

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010年2月4日(04.02.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/013435 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) G03B 5/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/003521
- (22) 国際出願日: 2009年7月27日(27.07.2009)
- (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 2008-193616 2008年7月28日(28.07.2008) JP
特願 2008-193617 2008年7月28日(28.07.2008) JP
特願 2008-193618 2008年7月28日(28.07.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤治夫 (SATO, Haruo) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 鈴木剛司(SUZUKI, Takeshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号

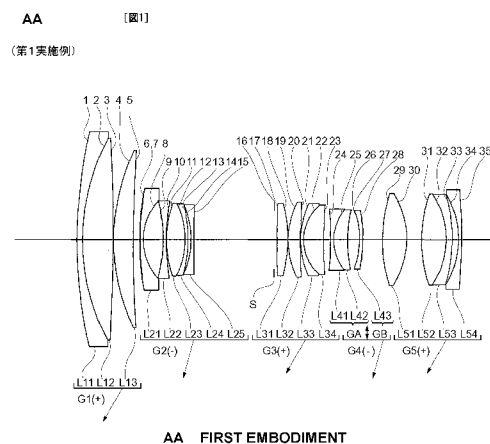
株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三輪哲史(MIWA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 山本浩史(YAMAMOTO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

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

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS, OPTICAL DEVICE COMPRISING SAME AND METHOD FOR MANUFACTURING ZOOM LENS

(54) 発明の名称: ズームレンズ、これを有する光学機器及びズームレンズの製造方法



AA FIRST EMBODIMENT

(57) Abstract: Provided is a zoom lens which enables blurring correction by shifting an image by an optical system that is movable so as to have a component in the direction orthogonal to the optical axis to thereby achieve higher variable power and reduced performance degradation. The zoom lens comprises a first lens group (G1) having positive refracting power, a second lens group (G2) having negative refracting power, a third lens group (G3) having positive refracting power, a fourth lens group (G4) having negative refracting power, and a fifth lens group (G5) having positive refracting power which are arranged in order from the object side, wherein a lens group that is at least part of the fourth lens group (G4) is movable so as to have a component in the direction orthogonal to the optical axis, when the power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, the distances between the respective lens groups change, and the conditional expression $0.01 < f_5/f_t < 0.30$ is satisfied, where f_5 is the focal length of the fifth lens group and f_t is the focal length in the telephoto end state at infinite focus of the entire lens system.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/013435 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

光軸と直交方向の成分を持つように移動可能な光学系により像シフトを行い、手ぶれ補正を可能とし、高変倍化を図りながら性能の劣化が少なくなるようなズームレンズに関する。このズームレンズは、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、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、第4レンズ群G4の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、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し、さらに、条件式 $0.01 < f_5 / f_t < 0.30$ 但し、 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、 f_t : レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を満足する。

明 細 書

発明の名称：

ズームレンズ、これを有する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、これを有する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、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適した、手ぶれ補正機能を有するズームレンズが提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 6 － 2 2 7 5 2 6 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、従来のズームレンズでは、鏡筒内に手ぶれ補正を行う機構を組み込まなければならず、レンズ鏡筒の全長や外径においてコンパクト性が損なわれる傾向にあった。また、手ぶれ補正機能を有するズームレンズでは、高変倍化を図ると光学性能の劣化が著しいという問題があった。

[0005] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能な光学系により像シフトを行い、手ぶれ補正を可能とし、高変倍化を図りながら性能の劣化が少なくなるよう、適切なレンズ群の屈折力を設定したズームレンズ、これを有する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

[0006] このような目的を達成するため、第 1 の本発明に係るズームレンズは、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、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、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し、さらに、次の条件式を満足する。

[0007] 条件式

$$0.01 < f_5 / f_t < 0.30$$

但し、 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離

[0008] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.577 < (-f_2) / (-f_4) < 1.200$$

の条件を満足する。

[0009] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離 f_t としたとき、次式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.25$$

の条件を満足する。

[0010] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第4レンズ群は、負の屈折力を有するレンズ群GAと、前記レンズ群GAの像側に隣接して配置され、負の屈折力を有するレンズ群GBとから構成される。

[0011] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記レンズ群GBは、少なくとも1つの非球面を含む。

[0012] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、光軸と直交方向の成分を持つように移動する前記レンズ群の焦点距離を f_A とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < (-f_A) / f_t < 0.40$$

の条件を満足する。

- [0013] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 としたとき、次式

$$1.10 < f_5 / (-f_4) < 2.00$$

の条件を満足する。

- [0014] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の広角端状態における焦点距離を f_w としたとき、次式

$$0.11 < f_5 / f_w < 3.20$$

の条件を満足する。

- [0015] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第4レンズ群は、接合レンズを有する。

- [0016] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、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レンズ群との間隔は増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は増大し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は減少する。

- [0017] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第3レンズ群と前記第5レンズ群とが一体で移動する。

- [0018] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第3レンズ群は、正の屈折力を有する3つのレンズ群を有する。

- [0019] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第3レンズ群は、少なくとも2つの接合レンズを含む。

- [0020] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第5レンズ群は、少なくとも正屈折力の2つのレンズ群と、負屈折力のレンズ群とを有する。

- [0021] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第5レンズ群は、少なくとも1つの接合レンズを含む。

[0022] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第2レンズ群は、少なくとも非球面を有する。

[0023] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、前記第4レンズ群は、少なくとも1つの非球面を有する。

[0024] 上記ズームレンズにおいて、好ましくは、無限遠物体から近距離物体への合焦は、前記第2レンズ群の少なくとも一部を光軸方向に移動させて行う。

[0025] 本発明に係る光学機器は、上記第1の本発明に係るズームレンズを有して構成される。

[0026] 第2の本発明に係るズームレンズは、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、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、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し、さらに、次の条件式を満足する。

[0027] 条件式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20$$

但し、 f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の望遠端状態における焦点距離

[0028] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.80 < f_5 / (-f_4) < 3.50$$

の条件を満足する。

[0029] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.45 < (-f_2) / (-f_4) < 1.25$$

の条件を満足する。

[0030] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

の条件を満足する。

[0031] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < f_5 / f_t < 0.35$$

の条件を満足する。

[0032] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、望遠端状態におけるバックフォーカスを Bf_t とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、次式

$$1.35 < (Bf_t - Bf_w) / f_3 < 1.80$$

の条件を満足する。

[0033] 本発明に係る光学機器は、上記第2の本発明に係るズームレンズを有して構成される。

[0034] 第3の本発明に係るズームレンズは、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、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、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し、さらに、次の条件式を満足する。

条件式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

但し、 f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

[0035] 上記第2の本発明に係るズームレンズにおいて、好ましくは、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第3レンズ群の焦点距離 f_3 としたとき、次式

$$3.50 < f_1 / f_3 < 4.60$$

の条件を満足する。

[0036] 本発明に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に並んだ、第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群とを有するズームレンズを製造する方法であり、前記第1レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第2レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第3レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第4レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第5レンズ群は正の屈折力を有するように各レンズを配置し、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は光軸と直交方向の成分を持つような移動が可能であるように配置し、前記第1～前記第5レンズ群は、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、また、以下の条件式を満足するように配置する。

[0037] 条件式

$$0.01 < f_5 / f_t < 0.30$$

但し、 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離

[0038] 上記本発明に係るズームレンズの製造方法において、好ましくは、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.577 < (-f_2) / (-f_4) < 1.200$$

の条件を満足する。

[0039] 上記本発明に係るズームレンズの製造方法において、好ましくは、光軸と直交方向の成分を持つように移動する前記レンズ群の焦点距離を f_A とし、

レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < (-f_A) / f_t < 0.40$$

の条件を満足する。

[0040] 第2の本発明に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に並んだ、第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群とを有するズームレンズを製造する方法であり、前記第1レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第2レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第3レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第4レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第5レンズ群は正の屈折力を有するように各レンズを配置し、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、前記第1～前記第5レンズ群は、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、また、以下の条件式を満足するように配置する。

[0041] 条件式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20$$

但し、 f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の望遠端状態における焦点距離

[0042] 上記第2の発明に係るズームレンズの製造方法において、好ましくは、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.80 < f_5 / (-f_4) < 3.50$$

の条件を満足する。

[0043] 上記第2の発明に係るズームレンズの製造方法において、好ましくは、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

の条件を満足する。

発明の効果

[0044] 本発明によれば、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能な光学系により像シフトを行い、手ぶれ補正を可能とし、高変倍化を図りながら性能の劣化が少なくなるよう、適切なレンズ群の屈折力を設定したズームレンズ、これを有する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

[0045] [図1] 第1実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図2] 図2 (a) は第1実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図2 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図3] 図3 (a) は第1実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図3 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図4] 第2実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図5] 図5 (a) は第2実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図5 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図6] 図6 (a) は第2実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図6 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図7] 第3実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図8] 図8 (a) は第3実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図8 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図9] 図9 (a) は第3実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、図9 (b) は像ぶれ補正を行った際の横収差図である。

[図10] 第4実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図11] 図11(a), (b)は、それぞれ第4実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図12] 第4実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図13] 図13(a) (b)は、それぞれ第4実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図14] 第5実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図15] 図15(a), (b)は、それぞれ第5実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図16] 第5実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図17] 図17(a), (b)は、それぞれ第5実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図18] 第6実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図19] 図19(a), (b)は、それぞれ第6実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図20] 第6実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図21] 図21(a), (b)は、それぞれ第6実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図22] 第7実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図23] 図23 (a), (b) は、それぞれ第7実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図24] 第7実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図25] 図25 (a) (b) は、それぞれ第7実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図26] 第8実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図27] 図27 (a), (b) は、それぞれ第8実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図28] 第8実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図29] 図29 (a), (b) は、それぞれ第8実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図30] 第9実施例に係るレンズ系の構成及びズーム軌跡を示す図である。

[図31] 図31 (a), (b) は、それぞれ第9実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図32] 第9実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図33] 図33 (a), (b) は、それぞれ第9実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[図34] 上記構成のズームレンズを撮影レンズとして備えたデジタル一眼レフカメラCAM（光学機器）の略断面図である。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、好ましい実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下においては、好ましい実施形態を、上述した第1～第3の本発明に対応して、第1～第3実施形態に分けて説明する。

[0047] (第1実施形態)

第1実施形態に係るズームレンズは、例えば図1に示すように、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、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、前記第4レンズ群G4の少なくとも一部のレンズ群を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、手ぶれ発生時の像面補正を行う。

[0048] 本実施形態において、第4レンズ群G4は、他のレンズ群に比べて構成レンズ枚数が少なく、レンズ径の小型化が可能であるため、手ぶれ補正機構を組み込むことに適している。この構成により、レンズ鏡筒の小型化を達成することができるとともに、手ぶれ補正に伴う収差変動を良好に補正することができる。

[0049] そして、上記構成の基で、第5レンズ群G5の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式(1)の条件を満足する。

[0050] $0.01 < f_5 / f_t < 0.30 \dots (1)$

[0051] 上記条件式(1)は、望遠端状態の焦点距離 f_t に対する、第5レンズ群G5の焦点距離 f_5 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(1)を満足することで、第5レンズ群G5以外他レンズ群への収差および変倍への負担を軽減することができるので、良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(1)の上限値を上回ると、第5レンズ群G5の屈折力が弱くなりすぎ、変倍比を確保するために他レンズ群の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が

困難となる。一方、条件式（１）の下限値を下回ると、第５レンズ群Ｇ５の屈折力が強くなりすぎ、広角端状態におけるコマ収差の補正が困難となる。

[0052] なお、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（１）の上限値を０．２４とすることが好ましい。これにより、第５レンズ群Ｇ５の焦点距離をより適切に配置できるとともに、望遠端状態における球面収差をより良好に補正することができる。また、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（１）の下限値を０．０５とすることが好ましい。これにより、第５レンズ群Ｇ５の焦点距離をより適切に配置できるとともに、広角端状態におけるコマ収差をより良好に補正することができる。

[0053] また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（１）の上限値を０．１７５とすることが好ましい。また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（１）の下限値を０．１０とすることが好ましい。

[0054] また、本実施形態においては、第２レンズ群Ｇ２の焦点距離を f_2 とし、第４レンズ群Ｇ４の焦点距離を f_4 としたとき、次式（２）の条件を満足することが好ましい。

[0055] $0.577 < (-f_2) / (-f_4) < 1.200 \dots (2)$

[0056] 上記条件式（２）は、第４レンズ群Ｇ４の焦点距離 f_4 に対する、第２レンズ群Ｇ２の焦点距離 f_2 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（２）を満足することで、良好な光学性能を実現し、且つ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式（２）の上限値を上回ると、第２レンズ群Ｇ２の屈折力が弱くなりすぎ、広角端状態において周辺光量の確保が困難になる。そして、この影響を緩和させるために他のレンズ群の屈折力を強くすると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。一方、条件式（２）の下限値を下回ると、第２レンズ群Ｇ２の屈折力が強くなりすぎ、広角端状態における像面湾曲及び非点収差が劣化する。

[0057] なお、本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 1. 000 とすることが好ましい。これにより、第 2 レンズ群 G 2 及び第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離をより適切に配置することができるとともに、望遠端状態における球面収差をより良好に補正することができる。また、本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 0. 580 とすることが好ましい。これにより、第 2 レンズ群 G 2 及び第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離をより適切に配置することができるとともに、広角端状態における像面湾曲及び非点収差をより良好に補正することができる。

[0058] また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式 (2) の上限値を 0. 900 とすることが好ましい。また、本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式 (2) の下限値を 0. 590 とすることがより好ましい。

[0059] また、本実施形態においては、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離を f_4 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離 f_t としたとき、次式 (3) の条件を満足することが好ましい。

[0060] $0. 01 < (-f_4) / f_t < 0. 25 \quad \dots (3)$

[0061] 上記条件式 (3) は、望遠端状態における焦点距離 f_t に対する、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、条件式 (3) を満足することで、良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式 (3) の上限値を上回ると、第 4 レンズ群 G 4 の屈折力が弱くなりすぎ、手ぶれ補正のために第 4 レンズ群 G 4 のシフト量が大きくなる。また、手ぶれ補正時の非点収差の変動を補正することが困難となる。一方、条件式 (3) の下限値を下回ると、第 4 レンズ群 G 4 の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。

[0062] なお、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式 (3) の上限値を 0. 18 とすることが好ましい。これにより、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離をより適切に配置することができるとともに、手ぶれ補正時の非点収差の変動をより良好に抑えることができる。また、本実施形態の効果を確実な

ものにするために、条件式（３）の下限値を 0.02 とすることが好ましい。これにより、第４レンズ群 $G4$ の焦点距離をより適切に配置することができるとともに、望遠端状態における球面収差をより良好に補正することができる。

[0063] また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（３）の上限値を 0.135 とすることが好ましい。また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（３）の下限値を 0.05 とすることが好ましい。

[0064] また、本実施形態においては、第４レンズ群 $G4$ は、負の屈折力を有する前記レンズ群 GA と、前記レンズ群 GA の像側に隣接して配置され、負の屈折力を有するレンズ群 GB とを有することが好ましい。さらに、レンズ群 GB は、少なくとも１つの非球面を含むことが好ましい。これにより、望遠端状態における手ぶれ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することができる。

[0065] また、本実施形態においては、光軸と直交方向の成分を持つように移動する防振レンズ群である前記レンズ群の焦点距離を f_A とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式（４）の条件を満足することが好ましい。

[0066] $0.05 < (-f_A) / f_t < 0.40 \quad \dots (4)$

[0067] 上記条件式（４）は、望遠端状態における焦点距離 f_t に対する、防振レンズ群であるレンズ群の焦点距離 f_A を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（４）を満足することで、手ぶれ補正時の光学性能の確保と、製造誤差による光学性能劣化を緩和することができる。なお、条件式（４）の上限値を上回ると、防振レンズ群である前記レンズ群の屈折力が弱くなり、該レンズ群のシフト量が大きくなり、手ぶれ補正時の非点収差の変動を補正することが困難となる。一方、条件式（４）の下限値を下回ると、防振レンズ群である前記レンズ群の屈折力が強くなり、製造誤差が敏感になる他、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。

[0068] なお、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（４）の下限値を 0.08 とすることが好ましい。これにより、防振レンズ群であるレンズ群の焦点距離 f_A をより適切に配置することができるとともに、望遠端状態における球面収差をより良好に補正することができる。また、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（４）の上限値を 0.30 とすることが好ましい。これにより、防振レンズ群であるレンズ群の焦点距離 f_A をより適切に配置することができるとともに、手ぶれ補正時の非点収差の変動をより良好に補正することができる。

[0069] また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（４）の下限値を 0.10 とすることが好ましい。また、本実施形態の効果をさらに確実なものにするために、条件式（４）の上限値を 0.25 とすることが好ましい。

[0070] また、本実施形態においては、第４レンズ群 G_4 の焦点距離を f_4 とし、第５レンズ群 G_5 の焦点距離を f_5 としたとき、次式（５）の条件を満足することが好ましい。

[0071]
$$1.10 < f_5 / (-f_4) < 2.00 \quad \dots (5)$$

[0072] 上記条件式（５）は、第４レンズ群 G_4 の焦点距離 f_4 に対する、第５レンズ群 G_5 の焦点距離 f_5 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（５）を満足することで、良好な光学性能を実現し、且つ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式（５）の上限値を上回ると、第４レンズ群 G_4 の屈折力が強くなり過ぎ、手ぶれ補正時の偏芯コマが大きくなり、また、像面湾曲変動が大きくなる。一方、条件式（５）の下限値を下回ると、第５レンズ群 G_5 の屈折力が強くなり過ぎ、コマ収差、像面湾曲、歪曲収差が大きくなる。

[0073] なお、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（５）の上限値を 1.80 とすることが好ましい。これにより、第４レンズ群 G_4 の焦点距離 f_4 及び第５レンズ群 G_5 の焦点距離 f_5 をより適切に配置することができるとともに、手ぶれ補正時の偏芯コマ収差をより小さくでき、また、像

面湾曲変動をより小さくすることができる。また、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（５）の下限値を 1.20 とすることが好ましい。これにより、第４レンズ群 G 4 の焦点距離 f_4 及び第５レンズ群 G 5 の焦点距離 f_5 をより適切に配置できるとともに、コマ収差、像面湾曲、歪曲収差をより良好に補正することができる。

[0074] また、本実施形態においては、第５レンズ群 G 5 の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の広角端状態における焦点距離を f_w としたとき、次式（６）の条件を満足することが好ましい。

[0075] $0.11 < f_5 / f_w < 3.20 \quad \dots (6)$

[0076] 上記条件式（６）は、レンズ全系の広角端状態の焦点距離 f_w に対する、第５レンズ群 G 5 の焦点距離 f_5 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（６）を満足することで、良好な光学性能を実現し、且つ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式（６）の上限値を上回ると、第５レンズ群 G 5 の屈折力が弱くなり過ぎ、変倍比を確保するために他レンズ群の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。一方、条件式（６）の下限値を下回ると、第５レンズ群 G 5 の屈折力が強くなり過ぎ、広角端状態におけるコマ収差の補正が困難となる。

[0077] なお、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（６）の上限値を 2.60 とすることが好ましい。これにより、レンズ全系の広角端状態の焦点距離 f_w に対する、第５レンズ群 G 5 の焦点距離 f_5 をより適切に配置できるとともに、望遠端状態における球面収差をより良好に補正することができる。また、本実施形態の効果を確実なものにするために、条件式（６）の下限値を 0.50 とすることが好ましい。これにより、レンズ全系の広角端状態の焦点距離 f_w に対する、第５レンズ群 G 5 の焦点距離 f_5 をより適切に配置できるとともに、広角端状態におけるコマ収差をより良好に補正することができる。

[0078] 本実施形態においては、第４レンズ群 G 4 は、接合レンズを有することが好ましい。この構成により、軸上色収差及び倍率色収差をともに良好に補正

することができる。

[0079] また、本実施形態においては、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との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少することが好ましい。これにより、球面収差と像面湾曲の変動を効果的に補正しつつ、所定の変倍比を確保することができる。

[0080] また、本実施形態においては、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第3レンズ群G3と第5レンズ群G5とが一体で移動することが好ましい。これにより、所定の変倍比を確保しつつ、製造時に第5レンズ群G5の偏芯による性能の劣化を小さくすることができる。

[0081] また、本実施形態においては、第3レンズ群G3は、正の屈折力を有する3つのレンズ群を有し、これら3つのレンズ群は、少なくとも2つの接合レンズを含むことが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲と、望遠端状態における球面収差とを同時に補正することができる。

[0082] また、本実施形態においては、無限遠物体から近距離物体への合焦は、第2レンズ群G2の少なくとも一部を光軸方向に移動させて行うことが好ましい。これにより、近距離物体への合焦時の球面収差、像面湾曲等の変動を少なくできる。また、小型な当該レンズ群を合焦レンズ群とすることにより、迅速に合焦することができる。

[0083] (第2実施形態)

第2実施形態に係るズームレンズは、例えば図10に示すように、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、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、前記第4レンズ群G4の少なくとも一部のレンズ群を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより手ぶれ発生時の像面補正を行う。

[0084] 本実施形態において、第4レンズ群G4は、他のレンズ群に比べて構成レンズ枚数が少なく、レンズ径の小型化が可能であるため、手ぶれ補正機構を組み込むことに適している。この構成により、レンズ鏡筒の小型化を達成することができるとともに、手ぶれ補正に伴う収差変動を良好に補正することができる。

[0085] そして、上記構成の基で、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式(7)の条件を満足する。

$$[0086] \quad 0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20 \quad \cdots (7)$$

[0087] 上記条件式(7)は、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 に対する、望遠端状態における焦点距離 f_t を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(7)を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(7)の下限値を下回ると、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。一方、条件式(7)の上限値を上回ると、第4レンズ群G4の屈折力が弱くなり、第4レンズ群G4のシフト量が大きくなり、手ぶれ補正時の非点収差の変動を補正することが困難となる。

[0088] なお、本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0.07とすることが好ましい。また、本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0.13とすることが好ましい。

[0089] また、本実施形態において、第5レンズ群G5の焦点距離を f_5 とし、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 としたとき、次式(8)の条件を満足することが好ましい。

$$[0090] \quad 0.80 < f_5 / (-f_4) < 3.50 \quad \cdots (8)$$

[0091] 上記条件式(8)は、第5レンズ群G5の焦点距離 f_5 に対する、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(8)を満足することで、良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(8)の上限値を上回ると、第

4 レンズ群 G 4 の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。一方、条件式 (8) の下限値を下回ると、第 5 レンズ群 G 5 の屈折力が強くなり、広角端状態におけるコマ収差の補正が困難になる。

[0092] なお、本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 1. 10 とすることが好ましい。また、本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 2. 90 とすることが好ましい。

[0093] さらに、本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式 (8) の下限値を 1. 40 とすることが好ましい。また、本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式 (8) の上限値を 1. 70 とすることが好ましい。

[0094] また、本実施形態において、第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離を f_2 とし、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離 f_4 としたとき、次式 (9) の条件を満足することが好ましい。

[0095] $0.45 < (-f_2) / (-f_4) < 1.25 \dots (9)$

[0096] 上記条件式 (9) は、第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離 f_2 に対する、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式 (9) を満足することで良好な光学性能を実現することができる。なお、条件式 (9) の上限値を上回ると、第 4 レンズ群 G 4 の屈折力が強くなり、手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することが困難になる。一方、条件式 (9) の下限値を下回ると、第 2 レンズ群 G 2 の屈折力が強くなり、広角端状態における軸外収差、特に像面湾曲と非点収差の補正が困難となる。

[0097] なお、本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 0. 53 とすることが好ましい。また、本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 1. 00 とすることが好ましい。

[0098] また、本実施形態において、第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離を f_1 とし、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離を f_4 としたとき、次式 (10) の条件を満足することが好ましい。

[0099] $3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00 \dots (10)$

[0100] 上記条件式(10)は、第1レンズ群G1の焦点距離 f_1 に対する、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(10)を満足することで手ぶれ補正時の光学性能の確保しつつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(10)の上限値を上回ると、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり、手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することが困難になる。一方、条件式(10)の下限値を下回ると、第1レンズ群G1の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。また、広角端状態における倍率色収差の劣化も顕著となるため好ましくない。

[0101] なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(10)の下限値を3.55とすることが好ましい。また、本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5.54とすることが好ましい。

[0102] また、本実施形態において、第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有するレンズ群GAと、負の屈折力を有するレンズ群GBとを有することが好ましい。さらに、(レンズ群GAの像側に隣接して配置される)前記レンズ群GBは、少なくとも1つの非球面を有することが好ましい。これにより、望遠端状態における手ぶれ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することができる。

[0103] また、本実施形態において、第4レンズ群G4は、接合レンズを有することが好ましい。この構成により、軸上色収差及び倍率色収差をともに良好に補正することができる。

[0104] また、本実施形態において、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との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少することが好ましい。これにより、球面収差と像面湾曲の変動を効果的に補正しつつ、所定の変倍比を確保することができる。

- [0105] また、本実施形態において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第3レンズ群G3と第5レンズ群G5とが一体で移動することが好ましい。これにより、所定の変倍比を確保しつつ、製造時に第5レンズ群G5の偏芯による性能の劣化を小さくすることができる。
- [0106] また、本実施形態において、第5レンズ群G5の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式(11)の条件を満足することが好ましい。
- [0107] $0.05 < f_5 / f_t < 0.35 \dots (11)$
- [0108] 上記条件式(11)は、第5レンズ群G5の焦点距離 f_5 に対する、望遠端状態における焦点距離 f_t を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(11)を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(11)の上限値を上回ると、第5レンズ群G5の屈折力が弱くなり、変倍比を確保するために第3レンズ群G3の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。一方、条件式(11)の下限値を下回ると、第5レンズ群G5の屈折力が強くなり、広角端状態においてコマ収差の補正が困難となる。
- [0109] なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(11)の下限値を0.10とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(11)の上限値を0.21とすることが好ましい。
- [0110] また、本実施形態において、第5レンズ群G5は、少なくとも正屈折力の2つのレンズ群と、負屈折力のレンズ群とを有することが好ましい。また、第5レンズ群G5は、少なくとも1つの接合レンズを含むことが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲と、製造時の偏芯による収差の変動とを同時に補正することができる。
- [0111] また、本実施形態において、望遠端状態におけるバックフォーカスを Bf_t とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_3 としたとき、次式(12)の条件を満足

することが好ましい。

[0112] $1.35 < (Bf_t - Bf_w) / f_3 < 1.80 \dots (12)$

[0113] 上記条件式(12)は、望遠端状態におけるバックフォーカス Bf_t と広角端状態におけるバックフォーカス Bf_w との差分に対する、第3レンズ群 G_3 の焦点距離 f_3 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(12)を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(12)の上限値を上回ると、第3レンズ群 G_3 の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。一方、条件式(12)の下限値を下回ると、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の屈折力が強くなり、広角端状態から望遠端状態において発生する高次のコマ収差変動の補正が困難となる。

[0114] なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(12)の下限値を1.40とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(12)の上限値を1.65とすることが好ましい。

[0115] また、本実施形態において、第3レンズ群 G_3 は、少なくとも3つの正の屈折力を有するレンズ群を含むことが好ましい。さらに好ましくは、第3レンズ群 G_3 は、少なくとも1つの接合レンズを含むことが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲と、望遠端状態における球面収差とを同時に補正することができる。

[0116] また、本実施形態において、第2レンズ群 G_2 は、少なくとも1つの非球面を有することが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲及び歪曲収差を良好に補正することができる。

[0117] (第3実施形態)

第3実施形態に係るズームレンズは、例えば図22に示すように、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、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 とを

有し、第4レンズ群G4の少なくとも一部のレンズ群を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、手ぶれ発生時の像面補正を行う。

[0118] なお、第4レンズ群G4は、他のレンズ群に比べて構成レンズ枚数が少なく、レンズ径の小型化が可能であるため、手ぶれ補正機構を組み込むことに適している。これにより、レンズ鏡筒の小型化を達成することができるとともに、手ぶれ補正に伴う収差変動を良好に補正することができる。

[0119] そして、上記構成の基で、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 とし、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 としたとき、次式(13)の条件を満足することが好ましい。

[0120] $3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00 \dots (13)$

[0121] 上記条件式(13)は、第1レンズ群G1の焦点距離 f_1 に対する、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(13)を満足することで手ぶれ補正時の光学性能を確保しつつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(13)の上限値を上回ると、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり、手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することが困難になる。一方、条件式(13)の下限値を下回ると、第1レンズ群G1の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。また、広角端状態における倍率色収差の劣化も顕著となるため好ましくない。

[0122] なお、本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3.55とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(13)の上限値を5.54とすることが好ましい。

[0123] また、本実施形態において、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離 f_t としたとき、次式(14)の条件を満足することが好ましい。

[0124] $0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20 \dots (14)$

[0125] 上記条件式(14)は、望遠端状態の焦点距離 f_t に対する、第4レンズ

群G 4の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（14）を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式（14）の上限値を上回ると、第4レンズ群G 4の屈折力が弱くなり、第4レンズ群G 4のシフト量が大きくなり、手振れ補正時の非点収差の変動を補正することが困難となる。一方、条件式（14）の下限値を下回ると、第4レンズ群G 4の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。

