

(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
2015年5月28日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/075948 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/JP2014/005886
- (22) 国際出願日: 2014年11月25日(25.11.2014)
- (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 2013-243332 2013年11月25日(25.11.2013) JP
特願 2013-243333 2013年11月25日(25.11.2013) JP
特願 2013-270350 2013年12月26日(26.12.2013) JP
特願 2013-270351 2013年12月26日(26.12.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 真杉 三郎(MASUGI, Saburo); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 石川 貴博(ISHIKAWA, Takahiro); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大西 正悟, 外(OHNISHI, Shogo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3-20-3、東

池袋SSビル1階 大西国際特許事務所 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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

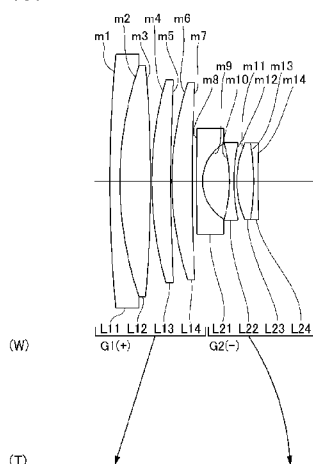
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ZOOM LENS, OPTICAL INSTRUMENT, AND METHOD FOR MANUFACTURING ZOOM LENS

(54) 発明の名称: ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法

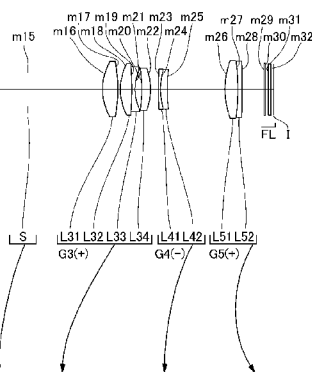
(第1実施例)

AA



AA First embodiment

ZL(ZL1)



(57) Abstract: A zoom lens has, in order from an object side along an optical axis, a first lens group (G1) having positive refractive power, a second lens group (G2) having negative refractive power, a third lens group (G3) having positive refractive power, a fourth lens group (G4) having negative refractive power, and a fifth lens group (G5) having positive refractive power. When magnification is changed, all of the lens groups move such that the space between each of the lens groups changes. The fifth lens group (G5) is constituted of one positive lens and one negative lens. The conditional equation $0.50 < TLt/ft < 0.75$ (wherein TLt is a distance on the optical axis from the front-most surface of a zoom lens (ZL) at the telephoto end state to an image surface and ft is the focal distance of the zoom lens (ZL) at the telephoto end state) is satisfied.

(57) 要約: 光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群(G1)と、負の屈折力を持つ第2レンズ群(G2)と、正の屈折力を持つ第3レンズ群(G3)と、負の屈折力を持つ第4レンズ群(G4)と、正の屈折力を持つ第5レンズ群(G5)とを有し、変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するよう、全てのレンズ群が移動し、第5レンズ群(G

5)は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、条件式 $0.50 < TLt/ft < 0.75$ を満足する(但し、 TLt : 望遠端状態におけるズームレンズ(ZL)の最前面から像面までの光軸上の距離、 ft : 望遠端状態におけるズームレンズ(ZL)の焦点距離)。

WO 2015/075948 A1

明 細 書

発明の名称：

ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、負の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群とからなり、各レンズ群を移動させて変倍を行う、高変倍比のズームレンズが提案されている（例えば、特許文献1、2を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-98699号公報

特許文献2：特開2011-75985号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、ズームレンズにおいては、更なる高変倍化が求められている。

[0005] また近年、ズームレンズにおいては、高変倍、かつ、より良い光学性能であることが求められている。

[0006] また、ズームレンズにおいては、更なる高性能化が求められている。

[0007] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、高い変倍比を備えたズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することを目的とする。

[0008] 本発明はまた、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレン

ズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することを目的とする。

[0009] 本発明また、優れた光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法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

[0010] 第1の本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有し、変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が移動し、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、次の条件式を満足する。

[0011] $0.50 < TLt / ft < 0.75$

但し、

TLt : 望遠端状態における前記ズームレンズの最前面から像面までの光軸上の距離、

ft : 望遠端状態における前記ズームレンズの焦点距離。

[0012] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0013] $10.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 25.0$

但し、

β_{2w} : 広角端状態における前記第2レンズ群の倍率、

β_{2t} : 望遠端状態における前記第2レンズ群の倍率。

[0014] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0015] $0.25 < f1 / ft < 0.50$

但し、

$f1$: 前記第1レンズ群の焦点距離。

[0016] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0017] $0.05 < f_3 / f_t < 0.10$

但し：

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離。

[0018] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0019] $0.02 < (-f_2) / f_t < 0.05$

但し、

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離。

[0020] 第1の本発明に係るズームレンズは、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に開口絞りを有し、変倍に際して、前記開口絞りが各レンズ群とは独立して移動することが好ましい。

[0021] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0022] $0.65 < \beta_{5t} < 0.85$

但し、

β_{5t} ：望遠端状態における前記第5レンズ群の倍率。

[0023] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0024] $37.0 < \nu_{d1} < 42.0$

但し、

ν_{d1} ：前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、最も物体側に配置されるレンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[0025] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

[0026] $20.0 < \nu_{d2} < 25.0$

但し、

ν_{d2} ：前記第2レンズ群を構成する正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[0027] 第1の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0028] \quad 35.0 < \nu d3 < 48.0$$

$\nu d3$: 前記第3レンズ群を構成する負レンズのうち、最も屈折力の強い負レンズの硝材のd線におけるアッペ数。

[0029] 第2の本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、次の条件式を満足する。

$$[0030] \quad 0.010 < (-f2) / f_t < 0.038$$

但し、

$f2$: 前記第2レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0031] 第2の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第1の正レンズと、第2の正レンズと、第3の正レンズとからなり、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0032] \quad 30.0 < \nu d1a < 50.0$$

$$244.8 < \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d < 285.0$$

但し、

$\nu d1a$: 前記負レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 b$: 前記第 1 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 c$: 前記第 2 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 d$: 前記第 3 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数。

[0033] 第 2 の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0034] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離。

[0035] 第 2 の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0036] \quad 0.700 < D_{m3} / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.795$$

但し、

D_{m3} : 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第 3 レンズ群の光軸上の移動量、

f_w : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0037] 第 2 の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0038] \quad 0.180 < D_{m1} / f_t < 0.200$$

但し、

D_{m1} : 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第 1 レンズ群の光軸上の移動量。

[0039] 第 2 の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0040] \quad 0.005 < D_5 / f_t < 0.030$$

但し、

D 5 : 前記第 5 レンズ群の光軸上の厚さ。

[0041] 第 2 の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを有することが好ましい。

[0042] 第 3 の本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、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 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増加し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が変化し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が変化するように、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第 5 レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、次の条件式を満足する。

$$[0043] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0044] 第 3 の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第 1 の正レンズと、第 2 の正レンズと、第 3 の正レンズとからなり、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0045] \quad 30.0 < \nu_{d1a} < 50.0$$

$$244.8 < \nu_{d1b} + \nu_{d1c} + \nu_{d1d} < 285.0$$

但し、

ν_{d1a} : 前記負レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

ν_{d1b} : 前記第 1 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d1c$: 前記第2の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数、

$\nu d1d$: 前記第3の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数。

[0046] 第3の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0047] \quad 0.700 < Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.795$$

但し、

$Dm3$: 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第3レンズ群の光軸上の移動量、

f_w : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0048] 第3の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0049] \quad 0.180 < Dm1 / f_t < 0.200$$

但し、

$Dm1$: 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第1レンズ群の光軸上の移動量。

[0050] 第3の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0051] \quad 0.005 < D5 / f_t < 0.030$$

但し、

$D5$: 前記第5レンズ群の光軸上の厚さ。

[0052] 第3の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することが好ましい。

[0053] 第4の本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有し、変倍時に、各レンズ群の間隔が変化する

ように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、それぞれプラスチックレンズを有し、前記第5レンズ群は、2枚以下のレンズからなり、次の条件式を満足する。

$$[0054] \quad 0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5$$

但し、

f_{PL3} : 前記第3レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離、

f_{PL4} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離。

[0055] 第4の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0056] \quad 65.0 < \nu_{d31} < 100.0$$

但し、

ν_{d31} : 前記第3レンズ群を構成するレンズのうち、最も物体側に配置されるレンズの硝材のd線におけるアッペ数。

[0057] 第4の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第4レンズ群は、1枚のプラスチック負レンズからなり、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0058] \quad -5.0 < (R_{42} + R_{41}) / (R_{42} - R_{41}) < -0.9$$

但し、

R_{41} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R_{42} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[0059] 第4の本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足することが好ましい。

$$[0060] \quad 0.63 < \beta_{5t} < 0.88$$

但し、

β_{5t} : 望遠端状態における前記第5レンズ群の倍率。

[0061] 第4の本発明に係るズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は、像側から順に並んだ、プラスチック正レンズと、プラスチック負レンズとを有し、次の条件式を満足することが好ましい。

[0062] $-6.0 < (R32 + R31) / (R32 - R31) < -0.9$
但し、

R31：前記第3レンズ群を構成するプラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R32：前記第3レンズ群を構成するプラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[0063] 第1の本発明に係る光学機器は、上記第1の発明に係るズームレンズを搭載して構成される。同様に、第2の本発明に係る光学機器は、上記第2の発明に係るズームレンズを搭載して構成され、第3の本発明に係る光学機器は、上記第3の発明に係るズームレンズを搭載して構成され、第4の本発明に係る光学機器は、上記第4の発明に係るズームレンズを搭載して構成される。

[0064] 第1の本発明に係るズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が移動し、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

[0065] $0.50 < TLt / ft < 0.75$
但し、

TLt：望遠端状態における前記ズームレンズの最前面から像面までの光軸上の距離、

ft：望遠端状態における前記ズームレンズの焦点距離。

[0066] 第2の本発明に係るズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側より

順に並んだ、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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

$$[0067] \quad 0.010 < (-f_2) / f_t < 0.038$$

但し、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0068] 第3の本発明に係るズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

$$[0069] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[0070] 第4の本発明に係るズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、変倍時に、各レンズ群の間隔が変化するように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、それぞれプラスチックレンズを有し、前記第5レンズ群は、2枚以下のレンズからなり、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

[0071] $0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5$

但し、

f_{PL3} : 前記第3レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離、

f_{PL4} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離。

発明の効果

[0072] いずれかの本発明によれば、高い変倍比を備えたズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することができる。

[0073] また、いずれかの本発明によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することができる。

[0074] また、いずれかの本発明によれば、優れた光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0075] [図1]第1実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)までの各群の移動軌跡(矢印)を示す図である。

[図2]第1実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図3]第2実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)までの各群の移動軌跡(矢印)を示す図である。

[図4]第2実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図5]第3実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)までの各群の移動軌跡(矢印)を示す図である。

[図6]第3実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図7](a)は第1の実施形態に係るデジタルスチルカメラの正面図であり、(b)はデジタルスチルカメラの背面図である。

[図8]図7(a)中の矢印A-A'に沿った断面図である。

[図9]第1の実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

[図10]第4実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)までの各群の移動軌跡(矢印)を示す図である。

[図11]第4実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠の場合、(b)は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図12]第4実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、(b)は望遠端状態における撮

影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図13]第5実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図14]第5実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状態における撮影距離無限遠の場合、（b）は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図15]第5実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、（b）は望遠端状態における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図16]第6実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図17]第6実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状態における撮影距離無限遠の場合、（b）は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図18]第6実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、（b）は望遠端状態における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図19]第7実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図20]第7実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状態における撮影距離無限遠の場合、（b）は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図21]第7実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、（b）は望遠端状態における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図22]第8実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図23]第8実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状

態における撮影距離無限遠の場合、（b）は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図24]第8実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、（b）は望遠端状態における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図25]第9実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図26]第9実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状態における撮影距離無限遠の場合、（b）は中間焦点距離状態1における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図27]第9実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は中間焦点距離状態2における撮影距離無限遠の場合、（b）は望遠端状態における撮影距離無限遠の場合をそれぞれ示す。

[図28]（a）は第2の実施形態に係るデジタルスチルカメラの正面図であり、（b）はデジタルスチルカメラの背面図である。

[図29]図28（a）中の矢印A-A'に沿った断面図である。

[図30]第2の実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

[図31]第3の実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

[図32]第10実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図33]第10実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、（a）は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、（b）は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、（c）は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図34]第11実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態（W）から望遠端状態（T）までの各群の移動軌跡（矢印）を示す図である。

[図35]第1 1実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図36]第1 2実施例に係るズームレンズの構成及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)までの各群の移動軌跡(矢印)を示す図である。

[図37]第1 2実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[図38](a)は第4の実施形態に係るデジタルスチルカメラの正面図であり、(b)はデジタルスチルカメラの背面図である。

[図39]図3 8 (a)中の矢印A-A'に沿った断面図である。

[図40]第4の実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態(第1の実施形態)

[0076] 以下、第1の実施形態について、図面を参照しながら説明する。第1の実施形態に係るズームレンズZ Lは、図1に示すように、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G 1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G 2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G 3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G 4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G 5とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍(ズーミング)に際して、変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が光軸に沿って移動し、第5レンズ群G 5は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成される。

[0077] この構成とすることにより、ズームレンズZ Lの全体の大きさと、非点収差と色収差を維持したまま、更なる高変倍化が可能となる。

[0078] そして、上記構成のもと、第1の実施形態に係るズームレンズZ Lは、次の条件式(1)を満足する。

[0079] $0.50 < TLt / ft < 0.75 \dots (1)$

但し、

TLt : 望遠端状態におけるズームレンズ ZL の最前面から像面までの光軸上の距離、

ft : 望遠端状態におけるズームレンズ ZL の焦点距離。

[0080] 条件式 (1) は、望遠端状態におけるズームレンズ ZL 全体の焦点距離と、望遠端状態におけるズームレンズ ZL の最前面から像面までの光軸上の距離との比を規定している。条件式 (1) の下限値を下回ると、倍率色収差、コマ収差、非点収差が悪化し、好ましくない。条件式 (1) の上限値を上回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0081] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (1) の下限値を 0.53 とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (1) の上限値を 0.72 とすることが好ましい。

[0082] 第1の実施形態に係るズームレンズ ZL は、次の条件式 (2) を満足することが好ましい。

[0083] $10.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 25.0 \dots (2)$

但し、

β_{2w} : 広角端状態における第2レンズ群 $G2$ の倍率、

β_{2t} : 望遠端状態における第2レンズ群 $G2$ の倍率。

[0084] 条件式 (2) は、広角端状態における第2レンズ群 $G2$ の倍率と、望遠端状態における第2レンズ群 $G2$ の倍率を規定している。条件式 (2) の下限値を下回ると、コマ収差、非点収差が悪化し、好ましくない。また、条件式 (2) の上限値を上回ると、コマ収差が悪化するため、好ましくない。

[0085] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (2) の下限値を 11.0 とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (2) の上限値を 20.0 とすることが好ましい。

[0086] 第1の実施形態に係るズームレンズ ZL は、次の条件式 (3) を満足することが好ましい。

[0087] $0.25 < f_1 / f_t < 0.50 \dots (3)$

但し、

f_1 : 第1レンズ群G1の焦点距離。

[0088] 条件式(3)は、望遠端状態における全系の焦点距離と、第1レンズ群G1の焦点距離の比を規定している。条件式(3)の下限値を下回ると、コマ収差、非点収差、倍率色収差が悪化し、好ましくない。条件式(3)の上限値を上回ると、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0089] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.30とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の上限値を0.42とすることが好ましい。

[0090] 第1の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

[0091] $0.05 < f_3 / f_t < 0.10 \dots (4)$

但し：

f_3 : 第3レンズ群G3の焦点距離。

[0092] 条件式(4)は、望遠端状態における全系の焦点距離と、第3レンズ群G3の焦点距離の比を規定している。条件式(4)の下限値を下回ると、コマ収差が悪化するため、好ましくない。条件式(4)の上限値を上回ると、コマ収差が悪化するため、好ましくない。

[0093] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の下限値を0.06とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の上限値を0.09とすることが好ましい。

[0094] 第1の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

[0095] $0.02 < (-f_2) / f_t < 0.05 \dots (5)$

但し、

f_2 : 第2レンズ群G2の焦点距離。

[0096] 条件式(5)は、望遠端状態における全系の焦点距離と、第2レンズ群G

2の焦点距離の比を規定している。条件式(5)の下限値を下回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。条件式(5)の上限値を上回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0097] 第1の実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の下限値を0.025とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の上限値を0.045とすることが好ましい。

[0098] 第1の実施形態に係るズームレンズZLは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に開口絞りSを有し、変倍に際して、開口絞りSが各レンズ群とは独立して光軸に沿って移動することが好ましい。

[0099] この構成によれば、広角端状態におけるコマ収差を改善することができる。

[0100] 第1の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$[0101] \quad 0.65 < \beta_{5t} < 0.85 \quad \dots (6)$$

但し、

β_{5t} : 望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率。

[0102] 条件式(6)は、望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率を規定している。条件式(6)の下限値を下回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。条件式(6)の上限値を上回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0103] 第1の実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の下限値を0.67とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の上限値を0.80とすることが好ましい。

[0104] 第1の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(7)を満足することが好ましい。

$$[0105] \quad 37.0 < \nu_{d1} < 42.0 \quad \dots (7)$$

但し、

ν_{d1} : 第1レンズ群G1を構成するレンズのうち、最も物体側に配置され

るレンズL 1 1 の硝材のd線におけるアッベ数。

[0106] 条件式(7)は、第1レンズ群G 1 の、最も物体側に配置されるレンズL 1 1 の硝材のアッベ数を規定している。条件式(7)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差が悪化するため、好ましくない。条件式(7)の上限値を上回ると、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0107] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(7)の下限値を38.0とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(7)の上限値を41.0とすることが好ましい。

[0108] 第1の実施形態に係るズームレンズZ L は、次の条件式(8)を満足することが好ましい。

$$[0109] \quad 20.0 < \nu_{d2} < 25.0 \quad \dots (8)$$

但し、

ν_{d2} : 第2レンズ群G 2 を構成する正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[0110] 条件式(8)は、第2レンズ群G 2 中の、最も屈折力の強い正レンズの硝材のアッベ数を規定している。条件式(8)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差が悪化するため、好ましくない。条件式(8)の上限値を上回ると、軸上色収差、倍率色収差が悪化するため、好ましくない。

[0111] 第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(8)の下限値を20.5とすることが好ましい。第1の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(8)の上限値を24.5とすることが好ましい。

[0112] 第1の実施形態に係るズームレンズZ L は、次の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$[0113] \quad 35.0 < \nu_{d3} < 48.0 \quad \dots (9)$$

ν_{d3} : 第3レンズ群G 3 を構成する負レンズのうち、最も屈折力の強い負レンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[0114] 条件式(9)は、第3レンズ群G 3 中の、最も屈折力の強い負レンズの硝材のアッベ数を規定している。条件式(9)の下限値を下回ると、軸上色収

差が悪化するため、好ましくない。条件式（９）の上限値を上回ると、軸上色収差が悪化するため、好ましくない。

[0115] 第１の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（９）の下限値を３７．０とすることが好ましい。第１の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（９）の上限値を４６．０とすることが好ましい。

[0116] 以上のような構成を備える第１の実施形態に係るズームレンズＺＬによれば、高い変倍比を備えたズームレンズを実現することができる。

[0117] 図７及び図８に、上述のズームレンズＺＬを備える光学機器として、デジタルスチルカメラＣＡＭ（光学機器）の構成を示す。このデジタルスチルカメラＣＡＭは、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズ（ズームレンズＺＬ）の不図示のシャッタが開放されて、ズームレンズＺＬで被写体（物体）からの光が集光され、像面Ｉ（図１参照）に配置された撮像素子Ｃ（例えば、ＣＣＤやＣＭＯＳ等）に結像される。撮像素子Ｃに結像された被写体像は、デジタルスチルカメラＣＡＭの背後に配置された液晶モニターＭに表示される。撮影者は、液晶モニターＭを見ながら被写体像の構図を決めた後、レリーズ釦Ｂ１を押し下げて被写体像を撮像素子Ｃで撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

[0118] カメラＣＡＭには、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部ＥＦ、デジタルスチルカメラＣＡＭの種々の条件設定等に使用するファンクションボタンＢ２等が配置されている。ここでは、カメラＣＡＭとズームレンズＺＬとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学機器としては、ズームレンズＺＬを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体とが着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

[0119] 以上のような構成を備える第１の実施形態に係るカメラＣＡＭによれば、撮影レンズとして上述のズームレンズＺＬを搭載することにより、高い変倍比を備えたカメラを実現することができる。

[0120] 続いて、図９を参照しながら、上述のズームレンズＺＬの製造方法について概説する。まず、レンズ鏡筒内に、光軸に沿って物体側より順に、正の屈

折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とが並ぶように、各レンズを配置する（ステップST10）。このとき、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するとともに、全てのレンズ群が光軸方向に移動するように、鏡筒内に各レンズを配置する（ステップST20）。また、第5レンズ群G5は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成されるように、鏡筒内に各レンズを配置する（ステップST30）。そして、次の条件式（1）を満足するように、鏡筒内に各レンズを配置する（ステップST40）。

$$[0121] \quad 0.50 < TLt / ft < 0.75 \dots (1)$$

但し、

TLt ：望遠端状態における前記ズームレンズの最前面から像面までの光軸上の距離、

ft ：望遠端状態におけるズームレンズZLの焦点距離。

[0122] ここで、第1の実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図1に示すズームレンズZLでは、レンズ鏡筒内に、第1レンズ群G1として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14を配置している。第2レンズ群G2として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズを配置している。第3レンズ群G3として、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34とを配置している。第4レンズ群G4として、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41と物体側に

凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 2とを貼り合わせた接合レンズを配置している。第5レンズ群G 5として、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状の正レンズL 5 1と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズを配置している。また、各レンズは、上記条件式(1)を満足するように、鏡筒内に配置されている(条件式(1)の対応値は0.625)。

[0123] 上記第1の実施形態のズームレンズZ Lの製造方法によれば、高い変倍比を備えたズームレンズを製造することができる。

第1の実施形態に係る実施例

[0124] これより第1の実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表1～表3を示すが、これらは第1実施例～第3実施例における各諸元の表である。

[0125] なお、第1実施例に係る図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

[0126] 各実施例では収差特性の算出対象として、d線(波長587.5620nm)、g線(波長435.8350nm)を選んでいる。

[0127] 表中の「レンズ諸元」において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、Rは各光学面の曲率半径、Dは各光学面から次の光学面(又は像面)までの光軸上の距離である面間隔、n dは光学部材の材質のd線に対する屈折率、 ν dは光学部材の材質のd線を基準とするアッベ数をそれぞれ示す。物面は物体面、(可変)は可変の面間隔、曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口、(絞りS)は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示す。空気の屈折率「1.0000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。

[0128] 表中の「全体諸元」において、fはレンズ全系の焦点距離、F N oはFナンバー、 ω は半画角(最大入射角、単位:°)、Yは像高、B fは光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離、B f(空気換算)は光軸上でのレ

レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表記したもの、TLは光軸上でのレンズ最前面から近軸像面までの距離、レンズ全長は光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にBf（空気換算）を加えたものを示す。

[0129] 表中の「非球面データ」には、「レンズ諸元」に示した非球面について、その形状を次式（a）で示す。X（y）は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、Rは基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、κは円錐定数を、Aiは第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「×10⁻ⁿ」を示す。例えば、1.234E-05=1.234×10⁻⁵である。

[0130]
$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 \dots (a)$$

[0131] 表中の「ズーミングデータ」において、広角端、中間焦点距離、望遠端の各状態における可変間隔の値Diを示す。なお、Diは、第i面と第(i+1)面の可変間隔を示す。

[0132] 表中の「ズームレンズ群データ」において、Gは群番号、群初面は各群の最も物体側の面番号、群焦点距離は各群の焦点距離、レンズ構成長は各群の最も物体側のレンズ面から最も像面側のレンズ面までの光軸上での距離を示す。

[0133] 表中の「条件式」には、上記の条件式（1）～（9）に対応する値を示す。

[0134] 以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離f、曲率半径R、面間隔D、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、ズームレンズは比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

[0135] ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

[0136] (第1実施例)

第1実施例について、図1、図2及び表1を用いて説明する。第1実施例に係るズームレンズZL(ZL1)は、図1に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0137] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とから構成される。

[0138] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとから構成される。

[0139] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34とから構成される。なお、両凸形状の正レンズL31の両面には、非球面が形成されている。

[0140] 第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL42との接合レンズから構成される。

[0141] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズから構成される。

[0142] フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解

像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等で構成されている。

[0143] 本実施例に係るズームレンズZL1においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群G1～G5が光軸方向に移動する。また、開口絞りSは、各レンズ群とは独立して光軸方向に移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、ズーミングにおいて、像面側へ移動する。開口絞りSは、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、ズーミングにおいて、一旦物体側へ移動し、その後像面側へ移動する。

[0144] 下記の表1に、第1実施例における各諸元の値を示す。表1における面番号1～32が、図1に示すm1～m32の各光学面に対応している。

[0145] (表1)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	602.1924	4.3328	1.8044	39.6
2	155.6478	13.2289	1.4370	95.0
3	-575.8710	0.5113		
4	162.5104	8.1928	1.4978	82.6
5	774.6313	0.4867		
6	134.7817	8.6699	1.4978	82.6
7	722.6309	D7(可変)		
8	1690.4207	2.6024	1.8040	46.6
9	19.1990	11.6120		
10	-59.1281	1.9349	1.7292	54.6
11	81.6584	1.2096		

12	40.6796	7.2771	1.8081	22.7
13	-97.9290	1.6867	1.9108	35.3
14	226.1617	D14(可変)		
15	∞ (絞り S)	D15(可変)		
*16	23.4798	6.5133	1.5533	71.7
*17	-60.0319	1.1981		
18	24.7963	4.8916	1.4978	82.6
19	-187.4053	1.3639	1.8830	40.7
20	20.0841	2.8964		
21	-64.4176	3.6892	1.4875	70.3
22	-28.4246	D22(可変)		
23	276.0564	0.9518	1.8348	42.7
24	31.3829	2.8964	1.8503	32.4
25	76.4218	D25(可変)		
26	35.7242	5.5614	1.4875	70.3
27	-86.9471	1.9181	1.9020	25.3
28	-347.1760	D28(可変)		
29	∞	0.7133	1.5168	63.9
30	∞	1.0281		
31	∞	1.1957	1.5168	63.9
32	∞	(Bf)		
像面	∞			

[全体諸元]

ズーム比 56.572

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.00	206.29	565.72
開口絞り径	14.5	18.1	18.1

F N o	3.5	5.2	6.7
ω	46.05	2.73	0.98
B f	1.34	1.34	1.34
B f (空気換算)	12.97	48.21	20.43
T L	252.19	344.18	353.66
レンズ全長	251.54	343.53	353.01

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
16	0.840	-5.321E-06	0.000E+00
17	1.000	8.565E-06	0.000E+00

[ズーミングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.00	206.29	565.72
D7	1.931	132.997	150.367
D14	82.384	10.508	0.970
D15	32.284	8.188	3.642
D22	3.470	23.171	22.370
D25	24.879	26.833	61.607
D28	9.348	44.584	16.802

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成数
G 1	1	192.7	35.422
G 2	8	-19.9	26.323
G 3	16	42.2	20.553
G 4	23	-132.8	3.848

G 5 26 86.5 7.480

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad T L t / f t = 0.625$$

$$\text{条件式 (2)} \quad \beta 2t / \beta 2w = 14.364$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f 1 / f t = 0.341$$

$$\text{条件式 (4)} \quad f 3 / f t = 0.075$$

$$\text{条件式 (5)} \quad (-f 2) / f t = 0.035$$

$$\text{条件式 (6)} \quad \beta 5t = 0.704$$

$$\text{条件式 (7)} \quad \nu d1 = 39.6$$

$$\text{条件式 (8)} \quad \nu d2 = 22.7$$

$$\text{条件式 (9)} \quad \nu d3 = 40.7$$

[0146] 表 1 から、本実施例に係るズームレンズ Z L 1 は、条件式 (1) ~ (9) を満たすことが分かる。

[0147] 図 2 は、第 1 実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図 2 (a) は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 2 (b) は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 2 (c) は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0148] 各収差図において、F N O は F ナンバー、A は各像高に対する半画角（単位：°）を示す。d は d 線、g は g 線における収差を示す。また、記載のないものは、d 線における収差を示す。球面収差図において、実線は球面収差を、破線は正弦条件を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図において、実線はメリディオナルコマを示す。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

[0149] 図 2 に示す各収差図から明らかなように、第 1 実施例に係るズームレンズ

ZL 1 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0150] (第2実施例)

第2実施例について、図3、図4及び表2を用いて説明する。第2実施例に係るズームレンズZL (ZL 2) は、図3に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G 1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G 2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G 3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G 4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G 5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0151] 第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と両凸形状の正レンズL 1 2との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 4とから構成される。

[0152] 第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとL 2 1と、両凹形状の負レンズL 2 2と、両凸形状の正レンズL 2 3と両凹形状の負レンズL 2 4との接合レンズとから構成される。

[0153] 第3レンズ群G 3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1と、両凸形状の正レンズL 3 2と両凹形状の負レンズL 3 3との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 3 4とから構成される。なお、両凸形状の正レンズL 3 1の両面には、非球面が形成されている。

[0154] 第4レンズ群G 4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 1と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 2との接合レンズから構成される。

[0155] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正

レンズL 5 1 と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5 2 との接合レンズから構成される。

[0156] フィルタ群F L は、像面 I に配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等で構成されている。

[0157] 本実施例に係るズームレンズZ L 2 においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群G 1 ～G 5 が光軸方向に移動する。また、開口絞りS は、各レンズ群とは独立して光軸方向に移動する。具体的には、第1レンズ群G 1 は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G 2 は、ズーミングにおいて、像面側へ移動する。開口絞りS は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第3レンズ群G 3 は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4 は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第5レンズ群G 5 は、ズーミングにおいて、一旦物体側へ移動し、その後像面側へ移動する。

[0158] 下記の表2 に、第2実施例における各諸元の値を示す。表2における面番号1～32が、図3に示すm 1 ～m 32の各光学面に対応している。

[0159] (表2)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
1	683.361	4.337	1.8044	39.6
2	157.492	13.253	1.4370	95.0
3	-666.320	0.482		
4	164.458	9.157	1.4978	82.6
5	2409.639	0.482		
6	116.869	8.675	1.4978	82.6
7	376.645	D7(可変)		
8	1688.145	2.651	1.8040	46.6

9	19.129	11.084		
10	-91.992	1.928	1.7292	54.6
11	48.994	1.205		
12	34.531	7.229	1.8081	22.7
13	-198.463	1.687	1.9108	35.3
14	143.890	D14(可変)		
15	∞ (絞り S)	D15(可変)		
*16	20.878	6.506	1.5533	71.7
*17	-80.311	1.205		
18	23.861	4.819	1.4978	82.6
19	-1792.432	1.446	1.8830	40.7
20	17.185	2.892		
21	97.772	3.614	1.4875	70.3
22	-56.284	D22(可変)		
23	-76.280	2.892	1.8503	32.4
24	-31.325	0.964	1.8348	42.7
25	-275.550	D25(可変)		
26	35.760	5.542	1.4875	70.3
27	-94.9411	1.928	1.9020	25.3
28	-415.468	D28(可変)		
29	∞	0.723	1.5168	63.9
30	∞	1.028		
31	∞	1.205	1.5168	63.9
32	∞	(Bf)		
像面	∞			

[全体諸元]

ズーム比 56.57

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	75.2	565.7
開口絞り径	15.7	15.7	15.7
F N o	3.1	5.7	6.3
ω	45.2	7.4	0.97
B f	1.00	1.00	1.00
B f (空気換算)	13.66	41.76	12.84
T L	243.35	297.32	321.27
レンズ全長	242.60	297.66	321.62

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
16	0.4783	-3.12E-06	0.00E+00
17	1.0000	3.44E-06	0.00E+00

[ズーミングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	75.2	565.7
D7	2.325	96.266	149.386
D14	80.450	30.586	0.314
D15	28.745	2.046	2.031
D22	6.858	15.124	5.363
D25	16.587	17.910	57.707
D28	10.360	38.456	9.541

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成数
G 1	1	188.0	36.386

G 2	8	-19.9	25.784
G 3	16	40.6	20.482
G 4	23	-132.5	3.856
G 5	26	86.7	7.470

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad T L t / f t = 0.568$$

$$\text{条件式 (2)} \quad \beta 2t / \beta 2w = 22.2$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f 1 / f t = 0.332$$

$$\text{条件式 (4)} \quad f 3 / f t = 0.072$$

$$\text{条件式 (5)} \quad (-f 2) / f t = 0.035$$

$$\text{条件式 (6)} \quad \beta 5t = 0.79$$

$$\text{条件式 (7)} \quad \nu d1 = 39.6$$

$$\text{条件式 (8)} \quad \nu d2 = 22.7$$

$$\text{条件式 (9)} \quad \nu d3 = 40.7$$

[0160] 表 2 から、本実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、条件式 (1) ~ (9) を満たすことが分かる。

[0161] 図 4 は、第 2 実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図 4 (a) は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 4 (b) は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 4 (c) は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0162] 図 4 に示す各収差図から明らかなように、第 2 実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0163] (第3実施例)

第3実施例について、図5、図6及び表3を用いて説明する。第3実施例に係るズームレンズZL(ZL3)は、図5に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0164] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0165] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとから構成される。

