(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2009-69195
(P2009-69195A)
(43)公開日　平成21年4月2日(2009.4.2)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B 13/00		2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18		5C122
H04N 5/225	(2006.01)	H04N 5/225	D	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 23 頁）

(21)出願番号　特願2007-234394 (P2007-234394)
(22)出願日　平成19年9月10日 (2007.9.10)

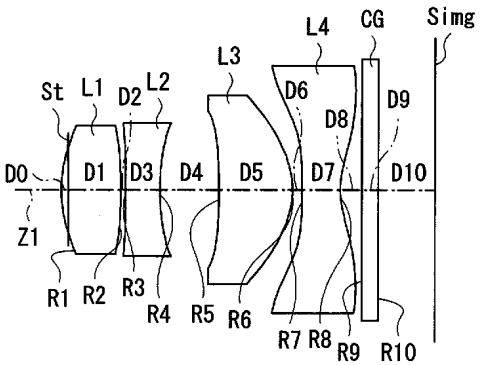
(71)出願人　000005430
フジノン株式会社
埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地
(74)代理人　100109656
弁理士　三反崎　泰司
(74)代理人　100098785
弁理士　藤島　洋一郎
(72)発明者　野田　隆行
埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地　フジノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像レンズ、およびカメラモジュールならびに撮像機器

(57)【要約】
【課題】全長の短縮化の中で、量産を考慮しレンズ系の厚さＤＬを所定の範囲内に保ちつつ良好な光学性能を維持すること。
【解決手段】少なくとも１面が非球面形状であると共に物体側の面が凸面とされた正の第１レンズＬ１と、像側の面が凹面とされた負の第２レンズＬ２と、光軸近傍において物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第３レンズＬ３と、両面が非球面形状である第４レンズＬ４とを備え、次式を満たす。ｆは全体の焦点距離、ｆ１，ｆ３は第１、第３レンズＬ１，Ｌ３の焦点距離、Ｄ５は第３レンズＬ３の中心厚、MIN（Ｄ）は各レンズのうち最も小さい中心厚、ＤＬはレンズ系の厚さ。
０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．９　……（１）
０．１９≦Ｄ５／ｆ≦０．５　……（２）
０．６５≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３）
０．１≦MIN（Ｄ）／ｆ≦１．０　……（４）
３．０mm≦ＤＬ≦４．０mm　……（５）
【選択図】図５

実施例5



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、
少なくとも１面が非球面形状であると共に、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、
光軸近傍において物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第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
を備え、
かつ以下の条件式を満足するように構成されている
ことを特徴とする撮像レンズ。
０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．９　……（１）
０．１９≦Ｄ５／ｆ≦０．５　……（２）
０．６５≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３）
０．１≦MIN（Ｄ）／ｆ≦１．０　……（４）
３．０ｍｍ≦ＤＬ≦４．０ｍｍ　……（５）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズの焦点距離
ｆ３：第３レンズの焦点距離
Ｄ５：第３レンズの中心厚
MIN（Ｄ）：第１ないし第４レンズのうち最も小さい中心厚の値
ＤＬ：第１レンズの物体側面頂点から第４レンズの像側面頂点までの光軸上の距離
とする。また、式（４）におけるｆ，MIN（Ｄ）の単位はｍｍとする。
【請求項２】
光軸上において前記第１レンズの像側の面頂点位置よりも物体側、または光軸上において前記第１レンズの像側の面頂点位置と前記第２レンズの物体側の面頂点位置との間に、絞りが配置され、さらに以下の条件式を満足する
ことを特徴とする請求項１に記載の撮像レンズ。
ν１－（ν２＋ν３＋ν４）／３≧０　……（６）
－１．２≦ｆ４／ｆ≦－０．２５　……（７）
０．７１≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３’）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズの焦点距離
ｆ４：第４レンズの焦点距離
ν１：第１レンズのアッベ数
ν２：第２レンズのアッベ数
ν３：第３レンズのアッベ数
ν４：第４レンズのアッベ数
とする。
【請求項３】
光軸上において前記第１レンズの像側の面頂点位置よりも物体側に絞りが配置され、さらに以下の条件式を満足する
ことを特徴とする請求項１または２に記載の撮像レンズ。
０．８５≦ＤＬ／ｆ≦０．９３　……（８）
０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．７１　……（１’）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離

ｆ３：第３レンズの焦点距離
ＤＬ：第１レンズの物体側面頂点から第４レンズの像側面頂点までの光軸上の距離
とする。
【請求項４】
前記第１レンズの像側の面が光軸近傍において凸形状である
ことを特徴とする請求項１ないし３のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項５】
さらに以下の条件式を満足する
ことを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
－１．０≦ｆ／Ｒ３≦０．４　　……（９）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
Ｒ３：第２レンズの物体側の面の近軸曲率半径
とする。
【請求項６】
さらに以下の条件式を満足する
ことを特徴とする請求項１ないし５のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
２．０５≦ｆ／Ｒ１≦３．３　　……（１０）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
Ｒ１：第１レンズの物体側の面の近軸曲率半径
とする。
【請求項７】
請求項１ないし６のいずれか１項に記載の撮像レンズと、
前記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８】
請求項７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機器。
【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撮像レンズ、およびその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）等の撮像機器に関する。
【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撮像レンズ、およびその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機器を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の撮像レンズは、物体側から順に、少なくとも１面が非球面形状であると共に、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、光軸近傍において物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第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レンズとを備え、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。

０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．９　……（１）
０．１９≦Ｄ５／ｆ≦０．５　……（２）
０．６５≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３）
０．１≦MIN（Ｄ）／ｆ≦１．０　……（４）
３．０ｍｍ≦ＤＬ≦４．０ｍｍ　……（５）

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズの焦点距離

ｆ３：第３レンズの焦点距離
Ｄ５：第３レンズの中心厚
MIN（Ｄ）：第１ないし第４レンズのうち最も小さい中心厚の値
ＤＬ：第１レンズの物体側面頂点から第４レンズの像側面頂点までの光軸上の距離
とする。また、式（４）におけるｆ，MIN（Ｄ）の単位はｍｍとする。

【０００９】

本発明の撮像レンズでは、全体として４枚というレンズ構成において、レンズ系の厚さＤＬを適切な範囲に保ちつつ、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。

そして、さらに、次の好ましい構成を適宜選択的に採用して満足することで、製造性を考慮しつつ、全長の短縮化や結像性能に関してさらに有利なものとすることができる。

【００１０】

本発明の撮像レンズにおいて、光軸上で第１レンズの像側の面頂点位置よりも物体側、または光軸上で第１レンズの像側の面頂点位置と第２レンズの物体側の面頂点位置との間に、絞りが配置されていても良い。この場合、さらに以下の条件式を満足することが好ましい。

