(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4065123号
(P4065123)
(45)発行日　平成20年3月19日(2008.3.19)　(24)登録日　平成20年1月11日(2008.1.11)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 15/163 (2006.01)　　G02B 15/163
G02B 13/18 (2006.01)　　G02B 13/18

請求項の数 1　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2001-337698(P2001-337698)
(22)出願日　平成13年11月2日(2001.11.2)
(65)公開番号　特開2003-140042(P2003-140042A)
(43)公開日　平成15年5月14日(2003.5.14)
審査請求日　平成16年10月13日(2004.10.13)

(73)特許権者　000102186
パナソニック　フォト・ライティング　株式会社
大阪府高槻市幸町１番１号
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(72)発明者　野田　さゆり
大阪府大阪市北区長柄東２丁目９番９５号　ウエスト電気株式会社内

審査官　原田　英信

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、負の屈折力の第１レンズ群と、正の屈折力の第２レンズ群と、正の屈折力の第３レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、第１レンズ群と第２レンズ群との間隔が縮まり、第２レンズ群と第３レンズ群との間隔が広がるように移動する３群構成のズームレンズであって、前記第１レンズ群は、少なくとも一方のレンズ面を非球面としたメニスカス形状の凹レンズを有し、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、両凸レンズ及び少なくとも一方のレンズ面を非球面とした両凹レンズからなるメニスカス形状の接合レンズと、両凸レンズとから構成され、Ｒ１を第２レンズ群の接合レンズにおける最も物体側のレンズ面の曲率半径、Ｒ２を第２レンズ群の接合レンズにおける最も像側のレンズ面の曲率半径、νＡを第２レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズのアッベ数、νＢを第２レンズ群の接合レンズを構成する両凹レンズのアッベ数としたとき、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
－１２．０＜（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＜－７．０　・・・（１）
２０＜（νＡ－νＢ）＜２５　・・・（２）
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、デジタルスチルカメラに使用される３群構成のズームレンズに関し、特に、量

産性に優れ、低コストであることを特徴とする小型・高性能ズームレンズに関する。

【０００２】

【従来の技術】

デジタルスチルカメラに光電変換センサとして使用される固体撮像素子は、近年、高画素化が進み、画素サイズも非常に小さくなってきている。かかる状況下、撮影光学系についてもより小型化、高性能化が要求されている。

【０００３】

斯かる小型化、高性能化の要求を満足させることを目的とした３群構成のズームレンズとしては、例えば、特開２０００－８９１１０号公報や、特開２００１－６６５０３号公報に記載されたレンズが知られている。

【０００４】

特開２０００－８９１１０号公報に記載のズームレンズは、物体側から順に、ズーミング中に可動の負の屈折力の第１レンズ群と、ズーミング中に可動の正の屈折力の第２レンズ群とからなる変倍群と、正の屈折力の第３レンズ群とを有するものである。ここで、広角端から望遠端への変倍に際して第２レンズ群を物体側に移動させると共に、第１レンズ群により変倍に伴う像面変動を補正するように構成されている。また、第１レンズ群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の２枚の負レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズとを有し、第１レンズ群と第２レンズ群にそれぞれ少なくとも１枚の非球面を有するものである。本公報に記載のズームレンズは、以上に説明したような構成を有することにより、小型化、高性能化を図っている。

【０００５】

一方、特開２００１－６６５０３号公報に記載のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力の第１群と、正の屈折力の第２群と、正の屈折力の第３群とを有するものである。ここで、広角端から望遠端への変倍時に、第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるように構成されている。また、第１群は、像面側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズとを有する。さらに、第２群は、最も像面側に負レンズと正レンズより構成され全体として正の屈折力の接合レンズを有し、当該接合レンズより物体側のレンズ中最も像面側のレンズは、像面側のレンズ面が像面側に凹面を向けた形状とされている。本公報に記載のズームレンズも、以上に説明したような構成を有することにより、小型化、高性能化を図っている。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開２０００－８９１１０号公報に記載のズームレンズは、第２レンズ群が複数の正レンズから構成されており、接合構成を採用していないことから、製造誤差感度が高く、量産に適するとは言い難いという問題があった。

【０００７】

また、特開２００１－６６５０３号公報に記載のズームレンズは、レンズ枚数が多く、第１群中の負レンズの中の少なくとも１つのレンズ面、第２群中の正レンズ中の少なくとも１つのレンズ面、或いは、第３群中の正レンズの少なくとも１つのレンズ面が非球面とされており、非球面数も多いことから、コストが高くなってしまうという問題があった。

