

(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
2011 年 11 月 24 日(24.11.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/145593 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/061264
- (22) 国際出願日: 2011 年 5 月 17 日(17.05.2011)
- (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 2010-112980 2010 年 5 月 17 日(17.05.2010) JP
特願 2011-107602 2011 年 5 月 12 日(12.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): カンタツ株式会社 (KANTATSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3291571 栃木県矢板市片岡 1 1 5 0 - 2 3 Tochigi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊勢 善男 (ISE Yoshio) [JP/JP]; 〒9620041 福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ株式会社 須賀川工場内 Fukushima (JP). 橋本 雅也 (HASHIMOTO Masaya) [JP/JP]; 〒9620041 福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ株式会社 須賀川工場内 Fukushima (JP).
- (74) 代理人: 中村 守 (NAKAMURA Mamoru); 〒9500925 新潟県新潟市中央区弁天橋通 1 丁目 2 番 3 4 号 尾山ビル 2 0 1 号室 Niigata (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, 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).

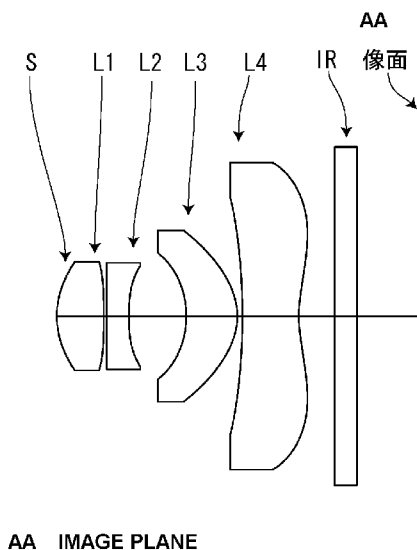
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGE PICKUP LENS FOR SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT

(54) 発明の名称: 固体撮像素子用の撮像レンズ

[図1]



(57) Abstract: Provided is a compact image pickup lens which is inexpensive and efficiently produced and by which a high-resolution and high-quality image with favorably corrected aberrations can be obtained. An image pickup lens for a solid-state image pickup element is provided with, in order from the object side in the vicinity of the optical axis, a first lens having a convex surface on the object side and positive refractive power, a second lens having concave surfaces on the object side and the image side, a meniscus-shaped third lens having a convex surface on the image side and positive refractive power, and a fourth lens having concave surfaces on the object side and the image side, and satisfies the following conditional expressions (1) and (2): $-1.3 < r1/r2 < 0.03$ (1) $0.09 < r6/r5 < 1.0$ (2) where $r1$ and $r2$ are curvature radii of the object-side surface and the image-side surface of the first lens, and $r5$ and $r6$ are curvature radii of the object-side surface and the image-side surface of the third lens.

(57) 要約: 安価で生産効率の高い、諸収差が良好に補正された高解像度・高品位の画像が得られる小型の撮像レンズを提供する。光軸近傍で物体側から順に、物体側に凸面で正の屈折力を有する第1レンズと、物体側と像側に凹面の第2レンズと、像側に凸面で正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、物体側と像側に凹面の第4レンズとを備え、下記(1)及び(2)の条件式を満足する固体撮像素子用の撮像レンズ。— $1.3 < r1/r2 < 0.03$ (1) $0.09 < r6/r5 < 1.0$ (2) ただし、 $r1$, $r2$: 第1レンズ物体側面、像側面の曲率半径 $r5$, $r6$: 第3レンズ物体側面、像側面の曲率半径

明 細 書

発明の名称： 固体撮像素子用の撮像レンズ

技術分野

[0001] 本発明は、小型で薄型の電子機器に用いられる小型撮像装置に使用される固体撮像素子用の撮像レンズに関するものである。

[0002] 特に、本発明は、携帯端末、PDA（Personal Digital Assistance）等の小型で薄型の電子機器に用いられる小型撮像装置に使用される固体撮像素子用の撮像レンズに関するものである。

背景技術

[0003] 近年、撮像装置を備えた携帯端末の市場の拡大に伴い、この撮像装置には高画素数で小型の固体撮像素子が搭載されるようになった。このような撮像素子の小型化・高画素化に対応し、撮像レンズについても解像度と画像品位の面でより高い性能が求められ、且つその普及とともに、低コスト化も要求されている。

[0004] このような高性能化の流れに應えるため、複数枚のレンズで構成された撮像レンズが一般化している。そして、2枚～3枚のレンズ構成に比べ、より高性能化が可能な4枚のレンズ構成の撮像レンズも提案されている。

[0005] 例えば、特許文献1乃至3には、物体側から順に、開口絞りと、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、少なくとも1面が非球面であって負の屈折力を有する第4レンズとの構成をとり、高性能化を目指した撮像レンズが開示されている。

[0006] また、特許文献4には、物体側より順に、開口絞りと、両凸形状で正の屈折力を有する第1レンズと、物体側に凸面をむけた負の屈折力を有するメニスカス形状の第2レンズと、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカス形状の第4レンズとを配置することで、高性能化をめざした撮像レンズが

開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-286153号公報

特許文献2：特開2008-046526号公報

特許文献3：特開2008-242180号公報

特許文献4：特開2009-14899号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記特許文献1乃至4記載の撮像レンズは、4枚レンズの構成にすることによる高性能化を目指しているが、小型化・薄型化への対応、或いは諸収差の補正が十分とは言えない。

[0009] 本発明は、前述した事情に鑑み、光学長が短く小型化が可能で、且つ諸収差が補正され、高性能で、低コスト化にも対応可能な撮像レンズを得ること目的とするものである。そして、本発明は、基本的アイディアの発明以来、具体的実施例の補充を重ねたものであり、ここで纏めた発明として出願しているものである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の固体撮像素子用の撮像レンズは、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第2レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第4レンズとを備え、下記（1）及び（2）の条件式を満足することを特徴とする。

$$-1.3 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (1)$$

$$0.09 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2)$$

ただし

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

r_5 : 第3レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第3レンズ像側面の曲率半径

[0011] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、開口絞りが、前記第1レンズの物体側に配置されることを特徴とする。

[0012] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第2レンズの像側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状であることを特徴とする。

[0013] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第4レンズの物体側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状であることを特徴とする。

[0014] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第2レンズは、下記(3)の条件式を満足することを特徴とする。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

[0015] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第4レンズは、下記(4)の条件式を満足することを特徴とする。

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[0016] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第2レンズ及び前記第4レンズは、更に下記(3)、(4)の条件式の両方を満足することを特徴とする。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[0017] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第4レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記(5)の条件式を満足することを特徴とする。

$$-0.61 < r_8 / r_7 < 0.0 \quad (5)$$

ただし、

r_7 : 第4レンズ物体側面の曲率半径

r_8 : 第4レンズ像側面の曲率半径

[0018] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第1レンズは、下記(6)の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

[0019] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第3レンズは、下記(7)の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[0020] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第1レンズ及び前記第3レンズは、下記(6)、(7)の条件式の両方を満足することを特徴とする。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[0021] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第2レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記(8)の条件式を満足することを特徴とする。

$$-2.0 < r_4 / r_3 < 0.0 \quad (8)$$

ただし、

r_3 : 第2レンズ物体側面の曲率半径

r_4 : 第2レンズ像側面の曲率半径

[0022] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記(9)の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.03 < L / f < 1.4 \quad (9)$$

ただし、

L : 第1レンズ物体側面より像面までの光軸上の距離(平行平面ガラスを除いた空気換算距離)

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

[0023] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第2レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第4レンズとを備え、下記(10)及び(2a)の条件式を満足することを特徴とする。

$$-1.0 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (10)$$

$$0.12 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2a)$$

ただし、

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

r_5 : 第3レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第3レンズ像側面の曲率半径

[0024] さらに、本発明の固体撮像素子用の撮影レンズにおいては、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、合成樹脂材料により製作される所謂プラスチックレンズであることを特徴とする。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、開口絞りを最も物体側に配置し、4枚レンズ構成の第4レンズに従来の3枚レンズ構成に無かった役割を与えることにより、軸外性能の確保が容易となっている。

[0026] 本発明によれば、第4レンズに負のパワーのレンズを配置することにより、従来の3枚レンズでは補正が不十分であった倍率色収差の補正が容易になり、高性能化が可能となる。

[0027] さらに、本発明は、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第2レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第4レンズとを配置し、且つ各レンズの屈折力の配分を最適化することにより、諸収差が良好に補正され、レンズの高性能化・小型化が可能である。また、樹脂材料を使用することで低コスト化も可能である。

[0028] 本発明においては、第2レンズと第4レンズの負のパワーを大きくし、第1レンズ及び第3レンズの正のパワーは、前記第2レンズと第4レンズの負のパワーに応じて大きくしつつ微調整することにより最適化した色収差の補正が容易となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]第1の実施例としての実施例1(a)及び実施例1(b)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図2]本発明の第1の実施例の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図3]第2の実施例としての実施例2(a)及び実施例2(b)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図4]本発明の第2の実施例の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図5]第3の実施例としての実施例3(a)及び実施例3(b)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図6]本発明の第3の実施例の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図7]第4の実施例としての実施例4(a)及び実施例4(b)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図8]本発明の第4の実施例の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図9]実施例3(a)及び実施例3(b)における開口絞りと第1レンズとの位置関係を示す概略図である。

[図10]実施例4(a)及び実施例4(b)における開口絞りと第1レンズとの位置関係を示す概略図である。

[図11]第1の実施例としての実施例1(c)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図12]本発明の実施例1(c)の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図13]第2の実施例としての実施例2(c)の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図14]本発明の実施例2(c)の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図15] 第3の実施例としての実施例3 (c) の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図16] 本発明の実施例3 (c) の実施例の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

[図17] 第4の実施例としての実施例4 (c) の固体撮像素子用の撮像レンズの断面図である。

[図18] 本発明の実施例4 (c) の固体撮像素子用の撮像レンズが達成しようとする諸収差図である。

発明を実施するための形態

[0030] 上記した課題を解決するための本発明は、撮像レンズを以下の構成にすることにより課題を解決することができる。

本発明は、固体撮像素子用の撮影レンズであり、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第2レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第4レンズとを備え、下記(1)、(2)の条件式を満足する。

$$-1.3 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (1)$$

$$0.09 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2)$$

ただし

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

r_5 : 第3レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第3レンズ像側面の曲率半径

[0031] 上記条件式(1)は、第1レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式(1)の下限を超える場合は、第1レンズの像側面の正のパワーが強くなり過ぎ、この面での球面収差の発生が大きくなり十分な軸上性能の確保が困難になる。逆に上限を超える場合は、第1レンズがメニスカス形状になる

が、条件式（１）の範囲内であれば、物体側面の正のパワーが強くなり過ぎて、この面の誤差感度が高いレンズになる、といった問題が生じにくくなる。

[0032] 上記条件式（１）に関しては、実施例の補充により、下記条件式（１ a）の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$-1.0 < r_1 / r_2 < 0.0 \quad (1a)$$

[0033] 上記条件式（２）は、第３レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式（２）の下限を超える場合は、第３レンズの正のパワーが強くなることにより光学長の短縮が出来ず、本発明の目的の一つである撮像レンズの小型化・薄型化に反する。逆に上限を超える場合は、第３レンズの正のパワーが弱くなり過ぎ、軸上性能と軸外性能のバランスが崩れて性能確保が困難になる。

[0034] 上記条件式（２）に関しては、実施例の補充により、下記条件式（２ a）の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$0.12 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2a)$$

[0035] 開口絞りは、前記第１レンズの物体側に配置する。開口絞りを、第１レンズの物体側に備えることにより、CRA（Chief Ray Angle）が小さくし易くなり、光量の低下する像面の周辺部分での光量確保が容易となる。

[0036] 前記第２レンズの像側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状とする。前記第４レンズの物体側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状とする。このように第２レンズの像側面及び第４レンズの物体側面を変曲点を持たずに一様に変化する非球面形状にすることにより、面精度をより高い精度で製造することが可能になる。また、第２レンズの像側または第４レンズの物体側に変曲点を持つと、従来から多く存在するレンズ形状の課題が残り、

本発明の意図する高性能を維持しながら低コスト化を実現出来るレンズ形状が達成できないことになる。

[0037] さらに、前記第2レンズは、下記(3)の条件式を満足する。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

[0038] 上記条件式(3)に関しては、実施例の補充により、下記条件式(3a)の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$-1.3 < f_2 / f < -0.5 \quad (3a)$$

