

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6208003号
(P6208003)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 13/00
G02B 13/18

請求項の数 15 (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2013-267018 (P2013-267018)
 (22) 出願日 平成25年12月25日 (2013.12.25)
 (65) 公開番号 特開2015-125149 (P2015-125149A)
 (43) 公開日 平成27年7月6日 (2015.7.6)
 審査請求日 平成28年3月9日 (2016.3.9)

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 110001519
 特許業務法人太陽国際特許事務所
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 浅見 太郎
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フィルム株式会社内
 審査官 小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式を満足する撮像レンズ。

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f \quad (1)$$

$$f_2 / f < 1.68 \quad (2)$$

$$1.1 < (R_1 f + R_1 r) / (R_1 f - R_1 r) < 2.2 \quad (3-3)$$

$$-2.5 < (R_5 f + R_5 r) / (R_5 f - R_5 r) < -0.25 \quad (11)$$

10

ただし、

D_{b12} : 前記第1レンズと前記第2レンズの光軸上の空気間隔D₃ : 前記第2レンズの中心厚f₂ : 前記第2レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

R_{1f} : 前記第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径R_{1r} : 前記第1レンズの像側の面の近軸曲率半径R_{5f} : 前記第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径R_{5r} : 前記第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項 2】

20

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式を満足する撮像レンズ。

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f \quad (1)$$

$$f_2 / f < 1.68 \quad (2)$$

$$1.1 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) < 2.2 \quad (3-3)$$

$$d_3 < 30 \quad (18)$$

ただし、

D_{b12} ：前記第1レンズと前記第2レンズの光軸上の空気間隔

10

D_3 ：前記第2レンズの中心厚

f_2 ：前記第2レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

R_{1f} ：前記第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{1r} ：前記第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

d_3 ：前記第3レンズの材質のd線に対するアッベ数

【請求項3】

下記条件式を満足する請求項1または2記載の撮像レンズ。

$$0.0 < R_{1f} / f \quad (13)$$

ただし、

20

R_{1f} ：前記第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

f ：全系の焦点距離

【請求項4】

下記条件式を満足する請求項1から3のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-3.0 < f_1 / f < -0.5 \quad (14)$$

ただし、

f_1 ：前記第1レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項5】

下記条件式を満足する請求項1から4のいずれか1項記載の撮像レンズ。

30

$$-0.15 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) \quad (10)$$

ただし、

R_{2f} ：前記第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{2r} ：前記第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項6】

下記条件式を満足する請求項1から5のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$1.1 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) < 2.0 \quad (3-4)$$

ただし、

R_{1f} ：前記第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{1r} ：前記第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

40

【請求項7】

下記条件式を満足する請求項1から6のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$f_{12} / f < 2.5 \quad (8)$$

ただし、

f_{12} ：前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項8】

下記条件式を満足する請求項1から7のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.0 < f_4 / f < 2.45 \quad (5)$$

ただし、

50

f_4 : 前記第4レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

【請求項9】

下記条件式を満足する請求項1から8のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.1 < f_{12} / f_{3456} < 2.0 \quad (15)$$

ただし、

f_{12} : 前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離

f_{3456} : 前記第3レンズから前記第6レンズまでの合成焦点距離

【請求項10】

下記条件式を満足する請求項2記載の撮像レンズ。

$$-2.5 < (R_5 f + R_5 r) / (R_5 f - R_5 r) < -0.25 \quad (11)$$

ただし、

$R_5 f$: 前記第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R_5 r$: 前記第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項11】

下記条件式を満足する請求項1から10のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.2 < (D_3 + D_{b23}) / f < 3.0 \quad (16)$$

ただし、

D_3 : 前記第2レンズの中心厚

D_{b23} : 前記第2レンズと前記第3レンズの光軸上の空気間隔

f : 全系の焦点距離

【請求項12】

下記条件式を満足する請求項1から11のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-3.0 < f_1 / f_2 < -0.2 \quad (17)$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

f_2 : 前記第2レンズの焦点距離

【請求項13】

前記第4レンズが両凸レンズである請求項1から12のいずれか1項記載の撮像レンズ

。

30

【請求項14】

下記条件式を満足する請求項1から13のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.38 < D_{b12} / f \quad (7)$$

ただし、

D_{b12} : 前記第1レンズと前記第2レンズの光軸上の空気間隔

f : 全系の焦点距離

【請求項15】

請求項1から14のいずれか1項記載の撮像レンズを備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像レンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を用いた車載用カメラ、携帯端末用カメラ、監視カメラ等に使用されるのに好適な撮像レンズ、および該撮像レンズを備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

CCDやCMOS等の撮像素子は近年非常に小型化及び高画素化が進んでいる。それとともに、これら撮像素子を備えた撮像機器本体も小型化が進み、それに搭載される撮像レ

40

50

ンズにも良好な光学性能に加え、小型化が求められている。一方、車載用カメラや監視カメラ等の用途では、小型化とともに、安価に構成可能で、広角で高性能であることが求められている。

【0003】

下記特許文献1には、車載用カメラに搭載される撮像レンズとして、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズ、負レンズが配置された6枚構成のレンズ系が記載されている。また、下記特許文献2には、上記と同様の屈折力（以下、パワーともいう）配列の6枚構成の画像読取レンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】国際公開WO2012/086199A1号公報

【特許文献2】特開2009-204997号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、車載用カメラや監視カメラ等に搭載されるレンズに対する要求は年々厳しくなっており、小型で広角の構成を有しながら、さらなる高性能化を実現することが求められている。

【0006】

20

本発明は、上記事情に鑑み、小型かつ広角で、さらなる高性能化が実現可能な撮像レンズ、およびこの撮像レンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式を満足するものである。

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f \quad (1)$$

$$f_2 / f < 1.68 \quad (2)$$

30

$$1.1 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) < 2.2 \quad (3-3)$$

$$-2.5 < (R_{5f} + R_{5r}) / (R_{5f} - R_{5r}) < -0.25 \quad (11)$$

ただし、

D_{b12} ：第1レンズと第2レンズの光軸上の空気間隔

D_3 ：第2レンズの中心厚

f_2 ：第2レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

R_{1f} ：第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{1r} ：第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{5f} ：第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

40

R_{5r} ：第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

【0008】

本発明の第2の撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式を満足するものである。

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f \quad (1)$$

$$f_2 / f < 1.68 \quad (2)$$

$$1.1 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) < 2.2 \quad (3-3)$$

$$d_3 < 30 \quad (18)$$

50

ただし、

D b 1 2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの光軸上の空気間隔

D 3 : 第 2 レンズの中心厚

f 2 : 第 2 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

R 1 f : 第 1 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R 1 r : 第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径

d 3 : 第 3 レンズの材質の d 線に対するアッベ数

【 0 0 1 1 】

また、本発明の第 1、第 2 の撮像レンズにおいては、下記条件式(3-4)、(5)、(7)、(8)、(10)、(11)、(13)～(17)を満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、これらの条件式のいずれか 1 つの構成を有するものでもよく、あるいは任意の 2 つ以上を組合せた構成を有するものでもよい。

$$1.1 < (R 1 f + R 1 r) / (R 1 f - R 1 r) < 2.0 \quad (3-4)$$

$$0.0 < f 4 / f < 2.45 \quad (5)$$

$$0.38 < D b 1 2 / f \quad (7)$$

$$f 1 2 / f < 2.5 \quad (8)$$

$$-0.15 < (R 2 f + R 2 r) / (R 2 f - R 2 r) \quad (10)$$

$$-2.5 < (R 5 f + R 5 r) / (R 5 f - R 5 r) < -0.25 \quad (11)$$

$$0.0 < R 1 f / f \quad (13)$$

$$-3.0 < f 1 / f < -0.5 \quad (14)$$

$$0.1 < f 1 2 / f 3 4 5 6 < 2.0 \quad (15)$$

$$0.2 < (D 3 + D b 2 3) / f < 3.0 \quad (16)$$

$$-3.0 < f 1 / f 2 < -0.2 \quad (17)$$

ただし、

R 1 f : 第 1 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R 1 r : 第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径

R 2 f : 第 2 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R 2 r : 第 2 レンズの像側の面の近軸曲率半径

R 5 f : 第 5 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R 5 r : 第 5 レンズの像側の面の近軸曲率半径

D 3 : 第 2 レンズの中心厚

D b 1 2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの光軸上の空気間隔

D b 2 3 : 第 2 レンズと第 3 レンズの光軸上の空気間隔

f : 全系の焦点距離

f 1 : 第 1 レンズの焦点距離

f 2 : 第 2 レンズの焦点距離

f 4 : 第 4 レンズの焦点距離

f 1 2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの合成焦点距離

f 3 4 5 6 : 第 3 レンズから第 6 レンズまでの合成焦点距離

d 3 : 第 3 レンズの材質の d 線に対するアッベ数

【 0 0 1 2 】

また、本発明の第 1、第 2 の撮像レンズにおいては、第 4 レンズが両凸レンズであることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

なお、本発明においては、屈折力(パワー)の符号、面の凹凸形状は、非球面が含まれているものについては特に断りのない限り近軸領域で考えるものとする。また、本発明においては、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸面を向けた場合を正、像側に凸面を向けた場合を負とすることにする。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

なお、上記の「～とから構成される実質的に6枚のレンズからなり」の「実質的に」とは、本発明の撮像レンズが6枚のレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、手振れ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

【0015】

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の撮像レンズを備えたものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明の撮像レンズによれば、6枚のレンズ系において、パワー配列を好適に設定し、所定の条件式を満足するように構成しているため、小型かつ広角で、さらなる高性能化が可能なレンズ系を実現することができる。 10

【0017】

本発明の撮像装置によれば、本発明の撮像レンズを備えているため、小型に構成でき、広い画角を有し、解像度の高い良好な像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態にかかる撮像レンズの構成と光路を示す図

【図2】本発明の実施例1の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図3】本発明の実施例2の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図4】本発明の実施例3の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

20

【図5】本発明の実施例4の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図6】本発明の実施例5の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図7】本発明の実施例6の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図8】本発明の実施例7の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図9】本発明の実施例8の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図10】本発明の実施例9の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図11】本発明の実施例10の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図12】本発明の実施例11の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図13】本発明の実施例12の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

30

【図14】本発明の実施例13の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図15】本発明の実施例14の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図16】本発明の実施例15の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図17】本発明の実施例16の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図18】本発明の実施例17の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図19】本発明の実施例18の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図20】本発明の実施例19の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図21】本発明の実施例20の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図22】本発明の実施例19の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図23】本発明の実施例20の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図24】本発明の実施例1の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

40

【図25】本発明の実施例2の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図26】本発明の実施例3の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図27】本発明の実施例4の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図28】本発明の実施例5の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図29】本発明の実施例6の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、

50

非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図30】本発明の実施例7の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図31】本発明の実施例8の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図32】本発明の実施例9の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図33】本発明の実施例10の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図34】本発明の実施例11の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図35】本発明の実施例12の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図36】本発明の実施例13の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図37】本発明の実施例14の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図38】本発明の実施例15の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図39】本発明の実施例16の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図40】本発明の実施例17の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図41】本発明の実施例18の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図42】本発明の実施例19の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図43】本発明の実施例20の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図44】本発明の実施例21の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図45】本発明の実施例22の撮像レンズの諸収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、ディストーション図、倍率色収差図

【図46】本発明の実施形態にかかる車載用の撮像装置の配置を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

〔撮像レンズの実施形態〕

まず、図1を参照しながら、本発明の実施形態にかかる撮像レンズについて説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る撮像レンズ1の構成と光路を示す図である。なお、図1に示す撮像レンズ1は後述する本発明の実施例1に係る撮像レンズに対応するものである。図1では、図の左側が物体側、右側が像側であり、無限遠の距離にある物点からの軸上光束2、最大全画角に関する軸外光束3、4も併せて示してある。

【0021】

図1では、撮像レンズ1が撮像装置に適用される場合を考慮して、撮像レンズ1の像点P_{1m}を含む像面S_{1m}に配置された撮像素子5も図示している。撮像素子5は、撮像レンズ1により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えばCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサ等を用いることができる。

【0022】

10

20

30

40

50

なお、撮像レンズ1を撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、カバーガラスや、ローパスフィルタまたは赤外線カットフィルタ等を設けることが好ましく、図1では、これらを想定した平行平板状の光学部材PPを最も像側のレンズと撮像素子5(像面Sim)の間に配置した例を示している。

【0023】

撮像レンズ1は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、負の屈折力を有する第6レンズL6とから構成される実質的に6枚のレンズからなる。なお、図1には開口絞りStも図示しているが、図示されている開口絞りStは、形状や大きさを表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

【0024】

最も物体側に負の第1レンズL1を配置することで広角化に有利となる。第3レンズL3、第4レンズL4をそれぞれ負レンズ、正レンズとすることで、軸上色収差の良好な補正に有利となる。第5レンズL5、第6レンズL6をそれぞれ正レンズ、負レンズとすることで、倍率の色収差の良好な補正に有利となる。物体側から順に、負、正、負、正、正、負のパワー配列とすることで、小さなFナンバー、広い画角、良好な解像性能の実現に有利となる。

【0025】

撮像レンズ1は、以下の条件式(1)~(21)のいずれか1つまたは任意の組合せを満足することが好ましい。

$$1.0 < (D_{b12} + D_{3}) / f \quad (1)$$

$$f_{2} / f < 1.68 \quad (2)$$

$$1.0 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) \quad (3)$$

$$1.6 < f_{3456} / f \quad (4)$$

$$0.0 < f_{4} / f < 2.45 \quad (5)$$

$$d_6 < 30 \quad (6)$$

$$0.38 < D_{b12} / f \quad (7)$$

$$f_{12} / f < 2.5 \quad (8)$$

$$f_{5} / f < 5.0 \quad (9)$$

$$-0.15 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) \quad (10)$$

$$-2.5 < (R_{5f} + R_{5r}) / (R_{5f} - R_{5r}) < -0.25 \quad (11)$$

$$-4.0 < (R_{6f} + R_{6r}) / (R_{6f} - R_{6r}) \quad (12)$$

$$0.0 < R_{1f} / f \quad (13)$$

$$-3.0 < f_{1} / f < -0.5 \quad (14)$$

$$0.1 < f_{12} / f_{3456} < 2.0 \quad (15)$$

$$0.2 < (D_{3} + D_{b23}) / f < 3.0 \quad (16)$$

$$-3.0 < f_{1} / f_{2} < -0.2 \quad (17)$$

$$d_3 < 30 \quad (18)$$

$$0.3 < f_{4} / f_{5} \quad (19)$$

$$0.3 < f_{56} / f \quad (20)$$

$$0.17 < D_{b23} / f \quad (21)$$

ただし、

R_{1f} : 第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{1r} : 第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{2f} : 第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{2r} : 第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{5f} : 第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{5r} : 第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{6f} : 第6レンズの物体側の面の近軸曲率半径

10

20

30

40

50

R 6 r : 第 6 レンズの像側の面の近軸曲率半径
 D 3 : 第 2 レンズの中心厚
 D b 1 2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの光軸上の空気間隔
 D b 2 3 : 第 2 レンズと第 3 レンズの光軸上の空気間隔
 f : 全系の焦点距離
 f 1 : 第 1 レンズの焦点距離
 f 2 : 第 2 レンズの焦点距離
 f 4 : 第 4 レンズの焦点距離
 f 5 : 第 5 レンズの焦点距離
 f 1 2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの合成焦点距離
 f 5 6 : 第 5 レンズと第 6 レンズの合成焦点距離
 f 3 4 5 6 : 第 3 レンズから第 6 レンズまでの合成焦点距離

10

d 3 : 第 3 レンズの材質の d 線に対するアッベ数
 d 6 : 第 6 レンズの材質の d 線に対するアッベ数

【 0 0 2 6 】

条件式 (1) の下限以下とならないように構成することで、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 の空気間隔、第 2 レンズ L 2 の中心厚を大きくすることが容易となり、非点収差とディストーションの補正が容易となる。

【 0 0 2 7 】

条件式 (2) の上限以上とならないように構成することで、第 2 レンズ L 2 のパワーを強くすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

20

【 0 0 2 8 】

条件式 (3) の下限以下とならないように構成することで、負レンズである第 1 レンズ L 1 を物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとすることができる、ディストーションの補正が容易となる。

【 0 0 2 9 】

条件式 (4) の下限以下とならないように構成することで、第 3 レンズ L 3 から第 6 レンズ L 6 の合成パワーが強くなりすぎることを防ぐのが容易となり、バックフォーカスを長くすることが容易となる。

【 0 0 3 0 】

30

条件式 (5) の上限以上とならないように構成することで、第 4 レンズ L 4 のパワーを強くすることが容易となり、第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 とを協働させて軸上色収差を補正することが容易となる。条件式 (5) の下限以下とならないように構成することで、第 4 レンズ L 4 のパワーが強くなりすぎることを抑えることが容易となり、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズとで正のパワーを分割することが容易となり、球面収差の補正が容易となる。

【 0 0 3 1 】

条件式 (6) の上限以上とならないように構成することで、第 6 レンズ L 6 のアッベ数を小さくすることが容易となり、倍率の色収差の補正が容易となる。

【 0 0 3 2 】

40

条件式 (7) の下限以下とならないように構成することで、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 の空気間隔を大きくすることが容易となり、非点収差とディストーションの補正が容易となる。

【 0 0 3 3 】

条件式 (8) の上限以上とならないように構成することで、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 の合成焦点距離を小さく抑えることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

【 0 0 3 4 】

条件式 (9) の上限以上とならないように構成することで、第 5 レンズ L 5 のパワーを強くすることが容易となり、第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 とを協働させて倍率の色収差を補正することが容易となるか、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを

50

抑えることが容易となり、シェーディングを抑えることが容易となる。

【0035】

条件式(10)の下限以下とならないように構成することで、第2レンズL2の物体側の面の曲率半径の絶対値を大きくすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

【0036】

第5レンズは正レンズのため、条件式(11)を満足することで、第5レンズL5を物体側の面の曲率半径が像側の面の曲率半径より小さいレンズとすることが可能となる。これにより、球面収差と非点収差の補正が容易となる。条件式(11)の上限以上とならないように構成することで、物体側の面の曲率半径の絶対値が像側の面の曲率半径の絶対値より小さいレンズとすることが容易となる。これにより、球面収差と非点収差の補正が容易となる。条件式(11)の下限以下とならないように構成することで、第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となり、周辺光線が撮像素子に入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。

【0037】

条件式(12)の下限以下とならないように構成することで、第6レンズL6のパワーが弱くなりすぎるのを抑えることが容易となり、倍率の色収差の補正が容易となる。

【0038】

条件式(13)の下限以下とならないように構成することで、第1レンズL1の物体側の面を凸面とすることができます、第1レンズL1の物体側の面で光線が大きく屈折されるのを抑えることが容易となり、ディストーションの補正が容易となる。

