(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5015720号
(P5015720)

(45)発行日　平成24年8月29日(2012.8.29)　(24)登録日　平成24年6月15日(2012.6.15)

(51)Int.Cl.		F I		
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	
H04N 5/225	(2006.01)	H04N	5/225	D

請求項の数 4　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願2007-271497 (P2007-271497)
(22)出願日　平成19年10月18日 (2007.10.18)
(65)公開番号　特開2009-98516 (P2009-98516A)
(43)公開日　平成21年5月7日 (2009.5.7)
審査請求日　平成22年5月28日 (2010.5.28)

(73)特許権者　306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布２丁目２６番３０号
(74)代理人　100073184
弁理士　柳田　征史
(74)代理人　100090468
弁理士　佐久間　剛
(72)発明者　野田　隆行
埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地　フジノン株式会社内

審査官　殿岡　雅仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】４枚構成小型撮像レンズ、およびカメラモジュールならびに撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、
物体側の面が光軸近傍において凸面とされた正のパワーを有する第１レンズと、
像側の面が光軸近傍において凹面とされた負のパワーを有する第２レンズと、
光軸近傍において負のパワーを有する第３レンズと、
両面が非球面形状であると共に、像側の面が光軸近傍において凹形状で周辺部では凸形状とされた第４レンズと
からなり、
さらに、光軸上において前記第１レンズの物体側の面の外縁位置よりも物体側に絞りが配置され、
前記第３レンズは、光軸近傍において、物体側の面が凹形状であると共に像側の面が凸形状であり、
前記第４レンズは、光軸近傍において、物体側の面が凸形状であり、
かつ以下の条件式を満足するように構成されている
ことを特徴とする４枚構成小型撮像レンズ。
－１．５≦ｆ／ｆ３≦－０．００５　……（１）
０．０７≦Ｄ４／ｆ≦０．３　……（２）
１．０≦ＤＭ４／Ｄ７≦１．３　……（３）
ν３≦４０　……（４）

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ３：第３レンズの焦点距離
Ｄ４：光軸上における第２レンズと第３レンズとの間隔
ＤＭ４：第４レンズの物体側の有効径の範囲内における最大のレンズ厚
Ｄ７：第４レンズの中心厚
ν３：第３レンズのｄ線におけるアッベ数
とする。
【請求項２】
以下の条件式を満足する
ことを特徴とする請求項１に記載の４枚構成小型撮像レンズ。
１．０９２≦｜Ｒ７／Ｒ８｜≦３．０ ……（５’’）
ただし、
Ｒ７：第４レンズの物体側の面の近軸曲率半径
Ｒ８：第４レンズの像側の面の近軸曲率半径
とする。
【請求項３】
請求項１または２に記載の４枚構成小型撮像レンズと、
前記４枚構成小型撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子と
を備えたことを特徴とするカメラモジュール。
【請求項４】
請求項３に記載のカメラモジュールを備えた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、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子上に被写体の光学像を結像させる４枚構成小型撮像レンズ、およびその４枚構成小型撮像レンズにより形成された光学像を撮像信号に変換するカメラモジュール、ならびにその４枚構成小型撮像レンズを搭載して撮影を行うデジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機および情報携帯端末（ＰＤＡ：Personal Digital Assistance）等の撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、パーソナルコンピュータの一般家庭等への普及に伴い、撮影した風景や人物像等の画像情報をパーソナルコンピュータに入力することができるデジタルスチルカメラが急速に普及している。また、携帯電話に画像入力用のカメラモジュールが搭載されることも多くなっている。このような撮像機能を有する機器には、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子が用いられている。近年、これらの撮像素子のコンパクト化が進み、撮像機器全体ならびにそれに搭載される撮像レンズにも、コンパクト性が要求されている。また同時に、撮像素子の高画素化も進んでおり、撮像レンズの高解像、高性能化が要求されている。
【０００３】
このような要求に対しては、例えば、コンパクト化（光軸方向の低背化）およびローコスト化、高解像化を図るためにレンズ枚数を４枚構成とし、高性能化を図るために、非球面を積極的に用いることが考えられる。特許文献１ないし４には、そのような４枚構成で非球面を用いた撮像レンズが開示されている。
【０００４】
【特許文献１】特開２００４－３０２０５７号公報
【特許文献２】特開２００７－１７９８４号公報
【特許文献３】特開２００２－２２８９２２号公報

【特許文献４】米国特許第６，９１７，４７９号明細書
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上述のような撮像機器においは、量産を考慮し、また光学性能の劣化を最小限にしつつ、カメラモジュール全体の光軸方向の長さ（＝高さ）を小さくする要求がある。しかしながら、レンズバック（レンズの最も像側の位置から像面までの距離）を単純に小さくしすぎると一般的に、光線の射出角度の規格や最終レンズ面でのキズ・異物などの外観上の規格を満足することが厳しくなってしまう。また、レンズ系の厚さＤＬ（ＤＬ：レンズ全厚さ＝最も物体側のレンズ面の頂点から最も像側のレンズ面の頂点までの距離）を単純に小さくしすぎると、各レンズ要素の中心厚Ｄを小さくしすぎたり、非球面の効果を強くしすぎる必要がでてきて、レンズ形状による成型時の内部歪みの発生、軸ずれ倒れ、外観規格による製造適正の悪化が起きてしまう。従って、全長の短縮化を行う上で、レンズバック、レンズ系の厚さＤＬ、各レンズ要素の中心厚などを小さくしつつも、それらを適切な条件でバランス良く組み合わせ、量産時に良好な光学性能を維持する必要がある。
【０００６】
上記特許文献１に記載の撮像レンズは、絞りが第２レンズの後ろ側にあるため、全長短縮化を行うと、光線の射出角度が急になりやすいという問題がある。また、特許文献２には様々な種類の４枚構成の撮像レンズが開示されているが、個々の構成例について十分に最適な設計がなされているとは言い難い。例えば焦点距離が小さいタイプの実施例（４前後の値を示すもの）に関しては、焦点距離に対する全長の比が１．２５より大きい。それ以外の実施例はレンズが大きく、小型化に対する中心厚などの製造性が十分考慮されていないと思われる。また、特許文献３および特許文献４に記載の撮像レンズは、実施例がいずれも、焦点距離、全長、およびレンズ厚が大きいため、近年の撮像素子の小型化に対する中心厚などの製造性が十分考慮されていないと思われる。
【０００７】
本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、非球面を用いて全長の短縮化と共に高い結像性能を維持しつつ、製造適正の良いレンズ系を実現できるようにした４枚構成小型撮像レンズ、およびその４枚構成小型撮像レンズを搭載して高解像の撮像信号を得ることができるカメラモジュールならびに撮像装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の４枚構成小型撮像レンズは、物体側の面が光軸近傍において凸面とされた正のパワーを有する第１レンズと、像側の面が光軸近傍において凹面とされた負のパワーを有する第２レンズと、光軸近傍において負のパワーを有する第３レンズと、両面が非球面形状であると共に、像側の面が光軸近傍において凹形状で周辺部では凸形状とされた第４レンズとからなり、さらに、光軸上において第１レンズの物体側の面の外縁位置よりも物体側に絞りが配置され、第３レンズは、光軸近傍において、物体側の面が凹形状であると共に像側の面が凸形状であり、第４レンズは、光軸近傍において、物体側の面が凸形状であり、かつ以下の条件式を満足するように構成されているものである。

$$-1.5 \leqq f/f3 \leqq -0.005 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$0.07 \leqq D4/f \leqq 0.3 \quad \cdots\cdots (2)$$

$$1.0 \leqq DM4/D7 \leqq 1.3 \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\nu 3 \leqq 40 \quad \cdots\cdots (4)$$

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ３：第３レンズの焦点距離
Ｄ４：光軸上における第２レンズと第３レンズとの間隔
ＤＭ４：第４レンズの物体側の有効径の範囲内における最大のレンズ厚
Ｄ７：第４レンズの中心厚

ν３：第３レンズのｄ線におけるアッベ数
とする。
【０００９】
本発明の４枚構成小型撮像レンズでは、全体として４枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図ることで、製造性を考慮しつつ、全長の短縮化と共に高い結像性能が得られる。
【００１０】
本発明の４枚構成小型撮像レンズにおいて、以下の条件を適宜選択的に満足することが好ましい。
１．０９２≦｜Ｒ７／Ｒ８｜≦３．０ ……（５’’）
ただし、
Ｒ７：第４レンズの物体側の面の近軸曲率半径
Ｒ８：第４レンズの像側の面の近軸曲率半径
とする。
【００１３】
本発明によるカメラモジュールは、本発明の４枚構成小型撮像レンズと、この４枚構成小型撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたものである。
本発明によるカメラモジュールでは、本発明の４枚構成小型撮像レンズによる高解像の光学像に基づいて高解像の撮像信号が得られる。また、本発明による４枚構成小型撮像レンズは全長短縮化が図られているので、４枚構成小型撮像レンズと組み合わせたカメラモジュール全体として小型化が図られる。
【００１４】
本発明による撮像装置は、本発明によるカメラモジュールを備えたものである。
本発明による撮像装置では、本発明のカメラモジュールによって得られた高解像の光学像に基づいて高解像の撮像信号が得られ、その撮像信号に基づいて高解像の撮影画像が得られる。
【発明の効果】
【００１５】
本発明の４枚構成小型撮像レンズによれば、全体として４枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図るようにしたので、全長の短縮化と共に高い結像性能を維持しつつ、製造適正の良いレンズ系を実現できる。
【００１６】
また、本発明のカメラモジュールによれば、全長の短縮化と共に高い結像性能を有する上記本発明の４枚構成小型撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、モジュール全体としての小型化を図れると共に高解像の撮像信号を得ることができる。
【００１７】
また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明のカメラモジュールを搭載するようにしたので、カメラ部分の小型化を図れると共に高解像の撮像信号を得て、その撮像信号に基づいて高解像の撮影画像を得ることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１８】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。
図１は、本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズ（以下、単に「撮像レンズ」という。）の第１の構成例を示している。この構成例は、後述の第１の数値実施例（図１６，図３１）のレンズ構成に対応している。同様にして、後述の第２ないし第１５の数値実施例（図１７～図３０および図３２～図４５）のレンズ構成に対応する第２ないし

