

(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  
2022年2月3日(03.02.2022)



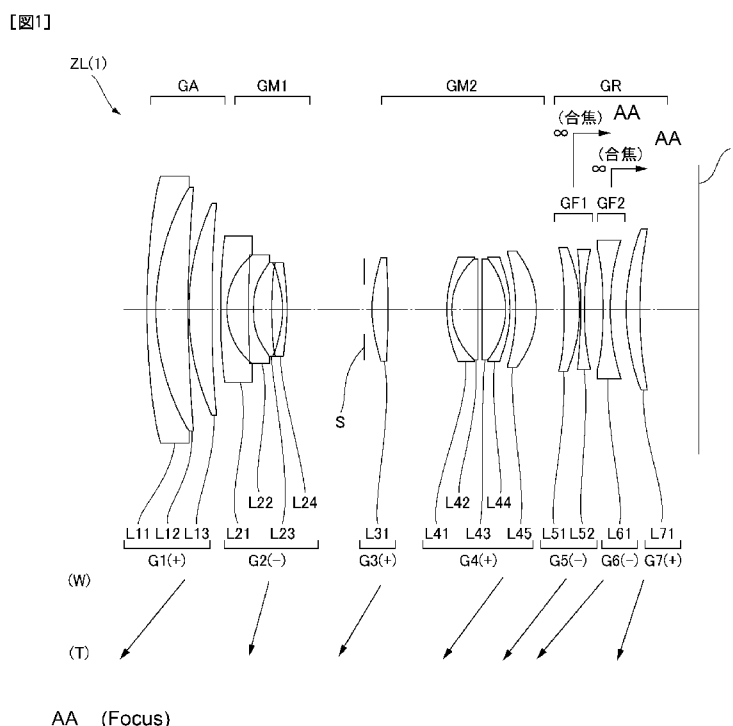
(10) 国際公開番号

WO 2022/024623 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/JP2021/024062
- (22) 国際出願日: 2021年6月25日(25.06.2021)
- (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 2020-126911 2020年7月28日(28.07.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 町田 幸介 (MACHIDA, Kosuke); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大西 正悟, 外(OHNISHI, Shogo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3-20-3、東池袋SSビル1階 大西国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: VARIABLE MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM, OPTICAL DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING VARIABLE MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 変倍光学系、光学機器、および変倍光学系の製造方法



(57) Abstract: This variable magnification optical system (CL) includes a front lens group (GA) which has a positive refractive power, a first middle lens group (GM1) which has negative refractive power, a second middle lens group (GM2) which has positive refractive power, and a subsequent lens group (GR); the subsequent lens group (GR) includes a first focus lens group (GF1) which is arranged farthest to the object side of the subsequent lens group (GR), and at least one



WO 2022/024623 A1

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,  
 ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
 US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

other focus lens group which is arranged on the image side of the first focus lens group (GF1); of the other focus lens groups, the focus lens group that is nearest to the first focus lens group (GF1) is configured from one lens component, and satisfies the conditional expression below.  $-6.00 < fFs / fw < 6.00$ , wherein fFs is the focal length of that focus lens group which has the strongest refractive strength, and fw is the focal length of the variable magnification optical system (EL) in the wide-angle end state.

(57) 要約 : 変倍光学系 (ZL) は、正の屈折力を有する前側レンズ群 (GA) と、負の屈折力を有する第1中間レンズ群 (GM1) と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群 (GM2) と、後続レンズ群 (GR) とを有し、後続レンズ群 (GR) は、後続レンズ群 (GR) の最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群 (GF1) と、第1の合焦レンズ群 (GF1) より像側に配置された少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含み、他の合焦レンズ群のうち第1の合焦レンズ群 (GF1) に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成され、以下の条件式を満足する。  $-6.00 < fFs / fw < 6.00$  但し、fFs : 合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離 fw : 広角端状態における変倍光学系 (ZL) の焦点距離

## 明 細 書

発明の名称：

変倍光学系、光学機器、および変倍光学系の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、変倍光学系、光学機器、および変倍光学系の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来から、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適した変倍光学系が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。このような変倍光学系においては、合焦の際の収差変動を抑えることが難しい。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-12243号公報

### 発明の概要

[0004] 本発明に係る変倍光学系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する前側レンズ群と、負の屈折力を有する第1中間レンズ群と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群と、後続レンズ群とを有し、変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、前記後続レンズ群は、前記後続レンズ群の最も物体側に配置され、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群と、前記第1の合焦レンズ群より像側に配置され、合焦の際に前記第1の合焦レンズ群と異なる軌跡で光軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含み、前記他の合焦レンズ群のうち前記第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成され、以下の条件式を満足する。

$$-6.00 < f_{Fs} / f_w < 6.00$$

但し、 $f_{Fs}$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[0005] 本発明に係る光学機器は、上記変倍光学系を備えて構成される。

[0006] 本発明に係る変倍光学系の製造方法は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する前側レンズ群と、負の屈折力を有する第1中間レンズ群と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群と、後続レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、前記後続レンズ群は、前記後続レンズ群の最も物体側に配置され、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群と、前記第1の合焦レンズ群より像側に配置され、合焦の際に前記第1の合焦レンズ群と異なる軌跡で光軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含み、前記他の合焦レンズ群のうち前記第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成され、以下の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

$$-6.00 < f_{Fs} / f_w < 6.00$$

但し、 $f_{Fs}$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図2]図2(A)、図2(B)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図3]図3(A)、図3(B)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図4]第2実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図5]図5(A)、図5(B)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図6]図6(A)、図6(B)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図7]第3実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図8]図8(A)、図8(B)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図9]図9(A)、図9(B)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図10]第4実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図11]図11(A)、図11(B)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図12]図12(A)、図12(B)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図13]第5実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図14]図14(A)、図14(B)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図15]図15(A)、図15(B)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図16]第6実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図17]図17(A)、図17(B)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図18]図18(A)、図18(B)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図19]第7実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

[図20]図20(A)、図20(B)はそれぞれ、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図21]図21(A)、図21(B)はそれぞれ、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

[図22]本実施形態に係る変倍光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

[図23]本実施形態に係る変倍光学系の製造方法を示すフローチャートである。

。

## 発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明に係る好ましい実施形態について説明する。まず、本実施形態に係る変倍光学系を備えたカメラ（光学機器）を図22に基づいて説明する。このカメラ1は、図22に示すように、本体2と、本体2に装着される撮影レンズ3により構成される。本体2は、撮像素子4と、デジタルカメラの動作を制御する本体制御部（不図示）と、液晶画面5とを備える。撮影レンズ3は、複数のレンズ群からなる変倍光学系ZLと、各レンズ群の位置を制御するレンズ位置制御機構（不図示）とを備える。レンズ位置制御機構は、レンズ群の位置を検出するセンサと、レンズ群を光軸に沿って前後に移動させるモータと、モータを駆動する制御回路などにより構成される。

[0009] 被写体からの光は、撮影レンズ3の変倍光学系ZLにより集光されて、撮像素子4の像面1上に到達する。像面1に到達した被写体からの光は、撮像素子4により光電変換され、デジタル画像データとして不図示のメモリに記録される。メモリに記録されたデジタル画像データは、ユーザの操作に応じて液晶画面5に表示することが可能である。なお、このカメラは、ミラーレスカメラでも、クイックリターンミラーを有した一眼レフタイプのカメラであっても良い。また、図22に示す変倍光学系ZLは、撮影レンズ3に備えられる変倍光学系を模式的に示したものであり、変倍光学系ZLのレンズ構成はこの構成に限定されるものではない。

[0010] 次に、本実施形態に係る変倍光学系について説明する。本実施形態に係る変倍光学系（ズームレンズ）ZLの一例としての変倍光学系ZL(1)は、図1に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する前側レンズ群GAと、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2と、後続レンズ群GRとを有して構成される。変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。後続レンズ群GRは、後続レンズ群GRの最も物体側に配置され、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群GF1と、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置され、合焦の際に第1の合焦レンズ群GF1と異なる軌跡で光

軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含む。また、当該他の合焦レンズ群のうち第1の合焦レンズ群GF1に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成される。

[0011] 上記構成の下、本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(1)を満足する。

$$-6.00 < f_{Fs} / f_w < 6.00 \quad \dots (1)$$

但し、 $f_{Fs}$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離

[0012] 本実施形態によれば、合焦の際の収差変動が少ない変倍光学系、およびこの変倍光学系を備えた光学機器を得ることが可能になる。なお、後続レンズ群GRが複数の合焦レンズ群を有することにより、合焦レンズ群を大型化することなく、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。また、変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔を変化させることによって、変倍の際の収差補正を良好に行うことができる。

[0013] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、図4に示す変倍光学系ZL(2)でも良く、図7に示す変倍光学系ZL(3)でも良く、図10に示す変倍光学系ZL(4)でも良い。また、本実施形態に係る変倍光学系ZLは、図13に示す変倍光学系ZL(5)でも良く、図16に示す変倍光学系ZL(6)でも良く、図19に示す変倍光学系ZL(7)でも良い。

[0014] 条件式(1)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離と、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(1)を満足することで、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0015] 条件式(1)の対応値が上限値を上回ると、最も屈折力が強い合焦レンズ群と最も屈折力が弱い合焦レンズ群との屈折力の差が小さくなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条

件式(1)の上限値を、5.50、5.00、4.80、4.50、4.00、さらに3.80に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0016] 条件式(1)の対応値が下限値を下回ると、最も屈折力が強い合焦レンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(1)の下限値を、-5.50、-5.00、-4.50、-4.00、-3.50、-3.00、-2.50、-2.00、さらに-1.80に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。

[0017] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$2.00 < f_1 / f_w < 8.00 \quad \dots (2)$$

但し、 $f_1$ ：前側レンズ群GAの焦点距離

[0018] 条件式(2)は、前側レンズ群GAの焦点距離と、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(2)を満足することで、鏡筒を大型化することなく、変倍の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0019] 条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、前側レンズ群GAの屈折力が弱くなるため、変倍の際の前側レンズ群GAの移動量が大きくなり、鏡筒が大型化する。条件式(2)の上限値を、7.80、7.50、7.40、7.00、6.50、6.30、さらに6.00に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。

[0020] 条件式(2)の対応値が下限値を下回ると、前側レンズ群GAの屈折力が強くなるため、変倍の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(2)の下限値を、2.30、2.50、2.80、3.00、3.30、3.50、さらに3.80に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。

[0021] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(3)を満足すること

が望ましい。

$$0.10 < BF_w / f_w < 1.00 \quad \dots (3)$$

但し、 $BF_w$ ：広角端状態における変倍光学系ZLのバックフォーカス

[0022] 条件式(3)は、広角端状態における変倍光学系ZLのバックフォーカスと、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(3)を満足することで、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0023] 条件式(3)の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離に対して、広角端状態における変倍光学系ZLのバックフォーカスが大きくなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式(3)の上限値を、0.95、0.90、0.85、0.80、0.75、0.70、0.65、さらに0.60に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0024] 条件式(3)の対応値が下限値を下回ると、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離に対して、広角端状態における変倍光学系ZLのバックフォーカスが小さくなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。また、鏡筒のメカ部材を配置することが困難になる。条件式(3)の下限値を、0.15、0.20、0.25、0.30、0.35、0.40、さらに0.43に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。

[0025] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.20 < |f_{Fs}| / f_1 < 2.00 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_1$ ：前側レンズ群GAの焦点距離

[0026] 条件式(4)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離と、前側レンズ群GAの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(4)を満足することで、鏡筒を大

型化することなく、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。また、鏡筒を大型化することなく、変倍の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0027] 条件式(4)の対応値が上限値を上回ると、合焦レンズ群の屈折力が弱くなるため、合焦の際の合焦レンズ群の移動量が大きくなり、鏡筒が大型化する。また、前側レンズ群GAの屈折力が強くなるため、変倍の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(4)の上限値を、1.80、1.50、1.30、1.00、0.85、0.70、0.65、0.60、さらに0.58に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0028] 条件式(4)の対応値が下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。また、前側レンズ群GAの屈折力が弱くなるため、変倍の際の前側レンズ群GAの移動量が大きくなり、鏡筒が大型化する。条件式(4)の下限値を、0.22、0.24、0.25、さらに0.26に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0029] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$1.50 < |f F_s| / (-f M1w) < 5.00 \quad \dots (5)$$

但し、 $f M1w$ ：広角端状態における第1中間レンズ群GM1の焦点距離

[0030] 条件式(5)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離と、広角端状態における第1中間レンズ群GM1の焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(5)を満足することで、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。また、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0031] 条件式(5)の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における第1中間レンズ群GM1の屈折力が強くなるため、広角端状態におけるコマ収差をは

はじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式（５）の上限値を、４．８５、４．７０、４．５０、４．３５、４．２５、３．８５、３．５０、３．００、さらに２．５０に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0032] 条件式（５）の対応値が下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式（５）の下限値を、１．５５、１．６０、１．６５、１．７０、１．７５、１．８０、さらに１．８３に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0033] 本実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下の条件式（６）を満足することが望ましい。

$$0.90 < |f_{Fs}| / f_{M2w} < 4.00 \quad \dots (6)$$

但し、 $f_{M2w}$ ：広角端状態における第２中間レンズ群GM２の焦点距離

[0034] 条件式（６）は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離と、広角端状態における第２中間レンズ群GM２の焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式（６）を満足することで、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。また、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0035] 条件式（６）の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における第２中間レンズ群GM２の屈折力が強くなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式（６）の上限値を、３．８０、３．５０、３．３０、３．００、２．８０、２．６０、２．００、１．８０、さらに１．５０に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0036] 条件式（６）の対応値が下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式（６）の下限値を、０．９５、０．９８、１．００、１

、0.3、さらに1.05に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。

[0037] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.20 < f1 / (-fRw) < 5.00 \quad \dots (7)$$

但し、f1：前側レンズ群GAの焦点距離

fRw：広角端状態における後続レンズ群GRの焦点距離

[0038] 条件式(7)は、前側レンズ群GAの焦点距離と、広角端状態における後続レンズ群GRの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(7)を満足することで、鏡筒を大型化することなく、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0039] 条件式(7)の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における後続レンズ群GRの屈折力が強くなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。また、前側レンズ群GAの屈折力が弱くなるため、変倍の際の前側レンズ群GAの移動量が大きくなり、鏡筒が大型化する。条件式(7)の上限値を、4.50、4.00、3.80、3.50、3.30、3.00、2.80、さらに2.50に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。

