

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3717487号  
(P3717487)

(45) 発行日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(24) 登録日 平成17年9月9日(2005.9.9)

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

F I

G O 2 B 13/18

G O 2 B 13/18

G O 2 B 13/22

G O 2 B 13/22

請求項の数 7 (全 14 頁)

|              |                            |           |                                    |
|--------------|----------------------------|-----------|------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2003-72214 (P2003-72214) | (73) 特許権者 | 000005430                          |
| (22) 出願日     | 平成15年3月17日 (2003.3.17)     |           | フジノン株式会社                           |
| (65) 公開番号    | 特開2004-4620 (P2004-4620A)  |           | 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地              |
| (43) 公開日     | 平成16年1月8日 (2004.1.8)       | (74) 代理人  | 100109656                          |
| 審査請求日        | 平成17年3月22日 (2005.3.22)     |           | 弁理士 三反崎 泰司                         |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2002-94265 (P2002-94265) | (74) 代理人  | 100098785                          |
| (32) 優先日     | 平成14年3月29日 (2002.3.29)     |           | 弁理士 藤島 洋一郎                         |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                   | (72) 発明者  | 山川 博充                              |
| 早期審査対象出願     |                            |           | 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地<br>富士写真光機株式会社内 |
|              |                            | 審査官       | 吉野 公夫                              |
|              |                            |           | 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】

撮像素子上に像を結像させるための2群2枚構成の撮像レンズであって、  
 物体側から順に、第1レンズおよび第2レンズを備え、  
 前記各レンズを構成する4つの面がすべて非球面形状であり、  
 前記第1レンズよりも物体側に開口絞りが設けられ、  
 前記第1レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光  
軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸であり、  
 前記第2レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側  
に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸であ  
る

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】

撮像素子上に像を結像させるための2群2枚構成の撮像レンズであって、  
 物体側から順に、第1レンズおよび第2レンズを備え、  
 前記各レンズを構成する4つの面がすべて非球面形状であり、  
 前記第1レンズよりも物体側に開口絞りが設けられ、  
 前記第1レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光  
 軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸であり、  
 前記第2レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側

10

20

に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 3】

撮像素子上に像を結像させるための 2 群 2 枚構成の撮像レンズであって、

物体側から順に、第 1 レンズおよび第 2 レンズを備え、

前記各レンズを構成する 4 つの面がすべて非球面形状であり、

前記第 1 レンズよりも物体側に開口絞りが設けられ、

前記第 1 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸であり、

10

前記第 2 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 4】

撮像素子上に像を結像させるための 2 群 2 枚構成の撮像レンズであって、

物体側から順に、第 1 レンズおよび第 2 レンズを備え、

前記各レンズを構成する 4 つの面がすべて非球面形状であり、

前記第 1 レンズよりも物体側に開口絞りが設けられ、

前記第 1 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸であり、

20

前記第 2 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 5】

撮像素子上に像を結像させるための 2 群 2 枚構成の撮像レンズであって、

物体側から順に、第 1 レンズおよび第 2 レンズを備え、

前記各レンズを構成する 4 つの面がすべて非球面形状であり、

前記第 1 レンズよりも物体側に開口絞りが設けられ、

30

前記第 1 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸であり、

前記第 2 レンズは、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズのアッペ数を 1、前記第 2 レンズのアッペ数を 2 としたとき、

$$1 / 2 > 1.5 \dots \dots (1)$$

の条件式 (1) を満足している

40

ことを特徴とする請求項 5 記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズを構成する 4 つの面のうち、少なくとも 1 面が回折光学面となっている

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。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、比較的小さい寸法の像を形成するための撮像レンズに関し、特に小型の撮像装置への搭載に適した撮像レンズに関する。

50

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

従来より、C C D (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの撮像素子を用いた撮像装置が知られている。このような撮像装置では、撮像素子上に被写体像を結像させて、その画像を電子的に読み取ることで撮影がなされる。このような撮像装置は、近年、撮像素子の小型化が進んでいることから、装置全体としても非常に小型化が図られてきている。

## 【 0 0 0 3 】

特に、携帯電話における画像入力用のモジュールカメラやデジタルスチルカメラ(以下、単にデジタルカメラという。)などは、近年、小型化が著しい。これらの小型の撮像装置で使用される撮像レンズは、従来、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。

10

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

一方で、近年では、撮像素子の性能が向上し、素子全体のサイズを大きくすることなく、小型で高画素化が図られたものが開発されてきている。このような高画素化に伴い、それに使用される撮像レンズについても、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。

## 【 0 0 0 5 】

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すことが考えられる。しかしながら、レンズ枚数を増やすことで結像性能を向上させることができる一方、全長の点で不利となり、撮像装置に搭載した場合に、小型・携帯性が失われてしまうおそれがある。従来では、特に、高画素化の図られた小型の撮像装置への搭載に適した性能、すなわち、小型化を図りつつも、十分な結像性能を満足するような撮像レンズの開発が十分になされていない。

20

## 【 0 0 0 6 】

また、撮像装置用の撮像レンズとしてはその他にも、使用する撮像素子の特性に応じた種々の性能のものが要求される場合がある。例えば、一般にC C Dなどの撮像素子を用いた場合、その特性上、光線が撮像面に垂直に近い状態で入射することが望ましい。すなわち、テレセントリック性が確保されていることが望ましい。従って、このような撮像素子の特性に応じた種々の性能の撮像レンズの開発が望まれる。

30

## 【 0 0 0 7 】

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、比較的像寸法の小さい、特に小型の撮像装置への搭載に適した性能を得ることができる撮像レンズを提供することにある。

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の第1ないし第5の観点に係る撮像レンズは、撮像素子上に像を結像させるための2群2枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、第1レンズおよび第2レンズを備え、各レンズを構成する4つの面がすべて非球面形状であり、第1レンズよりも物体側に開口絞りが設けられていることを基本構成とし、かつ、4つの面が以下のように最適化された形状を有する構成となっている。