第１５の構成例の断面構成を、図２～図１５に示す。図１～図１５において、符号Ｒｉは、最も物体側のレンズ要素の面を１番目として、像側（結像側）に向かうに従い順次増加するようにして符号を付したｉ番目の面の曲率半径を示す。符号Ｄｉは、ｉ番目の面とｉ＋１番目の面との光軸Ｚ１上の面間隔を示す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じであるため、以下では、図１に示した撮像レンズの構成例を基本にして説明し、必要に応じて図２～図１５の構成例についても説明する。

【００１９】

本実施の形態に係る撮像レンズは、ＣＣＤやＣＭＯＳ等の撮像素子を用いた各種撮像機器、特に、比較的小型の携帯端末機器、例えばデジタルスチルカメラ、カメラ付き携帯電話機、およびＰＤＡ等に用いて好適なものである。この撮像レンズは、光軸Ｚ１に沿って、物体側から順に、第１レンズＬ１と、第２レンズＬ２と、第３レンズＬ３と、第４レンズＬ４とを備えている。この撮像レンズの結像面（撮像面）Ｓimgには、ＣＣＤなどの撮像素子（図示せず）が配置される。第４レンズＬ４と結像面（撮像面）Ｓimgとの間には、撮像面を保護するためのカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの光学部材ＣＧが配置されていても良い。

【００２０】

この撮像レンズはまた、絞りＳｔを有している。絞りＳｔは、光学的な開口絞りであり、最も物体側に配置されたいわゆる「前側絞り」であることが好ましい。ここで、「最も物体側」とは、光軸上において、第１レンズＬ１の物体側の面の外縁位置Ｅ（図１参照）よりも物体側という意味であり、例えば、光軸上において、第１レンズＬ１における物体側の面頂点位置と、第１レンズＬ１における物体側の面の外縁位置Ｅとの間に配置される場合を含む意味である。

【００２１】

ただし、絞りＳｔを第１レンズＬ１よりも像側に配置したいわゆる「中絞り」であっても良い。例えば第１２～１４の構成例（図１２～図１４）のように、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との間に配置することも可能である。ここでいう「第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との間」とは、光軸上において、第１レンズＬ１の物体側の面の外縁位置もしくは像側の面の外縁位置と第２レンズＬ２の物体側の面の外縁位置との間のことをいう。当然、光軸上で第１レンズＬ１の像側の面頂点位置近傍に絞りＳｔが配置される場合や第２レンズＬ２の物体側の面頂点位置近傍に絞りＳｔが配置される場合も含む意味である。

【００２２】

この撮像レンズは、第４レンズＬ４の両面が非球面形状とされている。第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、および第３レンズＬ３のそれぞれについても、少なくとも１面に非球面を含んでいることが好ましい。

【００２３】

第１レンズＬ１は、正のパワーを有している。第１レンズＬ１は、物体側の面が光軸近傍において凸面とされている。第１レンズＬ１は、像側の面が光軸近傍において凸形状とされ、光軸近傍において両凸形状であることが好ましい。ただし、第１１～１３の構成例（図１１～図１３）のように、像側の面を光軸近傍において凹形状とし、光軸近傍において物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとすることも可能である。

【００２４】

第２レンズＬ２は、負のパワーを有している。第２レンズＬ２は、像側の面が光軸近傍において凹面とされている。第２レンズＬ２は、物体側の面が光軸近傍において凸形状とされ、光軸近傍において物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズであることが好ましい。

【００２５】

第３レンズＬ３は、光軸近傍において負のパワーを有している。第３レンズＬ３は、光軸近傍においてメニスカス形状であることが好ましい。ただし、第１２の構成例（図１２）のように、両凹形状にすることも可能である。第１の構成例（図１）では、第３レンズＬ３は、光軸近傍において、物体側の面が凸面であると共に像側の面が凹面のメニスカス

形状とされている。第２～第１１および第１３～第１５の構成例（図２～図１１および図１３～図１５）では、第３レンズＬ３は、光軸近傍において、物体側の面が凹面であると共に像側の面が凸面のメニスカス形状とされている。

【００２６】

第４レンズＬ４は、像側の面が、光軸近傍では像側に凹形状で、周辺部では像側に凸形状となるような非球面とされていることが好ましい。第４レンズＬ４は、例えば、物体側の面が光軸近傍において凸面であると共に像側の面が凹面のメニスカス形状とされていることが好ましい。図１の第１の構成例では、第４レンズＬ４は両凹形状とされているが、その他の構成例ではメニスカス形状とされている。

【００２７】

第４レンズＬ４は、他のレンズ要素の構成に応じて、光軸近傍において正または負のパワーを適宜選択することが好ましい。例えば、この撮像レンズにおいて、絞り位置が中絞りである場合、第４レンズＬ４の近軸パワーを正にすると、全長の短縮化に有利となる。また、第４レンズＬ４の近軸パワーを正にし、第１レンズＬ１の形状をメニスカス形状にすると、全長の短縮化に有利となると共に、球面収差や像面湾曲を補正しやすくなる。

【００２８】

この撮像レンズは、以下の条件式（１）～（３）を満足している。

－１．５≦ｆ／ｆ３≦－０．００５　……（１）

０．０７≦Ｄ４／ｆ≦０．３　……（２）

１．０≦ＤＭ４／Ｄ７≦１．３　……（３）

ただし、

ｆ：全体の焦点距離

ｆ３：第３レンズＬ３の焦点距離

Ｄ４：光軸上における第２レンズＬ２と第３レンズＬ３との間隔

ＤＭ４：第４レンズＬ４の物体側の有効径の範囲内における最大のレンズ厚

Ｄ７：第４レンズＬ４の中心厚

とする。なお、ＤＭ４はより詳しくは、光軸Ｚ１に平行な方向の最大レンズ厚をいう。レンズ前面の有効径が後ろ面よりも小さい場合には、最大レンズ厚を計算する光軸Ｚ１からの距離（高さ）の範囲は、レンズ前面の有効径の範囲内とする。

【００２９】

また、以下の条件を適宜選択的に満足することが好ましい。

νｄ３≦４０　……（４）

ただし、

νｄ３：第３レンズＬ３のアッベ数

とする。

【００３０】

また、以下の条件を適宜選択的に満足することが好ましい。

１．０≦｜Ｒ７／Ｒ８｜≦３．０　……（５）

１．３≦ｆ／ｆ１≦１．８　……（６）

νｄ１≧７０　……（７）

０．１≦Ｄ５／ｆ≦０．１５　……（８）

ただし、

Ｒ７：第４レンズＬ４の物体側の面の近軸曲率半径

Ｒ８：第４レンズＬ４の像側の面の近軸曲率半径

ｆ：全体の焦点距離

ｆ１：第１レンズＬ１の焦点距離

νｄ１：第１レンズＬ１のアッベ数

Ｄ５：第３レンズＬ３の中心厚

とする。

【００３１】

図６２は、本実施の形態に係る撮像レンズを組み込んだカメラモジュールの一構成例を示している。また、図６３（Ａ），（Ｂ）は、図６２のカメラモジュールを搭載した撮像装置の一例として、カメラ付き携帯電話機を示している。

【００３２】

図６３（Ａ），（Ｂ）に示したカメラ付き携帯電話機は、上部筐体２Ａと下部筐体２Ｂとを備え、両者が図６３（Ａ）の矢印方向に回動自在に構成されている。下部筐体２Ｂには、操作キー２１などが設けられている。上部筐体２Ａには、カメラ部１（図６３（Ｂ））および表示部２２（図６３（Ａ））などが設けられている。表示部２２は、ＬＣＤ（液晶パネル）やＥＬ（Electro-Luminescence）パネルなどの表示パネルによって構成されている。表示部２２は、折りたたみ時に内面となる側に配置されている。この表示部２２には、電話機能に関する各種メニュー表示のほか、カメラ部１によって撮影された画像などを表示することが可能となっている。カメラ部１は、例えば上部筐体２Ａの裏面側に配置されている。ただし、カメラ部１を設ける位置は、これに限定されない。

【００３３】

カメラ部１は、本実施の形態に係るカメラモジュールを有している。このカメラモジュールは、図６２に示したように、撮像レンズ２０が収納される鏡筒３と、鏡筒３を支持する支持基板４と、支持基板４上において撮像レンズ２０の結像面に対応する位置に設けられた撮像素子（図示せず）とを備えている。このカメラモジュールはまた、支持基板４上の撮像素子に電気的に接続されたフレキシブル基板５と、フレキシブル基板５に電気的に接続されると共に、カメラ付き携帯電話機等における端末機器本体側の信号処理回路に接続可能に構成された外部接続端子６とを備えている。これらの構成要素は、一体的に構成されている。

【００３４】

図６２に示したカメラモジュールでは、撮像レンズ２０によって形成された光学像が撮像素子によって電気的な撮像信号に変換され、その撮像信号が、フレキシブル基板５および外部接続端子６を介して、撮像装置本体側の信号処理回路に出力される。ここで、このカメラモジュールにおいて、撮像レンズ２０として本実施の形態に係る撮像レンズを用いることで、収差補正の十分なされた高解像の撮像信号が得られる。撮像装置本体側では、その撮像信号に基づいて高解像の画像を生成することができる。

【００３５】

なお、本実施の形態に係る撮像装置は、カメラ付き携帯電話機に限らず、例えばデジタルスチルカメラやＰＤＡ等であっても良い。

【００３６】

次に、以上のように構成された撮像レンズの作用および効果、特に条件式に関する作用および効果をより詳細に説明する。

【００３７】

本実施の形態に係る撮像レンズでは、全体として４枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図ることで、コスト高にならないように製造性を十分考慮しつつ、全長の短縮化と共に高い結像性能が得られる。