[0126] なお、本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0.05とすることが好ましい。また、本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0.13とすることが好ましい。

[0127] また、本実施形態において、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との間隔は増大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は増大し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は減少することが好ましい。これにより、球面収差と像面湾曲の変動を効果的に補正しつつ、所定の変倍比を確保することができる。

[0128] また、本実施形態において、第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する前記レンズ群G Aと、負の屈折力を有するレンズ群G Bとを有することが好ましい。これにより、望遠端状態における手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することができる。

[0129] また、本実施形態において、第4レンズ群G 4は、少なくとも1つの非球面を有することが好ましい。これにより、望遠端状態における手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することができる。

[0130] また、本実施形態において、第4レンズ群G 4は、接合レンズを有することが好ましい。この構成により、軸上及び倍率色収差を良好に補正すること

ができる。

[0131] また、本実施形態において、第2レンズ群G2の焦点距離を f_2 とし、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 としたとき、次式(15)の条件を満足することが好ましい。

[0132] $0.45 < (-f_2) / (-f_4) < 1.25 \dots (15)$

[0133] 上記条件式(15)は、第2レンズ群G2の焦点距離 f_2 に対する、第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(15)を満足することで良好な光学性能を実現することができる。なお、条件式(15)の上限値を上回ると、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり、手振れ補正時の像面湾曲の変動と、偏芯コマ収差の変動とを同時に補正することが困難になる。一方、条件式(15)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2の屈折力が強くなり、広角端状態における軸外収差、特に像面湾曲と非点収差の補正が困難となる。

[0134] なお、本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0.53とすることが好ましい。また、本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1.00とすることが好ましい。

[0135] また、本実施形態において、望遠端状態におけるバックフォーカスを Bf_t とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w とし、第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 としたとき、次式(16)の条件を満足することが好ましい。

[0136] $1.35 < (Bf_t - Bf_w) / f_3 < 1.80 \dots (16)$

[0137] 上記条件式(16)は、望遠端状態におけるバックフォーカス Bf_t と広角端状態におけるバックフォーカス Bf_w との差分に対する、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式(16)を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式(16)の上限値を上回ると、第3レンズ群G3の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難

になる。一方、条件式（１６）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２の屈折力が強くなり、広角端状態から望遠端状態において発生する高次のコマ収差変動の補正が困難となる。

[0138] なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１６）の下限値を１．４０とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１６）の上限値を１．６５とすることが好ましい。

[0139] また、本実施形態においては、第５レンズ群Ｇ５の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式（１７）の条件を満足することが好ましい。

[0140] $0.05 < f_5 / f_t < 0.35 \quad \dots (17)$

[0141] 上記条件式（１７）は、第５レンズ群Ｇ５の焦点距離 f_5 に対する、望遠端状態における焦点距離 f_t を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（１７）を満足することで良好な光学性能を実現し、かつ、所定の変倍比を確保することができる。なお、条件式（１７）の上限値を上回ると、第５レンズ群Ｇ５の屈折力が弱くなり、変倍比を確保するために第３レンズ群Ｇ３の屈折力が強くなり、望遠端状態における球面収差の補正が困難となる。一方、条件式（１７）の下限値を下回ると、第５レンズ群Ｇ５の屈折力が強くなり、広角端状態においてコマ収差の補正が困難となる。

[0142] なお、本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０．１０とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（１７）の上限値を０．２１とすることが好ましい。

[0143] また、本実施形態において、第１レンズ群Ｇ１の焦点距離を f_1 とし、第３レンズ群Ｇ３の焦点距離 f_3 としたとき、次式（１８）の条件を満足することが好ましい。

[0144] $3.50 < f_1 / f_3 < 4.60 \quad \dots (18)$

[0145] 上記条件式（１８）は、第１レンズ群Ｇ１の焦点距離 f_1 に対する、第３

レンズ群G 3の焦点距離 f_3 を規定するものである。本ズームレンズは、この条件式（18）を満足することで良好な光学性能を実現することができ、さらに効果的に色補正も行うことができる。なお、条件式（18）の上限値を上回ると、第3レンズ群G 3の屈折力が強くなり、広角端状態におけるコマ収差の補正と、望遠端状態における球面収差の補正とが困難となる。また、製造誤差による結像性能の劣化も顕著になってしまう。一方、条件式（18）の下限値を下回ると、第1レンズ群G 1の屈折力が強くなり、倍率色収差の補正が困難となる。

[0146] なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（18）の下限値を4.00とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（18）の上限値を4.40とすることが好ましい。

[0147] また、本実施形態において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第3レンズ群G 3と第5レンズ群G 5とが一体で移動することが好ましい。これにより、所定の変倍比を確保しつつ、製造時に第5レンズ群G 5の偏芯による性能の劣化を小さくすることができる。

[0148] また、本実施形態において、第2レンズ群G 2は、非球面を有することが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲及び歪曲収差を良好に補正することができる。

[0149] また、本実施形態において、第3レンズ群G 3は、少なくとも3枚の正レンズを含むことが好ましい。これにより、広角端状態における像面湾曲と、望遠端状態における球面収差を同時に補正することができる。

[0150] 図34に、上記構成のズームレンズを撮影レンズ1として備えたデジタル一眼レフカメラCAM（光学機器）の略断面図を示す。図34に示すデジタル一眼レフカメラCAMにおいて、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ1で集光されて、クイックリターンミラー3を介して焦点板4に結像される。そして、焦点板4に結像された光は、ペンタプリズム5中で複数回反射されて接眼レンズ6へと導かれる。これにより、撮影者は、物体（被

写体) 像を接眼レンズ 6 を介して正立像として観察することができる。

- [0151] また、撮影者によって不図示のレリーズボタンが押されると、クイックリターンミラー 3 が光路外へ退避し、撮影レンズ 1 で集光された不図示の物体 (被写体) の光は撮像素子 7 上に被写体像を形成する。これにより、物体 (被写体) からの光は、当該撮像素子 7 により撮像され、物体 (被写体) 画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者は本カメラ CAM による物体 (被写体) の撮影を行うことができる。なお、図 3 4 に記載のカメラ CAM は、撮影レンズ 1 を着脱可能に保持するものでもよく、撮影レンズ 1 と一体に成形されるものでもよい。また、カメラ CAM は、いわゆる一眼レフカメラでもよく、クイックリターンミラー等を有さないコンパクトカメラでもよい。

実施例

- [0152] 以下、具体的な実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表 1 ~ 表 9 を示すが、これらは第 1 ~ 第 9 実施例における各諸元の表である。
- [0153] [全体諸元] において、 f はレンズ全系の焦点距離を、 FNO は F ナンバーを、 ω は半画角を、 Y は像高を、 TL はレンズ系全長を、 Bf はバックフォーカスを示す。
- [0154] [レンズデータ] 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レンズ面の順序を、 r は各レンズ面の曲率半径を、 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を、 νd は d 線 (波長 587.6nm) に対するアッベ数を、 $n d$ は d 線に対する屈折率を示す。また、レンズ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。なお、曲率半径の「0.0000」および「 ∞ 」は平面又は開口を示している。また、空気の屈折率「1.00000」は記載を省略している。
- [0155] [非球面データ] には、[レンズデータ] に示した非球面について、その形状を次式 (a) で示す。すなわち、光軸に垂直な方向の高さを y とし、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に

沿った距離（サグ量）を $S(y)$ とし、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を r とし、円錐係数を κ とし、 n 次の非球面係数を A_n としたとき、以下の式（a）で示している。なお、各実施例において、2 次の非球面係数 A_2 は 0 であり、その記載を省略している。また、 E_n は、 $\times 10^n$ を表す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

$$[0156] \quad S(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2}\} + A_3 \times |y^3| + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} + A_{12} \times y^{12} \dots \quad (a)$$

[0157] 表 1～3 に示す「可変面間隔データ」においては、 f はレンズ全系の焦点距離を、 β は物体と像間の結像倍率を、 D_i （但し、 i は整数）は第 i 面の可変の面間隔を、 B_f はバックフォーカスを示す。また、1-POS は広角端状態における無限遠合焦時を、2-POS は第 1 中間焦点距離状態における無限遠合焦時を、3-POS は第 2 中間焦点距離状態における無限遠合焦時を、4-POS は望遠端状態における無限遠合焦時を、5-POS は広角端状態における $\beta = -0.03333$ での合焦時を、6-POS は第 1 中間焦点距離状態における $\beta = -0.03333$ での合焦時を、7-POS は第 2 中間焦点距離状態における $\beta = -0.03333$ での合焦時を、8-POS は望遠端状態における $\beta = -0.03333$ での合焦時を、9-POS は広角端状態における近距離合焦時を、10-POS は第 1 中間焦点距離状態における近距離合焦時を、11-POS は第 2 中間焦点距離状態における近距離合焦時を、12-POS は望遠端状態における近距離合焦時を示す。

[0158] 表 4～表 9 に示す「可変間隔データ」においては、 f はレンズ全系の焦点距離を、 D_i （但し、 i は整数）は第 i 面の可変の面間隔を示す。

[0159] 「レンズ群データ」において、各群の初面及び焦点距離を示す。

[0160] 「条件式対応値」において、上記の条件式（1）～（18）に対応する値を示す。

[0161] なお、表中において、焦点距離 f 、曲率半径 r 、面間隔 d 、その他の長さの単位は、一般に「mm」が使われている。但し、光学系は、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、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。

[0162] 以上の表の説明は、他の実施例においても同様とし、その説明を省略する。なお、以下においては第1～第9実施例を示すが、第1～第3実施例が上記第1実施形態に対応し、第4～第6実施例が上記第2実施形態に対応し、第7～第9実施例が上記第3実施形態に対応する。

[0163] また、各実施例におけるズームレンズを構成するレンズ群を物体側から順に第1レンズ群G1、第2レンズ群G2・・・というように表し、各レンズ群を構成するレンズを第1レンズ群においてはL11、L12・・・と表し、第2レンズ群においてはL21、L22・・・と表し、これら全てのレンズのレンズ面を物体側から順に連続する番号を付して説明する。

[0164] (第1実施例)

第1実施例について、図1～図3及び表1を用いて説明する。図1は、第1実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図1に示すように、第1実施例に係るズームレンズは、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、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。

[0165] 第1レンズ群G1は、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と両凸レンズL12とからなる接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とを有する。

[0166] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けて非球面を有する負メニスカスレンズL21と、両凹レンズL22と、両凸レンズL23と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とからなる接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25とを有する。なお、負メニスカスレンズL21は、非球面を有する樹脂材料からなる部分と、ガラス材料からなる部分とを併せ持つ、所謂複合型非球面レンズである。

[0167] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL31と、物体

側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 4とからなる接合正レンズとを有する。

[0168] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、光軸とほぼ直交方向の成分を持つように移動させることにより手ぶれ補正を行う負の屈折力を有するレンズ群G Aと、負の屈折力を有するレンズ群G Bとを有する。なお、レンズ群G Aは、物体側より順に並んだ、両凹レンズL 4 1と像側に非球面を有し物体側に凸面を向けた非球面正レンズL 4 2とからなる接合負レンズを有する。また、レンズ群G Bは、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 3を有する。

[0169] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に並んだ、像側に非球面を有する非球面両凸レンズL 5 1と、両凸レンズL 5 2と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 3とからなる接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 4とを有する。

[0170] このような構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は増大し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は減少する。このとき、第3レンズ群G 3と第5レンズ群G 5とが一体となって移動する。

[0171] また、本実施例に係るズームレンズでは、無限遠より近距離物体への合焦は、第2レンズ群G 2物体方向に繰り出すことによって行う。

[0172] 開口絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G 3とともに移動する。

[0173] 以下の表1に第1実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表1における面番号1～35は、図1に示す面1～35に対応している。

[0174] (表1)

[全体諸元]

$f = 29.1 \sim 292$

$FNO = 3.6 \sim 5.9$

$2\omega = 75.92^\circ \sim 8.22^\circ$

$Y = 21.6$

$TL = 163.77 \sim 239.01$

$Bf = 38.30 \sim 79.07$

[レンズデータ]

面番号	r	d	νd	$n d$
1	151.1527	1.8000	32.35	1.850260
2	68.0198	10.0255	82.52	1.497820
3	-538.6972	0.1000		
4	66.3072	6.3291	63.38	1.618000
5	472.1276	D5		
*6	107.6136	0.2000	38.09	1.553890
7	107.6136	1.0000	52.29	1.755000
8	18.4339	6.5000		
9	-48.3041	1.0000	40.77	1.883000
10	75.1044	0.1000		
11	35.4941	6.0000	25.43	1.805180
12	-25.1321	1.0000	46.63	1.816000
13	-39.5271	1.0000		
14	-25.8306	1.0000	46.63	1.816000
15	-6376.7789	D15		
16	開口絞り S	1.0000		
17	1255.1135	3.5000	69.89	1.518600
18	-42.5806	0.1000		
19	26.2857	4.0000	82.56	1.497820

20	245.0143	0.1000		
21	27.9820	1.0000	25.43	1.805180
22	14.7422	6.5000	58.89	1.518230
23	190.7576	D23		
24	-90.8993	1.0000	49.61	1.772500
25	15.3080	4.5000	32.35	1.850260
* 26	47.3128	4.0000		
27	-24.6747	1.0000	42.72	1.834810
28	-50.9926	D28		
29	47.8109	8.0000	69.89	1.518600
* 30	-24.7604	4.8012		
31	43.6539	8.0000	52.32	1.517420
32	-25.7562	2.0000	40.77	1.883000
33	-49.5366	2.0000		
34	-28.1887	1.0000	46.63	1.816000
35	-184.7070	Bf		

[非球面データ]

第6面

$\kappa = 15.3921$, $A3 = -0.59282E-05$, $A4 = 1.30620E-06$, $A6 = 9.36650E-09$,
 $A8 = -1.11260E-10$, $A10 = 4.97080E-13$, $A12 = -0.56752E-15$, $A14 = 0.00000$

第26面

$\kappa = -25.8788$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 3.09780E-05$, $A6 = -1.24430E-07$,
 $A8 = 3.16720E-10$, $A10 = 0.00000$, $A12 = 0.00000$, $A14 = 0.00000$

第30面

$\kappa = 0.0568$, $A3 = 0.35585E-06$, $A4 = 4.96950E-09$, $A6 = 5.91140E-09$,
 $A8 = -4.14490E-11$, $A10 = 1.10780E-13$, $A12 = 0.00000$, $A14 = 0.00000$

[可変面間隔データ]

1-POS

2-POS

3-POS

4-POS

f, β	29.09101	48.2400	100.6506	291.819
D0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
D5	2.12367	17.46296	38.43018	62.16137
D15	26.06867	19.06022	11.97558	0.49737
D23	2.32242	3.99110	5.71830	6.85273
D28	6.40577	4.73716	3.00987	1.87544
Bf	38.29617	48.53884	64.87857	79.06793
	5-POS	6-POS	7-POS	8-POS
β	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	821.2069	1353.4997	2798.6977	6780.5062
D5	1.47269	16.83833	37.68497	58.30009
D15	26.71965	19.68485	12.72079	4.35865
D23	2.32242	3.99110	5.71830	6.85273
D28	6.40577	4.73716	3.00987	1.87544
Bf	38.29617	48.53884	64.87857	79.06794
	9-POS	10-POS	11-POS	12-POS
β	-0.07534	-0.11871	-0.21005	-0.31900
D0	336.2274	317.6538	287.4316	260.5686
D5	0.66800	15.29562	34.15968	48.72149
D15	27.52434	21.22756	16.24608	13.93725
D23	2.32242	3.99110	5.71830	6.85273
D28	6.40577	4.73716	3.00987	1.87544
Bf	38.29617	48.53885	64.87856	79.06793

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	106.56812
G 2	6	-17.08486
G 3	16	27.20141

G 4	24	-24.83040
G 5	29	33.33177

[条件式対応値]

条件式 (1) $f_5 / f_t = 0.114$

条件式 (2) $(-f_2) / (-f_4) = 0.688$

条件式 (3) $(-f_4) / f_t = 0.085$

条件式 (4) $(-f_A) / f_t = 0.159$

条件式 (5) $f_5 / (-f_4) = 1.342$

条件式 (6) $f_5 / f_w = 1.145$

[0175] 表 1 に示す諸元の表から、第 1 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

[0176] 図 2 (a), (b) は、それぞれ第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正 (防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.27) を行った際の横収差図である。図 3 (a), (b) は、それぞれ第 1 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正 (防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.50) を行った際の横収差図である。

[0177] 各収差図において、FNO は F ナンバーを、Y は像高 (単位: mm) を示す。なお、球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。また、d は d 線 (波長 587.6nm)、g は g 線 (波長 435.8nm) に対する諸収差を、記載のないものは d 線に対する諸収差をそれぞれ示す。また、非点収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示す。以上の収差図の説明は、他の実施例においても同様とし、その説明を省略する。

[0178] 各収差図から明らかなように、第 1 実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0179] (第2実施例)

第2実施例について、図4～図6及び表2を用いて説明する。図4は、第2実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図4に示すように、第2実施例に係るズームレンズは、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、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。

[0180] 第1レンズ群G1は、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と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12とからなる接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とを有する。

[0181] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けて物体側の面に非球面を有する非球面負メニスカスレンズL21と、両凹レンズL22と、両凸レンズL23と、物体側に凹面を向けた平凹レンズL24とを有する。

[0182] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL31と、両凸レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33とからなる接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL34と両凸レンズL35とからなる接合正レンズとを有する。

[0183] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、光軸とほぼ直交方向の成分を持つように移動させることにより手ぶれ補正を行う、負の屈折力を有するレンズ群GAと、負の屈折力を有するレンズ群GBとを有する。なお、レンズ群GAは、物体側より順に並んだ、両凹レンズL41と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなる接合負レンズを有する。また、レンズ群GBは、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL43を有する。なお、前記負メニスカスレンズL43は、非球面を有する樹脂材料からなる部分と、ガラス材料からなる部分とを併せ持つ、所謂複合型非球面レンズである。

[0184] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、像側に非球面を有する非球

面両凸レンズL 5 1 と、両凸レンズL 5 2 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 3 とからなる接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 4 とを有する。

[0185] このような構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 との間隔は減少し、第3レンズ群G 3 と第4レンズ群G 4 との間隔は増大し、第4レンズ群G 4 と第5レンズ群G 5 との間隔は減少する。このとき、第3レンズ群G 3 と第5レンズ群G 5 とが一体となって移動する。

[0186] また、本実施例に係るズームレンズでは、無限遠より近距離物体への合焦は、第2レンズ群G 2 物体方向に繰り出すことによって行う。

[0187] 開口絞りSは、第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G 3 とともに移動する。

[0188] 以下の表2に第2実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表2における面番号1～35は、図4に示す面1～35に対応している。

[0189] (表2)

[全体諸元]

$$f = 28.8 \sim 292$$

$$FNO = 3.6 \sim 5.9$$

$$2\omega = 76.62^\circ \sim 8.18^\circ$$

$$Y = 21.6$$

$$TL = 154.81 \sim 230.36$$

$$Bf = 38.26 \sim 78.33$$

[レンズデータ]

面番号	r	d	νd	n d
1	110.7015	2.0000	32.34	1.850260
2	61.1227	9.3000	82.56	1.497820

3	831.5286	0.1000		
4	71.2987	7.1000	67.87	1.593189
5	1005.3945	D5		
* 6	127.2929	1.3500	46.82	1.766840
7	17.2677	6.0759		
8	-54.3521	1.0000	46.58	1.804000
9	55.9968	0.5000		
10	32.6904	4.4000	22.79	1.808090
11	-48.8263	0.9415		
12	-28.5862	1.0000	46.58	1.804000
13	∞	D13		
14	開口絞り S	0.5000		
15	50.7881	3.4000	54.66	1.729160
16	-102.1535	0.1000		
17	41.2071	4.7000	82.56	1.497820
18	-39.6235	1.0000	32.35	1.850260
19	-152.2422	0.1000		
20	26.8457	1.4000	32.35	1.850260
21	14.8725	5.6000	69.89	1.518600
22	-558.6358	D22		
23	-74.8002	1.0000	49.61	1.772500
24	15.4519	3.1425	32.34	1.850260
25	54.7491	2.6536		
* 26	1622.7936	0.3000	38.09	1.553890
27	1622.7936	1.2000	54.66	1.729160
28	57.4462	D28		
29	113.9864	5.6000	61.18	1.589130
* 30	-33.2537	0.1000		

31	84.5332	6.7000	58.89	1.518230
32	-20.6076	1.4000	40.76	1.883000
33	-31.0038	2.2000		
34	-18.9228	1.2000	40.77	1.883000
35	-35.7750	Bf		

[非球面データ]

第6面

$\kappa = 6.0978$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 1.20280E-06$, $A6 = 1.30920E-08$,
 $A8 = -1.37530E-10$, $A10 = 5.64160E-13$, $A12 = -0.74954E-15$, $A14 = 0.00000$

第26面

$\kappa = 100.0000$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 8.03660E-06$, $A6 = -9.88790E-08$,
 $A8 = 1.39310E-09$, $A10 = -6.55480E-12$, $A12 = 0.00000$, $A14 = 0.00000$

第30面

$\kappa = 1.9575$, $A3 = 0.00000$, $A4 = -3.55160E-06$, $A6 = -5.40150E-08$,
 $A8 = 1.61410E-10$, $A10 = -6.70370E-13$, $A12 = -0.18148E-15$, $A14 = -0.10467E-17$

[可変面間隔データ]

	1-POS	2-POS	3-POS	4-POS
F, β	28.80002	50.00000	100.00005	292.00014
D0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
D5	2.33995	17.99752	37.84134	64.87735
D13	28.56163	19.59632	12.37520	1.50817
D22	2.90075	4.91772	7.01855	8.31016
D28	6.68309	4.66612	2.56529	1.27369
Bf	38.26493	50.16229	66.37665	78.33071
	5-POS	6-POS	7-POS	8-POS
F, β	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	813.3836	1407.7910	2802.5923	7194.7515

D5	1. 70387	17. 42468	37. 21607	62. 05719
D13	29. 19771	20. 16916	13. 00047	4. 32833
D22	2. 90075	4. 91772	7. 01855	8. 31016
D28	6. 68309	4. 66612	2. 56529	1. 27369
Bf	38. 26493	50. 16228	66. 37664	78. 33067

	9-P0S	10-P0S	11-P0S	12-P0S
β	-0. 07303	-0. 12069	-0. 21096	-0. 32000
D0	345. 1860	326. 5964	297. 7593	274. 0088
D5	0. 95928	15. 97061	34. 15946	52. 81222
D13	29. 94230	21. 62323	16. 05708	13. 57330
D22	2. 90075	4. 91772	7. 01855	8. 31016
D28	6. 68309	4. 66612	2. 56529	1. 27369
Bf	38. 26493	50. 16228	66. 37664	78. 33067

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	111. 46551
G 2	6	-16. 92695
G 3	16	25. 25179
G 4	23	-29. 10021
G 5	29	48. 25475

[条件式対応値]

条件式 (1) $f_5 / f_t = 0.165$

条件式 (2) $(-f_2) / (-f_4) = 0.582$

条件式 (3) $(-f_4) / f_t = 0.100$

条件式 (4) $(-f_A) / f_t = 0.163$

条件式 (5) $f_5 / (-f_4) = 1.658$

条件式 (6) $f_5 / f_w = 1.676$

[0190] 表 2 に示す諸元の表から、第 2 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

[0191] 図 5 (a), (b) は、それぞれ第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正 (防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.27) を行った際の横収差図である。図 6 (a), (b) は、それぞれ第 2 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正 (防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.50) を行った際の横収差図である。

[0192] 各収差図から明らかなように、第 2 実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0193] (第 3 実施例)

第 3 実施例について、図 7 ~ 図 9 及び表 3 を用いて説明する。図 7 は、第 3 実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図 7 に示すように、第 3 実施例に係るズームレンズは、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、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 とを有する。

[0194] 第 1 レンズ群 G 1 は、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 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 とからなる接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とを有する。

[0195] 第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けて物体側の面に非球面を有する非球面負メニスカスレンズ L 2 1 と、両凹レンズ L 2 2 と、両凸レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けた平凹レンズ L 2 4 とを有する。

[0196] 第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、両凸レンズ L 3 1 と、両凸レンズ L 3 2 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 3 とからなる

接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 4と両凸レンズL 3 5とからなる接合正レンズとを有する。

[0197] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、光軸とほぼ直交方向の成分を持つように移動させることにより手ぶれ補正を行う、負の屈折力を有するレンズ群G Aと、負の屈折力を有するレンズ群G Bとを有する。なお、レンズ群G Aは、物体側より順に並んだ、両凹レンズL 4 1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 2とからなる接合負レンズを有する。また、レンズ群G Bは、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 3を有する。なお、前記負メニスカスレンズL 4 3は、非球面を有する樹脂材料からなる部分と、ガラス材料からなる部分とを併せ持つ、所謂複合型非球面レンズである。

[0198] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に並んだ、像側に非球面を有する非球面両凸レンズL 5 1と、両凸レンズL 5 2と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 3とを有する。

[0199] このような構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は増大し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は減少する。このとき、第3レンズ群G 3と第5レンズ群G 5とが一体となって移動する。

[0200] また、本実施例に係るズームレンズでは、無限遠より近距離物体への合焦は、第2レンズ群G 2物体方向に繰り出すことによって行う。

[0201] 開口絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G 3とともに移動する。

[0202] 以下の表3に第3実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表3における面番号1～34は、図7に示す面1～34に対応している。

[0203] (表3)

[全体諸元]

$f = 28.8 \sim 292$

$FNO = 3.6 \sim 5.9$

$2\omega = 76.78^\circ \sim 8.14^\circ$

$Y = 21.6$

$TL = 157.37 \sim 230.34$

$Bf = 38.02 \sim 78.21$

[レンズデータ]

面番号	r	d	νd	$n d$
1	117.2951	2.0000	32.34	1.850260
2	63.4102	9.6000	82.56	1.497820
3	1973.1119	0.1000		
4	70.5086	7.0000	67.87	1.593189
5	816.0257	D5		
*6	166.4533	1.3500	46.82	1.766840
7	18.7190	6.1000		
8	-58.8089	1.0000	46.58	1.804000
9	55.5875	0.5000		
10	33.5848	4.7000	22.79	1.808090
11	-54.2907	1.1000		
12	-29.9194	1.0000	46.58	1.804000
13	∞	D13		
14	開口絞り S	0.5000		
15	42.4257	4.0000	64.12	1.516800
16	-52.8020	0.1000		
17	26.4500	5.5000	82.56	1.497820
18	-42.7941	1.0000	32.35	1.850260
19	-465.6905	0.1000		

20	31.4200	1.5000	42.72	1.834810
21	13.5952	6.0000	69.89	1.518600
22	-255.9214	D22		
23	-94.4144	1.0000	49.61	1.772500
24	15.3153	2.9928	32.34	1.850260
25	47.6604	4.5449		
* 26	-23.6399	0.2000	38.09	1.553890
27	-23.6399	1.2000	54.66	1.729160
28	-58.9473	D28		
29	112.3256	5.0000	61.18	1.589130
* 30	-31.9459	0.1000		
31	191.3590	6.6657	82.56	1.497820
32	-22.5309	3.1289		
33	-22.6718	1.3000	46.63	1.816000
34	-99.6640	Bf		

[非球面データ]

第6面

$\kappa = 1.0000$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 7.00430E-07$, $A6 = 9.58940E-09$,
 $A8 = -9.46680E-11$, $A10 = 4.00920E-13$, $A12 = -0.66807E-15$, $A14 = 0.31353E-18$

第26面

$\kappa = 1.4228$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 1.68800E-05$, $A6 = 5.21330E-08$,
 $A8 = 1.71590E-10$, $A10 = 0.00000$, $A12 = 0.00000$, $A14 = 0.00000$

第30面

$\kappa = 1.0000$, $A3 = 0.00000$, $A4 = 1.80100E-05$, $A6 = 3.10700E-08$,
 $A8 = -1.34120E-10$, $A10 = 9.05530E-13$, $A12 = 0.85085E-15$, $A14 = -0.11437E-16$

[可変面間隔データ]

	1-POS	2-POS	3-POS	4-POS
F, β	28.80000	50.00000	100.00000	291.99996

D0	0. 0000	0. 0000	0. 0000	0. 0000
D5	2. 29069	15. 44974	36. 89931	63. 76637
D13	30. 69148	20. 78037	13. 67932	1. 99142
D22	1. 45891	3. 45176	5. 01843	5. 79638
D28	5. 62778	3. 63493	2. 06826	1. 29031
Bf	38. 01698	50. 94008	66. 10148	78. 20934

	5-POS	6-POS	7-POS	8-POS
F, β	-0. 03333	-0. 03333	-0. 03333	-0. 03333
D0	811. 3735	1412. 4237	2798. 6550	6931. 8537
D5	1. 59706	14. 86615	36. 21775	60. 20067
D13	31. 38511	21. 36396	14. 36088	5. 55712
D22	1. 45891	3. 45176	5. 01843	5. 79638
D28	5. 62778	3. 63493	2. 06826	1. 29031
Bf	38. 01698	50. 94008	66. 10149	78. 20935