【0039】

条件式(14)の上限以上とならないように構成することで、第1レンズL1のパワーを抑えることが容易となり、像面湾曲とディストーションの補正が容易となる。条件式(14)の下限以下とならないように構成することで、第1レンズL1のパワーを確保することが容易となり、広角化が容易となる。

【0040】

条件式(15)の上限以上とならないように構成することで、第1レンズL1、第2レンズL2の合成パワーを強くすることが容易となり、レンズ系の小型化と、非点収差の補正が容易となる、または、第3レンズL3から第6レンズL6の合成パワーを抑えることが容易となり、バックフォーカスを長くすることが容易となる。条件式(15)の下限以下とならないように構成することで、第1レンズL1と第2レンズL2の合成パワーを抑えることが容易となり、広角化が容易となる、または、第3レンズL3から第6レンズL6の合成パワーを強くすることが容易となり、球面収差の補正と、周辺の光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。

【0041】

条件式(16)の上限以上とならないように構成することで、レンズ系の小型化が容易となる。条件式(16)の下限以下とならないように構成することで、第2レンズL2の中心厚を大きくする、もしくは、第2レンズL2と第3レンズL3の間隔を広くすることが容易となり、球面収差、非点収差の補正が容易となる。

【0042】

条件式(17)の上限以上とならないように構成することで、第1レンズL1のパワーを抑えることが容易となる、または、第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、球面収差、非点収差の補正が容易となる。条件式(17)の下限以下とならないように構成することで、第1レンズL1のパワーを強くすることが容易となり、広角化が容易となる。

【0043】

条件式(18)の上限以上とならないように構成することで、軸上の色収差を良好に補正することが容易となる。

【0044】

条件式(19)の下限以下とならないように構成することで、第4レンズL4のパワー

10

20

30

40

50

が強くなりすぎると抑えることが容易となる、または、第5レンズL5のパワーが弱くなりすぎると抑えることが容易となり、第4レンズL4、第5レンズL5のどちらかにパワーが偏るのを防ぐことが容易となり、球面収差を良好に補正することが容易となる。

【0045】

条件式(20)の下限以下とならないように構成することで、第5レンズL5と第6レンズL6の合成焦点距離を正の値で大きくすることが容易となり、バックフォーカスを長くすることが容易となる。

【0046】

条件式(21)の下限以下とならないように構成することで、第2レンズL2と第3レンズL3の空気間隔を大きくすることが容易となり、球面収差と非点収差の補正が容易となる。

10

【0047】

なお、上記の作用効果を高めるためには、上記の各条件式について、以下の変更値のように下限または上限を変更したり、さらに以下のように上限を追加したり、下限を追加したりしたものを満足することが好ましい。下記に例として好ましい条件式の変更例も記載するが、好ましい態様としては、式として記載されたものに限定されず、以下に述べる下限の変更値と上限の変更値とを組み合わせて構成される条件式を満足するものでもよい。

【0048】

条件式(1)の下限の変更値は1.08であることが好ましく、1.12であることがさらに好ましく、1.18であることがさらにより好ましい。条件式(1)に上限を追加してもよく、その上限は5.0とすることが好ましく、これにより第1レンズL1と第2レンズL2の空気間隔と、第2レンズL2の中心厚を抑えることが容易となり、レンズ系の小型化が容易となる。条件式(1)に追加する上限の変更値は3.0とすることが好ましく、2.0とすることがさらに好ましく、1.8とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

20

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f < 5.0 \quad (1-1)$$

$$1.0 < (D_{b12} + D_3) / f < 3.0 \quad (1-2)$$

$$1.08 < (D_{b12} + D_3) / f < 2.0 \quad (1-3)$$

$$1.12 < (D_{b12} + D_3) / f < 1.8 \quad (1-4)$$

$$1.18 < (D_{b12} + D_3) / f < 3.0 \quad (1-5)$$

30

【0049】

条件式(2)の上限の変更値は1.5であることが好ましく、1.4であることがさらに好ましく、1.3であることがさらにより好ましい。条件式(2)に下限を追加してもよく、その下限は0.3とすることが好ましく、これにより第2レンズL2のパワーが強くなりすぎると抑えることが容易となり、偏心に対する製造誤差の許容量を大きくすることができ、低コスト化が容易となる。条件式(2)に追加する下限の変更値は0.5とすることが好ましく、0.8とすることがさらに好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.3 < f_2 / f < 1.68 \quad (2-1)$$

40

$$0.3 < f_2 / f < 1.5 \quad (2-2)$$

$$0.5 < f_2 / f < 1.5 \quad (2-3)$$

$$0.8 < f_2 / f < 1.4 \quad (2-4)$$

$$0.3 < f_2 / f < 1.3 \quad (2-5)$$

【0050】

条件式(3)の下限の変更値は、1.1であることが好ましく、1.2であることがさらに好ましい。条件式(3)に上限を追加してもよく、その上限は3.0とすることが好ましく、これにより第1レンズL1の物体側の面と像側の面の曲率半径の絶対値の差を大きくすることが容易となり、広角化が容易となる。条件式(3)に追加する上限の変更値は2.7とすることがさらに好ましく、2.4とすることがさらにより好ましく、2.2とすることがさらによりいっそう好ましく、2.0とすることが特に好ましく、1.8と

50

することがさらに特に好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$\begin{aligned} 1.2 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & \quad (3-1) \\ 1.1 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 3.0 \quad (3-2) \\ 1.1 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 2.2 \quad (3-3) \\ 1.1 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 2.0 \quad (3-4) \\ 1.1 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 1.8 \quad (3-5) \\ 1.2 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 2.7 \quad (3-6) \\ 1.2 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 2.4 \quad (3-7) \\ 1.2 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) & < 2.2 \quad (3-8) \end{aligned}$$

10

【0051】

条件式(4)の下限の変更値は、1.7であることが好ましく、1.9であることがさらに好ましく、2.0であることがさらにより好ましい。条件式(4)に上限を追加してもよく、その上限は10.0とすることが好ましく、これにより第3レンズL3から第6レンズL6の合成パワーを強くすることが容易となり、球面収差、非点収差の補正が容易となる。条件式(4)に追加する上限の変更値は7.0であることが好ましく、5.0であることがさらに好ましく、4.0であることがさらにより好ましく、3.5であることがさらによりいっそう好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$\begin{aligned} 1.6 < f3456 / f & < 10.0 \quad (4-1) \\ 1.7 < f3456 / f & < 7.0 \quad (4-2) \\ 1.9 < f3456 / f & < 4.0 \quad (4-3) \\ 2.0 < f3456 / f & < 3.5 \quad (4-4) \end{aligned}$$

20

【0052】

条件式(5)の上限の変更値は2.4とすることが好ましく、2.3とすることがさらに好ましく、2.2とすることがさらにより好ましい。条件式(5)の下限の変更値は0.4とすることが好ましく、0.6とすることがさらに好ましく、0.9とすることがさらにより好ましく、1.1とすることがさらによりいっそう好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$\begin{aligned} 0.4 < f4 / f & < 2.45 \quad (5-1) \\ 0.6 < f4 / f & < 2.4 \quad (5-2) \\ 0.9 < f4 / f & < 2.3 \quad (5-3) \\ 1.1 < f4 / f & < 2.2 \quad (5-4) \end{aligned}$$

30

【0053】

条件式(6)の上限の変更値は2.8とすることが好ましく、2.6とすることがさらに好ましく、2.4とすることがさらにより好ましい。条件式(6)に下限を追加してもよく、その下限は1.8とすることが好ましく、これにより第6レンズL6のアッペ数が小さすぎて、材質のコストが高くなることを抑えることが容易となる。条件式(6)に追加する下限の変更値は1.9とすることが好ましく、2.0とすることがさらに好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

40

$$\begin{aligned} d6 < 2.8 & \quad (6-1) \\ d6 < 2.6 & \quad (6-2) \\ d6 < 2.4 & \quad (6-3) \\ 1.8 < d6 < 2.8 & \quad (6-4) \\ 1.9 < d6 < 2.6 & \quad (6-5) \\ 1.9 < d6 < 2.4 & \quad (6-6) \\ 2.0 < d6 < 3.0 & \quad (6-7) \end{aligned}$$

【0054】

条件式(7)に上限を追加してもよく、その上限は4.0とすることが好ましく、これにより第1レンズL1と第2レンズL2の空気間隔が大きくなるのを抑えることが容易と

50

なり、レンズ系の小型化が容易となる。条件式(7)に追加する上限の変更値は3.0とすることが好ましく、2.0とすることがさらに好ましく、1.0とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.38 < D_{b12} / f < 4.0 \quad (7-1)$$

$$0.38 < D_{b12} / f < 3.0 \quad (7-2)$$

$$0.38 < D_{b12} / f < 2.0 \quad (7-3)$$

$$0.38 < D_{b12} / f < 1.0 \quad (7-4)$$

【0055】

条件式(8)の上限の変更値は3.0とすることが好ましく、2.5とすることがさらに好ましく、2.0とすることがさらにより好ましく、1.8とすることがさらによりいっそう好ましい。条件式(8)に下限を追加してもよく、その下限は0.5とすることが好ましく、これにより第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離を正の値で大きくすることが容易となり、広角化が容易となる。条件式(8)に追加する下限の変更値は0.8とすることが好ましく、1.0とすることがさらに好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.5 < f_{12} / f < 2.5 \quad (8-1)$$

$$0.5 < f_{12} / f < 2.0 \quad (8-2)$$

$$0.8 < f_{12} / f < 3.0 \quad (8-3)$$

$$1.0 < f_{12} / f < 2.5 \quad (8-4)$$

$$1.0 < f_{12} / f < 2.0 \quad (8-5)$$

【0056】

条件式(9)の上限の変更値は3.4とすることが好ましく、3.2とすることがさらに好ましく、3.0とすることがさらにより好ましく、2.8とすることがさらによりいっそう好ましい。条件式(9)に下限を追加してもよく、その下限は0.3とすることが好ましく、これにより第5レンズL5のパワーが強くなりすぎることを抑えることが容易となり、バックフォーカスを長くすることが容易となるか、偏心に対する製造誤差の許容量を大きくすることができ、低コスト化が容易となる。条件式(9)に追加する下限の変更値は、0.5とすることがより好ましく、0.8とすることがより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.3 < f_5 / f < 5.0 \quad (9-1)$$

$$0.3 < f_5 / f < 3.4 \quad (9-2)$$

$$0.5 < f_5 / f < 3.2 \quad (9-3)$$

$$0.8 < f_5 / f < 3.0 \quad (9-4)$$

【0057】

条件式(10)の下限の変更値は-0.10とすることが好ましく、-0.05とすることがさらに好ましく、0.00とすることがさらにより好ましい。条件式(10)に上限を追加してもよく、その上限は0.9とすることが好ましい。これにより第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。条件式(10)に追加する上限の変更値は0.7とすることが好ましく、0.5とすることがさらに好ましく、0.4とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$-0.15 < (R_2 f + R_2 r) / (R_2 f - R_2 r) < 0.9 \quad (10-1)$$

$$-0.10 < (R_2 f + R_2 r) / (R_2 f - R_2 r) < 0.9 \quad (10-2)$$

$$-0.10 < (R_2 f + R_2 r) / (R_2 f - R_2 r) < 0.7 \quad (10-3)$$

$$-0.05 < (R_2 f + R_2 r) / (R_2 f - R_2 r) < 0.5 \quad (10-4)$$

【0058】

条件式(11)の上限の変更値は-0.26とすることが好ましく、-0.27とすることがさらに好ましく、-0.28とすることがさらにより好ましい。条件式(11)の下限の変更値は-2.0とすることが好ましく、-1.7とすることがさらに好ましく、

10

20

30

40

50

- 1.5 とすることがさらにより好ましく、- 1.2 とすることがさらによりいっそう好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 2.0 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < - 0.26 (11-1)
- 1.7 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < - 0.26 (11-2)
- 1.4 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < - 0.27 (11-3)
- 1.2 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < - 0.28 (11-4)

【0059】

条件式(12)の下限の変更値は - 3.8 とすることが好ましく、- 3.5 とすることがさらに好ましく、- 3.0 とすることがさらにより好ましい。条件式(12)に上限を追加してもよく、その上限は - 0.1 とすることが好ましい。これにより第6レンズ L6 の像側の面が凹面で、その曲率半径の絶対値が小さくなりすぎると防ぐことができ、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。条件式(12)に追加する上限の変更値は - 0.3 とすることが好ましく、- 0.5 とすることがさらに好ましく、- 0.6 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 4.0 < (R6f + R6r) / (R6f - R6r) < - 0.1 (12-1)
- 3.8 < (R6f + R6r) / (R6f - R6r) < - 0.3 (12-2)
- 3.5 < (R6f + R6r) / (R6f - R6r) < - 0.5 (12-3)
- 3.0 < (R6f + R6r) / (R6f - R6r) < - 0.6 (12-4)

【0060】

条件式(13)の下限の変更値は 0.3 とすることが好ましい。これにより第1レンズ L1 の物体側の面の曲率半径が小さくなりすぎると防ぐことができ、第1レンズ L1 のパワーを強くすることが容易となり、広角化が容易となる。条件式(13)の下限の変更値は 0.8 とすることがさらに好ましく、1.0 とすることがさらにより好ましく、1.5 とすることがさらによりいっそう好ましい。条件式(13)に上限を追加してもよく、その上限は 3.0 とすることが好ましい。これにより第1レンズ L1 の物体側の面の曲率半径を小さくすることが容易となり、ディストーションの補正が容易となる。条件式(13)に追加する上限の変更値は 2.0 とすることがさらに好ましく、1.0 とすることがさらにより好ましく、7 とすることがさらによりいっそう好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 0.0 < R1f / f < 3.0 (13-1)
- 0.3 < R1f / f < 2.0 (13-2)
- 0.8 < R1f / f < 3.0 (13-3)
- 1.5 < R1f / f < 1.0 (13-4)

【0061】

条件式(14)の上限の変更値は - 0.7 とすることが好ましく、- 0.8 とすることがさらに好ましく、- 0.9 とすることがさらにより好ましい。条件式(14)の下限の変更値は - 2.8 とすることが好ましく、- 2.5 とすることがさらに好ましく、- 2.0 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 2.8 < f1 / f < - 0.7 (14-1)
- 2.5 < f1 / f < - 0.8 (14-2)
- 2.0 < f1 / f < - 0.9 (14-3)

【0062】

条件式(15)の上限の変更値は 1.5 とすることが好ましく、1.0 とすることがさらに好ましく、0.9 とすることがさらにより好ましい。条件式(15)の下限の変更値は 0.2 とすることが好ましく、0.25 とすることがさらに好ましく、0.3 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 0.1 < f12 / f3456 < 1.5 (15-1)

10

20

30

40

50

0 . 2 < f 1 2 / f 3 4 5 6 < 1 . 0 (1 5 - 2)
 0 . 3 < f 1 2 / f 3 4 5 6 < 0 . 9 (1 5 - 3)

【 0 0 6 3 】

条件式 (1 6) の上限の変更値は 2 . 5 とすることが好ましく、 2 . 0 とすることがさらに好ましく、 1 . 5 とすることがさらにより好ましい。条件式 (1 6) の下限の変更値は 0 . 4 とすることが好ましく、 0 . 6 とすることがさらに好ましく、 0 . 7 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

0 . 4 < (D 3 + D b 2 3) / f < 2 . 5 (1 6 - 1)
 0 . 6 < (D 3 + D b 2 3) / f < 2 . 0 (1 6 - 2)
 0 . 7 < (D 3 + D b 2 3) / f < 1 . 5 (1 6 - 3)

【 0 0 6 4 】

条件式 (1 7) の上限の変更値は - 0 . 4 とすることが好ましく、 - 0 . 6 とすることがさらに好ましく、 - 0 . 8 とすることがさらにより好ましい。条件式 (1 7) の下限の変更値は - 2 . 5 とすることが好ましく、 - 2 . 0 とすることがさらに好ましく、 - 1 . 5 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

- 2 . 5 < f 1 / f 2 < - 0 . 4 (1 7 - 1)
 - 2 . 0 < f 1 / f 2 < - 0 . 6 (1 7 - 2)
 - 1 . 5 < f 1 / f 2 < - 0 . 8 (1 7 - 3)

【 0 0 6 5 】

条件式 (1 8) の上限の変更値は 2 7 とすることが好ましく、 2 6 とすることがさらに好ましく、 2 5 とすることがさらにより好ましく、 2 4 とすることがさらによりいっそう好ましい。条件式 (1 8) に下限を追加してもよく、その下限は 1 9 とすることが好ましく、これにより第 3 レンズ L 3 の材質のコストを抑えることが容易となり、レンズ系を安価にすることが容易となる。条件式 (1 8) に追加する下限の変更値は、 2 0 とすることがさらに好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

d 3 < 2 7 (1 8 - 1)
 d 3 < 2 6 (1 8 - 2)
 d 3 < 2 5 (1 8 - 3)
 d 3 < 2 4 (1 8 - 4)
 1 9 < d 3 < 2 7 (1 8 - 5)
 1 9 < d 3 < 2 6 (1 8 - 6)
 1 9 < d 3 < 2 5 (1 8 - 7)
 2 0 < d 3 < 2 4 (1 8 - 8)

【 0 0 6 6 】

条件式 (1 9) の下限の変更値は 0 . 4 とすることが好ましく、 0 . 5 とすることがさらに好ましく、 0 . 6 とすることがさらにより好ましい。条件式 (1 9) に上限を追加してもよく、その上限は 3 . 0 とすることが好ましく、これにより第 5 レンズ L 5 のパワーが強くなりすぎるか、第 4 レンズ L 4 のパワーが弱くなりすぎると抑えることが容易となり、第 4 レンズ L 4 、第 5 レンズ L 5 のどちらかにパワーが偏るのを防ぐことが容易となり、球面収差を良好に補正することが容易となる。条件式 (1 9) に追加する上限の変更値は 2 . 7 とすることがさらに好ましく、 2 . 4 とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも 1 つを満足することがより好ましい。

0 . 4 < f 4 / f 5 (1 9 - 1)
 0 . 3 < f 4 / f 5 < 3 . 0 (1 9 - 2)
 0 . 5 < f 4 / f 5 < 2 . 7 (1 9 - 3)
 0 . 6 < f 4 / f 5 < 2 . 4 (1 9 - 4)

