(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3584107号
(P3584107)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月6日(2004.8.6)

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

請求項の数 5　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平8-17140
(22)出願日　平成8年1月6日(1996.1.6)
(65)公開番号　特開平9-184982
(43)公開日　平成9年7月15日(1997.7.15)
審査請求日　平成14年12月17日(2002.12.17)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　三坂　誠
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　森内　正明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側より順に正の屈折力の第１群、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、そして正の屈折力の第４群の４つのレンズ群より成り、該第２群と第４群との間に絞りを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、該第１群と第２群の間隔が増加し、該第２群と第３群の間隔が減少し、該第３群と第４群の間隔が変化するように該第１，第３，第４群を物体側へ移動させており、該第１群は正レンズと負レンズの２つのレンズより成り、該第２群は１枚又は２枚の負レンズと１枚の正レンズより成り、該第３群は正レンズと負レンズの２つのレンズより成り、該第ｉ群の焦点距離をｆｉ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとしたとき、
１．５＜ｆ１／ｆｗ＜４．５
０．４＜－ｆ２／ｆｗ＜１．２
なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２】
前記第２群でフォーカスを行っていることを特徴とする請求項１のズームレンズ。
【請求項３】
前記第３群は正レンズと負レンズより成り、
０．５＜ｆ３／ｆｗ＜２．０
なる条件を満足することを特徴とする請求項１又は２のズームレンズ。
【請求項４】

前記第４群は１枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの２枚のレンズより成り、そして少なくとも１つの非球面を有することを特徴とする請求項１～３いずれかのズームレンズ。
【請求項５】
前記第４群の焦点距離をｆ４としたとき、
１．２＜ｆ４／ｆｗ＜２０
なる条件を満足することを特徴とする請求項１～４いずれかのズームレンズ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、一眼レフカメラ、レンズシャッターカメラ、ビデオカメラ等に好適な全体として４つのレンズ群より成るズームレンズに関し、特に各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ構成の簡素化を図りつつ収差補正を良好に行うと共にレンズ全長（第１レンズ面から像面までの距離）の短縮化を図った広角端の撮影画角が約６０～７５度、変倍比２～３．５程度のズームレンズに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
最近、一眼レフカメラ、レンズシャッターカメラ、ビデオカメラ等の小型化に伴い、これらに使用される撮影レンズとしてレンズ全長が短く、かつ小型軽量であるズームレンズが要望されている。
【０００３】
例えば、特開昭５４－３０８５５号公報、特開昭５７－５０１２号公報、特開昭５７－２９０２４号公報、特開昭６０－５７８１４号公報、特開昭６１－５６３１５号公報、特開平４－３１７０１９号公報、特開平４－３１７０２０号公報、特開平４－３２１００７号公報等では、物体側より順に正、負、そして正の屈折力の３つのレンズ群より成り、レンズ系全体の小型化を図った３群ズームレンズが提案されている。
【０００４】
特開昭６０－１４２１３号公報や特開昭６０－１４２１４号公報では、物体側より順に正、負、正、そして正の屈折力の４つのレンズ群より成り、広角端の撮影画角が６０度程度、変倍比３～６程度のズームレンズが提案されている。
【０００５】
特開昭６２－２４７３１６号公報や特開昭６２－２４２１３号公報では物体側より順に正の屈折力の第１群、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、そして正の屈折力の第４群の４つのレンズ群を有し、第２群を移動させて変倍を行い、第４群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正とフォーカスを行ったズームレンズが提案されている。
【０００６】
特開昭５８－１６０９１３号公報では、物体側より順に正の屈折力の第１群、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、そして正の屈折力の第４群の４つのレンズ群を有し、第１群と第２群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を第４群を移動させて補正したズームレンズが提案されている。
【０００７】
特開昭６３－６６５２２号公報では、物体側より順に正、負、正、そして正の屈折力の４つのレンズ群を有し、第１，第３，第４レンズ群を移動させて変倍を行った４群ズームレンズが提案されている。特開平３－６５０７号公報では、物体側より順に正、負、正、そして正の屈折力の４つのレンズ群を有し、４つのレンズ群を各々独立に移動させて変倍を行った４群ズームレンズが提案されている。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
一般にズームレンズにおいて、レンズ系全体の小型化を図りつつ、所定の変倍比を有しつつ、全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るには、各レンズ群のレンズ構成を適切に設定する必要がある。ズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力を強めれば変倍におけ

る各レンズ群の移動量が少なくなり、レンズ全長の短縮化が可能となる。しかしながら、各レンズ群の屈折力を単に強めると変倍に伴う収差変動が大きくなり、これを良好に補正するのが難しくなってくるという問題点が生じてくる。

【０００９】

先の特開昭６０－５７８１４号公報で提案されているズームレンズは、広角端から望遠端への変倍の際に絞りが第２群と一体的に移動している為、Ｆナンバーの変動が大きくなる傾向があった。又バックフォーカスが短いので、一眼レフ用の交換レンズへの使用には難しいという問題点があった。

【００１０】

特開昭６０－１４２３１９号公報、特開昭６１－５６３１５号公報、特開平１－２２３４１０号公報、特開平１－２４１５１３号公報では、望遠型のズームレンズが提案されているが、広角側の焦点距離が長過ぎる傾向があり、通常の撮影への使用には不十分であった。又、これらのレンズタイプをそのまま広角化しようとしても、収差に無理をきたしたりバックフォーカスが確保できないといった問題点を有している。

【００１１】

特開平４－３１７０１９号公報、特開平４－３１７０２０号公報、特開平４－３２１００７号公報では、３つのレンズ群より成る３群ズームタイプを基本として、レンズ枚数の削減を行っているが、ズームタイプとしての潜在能力が低い為、全レンズ面の約半数以上への非球面使用が必要になっており、製造が困難となることやコストアップといった問題点を有している。

【００１２】

特開昭６０－１４２１３号公報、特開昭６２－２４２１３号公報、特開昭６３－６６５２２号公報、そして特開平３－６５０７号公報で提案されている４群ズームレンズは、レンズ系全体としてレンズ枚数が多く、レンズ全長が長く、レンズ系全体が大型化する傾向があった。