	9-POS	10-POS	11-POS	12-POS
β	-0. 07317	-0. 12008	-0. 21059	-0. 31600
D0	342. 6319	326. 4609	296. 9509	268. 8877
D5	0. 78400	13. 36202	32. 92279	50. 47276
D13	32. 19817	22. 86809	17. 65584	15. 28503
D22	1. 45891	3. 45176	5. 01843	5. 79638
D28	5. 62778	3. 63493	2. 06826	1. 29031
Bf	38. 01698	50. 94008	66. 10150	78. 20938

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	110. 40923
G 2	6	-17. 47291

G 3	16	25.33835
G 4	23	-24.38340
G 5	29	40.32144

[条件式対応値]

条件式 (1) $f_5 / f_t = 0.138$

条件式 (2) $(-f_2) / (-f_4) = 0.717$

条件式 (3) $(-f_4) / f_t = 0.0835$

条件式 (4) $(-f_A) / f_t = 0.162$

条件式 (5) $f_5 / (-f_4) = 1.654$

条件式 (6) $f_5 / f_w = 1.400$

[0204] 表 3 に示す諸元の表から、第 3 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

[0205] 図 8 (a), (b) は、それぞれ第 3 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正（防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.27）を行った際の横収差図である。図 9 (a), (b) は、それぞれ第 3 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び像ぶれ補正（防振群であるレンズ群 G A のシフト量=0.50）を行った際の横収差図である。

[0206] 各収差図から明らかなように、第 3 実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0207] なお、上述の実施形態において、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。

[0208] 上記実施例では、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。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指す。

- [0209] また、単独又は複数のレンズ群、又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。前記合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モーター等の）モーター駆動にも適している。特に、第2レンズ群G2の少なくとも一部を合焦レンズ群とするのが好ましい。
- [0210] 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、または、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4レンズ群G4の少なくとも一部を防振レンズ群とするのが好ましい。なお、移動としては、光軸上のある点を回転中心とした回転移動（揺動）でもよい。
- [0211] また、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、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及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。また、レンズが非球面の場合、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。
- [0212] また、開口絞りSは、第3レンズ群G3又は第4レンズ群G4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、レンズ枠でその役割を代用してもよい。特に、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側がより好ましい。
- [0213] また、各レンズ面に、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。
- [0214] なお、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、変倍比が5～18倍

であり、より好ましくは8～12倍である。

[0215] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第1レンズ群G1が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。第1レンズ群G1は、物体側から順に、負正正の順番にレンズを配置するのが好ましい。

[0216] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第2レンズ群G2が、正のレンズを1つと、負のレンズを3つ有するのが好ましい。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、負負正負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0217] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第3レンズ群G3が、正のレンズを3つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第3レンズ群G3は、物体側から順に、正正正の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0218] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第4レンズ群G4が、正のレンズを1つと、負のレンズを2つ有するのが好ましい。また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、負負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0219] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第5レンズ群G5が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第5レンズ群G5は、物体側から順に、正正負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0220] （第4実施例）

第4実施例について、図10～図13及び表4を用いて説明する。図10は、第4実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図10に示すように、第4実施例に係るズームレンズは、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、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と有す

る。

- [0221] 第1レンズ群G1は、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とを有する。
- [0222] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。なお、第2レンズ群G2の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図10では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。
- [0223] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸正レンズL33との接合レンズと、両凸正レンズL34と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL35との接合レンズとを有する。
- [0224] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズ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なる第4Aレンズ群GAと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL43からなる第4Bレンズ群GBとを有する。なお、第4レンズ群G4の最も像側に位置する負メニスカスレンズL43は物体側のガラスレンズ面（図10では物体側から数えて27番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。
- [0225] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL51と、両凸正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL54とを有する。第5レンズ群G5の最も像側に位置する負メニスカスレンズL54は、物体側のガラスレンズ面（図10では物体側から数えて34番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。
- [0226] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、

第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。このとき、第3レンズ群G3と第5レンズ群G5は一体で移動する。

[0227] 絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G3とともに移動する。

[0228] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群G2を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0229] また、手ぶれ補正（防振）は、第4Aレンズ群GAの接合レンズを光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0230] なお、第4実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第4実施例の広角端状態において、防振係数が1.012であり、焦点距離が28.80 (mm)であるため、 0.58° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.30 (mm)となる。また、第4実施例の望遠端状態において、防振係数が1.700であり、焦点距離が292.00 (mm)であるため、 0.18° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.57 (mm)となる。

[0231] 以下の表4に第4実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表4における面番号1～35は、図10に示す面1～35に対応している。

[0232] (表4)

[全体諸元]

f	28.7	96.6	291.9
Fno	3.6	5.5	5.9
2ω	76.5	24.1	8.2

Y	21.6	21.6	21.6
TL	162.728	207.565	235.927
BF	38.462	63.688	76.6097

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	ν d
1	141.1761	1.0000	1.8503	32.3500
2	69.4853	10.0765	1.4978	82.5200
3	-889.6155	0.1000	1.0000	
4	66.6674	6.5001	1.6030	65.4700
5	381.0871	D5	1.0000	
*6	79.9451	0.1006	1.5539	38.0900
7	74.7011	1.0028	1.8040	46.5800
8	17.8520	7.3031	1.0000	
9	-48.6373	1.0000	1.8160	46.6300
10	58.7199	0.1492	1.0000	
11	33.7080	4.5990	1.8467	23.7700
12	-45.7479	1.1779	1.0000	
13	-26.8650	1.0000	1.8160	46.6300
14	-8904.0687	D14	1.0000	
15	0.0000	0.5000	1.0000	(絞りS)
16	30.7323	3.5000	1.6030	65.4700
17	-107.2786	0.1000	1.0000	
18	48.7571	1.0000	1.8348	42.7200
19	15.4106	5.5000	1.6030	65.4700
20	-217.8297	0.3000	1.0000	
21	49.0547	3.5679	1.6030	65.4700
22	-29.6706	1.4591	1.8503	32.3500
23	-160.3002	D23	1.0000	

24	-142.1433	1.0000	1.7725	49.6100
25	16.3170	2.9126	1.8503	32.3500
26	48.2164	6.0283	1.0000	
*27	-14.4254	1.0000	1.8040	46.5800
28	-17.2680	D28	1.0000	
29	-1093.1368	4.7467	1.5186	69.8900
30	-22.8468	0.1000	1.0000	
31	42.0285	6.9126	1.5174	52.3200
32	-19.2157	1.0000	1.8348	42.7200
33	-34.6022	1.5145	1.0000	
*34	-23.6619	1.0000	1.8160	46.6200
35	-311.6038	BF	1.0000	

[非球面データ]

第6面

$\kappa=4.8810\text{E}+00$, $A4=1.3626\text{E}-06$, $A6=-3.8149\text{E}-09$, $A8=-1.7705\text{E}-11$,
 $A10=1.1444\text{E}-13$, $A12=0.0000\text{E}+00$

第27面

$\kappa=7.7650\text{E}-01$, $A4=3.1469\text{E}-06$, $A6=2.0215\text{E}-09$, $A8=0.0000\text{E}+00$,
 $A10=0.0000\text{E}+00$, $A12=0.0000\text{E}+00$

第34面

$\kappa=1.0000\text{E}+00$, $A4=-2.9251\text{E}-06$, $A6=3.3679\text{E}-08$, $A8=-1.3515\text{E}-11$,
 $A10=7.4135\text{E}-15$, $A12=0.0000\text{E}+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.025	37.999	65.478
D14	29.610	13.247	1.208
D23	2.732	7.325	8.459
D28	7.026	2.433	1.300

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	111.40
G 2	6	-17.34
G 3	15	26.70
G 4	24	-37.72
G 5	29	61.85

[条件式対応値]

条件式 (7) $(-f_4) / f_t = 0.13$

条件式 (8) $f_5 / (-f_4) = 1.64$

条件式 (9) $(-f_2) / (-f_4) = 0.46$

条件式 (10) $f_1 / (-f_4) = 2.95$

条件式 (11) $f_5 / f_t = 0.21$

条件式 (12) $(B f_t - B f_w) / f_3 = 1.43$

[0233] 表 4 に示す諸元の表から、第 4 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (7) ~ (12) を全て満たすことが分かる。

[0234] 図 1 1 (a), (b) は、それぞれ第 4 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図 1 2 は、第 4 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図 1 3 (a), (b) は、それぞれ第 4 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[0235] 各収差図において、FNO は F ナンバーを、Y は像高 (単位: mm) を示す。なお、球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。また、d は d 線 (波長 587.6nm)、g は g 線 (波長 435.8nm) に対する諸収差を、記載のないものは d 線に対する諸収差をそれぞれ示す

。また、非点収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示す。以上の収差図の説明は、他の実施例においても同様とし、その説明を省略する。

[0236] 各収差図から明らかなように、第4実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0237] (第5実施例)

第5実施例について、図14～図17及び表5を用いて説明する。図14は、第5実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図14に示すように、第5実施例に係るズームレンズは、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、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。

[0238] 第1レンズ群G1は、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とを有する。

[0239] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。なお、第2レンズ群の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図14では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0240] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、両凸正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL34と両凸正レンズL35との接合レンズとを有する。

[0241] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズL41と物体

側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 2との接合レンズからなる第4 Aレンズ群G Aと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 3からなる第4 Bレンズ群G Bとを有する。なお、第4レンズ群G 4の最も像側に位置する負メニスカスレンズL 4 3は物体側のガラスレンズ面（図14では物体側から数えて26番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0242] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL 5 1と、両凸正レンズL 5 2と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 3との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 4とを有する。なお、第5レンズ群G 5の最も像側に位置する負メニスカスレンズL 5 4は、物体側のガラスレンズ面（図14では物体側から数えて33番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0243] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は増大し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。このとき、第3レンズ群G 3と第5レンズ群G 5は一体で移動する。

[0244] 絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G 3とともに移動する。

[0245] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群G 2を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0246] また、手ぶれ補正（防振）は、第4 Aレンズ群G Aの接合レンズを光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0247] なお、第5実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第5実施例の広角端状態において、防振係数が0.98

であり、焦点距離が28.80 (mm)であるため、0.58°の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.30 (mm)となる。また、第5実施例の望遠端状態において、防振係数が1.70であり、焦点距離が292.00 (mm)であるため、0.18°の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.57 (mm)となる。

[0248] 以下の表5に第5実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表5における面番号1～34は、図14に示す面1～34に対応している。

[0249] (表5)

[全体諸元]

f	28.8	100.0	291.9
Fno	3.6	5.4	5.9
2 ω	76.3	23.4	8.2
Y	21.6	21.6	21.6
TL	164.6	210.8	237.6
BF	38.668	65.898	78.377

[レンズデータ]

面番号	r	d	n _d	ν _d
1	124.2669	1.000	1.85026	32.35
2	65.6300	10.060	1.49782	82.56
3	-11797.766	0.100	1.00000	
4	69.1189	6.568	1.59319	67.87
5	585.6642	D5	1.00000	
*6	112.8410	1.000	1.76684	46.82
7	17.9479	7.242	1.00000	
8	-46.5542	1.000	1.81600	46.63
9	66.1042	0.100	1.00000	
10	34.8030	4.801	1.84666	23.77

11	-39.9905	1.014	1.00000	
12	-27.6099	1.000	1.83481	42.72
13	1177.0768	D13	1.00000	
14	0.0000	0.500	1.00000	(絞りS)
15	45.9090	3.500	1.75500	52.29
16	-58.7912	0.100	1.00000	
17	35.0034	4.500	1.49782	82.56
18	-35.3849	1.000	1.79504	28.69
19	65.2580	0.100	1.00000	
20	28.8329	1.871	1.81600	46.63
21	15.4357	6.462	1.51742	52.32
22	-87.3182	D22	1.00000	
23	-117.6399	1.000	1.77250	49.61
24	16.7518	3.000	1.85026	32.35
25	51.4655	4.628	1.00000	
* 26	-24.4461	1.200	1.71300	53.89
27	-58.2076	D27	1.00000	
28	73.1770	5.500	1.60311	60.68
29	-24.7896	0.166	1.00000	
30	91.8843	6.791	1.51823	58.89
31	-18.6935	1.000	1.81600	46.63
32	-48.9134	1.917	1.00000	
* 33	-24.2966	1.000	1.82080	42.71
34	-56.3780	BF	1.00000	

[非球面データ]

第6面

$\kappa = -1.0000E+00$, $A4 = 1.2946E-06$, $A6 = 6.9345E-09$, $A8 = -7.3236E-11$,

$A10 = 2.8299E-13$, $A12 = -2.9971E-16$

第 2 6 面

$\kappa=0.1763\text{E}+00$, $A4=-1.5504\text{E}-06$, $A6=1.8584\text{E}-08$, $A8=0.0000\text{E}+00$,
 $A10=0.0000\text{E}+00$, $A12=0.0000\text{E}+00$

第 3 3 面

$\kappa=1.0000\text{E}+00$, $A4=-4.8013\text{E}-06$, $A6=-2.8757\text{E}-09$, $A8=8.0066\text{E}-11$,
 $A10=-2.4817\text{E}-13$, $A12=0.0000\text{E}+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.226	38.148	64.584
D13	31.000	14.096	1.917
D22	1.523	5.269	6.049
D27	6.332	2.586	1.806

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	110.62
G 2	6	-17.76
G 3	14	26.64
G 4	23	-27.33
G 5	28	41.87

[条件式対応値]

条件式 (7) $(-f_4) / f_t = 0.09$

条件式 (8) $f_5 / (-f_4) = 1.53$

条件式 (9) $(-f_2) / (-f_4) = 0.65$

条件式 (10) $f_1 / (-f_4) = 4.05$

条件式 (11) $f_5 / f_t = 0.14$

条件式 (12) $(B_{f_t} - B_{f_w}) / f_3 = 1.49$

[0250] 表 5 に示す諸元の表から、第 5 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (7) ~ (12) を全て満たすことが分かる。

[0251] 図15(a), (b)は、それぞれ第5実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図16は、第5実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図17(a), (b)は、それぞれ第5実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[0252] 各収差図から明らかなように、第5実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0253] (第6実施例)

第6実施例について、図18～図21及び表6を用いて説明する。図18は、第6実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図18に示すように、第6実施例に係るズームレンズは、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、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。

[0254] 第1レンズ群G1は、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とを有する。

[0255] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。なお、第2レンズ群G2の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図18では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0256] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、両

凸正レンズ L_{32} と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{33} と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{34} との接合レンズとを有する。

[0257] 第4レンズ群 G_4 は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズ L_{41} と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{42} との接合レンズからなる第4Aレンズ群 G_A と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{43} からなる第4Bレンズ群 G_B とを有する。なお、第4Bレンズ群 G_B を構成する負メニスカスレンズ L_{43} は、像側のガラスレンズ面（図18では物体側から数えて27番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0258] 第5レンズ群 G_5 は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズ L_{51} と、両凸正レンズ L_{52} と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{53} との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{54} とを有する。第5レンズ群 G_5 の最も像側に位置する両凸正レンズ L_{54} は、像側のガラスレンズ面（図18では物体側から数えて34番目の面）に非球面を形成した非球面レンズである。

[0259] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間隔は減少し、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 との間隔は増大し、第4レンズ群 G_4 と第5レンズ群 G_5 との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。

[0260] 絞り S は、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群 G_3 とともに移動する。

[0261] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群 G_2 を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0262] また、手ぶれ補正（防振）は、第4Aレンズ群 G_A を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0263] なお、第6実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用

の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第 6 実施例の広角端状態において、防振係数が 1.06 であり、焦点距離が 28.80 (mm) であるため、 0.58° の回転ぶれを補正するための第 4 レンズ群 G 4 の移動量は 0.27 (mm) となる。また、第 6 実施例の望遠端状態において、防振係数が 1.70 であり、焦点距離が 291.80 (mm) であるため、 0.18° の回転ぶれを補正するための第 4 レンズ群 G 4 の移動量は 0.48 (mm) となる。

[0264] 以下の表 6 に第 6 実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表 6 における面番号 1 ~ 34 は、図 18 に示す面 1 ~ 34 に対応している。

[0265] (表 6)

[全体諸元]

f	28.8	97.8	291.8
F n o	3.6	5.4	5.9
2ω	76.3	24.0	8.2
Y	21.6	21.6	21.6
T L	155.259	200.892	230.440
B f	38.296	61.715	79.010

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	ν d
1	131.9600	1.000	1.85026	32.35
2	64.7763	10.026	1.49782	82.52
3	-1939.8917	0.100	1.00000	
4	64.6003	6.329	1.61800	63.38
5	410.2657	D5	1.00000	
*6	89.4836	0.100	1.55389	38.09
7	89.4836	1.000	1.81600	46.63
8	17.9244	7.340	1.00000	

9	-42.0840	1.000	1.81600	46.63
10	73.2932	0.100	1.00000	
11	36.7795	4.691	1.84666	23.78
12	-39.1344	1.214	1.00000	
13	-26.1074	1.000	1.81600	46.63
14	-3773.9951	D14	1.00000	
15	0.0000	0.500	1.00000	(絞りS)
16	224.1127	2.598	1.69680	55.52
17	-66.2510	0.100	1.00000	
18	30.7404	3.300	1.49782	82.56
19	-2017.6973	0.100	1.00000	
20	27.5622	1.000	1.84666	23.78
21	16.0865	5.531	1.51680	64.12
22	1640.3102	D22	1.00000	
23	-254.1339	1.000	1.81600	46.63
24	15.9374	3.355	1.85026	32.35
25	45.3566	5.500	1.00000	
26	-20.8777	1.000	1.81600	46.63
* 27	-53.9758	D27	1.00000	
28	67.5729	6.000	1.51860	69.89
29	-20.5166	4.000	1.00000	
30	47.4864	7.500	1.51742	52.32
31	-20.4408	1.500	1.81600	46.63
32	-56.8501	1.619	1.00000	
33	-33.4116	1.000	1.81600	46.63
* 34	-130.4172	Bf	1.00000	

[非球面データ]

第6面

$\kappa=8.332$, $A4=1.1402E-06$, $A6=5.3964E-10$, $A8=-2.3261E-11$,
 $A10=1.0349E-13$, $A12=0.0000E+00$

第 2 7 面

$\kappa=-3.0393$, $A4=4.0455E-06$, $A6=-5.4765E-09$, $A8=2.7129E-11$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第 3 4 面

$\kappa=0.181$, $A4=-1.3072E-06$, $A6=5.5840E-09$, $A8=-8.7610E-11$,
 $A10=2.5603E-13$, $A12=0.0000E+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.325	38.632	62.363
D14	26.770	12.676	1.198
D22	2.836	6.232	7.367
D27	5.530	2.134	1.000

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	107.36
G 2	6	-16.98
G 3	16	25.15
G 4	23	-21.73
G 5	28	32.44

[条件式対応値]

条件式 (7) $(-f_4) / f_t = 0.07$

条件式 (8) $f_5 / (-f_4) = 1.49$

条件式 (9) $(-f_2) / (-f_4) = 0.78$

条件式 (10) $f_1 / (-f_4) = 4.94$

条件式 (11) $f_5 / f_t = 0.11$

条件式 (12) $(B_{f_t} - B_{f_w}) / f_3 = 1.62$

- [0266] 表 6 に示す諸元の表から、第 6 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (7) ~ (12) を全て満たすことが分かる。
- [0267] 図 19 (a), (b) は、それぞれ第 6 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図 20 は、第 6 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図 21 (a), (b) は、それぞれ第 6 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。
- [0268] 各収差図から明らかなように、第 6 実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。
- [0269] なお、上述の実施形態において、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。
- [0270] 上記実施例では、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。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である。
- [0271] また、単独又は複数のレンズ群、又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。前記合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モーター等の）モーター駆動にも適している。特に、第 2 レンズ群 G2 の少なくとも一部を合焦レンズ群とするのが好ましい。
- [0272] 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、または、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。なお、移動としては、光軸上のある点を回転中心とした回転移動（揺動）でもよい。特

に、第3レンズ群G3又は第4レンズ群G4の少なくとも一部を防振レンズ群とするのが好ましい。

[0273] また、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、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及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。また、レンズが非球面の場合、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。

[0274] また、開口絞りSは、第3レンズ群G3又は第4レンズ群G4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、レンズ枠でその役割を代用してもよい。特に、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側がより好ましい。

[0275] また、各レンズ面に、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。

[0276] なお、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、変倍比が5～18倍であり、より好ましくは8～12倍である。

[0277] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第1レンズ群G1が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。第1レンズ群G1は、物体側から順に、負正正の順番にレンズを配置するのが好ましい。

[0278] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第2レンズ群G2が、正のレンズを1つと、負のレンズを3つ有するのが好ましい。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、負負正負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0279] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第3レンズ群G3が、正のレンズを3つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第3レンズ群G3は、物体側から順に、正正正の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0280] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第4レンズ群G4が、正のレンズを1つと、負のレンズを2つ有するのが好ましい。また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、負負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0281] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第5レンズ群G5が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第5レンズ群G5は、物体側から順に、正正負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

[0282] （第7実施例）

第7実施例について、図22～図25及び表7を用いて説明する。図22は、第7実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図22に示すように、第7実施例に係るズームレンズは、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、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と有する。

[0283] 第1レンズ群G1は、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とを有する。

[0284] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。なお、第2レンズ群G2の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図22では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成

した、非球面レンズである。

[0285] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、両凸正レンズL32と両凹負レンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL34と両凸正レンズL35との接合レンズとを有する。

[0286] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズ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なる第4Aレンズ群GAと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL43からなる第4Bレンズ群GBとを有する。なお、第4Bレンズ群GBの負メニスカスレンズL43は、物体側のガラスレンズ面（図22では物体側から数えて27番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0287] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL51と、両凸正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL54とを有する。なお、第5レンズ群G5の最も像側に位置する負メニスカスレンズL54は、物体側のガラスレンズ面に非球面（図22では物体側から数えて34番目の面）を形成した、非球面レンズである。

[0288] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。

[0289] 絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G3とともに移動する。

[0290] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群G2を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0291] また、手ぶれ補正（防振）は、第4Aレンズ群GAを光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0292] なお、第7実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第7実施例の広角端状態において、防振係数が 0.89 であり、焦点距離が 28.8 (mm) であるため、 0.58° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は 0.33 (mm) となる。また、第7実施例の望遠端状態において、防振係数が 1.50 であり、焦点距離が 292.0 (mm) であるため、 0.18° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は 0.62 (mm) となる。

[0293] 以下の表7に第7実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表7における面番号1～35は、図22に示す面1～35に対応している。

[0294] (表7)

[全体諸元]

f	28.8	95.2	292.0
Fno	3.6	5.5	6.0
2ω	76.6	24.5	8.2
Y	21.6	21.6	21.6
TL	156.032	198.835	229.227
Bf	38.462	61.654	76.605

[レンズデータ]

面番号	r	d	nd	νd
1	138.8204	1.000	1.85026	32.35
2	69.6255	9.900	1.49782	82.52
3	-1121.4726	0.100	1.00000	
4	66.5234	6.500	1.60300	65.47
5	364.2280	D5	1.00000	

* 6	77. 5565	0. 101	1. 55389	38. 09
7	69. 1985	1. 003	1. 80400	46. 58
8	17. 7505	7. 303	1. 00000	
9	-45. 2772	1. 000	1. 81600	46. 63
10	64. 3914	0. 149	1. 00000	
11	34. 6940	4. 700	1. 84666	23. 77
12	-46. 1405	1. 178	1. 00000	
13	-27. 3129	1. 000	1. 81600	46. 63
14	-2388. 7913	D14	1. 00000	
15	0. 0000	0. 500	1. 00000	(絞り S)
16	240. 3547	2. 700	1. 61800	63. 38
17	-48. 3097	0. 100	1. 00000	
18	32. 2344	4. 000	1. 60300	65. 47
19	-65. 8684	1. 000	1. 85026	32. 35
20	163. 3971	0. 300	1. 00000	
21	28. 9156	1. 500	1. 85026	32. 35
22	16. 0863	5. 700	1. 51680	64. 12
23	-90. 6196	D23	1. 00000	
24	-353. 6058	1. 000	1. 77250	49. 61
25	13. 7394	2. 967	1. 80100	34. 96
26	49. 7586	5. 375	1. 00000	
* 27	-18. 4961	1. 000	1. 72916	54. 66
28	-30. 5221	D28	1. 00000	
29	258. 3375	5. 299	1. 51680	64. 12
30	-21. 7751	0. 100	1. 00000	
31	71. 6589	6. 791	1. 51823	58. 89
32	-19. 3953	1. 000	1. 81600	46. 63
33	-37. 1560	1. 917	1. 00000	

* 34	-22.1994	1.000	1.79668	45.34
35	-69.8232	Bf	1.00000	

[非球面データ]

第 6 面

$\kappa=4.881$, $A4=5.5213E-07$, $A6=-3.4799E-09$, $A8=-1.0831E-11$,
 $A10=8.3083E-14$, $A12=0.0000E+00$

第 27 面

$\kappa=0.6133$, $A4=3.3743E-06$, $A6=1.0271E-08$, $A8=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第 34 面

$\kappa=0.8088$, $A4=-6.7721E-06$, $A6=1.4720E-08$, $A8=-2.0115E-11$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.025	37.999	65.479
D14	29.610	13.247	1.208
D23	2.683	7.326	8.459
D28	7.070	2.427	1.293

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	112.11
G 2	6	-17.38
G 3	16	25.99
G 4	24	-30.94
G 5	29	51.56

[条件式対応値]

条件式 (13) $f_1 / (-f_4) = 3.62$

条件式 (14) $(-f_4) / f_t = 0.11$

条件式 (15) $(-f_2) / (-f_4) = 0.56$

条件式 (16) $(Bf_t - Bf_w) / f_3 = 1.47$

条件式 (17) $f_5 / f_t = 0.18$

条件式 (18) $f_1 / f_3 = 4.31$

[0295] 表 7 に示す諸元の表から、第 7 実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (13) ~ (18) を全て満たすことが分かる。

[0296] 図 23 (a), (b) は、それぞれ第 7 実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図 24 は、第 7 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図 25 (a), (b) は、それぞれ第 7 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[0297] 各収差図において、FNO は F ナンバーを、Y は像高 (単位: mm) を示す。なお、球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。また、d は d 線 (波長 587.6nm)、g は g 線 (波長 435.8nm) に対する諸収差を、記載のないものは d 線に対する諸収差をそれぞれ示す。また、非点収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示す。以上の収差図の説明は、他の実施例においても同様とし、その説明を省略する。

[0298] 各収差図から明らかなように、第 7 実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0299] (第 8 実施例)

第 8 実施例について、図 26 ~ 図 29 及び表 8 を用いて説明する。図 26 は、第 8 実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図 26 に示すように、第 8 実施例に係るズームレンズは、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、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。

[0300] 第1レンズ群G1は、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とを有する。

[0301] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。第2レンズ群G2の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図26では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0302] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、両凸正レンズL32と両凹負レンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL34と両凸正レンズL35との接合レンズとを有する。

[0303] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズ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なる第4Aレンズ群GAと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL43からなる第4Bレンズ群GBとを有する。なお、第4Bレンズ群GBの負メニスカスレンズL43は、物体側のガラスレンズ面（図26では物体側から数えて26番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。

[0304] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL51と、両凸正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL54とを有する。第5レンズ群G5の最も像側に位置する負メニスカスレンズL54は、物体側のガラスレンズ面（図26では物体側から数えて33番目の面）に非球面

を形成した、非球面レンズである。

[0305] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。

[0306] 絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G3とともに移動する。

[0307] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群G2を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0308] また、手ぶれ補正（防振）は、第4Aレンズ群GAを光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0309] なお、第8実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第8実施例の広角端状態において、防振係数が0.98であり、焦点距離が28.8 (mm)であるため、 0.58° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.30 (mm)となる。また、第8実施例の望遠端状態において、防振係数が1.70であり、焦点距離が292.0 (mm)であるため、 0.18° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.54 (mm)となる。

[0310] 以下の表8に第8実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表8における面番号1～34は、図26に示す面1～34に対応している。

[0311] (表8)

[全体諸元]

f	28.8	100.0	291.9
-----	------	-------	-------

F n o	3. 6	5. 4	5. 9
2 ω	76. 3	23. 4	8. 2
Y	21. 6	21. 6	21. 6
T L	157. 869	204. 116	230. 852
B f	38. 668	65. 898	78. 377

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	ν d
1	124. 2669	1. 000	1. 85026	32. 35
2	65. 6300	10. 060	1. 49782	82. 56
3	-11797. 766	0. 100	1. 00000	
4	69. 1189	6. 568	1. 59319	67. 87
5	585. 6642	D5	1. 00000	
* 6	112. 8410	1. 000	1. 76684	46. 82
7	17. 9479	7. 242	1. 00000	
8	-46. 5542	1. 000	1. 81600	46. 63
9	66. 1042	0. 100	1. 00000	
10	34. 8030	4. 801	1. 84666	23. 77
11	-39. 9905	1. 014	1. 00000	
12	-27. 6099	1. 000	1. 83481	42. 72
13	1177. 0768	D13	1. 00000	
14	0. 0000	0. 500	1. 00000	(絞り S)
15	45. 9090	3. 500	1. 75500	52. 29
16	-58. 7912	0. 100	1. 00000	
17	35. 0034	4. 500	1. 49782	82. 56
18	-35. 3849	1. 000	1. 79504	28. 69
19	65. 2580	0. 100	1. 00000	
20	28. 8329	1. 871	1. 81600	46. 63
21	15. 4357	6. 462	1. 51742	52. 32

