

(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2010-170080
(P2010-170080A)

(43) 公開日 平成22年8月5日(2010.8.5)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18 2 H 0 8 7
GO 2 B 13/00 (2006.01) GO 2 B 13/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-210784 (P2009-210784)
 (22) 出願日 平成21年9月11日 (2009.9.11)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-328840 (P2008-328840)
 (32) 優先日 平成20年12月24日 (2008.12.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100131071
 弁理士 ▲角▼谷 浩
 (72) 発明者 中川 洋平
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
 Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 KA22 LA01 NA14
 PA04 PA17 PB04 QA02 QA06
 QA12 QA22 QA26 QA32 QA37
 QA42 QA46 RA04 RA05 RA12
 RA13 RA32 RA42 RA43 RA44
 UA01

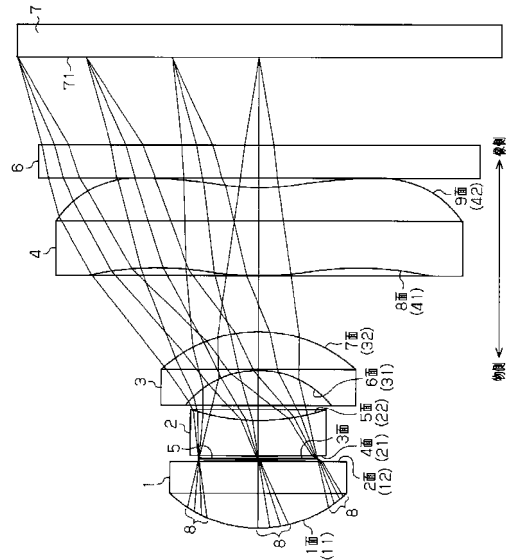
(54) 【発明の名称】 レンズ装置、撮影装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 4枚構成の中絞り型のレンズ装置において、芯ずれを原因とする製品不良の発生を抑制することにより、製品歩留まりを向上させたレンズ装置を提供する。

【解決手段】 物側から像側に向かって順に配列された正のパワーを有するメニスカス形状の第1レンズ1と、開口絞り5と、物体側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第2レンズ2と、像側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第3レンズ3と、像側面および物側面がそれぞれ少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であるとともに像側面が像側に凹形状である第4レンズ4とを備えるレンズ装置。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物側から像側に向かって順に配列された正のパワーを有するメニスカス形状の第 1 レンズと、

開口絞りと、

物体側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第 2 レンズと、

像側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第 3 レンズと、

像側面および物側面がそれぞれ少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であるとともに像側面が像側に凹形状である第 4 レンズとを備えるレンズ装置。

10

【請求項 2】

前記第 4 レンズが正のパワーを有することを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ装置。

【請求項 3】

前記第 4 レンズが負のパワーを有することを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ装置。

【請求項 4】

第 2 レンズおよび第 3 レンズのアッペ数が、第 1 レンズのアッペ数より小さい請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置を備える撮影装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズ装置に係り、詳しくは小型の撮影装置への搭載に適したレンズ装置に関する。また、撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在使用されている撮影装置としては、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサあるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを撮像素子として備えるデジタルカメラがある。そのため、撮影装置に使用されるレンズ装置についても、いわゆる銀塩カメラとは異なる性能が求められる場合がある。例えば、CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサは斜めからの入射光に対する感度が銀塩フィルムに比べて低いため、撮像素子に入射する光線の入射角である主光線入射角度 (CRA : Chief Ray Angle) が小さいことが求められる。また、撮像素子の集積度の向上に伴い、コンパクトカメラや携帯電話に内蔵される小型のレンズ装置であっても、画質の向上が求められている一方で、小型化の要請は当然に強い。更に、コンパクトカメラや携帯電話に内蔵される小型のレンズ装置は、比較的安価に供給される商品であるため、製造コストを低く抑えることができる構成であることも重要となる。

30

【0003】

ここで、画質を向上させるためには諸収差を低く抑えることが必要である。そのため、コンパクトに設計しやすい 3 枚構成のレンズ装置に替わり、一層収差を抑制しやすい 4 枚構成のレンズが求められている。そこで、4 枚構成であってもコンパクトなレンズ装置が提示されている (例えば、特許文献 1 ~ 3、参照)。

40

【0004】

ここで、特許文献 1 の技術は最も撮影対象側 (以下、「物側」という。) のレンズの更に物側に絞りが配設された、いわゆる前絞り型と呼ばれる構成であるため、絞りより撮像素子側 (以下、「像側」という。) に配された各レンズに芯ずれが生じた場合に、芯ずれの影響が画質に大きく影響することが知られている。そのため、芯ずれを原因とする製品不良が発生しやすく、レンズ装置製造時の歩留まりが低下し、製造コストが大きくなる。

【0005】

一方、特許文献 2 の技術は、物側から 2 枚のレンズの更に後方に絞りが配置されたいわ

50

ゆる後絞り型と呼ばれる構成であるため、同等のレンズを用いて構成した際に、CRAが大きくなることが知られている。デジタルカメラ用のレンズ装置としては上述のようにCRAが小さいことが強く求められているため、各レンズの屈折率を調整することによりCRAを小さくすることが必要となる。しかし、屈折率を調整するために各レンズの厚みを大きくしたりレンズ間の間隔を大きくすると、レンズ装置の全長を延ばさざるをえなくなり、レンズ装置が大型化する。

【0006】

更に、特許文献3の技術は、物側から1枚目のレンズと2枚目のレンズとの間に絞りを配設したいいわゆる中絞り型と呼ばれる構成であるため、特許文献1の技術に比べ芯ずれを原因とする製品不良が発生しにくいとともに、特許文献2の技術に比べCRAを小さくすることが可能となる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2002-228922号公報

【特許文献2】特開2006-309043号公報

【特許文献3】特開2007-11237号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、特許文献3に記載の技術においては、「正レンズからなる第1レンズ、像側に凹面を向けた負レンズからなる第2レンズ、物体側に凹面を向けた両面非球面の正のメニスカスレンズからなる第3レンズ、両面非球面の光軸近傍で物体側に凸のメニスカスレンズからなる第4レンズを配列してなる。〔請求項1〕」と記載されている。即ち、第2レンズを負レンズとすることにより正レンズによって生ずる倍率色収差、軸上色収差の影響を抑制している。

20

【0009】

この構成によると、色収差を第2レンズのみで抑制するためには第2レンズに強い負のパワーを与える必要が生ずる。しかし、1枚のレンズに強い負のパワーを与えると、芯ずれが生じた場合にその影響が出やすいことが知られている。そのため、芯ずれ公差を小さく管理することが必要となり、歩留まりが悪化する。