ν１－（ν２＋ν３＋ν４）／３≧０　　……（６）
－１．２≦ｆ４／ｆ≦－０．２５　　……（７）
０．７１≦ｆ１／ｆ≦０．８５　　……（３’）

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズの焦点距離
ｆ４：第４レンズの焦点距離
ν１：第１レンズのアッベ数
ν２：第２レンズのアッベ数
ν３：第３レンズのアッベ数
ν４：第４レンズのアッベ数
とする。

【００１１】

本発明の撮像レンズにおいて、特に、光軸上において第１レンズの像側の面頂点位置よりも物体側に絞りが配置されている場合、さらに以下の条件式を満足することが好ましい。

０．８５≦ＤＬ／ｆ≦０．９３　　……（８）
０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．７１　　……（１’）

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ３：第３レンズの焦点距離
ＤＬ：第１レンズの物体側面頂点から第４レンズの像側面頂点までの光軸上の距離
とする。

【００１２】

また、本発明の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。

－１．０≦ｆ／Ｒ３≦０．４　　……（９）
２．０５≦ｆ／Ｒ１≦３．３　　……（１０）

ただし、
ｆ：全体の焦点距離
Ｒ３：第２レンズの物体側の面の近軸曲率半径
Ｒ１：第１レンズの物体側の面の近軸曲率半径
とする。

【００１３】
　また、本発明の撮像レンズにおいて、第１レンズの像側の面は、光軸近傍において凸形状であることが好ましい。
　また、第１レンズ、第２レンズ、第３レンズ、および第４レンズはそれぞれ樹脂材料で構成しても良い。これにより、製造コストの低減に有利となる。ただし、高性能化を図るために、例えば第１レンズをガラス材料で構成しても良い。
【００１４】
　本発明によるカメラモジュールは、本発明の撮像レンズと、この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、また、本発明による撮像レンズは全長短縮化が図られているので、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。
【００１５】
　本発明による撮像機器は、本発明によるカメラモジュールを備えたものである。
　本発明による撮像機器では、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】
【００１６】
　本発明の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、レンズ系の厚さＤＬを適切な範囲に保ちつつ、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。
【００１７】
　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。
【００１８】
　また、本発明の撮像機器によれば、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】
【００１９】
　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撮像レンズの第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８，図１５）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７の数値実施例のレンズ構成に対応する第２ないし第７の構成例の断面構成を、図２～図７に示す。図１～図７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７の構成例についても説明する。
【００２０】
　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。

【００２１】

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ていることが好ましい。ここで、「最も物体側」とは、光軸Ｚ１上において第１レンズＬ１の像側の面頂点位置よりも物体側という意味であり、例えば光軸Ｚ１上において第１レンズＬ１の物体側の面頂点位置に絞りＳｔが配置される場合や、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絞りＳｔが配置される場合をも含む意味である。絞りＳｔは好ましくは、より物体側、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端縁位置Ｅ（図１参照）との間に配置すると良い。

【００２２】

ただし、絞りＳｔを、図７の第７の構成例のように、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との間（光軸上で第１レンズの像側の面頂点位置と第２レンズの物体側の面頂点位置との間）に配置することも可能である。

【００２３】

この撮像レンズは、特に第１レンズＬ１の少なくとも１面が非球面形状であると共に、第４レンズＬ４の両面が非球面形状とされている。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。

【００２４】

ここで、特に非球面形状とする場合、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３および第４レンズＬ４は、第１レンズＬ１と比べて複雑な形状になりやすく、また形状も大きくなりやすい。このため、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３および第４レンズＬ４は、加工性や製造コストの点ですべて樹脂材料により構成されることが好ましい。第１レンズＬ１も製造コストを重視する場合には樹脂材料で構成することが好ましい。ただし、高性能化を図るために第１レンズＬ１をガラス材料で構成しても良い。

【００２５】

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ると共に、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。

【００２６】

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凹形状とされ、光軸近傍において両凹形状であることが好ましい。ただし、図４の第４の構成例のように、物体側の面を光軸近傍において凸形状とし、光軸近傍においてメニスカス形状にすることも可能である。

【００２７】

第３レンズＬ３は、光軸近傍において物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズとなっている。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。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とされ、光軸近傍においてメニスカス形状とされている。ただし、図２の第２の構成例、および図３の第３の構成例のように、物体側の面を光軸近傍において凹面とし、光軸近傍において両凹形状することも可能である。

【００２８】

この撮像レンズは、以下の条件式（１）～（４）を満足している。

０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．９　……（１）

０．１９≦Ｄ５／ｆ≦０．５　……（２）

０．６５≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３）

０．１≦MIN（Ｄ）／ｆ≦１．０　……（４）
３．０ｍｍ≦ＤＬ≦４．０ｍｍ　……（５）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズＬ１の焦点距離
ｆ３：第３レンズＬ３の焦点距離
Ｄ５：第３レンズＬ３の中心厚
MIN（Ｄ）：第１レンズＬ１ないし第４レンズＬ４のうち最も小さい中心厚の値
ＤＬ：第１レンズＬ１の物体側面頂点から第４レンズＬ４の像側面頂点までの光軸上の距離（図１参照）
とする。また、式（４）におけるｆ，MIN（Ｄ）の単位はｍｍ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。
ν１－（ν２＋ν３＋ν４）／３≧０　……（６）
－１．２≦ｆ４／ｆ≦－０．２５　……（７）
０．７１≦ｆ１／ｆ≦０．８５　……（３’）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１：第１レンズＬ１の焦点距離
ｆ４：第４レンズＬ４の焦点距離
ν１：第１レンズＬ１のアッベ数
ν２：第２レンズＬ２のアッベ数
ν３：第３レンズＬ３のアッベ数
ν４：第４レンズＬ４のアッベ数
とする。

【００３０】
特に、光軸上において第１レンズＬ１の像側の面頂点位置よりも物体側に絞りＳｔが配置されている場合、さらに以下の条件式を満足することが好ましい。
０．８５≦ＤＬ／ｆ≦０．９３　……（８）
０．３５≦ｆ３／ｆ≦０．７１　……（１’）

【００３１】
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≦ｆ／Ｒ３≦０．４　……（９）
２．０５≦ｆ／Ｒ１≦３．３　……（１０）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
Ｒ３：第２レンズＬ２の物体側の面の近軸曲率半径
Ｒ１：第１レンズＬ１の物体側の面の近軸曲率半径
とする。

