

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5657696号

(P5657696)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015.1.21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/04

D

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 16 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2012-549638 (P2012-549638)
 (86) (22) 出願日 平成23年12月20日(2011.12.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/007141
 (87) 国際公開番号 W02012/086193
 (87) 国際公開日 平成24年6月28日(2012.6.28)
 審査請求日 平成26年2月4日(2014.2.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-284363 (P2010-284363)
 (32) 優先日 平成22年12月21日(2010.12.21)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目2番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 浅見 太郎
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内

審査官 殿岡 雅仁

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、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとからなり、

絞りが、前記第1レンズの像側の面と前記第3レンズの物体側の面の間に配置され、

全系の焦点距離を f とし、前記第1レンズの焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズの焦点距離を f_2 とし、前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離を f_{12} とし、前記第3レンズと前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離を f_{345} としたとき、下記条件式(1)、(7)、(11')を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-1.25 < f_1 / f < -0.5 \quad \dots \quad (1)$$

$$-1.30 < f_1 / f_2 < -0.65 \quad \dots \quad (7)$$

$$0.1 < |f_{12} / f_{345}| < 1.3 \quad \dots \quad (11')$$

【請求項 2】

物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとからなり、

絞りが、前記第1レンズの像側の面と前記第3レンズの物体側の面の間に配置され、

全系の焦点距離を f とし、前記第2レンズの焦点距離を f_2 とし、前記第1レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれ R_1 、 R_2 とし、前記第1レンズの焦点距離を f_1 とし、前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離を f_{12} とし、前記第3レンズと前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離を f_{345} としたとき、下記条件式(2

10

20

)、(3)、(7)、(11')を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.4 < f_2 / f < 1.5 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.05 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 0.95 \quad \dots \quad (3)$$

$$-1.30 < f_1 / f_2 < -0.65 \quad \dots \quad (7)$$

$$0.1 < |f_{12} / f_{345}| < 1.3 \quad \dots \quad (11')$$

【請求項3】

物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとからなり、
絞りが、前記第1レンズの像側の面と前記第3レンズの物体側の面の間に配置され、

全系の焦点距離を f とし、前記第5レンズの焦点距離を f_5 とし、前記第1レンズの焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズの焦点距離を f_2 とし、前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離を f_{12} とし、前記第3レンズと前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離を f_{345} としたとき、下記条件式(4)、(7)、(11')を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.99 < f_5 / f < 2.10 \quad \dots \quad (4)$$

$$-1.30 < f_1 / f_2 < -0.65 \quad \dots \quad (7)$$

$$0.1 < |f_{12} / f_{345}| < 1.3 \quad \dots \quad (11')$$

【請求項4】

全系の焦点距離を f とし、前記第2レンズと前記第3レンズとの光軸上の間隔を D_{23} としたとき、下記条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか一項記載の撮像レンズ。

$$0.05 < D_{23} / f < 0.85 \quad \dots \quad (5)$$

【請求項5】

前記第1レンズが両凹レンズであることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項記載の撮像レンズ。

【請求項6】

前記第5レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれ R_{10} 、 R_{11} としたとき、下記条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項記載の撮像レンズ。

$$-1.40 < (R_{10} + R_{11}) / (R_{10} - R_{11}) < -0.2 \quad \dots \quad (6)$$

【請求項8】

前記第3レンズの物体側の面は、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて負のパワーが弱いことを特徴とする請求項1から6のいずれか一項記載の撮像レンズ。

【請求項9】

前記第3レンズの像側の面は、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて負のパワーが弱い、もしくは、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端で正のパワーを持つことを特徴とする請求項1から6、8のいずれか一項記載の撮像レンズ。

【請求項10】

前記第4レンズの像側の面は、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて正のパワーが弱い、もしくは、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では負のパワーを持つことを特徴とする請求項1から6、8、9のいずれか一項記載の撮像レンズ。

【請求項11】

前記第5レンズの像側の面は、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて正のパワーが弱い、もしくは、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では負のパワーを持つことを特徴とする請求項1から6、8から10のいずれか一項記載の撮像レンズ。

【請求項12】

全系の焦点距離を f とし、前記第1レンズの焦点距離を f_1 としたとき、下記条件式(1-3)を満足することを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

10

20

30

40

50

$$-1.10 < f_1 / f < -0.60 \quad \dots \quad (1-3)$$

【請求項13】

全系の焦点距離を f とし、前記第2レンズの焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(2-1)を満足することを特徴とする請求項2記載の撮像レンズ。

$$0.7 < f_2 / f < 1.2 \quad \dots \quad (2-1)$$

【請求項14】

前記第1レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれ R_1 、 R_2 としたとき、下記条件式(3-1)を満足することを特徴とする請求項2記載の撮像レンズ。

$$0.6 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 0.78 \quad \dots \quad (3-1)$$

【請求項15】

全系の焦点距離を f とし、前記第5レンズの焦点距離を f_5 としたとき、下記条件式(4-1)を満足することを特徴とする請求項3記載の撮像レンズ。

$$1.30 < f_5 / f < 2.05 \quad \dots \quad (4-1)$$

【請求項16】

下記条件式(11'')を満足することを特徴とする請求項1から6、8から15のいずれか一項記載の撮像レンズ。

$$0.2 < |f_{12} / f_{345}| < 1.2 \quad \dots \quad (11'')$$

【請求項17】

請求項1から6、8から16のいずれか一項記載の撮像レンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

【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に搭載されるレンズでは、小型化とともに、高い耐候性を有し、軽量で安価に構成可能で、低照度の撮影条件下でも使用可能なようにF値が小さいことが求められている。

【0003】

下記特許文献1には、車載用カメラや監視カメラ等に使用可能で、最も物体側のレンズが物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズであり、5枚のレンズからなる撮像レンズが記載されている。下記特許文献2には、小型のCCDが搭載されたカメラに使用可能で、非球面レンズを含む、5枚のレンズからなる撮像レンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-008960号公報

【特許文献2】特開平11-142730号公報

【特許文献3】特開2010-107606号公報

【特許文献4】特開2003-066328号公報

【特許文献5】特開2000-066091号公報

【特許文献6】特開平10-213742号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、近年では、CCD等の撮像素子との併用が一般的であることから、レンズ系と撮像素子との間に各種フィルタを配置可能なようにバックフォーカスが長いこと、および、周辺光線の撮像素子への入射角度が小さくなるようにテレセントリック性が高いことが望まれるようになっている。そして、これらの要求を満たしつつ、従来同様または従来以上に小型、安価、高性能、小さなF値を達成することが求められるようになってきている。

【0006】

特許文献1、3～6に記載のレンズ系は、全て球面レンズで構成されているため、レンズ材質をガラスとすると耐候性の良いレンズを安価に作成可能だが、非球面を使用した場合には、さらなる高性能化を期待できると考えられる。特許文献2に記載のレンズ系は、F値が2.8と大きい、F値が小さいものは最も物体側のレンズがプラスチックレンズであるため、車載カメラや監視カメラとして使用するには、カバーガラス等の保護手段が必要となり、コストアップになってしまう。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、小型で安価に構成でき、テレセントリック性が高く、長いバックフォーカスと小さなF値を有し、良好な光学性能を実現可能な撮像レンズ、および該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】

【0008】

本発明の第1の撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとを備え、絞りが、第1レンズの像側の面と第3レンズの物体側の面の間に配置され、全系の焦点距離をfとし、第1レンズの焦点距離をf1としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

$$-1.25 < f1 / f < -0.5 \quad \dots \quad (1)$$

【0009】

本発明の第2の撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとを備え、絞りが、第1レンズの像側の面と第3レンズの物体側の面の間に配置され、全系の焦点距離をfとし、第2レンズの焦点距離をf2とし、第1レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれR1、R2としたとき、下記条件式(2)、(3)を満足することを特徴とするものである。

$$0.4 < f2 / f < 1.5 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.05 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 0.95 \quad \dots \quad (3)$$

【0010】

本発明の第3の撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第1レンズと、正の第2レンズと、負の第3レンズと、物体側に凸面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズとを備え、絞りが、第1レンズの像側の面と第3レンズの物体側の面の間に配置され、全系の焦点距離をfとし、第5レンズの焦点距離をf5としたとき、下記条件式(4)を満足することを特徴とするものである。

$$0.99 < f5 / f < 2.10 \quad \dots \quad (4)$$

【0011】

本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、全系の焦点距離をfとし、第2レンズと第3レンズとの光軸上の間隔をD23としたとき、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.05 < D23 / f < 0.85 \quad \dots \quad (5)$$

【0012】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第1レンズが両凹レンズで

あることが好ましい。

【0013】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第5レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれR10、R11としたとき、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

$$-1.40 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.2 \quad \dots \quad (6)$$

【0014】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第1レンズの焦点距離をf1とし、第2レンズの焦点距離をf2としたとき、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

$$-1.30 < f1 / f2 < -0.65 \quad \dots \quad (7)$$

【0015】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第3レンズの物体側の面は、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて負のパワーが弱いことが好ましい。

【0016】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第3レンズの像側の面は、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて負のパワーが弱い、もしくは、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端で正のパワーを持つことが好ましい。

【0017】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第4レンズの像側の面は、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて正のパワーが弱い、もしくは、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では負のパワーを持つことが好ましい。

【0018】

また、本発明の第1、第2、第3の撮像レンズにおいては、第5レンズの像側の面は、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて正のパワーが弱い、もしくは、中心が正のパワーを持ち、軸上光線径端では負のパワーを持つことが好ましい。

【0019】

なお、本発明の撮像レンズにおいては、非球面レンズの場合は、面の凹凸形状、屈折力(パワー)の符号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、本発明の撮像レンズにおける曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

【0020】

なお、「面の軸上光線径」とは、軸上の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、「軸上光線径端」とは、この最も外側の点を意味するものとする。軸上光線径は、レンズ系のF値により決まり、例えば、軸上光線径端は、開口絞りの開口部の周縁を通過する光線がレンズ面と交わる点からなる。

【0021】

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の第1、第2、第3いずれかの撮像レンズを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0022】

本発明の第1の撮像レンズによれば、最少5枚構成のレンズ系において、系におけるパワー配置、絞り位置、第1レンズと第4レンズの面形状等を好適に設定し、条件式(1)を満足するようにしているため、小型で安価な構成、高いテレセントリック性、長いバックフォーカス、小さなF値、高い光学性能を実現することができる。

【0023】

本発明の第2の撮像レンズによれば、最少5枚構成のレンズ系において、系におけるパワー配置、絞り位置、第1レンズと第4レンズの面形状等を好適に設定し、条件式(2)

10

20

30

40

50

、(3)を満足するようにしているため、小型で安価な構成、高いテレセントリック性、長いバックフォーカス、小さなF値、高い光学性能を実現することができる。

【0024】

本発明の第3の撮像レンズによれば、最少5枚構成のレンズ系において、系におけるパワー配置、絞り位置、第1レンズと第4レンズの面形状等を好適に設定し、条件式(4)を満足するようにしているため、小型で安価な構成、高いテレセントリック性、長いバックフォーカス、小さなF値、高い光学性能を実現することができる。

【0025】

本発明の撮像装置によれば、本発明の第1、第2、第3いずれかの撮像レンズを備えているため、小型で安価に構成でき、低照度の撮影条件下でも使用可能であり、撮像素子を用いて解像度の高い良好な像を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【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】図1の撮像レンズの第3レンズの物体側の面の非球面形状を説明するための図

【図3】本発明の別の実施形態にかかる撮像レンズの構成と光路を示す図

【図4】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5】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6】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

【図7】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

20

【図8】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9】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10】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11】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12】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13】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14】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15】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

【図16】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17】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

30

【図18】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19】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20】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21】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21の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図25】本発明の実施例22の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図26】本発明の実施例23の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図27】図27(A)～図27(D)は本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図

40

【図28】図28(A)～図28(D)は本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図

【図29】図29(A)～図29(D)は本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図

【図30】図30(A)～図30(D)は本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図

【図31】図31(A)～図31(D)は本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図

【図32】図32(A)～図32(D)は本発明の実施例6の撮像レンズの各収差図

【図33】図33(A)～図33(D)は本発明の実施例7の撮像レンズの各収差図

【図34】図34(A)～図34(D)は本発明の実施例8の撮像レンズの各収差図

【図35】図35(A)～図35(D)は本発明の実施例9の撮像レンズの各収差図

【図36】図36(A)～図36(D)は本発明の実施例10の撮像レンズの各収差図

【図37】図37(A)～図37(D)は本発明の実施例11の撮像レンズの各収差図

50

【図 38】図 38 (A) ~ 図 38 (D) は本発明の実施例 12 の撮像レンズの各収差図
【図 39】図 39 (A) ~ 図 39 (D) は本発明の実施例 13 の撮像レンズの各収差図
【図 40】図 40 (A) ~ 図 40 (D) は本発明の実施例 14 の撮像レンズの各収差図
【図 41】図 41 (A) ~ 図 41 (D) は本発明の実施例 15 の撮像レンズの各収差図
【図 42】図 42 (A) ~ 図 42 (D) は本発明の実施例 16 の撮像レンズの各収差図
【図 43】図 43 (A) ~ 図 43 (D) は本発明の実施例 17 の撮像レンズの各収差図
【図 44】図 44 (A) ~ 図 44 (D) は本発明の実施例 18 の撮像レンズの各収差図
【図 45】図 45 (A) ~ 図 45 (D) は本発明の実施例 19 の撮像レンズの各収差図
【図 46】図 46 (A) ~ 図 46 (D) は本発明の実施例 20 の撮像レンズの各収差図
【図 47】図 47 (A) ~ 図 47 (D) は本発明の実施例 21 の撮像レンズの各収差図
【図 48】図 48 (A) ~ 図 48 (D) は本発明の実施例 22 の撮像レンズの各収差図
【図 49】図 49 (A) ~ 図 49 (D) は本発明の実施例 23 の撮像レンズの各収差図
【図 50】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】
【0027】

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。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 には、本発明の一実施形態にかかる撮像レンズ 1 のレンズ断面図、および、無限遠の距離にある物点からの軸上光束 2、全画角 2ω での軸外光束 3、4 を示す。図 1 に示す構成例は、後述の実施例 1 の撮像レンズに対応している。図 1 では、図の左側が物体側、右側が像側である。

【0028】

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 の像面 S_{im} に配置された撮像素子 5 も図示している。なお、図 1 では、撮像素子を簡略的に示しているが、実際には撮像素子 5 の撮像面が像面 S_{im} の位置に一致するように配置される。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。

【0029】

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の各種フィルタ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 S_{im}) の間に配置した例を示している。特に、撮像レンズ 1 が撮像素子 5 とともに使用される場合は、カバーガラスや各種フィルタをレンズ系と像面 S_{im} の間に配設することが多く、レンズ系にはこれらを配設するために十分なバックフォーカスが必要とされる。

【0030】

撮像レンズ 1 は、光軸 Z に沿って、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負の第 1 レンズ L1 と、正の第 2 レンズ L2 と、負の第 3 レンズ L3 と、物体側に凸面を向けた正の第 4 レンズ L4 と、正の第 5 レンズ L5 とを備え、開口絞り St が第 1 レンズ L1 の像側の面と第 3 レンズ L3 の物体側の面の間に配置された構成を採り、これらが基本構成となる。

【0031】

最も物体側に負の第 1 レンズ L1 を配置し、像側に正の第 4 レンズ L4 と正の第 5 レンズ L5 を配置することで、レンズ系をレトロフォーカスタイプとすることができ、レンズ系を広角化することが容易となるとともにバックフォーカスを長くとることが容易となる。

【0032】

図 1 に示す例のように、開口絞り St を第 2 レンズ L2 と第 3 レンズ L3 の間に配置し、物体側から順に、負、正、開口絞り St、負、正、正のパワー配置とした場合には、開口絞り St の物体側と像側のパワーを略均等とすることができ、像面湾曲の補正が容易となる。開口絞り St をレンズ系のほぼ中間に位置させることで、各レンズにおける光線高

を抑え、レンズ径を小さくすることができ、小型化および低コスト化に有利となる。

【0033】

後述の実施例に示すように、開口絞り S_t を第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間に配置し、物体側から順に、負、開口絞り S_t 、正、負、正、正のパワー配置とした場合には、特に第1レンズ L_1 における光線高を抑え、外部に露出する部分のレンズ径を小さくすることができ、小型化に有利となる。また、射出瞳位置を物体側に持って行けるため周辺光線が撮像素子5に入射する角度を抑えることが可能となり、シェーディングを抑制することが可能となるとともに、第3レンズ L_3 、第4レンズ L_4 、第5レンズ L_5 において軸上光線と軸外光線を分離しやすくなり、像面湾曲の補正が容易となる。

【0034】

開口絞り S_t は、光軸方向における開口絞り S_t の位置が第2レンズ L_2 の物体側の面頂点と像側の面頂点の間にあるように配置されていてもよい。このように配置することで、各レンズにおける光線高を抑え、レンズ系の径方向をより小さくすることができる。

