

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5582706号
(P5582706)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 13/04 (2006.01)

GO 2 B 13/18 (2006.01)

GO 2 B 13/04

GO 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-33986 (P2009-33986)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成21年2月17日 (2009.2.17)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-191069 (P2010-191069A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成22年9月2日 (2010.9.2)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成24年2月13日 (2012.2.13)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	井上 卓
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズを有し、前記第1レンズは、物体側の面が凸形状であり、像側の面が非球面形状であり、全体としてメニスカス形状であり、全系の焦点距離を f 、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第2レンズの物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 G_2R_1 、 G_2R_2 、前記第2レンズの焦点距離を f_2 、前記第1、第2、第3レンズのうち、少なくとも1つのレンズの材料のアッベ数と部分分散比を各々 d 、 g_F とするとき、

$$-1.6 < f_1 / f < -1.2$$

$$0.1 < (G_2R_1 - G_2R_2) / (G_2R_1 + G_2R_2) < 0.5$$

$$0.3 < f_1 / f_2 < 0.69$$

$$0.016 < g_F - (0.6438 - 0.001682 \times d)$$

なる条件を満足することを特徴とする光学系。

【請求項 2】

物体側から像側へ順に、第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群を有し、前記第1レンズ群は、負の屈折力の第1aレンズ群と正の屈折力の第1bレンズ群より構成され、前記第1aレンズ群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズより構成され、前記第1レンズは、物体側の面が凸形状であり、像側の面が非球面形状であり、全体としてメニスカス形状であり、全系の焦点距離を f 、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第2レンズの物体側と像側の

レンズ面の曲率半径を各々 $G_2 R_1$ 、 $G_2 R_2$ 、前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 、前記第 1、第 2、第 3 レンズのうち、少なくとも 1 つのレンズの材料の阿ッペ数と部分分散比を各々 d 、 g_F とするとき、

$$-1.6 < f_1 / f < -1.2$$

$$0.1 < (G_2 R_1 - G_2 R_2) / (G_2 R_1 + G_2 R_2) < 0.5$$

$$0.3 < f_1 / f_2 < 0.69$$

$$0.016 < g_F - (0.6438 - 0.001682 \times d)$$

なる条件を満足することを特徴とする光学系。

【請求項 3】

前記第 1、第 2、第 3 レンズの合成焦点距離を f_{13} とするとき、

$$-0.7 < f_{13} / f < -0.3$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の光学系と、該光学系によって形成される像を受光する光電変換素子とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系に関し、例えば銀塩フィルム用カメラ、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルビデオカメラ、TVカメラ等の撮像装置の撮影光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやフィルム用カメラ等のうち、一眼レフカメラに用いられる撮影光学系には、広画角でバックフォーカスが長いことが求められている。広画角で、バックフォーカスが長い撮影光学系として、レトロフォーカス型の撮影光学系が知られている（特許文献 1、2）。このレトロフォーカス型の撮影光学系では、前方（カメラ等の撮影光学系においては被写体側）に全体として負の屈折力のレンズ群（第 1 レンズ群）を配置する。また、撮影光学系の後方（カメラ等の撮影光学系においては像側）には全体として正の屈折力のレンズ群を配置する。このような構成によって広画角で長いバックフォーカスを有する撮影光学系を実現している。レトロフォーカス型の撮影光学系において、負の屈折力の第 1 レンズ群を複数の負レンズと非球面形状のレンズを有するようにして軸外収差を良好に補正した撮影光学系が知られている（特許文献 3）。また、負の屈折力の第 1 レンズ群の最も物体側の負レンズの屈折力を強めることによって、小型で長いバックフォーカスを得るようにした撮影光学系が知られている（特許文献 4）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 07 - 043606 号公報

【特許文献 2】特開 05 - 188294 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 303790 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 113798 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、レトロフォーカス型の撮影光学系では、開口絞りの前方に負の屈折力のレンズ群が配置され、開口絞りの後方に正の屈折力のレンズ群を配置されており、全体として非

10

20

30

40

50

対称な光学系となっている。また、長いバックフォーカスを確保するために、前方のレンズ群（第1レンズ群）の負の屈折力の絶対値を大きくしている。このため、レトロフォーカス型の撮影光学系は諸収差の発生量が多くなる傾向があった。特に、広画角になるにつれてこの非対称な屈折力配置の傾向が強くなり、諸収差のうち、コマ収差、非点収差、球面収差等が多く発生する傾向があった。例えば、負の屈折力の第1レンズ群で発生した軸外収差、特に歪曲収差や倍率色収差が多く残存する傾向があった。

【0005】

以上のような理由により、レトロフォーカス型の撮影光学系においては、前方のレンズ群（第1レンズ群）のレンズ構成を適切に設定することが、広画角化を図り、長いバックフォーカスを確保しつつ、画面全域において高画質な画像を得るために重要である。

10

【0006】

本発明は、広画角でありながら画面全域で高画質の画像を得るのが容易な広画角でバックフォーカスの長いレトロフォーカス型の光学系の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の光学系は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズを有し、前記第1レンズは、物体側の面が凸形状であり、像側の面が非球面形状であり、全体としてメニスカス形状であり、全系の焦点距離を f 、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第2レンズの物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 G_2R_1 、 G_2R_2 、前記第2レンズの焦点距離を f_2 、前記第1、第2、第3レンズのうち、少なくとも1つのレンズの材料のアッペ数と部分分散比を各々 d 、 g_F とするとき、

20

$$-1.6 < f_1 / f < -1.2$$

$$0.1 < (G_2R_1 - G_2R_2) / (G_2R_1 + G_2R_2) < 0.5$$

$$0.3 < f_1 / f_2 < 0.69$$

$$0.016 < g_F - (0.6438 - 0.001682 \times d)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

この他本発明の光学系は、物体側から像側へ順に、第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群を有し、前記第1レンズ群は、負の屈折力の第1aレンズ群と正の屈折力の第1bレンズ群より構成され、前記第1aレンズ群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ、負の屈折力の第2レンズ、負の屈折力の第3レンズより構成され、前記第1レンズは、物体側の面が凸形状であり、像側の面が非球面形状であり、全体としてメニスカス形状であり、全系の焦点距離を f 、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第2レンズの物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 G_2R_1 、 G_2R_2 、前記第2レンズの焦点距離を f_2 、前記第1、第2、第3レンズのうち、少なくとも1つのレンズの材料のアッペ数と部分分散比を各々 d 、 g_F とするとき、