【００３２】
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≦Ｒ１／Ｒ２≦０　……（１１）
０．９≦（Ｒ３＋Ｒ４）／（Ｒ３－Ｒ４）≦１．５　……（１２）
１．０≦ｆ１２／ｆ≦１．６　……（１３）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ１２：第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との合成焦点距離
Ｒ１：第１レンズＬ１の物体側の面の近軸曲率半径
Ｒ２：第１レンズＬ１の像側の面の近軸曲率半径
Ｒ３：第２レンズＬ２の物体側の面の近軸曲率半径

Ｒ４：第２レンズＬ２の像側の面の近軸曲率半径
とする。
【００３３】
図３０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３１（Ａ），（Ｂ）は、図３０のカメラモジュールを搭載した撮像機器の一例として、カメラ付き携帯電話機を示している。
【００３４】
図３１（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３１（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３１（Ｂ））および表示部２２（図３１（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。
【００３５】
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３０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。
【００３６】
図３０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、撮像機器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。撮像機器本体側では、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。
【００３７】
なお、本実施の形態に係る撮像機器は、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。
【００３８】
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。
【００３９】
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、レンズ系の厚さＤＬを適切な範囲に保ちつつ、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。
【００４０】
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。

【００４１】

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端縁位置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。

【００４２】

条件式（１）は第３レンズＬ３の焦点距離ｆ３に関する。また、条件式（３）は第１レンズＬ１の焦点距離ｆ１に関する。また、条件式（７）は第４レンズＬ４の焦点距離ｆ４に関する。全長が小さい状態で像面湾曲および歪曲収差等の諸収差を良好に補正しつつ、十分な周辺光量と適切な射出角度を達成するには、条件式（１）と条件式（３）とのバランスが必要となる。また、条件式（１）と条件式（７）とのバランスが必要となる。

【００４３】

条件式（１）の上限を超えると、光線の射出角度が鈍くなる傾向がある。条件式（１）の下限を超えると、中間画角の像面湾曲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（１）の数値範囲は、

０．４≦ｆ３／ｆ≦０．７１　　……（１’）

であることが好ましい。より好ましくは、

０．５≦ｆ３／ｆ≦０．６５　　……（１''）

であると良い。

【００４４】

条件式（３）の上限を超えると、第１レンズＬ１のパワーが過剰に小さくなり全長を小さくするのに不利である。下限を超えると第１レンズＬ１のパワーが過剰に大きくなり他のレンズとのパワーのバランスが崩れ、像面湾曲、歪曲収差および球面収差のバランスが崩れやすくなる。

より良好な性能を得るために、条件式（３）の数値範囲は、

０．７２≦ｆ１／ｆ≦０．８０　　……（３’）

であることが好ましい。より好ましくは、

０．７５≦ｆ１／ｆ≦０．７８　　……（３''）

であると良い。

【００４５】

条件式（７）の上限を超えると、中間画角の像面湾曲がアンダーになりすぎる。下限を超えると、中間画角での像面湾曲がオーバー寄りになる傾向がある。

より良好な性能を得るために、条件式（７）の数値範囲は、

－０．８５≦ｆ４／ｆ≦－０．２５　　……（７’）

であることが好ましい。より好ましくは、

－０．５０≦ｆ４／ｆ≦－０．２５　　……（７''）

であると良い。

【００４６】

条件式（２）は、第３レンズＬ３の中心厚Ｄ５に関する。条件式（２）の上限を超える

と、中心厚Ｄ５が大きくなりすぎ、全長を小さくする上で不利となる。下限を超えると、中心厚Ｄ５が小さくなりすぎ、製造性が悪くなる。全長を小さくすると製造バラツキ感度がどうしても大きくなってしまうが、下限が適切な範囲内にあることで製造バラツキ感度を小さくできる。

より良好な性能を得るために、条件式（２）の数値範囲は、

０．１９≦Ｄ５／ｆ≦０．２５　……（２’）

であることが好ましい。より好ましくは、

０．２０≦Ｄ５／ｆ≦０．２４　……（２''）

であると良い。

【００４７】

条件式（４）は、レンズ単体の中心厚を規定している。この撮像レンズでは、高性能化を図るために非球面を積極的に用いている。非球面はコンパクト化および高性能化に寄与するが、射出成形もしくはモールド成形の際、安定的に良質のレンズ製品を成形できるよう、成形材料の流動性や、成形時の射出圧力および保圧を適切に保てるような所定の加工条件を考慮する必要がある。条件式（４）の上限を超えるとレンズの小型化に不利となる。下限を超えると成形時の材料の流れを防ぐために圧力制御の点で、面形状の転写性が悪くなる。

小型化を図りつつ、製造適性をより良好なものとするために、条件式（４）の数値範囲は、

０．１１≦MIN（Ｄ）／ｆ≦０．５　……（４’）

であることが好ましい。より好ましくは、

０．１２≦MIN（Ｄ）／ｆ≦０．５　……（４''）

であると良い。

【００４８】

条件式（５）および条件式（８）は、光軸上のレンズ系の厚さＤＬに関する。レンズ全長を短縮化することと、撮像素子に最も近い最終レンズ面が撮像面に近づきすぎないようにすること、この２つの要求を満たすには、レンズ系の厚さＤＬを適切な範囲にする必要がある。条件式（５）または条件式（８）の上限を超えると、全長の短縮化に不利となる。厚さＤＬを小さくすることは全長の短縮化に直結するが、条件式（５）または条件式（８）の下限を超えて厚さＤＬを小さくしすぎると、収差性能の悪化および製造組立感度の急激な低下が起きてしまう。

【００４９】

全長を短縮化しつつ、より良好な性能を得るために、条件式（５）の数値範囲は、

３．０ｍｍ≦ＤＬ≦３．８ｍｍ　……（５’）

であることが好ましい。より好ましくは、

３．０ｍｍ≦ＤＬ≦３．５ｍｍ　……（５''）

であると良い。

また、条件式（８）の数値範囲は、

０．８５≦ＤＬ／ｆ≦０．９２　……（８’）

であることが好ましい。より好ましくは、

０．８７≦ＤＬ／ｆ≦０．９０　……（８''）

であると良い。

【００５０】

条件式（６）は、各レンズの分散を規定するものであり、この数値範囲を満足して第１レンズＬ１のアッベ数ν１を相対的に大きくすることで、軸上色収差の低減を図ることができる。条件式（６）の下限を下回ると軸上色収差の補正に不利となる。

より良好に色収差を補正するために、さらに以下の条件を適宜満足することが好ましい。

ν１－（ν３＋ν４）／２≧５　……（６’）

ν１－ν４≧５　……（６''）

条件式（６’）を満足して例えば第３レンズＬ３および第４レンズＬ４のいずれか一方に、比較的分散の大きい材料を用いることで、倍率の色収差の補正に有利となる。また、条件式（６''）を満足して第４レンズＬ４に対して第１レンズＬ１のアッベ数ν１を相対的に大きくすることで軸上色収差の低減を図ることができる。