[0166] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とから構成される。なお、両凸形状の正レンズL31の両面には、非球面が形成されている。

[0167] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41から構成される。

[0168] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズから構成される。

[0169] フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等で構成されている。

[0170] 本実施例に係るズームレンズZL3においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群G1～G5が光軸方向に移動する。また、開口絞りSは、各レンズ群とは独立して光軸方向に移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、ズーミングにおいて、像面側に移動する。開口絞りSは、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、ズーミングにおいて、一旦物体側に移動し、その後像面側へ移動する。

[0171] 下記の表3に、第3実施例における各諸元の値を示す。表3における面番号1～30が、図5に示すm1～m30の各光学面に対応している。

[0172] (表3)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	409.007	4.337	1.8830	40.8
2	140.233	14.458	1.4370	95.0
3	-274.265	0.482		
4	111.246	10.361	1.5932	67.9
5	361.446	D5(可変)		
6	240.964	2.651	1.9004	37.4
7	19.901	9.639		
8	-76.198	2.169	1.8348	42.7
9	130.360	1.205		
10	38.692	6.506	1.9229	20.9
11	-86.991	1.205		
12	-43.966	1.928	1.8348	42.7
13	138.973	D13(可変)		

14	∞ (絞り S)	D14(可変)		
*15	28.824	6.506	1.5533	71.7
*16	-74.970	2.410		
17	22.892	6.024	1.4875	70.3
18	1207.218	1.446	1.9108	35.3
19	21.839	3.133		
20	969.979	3.614	1.4875	70.3
21	-33.765	D21(可変)		
22	168.675	2.410	1.5311	55.9
23	52.834	D23(可変)		
24	34.349	5.783	1.4875	70.3
25	-286.309	1.928	1.9108	35.3
26	450.774	D26(可変)		
27	∞	0.723	1.5168	63.9
28	∞	0.964		
29	∞	1.205	1.5168	63.9
30	∞	(Bf)		
像面	∞			

[全体諸元]

ズーム比 56.63

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	74.7	566.3
開口絞り径	14.5	14.5	21.7
F N o	3.3	5.3	6.0
ω	46.6	7.4	0.96
B f	1.00	1.00	1.00
B f (空気換算)	13.94	47.33	11.72

TL	214.18	298.06	388.60
レンズ全長	213.53	297.40	387.94

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
15	1.0524	-4.37E-06	0.00E+00
16	1.0000	5.98E-06	0.00E+00

[ズーミングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	74.7	566.3
D5	0.353	101.253	180.863
D13	68.444	9.587	3.644
D14	20.665	12.231	4.279
D21	5.113	30.664	40.303
D23	16.816	7.740	58.937
D26	10.706	44.498	8.486

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成長
G 1	1	228.9	29.638
G 2	6	-18.7	25.303
G 3	15	38.8	23.133
G 4	22	-145.9	2.410
G 5	24	91.6	7.711

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad TL_t / f_t = 0.687$$

$$\text{条件式 (2)} \quad \beta_{2t} / \beta_{2w} = 11.247$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_1 / f_t = 0.405$$

$$\text{条件式 (4)} \quad f_3 / f_t = 0.069$$

$$\text{条件式 (5)} \quad (-f_2) / f_t = 0.033$$

$$\text{条件式 (6)} \quad \beta_{5t} = 0.804$$

$$\text{条件式 (7)} \quad \nu_{d1} = 40.8$$

$$\text{条件式 (8)} \quad \nu_{d2} = 20.9$$

$$\text{条件式 (9)} \quad \nu_{d3} = 35.3$$

[0173] 表3から、本実施例に係るズームレンズZL3は、条件式(1)～(9)を満たすことが分かる。

[0174] 図6は、第3実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図6(a)は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図6(b)は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図6(c)は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0175] 図6に示す各収差図から明らかなように、第3実施例に係るズームレンズZL3は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0176] 上記第1の実施形態に係る各実施例によれば、高い変倍比（50倍以上）を備えたズームレンズを実現することができる。

[0177] ここまで本発明を分かりやすくするために、第1の実施形態に係る構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

[0178] 上記第1の実施形態に係る実施例では、5群構成を示したが、6群、7群等の他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレン

ズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

[0179] 例えば、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としてもよい。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用することができ、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた）モーター駆動にも適している。特に、第5レンズ群G5を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0180] また、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第3レンズ群G3全体を防振レンズ群とするのが好ましい。

発明を実施するための形態（第2および第3の実施形態）

[0181] 次に、第2の実施形態について図面を参照して説明する。第2の実施形態に係るズームレンズZLは、図10に示すように、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍（ズーミング）に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5はそれぞれ光軸に沿って移動し、第5レンズ群G5は一旦物体側に移動した後に像側へ移動するように構成される。

[0182] この構成により、全長を小さく保ちつつ、変倍比を大きくできるという効果が得られる。

[0183] 上記構成のもと、第2の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式

(10) を満足するように構成される。

[0184] $0.010 < (-f_2) / f_t < 0.038 \dots (10)$

但し、

f_2 : 第2レンズ群G2の焦点距離、

f_t : ズームレンズZLの望遠端状態における焦点距離。

[0185] 条件式(10)は、第2レンズ群G2の焦点距離と、望遠端状態におけるズームレンズZLの焦点距離との関係を規定したものである。条件式(10)を満足することにより、球面収差や変倍による収差変動を抑えることができる。

[0186] 条件式(10)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2のパワーが弱くなりすぎてしまい、他のレンズ群のパワーを強くすることで、球面収差、像面湾曲の補正が困難となる。また、第2レンズ群G2の移動量が大きくなり、光学全長が伸び、前玉径も大きくなるので小型化の達成が困難となる。条件式(10)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2のパワーが強くなりすぎてしまい、非点収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0187] 第2の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(10)の上限値を0.035とすることが好ましい。第2の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(10)の下限値を0.020とすることが好ましい。

[0188] 第2の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第1の正レンズと、第2の正レンズと、第3の正レンズとからなり、次の条件式(11)、(12)を満足することが好ましい。

[0189] $30.0 < \nu_{d1a} < 50.0 \dots (11)$

$244.8 < \nu_{d1b} + \nu_{d1c} + \nu_{d1d} < 285.0 \dots (12)$

但し、

ν_{d1a} : 第1レンズ群G1内の負レンズを構成する硝材のd線を基準と

するアッベ数、

ν_{d1b} : 第1レンズ群G1内の第1の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数、

ν_{d1c} : 第1レンズ群G1内の第2の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数、

ν_{d1d} : 第1レンズ群G1内の第3の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数。

[0190] 条件式(11)は、第1レンズ群G1内における負レンズ(図10ではレンズL11が該当)のアッベ数を規定したものである。条件式(11)を満足することにより、主に望遠端状態における軸上色収差、倍率色収差を抑えることができる。条件式(11)の上限値を上回ると、色を補正するために前記負レンズのアッベ数が大きくなり、このような硝材は概して屈折率が低くなることから、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(11)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

[0191] 第2の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(11)の上限値を41.0とすることが好ましい。第2の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(11)の下限値を35.0とすることが好ましい。

[0192] 条件式(12)は、第1レンズ群G1内における第1～第3の正レンズ(図10ではレンズL12～L14が該当)のアッベ数を規定したものである。条件式(12)を満足することにより、主に望遠端状態における軸上色収差、倍率色収差を抑えることができる。条件式(12)の上限値を上回ると、色を補正するために上述の第1レンズ群G1内の負レンズのアッベ数が大きくなり、このような硝材は概して屈折率が低くなることから、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(12)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

[0193] 第2の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(12)の上限値を275.0とすることが好ましい。第2の実施形態の効果をより確

実なものとするために、条件式（１２）の下限値を２４７．０とすることが好ましい。

[0194] 第２の実施形態に係るズームレンズＺＬは、次の条件式（１３）を満足することが好ましい。

$$[0195] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.075 \quad \dots (13)$$

但し、

f_3 ：第３レンズ群Ｇ３の焦点距離。

[0196] 条件式（１３）は、第３レンズ群Ｇ３の焦点距離と、望遠端状態におけるズームレンズＺＬの焦点距離との関係を規定したものである。条件式（１３）を満足することにより、球面収差や変倍による収差変動を抑えることができる。条件式（１３）の上限値を上回ると、第３レンズ群Ｇ３のパワーが弱くなり、変倍時のレンズ移動量が大きくなり、全長が増大する。また、望遠端状態における非点収差、コマ収差の補正が困難となる。条件式（１３）の下限値を下回ると、第３レンズ群Ｇ３のパワーが強くなり、望遠端状態における球面収差を過剰に補正してしまい、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0197] 第２の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１３）の下限値を０．０６０とすることが好ましい。

[0198] 第２の実施形態に係るズームレンズＺＬは、次の条件式（１４）を満足することが好ましい。

$$[0199] \quad 0.700 < D_{m3} / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.795 \quad \dots (14)$$

但し、

D_{m3} ：広角端状態から望遠端状態に変倍する際の第３レンズ群Ｇ３の光軸上の移動量、

f_w ：ズームレンズＺＬの望遠端状態における焦点距離。

[0200] 条件式（１４）は、第３レンズ群Ｇ３の広角端状態から望遠端状態への移動量と、望遠端状態におけるズームレンズＺＬの焦点距離との関係を規定したものである。条件式（１４）の上限値を上回ると、軸上色収差が悪化する

。条件式（１４）の下限値を下回ると、第３レンズ群Ｇ３のパワーが強くなり、望遠端状態における球面収差を過剰に補正してしまい、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0201] 第２の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１４）の上限値を０．７５１とすることが好ましい。第２の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１４）の下限値を０．７０３とすることが好ましい。

[0202] 第２の実施形態に係るズームレンズＺＬは、次の条件式（１５）を満足することが好ましい。

$$[0203] \quad 0.180 < D_{m1} / f_t < 0.200 \quad \dots (15)$$

但し、

D_{m1} ：広角端状態から望遠端状態に変倍する際の第１レンズ群Ｇ１の光軸上の移動量。

[0204] 条件式（１５）は、第１レンズ群Ｇ１の広角端状態から望遠端状態への変倍時の移動量と、望遠端状態におけるズームレンズＺＬの焦点距離との関係を規定したものである。条件式（１５）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１のパワーが弱くなり、光学全長が大きくなる。また、光学全長を小さくするために、第３レンズ群Ｇ３のパワーを強くすると、球面収差、軸上色収差の補正が困難となる。条件式（１５）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｇ１のパワーが強くなり、軸上色収差、倍率色収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0205] 第２の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１５）の上限値を０．１９６とすることが好ましい。第２の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１５）の下限値を０．１８３とすることが好ましい。

[0206] 第２の実施形態に係るズームレンズＺＬは、次の条件式（１６）を満足することが好ましい。

$$[0207] \quad 0.005 < D_5 / f_t < 0.030 \quad \dots (16)$$

但し、

D 5 : 第 5 レンズ群 G 5 の光軸上の厚さ。

[0208] 条件式 (1 6) は、第 5 レンズ群 G 5 の光軸上の厚さと、望遠端状態におけるズームレンズ Z L の焦点距離との関係を規定したものである。条件式 (1 6) の上限値を上回ると、第 5 レンズ群 G 5 の光軸上の厚さが増加する。また、群間隔を維持しようとする、コマ収差の補正が困難となる。条件式 (1 6) の下限値を下回ると、第 5 レンズ群 G 5 の光軸上の厚さが減少する。レンズ厚を一定以上稼ぐためには、第 5 レンズ群 G 5 を構成するレンズ枚数の制約が厳しくなることから、色収差の補正（特に中間域）が困難となる。

[0209] 第 2 の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (1 6) の上限値を 0. 0 2 5 とすることが好ましい。第 2 の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式 (1 6) の下限値を 0. 0 1 0 とすることが好ましい。

[0210] 第 2 の実施形態に係るズームレンズ Z L において、第 3 レンズ群 G 3 は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを有することが好ましい。

[0211] この構成により、球面収差を良好に補正することができる。

[0212] 以上のような構成を備える第 2 の実施形態に係るズームレンズ Z L によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズを実現することができる。

[0213] 図 2 8 及び図 2 9 に、上述のズームレンズ Z L を備える光学機器として、デジタルスチルカメラ C A M の構成を示す。このデジタルスチルカメラ C A M は、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズ（ズームレンズ Z L）の不図示のシャッターが開放されて、ズームレンズ Z L で被写体（物体）からの光が集光され、像面 I（図 1 0 参照）に配置された撮像素子 C（例えば、C C D や C M O S 等）に結像される。撮像素子 C に結像された被写体像は、デジタルスチルカメラ C A M の背後に配置された液晶モニター M に表示される。撮影者は、液晶モニター M を見ながら被写体像の構図を決めた後、リリース釦 B

1 を押し下げて被写体像を撮像素子Cで撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

[0214] カメラCAMには、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部EF、デジタルスチルカメラCAMの種々の条件設定等に使用するファンクションボタンB2等が配置されている。ここでは、カメラCAMとズームレンズZLとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学機器としては、ズームレンズZLを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体とが着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

[0215] 以上のような構成を備える第2の実施形態に係るカメラCAMによれば、撮影レンズとして上述のズームレンズZLを搭載することにより、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するカメラを実現することができる。

[0216] 続いて、図30を参照しながら、上述のズームレンズZLの製造方法について概説する。まず、レンズ鏡筒内に、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とを有するように、各レンズを配置する（ステップST10）。このとき、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5はそれぞれ光軸に沿って移動し、第5レンズ群G5は一旦物体側に移動した後に像側へ移動するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST20）。次の条件式（10）を満足するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST30）。

[0217] $0.010 < (-f_2) / f_t < 0.038 \dots (10)$

但し、

f_2 : 第2レンズ群G2の焦点距離、

f_t : ズームレンズZLの望遠端状態における焦点距離。

[0218] 第2の実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図10に示すズームレンズZLは、正の屈折力を有する第1レンズ群G1として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とを鏡筒内に配置している。負の屈折力を有する第2レンズ群G2として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとを鏡筒内に配置している。正の屈折力を有する第3レンズ群G3として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とを鏡筒内に配置している。負の屈折力を有する第4レンズ群G4として、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41を鏡筒内に配置している。正の屈折力を有する第5レンズ群G5として、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズを鏡筒内に配置している。また、各レンズは、条件式(10)を満足するように、鏡筒内に配置されている(条件式(10)の対応値は0.028)。

[0219] 上記第2の実施形態の製造方法によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズを製造することができる。

[0220] 次に、第3の実施形態について、図面を参照しながら説明する。第3の実施形態に係るズームレンズZLは、図10に示すように、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍(ズーミング)に際し、第1

レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔が増加し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔が減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔が変化し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔が変化するように、第1レンズ群G 1、第2レンズ群G 2、第3レンズ群G 3、第4レンズ群G 4、第5レンズ群G 5はそれぞれ光軸に沿って移動し、第5レンズ群G 5は一旦物体側に移動した後に像側へ移動するように構成される。

[0221] この構成により、全長を小さく保ちつつ、変倍比を大きくできるという効果が得られる。

[0222] 上記構成のもと、第3の実施形態に係るズームレンズZ Lは、次の条件式(17)を満足するように構成される。

[0223] $0.050 < f_3 / f_t < 0.075 \dots (17)$

但し、

f_3 : 第3レンズ群G 3の焦点距離、

f_t : ズームレンズZ Lの望遠端状態における焦点距離。

[0224] 条件式(17)は、第3レンズ群G 3の焦点距離と、望遠端状態におけるズームレンズZ Lの焦点距離との関係を規定したものである。条件式(17)を満足することにより、球面収差や変倍による収差変動を抑えることができる。条件式(17)の上限値を上回ると、第3レンズ群G 3のパワーが弱くなり、変倍時のレンズ移動量が大きくなり、全長が増大する。また、望遠端状態における非点収差、コマ収差の補正が困難となる。条件式(17)の下限値を下回ると、第3レンズ群G 3のパワーが強くなり、望遠端状態における球面収差を過剰に補正してしまい、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0225] 第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(17)の下限値を0.060とすることが好ましい。

[0226] 第3の実施形態に係るズームレンズZ Lにおいて、第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第1の正レンズと、第2の正レンズと、第3の正レンズとからなり、次の条件式(18)、(19)

を満足することが好ましい。

$$[0227] \quad 30.0 < \nu d1a < 50.0 \quad \dots (18)$$

$$244.8 < \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d < 285.0 \quad \dots (19)$$

但し、

$\nu d1a$: 第1レンズ群G1内の負レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数、

$\nu d1b$: 第1レンズ群G1内の第1の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数、

$\nu d1c$: 第1レンズ群G1内の第2の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数、

$\nu d1d$: 第1レンズ群G1内の第3の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッベ数。

[0228] 条件式(18)は、第1レンズ群G1内における負レンズ(図10ではレンズL11が該当)のアッベ数を規定したものである。条件式(18)を満足することにより、主に望遠端状態における軸上色収差、倍率色収差を抑えることができる。条件式(18)の上限値を上回ると、色を補正するために前記負レンズのアッベ数が大きくなり、このような硝材は概して屈折率が低くなることから、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(18)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

[0229] 第3の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(18)の上限値を41.0とすることが好ましい。第3の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(18)の下限値を35.0とすることが好ましい。

[0230] 条件式(19)は、第1レンズ群G1内における第1～第3の正レンズ(図10ではレンズL12～L14が該当)のアッベ数を規定したものである。条件式(19)を満足することにより、主に望遠端状態における軸上色収差、倍率色収差を抑えることができる。条件式(19)の上限値を上回ると

、色を補正するために上述の第1レンズ群G1内の負レンズのアップベ数が大きくなり、このような硝材は概して屈折率が低くなることから、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(19)の下限値を下回ると、軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

[0231] 第3の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(19)の上限値を275.0とすることが好ましい。第3の実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(19)の下限値を247.0とすることが好ましい。

[0232] 第3の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(20)を満足することが好ましい。

$$[0233] \quad 0.700 < Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.795 \quad \dots (20)$$

但し、

Dm3：広角端状態から望遠端状態に変倍する際の第3レンズ群G3の光軸上の移動量、

f_w：ズームレンズZLの望遠端状態における焦点距離。

[0234] 条件式(20)は、第3レンズ群G3の広角端状態から望遠端状態への移動量と、望遠端状態におけるズームレンズZLの焦点距離との関係を規定したものである。条件式(20)の上限値を上回ると、軸上色収差が悪化する。条件式(20)の下限値を下回ると、第3レンズ群G3のパワーが強くなり、望遠端状態における球面収差を過剰に補正してしまい、コマ収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0235] 第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(20)の上限値を0.751とすることが好ましい。第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(20)の下限値を0.703とすることが好ましい。

[0236] 第3の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(21)を満足することが好ましい。

$$[0237] \quad 0.180 < Dm1 / f_t < 0.200 \quad \dots (21)$$

但し、

D_{m1} : 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の第1レンズ群G1の光軸上の移動量。

[0238] 条件式(21)は、第1レンズ群G1の広角端状態から望遠端状態への変倍時の移動量と、望遠端状態におけるズームレンズZLの焦点距離との関係を規定したものである。条件式(21)の上限値を上回ると、第1レンズ群G1のパワーが弱くなり、光学全長が大きくなる。また、光学全長を小さくするために、第3レンズ群G3のパワーを強くすると、球面収差、軸上色収差の補正が困難となる。条件式(21)の下限値を下回ると、第1レンズ群G1のパワーが強くなり、軸上色収差、倍率色収差、像面湾曲の補正が困難となる。

[0239] 第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(21)の上限値を0.196とすることが好ましい。第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(21)の下限値を0.183とすることが好ましい。

[0240] 第3の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(22)を満足することが好ましい。

$$[0241] \quad 0.005 < D5 / f_t < 0.030 \quad \dots (22)$$

但し、

$D5$: 第5レンズ群G5の光軸上の厚さ。

[0242] 条件式(22)は、第5レンズ群G5の光軸上の厚さと、望遠端状態におけるズームレンズZLの焦点距離との関係を規定したものである。条件式(22)の上限値を上回ると、第5レンズ群G5の光軸上の厚さが増加する。また、群間隔を維持しようとする、コマ収差の補正が困難となる。条件式(22)の下限値を下回ると、第5レンズ群G5の光軸上の厚さが減少する。レンズ厚を一定以上稼ぐためには、第5レンズ群G5を構成するレンズ枚数の制約が厳しくなることから、色収差の補正(特に中間域)が困難となる。

- [0243] 第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(22)の上限値を0.025とすることが好ましい。第3の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(22)の下限値を0.010とすることが好ましい。
- [0244] 第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することが好ましい。
- [0245] この構成により、球面収差を良好に補正することができる。
- [0246] 以上のような構成を備える第3の実施形態に係るズームレンズZLによれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズを実現することができる。
- [0247] 図28及び図29に、第3の実施形態に係るズームレンズZLを備える光学機器として、デジタルスチルカメラCAM（光学機器）の構成を示す。このデジタルスチルカメラCAMは、第2の実施形態のものと同一であり、既にその構成説明を行っているので、ここでの説明は省略する。
- [0248] 以上のような構成を備える第3の実施形態に係るカメラCAMによれば、撮影レンズとして上述のズームレンズZLを搭載することにより、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するカメラを実現することができる。
- [0249] 続いて、図31を参照しながら、上述のズームレンズZLの製造方法について概説する。まず、レンズ鏡筒内に、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とを有するように、各レンズを配置する（ステップST10）。このとき、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5はそれぞれ光

軸に沿って移動し、第5レンズ群G5は一旦物体側に移動した後に像側へ移動するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST20）。次の条件式（17）を満足するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST30）。

$$[0250] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.075 \quad \dots (17)$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群G3の焦点距離、

f_t : ズームレンズZLの望遠端状態における焦点距離。

[0251] 第3の実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図10に示すズームレンズZLは、正の屈折力を有する第1レンズ群G1として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とを鏡筒内に配置している。負の屈折力を有する第2レンズ群G2として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとを鏡筒内に配置している。正の屈折力を有する第3レンズ群G3として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とを鏡筒内に配置している。負の屈折力を有する第4レンズ群G4として、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41を鏡筒内に配置している。正の屈折力を有する第5レンズ群G5として、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズを鏡筒内に配置している。また、各レンズは、条件式（17）を満足するように、鏡筒内に配置されている（条件式（17）の対応値は0.066）。

[0252] 上記第3の実施形態の製造方法によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズを製造することができる。

第2および第3の実施形態に係る実施例

[0253] これより第2および第3の実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表4～表9を示すが、これらは第4実施例～第9実施例における各諸元の表である。

[0254] なお、第4実施例に係る図10に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

[0255] 各実施例では収差特性の算出対象として、C線（波長656.2730nm）、d線（波長587.5620nm）、F線（波長486.1330nm）、g線（波長435.8350nm）を選んでいる。

[0256] 表中の「レンズ諸元」において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、Rは各光学面の曲率半径、Dは各光学面から次の光学面（又は像面）までの光軸上の距離である面間隔、 n_d は光学部材の材質のd線に対する屈折率、 ν_d は光学部材の材質のd線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。物面は物体面、（可変）は可変の面間隔、曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口、（絞りS）は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示す。空気の屈折率「1.00000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。

[0257] 表中の「非球面データ」には、「レンズ諸元」に示した非球面について、その形状を次式（b）で示す。X（y）は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、Rは基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、 κ は円錐定数を、 A_i は第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

[0258]
$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} \dots (b)$$

[0259] 表中の「全体諸元」において、fはレンズ全系の焦点距離、FNoはFナ

ンバー、 ω は半画角（最大入射角、単位： $^{\circ}$ ）、 Y は像高、 TL は光学全長（光軸上でのレンズ最前面から近軸像面までの距離）、 Bf はバックフォーカス（光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離）を示す。

[0260] 表中の「ズーミングデータ」において、広角端、中間焦点距離1、中間焦点距離2、望遠端の各状態における可変間隔の値 D_i を示す。なお、 D_i は、第 i 面と第 $(i+1)$ 面の可変間隔を示す。

[0261] 表中の「ズームレンズ群データ」において、 G は群番号、群初面は各群の最も物体側の面番号、群焦点距離は各群の焦点距離、レンズ構成長は各群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上での距離を示す。

[0262] 表中の「条件式」には、上記の条件式(10)～(22)に対応する値を示す。

[0263] 以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 R 、面間隔 D 、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、ズームレンズは比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されことなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

[0264] ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

[0265] (第4実施例)

第4実施例について、図10～図12及び表4を用いて説明する。第4実施例に係るズームレンズ ZL ($ZL4$)は、図10に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群 $G1$ と、負の屈折力を有する第2レンズ群 $G2$ と、光量を調節することを目的とした開口絞り S と、正の屈折力を有する第3レンズ群 $G3$ と、負の屈折力を有する第4レンズ群 $G4$ と、正の屈折力を有する第5レンズ群 $G5$ とから構成される。

[0266] 第1レンズ群 $G1$ は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面

を向けた負メニスカスレンズL 1 1と両凸形状の正レンズL 1 2との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 4とから構成される。

[0267] 第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1と、両凹形状の負レンズL 2 2と、両凸形状の正レンズL 2 3と両凹形状の負レンズL 2 4との接合レンズとから構成される。

[0268] 第3レンズ群G 3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 1と、両凸形状の正レンズL 3 2と両凹形状の負レンズL 3 3との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 3 4とから構成される。正メニスカスレンズL 3 1は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0269] 第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 1から構成される。

[0270] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 5 1と両凹形状の負レンズL 5 2との接合レンズから構成される。

[0271] 第5レンズ群G 5と像面Iとの間に、フィルタ群F Lが配置されている。フィルタ群F Lは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0272] 本実施例に係るズームレンズZ L 4は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔が増加し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔が減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔が変化し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔が増加するように、5つのレンズ群G 1～G 5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G 1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G 2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G 3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は、変倍に際し、物体側へ移動する。

第5レンズ群G5は、変倍に際し、一旦物体側へ移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G3と一体となって物体側へ移動する。

[0273] 下記の表4に、第4実施例における各諸元の値を示す。表4における面番号1～31が、図10に示すm1～m31の各光学面に対応している。

[0274] (表4)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	128.63048	1.800	1.90265	35.73
2	64.40586	5.700	1.43700	95.00
3	-1617.44790	0.200		
4	70.78832	4.400	1.49782	82.57
5	511.22339	0.200		
6	51.16451	4.850	1.43700	95.00
7	215.71442	D7(可変)		
8	525.00841	1.000	1.83481	42.73
9	7.77606	4.500		
10	-24.00000	0.900	1.80400	46.60
11	95.29080	0.200		
12	15.75086	3.500	1.92286	20.88
13	-25.78863	0.800	2.00100	29.14
14	33.59867	D14(可変)		
15	∞	0.750	(絞りS)	
*16	9.79260	2.600	1.55332	71.67
*17	117.30756	0.200		
18	13.59417	2.200	1.49782	82.57
19	-65.06701	0.800	1.78590	44.17

20	9.42445	0.900		
21	25.00000	1.800	1.48749	70.31
22	-15.28940	D22(可変)		
23	80.00000	0.900	1.53110	55.91
24	23.50004	D24(可変)		
25	16.76178	2.600	1.60300	65.44
26	-37.64909	0.800	1.90366	31.27
27	1973.86690	D27(可変)		
28	∞	0.210	1.51680	63.88
29	∞	1.218		
30	∞	0.500	1.51680	63.88
31	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = -0.0803$, $A4 = -5.58440E-05$, $A6 = 0.00000E+00$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000$, $A4 = 6.70110E-05$, $A6 = 0.00000E+00$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

[全体諸元]

ズーム比 61.3632

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.40003	12.31499	96.46984	270.00031
F N ϕ	3.20589	4.18640	5.12872	6.48043
ω	44.12966	18.32373	2.42668	0.84589

Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	98.05298	107.66203	144.40711	149.23309
B f	0.53004	0.53010	0.53006	0.52992

[ズームングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.73321	18.22120	55.13321	61.05461
D14	36.49439	18.01833	5.83157	1.49436
D22	1.01849	5.23136	8.91849	7.37959
D24	6.62610	8.74141	8.97415	31.52874
D27	9.12276	13.39164	21.49164	3.71788

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成長
G 1	1	79.50542	17.150
G 2	8	-7.53210	10.900
G 3	16	17.90555	8.500
G 4	23	-63.00000	0.900
G 5	25	35.67710	3.400

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.028$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu_{d1a} = 35.73$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu_{d1b} + \nu_{d1c} + \nu_{d1d} = 272.57$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f_3 / f_t = 0.066$$

$$\text{条件式 (14)} \quad D_{m3} / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.750$$

$$\text{条件式 (15)} \quad D_{m1} / f_t = -0.190$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D_5 / f_t = 0.013$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f_3 / f_t = 0.066$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu_{d1a} = 35.73$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu_{d1b} + \nu_{d1c} + \nu_{d1d} = 272.57$$

$$\text{条件式 (20)} \quad D_{m3} / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.750$$

$$\text{条件式 (21)} \quad D_{m1} / f_t = -0.190$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D_5 / f_t = 0.013$$

[0275] 表4から、本実施例に係るズームレンズZL4は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0276] 図11、図12は、第4実施例に係るズームレンズZL4の諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図11(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図11(b)は中間焦点距離状態1($f=12.3\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図12(a)は中間焦点距離状態2($f=96.5\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図12(b)は望遠端状態($f=270.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0277] 各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高、Aは半画角を示す。dはd線、gはg線、CはC線、FはF線における収差を示す。また、記載のないものは、d線における収差を示す。球面収差図において、実線は球面収差を、破線は正弦条件を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面を示す。コマ収差図において、実線はメリジオナルコマを示す。

[0278] ここまでの収差図に関する説明は全ての実施例において共通であり、以下の説明を省略する。

[0279] 図11、図12に示す各収差図から明らかなように、第4実施例に係るズームレンズZL4は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0280] (第5実施例)

第5実施例について、図13～図15及び表5を用いて説明する。第5実

施例に係るズームレンズZ L (Z L 5) は、図13に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G 1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G 2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G 3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G 4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G 5とから構成される。

[0281] 第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と両凸形状の正レンズL 1 2との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 4とから構成される。

[0282] 第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1と、両凹形状の負レンズL 2 2と、両凸形状の正レンズL 2 3と両凹形状の負レンズL 2 4との接合レンズとから構成される。

[0283] 第3レンズ群G 3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1と、両凸形状の正レンズL 3 2と両凹形状の負レンズL 3 3との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 3 4とから構成される。正レンズL 3 1は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0284] 第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 1から構成される。

[0285] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 5 1と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズから構成される。

[0286] 第5レンズ群G 5と像面Iとの間に、フィルタ群F Lが配置されている。フィルタ群F Lは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0287] 本実施例に係るズームレンズZ L 5は、広角端状態から望遠端状態への変

倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増加し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増加するように、5つのレンズ群G1～G5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、変倍に際し、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、変倍に際し、一旦物体側に移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G3と一体となって物体側へ移動する。

[0288] 下記の表5に、第5実施例における各諸元の値を示す。表5における面番号1～31が、図13に示すm1～m31の各光学面に対応している。

[0289] (表5)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	131.49675	1.800	1.91082	35.25
2	63.37948	5.700	1.43700	95.00
3	-1287.44760	0.200		
4	66.21576	4.500	1.49782	82.57
5	359.05726	0.200		
6	55.39804	4.200	1.49782	82.57
7	216.07982	D7(可変)		
8	592.06103	1.000	1.83481	42.73
9	7.86967	4.500		
10	-32.00000	0.900	1.83481	42.73
11	35.35747	0.200		
12	15.57738	3.800	1.84666	23.80

13	-21.18702	0.900	1.88300	40.66
14	56.88565	D14(可変)		
15	∞	0.750	(絞り S)	
*16	9.42723	2.900	1.55332	71.67
*17	-48.03390	0.200		
18	8.89173	2.500	1.49782	82.57
19	-90.43764	0.800	1.88300	40.66
20	7.07893	1.000		
21	28.09612	1.600	1.51742	52.20
22	-35.31617	D22(可変)		
23	100.00000	0.900	1.53110	55.91
24	32.50000	D24(可変)		
25	15.33226	2.400	1.48749	70.31
26	-39.45166	0.800	1.90366	31.27
27	-126.38528	D27(可変)		
28	∞	0.210	1.51680	63.88
29	∞	1.218		
30	∞	0.500	1.51680	63.88
31	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = -0.8584, A4 = 3.91510E-05, A6 = 1.15410E-06, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000, A4 = 2.59680E-05, A6 = 8.94520E-07, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[全体諸元]

ズーム比 56.8632

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.39652	33.65450	91.94556	250.00006
F N o	3.27151	5.07394	5.41747	6.03761
ω	44.14909	6.88501	2.54373	0.91513
Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	98.62677	127.95776	141.35808	144.51943
B f	0.53025	0.53459	0.53416	0.52994

[ズーミングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.96353	40.26128	54.82392	61.08322
D14	39.88666	11.86995	6.76995	1.84995
D22	1.10140	6.43847	8.29510	9.39198
D24	6.10994	6.66110	6.93295	24.38810
D27	6.35699	18.51436	20.32399	3.59824

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成長
G 1	1	79.59146	16.600
G 2	8	-8.00986	11.300
G 3	16	18.05665	9.000
G 4	23	-91.07864	0.900
G 5	25	35.08142	3.200

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.032$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu d1a = 35.25$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f_3 / f_t = 0.072$$

$$\text{条件式 (14)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.718$$

$$\text{条件式 (15)} \quad Dm1 / f_t = -0.184$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f_3 / f_t = 0.072$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu d1a = 35.25$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (20)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.718$$

$$\text{条件式 (21)} \quad Dm1 / f_t = -0.184$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