【００１３】

本発明は全体として４つのレンズ群より成る４群ズームレンズにおいて、各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより変倍比２～３．５程度で広角端の撮影画角６０～７５度と広画角を有しつつ、レンズ全長の短縮化を図った全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズの提供を目的とする。

【００１４】

【課題を解決するための手段】

本発明のズームレンズは、

物体側より順に正の屈折力の第１群、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、そして正の屈折力の第４群の４つのレンズ群より成り、該第２群と第４群との間に絞りを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、該第１群と第２群の間隔が増加し、該第２群と第３群の間隔が減少し、該第３群と第４群の間隔が変化するように該第１，第３，第４群を物体側へ移動させており、該第１群は正レンズと負レンズの２つのレンズより成り、該第２群は１枚又は２枚の負レンズと１枚の正レンズより成り、該第３群は正レンズと負レンズの２つのレンズより成り、該第ｉ群の焦点距離をｆｉ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとしたとき、

１．５＜ｆ１／ｆｗ＜４．５　　……（１）

０．４＜－ｆ２／ｆｗ＜１．２　　……（２）

なる条件を満足することを特徴としている。

【００１５】

【発明の実施の形態】

図１～図７は本発明の数値実施例１～７の広角端のレンズ断面図である。

【００１６】

図中、Ｌ１は正の屈折力の第１群、Ｌ２は負の屈折力の第２群、Ｌ３は正の屈折力の第３群、Ｌ４は正の屈折力の第４群、ＳＰは絞りであり第２群と第４群との間、本発明では第

３群の前方に設けている。ＦＰはフレアーカット絞りであり第３群と第４群との間に設けている。ＩＰは像面である。

【００１７】

本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して、第１，第３，第４群を物体側へ第１群と第２群の間隔が増加し、第２群と第３群の間隔が減少し、第３群と第４群の間隔が減少するように移動させている。尚、絞りＳＰとフレアーカット絞りＦＰは第３群と一体的に移動させている。フォーカスは第２群を移動させて行っている。

【００１８】

図１～図５の数値実施例１～５では、第１群Ｌ１を物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの２つのレンズより構成している。第２群Ｌ２を物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、そして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの３つのレンズより構成している。第３群Ｌ３を両レンズ面が凸面の正レンズと負レンズの２つのレンズ又は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと正レンズの２つのレンズより構成している。第４群Ｌ４を両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凹面の負レンズの２つのレンズ又は像面側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの１つのレンズより構成している。

【００１９】

図６の数値実施例６では、第１群Ｌ１を物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの２つのレンズより構成している。第２群を両レンズ面が凹面の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの２つのレンズより構成している。第３群を両レンズ面が凸面の正レンズと像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズの２つのレンズより構成している。第４群を像面側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの１つのレンズより構成している。

【００２０】

図７の数値実施例７では、第１群を正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズの２つのレンズより構成している。第２群を両レンズ面が凹面の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの２つのレンズより構成している。第３群を両レンズ面が凸面の正レンズと像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズの２つのレンズより構成している。第４群を像面側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの１つのレンズより構成している。

【００２１】

このように本発明では各レンズ群のレンズ構成を特定し、これにより所定の変倍比を確保しつつ、レンズ系全体の小型化を達成している。特に、第１群を所定形状の２つのレンズより構成することにより、第１群の小型化を図っている。又、第２群を所定形状の２枚又は３枚のレンズより構成して、第２群の光軸上の薄型化とともに第１群の小型化を効果的に図っている。

【００２２】

即ち、一般的にレンズ群は絞りから近い位置に配置する方がレンズ外径を小さくすることができる。本発明では、広角端から望遠端への変倍に伴ってＦナンバーの変動を小さくする為に広角側において、絞りを第２群から像面側へ離れた位置に配置している。そして第２群を前述の如く構成して光軸上での厚さを薄くすることにより、第１群と絞りの間隔を短くし、その結果、第１群の外径を小さくしている。又、外径を小さくすることにより第１群内の正レンズのコバ厚に余裕ができ、これにより更なる薄型化を達成している。

【００２３】

又、正の第３群を１つの正レンズと１つの負レンズより構成しており、これにより正レンズで発生する色収差を負レンズでキャンセルして良好なる光学性能を得ている。

【００２４】

又、広角端から望遠端への変倍の際、絞りを第２群に近づけており、これにより広角側で絞りを第２群から像面側に離れた位置に配置するようにして、変倍に伴うＦナンバーの変動を抑制する効果を更に高めている。そして望遠側で絞りと第２群を近づけることによっ

て、第２群から射出された発散する軸上光束を比較的小さな絞り径で制限することを可能として、広角側のＦナンバーが必要以上に明るくならないという効果を得ている。

【００２５】

又、本発明では絞りを第３群に近い位置又は内部に配置して、これにより第１群と第４群の外径をバランス良く保っている。又本発明においては、鏡筒構造を簡素化する為に変倍の際に絞りと第３群を一体に移動している。

【００２６】

本発明のズームレンズでは、変倍の際、第３群と第４群の間隔を変化させて、第３群から射出された軸外光束が広角側と望遠側において第４群を異なる高さを通過するようにしている。これによって広角側と望遠側において、特に歪曲収差を効率よく補正している。特に本発明では広角側から望遠側への変倍の際、第３群と第４群の間隔を減少させており、これにより上記効果を更に高めている。

【００２７】

尚、本発明においては、第４群に正の屈折力をもたせることによって、広角端におけるバックフォーカスを十分確保している。

【００２８】

本実施例では、前述の如く４つのレンズ群の屈折力とレンズ構成、そして変倍に伴う各レンズ群の移動条件を設定すると共に、第１，第２群の屈折力を条件式（１），（２）を満足するように設定している。これにより各レンズ群に変倍をバランス良く分担させ、高変倍化を容易にすると共に全変倍範囲にわたり収差補正を良好に行っている。

