

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5021565号
(P5021565)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 13/00 (2006.01) G O 2 B 13/00
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2008-149564 (P2008-149564)	(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
(22) 出願日	平成20年6月6日(2008.6.6)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(65) 公開番号	特開2009-294527 (P2009-294527A)	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(43) 公開日	平成21年12月17日(2009.12.17)	(72) 発明者	野田 隆行 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 フジノン株式会社内
審査請求日	平成22年6月7日(2010.6.7)	審査官	森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 5枚構成の撮像レンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、
 物体側の面が凸面とされた正のパワーを有する第1レンズと、
 光軸近傍において像側の面が凹面であると共に光軸近傍において負のパワーを有する第2レンズと、
 光軸近傍において像側の面が凸面であると共に光軸近傍において正のパワーを有する第3レンズと、
 光軸近傍において像側の面が凹形状であると共に周辺部において像側の面が凸形状である非球面形状の第4レンズと、
 光軸近傍において正のパワーを有する第5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5枚構成の撮像レンズ。

$$2 \quad 3 \quad 0 \quad \dots \dots (1)$$

$$4 \quad 0 \quad 3 \quad \dots \dots (2)$$

$$4 \quad 0 \quad 4 \quad \dots \dots (3)$$

ただし、

2 : 第2レンズのアッベ数

3 : 第3レンズのアッベ数

4 : 第 4 レンズのアッベ数
とする。

【請求項 2】

物体側から順に、
物体側の面が凸面とされた正のパワーを有する第 1 レンズと、
光軸近傍において像側の面が凹面であると共に光軸近傍において負のパワーを有する第 2 レンズと、
光軸近傍において像側の面が凸面であると共に光軸近傍において正のパワーを有する第 3 レンズと、
光軸近傍において像側の面が凹形状であると共に周辺部において像側の面が凸形状である非球面形状の第 4 レンズと、
光軸近傍において正のパワーを有する第 5 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 5 枚構成の撮像レンズ。

$$2 \quad 3 \quad 0 \quad \dots\dots (1)$$

$$4 \quad 0 \quad 3 \quad \dots\dots (2)$$

$$0.2 \quad f_3 / f \quad 0.4 \quad \dots\dots (4)$$

ことを特徴とする 5 枚構成の撮像レンズ。

ただし、

2 : 第 2 レンズのアッベ数

3 : 第 3 レンズのアッベ数

f : 全体の焦点距離

f₃ : 第 3 レンズの近軸焦点距離

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 2 に記載の 5 枚構成の撮像レンズ。

$$1.0 \quad DL / f \quad 1.3 \quad \dots\dots (5)$$

ただし、

DL : 第 1 レンズの物体側面頂点から第 5 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】

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 3 のいずれか 1 項に記載の 5 枚構成の撮像レンズ。

$$4 \quad 0 \quad 5 \quad \dots\dots (6)$$

ただし、

5 : 第 5 レンズのアッベ数

とする。

【請求項 5】

前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズおよび前記第 5 レンズは、それぞれがプラスチック材料で構成されると共に、それぞれが少なくとも 1 面に非球面を有し、

前記第 4 レンズが光軸近傍において負のパワーを有し、

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 5 枚構成の撮像レンズ。

$$-1.0 \quad f_4 / f \quad 0 \quad \dots\dots (7)$$

ただし、

f : 全体の焦点距離

f₄ : 第 4 レンズの近軸焦点距離

とする。

10

20

30

40

50

【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 5 枚構成の撮像レンズ。

$$0.8 < f_5 / f_4 < 4.0 \quad \dots\dots (8)$$

ただし、

f_5 : 第 5 レンズの近軸焦点距離

とする。

【請求項 7】

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 6 のいずれか 1 項に記載の 5 枚構成の撮像レンズ。 10

$$0.7 < |R_1 / R_2| < 8.0 \quad \dots\dots (9)$$

$$0.75 < f_1 / f_5 < 5.0 \quad \dots\dots (10)$$

$$1.4 < TL / f_1 < 1.80 \quad \dots\dots (11)$$

ただし、

R_1 : 第 1 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_2 : 第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径

f_1 : 第 1 レンズの近軸焦点距離

TL : 全長 (最も物体側の面から像面までの光軸上距離。第 5 レンズから像面までは空気換算長)

とする。 20

【請求項 8】

前記第 2 レンズが光軸近傍において像側に凹面を向けた負のメニスカス形状であり、

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 6 のいずれか 1 項に記載の 5 枚構成の撮像レンズ。

$$0.4 < |R_9 / f_1| < 6.0 \quad \dots\dots (12)$$

ただし、

R_9 : 第 5 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

とする。

【請求項 9】

さらに以下の条件式を満足する 30

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 5 枚構成の撮像レンズ。

$$0.5 < |f_2 / f_1| < 10.0 \quad \dots\dots (13)$$

$$0.8 < |f_3 * (1 / f_4 + 1 / f_5)| < 1.5 \quad \dots\dots (14)$$

ただし、

f_i : 第 i レンズの近軸焦点距離

とする。

【請求項 10】

前記第 1 レンズは両面が球面の研磨ガラスである

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 5 枚構成の撮像レンズ。

【請求項 11】 40

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 6 のいずれか 1 項に記載の 5 枚構成の撮像レンズ。

$$70 < 1 \quad \dots\dots (15)$$

ただし、

1 : 第 1 レンズのアッペ数

とする。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 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撮像装置。 50

【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を搭載して撮影を行うデジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機および情報携帯端末 (PDA: Personal Digital Assistance) 等の撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パーソナルコンピュータの一般家庭等への普及に伴い、撮影した風景や人物像等の画像情報をパーソナルコンピュータに入力することができるデジタルスチルカメラが急速に普及している。また、携帯電話に画像入力用のカメラモジュールが搭載されることも多くなっている。このような撮像機能を有する機器には、CCDやCMOSなどの撮像素子が用いられている。近年、これらの撮像素子のコンパクト化が進み、撮像機器全体ならびにそれに搭載される撮像レンズにも、コンパクト性が要求されている。また同時に、撮像素子の高画素化も進んでおり、撮像レンズの高解像、高性能化が要求されている。例えば2メガピクセル以上、さらに好適には5メガピクセル以上の高画素に対応した性能が要求されている。

10

【0003】

このような要求に対しては、例えば高解像化を図るためにレンズ枚数が比較的多い5枚構成とすることが考えられる (特許文献1、第3図参照)。また、より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2参照)。

20

【0004】

【特許文献1】特許第2679017号公報 (第3図)

【特許文献2】特開2007-264180号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年の高画素化の進んだ撮像素子に対応するために、撮像レンズとしては、全長の短縮化を図りつつ中心画角から周辺画角まで高い結像性能を有するレンズ系の開発が望まれている。上記特許文献1に記載の5枚構成のレンズは、近年の高画素化に対応するためには全般的に性能が不十分である。また、上記特許文献2に記載の撮像レンズは軸上色収差は良好に補正されているものの、倍率色収差の補正が不十分である。

30

【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、全長の短縮化を図りつつ、特に軸上および倍率の色収差が良好に補正され、中心画角から周辺画角まで高い結像性能を実現することができる撮像レンズ、およびその撮像レンズを搭載して高解像の撮像画像を得ることができる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本発明の第1の観点に係る撮像レンズは、物体側から順に、物体側の面が凸面とされた正のパワーを有する第1レンズと、光軸近傍において像側の面が凹面であると共により光軸近傍において負のパワーを有する第2レンズと、光軸近傍において像側の面が凸面であると共により光軸近傍において正のパワーを有する第3レンズと、光軸近傍において像側の面が凹形状であると共により周辺部において像側の面が凸形状である非球面形状の第4レンズと、光軸近傍において正のパワーを有する第5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。

$$2 \quad 3 \quad 0 \quad \dots \dots (1)$$

$$4 \quad 0 \quad 3 \quad \dots \dots (2)$$

$$4 \quad 0 \quad 4 \quad \dots \dots (3)$$

50

ただし、

- 2 : 第 2 レンズのアッベ数
- 3 : 第 3 レンズのアッベ数
- 4 : 第 4 レンズのアッベ数

とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の観点に係る撮像レンズでは、全体として 5 枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図ることで、全長の短縮化を図りつつ、特に条件式 (1) ~ (3) によって各レンズの分散が適切なものとされ、軸上および倍率の色収差が良好に補正される。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の観点に係る撮像レンズは、物体側から順に、物体側の面が凸面とされた正のパワーを有する第 1 レンズと、光軸近傍において像側の面が凹面であると共により光軸近傍において負のパワーを有する第 2 レンズと、光軸近傍において像側の面が凸面であると共により光軸近傍において正のパワーを有する第 3 レンズと、光軸近傍において像側の面が凹形状であると共により周辺部において像側の面が凸形状である非球面形状の第 4 レンズと、光軸近傍において正のパワーを有する第 5 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。

$$\begin{aligned} 2 \quad 3 \quad 0 \quad \dots\dots (1) \\ 4 \quad 0 \quad 3 \quad \dots\dots (2) \\ 0 . 2 \quad f_3 / f \quad 0 . 4 \quad \dots\dots (4) \end{aligned}$$

20

ただし、

- 2 : 第 2 レンズのアッベ数
- 3 : 第 3 レンズのアッベ数
- f : 全体の焦点距離
- f₃ : 第 3 レンズの近軸焦点距離

とする。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 2 の観点に係る撮像レンズでは、全体として 5 枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図ることで、全長の短縮化を図りつつ、特に条件式 (1) ~ (2) によって各レンズの分散が適切なものとされ、軸上および倍率の色収差が良好に補正される。さらに、条件式 (3) によって像面湾曲が良好に補正される。

