

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5475978号
(P5475978)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 13/02 (2006.01) G O 2 B 13/02
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 11 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-274102 (P2008-274102) (22) 出願日 平成20年10月24日(2008.10.24) (65) 公開番号 特開2010-102162 (P2010-102162A) (43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6) 審査請求日 平成23年8月1日(2011.8.1)</p>	<p>(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 小倉 宏之</p>
---	--

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、
 正のパワーを有する第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

と
 からなり、
 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、
 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。

$$0.6 < (| R 2 | - R 1) / (R 1 + | R 2 |) \quad 0.946 \dots\dots (1)$$

$$0.6 < | f 4 / f | < 1.0 \dots\dots (2)$$

$$29.9 \quad 1 - \quad 2 < 33 \dots\dots (5)$$

ただし、

- R 1 : 第1レンズの物体側の面の曲率半径
- R 2 : 第1レンズの像側の面の曲率半径
- f : 全体の焦点距離

- f 4 : 第 4 レンズの焦点距離
 1 : 第 1 レンズの d 線に対するアッペ数
 2 : 第 2 レンズの d 線に対するアッペ数
 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。
 $0.5 < |f_2 / f| < 4 \dots\dots (3)$
- ただし、
 f 2 : 第 2 レンズの焦点距離 10
- 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。
 $0.5 < f_3 / f < 2 \dots\dots (4)$
- ただし、
 f 3 : 第 3 レンズの焦点距離
- とする。
- 【請求項 4】
 前記第 1 レンズは光軸近傍における形状が物体側に凸面を向けたメニスカス形状である 20
 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】
 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 4 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。
 $0.1 < D_4 / f < 0.3 \dots\dots (6)$
- ただし、
 D 4 : 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 6】 30
 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。
 $|R_5| > |R_6| \dots\dots (7)$
- ただし、
 R 5 : 第 3 レンズの物体側の面の曲率半径
 R 6 : 第 3 レンズの像側の面の曲率半径
- とする。
- 【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 レンズのそれぞれ 40
 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 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、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 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。
- 【請求項 9】
 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有効径内で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 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】 50

請求項 1 ないし 9 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 1 1】

請求項 1 0 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。

10

【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。

20

【0003】

特許文献 1 ないし 8 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。

30

【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

【特許文献 8】特開 2007 - 219079 号公報

【発明の開示】

40

【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

50

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を鑑みてなされたもので、その目的は、コンパクトで高い結像性能を有する撮像レンズ、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】

本発明による撮像レンズは、物体側から順に、正のパワーを有する第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、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、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、R1は第1レンズの物体側の面の曲率半径、R2は第1レンズの像側の面の曲率半径、fは全体の焦点距離、f4は第4レンズの焦点距離、 γ_1 は第1レンズのd線に対するアッベ数、 γ_2 は第2レンズのd線に対するアッベ数とする。

$$0.6 < (|R2| - R1) / (R1 + |R2|) < 0.946 \dots\dots (1)$$

$$0.6 < |f4 / f| < 1.0 \dots\dots (2)$$

$$29.9 - \gamma_1 - \gamma_2 < 33 \dots\dots (5)$$

【0008】

本発明による撮像レンズでは、全体として4枚というレンズ構成において、各レンズの形状等を適切に設定することで、コンパクト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。また、第1レンズの曲率半径に関して適切な条件式(1)を満足することで、像面湾曲の補正に有利であると共に、第1レンズの物体側の面の形状が比較的曲率が大きく前側に深い形状(曲率半径の小さい凸形状)となるので、第1レンズの物体側の面側に絞りを配置しやすくなる。また、条件式(2)を満足することで、全長の短縮化を図ることができる。また、条件式(5)を満足することで、軸上色収差の低減を図ることができる。

また特に、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をさらに有利なものとすることができる。

【0009】

本発明によ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、fは全体の焦点距離、f2は第2レンズの焦点距離、f3は第3レンズの焦点距離とする。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ことにより、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。

$$0.5 < |f2 / f| < 4 \dots\dots (3)$$

$$0.5 < f3 / f < 2 \dots\dots (4)$$

$$0.1 < D4 / f < 0.3 \dots\dots (6)$$

$$|R5| > |R6| \dots\dots (7)$$

【0010】

また、第1レンズは光軸近傍における形状が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。

【0011】

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

10

20

30

40

50

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。

【0012】

また、絞りは、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有効径内での端縁位置との間に配置すると良い。

【0013】

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。

10

【0014】

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】

【0015】

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、各レンズの形状等を適切に設定し、所定の条件式を満足するようにしたので、コンパクト化と高い結像性能を実現できる。

