

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601085号  
(P5601085)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 13/04 (2006.01)** G 0 2 B 13/04 D

請求項の数 9 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-183896 (P2010-183896)                  (22) 出願日 平成22年8月19日(2010.8.19)                  (65) 公開番号 特開2011-180572 (P2011-180572A)                  (43) 公開日 平成23年9月15日(2011.9.15)                          審査請求日 平成25年6月28日(2013.6.28)                  (31) 優先権主張番号 特願2010-23940 (P2010-23940)                  (32) 優先日 平成22年2月5日(2010.2.5)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 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                  (72) 発明者 小織 雅和                          東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO                          YA株式会社内                            審査官 森内 正明</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広角レンズ系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、

前記第1Aレンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、及び物体側に凸面を向けた正レンズからなり、

前記第1B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接合レンズからなり、

次の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$$(1) 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離。

【請求項2】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ

10

20

群から構成される広角レンズ系において、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、

前記第1Aレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズを有しており、

前記第1B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接合レンズからなり、

次の条件式(1)、(2)及び(3)を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$$(1) \quad 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) \quad 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

$$(3) \quad 1AP_{min} > 1BP_{min}$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

$1AP_{min}$  ; 第1Aレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数のうち最も小さいd線に対するアッペ数、

$1BP_{min}$  ; 第1Bレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数。

【請求項3】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、

前記第1Aレンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、及び物体側に凸面を向けた正レンズからなり、

前記第1Bレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズを有しており、

次の条件式(1)、(2)及び(3)を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$$(1) \quad 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) \quad 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

$$(3) \quad 1AP_{min} > 1BP_{min}$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

$1AP_{min}$  ; 第1Aレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数、

$1BP_{min}$  ; 第1Bレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数のうち最も小さいd線に対するアッペ数。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項記載の広角レンズ系において、前記第1レンズ群は、該第1レンズ群中の最大空気間隔を境に前記第1Aレンズ群と第1Bレンズ群に分けられる広角レンズ系。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか1項記載の広角レンズ系において、前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第2Aレンズ群と負の屈折力の第2Bレンズ群からなり、前記第2Bレンズ群は、物体側から順に位置する負レンズと正レンズの接合レンズからなる広角レンズ系。

【請求項6】

請求項5記載の広角レンズ系において、前記第2Aレンズ群は、物体側から順に位置する正レンズ、負レンズ及び正レンズの接合レンズからなる広角レンズ系。

【請求項7】

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載の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は前記第 2 レンズ群を物体側に移動させて行い、次の条件式 ( 4 ) を満足する広角レンズ系。

$$(4) \quad 0.1 < m_2 < 0.4$$

但し、

$m_2$  ; 無限遠合焦時の第 2 レンズ群の横倍率。

【請求項 8】

物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第 2 レンズ群から構成される広角レンズ系において、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第 1 A レンズ群と正の屈折力の第 1 B レンズ群からなり、

前記第 1 A レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、負レンズ、及び正レンズからなり、前記第 1 B レンズ群は、正レンズと負レンズの接合レンズからなり、

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第 2 A レンズ群と負の屈折力の第 2 B レンズ群からなり、

前記第 2 B レンズ群は、負レンズと正レンズの接合レンズからなることを特徴とする広角レンズ系。

【請求項 9】

請求項 8 記載の広角レンズ系において、前記第 2 A レンズ群は、正レンズ、負レンズ及び正レンズの接合レンズからなる広角レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広角レンズ系、特に中判一眼レフカメラに用いて好適な広角レンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、一眼レフカメラのデジタル化が進んでいるが、従来フィルムサイズよりやや小さい撮像素子が使われることが多い。いわゆる「中判」と呼ばれる画面サイズの一眼レフカメラにおいても同様で、やや小さい画面サイズで従来どおりの画角を得るためには、より焦点距離の短いレンズが望まれる。

【0003】

中判用の広角レンズ系においては、従来は 100 度程度の画角をカバーするレンズはあるが ( 特許文献 1、2 )、それ以上の画角を有するレンズは未だ存在しない。また、ライカ判カメラ用として画角 110 度程度の広角レンズ系も提案されているが ( 特許文献 3 )、中判一眼レフカメラ用の広角レンズ系としてはバックフォーカスも最大像高も不十分で、流用は困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 201526 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 300972 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 326756 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、中判カメラに用いて好適な広角レンズ系であって、画角が 110 度程度で、一眼レフカメラでも使用可能な十分なバックフォーカスを確保し、さらに近距離物体撮影時でも高性能な広角レンズ系を得ることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の広角レンズ系は、第1の態様では、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、前記第1Aレンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、及び物体側に凸面を向けた正レンズからなり、前記第1B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接合レンズからなり、次の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴としている。

$$(1) 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

である。

本発明の広角レンズ系は、第2の態様では、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、前記第1Aレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズを有しており、前記第1B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接合レンズからなり、次の条件式(1)、(2)及び(3)を満足することを特徴としている。

$$(1) 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

$$(3) 1A_{Pmin} > 1B_{Pmin}$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

$1A_{Pmin}$  ; 第1Aレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数のうち最も小さいd線に対するアッペ数、

