

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3685486号

(P3685486)

(45) 発行日 平成17年8月17日(2005.8.17)

(24) 登録日 平成17年6月10日(2005.6.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G02B 13/18

F I

G02B 13/18

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2001-271624 (P2001-271624)	(73) 特許権者	000005430
(22) 出願日	平成13年9月7日(2001.9.7)		フジノン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-75719 (P2003-75719A)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
(43) 公開日	平成15年3月12日(2003.3.12)		番地
審査請求日	平成17年3月22日(2005.3.22)	(74) 代理人	100109656
早期審査対象出願			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(72) 発明者	篠原 義和
			埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内
		審査官	吉野 公夫
		(58) 調査した分野(Int.Cl. <sup>7</sup> , DB名)	
			G02B 13/00

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両凸形状で、かつ両面が非球面で構成された正レンズと、  
 像面側に凸面を向け、かつ両面が非球面で構成された正メニスカスレンズと  
 の2枚のレンズが物体側から順に配設されて構成されると共に、前記正メニスカスレン  
 ズの像側の非球面が、光軸から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状とさ  
 れ、

かつ、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されている  
 ことを特徴とする撮影レンズ。

$$2 * d d 2 < d d 1 \quad \dots \dots (1)$$

$$R 3 < R 4 \quad \dots \dots (2)$$

ただし、

dd1は、前記正レンズの物体側の面と像側の面との光軸上における面間隔を示す。d  
 dd2は、前記正レンズの像側の面と前記正メニスカスレンズの物体側の面との光軸上に  
 おける面間隔を示す。

R3は、前記正レンズの像側の面の曲率半径を示し、R4は、前記正メニスカスレン  
 ズの物体側の面の曲率半径を示す。

【請求項 2】

さらに、以下の条件式(3)、(4)を満足するように構成されている  
 ことを特徴とする請求項1記載の撮影レンズ。

10

20

$$d1 > 50 \dots\dots (3)$$

$$d2 < 35 \dots\dots (4)$$

ただし、 $d1$ 、 $d2$ は、それぞれ、前記正レンズおよび前記正メニスカスレンズの  $d$  線に対するアッペ数を示す。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、主として小型の電子機器、例えば光センサー、携帯用モジュールカメラおよびWEBカメラなどに使用される撮影レンズに関する。

#### 【0002】

10

#### 【従来の技術】

近年、CCD（電荷結合素子）などの撮像素子の小型化に伴い、それを用いた電子機器も小型化してきている。例えば、光センサー、携帯用モジュールカメラおよびWEBカメラなどの電子機器は、小型化が著しい。なお、携帯用モジュールカメラとは、携帯電話などに用いられるものであり、WEBカメラとは、例えばインターネットを介した画像データの送信に用いられるものである。これら小型の電子機器で使用される撮影レンズは、小型、携帯性を重視して1枚のレンズのみで構成されていることが多い。

#### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年では、撮像素子の性能が向上し、小型のものでも高画素化が図られてきている（例えば35万画素程度）。このような高画素化に伴い、それに利用される撮影レンズにも従来より高い光学性能が要求され、1枚玉のレンズ構成では十分な性能を満足できないという問題が生じてきている。特に、1枚玉のレンズ構成では、周辺部の性能が著しく低下するという問題がある。この周辺部の性能の低下は、サジタル像面とタンジェンシャル像面との結像位置の違い、すなわち非点較差に起因するものである。

20

#### 【0004】

そこで、近年の撮像素子の高画素化に耐えうる光学性能を得るために、レンズの枚数を増やして2枚にすることが考えられる。2枚構成の撮影レンズとしては、従来、負レンズと正レンズとを組み合わせたものがある。しかしながら、このような従来の2枚構成の撮影レンズでは、特に全長の点で十分な性能を有しているものが少ない。そこで、小型、高画素化の図られた撮像素子に適した撮影レンズ、すなわち、レンズの枚数を増やしたとしても、全長を長くすることなく、光学性能を向上させることのできる撮影レンズの開発が望まれる。例えば撮像素子も含めて10cm<sup>3</sup>程度の大きさに収めることのできる小型、高性能の撮影レンズの開発が望まれる。

30

#### 【0005】

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、全長が短く、1枚構成の撮影レンズに比べて特に周辺性能の向上を図ることができる撮影レンズを提供することにある。

