

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5033936号
(P5033936)

(45) 発行日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 13/06 (2006.01) G O 2 B 13/06
G O 2 B 15/16 (2006.01) G O 2 B 15/16

請求項の数 6 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2012-26180 (P2012-26180)	(73) 特許権者	311015207
(22) 出願日	平成24年2月9日(2012.2.9)		ペンタックスリコーイメージング株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-161774 (P2006-161774) の分割		東京都板橋区前野町二丁目35番7号
原出願日	平成18年6月12日(2006.6.12)	(74) 代理人	100083286
(65) 公開番号	特開2012-123412 (P2012-123412A)		弁理士 三浦 邦夫
(43) 公開日	平成24年6月28日(2012.6.28)	(74) 代理人	100135493
審査請求日	平成24年2月10日(2012.2.10)		弁理士 安藤 大介
(31) 優先権主張番号	特願2005-250023 (P2005-250023)	(74) 代理人	100166408
(32) 優先日	平成17年8月30日(2005.8.30)		弁理士 三浦 邦陽
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	伊藤 孝之
早期審査対象出願			東京都板橋区前野町2丁目35番7号 ペンタックスリコーイメージング株式会社内
		(72) 発明者	平川 純
			東京都板橋区前野町2丁目35番7号 ペンタックスリコーイメージング株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、短焦点距離端において空気間隔が最大のところで分けられる負のパワーの第1レンズ群と正のパワーの第2レンズ群とからなる魚眼ズームレンズ系において、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔が最大になる位置を短焦点距離端とし、この短焦点距離端から第1レンズ群を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第2レンズ群を第1レンズ群との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端へと変倍すること、

第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸の第1負メニスカスレンズ、物体側に凸の第2負メニスカスレンズ、及び第3負レンズを有すること、及び

- 次の条件式(1)、(2)、(3)及び(6)を満足することを特徴とする魚眼ズームレンズ系。
- (1) $0.25 < SF1 < 1.0$
 - (2) $0.1 < SF2 < 1.0$
 - (3) $0.9 < SF3 < 2.1$
 - (6) $1.5 < |r2 / f1| < 2.0$ ($f1 < 0$)

但し、

SFi ; 第*i*負レンズのシェーピング・ファクター ($i = 1$ から 3)、
 $(SFi = (r1 - r2) / (r1 + r2))$
 ri ; 第*i*レンズの物体側の面の曲率半径、

r_2 ; 第 i レンズの像側の面の曲率半径、

f_1 ; 第 1 レンズ群の焦点距離、

r_2 ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径。

【請求項 2】

物体側から順に、空気間隔が最大のところで分けられる負のパワーの第 1 レンズ群と正のパワーの第 2 レンズ群とからなる魚眼レンズ系において、

第 1 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸の第 1 負メニスカスレンズ、物体側に凸の第 2 負メニスカスレンズ、及び第 3 負レンズを有すること、及び

次の条件式 (1)、(2')、(3) 及び (6) を満足することを特徴とする魚眼レンズ系。

$$(1) 0.25 < SF1 < 1.0$$

$$(2') 0.51 < SF2 < 1.0$$

$$(3) 0.9 < SF3 < 2.1$$

$$(6) 1.5 < |r_2 / f_1| < 2.0 \quad (f_1 < 0)$$

但し、

SF_i ; 第 i 負レンズのシェーピング・ファクター ($i = 1$ から 3)、

$$(SF_i = (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2))$$

r_1 ; 第 i レンズの物体側の面の曲率半径、

r_2 ; 第 i レンズの像側の面の曲率半径、

f_1 ; 第 1 レンズ群の焦点距離、

r_2 ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径。

【請求項 3】

請求項 2 記載の魚眼レンズ系において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔が最大になる位置を短焦点距離端とし、この短焦点距離端から第 1 レンズ群を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第 2 レンズ群を第 1 レンズ群との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端へと変倍するズームレンズ系とした魚眼ズームレンズ系。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系において、次の条件式 (5) を満足する魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系。

$$(5) 0.5 < (D_{1a-1b}) / f_w < 1.5$$

但し、

D_{1a-1b} ; 第 1 負メニスカスレンズと第 2 負メニスカスレンズとの空気間隔、

f_w ; 最も焦点距離が短い状態における全系の焦点距離。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系において、次の条件式 (7) を満足する魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系。

$$(7) 0.2 < r_2 / r_3 < 0.8 \quad (r_2, r_3 > 0)$$

但し、

r_2 ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径、

r_3 ; 第 1 レンズ群中の物体側から 2 番目の第 2 負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系において、次の条件式 (8) を満足する魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系。

$$(8) 1.0 < f_{1a} / f_{1b} < 2.0 \quad (f_{1a}, f_{1b} < 0)$$

但し、

f_{1a} ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの焦点距離、

f_{1b} ; 第 1 レンズ群中の物体側から 2 番目以降のレンズ群の合成焦点距離。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ用に好適な魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

本出願人は、特許文献1で、短焦点距離端では半画角が60°を越えて80°以上になる超広角ズームレンズ系を提案した。この超広角ズームレンズ系は、135(35mm)用フィルムに開発したもので、画面サイズに比べてレンズ全長及びレンズ径が大きく、画面サイズが小さいデジタルカメラ用にそのまま用いることはできない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-171053号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は従って、135用フィルムの画面サイズに比べて画面サイズが小さいデジタルカメラ用であって、35mmカメラと同程度のバックフォーカスをもちながら小型で、しかも倍率色収差を含む諸収差を良好に補正した魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系を提

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の魚眼ズームレンズ系は、物体側から順に、短焦点距離端において空気間隔が最大のところで分けられる負のパワーの第1レンズ群と正のパワーの第2レンズ群とからなる魚眼ズームレンズ系において、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔が最大になる位置を短焦点距離端とし、この短焦点距離端から第1レンズ群を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第2レンズ群を第1レンズ群との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端へと変倍すること、第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸の第1負メニスカスレンズ、物体側に凸の第2負メニスカスレンズ、及び第3負レンズを有すること、及び次の条件式(1)、(2)、(3)及び(6)を満足することを特徴としている。

30

$$(1) 0.25 < SF1 < 1.0$$

$$(2) 0.1 < SF2 < 1.0$$

$$(3) 0.9 < SF3 < 2.1$$

$$(6) 1.5 < |r2/f1| < 2.0 \quad (f1 < 0)$$

但し、

SF_i ; 第*i*負レンズのシェーピング・ファクター ($i = 1$ から 3)、

$$(SF_i = (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2))$$

r_1 ; 第*i*レンズの物体側の面の曲率半径、

r_2 ; 第*i*レンズの像側の面の曲率半径、

f_1 ; 第1レンズ群の焦点距離、

r_2 ; 第1レンズ群中の最も物体側の第1負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径、である。

40

【0007】

本発明の魚眼レンズ系は、物体側から順に、空気間隔が最大のところで分けられる負のパワーの第1レンズ群と正のパワーの第2レンズ群とからなる魚眼レンズ系において、第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸の第1負メニスカスレンズ、物体側に凸の第2負メニスカスレンズ、及び第3負レンズを有すること、及び次の条件式(1)、(2)、(3)及び(6)を満足することを特徴としている。

50

$$(1) 0.25 < SF1 < 1.0$$

$$(2') 0.51 < SF2 < 1.0$$

$$(3) 0.9 < SF3 < 2.1$$

$$(6) 1.5 < |r2 / f1| < 2.0 \quad (f1 < 0)$$

但し、

SF_i ; 第 i 負レンズのシェーピング・ファクター ($i = 1$ から 3)、

$$(SF_i = (r_1 - r_2) / (r_1 + r_2))$$

r_1 ; 第 i レンズの物体側の面の曲率半径、

r_2 ; 第 i レンズの像側の面の曲率半径、

f_1 ; 第 1 レンズ群の焦点距離、

r_2 ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径、
である。

10

【0009】

本発明の魚眼レンズ系は、魚眼ズームレンズ系に発展させることができる。すなわち、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔が最大になる位置を短焦点距離端とし、この短焦点距離端から第 1 レンズ群を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第 2 レンズ群を第 1 レンズ群との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端へと変倍することで、魚眼ズームレンズ系として用いることができる。

【0010】

本発明の魚眼ズームレンズ系は、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔が最大になる位置を短焦点距離端とし、この短焦点距離端から第 1 レンズ群を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第 2 レンズ群を第 1 レンズ群との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端へと変倍することができる。

20

【0011】

本発明の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系は、次の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$(5) 0.5 < (D_{1a-1b}) / f_w < 1.5$$

但し、

D_{1a-1b} ; 第 1 負メニスカスレンズと第 2 負メニスカスレンズとの空気間隔、

f_w ; 最も焦点距離が短い状態における全系の焦点距離、

である。

30

【0012】

本発明の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系は、次の条件式 (7) を満足することが好ましい。

$$(7) 0.2 < r2 / r3 < 0.8 \quad (r2, r3 > 0)$$

但し、

r_2 ; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの像面側の面の曲率半径、

r_3 ; 第 1 レンズ群中の物体側から 2 番目の第 2 負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径、

である。

40

【0013】

本発明の魚眼レンズ系または魚眼ズームレンズ系は、次の条件式 (8) を満足することが好ましい。

$$(8) 1.0 < f1a / f1b < 2.0 \quad (f1a, f1b < 0)$$

但し、

$f1a$; 第 1 レンズ群中の最も物体側の第 1 負メニスカスレンズの焦点距離、

$f1b$; 第 1 レンズ群中の物体側から 2 番目以降のレンズ群の合成焦点距離、

である。

【0014】

第 2 レンズ群中には、次の条件式 (4) を満足する正レンズが含まれていることが好ま

50

しい。

$$(4) 70 < {}_2p$$

但し、

${}_2p$; 第2レンズ群中に含まれる正レンズのアップ数、
である。

より好ましくは条件式(4')を満足するのがよい。

$$(4') 80 < {}_2p$$

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、35mmカメラと同程度のバックフォーカスをもちながら小型で、しかも倍率色収差を含む諸収差を良好に補正した、135用フィルムの画面サイズに比べて画面サイズが小さいデジタルカメラ用に好適な魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例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の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図3】図1の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図4】図1の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図5】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例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の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図7】図5の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図8】図5の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図9】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例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の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図11】図9の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図12】図9の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図13】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例4の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図14】図13の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図15】図13の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図16】図13の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図17】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例5の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図18】図17の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図19】図17の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図20】図17の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図21】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例6の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図22】図21の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図23】図21の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図24】図21の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図25】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例7の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図26】図25の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図27】図25の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図28】図25の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

10

20

30

40

50

【図 29】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例 8 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 30】図 29 の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図 31】図 29 の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図 32】図 29 の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図 33】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例 9 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 34】図 33 の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図 35】図 33 の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図 36】図 33 の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図 37】本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した実施例 10 の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図 38】図 37 の構成における短焦点距離端の諸収差図である。

【図 39】図 37 の構成における中間焦点距離の諸収差図である。

【図 40】図 37 の構成における長焦点距離端の諸収差図である。

【図 41】本発明を適用した魚眼ズームレンズ系のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図 41 は、本発明を魚眼ズームレンズ系に適用した場合の簡易移動図を示している。この魚眼ズームレンズ系は、物体側から順に、短焦点距離端 (S) において空気間隔最大のところで分けられる負の第 1 レンズ群 10 と正の第 2 レンズ群 20 とからなっている。ズームング (変倍) に際しては、短焦点距離端 (S) から第 1 レンズ群 10 を一旦像側に移動させてから物体側に移動させると同時に、第 2 レンズ群 20 を第 1 レンズ群 10 との間隔が単調に減少するように物体側に移動させて長焦点距離端 (L) へと変倍する。本発明は、短焦点距離端 (S) で上記ズームング動作を固定すれば単焦点の魚眼レンズ系として用いることが可能である。

【0018】

第 1 レンズ群 10 は、図 1 (実施例 1)、図 5 (実施例 2)、図 9 (実施例 3)、図 13 (実施例 4)、図 17 (実施例 5)、図 21 (実施例 6)、図 25 (実施例 7)、図 29 (実施例 8)、図 33 (実施例 9) 及び図 37 (実施例 10) の各実施例 (全実施例) を通じて、物体側から順に、物体側に凸の第 1 負メニスカスレンズ 11 と、後続レンズ群 12 とからなる。後続レンズ群 12 は、物体側に凸の第 2 負メニスカスレンズ、第 3 負レンズ、及び全体として正のパワーを持つ両凸第 4 正レンズと物体側に凹面を向けた第 5 負レンズの貼合せレンズからなる。第 5 負レンズは、実施例 1 - 3、5 - 10 では物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズであり、実施例 4 では両凹負レンズである。

【0019】

フォーカシングは、第 1 レンズ群 10 全体、または、第 1 負メニスカスレンズ 11 を除く第 1 レンズ群 10 中の後続レンズ群 (第 2 負メニスカスレンズ、第 3 負レンズ、及び第 4 正レンズと第 5 負レンズの貼合せレンズ) 12 で行う。絞り S は、第 1 レンズ群 10 と第 2 レンズ群 20 の間 (第 2 レンズ群 20 の前方) (実施例 1 から 4、6 から 8)、または第 2 レンズ群 20 中 (第 12 面の前方) (実施例 5、9、10) に配置することができる。

【0020】

本発明の魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系は、その第 1 レンズ群の構成及びレンズ形状に特徴があり、第 2 レンズ群の構成については自由度がある。これは、魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系にとって、小さな画面サイズと短いバックフォーカスを達成するためには、物体側に配置される第 1 レンズ群の構成及びレンズ形状が重要であり、第 2 レンズ群については正のパワーを有するという条件を満たせば種々の構成が採りうることによる。

【0021】

10

20

30

40

50

条件式(1)(条件式(1'))は、第1レンズ群中の第1負メニスカスレンズのシェーピング・ファクターに関する条件である。条件式(1)の上限を超えると、第1負メニスカスレンズの物体側の面が凹面になり、60°以上の半画角を確保することができなくなる。条件式(1)の下限を超えると、負のパワーが大きくなり、軸外の非点収差が大きくなる。

【0022】

条件式(2)(条件式(2'))は、第1レンズ群中の第2負メニスカスレンズのシェーピング・ファクターに関する条件である。条件式(2)の上限を超えると、第2負メニスカスレンズの物体側の面が凹面になり、60°以上の半画角を確保することができなくなる。条件式(2)の下限を超えると、負のパワーが大きくなり、軸外の非点収差とコマ収差が大きくなる。SF=0は平面を意味するから、第1負メニスカスレンズと第2負メニスカスレンズの物体側の面はそれぞれ平面とすることも可能である。

10

【0023】

条件式(3)は、第1レンズ群中の第3負レンズのシェーピング・ファクターに関する条件である。条件式(3)の上限を超えると、第3負レンズの物体側の面が凹面になり、60°以上の半画角を確保することができなくなる。条件式(3)の下限を超えると、負のパワーが大きくなり、軸外の非点収差、コマ収差、及び球面収差が大きくなる。