[0040] 条件式(7)の対応値が下限値を下回ると、広角端状態における後続レンズ群GRの屈折力が弱くなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式(7)の下限値を、0.40、0.50、0.60、0.65、0.68、さらに0.70に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。

[0041] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$0.10 < MTF1 / MTF2 < 3.00 \quad \dots (8)$$

但し、MTF1：望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の第1の合焦レンズ群GF1の移動量の絶対値

MTF 2 : 望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の他の合焦レンズ群のうち第1の合焦レンズ群GF1に最も近い合焦レンズ群の移動量の絶対値

[0042] 条件式(8)は、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の第1の合焦レンズ群GF1の移動量と、第1の合焦レンズ群GF1に最も近い合焦レンズ群の移動量との適切な関係を規定するものである。条件式(8)を満足することで、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0043] 条件式(8)の対応値が上限値を上回ると、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、第1の合焦レンズ群GF1の移動量が大きくなりすぎるため、球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(8)の上限値を、2.80、2.50、2.30、2.00、1.80、1.65、さらに1.50に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0044] 条件式(8)の対応値が下限値を下回ると、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、第1の合焦レンズ群GF1に最も近い合焦レンズ群の移動量が大きくなりすぎるため、球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(8)の下限値を、0.13、0.15、0.18、0.20、0.23、さらに0.25に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0045] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$0.10 < \beta_{F1w} / \beta_{F2w} < 3.00 \quad \dots (9)$$

但し、 $\beta_{F1w}$  : 後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

$\beta_{F2w}$  : 後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も

像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[0046] 条件式(9)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率と、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率との適切な関係を規定するものである。条件式(9)を満足することで、広角端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0047] 条件式(9)の対応値が上限値を上回ると、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率が大きくなりすぎてしまう。そのため、広角端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(9)の上限値を、2.80、2.50、2.30、2.00、1.80、1.50、1.30、1.00、さらに0.90に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0048] 条件式(9)の対応値が下限値を下回ると、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率が大きくなりすぎてしまう。そのため、広角端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(9)の下限値を、0.20、0.35、0.50、0.55、0.58、さらに0.60に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0049] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$0.10 < \beta_{F1t} / \beta_{F2t} < 3.00 \quad \dots (10)$$

但し、 $\beta_{F1t}$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の望遠端状態におけ

る無限遠物体合焦時の合成横倍率

$\beta F 2 t$  : 後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[0050] 条件式(10)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の横倍率と、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率との適切な関係を規定するものである。条件式(10)を満足することで、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0051] 条件式(10)の対応値が上限値を上回ると、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率が大きくなりすぎてしまう。そのため、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(10)の上限値を、2.80、2.50、2.30、2.00、1.80、1.50、1.30、1.00、さらに0.80に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0052] 条件式(10)の対応値が下限値を下回ると、最も像側の合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の横倍率が大きくなりすぎてしまう。そのため、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(10)の下限値を、0.13、0.15、0.18、0.20、0.23、さらに0.25に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0053] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$0.50 < \beta F 1 w < 2.60 \quad \dots (11)$$

但し、 $\beta F 1 w$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

[0054] 条件式(11)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率について、適切な範囲を規定するものである。条件式(11)を満足することで、合焦の際の球面収差やコマ収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0055] 条件式(11)の対応値が上限値を上回ると、合焦の際の諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(11)の上限値を、2.58、2.55、2.00、1.80、1.50、1.30、さらに1.20に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0056] 条件式(11)の対応値が下限値を下回ると、合焦の際の諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(11)の下限値を、0.55、0.60、0.65、0.70、さらに0.73に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0057] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$0.20 < \beta F 2 w < 1.80 \quad \dots (12)$$

但し、 $\beta F 2 w$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[0058] 条件式(12)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率について、適切な範囲を規定するものである。条件式(12)を満足することで、合焦の際の球面収差やコマ収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0059] 条件式(12)の対応値が上限値を上回ると、合焦の際の諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(12)の上限値を、1.78、1.75

、1.73、1.70、1.68、さらに1.60に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするができる。

[0060] 条件式(12)の対応値が下限値を下回ると、合焦の際の諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(12)の下限値を、0.23、0.25、さらに0.28に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするができる。

[0061] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(13)を満足することが望ましい。

$$\{\beta F1w + (1/\beta F1w)\}^{-2} \leq 0.25 \quad \dots (13)$$

但し、 $\beta F1w$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

[0062] 条件式(13)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率について、適切な範囲を規定するものである。条件式(13)を満足することで、合焦の際の球面収差やコマ収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。条件式(13)の対応値が上限値を上回ると、合焦の際の諸収差の変動を抑えることが困難になる。

[0063] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(14)を満足することが望ましい。

$$\{\beta F2w + (1/\beta F2w)\}^{-2} \leq 0.25 \quad \dots (14)$$

但し、 $\beta F2w$ ：後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[0064] 条件式(14)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率について、適切な範囲を規定するものである。条件式(14)を満足することで、合焦の際の球面収差やコマ収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。条件式(14)の対応値が上限値を上回ると、合焦の際の諸収差

の変動を抑えることが困難になる。

[0065] 本実施形態に係る変倍光学系ZLにおいて、後続レンズ群GRは、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も像側の合焦レンズ群より像側に配置された、少なくとも一つのレンズ群を含むことが望ましい。これにより、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を効果的に抑えることができる。

[0066] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(15)を満足することが望ましい。

$$0.10 < |f_{Fs}| / |f_{RF}| < 4.00 \quad \dots (15)$$

但し、 $f_{RF}$ ：前記少なくとも一つのレンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズ群の焦点距離

[0067] 条件式(15)は、後続レンズ群GRに含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離と、最も像側の合焦レンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズ群の焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(15)を満足することで、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることができる。

[0068] 条件式(15)の対応値が上限値を上回ると、最も像側の合焦レンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(15)の上限値を、3.80、3.50、3.30、3.00、2.80、2.50、2.30、2.00、1.50、1.30、さらに1.00に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0069] 条件式(15)の対応値が下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が強くなるため、合焦の際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが困難になる。条件式(15)の下限値を、0.13、0.15、さらに0.18に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0070] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(16)を満足するこ

とが望ましい。

$$2\omega_w > 75.0^\circ \quad \dots (16)$$

但し、 $2\omega_w$ ：広角端状態における変倍光学系ZLの全画角

[0071] 条件式(16)は、広角端状態における変倍光学系ZLの全画角について、適切な範囲を規定するものである。条件式(16)を満足することで、画角の広い変倍光学系が得られるので好ましい。条件式(16)の下限値を、 $78.0^\circ$ 、 $80.0^\circ$ 、さらに $83.0^\circ$ に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0072] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(17)を満足することが望ましい。

$$f_t / f_w > 3.50 \quad \dots (17)$$

但し、 $f_t$ ：望遠端状態における変倍光学系ZLの焦点距離

[0073] 条件式(17)は、望遠端状態における変倍光学系ZLの焦点距離と、広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(17)を満足することで、変倍比の高い変倍光学系が得られるので好ましい。条件式(17)の下限値を、 $3.80$ 、 $4.00$ 、 $4.20$ 、さらに $4.40$ に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。

[0074] 本実施形態に係る変倍光学系ZLは、以下の条件式(18)を満足することが望ましい。

$$0.10 < (-f_N) / f_L < 1.00 \quad \dots (18)$$

但し、 $f_N$ ：変倍光学系ZLの像側から数えて2番目に配置されたレンズの焦点距離

$f_L$ ：変倍光学系ZLの最も像側に配置されたレンズの焦点距離

[0075] 条件式(18)は、変倍光学系ZLの像側から数えて2番目に配置されたレンズの焦点距離と、変倍光学系ZLの最も像側に配置されたレンズの焦点距離との適切な関係を規定するものである。条件式(18)を満足することで、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を良好に補正するこ

とができる。

[0076] 条件式(18)の対応値が上限値を上回ると、変倍光学系ZLの最も像側に配置されたレンズの屈折力が強くなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式(18)の上限値を、0.95、0.90、0.85、0.83、0.80、0.78、0.75、0.73、さらに0.70に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0077] 条件式(18)の対応値が下限値を下回ると、変倍光学系ZLの像側から数えて2番目に配置されたレンズの屈折力が強くなるため、広角端状態におけるコマ収差をはじめとする諸収差を補正することが困難になる。条件式(18)の下限値を、0.13、0.15、さらに0.18に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。

[0078] 続いて、図23を参照しながら、上述の変倍光学系ZLの製造方法について概説する。まず、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する前側レンズ群GAと、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2と、後続レンズ群GRとを配置する(ステップST1)。次に、変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化するように構成する(ステップST2)。次に、後続レンズ群GRの最も物体側に、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群GF1を配置し、後続レンズ群GRにおける第1の合焦レンズ群GF1より像側に、合焦の際に第1の合焦レンズ群GF1と異なる軌跡で光軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群を配置する(ステップST3)。次に、他の合焦レンズ群のうち第1の合焦レンズ群GF1に最も近い合焦レンズ群に、一つのレンズ成分を配置する(ステップST4)。そして、少なくとも上記条件式(1)を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する(ステップST5)。このような製造方法によれば、合焦の際の収差変動が少ない変倍光学系を製造することが可能になる。

## 実施例

[0079] 以下、本実施形態の実施例に係る変倍光学系Z Lを図面に基づいて説明する。図1、図4、図7、図10、図13、図16、図19は、第1～第7実施例に係る変倍光学系Z L {Z L (1)～Z L (7)}の構成及び屈折力配分を示す断面図である。第1～第7実施例に係る変倍光学系Z L (1)～Z L (7)の断面図では、無限遠から近距離物体に合焦する際の合焦群の光軸に沿った移動方向を「合焦」という文字とともに矢印で示している。第1～第7実施例に係る変倍光学系Z L (1)～Z L (7)の断面図では、広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際の各レンズ群の光軸に沿った移動方向を矢印で示している。

[0080] これら図1、図4、図7、図10、図13、図16、図19において、各レンズ群を符号Gと数字の組み合わせにより、各レンズを符号Lと数字の組み合わせにより、それぞれ表している。この場合において、符号、数字の種類および数が大きくなって煩雑化するのを防止するため、実施例毎にそれぞれ独立して符号と数字の組み合わせを用いてレンズ群等を表している。このため、実施例間で同一の符号と数字の組み合わせが用いられていても、同一の構成であることを意味するものではない。

[0081] 以下に表1～表7を示すが、この内、表1は第1実施例、表2は第2実施例、表3は第3実施例、表4は第4実施例、表5は第5実施例、表6は第6実施例、表7は第7実施例における各諸元データを示す表である。各実施例では収差特性の算出対象として、d線(波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )、g線(波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ )を選んでいる。

[0082] [全体諸元]の表において、fはレンズ全系の焦点距離、FNOはFナンバー、 $2\omega$ は画角(単位は $^{\circ}$ (度)で、 $\omega$ が半画角である)、 $Y_{max}$ は最大像高を示す。TLは無限遠合焦時の光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にBFを加えた距離を示し、BFは無限遠合焦時の光軸上でのレンズ最終面から像面Iまでの距離(バックフォーカス)を示す。なお、これらの値は、広角端(W)、望遠端(T)の各変倍状態におけるそれぞれについて示している。

[0083] また、[全体諸元]の表において、 $f_{M1w}$ は、広角端状態における第1中間レンズ群の焦点距離を示す。 $f_{M2w}$ は、広角端状態における第2中間レンズ群の焦点距離を示す。 $MTF1$ は、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の第1の合焦レンズ群の移動量の絶対値を示す。 $MTF2$ は、望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の他の合焦レンズ群のうち第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群の移動量の絶対値を示す。 $\beta_{F1w}$ は、後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率を示す。 $\beta_{F2w}$ は、後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率を示す。 $\beta_{F1t}$ は、後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率を示す。 $\beta_{F2t}$ は、後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の横倍率を示す。 $f_N$ は、変倍光学系の像側から数えて2番目に配置されたレンズの焦点距離を示す。 $f_L$ は、変倍光学系の最も像側に配置されたレンズの焦点距離を示す。 $f_{Rw}$ は、広角端状態における後続レンズ群の焦点距離を示す。

[0084] [レンズ諸元]の表において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序を示し、 $R$ は各光学面の曲率半径（曲率中心が像側に位置する面を正の値としている）、 $D$ は各光学面から次の光学面（又は像面）までの光軸上の距離である面間隔、 $n_d$ は光学部材の材料の $d$ 線に対する屈折率、 $\nu_d$ は光学部材の材料の $d$ 線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。曲率半径の「 $\infty$ 」は平面又は開口を、（絞り $S$ ）は開口絞り $S$ をそれぞれ示す。空気の屈折率 $n_d = 1.00000$ の記載は省略している。光学面が非球面である場合には面番号に\*印を付して、曲率半径 $R$ の欄には近軸曲率半径を示している。

[0085] [非球面データ]の表には、[レンズ諸元]に示した非球面について、そ

の形状を次式 (A) で示す。X (y) は非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離 (サグ量) を、R は基準球面の曲率半径 (近軸曲率半径) を、κ は円錐定数を、A<sub>i</sub> は第 i 次の非球面係数を示す。「E -n」は、「× 10<sup>-n</sup>」を示す。例えば、1.234E-05 = 1.234 × 10<sup>-5</sup> である。なお、2 次の非球面係数 A<sub>2</sub> は 0 であり、その記載を省略している。

$$[0086] \quad X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} \dots (A)$$

[0087] [可変間隔データ] の表には、[レンズ諸元] の表において面間隔が (D<sub>i</sub>) となっている面番号 i での面間隔を示す。また、[可変間隔データ] の表には、無限遠合焦状態での面間隔、および近距離合焦状態での面間隔を示す。

[0088] [レンズ群データ] の表には、各レンズ群のそれぞれの始面 (最も物体側の面) と焦点距離を示す。

[0089] 以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f、曲率半径 R、面間隔 D、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

[0090] ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での重複する説明は省略する。

[0091] (第 1 実施例)