[0039] さらに、前記第4レンズは、下記(4)の条件式を満足する。

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[0040] 上記条件式(4)に関しては、実施例の補充により、下記条件式(4a)の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$-0.95 < f_4 / f < -0.35 \quad (4a)$$

[0041] さらに、好ましい実施例としては、前記第2レンズ及び前記第4レンズは、下記(3)、(4)の条件式の両方を同時に満足する。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[0042] 上記条件式（３）は、第２レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式（３）の上限を超える場合は、第２レンズの焦点距離が長くなり過ぎ、軸上色収差の補正が困難になる。逆に下限を超える場合は、第２レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になり、何れの場合も所望の光学性能が得られなくなる。

[0043] 上記条件式（４）は、第４レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式（４）の上限を超える場合は、光学長が長くなり、本発明の目的である撮像レンズの小型化・薄型化に反する。逆に下限を超える場合は、第４レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、軸外性能の確保が困難になると共に、像高の低い所での誤差感度特性が悪化する。

[0044] 上記条件式（３）及び（４）に関しては、実施例の補充により、下記条件式（３ａ）及び（４ａ）の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$-1.3 < f_2 / f < -0.5 \quad (3a)$$

$$-0.95 < f_4 / f < -0.35 \quad (4a)$$

[0045] さらに、前記第４レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記（５）の条件式を満足する。

$$-0.61 < r_8 / r_7 < 0.0 \quad (5)$$

ただし、

r_7 ：第４レンズ物体側面の曲率半径

r_8 ：第４レンズ像側面の曲率半径

[0046] 上記条件式（５）は、第４レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式（５）の下限を超える場合は、第４レンズの物体側面の負のパワーが強くなり過ぎ、軸上性能と軸外性能のバランスが崩れて性能確保が困難になる。逆に上限を超える場合は、第４レンズ形状がメニスカス形状になり、従来から多く存在するレンズ構成の課題が残り、本発明の意図する高性能を維持しながら低コスト化を実現出来るレンズ形状が達成できないことになる。

[0047] 上記条件式（５）に関しては、実施例の補充により、下記条件式（５ａ）

の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$-0.2 < r_8 / r_7 < 0.0 \quad (5a)$$

[0048] さらに、前記第1レンズは、下記(6)の条件式を満足する。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

[0049] 上記条件式(6)に関しては、実施例の補充により、下記条件式(6a)の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$0.4 < f_1 / f < 0.75 \quad (6a)$$

[0050] さらに、前記第3レンズは、下記(7)の条件式を満足する。

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[0051] 上記条件式(7)に関しては、実施例の補充により、下記条件式(7a)の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$0.4 < f_3 / f < 0.85 \quad (7a)$$

[0052] さらに、好ましい実施例としては、前記第1レンズ及び前記第3レンズは、下記(6)、(7)の条件式の両方を同時に満足する。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[0053] 上記条件式(6)は、第1レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(6)の下限を超える場合は、第1レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎ、本発明の目的である撮像レンズの小型化・薄型化に反する。

[0054] 上記条件式(7)は、第3レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(7)の下限を超える場合は、第3レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、コマ収差や非点収差の補正が困難になり、誤差感度が大きくて製作時には非常に高い精度が要求される。逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーが不足することになり、軸外収差の補正が不十分になる。

[0055] 上記条件式(6)及び(7)に関しては、実施例の補充により、下記条件式(6a)及び(7a)の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$0.4 < f_1 / f < 0.75 \quad (6a)$$

$$0.4 < f_3 / f < 0.85 \quad (7a)$$

[0056] さらに、前記第2レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記(8)の条件式を満足する。

$$-2.0 < r_4 / r_3 < 0.0 \quad (8)$$

ただし、

r_3 : 第2レンズ物体側面の曲率半径

r_4 : 第2レンズ像側面の曲率半径

[0057] 上記条件式(8)は、第2レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式(8)の下限を超える場合は、第2レンズの物体側面の負のパワーが強くなり過ぎ、誤差感度が厳しい面になり、生産性の悪いレンズになる。逆に上限を超える場合は、第2レンズ形状がメニスカス形状になり、従来から多く存在するレンズ構成の課題が残り、本発明の意図する高性能を維持しなが

ら低コスト化を実現出来るレンズ形状が達成できないことになる。

[0058] さらに、前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記（９）の条件式を満足する。

$$1. \quad 0.3 < L / f < 1.4 \quad (9)$$

ただし、

L : 第１レンズ物体側面より像面までの光軸上の距離（平行平面ガラスを除いた空気換算距離）

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

[0059] 上記条件式（９）は、光学長を焦点距離との関係で規定するものである。条件式（９）の下限を超える場合は、光学長が短くなり過ぎ、諸収差の補正が困難になると共に、製作時の誤差感度も厳しくなり過ぎる。逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎることであり、本発明の目的である撮像レンズの小型化・薄型化に反する。

[0060] 上記条件式（９）に関しては、実施例の補充により、下記条件式（９a）の範囲の実施例であれば、より確実な効果が期待できるものであることが分かった。

$$1. \quad 0.3 < L / f < 1.25 \quad (9a)$$

[0061] さらに、本発明は、下記（１０）及び（２a）の条件式を満足する。

つまり、本発明の固体撮像素子用の撮像レンズは、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第１レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第２レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第３レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第４レンズとを備え、下記（１０）及び（２a）の条件式を満足する。

$$-1. \quad 0 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (10)$$

$$0.12 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2a)$$

ただし、

r₁ : 第１レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

r_5 : 第3レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第3レンズ像側面の曲率半径

[0062] 本発明は、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズである。これにより、安価で生産効率の良い樹脂材料を使用することにより低コスト化が可能となると共に、非球面の採用により高性能化も達成できる。

実施例

[0063] 以下に、本発明の実施例を具体的な数値を示し説明する。第1の実施例から第4のそれぞれの実施例(a)(b)(c)は、物体側から開口絞りS、第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、及び第4レンズL4、平行平面ガラスIR、像面の順の配列で構成されている。また、第1の実施例及び第2の実施例の開口絞りSは第1レンズの物体側面に設定してあり(図9)、第3の実施例及び第4の実施例の開口絞りSは第1レンズの物体側面よりも像側の位置に設定している(図10)。

[0064] また、各実施例における非球面の形状については、面の頂点を原点とし、光軸方向にZ軸をとり、光軸と垂直方向の高さをhとして、以下の非球面式で表す。

$$Z = (h^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(h^2 / r^2)\}^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + \dots$$

[0065] ただし、上記非球面式及び各実施例に使用する記号は下記の通りである。

A_i : i 次の非球面係数

r : 曲率半径

K : 円錐定数

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

F : Fナンバー

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 d 線に対するアッベ数

ω : 半画角

また、以降（表のレンズデータを含む）において、 10 のべき乗数（例えば、 4.5×10^{-04} ）を E （例えば、 $4.5E-04$ ）を用いて表し、レンズデータの面番号は、第一レンズの物体側を 1 面とし順に付与した。

実施例 1

[0066] 第 1 の実施例の実施例 1（a）の撮像レンズについて、数値データを表 1 に示す。また、図 1 は撮像レンズの断面図、図 2 は諸収差図である。

[0067] [表 1]

$$f = 4.390 \quad F = 2.8$$

面番号	r	d	n_d	ν_d	K		
1 (S)	1.375232	0.645017	1.525120	56.2669	0		
2	-6.06052	0.04			0		
3	-10.8074	0.3	1.614220	25.5765	0		
4	2.654898	0.78429			6.0060		
5	-1.55531	0.692462	1.544135	55.9763	0		
6	-1.02748	0.076694			-0.68783		
7	-800	0.763843	1.525120	56.2669	0		
8	1.878875	0.5			-12.101		
9	Infinity	0.3	1.516798	64.1983	0		
10	Infinity	0.852534			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-0.00764	-0.00401	-0.10776	0.204907	-0.24302	0	0
2	0.145123	-0.41024	0.141955	0.31407	-0.42716	0	0
3	0.226098	-0.47153	0.322264	0.265614	-0.68757	0	0
4	0.117334	-0.0792	-0.05889	0.434044	-0.31768	0	0
5	-0.02188	-0.16725	0.129352	0.064207	-0.03881	0	0
6	0.103207	-0.10095	0.072328	0.009919	-0.01616	0	0
7	-0.10929	0.085317	-0.03104	0.004488	0.000634	-0.00036	4.16E-05
8	-0.0865	0.043088	-0.0189	0.00545	-0.00095	8.89E-05	-3.6E-06

[0068] 第 1 の実施例の実施例 1（b）の撮像レンズについて、数値データを表 5

に示す。また、図 1 は撮像レンズの断面図、図 2 は諸収差図である。

[0069] [表5]

f=4. 390 F=2. 8 $\omega=32. 982^\circ$							
面番号	r	d	nd	ν d	K		
1(S)	1.375232	0.6450167	1.52512	56.2669	0		
2	-6.060523	0.04			0		
3	-10.8074	0.3	1.61422	25.5765	0		
4	2.654898	0.7842902			6.006092		
5	-1.555308	0.6924621	1.544135	55.9763	0		
6	-1.027475	0.0766941			-0.687831		
7	-800	0.7638432	1.52512	56.2669	0		
8	1.878875	0.5			-12.10104		
9	Infinity	0.3	1.516798	64.1983	0		
10	Infinity	0.8525338			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1(S)	-0.00764	-0.004013	-0.10776	0.2049069	-0.243023	0	0
2	0.1451231	-0.41024	0.1419555	0.3140697	-0.427157	0.1001246	0
3	0.2260983	-0.47153	0.3222643	0.2656138	-0.687565	0.8087303	-0.444821
4	0.1173338	-0.079198	-0.058889	0.4340439	-0.317682	0.1784135	-0.223889
5	-0.021877	-0.167251	0.1293524	0.0642069	-0.038812	-0.170191	0.0324237
6	0.1032069	-0.100954	0.0723282	0.0099194	-0.016158	0	0
7	-0.10929	0.0853168	-0.031043	0.0044879	0.0006342	-0.000364	4.156E-05
8	-0.086496	0.0430877	-0.018903	0.0054503	-0.000949	8.892E-05	-3.63E-06

[0070] 第 1 の実施例の実施例 1 (c) の撮像レンズについて、数値データを表 9 に示す。また、図 1 1 は撮像レンズの断面図、図 1 2 は諸収差図である。

[0071]

[表9]

f=4.65			F=2.85		$\omega = 31.63^\circ$
面番号	r	d	nd	ν d	K
1 (S)	1.3095	0.633	1.5346	56.2	0
2	-19.7311	0.039			0
3	-50	0.3	1.6142	25.6	0
4	2.5132	0.856			-4.234
5	-1.0739	0.388	1.5441	56.0	0
6	-0.9429	0.03			-3.137
7	-95	0.903	1.5346	56.2	0
8	3.027	0.96			-37.29
9	Infinity	0.2	1.5168	64.2	0
10	Infinity	0.607483722			0

面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	-8.786E-03	3.879E-02	-2.096E-01	3.845E-01	-3.291E-01	0.000E+00	0.000E+00
2	5.580E-02	-1.608E-01	-3.442E-02	6.956E-02	-1.361E-01	9.906E-02	0.000E+00
3	1.228E-01	-2.021E-01	3.262E-02	1.796E-01	-5.564E-01	7.903E-01	-2.849E-01
4	1.741E-01	2.556E-02	-1.799E-01	5.624E-01	-3.864E-01	-1.414E-01	5.274E-01
5	1.805E-01	-1.446E-01	4.994E-01	1.596E-01	-2.511E+00	3.589E+00	-1.725E+00
6	-9.122E-02	1.526E-01	1.709E-02	-9.295E-02	2.856E-02	0.000E+00	0.000E+00
7	-1.083E-02	2.998E-03	-1.529E-02	1.985E-02	-1.053E-02	2.437E-03	-2.052E-04
8	-7.490E-02	2.594E-02	-7.823E-03	2.068E-04	5.297E-04	-1.282E-04	8.080E-06

実施例 2

[0072] 第2の実施例の実施例2 (a) の撮像レンズについて、数値データを表2に示す。また、図3は撮像レンズの断面図、図4は諸収差図である。

[0073]

