(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5096057号
(P5096057)
(45)発行日　平成24年12月12日(2012.12.12)　(24)登録日　平成24年9月28日(2012.9.28)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 13/00 (2006.01)　　G02B 13/00
G02B 13/18 (2006.01)　　G02B 13/18

請求項の数 12　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2007-181016(P2007-181016)
(22)出願日　平成19年7月10日(2007.7.10)
(65)公開番号　特開2009-20182(P2009-20182A)
(43)公開日　平成21年1月29日(2009.1.29)
審査請求日　平成22年4月15日(2010.4.15)

(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　谷山　実
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　森内　正明

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)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、
正のパワーを有し両凸形状をなす第１レンズと、
負のパワーを有する第２レンズと、
像側の面が凸面で正のパワーを有する第３レンズと、
物体側の面が光軸近傍において凹面または平面であり、負のパワーを有する第４レンズと
からなり、
かつ以下の条件式を満足するように構成されている
ことを特徴とする撮像レンズ。
０．２８＜｜ｆ４／ｆ｜≦０．４８６　……（１′）
０．６６９≦ｆ１／ｆ＜１．１０　……（２′）
１．０５６≦｜ｆ２／ｆ｜＜３　……（３′）
ただし、
ｆ：全体の焦点距離
ｆ４：第４レンズの焦点距離
ｆ１：第１レンズの焦点距離
ｆ２：第２レンズの焦点距離
とする。

【請求項２】
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。
０．２＜ｆ３／ｆ＜１．５ ……（４）
ただし、
ｆ３：第３レンズの焦点距離
とする。
【請求項３】
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。
２０＜ν１－ν２ ……（５）
ただし、
ν１：第１レンズのｄ線に対するアッベ数
ν２：第２レンズのｄ線に対するアッベ数
とする。
【請求項４】
前記第２レンズが物体側に凸面を向けたメニスカス形状であり、
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３のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．１＜Ｄ４／ｆ＜０．３ ……（６）
ただし、
Ｄ４：第２レンズと第３レンズとの光軸上の間隔
とする。
【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。
｜Ｒ５｜＞｜Ｒ６｜ ……（７）
ただし、
Ｒ５：第３レンズの物体側の面の曲率半径
Ｒ６：第３レンズの像側の面の曲率半径
とする。
【請求項６】
前記第１レンズ、前記第２レンズ、前記第３レンズ、および前記第４レンズのそれぞれにおいて、少なくとも１面に非球面を含んでいる
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。
【請求項７】
前記第１レンズ、前記第２レンズ、前記第３レンズ、および前記第４レンズがそれぞれ樹脂材料で構成されている
ことを特徴とする請求項１ないし６のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項８】
前記第１レンズがガラス材料で構成されている
ことを特徴とする請求項１ないし６のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項９】
光軸上において、前記第１レンズにおける物体側の面頂点位置と、前記第１レンズにおける像側の面頂点位置との間に絞りが配置されている
ことを特徴とする請求項１ないし８のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１０】
前記絞りは、光軸上において、前記第１レンズにおける物体側の面頂点位置と、前記第１レンズにおける物体側の面の端縁位置との間に配置されている
ことを特徴とする請求項９に記載の撮像レンズ。

【請求項１１】
請求項１ないし１０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１２】
請求項１１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】
特許文献１ないし７には、３枚あるいは４枚のレンズで構成された撮像レンズが開示されている。これらの文献に記載されているように、特に４枚構成の撮像レンズとしては、物体側から順に、正、負、正、正のパワー配置とした構成や、正、負、正、負のパワー配置とした構成が知られている。このような４枚構成の撮像レンズの場合、最も撮像側のレンズは、近軸（光軸近傍）において物体側の面が凸形状であることが多い。一方で、特許文献７の実施例５，９には、正、負、正、負のパワー配置で、最も撮像側のレンズの光軸近傍における物体側の面形状が凹である構成が開示されている。
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－２２１６５９号公報
【特許文献２】特開２００４－３０２０５７号公報
【特許文献３】特開２００４－３４１０１３号公報
【特許文献４】特開２００５－２４５８１号公報
【特許文献５】特開２００５－２４８８９号公報
【特許文献６】特許３４２４０３０号公報
【特許文献７】特開２００７－１７９８４号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上述したように近年の撮像素子は、小型化および高画素化が進んでいる。特に携帯用カメラモジュールの撮像レンズには従来、コスト面とコンパクト性が主に要求されていたが、最近では携帯用カメラモジュールにおいても撮像素子の高画素化が進む傾向にあり、性能面に対する要求も高くなってきている。このため、コスト面、性能面、およびコンパクト性を総合的に考慮した多種多様なレンズの開発が望まれており、性能面ではデジタルカメラへの搭載をも視野に入れた、ローコストで高性能な撮像レンズの開発が望まれている。上記各特許文献記載のレンズでは、例えば結像性能とコンパクト性との両立という点で不十分なところがある。また、特許文献７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化条件が検討されているとは言い難い。
【０００６】
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、全長の短縮化と共に高い結像性能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】
【０００７】
本発明に係る撮像レンズは、物体側から順に、正のパワーを有し両凸形状をなす第１レンズと、負のパワーを有する第２レンズと、像側の面が凸面で正のパワーを有する第３レンズと、物体側の面が光軸近傍において凹面または平面であり、負のパワーを有する第４レンズとからなり、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。ただし、ｆは全体の焦点距離、ｆ４は第４レンズの焦点距離、ｆ１は第１レンズの焦点距離、ｆ２は第２レンズの焦点距離とする。
０．２８＜｜ｆ４／ｆ｜≦０．４８６……（１′）
０.６６９≦ｆ１／ｆ＜１．１０ ……（２′）
１．０５６≦｜ｆ２／ｆ｜＜３ ……（３′）
【０００９】
本発明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、各レンズの形状およびパワーを適切に設定し、所定の条件式を満足することにより、全長の短縮化に有利であると共に高い結像性能を得るのに有利となる。特に本発明の撮像レンズでは、最も撮像側のレンズ（第４レンズ）の光軸近傍における物体側の面形状を凹面または平面としながらも、全長の短縮化と結像性能に有利な構成されている。
そして、さらに、次の好ましい構成を適宜採用して満足することで、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】
本発明に係る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。ただし、ｆ３は第３レンズの焦点距離とする。ν１は第１レンズのｄ線に対するアッベ数、ν２は第２レンズのｄ線に対するアッベ数とする。Ｄ４は第２レンズと第３レンズとの光軸上の間隔とする。Ｒ５は第３レンズの物体側の面の曲率半径、Ｒ６は第３レンズの像側の面の曲率半径とする。
これらを適宜選択的に満足するにより、各レンズ構成がより最適化され、全長の短縮化や結像性能により有利となる。
０．２＜ｆ３／ｆ＜１．５ ……（４）
２０＜ν１－ν２ ……（５）
０．１＜Ｄ４／ｆ＜０．３ ……（６）
｜Ｒ５｜＞｜Ｒ６｜ ……（７）
【００１１】
また、第１レンズは両凸形状であることが好ましい。また、第２レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス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レンズのそれぞれにおいて、少なくとも１面に非球面を含んでいることが好ましい。
【００１２】
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。
【００１３】
また、本発明に係る撮像レンズは、光軸上において、第１レンズにおける物体側の面頂点位置と、第１レンズにおける像側の面頂点位置との間に絞りが配置されていても良い。好ましくは、より物体側、例えば光軸上において、第１レンズにおける物体側の面頂点位置と、第１レンズにおける物体側の面の端縁位置との間に配置すると良い。