【０００８】

本発明は、上記従来技術の問題点を解決するべくなされたものであり、量産性に優れ、低コストであることを特徴とする小型・高性能の３群構成ズームレンズを提供することを課題とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するべく、本発明は、物体側より順に、負の屈折力の第１レンズ群と、正の屈折力の第２レンズ群と、正の屈折力の第３レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際して、第１レンズ群と第２レンズ群との間隔が縮まり、第２レンズ群と第３レンズ群との間隔が広がるように移動する３群構成のズームレンズであって、第１レンズ群は

、少なくとも一方のレンズ面を非球面としたメニスカス形状の凹レンズを有し、第２レンズ群は、物体側より順に、両凸レンズ及び少なくとも一方のレンズ面を非球面とした両凹レンズからなるメニスカス形状の接合レンズと、両凸レンズとから構成され、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズを提供するものである。

【００１０】

－１２．０＜（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＜－７．０　・・・（１）

２０＜（νＡ－νＢ）＜２５　・・・（２）

但し、Ｒ１は第２レンズ群の接合レンズにおける最も物体側のレンズ面の曲率半径、Ｒ２は第２レンズ群の接合レンズにおける最も像側のレンズ面の曲率半径、νＡは第２レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズのアッベ数、νＢは第２レンズ群の接合レンズを構成する両凹レンズのアッベ数である。

【００１１】

斯かる発明によれば、第１レンズ群と第２レンズ群の間に、第２レンズ群と一体になって移動する絞りを配置し、第３レンズ群を物体側に移動させることにより、無限遠から近距離へのフォーカシング（合焦動作）を行なうように構成することが可能である。

【００１２】

ここで、本発明における条件式（１）は、第２レンズ群の接合レンズにおける最も物体側のレンズ面の曲率半径Ｒ１と、最も像側のレンズ面の曲率半径Ｒ２とを規定するものであり、球面収差とコマ収差を良好に補正するための条件式である。

【００１３】

すなわち、パラメータ（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）が条件式（１）の下限値を下回ると、変倍域全域で球面収差が補正不足になり、逆に上限値を上回ると望遠側で球面収差が補正過剰になり、コマ収差が急激に発生する。本発明は、前記パラメータが条件式（１）を満足するように構成し、球面収差とコマ収差を良好に補正したものである。

【００１４】

また、本発明における条件式（２）は、第２レンズ群の接合レンズにおける両凸レンズのアッベ数νＡと、両凹レンズのアッベ数νＢとを規定するものであり、できる限り少ないレンズ枚数で色収差を良好に補正するための条件式である。

【００１５】

すなわち、アッベ数の差（νＡ－νＢ）が条件式（２）の上限値および下限値によって規定される範囲を逸脱すると、軸上色収差と倍率色収差とをバランス良く補正できないことになる。本発明は、アッベ数の差（νＡ－νＢ）が条件式（２）を満足するように構成することにより、変倍時の色収差を最小に抑えるようにしたものである。

【００１６】

本発明によれば、以上に説明した条件式を満足すると共に、第２レンズ群において、両凸レンズ及び少なくとも一方のレンズ面を非球面とした両凹レンズからなるメニスカス形状の接合レンズ（例えば、両凹レンズの一レンズ面を非球面とし、非球面でないレンズ面を両凸レンズと接合したレンズ）を適用したことから、製造誤差感度が低く量産性に優れると共に、比較的非球面の数を少なくできるために低コストである小型・高性能の３群構成ズームレンズを得ることができる。

【００１７】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

【００１８】

（第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図を示す。図１に示すように、本実施形態に係るズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第１レンズ群Ｌ１と、正の屈折力の第２レンズ群Ｌ２と、正の屈折力の第３レンズ群Ｌ３とを有する。ここで、広角端から望遠端への変倍に際して、第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２との間隔が縮まり、第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３との間隔が広がるように構成されて

いる。また、第１レンズ群Ｌ１は、一方のレンズ面を非球面としたメニスカス形状の凹レンズ１を有し、第２レンズ群Ｌ２は、物体側より順に、両凸レンズ２及び一方のレンズ面を非球面とした両凹レンズ３からなるメニスカス形状の接合レンズと、両凸レンズ４とから構成されている。また、第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２の間には、第２レンズ群Ｌ２と一体になって移動する絞りＳが配置され、第３レンズ群Ｌ３を物体側に移動させることにより、無限遠から近距離へのフォーカシング（合焦動作）を行なうように構成されている。さらに、第３レンズ群Ｌ３の像面側にＣＣＤ等の固体撮像素子におけるフェイスプレート又はフィルター等の光学部材Ｇが配置されている。

