

(43) 国際公開日
2013 年 4 月 4 日(04.04.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/046567 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/005785

(22) 国際出願日: 2012 年 9 月 12 日(12.09.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-213855 2011 年 9 月 29 日(29.09.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士
フィルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6
番 3 0 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅見 太郎
(ASAMI, Tarō) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま
市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フィルム
株式会社内 Saitama (JP). 勝間 敏明(KATSUMA,
Toshiaki) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま市北区
植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フィルム株式会
社内 Saitama (JP). 伊藤 徹(ITO, Toru) [JP/JP]; 〒
3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3
2 4 番地 富士フィルム株式会社内 Saitama (JP).
近藤 雅人(KONDO, Masato) [JP/JP]; 〒3310813 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 Saitama (JP). 大友 涼
子(OTOMO, Ryoko) [JP/JP]; 〒3310813 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 Saitama (JP).

(74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

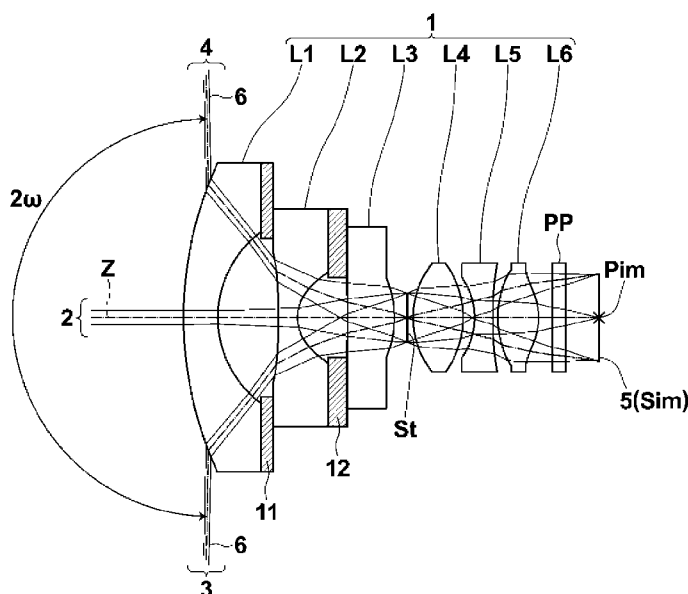
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BD, BG, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称：撮像レンズおよび撮像装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To enable a reduction in size, a reduction in costs, the widening of the angle of view and an increase in performance of an imaging lens, and also eliminate restrictions on the imaging element used. [Solution] An imaging lens (1) is formed substantially from six lenses: a negative first lens (L1); a negative second lens (L2); a positive third lens (L3); a positive fourth lens (L4); a negative fifth lens (L5); and a positive sixth lens (L6), in order from the object side. Conditional expressions (1) and (6) are satisfied, wherein R8 is the radius of curvature of the object-side surface of the fourth lens (L4), R9 is the radius of curvature of the image-side surface of the fourth lens (L4), vd3 is the is the Abbe number, with respect to the d line, of the material of the third lens (L3), and vd5 is the Abbe number, with respect to the d line, of the material of the fifth lens (L5).

$$-0.61 < (R8+R9)/(R8-R9) < 0.44 \dots (1)$$

$$38.1 < vd3 + vd5 < 45.1 \dots (6)$$

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/046567 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。(規則 48.2(h))

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】撮像レンズにおいて、小型化、低コスト化、広角化および高性能化が実現可能であり、さらには使用する撮像素子に制限をなくす。【解決手段】撮像レンズ (1) は、物体側から順に、負の第 1 レンズ (L 1)、負の第 2 レンズ (L 2)、正の第 3 レンズ (L 3)、正の第 4 レンズ (L 4)、負の第 5 レンズ (L 5) および正の第 6 レンズ (L 6) との実質的に 6 枚のレンズからなる。R 8 を第 4 レンズ (L 4) の物体側の面の曲率半径、R 9 を第 4 レンズ (L 4) の像側の面の曲率半径、 $v_d 3$ を第 3 レンズ (L 3) の材質の d 線に対するアッベ数、 $v_d 5$ を第 5 レンズ (L 5) の材質の d 線に対するアッベ数としたとき、下記条件式 (1) および (6) を満足する。 $-0.61 < (R 8 + R 9) / (R 8 - R 9) < 0.44 \dots (1)$ $38.1 < v_d 3 + v_d 5 < 45.1 \dots (6)$

明 細 書

発明の名称：撮像レンズおよび撮像装置

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およ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1～16には、小型のCCDが搭載されたカメラに使用可能で、プラスチック非球面レンズを用いた6枚構成のレンズ系が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-221920号公報
特許文献2：特開2006-171597号公報
特許文献3：特開2006-349920号公報
特許文献4：特開2007-164079号公報
特許文献5：特開2007-249073号公報
特許文献6：特開2008-134494号公報
特許文献7：特開2010-243709号公報

特許文献8：特許第2599312号公報

特許文献9：米国特許明細書第7023628号

特許文献10：米国特許明細書第7768719号

特許文献11：米国特許明細書第7933078号

特許文献12：特開2010-160479号公報

特許文献13：特開2008-76716号公報

特許文献14：特開2009-92797号公報

特許文献15：特開2009-92798号公報

特許文献16：特開2010-009028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撮像レンズに対する要求は年々厳しくなっており、さらなる小型化、低コスト化、広角化および高性能化が望まれている。

[0006] ここで、特許文献1、2、4、8、9、11に記載されたレンズ系は、接合レンズを使用しているため色収差や感度の面で有利だが、使用条件によっては特殊な接合剤や加工をする必要がありコストアップとなる。特許文献3に記載されたレンズ系は、半画角が40°以下であり、本発明のような広角の課題に対しては広角化が不十分である。また、特許文献10に記載されたレンズ系は、アナモフィックレンズであるため、安価に作製することができない。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑み、小型化、低コスト化、広角化および高性能化が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、負の第1レンズと、負の第2レンズと、正の第3レンズと、正の第4レンズと、負の第5レンズと、正の第6レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、

下記条件式（１）および（６）を満足することを特徴とするものである。

$$[0009] \quad -0.61 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.44 \quad \dots \quad (1)$$

$$38.1 < \nu d3 + \nu d5 < 45.1 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

R8：前記第４レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第４レンズの像側の面の曲率半径

$\nu d3$ ：前記第３レンズの材質のd線に対するアッベ数

$\nu d5$ ：前記第５レンズの材質のd線に対するアッベ数

本発明の第２の撮像レンズは、物体側から順に、負の第１レンズと、負の第２レンズと、正の第３レンズと、正の第４レンズと、負の第５レンズと、正の第６レンズとの実質的に６枚のレンズからなり、

下記条件式（１－１）および（１２）を満足することを特徴とするものである。

$$[0010] \quad -0.11 < (R8 + R9) / (R8 - R9) \quad \dots \quad (1-1)$$

$$R9 / f < -2.9 \quad \dots \quad (12)$$

ただし、

R8：前記第４レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第４レンズの像側の面の曲率半径

f：全系の焦点距離

本発明の第３の撮像レンズは、物体側から順に、負の第１レンズと、負の第２レンズと、正の第３レンズと、正の第４レンズと、負の第５レンズと、正の第６レンズとの実質的に６枚のレンズからなり、

下記条件式（１－２）および（４）を満足することを特徴とするものである。

$$[0011] \quad -0.075 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.11 \quad \dots \quad (1-2)$$

$$-1.04 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.34 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

R 8 : 前記第 4 レンズの物体側の面の曲率半径

R 9 : 前記第 4 レンズの像側の面の曲率半径

R 1 0 : 前記第 5 レンズの物体側の面の曲率半径

R 1 1 : 前記第 5 レンズの像側の面の曲率半径

本発明の第 4 の撮像レンズは、物体側から順に、負の第 1 レンズと、負の第 2 レンズと、正の第 3 レンズと、正の第 4 レンズと、負の第 5 レンズと、正の第 6 レンズとの実質的に 6 枚のレンズからなり、

前記第 3 レンズの物体側の面が凹面であり、

下記条件式 (1-3) および (4-1) を満足することを特徴とするものである。

$$[0012] \quad (R 8 + R 9) / (R 8 - R 9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R 1 0 + R 1 1) / (R 1 0 - R 1 1) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R 8 : 前記第 4 レンズの物体側の面の曲率半径

R 9 : 前記第 4 レンズの像側の面の曲率半径

R 1 0 : 前記第 5 レンズの物体側の面の曲率半径

R 1 1 : 前記第 5 レンズの像側の面の曲率半径

本発明の第 5 の撮像レンズは、物体側から順に、負の第 1 レンズと、負の第 2 レンズと、正の第 3 レンズと、正の第 4 レンズと、負の第 5 レンズと、正の第 6 レンズとの実質的に 6 枚のレンズからなり、

前記第 3 レンズの物体側の面が凹面であり、

前記第 4 レンズが両凸レンズであり、

前記第 5 レンズが両凹レンズであり、

下記条件式 (1-3) および (4-1) を満足することを特徴とするものである。

$$[0013] \quad (R 8 + R 9) / (R 8 - R 9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R8：前記第4レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第4レンズの像側の面の曲率半径

R10：前記第5レンズの物体側の面の曲率半径

R11：前記第5レンズの像側の面の曲率半径

「実質的に6枚のレンズからなる」とは、6枚のレンズ以外に、実質的にパワーを持たないレンズ、絞りやカバーガラス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、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を持つものも含むことを意味する。

[0014] 本発明の第1から第5の撮像レンズを実質的に6枚のレンズからなるものとすることで、良好な光学性能を得ることができるとともに、レンズ枚数を抑えることで、小型化とコストを抑えることが可能となる。

[0015] なお、本発明においては、凸面、凹面、平面、両凹、メニスカス、両凸、平凸および平凹等といったレンズの面形状、正のレンズおよび負のレンズといったレンズの屈折力の符号は、非球面が含まれているものについてはとく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の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

[0016] 上記本発明の第1から第5の撮像レンズにおいては、下記条件式(19)～(23)を満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、下記条件式(19)～(23)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つ以上を組み合わせた構成を有するものでもよい。

$$1 < (D4 + D5) / f < 6 \quad \dots \quad (19)$$

$$-1 < f / R5 < 1 \quad \dots \quad (20)$$

$$-3 < f / R3 < 3 \quad \dots \quad (21)$$

$$-30 < f23 / f < -3 \quad \dots \quad (22)$$

$$2 < f_{45} / f < 2.5 \quad \dots \quad (23)$$

ただし、

D₄ : 第2レンズと第3レンズとの光軸上の空気間隔

D₅ : 第3レンズの中心厚

f : 全系の焦点距離

R₅ : 第3レンズの物体側の面の曲率半径

R₃ : 第2レンズの物体側の面の曲率半径

f₂₃ : 第2レンズおよび第3レンズの合成焦点距離

f₄₅ : 第4レンズおよび第5レンズの合成焦点距離

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の第1から第5の撮像レンズの少なくともいずれか1つを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0018] 本発明の第1の撮像レンズによれば、最小6枚のレンズ系において、全系におけるパワー配置等を好適に設定し、条件式(1)および(6)を満足するようにしているため、小型化、低コスト化および広角化を達成できるとともに、諸収差を良好に補正して、結像領域周辺部まで良好な像を得ることができる高い光学性能を有する撮像レンズを実現することができる。

[0019] 本発明の第2の撮像レンズによれば、最小6枚のレンズ系において、全系におけるパワー配置等を好適に設定し、条件式(1-1)および(12)を満足するようにしているため、小型化、低コスト化および広角化を達成できるとともに、諸収差を良好に補正して、結像領域周辺部まで良好な像を得ることができる高い光学性能を有する撮像レンズを実現することができる。

[0020] 本発明の第3の撮像レンズによれば、最小6枚のレンズ系において、全系におけるパワー配置等を好適に設定し、条件式(1-2)および(4)を満足するようにしているため、小型化、低コスト化および広角化を達成できるとともに、諸収差を良好に補正して、結像領域周辺部まで良好な像を得ることができる高い光学性能を有する撮像レンズを実現することができる。

[0021] 本発明の第4の撮像レンズによれば、最小6枚のレンズ系において、全系

におけるパワー配置、第3レンズの面形状等を好適に設定し、条件式（1－3）および（4－1）を満足するようにしているため、小型化、低コスト化および広角化を達成できるとともに、諸収差を良好に補正して、結像領域周辺部まで良好な像を得ることができる高い光学性能を有する撮像レンズを実現することができる。

[0022] 本発明の第5の撮像レンズによれば、最小6枚のレンズ系において、全系におけるパワー配置、第3レンズ、第4レンズおよび第5レンズの面形状等を好適に設定し、条件式（1－3）および（4－1）を満足するようにしているため、小型化、低コスト化および広角化を達成できるとともに、諸収差を良好に補正して、結像領域周辺部まで良好な像を得ることができる高い光学性能を有する撮像レンズを実現することができる。

[0023] 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、小型で安価に構成でき、広い画角での撮影が可能であり、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

[0024] [図1]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの構成と光路を示す図

[図2]第2レンズの面形状等を説明するための図

[図3]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4]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5]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6]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7]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8]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9]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10]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11]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12]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13]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14]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15]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16]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17]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18]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19]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20]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21]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22]図22(A)～図22(D)は本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図

[図23]図23(A)～図23(D)は本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図

[図24]図24(A)～図24(D)は本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図

[図25]図25(A)～図25(D)は本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図

[図26]図26(A)～図26(D)は本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図

[図27]図27(A)～図27(D)は本発明の実施例6の撮像レンズの各収差図

[図28]図28(A)～図28(D)は本発明の実施例7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8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9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10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11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12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13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14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15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16の撮像レンズの各収差図

[図38]図38(A)～図38(D)は本発明の実施例17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18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19の撮像レンズの各収差図

[図41]本発明の実施形態に係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

[0025] 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。

[0026] [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係る撮像レンズについて説明する。図1は、本発明の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。

[0027] 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、全画角 2ω での軸外光束3、4も併せて示してある。

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_{im} を含む像面 S_{im} 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。

[0028] 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 S_{im} ）との間に配置した例を示している。

[0029] まず、本発明の第1の実施形態の構成について説明する。本発明の第1の実施形態に係る撮像レンズは、物体側から順に、負の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、正の第3レンズL3と、正の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6とを備える。図1に示す例では、第3レンズL3と第4レンズL4との間に開口絞りStが配置されている。なお、図1における開口絞り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。開口絞りStを第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置することで、系全体を小型化することが可能となる。開口絞りStが物体側に近い位置にあると、第1レンズL1の外径を小さくすることが容易となるが、開口絞りStが物体側に近づきすぎると第1レンズL1および第2レンズL2で軸上光線と軸外光線との分離が難しくなり、像面湾曲の補正が困難となる。開口絞りStを第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置することで、レンズ径を小型化しながら像面湾曲を補正することが容易となる。

[0030] この撮像レンズは、最小6枚という少ないレンズ枚数で構成することで、低コスト化とともに光軸方向の全長の小型化を図ることができる。また、物体側に配置された2枚のレンズである第1レンズL1と第2レンズL2とをともに負のレンズとすることで、レンズ系全体を広角化することが容易とな

る。また、最も物体側に負のレンズを2枚並べることで、負のパワーを2枚のレンズで分担することができ、広い画角から入射する光線を段階的に曲げることができるため、ディストーションを効果的に補正することができる。正のレンズも第3レンズL3と第4レンズL4と第6レンズL6との3枚とすることで、像面で像を結ぶための収束作用および正のレンズに求められる各収差の補正をこれらの3枚のレンズで分担することができ、効果的に補正することができる。

[0031] 第3レンズL3を正のレンズとすることで、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。第4レンズL4を正のレンズ、第5レンズL5を負のレンズとすることで、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。第6レンズL6を正のレンズとすることで、周辺の光線が撮像レンズの結像面に入射する角度を小さくすることができ、シェーディングを抑えることができる。第4レンズL4を正のレンズ、第5レンズL5を負のレンズ、第6レンズL6を正のレンズとすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。物体側から順に、負、負、正、正、負、正のパワー配置とすることで、F値が小さなレンズ系においても、小型、広角で良好な解像性を持ったレンズ系を得ることが可能になる。

[0032] また、本発明の第1の実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式(1)および(6)を満足するように構成されている。

$$[0033] \quad -0.61 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.44 \quad \dots \quad (1)$$

$$38.1 < \nu d3 + \nu d5 < 45.1 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

R8：第4レンズL4の物体側の面の曲率半径

R9：第4レンズL4の像側の面の曲率半径

$\nu d3$ ：第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数

$\nu d5$ ：第5レンズL5の材質のd線に対するアッペ数

条件式(1)の上限および下限を満足することで、第4レンズL4を両凸レンズとすることができ、第4レンズL4のパワーを強くすることが容易と

なるため、色収差の補正が容易となる。条件式（１）の下限を満足することで、物体側の面の曲率半径が小さくなるのを抑えることが容易となり、像面湾曲およびコマ収差の補正が容易となる。条件式（１）の上限を満足することで、前後面の曲率半径の絶対値の差を抑えることが容易となり、球面収差の補正が容易となる。

[0034] 条件式（６）の下限を下回ると、第３レンズＬ３および第５レンズＬ５のどちらかもしくは両方のアッペ数が小さくなりすぎてしまい、軸上の色収差および倍率の色収差の補正は容易だが、材質のコストが高く、レンズ系を安価に作製することが困難となる。条件式（６）の上限を上回ると、第３レンズＬ３および第５レンズＬ５のどちらかもしくは両方のアッペ数が大きくなり、軸上の色収差および倍率の色収差の補正が困難となる。

[0035] 次に、本発明の第２の実施形態の構成について説明する。本発明の第２の実施形態に係る撮像レンズは、物体側から順に、負の第１レンズＬ１と、負の第２レンズＬ２と、正の第３レンズＬ３と、正の第４レンズＬ４と、負の第５レンズＬ５と、正の第６レンズＬ６とを備える。

[0036] この撮像レンズは、最小６枚という少ないレンズ枚数で構成することで、低コスト化とともに光軸方向の全長の小型化を図ることができる。また、物体側に配置された２枚のレンズである第１レンズＬ１と第２レンズＬ２とをともに負のレンズとすることで、レンズ系全体を広角化することが容易となる。また、最も物体側に負のレンズを２枚並べることで、負のパワーを２枚のレンズで分担することができ、広い画角から入射する光線を段階的に曲げることができるため、ディストーションを効果的に補正することができる。正のレンズも第３レンズＬ３と第４レンズＬ４と第６レンズＬ６との３枚とすることで、像面で像を結ぶための収束作用および正のレンズに求められる各収差の補正をこれらの３枚のレンズで分担することができ、効果的に補正することができる。

[0037] 第３レンズＬ３を正のレンズとすることで、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。第４レンズＬ４を正のレンズ、第５レンズＬ５を負のレン

ズとすることで、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。第6レンズL 6を正のレンズとすることで、周辺の光線が撮像レンズの結像面に入射する角度を小さくすることができ、シェーディングを抑えることができる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズ、第6レンズL 6を正のレンズとすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。物体側から順に、負、負、正、正、負、正のパワー配置とすることで、F値が小さなレンズ系においても、小型、広角で良好な解像性を持ったレンズ系を得ることが可能になる。

[0038] また、本発明の第2の実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式（1-1）および（1-2）を満足するように構成されている。

$$[0039] \quad -0.11 < (R8 + R9) / (R8 - R9) \quad \cdots \quad (1-1)$$

$$R9 / f < -2.9 \quad \cdots \quad (1-2)$$

ただし、

R 8：第4レンズL 4の物体側の面の曲率半径

R 9：第4レンズL 4の像側の面の曲率半径

f：全系の焦点距離

条件式（1-1）の下限を満足することで、第4レンズL 4を両凸レンズとすることができ、第4レンズL 4のパワーを強くすることが容易となるため、色収差の補正が容易となる。条件式（1-1）の下限を満足することで、物体側の面の曲率半径が小さくなるのを抑えることが容易となり、像面湾曲およびコマ収差の補正が容易となる。

[0040] 条件式（1-2）の上限を満足することで、第4レンズL 4の像側の面の曲率半径絶対値が小さくなりすぎるのを抑えることが容易となり、第4レンズL 4のコバを大きくするのが容易となり、加工が容易となることで、コストを抑えることが容易となる。

[0041] 次に、本発明の第3の実施形態の構成について説明する。本発明の第3の実施形態に係る撮像レンズは、物体側から順に、負の第1レンズL 1と、負の第2レンズL 2と、正の第3レンズL 3と、正の第4レンズL 4と、負の

第5レンズL 5と、正の第6レンズL 6とを備える。

[0042] この撮像レンズは、最小6枚という少ないレンズ枚数で構成することで、低コスト化とともに光軸方向の全長の小型化を図ることができる。また、物体側に配置された2枚のレンズである第1レンズL 1と第2レンズL 2とをともに負のレンズとすることで、レンズ系全体を広角化することが容易となる。また、最も物体側に負のレンズを2枚並べることで、負のパワーを2枚のレンズで分担することができ、広い画角から入射する光線を段階的に曲げることができるため、ディストーションを効果的に補正することができる。正のレンズも第3レンズL 3と第4レンズL 4と第6レンズL 6との3枚とすることで、像面で像を結ぶための収束作用および正のレンズに求められる各収差の補正をこれらの3枚のレンズで分担することができ、効果的に補正することができる。

[0043] 第3レンズL 3を正のレンズとすることで、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズとすることで、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。第6レンズL 6を正のレンズとすることで、周辺の光線が撮像レンズの結像面に入射する角度を小さくすることができ、シェーディングを抑えることができる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズ、第6レンズL 6を正のレンズとすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。物体側から順に、負、負、正、正、負、正のパワー配置とすることで、F値が小さなレンズ系においても、小型、広角で良好な解像性を持ったレンズ系を得ることが可能になる。

[0044] また、本発明の第3の実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式（1-2）および（4）を満足するように構成されている。

[0045] $-0.075 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.11 \dots (1-2)$

$-1.04 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.34 \dots (4)$

ただし、

R 8 : 第4レンズL 4の物体側の面の曲率半径

R 9 : 第4レンズL 4の像側の面の曲率半径

R 10 : 第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径

R 11 : 第5レンズL 5の像側の面の曲率半径

条件式(1-2)の上限および下限を満足することで、第4レンズL 4を両凸レンズとすることができ、第4レンズL 4のパワーを強くすることが容易となるため、色収差の補正が容易となる。条件式(1-2)の下限を満足することで、物体側の面の曲率半径が小さくなるのを抑えることが容易となり、像面湾曲およびコマ収差の補正が容易となる。条件式(1-2)の上限を満足することで、前後面の曲率半径の絶対値の差を抑えることが容易となり、球面収差の補正が容易となる。

[0046] 条件式(4)の下限を満足することで、第5レンズL 5のパワーが弱くなるのを防ぐことが容易となり、色収差の補正が容易となる。条件式(4)の上限を満足することで、第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径が大きくなるのを防ぐことが容易となり、色収差の補正が容易となるか、第5レンズL 5の像側の面の曲率半径が小さくなりすぎるのを防ぐことが容易となり、広角化が容易となるか、像面湾曲、コマ収差の補正が容易となる。

[0047] 次に、本発明の第4の実施形態の構成について説明する。本発明の第4の実施形態に係る撮像レンズは、物体側から順に、負の第1レンズL 1と、負の第2レンズL 2と、正の第3レンズL 3と、正の第4レンズL 4と、負の第5レンズL 5と、正の第6レンズL 6とを備える。

[0048] この撮像レンズは、最小6枚という少ないレンズ枚数で構成することで、低コスト化とともに光軸方向の全長の小型化を図ることができる。また、物体側に配置された2枚のレンズである第1レンズL 1と第2レンズL 2とをともに負のレンズとすることで、レンズ系全体を広角化することが容易となる。また、最も物体側に負のレンズを2枚並べることで、負のパワーを2枚のレンズで分担することができ、広い画角から入射する光線を段階的に曲げ

ることができるため、ディストーションを効果的に補正することができる。
正のレンズも第3レンズL 3と第4レンズL 4と第6レンズL 6との3枚とすることで、像面で像を結ぶための収束作用および正のレンズに求められる各収差の補正をこれらの3枚のレンズで分担することができ、効果的に補正することができる。

[0049] 第3レンズL 3を正のレンズとすることで、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズとすることで、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。第6レンズL 6を正のレンズとすることで、周辺の光線が撮像レンズの結像面に入射する角度を小さくすることができ、シェーディングを抑えることができる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズ、第6レンズL 6を正のレンズとすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。物体側から順に、負、負、正、正、負、正のパワー配置とすることで、F値が小さなレンズ系においても、小型、広角で良好な解像性を持ったレンズ系を得ることが可能になる。

[0050] また、第4の実施形態に係る撮像レンズは、第3レンズL 3の物体側の面が凹面である。第3レンズL 3の物体側の面を凹面とすることで、広角化が容易となるとともに、第1レンズL 1および第2レンズL 2で軸上光線と周辺光線とを分離することが容易となる。

[0051] また、本発明の第4の実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式（1-3）および（4-1）を満足するように構成されている。

[0052]
$$(R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R 8 : 第4レンズL 4の物体側の面の曲率半径

R 9 : 第4レンズL 4の像側の面の曲率半径

R 1 0 : 第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径

R 1 1 : 第5レンズL 5の像側の面の曲率半径

条件式(1-3)の上限を満足することで、第4レンズL 4を両凸レンズとすることができ、第4レンズL 4のパワーを強くすることが容易となるため、色収差の補正が容易となる。また、条件式(1-3)の上限を満足することで、前後面の曲率半径の絶対値の差を抑えることが容易となり、球面収差の補正が容易となる。

[0053] 条件式(4-1)の上限を満足することで、第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径が大きくなるのを防ぐことが容易となり、色収差の補正が容易となるか、第5レンズL 5の像側の面の曲率半径が小さくなりすぎるのを防ぐことが容易となり、広角化が容易となるか、像面湾曲、コマ収差の補正が容易となる。

[0054] 次に、本発明の第5の実施形態の構成について説明する。本発明の第5の実施形態に係る撮像レンズは、物体側から順に、負の第1レンズL 1と、負の第2レンズL 2と、正の第3レンズL 3と、正の第4レンズL 4と、負の第5レンズL 5と、正の第6レンズL 6とを備える。

[0055] この撮像レンズは、最小6枚という少ないレンズ枚数で構成することで、低コスト化とともに光軸方向の全長の小型化を図ることができる。また、物体側に配置された2枚のレンズである第1レンズL 1と第2レンズL 2とをともに負のレンズとすることで、レンズ系全体を広角化することが容易となる。また、最も物体側に負のレンズを2枚並べることで、負のパワーを2枚のレンズで分担することができ、広い画角から入射する光線を段階的に曲げることができるため、ディストーションを効果的に補正することができる。正のレンズも第3レンズL 3と第4レンズL 4と第6レンズL 6との3枚とすることで、像面で像を結ぶための収束作用および正のレンズに求められる各収差の補正をこれらの3枚のレンズで分担することができ、効果的に補正することができる。

[0056] 第3レンズL 3を正のレンズとすることで、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレン

ズとすることで、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。第6レンズL 6を正のレンズとすることで、周辺の光線が撮像レンズの結像面に入射する角度を小さくすることができ、シェーディングを抑えることができる。第4レンズL 4を正のレンズ、第5レンズL 5を負のレンズ、第6レンズL 6を正のレンズとすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。物体側から順に、負、負、正、正、負、正のパワー配置とすることで、F値が小さなレンズ系においても、小型、広角で良好な解像性を持ったレンズ系を得ることが可能になる。

[0057] また、第5の実施形態に係る撮像レンズは、第3レンズL 3の物体側の面が凹面であり、第4レンズL 4が両凸レンズであり、第5レンズL 5が両凹レンズである。第3レンズL 3の物体側の面を凹面とすることで、広角化が容易となるとともに、第1レンズL 1および第2レンズL 2で軸上光線と周辺光線とを分離することが容易となる。第4レンズL 4を両凸レンズとすることで、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5レンズL 5との間で軸上の色収差および倍率の色収差の補正が容易となる。第5レンズL 5を両凹レンズとすることで、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4レンズL 4との間で軸上の色収差および倍率の色収差の補正が容易となる。

[0058] また、本発明の第5の実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式（1-3）および（4-1）を満足するように構成されている。

$$[0059] \quad (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R 8 : 第4レンズL 4の物体側の面の曲率半径

R 9 : 第4レンズL 4の像側の面の曲率半径

R 1 0 : 第5レンズL 5の物体側の面の曲率半径

R 1 1 : 第5レンズL 5の像側の面の曲率半径

条件式（１－３）の上限を満足することで、第４レンズＬ４を両凸レンズとすることができ、第４レンズＬ４のパワーを強くすることが容易となるため、色収差の補正が容易となる。また、条件式（１－３）の上限を満足することで、前後面の曲率半径の絶対値の差を抑えることが容易となり、球面収差の補正が容易となる。

[0060] 条件式（４－１）の上限を満足することで、第５レンズＬ５の物体側の面の曲率半径が大きくなるのを防ぐことが容易となり、色収差の補正が容易となるか、第５レンズＬ５の像側の面の曲率半径が小さくなりすぎるのを防ぐことが容易となり、広角化が容易となるか、像面湾曲、コマ収差の補正が容易となる。

[0061] 次に、本発明の上記第１から第５の実施形態に係る撮像レンズが有することが好ましい構成を挙げて、その作用効果について説明する。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つ以上を組み合わせた構成を有するものでもよい。