【００１４】
本発明によるカメラモジュールは、本発明に係る撮像レンズと、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】
本発明に係る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、各レンズの形状およびパワーを適切に設定し、所定の条件式を満足するようにしたので、全長の短縮化と共に高い結像性能を実現できる。
【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２，４，５，６は、本発明に係る第２，第４，第５，第６の実施例の撮像レンズを示している。これらの実施例は、後述の数値例（図１０，１２，１３，１４）に対応している。同様にして、図１，３，７，８は、第１，第３，第７，第８の参考例の撮像レンズを示している。これらの参考例は、後述の数値例（図９，１１，１５，１６）に対応している。図１～図８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（絞りＳｔを０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８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、絞りＳｔと、第１レンズＧ１と、第２レンズＧ２と、第３レンズＧ３と、第４レンズＧ４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Ｇ４と結像面（撮像面）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、図２および図５の構成例のように光軸Ｚ１上において第１レンズＧ１の物体側の面頂点位置に絞りＳｔが配置される場合のほか、その他の構成例のように第１レンズＧ１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Ｇ１における物体側の面頂点位置と、第１レンズＧ１における物体側の面の端縁位置Ｅ（図４参照）との間に配置すると良い。

【００２２】

第１レンズＧ１は、正のパワーを有している。第１レンズＧ１は、光軸近傍において両凸形状であることが好ましい。第２レンズＧ２は、負のパワーを有している。第２レンズＧ２は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状であることが好ましい。第３レンズＧ３は、光軸近傍において像側の面が凸面で正のパワーを有している。第３レンズＧ３の物体側の面は、例えば光軸近傍において凹面とされている。ただし、図５の構成例のように、第３レンズＧ３の物体側の面を光軸近傍において凸面にしても良い。

【００２３】

第４レンズＧ４は、物体側の面が光軸近傍において凹面または平面であり、負のパワーを有している。なお、図１～図７の構成例では第４レンズＧ４の物体側の面が光軸近傍において凹面であり、図８の構成例では平面とされている。

【００２４】

第１レンズＧ１、第２レンズＧ２、第３レンズＧ３、および第４レンズＧ４のそれぞれにおいて、少なくとも１面は非球面を含んでいることが好ましい。特に第４レンズＧ４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非球面であることが好ましい。

【００２５】

ここで、特に非球面形状とする場合、第２レンズＧ２、第３レンズＧ３および第４レンズＧ４は、第１レンズＧ１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Ｇ２、第３レンズＧ３および第４レンズＧ４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Ｇ１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Ｇ１をガラス材料で構成しても良い。

【００２６】

この撮像レンズは、以下の条件式（１），（２）のうち少なくとも一方を満足することが好ましい。ただし、ｆは全体の焦点距離、ｆ４は第４レンズＧ４の焦点距離、ｆ１は第１レンズの焦点距離とする。

０．２８＜｜ｆ４／ｆ｜＜０．６０　……（１）

０．５０＜ｆ１／ｆ＜１．１０　……（２）

【００２７】

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。ただし、ｆ２は第２レンズＧ２の焦点距離、ｆ３は第３レンズＧ３の焦点距離とする。ν１は第１レンズＧ１のｄ線に対するアッベ数、ν２は第２レンズＧ２のｄ線に対するアッベ数とする。Ｄ４は第２レンズＧ２と第３レンズＧ３との光軸上の間隔とする。Ｒ５は第３レンズＧ３の物体側の面の曲率半径、Ｒ６は第３レンズＧ３の像側の面の曲率半径とする。

０．５＜｜ｆ２／ｆ｜＜３　……（３）

０．２＜ｆ３／ｆ＜１．５　……（４）

２０＜ν１－ν２　……（５）

０．１＜Ｄ４／ｆ＜０．３　……（６）

｜Ｒ５｜＞｜Ｒ６｜　……（７）

【００２８】

図２６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２７（Ａ），（Ｂ）は、図２６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。

【００２９】
図２７（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２７（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２７（Ｂ））および表示部２２（図２７（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。

【００３０】
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２６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。

