

(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
2009年11月19日(19.11.2009)

PCT

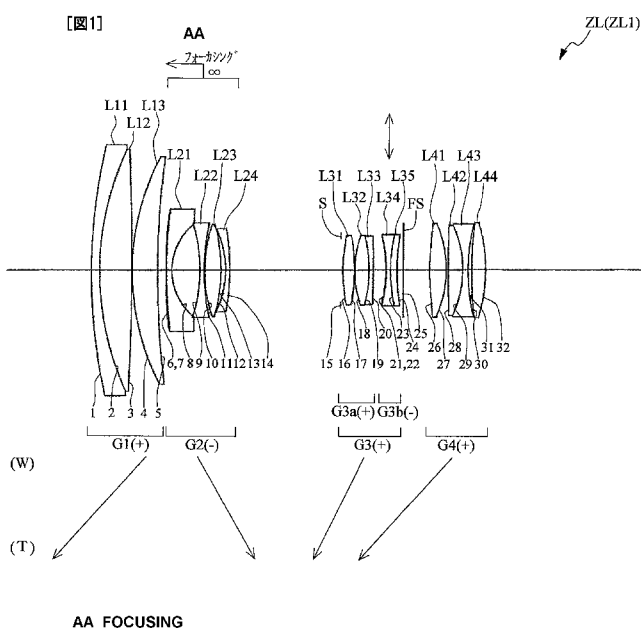
(10) 国際公開番号
WO 2009/139253 A1

- (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/JP2009/057504
- (22) 国際出願日: 2009年4月14日(14.04.2009)
- (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 2008-124109 2008年5月11日(11.05.2008) JP
特願 2008-124110 2008年5月11日(11.05.2008) JP
特願 2008-219031 2008年8月28日(28.08.2008) JP
特願 2008-219032 2008年8月28日(28.08.2008) 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): 山上 陽(YAMAGAMI, Akira) [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: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiaki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目10番6号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 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, 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, 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(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, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM, OPTICAL APPARATUS EQUIPPED WITH THE VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM, AND METHOD FOR MANUFACTURING VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 変倍光学系、この変倍光学系を備えた光学機器、及び、変倍光学系の製造方法



(57) Abstract: A variable power optical system (ZL) comprises, sequentially from the object side, a first lens group (G1) having a positive refractive power, a second lens group (G2) having a negative refractive power, a third lens group (G3) having a positive refractive power, and a fourth lens group (G4) having a positive refractive power. The variable power optical system (ZL) is constituted such that when the power is varied from a wide-angle end state to a telescopic end state, the distance between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) increases, the distance between the second lens group (G2) and the third lens group (G3) decreases, the distance between the third lens group (G3) and the fourth lens group (G4) varies and a part of the third lens group (G3) moves in a direction perpendicular to the optical axis.

(57) 要約: 変倍光学系 ZL を、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G4 から構成する。広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、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 との間隔は変化し、第 3 レンズ群 G3 の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

変倍光学系、この変倍光学系を備えた光学機器、及び、変倍光学系の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、変倍光学系、この変倍光学系を備えた光学機器、及び、変倍光学系の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、防振機能を有する変倍光学系が提案されている。（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献1：特開 2006-106191 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、従来の変倍光学系よりも、より良い光学性能が求められている。

[0004] 本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、良好な光学性能を達成することができる変倍光学系、この変倍光学系を備えた光学機器、及び、変倍光学系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

[0005] 前記課題を解決するために、本発明に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、を有し、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、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変化し、第 3 レンズ群の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成される。そして、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f

t とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.25 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.55$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足するように構成される。

[0006] このような変倍光学系において、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際の第3レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_3 としたとき、次式

$$0.42 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) < 0.90$$

の条件を満足してもよい。

[0007] このような変倍光学系において、第3レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第3aレンズ群と、負の屈折力を有する第3bレンズ群と、を有し、第3bレンズ群を光軸と直交する方向に移動するように構成されていてもよい。

[0008] このような変倍光学系において、第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、次式

$$3.50 < f_1 / f_w < 8.00$$

の条件を満足してもよい。

[0009] このような変倍光学系において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第3レンズ群と第4レンズ群とが物体方向に移動してもよい。

[0010] このような変倍光学系において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群が物体方向に移動してもよい。

[0011] このような変倍光学系において、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.30 < f_3 / f_t < 1.00$$

の条件を満足してもよい。

[0012] このような変倍光学系において、広角端状態における第3レンズ群と第4

レンズ群との間隔が、望遠端状態における第3レンズ群と第4レンズ群との間隔より大きくなるように構成されていてもよい。

[0013] このような変倍光学系において、第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w としたとき、次式

$$0.80 < f_3 / f_4 < 1.60$$

$$1.90 < Bf_w / f_w < 3.00$$

の条件を満足してもよい。

[0014] このような変倍光学系において、第3bレンズ群は、物体側から順に、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを接合した接合レンズからなってもよい。

[0015] このような変倍光学系において、第3bレンズ群の最も物体側のレンズ面は、非球面形状に形成されていてもよい。

[0016] また、本発明に係る光学機器は、上述の変倍光学系を備えて構成される。

[0017] あるいは、前記課題を解決するために、本発明に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、を有し、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、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変化し、第3レンズ群の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成され、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第3レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_3 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.15 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.58$$

$$0.42 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) < 0.90$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足するように構成される。

[0018] また、本発明に係る変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを、第3レンズ群の一部が光軸と直交する方向に移動するように配置するステップと、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を増大させ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を減少させ、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔を変化させて、広角端状態から望遠端状態まで変倍させるステップと、を備え、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.25 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.55$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足する。

発明の効果

[0019] 本発明に係る変倍光学系、この変倍光学系を備えた光学機器、及び、変倍光学系の製造方法を以上のように構成すると、良好な光学性能を達成することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] 第1実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図2] 第1実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において 60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図3] 第1実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図4] 第1実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において 0

． 27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図5] 第2実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図6] 第2実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において0．60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図7] 第2実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図8] 第2実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において0．27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図9] 第3実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図10] 第3実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において0．60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図11] 第3実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図12] 第3実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において0．30° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図13] 第4実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図14] 第4実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において0．60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図15] 第4実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図16] 第4実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において0．30° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図17] 第5実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図18] 第5実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において

0. 60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図19] 第5実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図20] 第5実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において0. 27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図21] 本発明に係る変倍光学系を搭載するデジタル一眼レフカメラの断面図を示す。

[図22] 第6実施例による変倍光学系の構成を示す断面図である。

[図23] 第6実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は広角端状態での無限遠撮影状態において0. 60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図24] 第6実施例の中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図である。

[図25] 第6実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は望遠端状態における諸収差図であり、(b) は望遠端状態での無限遠撮影状態において0. 30° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図である。

[図26] 実施形態に係る変倍光学系の製造方法のフローチャートである。

符号の説明

[0021] Z L (Z L 1 ~ Z L 6) …変倍光学系、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 3 a…第3 aレンズ群、G 3 b…第3 bレンズ群、G 4…第4レンズ群、1…デジタル一眼レフカメラ (光学機器)

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の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、本明細書中において、広角端状態及び望遠端状態とは、特に記載が無い場合は、無限遠合焦状態を指すものとする。図1に示すように、本変倍光学系Z Lは、物体側から順に、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、正の屈折力を有する第4レンズ群G 4とから構成されている。そして、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、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 との間隔は変化し、第 3 レンズ群 G 3 の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成されている。

[0023] 本変倍光学系 Z L において、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 3 a レンズ群 G 3 a と、負の屈折力を有する第 3 b レンズ群 G 3 b とを有し、第 3 b レンズ群 G 3 b を光軸と直交する方向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構成である。この第 3 レンズ群 G 3 は、他のレンズ群に比べレンズ径の小型化が可能であるので防振機構を組み込むのに適している。

[0024] また、第 3 レンズ群 G 3 を正の屈折力を有する第 3 a レンズ群 G 3 a と、負の屈折力を有する第 3 b レンズ群 G 3 b とから構成して第 3 b レンズ群 G 3 b を防振用のレンズ群として用いることで、防振機構の小型化、防振レンズ群の質量の軽減を図ることができる。また、このような屈折力配分とすることで、防振用の第 3 b レンズ群 G 3 b を光軸と直交方向に移動した場合の結像性能の劣化を小さくすることができる。

[0025] 第 3 b レンズ群 G 3 b は、物体側から順に、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを接合した接合レンズからなることが望ましい。これにより、軸上光線、軸外光線の色収差を良好に補正し、防振時に発生する諸収差に対して良好な収差補正が可能となる。

[0026] また、第 3 b レンズ群 G 3 b の最も物体側のレンズ面は、非球面形状に形成されていることが望ましい。これにより、第 3 b レンズ群 G 3 b に偏心を与えたとき（すなわち、防振時に移動させたとき）にも偏心コマ収差の劣化を十分に小さくすることができる。

[0027] また、本変倍光学系 Z L は、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 とが物体方向に移動することが望ましい。これにより、各レンズ群を移動させる移動機構を簡単な構成にでき、変倍光学系 Z L を小型化することが可能となるとともに、

変倍光学系ZLを有するレンズ鏡筒などの全長を短くすることが可能となる。

[0028] また、本変倍光学系ZLは、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1が物体方向に移動することが望ましい。これにより、各レンズ群を移動させる移動機構を簡単な構成にすることが可能となるとともに、全長を小さくすることが可能となる。

[0029] また、本変倍光学系ZLは、広角端状態における第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が、望遠端状態における第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔より大きくなるように構成されることが望ましい。これにより、広角端状態から望遠端状態へ移行する際の像面湾曲を抑えることができる。

[0030] このような本変倍光学系ZLは、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群G1の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第3レンズ群G3の光軸上の移動距離を Δd_3 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、以下に示す条件式(1)、(2)及び(3)を満足することが望ましい。

$$[0031] \quad 0.15 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.58 \quad (1)$$

$$0.42 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) < 0.90 \quad (2)$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50 \quad (3)$$

[0032] 条件式(1)は、ズーム倍率による結像性能の確保に適した全長範囲を規定するものである。条件式(1)の上限値を上回ると、広角端での全長が大きくなってしまい、最も物体側に配置されるレンズの直径が大型化し軸外光線の光線の高さが高くなるため非点収差・像面湾曲の補正が難しくなり、望遠端での歪曲収差がプラス側に大きくなるため好ましくない。なお、条件式

(1) の上限値を 0.55, 0.50, 0.48 とするのが好ましい。反対に、条件式 (1) の下限値を下回ると、第 1 レンズ群 G 1 の光軸上の移動距離 Δd_1 を小さくするために第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離が小さくなり、軸外の収差補正、非点収差・像面湾曲の補正が難しくなり、広角端での歪曲収差がマイナスに大きくなるため好ましくない。なお、条件式 (1) の下限値を 0.20, 0.25, 0.30 とするのが好ましい。

[0033] 条件式 (2) は、ズーム倍率による第 3 レンズ群 G 3 の移動距離を規定するものである。条件式 (2) の上限値を上回ると、第 3 レンズ群 G 3 の移動量が少なくなり、第 1 レンズ群 G 1 の移動量が増え、望遠端での全長が長くなる。または、第 4 レンズ群 G 4 の移動量が増えバックフォーカスの確保が難しくなる。さらに、製造誤差によって第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間に偏心が生じた場合の偏心コマが大きくなり、結像性能の劣化を補正することが難しくなるため好ましくない。なお、条件式 (2) の上限値を 0.81, 0.75, 0.62 とするのが好ましい。反対に、条件式 (2) の下限値を下回ると、第 3 レンズ群 G 3 の焦点距離が大きくなり移動量が増える。これにより、防振時における第 3 b レンズ群 G 3 b の補正移動量が大きくなり防振機構の大型化を招くため好ましくない。この影響を緩和するために、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離を小さくすることは、望遠端状態における球面収差の劣化を招くため好ましくない。なお、条件式 (2) の下限値を 0.44, 0.46 とするのが好ましい。

[0034] 条件式 (3) は、バックフォーカスの確保と製造誤差に対する性能劣化の緩和に適した第 3 レンズ群 G 3 の焦点距離範囲を規定するものである。条件式 (3) の上限値を上回ると、第 3 レンズ群 G 3 の焦点距離が長くなり、広角端での全長および直径が大型化し実用に供するのが困難となる。併せて、絞り機構や防振機構の大型化を招くため好ましくない。この影響を緩和するために第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離を短くすることは、広角端における軸外収差を悪化させるため好ましくない。なお、条件式 (3) の上限値を 3.80, 3.50, 3.22 とするのが好ましい。反対に、条件式 (3) の下限値

を下回ると、バックフォーカスが長くなってしまい、製造誤差によって第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に偏心が生じた場合の偏心コマが大きくなり、結像性能の劣化を補正することが難しくなるため好ましくない。なお、条件式(3)の下限値を2.27, 2.34, 2.40とするのが好ましい。

[0035] また、本変倍光学系ZLは、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 としたとき、以下に示す条件式(4)を満足することが望ましい。

$$[0036] \quad 3.50 < f_1 / f_w < 8.00 \quad (4)$$

[0037] 条件式(4)は、バックフォーカスの確保と結像性能の確保に適した第1レンズ群G1の焦点距離範囲を規定するものである。条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズ群G1の焦点距離が長くなり、変倍光学系ZLの全長および直径が大型化し軸外光線の高さが高くなるため非点収差・像面湾曲の補正が難しくなる。また、望遠端での歪曲収差がプラス側に大きくなるため好ましくない。なお、条件式(4)の上限値を7.26, 6.52, 6.00とするのが好ましい。反対に、条件式(4)の下限値を下回ると、バックフォーカスが長くなり、また、第1レンズ群G1の焦点距離が短くなるため軸外収差(例えば、非点収差・像面湾曲)の補正が難しくなる。また、望遠端での歪曲収差がプラス側に大きくなる高変倍化をする際に望遠端での結像性能の劣化を招くため好ましくない。なお、条件式(4)の下限値を4.00, 4.50とするのが好ましい。

[0038] また、本変倍光学系ZLは、第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下に示す条件式(5)を満足することが望ましい。

$$[0039] \quad 0.30 < f_3 / f_t < 1.00 \quad (5)$$

[0040] 条件式(5)は、望遠端状態における本変倍光学系ZLの焦点距離に対する第3レンズ群の焦点距離を規定するものである。条件式(5)の上限値を上回ると、変倍光学系ZLの全長及び直径が大型化し、実用に供することが

困難となる。併せて、開口絞り機構や防振機構の大型化も招いてしまい好ましくない。この影響を緩和するために第2レンズ群G2の焦点距離を短くすることは、広角端状態における非点収差と像面湾曲を悪化させてしまうため好ましくない。なお、条件式(5)の上限値を0.82, 0.70, 0.63とするのが好ましい。反対に、条件式(5)の下限値を下回ると、レンズ群の相対的な偏心等の製造誤差によって生じる偏心コマ収差が著しくなってしまうため好ましくない。また、望遠端状態における球面収差の劣化も招いてしまう。なお、条件式(5)の下限値を0.31, 0.33, 0.35とするのが好ましい。

[0041] また、本変倍光学系ZLは、広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 とし、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w としたとき、以下に示す条件式(6)及び(7)を満足することが望ましい。

[0042] $0.80 < f_3 / f_4 < 1.60$ (6)

$1.90 < Bf_w / f_w < 3.00$ (7)

[0043] 条件式(6)は、バックフォーカスの確保と製造誤差に対する性能劣化の緩和に適した第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の焦点距離の比を規定するものである。条件式(6)を満足することにより、バックフォーカスを短くすることなく広角端における像面湾曲、コマ収差などの軸外収差、及び望遠端状態における球面収差、コマ収差、色収差の諸収差を良好に補正でき、製造誤差による偏心でのコマ収差等の光学性能劣化を少なくすることができる。条件式(6)の上限値を上回ると、第4レンズ群G4の焦点距離が相対的に短くなり、これにより広角端状態におけるコマ収差と望遠端状態におけるコマ収差の補正が困難になるばかりでなく、製造誤差による偏心での光学性能の劣化が顕著になるため好ましくない。なお、条件式(6)の上限値を1.40, 1.21とするのが好ましい。反対に、条件式(6)の下限値を下回ると、第3レンズ群G3の焦点距離が相対的に短くなり、バックフォーカスの短縮を招くため好ましくない。これを回避するため第2レンズ群G2

の焦点距離を短くすることは、広角端状態における軸外収差の劣化を招くため好ましくない。なお、条件式（６）の下限値を０．８６，０．９０とするのが好ましい。

[0044] 条件式（７）は、レンズ交換式のデジタル一眼レフカメラ用に適したバックフォーカスの範囲を規定するものである。条件式（７）の上限値を上回ると、バックフォーカスが長くなりすぎ、レンズ全長の大型化を招くため好ましくない。なお、条件式（７）の上限値を２．６９，２．５０，２．３７とするのが好ましい。反対に、条件式（７）の下限値を下回ると、バックフォーカスが短くなり、レンズ後部と一眼レフカメラのミラーの干渉を招くため好ましくない。なお、条件式（７）の下限値を１．９５，２．００とするのが好ましい。