【００３８】

非球面形状に関しては、特に、第４レンズＬ４を中心部と周辺部とで異なる形状に変化させていることで、像面の中心部から周辺部にわたって像面湾曲を良好に補正している。第４レンズＬ４では、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、および第３レンズＬ３に比べて、画角ごとに光束が分離される。このため、撮像素子に最も近い最終レンズ面である第４レンズＬ４の像側の面を、光軸近傍において像側に凹形状で周辺部において像側に凸形状となるようにすることで、画角ごとの収差補正が適切になされ、光束の撮像素子への入射角度が一定の角度以下に制御される。従って、結像面全域における光量むらを軽減することができると共に、像面湾曲や歪曲収差等の補正に有利となる。

【００３９】

一般に、撮像レンズ系では、テレセントリック性、すなわち、撮像素子への主光線の入射角度が光軸に対して平行に近く（撮像面における入射角度が撮像面の法線に対してゼロに近く）なることが好ましい。このテレセントリック性を確保するためには、絞りＳｔはできるだけ物体側に配置されることが好ましい。一方で、絞りＳｔが第１レンズＬ１の物体側のレンズ面からさらに物体側方向に離れた位置に配置されると、その分（絞りＳｔと最も物体側のレンズ面との距離）が光路長として加算されてしまうため、全体構成のコンパクト化の面で不利となる。従って、絞りＳｔを、光軸Ｚ１上において第１レンズＬ１の物体側のレンズ面頂点位置と同じ位置に配置するか、または第１レンズＬ１の物体側の面頂点位置と像側の面頂点位置との間に配置することにより、全長の短縮化を図りつつ、テレセントリック性を確保することができる。テレセントリック性の確保をより重視する場合には、光軸上において、第１レンズＬ１における物体側の面頂点位置と、第１レンズＬ１における物体側の面の外縁位置Ｅ（図１参照）との間に絞りＳｔを配置すれば良い、

以下、各条件式の具体的意義について説明する。

【００４０】

条件式（１）は、第３レンズＬ３の焦点距離ｆ３に関する。この撮像レンズでは第３レンズＬ３が光軸近傍において負のパワーを有しているが、第３レンズＬ３に関して条件式（１）を満足することで、４枚構成のレンズ系において全体としてコンパクトでありながら高解像を達成できる。また、この撮像レンズでは、第３レンズＬ３および第４レンズＬ４を非球面形状にしたとき、その非球面形状を中心部と周辺部とでなだらかに変化させることで、成型時の非球面形状の転写性能を良くすることができる。条件式（１）を満足することで、成型に有利な構成とすることができる。条件式（１）の下限を超えると第３レンズＬ３の負のパワーが強くなりすぎて主に像面湾曲および歪曲収差を良好に保てなくなる。上限を超えると、第３レンズＬ３の負のパワーが小さくなりすぎ、第３レンズＬ３を非球面形状にしたとき、非球面形状の中心部と周辺部とで光軸方向の差が大きくなってきて、成型に不利となる。

【００４１】

条件式（２）は、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３との光軸上の間隔Ｄ４に関する。条件式（２）の下限を超えると、光線の射出角度を光軸Ｚ１に平行に近づけることが容易になり、撮像素子面の入射角度を最適にコントロールできる撮像レンズを設計しやすくなる。上限を超えると、球面収差およびコマ収差を適切に保てないため、明るくすることが困難となる。

より良好な性能を得るために、条件式（２）の数値範囲は、

０．２≦Ｄ４／ｆ≦０．２５　　……（２’）

であることが好ましい。

【００４２】

条件式（３）は、第４レンズＬ４の形状に関する。条件式（３）を満足することで、第４レンズＬ４を非球面形状にしたとき、その非球面形状を中心部と周辺部とでなだらかに変化させることができ、成型時の非球面形状の転写性能を良くすることができる。

より良好な性能を得るために、条件式（３）の数値範囲は、

１．０≦ＤＭ４／Ｄ７≦１．２　　……（３’）

であることが好ましい。

【００４３】

条件式（４）は、第３レンズＬ３の材料に関し、適切なアッベ数の値を規定している。条件式（４）を満足することで、軸上色収差および倍率色収差を良好に保ちやすくなる。条件式（４）の上限を超えると、特に周辺の色収差に関して短波長側がアンダーになり過ぎ、倍率色収差が劣化し、周辺の解像性能が悪化する。

【００４４】

条件式（５）は、第４レンズＬ４の近軸形状に関する。条件式（５）を満足することで、像面湾曲を良好に保つことが可能になる。条件式（５）の下限を超えると、タンジェンシャル像面がアンダーになり、歪曲収差が糸巻型になる傾向がある。上限を超えると、タ

ンジェンシャル像面に対し、サジタル像面がアンダーになりすぎる。
より良好な性能を得るために、条件式（５）の数値範囲は、
１．０≦｜Ｒ７／Ｒ８｜≦１．２　　……（５’）
であることが好ましい。
【００４５】
条件式（６）は、第１レンズＬ１の焦点距離ｆ１に関する。条件式（６）を満足することで、主に全長と球面収差との関係を良好に保つことが可能になる。条件式（６）の下限を超えると、第１レンズＬ１のパワーが強くなりすぎて、球面収差がアンダーになりすぎる傾向がある。また、光線の射出角度が急になる傾向がある。上限を超えると、全長が大きくなる傾向がある。
【００４６】
条件式（７）は、第１レンズＬ１の材料に関し、適切なアッベ数の値を規定している。条件式（７）の下限を超えると軸上の色収差が大きくなるので好ましくない。
【００４７】
条件式（８）は、第３レンズＬ３の中心厚Ｄ５に関する。特に上記条件式（４），（５），（７）の条件の元で、条件式（８）の上限を超えると、歪曲が樽型になり、また、像面湾曲がオーバーになる。さらに、倍率の色収差に関して短波長側がアンダーになり、周辺像高での収差バランスを良好に保つことが困難になる。下限を超えると、第３レンズＬ３の肉厚が全体的に薄くなり、加工あるいは成型上の制約をうけやすくなる。
【００４８】
以上説明したように、本実施の形態に係る撮像レンズによれば、全長の短縮化と共に高い結像性能を維持しつつ、製造適正の良いレンズ系を実現できる。また、本実施の形態に係るカメラモジュールによれば、全長の短縮化と共に高い結像性能を有する撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、モジュール全体としての小型化を図れると共に高解像の撮像信号を得ることができる。また、本実施の形態に係る撮像装置によれば、そのカメラモジュールを搭載するようにしたので、カメラ部分の小型化を図れると共に高解像の撮像信号を得て、その撮像信号に基づいて高解像の撮影画像を得ることができる。
【実施例】
【００４９】
次に、本実施の形態に係る撮像レンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、第１ないし第１５の数値実施例をまとめて説明する。
【００５０】
図１６および図３１は、図１に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。特に図１６にはその基本的なレンズデータを示し、図３１には非球面に関するデータを示す。図１６に示したレンズデータにおける面番号Ｓｉの欄には、実施例１に係る撮像レンズについて、最も物体側のレンズ要素の面を１番目（絞りＳｔを０番目）として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付したｉ番目の面の番号を示している。曲率半径Ｒｉの欄には、図１において付した符号Ｒｉに対応させて、物体側からｉ番目の面の曲率半径の値（ｍｍ）を示す。面間隔Ｄｉの欄についても、同様に物体側からｉ番目の面Ｓｉとｉ＋１番目の面Ｓｉ＋１との光軸上の間隔（ｍｍ）を示す。Ｎｄｊの欄には、物体側からｊ番目の光学要素のｄ線（５８７．６ｎｍ）に対する屈折率の値を示す。νｄｊの欄には、物体側からｊ番目の光学要素のｄ線に対するアッベ数の値を示す。図１６の欄外には、諸データとして、全系の焦点距離ｆ（ｍｍ）の値を示す。
【００５１】
この実施例１に係る撮像レンズは、第１レンズＬ１ないし第４レンズＬ４の両面がすべて非球面形状となっている。図１６の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径（近軸曲率半径）の数値を示している。
【００５２】
図３１には実施例１の撮像レンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示

した数値において、記号“Ｅ”は、その次に続く数値が１０を底とした“べき指数”であることを示し、その１０を底とした指数関数で表される数値が“Ｅ”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「１．０Ｅ－０２」であれば、「１．０×１０$^{-2}$」であることを示す。

【００５３】

非球面データとしては、以下の式（Ａ）によって表される非球面形状の式における各係数Ａｉ，Ｋの値を記す。Ｚは、より詳しくは、光軸から高さｈの位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ（ｍｍ）を示す。実施例１の撮像レンズでは、各非球面が、非球面係数Ａｉとして、第３次～第１０次の係数Ａ３～Ａ１０を有効に用いて表されている。

【００５４】

$$Z=C\cdot h^2/\{1+(1-K\cdot C^2\cdot h^2)^{1/2}\}+\Sigma Ai\cdot h^i \quad \cdots\cdots(A)$$

ただし、

Ｚ：非球面の深さ（ｍｍ）

ｈ：光軸からレンズ面までの距離（高さ）（ｍｍ）

Ｋ：離心率

Ｃ：近軸曲率＝１／Ｒ

（Ｒ：近軸曲率半径）

Ａｉ：第ｉ次（ｉは３以上の整数）の非球面係数

【００５５】

以上の実施例１の撮像レンズと同様にして、図２に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例２として、図１７および図３２に示す。また同様にして、図３～図１５に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例３ないし実施例１５として、図１８～図３０および図３３～図４５に示す。これらの実施例２～１５のうち、実施例２～８および実施例１４～１５は、実施例１の撮像レンズと同様、第１レンズＬ１ないし第４レンズＬ４の両面がすべて非球面形状となっている。実施例９～１３では、第１レンズＬ１の両面が球面形状で、第２レンズＬ２ないし第４レンズＬ４の両面がすべて非球面形状となっている。

