

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4374222号
(P4374222)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 15/163 (2006.01) G 0 2 B 15/163
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-308226 (P2003-308226)
(22) 出願日 平成15年9月1日(2003.9.1)
(65) 公開番号 特開2005-77771 (P2005-77771A)
(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)
審査請求日 平成18年6月6日(2006.6.6)

(73) 特許権者 000113263
H O Y A 株式会社
東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号
(74) 代理人 100083286
弁理士 三浦 邦夫
(72) 発明者 小織 雅和
東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペ
ンタックス株式会社内
審査官 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変倍光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の第 1 レンズ群と、正の第 2 レンズ群と、正の第 3 レンズ群とからなり、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔は減少し、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔は増大する変倍光学系において、変倍時に、第 3 レンズ群が固定で、第 1、第 2 レンズ群が可動であり、第 2 レンズ群は、物体側から順に位置する、正レンズと負レンズの 2 枚のレンズからなり

次の条件式 (1) ないし (3) を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$(1) 3 . 0 < f 3 / f 2 < 3 . 5$$

$$(2) 1 . 4 < | f 1 / f w | < 2 . 0$$

$$(3) 0 . 8 < f 2 / f w < 1 . 5$$

但し、

f i : 第 i レンズ群の焦点距離、

f w : 短焦点距離端での全系の焦点距離、

f t : 長焦点距離端での全系の焦点距離。

【請求項 2】

請求項 1 記載の変倍光学系において、次の条件式 (4) を満足する変倍光学系。

$$(4) 1 . 0 < T 2 / y_{max} < 2 . 0$$

但し、

T 2 : 第 2 レンズ群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距離、
 y_{max} : 最大像高。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の変倍光学系において、第 1 レンズ群は像側に凹面を向けた負のメ
 ニスカスレンズからなる変倍光学系。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の変倍光学系において、第 3 レンズ群は正の単レン
 ズからなる変倍光学系。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の変倍光学系において、短焦点距離端と長焦点距離
 端における像面に対する第 1 レンズ群の位置が同一である変倍光学系。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主に電子スチルカメラ（デジタルカメラ）用いられる、広角域を含み、変倍
 比（ズーム比）3 倍程度を有する変倍光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラは、単体としてのカメラのみならず、情報携帯端末（PDA）、
 携帯電話等に搭載されつつある。これらのデジタルカメラに用いられる CCD や CMOS
 等の撮像素子（撮像モジュール）は非常に小型なものが要求されるため、撮像素子は比較
 的有効撮像エリアの小さいものが使われることが多く、光学系のレンズ枚数も少ないもの
 が多い。

20

【0003】

レンズ枚数の少ない小型ズームレンズとしては、負レンズ先行型いわゆるネガティブリ
 ード型のレンズ系が良く用いられる。これらのレンズ系では短焦点距離端の広角化と像側
 テレセントリック性を保ちやすいという特徴がある。例えば、特開 2002-82284
 号公報、特開 2002-55278 号公報、特開 2002-14284 号公報、特開平 1
 1-237549 号公報、特開平 10-206732 号公報などの真正正の 3 成分からなる
 3 群ズームレンズなどである。

30

【0004】

このうち、特開 2002-82284 号公報では、変倍群である第 2 レンズ群が 2 枚の
 正レンズから構成されているため、変倍群内での色収差の補正ができない。

【0005】

特開 2002-55278 号公報では、第 3 レンズ群は弱い正パワーを持っている。し
 かし変倍に寄与しているのは主に第 1 レンズ群と第 2 レンズ群であり、第 3 レンズ群は変
 倍には寄与していないため、十分に小型化されていないという問題がある。

【0006】

特開 2002-14284 号公報は、第 1 レンズ群が 2 枚以上のレンズを含むため、収
 差は良好に補正できるが十分な小型化が達成できない。

40

【0007】

特開平 11-237549 号公報は、各レンズ群特に第 2 レンズ群のパワーが弱いため
 第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔が広く、光学系の全長が長いという問題がある。