20

【0016】

また、本発明のカメラモジュールによれば、コンパクトで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。

【0017】

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。

30

【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7(A)、(B))のレンズ構成に対応している。同様に、後述の第2ないし第6の数値実施例のレンズ構成に対応する第2ないし第6の構成例の断面構成を、図2~図6に示す。図1~図6において、符号 R_i は、最も物体側のレンズ要素の面を1番目(絞り S_t 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 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 Z_1 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6の構成例についても説明する。

40

【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 Z_1 に沿って、物体側から順に、絞り S_t と、第1レンズ G_1 と、第2レンズ G_2 と、第3レンズ G_3 と、第4レンズ G_4 とを備えている。この撮像レンズの結像面(撮像面) S_{img} 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 G_4 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

50

タなどの光学部材CGが配置されていても良い。

この場合、光学部材CGとして例えば平板状のカバーガラスに、赤外線カットフィルタやNDフィルタ等のフィルタ効果のあるコートが施されたものを使用しても良い。また、この撮像レンズにおいて、各レンズすべて、または少なくとも1つのレンズ面に赤外線カットフィルタやNDフィルタ等のフィルタ効果のあるコートや、反射防止のコートが施されていても良い。

【0020】

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1および図4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、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有効径内での端縁位置E(図2参照)との間に配置すると良い。

10

【0021】

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、光軸近傍における形状が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。なお、本実施の形態においては図2の構成例では第1レンズG1の光軸近傍における形状が両凸形状であり、その他の構成例ではメニスカス形状とされている。

20

【0022】

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。なお、本実施の形態においては図2の構成例では第2レンズG2の光軸近傍における形状が両凹形状であり、その他の構成例ではメニスカス形状とされている。

【0023】

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。

【0024】

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、本実施の形態においては図3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平面であり、その他の構成例では第4レンズG4の物体側の面が光軸近傍において凹面とされている。また、第4レンズG4は、像側の面が光軸近傍において凹面であることが好ましい。なお、第4レンズG4は中心部(光軸近傍)では負レンズとして作用しているため、中心部において両凹形状である方が第4レンズG4の像側の面の曲率を緩くできるため好ましい。

30

【0025】

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。

40

【0026】

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。

【0027】

この撮像レンズは、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。ただし、R1は第1レンズG1の物体側の面の曲率半径、R2は第1レンズG1の像側の面の曲率半径とす

50

る。

$$0.5 < (|R2| - R1) / (R1 + |R2|) \dots\dots (1)$$

【0028】

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、 f は全体の焦点距離、 f_2 は第2レンズG2の焦点距離、 f_3 は第3レンズG3の焦点距離、 f_4 は第4レンズG4の焦点距離とする。 ν_1 は第1レンズG1のd線に対するアッベ数、 ν_2 は第2レンズG2のd線に対するアッベ数とする。 D_4 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。 R_5 は第3レンズG3の物体側の面の曲率半径、 R_6 は第3レンズG3の像側の面の曲率半径とする。

$$0.6 < |f_4 / f| < 1.0 \dots\dots (2)$$

$$0.5 < |f_2 / f| < 4 \dots\dots (3)$$

$$0.5 < f_3 / f < 2 \dots\dots (4)$$

$$20 < \nu_1 - \nu_2 \dots\dots (5)$$

$$0.1 < D_4 / f < 0.3 \dots\dots (6)$$

$$|R_5| > |R_6| \dots\dots (7)$$

【0029】

図20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21(A)、(B)は、図20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。

【0030】

図21(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21(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21(B))および表示部22(図21(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。

【0031】

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20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。

【0032】

図20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。

【0033】

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。

【0034】

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

10

20

30

40

50

および効果をより詳細に説明する。

【0035】

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。

10

【0036】

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。

20

【0037】

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2参照)との間に絞りStを配置すれば良い、

30

以下、各条件式の具体的意義について説明する。

【0038】

条件式(1)は、第1レンズG1の曲率半径に関するものである。条件式(1)を満足することで、像面湾曲が良好に補正される。像面湾曲が良好に補正されていないと、焦点位置に撮像素子を配置しても、結像領域の一部で良好な像が得られない部分がでてしまう。条件式(1)を満足することで、結像領域の全域にわたり焦点位置の周辺において良好な像を得ることができるので、撮像レンズと撮像素子の組み立て・調整が容易になる。また、条件式(1)を満足することにより、第1レンズG1の物体側の面の形状が比較的曲率が大きく前側に深い形状(曲率半径の小さい凸形状)となり、絞りStを配置可能な空間が増える。これにより、絞り位置の自由度が高まり、第1レンズG1の物体側の面側に絞りStを配置しやすくなる。