30

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 または第 2 の観点に係る撮像レンズにおいて、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、全長の短縮化や結像性能に関して、より有利なものとすることができる。

【 0 0 1 2 】

特に本発明の第 2 の観点に係る撮像レンズにおいては、以下の条件を満足することが好ましい。これにより、レンズ系の厚さ DL が適切な範囲に保たれ、全長の短縮化に有利となる。

$$1 . 0 \quad DL / f \quad 1 . 3 \quad \dots\dots (5)$$

ただし、DL は、第 1 レンズの物体側面頂点から第 5 レンズの像側面頂点までの光軸上の距離とする。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の第 1 または第 2 の観点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。

$$\begin{aligned} 4 \quad 0 \quad 5 \quad \dots\dots (6) \\ - 1 . 0 \quad f_4 / f \quad 0 \quad \dots\dots (7) \end{aligned}$$

50

$$0.8 \quad f_5 / f_4 = 0.0 \quad \dots\dots (8)$$

$$0.7 \quad |R_1 / R_2| = 8.0 \quad \dots\dots (9)$$

$$0.75 \quad f_1 / f_5 = 0.0 \quad \dots\dots (10)$$

$$1.4 \quad TL / f_1 = 1.80 \quad \dots\dots (11)$$

$$0.4 \quad |R_9 / f_1| = 6.0 \quad \dots\dots (12)$$

$$0.5 \quad |f_2 / f_1| = 10.0 \quad \dots\dots (13)$$

$$0.8 \quad |f_3 * (1 / f_4 + 1 / f_5)| = 1.5 \quad \dots\dots (14)$$

$$70 \quad 1 \quad \dots\dots (15)$$

ただし、

i : 第 i レンズのアップ数

f_i : 第 i レンズの近軸焦点距離

R_1 : 第 1 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_2 : 第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_9 : 第 5 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

TL : 全長 (最も物体側の面から像面までの光軸上距離。第 5 レンズから像面までは空気換算長)

とする。

【0014】

ここで、特に、条件式 (7) を満足するときは、第 3 レンズ、第 4 レンズおよび第 5 レンズのそれぞれがプラスチック材料で構成されると共に、それぞれが少なくとも 1 面に非球面を有していることが好ましい。また、第 4 レンズが光軸近傍において負のパワーを有していることが好ましい。

【0015】

また特に、条件式 (12) を満足するときは、第 2 レンズが光軸近傍において像側に凹面を向けた負のメニスカス形状であることが好ましい。

【0016】

また、本発明の第 1 または第 2 の観点に係る撮像レンズにおいて、第 1 レンズは両面が球面の研磨ガラスであっても良い。第 1 レンズに非球面を用いた方が性能的に有利となるが、特に、F ナンバーが大きくても良い、すなわち比較的暗いレンズ系でも良い場合には、第 1 レンズの両面を球面にしても良い。

【0017】

本発明による撮像装置は、本発明による第 1 または第 2 の観点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。

本発明による撮像装置では、本発明の撮像レンズ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る。

【発明の効果】

【0018】

本発明の第 1 の観点に係る撮像レンズによれば、全体として 5 枚というレンズ構成において、各レンズ要素の構成を最適化し、特に各レンズの分散が適切なものとなるように構成したので、全長の短縮化を図りつつ、特に軸上および倍率の色収差が良好に補正され、中心画角から周辺画角まで高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

【0019】

本発明の第 2 の観点に係る撮像レンズによれば、全体として 5 枚というレンズ構成において、各レンズ要素の構成を最適化し、特に各レンズの分散が適切なものとなるように構成すると共に、像面湾曲の補正に有利な条件を満足するような構成にしたので、全長の短縮化を図りつつ、特に軸上および倍率の色収差が良好に補正され、中心画角から周辺画角まで高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

【0020】

また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明の高性能の撮像レンズによって形成され

10

20

30

40

50

た光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、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】

【0021】

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16, 図31)のレンズ構成に対応している。同様にして、後述の第2ないし第15の数値実施例(図17~図30および図32~図45)のレンズ構成に対応する第2ないし第15の構成例の断面構成を、図2~図15に示す。図1~図15において、符号 R_i 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 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15の構成例についても説明する。

10

【0022】

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、第1レンズ L_1 と、第2レンズ L_2 と、第3レンズ L_3 と、第4レンズ L_4 と、第5レンズ L_5 とを備えている。

20

【0023】

本実施の形態に係る撮像装置は、本実施の形態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CCDなどの撮像素子100とを備えて構成される。撮像素子100は、この撮像レンズの結像面(撮像面)に配置される。第5レンズ L_5 と撮像素子100との間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材CGが配置されていても良い。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタなどの平板状の光学部材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、第12の構成例(図12)のように、光学部材CGを用いずに、第5レンズ L_5 にコートを施す等して光学部材CGと同等の効果を持たせるようにしても良い。これにより、部品点数の削減と全長の短縮を図ることができる。

30

【0024】

この撮像レンズはまた、絞り S_t を有している。絞り S_t は、光学的な開口絞りであり、第1レンズ L_1 の前後に配置されていることが好ましい。例えば絞り S_t が、最も物体側に配置されたいわゆる「前側絞り」であることが好ましい。ここで、「最も物体側」とは、光軸上において、第1レンズ L_1 の物体側の面の外縁位置E(図1参照)よりも物体側という意味であり、例えば、光軸上において、第1レンズ L_1 における物体側の面頂点位置と、第1レンズ L_1 における物体側の面の外縁位置Eとの間に配置される場合を含む意味である。本実施の形態において、第1ないし第10の構成例のレンズ(図1~図10)が、この前側絞りに相当する構成例である。

40

【0025】

また、絞り S_t を第1レンズ L_1 よりも像側に配置したいわゆる「中絞り」であっても良い。例えば第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との間に配置することも可能である。ここでいう「第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との間」とは、光軸上において、第1レンズ L_1 の物体側の面の外縁位置もしくは像側の面の外縁位置と第2レンズ L_2 の物体側の面の外縁位置との間のことをいう。当然、光軸上で第1レンズ L_1 の像側の面頂点位置近傍に絞り S_t が配置される場合や第2レンズ L_2 の物体側の面頂点位置近傍に絞り S_t が配置される場合をも含む意味である。本実施の形態において、第11ないし第15の構成例のレンズ(図11~図15)が、中絞りに相当する構成例である。

50

【 0 0 2 6 】

この撮像レンズは、高性能化のためには、第1レンズL1ないし第5レンズL5のそれぞれにおいて、少なくとも1面に非球面を用いることが好ましい。ただし、例えばFナンバーが大きくても良い、すなわち比較的暗いレンズ系でも良い場合には、例えば第1レンズL1の両面を球面にしても良い。この場合、第1レンズL1を研磨ガラスにすると良い。

【 0 0 2 7 】

この撮像レンズにおいて、第1レンズL1は光軸近傍において正のパワーを有している。第1レンズL1は、物体側の面が光軸近傍において凸面とされている。

【 0 0 2 8 】

第2レンズL2は、光軸近傍において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、光軸近傍において像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズであることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

第3レンズL3は、光軸近傍において正のパワーを有している。第3レンズL3は、光軸近傍において像側の面が凸面とされている。第3レンズL3には、光軸近傍と周辺部とで異なる凹凸形状となるような非球面を用いることが好ましい。例えば、物体側の面を、光軸近傍において凹形状で周辺部において凸形状となるような非球面を用いることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

第4レンズL4は、像側の面が、光軸近傍では凹形状で、周辺部では凸形状となるような非球面とされている。第4レンズL4の物体側の面は、光軸近傍において凹形状であることが好ましい。第4レンズL4は光軸近傍において負のパワーを有していることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

第5レンズL5は、光軸近傍において正のパワーを有している。第5レンズL5は、光軸近傍において物体側の面が凸面であることが好ましい。ただし、第5レンズL5の物体側の面を、光軸近傍において平面や弱い凹面（曲率半径の絶対値の大きい凹面）にすることも可能である。第5レンズL5には、光軸近傍と周辺部とで異なる凹凸形状となるような非球面を用いることが好ましい。例えば、物体側の面を、光軸近傍において凸形状で周辺部において凹形状となるような非球面を用いることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

この撮像レンズは、少なくとも以下の条件式(1)～(2)を満足することが好ましい。

$$2 \quad 3 \quad 0 \quad \dots \dots (1)$$

$$4 \quad 0 \quad 3 \quad \dots \dots (2)$$

ただし、

2：第2レンズL2のアッベ数

3：第3レンズL3のアッベ数

とする。

【 0 0 3 3 】

さらに、以下の条件を適宜選択的に満足することが好ましい。

$$4 \quad 0 \quad 4 \quad \dots \dots (3)$$

$$0.2 \quad f_3 / f \quad 0.4 \quad \dots \dots (4)$$

$$1.0 \quad DL / f \quad 1.3 \quad \dots \dots (5)$$

$$4 \quad 0 \quad 5 \quad \dots \dots (6)$$

$$-1.0 \quad f_4 / f \quad 0 \quad \dots \dots (7)$$

$$0.8 \quad f_5 / f \quad 4.0 \quad \dots \dots (8)$$

$$0.7 \quad |R_1 / R_2| \quad 8.0 \quad \dots \dots (9)$$

$$0.75 \quad f_1 / f \quad 5.0 \quad \dots \dots (10)$$

$$\begin{aligned}
 1.4 \quad & TL / f \quad 1.80 \quad \dots\dots (11) \\
 0.4 \quad & |R9 / f| \quad 6.0 \quad \dots\dots (12) \\
 0.5 \quad & |f2 / f1| \quad 10.0 \quad \dots\dots (13) \\
 0.8 \quad & |f3 * (1 / f4 + 1 / f5)| \quad 1.5 \quad \dots\dots (14) \\
 70 \quad & 1 \quad \dots\dots (15)
 \end{aligned}$$