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

条件式(20)の下限の変更値は0.5とすることが好ましく、1.0とすることがさらに好ましく、1.4とすることがさらにより好ましい。条件式(20)に上限を追加してもよく、その上限は3.0とすることが好ましく、これにより第5レンズL5と第6レンズL6の合成屈折力を強くすることが容易となるため、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。条件式(20)に追加する上限の変更値は2.5とすることが好ましく、2.0とすることがさらに好ましく、1.5とすることがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.3 < f_{56} / f < 3.0 \quad (20-1)$$

$$0.5 < f_{56} / f < 2.5 \quad (20-2)$$

$$1.0 < f_{56} / f < 2.0 \quad (20-3)$$

$$1.4 < f_{56} / f < 1.5 \quad (20-4)$$

【0068】

条件式(21)の下限の変更値は0.18とすることが好ましく、0.19とすることがさらに好ましい。条件式(21)に上限を追加してもよく、その上限は3.0とすることが好ましく、これにより第2レンズL2と第3レンズL3の空気間隔が大きくなりすぎると抑えることが容易となり、小型化が容易となる。条件式(21)に追加する上限の変更値は2.5とすることが好ましく、2.0とすることがさらに好ましく、1.0とすることがさらにより好ましく、0.8とすることがさらによりいっそう好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$0.17 < D_{b23} / f < 3.0 \quad (21-1)$$

$$0.18 < D_{b23} / f < 2.0 \quad (21-2)$$

$$0.19 < D_{b23} / f < 1.0 \quad (21-3)$$

【0069】

第1レンズL1の材質のd線に対するアッペ数をd1としたとき、d1は4.0より大きいことが好ましく、これにより軸上の色収差、倍率の色収差を良好に補正することが容易となる。d1は4.5より大きいことがさらに好ましく、5.0より大きいことがさらにより好ましい。

【0070】

第2レンズL2の材質のd線に対するアッペ数をd2としたとき、d2は3.0より大きいことが好ましく、これにより軸上の色収差を良好に補正することが容易となる。d2は3.5より大きいことがさらに好ましく、3.8より大きいことがさらにより好ましい。また、d2は6.0より小さいことが好ましく、これにより第2レンズL2の材質のコストを下げる事が容易となると共に、倍率の色収差の補正も容易となる。d2は5.5より小さいことがさらに好ましく、5.0より小さいことがさらにより好ましい。

【0071】

d1 / d2は1.0以上であることが好ましい。これにより第1レンズL1のアッペ数を大きくすることが容易となり、軸上の色収差の補正が容易となるか、第2レンズL2の材質のアッペ数が大きくなりすぎると抑えることが容易となり、倍率の色収差の補正が容易となる。また、d1 / d2は1.6以下であることが好ましい。これにより第2レンズL2の材質のアッペ数が小さくなりすぎると抑えることが容易となり軸上の色収差の補正が容易となる。

【0072】

第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数の好ましい範囲については、条件式(18)と、その関連事項について上述した通りである。

【0073】

第4レンズL4の材質のd線に対するアッペ数をd4としたとき、d4は4.0より大きいことが好ましく、これにより軸上の色収差、倍率の色収差の補正が容易となる。d4は4.5より大きいことがさらに好ましく、5.0より大きいことがさらにより好ましい。また、d4は7.0より小さいことが好ましく、これにより第4レンズL4の材質のコ

10

20

30

40

50

ストを抑えることが容易となり、レンズ系を安価にすることが容易となる。 d_4 は 6.5 より小さいことがさらに好ましく、6.0 より小さいことがさらにより好ましい。

【0074】

第5レンズ L_5 の材質の d 線に対するアッペ数を d_5 としたとき、 d_5 は 4.0 より大きいことが好ましく、これにより軸上の色収差、倍率の色収差の補正が容易となる。 d_5 は 4.5 より大きいことがさらに好ましく、5.0 より大きいことがさらにより好ましい。また、 d_5 は 7.0 より小さいことが好ましく、これにより第5レンズ L_5 の材質のコストを抑えることが容易となり、レンズ系を安価にすることが容易となる。 d_5 は 6.5 より小さいことがさらに好ましく、6.0 より小さいことがさらにより好ましい。

【0075】

第6レンズ L_6 の材質の d 線に対するアッペ数の好ましい範囲については、条件式(6)と、その関連事項について上述した通りである。

【0076】

第1レンズ L_1 の材質の d 線に対する屈折率を N_{d1} としたとき、 N_{d1} は 1.5 より大きいことが好ましく、これにより第1レンズ L_1 の屈折率を高くすることが容易となり、レンズ系の広角化が容易となる。 N_{d1} は 1.51 より大きいことがさらに好ましく、1.55 より大きいことがさらにより好ましい。また、 N_{d1} は 1.85 より小さいことが好ましく、これにより第1レンズ L_1 の材質を安価にすることが容易となる。 N_{d1} は 1.82 より小さいことがさらに好ましく、1.80 より小さいことがさらにより好ましい。

【0077】

第2レンズ L_2 の材質の d 線に対する屈折率を N_{d2} としたとき、 N_{d2} は 1.70 より大きいことが好ましく、これにより像面湾曲の補正が容易となる。 N_{d2} は 1.72 より大きいことがさらに好ましく、1.75 より大きいことがさらにより好ましい。また、 N_{d2} は 1.95 より小さいことが好ましく、これにより第2レンズ L_2 の材質を安価にすることが容易となる。 N_{d2} は 1.90 より小さいことがさらに好ましい。

【0078】

第3レンズ L_3 の材質の d 線に対する屈折率を N_{d3} としたとき、 N_{d3} は 1.50 より大きいことが好ましく、これにより第3レンズ L_3 のパワーを強くすることが容易となり、軸上の色収差の補正が容易となる。 N_{d3} は 1.55 より大きいことがさらに好ましく、1.58 より大きいことがさらにより好ましい。また、 N_{d3} は 1.70 より小さいことが好ましく、これにより第3レンズ L_3 の材質の d 線に対する屈折率を低くすることができ、第3レンズ L_3 のコストを抑えることが容易となる。 N_{d3} は 1.68 より小さいことがさらに好ましく、1.65 より小さいことがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$N_{d3} < 1.7 \quad (22)$$

$$N_{d3} < 1.68 \quad (22-1)$$

$$1.50 < N_{d3} < 1.65 \quad (22-2)$$

$$1.55 < N_{d3} < 1.68 \quad (22-3)$$

$$1.58 < N_{d3} < 1.7 \quad (22-4)$$

【0079】

第4レンズ L_4 の材質の d 線に対する屈折率を N_{d4} としたとき、 N_{d4} は 1.45 より大きいことが好ましく、これにより像面湾曲の補正が容易となる。 N_{d4} は 1.48 より大きいことがさらに好ましく、1.49 より大きいことがさらにより好ましく、1.50 より大きいことがさらによりいっそう好ましい。また、 N_{d4} は 1.60 より小さいことが好ましく、これにより第4レンズ L_4 の材質の d 線に対する屈折率を低くすることができ、第4レンズ L_4 のコストを抑えることが容易となるとともに、第4レンズ L_4 のアッペ数を大きくすることが容易となり、軸上の色収差、倍率の色収差の補正が容易となる。 N_{d4} は 1.58 より小さいことがさらに好ましく、1.55 より小さいことがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ま

10

20

30

40

50

しい。

$$\begin{aligned} N d 4 < 1.6 & \quad (23) \\ N d 4 < 1.55 & \quad (23-1) \\ 1.45 < N d 4 < 1.6 & \quad (23-2) \\ 1.48 < N d 4 < 1.58 & \quad (23-3) \\ 1.50 < N d 4 < 1.58 & \quad (23-4) \end{aligned}$$

【0080】

第5レンズL5の材質のd線に対する屈折率をNd5としたとき、Nd5は1.45より大きいことが好ましく、これにより第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となり、像面湾曲の補正が容易となるか、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となりシェーディングを抑えることが容易となる。Nd5は1.48より大きいことがさらに好ましく、1.50より大きいことがさらにより好ましい。また、Nd5は1.60より小さいことが好ましく、これにより第5レンズL5の材質のd線に対する屈折率を低くすることができ、第5レンズL5のコストを抑えることが容易となるとともに、第5レンズL5のアッベ数を大きくすることが容易となり、軸上の色収差、倍率の色収差の補正が容易となる。Nd5は1.58より小さいことがさらに好ましく、1.55より小さいことがさらにより好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$\begin{aligned} N d 5 < 1.6 & \quad (24) \\ N d 5 < 1.55 & \quad (24-1) \\ 1.45 < N d 5 < 1.6 & \quad (24-2) \\ 1.48 < N d 5 < 1.58 & \quad (24-3) \\ 1.50 < N d 5 < 1.58 & \quad (24-4) \end{aligned}$$

【0081】

第6レンズL6の材質のd線に対する屈折率をNd6としたとき、Nd6は1.50より大きいことが好ましく、これにより第6レンズL6のパワーを強くすることが容易となり、倍率の色収差の補正が容易となる。Nd6は1.55より大きいことがさらに好ましく、1.58より大きいことがさらにより好ましい。また、Nd6は1.89より小さいことが好ましく、これにより第6レンズL6の材質のd線に対する屈折率を比較的低くすることができ、第6レンズL6のコストを抑えることが容易となる。Nd6は1.86より小さいことがさらに好ましく、1.70より小さいことがさらにより好ましく、1.68より小さいことがさらによりいっそう好ましく、1.65より小さいことが特に好ましい。上記より、例えば下記条件式の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

$$\begin{aligned} N d 6 < 1.89 & \quad (25) \\ N d 6 < 1.86 & \quad (25-1) \\ 1.50 < N d 6 < 1.70 & \quad (25-2) \\ 1.55 < N d 6 < 1.68 & \quad (25-3) \\ 1.58 < N d 6 < 1.65 & \quad (25-4) \end{aligned}$$

【0082】

第1レンズL1の物体側の面は凸面であることが好ましい。第1レンズL1は負レンズのため、物体側の面が凸面の場合、第1レンズL1はメニスカスレンズとなる。第1レンズL1を物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとして、ディストーションの補正が容易となる。

【0083】

第1レンズL1の像側の面は凹面であることが好ましい。これにより広角化が容易となる。

【0084】

第2レンズL2の物体側の面は凸面であることが好ましい。これにより第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

【0085】

10

20

30

40

50

第2レンズL2の像側の面は凸面であることが好ましい。これにより第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

【0086】

第2レンズL2は両凸レンズであることが好ましい。これにより第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、非点収差の補正が容易となる。

【0087】

第2レンズL2は、物体側の面の曲率半径の絶対値が、像側の面の曲率半径の絶対値より大きいレンズとすることが好ましい。これによりディストーションの補正が容易となる。

【0088】

第3レンズL3の物体側の面は凹面であることが好ましい。これにより第3レンズL3のパワーを強くすることが容易となり、軸上の色収差の補正が容易となる。

【0089】

第3レンズL3の像側の面は凹面であることが好ましい。これにより第3レンズL3のパワーを強くすることが容易となり、軸上の色収差の補正が容易となる。

【0090】

第3レンズL3は両凹レンズであることが好ましい。これにより第3レンズL3のパワーを強くすることが容易となり、軸上の色収差の補正が容易となる。

【0091】

第3レンズL3は、物体側の面の曲率半径の絶対値が、像側の面の曲率半径の絶対値より小さいレンズとしてもよく、これにより非点収差の補正が容易となる。

【0092】

第3レンズL3は、物体側の面の曲率半径の絶対値が、像側の面の曲率半径の絶対値より大きいレンズとしてもよく、これにより第3レンズL3と第4レンズL4とを協働させて軸上の色収差を補正することが容易となる。

【0093】

第4レンズL4の物体側の面は凸面であることが好ましい。これにより第4レンズL4のパワーを強くすることが容易となり、第3レンズL3と第4レンズL4とを協働させて軸上の色収差を補正することが容易となる。

【0094】

第4レンズL4の像側の面は凸面であることが好ましい。これにより非点収差の補正が容易となる。

【0095】

第4レンズL4は両凸レンズであることが好ましい。これにより第4レンズL4のパワーを強くすることが容易となり、第3レンズL3と第4レンズL4とを協働させて軸上の色収差を補正することが容易となる。

【0096】

第5レンズL5の物体側の面は凸面であることが好ましい。これにより第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となり、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となり、シェーディングを抑えることが容易となる。

【0097】

第5レンズL5の像側の面は凸面または平面であってもよい。第5レンズL5の像側の面を凸面または平面とすることで、凹面にした場合よりも周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となり、シェーディングを抑えることが容易となる。

【0098】

第5レンズL5の像側の面は凹面であってもよい。第5レンズL5の像側の面を凹面とすることで、像面湾曲の補正が容易となる。

【0099】

第5レンズL5は両凸レンズもしくは物体側に凸面を向けた平凸レンズであってもよい

10

20

30

40

50

。第5レンズL5を両凸レンズもしくは物体側に凸面を向けた平凸レンズとすることで、第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となり、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となり、シェーディングを抑えることが容易となる。

【0100】

第5レンズL5は物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであってもよい。第5レンズL5を物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとすることで、像面湾曲の補正が容易となる。

【0101】

第6レンズL6の物体側の面は凹面であることが好ましい。これにより第6レンズL6のパワーを強くすることが容易となり、倍率の色収差の補正が容易となる。 10

【0102】

第6レンズL6の像側の面は凸面もしくは平面であってもよい。第6レンズL6の像側の面を凸面もしくは平面とすることで、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。

【0103】

第6レンズL6の像側の面は凹面であってもよい。第6レンズL6の像側の面を凹面とすることで、像面湾曲とディストーションの補正が容易となる。

【0104】

第6レンズL6は物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズもしくは平凹レンズであってもよい。第6レンズL6を物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズもしくは平凹レンズとすることで、周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。 20

【0105】

第6レンズL6は両凹レンズであってもよい。第6レンズL6を両凹レンズとすることで、倍率の色収差の補正が容易となると共に、像面湾曲の補正が容易となる。

【0106】

第6レンズL6の物体側の面の曲率半径の絶対値は像側の面の曲率半径の絶対値より小さいことが好ましい。これにより周辺光線が撮像素子へ入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となる。 30

【0107】

第1レンズL1～第6レンズL6の各レンズのいずれかの面を非球面としてもよい。これにより諸収差を良好に補正することが容易となる。

【0108】

第3レンズL3の物体側の面は非球面とすることが好ましい。第3レンズL3の物体側の面は、光軸近傍で負のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して負のパワーが強い形状としてもよい。第3レンズL3の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差を良好に補正することが容易となる。

【0109】

第3レンズL3の物体側の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、負のパワーを持つ非球面形状としてもよい。第3レンズL3の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差を良好に補正することが容易となる。 40

【0110】

第3レンズL3の像側の面は非球面とすることが好ましい。第3レンズL3の像側の面は、光軸近傍で負のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して負のパワーが弱い形状であることが好ましい。第3レンズL3の像側の面をこのような形状とすることで、レンズ系の小型化が容易となるか、非点収差、コマ収差を良好に補正することが容易となる。

【0111】

第4レンズL4の物体側の面は非球面とすることが好ましい。第4レンズL4の物体側

50

の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して正のパワーが弱い形状であることが好ましい。第4レンズL4の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差を良好に補正することが容易となる。

【0112】

第4レンズL4の像側の面は非球面とすることが好ましい。第4レンズL4の像側の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して正のパワーが強い形状であることが好ましい。第4レンズL4の物体側の面をこのような形状とすることで、非点収差を良好に補正することが容易となる。

【0113】

第5レンズL5の物体側の面は非球面とすることが好ましい。第5レンズL5の物体側の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して正のパワーが弱い形状であることが好ましい。第5レンズL5の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差、非点収差を良好に補正することが容易となる。

【0114】

第5レンズL5の像側の面は非球面とすることが好ましい。第5レンズL5の像側の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して正のパワーが弱い形状であることが好ましい。第5レンズL5の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差、非点収差を良好に補正することが容易となる。

【0115】

第6レンズL6の物体側の面は非球面とすることが好ましい。第6レンズL6の物体側の面は、光軸近傍で負のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して負のパワーが強い形状であることが好ましい。第6レンズL6の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差、非点収差を良好に補正することが容易となる。

【0116】

第6レンズL6の像側の面は非球面とすることが好ましい。第6レンズL6の像側の面は、光軸近傍で正のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して正のパワーが弱い形状としてもよい。第6レンズL6の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差、非点収差を良好に補正することが容易となる。または、第6レンズL6の像側の面は、光軸近傍で負のパワーを持ち、有効径端では、光軸近傍と比較して負のパワーが強い形状としてもよい。第6レンズL6の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差、非点収差を良好に補正することが容易となる。

【0117】

なお、「面の有効径」とは、結像に寄与する全光線とレンズ面との交わる点を考えたとき、径方向における最も外側の点（最も光軸から離れた点）からなる円の直径を意味し、「有効径端」とは、この最も外側の点を意味するものとする。有効径は、例えばレンズ系が撮像素子と組み合わせて使用される場合は、撮像素子の撮像面のサイズに基づき決めることができる。撮像面が矩形でその2つの対角線の交点を光軸を通る系の場合は例えば、この対角線の1/2を最大像高として考えて有効径を決めることができる。

【0118】

また、光軸上以外の面のある点におけるパワーは、その点を通過し面に対する法線を考え、その法線と光軸が交わる点（以下、法線と光軸の交点という）が、面と光軸が交わる点（以下、面と光軸の交点という）と比較して物体側、像側、どちらにあるかで定義する。レンズ面が物体側の面においては、法線と光軸の交点が面と光軸の交点より像側の場合、その点におけるパワーは正となり、法線と光軸の交点が面と光軸の交点より物体側の場合、その点におけるパワーは負となる。レンズ面が像側の面においては、法線と光軸の交点が面と光軸の交点より物体側の場合、その点におけるパワーは正となり、法線と光軸の交点が面と光軸の交点より像側の場合、その点におけるパワーは負となる。

【0119】

図1に示す例は、全てのレンズが単レンズであり、このようにレンズ系を構成するレンズは全て接合されていないものとしてもよい。例えば車載レンズとして使用される場合、

10

20

30

40

50

レンズ系には高い耐熱性、耐環境性が求められる。接合レンズを使用した場合、条件によつては耐熱性、耐環境性を高めるために特殊な接合剤を使用することとなり、耐環境性を高める処理が必要となるため高コストになつてしまつことがある。このような場合は、第1レンズL1～第6レンズL6は全て単レンズとしてもよい。

【0120】

しかし、上記接合剤の点が問題となつない場合などでは、レンズ同士を接合することで、レンズ間の軸ズレを小さくすることが可能となり、良好な性能の確保に貢献できるため、レンズ系が接合レンズを含むように構成してもよい。例えば、第3レンズL3と第4レンズL4を接合してもよく、第5レンズL5と第6レンズL6を接合してもよく、またこれら2組の接合レンズを同時に有する構成としてもよい。

10

【0121】

本発明の撮像レンズ1においては、レンズ系のF値(Fナンバー)を決める絞りである開口絞りStが第4レンズL4の像側の面より物体側に配置されていることが好ましい。これにより第1レンズL1の開口径を小さくすることが容易となり、レンズ系の小型化が容易となる。例えば撮像レンズ1が車載用カメラに使用される場合、車の外観を損なわないため、レンズのうち外部に露出する部分は小さいことが求められる。さらに、開口絞りStを第4レンズL4の像側の面より物体側に配置することで、周辺光線が撮像素子に入射する角度が大きくなるのを抑えることが容易となり、シェーディングを抑えることが容易となる。