【0024】

条件式(4)(条件式(4'))は、倍率色収差に関する条件である。条件式(4)を満たすことによって、倍率色収差の発生を抑えることができる。条件式(4)の下限を超えると、屈折の度合いが小さくなり、光線が分散してしまうため、倍率色収差が大きくなってしまふ。また、条件式(4)を満たすと、軸上色収差の補正にも有利である。

20

【0025】

条件式(5)は、インナーフォーカスに関する条件である。上述のように、本発明の魚眼レンズ系及び魚眼ズームレンズ系は、第1レンズ群中全体または第1レンズ群中の第2負メニスカスレンズ群以降でフォーカシングを行うことができる。第2負メニスカスレンズ群以降でフォーカシングを行う場合、条件式(5)を満足するのが好ましい。条件式(5)の上限を越えると、第1負メニスカスレンズの直径が大きくなるばかりでなく、レンズ全長と非点収差が増大する。条件式(5)の下限を越えると、小型化には有利であるが、フォーカシング群が最短撮影距離にあるとき、第1負メニスカスレンズのパワーを強くしなければならず、非点収差、コマ収差、及び球面収差の増大を招く。

30

【0026】

条件式(6)(条件式(6'))は、第1レンズ群で大きな画角を取り込みながら収差の発生を抑えるために、第1負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径が満足すべき条件である。条件式(6)の下限を超えてこの面の曲率半径が小さくなると、製造が困難になる。上限を超えて同曲率半径が大きくなると、大きな画角に対してコンセントリックでなくなるので、発生するコマ収差の補正が困難になる。

【0027】

条件式(7)は、第2負メニスカスレンズ以降の第1レンズ群でインナーフォーカシングを行うとき収差の近距離変化を抑えるために、第1、第2の負メニスカスレンズの対向する面の曲率半径が満足すべき条件である。条件式(7)が規定するように、この対向する面の曲率はともに正の値であり、同じ方向を向いている。条件式(7)の上限下限いずれを超えても、第1、第2の負メニスカスレンズの対向面のインナーフォーカスに伴う間隔変化が、軸上に比べ軸外光の通過する周辺部で大きくなり、軸外におけるフォーカスの収差変化が大きくなる。

40

【0028】

条件式(8)は、第1レンズ群内の第2負メニスカスレンズ以降のレンズで効果的にインナーフォーカスを行なうための条件である。すなわち、条件式(8)は、固定の第1負メニスカスレンズのパワー(f_{1a})と第2負メニスカスレンズ以降のフォーカスレンズ群のパワー(f_{1b})との比を規定している。条件式(8)の下限を超えて第1負メニ

50

カスレンズのパワーが強くなる（第2負メニスカスレンズ以降のフォーカスレンズ群のパワーが弱くなる）と、フォーカスの為の移動量が大きくなり、インナーフォーカスとすることが困難になる。条件式（8）の上限を超えて、第1負メニスカスレンズのパワーが弱くなる（第2負メニスカスレンズ以降のフォーカスレンズ群のパワーが強くなる）と、フォーカシングに際し、第1負メニスカスレンズによる収差発生量の変化が大きくなる。

【0029】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図及び表中、SAは球面収差、SCは正弦条件、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、yは像高、Sはサジタル、Mはメリディオナル、F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、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、Ndはd線の屈折率、はアッペ数を示す。F、f、W、fB、及び変倍に伴って間隔が変化するレンズ間隔の値（d値）は、短焦点距離端-中間焦点距離-長焦点距離端の順に示している。

【実施例1】

【0030】

図1ないし図4と表1は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例1を示している。図1は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図2は短焦点距離端における諸収差図、図3は中間焦点距離における諸収差図、図4は長焦点距離端における諸収差図、表1はその数値データである。

本魚眼ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、正の第2レンズ20からなる。第1レンズ群10は、物体側から順に、物体側に凸の第1負メニスカスレンズ、物体側に凸の第2負メニスカスレンズ、第3負レンズ、及び全体として正のパワーの両凸正レンズと両凹負レンズの貼合せレンズからなる。第2レンズ20は、物体側から順に、両凸正レンズ、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、負レンズ、及び正レンズからなる。絞りSは、第10面（第2レンズ群20）の極から前方1.20にある。

（表1）

$$F = 1: 3.6 - 4.4 - 4.9$$

$$f = 9.70 - 14.00 - 16.55$$

$$W = 89.0 - 58.6 - 49.2$$

$$fB = 38.97 - 48.66 - 54.41$$

面NO.	r	d	Nd	
1	70.966	1.80	1.72916	54.7
2	18.332	11.71	-	-
3	41.164	1.50	1.77250	49.6
4	15.304	5.78	-	-
5	-242.011	1.50	1.88300	40.8
6	23.518	0.47	-	-
7	20.288	9.91	1.71736	29.5
8	-15.000	1.50	1.88300	40.8
9	-118.474	18.79-9.37-6.10	-	-
10	33.223	2.50	1.66998	39.3
11	-41.859	0.50	-	-
12	926.686	6.94	1.49700	81.6
13	-11.723	6.98	1.88300	40.8
14	-39.443	1.30	-	-
15	-256.563	1.50	1.80518	25.4
16	31.450	0.30	-	-
17	6.457	3.05	1.69680	55.5
18	-20.037	-	-	-

【実施例2】

【 0 0 3 1 】

図 5 ないし図 8 と表 2 は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例 2 を示している。図 5 は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図 6 は短焦点距離端における諸収差図、図 7 は中間焦点距離における諸収差図、図 8 は長焦点距離端における諸収差図、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 1 0 面（第 2 レンズ群 2 0 ）の極から前方 1.20 にある。

(表 2)

F	=	1:	3.6	-	4.0	-	4.8	
f	=	9.87	-	12.00	-	16.10		
W	=	89.0	-	70.0	-	50.9		10
fB	=	38.97	-	43.85	-	53.26		
面NO.		r		d		Nd		
1		74.311		1.80		1.72916	54.7	
2		19.319		11.14		-	-	
3		48.235		1.50		1.83481	42.7	
4		15.786		5.39		-	-	
5		-499.130		1.50		1.88300	40.8	
6		22.640		0.59		-	-	
7		20.418		10.30		1.71736	29.5	
8		-15.000		1.50		1.88300	40.8	20
9		-114.741		17.25-11.91-5.60		-	-	
10		30.367		2.50		1.66998	39.3	
11		-42.308		0.80		-	-	
12		-120.855		8.71		1.49700	81.6	
13		-11.149		7.00		1.88300	40.8	
14		-33.149		1.30		-	-	
15		-262.661		1.50		1.80518	25.4	
16		29.526		0.21		-	-	
17		41.766		3.05		1.69680	55.5	
18		-21.200		-		-	-	30

【 実施例 3 】

【 0 0 3 2 】

図 9 ないし図 1 2 と表 3 は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例 3 を示している。図 9 は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図 1 0 は短焦点距離端における諸収差図、図 1 1 は中間焦点距離における諸収差図、図 1 2 は長焦点距離端における諸収差図、表 3 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 1 0 面（第 2 レンズ群 2 0 ）の極から前方 1.20 にある。

(表 3)

F	=	1:	3.6	-	4.0	-	4.7	
f	=	9.99	-	12.00	-	16.10		
W	=	89.0	-	70.9	-	51.2		40
fB	=	38.97	-	43.58	-	53.01		
面NO.		r		d		Nd		
1		78.490		1.90		1.72916	54.7	
2		20.131		11.31		-	-	
3		75.438		1.50		1.77250	49.6	
4		16.614		9.11		-	-	
5		-221.111		1.50		1.88300	40.8	
6		21.730		0.70		-	-	
7		20.049		8.50		1.71736	29.5	50

8	-15.350	1.50	1.88300	40.8
9	-80.922	15.36-10.18-3.62	-	-
10	38.560	2.50	1.66998	39.3
11	-408.760	0.80	-	-
12	44.700	13.03	1.49700	81.6
13	-11.306	2.87	1.88300	40.8
14	-26.608	1.30	-	-
15	-134.343	1.50	1.80518	25.4
16	33.503	0.31	-	-
17	57.904	3.05	1.69680	55.5
18	-20.500	-	-	-

10

【実施例 4】

【0033】

図13ないし図16と表4は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例4を示している。図13は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図14は短焦点距離端における諸収差図、図15は中間焦点距離における諸収差図、図16は長焦点距離端における諸収差図、表4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10面(第2レンズ群20)の極から前方1.20にある。

(表4)

F	=	1:	3.6	-	4.3	-	4.8	
f	=	10.04	-	14.00	-	16.55		
W	=	89.0	-	59.5	-	49.7		
fB	=	38.93	-	47.28	-	52.66		
面NO.		r		d		Nd		
1		76.610		1.70		1.72916		54.7
2		20.208		5.85		-		-
3		33.584		1.50		1.83481		42.7
4		15.131		8.01		-		-
5		-2342.039		1.50		1.80400		46.6
6		20.269		0.46		-		-
7		18.599		13.34		1.69895		30.1
8		-15.000		1.22		1.80400		46.6
9		299.613		19.33-10.99-7.73		-		-
10		47.277		2.45		1.66998		39.3
11		-67.303		0.10		-		-
12		39.712		4.48		1.49700		81.6
13		-14.120		6.54		1.88300		40.8
14		-37.050		1.72		-		-
15		-513.777		1.50		1.80518		25.4
16		29.601		0.60		-		-
17		72.884		2.77		1.69680		55.5
18		-22.139		-		-		-

20

30

40

【実施例 5】

【0034】

図17ないし図20と表5は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例5を示している。図17は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図18は短焦点距離端における諸収差図、図19は中間焦点距離における諸収差図、図20は長焦点距離端における諸収差図、表5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12面の極から前方0.70にある。

(表5)

50

F = 1: 3.6 - 4.2 - 4.9
 f = 10.54 - 14.00 - 18.00
 W = 84.2 - 59.4 - 45.5
 fB = 37.00 - 44.18 - 52.50

面NO.	r	d	Nd	
1	84.146	1.50	1.77250	49.6
2	21.107	10.53	-	-
3	33.450	1.50	1.77250	49.6
4	14.368	6.39	-	-
5	-99.851	1.50	1.80400	46.6
6	22.858	0.74	-	-
7	20.744	8.67	1.69895	30.1
8	-15.000	1.20	1.80400	46.6
9	-149.965	18.03-10.86-5.99	-	-
10	62.461	2.45	1.64769	33.8
11	-62.461	1.40	-	-
12	22.449	4.48	1.49700	81.6
13	-16.162	6.54	1.83400	37.2
14	-42.045	1.17	-	-
15	284.711	1.45	1.80518	25.4
16	21.819	1.68	-	-
17	60.349	2.77	1.65160	58.5
18	-24.133	-	-	-

10

20

【実施例6】

【0035】

図21ないし図24と表6は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例6を示している。図21は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図22は短焦点距離端における諸収差図、図23は中間焦点距離における諸収差図、図24は長焦点距離端における諸収差図、表6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10面（第2レンズ群20）の極から前方1.20にある。

30

(表6)

F = 1: 3.6 - 4.2 - 4.8
 f = 10.58 - 14.00 - 17.70
 W = 87.0 - 60.1 - 46.6
 fB = 38.50 - 45.39 - 52.83

面NO.	r	d	Nd	
1	92.075	1.70	1.72916	54.7
2	19.511	9.59	-	-
3	29.664	1.50	1.77250	49.6
4	15.517	6.17	-	-
5	-80.325	1.50	1.80400	46.6
6	21.114	0.84	-	-
7	20.228	9.03	1.69895	30.1
8	-15.000	1.29	1.80400	46.6
9	-133.567	18.72-11.32-6.54	-	-
10	66.007	2.45	1.65128	38.3
11	-140.781	0.10	-	-
12	24.278	4.48	1.49700	81.6
13	-15.358	6.54	1.88300	40.8
14	-37.011	2.66	-	-

40

50

15	153.531	1.50	1.80518	25.4
16	24.038	0.60	-	-
17	52.705	2.77	1.69680	55.5
18	-26.623	-	-	-

【実施例 7】

【0036】

図 25 ないし図 28 と表 7 は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例 7 を示している。図 25 は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図 26 は短焦点距離端における諸収差図、図 27 は中間焦点距離における諸収差図、図 28 は長焦点距離端における諸収差図、表 7 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 10 面（第 2 レンズ群 20）の極から前方 1.20 にある。

10

(表 7)

F = 1: 3.6 - 4.2 - 4.9
 f = 10.61 - 14.00 - 18.00
 W = 85.8 - 59.9 - 45.7

fB = 37.08 - 43.91 - 51.98

面NO.	r	d	Nd	
1	89.173	1.50	1.77250	49.6
2	21.887	9.86	-	-
3	29.523	1.50	1.77250	49.6
4	13.364	6.19	-	-
5	-100.706	1.50	1.80400	46.6
6	24.928	0.65	-	-
7	20.485	7.71	1.69895	30.1
8	-15.000	2.58	1.80400	46.6
9	-236.216	19.97-12.78-7.78	-	-
10	56.329	2.45	1.64769	33.8
11	-61.564	0.10	-	-
12	21.705	4.48	1.48749	70.2
13	-16.595	6.54	1.83400	37.2
14	-45.175	0.96	-	-
15	4867.248	1.50	1.80518	25.4
16	21.874	1.65	-	-
17	61.229	2.77	1.65160	58.5
18	-23.031	-	-	-

20

30

【実施例 8】

【0037】

図 29 ないし図 32 と表 8 は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例 8 を示している。図 29 は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図 30 は短焦点距離端における諸収差図、図 31 は中間焦点距離における諸収差図、図 32 は長焦点距離端における諸収差図、表 8 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 10 面（第 2 レンズ群 20）の極から前方 1.20 にある。

40

(表 8)

F = 1: 3.6 - 4.2 - 4.8
 f = 10.71 - 14.00 - 17.70
 W = 87.2 - 60.6 - 46.8

fB = 39.00 - 45.65 - 53.14

面NO.	r	d	Nd	
1	91.097	1.70	1.72916	54.7

50

2	19.094	8.37	-	-
3	24.296	1.50	1.77250	49.6
4	15.375	6.67	-	-
5	-102.618	1.50	1.80400	46.6
6	20.055	0.84	-	-
7	19.572	9.39	1.69895	30.1
8	-15.000	1.20	1.80400	46.6
9	-775.094	18.79-11.97-7.33	-	-
10	107.747	2.45	1.65128	38.3
11	-76.232	0.10	-	-
12	25.406	4.48	1.49700	81.6
13	-15.138	6.54	1.88300	40.8
14	-35.872	2.70	-	-
15	159.879	1.50	1.80518	25.4
16	25.759	0.60	-	-
17	58.471	2.77	1.69680	55.5
18	-26.477	-	-	-

【実施例 9】

【0038】

図 3 3 ないし図 3 6 と表 9 は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例 9 を示している。図 3 3 は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図 3 4 は短焦点距離端における諸収差図、図 3 5 は中間焦点距離における諸収差図、図 3 6 は長焦点距離端における諸収差図、表 9 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 1 1 面の極から後方 1.50 にある。

(表 9)

F	=	1: 3.6	-	3.8	-	4.6
f	=	10.36	-	12.00	-	16.50
W	=	86.2	-	71.0	-	49.9
fB	=	39.63	-	43.26	-	53.19

