

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年2月5日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/016031 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 15/20 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068447
- (22) 国際出願日: 2014年7月10日(10.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-161486 2013年8月2日(02.08.2013) JP
特願 2013-161487 2013年8月2日(02.08.2013) JP
特願 2014-047611 2014年3月11日(11.03.2014) JP
特願 2014-048994 2014年3月12日(12.03.2014) JP
特願 2014-048997 2014年3月12日(12.03.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町1丁目
12番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 梅田 武(UMEDA, Takeshi); 〒1008331 東
京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会
社ニコン内 Tokyo (JP). 藤本 誠(FUJIMOTO,
Makoto); 〒1008331 東京都千代田区有楽町1丁目
12番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 義雄, 外(INOUE, Yoshio et al.); 〒
1030027 東京都中央区日本橋3丁目1番4号画
廊ビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS, OPTICAL DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING ZOOM LENS

(54) 発明の名称: ズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法

図1A

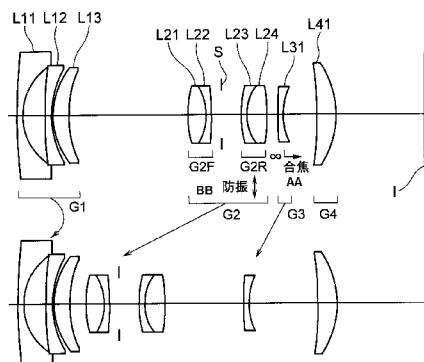


図1B

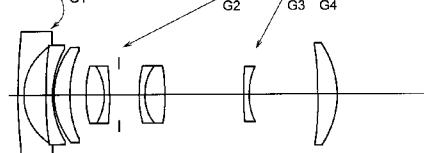


Fig. 1
AA Focusing
BB Anti-vibration

(57) Abstract: This zoom lens comprises, in order from the object side: a first lens group (G1) having a negative refractive power; a second lens group (G2) having a positive refractive power; a third lens group (G3) having a negative refractive power; and a fourth lens group (G4) having a positive refractive power. When the magnification is varied, the distance between the first lens group (G1) and the second lens group (G2), the distance between the second lens group (G2) and the third lens group (G3), and the distance between the third lens group (G3) and the fourth lens group (G4) are varied. The second lens group (G2) includes, in order from the object side: a front-side lens group (G2F); an aperture stop (S); and a rear-side lens group (G2R). The front-side lens group (G2F) and the rear-side lens group (G2R) each have at least one negative lens. At least some of the lenses in the second lens group (G2) move as a movable group so as to include a component in a direction orthogonal to the optical axis. Thus, this zoom lens can be provided with high optical performance.

(57) 要約: ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを有する。変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔、及び第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が変化する。第2レンズ群G2が、物体側から順に、前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、後側レンズ群G2Rとを有する。前側レンズ群G2Fと後側レンズ群G2Rが少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有する。第2レンズ群G2中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動する。これにより、ズームレンズは、高い光学性能を備えることができる。

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：ズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に好適なズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、デジタルカメラ等の撮像装置に用いられる撮像素子は高画素化が進んでいる。そして、高画素の撮像素子を備えた撮像装置に用いられる撮影レンズには、高い光学性能を有することが求められている。

[0003] 斯かる背景の下、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とからなり、隣り合うレンズ群どうしの間隔を変化させることによって変倍を行うズームレンズが提案されている。例えば、特開2001-343584号公報を参照。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-343584号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述のような従来のズームレンズは、十分な光学性能を備えていなかった。

[0006] そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、高い光学性能を備えたズームレンズ、該ズームレンズを有する光学装置、及び該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

[0007] 上記課題を解決するために本発明の第1態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、

変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、

前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とするズームレンズを提供する。

[0008] また本発明の第2態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、

前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とするズームレンズを提供する。

[0009] また本発明の第3態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有す

る第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、

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を提供する。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0010] また本発明の第4態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有し、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であり、

合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動し

、

前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$0.15 < |f_w / f_{vr}| < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_{vr} ：前記可動群の焦点距離

- [0011] また本発明の第5態様は、
本発明の第1態様に係るズームレンズを有することを特徴とする光学装置
を提供する。
- [0012] また本発明の第6態様は、
本発明の第2態様に係るズームレンズを有することを特徴とする光学装置
を提供する。
- [0013] また本発明の第7態様は、
本発明の第3態様に係るズームレンズを有することを特徴とする光学装置
を提供する。
- [0014] また本発明の第8態様は、
本発明の第4態様に係るズームレンズを有することを特徴とする光学装置
を提供する。
- [0015] また本発明の第9態様は、
物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有す
る第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、
前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後
側レンズ群とを有するようにし、
前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれ
ぞれ有するようにし、
変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レン
ズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ
群との間隔が変化するようにし、
前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交
する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴とするズームレ
ンズの製造方法を提供する。
- [0016] また本発明の第10態様は、
物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有す

る第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにし、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、

前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法を提供する。

[0017] また本発明の第11態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、

前記第3レンズ群が以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法を提供する。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0018] また本発明の第12態様は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有す

る第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有するよう以し、

変倍に際して、前記第4レンズ群の位置が固定で、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動するようにし、

合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動するようにし、

前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにし、

前記可動群が以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法を提供する。

$$0.15 < |f_w / f_{v_r}| < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_{v_r} ：前記可動群の焦点距離

発明の効果

[0019] 本発明の第1、5、9態様によれば、色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズ、該ズームレンズを有する光学装置、及び該ズームレンズの製造方法を提供することができる。

[0020] 本発明の第2、6、10態様によれば、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズ、該ズームレンズを有する光学装置、及び該ズームレンズの製造方法を提供することができる。

[0021] 本発明の第3、7、11態様によれば、全長が短く小型で高い光学性能を備えたズームレンズ、該ズームレンズを有する光学装置、及び該ズームレンズの製造方法を提供することができる。

[0022] 本発明の第4、8、12態様によれば、小型で、防振時の光学性能が良好なズームレンズ、光学装置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

[0023] [図1]図1A、及び図1Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図2]図2A、及び図2Bはそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図3]図3A、及び図3Bはそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図4]図4A、及び図4Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図5]図5A、及び図5Bはそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図6]図6A、及び図6Bはそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図7]図7A、及び図7Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図8]図8A、及び図8Bはそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図9]図9 A、及び図9 Bはそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図10]図10 A、及び図10 Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図11]図11 A、及び図11 Bはそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図12]図12 A、及び図12 Bはそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図13]図13 A、及び図13 Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第5実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図14]図14 A、及び図14 Bはそれぞれ、本願の第5実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図15]図15 A、及び図15 Bはそれぞれ、本願の第5実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図16]図16 A、及び図16 Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第6実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図17]図17 A、及び図17 Bはそれぞれ、本願の第6実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図18]図18 A、及び図18 Bはそれぞれ、本願の第6実施例に係るズーム

レンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図19]図19A、及び図19Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第7実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図20]図20A、及び図20Bはそれぞれ、本願の第7実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図21]図21A、及び図21Bはそれぞれ、本願の第7実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図22]図22A、及び図22Bはそれぞれ、本願の第1実施形態の第8実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図23]図23A、及び図23Bはそれぞれ、本願の第8実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図24]図24A、及び図24Bはそれぞれ、本願の第8実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図25]図25A、及び図25Bはそれぞれ、本願の第1実施形態の第9実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図26]図26A、及び図26Bはそれぞれ、本願の第9実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図27]図27A、及び図27Bはそれぞれ、本願の第9実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行

った際のコマ収差図である。

[図28]図28A、及び図28Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第10実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図29]図29A、及び図29Bはそれぞれ、本願の第10実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図30]図30A、及び図30Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第11実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図31]図31A、及び図31Bはそれぞれ、本願の第11実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図32]図32A、及び図32Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第12実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図33]図33A、及び図33Bはそれぞれ、本願の第12実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図34]図34A、及び図34Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第13実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図35]図35A、及び図35Bはそれぞれ、本願の第13実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図36]図36A、及び図36Bはそれぞれ、本願の第4実施形態の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図37]図37A、及び図37Bはそれぞれ、本願の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図38]図38A、及び図38Bはそれぞれ、本願の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図39]図39A、及び図39Bはそれぞれ、本願の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

[図40]図40A、及び図40Bはそれぞれ、本願の第4実施形態の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図41]図41A、及び図41Bはそれぞれ、本願の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図42]図42A、及び図42Bはそれぞれ、本願の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際のコマ収差図である。

[図43]図43A、及び図43Bはそれぞれ、本願の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

[図44]図44は、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズを備えたカメラの構成を示す図である。

[図45]図45は、本願の第1実施形態に係るズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

[図46]図46は、本願の第2実施形態に係るズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

[図47]図47は、本願の第3実施形態に係るズームレンズの製造方法の概略

を示す図である。

[図48]図4 8は、本願の第4実施形態に係るズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本願の第1実施形態に係るズームレンズ、光学装置及びズームレンズの製造方法について説明する。

本願の第1実施形態に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とする。ここで、前側レンズ群とは、第2レンズ群内において開口絞りより物体側に配置された光学要素からなるレンズ群をいう。また、後側レンズ群とは、第2レンズ群内において開口絞りより像側に配置された光学要素からなるレンズ群をいう。

[0025] 上記のように本願の第1実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動する。これにより、手ぶれや振動等に起因する像ぶれの補正、即ち防振を行うことができる。

[0026] 上記のように本願の第1実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、前側レンズ群と後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有している。この構成により、第2レンズ群に正の屈折力を持たせつつ、第2レンズ群内で色収差を補正することができ、色収差の補正された高い光学性能の

ズームレンズとすることができます。

[0027] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、前記前側レンズ群が正の屈折力を有することが望ましい。この構成により、前記第2レンズ群に正の屈折力を持たせて、負・正・負・正の4群構成を有するズームレンズとして広角化を図ることができる。

また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、前記後側レンズ群が正の屈折力を有することが望ましい。この構成により、前記第2レンズ群に正の屈折力を持たせて、負・正・負・正の4群構成を有するズームレンズとして広角化を図ることができる。

[0028] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後側レンズ群とを有することが望ましい。この構成により、開口絞りを中心として第2レンズ群内で屈折力を前後に分担させて対称性を保ちやすく、球面収差とコマ収差の補正バランスをとり良好に補正することができる。

[0029] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群における前側レンズ群と後側レンズ群に正レンズと負レンズとを少なくとも1枚ずつ有することが望ましい。この構成により、単レンズで構成するよりも色収差補正の自由度を確保できるので、前側レンズ群と後側レンズ群とを構成する各々のレンズの屈折率とアッベ数を適切に設定することができる。また、後側レンズ群が正レンズと負レンズとを少なくとも1枚ずつ有することによって、可動群の屈折力を大きくしながら、非防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正と、防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正とをより好ましく両立することができる。

また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、前側レンズ群と後側レンズ群とが1枚の正レンズと1枚の負レンズとから構成されることが望ましい。また、前側レンズ群と後側レンズ群とがそれぞれ1枚の接合レンズから構成されることが望ましい。さらに、第2レンズ群が、物体側から順に、正

レンズ、負レンズ、開口絞り、負レンズ、正レンズを配置する、又は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、開口絞り、正レンズ、負レンズを配置することが対称性の観点から望ましい。

- [0030] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（1－1）を満足することが望ましい。

$$(1-1) \quad 1.00 < |f_{2vr}| / f_w < 4.00$$

ただし、

f_{2vr} ：前記可動群の焦点距離

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

- [0031] 条件式（1－1）は、第2レンズ群における可動群の焦点距離を規定する条件式である。本願の第1実施形態に係るズームレンズは、条件式（1－1）を満足することにより、コマ収差や球面収差を良好に補正することができる。

- [0032] 本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式（1－1）の対応値が下限値を下回ると、可動群の偏心敏感度が増大する、即ち製造誤差等により可動群に偏芯が生じた場合に諸収差が発生しやすくなってしまう。これにより、コマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－1）の下限値を1.50とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－1）の下限値を2.00とすることがより好ましい。

- [0033] 一方、本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式（1－1）の対応値が上限値を上回ると、可動群の防振時の移動量が増大する。このため、本願の第1実施形態に係るズームレンズの外径の小型化や全長の短縮化を図ることが困難になってしまう。また、可動群の屈折力が小さくなる。そこで、第2レンズ群の屈折力を確保するために第2レンズ群中の可動群以外のレンズの屈折力を大きくすれば、球面収差やコマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－1）の上限値を3.50とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために

、条件式（1－1）の上限値を3.20とすることがより好ましい。

[0034] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（1－2）を満足することが望ましい。

$$(1-2) \quad 0.50 < |f_2 v_r| / f_2 < 5.00$$

ただし、

$f_2 v_r$ ：前記可動群の焦点距離

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

[0035] 条件式（1－2）は、第2レンズ群における可動群の焦点距離を規定する条件式である。本願の第1実施形態に係るズームレンズは、条件式（1－2）を満足することにより、コマ収差や球面収差を良好に補正することができる。

[0036] 本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式（1－2）の対応値が下限値を下回ると、可動群の屈折力が大きくなるとともに第2レンズ群中の可動群以外のレンズの屈折力が小さくなり、球面収差とコマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－2）の下限値を1.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－2）の下限値を1.50とすることがより好ましい。

[0037] 一方、本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式（1－2）の対応値が上限値を上回ると、可動群の屈折力が小さくなるとともに第2レンズ群中の可動群以外のレンズの屈折力が大きくなり、コマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－2）の上限値を4.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－2）の上限値を3.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（1－2）の上限値を2.50とすることがより好ましい。

[0038] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（1－3）を満足することが望ましい。

$$(1-3) \quad 1.00 < m_{12} / f_w < 2.00$$

ただし、

m_{12} ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第1レンズ群中の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の変化量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0039] 条件式(1-3)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時の第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔の変化量を規定する条件式である。本願の第1実施形態に係るズームレンズは、条件式(1-3)を満足することにより、本願の第1実施形態に係るズームレンズの全長の増大を防止しながら、球面収差、コマ収差、色収差及び像面湾曲を良好に補正することができる。

[0040] 本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式(1-3)の対応値が下限値を下回ると、各レンズ群の屈折力が増大する、又は各レンズ群の変倍時の移動量が増大する。このため、偏心敏感度の増大や本願の第1実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、光学性能の悪化、具体的には球面収差、コマ収差及び色収差の悪化を招いてしまう。特に、第3レンズ群の屈折力が増大することにより、像面湾曲の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の下限値を1.20とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の下限値を1.40とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の下限値を1.45とすることがより好ましい。

[0041] 一方、本願の第1実施形態に係るズームレンズの条件式(1-3)の対応値が上限値を上回ると、本願の第1実施形態に係るズームレンズの全長が増大してしまう。このため、本願の第1実施形態に係るズームレンズの全長の短縮化や外径の小型化を図ることが困難になってしまう。特に、望遠端状態で、第2レンズ群より像側に配置されたレンズ群(第3レンズ群又は第4レンズ群)と開口絞りとの距離が増大するため、上記レンズ群(第3レンズ群

又は第4レンズ群)の偏芯像面湾曲の敏感度がそれぞれ増大してしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の上限値を1.80とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の上限値を1.65とすることがより好ましい。

[0042] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズが光軸に沿って移動し、最も像側に配置されたレンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、最も像側に配置されたレンズ群を変倍時固定として偏芯コマ収差の敏感度を低減することができる。

[0043] また、本願の第1実施形態に係るズームレンズは、前記前側レンズ群が、少なくとも2つのレンズを有し、少なくとも1つの非球面を有することが望ましい。少なくとも2つのレンズ、特に正レンズと負レンズとを組み合わせることにより、色収差を良好に補正することができる。また、少なくとも2つのレンズを有し、かつ、少なくとも1つの非球面を有することにより、球面収差とコマ収差を良好に補正することができる。さらに、前記前側レンズ群は、2枚のレンズからなる構成とすることにより、最小枚数の構成とすることができる。

[0044] 本願の光学装置は、上述した構成の第1実施形態に係るズームレンズを有することを特徴としている。これにより、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えた光学装置を実現することができる。

[0045] 本願の第1実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにし、前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有するようにし、変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔

、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴としている。これにより、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

[0046] 以下、本願の第2実施形態に係るズームレンズ、光学装置及びズームレンズの製造方法について説明する。

本願の第2実施形態に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とする。ここで、前側レンズ群とは、第2レンズ群内において開口絞りより物体側に配置された光学要素からなるレンズ群をいう。また、後側レンズ群とは、第2レンズ群内において開口絞りより像側に配置された光学要素からなるレンズ群をいう。

[0047] 上記のように本願の第2実施形態に係るズームレンズは、後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動する。これにより、手ぶれや振動等に起因する像ぶれの補正、即ち防振を行うことができる。

[0048] 上記のように本願の第2実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、前側レンズ群と後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有して

いる。この構成により、非防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正と、防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正とを両立することができる。

以上の構成により、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。

[0049] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、前記前側レンズ群が正の屈折力を有することが望ましい。この構成により、前記第2レンズ群に正の屈折力を持たせることができる。

また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、前記後側レンズ群が正の屈折力を有することが望ましい。この構成により、前記第2レンズ群に正の屈折力を持たせることができる。

[0050] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後側レンズ群とを有することが望ましい。この構成により、開口絞りを中心として第2レンズ群内で屈折力を前後に分担させて対称性を保ちやすく、球面収差とコマ収差の補正バランスをとり良好に補正することができる。

[0051] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群における前側レンズ群と後側レンズ群に正レンズと負レンズとを少なくとも1枚ずつ有することが望ましい。この構成により、単レンズで構成するよりも色収差補正の自由度を確保できるので、前側レンズ群と後側レンズ群とを構成する各々のレンズの屈折率とアッベ数を適切に設定することができる。また、後側レンズ群が正レンズと負レンズとを少なくとも1枚ずつ有することによって、防振レンズ群の屈折力を大きくしながら、非防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正と、防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正とをより好ましく両立することができる。

また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、前側レンズ群と後側レンズ群とが1枚の正レンズと1枚の負レンズとから構成されることが望ましい。また、前側レンズ群と後側レンズ群とがそれぞれ1枚の接合レンズから

構成されることが望ましい。さらに、第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、開口絞り、負レンズ、正レンズを配置する、又は、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、開口絞り、正レンズ、負レンズを配置することが対称性の観点から望ましい。

- [0052] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（2－1）を満足することが望ましい。

$$(2-1) \quad 1.00 < |f_{2i}| / f_w < 4.00$$

ただし、

f_{2i} ：前記後側レンズ群の焦点距離

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

- [0053] 条件式（2－1）は、第2レンズ群における後側レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。本願の第2実施形態に係るズームレンズは、条件式（2－1）を満足することにより、コマ収差や球面収差を良好に補正することができる。

- [0054] 本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式（2－1）の対応値が下限値を下回ると、後側レンズ群の偏心敏感度が増大する、即ち製造誤差等により後側レンズ群に偏芯が生じた場合に諸収差が発生しやすくなってしまう。これにより、コマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－1）の下限値を1.50とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－1）の下限値を2.00とすることがより好ましい。

- [0055] 一方、本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式（2－1）の対応値が上限値を上回ると、後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズである防振レンズ群の防振時の移動量が増大する。このため、本願の第2実施形態に係るズームレンズの外径の小型化や全長の短縮化を図ることが困難になってしまう。また、後側レンズ群の屈折力が小さくなる。そこで、第2レンズ群の屈折力を確保するために前側レンズ群の屈折力を大きくすれば、球面収差やコマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするため

に、条件式（2－1）の上限値を3.50とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－1）の上限値を3.20とすることがより好ましい。

[0056] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（2－2）を満足することが望ましい。

$$(2-2) \quad 0.50 < |f_{2i}| / f_2 < 5.00$$

ただし、

f_{2i} ：前記後側レンズ群の焦点距離

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

[0057] 条件式（2－2）は、第2レンズ群における後側レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。本願の第2実施形態に係るズームレンズは、条件式（2－2）を満足することにより、コマ収差や球面収差を良好に補正することができる。

[0058] 本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式（2－2）の対応値が下限値を下回ると、後側レンズ群の屈折力が大きくなるとともに前側レンズ群の屈折力が小さくなり、球面収差とコマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－2）の下限値を1.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－2）の下限値を1.50とすることがより好ましい。

[0059] 一方、本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式（2－2）の対応値が上限値を上回ると、後側レンズ群の屈折力が小さくなるとともに前側レンズ群の屈折力が大きくなり、コマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－2）の上限値を4.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－2）の上限値を3.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（2－2）の上限値を2.50とすることがより好ましい。

[0060] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（2－3

) を満足することが望ましい。

$$(2-3) \quad 1.00 < m_{12} / f_w < 2.00$$

ただし、

m_{12} ：前記第1レンズ群中の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の広角端状態から望遠端状態までの変化量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

- [0061] 条件式(2-3)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時の第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔の変化量を規定する条件式である。本願の第2実施形態に係るズームレンズは、条件式(2-3)を満足することにより、本願の第2実施形態に係るズームレンズの全長の増大を防止しながら、球面収差、コマ収差、色収差及び像面湾曲を良好に補正することができる。
- [0062] 本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式(2-3)の対応値が下限値を下回ると、各レンズ群の屈折力が増大する、又は各レンズ群の変倍時の移動量が増大する。このため、偏心敏感度の増大や本願の第2実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、光学性能の悪化、具体的には球面収差、コマ収差及び色収差の悪化を招いてしまう。特に、第3レンズ群の屈折力が増大することにより、像面湾曲の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-3)の下限値を1.20とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-3)の下限値を1.40とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-3)の下限値を1.45とすることがより好ましい。
- [0063] 一方、本願の第2実施形態に係るズームレンズの条件式(2-3)の対応値が上限値を上回ると、本願の第2実施形態に係るズームレンズの全長が増大してしまう。このため、本願の第2実施形態に係るズームレンズの全長の短縮化や外径の小型化を図ることが困難になってしまう。特に、望遠端状態で、第2レンズ群より像側に配置されたレンズ群(第3レンズ群又は第4レ

ンズ群)と開口絞りとの距離が増大するため、上記レンズ群(第3レンズ群又は第4レンズ群)の偏芯像面湾曲の敏感度がそれぞれ増大してしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-3)の上限値を1.80とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-3)の上限値を1.65とすることがより好ましい。

[0064] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズが光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、第4レンズ群を変倍時固定として偏芯コマ収差の敏感度を低減することができる。

[0065] また、本願の第2実施形態に係るズームレンズは、前記前側レンズ群が、少なくとも2つのレンズを有し、少なくとも1つの非球面を有することが望ましい。少なくとも2つのレンズ、特に正レンズと負レンズとを組み合わせることにより、色収差を良好に補正することができる。また、少なくとも2つのレンズを有し、かつ、少なくとも1つの非球面を有することにより、球面収差とコマ収差を良好に補正することができる。さらに、前記前側レンズ群は、2枚のレンズからなる構成とすることにより、最小枚数の構成とすることができます。

[0066] 本願の光学装置は、上述した構成の第2実施形態に係るズームレンズを有することを特徴としている。これにより、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えた光学装置を実現することができる。

[0067] 本願の第2実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにし、前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ

有するようにし、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴としている。これにより、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

[0068] 以下、本願の第3実施形態に係るズームレンズ、光学装置及びズームレンズの製造方法について説明する。

本願の第3実施形態に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、以下の条件式（3-1）を満足することを特徴とする。

$$(3-1) \quad 0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0069] 条件式（3-1）は、広角端状態から望遠端状態への変倍時の第3レンズ群の移動量を規定する条件式である。本願の第3実施形態に係るズームレンズは、条件式（3-1）を満足することにより、本願の第3実施形態に係るズームレンズの小型化を図りながら球面収差、色収差、コマ収差及び像面湾曲を良好に補正することができる。また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、従来は第1レンズ群や第2レンズ群に負担させていた変倍時の移動量を、第2レンズ群より像側に配置された第3レンズ群にも負担させることができ、レンズ鏡筒内の光学要素の移動に用いる構成部材（カム筒等）を

それぞれ短縮化させてレンズ全長の短縮化が可能である。

[0070] 本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－1）の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群以外のレンズ群の変倍の負担が増大する。このため、変倍時の第3レンズ群以外のレンズ群の移動量の増大や、各レンズ群の屈折力の増大を招くことになる。この結果、本願の第3実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、光学性能の悪化、具体的には球面収差、色収差及びコマ収差の悪化、さらに合焦時の色収差の変動を招いてしまう。また、偏芯敏感度の増大を招いてしまう、即ち製造誤差等により本願の第3実施形態に係るズームレンズを構成するレンズどうしに偏芯が生じた場合に諸収差が発生しやすくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－1）の下限値を0.51とすることがより好ましい。

[0071] 一方、本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－1）の対応値が上限値を上回ると、本願の第3実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、光学性能の悪化、特に像面湾曲の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－1）の上限値を0.70とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－1）の上限値を0.68とすることがより好ましい。

以上の構成により、全長が短く小型で高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。

[0072] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、前記第4レンズ群が、像側に凸面を向けたメニスカスレンズを有することが望ましい。この構成により、像面湾曲を補正し、像面の平坦性を確保することができる。第4レンズ群は、前記メニスカスレンズの物体側又は像側にさらにレンズ成分を有する構成としてもよい。また、前記メニスカスレンズは他のレンズと貼り合わせて接合レンズを構成することとしても構わない。

[0073] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（3－2

) を満足することが望ましい。

$$(3-2) \quad -5.00 < (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) < -1.30$$

ただし、

r_{41} ：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

r_{42} ：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[0074] 条件式(3-2)は、第4レンズ群中のメニスカスレンズのシェイプファクタを規定する条件式である。本願の第3実施形態に係るズームレンズは、条件式(3-2)を満足することにより、像面湾曲をより良好に補正し、像面の平坦性を確保することができる。

[0075] 本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式(3-2)の対応値が下限値を下回ると、第4レンズ群中のメニスカスレンズの物体側のレンズ面の曲率半径及び像側のレンズ面の曲率半径が互いに小さくなり過ぎる。これにより、球面収差やコマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(3-2)の下限値を-4.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(3-2)の下限値を-3.80とすることがより好ましい。

[0076] 一方、本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式(3-2)の対応値が上限値を上回ると、像面湾曲を十分に補正することができなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(3-2)の上限値を-1.50とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式(3-2)の上限値を-1.80とすることがより好ましい。

[0077] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が変化し、前記第3レンズ

群と前記第4レンズ群との間隔が増加することが望ましい。この構成により、レンズ全長を短くすることが可能である。

[0078] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って像側へ移動することが望ましい。

また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、変倍時に前記第3レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、合焦時に前記第3レンズ群が光軸に沿って像側へ移動する場合、以下の条件式（3-3）を満足することが望ましい。

$$(3-3) \quad 0.45 < f_{st}/m_3 < 1.00$$

ただし、

f_{st} ：望遠端状態において無限遠物体から近距離物体へ合焦する時の前記第3レンズ群の移動量

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

[0079] 本願の第3実施形態に係るズームレンズは、上記のように広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第3レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第3レンズ群が光軸に沿って像側へ移動する構成とすることにより、広角端状態から望遠端状態への変倍時に第3レンズ群が物体側へ移動したストローク（第3レンズ群と第4レンズ群との間隔の変化量含む）の分だけ、望遠端状態において第3レンズ群が像側へ移動することが可能となる。

条件式（3-3）は、望遠端状態において無限遠物体から近距離物体へ合焦する時の第3レンズ群の移動量と、変倍時の第3レンズ群の移動量との関係を規定する条件式である。条件式（3-3）は、第3レンズ群が、変倍の際に物体側に移動することにより生じる間隔を、合焦の際に像側に移動することに利用することを示している。本願の第3実施形態に係るズームレンズは、条件式（3-3）を満足することにより、第3レンズ群の変倍時のスト

ロークと合焦時のストロークとを効率良く配置させることができ、全長の短縮化が可能である。

[0080] 本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－3）の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群の変倍時の移動量が大きくなり全長の増大を招くとともに、光学性能の悪化、特に像面湾曲の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－3）の下限値を0.47とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－3）の下限値を0.50とすることがより好ましい。

[0081] 一方、本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－3）の対応値が上限値を上回ると、第3レンズ群の変倍時の移動量が小さくなり、第3レンズ群以外のレンズ群の変倍の負担が大きくなる。したがって、変倍時の第3レンズ群以外のレンズ群の移動量の増大や、各レンズ群の屈折力の増大を招くことになる。変倍時の第3レンズ群以外のレンズ群の移動量を増大させると、本願の第3実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、各レンズ群の屈折力を増大させると、光学性能の悪化、具体的には球面収差、色収差及びコマ収差の悪化、さらに合焦時の色収差の変動を招くとともに、偏芯敏感度の増大を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－3）の上限値を0.90とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－3）の上限値を0.80とすることがより好ましい。

[0082] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、前記第3レンズ群が以下の条件式（3－4）を満足することが望ましい。

$$(3-4) \quad 1.50 < (-f_3) / f_w < 4.00$$

ただし、

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0083] 条件式（3－4）は、第3レンズ群の屈折力を規定する条件式である。本願の第3実施形態に係るズームレンズは、条件式（3－4）を満足すること

により、本願の第3実施形態に係るズームレンズの小型化を図りながら球面収差、色収差、コマ収差及び像面湾曲を良好に補正することができる。

[0084] 本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－4）の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群の屈折力が大きくなり過ぎて、コマ収差の悪化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－4）の下限値を2.00とすることがより好ましい。

[0085] 一方、本願の第3実施形態に係るズームレンズの条件式（3－4）の対応値が上限値を上回ると、第3レンズ群の屈折力が小さくなり過ぎて、第3レンズ群以外のレンズ群の変倍の負担が増大する。このため、特に変倍時の第2レンズ群の移動量の増大や各レンズ群の屈折力の増大を招くことになる。この結果、本願の第3実施形態に係るズームレンズの全長の増大を招いてしまう。また、光学性能の悪化、具体的には球面収差、色収差及びコマ収差の悪化、さらに合焦時の色収差の変動を招いてしまう。また、偏芯敏感度の増大を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－4）の上限値を3.00とすることがより好ましい。また、本願の効果をより確実にするために、条件式（3－4）の上限値を2.80とすることがより好ましい。

[0086] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、前記第4レンズ群が、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなることが望ましい。この構成により、像面湾曲を補正し、像面の平坦性を確保するとともに、第4レンズ群の構成を簡略化することができる。

