

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-4717

(P2015-4717A)

(43) 公開日 平成27年1月8日(2015.1.8)

(51) Int.Cl.
G02B 13/04 (2006.01)

F I
G02B 13/04

テーマコード(参考)
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2013-128436 (P2013-128436)
(22) 出願日 平成25年6月19日 (2013.6.19)

(71) 出願人 311015207
リコーイメージング株式会社
東京都板橋区前野町二丁目35番7号
(74) 代理人 100083286
弁理士 三浦 邦夫
(74) 代理人 100135493
弁理士 安藤 大介
(74) 代理人 100166408
弁理士 三浦 邦陽
(72) 発明者 能村 洋一
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
Fターム(参考) 2H087 MA06 MA07 PA09 PA18 PB10
QA02 QA06 QA17 QA21 QA25
QA32 QA42 QA45

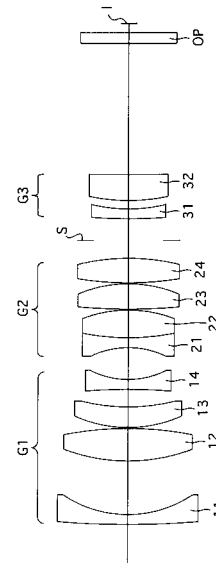
(54) 【発明の名称】 単焦点レンズ系

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 中望遠程度の画角を含み、マクロ撮影が可能で、小型で高性能な単焦点レンズ系を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3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に際し、第1レンズ群と第2レンズ群が物体側に移動し、第1レンズ群は、最も物体側から最も像側に向かって順に、像側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも2枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズとを有しており、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも2枚の正レンズとを有しており、第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズとを有しており、次の条件式を満足する。 $-0.3 < f_{G2} / f_{G1} < -0.05$ (f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} : 第2レンズ群の焦点距離。)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、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に際し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が物体側に移動し、

第 1 レンズ群は、最も物体側から最も像側に向かって順に、像側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも 2 枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズとを有しており、

第 2 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも 2 枚の正レンズとを有しており、

第 3 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズとを有して

10

おり、
次の条件式 (1) を満足することを特徴とする単焦点レンズ系。

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

但し、

$f G 1$: 第 1 レンズ群の焦点距離、

$f G 2$: 第 2 レンズ群の焦点距離。

【請求項 2】

請求項 1 記載の単焦点レンズ系において、第 2 レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の接合レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズとからなる単焦点レンズ系。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の単焦点レンズ系において、第 2 レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の接合レンズと、少なくとも 2 枚の正レンズとからなる単焦点レンズ系。

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 記載の単焦点レンズ系において、第 2 レンズ群中の接合レンズは、物体側から順に位置する負レンズと正レンズとからなる単焦点レンズ系。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (2) 及び (3) を満足する単焦点レンズ系。

$$(2) n d (G 2 N) < 1 . 8 2$$

$$(3) d (G 2 N) < 5 0$$

30

但し、

$n d (G 2 N)$: 第 2 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの d 線に対する屈折率、

$d (G 2 N)$: 第 2 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの d 線に対するアッベ数。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (4) を満足する単焦点レンズ系。

$$(4) P g , F (G 2 N) < 0$$

但し、

40

$P g , F (G 2 N)$: 第 2 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの異常分散性、

(A) $P g , F = 0.002 d - 0.6575 + P g , F : g , F$ 線間の異常分散性、

(B) $P g , F = (N_g - N_f) / (N_f - N_c) : g , F$ 線間における部分分散比。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (5) を満足する単焦点レンズ系。

$$(5) d (G 2 P) > 8 0$$

但し、

$d (G 2 P)$: 第 2 レンズ群中の正レンズのうち少なくとも 1 枚の正レンズの d 線に対するアッベ数。

50

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、第 1 レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた負レンズとからなる単焦点レンズ系。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (6) 及び (7) を満足する単焦点レンズ系。

$$(6) \quad n d (G 1 P) > 1.70$$

$$(7) \quad d (G 1 P) < 4.5$$

10

但し、

$n d (G 1 P)$: 第 1 レンズ群中の正レンズのうち少なくとも 1 枚の正レンズの d 線に対する屈折率、

$d (G 1 P)$: 第 1 レンズ群中の正レンズのうち少なくとも 1 枚の正レンズの d 線に対するアッペ数。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (8) 及び (9) を満足する単焦点レンズ系。

$$(8) \quad 0.5 < S F (L 1) < 3$$

$$(9) \quad d (L 1) > 5.0$$

20

但し、

$S F (L 1)$: 第 1 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズのシェーピングファクター、

$$S F (L 1) = (L 1 R 1 + L 1 R 2) / (L 1 R 1 - L 1 R 2)$$

$L 1 R 1$: 第 1 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの物体側の面の曲率半径、

$L 1 R 2$: 第 1 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの像側の面の曲率半径、

$d (L 1)$: 第 1 レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの d 線に対するアッペ数。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、次の条件式 (10) を満足する単焦点レンズ系。

30

$$(10) \quad P g, F (G 1 N) < 0$$

但し、

$P g, F (G 1 N)$: 第 1 レンズ群中の最も像側に位置する負レンズの異常分散性、

(A) $P g, F = 0.002 d - 0.6575 + P g, F : g, F$ 線間の異常分散性、

(B) $P g, F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C) : g, F$ 線間における部分分散比。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間に開口絞りが位置しており、この開口絞りが、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第 3 レンズ群と共に像面に対して固定されている単焦点レンズ系。

40

【請求項 13】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項記載の単焦点レンズ系において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間に開口絞りが位置しており、この開口絞りが、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第 1 レンズ群及び第 2 レンズ群と一体となって物体側に移動する単焦点レンズ系。

【請求項 14】

物体側から順に、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 レンズ群とからなる単焦点レンズ系において、

第 1 レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ及び負レンズの 4 枚

50

のレンズからなり、

第2レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ及び正レンズの3枚のレンズ、又は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ及び正レンズの4枚のレンズからなり、

第3レンズ群は、物体側から順に、負レンズ及び正レンズの2枚のレンズからなり、

第2レンズ群と第3レンズ群との間に開口絞りが位置しており、

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第1レンズ群と第2レンズ群が物体側に移動し、開口絞りが第3レンズ群と共に像面に対して固定されていることを特徴とする単焦点レンズ系。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、中望遠程度の画角を含んだマクロ撮影が可能な単焦点レンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、無限遠や低倍率の撮影距離を設計基準距離とした一般的な撮影レンズ系は、マクロレンズ系として近接撮影可能距離を短縮するために全体繰出しによるフォーカシングを行うと、近距離撮影時の収差変動が大きく、光学性能が不十分となる。そのため、無限遠から近距離に及ぶ撮影距離に対して、良好な光学性能を維持するために、複数のレンズ群を異なる移動量で移動させてフォーカシングを行い、近距離撮影時の収差変動を抑える、いわゆるフローティング方式を採用したマクロレンズ系が提案されている。

20

【0003】

特許文献1-4には、フローティング方式を採用したマクロレンズ系が開示されている。より小型の撮像素子を搭載した撮影装置にフローティング方式を採用したレンズ系を得るためには、理論的には、特許文献1-4のマクロレンズ系の各数値実施例を縮小スケールリングすればよい。しかし、縮小スケールモデルを、レンズの加工性や組立性を考慮したレンズ厚やレンズ間隔に修正したとき、収差補正のバランスが崩れて諸収差が増大し、光学性能が不十分となる。

【0004】

特許文献1-4のマクロレンズ系は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群に開口絞りが含まれている。このため、特許文献1-4のマクロレンズ系を、ノンレフレックスカメラ(ミラーレスカメラ)に代表されるような、シャッターユニットをレンズの筐体内に搭載した交換レンズに適用したときには、フォーカシング時にシャッターユニットを併せて移動させなければならず、フローティング機構の複雑化や大型化が避けられない。また、フォーカスレンズ群の数や重量に応じてモータやアクチュエータが必要になるため、鏡筒を含むレンズ全系が大径化してしまう。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4996151号公報