【0035】

最も像側に配置される正のパワーを第4レンズ L_4 と第5レンズ L_5 の2枚のレンズに分割して持たせることで、球面収差の補正が容易となり、F値が小さなレンズ系においても収差を良好に補正することが可能となる。

【0036】

第3レンズ L_3 を負レンズ、第4レンズ L_4 と第5レンズ L_5 を正レンズとすることで、色収差を抑えながら、周辺光線が撮像素子へ入射する角度を小さくすることができ、テレセントリック性の良いレンズ系を実現することが可能となる。

【0037】

第1レンズ L_1 の物体側の面を凹面とすることで、第1レンズ L_1 の負のパワーを強くすることが可能となり、広角化と長いバックフォーカスが容易となる。第4レンズ L_4 の物体側の面を凸面とすることで、第4レンズ L_4 の正のパワーを強くすることができ、第3レンズ L_3 と協働しながら良好に色収差を補正することが容易となる。

【0038】

図1に示す撮像レンズ1は、上記基本構成に加え、以下に述べる第1、第2、第3の態様を備えるものである。第1の態様は、全系の焦点距離を f とし、第1レンズ L_1 の焦点距離を f_1 としたとき、下記条件式(1)を満足するものである。

$$-1.25 < f_1 / f < -0.5 \quad \dots \quad (1)$$

【0039】

条件式(1)の上限を上回ると、第1レンズ L_1 のパワーが強くなりすぎてしまい、像面湾曲の補正が困難となるとともに、バックフォーカスが長くなりすぎてしまい、レンズ系の小型化も困難となる。条件式(1)の下限を下回ると、第1レンズ L_1 のパワーが弱くなりすぎてしまい、広角化とバックフォーカスの確保が困難となる。

【0040】

第2の態様は、全系の焦点距離を f とし、第2レンズ L_2 の焦点距離を f_2 とし、第1レンズ L_1 の物体側の面の曲率半径を R_1 とし、第1レンズ L_1 の像側の面の曲率半径を R_2 としたとき、下記条件式(2)、(3)を満足するものである。

$$0.4 < f_2 / f < 1.5 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.05 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 0.95 \quad \dots \quad (3)$$

【0041】

条件式(2)の上限を上回ると、第2レンズ L_2 のパワーが弱くなり、像面湾曲の補正が困難となるとともに、開口絞り S_t が第2レンズ L_2 と第3レンズ L_3 の間に配置されている場合には、開口絞り S_t の物体側と像側でのパワーのバランスが崩れるため、コマ収差の補正が困難となる。条件式(2)の下限を下回ると、第2レンズ L_2 のパワーが強くなりすぎてしまい、偏心に関する誤差の許容量が小さくなり、製造が困難となるか、コストアップの原因となる。

【0042】

条件式(3)の $(R1 + R2) / (R1 - R2)$ が正の値となり、1.0以下となるのは、第1レンズL1が両凹レンズ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大きい場合か、両凸レンズ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大きい場合である。第1レンズL1が両凸レンズとなると、正のレンズとなり、第1レンズL1が負のレンズという基本構成に反するため、条件式(3)を満たすためには、両凹レンズ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大きい場合となる。

【0043】

条件式(3)の上限および下限を満たさないと、球面収差が補正不足または補正過剰となり、良好な像を得ることができない。条件式(3)の上限を上回ると、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(3)の下限を下回ると、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が小さい両凹レンズとなるため、球面収差、コマ収差の補正が困難となる。

10

【0044】

第3の態様は、全系の焦点距離をfとし、第5レンズL5の焦点距離をf5としたとき、下記条件式(4)を満足することである。

$$0.99 < f5 / f < 2.10 \quad \dots \quad (4)$$

【0045】

条件式(4)の上限または下限を満たさないと、第5レンズL5のパワーが強くなりすぎる、もしくは弱くなりすぎることで、第4レンズL4と第5レンズL5のパワーのバランスが悪くなり、球面収差の補正が困難となる。

20

【0046】

上記第1、第2、第3の態様を有する撮像レンズはそれぞれ、以下に述べる構成を有することが好ましい。なお、好ましい態様としては、以下のいずれか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。

【0047】

全系の焦点距離をfとし、第2レンズL2と第3レンズL3との光軸上の空気間隔をD23としたとき、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.05 < D23 / f < 0.85 \quad \dots \quad (5)$$

【0048】

条件式(5)の上限を上回ると、第2レンズL2と第3レンズL3の距離が大きくなりすぎてしまい、全長の小型化が困難となるとともに、第1レンズL1のレンズ径の小型化が困難となる。条件式(5)の下限を下回ると、第2レンズL2と第3レンズL3の距離が小さくなりすぎてしまい、像面湾曲とコマ収差を良好に補正することが困難となる。

30

【0049】

第5レンズL5の物体側の面の曲率半径をR10とし、第5レンズL5の像側の面の曲率半径をR11としたとき、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

$$-1.40 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.2 \quad \dots \quad (6)$$

【0050】

条件式(6)の $(R10 + R11) / (R10 - R11)$ が負の値でありながら条件式(6)の上限を上回ると、第5レンズL5が物体側の面と像側の面の曲率半径の近い両凸レンズ(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)となるか、物体側の面と像側の面の曲率半径の近い両凹レンズ(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)となる。両凹レンズは負レンズであるため、第5レンズL5が正レンズという基本構成の要件に反してしまう。そのため条件式(6)の上限を上回るのは物体側の面と像側の面の曲率半径の近い両凸レンズとなる場合だが、第5レンズL5をこのような両凸レンズとすると球面収差の補正が困難となる。

40

【0051】

条件式(6)の下限を下回るのは第5レンズL5が像側に凸面を向けた負メニスカスレンズとなるか、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとなる場合である。第5レンズ

50

L 5は正レンズという基本構成の要件に基づき、ここでは第5レンズL 5が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの場合について考える。第5レンズL 5が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズであり、かつ条件式(6)の下限を下回ると、第5レンズL 5の物体側の面と像側の面の曲率半径の差が小さくなりすぎてしまい正のパワーが弱くなるため第4レンズL 4と第5レンズL 5のパワーのバランスが悪くなり球面収差の補正が困難となるか、第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径の絶対値が小さくなりすぎてしまい像面湾曲とコマ収差の補正が困難となる。

【0052】

第1レンズL 1の焦点距離を f_1 とし、第2レンズL 2の焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

$$-1.30 < f_1 / f_2 < -0.65 \quad \dots \quad (7)$$

【0053】

条件式(7)の上限を上回ると、第2レンズL 2の正のパワーと比べて第1レンズL 1の負のパワーが強くなりすぎてしまい、広角化は容易となるが、像面湾曲とコマ収差の補正が困難となる。条件式(7)の下限を下回ると、第1レンズL 1の負のパワーと比べて第2レンズL 2の正のパワーが強くなり過ぎてしまい、広角化とバックフォーカスの確保が困難となる。

【0054】

全系の焦点距離を f とし、第4レンズL 4の焦点距離を f_4 としたとき、下記条件式(8)を満足することが好ましい。

$$0.5 < f_4 / f < 2.5 \quad \dots \quad (8)$$

【0055】

条件式(8)の上限を上回ると、第4レンズL 4のパワーが弱くなりすぎて、第3レンズと協働しながら良好に色収差を補正することが困難となるか、第4レンズL 4のパワーが弱くなりすぎるために第5レンズL 5とのパワーのバランスが悪くなり、球面収差の補正が困難となる。条件式(8)の下限を下回ると、第4レンズL 4のパワーが強くなりすぎるために第5レンズL 5とのパワーのバランスが悪くなり、球面収差の補正が困難となる。

【0056】

全系の焦点距離を f とし、第1レンズL 1と第2レンズL 2の光軸上の空気間隔を D_2 としたとき、下記条件式(9)を満足することが好ましい。

$$0.1 < D_2 / f < 0.6 \quad \dots \quad (9)$$

【0057】

条件式(9)の上限を上回ると、第1レンズL 1と第2レンズL 2の間隔が大きくなりすぎて、第1レンズL 1の径が大きくなってしまい、小型化を達成することが困難となる。条件式(9)の下限を下回ると、第1レンズL 1と第2レンズL 2が近接しすぎるため、バックフォーカスを長くすることが困難となる。

【0058】

全系の焦点距離を f とし、第3レンズL 3から第5レンズL 5の合成焦点距離を f_{345} としたとき、下記条件式(10)を満足することが好ましい。

$$1.2 < f_{345} / f < 3.8 \quad \dots \quad (10)$$

【0059】

条件式(10)の上限を上回ると、第4レンズL 4と第5レンズL 5のパワーが弱くなるか、第3レンズL 3のパワーが強くなりすぎてしまい、レンズ系から撮像素子5へ入射する角度を抑えることが困難となり、テレセントリック性のよいレンズを作製することが困難となる。条件式(10)の下限を下回ると、像面湾曲とコマ収差を良好に補正することが困難となる。

【0060】

第1レンズL 1と第2レンズL 2の合成焦点距離を f_{12} とし、第3レンズL 3から第5レンズL 5の合成焦点距離を f_{345} としたとき、下記条件式(11)を満足すること

が好ましい。

$$0.1 < |f_{12} / f_{345}| < 1.8 \quad \dots \quad (11)$$

【0061】

条件式(11)の上限を上回ると、光学系の全長が長くなり、小型化の目的を達成できなくなる。条件式(11)の下限を下回ると、コマ収差と像面湾曲の補正が困難となる。

【0062】

第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離を f_{12} としたとき、 f_{12} は正の値であることが望ましい。 f_{12} を正の値とすることで、像面湾曲とコマ収差の補正が容易となる。

【0063】

全系の焦点距離を f とし、第1レンズL1の物体側の面の曲率半径を R_1 としたとき、下記条件式(12)を満足することが好ましい。

$$-10.0 < R_1 / f < -0.5 \quad \dots \quad (12)$$

【0064】

条件式(12)の上限を上回ると、第1レンズL1の物体側の面の曲率半径の絶対値が小さくなりすぎてしまい、広角化は容易となるがディストーションと像面湾曲を押さえることが困難となる。条件式(12)の下限を下回ると、第1レンズL1の物体側の面の曲率半径の絶対値が大きくなり、球面収差の補正が困難となるか、第1レンズL1の径方向の小型化が困難となる。

【0065】

全系の焦点距離を f とし、第3レンズL3の焦点距離を f_3 としたとき、下記条件式(13)を満足することが好ましい。

$$-1.5 < f_3 / f < -0.2 \quad \dots \quad (13)$$

【0066】

条件式(13)の上限を上回ると、第3レンズL3のパワーが強くなりすぎるため、レンズ系から撮像素子5へ入射する角度を抑えることが困難となり、テレセントリック性のよいレンズを作製することが困難となる。条件式(13)の下限を下回ると、第3レンズL3のパワーが弱くなりすぎて、色収差の補正が困難となる。

【0067】

全系の焦点距離を f とし、第1レンズL1の物体側の面から像面Si mまでの光軸上の距離を L としたとき、下記条件式(14)を満足することが好ましい。なお、 L はバックフォーカス分は空気換算長を用いるものとする。

$$2.5 < L / f < 5.0 \quad \dots \quad (14)$$

【0068】

条件式(14)の上限を上回ると、レンズ系が大型化してしまう。条件式(14)の下限を下回ると、小型化は容易に達成可能だが、広角化が不十分となるか、全長が短くなりすぎてしまい、小型化は容易だが各レンズの厚さを小さくしなければならず、製造が困難となるかコストアップの原因となってしまう。

【0069】

ここで、 L は22mm以下であることが好ましい。 L が22mmを超えると、レンズ系が大型化してしまい、小型化の目的を達成できなくなる。 L は20mm以下であることがより好ましく、 L は19mm以下であることがさらにより好ましい。

【0070】

なお、上記の各条件式については、さらに以下のように下限と上限を変更したものを満足することが好ましい。また、好ましい態様としては、以下に述べる下限の変更値と上限の変更値を組み合わせる構成される各条件式を満足するものでもよい。

【0071】

条件式(1)の下限の変更値としては、 -1.20 が好ましく、 -1.15 がより好ましく、 -1.10 がさらにより好ましい。条件式(1)の上限の変更値としては、 -0.55 が好ましく、 -0.6 がより好ましく、 -0.8 がさらにより好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

例えば、条件式 (1) に代えて下記条件式 (1 - 2) を満足することが好ましく、下記条件式 (1 - 3) を満足することがより好ましい。

$$- 1 . 1 5 < f_1 / f < - 0 . 5 5 \quad \dots \quad (1 - 2)$$

$$- 1 . 1 0 < f_1 / f < - 0 . 6 0 \quad \dots \quad (1 - 3)$$

【 0 0 7 3 】

条件式 (2) の下限の変更値としては、0 . 6 が好ましく、0 . 7 がより好ましく、0 . 8 がさらにより好ましい。条件式 (2) の上限の変更値としては、1 . 3 が好ましく、1 . 2 がより好ましい。

【 0 0 7 4 】

10

条件式 (3) の下限の変更値としては、0 . 2 が好ましく、0 . 4 がより好ましく、0 . 6 がさらにより好ましい。条件式 (3) の上限の変更値としては、0 . 9 0 が好ましく、0 . 8 6 がより好ましく、0 . 7 9 がさらにより好ましい。

【 0 0 7 5 】

条件式 (4) の下限の変更値としては、1 . 0 0 が好ましく、1 . 2 0 がより好ましく、1 . 3 0 がさらにより好ましい。条件式 (4) の上限の変更値としては、2 . 0 5 が好ましく、1 . 9 8 がより好ましい。

【 0 0 7 6 】

条件式 (5) の下限の変更値としては、0 . 2 0 が好ましく、0 . 2 5 がより好ましく、0 . 2 7 がさらにより好ましく、0 . 3 0 がさらによりいっそう好ましい。条件式 (5) の上限の変更値としては、0 . 6 2 が好ましく、0 . 6 1 がより好ましく、0 . 6 0 がさらにより好ましい。

20

【 0 0 7 7 】

条件式 (6) の下限の変更値としては、- 1 . 3 0 が好ましく、- 1 . 2 0 がより好ましい。条件式 (6) の上限の変更値としては、- 0 . 3 が好ましく、- 0 . 4 がより好ましい。

【 0 0 7 8 】

条件式 (7) の下限の変更値としては、- 1 . 2 5 が好ましく、- 1 . 2 0 がより好ましく、- 1 . 1 5 がさらにより好ましい。条件式 (7) の上限の変更値としては、- 0 . 7 5 が好ましく、- 0 . 8 5 がより好ましく、- 0 . 9 0 がさらにより好ましい。

30

【 0 0 7 9 】

条件式 (8) の下限の変更値としては、0 . 7 が好ましく、0 . 8 がより好ましく、0 . 9 がさらにより好ましい。条件式 (8) の上限の変更値としては、1 . 5 が好ましく、1 . 2 5 がより好ましく、1 . 2 0 がさらにより好ましい。

【 0 0 8 0 】

条件式 (9) の下限の変更値としては、0 . 2 が好ましい。条件式 (9) の上限の変更値としては、0 . 5 1 が好ましい。

【 0 0 8 1 】

条件式 (1 0) の下限の変更値としては、1 . 3 が好ましく、1 . 4 がより好ましい。条件式 (1 0) の上限の変更値としては、2 . 5 が好ましく、2 . 4 がより好ましく、2 . 3 がさらにより好ましく、2 . 2 5 がさらによりいっそう好ましい。

40

【 0 0 8 2 】

条件式 (1 1) の下限の変更値としては、0 . 1 が好ましく、0 . 2 がより好ましく、0 . 3 がさらにより好ましい。条件式 (1 1) の上限の変更値としては、1 . 5 が好ましく、1 . 3 がより好ましく、1 . 2 がさらにより好ましい。

【 0 0 8 3 】

条件式 (1 2) の下限の変更値としては、- 6 . 0 が好ましく、- 5 . 5 がより好ましく、- 5 . 2 がさらにより好ましい。条件式 (1 2) の上限の変更値としては、- 1 . 0 が好ましく、- 1 . 5 がより好ましく、- 1 . 7 がさらにより好ましい。

【 0 0 8 4 】

50

条件式(13)の下限の変更値としては、 -1.2 が好ましく、 -1.1 がより好ましく、 -1.0 がさらにより好ましく、 -0.9 がさらによりいっそう好ましい。条件式(13)の上限の変更値としては、 -0.3 が好ましく、 -0.4 がより好ましく、 -0.45 がさらにより好ましい。

【0085】

条件式(14)の下限の変更値としては、 2.8 が好ましく、 3.0 がより好ましく、 3.4 がさらにより好ましい。条件式(14)の上限の変更値としては、 4.8 が好ましく、 4.6 がより好ましく、 4.5 がさらにより好ましい。

【0086】

第1レンズL1の材質のd線におけるアッベ数を v_d1 としたとき、 v_d1 は40以上であることが好ましく、これにより、軸上色収差を良好に補正することができる。より良好に軸上色収差を補正するには、 v_d1 は45以上であることがより好ましく、55以上であることがさらにより好ましく、60以上であることがさらによりいっそう好ましい。