30

【0010】

本発明はかかる実情に鑑みて成されたもので、4枚構成の中絞り型のレンズ装置において、芯ずれを原因とする製品不良の発生を抑制することにより、製品歩留まりを向上させたレンズ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明にかかるレンズ装置は、物側から像側に向かって順に配列された正のパワーを有するメニスカス形状の第1レンズと、開口絞りと、物体側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第2レンズと、像側に凸面を向けるとともに負のパワーを有するメニスカス形状の第3レンズと、像側面および物側面がそれぞれ少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であるとともに像側面が像側に凹形状である第4レンズとを備える。

40

【0012】

上記構成によると、第2レンズに加え、第3レンズが負のパワーを有するため、第3レンズが正レンズであった上記従来に比して、第2レンズの負のパワーを小さくすることができる。従って芯ずれが生じた際の光路の変化を小さくすることが可能となり、芯ずれを原因とする製品不良の発生を抑制することができる。また、両凸レンズに比して芯ずれの影響が出にくいメニスカスレンズを第1レンズに用いているため、芯ずれを原因とする製品不良の発生を一層抑制することが可能となる。

50

【 0 0 1 3 】

本発明にかかるレンズ装置は、前記第4レンズが正のパワーを有することが好ましい。上記構成によると、第4レンズが正のパワーを有するため、同一焦点距離のレンズにおいて比較した場合に、第1レンズの正のパワーを小さくすることができる。そのため、芯ずれを原因とする製品不良の発生を一層抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明にかかるレンズ装置は、前記第4レンズが負のパワーを有することも好ましい。上記構成によると、第4レンズが負のパワーを有するため、同一焦点距離のレンズにおいて比較した場合に、フランジバックを長くすることができる。従って、CRAを小さくすることが容易となる。

【 0 0 1 5 】

本発明にかかるレンズ装置は、第2レンズおよび第3レンズのアップ数が、第1レンズのアップ数より小さいことが好ましい。上記構成によると、第2レンズおよび第3レンズのアップ数が、第1レンズのアップ数より小さいため、色収差の補正効果が従来に比して大きくなる。

【 0 0 1 6 】

本発明にかかるレンズ装置は、撮影装置に好適に用いることができる。

【 0 0 1 7 】

なお、本明細書における撮影装置とは、レンズ装置に入射された光線を静止画および動画として記録媒体に記録する装置、ディスプレイ等の表示装置に表示する装置であって、いわゆるカメラやビデオカメラ、さらにはカメラ付き携帯電話を含む概念である。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、4枚構成の中絞り型のレンズ装置において、芯ずれを原因とする製品不良の発生を抑制することにより、製品歩留まりを向上させたレンズ装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】本発明を具体化した撮影装置の一実施形態にかかる携帯端末の非使用時の外観図である。

【 図 2 】本発明を具体化した撮影装置の一実施形態にかかる携帯端末の使用時の外観図であり、(a)は正面斜視図、(b)は背面斜視図である。

【 図 3 】本発明を具体化した撮影装置の一実施形態にかかる携帯端末に用いられるレンズ装置の構造を説明する図であり、レンズ装置の光軸を含む面による断面模式図である。

【 図 4 】本発明を具体化した撮影装置の一実施形態にかかる携帯端末に用いられるレンズ装置の芯ずれ状態に置ける特性について説明するための図であり、両凸レンズの光路図である。

【 図 5 】本発明を具体化した撮影装置の一実施形態にかかる携帯端末に用いられるレンズ装置の芯ずれ状態に置ける特性について説明するための図であり、メニスカスレンズの光路図である。

【 図 6 】実施例1にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、スポットダイアグラムを示す図である。

【 図 7 】実施例1にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、(a)は像面湾曲を示すグラフであり、(b)は歪曲収差を示すグラフである。

【 図 8 】実施例1にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、縦収差のグラフである。

【 図 9 】実施例1にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、伝達関数(M T F)のグラフである。

【 図 1 0 】実施例2にかかるレンズ装置の構造を説明する図であり、レンズ装置の光軸を含む面による断面模式図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】実施例 2 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であり、スポットダイアグラムを示す図である。

【図 1 2】実施例 2 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、(a) は像面湾曲を示すグラフであり、(b) は歪曲収差を示すグラフである。

【図 1 3】実施例 2 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であり、縦収差のグラフである。

【図 1 4】実施例 2 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、伝達関数 (MTF) のグラフである。

【図 1 5】実施例 3 にかかるレンズ装置の構造を説明する図であり、レンズ装置の光軸を含む面による断面模式図である。

【図 1 6】実施例 3 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であり、スポットダイアグラムを示す図である。

【図 1 7】実施例 3 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、(a) は像面湾曲を示すグラフであり、(b) は歪曲収差を示すグラフである。

【図 1 8】実施例 3 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であり、縦収差のグラフである。

【図 1 9】実施例 3 にかかるレンズ装置の効果を説明する図であって、伝達関数 (MTF) のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明にかかる撮影装置を具体化した携帯電話の一実施形態を、図を用いて説明する。図 1 に示すように、かかる携帯電話はヒンジ H を中心に折り畳む構成の電話である。図 1 は折り畳んだ状態を示す図であり前面にはレンズ装置 10 の一部であるカバーガラス 9 が露出している。図 2 (a) は、この携帯電話を開いて表示部 8 1、操作部 8 2 を前面にした図である。図 2 (b) は、開いた携帯電話を背面から見た図である。撮影者は、このように携帯電話を開いた状態でカバーガラス 9 を撮影したい対象に向けて操作部 8 2 を操作することによりシャッターを切り、対象物を撮影することができる。

【0021】

レンズ装置 10 は、図 3 に示すように、物側から像側に向かって順に、第 1 レンズ 1、開口絞り 5、第 2 レンズ 2、第 3 レンズ 3、第 4 レンズ 4 およびカバーガラス 6 等により構成された中絞り型レンズ装置である。なお、カバーガラス 9 や筐体等、説明上特に不要な部材は省いて記載している。また、CCD イメージセンサ 7 はレンズ装置の構成要素ではないが、結像面 7 1 を示すために併せて図中に記載している。同様に、入射光 8 も併せて記載している。以下、その構成を詳説する。

【0022】

第 1 レンズ 1 の物側面 1 1 (1 面) は物側に凸形状であるメニスカス形状の正のパワーを有するレンズである (以下、単に「正レンズ」という。)。また、第 2 レンズ 2 は物側面 2 1 (4 面) が物側に凸面を向けた形状であるとともに第 2 レンズ 2 の像側面 2 2 (5 面) は像側に凹面を向けたメニスカス形状 (以下、単に「メニスカスレンズ」という。) の、負のパワーを有するレンズ (以下、単に「負レンズ」という。) である。また、第 3 レンズ 3 は物側面 3 1 (6 面) が物側に凹面を向けた形状であるとともに第 3 レンズ 3 の像側面 3 2 (7 面) は像側に凸面を向けたメニスカスレンズの負レンズである。更に、第 4 レンズ 4 は物側面 4 1 (8 面) および像側面 4 2 (9 面) がそれぞれ少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であるとともに像側面が像側に凹面を向けた形状の正レンズである。