【0008】

特開平 10-206732 号公報は、第 2 レンズ群が 3 枚のレンズで構成されており、
 十分な小型化が達成できない。

【0009】

変倍光学系の全長を短縮するためには、各レンズ群のパワーを大きくしてズーム移動量
 を小さくすればよいが、一般的にレンズ群のパワーを大きくすると発生する収差が大き
 くなり、ズーム全域にわたり諸収差を良好に補正することが難しくなる。

50

【特許文献1】特開2002-82284号公報

【特許文献2】特開2002-55278号公報

【特許文献3】特開2002-14284号公報

【特許文献4】特開平11-237549号公報

【特許文献5】特開平10-206732号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、以上の問題意識に基づき、物体側から順に負、正、正の変倍光学系において、小型で高性能な変倍光学系を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、物体側から順に、負の第1レンズ群と、正の第2レンズ群と、正の第3レンズ群とからなり、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔は減少し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔は増大する変倍光学系において、変倍時に、第3レンズ群が固定で、第1、第2レンズ群が可動であり、第2レンズ群は、物体側から順に位置する、正レンズと負レンズの2枚のレンズからなり、次の条件式(1)ないし(3)を満足することを特徴としている。

$$(1) \quad 3.0 < f_3 / f_2 < 3.5$$

$$(2) \quad 1.4 < |f_1 / f_w| < 2.0$$

$$(3) \quad 0.8 < f_2 / f_w < 1.5$$

20

但し、

f_i : 第*i*レンズ群の焦点距離、

f_w : 短焦点距離端での全系の焦点距離、

f_t : 長焦点距離端での全系の焦点距離、

である。

なお、「変倍光学系」とは光学系の一部の群を光軸方向に移動することによって、焦点距離を変化させることができる光学系を意味する。

【0012】

本発明の変倍光学系は、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

30

$$(4) \quad 1.0 < T_2 / y_{max} < 2.0$$

但し、

T_2 : 第2レンズ群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距離、

y_{max} : 最大像高、

である。

【0013】

第1レンズ群は像側に凹面を向けた負のメニスカス単レンズから構成するのがよい。第3レンズ群は正の単レンズから構成するのがよい。

【0014】

本発明による変倍光学系では、短焦点距離端と長焦点距離端における像面に対する第1レンズ群の位置を同一とすると、第2レンズ群を両移動端に移動させるだけで、2焦点距離の切替レンズ系を得ることができる。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、物体側から順に負、正、正の変倍光学系において、小型で高性能な変倍光学系を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本実施形態の変倍光学系は、図13の簡易移動図に示すように、物体側から順に、負の第1レンズ群10と、正の第2レンズ群20と、正の第3レンズ群30とからなっている

50

。短焦点距離端（W）から長焦点距離端（T）へのズームングに際し、第1レンズ群10は一旦像側に移動した後物体側に移動するUターン軌跡を描き、第2レンズ群20は物体側に移動し、第3レンズ群30は固定である。その結果、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔は減少し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔は増大する。Iは撮像面を示し、デジタルカメラではその直前にフィルタ類が位置する。絞りSは、第1レンズ群10と第2レンズ群20の間に位置し、ズームングに際し、第2レンズ群20と一緒に移動する。フォーカシングは、いずれの群によってもよい。

【0018】

2焦点レンズとして用いるには、可動の第1レンズ群10の短焦点距離端における位置と長焦点距離端における位置とを同一にする（像面Iからの距離を同一にする）と、第2レンズ群20だけを両移動端に移動させて長短の2焦点距離を得ることができる。

10

可動の第1レンズ群10の短焦点距離端における位置と長焦点距離端における位置とを同一にする（像面Iからの距離を同一にする）と、第2レンズ群20だけを両移動端に移動させて長短の2焦点距離を得ることができ、所謂2焦点レンズとして用いることができる。

【0019】

第1レンズ群10は、小型化のために像側が凹面のメニスカス単レンズから構成することが望ましい。第2レンズ群20は、変倍作用が最も大きい群であるため、変倍における収差発生を抑えるためには正レンズと負レンズを1枚以上ずつ含むことが望ましい。小型化のためにはレンズ枚数は少ないほどいいから、正レンズと負レンズの2枚のレンズから構成するのが最も好ましい。第3レンズ群30は、両凸の単レンズから構成することができる。