40

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好ましい。

$$0.6 < (|R2| - R1) / (R1 + |R2|) < 1.0 \dots\dots (1A)$$

この条件式(1A)の上限を超えると、第1レンズG1の各面の曲率が大きくなりすぎて、製造が困難になるおそれがある。

【0039】

50

条件式(2)は、第4レンズG4の焦点距離 f_4 に関するもので、この数値範囲を上回ると第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ぬため軸外性能が劣化する。

【0040】

条件式(3)は、第2レンズG2の焦点距離 f_2 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 ϕ_2 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て、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好ましい。

$$0.95 < |f_2 / f| < 3.5 \quad \dots\dots (3A)$$

【0041】

条件式(4)は、第3レンズG3の焦点距離 f_3 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好ましい。

$$0.9 < f_3 / f < 1.7 \quad \dots\dots (4A)$$

【0042】

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好ましい。

$$25 < \phi_1 - \phi_2 < 33 \quad \dots\dots (5A)$$

この条件式(5A)の上限を超えると、レンズ材料として使えるものが限られてしまい、材料のコストが高くなってしまう。

【0043】

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好ましい。

$$0.15 < D_4 / f < 0.25 \quad \dots\dots (6A)$$

【0044】

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 R_5 の絶対値が、像側の面の曲率半径 R_6 に比べて相対的に大きい方が好ましい。

【0045】

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、コンパクト化と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、コンパクト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】

【0046】

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、複数の数値実施例をまとめて説明する。

【0047】

10

20

30

40

50

図7(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7(A)にはその基本的なレンズデータを示し、図7(B)には非球面に関するデータを示す。図7(A)に示したレンズデータにおける面番号 S_i 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 S_t 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 R_i の欄には、図1において付した符号 R_i 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 D_i の欄についても、同様に物体側から i 番目の面 S_i と $i+1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔(mm)を示す。 N_{dj} 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。 d_j 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7(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。

10

【0048】

この実施例1に係る撮像レンズは、第1レンズ G_1 ないし第4レンズ G_4 の両面がすべて非球面形状となっている。図7(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。

【0049】

図7(B)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。

20

【0050】

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 A_i , 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 A_i として、第3次~第10次の係数 $A_3 \sim A_{10}$ を有効に用いて表されている。

【0051】

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

30

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)

A_i : 第 i 次(i は3以上の整数)の非球面係数

【0052】

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8(A), (B)に示す。また同様にして、図3~図6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6として、図9(A), (B)~図12(A), (B)に示す。これらの実施例2~6では、実施例1の撮像レンズと同様、第1レンズ G_1 ないし第4レンズ G_4 の両面がすべて非球面形状となっている。

40

【0053】

なお、実施例1ないし実施例6のレンズは、第1レンズ G_1 ないし第4レンズ G_4 がすべて樹脂材料とされている。

【0054】

また、図13には、上述の各条件式に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。図13に示したように、各実施例について、すべて各条件式の数値範囲内となってい

50

る。

【0055】

図14(A)~(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、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、 θ は半画角を示す。

【0056】

同様に、実施例2の撮像レンズについての諸収差を図15(A)~(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16(A)~(C)に、実施例4の撮像レンズについての諸収差を図17(A)~(C)に、実施例5の撮像レンズについての諸収差を図18(A)~(C)に、実施例6の撮像レンズについての諸収差を図19(A)~(C)に示す。

【0057】

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、全長が短縮化され、コンパクト化と共に高い結像性能が実現されている。

【0058】

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】

【0059】

【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】本発明の実施例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8】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9】本発明の実施例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10】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11】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12】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13】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14】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15】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

10

20

30

40

50

面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーションを示す。

【図16】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17】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18】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19】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20】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