[0045] 以下、変倍光学系の製造方法の概略を図２６を参照して説明する。

[0046] まず、円筒状の鏡筒内に、本実施形態の第１レンズ群Ｇ１、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、及び第４レンズ群Ｇ４を組み込む。各レンズ群を鏡筒内に組み込む際、光軸に沿った順に１つずつレンズ群を鏡筒内に組み込んでいく。一部又は全てのレンズ群を保持部材で一体保持してから鏡筒部材と組み立ててもよい。鏡筒内に各レンズ群が組み込まれた後、鏡筒内に各レンズ群が組み込まれた状態で物体の像が形成されるか確認するのが好ましい。

[0047] 上記のように変倍光学系を組み立てた後は、変倍光学系の各種動作を確認する。各種動作の一例としては、変倍時に少なくとも一部のレンズ群が光軸方向に沿って移動する変倍動作、遠距離物体から近距離物体への合焦を行う合焦群が光軸方向に沿って移動する合焦動作、少なくとも一部のレンズが光軸と直交方向の成分を持つように移動する手ぶれ補正動作などが挙げられる。なお、本実施形態においては、広角端状態から望遠状態への変倍の際に、第１レンズ群Ｇ１と第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４が、物体方向に移動するようになっている。また、本実施形態においては、第３レンズ群Ｇ３の一部（好ましくは、負の屈折力を有する第３ｂレンズ群Ｇ３ｂ）を光軸と

直交方向の成分を持つように移動させて手ぶれ補正を行うようになっている。また、各種動作の確認順番は任意である。

[0048] 図 2 1 に、上述の変倍光学系 Z L を備える光学機器として、デジタル一眼レフカメラ 1（以後、単にカメラと記す）の略断面図を示す。このカメラ 1 において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ 2（変倍光学系 Z L）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。

[0049] 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 2 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 1 による物体（被写体）の撮影を行うことができる。なお、図 2 1 に記載のカメラ 1 は、変倍光学系 Z L を着脱可能に保持するものでも良く、変倍光学系 Z L と一体に成形されるものでも良い。また、カメラ 1 は、いわゆる一眼レフカメラでも良く、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良い。

[0050] なお、上述の説明及び以降に示す実施形態においては、4 群構成の変倍光学系 Z L を示したが、以上の構成条件等は、5 群、6 群等の他の群構成にも適用可能である。また、第 3 レンズ群 G 3 の第 3 a レンズ群 G 3 a と第 3 b レンズ群 G 3 b とをズーミングに際して別々に移動させることもできる。

[0051] また、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としても良い。この場合、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 G 2 を合焦レンズ群とするのが好ましい。

- [0052] また、レンズ面は、非球面としても構わない。このとき、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良く、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）或いはプラスチックレンズとしても良い。
- [0053] 開口絞りSは、第3レンズ群G3近傍の最も物体側、または第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用しても良い。
- [0054] さらに、各レンズ面には、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施すことにより、フレアやゴーストを軽減しコントラストの高い光学性能を達成できる。
- [0055] 本実施形態の変倍光学系ZLは、35mmフィルムサイズ換算での焦点距離が広角端状態で25～29mm程度であり、望遠端状態で150～170mm程度であり、変倍比が5～6程度である。
- [0056] 本実施形態の変倍光学系ZLは、第1レンズ群G1が正のレンズ成分を2つと負のレンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、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成分を配置するのが好ましい。また、1番目と2番目のレンズ成分を貼り合わせるのが良い。
- [0057] 本実施形態の変倍光学系ZLは、第2レンズ群G2が正のレンズ成分を1つと負のレンズ成分を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配置するのが好ましい。
- [0058] また、本実施形態の変倍光学系ZLは、第3aレンズ群G3aが正のレンズ成分を2つと負のレンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、第3aレンズ群G3aは、物体側から順に、正正負の順番にレンズ成分を配置するのが好ましい。なお、このレンズ成分の順番は、負正正、正負正であっても良い。
- [0059] また、本実施形態の変倍光学系ZLは、第3bレンズ群G3bが正のレンズ成分を1つと負のレンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、第3bレ

レンズ群G 3 bにおけるレンズ成分の配置は、物体側から順に、負正、または正負のいずれの順番でも良いが、貼り合わせて1つのレンズ保持部で保持するのが良い。

[0060] また、本実施形態の変倍光学系Z Lにおいて、第4レンズ群G 4は、防振時の収差補正に合わせてレンズ構成を変えられるのが良い。

[0061] なお、本発明を分かり易く説明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。

実施例 1

[0062] 以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本実施例に係る変倍光学系Z Lの構成を示す断面図であり、この変倍光学系Z Lの屈折力配分及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)への焦点距離状態の変化における各レンズ群の移動の様子を図1の下方に矢印で示している。この図1に示すように、本実施例に係る変倍光学系Z Lは、光軸に沿って、物体側から順に、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、正の屈折力を有する第4レンズ群G 4とから構成される。広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との空気間隔が増大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との空気間隔が減少し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との空気間隔が減少するように、第1レンズ群G 1、第3レンズ群G 3及び第4レンズ群G 4が物体方向に移動し、第2レンズ群が像面側に移動する。第3レンズ群G 3は、物体側から順に、正の屈折力を有する第3 aレンズ群G 3 aと、負の屈折力を有する第3 bレンズ群G 3 bとから構成され、第3 bレンズ群G 3 bを光軸と直交する方向に移動させることにより、手ぶれ補正(防振)を行う。

[0063] 開口絞りSは第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に位置し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3 aレンズ群G 3 aとともに移動する。フレアカット絞りFSは、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間に位置し、防振の際は移動しないが、ズーミングに際して第3レンズ群G

3とともに移動する。遠距離から近距離へのフォーカシングは、第2レンズ群G2を物体方向に移動させておこなう。

[0064] 各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y とし、高さ y における各非球面の頂点の接平面から各非球面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、円錐定数を κ とし、 n 次の非球面係数を A_n としたとき、以下の式（a）で表される。なお、以降の実施例において、「 $E-n$ 」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。

$$[0065] \quad S(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/r^2)^{1/2}\} \\ + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} \quad (a)$$

[0066] なお、各実施例において、2次の非球面係数 $A2$ は0である。また、各実施例の表中において、非球面には面番号の左側に*印を付している。

[0067] 〔第1実施例〕

図1は、第1実施例に係る変倍光学系ZL1の構成を示す図である。この図1の変倍光学系ZL1において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13から構成される。第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸形状の正レンズL23、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24から構成され、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に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第3レンズ群G3の第3aレンズ群G3aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL31、及び、両凸形状の正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズから構成される。第3レンズ群G3の第3bレンズ群G3bは、物体側から順に、両凹形状の負レンズL34と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35との接合レンズから構成され、この第3bレンズ群G3bの最も物体側に位置する両凹形状の負レンズL34は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球

面を形成した非球面レンズである。第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41、両凸形状の正レンズL42と両凹形状の負レンズL43との接合レンズ、及び、両凸形状の正レンズL44から構成され、第4レンズ群G4の最も物体側に位置する両凸形状の正レンズL41は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0068] なお、全系の焦点距離が f で、防振補正係数（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）が K のレンズで角度 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に移動させればよい（この説明は、以降の実施例においても同様である）。この第1実施例の広角端においては、防振補正係数は0.999であり、焦点距離は18.50（mm）であるので、 0.60° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.194（mm）である。また、この第1実施例の望遠端においては、防振補正係数は1.789であり、焦点距離は131.00（mm）であるので、 0.27° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.345（mm）である。

[0069] 以下の表1に、第1実施例の諸元の値を掲げる。この表1において、 f は焦点距離、FNOはFナンバー、 2ω は画角（単位は「 $^\circ$ 」）、Bfはバックフォーカスをそれぞれ表している。さらに、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、面間隔は各光学面から次の光学面までの光軸上の間隔を、アッベ数及び屈折率はそれぞれd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）に対する値を示している。ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離 f 、曲率半径、面間隔、その他長さの単位は一般に「mm」が使われるが、光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。なお、曲率半径 ∞ は平面を示し、空気の屈折率1.00000は省略してある。また、これらの符号の説明及び諸元表の説明は以降の実施例においても同様である。

[0070] (表1)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	18.50	~ 70.00	~ 131.00
FNO =	3.39	~ 4.66	~ 5.55
2 ω =	77.88	~ 22.29	~ 12.14
像高 =	14.20	~ 14.20	~ 14.20
全長 =	131.568	~ 170.966	~ 191.247

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ`数	屈折率
1	132.7091	2.0000	23.78	1.846660
2	69.0393	7.6047	70.23	1.487490
3	-613.4510	0.1000		
4	58.5782	6.0340	50.88	1.658441
5	211.3695	(d5)		
*6	277.8767	0.1500	38.09	1.553890
7	133.7106	1.2000	46.63	1.816000
8	14.4529	6.6840		
9	-36.6145	1.0000	46.63	1.816000
10	55.0282	0.1000		
11	35.0000	3.9063	23.78	1.846660
12	-37.5947	1.0681		
13	-22.3441	1.0000	47.38	1.788000
14	-56.4883	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	38.9611	2.7439	64.19	1.516798
17	-45.5432	0.1000		
18	24.9617	3.4225	81.61	1.497000
19	-36.3323	1.0000	32.35	1.850260

20	-313.2423	3.0000		
*21	-34.6816	0.1000	38.09	1.553890
22	-35.1754	1.0000	64.10	1.516800
23	36.6948	1.5591	27.51	1.755199
24	52.5702	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)
*26	55.8550	3.9010	64.03	1.516120
27	-27.9232	0.5000		
28	500.0000	3.3875	60.67	1.563839
29	-26.2504	1.3000	37.16	1.834000
30	46.2587	0.8872		
31	110.0000	3.2902	50.89	1.658441
32	-38.6328	(Bf)		

[レンズ`群焦点距離及び移動距離]

$$f1= 98.396$$

$$f2=-14.860$$

$$f3= 47.189$$

$$f4= 43.127$$

$$\Delta d1= 59.697$$

$$\Delta d3= 36.679$$

[0071] この第1実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表2に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A4 \sim A10$ の値を示す。

[0072] (表2)

	κ	A 4	A 6	A 8	A 1 0
第6面	1.0000	1.67350E-05	-3.76300E-08	8.64890E-11	-4.98470E-14
第21面	5.9254	2.86560E-05	5.91680E-09	4.57110E-10	0.00000E+00

第26面 -26.7202 -1.22480E-05 -2.80120E-08 -1.97490E-11 0.00000E+00

[0073] この第1実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔d5、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔d14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔d25、及びバックフォーカスBfは、ズーミングに際して変化する。次の表3に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0074] (表3)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18.500	70.000	131.000
d5	2.070	38.567	49.422
d14	26.242	8.138	1.800
d25	6.250	2.232	1.450
Bf	37.967	62.990	79.536

[0075] 次の表4に、この第1実施例における各条件式対応値を示す。なおこの表4において、 L_w は広角端状態における全長を、 f_w は広角端状態における全系の焦点距離を、 f_t は望遠端状態における全系の焦点距離を、 Δd_1 は広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群G1の光軸上の移動距離を、 Δd_3 は広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第3レンズ群G3の光軸上の移動距離を、 f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離を、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離を、 f_4 は第4レンズ群G4の焦点距離を、 Bf_w は広角端状態におけるバックフォーカスを、それぞれ表している。以降の実施例においてもこの符号の説明は同様である。

[0076] (表4)

$$(1) (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.311$$

$$(2) (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) = 0.505$$

$$(3) f_3 / f_w = 2.551$$

$$(4) f_1 / f_w = 5.319$$

$$(5) \quad f_3 / f_t = 0.360$$

$$(6) \quad f_3 / f_4 = 1.094$$

$$(7) \quad B f_w / f_w = 2.052$$

[0077] 第1実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図2(a)に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図3に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図4(a)に示す。また、第1実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において 0.60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図2(b)に示し、第1実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において 0.27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図4(b)に示す。

[0078] 各収差図において、FNOはFナンバーを、Aは半画角（単位「°」）を、dはd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）を、gはg線（ $\lambda = 435.6 \text{ nm}$ ）をそれぞれ示している。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画角の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各画角の値を示す。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している。さらに、球面収差図において、実線は球面収差を示している。なお、この収差図の説明は以降の実施例においても同様である。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わかる。

[0079] 〔第2実施例〕

図5は、第2実施例に係る変倍光学系ZL2の構成を示す図である。この図5の変倍光学系ZL2において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13から構成される。第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸形状の正レンズL23、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24から

構成され、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に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第3レンズ群G3の第3aレンズ群G3aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL31、及び、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズから構成される。第3レンズ群G3の第3bレンズ群G3bは、物体側から順に、両凹形状の負レンズL34と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35との接合レンズから構成され、第3bレンズ群G3bの最も物体側に位置する両凹形状の負レンズL34は物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41、両凸形状の正レンズL42と両凹形状の負レンズL43との接合レンズ、及び、両凸形状の正レンズL44から構成され、第4レンズ群G4の最も物体側に位置する両凸形状の正レンズL41は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0080] なお、この第2実施例の広角端においては、防振補正係数は0.928であり、焦点距離は18.50 (mm) であるので、0.60° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.209 (mm) である。また、この第2実施例の望遠端においては、防振補正係数は1.687であり、焦点距離は131.00 (mm) であるので、0.27° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.369 (mm) である。

[0081] 以下の表5に、第2実施例の諸元の値を掲げる。

[0082] (表5)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	18.50	~ 70.00	~ 131.00
FN0 =	3.47	~ 5.11	~ 5.73
2ω =	76.67	~ 22.38	~ 12.14
像高 =	14.20	~ 14.20	~ 14.20

全長 =131.591 ~ 170.738 ~ 191.244

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ` 数	屈折率
1	127.1007	2.0000	23.78	1.846660
2	68.0866	7.4621	70.23	1.487490
3	-789.7221	0.1000		
4	58.5100	5.7779	50.88	1.658441
5	205.2524	(d5)		
*6	155.8421	0.1500	38.09	1.553890
7	91.9644	1.2000	42.72	1.834807
8	14.4078	6.8486		
9	-33.7631	1.0000	46.63	1.816000
10	52.3310	0.1000		
11	35.0000	4.0788	23.78	1.846660
12	-35.3134	1.1463		
13	-20.8608	1.0000	47.38	1.788000
14	-46.1994	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	33.3603	2.9346	64.19	1.516798
17	-42.6922	0.1000		
18	24.9127	3.3760	81.61	1.497000
19	-38.2884	1.0000	32.35	1.850260
20	573.0840	3.0000		
*21	-37.4522	0.1000	38.09	1.553890
22	-37.6846	1.0000	64.10	1.516800
23	31.2120	1.6802	27.51	1.755199
24	50.0206	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)

*26	64.5178	3.2899	64.03	1.516120
27	-35.6588	0.5000		
28	500.0000	2.0396	70.41	1.487490
29	-78.8097	1.3000	32.35	1.850260
30	50.8610	0.8683		
31	140.0573	3.6434	70.41	1.487490
32	-29.2586	(Bf)		

[レンズ群焦点距離及び移動距離]

$$f_1 = 98.935$$

$$f_2 = -15.109$$

$$f_3 = 44.583$$

$$f_4 = 46.104$$

$$\Delta d_1 = 59.653$$

$$\Delta d_3 = 38.373$$

[0083] この第2実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表6に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A_4 \sim A_{10}$ の値を示す。

[0084] (表6)

	κ	A_4	A_6	A_8	A_{10}
第6面	1.0000	1.80020E-05	-3.75590E-08	6.82670E-11	8.79960E-14
第21面	9.7304	3.14860E-05	5.10490E-08	8.64750E-10	0.00000E+00
第26面	-0.2727	-3.48330E-05	2.53290E-08	-1.86100E-10	0.00000E+00

[0085] この第2実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔 d_5 、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔 d_{14} 、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔 d_{25} 、及びバックフォーカスBfは、ズーミングに際して変化する。次の表7に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0086] (表 7)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18.500	70.000	131.000
d5	2.070	33.852	48.965
d14	27.416	7.230	1.800
d25	6.418	2.049	1.450
Bf	37.991	69.912	81.333

[0087] 次の表 8 に、この第 2 実施例における各条件式対応値を示す。

[0088] (表 8)

- (1) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.312$
- (2) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) = 0.484$
- (3) $f_3 / f_w = 2.410$
- (4) $f_1 / f_w = 5.348$
- (5) $f_3 / f_t = 0.340$
- (6) $f_3 / f_4 = 0.967$
- (7) $B f_w / f_w = 2.054$

[0089] この第 2 実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 6 (a) に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図 7 に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 8 (a) に示す。また、第 2 実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において 0.60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図 6 (b) に示し、第 2 実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において 0.27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図 8 (b) に示す。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わかる。

[0090] [第 3 実施例]

図 9 は、第 3 実施例に係る変倍光学系 ZL3 の構成を示す図である。この図 9 の変倍光学系 ZL3 において、第 1 レンズ群 G1 は、物体側から順に、