[表2]

f = 3. 2 5 4 F = 2. 3 9							
面番号	r	d	n d	ν d	K		
1 (S)	1.390283	0.6	1.534383	56.2012	0		
2	-3.36177	0.05			0		
3	-3.40699	0.3	1.614220	25.5765	0		
4	4.860116	0.571			0		
5	-2.0427	0.604	1.544135	55.9763	0		
6	-0.74176	0.097			0		
7	-66.6666	0.4	1.534383	56.2012	-0.60024		
8	0.930527	0.3			0		
9	Infinity	0.3	1.516798	64.1983	-7.42076		
10	Infinity	0.692804			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-0.02193	-0.01957	-0.186564	0.736126	-1.94079	1.800171	0
2	0.233877	-0.82902	0.133872	0.616611	0.088397	-0.75814	0
3	0.40175	-0.99147	0.064008	3.737553	-8.71176	8.06443	0
4	0.231036	-0.11402	-1.25906	5.073	-7.88182	4.95788	0
5	-0.00314	-0.06925	-0.22973	0.500472	0.545578	-2.42023	0
6	0.699389	-1.18383	1.719871	-1.26434	0.441837	0	0
7	-0.15423	-0.07843	0.250205	-0.2117	0.080131	-0.01123	0
8	-0.21551	0.216347	-0.20344	0.130067	-0.05224	0.01020	-5.13E-04

[0074] 第2の実施例の実施例2 (b) の撮像レンズについて、数値データを表6に示す。また、図3は撮像レンズの断面図、図4は諸収差図である。

[0075]

[表6]

f=3. 254 F=2. 39 $\omega=34. 7062^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K		
1(S)	1.390283	0.6	1.534622	56.1603	0		
2	-3.361771	0.05			0		
3	-3.406991	0.3	1.61422	25.5765	0		
4	4.860116	0.571			0		
5	-2.042695	0.604	1.544135	55.9763	0		
6	-0.741764	0.097			-0.600242		
7	-66.6666	0.4	1.534622	56.1603	0		
8	0.930527	0.3			-7.420764		
9	Infinity	0.3	1.516798	64.1983	0		
10	Infinity	0.6928044			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1(S)	-0.021934	-0.017794	-0.207293	0.7361262	-1.940794	1.8001707	-0.866923
2	0.233877	-0.753654	0.1487462	0.6166109	0.0883973	-0.758143	0
3	0.4017497	-0.99147	0.0711202	3.7375529	-8.711756	11.057563	-5.775434
4	0.2310361	-0.114023	-1.259055	5.0729995	-7.881817	4.9578771	0
5	-0.003139	-0.069247	-0.229727	0.5004715	0.5455783	-2.420227	1.7866983
6	0.6993895	-1.18383	1.7198708	-1.264343	0.441837	0	0
7	-0.154228	-0.078433	0.2502051	-0.211705	0.0801314	-0.011232	0
8	-0.215513	0.2163473	-0.203441	0.1300665	-0.05224	0.0115871	-0.001089

[0076] 第2の実施例の実施例2 (c) の撮像レンズについて、数値データを表10に示す。また、図13は撮像レンズの断面図、図14は諸収差図である。

[0077]

[表10]

f=3.24

F=2.41

 $\omega = 35.15^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K
1 (S)	1.6995	0.723	1.5346	56.2	-1.791
2	-5.8708	0.116			0
3	-4.4436	0.379	1.6142	25.6	0
4	8.2306	0.45			-29.55
5	-2.1959	0.559	1.5441	56.0	0.71
6	-0.6198	0.03			-3.837
7	-100	0.483	1.5346	56.2	0
8	0.7354	0.7			-7.114
9	Infinity	0.3	1.5168	64.2	0
10	Infinity	0.413256582			0

面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.221E-02	-1.026E-01	1.933E-01	-4.347E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2	-2.926E-01	-1.544E-01	3.067E-01	-2.089E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	-3.325E-01	-1.554E-01	5.505E-01	-1.370E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	-6.048E-02	-9.395E-04	9.007E-02	-1.423E-01	8.051E-02	0.000E+00	0.000E+00
5	6.936E-02	-4.231E-01	2.236E+00	-6.091E+00	8.765E+00	-6.571E+00	1.974E+00
6	-3.150E-01	5.549E-01	-5.490E-01	3.037E-01	-6.809E-03	-6.093E-02	2.144E-02
7	-7.214E-02	3.640E-03	5.307E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	-1.468E-01	1.121E-01	-7.492E-02	3.249E-02	-8.854E-03	1.352E-03	-8.878E-05

実施例 3

[0078] 第3の実施例の実施例3 (a) の撮像レンズについて、数値データを表3に示す。また、図5は撮像レンズの断面図、図6は諸収差図である。

[0079]

[表3]

f = 2. 4 0 7 F = 2. 4 3 8

面番号	r	d	n d	ν d	K		
1 (S)	Infinity	-0.04			0		
2	1.828655	0.54	1.534383	56. 2012	4.097046		
3	-1.44833	0.03			-19.516		
4	-70	0.29	1.614220	25. 5765	0		
5	1.536613	0.508			-10.5384		
6	-3.01735	0.581	1.544135	55. 9763	-121.563		
7	-0.55374	0.121			-2.90948		
8	-4.13234	0.3	1.534383	56. 0201	0		
9	0.672351	0.5			-7.15938		
1 0	Infinity	0.145	1.516798	64. 1983	0		
1 1	Infinity	0.168903			0		
面番号	A 4	A 6	A 8	A 10	A 12	A 14	A 16
2	-0.20649	-0.38754	-0.26282	-1.32651	-0.43768	0	0
3	-0.92599	1.47068	-1.53800	-0.58265	0.85756	0	0
4	-0.15677	0.20864	1.14377	-1.76902	0.31215	0	0
5	0.15677	-0.30617	0.17395	1.051311	-1.80868	0	0
6	-0.68146	1.85907	-2.91392	-0.58773	2.318004	4.999694	0
7	-0.59688	1.16458	-1.10635	-0.03345	0.365374	0.276374	0
8	-0.08277	0.04511	-0.00448	0	0	0	0
9	-0.18745	0.12228	-0.07426	0.025804	-0.00498	0.000423	0

[0080] 第3の実施例の実施例3（b）の撮像レンズについて、数値データを表7に示す。また、図5は撮像レンズの断面図、図6は諸収差図である。

[0081]

[表7]

f=2. 407 F=2. 538 $\omega=36. 3638^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K		
1(S)	Infinity	-0.04			0		
2	1.828655	0.54	1.534622	56.1603	1.097046		
3	-1.448327	0.03			-18.516		
4	-70	0.29	1.61422	25.5765	0		
5	1.536613	0.508			-10.53838		
6	-3.017346	0.581	1.544135	55.9763	-121.5627		
7	-0.553742	0.121			-3.909484		
8	-4.132343	0.3	1.534622	56.1603	0		
9	0.672351	0.5			-7.159382		
10	Infinity	0.145	1.516798	64.1983	0		
11	Infinity	0.1689028			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	-0.187716	-0.352317	-0.292021	-1.326514	-0.437678	0	0
3	-0.841805	1.3369839	-1.708886	-0.582648	0.8575601	0	0
4	-0.261876	0.1896679	1.2708499	-1.769024	0.3121499	0	0
5	0.1425138	-0.278336	0.1932812	1.0513113	-1.808684	0	0
6	-0.68146	1.8590665	-2.649019	-0.587734	2.3180044	4.9996944	-7.723394
7	-0.596883	1.164584	-1.005769	-0.033447	0.3653742	0.2763737	-0.226011
8	-0.082771	0.0451084	-0.004477	0	0	0	0
9	-0.197447	0.122276	-0.074262	0.0258038	-0.004979	0.0004232	-6.72E-05

[0082] 第3の実施例の実施例3（c）の撮像レンズについて、数値データを表1に示す。また、図15は撮像レンズの断面図、図16は諸収差図である。

[0083]

[表11]

f=1.96

F=2.35

 $\omega = 36.23^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K
1 (S)	Infinity	-0.02			0
2	1.1004	0.412	1.5346	56.2	-2.511
3	-2.1278	0.062			0.1503
4	-4.0183	0.24	1.6142	25.6	-29.66
5	1.5551	0.161			5.728
6	-4.0814	0.513	1.5441	56.0	23.38
7	-0.3904	0.02			-4.273
8	-85	0.24	1.5346	56.2	0
9	0.4239	0.225			-6.928
10	Infinity	0.3	1.5168	64.2	0
11	Infinity	0.41632937			0

面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	1.623E-01	-7.011E-01	2.302E-01	-4.852E+01	1.700E+02	0.000E+00	0.000E+00
3	-7.668E-01	-1.279E+00	5.115E+00	-1.129E+01	6.717E+01	0.000E+00	0.000E+00
4	-1.113E+00	-1.510E+00	1.314E+01	-1.247E+00	4.368E+01	0.000E+00	0.000E+00
5	-4.084E-01	-6.651E-02	-1.706E+00	5.534E+00	8.884E+00	-5.674E+01	0.000E+00
6	4.453E-01	-4.017E-01	2.886E+00	-4.203E+00	-7.417E+00	4.262E+01	-7.124E+01
7	-8.588E-01	2.081E+00	-2.287E+00	5.416E+00	3.477E+00	-3.846E+00	-1.944E+01
8	-5.138E-01	-2.253E+00	9.620E+00	-1.459E+01	1.022E+01	-6.805E+00	5.224E+00
9	-7.283E-01	9.636E-01	-9.436E-01	4.129E-01	4.873E-02	-1.532E-01	3.327E-02

実施例 4

[0084] 第4の実施例の実施例4 (a) の撮像レンズについて、数値データを表4に示す。また、図7は撮像レンズの断面図、図8は諸収差図である。

[0085]

[表4]

f = 3. 6 0 4 F = 2. 5 8 8

面番号	r	d	n d	ν d	K		
1 (S)	Infinity	-0.15			0		
2	1.490339	0.6614	1.534383	56. 2012	0		
3	-2.32496	0.03			0		
4	-4.04243	0.3	1.583716	30. 1305	0		
5	2.201408	0.701			0		
6	-1.58364	0.5085	1.544135	55. 9763	0		
7	-0.75125	0.1164			-0.98883		
8	-42.7457	0.4374	1.534383	56. 2012	0		
9	1.271466	0.3			-10.474		
1 0	Infinity	0.3	1.516798	64. 1983	0		
1 1	Infinity	0.2			0		
1 2	Infinity	0.4	1.516798	64. 1983	0		
1 3	Infinity	0.449494			0		
面番号	A 4	A 6	A 8	A 10	A 12	A 14	A 16
2	-0.03366	0.048464	-0.32507	0.270778	-0.4332	0	0
3	0.428463	-0.91385	1.177844	-0.98562	0.707334	0	0
4	0.344618	-0.8511	0.326252	0.995023	-1.00719	0	0
5	0.065295	-0.05086	-0.14669	0.446358	0.053449	0	0
6	-0.18815	0.343674	-0.33537	0.064811	0.467736	-0.41534	0
7	0.282785	-0.39066	0.375454	-0.07377	-0.00674	-0.00792	0
8	-0.01521	-0.00499	0.00392	-0.00065	0	0	0
9	-0.11376	0.057969	-0.02729	0.006679	-0.00071	0	0

[0086] 第4の実施例の実施例4（b）の撮像レンズについて、数値データを表8に示す。また、図7は撮像レンズの断面図、図8は諸収差図である。

[0087]

[表8]

f=3. 604 F=2. 588 $\omega=32. 3156^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K		
1(S)	Infinity	-0.15			0		
2	1.490339	0.6614	1.534622	56.1603	0		
3	-2.324958	0.03			0		
4	-4.042434	0.3	1.583716	30.1305	0		
5	2.201408	0.701			0		
6	-1.583639	0.5085	1.544135	55.9763	0		
7	-0.751247	0.1164			-0.988826		
8	-42.74573	0.4374	1.534622	56.1603	0		
9	1.271466	0.3			-10.47395		
10	Infinity	0.3	1.516798	64.1983	0		
11	Infinity	0.2			0		
12	Infinity	0.4	1.516798	64.1983	0		
13	Infinity	0.4494938			0		
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	-0.033658	0.0484639	-0.225074	0.2707781	-0.433202	0.250519	0
3	0.3284626	-0.913849	1.0778441	-0.985615	0.7073337	0	0
4	0.3446185	-0.851097	0.4262523	0.9950231	-1.007192	0.3421772	0
5	0.0652949	-0.05086	-0.146686	0.446358	0.0534493	-0.472957	0.183748
6	-0.188147	0.3436735	-0.335366	0.0648112	0.4677363	-0.415341	0
7	0.2827855	-0.39066	0.375454	-0.073769	-0.006741	-0.007921	0
8	-0.015208	-0.004987	0.0039201	-0.000652	0	0	0
9	-0.113765	0.0579687	-0.027291	0.0066793	-0.00071	0	0

[0088] 第4の実施例の実施例4 (c) の撮像レンズについて、数値データを表12に示す。また、図17は撮像レンズの断面図、図18は諸収差図である。

[0089]