22	-87.3182	D22	1.00000	
23	-117.6399	1.000	1.77250	49.61
24	16.7518	3.000	1.85026	32.35
25	51.4655	4.628	1.00000	
* 26	-24.4461	1.200	1.71300	53.89
27	-58.2076	D27	1.00000	
28	73.1770	5.500	1.60311	60.68
29	-24.7896	0.166	1.00000	
30	91.8843	6.791	1.51823	58.89
31	-18.6935	1.000	1.81600	46.63
32	-48.9134	1.917	1.00000	
* 33	-24.2966	1.000	1.82080	42.71
34	-56.3780	Bf	1.00000	

[非球面データ]

第6面

$\kappa = -1.000$, $A4 = 1.2946E-06$, $A6 = 6.9345E-09$, $A8 = -7.3236E-11$,
 $A10 = 2.8299E-13$, $A12 = -2.9971E-16$

第26面

$\kappa = 0.1763$, $A4 = -1.5504E-06$, $A6 = 1.8584E-08$, $A8 = 0.0000E+00$,
 $A10 = 0.0000E+00$, $A12 = 0.0000E+00$

第33面

$\kappa = 1.000$, $A4 = -4.8013E-06$, $A6 = -2.8757E-09$, $A8 = 8.0066E-11$,
 $A10 = -2.4817E-13$, $A12 = 0.0000E+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.226	38.148	64.584
D13	31.000	14.096	1.917
D22	1.523	5.269	6.049

D27 6.332 2.586 1.806

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	110.62
G 2	6	-17.76
G 3	15	26.64
G 4	23	-27.33
G 5	28	41.87

[条件式対応値]

条件式 (13) $f_1 / (-f_4) = 4.03$

条件式 (14) $(-f_4) / f_t = 0.09$

条件式 (15) $(-f_2) / (-f_4) = 0.65$

条件式 (16) $(B_{f_t} - B_{f_w}) / f_3 = 1.49$

条件式 (17) $f_5 / f_t = 0.14$

条件式 (18) $f_1 / f_3 = 4.14$

[0312] 表8に示す諸元の表から、第8実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (13) ~ (18) を全て満たすことが分かる。

[0313] 図27(a), (b)は、それぞれ第8実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.58° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図28は、第8実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図29(a), (b)は、それぞれ第8実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び 0.18° の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[0314] 各収差図から明らかなように、第8実施例では、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、優れた結像性能を有することが分かる。

[0315] (第9実施例)

第9実施例について、図30～図33及び表9を用いて説明する。図30は、第9実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図30に示すように、第9実施例に係るズームレンズは、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、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。

- [0316] 第1レンズ群G1は、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とを有する。
- [0317] 第2レンズ群G2は、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、両凹負レンズL22と、両凸正レンズL23と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とを有する。なお、第2レンズ群G2の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL21は、物体側のガラスレンズ面（図30では物体側から数えて6番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。
- [0318] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL31と、両凸正レンズL32と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34との接合レンズとを有する。
- [0319] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凹負レンズ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なる第4Aレンズ群GAと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL43からなる第4Bレンズ群GBとを有する。なお、第4Bレンズ群GBを構成する負メニスカスレンズL43は、像側のガラスレンズ面（図30では物体側から数えて27番目の面）に非球面を形成した、非球面レンズである。
- [0320] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、両凸正レンズL51と、両凸正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL54とを有する。

第5レンズ群G5の最も像側に位置する負メニスカスレンズL54は、像側のガラスレンズ面（図30では物体側から数えて34番目の面）に非球面を形成した非球面レンズである。

[0321] 上記構成である本実施例に係るズームレンズでは、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レンズ群との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は減少するように、各レンズ群の間隔が変化する。

[0322] 絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G3とともに移動する。

[0323] また、本実施例に係るズームレンズでは、遠距離から近距離への合焦は、第2レンズ群G2を物体方向に繰り出すことによって行う。

[0324] また、手ぶれ補正（防振）は、第4Aレンズ群GAを光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより行う。

[0325] なお、第9実施例において、レンズ全系の焦点距離が f で、ぶれ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比、すなわち防振係数が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するには、ぶれ補正用の移動レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交方向の成分を持つように移動させればよい。第9実施例の広角端状態において、防振係数が1.06であり、焦点距離が28.8（mm）であるため、 0.58° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.27（mm）となる。また、第9実施例の望遠端状態において、防振係数が1.70であり、焦点距離が291.8（mm）であるため、 0.18° の回転ぶれを補正するための第4レンズ群G4の移動量は0.48（mm）となる。

[0326] 以下の表9に第9実施例に係るズームレンズの各諸元の値を掲げる。なお、表9における面番号1～34は、図30に示す面1～34に対応している。

[0327] （表9）

[全体諸元]

f	28.8	97.8	291.8
F n o	3.6	5.4	5.9
2 ω	76.3	24.0	8.2
Y	21.6	21.6	21.6
T L	155.259	200.892	230.440
B f	38.296	61.715	79.010

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	ν d
1	131.9600	1.000	1.85026	32.35
2	64.7763	10.026	1.49782	82.52
3	-1939.8917	0.100	1.00000	
4	64.6003	6.329	1.61800	63.38
5	410.2657	D5	1.00000	
*6	89.4836	0.100	1.55389	38.09
7	89.4836	1.000	1.81600	46.63
8	17.9244	7.340	1.00000	
9	-42.0840	1.000	1.81600	46.63
10	73.2932	0.100	1.00000	
11	36.7795	4.691	1.84666	23.78
12	-39.1344	1.214	1.00000	
13	-26.1074	1.000	1.81600	46.63
14	-3773.9951	D14	1.00000	
15	0.0000	0.500	1.00000	(絞り S)
16	224.1127	2.598	1.69680	55.52
17	-66.2510	0.100	1.00000	
18	30.7404	3.300	1.49782	82.56
19	-2017.6973	0.100	1.00000	

20	27.5622	1.000	1.84666	23.78
21	16.0865	5.531	1.51680	64.12
22	1640.3102	D22	1.00000	
23	-254.1339	1.000	1.81600	46.63
24	15.9374	3.355	1.85026	32.35
25	45.3566	5.500	1.00000	
26	-20.8777	1.000	1.81600	46.63
* 27	-53.9758	D27	1.00000	
28	67.5729	6.000	1.51860	69.89
29	-20.5166	4.000	1.00000	
30	47.4864	7.500	1.51742	52.32
31	-20.4408	1.500	1.81600	46.63
32	-56.8501	1.619	1.00000	
33	-33.4116	1.000	1.81600	46.63
* 34	-130.4172	Bf	1.00000	

[非球面データ]

第 6 面

$\kappa=8.332$, $A4=1.1402E-06$, $A6=5.3964E-10$, $A8=-2.3261E-11$,
 $A10=1.0349E-13$, $A12=0.0000E+00$

第 27 面

$\kappa=-3.0393$, $A4=4.0455E-06$, $A6=-5.4765E-09$, $A8=2.7129E-11$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第 34 面

$\kappa=0.181$, $A4=-1.3072E-06$, $A6=5.5840E-09$, $A8=-8.7610E-11$,
 $A10=2.5603E-13$, $A12=0.0000E+00$

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
D5	2.325	38.632	62.363

D14	26.770	12.676	1.198
D22	2.836	6.232	7.367
D27	5.530	2.134	1.000

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	107.36
G 2	6	-16.98
G 3	16	25.15
G 4	23	-21.73
G 5	28	32.44

[条件式対応値]

条件式 (13) $f_1 / (-f_4) = 4.94$

条件式 (14) $(-f_4) / f_t = 0.07$

条件式 (15) $(-f_2) / (-f_4) = 0.78$

条件式 (16) $(B_{f_t} - B_{f_w}) / f_3 = 1.62$

条件式 (17) $f_5 / f_t = 0.11$

条件式 (18) $f_1 / f_3 = 4.27$

[0328] 表9に示す諸元の表から、第9実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (13) ~ (18) を全て満たすことが分かる。

[0329] 図31(a), (b)は、それぞれ第9実施例に係るズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び0.58°の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。図32は、第9実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図33(a), (b)は、それぞれ第9実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図及び0.18°の回転ぶれに対してぶれ補正を行った際のメリディオナル横収差図である。

[0330] 各収差図から明らかなように、第9実施例では、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、優れた結像性能

を有することが分かる。

[0331] なお、上述の実施形態において、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。

[0332] 上記実施例では、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。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である。

[0333] また、単独又は複数のレンズ群、又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。前記合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モーター等の）モーター駆動にも適している。特に、第2レンズ群G2の少なくとも一部を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0334] 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、または、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。なお、移動としては、光軸上のある点を回転中心とした回転移動（揺動）でもよい。特に、第3レンズ群G3又は第4レンズ群G4の少なくとも一部を防振レンズ群とするのが好ましい。

[0335] また、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、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及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。また、レンズが非球面の場合、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。

- [0336] また、開口絞りSは、第3レンズ群G3又は第4レンズ群G4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、レンズ枠でその役割を代用してもよい。特に、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側がより好ましい。
- [0337] また、各レンズ面に、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。
- [0338] なお、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、変倍比が5～18倍であり、より好ましくは8～12倍である。
- [0339] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第1レンズ群G1が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。第1レンズ群G1は、物体側から順に、負正正の順番にレンズを配置するのが好ましい。
- [0340] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第2レンズ群G2が、正のレンズを1つと、負のレンズを3つ有するのが好ましい。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、負負正負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。
- [0341] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第3レンズ群G3が、正のレンズを3つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第3レンズ群G3は、物体側から順に、正正正の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。
- [0342] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第4レンズ群G4が、正のレンズを1つと、負のレンズを2つ有するのが好ましい。また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、負負の順番にレンズ成分を空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。
- [0343] また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第5レンズ群G5が、正のレンズを2つと、負のレンズを1つ有するのが好ましい。また、第5レンズ群G5は、物体側から順に、正正負の順番にレンズ成分を空気間隔を

介在させて配置するのが好ましい。

[0344] なお、本発明を分かりやすくするために、実施形態の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。

符号の説明

[0345] 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
 I 像面
 C A M デジタル一眼レフカメラ

請求の範囲

[請求項1] 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、

前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、

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。

条件式

$$0.01 < f_5 / f_t < 0.30$$

但し、 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離

[請求項2] 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.577 < (-f_2) / (-f_4) < 1.200$$

の条件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。

[請求項3] 前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離 f_t としたとき、次式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.25$$

の条件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。

[請求項4] 前記第4レンズ群は、負の屈折力を有するレンズ群G Aと、前記レンズ群G Aの像側に隣接して配置され、負の屈折力を有するレンズ群G Bとから構成され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5] 前記レンズ群G Bは、少なくとも1つの非球面を含むことを特徴と

する請求項4に記載のズームレンズ。

[請求項6] 光軸と直交方向の成分を持つように移動する前記レンズ群の焦点距離を f_A とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < (-f_A) / f_t < 0.40$$

の条件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。

[請求項7] 前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 としたとき、次式

$$1.10 < f_5 / (-f_4) < 2.00$$

の条件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。

[請求項8] 前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の無限遠合焦時の広角端状態における焦点距離を f_w としたとき、次式

$$0.11 < f_5 / f_w < 3.20$$

の条件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。

[請求項9] 前記第4レンズ群は、接合レンズを有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10] 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レンズ群との間隔は増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は増大し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は減少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11] 広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第3レンズ群と前記第5レンズ群とが一体で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12] 前記第3レンズ群は、正の屈折力を有する3つのレンズ群を有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13] 前記第3レンズ群は、少なくとも2つの接合レンズを含む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14] 前記第5レンズ群は、少なくとも正屈折力の2つのレンズ群と、負屈折力のレンズ群とを有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15] 前記第5レンズ群は、少なくとも1つの接合レンズを含む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16] 前記第2レンズ群は、少なくとも非球面を有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17] 前記第4レンズ群は、少なくとも1つの非球面を有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18] 無限遠物体から近距離物体への合焦は、前記第2レンズ群の少なくとも一部を光軸方向に移動させて行う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19] 請求項1に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。
- [請求項20] 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、
 前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、
 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。
 条件式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20$$

 但し、 f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、
 f_t : レンズ全系の望遠端状態における焦点距離
- [請求項21] 前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、前記第4レンズ群の焦点

距離を f_4 としたとき、次式

$$0.80 < f_5 / (-f_4) < 3.50$$

の条件を満足することを特徴とする請求項20に記載のズームレンズ。

[請求項22] 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.45 < (-f_2) / (-f_4) < 1.25$$

の条件を満足することを特徴とする請求項20に記載のズームレンズ。

[請求項23] 前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

の条件を満足することを特徴とする請求項20に記載のズームレンズ。

[請求項24] 前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とし、レンズ全系の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < f_5 / f_t < 0.35$$

の条件を満足することを特徴とする請求項20に記載のズームレンズ。

[請求項25] 望遠端状態におけるバックフォーカスを Bf_t とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

次式

$$1.35 < (Bf_t - Bf_w) / f_3 < 1.80$$

の条件を満足することを特徴とする請求項20に記載のズームレンズ。

[請求項26] 請求項20に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

[請求項27] 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、

前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、

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。

条件式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

但し、 f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

[請求項28] 前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第3レンズ群の焦点距離 f_3 としたとき、次式

$$3.50 < f_1 / f_3 < 4.60$$

の条件を満足することを特徴とする請求項27に記載のズームレンズ。

[請求項29] 物体側から順に並んだ、第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群とを有するズームレンズを製造する方法であり、

前記第1レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第2レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第3レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第4レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第5レンズ群は正の屈折力を有するように各レンズを配置し、

前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は光軸と直交方向の成分を持つような移動が可能であるように配置し、

前記第1～前記第5レンズ群は、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、また、以下の条件式を満足するように配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

条件式

$$0.01 < f_5 / f_t < 0.30$$

但し、 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離

[請求項30] 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.577 < (-f_2) / (-f_4) < 1.200$$

の条件を満足することを特徴とする請求項29に記載のズームレンズの製造方法。

[請求項31] 光軸と直交方向の成分を持つように移動する前記レンズ群の焦点距離を f_A とし、レンズ全系の無限遠合焦時の望遠端状態における焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.05 < (-f_A) / f_t < 0.40$$

の条件を満足することを特徴とする請求項29に記載のズームレンズの製造方法。

[請求項32] 物体側から順に並んだ、第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群とを有するズームレンズを製造する方法であり、

前記第1レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第2レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第3レンズ群は正の屈折力を有するように、前記第4レンズ群は負の屈折力を有するように、前記第5レンズ群は正の屈折力を有するように各レンズを配置し、

前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、

前記第 1 ～前記第 5 レンズ群は、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、また、以下の条件式を満足するように配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

条件式

$$0.01 < (-f_4) / f_t < 0.20$$

但し、 f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離、

f_t : レンズ全系の望遠端状態における焦点距離

[請求項33] 前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 とし、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.80 < f_5 / (-f_4) < 3.50$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 32 に記載のズームレンズの製造方法。

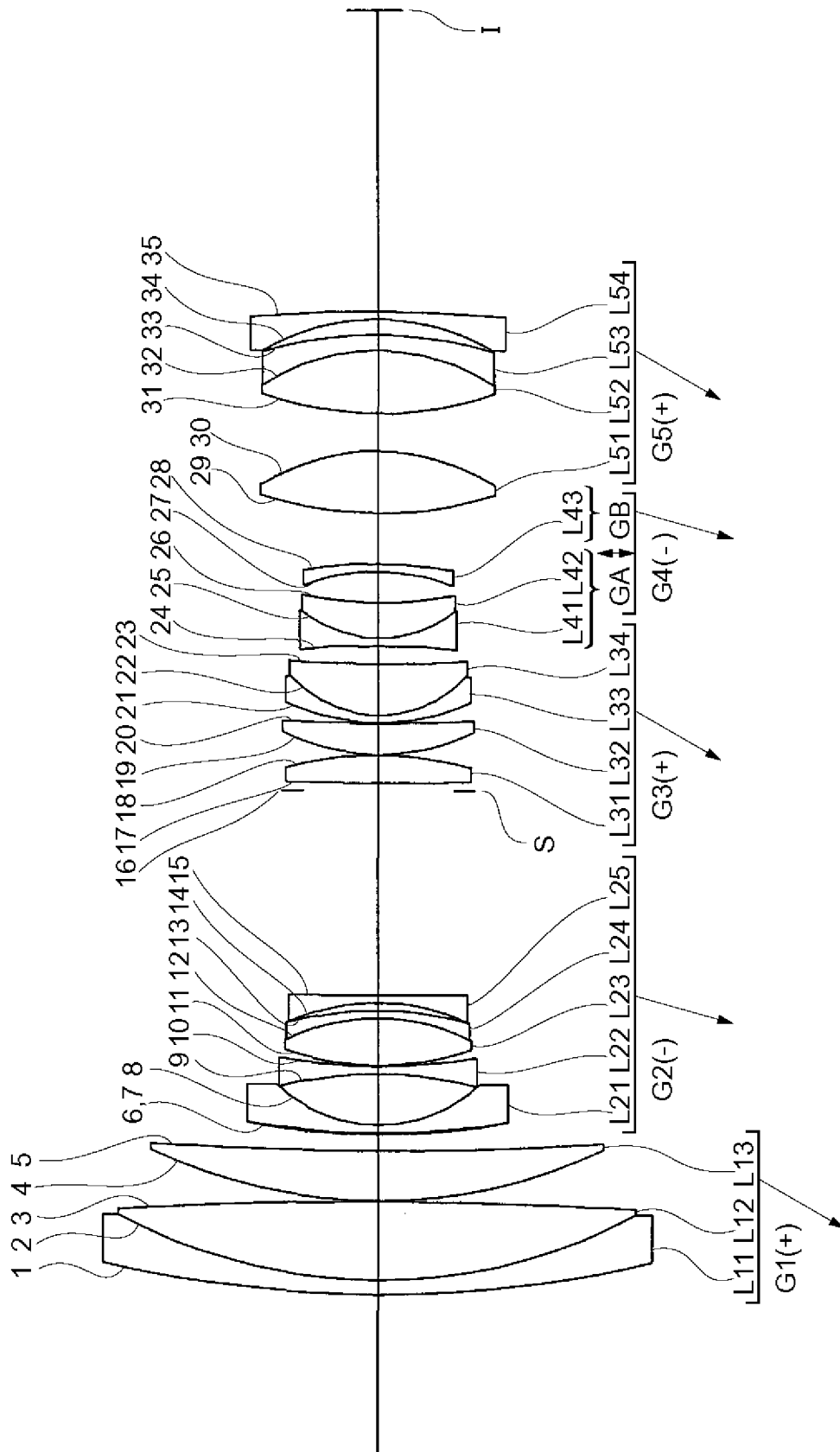
[請求項34] 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$3.45 < f_1 / (-f_4) < 6.00$$

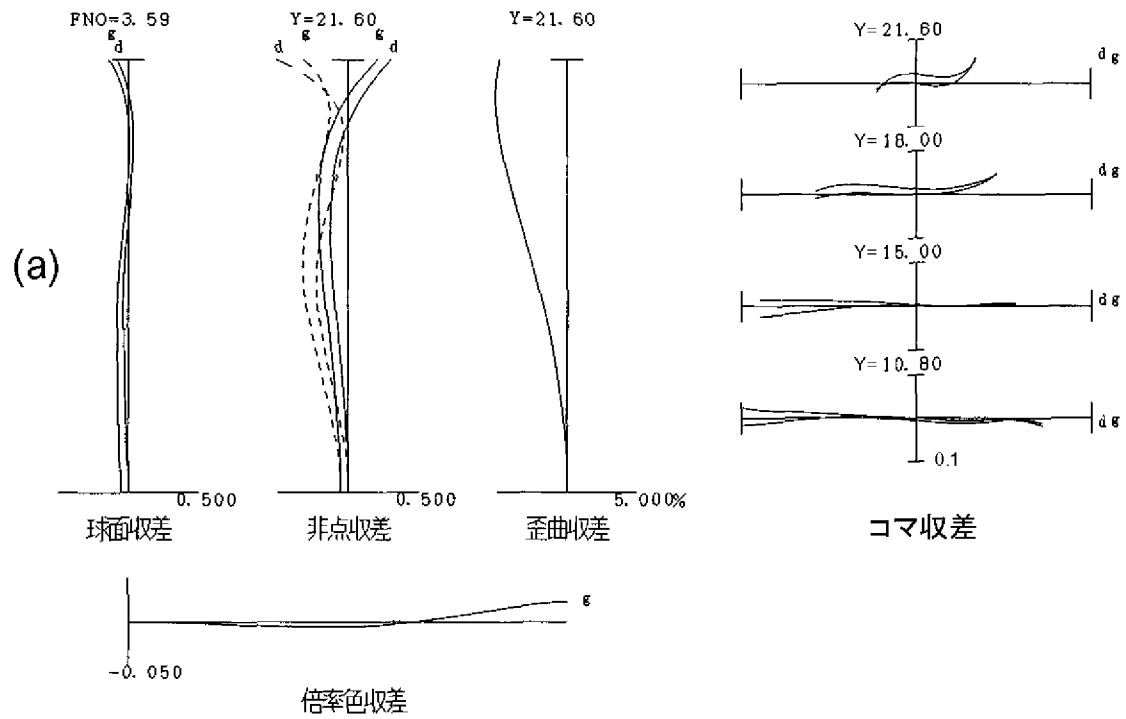
の条件を満足することを特徴とする請求項 32 に記載のズームレンズの製造方法。

[図1]

(第1実施例)



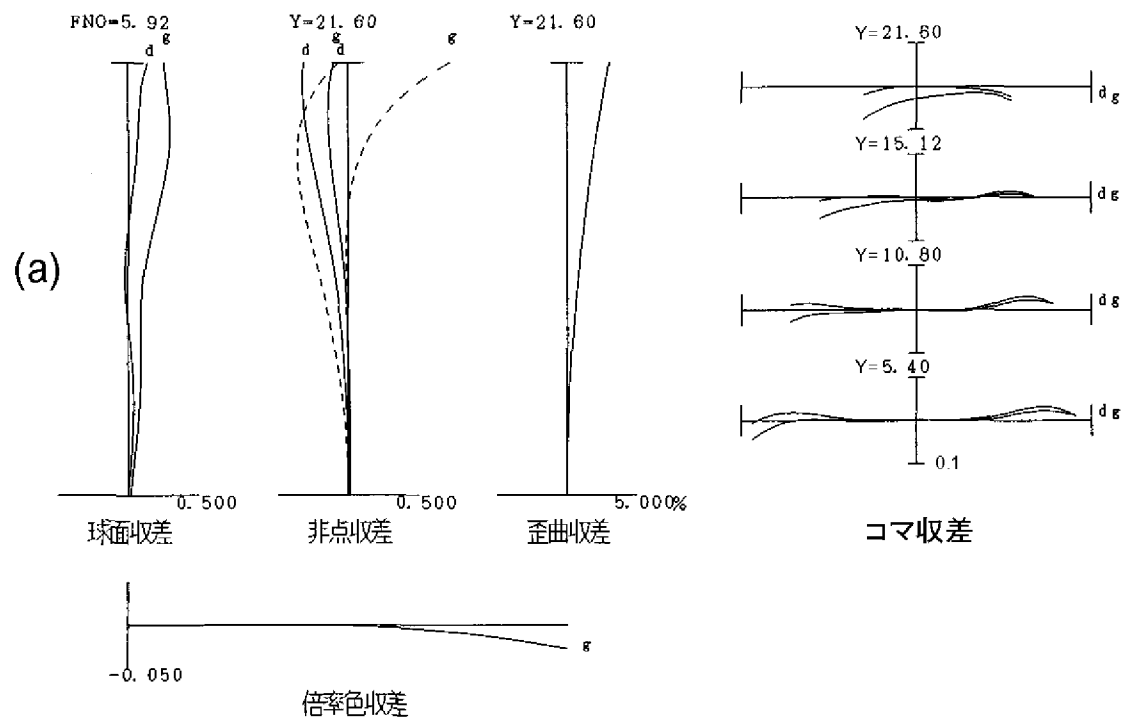
[図2]



(b)



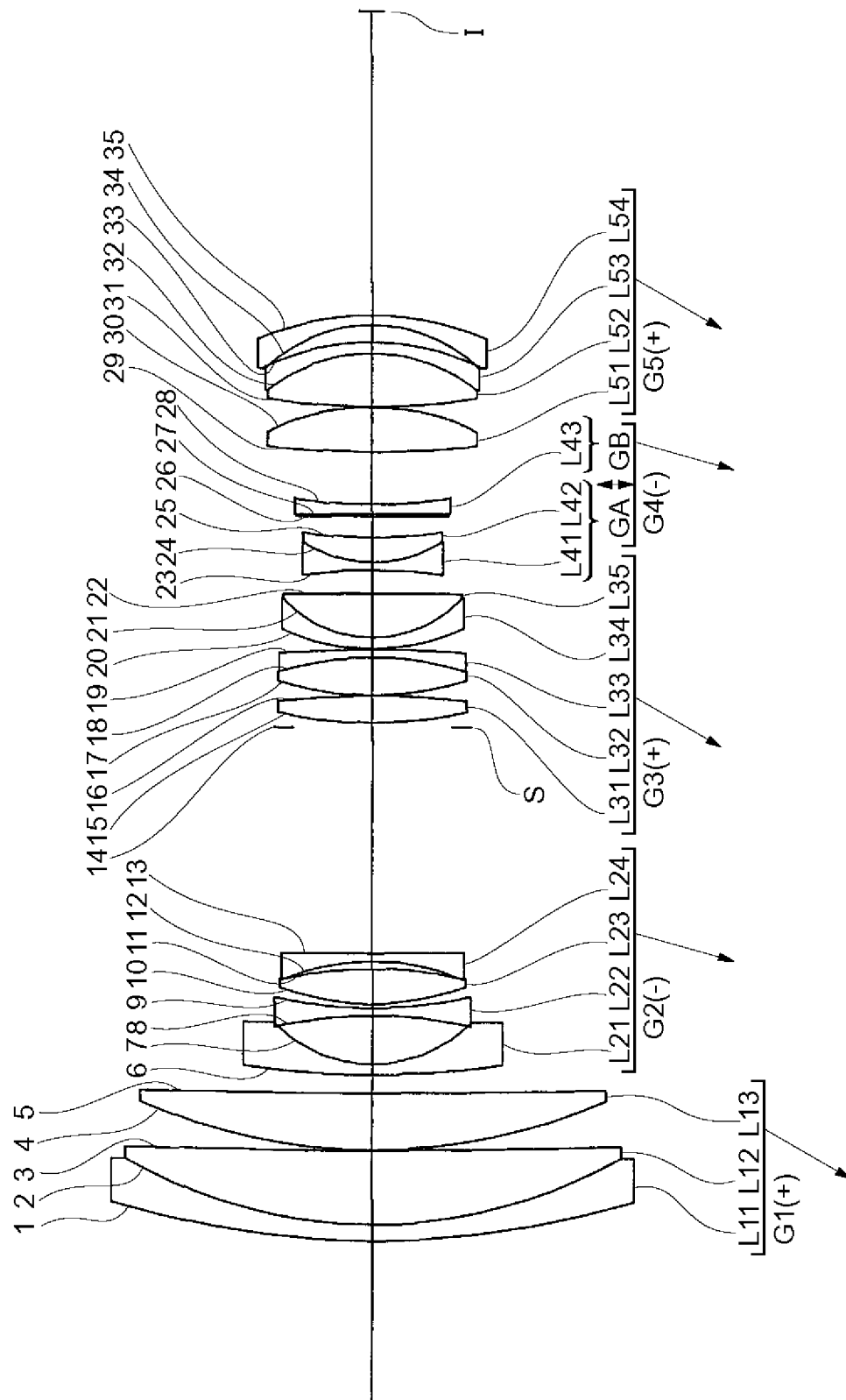
[図3]



(b)