【００１９】

以上の構成を有する第１の実施形態に係るズームレンズの各種パラメータの値は、以下に示す通りである。

【００２０】

ここで、ｆはズームレンズ全系の焦点距離、ＦＮＯはＦナンバー、２ωは画角、ｒｉは物体側から順に第ｉ番目のレンズ面の曲率半径（非球面には＊を付している）、ｄｉは物体側より順に第ｉ番目のレンズ面間隔、ｎｉとνｉはそれぞれ物体側から順にレンズ材料の屈折率とアッベ数を意味する。

【００２１】

また、物体側から順に第３番目のレンズ面（第１レンズ群の凹レンズにおける物体側のレンズ面）及び第１０番目のレンズ面（第２レンズ群の両凹レンズにおける像面側のレンズ面）は非球面とされている。

【００２２】

ここで、非球面形状は、光の進行方向を正とした光軸をｘ軸、光軸と垂直方向にｙ軸、ｒを近軸曲率半径、Ｋを円錐定数、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆをそれぞれ第４、６、８、１０、１２次の非球面係数としたとき、次式で表される。

【００２３】

$$x=(y^2/r)/[1+\{1-(K+1)\cdot(y/r)^2\}^{1/2}]+By^4+Cy^6+Dy^8+Ey^{10}+Fy^{12} \quad \cdots (3)$$

従って、以下では、上記式（３）におけるＫ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆの値を示し、非球面形状を特定している。

【００２４】

【表１】

f=5.631～15.934 FNO=2.88～4.86 2ω=63.4～23.7°

r1 = 12.598	d1 =1.000	n1=1.77250	ν1=49.6
r2 = 6.363	d2 =2.400		
*r3 =103.099	d3 =1.900	n2=1.66547	ν2=55.2
r4 = 8.779	d4 =0.920		
r5 = 9.001	d5 =2.300	n3=1.84666	ν3=23.8
r6 = 18.742	d6 =可変		
r7 = (絞り)	d7 =0.700		
r8 = 5.697	d8 =2.900	n4=1.72916	ν4=54.7
r9 =-11.114	d9 =1.450	n5=1.68649	ν5=30.9
*r10= 6.755	d10=1.500		
r11= 33.303	d11=1.950	n6=1.64000	ν6=60.2
r12=-37.753	d12=可変		
r13= 27.084	d13=1.650	n7=1.51680	ν7=64.2
r14=-24.091	d14=2.700		
r15= ∞	d15=2.135	n8=1.51680	ν8=64.2
r16= ∞			

焦点距離(f)

可変間隔	5.631	8.992	15.934
d6	15.894	8.042	2.312
d12	2.993	7.211	15.922

非球面係数

r3	K= $0.00000 \cdot 10^{0}$	B= $1.16643 \cdot 10^{-4}$	C=$-6.62952 \cdot 10^{-7}$
	D= $2.25405 \cdot 10^{-7}$	E=$-9.08911 \cdot 10^{-9}$	F= $1.66689 \cdot 10^{-10}$
r10	K= $5.61226 \cdot 10^{0}$	B=$-7.29930 \cdot 10^{-4}$	C= $3.45805 \cdot 10^{-5}$
	D=$-1.11544 \cdot 10^{-4}$	E= $2.42697 \cdot 10^{-5}$	F=$-2.84199 \cdot 10^{-6}$

【００２５】
なお、本実施形態においては、前述した条件式（１）におけるパラメータ（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＝（ｒ８＋ｒ１０）／（ｒ８－ｒ１０）＝－１１．７７となり、条件式（１）を満足している。また、条件式（２）におけるパラメータ（νＡ－νＢ）＝（ν４－ν５）＝２３．８となり、条件式（２）を満足している。
【００２６】
図２、図３及び図４は、それぞれ、本実施形態に係るズームレンズの広角端（f=5.631）、中間部（f=8.992）及び望遠端（f=15.934）における収差図であり、各図の（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲、（ｄ）はコマ収差をそれぞれ示す。
【００２７】
（第２の実施形態）
図５は、第２の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図を示す。図５に示すように、本実施形態に係るズームレンズも、第１の実施形態と同様のレンズ構成を有するが、各種パラメータの値が以下に示すものになっている点で第１の実施形態と異なる。
【００２８】