【００５６】

また、図４６には、上述の基本的な条件式（１）～（８）に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。図４６に示したように、条件式（１）～（５）については、各実施例がすべて、その数値範囲内となっている。

なお、図４６には、条件式（３）における最大レンズ厚ＤＭ４の計算に用いたＨ（ＭＡＸ）の値についても示す。Ｈ（ＭＡＸ）は、最大レンズ厚ＤＭ４となるところの光軸Ｚ１からの距離（高さ）である。

【００５７】

図４７（Ａ）～図４７（Ｄ）はそれぞれ、実施例１の撮像レンズにおける球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、および倍率色収差を示している。各収差図には、ｅ線（５４６．０７ｎｍ）を基準波長とした収差を示す。球面収差図および非点収差図ならびに倍率色収差図には、Ｆ線（波長４８６．１３ｎｍ），Ｃ線（波長６５６．２７ｎｍ）についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向（Ｓ）、破線はタンジェンシャル方向（Ｔ）の収差を示す。ＦＮｏ．はＦ値、Ｙは像高を示す。

【００５８】

同様に、実施例２の撮像レンズについての諸収差を図４８（Ａ）～（Ｄ）に示す。同様にして、実施例３ないし実施例１５の撮像レンズについての諸収差を図４９（Ａ）～（Ｄ）ないし図６１（Ａ）～（Ｄ）に示す。

【００５９】

以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、全長の短縮化と共に高い結像性能が実現されている。

【００６０】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

【図面の簡単な説明】

【００６１】

【図１】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１の構成例を示すものであり、実施例１に対応するレンズ断面図である。

【図２】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第２の構成例を示すものであり、実施例２に対応するレンズ断面図である。

【図３】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第３の構成例を示すものであり、実施例３に対応するレンズ断面図である。

【図４】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第４の構成例を示すものであり、実施例４に対応するレンズ断面図である。

【図５】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第５の構成例を示すものであり、実施例５に対応するレンズ断面図である。

【図６】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第６の構成例を示すものであり、実施例６に対応するレンズ断面図である。

【図７】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第７の構成例を示すものであり、実施例７に対応するレンズ断面図である。

【図８】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第８の構成例を示すものであり、実施例８に対応するレンズ断面図である。

【図９】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第９の構成例を示すものであり、実施例９に対応するレンズ断面図である。

【図１０】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１０の構成例を示すものであり、実施例１０に対応するレンズ断面図である。

【図１１】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１１の構成例を示すものであり、実施例１１に対応するレンズ断面図である。

【図１２】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１２の構成例を示すものであり、実施例１２に対応するレンズ断面図である。

【図１３】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１３の構成例を示すものであり、実施例１３に対応するレンズ断面図である。

【図１４】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１４の構成例を示すものであり、実施例１４に対応するレンズ断面図である。

【図１５】本発明の一実施の形態に係る４枚構成小型撮像レンズの第１５の構成例を示すものであり、実施例１５に対応するレンズ断面図である。

【図１６】本発明の実施例１に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図１７】本発明の実施例２に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図１８】本発明の実施例３に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図１９】本発明の実施例４に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図２０】本発明の実施例５に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図２１】本発明の実施例６に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

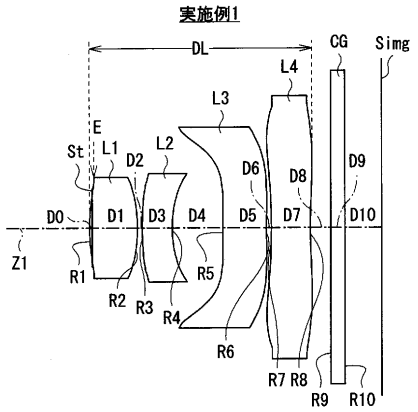
【図２２】本発明の実施例７に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図２３】本発明の実施例８に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示

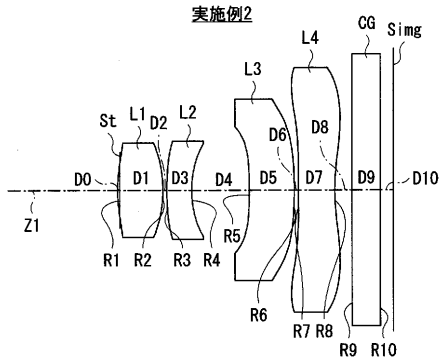
す図である。
【図２４】本発明の実施例９に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図２５】本発明の実施例１０に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図２６】本発明の実施例１１に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図２７】本発明の実施例１２に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図２８】本発明の実施例１３に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図２９】本発明の実施例１４に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図３０】本発明の実施例１５に係る４枚構成小型撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図３１】本発明の実施例１に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３２】本発明の実施例２に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３３】本発明の実施例３に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３４】本発明の実施例４に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３５】本発明の実施例５に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３６】本発明の実施例６に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３７】本発明の実施例７に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３８】本発明の実施例８に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図３９】本発明の実施例９に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４０】本発明の実施例１０に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４１】本発明の実施例１１に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４２】本発明の実施例１２に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４３】本発明の実施例１３に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４４】本発明の実施例１４に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４５】本発明の実施例１５に係る４枚構成小型撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図４６】条件式に関する値を各実施例についてまとめて示した図である。
【図４７】本発明の実施例１に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図４８】本発明の実施例２に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり

、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図４９】本発明の実施例３に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５０】本発明の実施例４に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５１】本発明の実施例５に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５２】本発明の実施例６に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５３】本発明の実施例７に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５４】本発明の実施例８に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５５】本発明の実施例９に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５６】本発明の実施例１０に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５７】本発明の実施例１１に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５８】本発明の実施例１２に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図５９】本発明の実施例１３に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図６０】本発明の実施例１４に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図６１】本発明の実施例１５に係る４枚構成小型撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。
【図６２】本発明の一実施の形態に係るカメラモジュールの一構成例を示す斜視図である。
【図６３】本発明の一実施の形態に係る撮像装置の一構成例を示す斜視図である。
【符号の説明】
【００６２】
Ｌ１…第１レンズ、Ｌ２…第２レンズ、Ｌ３…第３レンズ、Ｌ４…第４レンズ、Ｓｔ…開口絞り、Ｒｉ…物体側から第ｉ番目のレンズ面の曲率半径、Ｄｉ…物体側から第ｉ番目と第ｉ＋１番目のレンズ面との面間隔、Ｚ１…光軸。