第 1 実施例について、図 1 ~ 図 3 および表 1 を用いて説明する。図 1 は、第 1 実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第 1 実施例に係る変倍光学系 ZL (1) は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、負の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 と、正の屈折力を有する第 7 レンズ群 G 7 とから構成される。

広角端状態（W）から望遠端状態（T）に変倍する際、第1～第7レンズ群G1～G7が光軸に沿って物体側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。各レンズ群記号に付けている符号（+）もしくは（-）は各レンズ群の屈折力を示し、このことは以下の全ての実施例でも同様である。

- [0092] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。
- [0093] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、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との接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0094] 第3レンズ群G3は、両凸形状の正レンズL31から構成される。正レンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0095] 第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41と両凸形状の正レンズL42との接合正レンズと、両凸形状の正レンズL43と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL44との接合正レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL45と、から構成される。正メニスカスレンズL45は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0096] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51と、両凹形状の負レンズL52と、から構成される。
- [0097] 第6レンズ群G6は、両凹形状の負レンズL61から構成される。負レンズL61は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0098] 第7レンズ群G7は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL71から構成される。第7レンズ群G7の像側に、像面Iが配置される。

[0099] 本実施例では、第1レンズ群G1が、正の屈折力を有する前側レンズ群GAを構成する。第2レンズ群G2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1を構成する。第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2を構成する。第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6と、第7レンズ群G7とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群GRを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群GRを構成する第5レンズ群G5と第6レンズ群G6とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸に沿って像側へ移動する。すなわち、第5レンズ群G5が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第6レンズ群G6が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。

[0100] 以下の表1に、第1実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0101] (表1)

[全体諸元]

変倍比=4.74

$f_{M1w} = -17.655$

$f_{M2w} = 29.833$

$M_{TF1} = 0.344$

$M_{TF2} = 0.846$

$\beta_{F1w} = 1.071$

$\beta_{F2w} = 1.577$

$\beta_{F1t} = 1.111$

$\beta_{F2t} = 3.094$

$f_N = -38.218$

$f_L = 129.310$

$f_{Rw} = -46.388$

	W	M	T
f	24.700	84.962	116.999
FNO	4.07	4.07	4.07
$2\omega$	85.22	27.40	20.32

Y m a x	21.60	21.60	21.60
T L	128.45	162.37	178.87
B F	13.699	35.087	35.287

## [レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	$\nu$ d
物体面	$\infty$			
1	164.9399	2.000	1.73800	32.26
2	56.4260	7.579	1.59319	67.90
3	329.6967	0.200		
4	61.7045	5.273	1.81600	46.59
5	267.7629	(D5)		
6*	242.3772	1.500	1.81600	46.59
7	16.6184	5.149		
8	879.6675	1.000	1.58913	61.22
9	18.5708	4.233	1.95000	29.37
10	79.8132	2.602		
11	-27.5163	1.000	1.77250	49.62
12	-60.4508	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞りS)
14*	33.9421	3.661	1.74310	49.44
15	-231.3985	(D15)		
16	30.3875	1.000	1.88300	40.66
17	15.6459	6.192	1.49782	82.57
18	-453.7663	0.776		
19	575.4338	5.622	1.51680	64.14
20	-18.7425	1.000	2.00069	25.46
21	-32.0090	1.264		
22*	-70.8783	5.056	1.55332	71.67

23	-21.6449	(D23)		
24	-90.7732	3.558	1.94595	17.98
25	-39.1419	0.200		
26	-156.1339	1.000	1.90366	31.27
27	79.8952	(D27)		
28*	-85.4924	1.500	1.81600	46.59
29	49.4815	(D29)		
30	55.2902	3.197	1.90200	25.26
31	102.2388	BF		
像面	$\infty$			

[非球面データ]

第6面

$$\kappa = 1.0000, A4 = 5.35995E-06, A6 = -8.27153E-09, A8 = 2.12565E-11, A10 = -2.6052$$

6E-14

第14面

$$\kappa = 1.0000, A4 = -7.33442E-06, A6 = 4.81859E-09, A8 = -4.26147E-11, A10 = -2.531$$

96E-14

第22面

$$\kappa = 1.0000, A4 = -2.36052E-05, A6 = 6.01748E-09, A8 = 1.01789E-10, A10 = 1.24064$$

E-13

第28面

$$\kappa = 1.0000, A4 = -5.15978E-06, A6 = -5.92439E-09, A8 = 4.45911E-12, A10 = -6.108$$

97E-15

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

	W	M	T	W	M	T
D5	2.000	31.270	39.333	2.000	31.270	39.333
D12	17.917	3.226	2.000	17.917	3.226	2.000

D15	13.739	3.651	2.000	13.739	3.651	2.000
D23	6.364	2.978	2.000	6.466	3.278	2.344
D27	4.416	6.716	5.540	5.042	7.231	6.042
D29	3.757	12.879	26.147	3.029	12.064	25.302

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	97.130
G2	6	-17.655
G3	14	40.069
G4	16	35.478
G5	24	-320.573
G6	28	-38.218
G7	30	129.310

[0102] 図2 (A) は、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図2 (B) は、第1実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図3 (A) は、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図3 (B) は、第1実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。無限遠合焦時の各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高をそれぞれ示す。近距離合焦時の各収差図において、NAは開口数、Yは像高をそれぞれ示す。なお、球面収差図では最大口径に対応するFナンバーまたは開口数の値を示し、非点収差図および歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。dはd線（波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）、gはg線（波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ）をそれぞれ示す。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。なお、以下に示す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、重複する説明は省略する。

[0103] 各諸収差図より、第1実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけな

く近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0104] (第2実施例)

第2実施例について、図4～図6および表2を用いて説明する。図4は、第2実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第2実施例に係る変倍光学系ZL(2)は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、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、負の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7とから構成される。広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際、第1～第7レンズ群G1～G7が光軸に沿って物体側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。

[0105] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0106] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0107] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33と両凸形状の正レンズL34との接合正レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL35と、か

ら構成される。

[0108] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41と両凸形状の正レンズL42との接合正レンズから構成される。

[0109] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL51と、両凸形状の正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合正レンズと、から構成される。負メニスカスレンズL53は、像側のレンズ面が非球面である。

[0110] 第6レンズ群G6は、両凹形状の負レンズL61から構成される。負レンズL61は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0111] 第7レンズ群G7は、両凸形状の正レンズL71から構成される。第7レンズ群G7の像側に、像面Iが配置される。

[0112] 本実施例では、第1レンズ群G1が、正の屈折力を有する前側レンズ群GAを構成する。第2レンズ群G2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1を構成する。第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2を構成する。第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6と、第7レンズ群G7とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群GRを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群GRを構成する第5レンズ群G5が、光軸に沿って物体側へ移動し、後続レンズ群GRを構成する第6レンズ群G6が、光軸に沿って像側へ移動する。すなわち、第5レンズ群G5が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第6レンズ群G6が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。

[0113] 以下の表2に、第2実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0114] (表2)

[全体諸元]

変倍比=4.74

$f_{M1w} = -17.052$

$f_{M2w} = 29.062$

$$M T F 1 = 0.279$$

$$M T F 2 = 0.983$$

$$\beta F 1 w = 1.045$$

$$\beta F 2 w = 1.670$$

$$\beta F 1 t = 1.038$$

$$\beta F 2 t = 3.943$$

$$f N = -31.580$$

$$f L = 78.519$$

$$f R w = -61.009$$

	W	M	T
f	24.700	69.988	117.001
F N O	4.06	4.06	4.07
2 $\omega$	85.22	33.90	20.18
Y m a x	21.60	21.60	21.60
T L	134.46	162.88	189.46
B F	11.455	31.812	35.779

## [レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	$\nu d$
物体面	$\infty$			
1	158.1192	2.000	1.73800	32.36
2	69.8101	6.421	1.59319	67.90
3	308.6050	0.200		
4	66.9111	5.695	1.81600	46.59
5	207.3443	(D5)		
6*	78.5237	1.500	1.81600	46.59
7	16.7218	5.684		
8	-172.8187	1.000	1.80400	46.60
9	21.0165	4.905	1.90200	25.26
10	-209.4912	1.624		
11	-33.2740	1.000	1.81600	46.59
12	-156.9568	(D12)		
13	$\infty$	2.000		

(絞り S)

14	37.1973	2.686	1.80518	25.45
15	73.4737	0.200		
16	49.8914	3.509	1.59319	67.90
17	-304.2612	0.200		
18	35.7712	1.000	1.84850	43.79
19	16.8712	7.999	1.59319	67.90
20	-57.2564	1.355		
21	-36.5767	1.000	2.00069	25.46
22	-90.8325	(D22)		
23	39.2071	1.000	2.00069	25.46
24	25.6545	6.685	1.59319	67.90
25	-38.5079	(D25)		
26	-38.3881	1.000	1.94595	17.98
27	96.5319	0.415		
28	37.3704	7.406	1.89286	20.36
29	-30.3636	1.000	1.68893	31.16
30*	-185.8364	(D30)		
31*	-42.4996	1.500	1.81600	46.59
32	66.5016	(D32)		
33	148.1143	4.377	1.89286	20.36
34	-131.2552	BF		

像面  $\infty$

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000, A4=1.23369E-06, A6=-3.23247E-09, A8=-1.36560E-12, A10=3.4211$

1E-15

第30面

$\kappa=1.0000, A4=2.14045E-05, A6=-7.56199E-10, A8=-2.61800E-11, A10=1.9888$

2E-13

第31面

 $\kappa=1.0000, A4=-3.01641E-06, A6=-1.16781E-08, A8=-5.08849E-11, A10=3.003$ 

63E-13

[可変間隔データ]

	無限遠合焦状態			近距離合焦状態		
	W	M	T	W	M	T
D5	2.000	26.048	41.130	2.000	26.048	41.130
D12	21.130	5.163	2.000	21.130	5.163	2.000
D22	12.345	4.345	2.000	12.345	4.345	2.000
D25	2.023	7.035	9.889	2.000	6.858	9.610
D30	7.665	6.668	3.602	8.357	7.660	4.865
D32	4.476	8.453	21.695	3.807	7.637	20.712

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	111.149
G2	6	-17.052
G3	14	34.545
G4	23	40.961
G5	26	915.545
G6	31	-31.580
G7	33	78.519

[0115] 図5(A)は、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図5(B)は、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図6(A)は、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図6(B)は、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第2実施例に係る変倍光学系は、

無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0116] (第3実施例)

第3実施例について、図7～図9および表3を用いて説明する。図7は、第3実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第3実施例に係る変倍光学系ZL(3)は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、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、正の屈折力を有する第6レンズ群G6と、負の屈折力を有する第7レンズ群G7とから構成される。広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際、第1～第7レンズ群G1～G7が光軸に沿って物体側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。

[0117] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に平面を向けた平凹形状の負レンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0118] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合正レンズと、像側に平面を向けた平凹形状の負レンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0119] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33と、から構成される。正メニ

カスレンズL 3 1は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0120] 第4レンズ群G 4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 2と両凸形状の正レンズL 4 3との接合正レンズと、から構成される。

[0121] 第5レンズ群G 5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 1と、両凸形状の正レンズL 5 2と、から構成される。

[0122] 第6レンズ群G 6は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 6 1から構成される。正メニスカスレンズL 6 1は、像側のレンズ面が非球面である。

[0123] 第7レンズ群G 7は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL 7 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 7 2と、から構成される。第7レンズ群G 7の像側に、像面Iが配置される。

[0124] 本実施例では、第1レンズ群G 1が、正の屈折力を有する前側レンズ群G Aを構成する。第2レンズ群G 2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM 1を構成する。第3レンズ群G 3と、第4レンズ群G 4とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM 2を構成する。第5レンズ群G 5と、第6レンズ群G 6と、第7レンズ群G 7とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群G Rを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群G Rを構成する第5レンズ群G 5と第6レンズ群G 6とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸に沿って物体側へ移動する。すなわち、第5レンズ群G 5が、後続レンズ群G Rの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群G F 1に該当する。第6レンズ群G 6が、第1の合焦レンズ群G F 1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群G F 2に該当する。

[0125] 以下の表3に、第3実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0126] (表3)

[全体諸元]

変倍比=4.56

$f_{M1w} = -21.004$

$f_{M2w} = 33.500$

$M_{TF1} = 1.413$

$M_{TF2} = 0.980$

$\beta_{F1w} = 0.770$

$\beta_{F2w} = 0.954$

$\beta_{F1t} = 0.658$

$\beta_{F2t} = 0.946$

$f_N = -29.642$

$f_L = 97.753$

$f_{Rw} = -158.485$

	W	M	T
f	22.600	70.008	103.000
FNO	4.08	4.08	4.08
$2\omega$	91.54	32.98	22.38
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	139.45	164.17	199.46
BF	11.455	38.439	39.811

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n <sub>d</sub>	$\nu_d$
物体面	$\infty$			
1	$\infty$	2.000	1.84666	23.80
2	205.3318	6.252	1.59319	67.90
3	-265.8961	0.200		
4	76.0378	4.794	1.77250	49.62
5	155.1941	(D5)		
6*	118.3890	1.500	1.74389	49.53
7	19.9637	7.065		
8	-66.8860	1.000	1.59319	67.90
9	24.3441	6.322	1.68893	31.16
10	-44.9916	0.573		
11	-35.2853	1.000	1.81600	46.59

12	$\infty$	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞りS)
14*	53.1253	2.930	1.69343	53.30
15	3836.4092	0.200		
16	51.4447	4.772	1.59319	67.90
17	-49.9261	2.897		
18	-36.2339	1.000	1.83481	42.73
19	-1562.5863	(D19)		
20	41.8346	4.903	1.59319	67.90
21	-69.8682	0.200		
22	94.4862	1.000	1.81600	46.59
23	19.6322	7.665	1.49782	82.57
24	-56.1775	(D24)		
25	-29.1264	1.000	1.90200	25.26
26	-57.1334	2.304		
27	93.4868	5.411	1.80400	46.60
28	-48.3174	(D28)		
29	-85.5900	1.691	1.77387	47.25
30*	-67.1935	(D30)		
31	-56.6426	1.000	1.83481	42.73
32	44.2945	2.378		
33	64.6533	3.175	1.94595	17.98
34	209.7975	BF		

像面  $\infty$

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000, A4=2.28381E-06, A6=-1.46352E-09, A8=-1.25256E-12, A10=5.3601$

