

(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
2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/173023 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064554
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 6 日(06.06.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-131956 2011 年 6 月 14 日(14.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社 (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 尾崎雄一 (OZAKI Yuichi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田村敬二郎, 外 (TAMURA Keijiro et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目 4 番 3 号 升本ビル 8 階 Tokyo (JP).

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

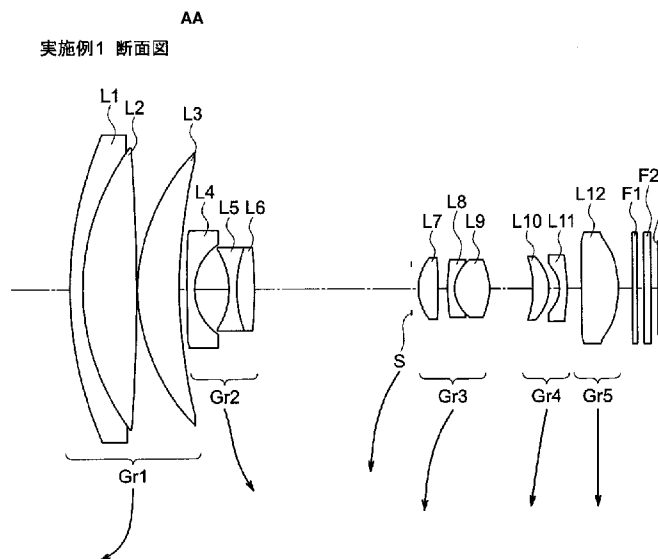
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズ及び撮像装置

[図3]



AA EXAMPLE 1 CROSS-SECTIONAL VIEW

(57) Abstract: Provided are a compact zoom lens able to achieve both increased compactness and a higher variable power and also satisfactorily correct aberrations, and an image pickup device using this lens. The zoom lens has a function able to form an object image on the imaging plane of a solid-state imaging element, and includes in order from the object side a first lens group having a positive refractive power, a second lens group having a negative refractive power, a third lens group having a positive refractive power, a fourth lens group having a negative refractive power, and a fifth lens group having a positive refractive power. Zooming is performed by changing the intervals between lens groups, the fourth lens group includes in order from the object side a positive lens and a negative lens, an air interval is formed between the positive lens and the negative lens, and the fourth lens group satisfies a predetermined conditional expression.

(57) 要約: コンパクト化と高変倍化の両立を達成しつつ、さらに諸収差が良好に補正されたズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を提供する。このズームレンズは、被写体像を固体撮像

素子の撮像面に結像させる機能を有し、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群から構成され、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行い、前記第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと負レンズで構成され、前記正レンズと前記負レンズは空気間隔を隔てており、第4レンズ群に関して所定の条件式を満たす。

WO 2012/173023 A1

明 細 書

発明の名称：ズームレンズ及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数のレンズ群からなり、光軸方向にレンズ群の間隔を変えることで変倍を行うズームレンズ、そのズームレンズを備える撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、CCD (Charged Coupled Device)型イメージセンサあるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラやビデオカメラにおいては、小型化や薄型化といったコンパクト性と高変倍化を両立したズームレンズの需要が高まっている。

[0003] 高変倍のズームレンズとしては、一般的に、物体側から順に正レンズ群・負レンズ群・正レンズ群・正レンズ群からなる4群構成（正負正正タイプという）のズームレンズがよく知られており、例えば特許文献1や2では、このタイプの4群構成のズームレンズが開示されている。

[0004] 一方、正負正正タイプの4群構成ズームレンズに比べ、可動レンズ群を増やすことにより、高い変倍比や光学性能を実現したズームレンズとして、物体側から順に正レンズ群・負レンズ群・正レンズ群・負レンズ群・正レンズ群からなる5群構成（正負正負正タイプという）のズームレンズが知られており、例えば特許文献3では、このタイプの5群構成のズームレンズが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-146016号公報

特許文献2：特開2011-28238号公報

特許文献3：特開2009-282398号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献１に記載されたズームレンズは変倍比が６～７倍と小さく、更なる高変倍が望まれる。一方、特許文献２に記載されたズームレンズでは変倍比は９～１２倍と比較的大きいものの、望遠端での全長が大きいため、更なるコンパクト性が望まれる。これらのことから正負正正タイプの４群構成のズームレンズでは、コンパクト化と高変倍化の両立は実現困難であると言える。
- [0007] また、特許文献３に記載されたズームレンズでは、変倍比は９～２０倍と高変倍が得られているものの、同様に望遠端での全長が大きく、また、第４レンズ群が単レンズまたは接合レンズを用いており、コマ収差や像面湾曲といった軸外収差を補正する能力はさほど大きくないことから、光学性能を維持しつつ、望遠端での全長をさらに小さくすることは困難であるといえる。
- [0008] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、コンパクト化と高変倍化の両立を達成しつつ、さらに諸収差が良好に補正されたズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 請求項１に記載のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群から構成され、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

前記第４レンズ群は、物体側より順に、正レンズと負レンズで構成され、前記正レンズと前記負レンズは空気間隔を隔てており、以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$-0.30 < f_4 / f_T < -0.05 \quad (1)$$

$$0.1 < \text{Pair}_4 / P_4 < 1.5 \quad (2)$$

ただし、

P a i r 4 : 前記第 4 レンズ群の正レンズ像側面と、前記第 4 レンズ群の負レンズ物体側面とにより形成される、いわゆる空気レンズの屈折力

P 4 : 前記第 4 レンズ群の屈折力

f 4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f T : 望遠端における全系の焦点距離

尚、P a i r 4 は、下記の〔数 1〕による。

[0010] 〔数 1〕

$$Pair4 = \frac{1 - n_{41}}{R_{42}} + \frac{n_{42} - 1}{R_{43}} - D_4 \cdot \frac{(1 - n_{41}) \cdot (n_{42} - 1)}{R_{42} \cdot R_{43}}$$

ただし、

n_{41} : 前記第 4 レンズ群の正レンズの d 線に対する屈折率

n_{42} : 前記第 4 レンズ群の負レンズの d 線に対する屈折率

R_{42} : 前記第 4 レンズ群の正レンズの像側面の曲率半径

R_{43} : 前記第 4 レンズ群の負レンズの物体側面の曲率半径

D_4 : 前記第 4 レンズ群の正レンズと、前記第 4 レンズ群の負レンズの軸上の空気間隔

[0011] 小型と高変倍を兼ねそろえ、収差の良好に補正されたズームレンズを得るための、本発明の基本構成は物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群からなる。このような構成にすることによって、負レンズ群が二つになるため、レンズ系全体における屈折力の構成が対称形となり、歪曲収差やコマ収差、倍率色収差といった対称形によって補正される諸収差を効果的に補正することが可能となる。

[0012] 条件式 (1) は第 4 レンズ群の焦点距離と望遠端の焦点距離の比を規定している。条件式 (1) の値が上限値を下回ることによって、第 4 レンズ群が適度な負の屈折力を有するので、従来の正負正正タイプの構成に比べ、第 4 レンズ群による負の跳ね上げの効果が加わるから、それより物体側の第 1 ~

3 レンズ群を通過する軸外光線がより光軸付近を通過するようになり、小型化が可能となる。一方、条件式（１）の値が下限値を上回ることによって第４レンズ群の過度な屈折力による軸外収差の発生を抑えることが出来る。また、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$-0.20 < f_4 / f_T < -0.05 \quad (1)'$$

[0013] 条件式（２）は第４レンズ群の正レンズと負レンズとにより形成される空気レンズの屈折力と第４レンズ群の屈折力の比を規定している。本発明のような正負正負正タイプのレンズ構成で、第４レンズ群に２枚のレンズを使用する際は製造誤差の影響等を考慮して正負もしくは負正の接合レンズと成っている場合が多いが、近年求められるような薄型かつ小型のズームレンズにおいては、第４レンズ群にも収差補正における負担は大きく、単レンズや接合レンズではコマ収差や像面湾曲といった軸外収差を補正する能力があまり高くないため、補正しきれない収差が残ってしまう。そこで、条件式（２）の値が下限値を上回るようにすることで、負の屈折力を有する空気レンズの作用によって、接合レンズを用いるよりも効果的に像面湾曲やコマ収差の補正を行うことが可能となる。一方、条件式（２）の値が上限値を下回るようにすることで、空気レンズを形作る第４レンズ群の各レンズの曲率がきつくなる事によって発生する軸外収差を抑えることが出来る。

[0014] 請求項２に記載のズームレンズは、請求項１に記載の発明において、前記第３レンズ群は、物体側より順に、正の３p１レンズ、負の３nレンズ、正の３p２レンズから構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.15 < n_{3n} - n_{3p2} < 0.50 \quad (3)$$

$$30 < \nu_{3p2} - \nu_{3n} < 60 \quad (4)$$

ただし、

n_{3n} : 前記３nレンズの屈折率

n_{3p2} : 前記３p２レンズの屈折率

ν_{3p2} : 前記３p２レンズのアッベ数

ν_{3n} : 前記３nレンズのアッベ数

[0015] 本発明によれば、第3レンズ群は、物体側より順に、正の3p1レンズ、負の3nレンズ、正の3p2レンズから構成される。最も物体側に正の屈折力を有する3p1レンズを配置することで、第2レンズ群の負のパワーによって発散されてくる光を効率よく収斂し、球面収差を効果的に補正できる。

[0016] また、固体撮像素子の高画素化に伴い、より明るいズームレンズが求められた際に、Fナンバーを小さくすることによって発生する球面収差について、さらに、負の屈折力を有する3nレンズ、正の屈折力を有する3p2レンズを配置することによって、負レンズと正レンズの組み合わせにより、Fナンバーを小さくすることにより発生した球面収差を効果的に補正し、さらに色収差やコマ収差を効果的に補正することが出来る。

[0017] 条件式(3)は3nレンズと3p2レンズの屈折率の差を規定している。条件式(3)の値が下限値を上回ることによって、屈折率の高い負レンズと屈折率の低い正レンズの組み合わせとなり、3p1レンズで補正し切れなかった球面収差やコマ収差を効果的に補正することが出来る。一方、条件式(3)の値が上限値を下回ることによって入手しやすい硝材で構成することが出来る。また、以下の条件式を満たすことが、より望ましい。

$$0.20 < n_{3n} - n_{3p2} < 0.45 \quad (3)'$$

[0018] 更に、条件式(4)は3p2レンズと3nレンズのアッベ数の差を規定している。条件式(4)の値が下限値を上回ることによって、分散の大きい負レンズと分散の小さい正レンズの組み合わせとなり、色収差を効果的に補正することが出来る。一方、条件式(4)の値が上限値を下回ることによって入手しやすい硝材で構成することが出来る。また、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$40 < \nu_{3p2} - \nu_{3n} < 55 \quad (4)'$$

[0019] また、3nレンズと3p2レンズはレンズを通る光束が太く、レンズの製造誤差による光学性能への影響を受けやすいことから、3nレンズと3p2レンズを接合することが望ましい。

[0020] 請求項3に記載のズームレンズは、請求項1又は2に記載の発明において

、前記第2レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズで構成されていることを特徴とする。

[0021] 第2レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズから構成される。物体側に像側に凹面を向けた負レンズを2枚並べることによって、径の大きな第1レンズ群から大きな角度で入射する光線をいち早く緩めるとともに、像面湾曲と歪曲を効果的に補正することが出来る。さらに、物体側に凸面を向けた正レンズを像側に配置することで、広角端での倍率色収差と望遠端での軸上色収差を効果的に補正することが出来る。また、負レンズと正レンズの間の空気間隔は極めて狭くなることが多く、レンズの製造誤差による光学性能への影響を受けやすいことから、接合することが望ましい。

[0022] 請求項4に記載のズームレンズは、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.2 < n_{42} - n_{41} < 0.4 \quad (5)$$

[0023] 条件式(5)は第4レンズ群の正レンズと負レンズの屈折率の差を規定している。条件式(5)の値が下限値を上回ることによって、負の屈折力を持つ第4レンズ群において、低屈折率の正レンズと高屈折率の負レンズの組み合わせとなるので、ペッツバール和の増大を押さえ、像面湾曲の補正が可能となる。一方、条件式(5)の値が上限値を下回ることによって入手しやすい硝材で構成することが出来る。また、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$0.2 < n_{42} - n_{41} < 0.3 \quad (5)'$$

[0024] 請求項5に記載のズームレンズは、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.50 < f_1 / (f_W \times f_T)^{1/2} < 2.50 \quad (6)$$

$$-0.20 < f_2 / (f_W \times f_T)^{1/2} < -0.40 \quad (7)$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

f_W : 広角端における全系の焦点距離

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

[0025] 条件式(6)と条件式(7)は、それぞれ第1レンズ群、第2レンズ群の焦点距離と広角端と望遠端の中間の焦点距離の比を規定している。条件式(6)の値が上限値を下回り、条件式(7)の値が下限値を上回ることによって、変倍時に大きな役割を持つ正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群の屈折力がそれぞれ強くなり、高変倍化と薄型化を両立することが可能となる。一方、条件式(6)の値が下限値を上回り、条件式(7)の値が上限値を下回ることによって、第1レンズ群や第2レンズ群の過度な屈折力による軸外収差の発生を抑えることが可能となる。

[0026] 請求項6に記載のズームレンズは、請求項1～5のいずれかに記載の発明において、前記第1レンズ群は、物体側より順に、1枚の負レンズと1枚の正レンズからなる接合レンズを有し、前記接合レンズの接合面は物体側に凸であり、以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$0.3 < n_{1N} - n_{1P} < 0.6 \quad (8)$$

ただし、

n_{1N} : 前記第1レンズ群の接合レンズにおける負レンズのd線に対する屈折率

n_{1P} : 前記第1レンズ群の接合レンズにおける正レンズのd線に対する屈折率

[0027] 第1レンズ群は、物体側より順に、1枚の負レンズと1枚の正レンズからなる接合レンズを有する。更に条件式(8)は、接合レンズの負レンズと正レンズの屈折率の差を規定している。接合面が物体側に凸であり、条件式(8)の値が下限値を上回ることによって、接合面は負の屈折力を有する発散面となり、望遠端における球面収差を効果的に補正することが出来る。一方、条件式(8)の値が上限値を下回ることによって、入手しやすい硝材で構成することが出来る。

[0028] また、接合レンズの像側に正レンズを配置することで、接合レンズの正の屈折面による屈折力を分担することが出来るので、接合レンズの正の屈折面による過度な屈折力によるコマ収差等の発生を抑えることが出来る。よって、接合レンズの像側に正レンズを配置することが望ましい。

[0029] 請求項 7 に記載のズームレンズは、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.5 < (D1 + D2) / fW < 3.0 \quad (9)$$

ただし、

D1：前記第 1 レンズ群の光軸上の厚さ

D2：前記第 2 レンズ群の光軸上の厚さ

fW：広角端における全系の焦点距離

[0030] 条件式 (9) は、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の光軸上の厚さの和と広角端における焦点距離の比を規定している。小型化、薄型化が求められているズームレンズでは、未使用時には各レンズ群が収納され、撮影時よりも薄型化されるのが一般的である。各レンズ群間の空気間隔は収納によって詰める事が出来るが、レンズ群の光軸上の厚さは収納によって詰めることが出来ない。そこで、条件式 (9) の値が上限値を下回るようにすることで、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の光軸上の厚さが薄くなり、収納時のコンパクト化が可能となる。一方、条件式 (9) の値が下限値を上回るようにすることで、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の過度な薄型化を防ぎ、レンズ性能に必要なコバ厚の確保等が可能となる。

[0031] 請求項 8 に記載のズームレンズは、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の発明において、前記第 5 レンズ群は、変倍時、合焦時ともに光軸方向に移動しないことを特徴とする。

[0032] 第 5 レンズ群は固体撮像素子に最も近いレンズ群であり、第 5 レンズ群で変倍および合焦時に移動を行うと、固体撮像素子との距離が近づき、最終レンズでもゴミやキズの影響を受けやすくなる恐れもある。それに対し、第 5 レンズ群を移動しないことによって、最終レンズと固体撮像素子との距離が