10

【0087】

第2レンズL2の材質のd線におけるアッベ数を v_d2 としたとき、 v_d2 は35以上であることが好ましく、これにより、軸上色収差を良好に補正することができる。より良好に軸上色収差を補正するには、 v_d2 は40以上であることがより好ましく、45以上であることがさらにより好ましい。

【0088】

第3レンズL3の材質のd線におけるアッベ数を v_d3 としたとき、 v_d3 は35より小さいことが好ましく、これにより、軸上色収差と倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。より良好に軸上色収差と倍率の色収差を補正するには、 v_d3 は30より小さいことがより好ましく、27より小さいことがさらにより好ましく、26より小さいことがさらによりいっそう好ましい。また、低コスト化のためには、 v_d3 は15より大きいことが好ましく、20より大きいことがより好ましい。

20

【0089】

第4レンズL4の材質のd線におけるアッベ数を v_d4 としたとき、 v_d4 は40以上であることが好ましく、これにより、軸上色収差を良好に補正することができる。より良好に軸上色収差を補正するには、 v_d4 は45以上であることがより好ましく、52以上であることがさらにより好ましい。

30

【0090】

第5レンズL5の材質のd線におけるアッベ数を v_d5 としたとき、 v_d5 は40以上であることが好ましく、これにより、軸上色収差を良好に補正することができる。より良好に軸上色収差を補正するには、 v_d5 は45以上であることがより好ましく、52以上であることがさらにより好ましい。

【0091】

第1レンズL1を構成する材質の屈折率を N_d1 としたとき、 N_d1 は1.80以下であることが好ましい。 N_d1 を1.80以下とすることで、第1レンズL1を構成する材質のコストを抑えることが可能となるとともに、アッベ数の大きい材質を選択することが可能となり、色収差の発生を抑えることが可能となり、広角でありながら良好な解像性能のレンズを作製することが可能となる。 N_d1 は1.65以下であることがより好ましく、1.60以下であることがさらにより好ましい。また N_d1 は、1.46以上であることが好ましい。 N_d1 を1.46より小さくすると、アッベ数の大きい材質を選択することが可能となり、色収差の発生を抑えることが可能となるが、材質の摩耗度が高く、柔らかい材質になってしまうため、例えば車載カメラ用レンズや監視カメラ用レンズとして用いる場合、耐候性が不十分となる。 N_d1 は、1.50以上であることがより好ましい。

40

【0092】

第2レンズL2を構成する材質の屈折率を N_d2 としたとき、 N_d2 は1.72以上であることが好ましく、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、像面湾曲の補正が容易となる。 N_d2 は1.75以上であることがより好ましく、1.

50

80以上であることがさらに好ましい。

【0093】

第3レンズL3の材質のd線における屈折率をNd3としたとき、Nd3は1.75より小さいことが好ましく、これにより、第3レンズL3を安価に作製することができ、レンズ系全体のコストを下げるのが可能となる。より安価に作製するには、Nd3は1.70より小さいことがより好ましく、1.68より小さいことがさらに好ましく、1.66より小さいことがさらに好ましい。なお、負の第3レンズL3は正の第4レンズL4、第5レンズL5と協働して、色収差を抑えながらテレセントリック性を高める機能を有しているため、第3レンズL3と第4レンズL4、第5レンズL5のパワーバランスを良好に保つためには、Nd3は1.55より大きいことが好ましく、1.59より大きいことがさらに好ましい。

10

【0094】

第4レンズL4の材質のd線における屈折率をNd4としたとき、Nd4は1.68以下であることが好ましい。Nd4が1.68より大きくなると、第4レンズL4のパワーが強くなってしまい、第5レンズL5とのパワーバランスが崩れて球面収差の補正が困難となるか、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5の材質にプラスチックを用いた場合に第3レンズL3の負のパワーと第4レンズL4、第5レンズL5の正のパワーのバランスが崩れてしまい、温度変化時のピント移動量が大きくなってしまう。または、現在使用可能な光学材質の中からアップ数の大きい材質を選択することが困難となるため、色収差の補正が困難となる。

20

【0095】

第5レンズL5の材質のd線における屈折率をNd5としたとき、Nd5は1.68以下であることが好ましい。Nd5が1.68より大きくなると、第5レンズL5のパワーが強くなってしまい、第4レンズL4とのパワーバランスが崩れて球面収差の補正が困難となるか、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5の材質にプラスチックを用いた場合に第3レンズL3の負のパワーと第4レンズL4、第5レンズL5の正のパワーのバランスが崩れてしまい、温度変化時のピント移動量が大きくなってしまう。または、現在使用可能な光学材質の中からアップ数の大きい材質を選択することが困難となるため、色収差の補正が困難となる。

【0096】

第1レンズL1は、両凹レンズであることが好ましく、かかる構成によれば、第1レンズL1の負のパワーを強くすることができ、広角化に有利であるとともにバックフォーカスを長くすることが容易となる。

30

【0097】

第2レンズL2は、両凸レンズであることが好ましく、かかる構成によれば、第2レンズL2のパワーを強くすることができ、広角化のため第1レンズL1のパワーを強くした場合でも、第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となり、負レンズの第1レンズL1で発生した収差を正レンズの第2レンズL2で発生した収差で打ち消すことができるため、球面収差、コマ収差、像面湾曲の補正が容易となる。

【0098】

第3レンズL3は、両凹レンズであることが好ましく、かかる構成によれば、第3レンズL3のパワーを強くすることができ、軸上色収差と倍率の色収差の補正が容易となる。

40

【0099】

第4レンズL4は、両凸レンズであることが好ましく、かかる構成によれば、第4レンズL4のパワーを強くすることができ、第3レンズL3と協働しながら色収差を良好に補正す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レンズであることが好ましく、かかる構成によれば、像面湾曲の補正が容易となる。第5レンズL5を両凸レンズとした場合には、像面湾曲の補正が容易となる。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

50

した場合には、球面収差の補正が容易となる。

【0101】

なお、上述した第1レンズL1～第5レンズL5の好ましい面形状は、各レンズが非球面レンズの場合は、近軸領域で考えるものとする。

【0102】

第3レンズL3は、少なくとも物体側、像側のうち一方の面を非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差、像面湾曲とともに軸上色収差、倍率の色収差を良好に補正することが容易になる。

【0103】

なお、非球面においては、各レンズ面の中心、すなわち、その面と光軸Zとの交点をC_i（iは後述の実施例の説明で述べる面番号に相当）とし、レンズ面上のある点をX_iとし、点X_iでのレンズ面の法線と光軸Zとの交点をP_iとしたとき、点X_iでのパワーは点P_iが点C_iの物体側、像側のどちら側にあるかで定義される。当該非球面が物体側の面の場合は、点P_iが点C_iより像側にある場合は点X_iでのパワーは正のパワー、点P_iが点C_iより物体側にある場合は点X_iでのパワーは負のパワーと定義される。逆に、当該非球面が像側の面の場合は、点P_iが点C_iより物体側にある場合は点X_iでのパワーは正のパワー、点P_iが点C_iより像側にある場合は点X_iでのパワーは負のパワーと定義される。

【0104】

また、非球面においては、点X_iと点P_iを結ぶ線分を点X_iでの曲率半径R_{X_i}と定義し、R_{X_i}の絶対値 $|R_{X_i}| = |X_i - P_i|$ とし、点C_iでの曲率半径の絶対値を $|R_i|$ としたとき、点X_iと中心でのパワーが同符号の場合、点X_iでは中心と比較してパワーが弱い形状とは $|R_{X_i}|$ が $|R_i|$ より大きい形状であり、点X_iでは中心と比較してパワーが強い形状とは $|R_{X_i}|$ が $|R_i|$ より小さい形状である。

【0105】

上記非球面における一般的な説明は、本撮像レンズの任意の非球面のレンズ面についても適用可能である。上記説明におけるC_i、X_i、P_i、R_{X_i}、R_iは説明の便宜上用いている記号であり、限定されるものではない。上記説明における点X_iはレンズ面上の任意の点とすることが可能であり、例えば、軸上光線径端の点や有効径端の点として考えることが可能である。

【0106】

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く、これにより、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。第3レンズL3の物体側の面は、中心で負のパワーを持ち、軸上光線端では中心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の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0107】

ここで、図2を参照しながら、上記の第3レンズL3の物体側の面の形状について説明する。図2には、第3レンズL3の断面図と軸上光束2を示しており、図の煩雑化を避けるためその他のレンズの図示は省略している。すなわち、図2に示す軸上光束2は、第1レンズL1～第5レンズL5が存在するときの撮像レンズ1におけるものである。

【0108】

図2において、点C_{3F}は、第3レンズL3の物体側の面の中心であり、第3レンズL3の物体側の面と光軸Zとの交点である。図2の点X_{A3F}は、第3レンズL3の物体側の面の軸上光線径端の点であり、軸上光束2の最も外側の光線と第3レンズL3の物体側の面との交点である。ここで、点X_{A3F}でのレンズ面の法線と光軸Zとの交点を図2に示すように点P_{XA3F}とする。

【0109】

このとき、点X_{A3F}と点P_{XA3F}を結ぶ線分を点X_{A3F}での曲率半径R_{XA3F}と定義し、この線分の長さを曲率半径R_{XA3F}の絶対値 $|R_{XA3F}|$ と定義する。ま

10

20

30

40

50

た、点 $C3F$ での曲率半径、すなわち、第 3 レンズ $L3$ の物体側の面の中心の曲率半径を $L3F$ とし、その絶対値を $|L3F|$ とする。すなわち、第 3 レンズ $L3$ の物体側の面の近軸領域での曲率中心を点 $O3F$ としたとき、点 $C3F$ と点 $O3F$ を結ぶ線分の長さが $|L3F|$ となる。

【0110】

上記の第 3 レンズ $L3$ の物体側の面の「中心で負のパワーを持ち」とは、点 $C3F$ を含む近軸領域が凹形状であることを意味する。また、上記の第 3 レンズ $L3$ の物体側の面の「軸上光線径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状」とは、点 $PXA3F$ が点 $C3F$ より物体側にあり、 $|RXA3F|$ が $|L3F|$ よりも大きい形状を意味する。

【0111】

図 2 では理解を助けるために、半径 $|L3F|$ で点 $C3F$ を通り、光軸上の点 $O3F$ を中心とする円 $CC3F$ を二点鎖線で描き、半径 $|RXA3F|$ で点 $XA3F$ を通り、光軸上の点 $PXA3F$ を中心とする円 $CX3F$ を破線で描いている。円 $CX3F$ の方が円 $CC3F$ よりも大きな円となっており、 $|RXA3F| > |L3F|$ であることが明示されている。

【0112】

第 3 レンズ $L3$ の物体の面は、中心が負のパワーを持ち、有効径端では中心と比べ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 $L3$ の物体側の面をこのような形状とすることで、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0113】

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。なお、光軸に対して回転対称の系においては、上記の最も外側の点からなる図形は円となるが、回転対称ではない系においては円とならない場合があり、そのような場合は、等価の円形を考えてその円の直径を有効径としてもよい。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、撮像面が矩形の場合は例えば、その対角長の $1/2$ を最大像高として決めて算出することができる。

【0114】

第 3 レンズ $L3$ の像側の面は、非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。第 3 レンズ $L3$ の像側の面は、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端では中心と比べて負のパワーが弱い、もしくは、中心が負のパワーを持ち、軸上光線径端で正のパワーを持つことが好ましい。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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0115】

また、第 3 レンズ $L3$ の像側の面は、中心で負のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状、もしくは中心で負のパワーを持ち、有効径端では正のパワーを持つ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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0116】

第 4 レンズ $L4$ は、少なくとも物体側、像側のうち一方の面を非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差、像面湾曲とともに軸上色収差、倍率の色収差を良好に補正することが容易になる。

【0117】

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く、これにより、球面収差の補正が容易となる。第 4 レンズ $L4$ の物体側の面は、中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では中心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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0118】

また、第 4 レンズ $L4$ の物体側の面は、中心で正のパワーを持ち、有効径端では中心と

10

20

30

40

50

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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0119】

第4レンズL4の像側の面は、非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差の補正が容易となる。第4レンズL4の像側の面は、中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では中心と比較して正のパワーが弱い形状、もしくは中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では負のパワーを持つ形状であることが好ましい。第4レンズL4の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0120】

また、第4レンズL4の像側の面は、中心で正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状、もしくは中心で正のパワーを持ち、有効径端では負のパワーを持つ形状であることが好ましい。第4レンズL4の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

10

【0121】

第5レンズL5は、少なくとも物体側、像側のうち一方の面を非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差、コマ収差、像面湾曲を良好に補正することが容易になるとともに、テレセントリック性を高めることができる。

【0122】

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く、これにより、コマ収差、像面湾曲の補正が容易となる。第5レンズL5の物体側の面は、中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では中心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、コマ収差と像面湾曲の補正が容易となるとともに、テレセントリック性を高めることができる。

20

【0123】

また、第5レンズL5の物体側の面は、中心で正のパワーを持ち、有効径端では中心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、コマ収差と像面湾曲の補正が容易となるとともに、テレセントリック性を高めることができる。

【0124】

第5レンズL5の像側の面は、非球面とすることが好ましく、これにより、球面収差の補正が容易となる。第5レンズL5の像側の面は、中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では中心と比較して正のパワーが弱い形状、もしくは中心で正のパワーを持ち、軸上光線端では負のパワーを持つ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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

30

【0125】

また、第5レンズL5の像側の面は、中心で正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状、もしくは中心で正のパワーを持ち、有効径端では負のパワーを持つ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、球面収差と像面湾曲の補正が容易となる。

【0126】

全系の焦点距離を f とし、最大半画角を ω としたときの理想像高が $f \times \tan(\omega)$ で表される系において、ディストーションが $\pm 10\%$ 以下であることが好ましく、これにより、歪みの少ない画像を得ることができる。理想像高が $f \times \tan(\omega)$ で表される系において、ディストーションを $\pm 5\%$ 以下とすることがより好ましく、これにより、さらに画像の歪みを抑えることができる。

40

【0127】

レンズ系を構成するレンズは全て接合されていないことが好ましい。例えば車載レンズとして使用される場合、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、耐熱性、耐環境性を高めるためには特殊な接合剤を使用したり、耐環境性を高める処理が必要となるため高コストになってしまう。したがって、第1レンズL1～

50

第5レンズL5は全て単レンズであることが好ましい。

【0128】

撮像レンズが例えば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、さらに、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。材質をガラスとすることで、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。上記事情と低コスト化のためには第1レンズL1はガラス球面レンズであることが好ましいが、高い光学性能が重視される場合はガラス非球面レンズとしてもよい。

10

【0129】

なお、第1レンズL1の物体側の面に、強度、耐キズ性、耐薬品性を高めるための保護手段を施してもよく、その場合には、第1レンズL1の材質をプラスチックとしてもよい。このような保護手段は、ハードコートであってもよく、撥水コートであってもよい。

【0130】

第2レンズL2の材質はガラスであることが好ましい。第2レンズL2をガラスレンズとすることで、第2レンズL2の屈折率の選択の幅が広がり、第2レンズL2の屈折率を高くすることが可能となる。第2レンズL2の屈折率を高くすることで、第2レンズL2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。

【0131】

20

なお、第2レンズL2の材質はプラスチックとしてもよい。第2レンズL2をプラスチックレンズとすることで、レンズ系を安価に作成することが可能となり、また、第2レンズに非球面を用いた場合に非球面形状を正確に再現することが容易となり、高性能なレンズを作成することが可能となる。

【0132】

第3レンズL3の材質はプラスチックであることが好ましく、これにより、非球面形状を正確に作製することが容易となり、良好な光学性能を確保しやすくなるとともに、低コスト化および軽量化に有利となる。

【0133】

第4レンズL4の材質はプラスチックであることが好ましく、これにより、非球面形状を正確に作製することが容易となり、良好な光学性能を確保しやすくなるとともに、低コスト化および軽量化に有利となる。

30

【0134】

第5レンズL5の材質はプラスチックであることが好ましく、これにより、非球面形状を正確に作製することが容易となり、良好な光学性能を確保しやすくなるとともに、低コスト化および軽量化に有利となる。

【0135】

プラスチックレンズは、温度変化時に焦点位置の移動量大きいという欠点があるが、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5をプラスチックレンズとすることで、温度変化時の正レンズによる焦点位置の移動量と負レンズによる焦点位置の移動量を相殺することができるため、温度変化による性能劣化を抑制できる。

40

【0136】

なお、撮像レンズが例えば車載用カメラとして使用される場合、寒冷地の外気から熱帯地方の夏の車内まで広い温度範囲で使用可能なことが要望される。例えばこのような厳しい条件下では、全てのレンズの材質をガラスとしてもよい。第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5をガラスレンズとすることで、耐熱性の高いレンズ系を実現することが可能になる。