$1B_{Pmin}$  ; 第1Bレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数、

である。

本発明の広角レンズ系は、第3の態様では、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、前記第1Aレンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、及び物体側に凸面を向けた正レンズからなり、前記第1Bレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズを有しており、次の条件式(1)、(2)及び(3)を満足することを特徴としている。

$$(1) 0.4 < D_{ab} / |f_{1A}| < 1.0$$

$$(2) 1.3 < |f_{1A}| / f < 5.0$$

$$(3) 1A_{Pmin} > 1B_{Pmin}$$

但し、

$D_{ab}$  ; 第1Aレンズ群と第1Bレンズ群の空気間隔、

$f_{1A}$  ; 第1Aレンズ群の焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

$1A_{Pmin}$  ; 第1Aレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数、

$1B_{Pmin}$  ; 第1Bレンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数のうち最も小さい

10

20

30

40

50

d線に対するアッペ数、  
である。

【0007】

第1レンズ群は、その一態様では、第1レンズ群中の最大空気間隔を境にして、それより物体側が第1Aレンズ群、像側が第1Bレンズ群となるように、第1Aレンズ群と第1Bレンズ群に分けられる。この場合、条件式(1)中の「Dab」は、第1レンズ群中の最大空気間隔を意味することになる。

【0008】

上記条件式(1)が規定する条件範囲の中でも、次の条件式(1')で規定される条件範囲を満足することが好ましい。

$$(1') 0.4 < Dab / |f1A| < 0.8$$

【0009】

上記条件式(2)が規定する条件範囲の中でも、次の条件式(2')で規定される条件範囲を満足することが好ましい。

$$(2') 1.3 < |f1A| / f < 3.5$$

【0012】

第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第2Aレンズ群と負の屈折力の第2Bレンズ群から構成することができ、この第2Bレンズ群は、物体側から順に位置する負レンズと正レンズの接合レンズから構成することができる。また、第2Aレンズ群は、物体側から順に位置する正レンズ、負レンズ及び正レンズの接合レンズから構成することが

【0013】

本発明の広角レンズ系は、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは前記第2レンズ群を物体側に移動させて行い、さらに次の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) 0.1 < m2 < 0.4$$

但し、

$m2$  ; 無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、

である。

【0014】

本発明の広角レンズ系は、第4の態様では、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、及び正の屈折力の第2レンズ群から構成される広角レンズ系において、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力の第1Aレンズ群と正の屈折力の第1Bレンズ群からなり、前記第1Aレンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、負レンズ、及び正レンズからなり、前記第1Bレンズ群は、正レンズと負レンズの接合レンズからなり、前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第2Aレンズ群と負の屈折力の第2Bレンズ群からなり、前記第2Bレンズ群は、負レンズと正レンズの接合レンズからなることを特徴としている。

【0015】

第2Aレンズ群は、正レンズ、負レンズ及び正レンズの接合レンズから構成することができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、中判カメラに用いて好適な広角レンズ系であって、画角が110度程度で、一眼レフカメラでも使用可能な十分なバックフォーカスを確保し、さらに近距離物体撮影時でも高性能な広角レンズ系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明による広角レンズ系の数値実施例1の無限遠物体合焦時のレンズ構成図である。

10

20

30

40

50

【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】本発明による広角レンズ系の数値実施例 2 の無限遠物体合焦時の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】本発明による広角レンズ系の数値実施例 3 の無限遠物体合焦時の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。

10

【図 10】本発明による広角レンズ系の数値実施例 4 の無限遠物体合焦時の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】本発明による広角レンズ系の数値実施例 5 の無限遠物体合焦時の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。

【発明を実施するための形態】

【0018】

20

本実施の形態の広角レンズ系は、図 1、図 4、図 7、図 10、及び図 13 の各実施例に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1、開口絞り S、及び正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 から構成される。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、第 2 レンズ群 G 2 を物体側に移動させて行う（第 2 レンズ群 G 2 でフォーカシングを行う）。I は像面である。

【0019】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力の第 1 A レンズ群 G 1 A と正の屈折力の第 1 B レンズ群 G 1 B からなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力の第 2 A レンズ群 G 2 A と負の屈折力の第 2 B レンズ群 G 2 B からなる。この広角レンズ系は、負の屈折力の第 1 A レンズ群 G 1 A（前群）が物体側に位置し、正の屈折力の第 1 B レンズ群 G 1 B と第 2 レンズ群 G 2（後群）が像側に位置するレトロフォーカス系である。

30

【0020】

第 1 A レンズ群 G 1 A は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負レンズ 10、像側に凹面を向けた負レンズ 11、像側に凹面を向けた負レンズ 12、及び物体側に凸面を向けた正レンズ 13 からなっている。負レンズ 10 は、全実施例 1 - 5 を通じて、物体側に凸の負メニスカスレンズである。負レンズ 11 は、全実施例 1 - 5 を通じて、物体側に凸の負メニスカスレンズであり、その両面が非球面の非球面レンズである。負レンズ 12 は、実施例 1 では物体側に凸の負メニスカスレンズであり、実施例 2 - 5 では両凹負レンズである。正レンズ 13 は、全実施例 1 - 5 を通じて、両凸正レンズである。