40

## 【 0 0 0 9 】

本発明による撮像レンズでは、2群2枚構成で、各レンズを構成する4つの面がすべて非球面形状であることから、小型化を図りつつ、諸収差が良好に補正され、従来の1枚玉の撮像レンズに比べて光学性能の向上が図られる。また、開口絞りが最も物体側に設けられていることにより、テレセントリック性の確保が容易になされる。

## 【 0 0 1 1 】

ここで、本発明の第1の観点に係る撮像レンズは、上記基本構成に加え、第1レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側

50

に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成とし、第2レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである（請求項1）。

【0012】

また、本発明の第2の観点に係る撮像レンズは、上記基本構成に加え、第1レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成とし、第2レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである（請求項2）。

10

【0013】

また、本発明の第3の観点に係る撮像レンズは、上記基本構成に加え、第1レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成とし、第2レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである（請求項3）。

【0015】

また、本発明の第4の観点に係る撮像レンズは、上記基本構成に加え、第1レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成とし、第2レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである（請求項4）。

20

【0016】

また、本発明の第5の観点に係る撮像レンズは、上記基本構成に加え、第1レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸である構成とし、第2レンズを、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである（請求項5）。この構成とした場合、さらに、

$$1 / 2 > 1.5 \dots \dots (1)$$

30

の条件式(1)を満足していることが望ましい（ $1$ 、 $2$ は、第1レンズおよび第2レンズのアップ数）。この条件を満足することで、倍率の色収差を補正し易くなる。

【0017】

また、以上の本発明による撮像レンズの各構成において、第1レンズおよび第2レンズを構成する4つの面のうち、少なくとも1面を回折光学面としてもよい。回折光学面を用いることで、倍率の色収差を補正し易くなる。

【0018】

以上の本発明による撮像レンズの各構成を、撮像素子の特性などに応じて適宜選択することで、その撮像素子の特性などに応じた最適な光学性能が得られる。

【0019】

40

【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。

【0020】

図1～図9は、本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの構成例を示している。図1～図9に示した構成例は、後述の数値実施例1～13（図11～図14）の少なくとも1つに対応している。なお、図1～図9において、符号 $r_i$ （ $r_1 \sim r_4$ ）は、 $i$ 番目の構成要素の面の曲率半径を示し、符号 $d_i$ （ $d_0 \sim d_3$ ）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。図1～図9には、参考として、最大画角で入射した光線の光路についても示す。

【0021】

50

図1～図9に示した本実施の形態に係る撮像レンズは、比較的小さい寸法（例えば直径＝8mm以下）の像を形成するものであり、特に小型の撮像装置への搭載に適している。

【0022】

この撮像レンズは、光軸Z1に沿って、物体側より順に、第1レンズL1および第2レンズL2を備えた2群2枚構成のレンズとなっている。開口絞りStは、第1レンズL1よりも物体側、すなわち、この撮像レンズの最も物体側に設けられている。この単焦点レンズの結像面Simg（撮像面）には、図示しないCCDなどの撮像素子が配置される。第2レンズL2と結像面Simgとの間には、光学フィルタや撮像素子を保護するためのガラス（またはプラスチック）の平行平板CGが挿入されていてもよい。

【0023】

第1レンズL1および第2レンズL2は、その4つの面がすべて非球面形状となっている。また、4つの面のうち、少なくとも1面に回折光学面を用いるようにしてもよい。レンズ材料は、光学ガラスまたプラスチックのどちらであってもよい。

【0024】

第1レンズL1および第2レンズL2の形状としては、撮像素子の特性などに応じて、図1～図9に示した構成のいずれかを選択することができる。

【0025】

なお、以下の構成説明中、“光軸近傍の形状”とは、例えば、画角0°の光線51（図10参照）が通過する範囲内での平均的なレンズ形状のことをいう。また、“周辺部の形状”とは、例えば、最大画角の光線52（図10参照）が通過する範囲内での平均的なレンズ形状のことをいう。また、“中間部の形状”とは、光軸近傍と周辺部との間の領域における平均的なレンズ形状のことをいう。

【0026】

図1に示した撮像レンズは、第1レンズL1を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第2レンズL2を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹である構成にしたものである。

【0027】

図2に示した撮像レンズは、第1レンズL1を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第2レンズL2を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである。

【0028】

図3に示した撮像レンズは、第1レンズL1を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凹で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第2レンズL2を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである。

【0029】

図4に示した撮像レンズは、第1レンズL1を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第2レンズL2を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸で、中間部の形状が像側に凹、周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである。

【0030】

図5および図6に示した撮像レンズは、第1レンズL1を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹である構成としたものである。また、第2レンズL2を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側

10

20

30

40

50

に凸である構成にしたものである。

【 0 0 3 1 】

図 7 および図 8 に示した撮像レンズは、第 1 レンズ L 1 を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第 2 レンズ L 2 を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである。

【 0 0 3 2 】

図 9 に示した撮像レンズは、第 1 レンズ L 1 を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凸である構成としたものである。また、第 2 レンズ L 2 を、物体側の面の光軸近傍の形状が物体側に凸で周辺部の形状が物体側に凹であり、かつ、像側の面の光軸近傍の形状が像側に凹で周辺部の形状が像側に凸である構成にしたものである。

10

【 0 0 3 3 】

図 9 に示した構成とした場合、さらに、

$$1 / 2 > 1.5 \dots\dots (1)$$

の条件式 (1) を満足していることが望ましい (1, 2 は、第 1 レンズおよび第 2 レンズのアップ数)。

【 0 0 3 4 】

次に、この撮像レンズの作用および効果について説明する。

20

【 0 0 3 5 】

この撮像レンズでは、2 群 2 枚構成で、各レンズを構成する 4 つの面をすべて非球面形状にしたことにより、小型化を図りつつ、諸収差を良好に補正することができる。また、開口絞り S t を最も物体側に配置したことにより、撮像素子の特性に応じてテレセントリック性の確保がし易くなる。

