

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 12 月 9 日(09.12.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/140415 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054202
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 12 日(12.03.2010)
- (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 2009-131723 2009 年 6 月 1 日(01.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山口 進 (YAMAGUCHI Susumu) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 正江(SATO Masae) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社

内 Tokyo (JP). 大田 耕平(OTA Kohei) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

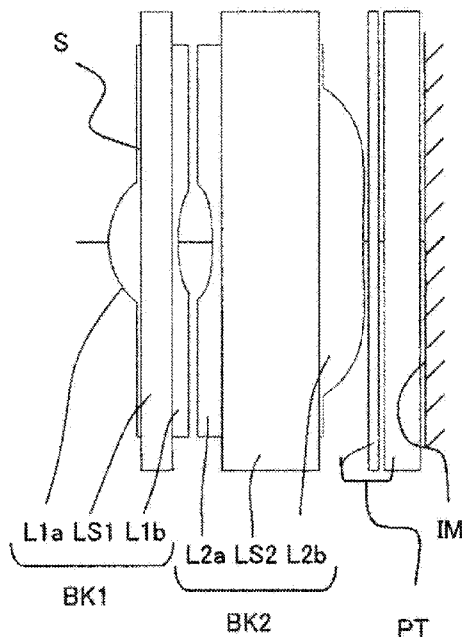
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE TAKING LENS, IMAGE TAKING DEVICE, AND PORTABLE TERMINAL

(54) 発明の名称: 撮像レンズ、撮像装置及び携帯端末

[図7]



(57) Abstract: Disclosed is an image taking lens most suitable for mass production and compaction and enabling minimization of the defocus attributed to the variation of the refractive index of a resin lens due to a temperature increase and attributed to the variation of the shape of the lens surface. The image taking lens includes one or more lens blocks each of which is provided with lens sections formed on either the object-side surface and/or the image-side surface of a lens substrate which is a parallel plate and having a positive or negative power, in each of which either the refractive index and/or the Abbe number of the lens sections is different from that of the lens substrate, and in each of which the lens sections are formed on both surfaces of the lens substrate. The taking lens is characterized in that when the lens block disposed nearest to the object side is a first lens block and when the lens section formed on the object side of the first lens block is a $1a$ -th lens, the $1a$ -th lens has a positive refractive power and satisfies the following expression. $-9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} \leq \text{dn}/\text{dT}(1) \leq -2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ where $\text{dn}/\text{dT}(1)$ is the temperature variation coefficient of the refractive index of the material which the $1a$ -th lens is formed of.

(57) 要約:

[続葉有]



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

大量生産性と小型化に最適で、温度上昇に伴う樹脂レンズの屈折率変化及びレンズ面の形状変化に起因するピンツレを抑えることができる撮像レンズを提供する。この撮像レンズは、平行平板であるレンズ基板の物体側面及び像側面の少なくとも一方に形成され、正又は負のパワーを有するレンズ部をそれぞれ備えてなり、レンズ部とレンズ基板は屈折率とアッペ数のうち少なくとも一方が異なっており、レンズ基板の両側にレンズ部が形成されたレンズブロックを少なくとも 1 個含む撮像レンズにおいて、最も物体側に配置されるレンズブロックを第 1 レンズブロックとし、第 1 レンズブロックの物体側に形成されたレンズ部を第 1 a レンズとすると、第 1 a レンズが正の屈折力を有し、以下の式を満たすことを特徴とする。 $-9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(1) \leq -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ ただし、 dn/dT (1) : 第 1 a レンズを構成する材料の屈折率の温度変化係数

明 細 書

発明の名称：撮像レンズ、撮像装置及び携帯端末

技術分野

[0001] 本発明は、CCD (Charge Coupled Devices) 型イメージセンサやCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置の撮像レンズに関するものであり、より詳しくは、大量生産に適するレンズを用いた撮像レンズ及び撮像レンズを用いた撮像装置並びに携帯端末に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、小型で薄型の撮像装置が、携帯電話機やPDA (Personal Digital Assistant) 等の小型で薄型の電子機器である携帯端末に搭載されるようになり、これにより音声情報だけでなく画像情報も遠隔地と相互に伝送することが可能となっている。その撮像装置に使用される撮像素子としては、CCD (Charge Coupled Device) 型イメージセンサやCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子が使用されている。また、撮像素子上に被写体像を形成するための撮像レンズとしては、安価に大量生産でき、非球面の付加が容易な樹脂レンズが低コスト化および小型化のために用いられている。

[0003] また、近年の携帯端末では、撮像レンズが搭載された撮像装置をプリント配線基板に実装する手法として、リフロー半田付け (Reflow soldering) 処理が採用されている。以降、この処理をリフロー工程と称する。リフロー工程においては、プリント配線基板上に電子部品を配置する箇所にあらかじめ半田を配置し、そこへ電子部品を配置してから加熱して半田を熔融させた後、冷却することで、電子部品をプリント配線基板へ実装する。電子部品は、リフロー工程用の炉の内部で自動実装される。このような

リフロー工程の採用により、部品類のプリント配線基板への実装コストが安価となり、また、製造品質を一定に保つことができる。このようなリフロー工程による撮像装置の実装を可能とするため、リフロー工程に耐え得る耐熱性に優れた撮像レンズも求められている。

[0004] このような大量生産性と小型化、高耐熱性を有する撮像レンズの製造方法のひとつに、平行平板である数インチのガラス基板上に、高耐熱の硬化性樹脂で構成された多数のレンズを同時に形成するレプリカ法（*replica method*）がある。レプリカ法を用いてレンズ要素を同時に大量に成形し、これらのレンズ要素が多数形成されたガラス基板（レンズウェハ）をセンサーウェハと組み合わせた後切り離し、カメラモジュールを大量生産する方法が提案されているが、このような製法によって製造されたレンズをウェハスケールレンズ（*Wafer scale lens*）、またカメラモジュールをウェハスケールカメラモジュール（*Wafer scale camera module*）と呼ばれることもある。

[0005] しかし、一般に、樹脂レンズにおいては、ガラスレンズに比べ温度変化に対する屈折率変化が大きく、動作温度によって像点位置の変動、すなわちピントずれが起きてしまい、性能が劣化してしまう恐れがある。また、一般に、樹脂レンズの線膨張係数はガラスのそれに比べて大きいため、温度上昇に伴う熱膨張によって、レンズ部の近軸曲率半径が変化し、このことから、ピントずれが起きてしまい、性能が劣化してしまう恐れがある。

[0006] これに対し、例えば特許文献1では、プラスチック材料中に30ナノメートル以下の無機微粒子を分散させ、プラスチック材料の温度変化を小さくし、温度変化による像点位置変動を抑制する手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第2008-102648号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、例えば特許文献 1 に記載の撮像レンズであっても、薄形の携帯端末等に搭載するためには、より小型化したいという要求があり、また温度変化による撮像レンズ全系の像点位置変動を更に抑制したいという要求もある。しかしながら、特許文献 1 には、撮像レンズの更なる小型化と、温度変化による撮像レンズ全系の像点位置変動とを実現する具体的な構成が開示されていない。

[0009] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、大量生産性と小型化に最適な、さらには、温度上昇に伴う樹脂レンズの屈折率変化およびレンズ面の形状変化に起因するピントずれを抑えることができる撮像レンズと、その撮像レンズを有する撮像装置と、その撮像装置を有する携帯端末とを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 請求項 1 に記載の撮像レンズは、平行平板であるレンズ基板と、前記レンズ基板の物体側面及び像側面の少なくとも一方に形成され、正または負のパワーを有するレンズ部とをそれぞれ備えてなり、前記レンズ部と前記レンズ基板とは屈折率とアッベ数のうち少なくとも一方が異なっており、このようなレンズ群をレンズブロックとして、前記レンズ基板の両側にレンズ部が形成された前記レンズブロックを少なくとも 1 個含む撮像レンズにおいて、最も物体側に配置されるレンズブロックを第 1 レンズブロックとし、第 1 レンズブロックの物体側に形成されたレンズ部を第 1 a レンズとするとき、

前記第 1 a レンズが正の屈折力を有し、以下の式を満たすことを特徴とする撮像レンズ。

$$[0011] \quad -9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(1) \leq -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \quad (1)$$

ただし、

$dn/dT(1)$: 第 1 a レンズを構成する材料の、屈折率の温度変化係数

撮像レンズ全系の小型化を実現するためには、撮像レンズ全系の主点位置

を物体側へ寄せる必要があり、結果として第 1 a レンズの正の屈折力を強くしなくてはならない。しかしながら、第 1 a レンズの温度依存性が大きいと、強い正の屈折力と相まって、像点位置変動が大きくなる。そこで、第 1 a レンズに屈折率の温度依存性の小さい材料を用いることにより、温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることができる。具体的には、第 1 a レンズの材料の屈折率の温度変化係数を、一般的な樹脂（アクリル系、ポリカーボネイト系、ポリオレフィン系など）の樹脂の屈折率の温度変化係数の $-10 \sim -12 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ より、絶対値として小さくするのが望ましいため、条件式（1）の下限を規定したのである。一方、第 1 a レンズの材料の屈折率の温度変化係数が条件式（1）の上限を超えてゼロに近づくと、負屈折力のレンズの屈折率変化による像点位置変動との相殺ができず好ましくない。そこで、第 1 a レンズを構成する材料の屈折率の温度変化係数は条件式（1）を満たすのが良いのである。

[0012] 請求項 2 に記載の撮像レンズは、請求項 1 に記載の発明において、前記撮像レンズは、前記レンズ基板の物体側面及び像側面上の少なくとも一方に形成される負の屈折力を有するレンズ部を有し、以下の式を満たすことを特徴とする。

[0013]
$$-14 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(N) \leq -9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \quad (2)$$

ただし、

$dn/dT(N)$ ：前記負の屈折力を有するレンズ部を構成する材料の、屈折率の温度変化係数

正屈折力のレンズの場合、温度が上昇したとき、樹脂材料の屈折率が低下して、焦点距離が長くなり像点位置が変化する。従って、正屈折力のレンズに屈折率の温度変化係数の相対的に小さい材料を用い、負屈折力のレンズに屈折率の温度変化係数の相対的に大きい材料を用いることでこれを抑制することができる。即ち条件式（2）は、正屈折力のレンズの温度変化時の像点移動を、負屈折力のレンズで相殺するための条件を規定する。

[0014] 請求項 3 に記載の撮像レンズは、請求項 1 又は 2 に記載の発明において、

前記第 1 レンズブロックの像側に、所定間隔を隔て、少なくとも 1 つのレンズブロックが配置されることを特徴とする。

[0015] 第 1 レンズブロックの像側に、所定間隔を隔て、少なくとも 1 つのレンズブロックが配置されることにより、光学的な屈折面を多く配置することができる、諸収差を良好に補正することができる。