40

【特許文献2】特許第4986710号公報

【特許文献3】特許第3429562号公報

【特許文献4】特開2009-145587号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、以上の問題意識に基づいて完成されたものであり、中望遠程度の画角を有し、フォーカシング機構が簡素で小型であり、レンズ全系がコンパクトであり、諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる、マクロ撮影が可能な単焦点レンズ系を得ることを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の単焦点レンズ系は、物体側から順に、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に際し、第1レンズ群と第2レンズ群が物体側に移動し、第1レンズ群は、最も物体側から最も像側に向かって順に、像側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも2枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズとを有しており、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズと、少なくとも2枚の正レンズとを有しており、第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズとを有しており、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) -0.3 < f_{G2} / f_{G1} < -0.05$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

f_{G2} : 第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0008】

第2レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の接合レンズと、少なくとも1枚の正レンズとから構成することができる。

【0009】

第2レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の接合レンズと、少なくとも2枚の正レンズとから構成することができる。

【0010】

第2レンズ群中の接合レンズは、物体側から順に位置する負レンズと正レンズから構成することができる。

【0011】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(2)及び(3)を満足することが好ましい。

$$(2) n_d(G2N) < 1.82$$

$$(3) d(G2N) < 50$$

但し、

$n_d(G2N)$: 第2レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズのd線に対する屈折率

$d(G2N)$: 第2レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0012】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) P_{g,F}(G2N) < 0$$

但し、

$P_{g,F}(G2N)$: 第2レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの異常分散性、

(A) $P_{g,F} = 0.002 d - 0.6575 + P_{g,F}$: g,F線間の異常分散性、

(B) $P_{g,F} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$: g,F線間における部分分散比、

である。

【0013】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$(5) d(G2P) > 80$$

但し、

$d(G2P)$: 第2レンズ群中の正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0014】

50

条件式(5)が規定する条件範囲の中でも、次の条件式(5')を満足することが好ましい。

$$(5') \quad d(G2P) > 90$$

【0015】

第1レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた負レンズとから構成することができる。

【0016】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(6)及び(7)を満足することが好ましい。

$$(6) \quad nd(G1P) > 1.70$$

$$(7) \quad d(G1P) < 45$$

但し、

$nd(G1P)$ ：第1レンズ群中の正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズのd線に対する屈折率、

$d(G1P)$ ：第1レンズ群中の正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0017】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(8)及び(9)を満足することが好ましい。

$$(8) \quad 0.5 < SF(L1) < 3$$

$$(9) \quad d(L1) > 50$$

但し、

$SF(L1)$ ：第1レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズのシェーピングファクター、

$$SF(L1) = (L1R1 + L1R2) / (L1R1 - L1R2)$$

$L1R1$ ：第1レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの物体側の面の曲率半径、

$L1R2$ ：第1レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズの像側の面の曲率半径、

$d(L1)$ ：第1レンズ群中の最も物体側に位置する負レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0018】

本発明の単焦点レンズ系は、次の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$(10) \quad Pg, F(G1N) < 0$$

但し、

$Pg, F(G1N)$ ：第1レンズ群中の最も像側に位置する負レンズの異常分散性、

$$(A) \quad Pg, F = 0.002 \cdot d - 0.6575 + Pg, F : g, F \text{線間の異常分散性、}$$

$$(B) \quad Pg, F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C) : g, F \text{線間における部分分散比、}$$

である。

【0019】

本発明の単焦点レンズ系は、第2レンズ群と第3レンズ群との間に開口絞りを位置させて、この開口絞りを、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第3レンズ群と共に像面に対して固定することができる。

【0020】

あるいは、本発明の単焦点レンズ系は、第1レンズ群と第2レンズ群との間に開口絞りを位置させて、この開口絞りを、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第1レンズ群及び第2レンズ群と一体に物体側に移動させることができる。

【0021】

本発明の単焦点レンズ系は、別の態様では、物体側から順に、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レンズ群とからなる単焦点レンズ系において、第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ及び負レ

10

20

30

40

50

レンズの4枚のレンズからなり、第2レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ及び正レンズの3枚のレンズ、又は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ及び正レンズの4枚のレンズからなり、第3レンズ群は、物体側から順に、負レンズ及び正レンズの2枚のレンズからなり、第2レンズ群と第3レンズ群との間に開口絞りが位置しており、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第1レンズ群と第2レンズ群が物体側に移動し、開口絞りが第3レンズ群と共に像面に対して固定されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、中望遠程度の画角を含んだマクロ撮影が可能であり、フォーカシング機構が簡素で小型であり、レンズ全系がコンパクトであり、諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる単焦点レンズ系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例1の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図2】図1の構成における諸収差図である。

【図3】図1の構成における横収差図である。

【図4】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例1の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図5】図4の構成における諸収差図である。

【図6】図4の構成における横収差図である。

【図7】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例2の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図8】図7の構成における諸収差図である。

【図9】図7の構成における横収差図である。

【図10】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例2の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図11】図10の構成における諸収差図である。

【図12】図10の構成における横収差図である。

【図13】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例3の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図14】図13の構成における諸収差図である。

【図15】図13の構成における横収差図である。

【図16】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例3の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図17】図16の構成における諸収差図である。

【図18】図16の構成における横収差図である。

【図19】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例4の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図20】図19の構成における諸収差図である。

【図21】図19の構成における横収差図である。

【図22】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例4の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図23】図22の構成における諸収差図である。

【図24】図22の構成における横収差図である。

【図25】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例5の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図26】図25の構成における諸収差図である。

【図27】図25の構成における横収差図である。

10

20

30

40

50

【図 28】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例 5 の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図 29】図 28 の構成における諸収差図である。

【図 30】図 28 の構成における横収差図である。

【図 31】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例 6 の無限遠撮影状態におけるレンズ構成図である。

【図 32】図 31 の構成における諸収差図である。

【図 33】図 31 の構成における横収差図である。

【図 34】本発明による単焦点レンズ系の数値実施例 6 の最短撮影状態におけるレンズ構成図である。

10

【図 35】図 34 の構成における諸収差図である。

【図 36】図 34 の構成における横収差図である。

【図 37】本発明による単焦点レンズ系の無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際する第 1 の移動軌跡を示す簡易移動図である。

【図 38】本発明による単焦点レンズ系の無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際する第 2 の移動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】

【0024】

図 37、図 38 の簡易移動図に示すように、本実施形態の単焦点レンズ系は、全数値実施例 1 - 6 を通じて、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 とからなる。I は像面である。

20

【0025】

図 37 の簡易移動図に示すように、本実施形態の単焦点レンズ系は、数値実施例 1、2、4 - 6 では、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に開口絞り S が位置している。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 が物体側に移動し（繰出し）、開口絞り S が第 3 レンズ群 G 3 と共に像面 I に対して固定されている。

【0026】

図 38 の簡易移動図に示すように、本実施形態の単焦点レンズ系は、数値実施例 3 では、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に開口絞り S が位置している。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、開口絞り S が第 1 レンズ群 G 1 及び第 2 レンズ群 G 2 と一体となって物体側に移動し（繰出し）、第 3 レンズ群 G 3 が像面 I に対して固定されている。

30

【0027】

なお、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第 3 レンズ群 G 3 が物体側に移動する（繰出す）態様も可能である。また、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、開口絞り S が第 1 レンズ群 G 1 ないし第 3 レンズ群 G 3 とは独立して光軸方向に移動する態様も可能である。

【0028】

第 1 レンズ群 G 1 は、全数値実施例 1 - 6 を通じて、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 1 と、両凸正レンズ 1 2 と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 と、両凹負レンズ 1 4 とからなる。

40

【0029】

第 2 レンズ群 G 2 は、数値実施例 1 - 4、6 では、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 と、両凸正レンズ 2 2 と、両凸正レンズ 2 3 と、両凸正レンズ 2 4 とからなる。両凹負レンズ 2 1 の像側の面と両凸正レンズ 2 2 の物体側の面は接合されており、この接合レンズは負の屈折力を有している。両凸正レンズ 2 2、両凸正レンズ 2 3 及び両凸正レンズ 2 4 は、低分散ガラスで且つ正の大きな異常分散性を持つ ED レンズからなる。

第 2 レンズ群 G 2 は、数値実施例 5 では、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1' と、両凸正レンズ 2 2' と、両凸正レンズ 2 3' とからなる。両凹負レンズ 2 1' の像側の面と

50

両凸正レンズ 2 2' の物体側の面は接合されており、この接合レンズは負の屈折力を有している。両凸正レンズ 2 2' は、低分散ガラスで且つ正の大きな異常分散性を持つ ED レンズからなる。

【0030】

第 3 レンズ群 G 3 は、数値実施例 1 - 4、6 では、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 1 と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 2 とからなる。

