(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3629191号
(P3629191)
(45)発行日　平成17年3月16日(2005.3.16)　(24)登録日　平成16年12月17日(2004.12.17)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 13/04　G02B 13/04　C
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 4　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2000-265256(P2000-265256)
(22)出願日　平成12年9月1日(2000.9.1)
(65)公開番号　特開2002-72084(P2002-72084A)
(43)公開日　平成14年3月12日(2002.3.12)
審査請求日　平成15年4月8日(2003.4.8)

(73)特許権者　000000527
ペンタックス株式会社
東京都板橋区前野町２丁目３６番９号
(74)代理人　100083286
弁理士　三浦　邦夫
(72)発明者　村田　将之
東京都板橋区前野町２丁目３６番９号　旭光学工業株式会社内
(72)発明者　伊藤　孝之
東京都板橋区前野町２丁目３６番９号　旭光学工業株式会社内

審査官　森内　正明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】広角レンズ系及びそのフォーカス方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体側から順に、負のパワーを有する第１レンズ群と、正のパワーを有する第２レンズ群とからなる広角レンズ系において、

第１レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズの３枚のレンズからなり、

第２レンズ群は、物体側から順に、１枚の正レンズからなる正の第２Ｆレンズ群と、正の第２Ｒレンズ群とからなり、

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシング動作は、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群とを一体としたＦａ群と、第２Ｒレンズ群からなるＦｂ群とをそれぞれ独立に、かつ該Ｆａ群とＦｂ群の間隔が狭くなるように、像側から物体側に移動させて行い、

次の条件式（１）～（５）を満足することを特徴とする広角レンズ系。

（１）０．５＜H_1／H_{2R}＜０．９

（２）１．７＜n_{PAV}

（３）０．５＜X_{an}／X_{bn}＜１．０

（４）０．５＜X_{an}／X_{bn}＜ΔX_{ai}／ΔX_{bi}＜１．０

（５）-０．１＜β＜０

但し、

H_1：無限遠撮影時の第１レンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、

H_{2R}：無限遠撮影時の第２Ｒレンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、

n_{PAV}：第２レンズ群中の正レンズのｄ線に対する屈折率の平均値、
X_{an}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦａ群の繰り出し量、
X_{bn}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦｂ群の繰り出し量、
ΔX_{ai}：Ｆａ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
ΔX_{bi}：Ｆｂ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
$X_1 = \alpha X_2 + \beta X_2^2$
X_1：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦａ群の繰り出し量、
X_2：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦｂ群の繰り出し量、
α：１次係数、
β：２次係数。

【請求項２】
請求項１記載の広角レンズ系において、上記第２レンズ群は、少なくとも１面の非球面を含んでいる広角レンズ系。

【請求項３】
請求項１または２記載の広角レンズ系において、次の条件式（６）を満足する広角レンズ系。
（６）$|f/f_{Fa}| < 0.25$
但し、
ｆ：全系の焦点距離、
f_{Fa}：Ｆａ群の焦点距離。

【請求項４】
物体側から順に、負のパワーを有する第１レンズ群と、正のパワーを有する第２レンズ群とからなり、
第１レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズの３枚のレンズからなり、
第２レンズ群は、物体側から順に、１枚の正レンズからなる正の第２Ｆレンズ群と、正の第２Ｒレンズ群とからなり、次の条件式（１）、（２）を満足する広角レンズ系において、
無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、次の条件式（３）～（５）を満足するように、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群とを一体としたＦａ群と、第２Ｒレンズ群からなるＦｂ群とをそれぞれ独立に、かつ該Ｆａ群とＦｂ群の間隔が狭くなるように、像側から物体側に移動させることを特徴とする広角レンズ系のフォーカス方法。
（１）$0.5 < H_1/H_{2R} < 0.9$
（２）$1.7 < n_{PAV}$
（３）$0.5 < X_{an}/X_{bn} < 1.0$
（４）$0.5 < X_{an}/X_{bn} < \Delta X_{ai}/\Delta X_{bi} < 1.0$
（５）$-0.1 < \beta < 0$
但し、
H_1：無限遠撮影時の第１レンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、
H_{2R}：無限遠撮影時の第２Ｒレンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、
n_{PAV}：第２レンズ群中の正レンズのｄ線に対する屈折率の平均値、
X_{an}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦａ群の繰り出し量、
X_{bn}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦｂ群の繰り出し量、
ΔX_{ai}：Ｆａ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
ΔX_{bi}：Ｆｂ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
$X_1 = \alpha X_2 + \beta X_2^2$
X_1：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦａ群の繰り出し量、

