

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(10) 国際公開番号

WO 2012/002167 A1

PCT

(43) 国際公開日
2012 年 1 月 5 日 (05.01.2012)

- (51) 国際特許分類 :
G02B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/063865
- (22) 国際出願日 : 2011 年 6 月 10 日 (10.06.2011)
- (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 2010-146742 2010 年 6 月 28 日 (28.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP)-
- () 発明者 ; および
- () 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡野 英暁 (OKANO Hideaki) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニーイーエムシーエス株式会社内 Tokyo (7P).
- (74) 代理人: 田辺 恵基 (ANABE Shigemoto); 〒2110063 神奈川県川崎市中原区小杉町一丁目 4 0 3 番地 小杉ビルディング 8 0 3 号室 Kana-gawa (JPV)
- (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, 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, LR, 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 (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, 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 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGE CAPTURE LENS AND IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称 撮影レンズ及び撮影装置

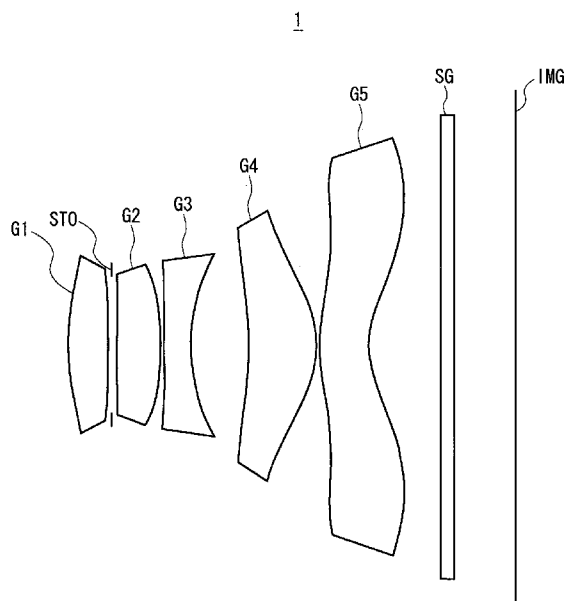


図 1

(57) Abstract: Disclosed are an image capture lens and an image capture device having satisfactory optical performance supporting a high-resolution image capture element, and being highly miniaturized and lightweight. The image capture device is configured, in order from the object side, from a first lens having a positive refraction; an aperture stop; a second lens having either a positive or a negative refraction; a third lens having a negative refraction; a fourth lens having a positive refraction; and a fifth lens having a negative refraction; satisfying the following conditional formulae (1), (2), (3): (1) $0.80 < f_1 / f < 1.40$; (2) $f_1 < |f_3| < 1.50$; and (3) $-0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$; where f is the focal length of the overall lens assembly, f_1 is the focal length of the first lens, f_2 is the focal length of the second lens, and f_3 is the focal length of the third lens.

(57) 要約: 本発明は、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有し、極めて小型、薄型化した撮像レンズ及び撮像装置を提案したい。物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞り、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足する。(1) $0.80 < f_1 / f < 1.40$ 、(2) $f_1 / |f_3| < 1.50$ 、(3) $-0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$ 但し、 f : レンズ全系の焦点距離、 f_1 : 第 1 レンズの焦点距離、 f_2 : 第 2 レンズの焦点距離、 f_3 : 第 3 レンズの焦点距離とする。

系の焦点距離、 f_1 : 第 1 レンズの焦点距離、 f_2 : 第 2 レンズの焦点距離、 f_3 : 第 3 レンズの焦点距離とする。

細

発明の名称

撮像レンズ及び撮像装置

5

技術分野

本発明は、撮像レンズ及び撮像装置に関し、特に、C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機等の小型撮像装置に好適な撮像レンズ及びこれを用いた撮像装置に関するものである。

10

背景技術

従来、C C D や C M O S 等の例えば 3 0 0 万画素や 5 0 0 万画素程度の固体撮像素子を用い、開口 F n o 2 . 8 程度の撮像レンズを搭載したカメラ付き携帯電話機やデジタルスチルカメラ等の撮像装置が一般に知られている。

15

このような撮像装置においては、より一層の小型化が要求されており、当該撮像装置に搭載される撮影用レンズにおいても、これまで以上に小型で光学全長の短いものが要求されている。

20

また近年では、カメラ付き携帯電話機のような小型撮像機器においても小型化と共に撮像素子の高画素化が進んでおり、デジタルスチルカメラと同等の高画素撮像素子を搭載したモデルが普及機となっている。そのため小型撮像機器に搭載される撮像レンズとしても、こうした高画素の固体撮像装置に対応する高いレンズ性能が要求されている。

25

さらに加えて、暗所撮影時のノイズによる画質劣化を防止するため、一段と開口 F n o の明るいレンズが要求されている。こうした小型かつ高性能の撮像レンズとしては、4 枚構成以上のタイプが必要となってくる。(例えば、特許文献 1

ー特許文献 5 参照)

先行技術文献

5 特許文献

特許文献 1 :特開 2 0 0 4 - 4 5 6 6 公報

特許文献 2 :特開 2 0 0 2 - 3 6 5 5 3 0 公報

特許文献 3 :特開 2 0 0 6 - 2 9 3 3 2 4 公報

特許文献 4 :特開 2 0 0 9 - 2 9 4 5 2 7 公報

10 特許文献 5 :特開 2 0 1 0 - 2 6 4 3 4 公報

発明の概要

ところで上述した特許文献 1 に記載された従来のレンズにおいては 3 枚構成であり、光学全長を短縮化するうえでは最も有利である。しかし最近では、撮像素子の高画素化により、高い解像力と色収差の小さいレンズが求められている。この 2 つを達成しようとするには、3 枚構成のレンズでは、レンズ枚数が不足して収差補正し切れず、望んだ光学性能を得ることは困難である。

上述した特許文献 2 に記載された従来のレンズにおいては 4 枚構成であり、諸収差を良好に補正しているが、光学全長が長く小型化されているとはいえない。

20 また特許文献 2 のレンズでは、第 1 レンズ及び第 2 レンズのパワーが非常に強く、特に第 2 レンズのパワーが強いことから、製造感度が非常に高く、生産性の低下を招いている。

さらに特許文献 2 のレンズでは、第 1 レンズのパワーが強いことにより開口 F n o を明るくしたときに発生する球面収差、コマ収差の悪影響が大きく、特に周縁部の性能を維持することが難しい。

上述した特許文献 3 に記載された従来のレンズにおいては、4 枚構成としてお

り、高い収差補正能力を有しているが、全長が長く小型化されているとはいえない。また特許文献 3 のレンズでは、第 3 レンズが両凸形状となっているため収差補正が困難であり、製造敏感度が高くなっている。

さらに特許文献 3 のレンズでは、周辺光線が全反射した場合、その全反射した
5 周辺光線が他の面で更に反射して撮像素子に入射することによりゴーストが発生し、画質を大きく損ねることも懸念されている。

上述した特許文献 4 に記載された従来のレンズにおいては、5 枚構成としており、高い収差補正能力を有しているが、これも全長が長く小型化されているとはいえない。この特許文献 4 のレンズは、基本的には 4 枚構成のレンズに対して補
10 正レンズを 1 枚加えた構成であり、光学全長を短くすると第 1 レンズのパワーが極端に強くなり過ぎるため、開口 F n o を明るくしたときに第 1 レンズで発生する球面収差、コマ収差等を良好に補正することができない。

上述した特許文献 5 に記載された従来のレンズにおいては、5 枚構成として高い収差補正能力を有しているが、全系の焦点距離に対して第 1 レンズのパワーが
15 弱く、小型化、低背化（薄型化）に有利とはいえない。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、例えば 800 万画素以上の高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有し、極めて小型、薄型化した撮像レンズ及び撮像装置を提案しようとするものである。

かかる課題を解決するため本発明の撮像レンズにおいては、物体側から順に、
20 正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の条件式（1）、（2）、（3）を満足する。

$$(1) \quad 0.80 < f_1 / f < 1.40$$

$$25 \quad (2) \quad f_1 / |f_3| < 1.50$$

$$(3) \quad -0.20 < i_1 / i_2 < 0.90$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

5 f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

また撮像レンズにおいては、以下の条件式 (4) を満足する。

$$(4) \quad (v d_1 + v d_2) / 2 - v d_3 > 20$$

但し、

10 $v d_1$: 第 1 レンズのアッベ数

$v d_2$: 第 2 レンズのアッベ数

$v d_3$: 第 3 レンズのアッベ数

とする。

また、撮像レンズにおいては、レンズ全系の焦点距離と上記第 5 レンズの焦点

15 距離との関係が、以下の条件式 (5) を満足する。

$$(5) \quad 0.5 < |f_5| / f < 1.8$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

20 とする。

この撮像レンズの基本的特徴としては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行している
25 ことである。

撮像レンズにおいては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚構成

であるところの第 1 レンズの曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、 $F_n o$ を小さく (明るく) すると、コマ収差の補正が困難となる。

- 5 小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズにおいて、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ (第 1 レンズ及び第 2 レンズ) でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすことが有効である。

- 10 これにより撮像レンズでは、第 1 レンズで発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズで抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の補正面により補正し得るようになされている。

なお撮像レンズにおいては、第 1 レンズ及び第 2 レンズが分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズで発生した色収差を第 3 レンズで打ち消すことができるようになされている。

- 15 また撮像レンズにおいては、分割した第 1 レンズ及び第 2 レンズの間に開口絞りがあることにより、開口絞りが第 1 レンズよりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

- 20 この撮像レンズにおいて規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成のもとでレンズ全系のパワーに対する第 1 レンズの適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するときの組立性も損ねる結果となってしまう。

- 25 反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。

そのような意味からも、撮像レンズにおいては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

また、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (2) は、第 1 レンズのパワー及び第 3 レンズのパワーに対する適切な配分に関するものであり、第 3 レンズの焦点距離に絶対値を用いているのは当該第 3 レンズが負のパワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが強くなり過ぎ、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、当該第 1 レンズと第 3 レンズとによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼす。

従って撮像レンズでは、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

さらに、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (3) は、第 1 レンズのパワー及び第 2 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、その負荷が第 1 レンズに多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズとの色消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持することができなくなってしまう。

一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズのパワーが強くなり過ぎ、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像レンズでは、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ及び

第 2 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

5 なお、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (4) は、第 1 レンズから第 3 レンズの d 線単波長におけるアツベ数を規定するものであり、アツベ数が条件式 (4) の範囲となる硝材を第 1 レンズ、第 2 レンズ及び第 3 レンズに使用することにより、各レンズのパワーをそれほど強くすることなく良好な色収差補正を行うことができる。

10 なお撮像レンズにおいては、条件式 (4) の下限値を超えると、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼすのに対し、この条件式 (4) を満たせば各レンズのパワーがそれほど強くないため、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えることが可能であるうえに、製造敏感度を抑制する意味でも効果的である。

15 従って撮像レンズでは、条件式 (4) を満足することにより、良好な色収差補正を行うことができると共に、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えて製造敏感度を抑制することができる。

 更に、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (5) は、レンズ全系のパワーに対する第 5 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

20 この条件式 (5) の下限値を超えると、第 5 レンズのパワーが強くなり過ぎ、適切な像面補正 (軸上から周辺までの解像力を均一化するための補正) が困難となり、また光学敏感度が高くなり、製造上においても組立性を損なう結果となる。

 一方、条件式 (5) の上限値を超えると、第 5 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、適切な収差補正、特に、像面補正 (ペッツバールの法則) が困難になる。

25 従って撮像レンズでは、条件式 (5) を満足することにより、レンズ全系に対して第 5 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

また撮像レンズにおいては、第 1 レンズが物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズと、第 2 レンズ及び第 3 レンズとによる色消し効果を上げ得るようになされている。

5 また撮像レンズにおいては、第 3 レンズの像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、CCD や CMOS 等の固体撮像素子に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

10 なお撮像レンズにおいては、第 3 レンズの像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズにおいては、第 4 レンズが正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズにおいては、第 2 レンズが像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズと第 3 レンズとによる色消し効果を上げ得るようになされている。

15 かくして撮像レンズにおいては、上述したような条件を満たすことにより、極めて小型薄型化しつつも、ゴースト、フレアによるコントラストの低下が少なく、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

また本発明の撮像装置においては、撮像レンズと、当該撮像レンズによって形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子とを具え、撮像レンズは、物体側
20 から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足する。

$$(1) \quad 0.80 < i_1 / i < 1.40$$

25 (2) $f \nearrow |f_3| < 1.50$

$$(3) \quad -0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

5 f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

この撮像装置における撮像レンズの基本的特徴としては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、
10 負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行していることである。

撮像レンズにおいては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚構成であるところの第 1 レンズの曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、 $F_n o$ を小さく（明るく）すると、コマ収差の補正が
15 困難となる。

小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズにおいて、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ（第 1 レンズ及び第 2 レンズ）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収
20 差補正面を 2 面増やすことが有効である。

これにより撮像レンズでは、第 1 レンズで発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズで抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の補正面により補正し得るようになされている。

なお撮像レンズにおいては、第 1 レンズ及び第 2 レンズが分割されているもの
25 の、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズで発生した色収差を第 3 レンズで打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズにおいては、分割した第1レンズ及び第2レンズの間に開口絞りがあることにより、開口絞りが第1レンズよりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

- 5 この撮像レンズにおいて規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成のもとでレンズ全系のパワーに対する第1レンズの適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第1レンズのパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するとき
10 の組立性も損ねる結果となってしまう。

反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第1レンズのパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。そのような意味からも、撮像レンズにおいては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

- 15 また、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (2) は、第1レンズのパワー及び第3レンズのパワーに対する適切な配分に関するものであり、第3レンズの焦点距離に絶対値を用いているのは当該第3レンズが負のパワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第1レンズのパワーが強くなり過ぎ、
20 球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

- 一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第1レンズのパワーが弱くなり過ぎ、当該第1レンズと第3レンズとによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼ
25 す。

従って撮像レンズでは、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一

段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することがで
 5 さる。

さらに、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (3) は、第 1 レンズのパ
 ワー及び第 2 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

5 この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、
 その負荷が第 1 レンズに多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大
 し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズとの色
 消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持す
 ることができなくなってしまう。

10 一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズのパワーが強くなり過ぎ
 、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像レンズでは、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ及び
 第 2 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光
 学性能を有することができる。

15 本発明によれば、撮像レンズにおいては、物体側から順に、正の屈折力を有す
 る第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の
 屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を
 有する第 5 レンズとから構成され、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足
 する。

20 (1) $0.80 < f_1 / f < 1.40$

(2) $f / |f_3| < 1.50$

(3) $-0.20 < f / f_2 < 0.90$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

25 f_i : 第 i レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

この撮像レンズの基本的特徴としては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行していることである。

撮像レンズにおいては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚構成であるところの第 1 レンズの曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、 $F_n o$ を小さく (明るく) すると、コマ収差の補正が困難となる。

小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズにおいて、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ (第 1 レンズ及び第 2 レンズ) でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすことが有効である。

これにより撮像レンズでは、第 1 レンズで発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズで抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の補正面により補正し得るようになされている。

なお撮像レンズにおいては、第 1 レンズ及び第 2 レンズが分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズで発生した色収差を第 3 レンズで打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズにおいては、分割した第 1 レンズ及び第 2 レンズの間に開口絞りがあることにより、開口絞りが第 1 レンズよりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

この撮像レンズにおいて規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成のもとでレンズ全系のパワーに対する第 1 レンズの適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するときの組立性も損ねる結果となってしまう。

反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。そのような意味からも、撮像レンズにおいては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

また、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (2) は、第 1 レンズのパワー及び第 3 レンズのパワーに対する適切な配分に関するものであり、第 3 レンズの焦点距離に絶対値を用いて示るのは当該第 3 レンズが負のパワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが強くなり過ぎ、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、当該第 1 レンズと第 3 レンズとによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼす。

従って撮像レンズでは、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することがでさる。

さらに、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (3) は、第 1 レンズのパワー及び第 2 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、その負荷が第 1 レンズに多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズとの色消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持する
5 ことができなくなってしまう。

一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズのパワーが強くなり過ぎ、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像レンズでは、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光
10 学性能を有することができる。