第 3 レンズ群 G 3 は、数値実施例 5 では、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 1 と、両凸正レンズ 3 2 とからなる。

【0031】

本実施形態の単焦点レンズ系は、レンズ全系を、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 とに分け、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の関係をレトロフォーカス型にしたものである。また、本実施形態の単焦点レンズ系は、中望遠程度の画角を含んだマクロ撮影が可能となっている。

10

【0032】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ 1 1 と、2 枚の正レンズ 1 2、1 3 と、像側に凹面を向けた負レンズ 1 4 とからなる。なお、群中央の正レンズは 2 枚に限定されず、3 枚以上の正レンズを配置する態様も可能である。レンズ系を小型化するためには、群中央の少なくとも 2 枚の正レンズ（正レンズ 1 2、1 3 を含む）の正のパワーを強くする必要があり、その際、球面収差、軸上色収差、コマ収差、非点収差が大きく発生するおそれがある。しかし、本実施形態では、群中央の少なくとも 2 枚の正レンズよりも物体側（第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側）に、像側に凹面を向けた負レンズ 1 1 を配置することで、バックフォーカスを適切に保ちながら、球面収差、軸上色収差、コマ収差、非点収差を良好に補正することができる。さらに、群中央の少なくとも 2 枚の正レンズよりも像側（第 1 レンズ群 G 1 の最も像側）にも、像側に凹面を向けた負レンズ（両凹負レンズ）1 4 を配置することで、コマ収差と非点収差を良好に補正することができる。第 1 レンズ群 G 1 中の最も像側に配置する正レンズ（本実施形態では正レンズ 1 3）を、開口絞り S を中心としたコンセントリックなレンズ形状に近づけることで、軸上光束から最周辺の軸外光束に至るまでのレンズへの入射角の変化を抑えて、非点収差の発生を極限まで抑えることができる。

20

【0033】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ 2 1（2 1'）と、少なくとも 2 枚の正レンズ 2 2、2 3、2 4（2 2'、2 3'）とからなる。第 2 レンズ群 G 2 中の最も物体側の負レンズ 2 1（2 1'）と正レンズ 2 2（2 2'）は、負の屈折力の接合レンズを構成している。この接合レンズの負レンズ 2 1（2 1'）を物体側に凹面を向けた形状にすることで、非点収差を良好に補正することができる。また、接合レンズの正レンズ 2 2（2 2'）を物体側に凸面を向けた形状にすることで、球面収差とコマ収差を良好に補正することができる。さらに、接合レンズよりも像側に少なくとも 1 枚の正レンズ 2 3、2 4（2 3'）を配置することで、全系での軸上色収差、球面収差、コマ収差を良好に補正することができる。色収差を良好に補正するために、接合レンズよりも像側の正レンズにアッペ数の大きな硝材を選択する場合、屈折率が低くなり、球面収差やコマ収差が増大しがちになる。そのため、数値実施例 1 - 4、6 のように、接合レンズよりも像側に 2 枚の正レンズ 2 3、2 4 を配置することで、球面収差やコマ収差を効果的に抑制することができる。なお、接合レンズよりも像側の正レンズは 1 枚または 2 枚に限定されず、3 枚以上とする態様も可能である。

30

40

【0034】

第 3 レンズ群 G 3 は、全数値実施例 1 - 6 を通じて、諸収差を良好に補正するために、負レンズ 3 1 と正レンズ 3 2 の 2 枚のレンズから構成されている。負レンズ 3 1 を物体側に凸面を向けた形状にすることで、コマ収差や非点収差を良好に補正することができる。正レンズ 3 2 を像側に凹面を向けた形状にすることで、球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。なお、第 3 レンズ群 G 3 中の負レンズ 3 1 と正レンズ 3 2 の並び順に

50

は自由度があり、その位置を入れ替える態様も可能である。また、第3レンズ群G3中に2枚以上の負レンズ及び/又は2枚以上の正レンズを設ける態様も可能である。

【0035】

本実施形態の単焦点レンズ系は、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第3レンズ群G3を像面Iに対して固定し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2を物体側に移動させる（繰出す）、いわゆるフローティング方式を採用している。これにより、鏡筒を含むレンズ全系の小型化と優れた光学性能とを両立することができる。なお、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2に加えて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第3レンズ群G3も物体側に移動させる（繰出す）ことで、非点収差や像面湾曲の発生を抑制し、無限遠撮影状態から最短撮影状態までの収差変化を小さくすることができる。

10

【0036】

開口絞りSの位置は、収差補正のバランスという観点では、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間（数値実施例1、2、4-6）、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間（数値実施例3）のいずれとしても大きな変わりはない。

開口絞りSを第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に固定して設け、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2でフォーカシングを行う場合、射出瞳の位置が変わることなく最短撮影距離の実効Fナンバーが変化しない（撮影距離によって実効Fナンバーが変化しない）ので、最短撮影距離での球面収差やコマ収差が残存しやすくなるが、開口の狭い小型な光学系の場合、収差を良好に補正しても解像力が良くならない回折現象に対して極めて有利となる。また、単焦点レンズ系をノンフレックスカメラ（ミラーレスカメラ）に代表されるような、シャッターユニットをレンズの筐体内に搭載した交換レンズに適用したときであっても、フォーカシング時にシャッターユニットを併せて移動させる必要がないので、機構系のコンパクト化を図ることができる。

20

開口絞りSを第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に設けた場合、フォーカシングに際して開口絞りSも移動させなければならず、レンズ鏡筒が大型化するが、フォーカシングの際に実効Fナンバーが暗くなるため、最短撮影距離での球面収差やコマ収差の補正が有利になる。

【0037】

条件式(1)は、第1レンズ群G1の焦点距離と、第2レンズ群G2の焦点距離との比を規定している。条件式(1)を満足することで、レンズ全系をコンパクトにするとともに、球面収差、コマ収差等の諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

30

条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群G1の負のパワーが弱くなりすぎて、レンズ系を小型化するために強い正のパワーを持たせた第2レンズ群G2で発生する収差とのバランスが崩れ、レンズ全系での収差が悪化してしまう。また、収差補正をするためにはレンズ枚数を増加する必要があり、光学系が大型化してしまう。

条件式(1)の下限を超えると、第1レンズ群G1の負のパワーが強くなりすぎて、小型化のためには第1レンズ群G1内を強いパワーで構成しなければならず、球面収差、コマ収差が増大してしまう。また、全体のレトロフォーカス度が強くなり過ぎて、光学系の全長が大型化してしまう。

40

【0038】

条件式(2)は、第2レンズ群G2中の最も物体側に位置する負レンズ21(21')のd線に対する屈折率を規定している。条件式(2)を満足することで、ペッツパル和を良好に補正するとともに、特に最短撮影距離で像面湾曲や非点収差を良好に補正して、優れた光学性能を達成することができる。

条件式(2)の上限を超えると、ペッツパル和の補正が不十分となり、特に最短撮影距離で大きな像面湾曲や非点収差が発生してしまう。

【0039】

条件式(3)は、第2レンズ群G2中の最も物体側に位置する負レンズ21(21')

50

のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(3)を満足することで、軸上色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(3)の上限を超えると、軸上色収差が補正不足となり、特に最短撮影距離で軸上色収差が増大してしまう。

【0040】

条件式(4)は、第2レンズ群G2中の最も物体側に位置する負レンズ21(21')の異常分散性を規定している。条件式(4)を満足することで、第2レンズ群G2中の正レンズ22、23、24(23'、24')に正の異常分散性の高い硝材を使用したときであっても、軸上色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(4)の上限を超えると、第2レンズ群G2中の正レンズ22、23、24(23'、24')に正の異常分散性の高い硝材を使用したときに、軸上色収差の補正が不十分となってしまう。

【0041】

条件式(5)は、第2レンズ群G2中の正レンズ22、23、24(23'、24')のうち少なくとも1枚が満足すべきd線に対するアッペ数を規定している。第2レンズ群G2は、無限撮影状態と最短撮影状態のいずれにおいても、通過する光線位置が高いため、第2レンズ群G2中に、条件式(5)を満足するような色補正効果が大きく異常分散性が高い正レンズを含ませることで、軸上色収差や倍率色収差を効果的に補正して優れた光学性能を達成することができる。