X_2：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦｂ群の繰り出し量、
α：１次係数、
β：２次係数。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【技術分野】
本発明は、一眼レフカメラに使用される広角レンズ系及びそのフォーカス方法に関する。
【０００２】
【従来技術及びその問題点】
一眼レフカメラは、レンズと像面との間にミラーが配置されている関係上、レンズ系は一定の長さ以上のバックフォーカスを確保する必要がある。このため、広角レンズ系では、焦点距離よりもバックフォーカスが長いレトロフォーカスタイプが一般的に採用されている。このレトロフォーカスタイプの広角レンズ系において、フォーカシングに際し、レンズ群全体を繰り出す方式では、収差変動が大きいため、近距離側では結像性能が悪くなるという問題がある。
【０００３】
【発明の目的】
本発明は、近距離変化が少なく、無限遠物体から近距離物体まで結像性能が良好で口径の大きい（Ｆ１．８～２．０程度）、半画角３５°程度の広角レンズ系及びそのフォーカス方法を得ることを目的とする。
【０００４】
【発明の概要】
本発明は、物体側から順に、負のパワーを有する第１レンズ群と、正のパワーを有する第２レンズ群とからなる広角レンズ系において、　第１レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズの３枚のレンズからなり、第２レンズ群は、物体側から順に、１枚の正レンズからなる正の第２Ｆレンズ群と、正の第２Ｒレンズ群とからなり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシング動作は、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群とを一体としたＦａ群と、第２Ｒレンズ群からなるＦｂ群とをそれぞれ独立に、かつ該Ｆａ群とＦｂ群の間隔が狭くなるように、像側から物体側に移動させて行い、次の条件式（１）～（５）を満足することを特徴としている。
【０００５】
フォーカス方法の態様によると、同じ物体側から順に負正のレトロフォーカスタイプにおいて、第１レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズの３枚のレンズからなり、第２レンズ群は、物体側から順に、１枚の正レンズからなる正の第２Ｆレンズ群と、正の第２Ｒレンズ群とからなり、次の条件式（１）、（２）を満足する広角レンズ系において、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、次の条件式（３）～（５）を満足するように、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群とを一体としたＦａ群と、第２Ｒレンズ群からなるＦｂ群とをそれぞれ独立に、かつ該Ｆａ群とＦｂ群の間隔が狭くなるように、像側から物体側に移動させることを特徴としている。
（１）$0.5 < H_1 / H_{2R} < 0.9$
（２）$1.7 < n_{PAV}$
（３）$0.5 < X_{an} / X_{bn} < 1.0$
（４）$0.5 < X_{an} / X_{bn} < \Delta X_{ai} / \Delta X_{bi} < 1.0$
（５）$-0.1 < \beta < 0$
但し、
H_1：無限遠撮影時の第１レンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、
H_{2R}：無限遠撮影時の第２Ｒレンズ群の最も物体側の面の軸上光束の半径、
n_{PAV}：第２レンズ群中の正レンズのｄ線に対する屈折率の平均値、
X_{an}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦａ群の繰り出し量、

X_{bn}：無限遠撮影距離から最短撮影距離までのＦｂ群の繰り出し量、
ΔX_{ai}：Ｆａ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
ΔX_{bi}：Ｆｂ群の移動曲線の無限遠撮影位置における接線の傾き、
$X_1 = \alpha X_2 + \beta X_2^2$
X_1：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦａ群の繰り出し量、
X_2：無限遠撮影距離から最短撮影距離までの間の任意の撮影距離に対するＦｂ群の繰り出し量、
α：１次係数、
β：２次係数、
である。

【０００６】
条件式（４）、（５）は、本発明の広角レンズ系が、無限遠撮影状態から最短撮影距離物体撮影状態へ移行する途中では、移動量の比を適当に変更しながら合焦動作させる「非線形フォーカス方式」であることを規定している。