【００５１】

条件式（９）は第２レンズＬ２の物体側の面の近軸曲率半径Ｒ３に関する。また、条件式（１０）は第１レンズＬ１の物体側の面の近軸曲率半径Ｒ１に関する。全長、画角および射出角度を適切な値に保つために第１レンズＬ１のパワーおよび第１レンズＬ１の前面の曲率が大きく影響を与える。この場合、式（１０）の条件では、式（９）の条件範囲を満足することが球面収差および横収差を補正する上で好ましい。

【００５２】

条件式（９）の上限を超えると、球面収差、および像面湾曲がアンダーになり歪曲はプラス側（糸巻き型）になる。条件式（９）の下限を超えると、球面収差、および像面湾曲がオーバーになり歪曲はマイナス側（樽型）になる。また、第２レンズＬ２の物体側の面で周辺光線を跳ね上げるパワーが強くなるため、製造感度が強くなってしまう。

より良好な性能を得るために、条件式（９）の数値範囲は、

－０．８≦ｆ／Ｒ３≦０　　……（９’）

であることが好ましい。より好ましくは、

－０．７≦ｆ／Ｒ３≦０　　……（９''）

であると良い。

【００５３】

条件式（１０）の上限を超えると、第１レンズＬ１の物体側の面でのパワーが増えすぎてしまい、球面収差がアンダーになり歪曲はマイナス側（樽型）になりすぎてしまう。下限を超えると、第１レンズＬ１の物体側の面でのパワーが減りすぎてしまい、全長を小さくする上で不利になる。

より良好な性能を得るために、条件式（１０）の数値範囲は、

１．５４≦ｆ／Ｒ１≦２．５　　……（１０’）

であることが好ましい。より好ましくは、

１．７≦ｆ／Ｒ１≦２．１　　……（１０''）

であると良い。

【００５４】

条件式（１１）は、第１レンズＬ１の物体側および像側の面の近軸曲率半径Ｒ１，Ｒ２の適切な関係を規定している。条件式（１１）の上限を超えると特に球面収差が大きくオーバーになる。下限を超えると特に球面収差が大きくアンダーになる。

より良好な性能を得るために、条件式（１１）の数値範囲は、

－０．５≦Ｒ１／Ｒ２≦０　　……（１１’）

であることが好ましい。

【００５５】

条件式（１２）は、第２レンズＬ２の形状に関する。条件式（１２）の上限を超えると光線の射出角度を小さくすることが不利になる。下限を超えると第１レンズＬ１および第２レンズＬ２のそれぞれの軸ずれ感度が大きくなり、製造適正を満足できなくなる。

【００５６】

条件式（１３）は、第１レンズＬ１および第２レンズＬ２の合成焦点距離に関する。条件式（１３）の上限を超えてレトロフォーカスタイプの方向になると、主点が像側に移動してしまうので、原理的に全長短縮が難しくなってしまう。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すぎる傾向がある。また、周辺光量が小さくなりすぎる傾向がある。

より良好な性能を得るために、条件式（１３）の数値範囲は、

１．０≦ｆ１２／ｆ≦１．４　　……（１３’）

であることが好ましい。より好ましくは、

１．１≦ｆ１２／ｆ≦１．２　　……（１３''）
であると良い。
【００５７】
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機器によれば、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】
【００５８】
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７の数値実施例をまとめて説明する。
【００５９】
図８および図１５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８にはその基本的なレンズデータを示し、図１５には非球面に関するデータを示す。図８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８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。
【００６０】
この実施例１に係る撮像レンズは、第１レンズＬ１がガラス材料とされ、第２レンズＬ２ないし第４レンズＬ４は樹脂材料とされている。
【００６１】
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８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の数値を示している。
【００６２】
図１５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。
【００６３】
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。
【００６４】
$$Z=C\cdot h^2/\{1+(1-K\cdot C^2\cdot h^2)^{1/2}\}+\Sigma Ai\cdot h^i \quad \cdots\cdots(A)$$
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

【００６５】

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９および図１６に示す。また同様にして、図３～図７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７として、図１０～図１４および図１７～図２１に示す。これらの実施例２～７では、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。

【００６６】

なお、実施例２ないし実施例５と実施例７では、第１レンズＬ１ないし第４レンズＬ４がすべて樹脂材料とされている。実施例６では、第１レンズＬ１がガラス材料とされ、第２レンズＬ２ないし第４レンズＬ４は樹脂材料とされている。

【００６７】

また、図２２には、上述の基本的な条件式（１）～（１３）とその他の条件式（６’），（６''）に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。図２２に示したように、実施例４については、条件式（９）および条件式（１０）、ならびに条件式（１２）の数値範囲から外れている。それ以外は、各実施例について、すべて基本的な条件式の数値範囲内となっている。

【００６８】

図２３（Ａ）～図２３（Ｃ）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、およびディストーション（歪曲収差）を示している。各収差図には、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。

【００６９】

同様に、実施例２の撮像レンズについての諸収差を図２４（Ａ）～図２４（Ｃ）に示す。同様にして、実施例３の撮像レンズについての諸収差を図２５（Ａ）～図２５（Ｃ）に、実施例４の撮像レンズについての諸収差を図２６（Ａ）～図２６（Ｃ）に、実施例５の撮像レンズについての諸収差を図２７（Ａ）～図２７（Ｃ）に、実施例６の撮像レンズについての諸収差を図２８（Ａ）～図２８（Ｃ）に、実施例７の撮像レンズについての諸収差を図２９（Ａ）～図２９（Ｃ）に示す。

【００７０】

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。

【００７１】

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】

【００７２】

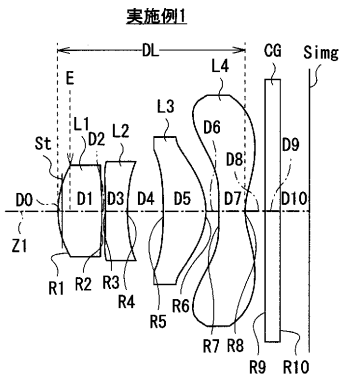
【図１】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第１の構成例を示すものであり、実施例１に対応するレンズ断面図である。

【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。

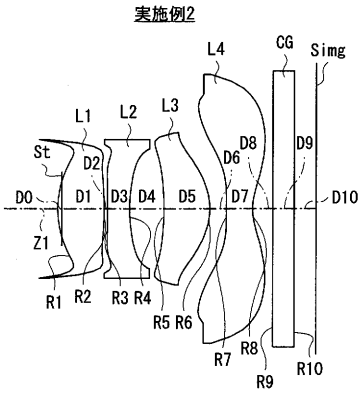
【図３】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第３の構成例を示すものであり、実施