第2レンズ群G2中に条件式(5)を満足する正レンズが含まれていないと、軸上色収差や倍率色収差の補正が不十分となってしまう。

【0042】

条件式(6)は、第1レンズ群G1中の正レンズ12、13のうち少なくとも1枚が満足すべきd線に対する屈折率を規定している。第1レンズ群G1中に条件式(6)を満足する正レンズを含ませることで、球面収差、コマ収差、ペッツパール和を良好に補正し、特に最短撮影距離において諸収差を良好に補正することで、優れた光学性能を達成することができる。

第1レンズ群G1中に条件式(6)を満足する正レンズが含まれていないと、球面収差、コマ収差、ペッツパール和の補正が不十分となり、特に最短撮影距離において諸収差が大きく発生してしまう。

【0043】

条件式(7)は、第1レンズ群G1中の正レンズ12、13のうち少なくとも1枚が満足すべきd線に対するアッペ数を規定している。第1レンズ群G1中に条件式(7)を満足する正レンズを含ませることで、倍率色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

第1レンズ群G1中に条件式(7)を満足する正レンズが含まれていないと、倍率色収差の補正が不十分となってしまう。

【0044】

条件式(8)は、第1レンズ群G1中の最も物体側に位置する負レンズ11のシェーピングファクターを規定している。条件式(8)を満足することで、レンズ全系をコンパクトにするとともに、コマ収差や倍率色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(8)の上限を超えると、負レンズ11のパワーが弱くなりすぎて、十分な発散効果を得るためには負レンズ11を前方に配置せざるを得なくなり、レンズ全長や有効径が大きくなるため、小型化が達成できない。

条件式(8)の下限を超えると、負レンズ11のパワーが強くなりすぎて、光束を大きく発散させるため、コマ収差や倍率色収差が増大してしまう。

【0045】

条件式(9)は、第1レンズ群G1中の最も物体側に位置する負レンズ11のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(9)を満足することで、レンズ全系をコンパクト

10

20

30

40

50

にするとともに、倍率色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(9)の下限を超えると、倍率色収差が増大してしまう。また、倍率色収差を補正するためには第1レンズ群G1内のレンズ枚数を増やさなければならず、レンズ全系が大型化してしまう。

【0046】

条件式(10)は、第1レンズ群G1中の最も像側に位置する負レンズ11の異常分散性を規定している。条件式(10)を満足することで、軸上色収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(10)の上限を超えると、軸上色収差の補正が不十分となってしまう。

【実施例】

【0047】

次に具体的な数値実施例を示す。諸収差図及び横収差図並びに表中において、d線、g線、C線はそれぞれの波長に対する収差、Sはサジタル、Mはメリディオナル、FNOはFナンバー、fは全系の焦点距離、Wは半画角(°)、Yは像高、fBはバックフォーカス、Lはレンズ全長、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、N(d)はd線に対する屈折率、 ν_d はd線に対するアッペ数を意味する。長さの単位は[mm]である。Fナンバー、焦点距離、倍率、半画角、像高、バックフォーカス、レンズ全長、フォーカシングに伴って間隔が変化するレンズ間隔dは、無限遠撮影状態 - 中間撮影状態(有限撮影状態) - 最短撮影状態の順に示している。全数値実施例1 - 6を通じて、非球面レンズは用いていない。

【0048】

[数値実施例1]

図1~図6と表1~表2は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例1を示している。図1は無遠撮影状態におけるレンズ構成図、図2はその諸収差図、図3はその横収差図であり、図4は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図5はその諸収差図、図6はその横収差図である。表1は面データ、表2は各種データである。

【0049】

本数値実施例1の単焦点レンズ系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3とからなる。第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間には、開口絞りSが位置している。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2が物体側に移動し、開口絞りSが第3レンズ群G3と共に像面に対して固定されている。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、光学フィルタOPが配置されている。

【0050】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ11と、両凸正レンズ12と、物体側に凸の正メニスカスレンズ13と、両凹負レンズ14とからなる。両凹負レンズ14は、負の異常分散性を持つ硝材からなり、例えばOHARAのS-NBM51を使用する。

【0051】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹負レンズ21と、両凸正レンズ22と、両凸正レンズ23と、両凸正レンズ24とからなる。両凹負レンズ21の像側の面と両凸正レンズ22の物体側の面は接合されており、この接合レンズは負の屈折力を有している。両凹負レンズ21は、負の異常分散性を持つ硝材からなり、例えばOHARAのS-NBM51を使用する。両凸正レンズ22、両凸正レンズ23及び両凸正レンズ24は、低分散ガラスで且つ正の大きな異常分散性を持つEDレンズからなる。

【0052】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ31と、物体側に凸の正メニスカスレンズ32とからなる。

【0053】

(表1)
面データ

10

20

30

40

50

面番号	r	d	N(d)	d	
1	93.279	1.000	1.49700	81.6	
2	12.089	5.404			
3	19.009	3.287	1.72916	54.7	
4	-34.417	0.100			
5	13.573	2.073	1.81600	46.6	
6	19.915	1.786			
7	-52.240	1.000	1.61340	44.3	
8	8.724	3.221			
9	-8.863	1.000	1.61340	44.3	10
10	24.506	2.789	1.49700	81.6	
11	-13.220	0.100			
12	60.224	2.568	1.43875	95.0	
13	-13.295	0.100			
14	32.652	2.485	1.43875	95.0	
15	-21.880	d15			
16絞		2.200			
17	51.961	1.000	1.65412	39.7	
18	15.785	0.859			
19	19.813	2.618	1.77250	49.6	20
20	348.818	13.259			
21		1.050	1.51633	64.1	
22		-			

(表2)

各種データ

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態	
FNO.	2.8	2.8	2.8	
f	18.00	18.75	19.18	
倍率	0.000	-0.217	-0.333	
W	15.8	13.0	11.6	30
Y	5.00	5.00	5.00	
fB	1.00	1.00	1.00	
L	50.70	55.89	58.67	
d15	1.800	6.991	9.766	

【0054】

[数値実施例2]

図7～図12と表3～表4は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例2を示している。図7は無無限遠撮影状態におけるレンズ構成図、図8はその諸収差図、図9はその横収差図であり、図10は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図11はその諸収差図、図12はその横収差図である。表3は面データ、表4は各種データである。

40

【0055】

この数値実施例2のレンズ構成は、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

【0056】

(表3)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	40.272	1.000	1.56384	60.7	
2	13.043	3.631			
3	19.288	3.399	1.77250	49.6	
4	-41.615	0.261			50

5	13.950	1.979	1.77250	49.6
6	18.983	1.917		
7	-74.991	1.000	1.61340	44.3
8	8.971	3.210		
9	-8.275	1.000	1.61340	44.3
10	32.585	2.721	1.49700	81.6
11	-12.389	0.100		
12	71.065	3.122	1.43875	95.0
13	-12.682	0.100		
14	34.209	3.012	1.49700	81.6
15	-26.316	d15		
16絞		2.586		
17	47.168	1.662	1.65412	39.7
18	15.387	2.712		
19	24.367	1.753	1.81600	46.6
20	184.031	12.780		
21		1.050	1.51633	64.1
22		-		

10

(表4)

各種データ

20

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態
FNO.	2.8	2.8	2.8
f	22.00	22.30	22.46
倍率	0.000	-0.217	-0.333
W	12.9	10.8	9.8
Y	5.00	5.00	5.00
fB	1.00	1.00	1.00
L	51.80	56.44	58.92
d15	1.800	6.445	8.929

30

【0057】

[数値実施例3]

図13～図18と表5～表6は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例3を示している。図13は無遠撮影状態におけるレンズ構成図、図14はその諸収差図、図15はその横収差図であり、図16は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図17はその諸収差図、図18はその横収差図である。表5は面データ、表6は各種データである。

【0058】

この数値実施例3のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に開口絞りSが位置しており、この開口絞りSが、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2と一体となって物体側に移動する。

40

【0059】

(表5)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	63.562	1.000	1.48749	70.2
2	11.981	4.593		
3	18.014	3.274	1.72916	54.7
4	-34.660	0.100		
5	14.376	1.995	1.81600	46.6

50

6	21.603	1.765		
7	-48.220	1.000	1.61340	44.3
8	9.158	1.361		
9絞		1.400		
10	-8.580	1.000	1.61340	44.3
11	21.064	2.832	1.49700	81.6
12	-13.049	0.100		
13	85.505	3.224	1.49700	81.6
14	-13.990	0.100		
15	42.887	2.310	1.43875	95.0
16	-20.872	d16		
17	48.657	1.000	1.65412	39.7
18	16.978	0.854		
19	22.498	1.886	1.74320	49.3
20	177.055	14.130		
21		1.050	1.51633	64.1
22		-		