【 0 0 3 6 】

また、各レンズを構成する 4 つの面のうち、少なくとも 1 面を回折光学面とすることにより、倍率の色収差を良好に補正することができる。その結果、色のにじみが少なくなり、解像力などの結像性能を向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

30

特に、図 1 の構成にした場合には、以下の作用、効果が得られる。

1. 歪曲収差を小さくすることができる。
2. 光学系前端から像面までの長さを比較的短くすることができる。
3. 像面湾曲を比較的小さくすることができる。

【 0 0 3 8 】

また特に、図 2 ~ 図 4 の構成にした場合には、以下の作用、効果が得られる。

1. 像面に入射する光束の入射角を小さくし、画面周辺部でも十分な光量を撮像素子で取り込むことができる。
2. 像面湾曲を比較的小さくすることができる。

【 0 0 3 9 】

40

また特に、図 5 および図 6 の構成にした場合には、以下の作用、効果が得られる。

1. 歪曲収差を比較的小さくすることができる。
2. 光学系前端から像面までの長さを短くすることができる。
3. 単一の材料にしたとしても、倍率の色収差を比較的小さくすることができる。

【 0 0 4 0 】

また特に、図 7 および図 8 の構成にした場合には、以下の作用、効果が得られる。

1. 歪曲収差を比較的小さくすることができる。
2. 光学系前端から像面までの長さを比較的短くしながら、像面に入射する光束の入射角を比較的小さくし、画面周辺部でも十分な光量を撮像素子で取り込むことができる。

【 0 0 4 1 】

50

また特に、図 9 の構成にした場合には、以下の作用、効果が得られる。

- 1 . 歪曲収差を比較的小さくすることができる。
- 2 . 光学系前端から像面までの長さを比較的短くすることができる
- 3 . 像面湾曲を比較的小さくすることができる。
- 4 . コマ収差を十分に小さくすることができ、良好な像が得られる。

【 0 0 4 2 】

図 9 の構成において、アッペ数に関する条件式 ( 1 ) を満足した場合には、さらに、倍率の色収差を小さくすることができる。

【 0 0 4 3 】

このように、本実施の形態に係る撮像レンズによれば、物体側から順に、第 1 レンズ L 1 および第 2 レンズ L 2 を備え、各レンズを構成する 4 つの面をすべて非球面形状とし、第 1 レンズ L 1 よりも物体側に開口絞り S t を設けるようにしたので、比較的像寸法の小さい、特に小型の撮像装置への搭載に適した性能を得ることができる。また、図 1 ~ 図 9 に示した構成を、撮像素子の特性などに応じて適宜選択することで、その撮像素子の特性などに応じた最適な光学性能を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

【実施例】

次に、上記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。

【 0 0 4 5 】

< 実施例 1 ~ 1 3 >

以下、第 1 ~ 第 1 3 の数値実施例 ( 実施例 1 ~ 1 3 ) をまとめて説明する。図 1 1 および図 1 2 は、実施例 1 ~ 6 に係る撮像レンズに関するデータを示している。特に、図 1 1 には、実施例 1 ~ 6 に係る撮像レンズについての、曲率半径  $r_1 \sim r_4$ 、面間隔 ( 厚さ )  $d_0 \sim d_3$ 、屈折率  $N_1$  ,  $N_2$ 、アッペ数  $d_1$  ,  $d_2$ 、および平行平板 C G としてのカバーガラスの厚さと屈折率の値を示す。図 1 1 にはさらに、F ナンバー、焦点距離  $f$ 、バックフォーカス B f、画角  $2\theta$  (  $\theta$  = 半画角 )、および、この撮像レンズ光学系の前端から像面までの距離 T C L についても示す。また、回折光学面がある場合には、その係数 ( D O E ( Diffractive Optical Element ) 係数 ) の値についても示す。また、図 1 2 には、非球面形状に関するデータを示す。曲率半径や面間隔の値などの単位はミリメートル ( mm ) である。

【 0 0 4 6 】

また、図 1 1 および図 1 2 と同様にして、実施例 7 ~ 1 3 に係る撮像レンズについてのデータを図 1 3 および図 1 4 に示す。図 1 3 から分かるように、特に実施例 1 2 , 1 3 については、アッペ数の値の比  $d_1 / d_2$  が、上述の式 ( 1 ) の条件を満たしている。

【 0 0 4 7 】

ここで、各実施例と図 1 ~ 図 9 に示した構成の対応関係について説明すると、実施例 1 は、図 1 に示した構成に対応し、実施例 2 は、図 2 に示した構成に対応し、実施例 3 , 4 は、図 3 に示した構成に対応し、実施例 5 , 6 は、図 4 に示した構成に対応している。また、実施例 7 は、図 5 に示した構成に対応し、実施例 8 , 9 は、図 6 に示した構成に対応し、実施例 1 0 は、図 7 に示した構成に対応し、実施例 1 1 は、図 8 に示した構成に対応し、実施例 1 2 , 1 3 は、図 9 に示した構成に対応している。

【 0 0 4 8 】

図 1 2 および図 1 4 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形状の式における係数である。なお、図 1 2 および図 1 4 に示した非球面を表す数値において、記号 “ E ” は、その次に続く数値が 1 0 を底とした “ べき指数 ” であることを示し、その 1 0 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 . 0 E - 0 2 」であれば、「  $1 . 0 \times 1 0^{-2}$  」であることを示す。

【 0 0 4 9 】

【数 1】

10

20

30

40

$$Z = \frac{C \cdot \rho^2}{1 + \sqrt{1 - K \cdot (C \cdot \rho)^2}} + \sum_{i=3}^{10} A_i \cdot \rho^i \quad \dots\dots (A)$$