40

第 1 B レンズ群 G 1 B は、物体側から順に位置する正レンズ 14 と負レンズ 15 の接合レンズ 16 からなる。全実施例 1 - 5 を通じて、正レンズ 14 は両凸正レンズであり、負レンズ 15 は像側に凸の負メニスカスレンズである。

【0021】

第 2 A レンズ群 G 2 A は、物体側から順に位置する正レンズ 20、負レンズ 21 及び正レンズ 22 の接合レンズ 23 からなる。実施例 1、3、5 では、正レンズ 20 は両凸正レンズであり、負レンズ 21 は両凹負レンズであり、正レンズ 22 は両凸正レンズである。実施例 2、4 では、正レンズ 20 は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、負レンズ 21 は物体側に凸の負メニスカスレンズであり、正レンズ 22 は両凸正レンズである。

第 2 B レンズ群 G 2 B は、物体側から順に位置する負レンズ 24 と正レンズ 25 の接合

50

レンズ 26 からなる。負レンズ 24 は、全実施例 1 - 5 を通じて、両凹負レンズである。正レンズ 25 は、全実施例 1 - 5 を通じて、両凸正レンズであり、その像側の面が非球面の非球面レンズである。

#### 【0022】

広角レンズ系において、十分なバックフォーカスを確保するためには、負の屈折力の前群と正の屈折力の後群からなるレトロフォーカスの構成とすることが望ましい。また、広角レンズ系においては、その画角の広さから、前群のレンズ径が大きいため、レンズ径の小さい後群によるフォーカシング（所謂リアフォーカス）とすることで、フォーカス群の軽量化が達成できる。

しかし、負の前群で発散した光束がフォーカス群（後群）に入射する場合、フォーカシングによる性能変化が大きくなりやすい。

そこで、固定の第 1 レンズ群を正の屈折力とすることで、フォーカシングによる性能変化を小さくするとともに、第 1 レンズ群を物体側から順に負の屈折力の第 1 A レンズ群と正の屈折力の第 1 B レンズ群とから構成することで、レンズ系全体として負の前群と正の後群からなるレトロフォーカスの構成（第 1 A レンズ群が負の前群、第 1 B レンズ群と第 2 レンズ群が正の後群）となり、所定のバックフォーカスを確保できる。

#### 【0023】

本実施形態の広角レンズ系は、画角が非常に広いため、歪曲収差・非点収差の補正が重要である。そこで、最も物体側に、物体側から順に 3 枚の負レンズを配置して徐々に光線を屈折させることで、これらの収差発生を最小限に抑えることができる。また、負の屈折力の第 1 A レンズ群中の正レンズによって、これらの収差を補正する（打ち消す）方法が知られているが、この正レンズが物体側に近い位置に配置された場合、その後ろ（像側）ではより画角の広い光線が入射することになるとともに、発散と収束を繰り返すため、レンズ径の増大を招く。

一方、第 1 B レンズ群は開口絞りに近い位置にあるため、球面収差・コマ収差が発生しやすい。この第 1 B レンズ群を正レンズと負レンズの接合レンズとすることで、球面収差・コマ収差の発生を抑制することができる。

#### 【0024】

条件式（1）は、第 1 A レンズ群と第 1 B レンズ群の空気間隔と、第 1 A レンズ群の焦点距離の絶対値との比に関する条件式である。

条件式（1）の上限を超えると、第 1 A レンズ群の発散力に対し、第 1 A レンズ群と第 1 B レンズ群の空気間隔が広すぎるため、第 1 B レンズ群への入射光束が大きく広がりすぎる。これにより、第 1 B レンズ群での球面収差・コマ収差が大きく発生してしまう。

条件式（1）の下限を超えると、第 1 A レンズ群による発散の効果が小さすぎるため、十分なバックフォーカスの確保が困難となる。これを回避するためには、第 1 B レンズ群以降のレンズ系において、さらにレトロフォーカスの配置をとらなければならない、フォーカス群の大型化により迅速なフォーカシングができなくなる。

#### 【0025】

条件式（2）は、第 1 A レンズ群の焦点距離の絶対値と、全系の焦点距離との比に関する条件式である。

条件式（2）の上限を超えると、第 1 A レンズ群による発散の効果が小さすぎるため、十分なバックフォーカスの確保が困難となる。これを回避するためには、第 1 A レンズ群とそれ以降のレンズ群との間隔を大きくする必要があるが、それによって第 1 A レンズ群のレンズ径が増大し、歪曲収差の補正が困難となる。

条件式（2）の下限を超えると、第 1 A レンズ群による発散の効果が強すぎるため、それ以降のレンズ群で球面収差が発生しやすい。

#### 【0026】

条件式（3）は、第 1 A レンズ群と第 1 B レンズ群がそれぞれ少なくとも 1 枚の正レンズを含む場合に、第 1 A レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数のうち最も小さい d 線に対するアッペ数が、第 1 B レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数のうち最