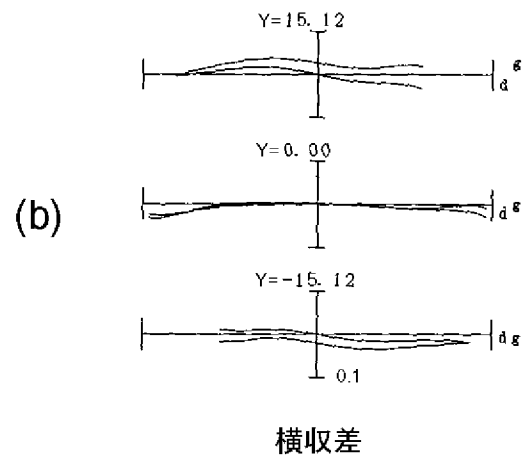
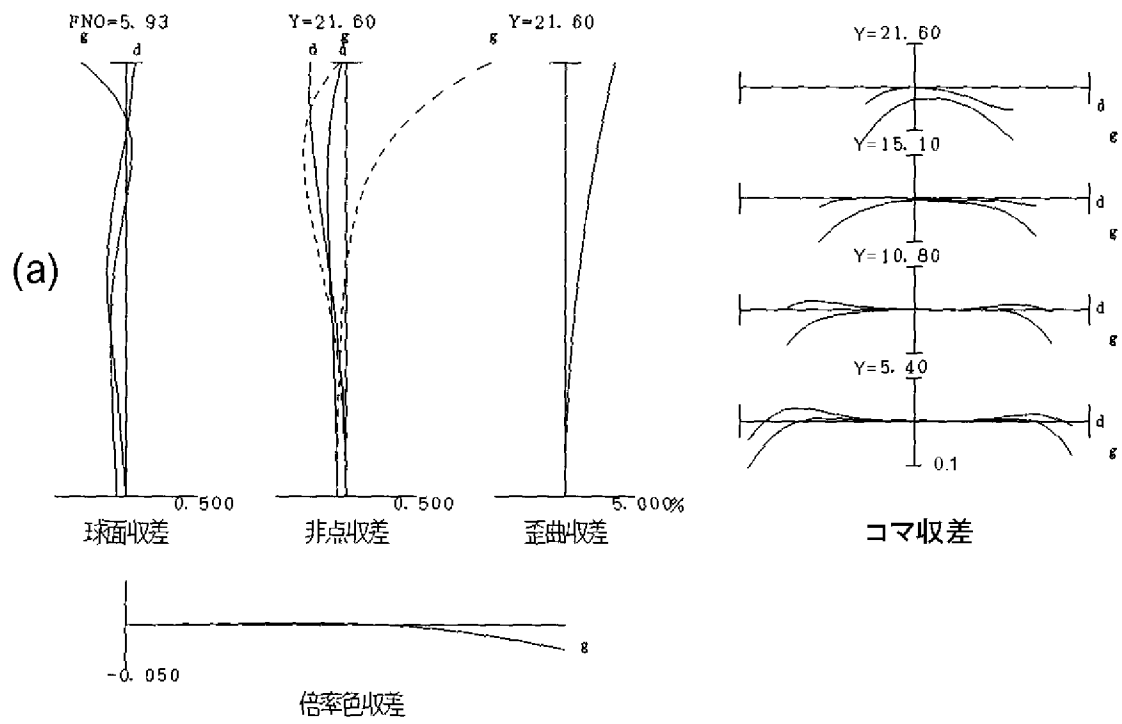


[図4]

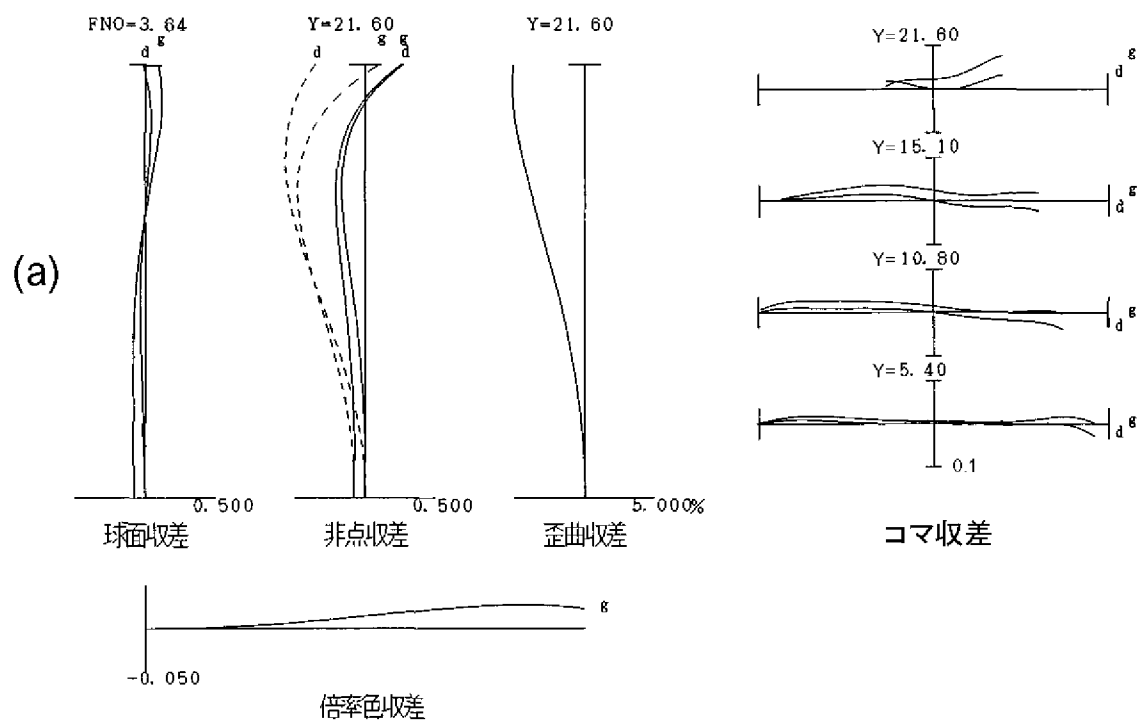


(第2実施例)

[図5]



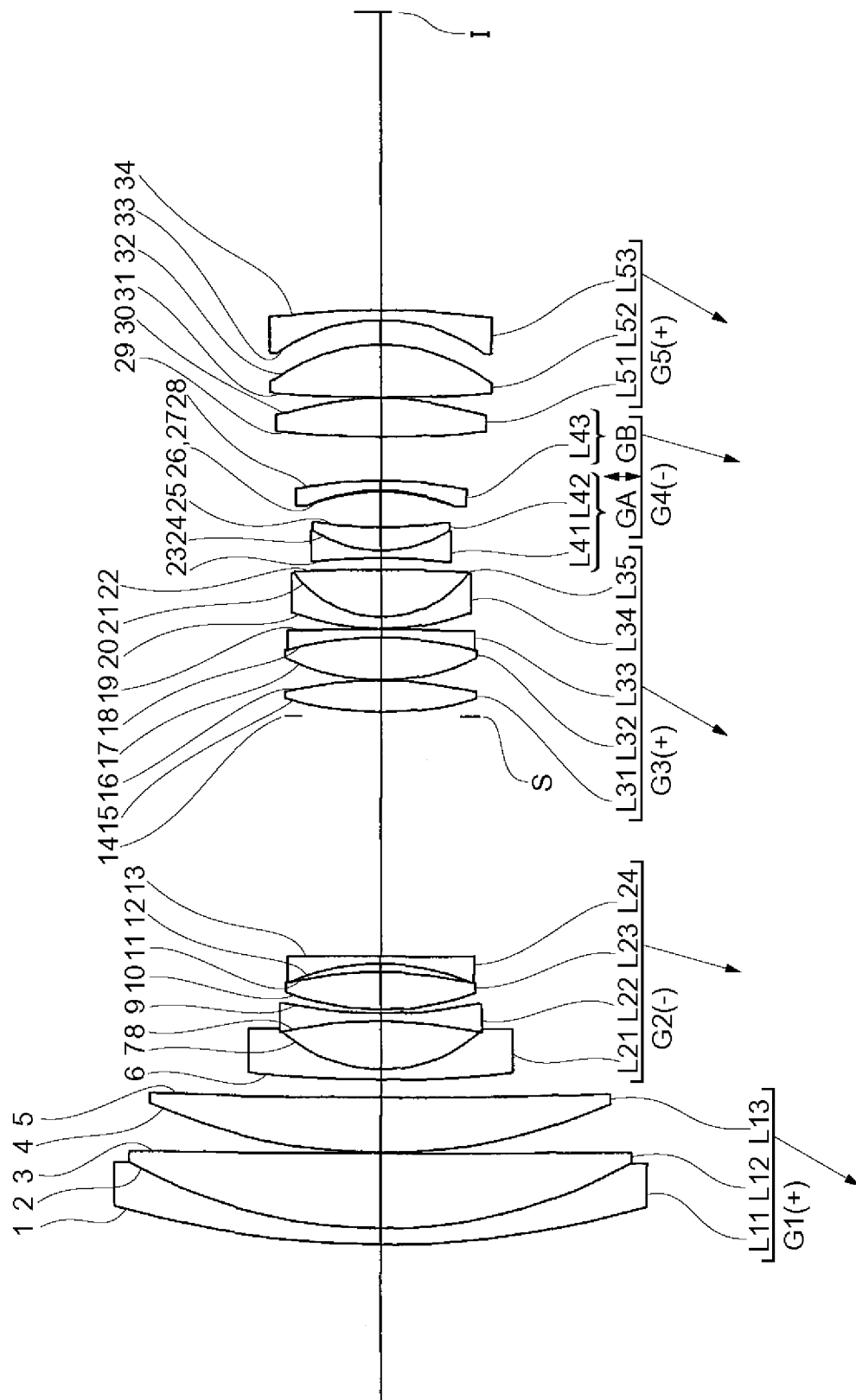
[図6]



(b)

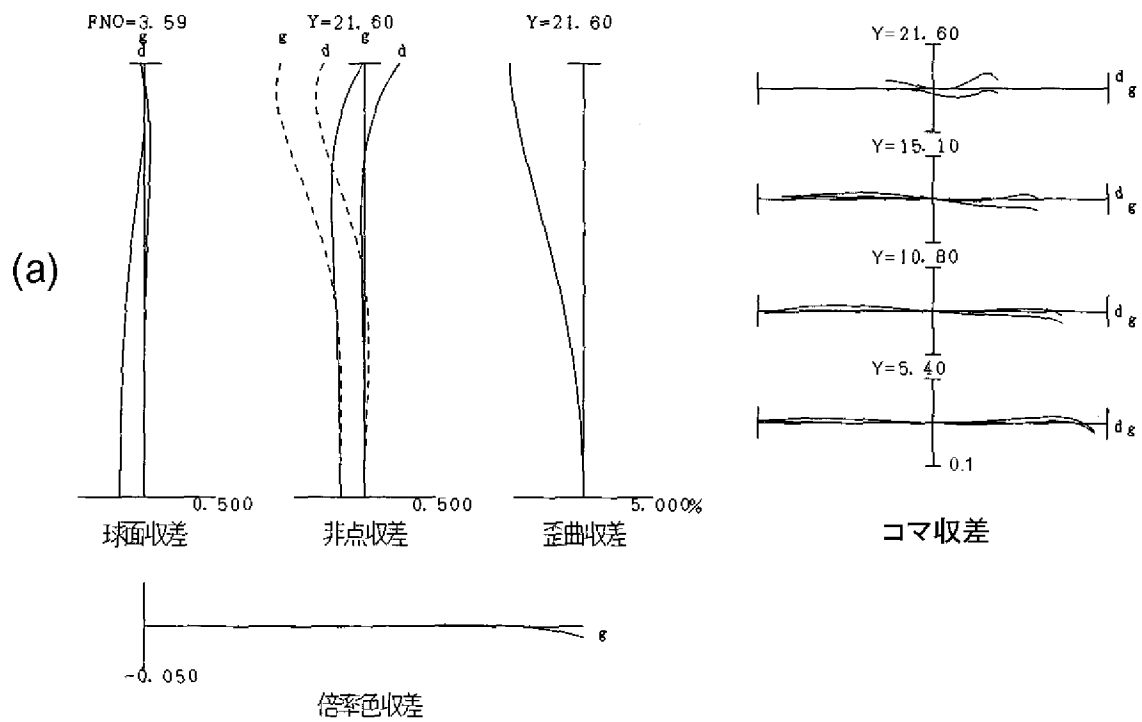


[図7]

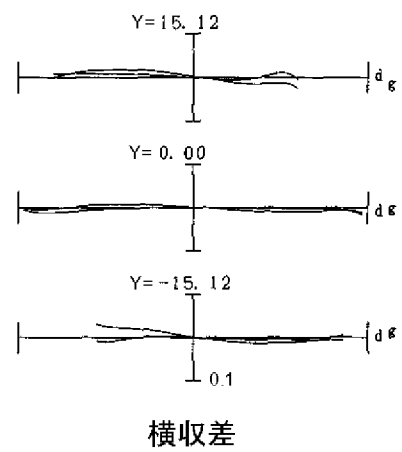


(第3実施例)

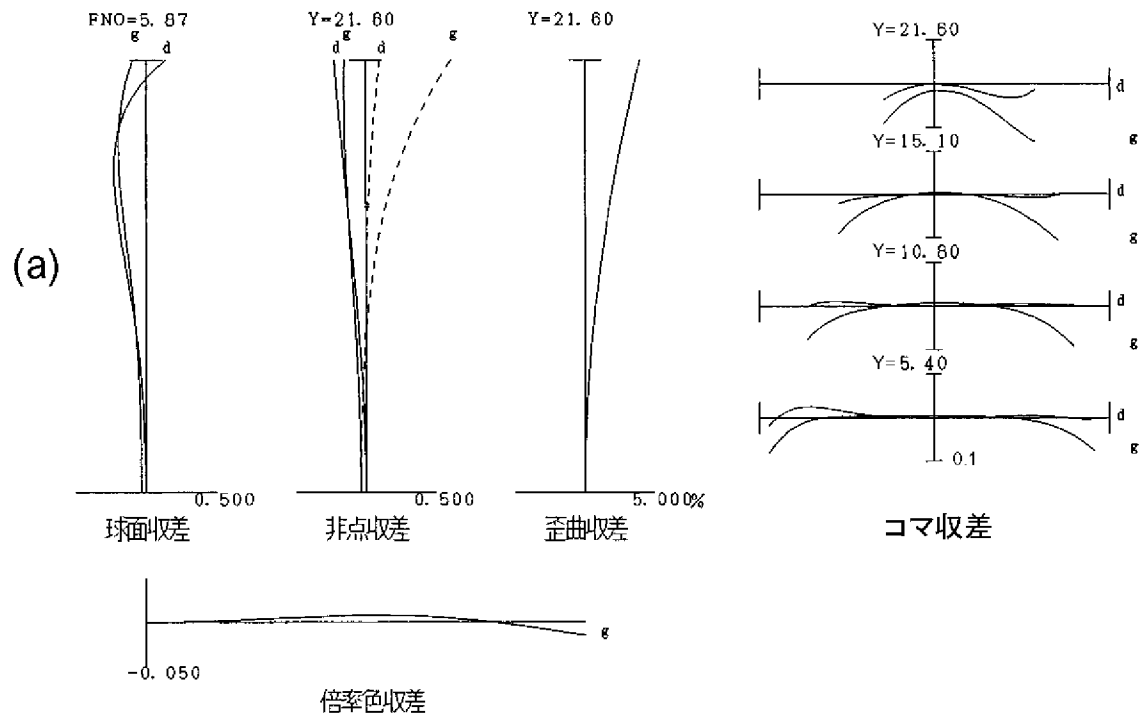
[図8]



(b)



[図9]

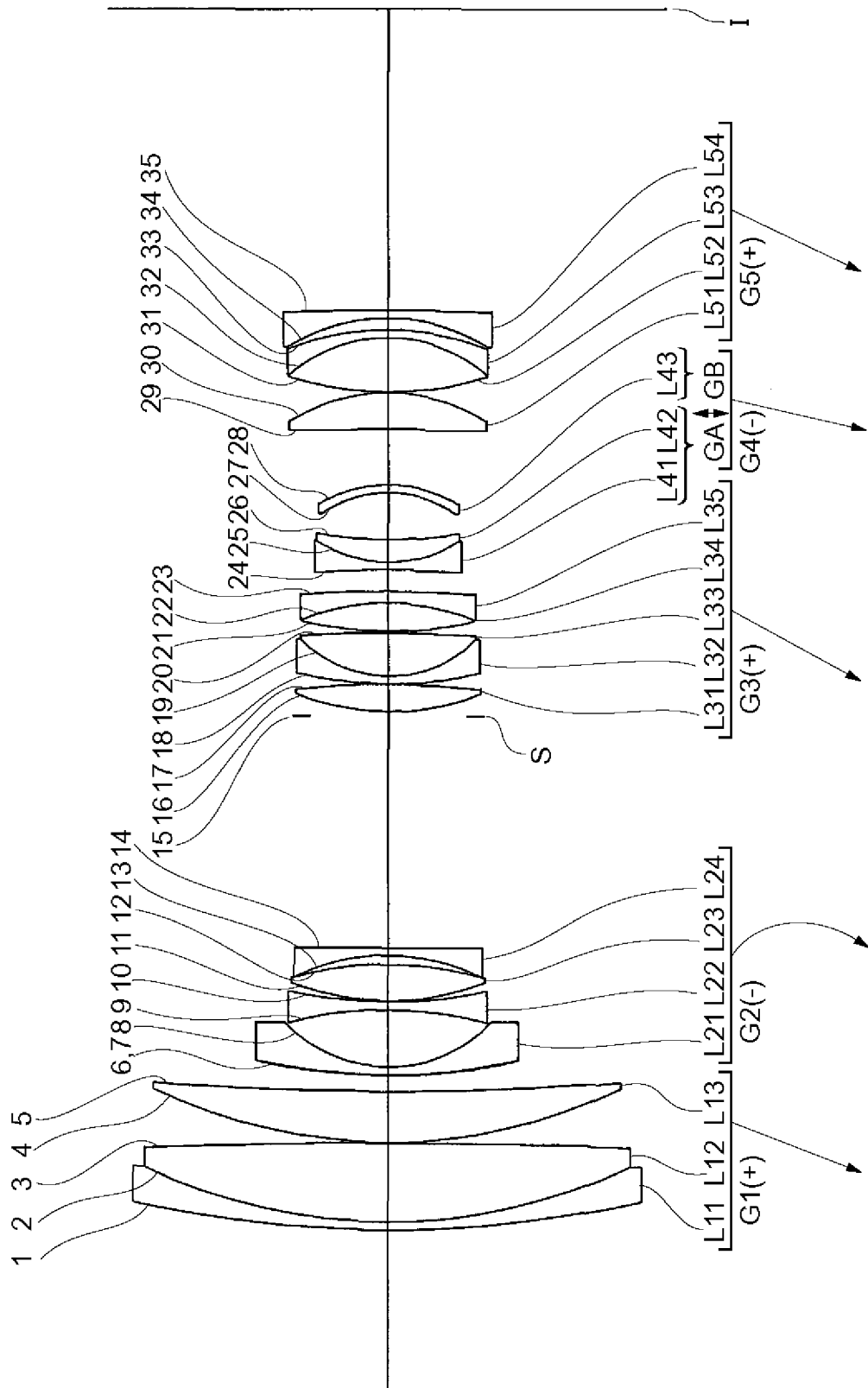


(b)

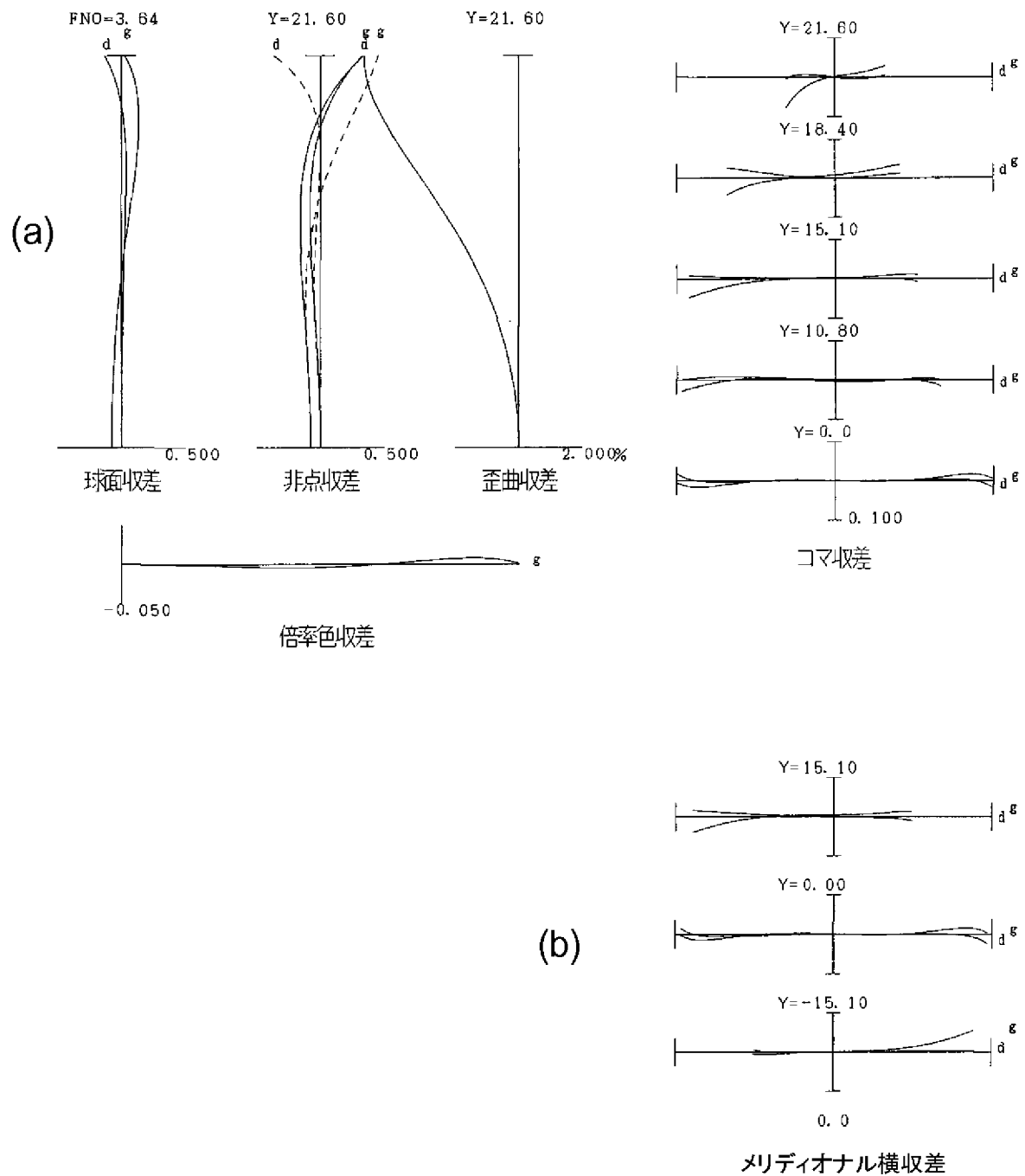


[図10]

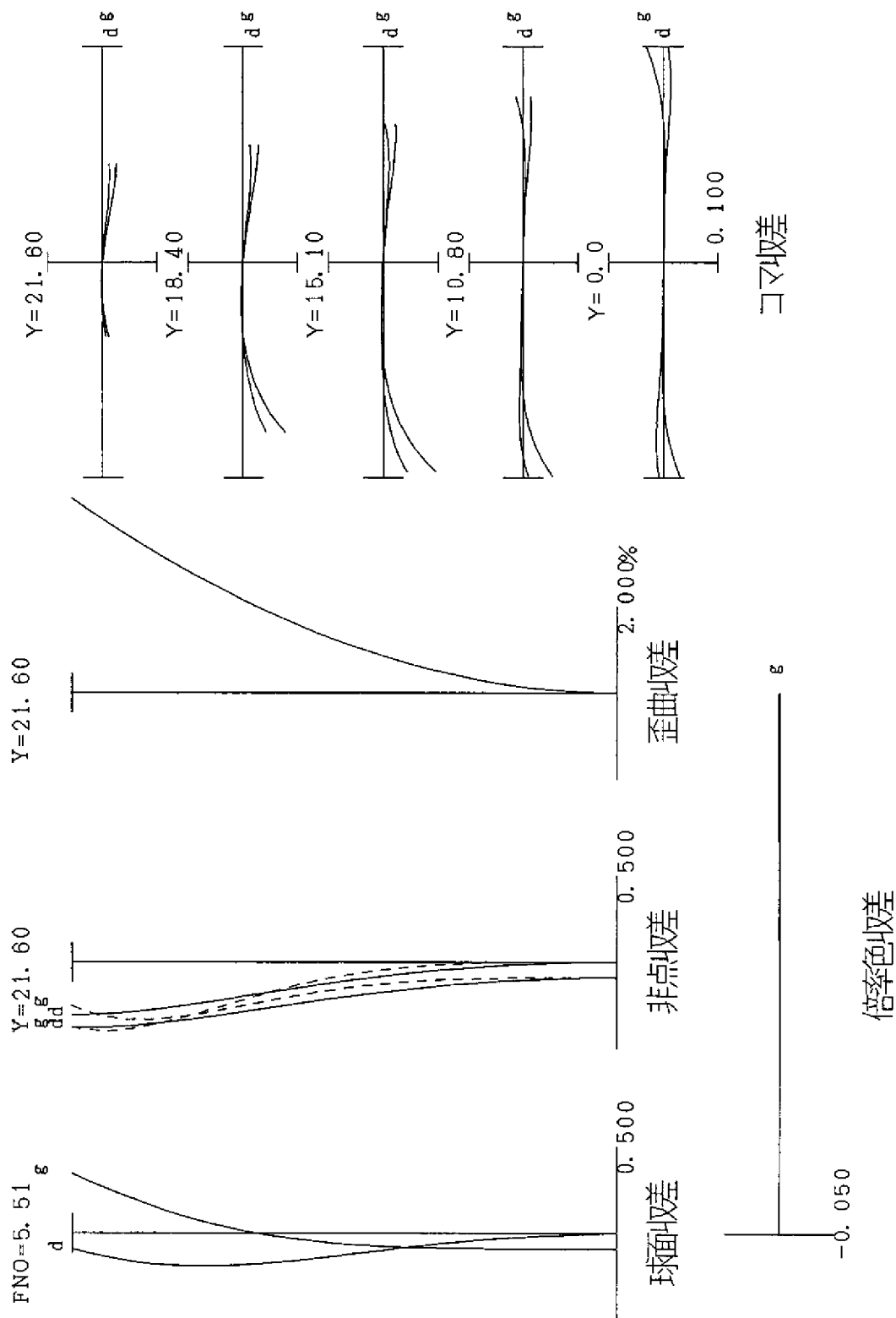
(第4実施例)



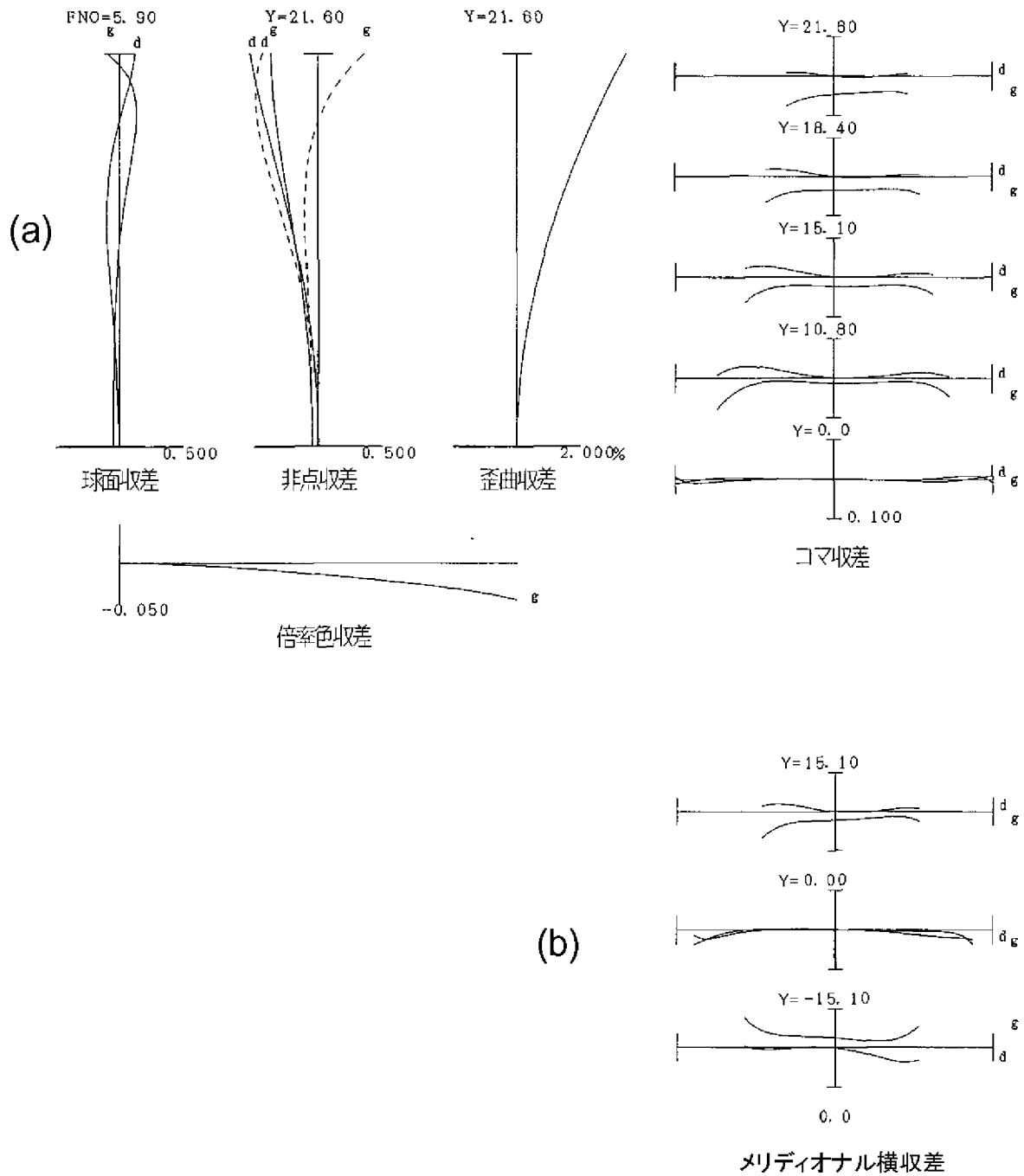
[図11]