30

$$-1.6 < f_1 / f < -1.2$$

$$0.1 < (G_2R_1 - G_2R_2) / (G_2R_1 + G_2R_2) < 0.5$$

$$0.3 < f_1 / f_2 < 0.69$$

$$0.016 < g_F - (0.6438 - 0.001682 \times d)$$

40

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、広画角でありながら画面全域で高画質の画像を得るのが容易なバックフォーカスの長いレトロフォーカス型の光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1のレンズ断面図

【図2】実施例1の無限遠物体における収差図

【図3】実施例2のレンズ断面図

50

【図４】実施例２の無限遠物体における収差図

【図５】実施例３のレンズ断面図

【図６】実施例３の無限遠物体における収差図

【図７】実施例４のレンズ断面図

【図８】実施例４の無限遠物体における収差図

【図９】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の光学系は、物体側より像側へ順に、物体側の面が凸形状、像側の面が非球面形状で全体としてメニスカス形状の負の第１レンズ、負の第２レンズ、負の第３レンズを有している。後述する各実施例では、物体側から像側へ順に、第１レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第２レンズ群を有し、第１レンズ群は、負の屈折力の第１ａレンズ群と正の屈折力の第１ｂレンズ群より構成されている。そして第１ａレンズ群は、物体側より像側へ順に、物体側の面が凸形状、像側の面が非球面形状で全体としてメニスカス形状の負の第１レンズ、負の第２レンズ、負の第３レンズを有している。

【００１１】

図１は、本発明の実施例１の光学系のレンズ断面図である。図２は実施例１の光学系の無限遠物体に合焦したときの収差図である。図３は、本発明の実施例２の光学系のレンズ断面図である。図４は実施例１の光学系の無限遠物体に合焦したときの収差図である。図５は、本発明の実施例３の光学系のレンズ断面図である。図６は実施例１の光学系の無限遠物体に合焦したときの収差図である。図７は、本発明の実施例４の光学系のレンズ断面図である。図８は実施例１の光学系の無限遠物体に合焦したときの収差図である。図９は本発明の光学系を備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【００１２】

各実施例の光学系は、ビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影光学系である。レンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。尚、各実施例の光学系をプロジェクター等の投射レンズとして用いても良い。このときは、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

【００１３】

レンズ断面図において、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第 i レンズ群である。レンズ断面図において、 L_1 は正又は負の屈折力の第１レンズ群、 SP は絞り（開口絞り）、 L_2 は正の屈折力の第２レンズ群である。ここで、屈折力とは光学的パワーのことであり、焦点距離の逆数である。 IP は像面であり、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系として使用する際には CCD センサや $CMOS$ センサなどの固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。収差図において d 、 g は順に d 線、 g 線である。 $S.C$ は正弦条件である。 M 、 S はメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。 Fno は F ナンバー、 ω は半画角である。

【００１４】

次に、各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。各実施例の光学系は、物体側より像側へ順に正又は負の屈折力の第１レンズ群 L_1 と開口絞り SP と正の屈折力の第２レンズ群 L_2 を有するレトロフォーカス型の光学系である。第１レンズ群 L_1 は３枚の負レンズより成り、全体として負の屈折力の第１ａレンズ群 L_{1a} と、３枚又は４枚のレンズより成る正の屈折力の第１ｂレンズ群 L_{1b} より構成されている。各実施例において、第１ａレンズ群 L_{1a} は物体側より像側へ順に、物体側が凸面で像側が非球面でメニスカス形状の負レンズ G_1 、メニスカス形状の負レンズ G_2 、メニスカス形状又は両凹形状の負レンズ G_3 からなっている。

【００１５】

第１ｂレンズ群 L_{1b} は正レンズと負レンズとを接合した全体として正の屈折力の第１

10

20

30

40

50

1 接合レンズ、正レンズと負レンズとを接合した正の屈折力の第 1 2 接合レンズより成っている。又は、第 1 b レンズ群 L 1 b は正レンズと負レンズとを接合した全体として正の屈折力の第 1 1 接合レンズ、正レンズより成っている。第 2 レンズ群 L 2 は 3 枚のレンズを接合した接合レンズを含む全体として 9 枚のレンズより成っている。各実施例では光学系全体のレンズ構成をレトロフォーカス型とすることで前玉径の増大を防ぎ、長いバックフォーカスの確保を容易にしている。無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、第 2 レンズ群 L 2 を矢印のように物体側へ移動させて行っている。開口絞り S P は第 2 レンズ群 L 2 の物体側に配置されており、フォーカスに際し第 2 レンズ群 L 2 とともに移動する。

【 0 0 1 6 】

各実施例では、光学系の最も物体側に配置された負レンズ G 1 の屈折力を比較的強くすることによって光学系の小型化を行い、負レンズ G 1 の像側のレンズ面を非球面とすることにより軸外収差を補正している。第 1 a レンズ群 L 1 a は 3 枚の負レンズからなり、3 枚の負レンズに屈折力を適切に分担させることによって軸外の諸収差を低減している。さらに、軸外光線の高さが比較的高い位置に正レンズを配置しない構成としたことにより、歪曲収差や像面湾曲を低減している。また、負レンズ G 1 の像側のレンズ面は、レンズ中心に比べてレンズ周辺部で負の屈折力が弱くなる形状より成る非球面である。この非球面はレトロフォーカス型の光学系において発生しやすい樽型の歪曲収差を糸巻き型方向に補正する効果を有している。軸外光線高さが高いレンズ面を非球面とした方が歪曲収差を効果的に補正することができるため、最も物体側に配置された負レンズ G 1 のレンズ面を非球面としている。

【 0 0 1 7 】

なお、負レンズ G 1 の軸外光線高さは像側のレンズ面よりも物体側のレンズ面の方が高いが、各実施例においては、像側のレンズ面を非球面としている。負レンズ G 1 の物体側のレンズ面を、レンズ周辺部で負の屈折力が弱くなる非球面形状とすると、周辺部の入射瞳位置が像側に位置するようになり、レンズ径が増大するか、フィルター径が増大するため好ましくない。負レンズ G 1 の像側のレンズ面を非球面とすることによって、入射瞳位置が像側に位置することを抑制し、また、非球面量の大きな非球面を設定することが容易となるので、小型化と高性能化を両立することが可能となる。軸外光線が通過する高さが高くなる第 1 a レンズ群 L 1 a を上記のように構成することで、全画面に渡って軸外収差、特に歪曲収差を効果的に補正することができる。