ただし、

Z：光軸から高さ ρ 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）

ρ：光軸からの距離（mm）

10

K：円錐係数

C：近軸曲率（1 / r，r：近軸曲率半径）

A<sub>i</sub>：第 i 次（i = 3 ~ 10）の非球面係数

【0050】

実施例 4 および実施例 11 については、第 1 面が回折光学面とされている。回折光学面は、光路長に次の式（B）で表される長さが付加されるような構成となる。

【0051】

(C01 · λ<sup>2</sup>) / 2 + ... (B)

ただし、

C01：DOE 係数

20

ρ：光軸からの距離（mm）

λ：波長

【0052】

図 15 ~ 図 27 は、各実施例についての諸収差（球面収差、非点収差、歪曲収差および倍率色収差）を示している。各収差は、e 線（546.1 nm）を基準としたものを示し、特に、球面収差および倍率色収差については、g 線（435.8 nm）、C 線（656.3 nm）についても示す。

【0053】

以上の各レンズ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、諸収差が良好に補正されており、また、小型の撮像装置への搭載に適した性能が得られている。

30

【0054】

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。

【0055】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズによれば、物体側から順に、第 1 レンズおよび第 2 レンズを備え、各レンズを構成する 4 つの面をすべて非球面形状とし、第 1 レンズよりも物体側に開口絞りを設け、かつ、4 つの面の光軸近傍から周辺部までの凹凸形状を最適化するようにしたので、比較的像寸法の小さい、特に小型の撮像装置への搭載に適した性能を得ることができる。特に、2 群 2 枚構成で、各レンズを構成する 4 つの面をすべて非球面形状にしたことから、小型化を図りつつ、諸収差を良好に補正し、光学性能の向上を図ることができる。また、開口絞りを最も物体側に設けたことにより、テレセントリック性を確保し易くなる。

40

【0056】

特に、請求項 6 記載の撮像レンズによれば、請求項 5 記載の撮像レンズにおいて、アップベ数に関する所定の条件式（1）を満足するようにしたので、さらに、倍率の色収差を小さくすることができる。

【0057】

特に、請求項 7 記載の撮像レンズによれば、各レンズを構成する 4 つの面のうち、少な

50



くとも 1 面を回折光学面にしたので、倍率の色収差を良好に補正することができる。その結果、色のにじみが少なくなり、解像力などの結像性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズ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構成例を示すものであり、実施例 3 , 4 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構成例を示すものであり、実施例 5 , 6 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 6】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの構成例を示すものであり、実施例 8 , 9 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構成例を示すものであり、実施例 1 0 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構成例を示すものであり、実施例 1 1 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構成例を示すものであり、実施例 1 2 , 1 3 に対応するレンズ断面図である。 20

【図 1 0】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの中心部と周辺部との概念を示す図である。

【図 1 1】本発明の実施例 1 ~ 6 に係る撮像レンズのレンズデータのうち、基本的なデータを示す説明図である。

【図 1 2】本発明の実施例 1 ~ 6 に係る撮像レンズのレンズデータのうち、非球面のデータを示す説明図である。

【図 1 3】本発明の実施例 7 ~ 1 3 に係る撮像レンズのレンズデータのうち、基本的なデータを示す説明図である。

【図 1 4】本発明の実施例 7 ~ 1 3 に係る撮像レンズのレンズデータのうち、非球面のデータを示す説明図である。 30

【図 1 5】実施例 1 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 1 6】実施例 2 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 1 7】実施例 3 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 1 8】実施例 4 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 1 9】実施例 5 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 0】実施例 6 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 1】実施例 7 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 2】実施例 8 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 3】実施例 9 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。 40

【図 2 4】実施例 1 0 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 5】実施例 1 1 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【図 2 6】実施例 1 2 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