10

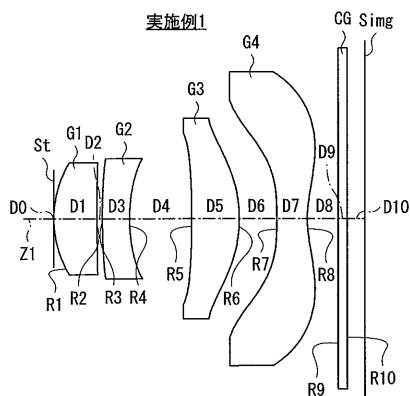
【図21】本発明の一実施の形態に係る撮像機器の一構成例を示す斜視図である。

【符号の説明】

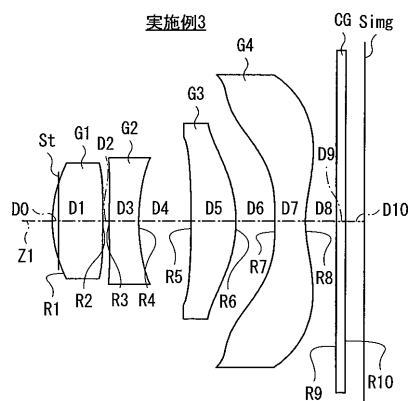
【0060】

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。

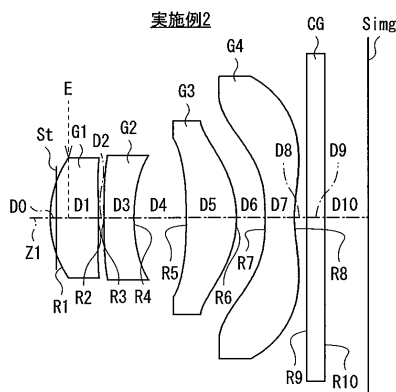
【図1】



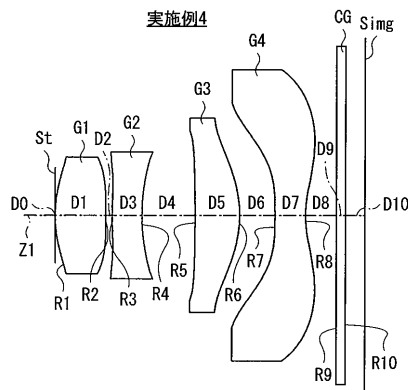
【図3】



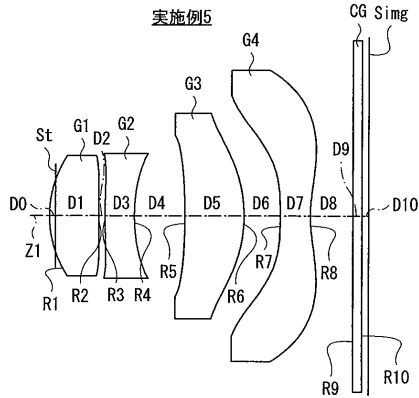
【図2】



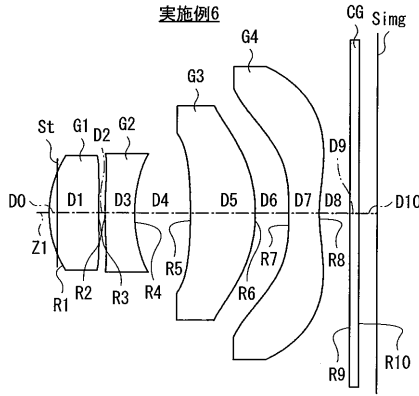
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

(A)

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (7 μ 数)
0(絞り)	—	-0.100		
1	1.705	0.791	1.510	56.5
2	-9.858	0.090		
3	-2000.000	0.485	1.614	25.5
4	2.986	0.849		
5	-7.516	0.813	1.531	55.4
6	-1.848	0.465		
7	-14.901	0.475	1.510	56.5
8	1.886	0.000		
9	∞	0.300	1.516	64.1
10	∞	0.705		

(f=4.657, Fno.=2.83)

(B)

非球面係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	-4.116E-01	0.000E+00	-4.537E+01	4.619E+00
A3	9.900E-03	2.339E-02	1.551E-02	4.012E-02
A4	1.090E-02	2.099E-02	7.732E-02	-8.827E-02
A5	1.462E-02	4.303E-02	-6.710E-02	2.064E-01
A6	-1.412E-02	-3.106E-02	7.834E-02	-1.448E-01
A7	8.967E-02	3.492E-02	-8.522E-02	-6.293E-02
A8	-9.587E-02	-5.519E-02	-2.303E-02	5.555E-02
A9	5.602E-03	5.970E-02	1.698E-01	9.371E-02
A10	2.426E-02	-3.311E-02	-1.117E-01	-6.009E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	9.860E-01	-1.091E+01	3.069E+00	-9.990E+00
A3	-1.677E-02	-1.314E-01	-2.355E-01	-1.350E-01
A4	-1.415E-02	-5.879E-02	2.365E-02	5.420E-02
A5	-2.330E-02	6.573E-02	-6.570E-03	-4.593E-02
A6	5.005E-02	-6.060E-04	1.142E-02	2.959E-02
A7	-1.408E-02	-5.580E-03	1.026E-02	-1.126E-02
A8	-2.553E-02	-1.344E-03	-1.605E-03	9.974E-04
A9	9.985E-03	2.911E-03	-8.718E-04	7.736E-04
A10	-3.206E-04	6.023E-05	-8.849E-05	-2.348E-04

【図7】

(A)

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (7 μ 数)
0(絞り)	—	0.000		
1	1.753	0.700	1.531	55.4
2	99.176	0.085		
3	9.927	0.440	1.614	25.5
4	2.943	0.997		
5	-20.466	0.767	1.531	55.4
6	-2.421	0.600		
7	-4664.872	0.491	1.510	56.5
8	1.642	0.500		
9	∞	0.145	1.516	64.1
10	∞	0.287		

