｇ２間隔が増加、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３間隔が減少するように、各レンズ群が物体側へ移動する。また、フォーカシング時には、第２レンズ群Ｇ２を物体側に繰り出す。

【００７０】

（実施例３）

本実施例の構成は、実施例１と同じである。

【００７１】

（実施例４）

本実施例は、図３に示すように、物体側より順に、両凹レンズ、両凸レンズからなる第１レンズ群Ｇ１、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズからなる前方レンズ群G_{2A}と、開口絞りＳと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズからなる後方レンズ群G_{2B}とからなる第２レンズ群Ｇ２、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凹レンズよりなる第３レンズ群Ｇ３で構成されており、第２レンズ群Ｇ２の最も像側の面と、第３レンズ群Ｇ３の最も物体側の面に非球面が用いられている。

【００７２】

広角端から望遠端までの変倍際して、第１レンズ群Ｇ１、第２レンズ群Ｇ２間隔が増加、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３間隔が減少するように、各レンズ群が物体側へ移動する。また、フォーカシング時には、第２レンズ群Ｇ２を物体側に繰り出す。

【００７３】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、ｆは全系焦点距離、F_{NO}はＦナンバー、ωは半画角、r_1、r_2…は各レンズ面の曲率半径、d_1、d_2…は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}…は各レンズのｄ線の屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}…は各レンズのｄ線のアッベ数である。なお、非球面形状は、ｘを光の進行方向を正とした光軸とし、ｙを光軸と直行する方向にとると、下記の式にて表される。

【００７４】

$$x=(y^2/r)/[1+\{1-(K+1)(y/r)^2\}^{1/2}]+A_4y^4+A_6y^6+A_8y^8+A_{10}y^{10}$$

ただし、ｒは近軸曲率半径、Ｋは円錐係数、A_4、A_6、A_8、A_{10}はそれぞれ４次、６次、８次、１０次の非球面係数である。

【００７５】

実施例１

$f = 28.1 \sim 51.9 \sim 96.7$

$F_{NO} = 4.6 \sim 6.9 \sim 10.2$

$\omega = 31.4° \sim 17.9° \sim 10.0°$

r_1 =	-45.9439	d_1 =	1.5051	n_{d1} =1.84666	ν_{d1} =23.78	
r_2 =	-158.3527	d_2 =	0.2059			
r_3 =	18.8068	d_3 =	2.5887	n_{d2} =1.51823	ν_{d2} =58.90	
r_4 =	-106.4175	d_4 =	(可変)			
r_5 =	-14.6617	d_5 =	1.2516	n_{d3} =1.70000	ν_{d3} =48.08	
r_6 =	18.6143	d_6 =	0.2316			
r_7 =	18.6488	d_7 =	1.4565	n_{d4} =1.78472	ν_{d4} =25.68	
r_8 =	-148.8422	d_8 =	0.7319			
r_9 =	∞ (絞り)	d_9 =	0.9084			
r_{10}=	18.9592	d_{10}=	2.6589	n_{d5} =1.78472	ν_{d5} =25.68	
r_{11}=	9.6268	d_{11}=	4.0922	n_{d6} =1.63246	ν_{d6} =63.80	
r_{12}=	-15.4897 (非球面)	d_{12}=	(可変)			
r_{13}=	-15.7416 (非球面)	d_{13}=	2.6406	n_{d7} =1.71736	ν_{d7} =29.51	
r_{14}=	-13.0658	d_{14}=	1.0895			
r_{15}=	-11.3690	d_{15}=	1.2559	n_{d8} =1.63246	ν_{d8} =63.80	
r_{16}=	96.8487					