【００２９】

次に前述の条件式（１），（２）の技術的意味について説明する。

【００３０】

条件式（１）は第１群の焦点距離を規定するものであり、上限値を越えると望遠側で十分なテレフォトタイプをとることができなくなり、明るいＦナンバーを確保することが困難となる。また下限値を越えると少ないレンズ枚数で球面収差及び望遠側における正の歪曲収差の補正が困難となる。

【００３１】

本発明において更に良好な光学性能を得る為には、条件式（１）を次の範囲とするのが良い。

【００３２】

１．９＜ｆ１／ｆｗ＜３．０　　・・・・・・・・（１ａ）

条件式（２）は第２群の焦点距離を規定するものであり、上限値を越えると高変倍を維持することが困難となり、下限値を越えると少ないレンズ枚数で広角側における負の歪曲収差の良好なる補正が困難となる。

【００３３】

本発明において更に良好な性能とする為には、条件式（２）を次の範囲とするのが良い。

【００３４】

０．４４＜－ｆ２／ｆｗ＜１．０　　・・・・・・（２ａ）

本発明では以上のようなズーム方式及び前述でしたレンズ構成をとることにより、レンズ全長の短縮化、特に広角端での広画角化及びレンズ全長の短縮化を図りつつ変倍比２～３．５程度と変倍に伴う収差変動を良好に補正し、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得ている。

【００３５】

本発明において更にレンズ全長の短縮化を図りつつ、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るには、次の諸条件のうちの少なくとも１つを満足させるのが良い。

【００３６】

（Ａ１）第３群は正レンズと負レンズより成り、

０．５＜ｆ３／ｆｗ＜２．０　　・・・・・・（３）

なる条件を満足することである。

【００３７】
本発明では第３群を以上の条件を満足するようにして、諸収差のうち特に色収差の発生を少なくしつつ、レンズ系全体の小型化を図っている。
【００３８】
条件式（３）の上限値を越えると、変倍の際、第３群の移動量が多くなり、全系が大型化してくる。また下限値を越えると特に球面収差の良好なる補正が困難となる。
【００３９】
本発明において望ましくは条件式（３）を以下の範囲にするのが良い。
【００４０】
０．６＜ｆ３／ｆｗ＜１．８　　・・・・・・（３ａ）
（Ａ２）第４群の焦点距離をｆ４としたとき、
ｆ４／ｆｗ＜２０　　・・・・・・・・（４）
なる条件を満足させるのが良い。
【００４１】
これによれば広角端で十分なバックフォーカスが得られるとともに広角側での負の歪曲収差を良好に補正することができる。
【００４２】
本発明において更に好ましくは、条件式（４）は、
１．２＜ｆ４／ｆｗ＜２０　　・・・・・・・・（４ａ）
を満足させるのが良い。
【００４３】
尚、第４群を１つの正レンズで構成するときは、条件式（４）を以下の範囲とすることが望ましい。
【００４４】
３．０＜ｆ４／ｆｗ＜２０　　・・・・・・・・（４ｂ）
（Ａ３）第４群は１枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの２枚のレンズより成り、そして少なくとも１つの非球面を有することである。
【００４５】
これによればレンズ系全体の小型化を図りつつ、広角端での負の歪曲収差を良好に補正することが容易となる。
【００４６】
（Ａ４）第２群でフォーカシングを行なうことである。
【００４７】
本発明のレンズ構成において、第２群の屈折力は他のレンズ群に比べて強い。したがって第２群でフォーカシングを行なえば、フォーカシングの際の移動量が少なくなり、鏡筒構造を小型化できる。又それと同時に、このフォーカシング方法は一般的に行われている第１群によるフォーカシングに比べて、前玉径の大型化をもたらすことなく、また近接撮影が可能となる等の特長がある。
【００４８】
次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例においてＲｉは物体側より順に第ｉ番目のレンズ面の曲率半径、Ｄｉは物体側より第ｉ番目のレンズ厚及び空気間隔、Ｎｉとνｉは各々物体側より順に第ｉ番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。
【００４９】
又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表－１に示す。
【００５０】
非球面形状は光軸方向にＸ軸、光軸と垂直方向にＨ軸、光の進行方向を正としＲを近軸曲率半径、Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅを各々非球面係数としたとき、
【００５１】
【数１】

$$X = \frac{(1/R)\,H^2}{1+\sqrt{1-(H/R)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表わしている。また「ｅ－Ｘ」は「１０$^{-X}$」を意味している。

（数値実施例１）

F= 28.90～ 77.18　FNO= 4.60 ～ 5.88　2ω= 73.6° ～31.3°

R 1=	33.94	D 1= 1.50	N 1=1.84665	ν 1= 23.8
R 2=	25.51	D 2= 0.22		
R 3=	26.03	D 3= 7.00	N 2=1.69679	ν 2= 55.5
R 4=	127.30	D 4=可変		
R 5=	89.22	D 5= 1.10	N 3=1.71299	ν 3= 53.8
R 6=	10.93	D 6= 4.70		
R 7=	-107.83	D 7= 1.00	N 4=1.71299	ν 4= 53.8
R 8=	22.92	D 8= 0.12		
R 9=	16.59	D 9= 3.05	N 5=1.76182	ν 5= 26.5
R10=	93.07	D10=可変		
R11=	絞り	D11= 1.00		
R12=	15.64	D12= 2.85	N 6=1.66671	ν 6= 48.3
R13=	-23.93	D13= 0.03		
R14=	-24.07	D14= 1.00	N 7=1.80518	ν 7= 25.4
R15=	65.66	D15= 5.43		
R16=	ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ	D16=可変		
R17=	20.57	D17= 3.55	N 8=1.67790	ν 8= 55.3
R18=	-29.37	D18= 0.12		
R19=	-54.19	D19= 1.20	N 9=1.71999	ν 9= 50.3
R20=	25.73			

【００５２】

【表１】

焦点距離 可変間隔	28.90	46.89	77.18
D 4	2.11	10.57	20.50
D10	15.24	7.71	1.50
D16	2.50	1.84	1.33
D20	0.00	8.18	14.91

