

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年11月27日 (27.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/142808 A1

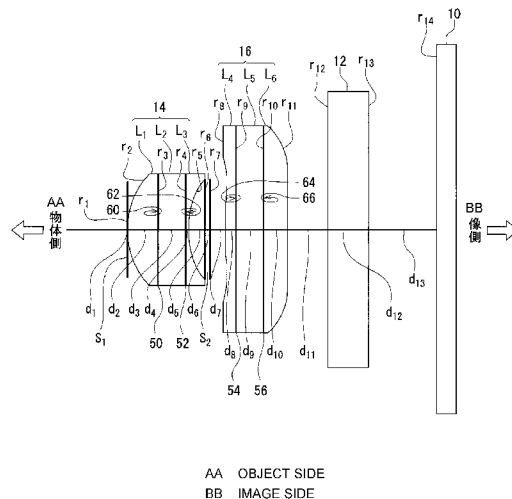
- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/066785
- (22) 国際出願日: 2007年8月29日 (29.08.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-131925 2007年5月17日 (17.05.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): マイルストーン株式会社 (MILESTONE CO., LTD.) [JP/JP];
〒1830044 東京都府中市日鋼町1番1 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 および
- (72) 発明者: 堂智 (DO, Satoshi) [JP/JP]; 〒3510031 埼玉県朝霞市宮戸1-2-56 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 大垣 孝, 外(OHGAKI, Takashi et al.); 〒1710021 東京都豊島区西池袋3丁目29番3号 梅本ビル4階 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING LENS

(54) 発明の名称: 撮像レンズ

[図1]

AA OBJECT SIDE
BB IMAGE SIDE

(57) **Abstract:** Provided is an imaging lens wherein optical characteristics do not deteriorate even in a high-temperature environment, various aberrations are suitably corrected, an optical length is short and even sufficient back focus is ensured. The imaging lens is provided with a first diaphragm (S_1), a first cemented compound lens (14), a second diaphragm (S_2) and a second cemented compound lens (16). The imaging lens is configured by arranging the first diaphragm, the first cemented compound lens, the second diaphragm and the second cemented compound lens in this order from an object side to an image side. In the first cemented compound lens, a first lens (L_1), a second lens (L_2), and a third lens (L_3) are arranged in this order from the object side to the image side. In the second cemented compound lens, a fourth lens (L_4), a fifth lens (L_5) and a sixth lens (L_6) are arranged in this order from the object side to the image side. The first lens, the third lens, the fourth lens and the sixth lens are formed of a thermosetting resin material. The second lens and the fifth lens are formed of an optical glass material having a high softening temperature.

(57) 要約: 高温環境においても光学的性能が劣化せず、また、諸収差が良好に補正されており、かつ光学長が短く、しかも十分なバックフォーカスが確保された撮像レンズであって、第1絞り S_1 と、第1接合型複合レンズ14と、第2絞り S_2 と、第2接合型複合レンズ16と

[続葉有]



WO 2008/142808 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

を具え、物体側から像側に向って、第1絞り、第1接合型複合レンズ、第2絞り、第2接合型複合レンズの順に配列されて構成されている撮像レンズである。第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ L_1 、第2レンズ L_2 及び第3レンズ L_3 の順に配列され、第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ L_4 、第5レンズ L_5 及び第6レンズ L_6 の順に配列される。第1レンズ及び第3レンズ、第4レンズ及び第6レンズが硬化性樹脂材料で形成される。また、第2レンズ及び第5レンズは、高軟化温度の光学ガラス材料で形成される。

明 細 書

撮像レンズ

技術分野

[0001] この発明は、撮像レンズに係り、特に携帯電話器等に搭載して好適な撮像レンズに関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラを内蔵する携帯電話器には、撮像レンズがプリント配線基板に実装されている。プリント配線基板に撮像レンズを実装する手法として、リフローはんだ付け (Reflow soldering) 処理が採用されている。以後、リフローはんだ付け処理を、単に「リフロー処理」ということもある。リフロー処理とは、プリント配線基板上で電子部品を接続する個所にあらかじめハンダボールを配置し、そこに電子部品を配置してから加熱して、ハンダボールを熔融させた後冷却することによって、電子部品をハンダ付けする手法のことを言う。

[0003] 一般に、大量生産工程において、プリント配線基板に電子素子あるいは撮像レンズ等の部品類を実装する手法として、リフロー処理を実施するリフロー工程が採用される。リフロー工程によれば、部品類のプリント配線基板への実装コストが安くすみ、かつ製造品質を一定に保つことができる。

[0004] 撮像レンズを具える携帯電話器の製造工程におけるリフロー工程においては、電子部品が、プリント配線基板の所定位置に配置されることはもちろん、撮像レンズそのもの、あるいは撮像レンズを取り付けるためのソケット等がプリント配線基板に配置される。

[0005] 携帯電話器に取り付けられる撮像レンズは、製造コストの低減及びレンズ性能の確保のために、そのほとんどがプラスチックを素材として作製されている。このため、リフロー工程において、撮像レンズが高温環境におかれることによって熱変形し、その光学的性能を維持できなくなることを防止するため、撮像レンズを装填するための耐熱性ソケット部品を利用する工夫がなされている。

[0006] すなわち、リフロー工程においては、撮像レンズを装填するための耐熱性ソケット部

品を携帯電話器のプリント配線基板に取り付け、リフロー工程終了後に、撮像レンズをこのソケットに取り付けることによって、撮像レンズがリフロー工程で高温にさらされることを防ぐ方策が採られている(例えば、特許文献1から3参照)。しかしながら、撮像レンズを装填するために耐熱性ソケット部品を利用することは、製造工程を複雑にし、この耐熱性ソケットのコスト等を含めて、製造コストが高くなるという問題がある。

[0007] また、最近では、携帯電話器が、一時的に高温環境となる乗用車の車内等に放置されることも考慮して、携帯電話器そのものが、150℃程度の高温環境に置かれた場合であっても、この携帯電話器に装填されている撮像レンズには、その光学的性能が劣化しないことが要請されている。従来の、プラスチック素材で形成された撮像レンズでは、この要請に完全には応えられない。

[0008] 高温環境でも光学的性能が維持される撮像レンズを実現するために、撮像レンズを高軟化温度のモールドガラス素材を利用して形成することが考えられる(例えば、特許文献4参照)。高軟化温度のモールドガラス素材が軟化する温度は数百度以上であるので、高温の環境によって撮像レンズの光学的性能が劣化するという問題が回避できるが、現時点では、モールドガラス素材を利用して構成される撮像レンズは、その製造コストが非常に高く、あまり普及していない。

[0009] 携帯電話器等に装填される撮像レンズは、上述の熱的特性に加えて光学的な特性についても、次のような条件を満たす必要がある。すなわち、光学長が短い必要がある。光学長とは、撮像レンズの物体側の入射面から結像面(撮像面ということもある。)までの長さである。言い換えると、レンズの設計において、撮像レンズの合成焦点距離に対する光学長の比を小さくする工夫が必要である。携帯電話器を例にとると、少なくともこの光学長は、携帯電話器本体の厚みより短くなければならない。

[0010] 一方、撮像レンズの像側の出射面から撮像面までの距離として定義されるバックフォーカスは、可能な限り長いのが好都合である。すなわち、レンズの設計において、焦点距離に対するバックフォーカスの比はできるだけ大きくする工夫が必要である。これは、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入する必要があるためである。

[0011] 上述した以外にも、撮像レンズとして、諸収差が、像の歪みが視覚を通じて意識さ

れず、かつCCDイメージセンサ(charge coupled device image sensor)等の受光面にマトリックス状に並んでいる光を検知する最小単位の素子(「画素」とも呼ばれる。)の集積密度から要請される十分な程度に小さく補正されていることが当然に要請される。すなわち、撮像レンズは、諸収差が良好に補正されている必要がある。以下、このように諸収差が良好に補正された画像を「良好な画像」ということもある。

特許文献1:特開2006-121079号公報(特許第3799615号公報)

特許文献2:特開2004-328474号公報(特許第3915733号公報)

特許文献3:特開2004-063787号公報(特許第3755149号公報)

特許文献4:特開2005-067999号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0012] そこで、この発明の目的は、携帯電話器等に搭載して好適な撮像レンズであって、リフロー工程においても、また、携帯電話器等に装填されて一時的に設計仕様における最高の温度環境に置かれた場合であっても、光学的性能が劣化しないという耐熱性が保証された撮像レンズを提供することにある。

[0013] また、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、バックフォーカスは撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度に長く、かつ良好な画像が得られる撮像レンズを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上述の目的を達成するため、この発明の撮像レンズは、第1絞りと、第1接合型複合レンズと、第2絞りと、第2接合型複合レンズとを具え、物体側から像側に向って、第1絞り、第1接合型複合レンズ、第2絞り、第2接合型複合レンズの順に配列されて構成される。

[0015] 第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ、第2レンズ及び第3レンズの順に配列され、第1レンズ及び第3レンズが硬化性樹脂材料で形成される。第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ、第5レンズ及び第6レンズの順に配列され、第4レンズ及び第6レンズが硬化性樹脂材料で形成される。第2レンズ及び第5レンズは、高軟化温度の光学ガラス材料で形成される。第1レンズ

と第2レンズとは間接接着され、かつ第2レンズと第3レンズとは間接接着されている。

また、第4レンズと第5レンズとは間接接着され、かつ第5レンズと第6レンズとは間接接着されて形成される。

[0016] また、第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ、第2レンズ及び第3レンズの順に配列され、第1レンズ、第2レンズ及び第3レンズが硬化性樹脂材料で形成される。第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ、第5レンズ及び第6レンズの順に配列され、第4レンズ、第5レンズ及び第6レンズが硬化性樹脂材料で形成される。第1レンズと第2レンズとは直接接着又は間接接着され、かつ第2レンズと第3レンズとは直接接着又は間接接着されている。また、第4レンズと第5レンズとは直接接着又は間接接着され、かつ第5レンズと第6レンズとは直接接着又は間接接着されて形成される。

[0017] ここで、硬化性樹脂材料 (Curable Resin) 材料とは、熱硬化性樹脂材料 (Thermosetting resin) 材料及び紫外線硬化樹脂 (UV-Curable Resin) 材料のいずれをも指す。また、高軟化温度の光学ガラス材料とは、高軟化温度のモールドガラス材料あるいは硼珪酸ガラス等の光学ガラス材料等を指す。

[0018] 硬化性樹脂材料で形成された第2レンズと、硬化性樹脂材料で形成される第1レンズ又は第3レンズとの接着、及び硬化性樹脂材料で形成される第5レンズと、硬化性樹脂材料で形成される第4レンズ又は第6レンズとの接着は次のように実現される。硬化性樹脂材料で形成された第2レンズに、液体状の硬化性樹脂材料を接触させて、この硬化性樹脂材料を固体化、すなわち硬化させることによって、第1レンズ又は第3レンズを第2レンズに接着させる。また、硬化性樹脂材料で形成された第5レンズに、液体状の硬化性樹脂材料を接触させて、この硬化性樹脂材料を固体化、すなわち硬化させることによって、第4レンズ又は第6レンズを第5レンズに接着させる。この接着を、以後、直接接着ということもある。また、第2レンズと、第1レンズ又は第3レンズとの間に接着剤を介在させて第2レンズと、第1レンズ又は第3レンズとの接着を実現させても良い。また、第5レンズと、第4レンズ又は第6レンズとの間に接着剤を介在させて第5レンズと、第4レンズ又は第6レンズとの接着を実現させても良い。この接着を、以後、間接接着ということもある。

[0019] 一方、高軟化温度の光学ガラスで形成される第2レンズと、硬化性樹脂材料で形成される第1レンズ又は第3レンズとの接着、及び高軟化温度の光学ガラスで形成される第5レンズと、硬化性樹脂材料で形成される第4レンズ又は第6レンズとの接着は間接接着によって行われる。

[0020] 第2レンズを硬化性樹脂材料で形成した場合であっても、第2レンズを高軟化温度の光学ガラスで形成した場合であっても、間接接着によって接合型複合レンズを実現する場合、第2レンズの屈折率と、第1及び第3レンズの屈折率に関して、接着剤の屈折率を適宜選択する等、接着剤の光学的特性を積極的に利用する意図を持って接着剤を選択すれば、第2レンズと、第1レンズ又は第3レンズとの界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。同様に、第5レンズを硬化性樹脂材料で形成した場合であっても、第5レンズを高軟化温度の光学ガラスで形成した場合であっても、間接接着によって接合型複合レンズを実現する場合、第5レンズの屈折率と、第4及び第6レンズの屈折率に関して、接着剤の屈折率を適宜選択する等、接着剤の光学的特性を積極的に利用する意図を持って接着剤を選択すれば、第5レンズと、第4レンズ又は第6レンズとの界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。

[0021] また、接着剤を介在させるか否かにかかわらず、第2レンズの、第1レンズ又は第3レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を接着すれば、第1レンズ(又は第3レンズ)との界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。同様に、接着剤を介在させるか否かにかかわらず、第5レンズの、第4レンズ又は第6レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を接着すれば、第4レンズ(又は第6レンズ)との界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。

[0022] また、上述の撮像レンズにおいて、以下の条件(1)から(8)を満たすように設定するのが好適である。

$$[0023] \quad 0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2)$$

$$0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0 \quad (3)$$

$$0 \leq | \nu_3 - \nu_4 | \leq 30.0 \quad (4)$$

$$0 \leq | N_9 - N_8 | \leq 0.1 \quad (5)$$

$$0 \leq | N_9 - N_{10} | \leq 0.1 \quad (6)$$

$$0 \leq | \nu_9 - \nu_8 | \leq 30.0 \quad (7)$$

$$0 \leq | \nu_9 - \nu_{10} | \leq 30.0 \quad (8)$$

ただし、

N_2 :前記第1レンズの屈折率

N_3 :前記第2レンズの屈折率

N_4 :前記第3レンズの屈折率

ν_2 :前記第1レンズのアッベ数

ν_3 :前記第2レンズのアッベ数

ν_4 :前記第3レンズのアッベ数

N_8 :前記第4レンズの屈折率

N_9 :前記第5レンズの屈折率

N_{10} :前記第6レンズの屈折率

ν_8 :前記第4レンズのアッベ数

ν_9 :前記第5レンズのアッベ数

ν_{10} :前記第6レンズのアッベ数、

である。

[0024] 第2レンズ及び第5レンズは、光学平行平板(Optical-parallel plate)とすることができる。光学平行平板は、レンズとは一般には呼ばれないが、この発明の明細書においては説明の便宜上、レンズ面の曲率半径が無限大である特別な場合として光学平行平板を含めてレンズと称することもある。

[0025] 第2レンズ及び第5レンズを光学平行平板とした場合、第1レンズを、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズ(planconvex lens)とし、かつ第3レンズを、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズ(planconcave lens)とし、また、第4レンズを、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズとし、第6レンズを、近軸上で当該第6レンズの

像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズとすることができる。

[0026] また、第2レンズを、両凸レンズ(biconvex lens)とし、第1レンズを、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第3レンズを、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとし、第5レンズを、両凹レンズ(biconcave lens)とし、第4レンズを、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第6レンズを、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとすることができる。

[0027] また、第2レンズを、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとし、第1レンズを、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第3レンズを、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとし、第5レンズを、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとし、第4レンズを、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第6レンズを、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとすることができる。

[0028] また、第2レンズを、両凹レンズとし、第1レンズを、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第3レンズを、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとし、第5レンズを、両凸レンズとし、第4レンズを、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズとし、第6レンズを、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズとすることができる。

[0029] この発明の撮像レンズを形成するに当たり、第1レンズの物体側面及び第3レンズの像側面を非球面とし、第4レンズの物体側面及び第6レンズの像側面を非球面とするのが好適である。

[0030] また、第2レンズの両面及び第5レンズの両面の合計四つの面のうち少なくとも一つの面をコーティング処理して、第1レンズと第2レンズとを間接接着し、かつ第2レンズと第3レンズとを間接接着し、第4レンズと第5レンズとを間接接着し、かつ第5レンズと第6レンズとを間接接着するのが好適である。

[0031] また、この発明の撮像レンズを形成するに当たり、第1レンズ、第3レンズ、第4レンズ及び第6レンズの素材である硬化性樹脂材料(Curable Resin)材料は、透明硬化性

シリコーン樹脂 (Transparent Curable Silicone Resin) とするのが好適である。また、第1レンズから第6レンズの全てのレンズを硬化性樹脂材料で実現させる場合において、この硬化性樹脂材料も、透明硬化性シリコーン樹脂 (Transparent Curable Silicone Resin) とするのが好適である。ここで、透明との限定は、可視光に対して、実用上の影響が無い程度に光吸収量が小さい (透明である) ことを意味する。

発明の効果

[0032] この発明の撮像レンズによれば、この撮像レンズを構成する第1接合型複合レンズは、硬化性樹脂材料で形成された第1及び第3レンズが、高軟化温度の光学ガラス材料で形成された第2レンズを両側から挟む形で、しかも間接接着されて形成されている。また、第2接合型複合レンズは、硬化性樹脂材料で形成された第4及び第6レンズが、高軟化温度の光学ガラス材料で形成された第5レンズを両側から挟む形で、しかも間接接着されて形成されている。ここで、高軟化温度の光学ガラス材料とは、リフロー処理の温度及び接合型複合レンズの設計仕様における最高環境温度のいずれの温度より、軟化温度が高い光学ガラス材料であることを意味する。なお、以後の説明において、光学ガラス材料に対して、熱的性質について論ずる場合には高軟化温度の光学ガラス材料といい、光学的性質を論ずる場合には、これを単に光学ガラスということもある。

[0033] また、この発明の撮像レンズは、第1接合型複合レンズを、物体側から像側に向けて、第1レンズ、第2レンズ及び第3レンズの順に配列し、第1レンズ、第2レンズ及び第3レンズを硬化性樹脂材料で形成することも可能である。そして、第2接合型複合レンズを、物体側から像側に向けて、第4レンズ、第5レンズ及び第6レンズの順に配列し、第4レンズ、第5レンズ及び第6レンズを硬化性樹脂材料で形成することも可能である。この場合、第1レンズと第2レンズとは直接接着又は間接接着され、かつ第2レンズと第3レンズとは直接接着又は間接接着されている。また、第4レンズと第5レンズとは直接接着又は間接接着され、かつ第5レンズと第6レンズとは直接接着又は間接接着されて形成される。

