(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-53437
(P2006-53437A)
(43)公開日　平成18年2月23日(2006.2.23)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 15/16	(2006.01)	G02B	15/16	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 18 頁）

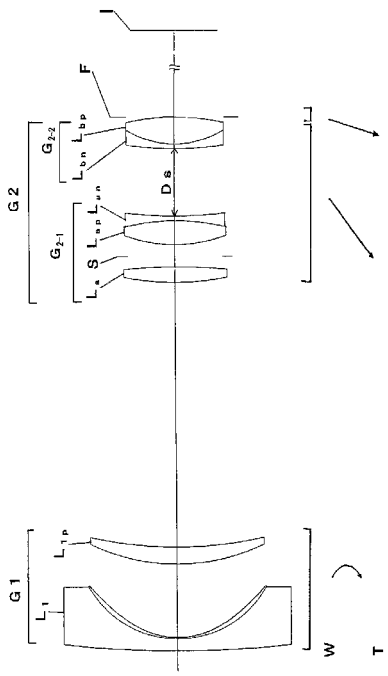
(21)出願番号　特願2004-236077 (P2004-236077)
(22)出願日　平成16年8月13日 (2004.8.13)

(71)出願人　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　100077919
弁理士　井上　義雄
(72)発明者　佐藤　治夫
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

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 MA12 PA05 PA06 PA19 PA20 PB07 PB08 PB09 QA02 QA07 QA17 QA21 QA22 QA25 QA34 QA41 QA42 QA46 RA05 RA12 RA32 RA36 RA37 SA07 SA09 SA62 SA63 SB03 SB04 SB16 SB17

(54)【発明の名称】ズームレンズ

(57)【要約】
【課題】単焦点標準レンズ程度に小型で、レンズ枚数が少なく、変倍比２．９倍程度で、かつ製造容易で高性能なズームレンズを提供する。
【解決手段】物体側から負の第１レンズ群Ｇ１と正の第２レンズ群Ｇ２とを有し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との空気間隔Ｄｓを変化させることで変倍を行うズームレンズにおいて、第１レンズ群Ｇ１は物体側から、負レンズL_1と、正レンズL_{1p}とを少なくとも有し、第２レンズ群Ｇ２は物体側から、正レンズL_aと、正レンズL_{ap}と負レンズL_{an}との接合レンズとを有し正屈折力を有する前方レンズ群G_{2-1}と、負レンズL_{bn}と正レンズL_{bp}との接合レンズを有し正屈折力を有する後方レンズ群G_{2-2}とを有し、更に第２レンズ群Ｇ２は前方レンズ群G_{2-1}中又は前方レンズ群G_{2-1}の物体側近傍にＦ値を決定する開口絞りＳを有し、所定の条件式を満足する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、負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レンズ群とを有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との空気間隔を変化させることによって変倍を行うズームレンズにおいて、
前記第１レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、正レンズL_{1p}とを少なくとも有し、
前記第２レンズ群は、物体側から順に、
正レンズと、正レンズL_{ap}と負レンズL_{an}との接合よりなる接合レンズとを有し正の屈折力を有する前方レンズ群G_{2-1}と、
負レンズL_{bn}と正レンズL_{bp}との接合よりなる接合レンズを有し正の屈折力を有する後方レンズ群G_{2-2}とを有し、
更に、前記第２レンズ群は、前記前方レンズ群G_{2-1}中または前記前方レンズ群G_{2-1}の物体側近傍に、Ｆ値を決定する開口絞りを有し、
以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）０．２７≦Ｄｓ／Ｄ≦０．８
ただし、
Ｄｓ：前記前方レンズ群G_{2-1}中の最も像側のレンズ面から前記後方レンズ群G_{2-2}中の最も物体側のレンズ面までの光軸上の空気間隔
Ｄ　：前記第２レンズ群中の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離
【請求項２】
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
（２）０．５≦f_b／f_a≦１５
ただし、
f_a：前記前方レンズ群G_{2-1}の焦点距離
f_b：前記後方レンズ群G_{2-2}の焦点距離
【請求項３】
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１または請求項２に記載のズームレンズ。
（３）０＜$n_{an}-n_{ap}$＜０．４５
ただし、
n_{ap}：前記前方レンズ群G_{2-1}における前記接合レンズ中の前記正レンズL_{ap}のｄ線に対する媒質の屈折率
n_{an}：前記前方レンズ群G_{2-1}における前記接合レンズ中の前記負レンズL_{an}のｄ線に対する媒質の屈折率
【請求項４】
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のズームレンズ。
（４）０＜$n_{bn}-n_{bp}$＜０．４５
ただし、
n_{bn}：前記後方レンズ群G_{2-2}における前記接合レンズ中の前記負レンズL_{bn}のｄ線に対する媒質の屈折率
n_{bp}：前記後方レンズ群G_{2-2}における前記接合レンズ中の前記正レンズL_{bp}のｄ線に対する媒質の屈折率
【請求項５】
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載のズームレンズ。
（５）ν_{1p}＜２３．２

ただし、
ν_{1p}：前記第１レンズ群における前記正レンズL_{1p}の媒質のアッベ数
【請求項６】
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか１項に記載のズームレンズ。
（６）１．７９０＜n_{1p}
n_{1p}：前記第１レンズ群における前記正レンズL_{1p}のｄ線に対する媒質の屈折率.
【請求項７】
前記第１レンズ群は、物体側から順に、前記負レンズと、前記正レンズL_{1p}とから構成されており、
前記正レンズL_{1p}は、物体側に凸面を向けた正レンズであることを特徴とする請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項８】
物体側から順に、負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レンズ群とを有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との空気間隔を変化させることによって変倍を行うズームレンズにおいて、
前記第１レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズL_{1p}とから構成されており、
前記第２レンズ群は、物体側から順に、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合よりなる第１接合レンズと、負レンズと正レンズとの接合よりなる第２接合レンズとを有し、
前記第２レンズ群中であって前記第２接合レンズよりも物体側、または前記第２レンズ群の物体側近傍に開口絞りを有することを特徴とするズームレンズ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ズームレンズに関する。
【背景技術】
【０００２】
標準・広角域をカバーするいわゆる負・正２群構成のズームレンズのうち、正の屈折力を有する第２レンズ群として、ガウスタイプのレンズ群を発展させたレンズ群を用いたズームレンズがある（例えば、特許文献１参照）。また、このようなズームレンズは、本願出願人によっても提案されている（例えば、特許文献２，３，４，５参照）。
【特許文献１】特開昭５５－６０９１１号公報
【特許文献２】特開平８－３３４６９４号公報
【特許文献３】特開平９－１７１１４０号公報
【特許文献４】特開２０００－２８３７号公報
【特許文献５】特開２００２－６２１４号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
しかしながら、上記特許文献１に開示されているズームレンズは、大型で、収差補正状態も満足と言えるものではない。また、上記特許文献２，５に開示されているズームレンズは、レンズの枚数が多く、製造上の難易度も高い。さらに、上記特許文献３，４に開示されているズームレンズは、レンズの枚数が多く、大型である。
したがって、上記各特許文献に開示されている技術の延長を図っても、レンズ枚数が少なく、製造が容易で、高性能な小型のズームレンズを達成することはできない。
【０００４】
そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、単焦点標準レンズ程度に小型で、レンズ枚数が少なく、変倍比２．９倍程度で、かつ製造容易で高性能なズームレンズ