[表12]

f=3.51 F=2.41 $\omega = 39.07^\circ$

面番号	r	d	nd	ν d	K
1 (S)	Infinity	-0.162			0
2	1.4359	0.664	1.5346	56.2	-1.079
3	50.9998	0.085			-97
4	-7.9002	0.317	1.6355	23.9	-26.19
5	11.0299	0.497			0.3248
6	-2.6488	0.749	1.5441	56.0	-1.66
7	-0.7212	0.212			-3.66123
8	-2.0461	0.341	1.5346	56.2	-38.25
9	1.2353	0.485			-10.199
10	Infinity	0.3	1.5168	64.2	0
11	Infinity	0.54697273			0

面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	1.951E-02	1.089E-02	1.176E-02	-1.615E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	-1.662E-01	-2.397E-01	3.418E-01	-1.517E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	-9.826E-02	-1.872E-01	3.005E-01	2.687E-01	-2.657E-01	0.000E+00	0.000E+00
5	1.144E-01	-8.212E-02	2.459E-01	-1.522E-01	9.541E-02	3.205E-02	0.000E+00
6	-4.829E-02	1.162E-02	3.507E-01	-9.959E-01	8.245E-01	-3.222E-02	-2.362E-01
7	-1.604E-01	2.281E-01	-1.421E-01	3.722E-02	3.641E-03	-7.821E-03	2.056E-03
8	-3.459E-02	7.723E-03	-1.414E-04	-5.914E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	-8.064E-02	3.968E-02	-1.711E-02	4.791E-03	-8.654E-04	8.924E-05	-4.009E-06

[0090] 第1の実施例から第4の実施例に関し、条件式(1)から条件式(9)に対応する値を下記表13に示す。

[表13]

	実施例1(a)	実施例2(a)	実施例3(a)	実施例4(a)	実施例1(b)	実施例2(b)	実施例3(b)	実施例4(b)	実施例1(c)	実施例2(c)	実施例3(c)	実施例4(c)
条件式(1)	-0.22692	-0.41356	-1.2626	-0.64102	-0.22692	-0.41356	-1.26260	-0.64102	-0.0663687	-0.2694811	-0.5171539	0.0281557
条件式(2)	0.660625	0.36313	0.18352	0.47438	0.66062	0.36313	0.18352	0.47438	0.87803212	0.28223353	0.09565345	0.2722829
条件式(3)	-0.78379	-0.98845	-1.01539	-0.66575	-0.78340	-0.98722	-1.01393	-0.66505	-0.8360215	-1.4353663	-0.9180283	-2.0428
条件式(4)	-0.81287	-0.52644	-0.43976	-0.63866	-0.81246	-0.52577	-0.43914	-0.63800	-1.176257	-0.4212556	-0.4028911	-0.394711
条件式(5)	-0.00235	-0.01396	-0.1627	-0.02974	-0.00235	-0.01396	-0.16270	-0.02974	-0.0318632	-0.0073543	-0.0049871	-0.603759
条件式(6)	0.501196	0.591359	0.66626	0.50167	0.50095	0.59062	0.66530	0.50115	0.49921333	0.78798203	0.72574111	0.78088
条件式(7)	0.866736	0.565293	0.478049	0.599753	0.86631	0.56459	0.47737	0.59913	1.49	0.43587741	0.38659694	0.4547294
条件式(8)	-0.24566	-1.42651	-0.02195	-0.54457	-0.24566	-1.42651	-0.02195	-0.54457	-0.0502647	-1.8522567	-0.3870045	-1.396163
条件式(9)	1.10212	1.166528	1.302094	1.153949	1.10520	1.17091	1.30094	1.15536	1.0384488	1.25086062	1.28145527	1.1656874

符号の説明

[0091] S 開口絞り

L 1 第1レンズ

L 2 第2レンズ

L 3 第3レンズ

L 4 第4レンズ

I R 平行平面ガラス

請求の範囲

[請求項1] 固体撮像素子用の撮影レンズであって、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第2レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第4レンズとを備え、下記（1）及び（2）の条件式を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-1.3 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (1)$$

$$0.09 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2)$$

ただし

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

r_5 : 第3レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第3レンズ像側面の曲率半径

[請求項2] 開口絞りが、前記第1レンズの物体側に配置されることを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

[請求項3] 前記第2レンズの像側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状であ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] 前記第4レンズの物体側面は、レンズ中心部から周辺部までに変曲点を持たず、一様に変化する非球面形状であることを特徴とする請求項1乃至3の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

[請求項5] 前記第2レンズは、更に下記（3）の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

[請求項6] 前記第2レンズ及び前記第4レンズは、更に下記(4)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[請求項7] 前記第2レンズ及び前記第4レンズは、更に下記(3), (4)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$-2.05 < f_2 / f < -0.5 \quad (3)$$

$$-1.2 < f_4 / f < -0.35 \quad (4)$$

ただし

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

[請求項8] 前記第4レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記(5)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$-0.61 < r_8 / r_7 < 0.0 \quad (5)$$

ただし、

r_7 : 第4レンズ物体側面の曲率半径

r_8 : 第4レンズ像側面の曲率半径

[請求項9] 前記第1レンズは、下記(6)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至8の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

[請求項10] 前記第3レンズは、下記(7)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至8の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[請求項11] 前記第1レンズ及び前記第3レンズは、下記(6)、(7)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至8の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$0.4 < f_1 / f < 0.8 \quad (6)$$

$$0.35 < f_3 / f < 0.9 \quad (7)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

[請求項12] 前記第2レンズは、物体側と像側の曲率半径に関して、下記(8)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至11の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$-2.0 < r_4 / r_3 < 0.0 \quad (8)$$

ただし、

r_3 : 第2レンズ物体側面の曲率半径

r_4 : 第2レンズ像側面の曲率半径

[請求項13] 前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記(9)の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至12の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

$$1.03 < L / f < 1.4 \quad (9)$$

ただし、

L : 第 1 レンズ物体側面より像面までの光軸上の距離（平行平面ガラスを除いた空気換算距離）

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

[請求項14]

固体撮像素子用の撮像レンズであって、物体側から順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第 2 レンズと、光軸近傍で像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第 3 レンズと、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた両凹レンズ形状の第 4 レンズとを備え、下記 (10) 及び (2a) の条件式を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-1.0 < r_1 / r_2 < 0.03 \quad (10)$$

$$0.12 < r_6 / r_5 < 1.0 \quad (2a)$$

ただし、

r_1 : 第 1 レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第 1 レンズ像側面の曲率半径

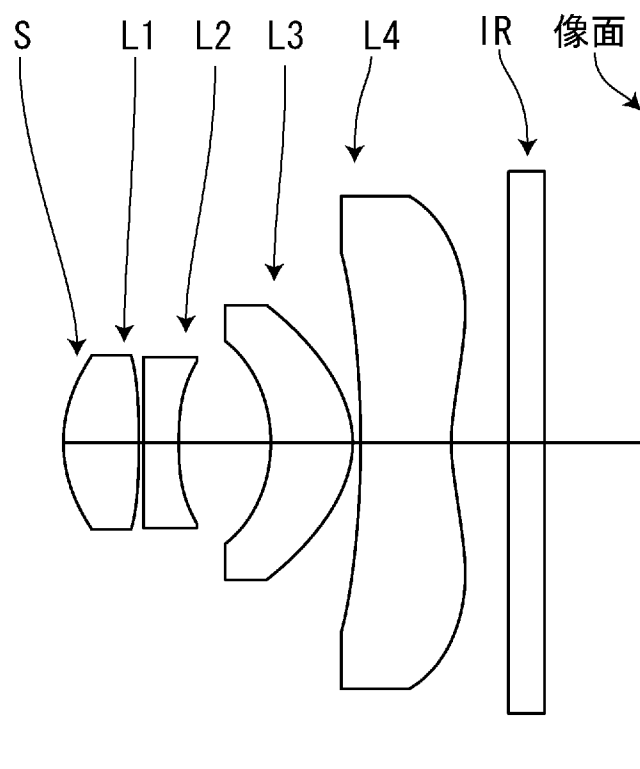
r_5 : 第 3 レンズ物体側面の曲率半径

r_6 : 第 3 レンズ像側面の曲率半径

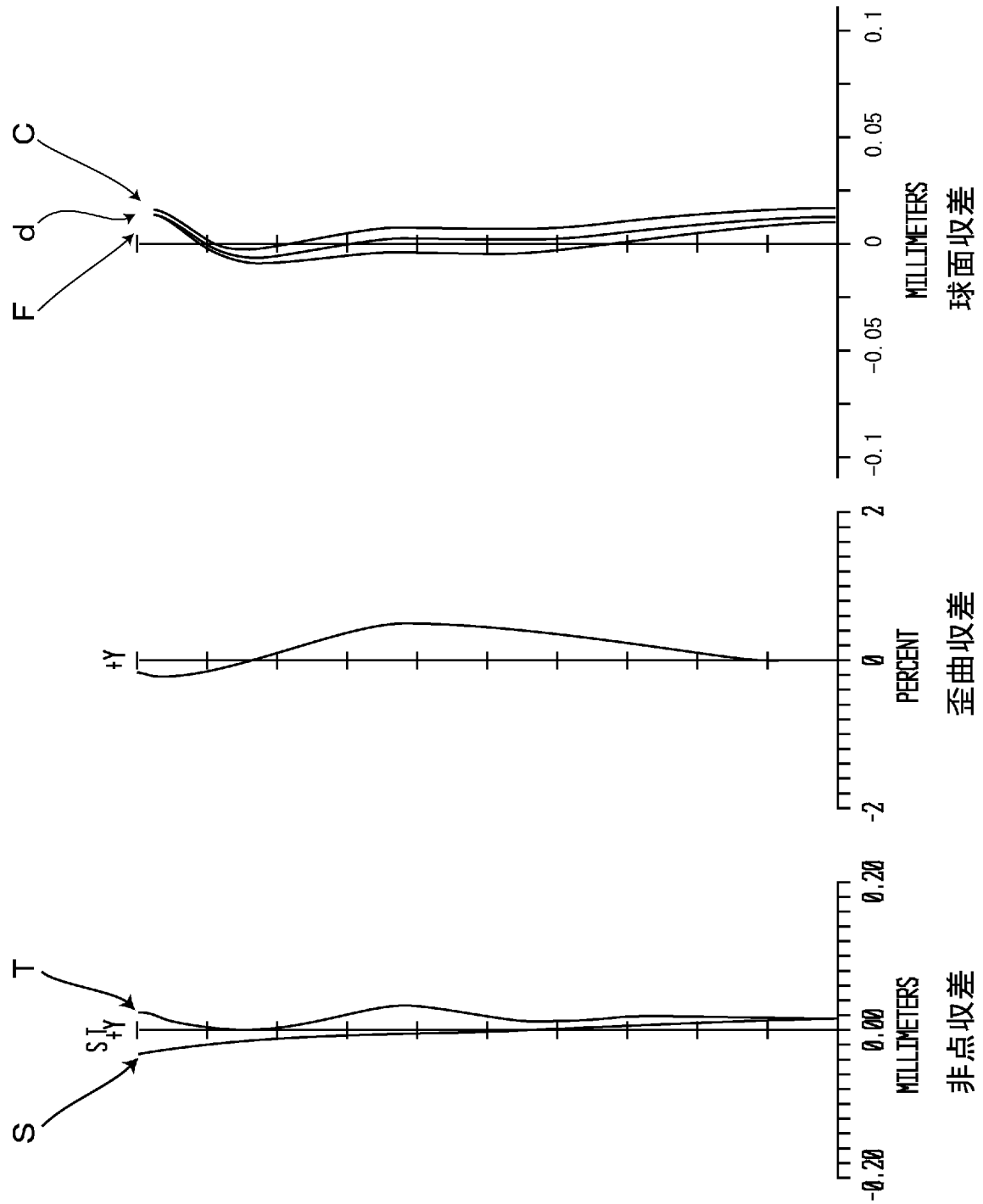
[請求項15]

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ及び前記第 4 レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、合成樹脂材料により製作される所謂プラスチックレンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 14 の内の一つの請求項記載の撮像レンズ。