[図12]

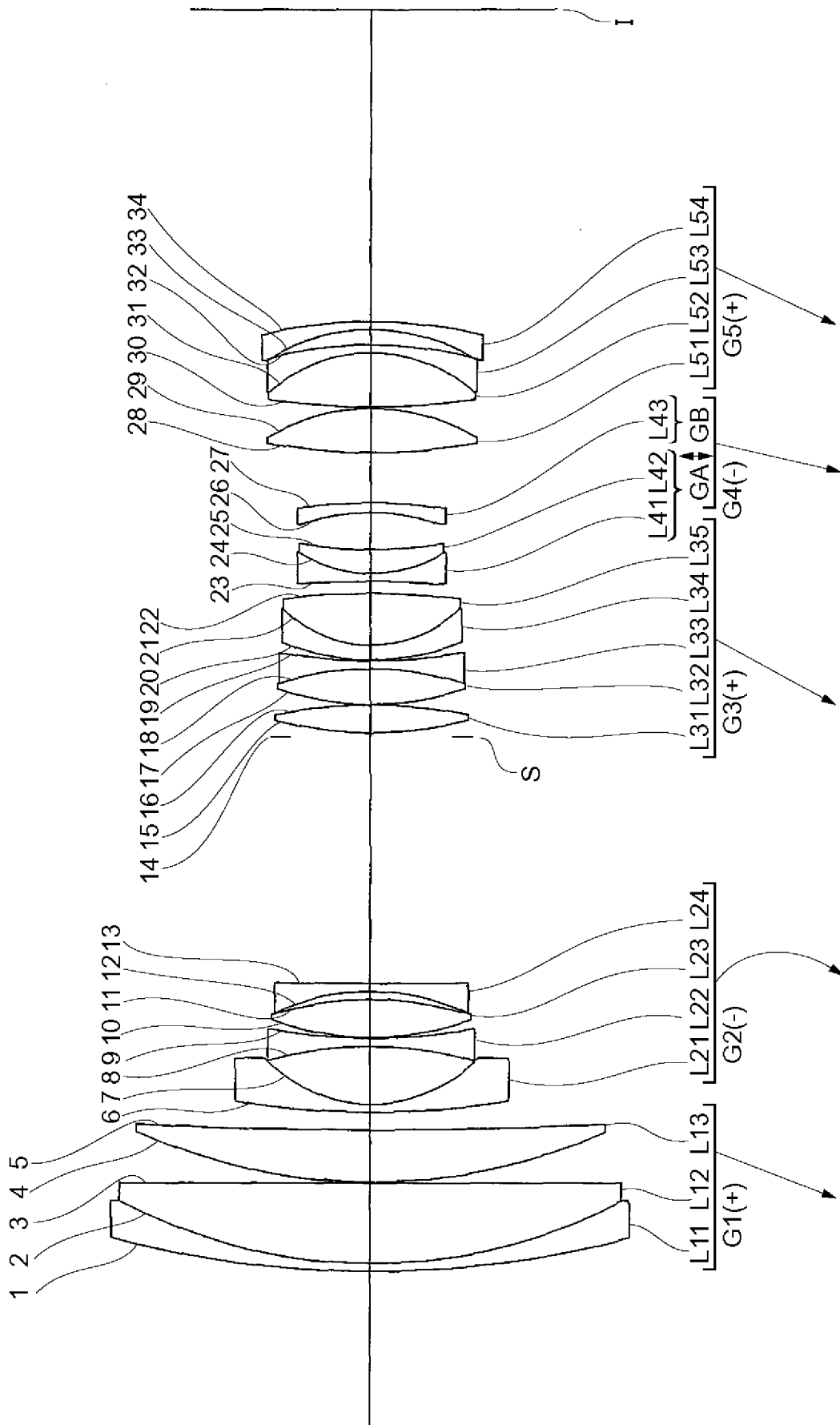


[図13]

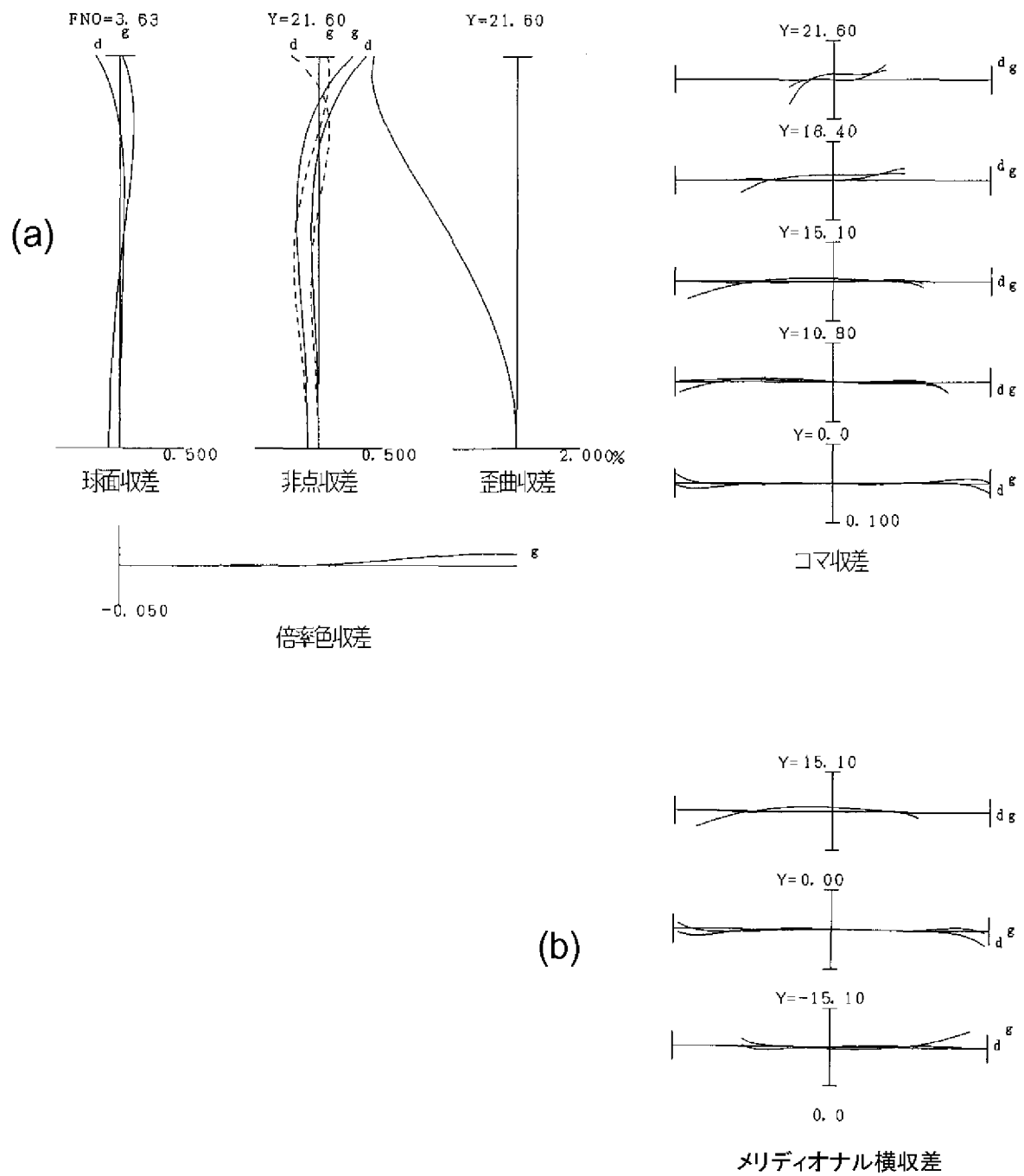


[図14]

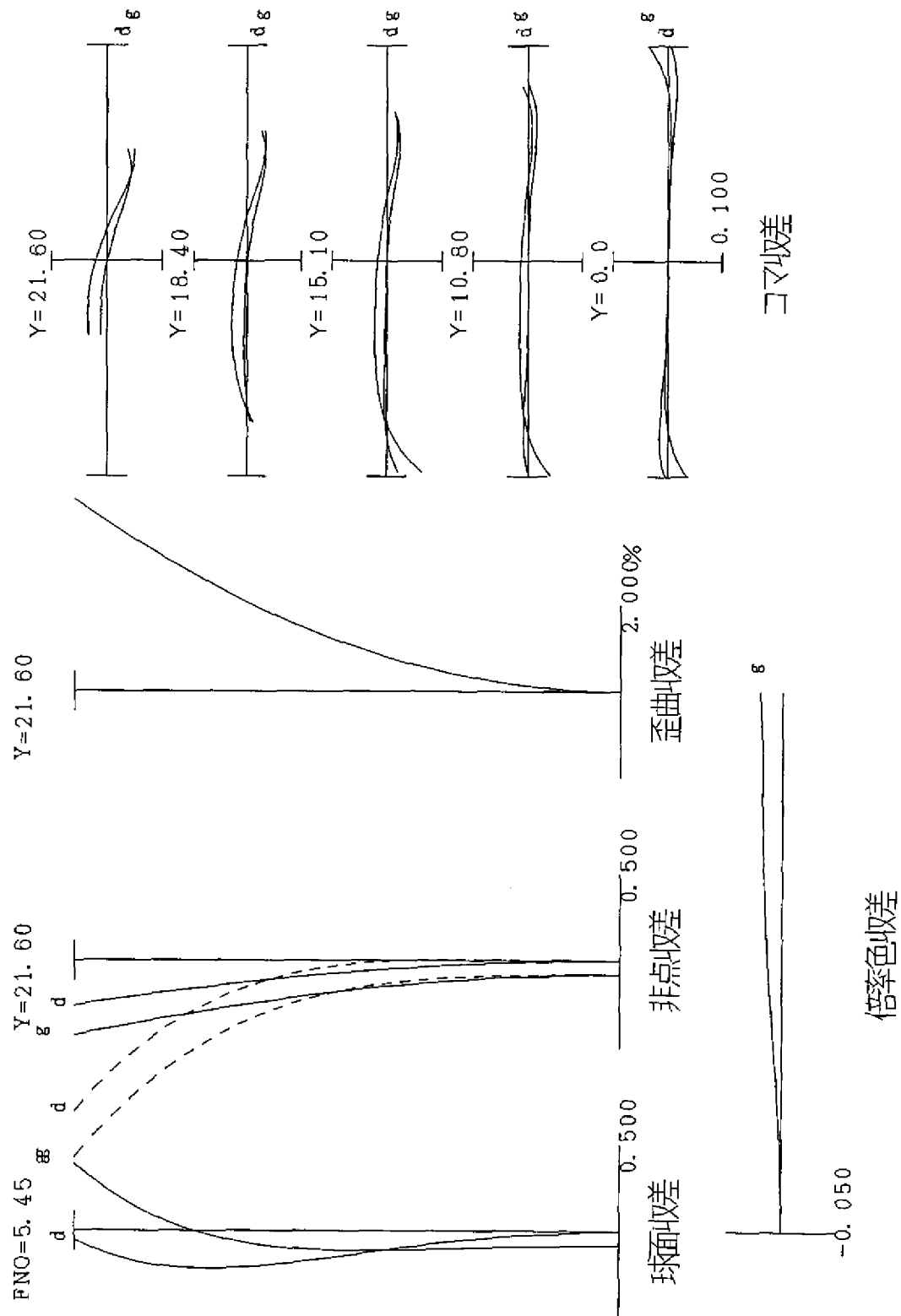
(第5実施例)



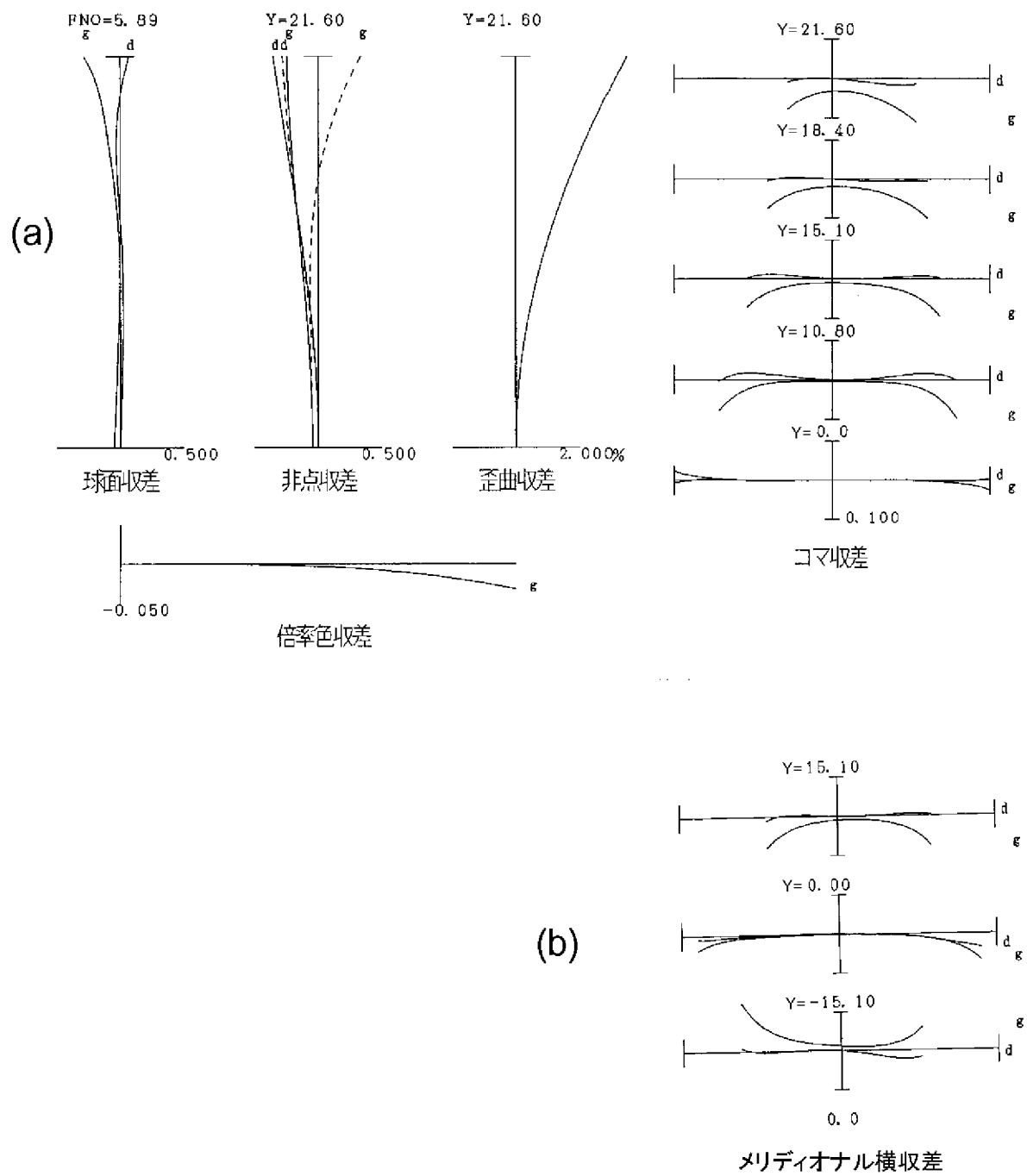
[図15]



[図16]

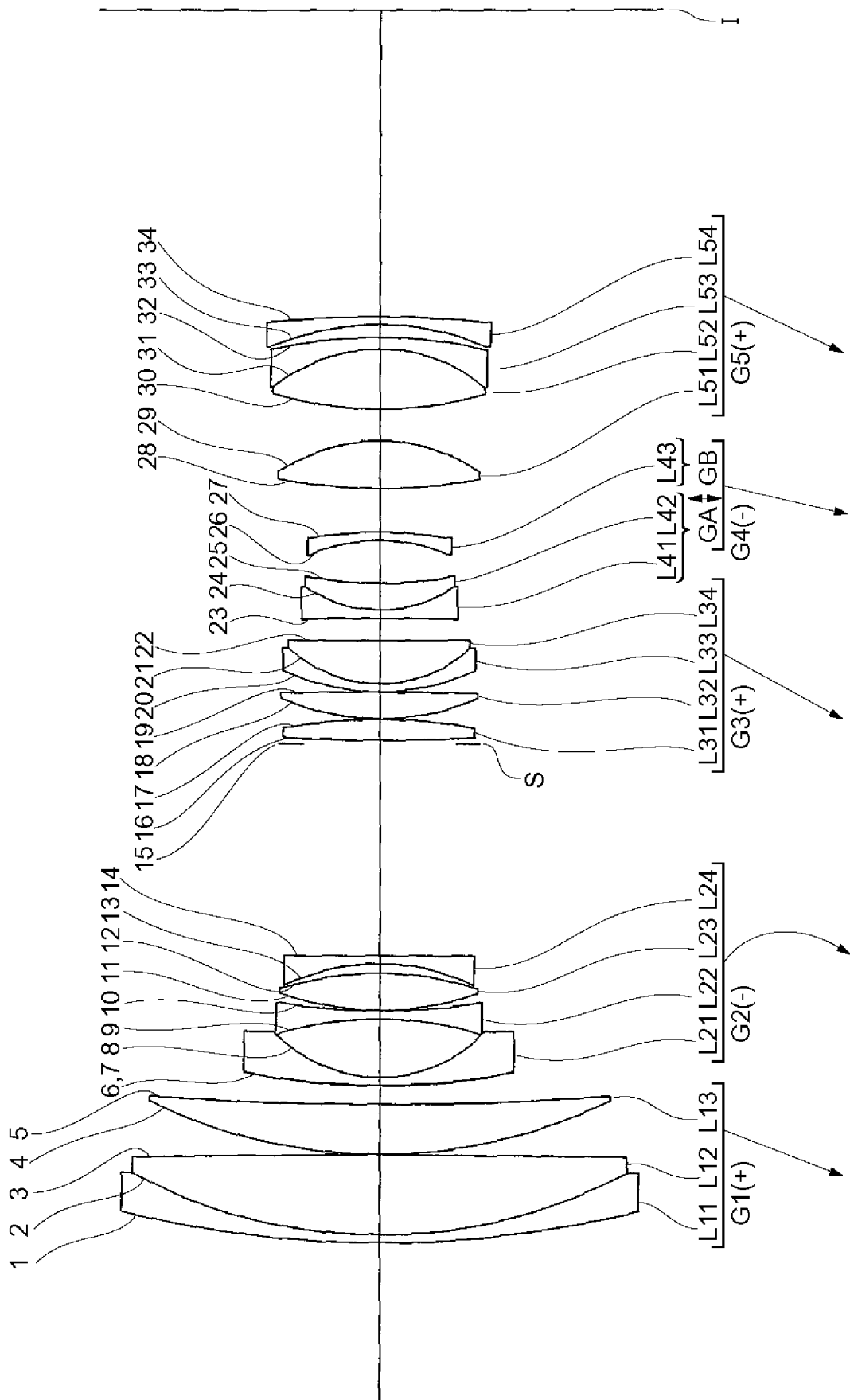


[図17]

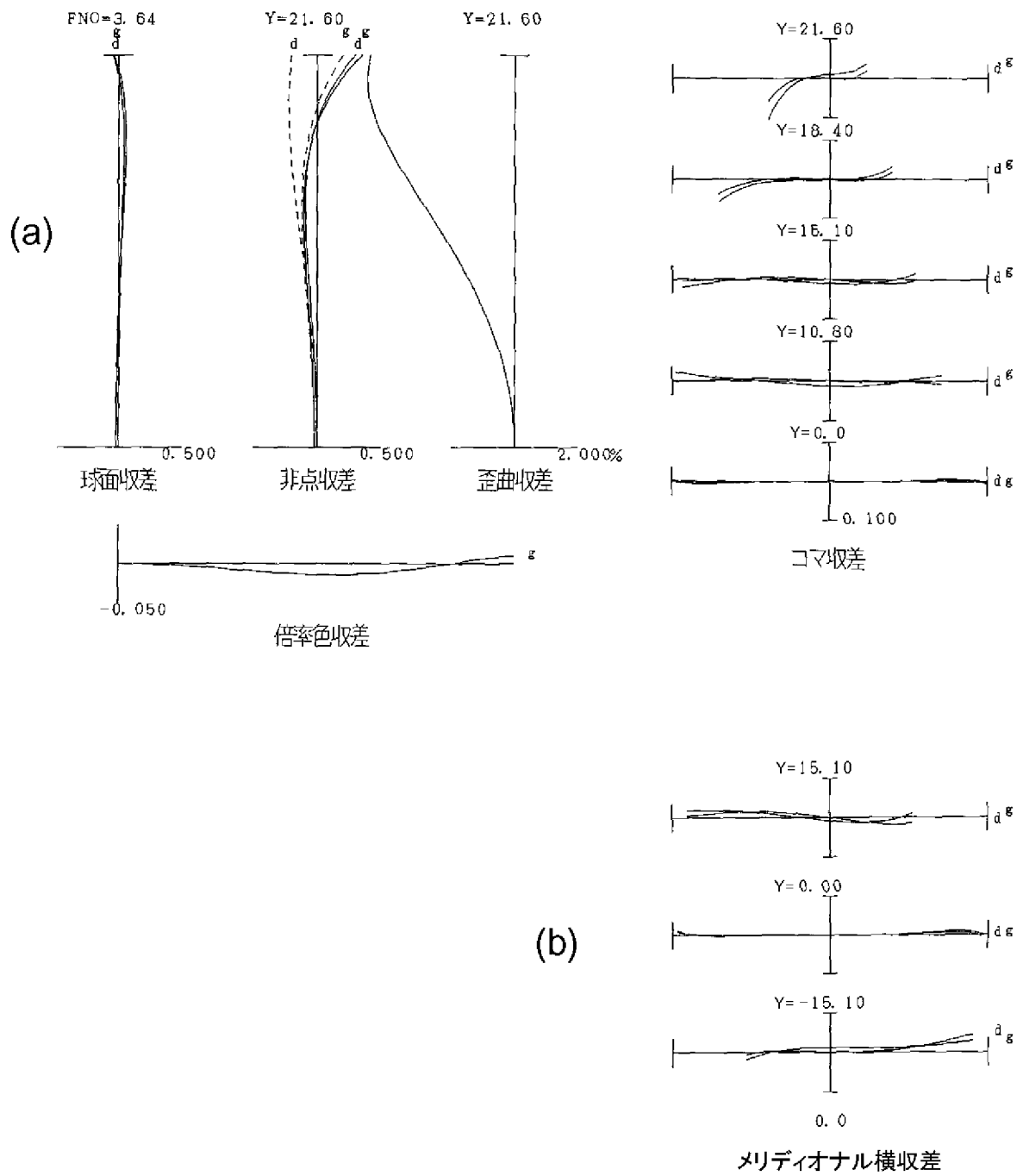


[図18]

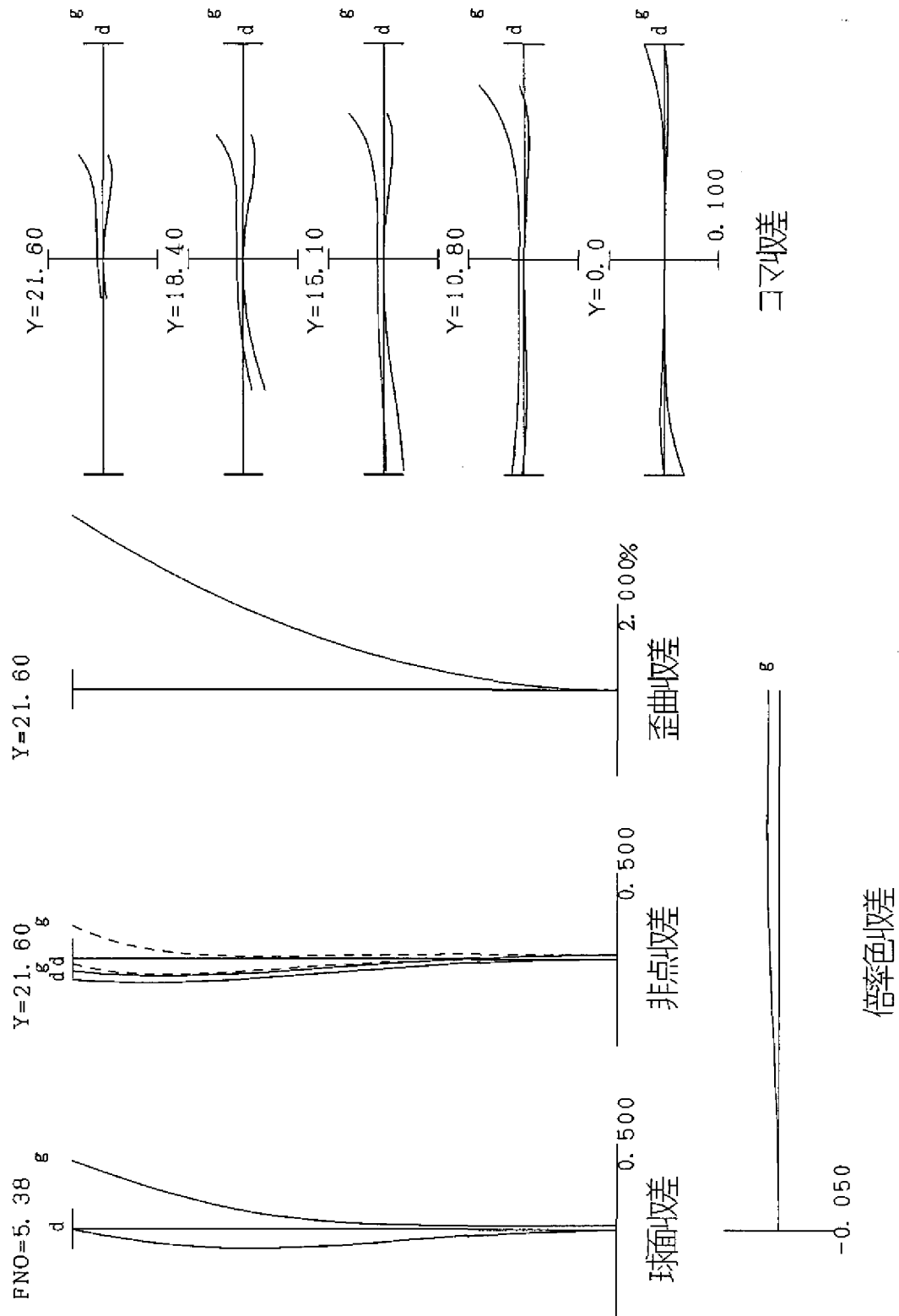
(第6実施例)



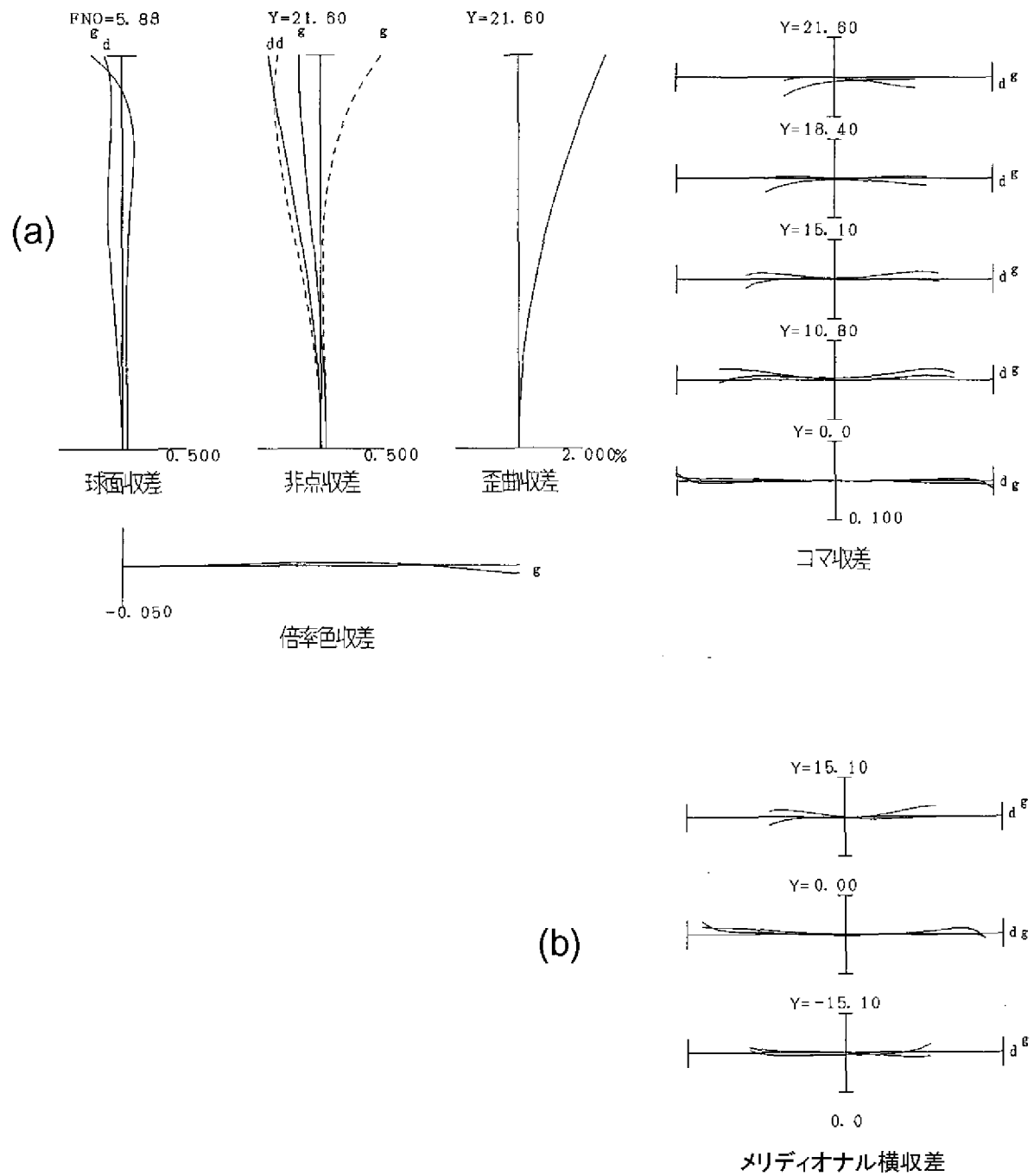
[図19]