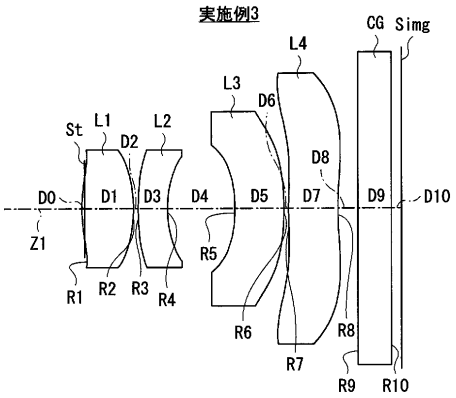
【図１】



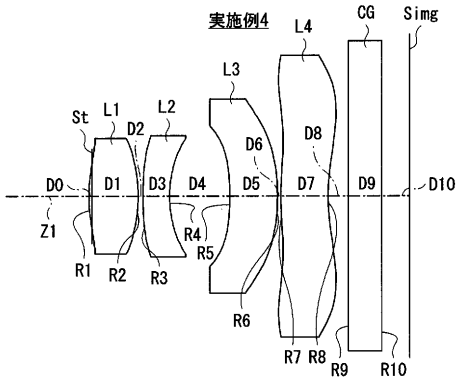
【図２】



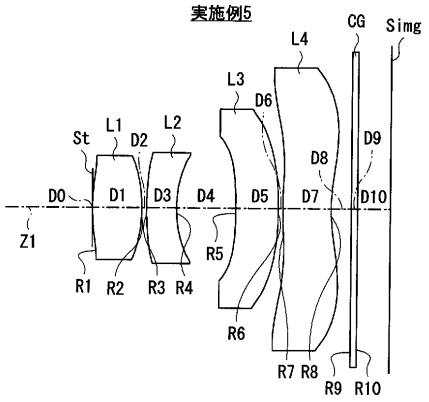
【図３】



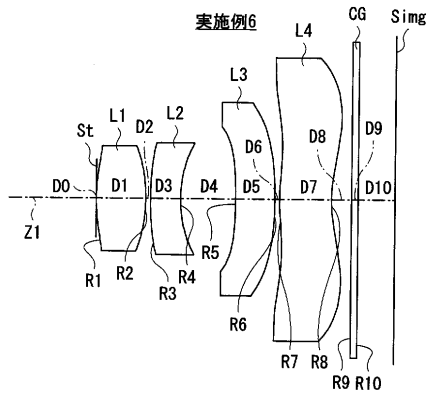
【図４】



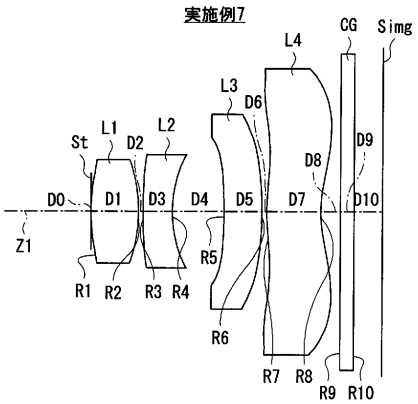
【図５】



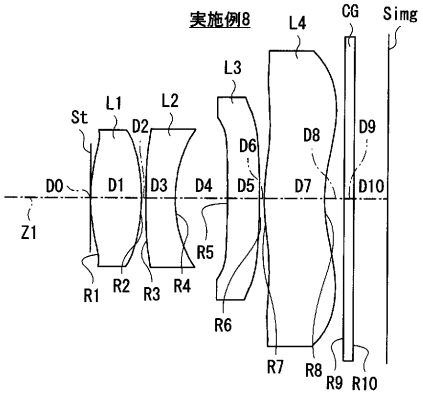
【図６】



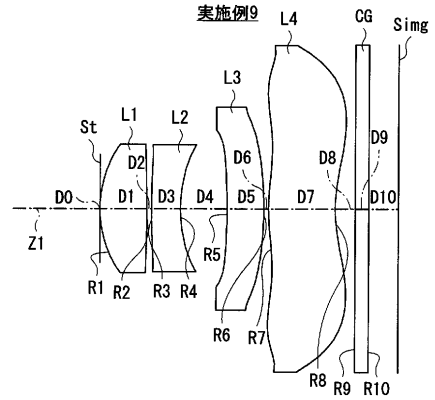
【図７】



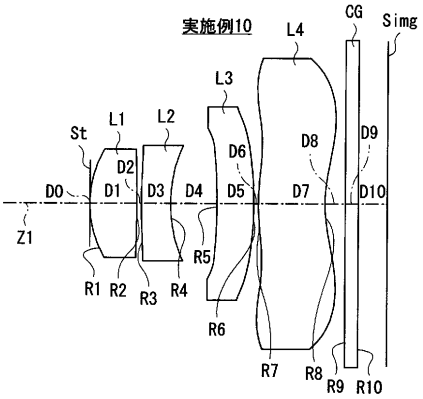
【図８】



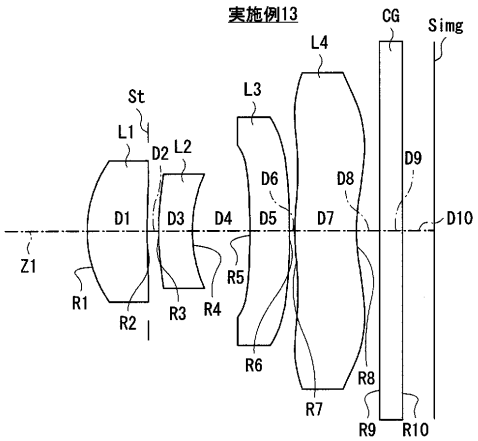
【図９】



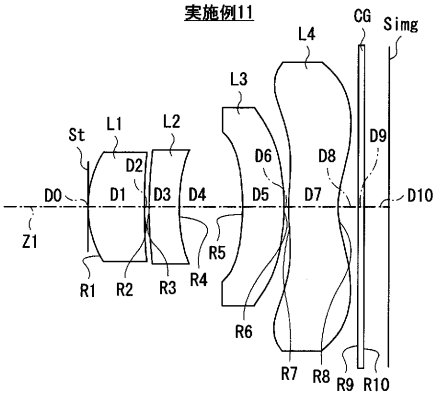
【図１０】



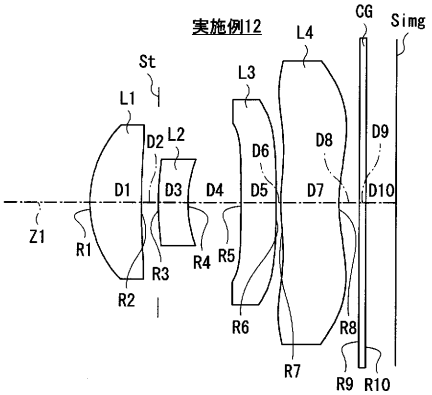
【図１３】



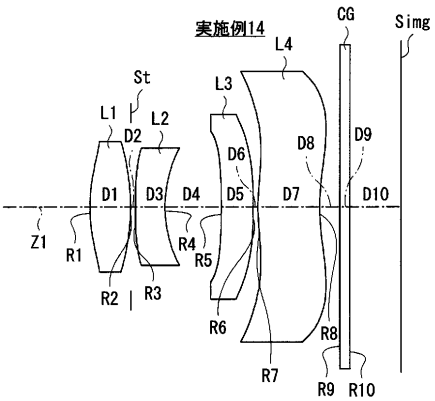
【図１１】



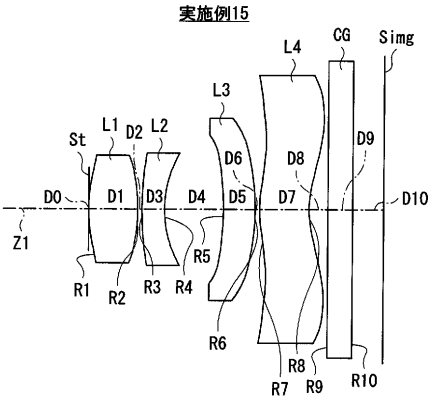
【図１２】



【図１４】



【図１５】



【図１６】

実施例１・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	-0.04		
1	2.182	0.71	1.512	56.5
2	-2.000	0.07		
3	4.542	0.44	1.611	27
4	1.476	0.76		
5	17.238	0.65	1.986	16.4
6	10.333	0.07		
7	-18.082	0.58	1.436	67.3
8	9.633	0.30		
9	∞	0.20	1.516	64.1
10	∞	0.53		

(f=3.856)

【図１７】

実施例２・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	-0.04		
1	2.260	0.80	1.532	58
2	-2.000	0.07		
3	4.373	0.44	1.826	24.1
4	1.557	1.03		
5	-7.426	0.79	1.742	38
6	-9.706	0.07		
7	8.279	0.64	1.510	28.2
8	2.964	0.30		
9	∞	0.50	1.516	56.7
10	∞	0.23		

(f=4.378)

【図１８】

実施例３・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	-0.04		
1	2.170	0.76	1.532	58
2	-2.000	0.07		
3	3.520	0.44	1.801	25.3
4	1.520	1.02		
5	-1.907	0.73	1.774	26.6
6	-5.790	0.07		
7	3.890	0.73	1.594	38
8	3.959	0.30		
9	∞	0.50	1.516	68.3
10	∞	0.12		

(f=4.496)

【図１９】

実施例４・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	-0.04		
1	2.191	0.73	1.532	58
2	-2.000	0.07		
3	4.732	0.40	1.729	29.2
4	1.520	0.91		
5	-2.871	0.71	1.773	26.7
6	-3.739	0.05		
7	2.655	0.70	1.594	38
8	2.392	0.30		
9	∞	0.50	1.516	68.3
10	∞	0.39		

(f=3.962)

【図２０】

実施例５・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	2.440	0.73	1.571	71.3
2	-2.000	0.07		
3	4.352	0.44	1.779	27.5
4	1.532	0.87		
5	-4.275	0.63	1.907	21.8
6	-4.801	0.07		
7	3.300	0.72	1.594	68.3
8	1.938	0.30		
9	∞	0.09	1.516	64.1
10	∞	0.46		

(f=3.789)

【図２１】

実施例６・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	2.123	0.73	1.512	56.5
2	-2.000	0.07		
3	4.255	0.44	1.783	25.9
4	1.534	0.81		
5	-4.418	0.58	1.911	19.8
6	-4.935	0.07		
7	2.226	0.78	1.512	56.5
8	1.575	0.30		
9	∞	0.09	1.516	64.1
10	∞	0.52		

(f=3.757)

【図２２】

実施例 7・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	2.073	0.72	1.512	56.5
2	-2.000	0.07		
3	7.925	0.44	1.611	27
4	1.527	0.77		
5	-5.165	0.56	1.611	27
6	-6.195	0.07		
7	2.001	0.82	1.512	56.5
8	1.516	0.30		
9	∞	0.20	1.516	64.1
10	∞	0.41		

(f=3.702)

【図２３】

実施例 8・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	1.353	0.52	1.512	56.5
2	-1.343	0.05		
3	11.166	0.30	1.611	27
4	1.031	0.53		
5	-9.354	0.32	1.611	27
6	-12.274	0.05		
7	1.343	0.62	1.512	56.5
8	1.230	0.20		
9	∞	0.10	1.516	64.1
10	∞	0.33		

(f=2.504)

【図２４】

実施例 9・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	1.439	0.71	1.518	64.1
2	-19.264	0.07		
3	6.483	0.44	1.611	27
4	1.819	0.70		
5	-6.392	0.54	1.611	27
6	-7.368	0.07		
7	2.003	1.00	1.512	56.5
8	1.696	0.30		
9	∞	0.20	1.516	64.1
10	∞	0.42		

(f=3.792)

【図２５】

実施例 10・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	1.386	0.71	1.502	81.5
2	-17.388	0.07		
3	6.573	0.44	1.611	27
4	1.823	0.69		
5	-5.980	0.54	1.611	27
6	-7.727	0.07		
7	2.003	1.00	1.512	56.5
8	1.679	0.30		
9	∞	0.20	1.516	64.1
10	∞	0.41		

(f=3.814)

【図２６】

実施例 11・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	1.342	0.86	1.498	81.5
2	7.474	0.07		
3	5.163	0.45	1.611	27
4	2.629	0.95		
5	-2.804	0.63	1.611	27
6	-3.189	0.07		
7	2.093	0.75	1.512	56.5
8	1.013	0.30		
9	∞	0.09	1.516	64.1
10	∞	0.35		

(f=4.339)

【図２７】

実施例 12・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
1	1.424	0.78	1.518	64.1
2	11.032	0.25		
3（絞り）	3.278	0.44	1.611	27
4	1.572	0.79		
5	-11.566	0.52	1.611	27
6	25.350	0.07		
7	2.003	0.87	1.512	56.5
8	1.871	0.30		
9	∞	0.10	1.516	64.1
10	∞	0.42		

(f=4.278)

【図２８】

実施例 13・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
1	1.368	0.79	1.498	81.5
2（絞り）	9.545	0.15		
3	2.997	0.44	1.590	30
4	1.595	0.74		
5	-6.380	0.52	1.590	30
6	-77.198	0.07		
7	2.003	0.81	1.503	57.7
8	1.962	0.30		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.41		

(f=4.190)