【0137】

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との間にUV(Ultraviolet)カットフィルタやIR(Infrared)カットフィルタ等の特定の

50

波長域の光を遮断、透過、反射する各種フィルタを挿入してもよい。あるいはこのようなフィルタと同様の機能を持つコートを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。

【0138】

レンズ系を第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5の5枚のみで構成することが望ましい。これにより、良好な光学性能を保ちながらレンズ系を安価にすることが可能となる。

【0139】

図1では、レンズ系と撮像素子5との間に各種フィルタ等を想定した光学部材PPを配置した例を示しているが、代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置するよう

10

【0140】

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手段を設けることが好ましい。この遮光手段としては、例えばレンズの有効径外の部分に不透明な塗料を施したり、不透明な板材を設けたりしてもよい。または、迷光となる光束の光路に不透明な板材を設けて遮光手段としてもよい。あるいは、最も物体側のレンズのさらに物体側に迷光を遮断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の像側の面の有効径外に遮光手段11を設けた例を示している。なお、遮光手段を設ける箇所は図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。例えば、図1に示すようなレンズ系では、第4レンズL4と第5レンズL5の間に、有効径外を通過する光線を遮光する遮光手段を設けることが好ましく、これによりゴーストを防止することが

20

【0141】

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断する絞り等の部材を配置してもよい。周辺光線とは、光軸Z外の物点からの光線のうち、光学系の入射瞳の周辺部分を通る光線のことである。このように周辺光線を遮光する部材を配置することにより、結像領域周辺部の画質を向上させることができる。また、この部材でゴーストを発生させる迷光も遮光することにより、ゴーストを低減することも可能となる。一例として、図1では、第5レンズL5の物体側の面に、周辺光線と迷光を遮光する遮光手段12を設けた例を示している。ここでは、遮光手段12は、ビネッティング（ビグネッティング：vignetting）を行うビネッティング絞りとして機能している。

30

【0142】

なお、本発明の撮像レンズは、必ずしも上記のような周辺光線を遮光する遮光部材を必要とするものではなく、例えば図3の撮像レンズ10の構成図に示すように、周辺光線を遮光する遮光部材を用いない構成も可能であり、このような構成においても良好な光学性能を得ることができる。図3に示す撮像レンズ10は、後述の実施例11に対応したものである。

【0143】

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23の撮像レンズのレンズ断面図をそれぞれ図4～図26に示す。図4～図26において、図の左側が物体側、右側が像側であり、開口絞りSt、光学部材PPも合わせて図示している。各図の開口絞り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。各実施例において、レンズ断面図の符号Ri、Di（i=1、2、3、...）は以下に説明するレンズデータのRi、Diと対応している。

40

【0144】

表1～表23にそれぞれ実施例1～実施例23の撮像レンズのレンズデータを示す。各表の（A）には基本レンズデータを、（B）には各種データを、（C）には非球面データを示している。

【0145】

50

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_{dj} の欄は最も物体側のレンズを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587.6nm)に対する屈折率を示し、 v_{dj} の欄は*j*番目の光学要素のd線に対するアッペ数を示している。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PPも含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の曲率半径の欄には、(開口絞り)という語句を合わせて記載している。

10

【0146】

各種データにおいて、 $L(in\ Air)$ は第1レンズL1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)、 $Bf(in\ Air)$ 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(バックフォーカスに相当、空気換算長)、 f は全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズL1の焦点距離、 f_2 は第2レンズL2の焦点距離、 f_3 は第3レンズL3の焦点距離、 f_4 は第4レンズL4の焦点距離、 f_5 は第5レンズL5の焦点距離、 f_{12} は第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離、 f_{345} は第3レンズL3から第5レンズL5までの合成焦点距離である。

【0147】

20

なお、実施例1、3、6、7、23の撮像レンズは、周辺光線および迷光を遮光する遮光手段であるピネッティング絞りを設けることを想定して設計されたものであり、このピネッティング絞りを設ける面番号とその半径をそれぞれ、ピネッティング面番号、ピネッティング絞り径として表記している。

【0148】

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(中心の曲率半径)の数値を示している。非球面データには、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。非球面データの数値の「E - n」(n:整数)は「 $\times 10^{-n}$ 」を意味し、「E + n」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 KA 、 RB_m ($m = 3, 4, 5, \dots, 10$)の値である。

30

【数1】

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

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

40

KA 、 RB_m : 非球面係数($m = 3, 4, 5, \dots, 10$)

【0149】

なお、本明細書の表には、所定の桁でまるめた数値を記載している。各数値の単位として、長さについては「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。

【0150】

【表 1】

実施例1

(A)					(B)				
Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	L(in Air)	19.6	ビネット径	面番号	10
1	-17.6041	1.1960	1.58913	61.1	B(in Air)	5.8	ビネット径	絞り径	2.8
2	3.2661	2.2234			f	4.47			
3	7.8971	3.4858	1.80400	46.6	f1	-4.58			
4	-6.5645	0.6124			f2	5.00			
5	∞(開口絞り)	1.8245			f3	-3.24			
*6	-2.9893	0.7000	1.61396	25.5	f4	4.90			
*7	6.4986	0.1500			f5	8.76			
*8	4.5835	1.7131	1.53389	56.0	f12	7.37			
*9	-5.2992	0.2000			f345	8.89			
*10	6.2366	1.6000	1.53389	56.0					
*11	-17.0323	4.0000							
12	∞	0.5000	1.51680	64.2					
13	∞	1.5170							
像面	∞								

(C)										
Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	
6	0.0000000E+00	2.3029384E-03	-6.7610710E-04	-3.9816903E-04	-3.1362386E-05	4.1906724E-05	2.3912007E-05	-3.5945129E-05	-3.3457344E-06	
7	0.0000000E+00	-1.0985436E-03	-1.4718811E-03	-2.3103272E-04	8.4363620E-05	4.6978272E-06	-1.9943687E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05	
8	-3.1504000E+00	-3.1688661E-04	3.5297098E-03	2.6904688E-05	-4.8694885E-05	-1.8378460E-05	-2.0745673E-07	-1.3997640E-05	7.0681945E-06	
9	-5.2470000E+00	-3.4650517E-03	-4.7837120E-04	7.5059457E-06	2.6592122E-04	6.2949307E-05	4.3940020E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	0.0000000E+00	-2.7878716E-03	-2.0619553E-04	-3.7951051E-06	1.5983528E-06	3.2284898E-05	3.8972381E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	0.0000000E+00	1.7245646E-03	1.4699690E-04	-1.0376951E-04	-9.2806379E-05	1.3937354E-05	7.0946002E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

【 0 1 5 1 】

【表 2】

実施例2

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-18.1647	1.1960	1.58913	61.1
2	3.3716	1.7789		
3	6.8045	3.4856	1.80400	46.6
4	-6.6946	0.3309		
5	∞ (開口絞じ)	1.9516		
*6	-2.8582	0.7000	1.61396	25.5
*7	6.4984	0.1500		
*8	4.4629	1.7309	1.53389	56.0
*9	-5.4406	0.2000		
*10	6.2267	1.6000	1.53389	56.0
*11	-17.0396	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	1.5523		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	19.0
Bf(in Air)	5.9
f	4.94
f1	-4.73
f2	4.74
f3	-3.14
f4	4.89
f5	8.75
f12	7.52
f345	9.35

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	2.4211837E-03	-6.6506399E-04	-3.3063392E-04	-1.3399201E-05	4.2381676E-05	2.1247127E-05	-3.7023348E-05	-4.1007793E-06
7	0.0000000E+00	-1.7820380E-03	-1.5441170E-03	-2.6462657E-04	7.5208098E-05	9.1039949E-06	-1.9756776E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-1.0932246E-04	3.5133445E-03	2.9781696E-05	-4.7734893E-05	-1.8416536E-05	-4.2864122E-07	-1.3917747E-05	7.1883756E-06
9	-5.2470000E+00	-4.1032088E-03	-2.1019828E-04	2.3298508E-05	2.8532085E-04	6.5827850E-05	4.5148009E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-3.4705258E-03	-3.9048060E-04	-1.9867140E-05	2.9613758E-06	3.5450799E-05	4.1612595E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	2.4005343E-03	2.7149844E-04	-1.2283620E-04	-1.0031051E-04	1.5002814E-05	7.2667201E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【 0 1 5 2 】

【表 3】

実施例3

(A)

Si	Ri	Di	N _{dj}	ν _{dj}
1	-24.8732	1.4375	1.58913	61.1
2	4.1704	2.5882		
3	9.6571	4.1894	1.77250	49.6
4	-8.0848	0.8425		
5	∞(開口絞り)	2.4039		
*6	-3.6498	0.8414	1.61396	25.5
*7	8.0394	0.1803		
*8	5.0595	2.0273	1.53389	56.0
*9	-6.8684	0.2404		
*10	8.0430	1.9232	1.53389	56.0
*11	-17.3958	4.8079		
12	∞	0.6010	1.51680	64.2
13	∞	1.9390		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	23.8	ビネティング面番号	9
B(in Air)	7.1	ビネティング絞り径	2.8
f	5.66		
f1	-5.95		
f2	6.35		
f3	-3.98		
f4	5.80		
f5	10.58		
f12	10.07		
f345	10.50		

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	1.810397E-03	-4.593792E-04	-1.530592E-04	4.204002E-06	1.487935E-05	5.584364E-06	-9.096338E-06	-1.298283E-06
7	0.000000E+00	-9.850076E-04	-9.282615E-04	-1.434947E-04	2.742113E-05	-1.512622E-07	-5.490727E-05	1.773618E-05	-2.749841E-06
8	-3.150400E+00	-5.131316E-05	2.051948E-03	2.521197E-05	-1.916890E-05	-7.172214E-06	-6.289762E-07	-3.384205E-06	1.407048E-06
9	-5.247000E+00	-2.739115E-03	-2.665303E-04	-8.275292E-06	1.125729E-04	2.230524E-05	1.236784E-05	0.000000E+00	0.000000E+00
10	0.000000E+00	-2.966613E-03	-2.731608E-04	-2.703402E-05	-5.744010E-06	1.251459E-05	1.430524E-05	0.000000E+00	0.000000E+00
11	0.000000E+00	2.366754E-03	1.013639E-04	-7.999841E-05	-4.387163E-05	8.004214E-06	2.325461E-05	0.000000E+00	0.000000E+00

【 0 1 5 3 】

10

20

30

40

【表 4】

実施例4

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-5.2628	1.1960	1.58913	61.1
2	3.6870	1.2017		
3	5.9547	3.4859	1.78800	47.4
4	-7.0071	0.2519		
5	∞(開口絞り)	1.7728		
*6	-7.6610	0.7000	1.61396	25.5
*7	4.4030	0.1500		
*8	4.8809	1.4912	1.53389	56.0
*9	-7.6166	0.2000		
*10	5.7521	1.4002	1.53389	56.0
*11	-197.4905	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	3.5462		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	19.7
Bf(in Air)	7.9
f	5.36
f1	-3.32
f2	4.63
f3	-4.46
f4	5.81
f5	10.49
f12	12.87
f345	11.50

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	1.5624602E-03	-7.3409652E-04	-6.5499270E-04	-1.6953382E-04	-5.8869904E-06	2.1559584E-05	-3.7577745E-05	-5.2515473E-06
7	0.0000000E+00	1.2824492E-03	-7.9771645E-04	6.7240857E-05	1.1100159E-04	-1.4645033E-04	-2.1205040E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-2.4470365E-04	3.6241320E-03	3.9051247E-05	-2.8996025E-05	-1.9503966E-06	1.1861003E-05	-1.9295009E-05	-1.6014011E-06
9	-5.2470000E+00	-5.7733491E-04	-6.7546957E-04	-4.4430002E-05	2.3586399E-04	-7.1735060E-05	4.4629446E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-1.4340748E-03	1.9272302E-04	7.5359786E-05	-2.5734168E-05	-7.2055496E-05	-3.6745703E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	-1.6542243E-03	-4.4405497E-04	-7.0006110E-05	-5.4556890E-05	-5.8819822E-05	-1.6662301E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 5】

実施例5

【 0 1 5 5 】

(A)						(B)	
Si	Ri	Di	Ndj	ν dj		L(in Air)	
1	-18.4755	1.1960	1.58913	61.1		Bf(in Air)	19.6
2	3.4671	1.7297				f	6.5
3	5.9015	3.4860	1.78800	47.4		f1	5.58
4	-7.7213	0.1108				f2	-4.86
5	∞ (開口絞り)	1.7633				f3	4.78
*6	-4.0673	0.7000	1.63355	23.6		f4	-3.62
*7	5.6271	0.1500				f5	5.45
*8	4.5276	2.4330	1.51104	56.8		f12	10.95
*9	-5.9265	0.2000				f345	8.09
*10	5.2795	1.4002	1.51104	56.8			11.18
*11	85.0009	4.0000					
12	∞	0.5000	1.51680	64.2			
13	∞	2.1403					
像面	∞						

(C)						RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	1.4453160E-03	-5.0521608E-04	-5.2169114E-04	-1.1096914E-04	1.2875847E-05	1.7807387E-05	-4.4373949E-05	-1.0141562E-05
7	0.0000000E+00	4.9510918E-04	-9.1258248E-04	1.1111402E-04	1.6056681E-04	-1.1977188E-04	-2.2560934E-04	7.7273291E-05	-1.4400349E-05
8	-3.1504000E+00	5.4063636E-04	3.7544397E-03	3.1597391E-05	-4.9754543E-05	-1.6703430E-05	1.2689522E-06	-1.9229329E-05	3.9593927E-06
9	-5.2470000E+00	-2.8685440E-03	-1.5089780E-03	-1.6419681E-04	2.2237079E-04	-7.9965089E-06	5.6816421E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.5369264E-03	3.2810710E-04	5.6581513E-05	-2.2558428E-05	-1.7116414E-05	3.7592580E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.4593309E-03	1.1815652E-04	1.2299779E-04	-1.4591394E-05	-4.1124080E-05	1.7157576E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 6】

実施例6

【 0 1 5 6 】

(A)

Si	Ri	Di	Nd _j	ν _{dj}
1	-11.4152	1.1960	1.58913	61.1
2	3.9272	1.7728		
3	6.7094	3.4860	1.88300	40.8
4	-9.6591	0.1243		
5	∞(開口絞り)	1.6734		
*6	-3.4475	0.7000	1.61396	25.5
*7	4.7314	0.1500		
*8	4.1986	1.9081	1.53389	56.0
*9	-5.1062	0.2000		
*10	4.1916	1.4002	1.53389	56.0
*11	85.0000	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	1.3076		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	ビネティング面番号	18.2	9
B(in Air)	ビネティング絞り径	5.6	2.2
f		4.48	
f1		-4.82	
f2		4.98	
f3		-3.15	
f4		4.65	
f5		8.21	
f12		9.09	
f345		7.71	

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	2.947818E-03	-1.8432237E-04	-3.2377537E-04	-3.1452938E-05	3.8022394E-05	2.4578833E-05	-3.6418083E-05	-3.6185825E-06
7	0.0000000E+00	-1.4104309E-03	-1.5237875E-03	-1.6840365E-04	8.3374830E-05	-4.6956476E-05	-1.6979639E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	1.2209421E-03	3.7204383E-03	1.2333169E-05	-5.9977690E-05	-1.7082386E-05	5.5820704E-06	-1.1407915E-05	7.7194179E-06
9	-5.2470000E+00	-2.5453386E-03	-1.1340186E-03	-1.8154947E-04	2.2537805E-04	2.7874529E-05	7.8546738E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-1.7684863E-03	2.4052100E-04	9.3819857E-05	3.7850749E-06	1.6777153E-05	4.0132601E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	2.2782649E-03	-4.9600831E-05	-1.4738933E-04	-8.0460043E-05	2.9580250E-05	8.0292021E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 7】

実施例7

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1	-24.3012	1.1960	1.62280	57.1
2	3.3097	1.2988		
3	5.2743	3.4851	1.80400	46.6
4	-7.7963	0.7720		
5	∞ (開口絞り)	1.9123		
*6	-2.4768	0.7000	1.61396	25.5
*7	6.4983	0.1500		
*8	3.4756	1.5959	1.53389	56.0
*9	-23.8660	0.2000		
*10	3.0156	1.6000	1.53389	56.0
*11	-17.0000	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.6168		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	17.9	ピネッティング面番号	8
Bf(in Air)	4.9	ピネッティング絞り径	2.5
f	4.91		
f1	-4.60		
f2	4.44		
f3	-2.94		
f4	5.80		
f5	4.93		
f12	8.41		
f345	7.24		