【表２】

f=5.508～15.587 FNO=2.88～4.71 2ω=64.7～24.2°

r1 = 12.149	d1 =1.000	n1=1.77250	ν1=49.6
r2 = 5.678	d2 =2.100		
*r3 = 95.551	d3 =1.800	n2=1.66547	ν2=55.2
r4 = 8.145	d4 =0.850		
r5 = 8.600	d5 =2.100	n3=1.84666	ν3=23.8
r6 = 19.968	d6 =可変		
r7 = (絞り)	d7 =0.500		
r8 = 5.905	d8 =2.700	n4=1.69680	ν4=55.5
r9 = -9.758	d9 =1.350	n5=1.68649	ν5=30.9
*r10= 7.708	d10=1.400		
r11= 48.437	d11=1.800	n6=1.64000	ν6=60.2
r12=-14.711	d12=可変		
r13= 16.245	d13=1.530	n7=1.51680	ν7=64.2
r14=115.966	d14=2.800		
r15= ∞	d15=2.135	n8=1.51680	ν8=64.2
r16= ∞			

焦点距離(f)

可変間隔	5.508	9.659	15.587
d6	13.957	5.404	1.088
d12	4.597	9.458	16.399

非球面係数

r3 $K=0.00000\cdot10^{0}$ $B=1.99116\cdot10^{-4}$ $C=-3.09918\cdot10^{-6}$
$D=8.75980\cdot10^{-7}$ $E=-4.50434\cdot10^{-8}$ $F=9.59761\cdot10^{-10}$

r10 $K=5.56510\cdot10^{0}$ $B=-3.06683\cdot10^{-4}$ $C=5.42429\cdot10^{-5}$
$D=-6.82321\cdot10^{-5}$ $E=1.38302\cdot10^{-5}$ $F=-1.22216\cdot10^{-6}$

【００２９】
なお、本実施形態においては、前述した条件式（１）におけるパラメータ（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＝（ｒ８＋ｒ１０）／（ｒ８－ｒ１０）＝－７．５６であり、条件式（１）を満足している。また、条件式（２）におけるパラメータ（νＡ－νＢ）＝（ν４－ν５）＝２４．６であり、条件式（２）を満足している。
【００３０】
図６、図７及び図８は、それぞれ、本実施形態に係るズームレンズの広角端（f=5.508）、中間部（f=9.659）及び望遠端（f=15.587）における収差図であり、各図の（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲、（ｄ）はコマ収差をそれぞれ示す。
【００３１】
（第３の実施形態）
図９は、第３の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図を示す。図９に示すように、本実施形態に係るズームレンズも、第１の実施形態と同様のレンズ構成を有するが、各種パラメータの値が以下に示すものになっている点で第１の実施形態と異なる。

【００３２】
【表３】

f=5.456～15.439 FNO=2.89～4.65 2ω=65.1～24.4°

r1 = 13.031	d1 =1.000	n1=1.77250	ν1=49.6
r2 = 6.124	d2 =2.350		
*r3 = 95.551	d3 =1.800	n2=1.66547	ν2=55.2
r4 = 8.406	d4 =0.850		
r5 = 8.952	d5 =2.150	n3=1.84666	ν3=23.8
r6 = 21.159	d6 =可変		
r7 = (絞り)	d7 =0.800		
r8 = 5.865	d8 =2.700	n4=1.69680	ν4=55.5
r9 =-10.626	d9 =1.350	n5=1.68649	ν5=30.9
*r10= 7.412	d10=1.400		
r11= 48.284	d11=1.800	n6=1.64000	ν6=60.2
r12=-16.238	d12=可変		
r13= 19.480	d13=1.530	n7=1.51680	ν7=64.2
r14=-74.290	d14=2.800		
r15= ∞	d15=2.135	n8=1.51680	ν8=64.2
r16= ∞			

焦点距離(f)

可変間隔	5.450	9.371	15.439
d6	14.856	5.929	1.040
d12	4.077	8.791	16.099

非球面係数

r3	$K=0.00000\cdot10^{0}$	$B=1.67077\cdot10^{-4}$	$C=-2.50999\cdot10^{-6}$
	$D=5.58170\cdot10^{-7}$	$E=-2.49130\cdot10^{-8}$	$F=4.57919\cdot10^{-10}$
r10	$K=5.05247\cdot10^{0}$	$B=-3.50012\cdot10^{-4}$	$C=5.39569\cdot10^{-5}$
	$D=-7.39286\cdot10^{-5}$	$E=1.58583\cdot10^{-5}$	$F=-1.44925\cdot10^{-6}$

【００３３】
なお、本実施形態においては、前述した条件式（１）におけるパラメータ（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＝（ｒ８＋ｒ１０）／（ｒ８－ｒ１０）＝－８．５８であり、条件式（１）を満足している。また、条件式（２）におけるパラメータ（νＡ－νＢ）＝（ν４－ν５）＝２４．６であり、条件式（２）を満足している。
【００３４】
図１０、図１１及び図１２は、それぞれ、本実施形態に係るズームレンズの広角端（f=5.456）、中間部（f=9.371）及び望遠端（f=15.439）における収差図であり、各図の（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲、（ｄ）はコマ収差をそれぞれ示す。
【００３５】
（第４の実施形態）
図１３は、第４の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図を示す。図１３に示すように、本実施形態に係るズームレンズも、第１の実施形態と同様のレンズ構成を有