を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
上記課題を解決するために本発明は、
物体側から順に、負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レンズ群とを有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との空気間隔を変化させることによって変倍を行うズームレンズにおいて、
前記第１レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、正レンズL_{1p}とを少なくとも有し、
前記第２レンズ群は、物体側から順に、
正レンズと、正（凸）レンズL_{ap}と負（凹）レンズL_{an}との接合よりなる接合レンズとを有し正の屈折力を有する前方レンズ群G_{2-1}と、
負（凹）レンズL_{bn}と正（凸）レンズL_{bp}との接合よりなる接合レンズを有し正の屈折力を有する後方レンズ群G_{2-2}とを有し、
更に、前記第２レンズ群は、前記前方レンズ群G_{2-1}中または前記前方レンズ群G_{2-1}の物体側近傍に、Ｆ値を決定する開口絞りを有し、
以下の条件式（１）を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。
（１）$0.27 \leqq Ds/D \leqq 0.8$
ただし、
Ｄｓ：前記前方レンズ群G_{2-1}中の最も像側のレンズ面から前記後方レンズ群G_{2-2}中の最も物体側のレンズ面までの光軸上の空気間隔,
Ｄ　：前記第２レンズ群中の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離.
【０００６】
また、本発明の好ましい態様によれば、
以下の条件式（２）を満足することが望ましい。
（２）$0.5 \leqq f_b/f_a \leqq 15$
ただし、
f_a：前記前方レンズ群G_{2-1}の焦点距離,
f_b：前記後方レンズ群G_{2-2}の焦点距離.
【０００７】
また、本発明の好ましい態様によれば、
以下の条件式（３）を満足することが望ましい。
（３）$0 < n_{an} - n_{ap} < 0.45$
ただし、
n_{ap}：前記前方レンズ群G_{2-1}における前記接合レンズ中の前記正レンズL_{ap}のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する媒質の屈折率,
n_{an}：前記前方レンズ群G_{2-1}における前記接合レンズ中の前記負レンズL_{an}のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する媒質の屈折率.
【０００８】
また、本発明の好ましい態様によれば、
以下の条件式（４）を満足することが望ましい。
（４）$0 < n_{bn} - n_{bp} < 0.45$
ただし、
n_{bn}：前記後方レンズ群G_{2-2}における前記接合レンズ中の前記負レンズL_{bn}のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する媒質の屈折率,
n_{bp}：前記後方レンズ群G_{2-2}における前記接合レンズ中の前記正レンズL_{bp}のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する媒質の屈折率.
【０００９】

また、本発明の好ましい態様によれば、
以下の条件式（５）を満足することが望ましい。
（５）ν_{1p}＜２３．２
ただし、
ν_{1p}：前記第１レンズ群における前記正レンズL_{1p}の媒質のアッベ数.
【００１０】
また、本発明の好ましい態様によれば、
以下の条件式（６）を満足することが望ましい。
（６）１．７９０＜n_{1p}
n_{1p}：前記第１レンズ群における前記正レンズL_{1p}のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する媒質の屈折率.
【００１１】
また、本発明の好ましい態様によれば、
前記第１レンズ群は、物体側から順に、前記負レンズと、前記正レンズL_{1p}とから構成されており、
前記正レンズL_{1p}は、物体側に凸面を向けた正レンズであることが望ましい。
【００１２】
また、本発明は、
物体側から順に、負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レンズ群とを有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との空気間隔を変化させることによって変倍を行うズームレンズにおいて、
前記第１レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズL_{1p}とから構成されており、
前記第２レンズ群は、物体側から順に、正レンズと、正（凸）レンズと負（凹）レンズとの接合よりなる第１接合レンズと、負（凹）レンズと正（凸）レンズとの接合よりなる第２接合レンズとを有し、
前記第２レンズ群中であって前記第２接合レンズよりも物体側、または前記第２レンズ群の物体側近傍に開口絞りを有することを特徴とするズームレンズを提供する。
【発明の効果】
【００１３】
本発明によれば、単焦点標準レンズ程度に小型で、レンズ枚数が少なく、変倍比２．９倍程度で、かつ製造容易で高性能なズームレンズを提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１４】
まず、本発明のズームレンズについて基本的な構造を説明する。
一般に、負・正２群構成のズームレンズにおいて、正の屈折力を有する第２レンズ群は、ズームレンズ全系のマスターレンズとしての役割をなす。通常、この第２レンズ群によって、変倍のための第１レンズ群と第２レンズ群との空気間隔（可変のために最低限必要な空気間隔）を確保しつつ、バックフォーカスを確保しなければならない。また、ズームレンズのコンパクト化と低コスト化とを考慮すれば、第２レンズ群の小型化とレンズ枚数を極力減らすこととがさらに必要となる。
これらの必要条件を満足するレンズタイプとして、正・正・負・正の基本構成を有するエルノスタータイプ、変形トリプレットタイプ、またはゾナータイプがある。しかしこれらのタイプのレンズは、各光線が各レンズ面で屈折する際の偏角が大きいため、偏芯の敏感度が高いという欠点を有している。つまり、これらのタイプのレンズは、部品製造時における部品精度の向上や組み立て時における調整精度の向上などを図らなければならず、コストアップを招いてしまうという欠点を有している。
【００１５】
そこで本発明は、負・正２群構成のズームレンズにおける第２レンズ群について新たな

レンズタイプを創造した。本発明のズームレンズにおける第２レンズ群は、基本的にガウスタイプの構造を出発点として、後述する各実施例のように、物体側から順に、正レンズと、正レンズL_{ap}と負レンズL_{an}との接合レンズとで構成される前方レンズ群G_{2-1}と、負レンズL_{bn}と正レンズL_{bp}との接合レンズとで構成される後方レンズ群G_{2-2}とから構成されている。または、第２レンズ群は、物体側から順に、正レンズと、正レンズL_{ap}と負レンズL_{an}との接合レンズとで構成される前方レンズ群G_{2-1}と、負レンズL_{bn}と正レンズL_{bp}との接合レンズと、正レンズとで構成される後方レンズ群G_{2-2}とから構成されている。

【００１６】

斯かる構成の第２レンズ群は、トリプレットタイプにおける中央の負レンズを空気レンズに置き換えたガウスタイプの特徴を有する。さらに、２つの接合レンズどうしの空気間隔、すなわち前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}との間隔を十分に広げることによって、第２レンズ群中の前方レンズ群G_{2-1}の屈折力と後方レンズ群G_{2-2}の屈折力とを小さくすることができる。したがって、各レンズ面で発生する収差を小さく保つことが可能になるため、設計性能の向上だけでなく、製造後の性能の安定化も図ることができる。この第２レンズ群の構成によって、本発明のズームレンズの高性能化、生産性の向上、低コスト化、および小型化を実現することができる。

【００１７】

本発明において開口絞りは、前方レンズ群G_{2-1}中または前方レンズ群G_{2-1}の物体側近傍に配置される。このように開口絞りを後方レンズ群G_{2-2}よりも物体側に配置することによって、射出瞳位置を像面に対してより物体側へ配置することが可能となる。この効果は、いわゆるデジタルカメラ用光学系において、シェーディング等による周辺減光を減少させるために効果的である。通常、本発明のような非常に小型なズームレンズにおいては、バックフォーカスも全長も短くなるため、射出瞳が像面側に近づくこととなる。しかしながら前述の効果によって本発明は、像面に対する射出瞳位置の距離を十分に確保することが可能となる。