非球面係数　18面

A=0　B=9.156e-05　C=4.162e-08　D=0　E=0

（数値実施例２）

F= 28.90～ 77.19　FNO= 4.57 ～ 5.88　2ω= 73.6°～31.3°

R 1=	36.17	D 1= 1.50	N 1=1.84665	ν 1= 23.8
R 2=	26.55	D 2= 0.18		
R 3=	27.01	D 3= 6.70	N 2=1.71299	ν 2= 53.8
R 4=	134.87	D 4=可変		
R 5=	108.06	D 5= 1.10	N 3=1.71299	ν 3= 53.8
R 6=	11.22	D 6= 4.73		
R 7=	-133.04	D 7= 1.00	N 4=1.71299	ν 4= 53.8
R 8=	25.37	D 8= 0.12		
R 9=	16.87	D 9= 3.00	N 5=1.76182	ν 5= 26.5
R10=	78.12	D10=可変		
R11=	絞り	D11= 0.50		
R12=	18.89	D12= 3.15	N 6=1.71999	ν 6= 50.3
R13=	-18.17	D13= 0.15		
R14=	-17.41	D14= 1.00	N 7=1.78472	ν 7= 25.7
R15=	-949.72	D15= 4.88		
R16=	ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ	D16=可変		
R17=	-49.86	D17= 1.50	N 8=1.49171	ν 8= 57.4
R18=	-29.09			

【００５３】

【表２】

焦点距離 可変間隔	28.90	47.93	77.19
D 4	2.23	10.82	20.92
D10	16.41	7.74	1.50
D16	5.09	3.96	3.15
D18	0.00	9.80	16.85

非球面係数　18面

A=0　B=6.365e-05　C=1.177e-07　D=5.752e-09　E=-2.328e-11

（数値実施例３）

F= 28.90～ 77.18　FNO= 4.42 ～ 5.88　2ω= 73.6°～31.3°

R 1= 36.31　D 1= 1.50　N 1=1.84665　ν 1= 23.8
R 2= 27.07　D 2= 0.16
R 3= 27.55　D 3= 6.30　N 2=1.71299　ν 2= 53.8
R 4= 136.34　D 4=可変
R 5= 99.37　D 5= 1.10　N 3=1.71299　ν 3= 53.8
R 6= 11.26　D 6= 5.52
R 7= -112.32　D 7= 1.00　N 4=1.71299　ν 4= 53.8
R 8= 24.51　D 8= 0.12
R 9= 17.19　D 9= 3.10　N 5=1.76182　ν 5= 26.5
R10= 81.14　D10=可変
R11= 絞り　D11= 0.50
R12= 18.98　D12= 3.25　N 6=1.71999　ν 6= 50.3
R13= -17.39　D13= 0.08
R14= -16.95　D14= 1.00　N 7=1.78472　ν 7= 25.7
R15= -385.26　D15= 4.36
R16= ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ　D16=可変
R17= -63.59　D17= 2.00　N 8=1.49171　ν 8= 57.4
R18= -32.42

【００５４】

【表３】

焦点距離 可変間隔	28.90	47.20	77.18
D 4	2.34	11.19	21.57
D10	15.15	7.47	1.50
D16	5.18	4.09	3.43
D18	0.00	9.54	17.08

非球面係数　18面

A=0　B=6.434e-05　C=3.126e-07　D=-2.118e-09　E=5.641e-11

（数値実施例４）

F= 28.90～ 77.19　FNO= 4.60 ～ 5.88　2ω= 73.6°～31.3°

R 1= 37.76　D 1= 1.50　N 1=1.84665　ν 1= 23.8
R 2= 29.12　D 2= 0.22
R 3= 29.85　D 3= 6.20　N 2=1.69679　ν 2= 55.5
R 4= 140.64　D 4=可変
R 5= 103.86　D 5= 1.10　N 3=1.69679　ν 3= 55.5
R 6= 11.59　D 6= 5.71
R 7= -288.85　D 7= 1.00　N 4=1.77249　ν 4= 49.6
R 8= 24.66　D 8= 0.12
R 9= 17.41　D 9= 3.00　N 5=1.80518　ν 5= 25.4
R10= 67.94　D10=可変
R11= 絞り　D11= 0.50
R12= 18.20　D12= 1.00　N 6=1.84665　ν 6= 23.8
R13= 10.59　D13= 0.15
R14= 10.82　D14= 3.20　N 7=1.69679　ν 7= 55.5
R15= -198.16　D15= 4.93
R16= ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ　D16=可変
R17= -26.41　D17= 2.00　N 8=1.49171　ν 8= 57.4
R18= -19.80

【００５５】

【表４】

焦点距離 可変間隔	28.90	47.98	77.19
D 4	2.54	12.17	23.46
D10	16.44	7.64	1.50
D16	6.72	5.37	4.55
D18	0.00	10.36	17.58

非球面係数　18面

A=0　B=4.908e-05　C=2.401e-07　D=1.049e-09　E=2.310e-11

（数値実施例５）

F= 28.90～101.49　FNO= 4.06 ～ 5.76　2ω= 73.6°～24.1°

R 1= 45.00　D 1= 1.50　N 1=1.84665　ν 1= 23.8
R 2= 32.33　D 2= 0.29
R 3= 33.32　D 3= 7.40　N 2=1.71299　ν 2= 53.8
R 4= 319.48　D 4=可変
R 5= 66.32　D 5= 1.10　N 3=1.69679　ν 3= 55.5
R 6= 12.77　D 6= 5.92
R 7= -46.98　D 7= 1.00　N 4=1.69679　ν 4= 55.5
R 8= 28.07　D 8= 0.12
R 9= 21.09　D 9= 2.70　N 5=1.84665　ν 5= 23.8
R10= 85.54　D10=可変
R11= 絞り　D11= 0.40
R12= 18.74　D12= 3.30　N 6=1.60311　ν 6= 60.7
R13= -34.45　D13= 1.25
R14= -25.89　D14= 1.00　N 7=1.84665　ν 7= 23.8
R15= -234.67　D15= 8.02
R16= ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ　D16=可変
R17= 28.60　D17= 4.10　N 8=1.67790　ν 8= 55.3
R18= -34.68　D18= 0.12
R19= -92.58　D19= 1.20　N 9=1.77249　ν 9= 49.6
R20= 44.71　D20=可変