10

20

30

40

50

も小さいd線に対するアッペ数よりも大きいことを規定する条件式である。

広角レンズ系では、倍率色収差の補正が重要である。負の前群と正の後群からなる通常のレトロフォーカスの構成においては、負の前群中の正レンズにd線に対するアッペ数の小さい硝材を用いることによって倍率色収差を補正できることが知られている。しかし、負の第1Aレンズ群はレンズ径が大きいため、必然的にレンズが厚くなる。一般に、d線に対するアッペ数の小さい硝材は特に短波長域での透過率が低く、レンズが厚くなるほどその影響が顕著となる。したがって、厚いレンズには透過率の高い硝材を選び、倍率色収差の補正の機能を正の第1Bレンズ群に持たせることが好ましい。

条件式(3)を満たすことにより、倍率色収差を良好に補正しつつ、短波長域の透過率の高い広角レンズ系を得ることが可能となる。

10

#### 【0027】

条件式(4)は、第2レンズ群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う場合の無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率に関する条件式である。

条件式(4)の上限を超えると、フォーカシングに必要な移動量が大きくなるため、開口絞りとフォーカス群(第2レンズ群)との間隔変化が大きくなり、これによりフォーカス時の像面湾曲・非点収差の変動が大きくなりやすい。

条件式(4)の下限を超えると、近距離物体撮影時に、フォーカス群(第2レンズ群)に入射する光束が発散状態となる。このため、球面収差・コマ収差の補正が困難となる。

#### 【0028】

第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第2Aレンズ群と負の屈折力の第2Bレンズ群からなることが好ましく、第2Bレンズ群は、物体側から順に位置する負レンズと正レンズの接合レンズからなることが好ましい。これにより、第1レンズ群G1(第1Aレンズ群、第1Bレンズ群)と第2レンズ群G2(第2Aレンズ群、第2Bレンズ群)が開口絞りSを介して対称に配置されることになり、歪曲収差の発生を低減できる。

20

#### 【0029】

広角レンズ系において、十分なバックフォーカスを確保するためには、負の屈折力の前群と正の屈折力の後群からなることが望ましい。しかし、対称性のくずれにより、歪曲収差が発生しやすい。そこで、正の後群を正の第2Aレンズ群と負の第2Bレンズ群に分け、最も像側(絞りSより遠い位置)に負のパワーを配置することで、全体としての対称性を改善し、歪曲収差を低減する効果が得られる。負の第2Bレンズ群は、負の単レンズではコマ収差・非点収差が発生しやすいことから、負レンズと正レンズとの接合レンズとすることが好ましい。

30

#### 【実施例】

#### 【0030】

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、Mは横倍率、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、(d)はd線に対するアッペ数を示す。

回転対称非球面は次式で定義される。

40

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

(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)

#### 【0031】

#### [数値実施例1]

図1~図3と表1~表3は、本発明による広角レンズ系の数値実施例1を示している。図1は無遠物体合焦時のレンズ構成図、図2はその諸収差図、図3はその横収差図である。表1はその面データ、表2はその非球面データ、表3はその各種データである。

#### 【0032】

本数値実施例1の広角レンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1(

50



面番号 1 から 1 1 )、開口絞り S、及び正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 (面番号 1 3 から 1 9) から構成される。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、第 2 レンズ群 G 2 を物体側に移動させて行う (第 2 レンズ群 G 2 でフォーカシングを行う)。

【 0 0 3 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力の第 1 A レンズ群 G 1 A と正の屈折力の第 1 B レンズ群 G 1 B からなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力の第 2 A レンズ群 G 2 A と負の屈折力の第 2 B レンズ群 G 2 B からなる。この広角レンズ系は、負の屈折力の第 1 A レンズ群 G 1 A (前群) が物体側に位置し、正の屈折力の第 1 B レンズ群 G 1 B と第 2 レンズ群 G 2 (後群) が像側に位置するレトロフォーカス系である。

10

【 0 0 3 4 】

第 1 A レンズ群 G 1 A は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 0、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 1、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2、及び両凸正レンズ 1 3 からなっている。負メニスカスレンズ 1 1 は、その両面が非球面の非球面レンズである。

第 1 B レンズ群 G 1 B は、物体側から順に位置する両凸正レンズ 1 4 と像側に凸の負メニスカスレンズ 1 5 の接合レンズ 1 6 からなる。

【 0 0 3 5 】

第 2 A レンズ群 G 2 A は、物体側から順に位置する両凸正レンズ 2 0、両凹負レンズ 2 1 及び両凸正レンズ 2 2 の接合レンズ 2 3 からなる。

20

第 2 B レンズ群 G 2 B は、物体側から順に位置する両凹負レンズ 2 4 と両凸正レンズ 2 5 の接合レンズ 2 6 からなる。両凸正レンズ 2 5 は、その像側の面が非球面の非球面レンズである。

【 0 0 3 6 】

(表 1)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	82.957	3.000	1.83481	42.7
2	30.873	9.150		
3*	52.507	7.000	1.80610	40.7
4*	26.605	16.670		
5	871.426	3.000	1.61800	63.4
6	56.183	15.450		
7	71.271	8.000	1.56732	42.8
8	-426.496	16.323		
9	52.948	5.800	1.59270	35.5
10	-30.524	1.400	1.77250	49.6
11	-112.596	6.886		
12絞		12.662		
13	30.638	6.000	1.49700	81.6
14	-152.184	1.200	1.80610	33.3
15	23.666	8.000	1.48749	70.4
16	-42.654	0.200		
17	-395.350	1.200	1.83481	42.7
18	35.983	6.140	1.58913	61.2
19*	-92.937	-		