【0122】

20

開口絞りStは第3レンズL3の像側の面より物体側に配置されていることがさらに好ましい。これにより第1レンズL1の開口径をさらに小さくすることが容易となる。また、開口絞りStは第2レンズL2の物体側の面より像側に配置されていることが好ましい。これにより第5レンズL5のレンズ径を小さくすることが容易となる。特に、開口絞りStは第3レンズL3の物体側の面と第2レンズL2の物体側の面の間に配置されていることが好ましい。これにより第1レンズL1から第5レンズL5までのレンズの径のバランスをとることが容易となり、レンズ全体の径を小型化することが容易となる。

【0123】

第1レンズL1を構成する材質はガラスであることが好ましい。例えば撮像レンズ1が車載用カメラや監視カメラ用等の厳しい環境において使用される場合には、最も物体側に配置される第1レンズL1は、風雨による表面劣化、直射日光による温度変化に強く、さらには油脂・洗剤等の化学薬品に強い材質、すなわち耐水性、耐候性、耐酸性、耐薬品性等が高い材質を用いることが要望され、また、堅く、割れにくい材質を用いることが要望されることがある。第1レンズL1の材質をガラスとして、これらの要望を満たすことが可能となる。また、第1レンズL1の材質として、透明なセラミックスを用いてもよい。

30

【0124】

耐環境性のよい光学系を作製するためには、全てのレンズの材質がガラスであることが好ましい。例えば撮像レンズ1が監視用カメラや車載用カメラに用いられる場合、寒冷地の外気から熱帯地域の夏の車内までなどの高温から低温までの広い温度範囲や高湿などの様々な条件で用いられる可能性がある。それらに強い光学系を作製するためには、全てのレンズの材質がガラスであることが好ましい。

40

【0125】

第2レンズL2の材質はガラスとすることが好ましい。第2レンズL2をガラスレンズとして、第2レンズL2の材質の屈折率を高くすることが容易となり、像面湾曲の補正が容易となる。

【0126】

なお、第1レンズL1～第6レンズL6の各レンズのいずれかの材質にプラスチックを使用してもよい。特に、第3レンズL3～第6レンズL6のうちのいずれか1つ、または任意の組合せのレンズの材質にプラスチックを使用することが好ましい。これによりプラ

50

スチック材質からなるレンズを非球面レンズとした場合は、この非球面レンズを安価で、高精度に作製することが可能となるため、レンズのコストを抑えながら諸収差を良好に補正することが容易となる。

【0127】

プラスチックの材質としては、例えば、アクリル、ポリオレフィン系の材質、ポリカーボネイト系の材質、エポキシ樹脂、PET (Polyethylene terephthalate)、PES (Poly Ether Sulphone)、ポリエステル系の材質等を用いることができる。また、プラスチックに光の波長より小さな粒子を混合させたいわゆるナノコンポジット材料を用いてもよい。

【0128】

なお、撮像レンズ1の用途に応じて、レンズ系と撮像素子5との間、または各レンズの間にUVフィルタやIRフィルタ等の特定の波長域を透過あるいは反射させるフィルタを挿入してもよい。あるいは、上記フィルタと同様の特性を持つコートをいずれかのレンズのレンズ面に施してもよい。またはいずれかのレンズの材質として紫外光や青色光、赤外光などを吸収する材質を用いてもよい。

【0129】

なお、各レンズ間の有効径外を通過する光束は、迷光となって像面に達し、ゴーストとなるおそれがあるため、必要に応じて、この迷光を遮光する遮光部材を設けることが好ましい。この遮光部材としては、例えばレンズの有効径外の部分に施された不透明な塗料や、不透明な板材であってもよい。遮光部材は必要に応じてどのレンズの間に配置してもよい。あるいは、第1レンズL1より物体側に迷光を遮光するフードのようなものを配置してもよい。一例として、図1では、第1レンズL1、第3レンズL3それぞれの像側の面の有効径外に遮光部材11、12を設けた例を示している。なお、遮光部材を設ける箇所は図1に示す例に限定されず、他のレンズや、レンズ間に配置してもよい。

【0130】

さらに、各レンズの間に周辺光量比が実用上問題の無い範囲で周辺光線を遮光する絞り等の部材を配置してもよい。このような部材により、結像領域周辺部の画質を向上させることができる。

【0131】

上述した好ましい構成は、任意の組合せが可能であり、撮像レンズ1に要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。好ましい構成を適宜選択することで、より良好な光学性能やより高い仕様に対応可能な光学系を実現することができる。

【0132】

[条件式の組み合わせ例と、その作用・効果]

ここで、本実施の形態において、上述した条件式を考慮した4つの好ましい構成例と、その効果を説明する。

【0133】

第1の構成例は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、負の屈折力を有する第6レンズL6とから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式(1)、(2)、(3-3)を満足するものである。

$$1.0 < (D_{b12} + D_{3}) / f \quad (1)$$

$$f_2 / f < 1.68 \quad (2)$$

$$1.1 < (R_{1f} + R_{1r}) / (R_{1f} - R_{1r}) < 2.2 \quad (3-3)$$

【0134】

この第1の構成例によれば、6枚という比較的少ないレンズ枚数でレンズ系を小型に構成しつつ、広角化に有利となり、非点収差とディストーションの良好な補正に優れ、画像中心部から周辺部にかけて高解像の画像を取得することが可能となる。

【0135】

10

20

30

40

50

第2の構成例は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、負の屈折力を有する第6レンズL6とから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式(3-4)、(4)、(5)、(6)を満足するものである。

$$1.1 < (R1f + R1r) / (R1f - R1r) < 2.0 \quad (3-4)$$

$$1.6 < f3456 / f \quad (4)$$

$$0.0 < f4 / f < 2.45 \quad (5)$$

$$d6 < 30 \quad (6)$$

【0136】

10

この第2の構成例によれば、6枚という比較的少ないレンズ枚数でレンズ系を小型に構成しつつ、広角化に有利となり、長いバックフォーカスを確保しながら、色収差と球面収差を良好に補正することができる。

【0137】

第3の構成例は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、負の屈折力を有する第6レンズL6とから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式(6)～(9)を満足するものである。

$$0.38 < D_{b12} / f \quad (7)$$

$$f_{12} / f < 2.5 \quad (8)$$

$$f_5 / f < 5.0 \quad (9)$$

$$d6 < 30 \quad (6)$$

【0138】

20

この第3の構成例によれば、6枚という比較的少ないレンズ枚数でレンズ系を小型に構成しつつ、非点収差、ディストーション、倍率の色収差の良好な補正に優れ、画像中心部から周辺部にかけて高解像の画像を取得することが可能となる。

【0139】

第4の構成例は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、負の屈折力を有する第6レンズL6とから構成される実質的に6枚のレンズからなり、下記条件式(10)～(12)を満足するものである。

$$-0.15 < (R2f + R2r) / (R2f - R2r) \quad (10)$$

$$-2.5 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < -0.25 \quad (11)$$

$$-4.0 < (R6f + R6r) / (R6f - R6r) \quad (12)$$

【0140】

この第4の構成例によれば、6枚という比較的少ないレンズ枚数でレンズ系を小型に構成しつつ、球面収差、非点収差、倍率の色収差の良好な補正に優れ、画像中心部から周辺部にかけて高解像の画像を取得することが可能となる。

30

【0141】

〔撮像レンズの数値実施例〕

次に、本発明の撮像レンズの数値実施例について説明する。実施例1～実施例22の撮像レンズのレンズ断面図をそれぞれ図2～図23に示す。図2～図23において、図の左側が物体側、右側が像側であり、開口絞りS_t、光学部材P_Pも合せて図示している。各図の開口絞りS_tは形状や大きさを表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。各実施例において、レンズ断面図の符号R_i、D_i(i=1, 2, 3, ...)は以下に説明するレンズデータのR_i、D_iと対応している。

【0142】

表1～表22にそれぞれ実施例1～実施例22の撮像レンズのレンズデータを示す。各

40

50

表の上段左には基本レンズデータを、上段右には各種データを、下段には非球面データを示している。

【0143】

基本レンズデータにおいて、 S_i の欄は最も物体側の構成要素の物体側の面を1番目として像側に向かうに従い順次増加する i 番目 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の面番号を示し、 R_i の欄は i 番目の面の曲率半径を示し、 D_i の欄は i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸 Z 上の面間隔を示している。なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。また、 $N_d j$ の欄は最も物体側の光学要素を1番目として像側に向かうに従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学要素の d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率を示し、 d_j の欄は j 番目の光学要素の d 線に対するアッベ数を示している。なお、基本レンズデータには、開口絞り S_t および光学部材 P_P も含めて示している。開口絞り S_t 、像面 S_{im} に相当する面の面番号の欄にはそれぞれ (S_t)、(IMG) という語句を面番号とともに併せて記載している。

【0144】

基本レンズデータでは、非球面の面番号に * 印を付しており、非球面の曲率半径として近軸曲率半径の数値を示している。非球面係数の表には、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。非球面係数の数値の「 $E - n$ 」 (n : 整数) は「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお、非球面係数は、以下の式で表される非球面式における各係数 K 、 $R_B m$ ($m = 3, 4, 5, \dots 10$) の値である。

【数1】

$$Zd = \frac{C \times Y^2}{1 + \sqrt{1 - K \times C^2 \times Y^2}} + \sum_m R_B m Y^m$$

ただし、

Zd : 非球面深さ (高さ Y の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

Y : 高さ (光軸からのレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率

$K, R_B m$: 非球面係数 ($m = 3, 4, 5, \dots 10$)

【0145】

各種データにおいて、 $L(i n \ A i r)$ は第1レンズ L_1 の物体側の面から像面 S_{im} までの光軸 Z 上の距離 (バックフォーカス分は空気換算長)、 $B_f(i n \ A i r)$ は最も像側のレンズの像側の面から像面 S_{im} までの光軸 Z 上の距離 (空気換算長でのバックフォーカスに相当)、 f は全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズ L_1 の焦点距離、 f_2 は第2レンズ L_2 の焦点距離、 f_3 は第3レンズ L_3 の焦点距離、 f_4 は第4レンズ L_4 の焦点距離、 f_5 は第5レンズ L_5 の焦点距離、 f_6 は第6レンズ L_6 の焦点距離、 f_{12} は第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との合成焦点距離、 f_{56} は第5レンズ L_5 と第6レンズ L_6 との合成焦点距離、 f_{3456} は第3レンズ L_3 から第6レンズ L_6 までの合成焦点距離である。

【0146】

なお、本明細書の表には、所定の桁で丸めた数値を記載している。ここでは各数値の長さの単位としては「mm」を用いているが、これは一例であり、光学系は比例拡大または比例縮小しても使用可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

【0147】

10

20

30

40

【表1】

実施例1

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	10.5166	0.80027	1.75500	52.3	S-YGH51
2	2.7793	2.47777			
3	7.1182	3.00020	1.80400	46.6	S-LAH65V
4	-5.8352	-0.10000			
5(St)	∞	1.18104			
6 *	-4.3129	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	6.5013	0.40004			
8 *	6.2188	1.48887	1.53114	55.4	
9 *	-9.7747	0.22000			
10 *	3.7636	2.40000	1.53114	55.4	
11 *	-9.9245	0.70000			
12	-8.5326	0.70000	1.84666	23.8	S-TIH53
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.47155			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	17.1
Bf(in Air)	3.2
f	4.56
f1	-5.24
f2	4.45
f3	-3.99
f4	7.39
f5	5.47
f6	-10.08
f12	5.66
f56	8.46
f3456	15.11

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.5944206E-03	-2.6956458E-02	1.0285745E-02	8.0445005E-03
7	0.0000000E+00	-6.4237063E-03	-2.2133015E-02	4.6318394E-04	1.2358985E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.0245133E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	8.2044733E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	2.8404966E-03	-1.2699191E-02	6.0076873E-03	-2.3047414E-03
11	1.0000000E+00	1.4811363E-02	-1.6431627E-02	1.2073124E-02	-3.9510643E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-5.3518994E-03	8.3972205E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.7988200E-03	6.9811630E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	6.1149115E-04	-7.8965766E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	4.9406085E-04	6.8508257E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 4 8】

30

【表2】

実施例2

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	16.0069	0.80007	1.58913	61.1	S-BAL35
2	2.7182	2.05730			
3	10.3335	4.26649	1.80400	46.6	S-LAH65V
4	-5.1359	-0.10000			
5(St)	∞	1.50674			
6 *	-7.2330	0.75000	1.63360	23.6	
7 *	3.8299	0.40000			
8 *	4.9035	2.50000	1.53114	55.4	
9 *	-10.3465	0.22000			
10 *	3.4476	1.80006	1.53114	55.4	
11 *	-535.1310	0.70000			
12	-16.6369	0.90008	1.84666	23.8	S-TIH53
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.61461			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.1
Bf(in Air)	3.3
f	4.56
f1	-5.68
f2	4.87
f3	-3.85
f4	6.64
f5	6.46
f6	-19.65
f12	6.05
f56	8.42
f3456	10.87

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	4.5799028E-03	-3.7035867E-02	2.4720952E-03	1.7250243E-02
7	0.0000000E+00	-6.6492821E-04	-4.2272515E-02	1.0027804E-02	9.1877043E-03
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-3.5213113E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-3.4699256E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	6.8626524E-03	-1.0977517E-02	3.7818998E-03	-7.8649204E-06
11	1.0000000E+00	2.3653613E-02	-2.4183039E-02	1.8627470E-02	-5.6266320E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-9.0086453E-03	1.3915523E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.2056582E-03	6.7816127E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-3.3680932E-04	5.6035090E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	4.5458382E-04	4.3434307E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 4 9】

30

【表3】

実施例3

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	13.9661	0.80018	1.58913	61.1	S-BAL35
2	2.8193	2.56969			
3	8.6404	3.00002	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-5.8697	-0.10000			
5(St)	∞	1.26279			
6 *	-5.4410	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	4.0553	0.40002			
8 *	5.0298	2.26274	1.53114	55.4	
9 *	-6.1814	0.19103			
10 *	4.1583	1.89836	1.53114	55.4	
11 *	-36.0531	0.62096			
12	-13.0947	0.80000	1.84666	23.8	S-TIH53
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.55039			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	17.7
Bf(in Air)	3.3
f	4.56
f1	-6.16
f2	4.62
f3	-3.57
f4	5.61
f5	7.14
f6	-15.47
f12	5.64
f56	10.95
f3456	11.58

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	4.1205753E-03	-4.1033987E-02	1.1257979E-02	1.1541728E-02
7	0.0000000E+00	-4.0196132E-03	-3.6346745E-02	5.3976885E-03	1.1965596E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-7.4793868E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	3.4687943E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	1.8101083E-03	-5.5738647E-03	3.8824016E-03	-1.6419975E-03
11	1.0000000E+00	1.3765815E-02	-1.8868158E-02	1.3515484E-02	-4.2771349E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-7.1107134E-03	1.1363212E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-6.1242733E-03	7.7604204E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	3.0038730E-04	-1.9493057E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	5.1301486E-04	7.5647934E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 0】

30

【表4】

実施例4

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	18.9973	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.7393	2.79978			
3	8.3494	3.80004	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.7315	0.20000			
5(St)	∞	0.80018			
6 *	-4.7516	1.27018	1.64200	22.0	
7 *	166.8241	2.00000	1.53391	55.9	
8 *	-3.8513	0.22002			
9 *	8.0730	2.94120	1.53391	55.9	
10 *	-4.5384	1.10002	1.64200	22.0	
11	29.9978	0.10000			
12	∞	1.00000	1.51680	64.2	
13	∞	2.76917			
14(IMG)	∞	0.00000			

各種データ

L(in Air)	19.6
Bf(in Air)	3.5
f	4.80
f1	-6.33
f2	5.39
f3	-7.18
f4	7.08
f5	5.92
f6	-6.06
f12	7.08
f56	36.63
f3456	12.37

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	0.0000000E+00	-3.8594121E-04	-4.3518574E-03	3.1073592E-04	6.9542519E-05
7	-3.1504000E+00	-1.3887809E-02	-8.8411041E-03	5.3214188E-05	-4.2423141E-04
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.5011525E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	0.0000000E+00	-2.0232873E-03	1.3362412E-03	-2.8778408E-03	1.5063517E-03
10	0.0000000E+00	-1.9079291E-02	3.4003563E-02	-1.8357425E-02	6.1921395E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	7.2939330E-06	3.7845918E-05	1.9301682E-05	-1.2575834E-05	
7	1.2052383E-03	5.1109027E-04	-3.0708602E-04	2.7449176E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	-3.7590158E-04	5.0019241E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-1.3201558E-03	6.2702021E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 1】

【表5】

実施例5

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	18.9955	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.6551	2.79976			
3	7.9209	3.80004	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.8101	0.20000			
5(St)	∞	0.80010			
6 *	-4.8193	1.27050	1.63360	23.6	
7 *	131.9058	2.00000	1.53114	55.4	
8 *	-4.2259	0.22002			
9 *	6.9079	2.85495	1.53114	55.4	
10 *	-3.8300	1.10002	1.63360	23.6	
11	29.9979	1.00000			
12	∞	1.00000	1.51680	64.2	
13	∞	1.86903			
14(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.5
f	4.82
f1	-6.15
f2	5.29
f3	-7.31
f4	7.75
f5	5.11
f6	-5.29
f12	6.92
f56	27.29
f3456	12.93

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	0.0000000E+00	-9.5471146E-04	-2.9092858E-03	-5.5037828E-04	2.9282939E-04
7	-3.1504000E+00	-1.6904817E-02	-9.9659199E-03	-1.2175942E-03	7.3771743E-04
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	5.6374772E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	0.0000000E+00	-9.0740695E-04	-9.2729786E-04	-2.1192793E-03	1.4498944E-03
10	0.0000000E+00	-2.4351784E-02	3.6806225E-02	-1.8341991E-02	5.8708690E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	1.6364959E-04	4.2920124E-06	-2.0140100E-05	-6.5075978E-07	
7	1.3364769E-03	4.0298565E-04	-3.4438961E-04	3.9939404E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	-4.1873995E-04	5.7840005E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-1.1283225E-03	3.9903254E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 2】

【表6】

実施例6

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	20.0002	1.50000	1.77250	49.6	S-LAH66
2	3.3452	1.90000			
3	7.1051	4.10001	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.8837	0.85720			
5 *	6.1290	0.75000	1.63360	23.6	
6 *	2.2200	0.80000			
7(St)	∞	0.20000			
8 *	-80.2669	1.80000	1.53391	55.9	
9 *	-4.7000	0.22000			
10 *	4.2000	2.00000	1.53391	55.9	
11	-324.0776	0.75000			
12	-12.8347	0.80001	1.63360	23.6	
13	∞	2.50000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	0.10729			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	18.94
Bf(in Air)	3.27
f	4.91
f1	-5.41
f2	4.83
f3	-5.94
f4	9.27
f5	7.78
f6	-20.26
f12	7.24
f56	10.86
f3456	10.52