【0023】

また、第 1 レンズ 1、第 2 レンズ 2、第 3 レンズ 3、第 4 レンズ 4 はいずれもプラスチックレンズである。更に、第 2 レンズおよび第 3 レンズのアッベ数が、第 1 レンズのアッベ数より小さいことを特徴とする。

【0024】

10

20

30

40

50

ここで、第1レンズは正レンズであるため、入射光を集光するのであるが、メニスカスレンズであるために、両凸よりも芯ずれの影響が生じにくい構成となっている。より具体的に、両凸型の正レンズと比較して以下に説明する。

【0025】

一般にレンズに光が入射する際にはレンズの接面に垂直な方向に入射する場合を除いて球面収差等の収差が発生する。例えば図4に示す両凸レンズにおいて、レンズ周辺部に光軸L0に平行な入射光L1が入射すると、入射面Sinと、出射面Soutにおいてそれぞれ収差が発生する。係る収差を補正するためには、後続のレンズにおいて収差を打ち消すように構成する、両凸レンズそのものを非球面として、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す構成とするなどの方法がある。

10

【0026】

レンズに芯ずれが発生すると、入射面Sinおよび出射面Soutがともにずれるため、入射時および出射時において、入射光L1は設計通りの位置を通過しない。そのため、芯ずれのない状態で、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す構成であったとしても、芯ずれ状態では、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す機能が働かず、かつて収差を大きくさせることがある。

【0027】

一方、本実施形態において第1レンズは図5に示すような、メニスカスレンズである。レンズ周辺部にL0に平行な入射光L1が入射すると、入射面Sinにおいては収差が発生するが、出射面Soutにおいて出射面Soutに略垂直に光が出射するため、収差の発生は抑制される。係る収差を補正するためには、後続のレンズにおいて収差を打ち消すように構成する方法を採るかあるいは両凸レンズそのものを非球面として、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す構成とするなどの方法がある。

20

【0028】

メニスカスレンズにおいても、芯ずれが発生すると、入射面Sinおよび出射面Soutがともにずれるため、入射時および出射時において、入射光L1は設計通りの位置を通過しない。そのため、芯ずれのない状態で、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す構成であったとしても、芯ずれ状態では、入射面Sinで発生した収差を出射面Soutで発生する収差によって打ち消す機能が働かない。

30

【0029】

しかし、メニスカスレンズにおいては出射面Soutに略垂直に光が出射するため、両凸のレンズに比べ、出射面Soutにおける芯ずれの影響は軽微である。従って、入射面Sinおよび出射面Soutにおいて芯ずれの影響を受ける両凸レンズに比して、メニスカスレンズは芯ずれによる収差の増加を抑制することができる。

【0030】

次に、第2レンズ2および第3レンズ3はともに負レンズであるため、正レンズである第1レンズ1によって生じた色収差を良好に補正することができる。特に、第2レンズのみが負レンズである特許文献3に提示されたレンズ装置に対して、第3レンズも負レンズであるため、第2レンズの負荷が軽くなる。従って、第2レンズの曲率を小さくすることが可能となり、他の収差の発生を抑制することができる。また、第2レンズおよび第3レンズのアップ数が、第1レンズのアップ数より小さいため、色収差補正の効果は一層大きくなる。

40

【0031】

更に、第4レンズは正レンズであるため、正レンズである第1レンズに正のパワーが集中することを抑制できる。つまり、第1レンズの曲率を緩めることが可能となるため、収差の発生を抑制することが可能となる。

【0032】

上記実施形態のレンズ装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

50

【0033】

(1) 上記実施形態では、第3レンズ3が負のパワーを有するため、第3レンズ3が正レンズであった上記従来に比して、第2レンズ2における負のパワーを小さくすることができる。従って、芯ずれが生じた際の光路の変化を小さくすることが可能となり、芯ずれを原因とする製品不良の発生を抑制することができる。

【0034】

(2) また、両凸レンズに比して芯ずれの影響が出にくいメニスカスレンズを第1レンズ1に用いているため、芯ずれを原因とする製品不良の発生を一層抑制することが可能となる。

【0035】

(3) 上記実施形態では、第4レンズ4が正のパワーを有するため、同一焦点距離のレンズにおいて比較した場合に、第1レンズ1の正のパワーを小さくすることができる。そのため、芯ずれを原因とする製品不良の発生を一層抑制することができる。

【0036】

(4) 上記実施形態では、第2レンズ2および第3レンズ3のアッペ数が、第1レンズ1のアッペ数より小さいため、色収差の補正効果を、上記従来に比して大きくすることが可能となる。

【0037】

(5) 上記実施形態では、レンズ装置10が上記効果を有するため、該レンズ装置を備えた撮影装置は、小型かつ軽量であるとともに、温度変化による影響が受けにくい撮影装置とすることが容易に可能となる。

【0038】

なお、本実施形態は以下のように変更してもよい。

【0039】

・上記実施形態では、第4レンズが正レンズであるが他の構成であっても良い。例えば、第1レンズの曲率が大きくなることがそれほど問題とならないのであれば、第4レンズを負レンズとしても良い。係る構成とすることにより、バックフォーカスを長くすることが可能となり、また、CRAを小さくすることが容易となる。

【0040】

・上記実施形態では、第1レンズ1～第4レンズ4はいずれもプラスチックレンズであるが、同等の光学特性を維持できるのであれば、一部又は全部をガラスレンズとしてもよい。ガラスレンズを使用することにより耐熱性が大きくなる。またガラスはプラスチックに比して温度による体積変化が小さいため、レンズ形状の温度による変化を原因とする画像劣化を抑制することができる。

【0041】

・上記実施形態において第4レンズ4とCCDイメージセンサ7との間にカバーガラス6を備えたが、必須ではない。また、カバーガラス6に替えて、あるいはカバーガラス6に加えて、赤外線をカットするフィルター等を備えても良い。

【0042】

・上記実施形態においては、撮影素子としてCCDイメージセンサ7を用いたが、他の構成であっても良い。例えば、CMOSイメージセンサを用いても良い。

【0043】

・上記実施形態においては、撮影素子としてCCDイメージセンサ7を用いたが、他の構成であっても良い。例えば、撮影素子として光学フィルムを使用することにより、銀塩写真用の撮影装置としてもよい。