[0062] 下記条件式（９）を満足することが好ましい。

[0063] $2 < f_3 / f < 1.2 \quad \dots \quad (9)$

ただし、

f_3 : 第３レンズＬ３の焦点距離

f : 全系の焦点距離

条件式（９）の下限を満足することで、第３レンズＬ３のパワーが強くなりすぎてしまうのを防止でき、バックフォーカスの確保が容易となる。条件式（９）の上限を満足することで、第３レンズＬ３のパワーが弱くなりすぎてしまうのを防止でき、像面湾曲および倍率の色収差の補正が容易となる。

[0064] 下記条件式（１９）を満足することが好ましい。

[0065] $1 < (D_4 + D_5) / f < 6 \quad \dots \quad (19)$

ただし、

D_4 : 第２レンズＬ２と第３レンズＬ３との光軸上の空気間隔

D_5 : 第３レンズＬ３の中心厚

f : 全系の焦点距離

条件式(19)の下限を満足することで、第2レンズL2と第3レンズL3との間隔、および第3レンズL3の中心厚が小さくなりすぎてしまうのを防止でき、第1レンズL1および第2レンズL2で軸上光線と軸外光線を分離することが容易となり、像面湾曲、ディストーションおよびコマ収差の補正が容易となる。条件式(19)の上限を満足することで、第2レンズL2と第3レンズL3との間隔、および第3レンズL3の中心厚が大きくなりすぎてしまうのを防止でき、レンズ全体を小型化することが容易となる。

[0066] 下記条件式(20)を満足することが好ましい。

[0067] $-1 < f/R5 < 1 \quad \dots \quad (20)$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R5 : 第3レンズL3の物体側の面の曲率半径

条件式(20)の下限を下回ると、第3レンズL3の物体側の面が物体側に凹となり、その曲率半径が小さくなりすぎてしまい、第3レンズL3のパワーが弱くなり、倍率の色収差の補正が困難となる。条件式(20)の上限を上回ると、第3レンズL3の物体側の面が物体側に凸となり、その曲率半径が小さくなりすぎてしまい、第3レンズL3のパワーが強くなりすぎてしまい、倍率の色収差は良好に補正可能だが、像面湾曲の補正が困難となるとともに、バックフォーカスの確保も困難となる。

[0068] 下記条件式(21)を満足することが好ましい。

[0069] $-3 < f/R3 < 3 \quad \dots \quad (21)$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R3 : 第2レンズL2の物体側の面の曲率半径

条件式(21)の下限を下回ると、第2レンズL2の物体側の面が物体側に凹面となり、その曲率半径が小さくなりすぎて、この面で光線が急激に曲げられてしまうためディストーションの補正が困難となる。条件式(21)

の上限を上回ると、第2レンズL2の物体側の面が凸面となり、曲率半径が小さくなりすぎるため、第2レンズL2のパワーが弱くなり、広角化が困難となるか、レンズ系が大型化してしまう。

[0070] 下記条件式(22)を満足することが好ましい。

$$[0071] \quad -3.0 < f_{23} / f < -3 \quad \dots \quad (22)$$

ただし、

f_{23} : 第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

条件式(22)の下限を満足することで、第2レンズL2のパワーが弱くなりすぎるのを防ぐことができ、広角化が容易となる。条件式(22)の上限を満足することで、第3レンズL3のパワーが弱くなるのを防止でき、倍率の色収差の補正が容易となるか、第2レンズL2のパワーが強くなりすぎるのを防止でき、ディストーションの補正が容易となる。

[0072] 下記条件式(23)を満足することが好ましい。

$$[0073] \quad 2 < f_{45} / f < 2.5 \quad \dots \quad (23)$$

ただし、

f_{45} : 第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

条件式(23)の下限を下回ると、第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離が小さくなりすぎてしまい、バックフォーカスの確保が困難となる。条件式(23)の上限を上回ると、第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離が大きくなりすぎてしまい、軸上色収差および倍率の色収差を良好に補正することが困難となる。

[0074] 下記条件式(24)を満足することが好ましい。

$$[0075] \quad 9 < L / f < 20 \quad \dots \quad (24)$$

ただし、

L : 第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス分は空気換算長)

f : 全系の焦点距離

条件式 (24) の上限を上回ると、広角化は容易に達成できるがレンズ系が大型化してしまう。条件式 (24) の下限を下回ると、レンズ系は小型化することができるが、広角化を達成することが困難となる。

[0076] 下記条件式 (25) を満足することが好ましい。

$$[0077] \quad 1 < Bf / f < 3 \quad \dots \quad (25)$$

ただし、

Bf : 最も像側のレンズの像側の面から像面までの光軸上の距離 (空気換算長)

f : 全系の焦点距離

条件式 (25) の上限を満足することで、レンズ系の小型化が容易となる。条件式 (25) の下限を満足することで、バックフォーカスの確保が容易となり、レンズとセンサとの間に各種フィルタやカバーガラス等を配置することが容易となる。

[0078] 下記条件式 (26) を満足することが好ましい。

$$[0079] \quad 1. \quad 1 \leq (R1 + R2) / (R1 - R2) \leq 3.0 \quad \dots \quad (26)$$

ただし、

$R1$: 第1レンズ $L1$ の物体側の面の曲率半径

$R2$: 第1レンズ $L1$ の像側の面の曲率半径

条件式 (26) を満足することで、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することができる。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することで、 180° を超える広角の光線をとらえることが可能となるとともに、ディストーションの補正も容易となる。条件式 (26) の上限を満足することで、第1レンズ $L1$ の物体側の面と像側の面との曲率半径が近くなりすぎるのを防ぐことができ、第1レンズ $L1$ のパワーを強くすることが容易となるため広角化が容易となる。条件式 (26) の下限を満足することで、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。

[0080] なお、上記の各条件式については、さらに以下のように上限を追加したり、下限または上限を変更したり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構成される条件式を満足するものでもよい。下記に例として好ましい条件式の変更例を述べるが、条件式の変更例は下記に式として記載されたものに限定されず、記載された変更値を組み合わせたものとしてもよい。

[0081] 条件式 (1)、(1-1)、(1-2)、(1-3) が規定する $(R8 + R9) / (R8 - R9)$ の上限は 0.44 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。さらに球面収差の補正を容易とするためには、条件式 (1) の上限は 0.43 とすることが好ましく、0.25 とすることがより好ましく、0.17 とすることがさらに好ましく、0.16 とすることがより好ましく、0.12 とすることがさらによりいっそう好ましく、0.11 とすることがさらにまた好ましい。

[0082] $(R8 + R9) / (R8 - R9)$ の下限は -0.61 とすることが好ましく、これにより、像面湾曲およびコマ収差の補正が容易となる。さらに像面湾曲とコマ収差の補正を容易とするためには、条件式 (1) の下限は -0.55 とすることが好ましく、-0.19 とすることがより好ましく、-0.18 とすることがさらに好ましく、-0.11 とすることがさらにより好ましく、-0.10 とすることがさらによりいっそう好ましく、-0.075 とすることがさらにまた好ましく、-0.06 とすることが最も好ましい。

[0083] 上記より、例えば下記条件式 (1-4) ~ (1-7) を満足することが好ましい。

[0084] $-0.10 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.25 \quad \dots \quad (1-4)$

$-0.06 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.2 \quad \dots \quad (1-5)$

$-0.10 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.16 \quad \dots \quad (1-6)$

$$-0.06 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.12 \quad \dots \quad (1-7)$$

条件式(4)、(4-1)が規定する $(R10 + R11) / (R10 - R11)$ の上限は -0.35 とすることが好ましく、これにより、色収差、像面湾曲およびコマ収差の補正が容易となる。さらに色収差、像面湾曲およびコマ収差の補正を容易とするためには、 $(R10 + R11) / (R10 - R11)$ の上限は -0.34 とすることが好ましく、 -0.33 とすることがより好ましく、 -0.40 とすることがさらに好ましく、 -0.50 とすることがさらに好ましく、 -0.52 とすることがさらに好ましい。

[0085] $(R10 + R11) / (R10 - R11)$ の下限は -2.68 とすることが好ましい。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、色収差の補正が容易となる。さらに色収差の補正を容易とするためには、条件式(4)の下限は -2.0 とすることが好ましく、 -1.5 とすることがより好ましく、 -1.3 とすることがさらに好ましく、 -1.2 とすることがさらに好ましく、 -1.04 とすることがさらに好ましい。

[0086] 上記より、例えば下記条件式(4-2)～(4-5)を満足することが好ましい。

$$-2.68 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.34 \quad \dots \quad (4-2)$$

$$-1.5 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.33 \quad \dots \quad (4-3)$$

$$-1.3 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.40 \quad \dots \quad (4-4)$$

$$-1.04 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.52 \quad \dots \quad (4-5)$$

条件式(6)の上限は 45.0 とすることが好ましく、これにより、軸上

の色収差および倍率の色収差の補正が容易となる。さらに軸上の色収差および倍率の色収差の補正を容易とするためには、条件式（６）の上限は４４．８とすることが好ましく、４４．５とすることがさらに好ましい。

[0088] 条件式（６）の下限は４０．０とすることが好ましく、これにより、レンズ系をより安価に作製することが容易となる。さらにレンズ系を安価にするためには、条件式（６）の下限は４１．０とすることが好ましく、４１．５とすることがより好ましく、４２．０とすることがさらに好ましく、４２．２とすることがさらに好ましい。

[0089] 上記より、例えば下記条件式（６－１）～（６－３）を満足することが好ましい。

$$[0090] \quad 41.0 < \nu d_3 + \nu d_5 < 45.1 \quad \dots \quad (6-1)$$

$$42.0 < \nu d_3 + \nu d_5 < 44.8 \quad \dots \quad (6-2)$$

$$42.2 < \nu d_3 + \nu d_5 < 44.5 \quad \dots \quad (6-3)$$

条件式（９）の上限は１３とすることが好ましく、これにより像面湾曲および倍率の色収差の補正がより容易となる。像面湾曲および倍率の色収差の補正をさらに容易とするためには、条件式（９）の上限は１２とすることがより好ましく、１０とすることがさらに好ましい。

[0091] 条件式（９）の下限は４とすることが好ましく、これによりバックフォーカスの確保がさらに容易となる。バックフォーカスの確保をさらに容易とするためには、条件式（９）の下限は５とすることが好ましく、５．５とすることがより好ましい。

[0092] 上記より、例えば下記条件式（９－１）、（９－２）、（９－３）を満足することが好ましい。

$$[0093] \quad 4 < f_3 / f < 13 \quad \dots \quad (9-1)$$

$$5 < f_3 / f < 12 \quad \dots \quad (9-2)$$

$$5.5 < f_3 / f < 10 \quad \dots \quad (9-3)$$

条件式（１２）の上限は－２．９５とすることが好ましく、これにより、色収差の補正がさらに容易となる。さらに色収差の補正を容易とするために

は、条件式（１２）の上限を -2.98 とすることが好ましく、 -3.0 とすることがより好ましい。

[0094] 条件式（１２）に下限を設けることが好ましく、この場合、下限は -6.2 とすることが好ましい。これにより、第４レンズ L_4 の像側の面の曲率半径絶対値が小さくなりすぎるのを抑えることが容易となり、第４レンズ L_4 のコバを大きくとることが容易となるため、加工が容易となり、コストを抑えることが容易となる。さらに加工を容易とし、コストを抑えるためには、条件式（１２）の下限は -6.1 とすることが好ましく、 -5.0 とすることがより好ましく、 -4.4 とすることがさらに好ましく、 -4.3 とすることがさらに好ましく、 -4.2 とすることがさらに好ましい。

[0095] 上記より、例えば下記条件式（１２－１）～（１２－４）を満足することが好ましい。

$$\begin{aligned}
 [0096] \quad & R_9 / f < -2.95 \quad \dots \quad (12-1) \\
 & -6.1 < R_9 / f < -2.95 \quad \dots \quad (12-2) \\
 & -5.0 < R_9 / f < -2.98 \quad \dots \quad (12-3) \\
 & -4.3 < R_9 / f < -3.0 \quad \dots \quad (12-4)
 \end{aligned}$$

条件式（１９）の下限は 1.4 とすることが好ましく、これにより像面湾曲、ディストーションおよびコマ収差の補正が容易となる。像面湾曲、ディストーションおよびコマ収差の補正をさらに容易とするためには、条件式（１９）の下限は 1.7 とすることが好ましく、 1.9 とすることがより好ましい。

[0097] 条件式（１９）の上限は 5.5 とすることが好ましく、これにより小型化がさらに容易となる。小型化をさらに容易とするためには、条件式（１９）の下限は 5.0 とすることが好ましく、 4.4 とすることがより好ましい。

[0098] 上記より、例えば下記条件式（１９－１）、（１９－２）、（１９－３）を満足することが好ましい。

$$[0099] \quad 1.4 < (D_4 + D_5) / f < 5.5 \quad \dots \quad (19-1)$$

$$1. \quad 7 < (D4 + D5) / f < 5.0 \quad \dots \quad (19-2)$$

$$1. \quad 9 < (D4 + D5) / f < 4.4 \quad \dots \quad (19-3)$$

条件式(20)の下限は-0.9とすることが好ましく、これにより倍率の色収差の補正が容易となる。倍率の色収差の補正をさらに容易とするためには、条件式(20)の下限は-0.5とすることが好ましく、-0.2とすることがより好ましい。

[0100] 条件式(20)の上限を0.9とすることが好ましく、これにより像面湾曲の補正がさらに容易となる。像面湾曲の補正をさらに容易とするためには、条件式(20)の下限は0.5とすることが好ましく、0.2とすることがより好ましい。

[0101] 上記より、例えば下記条件式(20-1)、(20-2)、(20-3)を満足することが好ましい。

$$[0102] \quad -0.9 < f / R5 < 0.9 \quad \dots \quad (20-1)$$

$$-0.5 < f / R5 < 0.5 \quad \dots \quad (20-2)$$

$$-0.2 < f / R5 < 0.2 \quad \dots \quad (20-3)$$

条件式(21)の下限は-2.5とすることが好ましく、これによりディストーションの補正が容易となる。ディストーションの補正をさらに容易とするためには、条件式(21)の下限は-2.0とすることが好ましく、-1.5とすることがより好ましい。

[0103] 条件式(21)の上限を2.0とすることが好ましく、これにより広角化と小型化がさらに容易となる。広角化と小型化をさらに容易とするためには、条件式(21)の下限は1.5とすることが好ましく、1.0とすることがより好ましい。

[0104] 上記より、例えば下記条件式(21-1)、(21-2)、(21-3)を満足することが好ましい。

$$[0105] \quad -2.5 < f / R3 < 2.0 \quad \dots \quad (21-1)$$

$$-2.0 < f / R3 < 1.5 \quad \dots \quad (21-2)$$

$$-1.5 < f / R3 < 1.0 \quad \dots \quad (21-3)$$

条件式(22)の下限は-25とすることが好ましく、これにより広角化が容易となる。広角化をさらに容易とするためには、条件式(22)の下限は-20とすることが好ましく、-19.5とすることがより好ましい。

[0106] 条件式(22)の上限を-4とすることが好ましく、これにより倍率の色収差もしくはディストーションの補正がさらに容易となる。倍率の色収差もしくはディストーションの補正をさらに容易とするためには、条件式(22)の下限は-5とすることが好ましく、-5.5とすることがより好ましい。

[0107] 上記より、例えば下記条件式(22-1)、(22-2)、(22-3)を満足することが好ましい。

$$[0108] \quad -25 < f_{23} / f < -4 \quad \dots \quad (22-1)$$

$$-20 < f_{23} / f < -5 \quad \dots \quad (22-2)$$

$$-19.5 < f_{23} / f < -5.5 \quad \dots \quad (22-3)$$

条件式(23)の下限は3とすることが好ましく、これによりバックフォーカスの確保が容易となる。バックフォーカスの確保をさらに容易とするためには、条件式(23)の下限は4とすることが好ましく、4.1とすることがより好ましい。

[0109] 条件式(23)の上限を22とすることが好ましく、これにより軸上色収差および倍率の色収差の補正がさらに容易となる。軸上色収差および倍率の色収差の補正をさらに容易とするためには、条件式(23)の下限は20とすることが好ましく、18とすることがより好ましい。

[0110] 上記より、例えば下記条件式(23-1)、(23-2)、(23-3)を満足することが好ましい。

$$[0111] \quad 3 < f_{45} / f < 22 \quad \dots \quad (23-1)$$

$$4 < f_{45} / f < 20 \quad \dots \quad (23-2)$$

$$4.1 < f_{45} / f < 18 \quad \dots \quad (23-3)$$

条件式(24)の上限は19.8とすることが好ましい。条件式(24)の上限を19.8とすることで、レンズ系の小型化がさらに容易となる。さ

らに、条件式（２４）の上限は１９．３とすることがより好ましく、１９．０とすることがさらに好ましい。

[0112] 条件式（２４）の下限は９．５とすることが好ましい。条件式（２４）の下限を９．５とすることで、広角化がさらに容易となる。さらに、条件式（２４）の下限は１０とすることが好ましく、１０．２とすることがより好ましい。

[0113] 上記より、例えば下記条件式（２４－１）、（２４－２）、（２４－３）を満足することが好ましい。

$$[0114] \quad 9.5 < L/f < 19.8 \quad \dots \quad (24-1)$$

$$10 < L/f < 19.3 \quad \dots \quad (24-2)$$

$$10.2 < L/f < 19.0 \quad \dots \quad (24-3)$$

条件式（２５）の上限は２．９５とすることが好ましい。条件式（２５）の上限を２．９５とすることで、小型化がさらに容易となる。小型化のためには、条件式（２５）の上限は２．９とすることがより好ましく、２．８５とすることがより好ましく、２．３とすることがさらに好ましい。

[0115] 条件式（２５）の下限は１．５とすることが好ましい。条件式（２５）の下限を１．５とすることで、バックフォーカスの確保がより容易となる。条件式（２５）の下限は１．８とすることがより好ましく、１．８５とすることがさらに好ましい。

[0116] 上記より、例えば下記条件式（２５－１）、（２５－２）を満足することが好ましい。

$$[0117] \quad 1.5 < Bf/f < 2.95 \quad \dots \quad (25-1)$$

$$1.85 < Bf/f < 2.85 \quad \dots \quad (25-2)$$

条件式（２６）の上限は２．５とすることが好ましく、これにより広角化がさらに容易となる。さらに広角化を容易とするためには、条件式（２６）の上限は２．０とすることが好ましく、１．９とすることがより好ましい。

[0118] 条件式（２６）の下限は１．２とすることが好ましく、これによりディストーションの補正がさらに容易となる。さらに条件式（２６）の下限は１．

3とすることが好ましく、1. 4とすることがより好ましく、1. 5とすることがさらにより好ましい。

[0119] 上記より、例えば下記条件式(26-1)、(26-2)、(26-3)を満足することが好ましい。

$$[0120] \quad 1.2 \leq (R1 + R2) / (R1 - R2) \leq 2.5 \quad \dots (26-1)$$

$$1.3 \leq (R1 + R2) / (R1 - R2) \leq 2.0 \quad \dots (26-2)$$

$$1.5 \leq (R1 + R2) / (R1 - R2) \leq 1.9 \quad \dots (26-3)$$

開口絞りは、第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置されていることが好ましい。開口絞りを第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置することで、系全体を小型化することが可能となる。開口絞りが物体側に近い位置にあると、第1レンズL1の外径を小さくすることが容易となるが、開口絞りが物体側に近づきすぎると第1レンズL1および第2レンズL2で軸上光線と軸外光線との分離が難しくなり、像面湾曲の補正が困難となる。開口絞りを第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置することで、レンズ径を小型化しながら像面湾曲を補正することが容易となる。

[0121] 第1レンズL1、第2レンズL2、第4レンズL4および第6レンズL6の材質のd線に対するアッペ数を40以上とすることが好ましく、これにより、色収差の発生を抑え、良好な解像性能を得ることが可能となる。また、47以上とすることがより好ましい。

[0122] 第2レンズL2の材質のd線に対するアッペ数は50以上とすることが好ましく、これにより、色収差の発生をさらに抑え、良好な解像性能を得ることが可能となる。また、52以上とすることがより好ましい。

[0123] 第6レンズL6の材質のd線に対するアッペ数は50以上とすることが好ましく、これにより、色収差の発生をさらに抑え、良好な解像性能を得ることが可能となる。また、52以上とすることがより好ましい。

[0124] 第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数を40以下とすることが好ましく、これにより、倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。また、30以下とすることがより好ましく、28以下とすることがさらに好ま

しく、25以下とすることがさらにより好ましい。

[0125] 第5レンズL5の材質のd線に対するアッペ数を40以下とすることが好ましく、これにより、倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。また、30以下とすることがより好ましく、28以下とすることがさらに好ましく、25以下とすることがさらに好ましく、20以下とすることがさらに好ましい。

[0126] 第1レンズL1の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d1$ 、第2レンズL2の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d2$ としたとき、 $\nu d1 / \nu d2$ は0.7以上であることが好ましく、これにより、色収差の発生を抑え、良好な解像性能を得ることができる。さらに、0.8以上であることがより好ましい。第1レンズL1と第2レンズL2とのアッペ数のバランスをとり、色収差の発生を抑えるためには、 $\nu d1 / \nu d2$ は1.2以下であることが好ましい。

[0127] 第2レンズL2の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d2$ 、第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d3$ としたとき、 $\nu d2/\nu d3$ は2.0以上であることが好ましく、これにより、軸上の色収差および倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。

[0128] 第1レンズL1の材質のd線に対するアッベ数を $\nu d1$ 、第3レンズL3の材質のd線に対するアッベ数を $\nu d3$ としたとき、 $\nu d1/\nu d3$ は1.4以上であることが好ましく、これにより、軸上の色収差および倍率色収差を良好に補正することが容易となる。さらに軸上の色収差および倍率色収差を良好に補正するためには、1.5以上であることがより好ましい。

[0129] 第1レンズL1の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d1$ 、第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数を $\nu d3$ としたとき、 $\nu d1 / \nu d3$ は2.5以下であることが好ましく、これにより、第3レンズL3のアッペ数が小さくなりすぎてしまうのを防ぐことができ、第3レンズL3の材質を安価とすることが容易となるか、または第1レンズL1のアッペ数が大きくなりすぎてしまうのを防ぐことができるため、第1レンズL1の屈折率を大きくし

て、第1レンズL1のパワーを強くすることが容易となり、レンズ系の小型化およびディストーションの補正が容易となる。

[0130] 第1レンズL1の材質のd線に対する屈折率を1.90以下とすることが好ましく、これにより、第1レンズL1の材質を安価にすることが容易となる。さらに、屈折率の低い材質とすることで、アッペ数の大きい材質を選択することが可能となり、色収差の補正が容易となり、良好な解像性能を得ることが容易となる。さらに色収差を良好に補正するためには、1.85以下とすることが好ましい。

[0131] 第1レンズL1の材質のd線に対する屈折率を1.60以上とすることが好ましく、これにより、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とともに、ディストーションの補正が容易となる。さらに広角化およびディストーションの補正を容易とするには1.65以上とすることがより好ましく、1.70以上とすることがさらに好ましい。

[0132] 第2レンズL2の材質のd線に対する屈折率を1.70以下とすることが好ましく、これにより、第2レンズL2の材質を安価にすることが可能となる。さらに、屈折率の高い材質ではアッペ数が小さくなってしまい、色収差が大きくなってしまい、良好な解像性能を得ることが困難となる。第2レンズL2の材質を安価にするためには、1.65以下とすることがより好ましく、1.60以下とすることがさらに好ましい。

[0133] 第2レンズL2の材質のd線に対する屈折率を1.50以上とすることが好ましく、これにより、第2レンズL2のパワーを強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。また、第2レンズL2のパワーを強くすることが容易となるため、レンズ系を小型化することが容易となる。

[0134] 第3レンズL3の材質のd線に対する屈折率を1.75以下とすることが好ましく、これにより、第3レンズL3の材質を安価にすることが可能となる。第3レンズL3の材質を安価にするためには、1.70以下とすることがより好ましく、1.68以下とすることがさらに好ましく、1.65以下

とすることがさらにより好ましい。

[0135] 第3レンズL3の材質のd線に対する屈折率を1.50以上とすることが好ましく、これにより、第3レンズL3の材質の屈折率を高くし、第3レンズL3のパワーを強くすることが容易となり、倍率色収差および像面湾曲の補正が容易となる。第3レンズL3の屈折率を高くするためには、1.55以上とすることがより好ましく、1.60以上とすることがさらに好ましい。

[0136] 第4レンズの材質のd線に対する屈折率を1.80以下とすることが好ましく、これにより、第4レンズL4の材質を安価にすることが可能となる。また、アッベ数の大きい材質を選ぶことが容易となるため、色収差の補正が容易となり、良好な解像性能を得ることができる。

[0137] 第4レンズL4の材質のd線に対する屈折率を1.50以上とすることが好ましく、これにより、第4レンズL4の材質の屈折率を高くし、第4レンズL4のパワーを強くすることが容易となる。第4レンズL4のパワーを強くすることで、第4レンズL4で球面収差の補正が容易となるとともに、第4レンズL4で光線を大きく曲げ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。

[0138] 第5レンズL5の材質のd線に対する屈折率を1.50以上とすることが好ましく、これにより、第5レンズL5の材質の屈折率を高くし、第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となる。また、アッベ数の大きい材質を選ぶことが容易となるため、色収差の補正が容易となり、良好な解像性能を得ることができる。第5レンズL5の材質の屈折率を高くするためには、1.55以上とすることがより好ましく、1.60以上とすることがさらに好ましく、1.8以上とすることがさらにより好ましく、1.9以上とすることがさらによりいっそう好ましい。

[0139] 第6レンズL6の材質のd線に対する屈折率を1.50以上とすることが好ましく、これにより、第6レンズL6の材質の屈折率を高くし、第6レン

ズL 6のパワーを強くすることが容易となるため、球面収差の補正と光線が撮像素子へ入射する角度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。第6レンズL 6の材質のd線に対する屈折率を1.70以下とすることが好ましく、これによりアッベ数の大きい材質を選ぶことが容易となるため、色収差の補正が容易となり、良好な解像性能を得ることが容易となる。色収差の補正のためには、第6レンズL 6の材質のd線に対する屈折率を1.60以下とすることが好ましい。

[0140] 第2レンズL 2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、レンズ系を小型化および広角化することが容易となるか、像面湾曲およびディストーションを良好に補正することが容易となる。第2レンズL 2の物体側の面を、中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、中心と有効径端との正のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状とすることが好ましい。第2レンズL 2の物体側の面をこのような形状とすることで、レンズ系の小型化と同時に、広角化が容易となる。

[0141] 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。

[0142] また、非球面の形状に関して、各レンズのレンズ面 i （ i は該当するレンズ面を表す記号である。例えば、第2レンズL 2の物体側の面が3で表されるとき、第2レンズL 2の物体側の面に関する以下の説明は $i = 3$ として考えることができる）上のある点を X_i として、その点での法線と光軸との交点を P_i とすると、 $X_i - P_i$ の長さ（ $|X_i - P_i|$ ）を X_i 点での曲率半径の絶対値 $|R_{X_i}|$ とし、 P_i をその点 X_i での曲率中心と定義する。また、第 i レンズ面と光軸の交点を Q_i とする。このとき点 X_i でのパワー

は点 P_i が点 Q_i を基準として物体側、像側のいずれの側にあるかで定義する。物体側の面においては点 P_i が点 Q_i より像側にある場合を正のパワー、点 P_i が点 Q_i より物体側にある場合を負のパワーと定義し、像側の面においては点 P_i が点 Q_i より物体側にある場合を正のパワー、点 P_i が点 Q_i より像側にある場合を負のパワーと定義する。

[0143] 中心と点 X_i とのパワーを比較する場合、中心の曲率半径（近軸の曲率半径）の絶対値と、点 X_i での曲率半径の絶対値 $|R_{X_i}|$ とを比較し、近軸の曲率半径絶対値より $|R_{X_i}|$ が小さくなっている場合、中心と比較して点 X_i のパワーは強くなっているものとする。逆に近軸の曲率半径絶対値より $|R_{X_i}|$ が大きくなっている場合、中心と比較して点 X_i のパワーは弱くなっているものとする。これは面が正のパワーである場合も負のパワーである場合も同様である。

[0144] ここで、図2を参照しながら、上記の第2レンズ L_2 の物体側の面の形状について説明する。図2は図1で示した撮像レンズ1の光路図である。図2において、点 Q_3 は、第2レンズ L_2 の物体側の面の中心であり、第2レンズ L_2 の物体側の面と光軸 Z との交点である。また図2において、第2レンズ L_2 の物体側の面上の点 X_3 は有効径端にあり、軸外光束3に含まれる最も外側の光線6と第2レンズ L_2 の物体側の面との交点となっている。図2では点 X_3 は有効径端にあるが、点 X_3 は第2レンズ物体側の面上の任意の点であるため、他の点でも同様に考えることができる。

[0145] このとき、点 X_3 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_3 とし、点 X_3 と点 P_3 を結ぶ線分 $X_3 - P_3$ を点 X_3 での曲率半径 R_{X_3} と定義し、線分 $X_3 - P_3$ の長さ $|X_3 - P_3|$ を曲率半径 R_{X_3} の絶対値 $|R_{X_3}|$ と定義する。すなわち、 $|X_3 - P_3| = |R_{X_3}|$ である。また、点 Q_3 での曲率半径、すなわち、第2レンズ L_2 の物体側の面の中心の曲率半径を R_3 とし、その絶対値を $|R_3|$ とする（図2では不図示）。