【０００７】
本発明の広角レンズ系は、第２レンズ群が、少なくとも１面の非球面を含んでいることが望ましい。

【０００８】
本発明の広角レンズ系は、次の条件式（６）を満足することが望ましい。
（６）$|f/f_{Fa}| < 0.25$
但し、
ｆ：全系の焦点距離、
f_{Fa}：Ｆａ群の焦点距離、
である。

【０００９】
【発明の実施の形態】
本発明による広角レンズ系は、レトロフォーカスタイプの広角レンズ系であり、図１３に示すように、物体側から順に、負のパワーを有する第１レンズ群１０と、正のパワーを有する第２レンズ群２０とからなる。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシング動作は、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群を一体としたＦａ群と、第２Ｒレンズ群からなるＦｂ群とをそれぞれ独立に、かつ該Ｆａ群とＦｂ群の間隔が狭くなるように、像側から物体側に移動させて行う。このフォーカシング動作は、Ｆａ群とＦｂ群とをともに線形に移動させる態様（例えば図１３二点鎖線）が可能であり、さらに好ましくはＦａ群を非線形に移動させる態様（図１３実線）が可能である。

【００１０】
第１レンズ群１０は、図１、図５、図９の各実施例に示すように、物体側から順に、正レンズと、２枚の負レンズとからなり、第２レンズ群２０は、物体側から順に、正単レンズからなる第２Ｆレンズ群２０Ｆと、負レンズと正レンズの接合レンズ２組、及び正レンズからなる第２Ｒレンズ群２０Ｒとからなっている。絞りＳは第２Ｒレンズ群２０Ｒ中の２組の接合レンズの間に位置している。

【００１１】
条件式（１）は、軸上の上光線の高さを規定するもので、レトロフォーカスタイプであることを規定している。図１３に、条件式中に表れる記号を併せて示した。
条件式（１）の上限を越えると、バックフォーカスを長くすることが困難となる。また、画角を大きくすることが困難になる。条件式（１）の下限を越えると、バックフォーカスが必要以上に長くなり小型化の面で不利である。また、負の歪曲収差が大きくなる。

【００１２】
条件式（２）は、第２レンズ群中の正レンズの屈折率について規定する。
条件式（２）の下限を越えると、必要なレンズのパワーを得るために面の曲率が大きくな

り、その結果高次収差が大きく発生し、口径を大きくする（Ｆ１．８～２．０程度）ことが困難になる。

【００１３】

条件式（３）は、フォーカシングに際し、第１レンズ群及び第２Ｆレンズ群（Ｆａ群）と、第２Ｒレンズ群（Ｆｂ群）との繰り出し量の比を規定する。

条件式（３）の上限を越えると、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際しレンズ全体を繰り出す方式よりも収差変動が大きくなる。条件式（３）の下限を越えると、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し収差の変動を抑制しすぎてしまい上限を越えた場合とは逆の収差変動が起きる。

【００１４】

一方、条件式（４）は、フォーカシングに際し、第１レンズ群及び第２Ｆレンズ群（Ｆａ群）と、第２Ｒレンズ群（Ｆｂ群）とを非線形に移動させた場合におけるＦａ群の繰り出し量とＦｂ群の繰り出し量の比を規定する。

条件式（４）の上限を越えると、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、レンズ系全体を繰り出す方式よりも収差変動が大きくなる。条件式（４）の下限を越えると、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、収差の変動を抑制しすぎてしまい上限を越えた場合とは逆の収差変動が起きる。なお、条件式（４）は、X_1 と X_2 の関係を最も簡単なα、βの２次式で表したものである。類似の動作を３次式以上で表すことも可能であるが、実質的に２次式で表した動作に包含される。

【００１５】

条件式（５）は、フォーカシングに際し、第１レンズ群及び第２Ｆレンズ群（Ｆａ群）と、第２Ｒレンズ群（Ｆｂ群）を非線形に移動させた場合における２次係数を規定するもので、無限遠と近距離との結像性能のバランスが良好なフォーカシング動作を得ることができる。

条件式（５）の上限を越えると、近距離撮影時に線形に移動させたときよりも第２Ｆレンズ群と第２Ｒレンズ群の間隔が広くなってしまい、収差変動がさらに大きくなる。条件式（５）の下限を越えると、収差の変動を抑制しすぎて、無限遠撮影時と近距離撮影時との性能のバランスをかえって崩してしまう。

