

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4932510号  
(P4932510)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl. F 1  
**G O 2 B 13/00 (2006.01)** G O 2 B 13/00  
**G O 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-19475 (P2007-19475)                  (22) 出願日 平成19年1月30日(2007.1.30)                  (65) 公開番号 特開2008-185807 (P2008-185807A)                  (43) 公開日 平成20年8月14日(2008.8.14)                  審査請求日 平成21年11月20日(2009.11.20)</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 堀井 康司</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、物体側の面が凸形状とされた正のパワーを有する第1レンズと、物体側の面が凹形状とされた負のパワーを有する第2レンズと、光軸近傍において正のパワーを有する第3レンズと、光軸近傍において物体側に凸面を向けた負のメニスカス形状を有する第4レンズから構成される実質的に4個のレンズからなり、

以下の条件式を満足する

ことを特徴とする撮像レンズ。

$$0.6 < f_1 / f < 1.0 \dots\dots (1)$$

$$1.45 < n_1 < 1.6 \dots\dots (2)$$

$$1 > 60 \dots\dots (3)$$

$$0.4 < |f_2 / f| < 1.2 \dots\dots (4)$$

$$1.05 \leq f_3 / f < 1.9 \dots\dots (5)$$

但し、

f : 全体の焦点距離

f<sub>1</sub> : 第1レンズの焦点距離

n<sub>1</sub> : 第1レンズのd線(波長587.6nm)に対する屈折率

1 : 第1レンズのd線に対するアッベ数

f<sub>2</sub> : 第2レンズの焦点距離

f<sub>3</sub> : 第3レンズの焦点距離

とする。

【請求項 2】

前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズおよび前記第 4 レンズのそれぞれが、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 に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズが、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 または請求項 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 3 レンズの物体側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値が、像側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値よりも小さい

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 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、前記第 3 レンズおよび第 4 レンズは、全て樹脂材料により構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズが、光学ガラスにより構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 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 レンズにおける光軸上の物体側の面位置と、前記第 1 レンズにおける光軸上の像側の面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 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を用いたデジタルカメラや、銀塩フィルムを用いたカメラなどの小型の撮像装置への搭載に好適な固定焦点の撮像レンズに関する。

【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(以下、単にデジタルカメラという。)が急速に普及している。また、携帯電話に画像入力用のモジュールカメラ(携帯用モジュールカメラ)が搭載されることも多くなっている。

【0003】

このような撮像装置には、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、撮像装置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。

【0004】

そこで、特許文献 1 ~ 6 には、3 枚あるいは 4 枚のレンズで構成し、非球面を利用した撮像レンズが開示されている。例えば、特許文献 4 ~ 6 では、4 枚のレンズ構成において、物体側から順に、正、負、正、正のパワー配置とし、各レンズ面に非球面形状を用いることで、小型化や高性能化が図られている。また、第 3 レンズの像側の面の曲率半径の絶対値を小さくし、像側の面に比較的強い正のパワーを持たせた構成となっている。

【特許文献 1】特開平 10 - 48516 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 221659 号公報

【特許文献 3】特開 2004 - 302057 号公報

【特許文献 4】特開 2004 - 341013 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献5】特開2005-24581号公報

【特許文献6】特開2005-24889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では、小型化および高画素化が進んでおり、それに伴って、特にデジタルカメラ用の撮像レンズには、高い解像性能と構成のコンパクト化が求められている。一方、携帯用モジュールカメラ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、最近では携帯用モジュールカメラ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。

10

【0006】

このため、コスト、結像性能、およびコンパクト性の面で総合的に改善された多種多様なレンズの開発が望まれており、例えば、携帯用モジュールカメラにも搭載可能なコンパクト性を確保しつつ、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。

【0007】

このような要求に対しては、例えば、コンパクト化およびローコスト化を図るためにレンズ枚数を3枚または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。この場合、非球面はコンパクト化および高性能化に寄与するが、製造性の点で不利でありコスト高になり易いので、その使用は製造性を十分考慮したものとすることが望ましい。上記各特許文献記載のレンズでは、3枚または4枚構成で非球面を用いた構成となっているが、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4～6の撮像レンズでは、最も像側の第4レンズに正のパワーを配置しているが、負のパワーを配置することも可能であると考えられる。

20

【0008】

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、コンパクトな構成でありながら高い結像性能を発現する撮像レンズを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による撮像レンズは、物体側から順に、物体側の面が凸形状とされた正のパワーを有する第1レンズと、物体側の面が凹形状とされた負のパワーを有する第2レンズと、光軸近傍において正のパワーを有する第3レンズと、光軸近傍において物体側に凸面を向けた負のメニスカス形状を有する第4レンズから構成される実質的に4個のレンズからなり、以下の条件式を満足するものである。但し、 $f$ を全体の焦点距離、 $f_1$ を第1レンズの焦点距離、 $n_1$ を第1レンズのd線(波長587.6nm)に対する屈折率、 $\nu_1$ を第1レンズのd線に対するアッペ数、 $f_2$ を第2レンズの焦点距離、 $f_3$ を第3レンズの焦点距離とする。

30

$$0.6 < f_1 / f < 1.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.45 < n_1 < 1.6 \quad \dots\dots (2)$$

$$\nu_1 > 60 \quad \dots\dots (3)$$

$$0.4 < |f_2 / f| < 1.2 \quad \dots\dots (4)$$

$$1.05 < f_3 / f < 1.9 \quad \dots\dots (5)$$

40

【0010】

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、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、高い収差性能が維持される。具体的には、第1レンズが条件式(1)を満足することにより、大型化が抑制されると共に球面収差の増大が抑制される。また、第1レンズが条件式(2)、(3)を満足することにより、軸上色収差が低減される。さらに、第2レンズ、第3レンズが条件式(4)、(5)を満足することにより、球面収差やコマ収差等の高次収差が良好に補正されると共に、コンパクト化に有利となる。