#### 【0006】

#### 【課題を解決するための手段】

40

本発明による撮影レンズは、両凸形状で、かつ両面が非球面で構成された正レンズと、像面側に凸面を向け、かつ両面が非球面で構成された正メニスカスレンズとの2枚のレンズが物体側から順に配設されて構成されると共に、正メニスカスレンズの像側の非球面が、光軸から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状とされ、かつ、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されていることを基本構成としている。

#### 【0007】

$$2 * dd2 < dd1 \dots\dots (1)$$

$$R3 < R4 \dots\dots (2)$$

ただし、 $dd1$ は、正レンズの物体側の面と像側の面との光軸上における面間隔を示す。

$dd2$ は、正レンズの像側の面と正メニスカスレンズの物体側の面との光軸上における面

50

間隔を示す。R 3 は、正レンズの像側の面の曲率半径を示し、R 4 は、正メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径を示す。

#### 【0008】

本発明による撮影レンズでは、この基本構成により、全長を長くすることなく、諸収差が良好に補正され、従来の1枚玉の撮影レンズに比べて光学性能の向上が図られる。

#### 【0009】

特に、正メニスカスレンズの像側の非球面が、光軸から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状となっていることにより、サジタル像面とタンジェンシャル像面との結像位置を合わせることが容易となり、周辺部の性能を向上させることができる。

#### 【0010】

本発明による撮影レンズは、正レンズおよび正メニスカスレンズのd線に対するアッペ数d1, d2に関して、以下の条件式(3), (4)を満足するように構成されていることが望ましい。条件式(3), (4)を満足することにより、特に、倍率色収差が軽減される。

$$d1 > 50 \quad \dots\dots (3)$$

$$d2 < 35 \quad \dots\dots (4)$$

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

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。

#### 【0012】

図1は、本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの一構成例を示している。また、図2～図5は、本実施の形態に係る撮影レンズの他の構成例を示している。図1～図5に示した構成例は、それぞれ、後述の第1から第5の数値実施例(図6～図10)のレンズ構成に対応している。なお、図1～図5において、符号Zobjで示す側が物体側、すなわち、撮影用の被写体が存在する側である。また、符号Zimgで示す側が結像側(像面側)である。3は、結像面を示す。また、図1において、符号Riは、絞りStも含めて最も物体側の構成要素の面を1番目として、像面側に向かうに従い順次増加するi番目の構成要素の面の曲率半径を示す。符号Diは、i番目の面とi+1番目の面との光軸上の面間隔を示す。

#### 【0013】

図1～図5に示した本実施の形態に係る撮影レンズ1A～1E(以下、1A～1Eを総称して1と記す。)は、例えば、光センサー、携帯用モジュールカメラおよびWEBカメラなど、撮像素子を用いた小型の電子機器に利用されるものである。

#### 【0014】

この撮影レンズ1は、光軸Z0に沿って、物体側より順に配設された2枚のレンズL1, L2を有して構成されている。絞りStは、1枚目のレンズL1よりも物体側に設けられている。2枚目のレンズL2よりも像面側には、必要に応じてカバーガラスLCが配置されていても良い。カバーガラスLCは、CCDなどの撮像素子の撮像面を保護するためのものである。なお、図では、カバーガラスLCが、結像面3と離れた位置に配置されているが、実際には、カバーガラスLCの像面側の面が、結像面3、すなわち、撮像面と一致するように配置されていることが望ましい。

#### 【0015】

この撮影レンズ1において、1枚目のレンズL1は、両凸形状で、かつ両面が非球面の正レンズであることを基本構成としている。また、2枚目のレンズL2は、像面側に凸面を向け、かつ両面が非球面の正メニスカスレンズであることを基本構成としている。

#### 【0016】

この撮影レンズ1は、以下の条件式(1), (2)を満足するように構成されている。式(1)において、dd1は、図にも示したとおり、正レンズL1の物体側の面と像側の面との光軸上における面間隔D2を示す。dd2は、正レンズL1の像側の面と正メニスカスレンズL2の物体側の面との光軸上における面間隔D3を示す。\*は、乗算記号を示す

10

20

30

40

50

。式(2)において、 $R_3$ は、図にも示したとおり、正レンズ $L_1$ の像側の面の曲率半径を示し、 $R_4$ は、正メニスカスレンズ $L_2$ の物体側の面の曲率半径を示す。