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} と両凸形状の正レンズ L_{12} との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{13} から構成される。第2レンズ群 G_2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{21} 、両凹形状の負レンズ L_{22} 、両凸形状の正レンズ L_{23} 、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{24} から構成され、第2レンズ群 G_2 の最も物体側に位置する負メニスカスレンズ L_{21} は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第3レンズ群 G_3 の第3aレンズ群 G_{3a} は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L_{31} 、及び、両凸形状の正レンズ L_{32} と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{33} との接合レンズから構成される。第3レンズ群 G_3 の第3bレンズ群 G_{3b} は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L_{34} と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{35} との接合レンズから構成され、第3bレンズ群 G_{3b} の最も物体側に位置する両凹形状の負レンズ L_{34} は物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第4レンズ群 G_4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L_{41} 、両凸形状の正レンズ L_{42} と両凹形状の負レンズ L_{43} との接合レンズ、及び、像面側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{44} から構成され、第4レンズ群 G_4 の最も物体側に位置する両凸形状の正レンズ L_{41} は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0091] この第3実施例の広角端状態においては、防振補正係数は1.000であり、焦点距離は18.50 (mm)であるので、 0.60° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群 G_{3b} の移動量は0.194 (mm)である。また、この第3実施例の望遠端状態においては、防振補正係数は1.797であり、焦点距離は105.00 (mm)であるので、 0.30° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群 G_{3b} の移動量は0.306 (mm)である。

[0092] 以下の表9に、第3実施例の諸元の値を掲げる。

[0093] (表9)

	広角端		中間焦点距離		望遠端
f =	18.50	~	65.00	~	105.00
FNO =	3.52	~	5.13	~	5.74
2 ω =	78.26	~	24.33	~	15.24
像高 =	14.20	~	14.20	~	14.20
全長 =	131.517	~	163.372	~	180.515

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ` 数	屈折率
1	134.7329	2.0000	23.78	1.846660
2	68.5573	6.5591	70.23	1.487490
3	-633.6719	0.1000		
4	53.4321	5.1596	50.88	1.658441
5	189.7811	(d5)		
*6	182.9094	0.1500	38.09	1.553890
7	103.7413	1.2000	46.57	1.804000
8	14.5151	6.9532		
9	-31.1324	1.0000	39.58	1.804398
10	49.3719	0.1000		
11	35.0000	4.2243	23.78	1.846660
12	-32.7363	1.0764		
13	-20.5005	1.0000	47.38	1.788000
14	-44.0388	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	40.8340	2.7262	64.19	1.516798
17	-38.4648	0.1000		
18	27.3585	3.2934	81.61	1.497000
19	-32.0272	1.0000	32.35	1.850260
20	-179.9291	3.0000		

*21	-35.4208	0.1000	38.09	1.553890
22	-35.7415	1.0000	64.10	1.516800
23	32.9221	1.5617	23.78	1.846660
24	45.6074	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)
*26	162.6073	3.2000	64.03	1.516120
27	-34.1598	0.5000		
28	90.0000	2.9026	60.67	1.563839
29	-53.8564	1.3000	32.35	1.850260
30	61.1613	1.3249		
31	-309.5498	3.6147	70.41	1.487490
32	-25.1830	(Bf)		

[レンズ群焦点距離及び移動距離]

$f_1 =$	93.094
$f_2 =$	-15.473
$f_3 =$	47.005
$f_4 =$	44.335
$\Delta d_1 =$	48.998
$\Delta d_3 =$	37.545

[0094] この第3実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表10に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A_4 \sim A_{10}$ の値を示す。

[0095] (表10)

	κ	A_4	A_6	A_8	A_{10}
第6面	1.0000	1.65830E-05	-3.43150E-08	5.65390E-11	1.12030E-13
第21面	8.3238	3.21570E-05	7.35370E-08	5.56910E-10	0.00000E+00
第26面	19.1791	-3.00450E-05	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0096] この第3実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔d5、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔d14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔d25、及びバックフォーカスBfは、ズーミングに際して変化する。次の表11に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0097] (表11)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18.500	65.000	105.000
d5	2.098	28.005	39.057
d14	27.305	6.199	1.800
d25	6.951	2.079	1.450
Bf	38.017	69.944	81.062

[0098] 次の表12に、この第3実施例における各条件式対応値を示す。

[0099] (表12)

- (1) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.473$
- (2) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) = 0.617$
- (3) $f_3 / f_w = 2.541$
- (4) $f_1 / f_w = 5.032$
- (5) $f_3 / f_t = 0.448$
- (6) $f_3 / f_4 = 1.060$
- (7) $Bf_w / f_w = 2.055$

[0100] この第3実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図10(a)に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図11に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図12(a)に示す。また、第3実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において、0.60°の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図10(b)に示し、第3実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において0.30°の回転ぶれに対するぶれ補正を行

った時のコマ収差図を図 1 2 (b) に示す。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わかる。

[0101] 〔第 4 実施例〕

図 1 3 は、第 4 実施例に係る変倍光学系 Z L 4 の構成を示す図である。この図 1 3 の変倍光学系 Z L 4 において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 から構成される。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1、両凹形状の負レンズ L 2 2、両凸形状の正レンズ L 2 3、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 から構成され、第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側に位置する負メニスカスレンズ L 2 1 は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第 3 レンズ群 G 3 の第 3 a レンズ群 G 3 a は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 3 1、及び、両凸形状の正レンズ 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 との接合レンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 の第 3 b レンズ群 G 3 b は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 3 4 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 5 との接合レンズから構成され、第 3 b レンズ群 G 3 b の最も物体側に位置する両凹形状の負レンズ L 3 4 は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1、両凸形状の正レンズ L 4 2 と両凹形状の負レンズ L 4 3 との接合レンズ、及び、像面側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 4 から構成され、第 4 レンズ群 G 4 の最も物体側に位置する正メニスカスレンズ L 4 1 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0102] この第 4 実施例の広角端状態においては、防振補正係数は 1. 0 0 0 であり、焦点距離は 1 8. 5 0 (mm) であるので、0. 6 0° の回転ぶれを補

正するための第3 b レンズ群 G 3 b の移動量は 0. 1 9 4 (mm) である。
 また、この第4実施例の望遠端状態においては、防振補正係数は 1. 8 1 5
 であり、焦点距離は 1 0 5. 0 0 (mm) であるので、0. 3 0 ° の回転ぶ
 れを補正するための第3 b レンズ群 G 3 b の移動量は 0. 3 0 3 (mm) で
 ある。

[0103] 以下の表 1 3 に、第4実施例の諸元の値を掲げる。

[0104] (表 1 3)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	18.50	~ 65.00	~ 105.00
FNO =	3.51	~ 5.10	~ 5.79
2ω =	78.26	~ 24.32	~ 15.24
像高 =	14.20	~ 14.20	~ 14.20
全長 =	131.550	~ 167.168	~ 186.160

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ` 数	屈折率
1	141.6433	2.0000	23.78	1.846660
2	72.6601	6.3104	70.23	1.487490
3	-931.1892	0.1000		
4	56.0747	4.9593	50.88	1.658441
5	191.8276	(d5)		
*6	114.9754	0.1500	38.09	1.553890
7	73.7929	1.2000	46.57	1.804000
8	14.5527	7.7748		
9	-30.0224	1.0000	39.58	1.804398
10	47.7644	0.1000		
11	35.0000	4.2146	23.78	1.846660
12	-32.9530	1.1617		
13	-19.9264	1.0000	47.38	1.788000

14	-42.0535	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	44.6991	2.7606	64.19	1.516798
17	-34.8394	0.1000		
18	28.4488	3.3997	81.61	1.497000
19	-28.2321	1.0000	32.35	1.850260
20	-119.4787	3.0000		
*21	-35.4985	0.1000	38.09	1.553890
22	-35.7580	1.0000	64.10	1.516800
23	29.9881	1.6238	23.78	1.846660
24	43.5041	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)
*26	232.2663	3.2000	64.03	1.516120
27	-32.1872	0.5000		
28	90.0000	2.9876	60.67	1.563839
29	-49.4149	1.3000	32.35	1.850260
30	60.9686	1.3389		
31	-285.1808	3.6098	70.40	1.487490
32	-25.0178	(Bf)		

[レンズ群焦点距離及び移動距離]

$$f_1 = 100.639$$

$$f_2 = -15.490$$

$$f_3 = 45.735$$

$$f_4 = 45.228$$

$$\Delta d_1 = 54.610$$

$$\Delta d_3 = 38.792$$

[0105] この第4実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面

は非球面形状に形成されている。次の表 1 4 に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A4 \sim A10$ の値を示す。

[0106] (表 1 4)

	κ	A4	A6	A8	A10
第6面	1.0000	1.52370E-05	-2.25400E-08	5.16300E-12	2.25290E-13
第21面	8.6305	3.26180E-05	6.91300E-08	6.92310E-10	0.00000E+00
第26面	-183.0712	-2.58810E-05	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0107] この第 4 実施例において、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との軸上空気間隔 d_5 、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との軸上空気間隔 d_{14} 、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との軸上空気間隔 d_{25} 、及びバックフォーカス Bf は、ズーミングに際して変化する。次の表 1 5 に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0108] (表 1 5)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18.500	65.000	105.000
d_5	2.113	31.473	42.677
d_{14}	26.546	6.189	1.800
d_{25}	6.950	2.036	1.450
Bf	38.050	69.578	82.342

[0109] 次の表 1 6 に、この第 4 実施例における各条件式対応値を示す。

[0110] (表 1 6)

- (1) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.424$
- (2) $(L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) = 0.598$
- (3) $f_3 / f_w = 2.472$
- (4) $f_1 / f_w = 5.440$
- (5) $f_3 / f_t = 0.436$
- (6) $f_3 / f_4 = 1.011$

$$(7) B f w / f w = 2.057$$

[0111] この第4実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図14(a)に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図15に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図16(a)に示す。また、第4実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において、 0.60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図14(b)に示し、第4実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において 0.30° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図16(b)に示す。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わかる。

[0112] [第5実施例]

図17は、第5実施例に係る変倍光学系ZL5の構成を示す図である。この図17の変倍光学系ZL5において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13から構成される。第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸形状の正レンズL23、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24から構成され、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に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第3レンズ群G3の第3aレンズ群G3aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL31、及び、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズから構成される。第3レンズ群G3の第3bレンズ群G3bは、物体側から順に、両凹形状の負レンズL34と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35との接合レンズから構成され、第3bレンズ群G3bの最も物体側に位置する両凹形状の負レンズL34は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL

４１、像面側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４２と両凹形状の負レンズＬ４３との接合レンズ、及び、両凸形状の正レンズＬ４４から構成され、第４レンズ群Ｇ４の最も物体側に位置する両凸形状の正レンズＬ４１は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0113] この第５実施例の広角端状態においては、防振補正係数は０．９９９であり、焦点距離は１８．５０（ｍｍ）であるので、０．６０°の回転ぶれを補正するための第３ｂレンズ群Ｇ３ｂの移動量は０．１９４（ｍｍ）である。また、この第５実施例の望遠端状態においては、防振補正係数は１．８０３であり、焦点距離は１３１．００（ｍｍ）であるので、０．２７°の回転ぶれを補正するための第３ｂレンズ群Ｇ３ｂの移動量は０．３４２（ｍｍ）である。

[0114] 以下の表１７に、第５実施例の諸元の値を掲げる。

[0115] （表１７）

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	18.50	~ 70.00	~ 131.00
FN0 =	3.47	~ 4.83	~ 5.77
2ω =	78.07	~ 22.38	~ 12.19
像高 =	14.20	~ 14.20	~ 14.20
全長 =	134.867	~ 175.840	~ 197.401

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ` 数	屈折率
1	131.8145	2.0000	32.35	1.850260
2	66.7419	7.5709	81.61	1.497000
3	-1267.3183	0.1000		
4	60.4311	6.4106	65.47	1.603000
5	271.9391	(d5)		
*6	280.2980	0.1500	38.09	1.553890
7	116.0121	1.2000	46.63	1.816000

8	14.8328	6.7543		
9	-31.2380	1.0000	46.63	1.816000
10	55.8688	0.1000		
11	37.6211	3.7843	23.78	1.846660
12	-42.5664	1.8254		
13	-17.8616	1.0000	47.38	1.788000
14	-25.2572	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	35.4547	2.5444	65.47	1.603000
17	-49.0607	0.1000		
18	27.6369	3.0607	81.61	1.497000
19	-35.3391	1.0000	32.35	1.850260
20	849.7261	3.0000		
*21	-39.3954	0.1000	38.09	1.553890
22	-39.5271	1.0000	64.12	1.516800
23	25.0000	1.4590	27.51	1.755200
24	40.3853	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)
*26	57.1912	3.3608	70.45	1.487490
27	-26.1998	0.5000		
28	-31341.9590	3.4990	70.45	1.487490
29	-19.9000	1.4000	44.79	1.744000
30	48.2777	0.9461		
31	141.0745	3.5724	70.45	1.487490
32	-25.6598	(Bf)		

[レンズ群焦点距離及び移動距離]

$$f_1 = 107.049$$

$$f_2 = -15.981$$

$$f_3 = 47.794$$

$$f_4 = 47.275$$

$$\Delta d_1 = 62.534$$

$$\Delta d_3 = 38.119$$

[0116] この第5実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表18に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A_4 \sim A_{10}$ の値を示す。

[0117] (表18)

	κ	A_4	A_6	A_8	A_{10}
第6面	1.0000	1.98880E-05	-3.90400E-08	8.42890E-11	1.34030E-13
第21面	6.5091	2.30430E-05	-1.51290E-08	5.59780E-10	-2.19660E-12
第26面	-67.0889	1.07570E-05	-3.20900E-07	2.32710E-09	-8.11680E-12

[0118] この第5実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔 d_5 、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔 d_{14} 、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔 d_{25} 、及びバックフォーカス B_f は、ズーミングに際して変化する。次の表19に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0119] (表19)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18.500	69.998	130.995
d_5	2.070	41.366	53.610
d_{14}	29.519	9.146	2.394
d_{25}	5.843	1.767	1.000
B_f	37.997	64.123	80.959

[0120] 次の表20に、この第5実施例における各条件式対応値を示す。

[0121] (表20)

$$(1) (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.305$$

$$(2) (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) = 0.500$$

$$(3) f_3 / f_w = 2.583$$

$$(4) f_1 / f_w = 5.786$$

$$(5) f_3 / f_t = 0.365$$

$$(6) f_3 / f_4 = 1.011$$

$$(7) B f_w / f_w = 2.054$$

[0122] この第5実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図18(a)に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図19に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図20(a)に示す。また、第5実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において、 0.60° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図18(b)に示し、第5実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において 0.27° の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図20(b)に示す。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わかる。

[0123] [第6実施例]

図22は、第6実施例に係る変倍光学系ZL6の構成を示す図である。この図22の変倍光学系ZL6において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸レンズL12との接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13から構成される。第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21、両凹レンズL22、両凸レンズL23、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24から構成され、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に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第3レンズ群G3の第3aレンズ群G3aは、物体側から順に、両凸レンズL31、及び、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L3

3との接合レンズから構成される。第3レンズ群G3の第3bレンズ群G3bは、物体側から順に、両凹レンズL34と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35との接合レンズから構成され、この第3bレンズ群G3bの最も物体側に位置する両凹レンズL34は、物体側のガラスレンズ面に樹脂層を設けて非球面を形成した非球面レンズである。第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸レンズL41、両凸レンズL42と両凹レンズL43との接合レンズ、及び、像面側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44から構成され、第4レンズ群G4の最も物体側に位置する両凸レンズL41は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

[0124] なお、全系の焦点距離が f で、防振補正係数（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）が K のレンズで角度 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に移動させればよい（この説明は、以降の実施例においても同様である）。この第6実施例の広角端においては、防振補正係数は0.999であり、焦点距離は18.50（mm）であるので、 0.60° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.194（mm）である。また、この第6実施例の望遠端においては、防振補正係数は1.466であり、焦点距離は105.00（mm）であるので、 0.30° の回転ぶれを補正するための第3bレンズ群G3bの移動量は0.250（mm）である。

[0125] 以下の表21に、第6実施例の諸元の値を掲げる。この表21において、 f は焦点距離、FNOはFナンバー、 2ω は画角（単位は「°」）、Bfはバックフォーカスをそれぞれ表している。また、 f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群G2の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離、 f_4 は第4レンズ群G4の焦点距離、 Δd_1 は第1レンズ群G1の移動距離をそれぞれ表している。さらに、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、面間隔は各光学面から次の光学面までの光軸上の間隔を、アッペ数及び屈折率はそれぞれd線（ $\lambda = 587.6$

n m) に対する値を示している。ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離 f 、曲率半径、面間隔、その他長さの単位は一般に「mm」が使われるが、光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。なお、曲率半径 ∞ は平面を示し、空気の屈折率 1.00000 は省略してある。また、これらの符号の説明及び諸元表の説明は以降の実施例においても同様である。

[0126] (表 2 1)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
$f =$	18.50	~ 65.00	~ 105.00
$FNO =$	3.50	~ 5.07	~ 5.75
$2\omega =$	78.07	~ 24.23	~ 15.19
像高 =	14.20	~ 14.20	~ 14.20
全長 =	131.536	~ 165.006	~ 183.226

面番号	曲率半径	面間隔	アッペル数	屈折率
1	143.2140	2.0000	23.78	1.846660
2	71.6646	6.4275	70.23	1.487490
3	-618.5043	0.1000		
4	53.9791	5.0660	50.88	1.658441
5	181.7249	(d5)		
*6	128.7548	0.1500	38.09	1.553890
7	82.3773	1.2000	46.57	1.804000
8	14.3017	7.0936		
9	-30.1601	1.0000	39.58	1.804398
10	50.9493	0.1000		
11	35.0000	4.1886	23.78	1.846660
12	-33.0990	1.2340		
13	-19.8060	1.0000	47.38	1.788000