ただし、

- 1 : 第1レンズL1のアッペ数
- 4 : 第4レンズL4のアッペ数
- 5 : 第5レンズL5のアッペ数

DL : 第1レンズL1の物体側面頂点から第5レンズL5の像側面頂点までの光軸上の距離 (図1参照) 10

f1 : 第1レンズL1の近軸焦点距離

f2 : 第2レンズL2の近軸焦点距離

f3 : 第3レンズL3の近軸焦点距離

f4 : 第4レンズL4の近軸焦点距離

f5 : 第5レンズL5の近軸焦点距離

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

R9 : 第5レンズL5の物体側の面の近軸曲率半径

TL : 全長 (最も物体側の面から像面までの光軸上距離。第5レンズL5から像面までは空気換算長) 20

とする。

【0034】

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。

$$0.10 \quad D5 / f \quad 0.40 \quad \dots\dots (16)$$

$$D6 / D8 \quad 0.2 \quad \dots\dots (17)$$

ただし、

D5 : 第3レンズL3の中心厚

D6 : 第3レンズL3と第4レンズL4との光軸上間隔

D8 : 第4レンズL4と第5レンズL5との光軸上間隔 30

とする。

【0035】

上記各条件式において、特に、条件式(4)を満足するときは、条件式(5)を同時に満足することが好ましい。

【0036】

また特に、条件式(7)を満足するときは、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5のそれぞれがプラスチック材料で構成されると共に、それぞれが少なくとも1面に非球面を有していることが好ましい。また、第4レンズL4が光軸近傍において負のパワーを有していることが好ましい。

【0037】 40

また特に、条件式(12)を満足するときは、第2レンズL2が光軸近傍において像側に凹面を向けた負のメニスカス形状であることが好ましい。

【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5枚というレンズ構成において、非球面を効率的に用いて各レンズ形状の最適化を図り、また所定の条件式を満足してレンズ構成の最適化を図ることで、全長の短縮化を図りつつ、アッペ数に関する所定の条件式によって各レンズの分散が適切なものとされ、軸上および倍率の色収差が良好に補正される。 50

【 0 0 4 0 】

この撮像レンズでは、第1レンズL1の物体側の面を光軸近傍において凸形状としたことで、その物体側の面以降での光束を細くし、第1レンズL1の像側の面での球面収差補正を容易にしている。

【 0 0 4 1 】

また、第2レンズL2を負レンズにすると共に、その負レンズに関して条件式(1)を満足してアッペ数2を小さくし、負レンズとしての分散を大きくすることで、軸上の色収差の補正を中心として倍率の色収差および像面湾曲の補正も良好に行うことができる。また、他のアッペ数の条件式(2)、(3)を同時に満足することで、より良好に軸上および倍率の色収差の補正を行うことができる。さらに、条件式(15)を満足して第1レンズL1のアッペ数1を大きくし、第1レンズL1の正レンズとしての分散を小さくすることで、特に軸上の色収差をより小さく抑えることができる。より良好に色収差を補正するためには、アッペ数の数値範囲が以下の条件を満足することがより好ましい。

$$50 \quad 3 \quad \dots\dots (2')$$

$$50 \quad 4 \quad \dots\dots (3')$$

$$50 \quad 5 \quad \dots\dots (6')$$

【 0 0 4 2 】

非球面形状に関しては、特に、第4レンズL4および第5レンズL5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および第5レンズL5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、特に、撮像素子100に比較的近いレンズ面である第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100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。

【 0 0 4 3 】

この撮像レンズでは、第5レンズL5を適切な非球面形状にすることで、像面格差、歪曲収差、周辺光量および光線の射出角度の補正を良好に行うことができる。第5レンズL5を非球面形状にしたとき、その非球面形状を中心部と周辺部とでなだらかに変化させることで、成型時の非球面形状の転写性能を良くすることができる。

【 0 0 4 4 】

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100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、第1レンズL1の前後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。従って例えば、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。

【 0 0 4 5 】

以下、その他の条件式の具体的意義について説明する。

【 0 0 4 6 】

条件式(4)は、第3レンズL3の焦点距離f3に関する。条件式(4)の上限を超えると、第3レンズL3のパワーが小さくなりすぎてしまい、主に最大画角に対して2~6割程度の中画角での像面湾曲、および歪曲収差が悪化してしまう。下限を超えると、第3レンズL3のパワーが大きくなりすぎてしまい、例えば広画角化を図る際に、最大像高に対して8割程度の像高において撮像素子100への入射角度が大きくなってしま

10

20

30

40

50

た、球面収差および像面湾曲がオーバ寄りとなり、特に像面格差に関してタンジェンシャル方向がオーバへ大きくなりすぎてしまう。

【0047】

条件式(5)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100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)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)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。この撮像レンズにおいて非球面の面数を多くすると、製造時のばらつきに対する性能劣化の感度が大きくなる。厚さDLを小さくしすぎると、各レンズ要素の成型条件のばらつきや組み立て時のばらつきによる性能劣化が大きくなってしまう。

10

【0048】

条件式(7)は、第4レンズL4の焦点距離f4に関する。条件式(7)は、この撮像レンズの後半のレンズ(第3レンズL3～第5レンズL5)のパワーバランスと収差補正を担っている。条件式(7)の上限を超えると、第4レンズL4が正レンズとなり、中間画角での像面湾曲がアンダーになりすぎる傾向となる。下限を超えて負のパワーが弱くなると、全長の短縮化に不利である。また、中間画角での像面湾曲がオーバ寄りになる傾向がある。逆に、第4レンズL4の負のパワーを強くしすぎると、特に光軸近辺の色収差が大きくなってしまう。第4レンズL4の負のパワーを適切な範囲に抑えることが好ましい。このため、条件式(7)の数値範囲は、

20

$$-0.5 \leq f4/f \leq -0.2 \quad \dots\dots (7')$$

であることが好ましい。より好ましくは、

$$-0.35 \leq f4/f \leq -0.25 \quad \dots\dots (7'')$$

であることが好ましい。

【0049】

条件式(8)は、第5レンズL5の焦点距離f5に関する。第5レンズL5は、主に像面湾曲、光線の射出角度、および歪曲収差の最終調整のための補正レンズとして使われる。条件式(8)の上限を超えると、第5レンズL5のパワーが弱くなりすぎてしまい、特に、軸上と最大画角に対して2割程度の画角近辺での歪曲収差、像面湾曲、および像面格差を効果的に補正することができなくなる。下限を超えると、第5レンズL5のパワーが強くなりすぎてしまい、全長の短縮化に不利である。また、第5レンズL5が薄いレンズであるので、非球面にしたときに、肉厚比の変化が成型時の非球面形状のばらつきに悪い影響を与えてしまう。

30

【0050】

条件式(9)は、第1レンズL1の近軸形状に関する。条件式(9)の上限を超えて、例えば第1レンズL1の物体側の面の曲率半径R1が大きくなると物体側の面でのパワーが減ることを意味し、全長を小さくするうえで不利になる。また、有効画角の外から入ってきた光線が第1レンズL1の像側の面で反射し、さらに物体側の面で反射して像面に到って形成されるようなゴースト光が発生しやすくなってしまふ。下限を超えて、例えば第1レンズL1の物体側の面の曲率半径R1が小さくなると物体側の面でのパワーが強くなることを意味し、球面収差がアンダー気味になると共に、歪曲収差がアンダー側、樽型の傾向になりすぎてしまふ。

40

【0051】

条件式(10)は、第1レンズL1の焦点距離f1に関する。条件式(10)の上限を超えると、第1レンズL1のパワーが減ることを意味し、全長を小さくするうえで不利になる。下限を超えると、第1レンズL1のパワーが増えることを意味し、球面収差がアンダー気味になると共に、歪曲収差がアンダー側、樽型の傾向になりすぎてしまふ。

より良好な性能を得るために、条件式(10)の数値範囲は、

$$1.0 \leq f1/f \leq 5.0 \quad \dots\dots (10')$$

50

であることが好ましい。

【0052】

条件式(11)は、レンズ系の全長TLに関する。条件式(11)の上限を超えると、全長TLが大きくなりすぎてしまい、全長TLの短縮化に不利となる。下限を超えると、全長TLの短縮化には有利になるものの、画質の低下を招く。

より良好な性能を得るために、条件式(11)の数値範囲は、

$$1.4 < TL/f < 1.60 \quad \dots\dots (11')$$

であることが好ましい。

【0053】

条件式(12)は、第5レンズL5の物体側の面の近軸曲率半径R9に関する。条件式(12)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すぎてしまい、また、歪曲収差がプラス側(糸巻き型)になりすぎてしまう。下限を超えると、球面収差、および像面湾曲がオーバになりすぎてしまい、歪曲収差がマイナス側(樽型)になりすぎてしまう。また、第5レンズL5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(12)の数値範囲は、

$$0.4 < R9/f < 6.0 \quad \dots\dots (12')$$

であることが好ましい。

【0054】

条件式(13)は、第1レンズL1と第2レンズL2とのパワーのバランスに関する。条件式(13)の上限を超えると、第2レンズL2のパワーに対し第1レンズL1のパワーが強くなりすぎてしまうことを意味し、像面湾曲がアンダーになり周辺光量が低下する。また、歪曲収差がマイナス側(樽型)の傾向になりすぎてしまう。下限を超えると、第2レンズL2のパワーに対し第1レンズL1のパワーが弱くなりすぎてしまうことを意味し、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(13)の数値範囲は、

$$1.0 < |f2/f1| < 5.0 \quad \dots\dots (13')$$

であることが好ましい。

【0055】

条件式(14)は、この撮像レンズの後半の3つのレンズ(第3レンズL3～第5レンズL5)の適切なパワーの関係を規定している。条件式(14)の上限を超えると、撮像素子100への主光線の入射角度が大きくなり、テレセントリック性が悪化してしまう。下限を超えると、全長の短縮化およびテレセントリック性の確保には有利であるが、倍率および軸上の色収差が大きくなってしまい、解像性能が劣化する。