【0017】

$$2 * d d 2 < d d 1 \quad \dots\dots (1)$$

$$R_3 < R_4 \quad \dots\dots (2)$$

【0018】

この撮影レンズ1において、正メニスカスレンズ $L_2$ の像側の非球面( $R_5$ )は、光軸 $Z_0$ から周辺に向かうに従い、正の屈折力(パワー)を弱めるような形状となっていることが望ましい。この場合、この非球面は、例えば中心部では像側に凸形状、周辺部では像側に凹形状となっていることが望ましい。また、正メニスカスレンズ $L_2$ は、中心付近では正、周辺部では負のパワーとなるような非球面形状となっていることが望ましい。

10

【0019】

撮影レンズ1は、また、正レンズ $L_1$ および正メニスカスレンズ $L_2$ の $d$ 線に対するアッベ数  $d_1$ 、 $d_2$ に関して、以下の条件式(3)、(4)を満足するように構成されていることが望ましい。これらの条件は、後述する実施例4、5の撮影レンズが満足している。

【0020】

$$d_1 > 5.0 \quad \dots\dots (3)$$

$$d_2 < 3.5 \quad \dots\dots (4)$$

【0021】

次に、以上のような構成の撮影レンズ1によってもたらされる光学的な作用および効果について説明する。

20

【0022】

条件式(1)は、全長の制限と収差補正とに寄与している。条件式(1)を満足することで、全長を短くしたまま、良好に収差補正を行うことができる。条件式(1)の範囲を外れることは、2枚のレンズ $L_1$ 、 $L_2$ の間隔が大きくなることを意味するが、この場合、特に、像面がオーバーとなってしまう。

【0023】

条件式(2)は、特に、像面およびディストーションの補正、ならびに周辺光量の確保に寄与している。この条件を外れると、サジタル像面とタンジェンシャル像面とが離れ、また、ディストーションも増大する。また、周辺光量も減少してしまう。

30

【0024】

既に「発明が解決しようとする課題」の項目において述べたように、従来の1枚玉の撮影レンズでは、サジタル像面とタンジェンシャル像面との結像位置の違い、すなわち非点較差により、周辺部の性能劣化が生じる。本撮影レンズ1において、特に、物体側から2番目に配置された正メニスカスレンズ $L_2$ に関して、像側の非球面を、光軸 $Z_0$ から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱める形状とし、また、中心付近では正、周辺部では負のパワーになるような非球面形状にすることで、サジタル像面とタンジェンシャル像面との結像位置を合わせることが容易となり、周辺部の性能を向上させることができる。

【0025】

条件式(3)、(4)は、特に、倍率の色収差の補正に寄与している。2枚のレンズ $L_1$ 、 $L_2$ に関しては、共に同一の材質のレンズで構成しても良いが、条件式(3)、(4)を満足するような別々の材質のレンズで構成した方が、色収差が良好に補正されるので好ましい。

40

【0026】

このように、本実施の形態に係る撮影レンズ1によれば、上述の基本構成において適宜上述した望ましい構成を採用することにより、全長が短く、従来の1枚玉の撮影レンズに比べて、特に周辺性能の向上を図ることができ、小型、高画素化の図られた撮像素子に適した性能を得ることができる。

【0027】

[実施例] (実施例1～5)

50

次に、本実施の形態に係る撮影レンズ1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（実施例1～5）についてまとめて説明する。

#### 【0028】

図6(A), (B)～図10(A), (B)は、それぞれ、図1～図5に示した撮影レンズ1A～1Eに対応する具体的な数値実施例としてのレンズデータを示している。より詳しくは、図6(A)～図10(A)には、レンズデータの基本的な値を示し、図6(B)～図10(B)には、非球面形状に関する値を示す。各図のレンズデータにおける面番号 $S_i$ の欄には、各実施例の撮影レンズについて、絞り $S_t$ を1番目として、像面側に向かうに従い順次増加する構成要素の面の番号を示している。なお、絞り $S_t$ については $S_{T0}$ と表記して示す。曲率半径 $R_i$ の欄には、図1～図5に示した符号 $R_i$ に対応させて、絞り $S_t$ も含めて物体側から $i$ 番目の構成要素の面の曲率半径の値を示す。曲率半径 $R_i$ の値が0の部分は、平面であることを示す。面間隔 $D_i$ の欄についても、図1～図5に示した符号 $D_i$ 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、物体側から $j$ 番目のレンズ要素の $d$ 線(波長 $\lambda_d = 587.6\text{nm}$ )に対する屈折率およびアッペ数の値を示す。また、 $f$ は、全体の焦点距離(mm)を示す。