[0290] 表5から、本実施例に係るズームレンズZL5は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0291] 図14、図15は、第5実施例に係るズームレンズZL5の諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図)である。具体的には、図14(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図14(b)は中間焦点距離状態1($f=33.7\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図15(a)は中間焦点距離状態2($f=91.9\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図15(b)は望遠端状態($f=250.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0292] 図14、図15に示す各収差図から明らかなように、第5実施例に係るズームレンズZL5は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0293] (第6実施例)

第6実施例について、図16～図18及び表6を用いて説明する。第6実施例に係るズームレンズZL(ZL6)は、図16に示すように、光軸に沿

って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成される。

[0294] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とから構成される。

[0295] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL24とから構成される。

[0296] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とから構成される。正メニスカスレンズL31は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0297] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41から構成される。

[0298] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズから構成される。

[0299] 第5レンズ群G5と像面Iとの間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0300] 本実施例に係るズームレンズZL6は、広角端状態から望遠端状態への変

倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増加するように、5つのレンズ群G1～G5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、変倍に際し、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、変倍に際し、一旦物体側に移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G3と一体となって物体側へ移動する。

[0301] 下記の表6に、第6実施例における各諸元の値を示す。表6における面番号1～31が、図16に示すm1～m31の各光学面に対応している。

[0302] (表6)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	139.34821	1.800	1.90265	35.73
2	63.57618	5.150	1.43700	95.00
3	-1217.83140	0.200		
4	71.38178	4.000	1.49782	82.57
5	501.31253	0.200		
6	55.33846	4.200	1.49782	82.57
7	265.07562	D7(可変)		
8	805.78659	1.000	1.83481	42.73
9	8.21382	4.300		
10	-31.85233	0.900	1.83481	42.73
11	13.20512	2.000	1.94595	17.98
12	26.00000	0.300		

13	16.77011	2.100	1.84666	23.80
14	65.96837	D14(可変)		
15	∞	0.700	(絞り S)	
*16	9.26773	2.500	1.55332	71.67
*17	212.41603	0.200		
18	12.40315	2.300	1.49782	82.57
19	-239.66131	0.800	1.78590	44.17
20	8.26940	1.000		
21	22.00000	1.700	1.48749	70.31
22	-18.28270	D22(可変)		
23	55.00000	0.900	1.53110	55.91
24	20.37640	D24(可変)		
25	15.47153	2.400	1.56384	60.71
26	-32.54635	0.800	1.91082	35.25
27	-325.82054	D27(可変)		
28	∞	0.210	1.51680	63.88
29	∞	1.218		
30	∞	0.500	1.51680	63.88
31	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = -0.2705$, $A4 = -5.11530E-05$, $A6 = -5.46810E-08$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000$, $A4 = 3.24300E-05$, $A6 = -1.04760E-07$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

[全体諸元]

ズーム比 56.8129

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.40041	33.16652	91.05962	249.99999
F N o	3.32630	5.06240	5.37100	6.57230
ω	44.12741	6.95537	2.56053	0.91208
Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	97.19810	125.83264	139.44212	143.90973
B f	0.53001	0.53002	0.53001	0.53005

[ズーミングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.70989	39.80989	54.96928	61.69493
D14	38.74718	10.40834	5.16541	0.49618
D22	1.65511	9.15376	10.39356	6.82206
D24	6.71067	6.86309	7.21133	29.44712
D27	7.46724	17.68954	19.79453	3.54139

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成
G 1	1	79.52588	15.550
G 2	8	-8.14680	10.600
G 3	16	17.86445	8.500
G 4	23	-61.50000	0.900
G 5	25	34.49808	3.200

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.033$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu d1a = 35.73$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f_3 / f_t = 0.071$$

$$\text{条件式 (14)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.723$$

$$\text{条件式 (15)} \quad Dm1 / f_t = -0.187$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f_3 / f_t = 0.071$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu d1a = 35.73$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (20)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.723$$

$$\text{条件式 (21)} \quad Dm1 / f_t = -0.187$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

[0303] 表6から、本実施例に係るズームレンズZL6は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0304] 図17、図18は、第6実施例に係るズームレンズZL6の諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図)である。具体的には、図17(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図17(b)は中間焦点距離状態1($f=33.2\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図18(a)は中間焦点距離状態2($f=91.1\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図18(b)は望遠端状態($f=250.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0305] 図17、図18に示す各収差図から明らかなように、第6実施例に係るズームレンズZL6は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0306] (第7実施例)

第7実施例について、図19～図21及び表7を用いて説明する。第7実施例に係るズームレンズZL(ZL7)は、図19に示すように、光軸に沿

って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成される。

[0307] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とから構成される。

[0308] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとから構成される。

[0309] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凹形状の負レンズL34と両凸形状の正レンズL35との接合レンズとから構成される。正レンズL31は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0310] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41から構成される。

[0311] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズから構成される。

[0312] 第5レンズ群G5と像面Iとの間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0313] 本実施例に係るズームレンズZL7は、広角端状態から望遠端状態への変

倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増加し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化するように、5つのレンズ群G1～G5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、変倍に際し、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、変倍に際し、一旦物体側に移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G3と一体となって物体側へ移動する。

[0314] 下記の表7に、第7実施例における各諸元の値を示す。表7における面番号1～32が、図19に示すm1～m32の各光学面に対応している。

[0315] (表7)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	185.03464	1.800	1.90265	35.73
2	72.83098	5.300	1.43700	95.00
3	-341.55078	0.200		
4	69.64237	4.200	1.49782	82.57
5	758.70667	0.200		
6	54.60929	3.900	1.49782	82.57
7	174.27947	D7(可変)		
8	370.63027	1.000	1.91082	35.25
9	8.11888	4.400		
10	-23.39934	0.900	1.75500	52.34
11	44.70536	0.200		
12	17.85910	3.000	1.92286	20.88

13	-22.74410	0.800	1.95000	29.37
14	90.15596	D14(可変)		
15	∞	0.750	(絞り S)	
*16	10.32195	2.100	1.59201	67.05
*17	-64.60494	0.200		
18	11.50000	2.000	1.59319	67.90
19	-153.26338	0.700	1.78800	47.35
20	11.26117	1.100		
21	-431.54424	0.700	1.75500	52.34
22	6.71989	2.300	1.49782	82.57
23	-14.44677	D23(可変)		
24	77.41973	0.900	1.53110	55.91
25	23.56266	D25(可変)		
26	15.45429	2.300	1.51680	63.88
27	-46.93541	0.800	1.80518	25.45
28	-4728.58458	D28(可変)		
29	∞	0.210	1.51680	63.88
30	∞	1.218		
31	∞	0.500	1.51680	63.88
32	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = 0.0785, A4 = -3.90240E-05, A6 = 0.00000E+00, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000, A4 = 8.96520E-05, A6 = 0.00000E+00, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

000E+00

[全体諸元]

ズーム比 56.8181

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.40000	33.16625	91.05806	249.99981
F N o	3.25932	4.90468	5.30766	6.70733
ω	44.16370	6.93487	2.55103	0.91353
Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	98.47996	126.25037	139.45425	144.93598
B f	0.52999	0.52999	0.52998	0.53004

[ズームングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.81642	40.95798	55.49452	61.85333
D14	40.55551	11.78804	6.37918	1.53153
D23	0.69681	5.62251	8.07434	9.07062
D25	6.74671	6.40372	6.29415	26.76577
D28	7.45652	19.27013	21.00408	3.50669

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成数
G 1	1	79.65416	15.600
G 2	8	-8.18384	10.300
G 3	17	17.98393	9.100
G 4	25	-64.14778	0.900
G 5	27	36.01335	3.100

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.033$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu d1a = 35.73$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f_3 / f_t = 0.072$$

$$\text{条件式 (14)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.737$$

$$\text{条件式 (15)} \quad Dm1 / f_t = -0.195$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D5 / f_t = 0.012$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f_3 / f_t = 0.072$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu d1a = 35.73$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 260.14$$

$$\text{条件式 (20)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.737$$

$$\text{条件式 (21)} \quad Dm1 / f_t = -0.195$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D5 / f_t = 0.012$$

[0316] 表7から、本実施例に係るズームレンズZL7は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0317] 図20、図21は、第7実施例に係るズームレンズZL7の諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図)である。具体的には、図20(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図20(b)は中間焦点距離状態1($f=33.2\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図21(a)は中間焦点距離状態2($f=91.1\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図21(b)は望遠端状態($f=250.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0318] 図20、図21に示す各収差図から明らかなように、第7実施例に係るズームレンズZL7は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0319] (第8実施例)

第8実施例について、図22～図24及び表8を用いて説明する。第8実

施例に係るズームレンズZ L（Z L 8）は、図22に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G 1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G 2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G 3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G 4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G 5とから構成される。

[0320] 第1レンズ群G 1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と両凸形状の正レンズL 1 2との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 4とから構成される。

[0321] 第2レンズ群G 2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1と、両凹形状の負レンズL 2 2と、両凸形状の正レンズL 2 3と両凹形状の負レンズL 2 4との接合レンズとから構成される。

[0322] 第3レンズ群G 3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1と、両凸形状の正レンズL 3 2と両凹形状の負レンズL 3 3との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 3 4とから構成される。正レンズL 3 1は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0323] 第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 1から構成される。

[0324] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 5 1と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズから構成される。

[0325] 第5レンズ群G 5と像面Iとの間に、フィルタ群F Lが配置されている。フィルタ群F Lは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0326] 本実施例に係るズームレンズZ L 8は、広角端状態から望遠端状態への変

倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増加するように、5つのレンズ群G1～G5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、変倍に際し、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、変倍に際し、一旦物体側に移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G3と一体となって物体側へ移動する。

[0327] 下記の表8に、第8実施例における各諸元の値を示す。表8における面番号1～31が、図22に示すm1～m31の各光学面に対応している。

[0328] (表8)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	ν _d
物面	∞			
1	167.72217	1.800	1.91082	35.25
2	55.09912	5.600	1.49782	82.57
3	-965.01965	0.200		
4	59.56122	4.100	1.49782	82.57
5	378.00626	0.200		
6	59.75480	3.800	1.49782	82.57
7	316.10396	D7(可変)		
8	246.62572	1.000	1.83481	42.73
9	7.52387	4.100		
10	-22.79857	0.900	1.80400	46.60
11	52.48325	0.200		
12	16.52991	3.000	1.92286	20.88

13	-44.82137	0.800	1.90366	31.31
14	50.86329	D14(可変)		
15	∞	0.750	(絞り S)	
*16	8.47611	2.400	1.59201	67.05
*17	-129.86955	0.200		
18	13.39687	2.000	1.59319	67.90
19	-76.62517	0.800	1.80440	39.61
20	7.21441	0.700		
21	31.11171	1.500	1.48749	70.31
22	-25.22902	D22(可変)		
23	75.00000	0.800	1.49782	82.57
24	25.05662	D24(可変)		
25	14.77018	2.300	1.48749	70.31
26	-25.14848	0.800	1.91082	35.25
27	-72.04381	D27(可変)		
28	∞	0.210	1.51680	63.88
29	∞	1.218		
30	∞	0.500	1.51680	63.88
31	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = -0.4295, A4 = -3.92499E-05, A6 = 0.00000E+00, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000, A4 = 3.20704E-05, A6 = 0.00000E+00, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[全体諸元]

ズーム比 56.8188

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.39995	33.05440	90.64293	250.00000
F N o	3.31882	5.19437	5.42079	6.63539
ω	44.16857	6.99514	2.57455	0.91209
Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	94.05674	125.64910	138.62581	142.88913
B f	0.53002	0.54579	0.54091	0.52999

[ズーミングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.75908	40.52500	55.93337	62.40021
D14	37.94327	11.59355	6.61355	1.79999
D22	1.36757	8.14868	8.61750	6.95942
D24	5.87466	6.48834	6.61030	27.65176
D27	7.70414	18.46976	20.43217	3.66976

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成数
G 1	1	79.45860	15.700
G 2	8	-8.01312	10.000
G 3	16	17.72055	7.600
G 4	23	-75.98918	0.800
G 5	25	34.55652	3.100

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.032$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu d1a = 40.80$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 247.71$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f_3 / f_t = 0.071$$

$$\text{条件式 (14)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.704$$

$$\text{条件式 (15)} \quad Dm1 / f_t = -0.195$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D5 / f_t = 0.012$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f_3 / f_t = 0.071$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu d1a = 40.80$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 247.71$$

$$\text{条件式 (20)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.704$$

$$\text{条件式 (21)} \quad Dm1 / f_t = -0.195$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D5 / f_t = 0.012$$

[0329] 表8から、本実施例に係るズームレンズZL8は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0330] 図23、図24は、第8実施例に係るズームレンズZL8の諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図)である。具体的には、図23(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図23(b)は中間焦点距離状態1($f=33.1\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図24(a)は中間焦点距離状態2($f=90.6\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図24(b)は望遠端状態($f=250.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0331] 図23、図24に示す各収差図から明らかなように、第8実施例に係るズームレンズZL8は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0332] (第9実施例)

第9実施例について、図25～図27及び表9を用いて説明する。第9実施例に係るズームレンズZL(ZL9)は、図25に示すように、光軸に沿

って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成される。

[0333] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とから構成される。

[0334] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL24とから構成される。

[0335] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とから構成される。正レンズL31は、物体側の面、像側の面がともに非球面である。

[0336] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41から構成される。

[0337] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズから構成される。

[0338] 第5レンズ群G5と像面Iとの間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等の、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックで構成されている。

[0339] 本実施例に係るズームレンズZL9は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レ

レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔が減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔が変化し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔が増加するように、5つのレンズ群G 1～G 5が全て移動する。具体的には、第1レンズ群G 1は、変倍に際し、物体側へ移動する。第2レンズ群G 2は、変倍に際し、像側へ移動する。第3レンズ群G 3は、変倍に際し、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は、変倍に際し、物体側へ移動する。第5レンズ群G 5は、変倍に際し、一旦物体側に移動し、その後像側へ移動する。また、明るさを決定する開口絞りSは、変倍に際し、第3レンズ群G 3と一体となって物体側へ移動する。

[0340] 下記の表9に、第9実施例における各諸元の値を示す。表9における面番号1～31が、図25に示すm1～m31の各光学面に対応している。

[0341] (表9)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
1	833.13681	1.800	1.80610	40.97
2	66.30909	5.800	1.49782	82.57
3	-208.53753	0.200		
4	71.38178	4.200	1.49782	82.57
5	1230.18913	0.200		
6	52.31232	4.000	1.49782	82.57
7	212.73003	D7(可変)		
8	238.52066	1.000	1.83481	42.73
9	8.02925	4.300		
10	-33.51859	0.900	1.83481	42.73
11	14.81204	2.100	1.94595	17.98
12	47.49952	0.200		
13	15.49846	1.800	1.84666	23.80

14	26.98580	D14(可変)		
15	∞	0.750	(絞り S)	
*16	8.52824	2.600	1.55332	71.67
*17	-40.00994	0.200		
18	10.64740	2.200	1.49782	82.57
19	-47.66378	0.800	1.83481	42.73
20	7.00961	0.800		
21	17.50000	1.700	1.48749	70.31
22	-37.01486	D22(可変)		
23	160.00000	0.900	1.49782	82.57
24	18.67754	D24(可変)		
25	15.32767	2.400	1.56384	60.71
26	-29.23072	0.800	1.91082	35.25
27	-129.89969	D27(可変)		
28	∞	0.210	1.51680	63.88
29	∞	1.218		
30	∞	0.500	1.51680	63.88
31	∞	Bf		
像面	∞			

[非球面データ]

第16面

$\kappa = -0.4504$, $A4 = -4.14853E-05$, $A6 = 0.00000E+00$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

第17面

$\kappa = 0.0000$, $A4 = 3.05542E-05$, $A6 = 0.00000E+00$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

[全体諸元]

ズーム比 56.8230

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
f	4.39963	33.16622	91.05806	250.00014
F N o	3.27185	5.18345	5.61129	6.83029
ω	44.13000	6.96951	2.56346	0.91241
Y	7.00000	8.10000	8.10000	8.10000
T L	97.49160	124.62396	138.72911	144.07508
B f	0.53118	0.53118	0.53118	0.53000

[ズーミングデータ]

	広角端	中間 1	中間 2	望遠端
D7	0.80020	39.67426	55.12296	62.14415
D14	40.49583	11.90394	6.65793	1.89993
D22	0.92860	8.25026	10.40870	6.45483
D24	6.49720	6.58912	6.65361	27.93365
D27	6.66059	16.09721	17.77673	3.53452

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成
G 1	1	79.06270	16.200
G 2	8	-8.29885	10.300
G 3	16	16.59524	8.300
G 4	23	-42.56733	0.900
G 5	25	31.12717	3.200

[条件式]

$$\text{条件式 (10)} \quad (-f_2) / f_t = 0.033$$

$$\text{条件式 (11)} \quad \nu d1a = 40.97$$

$$\text{条件式 (12)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 247.71$$

$$\text{条件式 (13)} \quad f3 / f_t = 0.066$$

$$\text{条件式 (14)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.719$$

$$\text{条件式 (15)} \quad Dm1 / f_t = -0.186$$

$$\text{条件式 (16)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

$$\text{条件式 (17)} \quad f3 / f_t = 0.066$$

$$\text{条件式 (18)} \quad \nu d1a = 40.97$$

$$\text{条件式 (19)} \quad \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d = 247.71$$

$$\text{条件式 (20)} \quad Dm3 / (f_w \times f_t)^{1/2} = -0.719$$

$$\text{条件式 (21)} \quad Dm1 / f_t = -0.186$$

$$\text{条件式 (22)} \quad D5 / f_t = 0.013$$

[0342] 表9から、本実施例に係るズームレンズZL9は、条件式(10)～(22)を満たすことが分かる。

[0343] 図26、図27は、第9実施例に係るズームレンズZL9の諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図)である。具体的には、図26(a)は広角端状態($f=4.4\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図26(b)は中間焦点距離状態1($f=33.2\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図27(a)は中間焦点距離状態2($f=91.1\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図、図27(b)は望遠端状態($f=250.0\text{mm}$)における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0344] 図26、図27に示す各収差図から明らかなように、第9実施例に係るズームレンズZL9は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0345] 以上のような第2および第3の実施形態に係る各実施例によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズを提供することができる。

[0346] ここまで本発明を分かりやすくするために、第2および第3の実施形態に

係る構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

[0347] 例えば、上記実施例では、5群構成を示したが、6群、7群等、他の群構成にも適用可能である。具体的には、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

[0348] 第2および第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としてもよい。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用することができ、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた）モーター駆動にも適している。特に、第5レンズ群G5を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0349] 第2および第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第3レンズ群G3を防振レンズ群とするのが好ましい。

[0350] 第2および第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工および組立調整が容易になり、加工および組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

[0351] 第2および第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用してもよい。

[0352] 第2および第3の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施してもよい。

[0353] 第2および第3の実施形態のズームレンズZLは、変倍比が50～70程度である。

[0354] 第2および第3の実施形態のズームレンズZLは、デジタルスチルカメラに使用しているが、これに限られるものではなく、デジタルビデオカメラ等の光学機器にも使用することができる。

発明を実施するための形態（第4の実施形態）

[0355] 次に、第4の実施形態について図面を参照して説明する。第4の実施形態に係るズームレンズZLは、図32に示すように、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍（ズーミング）に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4は、それぞれプラスチックレンズを有し、第5レンズ群G5は、2枚以下のレンズからなり、次の条件式（23）を満足する。

[0356] $0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5 \quad \dots (23)$

但し、

f_{PL3} : 第3レンズ群G3を構成するプラスチックレンズの合成焦点距離、

f_{PL4} : 第4レンズ群G4を構成するプラスチックレンズの合成焦点距離。

[0357] この構成によれば、光学系の大部分をプラスチックレンズで構成しても、

変倍比、光学性能を従来と同等以上の性能としつつ、低コスト化が可能となる。また、プラスチックレンズを使用した光学系では、温度変化による性能変化が懸念され、特に高倍率ズームレンズではその傾向が顕著にあらわれる。しかしながら、条件式(23)を満足することにより、25倍以上の高倍率ズームレンズにおいても、プラスチックレンズの温度変化の影響を非常に小さく抑え、優れた光学性能を確保することが可能となる。なお、条件式(23)の下限値を下回ると、温度変化時におけるバックフォーカスの変化、非点収差の悪化が生じるため、好ましくない。また、条件式(23)の上限値を上回ると、温度変化時におけるバックフォーカスの変化、非点収差の悪化が生じるため、好ましくない。

[0358] 第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(23)の下限値を0.7とすることが好ましい。第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(23)の上限値を1.4とすることが好ましい。

[0359] 第4の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(24)を満足することが好ましい。

$$[0360] \quad 65.0 < \nu_{d31} < 100.0 \quad \dots (24)$$

但し、

ν_{d31} : 第3レンズ群G3を構成するレンズのうち、最も物体側に配置されるレンズの硝材のd線におけるアッペ数。

[0361] 条件式(24)は、第3レンズ群G3中の、最も物体側に配置されるレンズの硝材のアッペ数を規定している。条件式(24)の下限値を下回ると、色収差が悪化するため、好ましくない。同様に、条件式(24)の上限値を上回ると、色収差が悪化するため、好ましくない。

[0362] 第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(24)の下限値を67.0とすることが好ましい。第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(24)の上限値を90.0とすることが好ましい。

[0363] 第4の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第4レンズ群G4は、1枚のプラスチック負レンズからなり、次の条件式(25)を満足すること

が好ましい。

$$[0364] \quad -5.0 < (R42 + R41) / (R42 - R41) < -0.9 \dots (25)$$

但し、

R41：第4レンズ群G4を構成するプラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R42：第4レンズ群G4を構成するプラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[0365] 条件式(25)は、第4レンズ群G4を構成するプラスチック負レンズの形状因子を規定している。条件式(25)の下限値を下回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。同様に、条件式(25)の上限値を上回ると、コマ収差、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0366] 第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(25)の下限値を-4.5とすることが好ましい。第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(25)の上限値を-1.0とすることが好ましい。

[0367] 第4の実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(26)を満足することが好ましい。

$$[0368] \quad 0.63 < \beta_{5t} < 0.88 \dots (26)$$

但し、

β_{5t} ：望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率。

[0369] 条件式(26)は、望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率を規定している。条件式(26)の下限値を下回ると、非点収差が悪化するため、好ましくない。同様に、条件式(26)の上限値を上回ると、非点収差が悪化するため、好ましくない。

[0370] 第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(26)の下限値を0.65とすることが好ましい。第4の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(26)の上限値を0.80とすることが好ましい。

[0371] 第4の実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3は、

像側から順に並んだ、プラスチック正レンズと、プラスチック負レンズとを有し、次の条件式（２７）を満足することが好ましい。

$$[0372] \quad -6.0 < (R_{32} + R_{31}) / (R_{32} - R_{31}) < -0.9 \dots (27)$$

但し、

R_{31} ：第３レンズ群 G_3 を構成するプラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R_{32} ：第３レンズ群 G_3 を構成するプラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[0373] 条件式（２７）は、第３レンズ群 G_3 を構成するプラスチック負レンズの形状因子を規定している。条件式（２７）の下限値を下回ると、コマ収差、球面収差が悪化するため、好ましくない。同様に、条件式（２７）の上限値を上回ると、コマ収差、球面収差が悪化するため、好ましくない。

[0374] 第４の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（２７）の下限値を -5.4 とすることが好ましい。第４の実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（２７）の上限値を -1.0 とすることが好ましい。

[0375] 以上のような構成を備える第４の実施形態に係るズームレンズ ZL によれば、優れた光学性能を有するズームレンズを実現することができる。

[0376] 図３８及び図３９に、上述のズームレンズ ZL を備える光学機器として、デジタルスチルカメラ CAM （光学機器）の構成を示す。このデジタルスチルカメラ CAM は、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズ（ズームレンズ ZL ）の不図示のシャッタが開放されて、ズームレンズ ZL で被写体（物体）からの光が集光され、像面 I （図３２参照）に配置された撮像素子 C （例えば、 CCD や $CMOS$ 等）に結像される。撮像素子 C に結像された被写体像は、デジタルスチルカメラ CAM の背後に配置された液晶モニター M に表示される。撮影者は、液晶モニター M を見ながら被写体像の構図を決めた後、リリース釦 $B1$ を押し下げて被写体像を撮像素子 C で撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

[0377] カメラCAMには、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部E
F、デジタルスチルカメラCAMの種々の条件設定等に使用するファンクシ
ョンボタンB2等が配置されている。ここでは、カメラCAMとズームレン
ズZLとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学
機器としては、ズームレンズZLを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体と
が着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

[0378] 以上のような構成を備える第4の実施形態に係るカメラCAMによれば、
撮影レンズとして上述のズームレンズZLを搭載することにより、優れた光
学性能を有するカメラを実現することができる。

[0379] 続いて、図40を参照しながら、上述のズームレンズZLの製造方法につ
いて概説する。まず、レンズ鏡筒内に、光軸に沿って物体側より順に、正の
屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、
正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4
と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とが並ぶように、各レンズを配置す
る（ステップST10）。このとき、広角端状態から望遠端状態への変倍に
際して、各レンズ群の間隔が変化するとともに、少なくとも4つのレンズ群
が移動するように、各レンズを配置する（ステップST20）。また、第3
レンズ群G3及び第4レンズ群G4は、それぞれプラスチックレンズを有し
て構成されるように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST30）。
また、第5レンズ群G5は、2枚以下のレンズから構成されるように、各レ
ンズを鏡筒内に配置する（ステップST40）。そして、次の条件式（23
）を満足するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST50）。

[0380] $0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5 \dots (23)$

但し、

f_{PL3} ：第3レンズ群G3を構成するプラスチックレンズの合成焦点距
離、

f_{PL4} ：第4レンズ群G4を構成するプラスチックレンズの合成焦点距
離。

[0381] ここで、第4の実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図32に示すズームレンズZLでは、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とを配置している。負の屈折力を持つ第2レンズ群G2として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズとL21と、両凹形状の負レンズL22と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL23とを配置している。正の屈折力を持つ第3レンズ群G3として、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL32と、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL33とを配置している。負の屈折力を持つ第4レンズ群G4として、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL41を配置している。正の屈折力を持つ第5レンズ群G5として、光軸に沿って物体側から順に、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL51と、像側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL52とを配置している。また、各レンズは、上記条件式(23)を満足するように、鏡筒内に配置されている(条件式(23)の対応値は1.12)。

[0382] 上記第4の実施形態のズームレンズZLの製造方法によれば、優れた光学性能を有するズームレンズを製造することができる。

第4の実施形態に係る実施例

[0383] これより第4の実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表10～表12を示すが、これらは第10実施例～第12実施例における各諸元の表である。

[0384] なお、第10実施例に係る図32に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それら

は他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

[0385] 各実施例では収差特性の算出対象として、d線（波長587.5620nm）、g線（波長435.8350nm）を選んでいる。

[0386] 表中の「レンズ諸元」において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、Rは各光学面の曲率半径、Dは各光学面から次の光学面（又は像面）までの光軸上の距離である面間隔、 n_d は光学部材の材質のd線に対する屈折率、 ν_d は光学部材の材質のd線を基準とするアッベ数をそれぞれ示す。物面は物体面、（可変）は可変の面間隔、曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口、（絞りS）は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示す。空気の屈折率「1.0000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。

[0387] 表中の「全体諸元」において、fはレンズ全系の焦点距離、FNoはFナンバー、 ω は半画角（最大入射角、単位： $^{\circ}$ ）、Yは像高、Bfは光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離、Bf（空気換算）は光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表記したもの、TLは光軸上でのレンズ最前面から近軸像面までの距離、レンズ全長は光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にBf（空気換算）を加えたものを示す。

[0388] 表中の「非球面データ」には、「レンズ諸元」に示した非球面について、その形状を次式（c）で示す。X（y）は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、Rは基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、 κ は円錐定数を、 A_i は第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

[0389]
$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 \dots (c)$$

[0390] 表中の「ズーミングデータ」において、広角端、中間焦点距離、望遠端の各状態における可変間隔の値 D_i を示す。なお、 D_i は、第i面と第（i+

1) 面の可変間隔を示す。

[0391] 表中の「ズームレンズ群データ」において、Gは群番号、群初面は各群の最も物体側の面番号、群焦点距離は各群の焦点距離、レンズ構成長は各群の最も物体側のレンズ面から最も像面側のレンズ面までの光軸上での距離を示す。

[0392] 表中の「条件式」には、上記の条件式(23)～(27)に対応する値を示す。

[0393] 以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 R 、面間隔 D 、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、ズームレンズは比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることがなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

[0394] ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

[0395] (第10実施例)

[0396] 第10実施例について、図32、図33及び表10を用いて説明する。第10実施例に係るズームレンズZL(ZL10)は、図32に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0397] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12の接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。

[0398] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズとL21と、両凹形状の負レンズL22

と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL 2 3 とから構成される。

[0399] 第3レンズ群G 3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL 3 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL 3 2 と、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL 3 3 とから構成される。

[0400] 第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL 4 1 から構成される。

[0401] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL 5 1 と、像側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL 5 2 とから構成される。

[0402] フィルタ群F Lは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等で構成されている。

[0403] 本実施例に係るズームレンズZ L 1 0においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するとともに、第1レンズ群G 1から第5レンズ群G 5までの全ての群が光軸に沿って移動する。第1レンズ群G 1は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G 2は、ズーミングにおいて、像面側へ移動する。第3レンズ群G 3は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第5レンズ群G 5は、ズーミングにおいて、一旦物体側に移動し、その後像面側へ移動する。開口絞りSは、ズーミングにおいて、第3レンズ群G 3と一体となって、物体側へ移動する。

[0404] 下記の表1 0に、第1 0実施例における各諸元の値を示す。表1 0における面番号1～2 8が、図3 2に示すm 1～m 2 8の各光学面に対応している。

[0405] (表1 0)

[レンズ諸元]

面番号 物面	R ∞	D	n d	ν d
1	110.7878	2.8427	1.9037	31.3
2	66.3390	7.5711	1.4978	82.6
3	860.1899	0.243		
4	76.5237	6.3147	1.6030	65.4
5	653.3171	D5(可変)		
6	1084.3255	1.5103	1.8348	42.7
7	15.2165	8.0963		
8	-125.9352	1.2629	1.8348	42.7
9	34.3647	0.4796		
10	25.5696	3.9494	1.9460	18
11	88.6252	D11(可変)		
12	∞ (絞り S)	1.5735		
13	15.2571	3.498	1.4978	82.6
14	94.5308	2.2134		
*15	32.5987	1.7599	1.6355	23.9
*16	15.9623	1.5646		
*17	75.0599	3.0423	1.5311	55.9
*18	-25.6985	D18(可変)		
19	110.4046	1.3476	1.5311	55.9
*20	35.4707	D20(可変)		
*21	33.0094	5.0366	1.5311	55.9
22	-50.9035	0.9071		
23	-32.7689	1.7816	1.6355	23.9
*24	-105.1482	D24(可変)		
25	∞	0.6797	1.5168	63.9
26	∞	1.1110		

27	∞	1.0443	1.5168	63.9
28	∞	(Bf)		
像面	∞			

[全体諸元]

ズーム比 28.319

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.00	53.17	283.19
開口絞り径	12.15	12.15	12.15
F N o	3.5	5.1	6.6
ω	42.0	9.4	1.7
B f	1.132	1.132	1.132
B f (空気換算)	11.592	29.957	8.080
T L	153.52	179.55	219.25
レンズ全長	152.93	178.96	218.66

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
15	14.148	-1.963E-04	0.000E+00
16	3.070	-2.577E-04	0.000E+00
17	1.000	-1.389E-04	0.000E+00
18	1.000	-6.609E-05	0.000E+00
20	1.000	1.381E-06	0.000E+00
21	1.000	-2.196E-06	7.854E-09
24	1.000	-6.977E-06	0.000E+00

[ズーミングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
------	-----	------	-----

f	10.00	53.17	283.19
D5	1.584	45.635	84.035
D11	61.939	14.713	1.151
D18	7.763	15.168	6.936
D20	15.056	18.489	63.468
D24	8.212	26.578	4.701

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成
G 1	1	119.4	16.972
G 2	6	-16.6	15.299
G 3	13	29.9	12.078
G 4	19	-99.0	1.348
G 5	21	73.6	7.725

[条件式]

$$\text{条件式 (23)} \quad -f_{PL3} / f_{PL4} = 1.12$$

$$\text{条件式 (24)} \quad \nu_{d31} = 82.6$$

$$\text{条件式 (25)} \quad (R_{42} + R_{41}) / (R_{42} - R_{41}) = -1.95$$

$$\text{条件式 (26)} \quad \beta_{5t} = 0.805$$

$$\text{条件式 (27)} \quad (R_{32} + R_{31}) / (R_{32} - R_{31}) = -2.92$$

[0406] 表10から、本実施例に係るズームレンズZL10は、条件式(23)～(27)を満たすことが分かる。

[0407] 図33は、第10実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図33(a)は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図33(b)は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図33(c)は望遠端状態における撮影距離無限

遠での諸収差図である。

[0408] 各収差図において、FNOはFナンバー、Aは各像高に対する半画角（単位： $^{\circ}$ ）を示す。dはd線、gはg線における収差を示す。また、記載のないものは、d線における収差を示す。球面収差図において、実線は球面収差を、破線は正弦条件を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図において、実線はメリディオナルコマを示す。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

