

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3710609号
(P3710609)

(45) 発行日 平成17年10月26日(2005.10.26)

(24) 登録日 平成17年8月19日(2005.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO2B 15/20

GO2B 15/20

GO2B 13/18

GO2B 13/18

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願平9-280055	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成9年10月14日(1997.10.14)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開平11-119098		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成11年4月30日(1999.4.30)	(74) 代理人	100097777
審査請求日	平成14年11月25日(2002.11.25)		弁理士 荏澤 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】 小型のズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、前記第1群と前記第2群の間隔を広げると共に、前記第2群と前記第3群の間隔を狭めるように、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、前記の各群がそれぞれ2枚の単レンズのみから構成され、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$0.2558 \leq \frac{1}{w} \leq 0.4709 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

ただし、 1 は広角端の第1群の合成屈折力、 w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【請求項2】

物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、前記第1群と前記第2群の間隔を広げると共に、前記第2群と前記第3群の間隔を狭めるように、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側

10

20

レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、前記の各群がそれぞれ2枚の単レンズのみから構成され、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$0.2558 \quad \phi_1 / \phi_w = 0.4709 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0005】

本発明のもう1つの小型のズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、前記第1群と前記第2群の間隔を広げると共に、前記第2群と前記第3群の間隔を狭めるように、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、前記の各群がそれぞれ2枚の単レンズのみから構成され、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$0.2558 \quad \phi_1 / \phi_w = 0.4709 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0006】

以下、本発明において上記構成をとる理由と作用を説明する。

近年におけるコンパクトカメラ用ズームレンズは、一眼レフレックスカメラ用に比べると、大幅に望遠側口径比を小さくしている。すなわち、レンズ構成枚数削減によって小型軽量化を実現している。

【0008】

本発明では、従来の球面だけによるレンズ系との性能比較を試み、小型化を実現しても性能をできるだけ維持するという狙いを持っている。すなわち、口径比を本出願人による基本形で示した口径比並にしている。このためには、レンズ構成と非球面の効果的な使用によって実現することを意図した。また、ズームレンズタイプは、本出願人による特公平8-3580号に示すように、3群ズームレンズであり、以下のようなものである。また、レンズ構成は、構成枚数自体の削減とレンズ系の小型化を意図したものである。

【0009】

すなわち、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群及び負屈折力の第3群にて構成し、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動するズームレンズタイプである。

【0010】

このパワー配置で構成すると、広角端でレンズ全長を非常に短くすることが可能である。また、このズームレンズの特徴は、第3群の移動による変倍比に依存してレンズ系で大きな変倍比を達成することができることである。この点において、物体側より順に正の第1群と負の第2群からなる2群ズームレンズと比べ、高い性能ポテンシャルを内在しているということが明らかになっている。また、レンズ構成枚数を減らすことで、広角端の全長が短縮されるが、非球面の効果的な使用、あるいは、色収差補正効果が可能なラジアル型のGRINレンズを使用するという方法がある。

【0011】

レンズ全長の短縮においては、ズームレンズである限り、変倍時の変動を極力抑えるためには各群での色収差補正が必要であり、単体レンズで構成するならば、低分散ガラスやラ

10

20

30

40

50

ジアル型GRINレンズを使用することが要求される。本発明では、レンズ構成の簡素化により変化する収差補正能力を、レンズ系の構成を最適化すること、及び、非球面の効果的使用によって補償することを実現している。この場合のズームレンズの近軸構成は、以下の関係式によると、大きな効果が期待できる。すなわち、第1群の屈折力と第3群の変倍部における関係が、(1)式、(2)式を満たす。

【0012】

$$0.2558 < f_1 / w < 0.4709 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

条件式(1)は、小型化を意図する場合にレンズ全長を決定づける関係式であり、第1レンズ群の屈折力に関する。条件式(1)で上限値の0.4709を越えると、小型化には適するが、収差補正をする上では広角端の周辺性能の低下、色収差の劣化、像面湾曲の増大につながり望ましくない。下限値の0.2558を越えると、収差補正面では良いが、全長が大きくなるので本発明の主旨には合わないこととなる。

10

【0013】

条件式(2)は、第3レンズ群の近軸横倍率による変倍比を意味しており、上限の4を越えると、構成が困難となる。また、下限の1.3を越えると、変倍範囲が狭まり、このタイプのズームレンズで構成する利点なくなる。

【0014】

次に、レンズ構成について述べる。

第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成し、第2群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズとで構成し、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成すると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用する。

20

【0015】

第1群を物体側から負レンズと正レンズで構成すると、バックフォーカス維持のために光軸上で全長が短くても、第1レンズの負レンズは、物体側に凹面を向ける形状になりやすい。本発明では、レンズ全長の縮小のためにも第1レンズの負レンズは物体側に比較的小さな曲率の凸面を向けた負メニスカスレンズにて構成する。また、正レンズは、球面収差補正のために物体側に強い曲率の正レンズを配置する。また、第2群は、物体側に凸面を向けたパワーが比較的小さい負メニスカスレンズと、幾分広い軸上間隔を隔てて像側に強い曲率を持つ正レンズを配置する。この構成により負レンズと正レンズの間で極端に大きな高次収差が発生することを防いでいる。

30

【0016】

第2レンズ群における非球面の使用では、第1レンズの前面と第2レンズの像側面における使用が効果が大きい。前者は、歪曲収差補正に関係するが、広角端の非点収差に効果が大きい。また、後者は、コマ収差補正に大きな効果が期待できる。これ以外の面においては、球面収差補正が大きいということが出来る。大口系比化する場合には必要な技術である。

【0017】

第3群は、正メニスカスレンズと負レンズで構成する。第3群の構成は広角端の収差補正に深く関係しており、像面の平坦化をする上では、非球面の使用が最も効果的な部位である。また、非球面の使用については、特に第2レンズ群の第1面は、非点収差の補正に関わっており、高次の収差を発生し、うねり形状になることがあるが、像面湾曲補正に効果が大きい。

40

【0018】

また、第1レンズ群は、外形が大きく軸外収差の安定した補正には不可欠であり、第1群内の非球面のレンズ使用面による著しい効果の違いは得られないので、製造面の配慮をして使用部位を決めるとよい。ただし、空気レンズがある場合に、この面では高次収差発生面となるために、別の面に使用すると収差補正の自由度が高くなるということがいえる。