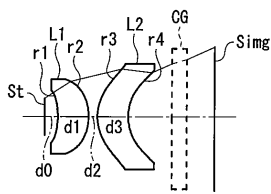
【図 2 7】実施例 1 3 の撮像レンズについての諸収差を示す図である。

【符号の説明】

L 1 ... 第 1 レンズ、L 2 ... 第 2 レンズ、C G ... 平行平板、Z 1 ... 光軸。

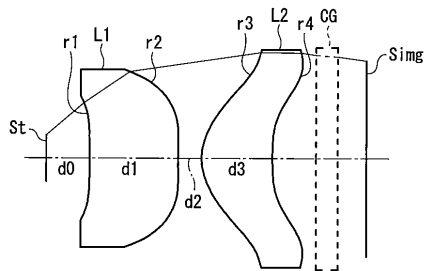
【 図 1 】

実施例1



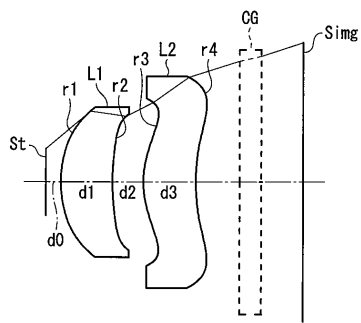
【 図 2 】

実施例2



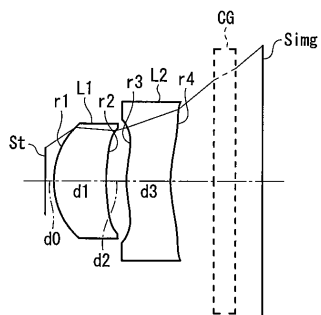
【 図 5 】

実施例7



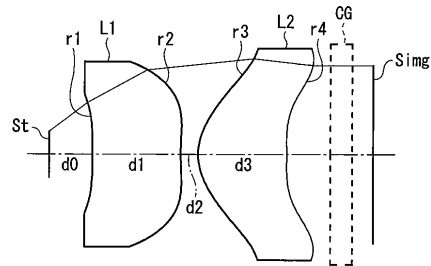
【 図 6 】

実施例8, 9



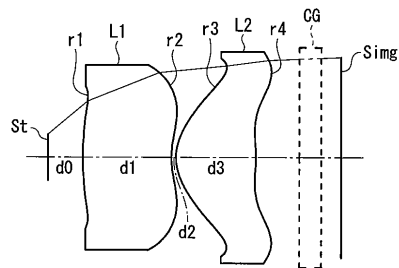
【 図 3 】

実施例3, 4



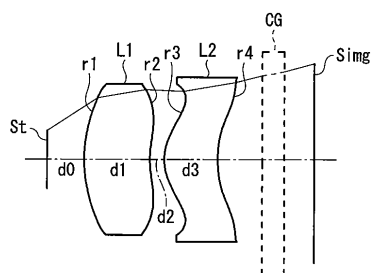
【 図 4 】

実施例5, 6



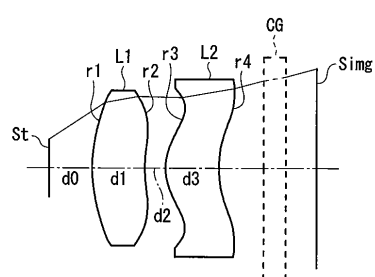
【 図 7 】

実施例10



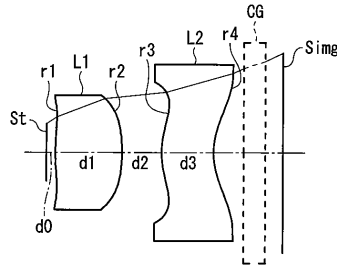
【 図 8 】

実施例11

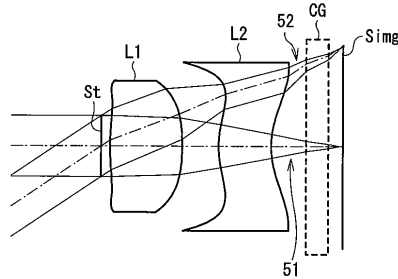


【図9】

実施例12, 13



【図10】



【図12】

|              | No. | 実施例1        | 実施例2        | 実施例3        | 実施例4        | 実施例5        | 実施例6        |
|--------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 非球面係数<br>第1面 | K   | 5.46236E+0  | -5.73912E+0 | -5.73912E+0 | -5.73912E+0 | -5.73912E+0 | -5.73912E+0 |
|              | A4  | 3.16167E-2  | -1.61356E-2 | -1.85912E-2 | 6.70437E-3  | 5.29184E-3  | 5.29184E-3  |
|              | A6  | -3.14787E-2 | -5.66824E-3 | -5.48212E-3 | -5.52092E-3 | 5.51845E-3  | 1.30161E-3  |
|              | A8  | -5.87570E-1 | -2.00846E-2 | -1.83873E-2 | -1.73933E-2 | -3.92123E-3 | 1.82677E-3  |
| 非球面係数<br>第2面 | A10 | -2.21697E+0 | 8.20392E-3  | 8.08687E-3  | 9.10823E-3  | -5.55102E-4 | -8.21953E-3 |
|              | K   | 1.84382E+0  | 4.50936E-1  | 4.50339E-1  | 4.51049E-1  | 3.83888E-1  | 2.49407E-1  |
|              | A4  | -1.55226E-2 | -1.44417E-1 | -1.46805E-1 | -1.45530E-1 | -1.51962E-1 | -1.69505E-1 |
|              | A6  | -9.66662E-2 | 3.20510E-2  | 3.08450E-2  | 3.29461E-2  | 2.01089E-2  | 2.71991E-2  |
| 非球面係数<br>第3面 | A8  | 7.29696E-2  | -4.39887E-3 | -4.43517E-3 | -5.70002E-3 | 1.70547E-4  | 3.06687E-4  |
|              | A10 | -3.17440E-5 | 6.52813E-5  | 3.17682E-4  | -3.47513E-4 | -1.13938E-3 | -1.13938E-3 |
|              | K   | 2.30137E-1  | -2.35265E-2 | -1.00899E-1 | -1.30507E-1 | -3.07421E-1 | -2.93041E-1 |
|              | A3  | 1.85719E-2  | -3.63811E-2 | -3.84242E-2 | -3.92555E-2 | -4.33825E-2 | -4.44795E-2 |
| 非球面係数<br>第4面 | A5  | -4.17506E-2 | 1.27095E-2  | 1.31613E-2  | 1.28950E-2  | 1.70826E-2  | 1.09101E-2  |
|              | A6  | -4.83449E-3 | -3.60835E-3 | -2.95138E-3 | -2.83396E-3 | -2.98983E-3 | -9.58117E-4 |
|              | A8  | -4.83449E-3 | -3.60835E-3 | -2.95138E-3 | -2.83396E-3 | -2.98983E-3 | -9.58117E-4 |
|              | A10 | 1.08370E+0  | 3.72018E-1  | 3.72038E-1  | 3.72035E-1  | 3.58809E-1  | 3.70722E-1  |
| 非球面係数<br>第5面 | K   | 2.90231E-4  | 1.84241E-4  | 1.96295E-4  | 2.01933E-5  | -3.54885E-4 | -3.54885E-4 |
|              | A3  | 2.10920E-1  | 1.62854E-1  | 1.70153E-1  | 1.70269E-1  | 2.03103E-1  | 1.91238E-1  |
|              | A5  | -1.72799E-1 | -5.28833E-2 | -5.01230E-2 | -5.08813E-2 | -5.88102E-2 | -7.06007E-2 |
|              | A7  | -4.54405E-2 | 6.10245E-3  | 5.44566E-3  | 5.87775E-3  | 6.21637E-3  | 1.05705E-2  |
| 非球面係数<br>第6面 | A9  | -2.48354E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 |
|              | A10 | -2.48354E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 | -2.23659E-4 |