また本発明によれば、撮像装置においては、撮像レンズと、当該撮像レンズによって形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子とを具え、撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の
15 条件式 (1)、(2)、(3) を満足する。

$$(1) \quad 0.80 < f_1 / f < 1.40$$

$$(2) \quad f / |f_3| < 1.50$$

$$(3) \quad -0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$$

20 但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

25 とする。

この撮像装置における撮像レンズの基本的特徴としては、物体側から順に、正

の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行していることである。

5 この撮像装置における撮像レンズの基本的特徴としては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行していることである。

10 撮像レンズにおいては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚構成であるところの第 1 レンズの曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、 $F\#$ を小さく（明るく）すると、コマ収差の補正が困難となる。

15 小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズにおいて、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ（第 1 レンズ及び第 2 レンズ）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすことが有効である。

20 これにより撮像レンズでは、第 1 レンズで発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズで抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の捕正面により補正し得るようになされている。

 なお撮像レンズにおいては、第 1 レンズ及び第 2 レンズが分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズで発生した色収差を第 3 レンズで打ち消すことができるようになされている。

25 また撮像装置における撮像レンズにおいては、分割した第 1 レンズ及び第 2 レンズの間に開口絞りがあることにより、開口絞りが第 1 レンズよりも物体側にあ

る場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

この撮像レンズにおいて規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成のもとでレンズ全系のパワーに対する第 1 レンズの適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するときの組立性も損ねる結果となってしまう。

反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。そのような意味からも、撮像レンズにおいては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

また、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (2) は、第 1 レンズのパワー及び第 3 レンズのパワーに対する適切な配分に関するものであり、第 3 レンズの焦点距離に絶対値を用いているのは当該第 3 レンズが負のパワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが強くなり過ぎ、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、当該第 1 レンズと第 3 レンズとによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼす。

従って撮像装置における撮像レンズでは、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

さらに、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (3) は、第 1 レンズのパワー及び第 2 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、その負荷が第 1 レンズに多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズとの色消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持することができなくなってしまう。

一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズのパワーが強くなり過ぎ、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像装置における撮像レンズでは、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 2 は、第 1 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 3 は、第 2 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 4 は、第 2 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 5 は、第 3 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 6 は、第 3 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 7 は、第 4 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 8 は、第 4 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 9 は、第 5 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 10 は、第 5 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 11 は、第 6 数値実施例における撮像レンズの構成を示す略線的断面図である。

図 12 は、第 6 数値実施例に対応した諸収差を示す特性曲線図である。

図 13 は、本発明の撮像装置を搭載した携帯電話機の外觀構成を示す略線的斜視図である。

図 14 は、本発明の撮像装置を搭載した携帯電話機の外觀構成を示す略線的斜視図である。

図 15 は、携帯電話機の回路構成を示す略線的ブロック図である。

発明を実施するための形態

以下、発明を実施するための形態について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態

2. 実施の形態に対応した数値実施例 (第 1 数値実施例～第 6 数値実施例)

3. 撮像装置及び携帯電話機の構成

4. 他の実施の形態

< 1. 実施の形態 >

[1- 1. 撮像レンズの構成]

本発明の撮像レンズにおいては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

この撮像レンズにおいては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚

構成であるところの第 1 レンズの曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、 $F_n o$ を小さく (明るく) すると、コマ収差の補正が困難となる。

- 5 小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズにおいて、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ (第 1 レンズ及び第 2 レンズ) でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすことが有効である。

- 10 これにより撮像レンズでは、第 1 レンズで発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズで抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の補正面により補正し得るようになされている。

なお撮像レンズにおいては、第 1 レンズ及び第 2 レンズが分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズで発生した色収差を第 3 レンズで打ち消すことができるようになされている。

- 15 また撮像レンズにおいては、分割した第 1 レンズ及び第 2 レンズの間に開口絞りがあることにより、開口絞りが第 1 レンズよりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

- 20 また、この撮像レンズにおいては、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 0.80 < f_1 / f < 1.40$$

$$(2) \quad f / |f_3| < 1.50$$

$$(3) \quad -0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$$

但し、

- 25 f : レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

この撮像レンズにおいて規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成の
5 もとでレンズ全系のパワーに対する第 1 レンズの適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するときの組立性も損ねる結果となってしまう。

10 反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。そのような意味からも、撮像レンズにおいては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

また、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (2) は、第 1 レンズのパワ
15 ー及び第 3 レンズのパワーに対する適切な配分に関するものであり、第 3 レンズの焦点距離に絶対値を用いているのは当該第 3 レンズが負のパワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レンズのパワーが強くなり過ぎ、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

20 一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第 1 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、当該第 1 レンズと第 3 レンズとによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼす。

25 従って撮像レンズでは、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することがで

さる。

さらに、この撮像レンズにおいて規定された条件式 (3) は、第 1 レンズのパワー及び第 2 レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズのパワーが弱くなり過ぎ、
5 その負荷が第 1 レンズに多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズとの色消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持することができなくなってしまう。

一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズのパワーが強くなり過ぎ
10 、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像レンズでは、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ及び第 2 レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

さらに、この撮像レンズにおいては、以下の条件式 (4) を満足することが望
15 まし。

$$(4) \quad (\nu d_1 + \nu d_2) / 2 - \nu d_3 > 20$$

但し、

νd_1 : 第 1 レンズのアッベ数

νd_2 : 第 2 レンズのアッベ数

20 νd_3 : 第 3 レンズのアッベ数

とする。

この条件式 (4) は、第 1 レンズから第 3 レンズの d 線単波長におけるアッベ数を規定するものであり、撮像レンズとしては、アッベ数が条件式 (4) の範囲となる硝材を第 1 レンズ、第 2 レンズ及び第 3 レンズに使用することにより、各
25 レンズのパワーをそれほど強くすることなく良好な色収差補正を行うことができる。

なお撮像レンズにおいては、条件式 (4) の下限値を超えると、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼすのに対し、この条件式 (4) を満たせば各レンズのパワーがそれほど強くないため、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えることが可能であるうえに、製造敏感度を抑制する意味でも効果的である。

従って撮像レンズでは、条件式 (4) を満足することにより、良好な色収差補正を行うことができると共に、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えて製造敏感度を抑制することができる。

さらに、撮像レンズにおいては、レンズ全系の焦点距離と上記第5レンズの焦点距離との関係が、以下の条件式 (5) を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.5 < |f_5| / f < 1.8$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_5 : 第5レンズの焦点距離

とする。

この撮像レンズにおいて規定された条件式 (5) は、レンズ全系のパワーに対する第5レンズのパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (5) の下限値を超えると、第5レンズのパワーが強くなり過ぎ、適切な像面補正 (軸上から周辺までの解像力を均一化するための補正) が困難となり、また光学敏感度が高くなり、製造上においても組立性を損なう結果となる。

一方、条件式 (5) の上限値を超えると、第5レンズのパワーが弱くなり過ぎ、適切な収差補正、特に、像面補正 (ペッツバールの法則) が困難になる。

従って撮像レンズでは、条件式 (5) を満足することにより、レンズ全系に対して第5レンズのパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

また撮像レンズにおいては、第 1 レンズが物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズと、第 2 レンズ及び第 3 レンズとによる色消し効果を上げ得るようになされている。

また撮像レンズにおいては、第 3 レンズの像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、CCDやCMOS等の固体撮像素子に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

なお撮像レンズにおいては、第 3 レンズの像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズにおいては、第 4 レンズが正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズにおいては、第 2 レンズが像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズと第 3 レンズとによる色消し効果を上げ得るようになされている。

さらに撮像レンズにおいては、第 5 レンズが軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効である一方、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

かくして撮像レンズにおいては、上述したような条件を満たすことにより、極めて小型薄型化しつつも、ゴースト、フレアによるコントラストの低下が少なく、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

< 2. 実施の形態に対応した数値実施例 >

次に、本発明の撮像レンズに対して具体的な数値を適用した数値実施例について、以下、図面及び図表を用いて説明する。ここで、数値実施例において使用する記号の意味は、次の通りである。

「F No」は F ナンバー、「f」はレンズ系全体の焦点距離、「 2ω 」は対角の全画角、「S i」は物体側から数えて i 番目の面番号、「R i」は第 i 番目の

面の曲率半径、「 d_i 」は物体側から i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との間の軸上面間隔、「 n_i 」は第 i レンズの d 線 (波長 587.6 nm) における屈折率、「 ν_i 」は第 i レンズの d 線 (波長 587.6 nm) におけるアッペ数である。なお、曲率半径に関して「 ∞ 」は当該面が平面であることを示している。

- 5 各数値実施例において用いられた撮像レンズには、レンズ面が非球面形状に形成されたものがあり、その非球面形状は、非球面の深さを「 Z 」、光軸からの高さを「 Y 」、曲率半径を「 R 」、円錐定数を「 K 」、第 i 次 (i は 3 次以上の整数) の非球面係数をそれぞれ「 A_i 」とすると、次の数式 1 によって定義される。

$$Z = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \left[\frac{Y}{R} \right]^2}} + \sum A_i \cdot Y^i \quad \dots\dots (1)$$

[2 - 1. 第 1 数値実施例]

図 1 において、1 は全体として第 1 数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ G1 と、開口絞り S T O と、正または負の屈折力を有する第 2 レンズ G2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ G4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ G5 とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

また撮像レンズ 1 では、第 5 レンズ G5 と撮像素子の像面 I M G との間に、当該像面 I M G を保護するためのシールガラス S G が配置されている。

この撮像レンズ 1 においては、4 枚構成の第 1 レンズ (図示せず) を 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ (第 1 レンズ G1 及び第 2 レンズ G2) でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすようにしている。

これにより撮像レンズ 1 は、第 1 レンズ G1 及び第 2 レンズ G2 で互いにパワ

を補うようにしたことにより、第 1 レンズ G 1 の曲率半径が小さくなることを抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、F n o を小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。

5 なお撮像レンズ 1 においては、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で発生した色収差を第 3 レンズ G 3 で打ち消すことができるようになされている。

10 また撮像レンズ 1 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S T O が第 1 レンズ G 1 よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

15 さらに撮像レンズ 1 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

20 また、この撮像レンズ 1 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、C C D や C M O S 等の固体撮像素子の像面 I M G に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

 なお撮像レンズ 1 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 1 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

25 さらに撮像レンズ 1 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とに

よる色消し効果を上げ得るようになされている。

さらに撮像レンズ 1 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

- 5 以下、表 1 に、実施の形態に対応した第 1 数値実施例の撮像レンズ 1 に具体的な数値を適用したときのレンズデータを、F ナンバー FNo、レンズ全系の焦点距離 f 及び画角 2ω と共に示す。また表 1 において曲率半径 $R_i = \infty$ とは平面であることを意味する。

FNo=2.4 $f=3.8$ $2\omega=72.9^\circ$				
Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndi 屈折率	ν_{di} アッペ数
1	2.958	0.442	1.531	55.9
2	-15.403	0.040	-	-
3(ST0)	∞	0.059	-	-
4	11.972	0.483	1.531	55.9
5	-5.476	0.040	-	-
6	9.229	0.300	1.615	25.6
7	1.985	0.645	-	-
8	-2.987	0.745	1.531	55.9
9	-1.114	0.040	-	-
10	1.795	0.550	1.531	55.9
11	0.840	0.806	-	-
12	∞	0.150	1.518	64.1
13	∞	0.700	-	-

表 1 第 1 数値実施例のレンズデータ

- 10 続いて、第 1 数値実施例の撮像レンズ 1 における非球面の 3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次、9 次、10 次、11 次及び 12 次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表 2 に示す。因みに表 2 において、「E-02」は 10 を底とする指数表現、即ち「 10^{-2} 」を表しており、例えば「0.12345E-05」は「 0.12345×10^{-5} 」を表している。

FNo=2. 4 f=3. 8 2 ω =72. 9°											
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次
1	-1. 06E+01	-	2. 23E-02	-	-4. 59E-02	-	6. 59E-02	-	-3. 91E-02	-	-
2	-1. 00E+01	-	-5. 51E-02	-	1. 20E-01	-	-1. 00E-01	-	8. 49E-03	-	-
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1. 00E+01	-	-6. 04E-02	-	5. 97E-02	-	-6. 82E-02	-	-8. 21E-02	-	-
5	9. 30E+00	-	-1. 94E-01	-	1. 36E-01	-	-9. 18E-02	-	-4. 63E-03	-	-
6	1. 95E-01	-	-1. 90E-01	-	7. 74E-02	-	1. 03E-01	-	-5. 83E-02	-	-
7	1. 35E+00	2. 22E-02	-8. 66E-02	-2. 16E-02	-7. 68E-03	8. 30E-03	5. 30E-02	2. 11E-02	-4. 57E-02	-	-
8	1. 42E+00	2. 66E-02	1. 27E-01	-8. 08E-02	1. 27E-02	-4. 98E-05	4. 76E-03	1. 58E-02	-3. 09E-02	1. 88E-02	-4. 10E-03
9	-5. 54E+00	-1. 17E-01	2. 88E-02	8. 08E-02	-8. 89E-02	4. 21E-02	-1. 06E-02	6. 03E-03	4. 16E-03	-2. 44E-03	-8. 07E-04
10	-4. 21E+00	-1. 24E-01	1. 25E-01	1. 71E-02	-4. 10E-02	2. 45E-02	4. 13E-03	-5. 72E-03	1. 02E-03	-	-
11	-4. 82E+00	1. 14E-02	-9. 49E-02	4. 07E-02	-3. 21E-03	-1. 11E-04	-6. 98E-04	-1. 82E-04	1. 41E-04	-	-

表 2 第 1 数値実施例における非球面データ

次に、第 1 数値実施例の撮像レンズ 1 における諸収差を図 2 に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図 2 における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、
5 第 1 数値実施例の撮像レンズ 1 では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2 - 2 . 第 2 数値実施例]

図 3 において、2 は全体として第 2 数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ G 1 と、開口絞り S T O と、正または負の屈折力を有する第 2 レンズ G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ G 3
10 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ G 5 とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

また撮像レンズ 2 では、第 5 レンズ G 5 と撮像素子の像面 I M G との間に、当該像面 I M G を保護するためのシールガラス S G が配置されている。

15 この撮像レンズ 2 においては、4 枚構成の第 1 レンズ（図示せず）を 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ（第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすようにしている。

これにより撮像レンズ 2 は、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で互いにパワーを補うようにしたことにより、第 1 レンズ G 1 の曲率半径が小さくなることを抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、F n o を小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。

20 なお撮像レンズ 2 においては、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で発生した色収差を第 3 レンズ G 3 で打ち消すことができるよう
25 になされている。

また撮像レンズ 2 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S T O が第 1 レンズ G 1 よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

- 5 さらに撮像レンズ 2 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

- 10 また、この撮像レンズ 2 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、C C D や C M O S 等の周体撮像素子の像面 I M G に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

- 15 なお撮像レンズ 2 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 2 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ 2 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

- 20 さらに撮像レンズ 2 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

- 25 以下、表 3 に、実施の形態に対応した第 2 数値実施例の撮像レンズ 2 に具体的数値を適用したときのレンズデータを、F ナンバー F N o、レンズ全系の焦点距離 f 及び画角 2ω と共に示す。また表 3 において曲率半径 $R i = \infty$ とは平面であることを意味する。

FNo=2.4 f=3.9 2 ω =71.8°				
Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Nd _i 屈折率	ν_{di} アッペ数
1	2.922	0.447	1.533	71.6
2	-14.124	0.040	-	-
3 (STO)	∞	0.082	-	—
4	11.544	0.368	1.533	71.6
5	-47.848	0.040	-	—
6	3.938	0.300	1.615	25.6
7	2.091	0.796	-	—
8	-3.351	0.739	1.535	56.3
9	-1.275	0.040	-	-
10	1.711	0.556	1.535	56.3
11	0.854	0.743	-	-
12	∞	0.150	1.518	64.1
13	∞	0.700	-	—

表3 第2数値実施例のレンズデータ

続いて、第2数値実施例の撮像レンズ2における非球面の3次、4次、5次、6次、7次、8次、9次、10次、11次及び12次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表4に示す。因みに表4において、「E-02」は10を底とする指数表現、即ち「 10^{-2} 」を表しており、例えば「0.12345E-05」は「 0.12345×10^{-5} 」を表している。