より良好な性能を得るために、条件式(14)の数値範囲は、

$$0.9 < |f3 * (1/f4 + 1/f5)| < 1.3 \quad \dots\dots (14')$$

であることが好ましい。

【0056】

条件式(16)は、第3レンズL3の中心厚D5に関する。条件式(16)の上限を超えると、全長の短縮化を図ったときに第3レンズL3の肉厚比の増大が生じ、成型時に面形状を安定して成型しにくくなる。また、例えば広画角化を図る際に、最大像高に対して8割程度の像高において撮像素子100への入射角度が大きくなってしまう。下限を超えると、主に中間画角での像面湾曲および歪曲収差が悪化してしまう。

より良好な性能を得るために、条件式(16)の数値範囲は、

$$0.22 < D5/f < 0.36 \quad \dots\dots (16')$$

であることが好ましい。より好ましくは、

$$0.25 < D5/f < 0.36 \quad \dots\dots (16'')$$

であることが好ましい。

【0057】

条件式(17)は、第3レンズL3と第4レンズL4とのレンズ間隔D6、および第4

10

20

30

40

50

レンズL4と第5レンズL5とのレンズ間隔D8に関する。第3レンズL3と第4レンズL4とのレンズ間隔D6は、一般に、組み立て時にどこまで近づけられるかの物理的限界がある。条件式(17)は、第4レンズL4と第5レンズL5とのレンズ間隔D8が、その限界からどれくらい余裕を持たせて設計されているかを表す。条件式(17)の上限を超えると、一般的に最終レンズである第5レンズL5と撮像素子100との間隔が縮まってしまう、平行平板やフィルター類を挿入できなくなってしまう。また、撮像素子100への主光線の入射角度が大きくなり、テレセントリック性が悪化してしまう傾向がある。下限を超えると、第4レンズL4の像側の面と第5レンズL5の物体側の面で形成される空気レンズの厚さが薄くなり、中間画角での像面湾曲、コマ収差、および歪曲収差を十分に補正できなくなる。

10

より良好な性能を得るために、条件式(17)の数値範囲は、

$$D6/D8 \geq 0.15 \quad \dots \dots (17')$$

であることが好ましい。

【0058】

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、全体として5枚というレンズ構成において、各レンズ要素の構成を最適化し、特に各レンズの分散が適切なものとなるように構成したので、全長の短縮化を図りつつ、特に軸上および倍率の色収差が良好に補正され、中心画角から周辺画角まで高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。また、適宜好ましい条件を満足することで、製造適性が良好で、より高い結像性能を実現できる。また、本実施の形態に係る撮像装置によれば、本実施の形態に係る高性能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、中心画角から周辺画角まで高解像の撮影画像を得ることができる。

20

【実施例】

【0059】

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。

【0060】

図16および図31は、図1に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。特に図16にはその基本的なレンズデータを示し、図31には非球面に関するデータを示す。図16に示したレンズデータにおける面番号 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_{d_j} 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 線に対するアッペ数の値を示す。図16の欄外には、諸データとして、全系の焦点距離 f (mm)の値を示す。

30

【0061】

この実施例1に係る撮像レンズは、第2レンズL2ないし第5レンズL5の両面がすべて非球面形状となっている。第1レンズL1は球面となっている。図16の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径(近軸曲率半径)の数値を示している。

40

【0062】

図31には実施例1の撮像レンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「 $1.0E-02$ 」であれば、「 1.0×10^{-2} 」であることを示す。

【0063】

50

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。

【0064】

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

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)

A_i : 第 i 次 (i は 3 以上の整数) の非球面係数

【0065】

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。なお、実施例 1 の撮像レンズでは、第 1 レンズ L_1 に関する非球面係数 (面番号 1 , 2) はすべて 0 になっているが、これは球面であることを示す。

【0066】

以上の実施例 1 の撮像レンズと同様にして、図 2 に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例 2 として、図 17 および図 32 に示す。また同様にして、図 3 ~ 図 15 に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例 3 ないし実施例 15 として、図 18 ~ 図 30 および図 33 ~ 図 45 に示す。これらの実施例 2 ~ 15 に係る撮像レンズでは、第 1 レンズ L_1 ないし第 5 レンズ L_5 の両面がすべて非球面形状となっている。

【0067】

また、図 46 および図 47 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 46 および図 47 において、数値に「*」を付した部分は条件式の数値範囲から外れていることを示している。

【0068】

図 48 (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 (像面湾曲)、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、e 線 (波長 546.07 nm) 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 486.13 nm) , C 線 (波長 656.27 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 (S) 、破線はタンジェンシャル方向 (T) の収差を示す。F No. 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 49 (A) ~ (C) に示す。同様にして、実施例 3 ないし実施例 15 の撮像レンズについての諸収差を図 50 (A) ~ (C) ないし図 62 (A) ~ (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。

【0072】

また、上記各実施例では、すべて固定焦点で使用する前提での記載とされているが、フォーカス調整可能な構成とすることも可能である。例えばレンズ系全体を繰り出したり、

10

20

30

40

50

一部のレンズを光軸上で動かしてオートフォーカス可能な構成とすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【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。

10

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

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

20

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

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

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

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

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

30

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

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

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

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

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

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

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

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

40

【図23】本発明の実施例8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24】本発明の実施例9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25】本発明の実施例10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26】本発明の実施例11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27】本発明の実施例12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28】本発明の実施例13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。

。

50

- 【図 29】本発明の実施例 14 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 30】本発明の実施例 15 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 31】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 32】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 33】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 34】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 35】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 36】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。 10
- 【図 37】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 38】本発明の実施例 8 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 39】本発明の実施例 9 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 40】本発明の実施例 10 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 41】本発明の実施例 11 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 42】本発明の実施例 12 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 43】本発明の実施例 13 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。 20
- 【図 44】本発明の実施例 14 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 45】本発明の実施例 15 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 46】条件式に関する値を各実施例についてまとめて示した図である。
- 【図 47】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 48】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 49】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。 30
- 【図 50】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 51】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 52】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 53】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 54】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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。 40
- 【図 55】本発明の実施例 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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 56】本発明の実施例 9 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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 57】本発明の実施例 10 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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 58】本発明の実施例 11 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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。
- 【図 59】本発明の実施例 12 に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は 50

球面収差、(B)は非点収差(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。

【図60】本発明の実施例13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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。

【図61】本発明の実施例14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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。

【図62】本発明の実施例15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(像面湾曲)、(C)は歪曲収差を示す。

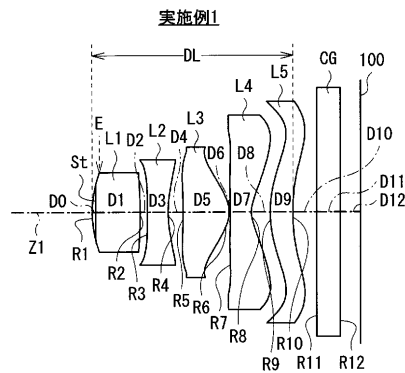
【符号の説明】

【0074】

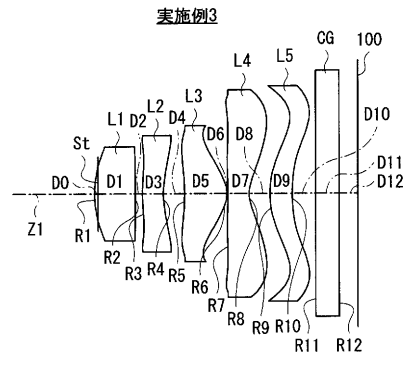
L1...第1レンズ、L2...第2レンズ、L3...第3レンズ、L4...第4レンズ、L5...第5レンズ、St...開口絞り、Ri...物体側から第i番目のレンズ面の曲率半径、Di...物体側から第i番目と第i+1番目のレンズ面との面間隔、Z1...光軸、100...撮像素子(像面)。