【００５６】

【表５】

焦点距離 可変間隔	28.90	54.08	101.49
D 4	2.33	14.30	28.36
D10	19.16	8.93	1.50
D16	3.92	2.34	1.26
D20	0.00	13.84	24.73

非球面係数　5面

A=0　B=-3.606e-06　C=-1.962e-09　D=-1.383e-11　E=2.549e-14

非球面係数　18面

A=0　B=4.417e-05　C=1.414e-08　D=1.060e-11　E=0

（数値実施例６）

F= 36.20～ 67.58　FNO= 4.60 ～ 5.53　2ω= 61.7°～35.5°

R 1=	39.45	D 1= 1.50	N 1=1.84665	ν 1= 23.8
R 2=	30.18	D 2= 0.15		
R 3=	29.72	D 3= 6.00	N 2=1.69679	ν 2= 55.5
R 4=	106.57	D 4=可変		
R 5=	-228.24	D 5= 1.10	N 3=1.69679	ν 3= 55.5
R 6=	11.38	D 6= 3.56		
R 7=	18.69	D 7= 3.10	N 4=1.58306	ν 4= 30.2
R 8=	41.35	D 8=可変		
R 9=	絞り	D 9= 0.50		
R10=	18.10	D10= 3.50	N 5=1.69679	ν 5= 55.5
R11=	-32.69	D11= 2.05		
R12=	-22.25	D12= 1.00	N 6=1.84665	ν 6= 23.8
R13=	-77.32	D13= 1.18		
R14=	ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ	D14=可変		
R15=	-40.10	D15= 2.00	N 7=1.49170	ν 7= 57.4
R16=	-32.80	D16=可変		

【００５７】

【表６】

焦点距離 可変間隔	36.20	48.66	67.58
D 4	5.31	12.81	20.70
D 8	15.66	10.33	4.98
D14	6.59	5.94	5.62
D16	0.00	5.01	10.46

非球面係数　8面

A=0　B=-4.604e-05　C=-4.013e-08　D=-2.221e-09　E=0

非球面係数　16面

A=0　B=7.417e-05　C=2.433e-07　D=2.215e-09　E=0

（数値実施例７）

F= 36.20～ 67.59　FNO= 4.60 ～ 5.62　2ω= 61.7°～35.5°

R 1= 42.42　D 1= 5.50　N 1=1.69679　ν 1= 55.5

R 2= 1137.89　D 2= 0.10

R 3= 497.78　D 3= 1.50　N 2=1.84665　ν 2= 23.8

R 4= 101.62　D 4=可変

R 5= -198.04　D 5= 1.10　N 3=1.69679　ν 3= 55.5

R 6= 11.81　D 6= 3.45

R 7= 19.09　D 7= 3.10　N 4=1.58306　ν 4= 30.2

R 8= 45.30　D 8=可変

R 9= 絞り　D 9= 0.50

R10= 17.65　D10= 3.50　N 5=1.69679　ν 5= 55.5

R11= -34.72　D11= 2.74

R12= -21.40　D12= 1.00　N 6=1.84665　ν 6= 23.8

R13= -99.52　D13= 1.38

R14= ﾌﾚｱｰｶｯﾀｰ　D14=可変

R15= -49.01　D15= 2.00　N 7=1.49171　ν 7= 57.4

R16= -30.52　D16=可変

【００５８】

【表７】

焦点距離 可変間隔	36.20	48.98	67.59
D 4	5.50	13.81	22.25
D 8	15.51	9.89	4.62
D14	5.41	4.91	4.61
D16	0.00	5.28	11.20

非球面係数　8面

A=0　B=-3.917e-05　C=-3.860e-08　D=-1.616e-09　E=0

非球面係数　16面

A=0　B=7.447e-05　C=2.276e-07　D=2.956e-09　E=0

【００５９】
【表８】

表－１

条　件　式	数　値　実　施　例						
	1	2	3	4	5	6	7
(1)　f1/fw	2.517	2.614	2.610	2.824	2.866	2.529	2.850
(2)　-f2/fw	0.610	0.639	0.611	0.655	0.623	0.627	0.662
(3)　f3/fw	1.309	1.010	0.974	0.992	1.499	0.763	0.808
(4)　f4/fw	2.02	4.09	4.56	5.07	1.87	9.29	4.39

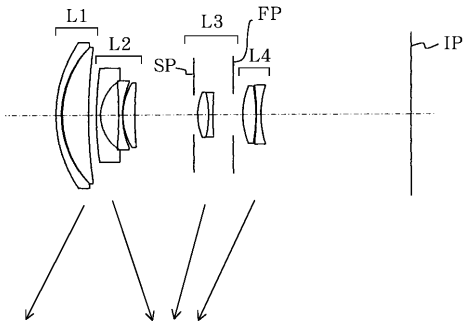
【００６０】
【発明の効果】
本発明によれば以上のように、全体として４つのレンズ群より成る４群ズームレンズにおいて、各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより変倍比２～３．５程度で広角端の撮影画角６０～７５度と広画角を有しつつ、レンズ全長の短縮化を図った全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを達成することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の数値実施例１の広角端のレンズ断面図
【図２】本発明の数値実施例２の広角端のレンズ断面図
【図３】本発明の数値実施例３の広角端のレンズ断面図
【図４】本発明の数値実施例４の広角端のレンズ断面図
【図５】本発明の数値実施例５の広角端のレンズ断面図
【図６】本発明の数値実施例６の広角端のレンズ断面図
【図７】本発明の数値実施例７の広角端のレンズ断面図
【図８】本発明の数値実施例１の広角端の収差図
【図９】本発明の数値実施例１の中間の収差図
【図１０】本発明の数値実施例１の望遠端の収差図
【図１１】本発明の数値実施例２の広角端の収差図
【図１２】本発明の数値実施例２の中間の収差図
【図１３】本発明の数値実施例２の望遠端の収差図
【図１４】本発明の数値実施例３の広角端の収差図
【図１５】本発明の数値実施例３の中間の収差図
【図１６】本発明の数値実施例３の望遠端の収差図
【図１７】本発明の数値実施例４の広角端の収差図
【図１８】本発明の数値実施例４の中間の収差図
【図１９】本発明の数値実施例４の望遠端の収差図
【図２０】本発明の数値実施例５の広角端の収差図
【図２１】本発明の数値実施例５の中間の収差図
【図２２】本発明の数値実施例５の望遠端の収差図
【図２３】本発明の数値実施例６の広角端の収差図
【図２４】本発明の数値実施例６の中間の収差図
【図２５】本発明の数値実施例６の望遠端の収差図
【図２６】本発明の数値実施例７の広角端の収差図
【図２７】本発明の数値実施例７の中間の収差図