【0044】

・また、上記実施形態においては、撮影装置50を携帯端末に使用したが、通常のカメラやパーソナルコンピュータに使用しても良い。また、静止画でなく、動画撮影用として使用しても良い。

【0045】

10

20

30

40

50

上記実施形態に対応する実施例を以下に示す。

【実施例 1】

【0046】

実施例 1 にかかるレンズ装置は、図 3 に示すように、上記実施形態に示した撮影装置に用いることが可能なレンズ装置の実施例である。このレンズ装置の設計条件を以下に示す。

【0047】

全系焦点距離	: 3.79 mm
F 値	: 2.8
レンズ全長	: 4.28 mm
バックフォーカス	: 1.19 mm
有効像高	: 4.5 mm

10

レンズデータを表 1 に示す。ただし表 1 において各面の番号 i は、図 3 に示すように、第 1 レンズ 1 の物側の面を第 1 面とし、像側に向かって順に振られている。 R_i は各面における曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間の面間隔を示す。

【0048】

【表 1】

面番号	R_i	D_i	材料	半径
物体	∞	∞		
1*	1.149	0.614	E48R	0.815
2*	206.194	0.018		0.623
3 (絞り)	∞	0.025		0.545
4*	215.053	0.322	SP1516	0.580
5*	2.790	0.451		0.625
6*	-1.141	0.352	SP1516	0.672
7*	-1.716	0.502		0.895
8*	1.829	0.806	E48R	1.581
9*	1.979	0.092		1.879
10	∞	0.300	B270	1.983
11	∞	0.795		2.040
12	∞	0.000		2.240
像	∞	-		

20

30

40

【0049】

表 1 において、第 1 レンズ 1 および第 4 レンズ 4 に使用した E 4 8 R は日本ゼオン社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率 $n_d = 1.531$ 、アッベ数 $d = 56.0$ である。また、第 2 レンズ 2 および第 3 レンズ 3 に使用した S P 1 5 1 6 は帝人化学株式会社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率 $n_d = 1.6142$ 、アッベ数 $d = 26.0$ である。従って、第 2 レンズ 2 および第 3 レンズ 3 のアッベ数が、第 1 レンズ 1 のアッベ数より小さいため、色収差の補正効果が一層大きくなる。更に、カバーガラス 6 に使用した B 2 7 0 は s c h o t t 社製ガラス板であり、屈折率 $n_d = 1.523$ 、アッベ数 d

50

= 58.6 である。

【0050】

非球面形状は以下の式で示される。

【0051】

【数1】

$$z = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{\{1 - (1+K)(H/R)^2\}}} + A_4H^4 + A_6H^6 + A_8H^8 + A_{10}H^{10} + A_{12}H^{12} + A_{14}H^{14} + A_{16}H^{16} \dots (1)$$

10

【0052】

ただし、上記数式において光軸方向をz軸とし、Rは曲率半径、H光軸と直交する方向の高さ、Kはコーニック定数、A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆はそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次、14次、16次の非球面係数である。

【0053】

各面における非球面係数は以下に示す表2の通りである。

【0054】

【表 2】

Ri	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
第1面	-2.373E-03	5.306E-02	-4.735E-01	2.159E+00	-5.454E+00	6.947E+00	-3.843E+00	-3.133E-02
第2面	9.883E+04	-1.526E-02	-1.014E-01	-1.728E-01	9.344E-02	-4.040E-01	4.457E-01	0
第4面	-1.000E+03	3.056E-02	-6.841E-03	-1.207E-01	-5.793E-01	1.792E+00	-1.510E-01	0
第5面	2.435E-01	1.304E-01	-5.488E-01	4.486E+00	-1.442E+01	1.907E+01	2.331E+00	-1.397E+01
第6面	-1.408E-01	-8.182E-01	4.452E+00	-2.452E+01	7.070E+01	-9.018E+01	3.682E-01	6.611E+01
第7面	2.819E-02	-5.554E-01	1.442E+00	-3.605E+00	6.169E+00	-5.609E+00	2.287E+00	-1.343E-01
第8面	-8.585E-02	-4.115E-01	3.714E-01	-2.949E-01	1.714E-01	-6.389E-02	1.301E-02	-1.087E-03
第9面	-2.710E-02	-2.498E-01	1.253E-01	-5.793E-02	1.517E-02	-1.729E-03	-4.699E-05	1.355E-05

10

20

30

40

更に、このレンズ装置の光学的諸特性、即ちスポットダイアグラム、像面湾曲、歪曲収差、縦収差、MTF曲線をそれぞれ図6、図7(a)、図7(b)、図8、図9に示す。

【実施例2】

【0056】

実施例2にかかるレンズ装置も、図10に示すように、上記実施形態に示した撮影装置に用いることが可能なレンズ装置の実施例である。このレンズ装置の設計条件を以下に示す。

【0057】

全系焦点距離	: 3.702 mm
F値	: 2.8
レンズ全長	: 4.27 mm
バックフォーカス	: 1.19 mm
有効像高	: 4.5 mm

10

レンズデータを表3に示す。ただし表3において各面の番号*i*は、図10に示すように、第1レンズ1の物側の面を第1面とし、像側に向かって順に振られている。R*i*は各面における曲率半径、D*i*は第*i*面と第*i*+1面との間の面間隔を示す。

【0058】

【表3】

面番号	R <i>i</i>	D <i>i</i>	材料	半径
物体	∞	∞		
1*	1.148	0.622	E48R	0.815
2*	207.103	0.019		0.620
3 (絞り)	∞	0.025		0.540
4*	89.257	0.326	SP1516	0.575
5*	2.794	0.454		0.623
6*	-1.149	0.346	SP1516	0.675
7*	-1.725	0.493		0.895
8*	1.827	0.794	E48R	1.578
9*	1.974	0.092		1.874
10	∞	0.300	B270	1.975
11	∞	0.795		2.034
12	∞	0.000		2.340
像	∞	-		

20

30

40

【0059】

表3においてにおいて、第1レンズ1および第4レンズ4に使用したE48Rは日本ゼオン社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率*n_d* = 1.531、アッベ数 *v_d* = 56.0である。また、第2レンズ2および第3レンズ3に使用したSP1516は帝人化学株式会社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率*n_d* = 1.6142、アッベ数 *v_d* = 26.0である。従って、第2レンズ2および第3レンズ3のアッベ数が、第1レンズ1のアッベ数より小さいため、色収差の補正効果が一層大きくなる。更に、カバーガラス6