30

\* は回転対称非球面である。

(表 2)

非球面データ (表示していない非球面係数は 0.00 である)

面番号	K	A4	A6	A8
-----	---	----	----	----

50

3	0.000	$0.1324 \times 10^{-4}$	$-0.4575 \times 10^{-8}$	$-0.1234 \times 10^{-12}$
4	0.000	$0.1249 \times 10^{-4}$	$0.5231 \times 10^{-8}$	$-0.4927 \times 10^{-10}$
19	0.000	$0.5757 \times 10^{-5}$	$0.3147 \times 10^{-8}$	

(表3)

各種データ

FNO.	4.1
f	25.60
M	0.00
W	54.8
Y	34.85
fB	62.32
L	190.40

M	D12	fB
0.00	12.662	62.32
-0.03	11.813	63.17

【0037】

[数値実施例2]

図4～図6と表4～表6は、本発明による広角レンズ系の数値実施例2を示している。図4は無遠物体合焦時のレンズ構成図、図5はその諸収差図、図6はその横収差図である。表4はその面データ、表5はその非球面データ、表6はその各種データである。

【0038】

この数値実施例2のレンズ構成は、以下の点を除いて数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第1Aレンズ群G1Aの負レンズ12を両凹負レンズとしたこと。

(2) 第2Aレンズ群G2Aの接合レンズ23を、物体側から順に位置する物体側に凸の正メニスカスレンズ20、物体側に凸の負メニスカスレンズ21及び両凸正レンズ22の接合レンズとしたこと。

【0039】

(表4)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	114.770	3.000	1.88300	40.8
2	32.273	8.210		
3*	59.959	7.500	1.80610	40.7
4*	29.560	17.680		
5	-93.351	2.500	1.59282	68.6
6	100.595	11.470		
7	76.980	10.700	1.65066	57.8
8	-74.455	33.035		
9	52.591	7.000	1.59270	35.5
10	-30.157	1.200	1.77250	49.6
11	-998.440	16.341		
12絞		5.020		
13	26.525	4.400	1.49700	81.6
14	96.980	1.200	1.83401	35.3
15	21.698	7.110	1.49700	81.6
16	-42.666	0.200		
17	-101.046	1.200	1.80420	46.5
18	22.450	7.080	1.61800	63.4
19*	-73.811	-		

10

20

30

40

50

\* は回転対称非球面である。

(表5)

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である)

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	$0.1026 \times 10^{-4}$	$-0.2254 \times 10^{-8}$	$-0.3450 \times 10^{-12}$
4	0.000	$0.8383 \times 10^{-5}$	$0.3228 \times 10^{-8}$	$-0.2356 \times 10^{-10}$
19	0.000	$0.4527 \times 10^{-5}$	$0.2491 \times 10^{-8}$	

(表6)

各種データ

FNO.	4.1			10
f	25.75			
M	0.00			
W	54.7			
Y	34.85			
fB	62.40			
L	207.25			
M		D11	fB	
0.00		5.020	62.40	
-0.03		4.178	63.24	

【0040】

20

[数値実施例3]

図7~図9と表7~表9は、本発明による広角レンズ系の数値実施例3を示している。図7は無窮遠物体合焦時のレンズ構成図、図8はその諸収差図、図9はその横収差図である。表7はその面データ、表8はその非球面データ、表9はその各種データである。

【0041】

この数値実施例3のレンズ構成は、第1Aレンズ群G1Aの負レンズ12を両凹負レンズとした点を除いて、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

【0042】

(表7)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)	
1	91.611	3.000	1.83481	42.7	
2	30.651	8.210			
3*	51.409	7.000	1.80610	40.7	
4*	27.190	17.190			
5	-194.349	3.000	1.61800	63.4	
6	47.929	6.520			
7	59.262	7.860	1.61942	49.1	
8	-131.358	26.900			
9	54.721	5.800	1.59270	35.5	40
10	-28.504	1.600	1.77250	49.6	
11	-102.175	6.987			
12絞		11.889			
13	29.860	5.500	1.49700	81.6	
14	-756.010	1.500	1.80610	33.3	
15	23.173	7.700	1.48749	70.4	
16	-42.317	0.200			
17	-269.215	1.200	1.83481	42.7	
18	31.067	6.480	1.58913	61.2	
19*	-87.160	-			50

\* は回転対称非球面である。

(表 8)

非球面データ (表示していない非球面係数は0.00である)

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	$0.1383 \times 10^{-4}$	$-0.4108 \times 10^{-8}$	$0.5022 \times 10^{-12}$
4	0.000	$0.1280 \times 10^{-4}$	$0.5357 \times 10^{-8}$	$-0.4457 \times 10^{-10}$
19	0.000	$0.5692 \times 10^{-5}$	$0.3521 \times 10^{-8}$	

(表 9)