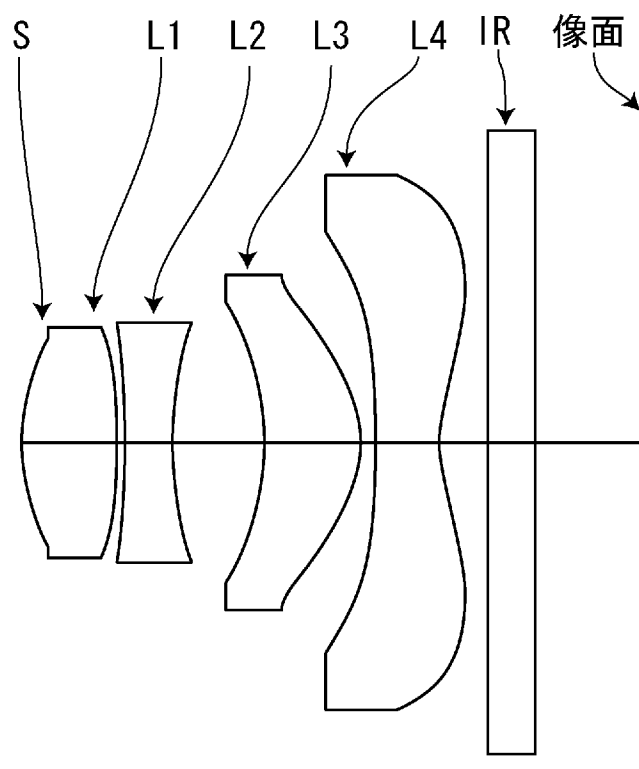
[図1]



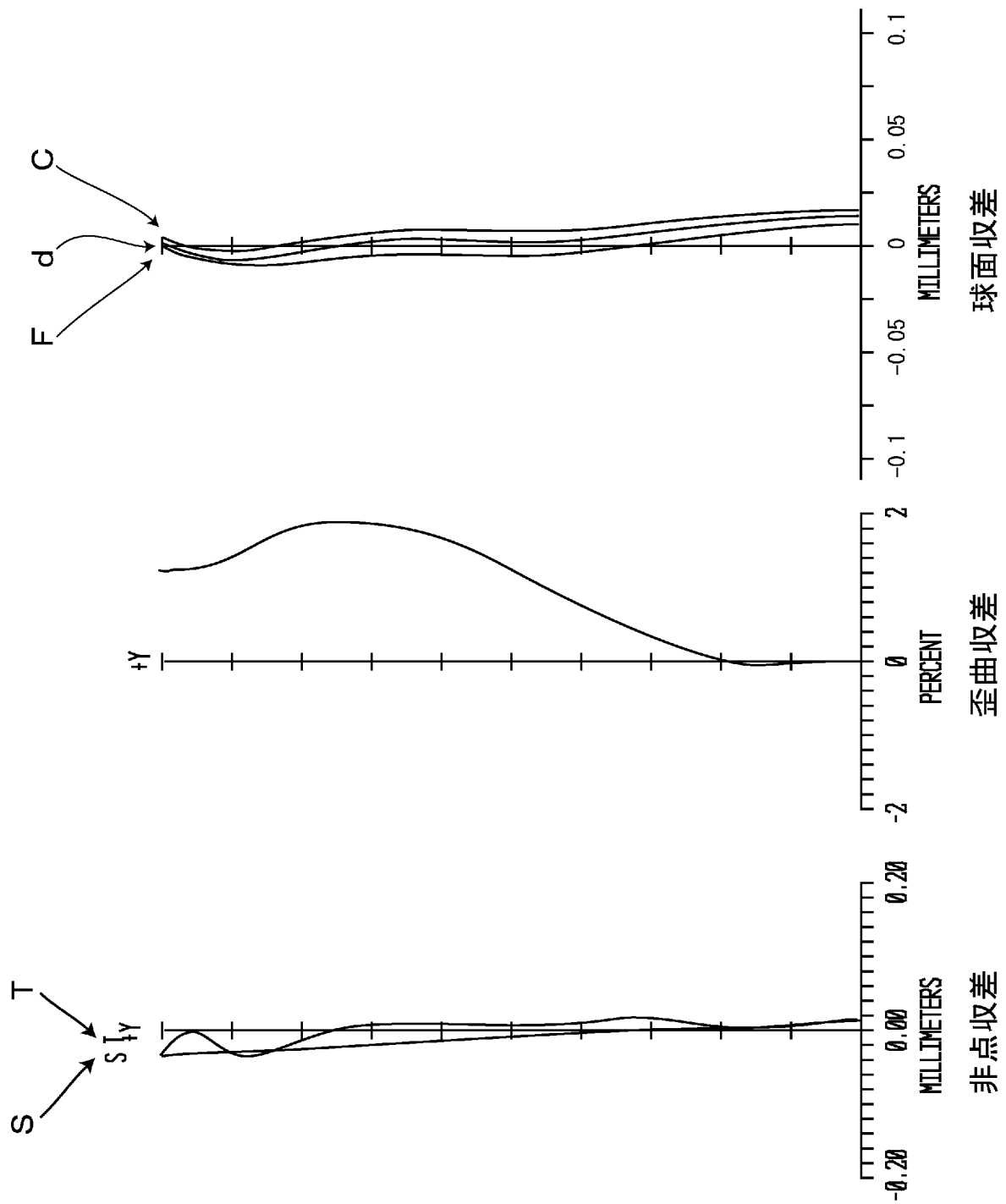
[図2]



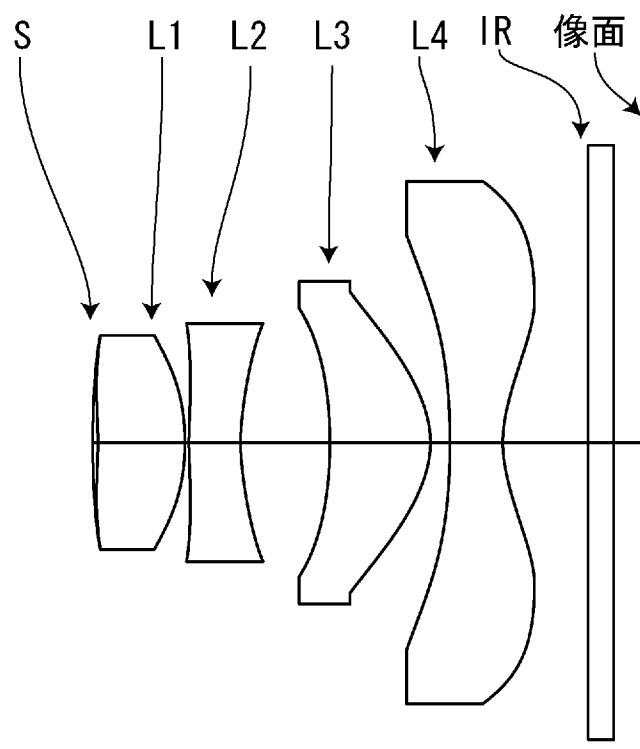
[図3]



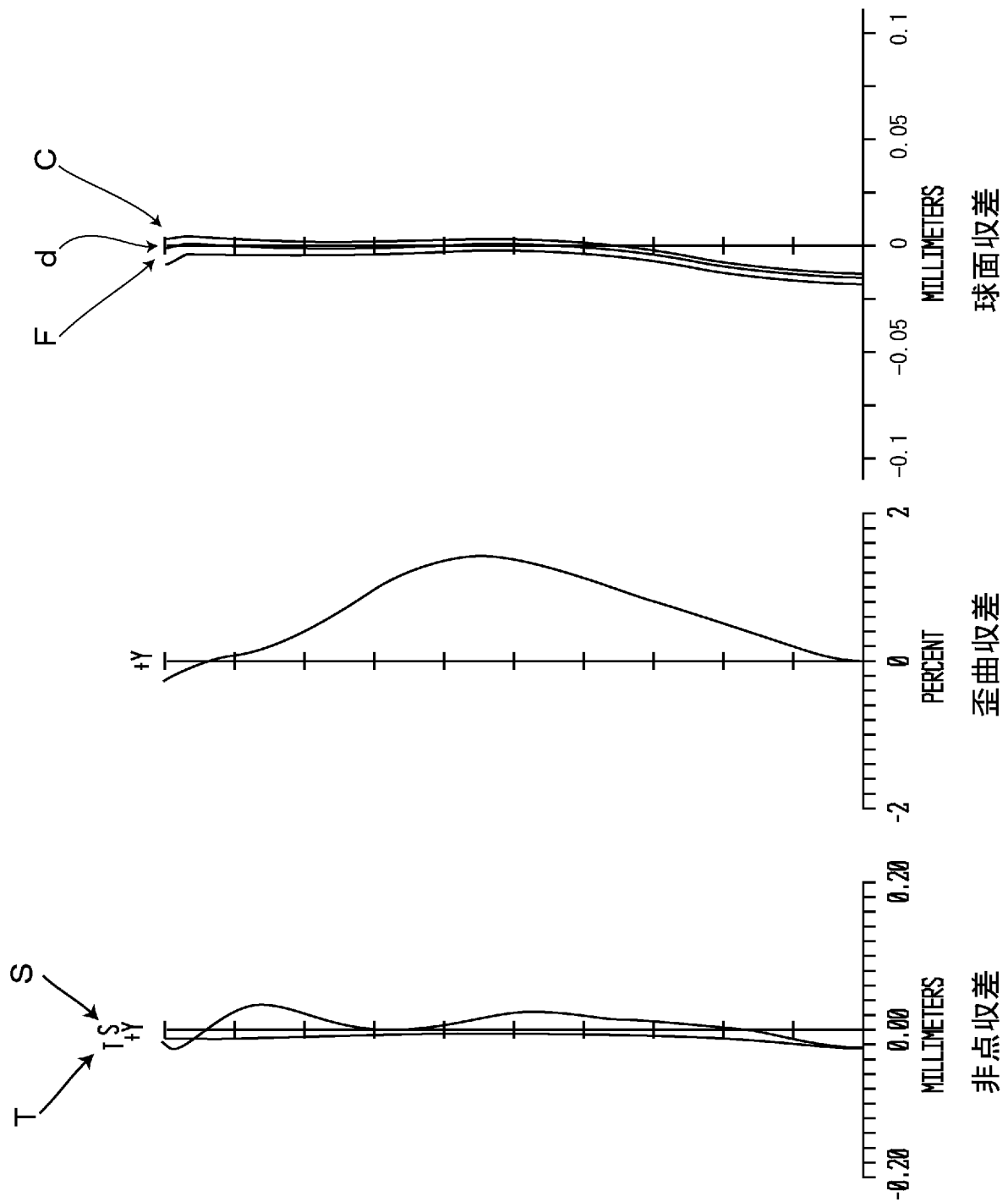
[図4]



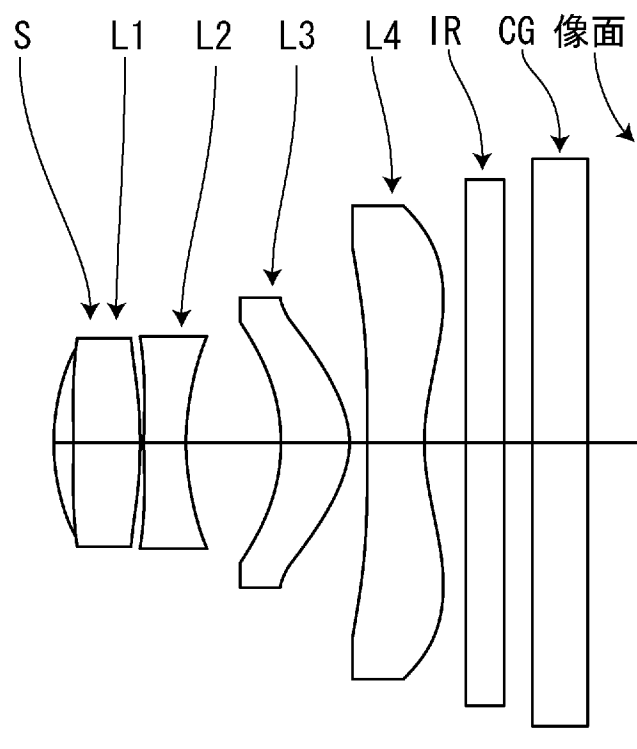
[図5]