【００３１】
図２６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。

【００３２】
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。

【００３３】
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。

【００３４】
本実施の形態に係る撮像レンズでは、全体として４枚のレンズ構成において、各レンズのパワー配置を、物体側から順に正、負、正、負とし、各レンズの面形状を適切に設定すると共に、所定の条件式を満足することにより、全長の短縮化に有利であると共に高い結像性能を得るのに有利となる。特にこの撮像レンズでは、最も撮像側のレンズ（第４レンズＧ４）の光軸近傍における物体側の面形状を凹面または平面としながらも、全長の短縮化と結像性能に有利な構成されている。また、第４レンズＧ４が、負のパワーを有していることにより、バックフォーカスの確保に有利となる。仮に、第４レンズＧ４の正のパワーが強過ぎると、十分なバックフォーカスの確保が困難となる。

【００３５】
また、この撮像レンズでは、第１レンズＧ１、第２レンズＧ２、第３レンズＧ３および第４レンズＧ４のそれぞれが、少なくとも１面に非球面を用いることで、収差性能の維持により有利となる。特に、第４レンズＧ４では、第１レンズＧ１、第２レンズＧ２、および第３レンズＧ３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Ｇ４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

。

【００３６】

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Ｇ１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Ｇ１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Ｇ１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Ｇ１における物体側の面頂点位置と、第１レンズＧ１における物体側の面の端縁位置Ｅ（図４参照）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。

【００３７】

条件式（１）は、第４レンズＧ４の焦点距離ｆ４に関するもので、この数値範囲を上回り第４レンズＧ４のパワーが小さくなると全長の短縮化が困難となる。下回ると第４レンズＧ４のパワーが強くなり、それを打ち消すために第３レンズＧ３のパワーも強くしなければならないため軸外性能が劣化する。

より良好な性能を得るために、条件式（１）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

０．３０＜｜ｆ４／ｆ｜＜０．５９　……（１Ａ）

【００３８】

条件式（２）は、第１レンズＧ１の焦点距離ｆ１に関するもので、この数値範囲を下回ると第１レンズＧ１のパワーが強くなり過ぎ球面収差の増加を招くとともにバックフォーカスの確保が困難になる。上回ると全長の短縮化が困難となり、像面湾曲および非点収差等の補正が困難になる。

より良好な性能を得るために、条件式（２）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

０．５０＜ｆ１／ｆ＜１．００　……（２Ａ）

【００３９】

条件式（３）は、第２レンズＧ２の焦点距離ｆ２に関するもので、この数値範囲を下回ると第２レンズＧ２のパワーが強くなり過ぎて収差が増大する。上回るとパワーが小さくなり過ぎ、像面湾曲および非点収差等の補正が困難になる。

より良好な性能を得るために、条件式（３）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

０．７＜｜ｆ２／ｆ｜＜２．７　……（３Ａ）

【００４０】

条件式（４）は、第３レンズＧ３の焦点距離ｆ３に関するもので、この数値範囲を下回って第３レンズＧ３の正のパワーを強くすぎると性能が劣化し、バックフォーカスの確保も難しくなる。上回ると正のパワーが弱くなり過ぎて、十分な収差補正が困難となる。

より良好な性能を得るために、条件式（４）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

０．３＜ｆ３／ｆ＜１．１　……（４Ａ）

【００４１】

条件式（５）は、第１レンズＧ１および第２レンズＧ２の分散を規定するものであり、この数値範囲を満足することにより軸上色収差の低減を図ることができる。

より良好な性能を得るために、条件式（５）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

２０＜ν１－ν２＜３５　……（５Ａ）

【００４２】

条件式（６）は、第２レンズＧ２および第３レンズＧ３間の間隔と全体の焦点距離ｆに関するもので、この数値範囲を上回ると全長の短縮化が困難となり、下回ると第２レンズＧ２および第３レンズＧ３間の間隔を十分確保できない。

より良好な性能を得るために、条件式（６）の数値範囲は以下の範囲であることがより好ましい。

０．１４＜Ｄ４／ｆ＜０．２５　……（６Ａ）

【００４３】

条件式（７）は、第３レンズＧ３の曲率半径に関するもので、第１レンズＧ１および第２レンズＧ２で発生した収差を補正するためには、物体側の面の曲率半径Ｒ５の絶対値が、像側の面の曲率半径Ｒ６に比べて相対的に大きい方が好ましい。

【００４４】

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】

【００４５】

次に、撮像レンズの具体的な数値例について説明する。以下では、第２，第４，第５，第６の実施例の数値例、および第１，第３，第７，第８の参考例の数値例をまとめて説明する。

【００４６】

図９（Ａ），（Ｂ）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９（Ａ）にはその基本的なレンズデータを示し、図９（Ｂ）には非球面に関するデータを示す。図９（Ａ）に示したレンズデータにおける面番号Ｓｉの欄には、参考例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９（Ａ）の欄外には、諸データとして、全系の焦点距離ｆ（ｍｍ）、Ｆナンバー（Ｆｎｏ．）の値を示す。

【００４７】

この参考例１に係る撮像レンズは、第１レンズＧ１ないし第４レンズＧ４の両面がすべて非球面形状となっている。図９（Ａ）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。

【００４８】

図９（Ｂ）には参考例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。

【００４９】

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。参考例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。

【００５０】

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

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

【００５１】

以上の参考例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１０（Ａ），（Ｂ）に示す。また同様にして、図３～図８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参考例３、実施例４、実施例５、実施例６、参考例７、参考例８として、図１１（Ａ），（Ｂ）～図１６（Ａ），（Ｂ）に示す。これらの実施例や参考例では、参考例１の撮像レンズと同様、第１レンズＧ１ないし第４レンズＧ４の両面がすべて非球面形状となっている。

【００５２】

なお、参考例３および実施例６では、第１レンズＧ１がガラス材料とされ、第２レンズＧ２ないし第４レンズＧ４は樹脂材料とされている。その他の実施例や参考例では、第１レンズＧ１ないし第４レンズＧ４がすべて樹脂材料とされている。