[0016] 請求項 4 に記載の撮像レンズは、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の発明において、前記レンズ基板はガラス材料から形成され、前記第 1 a レンズの材料の線膨張係数 α が次式を満たすこと特徴とする。

[0017] $4 \times 10^{-5} \leq \alpha \leq 10 \times 10^{-5}$ (3)

一般の樹脂レンズは、温度上昇が起こるとそれに伴って自由熱膨張し、近軸曲率半径が大きくなるような面形状変化を起こす。この場合、正屈折力のレンズでは、温度上昇に伴ってレンズの焦点距離が伸び、レンズ全系の近軸像点位置が設計値よりもバックフォーカスが長くなる方向へ移動する。しかし、レンズ基板がガラス材料から形成され、例えばレンズ部が樹脂材料から形成されたウェハスケールレンズの場合は、線膨張係数（樹脂材料の線膨張係数はガラスの線膨張係数より大きい）の差により、レンズ部は特有の面形状変化を起こす。つまり、レンズ部では、温度上昇に伴う光軸に垂直な方向（有効径方向）の熱膨張が抑制され、光軸方向の熱膨張が顕著となることから、正屈折力のレンズの場合は、近軸曲率半径が小さくなるように面形状が変化する。このようなレンズ部の温度上昇に伴う面形状変化は、上述した一般のレンズとは逆の変化であり、レンズ全系の近軸像点位置を設計値よりもバックフォーカスが短くなる方向へ移動する。これを、シミュレーションに基づく図 1 を元に説明する。

[0018] ここで、図 1 (a) ～ (d) は、例えばガラス製のレンズ基板上に樹脂レンズを形成した 4 つの例を模式的に示す図であって、設計値（20℃）からプラス 20 度の温度変化後のレンズ面形状の変化を模式的に示している。各樹脂レンズは、光学的機能を発揮するレンズ部 L1a ～ L2b と、レンズ部の周囲に形成されたコバ部 C1 ～ C4 とを有するものとする。なお、図中、

温度変化に伴って面形状が変化した後のその面形状（空気との界面）を破線で示す。また、第 1 a レンズ L 1 a ~ 第 2 b レンズ L 2 b は、それぞれ光軸 A X を中心とする回転対称な形状であるため、その半分のみを図示している。

[0019] 第 1 a レンズ L 1 a ~ 第 2 b レンズ L 2 b の面形状は、いずれも温度変化に伴って変化していることがわかる。しかるに、図 1 (b) に示す負のパワーを持つ第 1 b レンズ L 1 b に関しては、光学面形状変化には大きな影響を与えていないと言える。

[0020] 一方、図 1 (c) に示す負のパワーを持つ第 2 a レンズ L 2 a では、光学面形状変化への影響が第 1 b レンズ L 1 b より大きい。しかし、第 2 a レンズ L 2 a は、軸上光線の通過高さが第 1 a レンズ L 1 a および第 1 b レンズ L 1 b にくらべ低いので、ピントズレへ与える影響が小さい。なお、図 1 (d) に示す負のパワーを持つ第 2 b レンズ L 2 b では、近軸焦点距離が長いので、その面形状はなだらかであり、ピントズレにはあまり影響を与えない。

[0021] これに対し、図 1 (a) に示す正のパワーを持つ第 1 a レンズ L 1 a では、光学面形状変化に大きな影響を与えており、近軸曲率半径が小さくなるように面形状が変化していることがわかる。

[0022] したがって、ウェハスケールレンズでは、近軸曲率半径が温度変化に伴って小さくなるレンズ部の面形状変化によるレンズ全系の近軸像点位置の変化が、温度変化に伴うレンズ部の屈折率変化によるレンズ全系の近軸像点位置の変化と相反することとなる。実際、温度上昇に伴うレンズ部の近軸曲率半径の変化が近軸像点位置へ及ぼす影響が、温度変化に伴うレンズ部の屈折率変化が近軸像点位置へ及ぼす影響と相反することがシミュレーションによって確かめられた。なお、このシミュレーションは、可逆変化を想定した応力解析である。以上より、撮像レンズの小型化を図るべく、最も物体側のレンズ（第 1 a レンズ）を樹脂製としたウェハスケールレンズを用いると、温度変化によるピントズレが顕著になる傾向があるといえるため、第 1 a レンズ

に条件式（１）を満たす材料を用いると効果的である。

[0023] 更に、条件式（３）の値が上限を超えて線膨張係数が大きくなると、温度上昇時の面形状変化が大きくなりすぎ、リフロー工程を通した場合に、レンズ表面のＡＲコートにクラックが発生することが懸念されるため好ましくない。条件式（３）の値が下限を下回ると、温度変化時の屈折率変化による像点位置変動と、面形状変化による像点位置変動との相殺効果が小さくなりすぎ好ましくない。よって、条件式（３）を満たすのが好ましい。

[0024] 請求項５に記載の撮像レンズは、請求項１～４のいずれかに記載の発明において、下式を満たすことを特徴とする。

[0025] 1. $0 \leq f / f_{1a} \leq 3.0$ (4)

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離 (mm)

f_{1a} : 第１ａレンズの空気中での焦点距離 (mm)

条件式（４）は、第１ａレンズの焦点距離を適切に設定し撮像レンズ全長の短縮化と収差補正を適切に達成するための条件を規定する。条件式（４）の値が上限を下回ること、第１ａレンズの屈折力を適度に維持することができ、撮像レンズ全系の合成主点をより物体側へ配置することができ、撮像レンズ全長を短くすることができる。一方、条件式（４）の値が下限を上回ること、第１ａレンズの屈折力が必要以上に大きくなりすぎず、第１ａレンズで発生する、高次の球面収差やコマ収差を小さく抑えることができる。

[0026] なお本発明により温度上昇に伴うピントズレを抑制するためには、撮像レンズは以下の条件を満たすことが望ましい。

[0027] 2. $0 \text{ (mm)} \leq f \leq 4.0 \text{ (mm)}$

さらに望ましくは、

2. $4 \text{ (mm)} \leq f \leq 3.0 \text{ (mm)}$

である。

[0028] 又、 F を撮像レンズのＦナンバーとしたときに、撮像レンズは以下の条件を満たすことが望ましい。

[0029] 2. $0 \leq F \leq 4.0$

さらに望ましくは、

2. $5 \leq F \leq 3.5$

である。

[0030] 更に、 p を撮像レンズに使用される撮像素子のピクセルサイズしたときに、撮像レンズは以下の条件を満たすことが望ましい。

[0031] 1. $2 \mu\text{m} \leq p \leq 2.0 \mu\text{m}$

さらに望ましくは、

1. $5 \mu\text{m} \leq p \leq 1.8 \mu\text{m}$

である。

[0032] 請求項6に記載の撮像レンズは、請求項1～5のいずれかに記載の発明において、前記第1レンズブロックの像側に形成されたレンズを第1bレンズとすると、第1bレンズは負の屈折力を有し、以下の条件式を満たすことを特徴とする。

[0033] $1.0 < \nu_{1a} - \nu_{1b} < 4.0$ (5)

ただし、

ν_{1a} : 前記第1aレンズを構成する材料のアッベ数

ν_{1b} : 前記第1bレンズを構成する材料のアッベ数

第1レンズブロックは、正の屈折力を有する第1aレンズと負の屈折力を有する第1bレンズを備えることで、色収差を補正している。条件式(5)を満たす材料を用いることで色収差の補正が良好になるが、条件式(5)の値が下限を下回ると軸上色収差が補正不足となり好ましくない。一方、条件式(5)の値が上限を上回ると、負屈折力の第1bレンズで倍率色収差が過度に発生し、他の面で補正することが困難になるため好ましくない。従って、条件式(5)を満たすのが好ましい。

[0034] 請求項7に記載の撮像レンズは、請求項1～6のいずれかに記載の発明において、前記第1aレンズは樹脂材料から構成されることを特徴とする。

[0035] 第1aレンズの材料に樹脂材料を用いることで、コストを下げ、容易に大

量生産することができる。

[0036] 請求項 8 に記載の撮像レンズは、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 a レンズの樹脂材料には、長さ 30 ナノメートル以下の無機微粒子が分散されていることを特徴とする。

[0037] 樹脂材料にて構成されるレンズ部に 30 ナノメートル以下の無機微粒子を分散させることで、温度が変化しても性能の劣化や、像点位置変動を低減でき、しかも光透過率を低下させることなく、環境変化に関わらず優れた光学特性を有する撮像レンズを提供できる。

[0038] 一般に透明な樹脂材料に微粒子を混合させると、光の散乱が生じ透過率が低下するため、光学材料として使用することは困難であったが、微粒子の大きさを透過光束の波長より小さくすることにより、散乱が実質的に発生しないようにできる。

[0039] また、樹脂材料はガラス材料に比べて屈折率が低いことが欠点であったが、屈折率の高い無機粒子を母材となる樹脂材料に分散させると、屈折率を高くできることが分かってきた。具体的には、母材となるプラスチック材料に 30 ナノメートル以下、なお、望ましくは、母材となる樹脂材料に 20 ナノメートル以下、更に望ましくは 15 ナノメートル以下の無機粒子を分散させることにより、任意の屈折率を有する材料を提供できる。

[0040] 更に、樹脂材料は温度が上昇することにより屈折率が低下してしまうが、温度が上昇すると屈折率が上昇する無機粒子を母材となる樹脂材料に分散させると、これらの性質を打ち消しあうように作用するので、温度変化に対する屈折率変化を小さくできることも知られている。また、逆に、温度が上昇すると屈折率が低下する無機粒子を母材となる樹脂材料に分散させると、温度変化に対する屈折率変化を大きくできることも知られている。具体的には、母材となるプラスチック材料に 30 ナノメートル以下、なお、望ましくは、母材となる樹脂材料に 20 ナノメートル以下、更に望ましくは 15 ナノメートル以下の無機粒子を分散させることにより、任意の温度依存性を有する材料を提供できる。

[0041] 例えば、アクリル系樹脂に酸化アルミニウム (Al_2O_3) やニオブ酸リチウム (LiNbO_3) の微粒子を分散させることにより、高い屈折率のプラスチック材料が得られるとともに、温度に対する屈折率変化を小さくすることができる。こうした技術をもちいれば、本発明に係る実施形態におけるレンズ保持構造において、レンズ保持平板（例えば、第1レンズ基板）とレンズ部（例えば、第1aレンズ、第1bレンズ）との線膨張係数の差によってレンズ部の近軸曲率半径が小さくなることによる近軸像点位置への影響と打ち消し合う程度の屈折率の温度依存性を有する樹脂材料を採用することによってピントズレを良好に補正できる。

[0042] 次に、屈折率の温度変化Aについて詳細に説明する。屈折率の温度変化Aは、ローレンツ・ローレンツの式に基づいて、屈折率nを温度tで微分することにより、以下の式で表される。