[0087] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、偏芯敏感度の高い前記第4レンズ群の偏芯誤差による収差発生を抑えることが可能となる。

[0088] また、本願の第3実施形態に係るズームレンズは、前記第4レンズ群が少なくとも1つの非球面を有することが望ましい。この構成により、像面の平

坦性をより良好に確保することができる。

[0089] 本願の光学装置は、上述した構成の第3実施形態に係るズームレンズを有することを特徴としている。これにより、小型で高い光学性能を備えた光学装置を実現することができる。

[0090] 本願の第3実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、前記第3レンズ群が以下の条件式（3-1）を満足するようにすることを特徴としている。これにより、全長が短く小型で高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

$$(3-1) \quad 0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[0091] 以下、本願の第4実施形態に係るズームレンズ、光学装置及びズームレンズの製造方法について説明する。

本願の第4実施形態に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有し、変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であり、合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動し、前記第2レンズ群に

おける前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、以下の条件式（4－1）を満足することを特徴としている。

$$(4-1) \quad 0.15 < |f_w/f_{vr}| < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_{vr} ：前記可動群の焦点距離

- [0092] 上記のように本願の第4実施形態に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有する。この構成により、本願の第4実施形態に係るズームレンズは高変倍比と長焦点距離を有しながら良好な光学性能を達成することができる。
- [0093] また、上記のように本願の第4実施形態に係るズームレンズは、第2レンズ群における第1部分群又は第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動する。これにより、手ぶれ等に起因する像ぶれの補正、即ち防振を行うことができる。
- [0094] 条件式（4－1）は、可動群の屈折力を規定するものである。本願の第4実施形態に係るズームレンズは、条件式（4－1）を満足することにより、小型化を図りながら防振時の光学性能の劣化を良好に抑えることができる。
- [0095] 本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－1）の対応値が下限値を下回ると、防振時の可動群の移動量が大きくなり過ぎる。このため、本願の第4実施形態に係るズームレンズが大型化してしまうので好ましくない。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－1）の下限値を0.20とすることがより好ましい。
- [0096] 一方、本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－1）の対応値が上限値を上回ると、可動群の屈折力が大きくなり過ぎる。このため、防

振時に偏芯コマ収差、倍率色収差及び像面湾曲が悪化してしまうので好ましくない。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－1）の上限値を0.40とすることがより好ましい。

[0097] 以上の構成により、小型で、防振時の光学性能が良好なズームレンズを実現することができる。

[0098] また本願の第4実施形態に係るズームレンズは、前記第3部分群が正の屈折力を有することが望ましい。この構成により、正の第2レンズ群の主な屈折力を第3部分群が担うことにより、良好な収差補正を実現することができる。

[0099] また本願の第4実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（4－2）を満足することが望ましい。

$$(4-2) \quad 0.50 < f_w / f_2 < 0.90$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

[0100] 条件式（4－2）は、第2レンズ群の屈折力を規定するものである。本願の第4実施形態に係るズームレンズは、条件式（4－2）を満足することにより、良好な収差補正と小型化とを実現することができる。

[0101] 本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－2）の対応値が下限値を下回ると、第2レンズ群の屈折力が小さくなり過ぎて、所望の変倍を行うための移動量が大きくなり、大型化を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－2）の下限値を0.60とすることがより好ましい。

[0102] 一方、本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－2）の対応値が上限値を上回ると、第2レンズ群の屈折力が大きくなり過ぎて、小型化には有利であるが、球面収差の発生や偏芯による敏感度の増大を招いてしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－2）の上限値を0.80とすることがより好ましい。

[0103] また本願の第4実施形態に係るズームレンズは、以下の条件式（4－3）を満足することが望ましい。

$$(4-3) \quad 0.20 < |f_2/f_v r| < 0.60$$

ただし、

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

$f_v r$ ：前記可動群の焦点距離

[0104] 条件式（4－3）は、第2レンズ群の屈折力と可動群の屈折力の比を規定するものである。本願の第4実施形態に係るズームレンズは、条件式（4－3）を満足することにより、小型化を図りながら防振時の光学性能の劣化を良好に抑えることができる。

[0105] 本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－3）の対応値が下限値を下回ると、防振時の可動群の移動量が大きくなり過ぎる。このため、本願の第4実施形態に係るズームレンズが大型化してしまうので好ましくない。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－3）の下限値を0.30とすることがより好ましい。

[0106] 一方、本願の第4実施形態に係るズームレンズの条件式（4－3）の対応値が上限値を上回ると、可動群の屈折力が大きくなり過ぎる。このため、防振時に偏芯コマ収差、倍率色収差及び像面湾曲が悪化してしまうので好ましくない。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（4－3）の上限値を0.50とすることがより好ましい。

[0107] また本願の第4実施形態に係るズームレンズは、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群が、それぞれ少なくとも1つの非球面を備えていることが望ましい。この構成により、球面収差や像面湾曲を良好に補正することができる。

[0108] 本願の光学装置は、上述した構成の第4実施形態に係るズームレンズを有することを特徴としている。これにより、小型で、防振時の光学性能が良好な光学装置を実現することができる。

[0109] 本願の第4実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、

負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有するようにし、変倍に際して、前記第4レンズ群の位置が固定で、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動するようにし、合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動するようにし、前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにし、前記可動群が以下の条件式(4-1)を満足するようにすることを特徴としている。これにより、小型で、防振時の光学性能が良好なズームレンズを製造することができる。

$$(4-1) \quad 0.15 < | f_w / f_v r | < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

$f_v r$ ：前記可動群の焦点距離

[0110] 以下、本願の第1、第2実施形態の数値実施例に係るズームレンズを添付図面に基づいて説明する。なお、第1～第7実施例は第1、第2実施形態に共通する実施例であり、第8、第9実施例は第1実施形態の実施例である。

(第1実施例)

図1A、及び図1Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。なお、図1及び後述する図4、7、10、13、16、19、22、25、28、30、32、34、36、40中の矢印は、広角端状態から望遠端状態への変倍時の各レンズ群の移動軌跡を示している。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

- [0111] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0112] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。
- 前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- 後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。
- [0113] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0114] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0115] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の前側レンズ群G2Fと開口絞りSと後側レンズ群G2Rとは変倍時に一体で移動する。

[0116] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0117] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2における後側レンズ群G2Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

[0118] 以下の表1に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

表1において、 f は焦点距離、BFはバックフォーカス、即ち最も像側のレンズ面と像面Iとの光軸上の距離を示す。

[面データ]において、 m は物体側から数えた光学面の順番、 r は曲率半径、 d は面間隔（第n面（nは整数）と第n+1面との間隔）、 n_d はd線（波長587.6nm）に対する屈折率、 ν_d はd線（波長587.6nm）に対するアッベ数をそれぞれ示している。また、OPは物体面、可変は可変の面間隔、Sは開口絞りS、Iは像面をそれぞれ示している。なお、曲率半径 $r=\infty$ は平面を示している。非球面は面番号に*を付して曲率半径 r の欄に近軸曲率半径の値を示している。空気の屈折率 $n_d=1.000$ の記載は省略している。

[0119] [非球面データ]には、[面データ]に示した非球面について、その形状を次式で表した場合の非球面係数及び円錐定数を示す。

$$\begin{aligned} x = & (h^2/r) / [1 + \{1 - \kappa (h/r)^2\}^{1/2}] \\ & + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8 + A10 h^{10} \end{aligned}$$

ここで、 h を光軸に垂直な方向の高さ、 x を高さ h における非球面の頂点の接平面から当該非球面までの光軸方向に沿った距離であるサグ量、 κ を円錐定数、A4、A6、A8、A10を非球面係数、 r を基準球面の曲率半径である近軸曲率半径とする。なお、「E-n」（nは整数）は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、例えば「1.234E-05」は「 1.234×10^{-5} 」を示す。2次の非球面係数A2は0であり、記載を省略している。

[0120] [各種データ]において、FNOはFナンバー、 2ω は画角（単位は「°」）、Yは像高、TLは本実施例に係るズームレンズの全長、即ち第1面か

ら像面 I までの光軸上の距離、 d_n は第n面と第n+1面との可変の間隔をそれぞれ示す。なお、Wは広角端状態、Mは中間焦点距離状態、Tは望遠端状態をそれぞれ示す。Dは物体から第1面までの距離を示す。

[レンズ群データ] には、各レンズ群の始面S Tと焦点距離fを示す。

[防振データ]において、Zは可動群のシフト量即ち光軸に直交する方向への移動量、θは本実施例に係るズームレンズの回転ぶれの角度（傾き角度、単位は「°」）、Kは防振係数をそれぞれ示す。

[条件式対応値] には、本実施例に係るズームレンズの各条件式の対応値を示す。

[0121] ここで、表1に掲載されている焦点距離f、曲率半径r及びその他の長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかしながら光学系は、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ため、これに限られるものではない。

なお、以上に述べた表1の符号は、後述する各実施例の表においても同様に用いるものとする。

[0122] (表1) 第1実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	72.401	0.800	1.603	65.440
2	8.933	3.247		
*3	81.430	1.000	1.623	58.163
*4	14.381	0.217		
5	11.610	2.300	2.001	25.455
6	16.466	可変		
*7	17.188	2.688	1.623	58.163

8	-8.884	0.800	1.603	38.028
9	-46.602	1.500		
10(S)	∞	2.989		
11	18.062	0.800	1.583	46.422
12	6.945	3.024	1.498	82.570
13	-30.319	可変		
*14	95.105	0.800	1.623	58.163
*15	11.725	可変		
*16	-30.246	2.900	1.583	59.460
*17	-11.506	B F		

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-1.341E-04	4.946E-06	-2.851E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-1.733E-04	4.608E-06	-2.877E-09	-4.422E-10
7	1.000E+00	-6.445E-05	-1.030E-06	3.176E-08	1.259E-11
14	1.000E+00	5.106E-04	-1.420E-05	-1.448E-07	1.178E-08
15	1.000E+00	7.701E-04	-1.866E-05	1.925E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	1.161E-04	1.252E-06	-3.371E-08	1.439E-10
17	1.000E+00	1.152E-04	1.558E-06	-2.620E-08	8.016E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	18.383	29.100
d 6	17.948	7.230	2.253
d 13	1.600	6.325	11.865
d 15	5.138	7.347	10.568
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.966	47.750

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	17.948	7.230	2.253
d 13	2.070	7.693	15.083
d 15	4.668	5.979	7.349
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.966	47.750

[レンズ群データ]

S	T	f
G1	1	-14.141
G2	7	13.652

G3	14	-21.559
G4	16	30.130

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	18.383	29.100
Z	0.142	0.148	0.171
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.789	1.087	1.485

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.718$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 2.051$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.524$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.718$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 2.051$$

$$(2-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.524$$

[0123] 図2A、及び図2Bはそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図3A、及び図3Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0124] 各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高をそれぞれ示す。dはd線（波長587.6nm）、gはg線（波長435.8nm）における収差をそれぞれ示し、d、gの記載のないものはd線における収差を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれ

ぞれ示す。コマ収差図は、各像高Yにおけるコマ収差を示す。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

[0125] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0126] (第2実施例)

図4A、及び図4Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0127] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0128] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2Rは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL23と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24との接合レンズからなる。

[0129] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非

球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

- [0130] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0131] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の前側レンズ群G2Fと開口絞りSと後側レンズ群G2Rとは変倍時に一体で移動する。
- [0132] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。
- [0133] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2における後側レンズ群G2Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表2に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0134] (表2) 第2実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	78.484	0.800	1.603	65.440
2	9.640	3.089		
*3	240.283	1.000	1.623	58.163
*4	14.940	0.286		
5	11.133	2.300	2.001	25.455

6	15.568	可変			
*7	17.287	2.475	1.619	63.854	
8	-11.064	0.800	1.648	33.723	
9	-29.967	1.500			
10(S)	∞	3.054			
11	41.552	2.920	1.498	82.570	
12	-7.477	0.800	1.583	46.422	
13	-18.335	可変			
*14	63.143	0.800	1.623	58.163	
*15	11.500	可変			
*16	-29.401	2.900	1.583	59.460	
*17	-11.497	B F			

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	4.841E-06	3.023E-06	-1.926E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-3.973E-06	3.373E-06	-2.350E-09	-2.653E-10
7	1.000E+00	-7.145E-05	-2.026E-07	1.193E-08	1.831E-10
14	1.000E+00	5.024E-04	-1.733E-05	4.606E-07	-1.011E-08
15	1.000E+00	7.291E-04	-1.452E-05	1.487E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	1.438E-04	1.228E-06	-4.055E-08	1.768E-10
17	1.000E+00	1.467E-04	1.368E-06	-2.735E-08	5.125E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	18.720	29.100
d 6	18.251	7.166	2.405
d 13	1.600	6.619	12.046
d 15	5.176	7.408	10.576
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.916	47.750

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	18.251	7.166	2.405
d 13	2.100	8.132	15.490
d 15	4.676	5.895	7.133
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.916	47.750

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-14.400
G2	7	13.831
G3	14	-22.718
G4	16	30.553

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	18.720	29.100
Z	0.168	0.174	0.198
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.668	0.941	1.281

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 3.042$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 2.265$$

$$(1-3) \quad m_{12} / f_w = 1.538$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 3.042$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 2.265$$

$$(2-3) \quad m_{12} / f_w = 1.538$$

[0135] 図5A、及び図5Bはそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図6A、及び図6Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0136] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状

態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0137] (第3実施例)

図7A、及び図7Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0138] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0139] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22とからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0140] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0141] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球

面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0142] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の前側レンズ群G2Fと開口絞りSと後側レンズ群G2Rとは変倍時に一体で移動する。

[0143] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0144] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2における後側レンズ群G2Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表3に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0145] (表3) 第3実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	81.550	0.800	1.603	65.440
2	9.681	3.069		
*3	328.483	1.000	1.623	58.163
*4	14.895	0.345		
5	11.373	2.200	2.001	25.455
6	16.225	可変		
*7	17.158	2.493	1.619	63.854

8	-13.864	0.157			
9	-13.612	0.800	1.648	33.723	
10	-40.184	1.500			
11(S)	∞	2.911			
12	17.888	0.800	1.583	46.422	
13	6.850	3.050	1.498	82.570	
14	-29.219	可変			
*15	62.039	0.800	1.623	58.163	
*16	11.500	可変			
*17	-26.508	2.900	1.583	59.460	
*18	-11.123	B F			

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-1.154E-06	3.285E-06	-2.143E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-3.977E-06	3.056E-06	9.547E-09	-4.065E-10
7	1.000E+00	-5.971E-05	-1.038E-06	6.985E-08	-1.544E-09
15	1.000E+00	5.899E-04	-2.242E-05	3.797E-07	-1.428E-09
16	1.000E+00	8.486E-04	-2.240E-05	2.918E-07	0.000E+00
17	1.000E+00	9.517E-05	3.227E-06	-6.273E-08	2.917E-10
18	1.000E+00	9.730E-05	2.655E-06	-3.199E-08	6.854E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	18.663	29.100
d 6	18.137	7.139	2.319
d 14	1.600	6.535	12.018
d 16	5.189	7.498	10.589
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.997	47.750

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	18.137	7.139	2.319
d 14	2.100	8.032	15.454
d 16	4.689	6.001	7.152
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.997	47.750

[レンズ群データ]

S T	f
G1	1 -14.356

G2	7	13.818
G3	15	-22.812
G4	17	30.732

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	18.663	29.100
Z	0.139	0.146	0.168
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.804	1.118	1.511

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.664$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 1.986$$

$$(1-3) \quad m_{12} / f_w = 1.536$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.664$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 1.986$$

$$(2-3) \quad m_{12} / f_w = 1.536$$

[0146] 図8A、及び図8Bはそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図9A、及び図9Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0147] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0148] (第4実施例)

図10A、及び図10Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0149] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0150] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2F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と両凸形状の正レンズL22との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0151] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0152] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41となる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0153] 以上の構成の下、本実施例に係るズームレンズでは、広角端状態から望遠

端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の前側レンズ群G2Fと開口絞りSと後側レンズ群G2Rとは変倍時に一体で移動する。

[0154] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0155] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2における後側レンズ群G2Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表4に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0156] (表4) 第4実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	106.318	0.800	1.603	65.440
2	10.056	2.861		
*3	143.575	1.000	1.623	58.163
*4	14.071	0.423		
5	11.120	2.300	2.001	25.455
6	15.538	可変		
*7	13.167	0.800	1.689	31.160
8	10.273	2.367	1.498	82.570
9	-30.189	1.500		

10(S)	∞	2.779			
11	18.410	0.800	1.583	46.422	
12	7.012	3.193	1.498	82.570	
13	-30.652	可変			
*14	63.684	0.800	1.623	58.163	
*15	11.500	可変			
*16	-27.536	2.900	1.583	59.460	
*17	-11.202	B F			

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-8.371E-07	3.721E-06	-2.590E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-4.169E-06	3.663E-06	6.939E-09	-4.421E-10
7	1.000E+00	-7.051E-05	-5.833E-07	3.934E-08	-8.656E-10
14	1.000E+00	5.363E-04	-1.981E-05	3.911E-07	-5.635E-09
15	1.000E+00	7.643E-04	-1.714E-05	1.457E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	7.120E-05	3.106E-06	-5.397E-08	2.399E-10
17	1.000E+00	9.425E-05	2.054E-06	-2.025E-08	1.922E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

W	T	
f	10.3	29.1

F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	18.719	29.100
d 6	18.449	7.402	2.629
d 13	1.600	6.578	12.020
d 15	5.178	7.477	10.578
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.980	47.750

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	18.449	7.402	2.629
d 13	2.100	8.086	15.463
d 15	4.678	5.969	7.136
B F	13.299	13.299	13.299
T L	47.750	43.980	47.750

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-14.399
G2	7	13.808
G3	14	-22.674
G4	16	30.395

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	18.719	29.100
Z	0.145	0.152	0.175
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.775	1.077	1.452

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.771$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 2.067$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.536$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.771$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 2.067$$

$$(2-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.536$$

[0157] 図11A、及び図11Bはそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図12A、及び図12Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0158] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0159] (第5実施例)

図13A、及び図13Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の

第5実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0160] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0161] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2F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と両凸形状の正レンズL22との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2Rは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL23と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24との接合レンズからなる。

[0162] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0163] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0164] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3

レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G 1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G 2及び第3レンズ群G 3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G 4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G 2の前側レンズ群G 2 Fと開口絞りSと後側レンズ群G 2 Rとは変倍時に一体で移動する。

[0165] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G 3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0166] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G 2における後側レンズ群G 2 Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表5に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0167] (表5) 第5実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	88.142	0.800	1.603	65.440
2	9.905	2.982		
*3	210.317	1.000	1.623	58.163
*4	14.471	0.351		
5	11.109	2.232	2.001	25.455
6	15.535	可変		
*7	12.853	0.800	1.689	31.160
8	9.651	2.483	1.498	82.570
9	-25.272	1.500		
10(S)	∞	2.982		
11	38.663	2.959	1.498	82.570

12	-7.387	0.800	1.583	46.422
13	-18.053	可変		
*14	62.590	0.800	1.623	58.163
*15	11.500	可変		
*16	-30.304	2.900	1.583	59.460
*17	-11.634	B F		

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	5.701E-06	3.172E-06	-2.105E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-3.719E-06	3.592E-06	-2.523E-09	-2.835E-10
7	1.000E+00	-8.356E-05	-4.804E-08	3.953E-08	-1.452E-09
14	1.000E+00	5.370E-04	-1.971E-05	5.561E-07	-1.276E-08
15	1.000E+00	7.313E-04	-1.349E-05	7.835E-08	0.000E+00
16	1.000E+00	9.440E-05	2.643E-06	-5.709E-08	2.373E-10
17	1.000E+00	1.188E-04	1.670E-06	-2.423E-08	-1.067E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°

Y	8.19	8.19
---	------	------

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	18.707	29.100
d 6	18.352	7.209	2.442
d 13	1.600	6.675	12.110
d 15	5.209	7.356	10.609
B F	13.299	13.299	13.298
T L	47.750	43.831	47.750

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	18.352	7.209	2.442
d 13	2.100	8.191	15.553
d 15	4.709	5.841	7.165
B F	13.299	13.299	13.298
T L	47.750	43.831	47.750

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-14.390
G2	7	13.895
G3	14	-22.764
G4	16	30.631

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	18.707	29.100
Z	0.161	0.167	0.190
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.696	0.980	1.336

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.932$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 2.174$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.545$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.932$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 2.174$$

$$(2-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.545$$

[0168] 図14A、及び図14Bはそれぞれ、本願の第5実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図15A、及び図15Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0. 624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0. 500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0169] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0170] (第6実施例)

図16A、及び図16Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第6実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0171] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0172] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズと、両凸形状の正レンズL25とからなる。

[0173] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0174] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0175] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レン

ズ群G 1 が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G 2 及び第3レンズ群G 3 が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G 4 の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G 2 の前側レンズ群G 2 F と開口絞りS と後側レンズ群G 2 R とは変倍時に一体で移動する。

[0176] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G 3 を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0177] また、本実施例に係るズームレンズは、後側レンズ群G 2 R における負メニスカスレンズL 2 3 と正レンズL 2 4との接合レンズを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表6に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0178] (表6) 第6実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	45.595	0.800	1.603	65.440
2	9.305	3.897		
*3	105.000	1.000	1.623	58.163
*4	14.940	0.100		
5	12.251	2.300	2.001	25.455
6	17.488	可変		
*7	17.546	2.764	1.623	58.163
8	-11.264	0.800	1.603	38.028
9	-98.822	1.500		
10(S)	∞	1.387		
11	19.920	0.800	1.583	46.422
12	7.418	2.957	1.498	82.570

13	-30.797	0.418			
14	69.148	1.200	1.498	82.570	
15	-235.478	可変			
*16	84.505	0.800	1.623	58.163	
*17	11.200	可変			
*18	-48.331	2.762	1.583	59.460	
*19	-13.370	B F			

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-1.989E-04	4.989E-06	-2.793E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-2.392E-04	5.104E-06	-1.433E-08	-2.533E-10
7	1.000E+00	-6.515E-05	-2.091E-07	-5.039E-09	5.126E-10
16	1.000E+00	2.128E-04	3.675E-06	-3.902E-07	6.158E-09
17	1.000E+00	3.722E-04	1.473E-06	-2.115E-07	0.000E+00
18	1.000E+00	2.156E-05	2.295E-06	-5.042E-08	2.351E-10
19	1.000E+00	5.297E-05	1.731E-06	-3.031E-08	5.877E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66

2ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	20.160	29.100
d6	19.196	6.353	2.334
d15	1.600	6.308	9.827
d17	4.618	8.326	12.191
B F	13.300	13.297	13.299
T L	48.900	44.472	47.837

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.196	6.353	2.334
d15	2.058	7.811	12.661
d17	4.161	6.823	9.357
B F	13.300	13.296	13.299
T L	48.900	44.472	47.837

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-15.508
G2	7		13.604
G3	16		-20.824
G4	18		30.800

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	20.160	29.100
Z	0.145	0.162	0.184
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.771	1.089	1.383

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.313$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 1.751$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.637$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.313$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 1.751$$

$$(2-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.637$$

[0179] 図17A、及び図17Bはそれぞれ、本願の第6実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図18A、及び図18Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0180] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0181] (第7実施例)

図19A、及び図19Bはそれぞれ、本願の第1、第2実施形態に共通の第7実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面

図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0182] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0183] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0184] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。

[0185] 第4レンズ群G4は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41と、両凸形状の正レンズL42とからなる。なお、正メニスカスレンズL41と正レンズL42はそれぞれ、物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0186] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レン

ズ群G 1 が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G 2 及び第3レンズ群G 3 が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G 4 の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G 2 の前側レンズ群G 2 F と開口絞りS と後側レンズ群G 2 R とは変倍時に一体で移動する。

[0187] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G 3 を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0188] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G 2 における後側レンズ群G 2 R を可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表7に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0189] (表7) 第7実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	49.983	0.800	1.603	65.440
2	9.505	3.797		
*3	105.000	1.000	1.623	58.163
*4	15.558	0.100		
5	12.387	2.300	2.001	25.455
6	17.350	可変		
*7	17.524	2.569	1.623	58.163
8	-10.281	0.800	1.603	38.028
9	-57.158	1.500		
10(S)	∞	2.772		
11	18.079	0.800	1.583	46.422
12	6.987	3.000	1.498	82.570

13	-30.422	可変
14	67.175	0.800
15	11.200	可変
*16	-36.612	2.616
*17	-12.977	0.300
*18	1000.000	1.115
*19	-210.703	B F

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-1.815E-04	4.949E-06	-2.802E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-2.152E-04	4.869E-06	-9.757E-09	-2.834E-10
7	1.000E+00	-5.840E-05	-1.272E-06	8.962E-08	-2.229E-09
16	1.000E+00	2.682E-06	4.729E-06	-1.432E-07	1.899E-09
17	1.000E+00	1.508E-04	2.729E-06	-7.215E-08	0.000E+00
18	1.000E+00	7.330E-05	1.194E-06	-2.778E-08	2.807E-11
19	1.000E+00	7.834E-05	1.005E-06	-1.240E-08	-1.054E-10

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66

2ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	20.356	29.100
d 6	19.255	6.343	2.342
d 13	1.600	6.867	10.960
d 15	3.777	7.568	10.723
B F	13.299	13.299	13.299
T L	48.900	45.046	48.293

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d 6	19.255	6.343	2.342
d 13	2.102	8.572	14.245
d 15	3.275	5.863	7.438
B F	13.299	13.299	13.299
T L	48.900	45.046	48.293

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-15.658
G2	7		14.031
G3	14		-21.707
G4	16		29.815

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	20.356	29.100
Z	0.144	0.157	0.176
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.779	1.134	1.441

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.718$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 1.996$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.642$$

$$(2-1) \quad |f_2 i| / f_w = 2.718$$

$$(2-2) \quad |f_2 i| / f_2 = 1.996$$

$$(2-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.642$$

[0190] 図20A、及び図20Bはそれぞれ、本願の第7実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図21A、及び図21Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0191] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0192] (第8実施例)

図22A、及び図22Bはそれぞれ、本願の第1実施形態の第8実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0193] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL11、L12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0194] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0195] 第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズからなる。なお、正メニスカスレンズL32は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0196] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41となる。なお、正メニスカスレンズL41は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0197] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レン

ズ群G 1 が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G 2 及び第3レンズ群G 3 が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G 4 の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G 2 の前側レンズ群G 2 F と開口絞りS と後側レンズ群G 2 R とは変倍時に一体で移動する。

[0198] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G 3 を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0199] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G 2 における前側レンズ群G 2 F を可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表8に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0200] (表8) 第8実施例

[面データ]

m	r	d	n d	ν d
O P	∞			
*1	41.364	0.800	1.697	55.460
*2	10.676	3.644		
*3	92.728	0.800	1.623	58.163
*4	11.362	0.300		
5	11.589	2.116	2.001	25.458
6	17.859	可変		
*7	19.709	4.000	1.498	82.570
8	-10.373	0.800	1.593	35.271
9	-17.799	4.717		
10(S)	∞	3.881		
11	14.096	0.800	1.702	41.018
12	8.189	2.400	1.498	82.570

13	-29.442	可変
14	-173.316	0.800
15	6.986	1.000
*16	9.416	可変
17	-65.070	2.430
*18	-13.885	B F

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
1	1.000E+00	1.895E-05	-8.057E-08	1.203E-09	0.000E+00
2	1.000E+00	1.352E-04	-2.937E-07	-1.567E-08	0.000E+00
3	1.000E+00	-9.934E-05	8.829E-07	-4.475E-09	0.000E+00
4	1.000E+00	-2.433E-04	2.518E-06	1.027E-08	0.000E+00
7	1.000E+00	-7.257E-05	-3.785E-07	1.817E-08	0.000E+00
16	1.000E+00	1.393E-04	-4.903E-07	-1.723E-08	0.000E+00
18	1.000E+00	-1.372E-05	4.080E-08	-1.307E-09	0.000E+00

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°

Y	8.19	8.19
---	------	------

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	19.073	29.100
d6	19.180	7.156	1.819
d13	1.002	4.723	8.893
d16	2.530	7.777	11.898
B F	13.800	13.800	13.800
T L	51.200	48.144	51.097

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.180	7.156	1.819
d13	1.424	5.840	11.184
d16	2.108	6.660	9.607
B F	13.800	13.800	13.800
T L	51.200	48.144	51.097

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-14.672
G2	7	14.776
G3	14	-18.879
G4	17	34.956

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	19.073	29.100
Z	0.087	0.101	0.126
θ	0.624	0.500	0.500
K	1.293	1.651	2.017

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.044$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 1.425$$

$$(1-3) \quad m_1 2 / f_w = 1.686$$

[0201] 図23A、及び図23Bはそれぞれ、本願の第8実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図24A、及び図24Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0202] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0203] (第9実施例)

図25A、及び図25Bはそれぞれ、本願の第1実施形態の第9実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

[0204] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0205] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群G2Fと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後側レンズ群G2Rとから構成されている。

前側レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

後側レンズ群G2R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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0206] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0207] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41となる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51からなる。

[0208] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔が変化するように、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第5レンズ群G5の位置は

変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の前側レンズ群G2Fと開口絞りSと後側レンズ群G2Rとは変倍時に一体で移動する。

[0209] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

[0210] また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2における後側レンズ群G2Rを可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表9に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0211] (表9) 第9実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	46.214	0.800	1.603	65.440
2	9.455	3.704		
*3	66.876	1.000	1.623	58.163
*4	13.627	0.251		
5	11.862	2.300	2.001	25.455
6	16.694	可変		
*7	17.515	2.406	1.623	58.163
8	-9.943	0.800	1.603	38.028
9	-66.732	1.500		
10(S)	∞	2.920		
11	17.632	0.800	1.583	46.422
12	7.009	2.942	1.498	82.570
13	-32.172	可変		

* 14 50.543 0.800 1.623 58.163

* 15 11.200 可変

* 16 -39.592 2.522 1.583 59.460

* 17 -13.816 可変

18 1000.000 1.138 1.583 59.460

19 -185.156 B F

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-1.574E-04	4.358E-06	-2.353E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-2.003E-04	4.247E-06	-1.333E-09	-3.237E-10
7	1.000E+00	-5.432E-05	-7.941E-07	4.408E-08	-9.972E-10
14	1.000E+00	-1.087E-04	1.017E-05	-2.054E-07	2.789E-10
15	1.000E+00	2.298E-05	9.118E-06	-1.945E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	1.332E-04	-2.972E-07	-1.673E-08	1.213E-11
17	1.000E+00	1.279E-04	1.508E-07	-1.498E-08	-3.985E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°