【図２９】

実施例 14・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
1	2.045	0.61	1.512	56.5
2（絞り）	-2.000	0.07		
3	17.702	0.44	1.611	27
4	1.510	0.83		
5	-7.278	0.48	1.611	27
6	-14.192	0.07		
7	2.065	0.93	1.512	56.5
8	2.673	0.30		
9	∞	0.15	1.516	64.1
10	∞	0.74		

(f=3.916)

【図３０】

実施例 15・基本ﾚﾝｽﾞﾃﾞｰﾀ				
Si（面番号）	Ri（曲率半径）	Di（面間隔）	Ndj（屈折率）	νdj（ｱｯﾍﾞ数）
0（絞り）	—	0.00		
1	2.581	1.00	1.512	56.5
2	-3.329	0.09		
3	5.235	0.46	1.638	27
4	1.822	1.19		
5	-3.667	0.63	1.638	27
6	-4.063	0.09		
7	2.000	1.00	1.512	56.5
8	1.554	0.38		
9	∞	0.50	1.516	64.1
10	∞	0.62		

(f=5.077)

【図３１】

実施例 1・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-5.943E-01	-9.033E-03	-1.629E-02	-2.176E-01	-7.418E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.982E-01	1.192E-01	1.075E+00	-2.052E+00	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-9.718E-02	1.413E-01	4.350E-02	-1.113E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.004E-01	1.668E-01	4.272E-01	-9.536E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-8.869E-02	1.467E-01	2.167E-01	2.254E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.279E-01	-3.003E-01	1.304E+00	-1.127E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	5.990E-01	-3.550E-02	-7.162E-02	2.716E-01	-1.477E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.489E-01	4.674E-01	1.633E-01	-9.477E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	6.986E-04	-2.113E-01	2.957E-02	5.551E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.080E-01	-1.347E-01	1.276E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-5.699E-02	-4.144E-02	-2.186E-02	2.945E-05
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.350E-03	5.598E-04	2.571E-04	1.164E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-6.238E-02	1.685E-02	1.082E-02	4.328E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.589E-03	6.551E-04	3.081E-04	-6.403E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	4.456E-02	-9.755E-02	2.003E-02	7.011E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-8.230E-04	-1.188E-03	-2.172E-04	4.225E-04	0.000E+00

【図３２】

実施例 2・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-5.045E-01	-6.827E-03	-2.737E-02	-7.061E-02	8.906E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.689E-02	-3.305E-01	1.047E+00	-8.055E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-4.122E-02	9.872E-02	-2.003E-03	-1.461E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.804E-01	2.676E-01	5.998E-01	-7.912E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-9.888E-03	-2.531E-02	1.284E-01	2.400E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.711E-01	-2.345E-01	1.376E+00	-1.024E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	7.000E-07	3.815E-03	-9.927E-02	2.416E-01	-2.230E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	5.902E-02	4.284E-01	2.433E-01	-6.980E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	1.772E-02	-1.658E-01	3.462E-02	7.358E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-6.254E-02	-1.721E-01	1.160E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-5.297E-02	-1.040E-02	5.221E-03	-4.703E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-9.661E-03	-4.207E-03	9.714E-04	3.381E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.033E-01	2.980E-03	4.963E-03	3.676E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.601E-04	1.513E-05	6.661E-04	-2.888E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.362E-02	-1.034E-01	3.155E-02	8.046E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.114E-03	-1.460E-03	-3.717E-04	2.587E-04	0.000E+00

【図３３】

実施例 3・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-1.668E+00	-4.565E-04	-6.681E-02	-5.184E-02	3.244E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.010E-01	-4.244E-01	9.066E-01	-6.017E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-4.271E-02	4.267E-02	-2.708E-02	-1.525E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.094E-01	2.472E-01	7.923E-01	-9.343E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	8.997E-03	-3.280E-02	1.193E-01	2.374E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.731E-01	-2.370E-01	1.379E+00	-9.951E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	4.231E-01	3.150E-02	-7.833E-02	2.526E-01	-2.303E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	4.924E-02	4.278E-01	2.567E-01	-6.802E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	1.693E-02	-1.682E-01	1.247E-02	3.266E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-9.798E-02	-1.879E-01	1.072E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.082E-01	-7.268E-03	1.653E-02	-4.129E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.442E-02	-6.808E-03	2.127E-03	6.812E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.771E-01	-1.683E-03	1.038E-02	6.331E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.307E-03	3.517E-04	4.972E-04	-4.420E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-3.318E-02	-9.974E-02	3.216E-02	7.967E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.676E-03	-2.103E-03	-4.432E-04	4.314E-04	0.000E+00

【図３４】

実施例４・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-1.033E+00	3.454E-03	-6.530E-02	-2.937E-02	3.160E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.464E-01	-3.054E-01	1.013E+00	-7.443E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.331E-02	7.831E-02	-1.034E-02	-1.626E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.243E-01	2.377E-01	8.092E-01	-9.085E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	2.097E-02	-3.248E-02	1.287E-01	2.392E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.778E-01	-2.405E-01	1.377E+00	-9.938E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	7.941E-02	1.495E-02	-9.423E-02	2.406E-01	-2.337E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	4.440E-02	4.280E-01	2.603E-01	-6.731E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.505E-02	-1.585E-01	2.588E-02	4.900E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-8.006E-02	-1.582E-01	1.300E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.037E-01	-3.251E-03	1.697E-02	-4.962E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.355E-02	-6.567E-03	2.253E-03	6.700E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.779E-01	-3.543E-03	9.164E-03	6.248E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.273E-03	3.372E-04	5.299E-04	-4.662E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.683E-02	-1.024E-01	2.817E-02	6.860E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.394E-03	-1.680E-03	-3.777E-04	4.311E-04	0.000E+00

【図３５】

実施例５・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-1.490E+00	2.178E-03	-9.286E-02	-3.303E-02	5.862E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-8.542E-02	-4.666E-01	9.976E-01	-7.509E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-3.674E-02	4.184E-02	6.008E-03	-1.180E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.039E-01	2.081E-01	7.250E-01	-9.995E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-4.423E-03	-1.580E-02	1.367E-01	2.451E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.778E-01	-2.557E-01	1.347E+00	-1.035E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	3.737E-01	9.430E-03	-7.978E-02	2.488E-01	-2.344E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	4.500E-02	4.239E-01	2.470E-01	-7.115E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.715E-02	-1.373E-01	2.167E-02	7.311E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.522E-02	-1.807E-01	9.022E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-5.949E-02	2.402E-04	3.137E-02	-1.137E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.297E-02	-9.218E-03	2.144E-03	6.768E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.803E-01	-4.036E-03	9.118E-03	7.341E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.607E-03	3.143E-04	4.409E-04	-5.090E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-7.452E-02	-1.333E-01	4.954E-02	9.287E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.888E-03	-2.022E-03	-4.675E-04	3.425E-04	0.000E+00

【図３６】

実施例６・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-8.742E-01	4.337E-03	-8.907E-02	1.099E-02	4.512E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.032E-01	-5.564E-01	1.178E+00	-8.084E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.334E-02	4.390E-02	2.066E-02	-1.127E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.143E-01	1.910E-01	7.057E-01	-9.963E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	2.140E-03	-3.824E-02	1.218E-01	2.488E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.660E-01	-2.495E-01	1.344E+00	-1.042E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	8.056E-02	3.009E-03	-9.577E-02	2.499E-01	-2.443E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.850E-02	4.132E-01	2.600E-01	-6.645E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.940E-02	-9.837E-02	1.458E-02	5.779E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.267E-02	-1.913E-01	1.119E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-6.401E-02	1.455E-02	3.989E-02	-2.078E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.123E-02	-9.748E-03	4.298E-03	8.697E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.200E-01	-1.062E-02	1.294E-02	1.024E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.343E-03	2.575E-04	3.182E-04	-6.376E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-8.778E-02	-1.480E-01	5.279E-02	1.073E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.572E-03	-2.057E-03	-5.591E-04	3.024E-04	0.000E+00

【図３７】

実施例７・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-1.546E+00	8.386E-03	-9.689E-02	6.564E-02	6.501E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.117E-01	-6.707E-01	1.254E+00	-5.547E-01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-9.994E-03	2.417E-03	2.539E-02	-9.452E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.032E-01	2.001E-01	7.116E-01	-9.743E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	1.175E-02	-6.961E-02	1.045E-01	2.680E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.343E-01	-2.264E-01	1.341E+00	-1.079E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	1.038E-01	8.200E-03	-1.162E-01	2.640E-01	-2.595E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.346E-02	3.727E-01	2.685E-01	-5.344E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	4.610E-02	-4.534E-02	-1.117E-02	4.109E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.426E-02	-1.974E-01	1.083E-01	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-9.382E-02	4.705E-02	6.308E-02	-3.489E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.396E-02	-1.111E-02	6.971E-03	1.107E-02	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.052E-01	-3.591E-02	1.300E-02	1.368E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.257E-03	1.312E-04	2.948E-04	-6.972E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-7.471E-02	-1.680E-01	5.772E-02	1.161E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.620E-03	-1.993E-03	-6.358E-04	3.026E-04	0.000E+00

【図３８】

実施例８・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	-7.602E-01	2.321E-02	-3.319E-01	7.418E-01	6.902E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.443E+00	-1.796E+01	7.004E+01	-6.178E+01	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	7.492E-02	1.762E-01	7.281E-02	-1.034E+00
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.933E+00	3.432E+00	1.601E+01	-2.271E+01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	1.184E-01	-2.572E-01	4.006E-01	1.755E+00
	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.198E+00	-4.317E+00	3.288E+01	-3.142E+01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	9.372E-02	-3.402E-03	-3.843E-01	1.274E+00	-2.106E+00
	A7	A8	A9	A10	A11
	-6.121E-01	5.477E+00	6.827E+00	-1.468E+01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	7.138E-02	-4.307E-02	6.774E-02	2.792E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.597E-01	-3.182E+00	2.706E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.099E-01	2.429E-01	3.431E-01	-3.026E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.828E-01	-2.273E-01	1.760E-01	4.482E-01	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.874E-01	-1.993E-01	2.309E-02	1.044E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.688E-02	-9.378E-04	9.503E-03	-2.164E-02	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.023E-02	-6.068E-01	2.273E-01	9.684E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.239E-02	-1.730E-02	-1.575E-02	8.018E-03	0.000E+00