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	1.9060422E-02	4.3920273E-03	-4.4064162E-03	-1.4913778E-03	-7.2171899E-05	1.7712384E-04	2.7234499E-05	-7.9861424E-05
7	0.0000000E+00	1.2342086E-02	-5.0550314E-03	-2.3265026E-03	-8.3807177E-04	-1.6877145E-04	-1.0984769E-05	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-1.7718615E-03	2.7619887E-03	-1.1632161E-04	-2.7228007E-05	-1.0536088E-06	3.2548557E-06	-6.8527398E-06	8.8742110E-06
9	-5.2470000E+00	-1.9154239E-02	1.8201555E-03	5.2907537E-06	-8.3670612E-06	1.4986534E-04	1.2553928E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-1.1200433E-02	-1.9629633E-03	-2.4476728E-04	1.8593513E-05	1.1328883E-04	3.0560554E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.2080429E-02	1.8278070E-03	-3.5937689E-04	-3.8744750E-04	-4.2254006E-05	9.5125218E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 8】

実施例8

【 0 1 5 8 】

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-17.7105	1.1960	1.58913	61.1
2	3.4595	1.5072		
3	6.2206	3.4854	1.80400	46.6
4	-6.9826	0.4027		
5	∞ (開口絞り)	1.9496		
*6	-2.7201	0.7000	1.65150	20.5
*7	7.2202	0.1500		
*8	4.2415	1.6794	1.53389	56.0
*9	-6.7453	0.2000		
*10	4.1135	1.6000	1.53389	56.0
*11	-17.0571	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.8564		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	18.1
Bf(in Air)	5.2
f	4.66
f1	-4.81
f2	4.64
f3	-2.95
f4	5.15
f5	6.38
f12	7.87
f345	7.48

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
6	0.0000000E+00	4.0043442E-03	-2.3526472E-03	-2.5937156E-04	3.7670280E-05	3.9400951E-05	6.9376618E-06
7	0.0000000E+00	-6.5481554E-03	-2.0769373E-03	-6.4260934E-04	-5.3767222E-05	-8.0366851E-06	-1.8259488E-04
8	-3.1504000E+00	4.6355685E-04	3.3380410E-03	1.9186304E-05	-4.6619790E-05	-1.7146520E-05	5.437950E-07
9	-5.2470000E+00	-2.7742718E-03	1.2603090E-03	8.1429602E-05	2.7318580E-04	7.0379162E-05	5.3922487E-05
10	0.0000000E+00	-5.8996603E-03	-9.1067721E-04	-8.0206423E-05	-6.3372135E-06	4.1950882E-05	5.1165981E-05
11	0.0000000E+00	4.4476880E-03	7.0447659E-04	-1.5975850E-04	-1.2226354E-04	2.0706991E-05	8.2841831E-05

10

20

30

40

【表 9】

実施例9

(A)

Si	Ri	Di	Ndi	ν dj
1	-9.4301	1.1960	1.48749	70.2
2	3.4141	2.0362		
3	5.8387	3.4859	1.75500	52.3
4	-7.6550	-0.0038		
5	∞ (開口絞り)	1.7993		
*6	-3.9967	0.7000	1.61396	25.5
*7	5.6042	0.1500		
*8	4.9902	1.8691	1.53389	56.0
*9	-6.0554	0.2000		
*10	5.0862	1.4002	1.53389	56.0
*11	74.9993	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	1.6104		
像面	∞			

(B)

$L_{(in Air)}$	18.8
$Bf_{(in Air)}$	5.9
f	5.11
f1	-4.99
f2	4.94
f3	-3.70
f4	5.44
f5	10.15
f12	7.54
f345	11.14

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	2.1869563E-04	-6.5536129E-04	-6.6240892E-04	-1.6041917E-04	2.4647780E-05	3.5090119E-05	-3.1859105E-05	-1.9862399E-06
7	0.0000000E+00	6.9153268E-04	-1.0025523E-03	6.0242397E-05	1.5294276E-04	-7.9734979E-05	-1.8833267E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	4.2516609E-04	3.7182543E-03	1.5985155E-05	-4.8259166E-05	-1.0026883E-05	7.7639222E-06	-1.5073410E-05	3.8485476E-06
9	-5.2470000E+00	-2.9256157E-03	-1.2205174E-03	-1.0665609E-04	2.2736747E-04	-1.3698269E-05	6.4367970E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.2071320E-03	3.3674072E-04	4.3155533E-05	-9.7597209E-06	-1.2584054E-05	4.5692829E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.1788886E-03	4.9143804E-05	1.0695181E-04	-2.6838948E-05	-2.4672577E-05	5.3531323E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00

【 0 1 5 9 】

10

20

30

40

実施例10

【表 1 0】

(A)						
Si	Ri	Di	Ndj	ν dj		
1	-22.3614	1.1960	1.58913	61.1		
2	3.2384	2.1398				
3	7.6293	3.4858	1.80400	46.6		
4	-6.5984	0.9013				
5	∞(開口絞り)	1.8113				
*6	-3.0520	0.7000	1.61396	25.5		
*7	6.9639	0.1500				
*8	4.6065	1.7582	1.53389	56.0		
*9	-5.2413	0.2000				
*10	5.8964	1.6820	1.53389	56.0		
*11	-16.6937	4.0000				
12	∞	0.5000	1.51680	64.2		
13	∞	0.7139				
像面	∞					

(B)	
L(in Air)	19.1
BK(in Air)	5.0
f	4.39
f1	-4.72
f2	4.94
f3	-3.37
f4	4.94
f5	8.38
f12	7.34
f345	7.93

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	2.0722181E-03	-1.2362155E-03	-6.1834968E-04	-7.8133295E-05	4.6035219E-05	3.2854820E-05	-3.1171885E-05	-3.6495510E-06
7	0.0000000E+00	-1.7812604E-03	-1.6535624E-03	-3.3775493E-04	1.3913228E-04	4.9807935E-05	-2.2114935E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-4.5711547E-04	3.5222935E-03	5.2499046E-05	-3.4015944E-05	-1.5481925E-05	-1.9392023E-06	-1.5712458E-05	5.3320077E-06
9	-5.2470000E+00	-2.6909203E-03	-4.1504499E-04	-1.9663768E-06	3.0684511E-04	6.5483691E-05	2.4460013E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.4699929E-03	-1.9346358E-04	-3.8738403E-05	-2.1593084E-05	3.0638719E-05	4.5327337E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	2.2235938E-03	1.2193945E-04	-1.1982907E-04	-8.5511696E-05	2.5384594E-05	7.6931898E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

【表 1 1】

実施例 11

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-20.6876	1.1960	1.58913	61.1
2	3.2342	1.9998		
3	7.0374	3.4858	1.80400	46.6
4	-6.6240	0.7344		
5	∞(開口絞り)	1.5965		
*6	-3.0440	0.7000	1.61396	25.5
*7	6.5061	0.1500		
*8	4.7528	1.7667	1.53389	56.0
*9	-5.2625	0.2000		
*10	5.9372	1.6000	1.53389	56.0
*11	-15.9569	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.9678		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	18.7
Bκ(in Air)	5.3
f	4.45
f1	-4.66
f2	4.79
f3	-3.29
f4	4.98
f5	8.32
f12	7.21
f345	8.21

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	2.2820765E-03	-1.2352665E-03	-5.5678464E-04	-2.8296771E-05	6.6937122E-05	3.3885141E-05	-3.8453317E-05	-1.0429531E-05
7	0.0000000E+00	-1.8903077E-03	-1.6400649E-03	-3.0771395E-04	7.3037624E-05	1.7425138E-05	-2.2032529E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-1.1280643E-03	3.4334312E-03	4.9428824E-05	-3.8986490E-05	-1.8869013E-05	-2.3535064E-06	-1.5371632E-05	6.0821184E-06
9	-5.2470000E+00	-3.2533317E-03	-3.1756872E-04	5.3208875E-05	2.9519988E-04	6.9578277E-05	4.3240961E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.5254415E-03	-1.7810999E-04	1.3346522E-05	1.0968766E-05	3.7021783E-05	3.8744691E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.3112688E-03	1.2219960E-04	-1.0953295E-04	-9.6297224E-05	1.3114347E-05	6.9692900E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

【表 1 2】

実施例12

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-20.6485	1.1960	1.58913	61.1
2	3.3471	1.5362		
3	6.3853	3.4856	1.90400	46.6
4	-6.7446	0.3108		
5	∞(開口絞り)	1.9482		
*6	-3.0432	0.7000	1.61396	25.5
*7	6.6761	0.1500		
*8	4.4417	1.6444	1.53389	56.0
*9	-5.2058	0.2000		
*10	5.7589	1.6000	1.53389	56.0
*11	-14.5488	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.4004		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	17.5
Bf(in Air)	4.7
f	4.48
f1	-4.80
f2	4.63
f3	-3.31
f4	4.77
f5	7.95
f12	7.72
f345	7.37

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	2.9095201E-03	-9.1895589E-04	-2.6296197E-04	9.4757872E-05	9.9686846E-05	3.4513061E-05	-4.2988624E-05	-1.4726255E-05
7	0.0000000E+00	-1.6381060E-03	-1.4354548E-03	-2.3296620E-04	1.1128550E-04	4.3601880E-05	-2.1925919E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-4.7519149E-04	3.4636070E-03	5.7369523E-05	-3.5670350E-05	-1.7374296E-05	-2.0736428E-06	-1.4571187E-05	6.5644194E-06
9	-5.2470000E+00	-4.7975994E-03	-1.7887832E-04	5.3864406E-05	2.9872505E-04	7.0633891E-05	3.9422060E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-3.3864288E-03	-4.4627145E-04	-2.5219404E-05	8.4826557E-06	3.7175960E-05	4.2070433E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	2.0681477E-03	3.6563470E-04	-6.6145354E-05	-8.1137367E-05	1.5699505E-05	6.9844380E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 1 3】

実施例13

【 0 1 6 3 】

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-49.0584	1.4375	1.58913	61.1
2	4.1188	2.4024		
3	9.2203	4.1894	1.77250	49.6
4	-8.1764	1.6871		
5	∞ (開口絞り)	2.4039		
*6	-4.2965	0.8414	1.61396	25.5
*7	9.2384	0.1803		
*8	5.1396	2.2586	1.53389	56.0
*9	-6.8954	0.2404		
*10	7.5892	1.9232	1.53389	56.0
*11	-17.2385	3.0000		
12	∞	0.6010	1.51680	64.2
13	∞	1.5865		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	22.5
Bf(in Air)	5.0
f	5.39
f1	-6.39
f2	6.27
f3	-4.67
f4	5.90
f5	10.14
f12	10.03
f345	8.14

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	1.6941217E-03	-1.1376016E-03	-2.4962918E-04	3.8312353E-05	4.0542793E-05	1.1841171E-05	-1.1532597E-05	-5.0830790E-06
7	0.0000000E+00	-1.9612267E-03	-1.1052671E-03	-2.1948131E-04	9.5591962E-06	3.5278132E-06	-5.4887690E-05	1.7736173E-05	-2.7498392E-06
8	-3.1504000E+00	-6.6185586E-04	1.8843873E-03	-7.1673399E-06	-2.8963858E-05	-1.1381264E-05	-2.5373697E-06	-4.1482322E-06	1.3098283E-06
9	-5.2470000E+00	-2.9983549E-03	-9.4299547E-05	3.5326308E-05	1.2336303E-04	1.8000560E-05	4.3119181E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.4626533E-03	-3.1516622E-04	-3.1025268E-05	2.1468379E-06	1.4923555E-05	1.5811113E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.8662833E-03	2.4407650E-04	-2.5033399E-05	-2.8849868E-05	1.3356888E-05	2.1833442E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 1 4】

実施例14

(A)

Si	Ri	Di	Ndi	ν dj
1	-5.7499	1.1960	1.62041	60.3
2	3.5117	1.1482		
3	5.8779	3.4859	1.78800	47.4
4	-6.9260	0.5203		
5	∞(開口絞り)	1.7679		
*6	-8.3685	0.7000	1.61396	25.5
*7	4.3815	0.1500		
*8	5.1185	1.8000	1.53389	56.0
*9	-7.4307	0.2000		
*10	5.6183	1.4002	1.53389	56.0
*11	-89.1466	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	2.8920		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	19.6
Bf(in Air)	7.2
f	5.10
f1	-3.35
f2	4.59
f3	-4.59
f4	5.97
f5	9.95
f12	12.84
f345	10.13

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	1.9647839E-03	-7.8432787E-04	-6.6235359E-04	-1.6300405E-04	-1.9360412E-06	2.1726026E-05	-4.1718846E-05	-9.7049178E-06
7	0.0000000E+00	1.2253061E-03	-6.9892884E-04	1.1859474E-04	1.2369374E-04	-1.6529883E-04	-2.1259750E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-7.0640648E-04	3.4462725E-03	-6.7297913E-06	-3.9840963E-05	-5.9385381E-06	9.7202452E-06	-2.1000509E-05	-2.5358430E-06
9	-5.2470000E+00	-1.5746842E-03	-7.6628348E-04	-7.2953797E-05	2.0071540E-04	-1.2016458E-04	4.3753765E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-1.3476359E-03	1.1801481E-04	8.0031161E-05	-1.73308647E-05	-8.1174407E-05	-4.7738318E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	-1.4118633E-03	-3.4514338E-04	-8.7575651E-05	-9.5907359E-05	-9.6026604E-05	-1.4952729E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【 0 1 6 4 】

【表 1 5】

実施例15

【 0 1 6 5 】

(A)						(B)					
Si	Ri	Di	Ndj	ν dj		L(in Air)					
1	-27.8765	1.1960	1.58913	61.1		Bf(in Air)				17.8	
2	3.4409	1.3315				f				5.2	
3	5.3988	3.4859	1.78800	47.4		f1				5.55	
4	-7.5103	0.1965				f2				-5.13	
5	∞(開口絞り)	1.5267				f3				4.52	
*6	-4.3503	0.7000	1.63355	23.6		f4				-4.20	
*7	7.2713	0.1500				f5				5.52	
*8	4.9101	2.4224	1.51104	56.8		f12				12.90	
*9	-5.5280	0.2000				f345				7.89	
*10	6.1001	1.4002	1.51104	56.8						10.36	
*11	75.3572	4.0000									
12	∞	0.5000	1.51680	64.2							
13	∞	0.8241									
像面	∞										

(C)						(B)					
Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10		
6	0.0000000E+00	2.7440981E-06	-9.6345305E-04	-6.4239487E-04	-5.2163716E-05	1.0528584E-04	7.5800068E-05	-3.2348986E-05	-2.5366681E-05		
7	0.0000000E+00	-1.2911222E-03	-9.5196425E-04	4.1149388E-04	4.2120433E-04	7.3725520E-05	-2.5307069E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05		
8	-3.1504000E+00	-1.4902256E-03	3.5535859E-03	1.3340416E-04	4.1279565E-05	2.1416530E-05	1.0289107E-05	-1.8921903E-05	3.0905318E-06		
9	-5.2470000E+00	-4.9032362E-03	-1.8539365E-03	-1.6877995E-04	2.4205521E-04	-7.9950162E-06	3.6742002E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00		
10	0.0000000E+00	-2.1962282E-03	5.3251865E-04	9.2118751E-05	-2.7613823E-05	-2.0470402E-05	-5.5298423E-07	0.0000000E+00	0.0000000E+00		
11	0.0000000E+00	4.2458089E-03	5.9757467E-04	1.7503555E-04	-3.6332672E-05	-6.0283584E-05	6.9269169E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00		

10

20

30

40

【表 1 6】

実施例16

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-10.7518	1.1960	1.58913	61.1
2	4.0976	1.9412		
3	5.6648	3.4861	1.88300	40.8
4	-8.5981	0.1541		
5	∞(開口絞り)	0.7942		
*6	-3.2163	0.7000	1.61396	25.5
*7	4.9408	0.1500		
*8	4.2239	2.0147	1.53389	56.0
*9	-5.3496	0.2000		
*10	4.6585	1.4002	1.53389	56.0
*11	74.9995	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.9343		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	17.3
Bf(in Air)	5.3
f	4.48
f1	-4.89
f2	4.37
f3	-3.07
f4	4.77
f5	9.24
f12	6.11
f345	9.66

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	3.2487664E-04	-3.0433278E-04	-2.5044545E-04	2.8380751E-05	7.3176261E-05	4.1173565E-05	-3.2526995E-05	-6.8112242E-06
7	0.0000000E+00	-1.3898717E-03	-1.4974243E-03	-1.1883616E-04	1.2403156E-04	-2.9653062E-05	-1.6553625E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	8.2421994E-04	3.6466508E-03	9.4341211E-06	-5.4218695E-05	-1.4943625E-05	5.3259581E-06	-1.2250389E-05	6.9794471E-06
9	-5.2470000E+00	-3.4963850E-03	-4.2876187E-04	6.0405406E-05	2.8649827E-04	1.4128441E-05	7.0641803E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-4.4122977E-04	1.5120126E-04	1.8071005E-05	-3.0005740E-05	1.1206384E-05	5.0153717E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	3.6350978E-03	4.7198832E-05	-3.5361784E-04	-1.9207910E-04	2.0212315E-05	9.1380311E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 1 7】