Y	8.19	8.19
---	------	------

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.300	20.399	29.100
d6	19.238	6.325	2.465
d13	1.600	7.004	11.124
d15	3.879	7.526	11.128
d17	0.300	0.525	0.300
B F	14.250	14.250	14.250
T L	48.900	45.263	48.900

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.238	6.325	2.465
d13	2.138	8.847	14.624
d15	3.341	5.682	7.627
d17	0.300	0.525	0.300
B F	14.250	14.250	14.250
T L	48.900	45.263	48.900

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-15.692
G2	7		14.237
G3	14		-23.291
G4	16		35.128

G5 18 268.010

[防振データ]

	W	M	T
f	10.300	20.399	29.100
Z	0.143	0.156	0.175
θ	0.624	0.500	0.500
K	0.784	1.142	1.455

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad |f_2 v_r| / f_w = 2.718$$

$$(1-2) \quad |f_2 v_r| / f_2 = 1.967$$

$$(1-3) \quad m_{12} / f_w = 1.628$$

[0212] 図26A、及び図26Bはそれぞれ、本願の第9実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図27A、及び図27Bはそれぞれ、本願の第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物体合焦時に0.624°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.500°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

[0213] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0214] 上記第1～第9実施例によれば、全長が短く小型軽量で、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。

[0215] 以下、本願の第3実施形態の数値実施例に係るズームレンズを添付図面に

基づいて説明する。

(第10実施例)

図28A、及び図28Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第10実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

- [0216] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0217] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズとからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0218] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0219] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。
- [0220] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レン

ズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。

- [0221] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。
- [0222] 以下の表10に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。
- [0223] (表10) 第10実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	234.198	0.800	1.618	63.3
2	10.139	2.598		
*3	104.171	1.000	1.623	58.2
*4	13.875	0.489		
5	11.360	2.222	2.001	25.5
6	16.191	可変		
*7	16.228	2.724	1.619	63.9
8	-10.495	0.800	1.603	38.0
9	-35.530	1.500		
10(S)	∞	2.919		
11	17.997	0.800	1.583	46.5
12	6.891	3.028	1.498	82.6
13	-30.452	可変		
*14	70.323	0.800	1.619	63.9
*15	11.725	可変		

*16 -23.210 2.893 1.517 63.9
 *17 -10.545 B F

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	5.896E-05	2.075E-06	-1.269E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	4.789E-05	1.866E-06	8.533E-09	-2.754E-10
7	1.000E+00	-6.693E-05	-2.872E-07	-1.175E-08	1.194E-09
14	1.000E+00	7.428E-04	-3.644E-05	1.001E-06	-1.552E-08
15	1.000E+00	1.000E-03	-3.068E-05	4.236E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	7.202E-05	4.723E-06	-7.472E-08	3.145E-10
17	1.000E+00	9.722E-05	3.060E-06	-1.991E-08	-3.234E-11

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.6	5.7
2 ω	75.7°	30.7°
Y	8.19	8.19
T L	63.1	59.9

(無限遠物体合焦時)

W M T

f	10.30	18.53	29.10
d 6	17.92	7.24	2.29
d 13	1.60	6.29	11.95
d 15	5.21	7.80	10.64
B F	13.30	13.30	13.30

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.00	200.00	200.00
d 6	17.92	7.24	2.29
d 13	2.07	7.72	15.32
d 15	4.74	6.37	7.26
B F	13.30	13.30	13.30

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-14.25
G2	7		13.72
G3	14		-22.72
G4	16		30.57

[条件式対応値]

$$m_3 = 5.43$$

$$fst = 3.38$$

$$(3-1) \quad m_3 / f_w = 0.53$$

$$(3-2) \quad (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) = -2.67$$

$$(3-3) \quad fst / m_3 = 0.62$$

$$(3-4) \quad (-f_3) / f_w = 2.21$$

[0224] 図29A、及び図29Bはそれぞれ、本願の第10実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0225] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0226] (第11実施例)

図30A、及び図30Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第11実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0227] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0228] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズとからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0229] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスマールド非球面レンズである。

[0230] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41から

なる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0231] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。

[0232] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。
以下の表11に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0233] (表11) 第11実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	131.926	0.800	1.618	63.3
2	9.887	2.207		
*3	22.899	1.000	1.623	58.2
*4	9.089	0.862		
5	11.594	1.892	2.001	25.5
6	17.515	可変		
*7	15.735	3.218	1.619	63.9
8	-10.904	0.800	1.603	38.0
9	-75.326	2.678		
10(S)	∞	1.500		

11	16.112	0.800	1.583	46.5
12	6.544	2.114	1.498	82.6
13	-31.376	可変		
*14	39.745	0.800	1.619	63.9
*15	10.560	可変		
*16	-23.030	2.584	1.517	63.9
*17	-10.518	B F		

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-3.833E-04	9.067E-06	-6.487E-08	7.866E-11
4	1.000E+00	-5.554E-04	8.416E-06	-3.144E-08	-7.595E-10
7	1.000E+00	-6.517E-05	-1.259E-06	3.629E-08	8.838E-11
14	1.000E+00	8.336E-04	-3.542E-05	1.312E-07	3.038E-08
15	1.000E+00	1.164E-03	-4.103E-05	8.025E-07	-4.760E-09
16	1.000E+00	1.801E-04	1.181E-06	-3.912E-08	1.795E-11
17	1.000E+00	1.621E-04	1.593E-06	-2.352E-08	-1.206E-10

[各種データ]

変倍比 2.88

	W	T
f	10.2	29.4
F N O	3.6	6.4

2ω	76.2°	30.4°
Y	8.19	8.19
T L	63.0	59.2

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.20	20.00	29.40
d 6	18.51	6.32	2.14
d 13	1.57	6.56	11.21
d 15	5.36	8.74	11.31
B F	13.30	13.30	13.30

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.00	200.00	200.00
d 6	18.51	6.32	2.14
d 13	1.98	8.15	14.40
d 15	4.95	7.16	8.12
B F	13.30	13.30	13.30

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-14.43
G2	7		13.57
G3	14		-23.49
G4	16		35.00

[条件式対応値]

$$m_3 = 5.95$$

$$fst = 3.19$$

$$(3-1) \quad m_3 / fw = 0.58$$

$$(3-2) \quad (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) = -2.68$$

$$(3-3) \quad fst / m_3 = 0.54$$

$$(3-4) \quad (-f_3) / fw = 2.30$$

[0234] 図31A、及び図31Bはそれぞれ、本願の第11実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0235] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0236] (第12実施例)

図32A、及び図32Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第12実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0237] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0238] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23と両凸形状の正レンズ

L24との接合レンズとからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0239] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0240] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41からなる。なお、正メニスカスレンズL41は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0241] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。

[0242] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

以下の表12に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0243] (表12) 第12実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			
1	46.250	0.800	1.618	63.3
2	9.071	2.923		
*3	65.166	1.000	1.619	63.7
*4	11.707	0.576		
5	12.414	1.756	2.001	25.5

6	19.421	可変			
*7	16.791	4.129	1.619	63.9	
8	-10.239	0.800	1.603	38.0	
9	-51.266	1.500			
10(S)	∞	1.500			
11	18.401	0.800	1.583	46.5	
12	6.931	3.163	1.498	82.6	
13	-27.503	可変			
*14	94.732	0.800	1.619	63.9	
*15	13.489	可変			
*16	-15.587	2.523	1.517	63.9	
*17	-8.834	B F			

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-3.493E-04	9.551E-06	-9.426E-08	3.168E-10
4	1.000E+00	-4.421E-04	1.007E-05	-8.974E-08	2.250E-11
7	1.000E+00	-7.028E-05	-8.151E-07	3.411E-08	-4.721E-10
14	1.000E+00	1.115E-03	-3.903E-05	6.896E-08	2.986E-08
15	1.000E+00	1.425E-03	-3.788E-05	5.432E-08	2.514E-08
16	1.000E+00	1.441E-04	5.894E-07	-2.786E-10	-1.123E-09
17	1.000E+00	2.175E-04	2.668E-07	4.907E-08	-1.168E-09

[各種データ]

変倍比 2.88

	W	T
f	10.2	29.4
F N O	3.6	5.8
2 ω	76.2°	30.4°
Y	8.19	8.19
T L	63.1	59.3

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.20	20.00	29.40
d 6	17.52	5.71	1.70
d 13	1.57	6.75	11.51
d 15	5.66	8.89	11.52
B F	13.04	13.04	13.04

(近距離物体合焦時)

	W	M	T
D	200.00	200.00	200.00
d 6	17.52	5.71	1.70
d 13	2.05	8.52	15.05
d 15	5.18	7.11	7.98
B F	13.04	13.04	13.04

[レンズ群データ]

S T f

G1	1	-14.31
G2	7	13.55
G3	14	-25.51
G4	16	35.00

[条件式対応値]

$$m_3 = 5.86$$

$$fst = 3.55$$

$$(3-1) \quad m_3 / fw = 0.57$$

$$(3-2) \quad (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) = -3.62$$

$$(3-3) \quad fst / m_3 = 0.61$$

$$(3-4) \quad (-f_3) / fw = 2.50$$

[0244] 図33A、及び図33Bはそれぞれ、本願の第12実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0245] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0246] (第13実施例)

図34A、及び図34Bはそれぞれ、本願の第3実施形態の第13実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0247] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物

体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0248] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズとからなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0249] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。

[0250] 第4レンズ群G4は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL41と、両凸形状の正レンズL42とからなる。なお、正メニスカスレンズL41と正レンズL42はそれぞれ、物体側及び像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0251] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。

[0252] 本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

以下の表13に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0253] (表13) 第13実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞			

1	49.983	0.800	1.603	65.440
2	9.505	3.797		
*3	105.000	1.000	1.623	58.163
*4	15.558	0.100		
5	12.387	2.300	2.001	25.455
6	17.350	可変		
*7	17.524	2.569	1.623	58.163
8	-10.281	0.800	1.603	38.028
9	-57.158	1.500		
10(S)	∞	2.772		
11	18.079	0.800	1.583	46.422
12	6.987	3.000	1.498	82.570
13	-30.422	可変		
14	67.175	0.800	1.623	58.163
15	11.200	可変		
*16	-36.612	2.616	1.583	59.460
*17	-12.977	0.300		
*18	1000.000	1.115	1.583	59.460
*19	-210.703	B F		

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
---	----------	----	----	----	-----

3	1.000E+00	-1.815E-04	4.949E-06	-2.802E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-2.152E-04	4.869E-06	-9.757E-09	-2.834E-10
7	1.000E+00	-5.840E-05	-1.272E-06	8.962E-08	-2.229E-09
16	1.000E+00	2.682E-06	4.729E-06	-1.432E-07	1.899E-09
17	1.000E+00	1.508E-04	2.729E-06	-7.215E-08	0.000E+00
18	1.000E+00	7.330E-05	1.194E-06	-2.778E-08	2.807E-11
19	1.000E+00	7.834E-05	1.005E-06	-1.240E-08	-1.054E-10

[各種データ]

変倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
F N O	3.56	5.66
2 ω	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19
T L	48.90	48.29

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.30	20.356	29.100
d 6	19.255	6.343	2.342
d 13	1.600	6.867	10.960
d 15	3.777	7.568	10.723
B F	13.299	13.299	13.299

(近距離物体合焦時)

	W	M	T

D	200.000	200.000	200.000
d 6	19.255	6.343	2.342
d 13	2.102	8.572	14.245
d 15	3.275	5.863	7.438
B F	13.299	13.299	13.299

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-15.658
G2	7	14.031
G3	14	-21.707
G4	16	29.815

[条件式対応値]

$$m_3 = 6.95$$

$$fst = 3.29$$

$$(3-1) \quad m_3 / fw = 0.67$$

$$(3-2) \quad (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) = -2.10$$

$$(3-3) \quad fst / m_3 = 0.47$$

$$(3-4) \quad (-f_3) / fw = 2.11$$

[0254] 図35A、及び図35Bはそれぞれ、本願の第13実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0255] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0256] 上記第10～第13実施例によれば、全長が短く小型軽量で、小さなレン

ズ鏡筒に保持されることが可能であり、高い光学性能を有するズームレンズを実現することができる。

[0257] 以下、本願の第4実施形態の数値実施例に係るズームレンズを添付図面に基づいて説明する。

(第14実施例)

図36A、及び図36Bはそれぞれ、本願の第4実施形態の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0258] 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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は物体側及び像側のレンズ面が非球面である。

[0259] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群G2aと、負の屈折力を有する第2部分群G2bと、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3部分群G2cとから構成されている。

第1部分群G2aは、両凸形状の正レンズL21からなる。

第2部分群G2bは、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22からなる。なお、負メニスカスレンズL22は物体側のレンズ面が非球面である。

第3部分群G2c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L23と両凸形状の正レンズL24との接合レンズからなる。

[0260] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は物体側及び像側のレンズ面が非球面である。

第4レンズ群G4は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL41か

らなる。なお、正メニスカスレンズ L 4 1 は像側のレンズ面が非球面である。

[0261] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群 G 1 と第2レンズ群 G 2 との空気間隔が減少し、第2レンズ群 G 2 と第3レンズ群 G 3 との空気間隔が増加し、第3レンズ群 G 3 と第4レンズ群 G 4 との空気間隔が増加するように、第1レンズ群 G 1 が光軸に沿って移動し、第2レンズ群 G 2 及び第3レンズ群 G 3 が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群 G 4 の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群 G 2 の第1部分群 G 2 a、第2部分群 G 2 b、開口絞り S 及び第3部分群 G 2 c は変倍時に一体で移動する。

[0262] また本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群 G 3 を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

また本実施例に係るズームレンズでは、第2レンズ群 G 2 における第2部分群 G 2 b を可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

[0263] 以下の表 1 4 に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0264] (表 1 4) 第 1 4 実施例

[面データ]

m	r	d	n d	v d
O P	∞	∞		
1	78.892	0.80	1.7450	52.4
2	10.034	1.71		
*3	17.452	1.00	1.8512	40.0
*4	9.307	0.98		
5	12.455	2.27	2.0007	25.5
6	26.745	可変		

7	15.912	1.59	1.6380	61.0
8	-36.986	1.13		
*9	-14.015	0.80	1.4978	82.6
10	-36.732	1.15		
11(S)	∞	0.90		
12	13.073	0.80	1.6133	35.8
13	5.489	2.81	1.4978	82.6
14	-33.124	可変		
*15	-32.118	0.80	1.5452	63.7
*16	43.926	可変		
17	-77.198	2.73	1.6263	60.3
*18	-16.492	B F		

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
3	0.000E+00	1.232E-04	-1.192E-06	9.574E-09	-1.191E-11
4	0.000E+00	-9.802E-06	-1.437E-06	-1.507E-08	-7.874E-11
9	0.000E+00	2.704E-05	3.771E-06	-1.175E-07	0.000E+00
15	0.000E+00	4.690E-04	3.430E-05	-9.148E-07	0.000E+00
16	0.000E+00	6.793E-04	3.487E-05	-8.133E-07	0.000E+00
18	0.000E+00	5.620E-05	-1.305E-06	4.685E-09	7.830E-12

[各種データ]

W T

f	10.20	29.40
F N O	3.6	6.35
2 ω	77.6°	31.2°
Y	8.20	8.20
T L	58.03	58.47
B F	12.89	12.89

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.20	18.60	29.40
d 6	18.13	6.61	1.45
d 14	2.12	7.29	13.58
d 16	5.41	8.01	11.16
B F	12.89	12.89	12.89

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	-16.57
G2	7	14.62
G3	15	-33.90
G4	17	32.92

[防振データ]

	W	M	T
f	10.20	18.60	29.40
Z	0.18	0.25	0.30
θ	0.5	0.5	0.5
K	-0.50	-0.65	-0.84

[条件式対応値]

$$f_v r = -46.06$$

$$(4-1) \quad | f_w / f_v r | = 0.22$$

$$(4-2) \quad f_w / f_2 = 0.70$$

$$(4-3) \quad | f_2 / f_v r | = 0.32$$

[0265] 図37A、及び図37Bはそれぞれ、本願の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図38A、及び図38Bはそれぞれ、本願の第14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物体合焦時に0.5°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.5°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

図39A、及び図39Bはそれぞれ、本願の第14実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

[0266] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。

[0267] (第15実施例)

図40A、及び図40Bはそれぞれ、本願の第4実施形態の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。

[0268] 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

レンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。なお、負メニスカスレンズL12は像側のレンズ面が非球面である。

[0269] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群G2aと、負の屈折力を有する第2部分群G2bと、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3部分群G2cとから構成されている。

第1部分群G2aは、両凸形状の正レンズL21からなる。なお、正レンズL21は物体側のレンズ面が非球面である。

第2部分群G2b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L22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズからなる。

第3部分群G2cは、両凸形状の正レンズL24からなる。

[0270] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31からなる。なお、負メニスカスレンズL31は像側のレンズ面が非球面である。

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた平凸形状の正レンズL41からなる。なお、正レンズL41は像側のレンズ面が非球面である。

[0271] 以上の構成の下、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時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔が増加するように、第1レンズ群G1が光軸に沿って移動し、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って物体側へ移動する。なお、第4レンズ群G4の位置は変倍時に固定である。また、第2レンズ群G2の第1部分群G2a、第2部分群G2b、開口絞りS及び第3部分群G2cは変倍時に一体で移動する。

[0272] また本実施例に係るズームレンズでは、第3レンズ群G3を光軸に沿って像側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

また本実施例に係るズームレンズでは、第2レンズ群G2における第1部

分群G 2 a を可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動させることにより防振を行う。

以下の表15に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[0273] (表15) 第15実施例

[面データ]

m	r	d	n d	ν d
O P	∞	∞		
1	65.074	1.00	1.7678	49.7
2	10.582	2.22		
3	21.472	1.00	1.7766	48.7
*4	9.015	0.60		
5	11.386	2.67	2.0006	25.5
6	22.956	可変		
*7	15.422	1.20	1.4978	82.6
8	-460.710	1.48		
9	9.744	0.60	1.8081	22.7
10	6.869	1.20	1.8830	40.8
11	7.816	2.11		
12(S)	∞	1.50		
13	14.686	1.63	1.4978	82.6
14	-19.110	可変		
15	10.782	0.80	1.6908	36.5
*16	7.017	可変		
17	∞	2.50	1.7007	56.3

*18 -28.026 B F

| ∞

[非球面データ]

m	κ	A4	A6	A8	A10
4	0.000E+00	-1.642E-04	-1.853E-07	-1.249E-08	-2.299E-10
7	0.000E+00	-1.148E-04	9.544E-07	-2.877E-08	-5.249E-10
16	0.000E+00	-2.139E-05	1.247E-06	-5.518E-08	0.000E+00
18	0.000E+00	4.282E-05	-1.969E-06	1.391E-08	-3.253E-11

[各種データ]

	W	T
f	10.2	29.40
F N O	3.6	6.35
2 ω	77.6°	31.2°
Y	8.20	8.20
T L	59.06	59.06
B F	12.58	12.58

(無限遠物体合焦時)

	W	M	T
f	10.20	19.99	29.40
d 6	17.84	5.24	1.15
d 14	1.61	7.63	12.53
d 16	6.50	9.11	12.31
B F	12.58	12.58	12.58

[レンズ群データ]

	S	T	f
G1	1		-15.4661
G2	7		14.4691
G3	15		-31.8519
G4	17		40.0000

[防振データ]

	W	M	T
f	10.20	19.99	29.40
Z	0.07	0.10	0.12
θ	0.3	0.3	0.3
K	0.80	1.04	1.27

[条件式対応値]

$$f \vee r = 30.00$$

$$(4-1) \quad | f_w / f \vee r | = 0.34$$

$$(4-2) \quad f_w / f_2 = 0.70$$

$$(4-3) \quad | f_2 / f \vee r | = 0.48$$

[0274] 図41A、及び図41Bはそれぞれ、本願の第15実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図42A、及び図42Bはそれぞれ、本願の第15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物体合焦時に0.3°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に0.3°の回転ぶれに対して防振を行った際のコマ収差図である。

図43A、及び図43Bはそれぞれ、本願の第15実施例に係るズームレ

ンズの広角端状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

- [0275] 各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され高い光学性能を有しており、さらに防振時にも高い光学性能を有していることがわかる。
- [0276] 上記第14、第15実施例によれば、レンズ全長が短く小型軽量で、良好な光学性能を備え、防振時の光学性能の劣化が小さなズームレンズを実現することができる。
- [0277] 上記各実施例によれば、高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。なお、上記各実施例は本願発明の一具体例を示しているものであり、本願発明はこれらに限定されるものではない。以下の内容は、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズの光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。
- [0278] 本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズの数値実施例として4群や5群構成のものを示したが、本願はこれに限られず、その他の群構成（例えば、6群等）のズームレンズを構成することもできる。具体的には、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズの最も物体側や最も像側にレンズ又はレンズ群を追加した構成でも構わない。
- [0279] また、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズは、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うために、レンズ群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として光軸方向へ移動させる構成としてもよい。特に、第3レンズ群の少なくとも一部を合焦レンズ群とすることが好ましい。斯かる合焦レンズ群は、オートフォーカスに適用することも可能であり、オートフォーカス用のモータ、例えば超音波モータ等による駆動にも適している。
- [0280] また、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズにおいて、いずれかのレンズ群全体又はその一部を、防振レンズ群として光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動させ、又は光軸を含む面内方向へ回転移動（揺動

) させることにより、防振を行う構成とすることもできる。特に、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズでは第2レンズ群の少なくとも一部を防振レンズ群とすることが好ましい。

[0281] また、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズを構成するレンズのレンズ面は、球面又は平面としてもよく、或いは非球面としてもよい。レンズ面が球面又は平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、レンズ加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防ぐことができるため好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないため好ましい。レンズ面が非球面の場合、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に成型したガラスマールド非球面、又はガラス表面に設けた樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれでもよい。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）或いはプラスチックレンズとしてもよい。

[0282] また、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズにおいて開口絞りは第2レンズ群中に配置されることが好ましく、開口絞りとして部材を設けずレンズ枠でその役割を代用する構成としてもよい。

また、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズを構成するレンズのレンズ面に、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。これにより、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ことができる。

[0283] 本願の第1、第2実施形態に係るズームレンズとしては、第2レンズ群において、前側レンズ群と後側レンズ群とが、少なくとも1つの負レンズと少なくとも1つの正レンズとを有することが好ましい。この構成により、前側レンズ群と後側レンズ群との両方で色収差を補正することができる。

[0284] また、本願の第1、第2実施形態に係るズームレンズとしては、第2レンズ群において、前側レンズ群又は後側レンズ群の一方の少なくとも一部を可動群とし、第2レンズ群に含まれる可動群以外のレンズを固定群とした際に、可動群と固定群とが少なくとも1つの負レンズと少なくとも1つの正レン

ズとを有する構成とすることが好ましい。この構成により、非防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正と、防振時の軸上色収差と倍率色収差の補正とを両立することができ、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。

[0285] 次に、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズを備えたカメラを図44に基づいて説明する。

図44は、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズを備えたカメラの構成を示す図である。

図44に示すようにカメラ1は、撮影レンズ2として上記第1実施例に係るズームレンズを備えたレンズ交換式の所謂ミラーレスカメラである。

[0286] 本カメラ1において、被写体である不図示の物体からの光は、撮影レンズ2で集光されて、不図示のOLPF (Optical low pass filter: 光学ローパスフィルタ) を介して撮像部3の撮像面上に被写体像を形成する。そして、撮像部3に設けられた光電変換素子によって被写体像が光電変換されて被写体の画像が生成される。この画像は、カメラ1に設けられたEVF (Electronic view finder: 電子ビューファインダ) 4に表示される。これにより撮影者は、EVF4を介して被写体を観察することができる。

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、撮像部3で生成された被写体の画像が不図示のメモリに記憶される。このようにして、撮影者は本カメラ1による被写体の撮影を行うことができる。

[0287] ここで、本カメラ1に撮影レンズ2として搭載した上記第1実施例に係るズームレンズは、高い光学性能を備えたズームレンズである。したがって本カメラ1は、高い光学性能を実現することができる。なお、上記第2～第15実施例に係るズームレンズを撮影レンズ2として搭載したカメラを構成しても、上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。また、クイックリターンミラーを有し、ファインダ光学系によって被写体を観察する一眼レフタイプのカメラに上記各実施例に係るズームレンズを搭載した場合でも、上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。

[0288] 最後に、本願の第1～第4実施形態に係るズームレンズの製造方法の概略を図45～図48に基づいて説明する。

図45に示す本願の第1実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、以下のステップS11～S14を含むものである。

[0289] ステップS11：第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにする。

ステップS12：前側レンズ群と後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有するようにし、第1～第4レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。

[0290] ステップS13：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、及び第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が変化するようにする。

ステップS14：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにする。

[0291] 斯かる本願の第1実施形態に係るズームレンズの製造方法によれば、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

[0292] 図46に示す本願の第2実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、以下のステップS21～S24を含むものである。

[0293] ステップS21：第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開

口絞りと、後側レンズ群とを有するようとする。

ステップS 2 2：前側レンズ群と後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有するようにし、第1～第4レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。

[0294] ステップS 2 3：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、及び第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が変化するようとする。

ステップS 2 4：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようとする。

[0295] 斯かる本願の第2実施形態に係るズームレンズの製造方法によれば、防振時と非防振時の両方において色収差を良好に補正し、高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

[0296] 図4 7に示す本願の第3実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、以下のステップS 3 1、S 3 2を含むものである。

[0297] ステップS 3 1：第1～第4レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。そして、レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第3レンズ群が光軸に沿って移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、及び第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が変化するようとする。

[0298] ステップS 3 2：第3レンズ群が以下の条件式（3－1）を満足するようとする。

$$(3-1) \quad 0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の第3レンズ群の移動量

f_w : 広角端状態におけるズームレンズの焦点距離

[0299] 斯かる本願の第3実施形態に係るズームレンズの製造方法によれば、全長が短く小型で高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

[0300] 図48に示す本願の第4実施形態に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、以下のステップS41～S45を含むものである。

[0301] ステップS41：第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有するようにし、第1～第4レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。

ステップS42：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、変倍に際して、第4レンズ群の位置が固定で、第1～第3レンズ群が光軸に沿って移動するようとする。

[0302] ステップS43：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、合焦に際して、第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動するようとする。

ステップS44：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、第2レンズ群における第1部分群又は第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようとする。

[0303] ステップS45：可動群が以下の条件式(4-1)を満足するようとする。

$$(4-1) \quad 0.15 < |f_w/f_{vr}| < 0.50$$

ただし、

f_w : 広角端状態におけるズームレンズの焦点距離

f_{vr} : 可動群の焦点距離

[0304] 斯かる本願の第4実施形態に係るズームレンズの製造方法によれば、小型で、防振時の光学性能が良好なズームレンズを製造することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、
変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、
前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、
前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、
前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とするズームレンズ。
- [請求項2] 前記前側レンズ群が正の屈折力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3] 前記後側レンズ群が正の屈折力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4] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。
$$1.00 < |f_{2vr}| / f_w < 4.00$$
ただし、
 f_{2vr} ：前記可動群の焦点距離
 f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離
- [請求項5] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。
$$0.50 < |f_{2vr}| / f_2 < 5.00$$
ただし、

$f_2 v r$: 前記可動群の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

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

$$1.00 < m_{12} / f_w < 2.00$$

ただし、

m_{12} : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第1レンズ群中の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の変化量

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[請求項7] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズが光軸に沿って移動し、最も像側に配置されたレンズ群の位置が固定であ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] 前記前側レンズ群が、少なくとも2つのレンズを有し、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9] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[請求項10] 前記第4レンズ群が、像側に凸面を向けたメニスカスレンズを有することを特徴とする請求項9に記載のズームレンズ。

[請求項11] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項10に記載のズームレンズ。

$$-5.00 < (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) < -1.$$

30

ただし、

r_{41} ：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

r_{42} ：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[請求項12] 前記第2レンズ群の前記前側レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群とからなり、前記後側レンズ群が、第3部分群からなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であり、

合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動し、

前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が前記可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.15 < |f_w / f_{vr}| < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_{vr} ：前記可動群の焦点距離

[請求項13] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、

前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とするズームレンズ。

[請求項14] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[請求項15] 前記第4レンズ群が、像側に凸面を向けたメニスカスレンズを有することを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

[請求項16] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項15に記載のズームレンズ。

$$-5.00 < (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) < -1.$$

ただし、

r₄₁：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

r₄₂：前記第4レンズ群中の前記メニスカスレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[請求項17] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増加することを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

[請求項18] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、

無限遠物体から近距離物体への合焦時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って像側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

$$0.45 < f_{st}/m_3 < 1.00$$

ただし、

f_{st}：望遠端状態において無限遠物体から近距離物体へ合焦する時の前記第3レンズ群の移動量

m₃：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

[請求項19] 前記第3レンズ群が以下の条件式を満足することを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

$$1.50 < (-f_3)/f_w < 4.00$$

ただし、

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

f_w：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[請求項20] 前記第4レンズ群が、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズから

なることを特徴とする請求項 14 に記載のズームレンズ。

[請求項21] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であることを特徴とする請求項 14 に記載のズームレンズ。

[請求項22] 前記第4レンズ群が少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 14 に記載のズームレンズ。

[請求項23] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有し、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であり、

合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動し、

前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.15 < | f_w / f_v r | < 0.50$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

$f_v r$ ：前記可動群の焦点距離

[請求項24] 前記第3部分群が正の屈折力を有することを特徴とする請求項 23 に記載のズームレンズ。

[請求項25] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 23 に記載のズームレンズ。

$$0.50 < f_w / f_2 < 0.90$$

ただし、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

[請求項26] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項23に記載のズームレンズ。

$$0.20 < |f_2 / f_{vr}| < 0.60$$

ただし、

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

f_{vr} ：前記可動群の焦点距離

[請求項27] 前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群が、それぞれ少なくとも1つの非球面を備えていることを特徴とする請求項23に記載のズームレンズ。