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
5	0.0000000E+00	3.4169763E-03	-3.1714421E-02	1.8670079E-03	7.8590908E-04
6	0.0000000E+00	-4.3147650E-04	-2.3504837E-02	-2.6845101E-03	2.7407621E-03
8	-3.1504000E+00	-3.9379912E-03	2.0273355E-02	-5.3380333E-03	-6.2987865E-04
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-8.8712382E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-6.8965972E-04	-3.1259434E-03	4.8497297E-04	3.8438976E-05
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
5	6.1665728E-04	1.1908016E-04	-1.8895778E-04	2.6719614E-05	
6	1.2946184E-03	-6.3138359E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	4.1133278E-04	5.5085265E-05	-4.2957010E-05	4.5328967E-06	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	3.0339594E-05	-1.2363358E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 3】

30

【表7】

実施例7

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	20.4220	1.50000	1.77250	49.6	S-LAH66
2	3.1972	1.90000			
3	6.6724	4.10001	1.80400	46.6	S-LAH65V
4	-6.4391	-0.10000			
5(St)	∞	1.28207			
6 *	17.0428	0.75000	1.63360	23.6	
7 *	3.1446	0.58006			
8 *	-14.9007	1.80000	1.53391	55.9	
9 *	-4.7000	0.22000			
10 *	4.2000	2.00000	1.53391	55.9	
11	-11.4732	0.75000			
12	-7.9596	0.80001	1.63360	23.6	
13	∞	3.00000			
14	∞	0.40000	1.51680	64.2	
15	∞	0.10325			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	18.9
Bf(in Air)	3.4
f	4.88
f1	-5.10
f2	4.74
f3	-6.22
f4	12.11
f5	6.03
f6	-12.56
f12	7.01
f56	9.14
f3456	11.23

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	0.0000000E+00	2.3480524E-03	-3.1516276E-02	5.1931369E-03	1.2600088E-03
7	0.0000000E+00	2.9895114E-03	-2.4702888E-02	2.3815738E-03	1.6772979E-03
8	-3.1504000E+00	9.0075685E-04	1.4312690E-02	-1.2929751E-03	-1.4129453E-03
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-9.9493303E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.9819624E-04	-4.0093663E-03	4.6496668E-04	4.5356297E-04
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-1.0176262E-03	5.3581872E-05	2.5287130E-04	-7.7816986E-05	
7	7.5498206E-05	-2.0936224E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	-2.7112350E-04	1.5299819E-04	1.1064123E-04	-3.2827752E-05	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-1.4998712E-04	1.4513250E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 4】

30

【表8】

実施例8

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	18.9746	0.90003	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.6500	2.65514			
3	8.7989	4.52000	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.3926	0.20003			
5(St)	∞	0.80000			
6 *	-25.8058	0.80000	1.61400	25.5	
7 *	3.7433	0.47001			
8 *	31.2579	1.70000	1.51103	55.2	
9 *	-4.1022	0.22000			
10 *	4.7307	1.70000	1.51103	55.2	
11	-97.9996	1.10000			
12 *	-11.6006	1.10000	1.61400	25.5	
13	∞	0.10000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.65493			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.6
Bf(in Air)	3.4
f	4.79
f1	-6.14
f2	5.51
f3	-5.27
f4	7.21
f5	8.88
f6	-18.89
f12	7.21
f56	13.76
f3456	12.12

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	0.0000000E+00	-1.4612717E-03	-2.9209012E-02	1.2578868E-02	-7.6511154E-03
7	0.0000000E+00	-1.3381019E-02	-5.2170358E-03	-8.3305447E-03	3.2679761E-03
8	-3.1504000E+00	-7.3062824E-03	1.6503448E-02	-2.1360089E-03	-2.1348492E-03
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	2.2496694E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	2.4619901E-03	-4.7700202E-04	-1.8454994E-03	1.5712771E-03
12	0.0000000E+00	-1.6503018E-02	2.0090816E-02	-1.5092578E-02	6.0489538E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	2.0287432E-03	1.3492612E-03	-7.6244262E-04	9.4359405E-05	
7	6.8167341E-04	-4.0244547E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	-2.1950312E-04	3.1275634E-04	5.8970861E-05	-3.0108743E-05	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-5.1806677E-04	6.8150196E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-1.3016842E-03	1.1171704E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 5】

30

【表9】

実施例9

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	21.0002	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.3130	2.55374			
3	10.6418	4.16000	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.5668	0.20000			
5(St)	∞	0.81929			
6 *	28.6024	0.80000	1.63360	23.6	
7 *	3.7998	0.48000			
8 *	∞	1.70000	1.53114	55.4	
9 *	-5.2000	0.22000			
10 *	4.8000	1.80000	1.53114	55.4	
11	-98.1358	1.10000			
12 *	-11.9493	1.10000	1.63360	23.6	
13	∞	0.10000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.92185			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.7
f	4.75
f1	-5.33
f2	5.47
f3	-7.00
f4	9.79
f5	8.67
f6	-18.86
f12	7.48
f56	13.16
f3456	13.88

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	0.0000000E+00	3.3716172E-03	-2.8547855E-02	1.1839608E-02	-8.1818448E-03
7	0.0000000E+00	-2.4361437E-03	-4.4602744E-03	-8.5558468E-03	2.8136265E-03
8	-3.1504000E+00	-2.5683041E-03	2.0721562E-02	-2.0523015E-03	-2.2067308E-03
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.3690215E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	1.1080794E-03	-1.3678436E-03	-1.2793983E-03	1.2773071E-03
12	0.0000000E+00	-1.1985746E-02	1.5686163E-02	-1.4711635E-02	6.3978343E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	1.9816399E-03	1.4539959E-03	-8.0185450E-04	1.0737593E-04	
7	5.9662522E-04	-3.1800576E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	-1.1891214E-04	2.8785780E-04	1.5946221E-05	-1.6044540E-05	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-3.8225750E-04	4.1791568E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-1.4966523E-03	1.3554089E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0 1 5 6】

30

【表10】

実施例10
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	18.7618	0.80027	1.58913	61.1	S-BAL35
2	2.7409	2.54268			
3	8.5466	3.00020	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-5.7946	-0.10000			
5(St)	∞	1.19089			
6 *	-4.3427	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	6.2952	0.40004			
8 *	5.8772	1.72103	1.49100	57.6	
9 *	-13.2944	0.22000			
10 *	3.7588	2.40000	1.49100	57.6	
11 *	-10.1934	0.70000			
12	-14.7046	0.70000	1.84666	23.8	S-TIH53
13	-98.6031	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	3.16500			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	18.1
Bf(in Air)	3.9
f	4.72
f1	-5.55
f2	4.57
f3	-3.96
f4	8.55
f5	5.93
f6	-20.49
f12	5.63
f56	7.39
f3456	13.19

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.7387647E-03	-2.6936635E-02	1.0314801E-02	8.0652395E-03
7	0.0000000E+00	-6.4215337E-03	-2.2108331E-02	4.4215554E-04	1.2337135E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.3310999E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	8.7386537E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	2.6557595E-03	-1.2984995E-02	5.9062280E-03	-2.3197350E-03
11	1.0000000E+00	1.4403434E-02	-1.6569304E-02	1.1971202E-02	-3.9646144E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-5.3427611E-03	8.4192896E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.8089304E-03	6.9882512E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	6.1141960E-04	-9.0084740E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	4.8708591E-04	-3.1543440E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0157】

30

【表 1 1】

実施例11
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	21.0391	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.6694	3.64233			
3	8.1091	2.50000	1.82080	42.7	M-TAFD51
4	-8.7420	0.25000			
5(St)	∞	0.99982			
6 *	-5.0354	0.80000	1.63360	23.6	
7 *	15.3194	0.48000			
8 *	10.8015	2.20000	1.53114	55.4	
9 *	-4.2249	0.22000			
10 *	16.3997	2.50006	1.53114	55.4	
11	-4.8924	0.60000			
12 *	-4.5756	0.80000	1.63360	23.6	
13	∞	0.10000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	3.07284			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.7
Bf(in Air)	3.8
f	4.74
f1	-6.02
f2	5.49
f3	-5.89
f4	6.02
f5	7.40
f6	-7.22
f12	6.94
f56	65.40
f3456	13.08

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	-2.7025319E-04	4.5732506E-05	1.0233093E-05	-5.5613762E-07
7	0.0000000E+00	-2.2400561E-04	2.1549486E-03	-3.3231863E-03	3.4611213E-03
8	1.0000000E+00	1.7287109E-04	2.9809328E-05	6.1412992E-06	1.7054721E-06
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.6242595E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-4.6940721E-04	1.9593801E-04	-2.1283444E-03	9.4854193E-04
12	0.0000000E+00	-1.0583237E-02	1.4889178E-02	-9.1115910E-03	3.2282397E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-9.3846047E-07	-2.6518652E-07	2.8230855E-08	8.2234130E-08	
7	-1.3665550E-03	9.7590836E-05	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	6.0205957E-07	2.2812878E-07	8.3937261E-08	2.6945473E-08	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-2.4922676E-04	1.8086987E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-5.8394923E-04	4.1756415E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 5 8 】

30

【表 1 2 】

実施例12

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	22.0071	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.2900	2.80000			
3	10.3224	3.95000	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.5970	0.47156			
5(St)	∞	0.80000			
6 *	-5.0465	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	11.5372	0.35000			
8 *	10.0061	1.62546	1.53114	55.4	
9 *	-4.6653	0.22000			
10 *	7.2441	2.46926	1.53114	55.4	
11 *	-13.0240	0.80000			
12 *	-7.4535	0.80000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.96217			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.6
Bf(in Air)	3.7
f	4.53
f1	-5.23
f2	5.39
f3	-5.45
f4	6.23
f5	9.15
f6	-11.76
f12	7.03
f56	23.95
f3456	13.76

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	3.3275778E-03	-2.1239013E-02	9.7236180E-03	1.7346277E-04
7	0.0000000E+00	-1.8882858E-03	-1.1748227E-02	-3.3806754E-03	8.7317522E-03
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-6.5613214E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	2.6140040E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	3.7508081E-03	-3.2907857E-03	-9.4596393E-04	1.4788590E-03
11	1.0000000E+00	7.7315834E-03	-1.4044560E-02	4.0061304E-03	-1.0805812E-03
12	0.0000000E+00	-1.7239987E-02	2.4841308E-02	-2.8571859E-02	1.2187721E-02
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-7.0859685E-04	1.0102240E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-3.4178785E-03	3.4133697E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-4.0416375E-04	6.3956718E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	3.7206662E-04	-2.5460806E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-2.0959138E-03	5.1106690E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 5 9 】

30

【表 1 3 】

実施例13
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	-22.0052	0.90000	1.58913	61.1	S-BAL35
2	3.5922	2.27409			
3	8.0363	3.85000	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.3552	-0.10000			
5(St)	∞	1.31179			
6 *	-732.6867	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	3.4190	0.60000			
8 *	11.0368	1.94421	1.53114	55.4	
9 *	-4.6112	0.18000			
10 *	6.3978	2.35000	1.53114	55.4	
11 *	-16.0027	0.70000			
12 *	-8.9468	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.95348			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.1
Bf(in Air)	3.7
f	4.69
f1	-5.17
f2	5.19
f3	-5.37
f4	6.40
f5	8.93
f6	-14.12
f12	7.52
f56	17.94
f3456	11.42

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.5400572E-02	-5.6085666E-02	1.6207147E-02	3.0740710E-03
7	0.0000000E+00	4.2760434E-03	-3.5861708E-02	-4.1717543E-03	1.5729546E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	3.0081458E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	6.1762046E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	1.3367745E-03	7.8618033E-04	4.0502635E-03	-2.6650290E-03
11	1.0000000E+00	6.0625583E-03	-1.3742771E-02	1.0660019E-02	-3.9508099E-03
12	0.0000000E+00	-1.5730696E-02	2.7415285E-02	-2.7875870E-02	1.4653916E-02
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-2.2465912E-03	3.1729655E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-6.1925687E-03	6.8377284E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	7.2962556E-04	-7.0745818E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	8.6294777E-04	-6.8442808E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-3.8805195E-03	4.0964540E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 6 0 】

30

【表 1 4】

実施例14
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	17.8427	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.1986	2.80000			
3	10.8159	3.95014	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.3103	0.43900			
5(St)	∞	0.80000			
6 *	-3.9964	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	13.8006	0.35000			
8 *	6.1171	1.82069	1.53114	55.4	
9 *	-4.9051	0.22000			
10 *	6.6200	2.22065	1.53114	55.4	
11 *	-93.2879	0.80002			
12 *	-9.0830	0.80000	1.63360	23.6	
13	∞	0.10000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.99271			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.6
Bf(in Air)	3.8
f	4.56
f1	-5.30
f2	5.33
f3	-4.82
f4	5.44
f5	11.73
f6	-14.34
f12	6.78
f56	35.23
f3456	14.47

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.3550773E-03	-1.0638484E-02	5.4137498E-03	1.7537152E-03
7	0.0000000E+00	-8.8747945E-04	-1.1233833E-02	-1.1709011E-04	5.4727636E-03
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-3.5135584E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.4421204E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	5.4927580E-04	-2.9072605E-03	-2.0969180E-03	2.1888796E-03
11	1.0000000E+00	1.5471059E-03	-8.9210973E-03	-2.8509277E-04	5.5901329E-04
12	0.0000000E+00	-8.9215636E-03	1.2334487E-02	-2.0494752E-02	9.4610135E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-1.2549560E-03	1.8509594E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-2.2965144E-03	1.9290639E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-5.3242468E-04	7.9237522E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	2.1191392E-04	-4.8004228E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-1.6279602E-03	-1.4297309E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 6 1 】

30

【表15】

実施例15
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	19.9694	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.1572	2.70954			
3	10.2261	3.35000	1.80400	46.6	S-LAH65V
4	-6.2078	-0.10000			
5(St)	∞	1.46335			
6 *	-46.5322	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	3.5526	0.60000			
8 *	5.2381	2.45993	1.53114	55.4	
9 *	-6.9230	0.18000			
10 *	6.1309	2.35000	1.53114	55.4	
11 *	-14.9534	0.72002			
12 *	-7.4084	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.72831			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.4
f	4.54
f1	-5.08
f2	5.28
f3	-5.18
f4	6.04
f5	8.52
f6	-11.69
f12	7.30
f56	19.80
f3456	12.24

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	7.3750729E-03	-4.4875234E-02	8.7711092E-03	8.0823039E-03
7	0.0000000E+00	-2.3059247E-03	-3.4442646E-02	-1.5084118E-03	1.4113649E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-4.3404856E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	2.3409448E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	2.8051830E-03	-8.1637011E-03	7.6343195E-03	-4.0411693E-03
11	1.0000000E+00	4.2705048E-03	-1.0783004E-02	6.8119171E-03	-3.0809802E-03
12	0.0000000E+00	-1.4673569E-02	1.7277556E-02	-1.4997680E-02	4.5033208E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-4.0228541E-03	5.2434158E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.8142280E-03	6.3610471E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	9.9029413E-04	-7.8841258E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	7.3972472E-04	-3.2625399E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-2.0173478E-04	-8.0004660E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0162】

30

【表 1 6 】

実施例16
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	19.9928	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.3988	2.96789			
3	10.3382	3.55001	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.9730	-0.10000			
5(St)	∞	1.34748			
6 *	-99.9998	0.69500	1.63360	23.6	
7 *	3.6176	0.50000			
8 *	13.4972	2.10000	1.53114	55.4	
9 *	-4.2196	0.18000			
10 *	6.5268	2.25176	1.53114	55.4	
11 *	-14.9943	0.80671			
12 *	-7.8118	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.85953			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.6
f	4.44
f1	-5.55
f2	5.50
f3	-5.50
f4	6.31
f5	8.88
f6	-12.33
f12	7.30
f56	20.61
f3456	11.39

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.5964733E-02	-6.3086125E-02	2.4196158E-02	-2.6192020E-03
7	0.0000000E+00	-1.6724999E-03	-2.9726092E-02	-1.1728886E-02	2.0269519E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	3.8856805E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	7.7632601E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	1.7651962E-03	-1.3601092E-03	5.7383139E-03	-3.5339743E-03
11	1.0000000E+00	7.1038403E-03	-2.1476480E-02	1.3957046E-02	-5.3293377E-03
12	0.0000000E+00	-2.5235960E-02	3.5222796E-02	-3.5415311E-02	1.7481625E-02
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-8.7978365E-05	1.0847608E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-7.4422027E-03	8.2539200E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	9.0078730E-04	-7.6610790E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	1.1965807E-03	-9.9875420E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-4.3801543E-03	4.4249238E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 6 3 】

30

【表17】

実施例17
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	20.5999	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.4135	2.97891			
3	10.4494	3.55001	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-6.9969	-0.10000			
5(St)	∞	1.38000			
6 *	-99.9959	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	3.7003	0.50000			
8 *	12.9967	2.10000	1.53114	55.4	
9 *	-4.2950	0.18000			
10 *	6.5412	2.30007	1.53114	55.4	
11 *	-15.1304	0.80000			
12 *	-7.7038	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.79563			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.5
f	4.44
f1	-5.54
f2	5.53
f3	-5.62
f4	6.35
f5	8.93
f6	-12.16
f12	7.37
f56	21.20
f3456	11.44

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.6061852E-02	-6.2717845E-02	2.4211204E-02	-2.6727796E-03
7	0.0000000E+00	-1.0607487E-03	-2.9719159E-02	-1.1799257E-02	2.0257194E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	3.7246836E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	7.6273398E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	1.7176991E-03	-1.4137417E-03	5.7144066E-03	-3.5246447E-03
11	1.0000000E+00	6.8467346E-03	-2.1413364E-02	1.4012145E-02	-5.3197703E-03
12	0.0000000E+00	-2.5525786E-02	3.5200550E-02	-3.5386728E-02	1.7506886E-02
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-1.0258428E-04	1.5926879E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-7.4407587E-03	8.2354787E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	9.0484107E-04	-7.8172878E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	1.1947228E-03	-1.0179250E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-4.3749011E-03	4.3743798E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0164】

30

【表18】

実施例18
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	22.2198	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.4827	3.01295			
3	11.0245	3.30172	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.0023	-0.10000			
5(St)	∞	1.59969			
6 *	-87.5814	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	3.7803	0.50000			
8 *	13.0414	2.10000	1.53114	55.4	
9 *	-4.2848	0.18006			
10 *	6.4737	2.30000	1.53114	55.4	
11 *	-16.1211	0.80000			
12 *	-7.6061	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.79196			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.5
f	4.52
f1	-5.59
f2	5.60
f3	-5.70
f4	6.34
f5	9.01
f6	-12.00
f12	7.61
f56	22.08
f3456	11.42