50

## 【0011】

また、本発明の撮像レンズでは、第3レンズの物体側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値が、像側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値よりも小さいことが好ましい。このように、物体側の面に比較的強い正のパワーを持たせることで、コンパクト化および高性能化により有利となる。

## 【0012】

さらに、本発明の撮像レンズでは、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズが、それぞれ少なくとも1つの非球面を含んでいることが好ましい。これにより、高い収差性能を維持し易くなる。また、第1レンズを光学ガラスによって構成すると共に、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズを樹脂材料によって構成することが好ましい。これにより、諸収差（特に色収差）が低減され、軽量化に有利となる。

10

## 【0013】

また、本発明の撮像レンズでは、第1レンズにおける光軸上の物体側の面頂点位置と、第1レンズにおける光軸上の像側の面頂点位置との間に絞りを配置することが好ましい。これにより、全長の短縮化に有利となる。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明の撮像レンズによれば、物体側から順に、物体側の面が凸形状とされた正の第1レンズと、物体側の面が凹形状とされた負の第2レンズと、光軸近傍において正のパワーを有する第3レンズと、光軸近傍において物体側に凸面を向けた負のメニスカス形状の第4レンズとを備え、かつ、以下の条件式(1)～(5)を全て満足するように構成したので、コンパクト化を実現すると共に高い結像性能を確保することができる。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0015】

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。

## 【0016】

図1は、本発明における一実施の形態としての撮像レンズの第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(A), 図8(B))のレンズ構成に対応している。また、図2～図7は、それぞれ本実施の形態における第2～第7の構成例を示している。第2の構成例は後述の第2の数値実施例(図9(A), 図9(B))のレンズ構成に対応し、第3の構成例は後述の第3の数値実施例(図10(A), 図10(B))のレンズ構成に対応し、第4の構成例は後述の第4の数値実施例(図11(A), 図11(B))のレンズ構成に対応し、第5の構成例は後述の第5の数値実施例(図12(A), 図12(B))のレンズ構成に対応し、第6の構成例は後述の第6の数値実施例(図13(A), 図13(B))のレンズ構成に対応し、第7の構成例は後述の第7の数値実施例(図14(A), 図14(B))のレンズ構成に対応している。図1～図7において、符号 $S_i$ は、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 $i$ 番目の面を示す。符号 $R_i$ は、面 $S_i$ の曲率半径を示す。符号 $D_i$ は、 $i$ 番目の面 $S_i$ と $i+1$ 番目の面 $S_{i+1}$ 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なので、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。

30

40

## 【0017】

この撮像レンズは、例えば、CCDやCMOSなどの撮像素子を用いた携帯用モジュールカメラやデジタルカメラ等に搭載されて使用されるものである。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 $S_t$ 、第1レンズ $G_1$ 、第2レンズ $G_2$ 、第3レンズ $G_3$ および第4レンズ $G_4$ が配置される。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タなどの光学部材CGが配置されていてもよい。

## 【0018】

50

絞り S t は、光学的な開口絞りであり、第 1 レンズ G 1 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されることが好ましい。ただし、図 6 および図 7 の構成例のように、第 1 レンズ G 1 の物体側の面頂点位置に、絞り S t が配置されるようにしてもよい。

【 0 0 1 9 】

第 1 レンズ G 1 は、正のパワーを有しており、光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカス形状となっている。ただし、図 6 および図 7 の構成例のように、第 1 レンズ G 1 は、光軸近傍において両凸形状となってもよい。第 1 レンズ G 1 は、例えば物体側の面および像側の面のうちの少なくとも一方が非球面であることが好ましく、特に、両面が非球面であることが好ましい。このような第 1 レンズ G 1 は、分散の小さな光学ガラスによって構成されることが好ましい。

10

【 0 0 2 0 】

第 2 レンズ G 2 は、負のパワーを有しており、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカス形状となっている。第 2 レンズ G 2 は、例えば、物体側の面および像側の面のうちの少なくとも一方が非球面であることが好ましく、特に、両面が非球面であることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

第 3 レンズ G 3 は、光軸近傍において正のパワーを有している。図 1 の構成例では、第 3 レンズ G 3 は、光軸近傍においてメニスカス形状となっている。あるいは、図 2 ~ 図 7 の構成例のように、光軸近傍において両凸形状となってもよい。ただし、第 3 レンズ G 3 において、物体側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値が、像側の面の光軸近傍における曲率半径の絶対値よりも小さくなっていることが好ましい。第 3 レンズ G 3 は、例えば、物体側の面および像側の面のうちの少なくとも一方が非球面であることが好ましく、特に、両面が非球面であることが好ましい。図 1 の構成例では、第 3 レンズ G 3 の物体側の面は、光軸近傍では物体側に凸形状で、周辺部では物体側に凹形状となる非球面となっている。一方、像側の面は、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となっている。

20

【 0 0 2 2 】

第 4 レンズ G 4 は、光軸近傍において、負のパワーを有すると共に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状となっている。第 4 レンズ G 4 は、例えば、物体側の面および像側の面のうちの少なくとも一方が非球面であることが好ましい。特に、有効径の範囲内において、物体側の面が周辺に近づくほど正のパワーが弱くなる非球面形状であり、像側の面が周辺に近づくほど負のパワーが弱くなる非球面形状であることが好ましい。図 1 の構成例では、第 4 レンズ G 4 の物体側の面は、光軸近傍では物体側に凸形状で、周辺部では物体側に凹形状となる非球面となっている。一方、像側の面は、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となっている。