固定されるので、ゴミやキズの影響を抑えることができる。また、固体撮像素子が密封状態になるので、固体撮像素子にホコリ等のゴミが混入することを防ぐことができる。

[0033] 請求項 9 に記載のズームレンズは、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の発明において、前記第 5 レンズ群は、単レンズであることを特徴とする。

[0034] 第 5 レンズ群は像面に近いためレンズを通る光束が細く、球面収差やコマ収差の発生量が比較的小さい。したがって、第 5 レンズ群を単レンズで構成することが、低コスト化や光学系の小型化を達成する上で望ましい。

[0035] 請求項 10 に記載のズームレンズは、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の発明において、前記ズームレンズは、前記第 4 レンズ群を移動させることにより、合焦を行うことを特徴とする。

[0036] 第 4 レンズ群によって合焦を行うことによって、繰り出しによる光学全長の増加や前玉径の増大を招くことなく、近距離物体まで鮮明な画像を得ることが出来る。

[0037] 請求項 11 に記載のズームレンズは、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の発明において、実質的にパワーを持たないレンズを更に有することを特徴とする。つまり、請求項 1 の構成に、実質的にパワーを持たないダミーレンズを付与した場合でも本発明の適用範囲内である。

[0038] 請求項 11 に記載の撮像装置は、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載のズームレンズを有することを特徴とする。

発明の効果

[0039] 本発明によれば、コンパクト化と高変倍化の両立を達成しつつ、さらに諸収差が良好に補正されたズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0040] [図1]本実施の形態にかかる撮像装置を搭載したデジタルカメラの正面上部側から見た斜視図（a）及び背面下部側から見た斜視図（b）である。

[図2]本実施の形態にかかるズームレンズを有する撮像装置のブロック図であ

る。

[図3]実施例1のズームレンズの断面図である。

[図4]実施例1のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図5]実施例2のズームレンズの断面図である。

[図6]実施例2のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図7]実施例3のズームレンズの断面図である。

[図8]実施例3のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図9]実施例4のズームレンズの断面図である。

[図10]実施例4のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図11]実施例5のズームレンズの断面図である。

[図12]実施例5のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図13]実施例6のズームレンズの断面図である。

[図14]実施例6のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

[図15]実施例7のズームレンズの断面図である。

[図16]実施例7のズームレンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における収差図である。

ある。

発明を実施するための形態

[0041] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本実施の形態にかかる撮像装置を搭載したデジタルカメラの正面上部側から見た斜視図(a)及び背面下部側から見た斜視図(b)であり、図2は、本実施の形態にかかるズームレンズを有する撮像装置のブロック図である。

[0042] 図1(a)において、デジタルカメラDCは、ズームレンズ101を内蔵しカメラボディ81に対して沈胴する沈胴式のレンズ鏡胴80と、ファインダ窓82と、リリース釦83と、フラッシュ発光部84と、ストラップ取り付け部87と、USB端子88と、レンズカバー89とを有している。レンズカバー89を開くと、不図示のスイッチがオン操作され、レンズ鏡胴80が前方に繰り出して撮影状態になり、一方、撮影終了後に、レンズカバー89を閉じると、不図示のスイッチがオフ操作されレンズ鏡胴80は沈胴するようになっている。尚、レンズ鏡胴80を沈胴させる構成については、良く知られているので以下の詳細は記載しない。

[0043] 更に、図1(b)において、デジタルカメラDCは、ファインダ接眼部91と、リリース釦83が押圧された時にAFやAEの情報を発光もしくは点滅により撮影者に表示する赤と緑の表示ランプ92と、撮影者の操作に応じてズームアップ、ズームダウンをおこなうズーム釦93と、各種設定用のメニュー／セット釦95と、選択釦である4方向スイッチ96と、画像やその他文字情報等を表示するモニターLCD112と、モニターLCD112において撮影した画像の再生を行うための再生釦97と、モニターLCD112に表示された画像やその他文字情報の表示や消去を選択するディスプレイ釦98と、撮影記録した画像の消去をおこなう消去釦99と、三脚穴71と、開閉自在な電池／カード蓋72とを有する。撮影者は、メニュー／セット釦95で、モニターLCD112上に各種のメニューを表示させ、選択釦96で選択し、メニュー／セット釦95で設定を確定することができる。電池／カード蓋72の内部には、デジタルカメラDCの電源を供給する電池と、

撮影した画像を記録するカード型のリムーバブルメモリが装填されるようになっている。

[0044] 更に、デジタルカメラDCに搭載される撮像装置100は、図2に示すように、ズームレンズ101と、APSフォーマットである固体撮像素子102と、A/D変換部103と、制御部104と、光学系駆動部105と、タイミング発生部106と、撮像素子駆動部107と、画像メモリ108と、画像処理部109と、画像圧縮部110と、画像記録部111と、モニターLCD112と、図1を参照して上述した組群を含む動作部113とを備えて構成される。

[0045] ズームレンズ101は、被写体像を固体撮像素子102の撮像面に結像させる機能を有する。本実施の形態のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群から構成され、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズにおいて、前記第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと負レンズで構成され、前記正レンズと前記負レンズは空気間隔を隔てており、以下の条件式を満たす。

$$-0.30 < f_4 / f_T < -0.05 \quad (1)$$

$$0.1 < P_{air4} / P_4 < 1.5 \quad (2)$$

ただし、

P_{air4} : 第4レンズ群の正レンズ像側面と、第4レンズ群の負レンズ物体側面とにより形成される、いわゆる空気レンズの屈折力

P_4 : 第4レンズ群の屈折力

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

尚、 P_{air4} は、下記の〔数1〕による。

[0046]

[数1]

$$Pair4 = \frac{1-n_{41}}{R_{42}} + \frac{n_{42}-1}{R_{43}} - D_4 \cdot \frac{(1-n_{41}) \cdot (n_{42}-1)}{R_{42} \cdot R_{43}}$$

ただし、

n_{41} : 第4レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率

n_{42} : 第4レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率

R_{42} : 第4レンズ群の正レンズの像側面の曲率半径

R_{43} : 第4レンズ群の負レンズの物体側面の曲率半径

D_4 : 第4レンズ群の正レンズと、前記第4レンズ群の負レンズの軸上の空気間隔

[0047] 固体撮像素子102は、CCDやCMOS等の撮像素子であり、RGBカラーフィルターを備え、入射光をR、G、B毎に光電変換してそのアナログ信号を出力する。A/D変換部103は、アナログ信号をデジタルの画像データに変換する。

[0048] 制御部104は、撮像装置100の各部を制御する。制御部104は、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) を含み、ROMから読み出されてRAMに展開された各種プログラムと、CPUとの協働で各種処理を実行する。

[0049] 光学系駆動部105は、制御部104の制御により、変倍、合焦、露出等において、ズームレンズ101を駆動制御する。タイミング発生部106は、アナログ信号出力用のタイミング信号を出力する。撮像素子駆動部107は、固体撮像素子102を走査駆動制御する。

[0050] 画像メモリ108は、画像データを読み出し及び書き込み可能に記憶する。画像処理部109は、画像データに各種画像処理を施す。画像圧縮部110は、JPEG (Joint Photographic Experts Group) 等の圧縮方式により、撮像画像データを圧縮する。画像記録部111は、図示しないスロットにセットされた、メモ리카ード等の記録メディ

アに画像データを記録する。

[0051] モニターLCD112は、カラー液晶パネル等であり、撮影後の画像データ、撮影前のスルー画像、各種操作画面等を表示する。動作部113は、図1を参照して上述した釦群を介して、ユーザにより操作入力された情報を制御部104に出力する。

[0052] ここで、撮像装置100における動作を説明する。被写体撮影では、被写体のモニタリング（スルー画像表示）と、画像撮影実行とが行われる。モニタリングにおいては、ズームレンズ101を介して得られた被写体の像が、固体撮像素子102の受光面（撮像面）に結像される。ズームレンズ101の撮影光軸後方に配置された固体撮像素子102が、タイミング発生部106、撮像素子駆動部107によって走査駆動され、一定周期毎に結像した光像に対応する光電変換出力としてのアナログ信号を1画面分出力する。

[0053] このアナログ信号は、RGBの各原色成分毎に適宜ゲイン調整された後に、A/D変換部103でデジタルデータに変換される。そのデジタルデータは、画像処理部109により、画素補間処理及び γ 補正処理を含むカラープロセス処理が行なわれて、デジタル値の輝度信号Y及び色差信号Cb、Cr（画像データ）が生成されて画像メモリ108に格納され、定期的にその信号が読み出されてそのビデオ信号が生成されて、モニターLCD112に出力される。尚、ホワイトバランス調整手段である制御部104は、画像信号における青色の波長成分の信号強度が他の色の信号強度よりも小さくなるようにホワイトバランスを調整する。

[0054] このモニターLCD112は、モニタリングにおいては電子ファインダとして機能し、撮像画像をリアルタイムに表示することとなる。この状態で、随時、撮影者のリリース釦83の操作に応じてなされる動作部113を介する入力に基づいて、光学系駆動部105の駆動によりズームレンズ101の変倍、合焦、露出等が設定される。

[0055] このようなモニタリング状態において、静止画撮影を行ないたいタイミングで、ユーザがリリース釦83を操作することにより、静止画像データが撮

影される。リリース釦 8 3 の操作に応じて、画像メモリ 1 0 8 に格納された 1 コマの画像データが読み出されて、画像圧縮部 1 1 0 により圧縮される。その圧縮された画像データが、画像記録部 1 1 1 によりリムーバブルメモリに記録される。

[0056] 尚、不図示のパワースイッチをオフ操作することで、ズームレンズ 1 0 1 は、互いの群間隔が狭くなるように移動し、沈胴動作を行う。このとき、第 3 レンズ群と第 5 レンズ群（又は第 4 レンズ群）を、光路から退避させると、沈胴後の全長が短くなるので好ましい。

[0057] なお、上記実施の形態及び各実施例における記述は、本発明に係る好適なズームレンズ及び撮像装置の一例であり、これに限定されるものではない。又、本撮像装置はビデオカメラにも搭載可能である。

[0058] （実施例）

次に、上述した実施の形態に好適な実施例について説明する。但し、以下に示す実施例により本発明が限定されるものではない。

f : ズームレンズ全系の焦点距離

F_{no} : F ナンバー

$2Y$: 固体撮像素子の撮像面对角線長

R : 曲率半径

D : 軸上面間隔

N_d : レンズ材料の d 線に対する屈折率

ν_d : レンズ材料のアッペ数

[0059] 各実施例において、各面番号の後に「*」が記載されている面が非球面形状を有する面であり、非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸方向に X 軸をとり、光軸と垂直方向の高さを h として以下の「数 2」で表す。

[0060] [数 2]

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/R^2}} + \sum A_i h^i$$

ただし、

A_i : i 次の非球面係数

R : 曲率半径

K : 円錐定数

[0061] (実施例1)

実施例1のレンズデータを表1に示す。なお、これ以降(表のレンズデータを含む)において、10のべき乗数(たとえば 2.5×10^{-02})を、E(たとえば $2.5E-02$)を用いて表すものとする。図3は実施例1のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL1、正の第2レンズL2(L1, L2は接合され、接合面は物体側に凸)、第3レンズL3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL6(L5, L6は接合されている)から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ(正の3p1レンズ)L7、第8レンズ(負の3nレンズ)L8、第9レンズ(正の3p2レンズ)L9(L8, L9は接合されている)から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL10、負の第11レンズL11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0062] [表1]

実施例1

$f = 4.46 - 16.75 - 63.61$

$Fno = 3.7 - 5.2 - 5.5$

ズーム比 = 14.25

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1	38.749	0.90	2.00070	25.5	10.38

2	23.068	3.75	1.49700	81.6	10.08
3	-192.187	0.12			10.00
4	19.233	2.83	1.72920	54.7	9.70
5	56.392	d1			9.41
6*	47.642	0.50	1.88200	37.2	4.32
7*	5.186	2.41			3.33
8	-7.461	0.50	1.72920	54.7	3.01
9	11.705	1.25	1.94590	18.0	2.95
10	-44.804	d2			2.90
11(絞り)	∞	d3			1.86
12*	4.592	1.39	1.55330	71.7	2.19
13*	-23.478	0.65			2.15
14	17.796	0.50	1.88300	40.8	2.06
15	3.528	2.41	1.49710	81.6	1.96
16*	-7.018	d4			2.00
17	-11.355	1.06	1.59270	35.5	2.19
18	-4.430	0.79			2.26
19*	-2.548	0.50	1.85130	40.1	2.12
20*	-8.970	d5			2.38
21*	32.555	2.66	1.61880	63.9	3.95
22*	-7.688	1.00			4.19
23	∞	0.30	1.51680	64.2	4.10
24	∞	0.50			4.09
25	∞	0.50	1.51680	64.2	4.06
26	∞	0.50			4.05

非球面係数

第6面

K=0.00000E+00

第19面

K=0.00000E+00

$$A4=-0.20794E-02$$

$$A6=0.18305E-03$$

$$A8=-0.62827E-05$$

$$A10=0.78352E-07$$

第7面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.24564E-02$$

$$A6=0.89980E-04$$

$$A8=0.98852E-05$$

$$A10=-0.38988E-06$$

第12面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.82139E-03$$

$$A6=-0.21836E-03$$

$$A8=0.10212E-03$$

$$A10=-0.23399E-04$$

$$A12=0.17517E-05$$

第13面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.93910E-03$$

$$A6=-0.22937E-04$$

$$A8=0.38098E-04$$

$$A10=-0.13873E-04$$

$$A12=0.12349E-05$$

第16面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.13723E-01$$

$$A6=0.15383E-02$$

$$A8=-0.28605E-03$$

$$A10=-0.15988E-04$$

$$A12=0.90523E-05$$

第20面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.48200E-02$$

$$A6=0.15189E-02$$

$$A8=-0.50982E-03$$

$$A10=0.56169E-04$$

$$A12=-0.21953E-05$$

第21面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.24712E-03$$

$$A6=-0.20341E-03$$

$$A8=0.17620E-04$$

$$A10=-0.52041E-06$$

$$A12=0.64744E-08$$

第22面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.53120E-02$$

$$A6=-0.80634E-03$$

$$A8=0.52452E-04$$

$$A10=-0.16847E-05$$

$$A12=0.24029E-07$$

$$A4 = -0.20827E-04$$

$$A6 = -0.17706E-03$$

$$A8 = 0.63702E-04$$

$$A10 = -0.12513E-04$$

$$A12 = 0.89882E-06$$

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.47	3.70	82.4	6.642	0.50	11.06	0.50	2.99	1.00
16.75	5.20	26.3	8.103	9.82	3.51	1.01	5.69	3.26
63.61	5.50	7.0	8.077	19.80	0.70	0.66	4.01	5.23

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	31.15
2	6	-4.49
3	12	7.09
4	17	-7.20
5	21	10.31

[0063] 図4は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図4（a）は広角端における収差図である。図4（b）は中間における収差図である。図4（c）は望遠端における収差図である。ここで、球面収差図において、gはg線、dはd線に対する球面収差量をそれぞれ表す。また、非点収差図において、実線Sはサジタル面、点線Mはメリディオナル面をそれぞれ表す（以下同じ）。

[0064] 実施例1のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、開口絞りS、第3レンズ群Gr3、第4レンズ群Gr4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群Gr5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群Gr4を移動させることによって無限遠から

有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL 4、第7レンズL 7、第9レンズL 9、第11レンズL 11、第12レンズL 12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0065] (実施例2)

実施例2のレンズデータを表2に示す。図5は実施例2のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL 1、正の第2レンズL 2 (L 1, L 2は接合され、接合面は物体側に凸)、第3レンズL 3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL 4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL 5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL 6 (L 5, L 6は接合されている)から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ(正の3p1レンズ)L 7、第8レンズ(負の3nレンズ)L 8、第9レンズ(正の3p2レンズ)L 9 (L 8, L 9は接合されている)から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL 10、負の第11レンズL 11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL 12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0066] [表2]

実施例2

$f = 6.2 - 16.75 - 63.61$

$Fno = 4.0 - 5.1 - 5.5$

ズーム比 = 10.26

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1	36.486	0.70	2.00070	25.5	10.59
2	22.573	3.85	1.49700	81.6	10.18
3	-214.687	0.12			10.00