10

(表6)
各種データ

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態
FNO.	2.8	3.1	3.2
f	20.00	20.29	20.43
倍率	0.000	-0.150	-0.217
W	14.2	12.8	12.2
Y	5.00	5.00	5.00
fB	1.00	1.00	1.00
L	49.97	53.42	54.96
d16	4.000	7.448	8.989

20

【0060】

[数値実施例4]

30

図19~図24と表7~表8は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例4を示している。図19は無遠撮影状態におけるレンズ構成図、図20はその諸収差図、図21はその横収差図であり、図22は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図23はその諸収差図、図24はその横収差図である。表7は面データ、表8は各種データである。

【0061】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ11と、両凸正レンズ12と、物体側に凸の正メニスカスレンズ13と、両凹負レンズ14とからなる。両凹負レンズ14は、負の異常分散性を持つ硝材からなり、例えばHOYAのE-ADF10を使用する。

【0062】

40

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹負レンズ21と、両凸正レンズ22と、両凸正レンズ23と、両凸正レンズ24とからなる。両凹負レンズ21の像側の面と両凸正レンズ22の物体側の面は接合されており、この接合レンズは負の屈折力を有している。両凹負レンズ21は、負の異常分散性を持つ硝材からなり、例えばHOYAのE-ADF10を使用する。両凸正レンズ22、両凸正レンズ23及び両凸正レンズ24は、低分散ガラスで且つ正の大きな異常分散性を持つEDレンズからなる。

【0063】

(表7)
面データ

面番号	r	d	N(d)	d
-----	---	---	------	---

50

1	49.997	1.000	1.48749	70.2	
2	11.790	4.904			
3	19.484	3.061	1.74100	52.7	
4	-34.537	0.103			
5	13.653	2.027	1.81600	46.6	
6	18.584	1.711			
7	-54.876	1.000	1.61310	44.4	
8	9.175	2.976			
9	-8.572	1.000	1.61310	44.4	
10	32.812	2.821	1.49700	81.6	10
11	-12.593	0.153			
12	84.638	2.688	1.43500	95.0	
13	-13.078	0.100			
14	36.610	2.533	1.43875	95.0	
15	-21.582	d15			
16	絞	2.209			
17	45.603	1.395	1.65412	39.7	
18	16.441	1.385			
19	22.314	2.090	1.77250	49.6	
20	156.779	13.795			20
21		1.050	1.51633	64.1	
22		-			

(表8)

各種データ

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態	
FNO.	2.8	2.8	2.8	
f	20.00	20.53	20.82	
倍率	0.000	-0.217	-0.333	
W	14.2	11.8	10.7	
Y	5.00	5.00	5.00	30
fB	1.00	1.00	1.00	
L	50.80	55.87	58.57	
d15	1.800	6.866	9.574	

【0064】

[数値実施例5]

図25～図30と表9～表10は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例5を示している。図25は無無限遠撮影状態におけるレンズ構成図、図26はその諸収差図、図27はその横収差図であり、図28は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図29はその諸収差図、図30はその横収差図である。表9は面データ、表10は各種データである。

【0065】

この数値実施例5のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第2レンズ群G2が、物体側から順に、両凹負レンズ21'と、両凸正レンズ22'と、両凸正レンズ23'とからなる。両凹負レンズ21'の像側の面と両凸正レンズ22'の物体側の面は接合されており、この接合レンズは負の屈折力を有している。両凸正レンズ22'は、低分散ガラスで且つ正の大きな異常分散性を持つEDレンズからなる。

(2) 第3レンズ群G3の正レンズ32が、物体側に凸の正メニスカスレンズではなく、両凸正レンズからなる。

【0066】

(表9)

40

50

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	24.963	1.000	1.62041	60.3	
2	11.203	6.606			
3	14.561	3.018	1.77250	49.6	
4	-55.473	0.100			
5	16.848	2.111	1.77250	49.6	
6	26.541	1.142			
7	-53.663	1.000	1.61340	44.3	
8	8.768	2.964			10
9	-8.646	1.000	1.54814	45.8	
10	12.764	3.301	1.43875	95.0	
11	-9.766	0.100			
12	23.472	2.584	1.61800	63.4	
13	-19.071	d13			
14絞		2.100			
15	68.674	1.000	1.60342	38.0	
16	12.356	2.132			
17	13.953	3.008	1.62041	60.3	
18	-262.977	12.984			20
19		1.050	1.51633	64.1	
20		-			

(表10)

各種データ

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態	
FNO.	2.8	2.8	2.8	
f	20.00	20.74	21.08	
倍率	0.000	-0.150	-0.217	
W	14.3	12.5	11.7	
Y	5.00	5.00	5.00	30
fB	1.00	1.00	1.00	
L	50.00	53.65	55.28	
d13	1.800	5.449	7.079	

【0067】

[数値実施例6]

図31～図36と表11～表12は、本発明による単焦点レンズ系の数値実施例6を示している。図31は無遠撮影状態におけるレンズ構成図、図32はその諸収差図、図33はその横収差図であり、図34は最短撮影状態におけるレンズ構成図、図35はその諸収差図、図36はその横収差図である。表11は面データ、表12は各種データである。

【0068】

この数値実施例6のレンズ構成は、数値実施例4のレンズ構成と同様である。

【0069】

(表11)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	45.438	1.000	1.48749	70.2	
2	12.873	4.776			
3	19.323	3.835	1.74100	52.7	
4	-39.441	0.333			
5	13.958	1.935	1.81600	46.6	50

6	18.048	1.749		
7	-48.952	1.000	1.61310	44.4
8	9.756	2.892		
9	-8.385	1.000	1.61310	44.4
10	18.153	2.833	1.49700	81.6
11	-13.057	0.100		
12	62.807	2.824	1.49700	81.6
13	-14.128	0.100		
14	41.312	2.595	1.49700	81.6
15	-23.712	d15		
16		2.277		
17	45.872	1.140	1.65412	39.7
18	15.600	0.920		
19	22.515	2.103	1.77250	49.6
20	332.369	13.539		
21		1.050	1.51633	64.1
22		-		

10

(表 1 2)

各種データ

	無限遠撮影状態	中間撮影状態	最短撮影状態
FNO.	2.8	2.8	2.8
f	20.00	20.50	20.78
倍率	0.000	-0.217	-0.333
W	14.2	11.7	10.6
Y	5.00	5.00	5.00
fB	1.00	1.00	1.00
L	50.80	55.86	58.56
d15	1.800	6.856	9.558

20

【 0 0 7 0 】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 1 3 に示す。条件式 (5) の対応数値は、第 2 レンズ群 G 2 中の正レンズ 2 2、2 3、2 4 (2 2'、2 3') のうち、d 線に対するアッペ数が最も大きい正レンズを対象としたものを示している。条件式 (6) の対応数値は、第 1 レンズ群 G 1 中の正レンズ 1 2、1 3 のうち、d 線に対する屈折率が最も小さい正レンズを対象としたものを示している。条件式 (7) の対応数値は、第 1 レンズ群 G 1 中の正レンズ 1 2、1 3 のうち、d 線に対するアッペ数が最も小さい正レンズを対象としたものを示している。

30

(表 1 3)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式 (1)	-0.21	-0.14	-0.12
条件式 (2)	1.61340	1.61340	1.61340
条件式 (3)	44.27	44.27	44.27
条件式 (4)	-0.00650	-0.00650	-0.00650
条件式 (5)	94.94	94.94	94.94
条件式 (6)	1.72916	1.77250	1.72916
条件式 (7)	46.60	49.60	46.60
条件式 (8)	1.30	1.96	1.46
条件式 (9)	81.60	60.70	70.20
条件式 (1 0)	-0.00650	-0.00650	-0.00650
	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式 (1)	-0.16	-0.12	-0.14

40

50

条件式 (2)	1.61310	1.54814	1.61310
条件式 (3)	44.36	45.78	44.36
条件式 (4)	-0.00800	0.00120	-0.00800
条件式 (5)	95.00	94.94	81.55
条件式 (6)	1.74100	1.77250	1.74100
条件式 (7)	46.60	49.60	46.60
条件式 (8)	1.62	2.63	1.79
条件式 (9)	70.20	60.30	70.20
条件式 (1 0)	-0.00800	-0.00650	-0.00800