なお、シェーディングとは、撮像素子に入射する軸外光線の光軸に対してなす角度が大きくなり、軸外光線が撮像素子の直前に配置されたマイクロレンズによってケラレることを言う。

【００１８】

次に、本発明のズームレンズの条件式について説明する。

上記条件式（１）は、第２レンズ群中の２つの接合レンズどうしの空気間隔、すなわち前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}との間隔による上述の効果を最大限に発揮するための条件式である。

条件式（１）の上限値を上回ると、第２レンズ群の全厚に対する前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}との間隔の割合が著しく大きくなる。このため、前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}とが著しく薄肉化することになる。したがって、収差を補正することが困難になり、高性能化、生産性向上、コストダウン、および小型化を図ることが困難になってしまう。尚、条件式（１）の上限値を０．７以下、より好ましくは０．６以下に設定すれば、さらなる高性能化、生産性の向上、大幅な軽量化、および低コスト化を達成することができる。

【００１９】

一方、条件式（１）の下限値を下回ると、前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}との間に形成される空気レンズの屈折作用を最適化することができない。このため、収差を良好に補正した状態を保つために前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}中の各レンズ面の屈折力が大きくなり、収差の発生量も増加する。したがって、高性能化、生産性の向上、低コスト化、および小型化を達成することが困難になってしまう。また、収差を良好に補正する方法として、前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}中の各レンズを厚肉化する方法がある。しかしこの方法は、低コスト化や小型化に反することとなるため好ましくない。尚、条件式（１）の下限値を０．３３以上、より好ましくは０．３

５以上に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２０】

上記条件式（２）は、第２レンズ群中の前方レンズ群G_{2-1}と後方レンズ群G_{2-2}との適切な屈折力比を設定する条件式である。本発明のズームレンズにおける第２レンズ群は、ガウスタイプの屈折力配置のように、前方レンズ群G_{2-1}の屈折力と後方レンズ群G_{2-2}の屈折力との差が著しく大きくならないことが望ましい。すなわち、屈折力配置の対称性を条件式（２）の範囲で確保することが高性能化と生産性の向上とにつながることとなる。

条件式（２）の上限値を上回ると、前方レンズ群G_{2-1}の屈折力が後方レンズ群G_{2-2}の屈折力と比較して著しく強くなる。このため、第２レンズ群は屈折力配置の不対称なエルノスタータイプのようなレンズタイプに近づく。したがって、特に前方レンズ群G_{2-1}中の各レンズの偏芯の敏感度が高くなり、生産性の向上、低コスト化、および小型化を図ることが困難になってしまう。尚、条件式（２）の上限値を１０．０以下に設定すれば、さらなる生産性の向上、低コスト化、および小型化を達成することができる。また、条件式（２）の上限値を７．０以下に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２１】

一方、条件式（２）の下限値を下回ると、上限値を上回る場合とは逆に、後方レンズ群G_{2-2}の屈折力が前方レンズ群G_{2-1}の屈折力と比較して著しく強くなる。このため、第２レンズ群は屈折力配置の不対称なレンズタイプに近づく。したがって、特に後方レンズ群G_{2-2}の各レンズの偏芯の敏感度が高くなる。また、球面収差や上方コマ収差が悪化し、収差を良好に補正することが困難になる。また、第２レンズ群が大型化してしまう可能性が高くなる。したがって、高性能化、生産性の向上、低コスト化、および小型化を達成することが困難になってしまう。尚、条件式（２）の下限値を１．０以上に設定すれば、さらなる高性能化、生産性の向上、および小型化を図ることができる。また、条件式（２）の下限値を１．２以上に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２２】

上記条件式（３）は、前方レンズ群G_{2-1}における負レンズL_{an}と正レンズL_{ap}の接合よりなる接合レンズについて、２つのレンズL_{an}，L_{ap}の屈折率差に関する条件式である。

条件式（３）の上限値を上回ると、正レンズL_{ap}の屈折率が小さくなりすぎる。このため、レンズ縁端部のこば厚さを確保するために厚肉化しなければならない。また、球面収差の補正が困難になってしまうため好ましくない。尚、条件式（３）の上限値を０．４以下に設定すれば、高性能化、小型化、および小径化を図るのに有利である。また、条件式（３）の上限値を０．３５以下に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２３】

また、条件式（３）の下限値を下回ると、負レンズL_{an}の屈折率と正レンズL_{ap}の屈折率の大小関係が逆転し、負レンズL_{an}の屈折率が正レンズL_{ap}の屈折率よりも小さくなる。このため、本発明のズームレンズではペッツバール和を最適値に設定することが難しくなる。したがって、非点収差と像面湾曲を補正することが困難になり、その結果広角化を図ることが困難になってしまう。尚、条件式（３）の下限値を０．１以上に設定すれば、高性能化、小型化、および小径化を図るのに有利である。また、条件式（３）の下限値を０．２５以上に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２４】

上記条件式（４）は、後方レンズ群G_{2-2}における負レンズL_{bn}と正レンズL_{bp}の接合よりなる接合レンズについて、２つのレンズL_{bn}，L_{bp}の屈折率差に関する条件式である。

条件式（４）の上限値を上回ると、正レンズL_{bp}の屈折率が小さくなりすぎる。この

ため、レンズ縁端部のこば厚さを確保するために厚肉化しなければならない。また、球面収差の補正が困難になってしまうため好ましくない。尚、条件式（４）の上限値を０．４以下に設定すれば、高性能化、小型化、および小径化を図るのに有利である。また、条件式（４）の上限値を０．３５以下に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２５】

また、条件式（４）の下限値を下回ると、負レンズL_{bn}の屈折率と正レンズL_{bp}の屈折率の大小関係が逆転し、負レンズL_{bn}の屈折率が正レンズL_{bp}の屈折率よりも小さくなる。このため、本発明のズームレンズではペッツバール和を最適値に設定することが難しくなる。したがって、非点収差と像面湾曲を補正することが困難になり、その結果広角化を図ることが困難になってしまう。尚、条件式（４）の下限値を０．１以上に設定すれば、高性能化、小型化、および小径化を図るのに有利である。また、条件式（４）の下限値を０．２５以上に設定すれば、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【００２６】

上記条件式（５）は、第１レンズ群中の正レンズL_{1p}のアッベ数を規定する条件式である。本発明のズームレンズのように極限までレンズ枚数を少なくする場合、今までにあまり使用されていない特殊な硝材を用いて正レンズL_{1p}を構成することが効果的である。特に、倍率色収差と軸上色収差を高画角までバランスよく良好に補正するためには、著しい高分散ガラスを用いることが必要である。したがって、条件式（５）を満たさない場合、広角域をカバーしつつ、第１レンズ群のレンズ枚数を極限まで少なくし、コンパクトで生産性に優れたズームレンズを実現することができなくなってしまう。