【0019】

50

さらに、第2群の第1レンズのパワーが小さくなる関係で、第2レンズの使用硝材には、分散の小さい以下の条件を満たすことが望ましい。

【0020】

$$d_2 > 60 \quad \dots (3)$$

ただし、 d_2 は第2群の第2レンズの媒質のアッペ数である。

【0021】

できれば、異常分散性を持つ硝子が望ましい。これは、第2群の第1レンズのパワーが小さくなるために、第2レンズが単独で色収差補正されていることが要求されるからである。

【0022】

また、別の構成として、第1群の構成が、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成し、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズとで構成し、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成すると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用するズームレンズが成立する。色消し条件を鑑みた場合に、第1群のこの構成でレンズ系を構成することが可能である。

【0023】

特に、第1群の負レンズを物体側に配置し、続いて正レンズを配置する場合は、基本系として公知であるが、第1レンズである負レンズが比較的小さなパワーを持ち、物体側に凹面を向けることが少なくない。この場合には、光軸上距離による全長が短くとも、実際の全長はレンズ外径によって決まっている事実がある。このことは、正・負の2群ズームレンズの物体側に配置された負レンズでも同様の形状となりやすい。これを避けるためには、第1群の構成で正レンズを物体側に配置すればよい。

【0024】

すなわち、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする。条件式に関しては、前記と同様の関係がある。

【0025】

なお、本発明の第1群～第3群を構成する各レンズは、単レンズ及び接合レンズを含む概念であるが、レンズ系全体のコンパクト化をより求めるならば、以下に示すような全て単レンズにて構成することが望ましい。すなわち、上記各群がそれぞれ2枚のレンズのみから構成され、レンズ構成を3群6枚とすることによって広角端でのレンズ全長のコンパクト化を図ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明のズームレンズの実施例1～7について説明する。図1～図7にそれぞれ実施例1～7の広角端(a)、中間焦点距離(b)、望遠端(c)での光軸を含むレンズ断面図を示す。各実施例の数値データは後記する。

【0027】

実施例1のズームレンズの断面図を図1に示すが、この実施例は、焦点距離38.9～102.5、Fナンバー4.5～5.6のズームレンズであり、望遠端の口径比はこれまでの提案に比べて大きく5.6であり、かつ、レンズ構成が6枚である。

【0028】

このズームレンズの第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群

10

20

30

40

50

G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【 0 0 2 9 】

この構成で光学性能を安定させるために、第 1 群 G 1 の第 2 レンズ (正メニスカスレンズ) の前面、第 2 群 G 2 の第 1 レンズ (負メニスカスレンズ) の前面、第 2 レンズ (両凸レンズ) の両面、第 3 群 G 3 の第 1 レンズ (正メニスカスレンズ) の前面、第 2 レンズ (両凹レンズ) の前面に非球面を使用している。この構成では、第 2 群 G 2 の負メニスカスレンズの第 1 面に使用する非球面の効果で広角域の非点収差の補正に効果を発揮するが、後記の収差図の非点収差に見られるように、広角側でうねりを示す収差形状となることがある。また、第 3 群 G 3 では、正メニスカスレンズに非球面を使用することで広角域の像面湾曲の補正に効果がある。図 1 にレンズ断面図を示すように、このズームレンズは非常に簡単な構成である。レンズ外径は口径比に依存している。また、開口絞りは、第 2 群 G 2 の物体側に配置してある。このレンズ構成では、第 2 群 G 2 の像側に開口絞りを配置するのは望ましくない。この実施例の収差図を図 8 に示す。図中、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠端について軸上球面収差 S A、非点収差 A S、歪曲収差 D T を示している (以下、同様)。これから、広角端から望遠端まで安定した性能が得られていることが分かる。また、歪曲収差は非常に小さいことが分かる。

10

【 0 0 3 0 】

実施例 2 のズームレンズの断面図を図 2 に示すが、この実施例は、焦点距離 3 8 . 9 ~ 1 0 2 . 5、F ナンバー 4 . 5 ~ 5 . 7 のズームレンズであり、レンズ構成が 6 枚である。

20

【 0 0 3 1 】

このズームレンズの第 1 群 G 1 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第 2 群 G 2 は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第 3 群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる。

【 0 0 3 2 】

この構成でさらに光学性能を高めるために、第 1 群 G 1 に 1 面の非球面を追加している。すなわち、第 1 群 G 1 の第 1 レンズ (正メニスカスレンズ) の前面、第 2 レンズ (負メニスカスレンズ) の前面、第 2 群 G 2 の第 1 レンズ (負メニスカスレンズ) の前面、第 2 レンズ (両凸レンズ) の両面、第 3 群 G 3 の第 1 レンズ (正メニスカスレンズ) の前面、第 2 レンズ (負メニスカスレンズ) の前面に非球面を使用している。

30

【 0 0 3 3 】

この構成では、第 1 群 G 1 の物体側に正レンズが配置されている。また、第 3 群 G 3 では、正メニスカスレンズと負メニスカスレンズ面に非球面を使用することで広角域の像面湾曲の補正に効果を出している。図 2 にレンズ断面図を示すように、このズームレンズでは第 2 群 G 2 の 2 つのレンズ間の間隔が狭まっている。図 9 に収差図を示すように、軸上色収差を含む収差量は、実施例 1 より小さくなっていることが分かる。

【 0 0 3 4 】

実施例 3 のズームレンズの断面図を図 3 に示すが、この実施例は、焦点距離 3 8 . 9 ~ 1 0 2 . 5、F ナンバー 4 . 5 ~ 5 . 5 1 のズームレンズであり、レンズ構成が 6 枚である。

40

【 0 0 3 5 】

このズームレンズの第 1 群 G 1 は、物体側の面の曲率がより強い両凸レンズと、像側の面の曲率がより強い両凹レンズからなり、第 2 群 G 2 は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第 3 群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【 0 0 3 6 】

この構成では、第 1 群 G 1 の第 1 レンズ (両凸レンズ) の前面、第 2 レンズ (両凹レンズ

50

)の後面、第2群G2の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(正メニスカスレンズ)の両面、第3群G3の第1レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