30

【 0 0 2 3 】

第 2 レンズ G 2、第 3 レンズ G 3 および第 4 レンズ G 4 は、第 1 レンズ G 1 と比べて、複雑で、大きな形状を有している。このため、第 2 レンズ G 2、第 3 レンズ G 3 および第 4 レンズ G 4 は、全て樹脂材料により構成されることが好ましい。これにより、複雑な非球面形状が高精度に形成されると共に、撮像レンズ全体としての軽量化が図られる。

40

【 0 0 2 4 】

この撮像レンズは、以下の条件式 ( 1 ) ~ ( 5 ) を満足する。但し、 f を全体の焦点距離、 f 1 を第 1 レンズ G 1 の焦点距離、 n 1 を第 1 レンズ G 1 の d 線に対する屈折率、 $\nu_1$  を第 1 レンズ G 1 の d 線に対するアッペ数、 f 2 を第 2 レンズ G 2 の焦点距離、 f 3 を第 3 レンズ G 3 の焦点距離としている。

$$0.6 < f_1 / f < 1.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.45 < n_1 < 1.6 \quad \dots\dots (2)$$

$$\nu_1 > 60 \quad \dots\dots (3)$$

$$0.4 < |f_2 / f| < 1.2 \quad \dots\dots (4)$$

$$0.7 < f_3 / f < 1.9 \quad \dots\dots (5)$$

50

## 【 0 0 2 5 】

次に、以上のように構成された本実施の形態の撮像レンズの作用および効果を説明する。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の撮像レンズでは、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、高い収差性能が維持される。また、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面に非球面を有していることにより、収差性能の維持により有利となる。さらに、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の正のパワーが強すぎると、十分なバックフォーカスの確保が困難となる。また、第3レンズG3の物体側の面の曲率半径の絶対値を小さくし、物体側に比較的強いパワーを持たせることで、収差性能が向上する。

10

## 【 0 0 2 7 】

また、第4レンズG4では、第1レンズG1～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

## 【 0 0 2 8 】

ここで、絞りSt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）なるようにすることを確保するためには、できるだけ物体側に配置されることが好ましい。一方、絞りStが面S1よりも物体側に配置される場合、その分（絞りStと面S1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が、光軸Z1上において、第1レンズG1の物体側の面位置と像側の面位置との間に配置されることにより、テレセントリック性の確保および全長の短縮化に有利となる。以下、各条件式の具体的意義について説明する。

## 【 0 0 2 9 】

条件式(1)は、全系の焦点距離fに対する第1レンズG1の焦点距離f1に関するもので、条件式(1)の下限を超えると、第1レンズG1の正のパワーが強くなりすぎ、球面収差の増加を招くと共に、バックフォーカスの確保が困難となる。一方、上限を超えると、全長の短縮化が困難となり、像面湾曲、非点収差等の補正が困難となるため好ましくない。特に、この撮像レンズでは、以下の条件式(6)を満足するようにすると、より良好な収差補正が可能となる。

$$0.7 < f_1 / f < 0.9 \quad \dots \dots (6)$$

30

## 【 0 0 3 0 】

条件式(2)および条件式(3)は、第1レンズG1に用いる光学ガラスのd線に対する分散を規定するものである。条件式(2)、(3)を満足することにより、分散が抑えられ、軸上色収差が低減される。

40

## 【 0 0 3 1 】

条件式(4)は、全系の焦点距離fに対する第2レンズG2の焦点距離f2に関するもので、条件式(4)の下限を超えると、第2レンズG2の負のパワーが強くなりすぎ、高次収差の増大を招いてしまう。一方、上限を超えると、第2レンズG2の負のパワーが弱くなりすぎ、像面湾曲や非点収差等の補正が困難となる。特に、この撮像レンズでは、以下の条件式(7)を満足するようにすると、より良好な収差補正が可能となる。

$$0.5 < |f_2 / f| < 1.0 \quad \dots \dots (7)$$

## 【 0 0 3 2 】

条件式(5)は、全系の焦点距離fに対する第3レンズG3の焦点距離f3に関するも

50

のであり、条件式(5)の下限を超えると、第3レンズG3の正のパワーが強くなりすぎ、収差性能が劣化すると共に、バックフォーカスが十分に確保できなくなってしまう。一方、上限を超えると、第3レンズG3の正のパワーが弱くなりすぎ、十分な収差補正が困難となってしまう。特に、以下の条件式(8)を満足するようにすると、十分なバックフォーカスの確保と良好な収差補正とをよりバランス良く実施することが可能となる。

$$0.8 < f_3 / f < 1.9 \quad \dots \dots (8)$$

【0033】

以上説明したように、本実施の形態の撮像レンズでは、4枚のレンズ構成で、各レンズの形状およびパワー配置を適切に設定し、所定の条件式を満足するようにしたので、コンパクト化を実現すると共に、高い結像性能を確保することができる。

10

【実施例】

【0034】

次に、本実施の形態に係る結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～第5の数値実施例および第1～第2の参考例(実施例1～5、参考例1～2)を、第1の数値実施例を基本にしてまとめて説明する。