【図11】

|                     | No.   | 実施例1        | 実施例2        | 実施例3        | 実施例4        | 実施例5        | 実施例6        |
|---------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 曲率半径                | r1    | -1.7118     | -22.1504    | -31.2953    | -11.6877    | 7.7504      | 11.2013     |
|                     | r2    | -1.1771     | 9.9568      | 5.2695      | 4.7916      | 2.0368      | 2.1137      |
|                     | r3    | 1.0546      | 1.2576      | 1.2602      | 1.2650      | 1.1267      | 1.1479      |
|                     | r4    | 1.2151      | 13.1487     | -22.7601    | -17.9564    | -4.1703     | -4.3873     |
| 厚さ・間隔               | d0    | 0.3000      | 1.0000      | 1.0000      | 0.0000      | 0.8000      | 0.8000      |
|                     | d1    | 0.7000      | 2.0000      | 2.0000      | 2.0000      | 2.0000      | 1.5000      |
|                     | d2    | 0.2000      | 0.5251      | 0.3910      | 0.3910      | 0.1000      | 0.1730      |
|                     | d3    | 0.7000      | 1.8000      | 1.8000      | 2.0000      | 1.8000      | 1.8000      |
| 屈折率<br>(λ=546.07nm) | N1    | 1.52876     | 1.52876     | 1.52876     | 1.53331     | 1.52876     | 1.52876     |
|                     | N2    | 1.49227     | 1.52876     | 1.52876     | 1.53331     | 1.52876     | 1.52876     |
|                     | νd1   | 51.0        | 51.0        | 51.0        | 64.6        | 51.0        | 51.0        |
|                     | νd2   | 57.5        | 51.0        | 51.0        | 64.6        | 51.0        | 51.0        |
| 加「ガ」厚さ<br>加「ガ」屈折率   | CG    | 0.35        | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        |
|                     | N(CG) | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     |
|                     | F/N0  | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         |
|                     | F     | 2.450       | 2.900       | 2.900       | 2.895       | 2.900       | 2.900       |
| 焦点距離<br>ハ「ワ」ハ<br>面角 | Bf    | 1.872       | 1.980       | 1.976       | 1.808       | 1.778       | 1.963       |
|                     | 2ω    | 67          | 69          | 69          | 69          | 69          | 69          |
|                     | TCL   | 3.772       | 7.105       | 7.167       | 7.199       | 6.478       | 6.236       |
|                     | C01   | -2.37812E+2 | -2.37812E+2 | -2.37812E+2 | -2.37812E+2 | -2.37812E+2 | -2.37812E+2 |
| DOE係数               |       |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |

【図13】

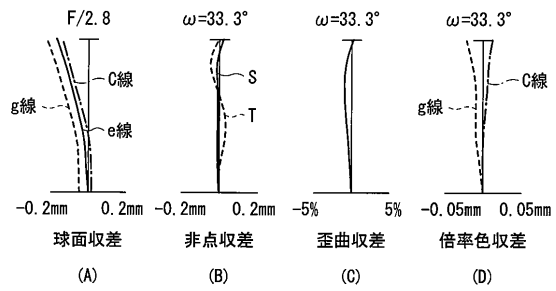
|                     | No.   | 実施例7        | 実施例8        | 実施例9        | 実施例10       | 実施例11       | 実施例12       | 実施例13       |
|---------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 曲率半径                | r1    | 2.6363      | 2.2884      | 1.8735      | 3.1051      | 3.1182      | 5.5044      | 5.1114      |
|                     | r2    | 4.5145      | 3.2566      | 3.6085      | 2.1496      | 2.4293      | -4.4454     | -4.7336     |
|                     | r3    | 2.0859      | 1.7841      | 1.7947      | 1.0771      | 1.2044      | 1.8389      | 1.8964      |
|                     | r4    | 5.6949      | 3.3750      | 1.9050      | 3.1037      | 3.2136      | 1.5846      | 1.6914      |
| 厚さ・間隔               | d0    | 0.3508      | 0.3000      | 0.2000      | 0.84928     | 0.98192     | 0.20639     | 0.20023     |
|                     | d1    | 1.2000      | 1.3145      | 1.2083      | 1.50001     | 1.20000     | 1.51876     | 1.62454     |
|                     | d2    | 0.7127      | 0.5850      | 0.4602      | 0.32098     | 0.46898     | 0.91525     | 0.83316     |
|                     | d3    | 1.2014      | 1.2000      | 1.0000      | 1.20000     | 1.20000     | 1.20089     | 1.20201     |
| 屈折率<br>(λ=546.07nm) | N1    | 1.51081     | 1.51081     | 1.51081     | 1.510812    | 1.510812    | 1.510812    | 1.510812    |
|                     | N2    | 1.51081     | 1.51081     | 1.51081     | 1.510812    | 1.510812    | 1.588198    | 1.588198    |
|                     | νd1   | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        |
|                     | νd2   | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 56.0        | 30.3        | 30.3        |
| 加「ガ」厚さ<br>加「ガ」屈折率   | CG    | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        | 0.50        |
|                     | N(CG) | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     | 1.51872     |
|                     | F/N0  | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         | 2.8         |
|                     | F     | 4.200       | 4.200       | 4.200       | 3.620       | 3.572       | 3.570       | 3.570       |
| 焦点距離<br>ハ「ワ」ハ<br>面角 | Bf    | 2.301       | 2.100       | 1.907       | 2.034       | 1.435       | 1.462       | 1.462       |
|                     | 2ω    | 69          | 69          | 69          | 62          | 62          | 62          | 62          |
|                     | TCL   | 5.766       | 5.499       | 4.775       | 5.881       | 5.885       | 5.276       | 5.322       |
|                     | C01   | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 | -1.14465E+2 |
| DOE係数               |       |             |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |             |
|                     |       |             |             |             |             |             |             |             |