FNo=2.4 f=3.9 2 ω =71.8°												
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次	
1	-1.06E+01	-	2.23E-02	-	-4.93E-02	-	6.80E-02	-	-3.88E-02	-	-	
2	-1.41E+01	-	-5.28E-02	-	1.12E-01	-	-9.46E-02	-	8.39E-03	-	-	
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	1.00E+01	-	-5.89E-02	-	5.57E-02	-	-3.72E-02	-	-1.13E-01	-	-	
5	9.30E+00	-	-1.79E-01	-	1.27E-01	-	-1.14E-01	-	-3.05E-03	-	-	
6	1.95E-01	-	-1.14E-01	-	5.90E-02	-	5.16E-02	-	-2.74E-02	-	-	
7	1.35E+00	2.16E-02	-5.18E-02	-8.36E-03	-2.09E-02	6.08E-06	5.02E-02	3.28E-02	-4.10E-02	-	-	
8	1.42E+00	2.33E-02	1.20E-01	-8.69E-02	-4.13E-03	-2.20E-03	8.25E-03	1.78E-02	-3.03E-02	1.79E-02	-6.38E-03	
9	-7.32E+00	-1.21E-01	3.52E-02	8.48E-02	-9.07E-02	3.84E-02	-1.39E-02	3.93E-03	3.64E-03	-2.27E-03	-1.61E-04	
10	-4.21E+00	-1.19E-01	7.23E-03	2.05E-02	-4.12E-02	2.39E-02	4.01E-03	-5.66E-03	1.03E-03	-	-	
11	-4.82E+00	2.50E-02	-9.48E-02	3.09E-02	2.16E-03	-5.17E-04	-7.71E-04	-2.43E-04	1.50E-04	-	-	

表 4 第 2 数値実施例における非球面データ

次に、第2数値実施例の撮像レンズ2における諸収差を図4に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図4における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、
5 第2数値実施例の撮像レンズ2では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2-3. 第3数値実施例]

図5において、3は全体として第3数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズG1と、開口絞りSTOと、正
10 または負の屈折力を有する第2レンズG2と、負の屈折力を有する第3レンズG3と、正の屈折力を有する第4レンズG4と、負の屈折力を有する第5レンズG5とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

また撮像レンズ3では、第5レンズG5と撮像素子の像面IMGとの間に、当該像面IMGを保護するためのシールガラスSGが配置されている。

15 この撮像レンズ3においては、4枚構成の第1レンズ（図示せず）を2分割し、2分割後におけるそれぞれのレンズ（第1レンズG1及び第2レンズG2）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を2面増やすようにしている。

これにより撮像レンズ3は、第1レンズG1及び第2レンズG2で互いにパワーを補うようにしたことにより、第1レンズG1の曲率半径が小さくなることを
20 抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、Fnoを小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。

なお撮像レンズ3においては、第1レンズG1及び第2レンズG2が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第1レンズG1及び
25 第2レンズG2で発生した色収差を第3レンズG3で打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズ 3 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S T O が第 1 レンズ G 1 よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

5 さらに撮像レンズ 3 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

10 また、この撮像レンズ 3 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、C C D や C M O S 等の固体撮像素子の像面 I M G に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

15 なお撮像レンズ 3 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 3 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ 3 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

20 さらに撮像レンズ 3 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

以下、表 5 に、実施の形態に対応した第 3 数値実施例の撮像レンズ 3 に具体的数値を適用したときのレンズデータを、F ナンバー F N o、レンズ全系の焦点距離 f 及び画角 2ω と共に示す。また表 5 において曲率半径 $R_i \infty$ とは平面であることを意味する。

25

FNo=2. 4 f=3. 8 2 ω =72. 6°				
Si 面番号	Ri 曲率半径	Di - 面間隔	Nd i 屈折率	μ_{di} アツバ数
1	2. 900	0. 436	1. 535	56. 3
2	- 15. 623	0. 040	—	—
3 (ST0)	∞	0. 053	-	—
4	14. 293	0. 448	1. 535	56. 3
5	- 10. 494	0. 040	—	—
6	4. 233	0. 300	1. 615	25. 6
7	1. 916	0. 720	—	—
8	-3. 106	0. 725	1. 535	56. 3
9	- 1. 127	0. 040	-	—
10	1. 829	0. 551	1. 535	56. 3
11	0. 841	0. 798	—	—
12	∞	0. 150	1. 518	64. 1
13	∞	0. 700	—	—

表 5 第 3 数値実施例の レンズデータ

続いて、第 3 数値実施例の撮像レンズ 3 における非球面の 3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次、9 次、10 次、11 次及び 12 次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表 6 に示す。因みに表 6 において、「E — 0 2」は 10 を底とする指数表現、即ち「10₋₂」を表しており、例えば「0 . 1 2 3 4 5 E — 0 5」は「0 . 1 2 3 4 5 X 10⁻⁵」を表している。

FNo=2.4 f=3.8 2 ω =72.6°												
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次	
1	-1.06E+01	-	1.89E-02	-	-4.43E-02	-	6.52E-02	-	-3.79E-02	-	-	
2	-1.56E+01	-	-5.74E-02	-	1.16E-01	-	-8.83E-02	-	1.26E-02	-	-	
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	1.00E+01	-	-5.66E-02	-	6.18E-02	-	-6.63E-02	-	-7.36E-02	-	-	
5	-1.05E+01	-	-2.00E-01	-	1.32E-01	-	-9.36E-02	-	5.74E-02	-	-	
6	1.95E-01	-	-1.84E-01	-	6.76E-02	-	9.53E-02	-	-4.76E-02	-	-	
7	1.35E+00	2.01E-02	-9.21E-02	-2.63E-02	-1.05E-02	9.52E-03	5.34E-02	2.45E-02	-4.74E-02	-	-	
8	1.42E+00	2.18E-02	1.22E-01	-8.05E-02	1.18E-02	-1.05E-03	5.12E-03	1.67E-02	-3.03E-02	1.89E-02	-4.72E-03	
9	-5.64E+00	-1.15E-01	3.31E-02	7.75E-02	-9.10E-02	4.21E-02	-1.02E-02	6.17E-03	4.23E-02	-2.48E-03	-8.02E-04	
10	-4.21E+00	-1.21E-01	1.12E-02	1.63E-02	-4.09E-02	2.45E-02	4.16E-03	-5.71E-03	1.01E-02	-	-	
11	-4.82E+00	1.06E-02	-9.14E-02	3.91E-02	-3.32E-03	-6.05E-05	-6.09E-04	-1.94E-04	1.33E-02	-	-	

表 6 第 3 数値実施例における非球面データ

次に、第3数値実施例の撮像レンズ3における諸収差を図6に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図6における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、
5 第3数値実施例の撮像レンズ3では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2-4. 第4数値実施例]

図7において、4は全体として第4数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズG1と、開口絞りSTOと、正または負の屈折力を有する第2レンズG2と、負の屈折力を有する第3レンズG3
10 と、正の屈折力を有する第4レンズG4と、負の屈折力を有する第5レンズG5とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

また撮像レンズ4では、第5レンズG5と撮像素子の像面IMGとの間に、当該像面IMGを保護するためのシールガラスSGが配置されている。

15 この撮像レンズ4においては、4枚構成の第1レンズ（図示せず）を2分割し、2分割後におけるそれぞれのレンズ（第1レンズG1及び第2レンズG2）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を2面増やすようにしている。

これにより撮像レンズ4は、第1レンズG1及び第2レンズG2で互いにパワーを補うようにしたことにより、第1レンズG1の曲率半径が小さくなることを
20 抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、Fnoを小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。

なお撮像レンズ4においては、第1レンズG1及び第2レンズG2が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第1レンズG1及び
25 第2レンズG2で発生した色収差を第3レンズG3で打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズ 4 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S T O が第 1 レンズ G 1 よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

5 さらに撮像レンズ 4 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

10 また、この撮像レンズ 4 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、C C D や C M O S 等の固体撮像素子の像面 I M G に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

15 なお撮像レンズ 4 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 4 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ 4 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

20 さらに撮像レンズ 4 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

以下、表 7 に、実施の形態に対応した第 4 数値実施例の撮像レンズ 4 に具体的数値を適用したときのレンズデータを、F ナンバー F N o、レンズ全系の焦点距離 f 及び画角 2ω と共に示す。また表 7 において曲率半径 $R_i \infty$ とは平面であることを意味する。

25

FNo=2. 4 f=4. 1 2 ω =69. 2°				
Si 面番号	Ri 曲率半径	Di - 面間隔	Nd i 屈折率	$n' d i$ アッベ数
1	2. 442	0. 5 17	1. 535	56. 3
2	-7. 985	0. 040	-	—
3 (STO)	∞	0. 050	-	—
4	36. 736	0. 350	1. 535	56. 3
5	47. 420	0. 040	-	—
6	4. 2 13	0. 300	1. 6 15	25. 6
7	2. 003	0. 759	—	—
8	-3. 547	0. 696	1. 535	56. 3
9	- 1. 476	0. 1 11	—	—
10	1. 797	0. 550	1. 535	56. 3
11	0. 976	0. 738	—	-
12	∞	0. 150	1. 5 18	64. 1
13	∞	0. 700	-	—

表 7 第 4 数値実施例のレンズデータ

続いて、第 4 数値実施例の撮像レンズ 4 における非球面の 3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次、9 次、10 次、11 次及び 12 次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表 8 に示す。因みに表 8 において、「E - 0 2」は 10 を底とする指数表現、即ち「 10^{-2} 」を表しており、例えば「0. 1 2 3 4 5 E - 0 5」は「 $0. 1 2 3 4 5 \times 10^{-5}$ 」を表している。

FNo=2.4 f=4.1 2 ω =69.2°											
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次
1	-1.06E+01	-	6.13E-02	-	-8.07E-02	-	6.18E-02	-	-3.32E-02	-	-
2	-1.00E+01	-	-3.80E-02	-	9.57E-02	-	-1.31E-01	-	4.50E-02	-	-
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.00E+01	-	-2.37E-02	-	6.15E-02	-	-9.03E-02	-	-5.12E-03	-	-
5	9.30E+00	-	-1.90E-01	-	1.67E-01	-	-9.84E-02	-	7.36E-03	-	-
6	1.95E-01	-	-1.56E-01	-	8.37E-02	-	1.14E-01	-	-8.38E-02	-	-
7	1.35E+00	2.78E-02	-7.89E-02	-8.99E-03	-8.35E-04	1.42E-02	5.12E-02	2.66E-02	-5.55E-02	-	-
8	1.42E+00	1.59E-02	1.24E-01	-9.15E-02	2.91E-03	-3.96E-03	5.80E-03	1.78E-02	-2.99E-02	1.85E-02	-5.71E-03
9	-8.07E+00	-1.33E-01	5.98E-02	7.90E-02	-9.71E-02	3.74E-02	-1.23E-02	5.49E-03	4.13E-03	-2.27E-03	-5.54E-04
10	-4.21E+00	-1.44E-01	2.02E-02	1.97E-02	-4.11E-02	2.40E-02	3.94E-03	-5.74E-03	1.06E-03	-	-
11	-4.82E+00	-5.53E-03	-8.35E-02	3.74E-02	-2.01E-03	-4.23E-04	-7.93E-04	-1.85E-04	1.59E-04	-	-

表 8 第 4 数値実施例における非球面データ

次に、第4数値実施例の撮像レンズ4における諸収差を図8に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図8における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、
5 第4数値実施例の撮像レンズ4では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2-5. 第5数値実施例]

図9において、5は全体として第5数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズG1と、開口絞りSTOと、正または負の屈折力を有する第2レンズG2と、負の屈折力を有する第3レンズG3と、正の屈折力を有する第4レンズG4と、負の屈折力を有する第5レンズG5とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。
10

また撮像レンズ5では、第5レンズG5と撮像素子の像面IMGとの間に、当該像面IMGを保護するためのシールガラスSGが配置されている。

この撮像レンズ5においては、4枚構成の第1レンズ（図示せず）を2分割し、2分割後におけるそれぞれのレンズ（第1レンズG1及び第2レンズG2）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を2面増やすようにしている。
15

これにより撮像レンズ5は、第1レンズG1及び第2レンズG2で互いにパワーを補うようにしたことにより、第1レンズG1の曲率半径が小さくなることを抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、Fnoを小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。
20

なお撮像レンズ5においては、第1レンズG1及び第2レンズG2が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第1レンズG1及び第2レンズG2で発生した色収差を第3レンズG3で打ち消すことができるよう
25 になされている。

また撮像レンズ 5 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S T O が第 1 レンズ G 1 よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

5 さらに撮像レンズ 5 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

10 また、この撮像レンズ 5 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、C C D や C M O S 等の固体撮像素子の像面 I M G に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

15 なお撮像レンズ 5 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 5 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ 5 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

20 さらに撮像レンズ 5 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

以下、表 9 に、実施の形態に対応した第 5 数値実施例の撮像レンズ 5 に具体的数値を適用したときのレンズデータを、F ナンバー F N o、レンズ全系の焦点距離 f 及び画角 2ω と共に示す。また表 9 において曲率半径 $R i \infty$ とは平面であることを意味する。

25

FNo=2.4 f=3.8 2 ω =72.6°				
Sに 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndi 屈折率	νdi アッベ数
1	2.895	0.445	1.535	56.3
2	-14.800	0.040	—	-
3 (STO)	∞	0.053	—	—
4	11.139	0.476	1.535	56.3
5	-4.713	0.040	-	—
6	13.787	0.300	1.615	25.6
7	1.991	0.635	—	—
8	-3.105	0.758	1.535	56.3
9	-1.144	0.040	—	—
10	1.775	0.550	1.535	56.3
11	0.848	0.813	—	—
12	∞	0.150	1.518	64.1
13	∞	0.700	-	—

表 9 第 5 数値実施例のレンズデータ

続いて、第 5 数値実施例の撮像レンズ 5 における非球面の 3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次、9 次、10 次、11 次及び 12 次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表 10 に示す。因みに表 10 において、「E—0 2」は 10 を底とする指数表現、即ち「10⁻²」を表しており、例えば「0.12345E—0 5」は「0.12345X10⁻⁵」を表している。

FNo=2.4 f=3.8 2 ω =72.6°												
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次	
1	-1.06E+01	-	2.60E-02	-	-4.70E-02	-	6.66E-02	-	-4.10E-02	-	-	
2	-1.00E+01	-	-5.46E-02	-	1.22E-01	-	-1.06E-01	-	1.10E-02	-	-	
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	1.00E+01	-	-6.72E-02	-	5.67E-02	-	-7.18E-02	-	-7.57E-02	-	-	
5	9.30E+00	-	-1.84E-01	-	1.44E-01	-	-9.14E-02	-	-7.72E-03	-	-	
6	1.95E-01	-	-1.70E-01	-	8.69E-02	-	1.06E-01	-	-7.10E-02	-	-	
7	1.35E+00	1.98E-02	-7.99E-02	-1.82E-02	-9.51E-03	8.59E-03	5.56E-02	2.57E-02	-5.32E-02	-	-	
8	1.42E+00	2.47E-02	1.28E-01	-8.51E-02	1.24E-02	1.76E-04	4.68E-03	1.54E-02	-3.11E-02	1.89E-02	-3.71E-03	
9	-5.77E+00	-1.22E-01	3.17E-02	8.22E-02	-9.01E-02	4.07E-02	-1.11E-02	5.89E-03	4.26E-03	-2.31E-03	-7.26E-04	
10	-4.21E+00	-1.27E-01	1.40E-02	1.70E-02	-4.08E-02	2.44E-02	4.11E-03	-5.74E-03	1.03E-03	-	-	
11	-4.82E+00	1.27E-02	-9.99E-02	4.40E-02	-3.54E-03	-2.50E-04	-7.38E-04	-1.82E-04	1.51E-04	-	-	

表 10 第5数値実施例における非球面データ

次に、第 5 数値実施例の撮像レンズ 5 における諸収差を図 10 に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図 10 における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、第 5 数値実施例の撮像レンズ 5 では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2 - 6 . 第 6 数値実施例]