9E-15

## 第 14 面

 $\kappa=1.0000, A4=-2.87497E-06, A6=1.67465E-09, A8=-4.38683E-12, A10=-1.606$ 

47E-15

## 第 30 面

 $\kappa=1.0000, A4=9.04034E-06, A6=8.01114E-10, A8=6.16585E-12, A10=-1.63681$ 

E-14

[可変間隔データ]

	無限遠合焦状態			近距離合焦状態		
	W	M	T	W	M	T
D5	2.000	16.912	51.168	2.000	16.912	51.168
D12	23.202	2.589	2.000	23.202	2.589	2.000
D19	10.189	2.436	2.000	10.189	2.436	2.000
D24	5.554	14.413	18.443	4.619	13.500	17.030
D28	2.044	8.464	8.285	2.513	8.681	8.718
D30	9.778	5.681	2.517	10.245	6.377	3.497

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	157.131
G2	6	-22.004
G3	14	59.544
G4	20	43.565
G5	25	84.112
G6	29	388.390
G7	31	-43.760

[0127] 図 8 (A) は、第 3 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図 8 (B) は、第 3 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図 9 (A) は、第 3 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

図9（B）は、第3実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第3実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0128] （第4実施例）

第4実施例について、図10～図12および表4を用いて説明する。図10は、第4実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第4実施例に係る変倍光学系ZL（4）は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、負の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7とから構成される。広角端状態（W）から望遠端状態（T）に変倍する際、第1～第6レンズ群G1～G6が光軸に沿って物体側へ移動し、第7レンズ群G7が光軸に沿って一旦物体側へ移動してから像側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。

[0129] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0130] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、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との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。

- [0131] 第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32と、から構成される。正メニスカスレンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0132] 第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL41と両凸形状の正レンズL42との接合正レンズと、両凸形状の正レンズL43と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL44との接合負レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL45と、から構成される。正メニスカスレンズL45は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0133] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と、両凹形状の負レンズL52と、から構成される。
- [0134] 第6レンズ群G6は、両凹形状の負レンズL61から構成される。負レンズL61は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0135] 第7レンズ群G7は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL71から構成される。第7レンズ群G7の像側に、像面Iが配置される。
- [0136] 本実施例では、第1レンズ群G1が、正の屈折力を有する前側レンズ群GAを構成する。第2レンズ群G2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1を構成する。第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2を構成する。第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6と、第7レンズ群G7とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群GRを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群GRを構成する第5レンズ群G5と第6レンズ群G6とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸に沿って像側へ移動する。すなわち、第5レンズ群G5が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第6レンズ群G6が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。
- [0137] 以下の表4に、第4実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0138] (表4)

[全体諸元]

変倍比=7.85

f M 1 w = -17.910

f M 2 w = 29.807

M T F 1 = 0.411

M T F 2 = 0.952

 $\beta$  F 1 w = 1.005 $\beta$  F 2 w = 1.561 $\beta$  F 1 t = 1.019 $\beta$  F 2 t = 3.610

f N = -35.994

f L = 170.661

f R w = -44.489

	W	M	T
f	24.700	104.937	194.000
F N O	4.02	5.60	6.42
2 $\omega$	85.20	22.32	12.46
Y m a x	21.60	21.60	21.60
T L	130.17	173.77	204.45
B F	12.455	42.064	38.864

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	$\nu$ d
物体面	$\infty$			
1	143.1350	2.000	1.73800	32.33
2	54.4612	7.561	1.59319	67.90
3	300.0372	0.200		
4	69.5685	5.062	1.77250	49.62
5	409.0849	(D5)		
6*	350.7774	1.500	1.88202	37.22
7	18.4546	4.874		
8	680.4222	1.000	1.49782	82.57
9	19.1843	4.572	1.85000	27.03

10	106.5036	1.893		
11	-45.6629	1.000	1.77250	49.62
12	1027.7309	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞りS)
14*	29.9260	2.529	1.67798	54.89
15	104.6758	0.200		
16	37.9415	1.902	1.80809	22.74
17	50.9616	(D17)		
18	24.4645	1.758	1.90265	35.77
19	14.5575	6.153	1.49782	82.57
20	-102.7198	0.611		
21	1507.9760	4.275	1.51680	64.13
22	-24.0428	1.000	2.00069	25.46
23	-87.8436	0.355		
24*	-128.1468	4.545	1.55332	71.68
25	-20.7344	(D25)		
26	738.8688	4.696	1.80809	22.74
27	-32.2613	0.200		
28	-47.0892	1.000	1.81600	46.59
29	81.3412	(D29)		
30*	-59.9653	1.500	1.77387	47.25
31	52.5852	(D31)		
32	51.1837	3.083	1.68893	31.16
33	88.4174	BF		
像面	$\infty$			

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000$ ,  $A4=3.16658E-06$ ,  $A6=-5.96049E-09$ ,  $A8=1.61416E-11$ ,  $A10=-2.6253$

2E-14

第 1 4 面

 $\kappa=1.0000, A4=-7.64081E-06, A6=-1.02540E-08, A8=8.93373E-11, A10=-6.512$ 

64E-13

第 2 4 面

 $\kappa=1.0000, A4=-3.12885E-05, A6=3.71787E-08, A8=-1.70544E-10, A10=1.4054$ 

4E-12

第 3 0 面

 $\kappa=1.0000, A4=-5.46471E-06, A6=-2.65649E-0, A8=1.47492E-10, A10=-2.9821$ 

6E-13

[可変間隔データ]

	無限遠合焦状態			近距離合焦状態		
	W	M	T	W	M	T
D5	2.010	35.817	51.220	2.010	35.817	51.220
D12	21.188	4.932	2.030	21.188	4.932	2.030
D17	13.539	4.497	2.000	13.539	4.497	2.000
D25	7.124	3.715	2.000	7.265	4.018	2.411
D29	4.593	6.548	4.486	5.167	7.059	5.027
D31	3.794	10.730	38.386	3.078	9.916	37.434

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	103.273
G2	6	-17.910
G3	14	44.938
G4	18	37.783
G5	26	-980.001
G6	30	-35.994
G7	32	170.661

[0139] 図11(A)は、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図11(B)は、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図12(A)は、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図12(B)は、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第4実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0140] (第5実施例)

第5実施例について、図13～図15および表5を用いて説明する。図13は、第5実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第5実施例に係る変倍光学系ZL(5)は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、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、負の屈折力を有する第6レンズ群G6と、負の屈折力を有する第7レンズ群G7と、正の屈折力を有する第8レンズ群G8とから構成される。広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際、第1～第7レンズ群G1～G7が光軸に沿って物体側へ移動し、第8レンズ群G8が光軸に沿って一旦物体側へ移動してから像側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第4レンズ群G4とともに光軸に沿って移動する。

[0141] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0142] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負

レンズL 2 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 2 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 3 との接合正レンズと、から構成される。負レンズL 2 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。

- [0143] 第3レンズ群G 3 は、両凹形状の負レンズL 3 1 から構成される。
- [0144] 第4レンズ群G 4 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 2 と、から構成される。正メニスカスレンズL 4 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0145] 第5レンズ群G 5 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5 1 と両凸形状の正レンズL 5 2 との接合正レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 4 との接合負レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 5 と、から構成される。正メニスカスレンズL 5 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0146] 第6レンズ群G 6 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 6 1 と、両凹形状の負レンズL 6 2 と、から構成される。
- [0147] 第7レンズ群G 7 は、両凹形状の負レンズL 7 1 から構成される。負レンズL 7 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。
- [0148] 第8レンズ群G 8 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 8 1 から構成される。第8レンズ群G 8 の像側に、像面I が配置される。
- [0149] 本実施例では、第1レンズ群G 1 が、正の屈折力を有する前側レンズ群G A を構成する。第2レンズ群G 2 と、第3レンズ群G 3 とが、全体として負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM 1 を構成する。第4レンズ群G 4 と、第5レンズ群G 5 とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM 2 を構成する。第6レンズ群G 6 と、第7レンズ群G 7 と、第8レンズ群G 8 とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群G R を構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群G R を構成する第6レンズ群G 6 と第7レンズ群G 7 とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸

に沿って像側へ移動する。すなわち、第6レンズ群G6が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第7レンズ群G7が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。

[0150] 以下の表5に、第5実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0151] (表5)

[全体諸元]

変倍比=7.85

$f_{M1w} = -17.295$

$f_{M2w} = 29.310$

$MTF1 = 0.371$

$MTF2 = 0.950$

$\beta_{F1w} = 1.002$

$\beta_{F2w} = 1.550$

$\beta_{F1t} = 1.016$

$\beta_{F2t} = 3.590$

$f_N = -36.530$

$f_L = 180.299$

$f_{Rw} = -44.658$

	W	M	T
f	24.700	104.916	193.992
FNO	3.98	5.60	6.48
$2\omega$	85.20	22.32	12.46
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	129.45	174.02	204.45
BF	12.454	43.256	39.757

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	$\nu_d$
物体面	$\infty$			
1	140.6369	2.000	1.73800	32.33
2	54.2993	7.774	1.59319	67.90
3	306.9344	0.200		
4	70.1192	5.137	1.77250	49.62

5	433.0896	(D5)		
6*	-348.9741	1.500	1.88202	37.22
7	18.5669	4.368		
8	132.2861	1.000	1.49782	82.57
9	19.1562	4.619	1.85000	27.03
10	92.2216	(D10)		
11	-59.9587	1.000	1.77250	49.62
12	207.6789	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞りS)
14*	29.0382	2.246	1.67798	54.89
15	56.3251	0.200		
16	35.5481	2.153	1.80809	22.74
17	64.9456	(D17)		
18	22.8201	1.147	1.90265	35.77
19	14.0716	6.794	1.49782	82.57
20	-62.9717	0.250		
21	-578.5647	3.866	1.51680	64.13
22	-26.3104	1.000	2.00069	25.46
23	-262.9123	0.400		
24*	-252.2011	4.807	1.55332	71.68
25	-20.2354	(D25)		
26	406.6131	4.916	1.80809	22.74
27	-31.2178	0.200		
28	-44.1001	1.000	1.81600	46.59
29	76.8052	(D29)		
30*	-65.9674	1.500	1.77387	47.25
31	49.9596	(D31)		
32	48.7044	2.979	1.68893	31.16

33            78.1205            BF

像面             $\infty$

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000, A4=6.01924E-06, A6=-9.78216E-09, A8=1.91188E-11, A10=-2.5458$   
1E-14

第14面

$\kappa=1.0000, A4=-8.67328E-06, A6=-1.41146E-08, A8=1.05557E-10, A10=-7.155$   
18E-13

第24面

$\kappa=1.0000, A4=-3.58225E-05, A6=5.16946E-08, A8=-2.69722E-10, A10=2.2542$   
5E-12

第30面

$\kappa=1.0000, A4=-5.04731E-06, A6=-3.08030E-08, A8=1.84868E-10, A10=-5.036$   
72E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

	W	M	T	W	M	T
D5	2.591	35.849	51.107	2.591	35.849	51.107
D10	2.474	1.925	1.779	2.474	1.925	1.779
D12	19.518	4.834	2.144	19.518	4.834	2.144
D17	13.288	4.561	2.000	13.288	4.561	2.000
D25	7.742	3.790	2.000	7.926	4.060	2.371
D29	4.510	6.280	4.193	5.056	6.817	4.772
D31	3.824	10.476	38.417	3.094	9.669	37.467

[レンズ群データ]

群            始面            焦点距離

G1            1            101.843

G2	6	-28.919
G3	11	-60.130
G4	14	45.188
G5	18	37.275
G6	26	-979.922
G7	30	-36.530
G8	32	180.299

[0152] 図14(A)は、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図14(B)は、第5実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図15(A)は、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図15(B)は、第5実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第5実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0153] (第6実施例)

第6実施例について、図16～図18および表6を用いて説明する。図16は、第6実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第6実施例に係る変倍光学系ZL(6)は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7と、負の屈折力を有する第8レンズ群G8とから構成される。広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際、第1～第8レンズ群G1～G8が光軸に沿って物体側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞

りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。

[0154] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0155] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0156] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凸形状の正レンズL32と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33と、から構成される。正メニスカスレンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0157] 第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL41と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL42と両凸形状の正レンズL43との接合負レンズと、から構成される。

[0158] 第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL51から構成される。

[0159] 第6レンズ群G6は、両凸形状の正レンズL61から構成される。

[0160] 第7レンズ群G7は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL71から構成される。正メニスカスレンズL71は、像側のレンズ面が非球面である。

[0161] 第8レンズ群G8は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL81と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL82と、から構成される。第8レンズ群G8の像側に、像面Iが配置される。

[0162] 本実施例では、第1レンズ群G1が、正の屈折力を有する前側レンズ群GAを構成する。第2レンズ群G2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群

GM1を構成する。第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2を構成する。第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6と、第7レンズ群G7と、第8レンズ群G8とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群GRを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群GRを構成する第5レンズ群G5と第6レンズ群G6と第7レンズ群G7とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸に沿って物体側へ移動する。すなわち、第5レンズ群G5が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第6レンズ群G6が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。第7レンズ群G7が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第3の合焦レンズ群GF3に該当する。

[0163] 以下の表6に、第6実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0164] (表6)

[全体諸元]

変倍比=4.70

$f_{M1w} = -19.907$

$f_{M2w} = 32.581$

$MTF1 = 2.249$

$MTF2 = 2.096$

$\beta_{F1w} = 0.765$

$\beta_{F2w} = 0.949$

$\beta_{F1t} = 0.684$

$\beta_{F2t} = 0.943$

$f_N = -37.608$

$f_L = 176.733$

$f_{Rw} = -190.173$

	W	M	T
f	24.700	70.009	115.999
FNO	4.06	4.02	4.12
$2\omega$	86.44	32.64	19.92
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	139.45	169.68	199.08