50

に使用したB270はschott社製ガラス板であり、屈折率 $n_d = 1.523$ 、アッベ数 $v_d = 58.6$ である。

【0060】

非球面形状は以下の式で示される。

【0061】

【数2】

$$z = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{\{1 - (1+K)(H/R)^2\}}} + A_4H^4 + A_6H^6 + A_8H^8 + A_{10}H^{10} + A_{12}H^{12} + A_{14}H^{14} + A_{16}H^{16} \dots (1)$$

10

【0062】

ただし、上記数式において光軸方向をz軸とし、Rは曲率半径、H光軸と直交する方向の高さ、Kはコーニック定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} はそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次、14次、16次の非球面係数である。

【0063】

各面における非球面係数は以下の通りである。

【0064】

【表 4】

RI	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
第1面	-9.400E-03	5.131E-02	-4.727E-01	2.160E+00	-5.455E+00	6.945E+00	-3.843E+00	-2.096E-02
第2面	7.752E+04	-1.537E-02	-1.041E-01	-1.782E-01	8.788E-02	-4.012E-01	4.918E-01	0
第4面	-1.001E+36	3.159E-02	-3.607E-03	-1.174E-01	-5.923E-01	1.705E+00	-4.522E-01	0
第5面	1.045E+00	1.357E-01	-5.359E-01	4.504E+00	-1.441E+01	1.904E+01	2.258E+00	-1.391E+01
第6面	-1.651E-01	-8.150E-01	4.473E+00	-2.452E+01	7.070E+01	-9.014E+01	5.310E-01	6.656E+01
第7面	6.744E-02	-5.570E-01	1.442E+00	-3.605E+00	6.168E+00	-5.612E+00	2.283E+00	-1.377E-01
第8面	-9.238E-02	-4.122E-01	3.713E-01	-2.949E-01	1.714E-01	-6.388E-02	1.301E-02	-1.087E-03
第9面	-2.373E-02	-2.486E-01	1.253E-01	-5.799E-02	1.516E-02	-1.730E-03	-4.671E-05	1.374E-05

10

20

30

40

更に、このレンズ装置の光学的諸特性、即ちスポットダイアグラム、像面湾曲、歪曲収差、縦収差、MTF曲線をそれぞれ図11、図12(a)、図12(b)、図13、図14に示す。

【実施例3】

【0066】

実施例3にかかるレンズ装置も、図15に示すように、上記実施形態に示した撮影装置に用いることが可能なレンズ装置の実施例である。このレンズ装置の設計条件を以下に示す。

【0067】

全系焦点距離	: 4.01mm
F値	: 2.8
レンズ全長	: 4.28mm
バックフォーカス	: 1.21mm
有効像高	: 4.5mm

10

レンズデータを表5に示す。ただし表5において各面の番号*i*は、図15に示すように、第1レンズ1の物側の面を第1面とし、像側に向かって順に振られている。R*i*は各面における曲率半径、D*i*は第*i*面と第*i*+1面との間の面間隔を示す。

【0068】

【表5】

面番号	Ri	Di	材料	半径
物体	∞	∞		
1*	1.120	0.622	E48R	0.820
2*	279.621	0.009		0.645
3(絞り)	∞	0.025		0.575
4*	18.934	0.310	SP1516	0.607
5*	2.215	0.534		0.627
6*	-1.034	0.383	SP1516	0.705
7*	-1.285	0.502		0.920
8*	3.775	0.686	E48R	1.473
9*	2.713	0.108		1.749
10	∞	0.300	B270	1.915
11	∞	0.805		1.975
12	∞	0.000		2.240
像	∞	—		

20

30

40

【0069】

表5においてにおいて、第1レンズ1および第4レンズ4に使用したE48Rは日本ゼオン社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率*n_d* = 1.531、アッベ数 *v_d* = 56.0である。また、第2レンズ2および第3レンズ3に使用したSP1516は帝人化学株式会社製プラスチックレンズ材料であり、屈折率*n_d* = 1.6142、アッベ数 *v_d* = 26.0である。従って、第2レンズ2および第3レンズ3のアッベ数が、第1レンズ1

50

のアップベ数より小さいため、色収差の補正効果が一層大きくなる。更に、カバーガラス6に使用したB270はschott社製ガラス板であり、屈折率 $n_d = 1.523$ 、アップベ数 $d = 58.6$ である。

【0070】

非球面形状は、実施例1及び2と同様に上記式(1)で示される。

【0071】

各面における非球面係数は以下の通りである。

【0072】

【表6】

Ri	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
第1面	-1.833E-02	5.266E-02	-5.260E-01	2.523E+00	-6.723E+00	8.979E+00	-5.134E+00	-1.600E-02
第2面	0.000E+00	-3.569E-02	-9.392E-02	-1.531E-01	6.777E-02	-7.634E-01	1.175E+00	0
第4面	0.000E+00	1.262E-02	-1.803E-02	-1.270E-01	-5.417E-01	2.564E+00	-2.365E+00	0
第5面	1.920E+00	1.433E-01	-6.024E-01	5.414E+00	-1.761E+01	2.438E+01	3.061E+00	-1.275E+01
第6面	-6.165E-01	-7.835E-01	4.956E+00	-2.863E+01	8.726E+01	-1.157E+02	2.037E+00	9.511E+01
第7面	-1.784E+00	-5.115E-01	1.492E+00	-4.199E+00	7.657E+00	-7.218E+00	3.043E+00	-2.794E-01
第8面	1.732E+00	-3.848E-01	4.154E-01	-3.477E-01	2.107E-01	-8.237E-02	1.761E-02	-1.523E-03
第9面	1.137E-01	-2.621E-01	1.488E-01	-6.994E-02	1.867E-02	-2.157E-03	-5.323E-05	1.259E-05

10

20

30

40

【0073】

50

更に、このレンズ装置の光学的諸特性、即ちスポットダイアグラム、像面湾曲、歪曲収差、縦収差、MTF曲線をそれぞれ図16、図17(a)、図17(b)、図18、図19に示す。

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明は、小型の撮影装置への搭載に適したレンズ装置に関するものであるため、小型カメラやカメラ付撮影装置用のレンズ装置として産業上広く利用可能である。