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】本発明の実施例１に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図９】本発明の実施例２に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１０】本発明の実施例３に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１１】本発明の実施例４に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１２】本発明の実施例５に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１３】本発明の実施例６に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１４】本発明の実施例７に係る撮像レンズの基本的なレンズデータを示す図である。
【図１５】本発明の実施例１に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図１６】本発明の実施例２に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図１７】本発明の実施例３に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図１８】本発明の実施例４に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図１９】本発明の実施例５に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図２０】本発明の実施例６に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図２１】本発明の実施例７に係る撮像レンズの非球面に関するデータを示す図である。
【図２２】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２３】本発明の実施例１に係る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を示す。
【図２４】本発明の実施例２に係る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を示す。
【図２５】本発明の実施例３に係る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を示す。
【図２６】本発明の実施例４に係る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を示す。
【図２７】本発明の実施例５に係る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を示す。
【図２８】本発明の実施例６に係る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を示す。
【図２９】本発明の実施例７に係る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を示す。
【図３０】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３１】本発明の一実施の形態に係る撮像機器の一構成例を示す斜視図である。
【符号の説明】
【００７３】
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。

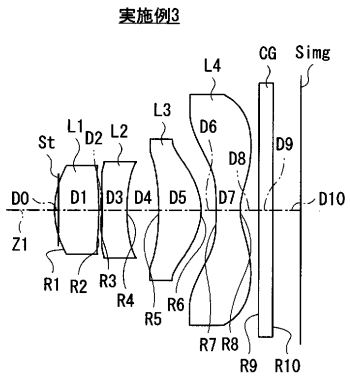
【図１】


実施例1
DL
E
St
L1
D2
L2
L3
L4
D6
D8
CG
D9
Simg
D0
D1
D3
D4
D5
D7
D10
Z1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10

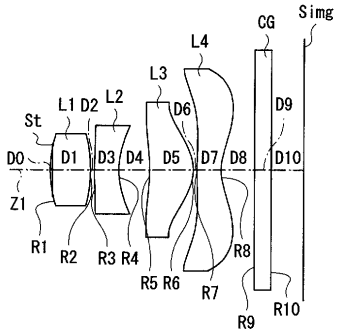
【図２】


実施例2
L4
CG
Simg
L1
L2
L3
St
D2
D6
D8
D9
D0
D1
D3
D4
D5
D7
D10
Z1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10

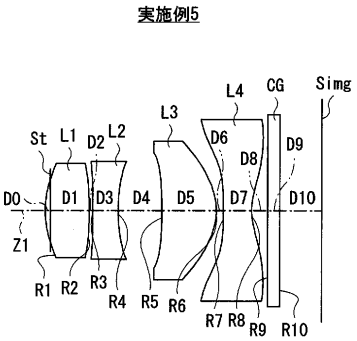
【図３】


実施例3
L4
CG
Simg
L3
L1
D2
L2
St
D6
D8
D9
D0
D1
D3
D4
D5
D7
D10
Z1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10

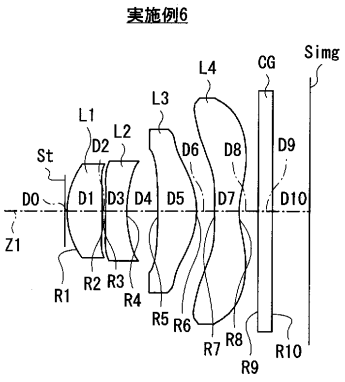
【図４】


実施例4
CG
Simg
L4
L3
L1
D2
L2
St
D6
D9
D0
D1
D3
D4
D5
D7
D8
D10
Z1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10

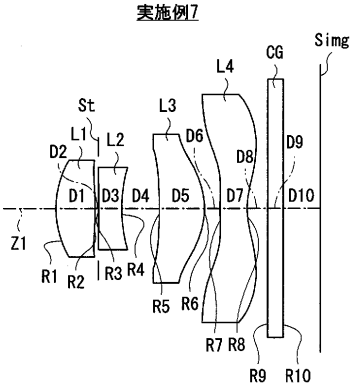
【図５】


実施例5
L4
CG
Simg
L3
St
L1
D2
L2
D6
D8
D9
D0
D1
D3
D4
D5
D7
D10
Z1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10

【図６】



【図７】



【図８】

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)	—	-0.08		
1	1.797	0.89	1.511	67
2	-11.788	0.07		
3	-1000.000	0.45	1.611	27
4	3.554	0.72		
5	-7.407	0.85	1.513	38
6	-1.290	0.26		
7	1000.000	0.52	1.513	38
8	1.234	0.40		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.59		

(f=4.240)

【図９】

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)	—	-0.06		
1	1.557	0.74	1.517	56.5
2	-6.058	0.06		
3	-89.648	0.37	1.607	26
4	2.826	0.54		
5	-4.741	0.72	1.535	55.1
6	-1.021	0.26		
7	-448.237	0.41	1.513	56.6
8	0.912	0.34		
9	∞	0.34	1.516	64.1
10	∞	0.39		

(f=3.470)

【図１０】

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)	—	-0.07		
1	1.636	0.80	1.512	56.5
2	-7.128	0.06		
3	-120.776	0.45	1.611	27.1
4	2.943	0.58		
5	-4.943	0.78	1.533	55.5
6	-1.084	0.28		
7	-184.723	0.45	1.512	56.5
8	0.988	0.34		
9	∞	0.26	1.516	55
10	∞	0.50		

(f=3.779)

【図１１】

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	2.046	0.71	1.512	57
2	-3.530	0.07		
3	4.619	0.43	1.611	27
4	1.444	0.54		
5	-3.806	0.78	1.533	55.5
6	-0.747	0.07		
7	13.542	0.43	1.533	55.5
8	0.873	0.60		
9	∞	0.30	1.516	55
10	∞	0.56		

(f=3.455)

【図１２】

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)	—	-0.08		
1	1.589	0.71	1.512	56.5
2	-9.218	0.06		
3	-100.000	0.41	1.512	56.5
4	2.849	0.70		
5	-8.228	0.87	1.512	56.5
6	-0.957	0.11		
7	100.000	0.46	1.611	27
8	0.951	0.25		
9	∞	0.19	1.516	64.1
10	∞	0.66		

(f=3.774)

【図１３】

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)	—	0.05		
1	1.745	0.80	1.511	70.2
2	-10.918	0.07		
3	-200.000	0.45	1.611	27
4	2.938	0.58		
5	-13.716	0.86	1.512	56.5
6	-1.605	0.38		
7	11.350	0.52	1.512	56.5
8	1.381	0.40		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.65		

(f=4.234)