【００２７】

上記条件式（６）は、第１レンズ群中の正レンズL_{1p}の屈折率を規定する条件式である。本発明のズームレンズのように極限までレンズ枚数を少なくする場合、高屈折率硝材を用いて正レンズL_{1p}を構成することが必要である。特に、下方コマ収差と望遠側の球面収差を良好に補正するためには、著しい高屈折率硝材を用いることが必要である。したがって、条件式（６）を満たさない場合、広角域をカバーしつつ、第１レンズ群のレンズ枚数を極限まで少なくし、コンパクトで生産性に優れたズームレンズを実現することができなくなってしまう。

【実施例】

【００２８】

以下、添付図面に基づいて本発明の各実施例に係るズームレンズについて説明する。

（実施例１）

図１は、実施例１に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

実施例１に係るズームレンズは、負・正２群構成のズームレンズであって、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、フレアーストッパーＦとから構成されている。

第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL_1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL_{1p}とを有する。この負メニスカスレンズL_1は、樹脂とガラスの複合からなる複合レンズであり、像側のレンズ面に樹脂が配置されており、この樹脂の像側の面が非球面である。

【００２９】

第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、前方レンズ群G_{2-1}と、後方レンズ群G_{2-2}とを有する。

前方レンズ群G_{2-1}は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL_aと、開口絞りＳと、両凸形状の正レンズL_{ap}と両凹形状の負レンズL_{an}との接合よりなる接合負レンズとを有する。

後方レンズ群G_{2-2}は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL_{bn}と両凸形状の正レンズL_{bp}との接合よりなる接合正レンズを有する。

【００３０】
本実施例に係るズームレンズにおいて、変倍は広角端状態（Ｗ）から望遠端状態（Ｔ）へレンズ位置状態が変化する際に、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との空気間隔Ｄｓが縮小するように、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２を移動させることによって行われる。また上述のフレアーストッパーＦは、固定径を有しており、変倍時に第２レンズ群Ｇ２とは異なる移動軌跡で独立移動する。
また本実施例に係るズームレンズにおいて、近距離合焦は第１レンズ群Ｇ１を物体側に移動することによって行われる。
【００３１】
以下の表１に、本発明の実施例１に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。
（全体諸元）において、ｆは焦点距離、Ａは半画角、ＦＮＯはＦナンバーをそれぞれ示す。
（レンズデータ）において、面番号は物体側から数えたレンズ面の順番、ｒiは物体側からｉ番目のレンズ面Ｒiの曲率半径、ｄiはレンズ面Ｒiとレンズ面Ｒi+1との光軸上の面間隔、νiはレンズ面Ｒiとレンズ面Ｒi+1との間の媒質のアッベ数、ｎiはレンズ面Ｒiとレンズ面Ｒi+1との間の媒質のｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ）に対する屈折率をそれぞれ示す。
【００３２】
ここで、本実施例に係るズームレンズ中の非球面は、光軸から垂直方向の高さｙにおける各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離（サグ量）をＳ（ｙ）、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）をＲ、円錐係数をκ、ｎ次の非球面係数をＣnとするとき、以下の非球面式で表される。
【００３３】
（数１）

$$S(y)=(y^2/R)/\{1+(1-\kappa\cdot y^2/R^2)^{1/2}\}+C3\cdot|y|^3+C4\cdot y^4+C6\cdot y^6+C8\cdot y^8+C10\cdot y^{10}$$

【００３４】
以上のように表される非球面は、（レンズデータ）において面番号に星印（★）を付して曲率半径ｒの欄に近軸曲率半径を掲載し、（非球面データ）においてκおよび各非球面係数を掲載している。
（非球面データ）において、「E-n」は「×１０$^{-n}$」を示す。
（レンズ間隔データ）において、βは物体と像間の結像倍率を示し、1-POSは広角端で無限遠合焦時を、2-POSは中間焦点距離状態で無限遠合焦時を、3-POSは望遠端で無限遠合焦時を示し、4-POSは広角端でβ＝-0.02500での合焦時を、5-POSは中間焦点距離状態でβ＝-0.02500での合焦時を、6-POSは望遠端でβ＝-0.02500での合焦時を示し、7-POSは広角端で近距離合焦時を、8-POSは中間焦点距離状態で近距離合焦時を、9-POSは望遠端で近距離合焦時を示す。
【００３５】
ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離ｆ、曲率半径ｒ、その他長さの単位は一般に「ｍｍ」が使われる。しかし光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。
尚、以下の全実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。
【００３６】
［表１］
（全体諸元）
ｆ　＝ 18.5 ～ 53.5
Ａ　＝ 38.9 ～ 14.93°
ＦＮＯ＝ 3.56 ～ 5.9

（レンズデータ）

面番号	r	d	ν	n		
1)	181.0591	2.0000	49.61	1.772500		
2)	17.2000	0.2000	38.09	1.553890		
★ 3)	12.7630	12.2500				
4)	33.8814	2.8000	23.06	1.860740		
5)	65.8125	D5				
6)	42.5378	2.6000	81.61	1.497000		
7)	-94.5446	1.8000				
8>		2.0000			開口絞りＳ	
9)	24.2385	4.0000	64.10	1.516800		
10)	-35.8523	0.8000	49.61	1.772500		
11)	67.2430	11.2000				
12)	54.1555	0.8000	37.17	1.834000		
13)	15.5723	4.5000	64.10	1.516800		
14)	-35.4635	D14				
15)		D15			フレアーストッパーＦ	

（非球面データ（κおよび各非球面係数））

面番号	κ	C3	C4	C6	C8	C10
3	0.0375	0.79879E-05	3.03680E-06	-2.15160E-08	5.25940E-11	-2.58910E-13

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS	4-POS	5-POS
ｆまたはβ	18.50000	35.00000	53.50000	-0.02500	-0.02500
D5	44.09357	13.18951	1.20774	45.43445	13.89826
D14	0.00000	11.09166	23.52778	0.00000	11.09166
D15	41.84285	50.91785	61.09285	41.84285	50.91785

	6-POS	7-POS	8-POS	9-POS
β	-0.02500	-0.13159	-0.23049	-0.38023
D5	1.67141	51.15122	19.72380	8.25968
D14	23.52778	0.00000	11.09166	23.52778
D15	61.09285	41.84285	50.91785	61.09285

【００３７】

図２、図３、図４はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【００３８】

各収差図において、ＦＮＯはＦナンバー、Ａは半画角（単位：度）、をそれぞれ示す。尚、球面収差図においては最大口径に対応するＦナンバーの値を示し、非点収差図および歪曲収差図においては半画角Ａの最大値をそれぞれ示す。また、ｄ，ｇはそれぞれ、ｄ線（λ＝５８７．５６ｎｍ），ｇ線（λ＝４３５．８４ｎｍ）の収差曲線を示す。さらに、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面をそれぞれ示す。

尚、以下に示す全実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

【００３９】

図２、図３、図４より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。

【００４０】

（実施例２）

図５は、実施例２に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

実施例２に係るズームレンズは、負・正２群構成のズームレンズであって、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２とから構成されている。

第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ$Ｌ_{1}$と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ$Ｌ_{1p}$とを有する。この負メニスカスレンズ$Ｌ_{1}$は、樹脂とガラスの複合からなる複合レンズであり、像側のレンズ面に樹脂が配置されており、この樹脂の像側の面が非球面である。

【００４１】

第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、開口絞りＳと、前方レンズ群$Ｇ_{2-1}$と、後方レンズ群$Ｇ_{2-2}$と、固定絞りＦＳとを有する。なお開口絞りＳは、前方レンズ群$Ｇ_{2-1}$の物体側近傍に配置されている。