10

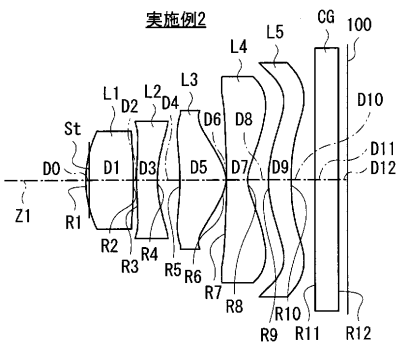
【図1】



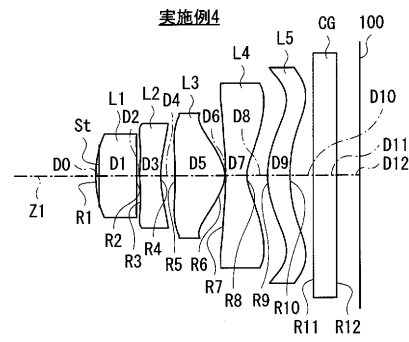
【図3】



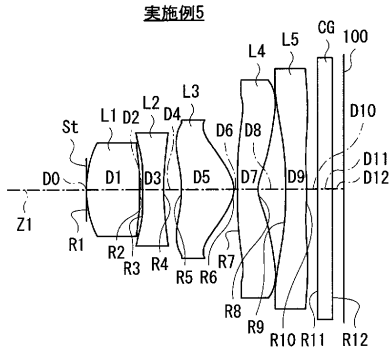
【図2】



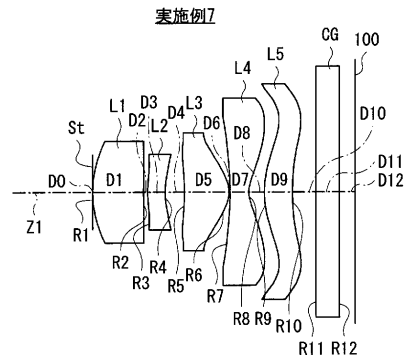
【図4】



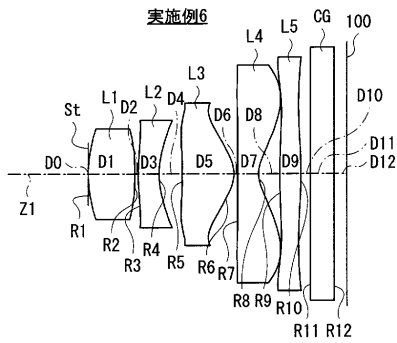
【 図 5 】



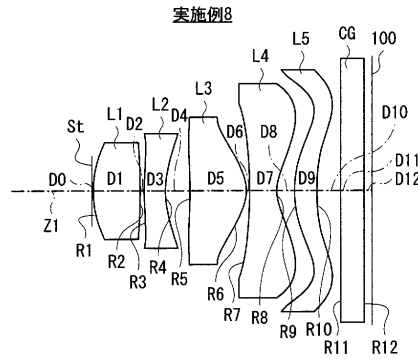
【 図 7 】



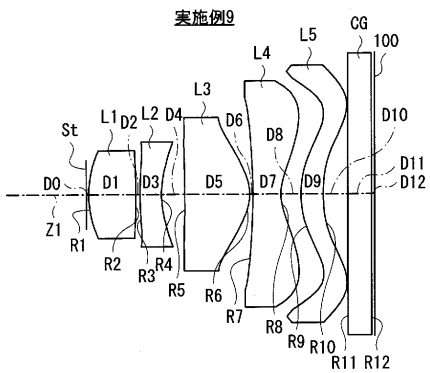
【 図 6 】



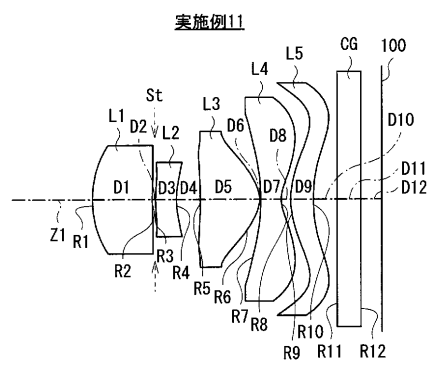
【 図 8 】



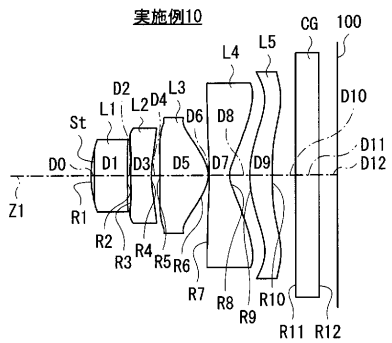
【 図 9 】



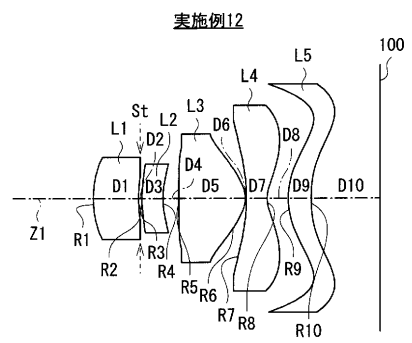
【 図 1 1 】



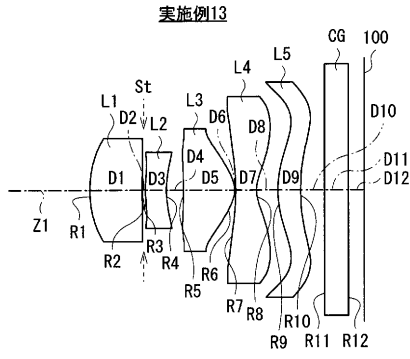
【 図 1 0 】



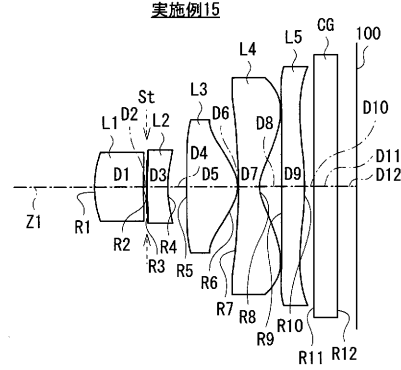
【 図 1 2 】



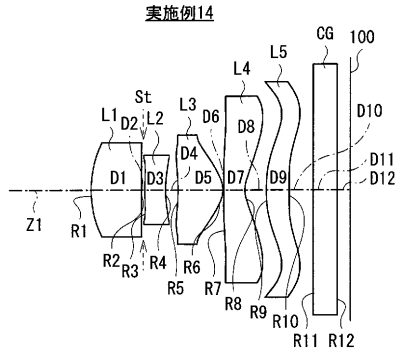
【図13】



【図15】



【図14】



【図16】

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)	νdj (アッベ数)
0 (絞り)	—	-0.07		
1	2.586	1.01	1.561	61.1
2	-10.610	0.15		
3	100.171	0.44	1.606	27.0
4	2.393	0.32		
5	-12.458	0.98	1.510	56.5
6	-0.550	0.02		
7	-6.410	0.44	1.510	56.5
8	0.555	0.40		
9	2.176	0.48	1.510	56.5
10	7.468	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.44		

(f=3.841)

【図18】

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)	νdj (アッベ数)
0 (絞り)	—	-0.07		
1	2.360	0.87	1.508	80.0
2	17.566	0.15		
3	3.530	0.44	1.632	23.2
4	2.118	0.45		
5	-5.580	0.89	1.510	56.5
6	-0.566	0.02		
7	-6.412	0.44	1.510	56.5
8	0.564	0.44		
9	1.870	0.48	1.510	56.5
10	8.420	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.39		

(f=3.816)

【図17】

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)	νdj (アッベ数)
0 (絞り)	—	-0.07		
1	2.347	1.00	1.510	56.5
2	-13.111	0.07		
3	5.062	0.44	1.632	23.2
4	2.135	0.49		
5	-5.838	0.97	1.510	56.5
6	-0.573	0.02		
7	-6.412	0.44	1.510	56.5
8	0.582	0.44		
9	2.511	0.48	1.510	56.5
10	17.263	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.22		

(f=3.820)

【図19】

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)	νdj (アッベ数)
0 (絞り)	—	-0.07		
1	2.345	0.87	1.510	56.5
2	15.567	0.07		
3	4.632	0.44	1.632	23.2
4	2.336	0.06		
5	-7.257	1.05	1.510	56.5
6	-0.561	0.02		
7	-6.409	0.44	1.510	56.5
8	0.579	0.44		
9	2.030	0.48	1.510	56.5
10	5.062	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.49		

(f=3.755)

【図20】

実施例5・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	0.00		
1	2.336	1.14	1.510	56.5
2	42.563	0.07		
3	7.737	0.44	1.632	23.2
4	3.682	0.38		
5	-2.584	1.12	1.510	56.5
6	-0.520	0.08		
7	-38.426	0.44	1.510	56.5
8	0.520	0.60		
9	-11.615	0.45	1.510	56.5
10	-4.053	0.20		
11	∞	0.50		
12	∞	0.12		

(f=3.818)

【図21】

実施例6・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	0.00		
1	2.770	0.99	1.510	56.5
2	-11.749	0.07		
3	2.885	0.44	1.632	23.2
4	1.650	0.49		
5	-20.732	1.09	1.510	56.5
6	-0.633	0.08		
7	-74.548	0.44	1.510	56.5
8	0.557	0.46		
9	20.000	0.45	1.510	56.5
10	-6.904	0.20		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.29		

(f=3.829)

【図24】

実施例9・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	0.05		
1	2.341	1.00	1.510	56.5
2	-20.217	0.09		
3	4.318	0.45	1.632	23.2
4	1.966	0.50		
5	-18.197	1.39	1.510	56.5
6	-0.893	0.07		
7	-10.196	0.60	1.510	56.5
8	0.898	0.43		
9	2.115	0.48	1.510	56.5
10	4.954	0.52		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.07		

(f=4.158)

【図25】

実施例10・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	-0.07		
1	2.363	0.77	1.510	56.5
2	6.923	0.07		
3	4.957	0.44	1.632	23.2
4	2.375	0.19		
5	-52.474	1.04	1.510	56.5
6	-0.498	0.02		
7	-6.409	0.44	1.510	56.5
8	0.466	0.44		
9	2.253	0.48	1.510	56.5
10	55.190	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.40		

(f=3.472)

【図22】

実施例7・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	0.00		
1	2.350	1.09	1.505	70.0
2	6.278	0.09		
3	2.298	0.38	1.632	23.2
4	1.940	0.41		
5	-4.328	0.97	1.510	56.5
6	-0.548	0.02		
7	-6.899	0.41	1.510	56.5
8	0.556	0.34		
9	2.245	0.61	1.510	56.5
10	13.028	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.36		

(f=3.838)

【図23】

実施例8・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
0 (絞り)	—	0.03		
1	2.334	1.00	1.510	56.5
2	-15.505	0.08		
3	4.471	0.45	1.632	23.2
4	2.001	0.52		
5	-9.482	1.22	1.510	56.5
6	-0.808	0.07		
7	-10.298	0.58	1.510	56.5
8	0.772	0.38		
9	2.559	0.48	1.510	56.5
10	12.873	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.17		

(f=4.183)