[請求項28] 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装置
。

[請求項29] 請求項13に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学装置。

[請求項30] 請求項14に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学装置。

[請求項31] 請求項23に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学装置。

[請求項32] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であつて、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにし、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズ

をそれぞれ有するようにし、

変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、

前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法。

[請求項33] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であつて、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有するようにし、

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、

前記後側レンズ群中の少なくとも一部のレンズが光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法。

[請求項34] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であつて、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前

記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化するようにし、

前記第3レンズ群が以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 ：広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

[請求項35] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有するようにし、

変倍に際して、前記第4レンズ群の位置が固定で、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動するようにし、

合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動するようにし、

前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにし、

前記可動群が以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.15 < | f_w / f_{v_r} | < 0.50$$

ただし、

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_v r : 前記可動群の焦点距離

[図1]

図1A

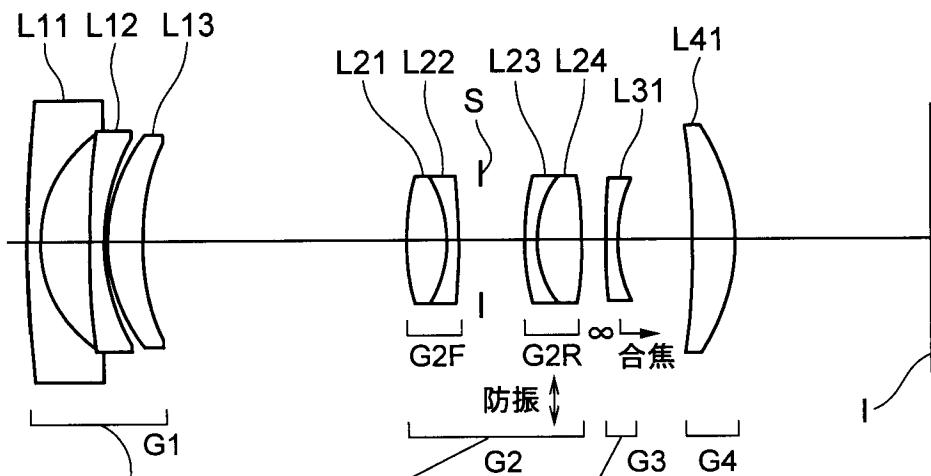
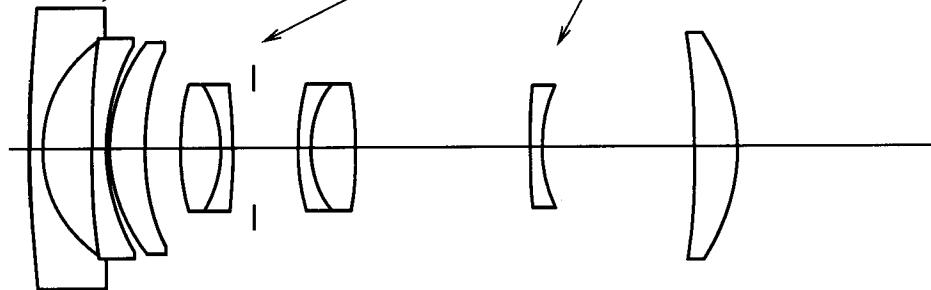


図1B



[図2]

図2A

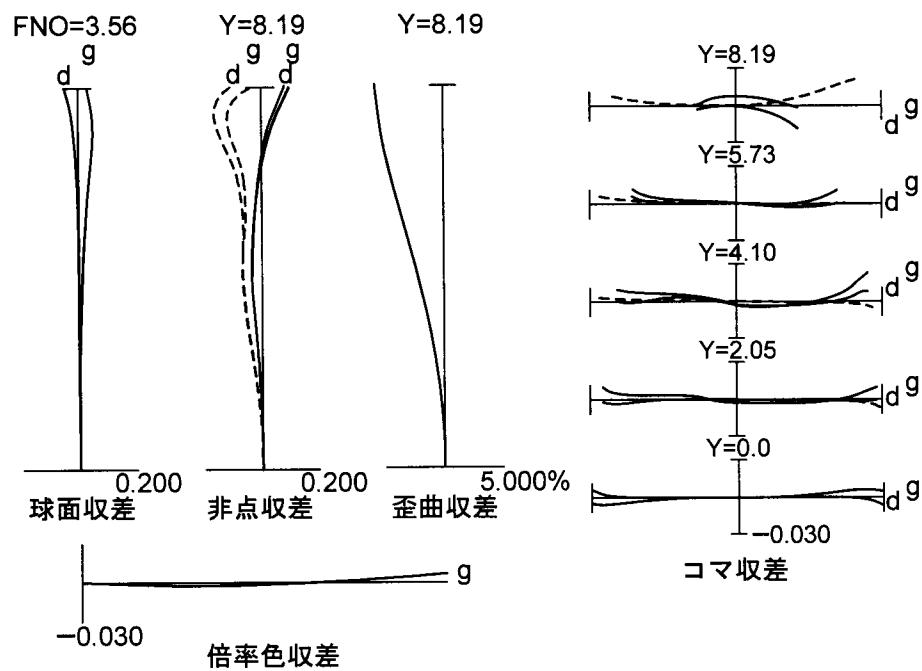
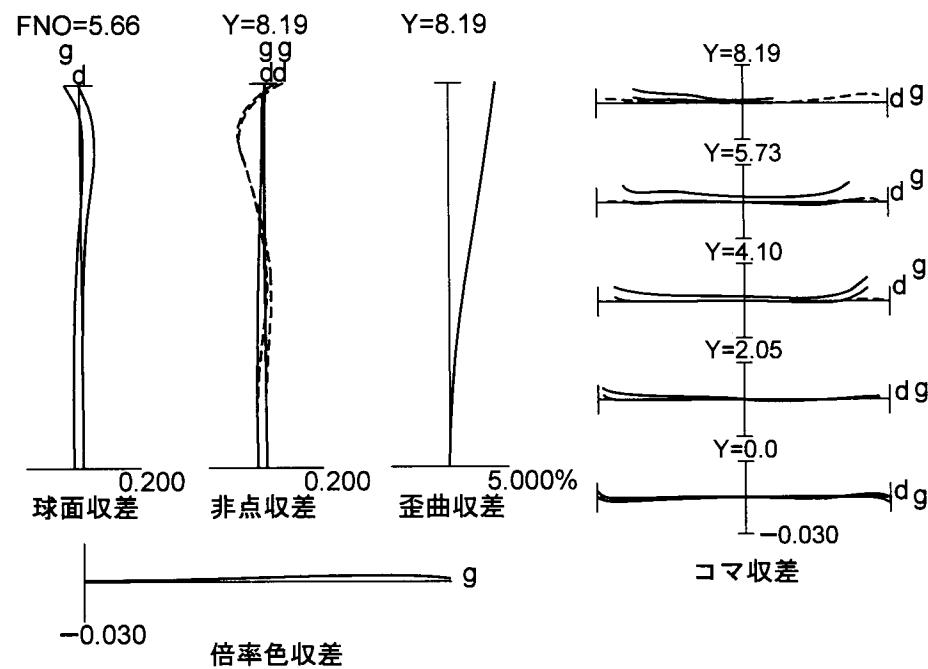
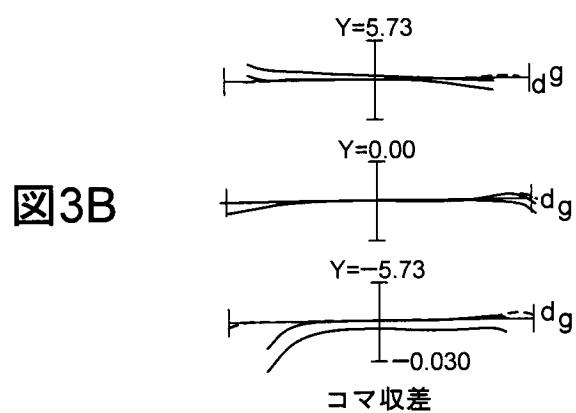
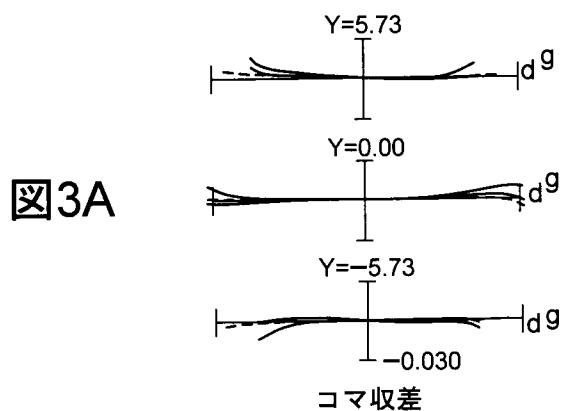


図2B



[図3]



[図4]

図4A

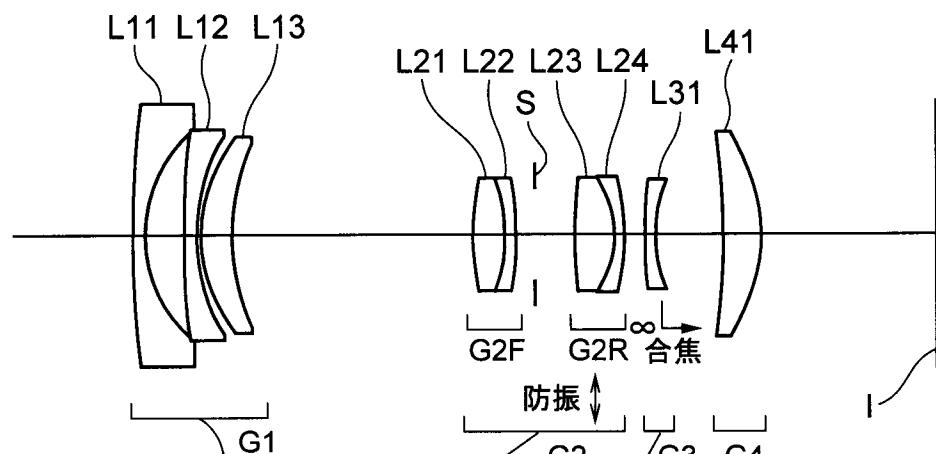
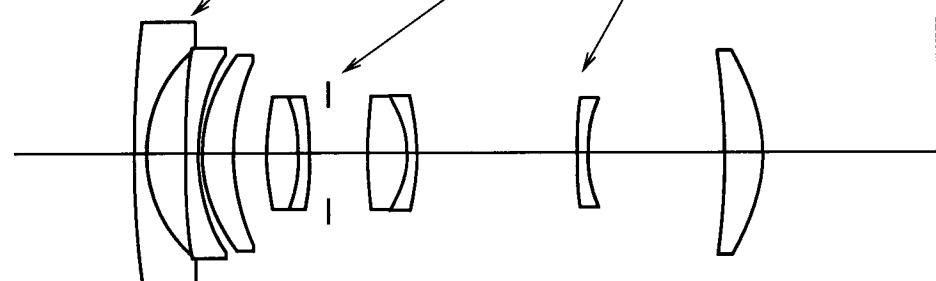
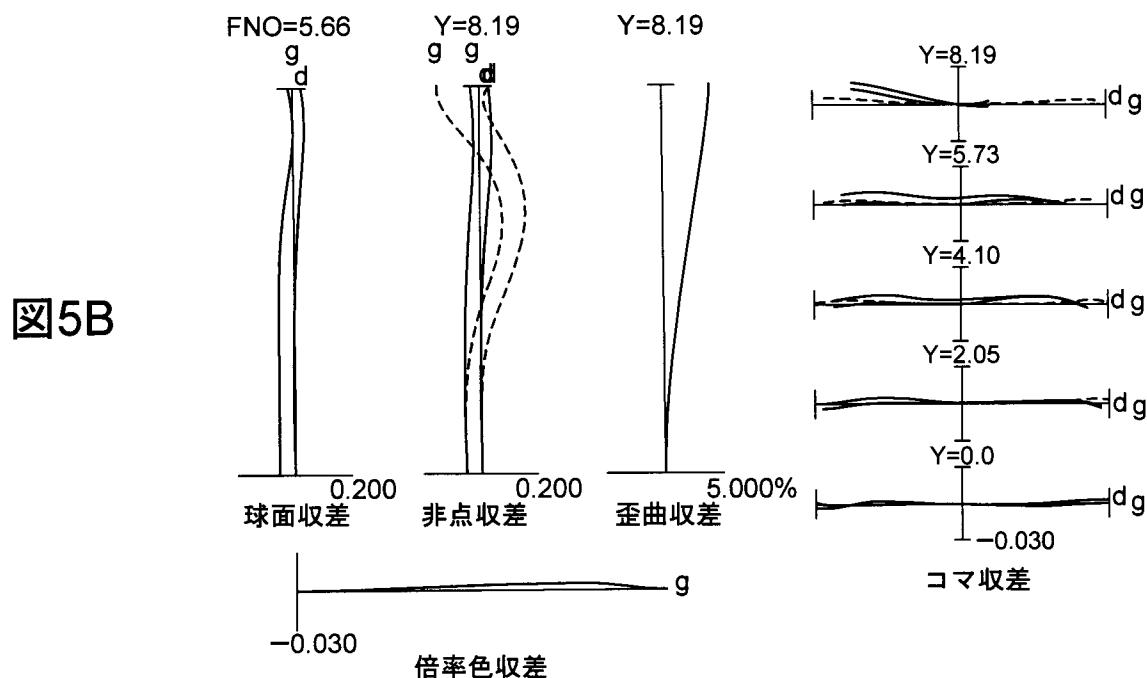
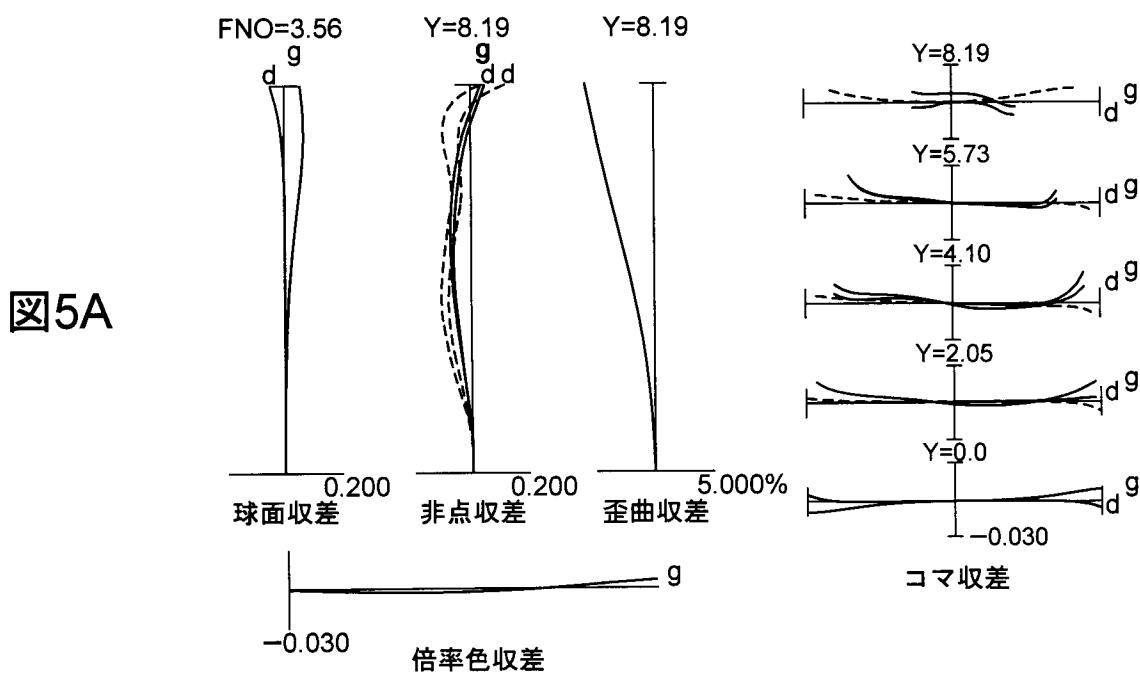


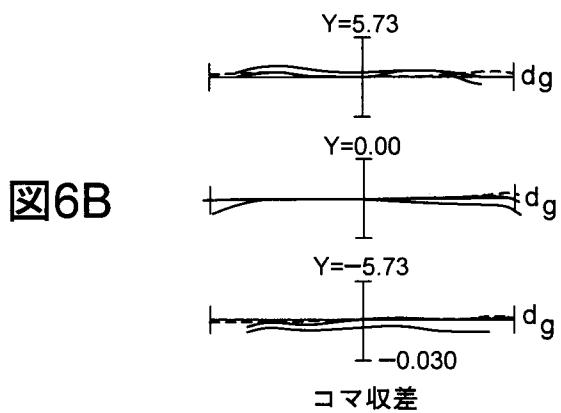
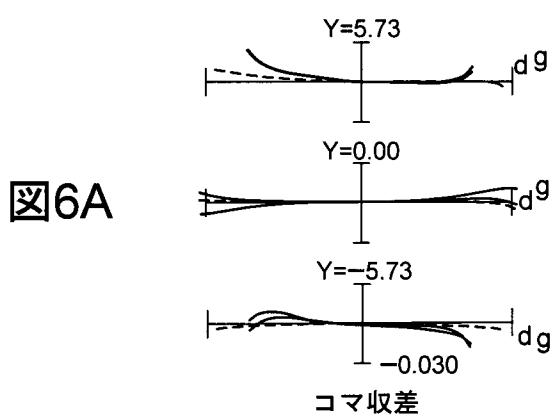
図4B



[図5]



[図6]



[図7]

図7A

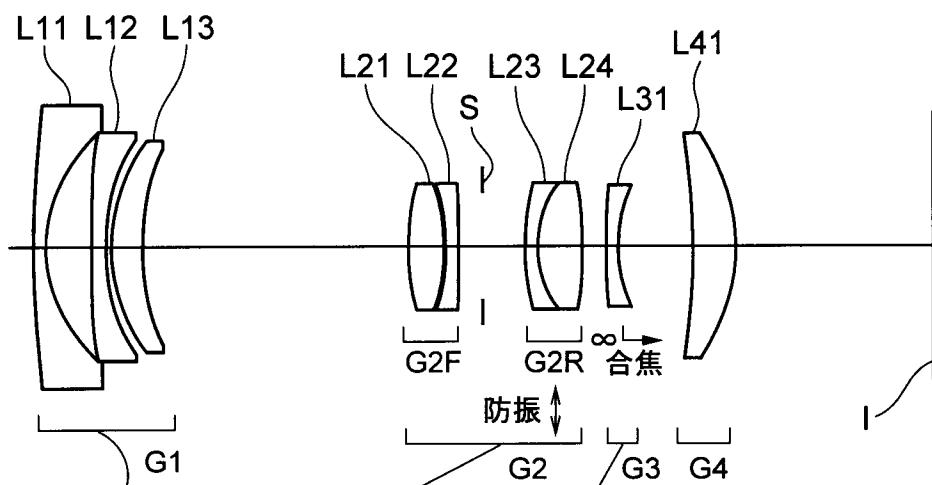
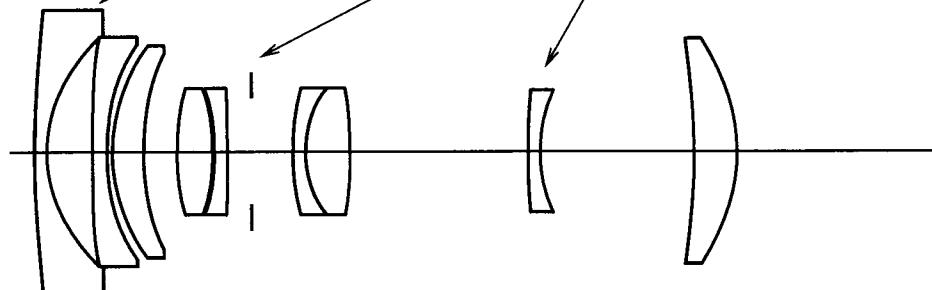


図7B



[図8]

図8A

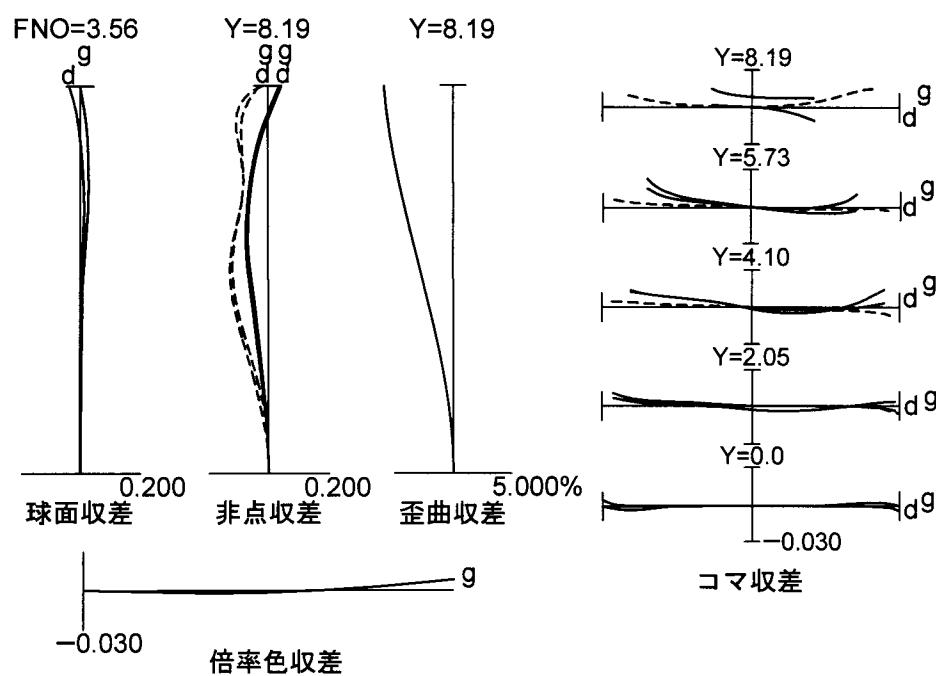
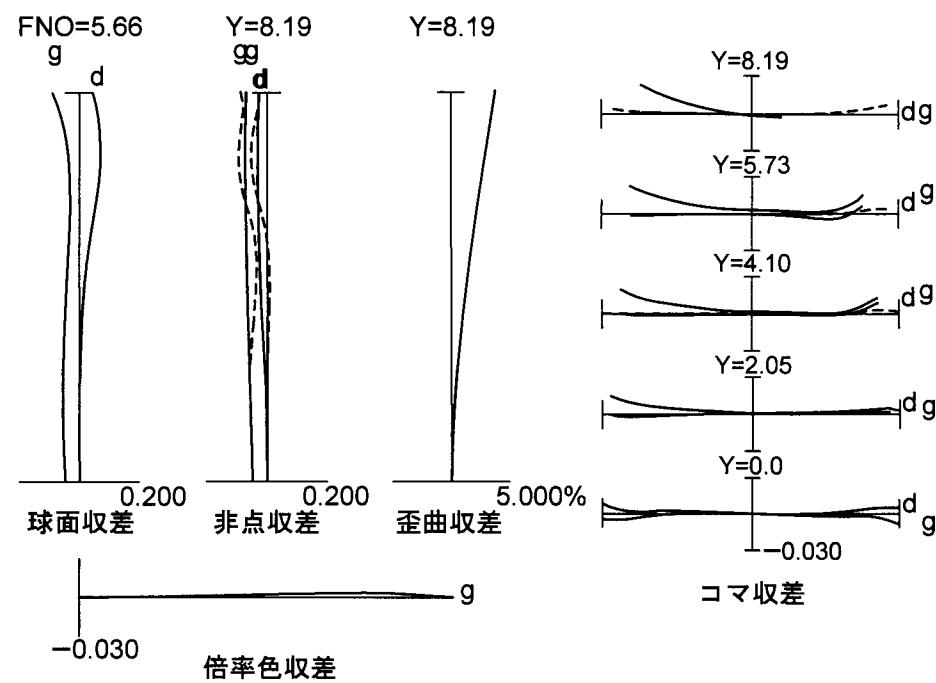


図8B



[図9]

図9A

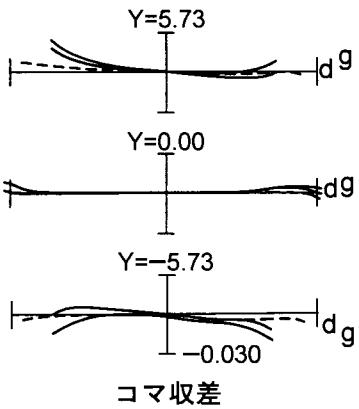
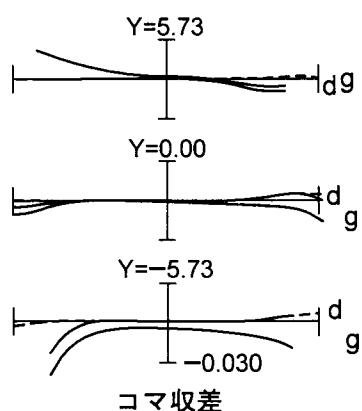


図9B



[図10]

図10A

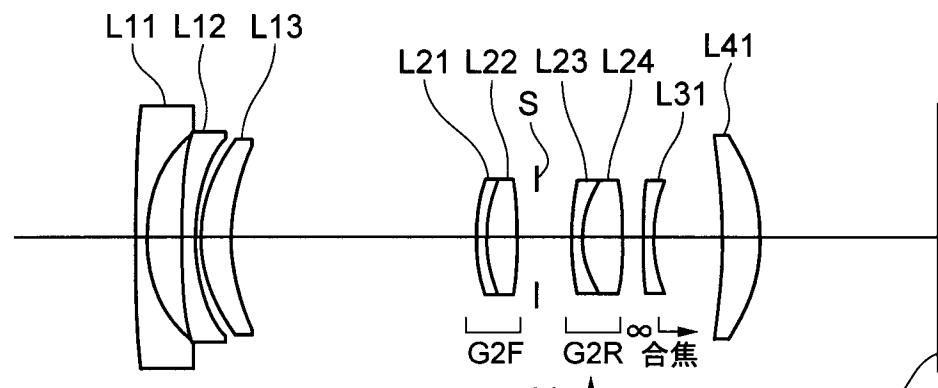
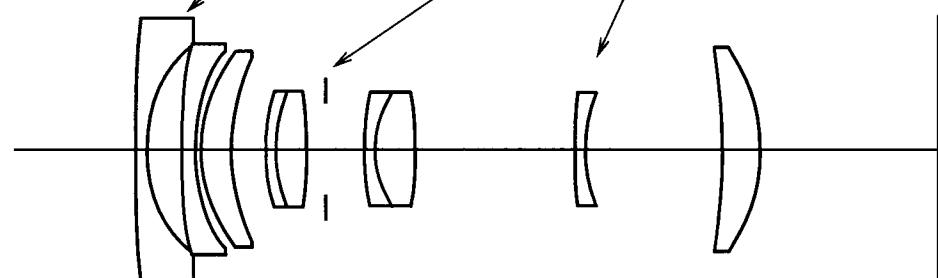


図10B



[図11]

図11A

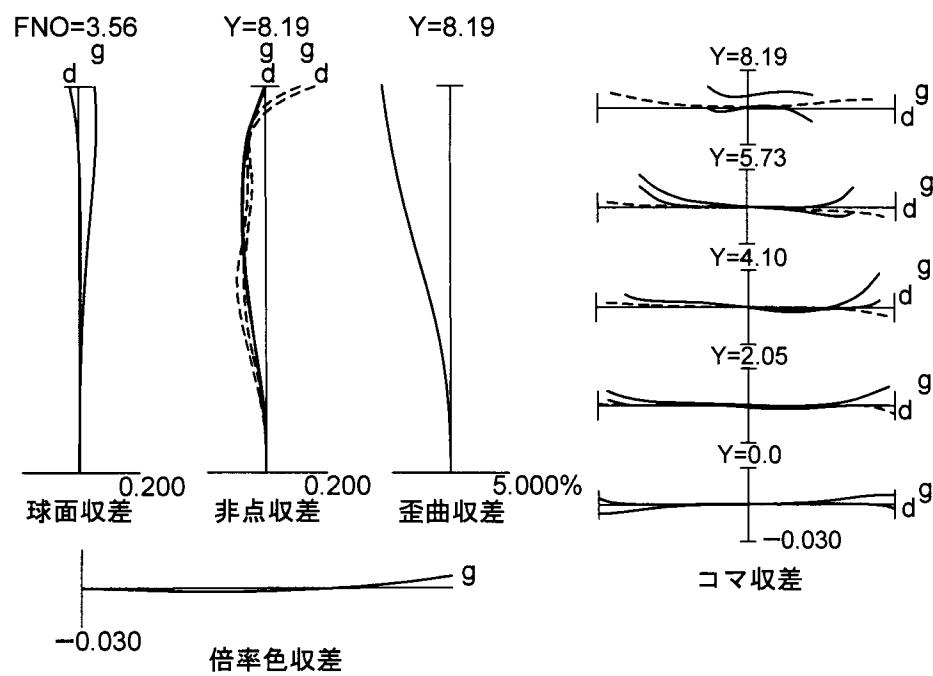
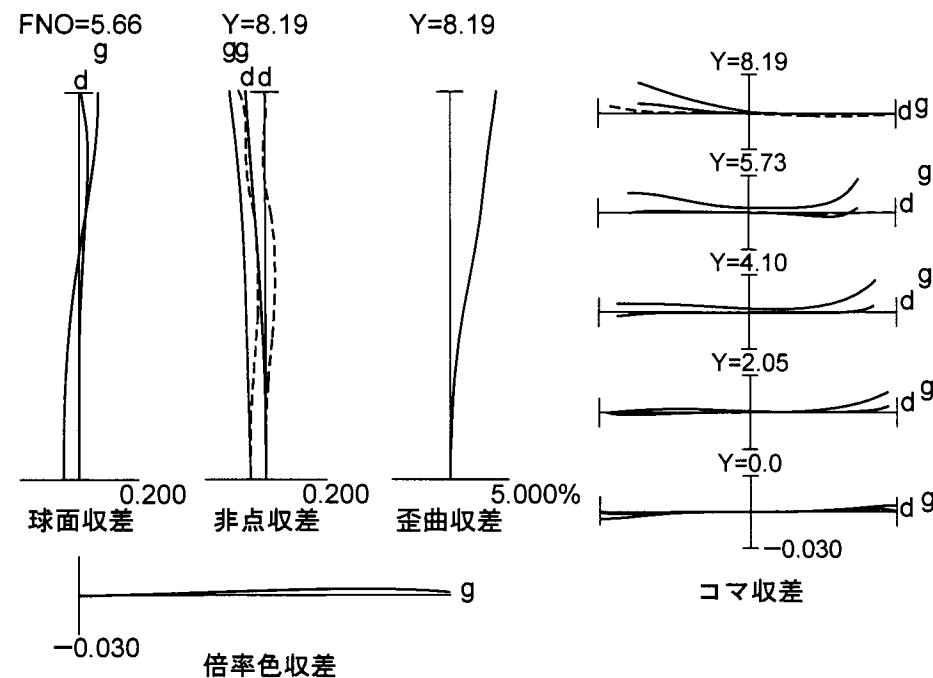
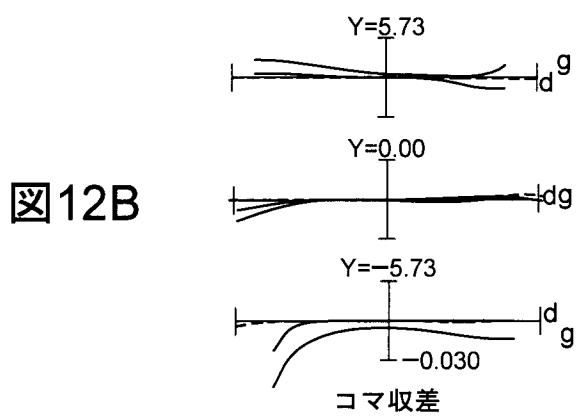
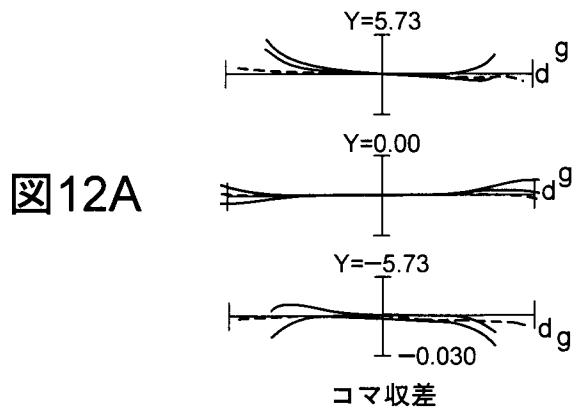