[0146] 上記の第2レンズ L_2 の物体側の面の「中心と有効径端とがともに正のパ

ワーを持ち、中心と有効径端との正のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状」とは、点X3を有効径端とした場合に、点Q3を含む近軸領域が凸形状であり、点P3が点Q3よりも像側にあり、点X3での曲率半径の絶対値 $|R_{X3}|$ が点Q3での曲率半径の絶対値 $|R_3|$ よりも大きい形状を意味する。

[0147] 第2レンズL2の物体側の面は、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としてもよい。第2レンズL2の物体側の面をこのような形状とすることで、レンズ系の小型化と同時に、広角化が容易となる。

[0148] 上記の第2レンズL2の物体側の面の「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」とは、点X3を有効径端とした場合に、点Q3を含む近軸領域が凸形状であり、点P3が点Q3よりも物体側にある形状を意味する。

[0149] 第2レンズL2の物体側の面は、中心で負のパワーを持ち、中心と有効径端の間に正のパワーとなる部分を含む形状であることが好ましい。第2レンズL2の物体側の面をこのような形状とすることで、レンズ系を小型化、広角化すると同時に、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。

[0150] 上記の第2レンズL2の物体側の面の「中心で負のパワーを持ち、中心と有効径端との間に正のパワーとなる部分を含む形状」とは、点Q3を含む近軸領域が凹形状であり、中心と有効径端との間に、点P3が点Q3より像側にある点X3が存在する形状を意味する。

[0151] 第2レンズL2の物体側の面は、中心で負のパワーを持ち、中心と有効径端との間に正のパワーとなる部分を含み、有効径端では負のパワーを持つ形状としてもよい。第2レンズL2の物体側の面をこのような形状とすることで、レンズ系を小型化、広角化すると同時に像面湾曲およびディストーションを良好に補正することが可能となる。

[0152] 上記の第2レンズL2の物体側の面の「中心で負のパワーを持ち、中心と有効径端との間に正のパワーとなる部分を含む形状」とは、点Q3を含む近軸領域が凹形状であり、中心と有効径端との間に、点P3が点Q3より像側

にある点 X_3 が存在する形状を意味する。また、上記の第2レンズ L_2 の「有効径端では負のパワーを持つ形状」とは、点 X_3 を有効径端とした場合に、点 P_3 が点 Q_3 よりも物体側にある形状を意味する。

[0153] 第2レンズ L_2 の物体側の面は、中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状としてもよい。第2レンズ L_2 の物体側の面をこのような形状とすることで、レンズ系を小型化、広角化すると同時に像面湾曲を良好に補正することが可能となる。

[0154] 上記の第2レンズ L_2 の物体側の面の「中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状」とは、点 X_3 を有効径端とした場合に、点 Q_3 を含む近軸領域が凹形状であり、点 P_3 が点 Q_3 よりも物体側にあり、点 X_3 での曲率半径の絶対値 $|R_{X3}|$ が点 Q_3 での曲率半径の絶対値 $|R_3|$ よりも大きい形状を意味する。

[0155] ここで、図2では理解を助けるために、半径 $|R_3|$ で点 Q_3 を通り、光軸上の点を中心とする円 C_{Q3} を二点鎖線で描き、半径 $|R_{X3}|$ で点 X_3 を通り、光軸上の点を中心とする円 C_{X3} の一部を破線で描いている。円 C_{X3} の方が円 C_{Q3} よりも大きな円となっており、 $|R_3| < |R_{X3}|$ であることが明示されている。

[0156] 第2レンズ L_2 の像側の面は非球面とすることが好ましく、これにより像面湾曲およびディストーションを良好に補正することができる。第2レンズ L_2 の像側の面は、中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状とすることが好ましい。第2レンズ L_2 の像側の面をこのような形状とすることで、像面湾曲およびディストーションを良好に補正することが可能となる。

[0157] 第2レンズ L_2 の像側の面の上記形状は、図2を用いて説明した第2レンズ L_2 の物体側の面の形状と同様にして以下のように考えることができる。

レンズ断面図において、第2レンズL2の像側の面上のある点をX4として、その点での法線と光軸Zとの交点を点P4とすると、点X4と点P4とを結ぶ線分X4-P4を点X4での曲率半径とし、点X4と点P4とを結ぶ線分の長さ $|X4-P4|$ を点X4での曲率半径の絶対値 $|RX4|$ とする。よって、 $|X4-P4| = |RX4|$ となる。また、第2レンズL2の像側の面と光軸Zとの交点、すなわち、第2レンズL2の像側の面の中心を点Q4とする。そして、点Q4での曲率半径の絶対値を $|R4|$ とする。

[0158] 上記の第2レンズL2の像側の面の「中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状」とは、点X4を有効径端とした場合に、点Q4を含む近軸領域で凹形状であり、点P4が点Q4より像側にあり、かつ、点X4での曲率半径の絶対値 $|RX4|$ が点Q4での曲率半径の絶対値 $|R4|$ よりも大きい形状を意味する。

[0159] 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、中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状、また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とすることが好ましい。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、コマ収差を良好に補正することが可能となる。

[0160] 第3レンズL3の物体側の面の上記形状は、図2を用いて説明した第2レンズL2の物体側の面の形状と同様に以下のように考えることができる。レンズ断面図において、第3レンズL3の物体側の面上のある点をX5として、その点での法線と光軸Zとの交点を点P5とすると、点X5と点P5とを結ぶ線分X5-P5を点X5での曲率半径とし、点X5と点P5とを結ぶ線分の長さ $|X5-P5|$ を点X5での曲率半径の絶対値 $|RX5|$ とする。よって、 $|X5-P5| = |RX5|$ となる。また、第3レンズL3の物体側の面と光軸Zとの交点、すなわち、第3レンズL3の物体側の面の中心を点Q5とする。そして、点Q5での曲率半径の絶対値を $|R5|$ とする

。

[0161] 第3レンズL3の物体側の面の「中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して負のパワーが弱い形状」とは、点X5を有効径端とした場合に、点Q5を含む近軸領域で凹形状であり、点P5が点Q5より物体側にあり、かつ、点X5での曲率半径の絶対値 $|R_{X5}|$ が点Q5での曲率半径の絶対値 $|R_5|$ よりも大きい形状を意味する。

[0162] また、「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」とは、点X5を有効径端とした場合に、点Q5を含む近軸領域で凹形状であり、点P5が点Q5より像側にある形状を意味する。

[0163] 第3レンズL3の物体側の面は、中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心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、広角化が容易となるとともに、第1レンズL1および第2レンズL2で軸上光線と軸外光線とを分離することが容易となるため、像面湾曲およびディストーションの補正が容易となる。

[0164] 第3レンズL3の物体側の面の「中心と有効径端とがともに負のパワーを持ち、中心と有効径端との負のパワーを比較した場合、有効径端では中心と比較して負のパワーが強い形状」とは、点X5を有効径端とした場合に、点Q5を含む近軸領域で凹形状であり、点P5が点Q5より物体側にあり、かつ、点X5での曲率半径の絶対値 $|R_{X5}|$ が点Q5での曲率半径の絶対値 $|R_5|$ よりも小さい形状を意味する。

[0165] 第3レンズL3の物体側の面においては、近軸領域を平面としてもよい。

[0166] 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、中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状とすることが好ましい。第3レンズL3をこのような形状とすることで、軸外光線によるコマ収差を良好に補正して、画像周辺部の画質を向上させることができる。

[0167] 第3レンズL3の像側の面の上記形状は、図2を用いて説明した第2レン

ズL 2の物体側の面の形状と同様に以下のように考えることができる。
レンズ断面図において、第3レンズL 3の像側の面上のある点をX 6として、その点での法線と光軸Zとの交点を点P 6とするとき、点X 6と点P 6とを結ぶ線分X 6－P 6を点X 6での曲率半径とし、点X 6と点P 6とを結ぶ線分の長さ $|X 6 - P 6|$ を点X 6での曲率半径の絶対値 $|R X 6|$ とする。よって、 $|X 6 - P 6| = |R X 6|$ となる。また、第3レンズL 3の像側の面と光軸Zとの交点、すなわち、第3レンズL 3の像側の面の中心を点Q 6とする。そして、点Q 6での曲率半径の絶対値を $|R 6|$ とする。

[0168] 第3レンズL 3の像側の面の「中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状」とは、点X 6を有効径端とした場合に、点Q 6を含む近軸領域で凸形状であり、点P 6が点Q 6より物体側にあり、かつ、点X 6での曲率半径の絶対値 $|R X 6|$ が点Q 6での曲率半径の絶対値 $|R 6|$ よりも大きい形状を意味する。

[0169] 第3レンズL 3の像側の面は、中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが強い形状としてもよい。第3レンズL 3をこのような形状とすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが容易となる。

[0170] 第3レンズL 3の像側の面の「中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが強い形状」とは、点X 6を有効径端とした場合に、点Q 6を含む近軸領域で凸形状であり、点P 6が点Q 6より物体側にあり、かつ、点X 6での曲率半径の絶対値 $|R X 6|$ が点Q 6での曲率半径の絶対値 $|R 6|$ よりも小さい形状を意味する。

[0171] 第6レンズL 6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L 6の物体側の面は、中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状とすることが好ましい。第6レンズL 6の物体側の面をこのような形状とすることで、像面湾曲および球面収差を良好に補正することが容易となる。

[0172] 第6レンズL 6の物体側の面の上記形状は、図2を用いて説明した第2レ

レンズL 2の物体側の面の形状と同様に以下のように考えることができる。レンズ断面図において、第6レンズL 6の物体側の面上のある点をX 1 2として、その点での法線と光軸Zとの交点を点P 1 2とすると、点X 1 2と点P 1 2とを結ぶ線分X 1 2 - P 1 2を点X 1 2での曲率半径とし、点X 1 2と点P 1 2とを結ぶ線分の長さ $|X 1 2 - P 1 2|$ を点X 1 2での曲率半径の絶対値 $|R X 1 2|$ とする。よって、 $|X 1 2 - P 1 2| = |R X 1 2|$ となる。また、第6レンズL 6の物体側の面と光軸Zとの交点、すなわち、第6レンズL 6の物体側の面の中心を点Q 1 2とする。そして、点Q 1 2での曲率半径の絶対値を $|R 1 2|$ とする。

[0173] 第6レンズL 6の物体側の面の「中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状」とは、点X 1 2を有効径端とした場合に、点Q 1 2を含む近軸領域で凸形状であり、点P 1 2が点Q 1 2より像側にあり、かつ、点X 1 2での曲率半径の絶対値 $|R X 1 2|$ が点Q 1 2での曲率半径の絶対値 $|R 1 2|$ よりも大きい形状を意味する。

[0174] 第6レンズL 6の像側の面は非球面とすることが好ましい。第6レンズL 6の像側の面は中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状、もしくは中心が正のパワーを持ち、有効径端では負のパワーを持つ形状とすることが好ましい。第6レンズL 6の像側の面をこのような形状とすることで、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。

[0175] 第6レンズL 6の像側の面の上記形状は、図2を用いて説明した第2レンズL 2の物体側の面の形状と同様に以下のように考えることができる。レンズ断面図において、第6レンズL 6の像側の面上のある点をX 1 3として、その点での法線と光軸Zとの交点を点P 1 3とすると、点X 1 3と点P 1 3とを結ぶ線分X 1 3 - P 1 3を点X 1 3での曲率半径とし、点X 1 3と点P 1 3とを結ぶ線分の長さ $|X 1 3 - P 1 3|$ を点X 1 3での曲率半径の絶対値 $|R X 1 3|$ とする。よって、 $|X 1 3 - P 1 3| = |R X 1 3|$ と

なる。また、第6レンズL 6の像側の面と光軸Zとの交点、すなわち、第6レンズL 6の像側の面の中心を点Q 1 3とする。そして、点Q 1 3での曲率半径の絶対値を $|R 1 3|$ とする。

[0176] 上記の第6レンズL 6の像側の面の「中心と有効径端とがともに正のパワーを持ち、有効径端では中心と比較して正のパワーが弱い形状」とは、点X 1 3を有効径端とした場合に、点Q 1 3を含む近軸領域で凸形状であり、点P 1 3が点Q 1 3より物体側にあり、かつ、点X 1 3での曲率半径の絶対値 $|R X 1 3|$ が点Q 1 3での曲率半径の絶対値 $|R 1 3|$ よりも大きい形状を意味する。

[0177] また、「中心が正のパワーを持ち、有効径端では負のパワーを持つ形状」とは、点X 1 3を有効径端とした場合に、点Q 1 3を含む近軸領域で凸形状であり、点P 1 3が点Q 1 3より像側にある形状を意味する。

[0178] 第2レンズL 2の物体側の面から第6レンズL 6の像側の面までの各面を、上記のような非球面形状とすることで、球面収差、像面湾曲およびコマ収差に加えてディストーションまで良好に補正することが可能となる。

[0179] 第1レンズL 1は、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであることが好ましく、これにより、例えば180度を超えるような広角のレンズを作製することが可能となる。第1レンズL 1が両凹レンズとなると、第1レンズL 1のパワーを強くすることが容易となるため広角化は容易となるが、第1レンズL 1で急激に光線が曲げられてしまうため、ディストーションの補正が困難となる。また、物体側の面を凹面とすると、周辺光線がレンズ面に入射する際の入射角が大きくなり、面への入射時の反射損失が大きくなるため周辺部が暗くなってしまう。また、入射角が180度を超える光線は入射することができなくなってしまう。そのため、広角でありながらディストーションの補正が容易とするためには、第1レンズL 1は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることが好ましい。

[0180] 第2レンズL 2を両凹レンズとすることが好ましく、これにより、広角化が容易となるとともに、像面湾曲、ディストーションおよび球面収差の補正

が容易となる。

- [0181] 第2レンズL2を物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとしてもよく、これにより、広角化が容易となるとともに、ディストーションおよび像面湾曲を良好に補正することが可能となる。
- [0182] 第3レンズL3の物体側の面は凹面または平面であることが好ましく、これにより、広角化が容易となるとともに、第1レンズL1および第2レンズL2で軸上光線と周辺光線とを分離することが容易となり、像面湾曲およびコマ収差を良好に補正することが可能となる。
- [0183] 第3レンズL3の像側の面は凸面であることが好ましく、これにより、第3レンズL3のパワーを正のパワー正のパワーとすることができ、倍率の色収差を良好に補正することが可能となる。
- [0184] 第3レンズL3を物体側に凹面を向けたメニスカス形状または物体側に平面を向けた平凸レンズとすることが好ましく、これにより、レンズ系の系方向を小型化することが容易となるとともに、像面湾曲およびコマ収差を良好に補正することが可能となる。
- [0185] 第4レンズL4を両凸レンズとすることが好ましく、これにより、球面収差および像面湾曲を良好に補正することが可能となる。さらに第4レンズL4のパワーを強くすることで、第5レンズL5との間で色収差の補正が容易となる。
- [0186] 第5レンズL5を両凹レンズまたは像側に平面を向けた平凸レンズとすることが好ましく、これにより、像面湾曲を良好に補正することが可能となる。さらに第5レンズL5のパワーを強くすることが容易となり、第4レンズL4との間で色収差の補正が容易となる。
- [0187] 第5レンズL5を像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、もしくは像側に平面を向けた平凹レンズとしてもよく、これにより、コマ収差および像面湾曲を良好に補正することが容易となる。
- [0188] 第6レンズL6を両凸レンズとすることが好ましく、これにより、光線が撮像素子へ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え

ることが容易となる。

[0189] 第6レンズL6を像側に凸面を向けたメニスカスレンズとしてもよく、これにより、像面湾曲を良好に補正することが容易となる。

[0190] 第1レンズL1の材質はガラスであることが好ましい。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、耐酸性および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。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。また、第1レンズL1の材質として、ヌーブ硬さが550以上の材質を用いてもよい。また、第1レンズL1の材質として、日本光学硝子工業会制定の粉末耐酸性、粉末耐水性試験において、粉末耐酸性がクラス4以上であることが好ましく、粉末耐水性がクラス3以上であることが好ましい。なお、クラスは高いほど好ましい。また、ISO規定の耐洗剤性においてクラス3以上であることが好ましい。表面法耐候性においてクラス3以上であることが好ましい。また、例えば車載カメラや監視カメラ用レンズは太陽からの紫外線に長期間晒されるため、このレンズに用いられる材質として紫外線に強い材質を用いることが好ましい。

[0191] 第1レンズL1の片側の面もしくは両側の面を非球面としてもよい。第1レンズL1をガラス非球面レンズとすることで、諸収差をさらに良好に補正することが可能となる。

[0192] なお、第1レンズL1の物体側の面に、強度、耐傷性および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。

[0193] 第2レンズL2、第3レンズL3および第6レンズL6のいずれか、ある

いはこれらのうちの任意の複数の組み合わせにおいて、その材質をプラスチックとすることが好ましい。材質をプラスチックとすることで、レンズ系を安価で軽量に構成することが可能となるとともに、非球面を設けた場合には、非球面形状を正確に作製することができるため、良好な性能のレンズを作製することが可能となる。

[0194] 第4レンズL4および第5レンズL5の少なくとも一方の材質をプラスチックとしてもよい。材質をプラスチックとすることで、レンズ系を安価で軽量に構成することが可能となるとともに、非球面を設けた場合には、非球面形状を正確に作製することができるため、良好な性能のレンズを作製することが可能となる。

[0195] 第2レンズL2および第6レンズL6の材質は、ポリオレフィンであることが好ましい。ポリオレフィンは吸水率が低く、透明度が高く、複屈折が小さく、アッベ数の大きい材質を作製することが可能となる。第2レンズL2および第6レンズL6の材質をポリオレフィンとすることで、吸水による形状変更が小さく、透過率が高く、複屈折の小さいレンズを作製することが可能となる。さらにアッベ数が大きい材質とすることができるため、軸上の色収差、倍率色収差の発生を抑えることができ、耐環境性の高い良好な解像性能のレンズを作製することが可能となる。

[0196] 第3レンズL3の材質はポリカーボネイトであることが好ましい。ポリカーボネイトはアッベ数が小さいという特徴がある。第3レンズL3にポリカーボネイトを使用することで、倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

[0197] 第2レンズL2および第6レンズL6の材質をアクリルとしてもよい。アクリルは安価であるためアクリルを用いることで、レンズ系を安価にすることが可能となる。

[0198] 第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5および第6レンズL6の少なくともいずれか1つにプラスチック材質を用いた場合は、その材質として、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。

[0199] 第2レンズL 2、第3レンズL 3および第6レンズL 6のいずれか、あるいはこれらのうちの任意の複数の組み合わせにおいて、その材質をガラスとしてもよい。材質をガラスとすることで、温度変化による性能劣化を抑制することが可能となる。

[0200] 第4レンズL 4および第5レンズL 5の少なくとも一方の材質をガラスとすることが好ましい。第4レンズL 4の材質をガラスとすることで、温度変化による性能劣化を抑制することが可能となる。また、第5レンズL 5の材質をガラスとすることで、アッベ数の小さい材質を選ぶことが容易となるため、色収差の補正が容易となる。

[0201] 第1レンズL 1、第2レンズL 2、第3レンズL 3、第4レンズL 4、第5レンズL 5および第6レンズL 6の少なくともいずれか1つの材質としてガラス転移温度（ T_g ）が 145°C 以上のものを用いることが好ましく、さらに好ましくは、 150°C 以上であることが好ましい。ガラス転移温度が 150°C 以上の材質を使用することで、耐熱性のよいレンズを作製することが可能となる。

[0202] 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との間に紫外光から青色光をカットするようなフィルタ、または赤外光をカットするようなIR（InfraRed）カットフィルタを挿入してもよい。上記フィルタと同様の特性を持つコートを経ズ面に塗布してもよい。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。

[0203] 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、この代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよい。あるいは、撮像レンズが有するいずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

[0204] 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および第2レンズL2それぞれの像側の面の有効径外に遮光手段11, 12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。

[0205] さらに、各レンズの間に周辺光量比が実用上問題のな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断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光を遮断することにより、ゴーストを低減することが可能となる。

[0206] また、第1から第5の実施形態に係る撮像レンズにおいては、レンズ系が、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および第6レンズL6の6枚のみからなるように構成することが好ましい。レンズ系を6枚のレンズのみで構成することで、レンズ系を安価にすることが可能となる。

[0207] 本実施形態に係る撮像装置は、本実施形態に係る撮像レンズを備えているため、小型で安価に構成でき、十分広い画角を有し、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。

[0208] なお、第1から第5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。携帯電話を車載カメラ用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なくなり、その結果、安価に車載カメラを搭載することが可能となる。

[0209] ここで、車載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、ウ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カメラの画像を表示するようにしてもよい。

[0210] なお、車載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、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。

[0211] [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19の撮像レンズのレンズ断面図をそれぞれ図3～図21に示す。図3～図21において、図の左側が物体側、右側が像側であり、図1と同様、開口絞り S_t 、光学部材 P_P 、像面 S_{im} に配置された撮像素子5も併せて図示している。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 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 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。

[0212] なお、本発明の第1の実施形態に係る撮像レンズは実施例1～19に、本発明の第2の実施形態に係る撮像レンズは実施例1～3, 5～19に、本発明の第3の実施形態に係る撮像レンズは実施例1～3, 5～19に、本発明

の第4の実施形態に係る撮像レンズは実施例1～4, 6～19に、本発明の第5の実施形態に係る撮像レンズは実施例1～3, 6～19に対応する。

[0213] 表1～表19にそれぞれ実施例1～実施例19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。

[0214] 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_{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、 ν_{dj} 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PPも含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の面番号の欄には、(S_t)という語句を併せて記載している。

[0215] 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 ($m=3, 4, 5, \dots, 20$)の値である。

[数1]

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

[0216] Z_d : 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 A、R B_m : 非球面係数 ($m = 3, 4, 5, \dots, 20$)

各種データにおいて、Lは第1レンズL₁の物体側の面から像面S_{i m}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は最も像側のレンズの像側の面から像面S_{i m}までの光軸Z上の距離 (バックフォーカ스에相当、空気換算長)、fは全系の焦点距離、f₁は第1レンズL₁の焦点距離、f₂は第2レンズL₂の焦点距離、f₃は第3レンズL₃の焦点距離、f₄は第4レンズL₄の焦点距離、f₅は第5レンズL₅の焦点距離、f₆は第6レンズL₆の焦点距離、f₂₃は第2レンズL₂と第3レンズL₃との合成焦点距離、f₄₅は第4レンズL₄と第5レンズL₅との合成焦点距離である。

[0217] また、表20、21に各実施例の条件式に対応する値を一括して示す。なお、条件式(1)は $(R_8 + R_9) / (R_8 - R_9)$ 、条件式(2)は D_9 / f 、条件式(3)は $(R_5 + R_6) / (R_5 - R_6)$ 、条件式(4)は $(R_{10} + R_{11}) / (R_{10} - R_{11})$ 、条件式(5)は D_4 / f 、条件式(6)は $\nu d_3 + \nu d_5$ 、条件式(7)は $|f_1 / f|$ 、条件式(8)は $|f_2 / f|$ 、条件式(9)は f_3 / f 、条件式(10)は f_4 / f 、条件式(11)は R_2 / f 、条件式(12)は R_9 / f 、条件式(13)は R_1 / f 、条件式(14)は f_6 / f 、条件式(15)は R_{13} / f 、条件式(16)は f_5 / f 、条件式(17)は R_4 / f 、条件式(18)は R_{10} / f 、条件式(19)は $(D_4 + D_5) / f$ 、条件式(20)は f / R_5 、条件式(21)は f / R_3 、条件式(22)は f_{23} / f 、条件式(23)は f_{45} / f 、条件式(24)は L / f 、条件式(25)は B_f / f 、条件式(26)は $(R_1 + R_2) / (R_1 - R_2)$ である。

[0218] ただし、

- R 1 : 第 1 レンズ L 1 の物体側の面の曲率半径
- R 2 : 第 1 レンズ L 1 の像側の面の曲率半径
- R 3 : 第 2 レンズ L 2 の物体側の面の曲率半径
- R 4 : 第 2 レンズ L 2 の像側の面の曲率半径
- R 5 : 第 3 レンズ物体側の面の曲率半径
- R 6 : 第 3 レンズ像側の面の曲率半径
- R 8 : 第 4 レンズ L 4 の物体側の面の曲率半径
- R 9 : 第 4 レンズ L 4 の像側の面の曲率半径
- R 1 0 : 第 5 レンズ L 5 の物体側の面の曲率半径
- R 1 1 : 第 5 レンズ L 5 の像側の面の曲率半径
- R 1 3 : 第 6 レンズ L 6 の像側の面の曲率半径
- D 4 : 第 2 レンズ L 2 と第 3 レンズ L 3 との光軸上の空気間隔
- D 5 : 第 3 レンズ L 3 の中心厚
- D 9 : 第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 との光軸上の空気間隔
- $\nu_d 3$: 第 3 レンズ L 3 の材質の d 線に対するアッペ数
- $\nu_d 5$: 第 5 レンズ L 5 の材質の d 線に対するアッペ数
- f : 全系の焦点距離
- f 1 : 第 1 レンズ L 1 の焦点距離
- f 2 : 第 2 レンズ L 2 の焦点距離
- f 3 : 第 3 レンズ L 3 の焦点距離
- f 4 : 第 4 レンズ L 4 の焦点距離
- f 5 : 第 5 レンズ L 5 の焦点距離
- f 6 : 第 6 レンズ L 6 の焦点距離
- f 2 3 : 第 2 レンズ L 2 および第 3 レンズ L 3 の合成焦点距離
- f 4 5 : 第 4 レンズ L 4 および第 5 レンズ L 5 の合成焦点距離
- L : 第 1 レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離 (バックフォーカス分は空気換算長)
- B f : 最も像側のレンズの像側の面から像面までの光軸上の距離 (空気換算

長)

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。

[表1]

実施例1

(A)

Si	Ri	Di	Ndi	ν_{di}
1	20.2481	1.89740	1.8830	40.8
2	5.8769	3.34841		
*3	-56.4108	1.04999	1.5339	55.9
*4	2.0915	2.76457		
*5	-222.3832	2.59243	1.6140	25.5
*6	-5.5992	0.70727		
7(St)	∞	0.32722		
8	4.7343	2.76957	1.6228	57.1
9	-5.1156	0.63032		
10	-3.8731	1.00159	1.9229	18.9
11	18.0622	0.27837		
*12	4.5152	2.26606	1.5339	55.9
*13	-3.1308	0.75000		
14	∞	0.75000	1.5168	64.2
15	∞	1.84637		
像面	∞	*		

(B)

L	22.7
Bf	3.1
f	16.1
f1	-10.00
f2	-3.75
f3	9.31
f4	4.43
f5	-3.38
f6	3.86
f23	-30.95
f45	22.33

(C)

KA	RB3	RB4	RB5
3	0.0000000E+00	-1.9147091E-04	-5.1324898E-04
4	0.0000000E+00	-4.5552241E-03	3.8915134E-03
5	0.0000000E+00	4.5744040E-04	-1.4020941E-03
6	0.0000000E+00	-2.5002646E-03	1.8648280E-03
12	0.0000000E+00	-4.3245119E-03	-1.9313883E-03
13	0.0000000E+00	4.4806036E-04	4.2153832E-03

[表2]

実施例2
(A)

Si	R _i	D _i	N _{d_i}	γ_{di}
1	19.8729	1.54630	1.8348	42.7
2	5.7942	3.26839		
*3	-48.9856	1.13615	1.5339	55.9
*4	2.0411	2.83732		
*5	-75.3245	2.71197	1.6140	25.5
*6	-5.6997	0.55359		
7(St)	∞	0.30001		
8	4.7107	3.00237	1.6228	57.1
9	-5.0346	0.60000		
10	-3.8545	0.90312	1.9229	18.9
11	19.0822	0.23315		
*12	4.5827	2.26532	1.5339	55.9
*13	-3.1584	0.75000		
14	∞	0.75000	1.5168	64.2
15	∞	1.94048		
像面	∞	*		

(B)

L	22.5
Bf	3.2
f	1.59
f1	-10.31
f2	-3.64
f3	9.90
f4	4.43
f5	-3.38
f6	3.90
f23	-22.54
f45	21.10

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	-3.6095633E-04	-4.8844271E-04	-2.0919881E-04	-5.2427173E-05	2.7863499E-05	-1.9820914E-06
4	0.0000000E+00	-4.9844780E-03	2.9172784E-03	7.1648628E-04	5.4847886E-04	-1.4281608E-05	-7.3647129E-05
5	0.0000000E+00	8.8474128E-04	-1.6095270E-03	-1.8692709E-04	1.6791039E-04	7.3890432E-05	-1.7693870E-05
6	0.0000000E+00	-2.0466509E-03	1.4066501E-03	-3.4724182E-04	-3.5842777E-04	-8.3711060E-05	1.2196176E-04
12	0.0000000E+00	-4.6928485E-03	-1.9569316E-03	7.5464784E-05	2.7594533E-04	1.2480403E-04	-2.2148169E-05
13	0.0000000E+00	4.4290402E-04	4.2659289E-03	8.7934854E-04	1.2798315E-04	2.5917505E-05	1.6088272E-05

[表3]