【 0 0 1 8 】

また、各実施例の光学系は、全系の焦点距離を f 、第 1 レンズ G 1 の焦点距離を f_1 、第 2 レンズ G 2 の物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 $G_2 R_1$ 、 $G_2 R_2$ とするとき、

$$-1.6 < f_1 / f < -1.2 \quad (1)$$

$$0.1 < (G_2 R_1 - G_2 R_2) / (G_2 R_1 + G_2 R_2) < 0.5 \quad (2)$$

なる条件を同時に満足している。

【 0 0 1 9 】

条件式 (1) は第 1 レンズ G 1 の焦点距離と全系 (光学系) の焦点距離との比に関し、主に、第 1 レンズ G 1 の屈折力を適切に設定することで光学系全体の小型化と光学性能のバランスを良好にとるための条件である。条件式 (1) の上限値を超えると第 1 レンズ G 1 の負の屈折力が強くなりすぎて歪曲収差や像面湾曲等の軸外収差の補正が困難となるため良くない。また、下限値を超えると、第 1 レンズ G 1 の負の屈折力が弱くなりすぎて前玉有効径が増大してくるので良くない。また、収差補正に際し、更に好ましくは、条件式 (1) の数値範囲を次の如く設定することが望ましい。

【 0 0 2 0 】

$$-1.55 < f_1 / f < -1.27 \quad (1a)$$

なお、負レンズ G 1 の像側に非球面を施したことで、光学性能を維持しつつ、負レンズ G 1 の屈折力を比較的強くすることが可能となり、小型化が容易になっている。

【 0 0 2 1 】

物体側から数えて 2 番目に配置された負レンズ G 2 は、最も物体側に配置された負レンズ G 1 よりも軸外光線高さが低いものの、広画角のレトロフォーカスレンズにおいて小型化と高性能化を両立するためには、形状を適切に設定することが重要である。条件式 (2) は、負レンズ G 2 が物体側に凸面を向けたメニスカス形状であることを示しており、前玉有効径を小さくしつつ歪曲収差の発生を少なくするための条件である。条件式 (2) の下限値を超えるとレンズの屈折力が小さくなるため、結果として第 1 レンズや第 3 レンズが強い屈折力を持つこととなり諸収差が増大し良くない。また、上限値を超えると、第 2 レンズ G 2 の像側の曲率が大きくなり過ぎて、負の歪曲収差が増大すると共に製造難易度が高くなるので良くない。また収差補正上、更に好ましくは、条件式 (2) の数値範囲を次の如く設定することが望ましい。

10

【 0 0 2 2 】

$$0.14 < (G2R1 - G2R2) / (G2R1 + G2R2) < 0.35 \quad (2a)$$

以上のようなレンズ構成とすることで各実施例の光学系は、長いバックフォーカスを確保しつつ全画面に渡って収差図に示すような良好な光学性能を得ている。各実施例では以上のように各条件式を満足することにより、諸収差特に軸上収差を良好に補正した光学系を得ている。各実施例の光学系において、好ましくは次の条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。それによれば各条件式に対応した効果が得られる。第 2 レンズ G 2 の焦点距離を f_2 とする。第 1、第 2、第 3 レンズ G 1、G 2、G 3 の合成焦点距離を f_{13} とする。第 1、第 2、第 3 レンズのうち、少なくとも 1 つのレンズの材料のアッペ数と部分分散比を各々 d 、 g_F とする。

20

【 0 0 2 3 】

このとき

$$0.3 < f_1 / f_2 < 0.69 \quad (3)$$

$$-0.7 < f_{13} / f < -0.3 \quad (4)$$

$$0.016 < g_F - (0.6438 - 0.001682 \times d) \quad (5)$$

なる条件のうち 1 以上を満足するのが良い。但し、アッペ数 d と部分分散比 g_F は g 線、F 線、C 線における屈折率をそれぞれ n_g 、 n_f 、 n_c とするとき、

$$d = (n_f - n_c) / (n_d - 1)$$

$$g_F = (n_g - n_f) / (n_f - n_c)$$

30

である。

【 0 0 2 4 】

条件式 (3) は第 1 レンズ G 1 の焦点距離と第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離との比に関し、主に第 1 レンズ G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の屈折力の比を適切に設定することで光学系全体の小型化と光学性能のバランスをとるための条件である。条件式 (3) の下限を下回ると、第 2 レンズ G 2 の負の屈折力に比べて、第 1 レンズ G 1 の負の屈折力が強くなりすぎて歪曲収差、像面湾曲等の軸外収差の補正が困難になってくる。また、上限値を超えると、第 1 レンズ G 1 の負の屈折力が弱くなりすぎて前玉有効径が増大してくるので好ましくない。また、更に好ましくは、条件式 (3) の数値範囲を次の如く設定することが望ましい。

40

【 0 0 2 5 】

$$0.43 < f_1 / f_2 < 0.69 \quad (3a)$$

条件式 (4) は第 1 レンズ G 1 から第 3 レンズ G 3 までの合成焦点距離と全系の焦点距離との比に関する。条件式 (4) は、レトロフォーカスタイプの光学系における負の屈折力の第 1 a レンズ群 L 1 a に相当する部分の負の屈折力を適切に設定することで長いバックフォーカスの確保と光学性能のバランスをとるための条件である。条件式 (4) の上限を超えると、第 1 レンズ G 1 から第 3 レンズ G 3 までの負の合成屈折力が強くなりすぎて、コマ収差や像面湾曲などの収差が増大するため好ましくない。また、下限を超えると、第 1 レンズ G 1 から第 3 レンズ G 3 までの負の合成屈折力が弱くなりすぎて、長いバックフォーカスを確保することが困難となるため好ましくない。また、収差補正及び長いバック