【図 14】

| No. | 実施例7        | 実施例8        | 実施例9        | 実施例10       | 実施例11       | 実施例12       | 実施例13       |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| K   | -5.25973E-2 | 2.84304E+0  | -1.06047E+0 | -6.29986E+0 | -6.19499E+0 | -6.34589E+0 | -6.33819E+0 |
| A4  | 4.05541E-2  | 6.26507E-2  | 7.15253E-2  | 1.53798E-2  | -8.44727E-3 | -1.32350E-2 | -6.19819E-3 |
| A6  | 6.15047E-3  | 7.19804E-3  | -9.28424E-3 | 1.21692E-2  | 2.27410E-2  | -4.85461E-2 | -4.89325E-2 |
| A8  | -1.23399E-3 | -2.66734E-3 | 3.73723E-3  | -1.11344E-2 | -1.27301E-2 | -1.43777E-2 | -1.32574E-2 |
| A10 | 7.60464E-6  | 5.90432E-4  | -2.22709E-4 | 2.54928E-3  | 2.36999E-3  | 1.72324E-2  | 1.68264E-2  |
| K   | 9.67175E-2  | 1.64448E-2  | -2.67306E-1 | -1.51482E+0 | -9.58202E-1 | -1.37158E+0 | -1.33683E+0 |
| A4  | -4.52384E-2 | -4.47957E-2 | -9.56477E-2 | -2.08165E-1 | -1.93610E-1 | -1.21929E-1 | -1.25998E-1 |
| A6  | 1.91970E-2  | 3.98830E-2  | 7.80424E-2  | 8.89807E-2  | 7.49288E-2  | 4.13886E-2  | 4.53613E-2  |
| A8  | 1.08049E-3  | 3.52573E-3  | 1.45746E-2  | -2.55657E-2 | -2.07462E-2 | -1.92022E-2 | -1.91640E-2 |
| A10 | -9.21900E-4 | -3.75426E-3 | -5.55543E-3 | 3.11514E-3  | 2.56030E-3  | 7.99612E-4  | 1.03630E-3  |
| K   | -3.75860E-1 | -6.60892E-1 | 7.51249E-1  | -1.18770E+0 | -1.18366E+0 | 8.81571E-1  | 9.94979E-1  |
| A4  | -4.43633E-2 | -1.19134E-1 | -4.43633E-2 | -3.37577E-3 | 2.34717E-3  | -4.15233E-2 | -4.41360E-2 |
| A6  | -2.16034E-2 | 1.07778E-2  | -6.46100E-2 | -3.37577E-3 | 2.34717E-3  | 2.27878E-3  | -6.34328E-3 |
| A8  | -9.27519E-3 | 7.03438E-3  | -8.53700E-3 | -1.52130E-2 | -1.52130E-2 | -1.16759E-1 | -1.11340E-1 |
| A10 | 5.15785E-3  | 3.41426E-3  | 3.39927E-3  | -6.91941E-3 | -1.10925E-2 | 5.03724E-2  | 4.74497E-2  |
| K   | -1.44464E-3 | 4.21151E-4  | -4.21151E-4 | 1.09013E-3  | 2.83169E-3  | 5.60947E-1  | 6.40420E-1  |
| A4  | 2.55897E-1  | 3.92356E-1  | 9.13974E-1  | 2.66840E+0  | 1.01569E+0  | 1.14966E-2  | -5.78488E-4 |
| A6  | 3.62277E-2  | 3.62928E-2  | 4.21846E-2  | 1.27685E-1  | 1.25562E-1  | -4.55428E-2 | -3.55185E-2 |
| A8  | -1.99749E-2 | 2.13680E-2  | -2.16580E-2 | -1.17643E-1 | -1.12639E-1 | -6.39583E-2 | -5.40817E-2 |
| A10 | 3.19498E-3  | 5.33612E-5  | 1.25086E-5  | 3.18908E-2  | 2.97641E-2  | 6.87192E-3  | 2.45232E-3  |
| K   | -2.55817E-4 | -3.37268E-4 | -3.37268E-4 | -3.45215E-3 | -2.74154E-3 | -9.54638E-3 | -7.75838E-3 |