[0043] [数1]

$$\frac{dn}{dt} = \frac{(n^2 + 2)(n^2 - 1)}{6n} \left\{ (-3\alpha) + \frac{1}{[R]} \frac{d[R]}{dt} \right\}$$

[0044] 但し、

α : 線膨張係数

[R] : 分子屈折。

[0045] 樹脂材料の場合は、一般に式中第1項に比べ第2項の寄与が小さく、ほぼ無視できる。例えば、PMMA樹脂の場合、線膨張係数 α は 7×10^{-5} であり、上記式に代入すると、 $dn/dt = -1.2 \times 10^{-4} [/\text{°C}]$ となり、実測値とおおむね一致する。

[0046] ここで、微粒子、望ましくは無機微粒子を樹脂材料中に分散させることにより、実質的に上記式の第2項の寄与を大きくし、第1項の線膨張による変化と打ち消しあうようにさせている。具体的には、従来は -1.2×10^{-4} 程度であった変化を、絶対値で 8×10^{-5} 未満に抑えることが望ましい。

[0047] 混合させる割合は、屈折率の温度に対する変化の割合をコントロールするために、適宜増減できるし、複数種類のナノサイズの無機粒子をブレンドし

て分散させることも可能である。このような樹脂は、特開 2007-126636 号に開示されている。

[0048] 請求項 9 に記載の撮像レンズは、請求項 1～8 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 a レンズの樹脂材料は、硬化型樹脂であることを特徴とする。

[0049] 請求項 10 に記載の撮像レンズは、請求項 1～9 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 a レンズの樹脂材料は、UV 硬化型樹脂であることを特徴とする。

[0050] 第 1 a レンズを硬化型の樹脂材料によって構成することにより、平行平板であるガラス基板に、金型によって同時に大量に第 1 a レンズを種々の手段によって硬化させることが可能となり、量産性を向上させることができるようになる。ここで、硬化型の樹脂材料とは熱によって硬化する樹脂材料や光によって硬化する樹脂材料等を指す。なお、硬化型の樹脂材料は UV 硬化型の樹脂材料によって構成されることが望ましい。UV 硬化型の樹脂材料で構成されることにより、硬化時間を短くでき、量産性を改善できる。また、近年では耐熱性に優れた樹脂及び硬化型の樹脂材料が開発されており、リフロー処理にも耐えることができる。

[0051] 請求項 11 に記載の撮像装置は、請求項 1～10 の何れかに記載の撮像レンズと、この撮像レンズで結像された物体像を光電変換するイメージセンサとを備えることを特徴とする。これにより小型で高画質な画像を撮像できる撮像装置を提供できる。

[0052] 請求項 12 に記載の携帯端末は、請求項 11 に記載の撮像装置を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0053] 本発明によれば、大量生産性と小型化に最適な、さらには、温度上昇に伴う樹脂レンズの屈折率変化およびレンズ面の形状変化に起因するピントずれを抑えることができる撮像レンズと、その撮像レンズを有する撮像装置と、その撮像装置を有する携帯端末とを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0054] [図1] (a) ~ (d) は、実施例 1 の各レンズ部にコバ部を設けた構成において、温度変化後のレンズ面形状の変化を模式的に示す説明図である。
- [図2] 本実施の形態にかかる撮像装置 50 の斜視図である。
- [図3] 図 2 の構成を矢印 III-III 線及び光軸を通る面で切断して矢印方向に見た断面図である。
- [図4] 撮像装置 50 を携帯端末としての携帯電話機 100 に装備した状態を示す図である。
- [図5] 携帯電話機 100 の制御ブロック図である。
- [図6] 本実施の形態に用いる撮像レンズの接合型複合レンズを製造する工程を示す図である。
- [図7] 実施例 1 に示す撮像レンズの断面図である。
- [図8] 実施例 1 に示す撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。
- [図9] 実施例 2 に示す撮像レンズの断面図である。
- [図10] 実施例 2 に示す撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

発明を実施するための形態

- [0055] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 2 は、本実施の形態にかかる撮像装置 50 の斜視図であり、図 3 は、図 2 の構成を矢印 III-III 線及び光軸を通る面で切断して矢印方向に見た断面図である。図 3 に示すように、撮像装置 50 は、光電変換部 51a を有する固体撮像素子としての CMOS 型イメージセンサ 51 と、このイメージセンサ 51 の光電変換部 51a に被写体像を撮像させる撮像レンズ 10 と、イメージセンサ 51 を保持すると共にその電気信号の送受を行う外部接続用端子（不図示）を有する基板 52 とを備え、これらが一体的に形成されている。尚、撮像レンズ 10 は、筐体 20 により保持されてなり、物体側から順に第 1 レンズブロック BK1 と、第 2 レンズブロック BK2 とを有する。

- [0056] 上記イメージセンサ51は、その受光側の平面の中央部に、画素（光電変換素子）が2次元的に配置された、受光部としての光電変換部51aが形成されており、その周囲には信号処理回路51bが形成されている。かかる信号処理回路51bは、各画素を順次駆動し信号電荷を得る駆動回路部と、各信号電荷をデジタル信号に変換するA/D変換部と、このデジタル信号を用いて画像信号出力を形成する信号処理部等から構成されている。また、イメージセンサ51の受光側の平面の外縁近傍には、多数のパッド（図示略）が配置されており、不図示のワイヤを介して基板52に接続されている。イメージセンサ51は、光電変換部51aからの信号電荷をデジタルYUV信号等の画像信号等に変換し、ワイヤ（不図示）を介して基板52上の所定の回路に出力する。ここで、Yは輝度信号、U（ $=R-Y$ ）は赤と輝度信号との色差信号、V（ $=B-Y$ ）は青と輝度信号との色差信号である。なお、固体撮像素子は上記CMOS型のイメージセンサに限定されるものではなく、CCD等の他のものを使用しても良い。
- [0057] イメージセンサ51を支持する基板52は、不図示の配線により、イメージセンサ51に対して通信可能に接続されている。
- [0058] 基板52は、不図示の外部接続用端子を介して外部回路（例えば、撮像装置を実装した携帯端末の上位装置が有する制御回路）と接続し、外部回路からイメージセンサ51を駆動するための電圧やクロック信号の供給を受けたり、また、デジタルYUV信号を外部回路へ出力したりすることを可能とする。
- [0059] イメージセンサ51の上部は、基板52の上面に固定された赤外線カットフィルタなどの平行平板PTにより封止されている。平行平板PTの周囲上面には、第2スペーサ部材SP2の下端が固定されている。第2スペーサ部材SP2の上端には、第2レンズブロックBK2の第2レンズ基板LS2周辺が固定され、第2レンズ基板LS2周辺の上面には、第1スペーサ部材SP1の下端が固定され、第1スペーサ部材SP1の上端には、第1レンズブロックBK1の第1レンズ基板LS1周辺が固定されている。

[0060] 第1レンズブロックBK1は、ガラス製の平行平板である第1レンズ基板LS1と、その物体側面に固着された樹脂製の第1物体側レンズ部（第1aレンズ）L1aと、第1レンズ基板LS1の像側面に固着された樹脂製の第1像側レンズ部（第1bレンズ）L1bとからなる。第1物体側レンズ部L1aと第1レンズ基板LS1との間には、第1レンズ基板LS1の表面に成膜された光学薄膜により開口絞りSが形成されている。第2レンズブロックBK2は、ガラス製の平行平板である第2レンズ基板LS2と、その物体側面に固着された樹脂製の第2物体側レンズ部（第2aレンズ）L2aと、第2レンズ基板LS2の像側面に固着された樹脂製の第2像側レンズ部（第2bレンズ）L2bとからなる。第1レンズブロックBK1と第2レンズブロックBK2とでレンズブロックLGを構成したときに、レンズブロックLGを通過する軸上光束の最大光線高が、撮像レンズ10の軸上光束の最大光線高となっている。第1aレンズであるレンズ部L1aは、条件式(1)を満たす最大長30ナノメートル以下の無機微粒子を分散させた熱硬化性樹脂又は紫外線硬化性樹脂材料からなるが、レンズ部L1b、L2a、L2bも同様の樹脂で形成して良い。

$$[0061] \quad -9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(1) \leq -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \quad (1)$$

ただし、

$dn/dT(1)$: 第1aレンズL1aを構成する材料の、屈折率の温度変化係数

尚、レンズ基板LS1、LS2の物体側面もしくは像側面にのみ、レンズ部を形成することもできる。

[0062] 上述した撮像装置50の使用態様について説明する。図4は、撮像装置50をデジタル機器である携帯端末としての携帯電話機100に装備した状態を示す図である。また、図5は携帯電話機100の制御ブロック図である。

[0063] 撮像装置50は、例えば、撮像レンズの物体側端面が携帯電話機100の背面（液晶表示部側を正面とする）に設けられ、液晶表示部の下方に相当する位置になるよう配設される。

[0064] 撮像装置 50 の外部接続用端子（不図示）は、携帯電話機 100 の制御部 101 と接続され、輝度信号や色差信号等の画像信号を制御部 101 側に出カする。

[0065] 一方、携帯電話機 100 は、図 5 に示すように、各部を統括的に制御すると共に、各処理に応じたプログラムを実行する制御部（CPU）101 と、番号等をキーにより支持入力するための入力部 60 と、撮像した画像や映像等を表示する表示部 70 と、外部サーバとの間の各種情報通信を実現するための無線通信部 80 と、携帯電話機 100 のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末 ID 等の必要な諸データを記憶している記憶部（ROM）91 と、制御部 101 によって実行される各種処理プログラムやデータ、若しくは処理データ、或いは撮像装置 50 による撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる一時記憶部（RAM）92 とを備えている。

[0066] 携帯電話機 100 を把持する撮影者が、被写体に対して撮像装置 50 の撮像レンズ 10 を向けると、イメージセンサ 51 に静止画又は動画の画像信号が取り込まれる。所望のシャッタチャンスで、図 4 に示すボタン BT を撮影者が押すことでレリーズが行われ、画像信号が撮像装置 50 に取り込まれることとなる。撮像装置 50 から入力された画像信号は、上記携帯電話機 100 の制御系に送信され、記憶部 92 に記憶されたり、或いは表示部 70 で表示され、さらには、無線通信部 80 を介して映像情報として外部に送信されることとなる。

[0067] 本実施の形態にかかる撮像レンズの製造方法について説明する。図 6 は、本実施の形態にかかる撮像レンズを製造する工程を示す図である。まず、図 6（a）の断面図に示すような、複数のレンズブロック BK を二次元的に並べて含むレンズブロックユニット UT を製造する。かかるレンズブロックユニット UT は、例えば、多数のレンズ L を同時に作製できるとともに低コストであるレプリカ法で製造することができる。尚、レンズブロックユニット UT に含まれるレンズブロック BK の数は少なくとも 2 つであるが、各レン