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	9.9762013E-03	-5.0617743E-02	1.2087883E-02	3.3123807E-03
7	0.0000000E+00	2.0911130E-03	-3.3193103E-02	-8.6964808E-03	1.8040275E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	4.3975160E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	8.1894562E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	3.7917895E-03	-5.4151220E-03	1.1106302E-02	-6.2778849E-03
11	1.0000000E+00	8.1460301E-03	-1.7750119E-02	7.7508743E-03	5.2388028E-04
12	0.0000000E+00	2.3295404E-03	-1.4356519E-03	-1.2013294E-02	1.1529120E-02
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-1.7779198E-03	2.3683976E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-6.6867488E-03	7.3109468E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	1.5904445E-03	-1.4769377E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	-1.0044380E-03	1.9295855E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-4.3554316E-03	5.8727703E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0165】

30

【表19】

実施例19
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	21.8269	0.90000	1.75500	52.3	S-YGH51
2	3.5076	3.29083			
3	10.3982	3.20000	1.83481	42.7	S-LAH55V
4	-7.4325	-0.10000			
5(St)	∞	1.41204			
6 *	-46.2232	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	4.2133	0.50000			
8 *	12.9394	2.10000	1.53114	55.4	
9 *	-4.3026	0.18001			
10 *	6.8639	2.30000	1.53114	55.4	
11 *	-17.1785	0.80000			
12 *	-6.9481	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.78096			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.5
f	4.52
f1	-5.65
f2	5.65
f3	-6.06
f4	6.35
f5	9.55
f6	-10.97
f12	7.44
f56	31.49
f3456	12.57

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	4.2268845E-04	-2.9049413E-02	-3.2913100E-03	7.9843926E-03
7	0.0000000E+00	-5.7328594E-03	-1.7099312E-02	-1.6654641E-02	1.8011679E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	5.0181260E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.0122333E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	6.1616635E-03	-8.1441051E-03	1.2772099E-02	-6.6635126E-03
11	1.0000000E+00	1.6664907E-03	-1.0318695E-02	9.0519784E-04	2.7390426E-03
12	0.0000000E+00	-5.6860954E-03	7.0027198E-05	-4.9227644E-03	3.6117474E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-2.0196475E-03	1.4281330E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.6815260E-03	5.2836476E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	1.5385749E-03	-1.3074054E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	-1.2610988E-03	1.8479877E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-1.2860910E-03	1.7939766E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0166】

30

【表20】

実施例20
基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	21.6446	0.90000	1.71300	53.9	S-LAL8
2	3.6544	3.49698			
3	11.7770	3.20000	1.88300	40.8	S-LAH58
4	-7.8662	-0.10000			
5(St)	∞	1.31830			
6 *	-100.0113	0.70000	1.63360	23.6	
7 *	3.8260	0.50000			
8 *	12.8023	2.10000	1.53114	55.4	
9 *	-4.2043	0.18000			
10 *	6.9458	2.30000	1.53114	55.4	
11 *	-15.8253	0.80000			
12 *	-7.1423	0.70000	1.63360	23.6	
13	∞	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.68157			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.5
Bf(in Air)	3.4
f	4.52
f1	-6.30
f2	5.78
f3	-5.80
f4	6.23
f5	9.42
f6	-11.27
f12	7.27
f56	28.42
f3456	12.27

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	2.5444635E-03	-3.6862842E-02	-1.9252974E-03	9.3904882E-03
7	0.0000000E+00	-5.5573830E-03	-2.6237183E-02	-1.3483361E-02	1.7837641E-02
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	3.8640978E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.0410642E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	6.4337695E-03	-7.1379361E-03	1.1877928E-02	-6.3239661E-03
11	1.0000000E+00	-3.5602284E-04	-3.8071905E-03	-1.9214366E-03	3.1669223E-03
12	0.0000000E+00	-8.0726145E-03	4.4389040E-03	-4.3988120E-03	2.1650222E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-2.8052481E-03	2.6400828E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.9332666E-03	5.7389730E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	1.4586679E-03	-1.3168741E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	-1.2081021E-03	1.4524116E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	-7.6617337E-04	1.0781079E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0167】

30

【表 2 1 】

実施例21

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	13.4203	0.80007	1.51680	64.2	BSC7
2	2.8870	3.20320			
3	10.2034	3.01378	1.75500	52.3	S-YGH51
4	-5.7466	-0.10000			
5(St)	∞	1.54302			
6 *	60.0017	0.70000	1.65245	21.0	
7 *	3.7034	0.40000			
8 *	-211.7981	2.13459	1.53391	55.9	
9 *	-5.0156	0.22019			
10 *	5.0361	1.80006	1.53391	55.9	
11 *	-16.2368	0.70000			
12	-13.0232	0.99893	1.95906	17.5	S-NPH3
13	-27.4321	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.25153			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	18.4
Bf(in Air)	3.0
f	4.50
f1	-7.31
f2	5.30
f3	-6.08
f4	9.59
f5	7.42
f6	-26.76
f12	6.19
f56	9.69
f3456	9.58

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	1.2878298E-03	-4.4820866E-02	9.0853543E-04	1.6627778E-02
7	0.0000000E+00	-5.5555060E-03	-5.0736482E-02	8.9755869E-03	9.5387803E-03
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-5.9617656E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-2.5775088E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	4.6202603E-03	-8.7374220E-03	4.0301986E-03	-3.8536766E-04
11	1.0000000E+00	1.8260699E-02	-2.2655862E-02	1.7210593E-02	-5.3966401E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-8.1674354E-03	1.1919922E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-4.8796621E-03	5.6855664E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-3.1454359E-04	7.5151608E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	5.4674760E-04	2.9568436E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【 0 1 6 8 】

30

【表22】

実施例22

基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	ガラス
1	16.1014	0.80007	1.58913	61.1	S-BAL35
2	2.7371	2.34988			
3	10.2741	3.83172	1.80400	46.6	S-LAH65V
4	-5.3340	-0.10000			
5(St)	∞	1.55801			
6 *	-7.3516	0.73000	1.63360	23.6	
7 *	3.6792	0.40000			
8 *	4.9118	2.50000	1.53114	55.4	
9 *	-8.9758	0.22000			
10 *	3.5868	1.80006	1.53114	55.4	
11 *	90.3795	0.70004			
12	-18.1276	0.90008	1.92286	18.9	S-NPH2
13	-81.5039	0.05000			
14	∞	1.00000	1.51680	64.2	
15	∞	2.79683			
16(IMG)	∞				

各種データ

L(in Air)	19.2
Bf(in Air)	3.5
f	4.56
f1	-5.72
f2	4.90
f3	-3.77
f4	6.38
f5	6.98
f6	-25.43
f12	6.06
f56	8.78
f3456	10.66

10

非球面係数

面番号	K	RB3	RB4	RB5	RB6
6	1.0000000E+00	4.4247020E-03	-3.6958885E-02	2.5377590E-03	1.7254895E-02
7	0.0000000E+00	-7.6991589E-04	-4.1947461E-02	1.0146805E-02	9.2008516E-03
8	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-3.5445245E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	1.0000000E+00	0.0000000E+00	-3.5492937E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	6.3789919E-03	-1.1034078E-02	3.9142583E-03	-9.1010433E-06
11	1.0000000E+00	2.1991053E-02	-2.3984367E-02	1.8684442E-02	-5.7115591E-03
面番号	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	-9.0220339E-03	1.3839890E-03	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	-5.2117516E-03	6.7274328E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	-3.7636959E-04	6.3309783E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	4.7732116E-04	4.0067628E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

20

【0169】

30

上記実施例1～3、10、21、22の撮像レンズにおいて、第1レンズL1、第2レンズL2、第6レンズL6はガラス球面レンズであり、第3レンズL3～第5レンズL5はプラスチックレンズである。上記実施例4～9、11～20の撮像レンズにおいて、第1レンズL1および第2レンズL2はガラス球面レンズであり、第3レンズL3～第6レンズL6はプラスチックレンズである。基本レンズデータには、ガラスレンズのものはガラスの欄に硝種名を記載しているが、屈折率およびアッベ数等について同等の特性を持つものであれば他の硝種を用いてもよい。

【0170】

40

例えば基本レンズデータのガラスの欄にS-YGH51と記載しているものはオハラ社製S-YGH51であるが、同等の特性をもつ他社の硝材を用いても良く、例えばこれに代えて、HOYA社製TAC6、住田社製K-LASKN1、成都光明社製H-LAK53A等を使用してもよい。同様に、オハラ社製S-LAH66に代えて、HOYA社製TAF1、M-TAF1、住田社製K-LAFK50、K-LASFN7、成都光明社製H-ZLAF50B、ショット社製N-LAF34等を使用してもよい。オハラ社製S-LAH55Vに代えて、HOYA社製TAFD5F、住田社製K-LASFN8、成都光明社製H-ZLAF55A等を使用してもよい。オハラ社製S-BAL35に代えて、HOYA社製BACD5、住田社製K-SK5、成都光明社製H-ZK3等を使用してもよい。オハラ社製S-LAH65Vに代えて、HOYA社製TAF3、住田社製K-LASFN6、成都光明社製H-ZLAF50D等を使用してもよい。HOYA社製BSC7に代えて、オハラ社製S-BSL7、住田社製K-BK7、成都光明社製H-K9L、ショット

50

ト社製N-BK7等を使用してもよい。オハラ社製S-LAL8に代えて、HOYA社製LAC8、住田社製K-LAK8、成都光明社製H-LAK7A等を使用してもよい。HOYA社製M-TAFD51に代えて、光ガラス社製Q-LASFH59S等を使用してもよい。オハラ社製S-LAH58に代えて、HOYA社製TAFD30、住田社製K-LASFN17、成都光明社製H-ZLAF68等を使用してもよい。

【0171】

実施例1～22の撮像レンズについて、条件式(1)～(11)に対応する値を表23に示し、条件式(12)～(21)に対応する値を表24に示す。実施例1～22では、d線を基準波長としており、表23、表24にはこの基準波長における各値を示す。

【0172】

【表23】

実施例	条件式										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Db12+D3 f	f2/f	R1f+R1r R1f-R1r	f3456 f	f4/f	v d6	Db12/f	f12/f	f5/f	R2f+R2r R2f-R2r	R5f+R5r R5f-R5r	
1	1.20	0.98	1.72	3.32	1.62	23.78	0.54	1.24	1.20	0.10	-0.45
2	1.39	1.07	1.41	2.38	1.46	23.78	0.45	1.33	1.42	0.34	-0.99
3	1.22	1.01	1.51	2.54	1.23	23.78	0.56	1.24	1.56	0.19	-0.79
4	1.38	1.12	1.49	2.58	1.48	22.00	0.58	1.48	1.23	0.04	0.28
5	1.37	1.10	1.48	2.68	1.61	23.61	0.58	1.44	1.06	0.01	0.29
6	1.22	0.98	1.40	2.14	1.89	23.61	0.39	1.48	1.59	0.02	-0.97
7	1.23	0.97	1.37	2.30	2.48	23.61	0.39	1.44	1.23	0.02	-0.46
8	1.50	1.15	1.48	2.53	1.51	25.50	0.55	1.51	1.85	0.09	-0.91
9	1.41	1.15	1.37	2.92	2.06	23.61	0.54	1.57	1.82	0.24	-0.91
10	1.18	0.97	1.34	2.80	1.81	23.78	0.54	1.19	1.26	0.19	-0.46
11	1.30	1.16	1.42	2.76	1.27	23.61	0.77	1.46	1.56	-0.04	0.54
12	1.49	1.19	1.35	3.04	1.38	23.61	0.62	1.55	2.02	0.22	-0.29
13	1.30	1.11	0.72	2.43	1.36	23.61	0.48	1.60	1.90	0.04	-0.43
14	1.48	1.17	1.44	3.18	1.19	23.61	0.61	1.49	2.57	0.26	-0.87
15	1.33	1.16	1.38	2.69	1.33	23.61	0.60	1.61	1.87	0.24	-0.42
16	1.47	1.24	1.41	2.56	1.42	23.61	0.67	1.64	2.00	0.19	-0.39
17	1.47	1.25	1.40	2.58	1.43	23.61	0.67	1.66	2.01	0.20	-0.40
18	1.40	1.24	1.37	2.53	1.40	23.61	0.67	1.69	2.00	0.22	-0.43
19	1.44	1.25	1.38	2.78	1.40	23.61	0.73	1.64	2.11	0.17	-0.43
20	1.48	1.28	1.41	2.71	1.38	23.61	0.77	1.61	2.08	0.20	-0.39
21	1.38	1.18	1.55	2.13	2.13	17.50	0.71	1.38	1.65	0.28	-0.53
22	1.36	1.08	1.41	2.34	1.40	18.90	0.52	1.33	1.53	0.32	-1.08

【0173】

【表24】

実施例	条件式										(21) Db23 f	
	(12)		(13)		(14)		(15)		(16)			
	R6f+R6r	R1/f	f1/f	f12	f3456	D3+Db23	f1/f2	v d3	f4/f5	f56/f		
1	-1.00	2.31	-1.15	0.37	0.90	-1.18	23.61	1.35	1.86	0.24		
2	-1.00	3.51	-1.25	0.56	1.24	-1.17	23.61	1.03	1.85	0.31		
3	-1.00	3.06	-1.35	0.49	0.91	-1.33	23.61	0.79	2.40	0.25		
4	-0.74	3.96	-1.32	0.57	1.00	-1.17	22.00	1.20	7.63	0.21		
5	-0.77	3.94	-1.28	0.54	1.00	-1.16	23.61	1.52	5.66	0.21		
6	-1.00	4.07	-1.10	0.69	1.16	-1.12	23.61	1.19	2.21	0.33		
7	-1.00	4.18	-1.05	0.62	1.08	-1.08	23.61	2.01	1.87	0.24		
8	-1.00	3.96	-1.28	0.60	1.15	-1.11	25.50	0.81	2.87	0.21		
9	-1.00	4.42	-1.12	0.54	1.09	-0.97	23.61	1.13	2.77	0.21		
10	-1.35	3.98	-1.18	0.43	0.87	-1.21	23.61	1.44	1.57	0.23		
11	-1.00	4.44	-1.27	0.53	0.79	-1.10	23.61	0.81	13.80	0.26		
12	-1.00	4.86	-1.16	0.51	1.15	-0.97	23.61	0.68	5.29	0.28		
13	-1.00	-4.69	-1.10	0.66	1.08	-1.00	23.61	0.72	3.82	0.26		
14	-1.00	3.92	-1.16	0.47	1.14	-0.99	23.61	0.46	7.73	0.27		
15	-1.00	4.40	-1.12	0.60	1.04	-0.96	23.61	0.71	4.36	0.30		
16	-1.00	4.50	-1.25	0.64	1.08	-1.01	23.61	0.71	4.64	0.28		
17	-1.00	4.64	-1.25	0.64	1.09	-1.00	23.61	0.71	4.77	0.29		
18	-1.00	4.92	-1.24	0.67	1.06	-1.00	23.61	0.70	4.89	0.33		
19	-1.00	4.83	-1.25	0.59	1.00	-1.00	23.61	0.66	6.96	0.29		
20	-1.00	4.79	-1.39	0.59	0.98	-1.09	23.61	0.66	6.28	0.27		
21	-2.81	2.99	-1.63	0.65	0.99	-1.38	21.00	1.29	2.16	0.32		
22	-1.57	3.53	-1.26	0.57	1.16	-1.17	23.61	0.91	1.92	0.32		

【0174】

上記実施例1～22にかかる撮像レンズの各収差図をそれぞれ図24～図45に示す。

図24～図45では、各実施例について、左から順に、球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）の収差図を示している。球面収差図のF_{no.}はFナンバーを意味し、他の収差図のF_{no.}は無限遠物体に合焦した状態における半画角を意味する。各収差図には、d線(587.56nm)を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には、F線(波長486.13nm)、C線(波長656.27nm)、S線(波長852.11nm)、正弦条件違反量についての収差も示し、倍率色収差図にはF線、C線、S線についての収差を示す。

【0175】

以上のデータからわかるように、実施例1～22の撮像レンズは、小型で安価に作製可能である上、Fナンバーが1.60～2.00の範囲にあり小さなFナンバーを有し、最

大全画角が65°～80°の範囲にあり広い画角を達成しており、色収差を含めた諸収差が良好に補正されて高い光学性能を有する。これらの撮像レンズは、監視カメラや、自動車の前方、側方、後方などの映像を撮影するための車載用カメラ等に好適に使用可能である。

【0176】

〔撮像装置の実施形態〕

図46に使用例として、自動車100に本実施形態の撮像レンズを備えた撮像装置を搭載した様子を示す。図46において、自動車100は、その助手席側の側面の死角範囲を撮像するための車外カメラ101と、自動車100の後側の死角範囲を撮像するための車外カメラ102と、ルームミラーの背面に取り付けられ、ドライバーと同じ視野範囲を撮影するための車内カメラ103とを備えている。車外カメラ101と車外カメラ102と車内カメラ103とは、本発明の実施形態にかかる撮像装置であり、本発明の実施形態にかかる撮像レンズと、該撮像レンズにより形成される光学像を電気信号に変換する撮像素子とを備えている。

【0177】

本発明の実施形態にかかる撮像レンズは、上述した長所を有するものであるから、車外カメラ101、102および車内カメラ103は、車の外観を損ねることではなく、小型で安価に構成でき、広い画角を有し、良好な映像を得ることができる。

【0178】

なお、本発明の実施形態に係る撮像レンズを備えた撮像装置で撮影した画像を携帯電話に表示するようにしてもよい。例えば本実施形態の撮像レンズを備えた撮影装置を車載用カメラとして自動車に搭載し、自動車の背後や周辺を車載用カメラにより撮影し、撮影により取得した画像を表示装置に表示する場合がある。このような場合、カーナビゲーションシステム（以下カーナビとする）が搭載されている自動車においては、撮影した画像はカーナビの表示装置に表示すればよいが、カーナビが搭載されていない場合、液晶ディスプレイ等の専用の表示装置を自動車に設置する必要がある。しかしながら、表示装置は高価である。一方、近年の携帯電話は、動画やWebの閲覧が可能になる等、高性能な表示装置が搭載されている。携帯電話を車載用カメラの表示装置として用いることで、カーナビが搭載されていない自動車に関しても、専用の表示装置を搭載する必要が無くなり、その結果、安価に車載用カメラを搭載することが可能となる。

【0179】

ここで、車載用カメラが撮影した画像は、ケーブル等を用いて有線にて携帯電話に送信してもよく、赤外線通信等の無線により携帯電話に送信してもよい。また、携帯電話等と自動車の作動状態とを連動させ、自動車のギアがバックに入ったり、ワインカー等を出したりした際に、自動で携帯電話の表示装置に車載用カメラの画像を表示するようにしてもよい。

【0180】

なお、車載用カメラの画像を表示する表示装置としては、携帯電話のみならず、PDA等の携帯情報端末でもよく、タブレット型端末でもよく、小型のパソコンでもよく、あるいは持ち歩き可能な小型のカーナビでもよい。