10

#### 【0029】

図6(B)～図10(B)に示した非球面データは、以下の式(A)によって表される非球面多項式における定数または係数である。式(A)の非球面多項式 $f(\quad)$ は、光軸 $Z_0$ に直交する方向に軸を取って非球面の形状を表したものである。非球面は、式(A)で表される曲線を光軸 $Z_0$ の周りに回転して得られる曲面である。式(B)において、 $x$ ,  $y$ は、互いに光軸 $Z_0$ に直交する2つの座標軸上の座標点を示す。式(B)からも分かるように、 $\quad$ は、光軸 $Z_0$ からレンズ面までの距離(高さ)(単位:mm)に相当する。 $f(\quad)$ の値は、光軸 $Z_0$ から高さ $\quad$ 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(単位:mm)を示す。 $C$ は、光軸近傍におけるレンズ面の近軸曲率半径 $R$ の逆数( $1/R$ )である。また、 $K$ は、離心率(または円錐定数)を表し、 $A_4$ ,  $A_6$ ,  $A_8$ ,  $A_{10}$ は、それぞれ4次, 6次, 8次, 10次の非球面係数を表す。なお、図6(B)～図10(B)に示した非球面係数を表す数値において、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」は、「 $1.0 \times 10^{-2}$ 」であることを示す。

20

30

#### 【0030】

$$f(\quad) = [C^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot \quad^2)^{1/2}\}] + A_4 \quad^4 + A_6 \quad^6 + A_8 \quad^8 + A_{10} \quad^{10} \dots\dots (A)$$
ただし、 $\quad^2 = x^2 + y^2 \dots\dots (B)$

#### 【0031】

図11～図15は、各実施例の撮影レンズについての諸収差を示している。より詳しくは、図11～図15において、(A)は球面収差を示し、(B)は非点収差を示し、(C)はディストーション(歪曲収差)を示している。各収差図(B)において、実線はサジタル像面に対する収差を示し、破線はタンジェンシャル(メリジオナル)像面に対する収差を示している。球面収差は、 $g$ 線および $d$ 線について示す。図11～図15の各収差図において、特に波長を明記していないものは、 $d$ 線に対する収差を示す。なお、 $g$ 線の波長は、435.8nmである。また、各収差図において、 $F_{no}$ は、Fナンバーを、 $\quad$ は半画角を示す。

40

#### 【0032】

図6(A)～図10(A)のレンズデータから分かるように、すべての実施例について、条件式(1), (2)を満たしている。また、すべての実施例について、正メニスカスレンズ $L_2$ の像側の非球面 $R_5$ は、中心部では像側に凸形状、周辺部では像側に凹形状であり、光軸 $Z_0$ から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状となっている。特

50

に、実施例 4, 5 については、正レンズ L 1 および正メニスカスレンズ L 2 のアッペ数  $d_1$ ,  $d_2$  に関して、上述の条件式 (3), (4) をも満足しており、像面およびディストーションが良好に補正されている。

【0033】

以上のように、すべての実施例について、全長が短く、従来の 1 枚玉の撮影レンズに比べて、特に周辺性能の向上が図られ、小型、高画素化の図られた撮像素子に適した性能を得ることができた。これにより、例えば撮像素子も含めて  $10\text{ cm}^3$  程度の大きさに収めることのできる撮影レンズを実現できる。

【0034】

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 R、面間隔 D および屈折率 N およびアッペ数 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。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 または 2 に記載の撮影レンズによれば、両凸形状で、かつ両面が非球面で構成された正レンズと、像面側に凸面を向け、かつ両面が非球面で構成された正メニスカスレンズとの 2 枚のレンズを物体側から順に配設した構成にすると共に、正メニスカスレンズの像側の非球面を、光軸から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状にし、さらに、全長の制限および収差補正に寄与する所定の条件式 (1) ならびに収差補正などに寄与する所定の条件式 (2) を満足するように構成したので、全

特に、物体側から 2 番目に配設された正メニスカスレンズの像側の非球面を、光軸から周辺に向かうに従い、正の屈折力を弱めるような形状となるようにしたので、サジタル像面とタンジェンシャル像面との結像位置を合わせることが容易となり、周辺部の性能をさらに向上させることができる。