面NO.	r	d	Nd	
1	80.388	1.90	1.69680	55.5
2	21.000	10.88	-	-
3	64.000	1.50	1.77250	49.6
4	15.117	7.40	-	-
5	-141.500	1.50	1.88300	40.8
6	24.330	0.70	-	-
7	21.400	9.70	1.71736	29.5
8	-15.898	1.50	1.88300	40.8
9	-76.530	13.60-9.32-1.96	-	-
10	44.435	7.00	1.66998	39.3
11	-430.160	3.00	-	-
12	33.600	7.44	1.49700	81.6
13	-11.780	2.81	1.88300	40.8
14	-28.090	1.00	-	-
15	-185.512	2.98	1.76182	26.5
16	33.660	0.45	-	-
17	85.000	2.97	1.69680	55.5
18	-20.382	-	-	-

【実施例 10】

【0039】

10

20

30

40

50

図37ないし図40と表10は本発明による魚眼ズームレンズ系の実施例10を示している。図37は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図38は短焦点距離端における諸収差図、図39は中間焦点距離における諸収差図、図40は長焦点距離端における諸収差図、表10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11面の極から後方1.50にある。

(表10)

F	=	1:	3.7	-	4.0	-	4.8	
f	=	9.98	-	12.00	-	16.10		
W	=	89.0	-	71.1	-	51.2		
fB	=	38.77	-	43.26	-	52.39		10
面NO.		r		d		Nd		
1		83.396		1.90		1.72916	54.7	
2		21.000		12.12		-	-	
3		102.623		1.50		1.77250	49.6	
4		17.729		9.80		-	-	
5		-832.968		1.50		1.88300	40.8	
6		22.738		0.75		-	-	
7		21.045		10.00		1.71736	29.5	
8		-16.717		1.50		1.88300	40.8	
9		-96.283		16.27-10.74-3.79		-	-	20
10		40.580		6.88		1.66998	39.3	
11		-921.183		3.00		-	-	
12		23.503		6.12		1.49700	81.6	
13		-14.577		2.80		1.88300	40.8	
14		-43.338		1.00		-	-	
15		264.137		1.50		1.80518	25.4	
16		25.756		0.75		-	-	
17		77.383		2.71		1.69680	55.5	
18		-22.827		-		-	-	

【0040】

各実施例の各条件式に対する値を表11に示す。

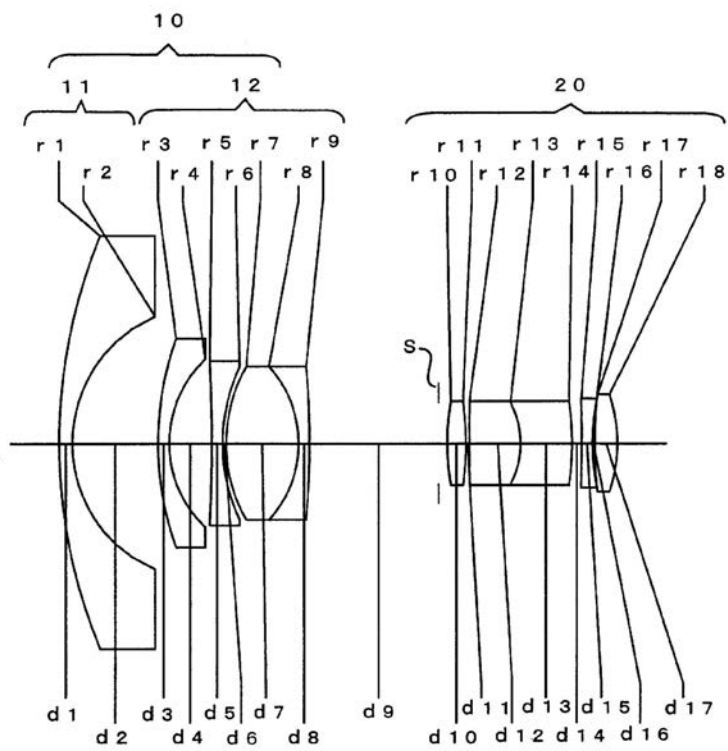
(表11)

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	
条件式(1)	0.59	0.59	0.59	0.58	0.60	
条件式(2)	0.46	0.51	0.64	0.38	0.40	
条件式(3)	1.22	1.10	1.22	1.02	1.59	
条件式(4)	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	
条件式(5)	1.21	1.13	1.13	0.58	1.00	
条件式(6)	1.60	1.70	1.74	1.71	1.74	
条件式(7)	0.45	0.40	0.27	0.60	0.63	40
条件式(8)	1.21	1.61	1.68	1.74	1.51	
	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	
条件式(1)	0.65	0.61	0.65	0.59	0.60	
条件式(2)	0.31	0.38	0.22	0.62	0.71	
条件式(3)	1.71	1.66	1.49	1.42	1.06	
条件式(4)	81.6	70.2	81.6	81.6	81.6	
条件式(5)	0.91	0.93	0.78	1.05	1.21	
条件式(6)	1.55	1.75	1.54	1.73	1.73	
条件式(7)	0.66	0.74	0.79	0.33	0.20	
条件式(8)	1.26	1.54	1.21	1.88	1.65	50

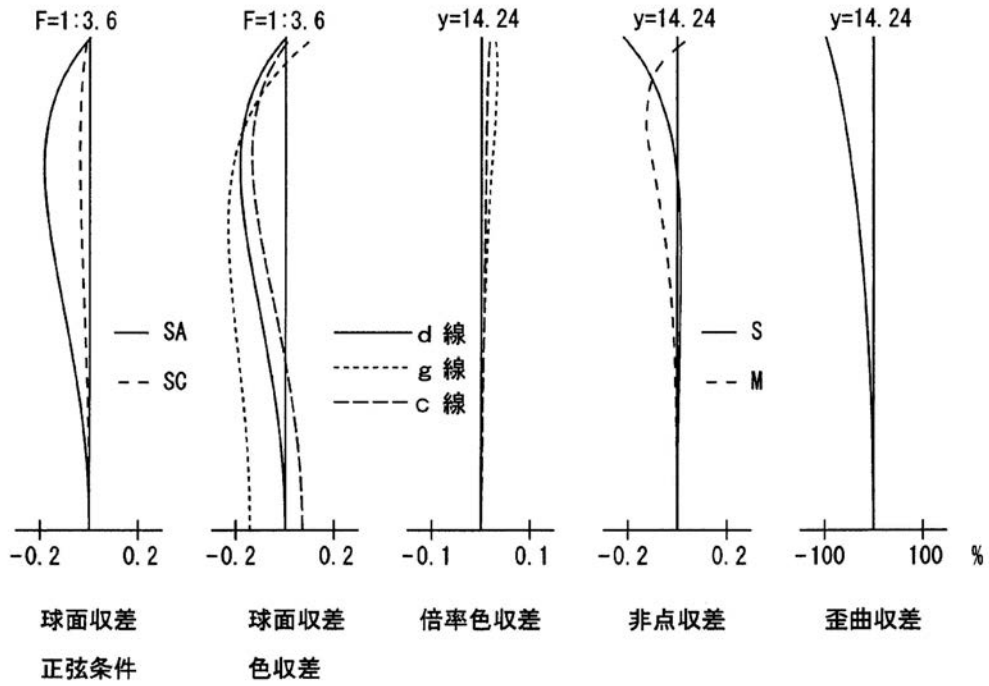
【 0 0 4 1 】

表 1 1 から明らかなように、全ての実施例 1 ないし 1 0 は、本願発明の独立請求項に含まれる条件式 (1)、(1 ')、(2)、(2 ')、(3)、(6)、(6 ') を満足しており、また諸収差図から明らかなように倍率色収差はよく補正されており、その他の諸収差も比較的よく補正されている。