【 0 0 7 1 】

10

表 1 3 から明らかなように、数値実施例 1 ~ 6 は、条件式 (1) ~ (1 0) を満足している。また、諸収差図及び横収差図から明らかなように、諸収差及び横収差は比較的良好に補正されている。

【 符号の説明 】

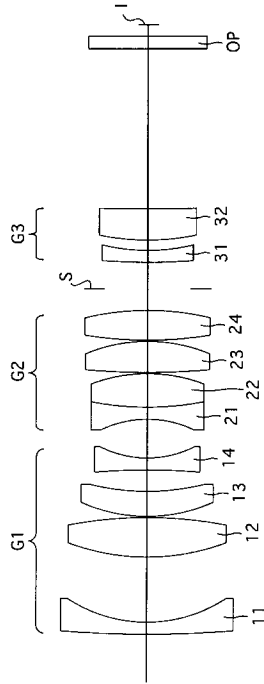
【 0 0 7 2 】

G 1 負の屈折力の第 1 レンズ群
 1 1 負レンズ
 1 2 正レンズ
 1 3 正レンズ
 1 4 負レンズ
 G 2 正の屈折力の第 2 レンズ群
 2 1 負レンズ
 2 2 正レンズ
 2 3 正レンズ
 2 4 正レンズ
 2 1 ' 負レンズ
 2 2 ' 正レンズ
 2 3 ' 正レンズ
 G 3 正の屈折力の第 3 レンズ群
 3 1 負レンズ
 3 2 正レンズ
 S 開口絞り
 O P 光学フィルタ
 I 像面