4	18.360	2.69	1.72920	54.7	9.66
5	43.652	d1			9.36
6*	182.928	0.50	1.77250	49.6	3.91
7	5.811	2.44			3.17
8	-6.150	0.50	1.88300	40.8	2.78
9	30.834	1.20	1.94590	18.0	2.82
10	-13.730	d2			3.10
11(絞り)	∞	d3			1.75
12*	4.064	1.37	1.62260	58.2	2.13
13*	-106.308	0.33			2.06
14	19.712	0.50	1.88300	40.8	2.01
15	2.960	2.76	1.49710	81.6	1.89
16*	-6.253	d4			2.00
17	-12.070	1.03	1.59270	35.5	2.20
18	-4.717	1.07			2.27
19*	-2.507	0.50	1.88200	37.2	2.14
20*	-8.537	d5			2.45
21*	-13024.303	2.50	1.80140	45.5	4.07
22*	-6.718	1.00			4.27
23	∞	0.30	1.51680	64.2	4.09
24	∞	0.50			4.07
25	∞	0.50	1.51680	64.2	4.03
26	∞	0.30			4.01

非球面係数

第6面

K=0.00000E+00

A4=0.22472E-03

A6=0.92212E-06

第19面

K=0.00000E+00

A4=0.98592E-02

A6=0.17369E-02

$$A8=-0.21856E-06$$

$$A10=0.10070E-07$$

第12面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.93187E-03$$

$$A6=-0.12020E-03$$

$$A8=0.42022E-04$$

$$A10=-0.17834E-04$$

$$A12=0.17510E-05$$

第13面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.92958E-03$$

$$A6=0.53352E-04$$

$$A8=-0.39360E-04$$

$$A10=-0.54305E-05$$

$$A12=0.12353E-05$$

第16面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.41208E-04$$

$$A6=-0.21390E-03$$

$$A8=0.85192E-04$$

$$A10=-0.16187E-04$$

$$A12=0.90049E-06$$

$$A8=-0.13721E-03$$

$$A10=-0.28247E-04$$

$$A12=0.90538E-05$$

第20面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.19692E-02$$

$$A6=0.14338E-02$$

$$A8=-0.40705E-03$$

$$A10=0.47233E-04$$

$$A12=-0.21963E-05$$

第21面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.99304E-03$$

$$A6=0.14587E-04$$

$$A8=0.15118E-05$$

$$A10=0.14160E-08$$

$$A12=-0.31027E-09$$

第22面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.20372E-02$$

$$A6=-0.23088E-03$$

$$A8=0.16034E-04$$

$$A10=-0.52641E-06$$

$$A12=0.84343E-08$$

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2Y	d1	d2	d3	d4	d5
6.20	4.00	64.4	7.367	1.59	7.36	0.99	3.45	1.41
16.75	5.10	26.3	8.015	10.44	3.29	1.29	4.52	3.65

63.61 5.50 7.0 7.962 20.36 0.22 0.80 2.62 5.95

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	32.00
2	6	-4.89
3	12	7.04
4	17	-6.78
5	21	8.39

[0067] 図6は実施例2の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図6（a）は広角端における収差図である。図6（b）は中間における収差図である。図6（c）は望遠端における収差図である。

[0068] 実施例2のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、開口絞りS、第3レンズ群Gr3、第4レンズ群Gr4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群Gr5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群Gr4を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL4、第7レンズL7、第9レンズL9、第11レンズL11、第12レンズL12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0069] （実施例3）

実施例3のレンズデータを表3に示す。図7は実施例3のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL1、正の第2レンズL2（L1、L2は接合され、接合面は物体側に凸）、第3レンズL3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL6（L5、L6は接合されている）から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ（正の

3 p 1 レンズ) L 7、第 8 レンズ (負の 3 n レンズ) L 8、第 9 レンズ (正の 3 p 2 レンズ) L 9 (L 8, L 9 は接合されている) から構成され、Gr4 は負の第 4 レンズ群であって、正の第 10 レンズ L 10、負の第 11 レンズ L 11 から構成され、Gr5 は正の第 5 レンズ群であって、第 12 レンズ L 12 から構成されており、S は開口絞り、I は撮像面を示す。また、F1、F2 は光学的ローパスフィルタや IR カットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0070] [表 3]

実施例 3

$$f = 4.47 - 16.75 - 63.6$$

$$Fno = 3.7 - 5.1 - 5.5$$

$$\text{ズーム比} = 14.24$$

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1	36.296	0.70	2.00070	25.5	10.36
2	22.089	3.63	1.49700	81.6	10.07
3	-301.240	0.12			10.00
4	18.668	2.86	1.72920	54.7	9.69
5	52.150	d1			9.38
6*	48.009	0.50	1.77250	49.6	4.73
7	5.890	2.49			3.57
8	-6.541	0.50	1.88300	40.8	3.15
9	15.577	1.28	1.94590	18.0	3.12
10	-20.356	d2			3.10
11(絞り)	∞	d3			1.83
12*	4.081	1.13	1.69350	53.2	2.22
13*	17.369	0.23			2.09
14	14.689	0.50	1.91080	35.3	2.07
15	3.618	3.08	1.49710	81.6	1.96

16*	-6.324 d4			2.00
17	-16.170 1.06	1.59270	35.5	2.12
18	-4.910 0.96			2.17
19*	-2.515 0.50	1.85130	40.1	2.02
20*	-11.744 d5			2.26
21*	25.082 2.77	1.53050	55.7	4.27
22*	-5.213 1.00			4.38
23	∞ 0.30	1.51680	64.2	4.17
24	∞ 0.50			4.15
25	∞ 0.50	1.51680	64.2	4.11
26	∞ 0.30			4.08

非球面係数

第6面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.10994E-03$$

$$A6=0.30694E-05$$

$$A8=-0.29828E-06$$

$$A10=0.10957E-07$$

第12面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.60360E-03$$

$$A6=0.11224E-03$$

$$A8=0.28659E-04$$

$$A10=-0.84768E-05$$

$$A12=0.14956E-05$$

第13面

$$K=0.00000E+00$$

第19面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.16951E-01$$

$$A6=-0.39899E-03$$

$$A8=0.15055E-03$$

$$A10=-0.38582E-04$$

$$A12=0.83937E-05$$

第20面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.81166E-02$$

$$A6=-0.41875E-03$$

$$A8=-0.10620E-03$$

$$A10=0.20099E-04$$

$$A12=-0.10919E-05$$

第21面

$$K=0.00000E+00$$

A4=0.28736E-02	A4=-0.12094E-02
A6=0.25317E-03	A6=0.98659E-04
A8=0.16859E-04	A8=-0.55443E-05
A10=-0.11694E-04	A10=0.20532E-06
A12=0.27366E-05	A12=-0.19720E-08
第16面	第22面
K=0.00000E+00	K=0.00000E+00
A4=0.60417E-03	A4=0.35216E-02
A6=0.54828E-04	A6=-0.27674E-03
A8=-0.93917E-05	A8=0.21535E-04
A10=0.48482E-05	A10=-0.85591E-06
A12=-0.31607E-06	A12=0.16839E-07

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.47	3.70	82.4	6.642	0.30	12.01	0.00	2.51	1.01
16.75	5.10	26.3	8.157	9.52	3.73	1.15	4.53	3.88
63.60	5.50	7.0	8.107	19.03	0.00	1.18	3.34	6.13

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	31.11
2	6	-4.76
3	12	6.98
4	17	-6.30
5	21	8.40

[0071] 図8は実施例3の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図8（a）は広角端における収差図である。図8（b）は中間における収差図である。図8（c）は望遠端における収差図である。

[0072] 実施例3のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レ

レンズ群G r 1、第2レンズ群G r 2、開口絞りS、第3レンズ群G r 3、第4レンズ群G r 4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群G r 5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群G r 4を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL 4、第7レンズL 7、第9レンズL 9、第11レンズL 11はガラスモールドレンズ、第12レンズL 12はプラスチックレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0073] (実施例4)

実施例4のレンズデータを表4に示す。図9は実施例4のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL 1、正の第2レンズL 2 (L 1, L 2は接合され、接合面は物体側に凸)、第3レンズL 3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL 4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL 5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL 6から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ(正の3p1レンズ)L 7、第8レンズ(負の3nレンズ)L 8、第9レンズ(正の3p2レンズ)L 9 (L 8, L 9は接合されている)から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL 10、負の第11レンズL 11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL 12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0074] [表4]

実施例4

$f = 4.46 - 16.83 - 45.69$

$Fno = 3.7 - 5.1 - 6.08$

ズーム比 = 10.24

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
-----	-------	-------	----	---------	----------

1	30.557	0.70	2.00070	25.5	10.46
2	19.535	3.79	1.49700	81.6	9.78
3	661.736	0.12			9.53
4	17.327	3.06	1.72920	54.7	8.82
5	47.230	d1			8.37
6*	36.672	0.50	1.88300	40.8	4.63
7	6.821	2.08			3.67
8	-9.069	0.50	1.88300	40.8	3.35
9	7.432	0.30			3.13
10	8.678	1.39	1.94590	18.0	3.17
11	-626.938	d2			3.10
12(絞り)	∞	d3			1.85
13*	4.010	1.29	1.72900	54.0	2.31
14*	11.432	0.28			2.16
15	15.223	0.50	1.91080	35.3	2.14
16	3.876	1.91	1.49710	81.6	2.01
17*	-6.005	d4			2.00
18	42.463	1.09	1.63980	34.6	2.06
19	-6.756	0.57			2.06
20*	-3.258	0.50	1.85130	40.1	1.96
21*	67.964	d5			2.06
22*	111.311	2.87	1.49710	81.6	4.40
23*	-5.201	1.58			4.44
24	∞	0.30	1.51680	64.2	4.10
25	∞	0.50			4.07
26	∞	0.50	1.51680	64.2	4.02
27	∞	1.05			3.98

非球面係数

第6面

K=0.00000E+00
A4=0.10283E-04
A6=0.25137E-05
A8=-0.90226E-07
A10=0.39120E-08

第13面

K=0.00000E+00
A4=0.51940E-03
A6=0.13454E-04
A8=-0.17092E-04
A10=0.20255E-05
A12=-0.30908E-06

第14面

K=0.00000E+00
A4=0.30825E-02
A6=0.50419E-05
A8=-0.27576E-04
A10=-0.28873E-05
A12=0.20701E-07

第17面

K=0.00000E+00
A4=0.77727E-03
A6=0.26352E-03
A8=-0.34749E-04
A10=0.14507E-04
A12=-0.32749E-06

第20面

K=0.00000E+00
A4=0.17498E-01
A6=-0.25709E-02
A8=0.30881E-03
A10=-0.13594E-04
A12=-0.41775E-08

第21面

K=0.00000E+00
A4=0.12609E-01
A6=-0.22292E-02
A8=0.22894E-03
A10=-0.10931E-04
A12=0.10329E-07

第22面

K=0.00000E+00
A4=0.21680E-03
A6=0.33643E-04
A8=-0.11423E-05
A10=0.51484E-07
A12=-0.78113E-10

第23面

K=0.00000E+00
A4=0.23096E-02
A6=-0.87254E-04
A8=0.91883E-05
A10=-0.40487E-06
A12=0.10259E-07

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.46	3.70	82.4	6.633	0.33	12.25	0.00	2.07	1.00
16.83	5.10	26.1	7.913	9.12	4.21	1.33	3.78	4.79
45.69	6.08	9.8	7.717	14.66	0.50	1.79	4.86	7.43

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	29.72
2	6	-4.54
3	13	6.77
4	18	-6.86
5	22	10.08

[0075] 図10は実施例4の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図10（a）は広角端における収差図である。図10（b）は中間における収差図である。図10（c）は望遠端における収差図である。

[0076] 実施例4のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、開口絞りS、第3レンズ群Gr3、第4レンズ群Gr4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群Gr5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群Gr4を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL4、第7レンズL7、第9レンズL9、第11レンズL11、第12レンズL12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0077] （実施例5）

実施例5のレンズデータを表5に示す。図11は実施例5のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL1、正の第2レンズL2（L1、L2は接合され、接合面は物

体側に凸)、第3レンズL 3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL 4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL 5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL 6から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ(正の3 p 1レンズ) L 7、第8レンズ(負の3 nレンズ) L 8、第9レンズ(正の3 p 2レンズ) L 9 (L 8, L 9は接合されている)から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL 10、負の第11レンズL 11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL 12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0078] [表5]

実施例5

$$f = 4.34 - 16.27 - 61.86$$

$$Fno = 3.7 - 5.1 - 5.5$$

$$\text{ズーム比} = 14.25$$

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1	40.914	0.70	1.90200	25.1	10.96
2	22.109	3.67	1.49700	81.6	10.07
3	-223.464	0.12			10.00
4	18.995	2.75	1.77250	49.6	9.72
5	50.282	d1			9.43
6	41.046	0.50	1.88300	40.8	4.78
7	5.191	2.33			3.57
8*	-16.224	0.50	1.85130	40.1	3.34
9*	8.612	0.20			3.19
10	7.672	1.70	1.94590	18.0	3.25
11	51.298	d2			3.10
12(絞り)	∞	d3			1.65

13*	5.200	1.21	1.80140	45.5	2.06
14*	-48.265	0.22			2.04
15	-23.431	0.50	1.80610	33.3	2.00
16	4.500	1.95	1.49710	81.6	1.95
17*	-5.156	d4			2.00
18	16.852	1.24	1.59270	35.5	2.20
19	-6.316	0.39			2.18
20*	-7.272	0.50	1.85130	40.1	2.07
21*	5.380	d5			2.15
22*	44.975	2.50	1.49710	81.6	4.22
23*	-10.336	1.00			4.13
24	∞	0.30	1.51680	64.2	3.98
25	∞	0.50			3.96
26	∞	0.50	1.51680	64.2	3.95
27	∞	0.95			3.99

非球面係数

第8面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.26324E-02$$

$$A6=0.16164E-03$$

$$A8=0.61898E-06$$

$$A10=-0.28852E-06$$

第9面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.21608E-02$$

$$A6=0.19453E-03$$

$$A8=0.15386E-05$$

第20面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.78448E-02$$

$$A6=0.13756E-02$$

$$A8=-0.16895E-03$$

$$A10=0.79765E-05$$

$$A12=-0.41775E-08$$

第21面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.78719E-02$$

$$A6=0.14708E-02$$

$$A8=-0.18594E-03$$

$$A10=-0.38846E-06$$

$$A10=0.97015E-05$$

$$A12=0.10329E-07$$

第13面

第22面

$$K=0.00000E+00$$

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.58987E-03$$

$$A4=0.13668E-02$$

$$A6=-0.75182E-04$$

$$A6=0.11470E-03$$

$$A8=-0.20223E-04$$

$$A8=-0.89183E-05$$

$$A10=-0.50262E-05$$

$$A10=0.30217E-06$$

$$A12=-0.30908E-06$$

$$A12=-0.30985E-08$$

第14面

第23面

$$K=0.00000E+00$$

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.18263E-03$$

$$A4=0.11363E-02$$

$$A6=0.46907E-04$$

$$A6=0.63828E-05$$

$$A8=-0.96349E-04$$

$$A8=0.44685E-05$$

$$A10=0.53110E-06$$

$$A10=-0.41337E-06$$

$$A12=0.20701E-07$$

$$A12=0.11047E-07$$

第17面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.19647E-02$$

$$A6=-0.93669E-04$$

$$A8=0.52370E-04$$

$$A10=-0.34576E-06$$

$$A12=-0.32749E-06$$

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2 Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.34	3.70	86.1	6.838	0.37	10.05	1.08	2.08	1.01
16.27	5.10	28.0	8.172	9.83	2.29	1.30	4.08	3.19
61.86	5.50	7.5	7.543	20.26	0.13	1.50	0.88	7.65

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	31.25
2	6	-4.88
4	13	6.59
5	18	-7.88
6	22	17.17

[0079] 図12は実施例5の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図12（a）は広角端における収差図である。図12（b）は中間における収差図である。図12（c）は望遠端における収差図である。