[0409] 図33に示す各収差図から明らかなように、第10実施例に係るズームレンズZL10は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0410] （第11実施例）

[0411] 第11実施例について、図34、図35及び表11を用いて説明する。第11実施例に係るズームレンズZL（ZL11）は、図34に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0412] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12の接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。

[0413] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズとL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23とから構成される。

[0414] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL32と、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL33とから構成される。

[0415] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック負レンズL41から構成される。

[0416] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL51と、像側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック負レンズL52とから構成される。

[0417] フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフィルター等で構成されている。

[0418] 本実施例に係るズームレンズZL11においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するとともに、第1レンズ群G1から第5レンズ群G5までの全ての群が光軸に沿って移動する。第1レンズ群G1は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、ズーミングにおいて、像面側へ移動する。第3レンズ群G3は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第5レンズ群G5は、ズーミングにおいて、一旦物体側に移動し、その後像面側へ移動する。開口絞りSは、ズーミングにおいて、第3レンズ群G3と一体となって、物体側へ移動する。

[0419] 下記の表11に、第11実施例における各諸元の値を示す。表11における面番号1～28が、図34に示すm1～m28の各光学面に対応している。

[0420] (表11)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n_d	ν_d
物面	∞			

1	109.095	2.27	1.9538	31.3
2	67.989	7.73	1.4970	82.6
3	765.163	0.23		
4	79.968	6.37	1.5928	65.4
5	854.818	D5(可変)		
6	378.358	1.14	1.8348	42.7
7	16.050	8.87		
8	-44.931	1.14	1.8348	42.7
9	65.161	0.45		
10	37.707	4.09	1.9460	18.0
11	-16113.167	D11(可変)		
12	∞ (絞りS)	0.23		
13	18.002	4.09	1.4978	82.6
14	242.666	2.27		
*15	29.192	2.27	1.6349	23.9
*16	15.258	1.82		
*17	111.211	2.96	1.5311	55.9
*18	-27.771	D18(可変)		
19	70.593	1.36	1.5311	55.9
20	32.799	D20(可変)		
*21	27.433	5.69	1.5311	55.9
22	-68.063	0.68		
23	-48.239	1.14	1.6349	23.9
24	-2211.216	D24(可変)		
25	∞	0.68	1.5168	63.9
26	∞	1.14		
27	∞	1.14	1.5168	63.9
28	∞	(Bf)		

像面 ∞

[全体諸元]

ズーム比 28.319

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.00	55.9	330.0
開口絞り径	13.2	13.2	13.2
F N o	3.5	5.0	6.7
ω	42.0	9.2	1.5
B f	3.03	3.03	3.03
B f (空気換算)	12.39	30.65	8.27
T L	165.87	190.93	231.40
レンズ全長	165.25	190.31	230.78

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
15	9.27	-1.81E-04	0.00E+00
16	2.32	-2.37E-04	0.00E+00
17	1.00	-1.09E-04	0.00E+00
18	1.00	-5.84E-05	0.00E+00
21	1.00	-5.55E-07	5.48E-09

[ズームングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.00	55.9	330.0
D5	1.089	50.890	89.202
D11	71.445	17.911	1.057
D18	11.148	24.339	11.678

D20	14.375	11.722	65.770
D24	7.055	25.310	2.936

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成
G 1	1	124.1	16.600
G 2	6	-17.5	15.690
G 3	13	34.1	13.410
G 4	19	-116.8	1.360
G 5	21	67.2	7.510

[条件式]

$$\text{条件式 (23)} \quad -f_{PL3} / f_{PL4} = 1.45$$

$$\text{条件式 (24)} \quad \nu_{d31} = 82.6$$

$$\text{条件式 (25)} \quad (R_{42} + R_{41}) / (R_{42} - R_{41}) = -2.70$$

$$\text{条件式 (26)} \quad \beta_{5t} = 0.78$$

$$\text{条件式 (27)} \quad (R_{32} + R_{31}) / (R_{32} - R_{31}) = -3.19$$

[0421] 表 1 1 から、本実施例に係るズームレンズ Z L 1 1 は、条件式 (23) ~ (27) を満たすことが分かる。

[0422] 図 3 5 は、第 1 1 実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図 3 5 (a) は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 3 5 (b) は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 3 5 (c) は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0423] 図 3 5 に示す各収差図から明らかなように、第 1 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 1 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収

差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0424] (第12実施例)

[0425] 第12実施例について、図36、図37及び表12を用いて説明する。第12実施例に係るズームレンズZL(ZL12)は、図36に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、光量を調節することを目的とした開口絞りSと、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5と、フィルタ群FLとから構成される。

[0426] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12の接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。

[0427] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズとL21と、両凹形状の負レンズL22と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL23とから構成される。

[0428] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の非球面正レンズL31と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL32と、両凸形状のプラスチック非球面正レンズL33とから構成される。

[0429] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面負レンズL41から構成される。

[0430] 第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック非球面正レンズL51から構成される。

[0431] フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターや赤外カットフ

ィルター等で構成されている。

[0432] 本実施例に係るズームレンズZ L 1 2においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するとともに、第1レンズ群G 1から第4レンズ群G 4までが光軸に沿って移動する。第1レンズ群G 1は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第2レンズ群G 2は、ズーミングにおいて、像面側へ移動する。第3レンズ群G 3は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は、ズーミングにおいて、物体側へ移動する。開口絞りSは、ズーミングにおいて、第3レンズ群G 3と一体となって、物体側へ移動する。なお、第5レンズ群G 5は、常に光軸上に固定されている。

[0433] 下記の表1 2に、第1 2実施例における各諸元の値を示す。表1 2における面番号1～2 6が、図3 6に示すm 1～m 2 6の各光学面に対応している。

[0434] (表1 2)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
1	105.911	2.17	1.9538	32.3
2	65.738	7.16	1.4978	82.6
3	804.588	0.22		
4	75.341	5.86	1.5928	68.7
5	651.011	D5(可変)		
6	1035.376	1.09	1.8348	42.7
7	13.926	6.73		
8	-45.557	1.09	1.8040	46.6
9	56.372	0.43		
10	30.292	3.04	1.9460	18.0
11	280.888	D11(可変)		

12	∞ (絞りS)	0.87		
*13	15.220	4.34	1.4971	81.5
14	54.469	3.26		
*15	62.426	2.17	1.6349	24.0
16	17.597	0.87		
*17	22.024	3.47	1.5311	55.9
18	-30.433	D18(可変)		
*19	77.158	1.30	1.5311	55.9
20	30.047	D20(可変)		
*21	27.125	3.26	1.5311	55.9
22	443.944	1.52		
23	∞	0.70	1.5168	63.9
24	∞	1.00		
25	∞	1.00	1.5168	63.9
26	∞	(BF)		
像面	∞			

[全体諸元]

ズーム比 28.44

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	52.5	284.4
開口絞り径	11.3	11.3	11.3
F N ϕ	3.8	5.6	6.6
ω	41.2	9.1	1.7
B f	1.00	1.00	1.00
B f (空気換算)	4.64	4.64	4.64
T L	139.4	170.5	207.8
レンズ全長	138.8	169.9	207.2

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6
13	-0.0361	1.77E-05	0.00E+00
15	1.00	1.01E-05	0.00E+00
17	1.00	-4.31E-05	0.00E+00
19	1.00	2.32E-06	0.00E+00
21	1.00	-6.13E-06	-4.60E-08

[ズームングデータ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.0	52.5	284.4
D5	0.786	49.636	86.876
D11	56.238	17.470	0.740
D18	10.666	23.912	3.980
D20	19.217	26.936	63.699

[ズームレンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	レンズ構成長
G 1	1	119.4	15.410
G 2	6	-15.8	12.380
G 3	13	27.8	14.110
G 4	19	-93.6	1.300
G 5	21	54.3	4.780

[条件式]

$$\text{条件式 (23)} - f_{PL3} / f_{PL4} = 0.65$$

$$\text{条件式 (24)} \nu_{d31} = 81.5$$

$$\text{条件式 (25)} \quad (R_{42} + R_{41}) / (R_{42} - R_{41}) = -2.28$$

$$\text{条件式 (26)} \quad \beta_{5t} = 0.87$$

$$\text{条件式 (27)} \quad (R_{32} + R_{31}) / (R_{32} - R_{31}) = -1.79$$

[0435] 表 12 から、本実施例に係るズームレンズ ZL12 は、条件式 (23) ～ (27) を満たすことが分かる。

[0436] 図 37 は、第 12 実施例に係るズームレンズの諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）である。具体的には、図 37 (a) は本実施例の広角端状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 37 (b) は本実施例の中間焦点距離状態における撮影距離無限遠での諸収差図であり、図 37 (c) は望遠端状態における撮影距離無限遠での諸収差図である。

[0437] 図 37 に示す各収差図から明らかなように、第 12 実施例に係るズームレンズ ZL12 は、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。歪曲収差については、この程度の収差量では撮像後の画像処理により十分補正可能であるため、光学的な補正は必要ない。

[0438] 上記第 4 の実施形態の各実施例によれば、優れた光学性能を有するズームレンズを実現することができる。

[0439] ここまで本発明を分かりやすくするために、第 4 の実施形態に係る構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

[0440] 上記第 4 の実施形態に係る実施例では、5 群構成を示したが、6 群、7 群等の他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも 1 枚のレンズを有する部分を示す。

[0441] また、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としてもよ

い。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用することができ、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた）モーター駆動にも適している。特に、第5レンズ群G 5を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0442] また、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第3レンズ群G 3全体を防振レンズ群とするのが好ましい。

符号の説明

[0443] Z L (Z L 1 ~ Z L 1 2) ズームレンズ
G 1 第1レンズ群
G 2 第2レンズ群
G 3 第3レンズ群
G 4 第4レンズ群
G 5 第5レンズ群
S 開口絞り
F L フィルタ群
I 像面
C A M デジタルスチルカメラ（光学機器）

請求の範囲

[請求項1] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有し、

変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が移動し、

前記第5レンズ群は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.50 < TLt / ft < 0.75$$

但し、

TLt : 望遠端状態における前記ズームレンズの最前面から像面までの光軸上の距離、

ft : 望遠端状態における前記ズームレンズの焦点距離。

[請求項2] 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。

$$10.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 25.0$$

但し、

β_{2w} : 広角端状態における前記第2レンズ群の倍率、

β_{2t} : 望遠端状態における前記第2レンズ群の倍率。

[請求項3] 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。

$$0.25 < f1 / ft < 0.50$$

但し、

$f1$: 前記第1レンズ群の焦点距離。

[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に記載のズームレンズ。

$$0.05 < f_3 / f_t < 0.10$$

但し：

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離。

[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に記載のズームレンズ。

$$0.02 < (-f_2) / f_t < 0.05$$

但し、

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離。

[請求項6] 前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に開口絞りを有し、
変倍に際して、前記開口絞りが各レンズ群とは独立して移動することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[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に記載のズームレンズ。

$$0.65 < \beta_{5t} < 0.85$$

但し、

β_{5t} ：望遠端状態における前記第5レンズ群の倍率。

[請求項8] 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。

$$37.0 < \nu_{d1} < 42.0$$

但し、

ν_{d1} ：前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、最も物体側に配置されるレンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[請求項9] 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。

$$20.0 < \nu_{d2} < 25.0$$

但し、

ν_{d2} ：前記第2レンズ群を構成する正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[請求項10] 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。

$$35.0 < \nu d3 < 48.0$$

$\nu d3$: 前記第3レンズ群を構成する負レンズのうち、最も屈折力の強い負レンズの硝材のd線におけるアッペ数。

[請求項11] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.010 < (-f2) / f_t < 0.038$$

但し、

$f2$: 前記第2レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項12] 前記第1レンズ群は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第1の正レンズと、第2の正レンズと、第3の正レンズとからなり、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項11に記載のズームレンズ。

$$30.0 < \nu d1a < 50.0$$

$$244.8 < \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d < 285.0$$

但し、

$\nu d 1 a$: 前記負レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 b$: 前記第 1 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 c$: 前記第 2 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数、

$\nu d 1 d$: 前記第 3 の正レンズを構成する硝材の d 線を基準とするアッペ数。

[請求項13] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離。

[請求項14] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

$$0.700 < Dm_3 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.795$$

但し、

Dm_3 : 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第 3 レンズ群の光軸上の移動量、

f_w : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項15] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

$$0.180 < Dm_1 / f_t < 0.200$$

但し、

Dm_1 : 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第 1 レンズ群の光軸上の移動量。

[請求項16] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズー

ムレンズ。

$$0.005 < D5 / f_t < 0.030$$

但し、

D5：前記第5レンズ群の光軸上の厚さ。

[請求項17] 前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することを特徴とする請求項11に記載のズームレンズ。

[請求項18] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離、

f_t：前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項19] 前記第1レンズ群は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、負レンズと、第1の正レンズと、第2の正レンズと、第3の正レンズとからなり、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項18に記載のズームレンズ。

$$30.0 < \nu_{d1a} < 50.0$$

$$244.8 < \nu d1b + \nu d1c + \nu d1d < 285.0$$

但し、

$\nu d1a$: 前記負レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数、

$\nu d1b$: 前記第1の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数、

$\nu d1c$: 前記第2の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数、

$\nu d1d$: 前記第3の正レンズを構成する硝材のd線を基準とするアッペ数。

[請求項20] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項18に記載のズームレンズ。

$$0.700 < Dm3 / (fw \times ft)^{1/2} < 0.795$$

但し、

$Dm3$: 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第3レンズ群の光軸上の移動量、

fw : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項21] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項18に記載のズームレンズ。

$$0.180 < Dm1 / ft < 0.200$$

但し、

$Dm1$: 広角端状態から望遠端状態に変倍する際の前記第1レンズ群の光軸上の移動量。

[請求項22] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項18に記載のズームレンズ。

$$0.005 < D5 / ft < 0.030$$

但し、

$D5$: 前記第5レンズ群の光軸上の厚さ。

[請求項23] 前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することを特徴とする請求項18に記載のズームレンズ。

[請求項24] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有し、

変倍時に、各レンズ群の間隔が変化するように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、

前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、それぞれプラスチックレンズを有し、

前記第5レンズ群は、2枚以下のレンズからなり、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5$$

但し、

f_{PL3} : 前記第3レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離、

f_{PL4} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチックレンズの合成焦点距離。

[請求項25] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項24に記載のズームレンズ。

$$65.0 < \nu_{d31} < 100.0$$

但し、

ν_{d31} : 前記第3レンズ群を構成するレンズのうち、最も物体側に配置されるレンズの硝材のd線におけるアッベ数。

[請求項26] 前記第4レンズ群は、1枚のプラスチック負レンズからなり、
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項24に記載のズームレンズ。

$$-5.0 < (R_{42} + R_{41}) / (R_{42} - R_{41}) < -$$

0. 9

但し、

R 4 1 : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R 4 2 : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[請求項27] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項24に記載のズームレンズ。

$$0.63 < \beta_{5t} < 0.88$$

但し、

β_{5t} : 望遠端状態における前記第5レンズ群の倍率。

[請求項28] 前記第3レンズ群は、像側から順に並んだ、プラスチック正レンズと、プラスチック負レンズとを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項24に記載のズームレンズ。

$$-6.0 < (R32 + R31) / (R32 - R31) < -0.9$$

但し、

R 3 1 : 前記第3レンズ群を構成するプラスチック負レンズの物体側面の曲率半径、

R 3 2 : 前記第3レンズ群を構成するプラスチック負レンズの像側面の曲率半径。

[請求項29] 請求項1に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項30] 請求項11に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項31] 請求項18に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項32] 請求項24に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項33] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が移動し、

前記第5レンズ群は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、

以下の条件式を満足するように、

レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.50 < TLt / ft < 0.75$$

但し、

TLt : 望遠端状態における前記ズームレンズの最前面から像面までの光軸上の距離、

ft : 望遠端状態における前記ズームレンズの焦点距離。

[請求項34] 光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動

し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、

以下の条件式を満足するように、

レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.010 < (-f_2) / f_t < 0.038$$

但し、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項35]

光軸に沿って物体側より順に並んだ、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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、

以下の条件式を満足するように、

レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.075$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_t : 前記ズームレンズの望遠端状態における焦点距離。

[請求項36]

光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レン

ズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

変倍時に、各レンズ群の間隔が変化するように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、

前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、それぞれプラスチックレンズを有し、

前記第5レンズ群は、2枚以下のレンズからなり、

以下の条件式を満足するように、

レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

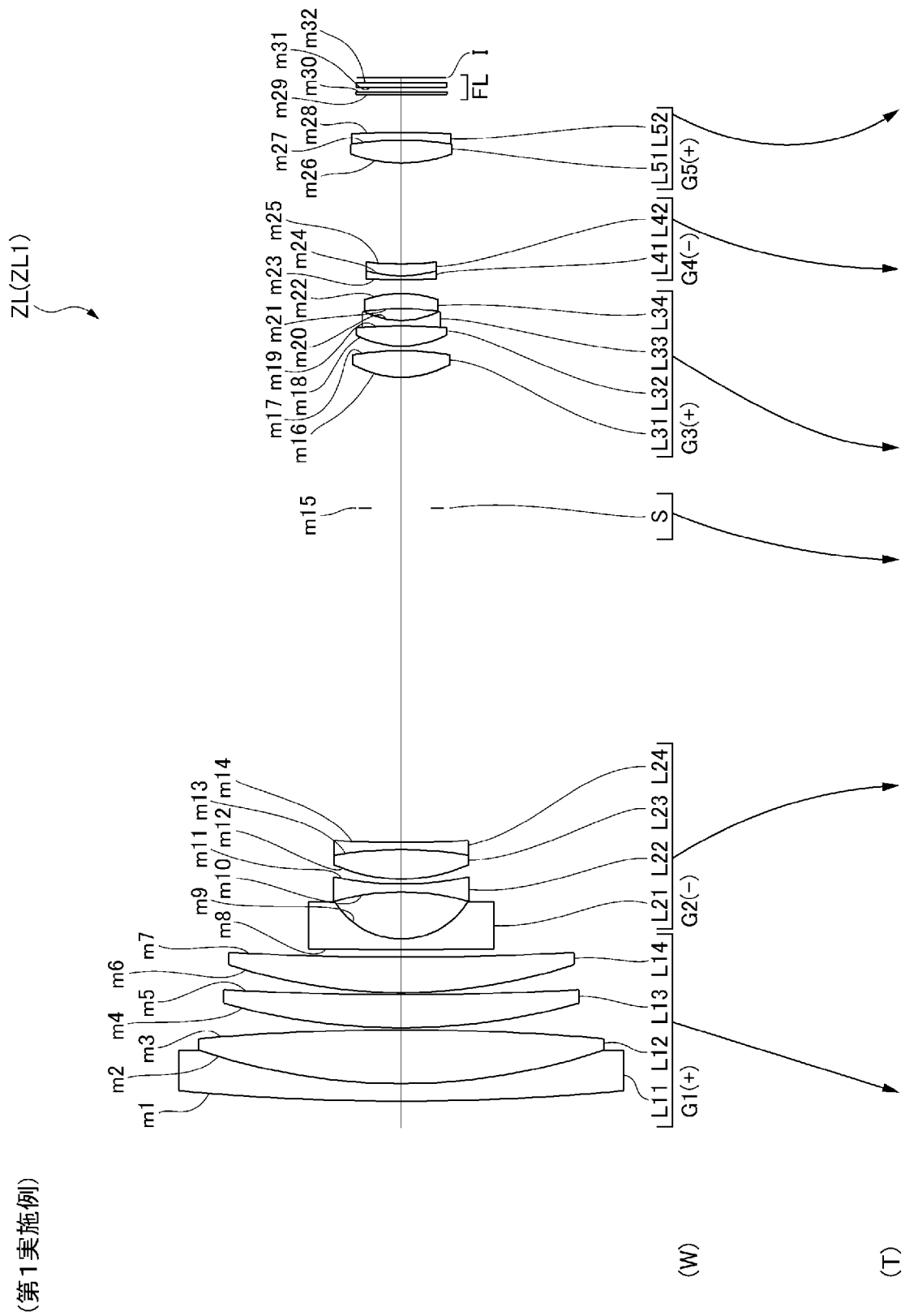
$$0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5$$

但し、

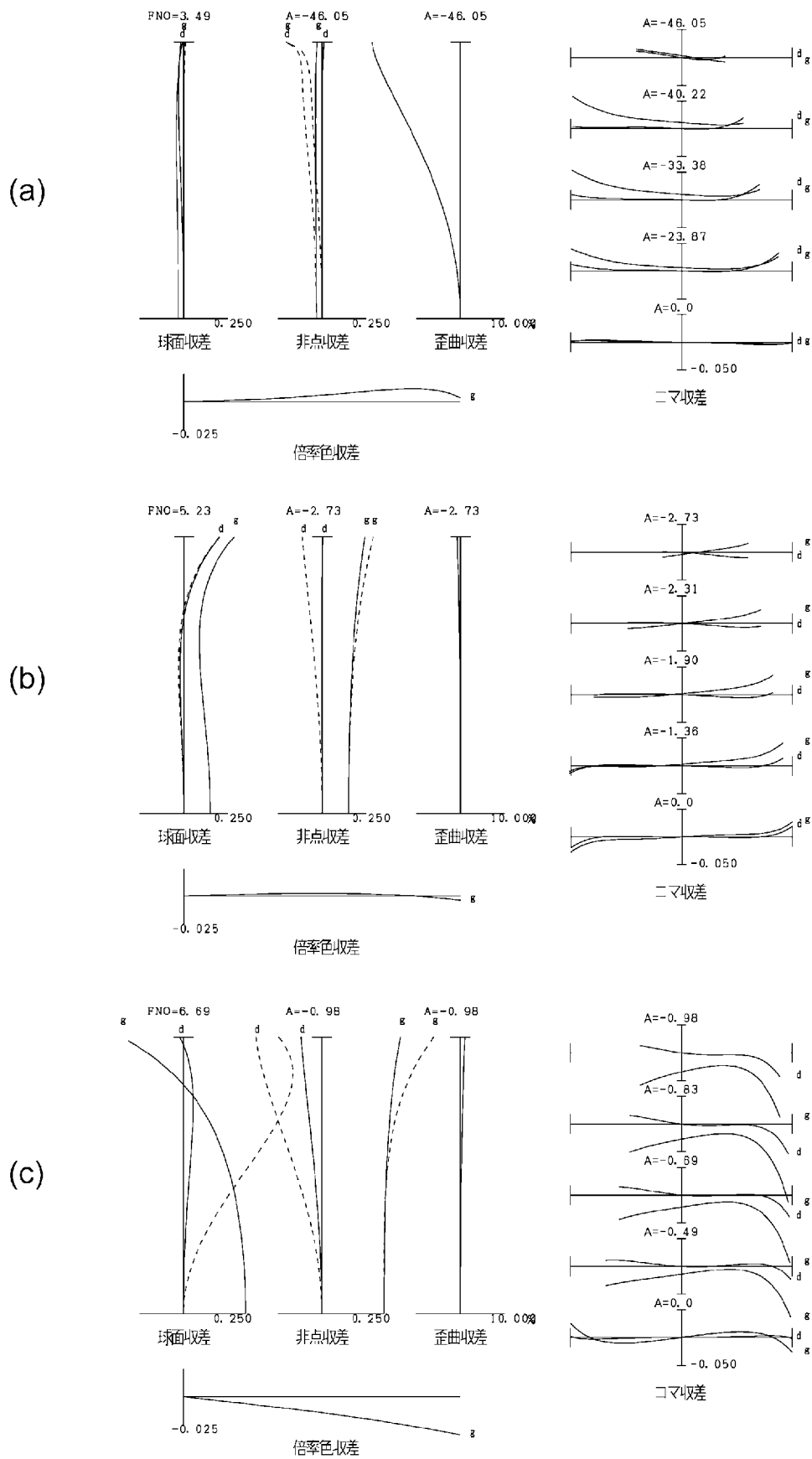
f_{PL3} : 前記第3レンズ群を構成する前記プラスチックの合成焦点距離、

f_{PL4} : 前記第4レンズ群を構成する前記プラスチックの合成焦点距離。

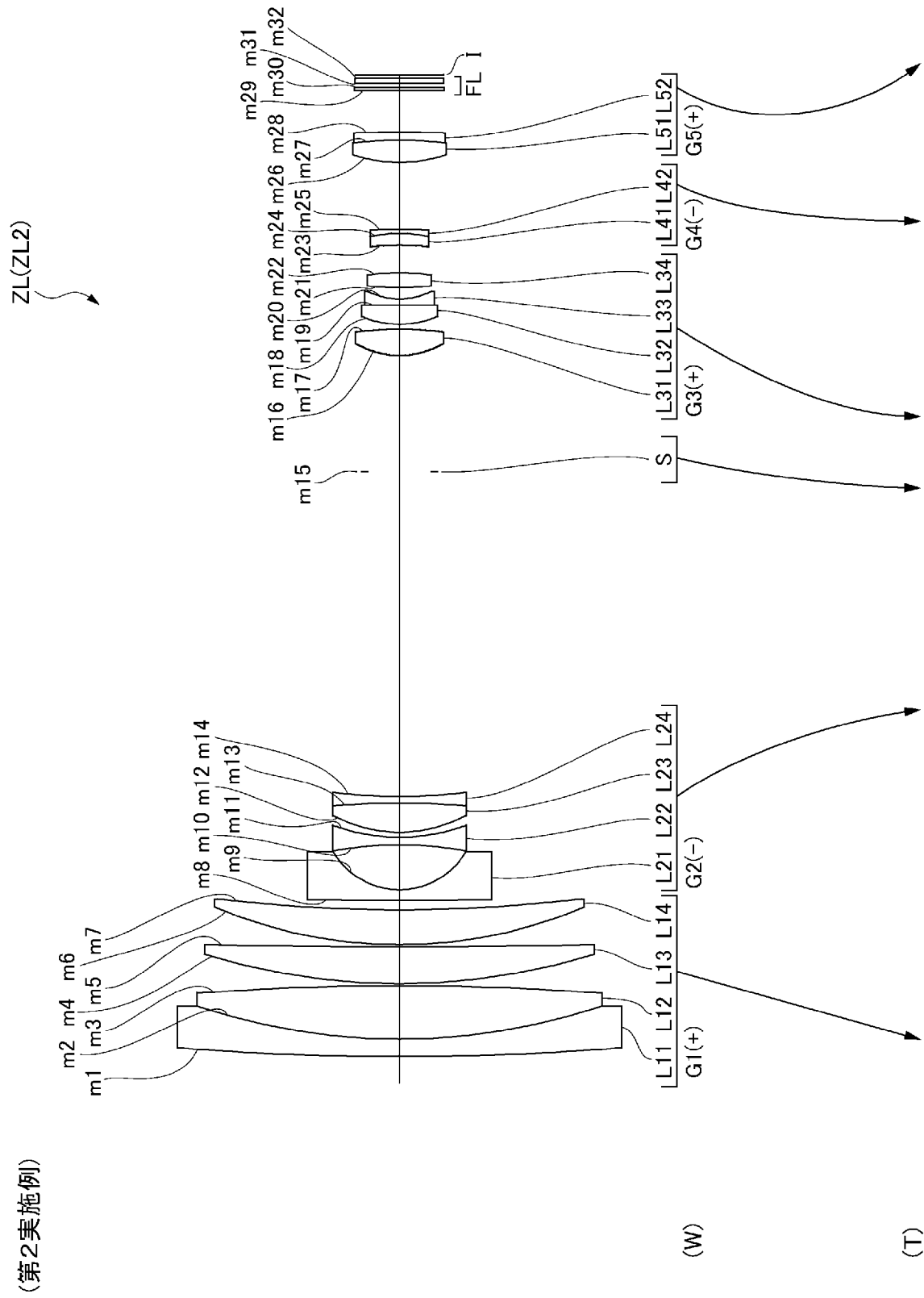
[図1]



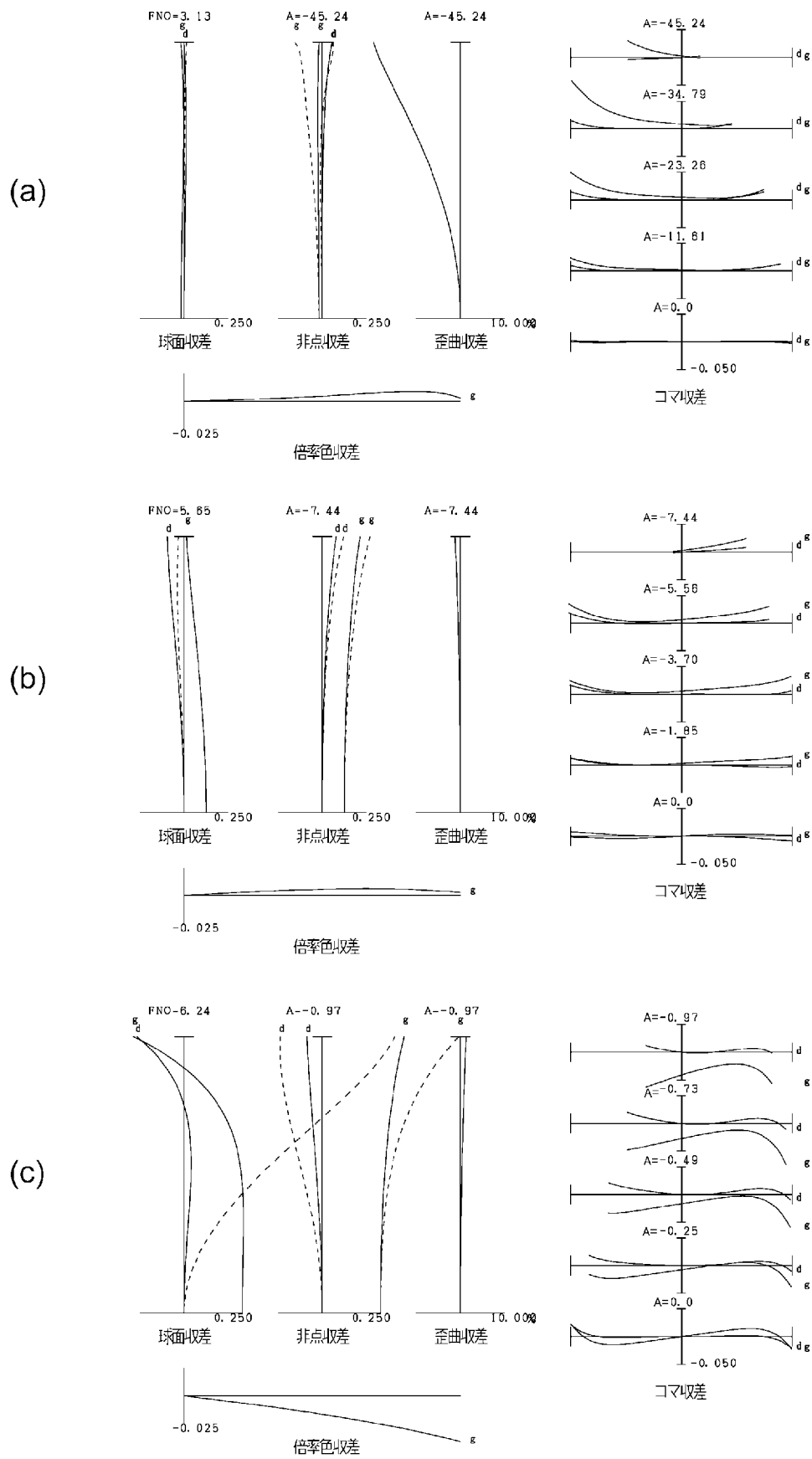
[図2]



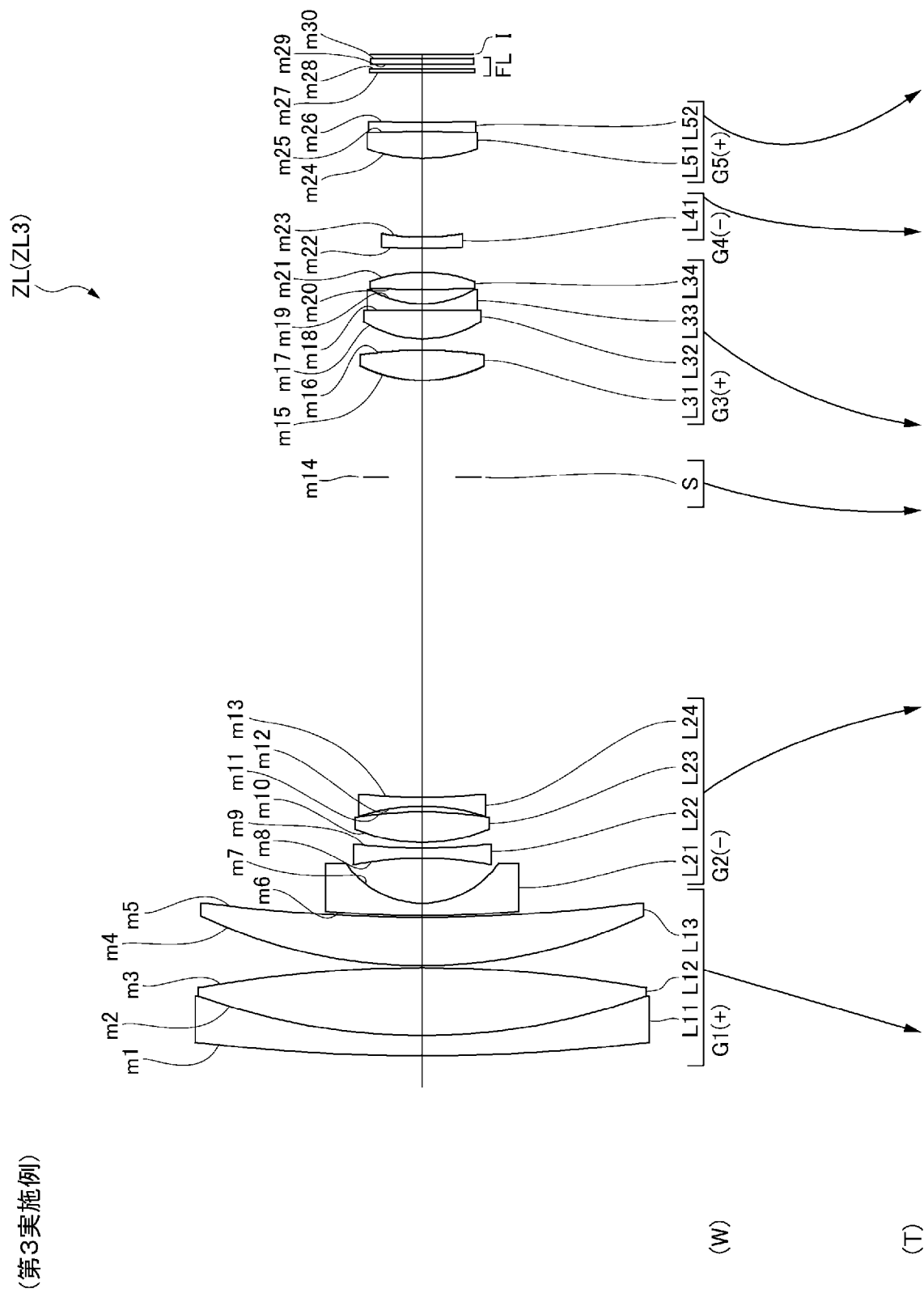
[図3]