[0034] 硬化性樹脂材料は、一旦硬化処理が施されると、一定温度以上の高温になっても、軟化することはない。硬化性樹脂材料がもつこの性質が、軟化温度と呼ばれる(ガ

ラス転移温度とも呼ばれる。)一定の温度以上にさらされると軟化して可塑化する、プラスチック材料等の可塑性樹脂材料がもつ性質と異なる点である。すなわち、硬化性樹脂材料は、一旦硬化処理が施されて固体化されれば、その幾何学的形状は変化しない。

[0035] 従って、第1レンズ、第3レンズ、第4レンズ及び第6レンズは、高温環境に置かれた場合であっても、レンズの幾何学的形状は変化せずその光学的性能が劣化しない。また、第2レンズ及び第5レンズも、高軟化温度の光学ガラス材料で形成されているので、高温環境下でもその光学的性能は劣化しない。また、第2レンズ及び第5レンズが硬化性樹脂材料で形成されている場合にも、同様に高温環境下でもその光学的性能は劣化しない。ここで、高温環境とは、リフロー処理の温度および接合型複合レンズの設計仕様における最高温度のいずれの温度より高い温度環境をいう。

[0036] このため、第1接合型複合レンズ及び第2接合型複合レンズは、リフロー工程及び撮像レンズの使用時に想定される最高の温度である高温環境においても、その光学的性能が保証される。

[0037] 第2レンズ及び第5レンズを硬化性樹脂材料で形成することによって、次の効果が得られる。高軟化温度の光学ガラス材料で形成する場合に比べて、第2レンズ及び第5レンズの厚みの製造上の精度が高い。すなわち、第2レンズ及び第5レンズを高軟化温度の光学ガラス材料で形成する場合の製造上の厚さの精度は $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度であるのに対して、硬化性樹脂材料で形成する場合の製造上の厚さの精度は $\pm 3 \mu\text{m}$ 程度まで高めることが可能である。このように、第2レンズ及び第5レンズの厚さの製造上の精度を高くすることが可能であることによって、設計上想定される収差等の諸特性から大きくずれることなく撮像レンズを製造することが可能となる。

[0038] 上述の間接接着を実現するには、接着面の間に接着剤を介在させて行う。接合型複合レンズを間接接着によって製造する場合は、第1から第3レンズを先ず形成し、接着剤を第2レンズの第1レンズ又は第3レンズに対向する面、あるいは、第1レンズ又は第3レンズの第2レンズに対向する面に塗布して、両者を密着させれば良い。同様に、第4から第6レンズを先ず形成し、接着剤を第5レンズの第4レンズ又は第6レンズに対向する面、あるいは、第4レンズ又は第6レンズの第5レンズに対向する面に塗布

して、両者を密着させれば良い。

[0039] 第2レンズの、第1レンズ又は第3レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を間接接着することも可能である。また、第5レンズの、第4レンズ又は第6レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を間接接着することも可能である。

[0040] 間接接着を実現する場合、光学ガラスの屈折率と、硬化性樹脂材料の屈折率に関して、接着剤の屈折率を適宜選択する等、接着剤の光学的特性を積極的に利用する意図を持って接着剤を選択すれば、第2レンズと、第1レンズ又は第3レンズとの界面における反射等の効果を得ることも可能である。また、上述のように、第2レンズの、第1レンズ又は第3レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を接着すれば、第1レンズ(又は第3レンズ)との界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。同様に、第5レンズと、第4レンズ又は第6レンズとの界面における反射等の効果を得ることも可能である。また、上述のように、第5レンズの、第4レンズ又は第6レンズに対向する面に、コーティング処理を施した上で、両者を接着すれば、第4レンズ(又は第6レンズ)との界面における反射を低減する等の効果を得ることも可能である。

[0041] 次に、この発明の撮像レンズの光学的特性について説明する。

[0042] この発明の撮像レンズの光学的な構成上の指導原理は、屈折率等の光学的特性ができる限り均質である単一の接合型複合レンズによって、収差補正及び結像という2つの役割を実現することにある。すなわち、この発明の撮像レンズが具える第1接合型複合レンズを構成する第1から第3レンズのそれぞれの屈折率及びアッペ数は互いに大きく異ならないことが望ましい。また、第2接合型複合レンズを構成する第4から第6レンズのそれぞれの屈折率及びアッペ数は互いに大きく異ならないことが望ましい。言い換えると、第1から第3レンズのそれぞれの屈折率及びアッペ数は互いに等しいことが理想的である。また、第4から第6レンズのそれぞれの屈折率及びアッペ数は互いに等しいことが理想的である。しかしながら、現実には、屈折率及びアッペ数が完全に等しい、光学ガラス材料と硬化性樹脂材料との組み合わせを見出すことは極めて困難である。

[0043] そこで、この発明の発明者は、第1及び第2接合型複合レンズのそれぞれにおいて、構成材料である光学ガラス材料と硬化性樹脂材料との、両者の屈折率及びアッベ数の差がどの程度以下であれば、良好な画像が得られる撮像レンズを構成できるかを、数々のシミュレーション及び試作を通じて確かめた。その結果、上述の条件(1)から(8)を満たすことによって、良好な画像が得られる撮像レンズを構成できることが確かめられた。

[0044] すなわち、第1レンズの屈折率 N_2 と第2レンズの屈折率 N_3 との差、第2レンズの屈折率 N_3 と第3レンズの屈折率 N_4 との差、第4レンズの屈折率 N_8 と第5レンズの屈折率 N_9 との差、及び第5レンズの屈折率 N_9 と第6レンズの屈折率 N_{10} との差が、それぞれ0.1以内であれば歪曲収差、非点収差、及び色・球面収差が、良好な画像が形成される程度に十分に小さい値になる。

[0045] また、第1レンズのアッベ数 ν_2 と第2レンズのアッベ数 ν_3 との差、第2レンズのアッベ数 ν_3 と第3レンズのアッベ数 ν_4 との差、第4レンズのアッベ数 ν_8 と第5レンズのアッベ数 ν_9 との差、及び第5レンズのアッベ数 ν_9 と第6レンズのアッベ数 ν_{10} との差がそれぞれ30.0以内であれば、色収差の大きさを、良好な画像が形成される程度に十分に小さい値とすることができ、しかも十分なコントラストを有する画像が形成できる。

[0046] しかも、以下の実施例に示すように、上述の条件(1)から(8)を満たすことによって、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、バックフォーカスは、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度に長く、かつ良好な画像が得られる撮像レンズが実現される。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]この発明の撮像レンズの断面図である。

[図2]実施例1の撮像レンズの断面図である。

[図3]実施例1の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図4]実施例1の撮像レンズの非点収差図である。

[図5]実施例1の撮像レンズの色・球面収差図である。

[図6]実施例2の撮像レンズの断面図である。

[図7]実施例2の撮像レンズの歪曲収差図である。

- [図8]実施例2の撮像レンズの非点収差図である。
- [図9]実施例2の撮像レンズの色・球面収差図である。
- [図10]実施例3の撮像レンズの断面図である。
- [図11]実施例3の撮像レンズの歪曲収差図である。
- [図12]実施例3の撮像レンズの非点収差図である。
- [図13]実施例3の撮像レンズの色・球面収差図である。
- [図14]実施例4の撮像レンズの断面図である。
- [図15]実施例4の撮像レンズの歪曲収差図である。
- [図16]実施例4の撮像レンズの非点収差図である。
- [図17]実施例4の撮像レンズの色・球面収差図である。
- [図18]実施例5の撮像レンズの断面図である。
- [図19]実施例5の撮像レンズの歪曲収差図である。
- [図20]実施例5の撮像レンズの非点収差図である。
- [図21]実施例5の撮像レンズの色・球面収差図である。
- [図22]実施例6の撮像レンズの断面図である。
- [図23]実施例6の撮像レンズの歪曲収差図である。
- [図24]実施例6の撮像レンズの非点収差図である。
- [図25]実施例6の撮像レンズの色・球面収差図である。

符号の説明

- [0048] 10:撮像素子
- 12:カバーガラス
- 14:第1接合型複合レンズ
- 16:第2接合型複合レンズ
- 50、52、54、56:接着剤
- 60、62、64、66:コーティング膜
- S_1 :第1絞り
- S_2 :第2絞り
- L_1 :第1レンズ

L_2 :第2レンズ

L_3 :第3レンズ

L_4 :第4レンズ

L_5 :第5レンズ

L_6 :第6レンズ

発明を実施するための最良の形態

[0049] 以下、図を参照して、この発明の実施の形態例につき説明する。なお、各図は、この発明に係る一構成例を図示するものであり、この発明が理解できる程度に各構成要素の断面形状や配置関係等を概略的に示しているに過ぎず、この発明を図示例に限定するものではない。また、以下の説明において、特定の材料および条件等を用いることがあるが、これら材料および条件は好適例の一つに過ぎず、したがって、この発明は、何らこれらに限定されるものではない。

[0050] 図1は、この発明の実施形態の撮像レンズの構成図である。図1において定義されている面番号(r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 14$))及び面間隔(d_i ($i=1, 2, 3, \dots, 13$))の記号は、図2、図6、図10、図14、図18及び図22においては、図面が煩雑になるのを防ぐため、省略してある。

[0051] 図1に示すように、第1接合型複合レンズ14を構成する第1、第2及び第3レンズをそれぞれ L_1 、 L_2 及び L_3 で示す。また、第2接合型複合レンズ16を構成する第4、第5及び第6レンズをそれぞれ L_4 、 L_5 及び L_6 で示す。

[0052] 第1接合型複合レンズ14の前面(第1レンズの前面 r_2)に配置される第1絞り S_1 は開口絞りとしての役割を果たし、入射瞳の位置を確定する。また、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に配置される第2絞り S_2 は、画像のコントラストが減少する現象であるフレアー(flare)あるいは、画像の滲み現象であるスミア(smear)を防ぐ役割を果たす。

[0053] 誤解の生じない範囲で r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 14$)を光軸上曲率半径の値を意味する変数として用いるほか、レンズやカバーガラス面あるいは撮像面を識別する記号(例えば r_2 を、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の物体側の面の意味に用いる等)として用いることもある。

[0054] 図1において、 r_3 、 r_4 、 r_9 、及び r_{10} で示す界面は、それぞれ間接接着のための接着剤50、52、54及び56が存在する。また、第2レンズ L_2 の両面あるいは片面がコーティング処理されている場合は、このコーティング膜60あるいはコーティング膜62が存在している。第5レンズ L_5 の両面あるいは片面がコーティング処理されている場合は、このコーティング膜64あるいはコーティング膜66が存在している。

[0055] そこで、このように、接着剤50、52、54及び56、コーティング膜60、62、64及び66の存在を示すために、 r_3 、 r_4 、 r_9 、及び r_{10} で示す界面を太線で示してある。図2、図6、図10、図14、図18及び図22においても、 r_3 、 r_4 、 r_9 、及び r_{10} で示す界面は、間接接着の場合には、接着剤あるいはコーティング膜が存在するが、図面が煩雑になるのを防ぐため、 r_2 、 r_5 、 r_8 及び r_{11} と同様に細線で示し、接着剤50、52、54及び56、コーティング膜60、62、64及び66を省略して示してある。なお、この発明の撮像レンズにおいて、接着剤の厚さは、撮像レンズの光学的な性質に影響を与えなえない程度に十分に薄いので、 r_3 、 r_4 、 r_9 、及び r_{10} で示す界面に接着剤が存在する場合にも、接着剤の厚さは無視されている。また当然ながら、第2レンズ L_2 に直接又は間接接着される第1及び第3レンズ L_1 及び L_3 の接着面は、第2レンズ L_2 の接着面に一致した形状を有し、第5レンズ L_5 に直接又は間接接着される第4及び第6レンズ L_4 及び L_6 の接着面は、第5レンズ L_5 の接着面に一致した形状を有している。

[0056] これらの図に示す r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 14$) 及び d_i ($i=1, 2, 3, \dots, 13$) 等のパラメータは、以下に示す表1から表6に具体的数値として与えてある。添え字 i は、物体側から像側に向かって順に、絞り(第1及び第2絞り)、各レンズの面番号あるいはレンズの厚みもしくははレンズ面間隔等に対応させて付したものである。すなわち、

r_i は i 番目の面の光軸上曲率半径、
 d_i は i 番目の面から $i+1$ 番目の面までの距離、
 N_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの素材の屈折率、及び
 ν_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの素材のアッペ数をそれぞれ示す。

[0057] 図1においては、絞り(第1及び第2絞り)の開口部を線分で示してある。これは、レンズ面から絞り面までの距離を定義するためには、絞り面と光軸との交点が明確に示さ

れなければならないためである。また、実施例1から実施例6の撮像レンズのそれぞれの断面図である、図2、図6、図10、図14、図18及び図22においては、上記の図1とは逆に、絞りの開口部を開けて、開口部の端を始点とした半直線で光を遮断する絞りの本体を示してある。これは、主光線等の光線を記入するために、絞りの実態を反映させて、絞りの開口部を開けて示す必要があるためである。第2絞りは、撮像レンズの構造上、その厚みを無視できないので、 d_6 としてその厚みを示してある。

[0058] 光学長 L は、第1絞り S_1 から撮像面までの距離である。バックフォーカス bf は、第2接合型複合レンズ16を構成する第6レンズ L_6 の像側の面から撮像面までの距離である。ここでは、カバーガラスを取り除いて計測される第6レンズ L_6 の像側の面から撮像面までの長さを、バックフォーカス bf として表すものとする。

[0059] 非球面データは、表1から表6のそれぞれの欄に面番号とともに示した。また、光軸上曲率半径の値 r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 14$)は、物体側に凸である場合を正の値、像側に凸である場合を負の値として示してある。

[0060] 第2レンズが光学平行平板である場合の両面(r_3 及び r_4)、第5レンズが光学平行平板である場合の両面(r_9 及び r_{10})、第1絞り S_1 (r_1)、第2絞り(r_6, r_7)、及びカバーガラス(あるいはフィルター等)の面(r_{12} 及び r_{13})は、平面であるので曲率半径は、 ∞ と表示している。また、撮像面(r_{14})については、平面であるから $r_{14} = \infty$ であるが、表1から表6ではその記載を省略してある。

[0061] この発明で使用される非球面は、次の式で与えられる。

$$[0062] \quad Z = ch^2/[1 + [1 - (1+k)c^2h^2]^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

ただし、

Z : 面頂点に対する接平面からの深さ

c : 面の光軸上の曲率

h : 光軸からの高さ

k : 円錐定数

A_4 : 4次の非球面係数

A_6 : 6次の非球面係数

A_8 : 8次の非球面係数

A_{10} : 10次の非球面係数

である。

- [0063] この明細書中の表1から表6において、非球面係数を示す数値は指数表示であり、例えば「e-1」は、「10の-1乗」を意味する。焦点距離 f として示した値は、第1接合型複合レンズと第2接合型複合レンズとによる合成焦点距離である。実施例ごとに、レンズの明るさの指標である開放Fナンバー（開放F値と呼ばれることもある。）を F_{no} として示してある。開放Fナンバーとは、開口絞り（第1絞り）の直径を、設計上の最大の大きさとした場合のFナンバーを意味する。また、正方形の像面の対角線長 $2Y$ を像高として示している。ここで Y は、正方形の像面の対角線長の半分の値である。
- [0064] 以下、図2から図25を参照してこの発明の実施形態における実施例1から実施例6の撮像レンズを説明する。
- [0065] 図3、図7、図11、図15、図19及び図23に示す歪曲収差曲線は、光軸からの距離（縦軸に像面内での光軸からの最大距離を100として百分率表示してある。）に対して、収差（横軸に正接条件の不満足量を百分率表示してある。）を示した。図4、図8、図12、図16、図20及び図24に示す非点収差曲線は、歪曲収差曲線と同様に、縦軸に示す光軸からの距離（%）に対して、収差量（mm単位）を横軸にとって示し、メリジオナル面とサジタル面とにおける収差量（mm単位）を、それぞれ表示した。
- [0066] 図5、図9、図13、図17、図21及び図25に示す色・球面収差曲線においては、縦軸の入射高 h に対して、収差量（mm単位）を横軸にとって示した。縦軸の入射高 h は、Fナンバーに換算して示してある。例えば、 F_{no} が2.9のレンズに対しては、縦軸の入射高 $h=100\%$ が、 $F=2.9$ に対応する。
- [0067] また、色・球面収差曲線においては、C線（波長656.3nmの光）、d線（波長587.6 nmの光）、e線（波長546.1 nmの光）、F線（波長486.1 nmの光）及びg線（波長435.8 nmの光）に対する収差値を示した。
- [0068] 以下に、実施例1から実施例6に関する構成レンズの曲率半径（mm単位）、レンズ面間隔（mm単位）、レンズ素材の屈折率、レンズ素材のアッベ数、焦点距離、Fナンバー及び非球面係数を表1から表6に一覧にして掲げる。なお、構成レンズの光軸上曲率半径の値及びレンズ面間隔は、撮像レンズの合成焦点距離 f の値を1.00 mmに正規