B F            12.344            33.226            39.472

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	$\nu$ d
物体面	$\infty$			
1	462.2978	2.000	1.84666	23.80
2	117.9843	7.772	1.59319	67.90
3	-332.8090	0.200		
4	68.5981	5.329	1.77250	49.62
5	140.6044	(D5)		
6*	102.1762	1.500	1.74389	49.53
7	20.0193	7.301		
8	-53.3166	1.000	1.59319	67.90
9	23.3630	6.829	1.68893	31.16
10	-34.9416	0.488		
11	-29.8911	1.000	1.81600	46.59
12	771.9204	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞りS)
14*	64.5221	2.313	1.69343	53.30
15	218.6309	0.200		
16	42.2294	5.148	1.59319	67.90
17	-50.9166	0.846		
18	-38.4211	1.000	1.83481	42.73
19	-121.6787	(D19)		
20	50.5091	4.565	1.59319	67.90
21	-73.4692	0.200		
22	144.3902	1.000	1.81600	46.59
23	20.8080	7.069	1.49782	82.57
24	-58.5658	(D24)		

25	-36.5746	1.000	1.90200	25.26
26	-88.6629	(D26)		
27	78.2651	5.215	1.80400	46.60
28	-61.1685	(D28)		
29	-115.4337	1.682	1.77387	47.25
30*	-84.6141	(D30)		
31	-93.1742	1.000	1.83481	42.73
32	47.5819	1.399		
33	51.8920	2.458	1.94594	17.98
34	73.5164	BF		
像面	$\infty$			

[非球面データ]

第6面

$$\kappa = 1.0000, A4 = 1.46132E-06, A6 = -1.42920E-09, A8 = 2.79764E-12, A10 = 5.33710$$

E-15

第14面

$$\kappa = 1.0000, A4 = -3.76343E-06, A6 = 1.16052E-09, A8 = -1.11309E-11, A10 = 1.9606$$

6E-14

第30面

$$\kappa = 1.0000, A4 = 9.30832E-06, A6 = 3.85397E-09, A8 = -9.94633E-12, A10 = 2.27044$$

E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

	W	M	T	W	M	T
D5	2.000	24.468	49.503	2.000	24.468	49.503
D12	20.478	3.818	2.074	20.478	3.818	2.074
D19	8.916	3.265	2.000	8.916	3.265	2.000
D24	6.612	13.356	22.504	5.023	11.937	20.255

D26	3.664	3.898	2.010	3.909	4.002	2.162
D28	3.789	9.856	8.781	4.421	10.371	9.746
D30	11.138	7.275	2.224	11.850	8.075	3.355

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	134.376
G2	6	-19.907
G3	14	53.036
G4	20	55.179
G5	25	-69.654
G6	27	43.428
G7	29	399.999
G8	31	-47.335

[0165] 図17(A)は、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図17(B)は、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図18(A)は、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図18(B)は、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第6実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0166] (第7実施例)

第7実施例について、図19～図21および表7を用いて説明する。図19は、第7実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。第7実施例に係る変倍光学系ZL(7)は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レ

レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7と、負の屈折力を有する第8レンズ群G8とから構成される。広角端状態(W)から望遠端状態(T)に変倍する際、第1～第8レンズ群G1～G8が光軸に沿って物体側へ移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配設される。変倍の際、開口絞りSは、第3レンズ群G3とともに光軸に沿って移動する。

[0167] 第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、から構成される。

[0168] 第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合正レンズと、像側に平面を向けた平凹形状の負レンズL24と、から構成される。負メニスカスレンズL21は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0169] 第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と、から構成される。正レンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0170] 第4レンズ群G4は、両凹形状の負レンズL41から構成される。

[0171] 第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL52と両凸形状の正レンズL53との接合正レンズと、から構成される。

[0172] 第6レンズ群G6は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL61と、両凸形状の正レンズL62と、から構成される。

[0173] 第7レンズ群G7は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL71から構成される。正メニスカスレンズL71は、像側のレンズ面が非球面であ

る。

[0174] 第8レンズ群G8は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL81と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL82と、から構成される。第8レンズ群G8の像側に、像面Iが配置される。

[0175] 本実施例では、第1レンズ群G1が、正の屈折力を有する前側レンズ群GAを構成する。第2レンズ群G2が、負の屈折力を有する第1中間レンズ群GM1を構成する。第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5とが、全体として正の屈折力を有する第2中間レンズ群GM2を構成する。第6レンズ群G6と、第7レンズ群G7と、第8レンズ群G8とが、全体として負の屈折力を有する後続レンズ群GRを構成する。無限遠物体から近距離物体への合焦の際、後続レンズ群GRを構成する第6レンズ群G6と第7レンズ群G7とが、互いに異なる軌跡（移動量）で光軸に沿って物体側へ移動する。すなわち、第6レンズ群G6が、後続レンズ群GRの最も物体側に配置された第1の合焦レンズ群GF1に該当する。第7レンズ群G7が、第1の合焦レンズ群GF1より像側に配置された他の合焦レンズ群である第2の合焦レンズ群GF2に該当する。

[0176] 以下の表7に、第7実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0177] (表7)

[全体諸元]

変倍比=4.56

$f_{M1w} = -20.363$

$f_{M2w} = 33.345$

$M_{T1} = 1.381$

$M_{T2} = 0.984$

$\beta_{F1w} = 0.763$

$\beta_{F2w} = 0.948$

$\beta_{F1t} = 0.650$

$\beta_{F2t} = 0.940$

$f_N = -30.226$

$f_L = 100.683$

$f_{Rw} = -177.170$

	W	M	T
f	22.600	70.004	103.000

F N O	4.09	4.09	4.08
2 $\omega$	91.56	33.96	22.38
Y m a x	21.60	21.60	21.60
T L	139.45	165.05	199.45
B F	11.779	38.577	39.906

## [レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	$\nu$ d
物体面	$\infty$			
1	6659.3699	2.000	1.84666	23.80
2	195.3556	6.352	1.59319	67.90
3	-273.7600	0.200		
4	73.6739	4.876	1.77250	49.62
5	149.1863	(D5)		
6*	113.0230	1.500	1.74389	49.53
7	19.5406	7.132		
8	-63.0618	1.000	1.59319	67.90
9	24.3284	6.267	1.68893	31.16
10	-43.5952	0.573		
11	-34.2926	1.000	1.81600	46.59
12	$\infty$	(D12)		
13	$\infty$	2.000		(絞り S)
14*	57.8680	3.090	1.69343	53.30
15	-302.2108	0.200		
16	48.4547	4.785	1.59319	67.90
17	-53.3050	(D17)		
18	-38.1755	1.000	1.83481	42.730
19	616.7068	(D19)		
20	42.1940	4.851	1.59319	67.90

21	-69.0643	0.200		
22	98.4698	1.000	1.81600	46.59
23	19.6428	7.597	1.49782	82.57
24	-56.1321	(D24)		
25	-29.3608	1.000	1.90200	25.26
26	-58.1915	1.995		
27	90.0589	5.380	1.80400	46.60
28	-48.9540	(D28)		
29	-85.0115	1.709	1.77387	47.25
30*	-65.3126	(D30)		
31	-62.1123	1.000	1.83481	42.73
32	42.8077	3.227		
33	69.1642	3.143	1.94594	17.98
34	247.0342	BF		

像面 ∞

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000, A4=2.33500E-06, A6=-8.92215E-10, A8=-3.76442E-12, A10=9.61354E-15$

第14面

$\kappa=1.0000, A4=-2.41342E-06, A6=1.12249E-09, A8=-3.73343E-13, A10=-1.07003E-14$

第30面

$\kappa=1.0000, A4=9.05002E-06, A6=4.53686E-10, A8=5.24788E-12, A10=-1.61841E-14$

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

W M T W M T

D5	2.000	17.263	50.507	2.000	17.263	50.507
D12	22.632	2.617	2.000	22.632	2.617	2.000
D17	2.327	2.925	2.897	2.327	2.925	2.897
D19	10.846	2.372	2.000	10.846	2.372	2.000
D24	5.406	14.281	18.351	4.526	13.387	16.970
D28	2.000	8.343	8.382	2.443	8.546	8.779
D30	9.389	5.598	2.334	9.827	6.289	3.318

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	153.821
G2	6	-20.363
G3	14	27.666
G4	18	-43.034
G5	20	44.173
G6	25	84.579
G7	29	350.941
G8	31	-44.997

[0178] 図20(A)は、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図20(B)は、第7実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図21(A)は、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態における近距離合焦時の諸収差図である。図21(B)は、第7実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第7実施例に係る変倍光学系は、無限遠合焦時だけでなく近距離合焦時においても、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

[0179] 次に、[条件式対応値]の表を下記に示す。この表には、各条件式(1)～(18)に対応する値を、全実施例(第1～第7実施例)について纏めて

示す。

- 条件式 (1)  $-6.00 < f F_s / f_w < 6.00$
- 条件式 (2)  $2.00 < f_1 / f_w < 8.00$
- 条件式 (3)  $0.10 < B F_w / f_w < 1.00$
- 条件式 (4)  $0.20 < |f F_s| / f_1 < 2.00$
- 条件式 (5)  $1.50 < |f F_s| / (-f M_{1w}) < 5.00$
- 条件式 (6)  $0.90 < |f F_s| / f M_{2w} < 4.00$
- 条件式 (7)  $0.20 < f_1 / (-f R_w) < 5.00$
- 条件式 (8)  $0.10 < M T F_1 / M T F_2 < 3.00$
- 条件式 (9)  $0.10 < \beta F_{1w} / \beta F_{2w} < 3.00$
- 条件式 (10)  $0.10 < \beta F_{1t} / \beta F_{2t} < 3.00$
- 条件式 (11)  $0.50 < \beta F_{1w} < 2.60$
- 条件式 (12)  $0.20 < \beta F_{2w} < 1.80$
- 条件式 (13)  $\{\beta F_{1w} + (1 / \beta F_{1w})\}^{-2} \leq 0.25$
- 条件式 (14)  $\{\beta F_{2w} + (1 / \beta F_{2w})\}^{-2} \leq 0.25$
- 条件式 (15)  $0.10 < |f F_s| / |f R F| < 4.00$
- 条件式 (16)  $2 \omega_w > 75.0^\circ$
- 条件式 (17)  $f_t / f_w > 3.50$
- 条件式 (18)  $0.10 < (-f N) / f L < 1.00$

[0180] [条件式対応値] (第1～第4実施例)

条件式	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例
(1)	-1.547	-1.279	3.722	-1.457
(2)	3.932	4.500	6.953	4.181
(3)	0.555	0.464	0.507	0.504
(4)	0.393	0.284	0.535	0.349
(5)	2.165	1.852	4.005	2.010
(6)	1.281	1.087	2.511	1.208
(7)	2.094	1.822	0.991	2.321

( 8 )	0.407	0.284	1.442	0.432
( 9 )	0.679	0.626	0.807	0.644
( 1 0 )	0.359	0.263	0.695	0.282
( 1 1 )	1.071	1.045	0.770	1.005
( 1 2 )	1.577	1.670	0.954	1.561
( 1 3 )	0.249	0.250	0.234	0.250
( 1 4 )	0.205	0.194	0.249	0.206
( 1 5 )	0.296	0.402	1.922	0.211
( 1 6 )	85.22	85.22	91.54	85.20
( 1 7 )	4.737	4.737	4.558	7.854
( 1 8 )	0.296	0.402	0.303	0.211

[条件式対応値] (第5～第7実施例)

条件式	第5実施例	第6実施例	第7実施例
( 1 )	-1.479	1.758	3.742
( 2 )	4.123	5.440	6.806
( 3 )	0.504	0.500	0.521
( 4 )	0.359	0.323	0.550
( 5 )	2.112	2.182	4.154
( 6 )	1.246	1.333	2.537
( 7 )	2.280	0.707	0.868
( 8 )	0.391	1.073	1.403
( 9 )	0.647	0.806	0.805
( 1 0 )	0.283	0.725	0.692
( 1 1 )	1.002	0.765	0.763
( 1 2 )	1.550	0.949	0.948
( 1 3 )	0.250	0.233	0.233
( 1 4 )	0.208	0.249	0.249
( 1 5 )	0.203	0.917	1.880

(16)	85.20	86.44	91.56
(17)	7.854	4.696	4.558
(18)	0.203	0.213	0.300

[0181] 上記各実施例によれば、合焦レンズ群を小型軽量化することで、鏡筒を大型化することなく、静粛で高速なフォーカシング（合焦）を実現することができる。また、広角端状態から望遠端状態への変倍の際の収差変動、および無限遠物体から近距離物体への合焦の際の収差変動が少ない変倍光学系を実現することができる。

[0182] 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。

[0183] 以下の内容は、本実施形態の変倍光学系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。

[0184] 本実施形態の変倍光学系の実施例として7群構成および8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、9群等）の変倍光学系を構成することもできる。具体的には、本実施形態の変倍光学系の最も物体側や最も像面側にレンズ又はレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

[0185] 単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としても良い。合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モータ等を用いた）モータ駆動にも適している。

[0186] レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させ、または、光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としても良い。

[0187] レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工および組立調整が容易になり、加工および組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ま

しい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。

[0188] レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれでも構わない。また、レンズ面は回折面としても良く、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしても良い。

[0189] 開口絞りは、第2レンズ群と第3レンズ群との間、または第3レンズ群と第4レンズ群との間に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用しても良い。

[0190] 各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し、コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施しても良い。

#### 符号の説明

[0191]	G 1	第1レンズ群	G 2	第2レンズ群
	G 3	第3レンズ群	G 4	第4レンズ群
	G 5	第5レンズ群	G 6	第6レンズ群
	G 7	第7レンズ群	G 8	第8レンズ群
	I	像面	S	開口絞り

## 請求の範囲

[請求項1] 光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する前側レンズ群と、負の屈折力を有する第1中間レンズ群と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群と、後続レンズ群とを有し、

変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、

前記後続レンズ群は、前記後続レンズ群の最も物体側に配置され、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群と、前記第1の合焦レンズ群より像側に配置され、合焦の際に前記第1の合焦レンズ群と異なる軌跡で光軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含み、

前記他の合焦レンズ群のうち前記第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成され、

以下の条件式を満足する変倍光学系。

$$-6.00 < f_{Fs} / f_w < 6.00$$

但し、 $f_{Fs}$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[請求項2] 以下の条件式を満足する請求項1に記載の変倍光学系。

$$2.00 < f_1 / f_w < 8.00$$

但し、 $f_1$ ：前記前側レンズ群の焦点距離

[請求項3] 以下の条件式を満足する請求項1または2に記載の変倍光学系。

$$0.10 < B_{Fw} / f_w < 1.00$$

但し、 $B_{Fw}$ ：広角端状態における前記変倍光学系のバックフォーカス

[請求項4] 以下の条件式を満足する請求項1～3のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.20 < |f_{Fs}| / f_1 < 2.00$$