[0080] 実施例5のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、開口絞りS、第3レンズ群Gr3、第4レンズ群Gr4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群Gr5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群Gr4を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第5レンズL5、第7レンズL7、第9レンズL9、第11レンズL11、第12レンズL12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0081] （実施例6）

実施例6のレンズデータを表6に示す。図13は実施例6のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL1、正の第2レンズL2（L1、L2は接合され、接合面は物体側に凸）、第3レンズL3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL6から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ（正の3p1レンズ）L7、第8レンズ（負の3nレンズ）L8、第9レンズ（正の3p2レンズ）L9（L8、

L 9は接合されている) から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL 10、負の第11レンズL 11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL 12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0082] [表6]

実施例6

$$f = 4.33 - 16.47 - 61.76$$

$$Fno = 3.7 - 5.1 - 5.5$$

$$\text{ズーム比} = 14.26$$

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	νd	有効半径(mm)
1	31.332	0.70	1.90200	25.1	10.63
2	19.771	3.81	1.49700	81.6	10.10
3	-4091.988	0.12			10.00
4	17.233	2.50	1.72920	54.7	9.63
5	38.818	d1			9.39
6*	28.727	0.50	1.88300	40.8	4.70
7	4.400	2.50			3.44
8	-17.535	0.50	1.72920	54.7	3.29
9	10.580	0.20			3.18
10	7.368	1.16	1.94590	18.0	3.22
11	19.086	d2			3.10
12(絞り)	∞	d3			1.64
13*	5.359	1.18	1.80610	40.7	2.10
14*	45.234	0.38			2.07
15	-357.211	0.50	1.72820	28.3	2.04
16	4.500	1.84	1.49710	81.6	1.99
17*	-5.855	d4			2.00

18	33.953	1.23	1.59270	35.5	2.11
19	-6.200	0.39			2.10
20*	-6.432	0.52	1.85130	40.1	2.01
21*	8.617	d5			2.08
22*	322.772	2.50	1.49710	81.6	4.01
23*	-8.443	1.58			4.02
24	∞	0.30	1.51680	64.2	3.83
25	∞	0.50			3.81
26	∞	0.50	1.51680	64.2	3.80
27	∞	1.07			3.81

非球面係数

第6面

$K=0.00000E+00$
 $A4=-0.22606E-03$
 $A6=-0.16555E-05$
 $A8=0.88506E-07$
 $A10=-0.98969E-09$

第13面

$K=0.00000E+00$
 $A4=-0.42022E-03$
 $A6=-0.11411E-03$
 $A8=-0.21669E-04$
 $A10=-0.60300E-06$
 $A12=-0.30908E-06$

第14面

$K=0.00000E+00$
 $A4=0.32837E-03$

第20面

$K=0.00000E+00$
 $A4=-0.18834E-02$
 $A6=-0.19765E-06$
 $A8=-0.55909E-05$
 $A10=0.33717E-06$
 $A12=-0.41775E-08$

第21面

$K=0.00000E+00$
 $A4=-0.14757E-02$
 $A6=0.11871E-03$
 $A8=-0.22239E-04$
 $A10=0.15308E-05$
 $A12=0.10329E-07$

第22面

$K=0.00000E+00$
 $A4=0.83105E-03$

A6=-0.13357E-03

A6=0.90945E-04

A8=-0.47771E-04

A8=-0.61041E-05

A10=-0.50470E-06

A10=0.20852E-06

A12=0.20701E-07

A12=-0.25996E-08

第17面

第23面

K=0.00000E+00

K=0.00000E+00

A4=0.18900E-02

A4=0.80088E-03

A6=0.26351E-04

A6=-0.17016E-04

A8=0.21574E-04

A8=0.59899E-05

A10=0.22805E-05

A10=-0.35204E-06

A12=-0.32749E-06

A12=0.72979E-08

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.33	3.70	84.1	6.625	0.49	10.07	0.87	1.79	1.00
16.47	5.10	26.7	7.690	8.96	1.79	1.99	3.49	4.82
61.76	5.50	7.2	7.318	19.44	0.17	1.33	0.40	8.82

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	30.56
2	6	-4.74
3	13	6.65
4	18	-9.38
5	22	16.59

[0083] 図14は実施例6の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図14（a）は広角端における収差図である。図14（b）は中間における収差図である。図14（c）は望遠端における収差図である。

[0084] 実施例6のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、開口絞りS、第3レンズ群Gr3、第

4 レンズ群G r 4 が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群G r 5 は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群G r 4 を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL 4、第7レンズL 7、第9レンズL 9、第11レンズL 11、第12レンズL 12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0085] (実施例7)

実施例7のレンズデータを表7に示す。図15は実施例7のズームレンズの広角端における断面図である。図中Gr1は正の第1レンズ群であって、負の第1レンズL 1、正の第2レンズL 2 (L 1, L 2は接合され、接合面は物体側に凸)、第3レンズL 3から構成され、Gr2は負の第2レンズ群であって、像側に凹面を向けた負の第4レンズL 4、像側に凹面を向けた負の第5レンズL 5、物体側に凸面を向けた正の第6レンズL 6から構成され、Gr3は正の第3レンズ群であって、第7レンズ(正の3p1レンズ)L 7、第8レンズ(負の3nレンズ)L 8、第9レンズ(正の3p2レンズ)L 9 (L 7, L 8, L 9は接合されている)から構成され、Gr4は負の第4レンズ群であって、正の第10レンズL 10、負の第11レンズL 11から構成され、Gr5は正の第5レンズ群であって、第12レンズL 12から構成されており、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、F1、F2は光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板を示す。

[0086] [表7]

実施例7

$f = 4.43 - 16.66 - 63.24$

$Fno = 3.7 - 5.1 - 5.5$

ズーム比 = 14.26

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	ν_d	有効半径(mm)
1	32.503	0.70	1.90200	25.1	10.63

2	20.274	3.65	1.49700	81.6	10.16
3	-979.192	0.12			10.00
4	17.891	2.44	1.72920	54.7	9.66
5	41.815	d1			9.44
6*	21.895	0.50	1.80420	46.5	4.97
7	4.280	2.90			3.54
8	-14.526	0.50	1.72920	54.7	3.31
9	12.410	0.20			3.21
10	7.079	1.05	1.94590	18.0	3.23
11	13.994	d2			3.10
12(絞り)	∞	d3			1.67
13*	6.629	1.08	1.80610	40.7	2.30
14	-56.698	0.93	1.69890	30.1	2.30
15	4.936	2.30	1.49700	81.6	2.28
16	-6.298	d4			2.35
17	30.784	1.51	1.60340	38.0	2.33
18	-4.833	0.39			2.30
19*	-4.560	0.50	1.88200	37.2	2.10
20*	10.735	d5			2.19
21*	-72.783	2.50	1.49710	81.6	4.02
22*	-6.878	1.54			4.06
23	∞	0.30	1.51680	64.2	3.79
24	∞	0.50			3.77
25	∞	0.50	1.51680	64.2	3.73
26	∞	1.01			3.71

非球面係数

第6面

K=0.00000E+00

第20面

K=0.00000E+00

$$A4=-0.24367E-03$$

$$A6=-0.36029E-05$$

$$A8=0.19967E-06$$

$$A10=-0.28421E-08$$

第13面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.10785E-02$$

$$A6=0.29286E-04$$

$$A8=-0.19943E-04$$

$$A10=0.35758E-05$$

$$A12=-0.24107E-06$$

第19面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=-0.30056E-02$$

$$A6=0.72628E-04$$

$$A8=0.10322E-03$$

$$A10=-0.14783E-04$$

$$A12=0.57315E-11$$

$$A4=-0.11486E-02$$

$$A6=0.14126E-03$$

$$A8=0.63747E-04$$

$$A10=-0.91154E-05$$

$$A12=-0.13486E-10$$

第21面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.14809E-02$$

$$A6=0.11358E-03$$

$$A8=-0.90329E-05$$

$$A10=0.24506E-06$$

$$A12=-0.10828E-08$$

第22面

$$K=0.00000E+00$$

$$A4=0.61883E-03$$

$$A6=0.64936E-04$$

$$A8=0.19637E-05$$

$$A10=-0.37579E-06$$

$$A12=0.11229E-07$$

各ポジション（広角、中間、望遠）の焦点距離、Fナンバー、群間

F	Fno	画角	2 Y	d1	d2	d3	d4	d5
4.44	3.70	82.7	6.855	0.32	10.12	1.17	2.22	0.99
16.66	5.10	26.4	7.267	10.15	2.95	2.20	3.00	5.66
63.24	5.50	7.1	7.107	19.96	1.28	0.22	1.00	7.02

レンズ群データ

レンズ群	始面	焦点距離(mm)
1	1	31.00
2	6	-4.77

3	13	6.88
4	17	-8.78
5	21	15.09

[0087] 図16は実施例7の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。ここで、図16（a）は広角端における収差図である。図16（b）は中間における収差図である。図16（c）は望遠端における収差図である。

[0088] 実施例7のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群G r 1、第2レンズ群G r 2、開口絞りS、第3レンズ群G r 3、第4レンズ群G r 4が光軸方向に沿って移動し、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うことが出来る。第5レンズ群G r 5は変倍に際し固定されている。また、第4レンズ群G r 4を移動させることによって無限遠から有限距離への合焦を行うことが出来る。なお、第4レンズL 4、第7レンズL 7、第9レンズL 9、第11レンズL 11、第12レンズL 12はガラスモールドレンズ、それ以外のレンズはガラス材料による研磨レンズを想定している。

[0089] 請求項に記載の条件式の値を表8にまとめて示す。

[0090]

[表8]

条件式	(1) $f4/IT$	(2) Pair4/P4	(3) $n3n-n3p2$	(4) $\nu 3p2-\nu 3n$	(5) $n42-n41$	(6) $f1/(FW \times FT)^{(1/2)}$	(7) $f2/(FW \times FT)^{(1/2)}$	(8) $n1N-n1P$	(9) $(D1+D2)/fW$
実施例1	-0.11	1.19	0.39	40.8	0.26	1.85	-0.27	0.50	2.74
実施例2	-0.11	1.21	0.39	40.8	0.29	1.61	-0.25	0.50	1.94
実施例3	-0.10	1.13	0.41	46.3	0.26	1.85	-0.28	0.50	2.71
実施例4	-0.15	1.05	0.41	46.3	0.21	2.08	-0.32	0.50	2.79
実施例5	-0.13	0.15	0.31	48.3	0.26	1.91	-0.30	0.41	2.87
実施例6	-0.15	0.30	0.23	53.2	0.26	1.87	-0.29	0.41	2.77
実施例7	-0.14	0.52	0.20	51.6	0.28	1.85	-0.29	0.41	2.72

[0091] 最近では、プラスチック材料中に無機微粒子を混合させ、プラスチック材料の温度変化を小さくできることが分かってきた。詳細に説明すると、一般に透明なプラスチック材料に微粒子を混合させると、光の散乱が生じ透過率が低下するため、光学材料として使用することは困難であったが、微粒子の大きさを透過光束の波長より小さくすることにより、散乱が実質的に発生しないようにできる。プラスチック材料は温度が上昇することにより屈折率が低下してしまうが、無機粒子は温度が上昇すると屈折率が上昇する。そこで、これらの温度依存性を利用して互いに打ち消しあうように作用させることにより、屈折率変化がほとんど生じないようにすることができる。具体的には、母材となるプラスチック材料に最大長が20ナノメートル以下の無機粒子を分散させることにより、屈折率の温度依存性のきわめて低いプラスチック材料となる。例えばアクリルに酸化ニオブ (Nb_2O_5) の微粒子を分散させることで、温度変化による屈折率変化を小さくすることができる。本発明において、実施例3の第12レンズに、このような無機粒子を分散させたプラスチック材料を用いることにより、ズームレンズ全系の温度変化時の像点位置変動をより小さく抑えることが可能となる。

[0092] また近年、撮像装置を低コストに且つ大量に実装する方法として、予め半田がポッティングされた基板に対し、ICチップその他の電子部品と光学素子とを載置したままリフロー処理（加熱処理）し、半田を溶融させることにより電子部品と光学素子とを基板に同時実装するという技術が提案されている。

[0093] このようなリフロー処理を用いて実装を行うためには、電子部品と共に光学素子を約200～260度に加熱する必要があるが、このような高温下では熱可塑性樹脂を用いたレンズでは熱変形し或いは変色して、その光学性能が低下してしまうという問題点がある。このような問題を解決するための方法のひとつとして、耐熱性能に優れたガラスモールドレンズを使用し、小型化と高温環境での光学性能を両立する技術が提案されているが、熱可塑性樹脂を用いたレンズよりもコストが高いため、撮像装置の低コスト化の要求に応えら

れないという問題があった。

[0094] そこで、ズームレンズの材料にエネルギー硬化性樹脂を使用することで、ポリカーボネイト系やポリオレフィン系のような熱可塑性樹脂を用いたレンズに比べ、高温に曝されたときの光学性能の低下が小さいため、リフロー処理に有効であり、かつガラスモールドレンズよりも製造しやすく安価となり、ズームレンズを組み込んだ撮像装置の低コストと量産性を両立できる。なお、エネルギー硬化性樹脂とは、熱硬化性樹脂および紫外線硬化性樹脂のいずれをも指すものとする。本発明のプラスチックレンズを前述のエネルギー硬化性樹脂も用いて形成しても良い。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明は、明細書に記載の実施例に限定されるものではなく、他の実施例・変形例を含むことは、本明細書に記載された実施例や思想から本分野の当業者にとって明らかである。例えば、実質的にパワーを持たないダミーレンズを更に付与した場合でも本発明の適用範囲内である。

符号の説明

[0096] 7 1 三脚穴
7 2 カード蓋
8 0 レンズ鏡胴
8 1 カメラボディ
8 2 ファインダ窓
8 3 レリーズ釦
8 4 フラッシュ発光部
8 7 ストラップ取り付け部
8 8 USB端子
8 9 レンズカバー
9 1 ファインダ接眼部
9 2 表示ランプ
9 3 ズーム釦

９５ セット釦

９６ ４方向スイッチ

９６ 選択釦

９７ 再生釦

９８ ディスプレイ釦

９９ 消去釦

１００ 撮像装置

１０１ ズームレンズ

１０２ 固体撮像素子

１０３ 変換部

１０４ 制御部

１０５ 光学系駆動部

１０６ タイミング発生部

１０７ 撮像素子駆動部

１０８ 画像メモリ

１０９ 画像処理部

１１０ 画像圧縮部

１１１ 画像記録部

１１２ モニターＬＣＤ

１１３ 動作部

ＤＣ デジタルカメラ

Ｇｒ１～Ｇｒ５ レンズ群

Ｌ１～Ｌ１２ レンズ

Ｓ 開口絞り

Ｉ 撮像面

Ｆ１，Ｆ２ 光学的ローパスフィルタ又はＩＲカットフィルタ

請求の範囲

[請求項1]

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群から構成され、各レンズ群の間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

前記第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと負レンズで構成され、前記正レンズと前記負レンズは空気間隔を隔てており、以下の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$-0.30 < f_4 / f_T < -0.05 \quad (1)$$

$$0.1 < Pair_4 / P_4 < 1.5 \quad (2)$$

ただし、

$Pair_4$: 前記第4レンズ群の正レンズ像側面と、前記第4レンズ群の負レンズ物体側面とにより形成される、いわゆる空気レンズの屈折力

P_4 : 前記第4レンズ群の屈折力

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

尚、 $Pair_4$ は、下記の〔数1〕による。

〔数1〕

$$Pair_4 = \frac{1 - n_{41}}{R_{42}} + \frac{n_{42} - 1}{R_{43}} - D_4 \cdot \frac{(1 - n_{41}) \cdot (n_{42} - 1)}{R_{42} \cdot R_{43}}$$