ズーム間隔

f	28.1	51.9	96.7
d_4	2.5368	9.1810	13.5008
d_{12}	11.8155	5.3303	1.0010

非球面係数

第１２面

K =-0.0226

A_4 = 1.0370 $\times 10^{-4}$

A_6 = 6.2929 $\times 10^{-7}$

A_8 =-1.4207 $\times 10^{-8}$

A_{10}= 1.9763 $\times 10^{-11}$

第１３面

K = 1.3723

A_4 = 1.1318 $\times 10^{-4}$

A_6 = 4.3172 $\times 10^{-7}$

A_8 =-1.8990 $\times 10^{-10}$

A_{10}= 5.9852 $\times 10^{-11}$

f_W / f_{1G}=0.557

β_{3GT} =4.014 。

【００７６】

実施例２

$f = 27.8 \sim 52.0 \sim 97.0$

$F_{NO} = 4.6 \sim 6.85 \sim 10.2$

$\omega = 31.5° \sim 18.0° \sim 10.0°$

$r_1 = -43.8047$	$d_1 = 1.5186$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = -144.4699$	$d_2 = 0.3097$		
$r_3 = 17.9849$	$d_3 = 2.8109$	$n_{d2} = 1.51823$	$\nu_{d2} = 58.90$
$r_4 = -85.1026$	$d_4 =$ (可変)		
$r_5 = -14.9466$	$d_5 = 1.1656$	$n_{d3} = 1.69700$	$\nu_{d3} = 48.53$
$r_6 = 19.0291$	$d_6 = 1.6063$	$n_{d4} = 1.78472$	$\nu_{d4} = 25.68$
$r_7 = -116.7181$	$d_7 = 1.1472$		
$r_8 =$ ∞ (絞り)	$d_8 = 2.0352$		
$r_9 = 19.8823$	$d_9 = 1.3056$	$n_{d5} = 1.78472$	$\nu_{d5} = 25.68$
$r_{10} = 10.3368$	$d_{10} = 3.8241$	$n_{d6} = 1.63246$	$\nu_{d6} = 63.81$
$r_{11} = -16.4492$ (非球面)	$d_{11} =$ (可変)		
$r_{12} = -15.6660$ (非球面)	$d_{12} = 2.7307$	$n_{d7} = 1.71736$	$\nu_{d7} = 29.51$
$r_{13} = -12.5066$	$d_{13} = 0.8080$		
$r_{14} = -11.4608$	$d_{14} = 1.2250$	$n_{d8} = 1.63246$	$\nu_{d8} = 63.81$
$r_{15} = 65.7821$			