図 11 において、6 は全体として第 6 数値実施例における撮像レンズを示し、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ G 1 と、開口絞り S T O と、正または負の屈折力を有する第 2 レンズ G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ G 5 とから構成されており、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

また撮像レンズ 6 では、第 5 レンズ G 5 と撮像素子の像面 I M G との間に、当該像面 I M G を保護するためのシールガラス S G が配置されている。

この撮像レンズ 6 においては、4 枚構成の第 1 レンズ（図示せず）を 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ（第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2）でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすようにしている。

これにより撮像レンズ 6 は、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で互いにパワーを補うようにしたことにより、第 1 レンズ G 1 の曲率半径が小さくなることを抑制すると共に、屈折力の増大を抑制することができるため球面収差の補正が可能となり、画質を改善すべくレンズ口径を広げ、F n o を小さく（明るく）してもコマ収差の補正が可能となる。

なお撮像レンズ 6 においては、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で発生した色収差を第 3 レンズ G 3 で打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズ6においては、分割した第1レンズG1及び第2レンズG2の間に開口絞りSTOがあることにより、開口絞りSTOが第1レンズG1よりも物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

- 5 さらに撮像レンズ6においては、第1レンズG1が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第1レンズG1と、第2レンズG2及び第3レンズG3とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

- 10 また、この撮像レンズ6においては、第3レンズG3の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、CCDやCMOS等の固体撮像素子の像面IMGに直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

- 15 なお撮像レンズ6においては、第3レンズG3の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ1においては、第4レンズG4が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ6においては、第2レンズG2が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第2レンズG2と第3レンズG3とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

- 20 さらに撮像レンズ6においては、第5レンズG5が軸上付近で負のパワーを持ったレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効であり、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

- 25 以下、表11に、実施の形態に対応した第6数値実施例の撮像レンズ6に具体的数値を適用したときのレンズデータを、FナンバーFNo、レンズ全系の焦点距離f及び画角 2ω と共に示す。また表12において曲率半径 $R \neq \infty$ とは平面であることを意味する。

FNo=2.4 f=3.8 2 ω =72.4°				
Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndi 屈折率	ν di アッベ数
1	2.859	0.438	1.535	56.3
2	-21.025	0.064	-	-
3(STO)	∞	0.100	-	-
4	15.053	0.425	1.535	56.3
5	10.644	0.204	-	-
6	3.562	0.300	1.615	25.6
7	3.142	0.621	-	-
8	-2.398	0.707	1.535	56.3
9	-1.000	0.137	-	-
10	2.565	0.550	1.535	56.3
11	0.866	0.605	-	-
12	∞	0.150	1.518	64.1
13	∞	0.700	-	-

表 1 1 第 6 数値実施例のレンズデータ

続いて、第 6 数値実施例の撮像レンズ 6 における非球面の 3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次、9 次及び 10 次の非球面係数を円錐係数「K」と共に表 1 2 に示す。因みに表 1 2 において、「E-02」は 10 を底とする指数表現、即ち「 10^{-2} 」を表しており、例えば「0.12345E-05」は「 0.12345×10^{-5} 」を表している。

FNo=2.4 f=3.8 2 ω =72.4°												
Si 面番号	K 円錐係数	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次	10次	11次	12次	
1	-1.06E+01	-	3.27E-02	-	-4.54E-02	-	5.74E-02	-	-3.73E-02	-	-	
2	-1.00E+01	-	-2.99E-02	-	5.78E-02	-	-3.36E-02	-	-2.13E-02	-	-	
3(STO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	1.00E+01	-	-5.52E-02	-	5.60E-02	-	-3.22E-02	-	-8.67E-02	-	-	
5	9.30E+00	-	-2.11E-01	-	1.20E-01	-	-8.30E-02	-	-6.76E-03	-	-	
6	1.95E-01	-	-2.00E-01	-	5.03E-02	-	9.59E-02	-	-4.41E-02	-	-	
7	1.35E+00	7.35E-03	-8.12E-02	-5.63E-03	3.60E-03	1.06E-02	4.10E-02	1.71E-02	-2.35E-02	-	-	
8	1.42E+00	1.78E-02	5.58E-02	-7.01E-02	2.84E-02	-1.25E-02	-1.72E-02	1.01E-02	-1.30E-02	3.32E-02	-2.16E-02	
9	-4.35E+00	-1.12E-01	-3.40E-02	8.30E-02	-7.74E-02	4.46E-02	-1.62E-02	-7.20E-04	5.28E-04	-1.57E-03	3.10E-03	
10	-4.21E+00	-1.73E-01	1.68E-02	2.70E-02	-3.92E-02	2.34E-02	3.65E-03	-5.80E-03	1.10E-03	-	-	
11	-4.82E+00	-6.62E-02	-1.74E-02	1.19E-02	-1.17E-03	4.19E-06	-1.68E-04	-2.05E-04	8.62E-05	-	-	

表 1 2 第 6 数値実施例における非球面データ

次に、第 6 数値実施例の撮像レンズ 6 における諸収差を図 12 に示す。この非点収差図では、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

この図 12 における諸収差図（球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図）から、第 6 数値実施例の撮像レンズ 6 では諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが分かる。

[2 - 7. 各条件式に対応した諸数値]

次に、第 1 数値実施例～第 6 数値実施例に示した撮像レンズ 1～6 の条件式（1）～（4）に対する各数値を表 13 に示すと共に、その根拠となる第 1 数値実施例～第 6 数値実施例の諸数値を表 14 に示す。

条件式	第1数値 実施例	第2数値 実施例	第3数値 実施例	第4数値 実施例	第5数値 実施例	第6数値 実施例
(1) $0.80 < f1/f < 1.40$	1.30	1.18	1.23	0.87	1.19	1.23
(2) $f1 / f3 < 1.50$	1.07	0.60	0.79	0.55	1.20	0.08
(3) $-0.20 < f1/f2 < 0.90$	0.66	0.26	0.42	0.01	0.73	-0.07
(3) $(\nu d1 + \nu d2)/2 - \nu d3 > 20$	26.00	46.07	30.71	30.71	30.71	46.07
(4) $0.50 < f5 /f < 1.80$	1.02	1.06	0.94	1.28	1.00	0.72

表 1 3 条件式に対応した数値

	第1数値 実施例	第2数値 実施例	第3数値 実施例	第4数値 実施例	第5数値 実施例	第6数値 実施例
全系の焦点距離 f	3.615	3.882	3.814	4.073	3.819	3.836
第1レンズの焦点距離 f_1	4.693	4.567	4.709	3.542	4.546	4.734
第2レンズの焦点距離 f_2	7.115	17.422	11.334	300.000	6.229	-70.288
第3レンズの焦点距離 f_3	-4.372	-7.662	-5.938	-6.489	-3.788	-59.269
第5レンズの焦点距離 f_5	-3.698	-4.106	-3.596	-5.196	-3.816	-2.744
第1レンズのアッベ数 ν_{d1}	55.90	71.68	56.32	56.32	56.32	71.68
第2レンズのアッベ数 ν_{d2}	55.90	71.68	56.32	56.32	56.32	71.68
第3レンズのアッベ数 ν_{d3}	29.90	25.61	25.61	25.61	25.61	25.61

表 1 4 条件式の根拠となった数値

この表 13 によれば、条件式 (1) の通り、 $r f_1 / f$ が最小「0.87」であり、最大「1.30」であって、条件式 (1) の数値範囲である $0.8 < f_1 / f < 1.40$ を満足していることが分かる。

また表 13 によれば、条件式 (2) の通り、「 $f_1 / |f_3|$ 」が最大「1.20」であって、条件式 (2) の数値範囲である $f_1 / |f_3| < 1.50$ を満足していることが分かる。

さらに表 13 によれば、条件式 (3) の通り、「 f_1 / f_2 」が最小「0.07」であり、最大「0.66」であって、条件式 (3) の数値範囲である $0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$ を満足していることが分かる。

さらに表 13 によれば、条件式 (4) の通り、「 $(v d_1 + v d_2) / 2 - v d_3$ 」が最小「26.00」であり、条件式 (4) の数値範囲である $(v d_1 + v d_2) / 2 - v d_3 > 20$ を満足していることが分かる。

さらに表 13 によれば、条件式 (5) の通り、「 $|f_5| / f$ 」が最小「0.72」であり、最大「1.28」であって、条件式 (5) の数値範囲である $0.5 < |f_5| / f < 1.80$ を満足していることが分かる。

従って、第 1 数値実施例～第 6 数値実施例における撮像レンズ 1～6 においては、上述した条件式 (1)～(5) を全て満足し、また、各収差図に示したように、球面収差、非点収差及び歪曲収差の各収差をバランス良く補正し得るようになされている。

20 < 3. 撮像装置及び携帯電話機の構成 >

[3 - 1. 撮像装置の構成]

続いて、本発明の撮像レンズと、当該撮像レンズによって形成された光学像を電気的信号に変換するための例えば CCD (Charge Coupled Device) センサや CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサ等である撮像素子と
25 が組み合わされた構成の撮像装置について説明する。

なお以下の説明においては、例えば上述した第 1 数値実施例における撮像レン

ズ 1 を適用した撮像装置について述べるが、上述した第 2 数値実施例における撮像レンズ 2 〜第 6 数値実施例における撮像レンズ 6 についても同様に撮像装置に対して適用することができる。

この撮像装置に設けられた撮像レンズ 1 (図 1) は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ G 1 と、開口絞り S T O と、正または負の屈折力を有する第 2 レンズ G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ G 5 とから構成され、レンズ系全体として正のパワーが先行している。

この撮像レンズ 1 においては、光学全長を短縮し、小型化を進めていくと、4 枚構成であるところの第 1 レンズ (図示せず) の曲率半径が小さくなると共に、屈折力が増大するため、球面収差の補正が困難となる。また撮像レンズにおいては、画質を改善するためにレンズ口径を広げ、F n o を小さく (明るく) すると、コマ収差の補正が困難となる。

小型化や大口径化によって増大する球面収差、コマ収差を補正するには、撮像レンズ 1 において、4 枚構成の第 1 レンズを 2 分割し、2 分割後におけるそれぞれのレンズ (第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2) でパワーを補いつつ、分割前に比べて収差補正面を 2 面増やすことが有効である。

これにより撮像レンズ 1 では、第 1 レンズ G 1 で発生した球面収差とコマ収差を第 2 レンズ G 2 で抑えながら、かつ他の収差についても増加した 2 枚の補正面により補正し得るようになされている。

なお撮像レンズ 1 においては、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 が分割されているものの、極めて近接した位置に配置することにより、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で発生した色収差を第 3 レンズ G 3 で打ち消すことができるようになされている。

また撮像レンズ 1 においては、分割した第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の間に開口絞り S T O があることにより、開口絞り S 丁 O が第 1 レンズ G 1 よりも

物体側にある場合に比べて歪曲収差の補正に有利となり、光学敏感度の低減にも貢献し、製造工程における組立性にも有利となる。

また、この撮像レンズ 1 においては、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することが望ましい。

- 5 (1) $0.80 < f_1 / f < 1.40$
 (2) $f / |f_3| < 1.50$
 (3) $-0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

10 f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

この撮像レンズ 1 において規定された条件式 (1) は、このようなレンズ構成
 15 のもとでレンズ全系のパワーに対する第 1 レンズ G 1 の適切なパワー配分を規定するための条件式である。

この条件式 (1) の上限値を超えると、第 1 レンズ G 1 のパワーが過大になり過ぎ、軸外収差の補正、特に非点収差と像面湾曲の補正が困難となり、製造するときの組立性も損ねる結果となってしまう。

20 反対に、この条件式 (1) の下限値を超えると、第 1 レンズ G 1 のパワーが弱いため光学全長の短縮化に不利となってしまう、コンパクト性を損ねる結果となる。そのような意味からも、撮像レンズ 1 においては、この条件式 (1) が光学全長の短縮化を進める上で不可欠な条件となっている。

また、この撮像レンズ 1 において規定された条件式 (2) は、第 1 レンズ G 1
 25 のパワー及び第 3 レンズ G 3 のパワーに対する適切な配分に関するものであり、第 3 レンズ G 3 の焦点距離に絶対値を用いているのは当該第 3 レンズ G 3 が負の

パワーを有するからである。

この条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レンズ G₁ のパワーが強くなり過ぎ、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、収差補正が困難になってしまう。

一方、条件式 (2) の上限値を超えると、第 1 レンズ G₁ のパワーが弱くなり過ぎ、当該第 1 レンズ G₁ と第 3 レンズ G₃ とによる色消しに不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持できなくなってしまう。また、強い光源が存在する撮影環境下においては、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼす。

従って撮像レンズ 1 では、条件式 (2) を満足することにより、従来に比べて一段と薄型化し、かつ高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

さらに、この撮像レンズ 1 において規定された条件式 (3) は、第 1 レンズ G₁ のパワー及び第 2 レンズ G₂ のパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (3) の下限値を超えると、第 2 レンズ G₂ のパワーが弱くなり過ぎ、その負荷が第 1 レンズ G₁ に多くかかるため、球面収差や軸外コマ収差の発生が増大し、当該球面収差や軸外コマ収差の補正が困難になる。また、第 3 レンズ G₃ との色消しにおいても不利となるため、高画素撮像素子に対応可能な光学性能を保持することができなくなってしまう。

一方、条件式 (3) の上限値を超えると、第 2 レンズ G₂ のパワーが強くなり過ぎ、製造敏感度が上がり、製造時の組立性を損なうことになる。

従って撮像レンズ 1 では、条件式 (3) を満足することにより、第 1 レンズ G₁ 及び第 2 レンズ G₂ のパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

さらに、この撮像レンズ 1 においては、以下の条件式 (4) を満足することが望ましい。

$$(4) \quad (v d_1 + v d_2) / 2 - v d_3 > 20$$

但し、

$v d_1$: 第 1 レンズの ア ッベ 数

$v d_2$: 第 2 レンズの ア ッベ 数

$v d_3$: 第 3 レンズの ア ッベ 数

5 とする。

この条件式 (4) は、第 1 レンズ G 1 から第 3 レンズ G 3 の d 線単波長におけるアッベ数を規定するものであり、撮像レンズ 1 としては、アッベ数が条件式 (4) の範囲となる硝材を第 1 レンズ G 1、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 に使用することにより、各レンズのパワーをそれほど強くすることなく良好な色収差補正を行うことができる。

15 なお撮像レンズ 1 においては、条件式 (4) の下限値を超えると、色のにじみ (フレア) が発生して画質に悪影響を及ぼすのに対し、この条件式 (4) を満たせば各レンズのパワーがそれほど強くないため、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えることが可能であるうえに、製造敏感度を抑制する意味でも効果的である。

従って撮像レンズ 1 では、条件式 (4) を満足することにより、良好な色収差補正を行うことができると共に、周辺のコマ収差および像面湾曲の発生を抑えて製造敏感度を抑制することができる。

20 さらに、撮像レンズ 1 においては、レンズ全系の焦点距離と第 5 レンズ G 5 の焦点距離との関係が、以下の条件式 (5) を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.5 < |f_5| / f < 1.8$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

25 とする。

この撮像レンズ 1 において規定された条件式 (5) は、レンズ全系のパワーに

対する第 5 レンズ G 5 のパワーの適切な配分に関する条件式である。

この条件式 (5) の下限値を超えると、第 5 レンズ G 5 のパワーが強くなり過ぎ、適切な像面補正 (軸上から周辺までの解像力を均一化するための補正) が困難となり、また光学敏感度が高くなり、製造上においても組立性を損なう結果となる。

一方、条件式 (5) の上限値を超えると、第 5 レンズ G 5 のパワーが弱くなり過ぎ、適切な収差補正、特に、像面補正 (ペッツパールの法則) が困難になる。

従って撮像レンズ 1 では、条件式 (5) を満足することにより、レンズ全系に対して第 5 レンズ G 5 のパワー配分を最適化しながら、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

また撮像レンズ 1 においては、第 1 レンズ G 1 が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有することにより、屈折力を増大させながら、当該第 1 レンズ G 1 と、第 2 レンズ G 2 及び第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