【0035】

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実施例1として、図8(A)、図8(B)に示す。特に、図8(A)には基本的なレンズデータを示し、図8(B)には、非球面形状に関するデータを示す。図8(A)に示したレンズデータにおける面番号 $S_i$ の欄には、図1に示した撮像レンズの符号 $S_i$ に対応させて、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( $i = 0 \sim 10$ )の面の番号を示している。曲率半径 $R_i$ の欄には、図1で示した符号 $R_i$ に対応させて、物体側から $i$ 番目の面の曲率半径の値を示す。面間隔 $D_i$ の欄についても、図1で付した符号に対応させて、物体側から $i$ 番目の面 $S_i$ と $i+1$ 番目の面 $S_{i+1}$ との光軸上の間隔を示す。曲率半径 $R_i$ および面間隔 $D_i$ の値の単位はミリメートル(mm)である。 $N_{dj}$ 、 $d_j$ の欄には、それぞれ、カバーガラスCGも含めて、物体側から $j$ 番目( $j = 1 \sim 5$ )のレンズ要素の $d$ 線(587.6nm)に対する屈折率およびアッベ数の値を示す。なお、絞りの面間隔 $D_i$ の欄には、光軸上における面 $S_1$ と絞り $S_t$ との距離(mm)を示し、マイナスの符号は、絞り $S_t$ が面 $S_1$ よりも像側にあることを意味するものとする。図8(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。

20

30

【0036】

なお、第1レンズG1～第4レンズG4の全ての面が非球面形状となっている。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。

【0037】

図8(B)の非球面データの数値において、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、「 $1.0 \times 10^{-2}$ 」であることを示す。

40

【0038】

非球面データとしては、以下の式(ASP)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、非球面係数 $A_i$ として、第3次～第10次の係数 $A_3 \sim A_{10}$ が有効に用いて表されている。

【0039】

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

$Z$ ：非球面の深さ(mm)

50

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<sub>i</sub> : 第 i 次 ( i は 3 以上の整数 ) の非球面係数

【 0 0 4 0 】

以上の実施例 1 に係る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 ( A ) , 図 9 ( B ) に示す。同様に、図 3 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 として、図 1 0 ( A ) , 図 1 0 ( B ) に示す。同様に、図 4 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 4 として、図 1 1 ( A ) , 図 1 1 ( B ) に示す。同様に、図 5 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 5 として、図 1 2 ( A ) , 図 1 2 ( B ) に示す。同様に、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参考例 1として、図 1 3 ( A ) , 図 1 3 ( B ) に示す。同様に、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参考例 2として、図 1 4 ( A ) , 図 1 4 ( B ) に示す。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 5 は、上述の条件式 ( 1 ) ~ ( 5 ) に対応する値を、各実施例および参考例についてまとめて示したものである。図 1 5 に示したように、各実施例の値が、全て条件式 ( 1 ) ~ ( 5 ) の数値範囲内となっている。

20

【 0 0 4 2 】

図 1 6 ( A ) ~ 図 1 6 ( C ) には、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) を示す。各収差図には、d 線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には、g 線 (波長 4 3 5 . 8 nm) , C 線 (波長 6 5 6 . 3 nm) 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。同様に、実施例 2 についての諸収差を図 1 7 ( A ) ~ 図 1 7 ( C ) に示す。同様に、実施例 3 についての諸収差を図 1 8 ( A ) ~ 図 1 8 ( C ) に示す。同様に、実施例 4 についての諸収差を図 1 9 ( A ) ~ 図 1 9 ( C ) に示す。同様に、実施例 5 についての諸収差を図 2 0 ( A ) ~ 図 2 0 ( C ) に示す。同様に、参考例 1についての諸収差を図 2 1 ( A ) ~ 図 2 1 ( C ) に示す。同様に、参考例 2についての諸収差を図 2 2 ( A ) ~ 図 2 2 ( C ) に示す。

30

【 0 0 4 3 】

以上の各数値データおよび各収差図から明らかのように、各実施例について、全体として 4 枚という少ないレンズ構成において、極めて良好な収差性能が発揮されている。

【 0 0 4 4 】

以上、いくつかの実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。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、他の値をとり得るものである。また、上記実施の形態および実施例では、第 1 ~ 第 4 レンズにおける両面が全て非球面となるようにしたが、これに限定されるものではない。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 本発明の一実施の形態としての撮像レンズにおける第 1 の構成例を示すものであり、実施例 1 に対応する断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態としての撮像レンズにおける第 2 の構成例を示すものであり、実施例 2 に対応する断面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施の形態としての撮像レンズにおける第 3 の構成例を示すものであり、実施例 3 に対応する断面図である。

【 図 4 】 本発明の一実施の形態としての撮像レンズにおける第 4 の構成例を示すものであり、実施例 4 に対応する断面図である。

50



【図 5】本発明の一実施の形態としての撮像レンズにおける第 5 の構成例を示すものであり、実施例 5 に対応する断面図である。

【図 6】本発明の参考例の撮像レンズにおける一構成例を示すものであり、参考例 1に対応する断面図である。

【図 7】本発明の参考例の撮像レンズにおける一構成例を示すものであり、参考例 2に対応する断面図である。

【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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

【図 9】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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

10

【図 10】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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

【図 11】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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

【図 12】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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

【図 13】本発明の参考例 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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

【図 14】本発明の参考例 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、(B) は非球面に関するレンズデータを示す。

20

【図 15】条件式に関する値を各実施例および参考例についてまとめて示した図である。

【図 16】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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

【図 17】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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

【図 18】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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

【図 19】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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

【図 20】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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

30

【図 21】本発明の参考例 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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

【図 22】本発明の参考例 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) 非点収差、(C) ディストーションを示す。