【0037】

この実施例は、実施例2とは異なる収差バランスを施した例である。特に硝子の使用方法を変えたために、望遠端の球面収差の形状が変化していることが図10の収差図から分かる。

【0038】

実施例4のズームレンズの断面図を図4に示すが、この実施例は、焦点距離38.9~132.55、Fナンバー4.45~8.01のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

10

【0039】

このズームレンズの第1群G1は、両凸レンズと、両凹レンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0040】

この構成では、第1群G1の第1レンズ(両凸レンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の後面、第2群G2の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凸レンズ)の両面、第3群G3の第1レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

20

【0041】

この実施例の変倍比は以上の実施例に比べて大きくなっている。この構成で光学性能を高めるために、実施例2の構成で、第1群G1の2面の非球面の効果を大きくしている。これは次の実施例5についても同様であり、高変倍比に対応するためには必要な手段である。収差図を図11に示すように、安定した性能が得られている。

【0042】

実施例5のズームレンズの断面図を図5に示すが、この実施例は、焦点距離38.9~176.2、Fナンバー4.45~10.66のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

30

【0043】

このズームレンズの第1群G1は、両凸レンズと、両凹レンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0044】

この構成では、第1群G1の第1レンズ(両凸レンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の後面、第2群G2の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凸レンズ)の両面、第3群G3の第1レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

40

【0045】

この実施例の変倍比は以上の実施例に比べて大きい。実施例4よりも変倍比を上げ、簡単な構成でありながら準広角から望遠までを包括する。望遠端の焦点距離を考えると、1:10.66の口径比であり、大口径であるといえる。この実施例の第1群G1の第1面の非球面の作用は大きい。収差図を図12に示す。

【0046】

実施例6のズームレンズの断面図を図6に示すが、この実施例は、焦点距離35.77~68.5、Fナンバー2.88~4.52のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

【0047】

50

このズームレンズの第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0048】

この構成では、第1群G1の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の後面、第2群G2の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第3群G3の第1レンズ(正メニスカスレンズ)の両面、第2レンズ(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

10

【0049】

この実施例の変倍比は以上の実施例に比べて小さいが、口径比を大きくしている。この構成で、一眼レフレックスカメラ並みの口径比を実現することができている。構成は実施例1と同様であり、収差図を図13に示すように、糸巻き型の歪曲収差が発生するものの、高い結像性能が期待できる収差である。これによっても、変倍比と口径比がトレードオフの関係にあることが分かる。

【0050】

実施例7のズームレンズの断面図を図7に示すが、この実施例は、焦点距離29.2~48.5、Fナンバー3.4~4.85のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

20

【0051】

このズームレンズの第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0052】

この構成では、第1群G1の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の後面、第2群G2の第2レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第3群G3の第1レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

30

【0053】

この実施例の変倍比は以上の実施例に比べて小さいが、広角化して、かつ、口径比を大きくしている。レンズ構成は実施例6と同様であるが、非球面の使用面数を減らしている。収差図を図14に示すように、非点収差の像面の隔差が現れている。

【0054】

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_{N0} はFナンバー、 θ は半画角、 f_B はバックフォーカス、 r_1, r_2, \dots は各レンズ面の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズ面間の間隔、 n_{d1}, n_{d2}, \dots は各レンズのd線の屈折率、 d_1, d_2, \dots は各レンズのアッペ数である。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。

40

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

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。

【0055】

実施例1

$$\begin{aligned} f &= 38.90 \sim 63.00 \sim 102.50 \\ F_{N0} &= 4.49 \sim 4.84 \sim 5.51 \\ &= 29.08^\circ \sim 18.96^\circ \sim 11.92^\circ \\ f_B &= 8.2513 \sim 24.2310 \sim 46.3388 \end{aligned}$$

50

$r_1 =$	517.77500	$d_1 =$	2.000000	$n_{d1} =$	1.69895	$d_1 =$	30.1
$r_2 =$	40.62427	$d_2 =$	0.120000				
$r_3 =$	21.35513 (非球面)	$d_3 =$	3.600000	$n_{d2} =$	1.77250	$d_2 =$	49.6
$r_4 =$	84.25217	$d_4 =$	(可変)				
$r_5 =$	(絞り)	$d_5 =$	0.700000				
$r_6 =$	16.62891 (非球面)	$d_6 =$	3.708279	$n_{d3} =$	1.84666	$d_3 =$	23.8
$r_7 =$	13.14871	$d_7 =$	5.949181				
$r_8 =$	108.03346 (非球面)	$d_8 =$	4.831743	$n_{d4} =$	1.49700	$d_4 =$	81.6
$r_9 =$	-13.36230 (非球面)	$d_9 =$	(可変)				
$r_{10} =$	-17.31597 (非球面)	$d_{10} =$	2.430000	$n_{d5} =$	1.84666	$d_5 =$	23.8
$r_{11} =$	-13.15695	$d_{11} =$	0.250000				
$r_{12} =$	-14.38951 (非球面)	$d_{12} =$	1.650000	$n_{d6} =$	1.77250	$d_6 =$	49.6
$r_{13} =$	188.86532						

10

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.50
d_4	3.6900	13.1097	23.3737
d_9	11.9258	5.6325	0.7770

20

非球面係数

第3面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.567940 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.173165 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.629539 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.326441 \times 10^{-12}$$

第6面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.206075 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.556584 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.109802 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.146408 \times 10^{-9}$$

第8面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.376837 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.238314 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.105290 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.825390 \times 10^{-10}$$

第9面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.120140 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.608314 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -0.641437 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

30

40

50

第 1 0 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.474221 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.121512 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.914992 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.425789 \times 10^{-10}$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.652495 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.101071 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.712984 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.206774 \times 10^{-10}$$