また撮像レンズ 1 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状とすることにより、軸外光線が当該凹面で全反射したときでも、その全反射した軸外光線がレンズ周縁部に拡散し、CCD や CMOS 等の固体撮像素子に直接入射することを回避し、ゴーストの発生を防止することができる。

なお撮像レンズ 1 においては、第 3 レンズ G 3 の像面側を凹面形状としたことにより、像面湾曲やコマ収差の補正にも有効となっている。さらに撮像レンズ 1 においては、第 4 レンズ G 4 が正のパワーを持ったメニスカス形状となっているため、収差補正、特に像面湾曲や非点収差の補正に有効である。

さらに撮像レンズ 1 においては、第 2 レンズ G 2 が像面側に凸面を向けた正または負の屈折力を有することにより、当該第 2 レンズ G 2 と第 3 レンズ G 3 とによる色消し効果を上げ得るようになされている。

さらに撮像レンズ 1 においては、第 5 レンズ G 5 が軸上付近で負のパワーを持

つたレンズとなっているため、収差補正、特に像面湾曲の補正に有効である一方、周辺部分で凸面となっているため非点収差、歪曲収差の補正に有効である。

かくして撮像レンズ１においては、上述したような条件を満たすことにより、極めて小型薄型化しつつも、ゴースト、フレアによるコントラストの低下が少なく、高画素撮像素子に対応した良好な光学性能を有することができる。

[3 - 2 . 撮像装置を搭載した携帯電話機の構成]

次に、本発明の撮像装置を搭載した携帯電話機について説明する。

図１３及び図１４に示すように、携帯電話機１００は、表示部１０１と本体部１０２とがヒンジ部１０３を介して折畳み自在に連結されており、携行時には表示部１０１と本体部１０２とが折畳まれた状態となり（図１３）、通話中等の使用時には表示部１０１と本体部１０２とが展開された状態となる（図１４）。

表示部１０１は、一方の面に液晶表示パネル１１１が設けられると共に、当該液晶表示パネル１１１の上方にスピーカ１１２が設けられている。また表示部１０１は、その内部に撮像装置１０７が組み込まれると共に、その先端に赤外線無線通信を行うための赤外線通信部１０４が設けられている。

また表示部１０１は、他方の面に撮像装置１０７における第１レンズの物体側に位置するカバーレンズ１０５が配置されている。

本体部１０２は、一方の面に、数字キーや電源キー等の各種操作キー１１３が設けられ、その下端にマイクロフォン１１４が設けられている。また本体部１０２は、その側面にメモリーカードスロット１０６が設けられ、当該メモリーカードスロット１０６に対してメモリーカード１２０が挿脱され得るようになされている。

図１３に示すように、携帯電話機１００は、ＣＰＵ (Central Processing Unit) １３０を有し、ＲＯＭ (Read Only Memory) １３１に格納されている制御プログラムをＲＡＭ (Random Access Memory) １３２に展開し、バス１３３を介して当該携帯電話機１００全体を統括制御するようになされている。

携帯電話機 100 は、カメラ制御部 140 を有し、当該カメラ制御部 140 を介して撮像装置 107 を制御することにより静止画や動画の撮影を実行し得るようになされている。

5 カメラ制御部 140 は、撮像装置 107 を介して撮影することにより得られた画像データに関して J P E G (Joint Photographic Experts Group) や M P E G (Moving Picture Expert Group) 等による圧縮加工処理を施し、その結果得られる画像データをバス 133 経由で C P U 130、表示制御部 134、通信制御部 160、メモリーカードインターフェース 170 又は赤外線インターフェース 135 へ送出するようになされている。

10 この撮像装置 107 は、第 1 数値実施例における撮像レンズ 1〜第 6 数値実施例における撮像レンズ 1〜6 の何れかと、C C D センサや C M O S センサ等となる撮像素子 S S とが組み合わされて構成されている。

携帯電話機 100 は、C P U 130 がカメラ制御部 140 から供給された画像データを R A M 132 に対して一時的に保存したり、必要に応じてメモリーカードインターフェース 170 によりメモリーカード 120 に保存したり、或いは表示制御部 134 を介して液晶表示パネル 111 に出力するようになされている。

また携帯電話機 100 は、撮影時、同時にマイクロフォン 114 を介して収録した音声データを、音声コーデック 150 を介して R A M 132 に対して一時的に保存したり、必要に応じてメモリーカードインターフェース 170 によりメモリーカード 120 に保存したり、或いは液晶表示パネル 111 に対する画像表示と同時に音声コーデック 150 を介してスピーカ 112 から音声出力し得るようになされている。

25 なお携帯電話機 100 は、赤外線インターフェース 135 及び赤外線通信部 104 を介して画像データや音声データを外部へ出力し得、赤外線通信機能を備えた他の電子機器例えば携帯電話機、パーソナルコンピュータ、P D A (Personal Digital Assistant) 等に伝送し得るようになされている。

因みに携帯電話機 100 では、RAM 132 やメモリーカード 120 に保存されている画像データに基づいて液晶表示パネル 111 に動画或いは静止画を表示する場合、カメラ制御部 140 により当該画像データのデコードや解凍処理を行った後、表示制御部 134 を介して液晶表示パネル 111 へ出力するようになされている。

通信制御部 160 は、図示しないアンテナを介して基地局との間で電波の送受信を行うようになされており、音声通話モードにおいて、受信した音声データに対して所定の処理を施した後、音声コーデック 150 を介してスピーカ 112 へ出力するようになされている。

また通信制御部 160 は、マイクロフォン 114 によって集音した音声信号を、音声コーデック 150 を介して所定の処理を施した後に、図示しないアンテナを介して送信するようになされている。

この撮像装置 107 は、内部に組み込まれている撮像レンズ 106 が、上述したように、光学全長を抑制しつつ小型化且つ大口径化し得る構成であるため、携帯電話機等のような小型化が要求される電子機器に搭載される際に有利となる。

< 4. 他の実施の形態 >

その他、上述した実施の形態及び第 1 数値実施例～第 6 数値実施例において示した各部の具体的な形状や構造並びに数値は、本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって、本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

なお上述の実施の形態においては、第 1 数値実施例～第 6 数値実施例に基づいて表 13 の具体的な数値を示すようにした場合について述べた。しかしながら、本発明はこれに限らず、条件式 (1) ～ (5) を満足する範囲内であれば、その他種々の具体的な形状及び構造並びに数値を用いるようにしても良い。

また上述の実施の形態においては、撮像レンズが上述したパワー配置であり、且つ条件式 (1) ～条件式 (5) を満たすようにした場合について述べた。しか

しながら、本発明はこれに限らず、撮像レンズが上述したパワー配置であり、且つ条件式 (1)、(2)、(3) 及び条件式 (5) のみを満たすようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、撮像レンズにおいて物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズを用いるようにした場合について述べた。しかしながら、本発明はこれに限らず、物体側に凹面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズを用いるようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、撮像レンズを搭載した電子機器として携帯電話機 100 を一例として示したが、撮像装置の具体的な対象としては、これに限られるものではなく、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ、カメラが搭載されたパーソナルコンピュータ、カメラが組み込まれた PDA 等のその他種々の電子機器に広く適用することができる。

符号の説明

15 1、2、3、4、5、6 ……撮像レンズ、G 1 ……第 1 レンズ、G 2 ……第 2 レンズ、G 3 ……第 3 レンズ、G 4 ……第 4 レンズ、G 5 ……第 5 レンズ、S G'-
…シールガラス、I M G ……像面、100 ……携帯電話機、101 ……表示部、
102 ……本体部、103 ……ヒンジ部、104 ……赤外線通信部、105 ……
カバーレンズ、106 ……メモリーカードスロット、107 ……撮像装置、11
20 1 ……液晶表示パネル、112 ……スピーカ、113 ……操作キー、114 ……
マイクロフォン、120 ……メモリーカード、130 ……CPU、131 ……ROM、132 ……RAM、134 ……表示制御部、135 ……赤外線インターフ
エース、140 ……カメラ制御部、150 ……音声コーデック、160 ……通信
制御部、170 ……メモリーカードインターフェース

請 求 の 範 囲

[請求項 1]

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負
 5 の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足する撮像レンズ。

$$(1) \quad 0.80 < f_1 / f < 1.40$$

$$(2) \quad f / |f_3| < 1.50$$

$$10 \quad (3) \quad -0.20 < f_1 / f_2 < 0.90$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

15 f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

とする。

[請求項 2]

以下の条件式 (4) を満足する

請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$20 \quad (4) \quad (v d_1 + v d_2) / 2 - v d_3 > 2.0$$

但し、

$v d_1$: 第 1 レンズのアッベ数

$v d_2$: 第 2 レンズのアッベ数

$v d_3$: 第 3 レンズのアッベ数

25 とする。

[請求項 3]

レンズ全系の焦点距離と上記第 5 レンズの焦点距離との関係が、以下の条件式

(5) を満足する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の撮像レンズ。

$$(5) \quad 0.5 < |f_5| / f < 1.8$$

5 但し、

f : レンズ全系の焦点距離

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

とする。

[請求項 4]

10 上記第 1 レンズは、物体側に凸面が向けられた
請求項 1 〜請求項 3 に記載の撮像レンズ。

[請求項 5]

上記第 3 レンズは、像面側に凹面が向けられた
請求項 1 〜請求項 3 に記載の撮像レンズ。

15 [請求項 6]

上記第 2 レンズは、像面側に凸面が向けられた
請求項 1 〜請求項 3 に記載の撮像レンズ。

[請求項 7]

撮像レンズと、当該撮像レンズによって形成された光学像を電気信号に変換す

20 る撮像素子とを具え、

上記撮像レンズは、

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、開口絞りと、正または負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズとから構成され、以下の