【図26】

実施例11・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
1	2.345	1.27	1.510	56.5
2 (絞り)	4.279	0.07		
3	2.525	0.44	1.632	23.2
4	1.986	0.50		
5	-8.201	1.25	1.510	56.5
6	-0.571	0.02		
7	-6.409	0.44	1.510	56.5
8	0.596	0.20		
9	1.932	0.48	1.510	56.5
10	4.870	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.46		

(f=3.921)

【図27】

実施例12・基本レンズデータ				
S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
1	2.342	0.96	1.510	56.5
2 (絞り)	2.849	0.07		
3	2.156	0.44	1.632	23.2
4	1.840	0.33		
5	-106.700	1.39	1.488	59.6
6	-0.573	0.02		
7	-6.409	0.44	1.470	62.2
8	0.586	0.45		
9	1.831	0.52	1.510	56.5
10	3.850	1.25		

(f=3.81)

【図 28】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (γ^{\wedge} 数)
1	2.345	1.10	1.510	56.5
2	5.307	0.07		
3 (絞り)	2.771	0.44	1.632	23.2
4	2.023	0.37		
5	-7.881	1.09	1.510	56.5
6	-0.557	0.02		
7	-6.409	0.44	1.510	56.5
8	0.581	0.45		
9	2.217	0.48	1.510	56.5
10	7.203	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.35		

(f=3.841)

【図 30】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (γ^{\wedge} 数)
1	2.258	1.03	1.510	56.5
2	6.156	0.07		
3 (絞り)	2.886	0.44	1.632	23.2
4	1.785	0.41		
5	7.195	1.08	1.510	56.5
6	-0.597	0.02		
7	-6.400	0.44	1.510	56.5
8	0.589	0.45		
9	178.805	0.48	1.510	56.5
10	-5.026	0.20		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.43		

(f=3.811)

【図 29】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (γ^{\wedge} 数)
1	2.434	1.05	1.510	56.5
2	9.204	0.07		
3 (絞り)	4.377	0.44	1.632	23.2
4	2.653	0.27		
5	-3.338	0.95	1.510	56.5
6	-0.490	0.02		
7	-6.411	0.44	1.510	56.5
8	0.569	0.45		
9	7.003	0.48	1.510	56.5
10	-6.422	0.50		
11	∞	0.50	1.516	64.1
12	∞	0.30		

(f=3.392)

【図 31】

面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	
	A7	A8	A9	A10	A11	
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	
	A7	A8	A9	A10	A11	
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	-3.418E+01	-2.680E-02	-1.232E-01	5.813E-02	9.778E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-8.794E-02	-1.244E-01	2.355E-01	-1.189E-01	0.000E+00		
4	K	A3	A4	A5	A6	
	1.687E-04	-3.213E-02	-1.176E-01	1.206E-01	-5.422E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5.683E-03	3.103E-02	-3.060E-02	3.793E-03	0.000E+00		
5	K	A3	A4	A5	A6	
	0.000E+00	-1.961E-02	-2.891E-02	9.384E-02	2.677E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-3.465E-02	-1.194E-02	1.494E-02	-4.197E-03	0.000E+00		
6	K	A3	A4	A5	A6	
	-2.217E+00	1.295E-01	-1.817E-01	3.025E-02	2.498E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
1.899E-02	9.452E-03	1.806E-03	-5.855E-03	0.000E+00		
7	K	A3	A4	A5	A6	
	-3.009E+01	6.421E-02	3.988E-02	-5.013E-02	3.158E-03	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8.652E-03	-2.926E-03	-1.674E-03	8.341E-04	0.000E+00		
8	K	A3	A4	A5	A6	
	-3.974E+00	-1.664E-01	5.013E-02	6.908E-02	-3.461E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-9.365E-03	3.115E-03	1.583E-03	-4.647E-04	0.000E+00		
9	K	A3	A4	A5	A6	
	3.389E-01	-5.279E-02	-1.347E-03	-1.237E-03	1.902E-03	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-9.026E-04	-1.615E-03	-3.289E-04	3.138E-04	0.000E+00		
10	K	A3	A4	A5	A6	
	-4.004E+00	1.333E-02	9.659E-02	-6.382E-02	-4.204E-03	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3.869E-03	4.962E-04	3.333E-04	-1.632E-04	0.000E+00		

【図 32】

面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	3.300E-01	-3.375E-03	2.251E-02	-8.498E-03	-1.809E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-1.414E-03	2.258E-02	4.963E-02	-5.743E-02	0.000E+00		
2	K	A3	A4	A5	A6	
	-1.597E+01	1.038E-01	-5.184E-01	6.021E-01	1.730E-01	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-5.547E-01	2.413E-01	-1.605E-01	1.126E-01	0.000E+00		
3	K	A3	A4	A5	A6	
	-5.462E-01	2.665E-02	-2.607E-01	5.800E-02	2.416E-01	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4.694E-02	-2.109E-01	-7.996E-02	1.002E-01	0.000E+00		
4	K	A3	A4	A5	A6	
	-1.755E-02	-4.710E-04	-1.248E-01	1.110E-01	-5.603E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7.025E-03	3.390E-02	-2.707E-02	1.519E-03	0.000E+00		
5	K	A3	A4	A5	A6	
	0.000E+00	-8.546E-03	-6.231E-02	9.438E-02	3.491E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-2.931E-02	-1.042E-02	1.426E-02	-5.451E-03	0.000E+00		
6	K	A3	A4	A5	A6	
	-2.293E+00	8.206E-02	-1.608E-01	2.919E-02	2.138E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
1.712E-02	9.211E-03	2.397E-03	-5.285E-03	0.000E+00		
7	K	A3	A4	A5	A6	
	6.054E-01	3.738E-02	2.906E-02	-3.146E-02	6.721E-03	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5.953E-03	-3.856E-03	-1.071E-03	7.477E-04	0.000E+00		
8	K	A3	A4	A5	A6	
	-3.773E+00	-1.683E-01	4.186E-02	6.431E-02	-3.151E-02	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-7.986E-03	3.245E-03	1.325E-03	-4.578E-04	0.000E+00		
9	K	A3	A4	A5	A6	
	2.918E-01	7.158E-03	-3.380E-02	2.785E-03	1.969E-03	
	A7	A8	A9	A10	A11	
-6.708E-04	-1.388E-03	-4.417E-04	3.257E-04	0.000E+00		
10	K	A3	A4	A5	A6	
	1.419E+01	5.559E-02	9.513E-02	-7.168E-02	-7.135E-04	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2.859E-03	-8.383E-05	5.804E-04	-1.617E-04	0.000E+00		

【図 3 3】

実施例 3・非球面 γ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 4】

実施例 4・非球面 γ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 5】

実施例 5・非球面 γ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 6】

実施例 6・非球面 γ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 7】

実施例 7・非球面 γ - δ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 8】

実施例 8・非球面 γ - δ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 3 9】

実施例 9・非球面 γ - δ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【図 4 0】

実施例 10・非球面 γ - δ						
面番号	非球面係数					
1	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
2	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
3	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
4	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
5	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
6	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
7	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
8	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
9	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	
10	K	A3	A4	A5	A6	
	A7	A8	A9	A10	A11	

【 図 4 1 】

実施例 11・非球面レンズ						
面番号	非球面係数					
	K	A3	A4	A5	A6	
1	K	2.220E-01	4.203E-04	6.528E-03	2.718E-02	-6.357E-03
	A7	-1.882E-02	-4.141E-03	3.773E-02	-1.992E-02	0.000E+00
	A8					
2	K	-2.271E+00	2.429E-02	-5.046E-01	7.688E-01	-2.801E-01
	A7	-1.597E+00	6.604E-01	4.197E+00	-3.641E+00	0.000E+00
	A8					
3	K	-1.044E+00	-7.695E-03	-3.197E-01	-7.536E-02	1.672E-01
	A7	7.038E-02	-2.712E-01	-3.672E-01	8.845E-01	0.000E+00
	A8					
4	K	-2.414E-01	2.047E-02	-1.463E-01	5.712E-02	-1.053E-01
	A7	5.090E-03	9.662E-02	5.441E-02	-7.424E-02	0.000E+00
	A8					
5	K	0.000E+00	7.300E-03	-6.481E-02	8.723E-02	2.838E-02
	A7	-3.334E-02	-1.170E-02	1.522E-02	-2.935E-03	0.000E+00
	A8					
6	K	-2.122E+00	4.277E-02	-1.781E-01	1.905E-02	1.685E-02
	A7	1.576E-02	9.269E-03	3.152E-03	-3.891E-03	0.000E+00
	A8					
7	K	1.106E+00	-7.312E-02	3.643E-02	-1.500E-02	1.413E-02
	A7	7.144E-03	-5.162E-03	-2.393E-03	1.109E-03	0.000E+00
	A8					
8	K	-4.013E+00	-1.598E-01	2.418E-02	5.774E-02	-3.130E-02
	A7	-7.273E-03	3.586E-03	1.649E-03	-6.013E-04	0.000E+00
	A8					
9	K	2.081E-01	1.278E-02	-4.990E-02	3.373E-03	1.142E-03
	A7	-8.960E-04	-1.259E-03	-2.368E-04	2.538E-04	0.000E+00
	A8					
10	K	-2.620E+00	3.16E-02	8.153E-02	-7.282E-02	2.707E-03
	A7	4.195E-03	-2.562E-04	1.577E-04	-8.456E-05	0.000E+00
	A8					