但し、 $f_1$ ：前記前側レンズ群の焦点距離

[請求項5] 以下の条件式を満足する請求項1～4のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$1.50 < |f_{Fs}| / (-f_{M1w}) < 5.00$$

但し、 $f_{M1w}$ ：広角端状態における前記第1中間レンズ群の焦点距離

[請求項6] 以下の条件式を満足する請求項1～5のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.90 < |f_{Fs}| / f_{M2w} < 4.00$$

但し、 $f_{M2w}$ ：広角端状態における前記第2中間レンズ群の焦点距離

[請求項7] 以下の条件式を満足する請求項1～6のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.20 < f_1 / (-f_{Rw}) < 5.00$$

但し、 $f_1$ ：前記前側レンズ群の焦点距離

$f_{Rw}$ ：広角端状態における前記後続レンズ群の焦点距離

[請求項8] 以下の条件式を満足する請求項1～7のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.10 < MTF_1 / MTF_2 < 3.00$$

但し、 $MTF_1$ ：望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の前記第1の合焦レンズ群の移動量の絶対値

$MTF_2$ ：望遠端状態における無限遠物体から近距離物体への合焦の際の前記他の合焦レンズ群のうち前記第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群の移動量の絶対値

[請求項9] 以下の条件式を満足する請求項1～8のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.10 < \beta_{F1w} / \beta_{F2w} < 3.00$$

但し、 $\beta_{F1w}$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角

端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

$\beta F 2 w$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[請求項10] 以下の条件式を満足する請求項1～9のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.10 < \beta F 1 t / \beta F 2 t < 3.00$$

但し、 $\beta F 1 t$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

$\beta F 2 t$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の望遠端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[請求項11] 以下の条件式を満足する請求項1～10のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.50 < \beta F 1 w < 2.60$$

但し、 $\beta F 1 w$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

[請求項12] 以下の条件式を満足する請求項1～11のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.20 < \beta F 2 w < 1.80$$

但し、 $\beta F 2 w$  : 前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[請求項13] 以下の条件式を満足する請求項1～12のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$\{\beta F 1 w + (1 / \beta F 1 w)\}^{-2} \leq 0.25$$

但し、 $\beta F 1 w$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群より物体側に位置する合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の合成横倍率

[請求項14] 以下の条件式を満足する請求項1～13のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$\{\beta F 2 w + (1 / \beta F 2 w)\}^{-2} \leq 0.25$$

但し、 $\beta F 2 w$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち、最も像側の合焦レンズ群の広角端状態における無限遠物体合焦時の横倍率

[請求項15] 前記後続レンズ群は、前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち最も像側の合焦レンズ群より像側に配置された、少なくとも一つのレンズ群を含む請求項1～14のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項16] 以下の条件式を満足する請求項15に記載の変倍光学系。

$$0.10 < |f F s| / |f R F| < 4.00$$

但し、 $f R F$ ：前記少なくとも一つのレンズ群のうち、前記最も像側の合焦レンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズ群の焦点距離

[請求項17] 以下の条件式を満足する請求項1～16のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$2\omega w > 75.0^\circ$$

但し、 $2\omega w$ ：広角端状態における前記変倍光学系の全画角

[請求項18] 以下の条件式を満足する請求項1～17のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$f t / f w > 3.50$$

但し、 $f t$ ：望遠端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[請求項19] 以下の条件式を満足する請求項1～18のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.10 < (-f N) / f L < 1.00$$

但し、 $f_N$ ：前記変倍光学系の像側から数えて2番目に配置されたレンズの焦点距離

$f_L$ ：前記変倍光学系の最も像側に配置されたレンズの焦点距離

[請求項20] 請求項1～19のいずれか一項に記載の変倍光学系を備えて構成される光学機器。

[請求項21] 光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する前側レンズ群と、負の屈折力を有する第1中間レンズ群と、正の屈折力を有する第2中間レンズ群と、後続レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、

変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、

前記後続レンズ群は、前記後続レンズ群の最も物体側に配置され、合焦の際に光軸に沿って移動する第1の合焦レンズ群と、前記第1の合焦レンズ群より像側に配置され、合焦の際に前記第1の合焦レンズ群と異なる軌跡で光軸に沿って移動する少なくとも一つの他の合焦レンズ群とを含み、

前記他の合焦レンズ群のうち前記第1の合焦レンズ群に最も近い合焦レンズ群は、1つのレンズ成分から構成され、

以下の条件式を満足するように、

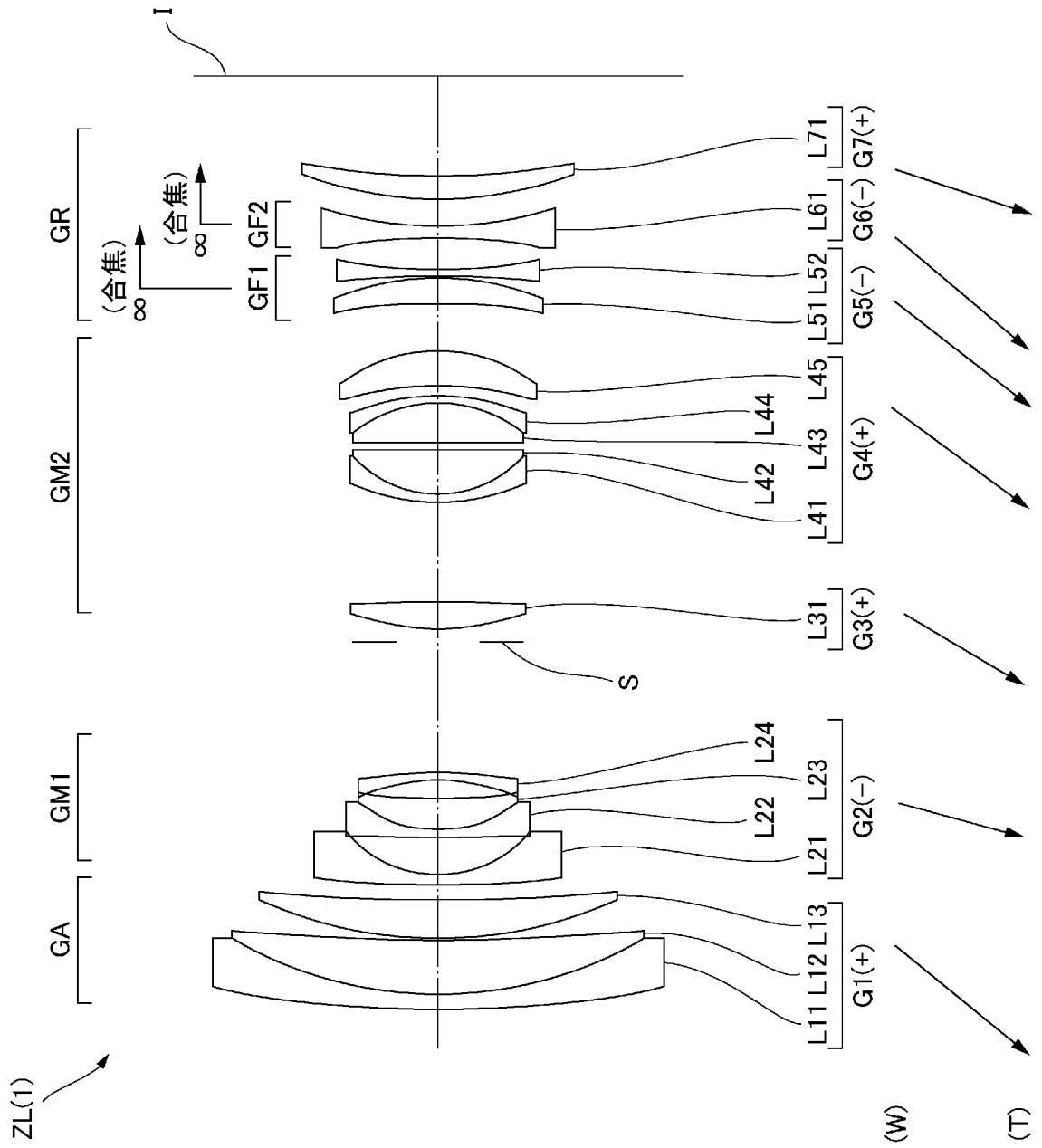
レンズ鏡筒内に各レンズを配置する変倍光学系の製造方法。

$$-6.00 < f_{Fs} / f_w < 6.00$$

但し、 $f_{Fs}$ ：前記後続レンズ群に含まれる合焦レンズ群のうち最も屈折力が強い合焦レンズ群の焦点距離

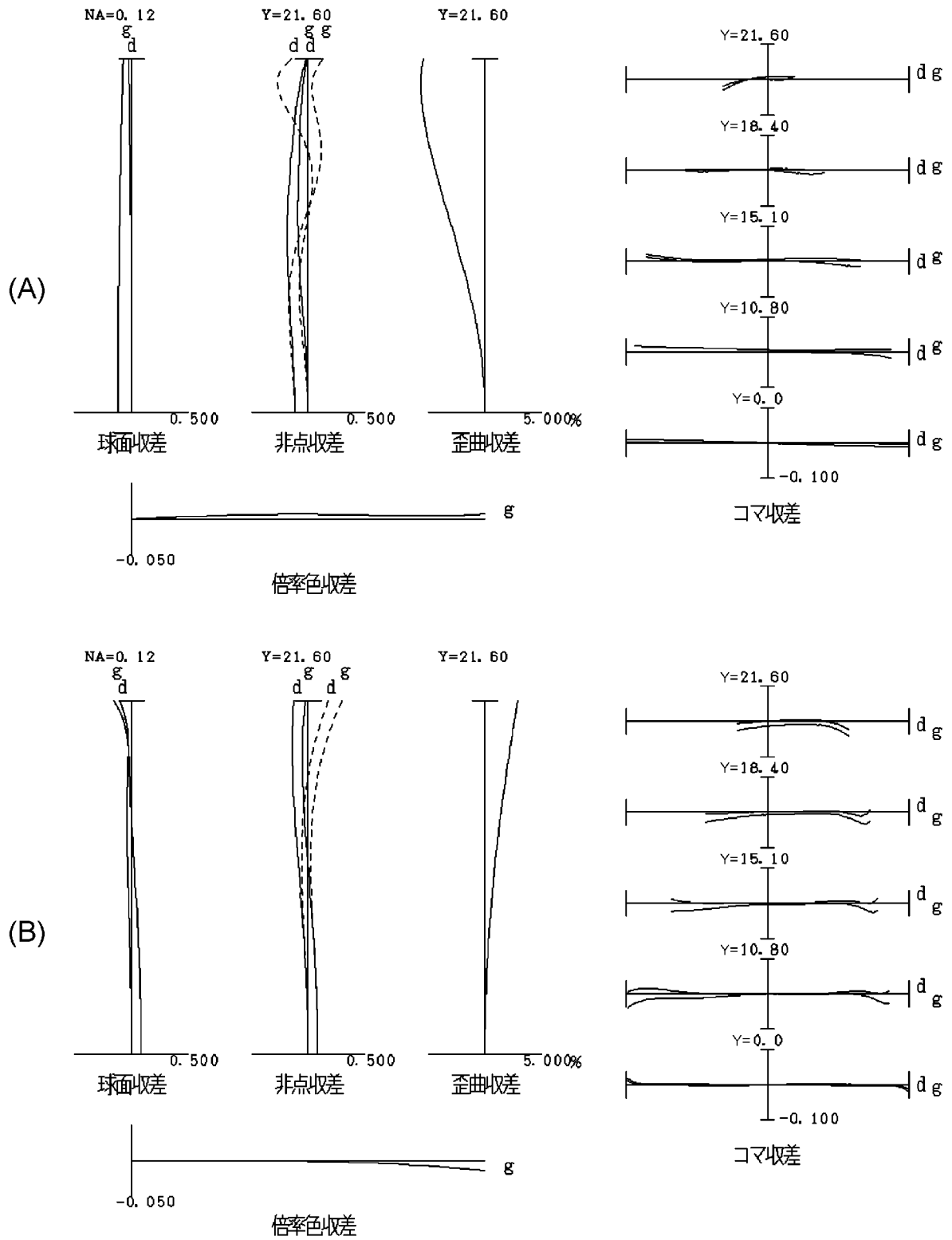
$f_w$ ：広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[図1]