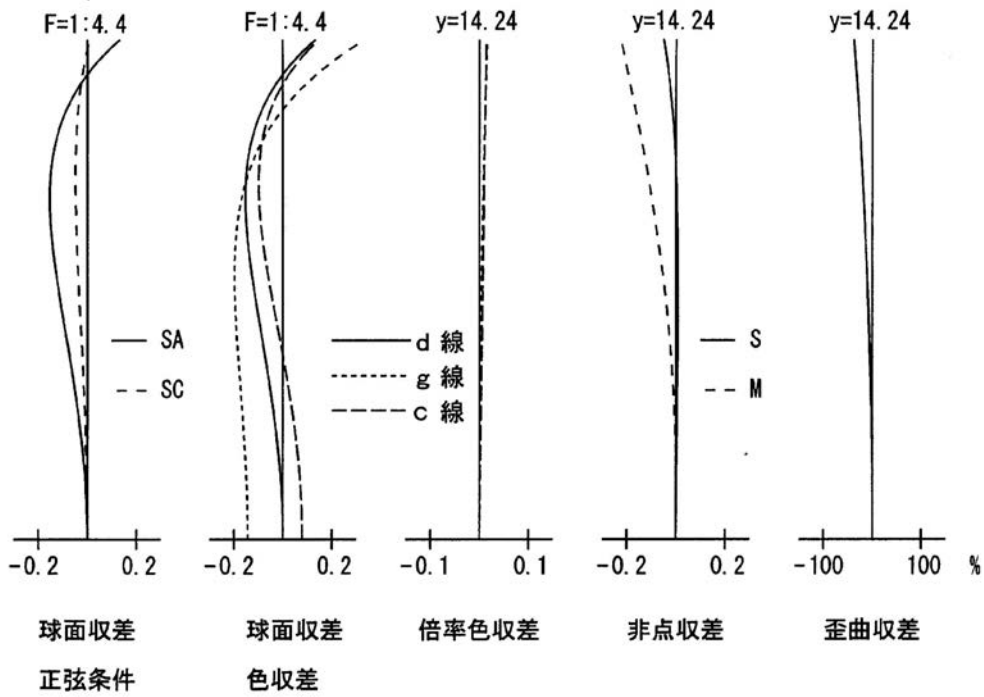
【 図 1 】



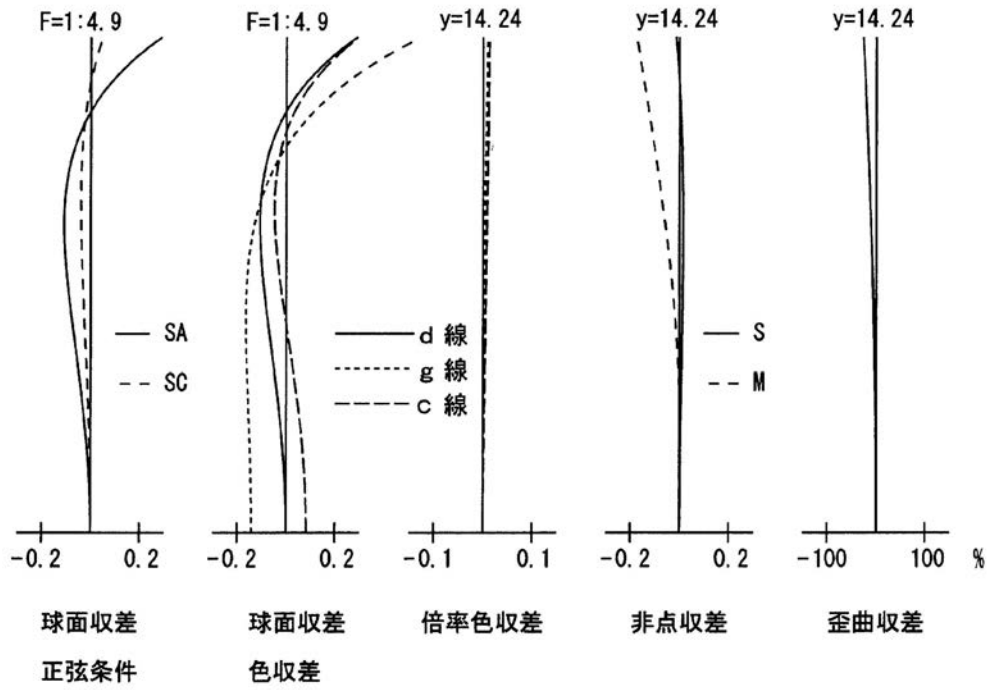
【 図 2 】



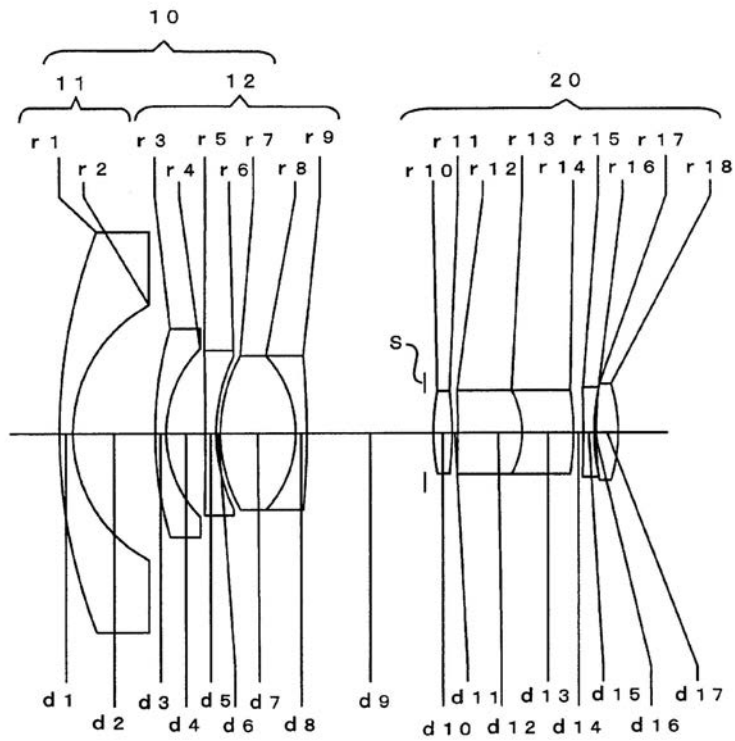
【 図 3 】



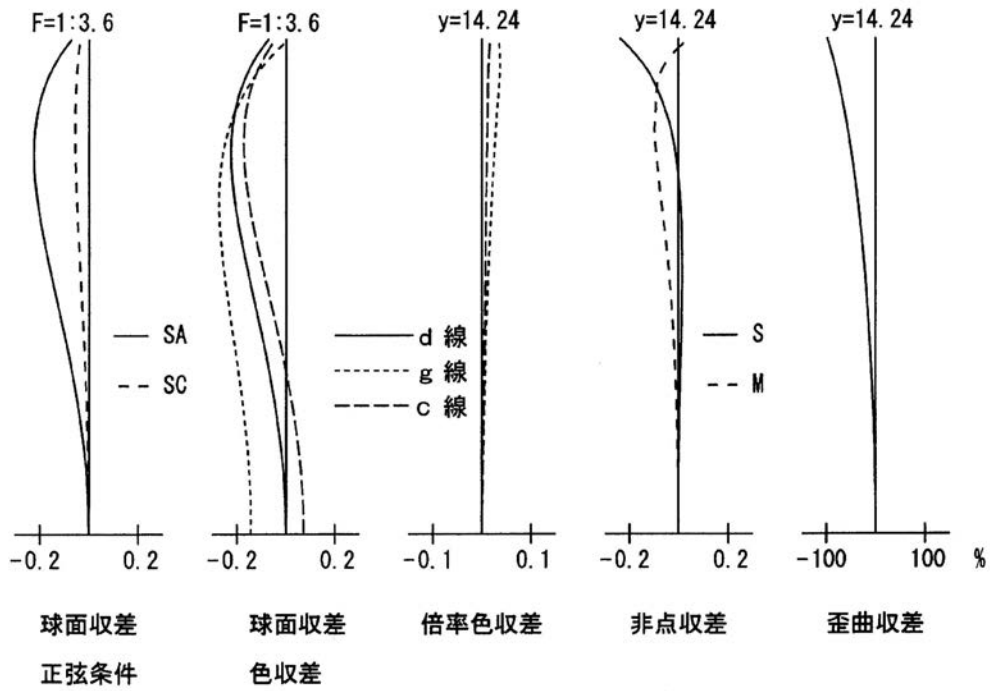
【 図 4 】



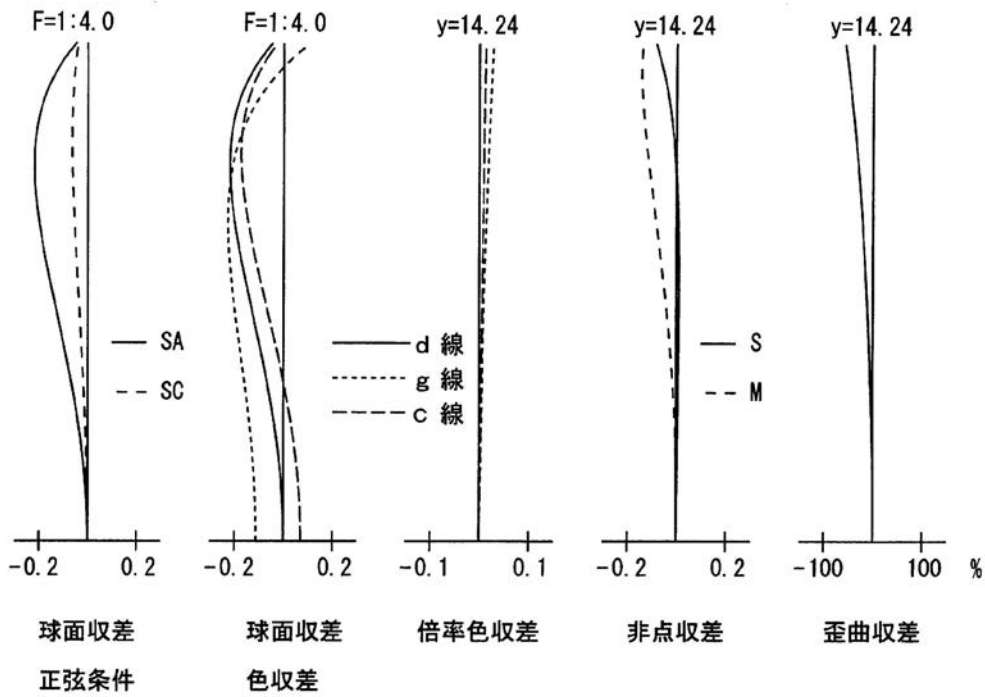
【 図 5 】



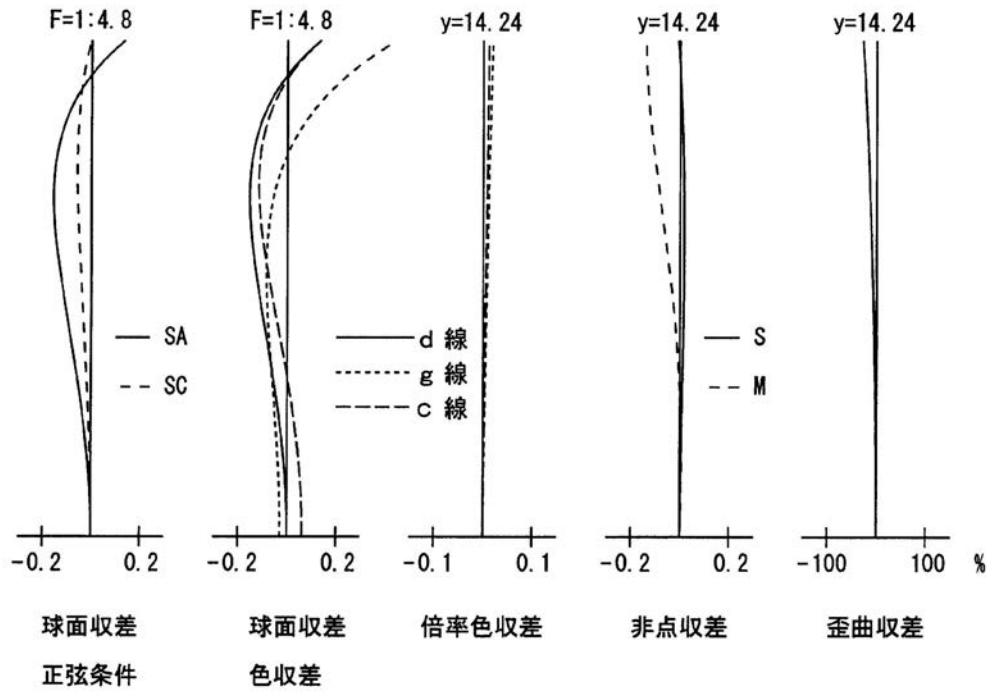
【 図 6 】



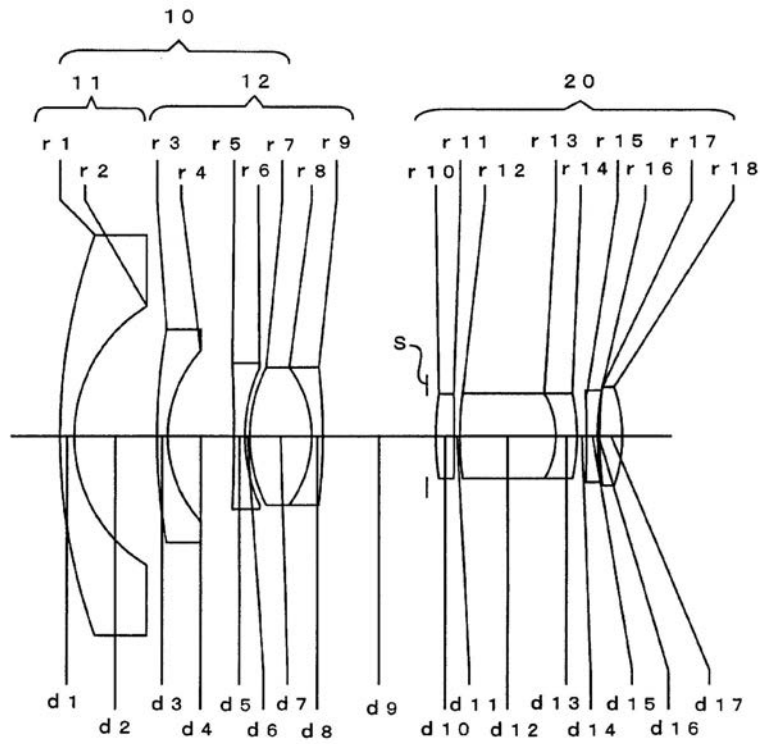
【 図 7 】



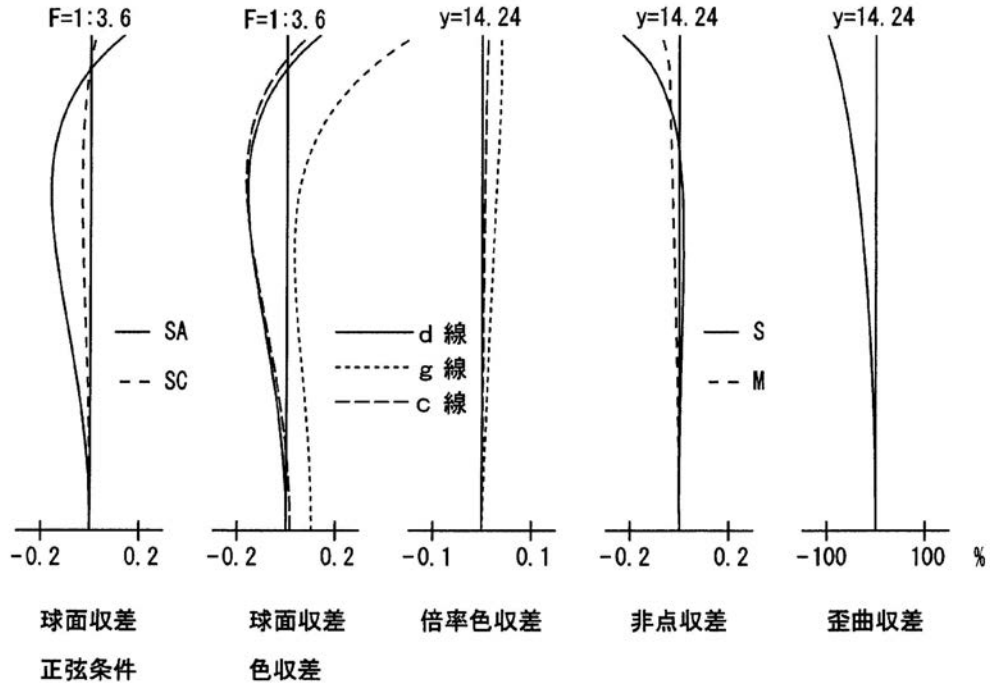
【 図 8 】



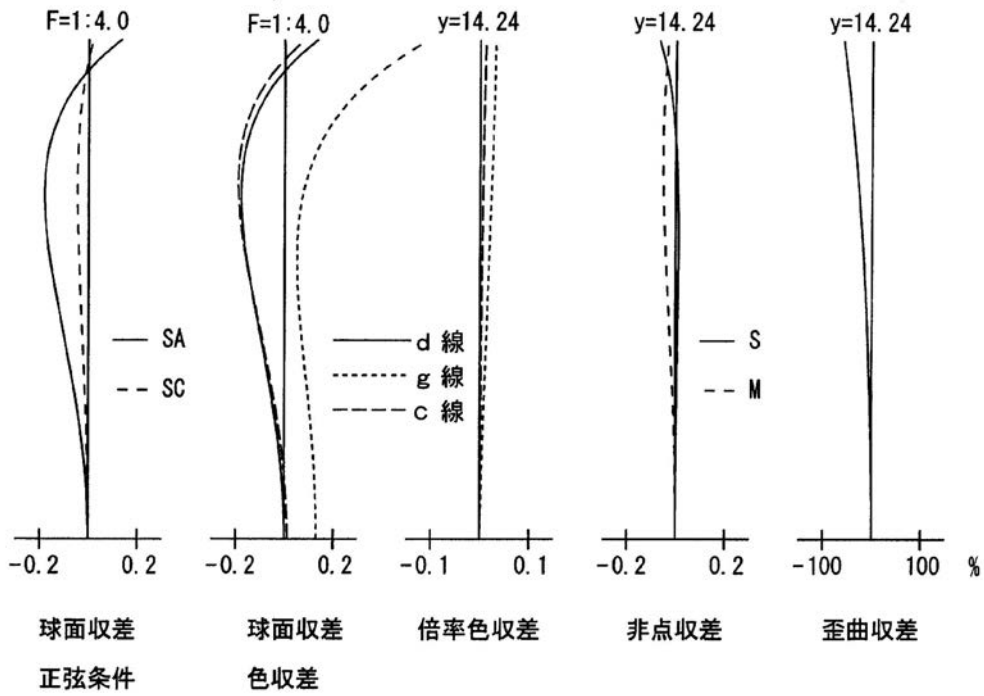
【 図 9 】