するが、各種パラメータの値が以下に示すものになっている点で第１の実施形態と異なる。

【００３６】

【表４】

f=5.574～15.775 FNO=2.89～4.63 2ω=64.1～23.9°

r1 = 11.671	d1 =0.850	n1=1.77250	ν1=49.6
r2 = 6.361	d2 =2.900		
*r3 =250.594	d3 =2.000	n2=1.66547	ν2=55.2
r4 = 9.260	d4 =0.900		
r5 = 9.460	d5 =2.400	n3=1.84666	ν3=23.8
r6 = 19.353	d6 =可変		
r7 = (絞り)	d7 =0.800		
r8 = 6.993	d8 =3.050	n4=1.69680	ν4=55.5
r9 = -9.309	d9 =1.750	n5=1.68621	ν5=34.2
*r10= 8.930	d10=1.000		
r11= 38.286	d11=3.000	n6=1.64000	ν6=60.2
r12=-22.116	d12=可変		
r13= 17.100	d13=1.700	n7=1.51680	ν7=64.2
r14=-390.591	d14=2.900		
r15= ∞	d15=2.135	n8=1.51680	ν8=64.2
r16= ∞			

焦点距離(f)

可変間隔	5.574	8.810	15.775
d6	20.123	10.826	3.754
d12	5.617	9.902	19.127

非球面係数

r3	K= 0.00000・10⁰	B= 1.19594・10⁻⁴	C= 9.82692・10⁻⁷
	D= 3.98942・10⁻⁸	E=-1.47676・10⁻⁹	F= 5.53164・10⁻¹¹
r10	K= 1.28223・10⁰	B= 4.94445・10⁻⁴	C= 4.81433・10⁻⁵
	D=-1.72223・10⁻⁵	E= 3.25530・10⁻⁶	F=-2.05081・10⁻⁷

【００３７】

なお、本実施形態においては、前述した条件式（１）におけるパラメータ（Ｒ１＋Ｒ２）／（Ｒ１－Ｒ２）＝（ｒ８＋ｒ１０）／（ｒ８－ｒ１０）＝－８．２２であり、条件式（１）を満足している。また、条件式（２）におけるパラメータ（νＡ－νＢ）＝（ν４－ν５）＝２１．３であり、条件式（２）を満足している。

【００３８】

図１４、図１５及び図１６は、それぞれ、本実施形態に係るズームレンズの広角端（f=5.574）、中間部（f=8.810）及び望遠端（f=15.775）における収差図であり、各図の（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲、（ｄ）はコマ収差をそれぞれ示す。

【００３９】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明に係るズームレンズによれば、製造誤差感度が低く量産性に優れると共に、比較的非球面の数を少なくできるために低コストである小型・高性能の３群構成ズームレンズを得ることができる。

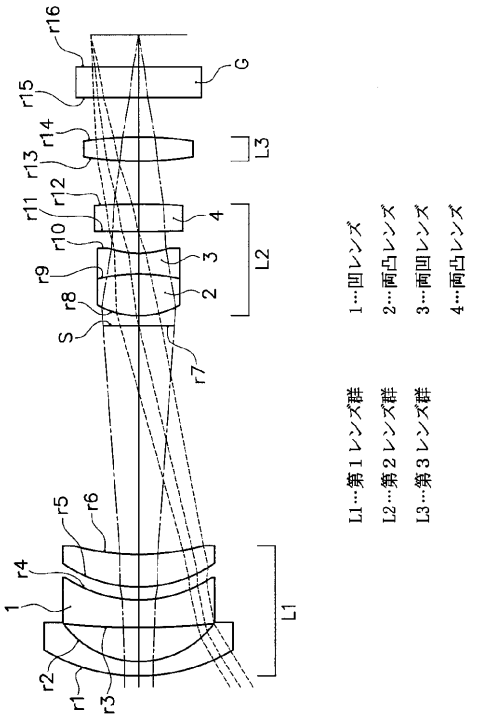
【図面の簡単な説明】

【図１】第１の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図
【図２】第１の実施形態に係るズームレンズの広角端における収差図
【図３】第１の実施形態に係るズームレンズの中間部における収差図
【図４】第１の実施形態に係るズームレンズの望遠端における収差図
【図５】第２の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図
【図６】第２の実施形態に係るズームレンズの広角端における収差図
【図７】第２の実施形態に係るズームレンズの中間部における収差図
【図８】第２の実施形態に係るズームレンズの望遠端における収差図
【図９】第３の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図
【図１０】第３の実施形態に係るズームレンズの広角端における収差図
【図１１】第３の実施形態に係るズームレンズの中間部における収差図
【図１２】第３の実施形態に係るズームレンズの望遠端における収差図
【図１３】第４の実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図
【図１４】第４の実施形態に係るズームレンズの広角端における収差図
【図１５】第４の実施形態に係るズームレンズの中間部における収差図
【図１６】第４の実施形態に係るズームレンズの望遠端における収差図