14	-41.0790	(d14)		
15	∞	0.5000		(開口絞りS)
16	44.3882	2.7436	64.19	1.516798
17	-35.2063	0.1000		
18	28.1737	3.3532	81.61	1.497000
19	-29.1030	1.0000	32.35	1.850260
20	-132.3158	3.0000		
*21	-34.8880	0.1000	38.09	1.553890
22	-35.1681	1.0000	64.10	1.516800
23	30.9424	1.6084	23.78	1.846660
24	44.7542	1.5000		
25	∞	(d25)		(フレアカット絞り)
*26	225.3925	3.2000	64.03	1.516120
27	-32.3199	0.5000		
28	90.0000	2.9457	60.67	1.563839
29	-51.4023	1.3000	32.35	1.850260
30	60.8086	1.3435		
31	-282.7585	3.6108	70.41	1.487490
32	-25.0000	(Bf)		

[レンズ群焦点距離及び移動距離]

$$f_1 = 96.633$$

$$f_2 = -15.521$$

$$f_3 = 46.345$$

$$f_4 = 44.900$$

$$\Delta d_1 = 51.690$$

[0127] この第6実施例において、第6面、第21面、及び、第26面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表22に、非球面のデータ、すなわち

円錐定数 κ 及び各非球面定数 $A_4 \sim A_{10}$ の値を示す。

[0128] (表 2 2)

	κ	A_4	A_6	A_8	A_{10}
第6面	1. 0000	1. 61870E-05	-2. 58870E-08	6. 80330E-12	2. 69690E-13
第21面	7. 3084	2. 99250E-05	6. 09890E-08	4. 01930E-10	0. 00000E+00
第26面	-186. 0392	-2. 61280E-05	0. 00000E+00	0. 00000E+00	0. 00000E+00

[0129] この第6実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔 d_5 、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔 d_{14} 、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔 d_{25} 、及びバックフォーカス B_f は、ズーミングに際して変化する。次の表23に広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

[0130] (表 2 3)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	18. 500	65. 000	105. 000
d_5	2. 110	30. 024	40. 623
d_{14}	27. 055	6. 330	1. 800
d_{25}	6. 970	2. 042	1. 450
B_f	38. 036	69. 245	81. 987

[0131] 次の表24に、この第6実施例における各条件式対応値を示す。なおこの表24において、 L_w は広角端状態における全長を、 f_w は広角端状態における全系の焦点距離を、 Δd_1 は広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第1レンズ群G1の光軸上の移動距離を、 f_t は望遠端状態における全系の焦点距離を、 f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離を、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離を、 f_4 は第4レンズ群G4の焦点距離を、 B_{fw} は広角端状態におけるバックフォーカスを、それぞれ表している。以降の実施例においてもこの符号の説明は同様である。

[0132] (表 2 4)

$$(1) (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) = 0.448$$

$$(2) f_3 / f_w = 2.505$$

$$(3) f_1 / f_w = 5.223$$

$$(4) f_3 / f_t = 0.441$$

$$(5) f_3 / f_4 = 1.032$$

$$(6) B f_w / f_w = 2.056$$

[0133] 第6実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図23(a)に、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図24に、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図25(a)に示す。また、第6実施例の広角端状態での無限遠撮影状態において0.60°の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図23(b)に示し、第6実施例の望遠端状態での無限遠撮影状態において0.30°の回転ぶれに対するぶれ補正を行った時のコマ収差図を図25(b)に示す。

[0134] 各収差図において、FNOはFナンバーを、Aは半画角（単位「°」）を、dはd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）を、gはg線（ $\lambda = 435.6 \text{ nm}$ ）をそれぞれ示している。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画角の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各画角の値を示す。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している。さらに、球面収差図において、実線は球面収差を示している。なお、この収差図の説明は以降の実施例においても同様である。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わかる。

産業上の利用可能性

[0135] 良好な光学性能を達成することができる変倍光学系に利用可能である。

請求の範囲

[請求項1]

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

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、

正の屈折力を有する第4レンズ群と、を有し、

広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、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変化し、

前記第3レンズ群の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成され、

広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の前記第1レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.25 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.55$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足する変倍光学系。

[請求項2]

広角端状態から望遠端状態まで変倍する際の第3レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_3 としたとき、次式

$$0.42 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) < 0.90$$

の条件を満足する請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項3]

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、を有し、

広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、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変化し、

前記第 3 レンズ群の一部は、光軸と直交する方向に移動するように構成され、

広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の前記第 1 レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の前記第 3 レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_3 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.15 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.58$$

$$0.42 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_3 \cdot f_t) < 0.90$$

$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足する変倍光学系。

[請求項4] 前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 3 a レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 b レンズ群と、を有し、前記第 3 b レンズ群を光軸と直交する方向に移動するように構成されている請求項 1 に記載の変倍光学系。

[請求項5] 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、次式

$$3.50 < f_1 / f_w < 8.00$$

の条件を満足する請求項 1 に記載の変倍光学系。

[請求項6] 広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群とが物体方向に移動する請求項 1 に記載の変倍光学系。

- [請求項7] 広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、前記第1レンズ群が物体方向に移動する請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項8] 前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t としたとき、次式
$$0.30 < f_3 / f_t < 1.00$$
の条件を満足する請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項9] 広角端状態における前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が、望遠端状態における前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔より大きくなるように構成された請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項10] 前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とし、広角端状態におけるバックフォーカスを Bf_w としたとき、次式
$$0.80 < f_3 / f_4 < 1.60$$
$$1.90 < Bf_w / f_w < 3.00$$
の条件を満足する請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項11] 前記第3bレンズ群は、物体側から順に、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを接合した接合レンズからなる請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項12] 前記第3bレンズ群の最も物体側のレンズ面は、非球面形状に形成されている請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項13] 請求項1に記載の変倍光学系を備えた光学機器。
- [請求項14] 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを、前記第3レンズ群の一部が光軸と直交する方向に移動するように配置するステップと、
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を増大させ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔を減少させ、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔を変化させて、広角端状態から望遠端状態まで変倍させるステップと、を備え、

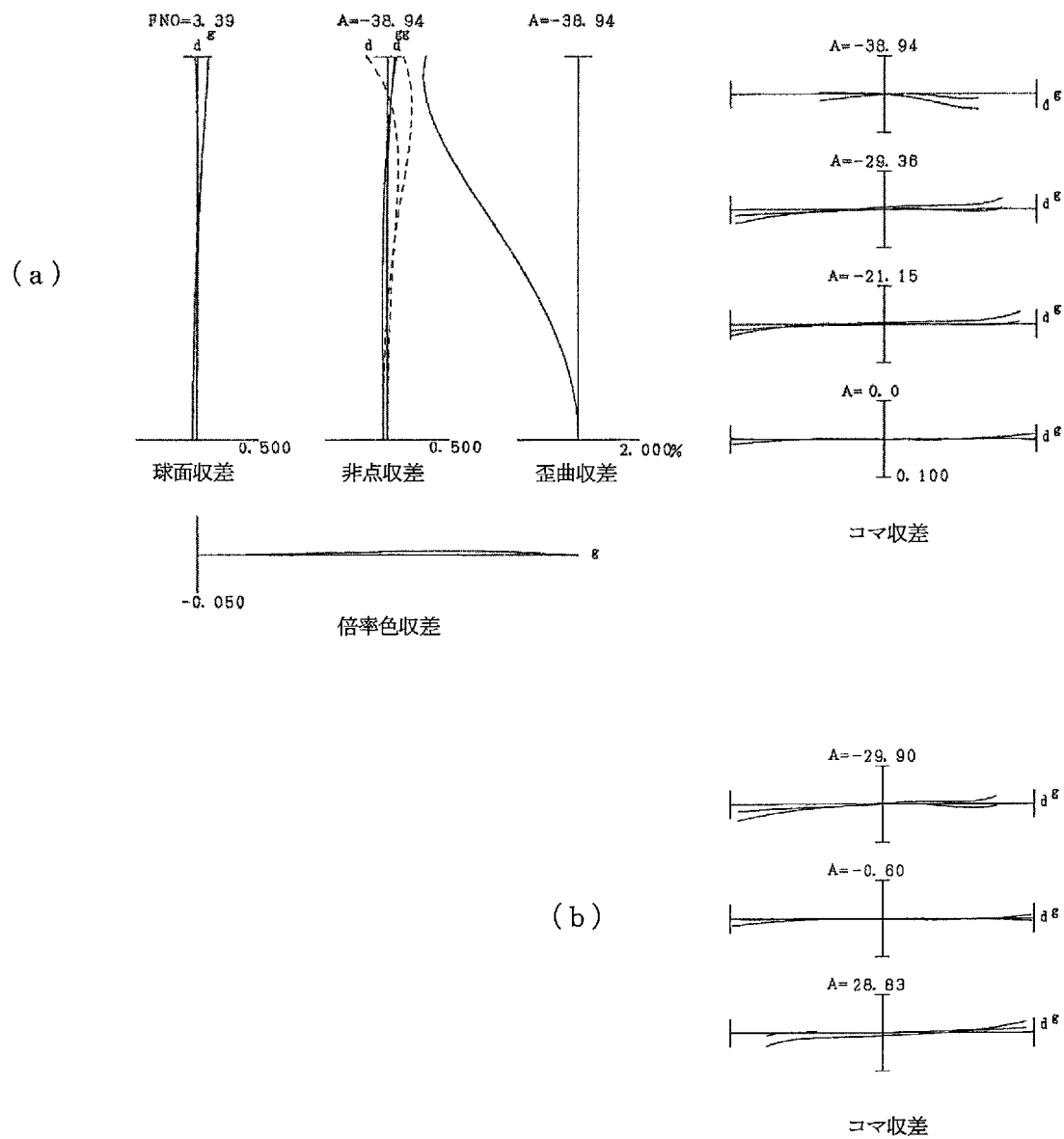
広角端状態における全系の焦点距離を f_w とし、望遠端状態における全系の焦点距離を f_t とし、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の前記第 1 レンズ群の光軸上の移動距離を Δd_1 とし、広角端状態における全長を L_w としたとき、次式

$$0.25 < (L_w \cdot f_w) / (\Delta d_1 \cdot f_t) < 0.55$$

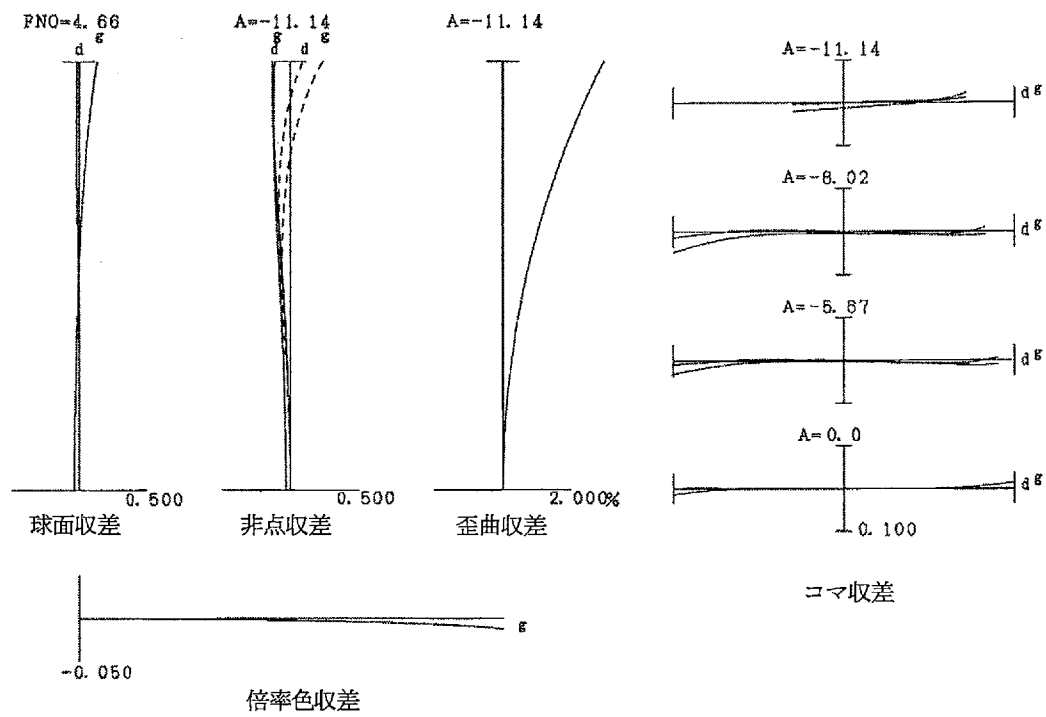
$$2.20 < f_3 / f_w < 4.50$$

の条件を満足する変倍光学系の製造方法。

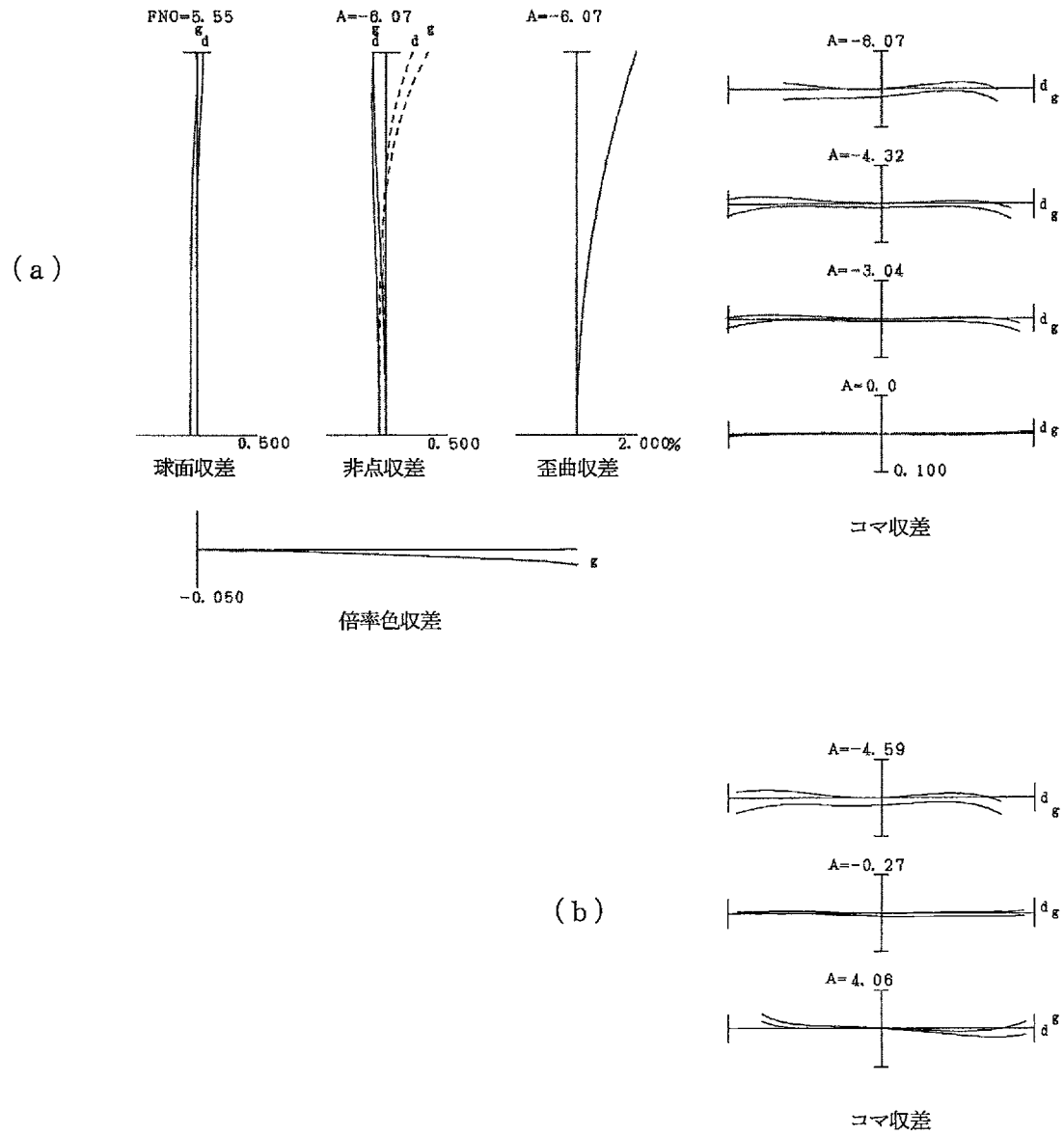
[図2]