ただし、

n_{41} : 前記第4レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率

n_{42} : 前記第4レンズ群の負レンズのd線に対する屈折率

R_{42} : 前記第4レンズ群の正レンズの像側面の曲率半径

R_{43} : 前記第4レンズ群の負レンズの物体側面の曲率半径

D_4 : 前記第 4 レンズ群の正レンズと、前記第 4 レンズ群の負レンズの軸上の空気間隔

[請求項2] 前記第 3 レンズ群は、物体側より順に、正の $3p1$ レンズ、負の $3n$ レンズ、正の $3p2$ レンズから構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$0.15 < n_{3n} - n_{3p2} < 0.50 \quad (3)$$

$$30 < \nu_{3p2} - \nu_{3n} < 60 \quad (4)$$

ただし、

n_{3n} : 前記 $3n$ レンズの屈折率

n_{3p2} : 前記 $3p2$ レンズの屈折率

ν_{3p2} : 前記 $3p2$ レンズのアッベ数

ν_{3n} : 前記 $3n$ レンズのアッベ数

[請求項3] 前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

[請求項4] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 3 のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.2 < n_{42} - n_{41} < 0.4 \quad (5)$$

[請求項5] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.50 < f_1 / (f_W \times f_T)^{1/2} < 2.50 \quad (6)$$

$$-0.20 < f_2 / (f_W \times f_T)^{1/2} < -0.40 \quad (7)$$

ただし、

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_W : 広角端における全系の焦点距離

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

[請求項6] 前記第1レンズ群は、物体側より順に、1枚の負レンズと1枚の正レンズからなる接合レンズを有し、前記接合レンズの接合面は物体側に凸であり、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.3 < n_{1N} - n_{1P} < 0.6 \quad (8)$$

ただし、

n_{1N} : 前記第1レンズ群の接合レンズにおける負レンズのd線に対する屈折率

n_{1P} : 前記第1レンズ群の接合レンズにおける正レンズのd線に対する屈折率

[請求項7] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1または6のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.5 < (D1 + D2) / fW < 3.0 \quad (9)$$

ただし、

$D1$: 前記第1レンズ群の光軸上の厚さ

$D2$: 前記第2レンズ群の光軸上の厚さ

fW : 広角端における全系の焦点距離

[請求項8] 前記第5レンズ群は、変倍時、合焦時ともに光軸方向に移動しないことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載のズームレンズ。

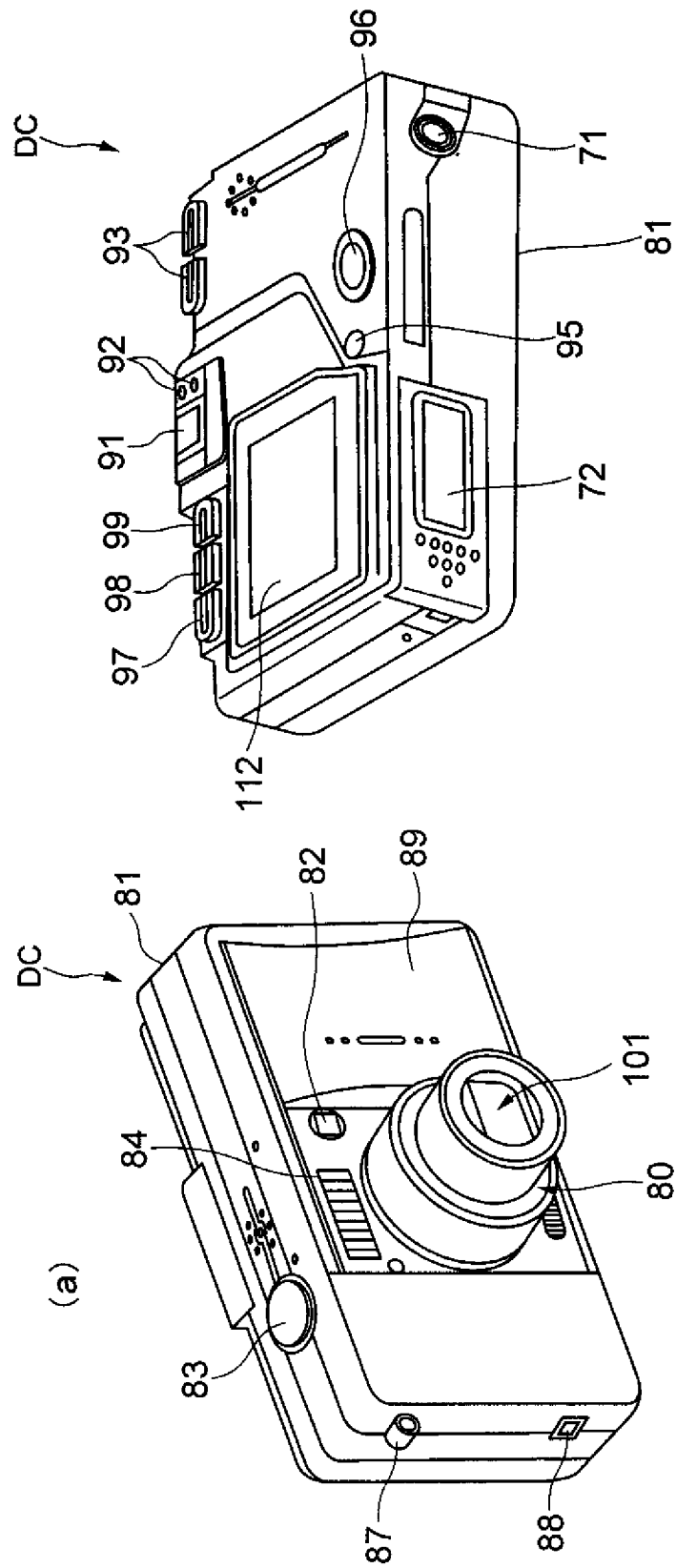
[請求項9] 前記第5レンズ群は、単レンズであることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載のズームレンズ。

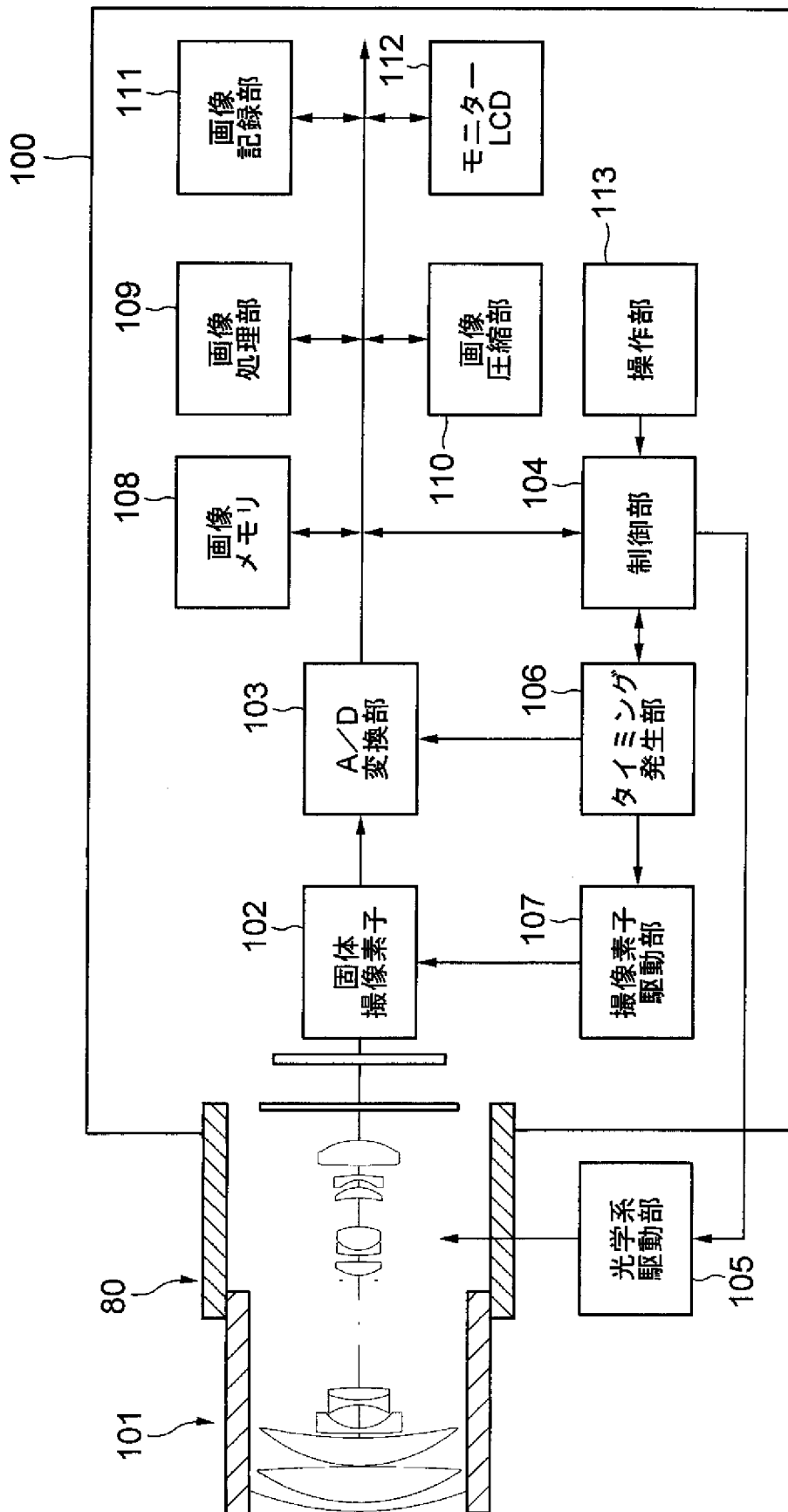
[請求項10] 前記ズームレンズは、前記第4レンズ群を移動させることにより、合焦を行うことを特徴とする請求項1から9に記載のズームレンズ。

[請求項11] 実質的にパワーを持たないレンズを更に有することを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項12] 請求項1から11のいずれかに記載のズームレンズを搭載したことを特徴とする撮像装置。

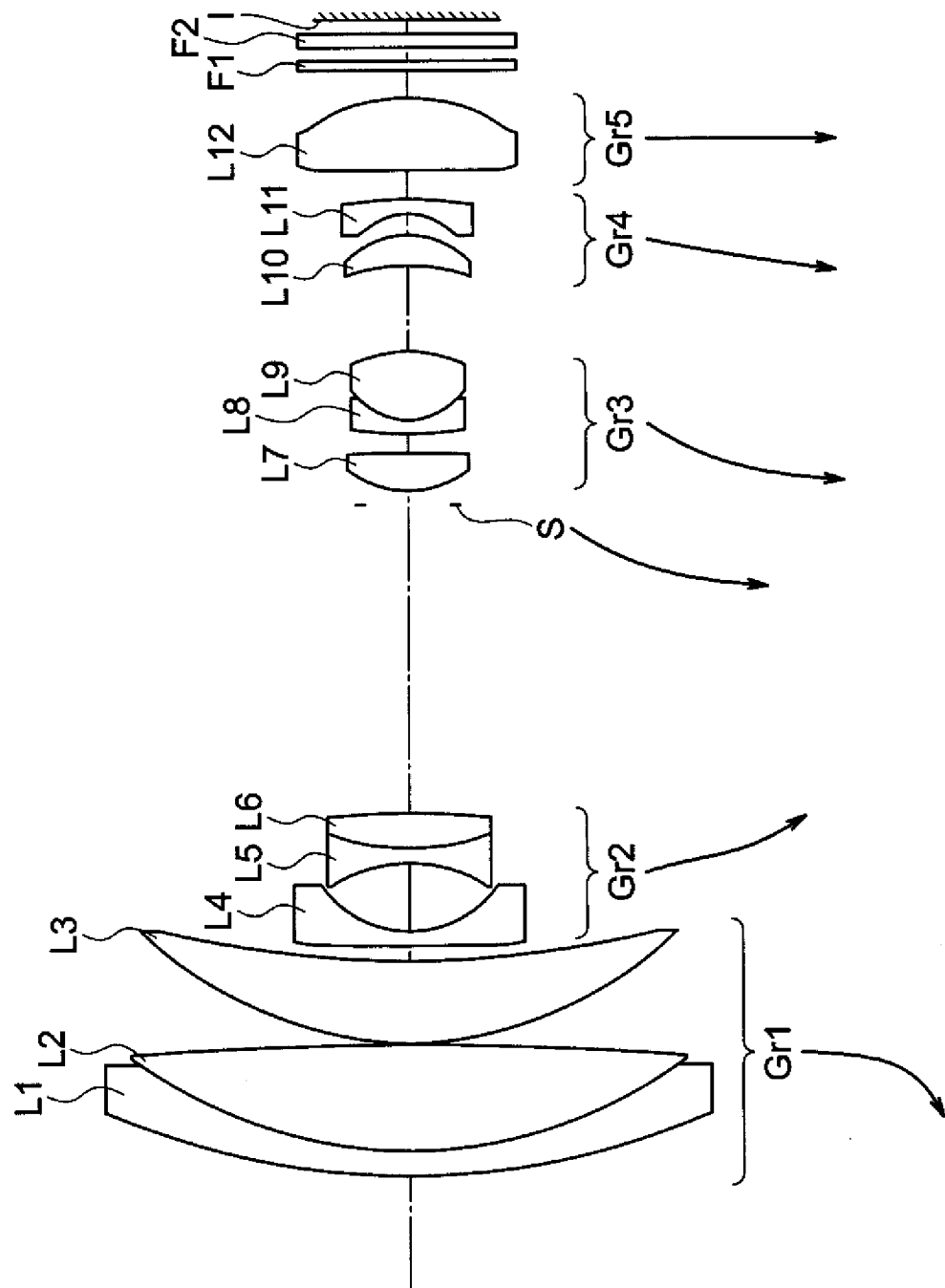
[図1]





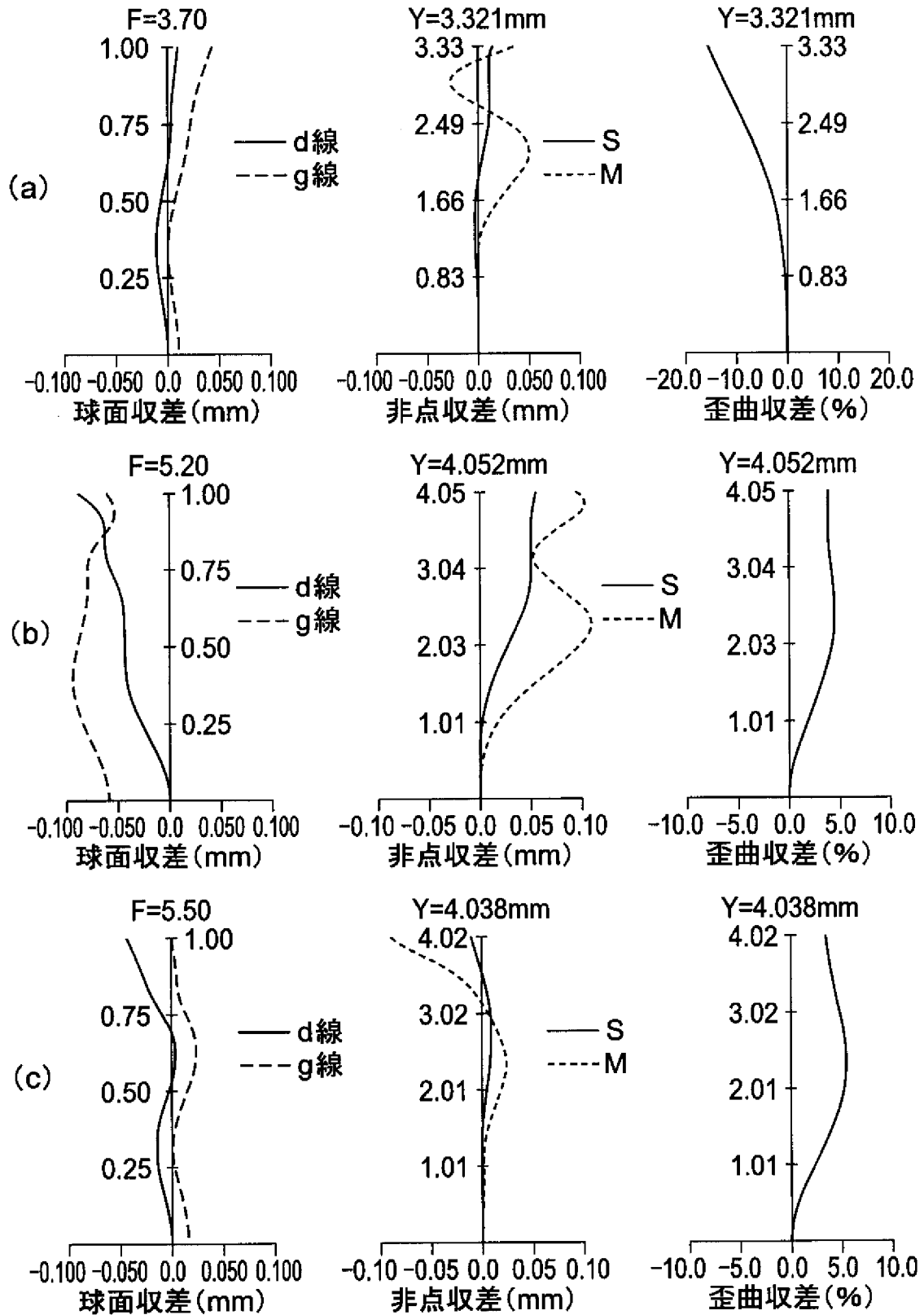
[図3]