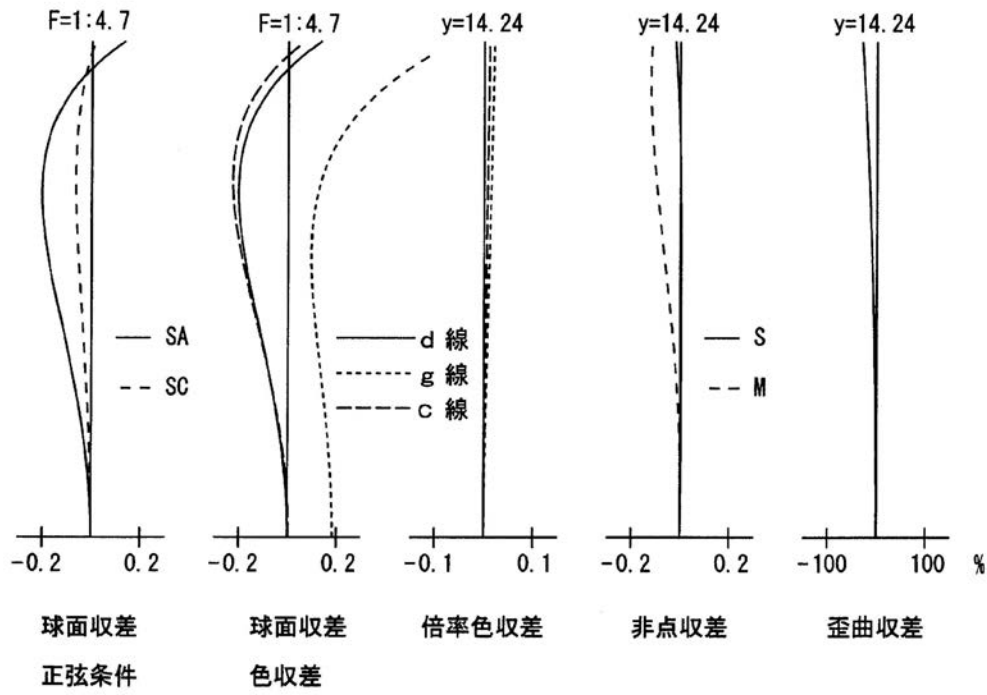
【 図 1 0 】



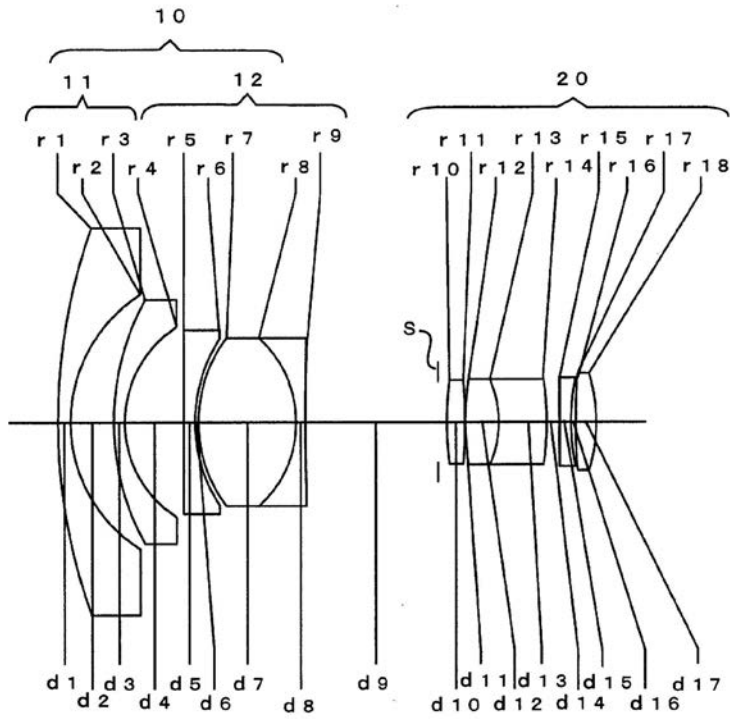
【 図 1 1 】



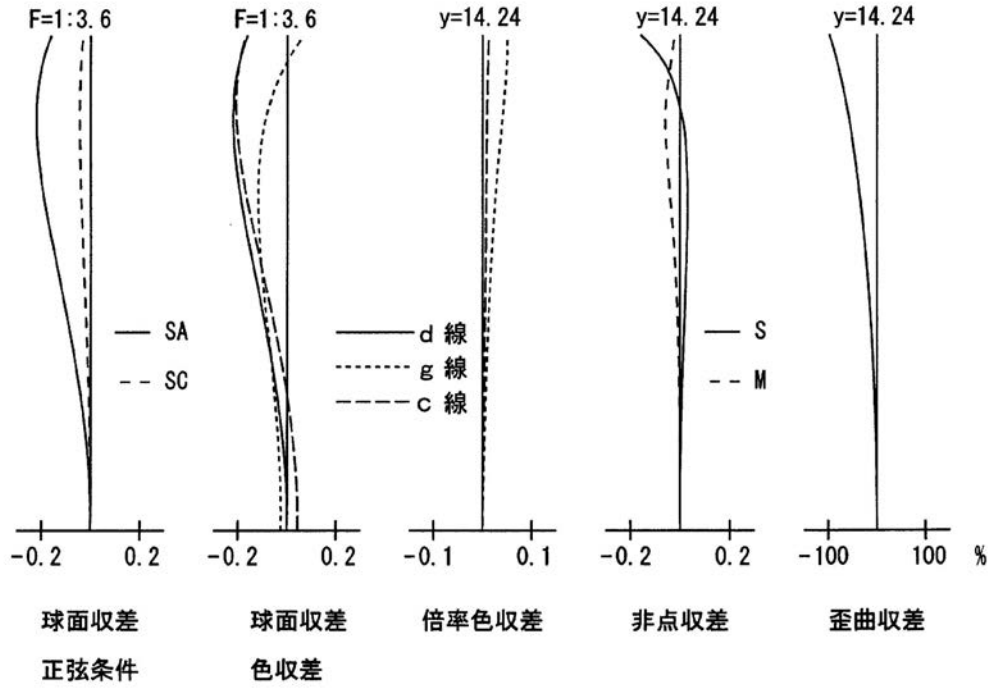
【 図 1 2 】



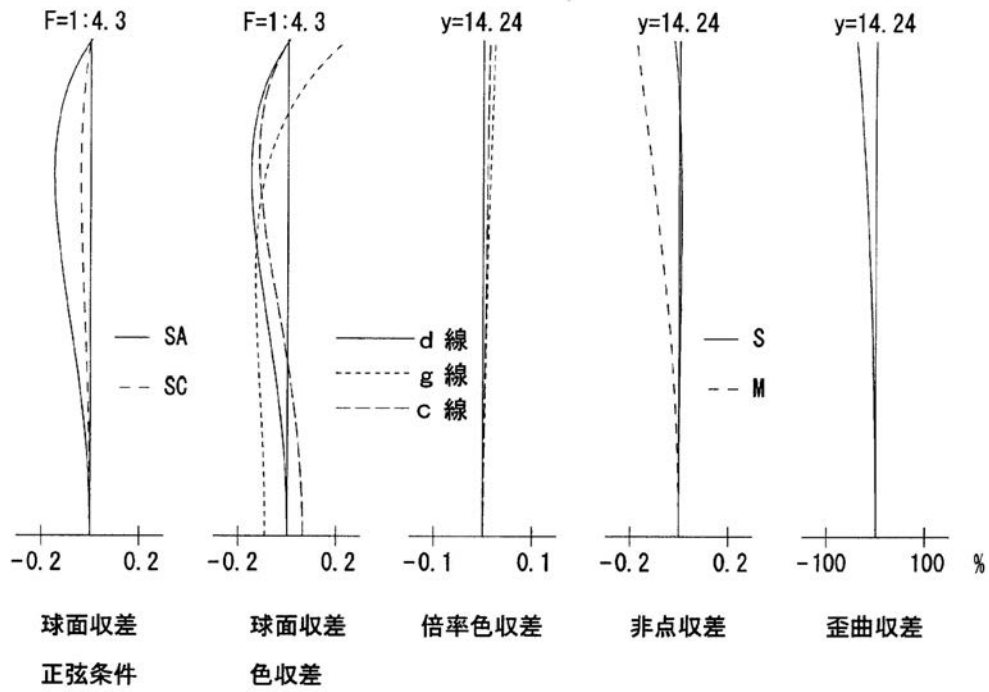
【 図 1 3 】



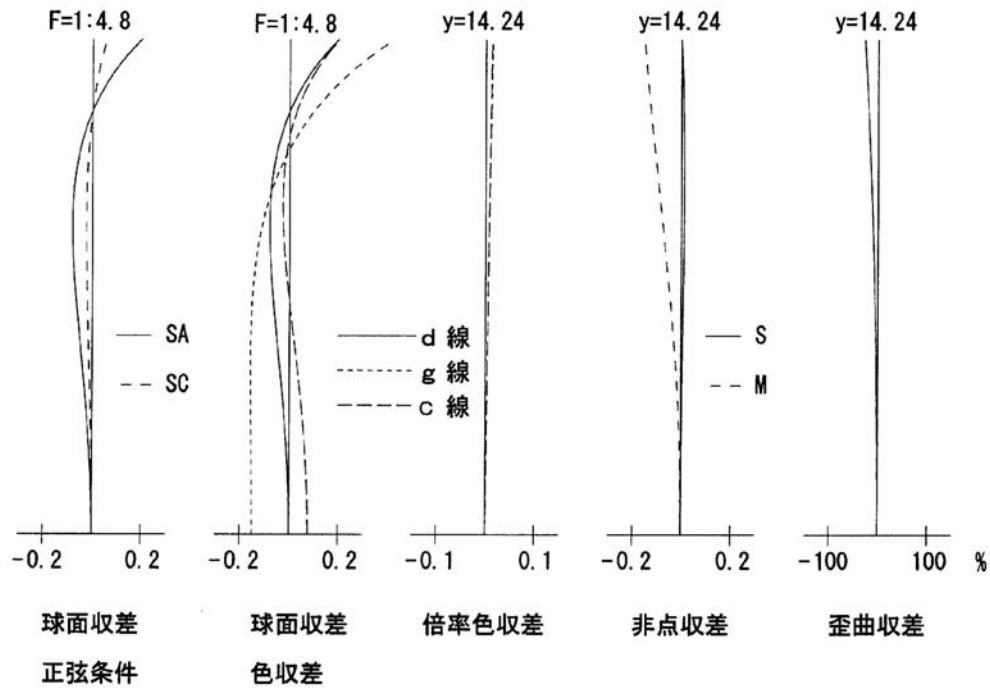
【 図 1 4 】



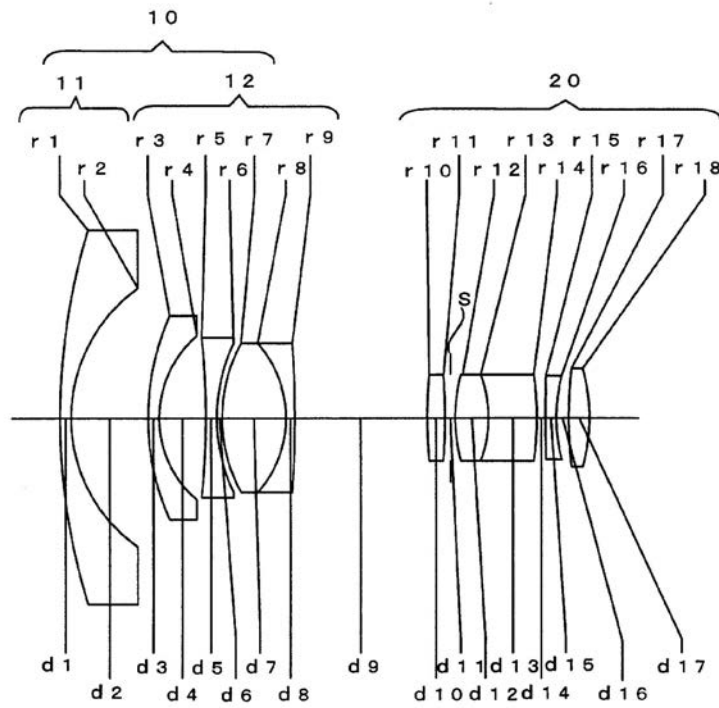
【 図 1 5 】



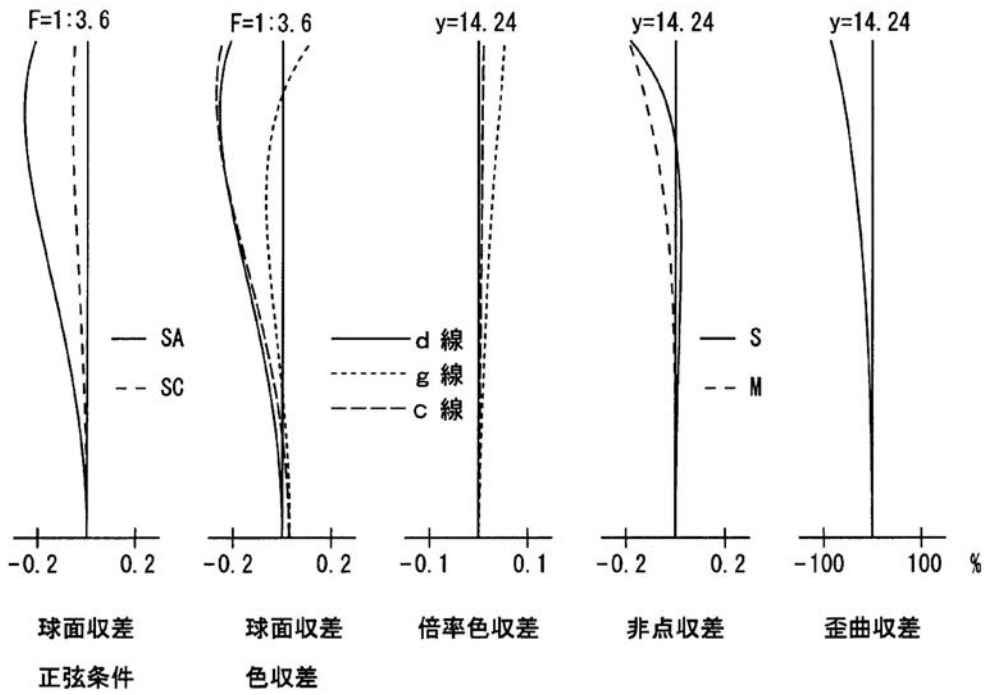
【 図 1 6 】



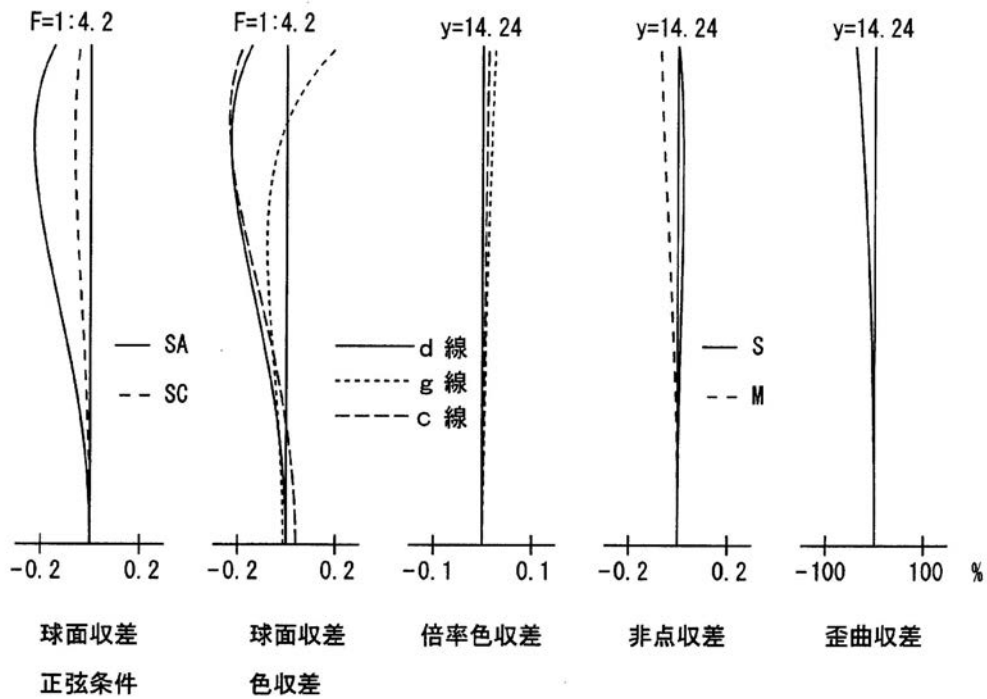
【 図 1 7 】



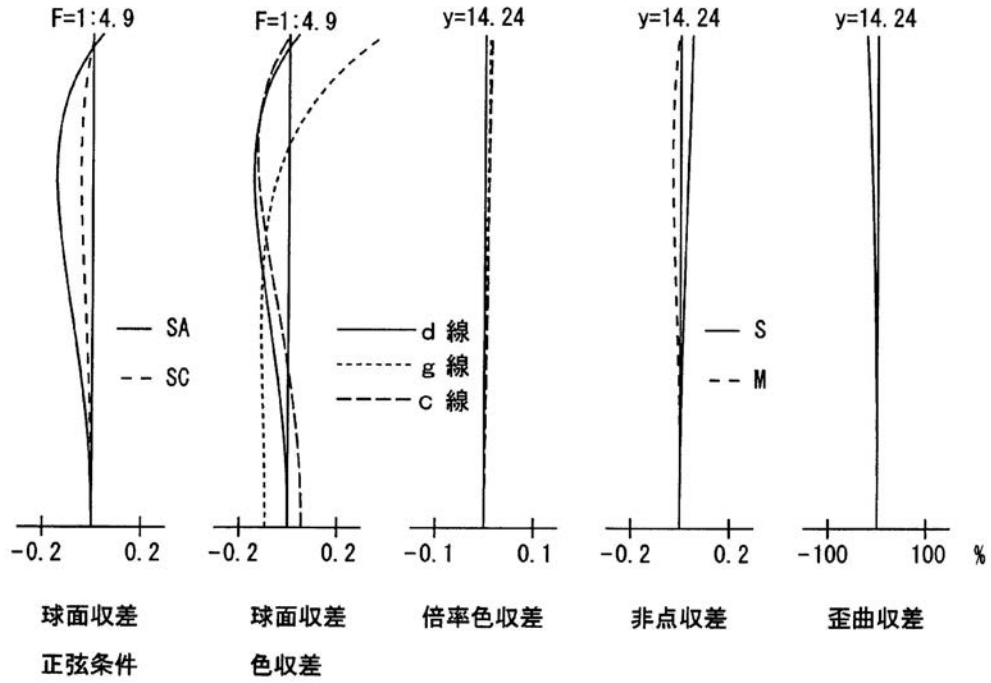