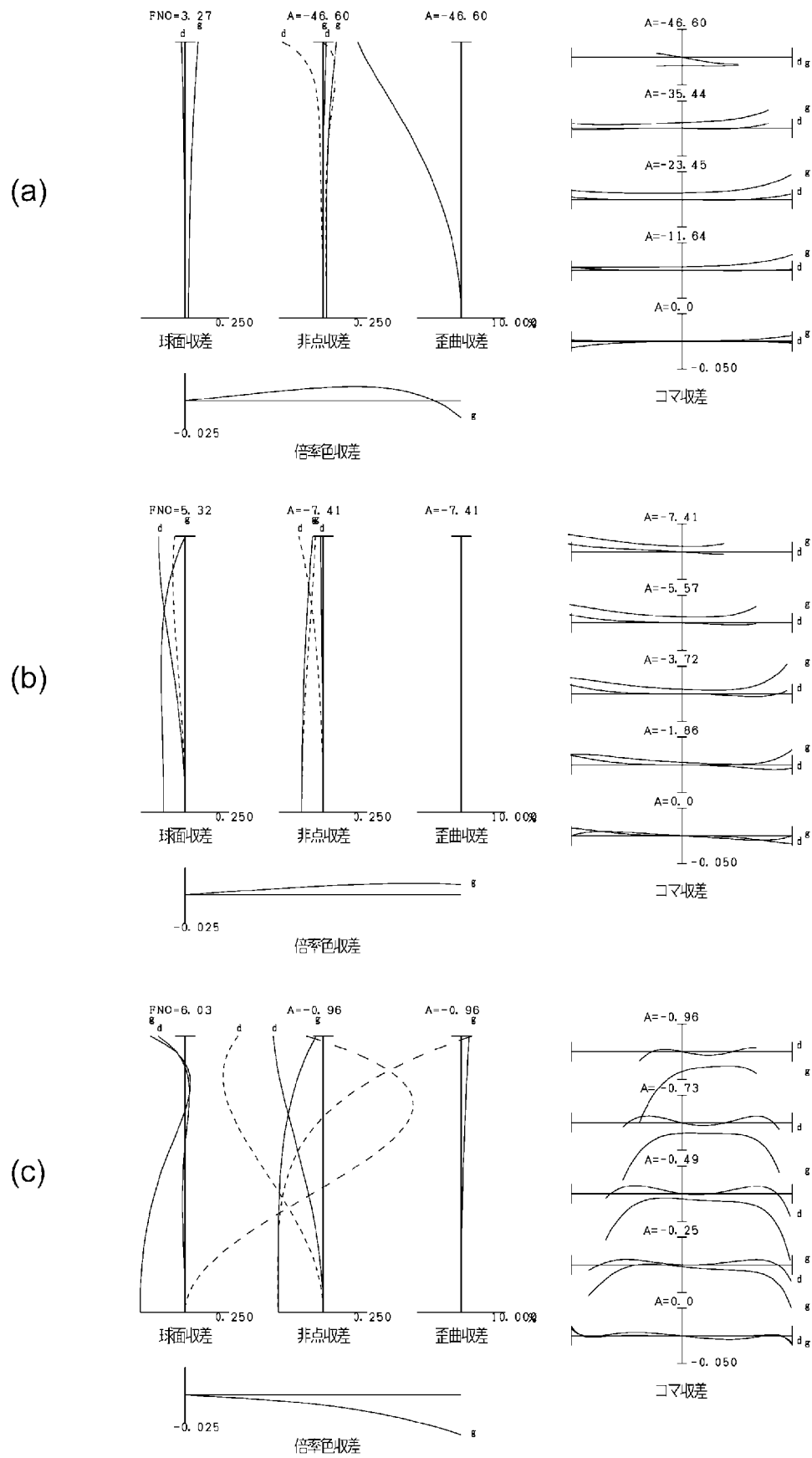
[図4]



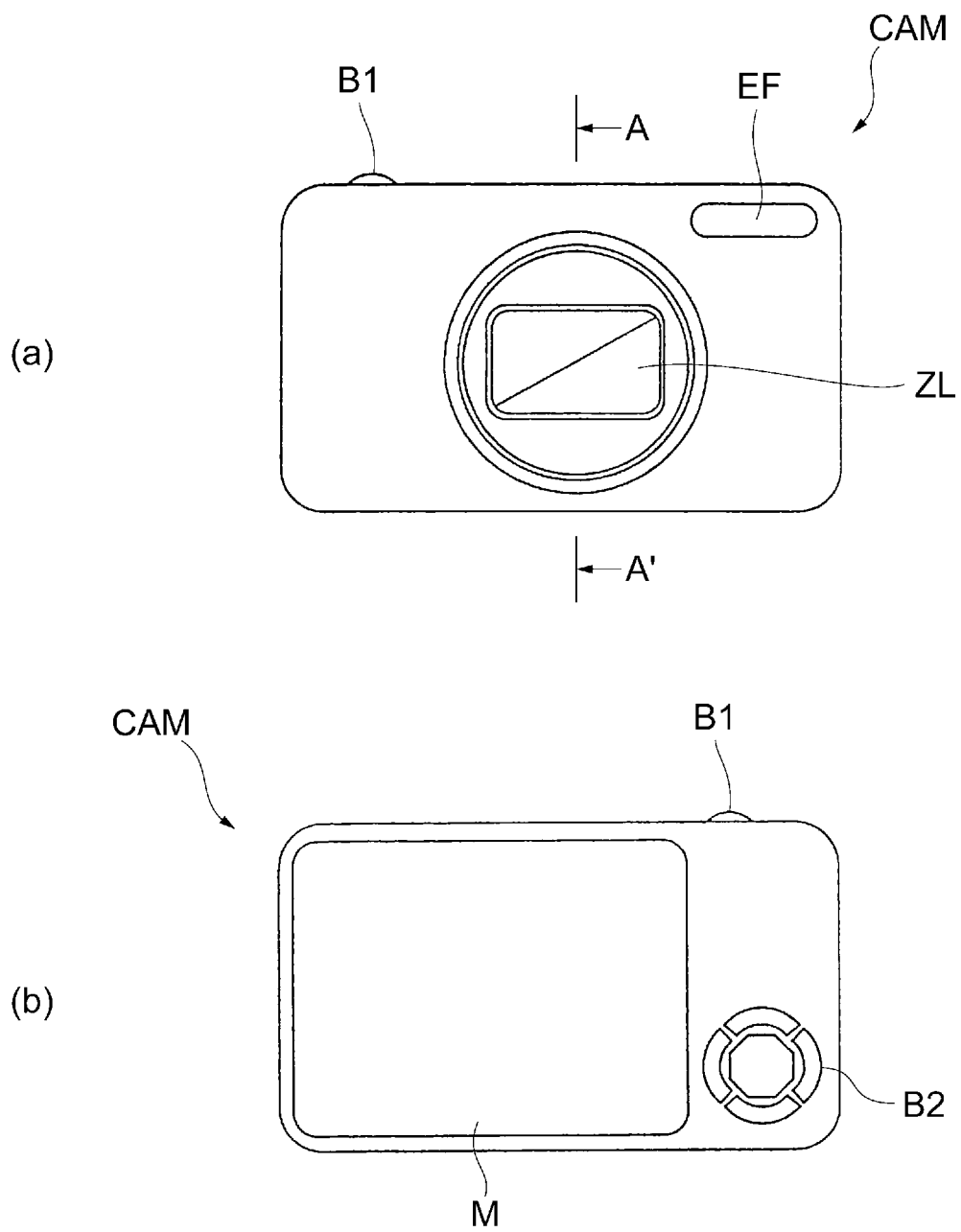
[図5]



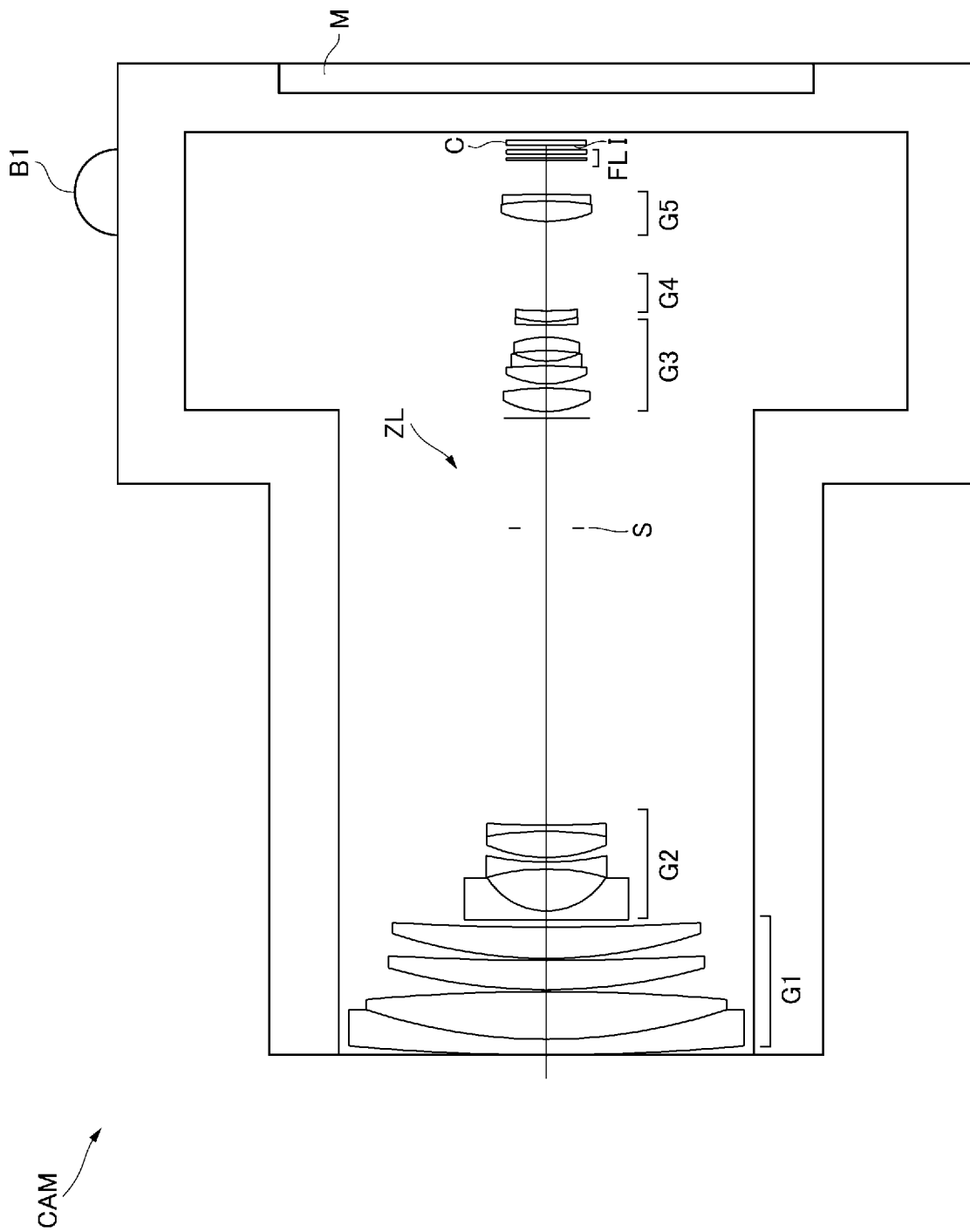
[図6]



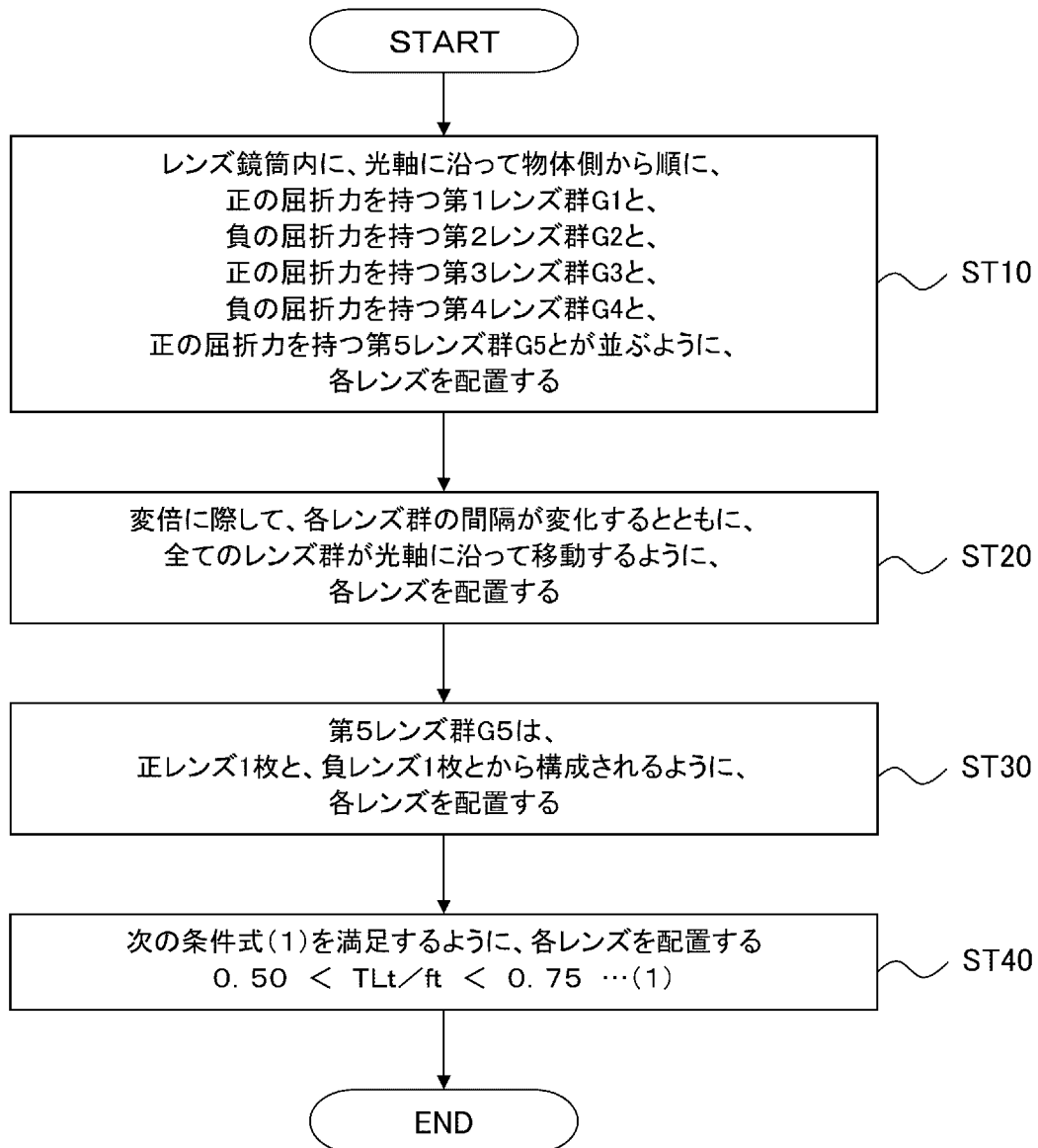
[図7]



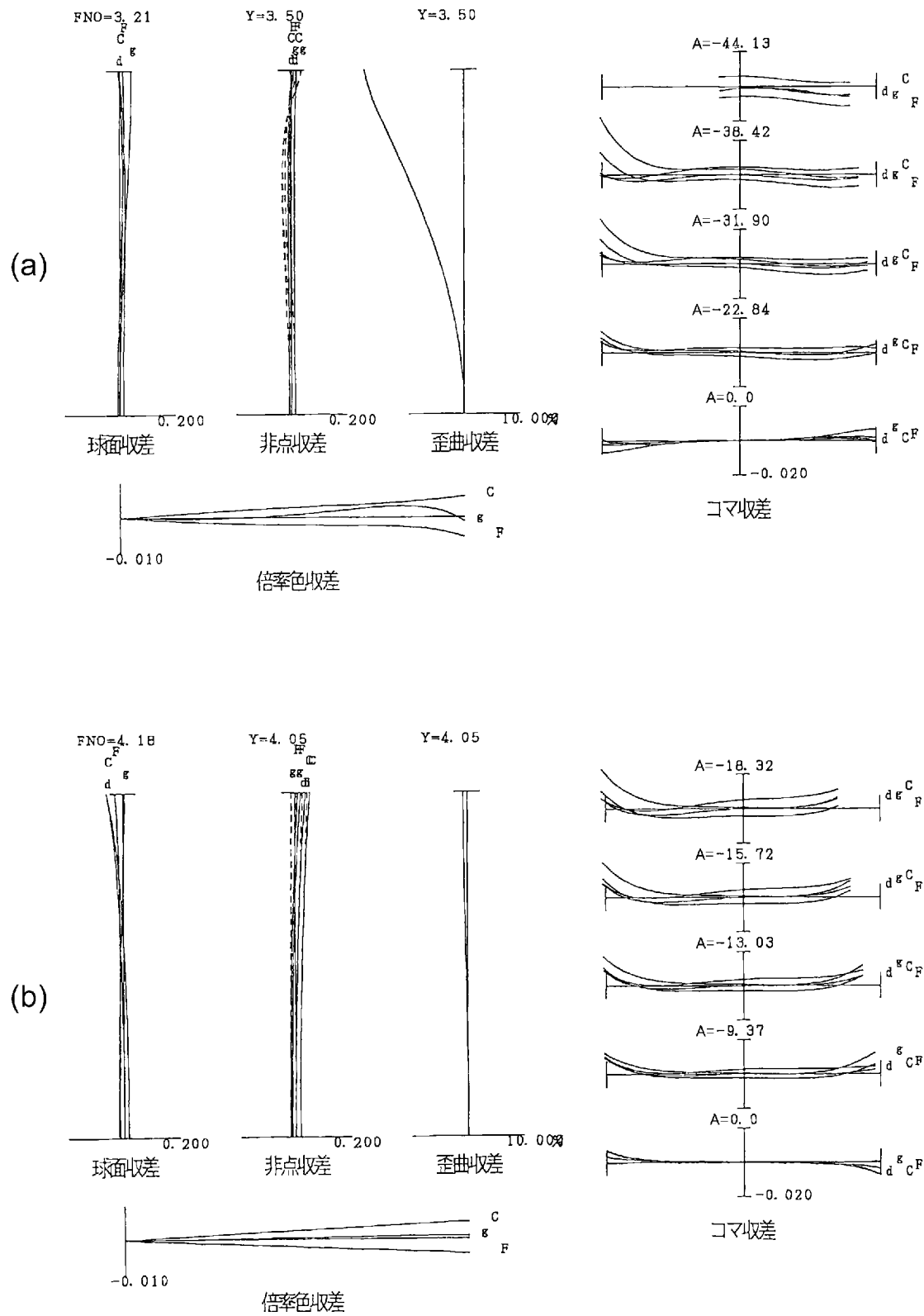
[図8]



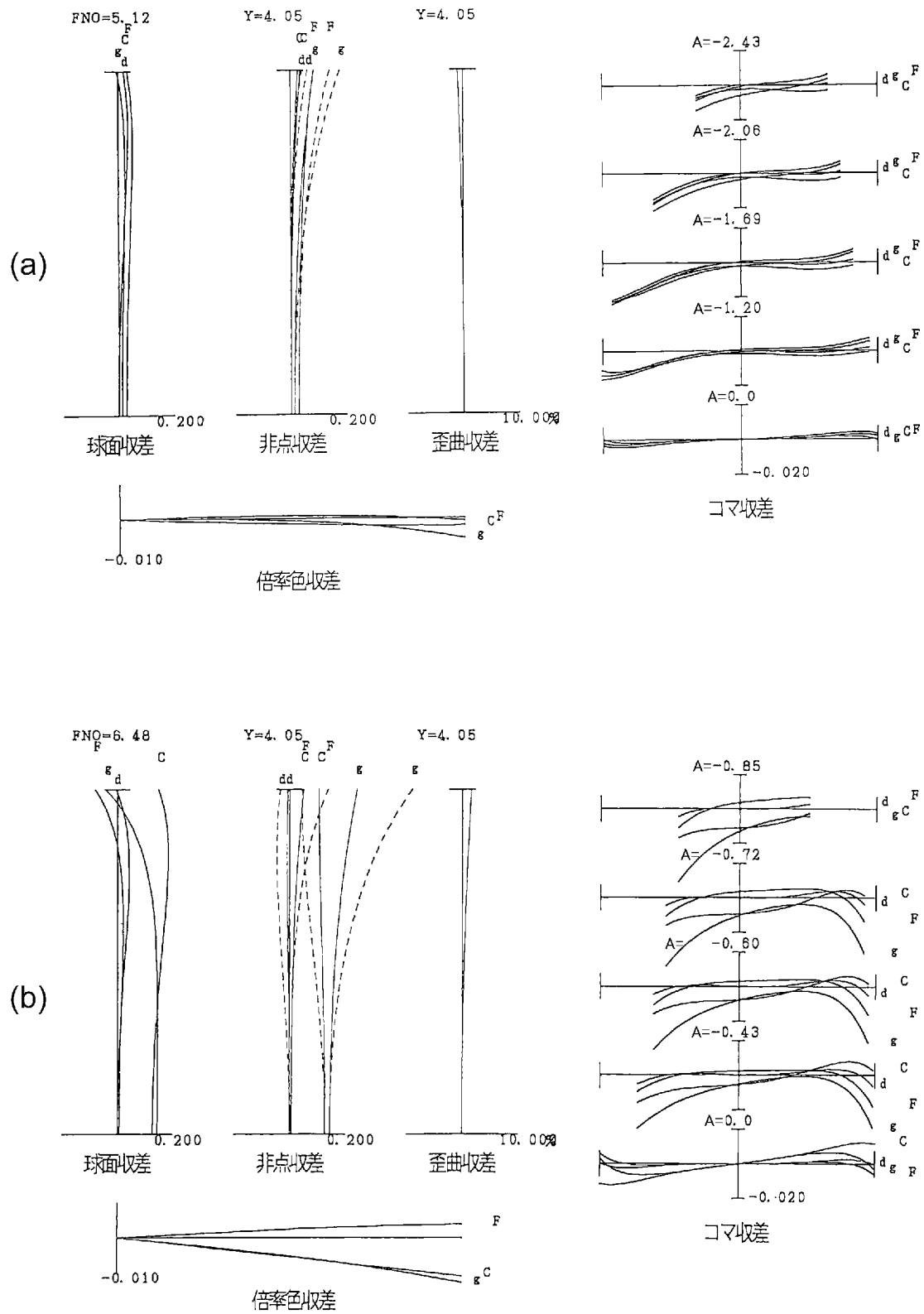
[図9]



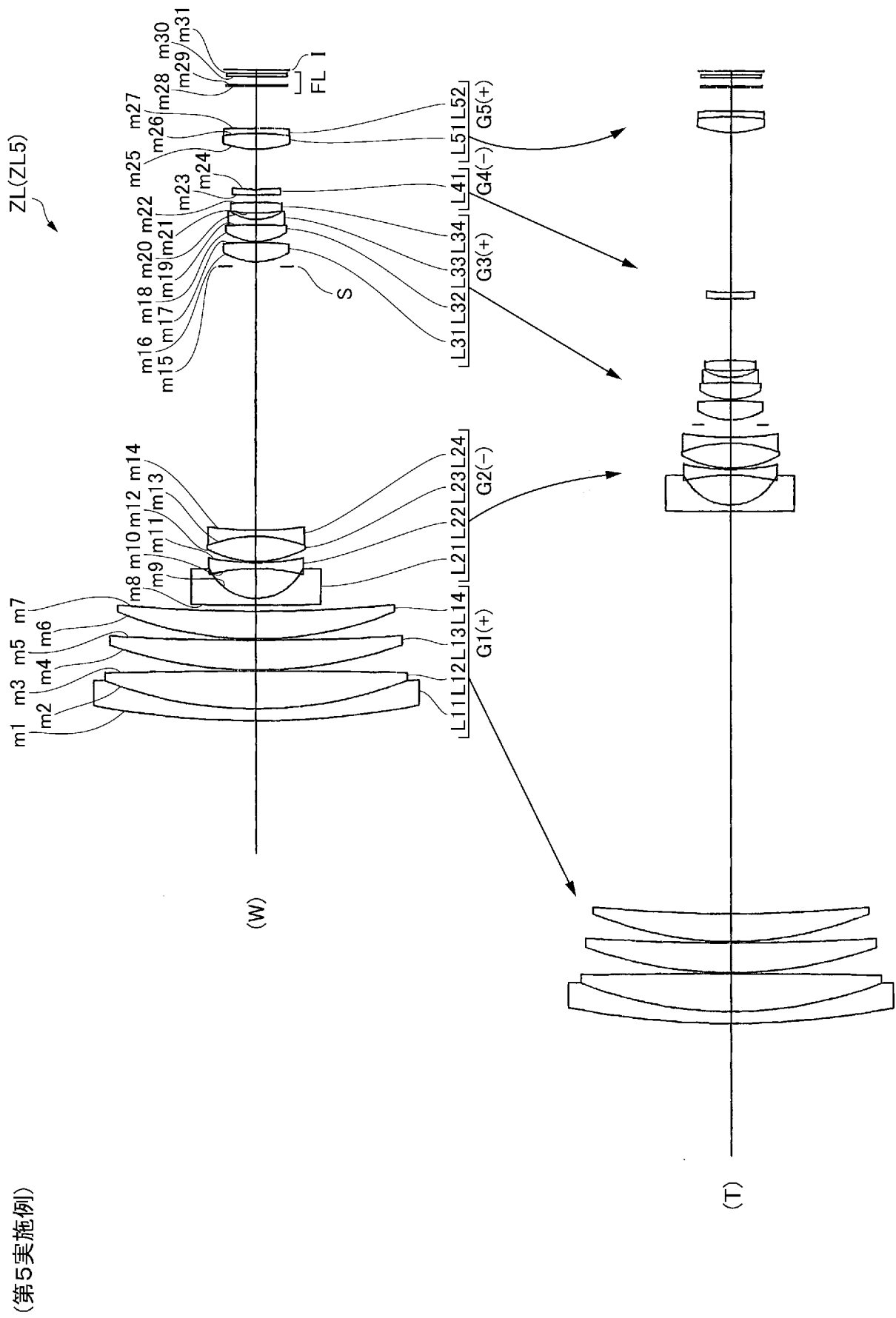
[図11]



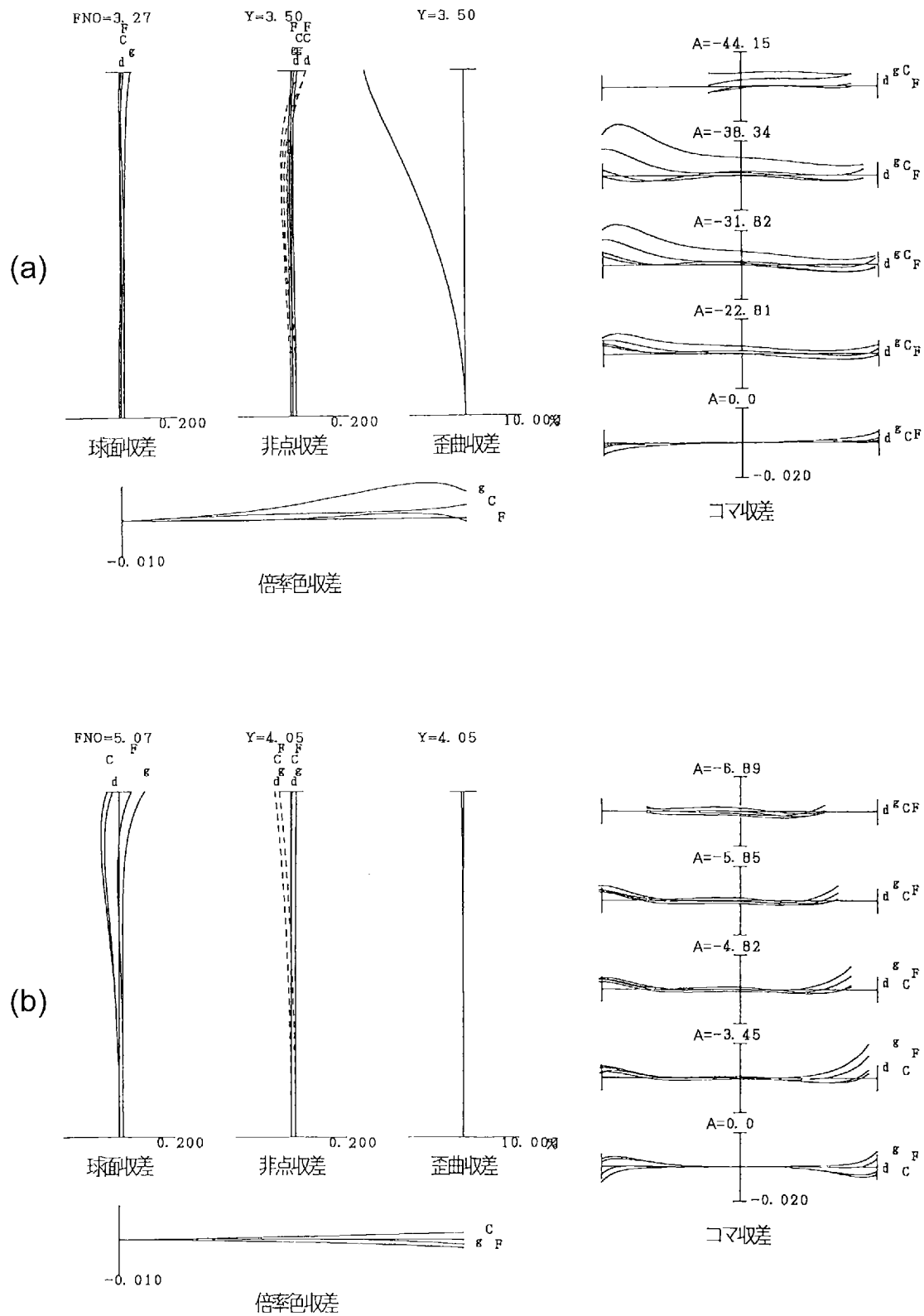
[図12]