ズーム間隔

f	27.8	52.0	97.0
d_4	2.0605	8.1501	11.8371
d_{11}	11.9074	5.3395	1.0667

非球面係数

第１１面

K =-0.3240

A_4 = 8.6695 $\times 10^{-5}$

A_6 =-2.0296 $\times 10^{-8}$

A_8 =-3.1135 $\times 10^{-9}$

A_{10}= 2.8285 $\times 10^{-11}$

第１２面

K = 0.4419

A_4 = 7.5982 $\times 10^{-5}$

A_6 = 3.7884 $\times 10^{-8}$

A_8 = 2.3063 $\times 10^{-10}$

A_{10}= 0

f_W / f_{1G}=0.614

β_{3GT} =4.113

【００７７】

実施例３

f = 27.8 ～ 54.5 ～106.8

F_{NO}= 4.6 ～ 6.85 ～ 10.2

ω = 31.5 °～ 17.0 °～ 9.0 °

r_1 =	-37.2683	d_1 =	1.5051	n_{d1} =1.84666	ν_{d1} =23.78	
r_2 =	-82.5096	d_2 =	0.2059			
r_3 =	22.4390	d_3 =	2.8063	n_{d2} =1.51823	ν_{d2} =58.90	
r_4 =	-53.7689	d_4 =	(可変)			
r_5 =	-14.1245	d_5 =	1.2479	n_{d3} =1.81600	ν_{d3} =46.62	
r_6 =	17.3979	d_6 =	0.2316			
r_7 =	16.2602	d_7 =	2.0254	n_{d4} =1.75520	ν_{d4} =27.51	
r_8 =	-46.8538	d_8 =	0.7319			
r_9 =	∞ (絞り)	d_9 =	1.8336			
r_{10}=	19.6204	d_{10}=	1.4879	n_{d5} =1.80518	ν_{d5} =25.42	
r_{11}=	9.9819	d_{11}=	4.0126	n_{d6} =1.63246	ν_{d6} =63.82	
r_{12}=	-15.9375 (非球面)	d_{12}=	(可変)			
r_{13}=	-20.5049 (非球面)	d_{13}=	2.6406	n_{d7} =1.71736	ν_{d7} =29.51	
r_{14}=	-15.2839	d_{14}=	1.7478			
r_{15}=	-11.3428	d_{15}=	1.2559	n_{d8} =1.63246	ν_{d8} =63.82	
r_{16}=	69.7644					

ズーム間隔

f	27.8	54.5	106.8
d_4	2.5368	8.9510	13.0853
d_{12}	12.6892	5.5244	1.0010

非球面係数

第１２面

K =-0.0732

A_4 = 8.8528 $\times 10^{-5}$

A_6 = 6.4277 $\times 10^{-7}$

A_8 =-1.7012 $\times 10^{-8}$

A_{10}= 1.6039 $\times 10^{-10}$

第１３面

K = 3.2591

A_4 = 1.0705 $\times 10^{-4}$

A_6 = 4.8272 $\times 10^{-7}$

A_8 =-1.8945 $\times 10^{-10}$

A_{10}= 6.0176 $\times 10^{-11}$

f_W / f_{1G}=0.583

β_{3GT} =4.365 。

【００７８】

実施例４

$f = 25.8 \sim 50.0 \sim 97.0$

$F_{NO} = 4.6 \sim 6.85 \sim 10.2$

$\omega = 32.8° \sim 18.6° \sim 10.0°$

r_1 =	-66.2170	d_1 =	1.2823	n_{d1} =1.84666	ν_{d1} =23.78
r_2 =	309.0936	d_2 =	0.2555		
r_3 =	17.8461	d_3 =	2.7575	n_{d2} =1.53966	ν_{d2} =47.32
r_4 =	-230.6629	d_4 =	(可変)		
r_5 =	-13.5988	d_5 =	1.2322	n_{d3} =1.69622	ν_{d3} =47.74
r_6 =	46.1499	d_6 =	1.5165	n_{d4} =1.78472	ν_{d4} =25.68
r_7 =	-36.5493	d_7 =	1.0972		
r_8 =	∞ (絞り)	d_8 =	1.8987		
r_9 =	18.7104	d_9 =	1.3551	n_{d5} =1.78472	ν_{d5} =25.68
r_{10}=	9.9930	d_{10}=	4.9363	n_{d6} =1.63246	ν_{d6} =63.82
r_{11}=	-16.5143 (非球面)	d_{11}=	(可変)		
r_{12}=	-14.2333 (非球面)	d_{12}=	2.4867	n_{d7} =1.71736	ν_{d7} =29.51
r_{13}=	-11.6116	d_{13}=	1.1649		
r_{14}=	-10.4652	d_{14}=	1.2945	n_{d8} =1.65806	ν_{d8} =63.70
r_{15}=	72.4324				

ズーム間隔

f	25.8	50.0	97.0
d_4	2.5303	8.8015	12.8311
d_{11}	10.2546	4.5465	1.0518

非球面係数

第１１面

$K = 0.4894$

$A_4 = 1.1720 \times 10^{-4}$

$A_6 = 2.0128 \times 10^{-7}$

$A_8 = 2.9664 \times 10^{-11}$

$A_{10} = -2.7017 \times 10^{-10}$

第１２面

$K = 1.2151$

$A_4 = 1.4039 \times 10^{-4}$

$A_6 = 3.6289 \times 10^{-7}$

$A_8 = 3.8524 \times 10^{-10}$

$A_{10} = 9.0212 \times 10^{-11}$

$f_W / f_{1G} = 0.448$

$\beta_{3GT} = 4.512$

【００７９】

以上の実施例１～４のズーム光学系を無限遠物点に合焦したときの収差図をそれぞれ図４～図７に示す。これら図中、（ａ）は広角端、（ｂ）は標準状態、（ｃ）は望遠端での収差図であり、ＳＡは球面収差、ＡＳは非点収差、ＤＴは歪曲収差、ＣＣは倍率色収差である。