20

【0020】

条件式（1）は、変倍時に第3レンズ群を固定した上で、テレセントリック性を確保し、全変倍域（あるいは両焦点距離端）で良好な収差補正を行い、かつ小型化を達成するための第2レンズ群と第3レンズ群のパワーバランスに関する条件である。

条件式（1）の上限を超えると、第3レンズ群のパワーが小さくなり、変倍に対する第2レンズ群の負担が大きくなって、変倍時の収差変化が大きくなってしまふ。仮に収差変化を抑制しようとする、第2レンズ群のレンズ厚が大きくなって小型化が達成できない。

30

条件式（1）の下限を超えると、逆に第2レンズ群のパワーが小さくなり、変倍に伴う第2レンズ群の移動量が大きくなるため、小型化が達成できない。

【0021】

条件式（2）は、変倍に伴う各レンズ群の移動量を抑えながら、収差補正を良好に行うための第1レンズ群のパワーに関する条件である。

条件式（2）の上限を超えると、第1レンズ群のパワーが弱くなるため、変倍時の移動量が大きくなり、小型化に不利である。条件式（2）の下限を超えると、第1レンズ群のパワーが強過ぎるため、小型化には有利であるが、収差補正が困難になる。

より好ましくは、この条件式（2）に代えて、次の条件式（2'）を満足させるのがよい。

40

$$(2') \quad 1.6 < |f_1 / f_w| < 1.8$$

【0022】

条件式（3）は、変倍に伴う各レンズ群の移動量を抑えながら、収差補正を良好に行うための第2レンズ群のパワーに関する条件である。

条件式（3）の上限を超えると、第2レンズ群のパワーが弱くなるため、変倍時の移動量が大きくなり、小型化に不利である。条件式（3）の下限を超えると、第2レンズ群のパワーが強過ぎるため、小型化には有利であるが、収差補正が困難になる。

より好ましくは、この条件式（3）に代えて、次の条件式（3'）を満足させるのがよい。

$$(3') \quad 0.8 < f_2 / f_w < 1.2$$

50

【 0 0 2 3 】

条件式(4)は、収差補正と小型化の両立のための条件である。条件式(4)の上限を
超えると、第2レンズ群の群厚が大きくなり、十分な小型化が達成できなくなる。下限を
超えると、収差補正が不十分になり、またレンズが薄くなりすぎて製造困難になる。

【 0 0 2 4 】

この条件式(4)は、条件式(1)ないし(3)とは独立させてもよい。つまり、条件
式(1)ないし(3)を満足しない、物体側から順に、負の第1レンズ群と、正の第2レ
ンズ群と、正の第3レンズ群とからなり、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し
、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔は減少し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔
は増大する変倍光学系であって、変倍時に、第3レンズ群が固定で、第1、第2レンズ群
が可動である変倍光学系に適用しても、収差補正と小型化を両立させるために一定の効果
がある。

10

【 0 0 2 5 】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図中、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FNO.はFナンバー、fは全系の焦点距離
、Wは半画角(°)、fBはバックフォーカス(カバーガラスから撮像素子(CCD)の撮
像面までの距離)、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
、はアッペ数を示す。

また、回転対称非球面は次式で定義される。

20

$$x=cy^2/[1+[1-(1+K)c^2y^2]^{1/2}]+A4y^4+A6y^6+A8y^8+A10y^{10}+A12y^{12} \dots$$

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

【 0 0 2 6 】

[実施例 1]

図1ないし図4は本発明の変倍光学系の第1実施例を示すもので、図1と図3はそれぞ
れ短焦点距離端と長焦点距離端におけるレンズ構成図、図2と図4はそれぞれ図1と図3
のレンズ構成での諸収差図である。表1はその数値データである。負の第1レンズ群10
は、像側の面が凹面の負メニスカス単レンズからなり、正の第2レンズ群20は、物体側
から順に両凸正レンズと像側の面が凹面の負メニスカスレンズからなり、正の第3レン
ズ群30は、両凸の単レンズからなっている。CGはカバーガラス(CCDの前方に位置
するフィルタ類)であり、CCDのサイズは1/7" (対角長(最大像高)=1.4mm)で
ある。絞りSは第2レンズ群20(第3面)の前方(物体側)0.20mmの位置にある。