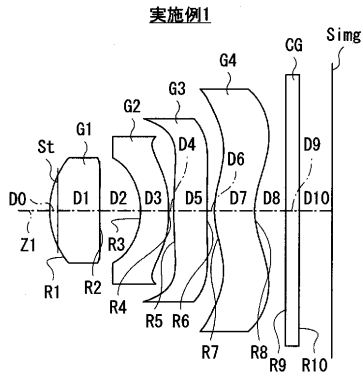
【符号の説明】

【0046】

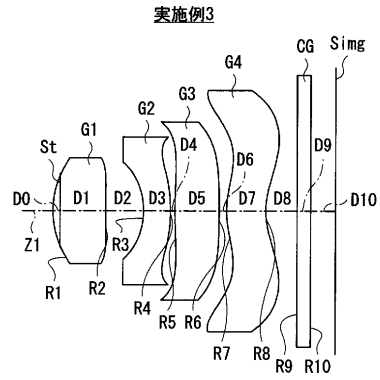
S t ... 絞り、G 1 ... 第 1 レンズ、G 2 ... 第 2 レンズ、G 3 ... 第 3 レンズ、G 4 ... 第 4 レンズ、C G ... 光学部材、S i ... 物体側から第 i 番目のレンズ面、R i ... 物体側から第 i 番目のレンズ面の曲率半径、D i ... 物体側から第 i 番目と第 ( i + 1 ) 番目のレンズ面との面間隔、Z 1 ... 光軸。

40

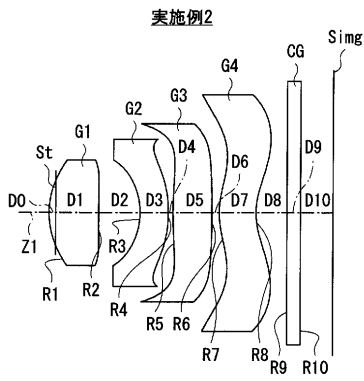
【 図 1 】



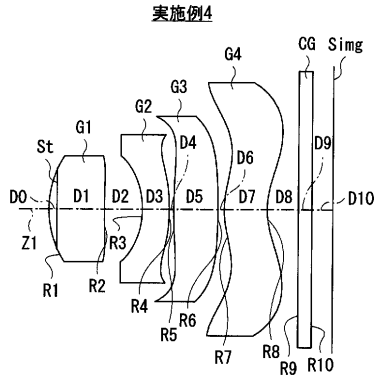
【 図 3 】



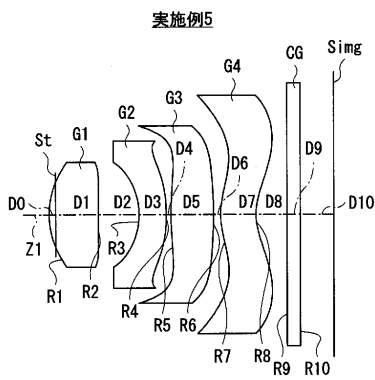
【 図 2 】



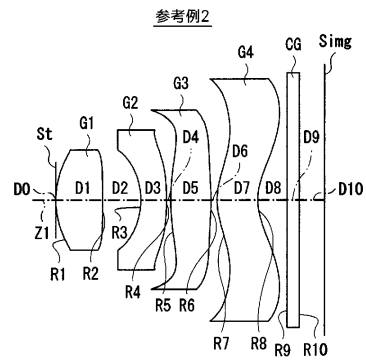
【 図 4 】



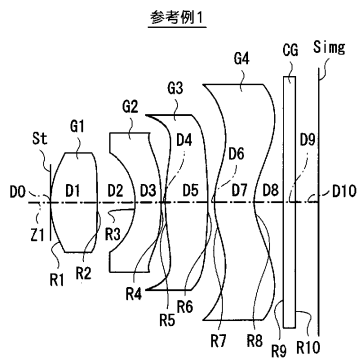
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【図8】

(A)

実施例1・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu$ dj ( $\gamma$ 値数)
0(絞り)	—	-0.18	—	—
1	1.855	1.12	1.471	76.6
2	16.589	0.91	—	—
3	-1.742	0.62	1.606	27
4	-4.762	0.11	—	—
5	5.121	0.74	1.510	56.2
6	742.880	0.16	—	—
7	1.900	0.90	1.510	56.2
8	1.623	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.74	—	—

(f=5.36, Fno.=2.80)

(B)

実施例1・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.158E+00	4.577E+00	1.588E+00	4.387E+00
A3	-9.394E-03	-8.194E-03	-4.775E-02	-1.058E-01
A4	1.242E-02	5.175E-03	-5.859E-03	-9.139E-02
A5	-5.745E-02	-1.135E-02	8.479E-02	1.391E-01
A6	9.691E-03	-9.185E-03	-4.653E-02	5.804E-03
A7	1.292E-02	1.034E-02	-4.577E-02	-3.352E-02
A8	4.530E-03	5.306E-03	3.025E-02	-8.850E-03
A9	-1.483E-02	-2.672E-02	6.382E-02	7.519E-03
A10	-6.386E-03	7.381E-03	-5.533E-02	1.901E-03
K	-7.082E+01	-9.990E+00	-1.149E+01	-4.273E+00
A3	-9.247E-02	1.680E-02	6.938E-02	1.988E-02
A4	7.870E-02	-1.226E-03	-7.495E-02	-6.258E-02
A5	5.991E-03	-4.776E-03	-5.149E-03	2.272E-02
A6	-1.352E-02	-7.631E-04	3.734E-03	-4.155E-03
A7	-1.083E-02	-1.399E-03	3.110E-03	-9.694E-04
A8	7.005E-04	-4.773E-04	-5.406E-04	5.533E-04
A9	4.061E-03	3.851E-04	-1.040E-04	8.198E-05
A10	-1.319E-03	-3.188E-05	3.370E-06	-4.610E-05

【図9】

(A)