【００１７】

条件式（６）は、第１レンズ群と第２Ｆレンズ群の合成パワーを規定する。条件式（６）の上限を越えると、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し収差変動が大きくなる。

【００１８】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図中、ＳＡは球面収差、ＳＣは正弦条件、Ｆｅは有効Ｆナンバー、Ｙは像高、球面収差で表される色収差（軸上色収差）図及び倍率色収差図中のｄ線、ｇ線、Ｃ線はそれぞれの波長に対する収差であり、Ｓはサジタル、Ｍはメリディオナルである。また、表中の F_{NO} はＦナンバー、ｆは全系の焦点距離、ｍは横倍率、ｕは物体距離（ｍ）、Ｗは半画角（°）、f_B はバックフォーカス、ｒは曲率半径、ｄはレンズ厚またはレンズ間隔、N_d はｄ線の屈折率、νはアッベ数を示す。

【００１９】

回転対称非球面は次式で定義される。

$$x=ch^2/[1+[1-(1+K)c^2h^2]^{1/2}]+A4h^4+A6h^6+A8h^8+A10h^{10}+A12h^{12}\cdots$$

（但し、ｃは曲率（１／ｒ）、ｈは光軸からの高さ、Ｋは円錐係数、Ａ４、Ａ６、Ａ８、Ａ１０・・・・は各次数の非球面係数）

非球面形状は次式で定義される。

$$x = cy^2/[1+[1-(1+K)c^2y^2]^{1/2}]+A4y^4+A6y^6+A8y^8+A10y^{10}+\cdots$$

（ただし、ｘ：非球面形状、 ｃ：曲率、 ｙ：光軸からの高さ、Ｋ：円錐係数）

【００２０】

［実施例１］

図１は実施例１のレンズ構成を示し、図２、図３及び図４はそれぞれ、図１のレンズ構成

での無限遠撮影時、有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）及び最短距離撮影時（物体距離約１０ｆ）における諸収差図である。表１はその数値データである。第１レンズ群１０は、物体側から順に、正レンズと、２枚の負メニスカスレンズとからなり、第２レンズ群２０は、物体側から順に、正の単レンズからなる正の第２Ｆレンズ群２０Ｆと、負レンズと正レンズの接合レンズ２組、及び正レンズからなる正の第２Ｒレンズ群２０Ｒとからなる。絞りＳは、第２Ｒレンズ群２０Ｒ中の２組の接合レンズの間に位置している。この実施例１の無限遠物体から近距離物体へのフォーカシング動作は、図１３の下方に実線で示したＦａ群とＦｂ群とが非線形に移動する態様で行われる。

【００２１】

【表１】

F_{NO}=1:1.8

f=30.90

m=0.000−−0.070−−0.148

f_B=36.90−39.07−41.47

u= ∞−0.53−0.30

W=35.3

面 No.	r	d	Nd	ν
1	78.108	4.38	1.77250	49.6
2	358.792	0.10	-	-
3	76.705	1.67	1.67003	47.3
4	17.423	7.64	-	-
5	221.262	1.50	1.61800	63.4
6	48.445	5.56	-	-
7	31.497	3.99	1.83400	37.2
8	-927.714	7.52-6.93-6.15	-	-
9	-43.702	1.50	1.60880	36.7
10	18.000	8.10	1.81000	47.3
11	-44.430	1.92	-	-
絞り	∞	4.85	-	-
12	-19.000	2.79	1.73400	27.7
13	152.020	2.65	1.69350	53.2
14	-46.535	0.10	-	-
15	-287.024	3.84	1.77250	49.6
16	-24.575	-	-	-

＊は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面Ｎｏ．	Ｋ	Ａ４	Ａ６	Ａ８
14	0.00	0.2118×10^{-4}	0.2272×10^{-7}	-0.2000×10^{-10}

【００２２】

［実施例２］

図５は実施例２のレンズ構成を示し、図６、図７及び図８はそれぞれ、図５のレンズ構成での無限遠撮影時、有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）及び最短距離撮影時（物体距離約１０ｆ）における諸収差図である。表２はその数値データである。基本的なレンズ構成及びフォーカシング動作は実施例１と同様である。