ズブロックBKは、両側にレンズを有する必要はなく、片側のみでも良い。

[0068] また、レプリカ法とは、大版のガラス製の平行平板であるレンズ基板LS上に、金型を用いて硬化性の樹脂PLを複数個一度にレンズ形状にして転写するものである。つまり、レプリカ法では、レンズ基板LS上に、多数の樹脂レンズPLが同時に作製されることとなる。

[0069] そして、これらのような方法によって製造されたレンズブロックユニットUTから、撮像レンズ10が製造される。この撮像レンズの製造工程の一例を、図6(b)の概略断面図で示す。

[0070] 第1のレンズブロックユニットUT1は、平行平板である第1レンズ基板LS1と、その一方の平面に格子状に接着された複数の第1物体側レンズ部L1aと、他方の平面に格子状に接着された複数の第1像側レンズ部L1bと、で構成される。このとき、第1レンズ基板LS1と第1物体側レンズ部L1aとは、光学薄膜を介して接着剤を用いて接着され、第1レンズ基板LS1と第1像側レンズ部L1bとは、接着剤等を用いて接着される。尚、光学薄膜や接着剤等を、赤外線カットフィルタや絞りの上に設けた場合には、別に設けるよりも光軸方向のレンズ全長を小さくできるので好ましい。更に、（透明薄膜、例えば）反射防止コートを設ければ、レンズ部とレンズ基板での反射を防止でき、フレアやゴーストを低減できる。尚、レンズ部L1aおよびL1bとレンズ基板LS1とは接着剤等を用いず、レンズ基板LS1上にレンズ部L1aおよびL1bを直接形成しても良い。

[0071] 第2のレンズブロックユニットUT2は、平行平板である第2レンズと、その一方の平面に格子状に接着された複数の第2物体側レンズ部L2aと、他方の平面に格子状に接着された複数の第2像側レンズ部L2bと、で構成される。このとき、第2レンズウエハLW2と第2物体側レンズ部L2aとは、接着剤を用いて接着され、第2レンズと第2像側レンズ部L2bとは、接着剤等を用いて接着される。尚、レンズ部L2aおよびL2bとレンズとは接着剤等を用いず、レンズ基板LS2上にレンズ部L2aおよびL2bを直接形成しても良い。

- [0072] 複数の光透過部（光が通過する開口）が格子状に配置された遮光部材により構成される格子状の第1スペーサ部材（スペーサ）SP1を、第1のレンズブロックユニットUT1と第2のレンズブロックユニットUT2との間（具体的には、と第2レンズ基板LS2との間）に介在させ、両レンズブロックユニットUT1、UT2の間隔を一定に保つ。かかる状態で、第1スペーサ部材SP1の格子の穴の部分に、各レンズ部L1a、L1b、L2a、L2bが光軸を精度良く一致させて整列する。尚、光軸合わせを行う手段として、たとえば第1レンズ基板LS1と第2レンズ基板LS2上に他の部分と明るさの異なる特徴点として観察される位置基準マーク（例えば金型の転写面に微細な凹部を形成し、成形時に転写してなる凸部等）を付与し、それらを光学的に観察することで観察座標系内における特徴点の位置を算出し、それらが合致するように位置調整を行うことで、第1レンズブロックBK1と第2レンズブロックBK2の光軸を精度良く合わせることができる（特開2006-146043号公報参照）。
- [0073] ここで、第1スペーサ部材SP1が、第1のレンズブロックユニットUT1と第2のレンズブロックユニットUT2との間に介在することで、第1レンズ基板LS1と第2レンズ基板LS2とが封止され一体化する。
- [0074] そして、第1スペーサ部材SP1を介して連結された第1レンズ基板LS1と第2レンズ基板LS2が、第1スペーサ部材SP1の格子枠（破線Qの位置）に沿って切断されると、図6（c）に示すように、レンズブロック毎にそれぞれ一体化した2枚玉構成のレンズブロックLGが、複数個効率的に形成されることとなる。その後、形成された撮像レンズ10と平行平板PTとを、基板52に組み付けたイメージセンサ51に対向するようにして、筐体20で保持することにより、図3に示す撮像装置を得ることができる。
- [0075] このように、複数のレンズブロックBK（第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2）の組み込まれた部材が切り離されることで、撮像レンズ10の構成要素であるレンズブロックLGが製造されると、撮像レンズ10の各レンズ間隔の調整および組み立てが簡素化される。そのため

、高画質が期待される撮像装置の大量生産が可能となる。

[0076] しかも、第1スペーサ部材SP1が格子形状であるため、この第1スペーサ部材SP1が、複数のレンズブロックBK1、BK2の組み込まれた部材から、各レンズブロックLGを切り離す場合の印にもなる。したがって、複数のレンズブロックBKに組み込まれた部材からレンズブロックLGを容易に切り出すことができ、手間がかからない。その結果、レンズブロックLGを安価に大量生産できる。

[0077] 以上を踏まえると、撮像レンズ10を構成するレンズブロックLGの製造方法は、レンズブロックBK1、BK2の周縁の少なくとも一部に第1スペーサ部材SP1を並べ、複数のレンズブロックユニットUT1、UT2のレンズ基板LS1、LS2同士を、格子状の第1スペーサ部材SP1を介在させて接着する連結工程と、これにより一体化されたレンズブロックユニットUT1、UT2を、第1スペーサ部材SP1に沿って切断する切断工程と、を含むものといえる。そして、このような製造方法は、安価なレンズ系の量産に向いている。尚、2つのレンズブロックを、スペーサ部材を介してつなげれば足りるが、3つ以上のレンズブロックをつなげて良い。

実施例

[0078] ここで、本実施の形態に好適な実施例について説明する。かかる実施例において使用する記号は下記の通りである。

[0079] f : 撮像レンズ全系の焦点距離
 f_B : バックフォーカス
 F : Fナンバー
 $2Y$: 固体撮像素子の撮像面对角線長
 $ENTP$: 入射瞳位置（第1面から入射瞳位置までの距離）
 $EXTP$: 射出瞳位置（撮像面から射出瞳位置までの距離）
 $H1$: 前側主点位置（第1面から前側主点位置までの距離）
 $H2$: 後側主点位置（最終面から後側主点位置までの距離）
 R : 曲率半径

D : 軸上面間隔

N_d : レンズ材料の d 線に対する屈折率

ν_d : レンズ材料のアッベ数

本実施例において、非球面の形状は、面の頂点を原点とし光軸方向を X 軸とした直交座標系において、頂点曲率を C、円錐定数を K、非球面係数を A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆ をとして「数 2」で表している。

[0080] [数 2]

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12} + A_{14}h^{14} + A_{16}h^{16}$$

[0081] ただし、 $h = \sqrt{Y^2 + Z^2}$ である。

[0082] 本実施例にかかるレンズデータを表 1、2 に示す。尚、表中では、10 のべき乗数（例えば、 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば、 $2.5 \times E-3$ ）を用いて表すものとする。

（実施例 1）

実施例 1 におけるレンズデータを表 1 に示す。実施例 1 は、設計値（20 °C）を基準としている。

[0083]

[表1]

実施例 1

$f=2.67\text{mm}$ $B=0.062\text{mm}$ $F=2.9$ $2Y=3.5\text{mm}$
 $ENTP=0.24\text{mm}$ $EXTP=-1.78\text{mm}$ $H1=-1.03\text{mm}$ $H2=-2.62\text{mm}$

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	v d	有効半径(mm)
1*	0.766	0.313	1.5138	57	0.51
2(絞り)	∞	0.300	1.5200	62	0.42
3	∞	0.065	1.5721	35	0.42
4*	2.050	0.332			0.44
5*	-3.076	0.086	1.5138	57	0.45
6	∞	0.970	1.5200	62	0.54
7	∞	0.431	1.5721	35	0.69
8*	9.515	0.050			1.39
9	∞	0.100	1.5163	64	1.45
10	∞	0.050			1.62
11	∞	0.350	1.4714	65	1.64
12	∞				1.68

非球面係数

第1面 $K=-4.769\text{E}-01$
 $A4=3.130\text{E}-02$
 $A6=2.562\text{E}+00$
 $A8=-2.192\text{E}+01$
 $A10=1.112\text{E}+02$
 $A12=-2.784\text{E}+02$
 $A14=2.881\text{E}+02$

第2面 $K=8.793\text{E}+00$
 $A4=3.067\text{E}-01$
 $A6=-3.287\text{E}+00$
 $A8=3.816\text{E}+01$
 $A10=-1.391\text{E}+02$
 $A12=9.171\text{E}+01$
 $A14=5.650\text{E}+02$

第3面 $K=1.061\text{E}+01$
 $A4=-9.453\text{E}-01$
 $A6=2.676\text{E}+00$
 $A8=-5.473\text{E}+00$
 $A10=-2.488\text{E}+01$
 $A12=7.905\text{E}+01$
 $A14=-1.241\text{E}+02$
 $A16=1.178\text{E}+02$

第4面 $K=-3.482\text{E}+01$
 $A4=-6.511\text{E}-02$
 $A6=-8.901\text{E}-03$
 $A8=-2.101\text{E}-02$
 $A10=1.666\text{E}-02$
 $A12=-4.294\text{E}-03$
 $A14=-1.416\text{E}-04$
 $A16=1.255\text{E}-04$

レンズ群データ

レンズ群	始面	終面	焦点距離(mm)
1	1	4	2.10
2	5	8	-4.22

[0084] 実施例 1 で対象とする撮像素子は、1/5 インチ型、画素ピッチ 1.75 μm 、1600×1200 画素を想定している。図 7 は実施例 1 のレンズの断面図である。物体側から順に、物体側に凸の第 1 a レンズ L 1 a、開口絞

りS、第1レンズ基板LS1、像側に凹の第1bレンズL1bより、第1レンズブロックBK1が構成され、次に、物体側に凹の第2aレンズL2a、第2レンズ基板LS2、像側に凹の第2bレンズL2bより、第2レンズブロックBK2が構成され、最後に光学的ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板PTが設けられている。IMは撮像素子の撮像面である。また、全ての空気と接するレンズ部の面は非球面形状である。第1レンズブロックBK1は正の屈折力を有し、第2レンズブロックBK2は負の屈折力を有する。実施例1の第1aレンズ、第1bレンズ、第2aレンズ、第2bレンズは、硬化型樹脂材料で構成される。

[0085] 図8は、実施例1にかかる撮像レンズの球面収差(a)、非点収差(b)、及び歪曲収差(c)の収差図である。ここで、球面収差図において、dはd線、gはg線に対する球面収差量をそれぞれ表す。また、非点収差図において、実線はサジタル面、点線はメリディオナル面をそれぞれ表す。条件式(3)における $\alpha = 8.1 \times 10^{-5}$ であり、条件式(4)における $f/f_1 = 1.79$ であり、条件式(5)における $\nu_1 - \nu_2 = 22$ である。
(+20℃温度変化時)