実施例 17

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	-20.0019	1.1960	1.58913	61.1
2	3.1076	1.2157		
3	5.0305	3.4851	1.80400	46.6
4	-7.1446	0.1243		
5	∞ (開口絞り)	1.9342		
*6	-4.4273	0.7000	1.65150	20.5
*7	13.5091	0.1500		
*8	6.2196	1.1555	1.53389	56.0
*9	-12.1878	0.2000		
*10	3.9633	1.6000	1.53389	56.0
*11	-12.1764	3.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.1001		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	15.2
Bf(in Air)	3.4
f	4.13
f1	-4.48
f2	4.21
f3	-5.04
f4	7.89
f5	5.80
f12	7.54
f345	6.55

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	-6.4231067E-05	-3.3407490E-03	-1.0042060E-03	-3.6341117E-04	-3.7343213E-05	5.7275342E-05	-2.5924874E-05	-6.0684250E-05
7	0.0000000E+00	-8.5979703E-03	-2.4554326E-03	-5.9813925E-04	-4.4073288E-04	-3.2990098E-04	-6.0891454E-05	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-4.0714402E-03	2.2423607E-03	-3.2273213E-04	-1.1847967E-04	-3.2069528E-05	-1.3015647E-05	-2.1161985E-05	1.2672429E-05
9	-5.2470000E+00	-6.0230339E-03	1.5227937E-03	2.5152107E-04	1.3968091E-04	-6.8139592E-05	6.5745505E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-6.6043814E-03	-7.3381881E-04	-6.2229254E-05	-2.7136782E-05	1.9050309E-05	3.7097695E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	8.2836213E-03	1.8185902E-03	-6.2633672E-05	-3.1363072E-04	-8.8284459E-05	8.2660848E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 1 8】

実施例 18

(A)

Si	Ri	Di	Nd _i	ν _{dj}
1	-12.4407	1.1960	1.48749	70.2
2	3.2760	1.9991		
3	5.7789	3.4860	1.75500	52.3
4	-7.6982	0.0844		
5 ∞(開口絞り)		1.7836		
*6	-4.3468	0.7000	1.61396	25.5
*7	5.8513	0.1500		
*8	5.7096	1.9566	1.53389	56.0
*9	-5.8467	0.2000		
*10	4.8518	1.4002	1.53389	56.0
*11	317.7800	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.8208		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	18.0
Bf(in Air)	5.2
f	4.80
f1	-5.19
f2	4.92
f3	-3.96
f4	5.73
f5	9.21
f12	7.53
f345	9.37

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	1.6844785E-04	-7.5853320E-04	-6.6426729E-04	-1.3533735E-04	4.3079874E-05	4.1654509E-05	-3.3789136E-05	-7.2528843E-06
7	0.0000000E+00	7.0185338E-04	-9.0933989E-04	1.0258076E-04	1.8259186E-04	-5.5511200E-05	-1.8194937E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-1.0649616E-04	3.6085443E-03	3.1934651E-05	-2.7935748E-05	-3.1609953E-06	7.7356887E-06	-1.5324902E-05	3.8865615E-06
9	-5.2470000E+00	-3.2246333E-03	-1.1898333E-03	-9.3408724E-05	2.2570536E-04	-1.9686644E-05	5.4148567E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.1197810E-03	3.0189441E-04	6.4734432E-05	9.5909049E-06	-9.2494990E-06	4.4304458E-07	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.0659509E-03	8.2790745E-05	8.2858011E-05	-5.8983724E-05	-4.7543481E-05	1.3665930E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 1 9】

実施例 19

(A)

Si	Ri	Di	Nd _i	ν _{dj}
1	-6.5062	1.1958	1.48749	70.2
2	4.3836	0.5636		
3	4.3237	3.4848	1.75500	52.3
4	-6.5040	0.1506		
5	∞(開口絞り)	0.3234		
*6	-2.5605	0.7000	1.61396	25.5
*7	6.5160	0.1500		
*8	4.2952	1.6959	1.53389	56.0
*9	-5.0791	0.2000		
*10	4.1491	1.4002	1.53389	56.0
*11	74.9994	2.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	2.1475		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	14.3
Bf(in Air)	4.5
f	4.47
f1	-4.27
f2	3.46
f3	-2.91
f4	4.65
f5	8.17
f12	5.84
f345	8.77

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	-7.147179E-04	1.5015374E-03	1.7137235E-04	9.7164668E-05	9.9787165E-05	6.7790984E-05	-2.5469936E-05	-2.4539801E-05
7	0.000000E+00	-2.0461088E-03	-3.7846786E-03	-2.1645818E-04	4.6274356E-04	1.0545090E-04	-2.1989069E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-1.8934633E-03	4.0319023E-03	-1.5718906E-04	-1.9351214E-04	-6.0051815E-05	1.0292793E-06	-9.2391201E-06	1.0242852E-05
9	-5.2470000E+00	-3.0678122E-03	4.0625899E-04	1.1855348E-03	5.3182740E-04	-7.5975661E-05	1.3681751E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-2.4312513E-03	-7.0511945E-04	-4.5988995E-04	-1.6180663E-04	4.6357267E-06	8.2231321E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.7457169E-03	-2.0174086E-03	-1.1064439E-03	-4.0667853E-04	3.2860131E-05	1.2555748E-04	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 2 0】

実施例20

【 0 1 7 0 】

(A)

Si	Ri	Di	Nd _j	ν _{dj}
1	-12.9662	1.1960	1.58913	61.1
2	3.0601	1.6148		
3	5.7786	3.4850	1.80400	46.6
4	-6.4546	0.5379		
5	∞(開口絞り)	1.0481		
*6	-4.3738	0.7000	1.71982	19.2
*7	13.5001	0.1500		
*8	12.5714	1.4152	1.60550	51.8
*9	-7.6262	0.2000		
*10	5.6544	1.6000	1.60550	51.8
*11	-17.0116	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.9497		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	17.2
Bf(in Air)	5.3
f	4.36
f1	-4.09
f2	4.34
f3	-4.52
f4	8.05
f5	7.20
f12	6.98
f345	9.22

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.000000E+00	-1.449934E-03	-2.6178720E-03	-7.7890516E-04	1.5523916E-05	1.482495E-04	8.1140804E-05	-3.6607315E-05	-3.7008371E-05
7	0.0000000E+00	-5.8196648E-03	-1.4494315E-03	-8.2516177E-05	1.8827565E-04	2.3750967E-05	-3.3461973E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-2.5921619E-03	2.7291479E-03	-2.8407467E-04	-1.9001915E-04	-7.4516990E-05	-2.2551582E-05	-3.0303570E-05	-9.2119803E-06
9	-5.2470000E+00	-6.3770351E-03	-3.1802614E-04	-1.6318339E-04	1.4498174E-04	-1.5756176E-05	3.9600991E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-5.3201992E-03	-1.2533087E-03	-3.5474502E-04	-2.3251604E-04	-7.0620052E-05	3.9624904E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	2.1191253E-03	8.0973092E-04	-3.6236807E-04	-4.3730815E-04	-1.0017944E-04	4.3631072E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 2 1】

実施例21

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1	-14.5449	1.1959	1.54036	63.1
2	2.6658	1.6857		
3	4.9308	3.4845	1.85692	41.4
4	-6.1681	0.0000		
5	∞ (開口絞り)	0.6837		
*6	-6.4281	0.7000	1.68522	18.5
*7	8.3818	0.1500		
*8	13.6254	1.3016	1.59779	61.1
*9	-10.2580	0.2000		
*10	6.0196	1.6000	1.52097	63.9
*11	-17.0152	4.0000		
12	∞	0.5000	1.51680	64.2
13	∞	0.1345		
像面	∞			

(B)

L(in Air)	f5.5
Bf(in Air)	4.5
f	4.34
f1	-4.07
f2	3.74
f3	-5.21
f4	9.99
f5	8.74
f12	4.90
f345	15.40

(C)

Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	-1.6133752E-03	-2.5637207E-03	-6.7562558E-04	3.6478590E-06	1.1470557E-04	7.1957676E-05	-3.3909148E-05	-2.5975393E-05
7	0.0000000E+00	-4.0242821E-03	-9.0141859E-05	5.7626938E-04	4.9192873E-04	1.1119269E-04	-4.3506716E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-3.9270789E-05	3.4000629E-03	3.9585003E-05	-8.7333691E-05	-5.5403399E-05	-2.5812943E-05	-3.8321734E-05	-1.3678202E-05
9	-5.2470000E+00	-4.9784739E-03	5.8974593E-04	-1.3594942E-04	9.4617592E-05	-9.1263183E-06	6.9476572E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-6.7098911E-03	-1.6710424E-03	-4.4846308E-04	-2.7065816E-04	-6.2827457E-05	6.6381204E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.8978387E-03	3.6574620E-04	-7.9919767E-04	-5.7301179E-04	-2.4677361E-05	4.6317877E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 2 2】

実施例22

【 0 1 7 2 】

(A)							(B)	
Si	Ri	Di	Nd _i	ν _{dj}	L(in Air)		L(in Air)	15.5
1	-14.5449	1.1959	1.54036	63.1	Bf(in Air)		Bf(in Air)	4.5
2	2.6658	2.1000			f		f	4.34
3	∞(開口絞り)	-0.4143			f1		f1	-4.07
4	4.9308	3.4845	1.85692	41.4	f2		f2	3.74
5	-6.1681	0.6837			f3		f3	-5.21
*6	-6.4281	0.7000	1.68522	18.5	f4		f4	9.99
*7	8.3818	0.1500			f5		f5	8.74
*8	13.6254	1.3016	1.59779	61.1	f12		f12	4.90
*9	-10.2580	0.2000			f345		f345	15.40
*10	6.0196	1.6000	1.52097	63.9				
*11	-17.0152	4.0000						
12	∞	0.5000	1.51680	64.2				
13	∞	0.1345						
像面	∞							

(C)									
Si	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
6	0.0000000E+00	-1.6133752E-03	-2.5637207E-03	-6.7562558E-04	3.6478590E-06	1.1470557E-04	7.1957676E-05	-3.3909148E-05	-2.5975393E-05
7	0.0000000E+00	-4.0242521E-03	-9.0141859E-05	5.7628938E-04	4.9192873E-04	1.1119269E-04	-4.3506716E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
8	-3.1504000E+00	-3.9270789E-05	3.400629E-03	3.9585003E-05	-8.7333691E-05	-5.5403399E-05	-2.5812943E-05	-3.8321734E-05	-1.3679202E-05
9	-5.2470000E+00	-4.9784739E-03	5.8974593E-04	-1.3594942E-04	9.4617592E-05	-9.1263183E-06	6.9478572E-06	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-6.7098911E-03	-1.6710424E-03	-4.4846308E-04	-2.7065816E-04	-6.2827457E-05	6.6381204E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	1.8978387E-03	3.6574620E-04	-7.9919767E-04	-5.7301179E-04	-2.4677361E-05	4.6317877E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

10

20

30

40

【表 2 3】

(A)	Sil	Ri	Di	Ndj	v dj
	1	-18.1647	1.1960	1.59913	61.1
	2	3.3716	1.5789		
	3	∞(開口絞り)	0.2000		
	4	6.8045	3.4856	1.80400	46.6
	5	-6.6946	2.2825		
	*6	-2.8582	0.7000	1.61396	25.5
	*7	6.4984	0.1500		
	*8	4.4629	1.7309	1.53389	56.0
	*9	-5.4406	0.2000		
	*10	6.2267	1.6000	1.53389	56.0
	*11	-17.0396	4.0000		
	12	∞	0.5000	1.51680	64.2
	13	∞	1.5523		
	像面	∞			

(B)	L(in Air)	ビネツティング面番号	8
	Bf(in Air)	ビネツティング絞り径	2.3
	f	4.94	
	f1	-4.73	
	f2	4.74	
	f3	-3.14	
	f4	4.89	
	f5	8.75	
	f12	7.52	
	f345	9.35	

(C)	SI	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10
	6	0.000000E+00	2.4211837E-03	-6.6506399E-04	-3.3063392E-04	-1.3399201E-05	4.2381676E-05	2.1247127E-05	-3.7023348E-05	-4.1007793E-06
	7	0.0000000E+00	-1.7820390E-03	-1.5441170E-03	-2.6462657E-04	7.5208098E-05	9.1039949E-06	-1.9756776E-04	7.7273291E-05	-1.4400348E-05
	8	-3.1504000E+00	-1.0932246E-04	3.5133445E-03	2.9781696E-05	-4.7734893E-05	-1.8416536E-05	-4.2864122E-07	-1.3917747E-05	7.1683756E-06
	9	-5.2470000E+00	-4.1032088E-03	-2.1019828E-04	2.3298508E-05	2.8532065E-04	6.5827850E-05	4.5148009E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
	10	0.0000000E+00	-3.4705258E-03	-3.9048060E-04	-1.9867140E-05	2.9613758E-06	3.5450799E-05	4.1612595E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00
	11	0.0000000E+00	2.4005343E-03	2.7149844E-04	-1.2283620E-04	-1.0031051E-04	1.5092814E-05	7.2667201E-05	0.0000000E+00	0.0000000E+00

【 0 1 7 3 】

上記実施例 1 ~ 2 3 の撮像レンズでは全て、第 1 レンズ L 1、第 2 レンズ L 2 はガラス球面レンズであり、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4、第 5 レンズ L 5 はプラスチック非球面レンズである。

【 0 1 7 4 】

実施例 1 ~ 23 の撮像レンズにおける条件式 (1) ~ (14) に対応する値を表 24 に示す。実施例 1 ~ 23 では、d 線を基準波長としており、表 24 にはこの基準波長にお

る各値を示す。

【 0 1 7 5 】

【表 2 4】

実施例	条件式													
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	f1/f	f2/f	(R1+R2) (R1-R2)	f5/f	D23/f	(R10+R11) (R10-R11)	f1/f2	f4/f	D2/f	f345/f	f12/f345	R1/f	f3/f	L/f
1	-1.03	1.12	0.69	1.96	0.55	-0.46	-0.92	1.10	0.50	1.99	0.83	-3.94	-0.73	4.38
2	-0.96	0.96	0.69	1.77	0.46	-0.46	-1.00	0.99	0.36	1.89	0.81	-3.68	-0.64	3.85
3	-1.05	1.12	0.71	1.87	0.57	-0.37	-0.94	1.02	0.46	1.85	0.96	-4.39	-0.70	4.21
4	-0.82	0.86	0.18	1.96	0.38	-0.94	-0.72	1.08	0.22	2.15	1.12	-0.98	-0.83	3.68
5	-0.87	0.86	0.68	1.96	0.34	-1.13	-1.02	0.98	0.31	2.00	0.72	-3.31	-0.65	3.52
6	-1.08	1.11	0.49	1.83	0.40	-1.10	-0.97	1.04	0.40	1.72	1.18	-2.55	-0.70	4.08
7	-0.94	0.90	0.76	1.00	0.55	-0.70	-1.04	1.18	0.26	1.47	1.16	-4.95	-0.58	3.64
8	-1.03	1.00	0.67	1.37	0.50	-0.61	-1.04	1.11	0.32	1.61	1.05	-3.80	-0.63	3.88
9	-0.98	0.97	0.47	1.99	0.35	-1.15	-1.01	1.07	0.40	2.18	0.68	-1.85	-0.72	3.68
10	-1.08	1.13	0.75	1.91	0.62	-0.48	-0.96	1.12	0.49	1.81	0.93	-5.09	-0.77	4.34
11	-1.05	1.08	0.73	1.87	0.52	-0.46	-0.97	1.12	0.45	1.85	0.88	-4.65	-0.74	4.21
12	-1.07	1.03	0.72	1.77	0.50	-0.43	-1.04	1.07	0.34	1.65	1.05	-4.61	-0.74	3.91
13	-1.19	1.16	0.85	1.88	0.76	-0.39	-1.02	1.10	0.45	1.51	1.23	-9.11	-0.87	4.19
14	-0.66	0.90	0.24	1.95	0.45	-0.88	-0.73	1.17	0.23	1.99	1.27	-1.13	-0.90	3.84
15	-0.92	0.82	0.78	2.33	0.31	-1.18	-1.13	1.00	0.24	1.87	0.76	-5.03	-0.76	3.20
16	-1.09	0.98	0.45	2.06	0.21	-1.13	-1.12	1.07	0.43	2.16	0.63	-2.40	-0.69	3.86
17	-1.09	1.02	0.73	1.41	0.50	-0.51	-1.06	1.91	0.29	1.59	1.15	-4.85	-1.22	3.68
18	-1.08	1.02	0.58	1.92	0.39	-1.03	-1.05	1.19	0.42	1.95	0.80	-2.59	-0.82	3.75
19	-0.96	0.78	0.19	1.83	0.11	-1.12	-1.23	1.04	0.13	1.96	0.67	-1.46	-0.65	3.21
20	-0.94	1.00	0.62	1.65	0.36	-0.50	-0.94	1.85	0.37	2.12	0.76	-2.98	-1.04	3.95
21	-0.94	0.86	0.69	2.02	0.16	-0.48	-1.09	2.30	0.39	3.55	0.32	-3.35	-1.20	3.56
22	-0.94	0.86	0.69	2.02	0.16	-0.48	-1.09	2.30	0.39	3.55	0.32	-3.35	-1.20	3.56
23	-0.96	0.96	0.69	1.77	0.46	-0.46	-1.00	0.99	0.36	1.89	0.81	-3.68	-0.64	3.85