【００５３】

また、図１７には、上述の各条件式に関する値を、各実施例や参考例についてまとめたものを示す。図１７に示したように、第２，第４，第５，第６の実施例については、すべて各条件式の数値範囲内となっている。

なお、参考のために比較例として、特許文献７（特開２００７－１７９８４号公報）の実施例５，９の構成における各条件式に対応する値を示す。特許文献７の実施例５を比較例１とし、実施例９を比較例２として記載している。

【００５４】

図１８（Ａ）～図１８（Ｃ）はそれぞれ、参考例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、ｄ線（５８７．６ｎｍ）を基準波長とした収差を示す。球面収差図には、ｇ線（波長４３５．８ｎｍ），Ｃ線（波長６５６．３ｎｍ）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、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。Ｆｎｏ．はＦ値、ωは半画角を示す。

【００５５】

同様に、実施例２の撮像レンズについての諸収差を図１９（Ａ）～図１９（Ｃ）に示す。同様にして、参考例３の撮像レンズについての諸収差を図２０（Ａ）～図２０（Ｃ）に、実施例４の撮像レンズについての諸収差を図２１（Ａ）～図２１（Ｃ）に、実施例５の撮像レンズについての諸収差を図２２（Ａ）～図２２（Ｃ）に、実施例６の撮像レンズについての諸収差を図２３（Ａ）～図２３（Ｃ）に、参考例７の撮像レンズについての諸収差を図２４（Ａ）～図２４（Ｃ）に、参考例８の撮像レンズについての諸収差を図２５（Ａ）～図２５（Ｃ）に示す。

【００５６】

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。

【００５７】

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、上記各実施例の数値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】

【００５８】

【図１】撮像レンズの第１の構成例を示すものであり、参考例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】撮像レンズの第３の構成例を示すものであり、参考例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】撮像レンズの第７の構成例を示すものであり、参考例７に対応するレンズ断面図である。

【図８】撮像レンズの第８の構成例を示すものであり、参考例８に対応するレンズ断面図である。

【図９】参考例１に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１０】本発明の実施例２に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１１】参考例３に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１２】本発明の実施例４に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１３】本発明の実施例５に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１４】本発明の実施例６に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１５】参考例７に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１６】参考例８に係る撮像レンズのレンズデータを示す図であり、（Ａ）は基本的なレンズデータを示し、（Ｂ）は非球面に関するデータを示す。

【図１７】条件式に関する値を各実施例や参考例についてまとめて示した図である。

【図１８】参考例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１９】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２０】参考例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。

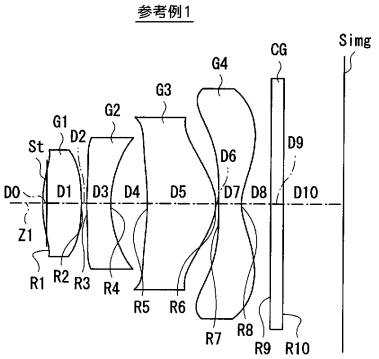
【図２１】本発明の実施例４に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーションを示す。

【図２２】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。

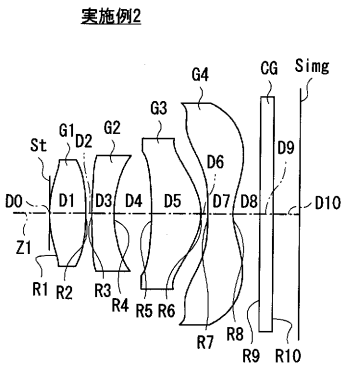
【図２３】本発明の実施例６に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーションを示す。

【図２４】参考例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２５】参考例８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２７】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】
【００５９】
Ｇ１…第１レンズ、Ｇ２…第２レンズ、Ｇ３…第３レンズ、Ｇ４…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。

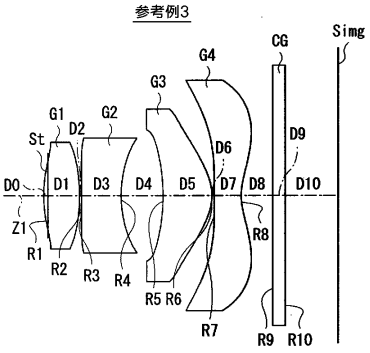
【図１】



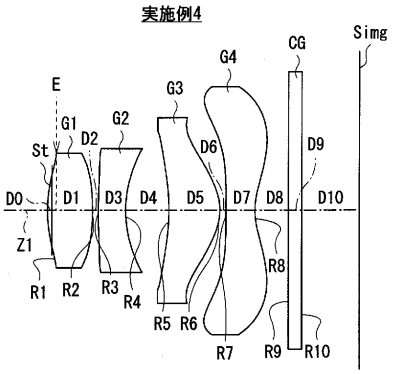
【図２】



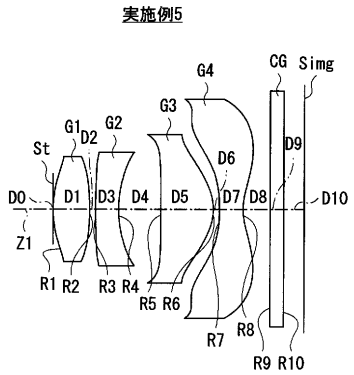
【図３】



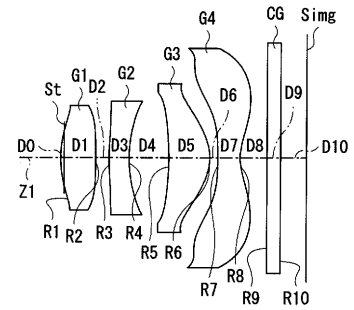
【図４】



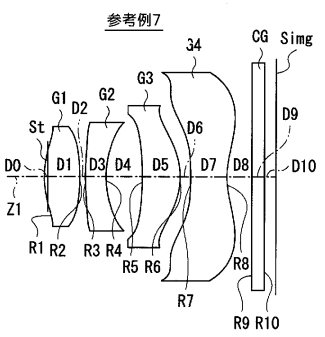
【図５】



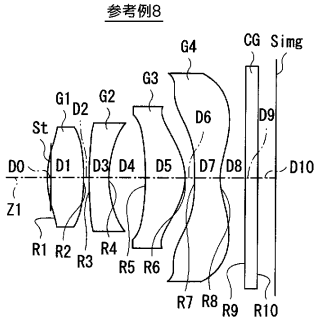
【図６】



【図７】



【図８】



【図９】

(A)