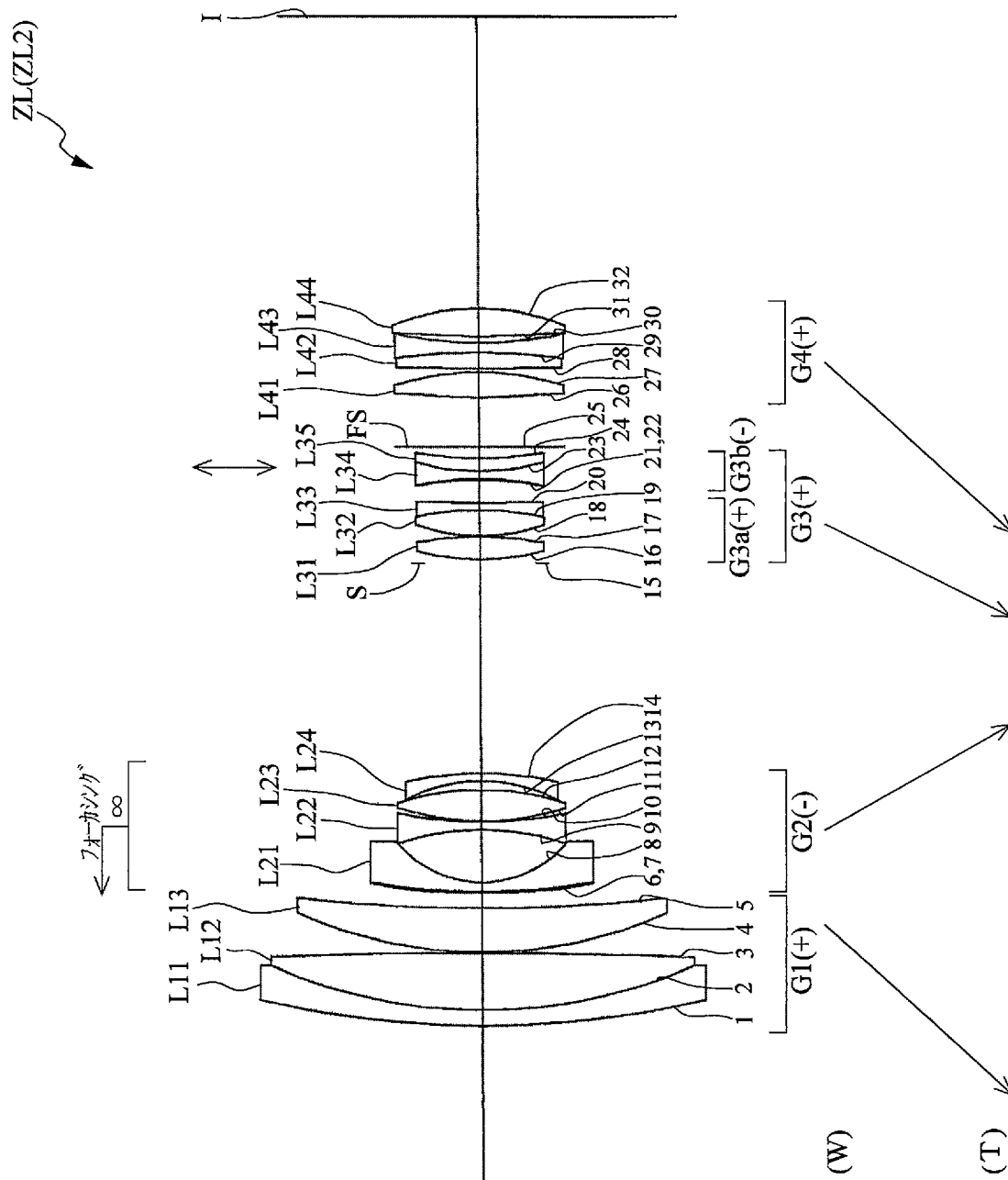
[図3]



[図4]

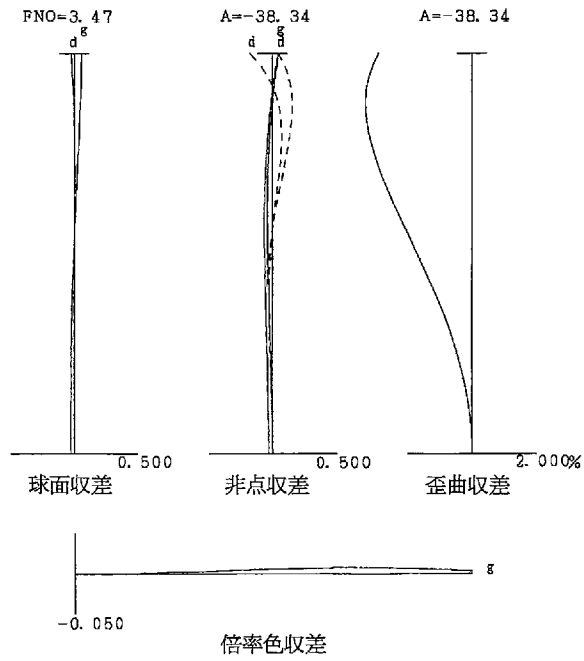


[図5]

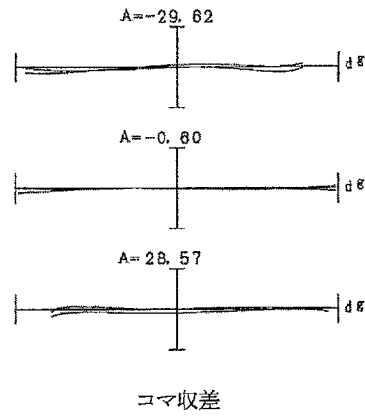
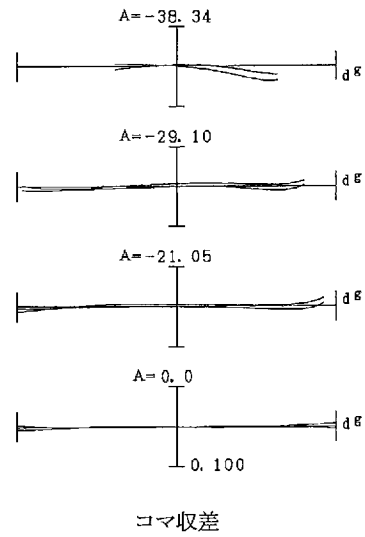


[図6]

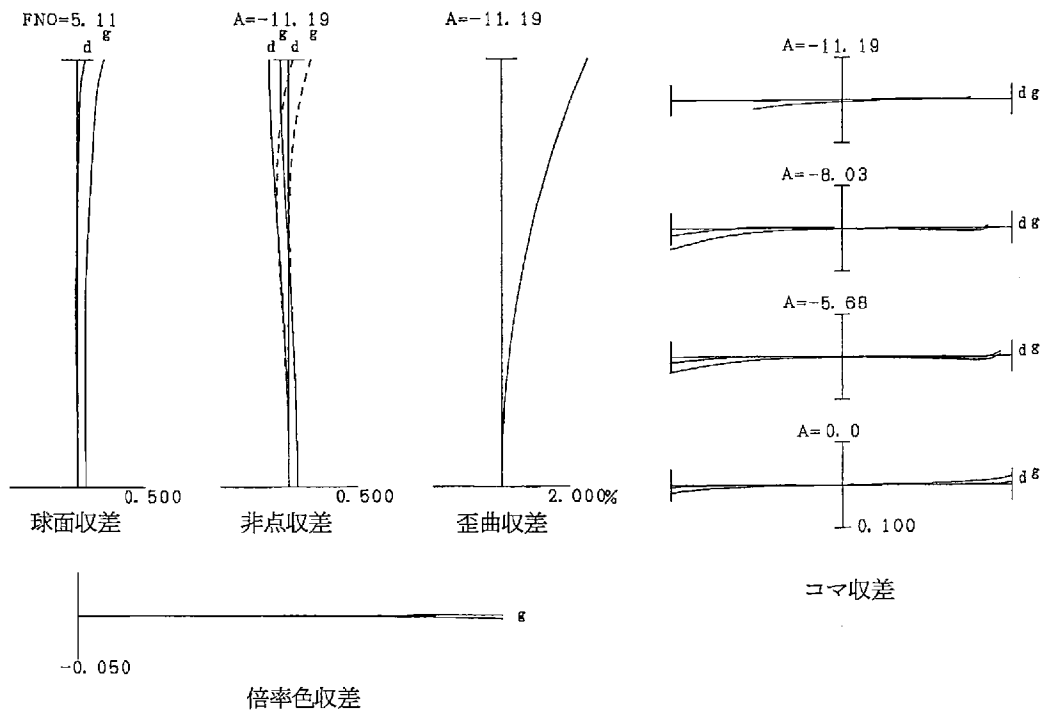
(a)



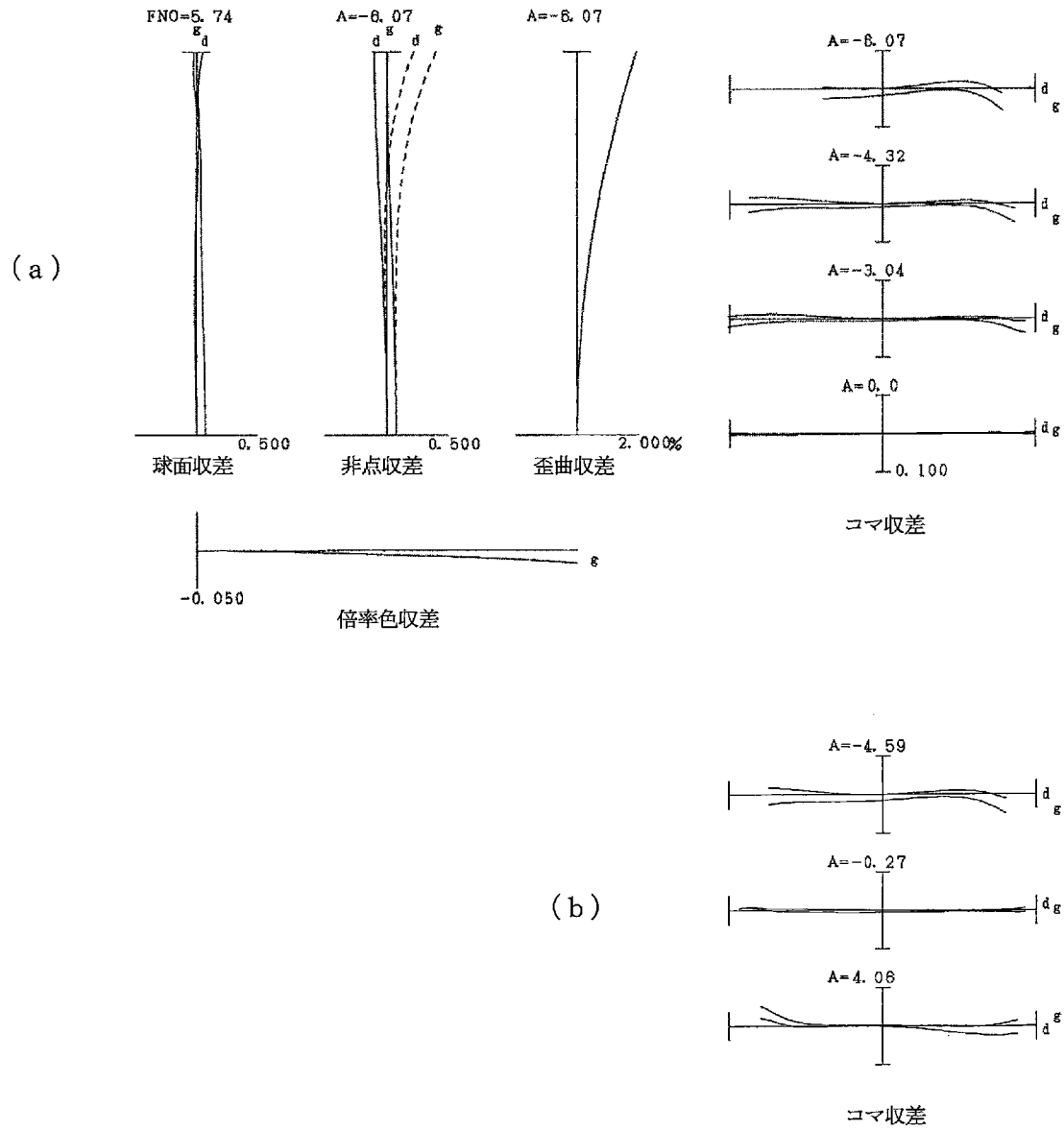
(b)



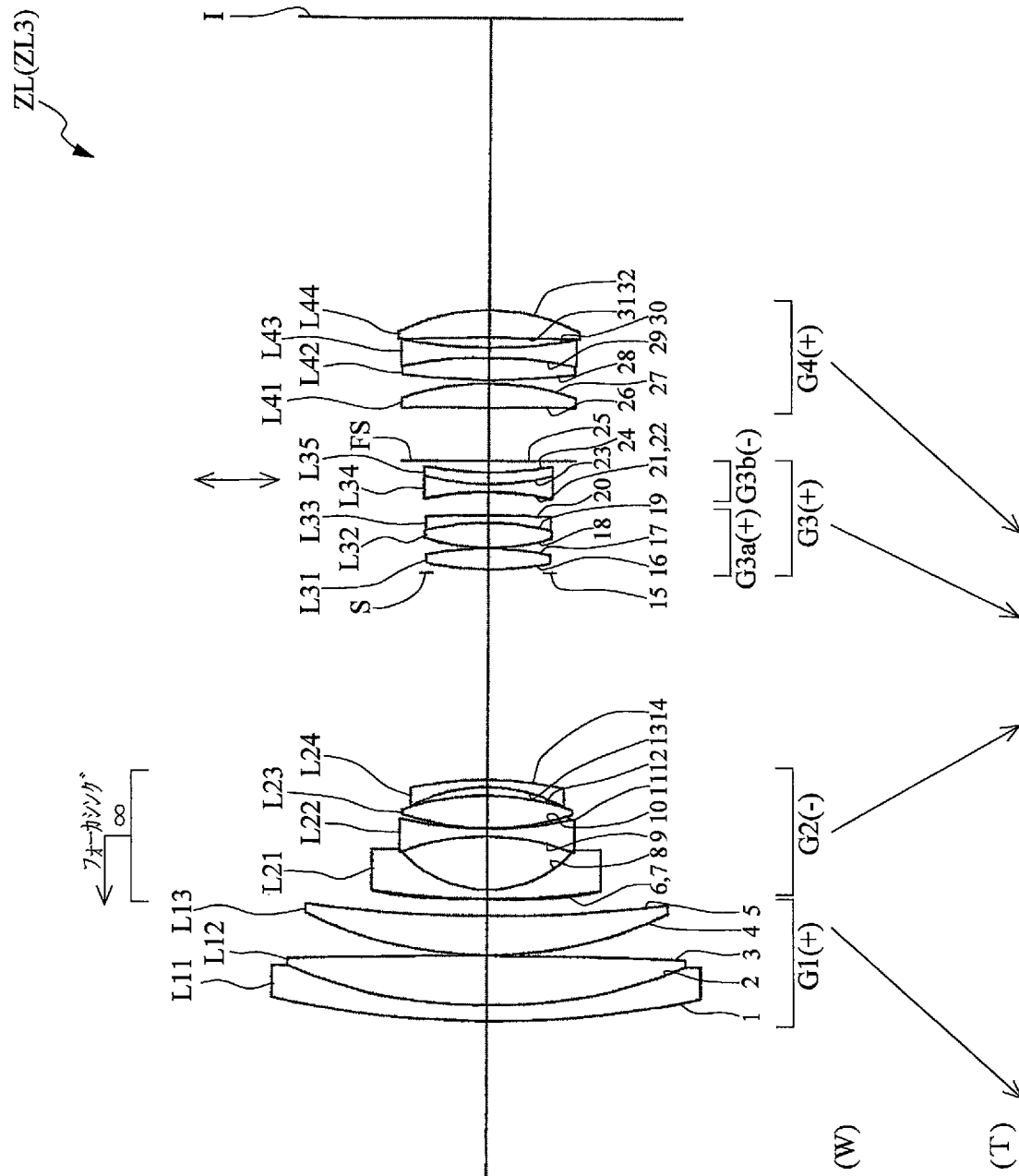
[図7]