化した時の値として示してある。

- [0069] 実施例1から実施例6において、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 の素材、及び第2接合型複合レンズ16を構成する第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 の素材に、硬化性樹脂材料である透明硬化性シリコーン樹脂を用いた。
- [0070] 実施例1から実施例5において、第2レンズ L_2 及び第5レンズ L_5 の素材に、高軟化温度の光学ガラス材料である光学ガラスBK7を用いた。ここで、BK7とは、ショットガラス(SCHOTT GLAS)社が硼珪酸ガラス(borosilicate glass)のグループに付けた名称である。光学ガラスBK7は、現在、複数のガラスメーカーによって製造されている。市販されている光学ガラスBK7の屈折率及びアッペ数は、製造会社あるいは製造ロットによって多少の相違がある。
- [0071] また、実施例6において、第2レンズ L_2 及び第5レンズ L_5 の素材に、硬化性樹脂材料である新日鉄化学株式会社(Nippon Steel Chemical Co., Ltd.)製シルプラスMHDを熱硬化性シリコーン樹脂として適宜用いた。
- [0072] 透明硬化性シリコーン樹脂とは、可視光に対して透明であって、かつ一時的に150℃程度の高温環境となっても、レンズの幾何学的形状は変化せず、その光学的性能が劣化しないシリコーン樹脂を意味する。ここでいう透明硬化性シリコーン樹脂は、例えば、シリコーン樹脂の供給会社から、「透明高硬度シリコーン樹脂」との名称で市販されているシリコーン樹脂の中から適宜選択することができる。
- [0073] 実施例1から実施例5において、第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 とは間接接着され、かつ第2レンズ L_2 と第3レンズ L_3 とは間接接着されている。また、第4レンズ L_4 と第5レンズ L_5 とは間接接着され、かつ第5レンズ L_5 と第6レンズ L_6 とは間接接着されて形成されている。また、実施例6において、第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 とは直接接着又は間接接着され、かつ第2レンズ L_2 と第3レンズ L_3 とは直接接着又は間接接着されている。また、第4レンズ L_4 と第5レンズ L_5 とは直接接着又は間接接着され、かつ第5レンズ L_5 と第6レンズ L_6 とは直接接着又は間接接着されて形成されている。
- [0074] 第1レンズ L_1 、第3レンズ L_3 、第4レンズ L_4 及び第6レンズ L_6 の素材である硬化性樹脂材料として、富士高分子工業株式会社(Fuji Polymer Industries Co., Ltd.)製SMX-7

852、及び東レ・ダウコーニング社(Dow Corning Toray Co., Ltd.)製SR-7010の熱硬化性シリコン樹脂を適宜用いた。これらの熱硬化性シリコン樹脂の屈折率及びアッベ数は、製造会社ごとに異なる他、同一の商品名であっても屈折率及びアッベ数は多少の相違がある。なお、以下に示す実施例において、レンズ素材の屈折率は、d線(587.6 nmの光)に対する値である。

[0075] 間接接着のために利用される接着剤として、エポキシ系接着剤が利用できる。具体的には、屈折率整合型光学接着剤(例えば、NTTアドバンステクノロジー株式会社の<URL: http://keytech.ntt-at.co.jp/optic2/prd_1001.html>参照[2007年5月7日検索])を利用することが可能である。この屈折率整合型光学接着剤は、熱に対する耐久性があり、一時的に高温環境になる環境に置かれた場合であっても、溶け出す等の形状変化が発生せず、しかも光学的性能が劣化しない。また、この屈折率整合型光学接着剤は、可視光に対して透明であって、屈折率も1.33から1.70の範囲において、±0.005の精度で調整可能である。後述するように、この実施形態の撮像レンズに利用される接合型複合レンズを構成する、第1から第6レンズは、その屈折率が、1.33から1.70の範囲内に含まれる素材が利用される。従って、この屈折率整合型光学接着剤は、その屈折率を、第1から第6レンズの何れの屈折率にも近い値に制御して製造することが可能である。

[0076] 上述の間接接着のために利用される接着剤としては、上述の屈折率整合型光学接着剤の例に限定されることはなく、透明であって、屈折率及び耐熱性に関する条件を満たすものであれば、利用可能である。接着剤の屈折率に関する条件とは、接着剤の屈折率が接着される二つのレンズの何れの屈折率にも近いことである。また、耐熱性に関する条件とは、接着剤が、固体化して二つのレンズを接着させた状態で、リフロー工程における高温熱環境に置かれても、また、一時的に高温環境になる環境に置かれた場合であっても、溶け出す等の形状変化が発生せず、しかも光学的性能が変化しないことをいう。

[0077] この発明の撮像レンズは、図1に示すように、第1絞り S_1 と、第1接合型複合レンズ14と、第2絞り S_2 と、第2接合型複合レンズ16とを具え、物体側から像側に向って、第1絞り S_1 、第1接合型複合レンズ14、第2絞り S_2 、第2接合型複合レンズ16の順に配列され

て構成される。

[0078] 第1接合型複合レンズ14は、物体側から像側に向って、第1レンズ L_1 、第2レンズ L_2 及び第3レンズ L_3 の順に配列されている。また、第2接合型複合レンズ16は、物体側から像側に向って、第4レンズ L_4 、第5レンズ L_5 及び第6レンズ L_6 の順に配列されている。

[0079] 第2接合型複合レンズ16と撮像素子10との間には、カバーガラス12が挿入されている。カバーガラスの素材は、屈折率が1.51680、アッベ数が61.0である光学ガラスBK7 (HOYA株式会社 (HOYA CORPORATION) 製) である。

[0080] 実施例1から実施例6の撮像レンズの、光軸上曲率半径の値 r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 14$)、面間隔 d_i ($i=1, 2, 3, \dots, 13$)、レンズ構成材料の屈折率及びアッベ数及び非球面係数を、それぞれ表1から表6に示す。ここでは、第1接合型複合レンズと第2接合型複合レンズとによる合成焦点距離を1.00 mmに規格化してある。

[0081] 第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の物体側面、及び第3レンズ L_3 の像側面を非球面とし、第2接合型複合レンズ16を構成する第4レンズ L_4 の物体側面、及び第6レンズ L_6 の像側面を非球面とした。

[0082] [表1]

実施例1

曲率半径(r_i)	間隔(d_i)	屈折率(N_i)	アッベ数(ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.291$	$d_2 = 0.1096$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	-2.040e-1	3.890e-1	-1.340e+1	1.868e+3	-1.553e+4	
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0975$	$N_3 = 1.51680$	$\nu_3 = 61.0$						
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0122$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_5 = 0.394$	$d_5 = 0.0560$			-1.220e+1	2.600e+1	-1.826e+2	-3.062e+3	2.490e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0210$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0526$								
$r_8 = 1.331$	$d_8 = 0.0390$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	-1.650e+1	-2.590	-7.740e+1	-3.630e+2	1.032e+4	
$r_9 = \infty$	$d_9 = 0.0975$	$N_9 = 1.51680$	$\nu_9 = 61.0$						
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 0.0853$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$						
$r_{11} = 7.500$	$d_{11} = 0.1437$			-1.000e+5	1.800	-6.800e+1	3.840e+2	-1.358e+3	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1462$	$N_{12} = 1.51680$	$\nu_{12} = 61.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2523$								

焦点距離 $f = 1.00 \text{ mm}$
Fナンバー $F_{no} = 2.9$
像高 $2Y = 1.246 \text{ mm}$

[0083] [表2]

実施例 2

曲率半径 (r_i)	間隔 (d_i)	屈折率 (N_i)	アッベ数 (ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.304$	$d_2 = 0.1147$	$N_2 = 1.53000$	$\nu_2 = 35.0$	-2.040e-1	3.400e-1	-1.070e+1	1.365e+3	-1.037e+4	
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.1019$	$N_3 = 1.51680$	$\nu_3 = 61.0$						
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0127$	$N_4 = 1.53000$	$\nu_4 = 35.0$						
$r_5 = 0.412$	$d_5 = 0.0586$			-1.220e+1	2.273e+1	-1.460e+2	-2.237e+3	1.663e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0219$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0550$								
$r_8 = 1.392$	$d_8 = 0.0408$	$N_8 = 1.53000$	$\nu_8 = 35.0$	-1.650e+1	-2.266	-6.190e+1	-2.650e+2	6.890e+3	
$r_9 = \infty$	$d_9 = 0.1019$	$N_9 = 1.51680$	$\nu_9 = 61.0$						
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 0.0892$	$N_{10} = 1.53000$	$\nu_{10} = 35.0$						
$r_{11} = 7.844$	$d_{11} = 0.1503$			-1.009e+5	1.571	-5.440e+1	2.807e+2	-9.069e+2	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1529$	$N_{12} = 1.51680$	$\nu_{12} = 61.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2224$								

焦点距離 $f = 1.00$ mm
Fナンバー $Fno = 2.9$
像高 $2Y = 1.238$ mm

[0084] [表3]

実施例 3

曲率半径 (r_i)	間隔 (d_i)	屈折率 (N_i)	アッベ数 (ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.291$	$d_2 = 0.1098$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	-2.040e-1	3.870e-1	-1.330e+1	1.849e+3	-1.532e+4	
$r_3 = 1.952$	$d_3 = 0.0976$	$N_3 = 1.51680$	$\nu_3 = 61.0$						
$r_4 = -1.952$	$d_4 = 0.0122$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_5 = 0.394$	$d_5 = 0.0561$			-1.220e+1	2.590e+1	-1.810e+2	-3.031e+3	2.457e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0210$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0527$								
$r_8 = 1.333$	$d_8 = 0.0390$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	-1.650e+1	-2.580	-7.690e+1	-3.600e+2	1.019e+4	
$r_9 = -1.952$	$d_9 = 0.0778$	$N_9 = 1.51680$	$\nu_9 = 61.0$						
$r_{10} = 1.952$	$d_{10} = 0.1052$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$						
$r_{11} = 7.511$	$d_{11} = 0.1439$			-1.009e+5	1.790	-6.750e+1	3.803e+2	-1.340e+3	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1464$	$N_{12} = 1.51680$	$\nu_{12} = 61.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2505$								

焦点距離 $f = 1.00 \text{ mm}$
Fナンバー $Fno = 2.9$
像高 $2Y = 1.200 \text{ mm}$

[0085] [表4]

実施例 4

曲率半径 (r_i)	間隔 (d_i)	屈折率 (N_i)	アッベ数 (ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.291$	$d_2 = 0.1097$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	-2.040e-1	3.880e-1	-1.340e+1	1.862e+3	-1.546e+4	
$r_3 = 1.950$	$d_3 = 0.0975$	$N_3 = 1.51680$	$\nu_3 = 61.0$						
$r_4 = 1.950$	$d_4 = 0.0122$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_5 = 0.394$	$d_5 = 0.0560$			-1.220e+1	2.600e+1	-1.820e+2	-3.050e+3	2.480e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0210$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0527$								
$r_8 = 1.332$	$d_8 = 0.0390$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	-1.650e+1	-2.590	-7.720e+1	-3.620e+2	1.030e+4	
$r_9 = -1.950$	$d_9 = 0.1365$	$N_9 = 1.51680$	$\nu_9 = 61.0$						
$r_{10} = -1.950$	$d_{10} = 0.0463$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$						
$r_{11} = 7.504$	$d_{11} = 0.1437$			-1.010e+5	1.790	-6.790e+1	3.830e+2	-1.350e+3	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1463$	$N_{12} = 1.51680$	$\nu_{12} = 61.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2524$								

焦点距離 $f = 1.00$ mm
Fナンバー $Fno = 2.9$
像高 $2Y = 1.200$ mm

[0086] [表5]

実施例 5

曲率半径(r_i)	間隔(d_i)	屈折率(N_i)	アッベ数(ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.290$	$d_2 = 0.1094$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	-2.040e-1	3.910e-1	-1.350e+1	1.894e+3	-1.580e+4	
$r_3 = -1.946$	$d_3 = 0.0973$	$N_3 = 1.51680$	$\nu_3 = 61.0$						
$r_4 = 1.946$	$d_4 = 0.0122$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_5 = 0.393$	$d_5 = 0.0559$			-1.220e+1	2.620e+1	-1.840e+2	-3.104e+3	2.534e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0209$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0525$								
$r_8 = 1.329$	$d_8 = 0.0389$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	-1.650e+1	-2.610	-7.820e+1	-3.680e+2	1.050e+4	
$r_9 = 1.946$	$d_9 = 0.1362$	$N_9 = 1.51680$	$\nu_9 = 61.0$						
$r_{10} = -1.946$	$d_{10} = 0.0462$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$						
$r_{11} = 7.485$	$d_{11} = 0.1434$			-1.010e+5	1.810	-6.870e+1	3.890e+2	-1.382e+3	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1459$	$N_{12} = 1.51680$	$\nu_{12} = 61.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2544$								

焦点距離 $f = 1.00$ mm
Fナンバー $Fno = 2.9$
像高 $2Y = 1.218$ mm

[0087] [表6]

実施例 6

曲率半径 (r_i)	間隔 (d_i)	屈折率 (N_i)	アッペ数 (ν_i)	非球面係数					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.2909$	$d_2 = 0.1096$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	-2.040e-1	3.890e-1	-1.340e+1	1.868e+3	-1.553e+4	
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0975$	$N_3 = 1.51100$	$\nu_3 = 36.0$						
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0122$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_5 = 0.3938$	$d_5 = 0.0560$			-1.220e+1	2.600e+1	-1.826e+2	-3.062e+3	2.490e+5	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0210$								
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0526$								
$r_8 = 1.3314$	$d_8 = 0.0390$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	-1.650e+1	-2.590	-7.740e+1	-3.630e+2	1.032e+4	
$r_9 = \infty$	$d_9 = 0.0975$	$N_9 = 1.51100$	$\nu_9 = 36.0$						
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 0.0853$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$						
$r_{11} = 7.5000$	$d_{11} = 0.1437$			-1.000e+5	1.800	-6.800e+1	3.840e+2	-1.358e+3	
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1462$	$N_{12} = 1.51633$	$\nu_{12} = 64.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.2513$								
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = -0.0100$								

焦点距離 $f = 1.00$ mm
Fナンバー $Fno = 2.9$
像高 $2Y = 1.246$ mm

- [0088] 実施例1から5において使用される接合型複合レンズは、レンズ同士を、間接接着することによって製造される。この間接接着は、レンズ間に接着剤を介在させて実現される。第1接合型複合レンズでも第2接合型複合レンズでも同様であるので、ここでは、第1接合型複合レンズを例に説明する。この場合は、第1から第3レンズ L_1 から L_3 を先ず形成し、接着剤を第2レンズ L_2 の第1レンズ L_1 又は第3レンズ L_3 に対向する面、あるいは、第1レンズ L_1 又は第3レンズ L_3 の第2レンズ L_2 に対向する面に塗布して、両者を密着させれば良い。
- [0089] ちなみに、第2レンズ L_2 の、第1レンズ L_1 及び第3レンズ L_3 に対向する面の少なくとも一方の面に、コーティング処理を施した上で、両者を接着することも可能である。この場合、コーティング処理を施した後に、間接接着することも、以下に述べる直接接着することも可能である。
- [0090] 実施例6において使用される接合型複合レンズは、レンズ同士を、直接接着あるいは間接接着することによって製造される。
- [0091] 直接接着することによって接合型複合レンズを製造するには、次のように行えばよい(詳細は、特許第3926380号公報等を参照)。ここでも、第1接合型複合レンズでも第2接合型複合レンズでも同様であるので、ここでは、第1接合型複合レンズを例に説明する。
- [0092] 第2レンズ L_2 に対して第1レンズ L_1 を接合させて形成するための金型(Die)を用意する。この金型は、内面の側壁が円柱状である円筒であり、底面が第1レンズ L_1 の物体側面と同一の曲面形状となっている。金型に硬化する前の液体状の透明硬化性シリコーン樹脂を注入し、熱硬化処理あるいは紫外線硬化処理をして第1レンズ L_1 を形成し、第2レンズ L_2 に対して第1レンズ L_1 を接合させて形成する。
- [0093] 次に、上述の第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 とが接合された複合レンズに、更に第3レンズ L_3 を接合させて形成するための金型を用意する。この金型は、その底面が第3レンズ L_3 の像面側と同一の形状となっている。金型に硬化する前の液体状の透明硬化性シリコーン樹脂を注入し、熱硬化処理あるいは紫外線硬化処理をして第3レンズ L_3 を形成し、第1レンズ L_1 が接合された第2レンズ L_2 に対して第3レンズ L_3 を接合させて形成する。このようにして接合型複合レンズが形成できる。

[0094] 上述の接合型複合レンズの製造工程において、第1レンズ L_1 及び第3レンズ L_3 を熱硬化性樹脂材料によって形成する場合は、金型の温度を上昇させ、及び加工させるための温度制御装置が必要である。また、第1レンズ L_1 及び第3レンズ L_3 を紫外線硬化樹脂によって形成する場合には、金型の上方から、紫外線硬化樹脂に対して紫外線を照射できるように、接合型複合レンズの製造装置を設計すればよい。

[0095] <実施例1>

実施例1のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第2レンズ L_2 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬化性シリコン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.51000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51680$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.51000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 56.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 61.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 56.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.51000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51680$ である。

(I) 第6レンズ L_6 の屈折率 N_{10} は、 $N_{10} = 1.51000$ である。

(J) 第4レンズ L_4 のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8 = 56.0$ である。

(K) 第5レンズ L_5 のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9 = 61.0$ である。

(L) 第6レンズ L_6 のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10} = 56.0$ である。

[0096] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.00680$ であるので、下記の条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|\nu_3 - \nu_2| = |\nu_3 - \nu_4| = |\nu_9 - \nu_8| = |\nu_9 - \nu_{10}| = 5.0$ であるので、下記の条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0097] 条件(1)、(2)、(5)及び(6)とは、それぞれ、以下に示す式(1)、式(2)、式(5)及び式(6)で与えられる条件を意味する。また、条件(3)、(4)、(7)及び(8)とは、それぞれ、以下に示す式(3)、式(4)、式(7)及び式(8)で与えられる条件を意味する。

$$\begin{aligned}
 [0098] \quad & 0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (1) \\
 & 0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2) \\
 & 0 \leq |\nu_3 - \nu_2| \leq 30.0 \quad (3) \\
 & 0 \leq |\nu_3 - \nu_4| \leq 30.0 \quad (4) \\
 & 0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1 \quad (5) \\
 & 0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1 \quad (6) \\
 & 0 \leq |\nu_9 - \nu_8| \leq 30.0 \quad (7) \\
 & 0 \leq |\nu_9 - \nu_{10}| \leq 30.0 \quad (8)
 \end{aligned}$$

条件(1)から(8)とは、それぞれ式(1)から(8)で与えられる条件を意味することは、以後の説明(実施例2から実施例6の説明)においても同様である。

[0099] 図2に実施例1の撮像レンズの断面図を示す。図2に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞り S_1 は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ役割を果たす第2絞り S_2 は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0100] 第1絞り S_1 の絞り面は平面であるので、表1に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞り S_2 は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表1に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーFnoは、2.9である。

[0101] 表1に示すとおり、 $r_3 = \infty$ 及び $r_4 = \infty$ であることから、第2レンズ L_2 は、光学平行平板であり、 $r_9 = \infty$ 及び $r_{10} = \infty$ であることから、第5レンズ L_5 は、光学平行平板である。 r_2 が正の値であって r_5 が正の値であるから、第1レンズ L_1 は、近軸上で、当該第1レンズ L_1 の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第3レンズ L_3 は、近軸上で、当該第3レンズ L_3 の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズ L_4 は、近軸上で、当該第4レンズ L_4 の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第6レンズ L_6 は、近軸上