【図３９】

実施例９・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	2.262E-02	-1.513E-01	7.343E-02	2.422E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.533E-01	-2.549E-01	1.315E+00	-9.072E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	5.059E-01	2.082E-02	-1.282E-01	2.977E-01	-2.941E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.097E-01	2.887E-01	2.898E-01	-3.157E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	2.633E-02	5.091E-02	-3.289E-02	-3.578E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.538E-02	-1.209E-01	5.796E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.214E-01	8.475E-02	5.532E-02	-3.256E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.157E-02	-1.233E-02	5.621E-03	1.133E-02	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.857E-01	-4.812E-02	1.470E-02	1.442E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.460E-03	1.990E-04	-7.061E-04	-1.944E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-3.139E-02	-1.614E-01	3.508E-02	1.969E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.053E-03	-1.876E-03	-2.163E-03	7.762E-04	0.000E+00

【図４０】

実施例10・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	2.240E-02	-1.513E-01	7.258E-02	2.391E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.580E-01	-2.593E-01	1.315E+00	-9.002E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	5.623E-01	2.200E-02	-1.265E-01	2.978E-01	-2.945E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.101E-01	2.893E-01	2.924E-01	-3.093E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.016E-02	4.750E-02	-3.367E-02	-3.483E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.532E-02	-1.226E-01	5.590E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.217E-01	8.633E-02	5.419E-02	-3.330E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.162E-02	-1.213E-02	5.656E-03	1.117E-02	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.912E-01	-4.824E-02	1.593E-02	1.409E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.865E-03	9.310E-05	-7.041E-04	-2.021E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-3.291E-02	-1.649E-01	3.512E-02	2.014E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-8.428E-04	-1.844E-03	-2.222E-03	7.751E-04	0.000E+00

【図４１】

実施例11・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	2.396E-02	-1.058E-01	8.208E-02	1.953E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.167E-01	-2.541E-01	9.953E-01	-5.975E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	4.720E-05	2.814E-02	-8.530E-02	3.166E-01	-2.324E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.261E-01	1.685E-01	1.985E-01	-1.307E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	2.767E-02	2.699E-02	-4.012E-02	-3.358E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	6.848E-03	-1.445E-01	8.242E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	-6.215E-02	6.326E-02	3.234E-02	-4.507E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.664E-02	-5.489E-03	6.969E-03	9.633E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E-01	-2.475E-01	-4.695E-02	1.691E-02	1.556E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.745E-03	-3.455E-04	-3.897E-04	-7.592E-05	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E-01	-2.627E-01	-1.217E-01	5.333E-02	1.949E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.790E-03	-2.967E-03	-2.406E-03	9.747E-04	0.000E+00

【図４２】

実施例 12・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	5.370E-02	-4.341E-01	9.772E-01	-4.007E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.794E+00	2.573E+00	6.044E+00	-7.921E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	5.956E-01	2.541E-03	-9.046E-02	3.479E-01	-3.579E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.066E-01	1.378E-01	6.623E-01	-4.225E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	4.323E-02	-5.443E-02	1.546E-01	-1.776E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.874E-02	2.235E-02	4.197E-03	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.629E-01	1.272E-01	-1.527E-03	-2.880E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.180E-02	-4.748E-03	1.426E-03	5.513E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.400E-01	-3.942E-02	2.861E-02	1.971E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.337E-03	-9.094E-04	-2.061E-03	2.681E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-4.805E-02	-1.625E-01	3.697E-02	1.928E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.299E-03	-1.977E-03	-2.684E-03	1.202E-03	0.000E+00

【図４３】

実施例 13・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	4.961E-02	-4.089E-01	1.109E+00	-6.343E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.879E+00	2.144E+00	6.984E+00	-7.736E+00	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	5.998E-01	2.017E-02	-1.070E-01	3.729E-01	-3.850E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.616E-01	2.432E-01	6.567E-01	-6.538E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	4.297E-02	-5.537E-02	1.364E-01	-1.763E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.802E-02	2.535E-02	-1.489E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.616E-01	1.261E-01	4.651E-03	-2.917E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.232E-02	-4.923E-03	1.404E-03	5.858E-03	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-2.337E-01	-3.712E-02	2.921E-02	1.976E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	3.527E-03	-8.939E-04	-2.154E-03	2.791E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-4.284E-02	-1.638E-01	4.290E-02	1.920E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.124E-03	-2.282E-03	-2.916E-03	1.578E-03	0.000E+00

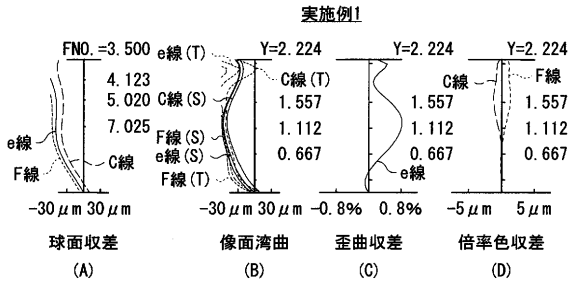
【図４４】

実施例 14・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	6.838E-03	-1.842E-01	1.899E-01	2.968E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.497E-01	-1.887E+00	2.958E+00	-1.239E+00	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	7.519E-02	1.464E-01	-1.784E-02	-2.199E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.680E-01	2.502E-01	6.365E-01	-5.297E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	1.008E+00	1.294E-01	-4.464E-02	5.331E-02	1.725E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.714E-01	-2.318E-01	1.374E+00	-8.154E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	4.865E-03	-1.174E-01	2.581E-01	-3.212E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.053E-01	2.825E-01	2.913E-01	-2.511E-01	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	1.010E+00	7.019E-03	1.380E-02	-1.977E-02	-2.347E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	1.795E-02	-1.157E-01	5.137E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	9.969E-01	-1.582E-01	4.103E-02	6.573E-02	-1.847E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.093E-02	-1.256E-02	5.856E-03	1.109E-02	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	-1.903E-01	-7.294E-02	2.832E-02	9.184E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	2.349E-05	-1.549E-03	2.714E-04	-4.124E-04	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	9.995E-01	-7.324E-03	-9.600E-02	-1.339E-02	1.752E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	7.871E-04	-3.479E-04	-1.022E-03	-3.757E-05	0.000E+00

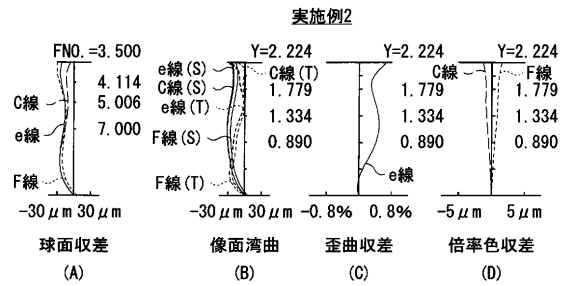
【図４５】

実施例 15・非球面ﾃﾞｰﾀ					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	2.700E-06	-3.965E-04	-1.666E-02	-2.398E-03	3.238E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.773E-02	-4.167E-02	7.687E-02	-4.063E-02	0.000E+00
2	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	3.754E-03	-1.872E-02	2.497E-02	-3.780E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-6.443E-02	3.136E-02	1.230E-01	-9.348E-02	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	1.426E-02	-5.065E-02	1.163E-02	7.130E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.010E-01	-4.013E-02	1.998E-01	-1.099E-01	0.000E+00
4	K	A3	A4	A5	A6
	-3.000E-07	1.497E-02	-7.419E-02	1.104E-01	-8.175E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-1.791E-02	5.818E-02	4.096E-02	-4.502E-02	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	5.936E-02	2.130E-03	-2.437E-02	1.215E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	8.914E-03	-3.424E-02	1.166E-02	0.000E+00	0.000E+00
6	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.614E-02	1.186E-02	2.621E-02	-1.001E-02
	A7	A8	A9	A10	A11
	-9.282E-03	-1.876E-03	5.688E-04	9.155E-04	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.244E-01	-2.050E-02	3.107E-03	3.890E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	6.866E-04	-3.567E-05	4.608E-05	-6.728E-05	0.000E+00
8	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-7.882E-02	-8.265E-02	4.302E-02	-7.572E-03
	A7	A8	A9	A10	A11
	4.527E-04	-9.009E-05	6.889E-05	-2.389E-05	0.000E+00