50

クフォーカスを得るのに更に好ましくは、条件式(4)の数値範囲を次の如く設定することが望ましい。

【0026】

$$-0.59 < f_{13} / f < -0.35 \quad (4a)$$

条件式(5)は第1aレンズ群L1aの3つの負レンズのうちの少なくとも1つの負レンズの材料の特性を規定し、主に倍率色収差を良好に補正するための条件である。第1レンズG1から第3レンズG3のいずれかの負レンズの部分分散比が条件式(5)を満足することによって倍率色収差の2次スペクトルの曲がりを良好に補正している。各実施例では少なくとも1つの負レンズは第3レンズG3に相当している。また、倍率色収差の補正上、更に好ましくは、条件式(5)の数値範囲を次の如く設定することが望ましい。

【0027】

$$0.02 < gF - (0.6438 - 0.001682 \times d) \quad (5a)$$

次に実施例1～4に示した光学系を撮像装置に適用した実施例を図9を用いて説明する。図9は一眼レフカメラの要部概略図である。図9において、10は実施例1～4の光学系1を有する撮影光学系である。光学系1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体である。カメラ本体20はクイックリターンミラー3、焦点板4、ペンタダハプリズム5、接眼レンズ6等によって構成されている。クイックリターンミラー3は、撮影光学系10からの光束を上方に反射する。焦点板4は撮影光学系10の像形成位置に配置されている。ペンタダハプリズム5は焦点板4に形成された逆像を正立像に変換する。観察者は、その正立像を接眼レンズ6を介して観察する。7は感光面であり、像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影光学系10によって像側形成される。尚、本発明の光学系は、デジタルカメラ・ビデオカメラ・銀塩フィルム用カメラ等の他に望遠鏡、双眼鏡、複写機、プロジェクター等の光学機器にも適用できる。

【0028】

以下に、実施例1～4に各々対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順番を示し、r_iは第i番目(第i面)の曲率半径である。d_iは第i面と第i+1面との間の間隔である。n_{d i}、d_iはそれぞれd線を基準とした屈折率、アッペ数を示す。BFはバックフォーカスである。*はその面が非球面であることを示す。

(非球面データ)には、非球面を次式で表した場合の非球面係数を示す。

【0029】

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(H/R)^2\}^{1/2}] + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10} + A_{12} \cdot h^{12}$$

但し、

x: 光軸方向の基準面からの変位量である。

h: 光軸に対して垂直な方向の高さである。

R: ベースとなる2次曲面の半径である。

A_n: n次の非球面係数である。

なお、「e-Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0030】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	52.146	3.80	1.58313	59.4	49.93
2*	13.969	7.22			32.85

10

20

30

40

50

3	27.170	1.80	1.88300	40.8	31.44
4	16.830	8.98			26.64
5	-56.224	1.61	1.49700	81.5	25.99
6	33.389	1.62			24.44
7	42.438	7.80	1.61601	58.7	24.39
8	-23.155	1.40	1.88397	40.8	23.70
9	-68.614	5.35			23.61
10	163.816	8.61	1.79600	38.1	23.65
11	-16.580	1.48	1.77236	36.1	23.44
12	-49.402	10.99			23.00
13(絞リ)		0.47			20.09
14	22.758	1.20	1.78571	48.6	20.09
15	15.678	5.07	1.67769	31.4	19.19
16	93.750	0.84			18.40
17	66.660	1.10	1.88300	40.8	17.94
18	14.237	7.73	1.55400	52.2	16.74
19	-18.230	1.00	1.84175	37.2	16.23
20	42.468	0.49			16.31
21	26.259	4.67	1.49700	81.5	16.72
22	-26.675	0.15			16.75
23	1824.817	1.20	1.88300	40.8	17.29
24	18.568	7.08	1.49700	81.5	18.50
25	-40.152	0.15			21.19
26	-110.317	1.79	1.69895	30.1	22.22
27	-51.090	(可変)			22.90

像面

非球面データ

第2面

K = -6.60488e-001 A 4= 1.69030e-006 A 6= 5.21355e-011
A 8= 1.39305e-011 A10= -6.83548e-014 A12= -1.94007e-017

焦点距離 24.26
Fナンバー 3.56
画角 54.19
像高 33.63
レンズ全長 148.52
BF 54.96

入射瞳位置 19.25
射出瞳位置 -29.79
前側主点位置 36.57
後側主点位置 30.69

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	24.26	93.57	36.57	30.69

単レンズデータ

10

20

30

40

50

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-33.97
2	3	-54.53
3	5	-41.90
4	7	25.48
5	8	-40.12
6	10	19.32
7	11	-32.95
8	14	-69.30
9	15	27.07
10	17	-20.71
11	18	15.77
12	19	-15.04
13	21	27.43
14	23	-21.25
15	24	26.61
16	26	134.48

10

【 0 0 3 1 】

20

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	59.360	3.80	1.58313	59.4	49.86
2*	14.323	6.14			33.04
3	27.464	1.80	1.86300	42.2	32.12
4	17.908	6.17			27.63
5	82.353	1.61	1.49700	81.5	27.01
6	19.449	3.62			24.04
7	53.293	7.09	1.51695	54.9	23.85
8	-23.441	1.40	1.88341	40.8	23.00
9	-84.185	8.05			22.94
10	152.176	8.89	1.78194	35.0	23.51
11	-16.598	1.49	1.74040	28.2	23.49
12	-40.069	11.41			23.25
13(絞り)		0.43			20.63
14	21.105	1.20	1.88087	40.9	20.47
15	17.001	4.81	1.70209	29.9	19.60
16	526.053	0.55			18.81
17	77.615	1.10	1.88300	40.8	18.05
18	12.895	8.03	1.49421	67.4	16.30
19	-15.290	0.95	1.85712	38.5	15.57
20	44.113	0.15			15.74
21	28.590	4.83	1.49700	81.5	16.53
22	-20.836	0.15			17.33
23	-120.939	1.20	1.88300	40.8	17.78
24	21.120	6.06	1.49700	81.5	18.53
25	-35.307	0.15			20.49

30

40

50

26	-69.193	1.62	1.84666	23.9	21.39
27	-40.662				22.04

像面

非球面データ

第2面

K = -5.38986e-001 A 4 = -6.25833e-006 A 6 = -2.47155e-008
 A 8 = 3.18519e-011 A10 = -1.85005e-013 A12 = -1.94007e-017