【図２８】本発明の数値実施例７の望遠端の収差図

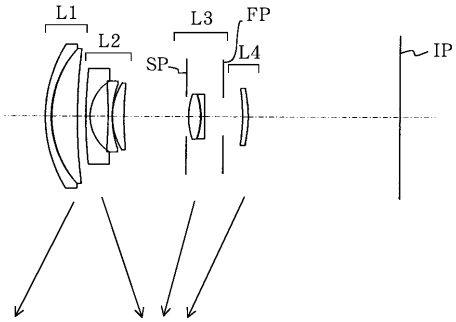
【符号の説明】

Ｌ１　第１群
Ｌ２　第２群
Ｌ３　第３群
Ｌ４　第４群
ＳＰ　絞り
ｄ　ｄ線
ｇ　ｇ線
Ｓ　サジタル像面
Ｍ　メリディオナル像面
ＩＰ　像面

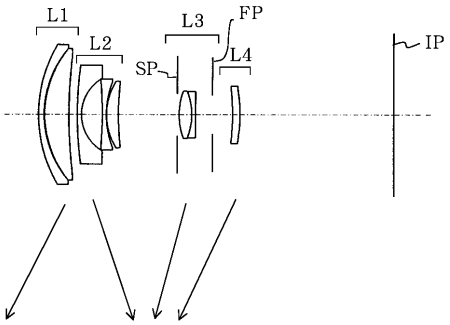
【図１】



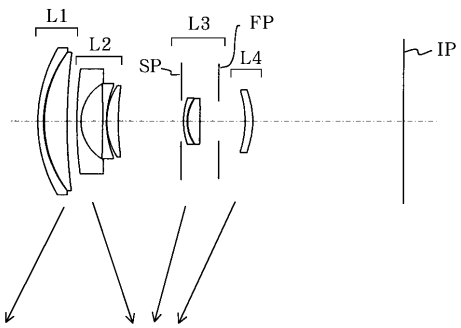
【図２】



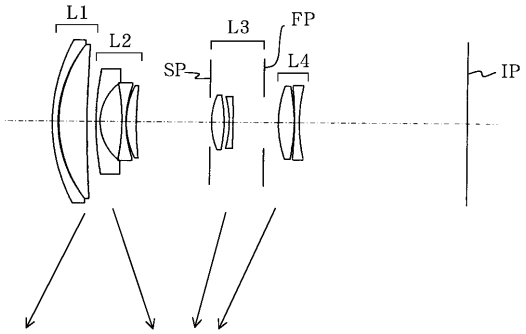
【図３】



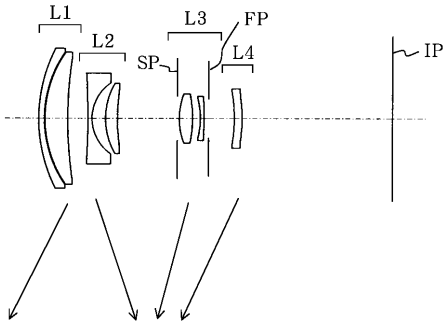
【図４】



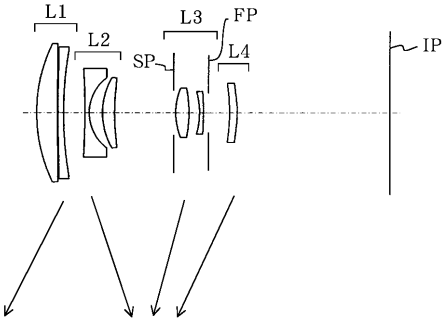
【図５】



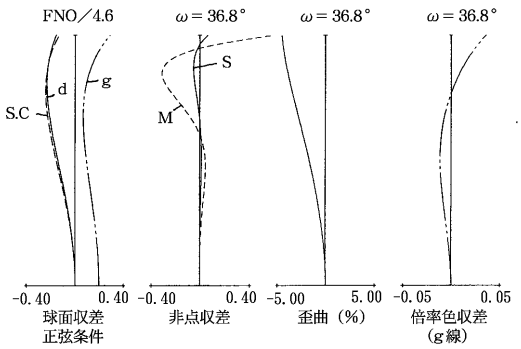
【図６】



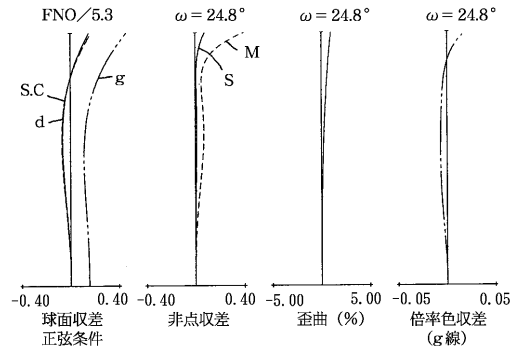
【図７】



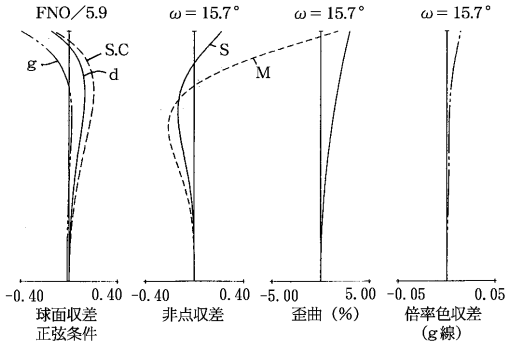
【図８】



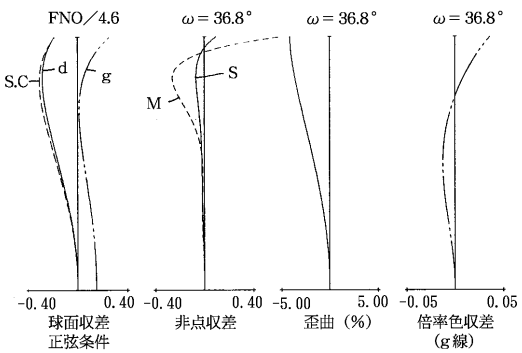
【図９】



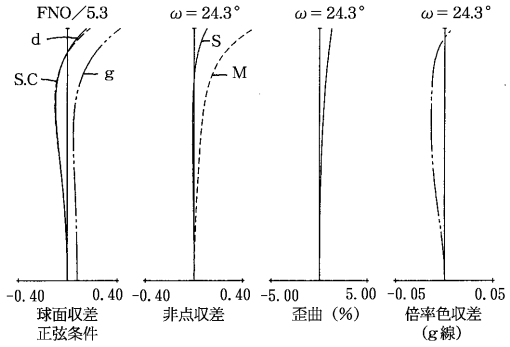