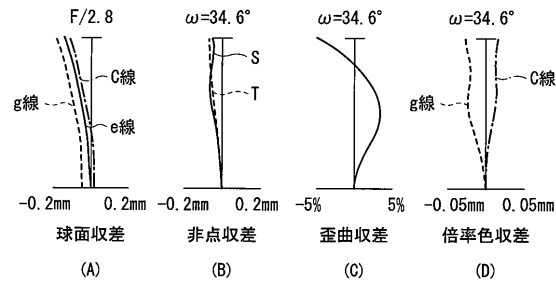
【図 15】

実施例1



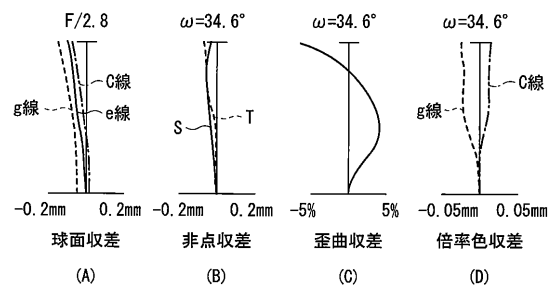
【図 16】

実施例2



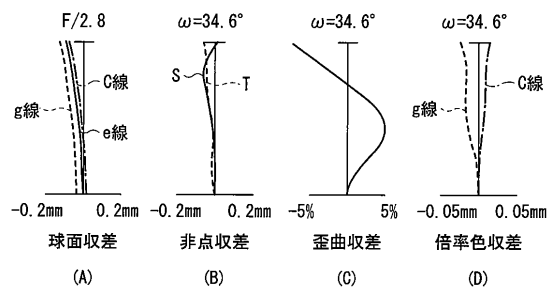
【図 17】

実施例3



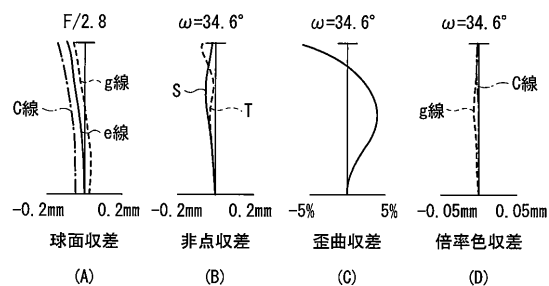
【図 19】

実施例5



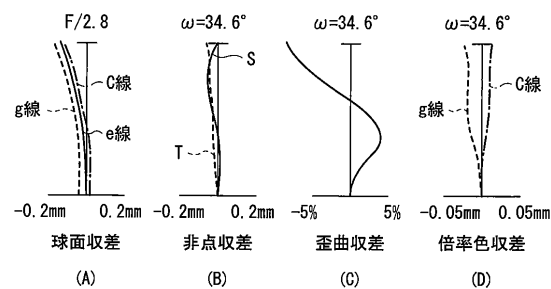
【図 18】

実施例4



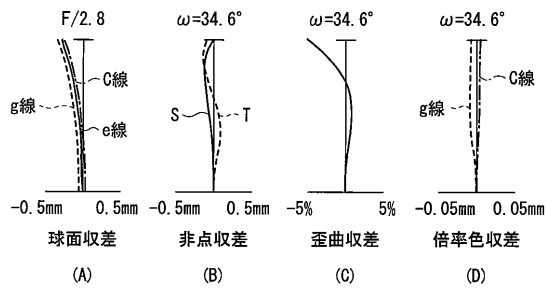
【図 20】

実施例6



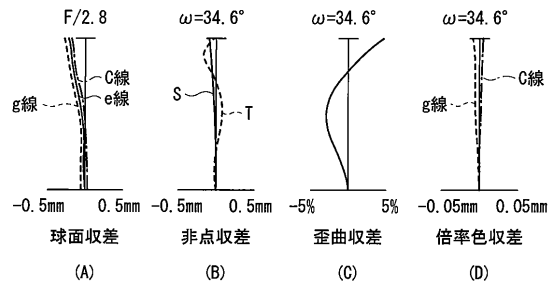
【図 2 1】

実施例7



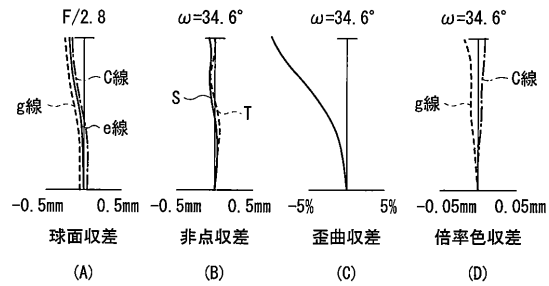
【図 2 3】

実施例9



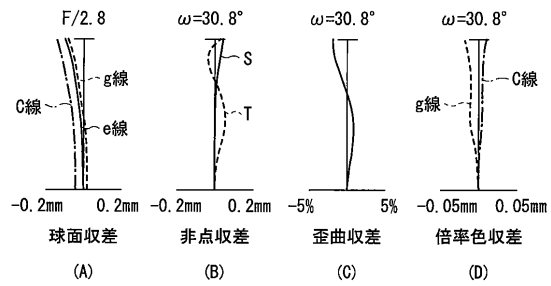
【図 2 2】

実施例8



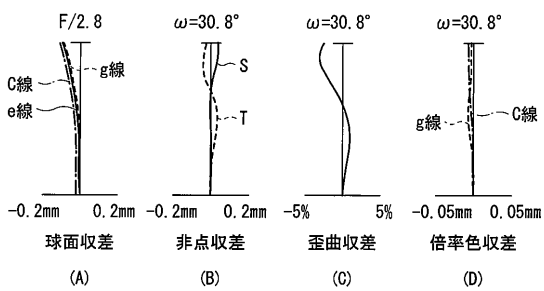
【図 2 4】

実施例10



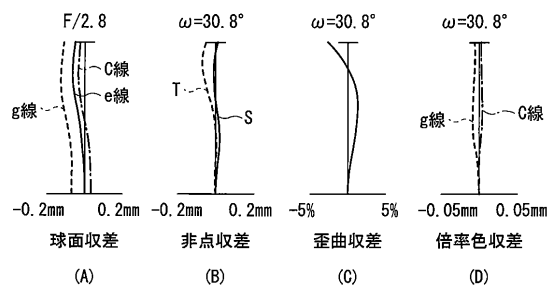
【図 2 5】

実施例11



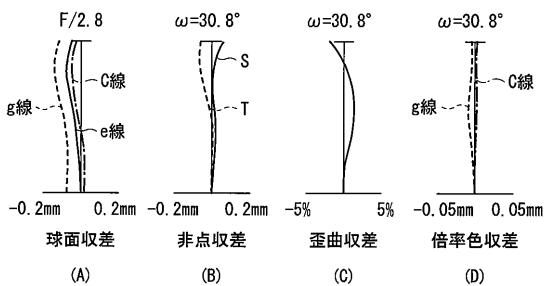
【図 2 7】

実施例13



【図 2 6】

実施例12



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09 - 197273 (JP, A)  
特開平01 - 245211 (JP, A)  
特開2003 - 075719 (JP, A)  
特開2002 - 072079 (JP, A)  
特開2004 - 205887 (JP, A)  
特開2004 - 191844 (JP, A)  
特開2004 - 145183 (JP, A)  
特開2004 - 109585 (JP, A)  
特開2004 - 004742 (JP, A)  
特開2003 - 329922 (JP, A)  
特開2003 - 329921 (JP, A)  
特開2003 - 227999 (JP, A)  
特開2004 - 252067 (JP, A)  
特開2004 - 246169 (JP, A)  
特開2004 - 246168 (JP, A)  
特開2004 - 004620 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 13/00

G02B 9/00