で、当該第6レンズ L_6 の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。

[0102] 実施例1では、焦点距離 $f=1.00$ mmに対する光学長 L が 1.113 mmであり、バックフォーカス bf が 0.492 mmである。

[0103] 図3に示す歪曲収差曲線1-1、図4に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線1-2及びサジタル面に対する収差曲線1-3)、図5に示す色・球面収差曲線(g線に対する収差曲線1-4、F線に対する収差曲線1-5、e線に対する収差曲線1-6、d線に対する収差曲線1-7、及びC線に対する収差曲線1-8、)について、それぞれグラフによって示してある。

[0104] 図3及び図4の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図3及び図4中で、100%は 0.623 mmに対応している。また、図5の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大が 2.9 に対応する。図3の横軸は収差(%)を示し、図4、図5の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。

[0105] 歪曲収差は、像高75%(像高 0.467 mm)の位置において収差量の絶対値が2.5%と最大になっており、像高 0.623 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.5%以内に収まっている。

[0106] 非点収差は、像高80%(像高 0.498 mm)の位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が 0.029 mmと最大になっており、また、像高 0.623 mm以下の範囲で収差量の絶対値が 0.029 mm以内に収まっている。

[0107] 色・球面収差は、入射高 h の100% においてg線に対する収差曲線1-4の絶対値が 0.0225 mmと最大になっており、収差量の絶対値が 0.0225 mm以内に収まっている。

[0108] 従って、実施例1の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0109] <実施例2>

実施例2のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコーン樹脂SR-7010(東レ・ダウコーニング社(Dow Corning Toray Co., Ltd.)製)で形成され、第2レンズ L_2 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬

化性シリコーン樹脂SR-7010(東レ・ダウコーニング社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.53000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51680$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.53000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 35.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 61.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 35.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.53000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51680$ である。

(I) 第6レンズ L_6 の屈折率 N_{10} は、 $N_{10} = 1.53000$ である。

(J) 第4レンズ L_4 のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8 = 35.0$ である。

(K) 第5レンズ L_5 のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9 = 61.0$ である。

(L) 第6レンズ L_6 のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10} = 35.0$ である。

[0110] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.01320$ であるので、条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|\nu_3 - \nu_2| = |\nu_3 - \nu_4| = |\nu_9 - \nu_8| = |\nu_9 - \nu_{10}| = 26.0$ であるので、条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0111] 図6に実施例2の撮像レンズの断面図を示す。図6に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞り S_1 は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ役割を果たす第2絞り S_2 は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0112] 第1絞り S_1 の絞り面は平面であるので、表2に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞り S_2 は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表2に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーFnoは、2.9である。

[0113] 表2に示すとおり、 $r_3 = \infty$ 及び $r_4 = \infty$ であることから、第2レンズ L_2 は、光学平行平板であり、 $r_9 = \infty$ 及び $r_{10} = \infty$ であることから、第5レンズ L_5 は、光学平行平板である。 r_2 が正の値であって r_5 が正の値であるから、第1レンズ L_1 は、近軸上で、当該第1レン

ズ L_1 の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第3レンズ L_3 は、近軸上で、当該第3レンズ L_3 の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズ L_4 は、近軸上で、当該第4レンズ L_4 の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第6レンズ L_6 は、近軸上で、当該第6レンズ L_6 の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。

[0114] 実施例2では、焦点距離 $f=1.00$ mmに対する光学長 L が 1.120 mmであり、バックフォーカス bf が 0.472 mmである。

[0115] 図7に示す歪曲収差曲線2-1、図8に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線2-2及びサジタル面に対する収差曲線2-3)、図9に示す色・球面収差曲線(g線に対する収差曲線2-4、F線に対する収差曲線2-5、e線に対する収差曲線2-6、d線に対する収差曲線2-7、及びC線に対する収差曲線2-8、)について、それぞれグラフによって示してある。

[0116] 図7及び図8の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図7及び図8中で、100%は 0.619 mmに対応している。また、図9の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大が 2.9 に対応する。図7の横軸は収差(%)を示し、図8、図9の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。

[0117] 歪曲収差は、像高75%(像高 0.464 mm)の位置において収差量の絶対値が2.7%と最大になっており、像高 0.619 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.7%以内に収まっている。

[0118] 非点収差は、像高70%(像高 0.433 mm)の位置においてサジタル面における収差量の絶対値が 0.02 mmと最大になっており、また、像高 0.619 mm以下の範囲で収差量の絶対値が 0.02 mm以内に収まっている。

[0119] 色・球面収差は、入射高 h の100%においてg線に対する収差曲線2-4の絶対値が 0.0398 mmと最大になっており、収差量の絶対値が 0.0398 mm以内に収まっている。

[0120] 従って、実施例2の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0121] <実施例3>

実施例3のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第2レンズ L_2 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.51000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51680$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.51000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 56.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 61.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 56.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.51000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51680$ である。

(I) 第6レンズ L_6 の屈折率 N_{10} は、 $N_{10} = 1.51000$ である。

(J) 第4レンズ L_4 のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8 = 56.0$ である。

(K) 第5レンズ L_5 のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9 = 61.0$ である。

(L) 第6レンズ L_6 のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10} = 56.0$ である。

[0122] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.00680$ であるので、条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|\nu_3 - \nu_2| = |\nu_3 - \nu_4| = |\nu_9 - \nu_8| = |\nu_9 - \nu_{10}| = 5.0$ であるので、条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0123] 図10に実施例3の撮像レンズの断面図を示す。図10に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞り S_1 は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ役割を果たす第2絞り S_2 は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0124] 第1絞り S_1 の絞り面は平面であるので、表3に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞り S_2 は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表3に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーF

noは、2.9である。

- [0125] 表3に示すとおり、 r_3 が正の値であり、 r_4 が負の値であることから、第2レンズ L_2 は、両凸レンズであり、 r_9 が負の値であり r_{10} が正の値であることから、第5レンズ L_5 は、両凹レンズである。 r_2 が正の値であって r_5 が正の値であるから、第1レンズ L_1 は、近軸上で、当該第1レンズ L_1 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第3レンズ L_3 は、近軸上で、当該第3レンズ L_3 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズ L_4 は、近軸上で、当該第4レンズ L_4 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第6レンズ L_6 は、近軸上で、当該第6レンズ L_6 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。
- [0126] 実施例3では、焦点距離 $f=1.00$ mmに対する光学長 L が1.111 mmであり、バックフォーカス bf が0.489 mmである。
- [0127] 図11に示す歪曲収差曲線3-1、図12に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線3-2及びサジタル面に対する収差曲線3-3)、図13に示す色・球面収差曲線(g 線に対する収差曲線3-4、 F 線に対する収差曲線3-5、 e 線に対する収差曲線3-6、 d 線に対する収差曲線3-7、及び C 線に対する収差曲線3-8、)について、それぞれグラフによって示してある。
- [0128] 図11及び図12の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図11及び図12中で、100%は0.600 mmに対応している。また、図13の収差曲線の縦軸は、入射高 h (F ナンバー)を示しており、最大が2.9に対応する。図11の横軸は収差(%)を示し、図12、図13の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。
- [0129] 歪曲収差は、像高80%(像高 0.480 mm)の位置において収差量の絶対値が2.5%と最大になっており、像高0.600 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.5%以内に収まっている。
- [0130] 非点収差は、像高80%(像高0.480 mm)の位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0217 mmと最大になっており、また、像高0.600 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0217 mm以内に収まっている。
- [0131] 色・球面収差は、入射高 h の100%において g 線に対する収差曲線3-4の絶対値が0.0239 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.0239 mm以内に収まっている。

[0132] 従って、実施例3の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0133] <実施例4>

実施例4のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第2レンズ L_2 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.51000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51680$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.51000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 56.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 61.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 56.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.51000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51680$ である。

(I) 第6レンズ L_6 の屈折率 N_{10} は、 $N_{10} = 1.51000$ である。

(J) 第4レンズ L_4 のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8 = 56.0$ である。

(K) 第5レンズ L_5 のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9 = 61.0$ である。

(L) 第6レンズ L_6 のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10} = 56.0$ である。

[0134] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.00680$ であるので、条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|\nu_3 - \nu_2| = |\nu_3 - \nu_4| = |\nu_9 - \nu_8| = |\nu_9 - \nu_{10}| = 5.0$ であるので、条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0135] 図14に実施例4の撮像レンズの断面図を示す。図14に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞り S_1 は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ

役割を果たす第2絞り S_2 は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0136] 第1絞り S_1 の絞り面は平面であるので、表4に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞り S_2 は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表4に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーFnoは、2.9である。

[0137] 表4に示すとおり、 r_3 が正の値であり、 r_4 も正の値であることから、第2レンズ L_2 は、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであり、 r_9 が負の値であり r_{10} も負の値であることから、第5レンズ L_5 は、像側に凸面を向けたメニスカスレンズである。 r_2 が正の値であって r_5 も正の値であるから、第1レンズ L_1 は、近軸上で、当該第1レンズ L_1 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第3レンズ L_3 は、近軸上で、当該第3レンズ L_3 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズ L_4 は、近軸上で、当該第4レンズ L_4 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第6レンズ L_6 は、近軸上で、当該第6レンズ L_6 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。

[0138] 実施例4では、焦点距離 $f = 1.00$ mmに対する光学長 L が1.109 mmであり、バックフォーカスbfが0.488 mmである。

[0139] 図15に示す歪曲収差曲線4-1、図16に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線4-2及びサジタル面に対する収差曲線4-3)、図17に示す色・球面収差曲線(g線に対する収差曲線4-4、F線に対する収差曲線4-5、e線に対する収差曲線4-6、d線に対する収差曲線4-7、及びC線に対する収差曲線4-8、)について、それぞれグラフによって示してある。

[0140] 図15及び図16の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図15及び図16中で、100%は0.600 mmに対応している。また、図17の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大が2.9に対応する。図15の横軸は収差(%)を示し、図16、図17の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。

[0141] 歪曲収差は、像高75%(像高 0.450 mm)の位置において収差量の絶対値が2.5%と最大になっており、像高0.600 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.5%以内に収まっている。

[0142] 非点収差は、像高80% (像高0.480 mm) の位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0242 mmと最大になっており、また、像高0.600 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0242 mm以内に収まっている。

[0143] 色・球面収差は、入射高hの100%においてg線に対する収差曲線4-4の絶対値が0.0219 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.0219 mm以内に収まっている。

[0144] 従って、実施例4の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0145] <実施例5>

実施例5のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第2レンズ L_2 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、光学ガラスBK7(株式会社オハラ製)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.51000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51680$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.51000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 56.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 61.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 56.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.51000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51680$ である。

(I) 第6レンズ L_6 の屈折率 N_{10} は、 $N_{10} = 1.51000$ である。

(J) 第4レンズ L_4 のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8 = 56.0$ である。

(K) 第5レンズ L_5 のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9 = 61.0$ である。

(L) 第6レンズ L_6 のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10} = 56.0$ である。

[0146] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.00680$ であるので、

条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|v_3 - v_2| = |v_3 - v_4| = |v_9 - v_8| = |v_9 - v_{10}| = 5.0$ であるので、条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0147] 図18に実施例5の撮像レンズの断面図を示す。図18に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞り S_1 は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズ L_1 の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ役割を果たす第2絞り S_2 は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0148] 第1絞り S_1 の絞り面は平面であるので、表5に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞り S_2 は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表5に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーFnoは、2.9である。

[0149] 表5に示すとおり、 r_3 が負の値であり、 r_4 が正の値であることから、第2レンズ L_2 は、両凹レンズであり、 r_9 が正の値であり r_{10} が負の値であることから、第5レンズ L_5 は、両凸レンズである。 r_2 が正の値であって r_5 も正の値であるから、第1レンズ L_1 は、近軸上で、当該第1レンズ L_1 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第3レンズ L_3 は、近軸上で、当該第3レンズ L_3 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズ L_4 は、近軸上で、当該第4レンズ L_4 の物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであって、第6レンズ L_6 は、近軸上で、当該第6レンズ L_6 の像側面が像側に凹面を向けたレンズである。

[0150] 実施例5では、焦点距離 $f = 1.00$ mmに対する光学長 L が1.110 mmであり、バックフォーカスbfが0.490 mmである。

[0151] 図19に示す歪曲収差曲線5-1、図20に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線5-2及びサジタル面に対する収差曲線5-3)、図21に示す色・球面収差曲線(g線に対する収差曲線5-4、F線に対する収差曲線5-5、e線に対する収差曲線5-6、d線に対する収差曲線5-7、及びC線に対する収差曲線5-8、)について、それぞれグラフによって示してある。

[0152] 図19及び図20の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図19及び図20中で、100%は0.609 mmに対応している。また、図21の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大が2.9に対応する。図19の横軸

は収差(%)を示し、図20、図21の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。

[0153] 歪曲収差は、像高75%(像高 0.457 mm)の位置において収差量の絶対値が2.5%と最大になっており、像高0.609 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.5%以内に収まっている。

[0154] 非点収差は、像高80%(像高0.488 mm)の位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0267 mmと最大になっており、また、像高0.609 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0267 mm以内に収まっている。

[0155] 色・球面収差は、入射高hの100%においてg線に対する収差曲線5-4の絶対値が0.0224 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.0224 mm以内に収まっている。

[0156] 従って、実施例5の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0157] <実施例6>

実施例6のレンズ系は、第1接合型複合レンズの第1レンズ L_1 、及び第3レンズ L_3 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第2レンズ L_2 が、低熱膨張タイプの透明高硬度シリコーン樹脂シルプラスMHD(新日鉄化学株式会社)で形成されている。また、第2接合型複合レンズの第4レンズ L_4 、及び第6レンズ L_6 が、透明硬化性シリコーン樹脂SMX-7852(富士高分子工業株式会社製)で形成され、第5レンズ L_5 が、低熱膨張タイプの透明高硬度シリコーン樹脂シルプラスMHD(新日鉄化学株式会社)で形成されている。

(A) 第1レンズ L_1 の屈折率 N_2 は、 $N_2 = 1.51000$ である。

(B) 第2レンズ L_2 の屈折率 N_3 は、 $N_3 = 1.51100$ である。

(C) 第3レンズ L_3 の屈折率 N_4 は、 $N_4 = 1.51000$ である。

(D) 第1レンズ L_1 のアッベ数 ν_2 は、 $\nu_2 = 56.0$ である。

(E) 第2レンズ L_2 のアッベ数 ν_3 は、 $\nu_3 = 36.0$ である。

(F) 第3レンズ L_3 のアッベ数 ν_4 は、 $\nu_4 = 56.0$ である。

(G) 第4レンズ L_4 の屈折率 N_8 は、 $N_8 = 1.51000$ である。

(H) 第5レンズ L_5 の屈折率 N_9 は、 $N_9 = 1.51100$ である。

(I) 第6レンズL₆の屈折率N₁₀は、N₁₀=1.51000である。

(J) 第4レンズL₄のアッベ数 ν_8 は、 $\nu_8=56.0$ である。

(K) 第5レンズL₅のアッベ数 ν_9 は、 $\nu_9=36.0$ である。

(L) 第6レンズL₆のアッベ数 ν_{10} は、 $\nu_{10}=56.0$ である。

[0158] 従って、 $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_9 - N_8| = |N_9 - N_{10}| = 0.00100$ であるので、条件(1)、(2)、(5)及び(6)を満たしている。また、 $|\nu_3 - \nu_2| = |\nu_3 - \nu_4| = |\nu_9 - \nu_8| = |\nu_9 - \nu_{10}| = 20.0$ であるので、条件(3)、(4)、(7)及び(8)を満たしている。

[0159] 図22に実施例6の撮像レンズの断面図を示す。図22に示すとおり、開口絞りの役割を果たす第1絞りS₁は、第1接合型複合レンズ14を構成する第1レンズL₁の第1面(物体側の面)と光軸との交点の位置に設けられている。フレアーあるいは、スミアを防ぐ役割を果たす第2絞りS₂は、第1接合型複合レンズ14と第2接合型複合レンズ16との間に設けられている。

[0160] 第1絞りS₁の絞り面は平面であるので、表6に $r_1 = \infty$ と示してある。第2絞りS₂は、平面 r_6 と r_7 とで構成されているので、表6に $r_6 = \infty$ 及び $r_7 = \infty$ と示してある。またFナンバーFnoは、2.9である。

[0161] 表6に示すとおり、 $r_3 = \infty$ 及び $r_4 = \infty$ であることから、第2レンズL₂は、光学平行平板であり、 $r_9 = \infty$ 及び $r_{10} = \infty$ であることから、第5レンズL₅は、光学平行平板である。 r_2 が正の値であって r_5 が正の値であるから、第1レンズL₁は、近軸上で、当該第1レンズL₁の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第3レンズL₃は、近軸上で、当該第3レンズL₃の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。また、 r_8 が正の値であって r_{11} も正の値であるから、第4レンズL₄は、近軸上で、当該第4レンズL₄の物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであって、第6レンズL₆は、近軸上で、当該第6レンズL₆の像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズである。

[0162] 実施例6では、焦点距離 $f=1.00$ mmに対する光学長Lが1.112 mmであり、バックフォーカスbfが0.491 mmである。

[0163] 図23に示す歪曲収差曲線6-1、図24に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線6-2及びサジタル面に対する収差曲線6-3)、図25に示す色・球面収差曲線(g線に対する収差曲線6-4、F線に対する収差曲線6-5、e線に対する収差曲線6-

6、d線に対する収差曲線6-7、及びC線に対する収差曲線6-8、)について、それぞれグラフによって示してある。

[0164] 図23及び図24の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図23及び図24中で、100%は0.623 mmに対応している。また、図25の収差曲線の縦軸は、入射高h(Fナンバー)を示しており、最大が2.9に対応する。図23の横軸は収差(%)を示し、図24、図25の横軸は、収差の大きさ(mm)を示している。

[0165] 歪曲収差は、像高80%(像高 0.498 mm)の位置において収差量の絶対値が2.5%と最大になっており、像高0.623 mm以下の範囲で収差量の絶対値が2.5%以内に収まっている。