(f=4.532, Fno.=2.83)

(B)

非球面係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	1.615E-01	-9.700E+01	-2.162E+01	-1.036E+00
A3	-2.915E-03	2.040E-02	-5.563E-03	2.608E-02
A4	3.578E-02	-3.325E-02	5.508E-02	-5.864E-02
A5	-2.369E-02	6.091E-02	-7.271E-02	2.063E-01
A6	-2.004E-02	-3.524E-02	7.239E-02	-1.591E-01
A7	1.084E-01	-9.887E-03	-1.152E-01	-5.602E-02
A8	-1.050E-01	-9.646E-02	-3.895E-02	6.580E-02
A9	7.265E-03	1.025E-01	1.935E-01	9.220E-02
A10	2.939E-02	1.835E-02	-7.363E-02	-5.941E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	9.851E+00	-4.725E+01	-8.900E+01	-7.710E+00
A3	-3.426E-03	-2.051E-01	-1.823E-01	-1.022E-01
A4	-4.252E-02	1.747E-02	-2.695E-02	3.326E-02
A5	3.177E-02	8.064E-02	-8.447E-03	-2.904E-02
A6	5.417E-02	-2.655E-02	1.818E-02	2.459E-02
A7	-8.120E-02	-1.453E-02	1.097E-02	-1.466E-02
A8	-8.275E-03	5.168E-03	-2.722E-03	2.140E-03
A9	5.353E-02	7.690E-03	-1.256E-03	1.417E-03
A10	-2.186E-02	-3.104E-03	1.482E-04	-4.323E-04

【図9】

(A)

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (7 μ 数)
0(絞り)	—	-0.10		
1	1.897	0.807	1.531	55.4
2	42.323	0.102		
3	7.582	0.479	1.614	25.5
4	3.172	0.842		
5	-25.003	0.726	1.531	55.4
6	-2.418	0.626		
7	∞	0.490	1.510	56.5
8	1.616	0.500		
9	∞	0.145	1.516	64.1
10	∞	0.291		

(f=4.446, Fno.=2.81)

(B)

非球面係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	5.018E-02	-9.500E+01	-4.997E+01	-1.061E+01
A3	-5.644E-03	-8.870E-04	-2.177E-02	3.178E-02
A4	3.561E-02	-9.577E-02	-2.011E-02	-8.207E-02
A5	-3.956E-02	1.665E-02	-1.002E-01	2.156E-01
A6	-2.871E-02	-4.068E-02	9.412E-02	-1.472E-01
A7	1.141E-01	2.096E-02	-8.467E-02	-5.947E-02
A8	-9.605E-02	-5.474E-02	-2.669E-02	5.558E-02
A9	8.473E-03	1.138E-01	1.855E-01	8.834E-02
A10	6.691E-03	-4.779E-02	-8.665E-02	-5.218E-02
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	9.981E+00	-4.818E+01	-9.000E+01	-8.124E+00
A3	-5.115E-03	-2.080E-01	-1.891E-01	-1.004E-01
A4	-4.239E-02	1.771E-02	-2.846E-02	3.012E-02
A5	3.183E-02	8.272E-02	-8.073E-03	-2.578E-02
A6	5.488E-02	-2.521E-02	1.878E-02	2.373E-02
A7	-8.082E-02	-1.400E-02	1.145E-02	-1.471E-02
A8	-8.089E-03	5.260E-03	-2.529E-03	2.159E-03
A9	5.340E-02	7.590E-03	-1.260E-03	1.422E-03
A10	-2.267E-02	-3.225E-03	6.732E-05	-4.370E-04

【図 1 0】

(A)

実施例 4・基本パラメータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (γ 値数)
0(絞リ)	—	0.000	—	—
1	2.144	0.811	1.531	55.4
2	77.158	0.105	—	—
3	4.650	0.479	1.614	25.5
4	2.922	0.861	—	—
5	-25.222	0.722	1.531	55.4
6	-2.171	0.571	—	—
7	-3122.258	0.490	1.510	56.5
8	1.410	0.500	—	—
9	∞	0.145	1.516	64.1
10	∞	0.319	—	—

(f=4.383, Fno.=2.82)

【図 1 1】

(A)

実施例 5・基本パラメータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (γ 値数)
0(絞リ)	—	-0.100	—	—
1	1.711	0.806	1.531	55.4
2	37.803	0.100	—	—
3	9.178	0.479	1.614	25.5
4	2.792	0.823	—	—
5	-12.290	0.959	1.531	55.4
6	-2.612	0.583	—	—
7	-4669.247	0.492	1.510	56.5
8	1.941	0.700	—	—
9	∞	0.145	1.516	64.1
10	∞	0.106	—	—