【 0 0 5 6 】

実施例 2

$$f = 38.90 \sim 63.00 \sim 102.49$$

$$F_{N0} = 4.50 \sim 4.85 \sim 5.70$$

$$= 29.07^\circ \sim 18.95^\circ \sim 11.92^\circ$$

$$f_B = 8.1406 \sim 25.2729 \sim 52.2006$$

$$r_1 = 18.49857 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.60342 \quad d_1 = 38.0$$

$$r_2 = 62.51333 \quad d_2 = 0.120000$$

$$r_3 = 44.69607 \text{ (非球面)} \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.84666 \quad d_2 = 23.8$$

$$r_4 = 22.99295 \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 17.10251 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.74077 \quad d_3 = 27.8$$

$$r_7 = 12.27490 \quad d_7 = 3.588289$$

$$r_8 = 120.61439 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 6.504213 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

$$r_9 = -11.29267 \text{ (非球面)} \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -15.22807 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad d_5 = 23.8$$

$$r_{11} = -12.95740 \quad d_{11} = 2.488967$$

$$r_{12} = -14.04508 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.74100 \quad d_6 = 52.7$$

$$r_{13} = -1381.78078$$

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.49
d ₄	3.6900	13.6379	21.3135
d ₉	11.9212	5.4322	0.7770

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.525673 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.103955 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.513662 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.105214 \times 10^{-10}$$

10

20

30

40

50

第 3 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.859375 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.119036 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.262707 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 0.615198 \times 10^{-11}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.584914 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.101336 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.121361 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.399212 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.318414 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.151829 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.109722 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.259649 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.903062 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = -0.251294 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.620397 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.172263 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.879896 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.660168 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.422676 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.157850 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.713553 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.349518 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.141283 \times 10^{-10}$$

【 0 0 5 7 】

実施例 3

$$f = 38.90 \sim 63.00 \sim 102.50$$

$$F_{N0} = 4.49 \sim 4.84 \sim 5.51$$

$$= 29.10^\circ \sim 18.95^\circ \sim 11.92^\circ$$

$$f_B = 8.1465 \sim 24.9036 \sim 50.4184$$

$$r_1 = 25.88441 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.72916 \quad d_1 = 54.7$$

$$r_2 = -134.39800 \quad d_2 = 0.100000$$

$$r_3 = -419.78353 \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.80100 \quad d_2 = 35.0$$

$$r_4 = 36.93486 \text{ (非球面)} \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 18.12806 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.69895 \quad d_3 = 30.1$$

$$r_7 = 14.00163 \quad d_7 = 3.170891$$

$$r_8 = -484.53231 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 5.686798 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

10

20

30

40

50

$r_9 = -11.73312$ (非球面) $d_9 = (\text{可変})$
 $r_{10} = -15.27798$ (非球面) $d_{10} = 2.430000$ $n_{d5} = 1.84666$ $d_5 = 23.8$
 $r_{11} = -13.01365$ $d_{11} = 1.253472$
 $r_{12} = -14.15786$ (非球面) $d_{12} = 1.650000$ $n_{d6} = 1.72916$ $d_6 = 54.7$
 $r_{13} = 769.28220$

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.50
d ₄	3.6900	11.8135	18.8888
d ₉	11.9860	5.5303	0.7770

10

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.296373 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.165440 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.591936 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.638549 \times 10^{-12}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.409524 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.230156 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.595887 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.962000 \times 10^{-12}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.608955 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.101161 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.904478 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.270076 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.278171 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.157960 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.519863 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.137430 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.711250 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.350560 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.145531 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

20

30

40

50

$$A_4 = -0.142061 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.115449 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.996954 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.597049 \times 10^{-10}$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.443017 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.887543 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.531850 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.183791 \times 10^{-10}$$

【 0 0 5 8 】

実施例 4

$$f = 38.90 \sim 64.60 \sim 132.55$$

$$F_{N0} = 4.45 \sim 5.45 \sim 8.02$$

$$= 29.09^\circ \sim 18.51^\circ \sim 9.28^\circ$$

$$f_B = 8.1678 \sim 26.7938 \sim 72.9799$$

$$r_1 = 39.80842 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.60300 \quad d_1 = 65.5$$

$$r_2 = -34.07202 \quad d_2 = 0.100000$$

$$r_3 = -38.49500 \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.67790 \quad d_2 = 50.7$$

$$r_4 = 99.86819 \text{ (非球面)} \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 16.40761 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.496314 \quad n_{d3} = 1.75520 \quad d_3 = 27.5$$

$$r_7 = 12.03637 \quad d_7 = 4.073250$$

$$r_8 = 260.70426 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 5.462459 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

$$r_9 = -11.39110 \text{ (非球面)} \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -15.88023 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad d_5 = 23.8$$

$$r_{11} = -13.05299 \quad d_{11} = 0.868923$$

$$r_{12} = -14.39908 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.71992 \quad d_6 = 53.1$$

$$r_{13} = 187.56223$$

ズーム間隔

f	38.90	64.60	132.55
d ₄	3.7453	13.0557	23.4356
d ₉	13.9134	7.3537	1.3954

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.369384 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.201390 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.955882 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.651815 \times 10^{-13}$$

第 4 面

$$K = 0$$

10

20

30

40

50

$$A_4 = -0.438056 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.222638 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.793156 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.151285 \times 10^{-11}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.527052 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.890524 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.106263 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.268781 \times 10^{-9}$$

10

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.330925 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.244974 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.578278 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.184818 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.114008 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.331717 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.392908 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

20

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.168018 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.127195 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.776293 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.421904 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.278806 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.104468 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.418803 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.104664 \times 10^{-10}$$

30

【 0 0 5 9 】

実施例 5

$$f = 38.90 \sim 63.76 \sim 176.20$$

$$F_{N0} = 4.45 \sim 5.38 \sim 10.66$$

$$= 29.11^\circ \sim 18.73^\circ \sim 7.01^\circ$$

$$f_B = 8.1682 \sim 25.8711 \sim 101.8657$$

40

$$r_1 = 39.41755 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.60300 \quad d_1 = 65.5$$

$$r_2 = -38.67280 \quad d_2 = 0.100000$$

$$r_3 = -44.95027 \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.67790 \quad d_2 = 50.7$$

$$r_4 = 86.39684 \text{ (非球面)} \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 17.73835 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.75520 \quad d_3 = 27.5$$

$$r_7 = 13.52957 \quad d_7 = 3.914785$$

$$r_8 = 1027.11475 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 6.123340 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

$$r_9 = -11.45207 \text{ (非球面)} \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -16.03689 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad d_5 = 23.8$$