前方レンズ群$Ｇ_{2-1}$は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ$Ｌ_{a}$と、両凸形状の正レンズ$Ｌ_{ap}$と両凹形状の負レンズ$Ｌ_{an}$との接合よりなる接合負レンズとを有する。

後方レンズ群$Ｇ_{2-2}$は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ$Ｌ_{bn}$と両凸形状の正レンズ$Ｌ_{bp}$との接合よりなる接合正レンズを有する。

【００４２】

本実施例に係るズームレンズにおいて、変倍は広角端状態（Ｗ）から望遠端状態（Ｔ）へレンズ位置状態が変化する際に、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との空気間隔Ｄｓが縮小するように、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２を移動させることによって行なわれる。また開口絞りＳは、変倍時に前方レンズ群$Ｇ_{2-1}$及び後方レンズ群$Ｇ_{2-2}$と一体的に移動する。

また本実施例に係るズームレンズにおいて、近距離合焦は第１レンズ群Ｇ１を物体側に移動することによって行なわれる。

以下の表２に、本発明の実施例２に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【００４３】

［表２］

（全体諸元）

ｆ　＝ 18.5 ～ 53.4

Ａ　＝ 38.3 ～ 14.92°

ＦＮＯ＝ 3.6 ～ 5.9

（レンズデータ）

面番号	r	d	ν	n	
1)	86.5539	1.8000	49.61	1.772500	
2)	16.0000	0.2000	38.70	1.552230	
★ 3)	12.1665	10.7995			
4)	26.9923	2.5000	22.76	1.808090	
5)	44.6158	D5			
6>		0.1000			開口絞りＳ
7)	38.5505	2.5000	55.38	1.638540	
8)	-55.9183	0.1000			
9)	18.6738	3.5000	64.10	1.516800	
10)	-32.6160	0.8000	46.58	1.804000	
11)	26.8523	10.7839			
12)	85.5647	0.8000	37.17	1.834000	
13)	16.4881	4.0000	64.10	1.516800	
14)	-23.7659	0.0000			

15) D15 固定絞りＦＳ

（非球面データ（κおよび各非球面係数））

面番号	κ	C3	C4	C6	C8	C10
3	-0.5076	0.00000E-00	5.17550E-05	-5.62150E-08	5.34710E-11	-2.24340E-13

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS	4-POS	5-POS
ｆまたはβ	18.50000	31.50000	53.40000	-0.02500	-0.02500
D0	∞	∞	∞	710.5943	1230.5943
D5	40.13414	15.53955	1.18562	41.47502	16.32705
D15	38.95217	53.39662	77.72995	38.95217	53.39662

	6-POS	7-POS	8-POS	9-POS
β	-0.02500	-0.07154	-0.11715	-0.20636
D0	2106.5943	229.1933	239.4904	229.3666
D5	1.65016	43.97117	19.22964	5.02007
D15	77.72995	38.95217	53.39662	77.72995

【００４４】

図６、図７、図８はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【００４５】

図６、図７、図８より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。

【００４６】

（実施例３）

図９は、実施例３に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

実施例３に係るズームレンズは、負・正２群構成のズームレンズであって、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、フレアーストッパーＦとから構成されている。

第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL_1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL_{1p}とを有する。この負メニスカスレンズL_1は、樹脂とガラスの複合からなる複合レンズであり、像側のレンズ面に樹脂が配置されており、この樹脂の像側の面が非球面である。

【００４７】

第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、前方レンズ群G_{2-1}と、後方レンズ群G_{2-2}とを有する。

前方レンズ群G_{2-1}は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL_aと、開口絞りＳと、両凸形状の正レンズL_{ap}と両凹形状の負レンズL_{an}との接合よりなる接合負レンズとを有する。

後方レンズ群G_{2-2}は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL_{bn}と両凸形状の正レンズL_{bp}との接合よりなる接合負レンズと、両凸形状の正レンズL_bとを有する。

【００４８】

本実施例に係るズームレンズにおいて、変倍は広角端状態（Ｗ）から望遠端状態（Ｔ）へレンズ位置状態が変化する際に、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との空気間隔Ｄｓが縮小するように、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２を移動させることによって行なわれる。また上述のフレアーストッパーＦは、固定径を有しており、変倍時に第２レンズ群Ｇ２とは異なる移動軌跡で独立移動する。

また本実施例に係るズームレンズにおいて、近距離合焦は第１レンズ群Ｇ１を物体側に

移動することによって行なわれる。
以下の表３に、本発明の実施例３に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。
【００４９】
［表３］
（全体諸元）
ｆ　＝ 18.5 ～ 53.4
Ａ　＝ 38.2 ～ 14.93°
ＦＮＯ＝ 3.6 ～ 5.9

（レンズデータ）

面番号	r	d	ν	n	
1)	83.0076	1.8000	49.61	1.772500	
2)	16.5000	0.2000	38.70	1.552230	
★ 3)	12.6003	13.3087			
4)	28.5874	2.8000	22.76	1.808090	
5)	43.4120	D5			
6)	28.4446	3.0000	55.38	1.638540	
7)	-79.3719	0.1000			
8>		0.0000			開口絞りＳ
9)	33.4115	3.5000	64.10	1.516800	
10)	-31.0350	1.0000	46.58	1.804000	
11)	65.3951	10.0718			
12)	-28.2267	1.0000	46.58	1.804000	
13)	21.7458	4.2000	82.52	1.497820	
14)	-17.9528	0.1000			
15)	91.5812	2.3000	70.41	1.487490	
16)	-47.8355	D16			
17)		D17			フレアーストッパーＦ

（非球面データ（κおよび各非球面係数））

面番号	κ	C3	C4	C6	C8	C10
3	-0.9766	0.00000E-00	7.59690E-05	-1.78000E-07	4.03250E-10	-5.80270E-13

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS	4-POS	5-POS
ｆまたはβ	18.50000	31.43000	53.40000	-0.02500	-0.02500
D0	∞	∞	∞	710.5710	1227.7709
D5	43.62877	17.01071	1.34180	44.96965	17.79996
D16	0.00000	6.23924	16.84063	0.00000	6.23924
D17	41.78742	51.14628	67.04837	41.78742	51.14628

	6-POS	7-POS	8-POS	9-POS
β	-0.02500	-0.07502	-0.12191	-0.21637
D0	2106.5709	217.1797	228.3744	217.3682
D5	1.80634	47.65235	20.85957	5.36231
D16	16.84063	0.00000	6.23924	16.84063
D17	67.04837	41.78742	51.14628	67.04837