25 条件式 (1)、(2)、(3) を満足する撮像装置。

$$(1) \quad 0.80 < f_1 / f < 1.40$$

$$(2) \quad f \nearrow |f_3| < 1.50.$$

$$(3) \quad -0.20 < f \nearrow f_2 < 0.90$$

但し、

f : レンズ全系の焦点距離

5 f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

とする。

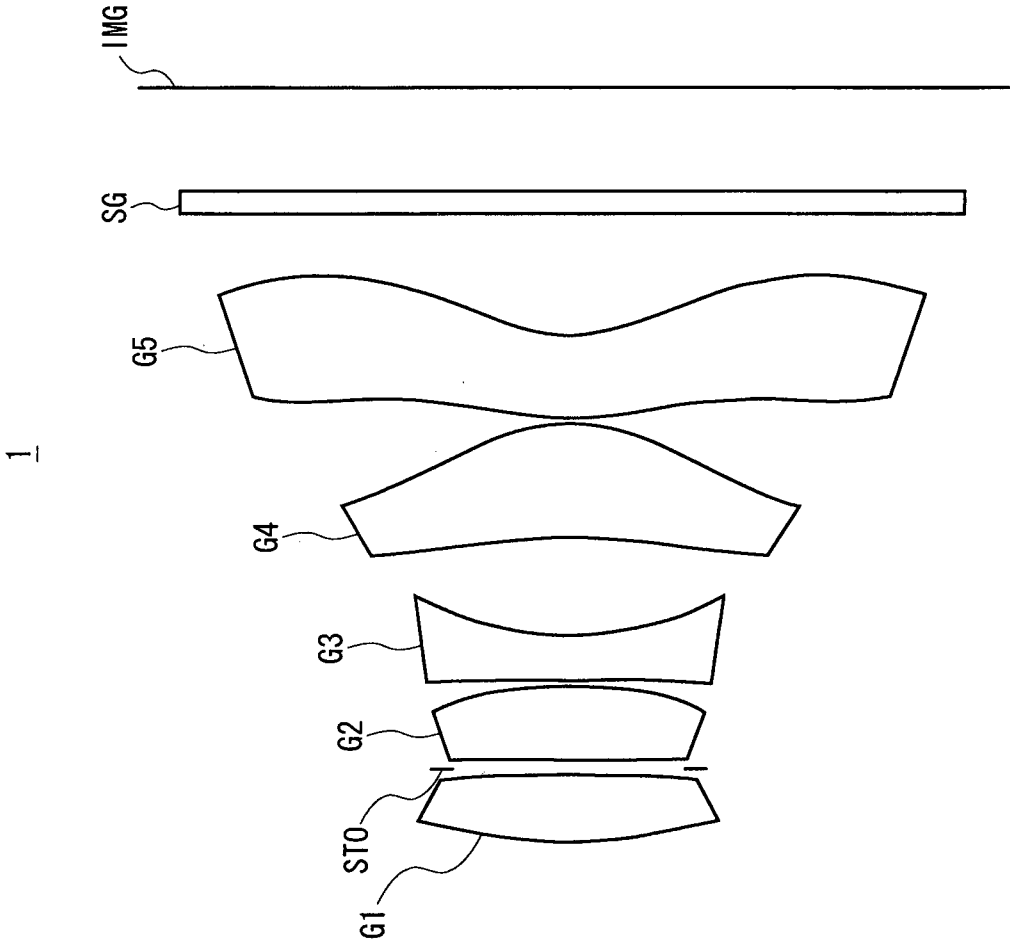


図 1

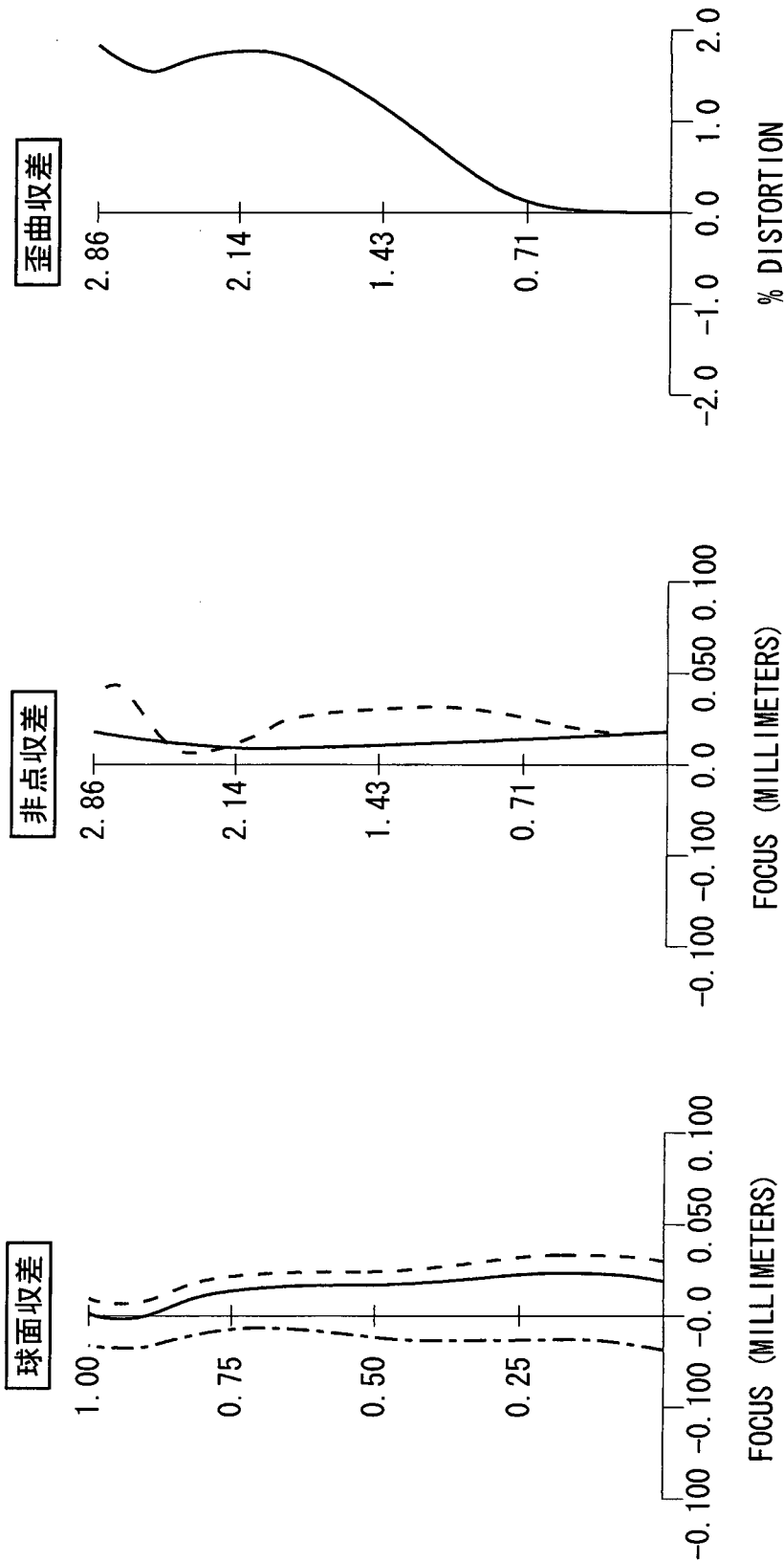
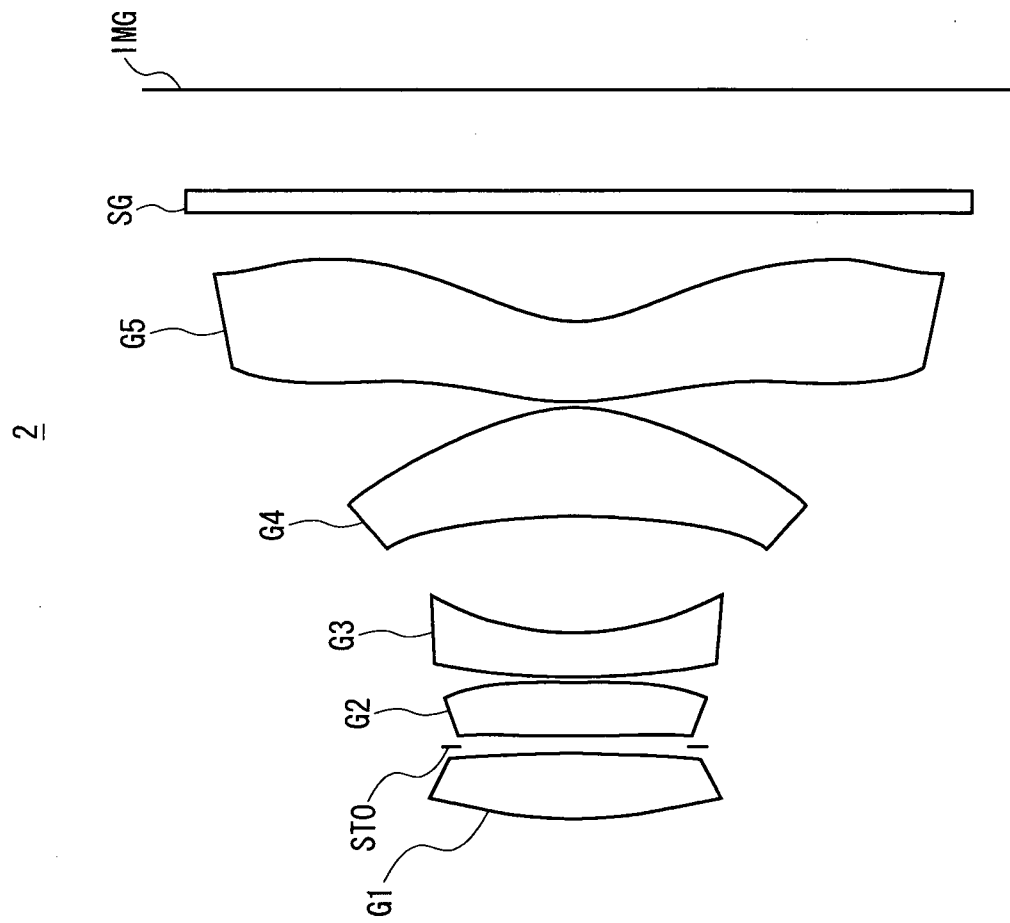


図 2



3

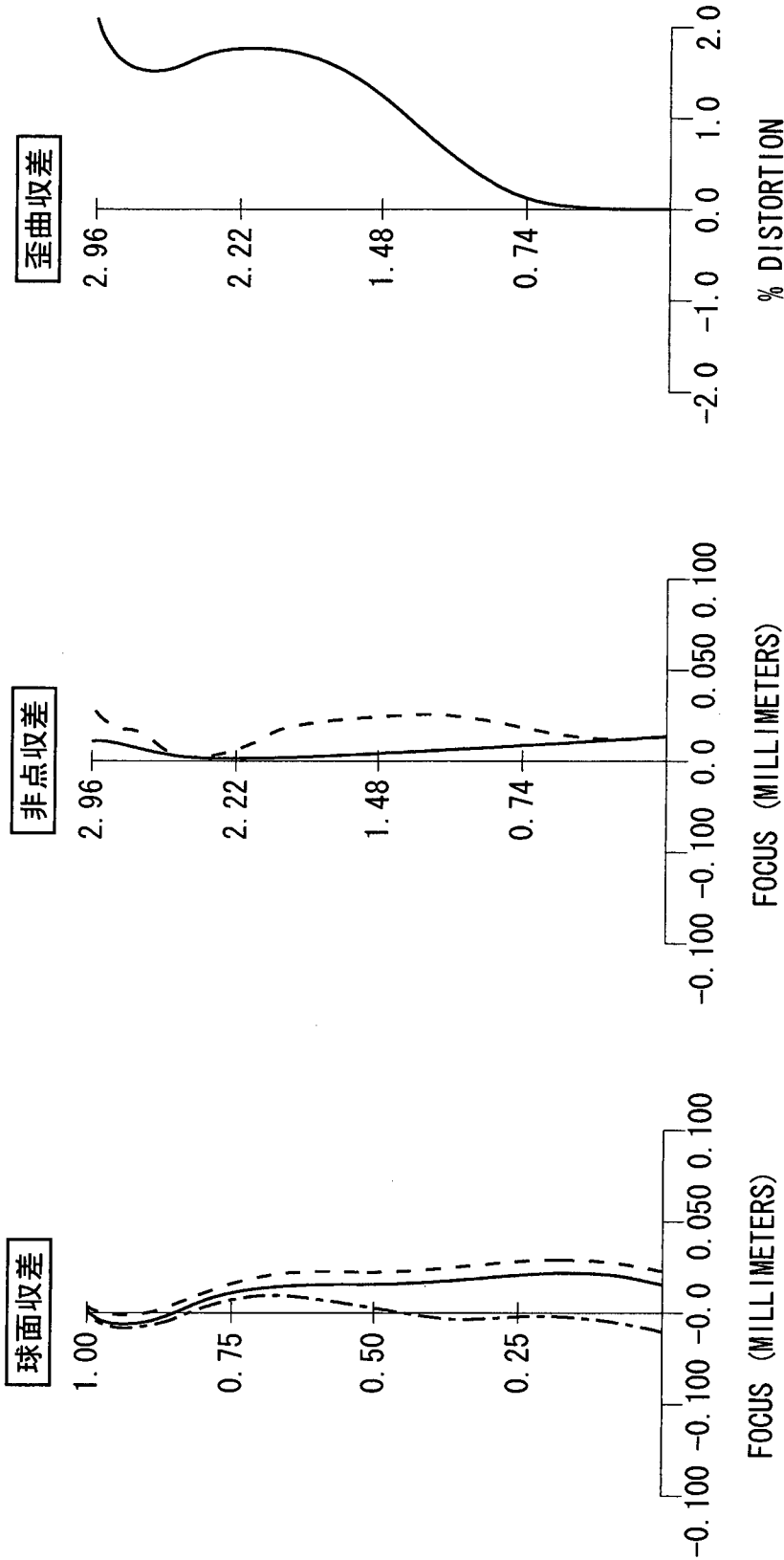
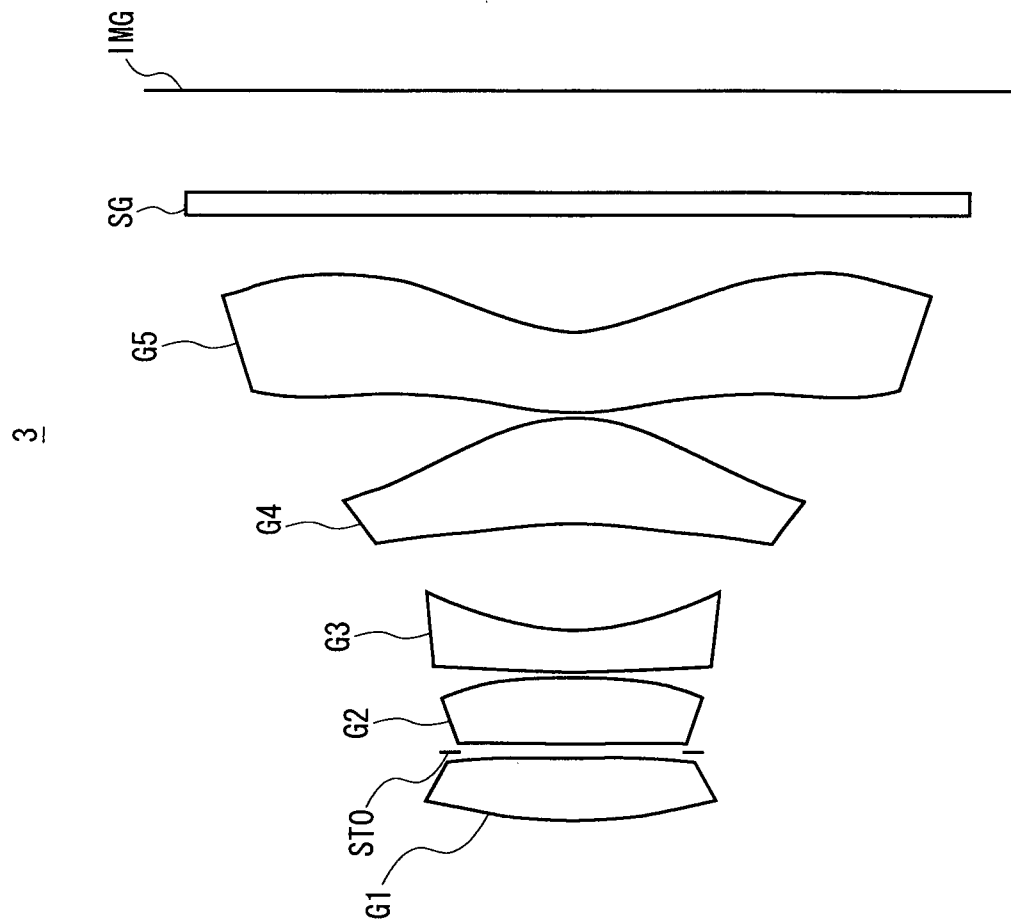