各種データ

FNO.	4.1				10
f	25.70				
M	0.00				
W	54.7				
Y	34.85				
fB	62.30				
L	190.84				

M	D12	fB
0.00	11.889	62.30
-0.03	11.043	63.15

【 0 0 4 3 】

20

[ 数値実施例 4 ]

図 1 0 ~ 図 1 2 と表 1 0 ~ 表 1 2 は、本発明による広角レンズ系の数値実施例 4 を示している。図 1 0 は無限遠物体合焦時のレンズ構成図、図 1 1 はその諸収差図、図 1 2 はその横収差図である。表 1 0 はその面データ、表 1 1 はその非球面データ、表 1 2 はその各種データである。この数値実施例 4 のレンズ構成は、数値実施例 2 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 4 4 】

(表 1 0)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)	
1	110.492	3.500	1.88300	40.8	30
2	31.135	6.110			
3*	49.200	7.500	1.83400	37.3	
4*	27.814	17.850			
5	-98.522	3.000	1.61800	63.4	
6	85.909	10.940			
7	81.829	8.950	1.62421	47.5	
8	-73.479	29.964			
9	53.869	6.000	1.59270	35.5	
10	-31.638	1.200	1.80402	46.4	40
11	-200.647	10.705			
12絞		7.937			
13	27.998	4.890	1.49700	81.6	
14	91.191	1.200	1.81464	36.2	
15	21.764	7.860	1.49700	81.6	
16	-44.392	0.200			
17	-103.694	1.200	1.83481	42.7	
18	23.950	7.170	1.58913	61.2	
19*	-58.592	-			

\* は回転対称非球面である。

50

(表11)

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である)

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	$0.1166 \times 10^{-4}$	$-0.1309 \times 10^{-8}$	$-0.8734 \times 10^{-12}$
4	0.000	$0.9959 \times 10^{-5}$	$0.7123 \times 10^{-8}$	$-0.3706 \times 10^{-10}$
19	0.000	$0.4724 \times 10^{-5}$	$0.7670 \times 10^{-9}$	

(表12)

各種データ

FNO.	4.1
f	25.70
M	0.00
W	54.7
Y	34.85
fB	62.00
L	198.18

M	D12	fB
0.00	7.937	62.00
-0.03	7.085	62.85

【0045】

[数値実施例5]

図13~図15と表13~表15は、本発明による広角レンズ系の数値実施例5を示している。図13は無遠物体合焦時のレンズ構成図、図14はその諸収差図、図15はその横収差図である。表13はその面データ、表14はその非球面データ、表15はその各種データである。この数値実施例5のレンズ構成は、数値実施例3のレンズ構成と同様である。

【0046】

(表13)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	94.279	3.000	1.83481	42.7
2	30.594	10.240		
3*	58.752	7.000	1.73077	40.5
4*	27.984	17.530		
5	-85.593	2.500	1.60311	60.7
6	85.593	7.500		
7	84.555	13.000	1.65844	50.8
8	-84.554	27.000		
9	46.667	6.000	1.59270	35.5
10	-31.866	1.200	1.77250	49.6
11	-259.332	3.200		
12絞		16.220		
13	27.648	6.000	1.48749	70.4
14	-858.635	1.200	1.80610	33.3
15	21.801	7.000	1.48749	70.4
16	-47.523	0.230		
17	-269.059	1.200	1.83481	42.7
18	26.694	7.180	1.58313	59.4
19*	-66.736	-		

\*は回転対称非球面である。

(表14)

10

20

30

40

50

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である）

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	$0.1266 \times 10^{-4}$	$-0.6694 \times 10^{-8}$	$0.1992 \times 10^{-11}$
4	0.000	$0.1050 \times 10^{-4}$	$-0.6700 \times 10^{-8}$	$-0.2564 \times 10^{-10}$
19	0.000	$0.4624 \times 10^{-5}$	$0.3098 \times 10^{-8}$	

（表 1 5）

各種データ

FNO.	4.1
f	25.71
M	0.00
W	54.7
Y	34.85
fB	62.05
L	199.25

M	D12	fB
0.00	16.220	62.05
-0.03	15.351	62.92

【 0 0 4 7 】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 1 6 に示す。

（表 1 6）

		実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式 ( 1 )	$D a b /   f 1 A  $	0.450	0.410	0.750
条件式 ( 2 )	$  f 1 A   / f$	1.416	3.129	1.396
条件式 ( 3 )	1 A P m i n	42.84	57.79	49.12
	1 B P m i n	35.45	35.45	35.45
条件式 ( 4 )	m 2	0.276	0.192	0.255

		実施例 4	実施例 5
条件式 ( 1 )	$D a b /   f 1 A  $	0.510	0.582
条件式 ( 2 )	$  f 1 A   / f$	2.286	1.805
条件式 ( 3 )	1 A P m i n	47.50	50.85
	1 B P m i n	35.45	35.45
条件式 ( 4 )	m 2	0.248	0.283

【 0 0 4 8 】

表 1 6 から明らかなように、数値実施例 1 ~ 数値実施例 5 は、条件式 ( 1 ) ~ ( 4 ) を満足しており、また諸収差図から明らかなように諸収差は比較的良好に補正されている。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