【００５０】

［表４］
（条件式対応値）

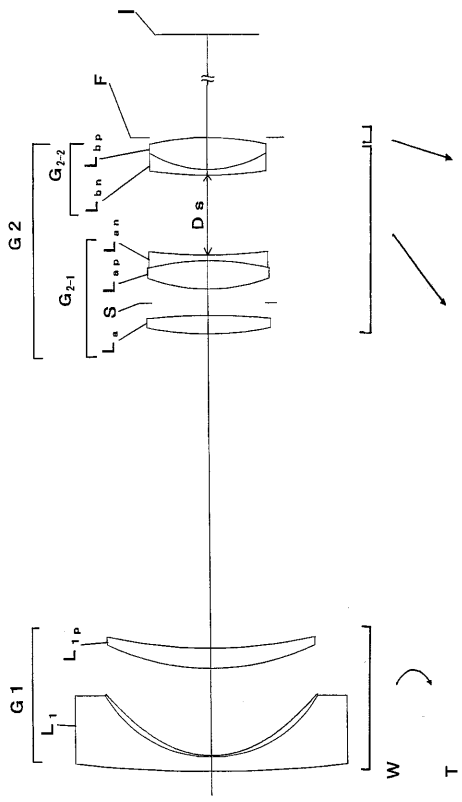
	実施例１	実施例２	実施例３
（１）Ｄｓ／Ｄ	0.404	0.480	0.399
（２）f_b/f_a	2.16	1.76	4.17
（３）$n_{an}-n_{ap}$	0.256	0.287	0.287
（４）$n_{bn}-n_{bp}$	0.317	0.317	0.306
（５）ν_{1p}	23.1	22.8	22.8
（６）n_{1p}	1.861	1.808	1.808

【００５１】
図１０、図１１、図１２はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【００５２】
図１０、図１１、図１２より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。
【００５３】
以上、各実施例に示したように本発明によれば、画角２Ａ＝７６．４°～２９．９°程度、変倍比２．９倍程度であって、コストパフォーマンスに優れ、生産性が良く、高性能で小型軽量な標準・広角ズームレンズを実現することができる。
尚、本発明のズームレンズは、前方レンズ群G_{2-1}および後方レンズ群G_{2-2}をそれぞれ個別に光軸外しすることで、いわゆる防振レンズとしての十分な効果を奏することができる。また、本発明のズームレンズは、第２レンズ群全体を光軸外しすることでも、いわゆる防振レンズとしての十分な効果を奏することができる。
【００５４】
尚、本発明の実施例として２群構成のレンズ系を示したが、該２群を含む３群およびそれ以上の群構成のレンズ系も、本発明の効果を内在したレンズ系であることは言うまでもない。
また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も、本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。
【００５５】
本発明によれば、単焦点標準レンズ程度に小型で、レンズ枚数が少なく、変倍比２．９倍程度で、かつ製造容易で高性能なズームレンズを提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００５６】
【図１】本発明の実施例１に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。
【図２】本発明の実施例１に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図３】本発明の実施例１に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図４】本発明の実施例１に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図５】本発明の実施例２に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。
【図６】本発明の実施例２に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図７】本発明の実施例２に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図８】本発明の実施例２に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

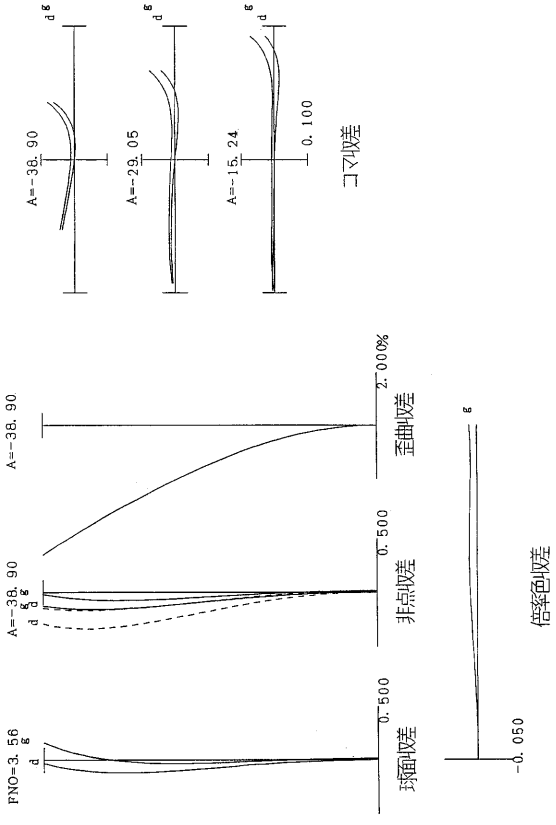
【図９】本発明の実施例３に係るズームレンズの構成、および各レンズ群の移動軌跡を示す図である。
【図１０】本発明の実施例３に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図１１】本発明の実施例３に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【図１２】本発明の実施例３に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。
【符号の説明】
【００５７】

Ｇ１	第１レンズ群
Ｇ２	第２レンズ群
G_{2-1}	第２レンズ群中の前方レンズ群
G_{2-2}	第２レンズ群中の後方レンズ群
L_{1p}	第１レンズ群内正レンズ
L_{ap}	前方レンズ群における接合レンズ中の正レンズ
L_{an}	前方レンズ群における接合レンズ中の負レンズ
L_{bn}	後方レンズ群における接合レンズ中の負レンズ
L_{bp}	後方レンズ群における接合レンズ中の正レンズ
Ｓ	開口絞り
ＦＳ	固定絞り
Ｆ	フレアーストッパー
Ｉ	像面