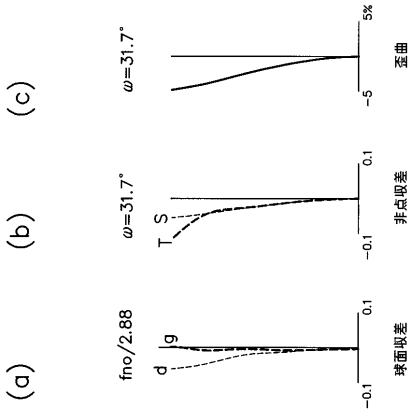
【符号の説明】

Ｌ１　第１レンズ群
Ｌ２　第２レンズ群
Ｌ３　第３レンズ群
１　　凹レンズ
２　　両凸レンズ
３　　両凹レンズ
４　　両凸レンズ

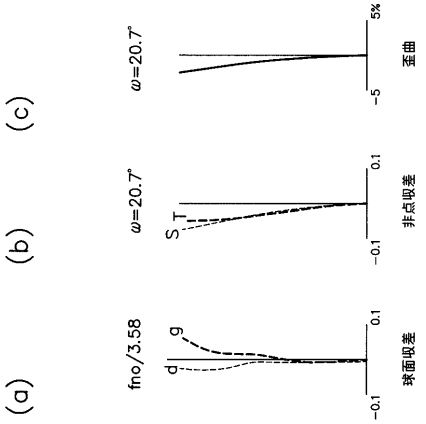
【図１】


r16
r15
r14
r13
r12
r11
r10
r9
r8
r7
r6
r5
r4
r3
r2
r1
S
G
L1
L2
L3
1
2
3
4
L1…第１レンズ群
L2…第２レンズ群
L3…第３レンズ群
1…凹レンズ
2…両凸レンズ
3…両凹レンズ
4…両凸レンズ