G 1 正の屈折力の第 1 レンズ群

G 1 A 負の屈折力の第 1 A レンズ群

1 0 負レンズ

1 1 負レンズ

1 2 負レンズ

1 3 正レンズ

G 1 B 正の屈折力の第 1 B レンズ群

1 4 正レンズ

1 5 負レンズ

1 6 接合レンズ

G 2 正の屈折力の第 2 レンズ群

G 2 A 正の屈折力の第 2 A レンズ群

10

20

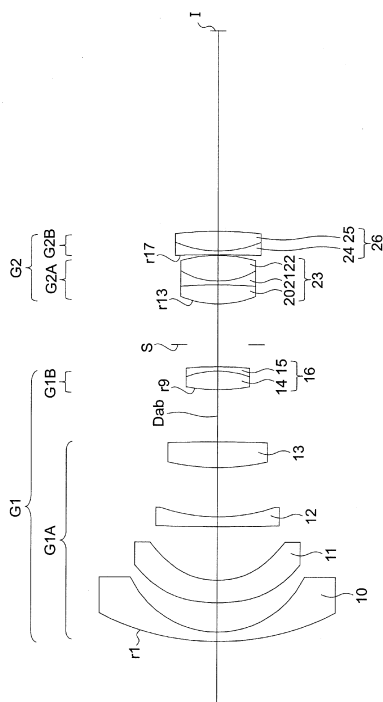
30

40

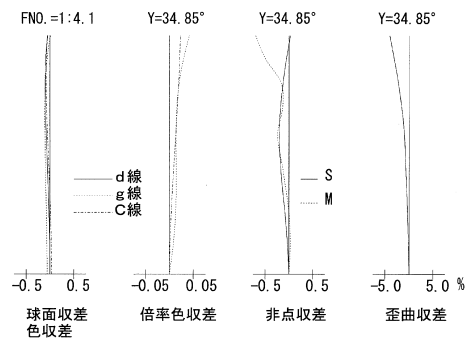
50

- 2 0 正レンズ
- 2 1 負レンズ
- 2 2 正レンズ
- 2 3 接合レンズ
- G 2 B 負の屈折力の第 2 B レンズ群
- 2 4 負レンズ
- 2 5 正レンズ
- 2 6 接合レンズ
- S 開口絞り
- I 像面