【 図 4 2 】

実施例 12・非球面レンズ						
面番号	非球面係数					
	K	A3	A4	A5	A6	
1	K	3.276E-01	-6.831E-03	5.042E-02	-5.190E-02	4.541E-02
	A7	2.859E-02	-3.184E-02	-1.279E-02	2.071E-02	0.000E+00
	A8					
2	K	3.002E+00	1.256E-02	-4.060E-01	5.231E-01	6.611E-02
	A7	-1.028E+00	3.372E-01	2.874E+00	-2.325E+00	0.000E+00
	A8					
3	K	-6.736E-01	-3.600E-03	-3.305E-01	-1.393E-02	2.062E-01
	A7	1.578E-01	-1.114E-01	-3.669E-01	6.955E-01	0.000E+00
	A8					
4	K	5.630E-05	-3.982E-03	-1.289E-01	3.849E-02	-9.307E-02
	A7	2.975E-02	9.763E-02	3.197E-02	-6.957E-02	0.000E+00
	A8					
5	K	0.000E+00	2.193E-02	-4.441E-02	7.520E-02	2.135E-02
	A7	-3.470E-02	-1.074E-02	1.632E-02	-3.481E-03	0.000E+00
	A8					
6	K	-2.100E+00	8.428E-02	-1.898E-01	3.622E-02	1.929E-02
	A7	1.095E-02	5.776E-03	2.289E-03	-3.327E-03	0.000E+00
	A8					
7	K	-3.001E+01	-8.223E-02	6.137E-02	-3.135E-02	1.089E-02
	A7	8.446E-03	-4.099E-03	-2.122E-03	7.862E-04	0.000E+00
	A8					
8	K	-3.621E+00	-1.927E-01	4.036E-02	6.240E-02	-3.729E-02
	A7	-6.488E-03	4.607E-03	1.700E-03	-7.809E-04	0.000E+00
	A8					
9	K	3.524E-01	3.209E-02	-5.740E-02	-1.449E-02	9.685E-03
	A7	2.536E-03	-3.338E-03	-1.385E-03	6.845E-04	0.000E+00
	A8					
10	K	1.001E+00	8.820E-03	1.078E-01	-9.017E-02	6.770E-03
	A7	5.312E-03	-1.069E-03	-1.769E-04	7.617E-05	0.000E+00
	A8					

【 図 4 3 】

実施例 13・非球面レンズ						
面番号	非球面係数					
	K	A3	A4	A5	A6	
1	K	3.309E-01	-3.733E-03	4.182E-03	2.819E-02	-9.062E-03
	A7	-1.918E-02	-1.338E-03	4.252E-02	-2.596E-02	0.000E+00
	A8					
2	K	-2.786E+00	1.895E-02	-5.133E-01	7.522E-01	-2.535E-01
	A7	-1.500E+00	7.883E-01	4.190E+00	-4.172E+00	0.000E+00
	A8					
3	K	-2.095E+00	-8.683E-03	3.361E-01	-7.791E-02	2.047E-01
	A7	1.384E-01	-2.190E-01	-4.122E-01	7.054E-01	0.000E+00
	A8					
4	K	-1.660E-01	6.819E-03	-1.433E-01	6.598E-02	-9.726E-02
	A7	8.522E-03	9.454E-02	4.879E-02	-7.933E-02	0.000E+00
	A8					
5	K	0.000E+00	2.964E-02	-5.902E-02	8.879E-02	2.925E-02
	A7	-3.257E-02	-1.117E-02	1.534E-02	-3.282E-03	0.000E+00
	A8					
6	K	-2.193E+00	6.590E-02	-1.650E-01	2.726E-02	2.107E-02
	A7	1.758E-02	9.896E-03	3.255E-03	-3.985E-03	0.000E+00
	A8					
7	K	-3.003E+01	-4.529E-02	4.095E-02	-1.869E-02	1.098E-02
	A7	5.790E-03	-5.449E-03	-2.245E-03	1.369E-03	0.000E+00
	A8					
8	K	-4.008E+00	-1.697E-01	2.451E-02	6.024E-02	-3.002E-02
	A7	-6.752E-03	3.692E-03	1.584E-03	-7.063E-04	0.000E+00
	A8					
9	K	1.952E-01	1.825E-02	-4.752E-02	-3.943E-03	-1.178E-04
	A7	-8.323E-04	-1.113E-03	-1.647E-04	3.194E-04	0.000E+00
	A8					
10	K	-3.474E+00	3.207E-02	8.008E-02	-6.988E-02	8.996E-04
	A7	3.349E-03	-2.826E-04	2.534E-04	-3.352E-05	0.000E+00
	A8					

【 図 4 4 】

実施例 14・非球面レンズ						
面番号	非球面係数					
	K	A3	A4	A5	A6	
1	K	1.535E-01	-2.783E-02	8.384E-02	-1.006E-01	9.639E-02
	A7	-2.687E-02	-9.679E-02	1.551E-01	-7.390E-02	0.000E+00
	A8					
2	K	2.966E+00	9.904E-03	-3.421E-01	4.386E-01	-3.753E-01
	A7	-1.244E+00	9.685E-01	3.948E+00	-3.811E+00	0.000E+00
	A8					
3	K	-1.657E+00	2.921E-03	-3.316E-01	-2.599E-02	6.574E-02
	A7	-1.594E-01	-4.136E-01	-1.722E-01	1.681E+00	0.000E+00
	A8					
4	K	3.906E-03	2.111E-02	-9.407E-02	5.109E-02	-1.558E-01
	A7	-9.466E-03	1.390E-01	1.013E-01	-1.392E-01	0.000E+00
	A8					
5	K	0.000E+00	4.107E-03	8.957E-02	7.701E-02	1.500E-03
	A7	-4.113E-02	-7.645E-03	1.997E-02	-3.553E-03	0.000E+00
	A8					
6	K	-1.402E+00	3.180E-01	-3.552E-01	2.279E-03	4.353E-02
	A7	3.959E-02	2.127E-02	6.033E-03	-5.814E-03	0.000E+00
	A8					
7	K	-3.050E+01	1.362E-01	-1.200E-03	-7.368E-02	1.138E-02
	A7	1.433E-02	-1.503E-03	-1.917E-03	2.527E-04	0.000E+00
	A8					
8	K	-4.004E+00	-2.102E-01	1.319E-01	2.289E-02	-4.316E-02
	A7	-1.304E-03	4.872E-03	1.367E-03	-7.602E-04	0.000E+00
	A8					
9	K	-7.013E-02	2.047E-01	-1.017E-01	-3.498E-03	2.778E-03
	A7	-1.269E-03	-1.301E-03	6.552E-04	1.230E-05	0.000E+00
	A8					
10	K	-2.410E+00	1.633E-01	1.084E-01	-1.094E-01	-3.927E-03
	A7	8.947E-03	5.000E-04	4.870E-05	-1.346E-04	0.000E+00
	A8					

【図45】

実施例15・非球面係数					
面番号	非球面係数				
1	K	A3	A4	A5	A6
	3.281E-04	-4.743E-04	2.485E-02	-2.542E-02	3.809E-03
2	A7	A8	A9	A10	A11
	5.339E-02	-1.361E-02	-1.579E-01	-1.491E-01	0.000E+00
3	K	A3	A4	A5	A6
	-1.997E+01	-6.689E-02	-2.031E-01	-1.946E-01	1.183E-01
4	A7	A8	A9	A10	A11
	-9.271E-02	-6.479E-02	6.137E-02	7.596E-03	0.000E+00
5	K	A3	A4	A5	A6
	-3.001E+01	-1.084E-01	-5.467E-02	-4.272E-03	9.589E-02
6	A7	A8	A9	A10	A11
	-4.011E-02	-2.047E-02	1.156E-01	-6.339E-02	0.000E+00
7	K	A3	A4	A5	A6
	1.606E-04	-1.329E-01	-6.515E-02	1.499E-01	-7.963E-02
8	A7	A8	A9	A10	A11
	-3.933E-02	3.243E-02	2.869E-02	-1.809E-02	0.000E+00
9	K	A3	A4	A5	A6
	0.000E+00	-1.492E-01	5.253E-02	4.943E-02	2.443E-02
10	A7	A8	A9	A10	A11
	-2.898E-02	-1.230E-02	1.265E-02	-2.479E-03	0.000E+00
11	K	A3	A4	A5	A6
	-2.236E+00	3.353E-02	-8.567E-02	1.742E-02	1.099E-02
12	A7	A8	A9	A10	A11
	1.466E-02	8.103E-03	1.598E-03	-4.577E-03	0.000E+00
13	K	A3	A4	A5	A6
	-1.721E+01	1.607E-02	5.057E-02	-4.519E-02	-5.381E-04
14	A7	A8	A9	A10	A11
	7.829E-03	-8.814E-04	-3.797E-04	4.434E-05	0.000E+00
15	K	A3	A4	A5	A6
	-3.482E+00	-9.355E-02	2.762E-02	1.430E-02	-1.372E-02
16	A7	A8	A9	A10	A11
	-8.345E-04	1.255E-03	1.587E-05	-4.771E-05	0.000E+00
17	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	3.479E-03	6.999E-04	-3.127E-03	-6.658E-05
18	A7	A8	A9	A10	A11
	1.600E-04	-4.360E-04	4.276E-04	-8.519E-05	0.000E+00
19	K	A3	A4	A5	A6
	1.000E+00	2.444E-02	5.729E-03	5.116E-03	-1.305E-03
20	A7	A8	A9	A10	A11
	-5.058E-04	-1.838E-04	2.703E-04	-5.413E-05	0.000E+00

【図46】

条件式に関する値		条件式に関する値	
式番号	値	式番号	値
1	23.2	1	23.2
2	23.2	2	23.2
3	56.5	3	56.5
4	56.5	4	56.5
5	56.5	5	56.5
6	56.5	6	56.5
7	56.5	7	56.5
8	56.5	8	56.5
9	56.5	9	56.5
10	56.5	10	56.5
11	56.5	11	56.5
12	56.5	12	56.5
13	56.5	13	56.5
14	56.5	14	56.5
15	56.5	15	56.5
16	56.5	16	56.5
17	56.5	17	56.5