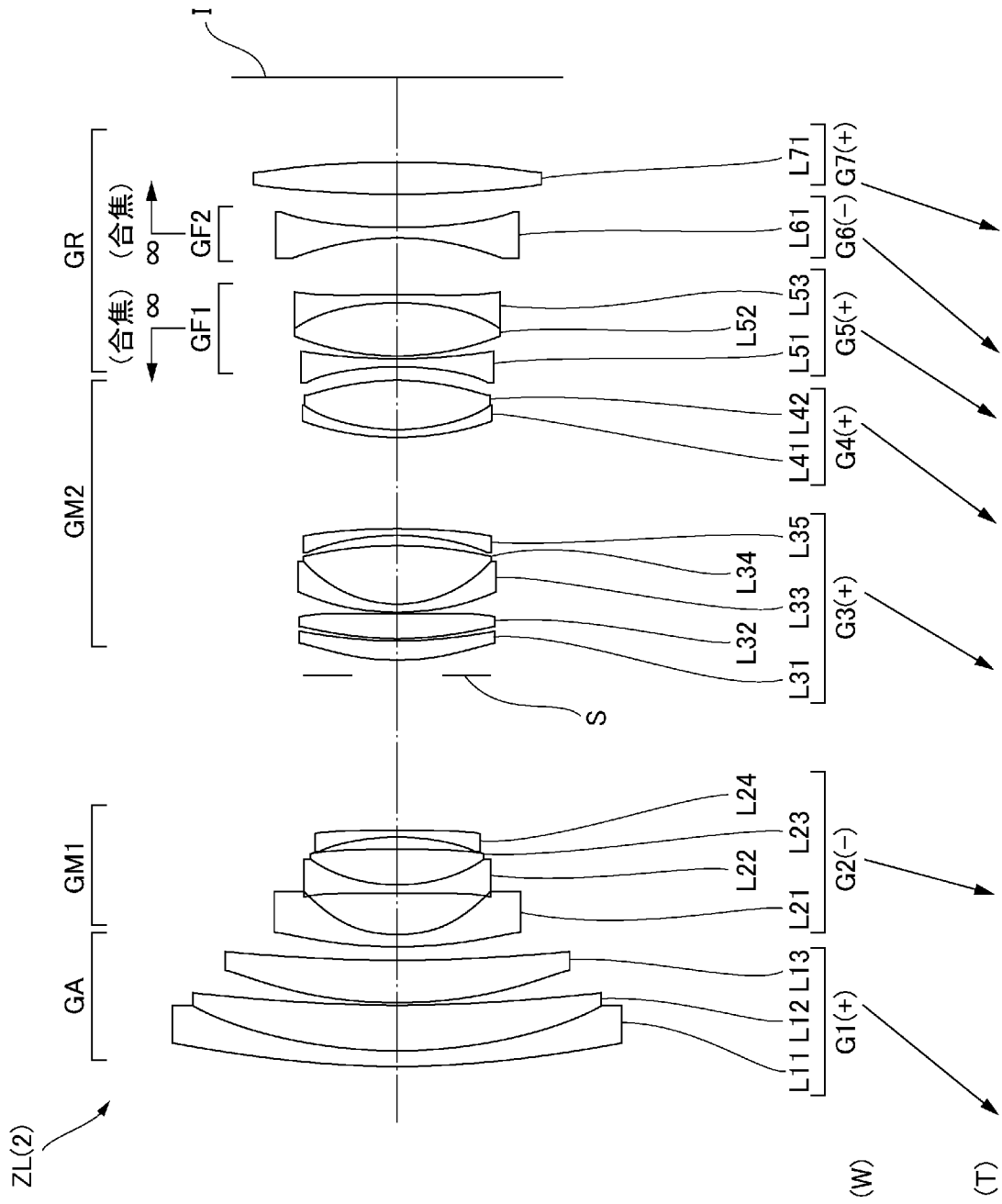




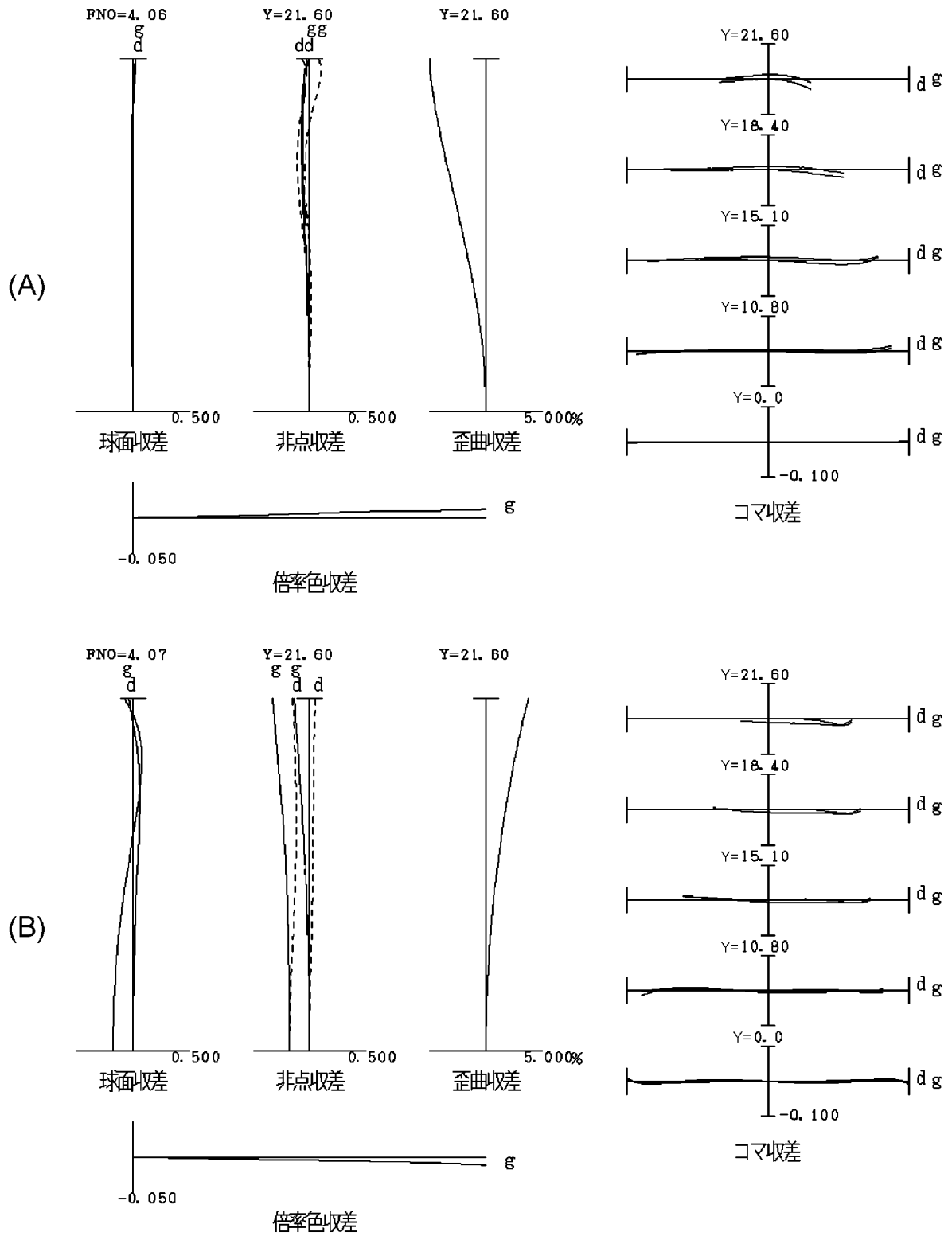
[図3]



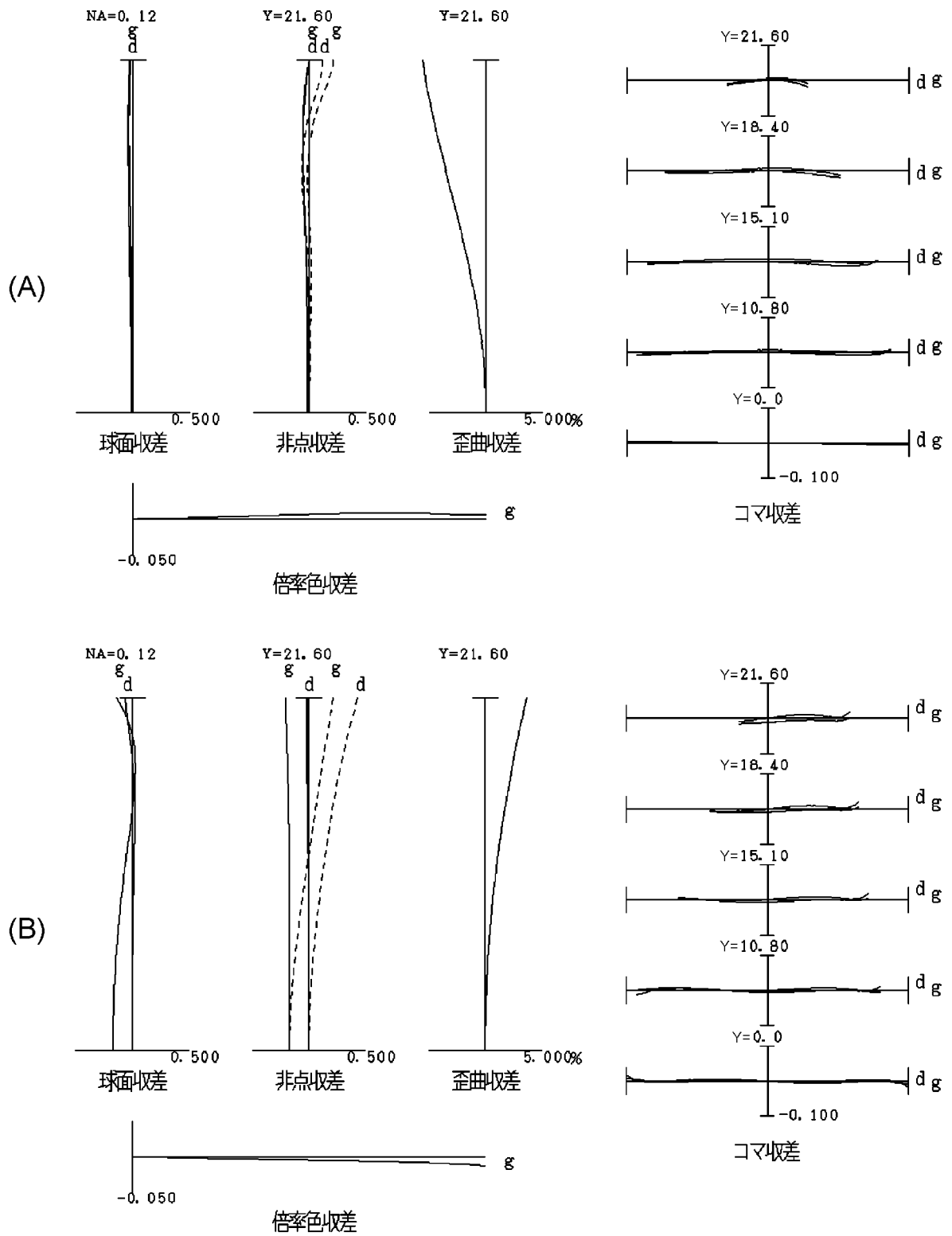
[図4]



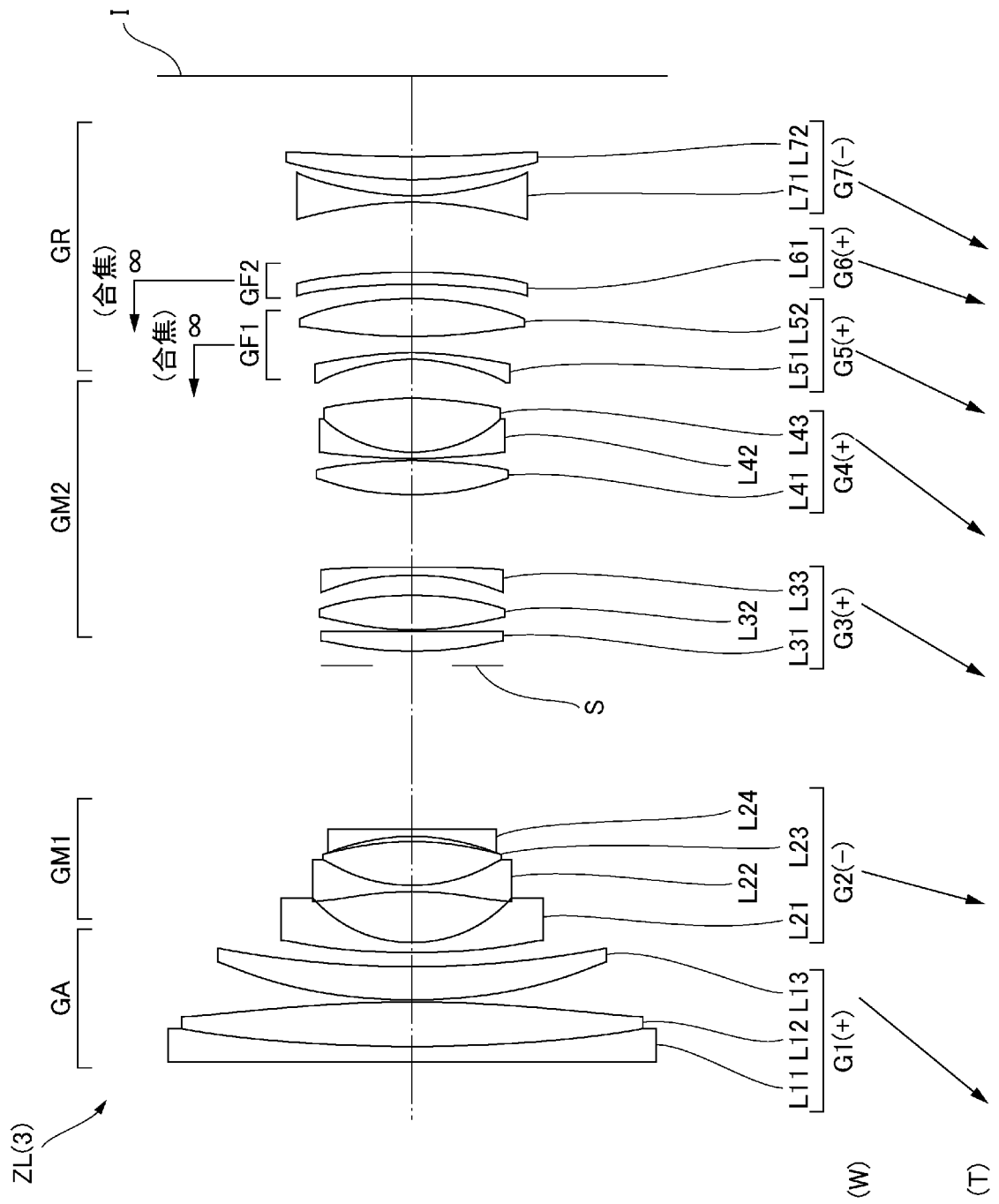
[図5]