【００８０】

以上の本発明のズーム光学系は例えば次のように構成することができる。

〔１〕　物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、

広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、

前群第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、

開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置され、

前記第２レンズ群の後方レンズ群の少なくとも１面に非球面を有し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズーム光学系。

$0.4 < f_W / f_{1G} < 1.0$　　・・・（１）

ただし、f_W は広角端の全系の焦点距離、f_{1G}は第１レンズ群の焦点距離である。

【００８１】

〔２〕　前記第１レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成されていることを特徴とする上記〔１〕記載のズーム光学系。

【００８２】

〔３〕　前記第１レンズ群の前記負レンズが、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第１レンズ群の前記正レンズが、両凸レンズであることを特徴とする上記〔２〕記載のズーム光学系。

【００８３】

〔４〕　前記第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けていることを特徴とする上記〔１〕記載のズーム光学系。

【００８４】

〔５〕　前記第２レンズ群の後方レンズ群は、物体側より順に、負レンズ、正レンズの接

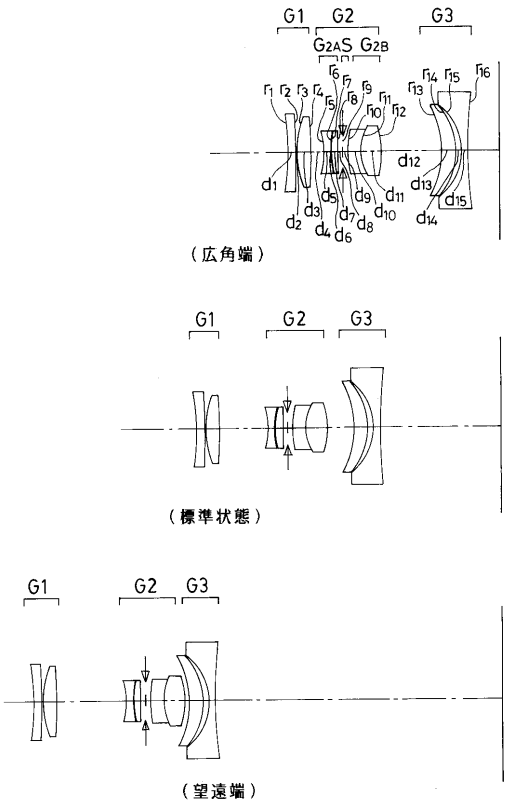
合レンズより構成されていることを特徴とする上記〔１〕記載のズーム光学系。
【００８５】
〔６〕　前記第３レンズ群が、物体側より順に、正レンズ、両凹レンズより構成されていることを特徴とする上記〔１〕記載のズーム光学系。
【００８６】
〔７〕　前記第３レンズ群の正レンズが、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズであることを特徴とする上記〔６〕記載のズーム光学系。
【００８７】
〔８〕　物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、
広角端から望遠端への変倍の際に、第１レンズ群と第２レンズ群の間隔は増加し、第２レンズ群と第３レンズ群の間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム光学系において、
前記第１レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、正レンズより構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する前方レンズ群、正の屈折力を有する後方レンズ群より構成され、
前記第２レンズ群の前方レンズ群の最も物体側のレンズ面が、物体側に凹面を向けており、
前記第３レンズ群は、物体側より順に、正レンズと両凹レンズより構成され、開口絞りが、前記第２レンズ群の前方レンズ群と後方レンズ群の間に配置されていることを特徴とするズーム光学系。
【００８８】
〔９〕　前記第２レンズ群の前方レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、両凸レンズより構成されていることを特徴とする上記〔１〕又は〔８〕記載のズーム光学系。
【００８９】
〔１０〕　前記第２レンズ群の後方レンズ群が少なくとも１面の非球面を有することを特徴とする上記〔８〕記載のズーム光学系。
【００９０】
〔１１〕　前記第３レンズ群が、少なくとも１面の非球面を有することを特徴とする上記〔１〕から〔１０〕の何れか１項記載のズーム光学系。
【００９１】
〔１２〕　前記第２レンズ群を物体側に移動させることで、近距離物体へのフォーカシングをすることを特徴とする上記〔１〕から〔１１〕の何れか１項記載のズーム光学系。
【００９２】
〔１３〕　以下の条件式を満足することを特徴とする上記〔１〕から〔１２〕の何れか１項記載のズーム光学系。