実施例3					
(A)					
Si	Ri	Di	Ndi	z/dj	
1	16.7039	1.23161	1.8930	40.9	
2	4.8927	3.64353			
*3	-24.3483	0.89999	1.5339	55.9	
*4	1.8993	2.81580			
*5	-670.4895	2.57933	1.6140	25.5	
*6	-5.5631	1.15501			
7(Si)	∞	0.39756			
8	4.8938	3.15000	1.6228	57.1	
9	-4.8689	0.58713			
10	-3.8315	0.74999	1.9229	18.9	
11	18.8948	0.39375			
*12	4.0281	1.83749	1.5339	55.9	
*13	-3.1365	0.75000			
14	∞	0.30000	1.5168	84.2	
15	∞	2.11070			
像面	∞	*			

(B)	
L	22.5
Bf	3.1
f	1.26
f1	-8.24
f2	-3.26
f3	9.12
f4	4.47
f5	-3.40
f6	3.63
f23	-21.32
f45	22.23

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	9.1257393E-05	-7.7836115E-04	-2.7070206E-04	-6.9600813E-05	2.0545830E-05	1.9019799E-06
4	0.000000E+00	-1.3310763E-03	4.0866486E-03	8.3034812E-04	4.6466358E-04	-2.2646755E-05	-2.9898410E-05
5	0.000000E+00	1.2157838E-04	-1.9606748E-04	5.7509224E-04	4.9678970E-04	1.3467210E-04	-5.7742730E-05
6	0.000000E+00	-6.1820599E-04	2.1029239E-04	2.2294058E-04	9.0450911E-05	6.2226563E-05	-6.2468217E-06
12	0.000000E+00	-5.9590132E-03	-2.0515757E-03	1.5974456E-04	3.2090727E-04	1.4895527E-04	-7.0816505E-06
13	0.000000E+00	-1.5087804E-03	4.4889384E-03	1.0901659E-03	1.8591380E-04	3.5366888E-05	2.4235106E-05

[表4]

実施例4

(A)					
Si	Ri	Di	N _{dj}	ν_{dj}	
1	16.4185	1.00010	1.7725	49.6	
2	3.5796	1.71584			
*3	32.9967	1.00002	1.5339	55.9	
*4	1.7329	1.46930			
*5	-19.3883	1.70001	1.6140	25.5	
*6	-5.0143	1.47765			
7(St)	∞	0.20001			
8	3.8840	2.20737	1.7550	52.3	
9	-3.9858	0.40896			
10	-2.8660	0.60213	1.9229	18.9	
11	-50.9187	0.10004			
*12	4.5990	1.51366	1.5339	55.9	
*13	-4.5989	0.50000			
14	∞	0.50000	1.5168	64.2	
15	∞	2.11226			
像面	∞	*			

(B)					
L					16.3
Bf					2.9
f					1.57
f1					-6.13
f2					-3.86
f3					10.54
f4					2.96
f5					-3.31
f6					4.57
f23					-10.31
f45					6.71

(C)					
	KA	RB3	RB4	RB5	
3	0.000000E+00	1.2354426E-02	-1.6697796E-03	-6.3949108E-04	
4	0.000000E+00	2.1491775E-02	1.3466427E-02	4.0076223E-03	
5	0.000000E+00	-1.0593142E-03	3.2645128E-04	-2.6787145E-04	
6	0.000000E+00	-5.0822563E-03	-4.3024594E-04	-6.8130534E-04	
12	0.000000E+00	-7.8738495E-03	-2.0608036E-03	-3.3559476E-04	
13	0.000000E+00	1.3148915E-03	5.0500205E-03	1.3043876E-03	

[表5]

実施例5

(A)						(B)	
Si	Ri	Di	Nd _i	z/d _i		L	15.1
1	142920	1.00010	1.7725	49.6		Bf	2.2
2	34283	2.29671				f	0.80
*3	-12.6900	1.00002	1.5339	55.9		f1	-6.08
*4	1.1175	1.44071				f2	-1.88
*5	12.7290	1.70001	1.6140	25.5		f3	6.89
*6	-6.0091	0.97245				f4	2.67
7(St)	∞	0.20001				f5	-2.44
8	4.0640	1.58288	1.7550	52.3		f6	2.49
9	-3.3251	0.41197				f23	-4.65
10	-2.8664	0.60212	1.9229	18.9		f45	9.45
11	11.4601	0.10004					
*12	2.7559	1.51327	1.5339	55.9			
*13	-2.0718	0.50000					
14	∞	0.50000	1.5168	64.2			
15	∞	1.41080					
像面	∞	*					

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	3.6439160E-02	1.5203420E-03	-1.5869927E-03	-7.4041968E-04	-2.3121409E-04	1.0711704E-04
4	0.0000000E+00	1.0397204E-03	3.5459035E-02	1.1221998E-02	8.0430089E-04	-2.5624775E-03	-2.9953419E-03
5	0.0000000E+00	2.2021753E-03	3.1903225E-03	1.4680107E-03	4.1097489E-04	-1.0872744E-04	-3.5401918E-04
6	0.0000000E+00	2.7203228E-03	-3.0250466E-04	-1.5782089E-03	-7.3104029E-04	3.1495283E-04	9.3146490E-04
12	0.0000000E+00	-1.4097279E-02	1.6998102E-03	2.7475822E-03	1.4708821E-03	4.1535737E-04	-6.7314304E-05
13	0.0000000E+00	-2.8468327E-03	2.1063897E-02	1.0101608E-02	3.1517777E-03	3.7552367E-04	-3.5028229E-04

[表6]

実施例6

(A)					(B)	
Si	Ri	Di	Ndi	ν_{di}	L	15.1
1	16.1382	1.23319	1.8348	42.7	Bf	2.0
2	4.1198	2.14134			f	0.80
*3	4.9385	1.00001	1.5339	55.9	f1	-0.95
*4	0.9023	1.85720			f2	-2.26
*5	-14.5206	1.50018	1.6140	25.5	f3	9.94
*6	-4.4649	0.93804			f4	2.59
7(St)	∞	0.20001			f5	-2.76
8	4.0011	1.50020	1.7550	52.3	f6	2.62
9	-3.2146	0.40407			f23	-4.76
10	-2.6843	0.60196	1.9229	18.9	f45	7.13
11	55.2372	0.10004				
*12	3.3034	1.56644	1.5339	55.9		
*13	-2.0245	0.50000				
14	∞	0.50000	1.5168	64.2		
15	∞	1.26833				
像面	∞	*				

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	3.5767133E-02	4.7573447E-03	-1.3888390E-03	-2.1075877E-03	-7.2502444E-04	2.7290721E-04
4	0.0000000E+00	8.9794224E-03	5.7195254E-02	1.0851729E-02	3.2638339E-03	-4.7171889E-03	-6.9315691E-03
5	0.0000000E+00	9.2741708E-03	-7.0175318E-03	-2.5264498E-04	3.1850013E-03	1.6740932E-03	-1.5873107E-03
6	0.0000000E+00	-6.6050291E-03	4.9265978E-03	-6.2555321E-04	-2.1398532E-03	-1.2823966E-04	1.1571347E-03
12	0.0000000E+00	5.7360852E-03	-1.5166840E-03	-2.9299280E-04	8.6551905E-04	4.5739199E-04	-3.5735299E-04
13	0.0000000E+00	3.0949784E-02	2.4828730E-02	6.2369612E-03	6.2999431E-05	-1.3182863E-03	-2.8928602E-04

[表7]

実施例7

(A)						
Si	Ri	Di	Ndi	ν	dj	
1	16.3636	1.56044	1.8830	40.8		
2	3.8317	2.61982				
*3	-74.8232	1.06001	1.5339	55.9		
*4	1.4606	2.04351				
*5	-19.1195	1.76001	1.6140	25.5		
*6	-4.1357	1.10024				
7(Si)	∞	0.20001				
8	3.2310	2.20145	1.6773	57.4		
9	-8.5725	0.40387				
10	-2.5813	0.67076	1.9229	18.9		
11	12.7731	0.15007				
*12	3.0039	1.61783	1.5339	55.9		
*13	-2.8831	0.56000				
14	∞	0.50000	1.5168	64.2		
15	∞	1.49983				
像面	∞	*				

(B)						
L						
Bf						17.5
f						2.3
f1						1.06
f2						-6.00
f3						-2.67
f4						8.24
f5						2.88
f6						-2.28
f23						3.05
f45						-9.90
						10.08

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	6.4167058E-04	-7.3014245E-04	-6.4207339E-04	-2.1936065E-04	4.1609087E-04	-1.1275087E-04
4	0.0000000E+00	-6.7048994E-03	1.0699020E-02	4.8996443E-03	5.2208911E-03	1.0035646E-04	-1.6410160E-03
5	0.0000000E+00	1.4982832E-03	-4.3501923E-03	-4.0826376E-05	1.5347042E-03	6.2079675E-04	-7.9806733E-04
6	0.0000000E+00	-1.3211045E-02	9.3580688E-03	1.2650370E-03	-2.1549873E-03	-1.7051495E-03	9.1066026E-04
12	0.0000000E+00	-5.9486336E-03	-5.5053693E-03	5.9041721E-04	1.7704309E-03	8.0005899E-04	-2.9406100E-04
13	0.0000000E+00	7.5652828E-04	1.3907328E-02	3.8049092E-03	5.0792786E-04	1.3562301E-04	4.1394624E-04

[表8]

実施例8

(A)						
Si	R _i	Di	N _{di}	z _{di}		
1	12.9353	1.00010	1.7725	49.6	L	14.1
2	3.3026	2.33152			Bf	1.9
*3	-9.2276	1.00002	1.5339	55.9	f	0.93
*4	1.8067	1.19161			f1	-6.01
*5	-14.7807	1.70001	1.6336	23.6	f2	-2.74
*6	-4.2006	0.61714			f3	8.72
7(St)	∞	0.20001			f4	2.33
8	3.2299	1.50020	1.7550	52.3	f5	-1.91
9	-3.0919	0.40417			f6	2.21
10	-2.3268	0.60198	1.9229	18.9	f23	-7.22
11	8.1157	0.10004			f45	8.64
*12	2.9136	1.50009	1.5339	55.9		
*13	-1.6243	0.50000				
14	∞	0.50000	1.5168	64.2		
15	∞	1.09866				
像面	∞	*				

(B)

L	14.1
Bf	1.9
f	0.93
f1	-6.01
f2	-2.74
f3	8.72
f4	2.33
f5	-1.91
f6	2.21
f23	-7.22
f45	8.64

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	2.1650010E-02	9.5757739E-03	1.0451234E-03	-2.8985068E-03	-9.2399451E-06	1.4244246E-04
4	0.0000000E+00	7.9228128E-03	1.9638866E-02	1.7711672E-02	8.6288760E-03	-2.2026234E-03	-5.8572144E-03
5	0.0000000E+00	7.5105232E-03	-9.3254512E-03	-1.9101014E-05	3.4920491E-03	1.6050183E-03	-2.3049936E-03
6	0.0000000E+00	-2.6184159E-03	3.2705289E-03	-4.4794584E-04	7.0603398E-05	4.1220718E-04	4.7444046E-04
12	0.0000000E+00	-2.6813985E-02	-5.7551683E-03	5.9193536E-03	3.1091072E-03	5.1868097E-04	1.4364395E-04
13	0.0000000E+00	-1.5195553E-03	3.0531743E-02	1.3435523E-03	-3.2356532E-03	1.8948655E-04	3.5038515E-03

[表9]

実施例9

(A)							(B)	
Si	Ri	Di	Ndi	ν	dj		L	14.1
1	14.3662	1.00010	1.7725	49.6			Bf	1.9
2	3.6065	2.32029					f	0.96
*3	-9.5917	1.00002	1.5339	55.9			f1	-6.50
*4	1.7873	1.27677					f2	-2.74
*5	-15.1422	1.70001	1.6336	23.6			f3	8.69
*6	-4.2122	0.59020					f4	2.33
7(St)	∞	0.20001					f5	-1.88
8	3.2246	1.50020	1.7550	52.3			f6	2.22
9	-8.0805	0.40417					f23	-7.40
10	-2.3252	0.60198	1.9229	18.9			f45	8.85
11	7.7324	0.16004						
*12	2.9669	1.50009	1.5339	55.9				
*13	-1.6230	0.50000						
14	∞	0.50000	1.5188	64.2				
15	∞	1.09853						
像面	∞	*						

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	2.190354E-02	9.672750E-03	1.0674937E-03	-2.9158835E-03	-9.5875193E-06	1.4246576E-04
4	0.0000000E+00	9.5250620E-03	2.0806130E-02	1.8030587E-02	8.6806552E-03	-2.2082019E-03	-5.8533254E-03
5	0.0000000E+00	7.578211E-03	-8.8911589E-03	2.2262780E-04	3.5323132E-03	1.5412693E-03	-2.4255053E-03
6	0.0000000E+00	-1.9393557E-03	3.4367199E-03	-4.6228391E-04	8.6633691E-06	3.6251209E-04	4.6002726E-04
12	0.0000000E+00	-2.6854927E-02	-5.6169777E-03	6.0156642E-03	3.1427576E-03	5.1579764E-04	1.3158408E-04
13	0.0000000E+00	-1.7193117E-03	3.0532502E-02	1.3430953E-03	-3.2534905E-03	1.6226469E-04	3.5194545E-03

[表10]

実施例10

(A)							(B)		
Si	Ri	Di	Nd _i	∠d _i	L		L		
1	15.0780	1.00010	1.7725	49.6	Bf		Bf		2.0
2	3.5849	2.41053			f		f		1.05
*3	-8.6418	1.00002	1.5339	55.9	f1		f1		-6.33
*4	1.7529	1.55171			f2		f2		-2.84
*5	-17.3481	1.30033	1.8336	23.6	f3		f3		7.77
*6	-3.9473	0.67095			f4		f4		2.46
7(St)	∞	0.20001			f5		f5		-1.92
8	3.2492	2.00649	1.7550	52.3	f6		f6		2.43
9	-3.1835	0.40414			f23		f23		-8.28
10	-2.2631	0.60198	1.9229	18.9	f45		f45		8.17
11	9.2061	0.10004							
*12	2.8017	1.50009	1.5339	55.9					
*13	-1.9654	0.50000							
14	∞	0.50008	1.5168	64.2					
15	∞	1.12508							
像面	∞	*							

(C)							RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	2.2640990E-02	9.8674636E-03	9.4672569E-04	-3.2037994E-03	3.0629965E-05	1.5570189E-04					
4	0.0000000E+00	1.0118639E-02	3.0225304E-02	2.1775019E-02	9.0362897E-03	-2.4509923E-03	-6.0858646E-03					
5	0.0000000E+00	6.9279135E-03	-4.9059337E-03	2.6546955E-03	4.3318198E-03	1.4690108E-03	-2.8401282E-03					
6	0.0000000E+00	-2.6611278E-03	4.0793282E-03	-2.4720430E-04	-2.8088451E-04	-1.6063163E-04	-4.2602080E-05					
12	0.0000000E+00	-2.5049753E-02	-5.8822194E-03	5.505889E-03	2.7285286E-03	3.2719457E-04	2.9205341E-04					
13	0.0000000E+00	-5.9254798E-03	2.9919005E-02	6.5599273E-04	-4.0293068E-03	-2.7386507E-04	3.5738004E-03					

[表11]

実施例11

(A)

Si	Ri	Di	Ndi	ν_{dij}
1	19.8204	1.65037	1.8830	40.8
2	4.0196	2.99994		
*3	39.0364	1.09917	1.5339	55.9
*4	1.6219	1.77888		
*5	-28.1292	1.87020	1.6335	23.6
*6	-4.5095	1.07554		
7(Si)	∞	0.21994		
8	3.7642	2.42012	1.6779	55.3
9	-8.8509	0.44386		
10	-2.9067	0.69649	1.9229	18.9
11	9.8419	0.16499		
*12	3.2865	2.03691	1.5339	55.9
*13	-2.1848	2.21192		
14	∞	0.30000	1.5168	64.2
15	∞	0.05853		
像面	∞	*		

(B)

L	18.9
Bf	2.5
f	1.12
f1	-6.00
f2	-3.20
f3	8.22
f4	3.22
f5	-2.37
f6	2.82
f23	-13.49
f45	15.00

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	-9.1618953E-04	-1.0480220E-03	-7.6285175E-04	-2.1553948E-04	2.2707572E-04	-5.6094758E-05
4	0.0000000E+00	-4.7639190E-03	-2.3785628E-03	-3.1100012E-04	2.8500663E-03	4.5039975E-04	-5.2206334E-04
5	0.0000000E+00	-1.2657864E-03	-2.5750575E-03	6.8657979E-04	1.2297470E-03	4.7944448E-04	-2.2597723E-04
6	0.0000000E+00	-1.0422681E-02	6.5516845E-03	9.1917831E-04	-1.2647720E-03	-8.6086094E-04	5.4614545E-04
12	0.0000000E+00	-3.3628265E-03	-4.5860184E-03	5.5109520E-04	1.3149638E-03	5.4029773E-04	-1.6634909E-04
13	0.0000000E+00	7.3445487E-03	1.2199040E-02	2.1844674E-03	-9.9048156E-05	1.9962900E-07	3.9318230E-04

[表12]

実施例 12

(A)					
Si	Ri	Di	Ndi	γ	di
1	18.7719	1.65038	1.8830	40.8	
2	4.2192	2.99994			
*3	34.5061	1.09549	1.5339	55.9	
*4	1.3926	1.80845			
*5	-23.0494	1.87022	1.6335	23.6	
*6	-4.5817	1.01344			
7(Si)	∞	0.22000			
8	3.7866	2.40969	1.6779	55.3	
9	-3.8204	0.44184			
10	-2.9290	0.69549	1.9229	18.9	
11	10.4027	0.16497			
*12	3.3129	1.98940	1.5339	55.9	
*13	-1.9817	2.19592			
14	∞	0.30000	1.5168	64.2	
15	∞	0.06803			
像面	∞	*			

(B)	
L	18.8
Bf	2.5
f	0.99
f1	-6.51
f2	-2.75
f3	8.69
f4	3.22
f5	-2.42
f6	2.67
f23	-8.58
f45	14.25

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	5.7911664E-04	-6.6379806E-04	-6.5589233E-04	-1.7111511E-04	2.3557500E-04	-6.1986275E-05
4	0.000000E+00	-6.3269412E-03	-1.8735708E-03	2.0690458E-04	3.1383771E-03	5.6997298E-04	-4.9495580E-04
5	0.000000E+00	-8.8859942E-04	-2.6682851E-03	5.9749183E-04	1.1919519E-03	4.8049613E-04	-1.7362108E-04
6	0.000000E+00	-1.0368868E-02	6.3860445E-03	8.1798995E-04	-1.2990590E-03	-8.7113010E-04	5.3781229E-04
12	0.000000E+00	-4.3064743E-03	-4.8399775E-03	5.3416883E-04	1.3396193E-03	5.6358634E-04	-1.4784939E-04
13	0.000000E+00	8.3244992E-03	1.2960182E-02	2.4778117E-03	1.3092162E-05	3.5252713E-05	3.9678846E-04

[表13]

実施例13

(A)

Si	Ri	Di	N _{eff}	ν_{dj}
1	19.4108	1.65017	1.8830	40.8
2	4.2210	2.99994		
*3	26.9795	1.08895	1.5339	55.9
*4	1.4324	1.74913		
*5	-20.8030	1.87040	1.6335	23.6
*6	-4.6173	0.88090		
7(St)	∞	0.22004		
8	3.8010	2.39372	1.6779	55.3
9	-3.7756	0.43913		
10	-2.9576	0.69143	1.9229	18.9
11	10.8080	0.16470		
*12	3.3054	1.88014	1.5339	55.9
*13	-1.9183	2.19961		
14	∞	0.30000	1.5168	64.2
15	∞	0.00045		
像面	∞	*		

(B)

L	18.4
B _f	2.4
f	0.98
f1	-6.44
f2	-2.88
f3	8.97
f4	3.20
f5	-2.46
f6	2.60
f23	-8.67
f45	13.48

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	1.3600799E-03	-4.9566783E-04	-6.0617245E-04	-1.1418786E-04	2.3880621E-04	-7.0991830E-05
4	0.000000E+00	-1.0005303E-02	-1.0185862E-03	1.1874268E-03	3.6890752E-03	7.8096094E-04	-4.7291234E-04
5	0.000000E+00	-8.6920852E-04	-2.8453992E-03	5.9242040E-04	1.2820077E-03	6.0342051E-04	-4.4211263E-05
6	0.000000E+00	-9.9929881E-03	6.3050145E-03	8.3431424E-04	-1.2058447E-03	-7.8286597E-04	5.8830193E-04
12	0.000000E+00	-4.7546954E-03	-4.8877353E-03	5.7101388E-04	1.3672240E-03	5.7840065E-04	-1.3700312E-04
13	0.000000E+00	9.6379755E-03	1.3488864E-02	2.5672676E-03	1.8558555E-05	5.1177438E-05	4.1403857E-04

[表14]

実施例14

(A)							(B)	
Si	Ri	Di	Nd _i	γ di	L		L	18.3
1	19.3963	1.65018	1.8830	40.8	Bf		Bf	2.4
2	-4.2083	2.99994			f		f	0.98
*3	27.3125	1.08708	1.5339	55.9	f1		f1	-6.41
*4	1.4325	1.69437			f2		f2	-2.87
*5	-20.3608	1.87048	1.8335	23.6	f3		f3	9.02
*6	-4.6215	0.85933			f4		f4	3.20
7(St)	∞	0.22008			f5		f5	-2.47
8	3.8030	2.38955	1.6779	55.3	f6		f6	2.58
9	-3.7560	0.43851			f23		f23	-8.42
10	-2.9681	0.69014	1.9229	18.9	f45		f45	13.19
11	10.9073	0.16461						
*12	3.3067	1.85430	1.5339	55.9				
*13	-1.9013	0.06000						
14	∞	0.30000	1.5168	64.2				
15	∞	2.19995						
像面	∞	*						

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	1.5199344E-03	-4.5767913E-04	-5.9666256E-04	-1.1240736E-04	2.4188715E-04	-7.4207454E-05
4	0.000000E+00	-1.1380017E-02	-9.8252471E-04	1.3745292E-03	3.8051900E-03	8.2004911E-04	-4.6110527E-04
5	0.000000E+00	-8.2955667E-04	-2.8594539E-03	6.1086088E-04	1.3165747E-03	6.4247393E-04	-4.0541629E-06
6	0.000000E+00	-9.8597186E-03	6.2879381E-03	8.4179728E-04	-1.1739429E-03	-7.5386509E-04	6.0273236E-04
12	0.000000E+00	-4.9369955E-03	-4.8874721E-03	5.8142545E-04	1.3714685E-03	5.7983922E-04	-1.3192975E-04
13	0.000000E+00	9.9948637E-03	1.3609862E-02	2.5823992E-03	1.8445168E-05	5.5624718E-05	4.2254966E-04

[表15]

実施例15

(A)					
Si	Ri	Di	Nd _i	ν (Å)	
1	19.1534	1.65016	1.8830	40.8	
2	4.2105	2.99994			
*3	27.6462	1.09042	1.5339	55.9	
*4	1.4168	1.74765			
*5	-20.8261	1.87033	1.6335	23.6	
*6	-4.6218	0.89922			
7(Si)	∞	0.22003			
8	3.7996	2.39665	1.6779	55.3	
9	-3.7880	0.43963			
10	-2.9502	0.69223	1.9229	18.9	
11	10.6491	0.16475			
*12	3.3061	1.89882	1.5339	55.9	
*13	-1.9350	2.17392			
14	∞	0.30000	1.5168	64.2	
15	∞	0.07082			
像面	∞	*			

(B)	
L	18.5
Bf	2.4
f	0.99
f1	-6.45
f2	-2.84
f3	8.97
f4	3.21
f5	-2.44
f6	2.62
f23	-8.44
f45	13.77

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	1.2135826E-03	-5.4827237E-04	-6.2228992E-04	-1.1839901E-04	2.3599533E-04	-6.8931254E-05
4	0.0000000E+00	-9.6585402E-03	-1.0997123E-03	1.0661618E-03	3.6200788E-03	7.6056699E-04	-4.6448677E-04
5	0.0000000E+00	-9.1054824E-04	-2.8395735E-03	5.9457548E-04	1.2634230E-03	5.8030977E-04	-6.9079319E-05
6	0.0000000E+00	-1.0207010E-02	6.2635815E-03	8.0958841E-04	-1.2345488E-03	-8.0529203E-04	5.7664724E-04
12	0.0000000E+00	-4.5547763E-03	-4.8593583E-03	5.6610998E-04	1.3617043E-03	5.7508513E-04	-1.4022249E-04
13	0.0000000E+00	8.9417253E-03	1.3287713E-02	2.5293519E-03	1.4445088E-05	4.9633691E-05	4.1054475E-04

[表16]

実施例 16

(A)						
Si	R ₀	D _i	N _{dj}	∠ d _j	(B)	
1	19.1124	1.65010	1.8830	40.8	L	18.1
2	4.0933	2.99994			B _f	2.4
*3	33.6358	1.09018	1.5339	55.9	f	0.99
*4	1.4401	1.38560			f1	-6.22
*5	-21.7237	1.87072	1.6335	23.6	f2	-2.85
*6	-4.5951	0.92811			f3	8.80
7(St)	∞	0.22003			f4	3.18
8	3.7852	2.39072	1.6779	55.3	f5	-2.52
9	-3.7298	0.43934			f6	2.56
10	-2.9860	0.69083	1.9229	18.9	f23	-7.83
11	11.7354	0.16466			f45	12.07
*12	3.2575	1.88242	1.5339	55.9		
*13	-1.8817	2.12592				
14	∞	0.30000	1.5168	64.2		
15	∞	0.07249				
像面	∞	*				

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	1.1302555E-03	-5.3976598E-04	-6.2349115E-04	-1.1101261E-04	2.3248838E-04	-7.5861402E-05
4	0.0000000E+00	-1.0522044E-02	-1.2126094E-03	1.1514267E-03	3.6998641E-03	8.0245799E-04	-4.5300885E-04
5	0.0000000E+00	-7.4230886E-04	-2.7882029E-03	6.3302767E-04	1.3127481E-03	8.2469482E-04	-3.0902174E-05
6	0.0000000E+00	-1.0109178E-02	6.1935181E-03	7.5235935E-04	-1.2684325E-03	-8.2892812E-04	5.5270229E-04
12	0.0000000E+00	-4.8789728E-03	-4.8948942E-03	5.6024397E-04	1.3410211E-03	5.9856313E-04	-1.2329386E-04
13	0.0000000E+00	1.0047645E-02	1.3538766E-02	2.5457521E-03	4.2529878E-05	1.0296145E-04	4.4379556E-04

[表17]

実施例17

(A)						
Si	Ri	Di	Nd _i	ν _{di}	(B)	
1	19.1534	1.65016	1.8830	40.8	L	18.5
2	4.2105	2.99994			Bf	2.4
*3	27.6462	1.09042	1.5339	55.9	f	0.99
*4	1.4168	1.74765			fi	-6.45
*5	-20.8261	1.87033	1.6335	23.6	f2	-2.84
*6	-4.6218	0.89922			f3	8.97
7(St)	∞	0.22003			f4	3.21
8	3.7996	2.39665	1.6779	55.3	f5	-2.44
9	-3.7880	0.43963			f6	2.62
10	-2.9502	0.69223	1.9229	18.9	f23	-8.44
11	10.6491	0.16475			f45	13.77
*12	3.3061	1.89882	1.5339	55.9		
*13	-1.9350	2.24459				
14	∞	0.30000	1.5166	64.2		
15	∞	0.00014				
像面	∞	*				

(C)							
	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.000000E+00	1.2135826E-03	-5.4827237E-04	-6.2228982E-04	-1.1839901E-04	2.3599533E-04	-6.8931254E-05
4	0.000000E+00	-9.6585402E-03	-1.0997123E-03	1.0661618E-03	3.6200788E-03	7.6065699E-04	-4.6448677E-04
5	0.000000E+00	-9.1054824E-04	-2.8395735E-03	5.8457548E-04	1.2634230E-03	5.8030977E-04	-6.9079319E-05
6	0.000000E+00	-1.0207010E-02	6.2635815E-03	8.0858841E-04	-1.2345468E-03	-8.0529203E-04	5.7664724E-04
12	0.000000E+00	-4.5547763E-03	-4.8593583E-03	5.6610998E-04	1.3617043E-03	5.7508513E-04	-1.4022249E-04
13	0.000000E+00	8.9417253E-03	1.3287713E-02	2.5293519E-03	1.4445088E-05	4.9633691E-05	4.1054475E-04

[表19]

実施例 19

(A)

Si	Ri	Di	Nd _i	ν dj
1	14.5386	1.00010	1.7725	49.6
2	3.6087	2.32583		
*3	-9.6209	1.06002	1.5339	55.9
*4	1.7543	1.31209		
*5	-15.8107	1.70001	1.6336	23.6
*6	-4.1898	0.58330		
7(St)	∞	0.20001		
8	3.2152	1.50020	1.7550	52.3
9	-3.0768	0.40418		
10	-2.3350	0.60198	1.9591	17.5
11	7.9008	0.10004		
*12	2.9551	1.50009	1.5339	55.9
*13	-1.6122	0.50000		
14	∞	0.50000	1.5168	64.2
15	∞	1.14364		
像面	∞	*		

(B)

L	14.2
Bf	2.0
f	0.96
f1	-8.47
f2	-2.70
f3	8.51
f4	2.32
f5	-1.83
f6	2.21
f23	-7.48
f45	9.54