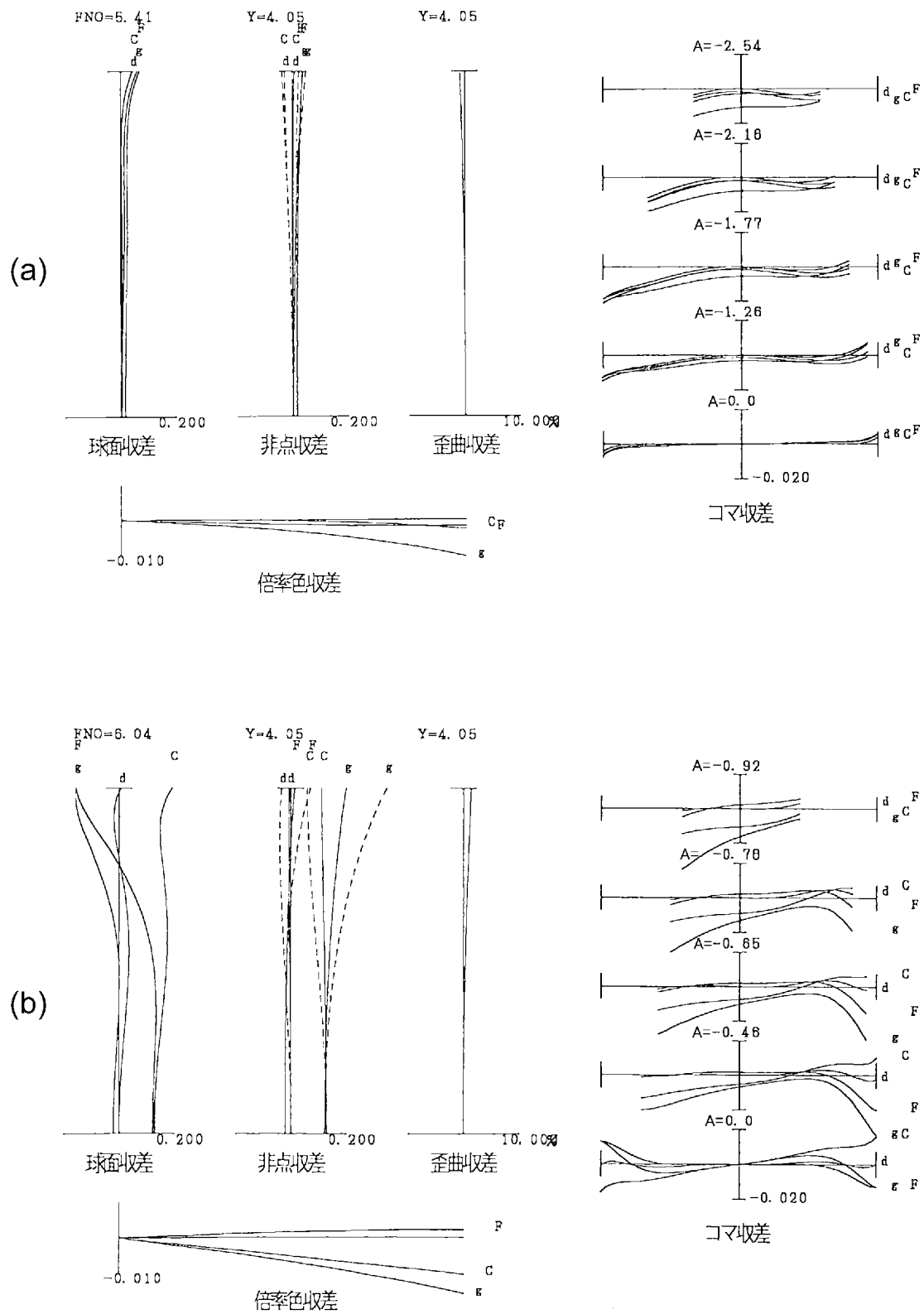
[図13]



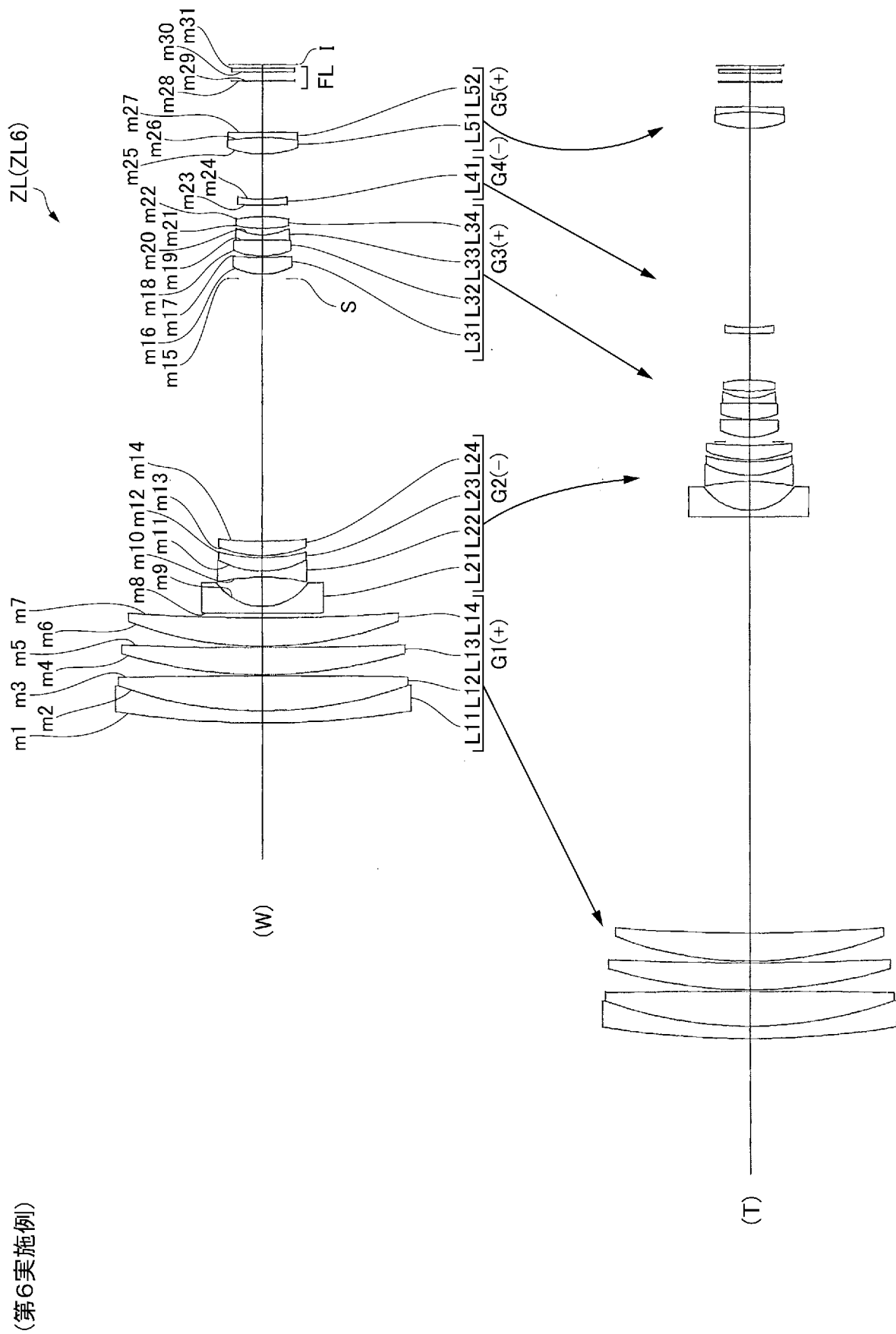
[図14]



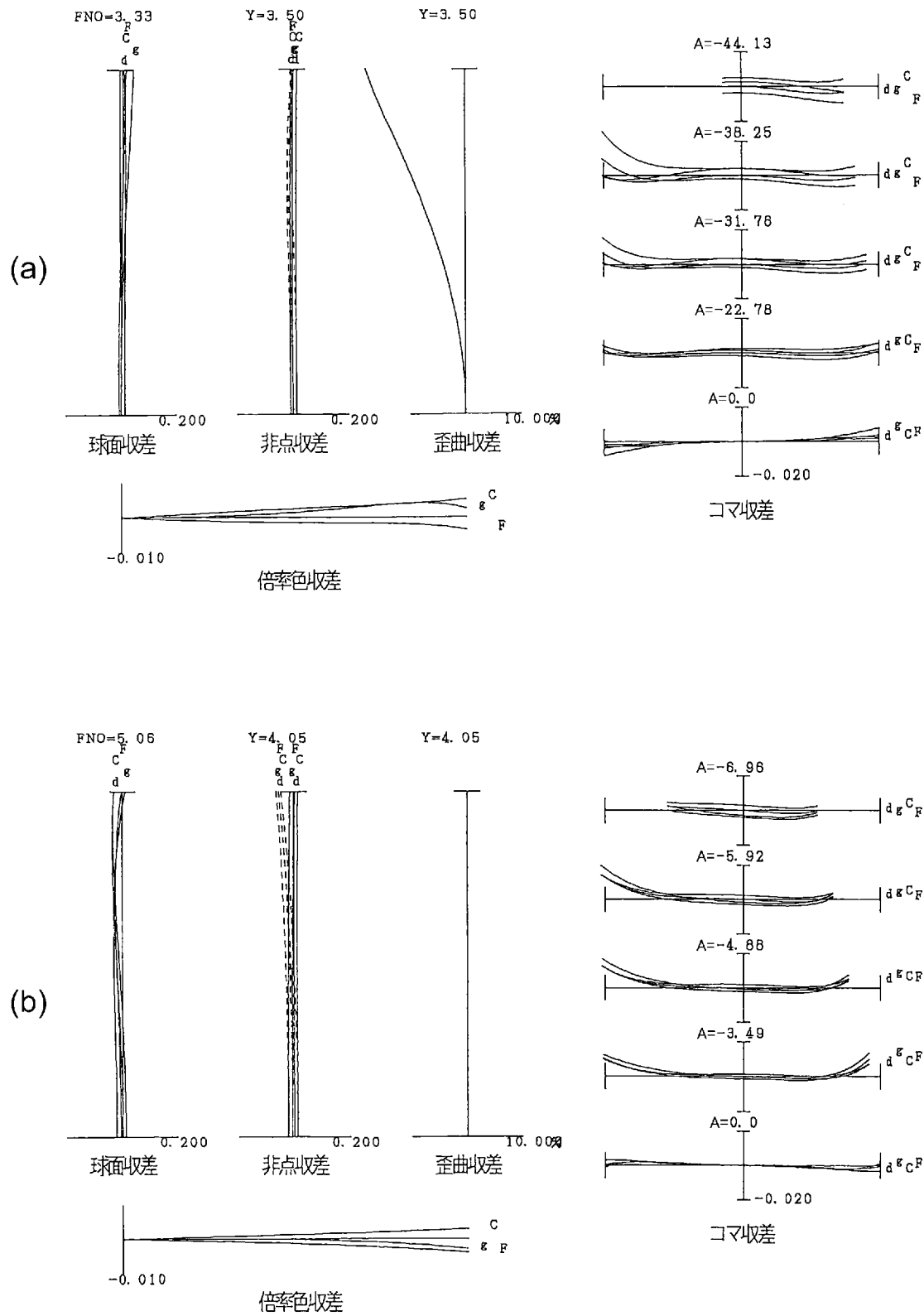
[図15]



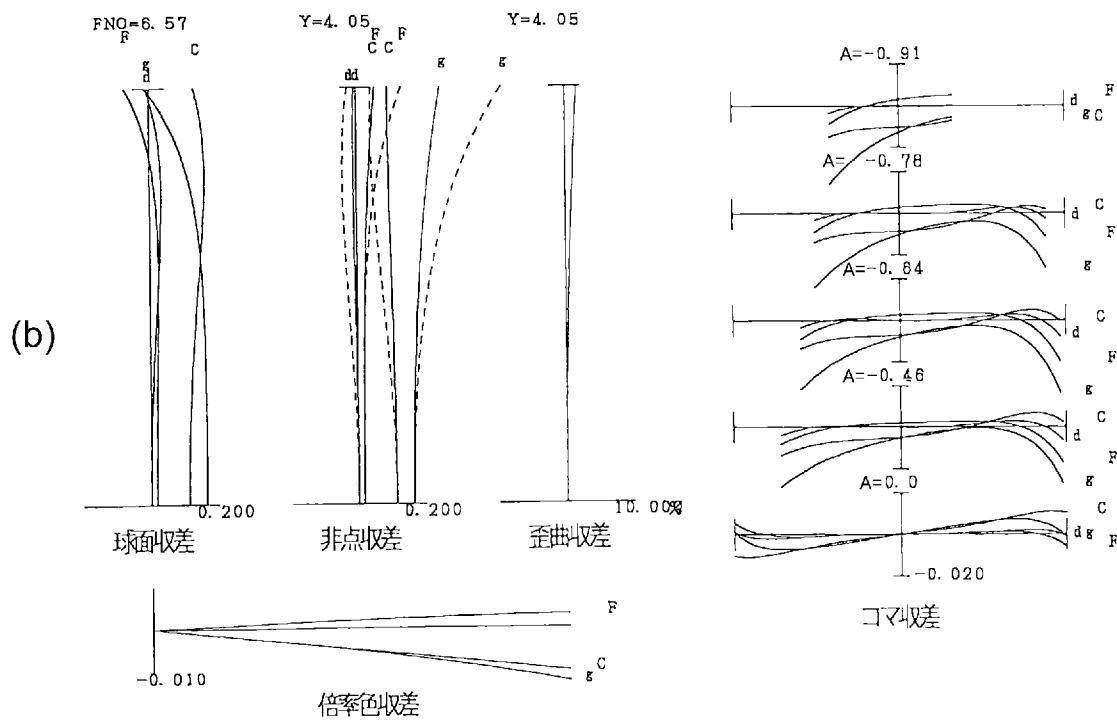
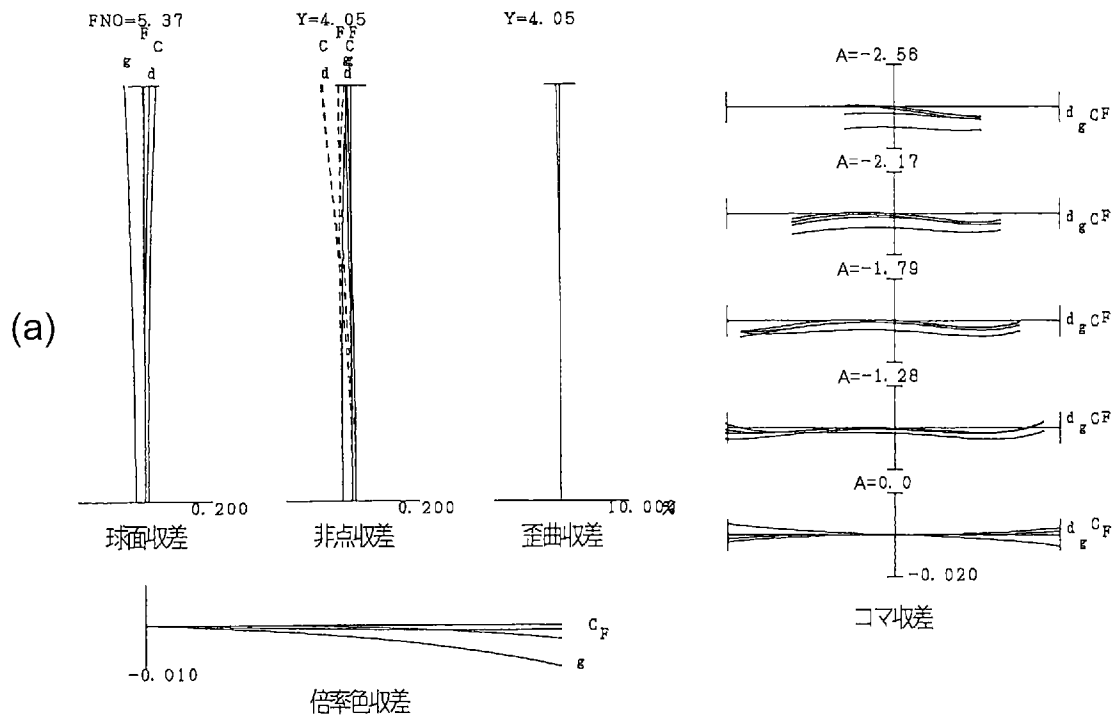
[図16]



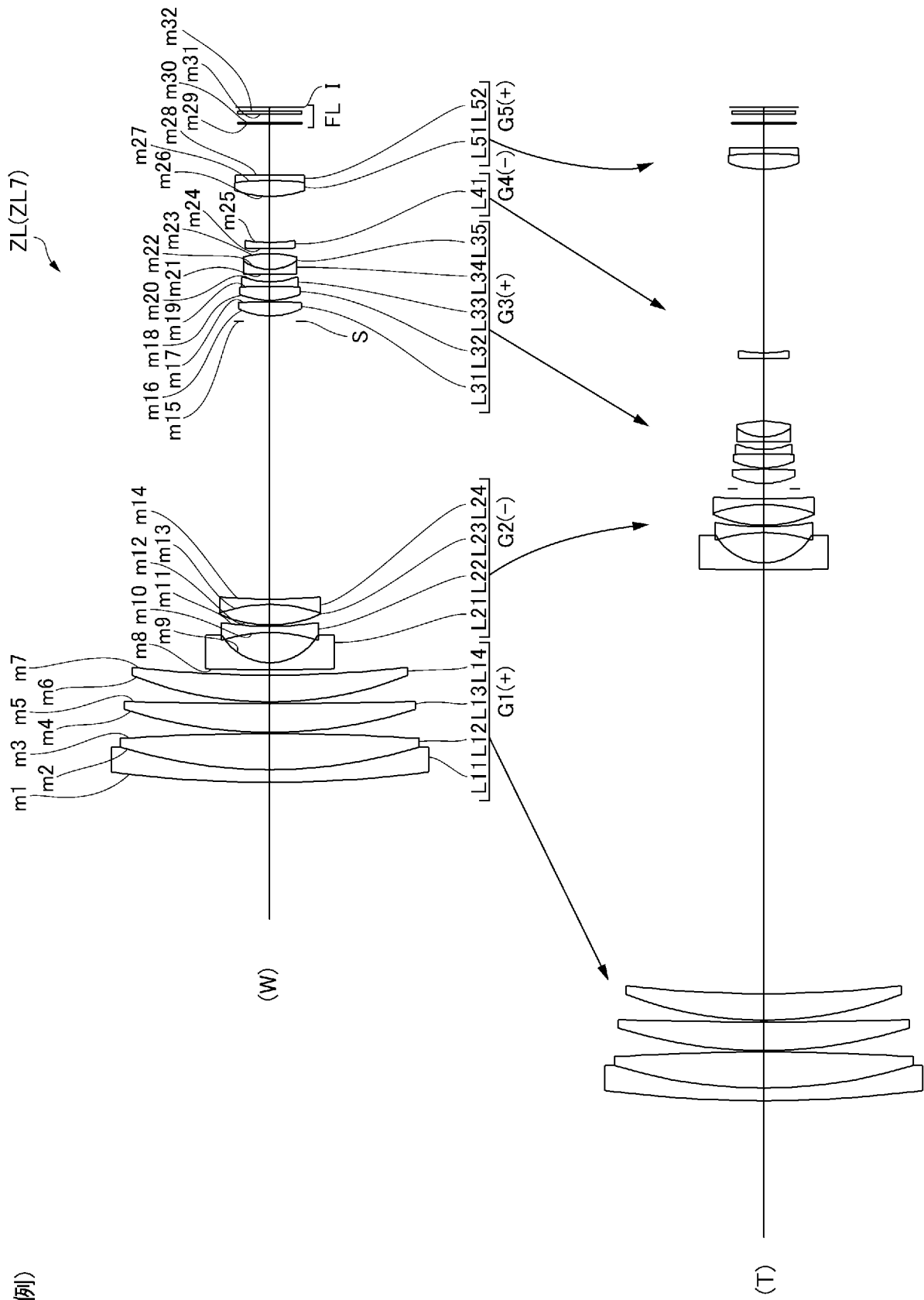
[図17]



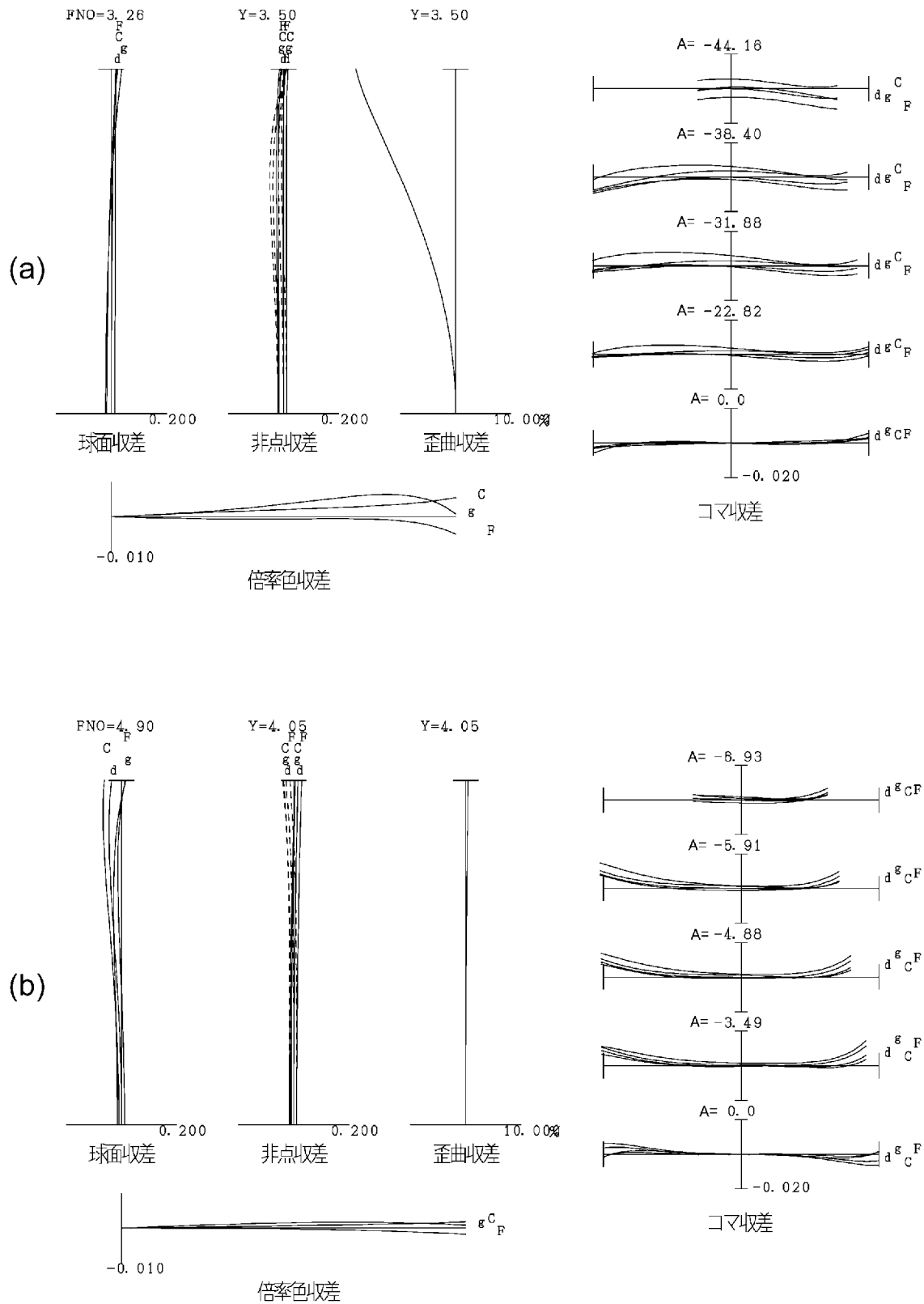
[図18]



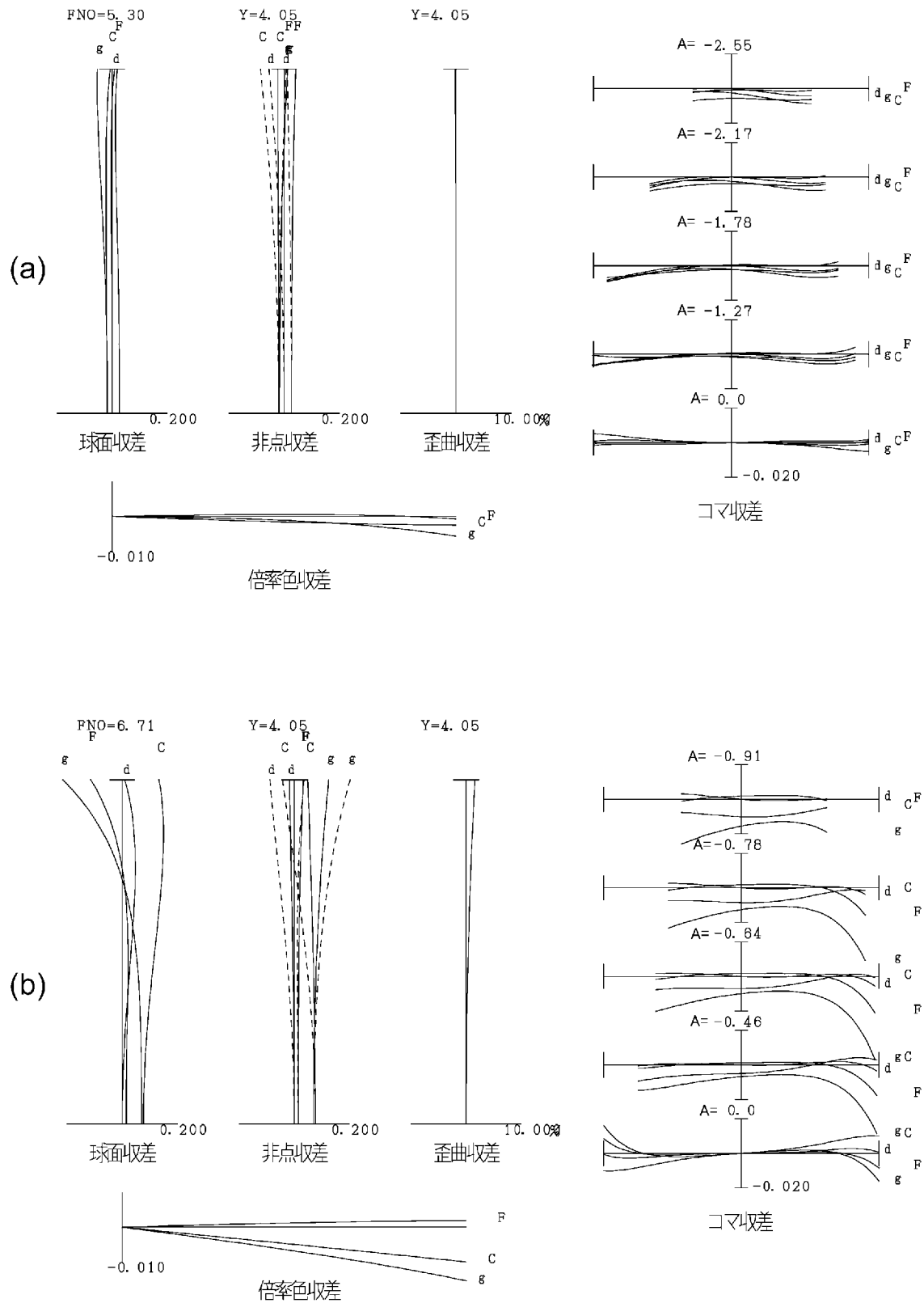
[図19]



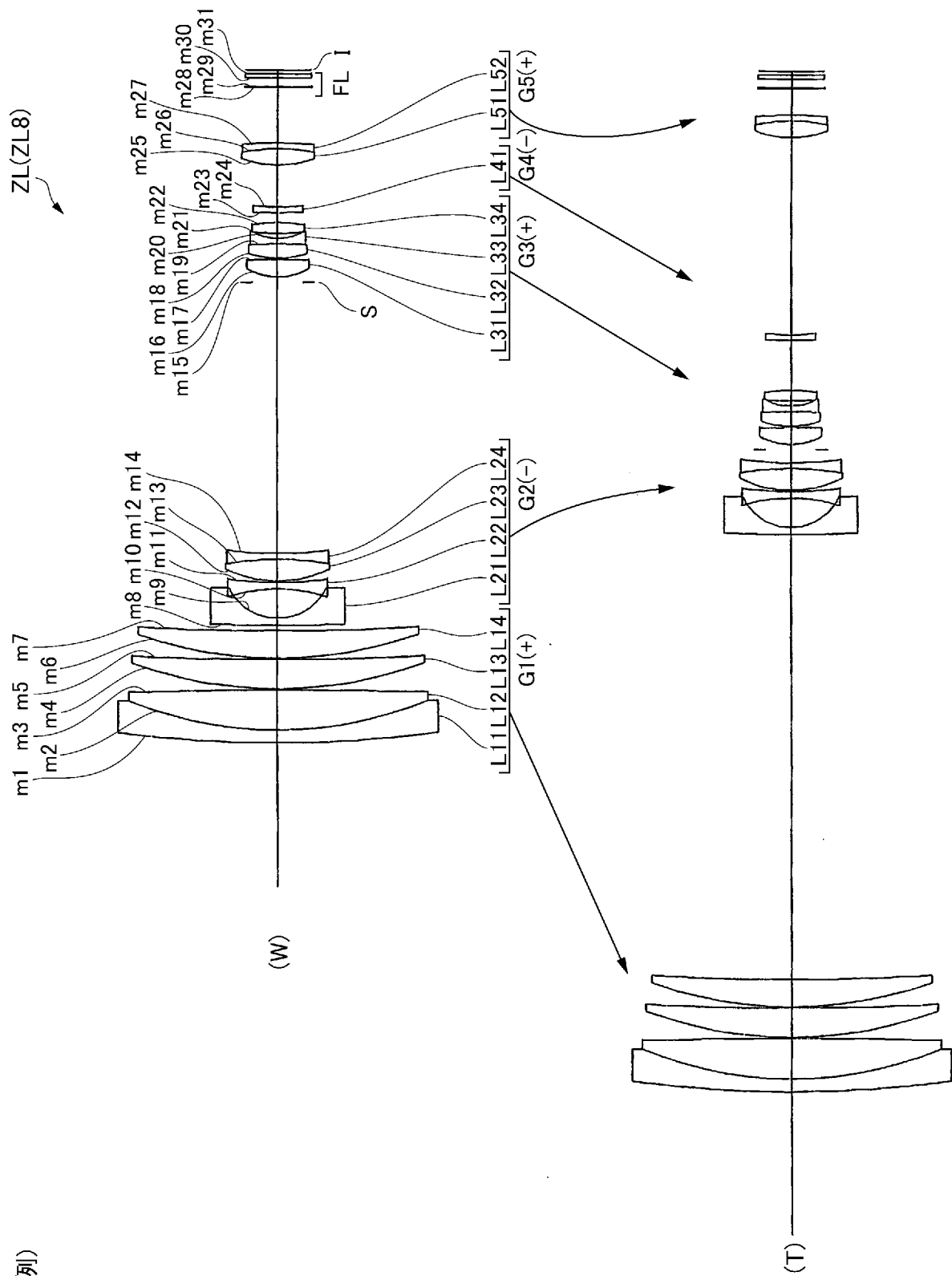
[図20]



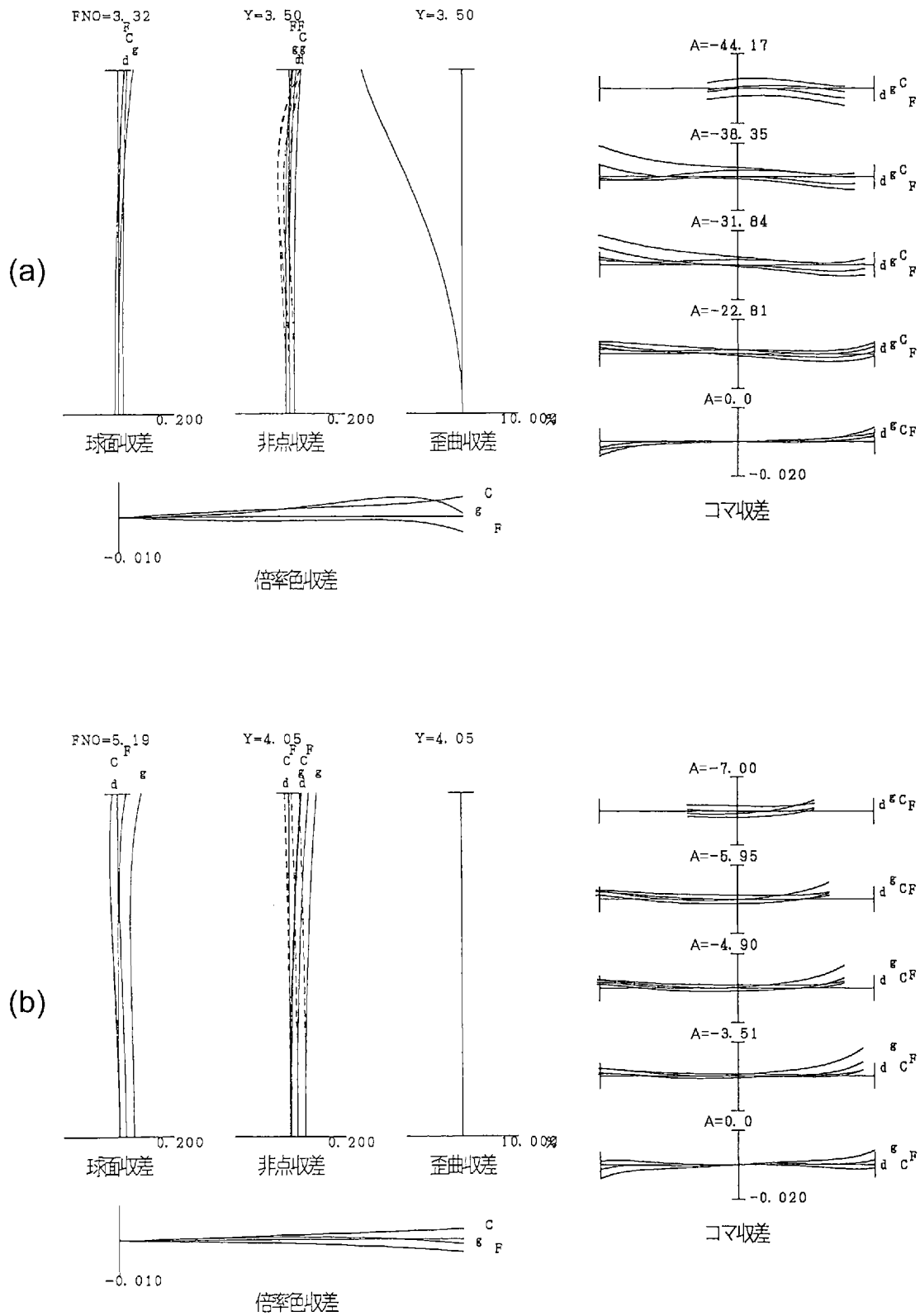
[図21]