【図１４】

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）
1	2.010	0.71	1.533	55.4
2	-6.498	0.07		
(絞り)	—	—		
3	-90.000	0.45	1.588	30.2
4	2.932	0.71		
5	-7.366	0.86	1.512	56.5
6	-1.428	0.31		
7	7.530	0.52	1.512	56.5
8	1.323	0.40		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.76		

(f=4.177)

【図１５】

実施例１・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-4.983E+00	-4.837E+01	1.000E+00	1.000E+00
A3	9.023E-03	-1.015E-02	-1.293E-01	-8.964E-02
A4	9.124E-02	-2.518E-03	8.612E-01	7.016E-01
A5	1.984E-02	-9.242E-02	-3.697E+00	-3.134E+00
A6	1.202E-02	1.134E-01	9.023E+00	8.375E+00
A7	-4.133E-02	-1.660E-01	-1.369E+01	-1.371E+01
A8	-3.963E-01	1.590E-01	1.262E+01	1.351E+01
A9	7.425E-01	2.982E-01	-6.115E+00	-7.306E+00
A10	-3.599E-01	-2.835E-01	1.142E+00	1.677E+00
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	1.000E+00	-3.903E+00	0.000E+00	-5.135E+00
A3	-6.872E-02	-1.458E-03	2.802E-02	7.139E-02
A4	6.670E-01	-1.408E-01	-2.578E-01	-3.480E-01
A5	-2.824E+00	7.164E-02	-1.776E-01	2.571E-01
A6	6.737E+00	-2.152E-02	4.395E-01	-4.463E-02
A7	-9.886E+00	2.232E-03	-2.201E-01	-2.523E-02
A8	8.641E+00	8.216E-03	3.561E-02	8.036E-03
A9	-4.117E+00	8.586E-03	0.000E+00	1.486E-03
A10	8.215E-01	-4.467E-03	0.000E+00	-6.049E-04

【図１６】

実施例２・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-5.650E+00	-4.746E+01	0.000E+00	-8.206E+00
A3	7.402E-03	-6.949E-03	-8.841E-03	-6.583E-03
A4	5.371E-02	-2.025E-03	-2.370E-02	2.246E-02
A5	8.953E-03	-5.403E-02	3.967E-02	1.503E-02
A6	7.430E-03	6.160E-02	-9.292E-02	-1.169E-02
A7	-1.890E-02	-7.161E-02	3.086E-02	-2.977E-02
A8	-1.535E-01	6.247E-02	1.111E-01	2.362E-02
A9	2.514E-01	1.006E-01	-6.646E-03	2.964E-02
A10	-1.052E-01	-8.460E-02	-4.010E-02	-1.729E-02
A11	—	—	—	-4.859E-04
A12	—	—	—	-6.139E-04
A13	—	—	—	-8.467E-04
A14	—	—	—	-1.608E-04
A15	—	—	—	2.803E-04
A16	—	—	—	7.103E-04
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	-9.313E+00	-3.457E+00	0.000E+00	-4.328E+00
A3	6.702E-03	1.063E-03	2.363E-02	5.834E-02
A4	1.905E-02	-9.273E-02	-1.706E-01	-2.460E-01
A5	-6.660E-02	4.078E-02	-1.035E-01	1.625E-01
A6	4.541E-02	-1.062E-02	2.233E-01	-2.481E-02
A7	-2.633E-02	9.011E-04	-9.788E-02	-1.272E-02
A8	-6.272E-03	3.040E-03	1.377E-02	3.555E-03
A9	2.768E-02	2.776E-03	0.000E+00	6.100E-04
A10	-1.199E-02	-1.275E-03	0.000E+00	-2.126E-04
A11	1.768E-04	—	—	—
A12	9.466E-05	—	—	—
A13	-2.863E-04	—	—	—
A14	-2.200E-04	—	—	—
A15	-4.706E-05	—	—	—
A16	2.398E-04	—	—	—

【図１７】

実施例３・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-5.645E+00	-4.737E+01	0.000E+00	-8.269E+00
A3	1.329E-02	-1.242E-02	-1.579E-02	-1.177E-02
A4	1.286E-01	-4.820E-03	-5.664E-02	5.373E-02
A5	2.873E-02	-1.729E-01	1.270E-01	4.809E-02
A6	3.189E-02	2.637E-01	-3.977E-01	-5.004E-02
A7	-1.075E-01	-4.102E-01	1.767E-01	-1.704E-01
A8	-1.174E+00	4.781E-01	8.505E-01	1.809E-01
A9	2.576E+00	1.031E+00	-6.803E-02	3.036E-01
A10	-1.441E+00	-1.159E+00	-5.492E-01	-2.369E-01
A11	—	—	—	-8.880E-03
A12	—	—	—	-1.502E-02
A13	—	—	—	-2.786E-02
A14	—	—	—	-7.111E-03
A15	—	—	—	1.637E-02
A16	—	—	—	5.563E-02
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	-8.618E+00	-3.475E+00	0.000E+00	-4.475E+00
A3	1.179E-02	2.106E-03	4.200E-02	9.932E-02
A4	4.536E-02	-2.218E-01	-4.081E-01	-5.544E-01
A5	-2.131E-01	1.305E-01	-3.311E-01	4.805E-01
A6	1.943E-01	-4.542E-02	9.557E-01	-9.615E-02
A7	-1.507E-01	5.163E-03	-5.603E-01	-6.465E-02
A8	-4.801E-02	2.328E-02	1.055E-01	2.370E-02
A9	2.835E-01	2.843E-02	0.000E+00	5.332E-03
A10	-1.643E-01	-1.747E-02	0.000E+00	-2.443E-03
A11	3.251E-03	—	—	—
A12	2.352E-03	—	—	—
A13	-9.378E-03	—	—	—
A14	-9.642E-03	—	—	—
A15	-2.756E-03	—	—	—
A16	1.881E-02	—	—	—

【図１８】

実施例４・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-1.572E+00	-1.999E+00	-4.858E+00	9.194E-01
A3	-7.851E-03	-3.498E-02	-2.981E-02	9.088E-03
A4	5.437E-02	-2.665E-02	-1.221E-01	-2.060E-01
A5	-1.143E-01	-2.537E-02	-4.002E-02	2.528E-01
A6	5.495E-02	-1.195E-01	1.544E-01	-2.909E-01
A7	1.415E-01	-1.618E-01	-4.850E-01	-9.407E-02
A8	-4.717E-01	3.207E-01	-7.053E-02	2.506E-01
A9	5.017E-01	7.267E-01	1.852E+00	1.964E-01
A10	-2.111E-01	-7.671E-01	-1.340E+00	-2.191E-01
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	3.230E+00	-2.500E+00	0.000E+00	-4.000E+00
A3	-1.012E-02	-6.096E-03	4.302E-02	-2.285E-02
A4	-2.114E-02	-1.141E-01	-1.022E-01	-2.668E-01
A5	1.569E-01	8.345E-02	-4.214E-02	2.733E-01
A6	6.869E-02	-1.165E-02	2.520E-02	-8.052E-02
A7	-1.313E-01	1.705E-02	3.925E-02	-4.054E-02
A8	-5.950E-02	3.315E-02	-1.785E-02	1.453E-02
A9	1.254E-01	2.677E-02	-6.411E-03	1.187E-02
A10	-5.119E-02	-3.091E-02	3.470E-03	-5.124E-03