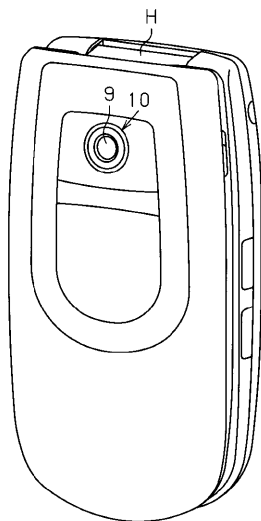
【符号の説明】

【0075】

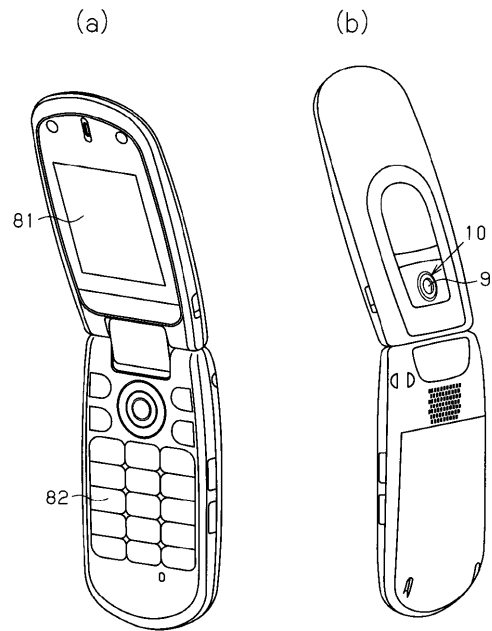
1...第1レンズ、2...第2レンズ、3...第3レンズ、4...第4レンズ、5...開口絞り、6...カバーガラス、7...CCDイメージセンサ、8...入射光、9...カバーガラス、10...レンズ装置、11...物側面、12...像側面、21...物側面、22...像側面、31...物側面、32...像側面、41...物側面、42...像側面、50...撮影装置、71...結像面、81...表示部、82...操作部、L0...光軸、L1...入射光、Sin...入射面、Sout...出射面。