$$4.014 \leqq \beta_{3GT} \qquad \cdots (2)$$

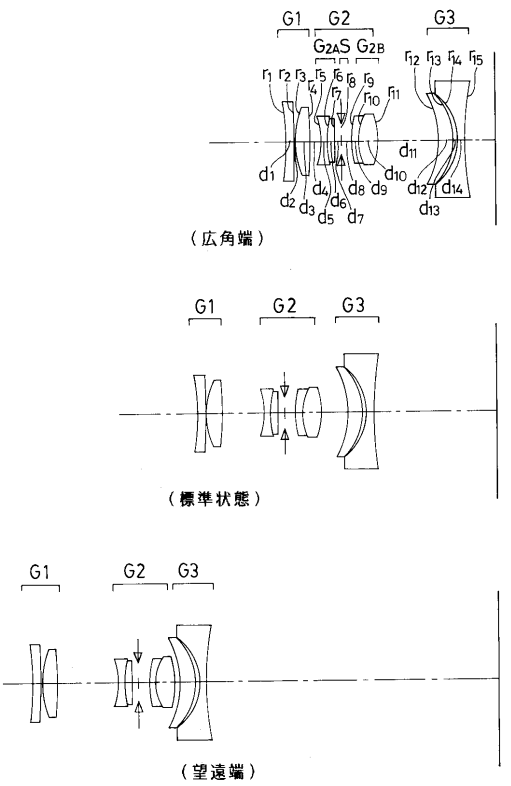
ただし、β_{3GT} は第３レンズ群の望遠端の横倍率である。
【００９３】
【発明の効果】
以上のように、本発明の３群ズーム方式は、ズーム変倍比が３倍以上ありながら、各レンズ群のレンズ枚数が少なく、沈胴時のレンズ全長が短く、小型なズーム光学系を提供することができるものである。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施例１のズーム光学系のレンズ配置を示す断面図である。
【図２】本発明の実施例２のズーム光学系のレンズ配置を示す断面図である。
【図３】本発明の実施例４のズーム光学系のレンズ配置を示す断面図である。
【図４】実施例１の収差図である。

【図５】実施例２の収差図である。
【図６】実施例３の収差図である。
【図７】実施例４の収差図である。
【符号の説明】
Ｇ１…第１レンズ群
Ｇ２…第２レンズ群
Ｇ３…第３レンズ群
Ｓ　…開口絞り
G_{2A}…第２レンズ群の前方レンズ群
G_{2B}…第２レンズ群の後方レンズ群