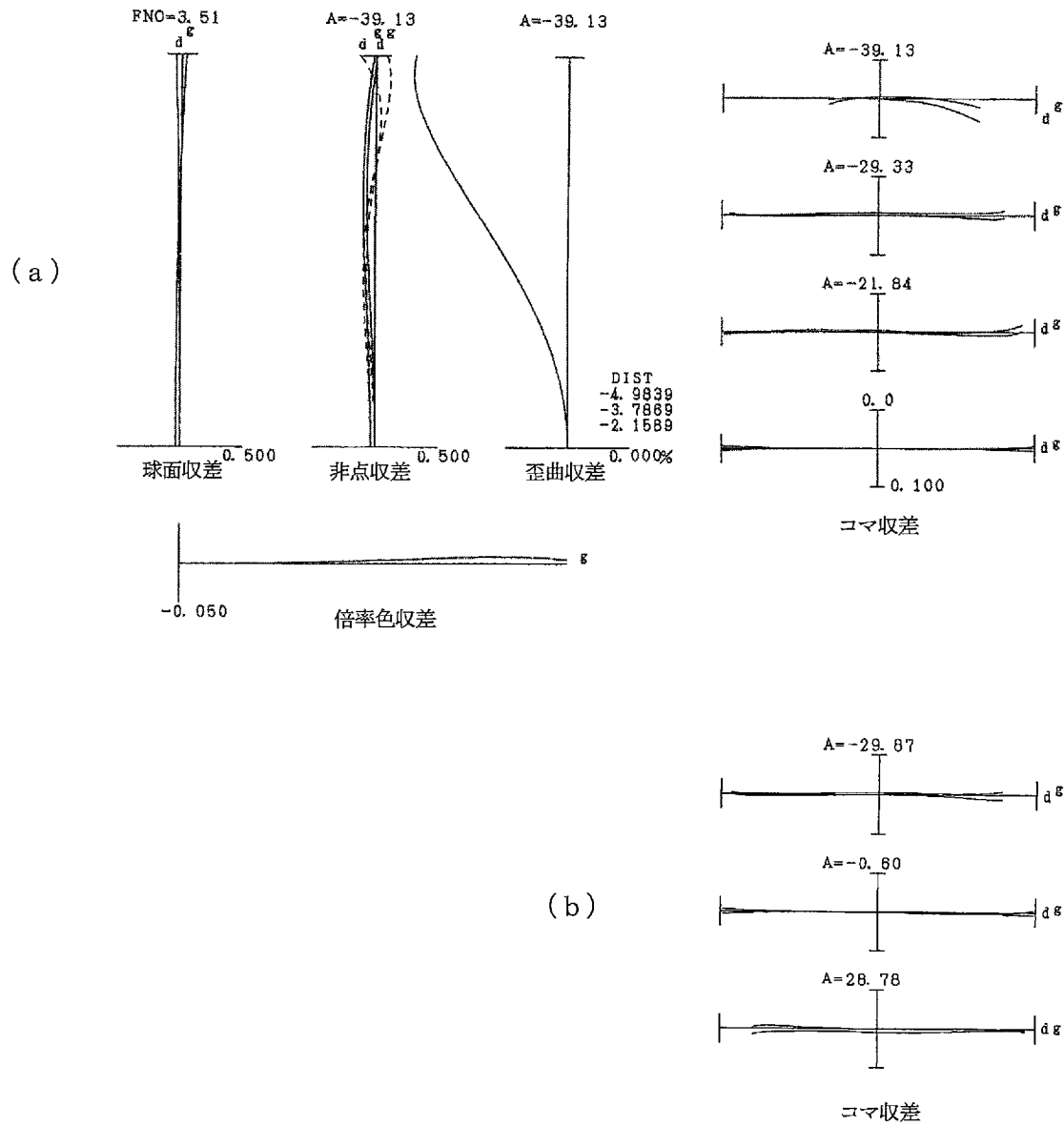
[図8]



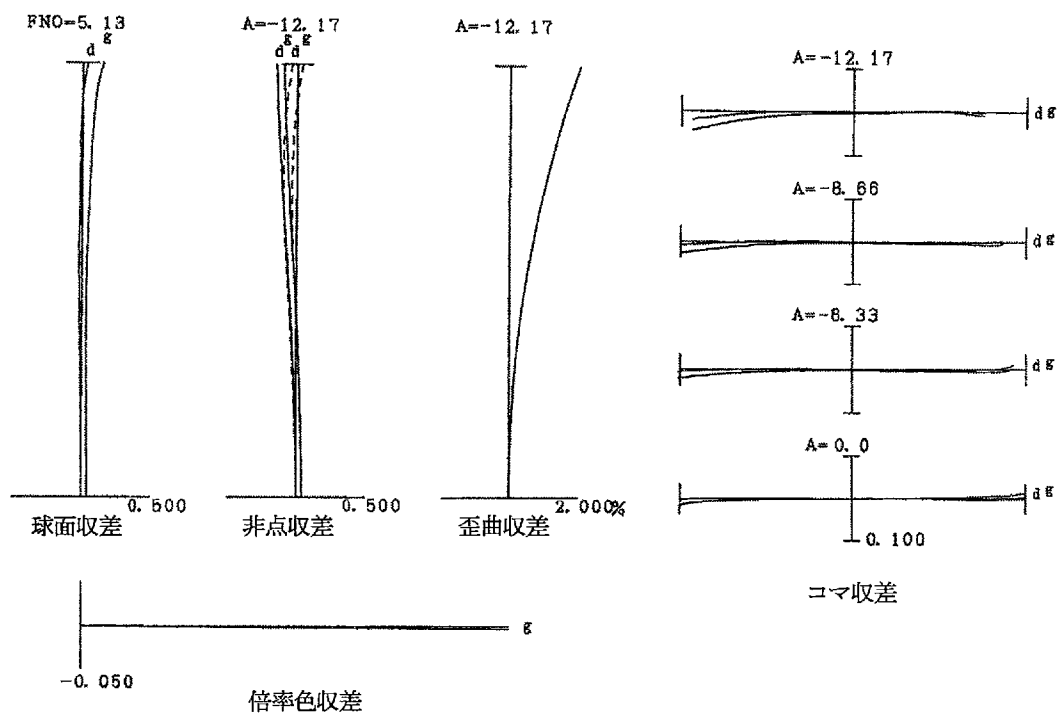
[図9]



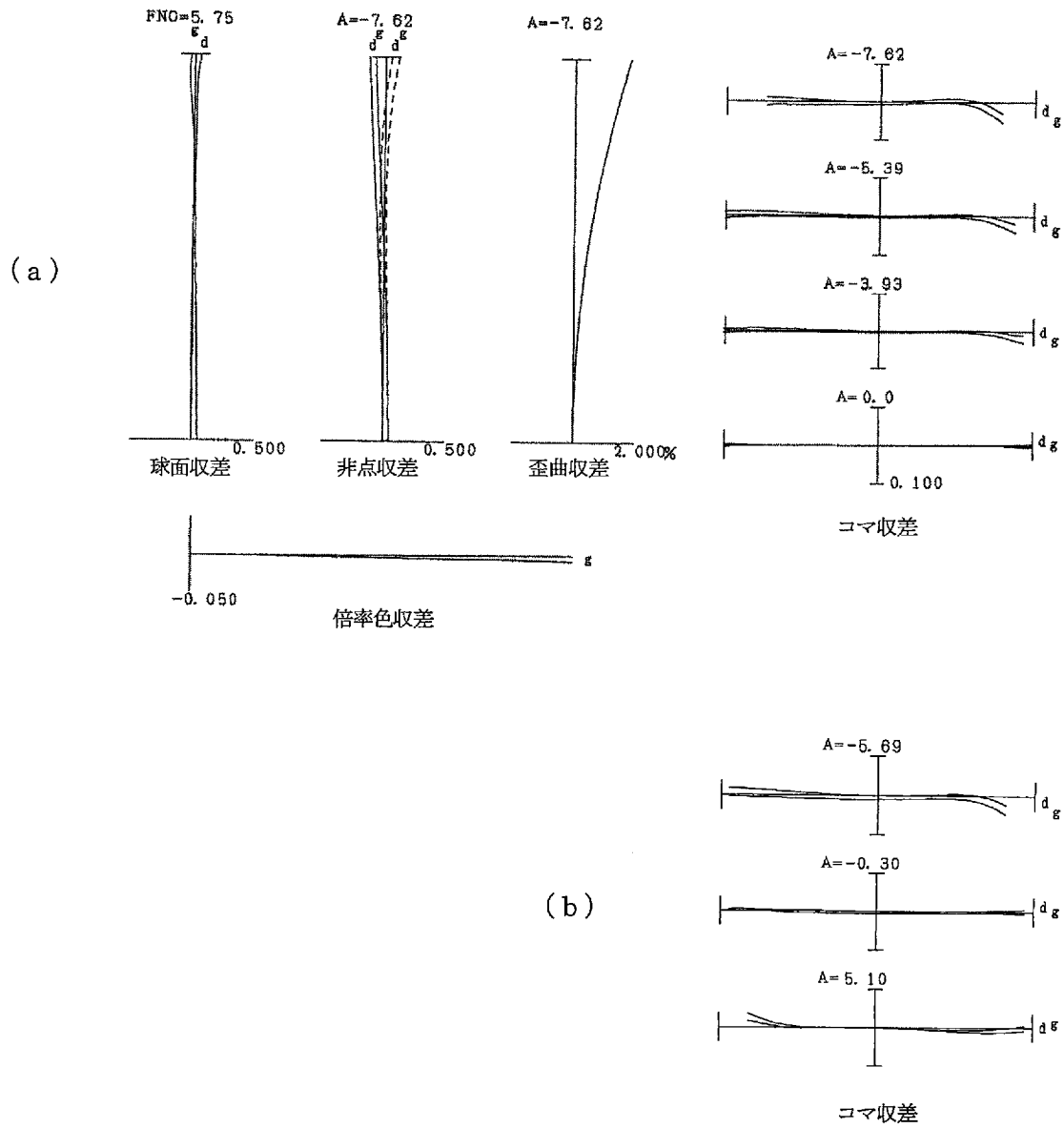
[図10]



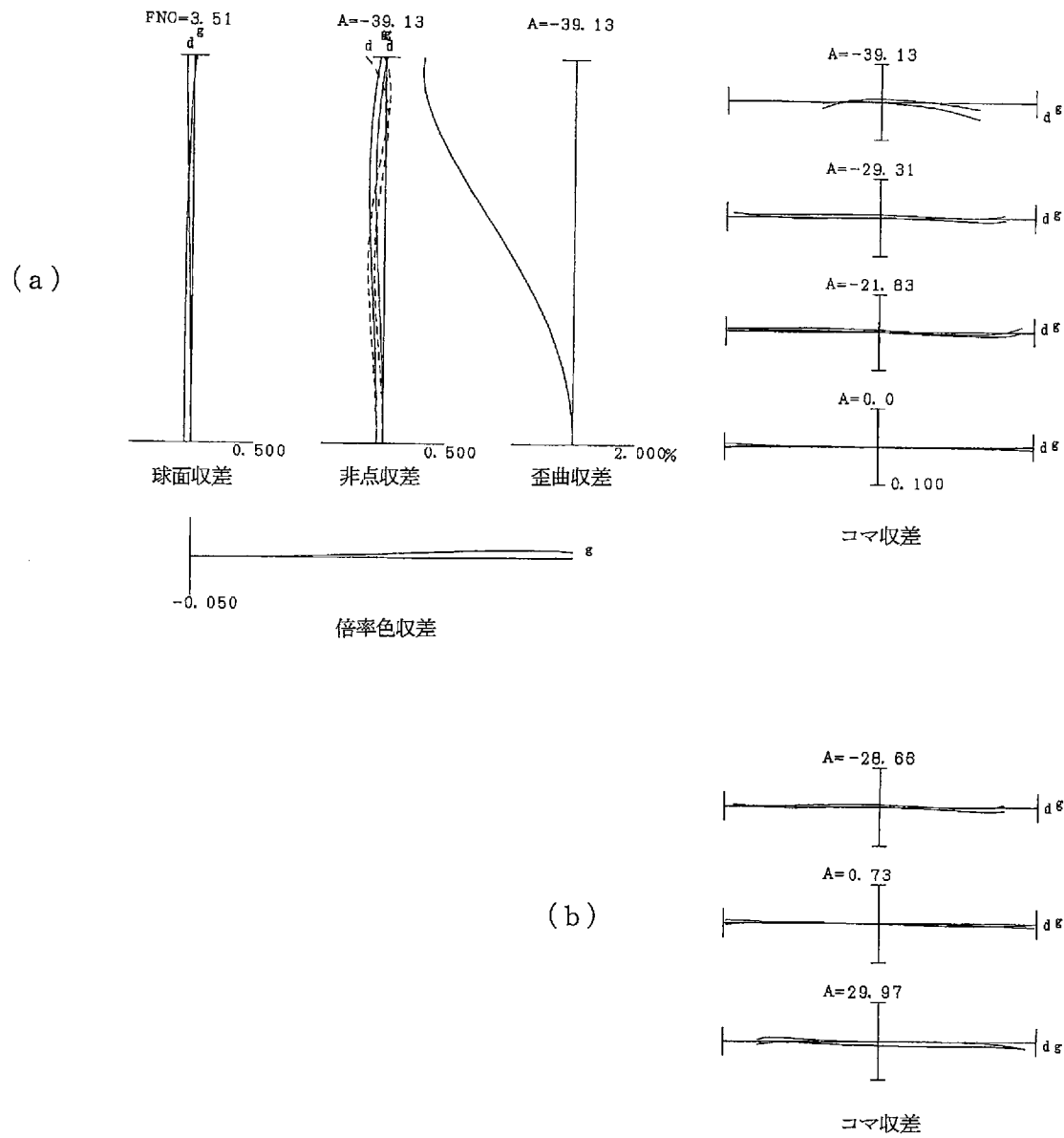
[図11]



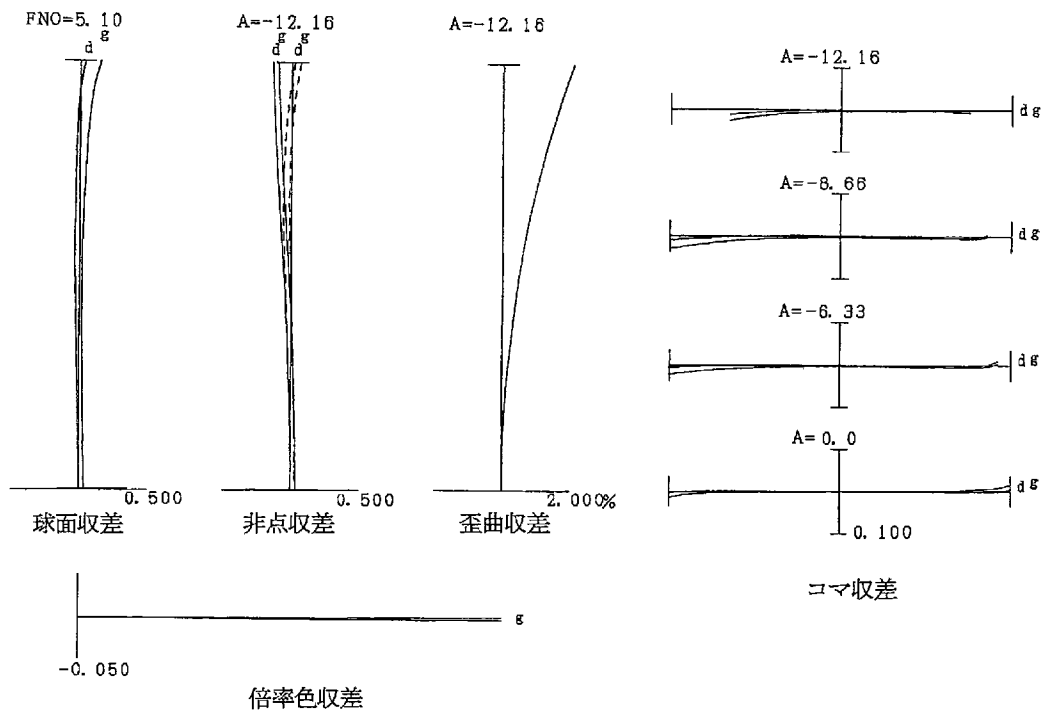
[図12]



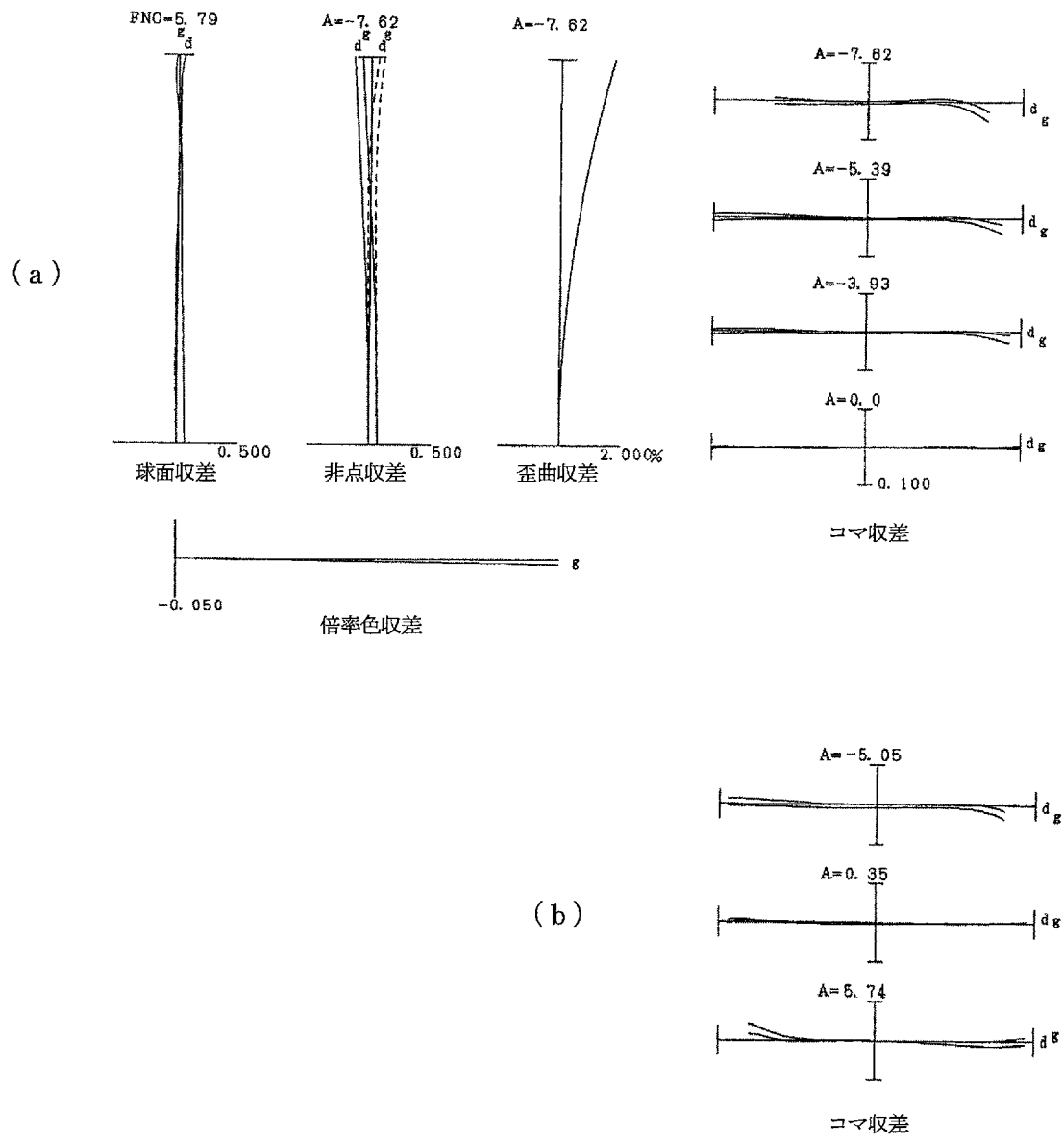
[図14]