(C)

	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8
3	0.0000000E+00	2.2029093E-02	9.6841249E-03	1.0600324E-03	-2.9248348E-03	-5.1089151E-06	1.4184556E-04
4	0.0000000E+00	8.7378422E-03	2.0512755E-02	1.7948847E-02	8.6768551E-03	-2.1839669E-03	-5.8205467E-03
5	0.0000000E+00	7.4398691E-03	-8.8937072E-03	2.2141918E-04	3.5150335E-03	1.5118150E-03	-2.4818447E-03
6	0.0000000E+00	-1.7470486E-03	3.4442680E-03	-5.1197726E-04	-4.0029098E-05	3.3501886E-04	4.5662776E-04
12	0.0000000E+00	-2.680817E-02	-5.6039222E-03	6.0178133E-03	3.1411858E-03	5.1041299E-04	1.2985840E-04
13	0.0000000E+00	-2.2011342E-03	3.0343371E-02	1.2793178E-03	-3.2740690E-03	1.5772732E-04	3.5217907E-03

[表20]

実施例	条件式																
	(1) $(R8+R9)/(R8-R9)$	(2) D9/f	(3) $(R5+R6)/(R5-R6)$	(4) $(R10+R11)/(R10-R11)$	(5) D4/f	(6) $2\phi3+2\phi5$	(7) f1/f	(8) f2/f	(9) f3/f	(10) f4/f	(11) f5/f	(12) f6/f	(13) f7/f	(14) f8/f	(15) f9/f	(16) f10/f	(17) f11/f
1	-0.04	0.39	1.05	-0.65	1.71	44.42	6.20	2.33	5.78	2.75	3.65	-3.17	12.56	2.40	-1.94	-2.10	1.30
2	-0.03	0.38	1.16	-0.65	1.78	44.42	6.49	2.29	6.22	2.79	3.64	-3.17	12.50	2.45	-1.99	-2.12	1.28
3	0.00	0.47	1.02	-0.66	2.24	44.42	6.56	2.59	7.26	3.56	3.89	-3.97	13.29	2.89	-2.50	-2.70	1.51
4	-0.01	0.26	1.70	-1.12	0.93	44.42	3.90	2.46	6.71	1.89	2.28	-2.54	10.45	2.91	-2.93	-2.11	1.10
5	0.10	0.51	0.36	-0.60	1.79	44.42	7.57	2.34	8.57	3.32	4.27	-4.14	17.80	3.10	-2.58	-3.03	1.39
6	0.11	0.50	1.89	-0.91	2.31	44.42	8.64	2.81	12.34	3.22	5.12	-3.99	20.05	3.25	-2.52	-3.43	1.12
7	-0.05	0.38	1.55	-0.66	1.93	44.42	5.66	2.52	7.77	2.72	3.61	-3.37	15.43	2.87	-2.72	-2.15	1.38
8	0.02	0.43	1.79	-0.55	1.28	42.51	6.44	2.94	9.34	2.50	3.54	-3.31	13.86	2.37	-1.74	-2.04	1.94
9	0.02	0.42	1.77	-0.54	1.33	42.51	6.77	2.85	9.05	2.43	3.76	-3.22	14.97	2.31	-1.69	-1.96	1.86
10	0.01	0.39	1.59	-0.61	1.48	42.51	6.04	2.52	7.42	2.35	3.42	-3.04	14.39	2.32	-1.88	-1.83	1.67
11	-0.01	0.40	1.38	-0.54	1.59	42.52	5.35	2.86	7.33	2.87	3.58	-3.43	17.67	2.52	-1.95	-2.11	1.45
12	0.00	0.44	1.50	-0.56	1.82	42.52	6.55	2.77	8.73	3.24	4.24	-3.84	18.86	2.69	-1.99	-2.43	1.40
13	0.00	0.45	1.57	-0.57	1.78	42.52	6.55	2.93	9.12	3.26	4.29	-3.84	19.75	2.64	-1.95	-2.50	1.46
14	0.01	0.45	1.59	-0.57	1.73	42.52	6.55	2.94	9.22	3.26	4.30	-3.84	19.82	2.64	-1.94	-2.52	1.46
15	0.00	0.45	1.57	-0.57	1.77	42.52	6.53	2.87	9.09	3.25	4.26	-3.84	19.40	2.65	-1.96	-2.48	1.44
16	0.01	0.45	1.54	-0.59	1.40	42.52	6.30	2.89	8.92	3.22	4.15	-3.78	19.37	2.59	-1.91	-2.56	1.46
17	0.00	0.45	1.57	-0.57	1.77	42.52	6.53	2.87	9.09	3.25	4.26	-3.84	19.40	2.65	-1.96	-2.48	1.44
18	-0.01	0.39	1.38	-0.54	1.55	41.09	5.23	2.79	7.15	2.81	3.50	-3.35	17.32	2.46	-1.90	-1.99	1.41
19	0.02	0.42	1.72	-0.54	1.37	41.08	6.76	2.82	8.89	2.42	3.77	-3.21	15.18	2.30	-1.68	-1.91	1.63

[表21]

実施例	条件式								
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)
	$r10/f$	$(D4+D5)/f$	$f/r5$	$f/r3$	$f23/f$	$f45/f$	L/f	Bf/f	$(R1+R2)/(R1-R2)$
1	-2.40	3.32	-0.01	0.18	-19.20	13.85	14.10	1.92	1.82
2	-2.42	3.49	-0.02	0.21	-14.17	13.27	14.18	2.00	1.82
3	-3.05	4.29	0.00	0.34	-16.97	17.68	17.90	2.43	1.83
4	-1.82	2.02	-0.08	-0.47	-6.56	4.27	10.39	1.87	1.56
5	-3.57	3.91	0.06	0.48	-5.79	11.77	18.75	2.79	1.63
6	-3.33	4.17	-0.06	-1.41	-5.94	8.88	18.74	2.53	1.69
7	-2.43	3.53	-0.06	0.08	-9.33	9.50	16.54	2.20	1.61
8	-2.49	3.10	-0.06	0.65	-7.74	9.26	15.08	2.07	1.69
9	-2.42	3.10	-0.06	0.68	-7.72	9.22	14.72	2.01	1.67
10	-2.16	2.72	-0.06	0.73	-7.90	7.80	14.03	1.87	1.62
11	-2.59	3.25	-0.04	-0.15	-12.03	13.37	16.87	2.20	1.51
12	-2.95	3.70	-0.04	-0.19	-8.63	14.33	18.93	2.48	1.58
13	-3.01	3.68	-0.05	-0.24	-8.82	13.72	18.75	2.44	1.56
14	-3.03	3.64	-0.05	-0.23	-8.61	13.47	18.71	2.45	1.55
15	-2.99	3.66	-0.05	-0.23	-8.54	13.94	18.75	2.47	1.56
16	-3.03	3.30	-0.05	-0.18	-7.94	12.23	18.35	2.43	1.55
17	-2.99	3.66	-0.05	-0.23	-8.54	13.94	18.75	2.47	1.56
18	-2.53	3.19	-0.04	-0.15	-11.87	15.23	16.62	2.27	1.51
19	-2.44	3.14	-0.06	0.67	-7.81	9.96	14.82	2.06	1.66

[0219] 上記実施例1～19の撮像レンズにおいて、第1レンズL1、第4レンズL4および第5レンズL5はガラス球面レンズであり、第2レンズL2、第3レンズL3および第6レンズL6はプラスチック非球面レンズである。

[0220] 上記実施例1～19に係る撮像レンズの各収差図をそれぞれ、図22(A)～図22(D)、図23(A)～図23(D)、図24(A)～図24(D)、図25(A)～図25(D)、図26(A)～図26(D)、図27(A)～図27(D)、図28(A)～図28(D)、図29(A)～図29(D)、図30(A)～図30(D)、図31(A)～図31(D)、図32(A)～図32(D)、図33(A)～図33(D)、図34(A)～図34(D)、図35(A)～図35(D)、図36(A)～図36(D)、図37(A)～図37(D)、図38(A)～図38(D)、図39(A)～図39(D)、図40(A)～図40(D)に示す。

[0221] 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22(A)、図22(B)、図22(C)および図22(D)はそれぞれ、実施例1に係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）および倍率色収差（倍率の色収差）の収差図を示す。球面収差図のF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、 $0 \leq \phi \leq \omega$ ）を用いて、理想像高を $2f \times \tan(\phi/2)$ とし、それからのずれ量を示す。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）、正弦条件違反量（SNCと表記）についての収差も示し、倍率色収差図にはF線、C線についての収差を示す。倍率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。

[0222] 以上のデータから分かるように、実施例1～19の撮像レンズは、6枚という少ないレンズ枚数で構成され、小型で安価に作製可能である上、全画角が約178～208度と非常に広い画角を達成し、Fナンバーが2.0と小さく、各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。

[0223] [撮像装置の実施形態]

図41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41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係る撮像装置であり、本発明の実施例の撮像レンズと、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。

[0224] 本発明の実施例に係る撮像レンズは、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も小型で安価に構成でき、広い画角を有し、結像領域周辺部まで良好な映像を得ることができる。

。

[0225] 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、屈折率およびアッペ数の値は、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。

[0226] なお、上記した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第2レンズL2～第6レンズL6を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。

[0227] 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。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、負の第1レンズと、負の第2レンズと、正の第3レンズと、正の第4レンズと、負の第5レンズと、正の第6レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、

下記条件式(1)および(6)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-0.61 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.44 \quad \dots \quad (1)$$

$$38.1 < \nu d3 + \nu d5 < 45.1 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

R8：前記第4レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第4レンズの像側の面の曲率半径

$\nu d3$ ：前記第3レンズの材質のd線に対するアッベ数

$\nu d5$ ：前記第5レンズの材質のd線に対するアッベ数

[請求項2] 物体側から順に、負の第1レンズと、負の第2レンズと、正の第3レンズと、正の第4レンズと、負の第5レンズと、正の第6レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、

下記条件式(1-1)および(1-2)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-0.11 < (R8 + R9) / (R8 - R9) \quad \dots \quad (1-1)$$

$$R9 / f < -2.9 \quad \dots \quad (1-2)$$

ただし、

R8：前記第4レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第4レンズの像側の面の曲率半径

f：全系の焦点距離

[請求項3] 物体側から順に、負の第1レンズと、負の第2レンズと、正の第3レンズと、正の第4レンズと、負の第5レンズと、正の第6レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、

下記条件式（１－２）および（４）を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-0.075 < (R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.11 \quad \dots \quad (1-2)$$

$$-1.04 < (R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.34 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

R 8：前記第４レンズの物体側の面の曲率半径

R 9：前記第４レンズの像側の面の曲率半径

R 1 0：前記第５レンズの物体側の面の曲率半径

R 1 1：前記第５レンズの像側の面の曲率半径

[請求項４]

物体側から順に、負の第１レンズと、負の第２レンズと、正の第３レンズと、正の第４レンズと、負の第５レンズと、正の第６レンズとの実質的に６枚のレンズからなり、

前記第３レンズの物体側の面が凹面であり、

下記条件式（１－３）および（４－１）を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R 8：前記第４レンズの物体側の面の曲率半径

R 9：前記第４レンズの像側の面の曲率半径

R 1 0：前記第５レンズの物体側の面の曲率半径

R 1 1：前記第５レンズの像側の面の曲率半径

[請求項５]

物体側から順に、負の第１レンズと、負の第２レンズと、正の第３レンズと、正の第４レンズと、負の第５レンズと、正の第６レンズとの実質的に６枚のレンズからなり、

前記第3レンズの物体側の面が凹面であり、
 前記第4レンズが両凸レンズであり、
 前記第5レンズが両凹レンズであり、
 下記条件式(1-3)および(4-1)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(R8 + R9) / (R8 - R9) < 0.17 \quad \dots \quad (1-3)$$

$$(R10 + R11) / (R10 - R11) < -0.35 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

R8：前記第4レンズの物体側の面の曲率半径

R9：前記第4レンズの像側の面の曲率半径

R10：前記第5レンズの物体側の面の曲率半径

R11：前記第5レンズの像側の面の曲率半径

[請求項6] 下記条件式(19)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1項記載の撮像レンズ。

$$1 < (D4 + D5) / f < 6 \quad \dots \quad (19)$$

ただし、

D4：前記第2レンズと前記第3レンズとの光軸上の空気間隔

D5：前記第3レンズの中心厚

f：全系の焦点距離

[請求項7] 下記条件式(19-3)を満足することを特徴とする請求項6記載の撮像レンズ。

$$1.9 < (D4 + D5) / f < 4.4 \quad \dots \quad (19-3)$$

ただし、

D4：前記第2レンズと前記第3レンズとの光軸上の空気間隔

D5：前記第3レンズの中心厚

f：全系の焦点距離

[請求項8] 下記条件式(20)を満足することを特徴とする請求項1から7の

いずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$-1 < f / R_5 < 1 \quad \dots \quad (20)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R_5 : 前記第 3 レンズの物体側の面の曲率半径

[請求項9] 下記条件式 (20-2) を満足することを特徴とする請求項 8 記載の撮像レンズ。

$$-0.5 < f / R_5 < 0.5 \quad \dots \quad (20-2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R_5 : 前記第 3 レンズの物体側の面の曲率半径

[請求項10] 下記条件式 (21) を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$-3 < f / R_3 < 3 \quad \dots \quad (21)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R_3 : 前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径

[請求項11] 下記条件式 (21-2) を満足することを特徴とする請求項 10 記載の撮像レンズ。

$$-2.0 < f / R_3 < 1.5 \quad \dots \quad (21-2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

R_3 : 前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径

[請求項12] 下記条件式 (22) を満足することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$-3.0 < f_{23} / f < -3 \quad \dots \quad (22)$$

ただし、

f_{23} : 前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

[請求項13] 下記条件式 (22-2) を満足することを特徴とする請求項12記載の撮像レンズ。

$$-2.0 < f_{23} / f < -0.5 \quad \dots \quad (22-2)$$

ただし、

f_{23} : 前記第2レンズおよび前記第3レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

[請求項14] 下記条件式 (23) を満足することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$2 < f_{45} / f < 2.5 \quad \dots \quad (23)$$

ただし、

f_{45} : 前記第4レンズおよび前記第5レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

[請求項15] 下記条件式 (23-2) を満足することを特徴とする請求項14記載の撮像レンズ。

$$4 < f_{45} / f < 2.0 \quad \dots \quad (23-2)$$

ただし、

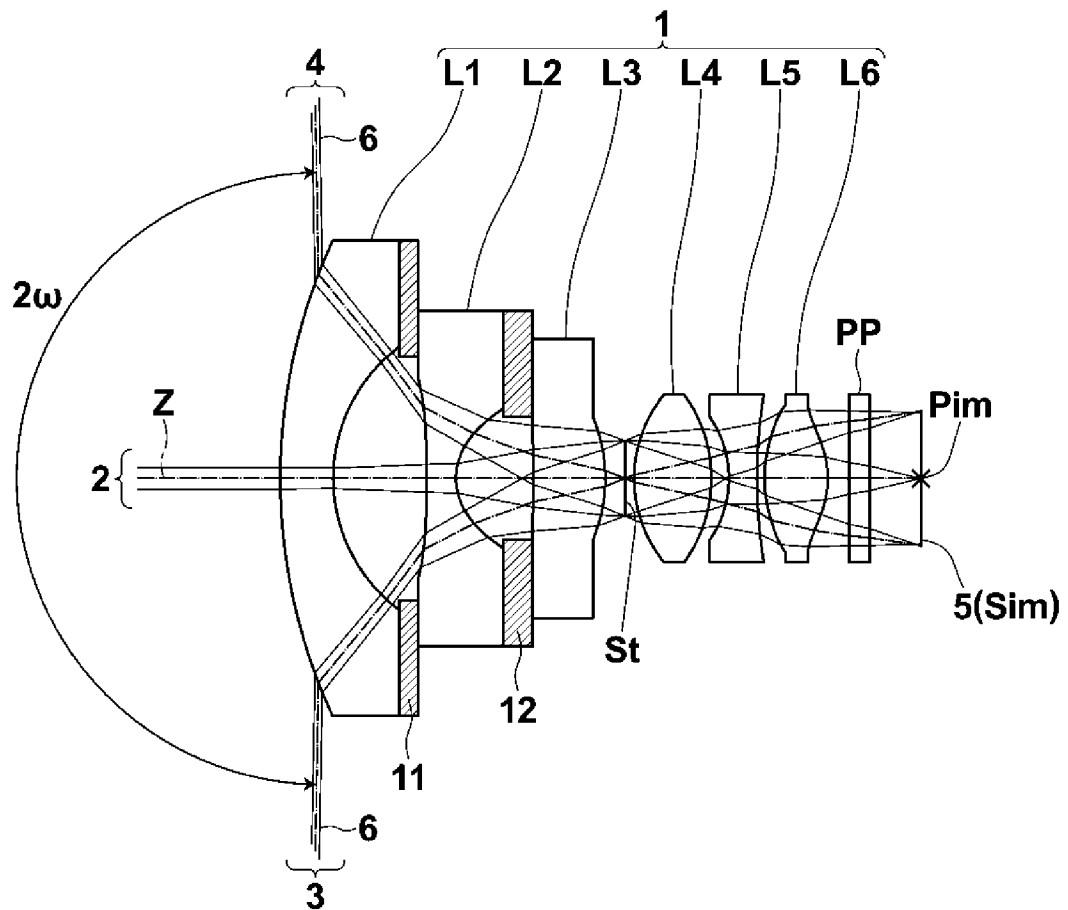
f_{45} : 前記第4レンズおよび前記第5レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

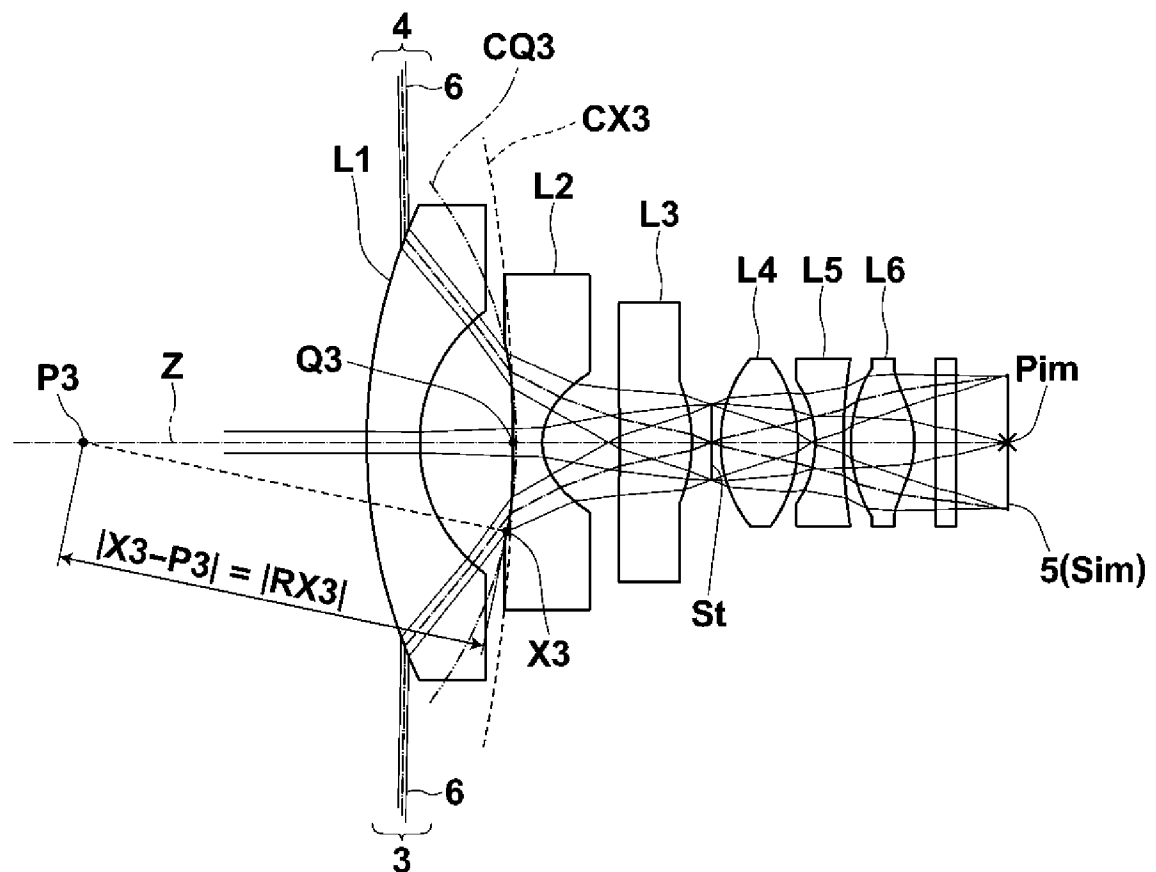
[請求項16] 前記第3レンズと前記第4レンズとの間に絞りが配置されていることを特徴とする請求項1から15のいずれか1項記載の撮像レンズ。

[請求項17] 請求項1から16のいずれか1項記載の撮像レンズを搭載した撮像装置。

[図1]

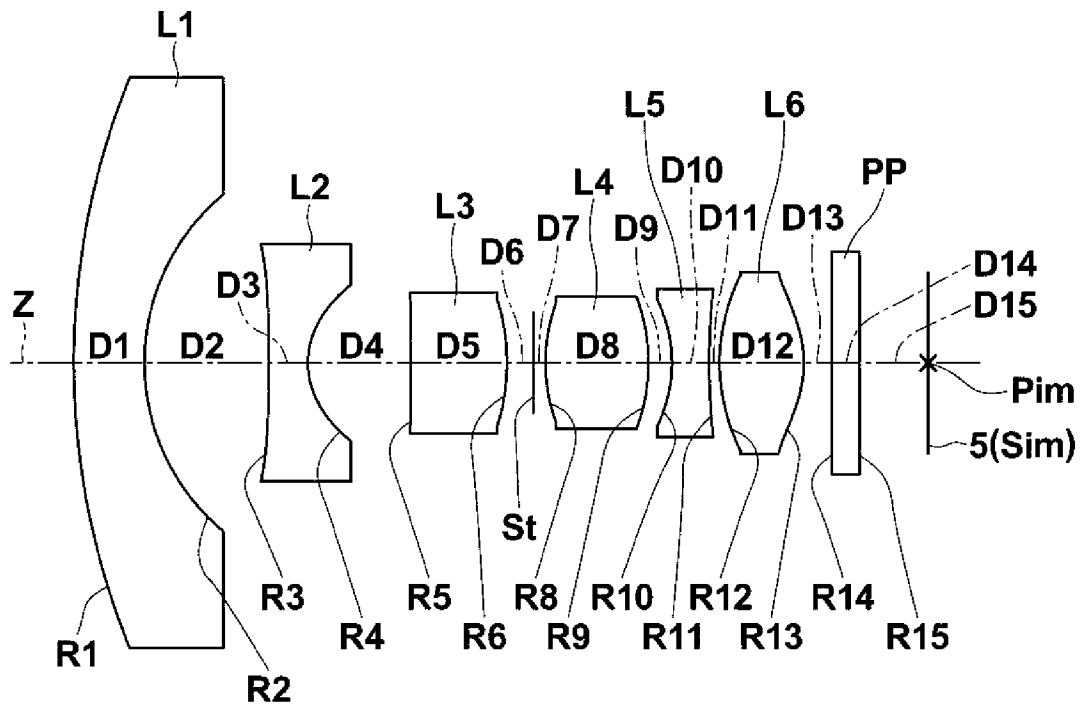


[図2]



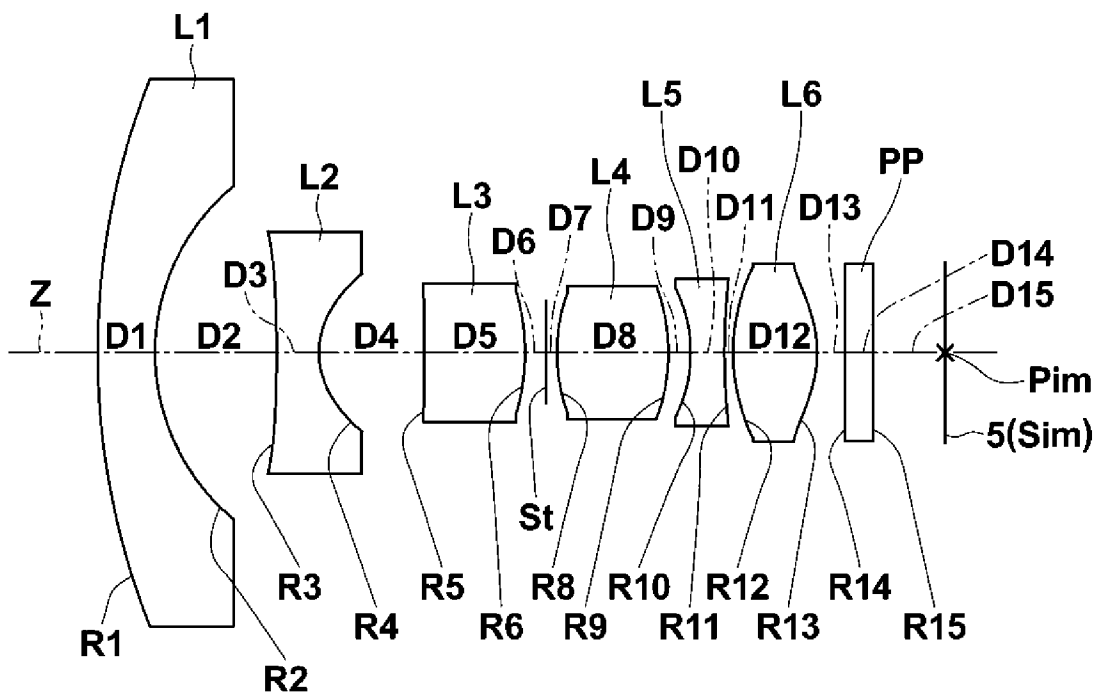
[図3]

実施例1



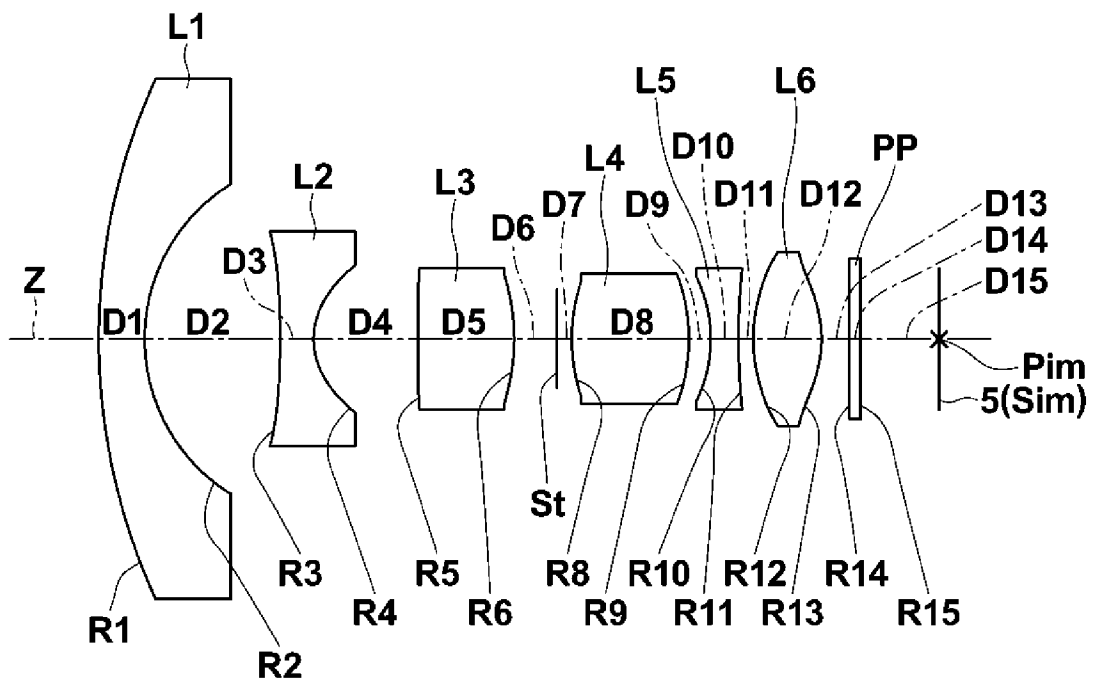
[図4]

実施例2



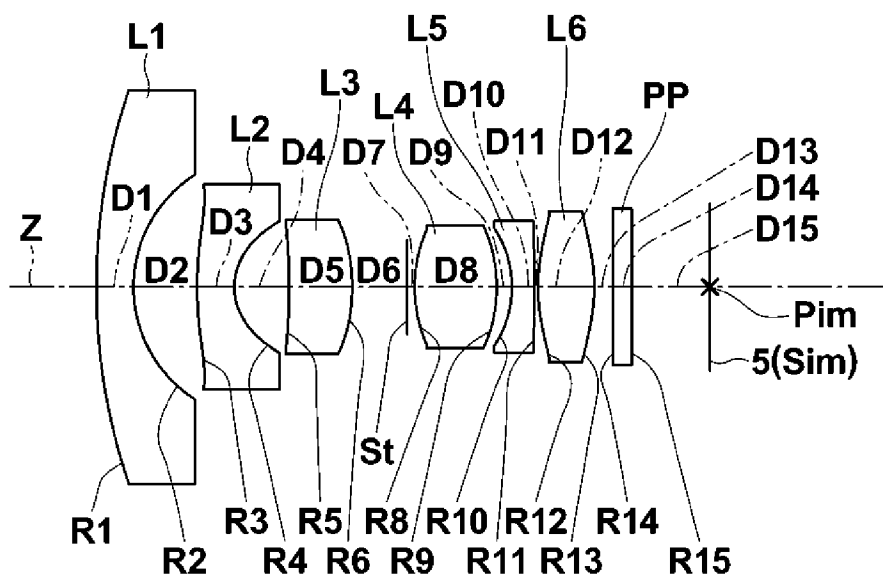
[図5]