図 4



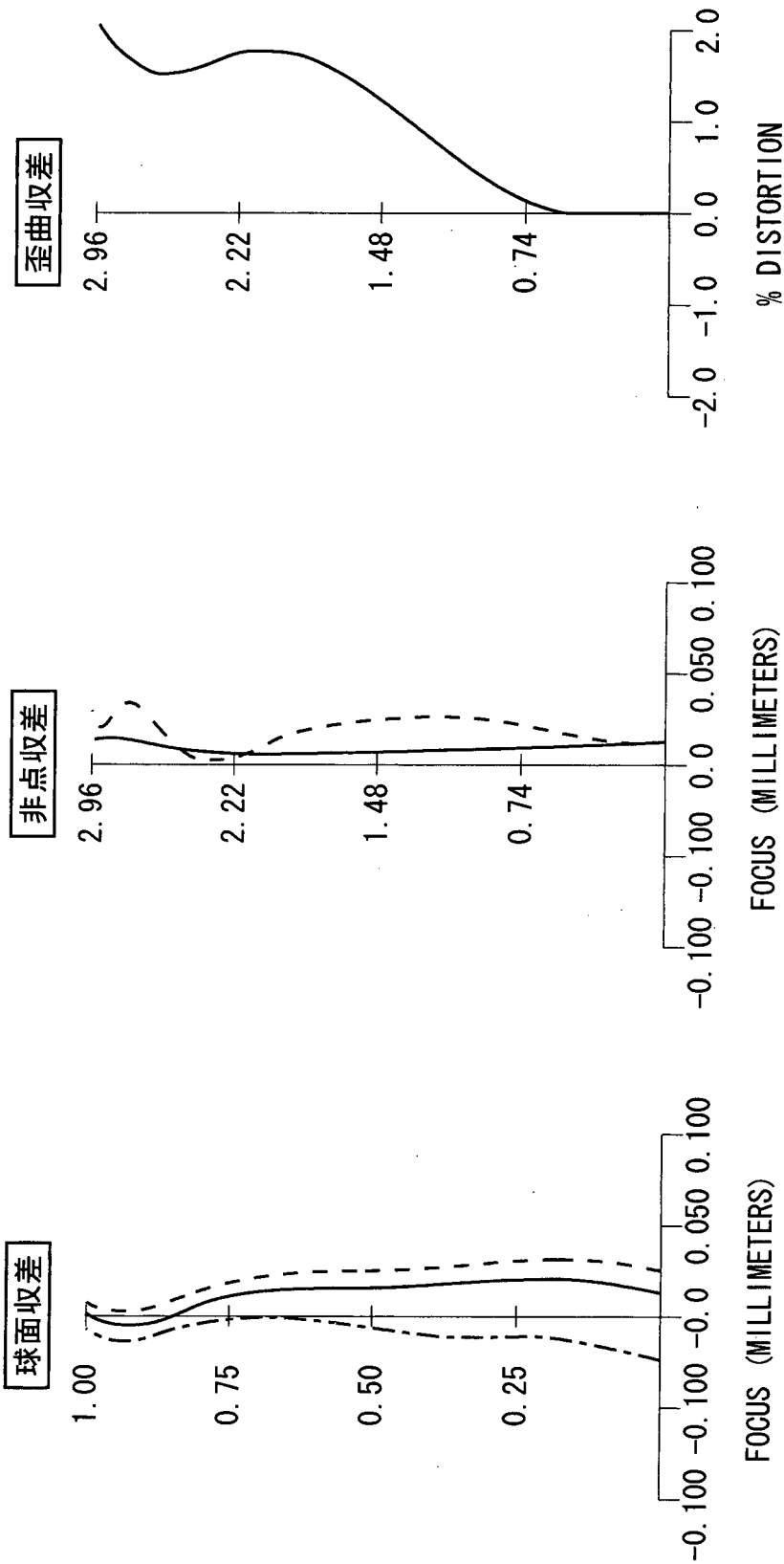


図 6

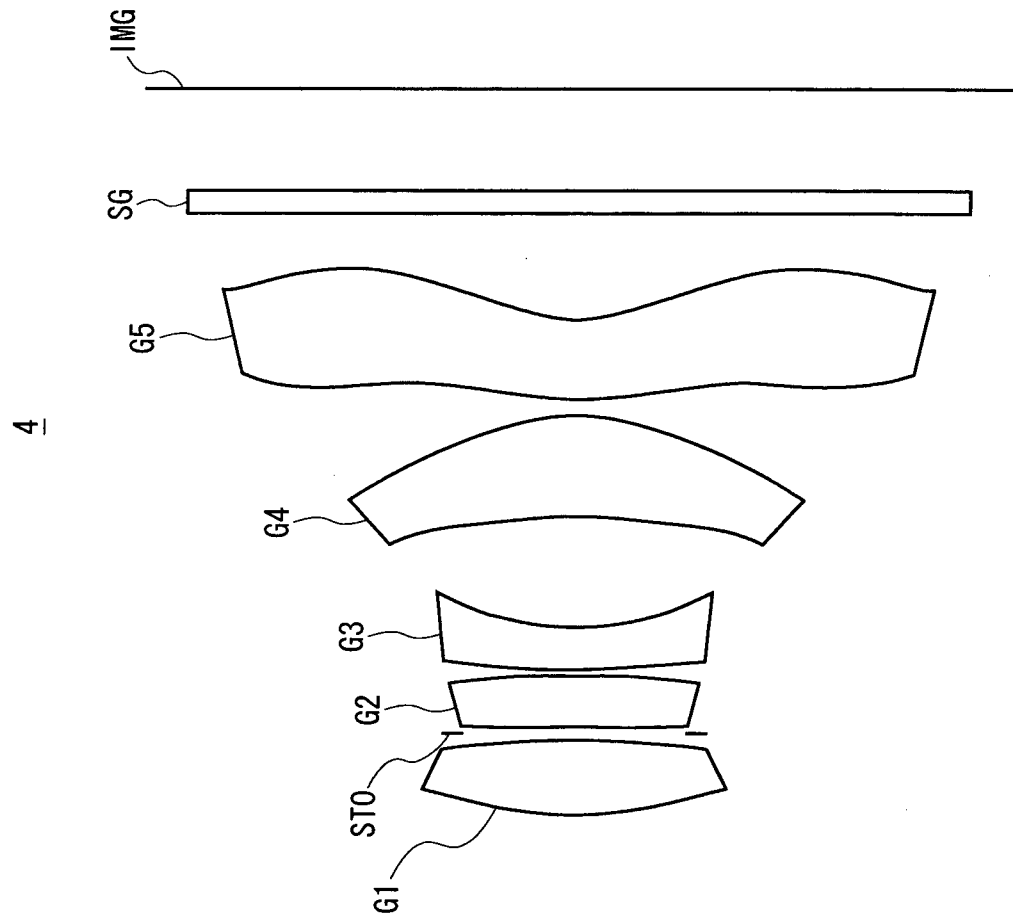


図 7

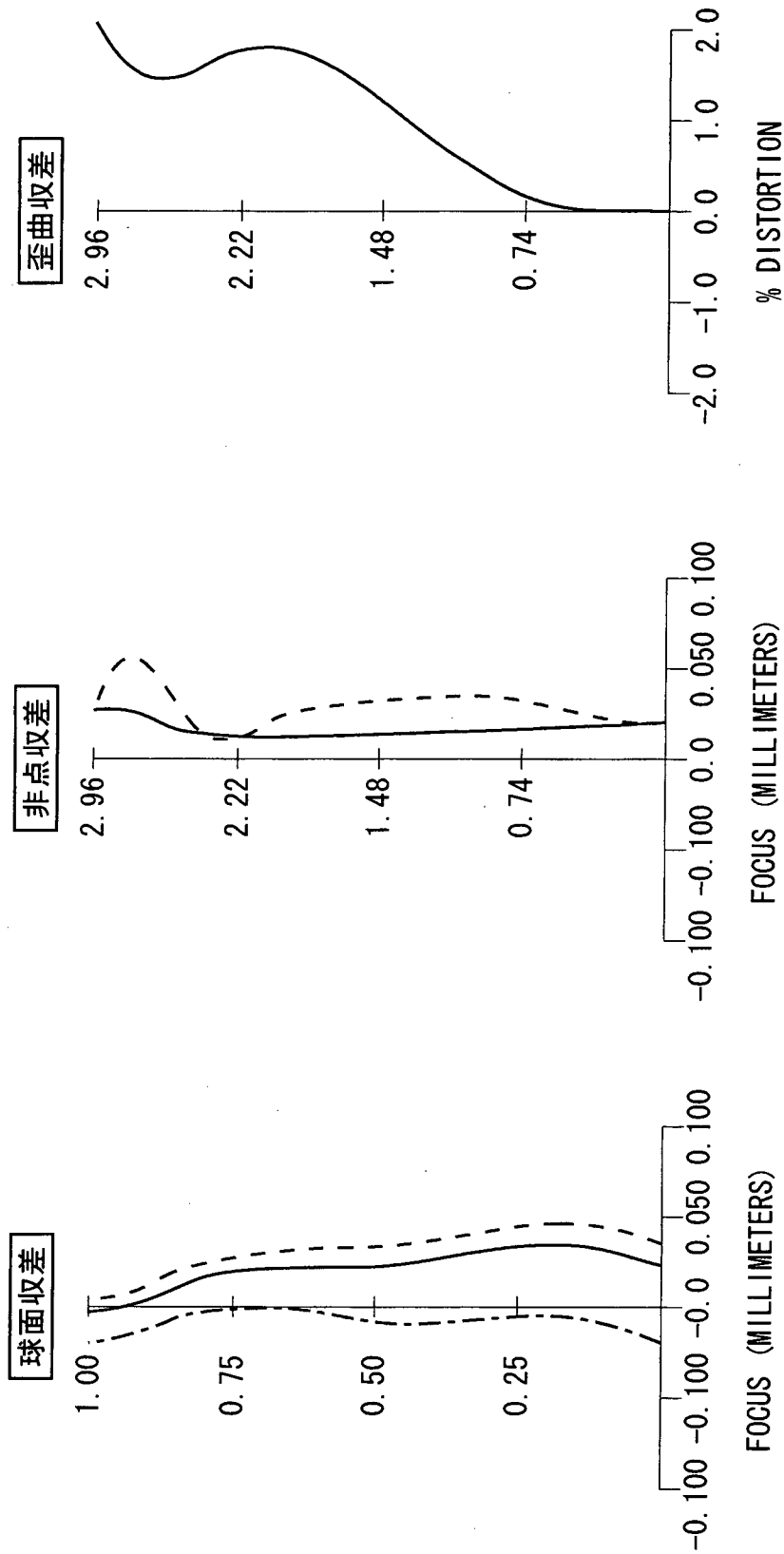


図 8

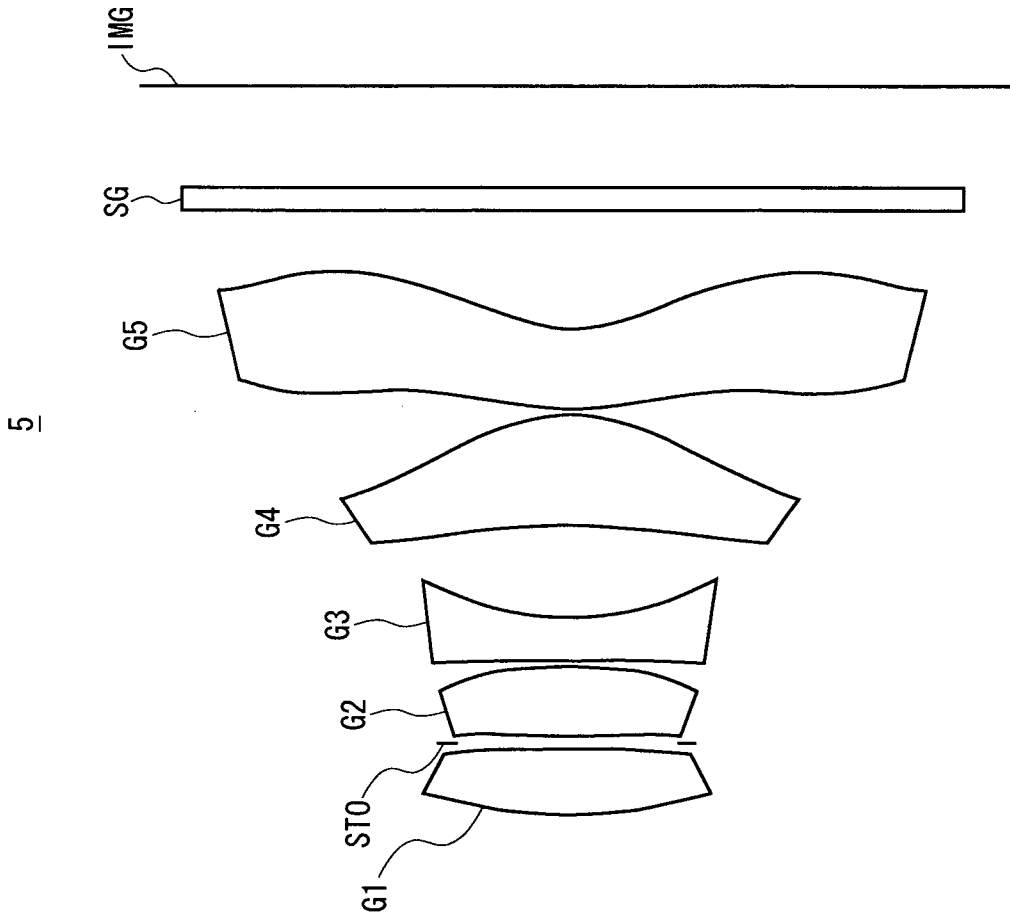


図 9

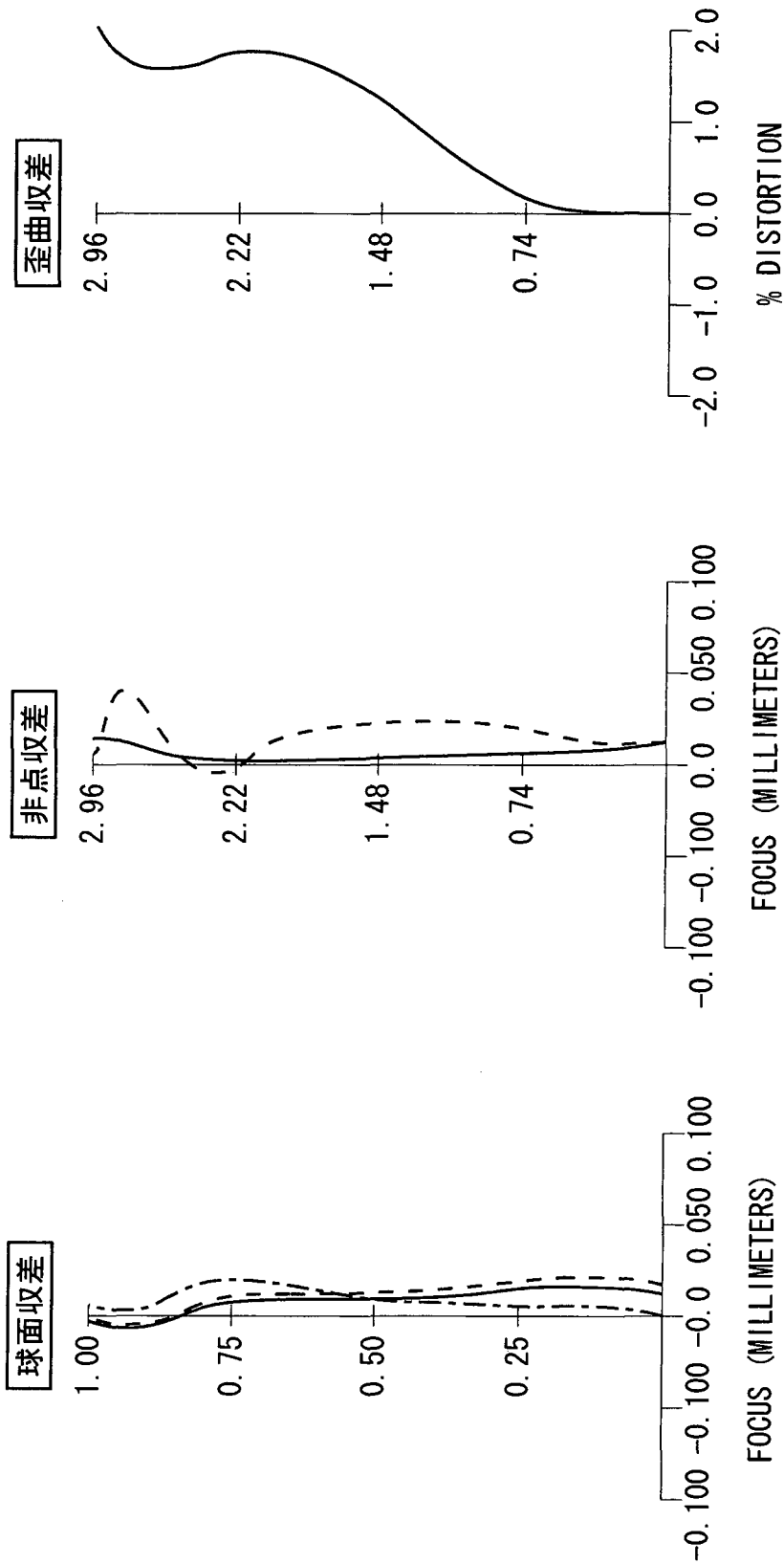


図 10

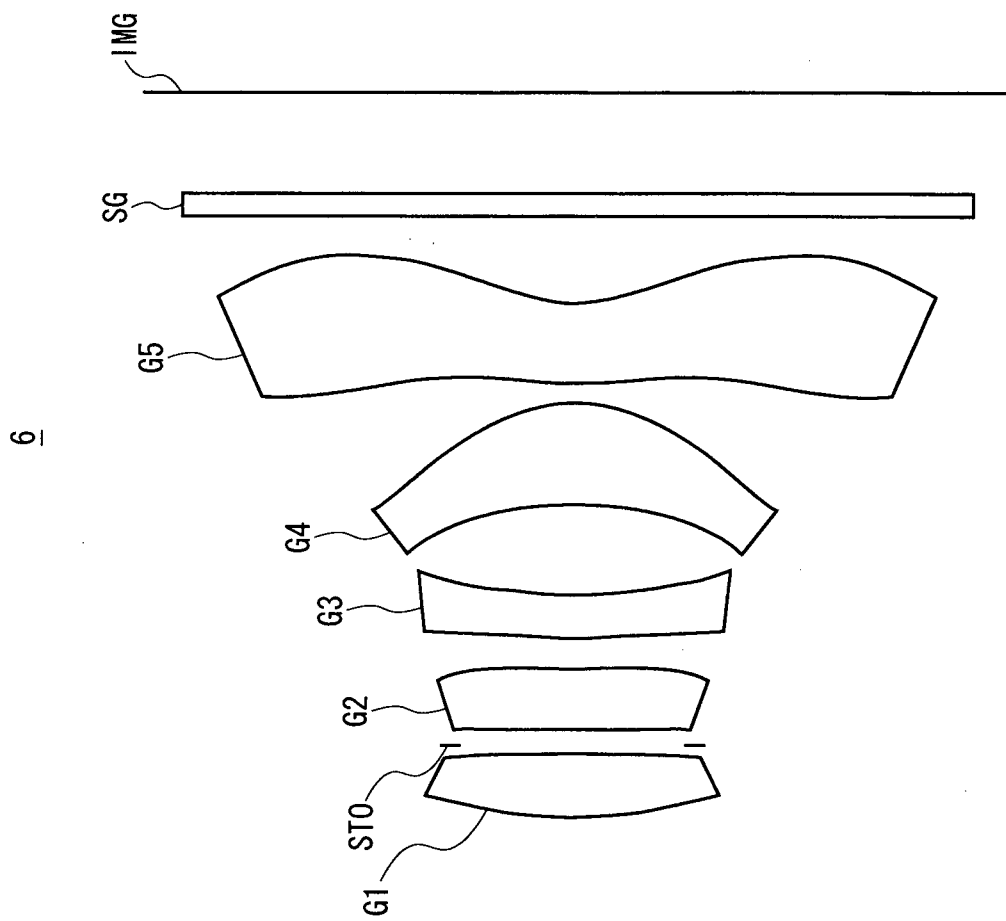


図 11

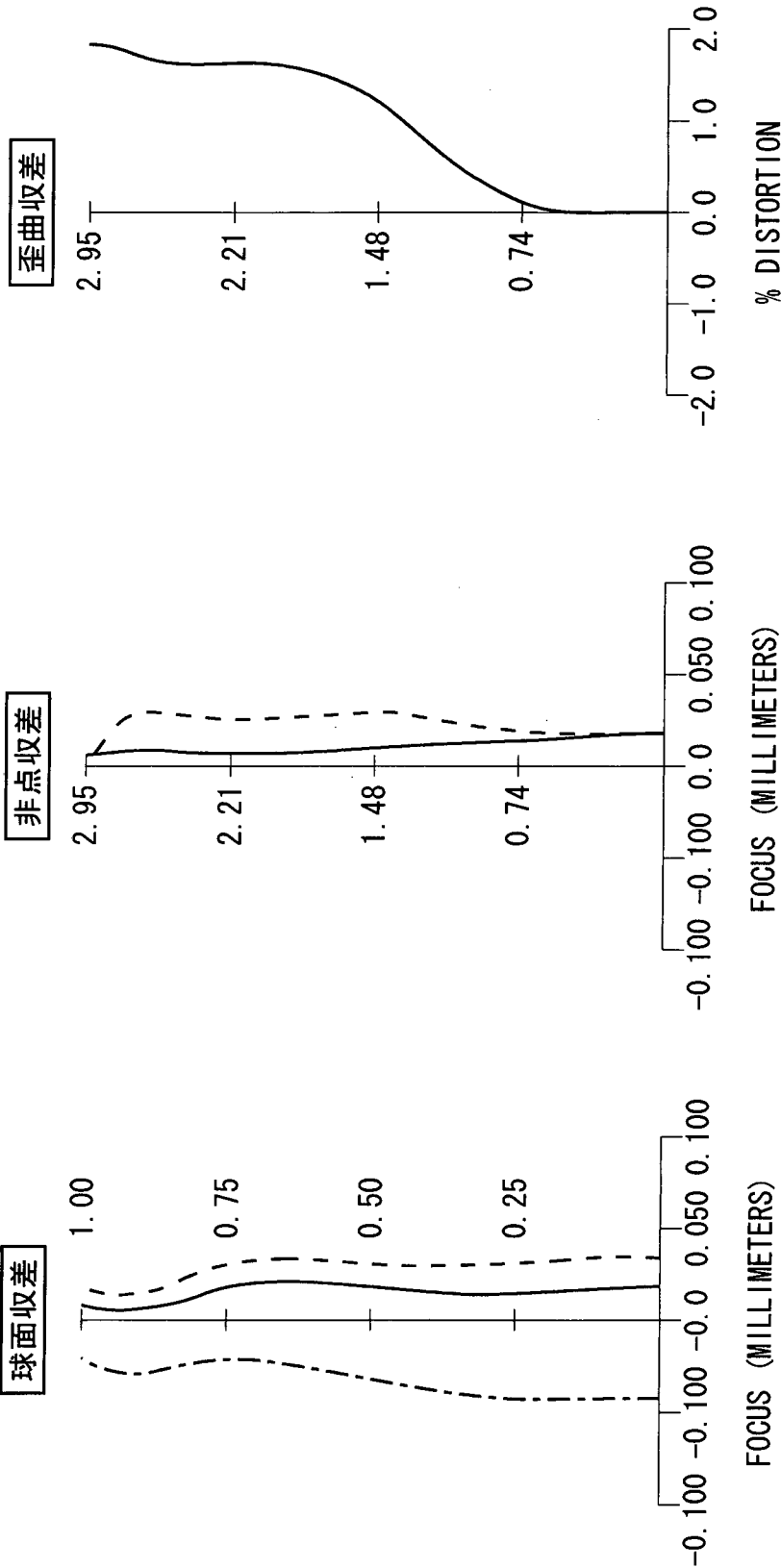


図 1 2

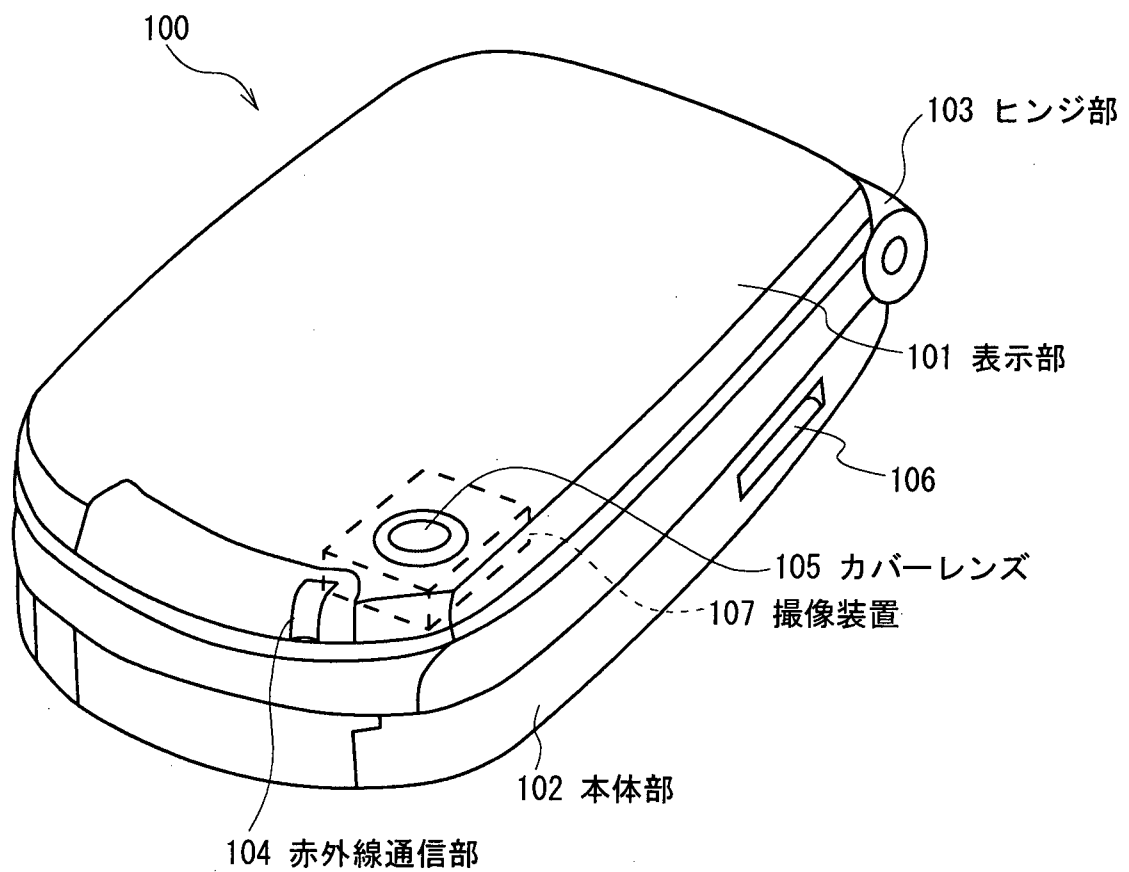


図 1 3

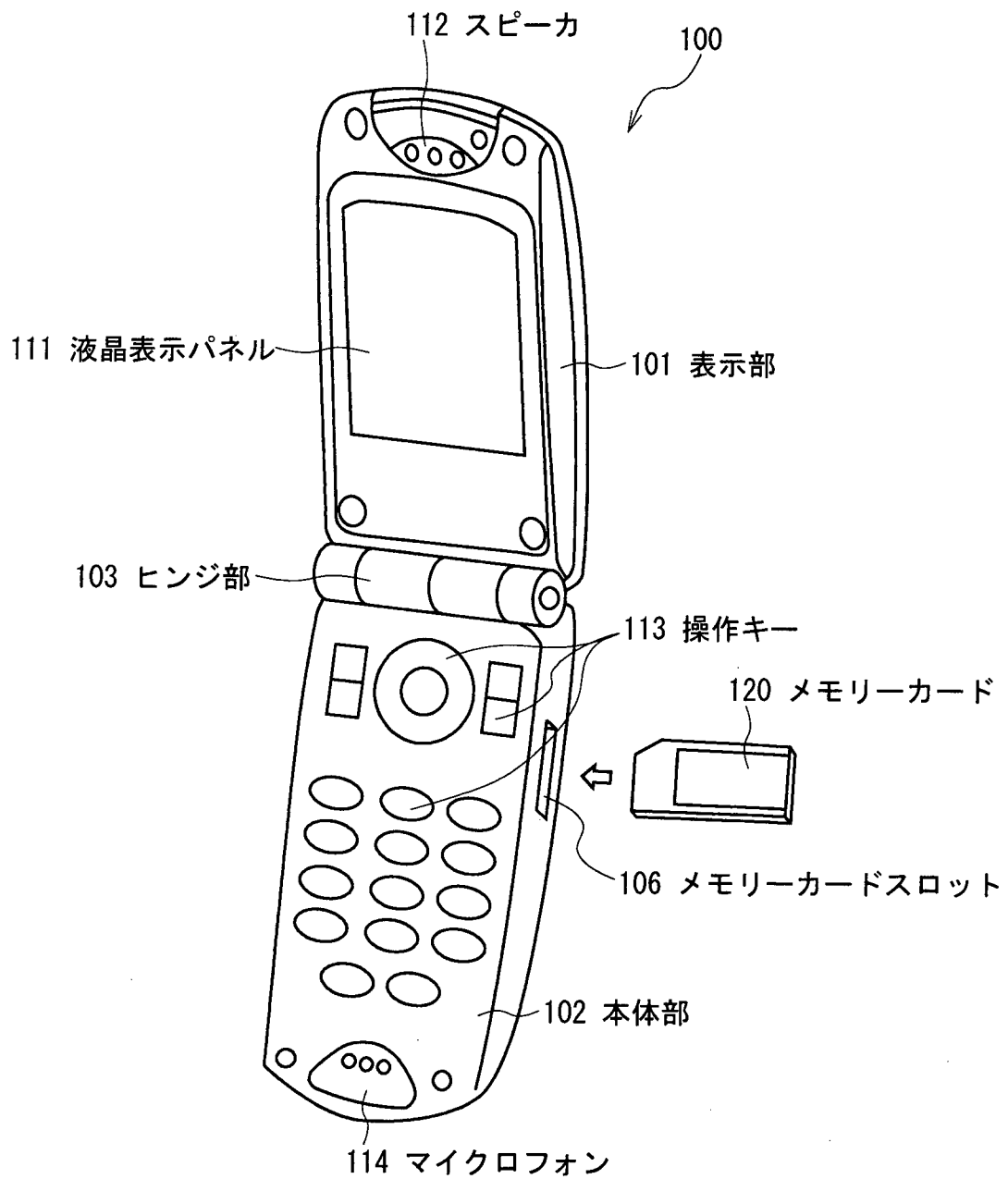


図 1 4

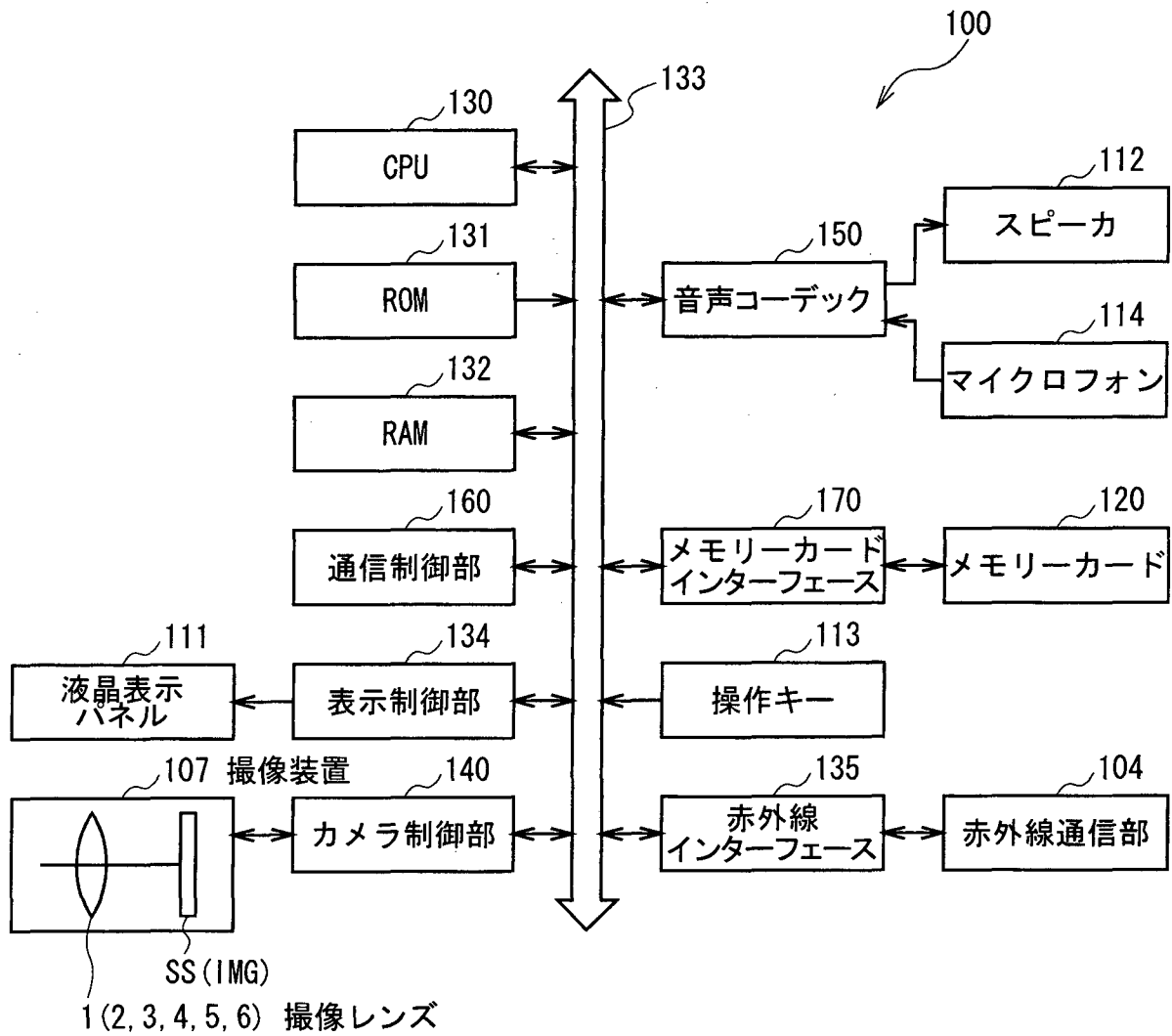


図 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 063865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B1 3/0 0 (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)

G 0 2 B 1 3 / 0 0

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	J P 6 1 - 5 0 1 1 0 A (Minol t a Came r a Co . , Ltd .) , 1 2 March 1 9 8 6 (1 2 . 0 3 . 1 9 8 6) , ent i r e text ; a l l drawings ; parti cularl y , example 1 1 (page 1 3 , l ower r i g h t c o l u m n t o page 1 4 , upper l e f t c o l u m n ; fig . 2 1) ; example 1 3 (page 1 4 , l ower r i g h t c o l u m n t o page 1 5 , upper l e f t c o l u m n ; fig . 2 5) & U S 4 7 8 7 7 2 1 A	1 - 5 , 7 6
Y A	W O 2 0 1 0 / 0 2 4 1 9 8 A I (Koni c a M i n o l t a Opto , I n c .) , 0 4 March 2 0 1 0 (0 4 . 0 3 . 2 0 1 0) , ent i r e text ; a l l drawings , parti cularl y , example 7 (paragraph s [0 0 9 2] t o [0 0 9 3] ; fig - 1 6) & E P 2 3 1 7 3 6 0 A I	1 - 5 , 7 6

☒ 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

"I" 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

0 7 Septembe r , 2 0 1 1 (0 7 . 0 9 . 1 1)

Date of mailing of the international search report

2 0 Septembe r , 2 0 1 1 (2 0 . 0 9 . 1 1)

Name and mailing address of the ISA/

Japane s e Patent Off i c e

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 063865