参考例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)	—	-0.10		
1	3.093	0.93	1.510	56.2
2	-5.105	0.13		
3	8.373	0.58	1.606	27.0
4	2.479	0.88		
5	-6.419	1.65	1.531	55.5
6	-1.014	0.07		
7	-86.215	0.54	1.531	55.5
8	1.059	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	1.44		

(f=5.97, Fno.=2.80)

(B)

参考例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	-2.776E+00	5.775E+00	-9.999E+00	1.093E+00
A3	1.287E-03	-6.614E-03	-3.276E-03	4.492E-03
A4	-2.194E-03	-5.682E-03	-2.148E-02	-2.997E-02
A5	1.627E-03	-1.956E-02	-7.247E-03	3.626E-02
A6	1.058E-04	-7.340E-03	1.007E-02	-3.279E-02
A7	-7.512E-03	-2.075E-03	-3.054E-02	-7.027E-03
A8	-1.721E-02	4.685E-03	-3.520E-03	1.107E-02
A9	2.061E-02	3.672E-03	3.987E-02	6.398E-03
A10	-9.272E-03	-3.366E-03	-1.589E-02	-3.922E-03
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	5.996E+00	-2.973E+00	1.998E+01	-5.397E+00
A3	6.828E-03	1.070E-02	-1.683E-02	-1.618E-02
A4	-5.262E-03	-3.270E-02	-1.822E-02	-6.029E-02
A5	1.917E-02	1.121E-02	-5.572E-03	3.901E-02
A6	4.231E-03	-1.065E-03	2.235E-03	-7.115E-03
A7	-7.370E-03	8.014E-04	2.130E-03	-2.175E-03
A8	-1.448E-03	9.899E-04	-5.646E-04	4.853E-04
A9	3.181E-03	5.533E-04	-1.153E-04	2.420E-04
A10	-9.804E-04	-3.558E-04	5.073E-05	-6.412E-05

【図１０】

(A)

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)	—	0.00		
1	2.377	0.82	1.510	56.2
2	-5.245	0.14		
3	10.310	0.50	1.604	27.2
4	2.641	0.85		
5	-7.173	1.10	1.510	56.2
6	-1.205	0.15		
7	-1005.454	0.56	1.510	56.2
8	1.167	0.60		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.59		

(f=4.70, Fno.=2.80)

(B)

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	3.243E-01	-2.445E+01	-4.742E+01	-5.091E+00
A3	2.405E-05	-5.891E-03	-4.928E-04	4.629E-02
A4	-4.509E-03	2.594E-04	2.332E-02	-1.051E-01
A5	-1.308E-02	-3.895E-02	-6.358E-02	2.266E-01
A6	-1.605E-03	-1.720E-02	8.375E-02	-1.375E-01
A7	-4.694E-03	-4.822E-03	-9.906E-02	-8.578E-02
A8	2.316E-03	1.328E-02	-6.093E-02	5.888E-02
A9	-9.723E-03	1.160E-02	1.993E-01	7.374E-02
A10	1.829E-03	-8.787E-03	-8.690E-02	-4.250E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	1.000E+01	-6.711E+00	-4.998E+01	-5.936E+00
A3	1.113E-02	-1.661E-01	-1.201E-01	-9.065E-03
A4	-1.430E-02	3.553E-02	2.232E-03	-1.085E-01
A5	-1.981E-03	3.944E-02	-2.077E-02	7.107E-02
A6	2.764E-02	-1.280E-02	7.948E-03	-1.437E-02
A7	-1.867E-02	-4.571E-03	1.062E-02	-4.911E-03
A8	-1.039E-02	2.007E-03	-1.593E-03	1.442E-03
A9	1.403E-02	3.686E-03	-6.320E-04	7.314E-04
A10	-6.164E-03	-1.149E-03	-3.836E-05	-2.517E-04

【図１１】

(A)

参考例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)	—	-0.10		
1	3.302	0.85	1.592	68.3
2	-3.925	0.05		
3	-15.243	0.94	1.606	27.0
4	3.081	1.00		
5	-4.617	1.17	1.531	55.5
6	-1.154	0.06		
7	-532.113	0.65	1.531	55.5
8	1.407	0.75		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	1.28		

(f=5.85, Fno.=2.80)

(B)

参考例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	-4.102E+00	-1.142E+00	-9.839E+00	1.859E+00
A3	1.254E-03	2.848E-02	3.374E-02	9.737E-03
A4	-2.328E-03	9.539E-03	1.497E-02	-2.061E-02
A5	6.683E-03	-2.088E-02	-1.494E-02	3.687E-02
A6	-1.896E-03	-1.658E-02	5.059E-03	-2.621E-02
A7	-1.073E-02	-6.666E-03	-2.743E-02	-4.880E-03
A8	-1.647E-02	8.428E-03	9.779E-05	8.107E-03
A9	2.375E-02	9.392E-03	3.994E-02	3.353E-03
A10	-8.910E-03	-5.846E-03	-1.828E-02	-2.323E-03
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	8.231E+00	-2.918E+00	-2.000E+01	-7.081E+00
A3	5.467E-03	-8.796E-04	-9.360E-03	-7.938E-03
A4	-1.009E-02	-3.087E-02	-1.831E-02	-6.402E-02
A5	1.909E-02	1.067E-02	-4.348E-03	3.834E-02
A6	4.094E-03	-1.152E-03	2.448E-03	-6.907E-03
A7	-7.135E-03	9.034E-04	2.054E-03	-2.130E-03
A8	-9.983E-04	1.031E-03	-6.391E-04	4.752E-04
A9	3.400E-03	4.932E-04	-1.458E-04	2.341E-04
A10	-1.097E-03	-4.709E-04	4.800E-05	-6.353E-05