ここで、環境温度がプラス20度上昇した状態(40℃)での、実施例1に示す撮像レンズの曲率半径、軸上面間隔、非球面係数データを表2に示す。

[0086]

[表2]

面番号	R(mm)	D(mm)	
1*	0.765	0.314	第1aレンズ
2(絞り)	∞	0.300	
3	∞	0.085	
4*	2.040	0.332	第1bレンズ
5*	-3.063	0.086	
6	∞	0.970	第2aレンズ
7	∞	0.432	
8*	9.448	0.050	第2bレンズ
9	∞	0.100	
10	∞	0.050	
11	∞	0.350	
12	∞		

非球面係数

第1面	K=	-4.409E-01
	A4=	1.969E-02
	A6=	2.562E+00
	A8=	-2.192E+01
	A10=	1.112E+02
	A12=	-2.784E+02
	A14=	2.861E+02

第2面	K=	8.840E+00
	A4=	3.027E-01
	A6=	-3.287E+00
	A8=	3.816E+01
	A10=	-1.391E+02
	A12=	9.171E+01
	A14=	5.650E+02

第3面	K=	1.101E+01
	A4=	-9.448E-01
	A6=	2.676E+00
	A8=	-5.473E+00
	A10=	-2.488E+01
	A12=	7.905E+01
	A14=	-1.241E+02
	A16=	1.178E+02

第4面	K=	-6.505E+01
	A4=	-6.209E-02
	A6=	-9.252E-03
	A8=	-2.111E-02
	A10=	1.666E-02
	A12=	-4.294E-03
	A14=	-1.416E-04
	A16=	1.255E-04

[0087] 表2中、面形状、厚みは、有限要素法を用いた熱応力解析によって求めた。具体的には、温度差によって物体に生じる応力や変位を求め、想定される温度でのレンズ形状の結果から、面形状、厚みを算出している（表8におい

て同じ)。

[0088] 更に、実施例 1 において温度による屈折率 n_d の変化を表 3 に示す。これより、設計値 (20°C) に対し $+20^\circ\text{C}$ 上昇時のバックフォーカス変化量 (Δf_B) は、 -0.004 [mm] となる。

[0089] [表3]

	dn/dT [$^\circ\text{C}$]	40°C での屈折率
第 1 a レンズ	-2×10^{-5}	1.51349
第 1 b レンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947
第 2 a レンズ	-1.3×10^{-5}	1.51129
第 2 b レンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947

[0090] 更に、実施例 1 においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率 n_d の別の例を表 4 に示す。これより、設計値 (20°C) に対し $+20^\circ\text{C}$ 上昇時のバックフォーカス変化量 (Δf_B) は、 -0.002 [mm] となる。

[0091] [表4]

	dn/dT [$^\circ\text{C}$]	40°C での屈折率
第 1 a レンズ	-2×10^{-5}	1.51349
第 1 b レンズ	-9×10^{-5}	1.57027
第 2 a レンズ	-1.3×10^{-5}	1.51129
第 2 b レンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947

[0092] 更に、実施例 1 においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率 n_d の別の例を表 5 に示す。これより、設計値 (20°C) に対し $+20^\circ\text{C}$ 上昇時のバックフォーカス変化量 (Δf_B) は、 $+0.009$ [mm] となる。

[0093]

[表5]

	$dn/dT [1/^{\circ}C]$	40°Cでの屈折率
第1aレンズ	-9×10^{-6}	1.51209
第1bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.51129
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947

[0094] 更に、実施例1においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率 n_d の別の例を表6に示す。これより、設計値（20°C）に対し+20°C上昇時のバックフォーカス変化量（ Δf_B ）は、+0.010 [mm]となる。

[0095] [表6]

	$dn/dT [1/^{\circ}C]$	40°Cでの屈折率
第1aレンズ	-9×10^{-6}	1.51209
第1bレンズ	-9×10^{-6}	1.57027
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.51129
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56947

[0096] 一般的に焦点深度は下式で表される。

[0097] 焦点深度 = $\pm F$ ナンバー $\times 2 \times$ 画素ピッチ

像点位置変動は、最大でも焦点深度以下にしなければならない。実施例1において想定した撮像レンズはFナンバー2.9、撮像素子は画素ピッチ1.75 μm であるので、焦点深度は ± 0.010 であり、像点位置変動は焦点深度内に抑えられている。また、マイナス側への温度変化は割愛するが、像点位置はプラス側と反対符号側へ絶対値としてほぼ同等量変動する。

（実施例2）

実施例2におけるレンズデータを表7に示す。実施例2は、設計値（20°C）を基準としている。

[0098] [表7]

実施例 2

F=2.89mm $\sin\theta=0.163$ mm F=2.9 2Y=3.5mm
 ENTP=0.24mm EXTP=-1.78mm H1=-1.16mm H2=-2.72mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1*	0.777	0.317	1.5139	57	0.54
2(絞リ)	∞	0.300	1.5200	62	0.47
3	∞	0.065	1.5713	35	0.47
4*	1.920	0.407			0.47
5*	-3.105	0.100	1.5713	35	0.58
6	∞	0.770	1.5200	62	0.73
7	∞	0.495	1.5713	35	1.25
8*	11.566	0.100			1.37
9	∞	0.500	1.5089	63	1.54
10	∞				1.67

非球面係数

第1面 K= -3.668E-01
 A4= -4.758E-02
 A6= 3.762E+00
 A8= -3.235E+01
 A10= 1.502E+02
 A12= -3.453E+02
 A14= 3.247E+02

第2面 K= 3.489E+00
 A4= 3.593E-01
 A6= -2.439E+00
 A8= 2.978E+01
 A10= -9.052E+01
 A12= 1.377E+01
 A14= 5.078E+02

第3面 K= -3.543E+01
 A4= -8.790E-01
 A6= 2.779E+00
 A8= -2.021E+01
 A10= 9.707E+01
 A12= -2.919E+02
 A14= 3.479E+02

第4面 K= 3.668E+01
 A4= -1.054E-01
 A6= 3.429E-02
 A8= -3.926E-02
 A10= 1.562E-02
 A12= -2.743E-03

レンズ群データ

レンズ群	始面	終面	焦点距離(mm)
1	1	4	2.12
2	5	8	-4.14

[0099] 実施例2で対象とする撮像素子は、1/5インチ型、画素ピッチ1.75 μm 、1600×1200画素を想定している。図9は実施例2のレンズの断面図である。物体側から順に、物体側に凸の第1aレンズL1a、開口絞

りS、第1レンズ基板LS1、像側に凹の第1bレンズL1bより、第1レンズブロックBK1が構成され、次に、物体側に凹の第2aレンズL2a、第2レンズ基板LS2、像側に凹の第2bレンズL2bより、第2レンズブロックBK2が構成され、最後に光学的ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板PTが設けられている。IMは撮像素子の撮像面である。また、全ての空気と接するレンズ部の面は非球面形状である。第1レンズブロックBK1は正の屈折力を有し、第2レンズブロックBK2は負の屈折力を有する。実施例2の第1aレンズ、第1bレンズ、第2aレンズ、第2bレンズは、硬化型樹脂材料で構成される。

[0100] 図10は、実施例2にかかる撮像レンズの球面収差(a)、非点収差(b)、及び歪曲収差(c)の収差図である。ここで、球面収差図において、dはd線、gはg線に対する球面収差量をそれぞれ表す。また、非点収差図において、実線はサジタル面、点線はメリディオナル面をそれぞれ表す。条件式(3)ける $\alpha = 8.1 \times 10^{-5}$ であり、条件式(4)における条件式 $f/f_1 = 1.71$ であり、条件式(5)における $\nu_1 - \nu_2 = 22$ である。
(+20℃温度変化時)

ここで、環境温度がプラス20度上昇した状態(40℃)での、実施例2に示す撮像レンズの曲率半径、軸上面間隔、非球面係数データを表8に示す。

[0101]

[表8]

面番号	R(mm)	D(mm)	
1*	0.776	0.318	第1aレンズ
2(絞り)	∞	0.300	
3	∞	0.065	
4*	1.901	0.407	第1bレンズ
5*	-3.142	0.100	第2aレンズ
6	∞	0.770	
7	∞	0.487	
8*	11.424	0.100	第2bレンズ
9	∞	0.500	
10	∞		

非球面係数

第1面 K= -3.431E-01
 A4= -5.515E-02
 A6= 3.762E+00
 A8= -3.235E+01
 A10= 1.502E+02
 A12= -3.453E+02
 A14= 3.247E+02

第2面 K= 3.870E+00
 A4= 3.440E-01
 A6= -2.439E+00
 A8= 2.976E+01
 A10= -9.052E+01
 A12= 1.377E+01
 A14= 5.078E+02

第3面 K= -2.762E+01
 A4= -8.746E-01
 A6= 2.779E+00
 A8= -2.021E+01
 A10= 9.707E+01
 A12= -2.919E+02
 A14= 3.479E+02

第4面 K= 2.084E+00
 A4= -1.041E-01
 A6= 3.597E-02
 A8= -3.946E-02
 A10= 1.562E-02
 A12= -2.743E-03

[0102] 更に、実施例2において温度による屈折率 n_d の変化を表9に示す。これより、設計値（20℃）に対し+20℃上昇時のバックフォーカス変化量（ Δf_B ）は、-0.004 [mm] となる。

[0103]

[表9]

	dn/dT [1/°C]	40°Cでの屈折率
第1aレンズ	-2×10^{-5}	1.51349
第1bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872

[0104] 更に、実施例2においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率 n_d の別の例を表10に示す。これより、設計値（20°C）に対し+20°C上昇時のバックフォーカス変化量（ Δf_B ）は、-0.002 [mm] となる。

[0105] [表10]

	dn/dT [1/°C]	40°Cでの屈折率
第1aレンズ	-2×10^{-5}	1.51349
第1bレンズ	-9×10^{-6}	1.56952
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872

[0106] 更に、実施例2においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率 n_d の別の例を表11に示す。これより、設計値（20°C）に対し+20°C上昇時のバックフォーカス変化量（ Δf_B ）は、+0.010 [mm] となる。

[0107]

[表11]

	dn/dT[/ $^{\circ}$ C]	40 $^{\circ}$ Cでの屈折率
第1aレンズ	-9×10^{-6}	1.51209
第1bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872

[0108] 更に、実施例2においてレンズ材料を変更した場合における温度変化時の屈折率ndの別の例を表12に示す。これより、設計値（20 $^{\circ}$ C）に対し+20 $^{\circ}$ C上昇時のバックフォーカス変化量（ Δf_B ）は、+0.012 [mm]となる。