図11B



[図12]



[図13]

図13A

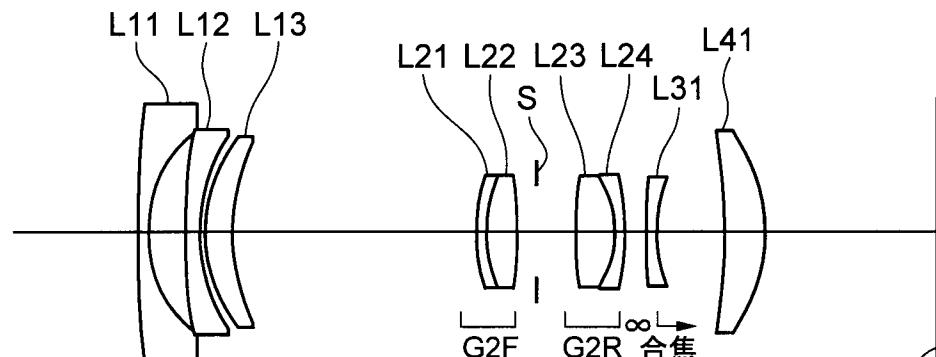
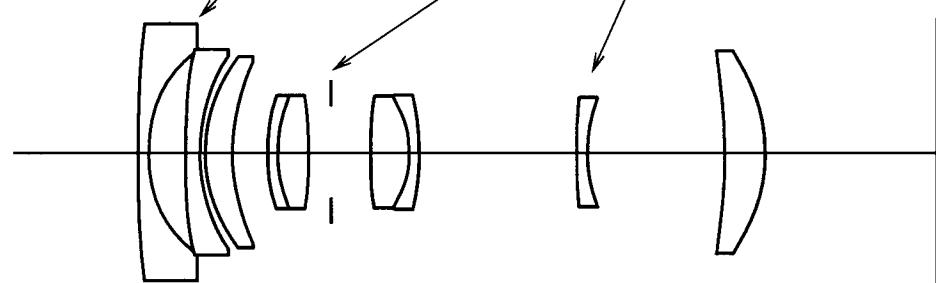


図13B



[図14]

図14A

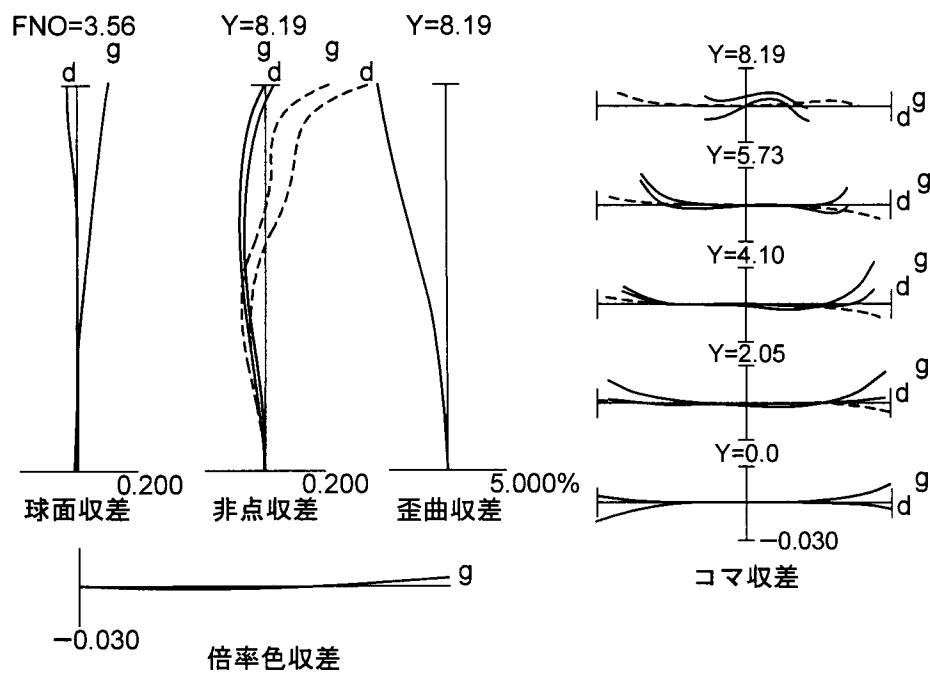
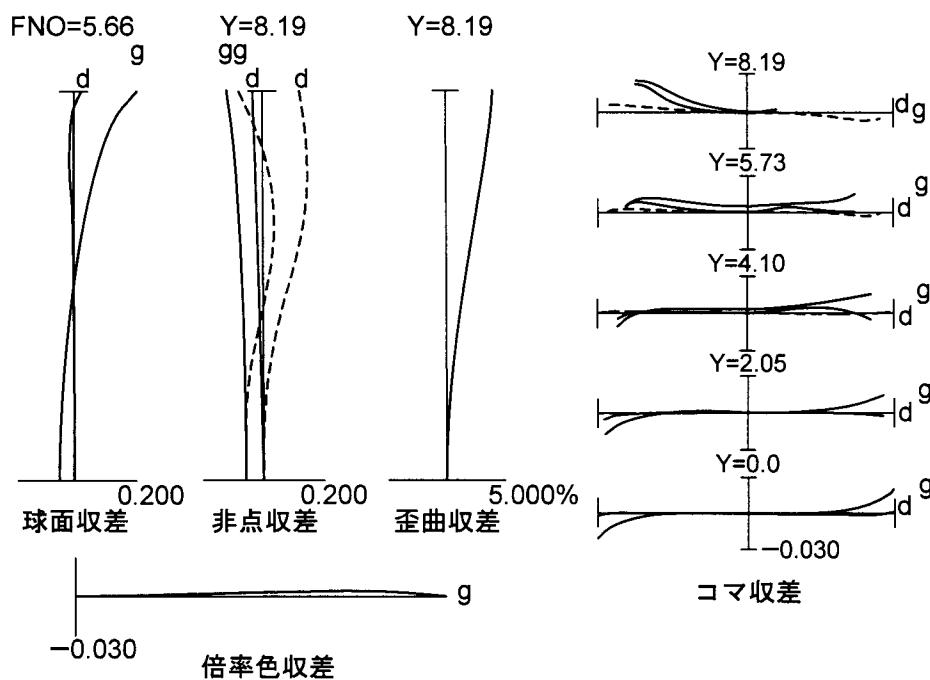
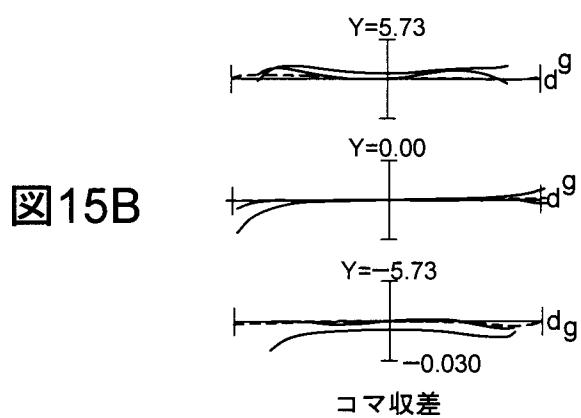
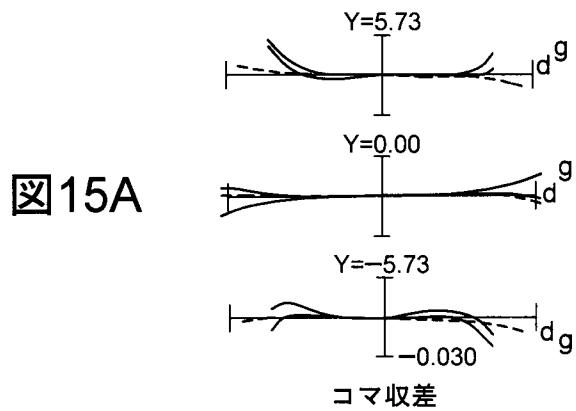


図14B



[図15]



[図16]

図16A

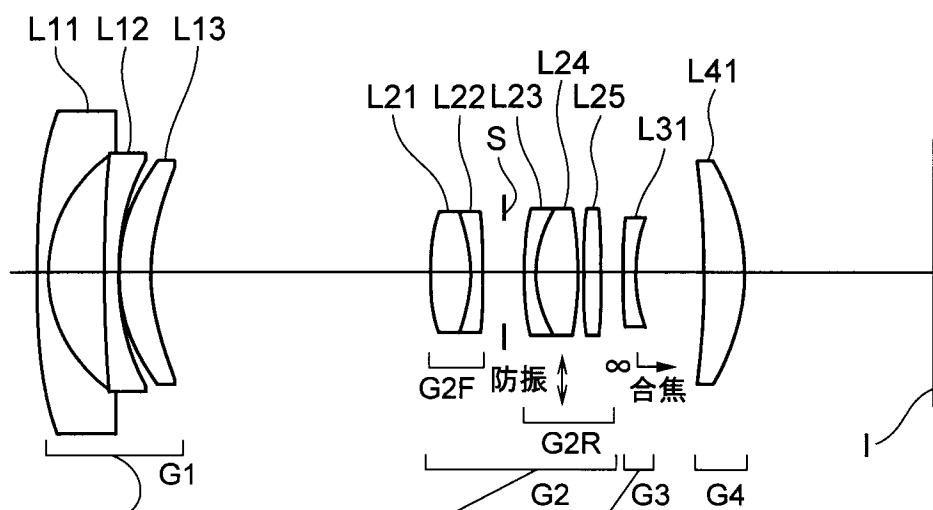
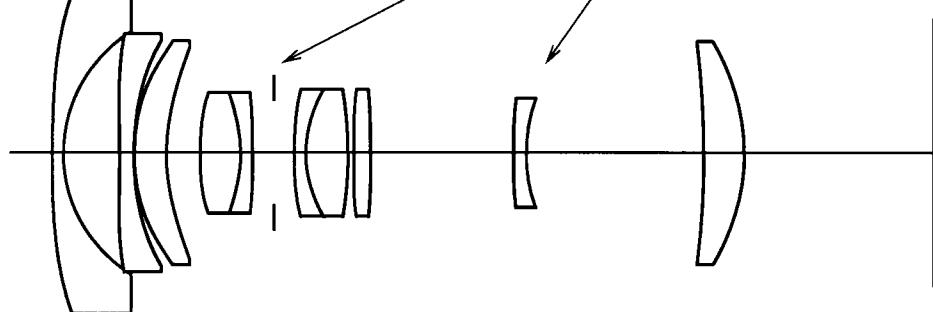


図16B



[図17]

図17A

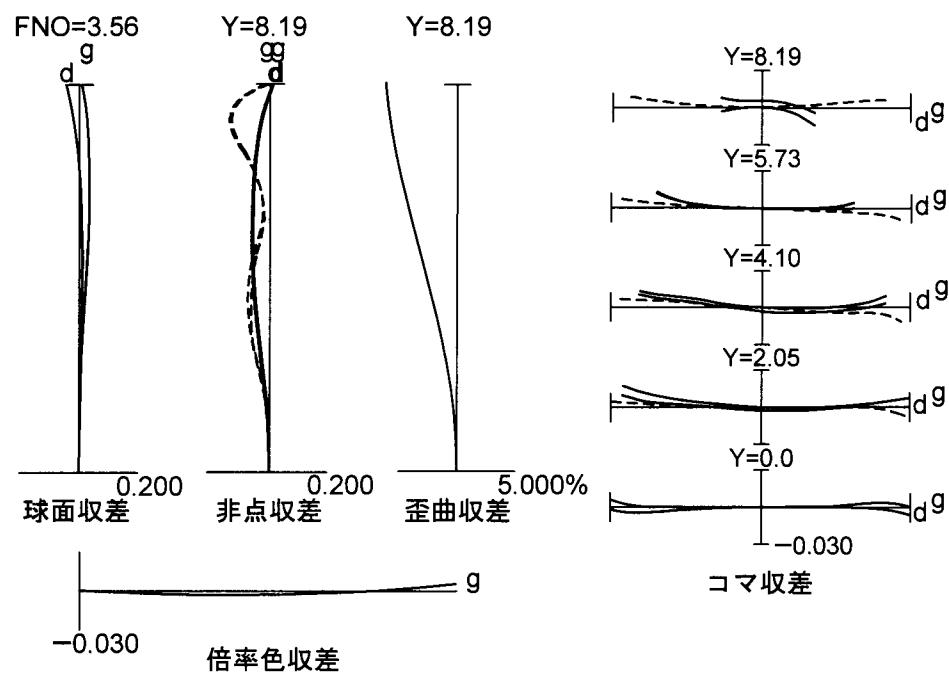
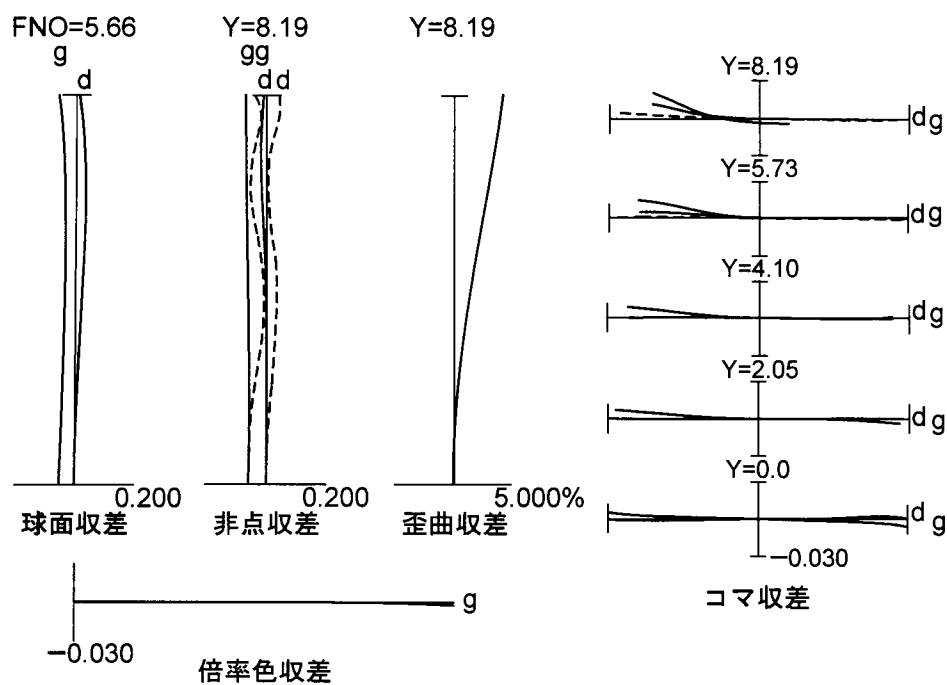
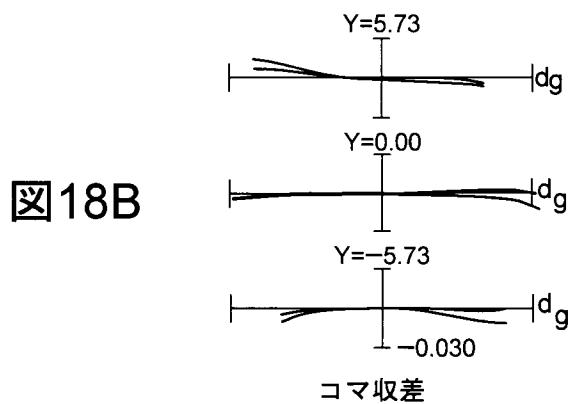
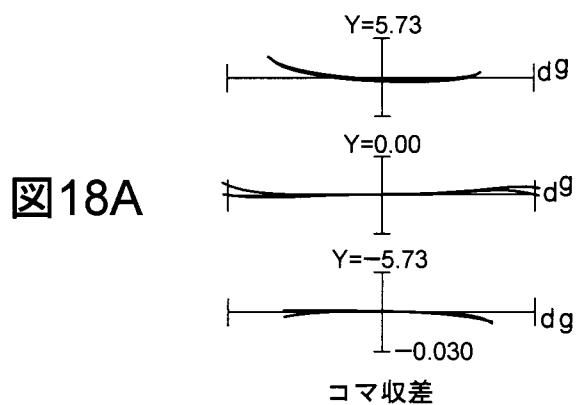


図17B



[図18]



[図19]

図19A

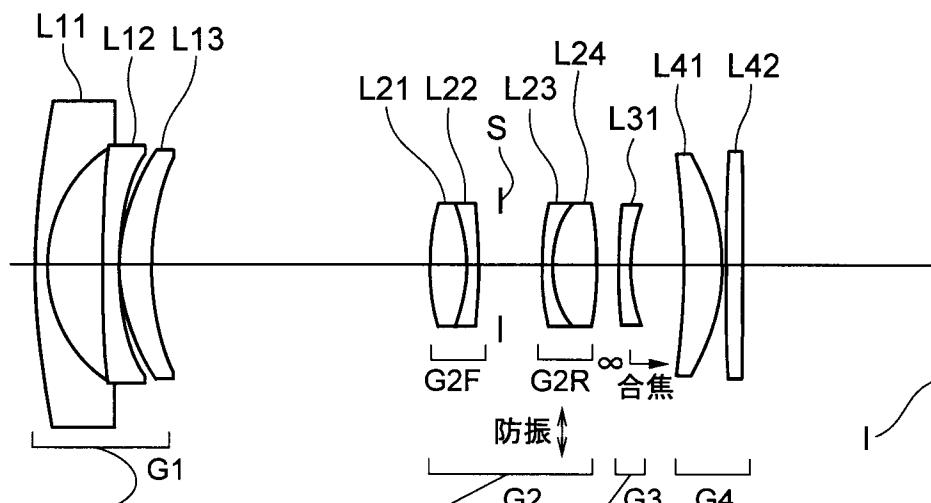
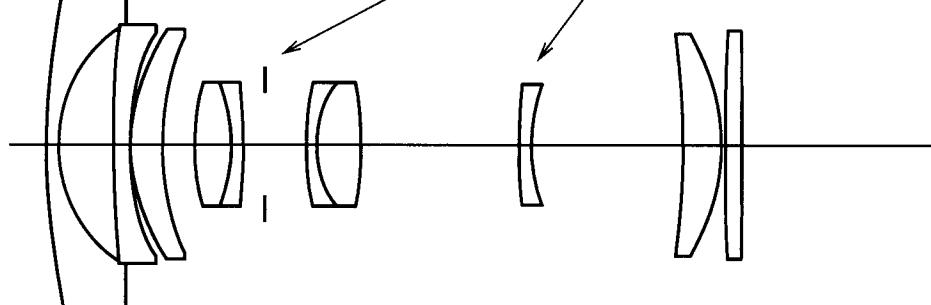


図19B



[図20]

図20A

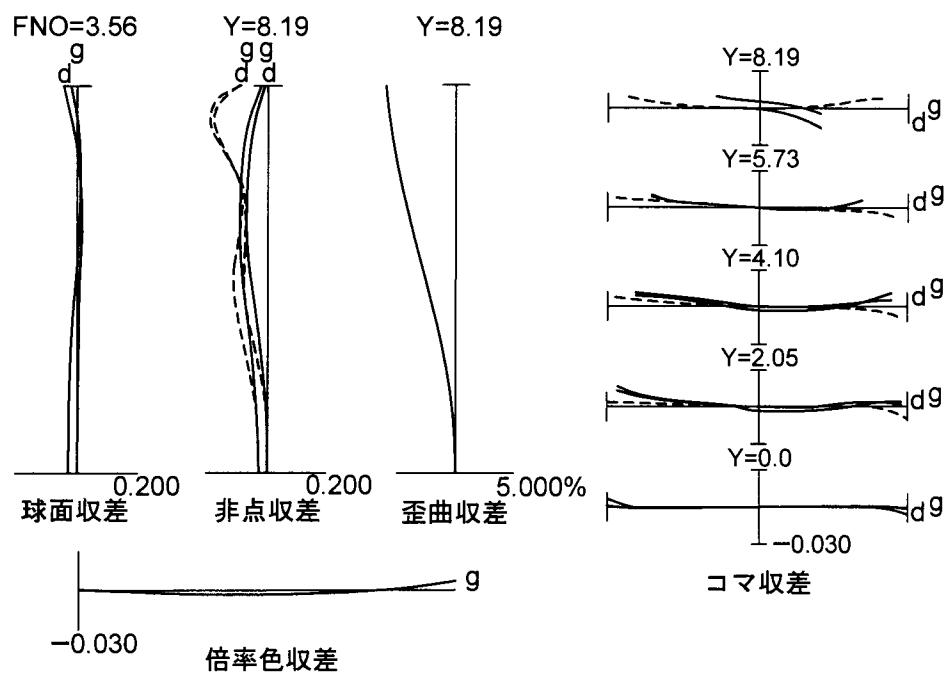
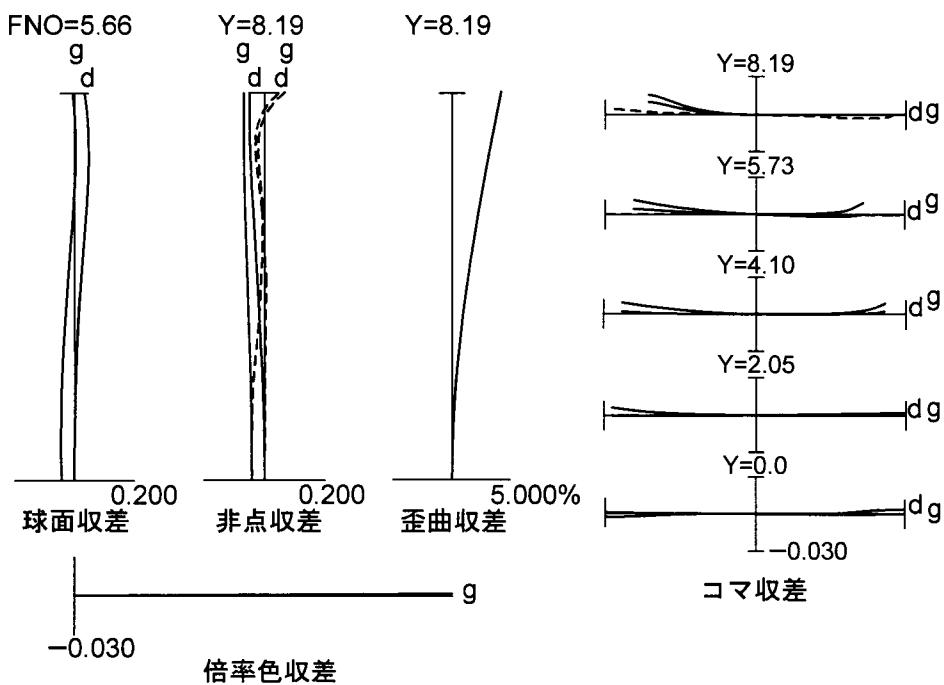
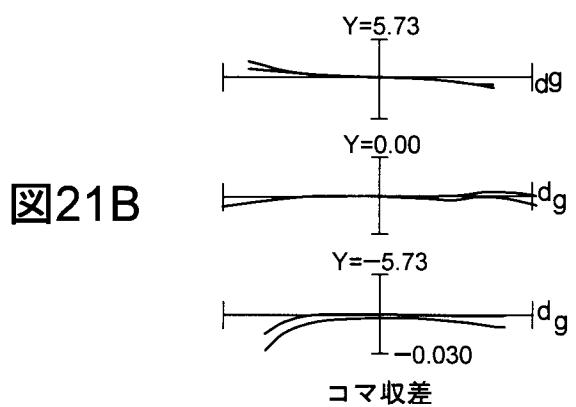
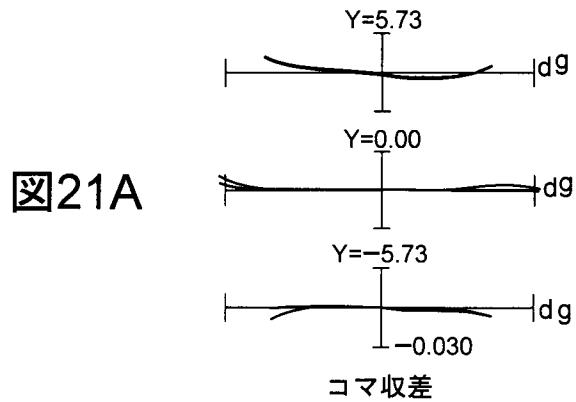


図20B



[図21]



[図22]

図22A

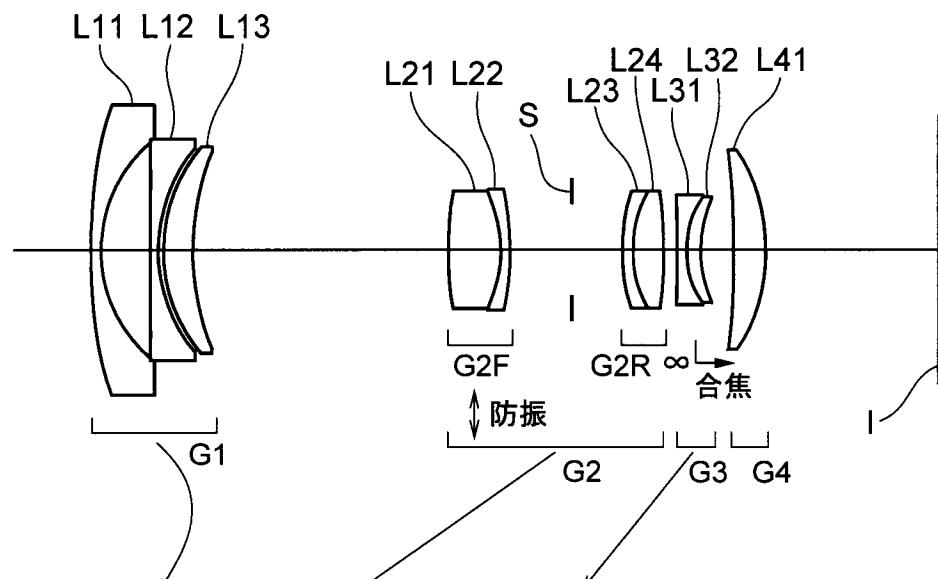
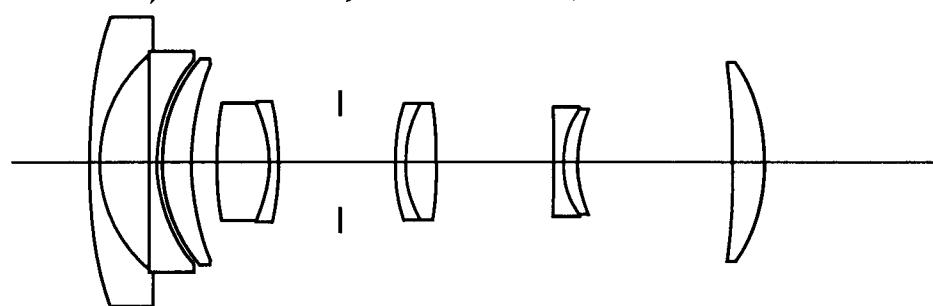


図22B



[図23]