実施例1 断面図



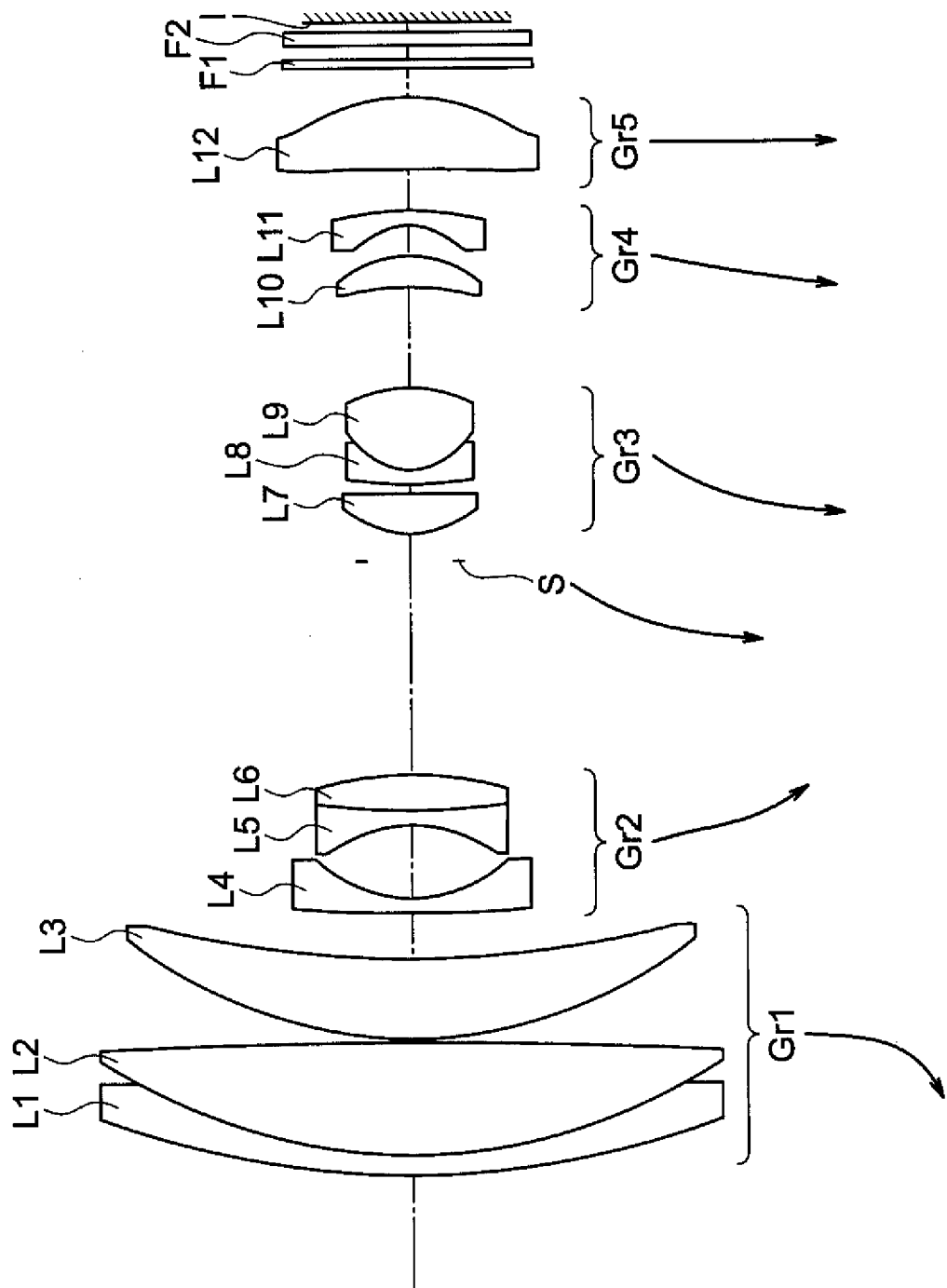
[図4]

実施例1 収差図



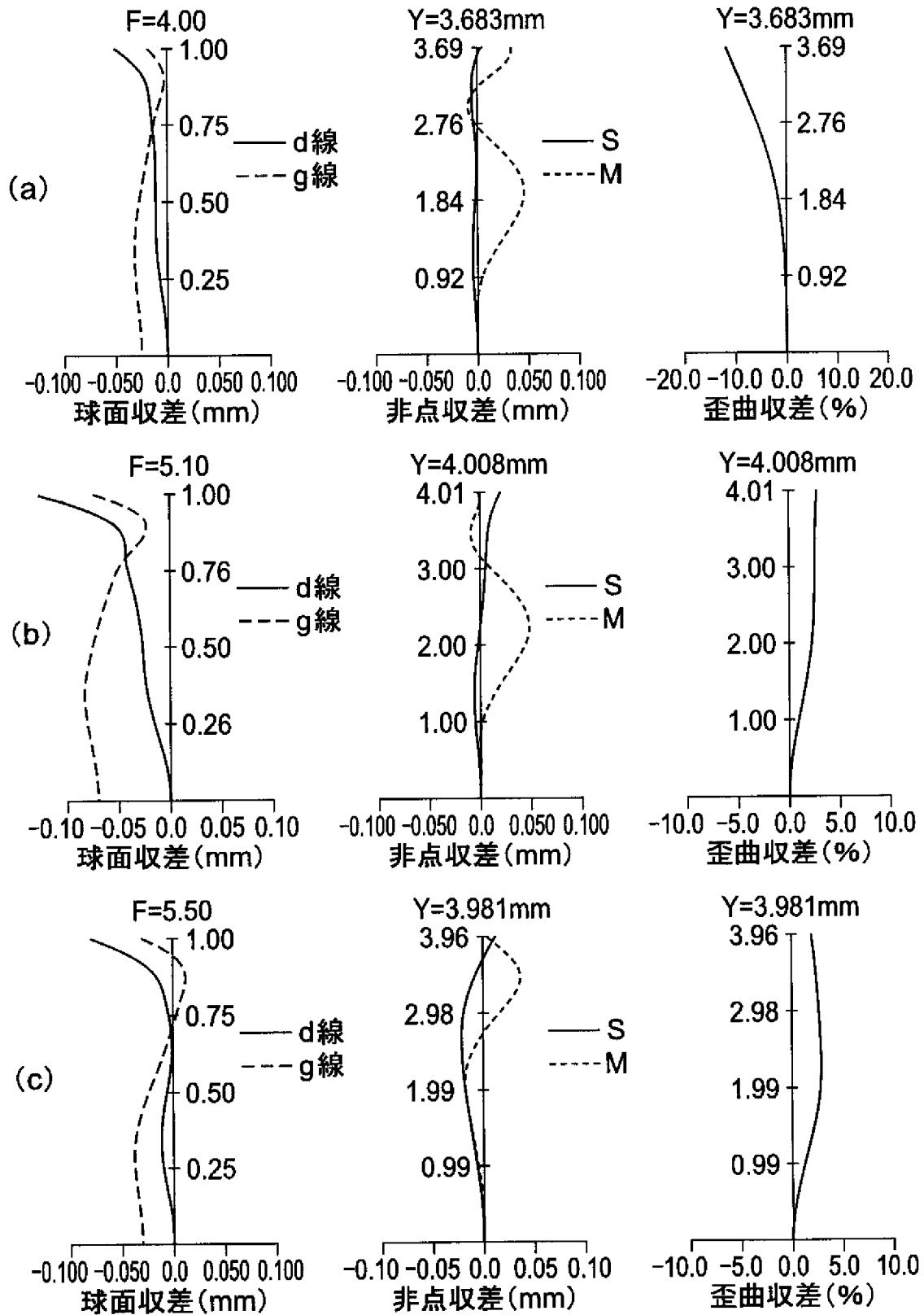
[図5]

実施例2 断面図



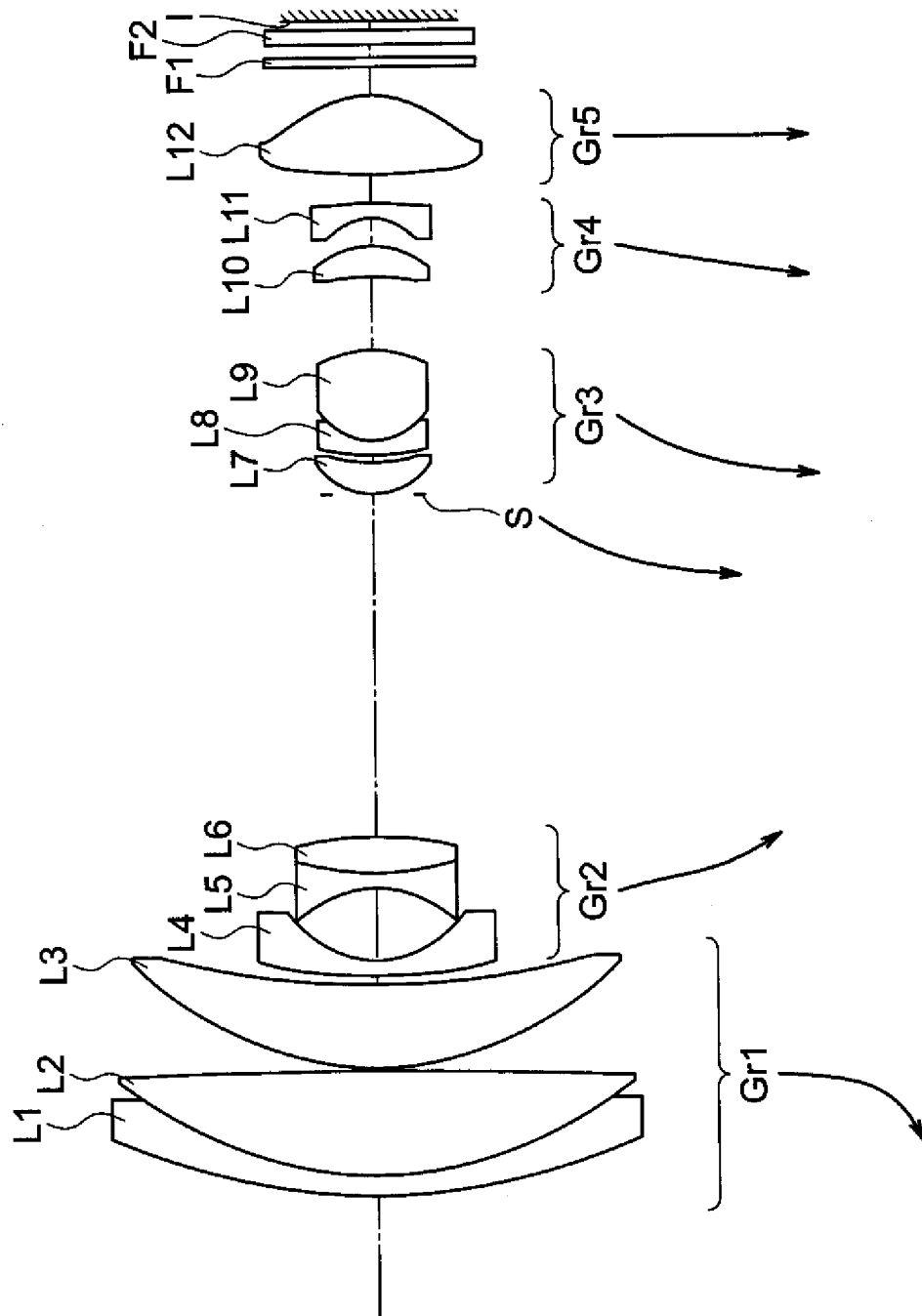
[図6]

実施例2 収差図



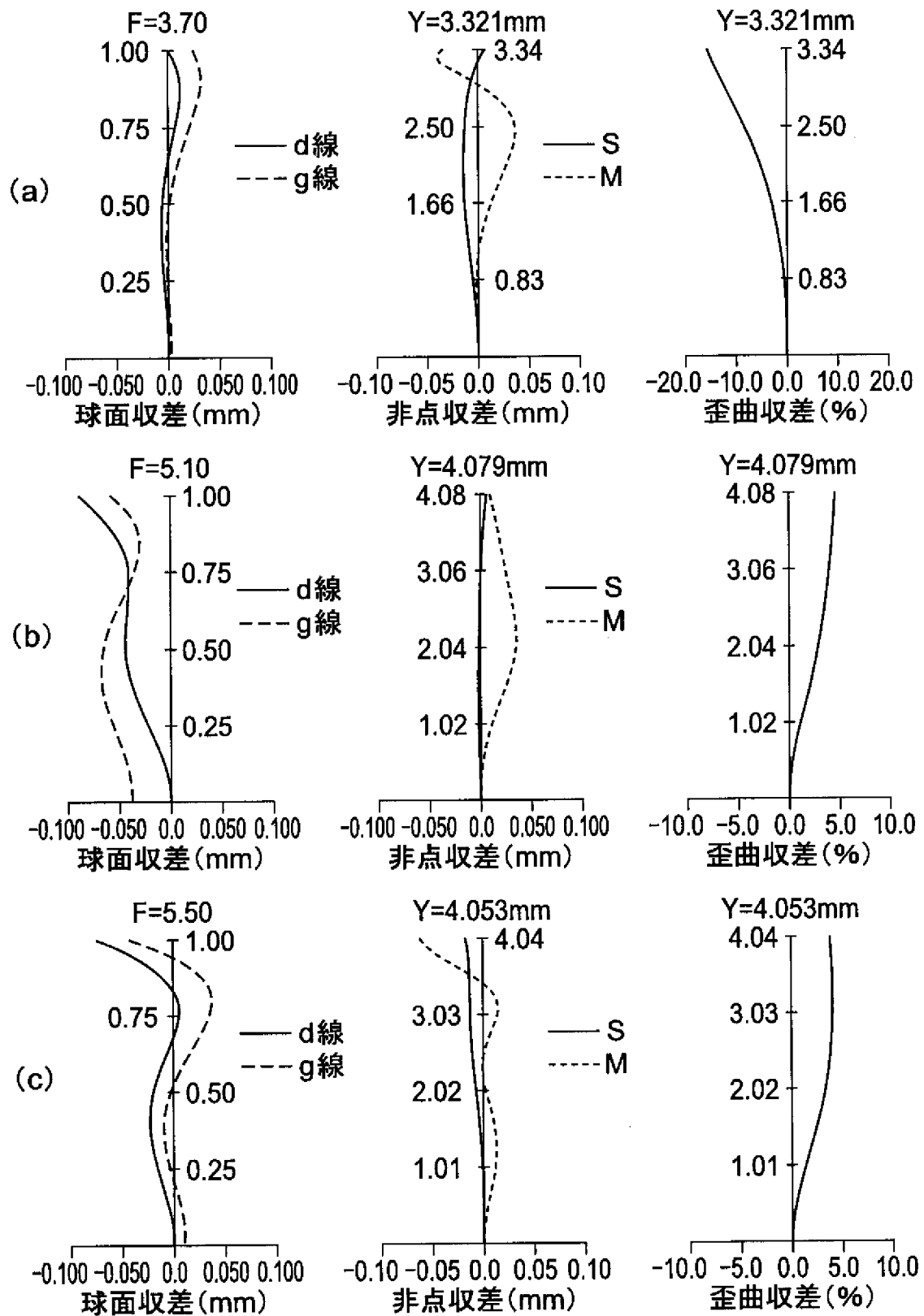
[図7]