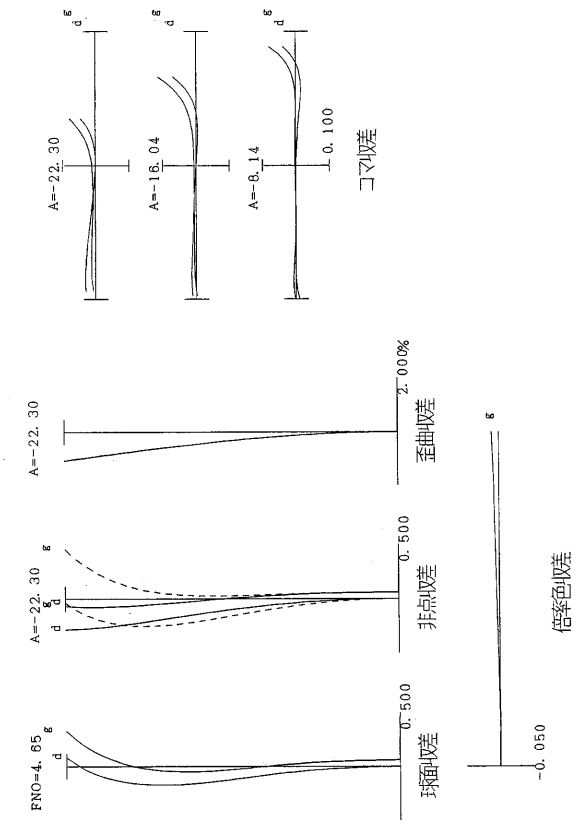
【図１】



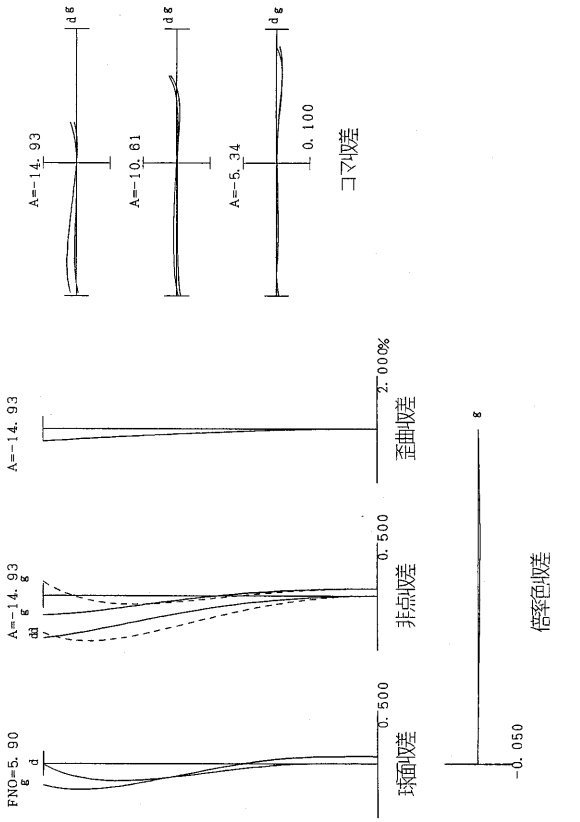
【図２】



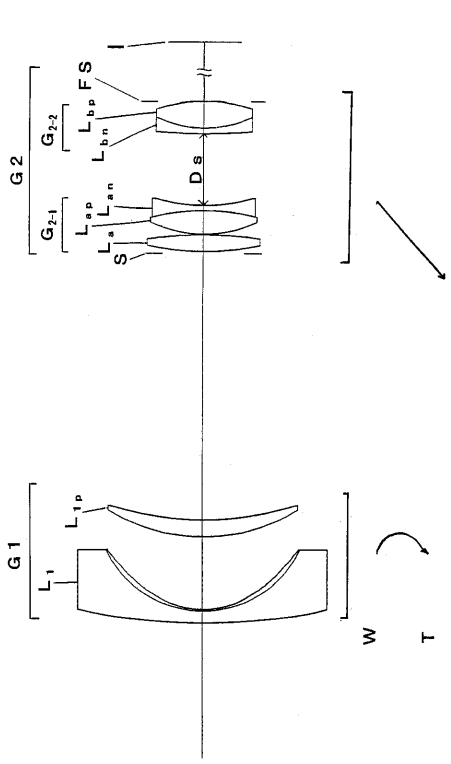
【図３】


A=-22.30
A=-16.04
A=-8.14
0.100
コマ収差
A=-22.30
2.000%
歪曲収差
A=-22.30
0.500
非点収差
FNO=4.65
0.500
球面収差
-0.050
倍率色収差

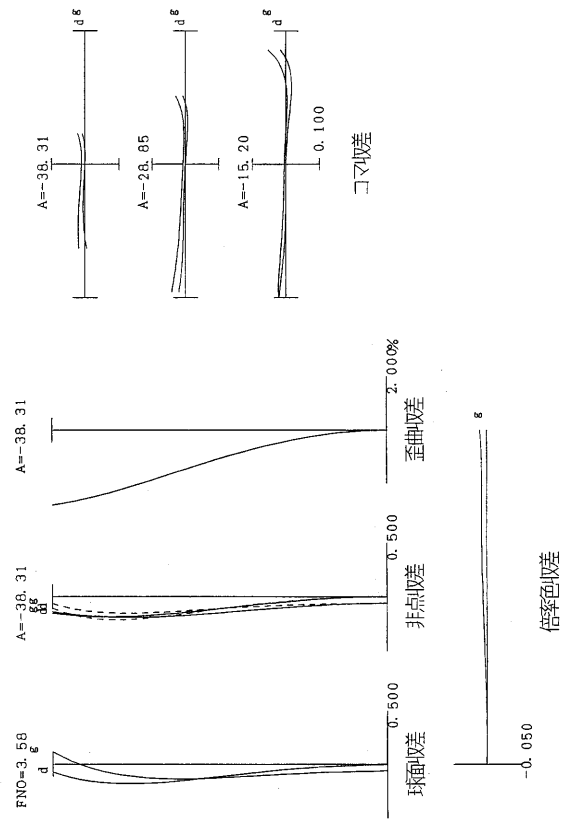
【図４】


A=-14.93
A=-10.61
A=-5.34
0.100
コマ収差
A=-14.93
2.000%
歪曲収差
A=-14.93
0.500
非点収差
FNO=5.90
0.500
球面収差
-0.050
倍率色収差

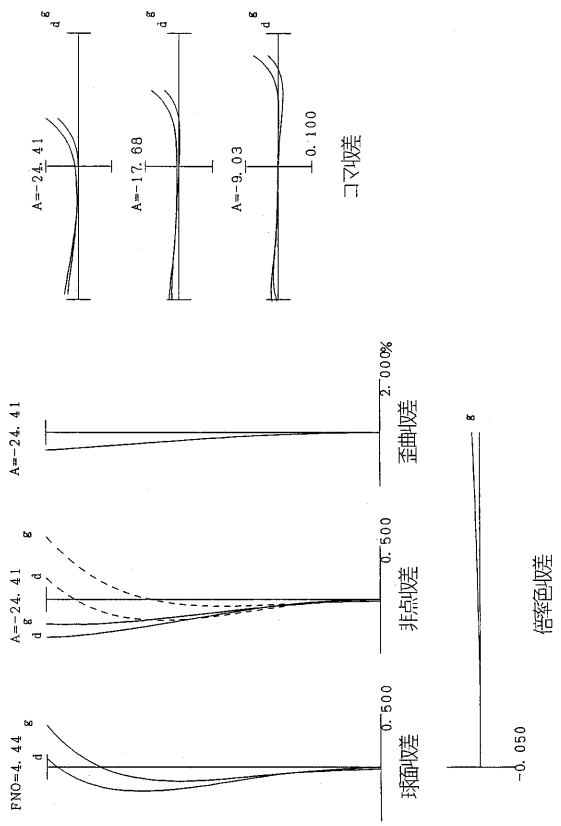
【図５】


G1
L1
L1p
G2
G2-1
Lap
Lan
La
S
Ds
G2-2
Lbn
Lbp
FS
I
W
T

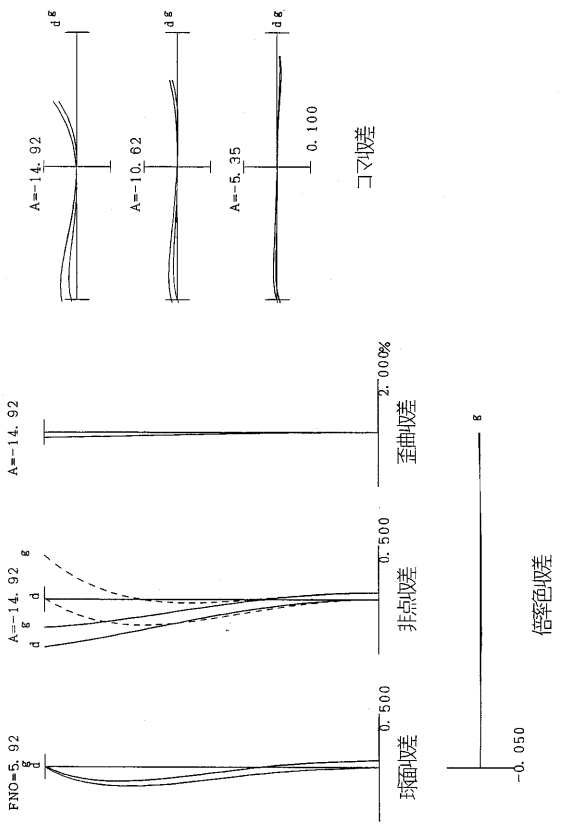
【図６】


A=-38.31
A=-28.85
A=-15.20
0.100
コマ収差
A=-38.31
2.000%
歪曲収差
A=-38.31
0.500
非点収差
FNO=3.58
0.500
球面収差
-0.050
倍率色収差