実施例3

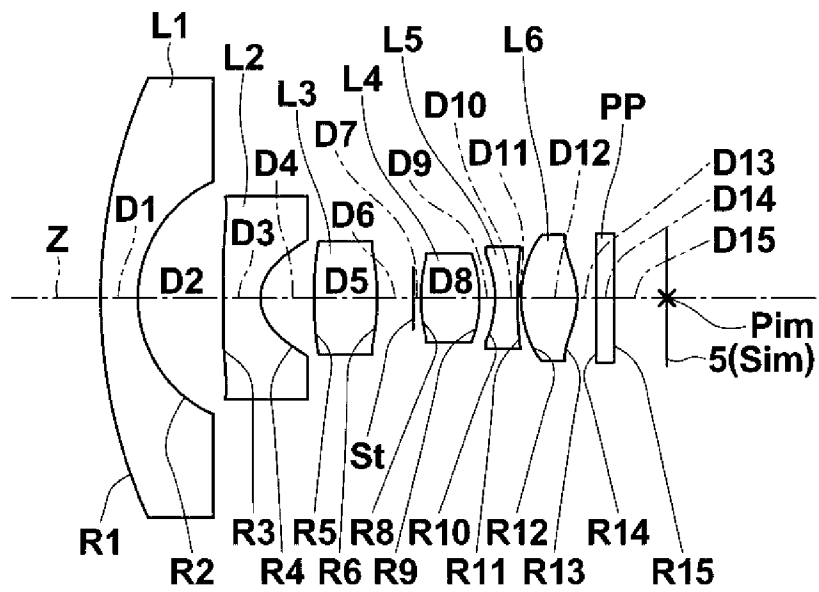


[図6]

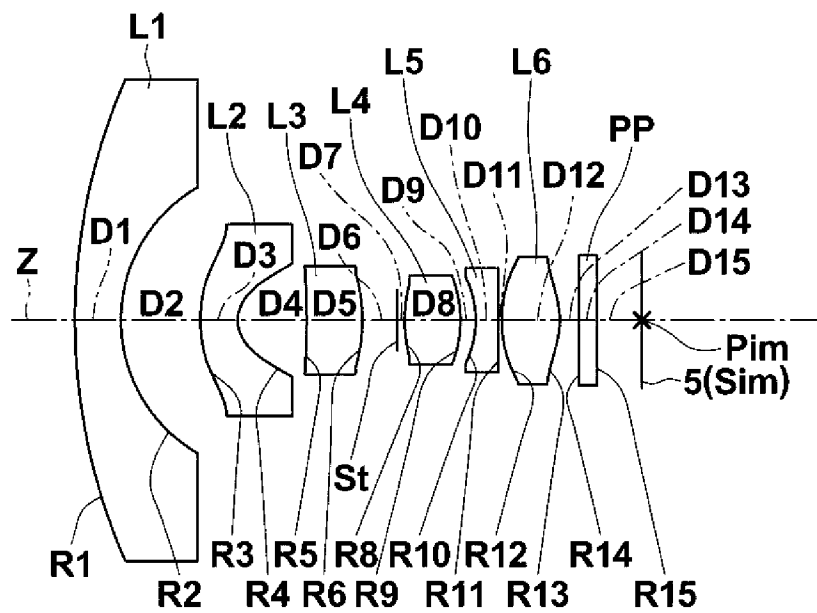
実施例4



[図7]

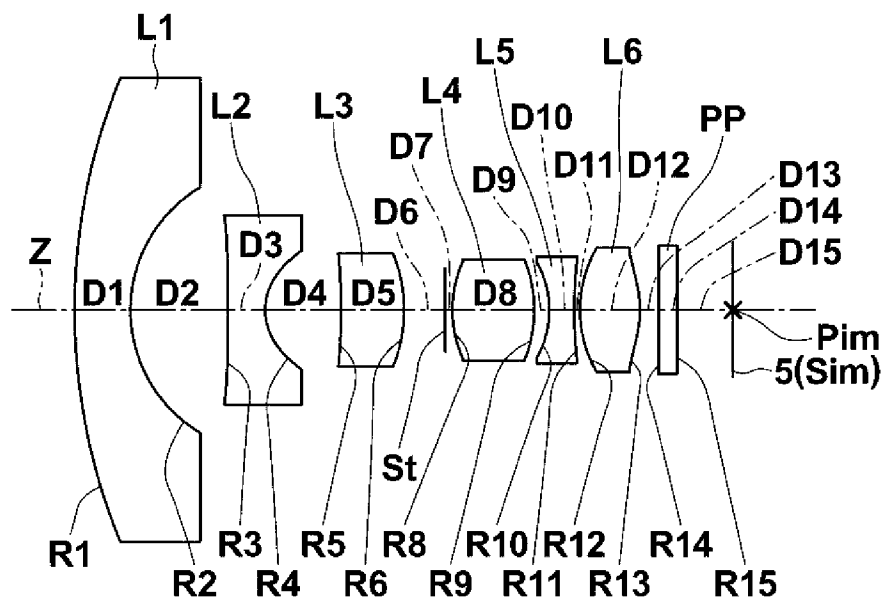
実施例5

[図8]

実施例6

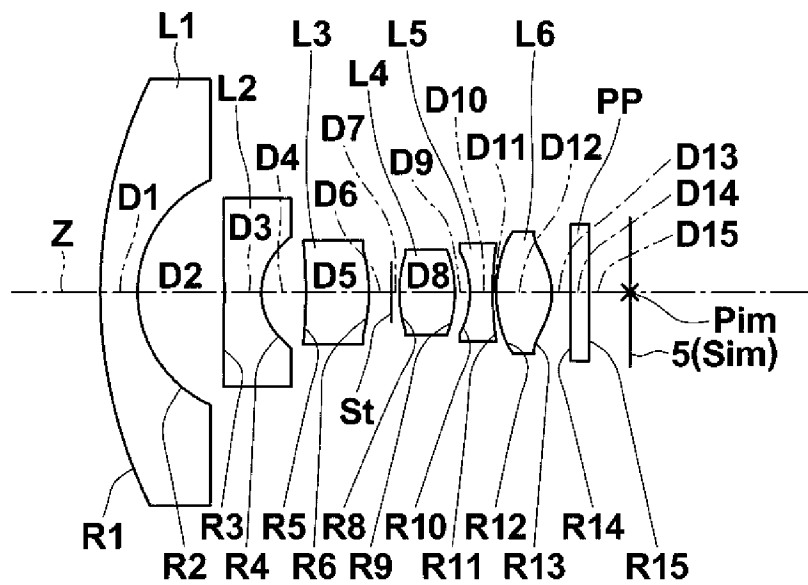
[図9]

実施例7



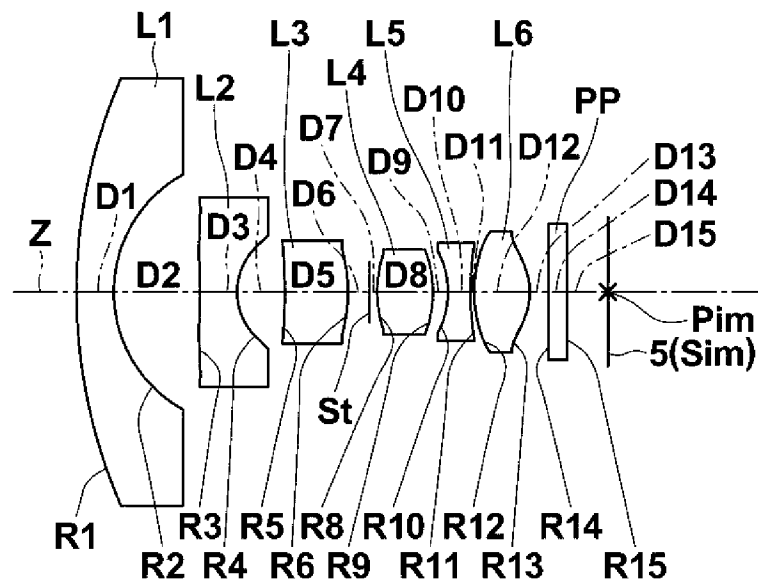
[図10]

実施例8



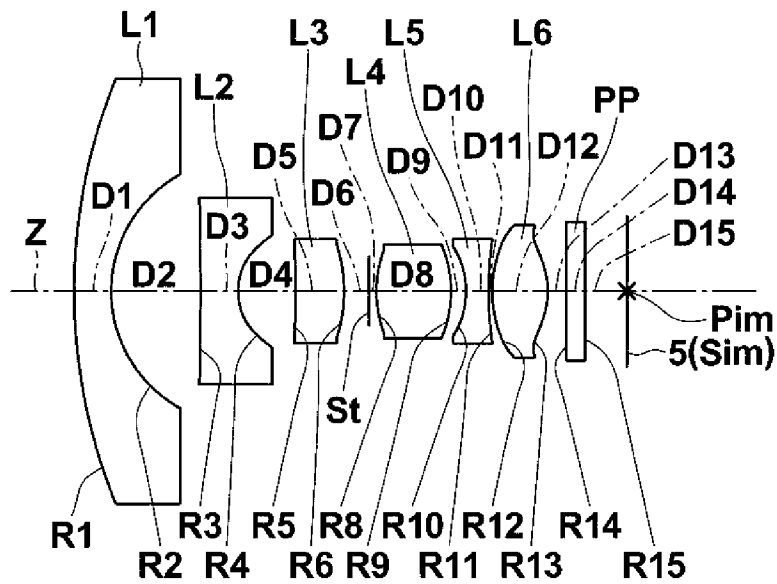
[図11]

実施例9



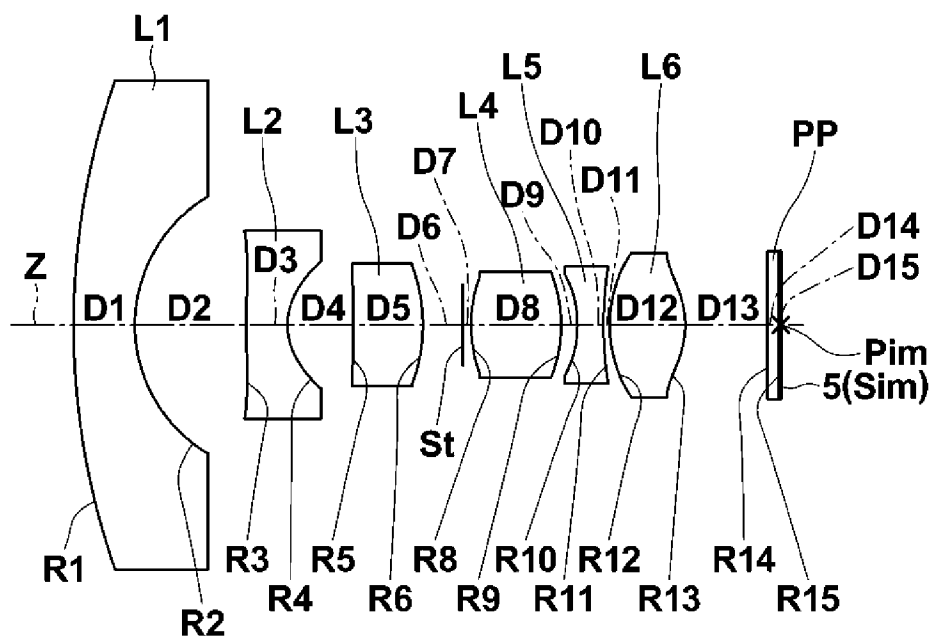
[図12]

実施例10



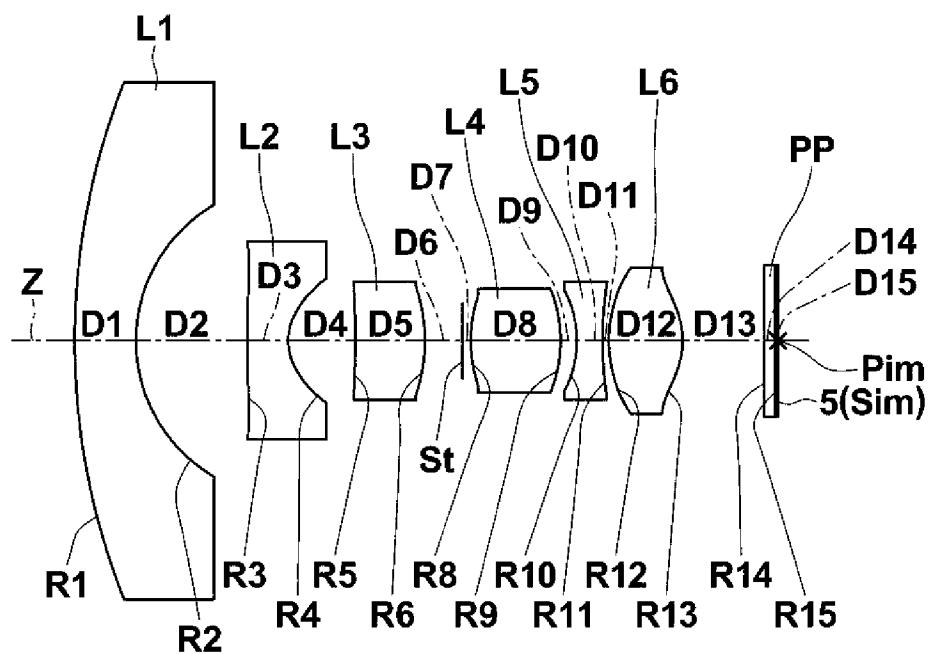
[図13]

実施例11



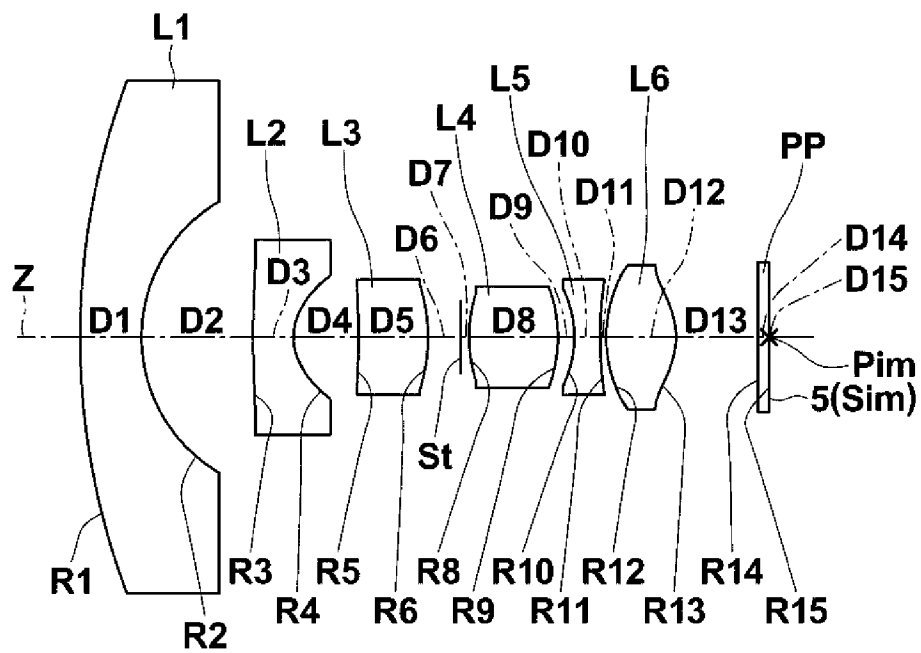
[図14]

実施例12



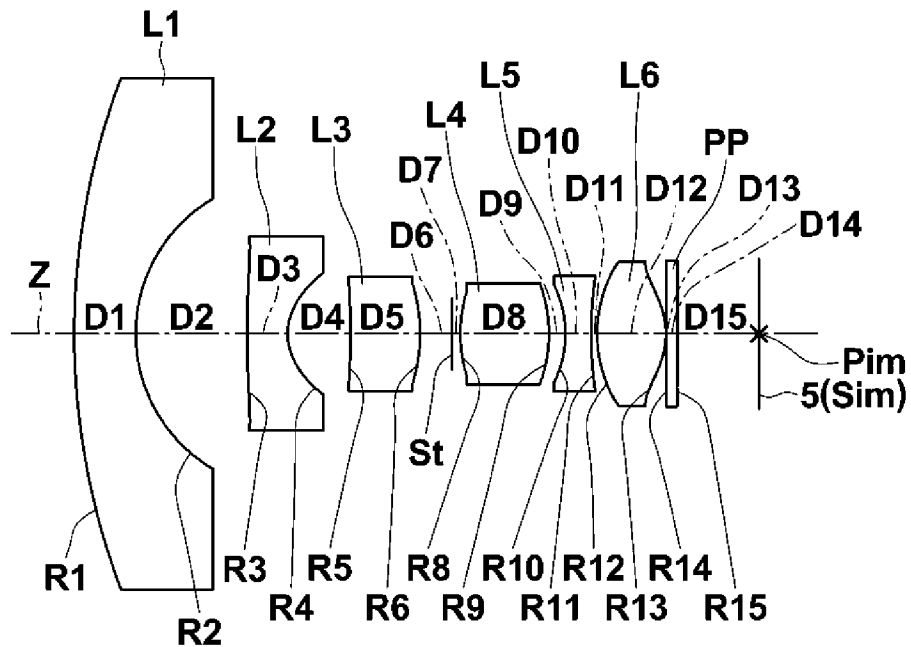
[図15]

実施例13



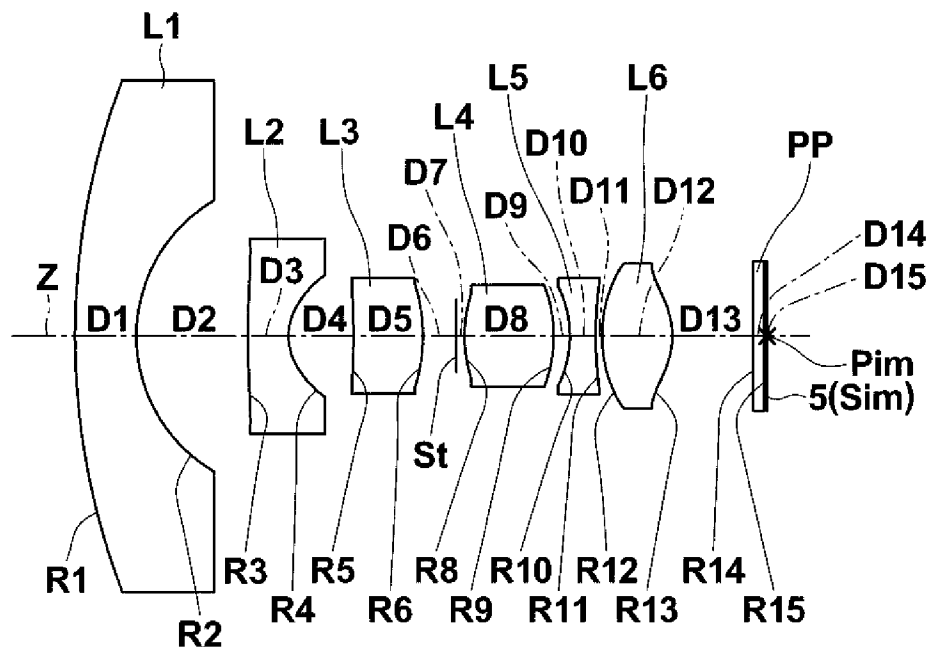
[図16]

実施例14



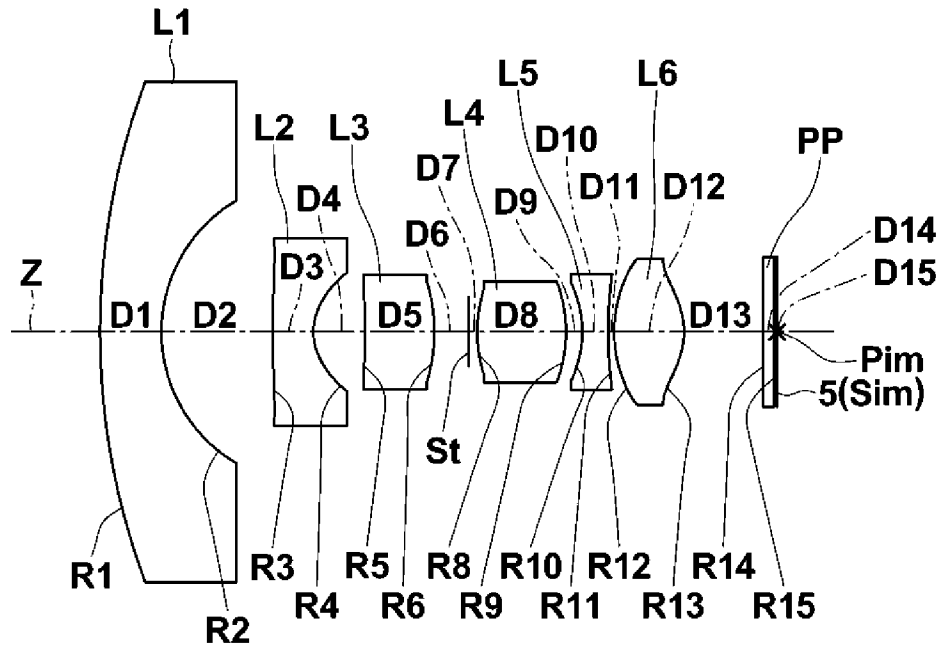
[図17]

実施例15

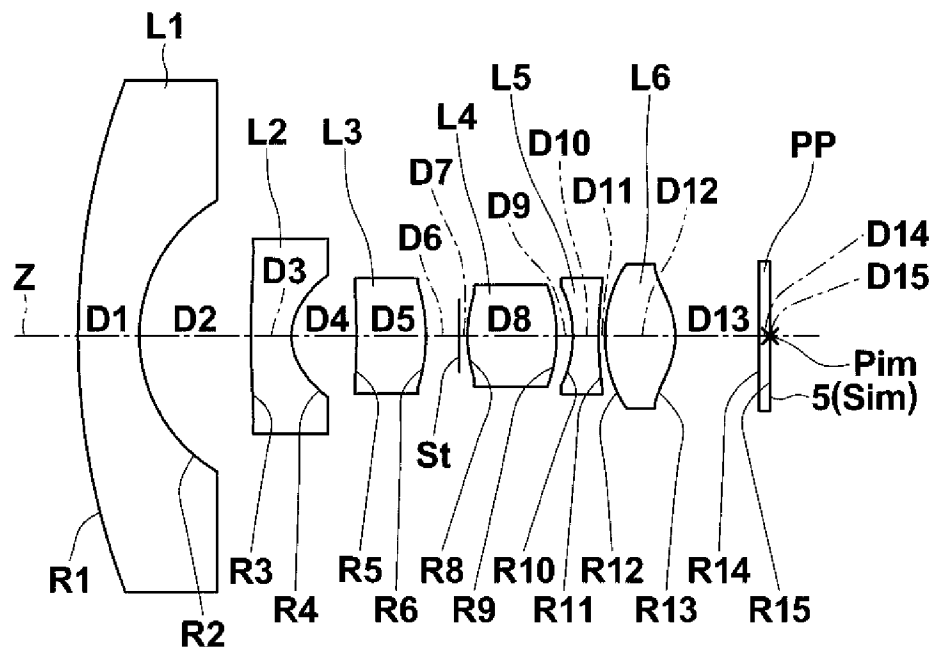


[図18]

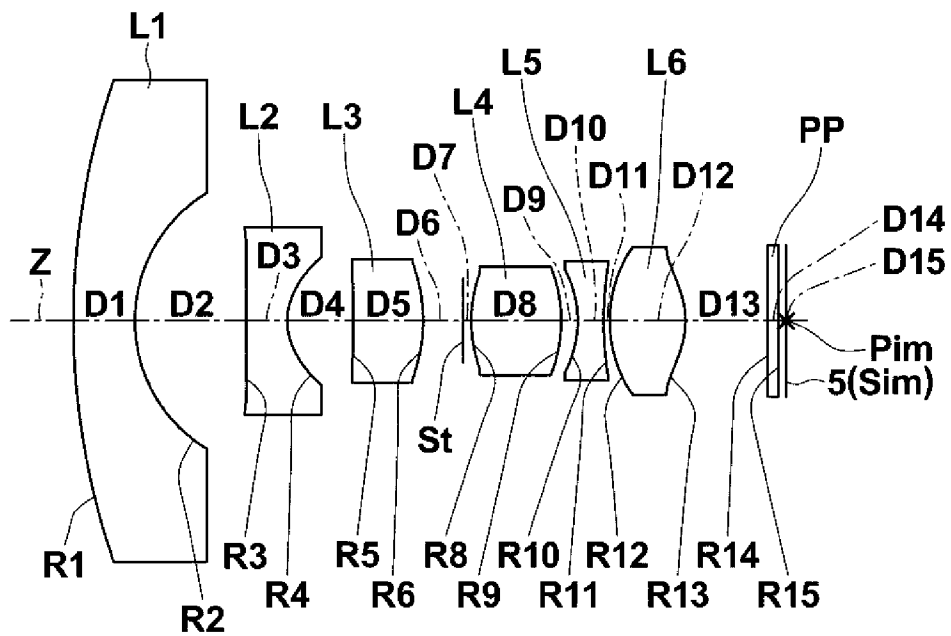
実施例16



[図19]

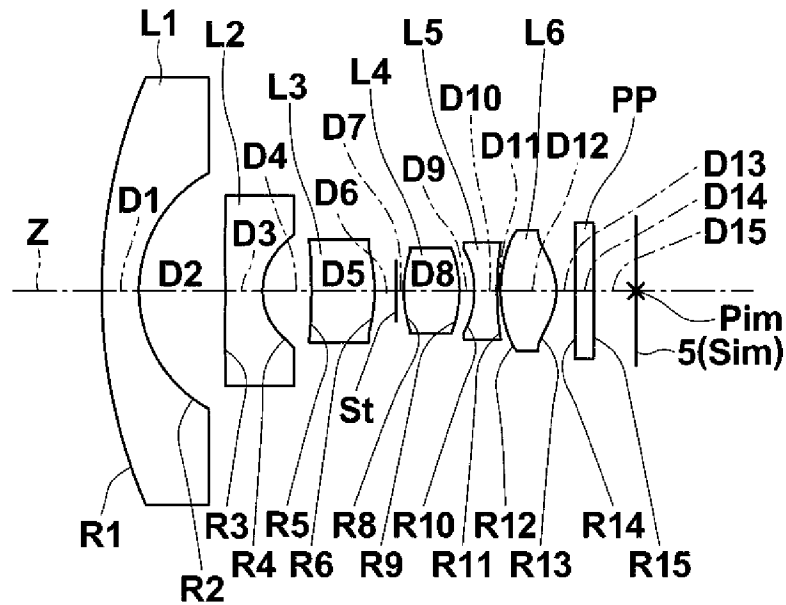
実施例17

[図20]

実施例18

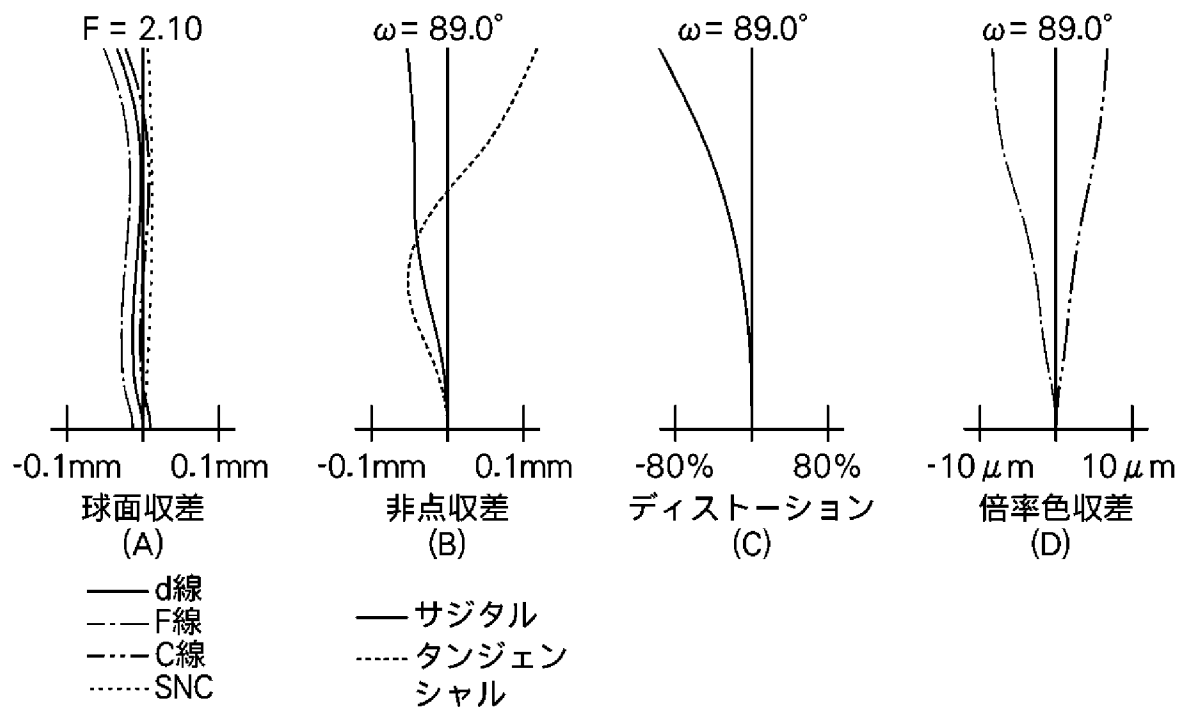
[図21]