[0166] 非点収差は、像高80%(像高0.498 mm)の位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0280 mmと最大になっており、また、像高0.623 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0280 mm以内に収まっている。

[0167] 色・球面収差は、入射高hの100%においてg線に対する収差曲線6-4の絶対値が0.0212 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.0212 mm以内に収まっている。

[0168] 従って、実施例6の撮像レンズによれば、携帯電話器等に搭載可能な程度に光学長が短く、撮像レンズと撮像面との間にフィルタやカバーガラス等の部品を挿入することが可能な程度にバックフォーカスが長く、かつ良好な画像が得られる。

[0169] 実施例6の撮像レンズは、第2レンズ L_2 及び第5レンズ L_5 が硬化性樹脂材料、すなわち透明高硬度シリコーン樹脂で形成されている点が、上述の実施例1から5の撮像レンズと異なっている。実施例6の撮像レンズを構成する第1接合型複合レンズ14は、硬化性樹脂材料で形成される第2レンズ L_2 に、液体状の硬化性樹脂材料を接触させて、この硬化性樹脂材料を固体化、すなわち硬化させることによって、第1レンズ L_1 又は第3レンズ L_3 が第2レンズ L_2 に接着する(直接接着する)ことで構成される。また、第2接合型複合レンズ16は、硬化性樹脂材料で形成される第5レンズ L_5 に、液体状の硬化性樹脂材料を接触させて、この硬化性樹脂材料を固体化、すなわち硬化させることによって、第4レンズ L_4 又は第6レンズ L_6 が第5レンズ L_5 に接着する(直接接着する)ことで構成される。

[0170] 第2レンズ L_2 が光学ガラスで形成される場合と同様に、まず硬化性樹脂材料で光学

平行平板を形成して、この光学平行平板を第2レンズ L_2 として、硬化性樹脂材料で形成された第1レンズ L_1 又は第3レンズ L_3 と、この第2レンズ L_2 とを間接接着することによって形成することも可能である。また、第5レンズ L_5 が光学ガラスで形成される場合と同様に、まず硬化性樹脂材料で光学平行平板を形成して、この光学平行平板を第5レンズ L_5 として、硬化性樹脂材料で形成された第4レンズ L_4 又は第6レンズ L_6 と、この第5レンズ L_5 とを間接接着することによって形成することも可能である。

[0171] 実施例1から実施例6の撮像レンズの説明から明らかなように、撮像レンズの各構成レンズを上述した式(1)から(8)で示す条件を満たすように設計することで、この発明が解決しようとする課題が解決される。すなわち、諸収差が良好に補正され、十分なバックフォーカスが得られかつ光学長が短く保たれた撮像レンズが得られる。

[0172] 以上説明したことから、この発明の撮像レンズは、携帯電話器、パーソナルコンピュータあるいはデジタルカメラに内蔵するカメラ用レンズとしての利用はもとより、携帯情報端末(PDA:personal digital assistant)に内蔵するカメラ用レンズ、画像認識機能具备了玩具に内蔵するカメラ用レンズ、監視、検査あるいは防犯機器等に内蔵するカメラ用レンズとして適用しても好適である。

請求の範囲

- [1] 第1絞りと、第1接合型複合レンズと、第2絞りと、第2接合型複合レンズとを具え、
 物体側から像側に向って、前記第1絞り、前記第1接合型複合レンズ、前記第2絞り
 、前記第2接合型複合レンズの順に配列されて構成され、
 前記第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ、第2レンズ及
 び第3レンズの順に配列され、
 前記第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ、第5レンズ及
 び第6レンズの順に配列され、
 前記第1レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第6レンズが硬化性樹脂
 材料で形成され、
 前記第2レンズ及び前記第5レンズが、高軟化温度の光学ガラス材料で形成され、
 前記第1レンズと前記第2レンズとは接着剤によって接着され、かつ前記第2レンズと
 前記第3レンズとは接着剤によって接着され、かつ前記第4レンズと前記第5レンズと
 は接着剤によって接着され、かつ前記第5レンズと前記第6レンズとは接着剤によって
 接着されて形成され、

以下の条件(1)から(8)を満たすことを特徴とする撮像レンズ。

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2)$$

$$0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0 \quad (3)$$

$$0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0 \quad (4)$$

$$0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1 \quad (5)$$

$$0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1 \quad (6)$$

$$0 \leq |v_9 - v_8| \leq 30.0 \quad (7)$$

$$0 \leq |v_9 - v_{10}| \leq 30.0 \quad (8)$$

ただし、

N_2 : 前記第1レンズの屈折率

N_3 : 前記第2レンズの屈折率

N_4 : 前記第3レンズの屈折率

ν_2 : 前記第1レンズのアッベ数
 ν_3 : 前記第2レンズのアッベ数
 ν_4 : 前記第3レンズのアッベ数
 N_8 : 前記第4レンズの屈折率
 N_9 : 前記第5レンズの屈折率
 N_{10} : 前記第6レンズの屈折率
 ν_8 : 前記第4レンズのアッベ数
 ν_9 : 前記第5レンズのアッベ数
 ν_{10} : 前記第6レンズのアッベ数、
 である。

- [2] 第1絞りと、第1接合型複合レンズと、第2絞りと、第2接合型複合レンズとを具え、
 物体側から像側に向って、前記第1絞り、前記第1接合型複合レンズ、前記第2絞り、
 前記第2接合型複合レンズの順に配列されて構成され、
 前記第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ、第2レンズ及び
 第3レンズの順に配列され、
 前記第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ、第5レンズ及び
 第6レンズの順に配列され、
 前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ、前記第5レンズ及び
 前記第6レンズが硬化性樹脂材料で形成され、
 前記第1レンズと前記第2レンズとは直接接着され、かつ前記第2レンズと前記第3レ
 ンズとは直接接着され、かつ前記第4レンズと前記第5レンズとは直接接着され、かつ
 前記第5レンズと前記第6レンズとは直接接着されて形成され、
 以下の条件(1)から(8)を満たすことを特徴とする撮像レンズ。

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2)$$

$$0 \leq |\nu_3 - \nu_2| \leq 30.0 \quad (3)$$

$$0 \leq |\nu_3 - \nu_4| \leq 30.0 \quad (4)$$

$$0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1 \quad (5)$$

$$0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1 \quad (6)$$

$$0 \leq |\nu_9 - \nu_8| \leq 30.0 \quad (7)$$

$$0 \leq |\nu_9 - \nu_{10}| \leq 30.0 \quad (8)$$

ただし、

N_2 : 前記第1レンズの屈折率

N_3 : 前記第2レンズの屈折率

N_4 : 前記第3レンズの屈折率

ν_2 : 前記第1レンズのアッベ数

ν_3 : 前記第2レンズのアッベ数

ν_4 : 前記第3レンズのアッベ数

N_8 : 前記第4レンズの屈折率

N_9 : 前記第5レンズの屈折率

N_{10} : 前記第6レンズの屈折率

ν_8 : 前記第4レンズのアッベ数

ν_9 : 前記第5レンズのアッベ数

ν_{10} : 前記第6レンズのアッベ数、

である。

- [3] 第1絞りと、第1接合型複合レンズと、第2絞りと、第2接合型複合レンズとを具え、
物体側から像側に向って、前記第1絞り、前記第1接合型複合レンズ、前記第2絞り、
前記第2接合型複合レンズの順に配列されて構成され、
前記第1接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第1レンズ、第2レンズ及び
第3レンズの順に配列され、
前記第2接合型複合レンズは、物体側から像側に向って、第4レンズ、第5レンズ及び
第6レンズの順に配列され、
前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ、前記第5レンズ及び
前記第6レンズが硬化性樹脂材料で形成され、
前記第1レンズと前記第2レンズとは接着剤によって接着され、かつ前記第2レンズと
前記第3レンズとは接着剤によって接着され、かつ前記第4レンズと前記第5レンズと

は接着剤によって接着され、かつ前記第5レンズと前記第6レンズとは接着剤によって接着されて形成され、

以下の条件(1)から(8)を満たすことを特徴とする撮像レンズ。

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2)$$

$$0 \leq |\nu_3 - \nu_2| \leq 30.0 \quad (3)$$

$$0 \leq |\nu_3 - \nu_4| \leq 30.0 \quad (4)$$

$$0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1 \quad (5)$$

$$0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1 \quad (6)$$

$$0 \leq |\nu_9 - \nu_8| \leq 30.0 \quad (7)$$

$$0 \leq |\nu_9 - \nu_{10}| \leq 30.0 \quad (8)$$

ただし、

N_2 : 前記第1レンズの屈折率

N_3 : 前記第2レンズの屈折率

N_4 : 前記第3レンズの屈折率

ν_2 : 前記第1レンズのアッベ数

ν_3 : 前記第2レンズのアッベ数

ν_4 : 前記第3レンズのアッベ数

N_8 : 前記第4レンズの屈折率

N_9 : 前記第5レンズの屈折率

N_{10} : 前記第6レンズの屈折率

ν_8 : 前記第4レンズのアッベ数

ν_9 : 前記第5レンズのアッベ数

ν_{10} : 前記第6レンズのアッベ数、

である。

[4] 前記第2レンズが、光学平行平板であつて、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであり、

前記第5レンズが、光学平行平板であって、

前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

[5] 前記第2レンズが、光学平行平板であって、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであり、

前記第5レンズが、光学平行平板であって、

前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。

[6] 前記第2レンズが、光学平行平板であって、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであり、

前記第5レンズが、光学平行平板であって、

前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けた平凸レンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けた平凹レンズであることを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。

[7] 前記第2レンズが、両凸レンズであって、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズであり、

前記第5レンズが、両凹レンズであって、

前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

[8] 前記第2レンズが、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであって、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズであり、

前記第5レンズが、像側に凸面を向けたメニスカスレンズであって、

前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

[9] 前記第2レンズが、両凹レンズであって、

前記第1レンズが、近軸上で当該第1レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第3レンズが、近軸上で当該第3レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズであり、

前記第5レンズが、両凸レンズであって、

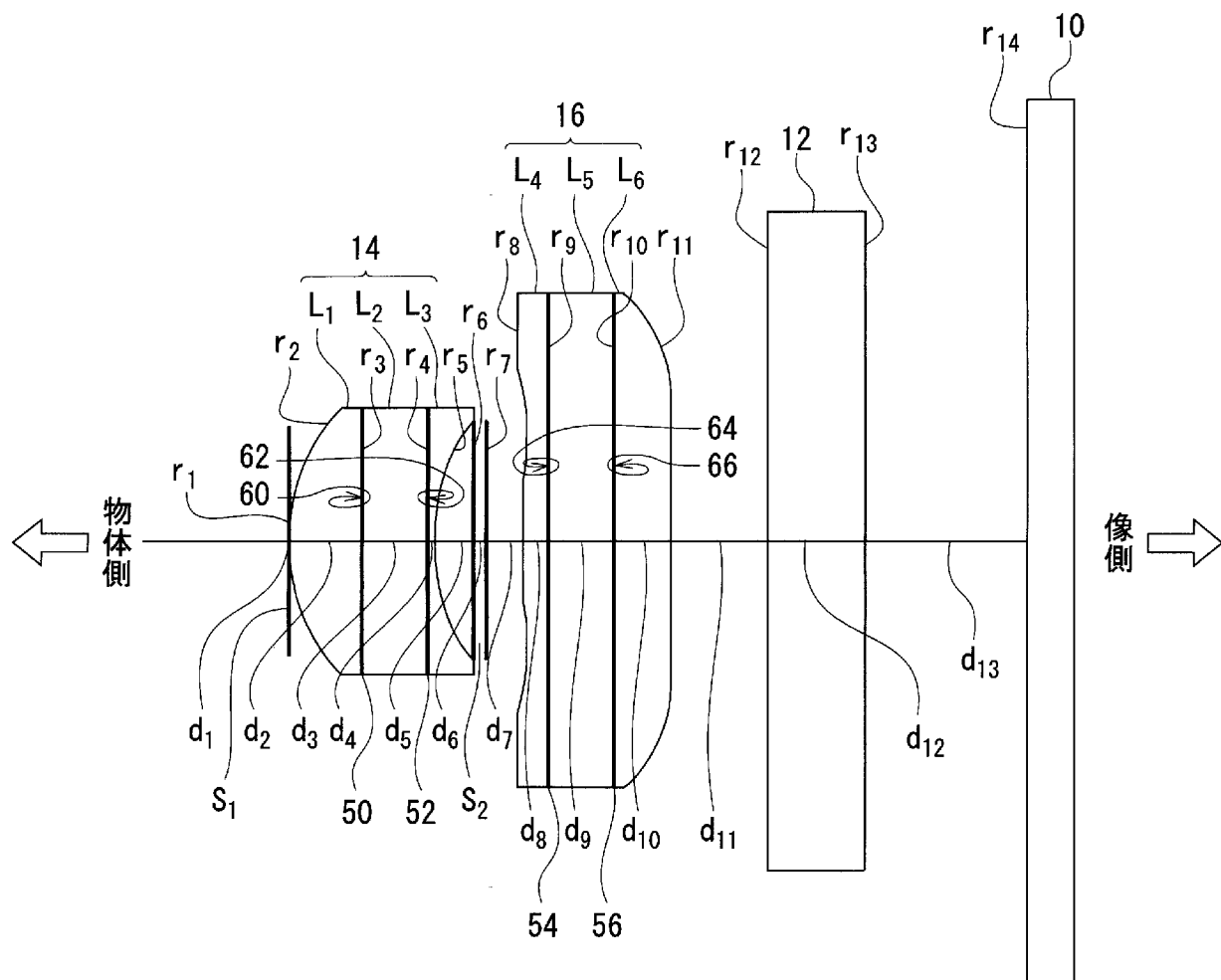
前記第4レンズが、近軸上で当該第4レンズの物体側面が物体側に凸面を向けたレンズであり、

前記第6レンズが、近軸上で当該第6レンズの像側面が像側に凹面を向けたレンズ

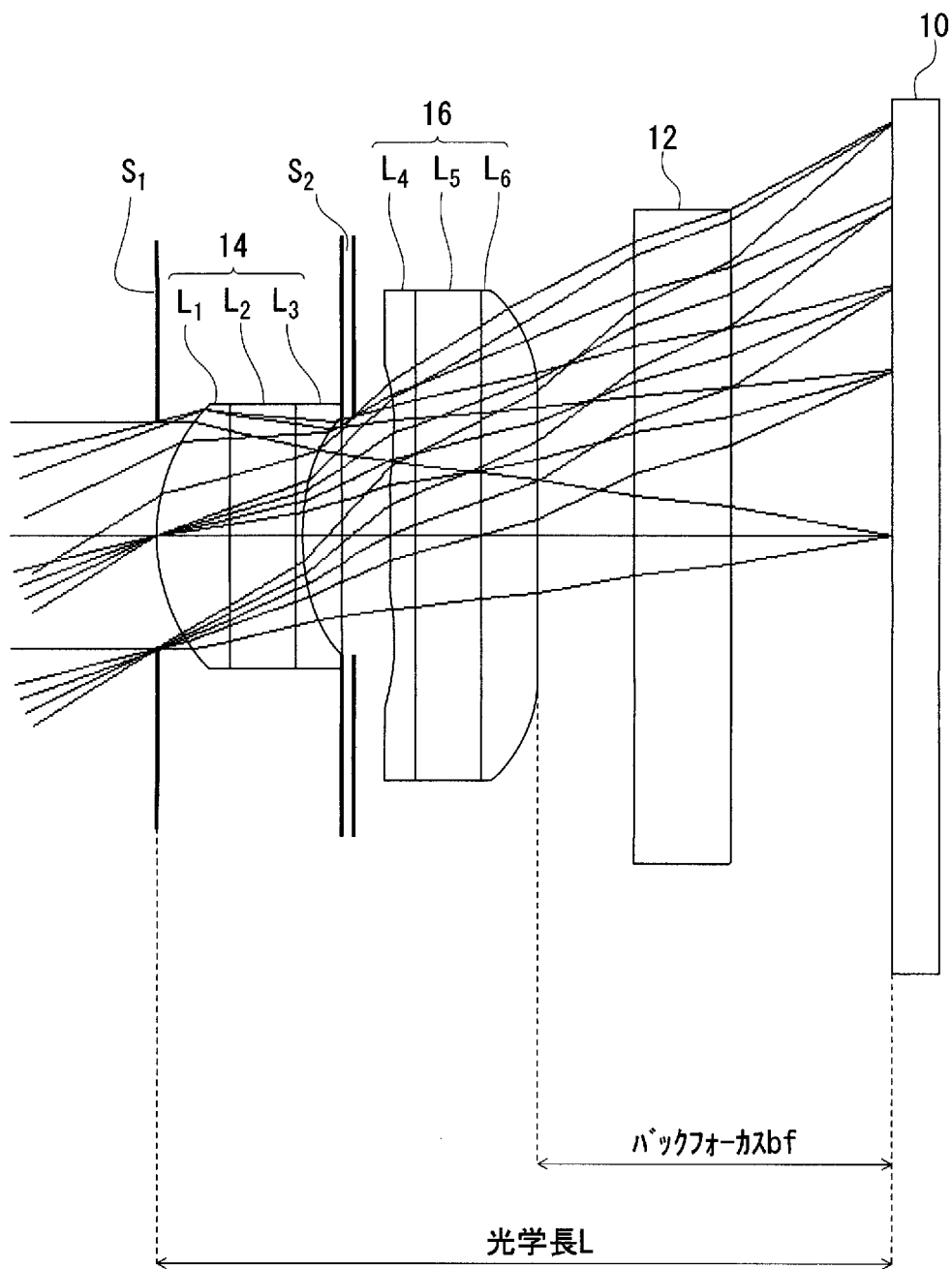
であることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

- [10] 前記第1レンズの物体側面及び前記第3レンズの像側面が非球面であり、前記第4レンズの物体側面及び前記第6レンズの像側面が非球面であることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [11] 前記第1レンズの物体側面及び前記第3レンズの像側面が非球面であり、前記第4レンズの物体側面及び前記第6レンズの像側面が非球面であることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。
- [12] 前記第1レンズの物体側面及び前記第3レンズの像側面が非球面であり、前記第4レンズの物体側面及び前記第6レンズの像側面が非球面であることを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。
- [13] 前記第2レンズの両面及び前記第5レンズの両面の合計四つの面のうち少なくとも一つの面がコーティング処理されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [14] 前記第2レンズの両面及び前記第5レンズの両面の合計四つの面のうち少なくとも一つの面がコーティング処理されていることを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。
- [15] 前記硬化性樹脂材料が、透明硬化性シリコーン樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [16] 前記硬化性樹脂材料が、透明硬化性シリコーン樹脂であることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。
- [17] 前記硬化性樹脂材料が、透明硬化性シリコーン樹脂であることを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。