【００２３】

【表２】

F_{NO}=1:1.8

f=30.90

m=0.000−−0.070−−0.149

f_B=37.13−39.31−41.77

u=∞−0.53−0.30

W=35.3

面 No.	r	d	Nd	ν
1	78.098	4.98	1.72916	54.7
2	6866.103	0.10	-	-
3	198.610	1.67	1.68893	31.1
4	25.334	5.03	-	-
5	86.361	1.20	1.61800	63.4
6	23.386	10.13	-	-
7	34.941	5.00	1.80100	35.0
8	-131.560	5.41-4.87-3.88	-	-
9	-41.702	1.70	1.51742	52.4
10	17.768	9.20	1.80400	46.6
11	-73.924	0.70	-	-
絞り	∞	5.79	-	-
12	-23.632	1.69	1.84666	23.8
13	29.795	5.06	1.72750	40.3
14	-54.008	0.10	-	-
15	523.668	4.10	1.77250	49.6
16	-27.472	-	-	-

＊は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面Ｎｏ．	Ｋ	Ａ４	Ａ６	Ａ８
14	0.00	0.1985×10^{-4}	0.3239×10^{-7}	0.4715×10^{-11}

【００２４】

［実施例３］

図９は実施例３のレンズ構成を示し、図１０、図１１及び図１２はそれぞれ、図９のレンズ構成での無限遠撮影時、有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）及び最短距離撮影時（物体距離約１０ｆ）における諸収差図である。表３はその数値データである。基本的なレンズ構成及びフォーカシング動作は実施例１と同様である。

【００２５】

【表３】

F_{NO}=1:1.8

f=31.80

m=0.000−−0.070−−0.155

f_B=36.90−39.15−41.88

u=∞−0.53−0.30

W=34.8

面 No.	r	d	Nd	ν
1	95.700	4.68	1.72916	54.7
2	-5402.519	0.10	-	-
3	195.220	1.67	1.76182	26.5
4	33.385	3.13	-	-
5	93.000	1.30	1.61800	63.4
6	23.440	12.29	-	-
7	38.680	5.00	1.80100	35.0
8	-126.230	5.46-4.77-3.87	-	-
9	-43.081	1.90	1.51742	52.4
10	18.044	9.39	1.80400	46.6
11	-72.460	1.20	-	-
絞り	∞	6.86	-	-
12	-20.415	1.60	1.84666	23.8
13	36.650	4.74	1.72750	40.3
14	-48.519	0.10	-	-
15	1937.471	4.42	1.77250	49.6
16	-25.427	-	-	-

＊は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面Ｎｏ．	Ｋ	Ａ４	Ａ６	Ａ８
14	0.00	0.1983×10^{-4}	0.2547×10^{-7}	0.9113×10^{-12}

【００２６】

各実施例の各条件式に対する値を表４に示す。

【表４】

	実施例１	実施例２	実施例３
条件式(1)	0.733	0.697	0.701
条件式(2)	1.7775	1.7763	1.7763
条件式(3)	0.70	0.67	0.68
条件式(4) ($\Delta X_{ai}/\Delta X_{bi}=\alpha$)	0.75	0.80	0.70
条件式(4) (X_{an}/X_{bn})	0.70	0.67	0.68
条件式(5)	-0.013	-0.032	-0.005
条件式(6)	0.122	0.197	0.221

各実施例は各条件式を満足しており、諸収差も比較的よく補正されている。

【００２７】

【発明の効果】

本発明によれば、近距離変化が少なく、無限遠物体から近距離物体まで結像性能が良好で明るい（Ｆ１．８～２．０程度）、半画角３５°程度の広角レンズ系及びそのフォーカス方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による広角レンズ系の実施例１のレンズ構成図である。

【図２】実施例１のレンズ構成の無限遠撮影時における諸収差図である。

【図３】実施例１のレンズ構成の有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）における諸収差図である。

【図４】実施例１のレンズ構成の最短距離撮影時における諸収差図である。

【図５】本発明による広角レンズ系の実施例２のレンズ構成図である。

【図６】実施例２のレンズ構成の無限遠撮影時における諸収差図である。

【図７】実施例２のレンズ構成の有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）における諸収差図である。