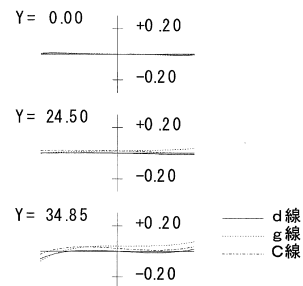
【 図 1 】



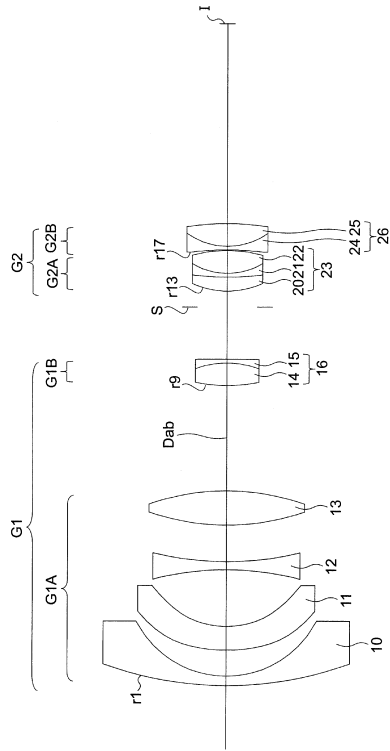
【 図 2 】



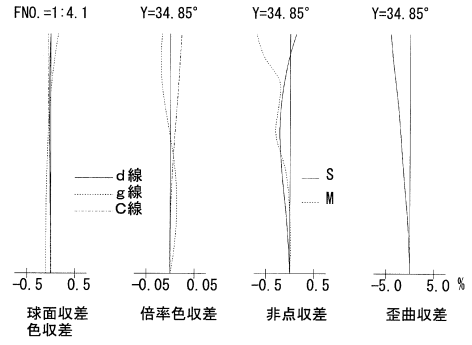
【 図 3 】



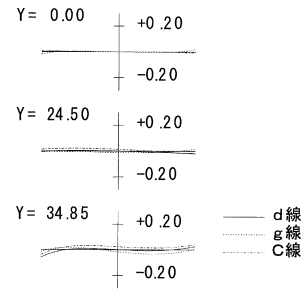
【 図 4 】



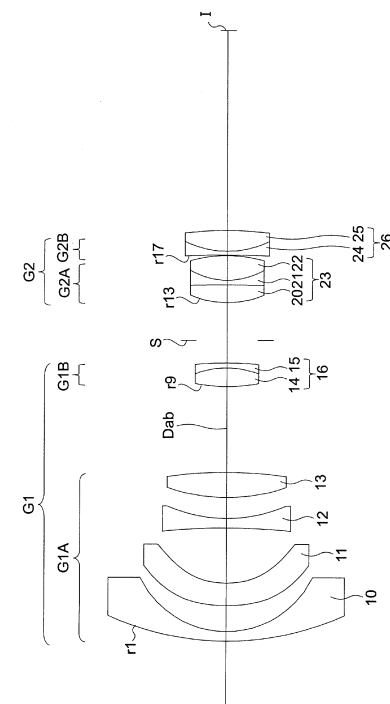
【 図 5 】



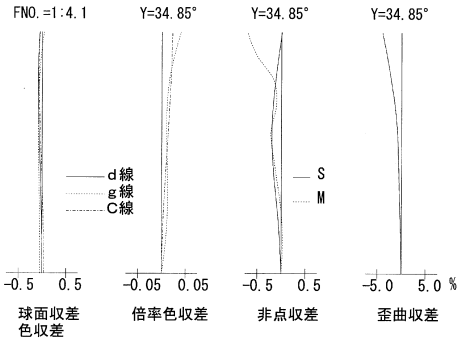
【 図 6 】



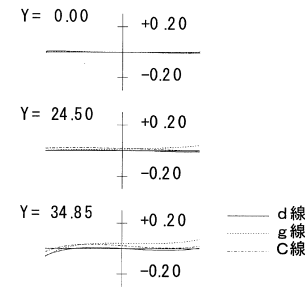
【 図 7 】



【 図 8 】

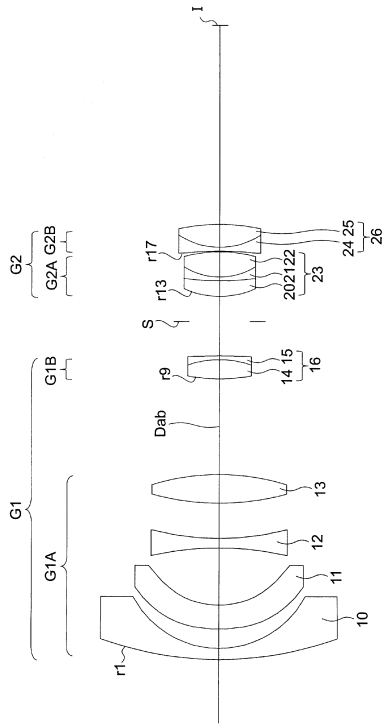


【 図 9 】

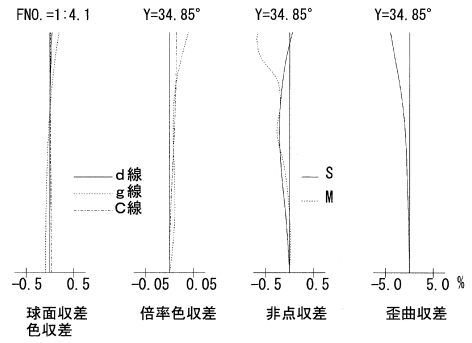




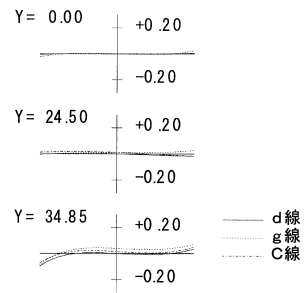
【 図 10 】



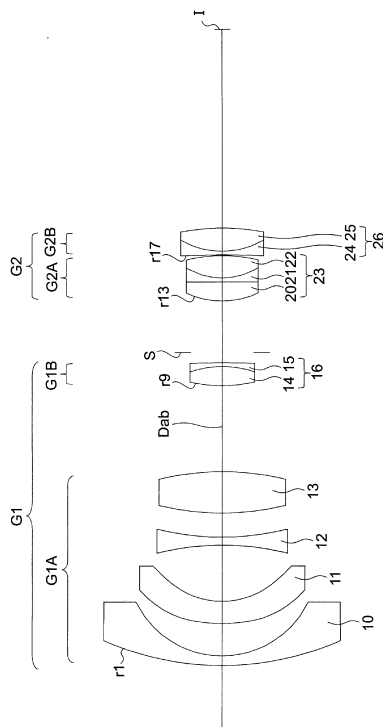
【 図 11 】



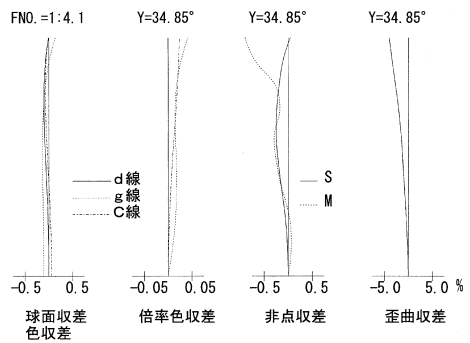
【 図 12 】



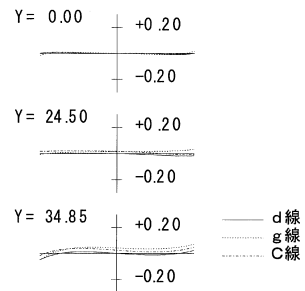
【 図 13 】



【 図 14 】



【 図 15 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭49-5330(JP,A)  
特開2003-15038(JP,A)  
特開平4-116613(JP,A)  
特開昭61-35414(JP,A)  
特開2005-221955(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