[0109] [表12]

	dn/dT[/ $^{\circ}$ C]	40 $^{\circ}$ Cでの屈折率
第1aレンズ	-9×10^{-6}	1.51209
第1bレンズ	-9×10^{-6}	1.56952
第2aレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872
第2bレンズ	-1.3×10^{-5}	1.56872

[0110] 一般的に焦点深度は下式で表される。

[0111] 焦点深度=±Fナンバー×2×画素ピッチ

像点位置変動は、最大でも焦点深度以下にしなければならない。実施例2において想定した撮像レンズはFナンバー2.9、撮像素子は画素ピッチ1.75 μ mであるので、焦点深度は±0.010であり、像点位置変動は概ね焦点深度内に抑えられている。また、マイナス側への温度変化は割愛するが、像点位置はプラス側と反対符号側へ絶対値としてほぼ同等量変動する。

産業上の利用可能性

[0112] 本発明によれば、大量生産性と小型化に最適な、さらには、温度上昇に伴う樹脂レンズの屈折率変化およびレンズ面の形状変化に起因するピントずれ

を抑えることができる撮像レンズを提供できる。携帯端末とは携帯電話機に限られない。

符号の説明

- [0113] 1 0 撮像レンズ
- 2 0 筐体
- 5 0 撮像装置
- 5 1 イメージセンサ
- 5 1 a 光電変換部
- 5 1 b 信号処理回路
- 5 2 基板
- 6 0 入力部
- 7 0 表示部
- 8 0 無線通信部
- 9 2 記憶部
- 1 0 0 携帯電話機
- 1 0 1 制御部
- B K 1 第1レンズブロック
- B K 2 第2レンズブロック
- B K レンズブロック
- B T ボタン
- L 1 a 第1 a レンズ
- L 1 b 第1 b レンズ
- L 2 a 第2 a レンズ
- L 2 b 第2 b レンズ
- L G レンズブロック
- L S 1 第1レンズ基板
- L S 2 第2レンズ基板
- P L 樹脂

P T 平行平板

S 開口絞り

S P 1 第1スペーサ部材

S P 2 第2スペーサ部材

U T レンズブロックユニット

U T 1 第1レンズブロックユニット

U T 2 第2レンズブロックユニット

請求の範囲

[請求項1] 平行平板であるレンズ基板と、前記レンズ基板の物体側面及び像側面の少なくとも一方に形成され、正または負のパワーを有するレンズ部とをそれぞれ備えてなり、前記レンズ部と前記レンズ基板とは屈折率とアッベ数のうち少なくとも一方が異なっており、このようなレンズ群をレンズブロックとして、前記レンズ基板の両側にレンズ部が形成された前記レンズブロックを少なくとも1個含む撮像レンズにおいて、最も物体側に配置されるレンズブロックを第1レンズブロックとし、第1レンズブロックの物体側に形成されたレンズ部を第1aレンズ部とするとき、

前記第1aレンズが正の屈折力を有し、以下の式を満たすことを特徴とする撮像レンズ。

$$-9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(1) \leq -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

ただし、

$dn/dT(1)$: 第1aレンズを構成する材料の、屈折率の温度変化係数

[請求項2] 前記撮像レンズは、前記レンズ基板の物体側面及び像側面上の少なくとも一方に形成される負の屈折力を有するレンズ部を有し、以下の式を満たすことを特徴とする、請求項1記載の撮像レンズ。

$$-14 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \leq dn/dT(N) \leq -9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

ただし、

$dn/dT(N)$: 前記負の屈折力を有するレンズ部を構成する材料の、屈折率の温度変化係数

[請求項3] 前記第1レンズブロックの像側に、所定間隔を隔て、少なくとも1つのレンズブロックが配置されることを特徴とする、請求項1又は2記載の撮像レンズ。

[請求項4] 前記レンズ基板はガラス材料から形成され、前記第1aレンズの材料の線膨張係数 α が次式を満たすこと特徴とする、請求項1～3のい

ずれかに記載の撮像レンズ。

$$4 \times 10^{-5} \leq \alpha \leq 10 \times 10^{-5}$$

[請求項5] 下式を満たすことを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の撮像レンズ。

$$1. \quad 0 \leq f / f_{1a} \leq 3. \quad 0$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離 (mm)

f_{1a} : 第1aレンズの空気中での焦点距離 (mm)

[請求項6] 前記第1レンズブロックの像側に形成されたレンズ部を第1bレンズとすると、第1bレンズは負の屈折力を有し、以下の条件式を満たすことを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の撮像レンズ。

$$10 < \nu_{1a} - \nu_{1b} < 40$$

ただし、

ν_{1a} : 前記第1aレンズを構成する材料のアッベ数

ν_{1b} : 前記第1bレンズを構成する材料のアッベ数

[請求項7] 前記第1aレンズは樹脂材料から構成されることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の撮像レンズ。

[請求項8] 前記第1aレンズの樹脂材料には、長さ30ナノメートル以下の無機微粒子が分散されていることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の撮像レンズ。

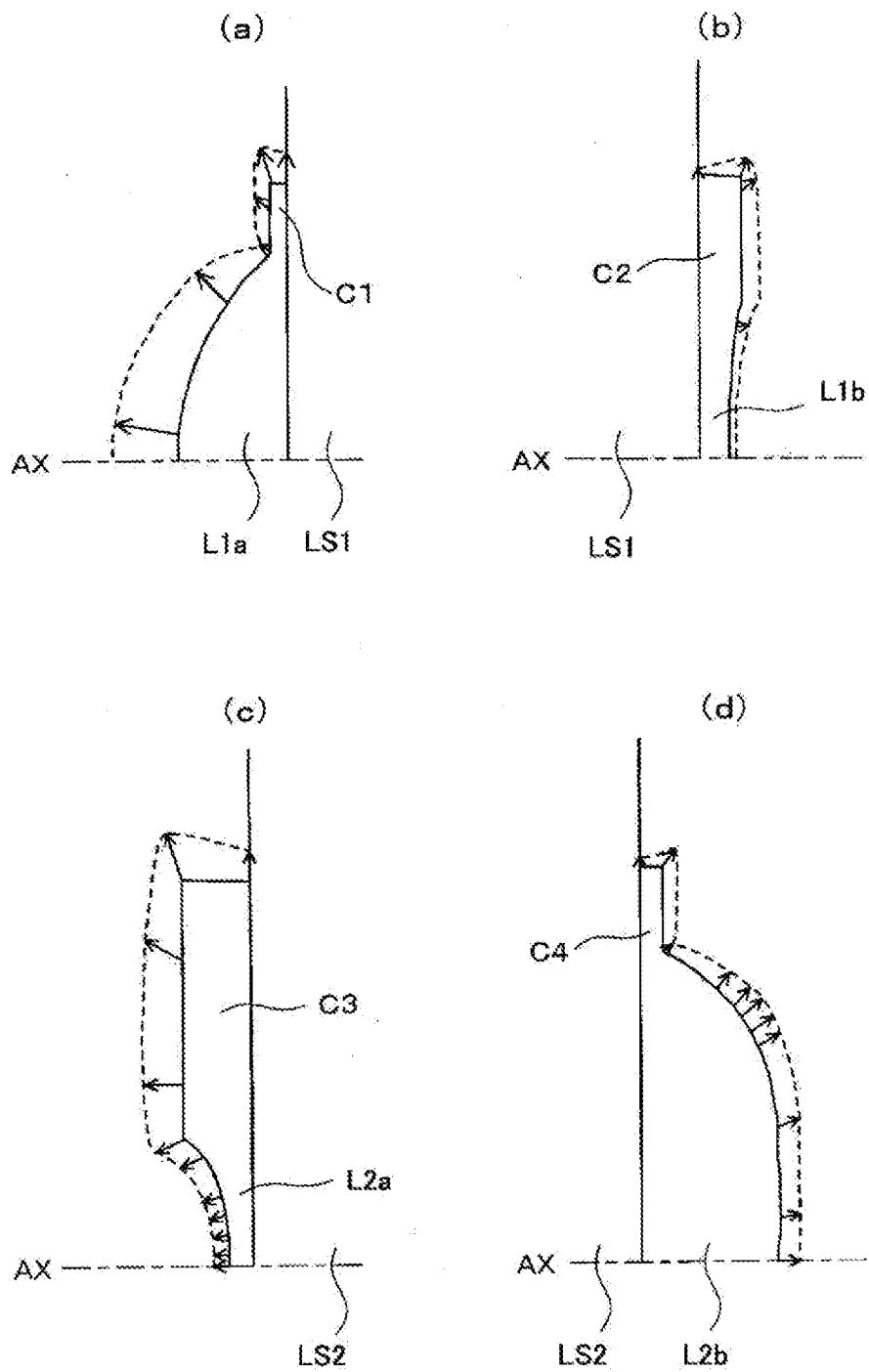
[請求項9] 前記第1aレンズの樹脂材料は、硬化型樹脂であることを特徴とする、請求項1～8のいずれかに記載の撮像レンズ。

[請求項10] 前記第1aレンズの樹脂材料は、UV硬化型樹脂であることを特徴とする、請求項1～9のいずれかに記載の撮像レンズ。

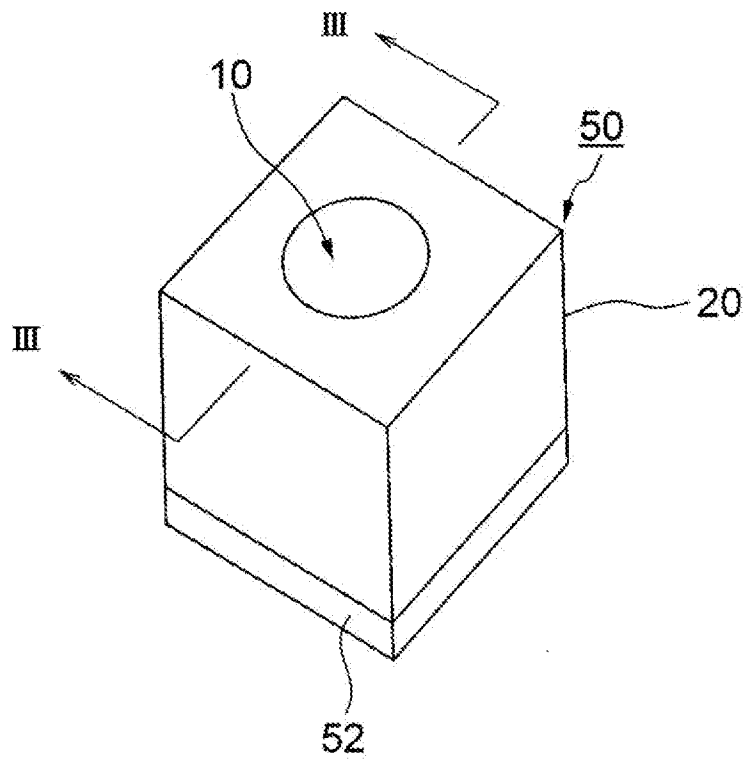
[請求項11] 請求項1～10の何れかに記載の撮像レンズと、この撮像レンズで結像された物体像を光電変換するイメージセンサとを備えることを特徴とする撮像装置。