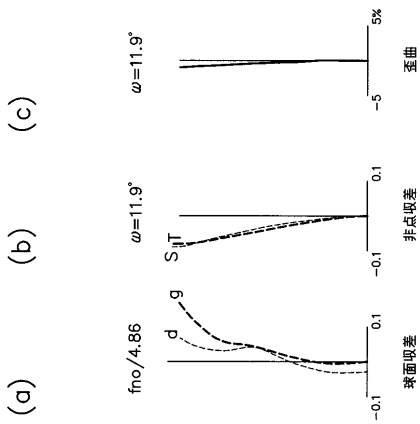
【図２】


(a)
(b)
(c)
fno/2.88
ω=31.7°
ω=31.7°
ω=31.7°
球面収差
非点収差
歪曲
d
g
S
T
−0.1
0.1
−5
5%

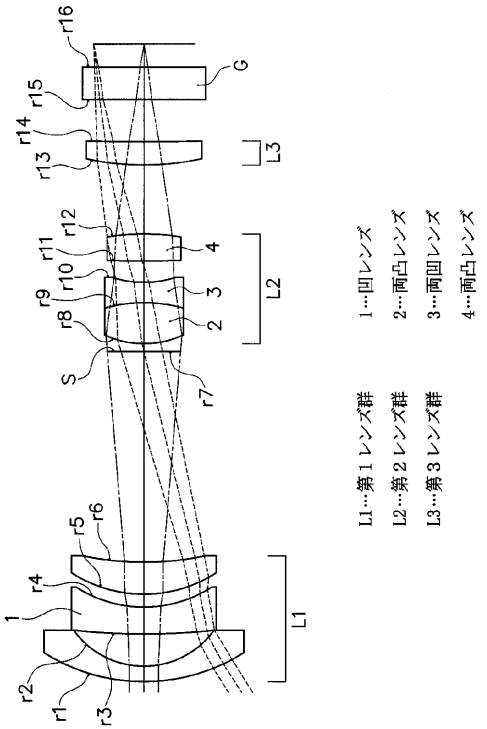
【図３】


(a)
(b)
(c)
fno/3.58
ω=20.7°
ω=20.7°
ω=20.7°
球面収差
非点収差
歪曲
d
g
S
T
−0.1
0.1
−5
5%

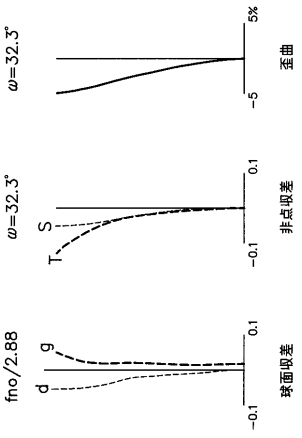
【図４】


(a)
(b)
(c)
fno/4.86
ω=11.9°
ω=11.9°
ω=11.9°
球面収差
非点収差
歪曲
d
g
S
T
−0.1
0.1
−5
5%

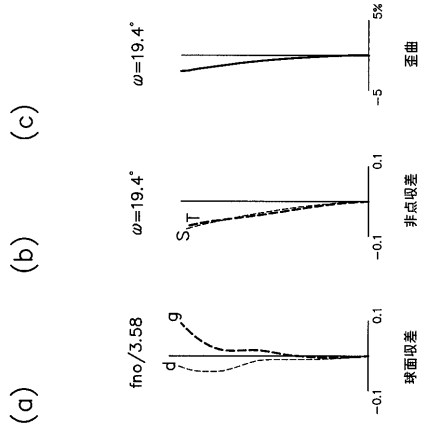
【図５】


r16
r15
r14
r13
r12
r11
r10
r9
r8
r7
r6
r5
r4
r3
r2
r1
S
G
L1
L2
L3
1
2
3
4
L1…第１レンズ群
L2…第２レンズ群
L3…第３レンズ群
1…凹レンズ
2…両凸レンズ
3…両凹レンズ
4…両凸レンズ