10

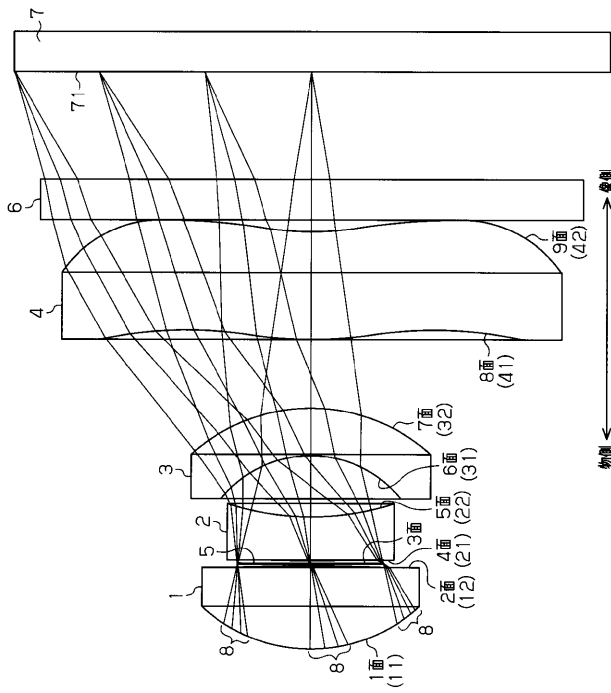
【図1】



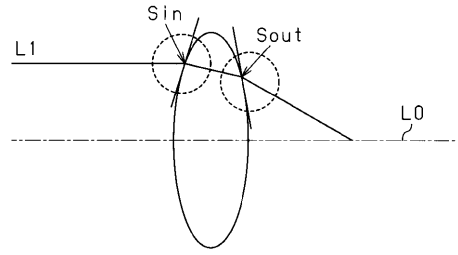
【図2】



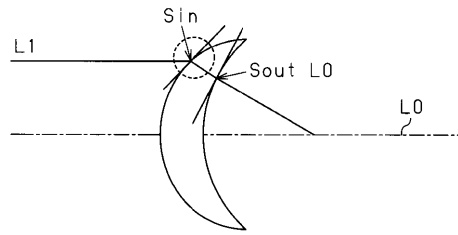
【 図 3 】



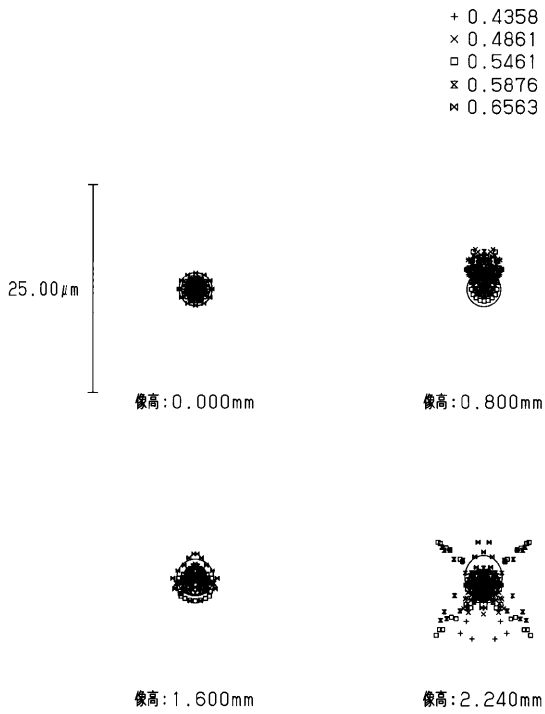
【 図 4 】



【 図 5 】

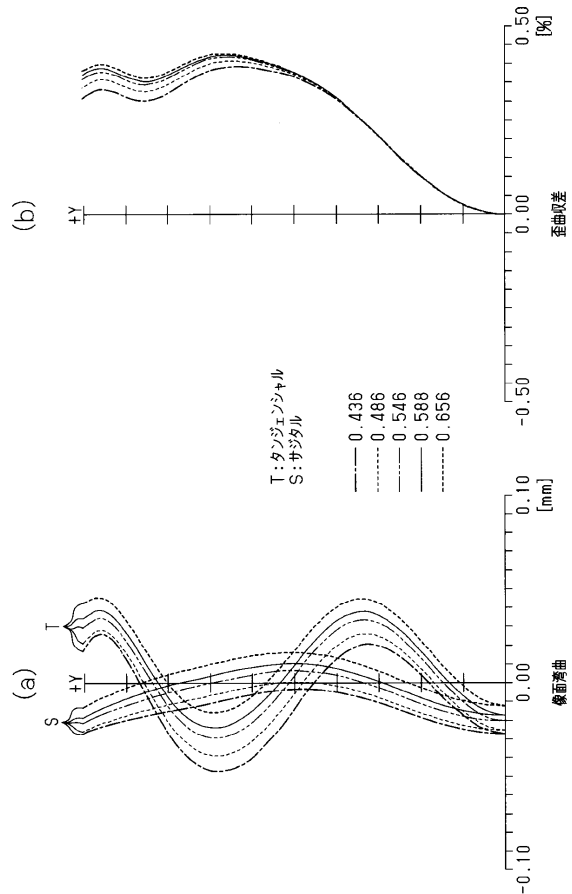


【 図 6 】

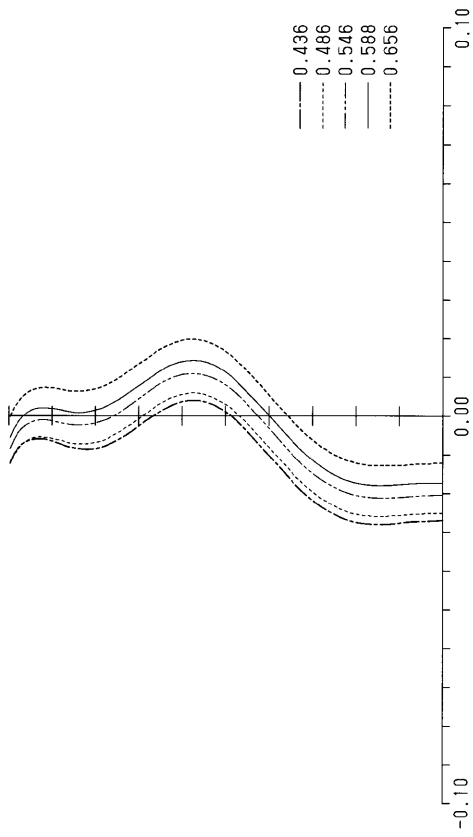


スポットダイアグラム

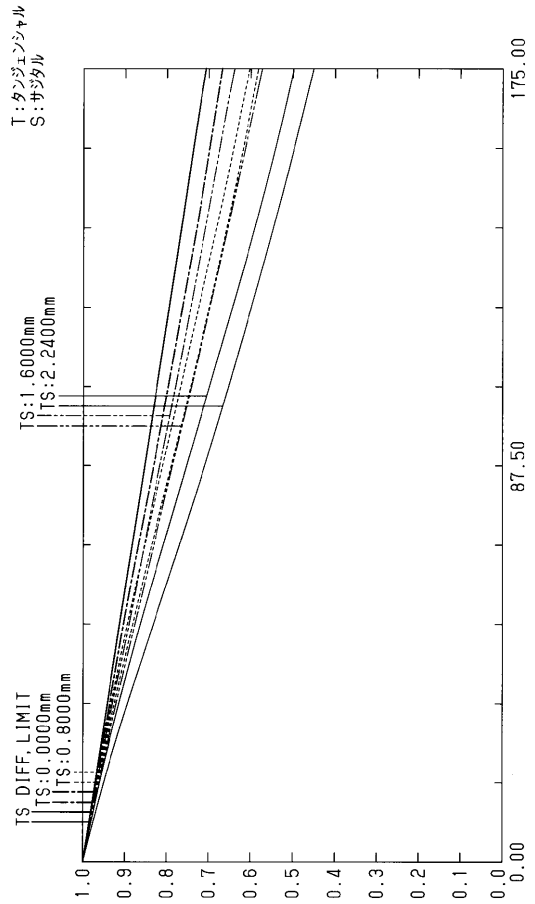
【 図 7 】



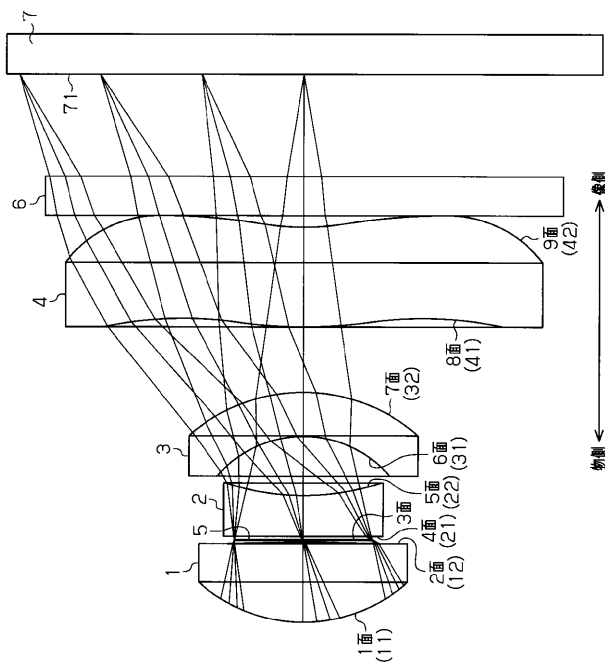
【 図 8 】