【0181】

また、本発明の撮像レンズを搭載した携帯電話（スマートホンを含む）を自動車に固定することで、車載用カメラとして使用してもよい。近年のスマートホンはPC並の処理能力を備えているため、例えば携帯電話を自動車のダッシュボード等に固定し、カメラを前方に向けることで、携帯電話のカメラを車載用カメラと同様に用いることが可能となる。なお、スマートホンのアプリケーションとして、白線や道路標識を認識し、警告を行う機能を備えていてもよい。また、運転手にカメラを向け、居眠りや脇見の際に警告を行うシステムとしてもよい。また、自動車と連動し、ハンドルを操作するシステムの一部としてもよい。自動車は高温環境や低温環境に放置されるため、車載用カメラは厳しい耐環境性が要求される。本発明の撮像レンズを携帯電話に搭載した場合、運転時以外は携帯電話は

10

20

30

40

50

運転手とともに車外に出てしまうため、撮像レンズの耐環境性をゆるめることができとなり、安価に車載システムを導入することが可能となる。

【0182】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、非球面係数の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【0183】

なお、上記実施例では全てのレンズを均質な材料により構成しているが、屈折率分布型のレンズを用いてもよい。また、上記した実施例では、非球面が施された屈折型レンズにより構成しているものがあるが、1つの面もしくは複数の面に回折光学素子を形成してもよい。

10

【0184】

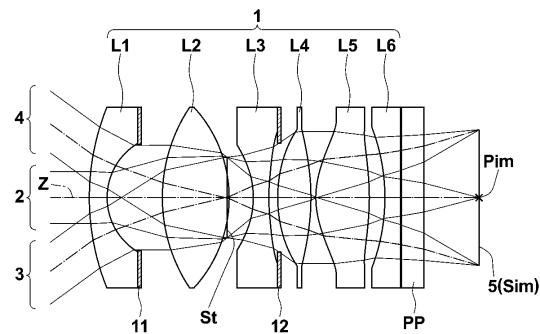
また、撮像装置の実施形態では、本発明を車載用カメラに適用した例について図を示して説明したが、本発明はこの用途に限定されるものではなく、例えば、携帯端末用カメラや監視カメラ等にも適用可能である。

【符号の説明】

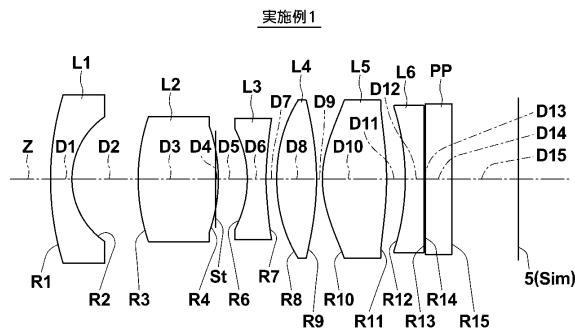
【0185】

1	撮像レンズ	
2	軸上光束	20
3、4	軸外光束	
5	撮像素子	
11、12	遮光部材	
100	自動車	
101、102	車外カメラ	
103	車内カメラ	
L1	第1レンズ	
L2	第2レンズ	
L3	第3レンズ	
L4	第4レンズ	30
L5	第5レンズ	
L6	第6レンズ	
Pim	像点	
PP	光学部材	
Sim	像面	
St	開口絞り	
Z	光軸	