【0037】

特に、請求項 2 に記載の撮影レンズによれば、請求項 1 に記載の撮影レンズにおいて、正レンズおよび正メニスカスレンズのアッペ数に関する所定の条件式 (3), (4) を満足するように構成したので、特に、倍率の色収差を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの一構成例を示すものであり、第 1 の数値実施例に対応する断面図である。

【図 2】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの他の構成例を示すものであり、第 2 の数値実施例に対応する断面図である。

【図 3】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの他の構成例を示すものであり、第 3 の数値実施例に対応する断面図である。

【図 4】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの他の構成例を示すものであり、第 4 の数値実施例に対応する断面図である。

【図 5】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの他の構成例を示すものであり、第 5 の数値実施例に対応する断面図である。

【図 6】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの第 1 の数値実施例 (実施例 1) としてのレンズデータを示す説明図である。

【図 7】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの第 2 の数値実施例 (実施例 2) としてのレンズデータを示す説明図である。

【図 8】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの第 3 の数値実施例 (実施例 3) としてのレンズデータを示す説明図である。

【図 9】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの第 4 の数値実施例 (実施例 4) としてのレンズデータを示す説明図である。

【図 10】本発明の一実施の形態に係る撮影レンズの第 5 の数値実施例 (実施例 5) としてのレンズデータを示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】実施例 1 の撮影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を示す収差図である。

【図 1 2】実施例 2 の撮影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を示す収差図である。

【図 1 3】実施例 3 の撮影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を示す収差図である。

【図 1 4】実施例 4 の撮影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を示す収差図である。

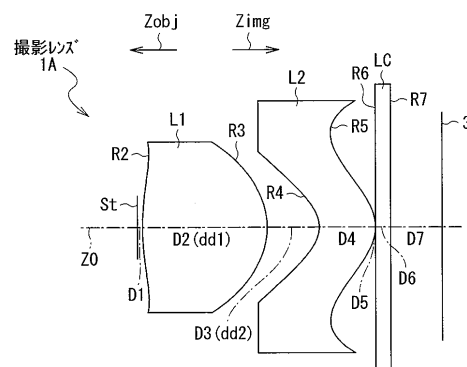
【図 1 5】実施例 5 の撮影レンズにおける球面収差、非点収差およびディストーションを示す収差図である。

10

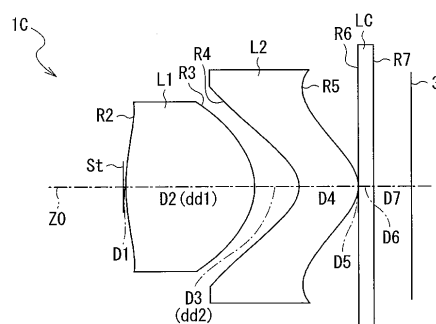
【符号の説明】

L 1 ... 正レンズ、L 2 ... 正メニスカスレンズ、L C ... カバーガラス、  
S t ... 絞り、Z 0 ... 光軸、1 ( 1 A ~ 1 E ) ... 撮影レンズ、3 ... 結像面。

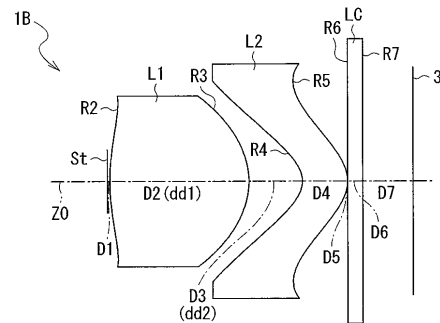
【図 1】



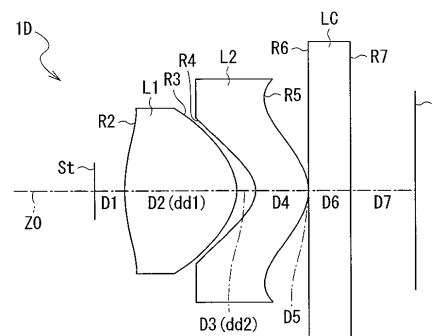
【図 3】



【図 2】



【図 4】







【図 9】

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)	$\nu_{dj}$ (7ヶ月数)	
1(ST0)	0	0.3944			
2	2.2630	1.4900(dd1)	1.53105	55.5	
3	-0.6000	0.2516(dd2)			
4	-0.3228	0.6979	1.583641	30.2	
5	-0.6211	0.0000			
6	0	0.5500	1.516798	64.2	
7	0	0.8456			
8(IMG)	0	0			