図23A

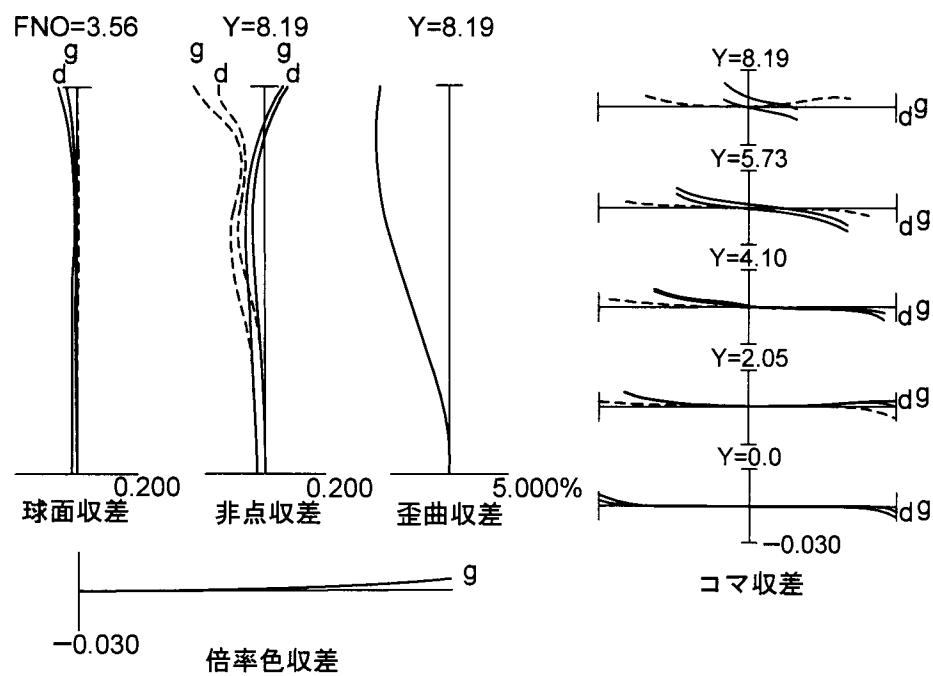
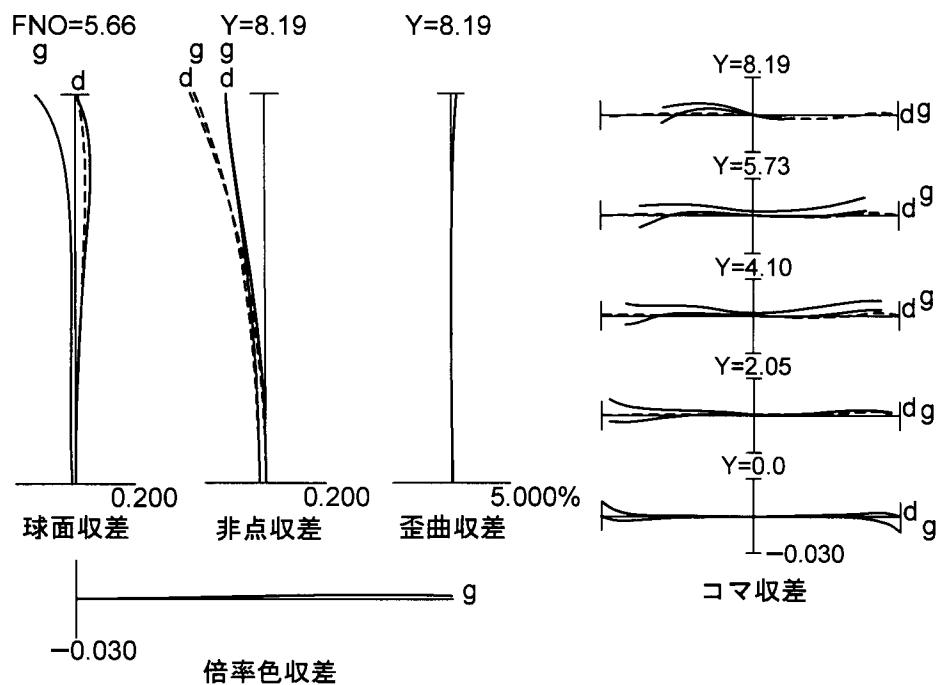
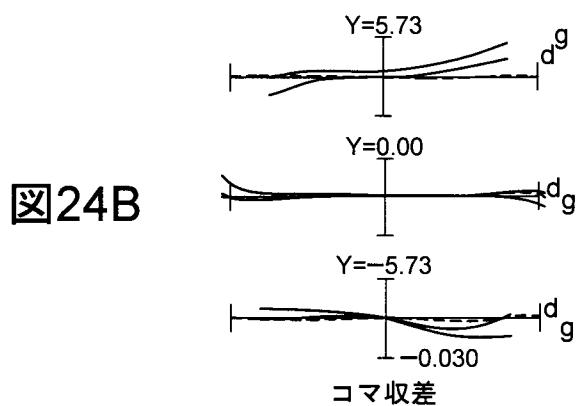
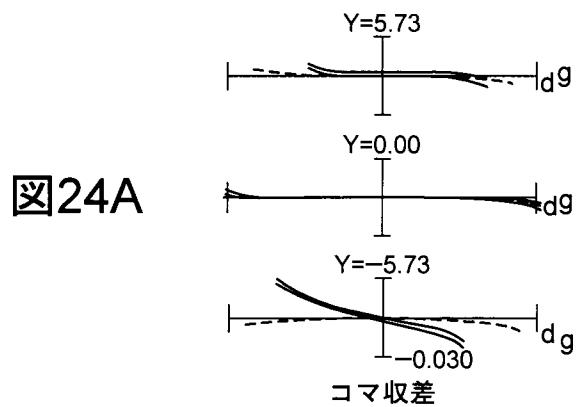


図23B



[図24]



[図25]

図25A

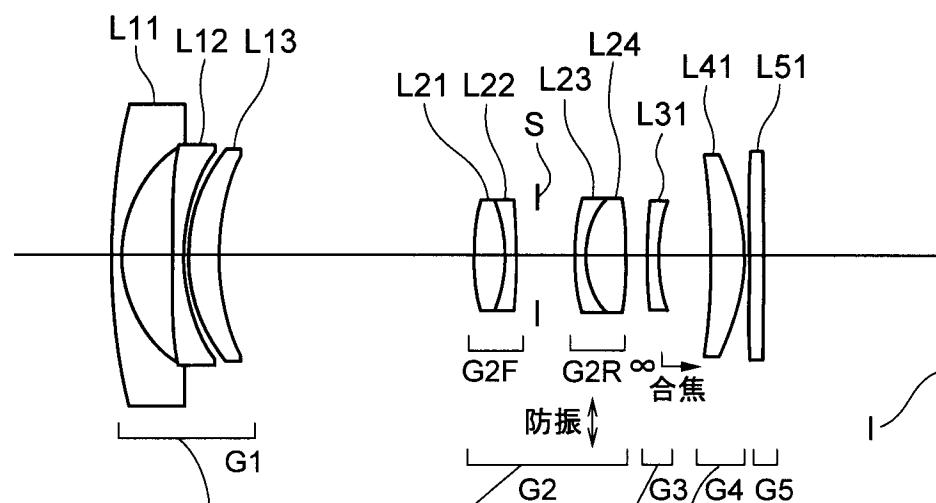
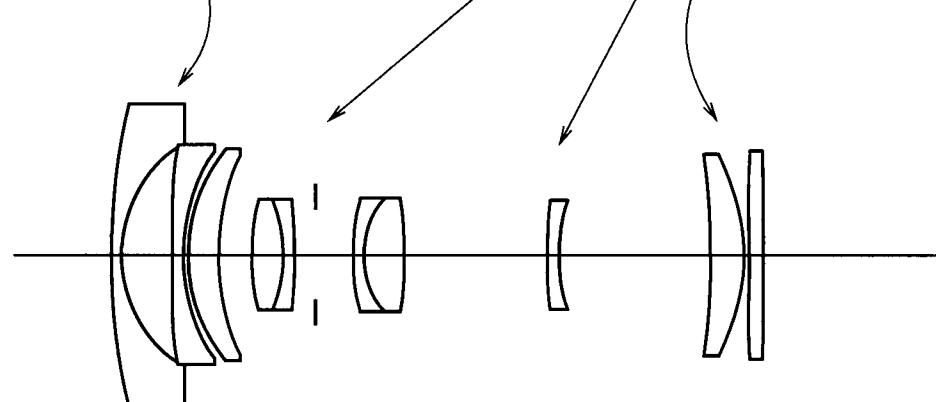


図25B



[図26]

図26A

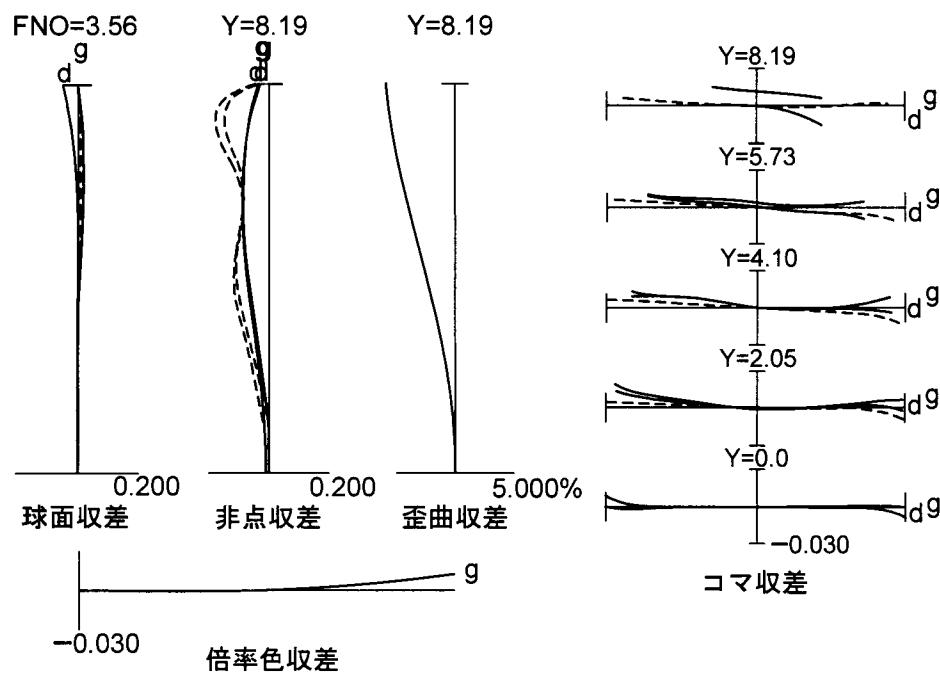
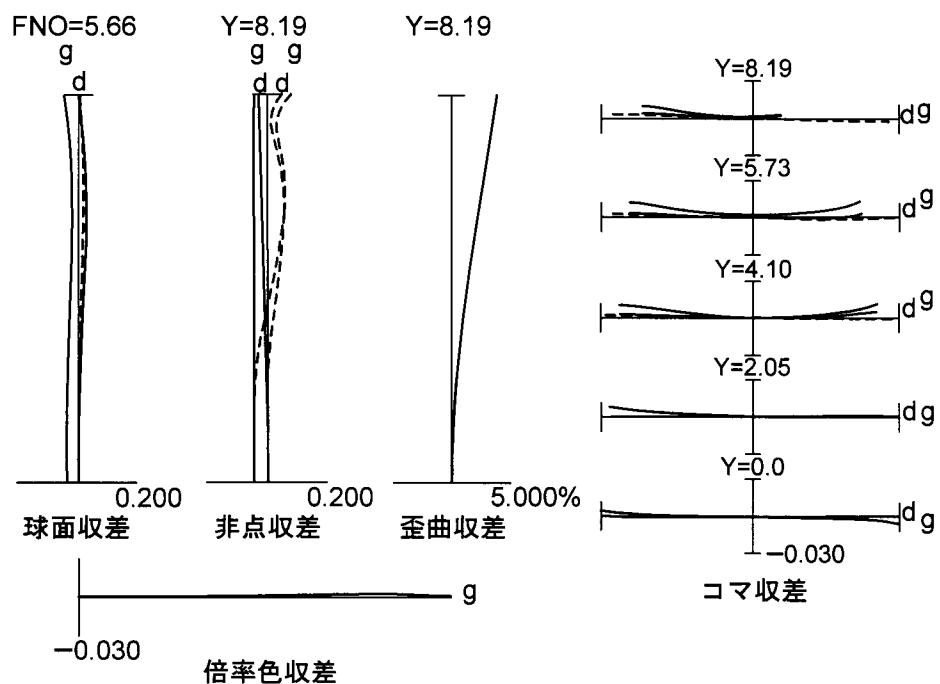


図26B



[図27]

図27A

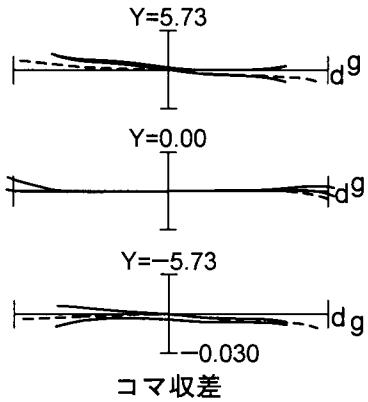
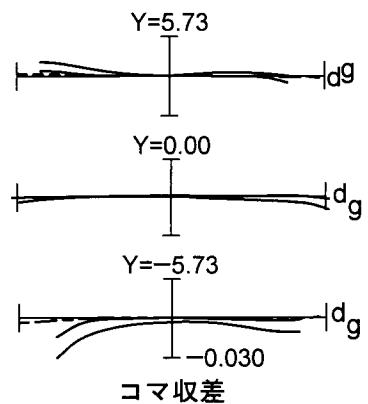


図27B



[図28]

図28A

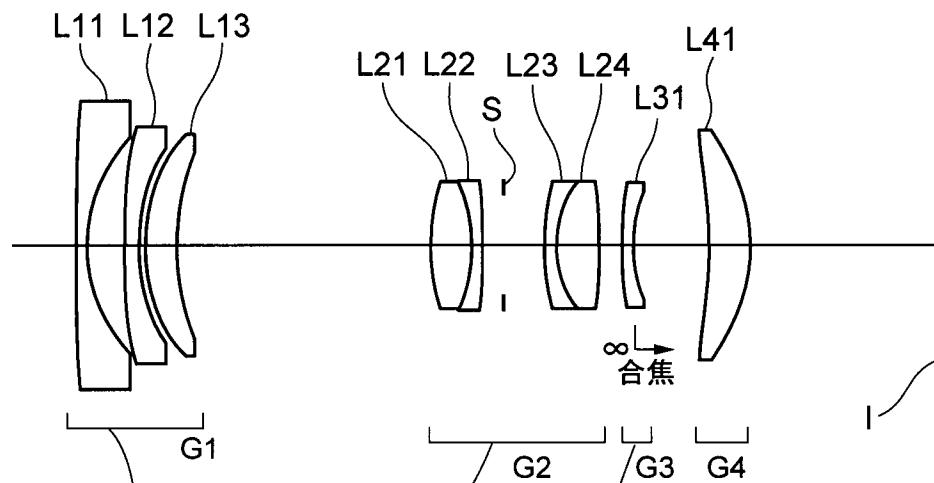
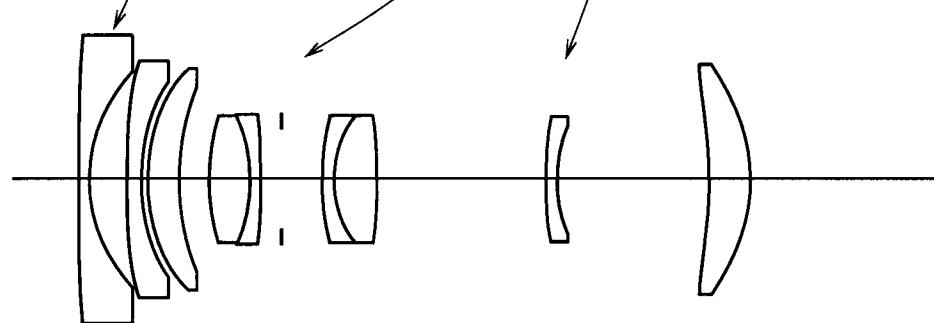


図28B



[図29]

図29A

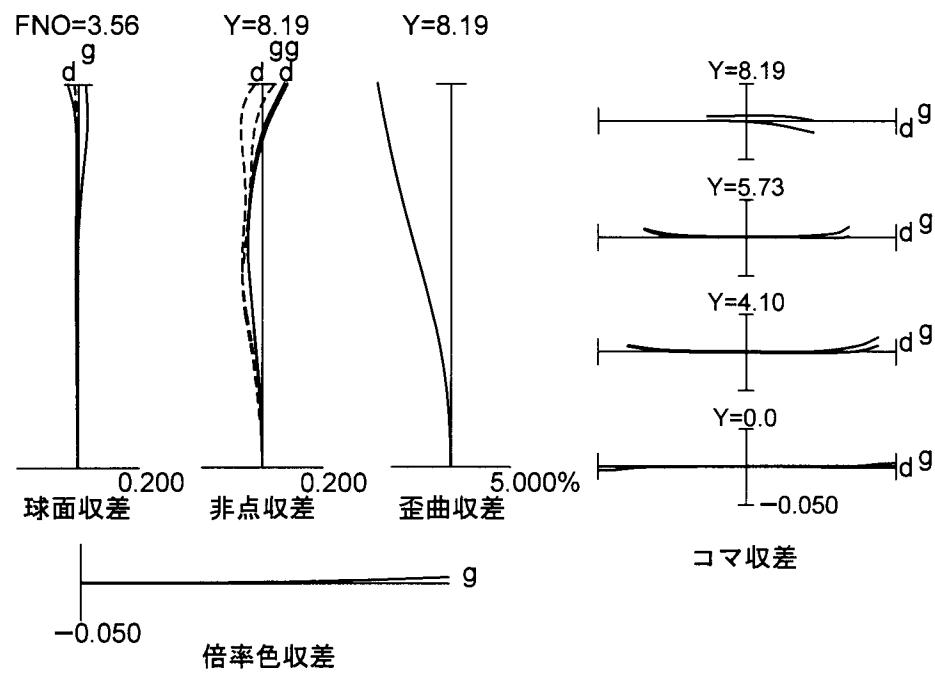
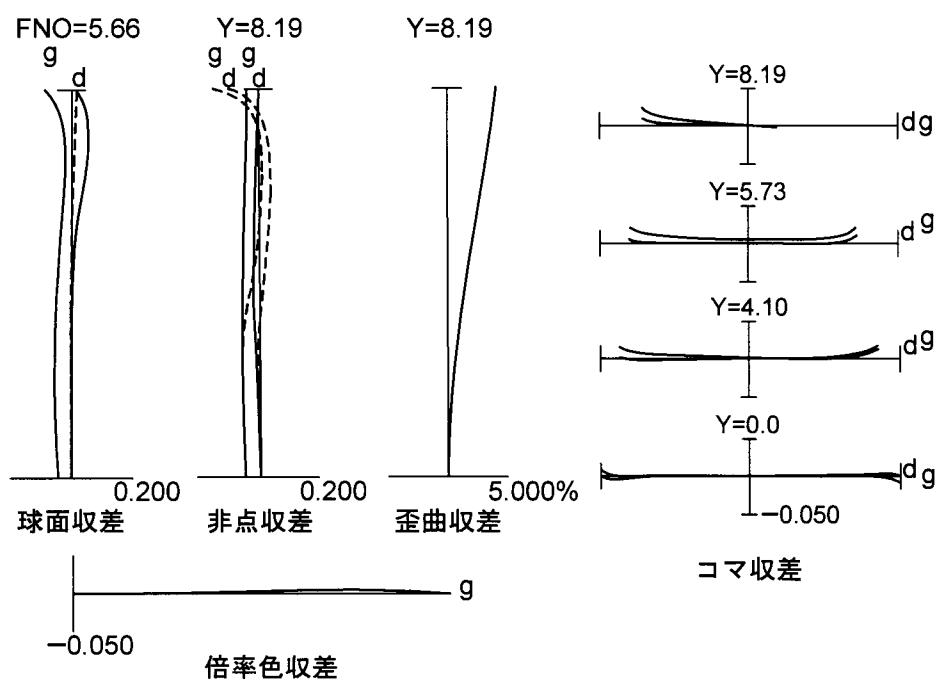


図29B



[図30]

図30A

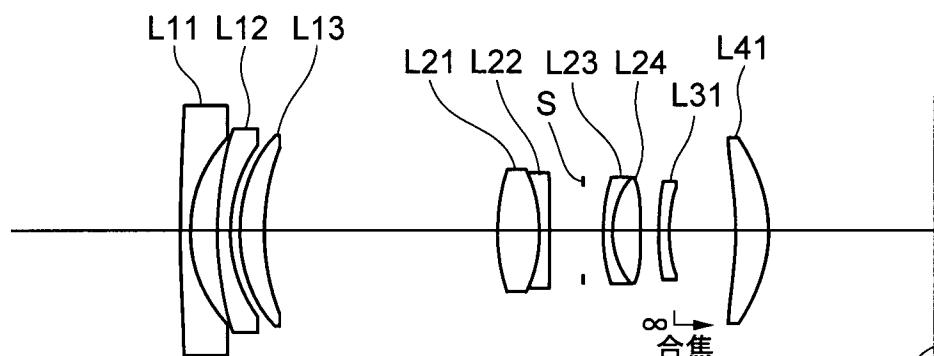
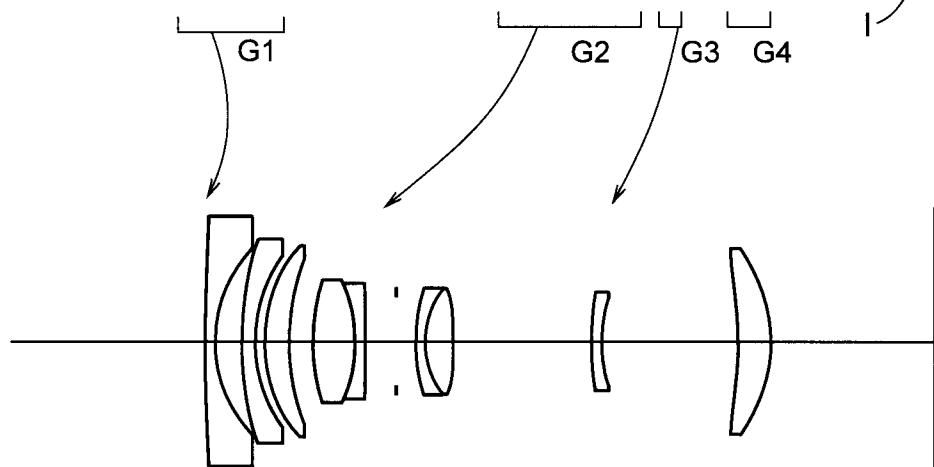


図30B



[図31]

図31A

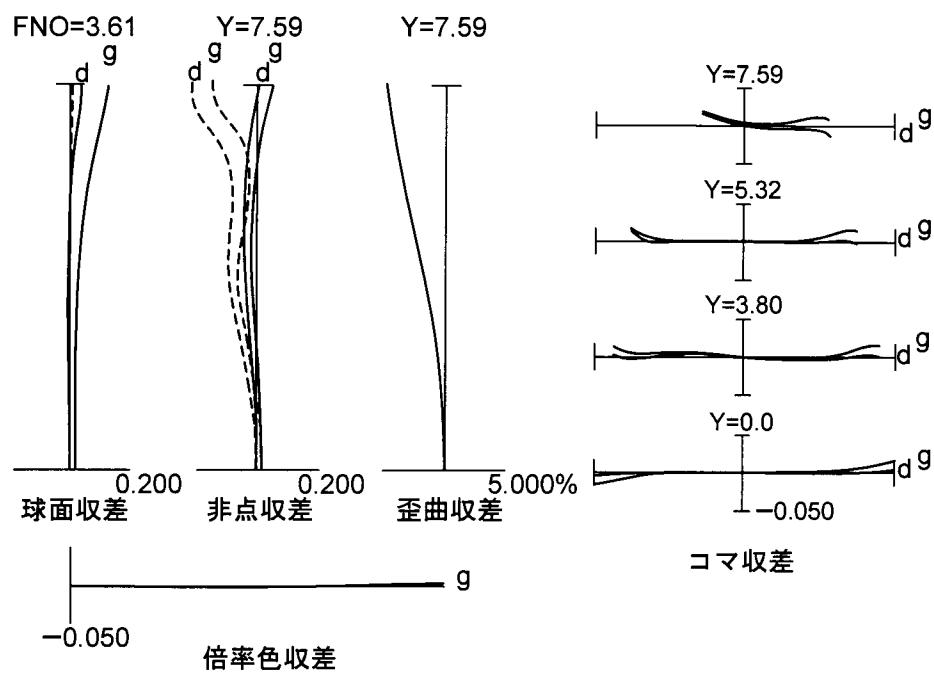
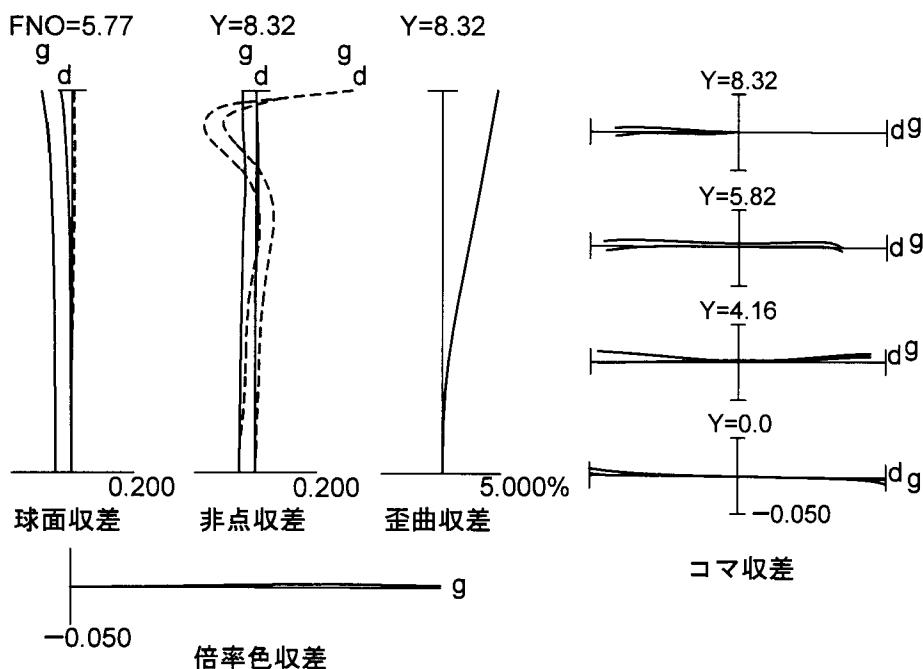


図31B



[図32]

図32A

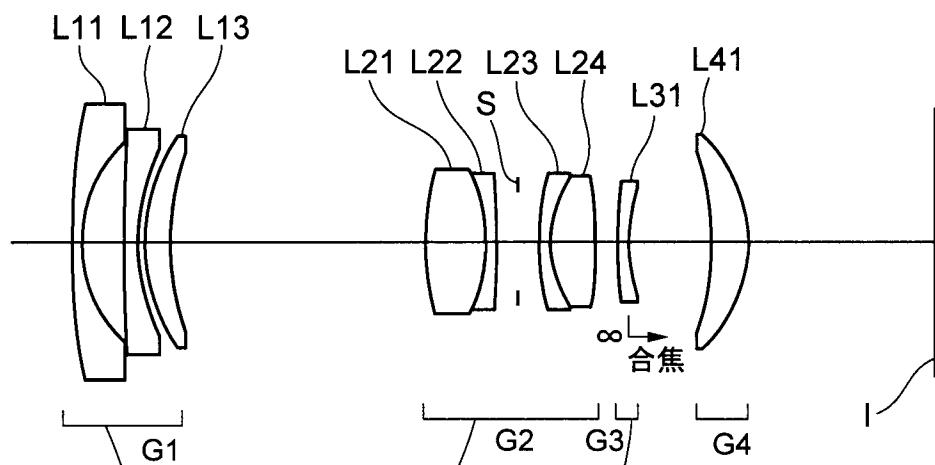
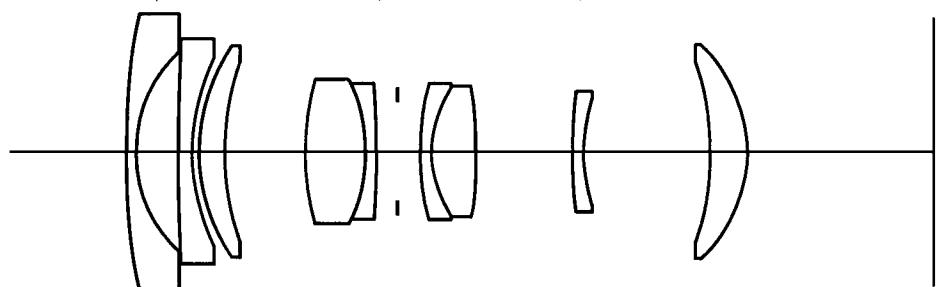
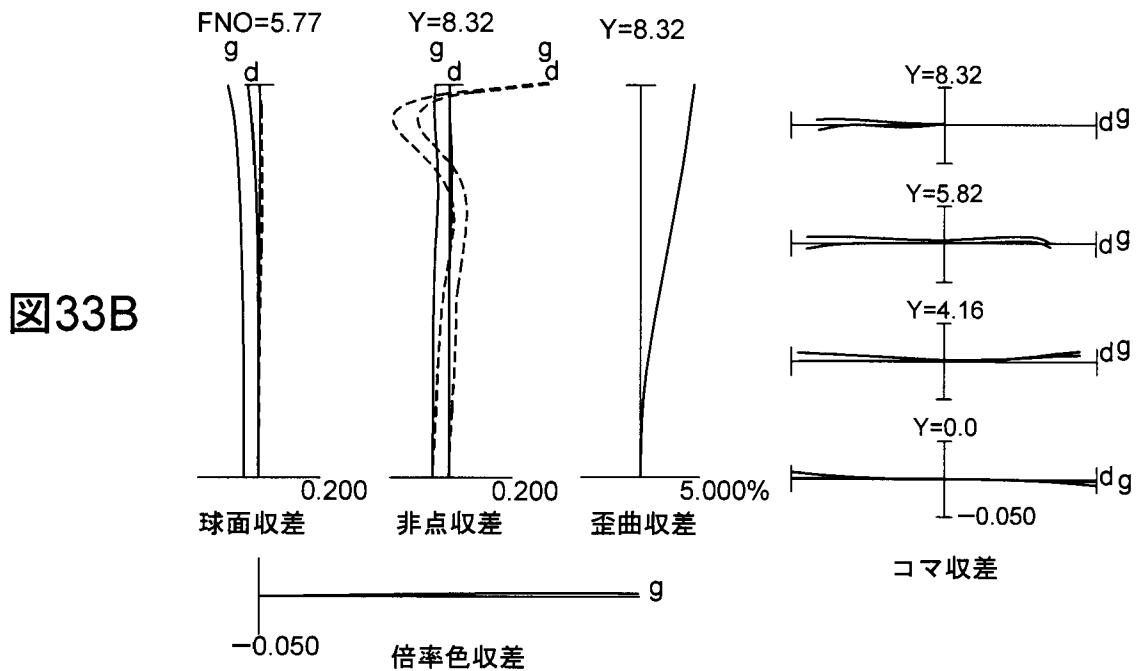
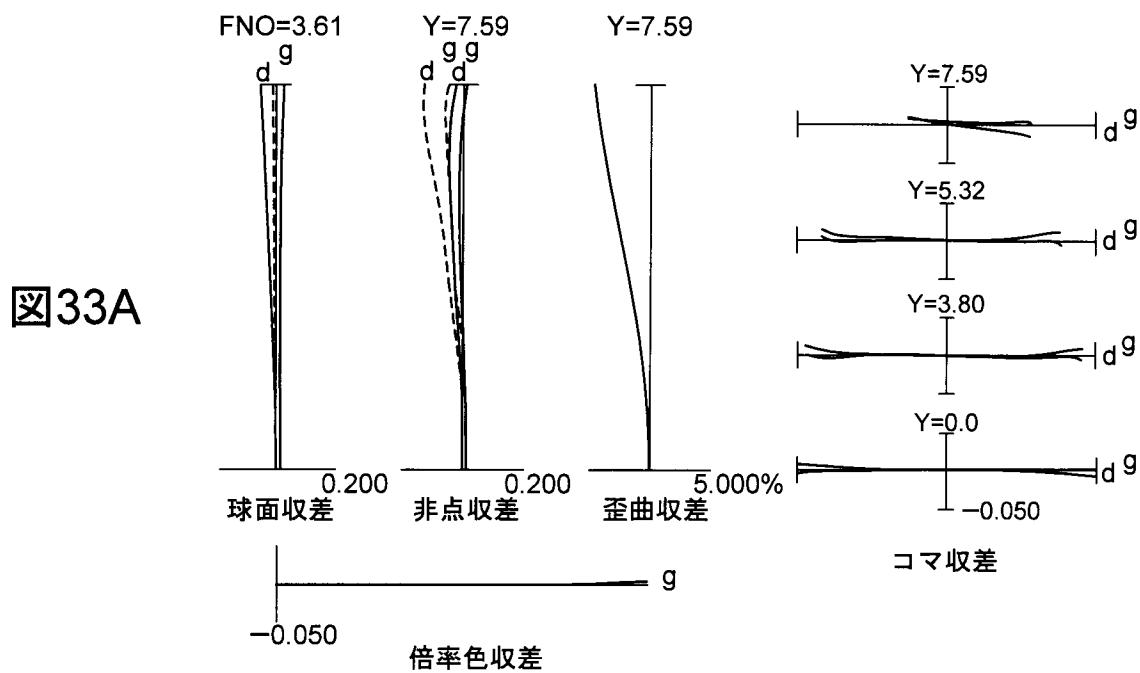