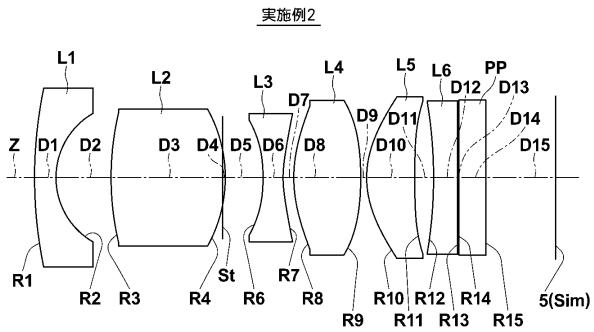
【図1】



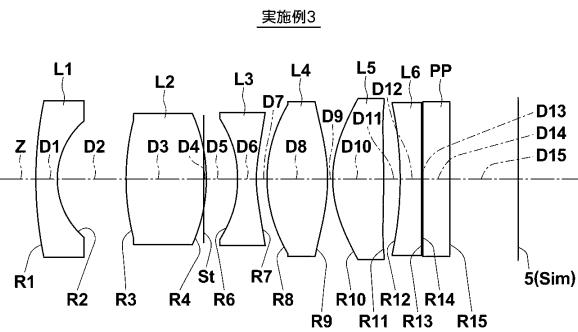
【図2】



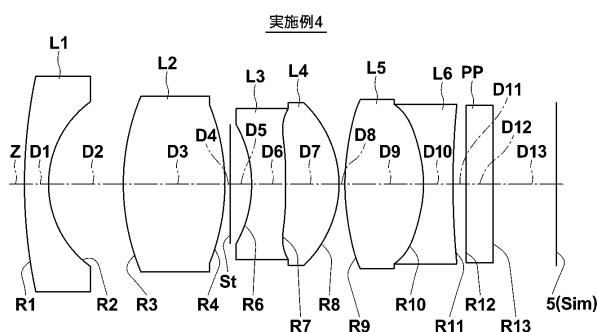
【図3】



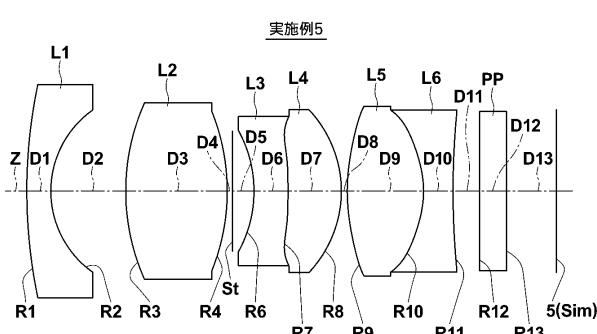
【図4】



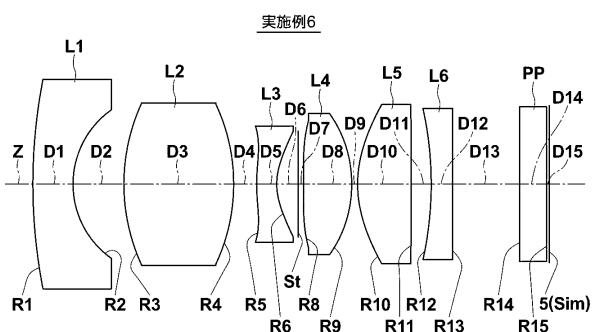
【図5】



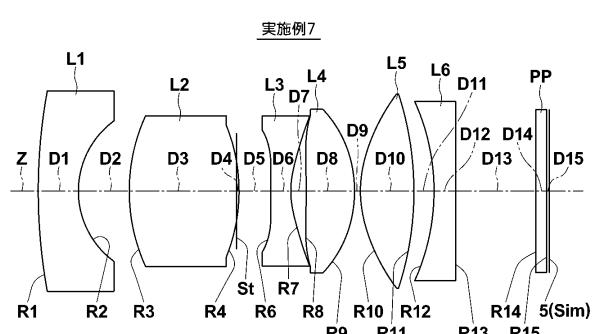
【図6】



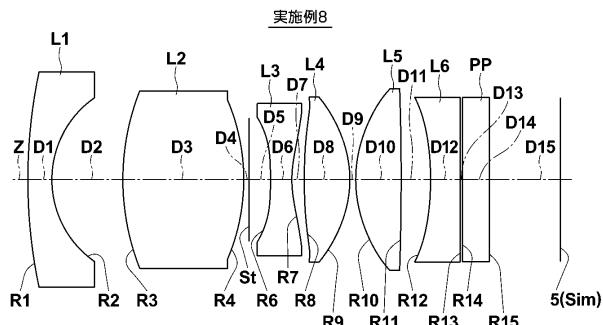
【図7】



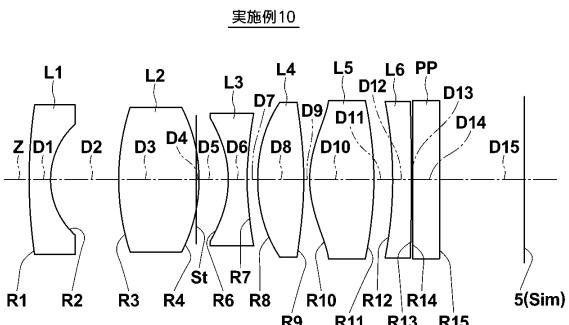
【図8】



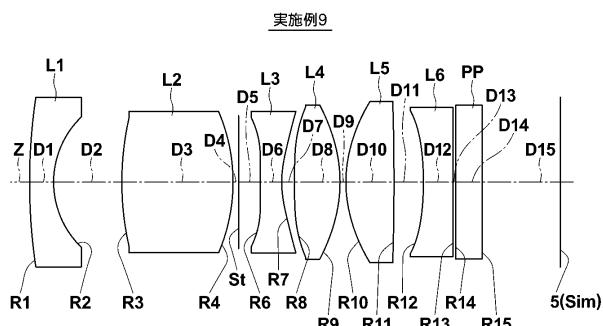
【図9】



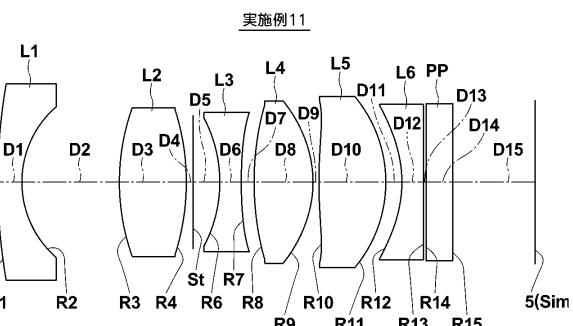
【図11】



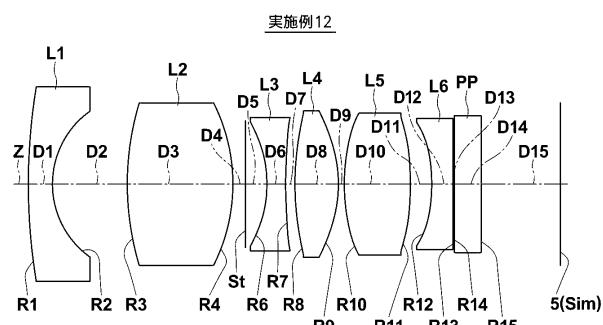
【図10】



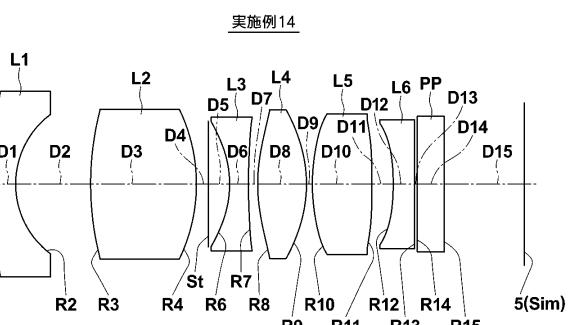
【図12】



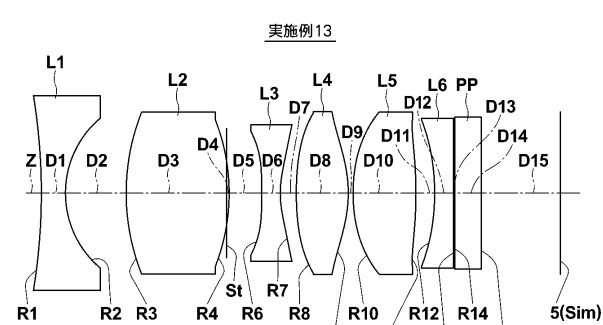
【図13】



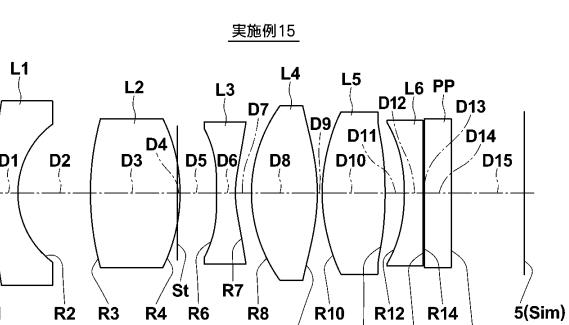
【図15】



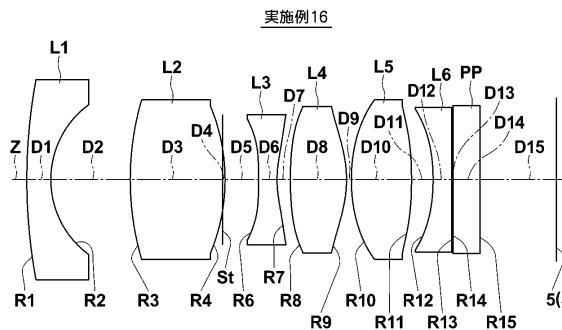
【図14】



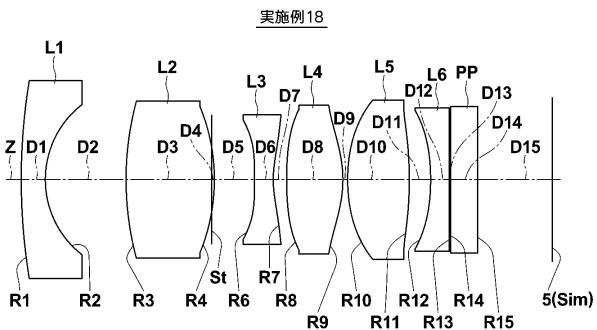
【図16】



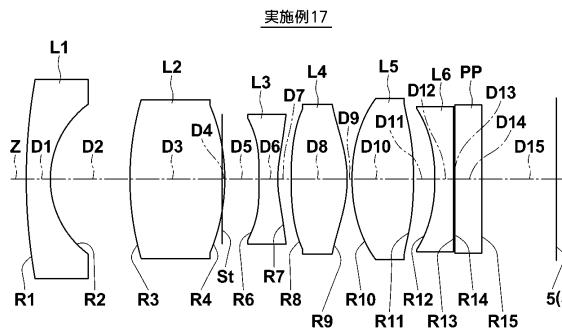
【図17】



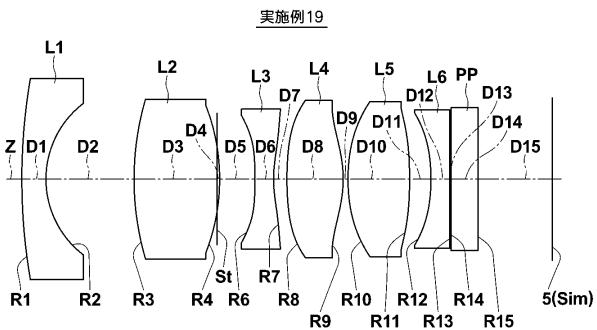
【図19】



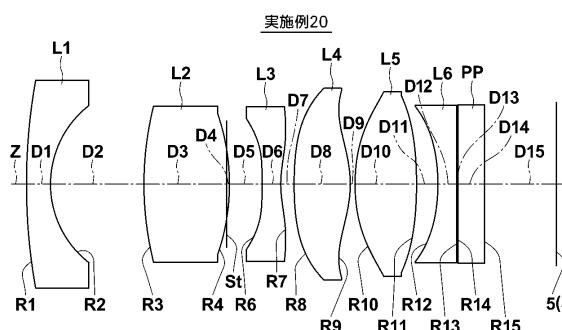
【図18】



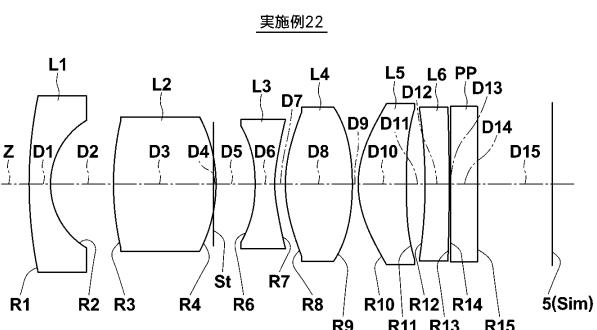
【図20】



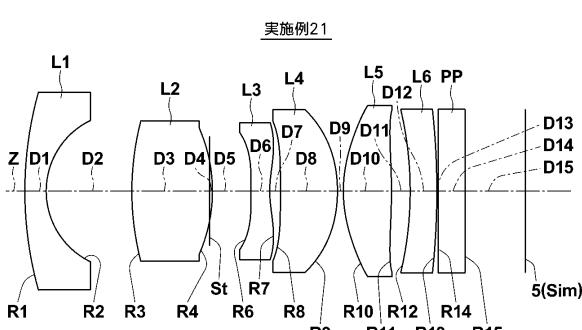
【図21】



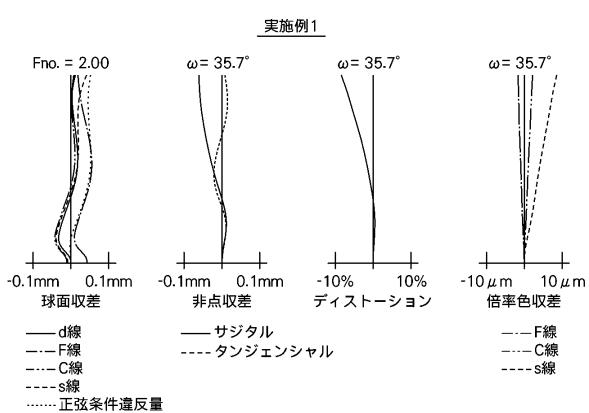
【図23】



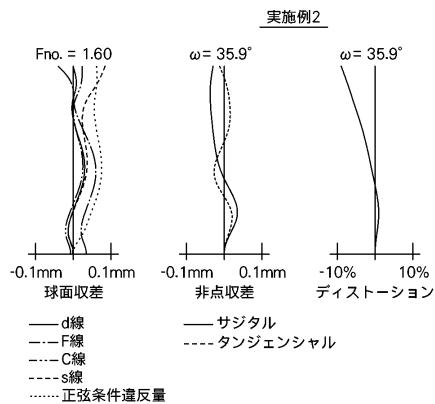
【図22】



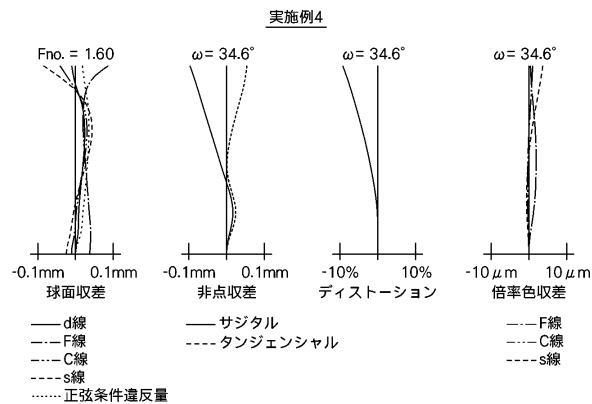
【図24】



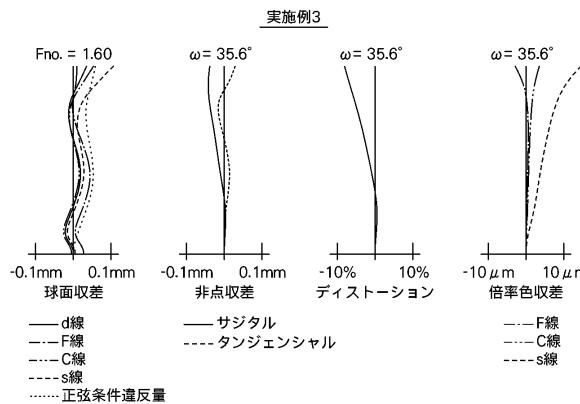
【図25】



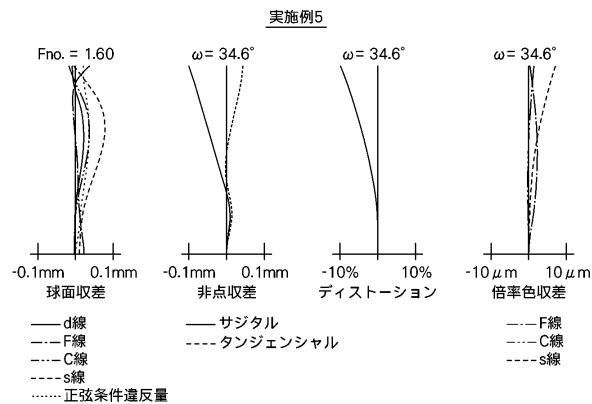
【図27】



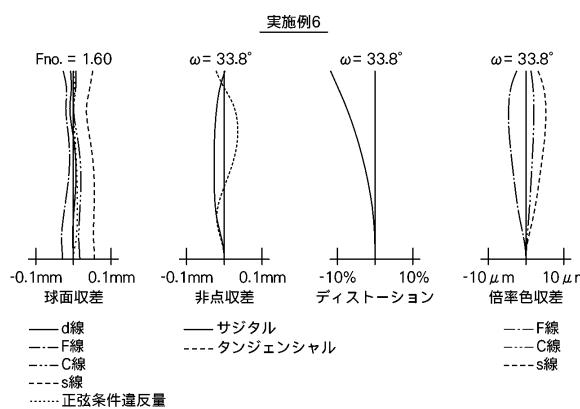
【図26】



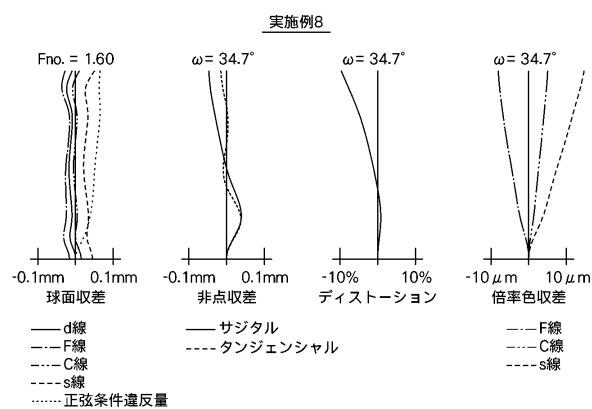
【図28】



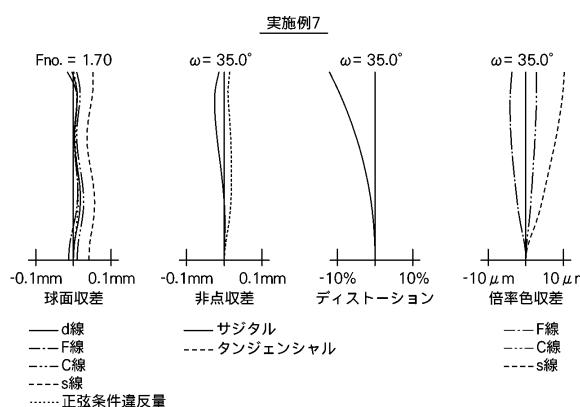
【図29】



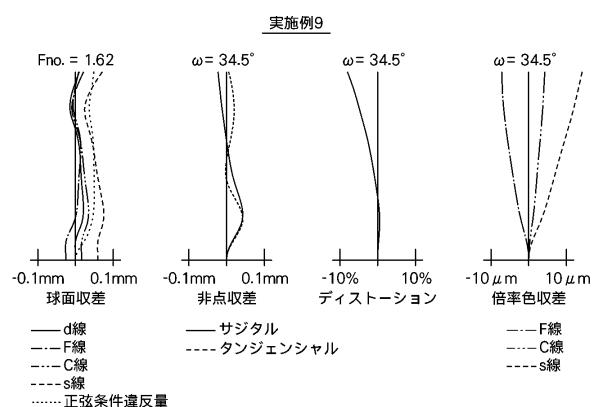
【図31】



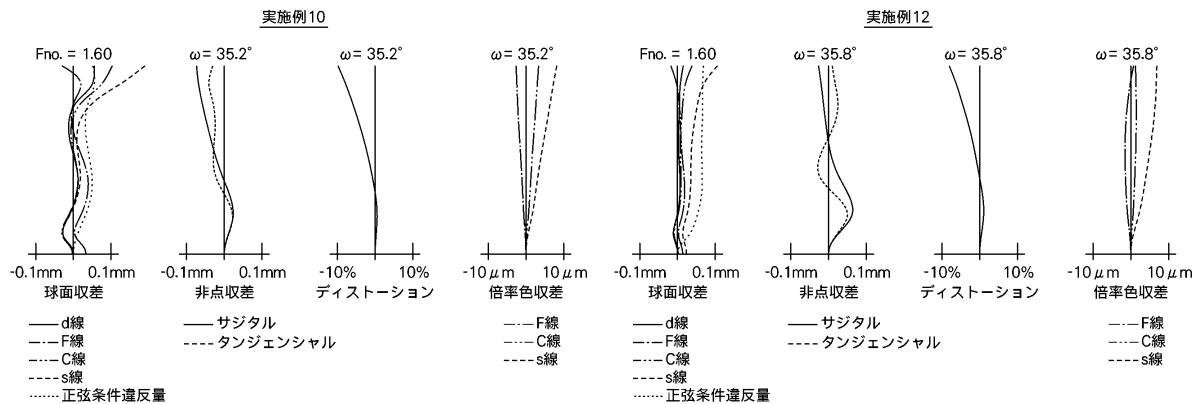
【図30】



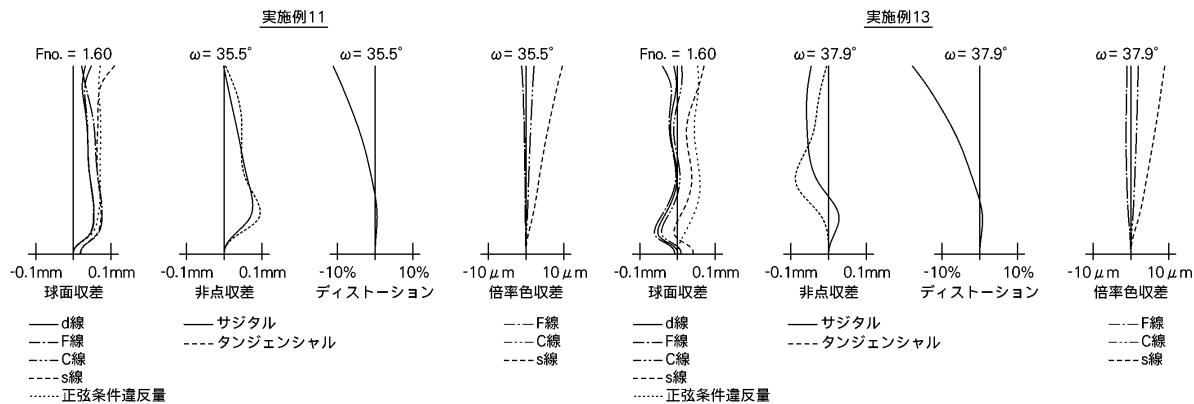
【図32】



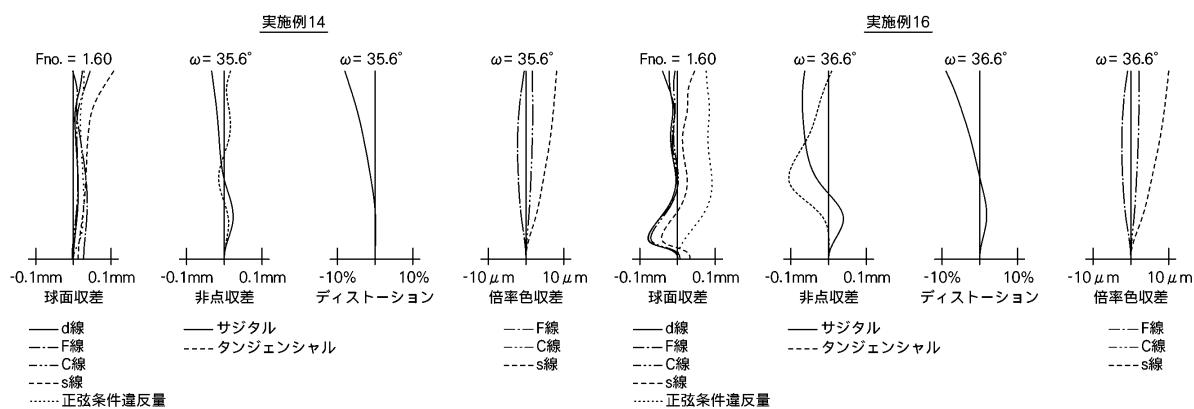
【図33】



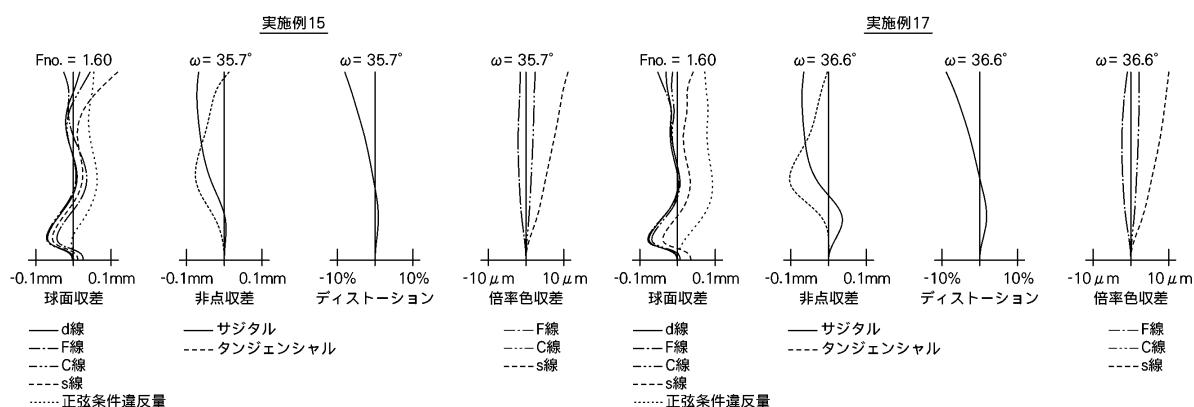
【図34】



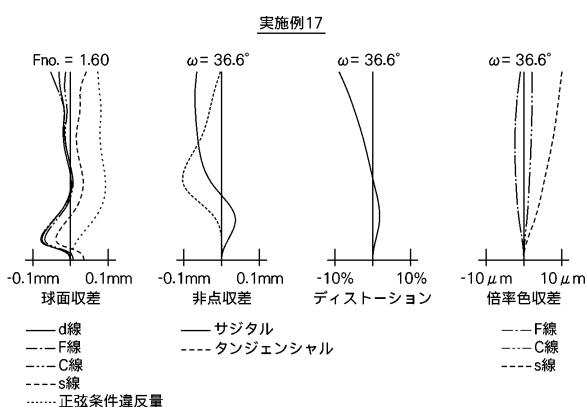
【図37】



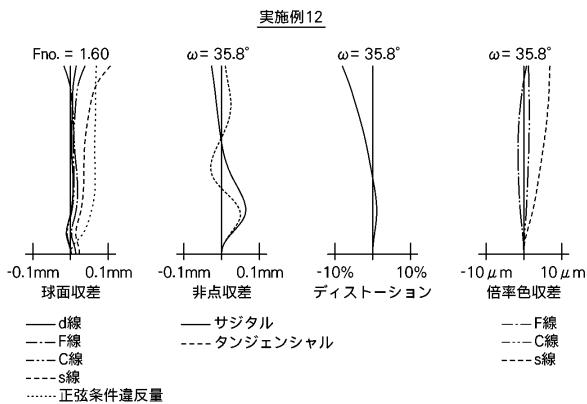
【図38】



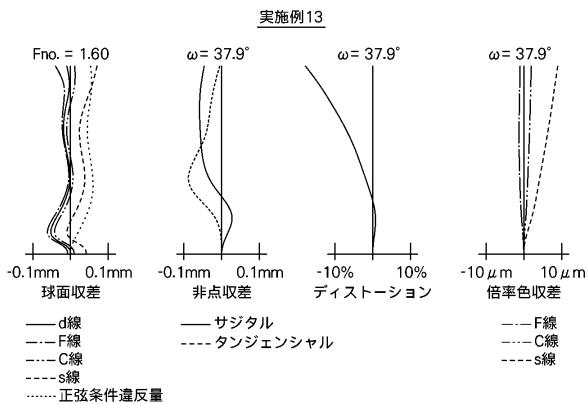
【図40】



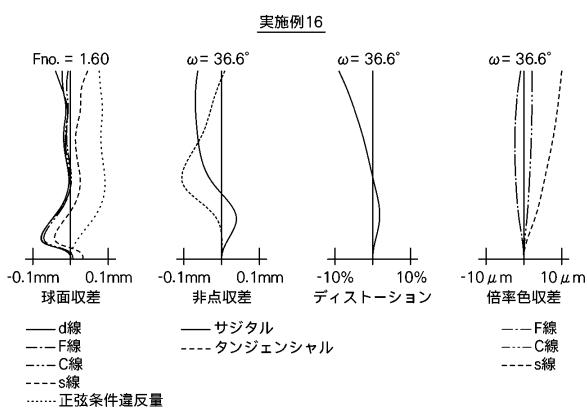
【図35】



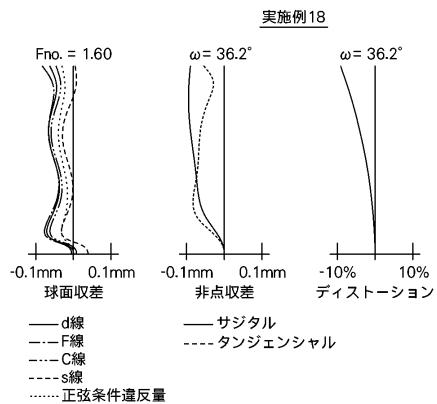
【図36】



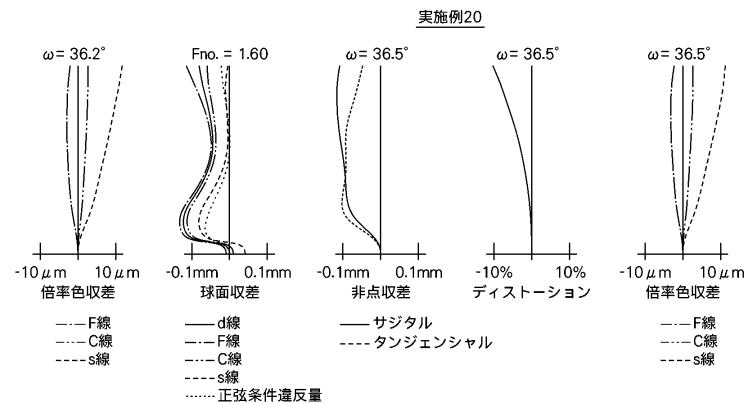
【図39】



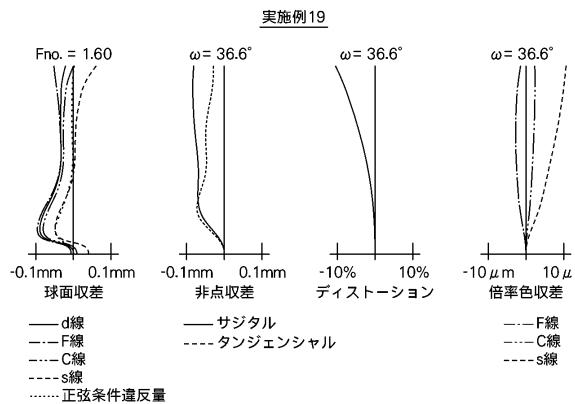
【図41】



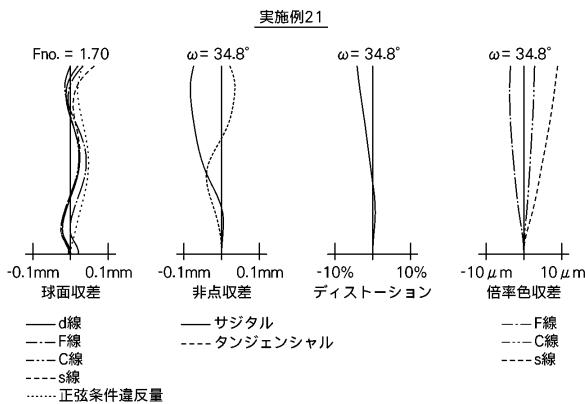
【図43】



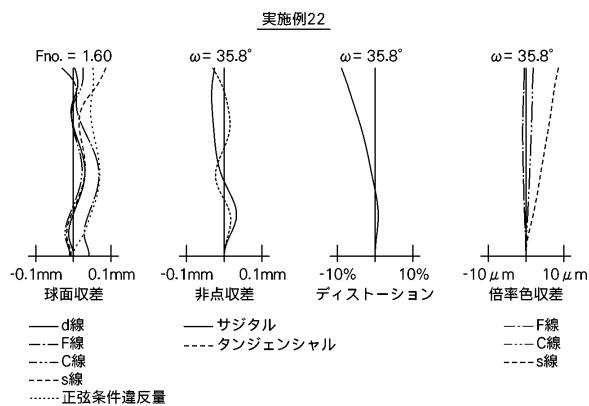
【図42】



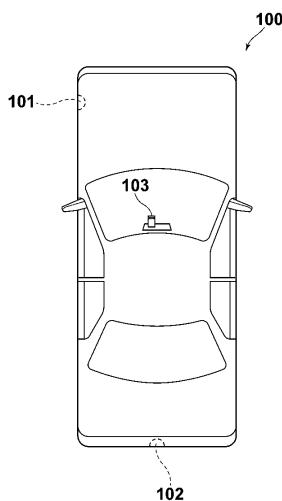
【図44】



【図45】



【図46】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2012/127826 (WO, A1)
特開2011-145315 (JP, A)
国際公開第2013/065296 (WO, A1)
特開2011-227380 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 13/00

G 02 B 13/18