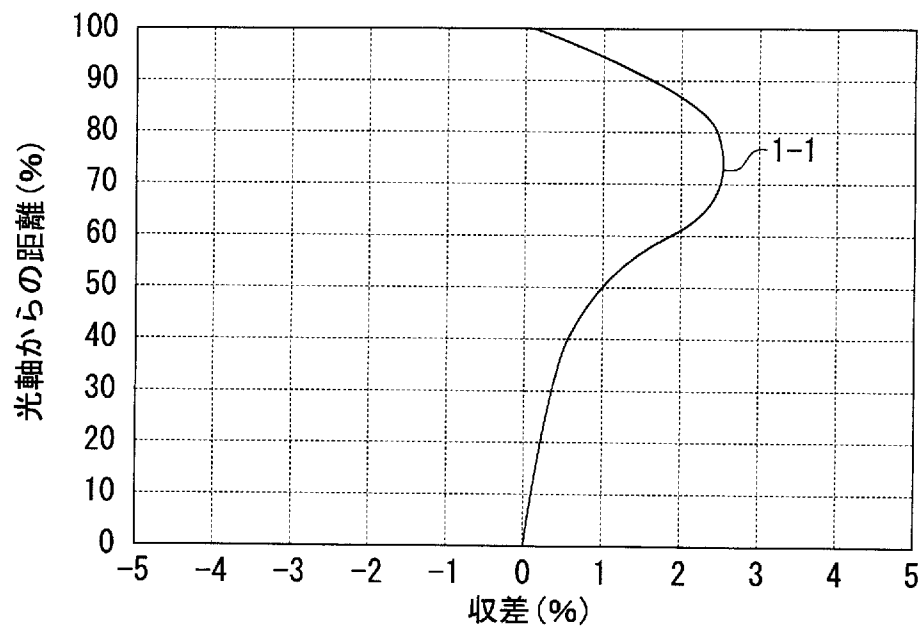
[図1]



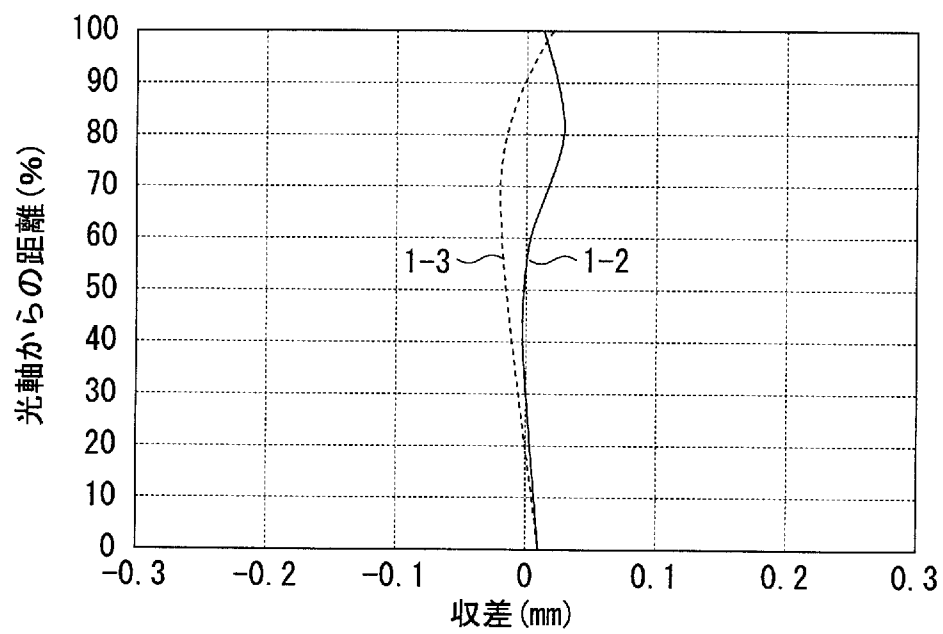
[図2]



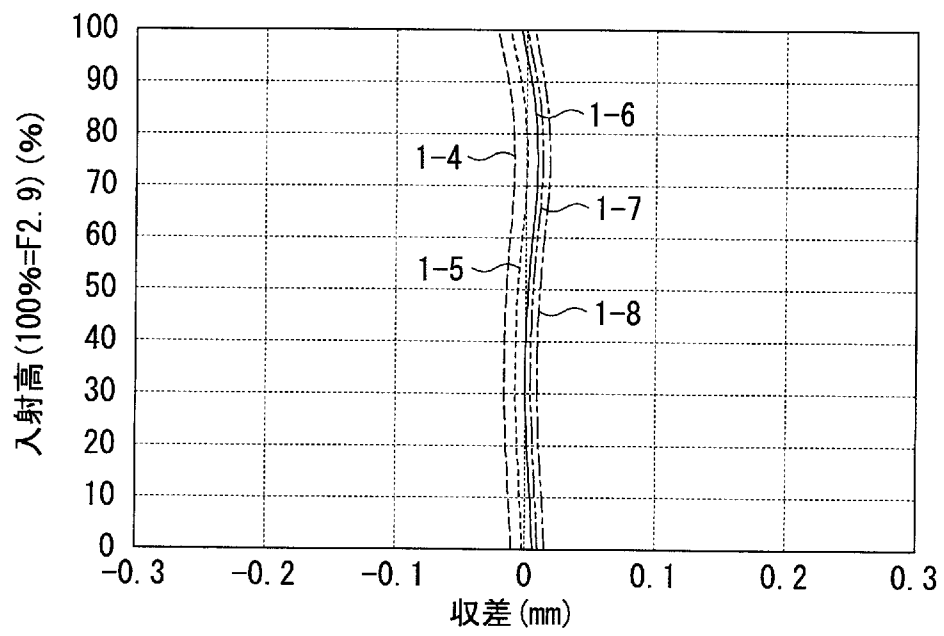
[図3]



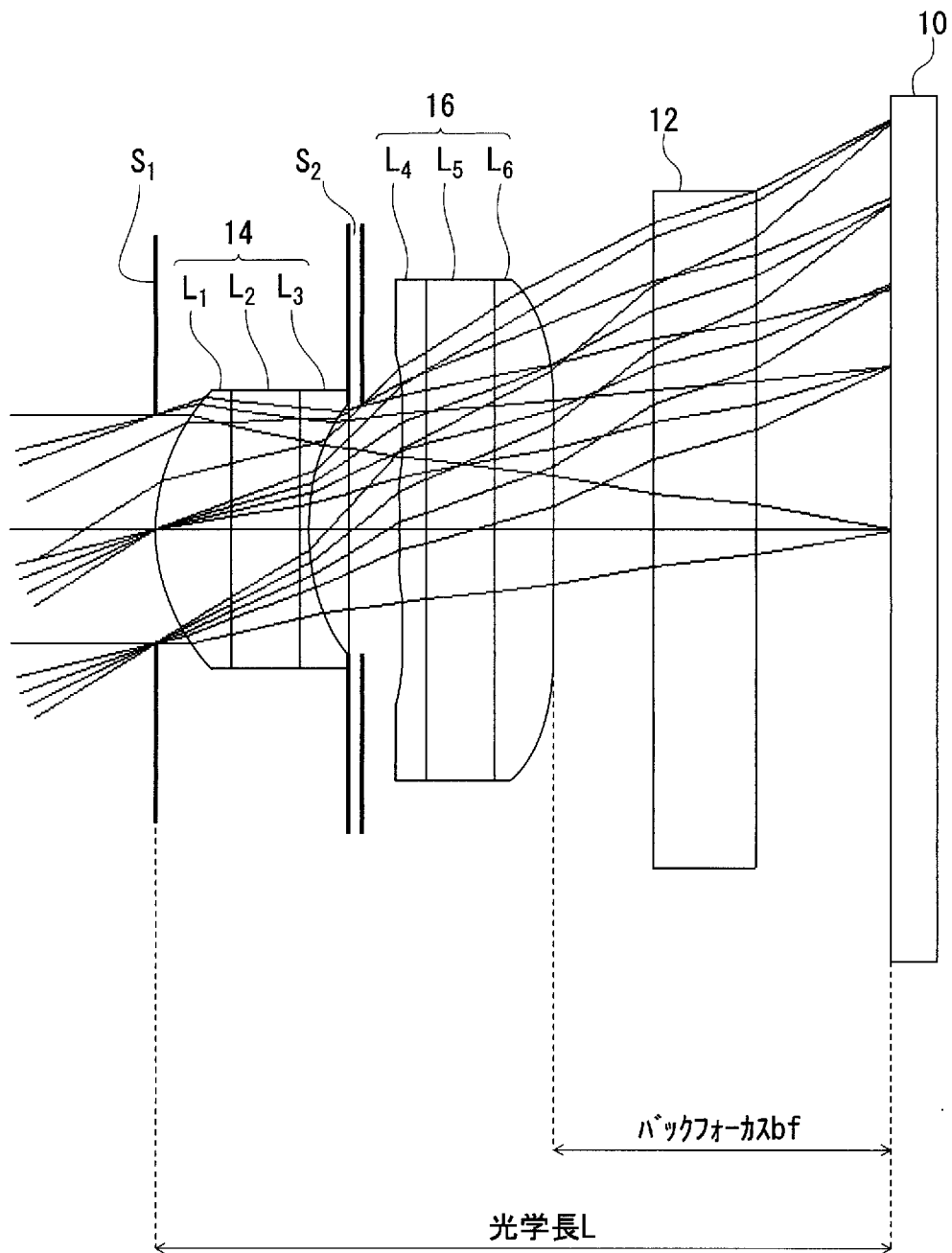
[図4]



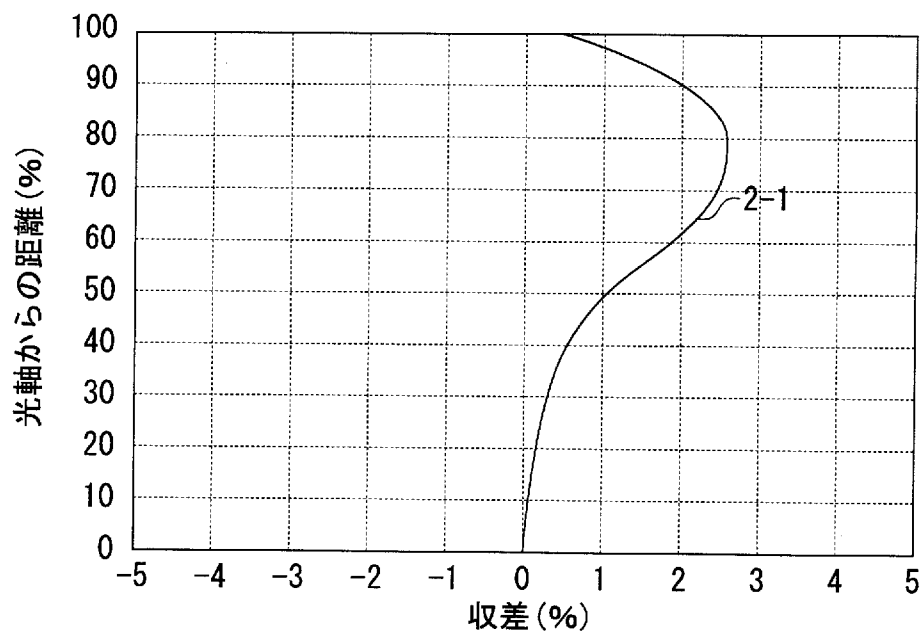
[図5]



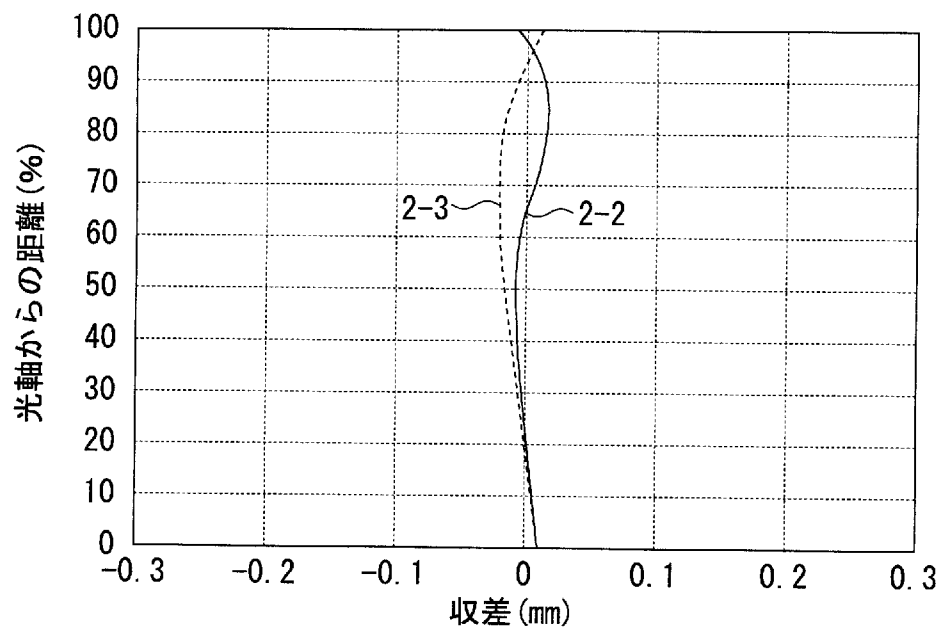
[図6]



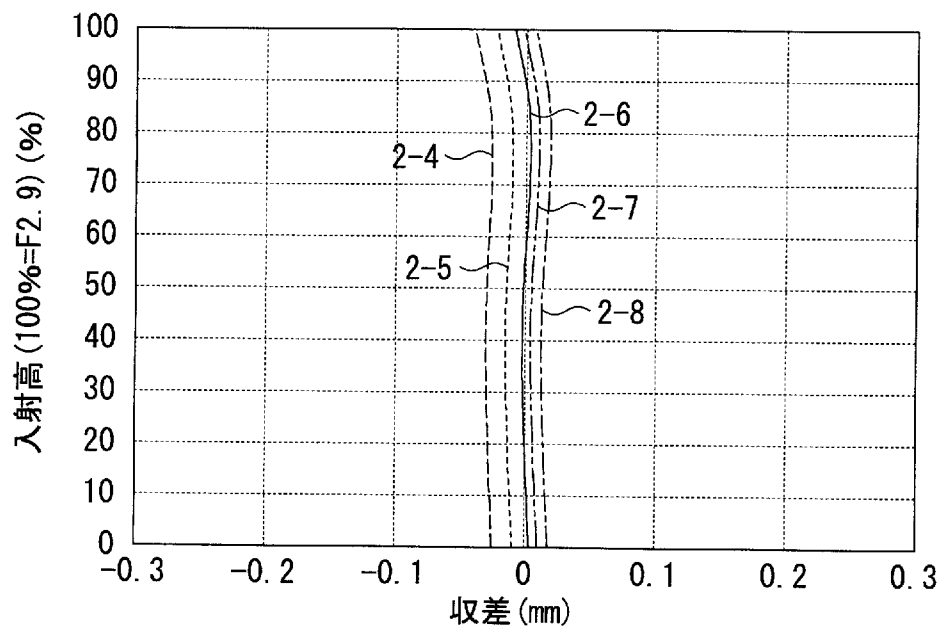
[図7]



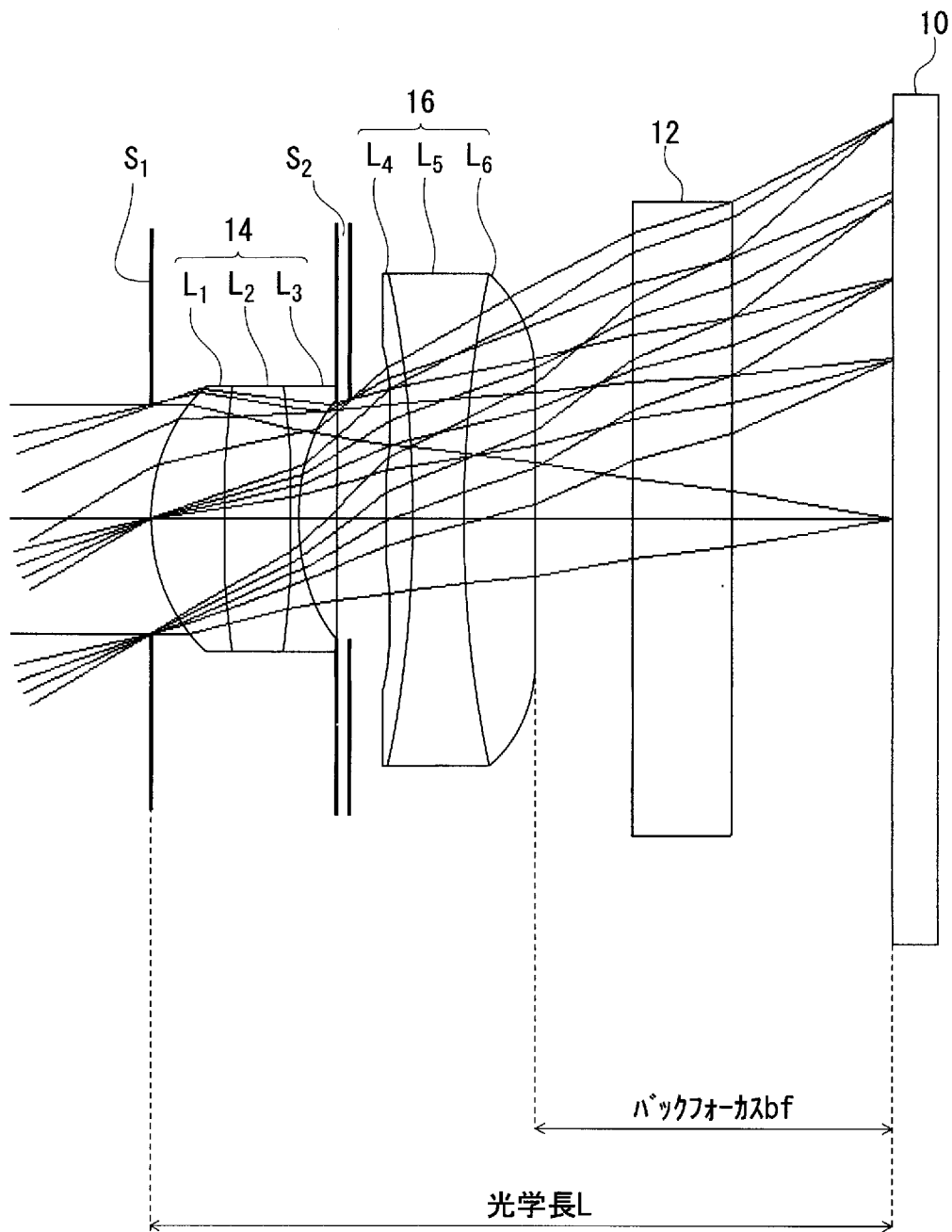
[図8]