【図１２】

(A)

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)	—	-0.10		
1	3.165	1.01	1.510	56.2
2	-5.179	0.13		
3	9.332	0.61	1.606	27.0
4	2.572	0.97		
5	-4.777	1.15	1.531	55.5
6	-1.173	0.13		
7	-610.219	0.66	1.531	55.5
8	1.435	0.75		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	1.31		

(f=5.74, Fno.=2.80)

(B)

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	-1.975E+00	3.977E+00	-1.008E+01	9.926E-01
A3	-6.847E-05	-2.102E-03	1.157E-03	5.284E-03
A4	-3.428E-04	-3.274E-03	-1.837E-02	-3.024E-02
A5	1.820E-03	-1.460E-02	-7.105E-03	3.587E-02
A6	-9.631E-05	-5.584E-03	1.037E-02	-3.255E-02
A7	-7.386E-03	-3.088E-03	-2.957E-02	-6.957E-03
A8	-1.656E-02	3.354E-03	-2.643E-03	1.112E-02
A9	2.177E-02	3.578E-03	4.003E-02	6.463E-03
A10	-7.713E-03	-1.652E-03	-1.687E-02	-3.914E-03
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	5.528E+00	-2.437E+00	-2.000E+01	-5.727E+00
A3	-1.318E-03	-1.359E-03	-5.308E-04	-6.794E-03
A4	-3.557E-03	-2.884E-02	-2.247E-02	-6.418E-02
A5	2.279E-02	1.137E-02	-6.087E-03	3.795E-02
A6	5.467E-03	-1.065E-03	2.011E-03	-6.997E-03
A7	-7.608E-03	9.228E-04	2.017E-03	-2.101E-03
A8	-1.960E-03	1.086E-03	-5.951E-04	4.993E-04
A9	2.979E-03	5.804E-04	-1.104E-04	2.406E-04
A10	-7.618E-04	-3.769E-04	6.291E-05	-6.679E-05

【図１３】

(A)

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	2.422	0.82	1.510	56.2
2	-5.608	0.13		
3	10.000	0.52	1.604	27.2
4	2.574	0.95		
5	200.000	1.18	1.510	56.2
6	-1.161	0.13		
7	-6.615	0.53	1.510	56.2
8	1.238	0.60		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.46		

(f=4.53, Fno.=2.80)

(B)

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	5.124E-01	-3.160E+01	-5.814E+01	-5.986E+00
A3	3.051E-04	-1.116E-02	-7.026E-03	3.995E-02
A4	-2.776E-03	6.212E-03	1.694E-02	-1.053E-01
A5	-1.347E-02	-3.589E-02	-5.739E-02	2.270E-01
A6	-3.903E-04	-1.388E-02	8.690E-02	-1.344E-01
A7	-2.222E-03	-5.525E-03	-9.830E-02	-8.351E-02
A8	3.567E-03	1.271E-02	-6.314E-02	5.773E-02
A9	-9.995E-03	1.332E-02	1.978E-01	7.125E-02
A10	2.306E-03	-8.793E-03	-8.683E-02	-4.252E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	9.834E+00	-5.852E+00	-3.667E+01	-6.529E+00
A3	-1.642E-03	-1.648E-01	-1.226E-01	1.321E-03
A4	-2.053E-02	2.997E-02	5.272E-03	-1.097E-01
A5	-3.355E-03	3.890E-02	-2.016E-02	7.129E-02
A6	2.935E-02	-1.246E-02	8.117E-03	-1.450E-02
A7	-1.737E-02	-4.461E-03	1.071E-02	-4.972E-03
A8	-9.998E-03	1.985E-03	-1.550E-03	1.432E-03
A9	1.432E-02	3.601E-03	-6.312E-04	7.362E-04
A10	-5.337E-03	-1.282E-03	-6.045E-05	-2.456E-04

【図１４】

(A)

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)	—	-0.08		
1	2.437	0.78	1.542	62.9
2	-51.614	0.30		
3	5.010	0.45	1.604	27.2
4	2.905	0.90		
5	-7.297	0.93	1.510	55.5
6	-1.151	0.18		
7	-1005.431	0.50	1.510	55.5
8	1.123	0.60		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.57		

(f=4.62, Fno.=2.80)

(B)

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	5.027E-01	2.501E+01	-4.148E+01	-8.857E+00
A3	4.216E-05	-1.294E-02	-1.213E-02	4.155E-02
A4	-5.830E-03	-2.320E-02	7.036E-03	-1.135E-01
A5	-1.677E-02	-3.081E-02	-6.703E-02	2.244E-01
A6	-1.518E-04	-1.020E-02	8.536E-02	-1.366E-01
A7	-1.009E-03	-3.453E-03	-9.832E-02	-8.404E-02
A8	4.789E-03	1.160E-02	-6.213E-02	5.986E-02
A9	-1.005E-02	9.490E-03	1.978E-01	7.348E-02
A10	-8.426E-04	-1.075E-02	-8.675E-02	-4.399E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	8.350E+00	-6.003E+00	4.951E+01	-5.739E+00
A3	1.175E-02	-1.607E-01	-1.249E-01	-1.074E-02
A4	-2.018E-02	2.809E-02	2.835E-03	-1.101E-01
A5	-2.026E-04	3.868E-02	-2.097E-02	7.298E-02
A6	2.905E-02	-1.268E-02	7.956E-03	-1.425E-02
A7	-1.825E-02	-4.400E-03	1.064E-02	-5.014E-03
A8	-1.028E-02	2.143E-03	-1.581E-03	1.401E-03
A9	1.434E-02	3.777E-03	-6.305E-04	7.255E-04
A10	-5.519E-03	-1.095E-03	-4.188E-05	-2.483E-04