【図８】実施例２のレンズ構成の最短距離撮影時における諸収差図である。

【図９】本発明による広角レンズ系の実施例３のレンズ構成図である。

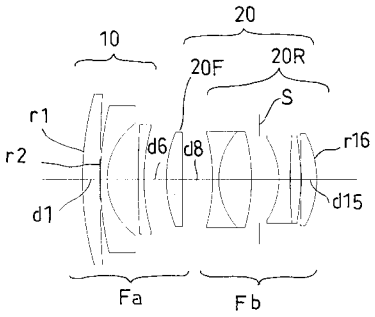
【図１０】実施例３のレンズ構成の無限遠撮影時における諸収差図である。

【図１１】実施例３のレンズ構成の有限距離撮影時（倍率－０．０７倍）における諸収差図である。

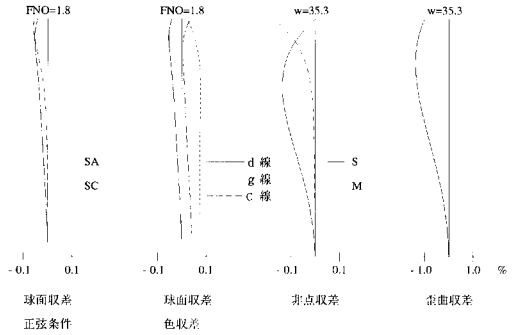
【図１２】実施例３のレンズ構成の最短距離撮影時における諸収差図である。

【図１３】本発明による広角レンズ系のフォーカシング動作を説明する図である。

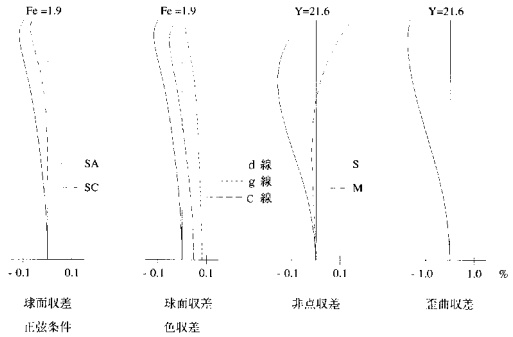
【図１】



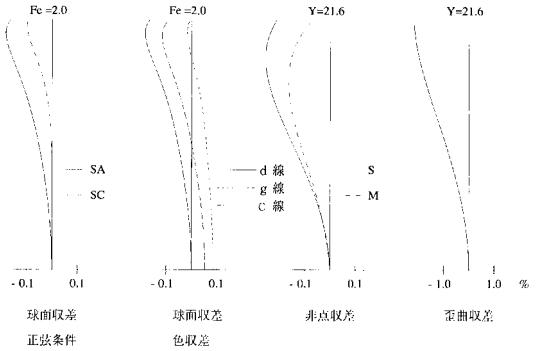
【図２】



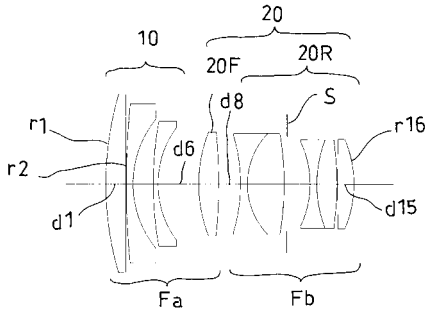
【図３】



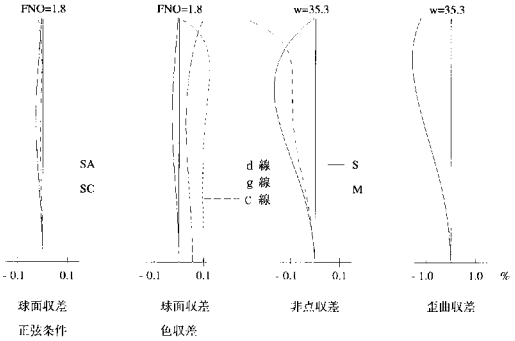