10

焦点距離 24.00
 Fナンバー 3.56
 画角 54.49
 像高 33.63
 レンズ全長 146.38
 BF 53.70

入射瞳位置 18.90
 射出瞳位置 -27.64
 前側主点位置 35.82
 後側主点位置 29.70

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	24.00	92.69	35.82	29.70

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-33.41
2	3	-65.35
3	5	-51.67
4	7	32.52
5	8	-37.18
6	10	19.59
7	11	-39.33
8	14	-115.00
9	15	24.93
10	17	-17.65
11	18	15.63
12	19	-13.15
13	21	25.06
14	23	-20.28
15	24	27.57
16	26	113.52

30

40

【 0 0 3 2 】

[数値実施例 3]

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	53.969	3.80	1.58313	59.4	49.86
2*	14.720	4.50			33.64
3	23.423	1.80	1.88300	40.8	32.77
4	16.486	8.32			27.88
5	467.434	1.60	1.49700	81.5	27.10
6	20.140	3.44			23.84
7	54.952	7.09	1.49913	65.2	23.64
8	-22.778	1.40	1.84810	43.3	22.80
9	-71.125	6.87			22.74
10	134.508	10.51	1.76578	34.8	23.06
11	-15.901	1.48	1.73347	28.6	22.94
12	-40.128	10.67			22.63
13(絞り)		0.43			20.42
14	21.708	1.20	1.83400	37.2	20.29
15	15.873	5.02	1.70200	29.9	19.33
16	924.353	0.54			18.58
17	85.645	1.10	1.88300	40.8	17.89
18	13.237	7.81	1.50646	62.6	16.27
19	-15.923	0.95	1.84603	37.8	15.58
20	43.562	0.50			15.69
21	27.813	4.83	1.49700	81.5	17.02
22	-22.853	0.15			17.76
23	-150.952	1.20	1.88300	40.8	18.15
24	20.268	6.44	1.49700	81.5	18.84
25	-34.916	0.15			21.04
26	-65.887	1.56	1.84666	23.9	21.94
27	-41.101				22.15

像面

10

20

30

非球面データ

第2面

K = -5.35957e-001 A 4 = -5.83536e-006 A 6 = -2.27533e-008
A 8 = 1.98107e-011 A10 = -1.72180e-013 A12 = -1.94007e-017

焦点距離 24.00
Fナンバー 3.56
画角 54.49
像高 33.63
レンズ全長 146.99
BF 53.62

40

入射瞳位置 19.23
射出瞳位置 -28.71
前側主点位置 36.24
後側主点位置 29.62

ズームレンズ群データ

50

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	24.00	93.37	36.24	29.62

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-35.99
2	3	-71.78
3	5	-42.40
4	7	33.27
5	8	-40.04
6	10	19.15
7	11	-36.86
8	14	-78.11
9	15	22.95
10	17	-17.86
11	18	15.68
12	19	-13.68
13	21	26.07
14	23	-20.17
15	24	26.84
16	26	125.43

10

20

【 0 0 3 3 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	50.614	3.84	1.58313	59.4	48.32
2*	13.193	6.51			31.24
3	25.133	1.50	1.81677	40.2	30.50
4	16.551	9.15			26.38
5	-43.076	1.75	1.49700	81.5	25.94
6	26.436	0.20			24.39
7	24.882	9.53	1.52897	63.3	24.46
8	-21.626	1.28	1.65384	33.5	24.01
9	-60.928	7.01			24.04
10	409.995	4.65	1.76954	27.0	21.94
11	-55.034	12.34			21.37
12(絞リ)		0.47			19.68
13	19.922	1.00	1.88111	40.6	19.93
14	15.922	4.61	1.70099	30.6	19.18
15	110.358	1.22			18.50
16	50.278	0.90	1.85411	42.8	17.63
17	12.709	7.76	1.49899	67.7	16.24
18	-17.254	0.80	1.78837	34.9	15.65
19	38.533	0.15			16.17
20	25.159	4.95	1.49700	81.5	17.34
21	-27.602	0.15			18.20

30

40

50

22	-192.146	1.20	1.88324	40.8	18.72
23	19.374	6.50	1.49700	81.5	19.68
24	-41.241	0.15			21.33
25	-358.016	1.90	1.84666	23.9	22.88
26	-60.537				22.00
像面					

非球面データ

第2面

K = -7.24786e-001 A 4= 7.73295e-006 A 6= 1.16253e-008
A 8= 3.50695e-011 A10= 5.75293e-015 A12= -1.94007e-017

10

焦点距離 24.01
Fナンバー 3.56
画角 53.66
像高 32.63
レンズ全長 142.83
BF 53.33

20

入射瞳位置 19.07
射出瞳位置 -29.07
前側主点位置 36.08
後側主点位置 29.32

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	24.01	89.50	36.08	29.32

単レンズデータ

30

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-31.80
2	3	-64.41
3	5	-32.69
4	7	23.54
5	8	-51.94
6	10	63.33
7	13	-101.92
8	14	26.02
9	16	-20.13
10	17	16.05
11	18	-15.02
12	20	27.33
13	22	-19.87
14	23	27.50
15	25	85.80

40

【 0 0 3 4 】

【表 1】

表 - 1
条件対応値

条件式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$f1/f$	$(G2R1-G2R2)/(G2R1+G2R2)$	$f1/f2$	$f13/f$	$\theta \text{ gF}$
実施例 1	-1.40	0.24	0.62	-0.44	0.032 (G3)
実施例 2	-1.39	0.21	0.51	-0.53	0.032 (G3)
実施例 3	-1.50	0.17	0.50	-0.52	0.032 (G3)
実施例 4	-1.32	0.21	0.49	-0.41	0.032 (G3)