30

【 0 0 2 7 】

(表1)

FNO. = 1:2.8-4.3
f = 2.00-4.00
W = 37.1-18.9
fB = 0.36-0.36

面NO.	r	d	N _d	
1	73.462	0.70	1.48749	70.2
2*	1.609	2.08-0.62		
3*	0.940	1.04	1.48749	70.2
4*	-11.244	0.16		
5	12.746	0.70	1.62004	36.3
6	2.374	0.30-1.71		
7*	19.388	0.96	1.49176	57.4
8*	-3.845	0.20		
9		0.50	1.51633	64.1
10		-		

40

50

*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。）；

NO	K	A 4	A 6	A 8
2	0.00		-0.59022×10^{-2}	
3	0.00	-0.46124×10^{-1}	0.18269×10^{-0}	-0.34874×10^{-0}
4	0.00	0.34242×10^{-0}		0.61481×10^{-0}
7	0.00	-0.19727×10^{-1}		0.12566×10^{-1}
8	0.00	-0.17928×10^{-1}		0.79744×10^{-2}

【 0 0 2 8 】

[実施例 2]

図5ないし図8は本発明の変倍光学系の第2実施例を示すもので、図5と図7はそれぞれ短焦点距離端と長焦点距離端におけるレンズ構成図、図6と図8はそれぞれ図5と図7のレンズ構成での諸収差図である。表2はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。絞りSは第2レンズ群20（第3面）の前方（物体側）0.20mmの位置にある。

【 0 0 2 9 】

（表2）

FNO. = 1:2.8-4.3

f = 2.00-4.00

W = 36.8-18.8

fB = 0.50-0.50

面NO.	r	d	N _d	
1	132.171	0.70	1.49176	57.4
2*	1.641	2.09-0.64		
3*	0.944	1.01	1.48749	70.2
4*	-10.097	0.16		
5	12.304	0.70	1.62004	36.3
6	2.253	0.30-1.74		
7*	16.346	0.94	1.49176	57.4
8*	-3.851	0.10		
9		0.50	1.51633	64.1
10		-		

*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。）；

NO	K	A 4	A 6	A 8
2	0.00		-0.35237×10^{-2}	
3	0.00	-0.45808×10^{-1}	0.20903×10^{-0}	-0.36172×10^{-0}
4	0.00	0.35063×10^{-0}		0.65559×10^{-0}
7	0.00	0.80078×10^{-2}		0.81083×10^{-2}
8	0.00	0.10610×10^{-1}		0.70980×10^{-2}

【 0 0 3 0 】

[実施例 3]

図9ないし図12は本発明の変倍光学系の第3実施例を示すもので、図9と図11はそれぞれ短焦点距離端と長焦点距離端におけるレンズ構成図、図10と図12はそれぞれ図9と図11のレンズ構成での諸収差図である。表3はその数値データである。基本的なレンズ構成は負の第1レンズ群10が両凹単レンズであることを除き、実施例1と同様である。絞りSは第2レンズ群20（第3面）の前方（物体側）0.20mmの位置にある。

【 0 0 3 1 】

（表3）

FNO. = 1:2.8-4.3

10

20

30

40

50

f = 2.00-4.00
 W = 36.8-18.9
 fB = 0.50-0.50

面NO.	r	d	N_d	
1	-116.226	0.70	1.48749	70.2
2*	1.685	2.11-0.67		
3*	0.950	1.01	1.49700	81.6
4*	-8.761	0.16		
5	9.147	0.70	1.75520	27.5
6	2.140	0.30-1.73		
7*	19.977	0.92	1.49176	57.4
8*	-3.512	0.10		
9		0.50	1.51633	64.1
10		-		

*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。）；

	K	A 4	A 6	A 8
2	0.00		-0.12835×10^{-2}	
3	0.00	-0.57036×10^{-1}	0.22879×10^{-0}	-0.27586×10^{-0}
4	0.00	0.34433×10^{-0}		0.12837×10
7	0.00	0.11801×10^{-1}		0.10174×10^{-1}
8	0.00	0.10632×10^{-1}		0.92579×10^{-2}