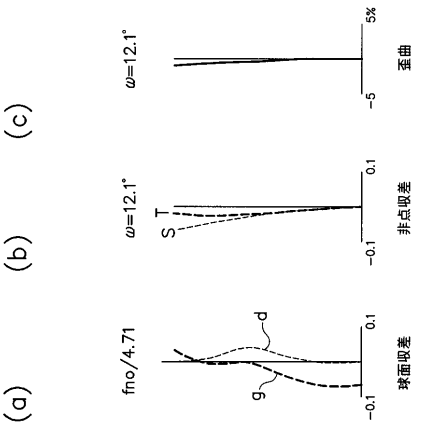
【図６】


(a)
(b)
(c)
fno/2.88
ω=32.3°
ω=32.3°
ω=32.3°
g
d
S
T
0.1
−0.1
−5
5%
球面収差
非点収差
歪曲

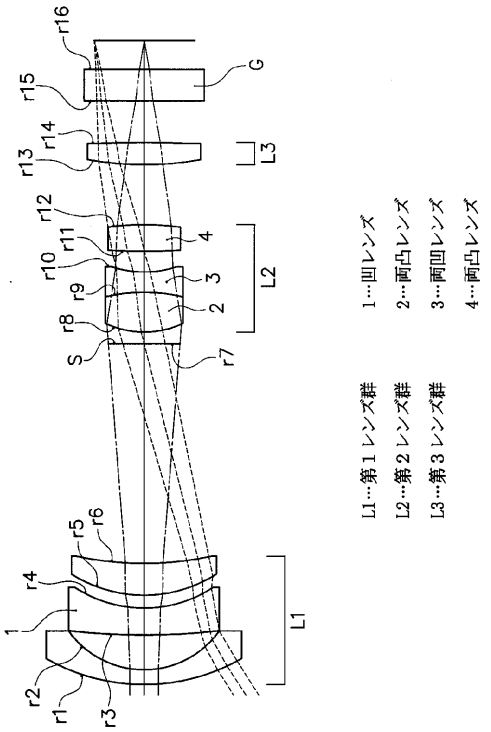
【図７】


(a)
(b)
(c)
fno/3.58
ω=19.4°
ω=19.4°
ω=19.4°
g
d
S
T
0.1
−0.1
−5
5%
球面収差
非点収差
歪曲

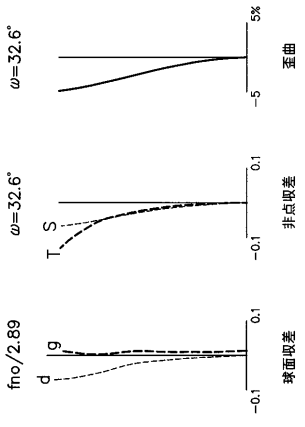
【図８】


(a)
(b)
(c)
fno/4.71
ω=12.1°
ω=12.1°
ω=12.1°
g
d
S
T
0.1
−0.1
−5
5%
球面収差
非点収差
歪曲

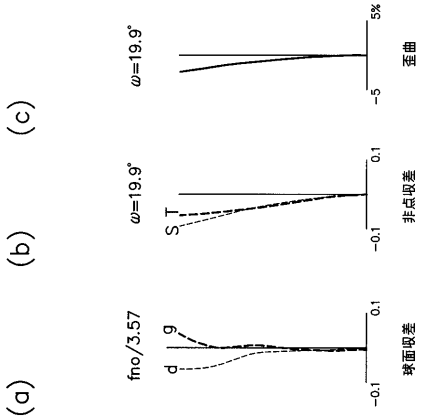
【図９】



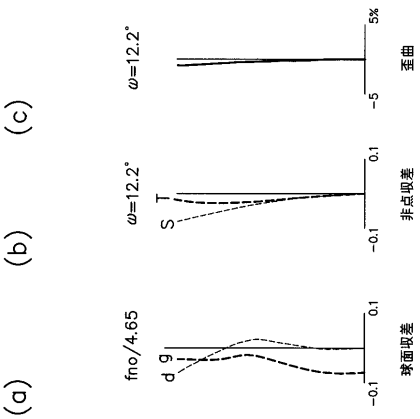
【図１０】



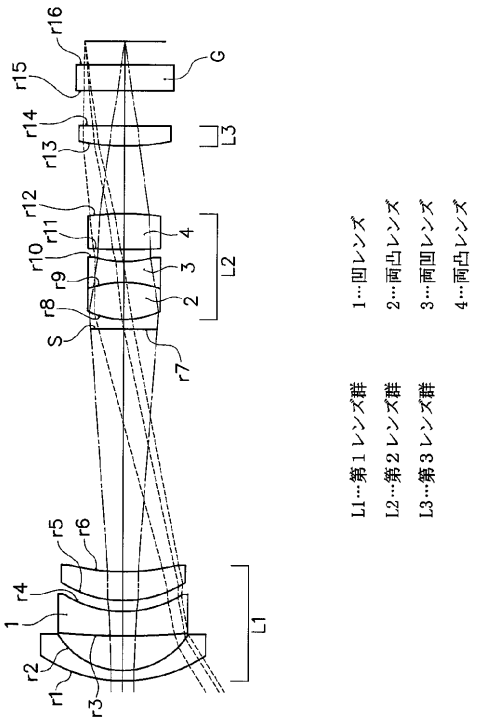
【図１１】



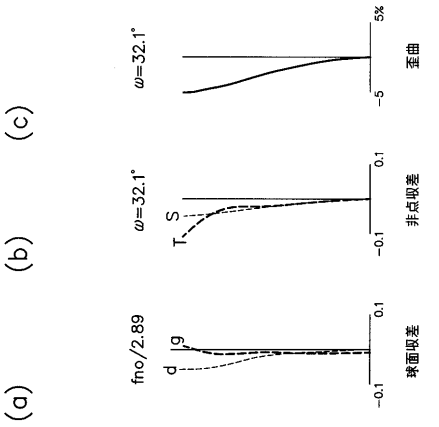
【図１２】



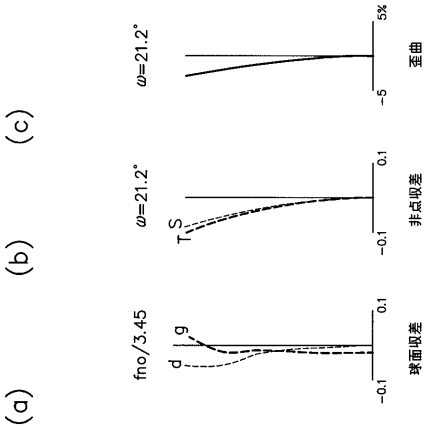
【図１３】



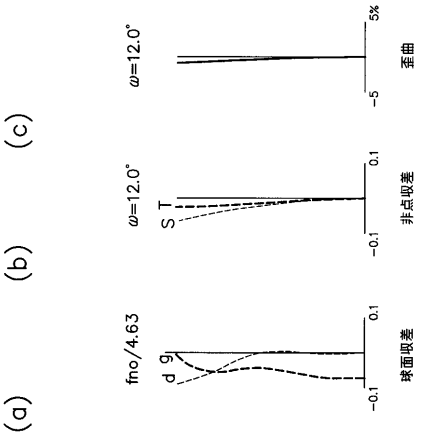
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－８９１１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－６６５０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２８１５４５（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２６７００９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04