【図１９】

実施例５・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-4.297E+00	-3.907E+01	0.000E+00	-1.234E+01
A3	7.060E-03	-2.650E-02	-2.293E-02	-7.196E-03
A4	1.194E-01	-1.086E-02	-7.009E-02	8.677E-02
A5	1.909E-02	-1.879E-01	8.491E-02	4.341E-02
A6	4.533E-03	1.956E-01	-3.812E-01	-5.321E-02
A7	-7.723E-02	-4.057E-01	1.447E-01	-1.521E-01
A8	-9.632E-01	3.721E-01	7.309E-01	1.636E-01
A9	2.232E+00	8.421E-01	-7.360E-02	2.609E-01
A10	-1.396E+00	-9.873E-01	-4.986E-01	-2.185E-01
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	2.003E+01	-2.993E+00	8.000E+00	-4.336E+00
A3	-8.222E-03	2.097E-02	9.503E-03	8.420E-03
A4	5.164E-02	-2.200E-01	-3.633E-01	-4.542E-01
A5	-2.019E-01	1.197E-01	-3.037E-01	4.532E-01
A6	1.686E-01	-4.794E-02	8.732E-01	-1.044E-01
A7	-1.555E-01	3.227E-04	-4.931E-01	-6.082E-02
A8	-6.168E-02	1.850E-02	8.646E-02	2.350E-02
A9	2.505E-01	2.403E-02	0.000E+00	5.901E-03
A10	-1.485E-01	-1.558E-02	0.000E+00	-2.604E-03

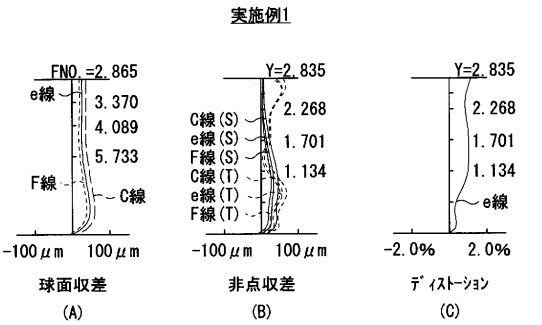
【図２０】

実施例６・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-5.045E+00	7.069E+00	4.098E+01	-2.043E+01
A3	1.271E-02	-8.042E-03	-1.229E-02	1.371E-02
A4	9.888E-02	2.245E-02	-4.258E-02	4.597E-02
A5	2.695E-02	-7.901E-02	6.443E-02	2.910E-02
A6	1.363E-02	1.163E-01	-1.783E-01	-2.882E-02
A7	-4.334E-02	-1.662E-01	7.372E-02	-7.553E-02
A8	-3.984E-01	1.598E-01	2.880E-01	5.537E-02
A9	7.425E-01	3.011E-01	-1.930E-02	8.769E-02
A10	-3.569E-01	-2.786E-01	-1.362E-01	-5.180E-02
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	6.579E+00	-6.910E+00	-7.851E+00	-4.776E+00
A3	-1.314E-02	-3.358E-02	2.705E-02	7.825E-02
A4	5.308E-02	-1.287E-01	-2.576E-01	-3.572E-01
A5	-8.996E-02	8.531E-02	-1.780E-01	2.567E-01
A6	9.827E-02	-8.778E-03	4.392E-01	-4.382E-02
A7	-6.636E-02	9.844E-03	-2.204E-01	-2.470E-02
A8	-2.581E-02	7.986E-03	3.547E-02	8.188E-03
A9	8.313E-02	6.569E-03	1.032E-04	1.450E-03
A10	-3.957E-02	-7.645E-03	-8.357E-05	-6.492E-04

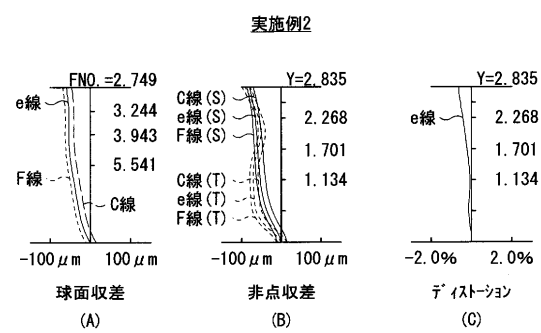
【図２１】

実施例７・非球面ﾃﾞｰﾀ				
非球面係数	面番号			
	第１面	第２面	第３面	第４面
K	-5.096E+00	-4.977E+01	4.253E+01	-1.592E+01
A3	-1.319E-02	3.301E-03	1.617E-02	1.135E-02
A4	9.649E-02	3.989E-02	-2.900E-02	3.262E-02
A5	1.895E-02	-7.951E-02	7.096E-02	2.163E-02
A6	7.852E-03	1.103E-01	-1.752E-01	-3.180E-02
A7	-4.828E-02	-1.716E-01	7.512E-02	-7.644E-02
A8	-4.007E-01	1.565E-01	2.885E-01	5.505E-02
A9	7.470E-01	2.999E-01	-1.929E-02	8.752E-02
A10	-3.416E-01	-2.784E-01	-1.365E-01	-5.179E-02
	第５面	第６面	第７面	第８面
K	6.580E+00	-5.789E+00	-1.271E+01	-5.038E+00
A3	-2.234E-02	-4.367E-02	3.026E-02	9.290E-02
A4	4.314E-02	-1.460E-01	-2.539E-01	-3.618E-01
A5	-9.517E-02	7.983E-02	-1.775E-01	2.559E-01
A6	9.874E-02	-6.097E-03	4.390E-01	-4.409E-02
A7	-6.503E-02	1.496E-02	-2.205E-01	-2.482E-02
A8	-2.543E-02	8.592E-03	3.544E-02	8.179E-03
A9	8.265E-02	6.783E-03	9.292E-05	1.478E-03
A10	-4.043E-02	-7.766E-03	-6.148E-05	-6.264E-04