【図１５】

(A)

参考例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)	—	-0.08		
1	2.293	0.84	1.510	56.2
2	-5.948	0.14		
3	6.340	0.49	1.604	27.2
4	2.396	0.86		
5	-6.954	0.91	1.510	56.2
6	-1.911	0.25		
7	-386.600	0.87	1.510	56.2
8	1.819	0.60		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.28		

(f=4.70, Fno.=2.80)

(B)

参考例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	-2.862E-01	5.500E+00	-5.009E+01	-4.005E+00
A3	2.522E-03	-3.201E-03	-2.476E-03	4.243E-02
A4	-1.133E-02	-1.298E-02	1.720E-02	-1.007E-01
A5	-1.233E-03	-4.320E-02	-6.807E-02	2.303E-01
A6	1.395E-03	-9.532E-03	8.308E-02	-1.396E-01
A7	-9.811E-03	2.234E-03	-9.819E-02	-8.727E-02
A8	-5.567E-03	1.215E-02	-6.009E-02	5.955E-02
A9	-1.276E-02	5.411E-03	2.004E-01	7.518E-02
A10	5.933E-03	-1.009E-02	-8.751E-02	-4.222E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	6.943E+00	-1.588E+01	-5.000E+01	-8.447E+00
A3	4.888E-03	-1.814E-01	-1.278E-01	3.210E-02
A4	-5.648E-03	2.056E-02	6.832E-03	-1.205E-01
A5	-1.208E-02	4.431E-02	-2.102E-02	7.305E-02
A6	2.517E-02	-9.036E-03	7.997E-03	-1.463E-02
A7	-1.579E-02	-3.402E-03	1.079E-02	-5.183E-03
A8	-7.034E-03	1.998E-03	-1.499E-03	1.373E-03
A9	1.509E-02	3.432E-03	-6.293E-04	7.401E-04
A10	-8.293E-03	-1.319E-03	-8.013E-05	-2.302E-04

【図１６】

(A)

参考例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)	—	-0.08		
1	2.320	0.86	1.510	56.2
2	-6.080	0.13		
3	7.214	0.47	1.604	27.2
4	2.575	0.87		
5	-6.442	0.95	1.510	56.2
6	-1.411	0.23		
7	∞	0.62	1.510	56.2
8	1.361	0.60		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.43		

(f=4.61, Fno.=2.80)

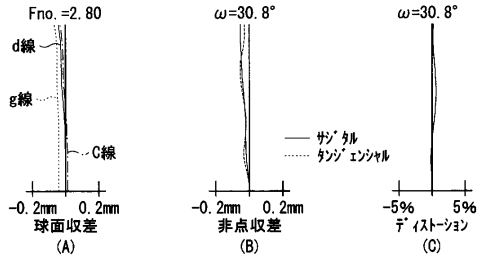
(B)

参考例8・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	3.451E-01	-8.665E+00	-5.014E+01	-4.916E+00
A3	-2.263E-04	-6.316E-03	-1.801E-03	4.713E-02
A4	-4.091E-03	-3.939E-03	2.023E-02	-1.022E-01
A5	-1.468E-02	-3.696E-02	-6.203E-02	2.270E-01
A6	-1.610E-03	-1.534E-02	8.449E-02	-1.370E-01
A7	-3.618E-03	-4.523E-03	-9.952E-02	-8.508E-02
A8	3.098E-03	1.293E-02	-6.205E-02	5.931E-02
A9	-9.809E-03	1.121E-02	1.985E-01	7.369E-02
A10	1.125E-03	-9.422E-03	-8.643E-02	-4.312E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	8.761E+00	-7.985E+00	-5.000E+01	-6.175E+00
A3	1.025E-02	-1.674E-01	-1.234E-01	4.146E-03
A4	-1.299E-02	3.119E-02	4.760E-03	-1.141E-01
A5	-1.550E-03	4.082E-02	-2.096E-02	7.255E-02
A6	2.822E-02	-1.216E-02	7.900E-03	-1.421E-02
A7	-1.851E-02	-4.316E-03	1.062E-02	-4.953E-03
A8	-1.035E-02	2.112E-03	-1.593E-03	1.421E-03
A9	1.418E-02	3.727E-03	-6.357E-04	7.264E-04
A10	-5.863E-03	-1.139E-03	-4.323E-05	-2.505E-04

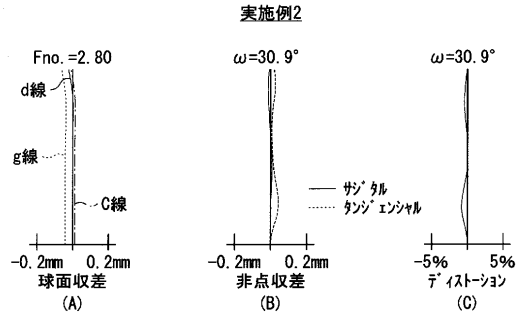
【図１７】

	条件式(1') |f4/f|	条件式(2') f1/f	条件式(3') |f2/f|	条件式(4) f3/f	条件式(5) ν1-ν2	条件式(6) D4/f
参考例1	0.329	0.658	1.011	0.344	29.2	0.147
実施例2	0.486	0.708	1.282	0.568	29.0	0.180
参考例3	0.452	0.541	0.709	0.444	41.3	0.171
実施例4	0.470	0.699	1.056	0.459	29.2	0.170
実施例5	0.442	0.758	1.301	0.501	29.0	0.211
実施例6	0.476	0.934	2.696	0.552	35.7	0.194
参考例7	0.752	0.713	1.411	1.033	29.0	0.184
参考例8	0.579	0.740	1.496	0.723	29.0	0.190
比較例1	0.268	1.298	1.822	0.342	38.4	0.307
比較例2	0.616	0.459	0.827	1.164	35.3	0.280