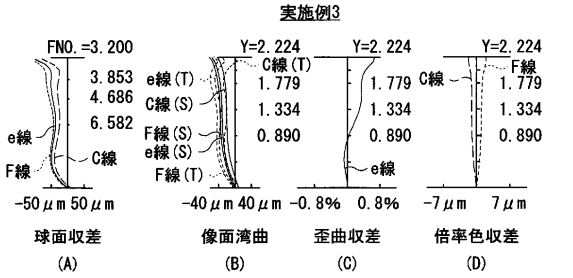
【図４７】



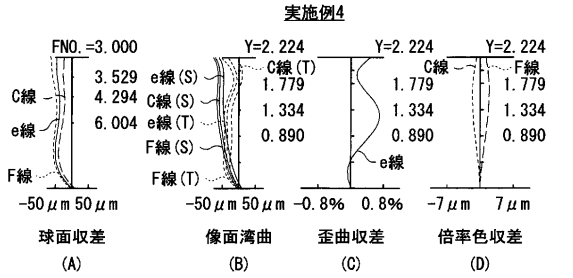
【図４８】



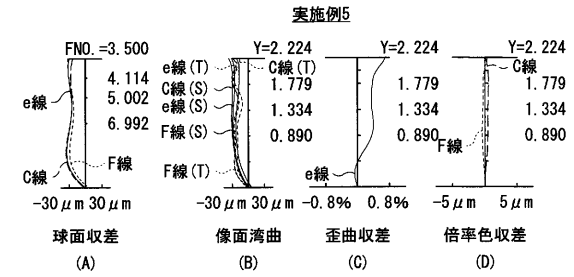
【図４９】



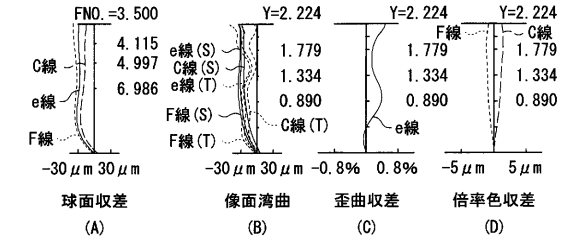
【図５０】



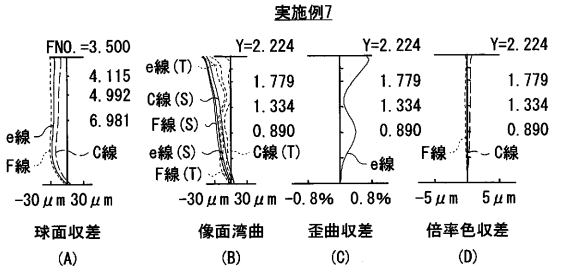
【図５１】



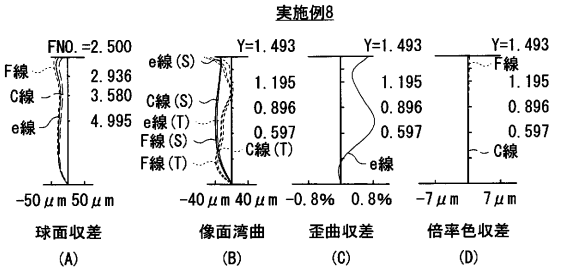
【図５２】



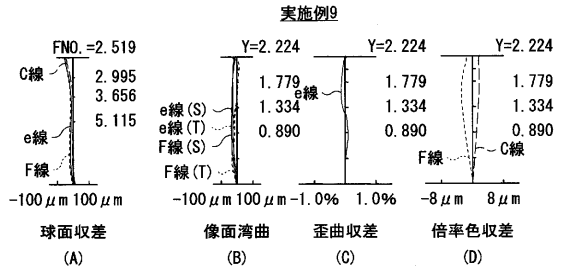
【図５３】



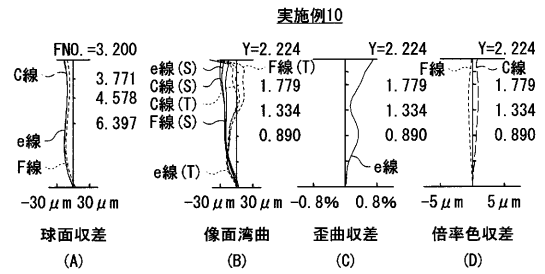
【図５４】



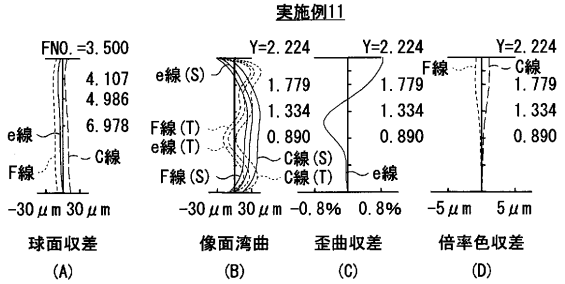
【図５５】



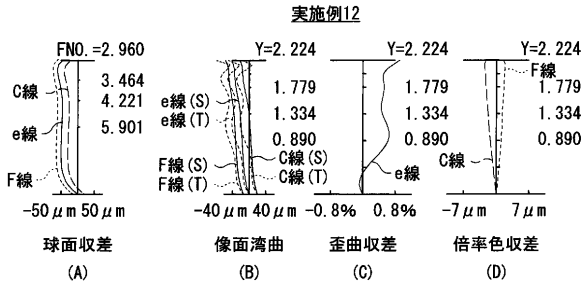
【図５６】



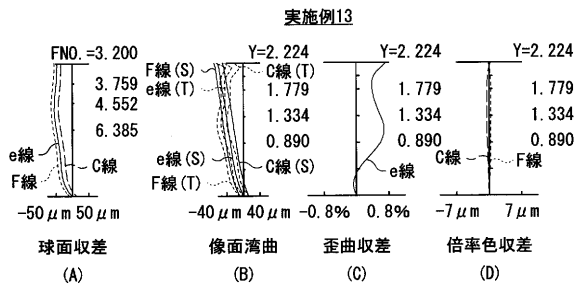
【図５７】



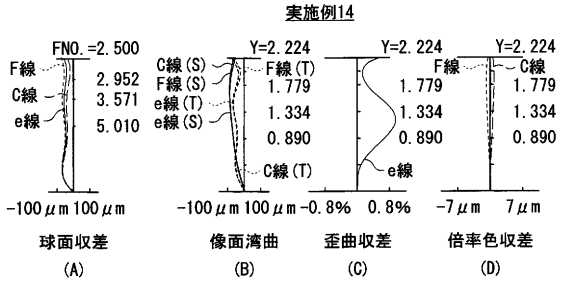
【図５８】



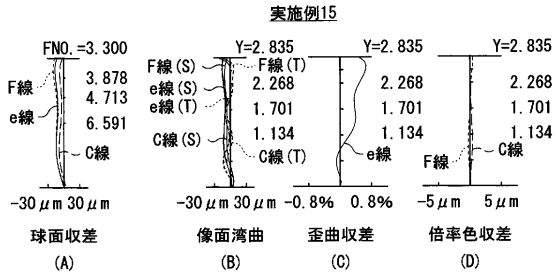
【図５９】



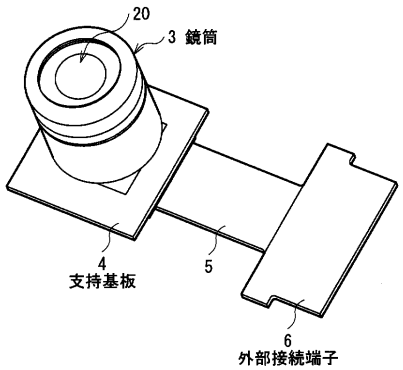
【図６０】



【図６１】

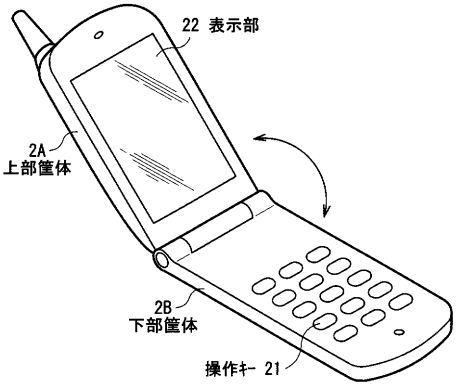


【図６２】

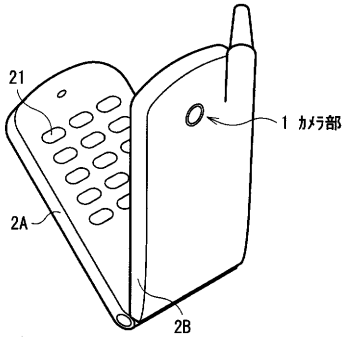


【図６３】

(A)



(B)



【図４６】

条件式に関する値									
条件式	式の番号	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
-1.5≦f/f3≦-0.005	(1)	-0.141	-0.088	-1.124	-0.159	-0.038	-0.038	-0.058	-0.037
0.07≦D4/f≦0.3	(2)	0.196	0.235	0.226	0.229	0.231	0.216	0.208	0.210
1.0≦DM4/D7≦1.3	(3)	1.17	1.17	1.24	1.13	1.15	1.12	1.08	1.13
DM4となる光軸からの高さH(MAX)		0.95	1.05	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75
ν3≦40	(4)	16.4	38.0	26.6	26.7	21.8	19.8	27.0	27.0
1.0≦|R7/R8|≦3.0	(5)	1.877	2.794	0.983	1.110	1.703	1.413	1.319	1.092
1.3≦f/f1≦1.8	(6)	1.782	2.054	2.153	1.895	1.850	1.754	1.750	1.778
ν1≧70	(7)	56.5	58.0	58.0	58.0	71.3	56.5	56.5	56.5
0.1≦D5/f≦0.15	(8)	0.169	0.182	0.162	0.180	0.167	0.155	0.153	0.129
条件式	式の番号	EX9	EX10	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	
-1.5≦f/f3≦-0.005	(1)	-0.038	-0.078	-0.043	-0.331	-0.354	-0.156	-0.033	
0.2≦D4/f≦0.25	(2)	0.183	0.182	0.220	0.184	0.177	0.213	0.234	
1.0≦DM4/D7≦1.3	(3)	1.00	1.03	1.14	1.09	1.14	1.11	1.05	
DM4となる光軸からの高さH(MAX)		1.05	1.05	1.05	1.11	1.05	1.04	1.38	
ν3≦40	(4)	27.0	27.0	27.0	27.0	30.0	27.0	27.0	
1.0≦|R7/R8|≦3.0	(5)	1.181	1.193	2.067	1.070	1.021	0.773	1.287	
1.3≦f/f1≦1.8	(6)	1.451	1.474	1.384	1.394	1.350	1.880	1.679	
ν1≧70	(7)	64.1	81.5	81.5	64.1	81.5	56.5	56.5	
0.1≦D5/f≦0.15	(8)	0.143	0.142	0.145	0.122	0.123	0.123	0.124	

：条件式の範囲から外れる値

JP 5015720 B2 2012.8.29

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００７－２２５８３３（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１４８１３８（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１７６１８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０５３５９２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１８１０７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０９００４１（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０６４８８４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１８０７１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０１７９８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２８１８７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１２７９５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１２１８２０（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