[請求項12] 請求項 1 1 に記載の撮像装置を備えることを特徴とする携帯端末。

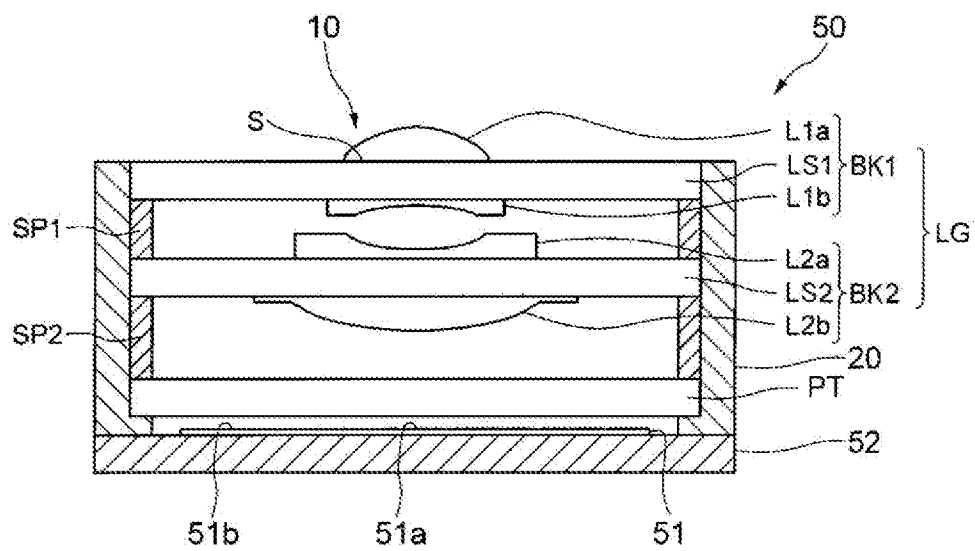
[図1]



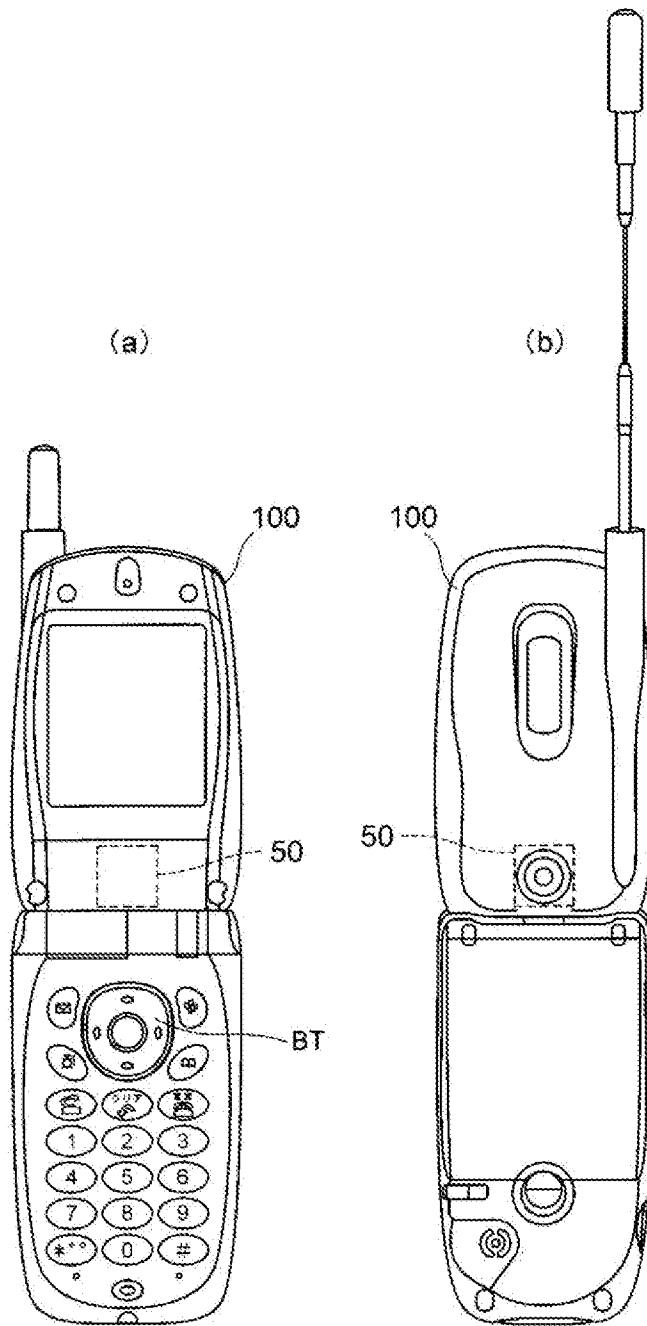
[図2]



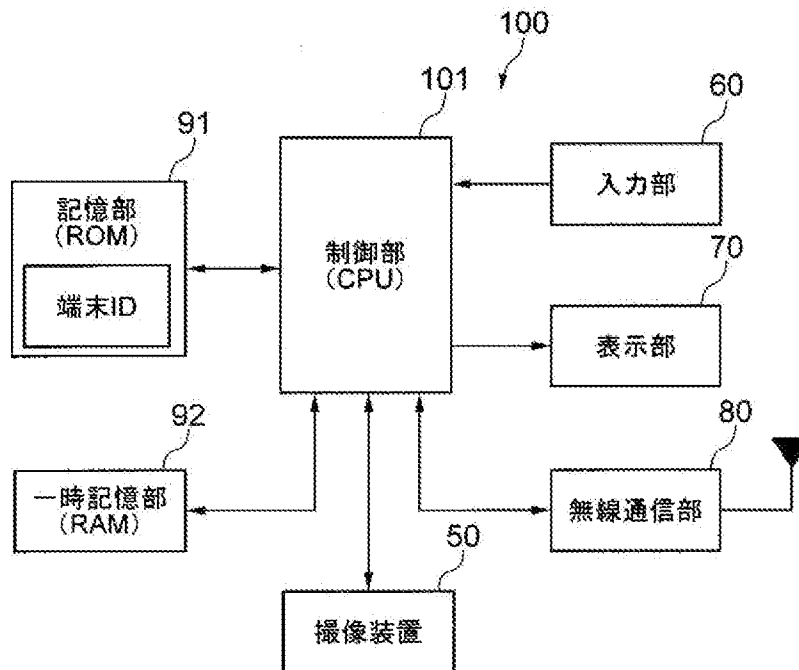
[図3]



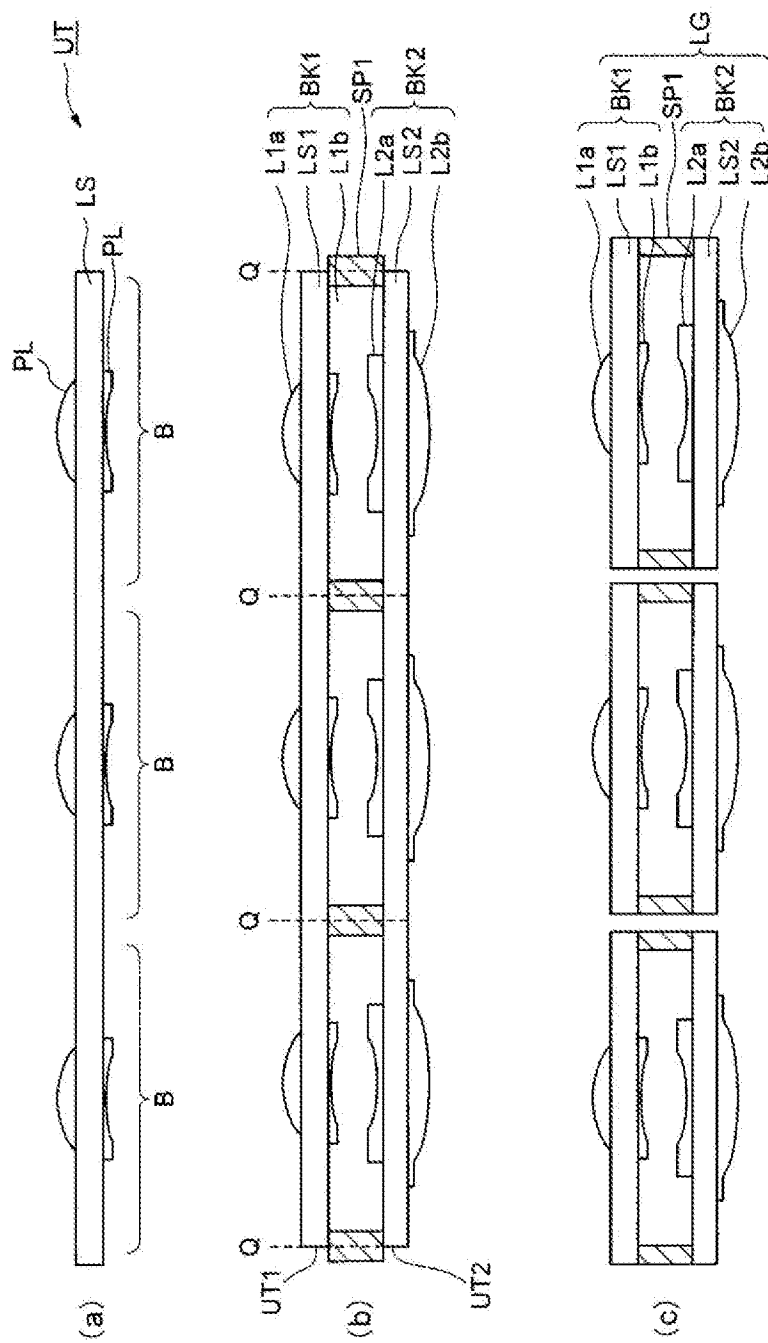
[図4]