実施例2・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu$ dj ( $\gamma$ 値数)
0(絞り)	—	-0.15	—	—
1	1.903	1.11	1.471	76.6
2	30.094	0.92	—	—
3	-1.730	0.62	1.606	27
4	-5.340	0.11	—	—
5	4.894	0.86	1.510	56.2
6	-19.990	0.16	—	—
7	1.900	0.82	1.510	56.2
8	1.535	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.73	—	—

(f=5.33, Fno.=2.80)

(B)

実施例2・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	1.500E+00	-1.000E+01	1.584E+00	7.331E+00
A3	-1.538E-03	-5.903E-03	-2.040E-02	-8.872E-02
A4	-3.932E-03	-3.312E-03	-4.700E-02	-9.901E-02
A5	-2.256E-02	-1.773E-03	9.931E-02	1.345E-01
A6	1.461E-02	-2.171E-02	-2.138E-02	5.190E-03
A7	4.769E-04	4.240E-03	-4.627E-02	-3.177E-02
A8	-2.046E-03	1.413E-02	1.134E-02	-6.959E-03
A9	-9.864E-03	-1.620E-02	5.221E-02	8.132E-03
A10	-2.539E-03	-1.380E-03	-3.745E-02	1.027E-03
K	-4.014E+01	-1.003E+01	-8.054E+00	-3.739E+00
A3	-1.025E-01	8.847E-03	3.370E-02	1.971E-02
A4	7.630E-02	7.791E-04	-6.697E-02	-7.112E-02
A5	3.191E-03	-4.104E-03	-3.317E-03	2.635E-02
A6	-1.235E-02	-4.233E-04	3.462E-03	-3.678E-03
A7	-9.816E-03	-1.537E-03	2.804E-03	-1.178E-03
A8	8.034E-04	-6.487E-04	-5.903E-04	4.654E-04
A9	3.786E-03	3.800E-04	-1.061E-04	8.362E-05
A10	-1.420E-03	-3.077E-05	2.173E-05	-3.997E-05

【図10】

(A)

実施例3・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu$ dj ( $\gamma$ 値数)
0(絞り)	—	-0.16	—	—
1	2.020	1.17	1.542	62.9
2	25.164	0.85	—	—
3	-1.756	0.60	1.606	27
4	-7.591	0.10	—	—
5	5.004	1.00	1.510	56.2
6	-31.054	0.16	—	—
7	2.016	0.88	1.510	56.2
8	1.717	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.56	—	—

(f=5.36, Fno.=3.20)

(B)

実施例3・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.136E+00	-1.001E+01	1.819E+00	2.809E+00
A3	-3.470E-03	-5.423E-03	-1.123E-02	-9.865E-02
A4	-3.579E-03	-1.363E-02	-7.043E-02	-8.980E-02
A5	-4.056E-02	1.517E-03	1.113E-01	1.375E-01
A6	2.302E-02	-2.236E-02	-6.378E-03	7.529E-03
A7	9.422E-03	-2.605E-03	-4.268E-02	-2.898E-02
A8	-1.028E-02	1.263E-02	5.796E-03	-5.101E-03
A9	-2.736E-02	-7.997E-03	4.614E-02	8.180E-03
A10	1.515E-02	-6.315E-03	-3.887E-02	-7.236E-04
K	-5.003E+01	1.001E+01	-8.609E+00	-5.251E+00
A3	-1.161E-01	-6.484E-03	2.123E-02	3.790E-02
A4	7.510E-02	-1.328E-02	-6.289E-02	-8.028E-02
A5	7.682E-03	-2.401E-03	-4.451E-03	2.781E-02
A6	-1.110E-02	9.032E-04	2.979E-03	-3.631E-03
A7	-9.903E-03	-1.038E-03	2.758E-03	-1.229E-03
A8	8.096E-04	-4.998E-04	-5.690E-04	4.548E-04
A9	3.973E-03	4.010E-04	-8.675E-05	8.125E-05
A10	-1.244E-03	-4.682E-05	3.195E-05	-4.124E-05

【図11】

(A)

実施例4・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu$ dj ( $\gamma$ 値数)
0(絞り)	—	-0.18	—	—
1	2.227	1.23	1.592	68.3
2	15.234	0.85	—	—
3	-2.023	0.60	1.606	27
4	-8.881	0.10	—	—
5	5.133	0.99	1.510	56.2
6	-20.048	0.14	—	—
7	2.041	0.96	1.510	56.2
8	1.716	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.47	—	—

(f=5.14, Fno.=2.80)

(B)

実施例4・非球面データ				
非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.092E+00	-1.009E+01	1.202E+00	8.306E+00
A3	-4.053E-03	-6.183E-03	-2.107E-02	-9.367E-02
A4	4.240E-03	-5.375E-03	-7.152E-02	-9.115E-02
A5	-3.804E-02	2.274E-03	9.880E-02	1.365E-01
A6	2.029E-02	-2.102E-02	-7.231E-03	6.727E-03
A7	9.797E-03	1.718E-03	-4.055E-02	-2.932E-02
A8	-5.423E-03	1.130E-02	3.777E-03	-5.078E-03
A9	-2.198E-02	-9.828E-03	3.733E-02	8.320E-03
A10	1.196E-02	-1.240E-03	-2.937E-02	-9.541E-04
K	-4.268E+01	9.630E+00	-9.552E+00	-5.665E+00
A3	-1.112E-01	-3.227E-03	3.283E-02	4.995E-02
A4	7.917E-02	-1.238E-02	-6.139E-02	-7.859E-02
A5	7.652E-03	-4.474E-04	-4.394E-03	2.720E-02
A6	-1.096E-02	1.470E-03	3.034E-03	-3.925E-03
A7	-9.658E-03	-1.007E-03	2.808E-03	-1.246E-03
A8	9.236E-04	-5.381E-04	-5.572E-04	4.648E-04
A9	3.946E-03	3.607E-04	-9.664E-05	8.621E-05
A10	-1.359E-03	-7.812E-05	2.045E-05	-3.895E-05