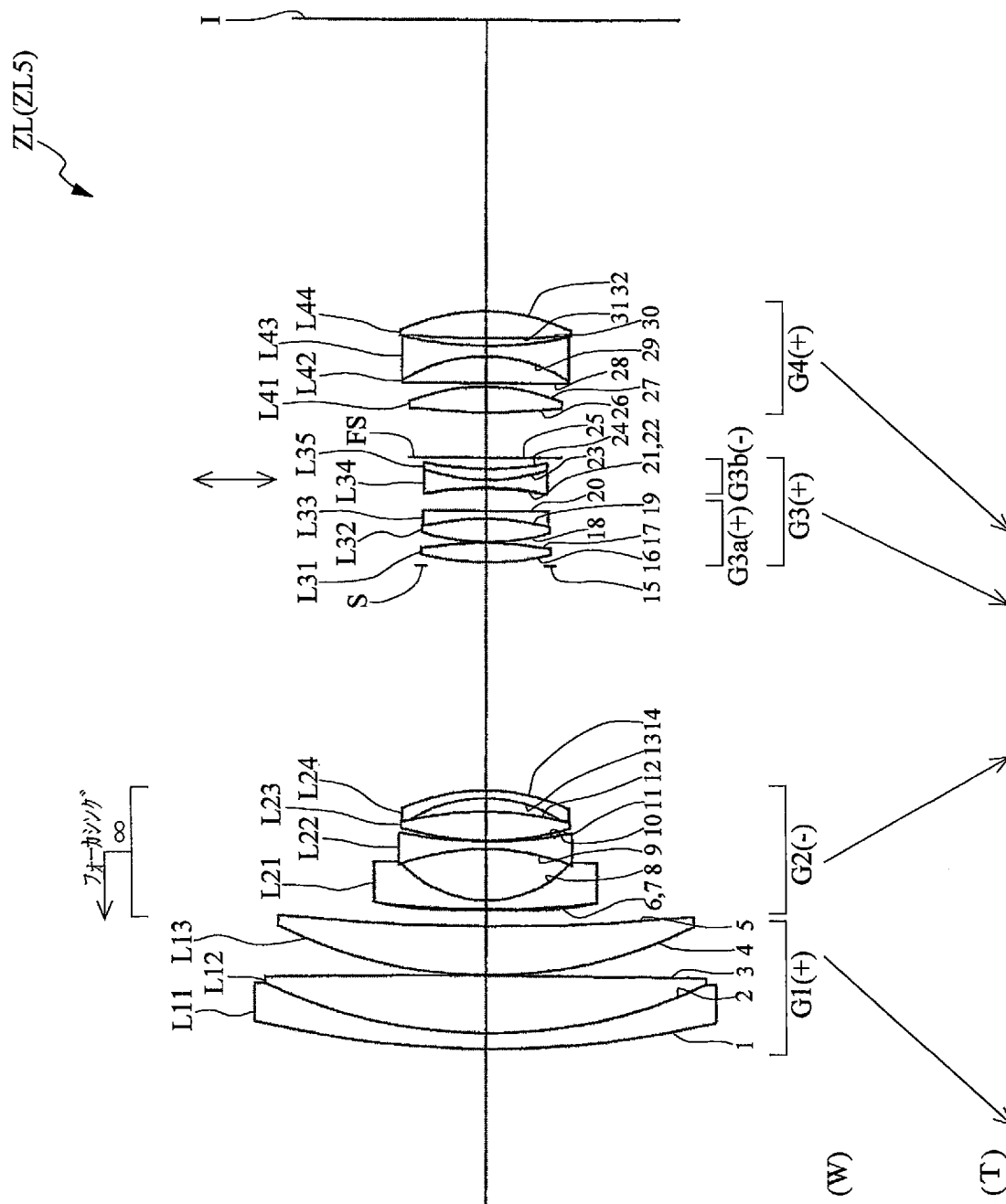
[図15]



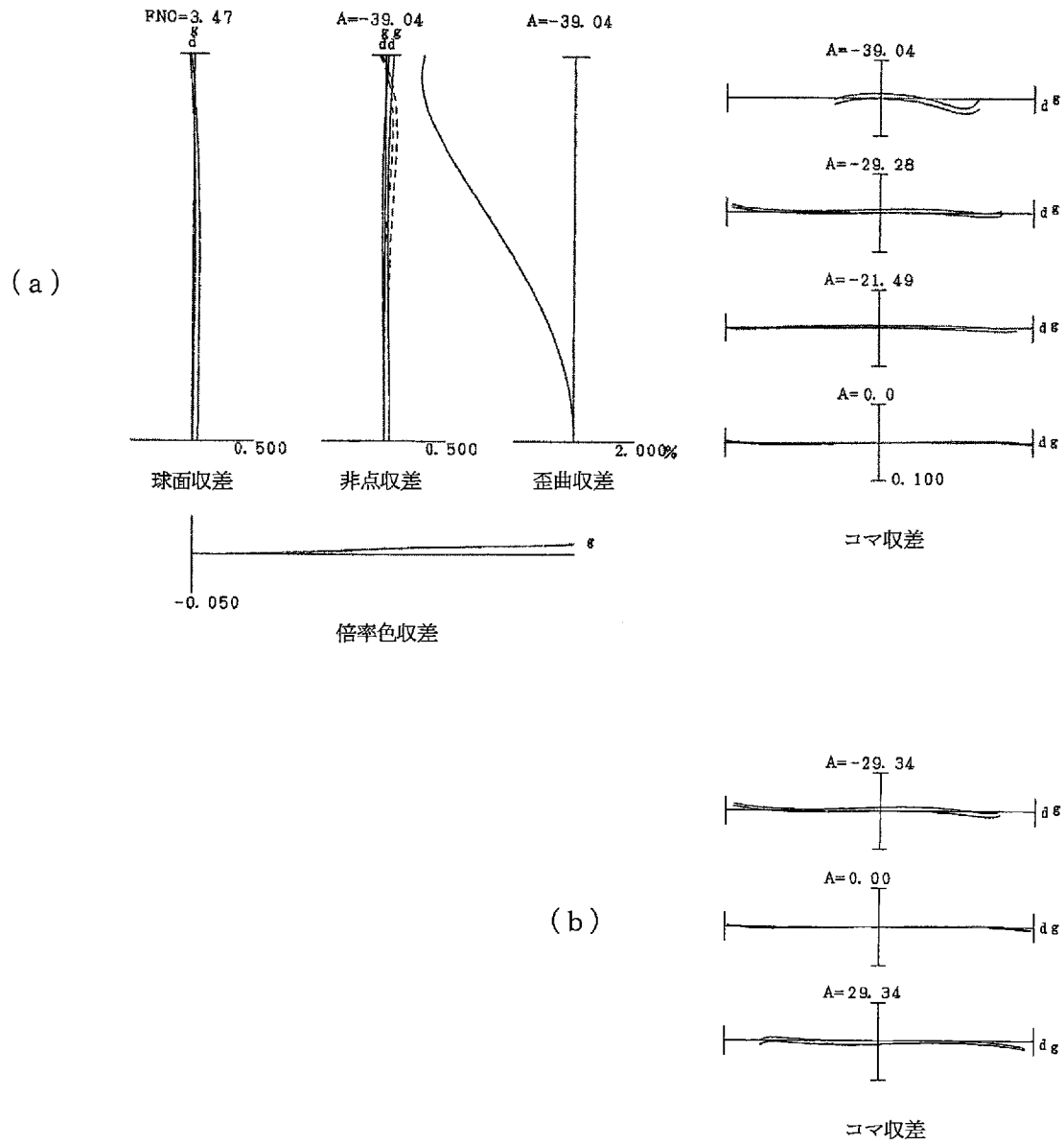
[図16]



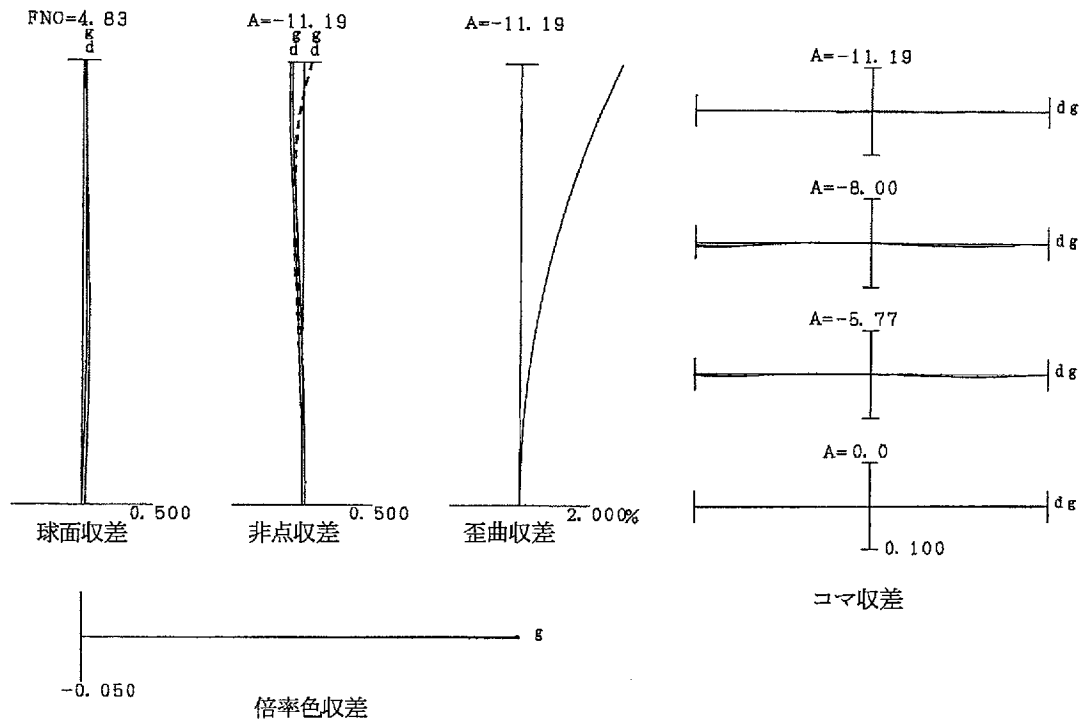
[図17]



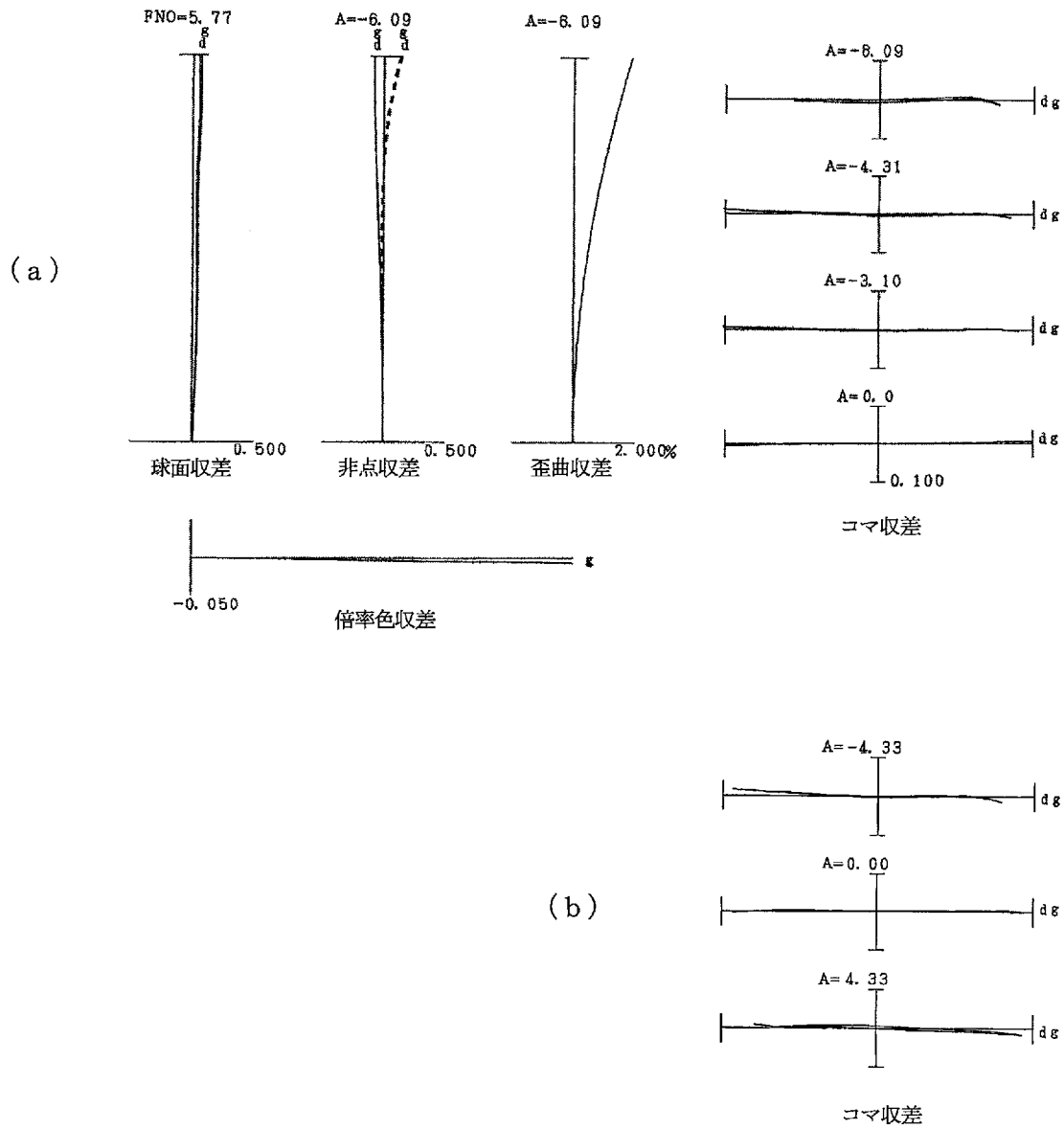
[図18]



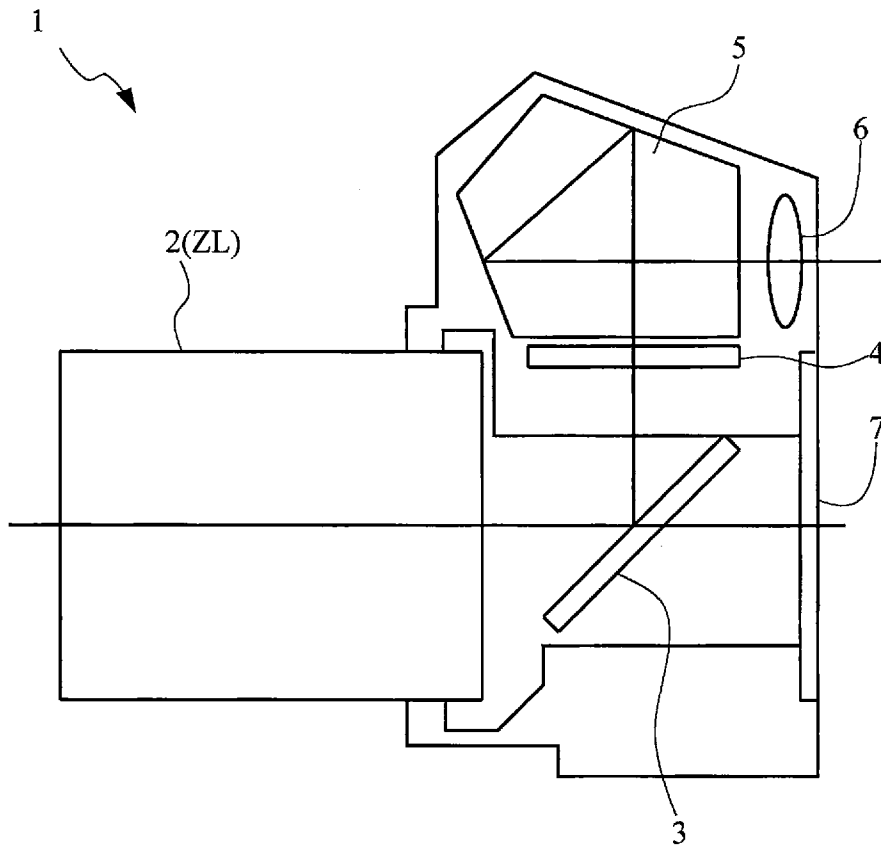
[図19]