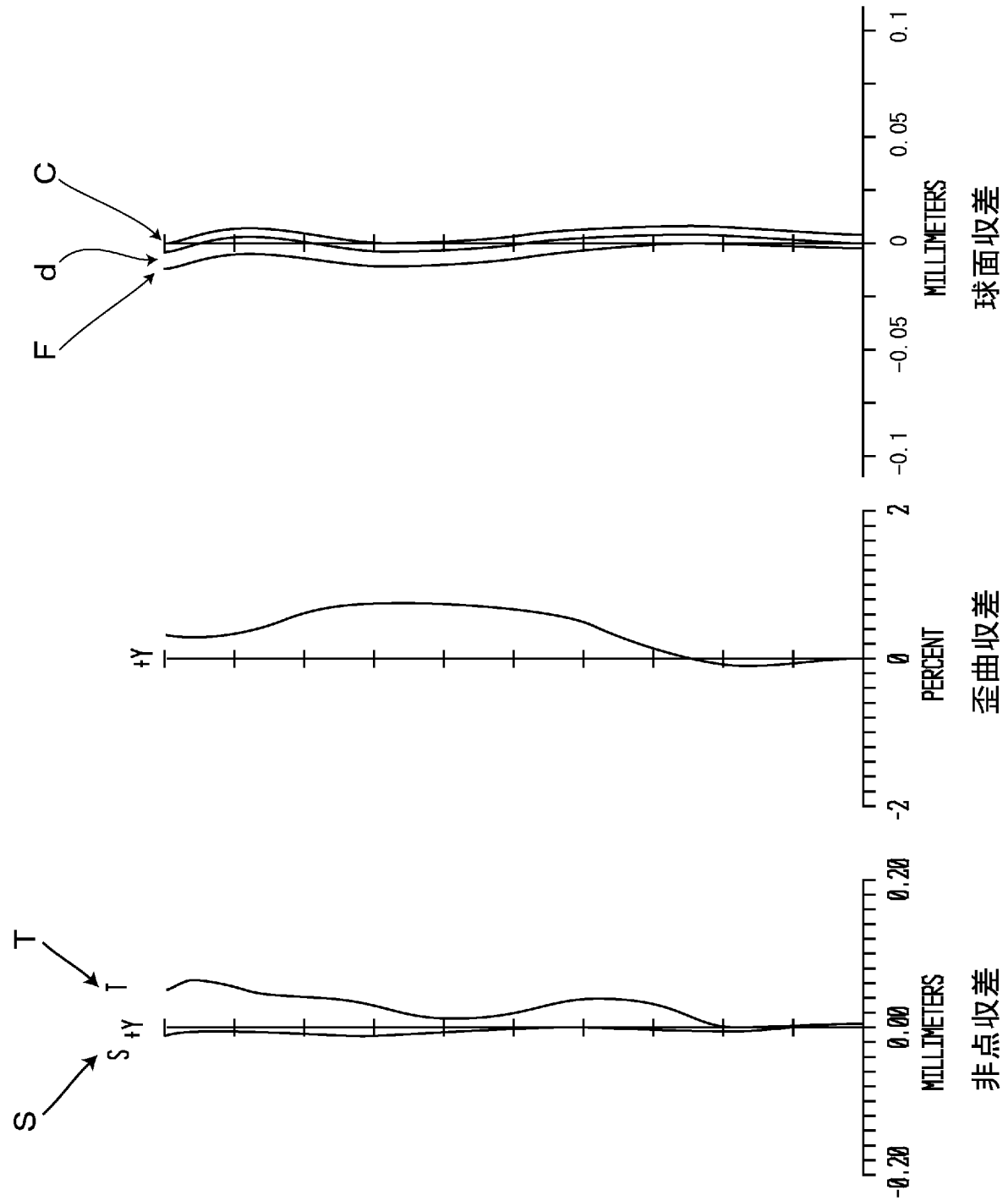
[図6]



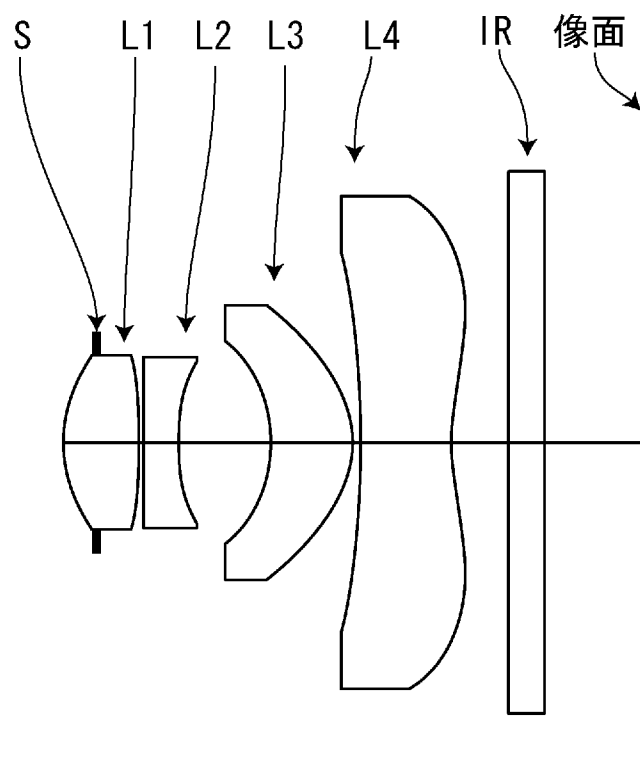
[図7]



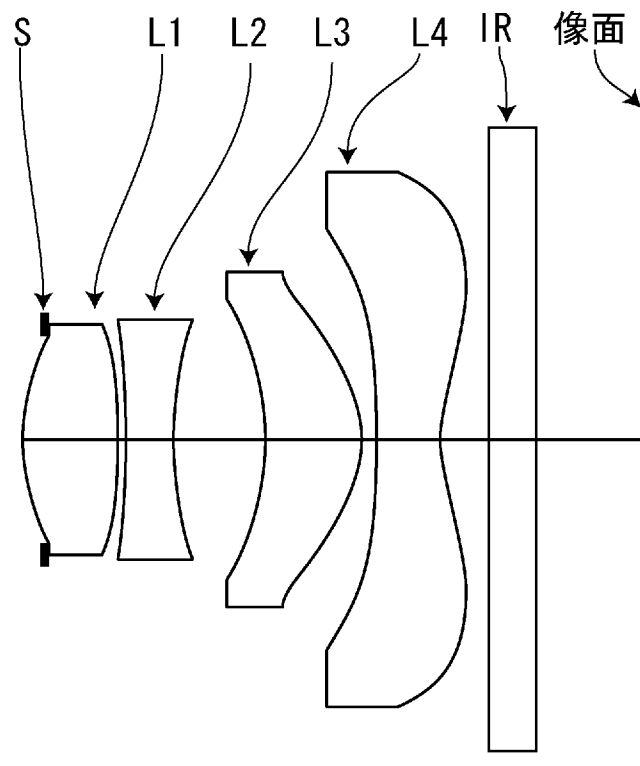
[図8]



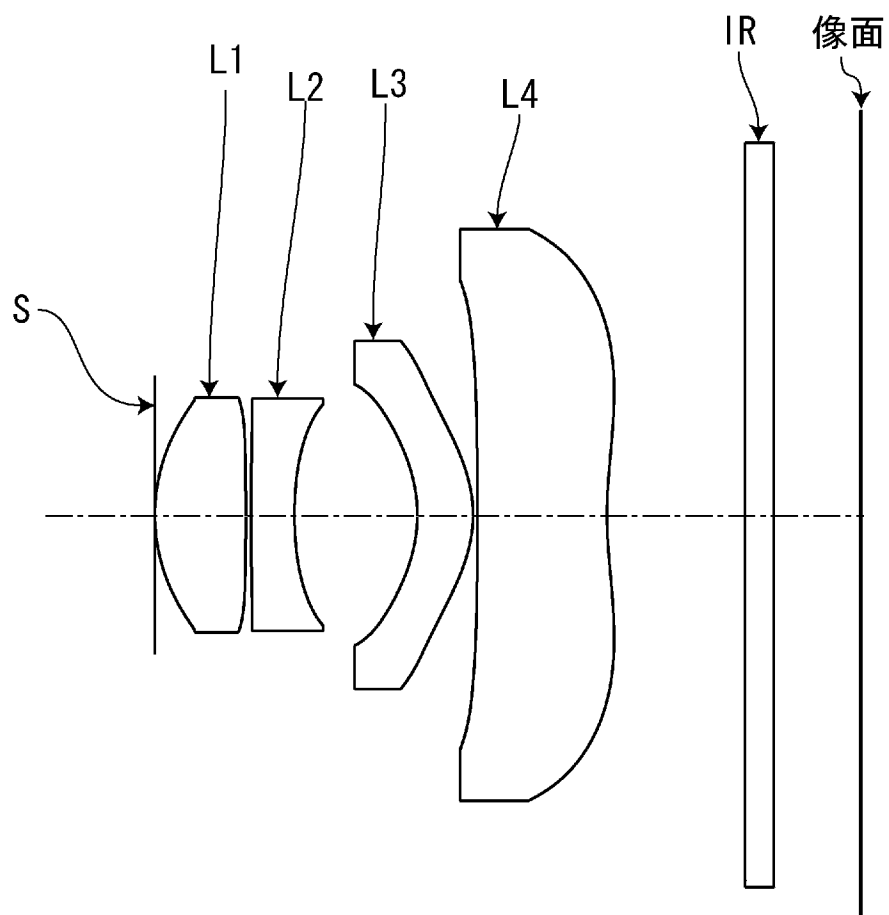
[図9]



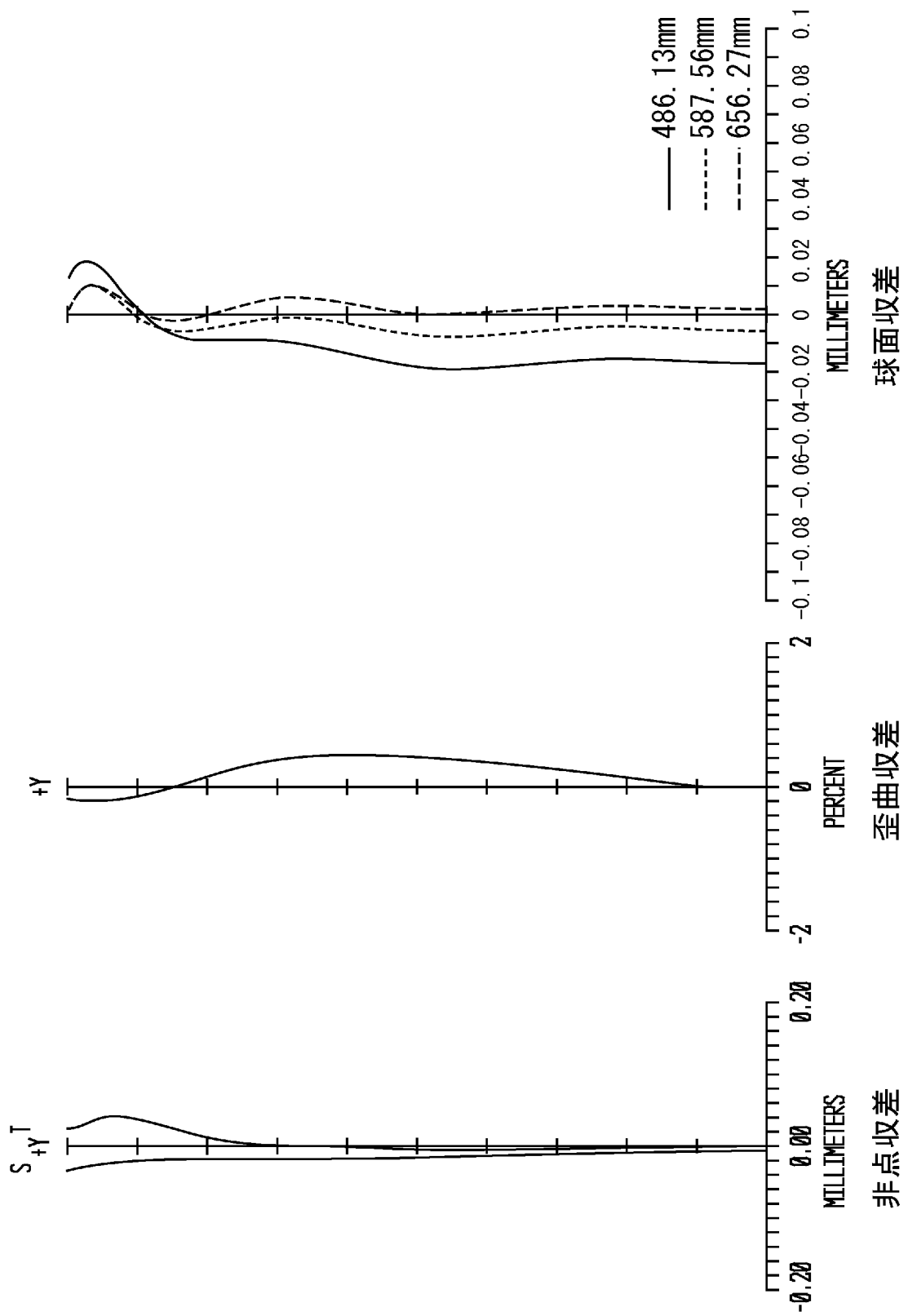
[図10]