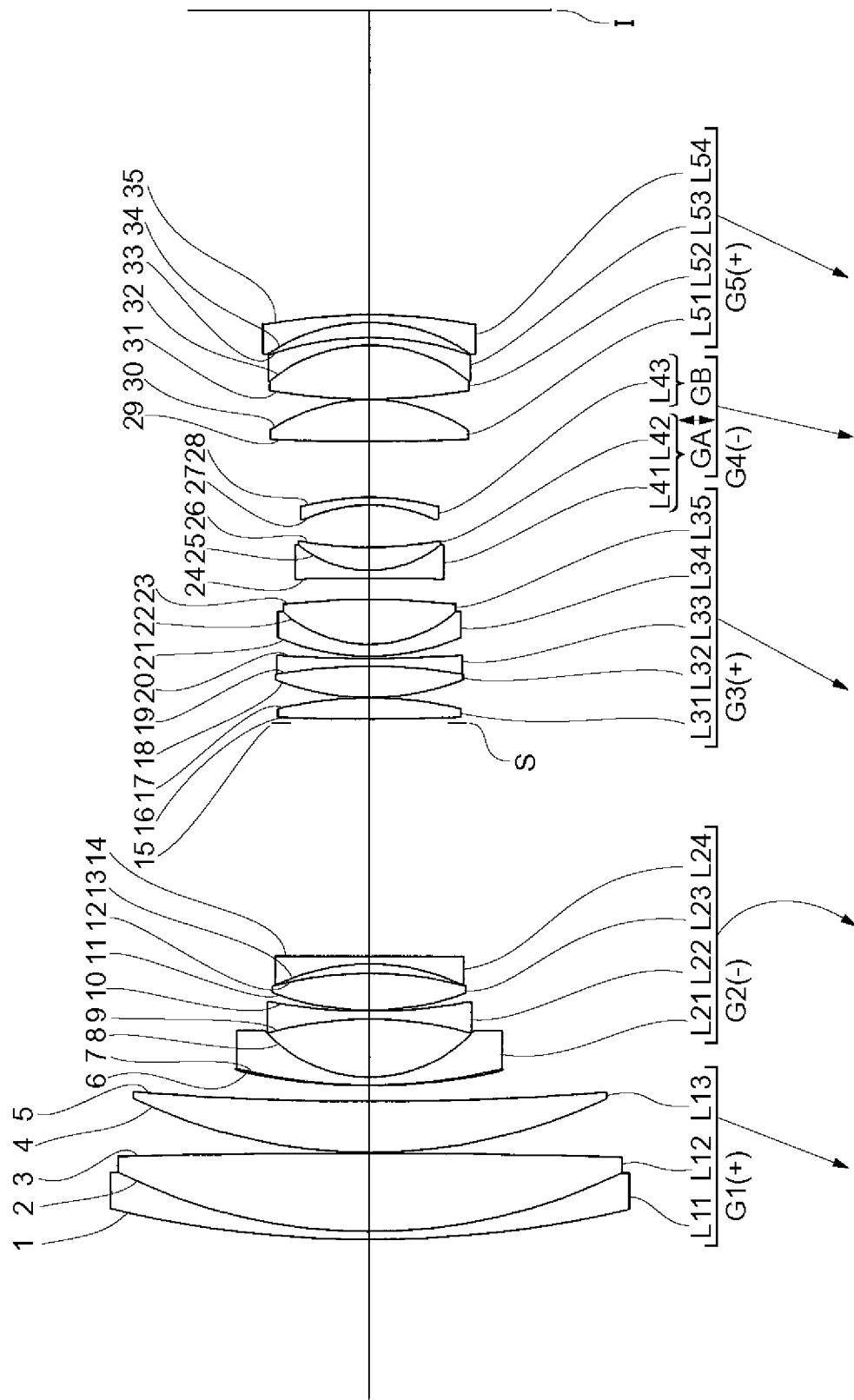
[図20]



[図21]

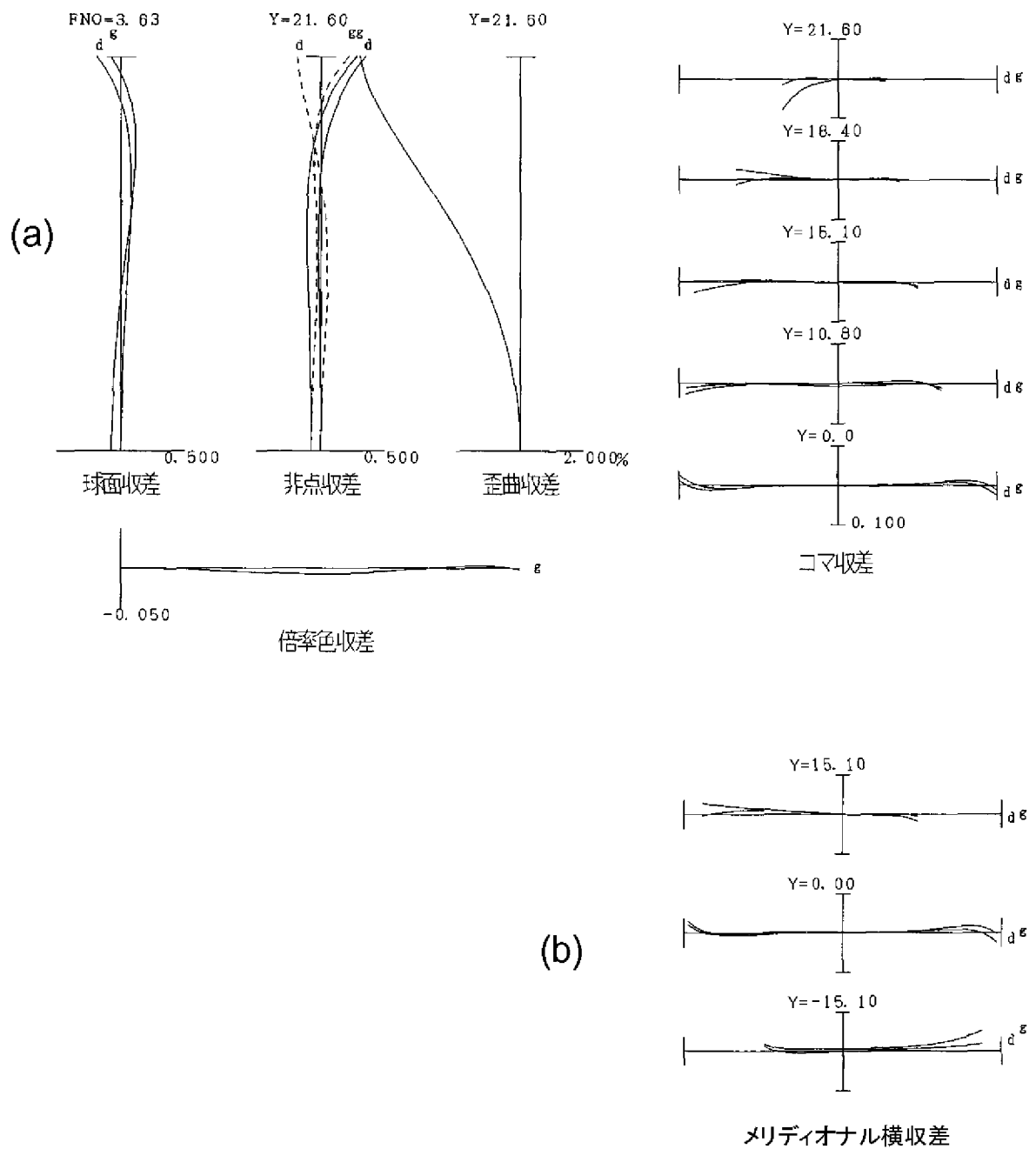


[図22]

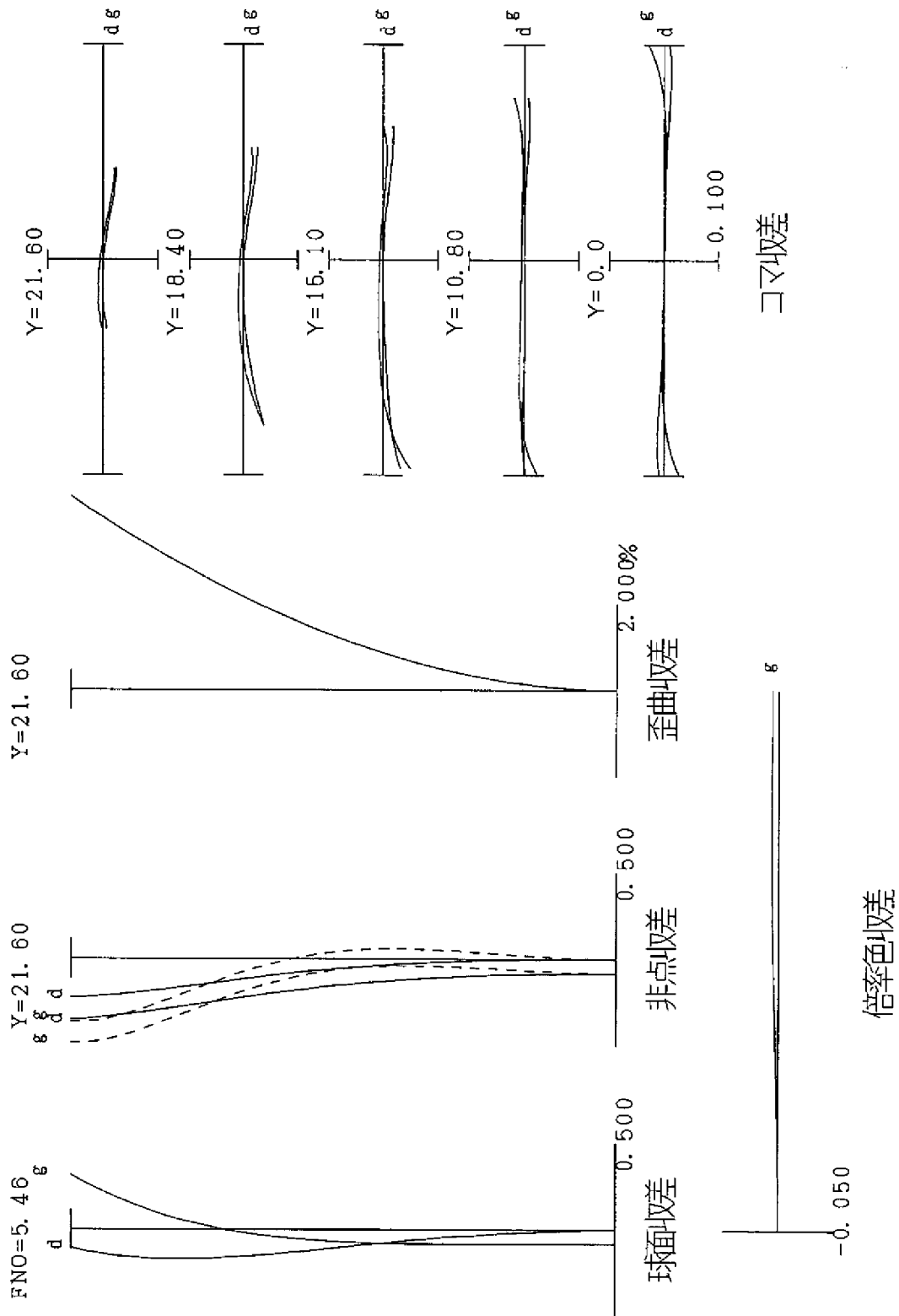


(第7実施例)

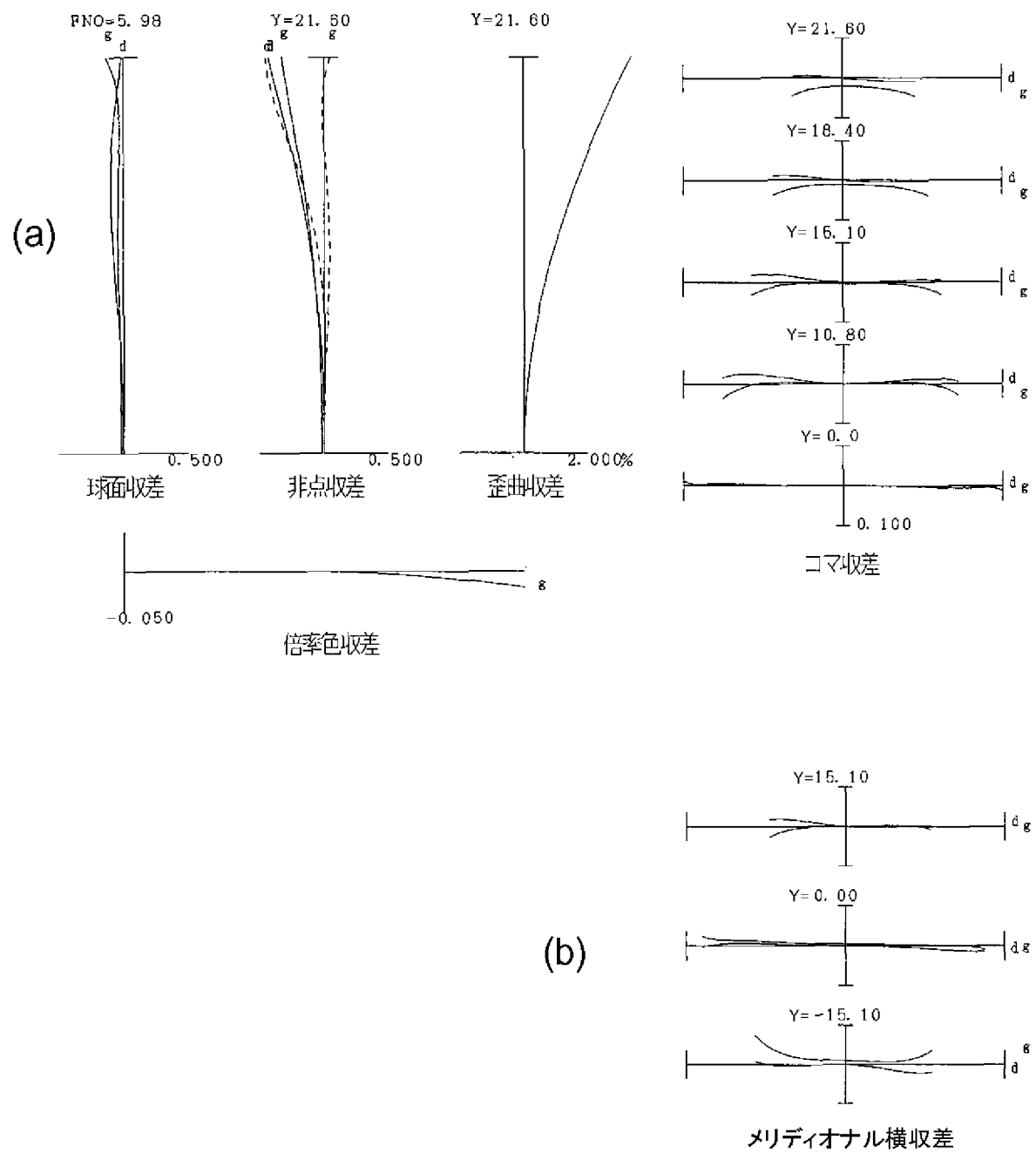
[図23]



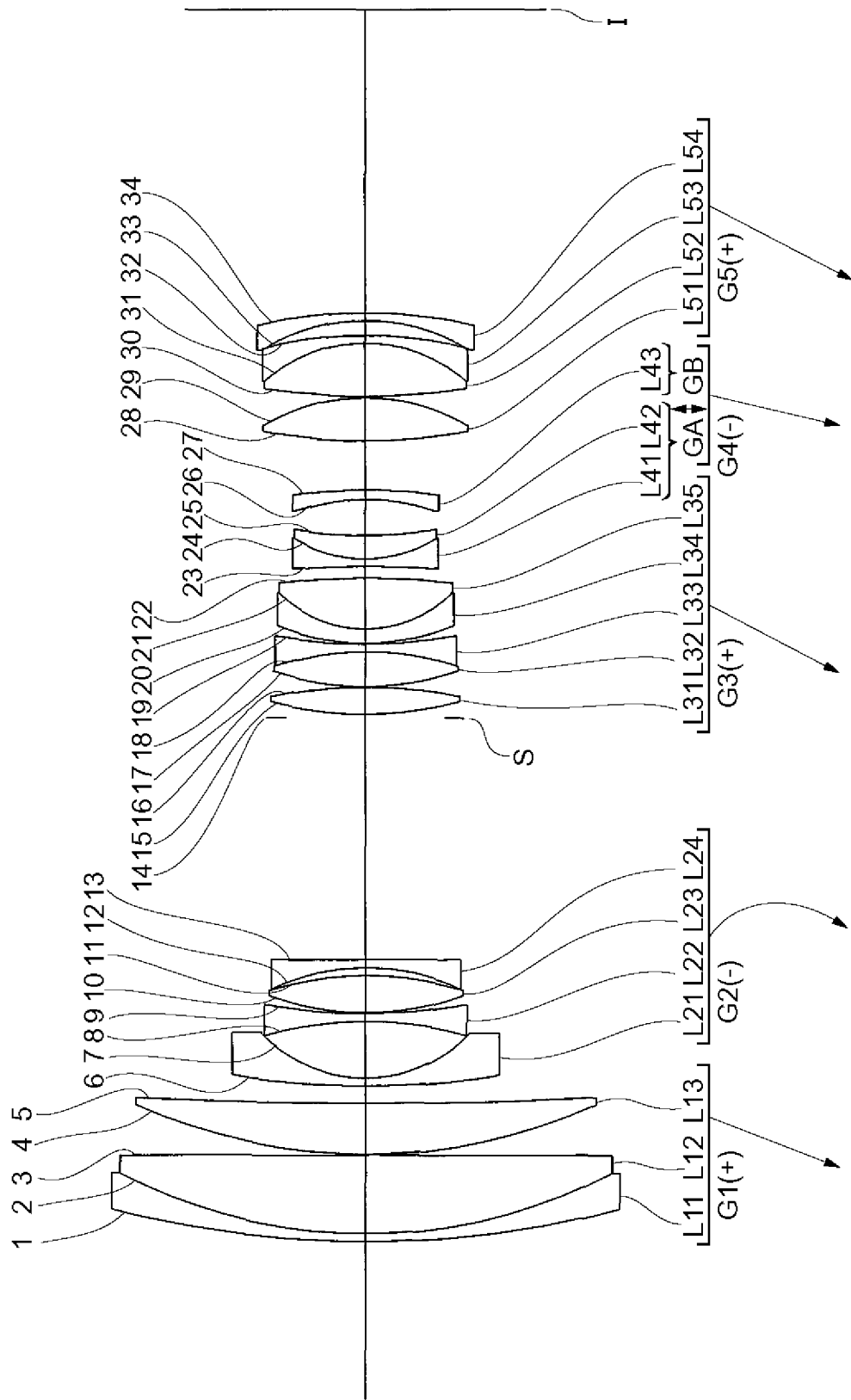
[図24]



[図25]

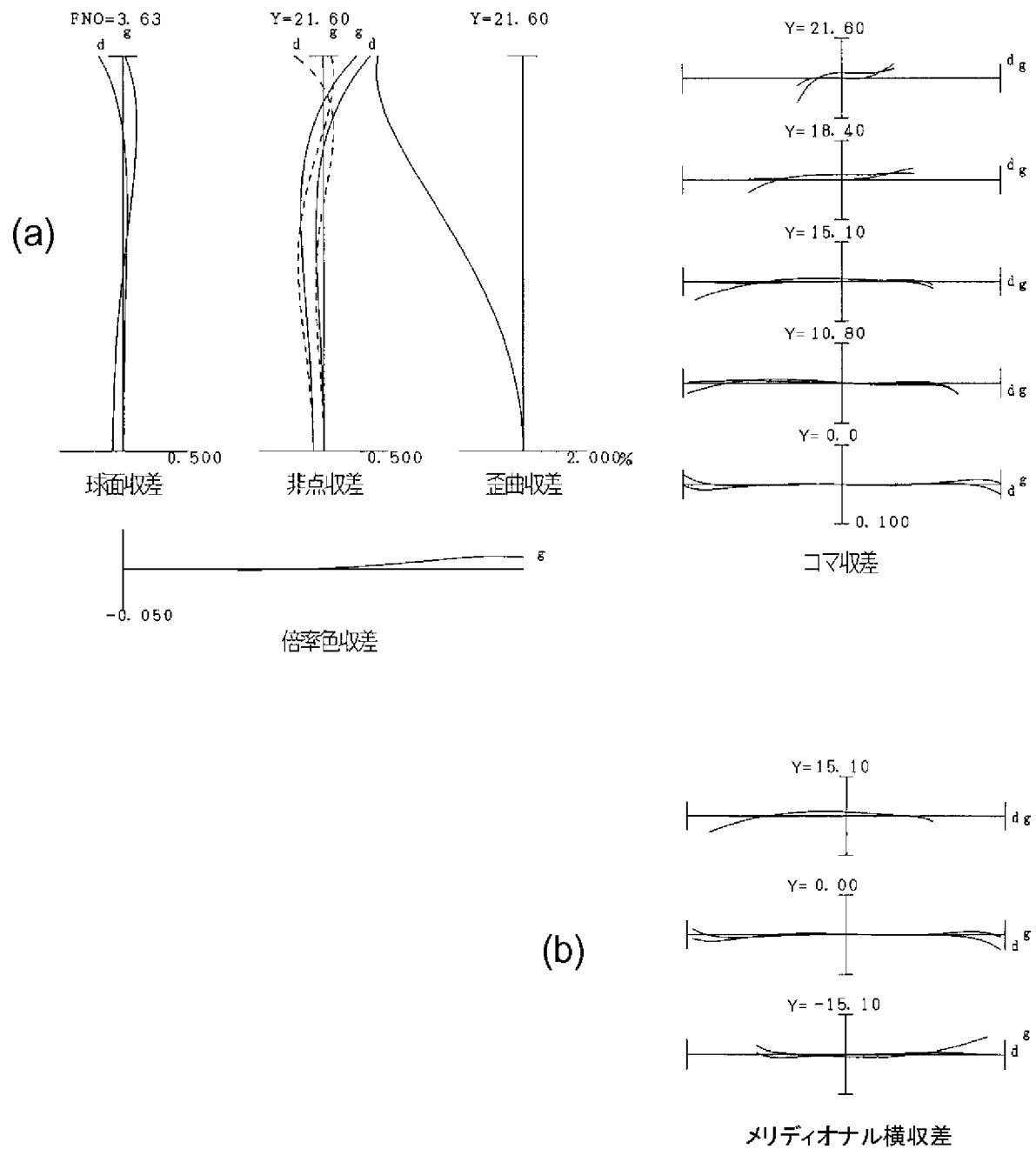


[図26]

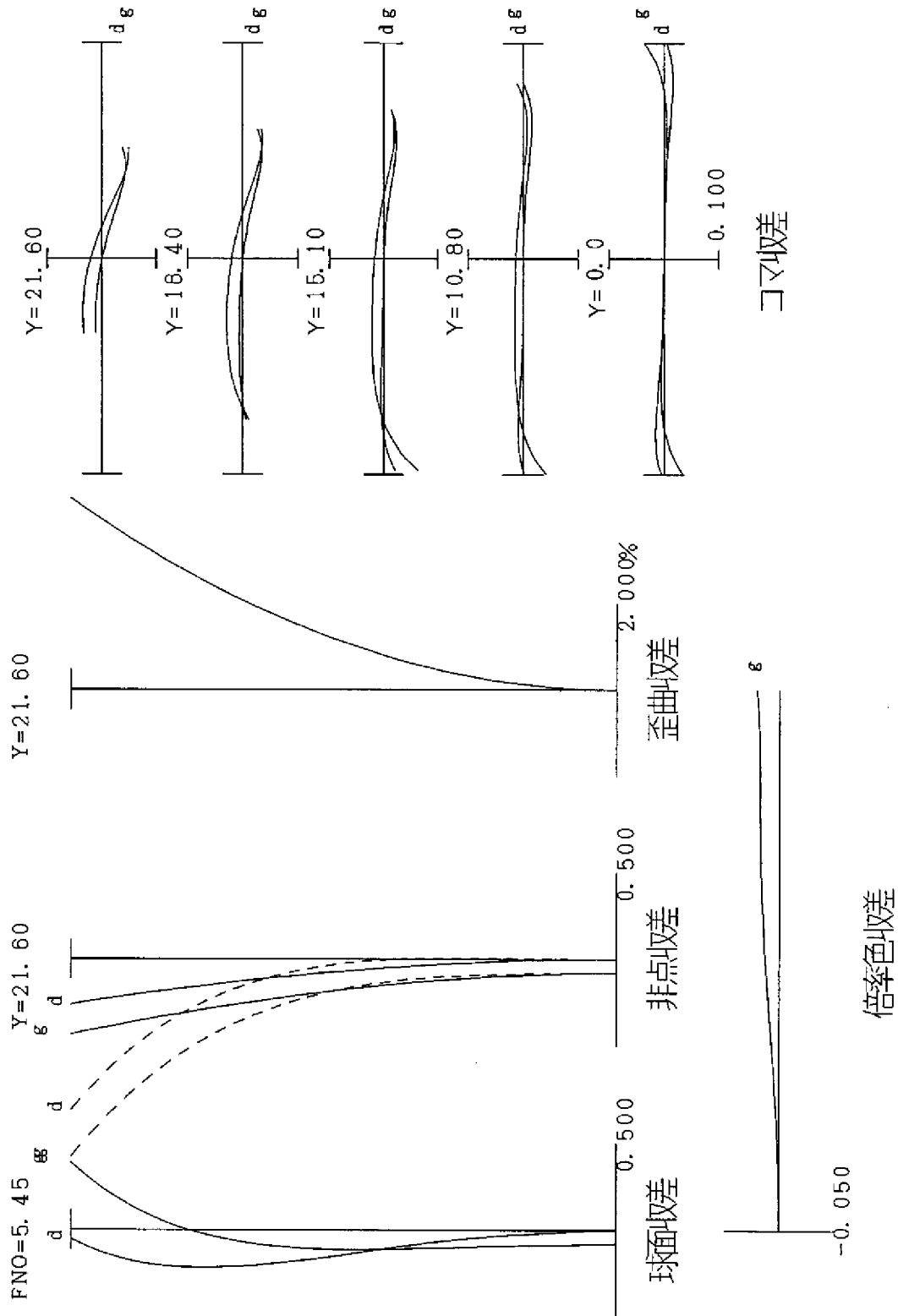


(第8実施例)