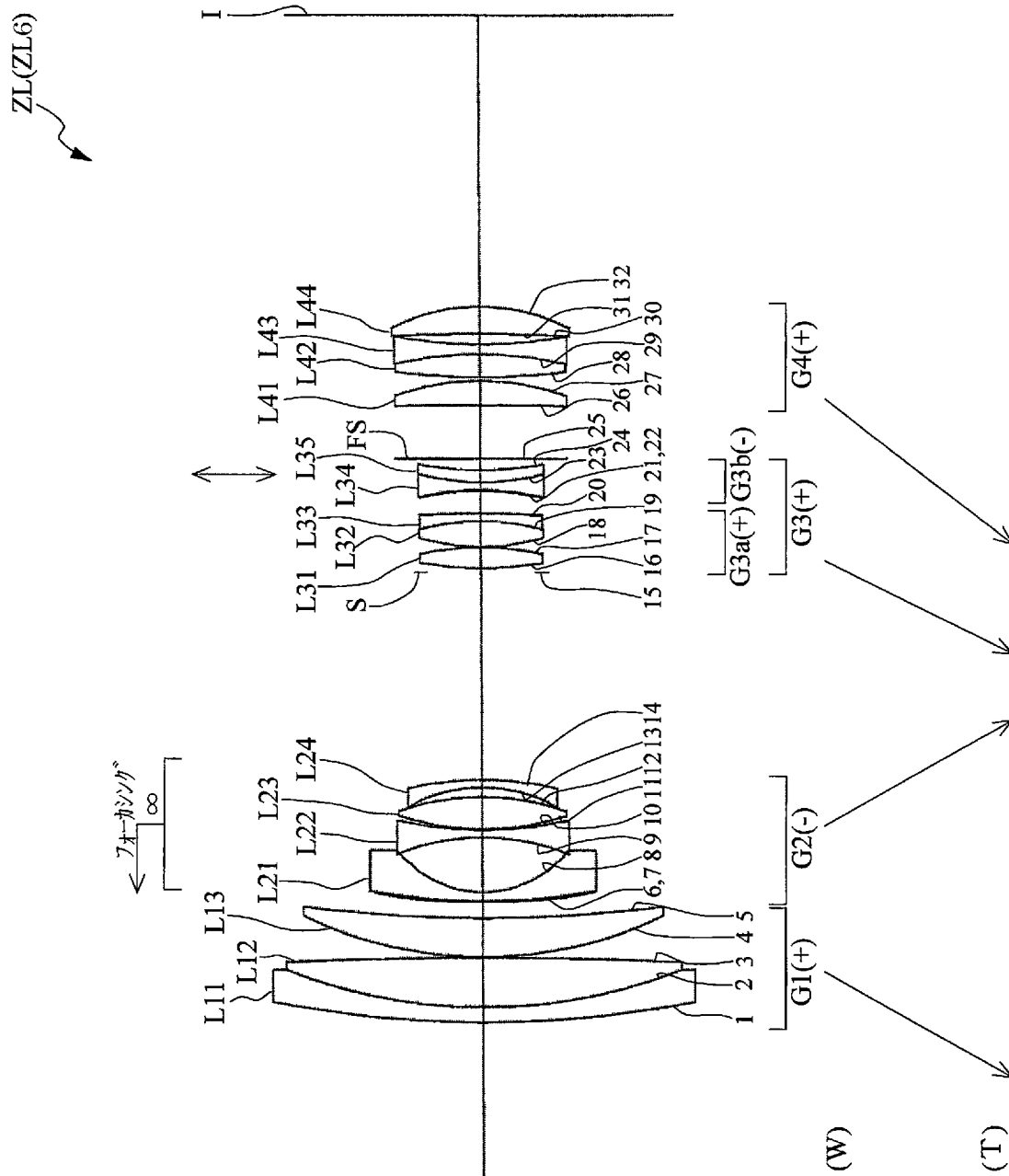
[図20]



[図21]

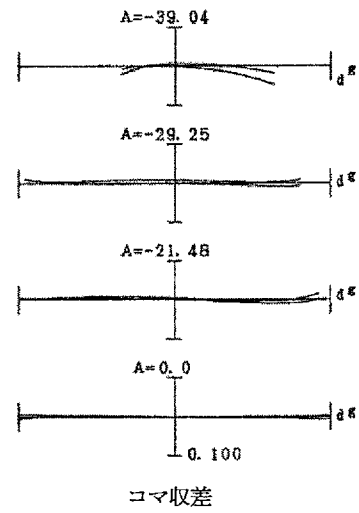
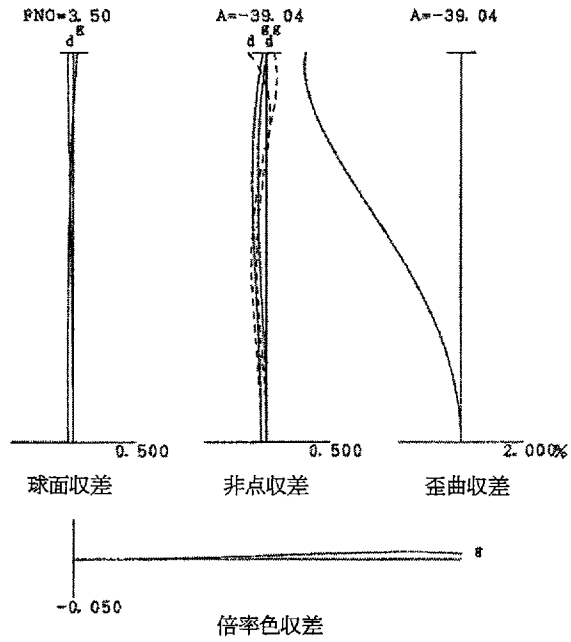


[図22]

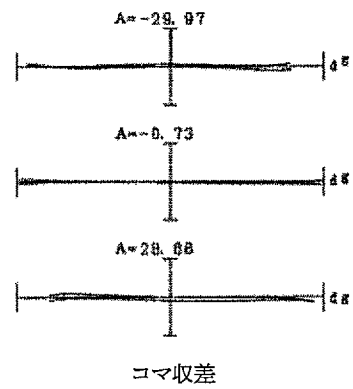


[図23]

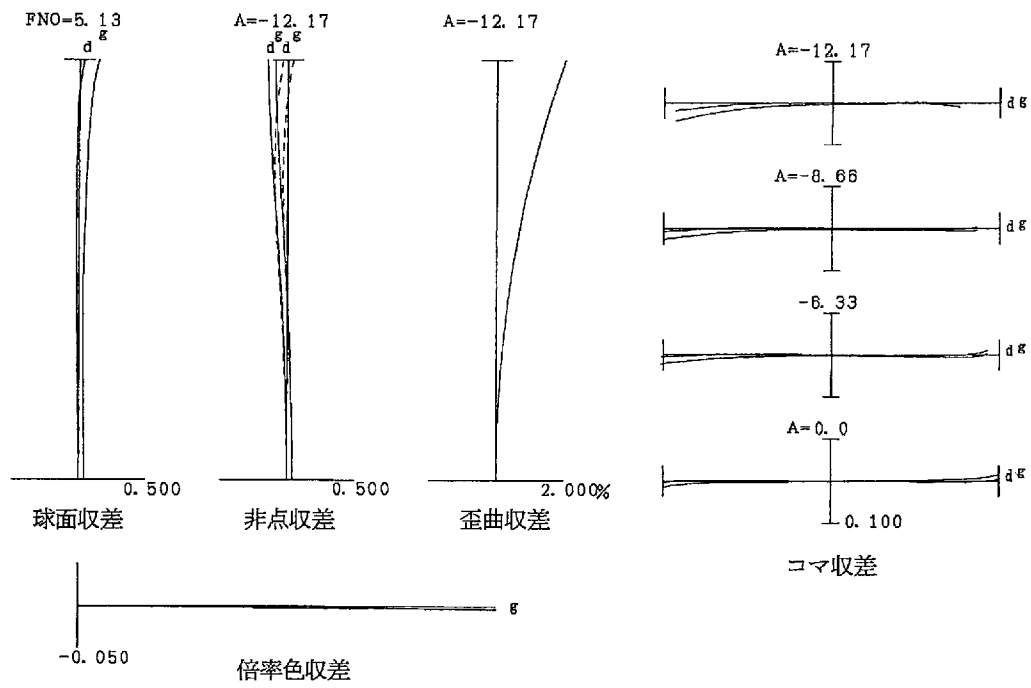
(a)



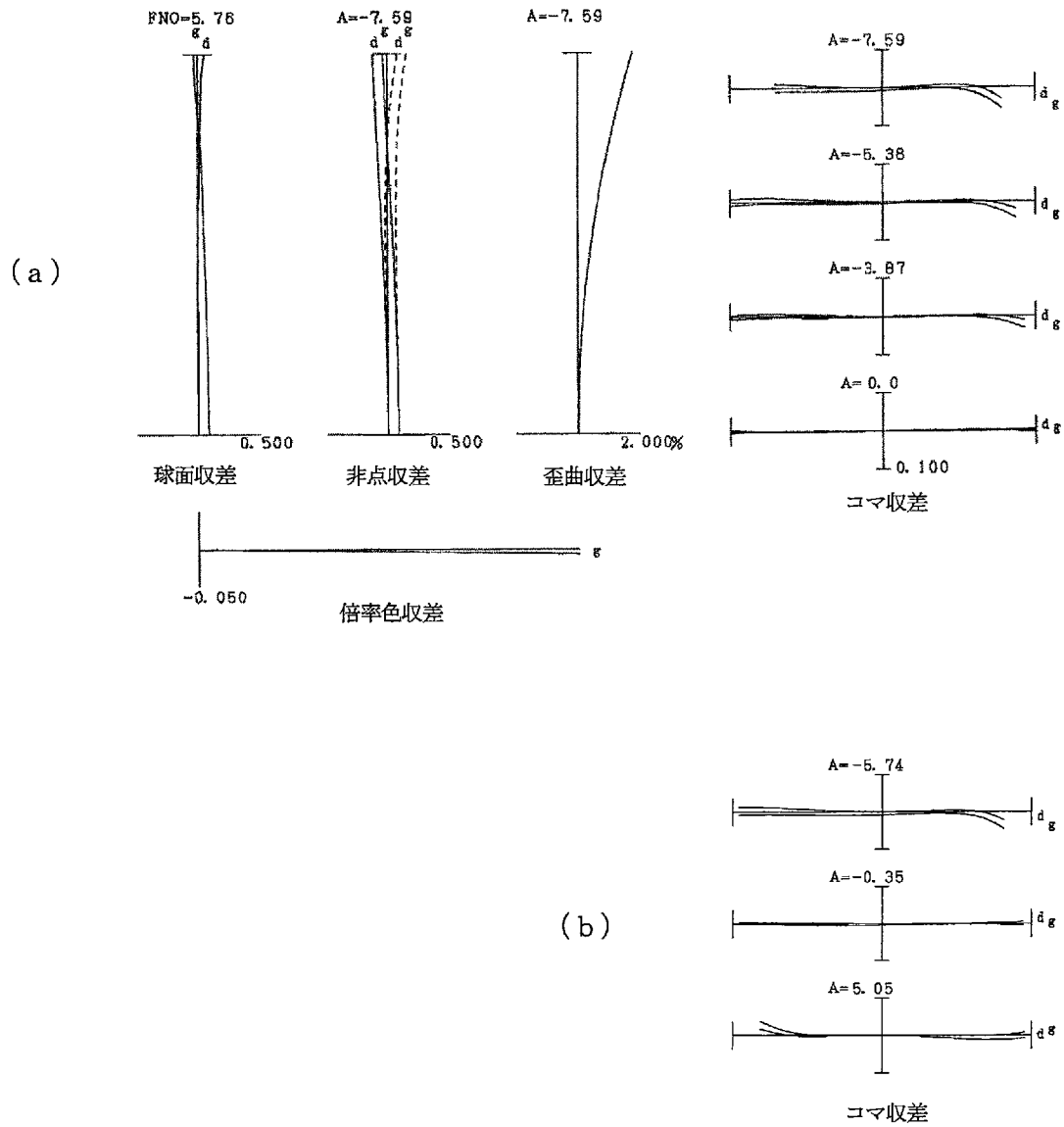
(b)



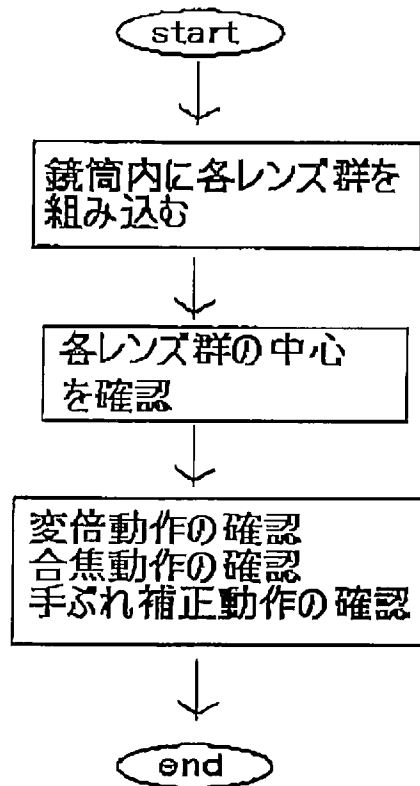
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057504

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 2007-010695 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.),	1-3, 5-7, 9, 12-14
Y	18 January, 2007 (18.01.07),	4
A	Full text; all drawings & US 2006/0291070 A1	8, 10, 11
X	JP 2003-177317 A (Nikon Corp.),	1-3, 5-10, 12-14
Y	27 June, 2003 (27.06.03),	4
A	Figs. 1 to 3, 7 & US 2003/0117717 A1 & CN 1424613 A	11
X	JP 2000-249900 A (Ricoh Co., Ltd.),	1-3, 5, 7-10, 12-14
Y	14 September, 2000 (14.09.00),	4
A	Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	6, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 May, 2009 (08.05.09)Date of mailing of the international search report
19 May, 2009 (19.05.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057504

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 4-14007 A (Canon Inc.), 20 January, 1992 (20.01.92),	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14
Y	Numerical examples 1, 2	4
A	& US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	6, 9, 11
X	JP 4-14006 A (Canon Inc.), 20 January, 1992 (20.01.92),	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14
Y	Numerical examples 2 to 5	4
A	& US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	6, 9, 11
X	JP 3-12622 A (Canon Inc.), 21 January, 1991 (21.01.91),	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14
Y	Numerical example 2	4
A	& US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	6, 9, 11
X	JP 3-12620 A (Canon Inc.), 21 January, 1991 (21.01.91),	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14
Y	Numerical examples 1, 2	4
A	& US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	6, 9, 11
X	JP 3-12619 A (Canon Inc.), 21 January, 1991 (21.01.91),	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14
Y	Numerical examples 1, 2	4
A	& US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	6, 9, 11
Y	JP 2005-345970 A (Canon Inc.), 15 December, 2005 (15.12.05), Par. Nos. [0040], [0041] (Family: none)	4

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 Y A	JP 2007-010695 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社） 2007.01.18, 全文、全図 & US 2006/0291070 A1	1-3, 5-7, 9, 12 -14 4 8, 10, 11
X Y A	JP 2003-177317 A（株式会社ニコン）2003.06.27, 【図1】－【図 3】、【図7】 & US 2003/0117717 A1 & CN 1424613 A	1-3, 5-10, 12- 14 4 11

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 5 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 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100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

下村 一石

2 V

3 8 1 0

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
X Y A	JP 2000-249900 A (株式会社リコー) 2000. 09. 14, 【0013】、【図1】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7-10, 12-14 4 6, 11
X Y A	JP 4-14007 A (キヤノン株式会社) 1992. 01. 20, 数値実施例 1, 2 & US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14 4 6, 9, 11
X Y A	JP 4-14006 A (キヤノン株式会社) 1992. 01. 20, 数値実施例 2 - 5 & US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14 4 6, 9, 11
X Y A	JP 3-12622 A (キヤノン株式会社) 1991. 01. 21, 数値実施例 2 & US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14 4 6, 9, 11
X Y A	JP 3-12620 A (キヤノン株式会社) 1991. 01. 21, 数値実施例 1, 2 & US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14 4 6, 9, 11
X Y A	JP 3-12619 A (キヤノン株式会社) 1991. 01. 21, 数値実施例 1, 2 & US 5134524 A & EP 401862 A3 & EP 401862 A2 & DE 69023815 C	1-3, 5, 7, 8, 10, 12-14 4 6, 9, 11
Y	JP 2005-345970 A (キヤノン株式会社) 2005. 12. 15, 【0040】、【0041】 (ファミリーなし)	4