【 0 1 7 6 】

上記実施例 1 ~ 2 3 にかかる撮像レンズの各収差図をそれぞれ、図 2 7 (A) ~ 図 2 7 (D)、図 2 8 (A) ~ 図 2 8 (D)、図 2 9 (A) ~ 図 2 9 (D)、図 3 0 (A) ~ 図 3 0 (D)、図 3 1 (A) ~ 図 3 1 (D)、図 3 2 (A) ~ 図 3 2 (D)、図 3 3 (A) ~ 図 3 3 (D)、図 3 4 (A) ~ 図 3 4 (D)、図 3 5 (A) ~ 図 3 5 (D)、図 3 6 (A) ~ 図 3 6 (D)、図 3 7 (A) ~ 図 3 7 (D)、図 3 8 (A) ~ 図 3 8 (D)、図 3 9 (A) ~ 図 3 9 (D)、図 4 0 (A) ~ 図 4 0 (D)、図 4 1 (A) ~ 図 4 1 (D)、図 4 2 (A) ~ 図 4 2 (D)、図 4 3 (A) ~ 図 4 3 (D)、図 4 4 (A) ~ 図 4 4 (D)、図 4 5 (A) ~ 図 4 5 (D)、図 4 6 (A) ~ 図 4 6 (D)、図 4 7 (A) ~ 図 4 7 (D)、図 4 8 (A) ~ 図 4 8 (D)、図 4 9 (A) ~ 図 4 9 (D) に示す。

【 0 1 7 7 】

ここでは、実施例 1 の収差図を例にとり説明するが、他の実施例の収差図についても同様である。図 2 7 (A)、図 2 7 (B)、図 2 7 (C)、図 2 7 (D) はそれぞれ、実施

例 1 にかかる撮像レンズの球面収差、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）の収差図を示す。球面収差図の $Fno.$ は F 値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。ディストーションの図は、全系の焦点距離 f 、画角 φ （変数扱い、 $0 < \varphi < \omega$ ）を用いて、理想像高を $f \times \tan(\varphi)$ とし、それからのずれ量を示す。各収差図には、 d 線（波長 587.56 nm ）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 486.13 nm ）、 C 線（波長 656.27 nm ）、 s 線（波長 852.11 nm ）、正弦条件違反量（ SNC と表記）についての収差も示し、倍率の色収差図には F 線、 C 線、 s 線についての収差を示す。倍率の色収差図の線種は球面収差図のものと同一であるため、その表記を省略している。

【0178】

10

以上のデータからわかるように、実施例 1～23 の撮像レンズは、小型で安価に構成され、 F ナンバーが $1.60 \sim 2.00$ と小さく、全画角が $45.0^\circ \sim 65.4^\circ$ であり、十分長いバックフォーカスを有し、諸収差が良好に補正されて良好な光学性能を有する。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。

【0179】

図 50 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 50 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。

20

【0180】

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、小型で安価に構成でき、低照度の撮影条件下でも使用可能であり、撮像素子を用いて解像度の高い良好な像を得ることができる。

【0181】

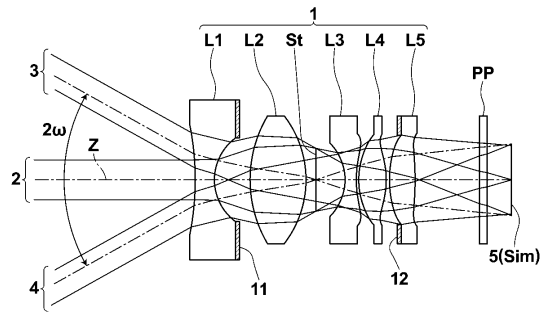
30

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、各レンズ成分の曲率半径、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。