【 图 1 8 】



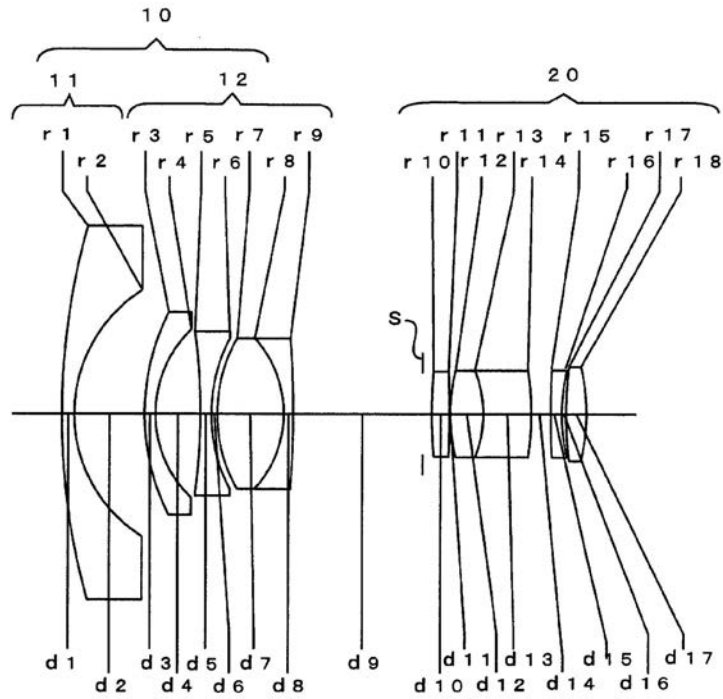
【 图 1 9 】



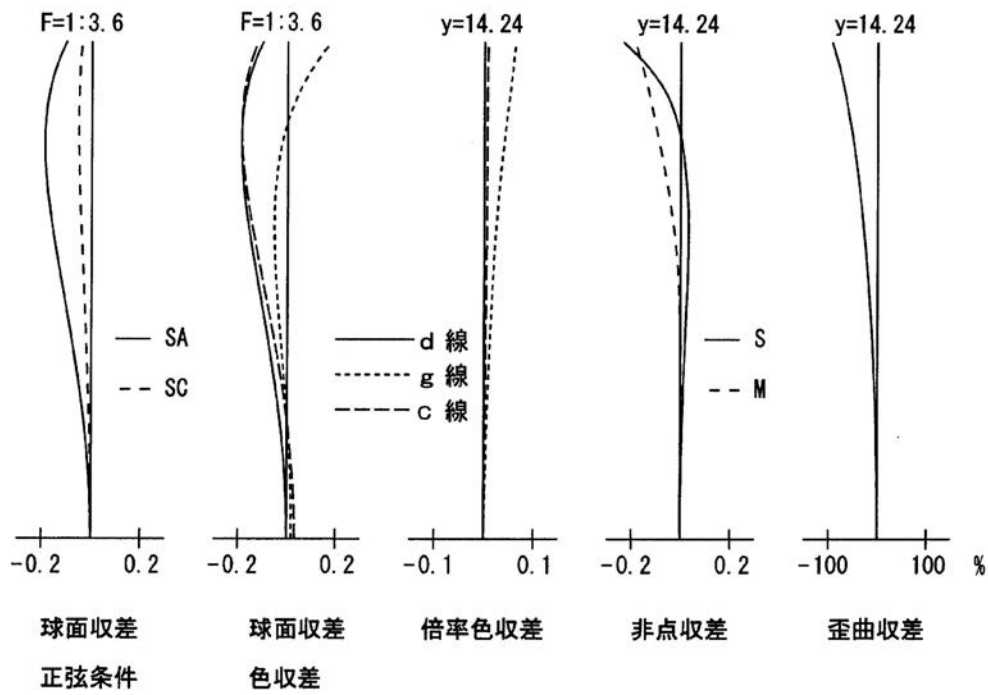
【 図 2 0 】



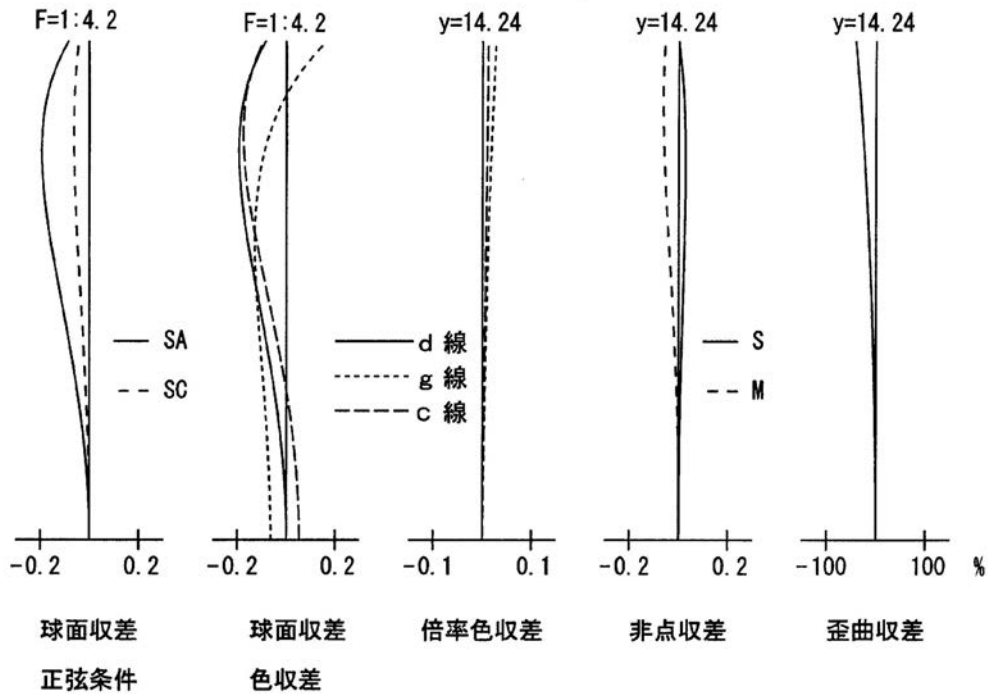
【 図 2 1 】



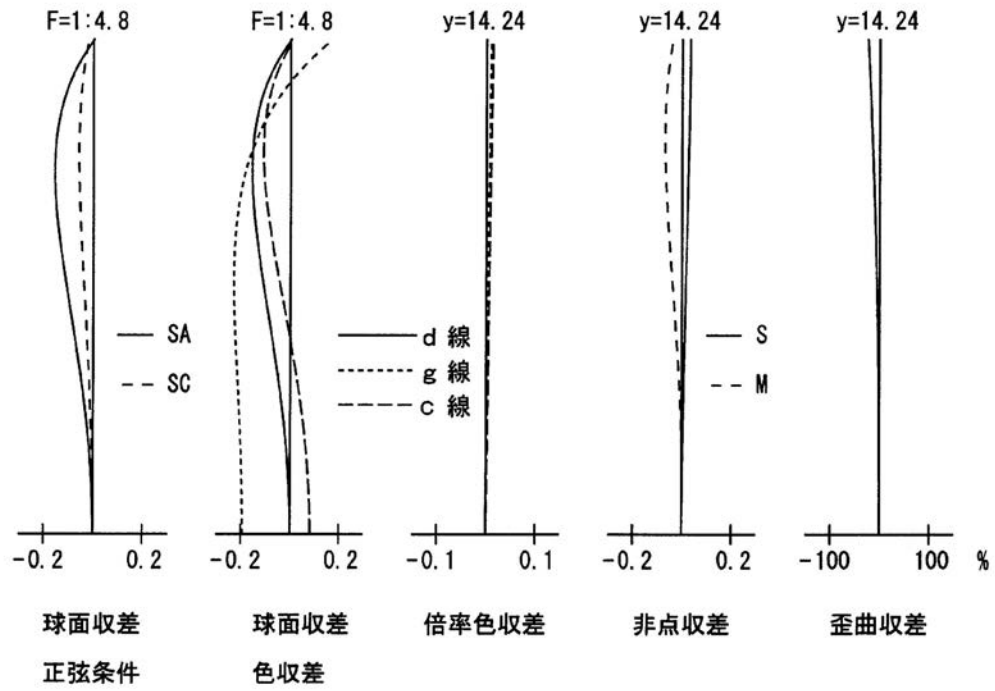
【 图 2 2 】



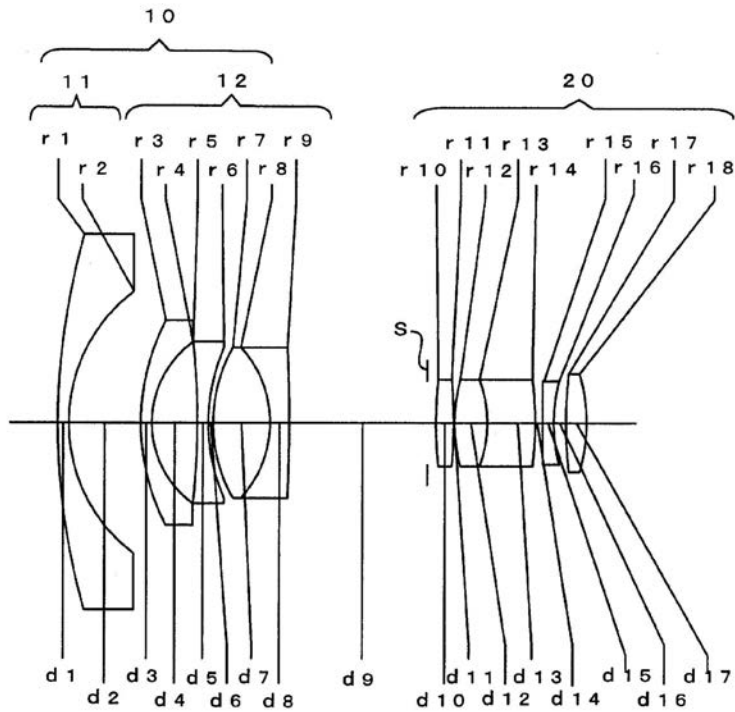
【 图 2 3 】



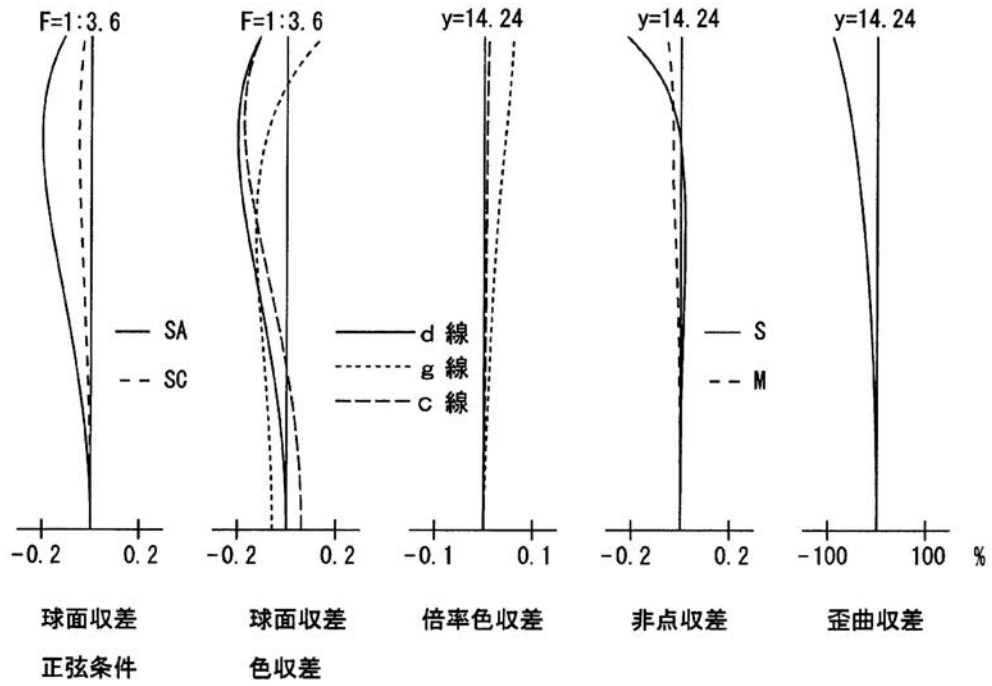
【 図 2 4 】



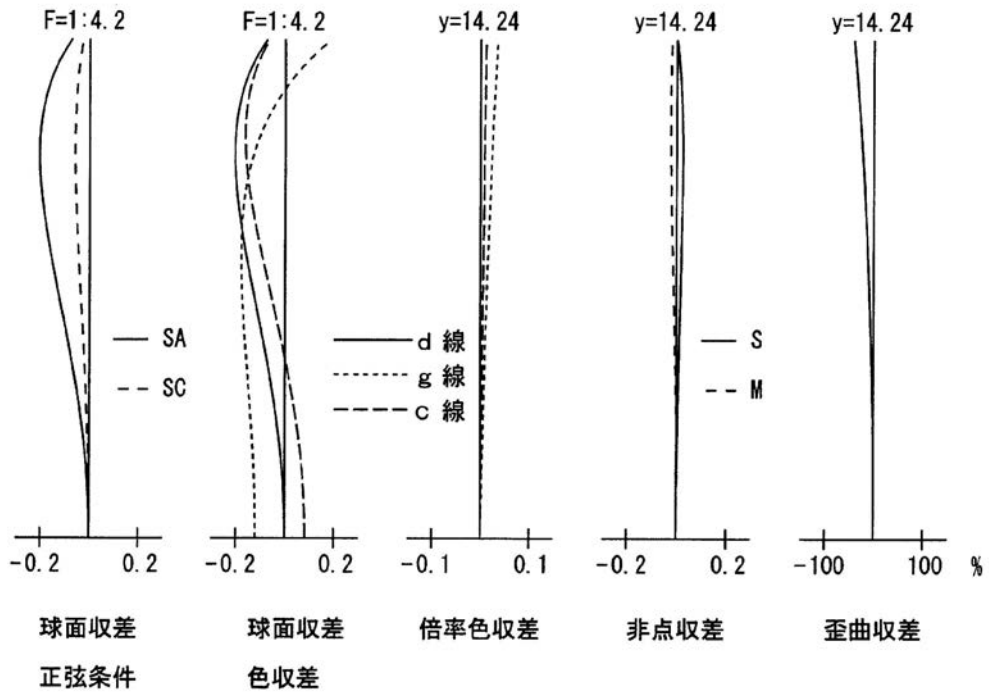
【 図 2 5 】



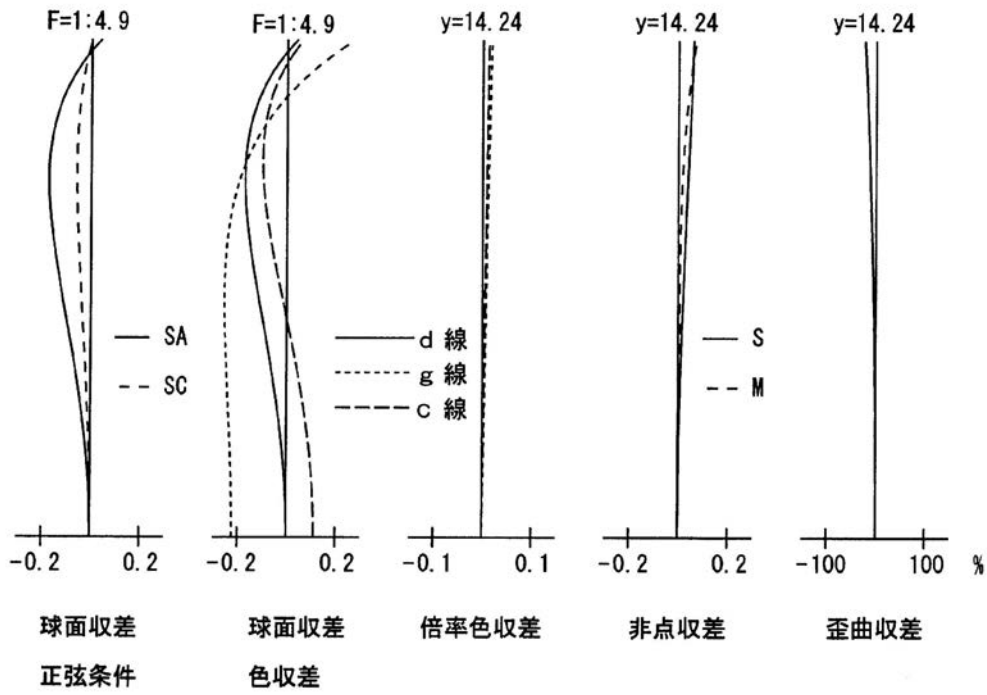
【 图 2 6 】