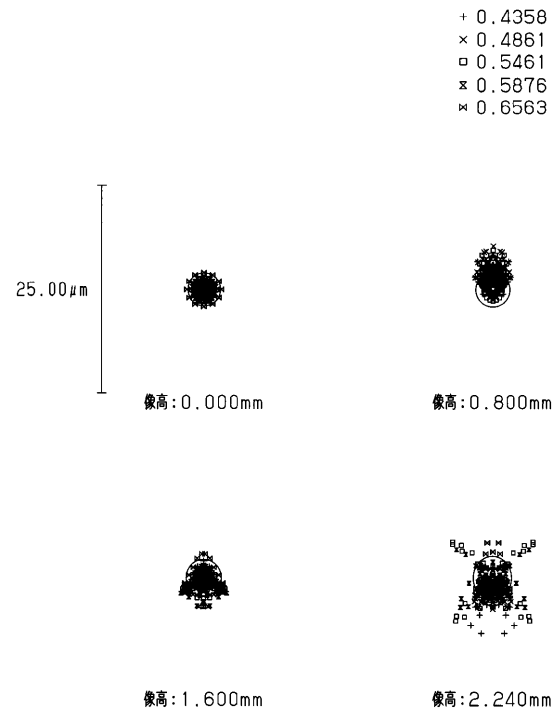
【 図 9 】



【 図 10 】

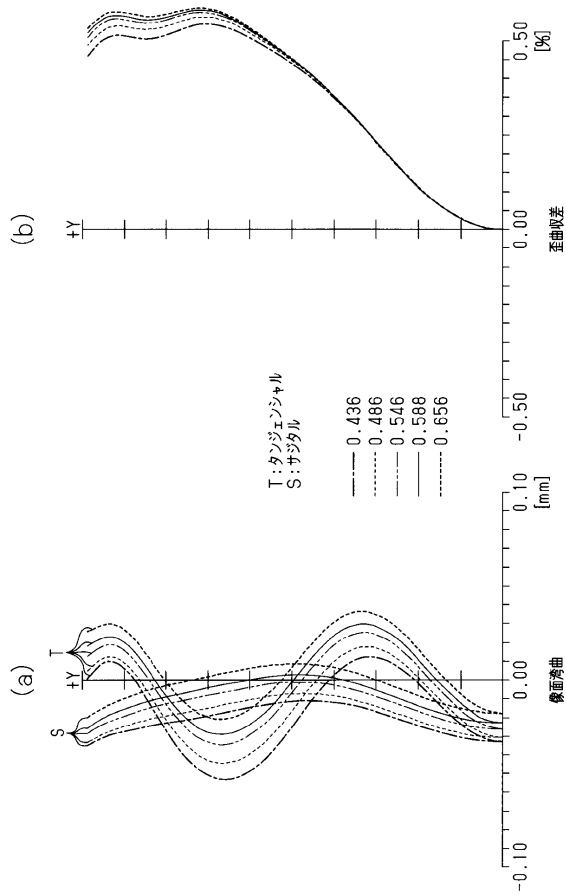


【 図 11 】

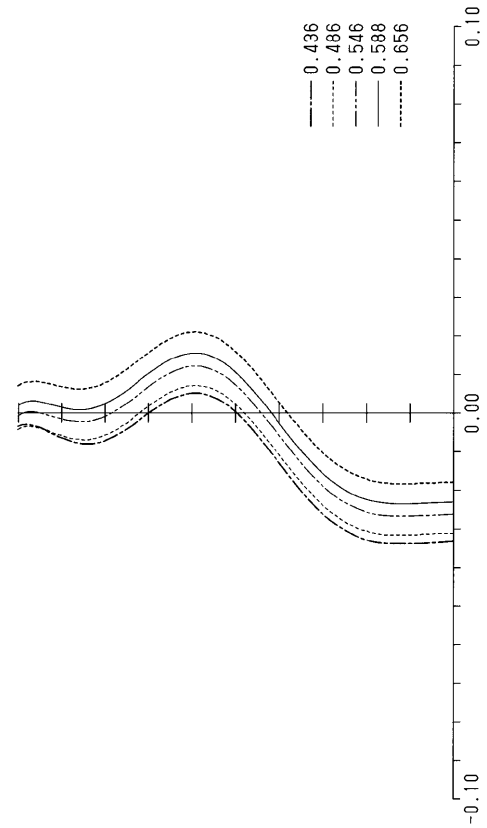


スポットダイアグラム

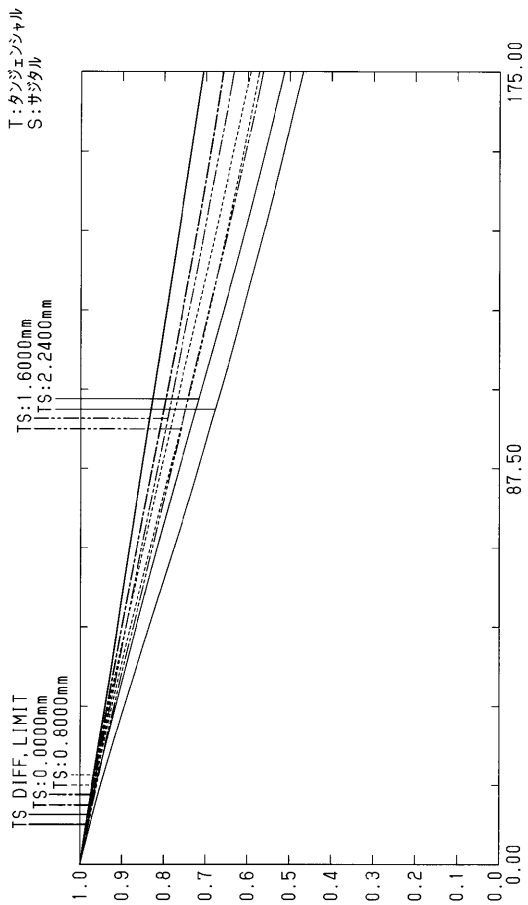
【図 1 2】



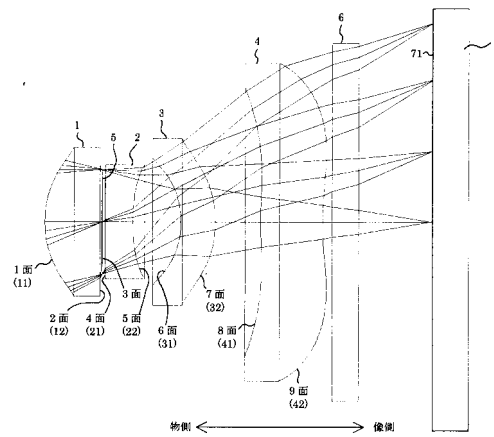
【図 1 3】



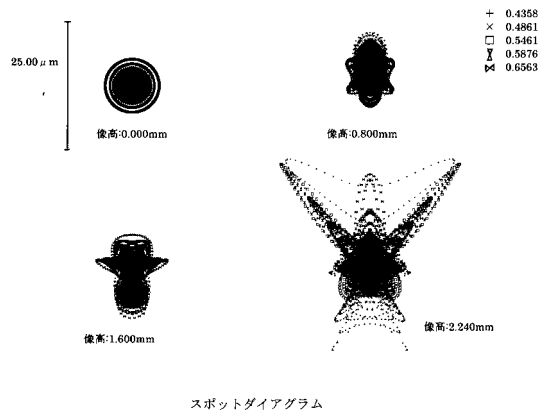
【図 1 4】



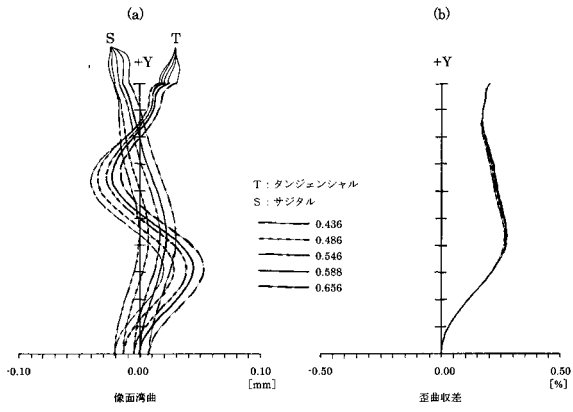
【図 1 5】



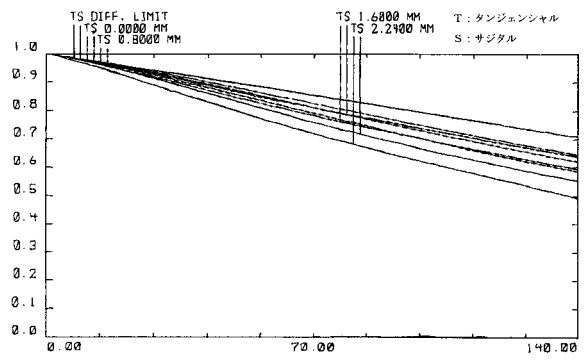
【図 1 6】



【 図 17 】



【 図 19 】



【 図 18 】