【 0 0 3 2 】

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)	3.476	3.157	3.046
条件式 (2 、 2 ')	1.670	1.693	1.701
条件式 (3 、 3 ')	1.014	1.020	1.010
条件式 (4)	1.35	1.34	1.34

各実施例は各条件式を満足しており、諸収差も比較的良好に補正されている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 3 】

【図 1】本発明による変倍光学系の実施例 1 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 2】図 1 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 3】同実施例 1 の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 4】図 3 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 5】本発明による変倍光学系の実施例 2 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 6】図 5 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 7】同実施例 2 の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 8】図 7 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 9】本発明による変倍光学系の実施例 3 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 10】図 9 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 11】同実施例 3 の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 12】図 11 のレンズ構成の諸収差図である。

【図 13】本発明による変倍光学系の簡易移動図である。

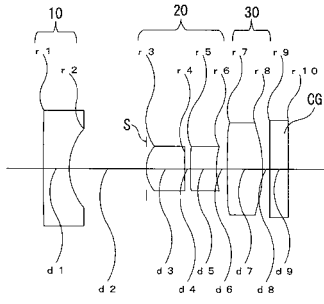
10

20

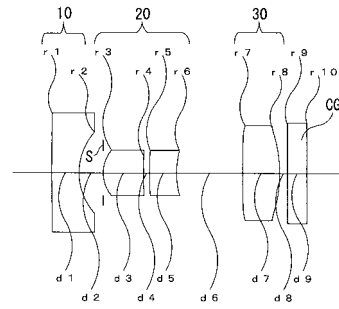
30

40

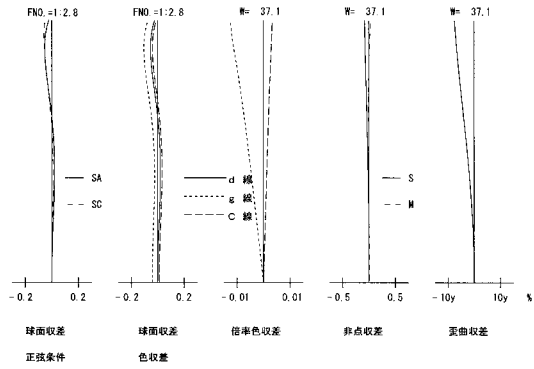
【 図 1 】



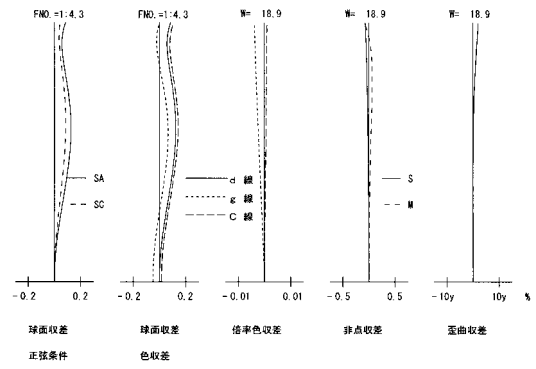
【 図 3 】



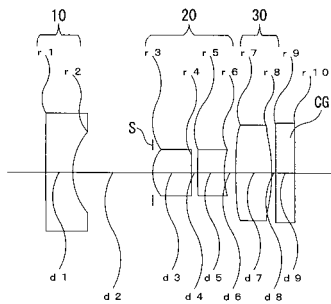
【 図 2 】



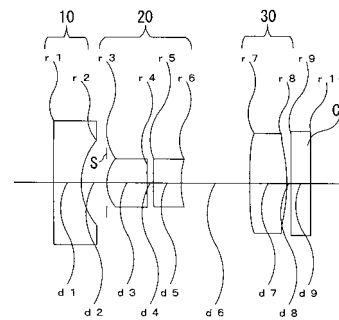
【 図 4 】



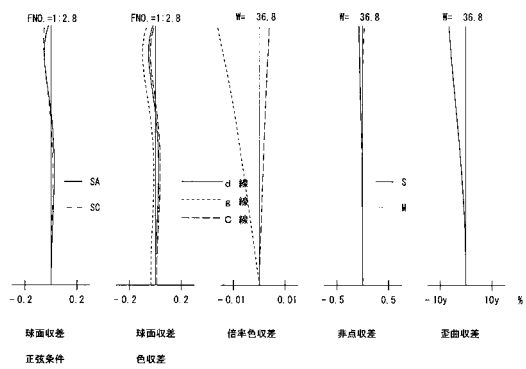
【 図 5 】



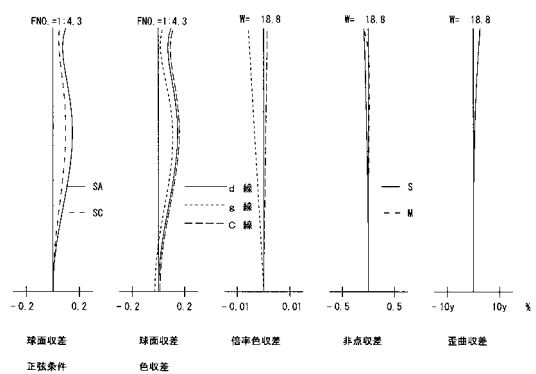
【 図 7 】



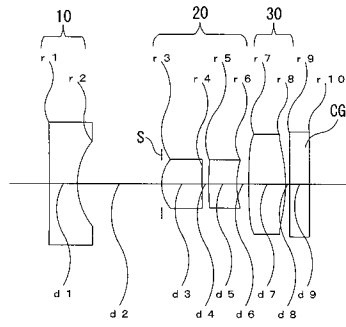
【 図 6 】



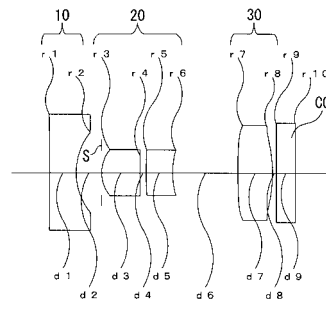
【 図 8 】



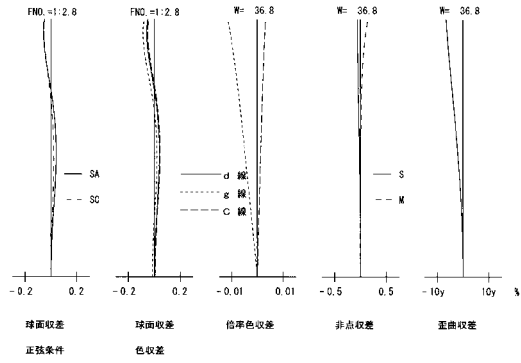
【 図 9 】



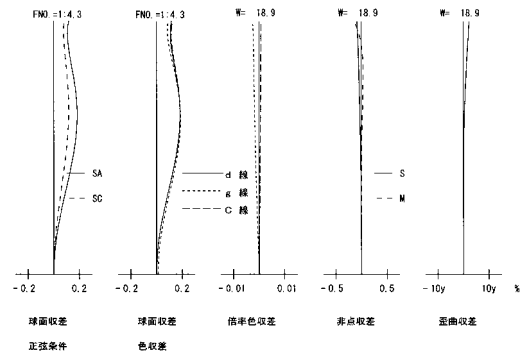
【 図 1 1 】



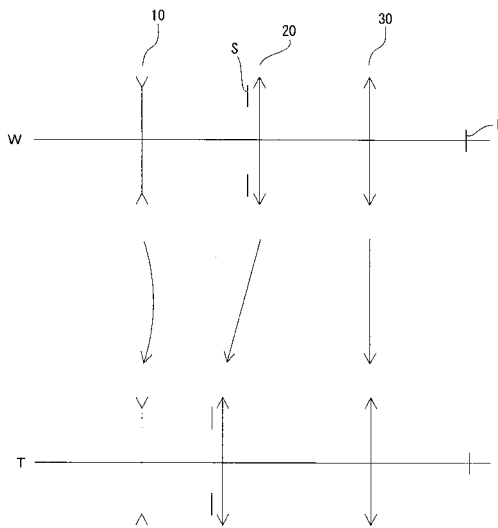
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 217219 (JP, A)
特開平04 - 114116 (JP, A)
特開2001 - 194589 (JP, A)
特開2002 - 082284 (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