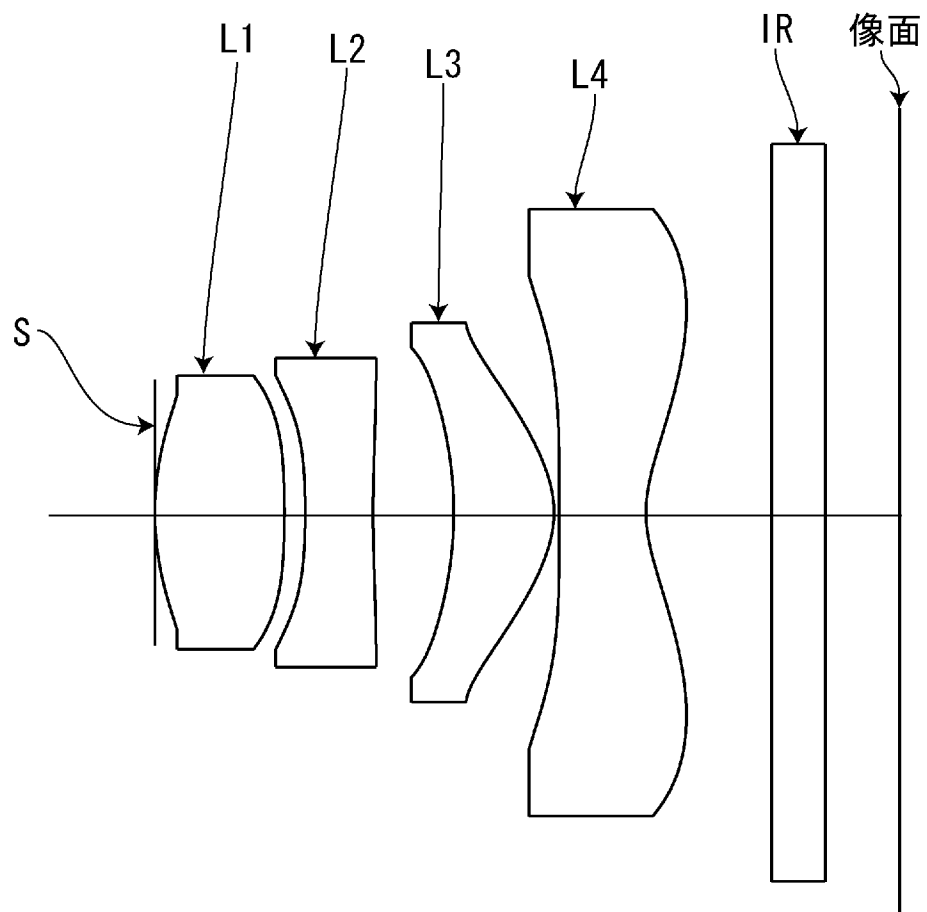
[図11]



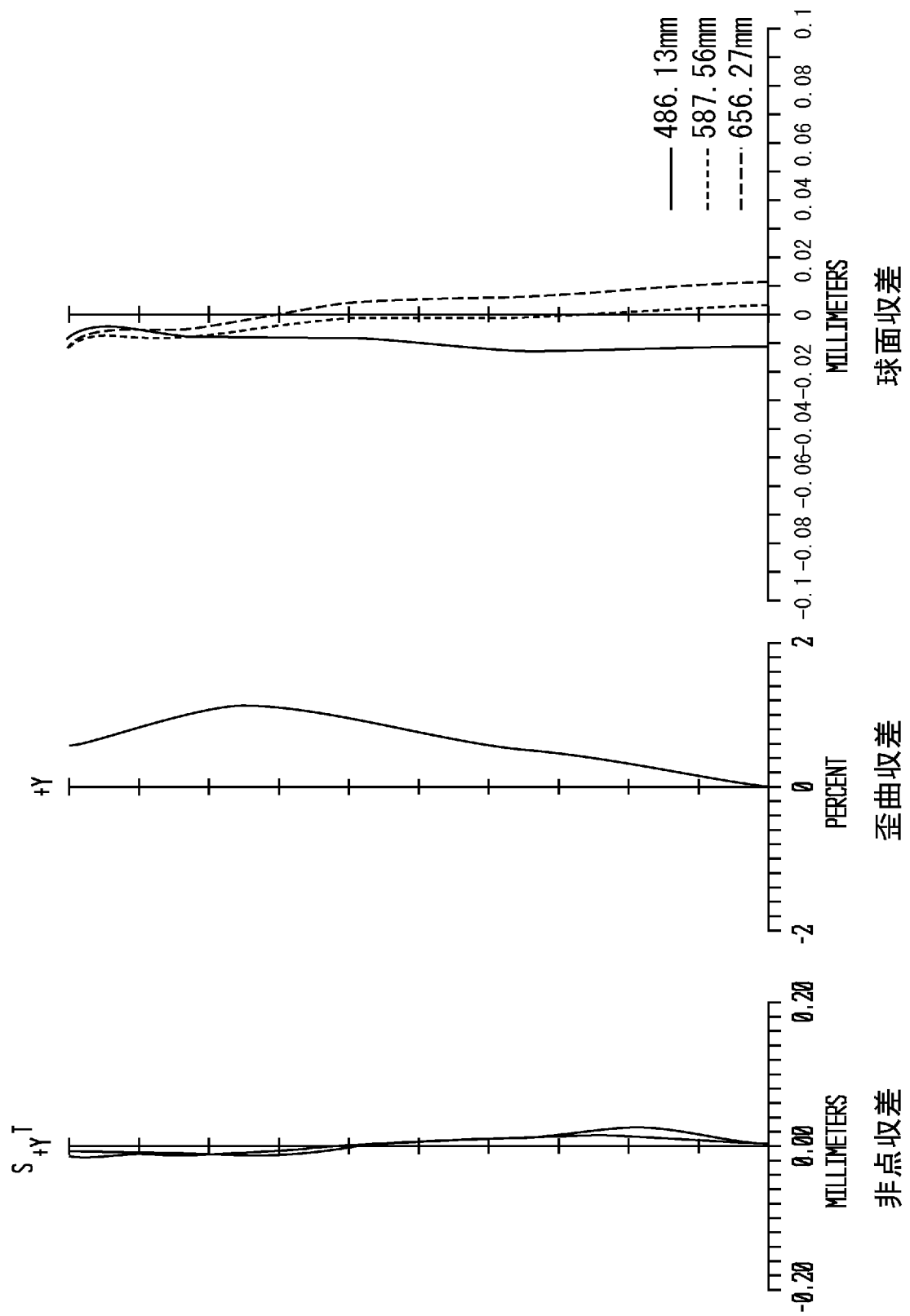
[図12]



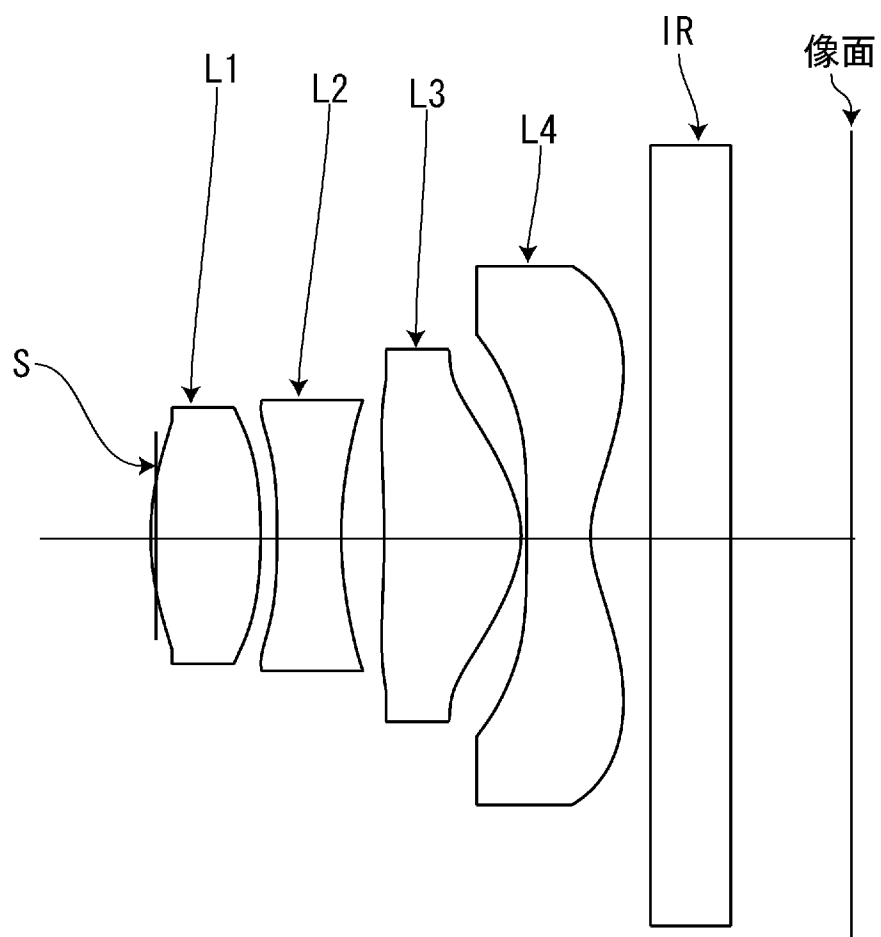
[図13]



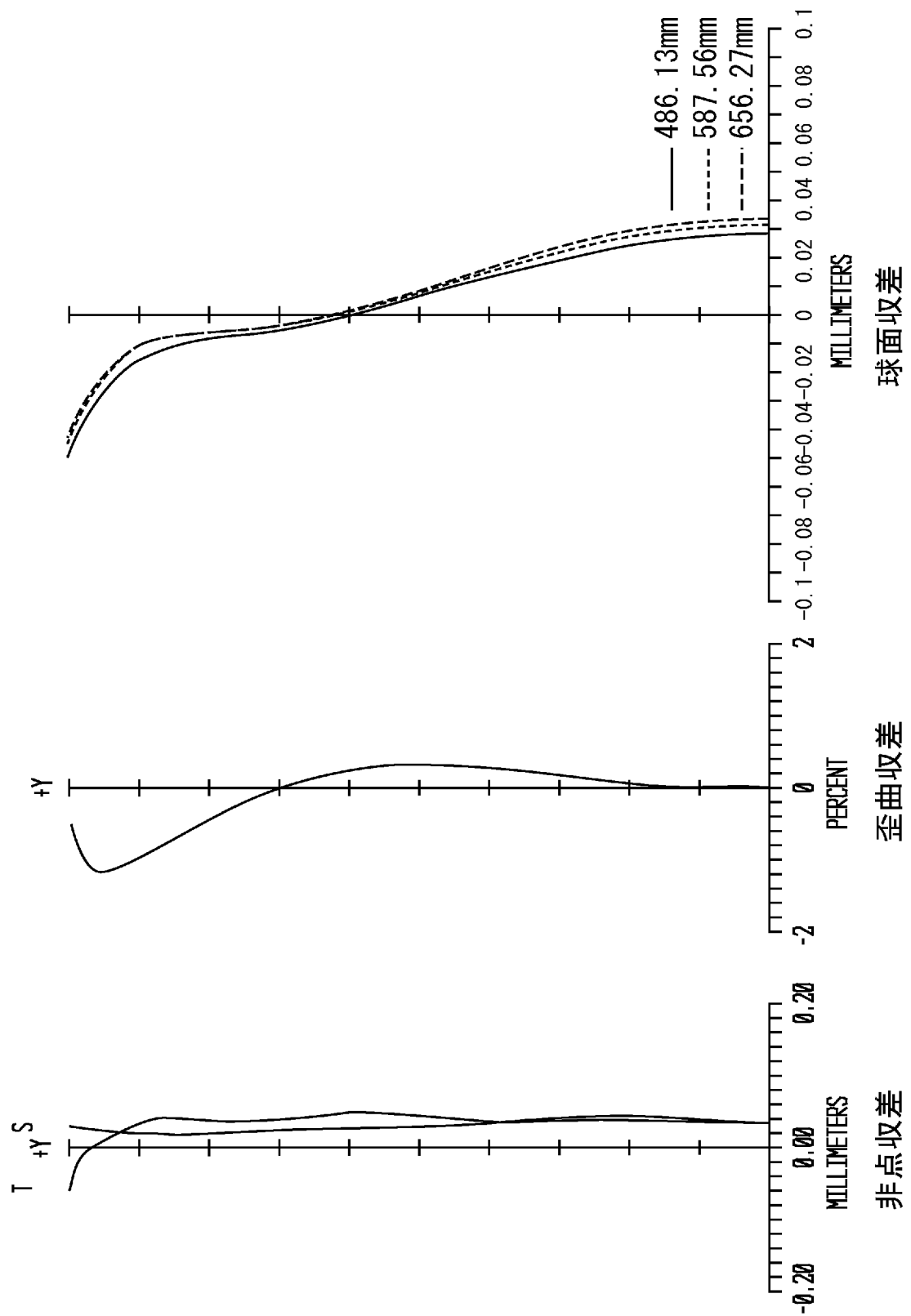
[図14]