【図１０】



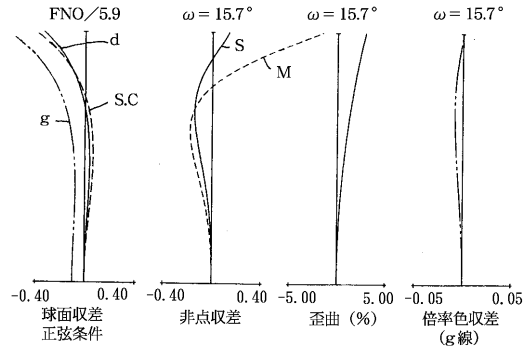
【図１１】



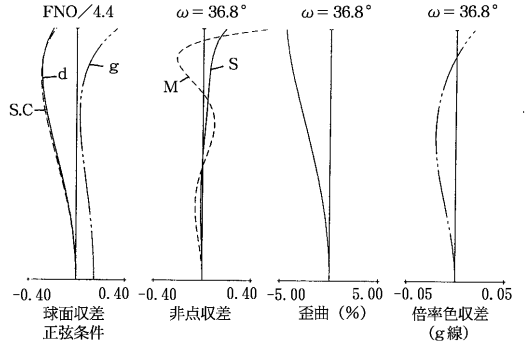
【図１２】



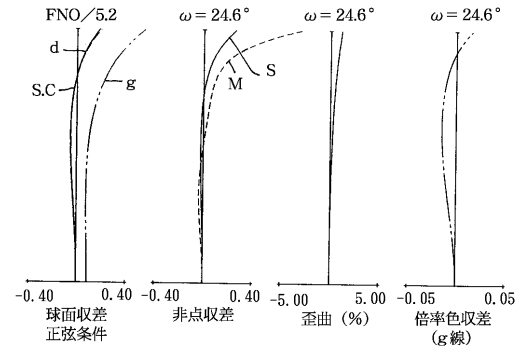
【図１３】



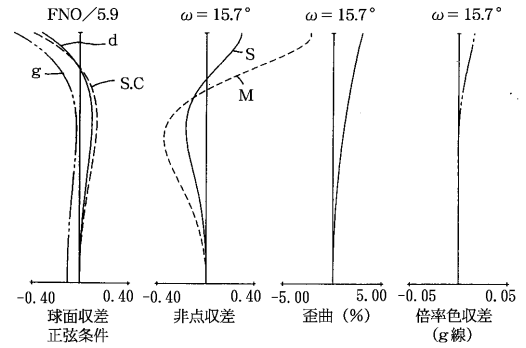
【図１４】



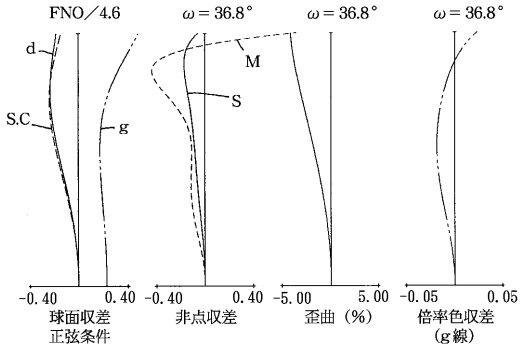
【図１５】



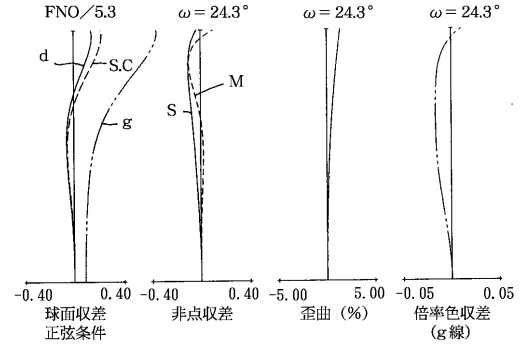
【図１６】



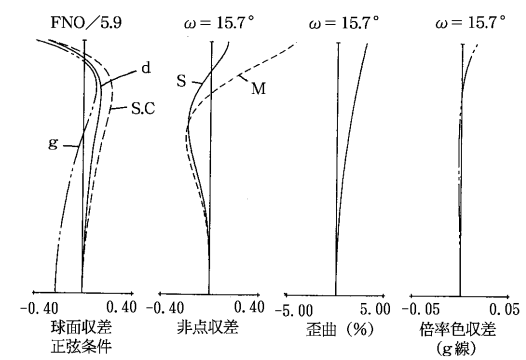
【図１７】



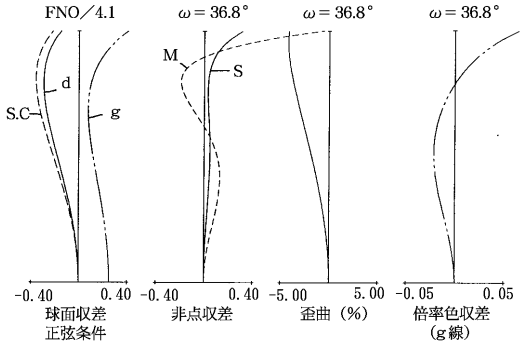
【図１８】



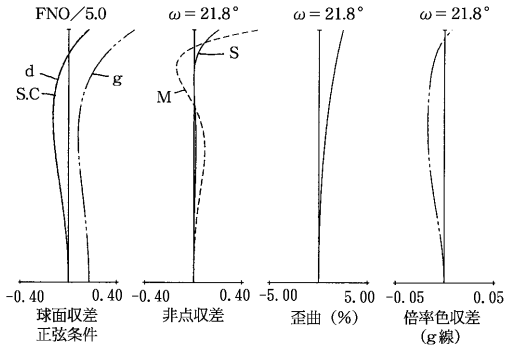
【図１９】



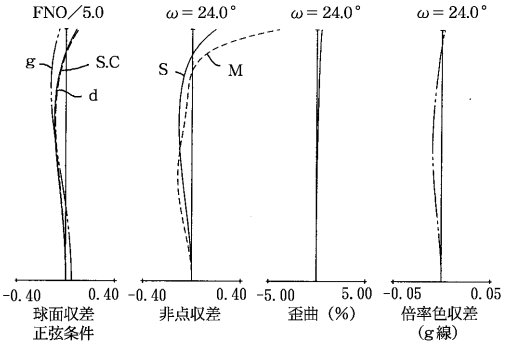
【図２０】



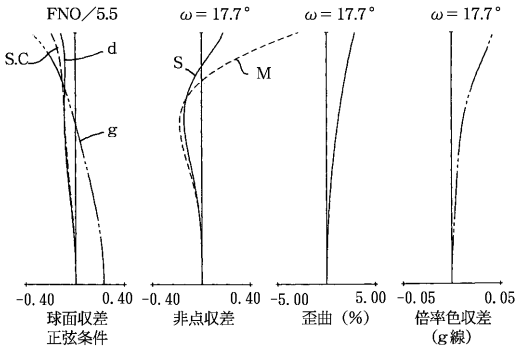
【図２１】



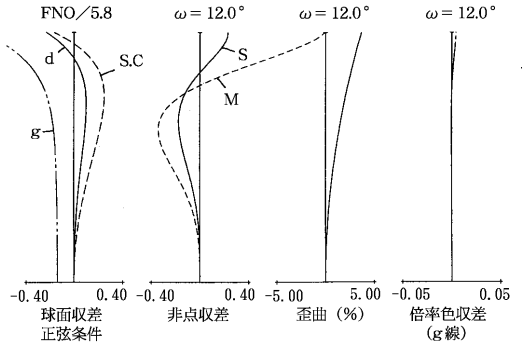
【図２４】