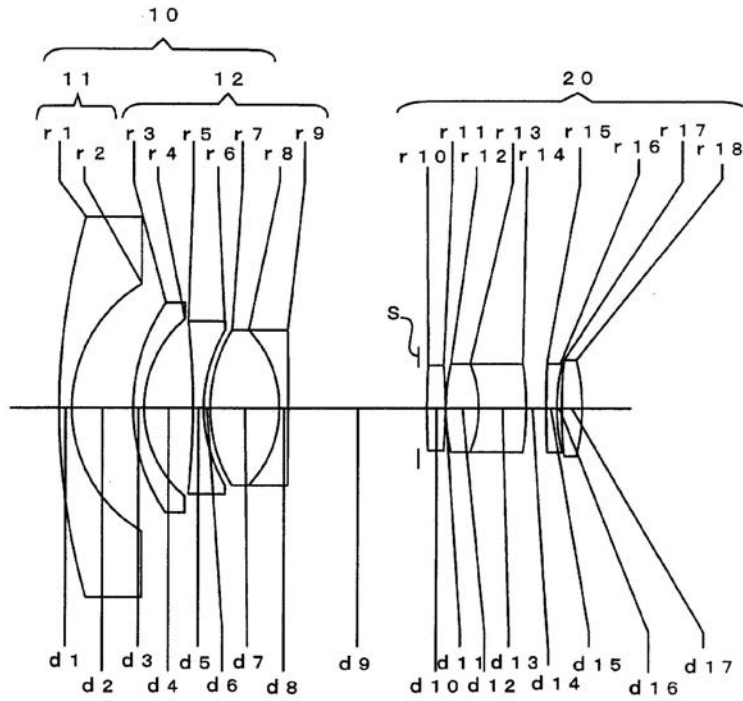
【 图 2 7 】



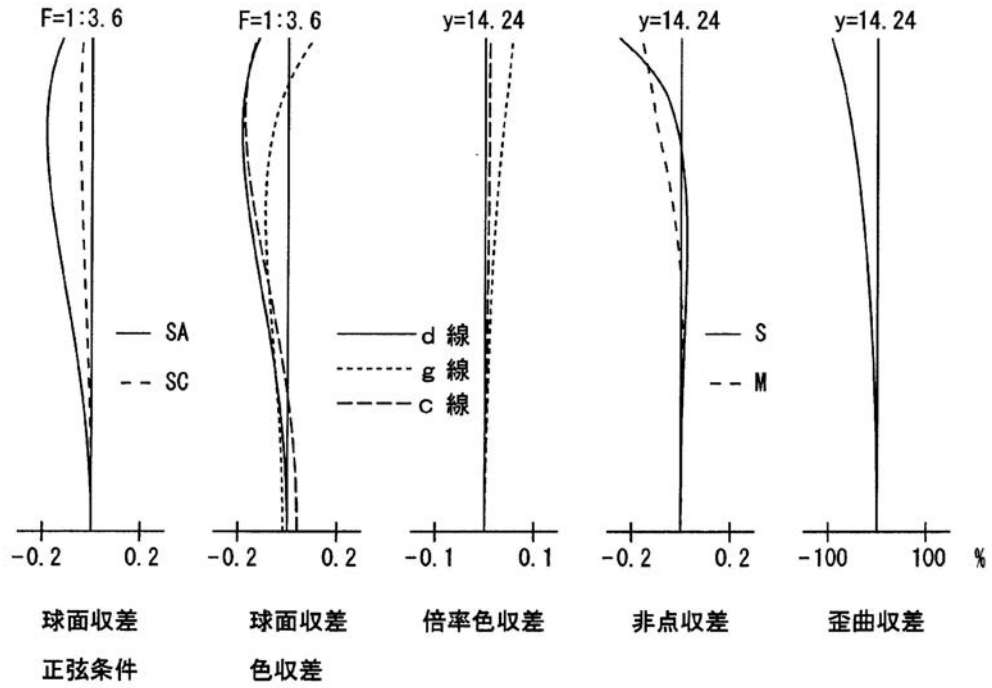
【 図 2 8 】



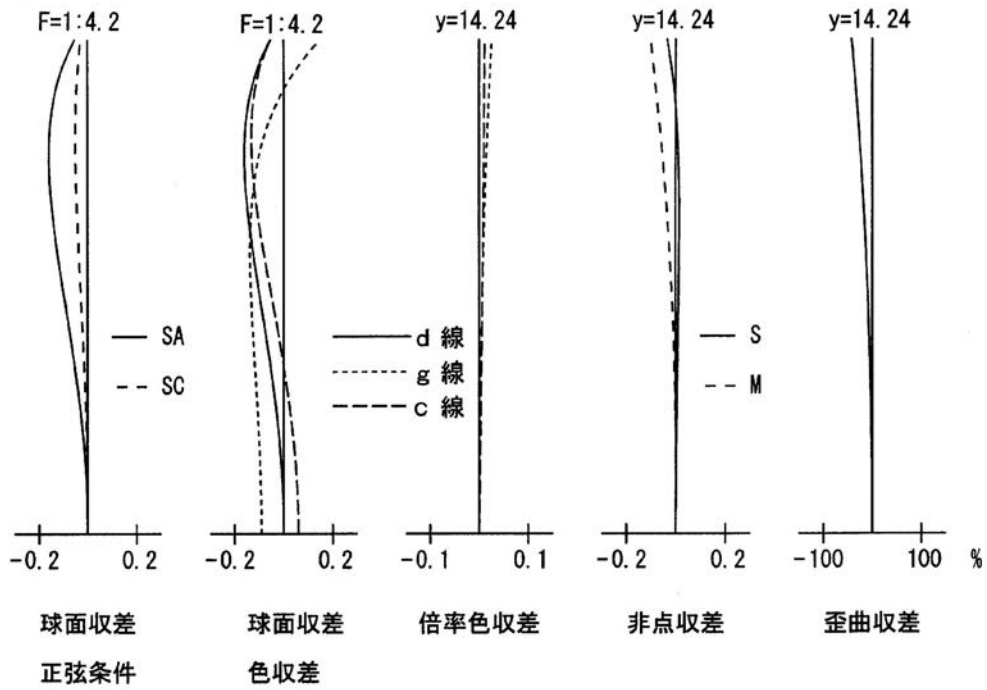
【 図 2 9 】



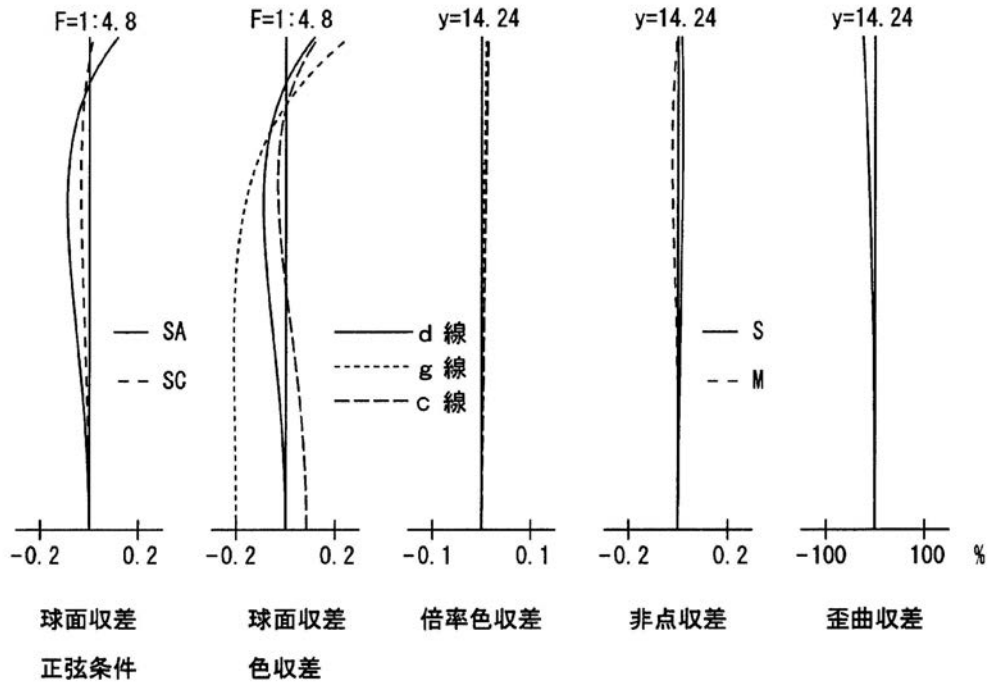
【 図 3 0 】



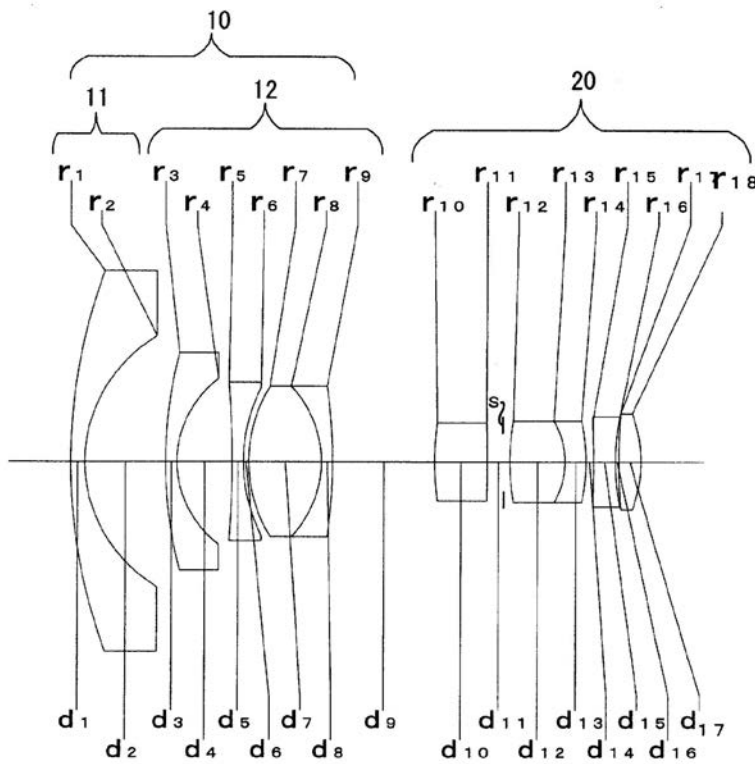
【 図 3 1 】



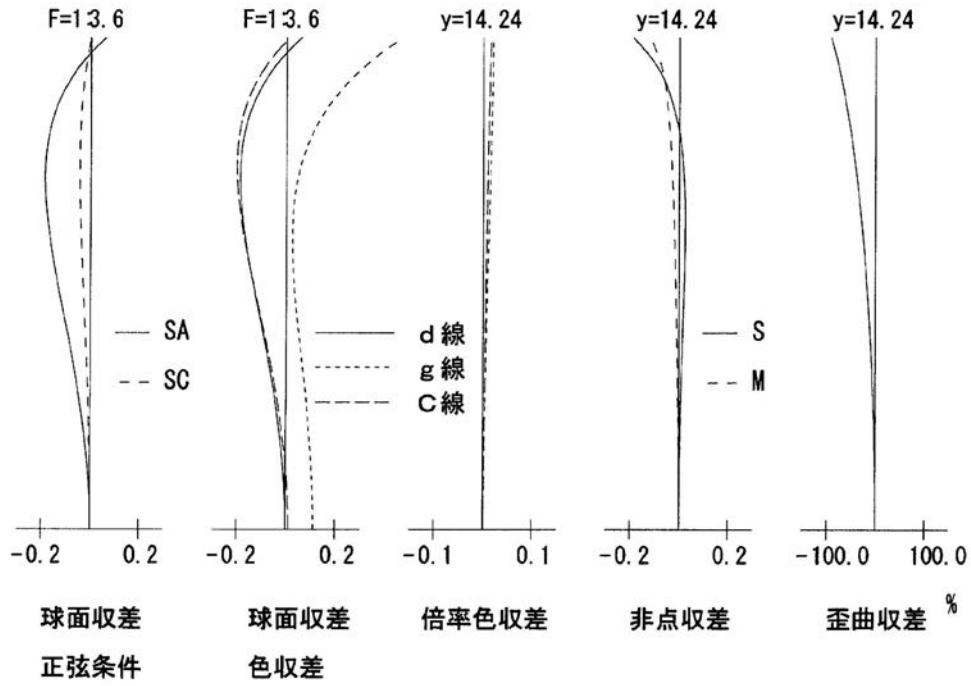
【 図 3 2 】



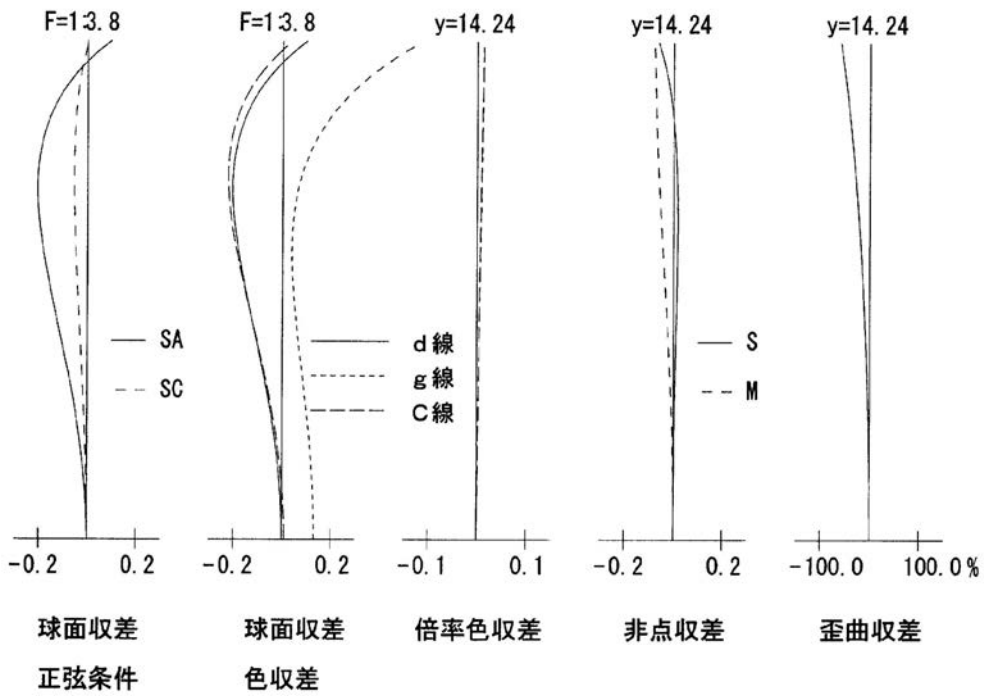
【 図 3 3 】



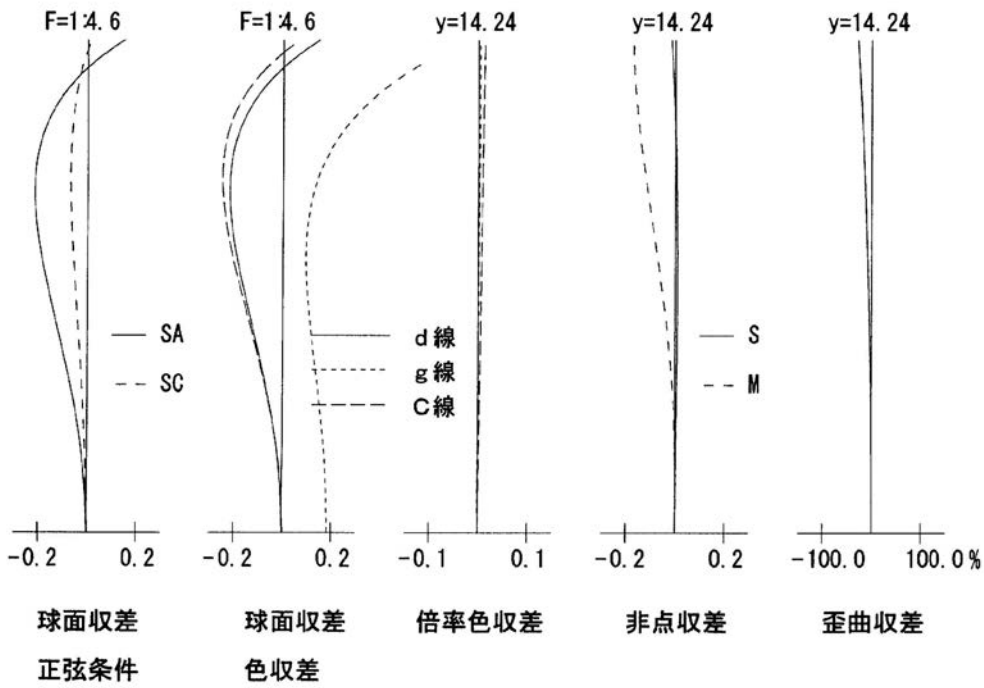
【 図 3 4 】



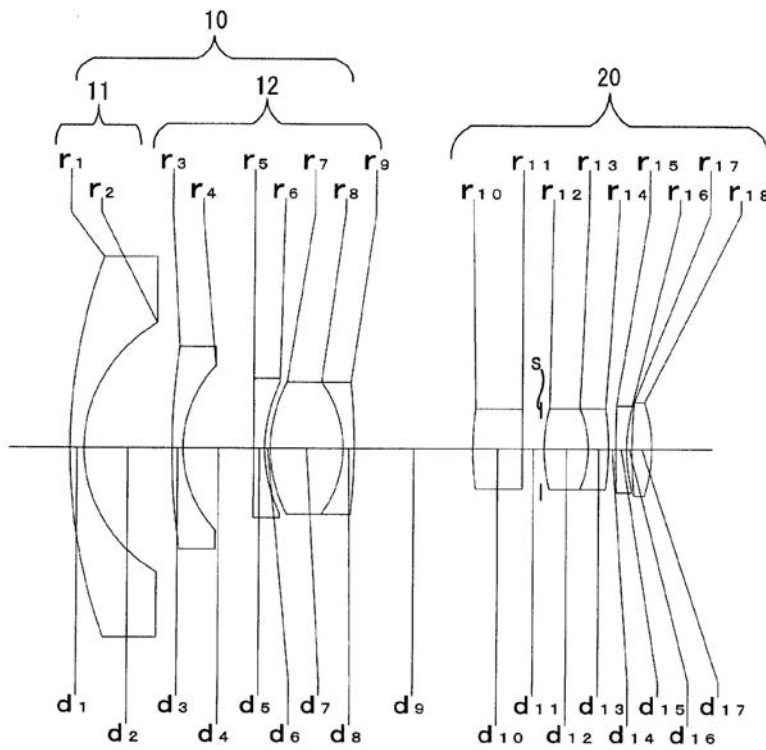
【 図 3 5 】