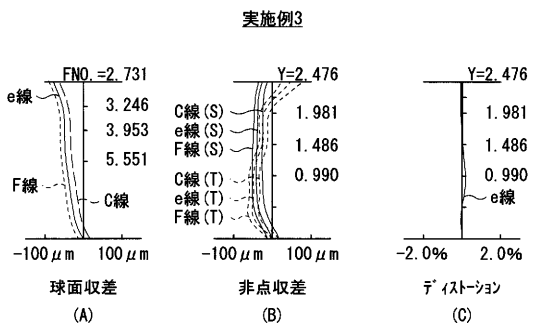
【図２３】



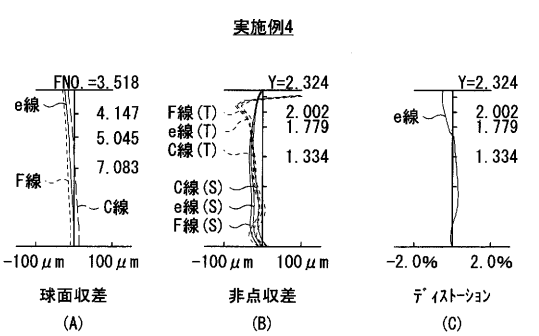
【図２４】



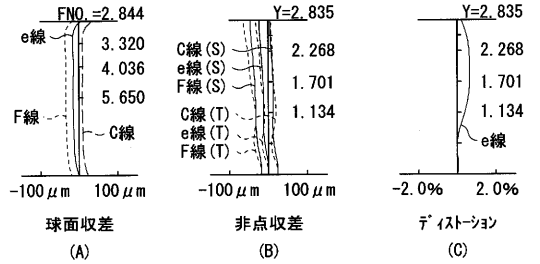
【図２５】



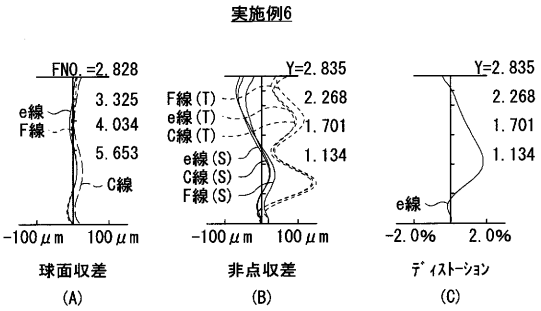
【図２６】



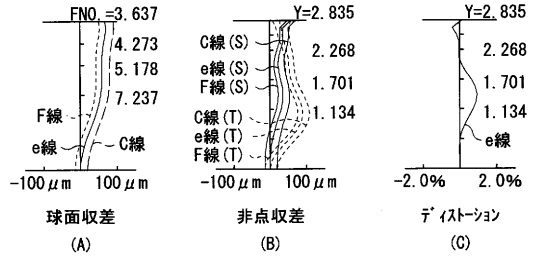
【図２７】



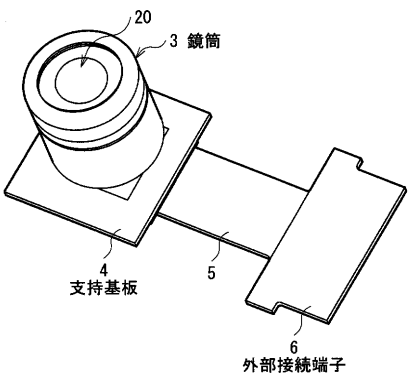
【図２８】



【図２９】

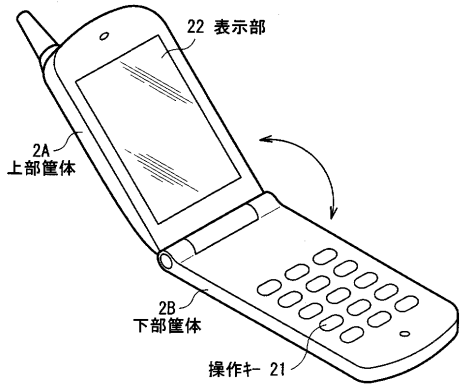


【図３０】

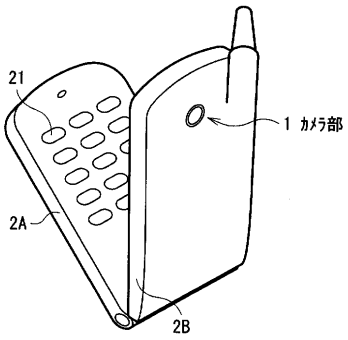


【図３１】

(A)



(B)



条件式に関する値								
条件式	式の番号	実施例１	実施例２	実施例３	実施例４	実施例５	実施例６	実施例７
0.35≦f3/f≦0.9	(1)	0.689	0.657	0.644	0.465	0.539	0.819	0.790
0.19≦D5/f≦0.5	(2)	0.199	0.207	0.206	0.226	0.230	0.203	0.206
0.65≦f1/f≦0.85	(3)	0.736	0.715	0.711	0.767	0.719	0.710	0.710
0.1≦MIN(D)/f≦1.0	(4)	0.105	0.106	0.118	0.124	0.108	0.105	0.107
3.0≦DL≦4.0	(5)	3.755	3.100	3.395	3.030	3.319	3.662	3.633
$\nu 1-(\nu 2+\nu 3+\nu 4)/3\geqq 0$	(6)	32.67	10.6	10.13	11.0	9.83	23.53	7.60
$\nu 1-(\nu 3+\nu 4)/2\geqq 5$	(6')	29.0	26.15	0.5	1.5	14.75	13.70	-1.10
$\nu 1-\nu 4\geqq 5$	(6")	29	-0.1	0	1.5	29.5	13.70	-1.10
-1.2≦f4/f≦-0.25	(7)	-0.571	-0.512	-0.508	-0.514	-0.419	-0.739	-0.773
0.85≦DL/f≦0.93	(8)	0.884	0.891	0.896	0.875	0.877	0.865	0.870
-1.0≦f/R3≦0.4	(9)	-0.004	-0.039	-0.031	0.749	-0.038	-0.021	-0.046
2.05≦f/R1≦3.3	(10)	2.365	2.235	2.317	1.692	2.381	2.426	2.078
-1.0≦R1/R2≦0	(11)	-0.152	-0.257	-0.230	-0.580	-0.172	-0.160	-0.309
0.9≦(R3+R4)/(R3-R4)≦1.5	(12)	0.993	0.939	0.952	1.910	0.945	0.971	0.937
1.0≦f12/f≦1.6	(13)	1.200	1.186	1.195	1.564	1.133	1.326	1.336

：条件式の範囲から外れる値

JP 2009-69195 A 2009.4.2

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H087 KA01 LA01 PA04 PA17 PB04 QA02 QA06 QA14 QA22 QA25
QA37 QA39 QA41 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA34 RA42
UA02
5C122 DA04 DA09 EA54 FC01 FC02 GE17