50

$r_{11} = -13.24028$ $d_{11} = 0.986902$
 $r_{12} = -14.57723$ (非球面) $d_{12} = 1.650000$ $n_{d6} = 1.73211$ $d_6 = 53.5$
 $r_{13} = 155.44298$

ズーム間隔

f	38.90	63.76	176.20
d ₄	3.9414	12.9289	25.2711
d ₉	14.1370	8.0088	0.7770

10

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.369066 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.194068 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.103454 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 0.443898 \times 10^{-12}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.438368 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.225585 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.887736 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.150114 \times 10^{-11}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.551729 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.916230 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.108673 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.264949 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.351889 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.380438 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.531284 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.137428 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.107752 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.196017 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.245889 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.183609 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.127147 \times 10^{-5}$$

20

30

40

50

$$A_8 = 0.790811 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.429998 \times 10^{-10}$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.279610 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.104503 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.419592 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.104060 \times 10^{-10}$$

【 0 0 6 0 】

実施例 6

$$f = 35.77 \sim 50.50 \sim 68.50$$

$$F_{N0} = 2.88 \sim 3.66 \sim 4.52$$

$$= 31.16^\circ \sim 23.19^\circ \sim 17.52^\circ$$

$$f_B = 8.0899 \sim 19.0526 \sim 32.1385$$

$$r_1 = 517.77500 \quad d_1 = 2.000000 \quad n_{d1} = 1.72151 \quad d_1 = 29.2$$

$$r_2 = 44.00391 \text{ (非球面)} \quad d_2 = 0.120000$$

$$r_3 = 20.68156 \quad d_3 = 3.600000 \quad n_{d2} = 1.77250 \quad d_2 = 49.6$$

$$r_4 = 79.99374 \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 19.15290 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.371112 \quad n_{d3} = 1.80518 \quad d_3 = 25.4$$

$$r_7 = 14.56995 \quad d_7 = 2.600000$$

$$r_8 = -90.65254 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 4.695293 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

$$r_9 = -10.68862 \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -15.21401 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad d_5 = 23.8$$

$$r_{11} = -12.92559 \text{ (非球面)} \quad d_{11} = 2.850000$$

$$r_{12} = -13.99499 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.69350 \quad d_6 = 50.8$$

$$r_{13} = 491.35330$$

ズーム間隔

f	35.77	50.50	68.50
d ₄	3.6900	10.7448	15.6562
d ₉	10.0443	4.6912	0.7770

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.511096 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.118094 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 0.951352 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.761340 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.103714 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.218881 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.288105 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.306499 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.237361 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.380474 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.109291 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.302512 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.218136 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.297237 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.495078 \times 10^{-10}$$

第 11 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.117287 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.255880 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.158499 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.545484 \times 10^{-12}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.817768 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.522390 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.370928 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.171407 \times 10^{-10}$$

【 0 0 6 1 】

実施例 7

$$f = 29.20 \sim 38.40 \sim 48.50$$

$$F_{N0} = 3.41 \sim 4.17 \sim 4.85$$

$$= 36.61^\circ \sim 29.40^\circ \sim 24.03^\circ$$

$$f_B = 8.0873 \sim 15.6133 \sim 23.6724$$

$$r_1 = 425.50000 \quad d_1 = 2.00000 \quad n_{d1} = 1.68034 \quad d_1 = 31.7$$

$$r_2 = 23.83577 \text{ (非球面)} \quad d_2 = 0.12000$$

$$r_3 = 15.14929 \quad d_3 = 3.60000 \quad n_{d2} = 1.77250 \quad d_2 = 49.6$$

$$r_4 = 47.73625 \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \text{(絞リ)} \quad d_5 = 0.70000$$

$$r_6 = 14.77875 \quad d_6 = 3.00000 \quad n_{d3} = 1.56255 \quad d_3 = 68.9$$

$$r_7 = 24.45556 \quad d_7 = 2.60000$$

$$r_8 = -14.04628 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 4.518938 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad d_4 = 81.6$$

$$r_9 = -7.51664 \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -40.46094 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.43000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad d_5 = 23.8$$

$$r_{11} = -21.53449 \quad d_{11} = 2.082081$$

$$r_{12} = -12.69028 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.81117 \quad d_6 = 34.0$$

$$r_{13} = 177.00069$$

10

20

30

40

ズーム間隔

f	29.20	38.40	48.50
d ₄	3.6900	8.9596	12.9364
d _g	6.1690	3.0086	0.7770

10

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.173022 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.641879 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.753061 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.601026 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -0.374216 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.231852 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -0.139288 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.319537 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.791614 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.771038 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.198293 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.111901 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 0.547549 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.299544 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.313857 \times 10^{-10}$$

【 0 0 6 2 】

次に、上記実施例 1 ~ 7 の条件式 (1)、(2) の値を示す。

20

30

実施例	ϕ_1 / ϕ_w	m_{3T} / m_{3W}
1	0.4497	2.11
2	0.3245	2.25
3	0.4539	2.21
4	0.3435	2.86
5	0.3259	3.77
6	0.4709	1.66
7	0.2558	1.53

10

【0063】

以上の本発明の小型のズームレンズは、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、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0064】

〔2〕 物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4 \quad \dots (2)$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0065】

〔3〕 前記第2群の第1レンズが負のメニスカスレンズにて構成されたことを特徴とする上記〔1〕又は〔2〕記載の小型のズームレンズ。

【0066】

〔4〕 前記第2群の第1レンズの物体側面に非球面を使用したことを特徴とする上記〔1〕から〔3〕の何れか1項記載の小型のズームレンズ。

【0067】

〔5〕 前記の広角端から望遠端への変倍に際し、前記第1群と前記第2群の間隔を広げると共に、前記第2群と前記第3群の間隔を狭めるように各群が移動することを特徴とす

30

40

50

る上記〔 1 〕から〔 4 〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

【 0 0 6 8 】

〔 6 〕 前記第 2 群の第 2 レンズが以下の条件を満たすことを特徴とする上記〔 1 〕から〔 5 〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

$$d_2 > 60 \quad \dots (3)$$

ただし、 d_2 は第 2 群の第 2 レンズの媒質のアッペ数である。

【 0 0 6 9 】

〔 7 〕 前記の各群がそれぞれ 2 枚のレンズのみから構成され、レンズ構成を 3 群 6 枚とすることによって広角端でのレンズ全長のコンパクト化を図ったことを特徴とする上記〔 1 〕から〔 6 〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によると、物体側より順に、正屈折力の第 1 群、正屈折力の第 2 群、及び、負屈折力の第 3 群にて構成し、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、前記の条件（ 1 ）、（ 2 ）を満たす構成であって、少ないレンズ枚数でありながらレンズ構成と非球面の効果的な使用により、大幅な小型化と高い性能を得ることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のズームレンズの実施例 1 の広角端、中間焦点距離、望遠端での光軸を含むレンズ断面図である。