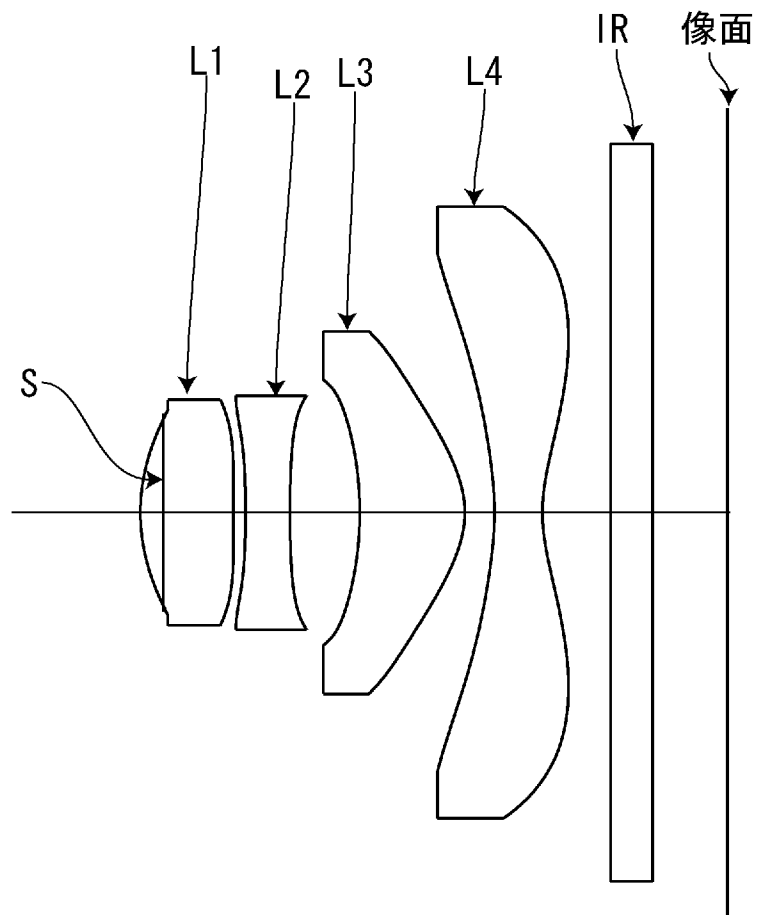
[図15]



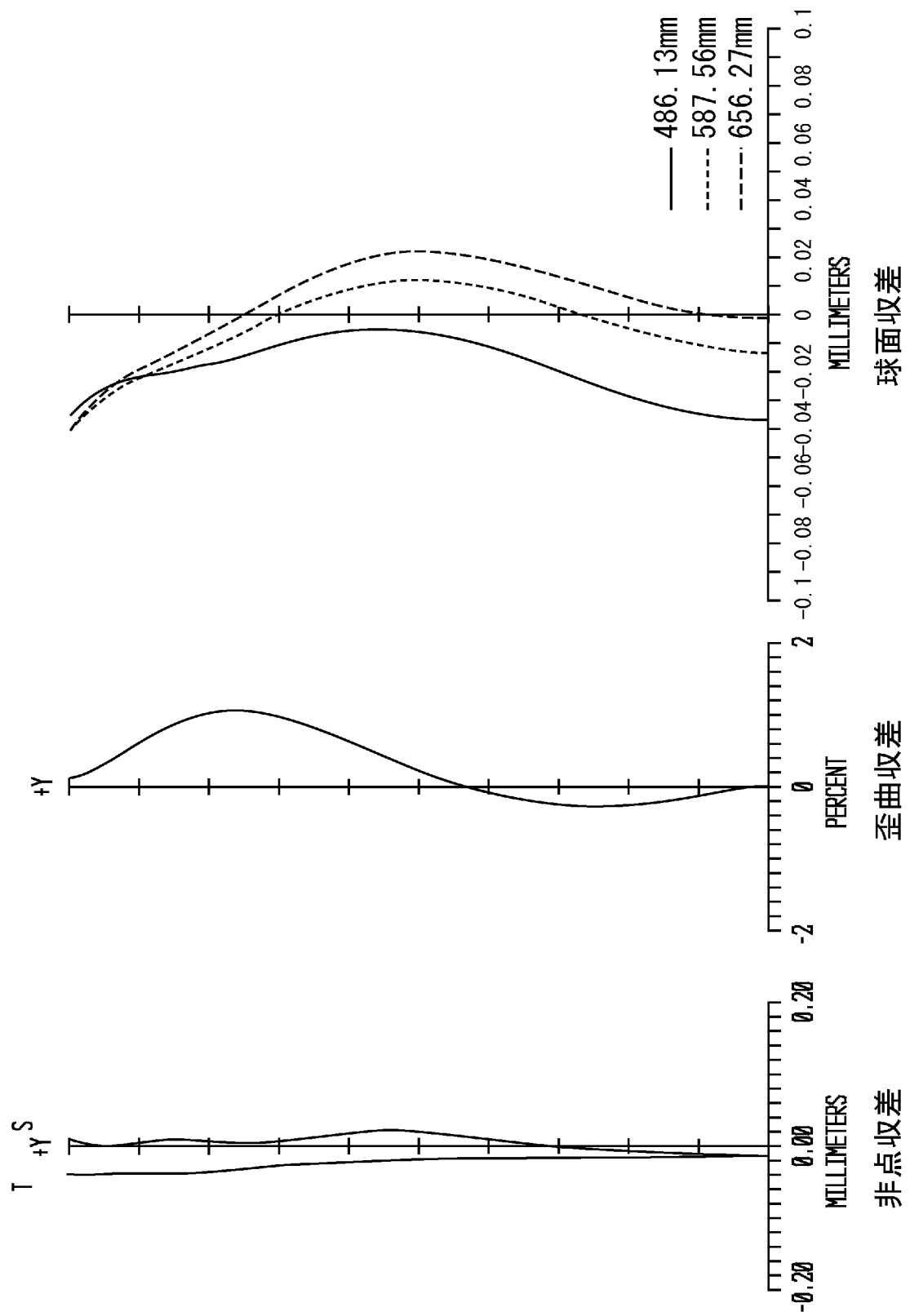
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/00, G02B13/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
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	JP 2010-102162 A (Fujinon Corp.), 06 May 2010 (06.05.2010), entire text; all drawings; particularly, paragraph [0053]; example 2(fig. 2, 8) & US 2010/0103533 A1 & CN 201417337 Y	1-9, 12-15 10-11
X	JP 2010-79296 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 08 April 2010 (08.04.2010), entire text; all drawings; particularly, example 4(paragraphs [0043] to [0044]; fig. 11); example 5(paragraphs [0045] to [0046]; fig. 13) & US 2010/0053776 A1	1-15

☒ 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
08 August, 2011 (08.08.11)

Date of mailing of the international search report
16 August, 2011 (16.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061264

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2009-151113 A (Olympus Corp.), 09 July 2009 (09.07.2009), entire text; all drawings; particularly, example 1 (paragraphs [0038] to [0044], [0063] to [0066]; fig. 1) (Family: none)	1-9, 12-15 10-11
X	JP 2009-69196 A (Fujinon Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text; all drawings; particularly, paragraph [0059]; example 2 (fig. 2, 8, 14); example 3 (fig. 3, 9, 15) & CN 201392425 Y & TW 360369 U	1-15
X	JP 2009-69195 A (Fujinon Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text; all drawings; particularly, paragraph [0066]; example 2 (fig. 2, 9, 16); example 3 (fig. 3, 10, 17) & CN 201255784 Y & TW 354079 U	1-15
X	JP 2009-69194 A (Fujinon Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text; all drawings; particularly, paragraph [0061]; example 2 (fig. 2, 8, 14); example 3 (fig. 3, 9, 15) & CN 201327546 Y & TW 356116 U	1-15
X A	JP 2008-185880 A (Enplas Corp.), 14 August 2008 (14.08.2008), entire text; all drawings; particularly, paragraph [0021]; 6th example (paragraphs [0082] to [0086]; fig. 12); example 10 (paragraphs [0098] to [0102]; fig. 20) & US 2008/0180816 A1	1-7, 9-15 8

Claims 1, 14 include a statement that "provided with ... a first lens, ... a second lens, ... a third lens, and ... a fourth lens, ..." as to the lens configuration of an imaging lens, and the statement is a statement that the imaging lens may include an optional lens other than the first lens to the fourth lens.

However, only the invention concerning four-sheet configuration such that an imaging lens consists of the first lens to the fourth lens is substantially set forth in the description.

Therefore, the portion of the inventions in claims 1 and 14 other than the invention concerning the four-sheet configuration such that the imaging lens consists of the first lens to the fourth lens is not substantially supported by the description and is not fully supported within the meaning of PCT Article 6.

Claims 2-13 and 15, which are dependent claims, are also not fully supported within the meaning of PCT Article 6.

Consequently, the search covers the scope supported by and disclosed in the description, that is, the imaging lens configured from "... the first lens, ... the second lens, ... the third lens, and ... the fourth lens," which is specifically set forth in the description.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/00, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2010-102162 A（フジノン株式会社）2010.05.06, 全文、全図、 特に、段落[0053]、実施例2（図2、図8） & US 2010/0103533 A1 & CN 201417337 Y	1-9, 12-15 10-11
X	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4（段落[0043]-[0044]、図11）、実施例5 （段落[0045]-[0046]、図13） & US 2010/0053776 A1	1-15

☒ 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

0 8 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森内 正明

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

9 2 2 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2009-151113 A (オリンパス株式会社) 2009.07.09, 全文、全図、特に、実施例 1 (段落[0038]-[0044]、[0063]-[0066]、図 1) (ファミリーなし)	1-9, 12-15 10-11
X	JP 2009-69196 A (フジノン株式会社) 2009.04.02, 全文、全図、特に、段落[0059]、実施例 2 (図 2、図 8、図 14)、実施例 3 (図 3、図 9、図 15) & CN 201392425 Y & TW 360369 U	1-15
X	JP 2009-69195 A (フジノン株式会社) 2009.04.02, 全文、全図、特に、段落[0066]、実施例 2 (図 2、図 9、図 16)、実施例 3 (図 3、図 10、図 17) & CN 201255784 Y & TW 354079 U	1-15
X	JP 2009-69194 A (フジノン株式会社) 2009.04.02, 全文、全図、特に、段落[0061]、実施例 2 (図 2、図 8、図 14)、実施例 3 (図 3、図 9、図 15) & CN 201327546 Y TW 356116 U	1-15
X A	JP 2008-185880 A (株式会社エンプラス) 2008.08.14, 全文、全図、特に、段落[0021]、第 6 実施例 (段落[0082]-[0086]、図 12)、実施例 10 (段落[0098]-[0102]、図 20) & US 2008/0180816 A1	1-7, 9-15 8

請求項 1、14 には、撮像レンズのレンズ構成に関して、「・・・第 1 レンズと、・・・第 2 レンズと、・・・第 3 レンズと、・・・第 4 レンズとを備え、・・・」という記載があり、前記記載では、撮像レンズは、第 1 レンズから第 4 レンズ以外の任意のレンズを含み得る記載となっている。

しかしながら、明細書には、撮像レンズが、第 1 レンズから第 4 レンズからなる 4 枚構成のものしか実質的に記載されていない。

よって、請求項 1、14 に係る発明のうち、第 1 レンズから第 4 レンズからなる 4 枚構成のもの以外の部分については、明細書により実質的に裏付けられておらず、PCT 第 6 条の意味での裏付けを欠いている。

引用形式請求項である請求項 2 ないし 13、15 についても同様に、PCT 第 6 条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、明細書に具体的に記載されている、「・・・第 1 レンズと、・・・第 2 レンズと、・・・第 3 レンズと、・・・第 4 レンズ」から構成された撮像レンズについて行った。