実施例3 断面図



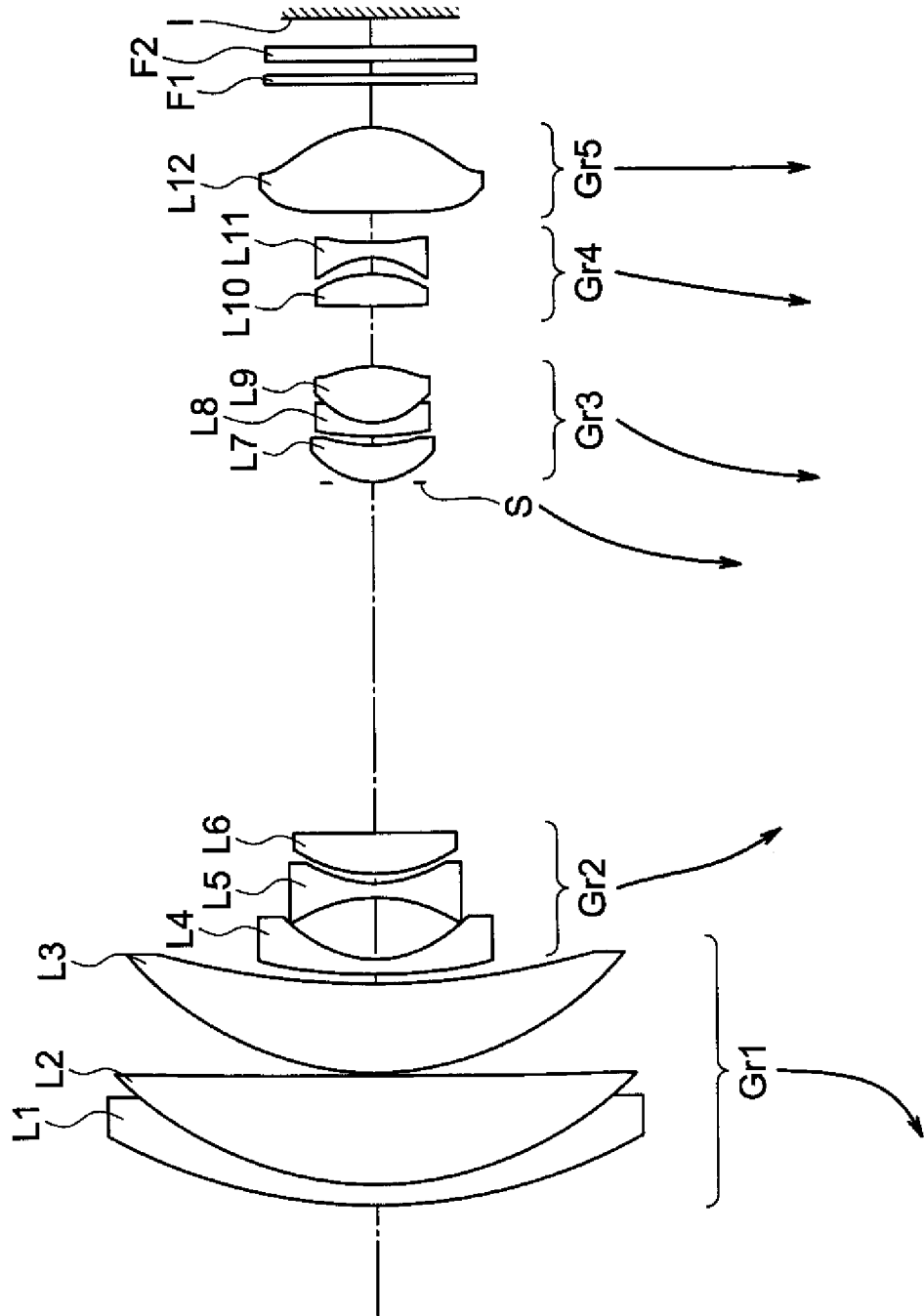
[図8]

実施例3 収差図



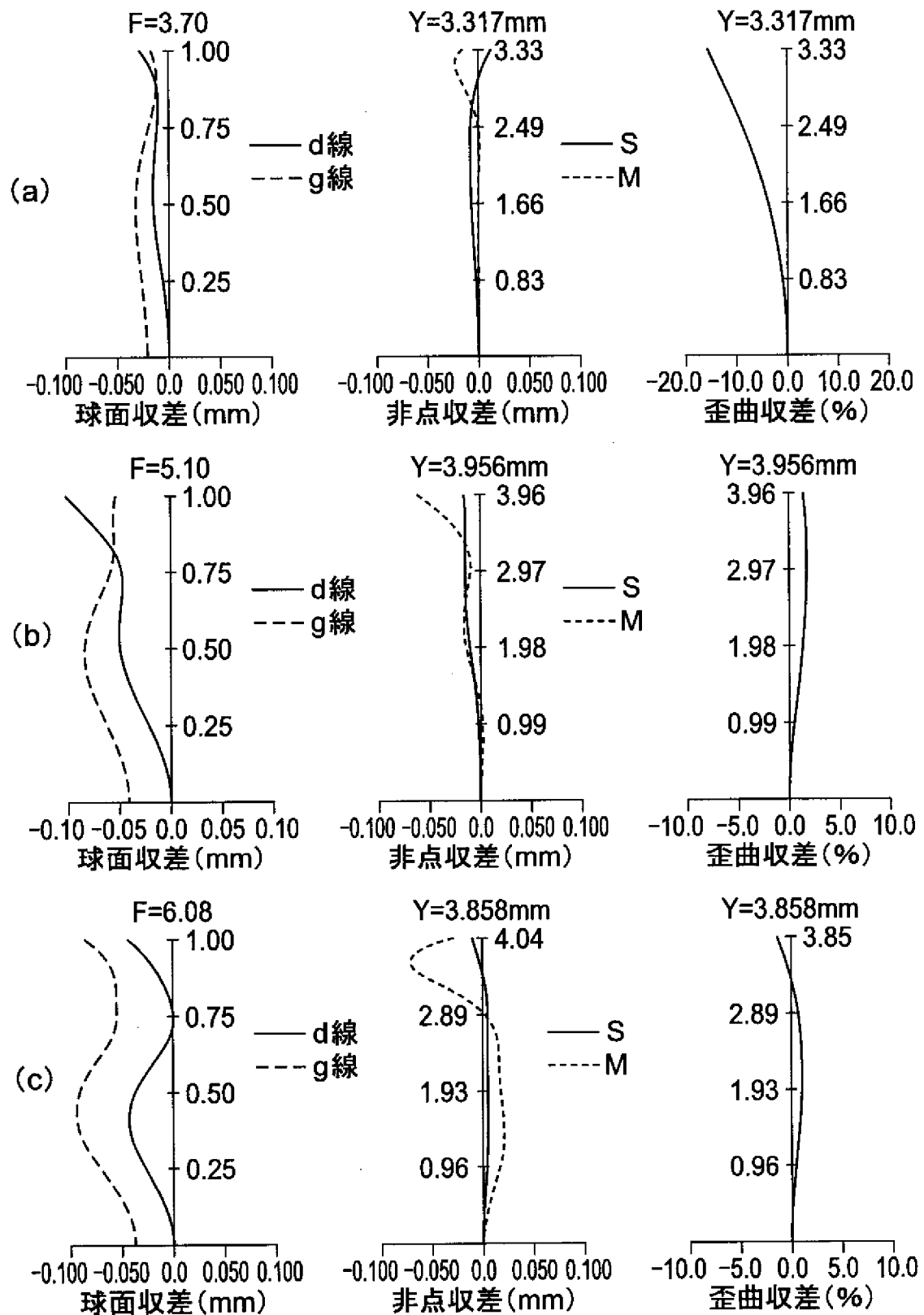
[図9]

実施例4 断面図

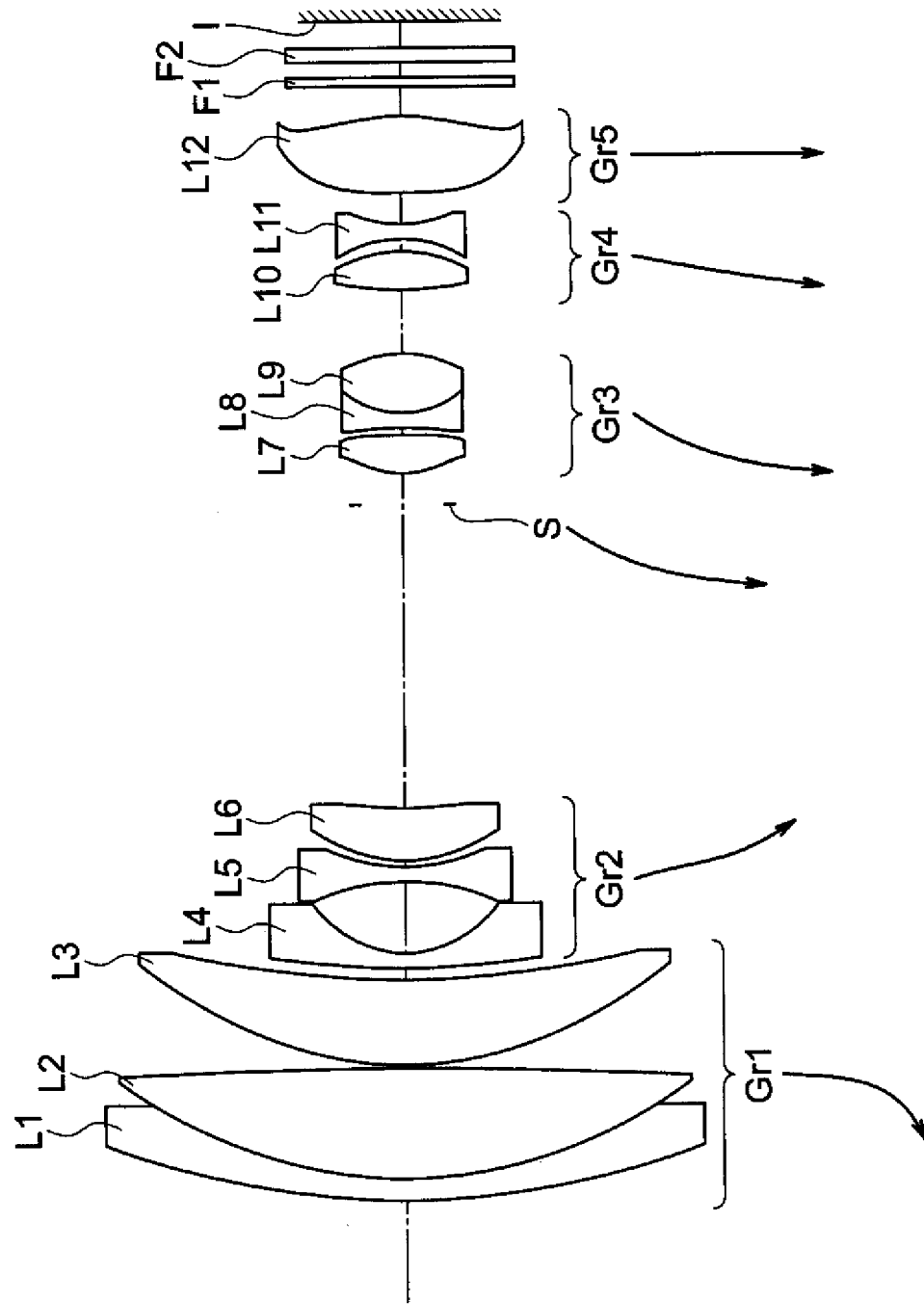


[図10]

実施例4 収差図



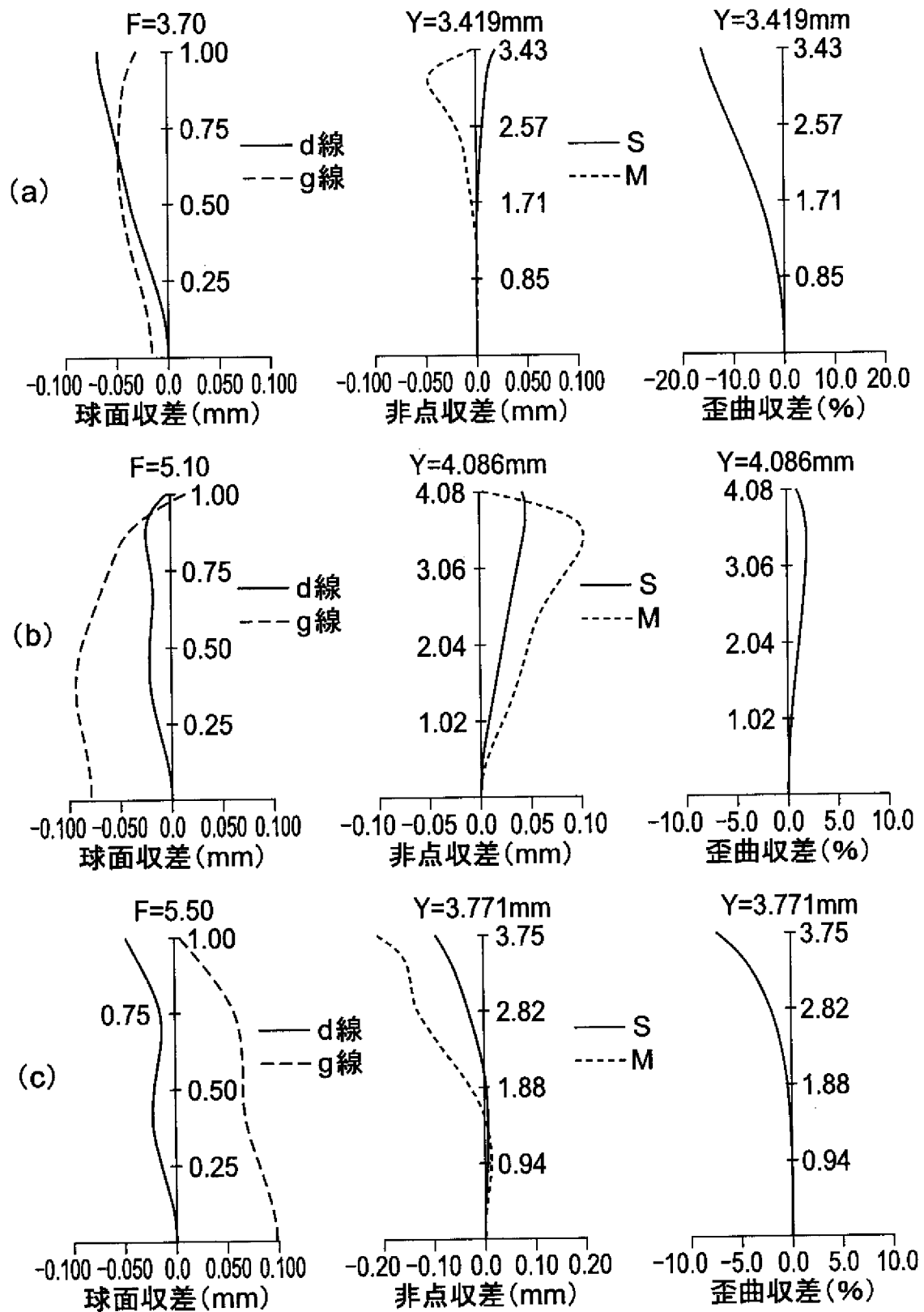
[図11]