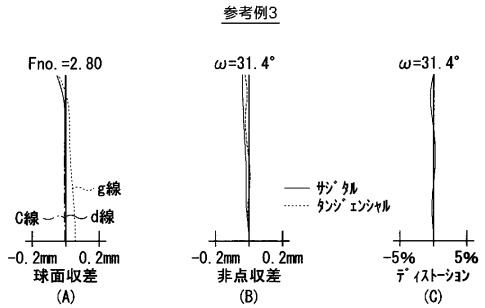
【図１８】



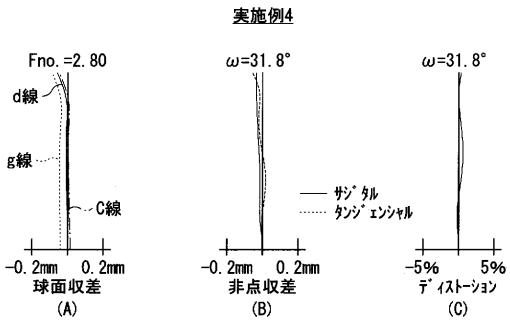
【図１９】



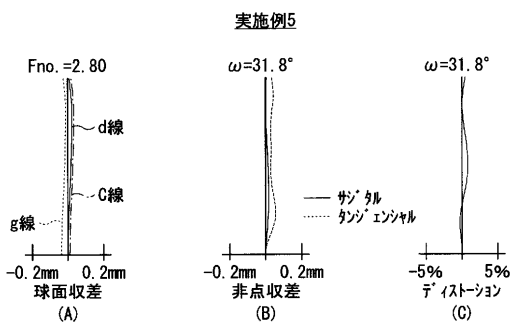
【図２０】



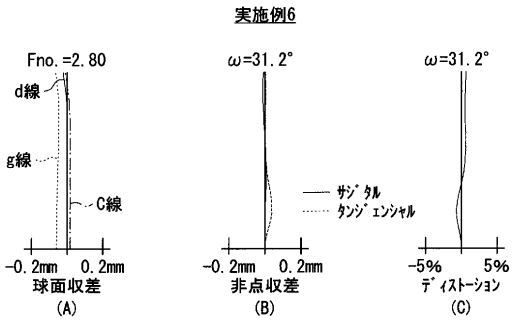
【図２１】



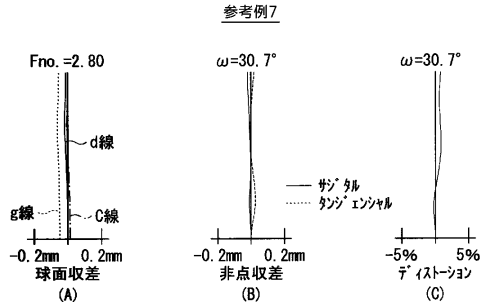
【図２２】



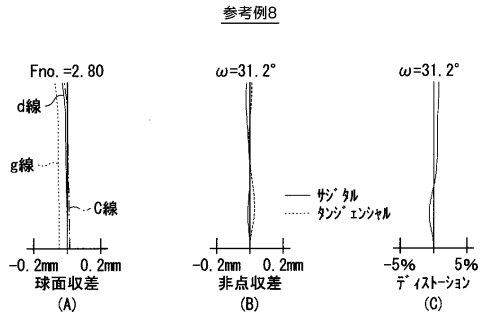
【図２３】



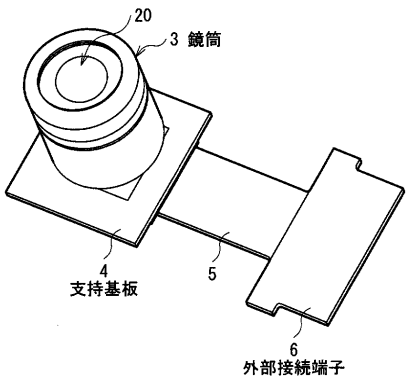
【図２４】



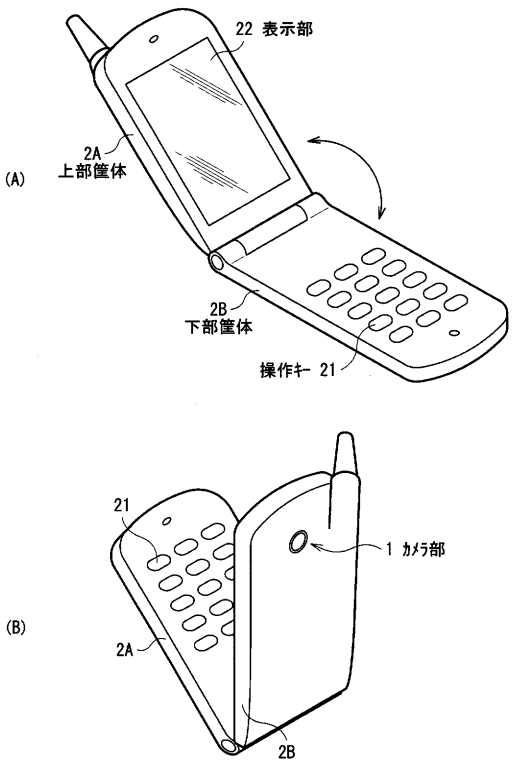
【図２５】



【図２６】



【図２７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００７－１７９８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２９３３２４（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１８５８８０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２４２１８０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－４６５２６（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２１２８７８（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