実施例19

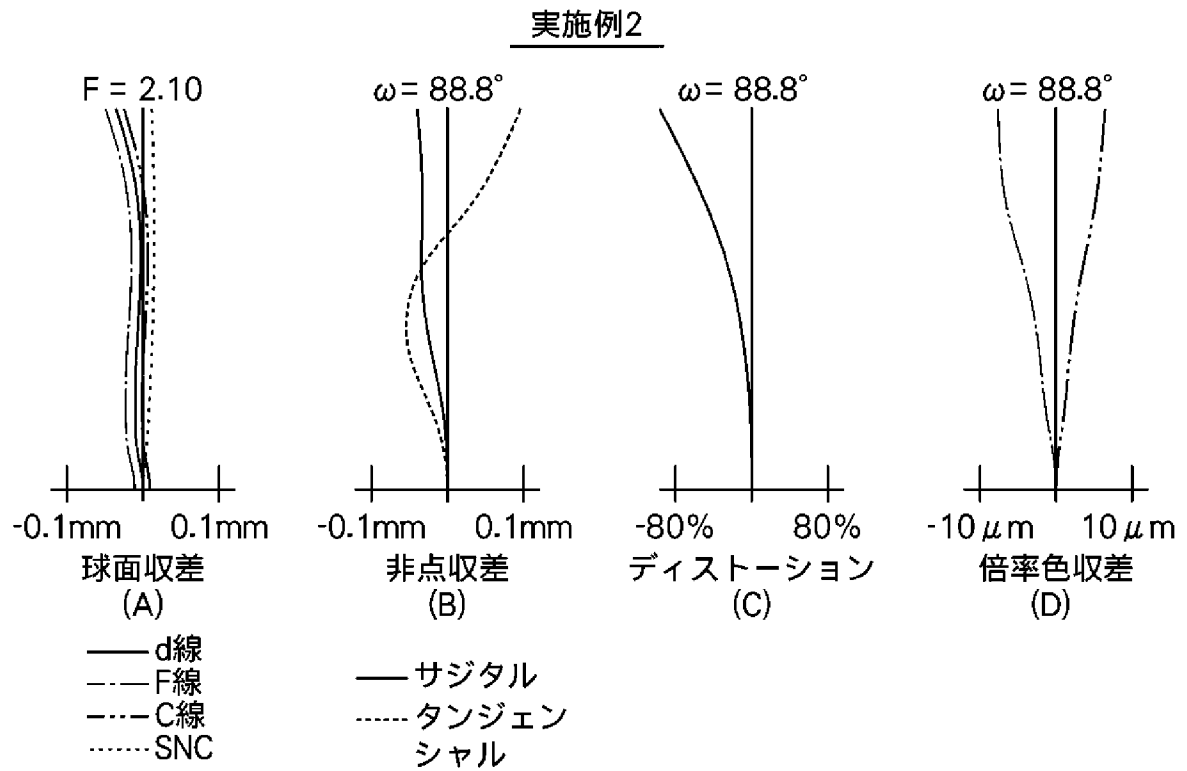


[図22]

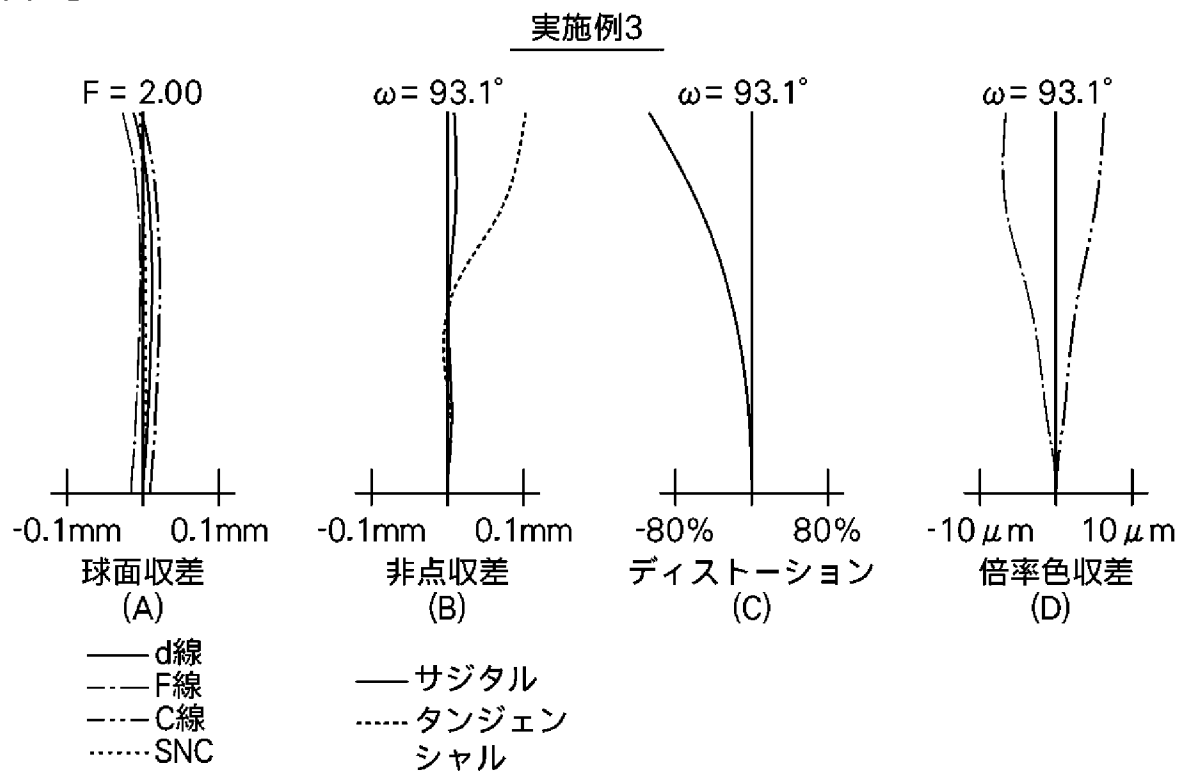
実施例1



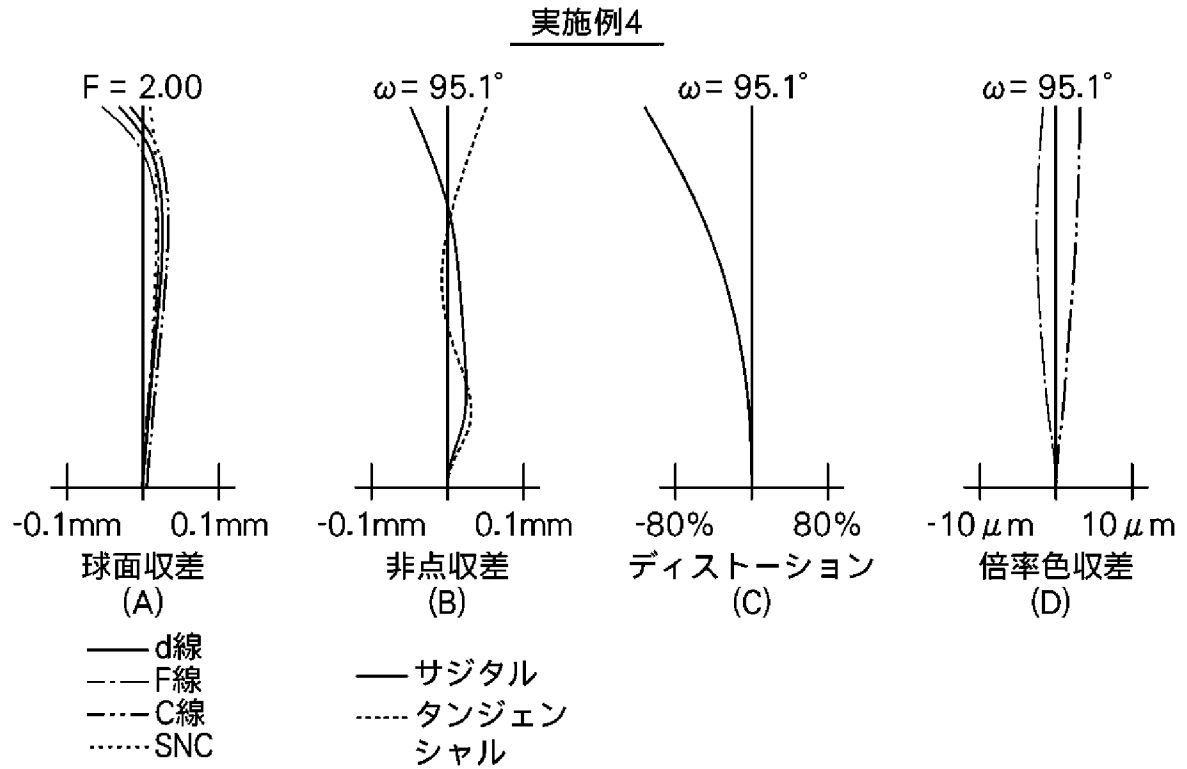
[図23]



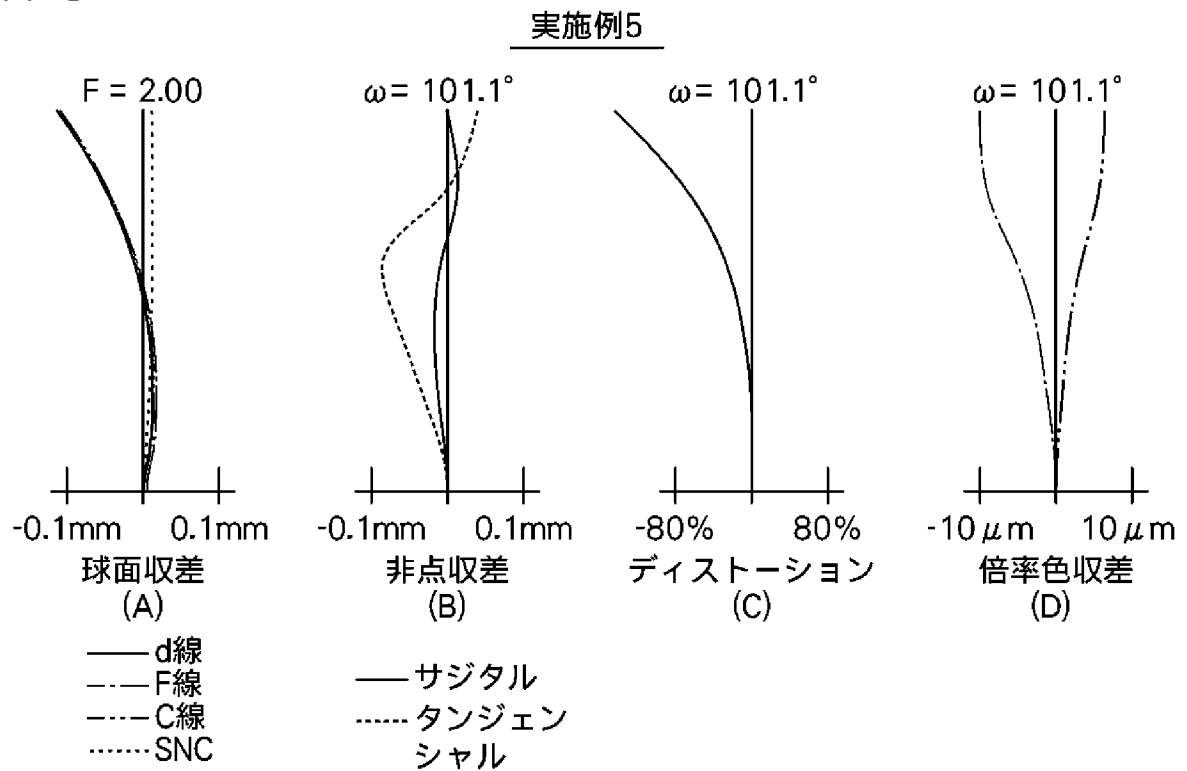
[図24]



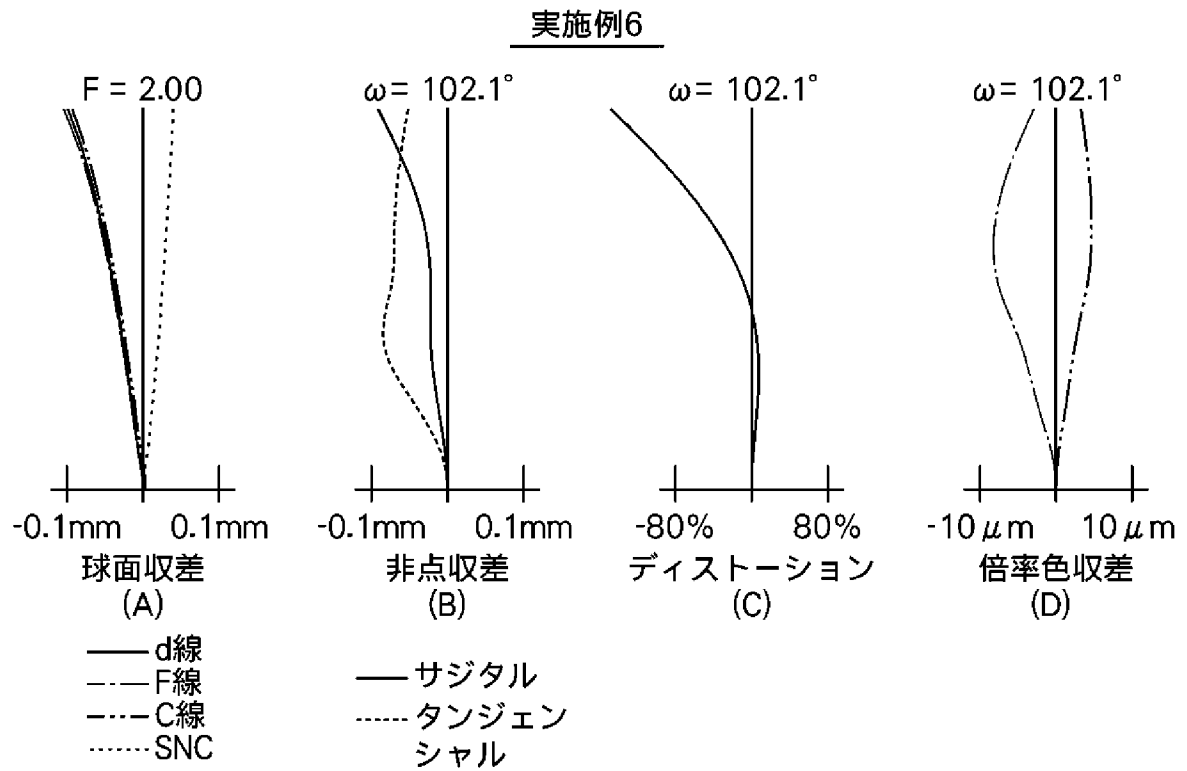
[図25]



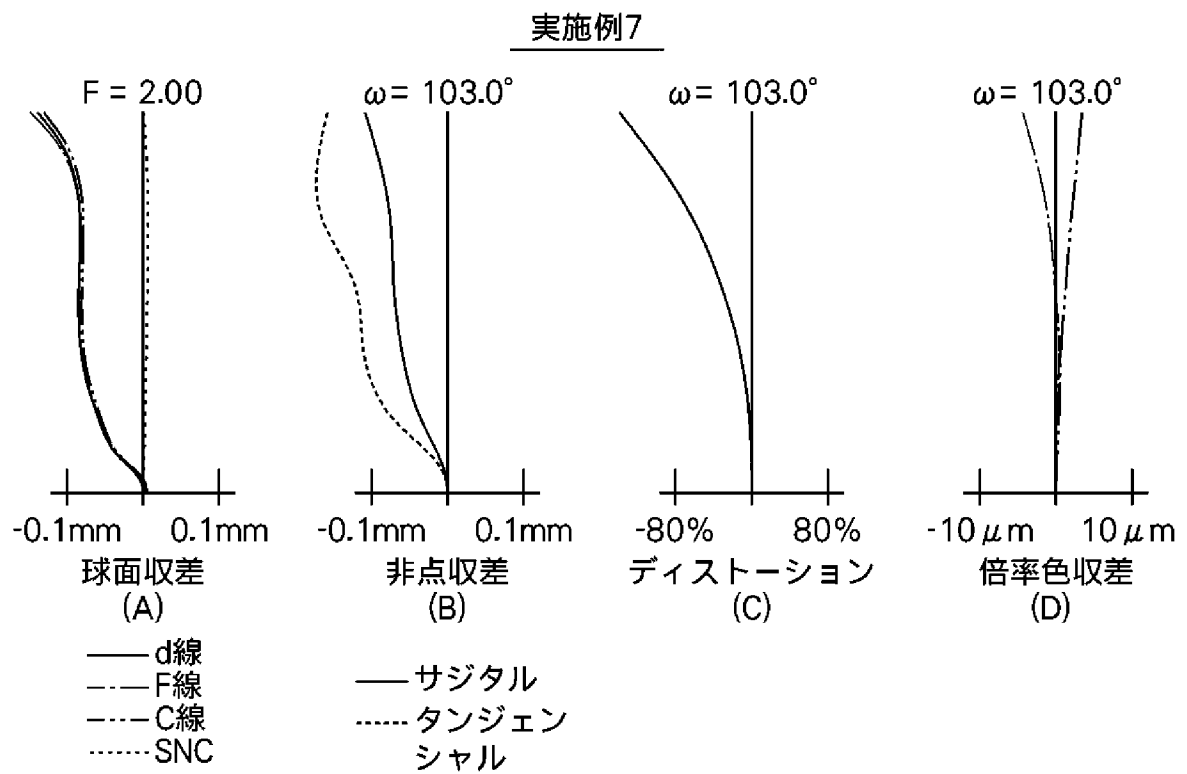
[図26]



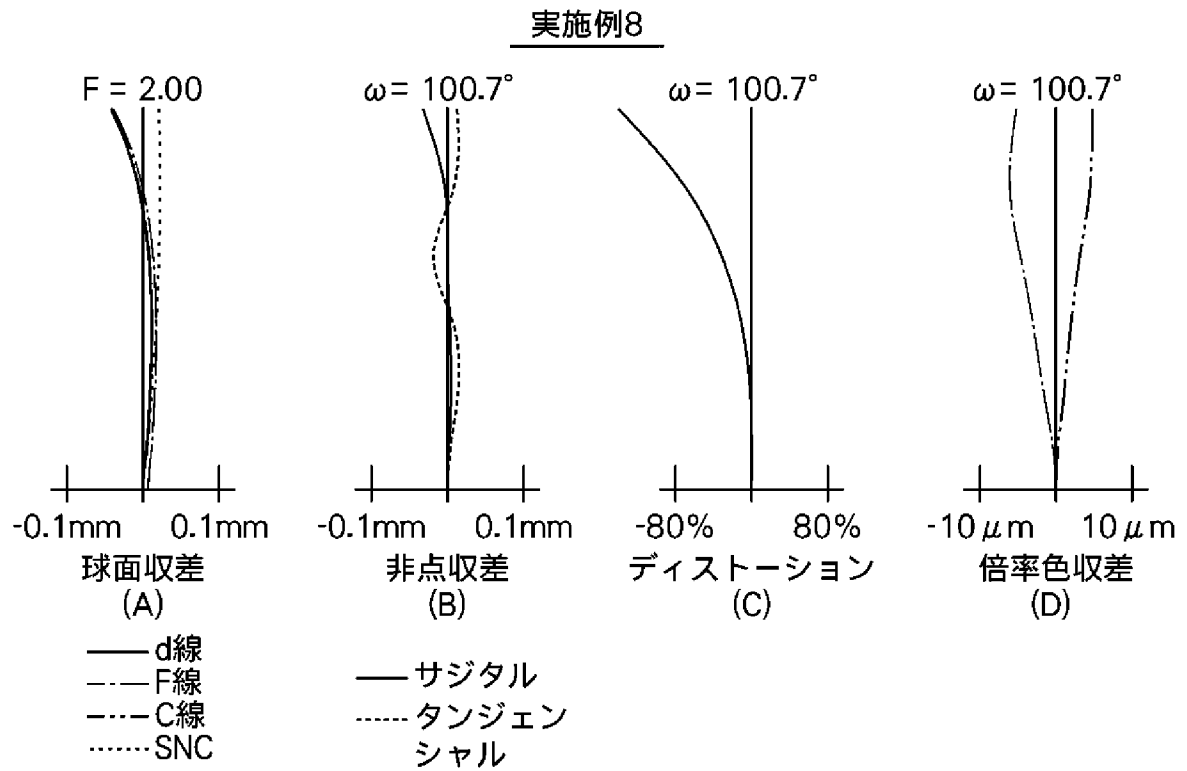
[図27]



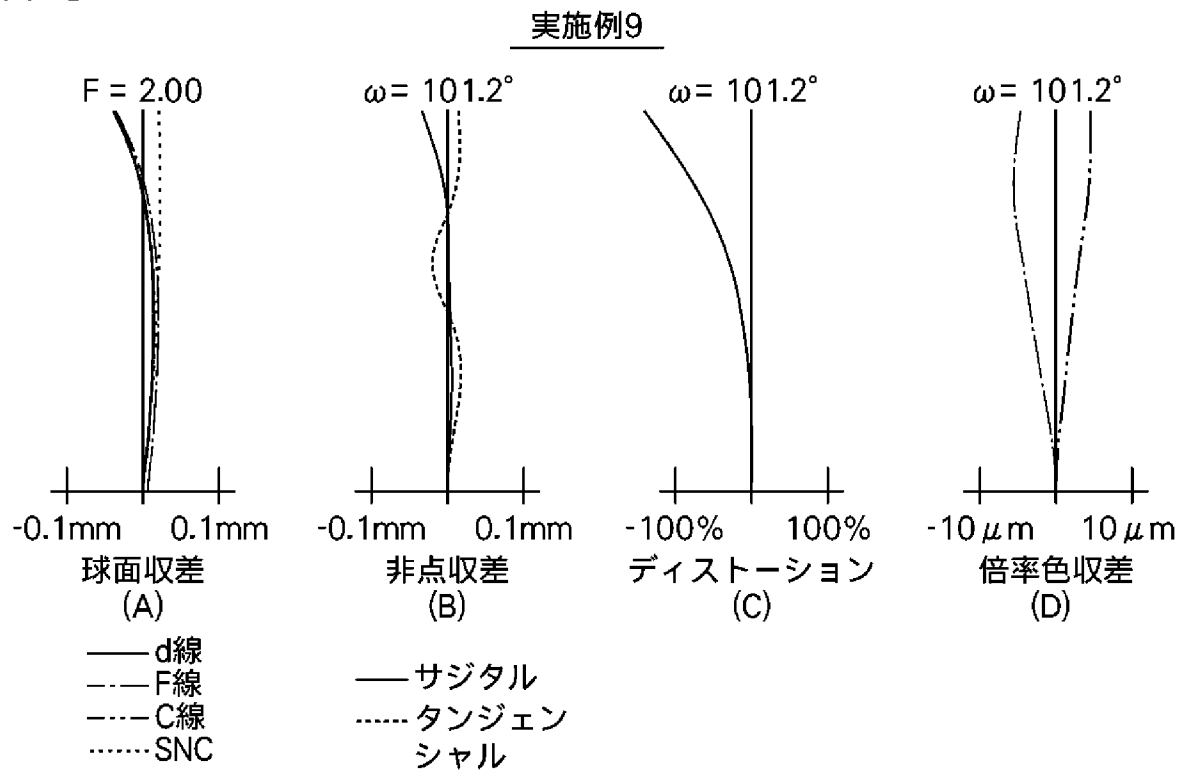
[図28]



[図29]

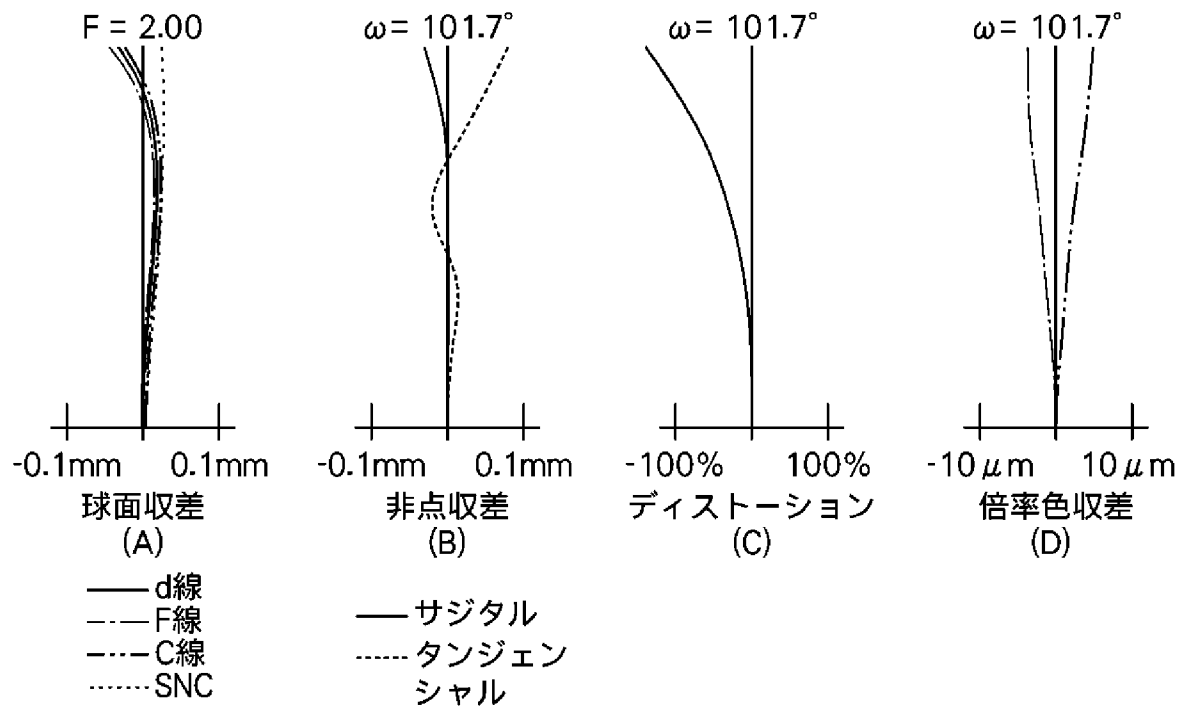


[図30]



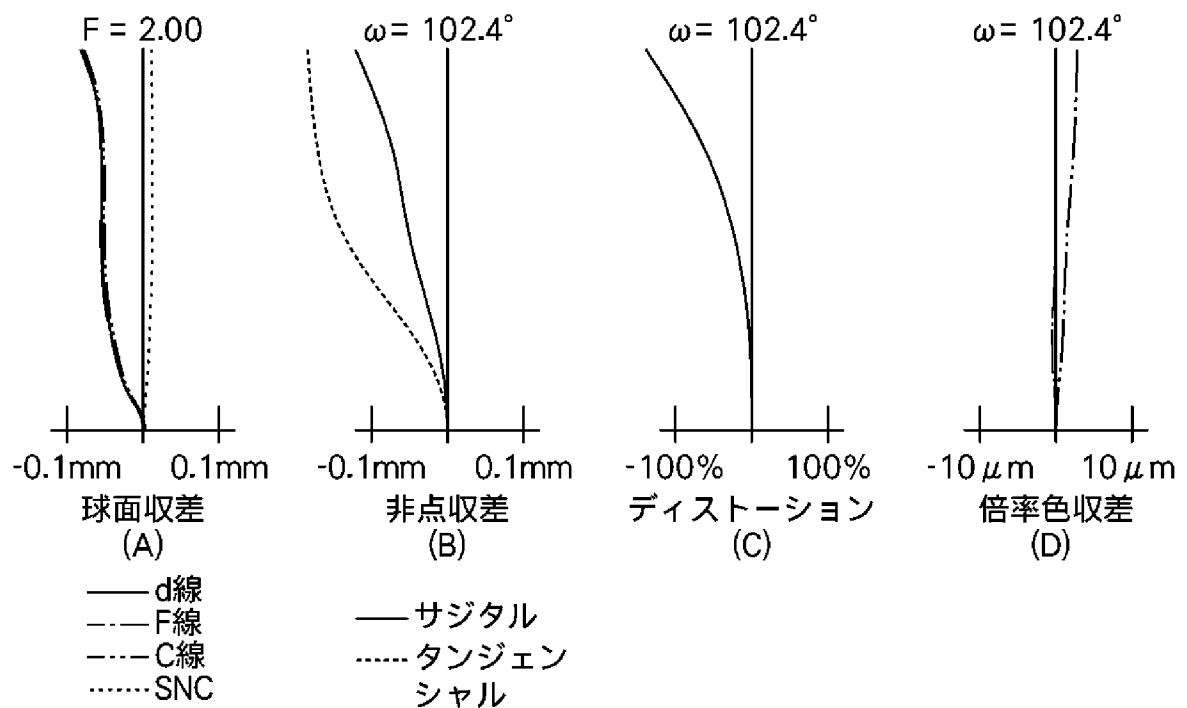
[図31]