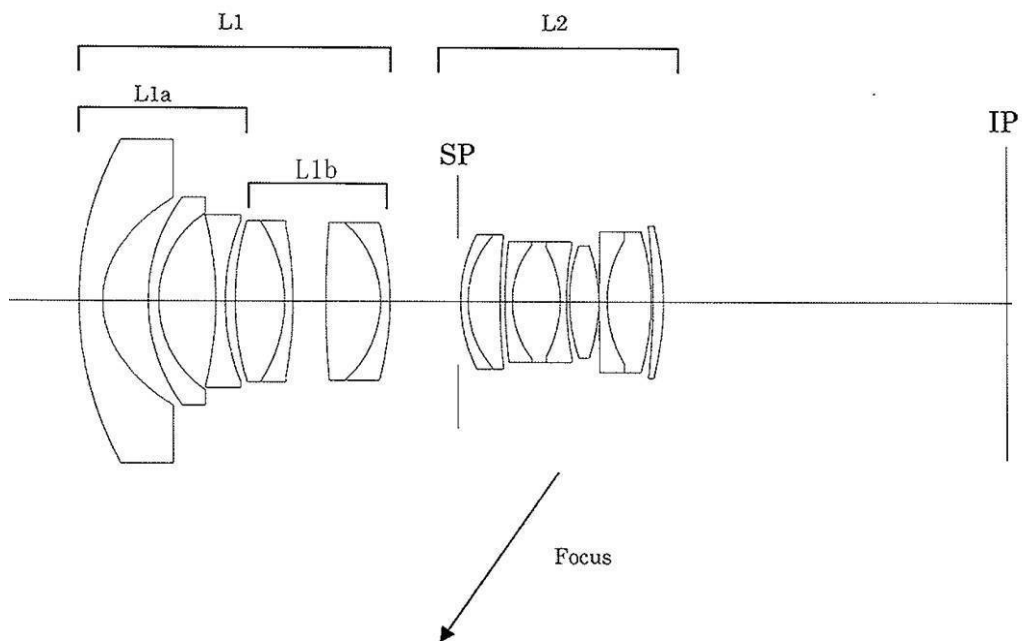
10

【符号の説明】

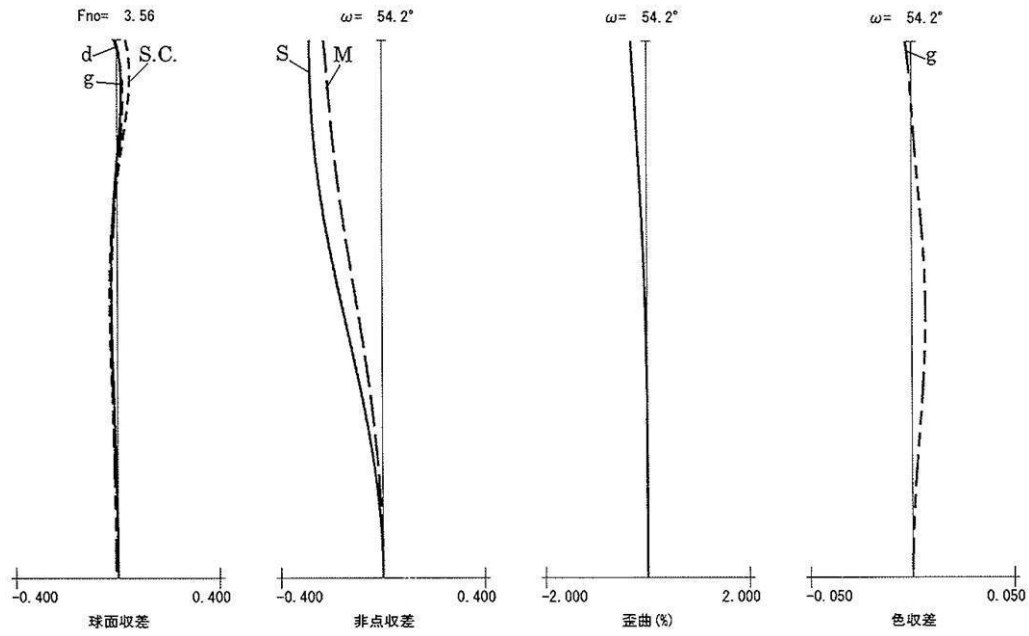
【 0 0 3 5 】

L 1 : 第 1 レンズ群、L 2 : 第 2 レンズ群、S P : 開口絞り、I P : 像面、d : d 線、g : g 線、S . C : 正弦条件、M : メリディオナル像面、S : サジタル像面