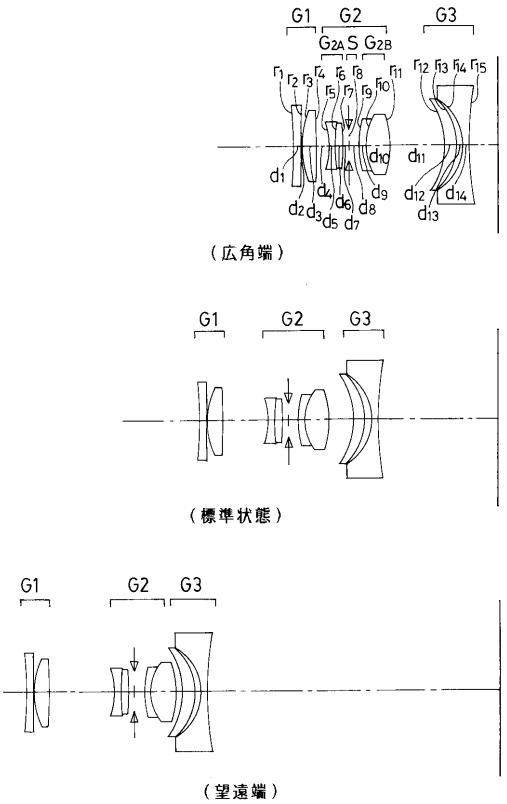
【図１】



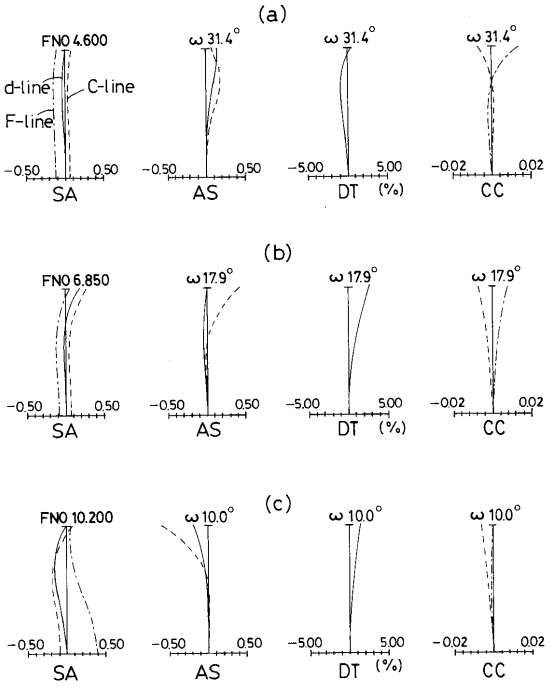
【図２】



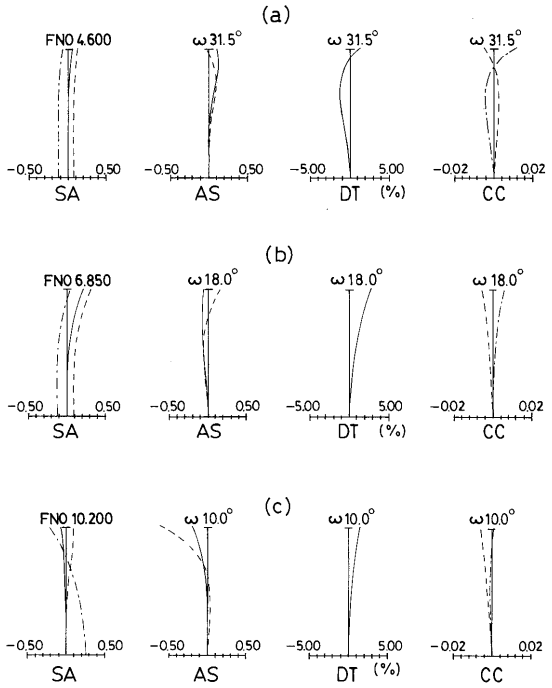
【図３】


G1
G2
G3
G2A
S
G2B
（広角端）
（標準状態）
（望遠端）

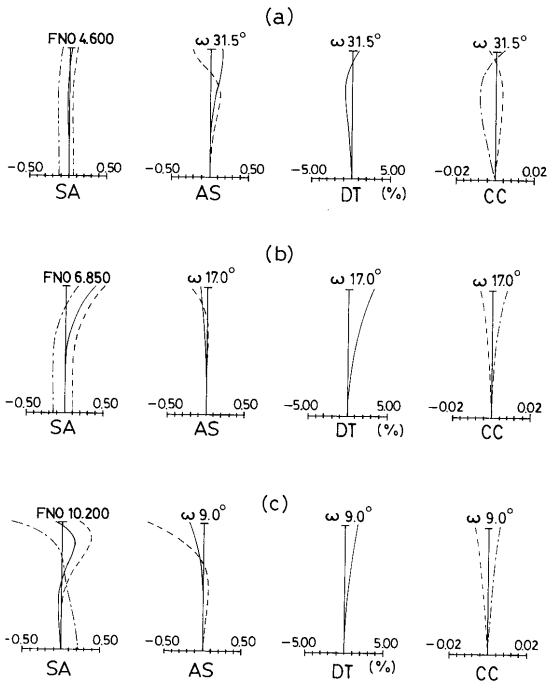
【図４】


(a)
(b)
(c)
FNO 4.600
FNO 6.850
FNO 10.200
ω 31.4°
ω 17.9°
ω 10.0°
d-line
C-line
F-line
SA
AS
DT
CC
(%)

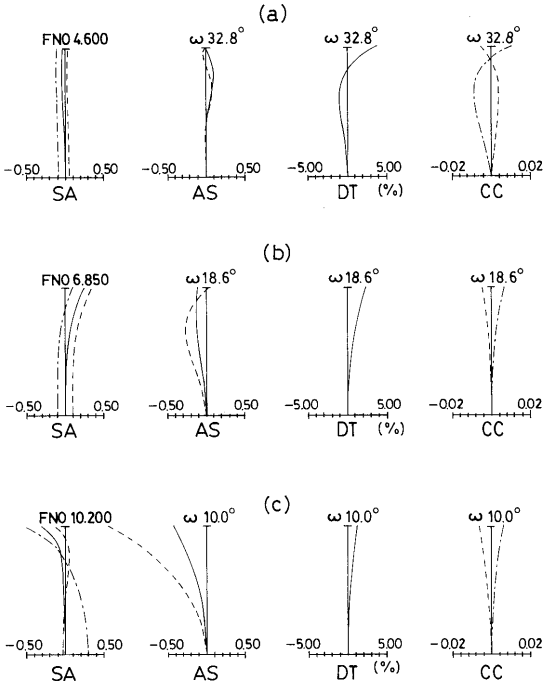
【図５】


(a)
(b)
(c)
FNO 4.600
FNO 6.850
FNO 10.200
ω 31.5°
ω 18.0°
ω 10.0°
SA
AS
DT
CC
(%)

【図６】


(a)
(b)
(c)
FNO 4.600
FNO 6.850
FNO 10.200
ω 31.5°
ω 17.0°
ω 9.0°
SA
AS
DT
CC
(%)

【図７】


(a)
FNO 4.600
ω 32.8°
ω 32.8°
ω 32.8°
-0.50
0.50
SA
-0.50
0.50
AS
-5.00
5.00
DT
(%)
-0.02
0.02
CC
(b)
FNO 6.850
ω 18.6°
ω 18.6°
ω 18.6°
-0.50
0.50
SA
-0.50
0.50
AS
-5.00
5.00
DT
(%)
-0.02
0.02
CC
(c)
FNO 10.200
ω 10.0°
ω 10.0°
ω 10.0°
-0.50
0.50
SA
-0.50
0.50
AS
-5.00
5.00
DT
(%)
-0.02
0.02
CC

フロントページの続き

(74)代理人　100091971
弁理士　米澤　明
(72)発明者　諸岡　優
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　特開平　５－１５０１６１（ＪＰ，Ａ）
特開平　５－　８８０８５（ＪＰ，Ａ）
特開平　６－２６５７８７（ＪＰ，Ａ）
特開平　７－２１８８３６（ＪＰ，Ａ）
特開平　９－　９０２２５（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