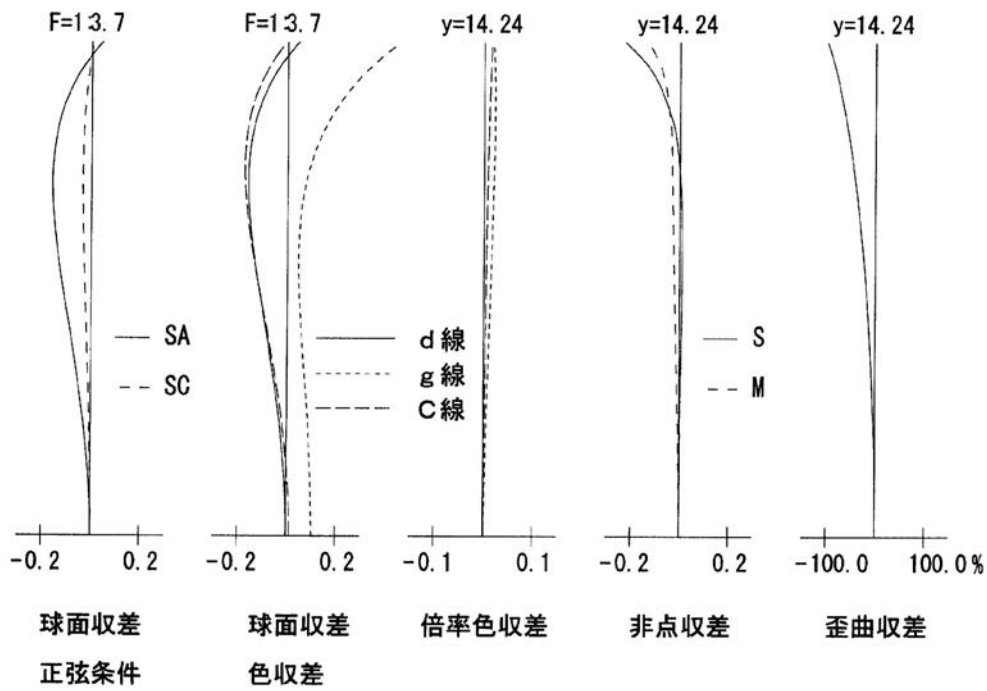
【 図 3 6 】



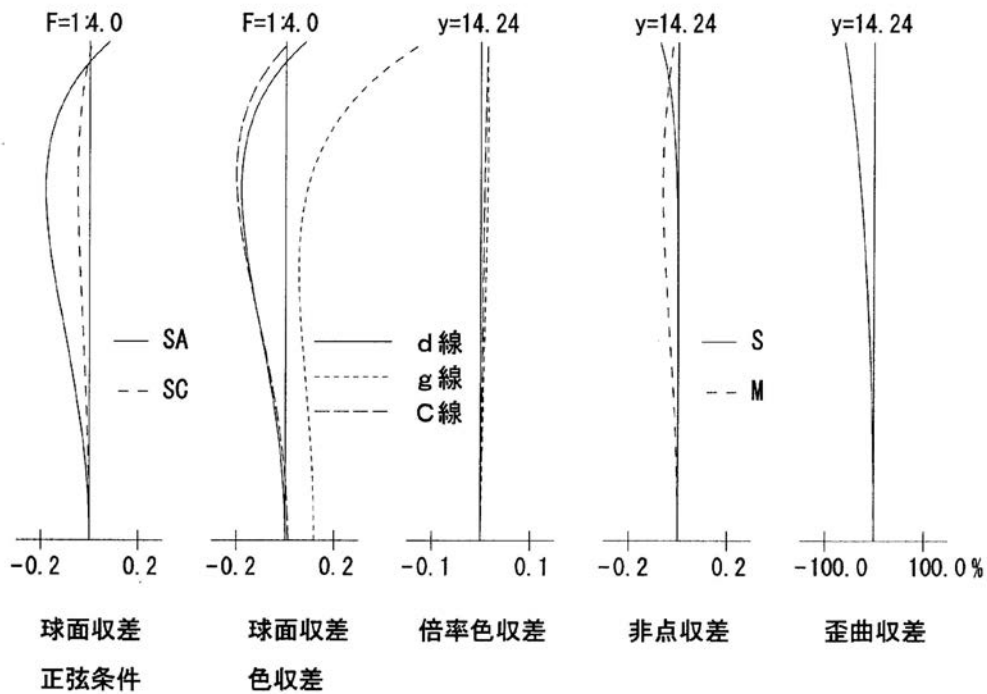
【 図 3 7 】



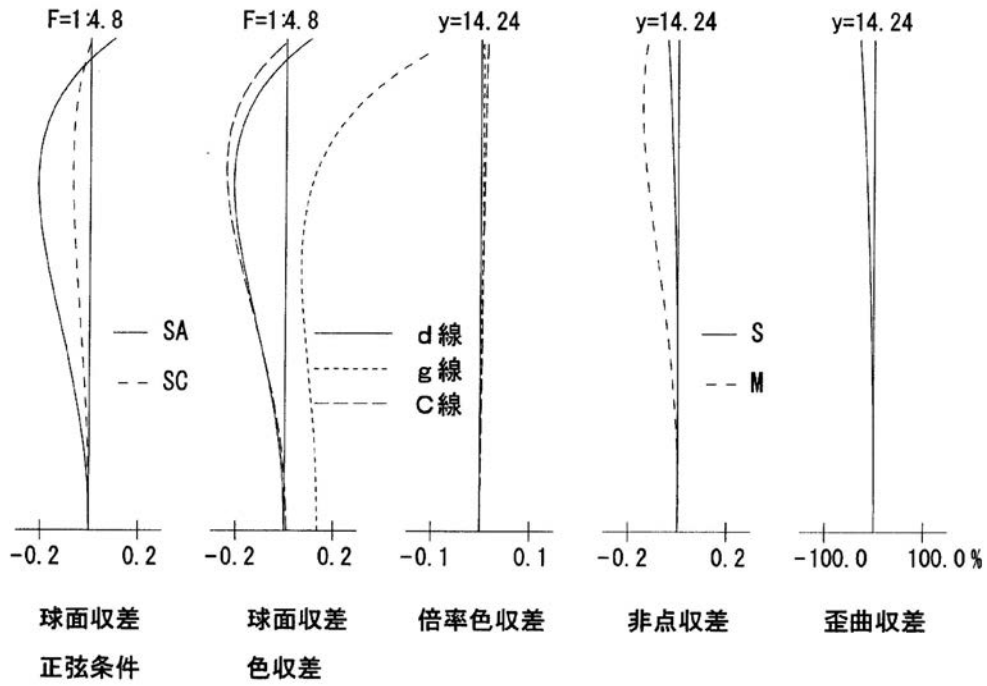
【 図 3 8 】



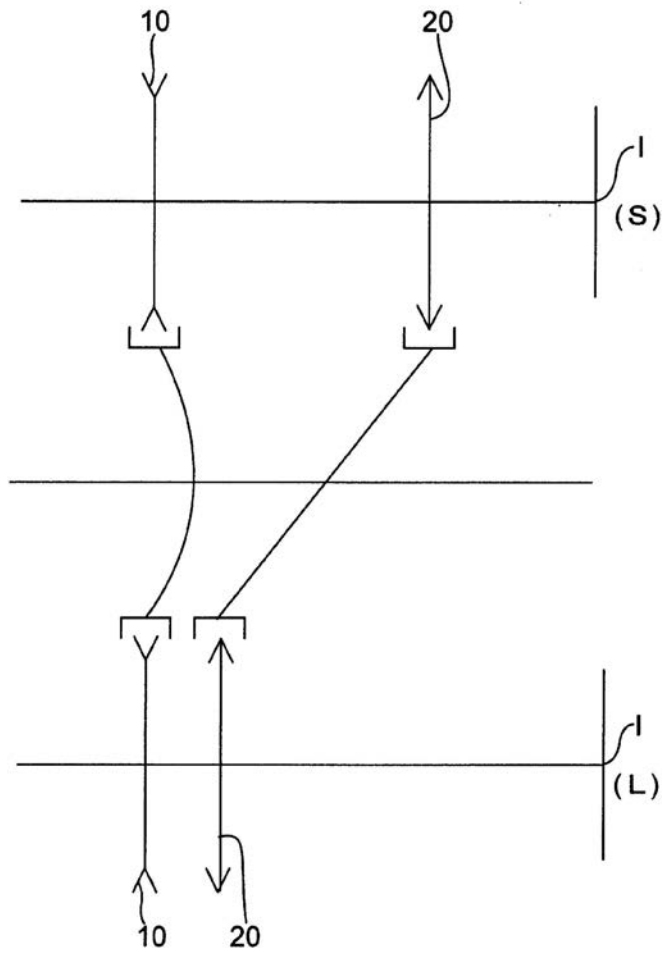
【 図 3 9 】



【 図 4 0 】



【 図 4 1 】



フロントページの続き

審査官 森内 正明

- (56)参考文献 特開2005 - 221955 (JP, A)
特開2005 - 157097 (JP, A)
特開2001 - 330774 (JP, A)
特開平9 - 80303 (JP, A)
特開2004 - 102162 (JP, A)
特開2005 - 292280 (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