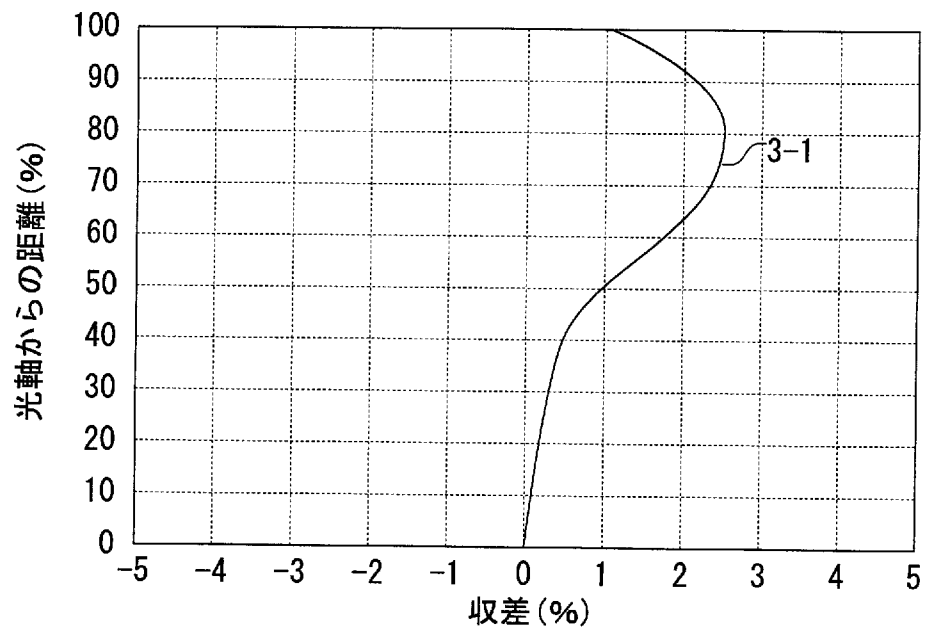
[図9]



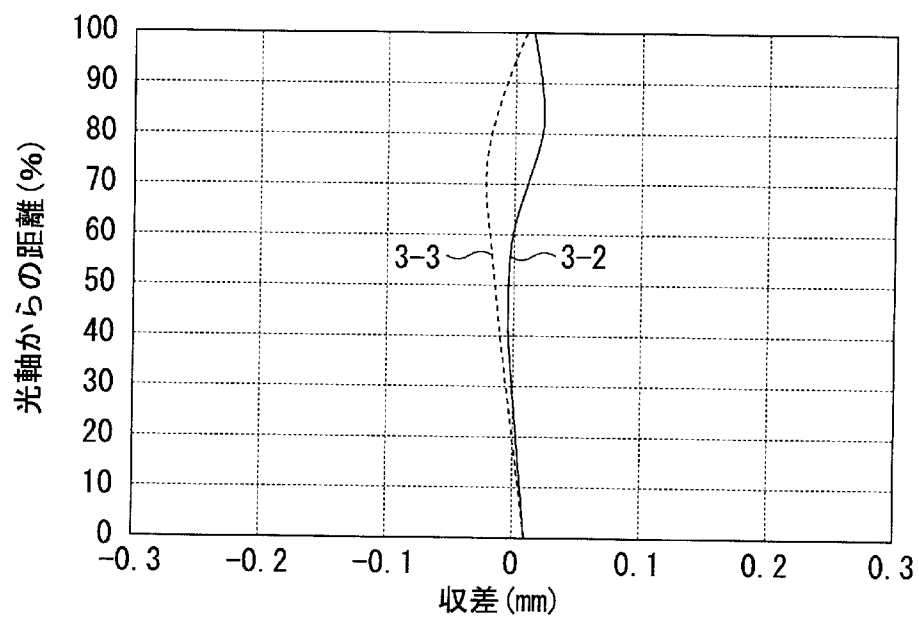
[図10]



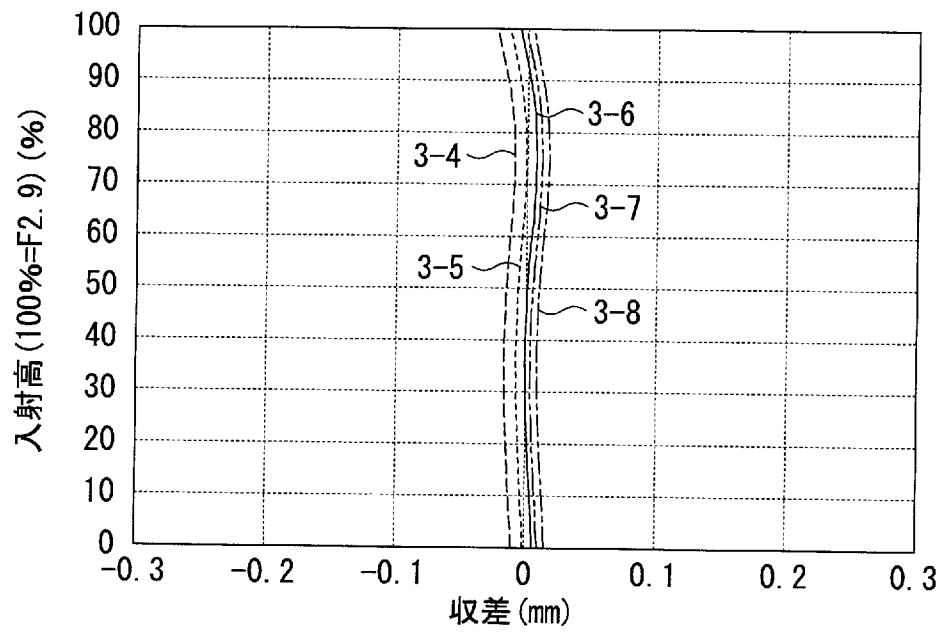
[図11]



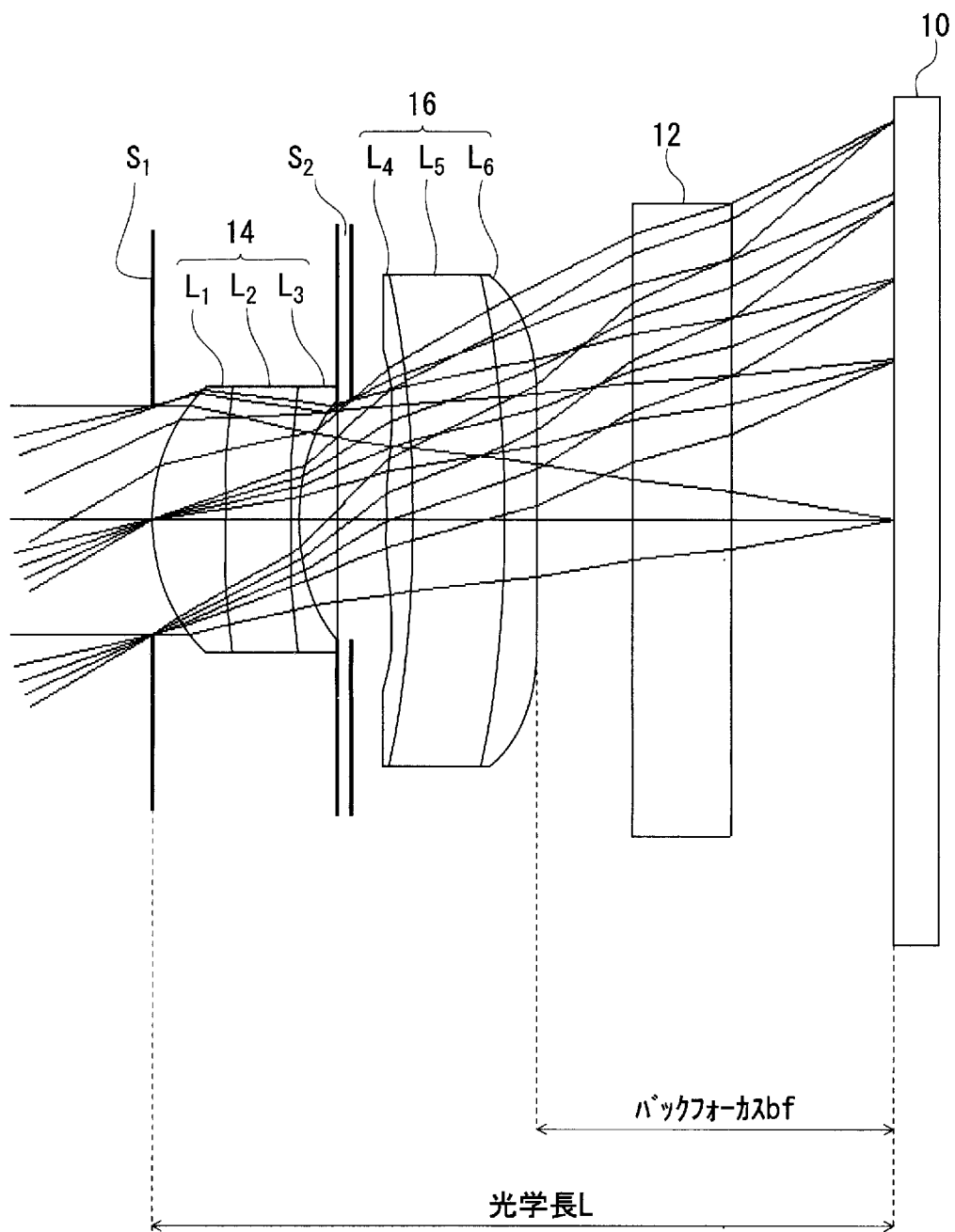
[図12]



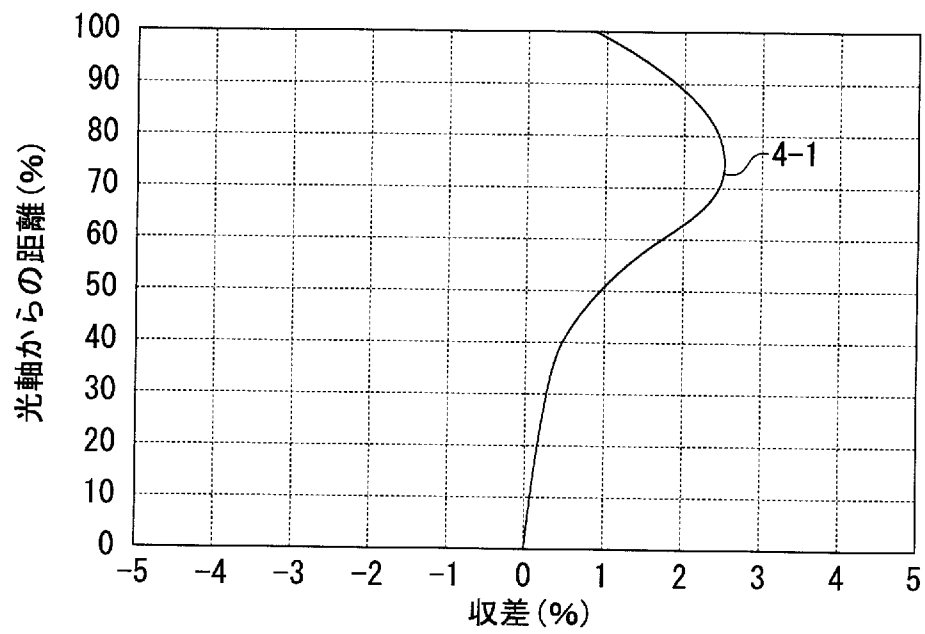
[図13]



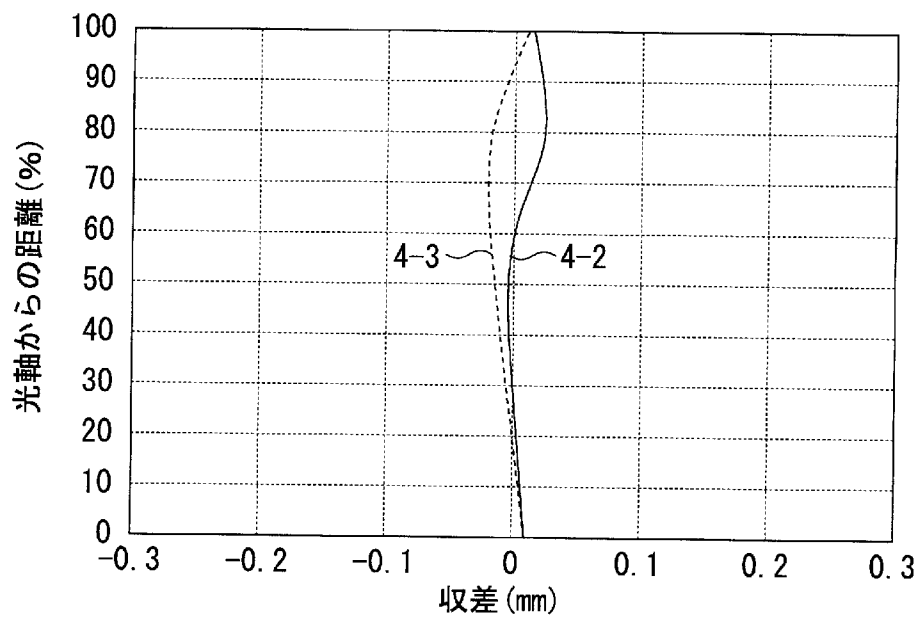
[図14]



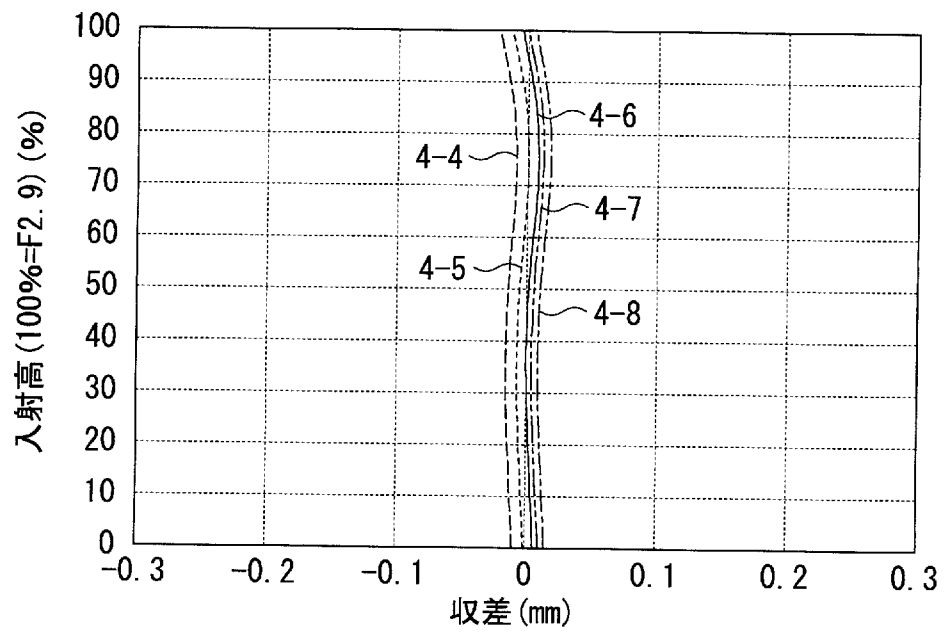
[図15]



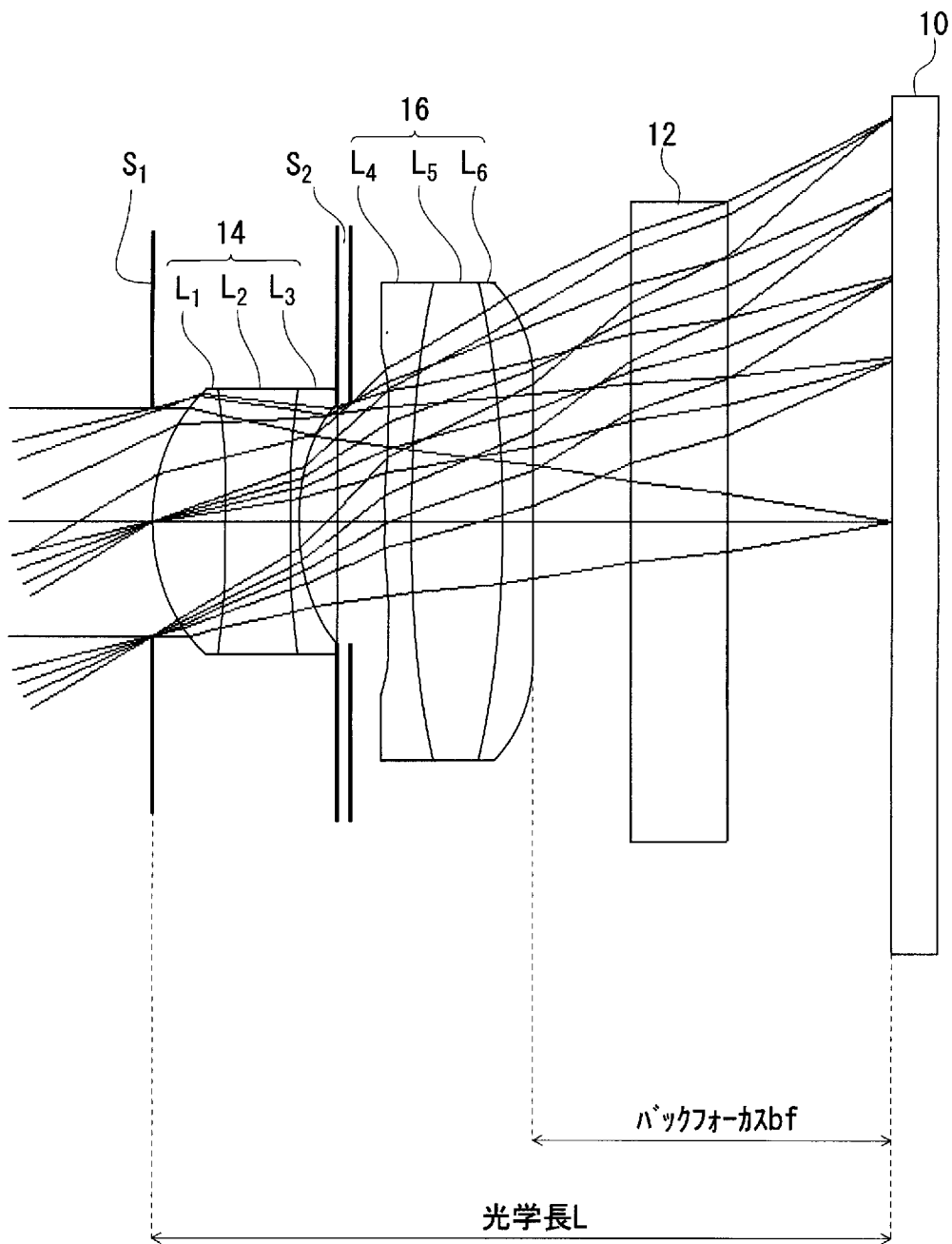
[図16]