実施例10



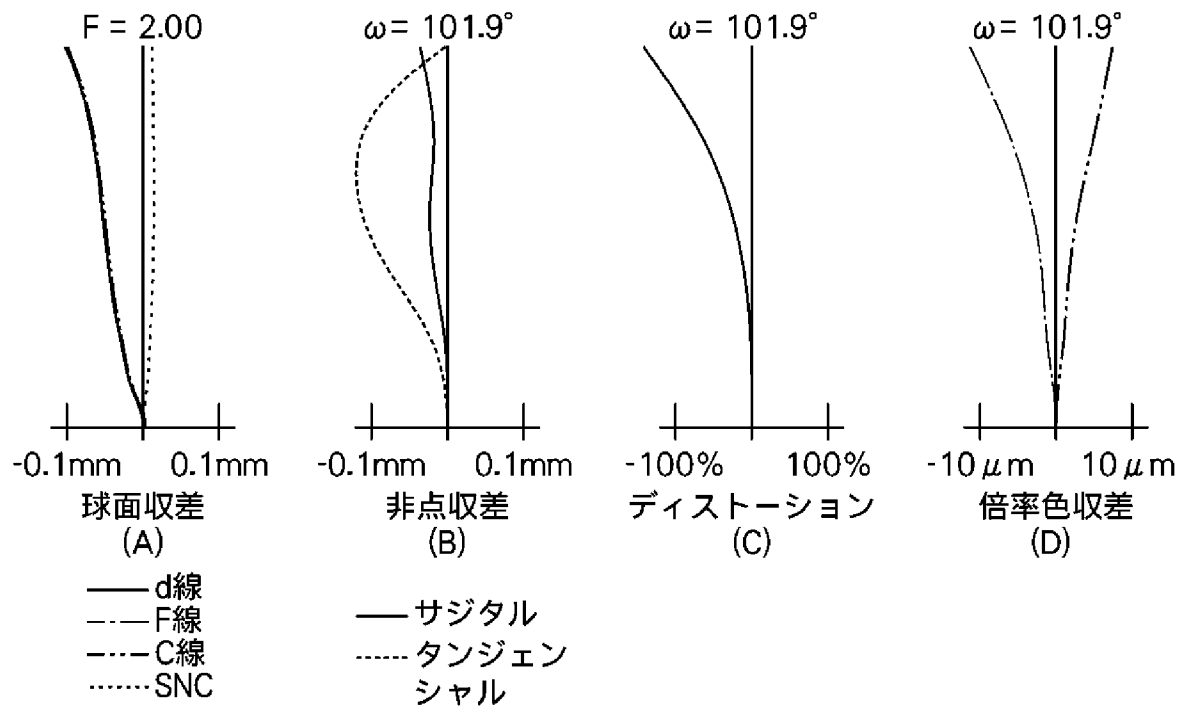
[図32]

実施例11



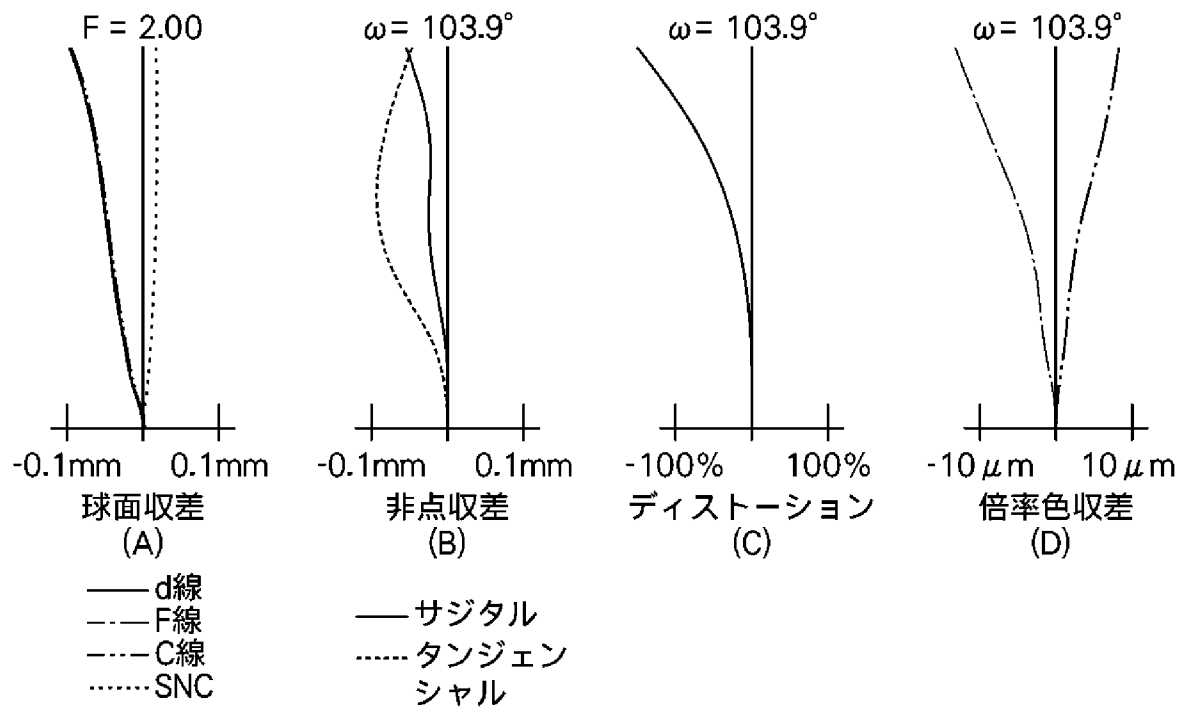
[図33]

実施例12



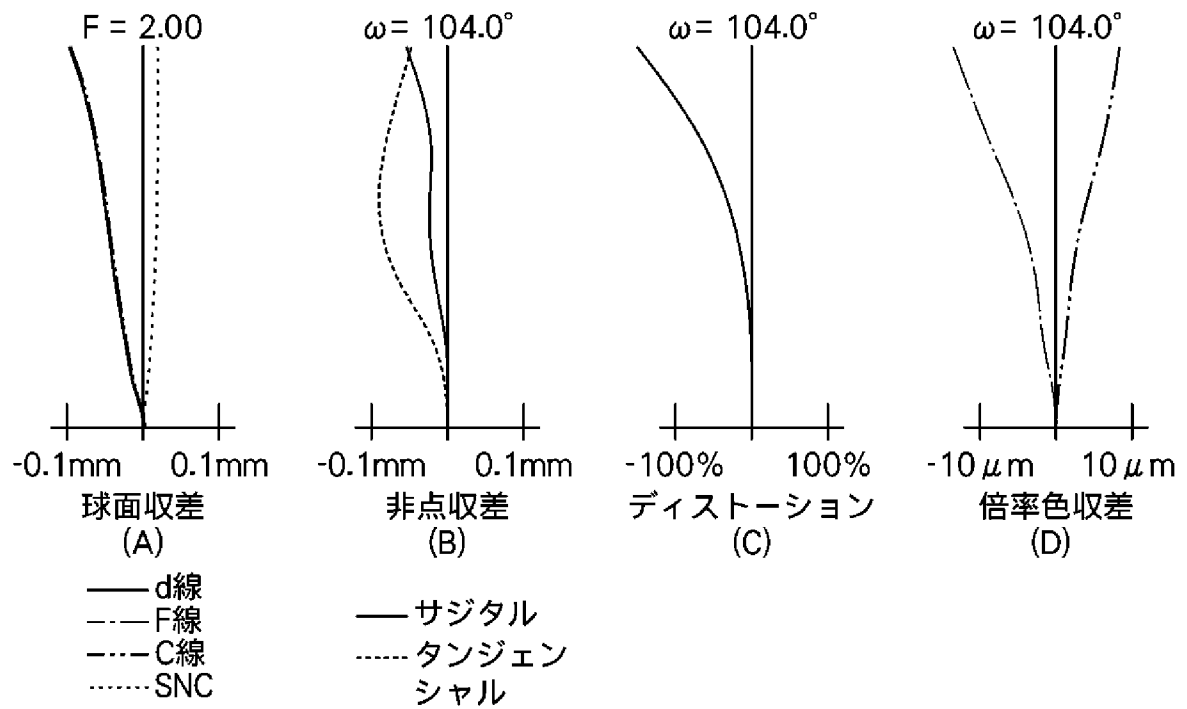
[図34]

実施例13



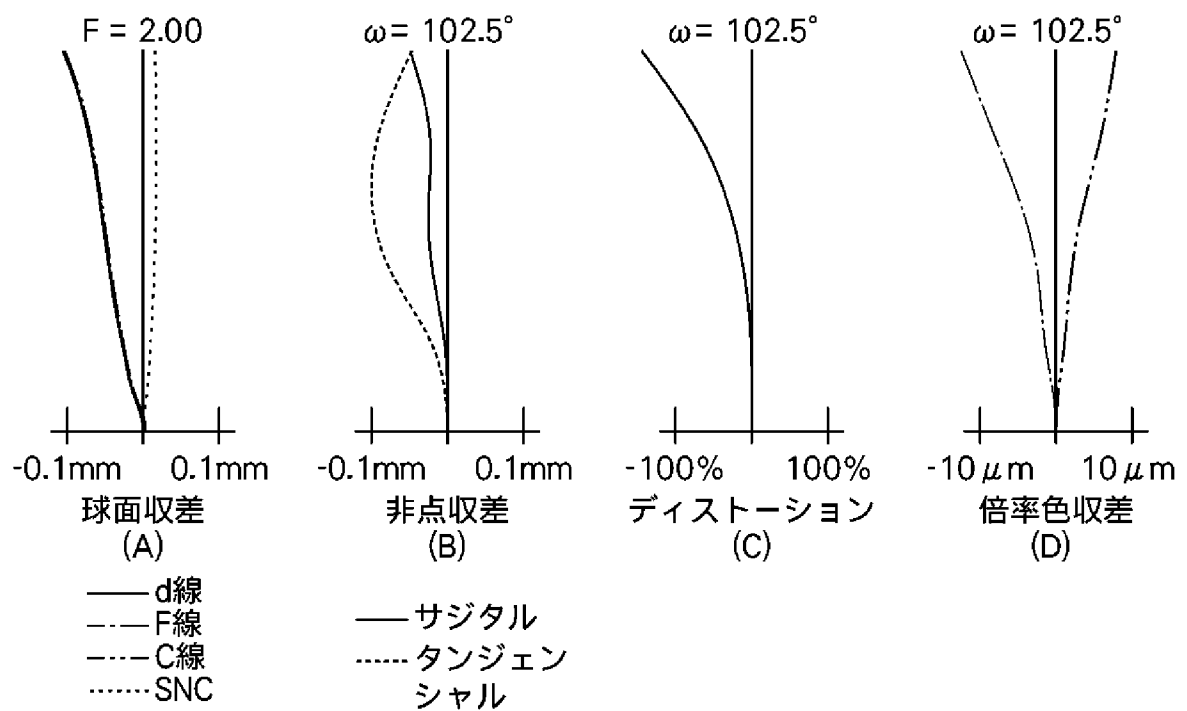
[図35]

実施例 14



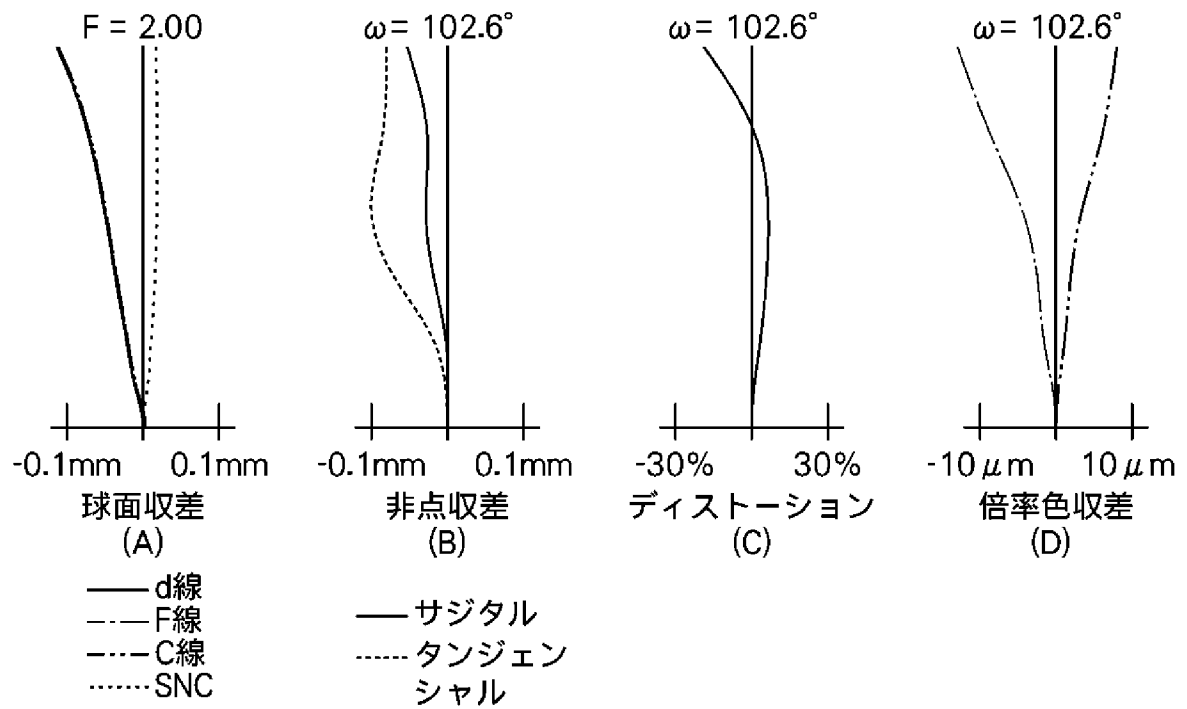
[図36]

実施例 15



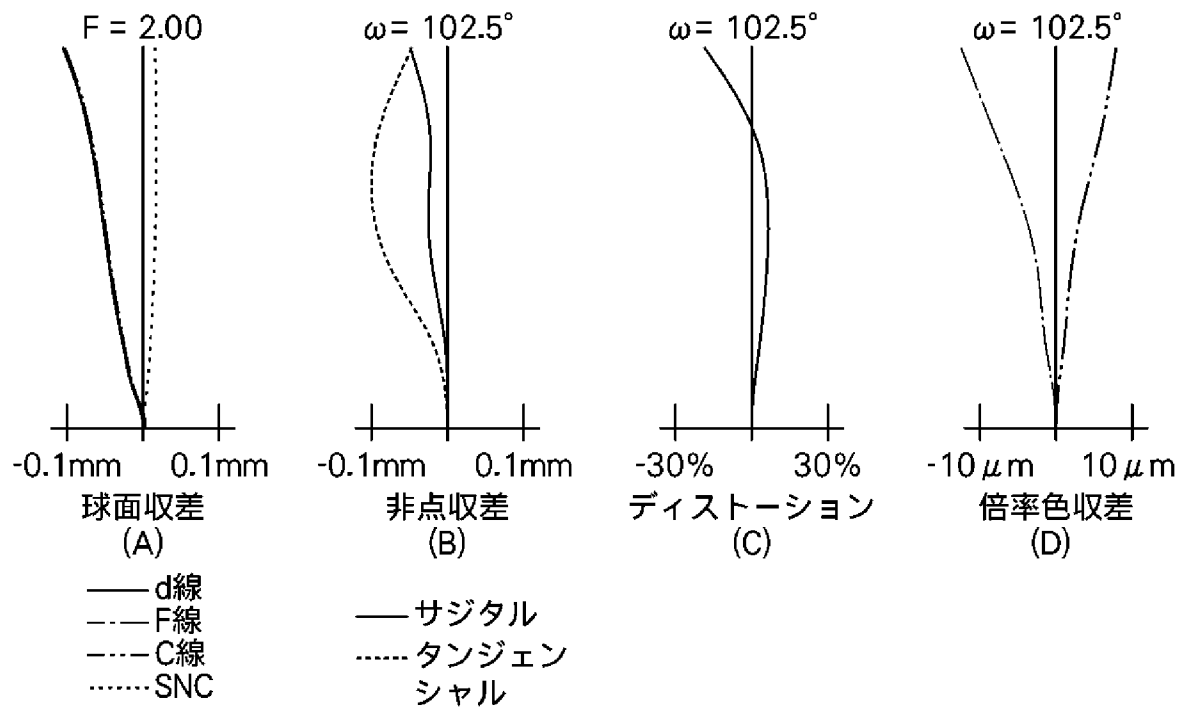
[図37]

実施例16



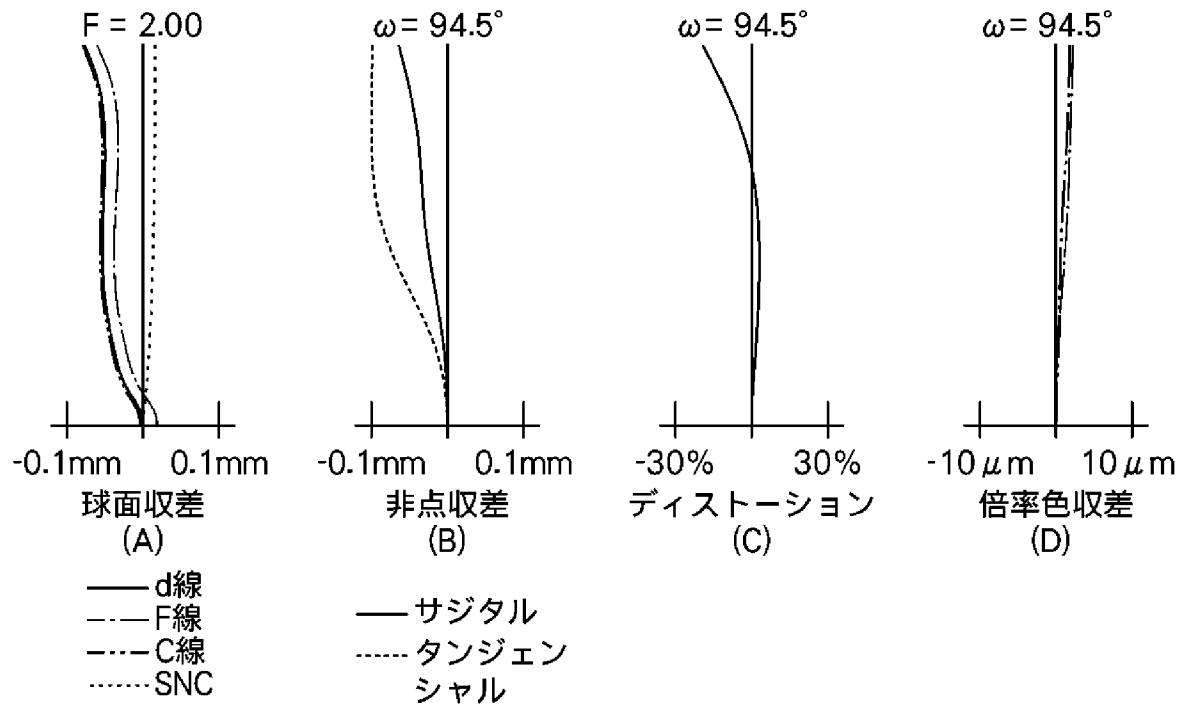
[図38]

実施例17



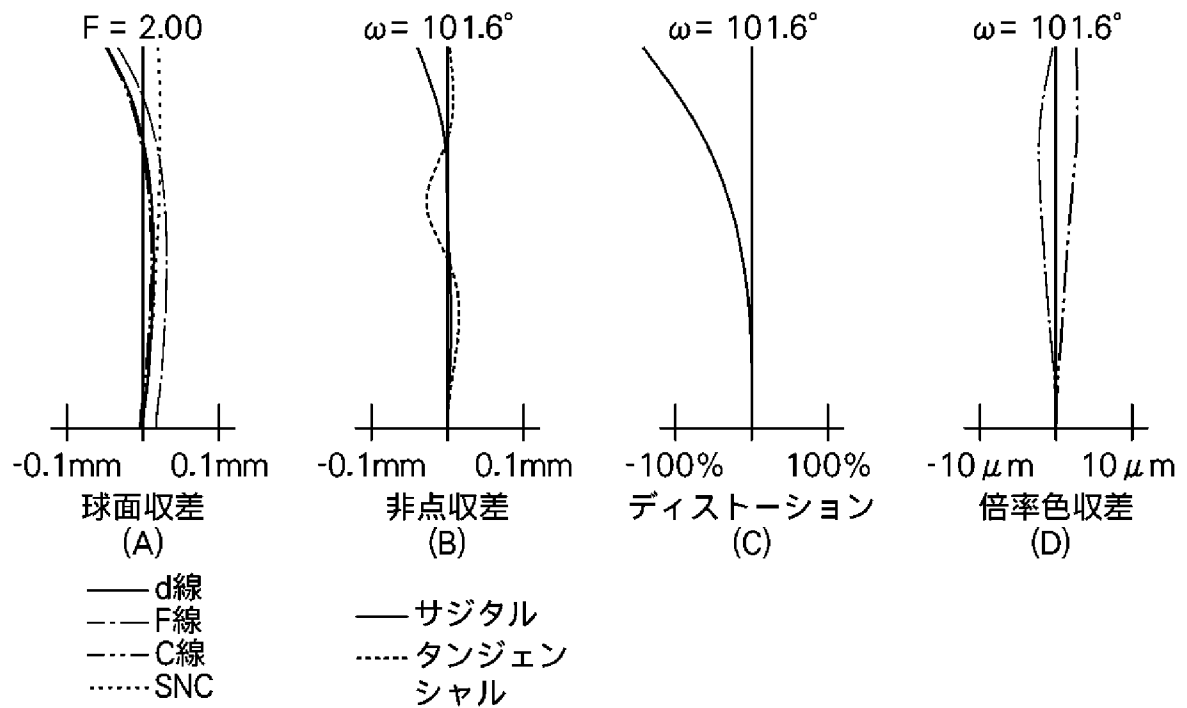
[図39]

実施例18

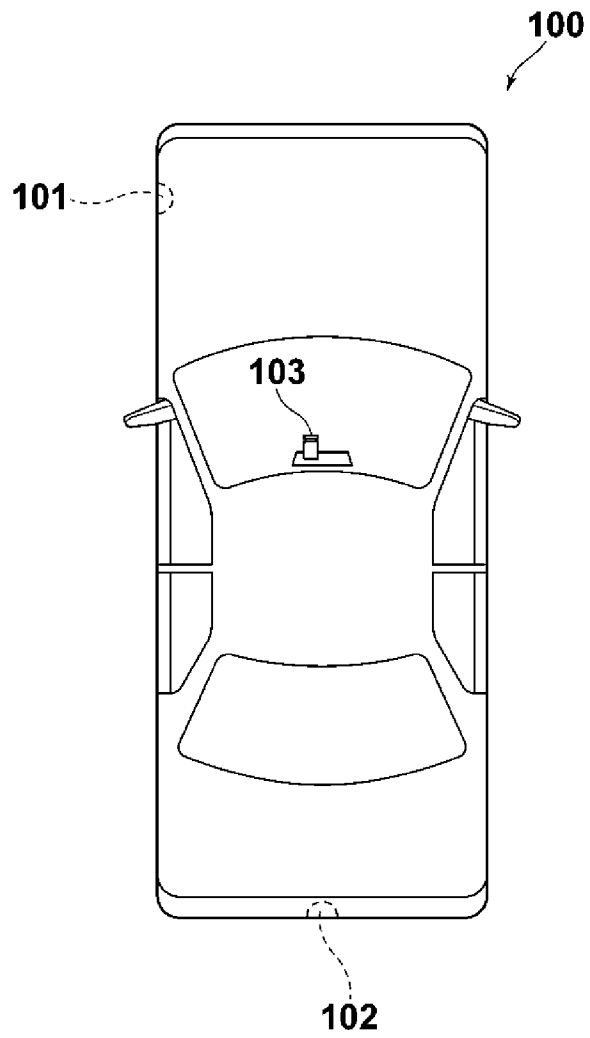


[図40]

実施例19



[図41]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2009-092797 A (Fujinon Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), example 3 & CN 201293863 Y & TWU 00M354745	1, 6-17 2-5
X A	JP 2007-279632 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), carrying-out modes 5, 6 (Family: none)	1, 6-11, 16, 17 2-5, 12-15
X A	JP 2004-029282 A (Kyocera Corp.), 29 January 2004 (29.01.2004), example 2 (Family: none)	4-11, 14-17 1-3, 12, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 January, 2013 (11.01.13)

Date of mailing of the international search report
22 January, 2013 (22.01.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2006-284620 A (NIDEC Nisshin Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), carrying-out mode 1 (Family: none)	2, 6, 8-11, 16, 17 1, 3-5, 7, 12-15
X A	JP 2011-095488 A (Olympus Imaging Corp.), 12 May 2011 (12.05.2011), example 17 & US 2011/0102660 A1	1, 8, 12, 16, 17 2-7, 9-11, 13-15
X A	JP 5-288986 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 November 1993 (05.11.1993), examples 6 to 10, 16 to 18 & US 5424877 A	2, 3, 6, 8-11, 16, 17 1, 4, 5, 7, 12-15
X A	JP 2005-025059 A (Olympus Corp.), 27 January 2005 (27.01.2005), example 4 & US 2005/0030639 A1	2, 8-11, 14, 16, 17 1, 3-7, 12, 13, 15
X A	JP 10-333034 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 December 1998 (18.12.1998), example 11 & US 2001/0000132 A1	2, 12, 13, 16, 17 1, 3-11, 14, 15
A	JP 2007-164079 A (Elmo Co, Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), 1st example & US 2007/0139793 A1 & DE 102006019798 A	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005785

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to each of the invention of claim 1, the invention of claim 2, and the invention of claims 3-5 is "to comprise substantially 6 lenses of a negative first lens, a negative second lens, a positive third lens, a positive fourth lens, a negative fifth lens, and a positive sixth lens in order from an object side, wherein a conditional expression of $-0.075 < (R8+R9)/(R8-R9) < 0.11$ " is satisfied".

(Continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005785

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document (JP 2007-164079 A (Elmo Co, Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), 1st example).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, the following three inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1 and 6-17

(with respect to claims 6-17, the parts dependent on claim 1)

(Invention 2) the inventions of claims 2 and 6-17

(with respect to claims 6-17, the parts dependent on claim 2)

(Invention 3) the inventions of claims 3-17

(with respect to claims 6-17, the parts dependent on claims 3-5)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/04, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2009-092797 A（フジノン株式会社）2009.04.30, 実施例3 & CN 201293863 Y & TWU 00M354745	1, 6-17 2-5
X A	JP 2007-279632 A（松下電器産業株式会社）2007.10.25, 実施の形態5, 6（ファミリーなし）	1, 6-11, 16, 17 2-5, 12-15
X A	JP 2004-029282 A（京セラ株式会社）2004.01.29, 実施例2（ファミリーなし）	4-11, 14-17 1-3, 12, 13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

殿岡 雅仁

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

4 7 4 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2006-284620 A (日本電産ニッシン株式会社) 2006. 10. 19, 実施 の形態 1 (ファミリーなし)	2, 6, 8-11, 16, 17 1, 3-5, 7, 12- 15
X A	JP 2011-095488 A (オリンパスイメージング株式会社) 2011. 05. 12, 実施例 1 7 & US 2011/0102660 A1	1, 8, 12, 16, 17 2-7, 9-11, 13- 15
X A	JP 5-288986 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993. 11. 05, 実施例 6 - 1 0, 1 6 - 1 8 & US 5424877 A	2, 3, 6, 8-11, 16, 17 1, 4, 5, 7, 12- 15
X A	JP 2005-025059 A (オリンパス株式会社) 2005. 01. 27, 実施例 4 & US 2005/0030639 A1	2, 8-11, 14, 16 , 17 1, 3-7, 12, 13, 15
X A	JP 10-333034 A (オリンパス光学工業株式会社) 1998. 12. 18, 実施 例 1 1 & US 2001/0000132 A1	2, 12, 13, 16, 17 1, 3-11, 14, 15
A	JP 2007-164079 A (株式会社エルモ社) 2007. 06. 28, 第 1 実施例等 & US 2007/0139793 A1 & DE 102006019798 A	1-17

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明、請求項2に係る発明、請求項3－5に係る発明は、それぞれ「物体側から順に、負の第1レンズと、負の第2レンズと、正の第3レンズと、正の第4レンズと、負の第5レンズと、正の第6レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、「 $-0.075 < (R_8 + R_9) / (R_8 - R_9) < 0.11$ 」という条件式を満足する」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献（JP 2007-164079 A（株式会社エルモ社）2007.06.28，第1実施例等）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には以下に示す3の発明（群）が含まれる。
（特別ページに続く）

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

(発明 1) 請求項 1, 6-17 に係る発明

(請求項 6-17 については、請求項 1 に従属する部分)

(発明 2) 請求項 2, 6-17 に係る発明

(請求項 6-17 については、請求項 2 に従属する部分)

(発明 3) 請求項 3-17 に係る発明

(請求項 6-17 については、請求項 3-5 に従属する部分)