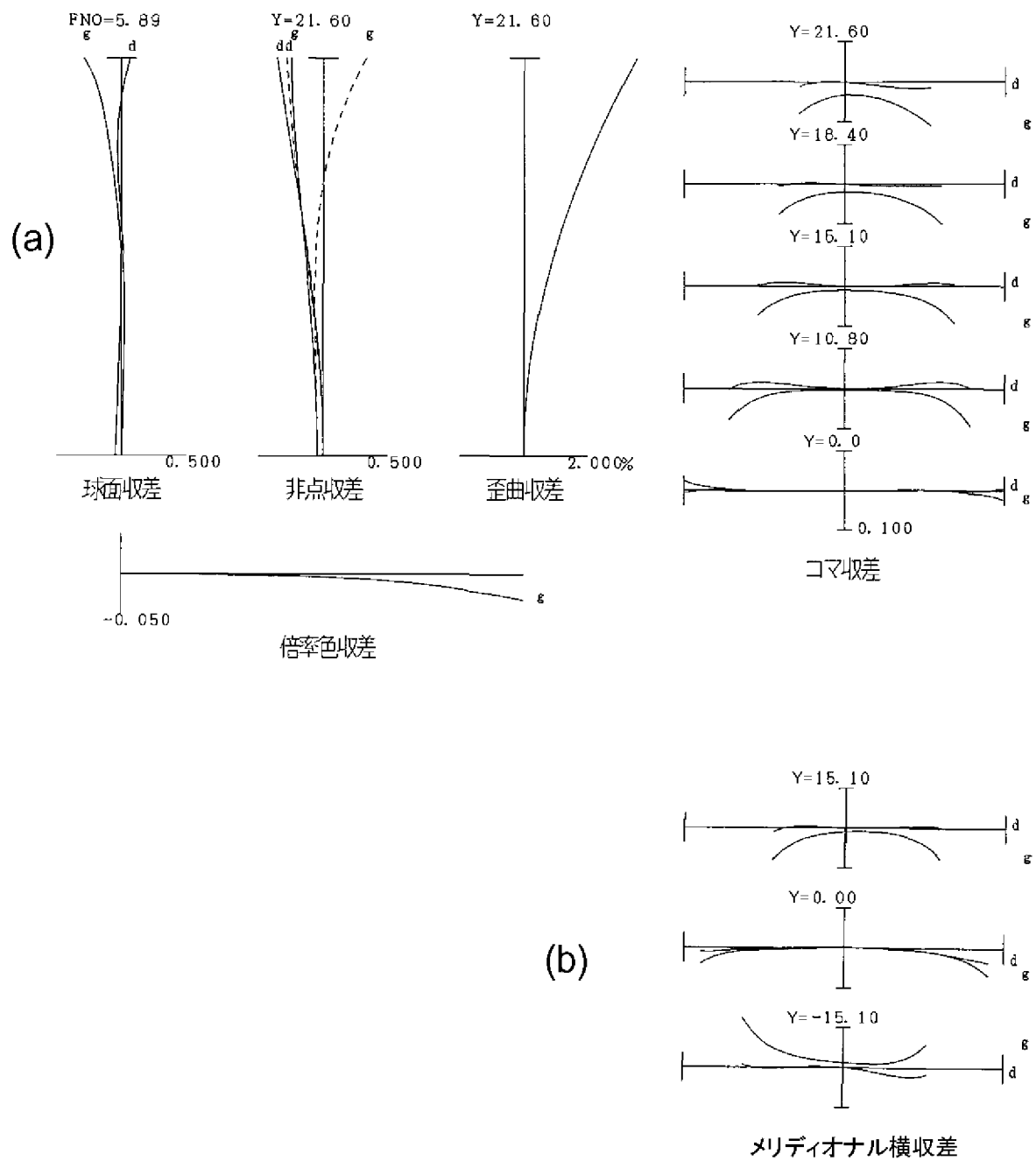
[図27]



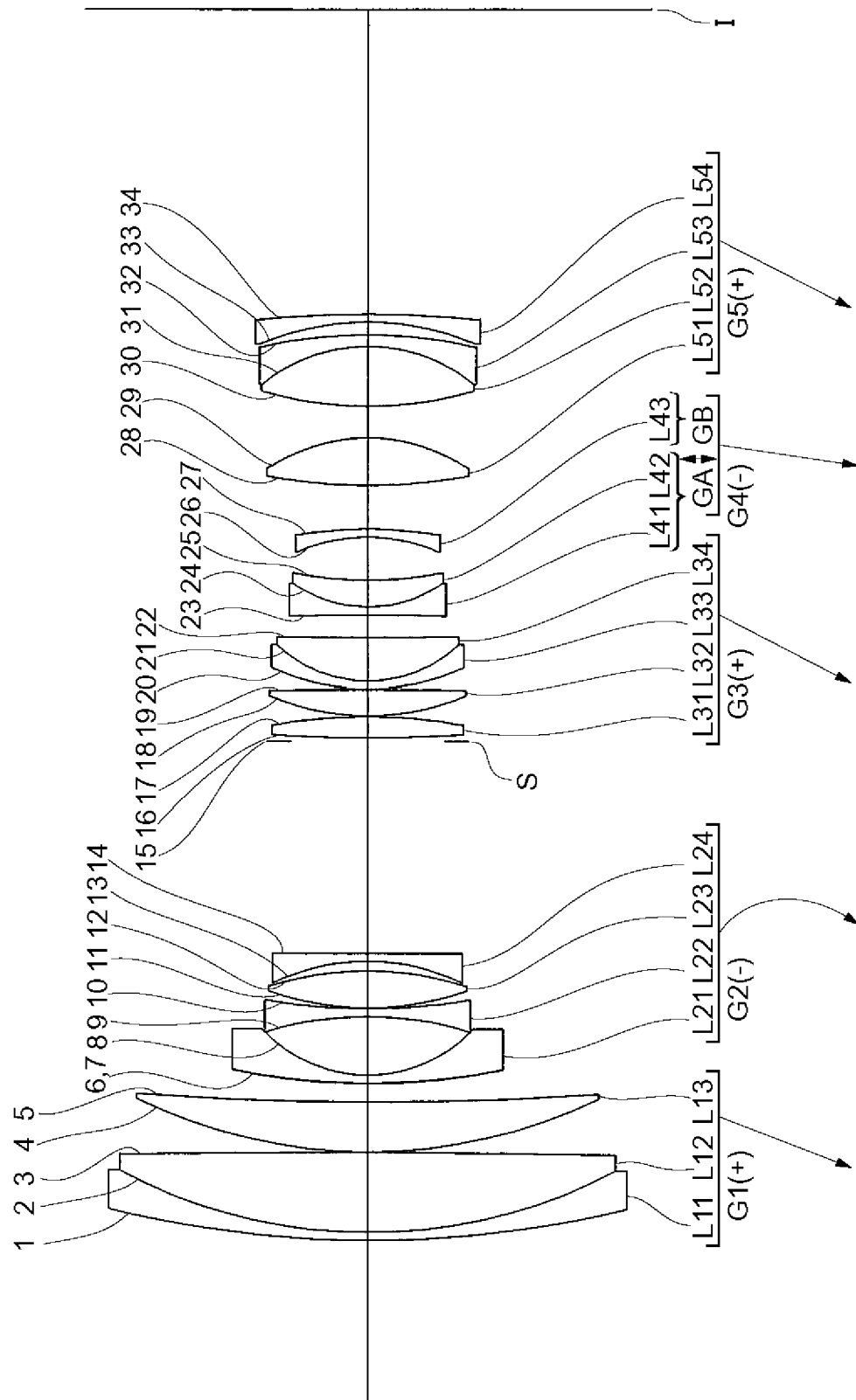
[図28]



[図29]

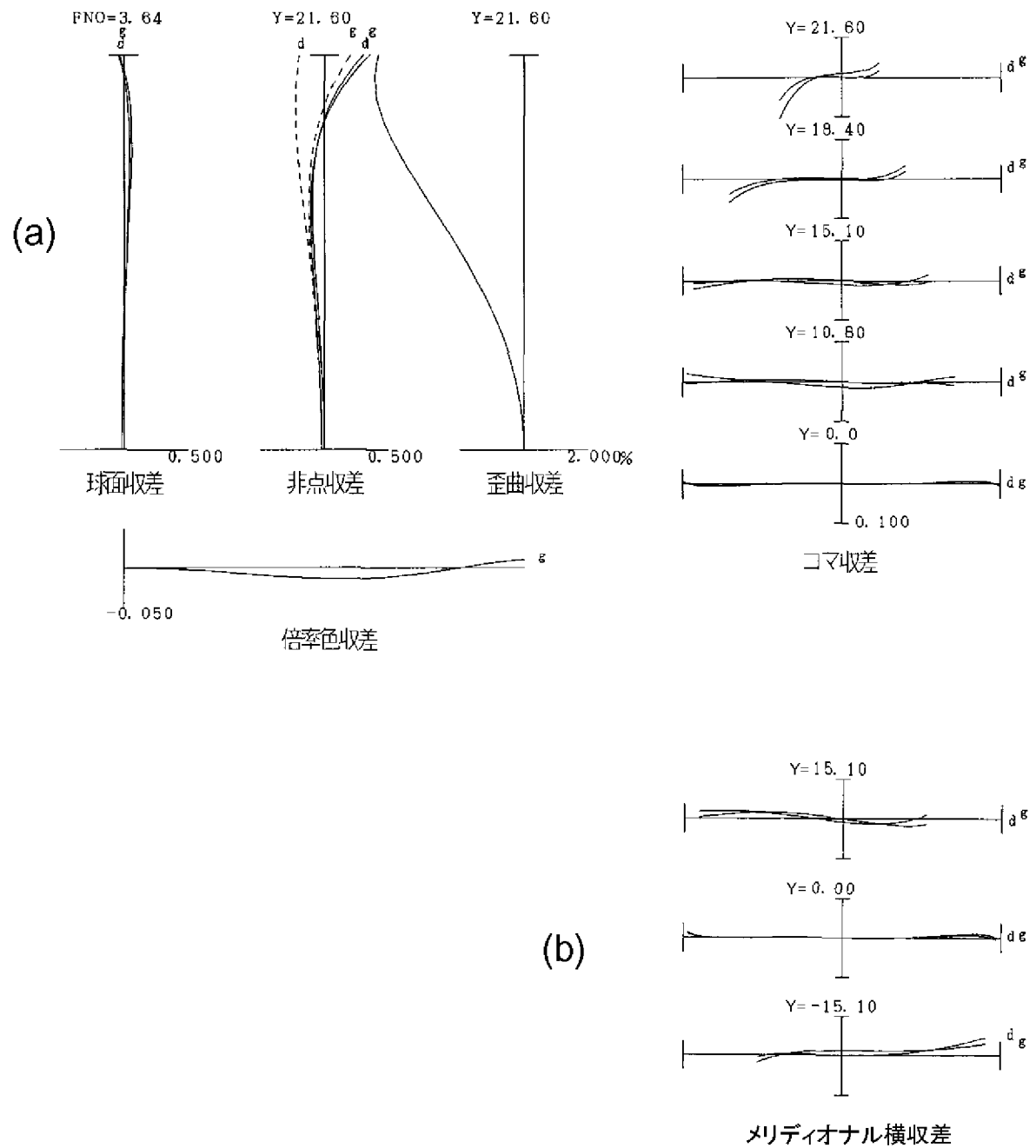


[図30]

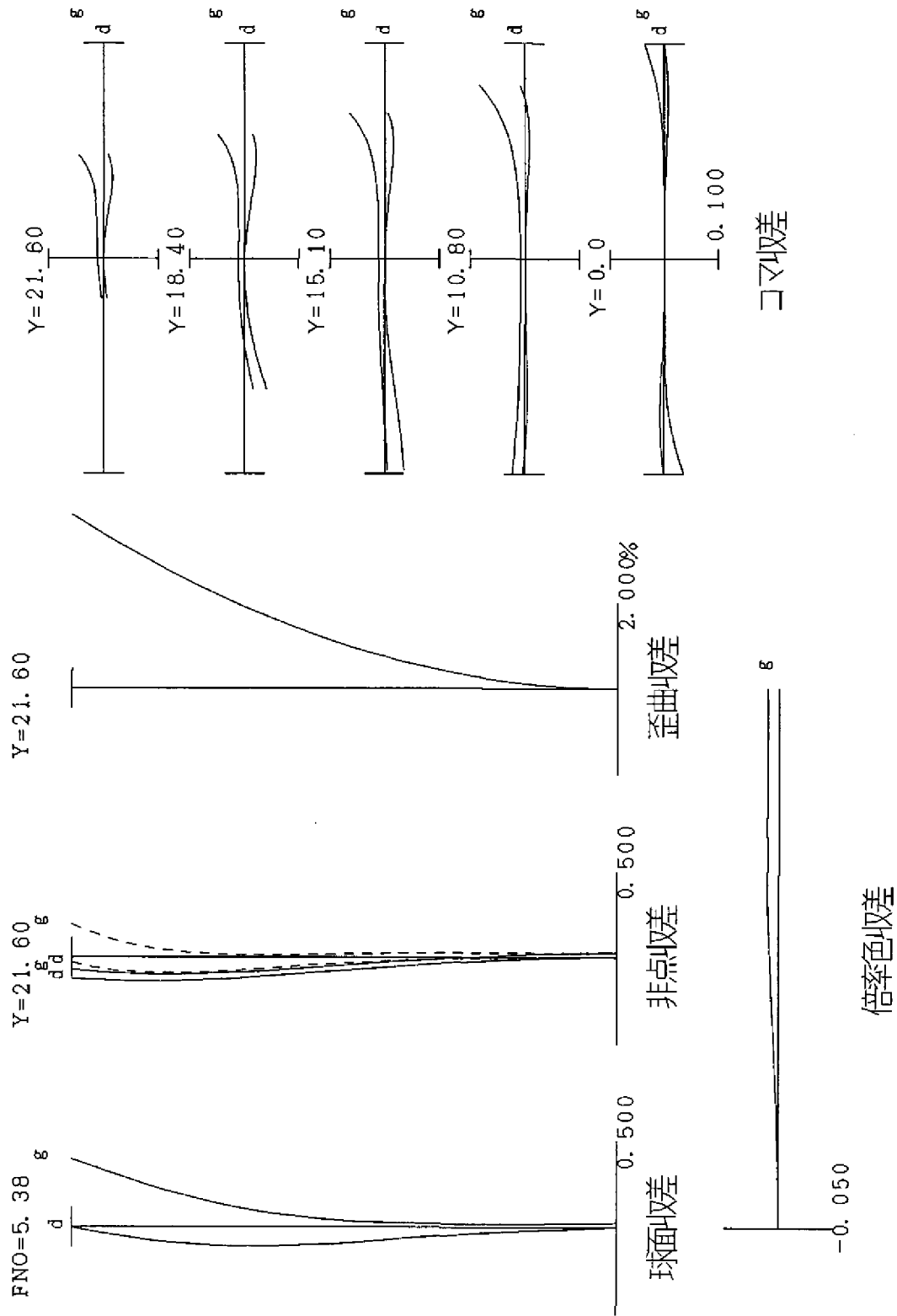


(第9实施例)

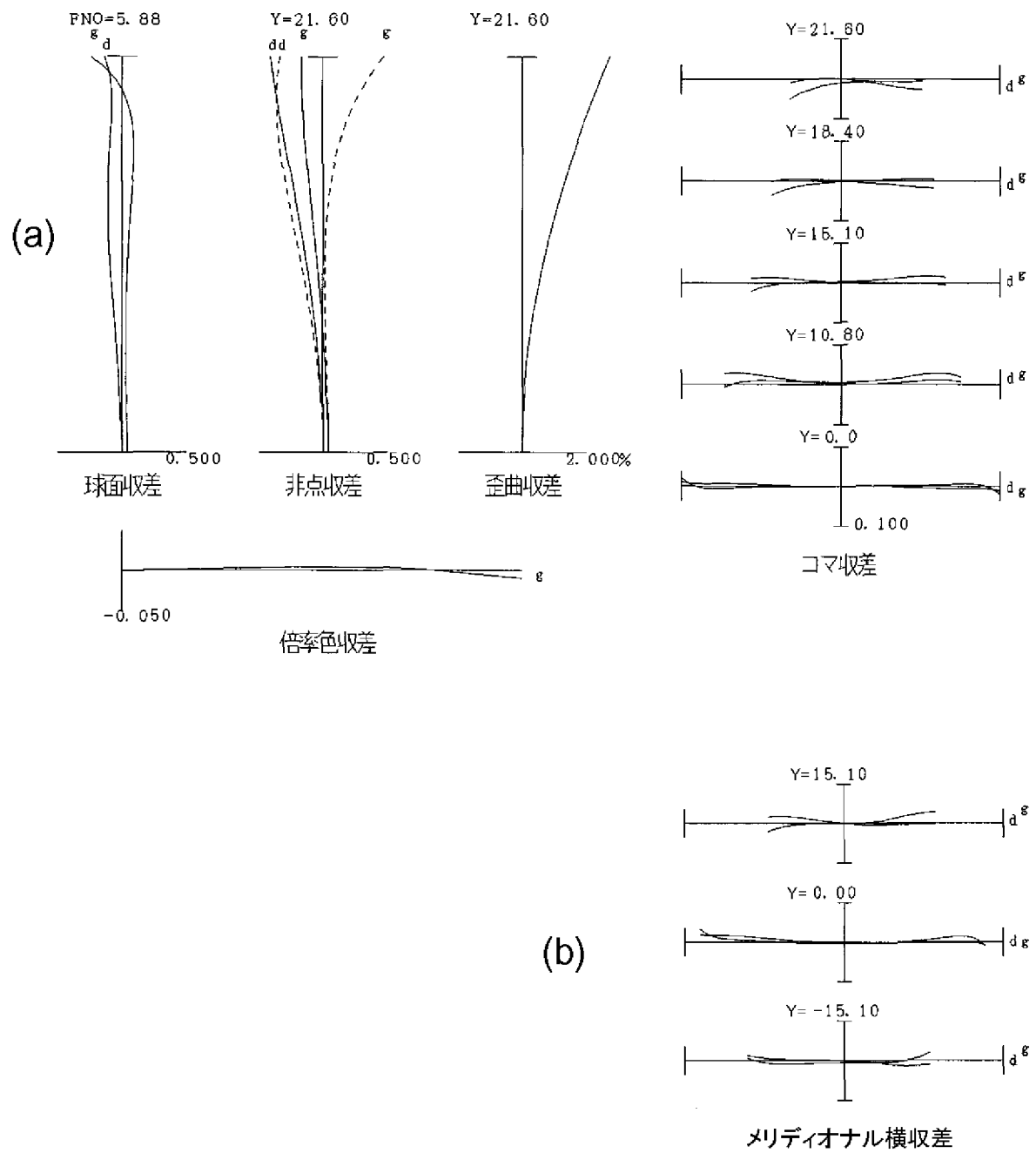
[図31]



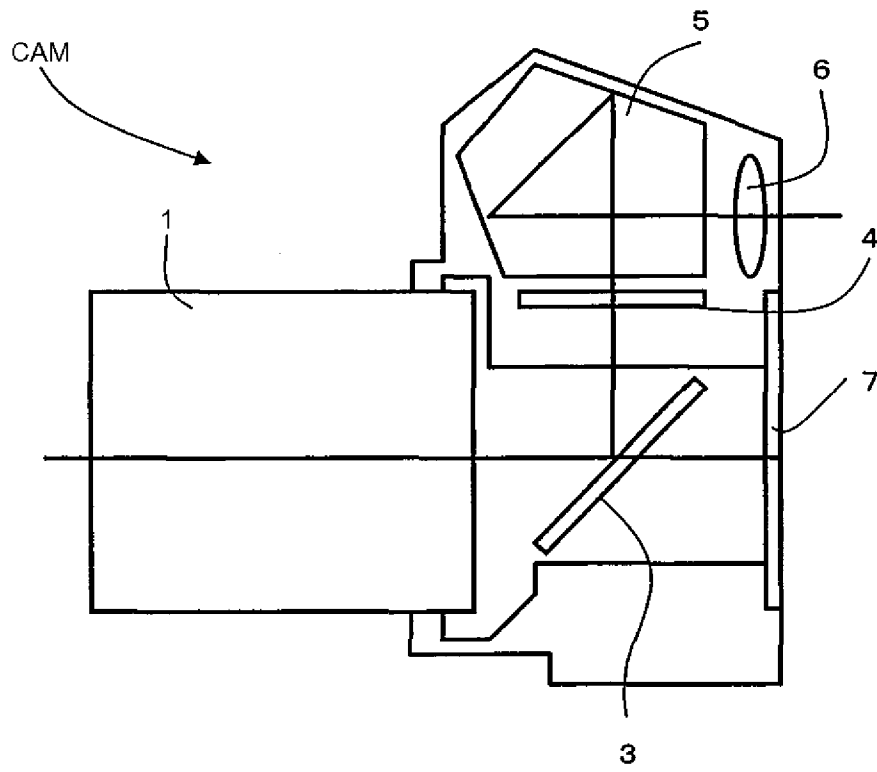
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/20, G02B13/18, G03B5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-129076 A (Canon Inc.), 05 June 2008 (05.06.2008), numerical examples 3, 4 & US 2008/0259454 A1	1, 3, 6, 8, 15-17, 19, 29, 31
X	JP 2001-228397 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 August 2001 (24.08.2001), example 2 & US 6483648 B1	1, 6, 8, 10, 16-19, 29, 31
Y	JP 59-195214 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 06 November 1984 (06.11.1984), claims; examples (Family: none)	1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31

☒ 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
19 October, 2009 (19.10.09)

Date of mailing of the international search report
27 October, 2009 (27.10.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003521

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-227526 A (Canon Inc.), 31 August 2006 (31.08.2006), claim 7; paragraphs [0046], [0050] to [0054] (Family: none)	1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31
Y	JP 2006-47348 A (Canon Inc.), 16 February 2006 (16.02.2006), claim 1; paragraphs [0051] to [0054], [0057] & US 2006/0023317 A1	1-3, 6, 8, 15-19, 29-31
Y	JP 10-90601 A (Nikon Corp.), 10 April 1998 (10.04.1998), claim 1; examples & US 6025962 A	1-3, 6, 8, 10, 15-17, 19, 29-31
P, X	JP 2008-216440 A (Canon Inc.), 18 September 2008 (18.09.2008), claims 3, 9; paragraphs [0053] to [0054], [0073]; examples 1, 3, 4, 5 & US 2008/0212206 A1 & EP 1965241 A1 & CN 101256271 A	1-3, 6, 8, 10, 16-19, 29-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003521

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:

The matter common to claims 1, 29, claims, 20, 32 and claim 27 is "a zoom lens comprising a first lens group having positive refracting power, a second lens group having negative refracting power, a third lens group having positive refracting power, a fourth lens group having negative refracting power, and a fifth lens group having positive refracting power which are arranged in order from the object side, wherein a lens group that is at least part of the fourth lens group is movable so as to have a component in the direction orthogonal to the optical axis, and when the power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, the distances between the respective lens groups change".
(Continued to the 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.:
1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, 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/JP2009/003521

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

However, the search has revealed that the common matter is not novel since it is disclosed in document 1 [JP 2008-129076 A (Canon Inc.), 05 June 2008 (05.06.2008)] and document 2 [JP 2001-228397 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 August 2001 (24.08.2001)]. In consequence, since the common matter makes no contribution over the prior art, this common matter is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Therefore, there exists no matter common to all the inventions in claims 1, 29, claims 20, 32 and claim 27. Since there is no other common matter which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship among these different inventions within the meaning of PCT Rule 13 can be seen.

Thus, claims 1, 29, claims 20, 32 and claim 27 do not comply with the requirement of unity of invention.

Numerical examples 3 and 4 of document 1 describe "a zoom lens and an imaging device comprising same, the zoom lens comprising, in order from the object side to the image side, a first lens group having positive refracting power, a second lens group having negative refracting power, a third lens group having positive refracting power, a fourth lens group having negative refracting power which comprises an aspheric surface, and a fifth lens group having positive refracting power which includes a cemented lens, wherein when the power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, the distances between the respective lens groups change, and the image is displaced by moving the fourth lens group in such a manner that the fourth lens group has a component in the direction perpendicular to the optical axis, the zoom lens satisfying conditional expressions described in claims 1, 3, 6, 8 of the present application". The inventions in claims 1, 3, 6, 8, 15, 17, 19, 29, 31 are not considered to be novel over the invention described in document 1 and have no special technical feature.

Moreover, numerical example 2 of document 2 describes "a zoom lens comprising, in order from the object side, a first lens group having positive refracting power, a second lens group having negative refracting power which comprises an aspheric surface, a third lens group having positive refracting power, a fourth lens group having negative refracting power, and a fifth lens group having positive refracting power, wherein when the power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, the lens groups move in such a manner that the distance between the first lens group and the second lens group increases, the distance between the second lens group and the third lens group decreases, the distance between the third lens group and the fourth lens group increases, and the distance between the fourth lens group and the fifth lens group decreases, and the fourth lens group moves in the direction nearly perpendicular to the optical axis to thereby correct the movement of the image caused by the movement of the entire system, the zoom lens satisfying conditional expressions described in claims 1, 6, 8 of the present application", and [0049] describes that when focusing is used for near distance imaging, the movement of the second lens group, and so on can be used. The inventions in claims 1, 6, 8, 10, 16, 18-19, 29, 31 are not considered to be novel over the invention described in document 2 and have no special technical feature.

(Continued to the next extra sheet.)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003521

Thus, as a result of the assessment of special technical features when an invitation to pay additional fees was issued regarding claims dependent on claims 1, 29, eight inventions linked by the following respective special technical features are considered to be contained.

Note that the inventions in claims 1, 3, 6, 8, 10, 15-19, 29, 31 which have no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention 1) Inventions in claims 1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31

(Invention 2) Inventions in claims 4-5

(Invention 3) Invention in claim 7

(Invention 4) Invention in claim 9

(Invention 5) Invention in claim 11

(Invention 6) Invention in claim 12

(Invention 7) Invention in claim 13

(Invention 8) Invention in claim 14

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, G03B5/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18, G03B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008 - 129076 A（キヤノン株式会社） 2008.06.05, 数値実施例 3, 4 & US 2008/0259454 A1	1, 3, 6, 8, 15- 17, 19, 29, 31
X	JP 2001 - 228397 A（オリンパス光学工業株式会社） 2001.08.24, 実 施例 2 & US 6483648 B1	1, 6, 8, 10, 16- 19, 29, 31
Y	JP 59 - 195214 A（オリンパス光学工業株式会社） 1984.11.06, 特 許請求の範囲, 実施例（ファミリーなし）	1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 7 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井上 信

2 V

3 3 0 9

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
Y	JP 2006 - 227526 A (キヤノン株式会社) 2006.08.31, 請求項 7, 【0046】, 【0050】 - 【0054】 (ファミリーなし)	1-3, 6, 8, 10, 15-19, 29-31
Y	JP 2006 - 47348 A (キヤノン株式会社) 2006.02.16, 請求項 1, 【0051】 - 【0054】, 【0057】 & US 2006/0023317 A1	1-3, 6, 8, 15-19, 29-31
Y	JP 10 - 90601 A (株式会社ニコン) 1998.04.10, 請求項 1, 実施例 & US 6025962 A	1-3, 6, 8, 10, 15-17, 19, 29-31
P, X	JP 2008 - 216440 A (キヤノン株式会社) 2008.09.18, 請求項 3, 9, 【0053】 - 【0054】, 【0073】, 実施例 1, 3, 4, 5 & US 2008/0212206 A1 & EP 1965241 A1 & CN 101256271 A	1-3, 6, 8, 10, 16-19, 29-31

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の国際調査機関は認めた。

請求項1、29と請求項20、32と請求項27に共通の事項は、「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、前記第4レンズ群の少なくとも一部のレンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能であり、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ズームレンズ」である。

しかしながら、調査の結果、上記共通事項は、文献1[JP 2008 - 129076 A（キヤノン株式会社）、2008.06.05]や文献2[JP 2001 - 228397 A（オリンパス光学工業株式会社）、2001.08.24]

特別ページ第Ⅲ欄の続き参照。

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 - 3, 6, 8, 10, 15 - 19, 29 - 31

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。

第Ⅲ欄の続き

に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。結果として、上記共通事項は先行技術の域を出ないから、PCT 規則 13.2 の第 2 文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それゆえ、請求項 1、29 と請求項 20、32 と請求項 27 に係る発明全てに共通の事項はない。PCT 規則 13.2 の第 2 文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間に PCT 規則 13 の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求項 1、29 と請求項 20、32 と請求項 27 は発明の単一性の要件を満たしていない。

また、文献 1 の数値実施例 3、4 には、「物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、非球面を有する負の屈折力の第 4 レンズ群、接合レンズを含む正の屈折力の第 5 レンズ群で構成され、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し、該第 4 レンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて像変位を行うズームレンズにおいて、本願の請求項 1、3、6、8 に記載の条件式を満足するズームレンズ及びそれを有する撮像装置」が記載されており、請求項 1、3、6、8、15、17、19、29、31 に係る発明は、文献 1 に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

さらに、文献 2 の実施例 2 には、「物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、非球面を有する負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、負屈折力の第 4 レンズ群、及び、正屈折力の第 5 レンズ群で構成し、広角端から望遠端への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔は増大し、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔は減少し、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔は増大し、第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間隔は減少するように各々のレンズ群が移動し、第 4 レンズ群を光軸と略垂直方向に移動することにより、全系の移動によって発生する像移動を補正するようにしたズームレンズにおいて、本願の請求項 1、6、8 に記載の条件式を満足するズームレンズ」が記載され、【0049】には、フォーカシングは、近接撮影に使用するのであれば、第 2 レンズ群の移動等が使用できることが記載されており、請求項 1、6、8、10、16、18-19、29、31 に係る発明は、文献 2 に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

そこで、請求項 1、29 の従属請求項について手数料の追加納付命令時点での特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す各特別な技術的特徴で連関する 8 の発明が含まれるものと認められる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1、3、6、8、10、15-19、29、31 に係る発明は、発明 1 に区分する。

- (発明 1) 請求項 1-3、6、8、10、15-19、29-31 に係る発明
- (発明 2) 請求項 4-5 に係る発明
- (発明 3) 請求項 7 に係る発明
- (発明 4) 請求項 9 に係る発明
- (発明 5) 請求項 11 に係る発明
- (発明 6) 請求項 12 に係る発明
- (発明 7) 請求項 13 に係る発明
- (発明 8) 請求項 14 に係る発明