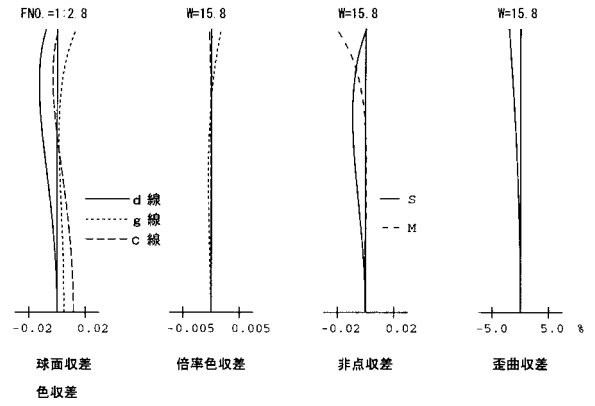
20

30

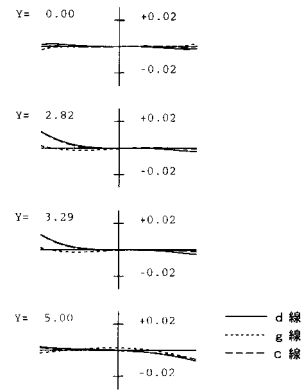
【 図 1 】



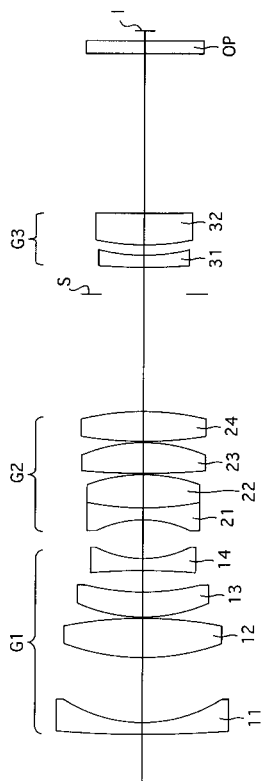
【 図 2 】



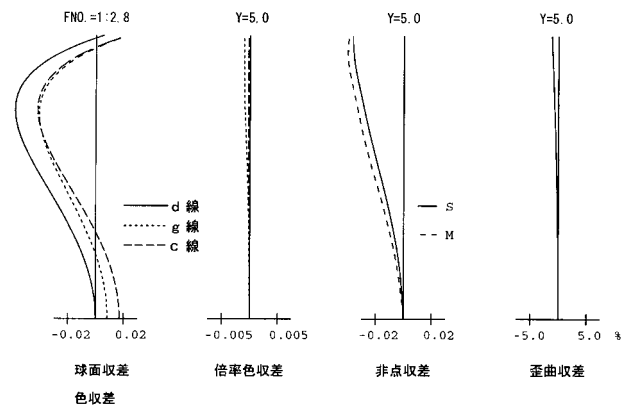
【 図 3 】



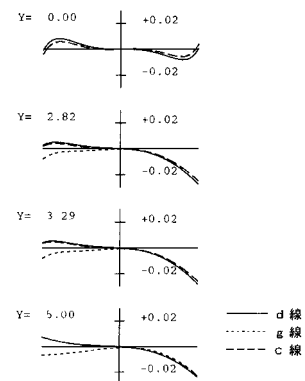
【 図 4 】



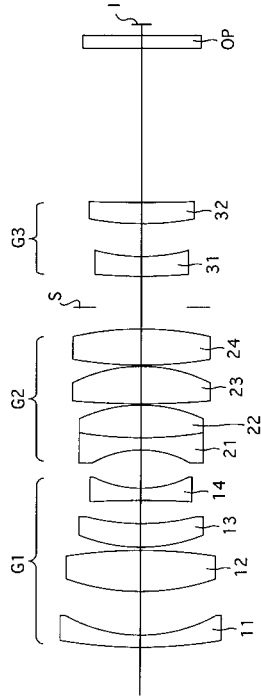
【 図 5 】



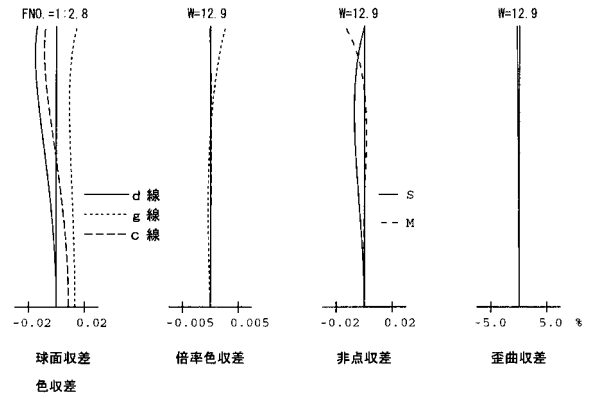
【 図 6 】



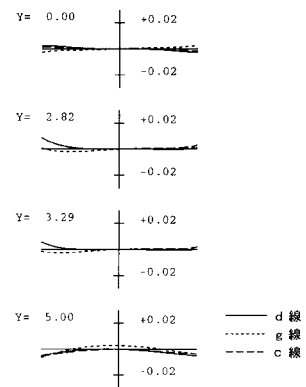
【 图 7 】



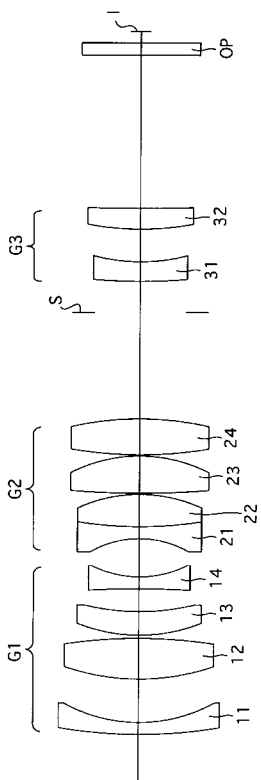
【 图 8 】



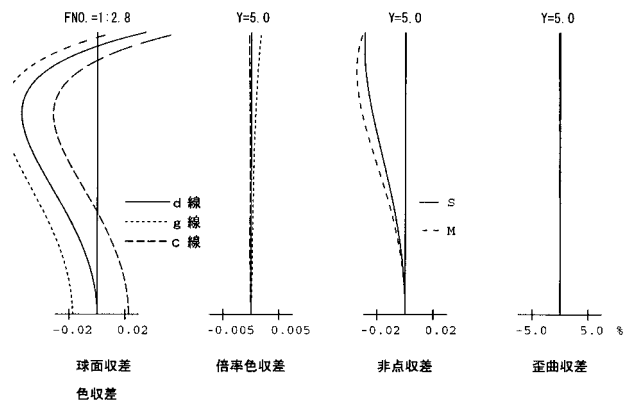
【 图 9 】



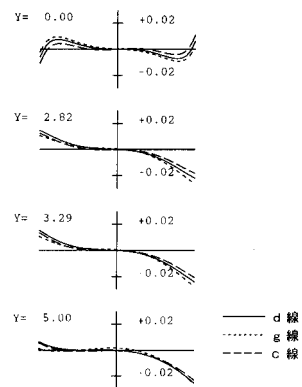
【 图 10 】



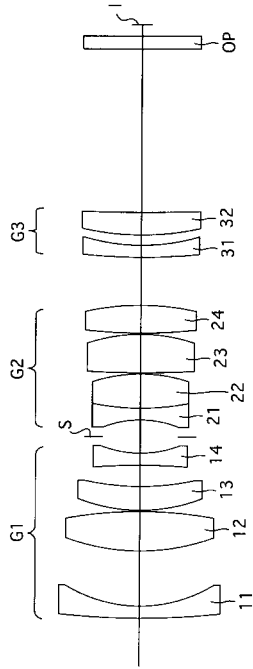
【 图 11 】



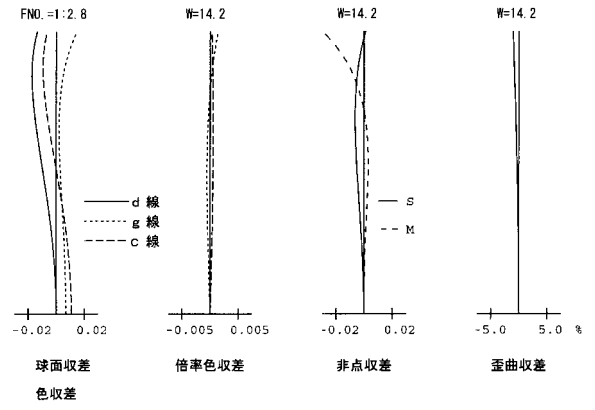
【 图 12 】



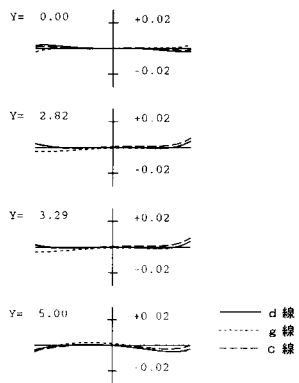
【 図 1 3 】



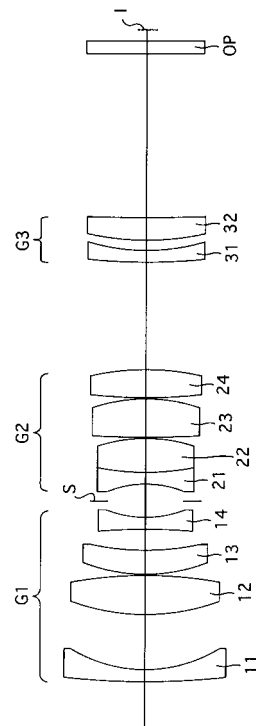
【 図 1 4 】



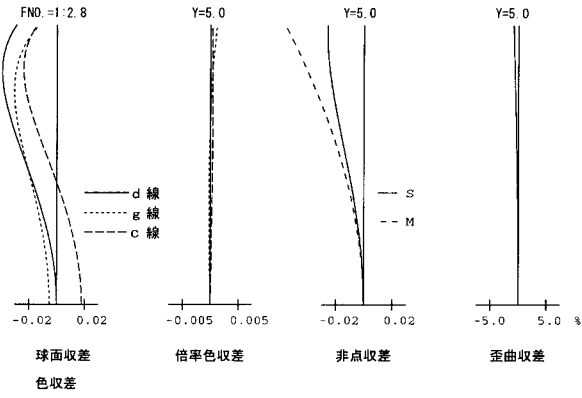
【 図 1 5 】



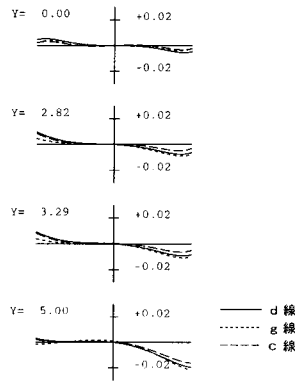
【 図 1 6 】



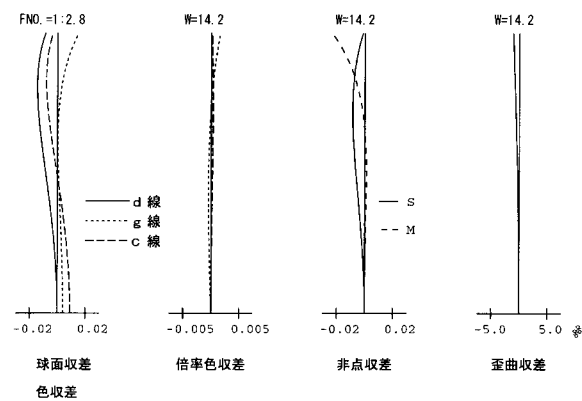
【 図 17 】



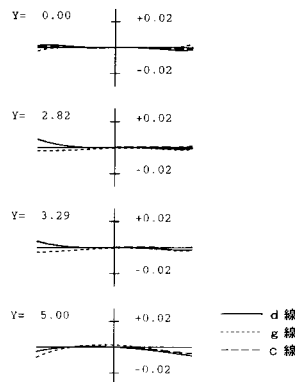