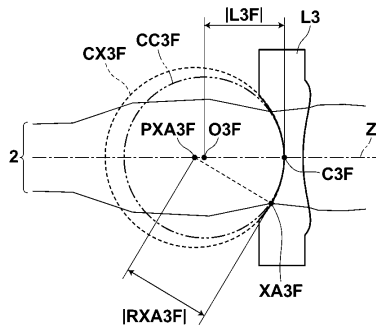
【0182】

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。

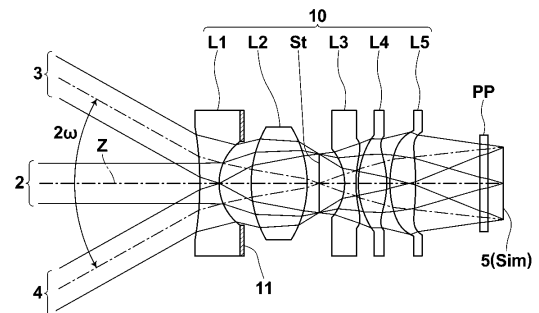
【図 1】



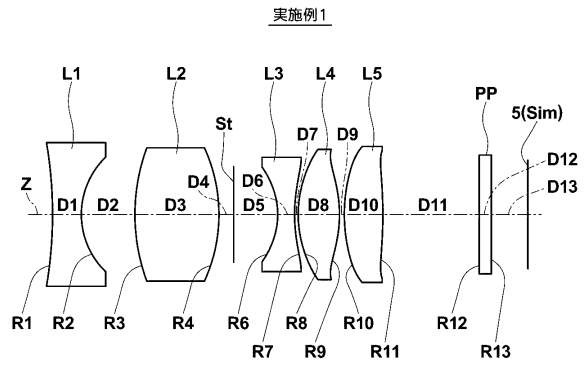
【図 2】



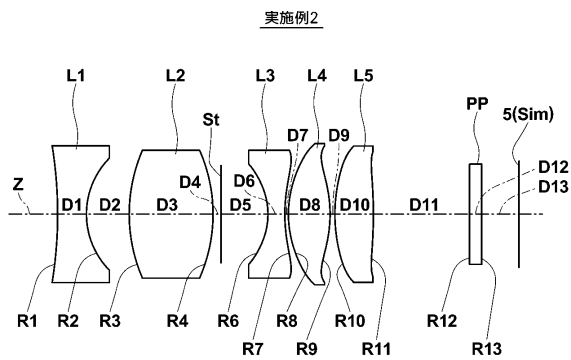
【図 3】



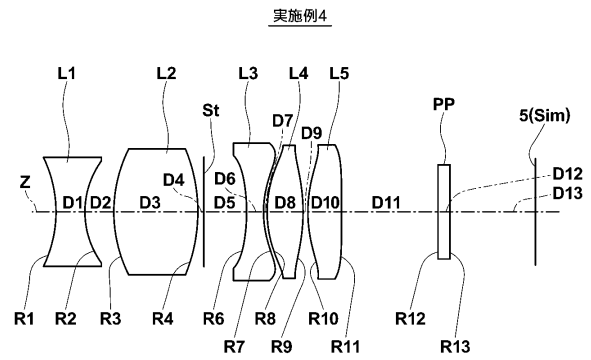
【図 4】



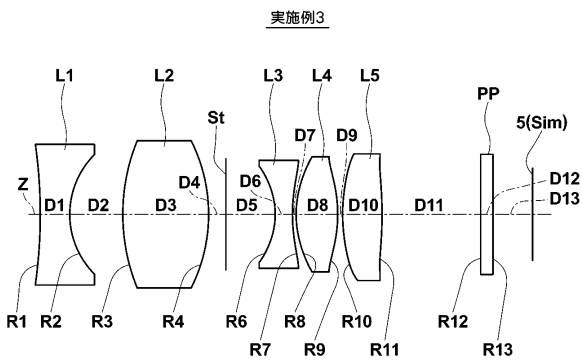
【図 5】



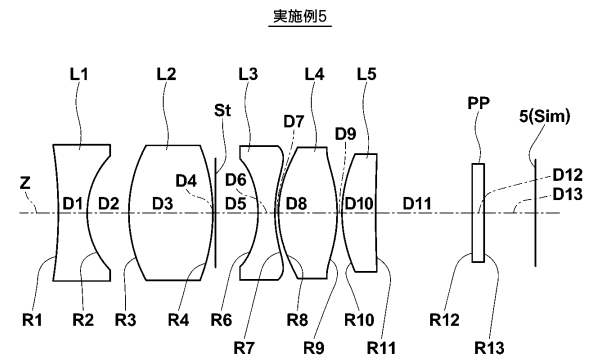
【図 7】



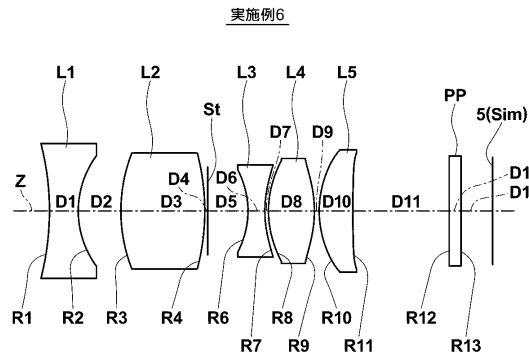
【図 6】



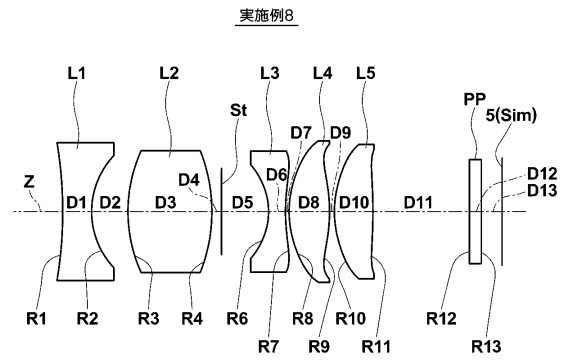
【図 8】



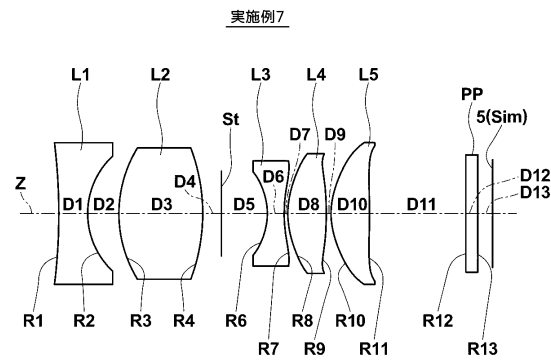
【図 9】



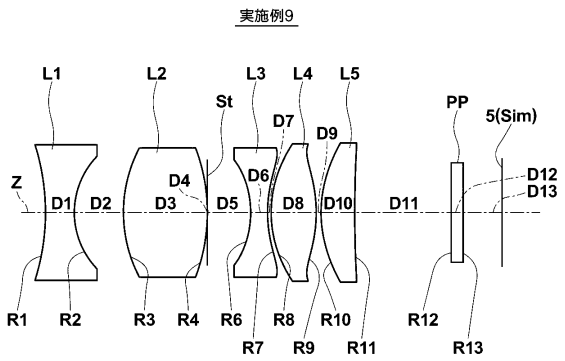
【図 11】



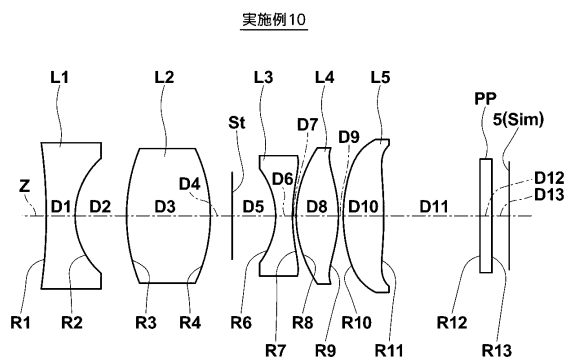
【図 10】



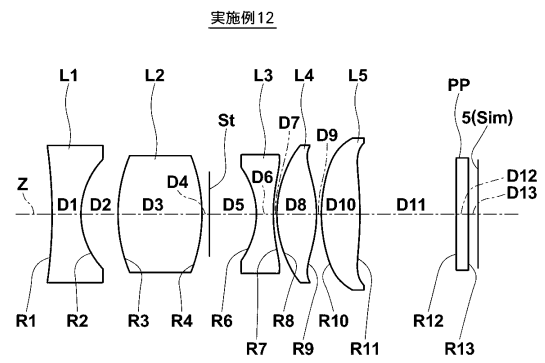
【図 12】



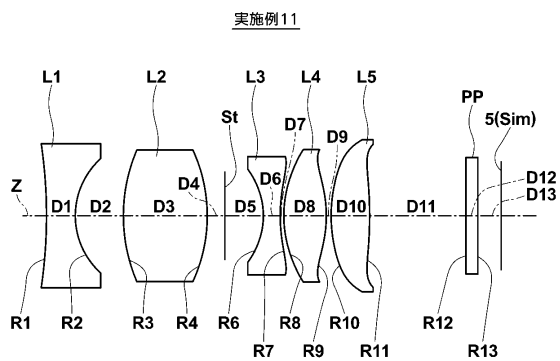
【図 13】



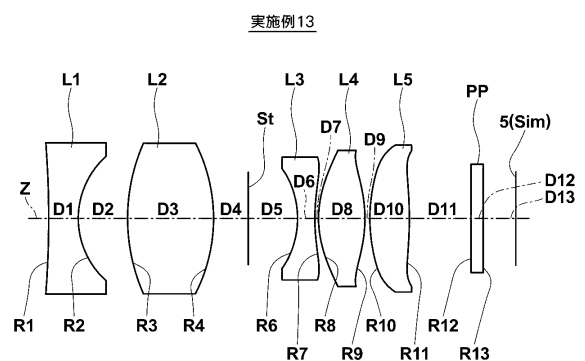
【図 15】



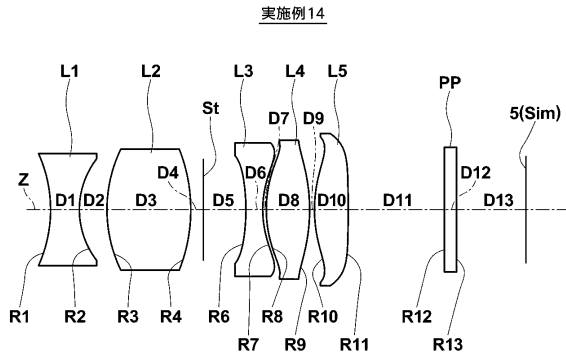
【図 14】



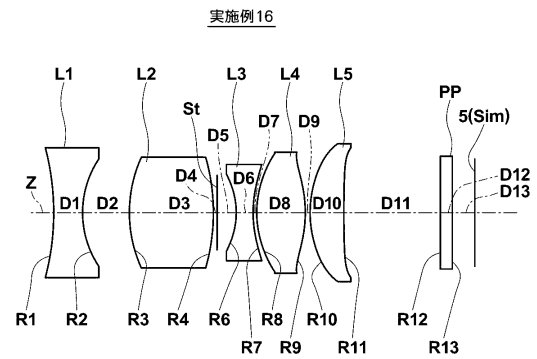
【図 16】



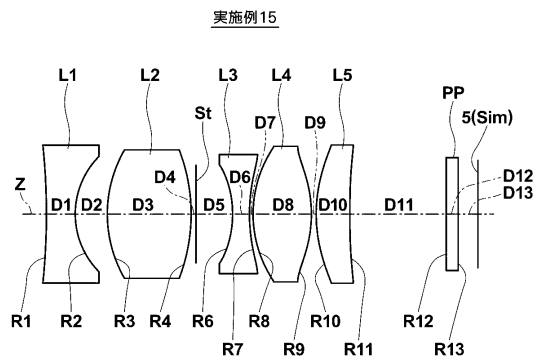
【図 17】



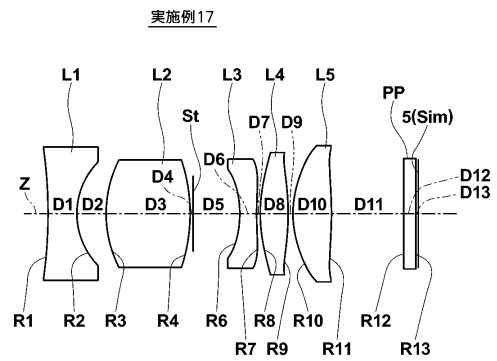
【図 19】



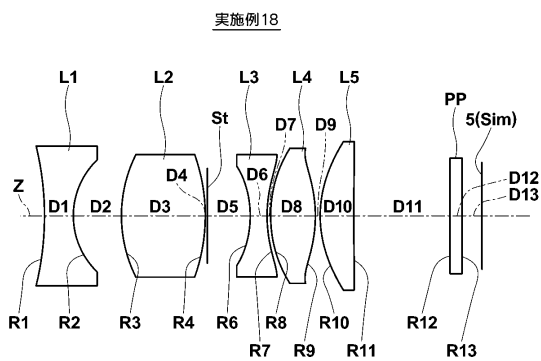
【図 18】



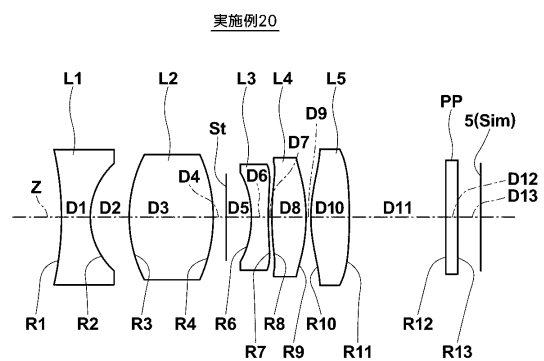
【図 20】



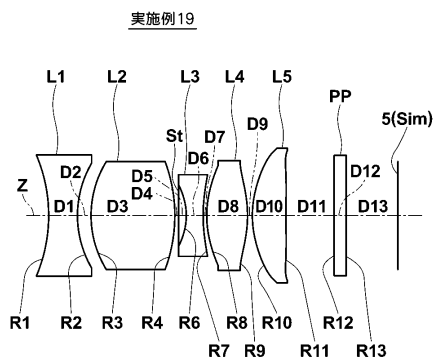
【図 21】



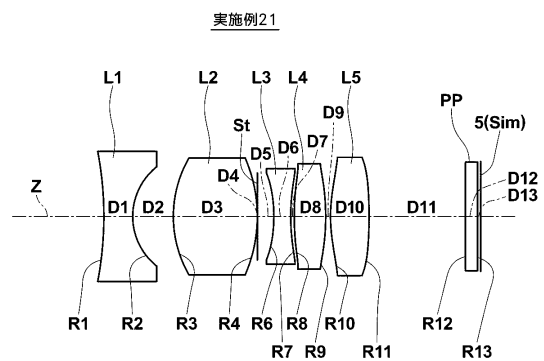
【図 23】



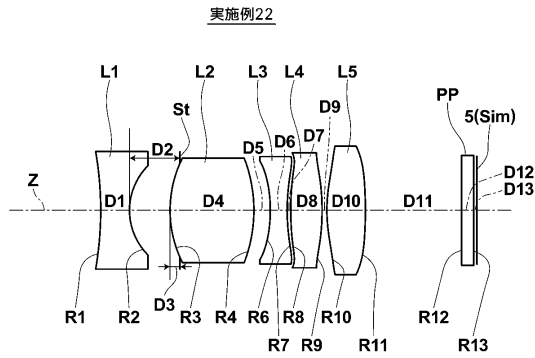
【図 22】



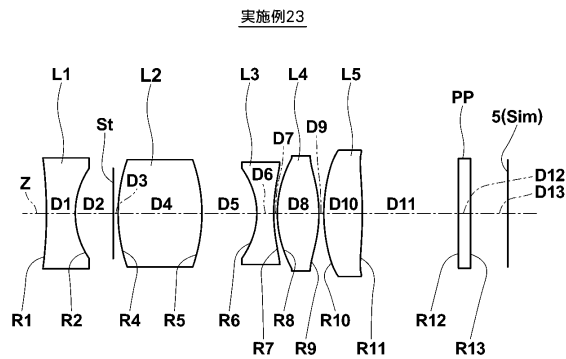
【図 24】



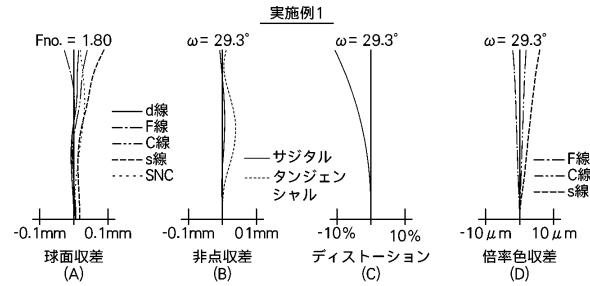
【図 25】



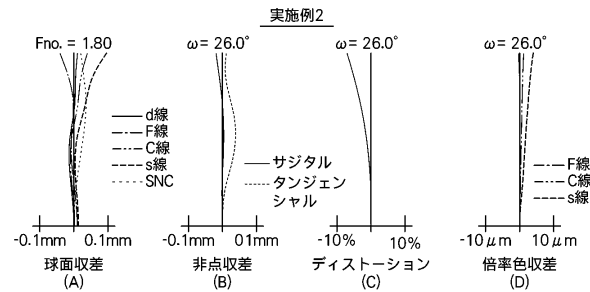
【図 26】



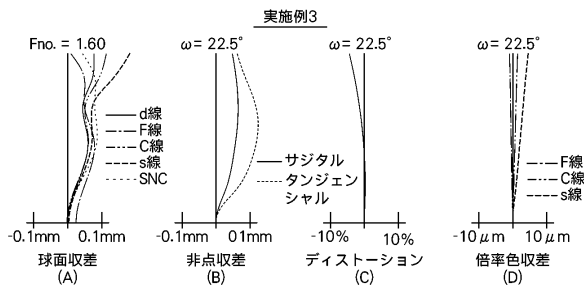
【図 27】



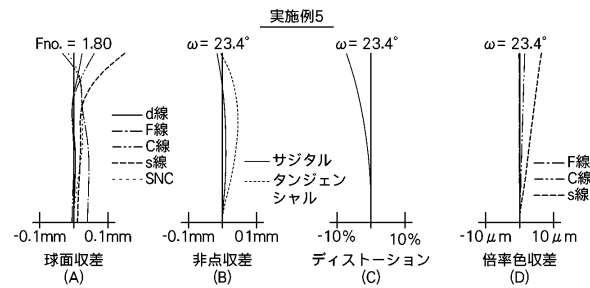
【図 28】



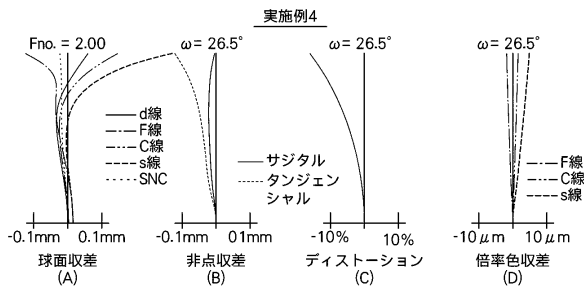
【図 29】



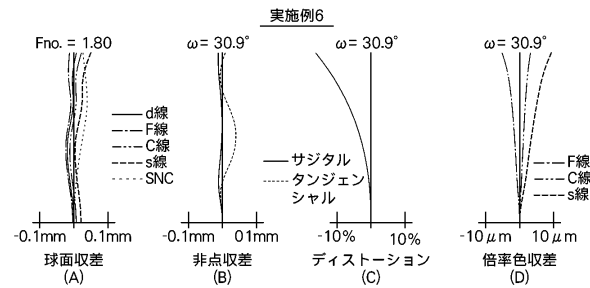
【図 31】



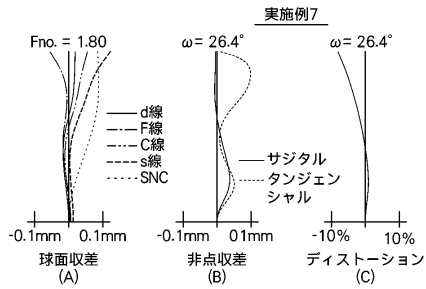
【図 30】



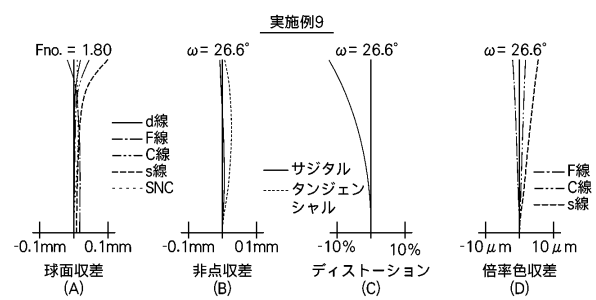
【図 32】



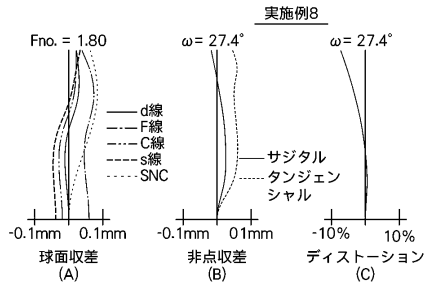
【図 3 3】



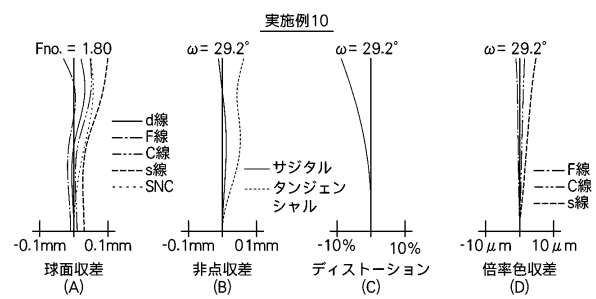
【図 3 5】



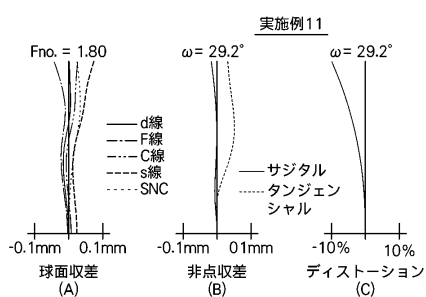
【図 3 4】



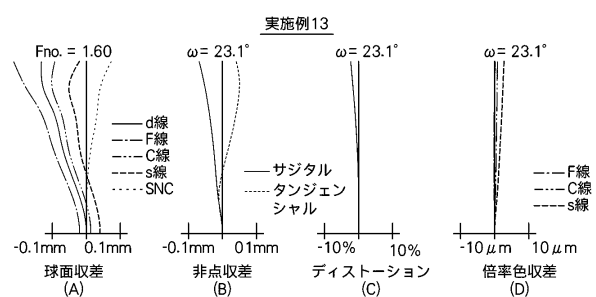
【図 3 6】



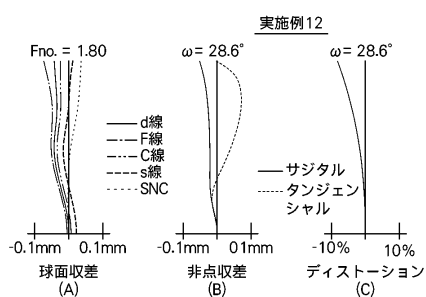
【図 3 7】



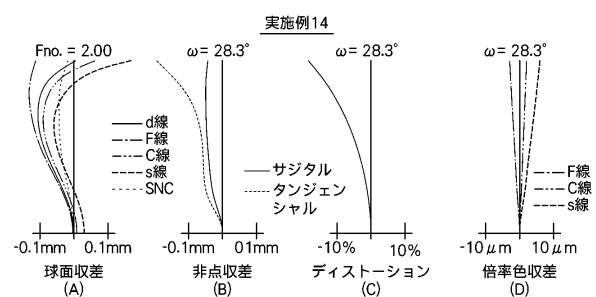
【図 3 9】



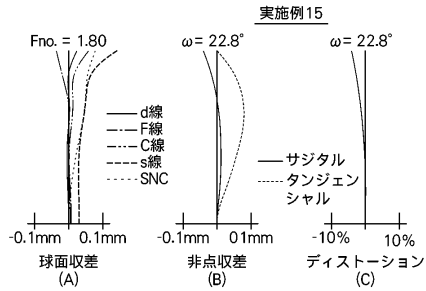
【図 3 8】



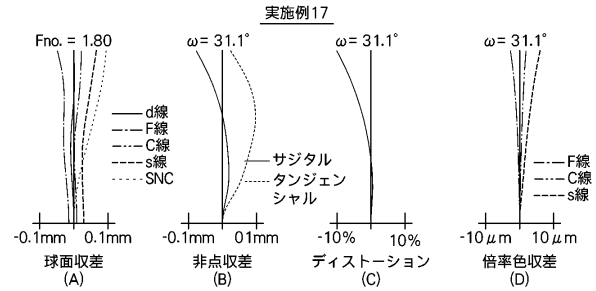
【図 4 0】



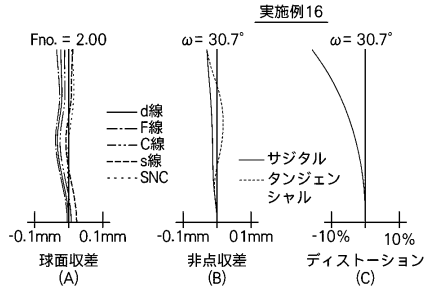
【図 4 1】



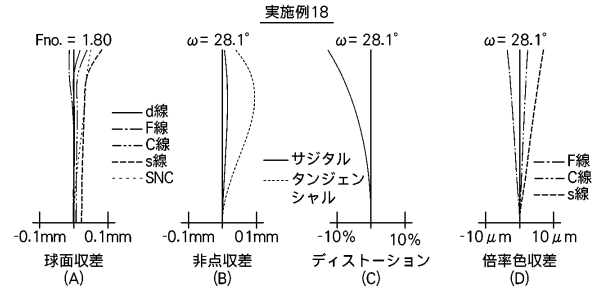
【図 4 3】



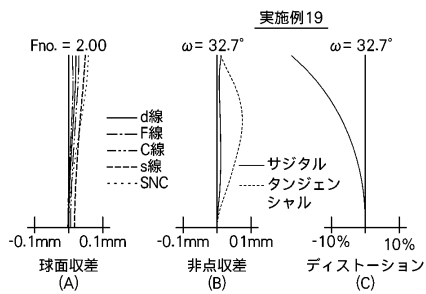
【図 4 2】



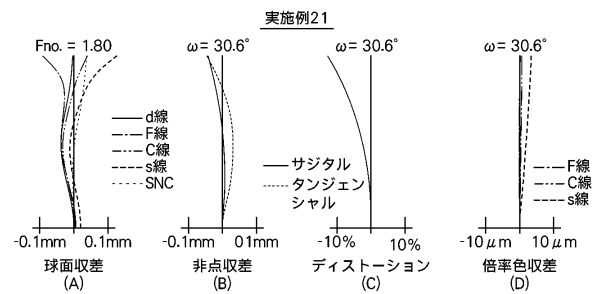
【図 4 4】



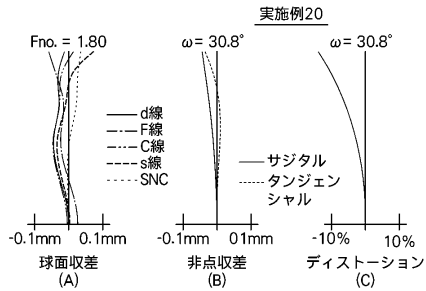
【図 4 5】



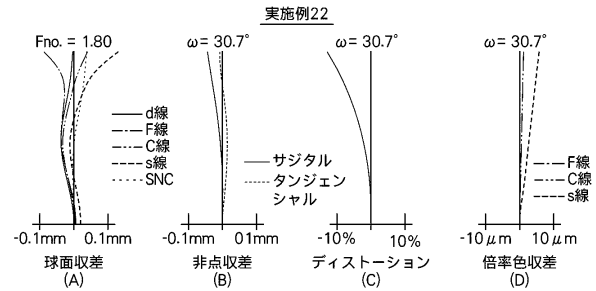
【図 4 7】



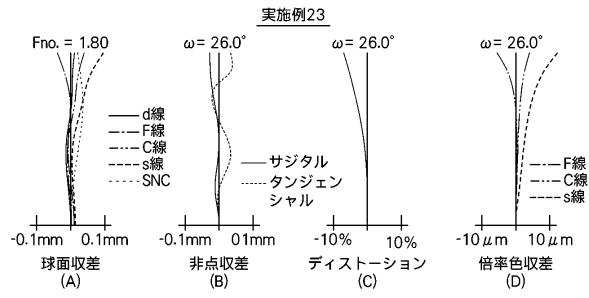
【図 4 6】



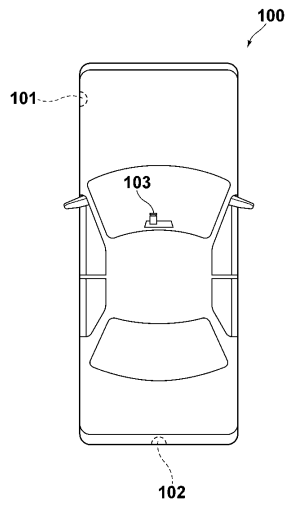
【図 4 8】



【図 49】



【図 50】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-131126(JP,A)
特開2004-069778(JP,A)
特開平11-084230(JP,A)
特開2009-210596(JP,A)
特開2010-197599(JP,A)
特開2009-230041(JP,A)
特開昭63-070817(JP,A)
特開平05-045582(JP,A)
特開2002-072095(JP,A)
特開2011-175198(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04