【図 2】 本発明のズームレンズの実施例 2 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 3】 本発明のズームレンズの実施例 3 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 4】 本発明のズームレンズの実施例 4 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 5】 本発明のズームレンズの実施例 5 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 6】 本発明のズームレンズの実施例 6 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 7】 本発明のズームレンズの実施例 7 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 8】 実施例 1 の収差図である。

【図 9】 実施例 2 の収差図である。

【図 10】 実施例 3 の収差図である。

【図 11】 実施例 4 の収差図である。

【図 12】 実施例 5 の収差図である。

【図 13】 実施例 6 の収差図である。

【図 14】 実施例 7 の収差図である。

【符号の説明】

G 1 ... 第 1 レンズ群

G 2 ... 第 2 レンズ群

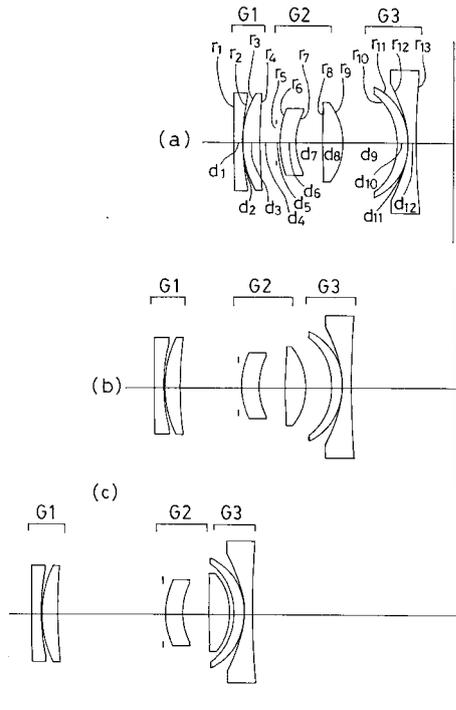
G 3 ... 第 3 レンズ群

10

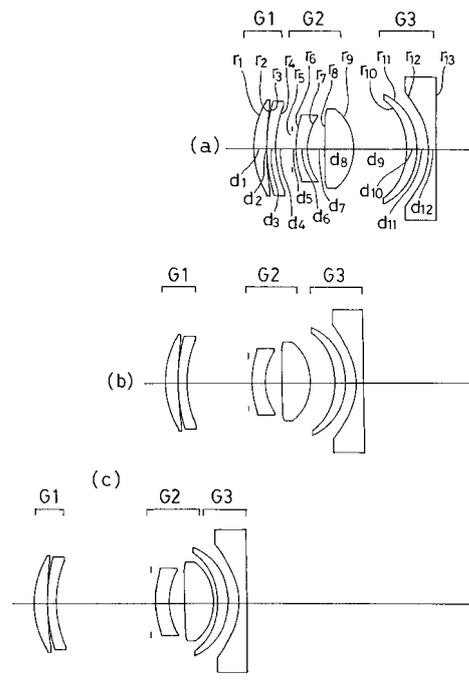
20

30

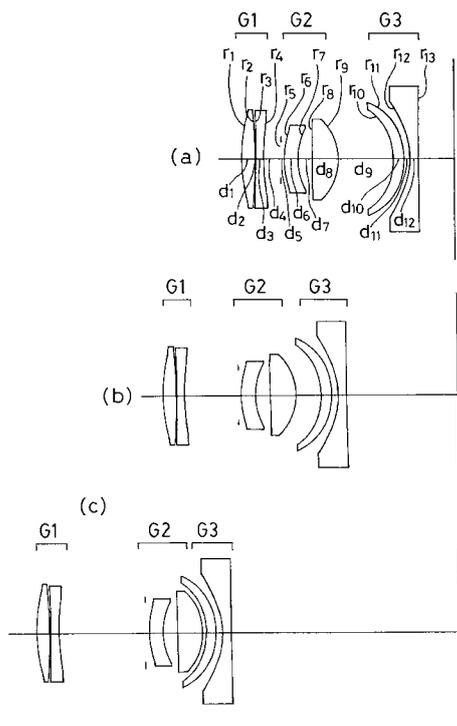
【 図 1 】



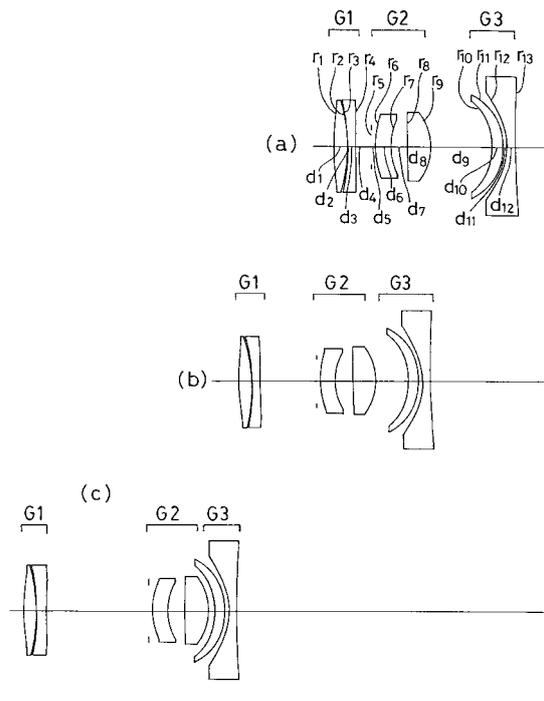
【 図 2 】



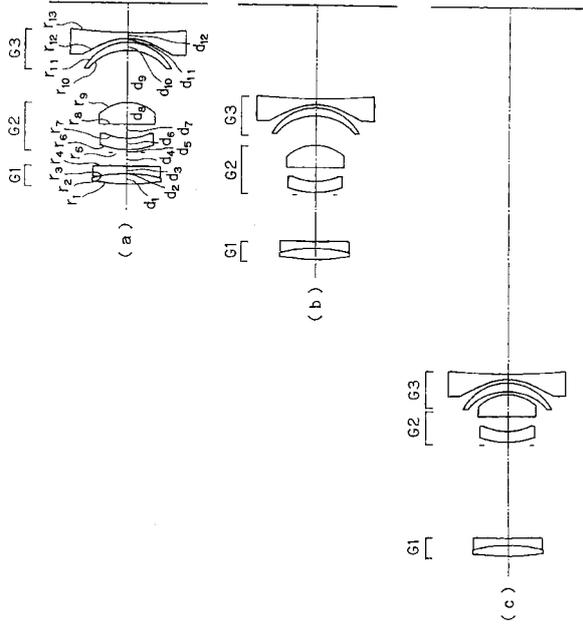
【 図 3 】



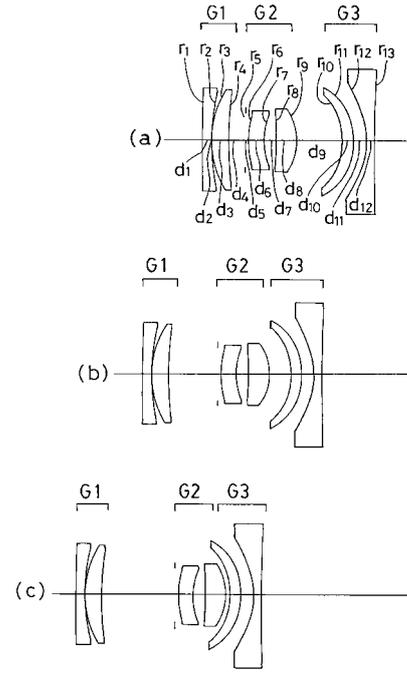
【 図 4 】



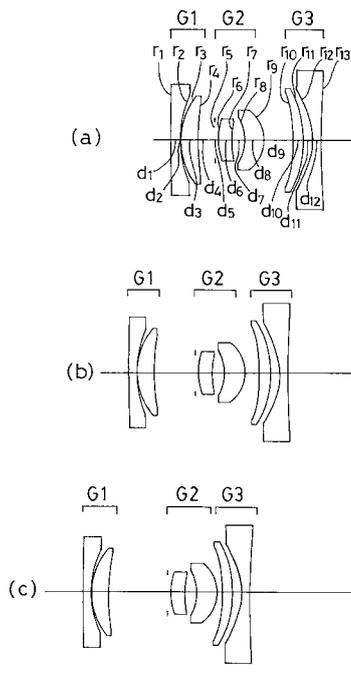
【 図 5 】



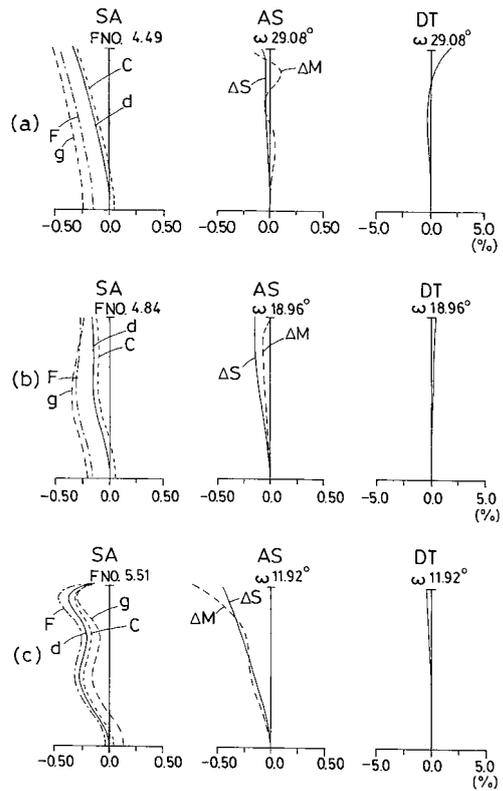
【 図 6 】



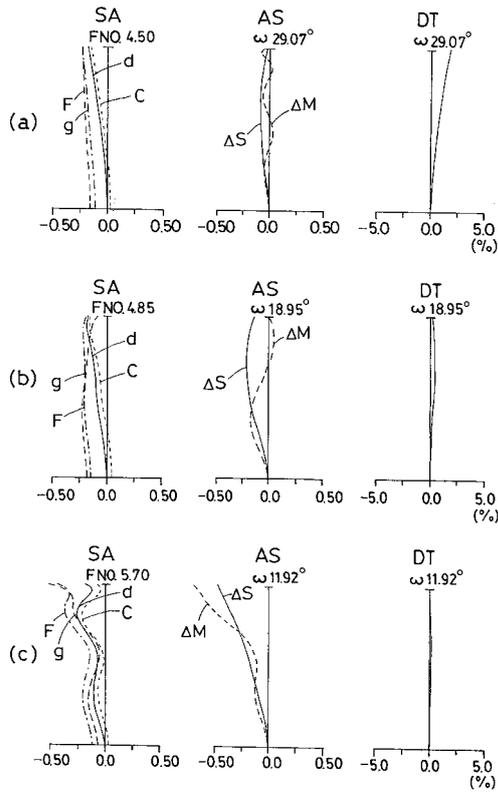