【図４】



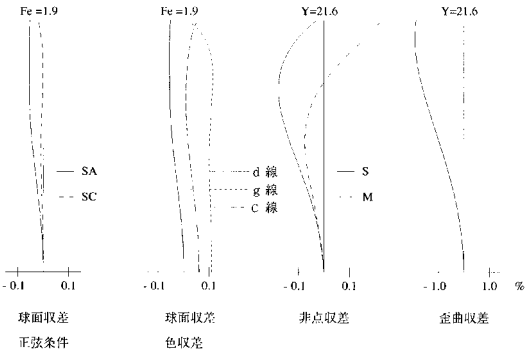
【図５】



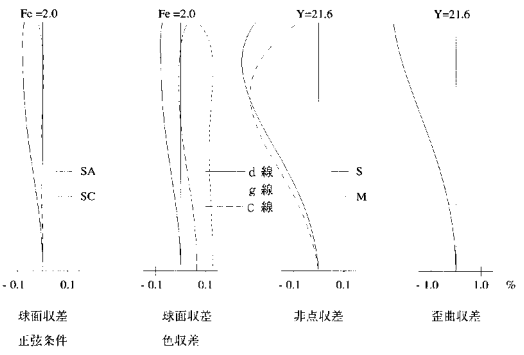
【図６】



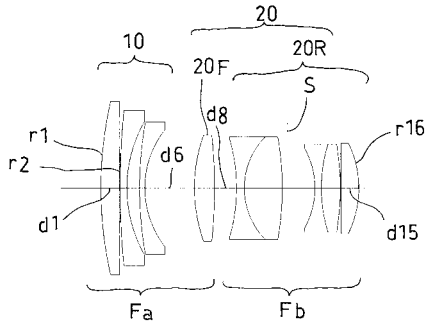
【図７】



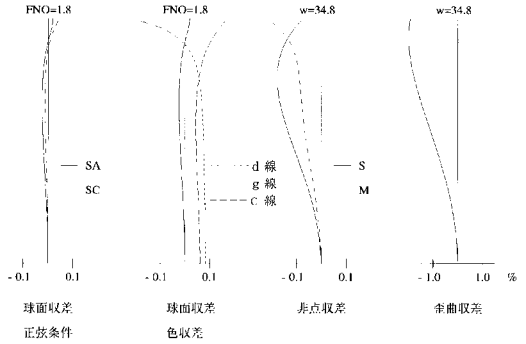
【図８】



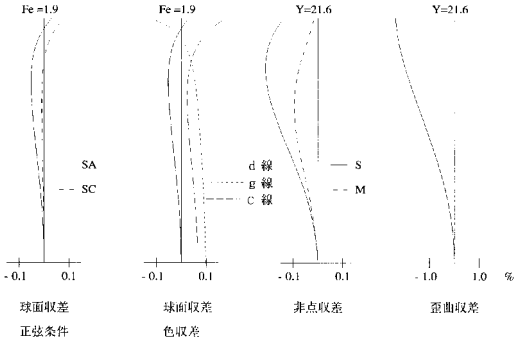
【図９】



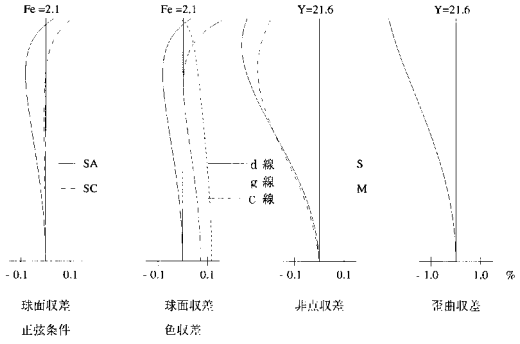
【図１０】



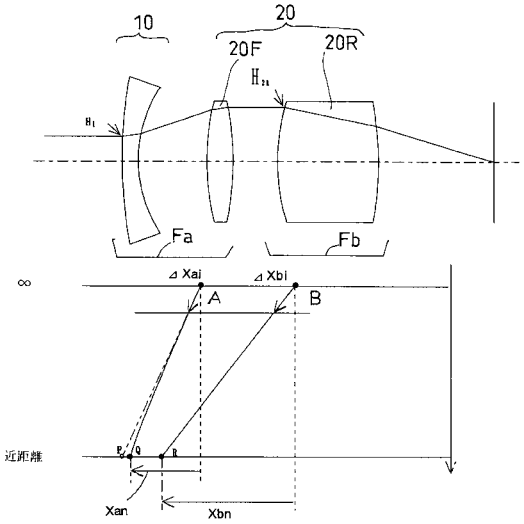
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭４５－ ３９８７５（ＪＰ，Ｂ１）
特開昭４７－ ２４３１９（ＪＰ，Ａ）
特開平 ４－１４１６１３（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