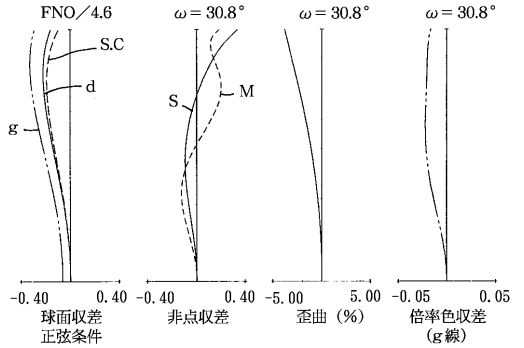
【図２５】



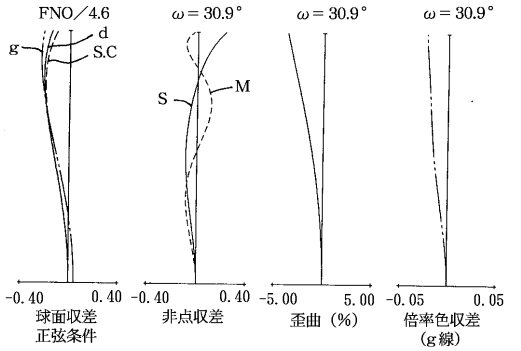
【図２２】



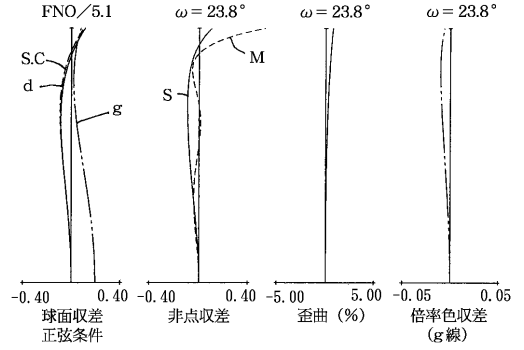
【図２３】



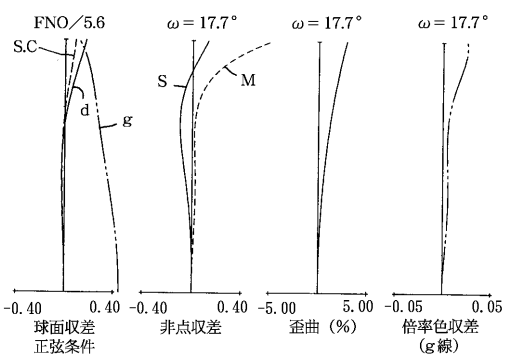
【図２６】



【図２７】



【図２８】


FNO／5.6
S.C
d
g
-0.40
0.40
球面収差
正弦条件
ω＝17.7°
S
M
-0.40
0.40
非点収差
ω＝17.7°
-5.00
5.00
歪曲（%）
ω＝17.7°
-0.05
0.05
倍率色収差
(g線)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６１－ ５６３１５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１１３４１０（ＪＰ，Ａ）
特開平 ５－１５０１６１（ＪＰ，Ａ）
特開平 ６－２６５７８８（ＪＰ，Ａ）
特開平 ７－ ７２３９０（ＪＰ，Ａ）
特開平 ７－１９９０７０（ＪＰ，Ａ）
特開平 ８－１２２６４０（ＪＰ，Ａ）
特開平 ９－１０１４５７（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