【図 1 2】

(A)

実施例 5・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu dj$ ( $\gamma$ 値数)
0(絞リ)	—	-0.15	—	—
1	1.921	1.11	1.471	76.6
2	29.525	0.92	—	—
3	-1.727	0.61	1.606	27
4	-7.486	0.11	—	—
5	4.095	0.96	1.510	56.2
6	-8.778	0.16	—	—
7	1.898	0.80	1.510	56.2
8	1.440	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.77	—	—

(f=5.35, Fno.=2.80)

(B)

非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	1.357E+00	-1.124E+01	1.553E+00	1.068E+01
A3	-1.323E-03	-3.953E-03	-2.109E-02	-9.306E-02
A4	-2.020E-03	-8.534E-03	-4.191E-02	-1.027E-01
A5	-1.822E-02	8.128E-03	9.880E-02	1.333E-01
A6	1.269E-02	-2.379E-02	-2.026E-02	4.755E-03
A7	-1.986E-03	-8.165E-05	-4.625E-02	-3.185E-02
A8	-7.069E-05	1.499E-02	9.320E-03	-6.942E-03
A9	-5.805E-03	-1.258E-02	5.066E-02	8.051E-03
A10	3.433E-04	-2.806E-03	-3.554E-02	7.662E-04
K	-2.981E+01	-1.028E+01	-7.172E+00	-3.395E+00
A3	-1.034E-01	1.308E-02	3.219E-02	1.972E-02
A4	7.584E-02	2.104E-03	-6.757E-02	-7.189E-02
A5	2.879E-03	-3.972E-03	-3.072E-03	2.647E-02
A6	-1.220E-02	-4.502E-04	3.592E-03	-3.547E-03
A7	-9.579E-03	-1.590E-03	2.811E-03	-1.130E-03
A8	9.023E-04	-7.023E-04	-6.013E-04	4.686E-04
A9	3.748E-03	3.520E-04	-1.135E-04	8.058E-05
A10	-1.502E-03	-3.446E-05	1.698E-05	-4.132E-05

【図 1 3】

(A)

参考例 1・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu dj$ ( $\gamma$ 値数)
0(絞リ)	—	—	—	—
1	2.030	1.12	1.471	76.6
2	-70.616	0.92	—	—
3	-1.730	0.62	1.606	27
4	-52.019	0.10	—	—
5	3.255	1.03	1.510	56.2
6	-5.635	0.15	—	—
7	1.850	0.96	1.510	56.2
8	1.369	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.57	—	—

(f=5.09, Fno.=2.80)

(B)

非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	9.589E-01	1.000E+01	8.510E-01	1.000E+01
A3	-1.153E-03	2.246E-03	-2.559E-02	-1.048E-01
A4	9.464E-04	-3.687E-02	-6.718E-02	-1.125E-01
A5	-1.056E-02	3.256E-02	7.054E-02	1.291E-01
A6	7.670E-03	-3.159E-02	-1.668E-03	2.198E-03
A7	-1.134E-02	-1.367E-02	-3.173E-02	-3.175E-02
A8	5.573E-03	1.583E-02	-6.502E-03	-5.199E-03
A9	8.911E-03	-3.270E-03	2.724E-02	9.165E-03
A10	-1.170E-02	-7.113E-03	-2.108E-02	-4.234E-04
K	-1.073E+01	-1.061E+01	-5.466E+00	-2.837E+00
A3	-9.863E-02	3.559E-02	4.600E-02	2.686E-02
A4	7.319E-02	4.794E-03	-6.444E-02	-7.146E-02
A5	3.189E-03	-6.375E-03	-2.473E-03	2.828E-02
A6	-1.072E-02	-5.864E-04	3.488E-03	-3.494E-03
A7	-8.759E-03	-1.126E-03	2.711E-03	-1.306E-03
A8	1.018E-03	-4.531E-04	-6.314E-04	3.911E-04
A9	3.670E-03	3.862E-04	-1.164E-04	7.195E-05
A10	-1.361E-03	-7.599E-05	1.801E-05	-2.893E-05

【図 1 4】

(A)

参考例 2・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu dj$ ( $\gamma$ 値数)
0(絞リ)	—	0.00	—	—
1	2.081	1.12	1.471	76.6
2	-93.174	0.92	—	—
3	-1.826	0.62	1.606	27
4	-54.807	0.10	—	—
5	3.363	0.98	1.510	56.2
6	-6.173	0.15	—	—
7	1.794	0.98	1.510	56.2
8	1.381	0.70	—	—
9	$\infty$	0.30	1.516	64.1
10	$\infty$	0.60	—	—

(f=5.03, Fno.=2.80)

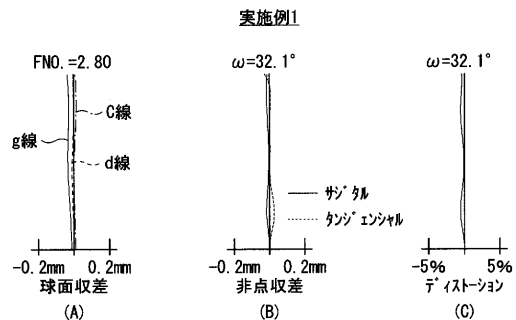
(B)