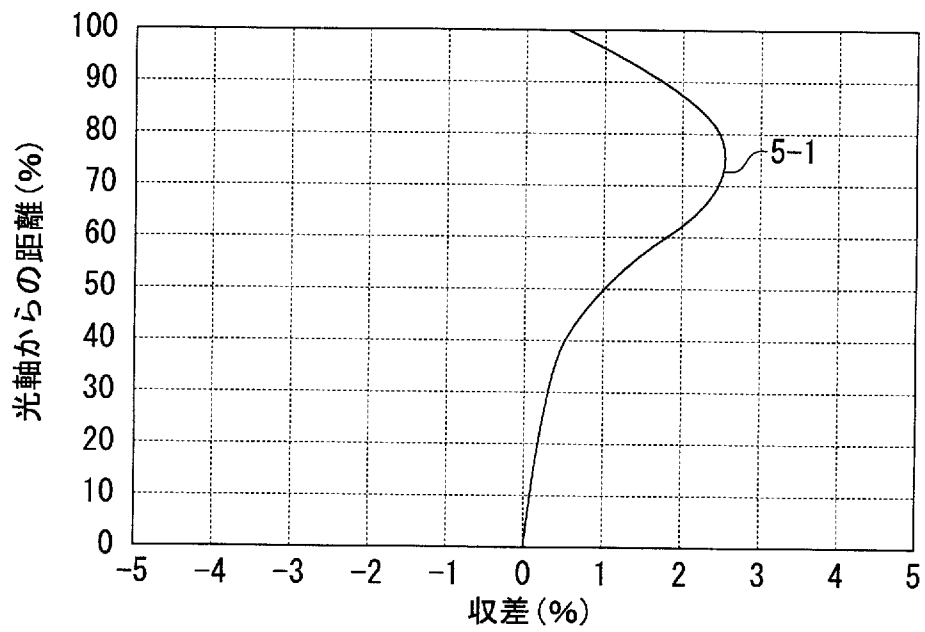
[図17]



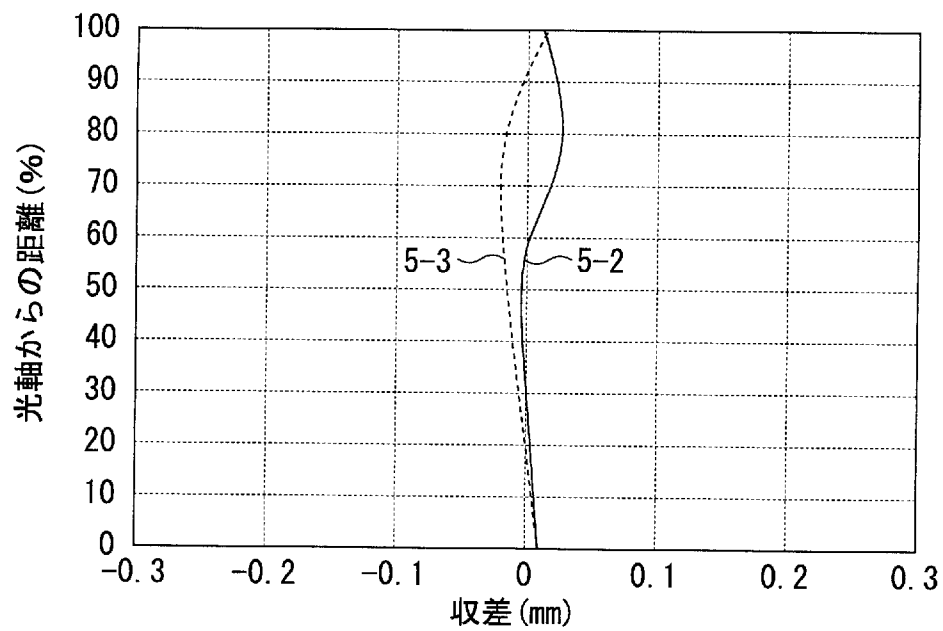
[図18]



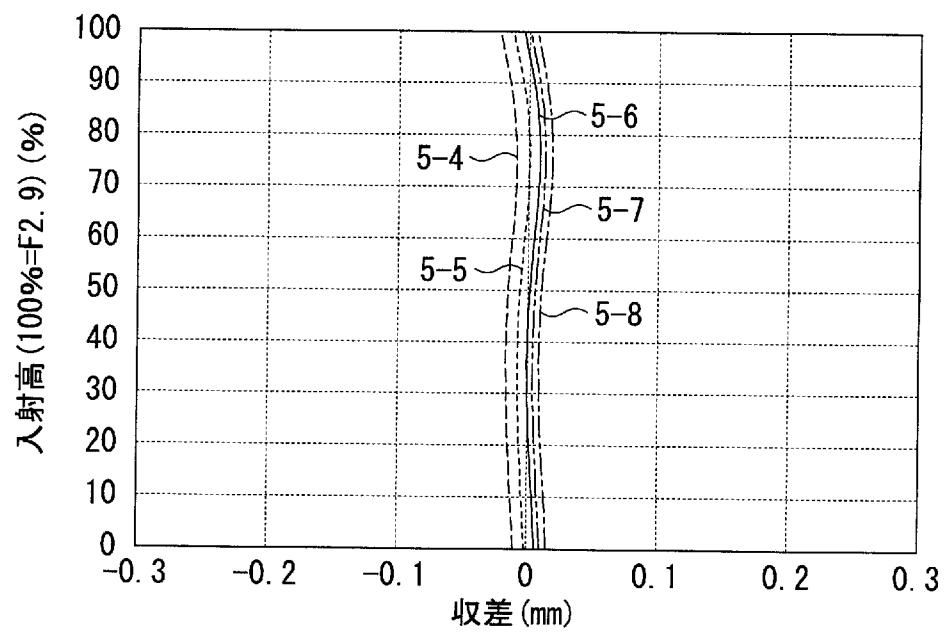
[図19]



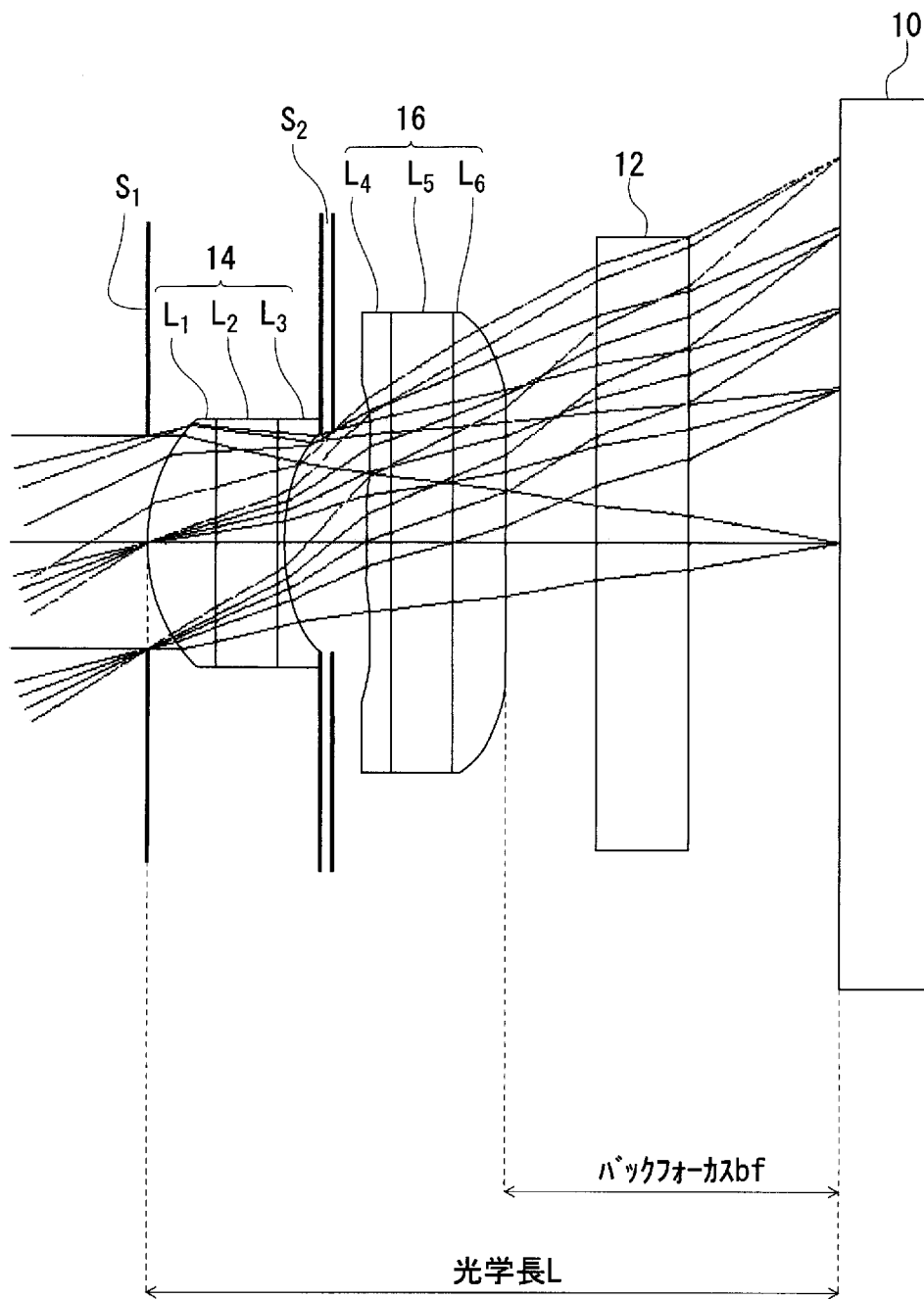
[図20]



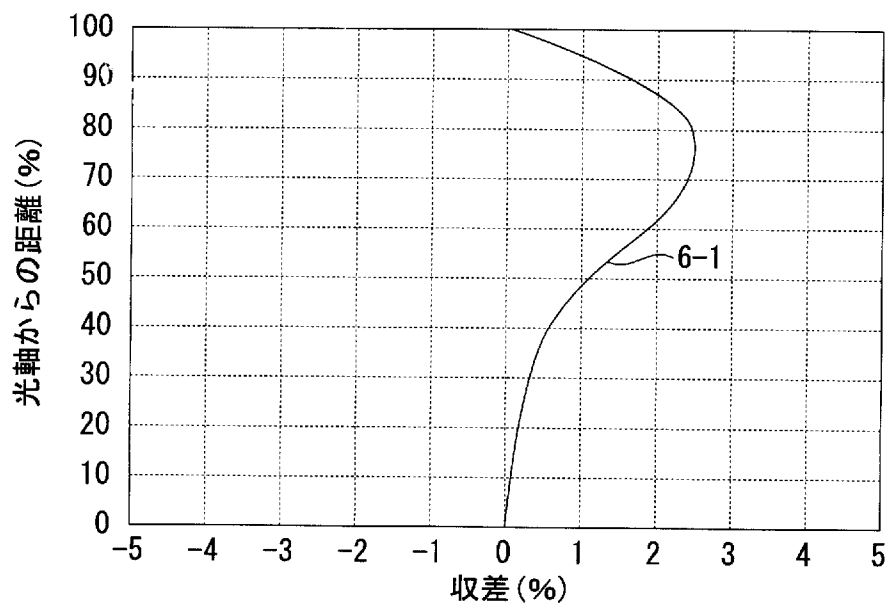
[図21]



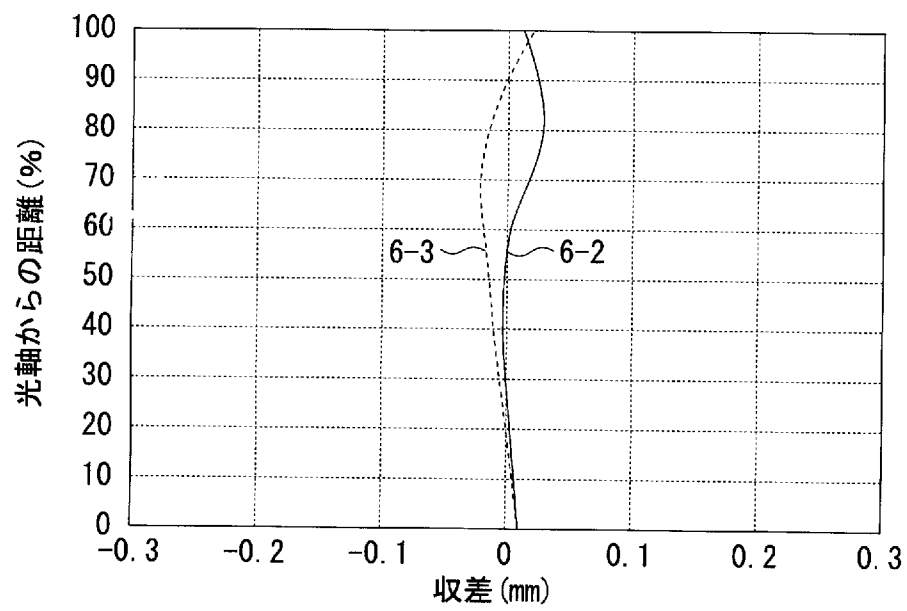
[図22]



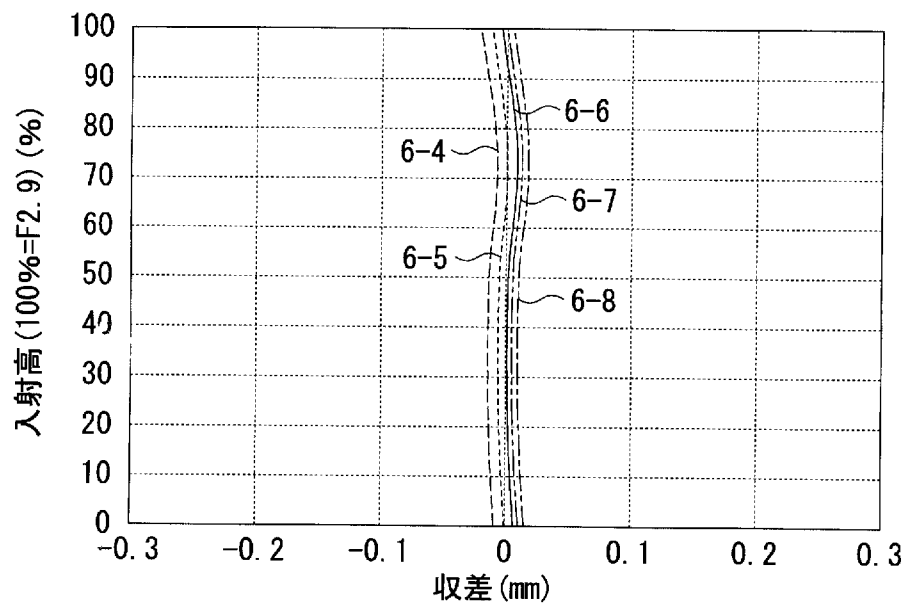
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/066785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(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)

G02B13/00, 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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 P, X	JP 3929479 B1 (Milestone Co., Ltd.), 13 June, 2007 (13.06.07), Claims 1 to 10; examples 1 to 5; full text (Family: none)	2, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 16, 17 1, 4, 7-10, 13, 15
A	JP 2002-55274 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 20 February, 2002 (20.02.02), Claims 1 to 8; examples 1 to 5; full text & US 2002/0041450 A1 & EP 001184855 A2	1-17
A	JP 2006-323365 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 30 November, 2006 (30.11.06), Claims 1 to 13; examples 1 to 3; full text (Family: none)	1-17

☐ 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
26 September, 2007 (26.09.07)

Date of mailing of the international search report
09 October, 2007 (09.10.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/00(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. G02B13/00, 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 0 7年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 0 7年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 0 7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 請求の範囲の番号
X PX	JP 3929479 B1（マイルストーン株式会社）2007.06.13, 請求項1－10、実施例1－5、全文（ファミリー無し）	2, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 16, 17 1, 4, 7-10, 13, 15
A	JP 2002-55274 A（富士写真光機株式会社）2002.02.20, 請求項1－8、実施例1－5、全文 & US 2002/0041450 A1 & EP 001184855 A2	1-17

☒ 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

2 6 . 0 9 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 0 . 2 0 0 7

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）

原田 英信

2 V

3 7 0 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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 請求の範囲の番号
A	JP 2006-323365 A (サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド) 2006. 11. 30, 請求項 1 - 1 3、実施例 1 - 3、全文 (ファミリー無し)	1-17