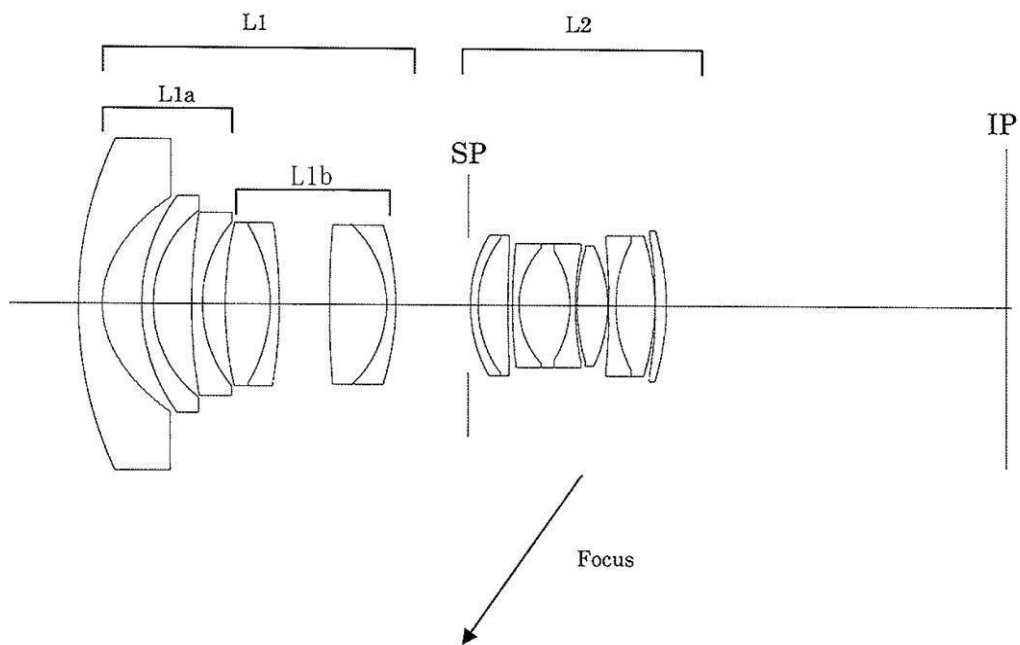
【図 1】



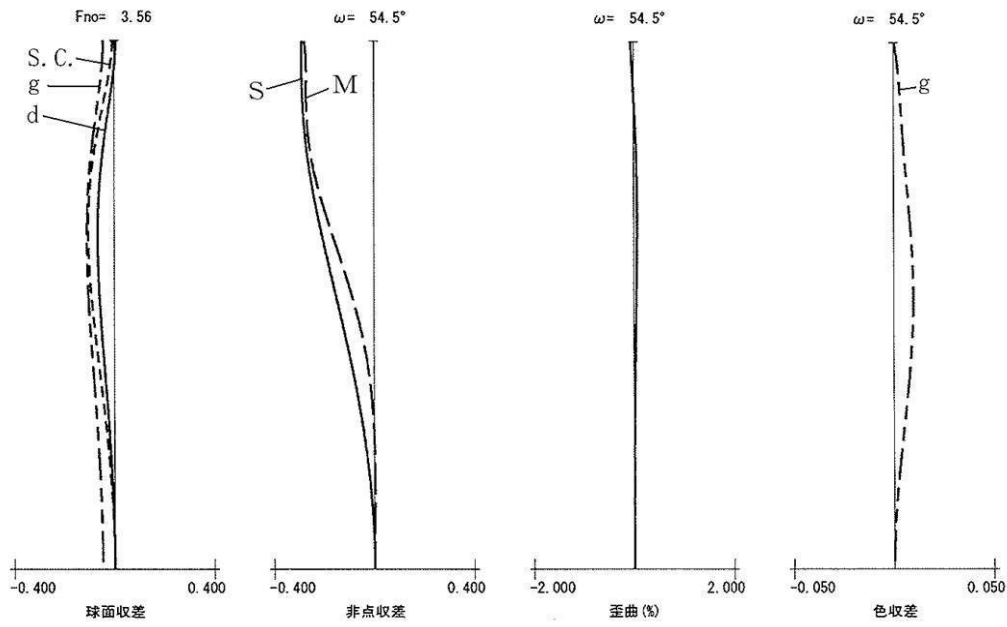
【図 2】



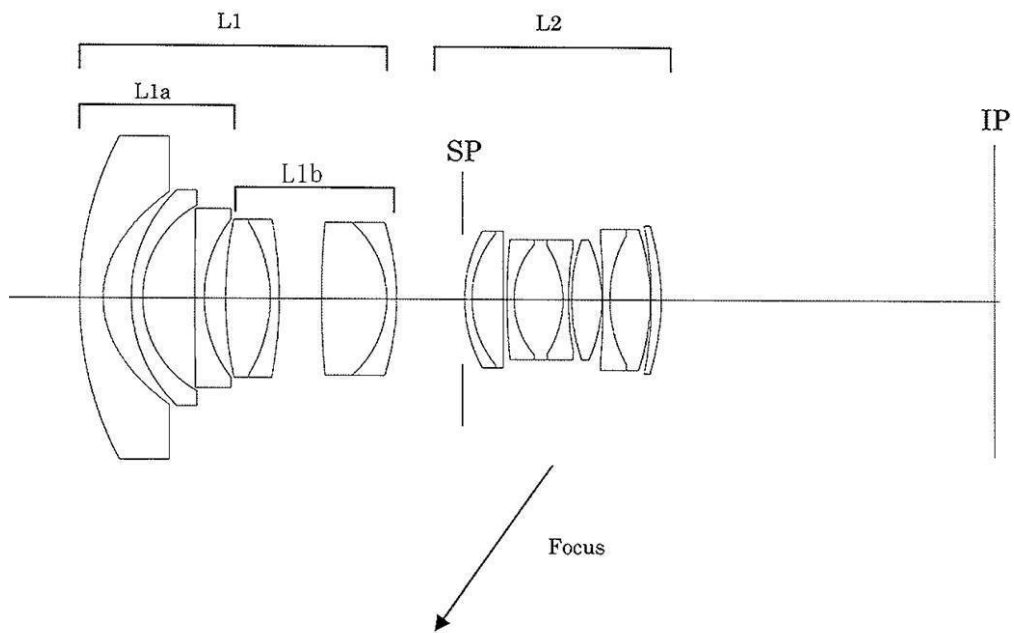
【図 3】



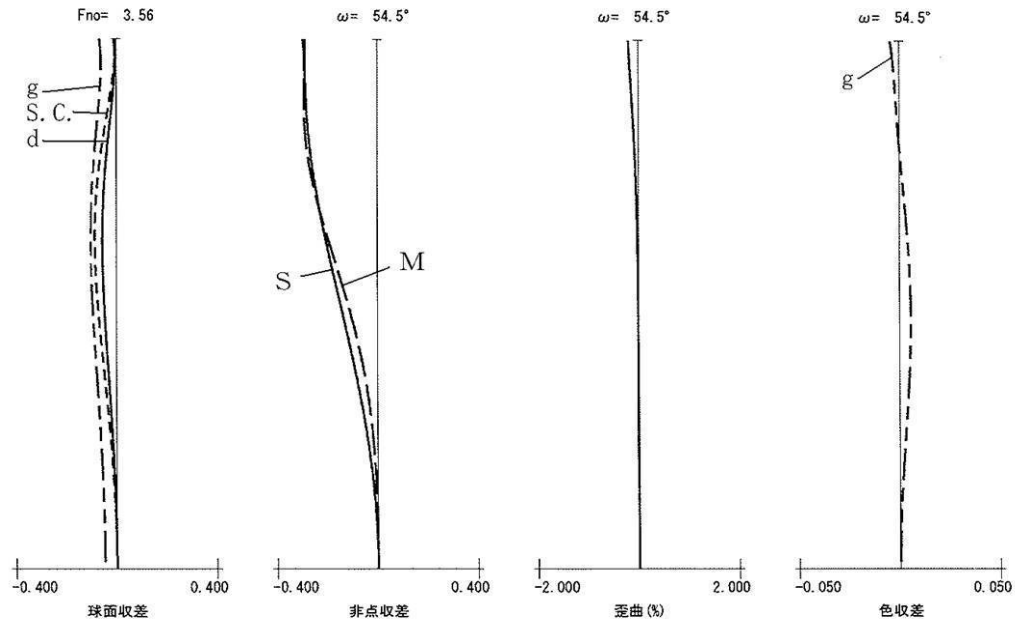
【 図 4 】



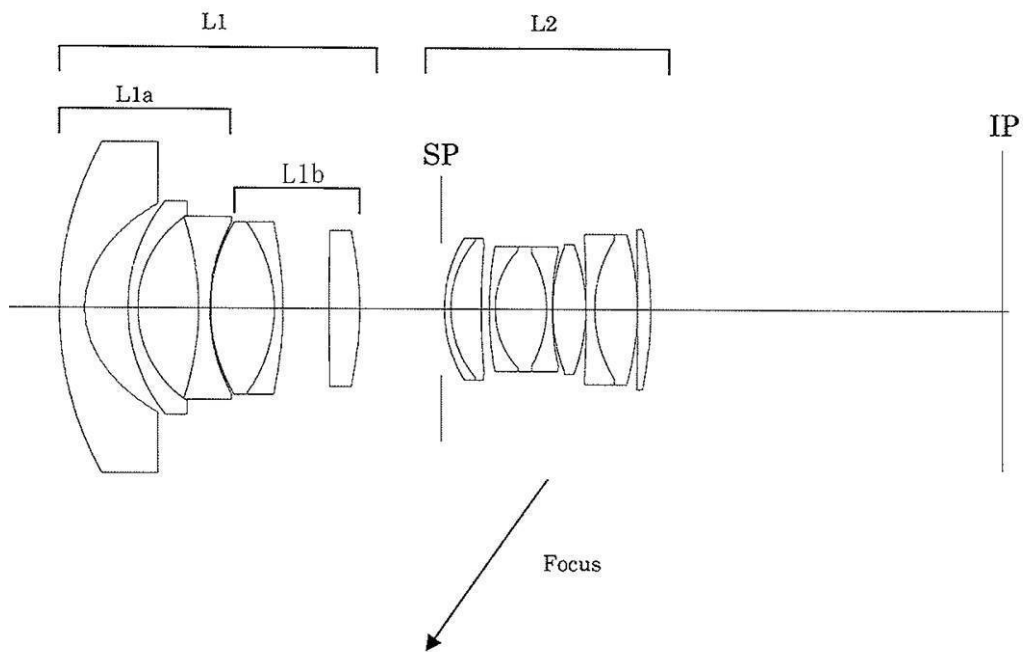
【 図 5 】



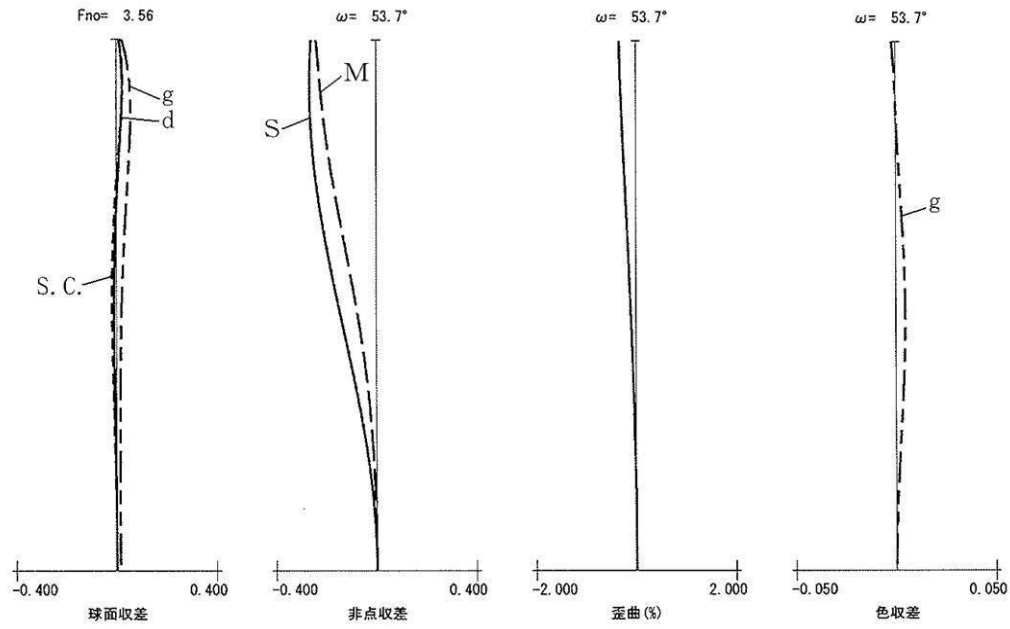
【図 6】



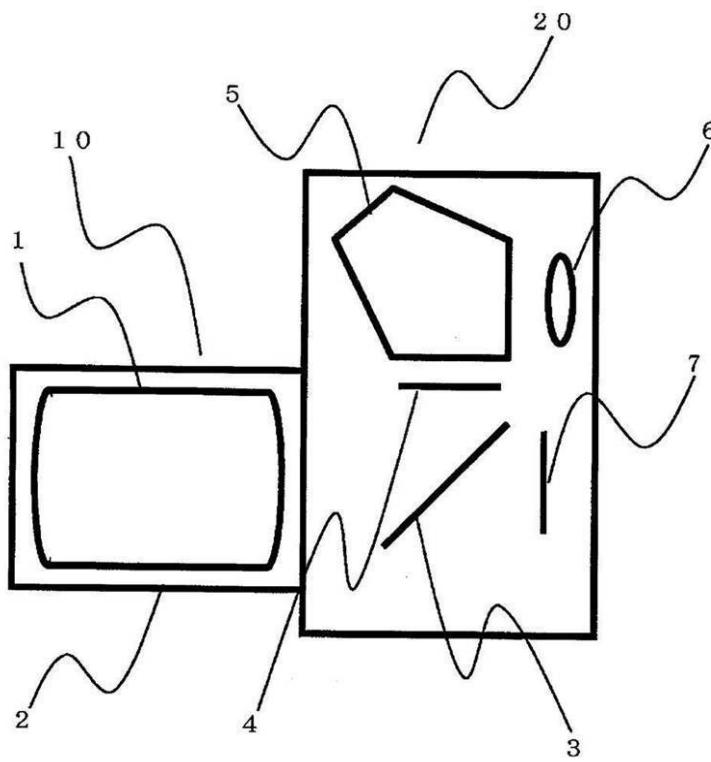
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 11 - 119101 (JP, A)
特開 2005 - 049843 (JP, A)
特開 2002 - 303790 (JP, A)
特開 2005 - 257896 (JP, A)
特開 2006 - 084971 (JP, A)
特開平 11 - 211985 (JP, A)
特開平 08 - 194159 (JP, A)
特開 2005 - 292348 (JP, A)
特開 2007 - 249087 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4