非球面 係数	面番号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	8.827E-01	-1.000E+01	7.265E-01	9.824E+00
A3	-5.434E-04	1.993E-03	-2.161E-02	-9.865E-02
A4	-2.864E-04	-3.313E-02	-6.573E-02	-1.132E-01
A5	-6.287E-03	3.474E-02	6.705E-02	1.296E-01
A6	8.250E-03	-3.285E-02	4.208E-03	2.657E-03
A7	-1.428E-02	-1.417E-02	-2.913E-02	-3.146E-02
A8	4.535E-03	1.710E-02	-8.977E-03	-5.227E-03
A9	1.153E-02	-1.580E-03	2.527E-02	8.919E-03
A10	-1.161E-02	-7.654E-03	-1.879E-02	-6.042E-04
K	-8.041E+00	-1.017E+01	-4.499E+00	-2.423E+00
A3	-1.005E-01	3.993E-02	4.754E-02	2.423E-02
A4	7.349E-02	5.493E-03	-6.385E-02	-7.138E-02
A5	3.566E-03	-6.617E-03	-2.240E-03	2.862E-02
A6	-1.038E-02	-6.134E-04	3.529E-03	-3.452E-03
A7	-8.700E-03	-1.074E-03	2.718E-03	-1.311E-03
A8	9.524E-04	-4.241E-04	-6.301E-04	3.877E-04
A9	3.628E-03	3.924E-04	-1.173E-04	7.151E-05
A10	-1.326E-03	-8.083E-05	1.621E-05	-2.858E-05

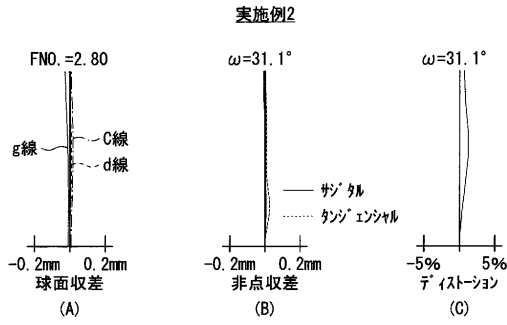
【図 1 5】

	条件式(1) f1/f	条件式(2) n1	条件式(3) $\nu 1$	条件式(4)  f2/f	条件式(5) f3/f
実施例 1	0.81	1.471	76.6	0.92	1.89
実施例 2	0.80	1.471	76.6	0.85	1.46
実施例 3	0.74	1.542	62.9	0.73	1.59
実施例 4	0.83	1.592	68.3	0.87	1.58
実施例 5	0.80	1.471	76.6	0.72	1.05
参考例 1	0.83	1.471	76.6	0.58	0.83
参考例 2	0.86	1.471	76.6	0.62	0.88

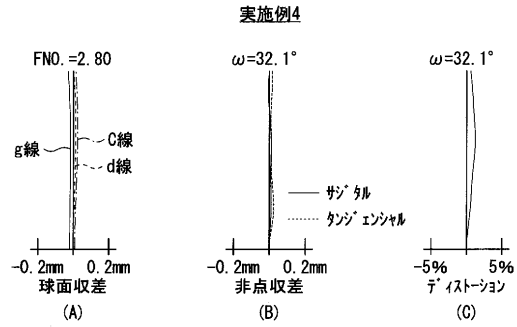
【図 1 6】



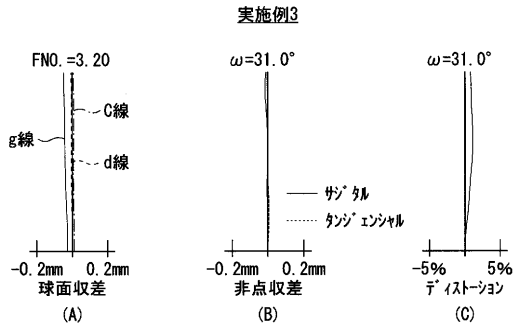
【 図 1 7 】



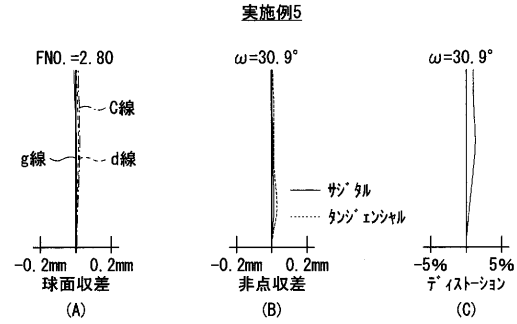
【 図 1 9 】



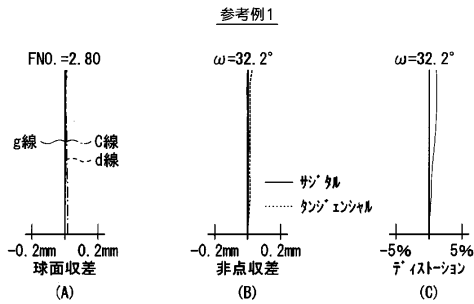
【 図 1 8 】



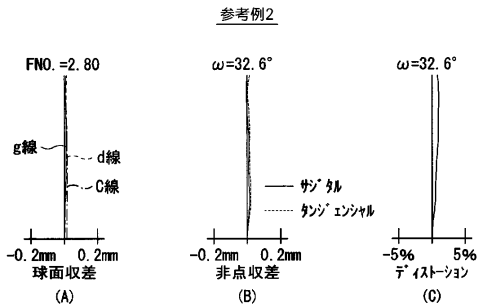
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-107321(JP,A)  
特開2005-208236(JP,A)  
特開2006-184365(JP,A)  
特開2007-017984(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 13/00  
G02B 13/18