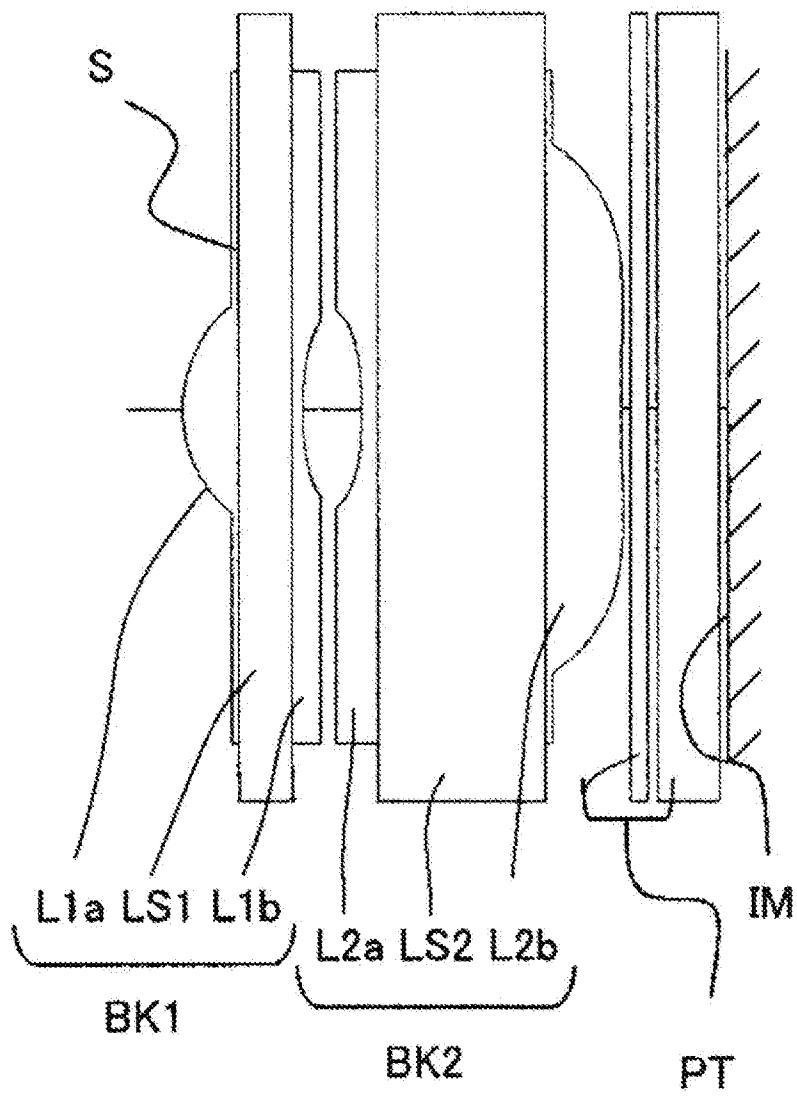
[図5]



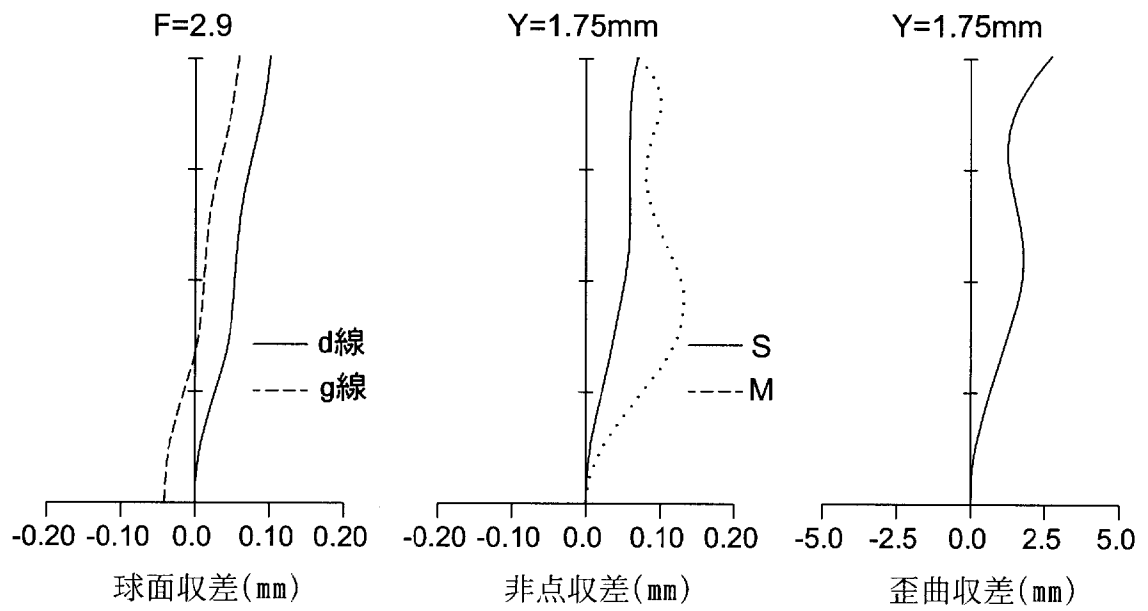
[図6]



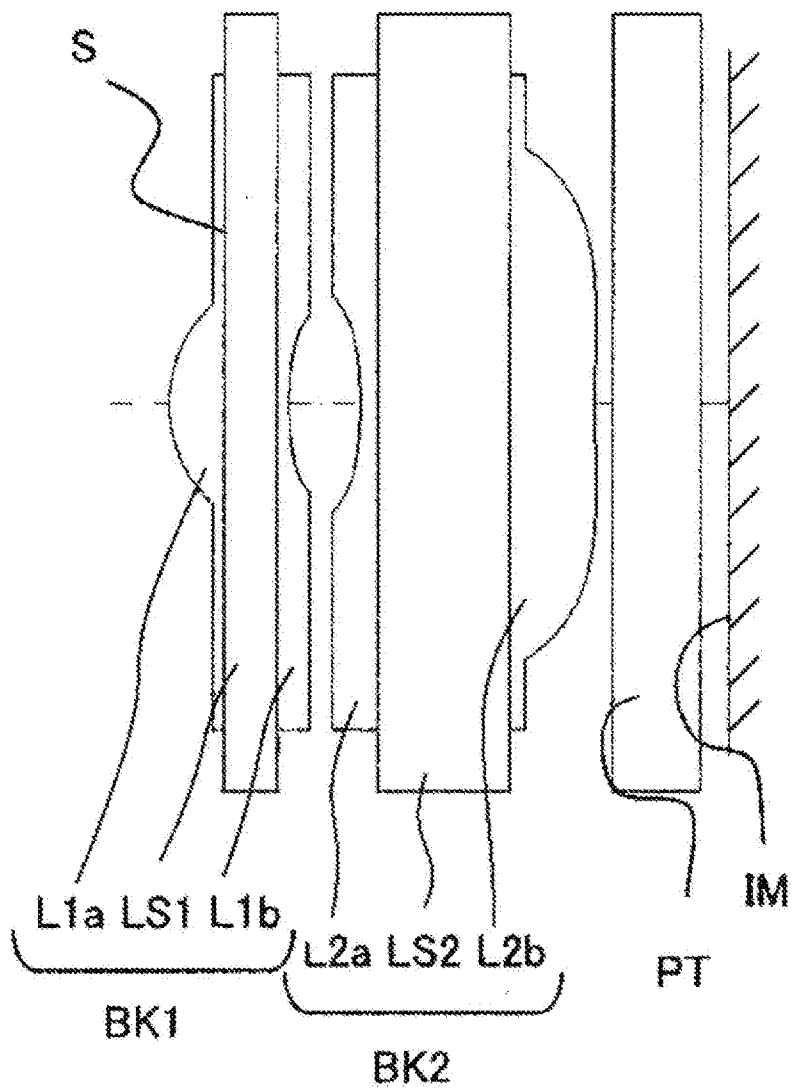
[図7]



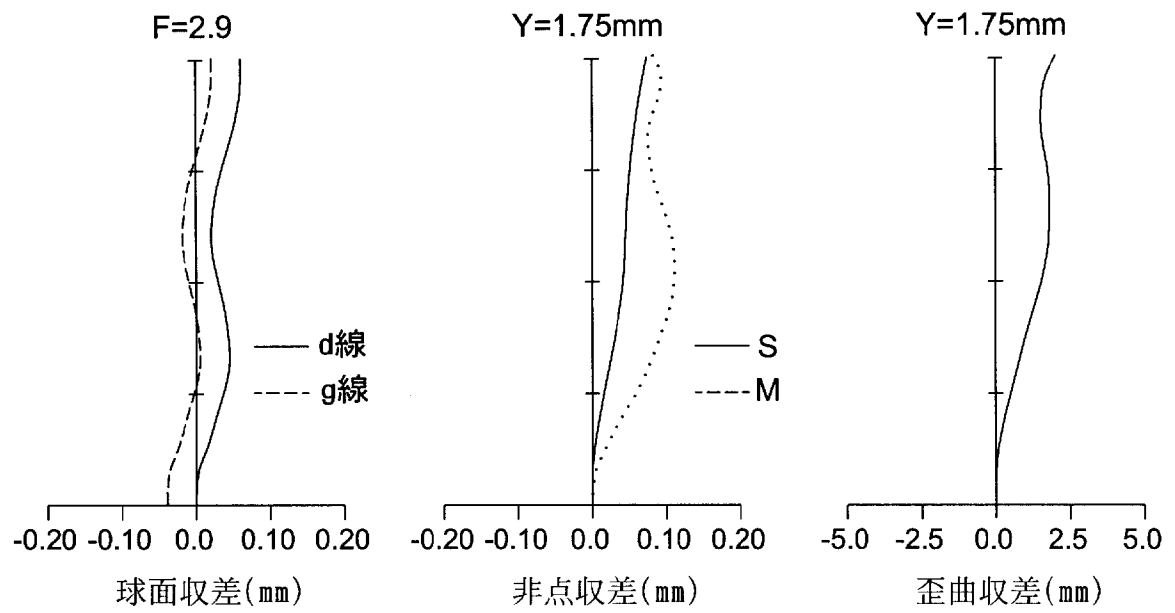
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00 (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

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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	WO 2008/102648 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 28 August 2008 (28.08.2008), entire text; all drawings; particularly, claims 2 to 4, 8, 18, 25 to 29, 33 to 34; paragraphs [0060] to [0066] & JP 2008-233884 A & JP 4293291 B & JP 2009-157402 A & EP 2113800 A1 & CN 101606095 A & KR 10-2009-0115711 A	1-12

☐ 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
12 April, 2010 (12.04.10)Date of mailing of the international search report
20 April, 2010 (20.04.10)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

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

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	WO 2008/102648 A1（コニカミノルタオプト株式会社）2008.08.28, 全文、全図、特に、請求項 2-請求項 4、請求項 8、請求項 18、請求 項 25-請求項 29、請求項 33-請求項 34、段落[0060]-[0066] & JP 2008-233884 A & JP 4293291 B & JP 2009-157402 A & EP 2113800 A1 & CN 101606095 A & KR 10-2009-0115711 A	1-12

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 2 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 4 . 2 0 1 0

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

森内 正明

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

2 V

9 2 2 2