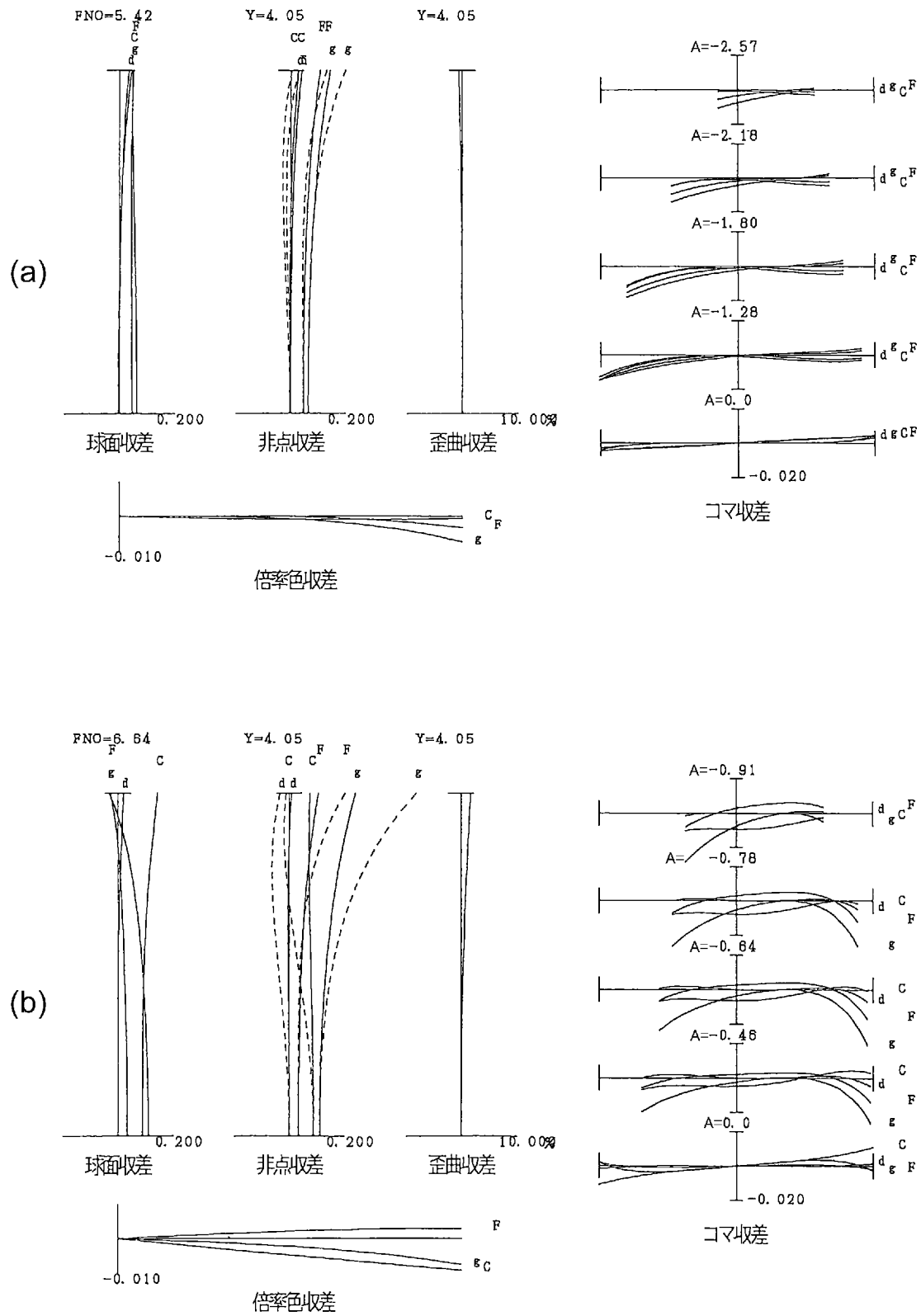
[図22]



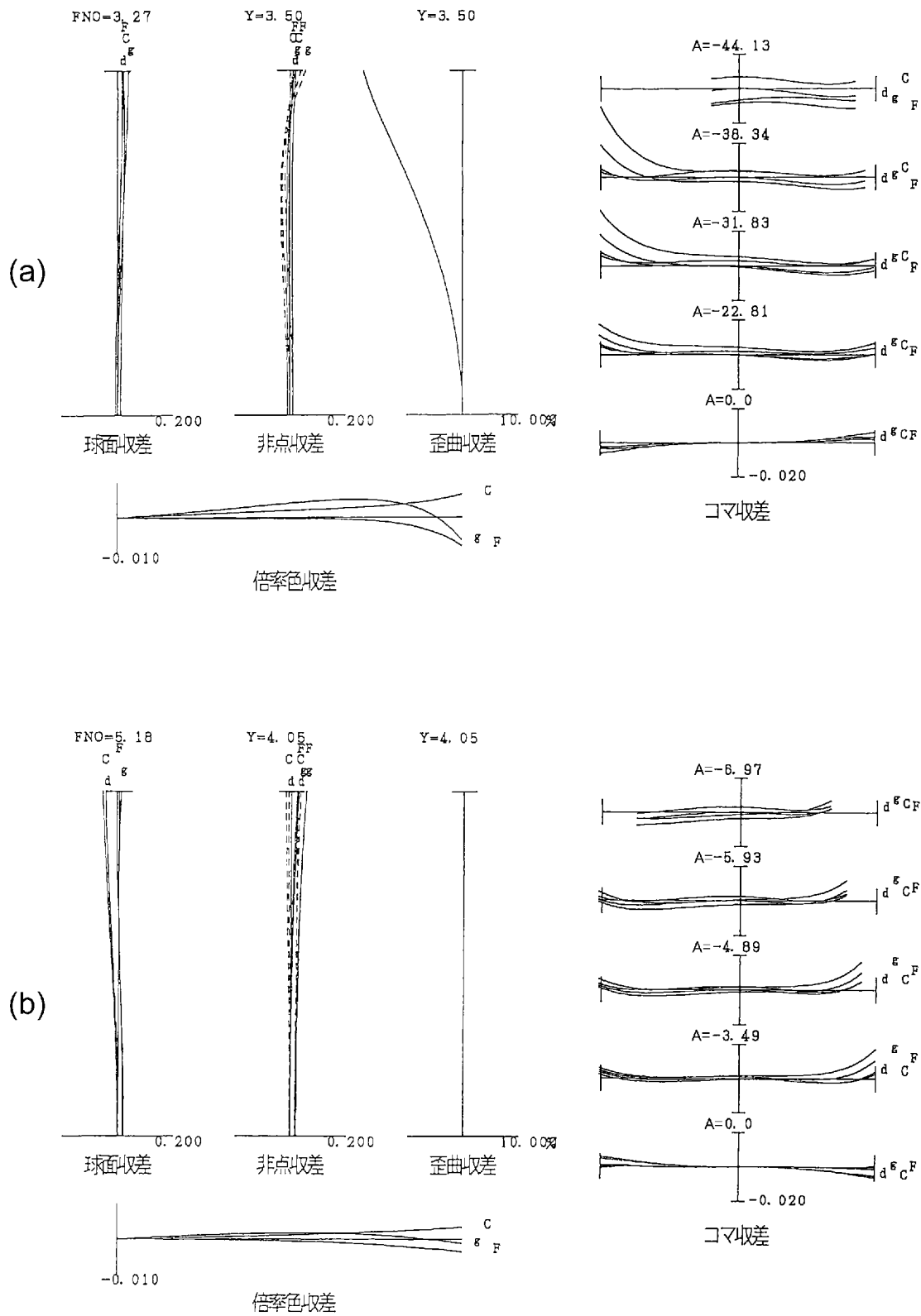
[図23]



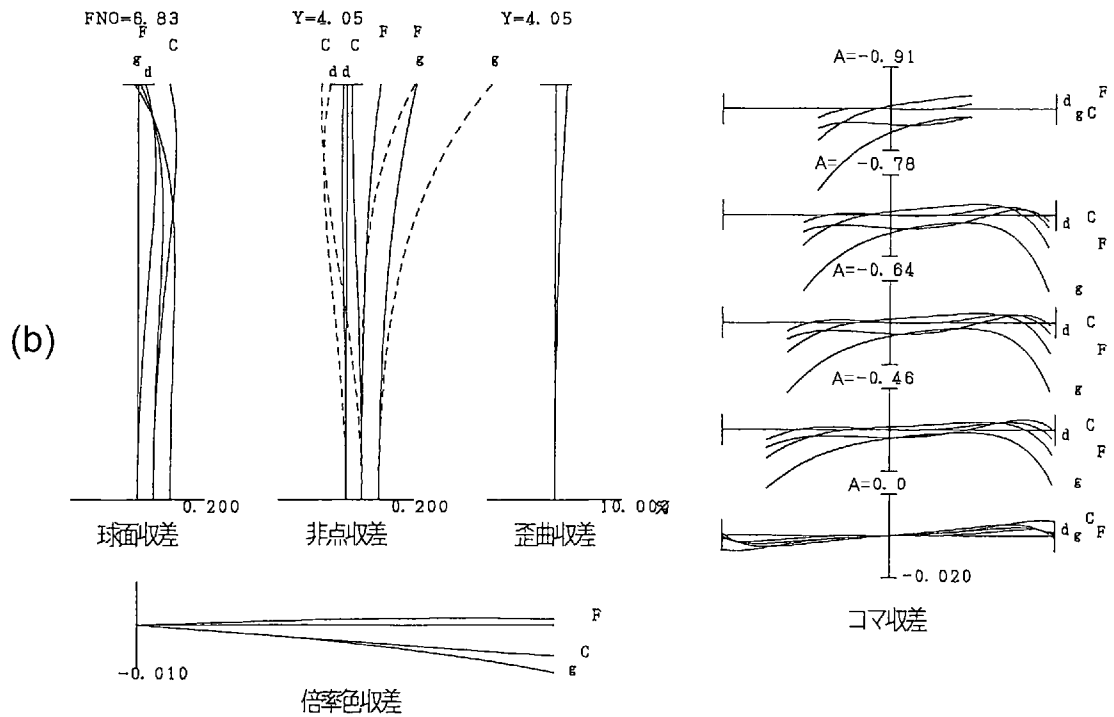
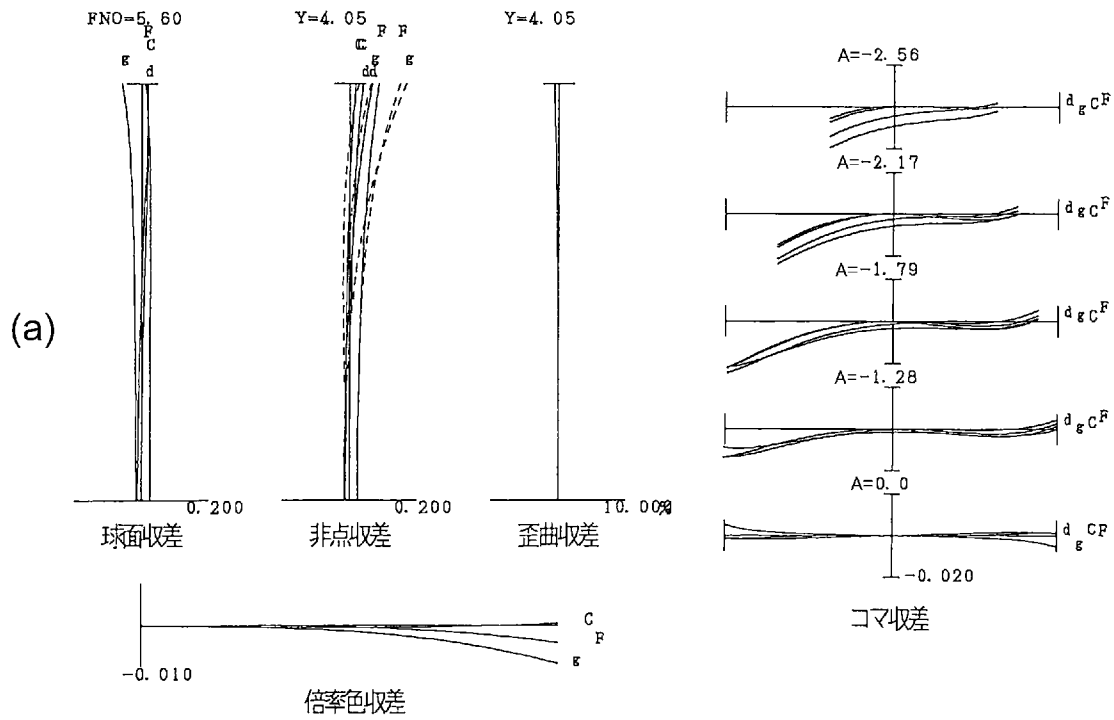
[図24]



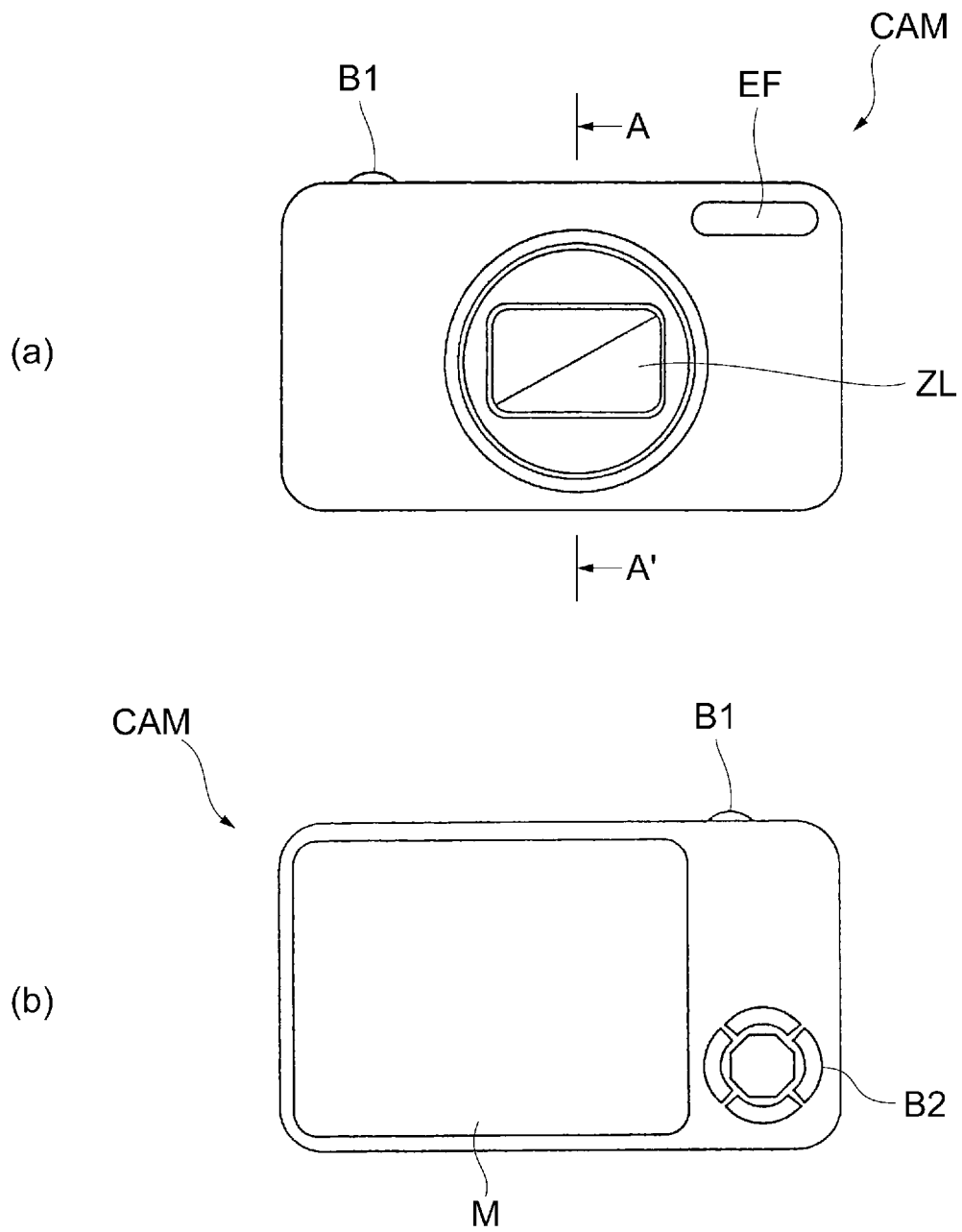
[図26]



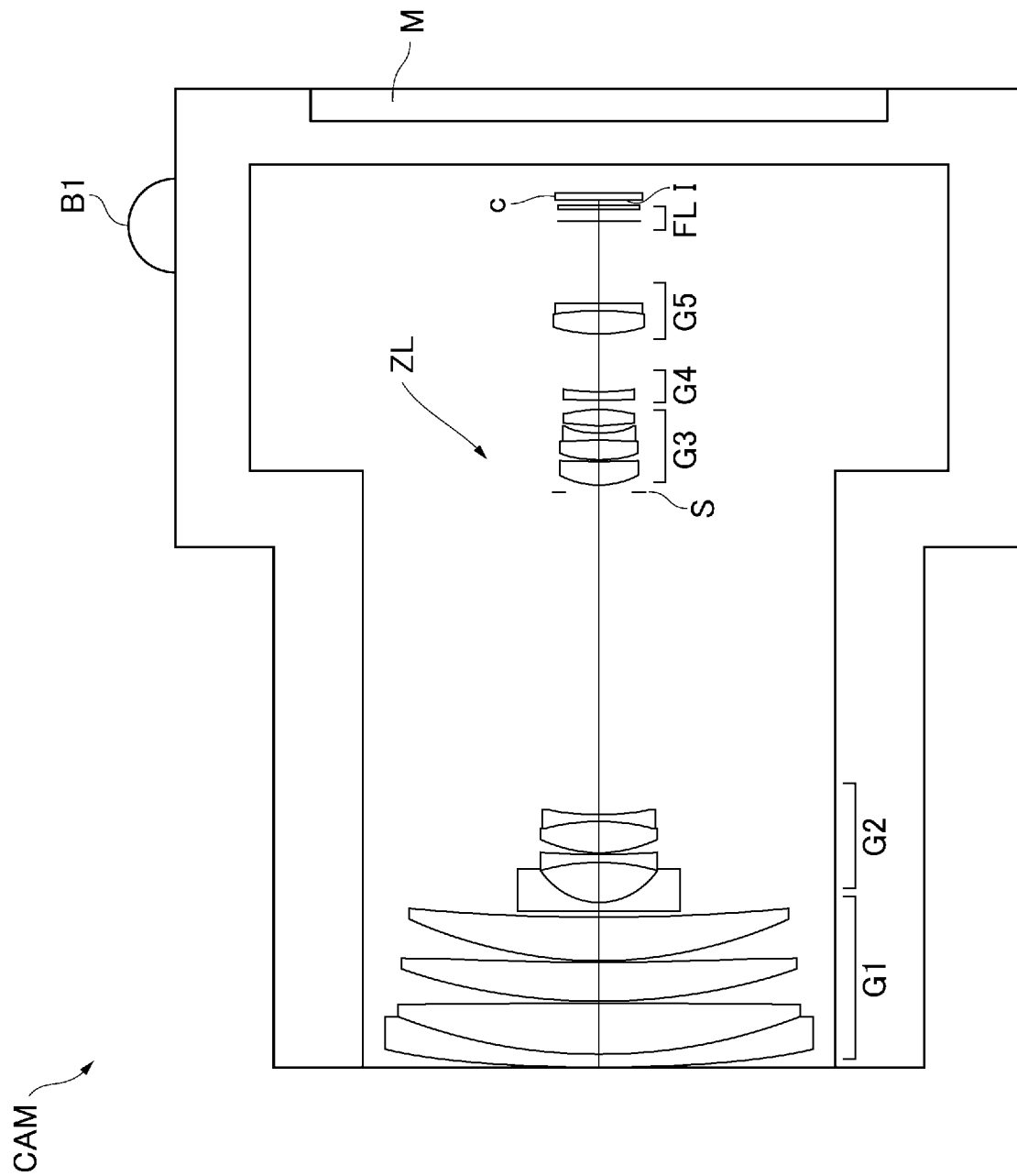
[図27]



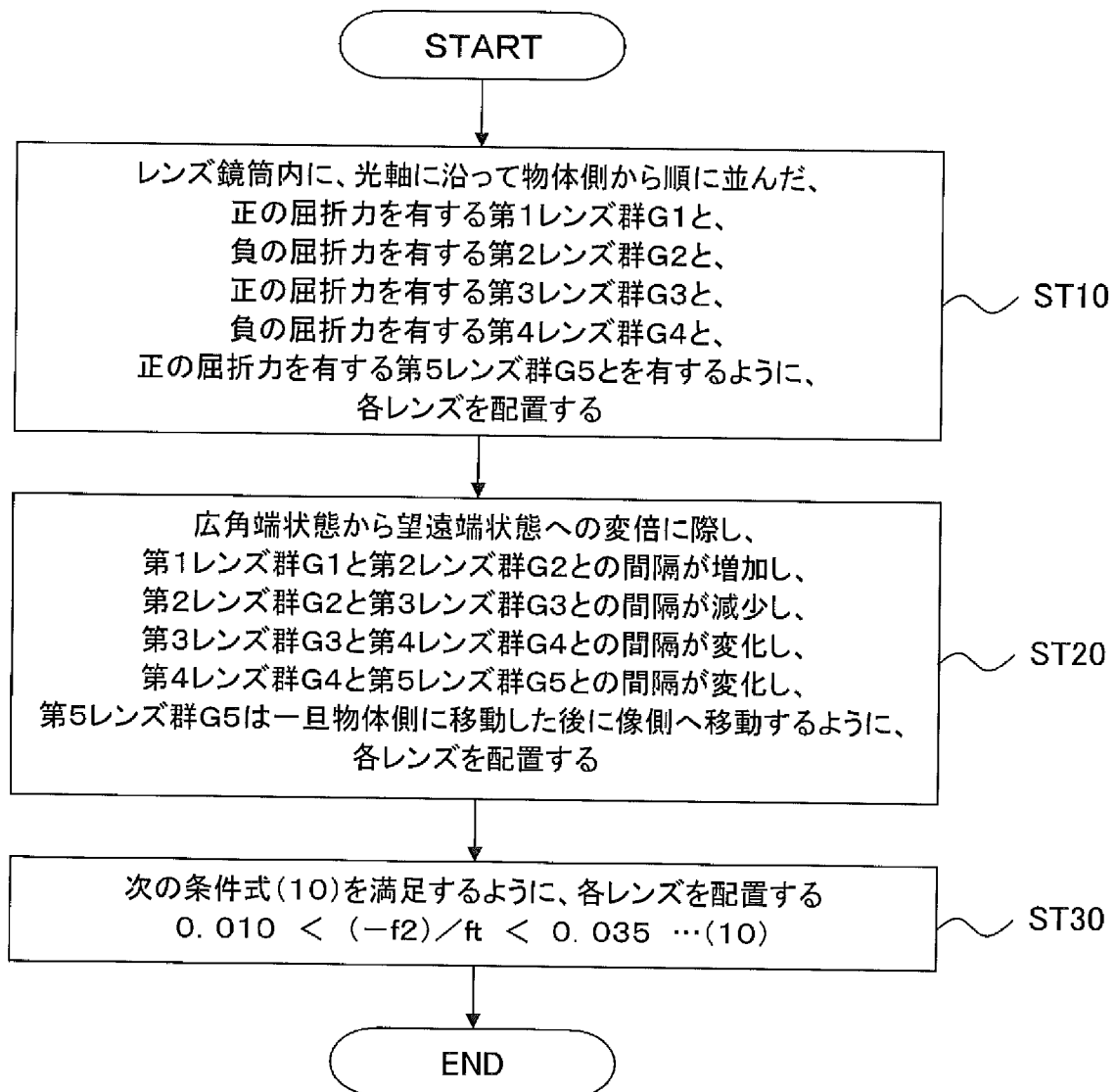
[図28]



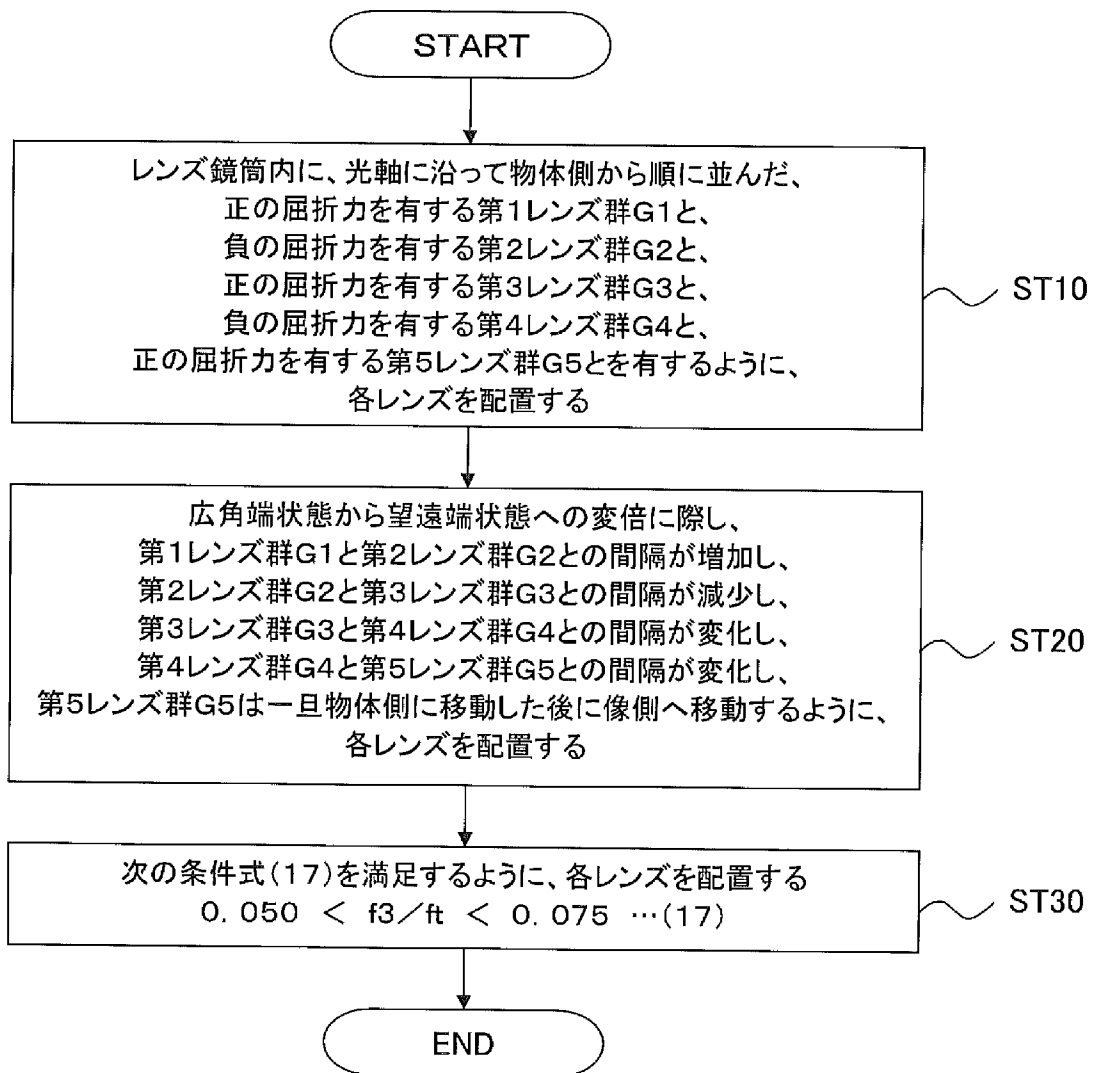
[図29]



[図30]

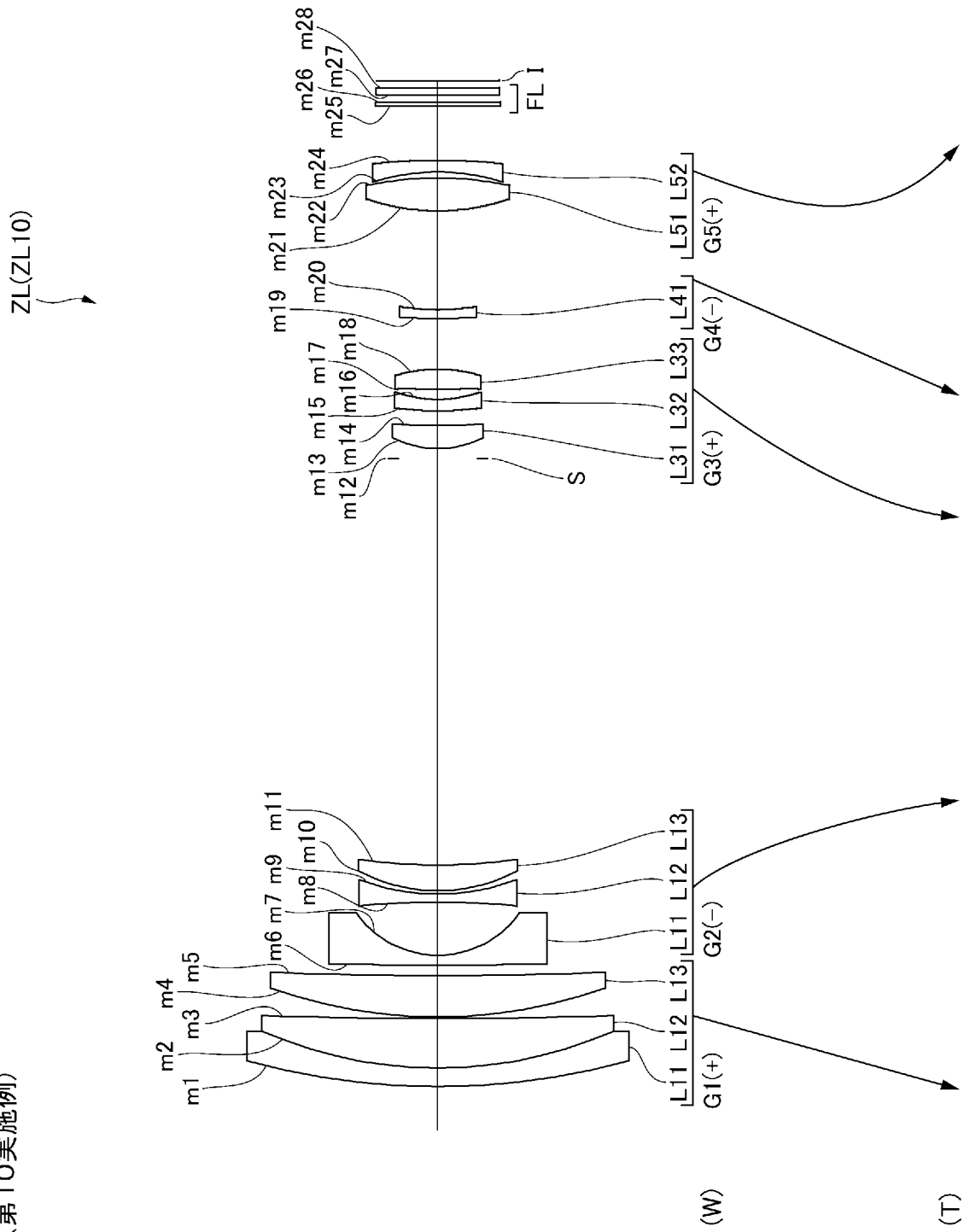


[図31]

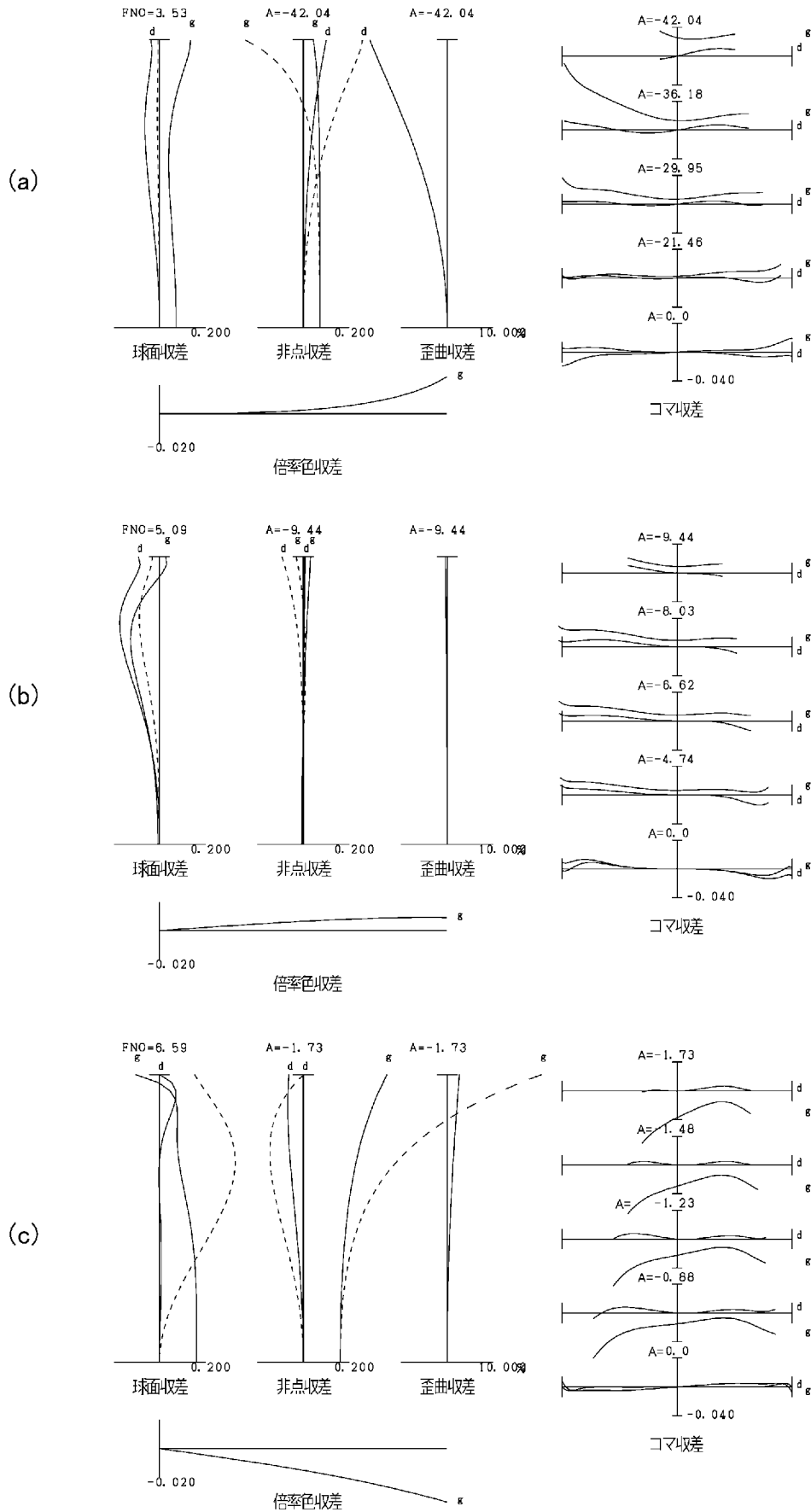


[図32]