(f=4.717, Fno.=2.79)

(B)

非球面 係数	面番号			
	第 1 面	第 2 面	第 3 面	第 4 面
K	-2.085E-01	-9.500E+01	-4.816E+01	-8.322E+00
A3	-7.320E-03	-1.412E-03	-2.459E-02	3.218E-02
A4	3.273E-02	-2.574E-01	-9.792E-02	-1.180E-01
A5	-8.044E-02	4.703E-02	-1.579E-01	1.929E-01
A6	-3.788E-03	1.040E-02	1.261E-01	-1.390E-01
A7	1.413E-01	4.515E-02	-2.863E-03	-3.343E-02
A8	-1.236E-01	-3.060E-02	3.914E-02	7.111E-02
A9	-5.045E-02	1.296E-01	1.853E-01	8.222E-02
A10	4.604E-02	-1.135E-01	-1.649E-01	-6.631E-02
第 5 面				
K	-9.795E+00	-4.007E+01	-8.900E+01	-6.559E+00
A3	1.986E-02	-2.043E-01	-1.945E-01	-1.081E-01
A4	-5.869E-02	2.252E-02	-2.728E-02	2.652E-02
A5	3.923E-02	8.871E-02	-7.323E-03	-2.004E-02
A6	6.000E-02	-2.430E-02	1.943E-02	2.346E-02
A7	-8.202E-02	-1.491E-02	1.186E-02	-1.482E-02
A8	-1.164E-02	4.488E-03	-2.367E-03	2.114E-03
A9	5.169E-02	7.385E-03	-1.270E-03	1.413E-03
A10	-2.034E-02	-3.028E-03	-1.240E-05	-4.326E-04
第 8 面				
K	-9.353E+00	-5.000E+01	-9.500E+01	-8.104E+00
A3	-2.037E-03	-1.955E-01	-1.766E-01	-1.027E-01
A4	-4.550E-02	1.197E-02	-3.063E-02	2.585E-02
A5	2.696E-02	7.420E-02	-9.553E-03	-2.651E-02
A6	4.945E-02	-2.713E-02	1.795E-02	2.519E-02
A7	-7.914E-02	-1.340E-02	1.107E-02	-1.502E-02
A8	-4.027E-03	5.953E-03	-2.642E-03	2.023E-03
A9	5.498E-02	7.788E-03	-1.235E-03	1.414E-03
A10	-2.564E-02	-3.395E-03	1.368E-04	-4.155E-04

(B)

非球面 係数	面番号			
	第 1 面	第 2 面	第 3 面	第 4 面
K	1.479E-01	-9.900E+01	-5.000E+01	-3.150E+00
A3	-2.602E-03	3.549E-03	-9.587E-03	2.878E-02
A4	3.443E-02	-2.162E-02	2.710E-02	-6.447E-02
A5	-1.843E-02	1.659E-02	-8.252E-02	2.219E-01
A6	-2.901E-02	-6.643E-02	6.999E-02	-1.553E-01
A7	1.047E-01	4.126E-03	-1.225E-01	-6.888E-02
A8	-9.235E-02	-5.952E-02	-4.961E-02	5.433E-02
A9	2.047E-02	1.121E-01	1.822E-01	9.366E-02
A10	3.561E-04	-5.567E-02	-8.246E-02	-5.058E-02
第 5 面				
K	-9.353E+00	-5.000E+01	-9.500E+01	-8.104E+00
A3	-2.037E-03	-1.955E-01	-1.766E-01	-1.027E-01
A4	-4.550E-02	1.197E-02	-3.063E-02	2.585E-02
A5	2.696E-02	7.420E-02	-9.553E-03	-2.651E-02
A6	4.945E-02	-2.713E-02	1.795E-02	2.519E-02
A7	-7.914E-02	-1.340E-02	1.107E-02	-1.502E-02
A8	-4.027E-03	5.953E-03	-2.642E-03	2.023E-03
A9	5.498E-02	7.788E-03	-1.235E-03	1.414E-03
A10	-2.564E-02	-3.395E-03	1.368E-04	-4.155E-04
第 8 面				
K	-9.353E+00	-5.000E+01	-9.500E+01	-8.104E+00
A3	-2.037E-03	-1.955E-01	-1.766E-01	-1.027E-01
A4	-4.550E-02	1.197E-02	-3.063E-02	2.585E-02
A5	2.696E-02	7.420E-02	-9.553E-03	-2.651E-02
A6	4.945E-02	-2.713E-02	1.795E-02	2.519E-02
A7	-7.914E-02	-1.340E-02	1.107E-02	-1.502E-02
A8	-4.027E-03	5.953E-03	-2.642E-03	2.023E-03
A9	5.498E-02	7.788E-03	-1.235E-03	1.414E-03
A10	-2.564E-02	-3.395E-03	1.368E-04	-4.155E-04