図32B



[図33]



[図34]

図34A

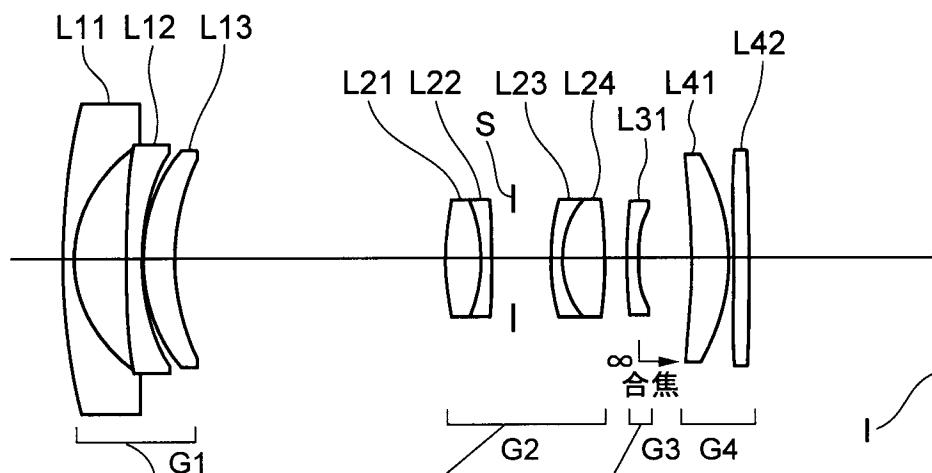
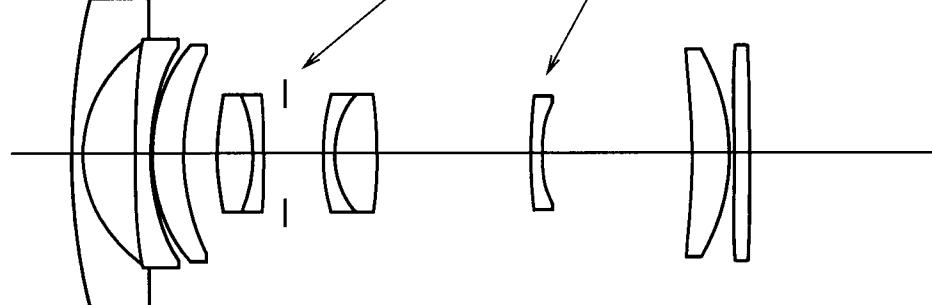


図34B



[図35]

図35A

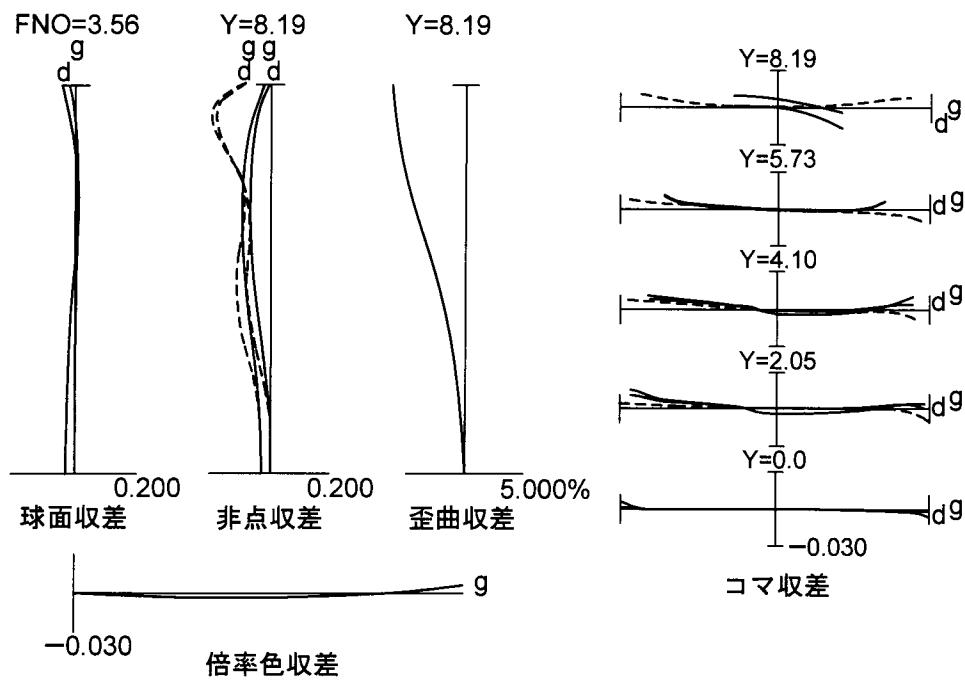
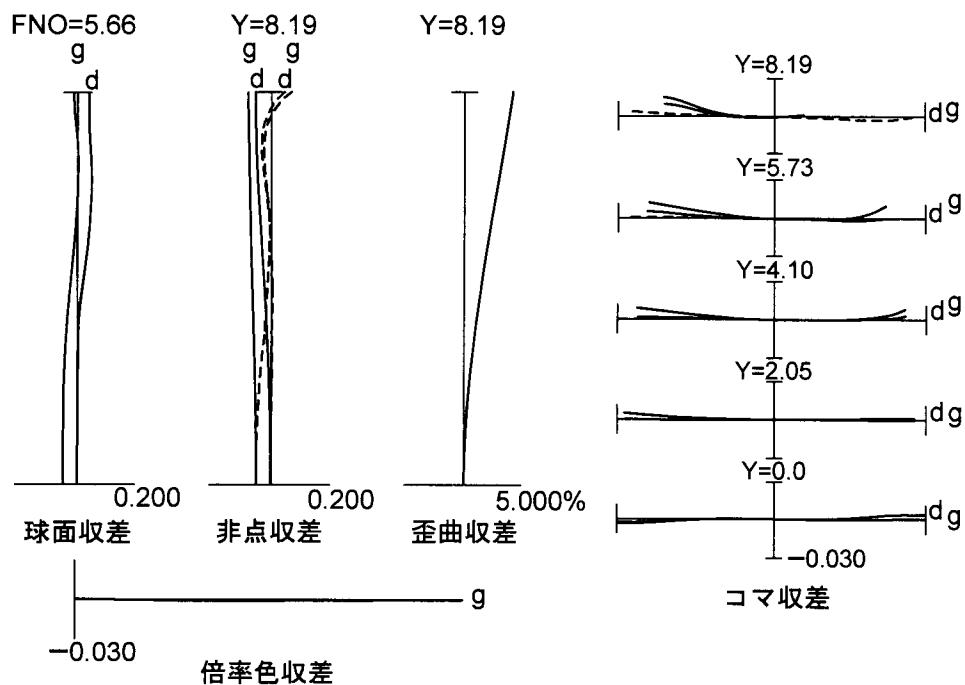


図35B



[図36]

図36A

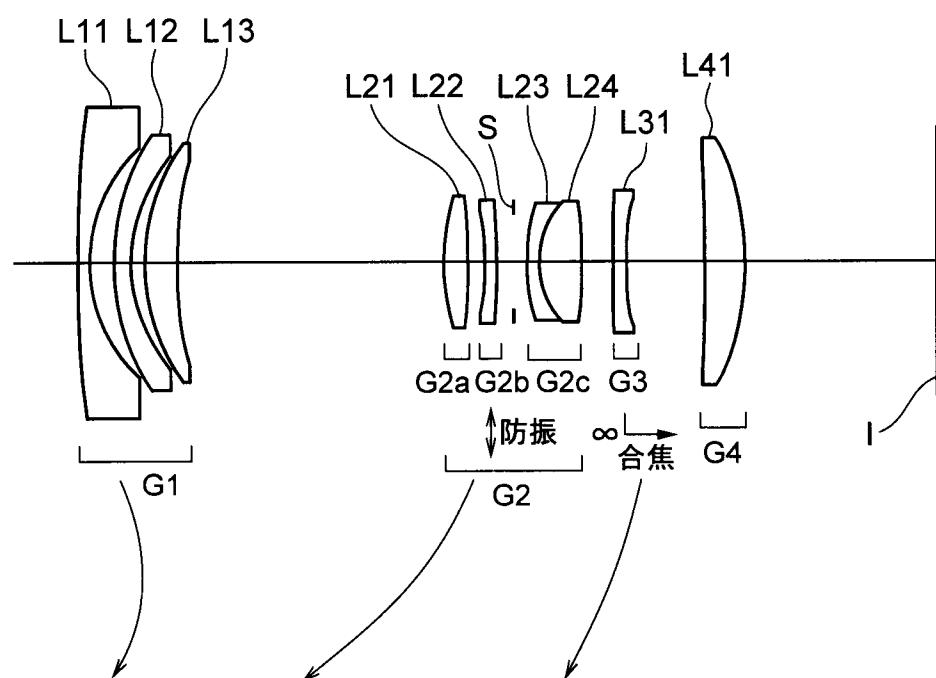
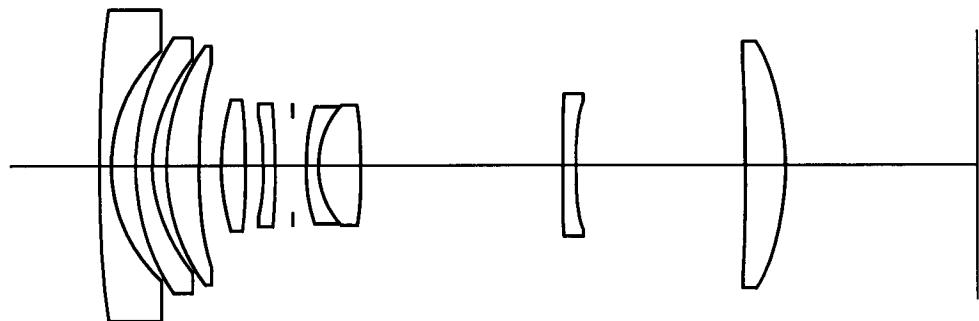


図36B



[図37]

図37A

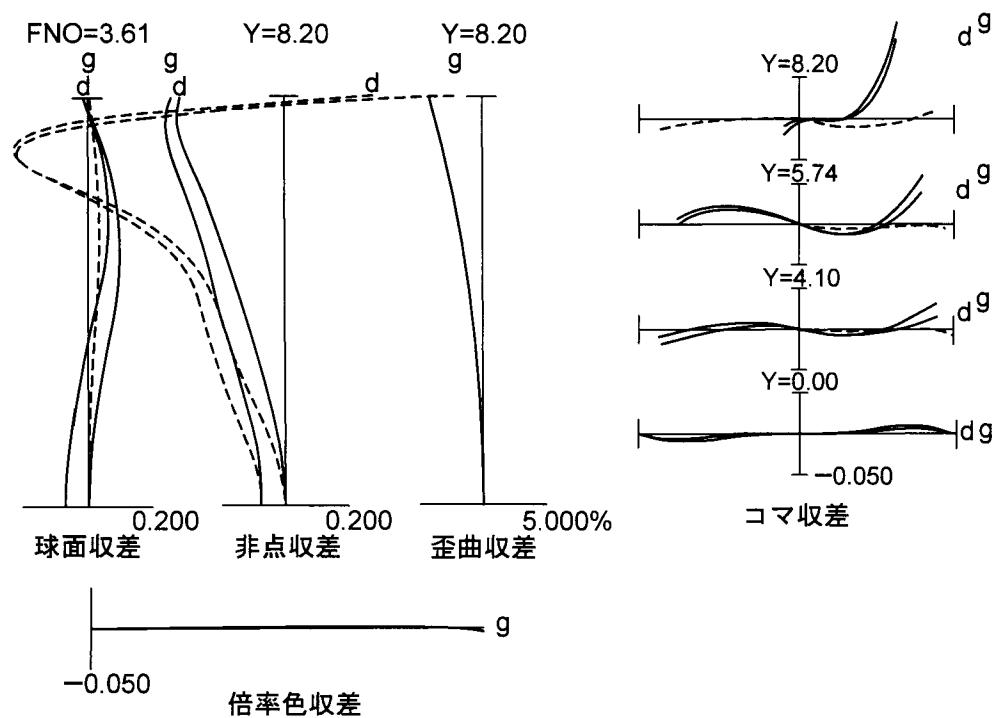
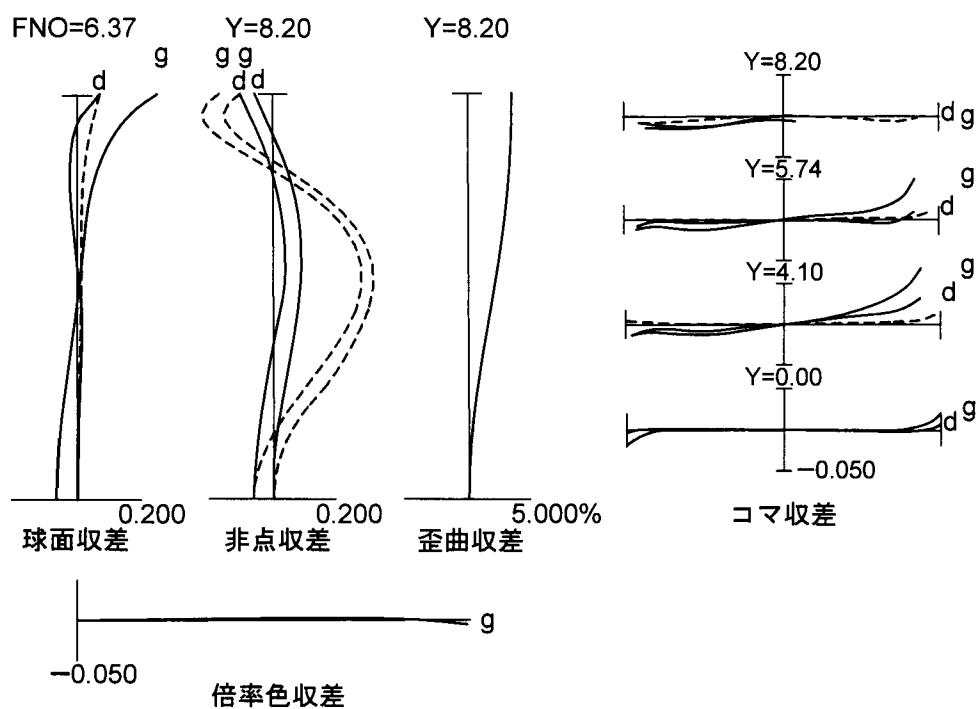


図37B



[図38]

図38A

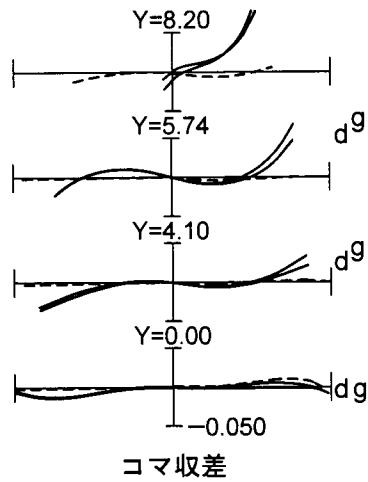
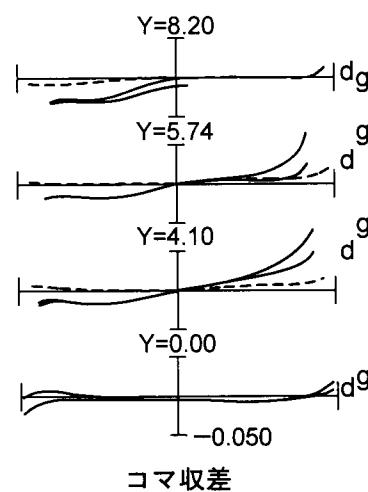
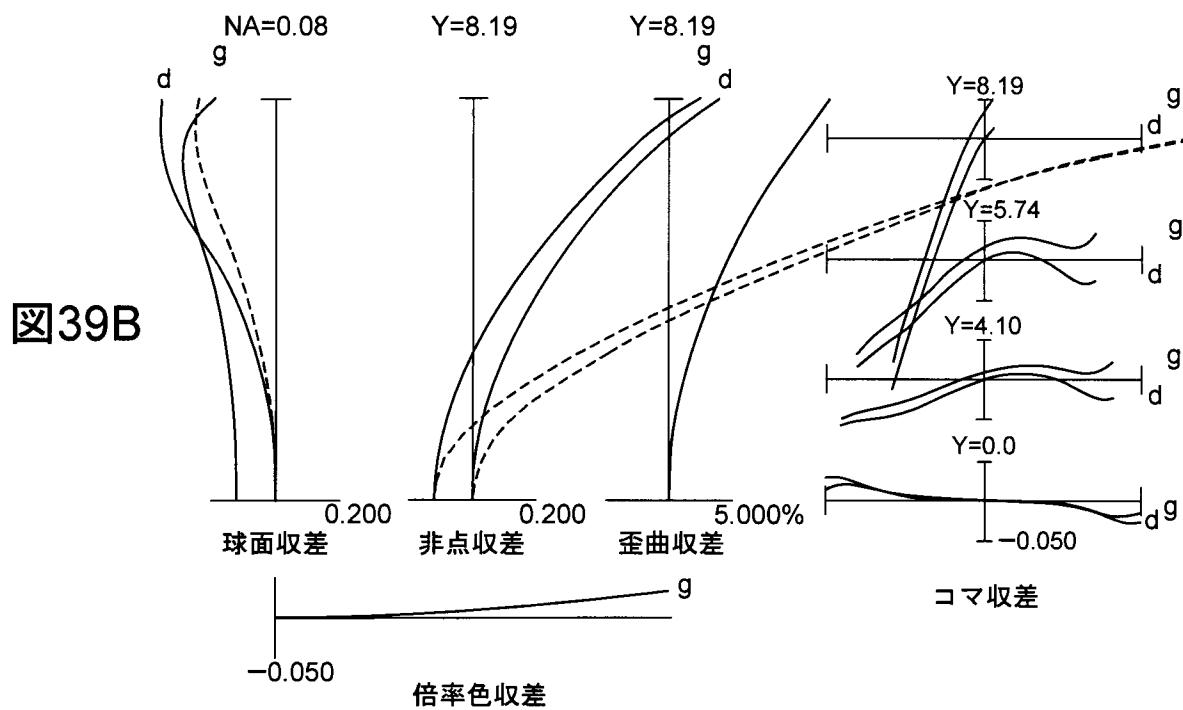
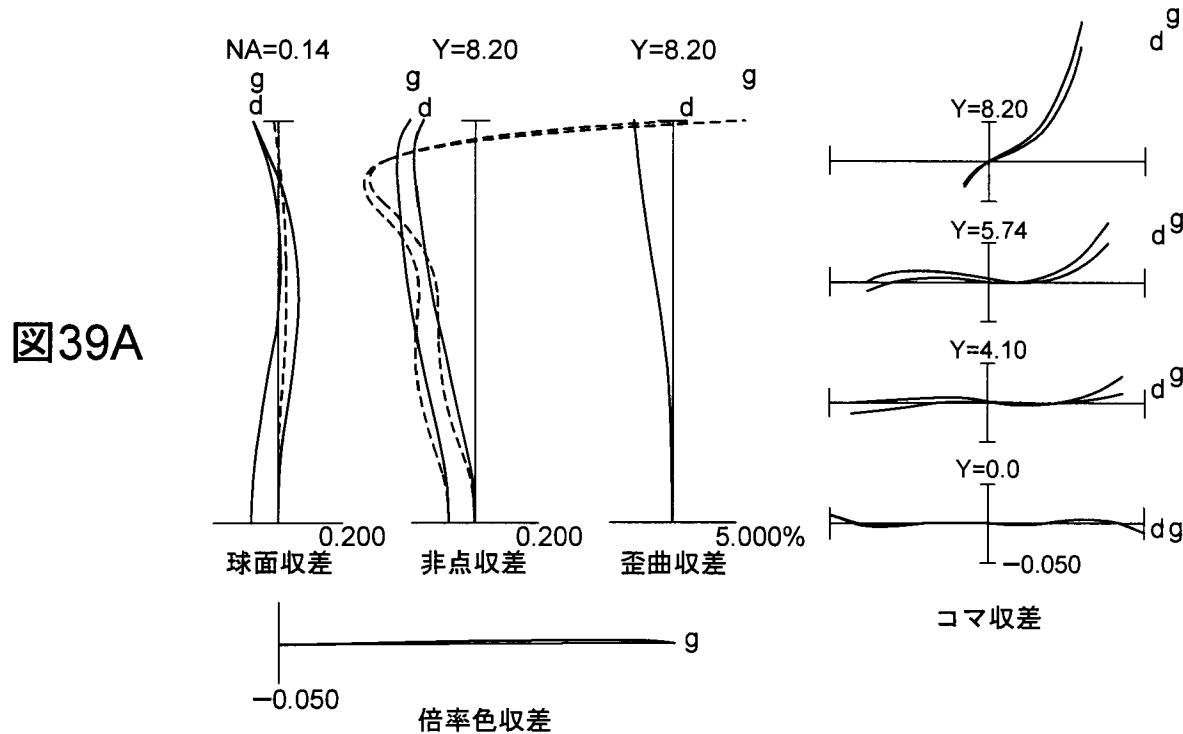


図38B



[図39]



[図40]

図40A

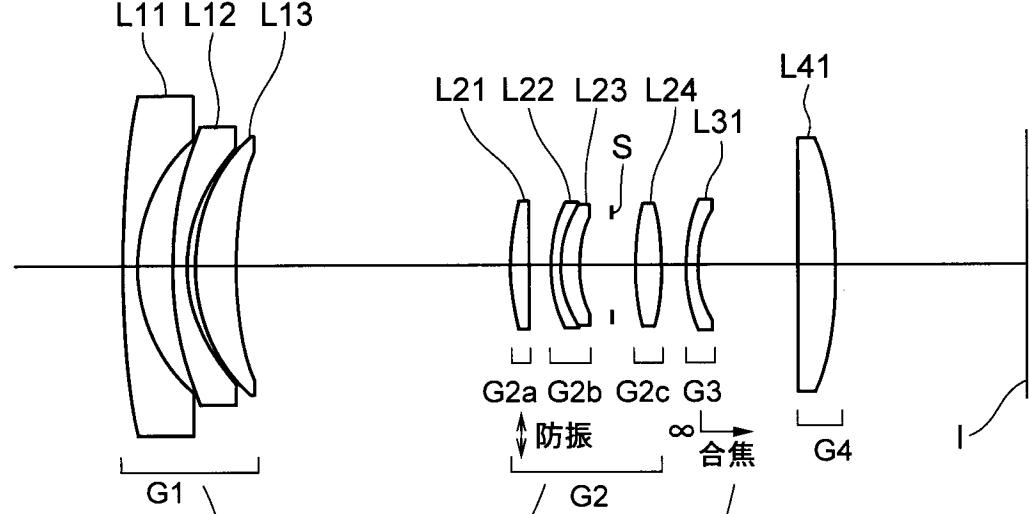
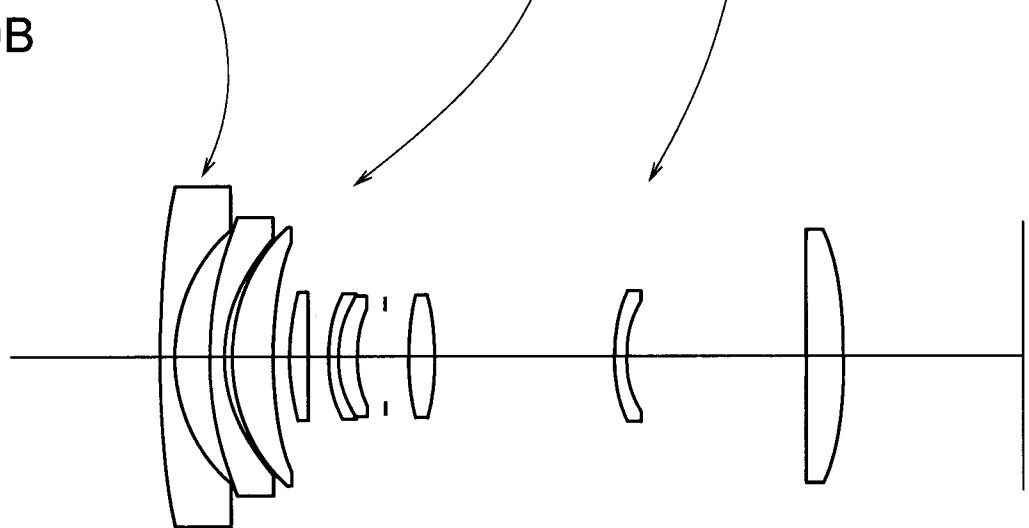


図40B



[図41]

図41A

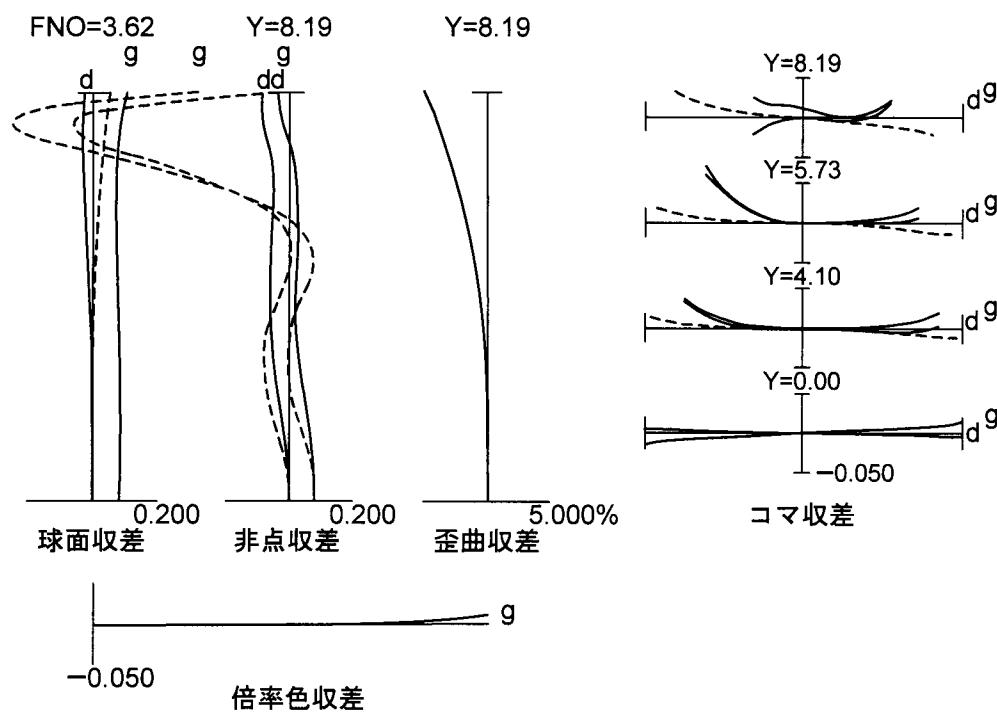
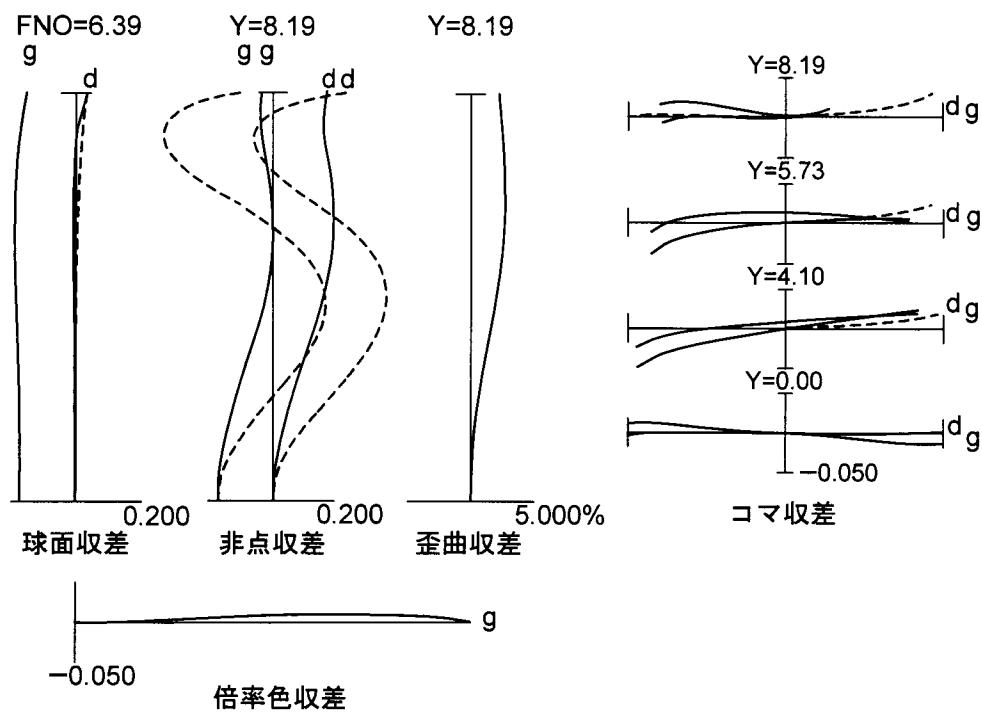