(第10実施例)

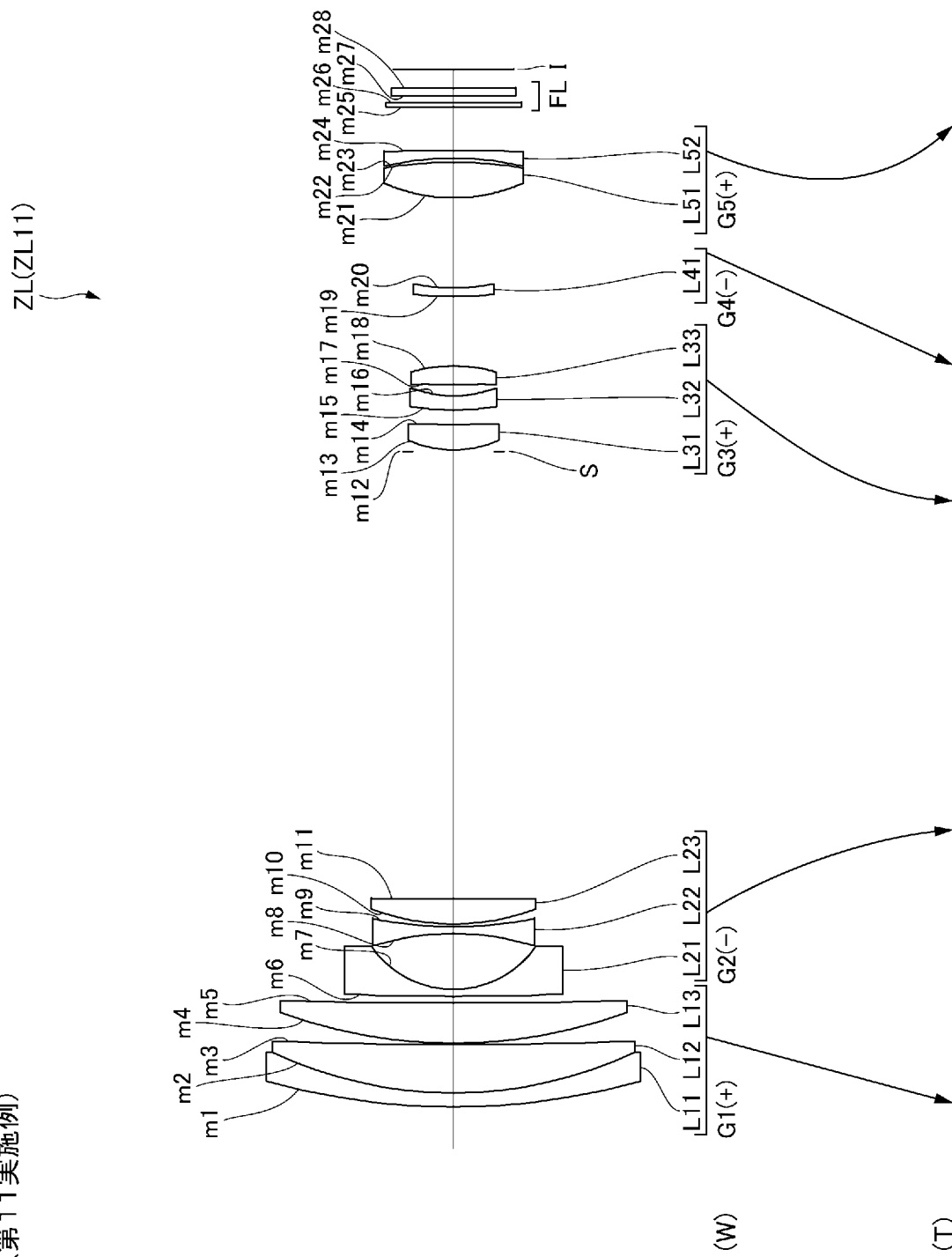


[図33]

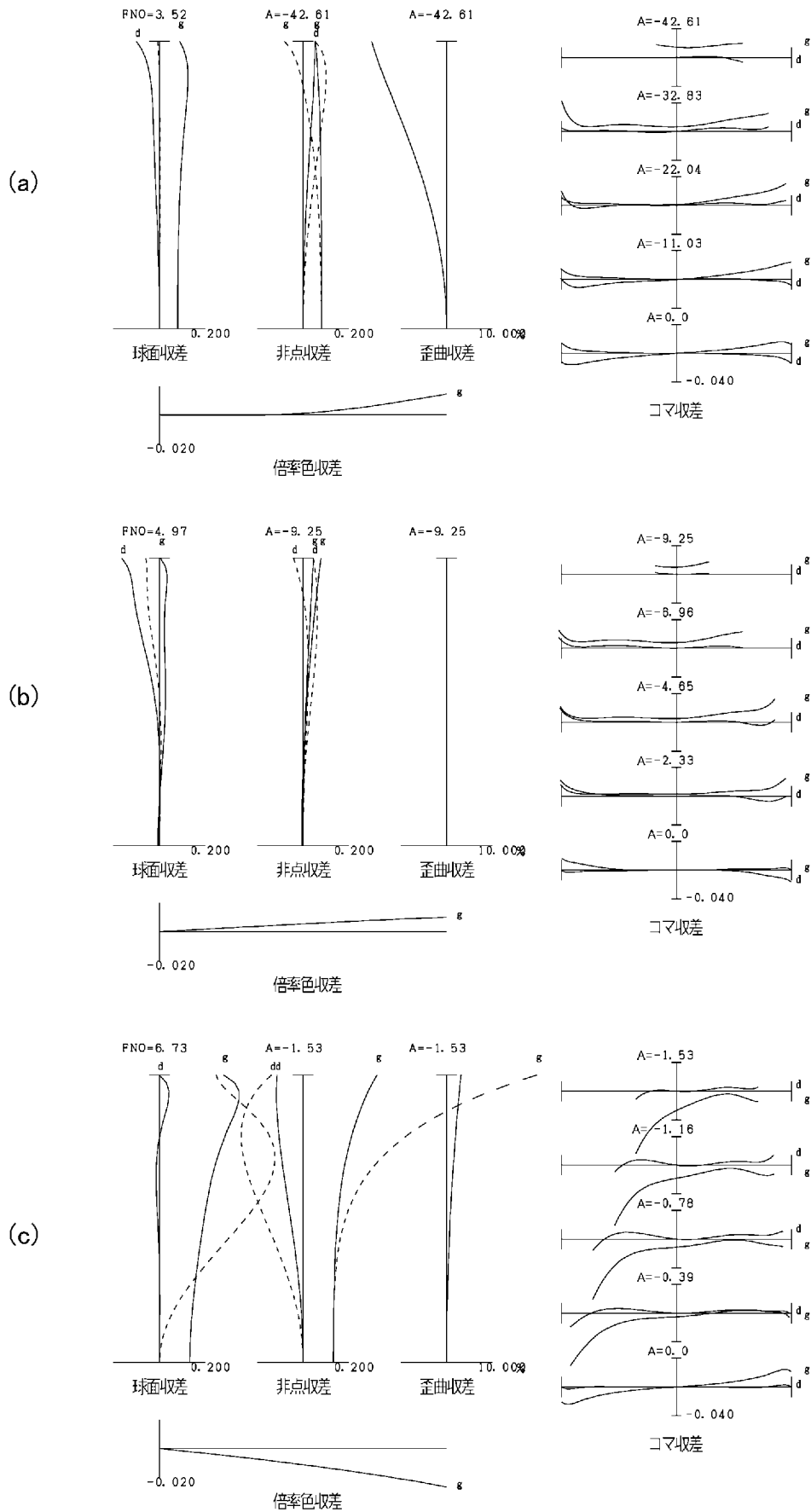


[図34]

(第1実施例)

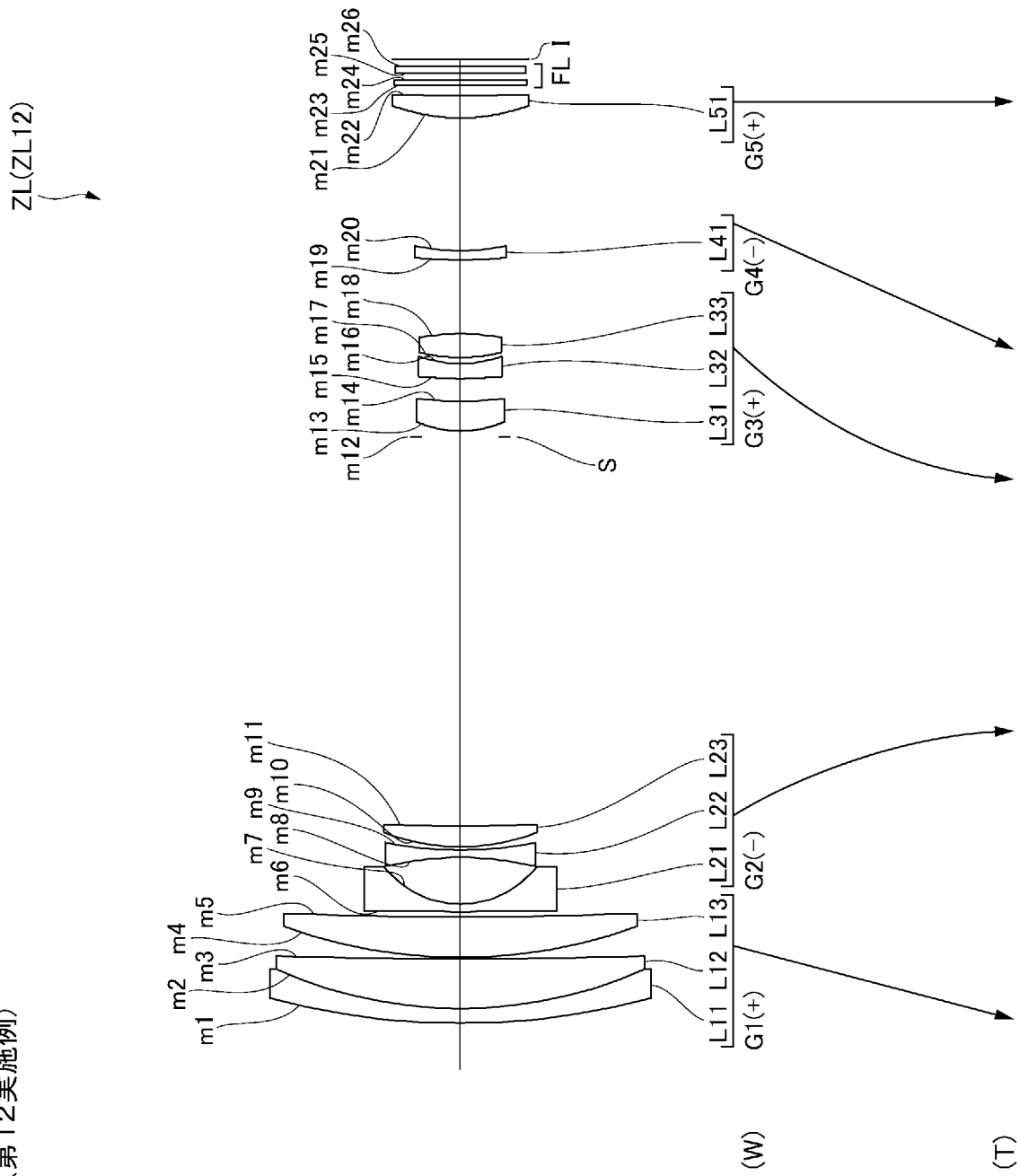


[図35]

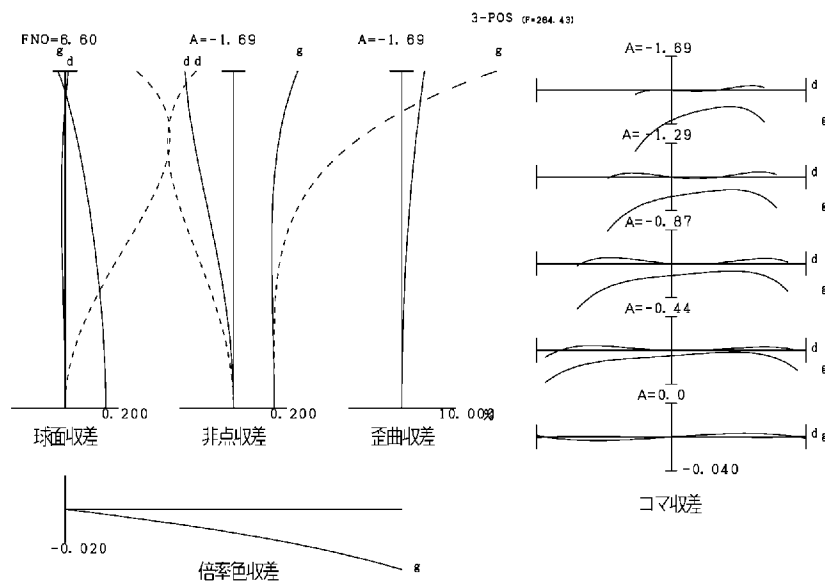


[図36]

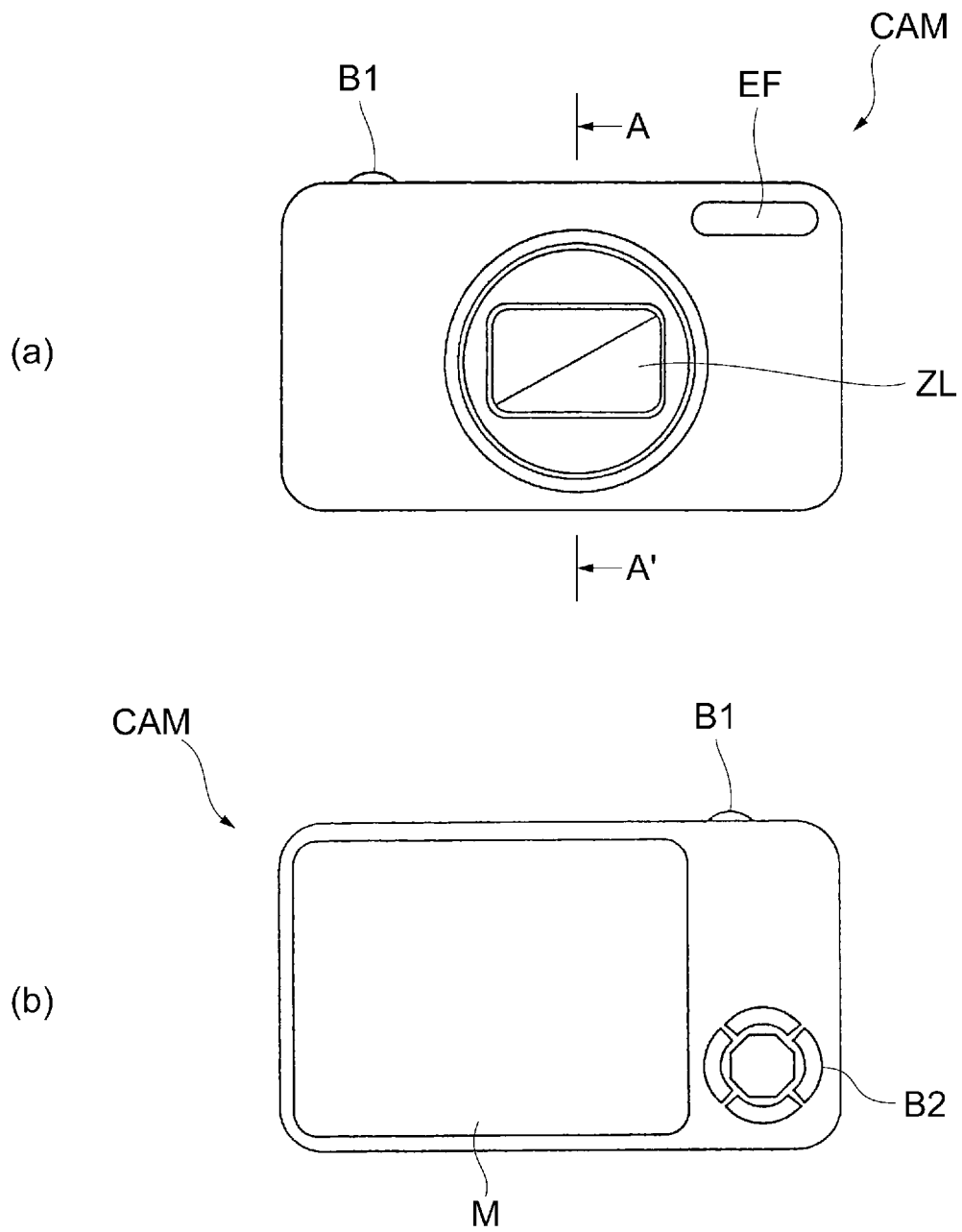
(第12実施例)



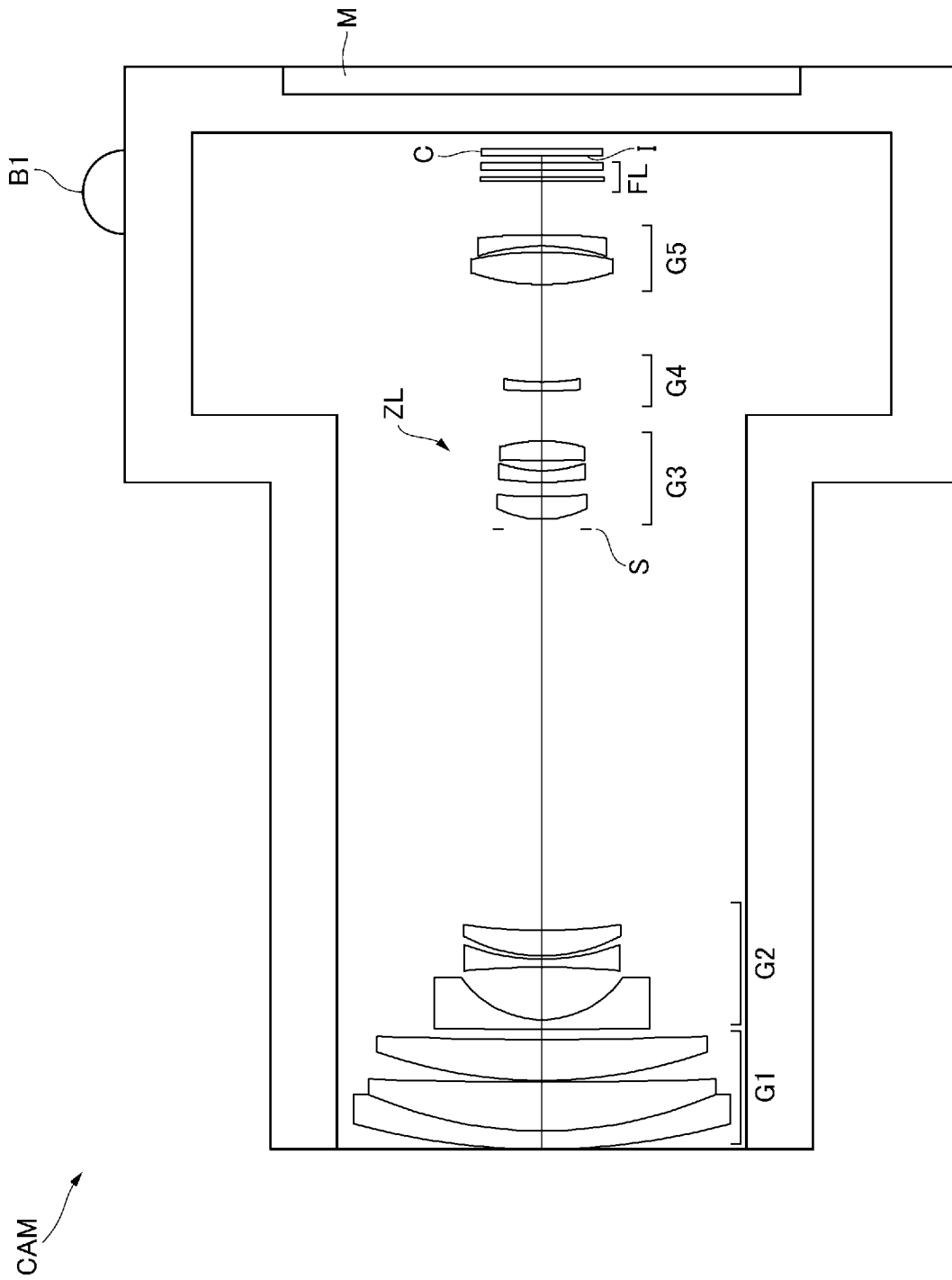
(a)



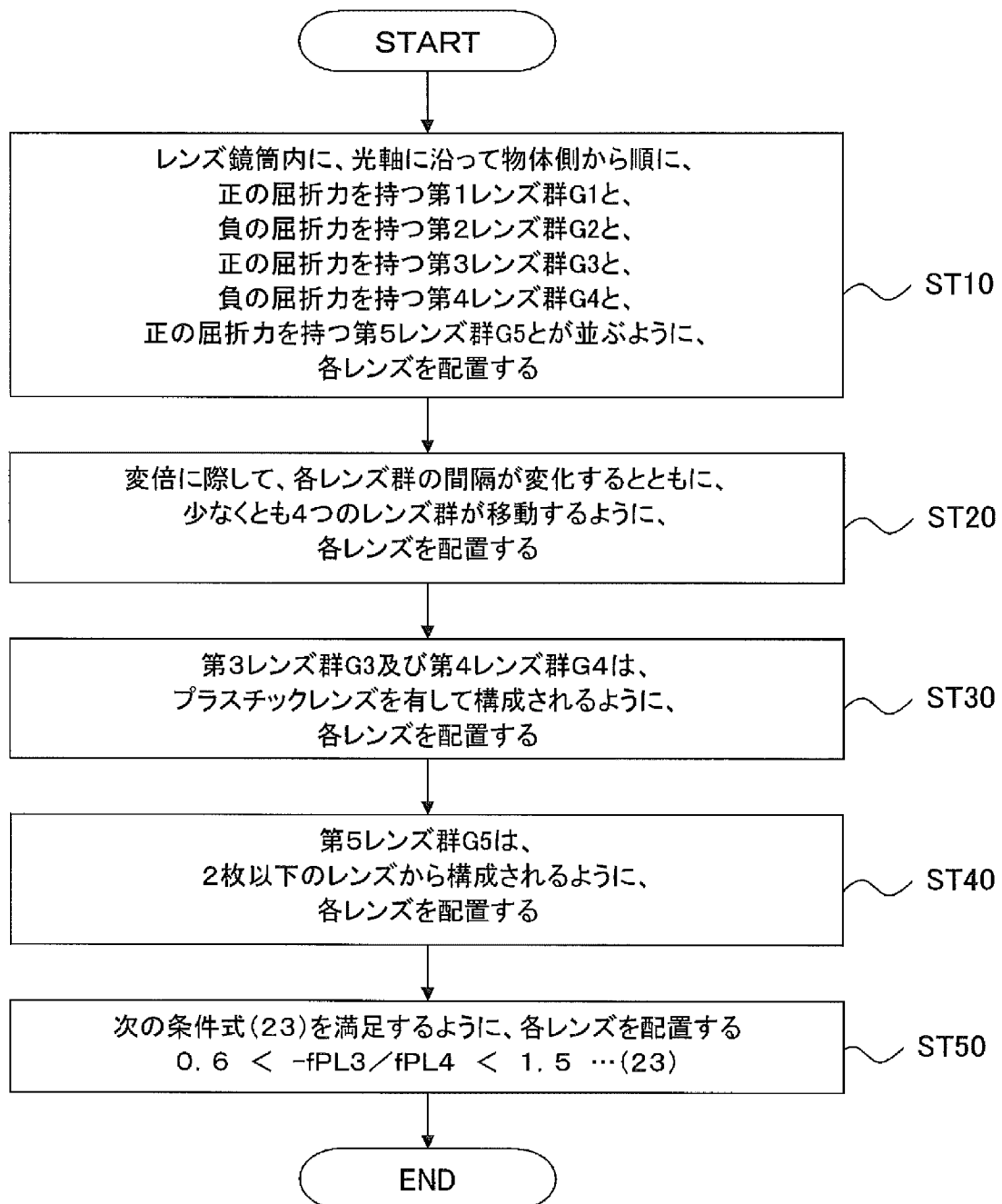
[図38]



[図39]



[図40]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005886

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

CODE V

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 2013-164455 A (Canon Inc.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text (particularly, examples 1, 4 to 5) & US 2013/0208364 A1	1-8, 10, 29, 33 9
X A	JP 2013-235060 A (Canon Inc.), 21 November 2013 (21.11.2013), entire text (particularly, examples 5 to 7) (Family: none)	1-8, 29, 33 9-10
X A	JP 2009-294513 A (Canon Inc.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text (particularly, example 6) & US 2009/0323198 A1	1-3, 6-7, 29, 33 4-5, 8-10



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
05 February 2015 (05.02.15)

Date of mailing of the international search report
24 February 2015 (24.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005886

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X P,A	JP 2014-199421 A (Canon Inc.), 23 October 2014 (23.10.2014), entire text (particularly, example 10) (Family: none)	1-3, 7, 9, 29, 33 4-6, 8, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005886

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Claims 1 - 10, 29, 33

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005886

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claim 1, claim 11, claim 18, claim 24, claim 33, claim 34, claim 35, and claim 36 have a common technical feature of [a zoom lens having, in order from an object side along an optical axis, a first lens group having positive refractive power, a second lens group having negative refractive power, a third lens group having positive refractive power, a fourth lens group having negative refractive power, and a fifth lens group having positive refractive power.] However, because this technical feature does not contribute to the prior art in light of the content disclosed in Document 1 (JP 2013-164455 A (Canon Inc.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text (particularly, examples 1, 4 to 5)), this technical feature cannot be called a special technical feature. In addition, no other identical or corresponding special technical features are present within these inventions. Furthermore, the claims are divided into four inventions each having the following special technical features.

(Invention 1) Claims 1 - 10, 29, 33

[A zoom lens wherein: when magnification is changed, all of the lens groups move such that the space between each of the lens groups changes; the fifth lens group is constituted of one positive lens and one negative lens; and the following conditional equation is satisfied.

$$0.50 < TLt/ft < 0.75.]$$

(Invention 2) Claims 11 - 17, 30, 34

[A zoom lens wherein: when magnification is changed from a wide angle end state to a telephoto end state, the first lens group, the second lens group, the third lens group, the fourth lens group, and the fifth lens group are each moved along the optical axis such that space between the first lens group and the second lens group is increased, space between the second lens group and the third lens group is decreased, space between the third lens group and the fourth lens group is changed, and space between the fourth lens group and the fifth lens group is changed, and the fifth lens group is moved to the image side after being moved to the object side; and the following conditional equation is satisfied.

$$0.010 < (-f2)/ft < 0.038.]$$

The invention in claims 11 - 17, 30 and 34 is not of the same category that includes all of the features specific to the invention in claim 1. Furthermore, as a result of searching the claims classified in invention 1, since claims 11 - 17, 30 and 34 are not inventions for which a search can be carried out without requiring a substantially additional prior art search or judgment, and since there are also no other circumstances in which it is efficient to carry out a search together with claims 1 - 10, 29 and 33, claims 11 - 17, 30 and 34 cannot be classified in invention 1.

(Continued to next extra sheet)

(Invention 3) Claims 18 - 23, 31, 35

[A zoom lens wherein: when magnification is changed from a wide angle end state to a telephoto end state, the first lens group, the second lens group, the third lens group, the fourth lens group, and the fifth lens group are each moved along the optical axis such that space between the first lens group and the second lens group is increased, space between the second lens group and the third lens group is decreased, space between the third lens group and the fourth lens group is changed, and space between the fourth lens group and the fifth lens group is changed, and the fifth lens group is moved to the image side after being moved to the object side; and the following conditional equation is satisfied.

$$0.050 < f_3/f_t < 0.075.]$$

The invention in claims 18 - 23, 31 and 35 is not of the same category that includes all of the features specific to the invention in claim 1 or 11. Furthermore, as a result of searching the claims classified in invention 1 or 2, since claims 18 - 23, 31 and 35 are not inventions for which a search can be carried out without requiring a substantially additional prior art search or judgment, and since there are also no other circumstances in which it is efficient to carry out a search together with claims 1 - 10, 29 and 33 or claims 11 - 17, 30 and 34, claims 18 - 23, 31 and 35 cannot be classified in invention 1 or 2.

(Invention 4) Claims 24 - 28, 32, 36

[A zoom lens wherein: at least four lens groups are moved such that the space between each lens group is changed; the third lens group and the fourth lens group each have plastic lenses; the fifth lens group has not more than two lenses; and the following conditional equation is satisfied.

$$0.6 < -f_{PL3}/f_{PL4} < 1.5.]$$

The invention in claims 24 - 28, 32 and 36 is not of the same category that includes all of the features specific to the inventions in claim 1, claim 11 or claim 18. Furthermore, as a result of searching the claims classified in invention 1, 2 or 3, since claims 24 - 28, 32 and 36 are not inventions for which a search can be carried out without requiring a substantially additional prior art search or judgment, and since there are also no other circumstances in which it is efficient to carry out a search together with claims 1 - 10, 29 and 33, claims 11 - 17, 30 and 34, or claims 18 - 23, 31 and 35, claims 24 - 28, 32 and 36 cannot be classified in invention 1, 2, or 3.

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

CODE V

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 2013-164455 A（キヤノン株式会社）2013.08.22, 全文（特に実施例1、4-5参照） & US 2013/0208364 A1	1-8, 10, 29, 33 9
X A	JP 2013-235060 A（キヤノン株式会社）2013.11.21, 全文（特に実施例5-7参照）（ファミリーなし）	1-8, 29, 33 9-10
X A	JP 2009-294513 A（キヤノン株式会社）2009.12.17, 全文（特に実施例6参照） & US 2009/0323198 A1	1-3, 6-7, 29, 33 4-5, 8-10

☐ 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 5 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

原田 英信

2 V

3 7 0 2

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X P, A	JP 2014-199421 A (キヤノン株式会社) 2014. 10. 23, 全文 (特に実 施例 1 0 参照) (ファミリーなし)	1-3, 7, 9, 29, 33 4-6, 8, 10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求項1、請求項11、請求項18、請求項24、請求項33、請求項34、請求項35、請求項36は、[光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とを有するズームレンズ]という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2013-164455 A（キヤノン株式会社）2013.08.22，全文（特に実施例1、4－5参照））の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する4の発明に区分される。
(特別ページへ続く)

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1－10、29、33

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(発明1) 請求項1-10、29、33

[変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、全てのレンズ群が移動し、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚と、負レンズ1枚とから構成され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.50 < TL_t / f_t < 0.75]$$

(発明2) 請求項11-17、30、34

[広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。 $0.010 < (-f_2) / f_t < 0.038]$ 。

請求項11-17、30、34は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項11-17、30、34は、発明1に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-10、29、33とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項11-17、30、34を発明1に区分することはできない。

(発明3) 請求項18-23、31、35

[広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群はそれぞれ光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は一旦物体側に移動した後に像側へ移動し、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.075]$$

請求項18-23、31、35は、請求項1又は請求項11の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項18-23、31、35は、発明1又は2に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-10、29、33、又は請求項11-17、30、34とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項18-23、31、35を発明1又は2に区分することはできない。

(発明4) 請求項24-28、32、36

[変倍時に、各レンズ群の間隔が変化するように、少なくとも4つのレンズ群が移動し、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、それぞれプラスチックレンズを有し、前記第5レンズ群は、2枚以下のレンズからなり、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.6 < -f_{PL3} / f_{PL4} < 1.5]$$

請求項24-28、32、36は、請求項1、請求項11又は請求項18の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項24-28、32、36は、発明1、2又は3に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-10、29、33、又は請求項11-17、30、34、又は請求項18-23、31、35とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項24-28、32、36を発明1、2又は3に区分することはできない。