【図 1 2】

(A)

実施例 6・基本パラメータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (γ 値数)
0(絞リ)	—	-0.130	—	—
1	1.669	0.807	1.531	55.4
2	56.301	0.100	—	—
3	8.065	0.479	1.614	25.5
4	2.492	0.905	—	—
5	-9.433	1.040	1.531	55.4
6	-2.932	0.539	—	—
7	-997.097	0.494	1.510	56.5
8	2.311	0.500	—	—
9	∞	0.145	1.516	64.1
10	∞	0.294	—	—

(f=4.916, Fno.=2.80)

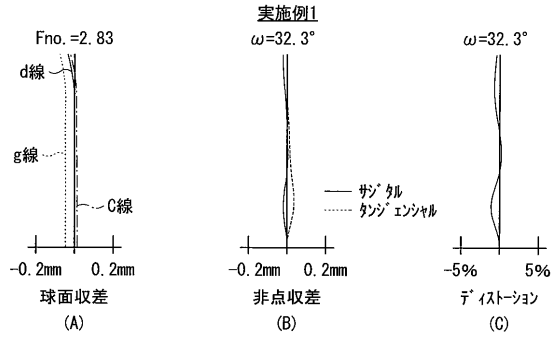
【図 1 3】

	条件式に関する値					
	条件式 (1)	条件式 (2)	条件式 (3)	条件式 (4)	条件式 (5)	条件式 (6)
実施例 1	0.965	0.711	1.540	1.124	29.9	0.220
実施例 2	0.705	0.699	1.043	0.944	31.0	0.182
実施例 3	0.914	0.713	2.084	1.121	29.9	0.189
実施例 4	0.946	0.631	3.268	1.009	29.9	0.196
実施例 5	0.913	0.807	1.426	1.280	29.9	0.175
実施例 6	0.942	0.920	1.235	1.544	29.9	0.184

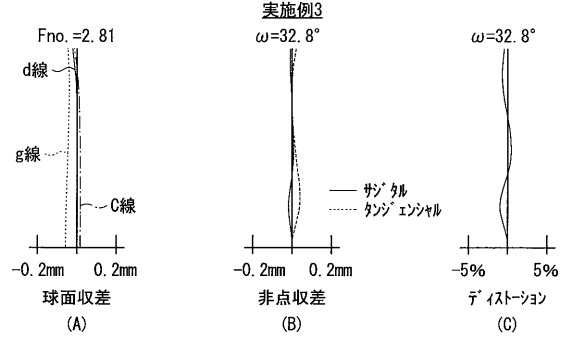
(B)

非球面 係数	面番号			
	第 1 面	第 2 面	第 3 面	第 4 面
K	1.662E-01	-9.900E+01	1.819E-01	-2.344E+00
A3	-2.560E-03	-5.256E-03	-1.545E-02	3.078E-02
A4	3.392E-02	2.730E-03	4.452E-02	-6.383E-02
A5	-1.261E-02	1.908E-02	-9.677E-02	2.370E-01
A6	-3.749E-02	-9.543E-02	7.497E-02	-1.635E-01
A7	1.014E-01	3.356E-03	-1.227E-01	-7.023E-02
A8	-8.358E-02	-4.071E-02	-5.643E-02	6.049E-02
A9	2.629E-02	1.236E-01	1.863E-01	9.077E-02
A10	-9.038E-03	-7.371E-02	-8.451E-02	-4.788E-02
第 5 面				
K	-1.000E+01	-5.000E+01	-9.000E+01	-9.466E+00
A3	-9.460E-03	-1.815E-01	-1.816E-01	-9.864E-02
A4	-3.590E-02	4.102E-03	-2.773E-02	1.691E-02
A5	1.200E-02	6.795E-02	-9.702E-03	-2.716E-02
A6	3.585E-02	-2.960E-02	1.713E-02	2.624E-02
A7	-7.711E-02	-1.414E-02	1.054E-02	-1.475E-02
A8	4.557E-03	5.930E-03	-2.848E-03	2.047E-03
A9	5.896E-02	7.984E-03	-1.234E-03	1.387E-03
A10	-3.154E-02	-3.199E-03	2.238E-04	-4.409E-04