図41B



[図42]

図42A

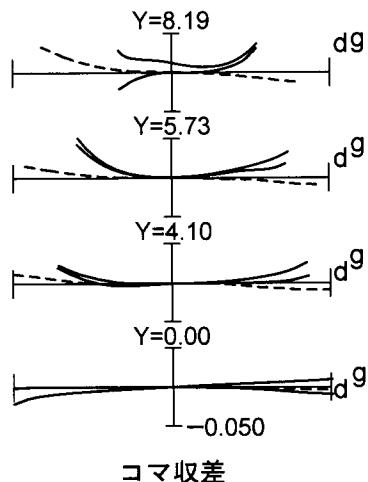
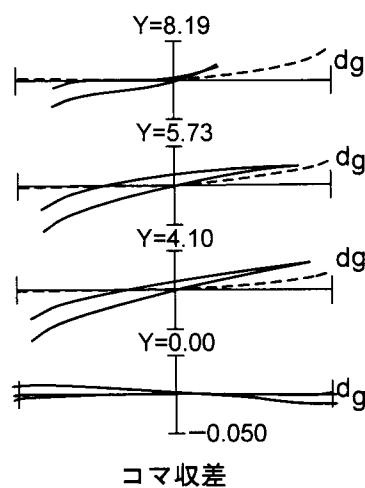
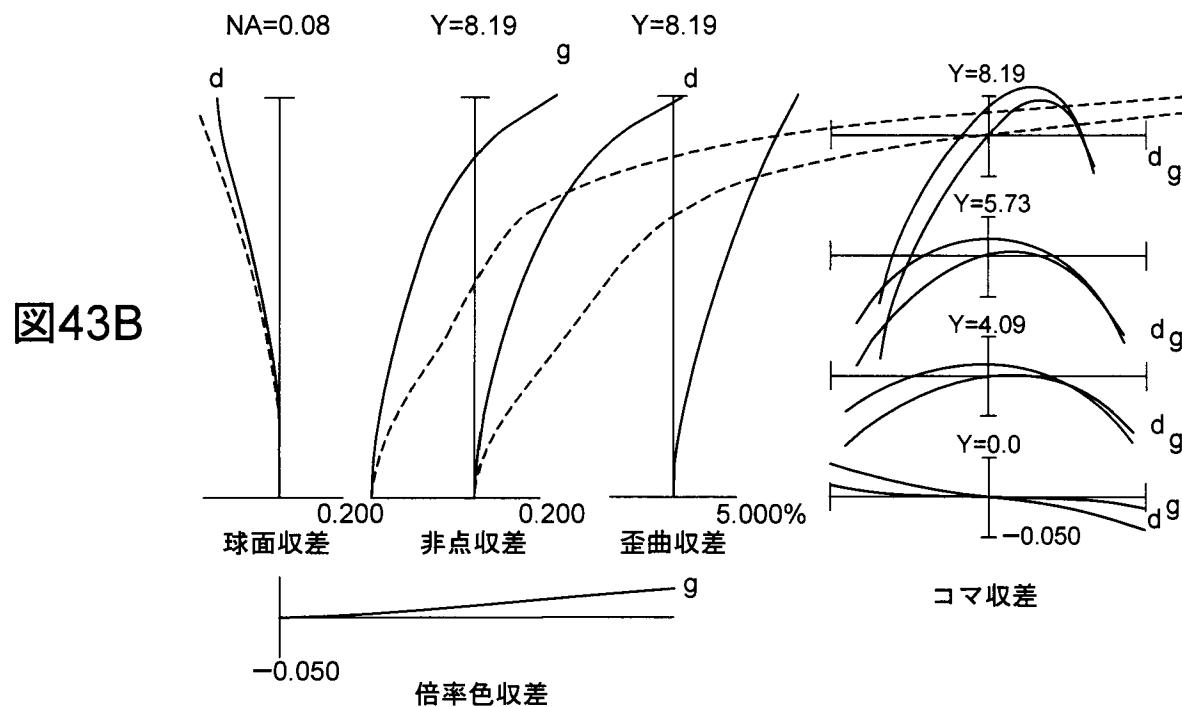
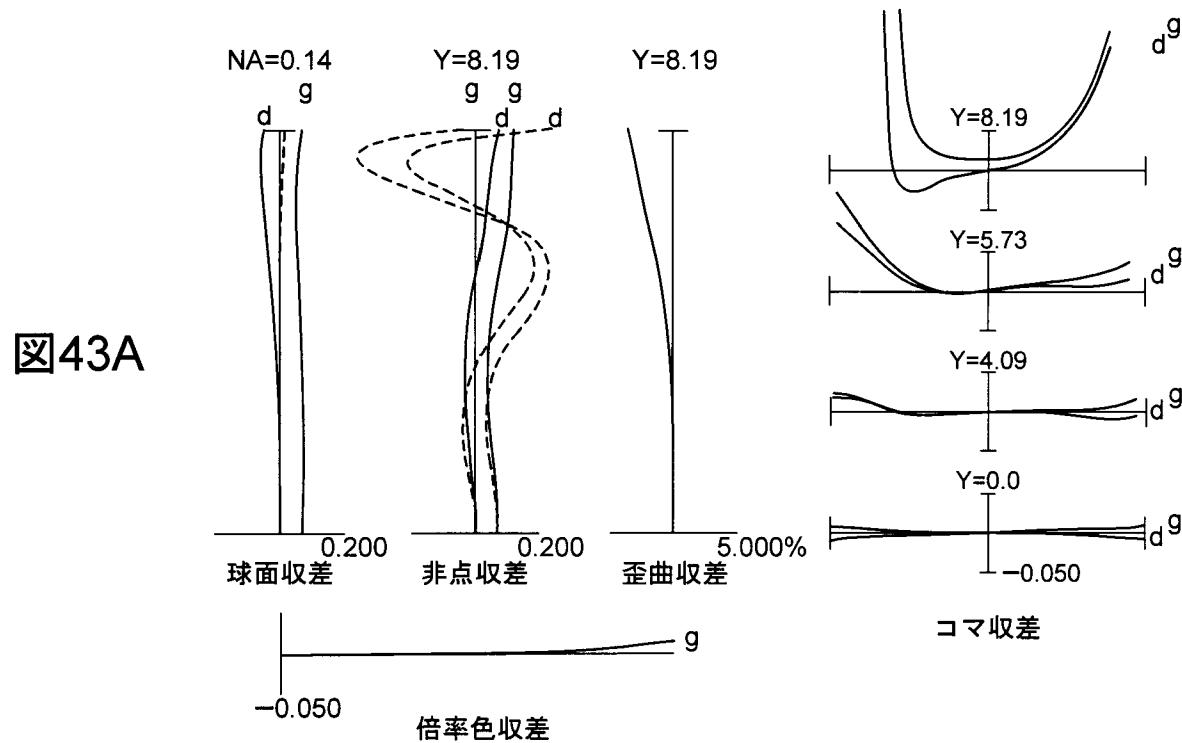


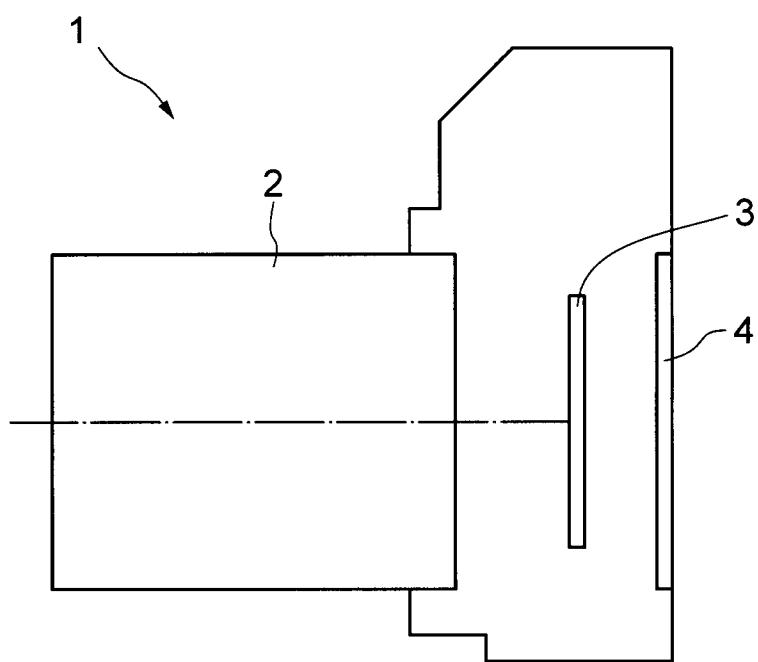
図42B



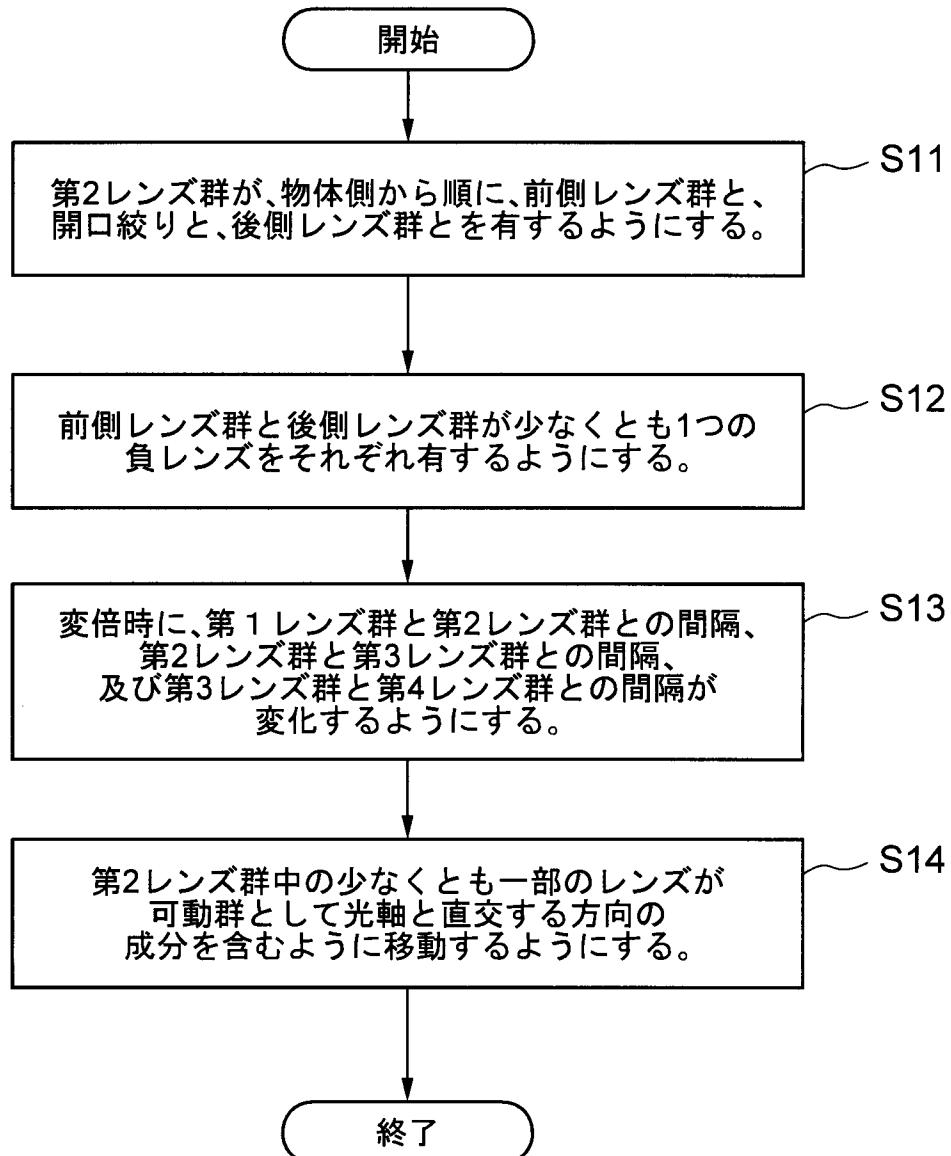
[図43]



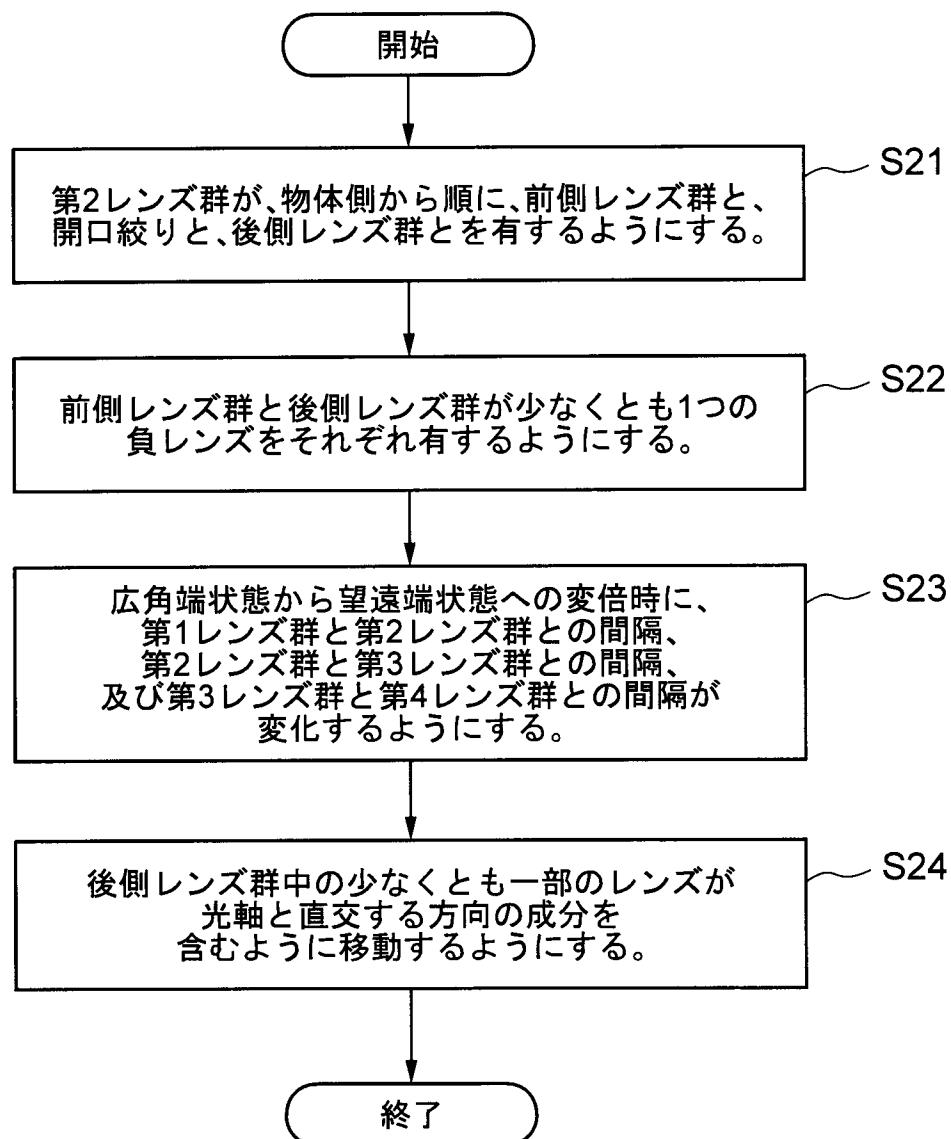
[図44]



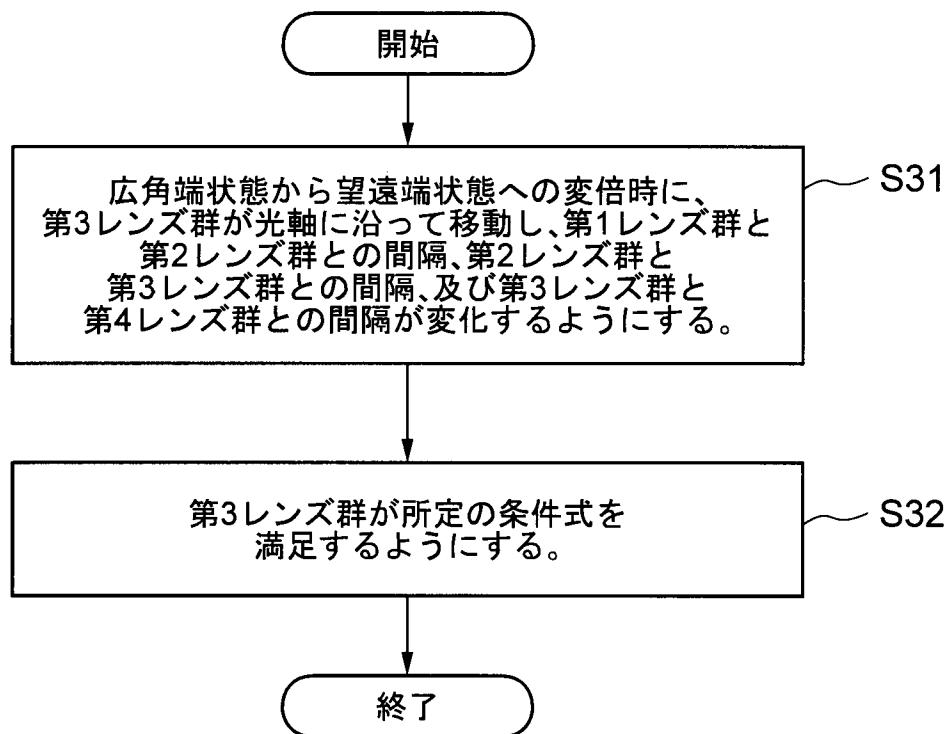
[図45]



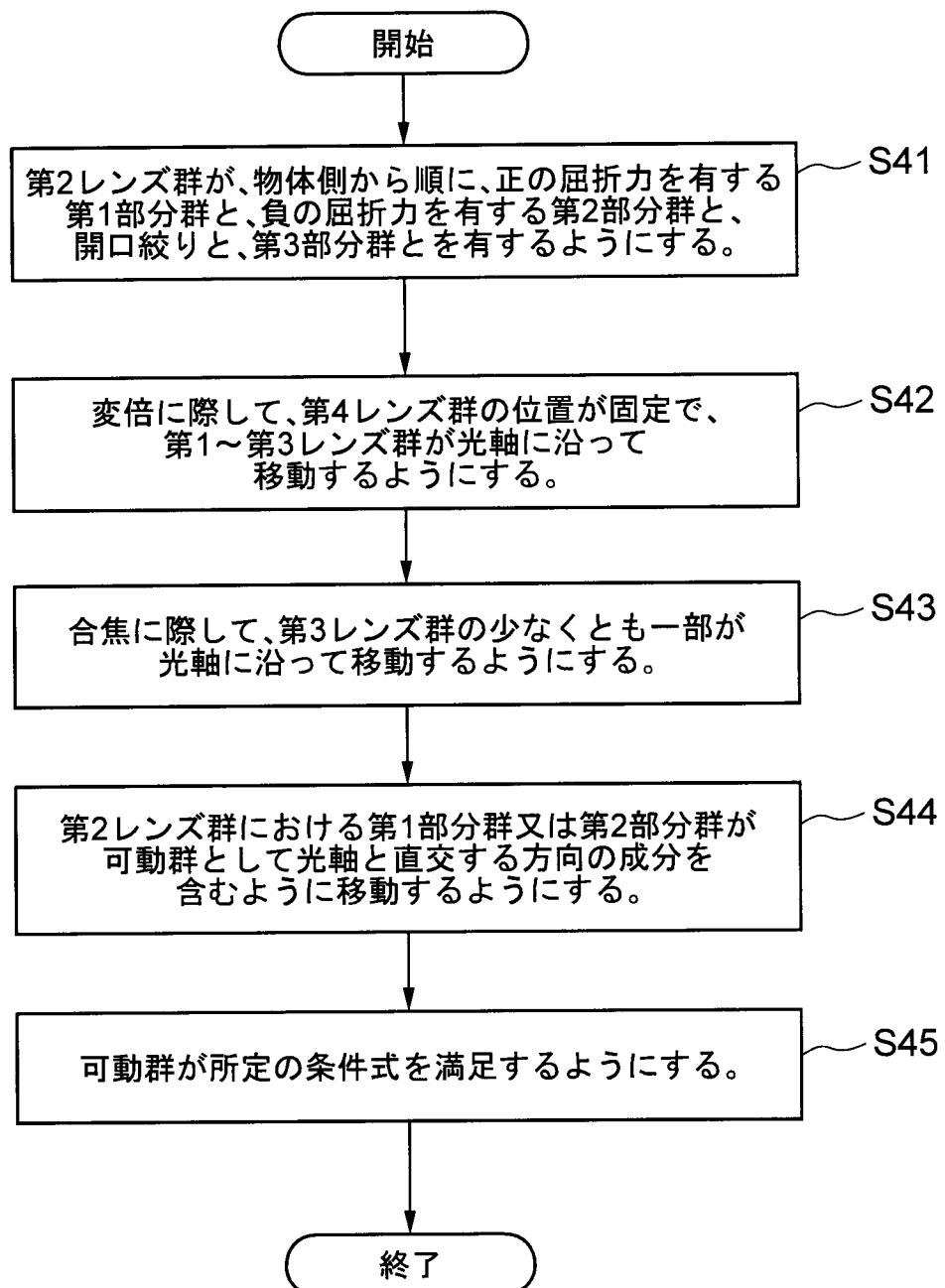
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068447

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B9/00-17/08, G02B21/02-21/04, G02B25/00-25/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3-92808 A (Canon Inc.), 18 April 1991 (18.04.1991), entire text (particularly, examples 1 to 3) & US 5078481 A	1-5, 7-11, 13, 28-29, 32-33 6, 12
Y A	JP 2002-107627 A (Minolta Co., Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), entire text (particularly, example 2) & US 2002/0089761 A1	1-5, 7-8, 13, 28-29, 32-33 6, 9-12
Y	JP 2013-15778 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 24 January 2013 (24.01.2013), entire text (particularly, examples) & US 2013/0027585 A1	1-5, 7-11, 13, 28-29, 32-33

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
25 September, 2014 (25.09.14)

Date of mailing of the international search report
14 October, 2014 (14.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068447

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/086153 A1 (Panasonic Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), entire text (particularly, examples) & US 2013/0141616 A1 & EP 2657744 A1 & CN 103038687 A	1-5, 7-11, 13, 28-29, 32-33
P,X	JP 2013-182054 A (Sony Corp.), 12 September 2013 (12.09.2013), entire text (particularly, examples)	1-6, 8-11, 13, 28-29, 32-33
P,A	(Family: none)	7, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068447

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:

Claim 1, claim 14, and claim 23 have a common technical feature, i.e., [a zoom lens characterized by including a first lens group having negative refractive power, a second lens group having positive refractive power, a third lens group having negative refractive power, and a fourth lens group having positive refractive power, sequentially in that order from an object.] (Continued to 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.: 1-13, 28-29 and 32-33

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068447

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

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 3-92808 A (Canon Inc.), 18 April 1991 (18.04.1991), entire text (particularly, examples 1 to 3)) and the document 2 (JP 2002-107627 A (Minolta Co., Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), entire text (particularly, example 2)).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature among these inventions.

Accordingly, claims are classified into three inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-13, 28-29 and 32-33

[A zoom lens characterized in that when power is varied, the separation between the first lens group and the second lens group, the separation between the second lens group and the third lens group, and the separation between the third lens group and the fourth lens group are changed; the second lens group has a front lens group, an aperture stop, and a rear lens group sequentially in that order from an object; the front lens group and the rear lens group each have at least one negative lens; and at least some lenses in the second lens group are displaced as a movable group in such a manner as to include a component in a direction orthogonal to the optical axis.]

(Invention 2) claims 14-22, 30 and 34

[A zoom lens characterized in that when power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, the third lens group is displaced along the optical axis, and the separation between the first lens group and the second lens group, the separation between the second lens group and the third lens group, and the separation between the third lens group and the fourth lens group are changed; and the zoom lens satisfies the following conditional expression, $0.50 < m3/fw < 0.80$, where $m3$ is the amount of displacement of the third lens group when power is varied from a wide-angle end state to a telephoto end state, and fw is the focal distance of the zoom lens in a wide-angle end state.]

Claims 14-22, 30 and 34 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claims 14-22, 30 and 34 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 14-22, 30 and 34 together with claims 1-13, 28-29 and 32-33, and consequently, it is impossible to classify claims 14-22, 30 and 34 into Invention 1.

(Continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068447

(Invention 3) claims 23-27, 31 and 35

[A zoom lens characterized in that the second lens group has a first partial group having positive refractive power, a second partial group having negative refractive power, an aperture stop, and a third partial group sequentially in that order from an object; when power is varied, the first lens group, the second lens group, and the third lens group are displaced along the optical axis, and the position of the fourth lens group is fixed; when focus is achieved, at least part of the third lens group is displaced along the optical axis; the first partial group or the second partial group of the second lens group is displaced as a movable group in such a manner as to include a component in a direction orthogonal to the optical axis; and the zoom lens satisfies the following conditional expression, $0.15 < |fw/fvr| < 0.50$, where fw is the focal distance of the zoom lens in a wide-angle end state, and fvr is the focal distance of the movable group.]

Claims 23-27, 31 and 35 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 or claim 14, and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1 or 2, claims 23-27, 31 and 35 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 23-27, 31 and 35 together with claims 1-13, 28-29 and 32-33 or claims 14-22, 30 and 34, and consequently, it is impossible to classify claims 23-27, 31 and 35 into Invention 1 or 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B9/00-17/08, G02B21/02-21/04, G02B25/00-25/04

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

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

CODE V

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 3-92808 A (キヤノン株式会社) 1991.04.18, 全文 (特に実施例 1-3 参照) & US 5078481 A	1-5, 7-11, 13 , 28-29, 32- 33
A		6, 12
Y	JP 2002-107627 A (ミノルタ株式会社) 2002.04.10, 全文 (特に実 施例2 参照) & US 2002/0089761 A1	1-5, 7-8, 13, 28-29, 32-33
A		6, 9-12

 C欄の続きにも文献が列举されている。 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」国際出願目前で、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 25.09.2014	国際調査報告の発送日 14.10.2014
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 原田 英信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271 2V 3702

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 2013-15778 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2013. 01. 24, 全文 (特に実施例参照) & US 2013/0027585 A1	1-5, 7-11, 13 , 28-29, 32- 33
Y	WO 2012/086153 A1 (パナソニック株式会社) 2012. 06. 28, 全文 (特 に実施例参照) & US 2013/0141616 A1 & EP 2657744 A1 & CN 103038687 A	1-5, 7-11, 13 , 28-29, 32- 33
P, X	JP 2013-182054 A (ソニー株式会社) 2013. 09. 12, 全文 (特に実施 例参照) (ファミリーなし)	1-6, 8-11, 13 , 28-29, 32- 33
P, A		7, 12

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の国際調査機関は認めた。

請求項1、請求項14、請求項23は、[物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負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レンズ群とを有することを特徴とするズームレンズ]という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 3-92808A（キヤノン株式会社）1991.04.18, 全文（特に実施例1-3参照））、文献2（JP2002-107627 A（ミノルタ株式会社）2002.04.10, 全文（特に実施例2参照））の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する3の発明に区分される。

（特別ページへ続く）

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、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ので、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1-13、28-29、32-33

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(発明 1) 請求項 1-13、28-29、32-33

[変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前側レンズ群と、開口絞りと、後側レンズ群とを有し、前記前側レンズ群と前記後側レンズ群が少なくとも1つの負レンズをそれぞれ有し、前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズが可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とするズームレンズ]。

(発明 2) 請求項 14-22、30、34

[広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.50 < m_3 / f_w < 0.80$$

ただし、

m_3 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第3レンズ群の移動量

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離]。

請求項 14-22、30、34 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 14-22、30、34 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1-13、28-29、32-33 とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項 14-22、30、34 を発明 1 に区分することはできない。

(発明 3) 請求項 23-27、31、35

[前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、負の屈折力を有する第2部分群と、開口絞りと、第3部分群とを有し、変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第4レンズ群の位置が固定であり、合焦に際して、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸に沿って移動し、前記第2レンズ群における前記第1部分群又は前記第2部分群が可動群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ]。

$$0.15 < |f_w / f_{vr}| < 0.50$$

ただし、

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズの焦点距離

f_{vr} : 前記可動群の焦点距離]。

請求項 23-27、31、35 は、請求項 1 又は請求項 14 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 23-27、31、35 は、発明 1 又は 2 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1-13、28-29、32-33、又は請求項 14-22、30、34 とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項 23-27、31、35 を発明 1 又は 2 に区分することはできない。