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-79296 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 08 April 2010 (08.04.2010), entire text; all drawings; particularly, example 1 (paragraphs [0037] to [0038]; fig. 5) & US 2010/0053776 A1	1-5, 7 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
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 (IPC))
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	1922—1996年
日本国公開実用新案公報	1971—2011年
日本国実用新案登録公報	1996—2011年
日本国登録実用新案公報	1994—2011年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 61-50110 A (ミノルタカメラ株式会社) 1986. 03. 12, 全文、全図、特に、実施例 11 (第 13 ページ右下欄から第 14 ページ左上欄、第 21 図)、実施例 13 (第 14 ページ右下欄から第 15 ページ左上欄、第 25 図) & US 4787721 A	1-5, 7 6
Y A	wo 2010/024198 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 03. 04, 全文、全図、特二、実施例 7 (段落 [0092] - [0093]、図 16) & EP 2317360 A1	1-5, 7 6

☒ 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

IA 「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」
IE 「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」
I 「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)」
I0 「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

「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」
IX 「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」
IY 「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」
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

07. 09. 2011

国際調査報告の発送日

20. 09. 2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)

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)

森内 正明

電話番号 03—3581—1101 内線 3271

2V

9222

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2010-79296 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 04. 08 , 全文、全図、特に、実施例 1(段落 [0037] - [0038] 、図 5) & US 2010/0053776 A1	1-5 ,7 6