(f=2.1mm)

実施例4・非球面データ						
Si (面番号)	C	K	A4	A6	A8	A10
2	0.4419	-4.70921	1.2952E-02	-4.6046E-02	6.0066E-05	2.6023E-05
3	-1.6667	-1.41564	-1.4771E-01	-2.0134E-03	-1.6147E-05	-1.0452E-07
4	-3.0979	-0.57437	5.9928E-02	8.1765E-04	6.7898E-06	4.5253E-08
5	-1.6100	-0.37642	1.5125E-01	4.3679E-03	4.9820E-04	1.4133E-05

(A)

(B)

【図 10】

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)	$\nu_{dj}$ (7ヶ月数)	
1(ST0)	0	0.3446			
2	2.0860	1.4277(dd1)	1.531029	55.5	
3	-0.6000	0.3565(dd2)			
4	-0.3489	0.7996	1.583599	30.5	
5	-0.6158	0.0000			
6	0	0.5500	1.51678	64.2	
7	0	0.2803			
8(IMG)	0	0			

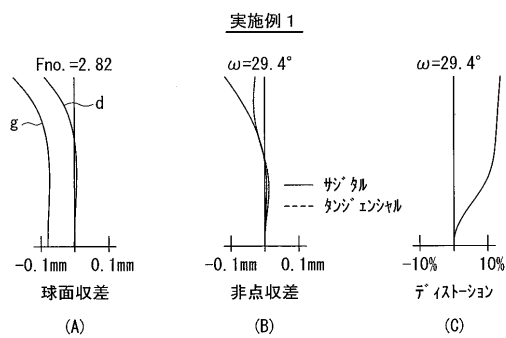
(f=1.93mm)

実施例5・非球面データ						
Si (面番号)	C	K	A4	A6	A8	A10
2	0.3916	-26.9387	2.5715E-02	-9.3289E-02	1.6142E-04	9.2758E-05
3	-1.6091	-0.9142	-2.4149E-01	-4.0915E-03	-4.3428E-05	-3.7266E-07
4	-2.9153	-0.6239	9.8149E-02	1.6608E-03	1.8262E-05	1.6129E-07
5	-2.3267	-0.5803	2.1490E-01	8.8441E-03	1.3388E-03	5.0377E-05

(A)

(B)

【図 11】

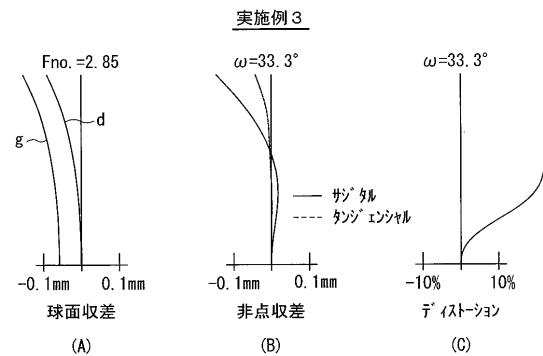


(A)

(B)

(C)

【図 13】

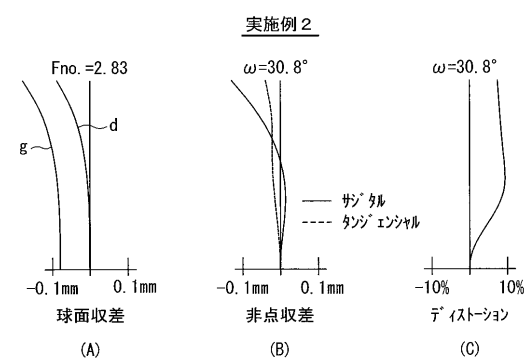


(A)

(B)

(C)

【図 12】

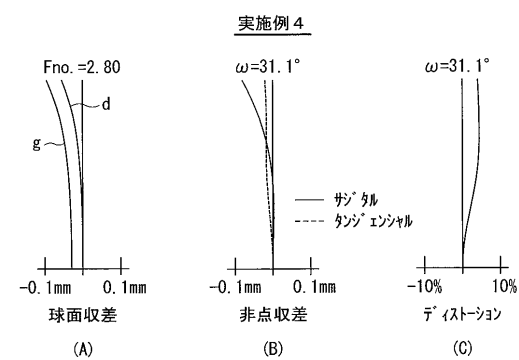


(A)

(B)

(C)

【図 14】



(A)

(B)

(C)

【図 15】