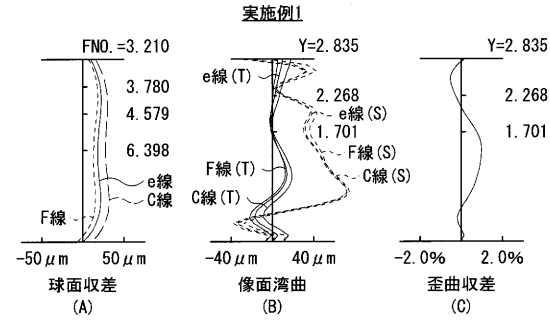
* : 条件式の範囲から外れる値

【図47】

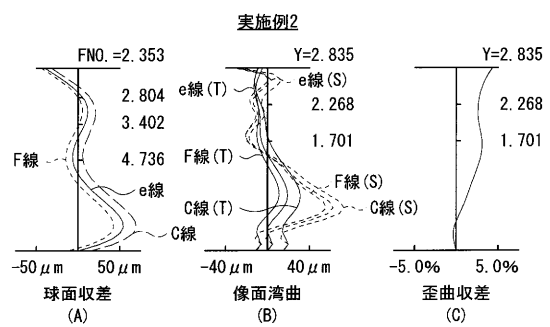
条件式に関する値		条件式に関する値	
式番号	値	式番号	値
1	23.2	1	23.2
2	23.2	2	23.2
3	56.5	3	56.5
4	56.5	4	56.5
5	56.5	5	56.5
6	56.5	6	56.5
7	56.5	7	56.5
8	56.5	8	56.5
9	56.5	9	56.5
10	56.5	10	56.5
11	56.5	11	56.5
12	56.5	12	56.5
13	56.5	13	56.5
14	56.5	14	56.5
15	56.5	15	56.5
16	56.5	16	56.5
17	56.5	17	56.5

* : 条件式の範囲から外れる値

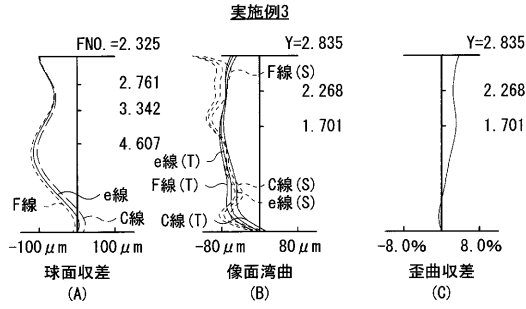
【図48】



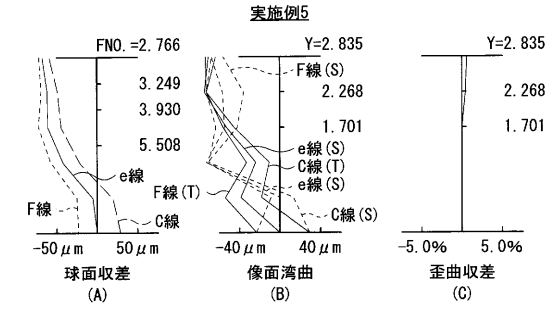
【図49】



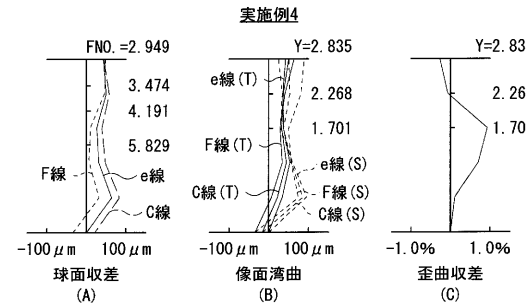
【図50】



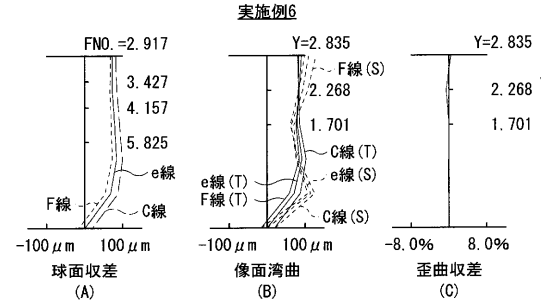
【図52】



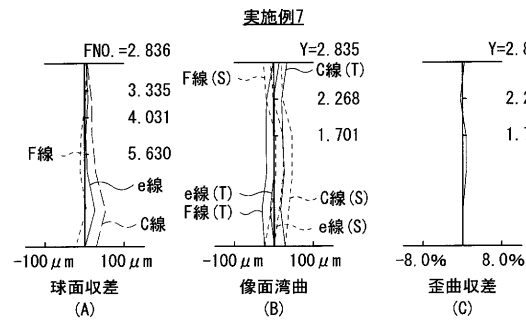
【図51】



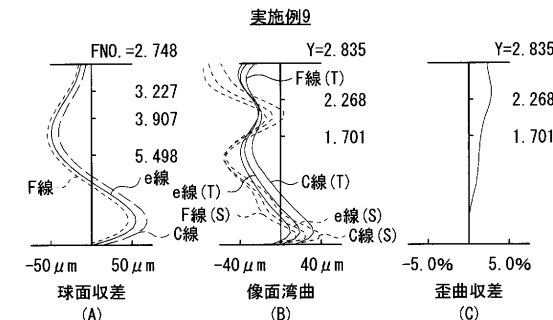
【図53】



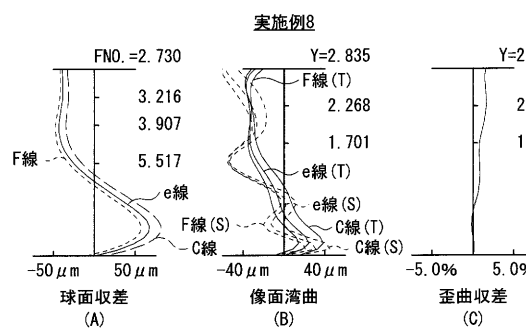
【図54】



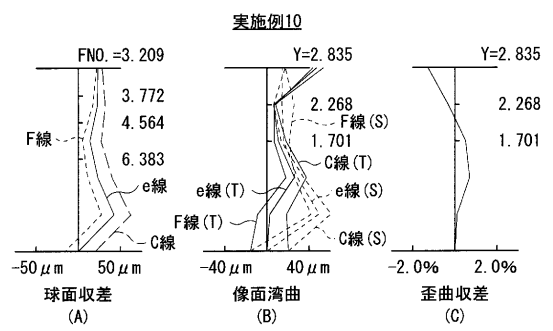
【図56】



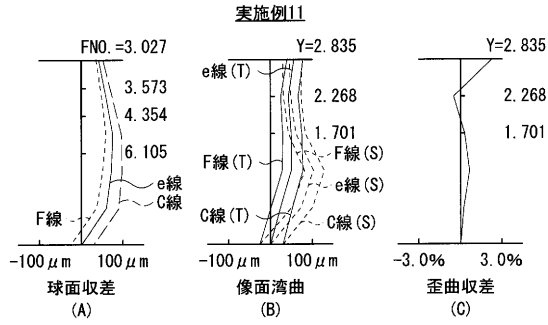
【図55】



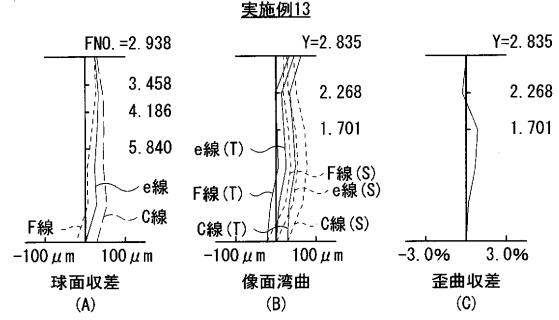
【図57】



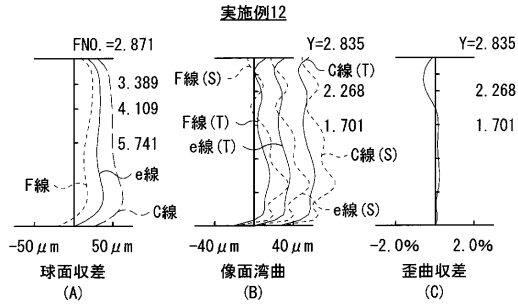
【 図 5 8 】



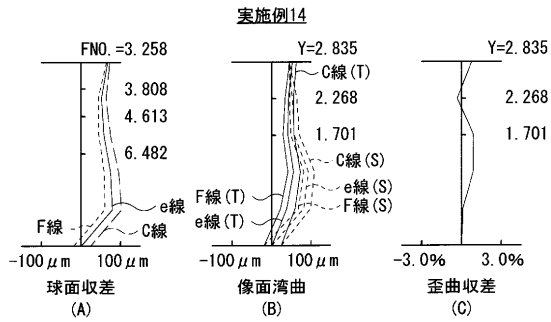
【 図 6 0 】



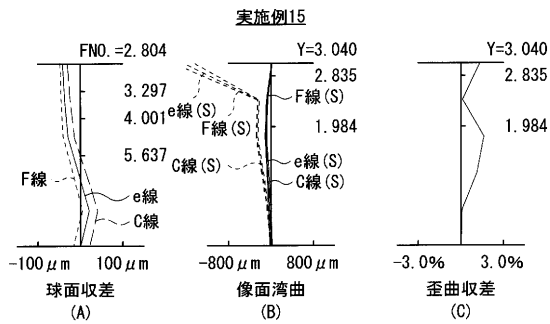
【 図 5 9 】



【 図 6 1 】



【 図 6 2 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4