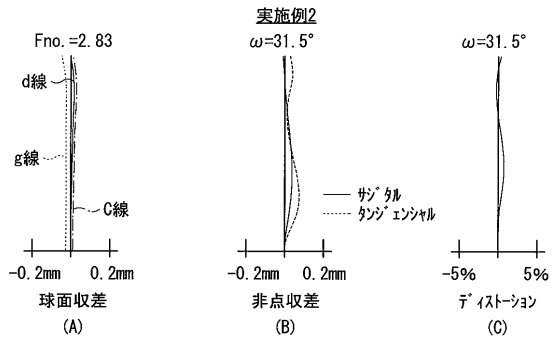
【図14】



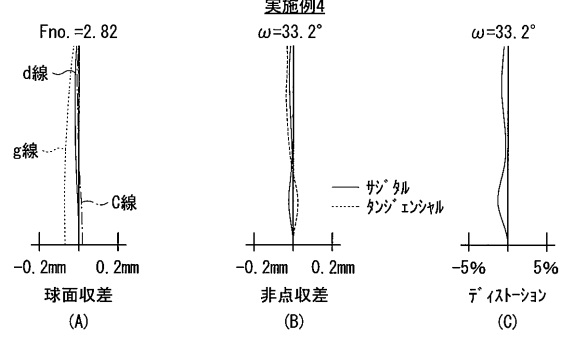
【図16】



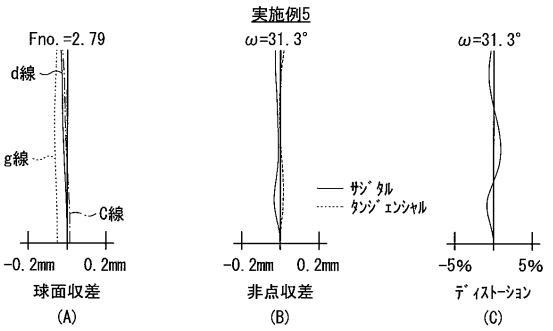
【図15】



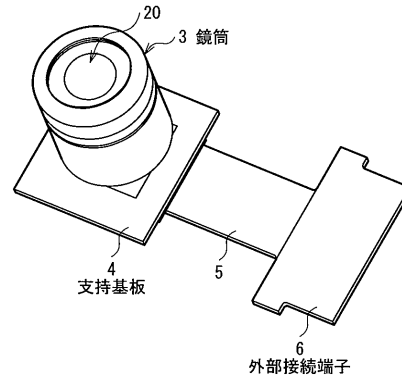
【図17】



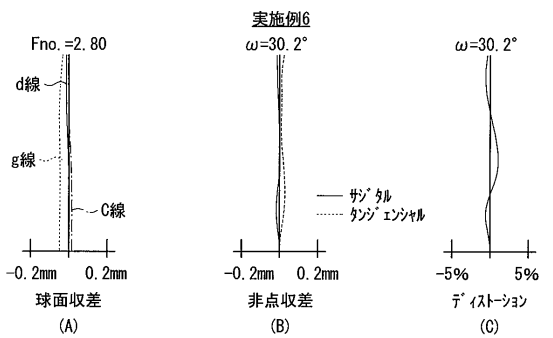
【図18】



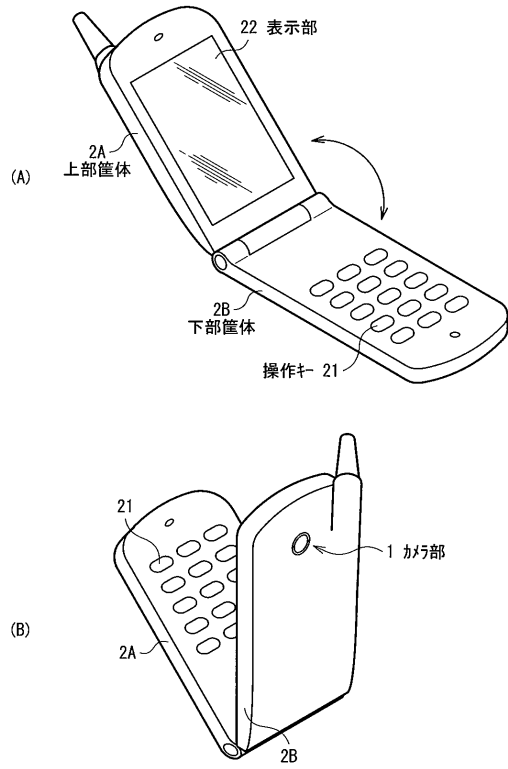
【図20】



【図19】



【図 2 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭56-094317(JP,A)
特開昭58-057106(JP,A)
登録実用新案第3146436(JP,U)
特開2008-046526(JP,A)
特開2008-129506(JP,A)
特開2008-185880(JP,A)
特開2007-212877(JP,A)
特開2009-282223(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