【 図 7 】



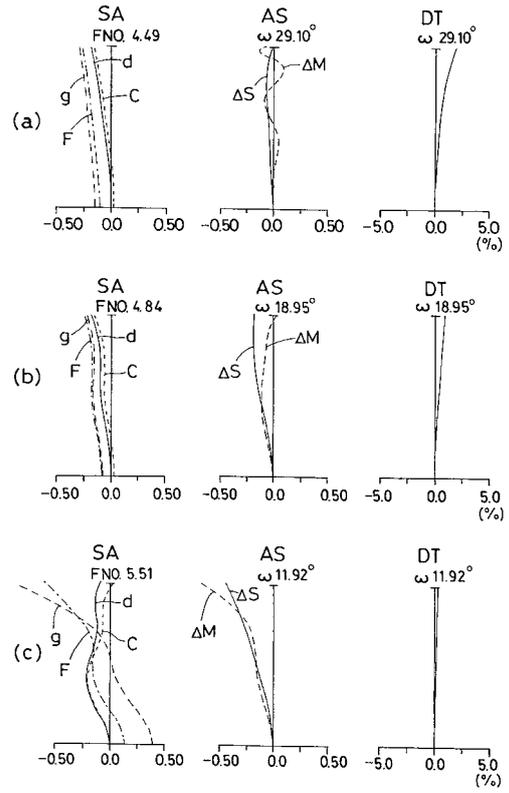
【 図 8 】



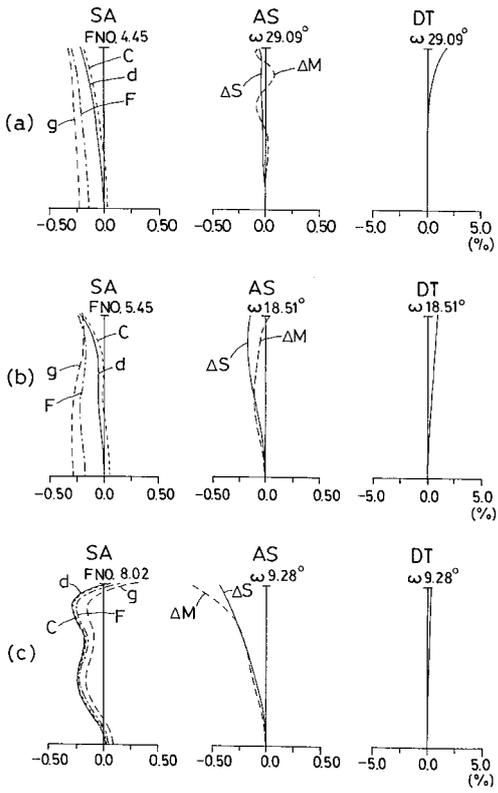
【 図 9 】



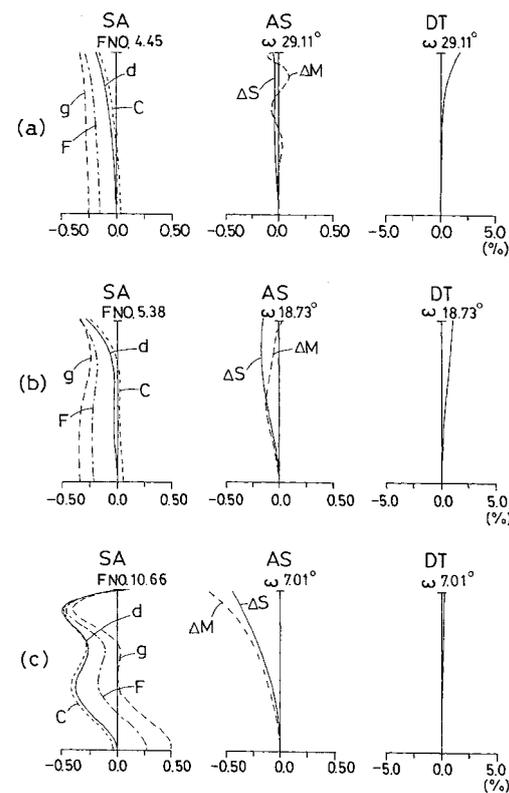
【 図 10 】



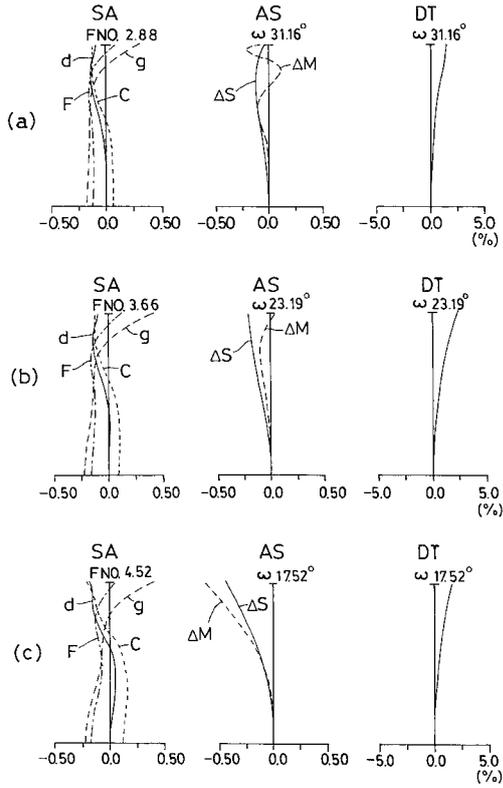
【 図 11 】



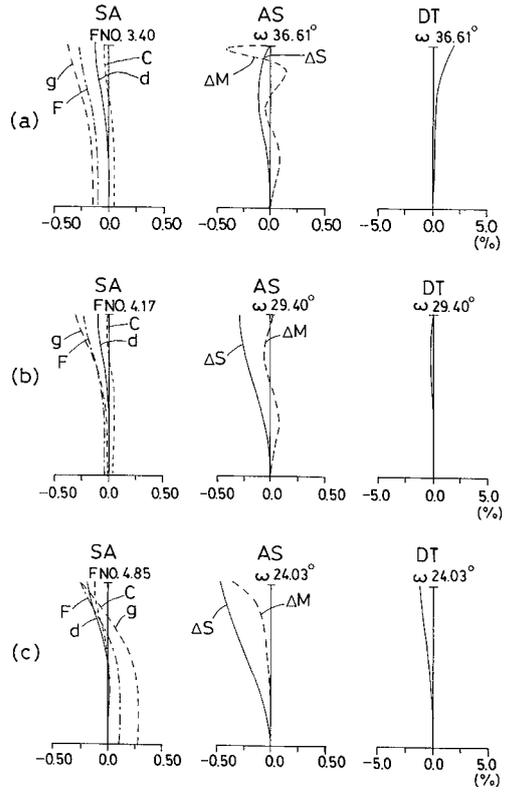
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



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 山梨隆則

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4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 6 - 75192 (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