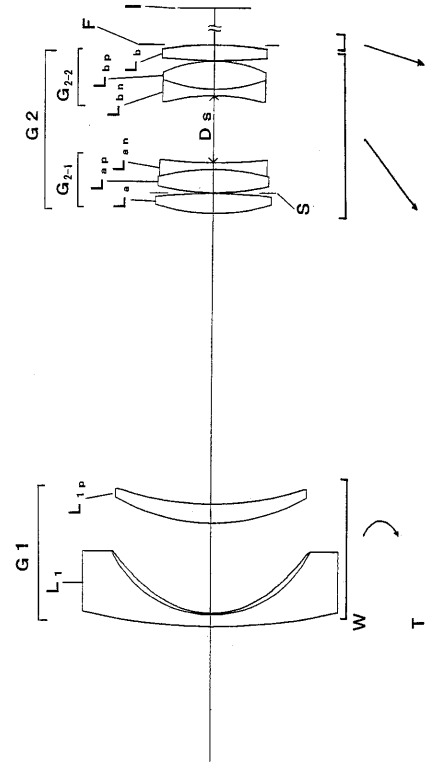
【図７】


A=-24.41
A=-17.68
A=-9.03
0.100
コマ収差
FNO=4.44
0.500
球面収差
A=-24.41
2.000%
歪曲収差
A=-24.41
0.500
非点収差
-0.050
倍率色収差

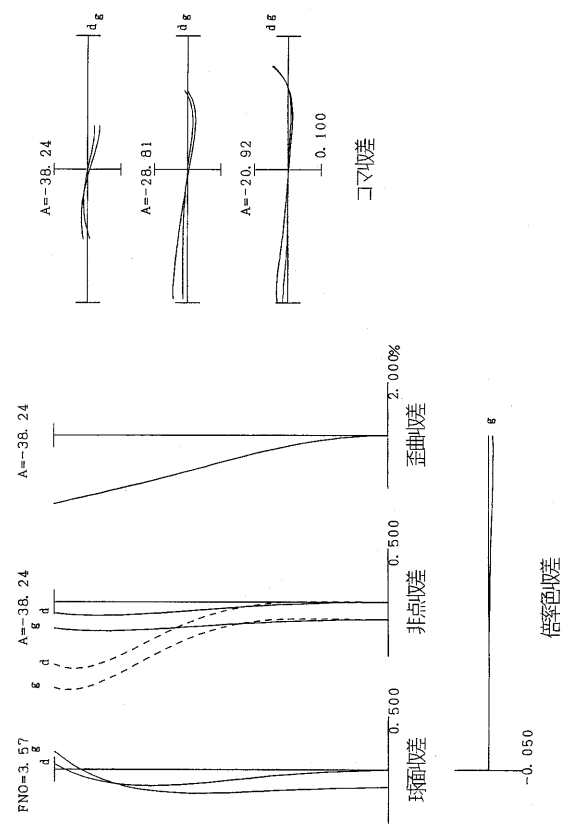
【図８】


A=-14.92
A=-10.62
A=-5.35
0.100
コマ収差
FNO=5.92
0.500
球面収差
A=-14.92
2.000%
歪曲収差
A=-14.92
0.500
非点収差
-0.050
倍率色収差

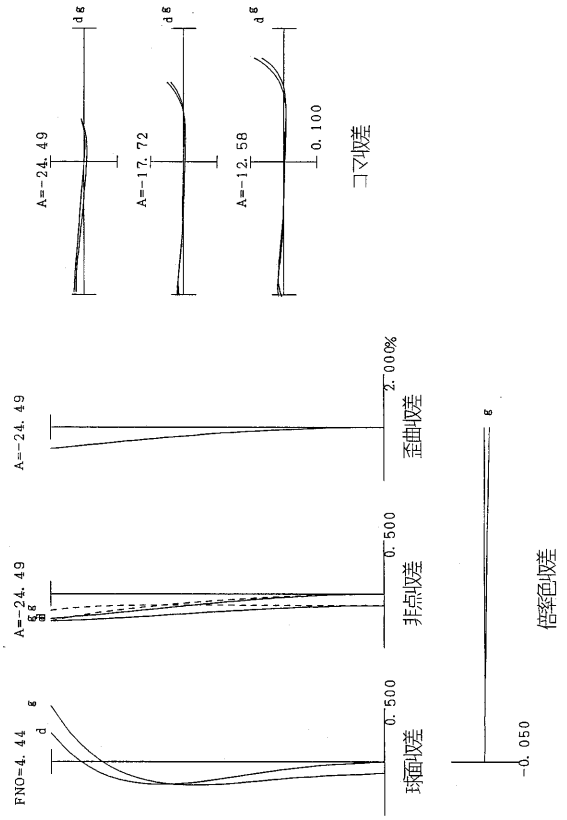
【図９】


G1
G2
G2-1
G2-2
F
S
W
T
Ds

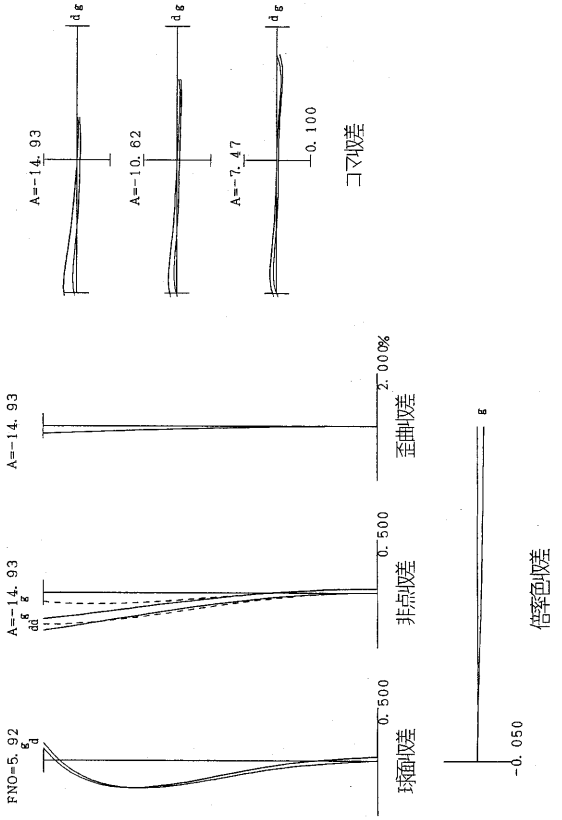
【図１０】


A=-38.24
A=-28.81
A=-20.92
0.100
コマ収差
FNO=3.57
0.500
球面収差
A=-38.24
2.000%
歪曲収差
A=-38.24
0.500
非点収差
-0.050
倍率色収差

【図１１】


A=-24.49
A=-17.72
A=-12.58
0.100
コマ収差
2.000%
歪曲収差
0.500
非点収差
FNO=4.44
0.500
球面収差
g
-0.050
倍率色収差

【図１２】


A=-14.93
A=-10.62
A=-7.47
0.100
コマ収差
2.000%
歪曲収差
0.500
非点収差
FNO=5.92
0.500
球面収差
g
-0.050
倍率色収差