【 図 18 】



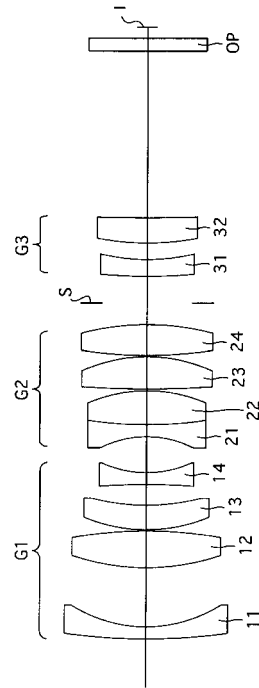
【 図 20 】



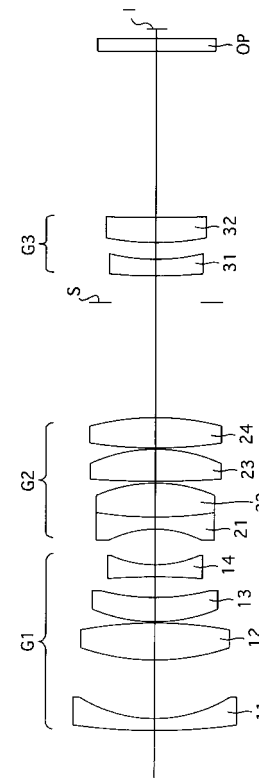
【 図 21 】



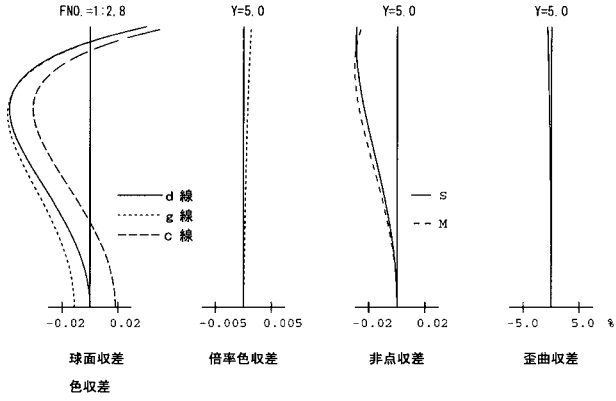
【 図 19 】



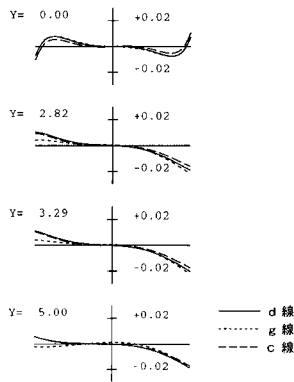
【 図 22 】



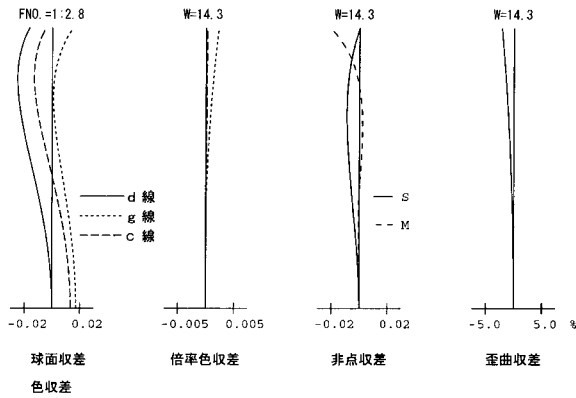
【 図 2 3 】



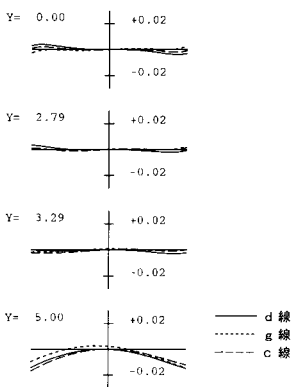
【 図 2 4 】



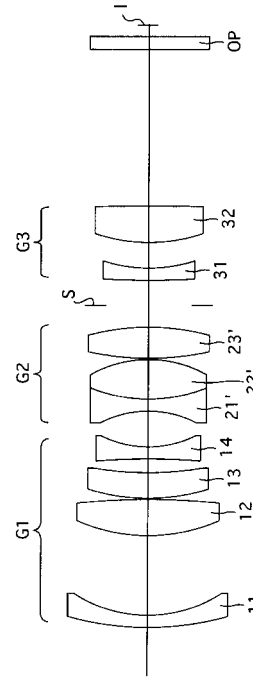
【 図 2 6 】



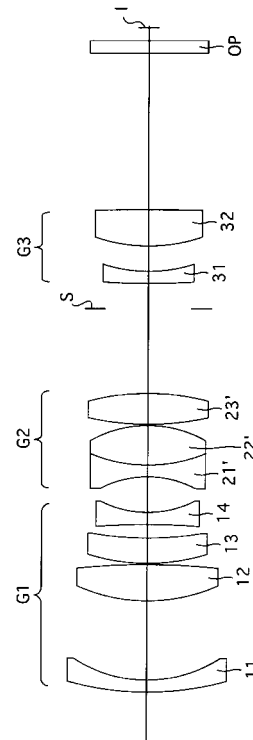
【 図 2 7 】



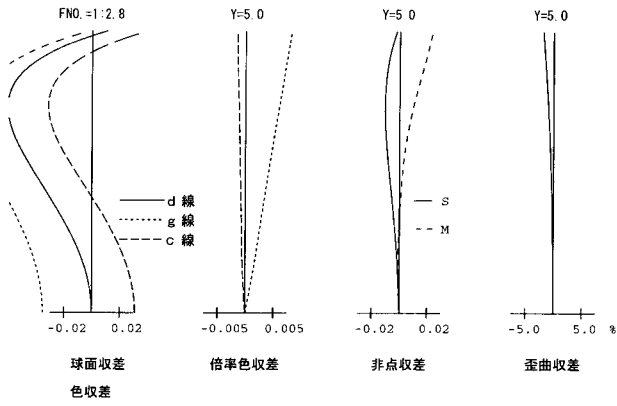
【 図 2 5 】



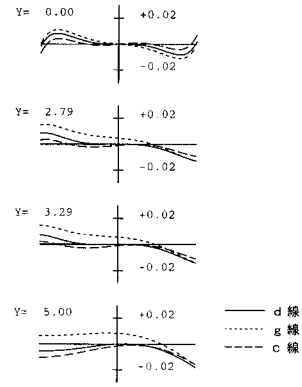
【 図 2 8 】



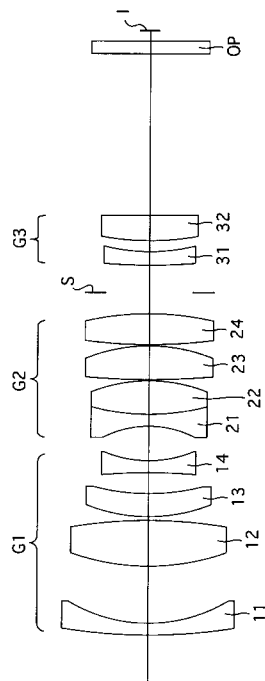
【 図 2 9 】



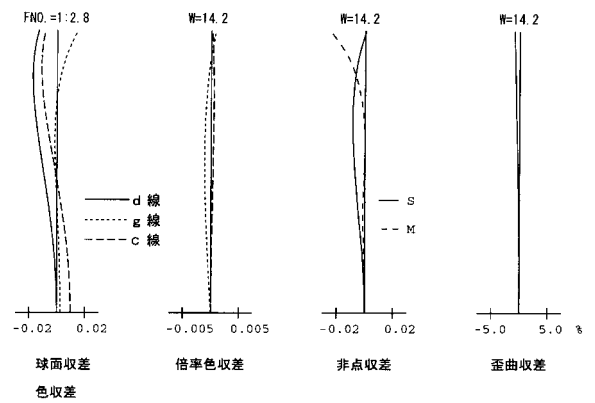
【 図 3 0 】



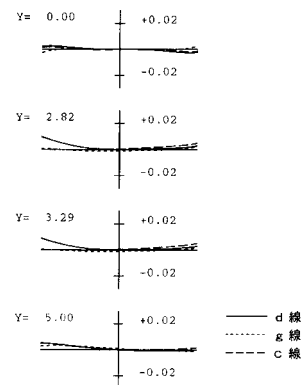
【 図 3 1 】



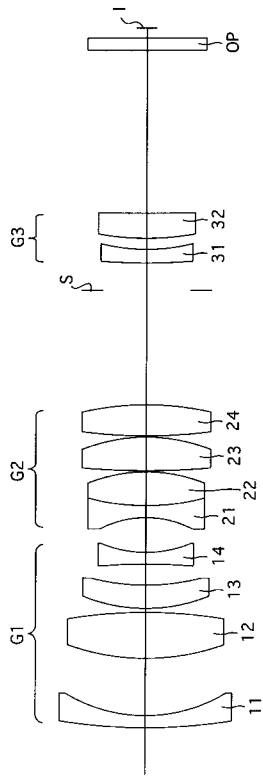
【 図 3 2 】



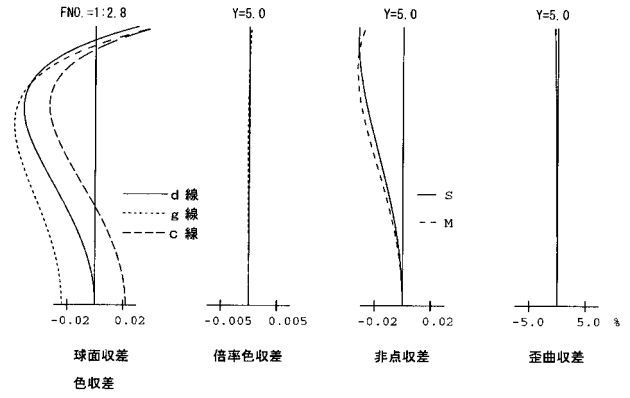
【 図 3 3 】



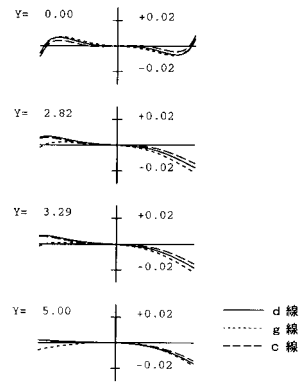
【 図 3 4 】



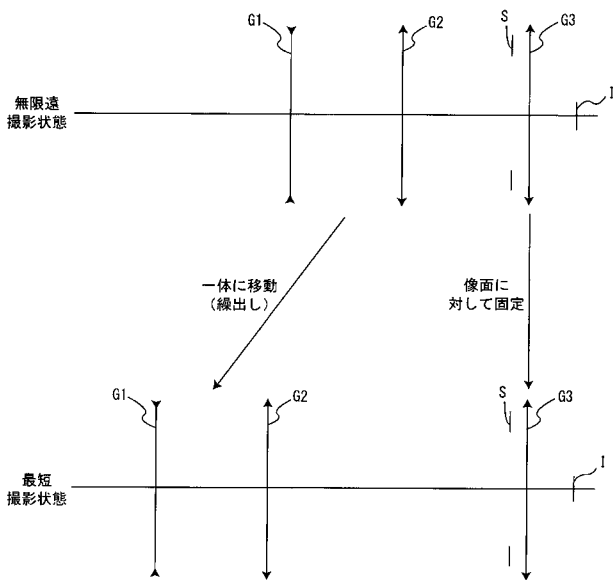
【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



【 図 3 8 】