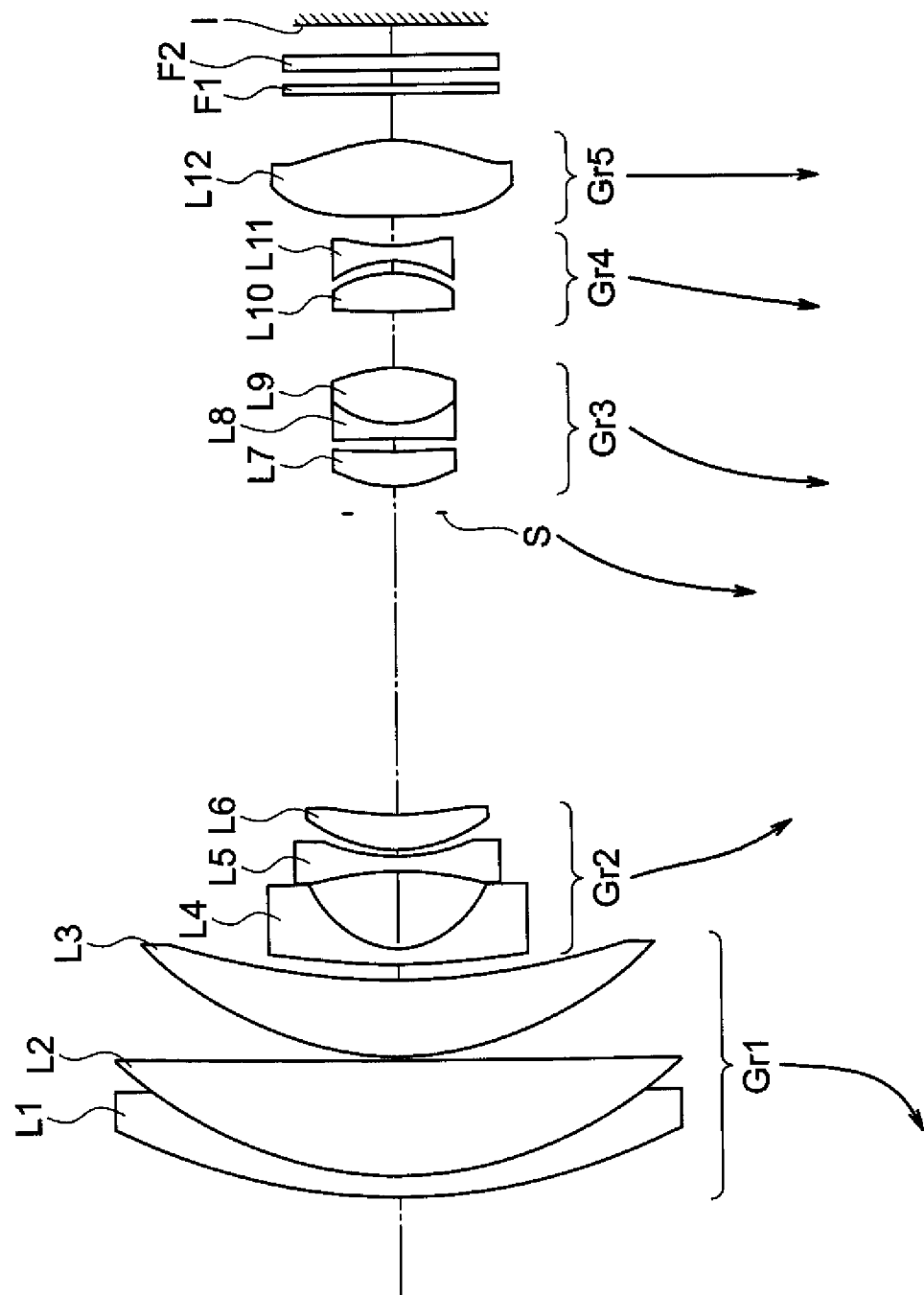
実施例5 断面図

[図12]

実施例5 収差図

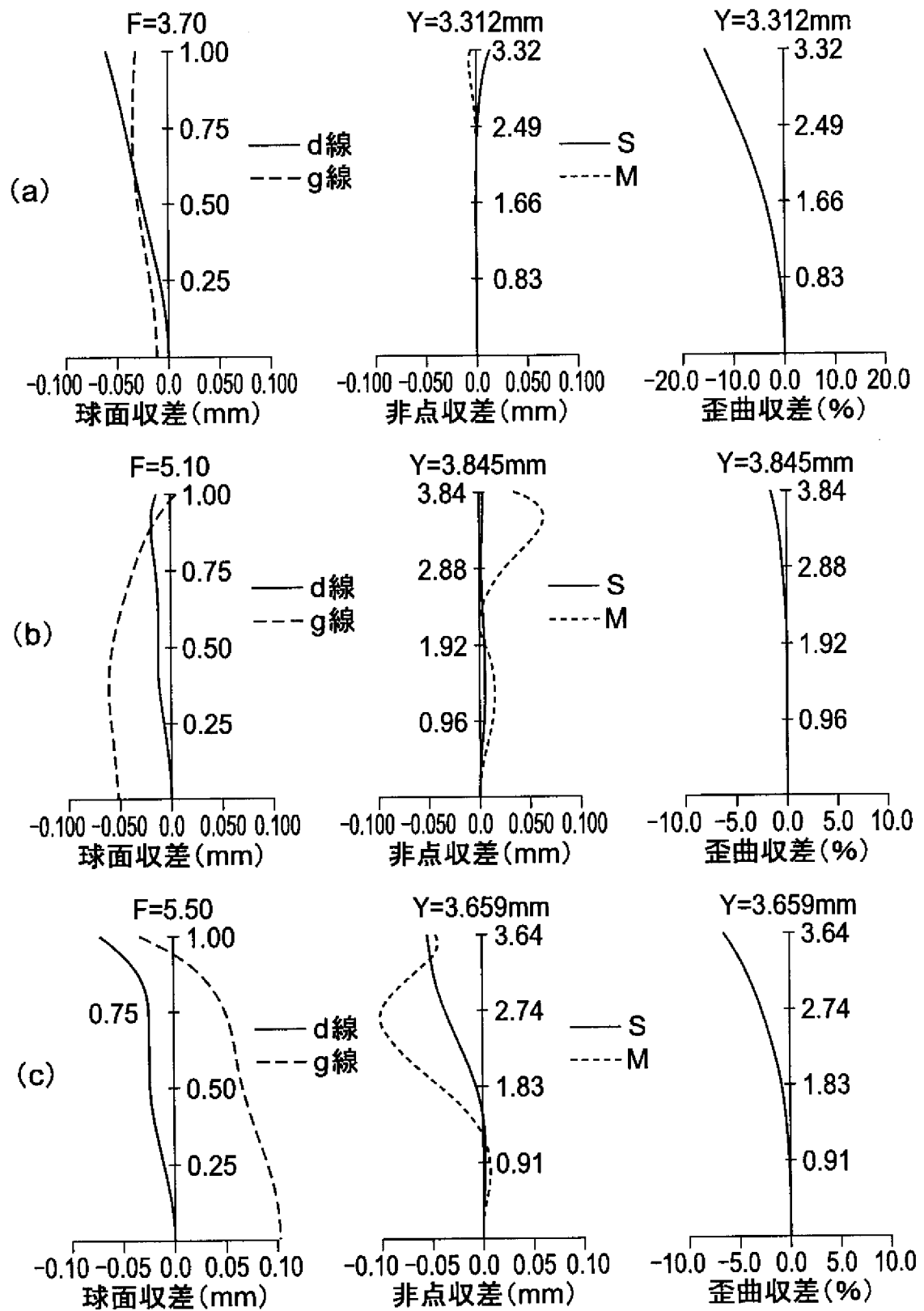


[図13]



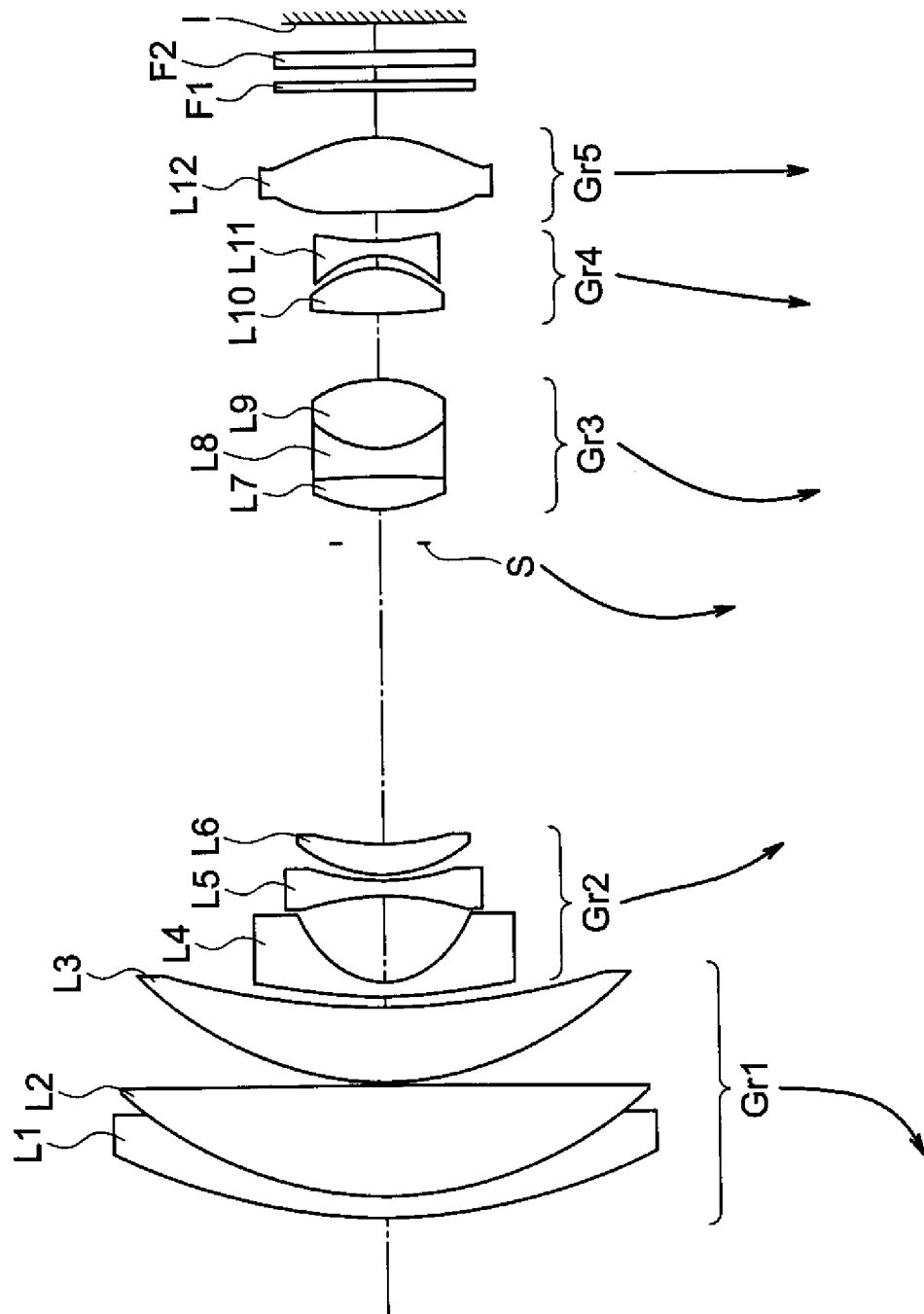
[図14]

実施例6 収差図



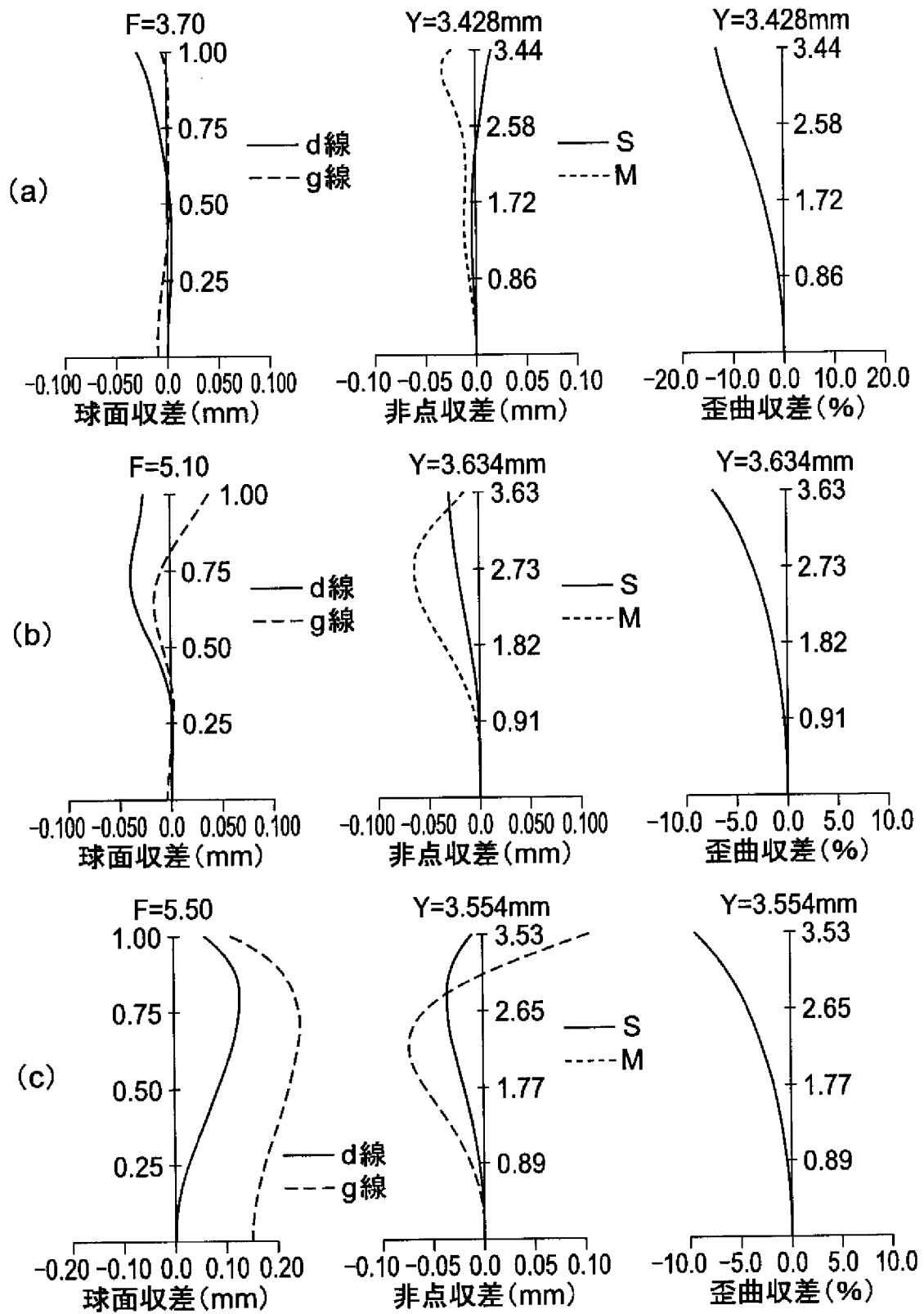
[図15]

実施例7 断面図



[図16]

実施例7 収差図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20 (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)

G02B15/20, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2010-204178 A (Sony Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), examples 1, 2 & US 2010/0220398 A1 & CN 101819317 A	1-12
A	JP 2010-8505 A (Olympus Imaging Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), examples 3, 9 & US 2011/0267705 A1 & WO 2009/157234 A1 & CN 102077128 A	1-12
A	JP 2009-251118 A (Panasonic Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), examples 15 to 22 & US 2010/0091174 A1	1-12

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 July, 2012 (13.07.12)

Date of mailing of the international search report
24 July, 2012 (24.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B15/20(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. G02B15/20, 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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	JP 2010-204178 A（ソニー株式会社）2010.09.16, 実施例 1 及び 2 & US 2010/0220398 A1 & CN 101819317 A	1-12
A	JP 2010-8505 A（オリンパスイメージング株式会社）2010.01.14, 実施例 3 及び 9 & US 2011/0267705 A1 & WO 2009/157234 A1 & CN 102077128 A	1-12
A	JP 2009-251118 A（パナソニック株式会社）2009.10.29, 実施例 1 5 乃至 2 2 & US 2010/0091174 A1	1-12

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀井 康司

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

2 V

3 7 1 3