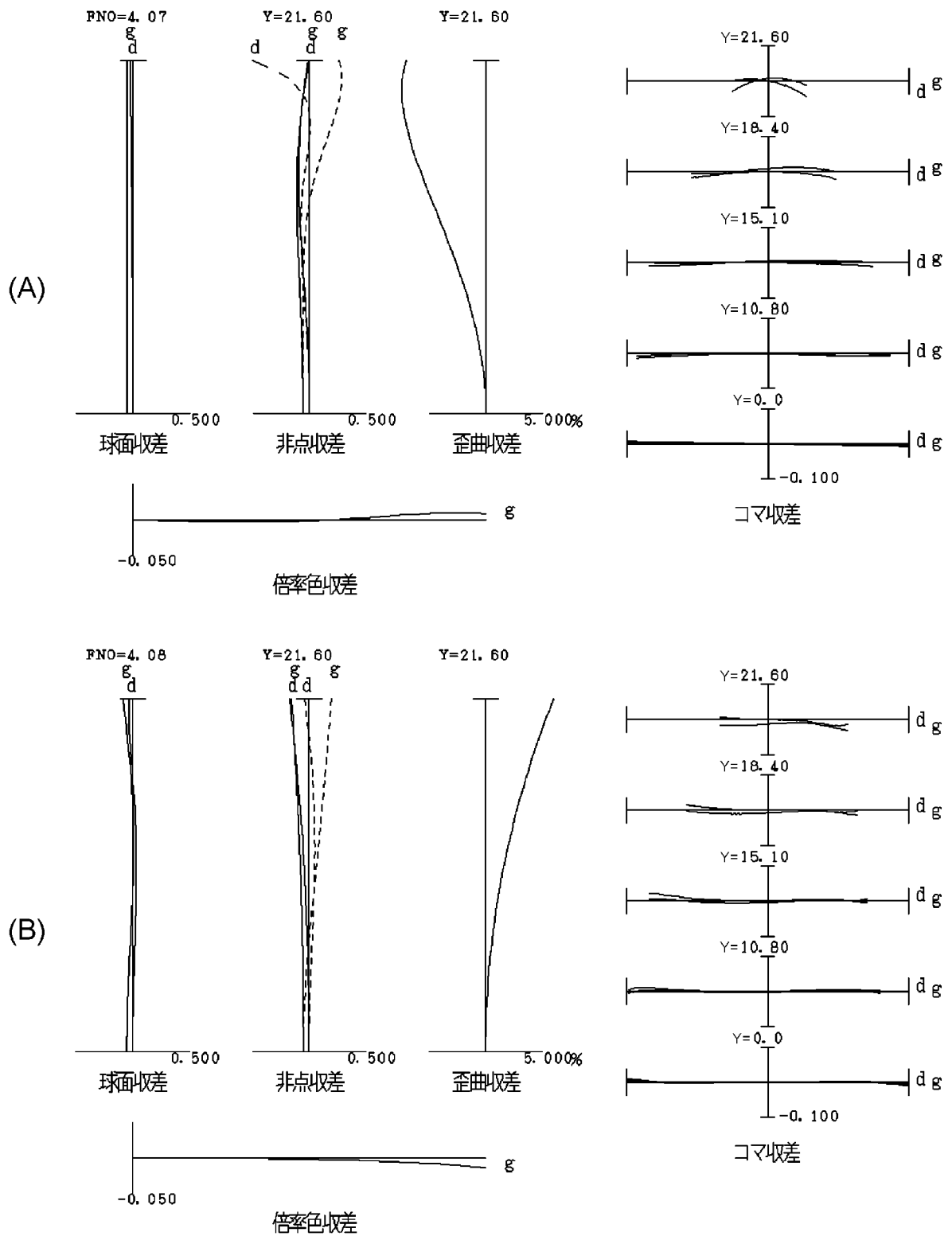
[図6]



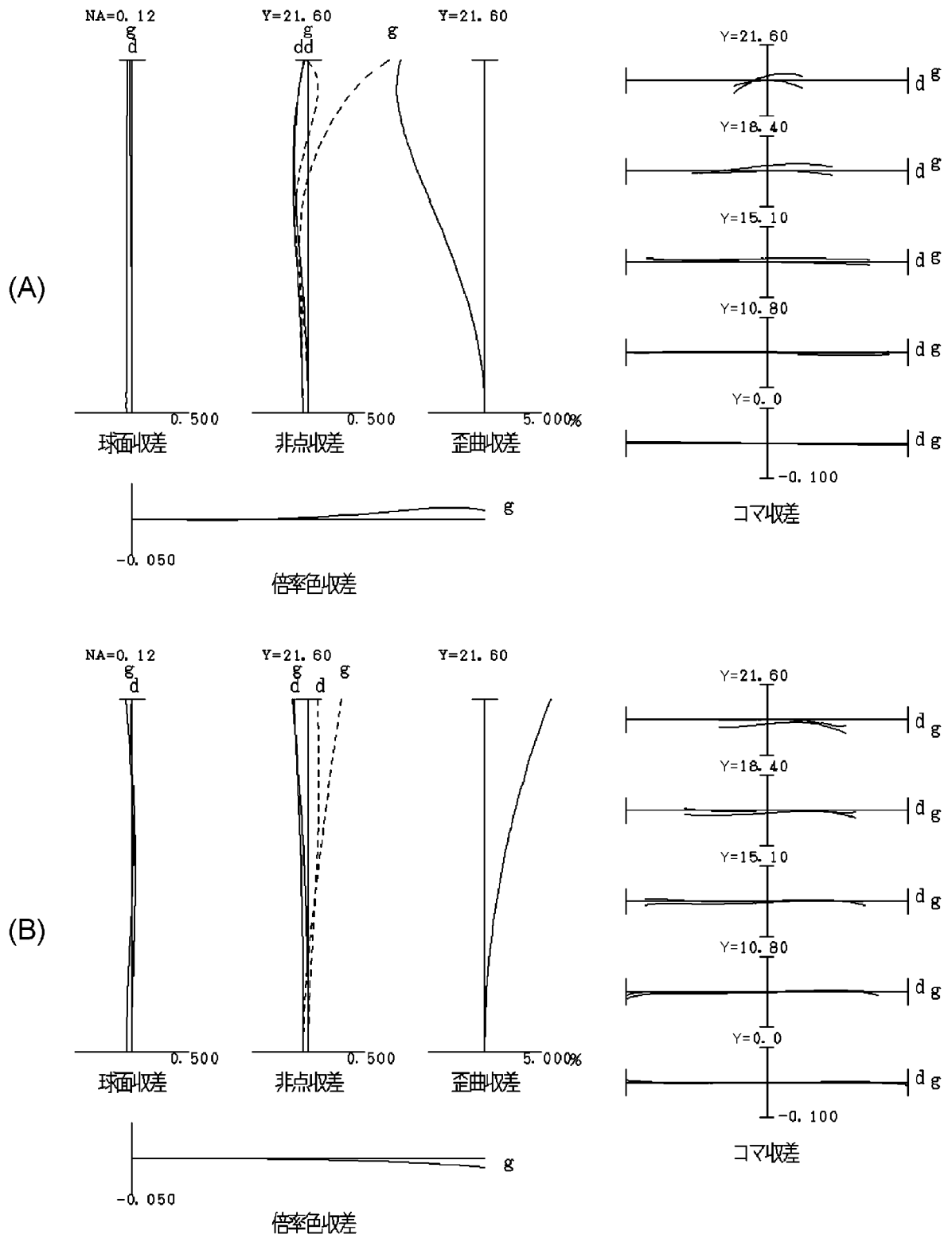
[図7]



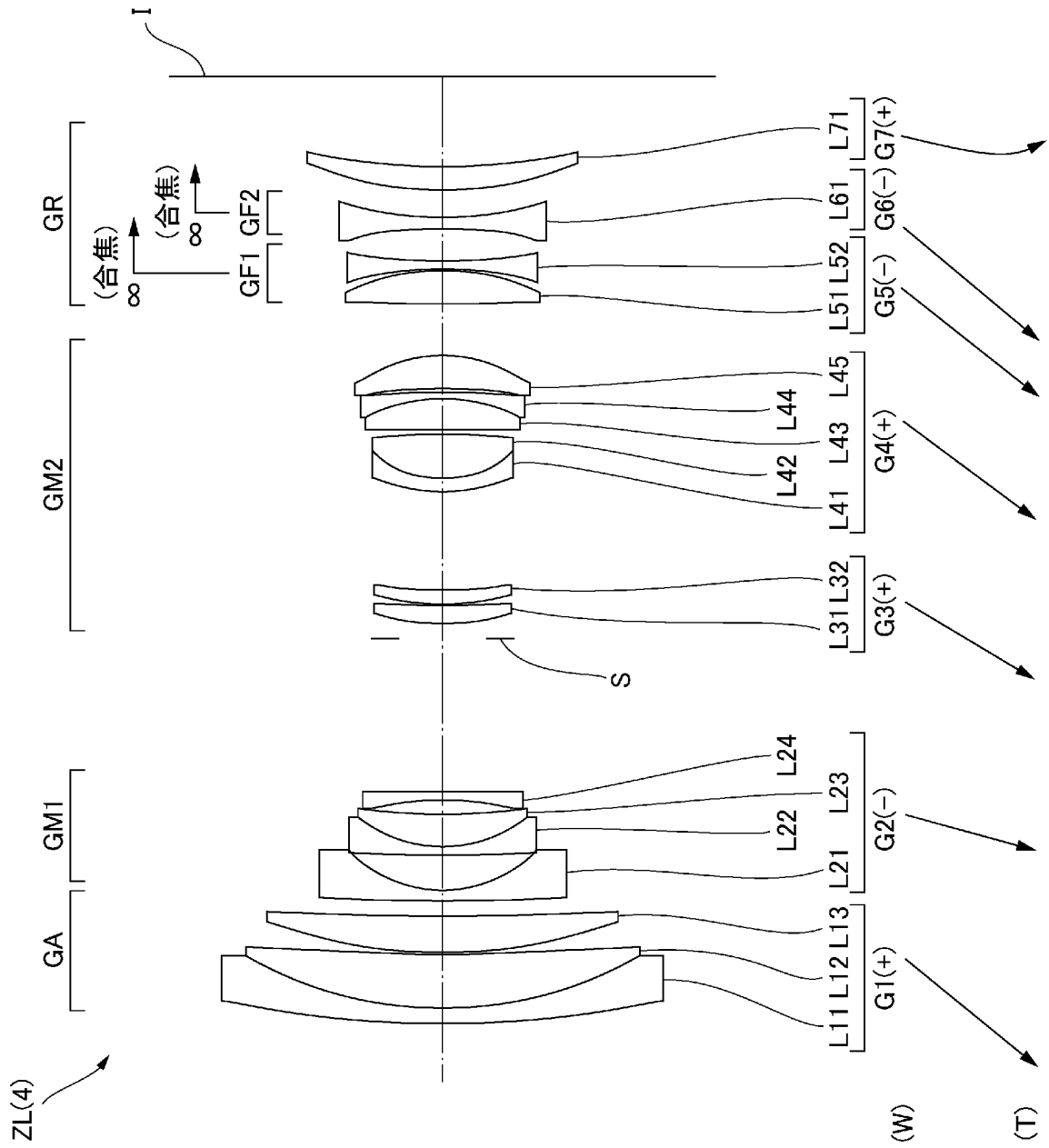
[図8]



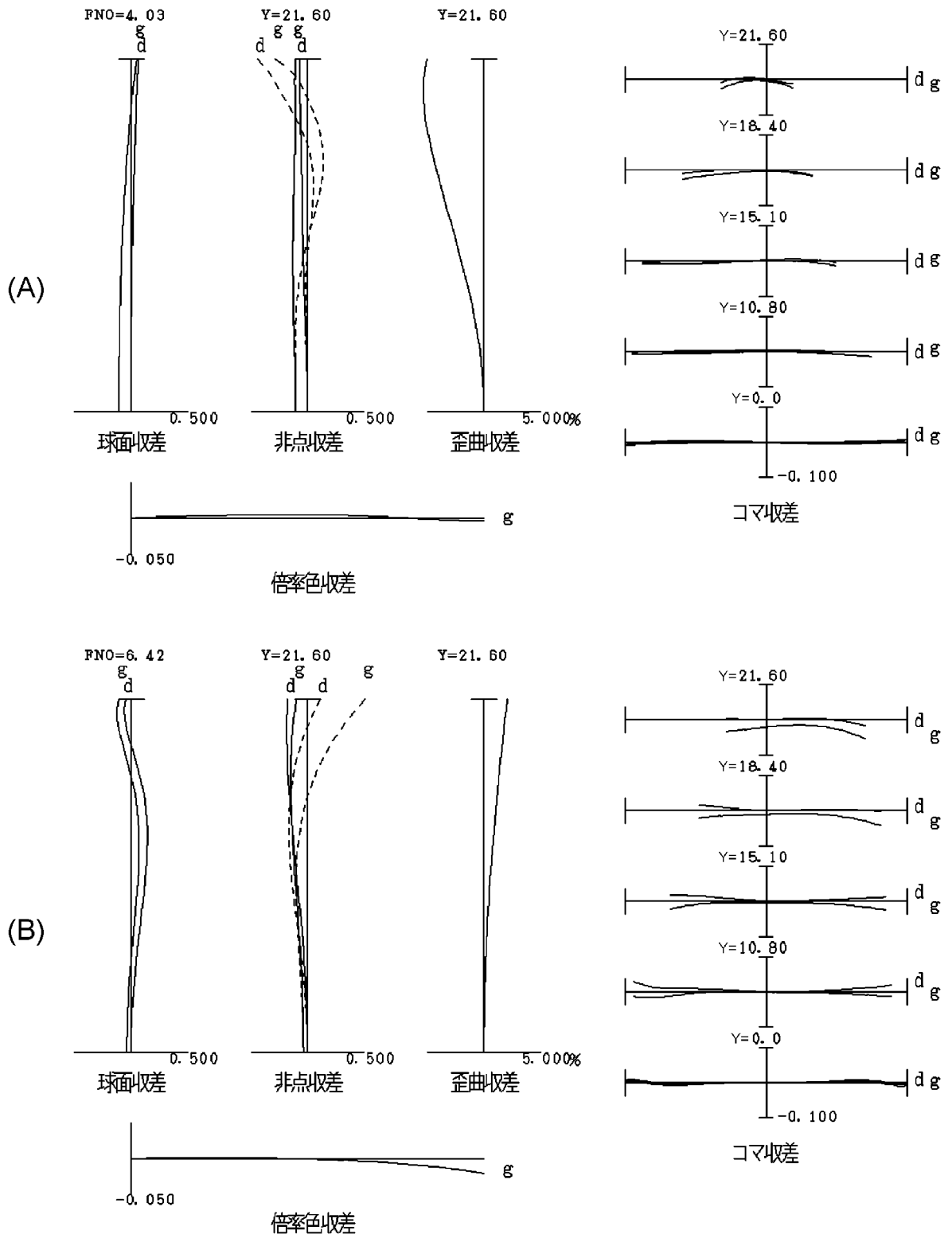
[図9]



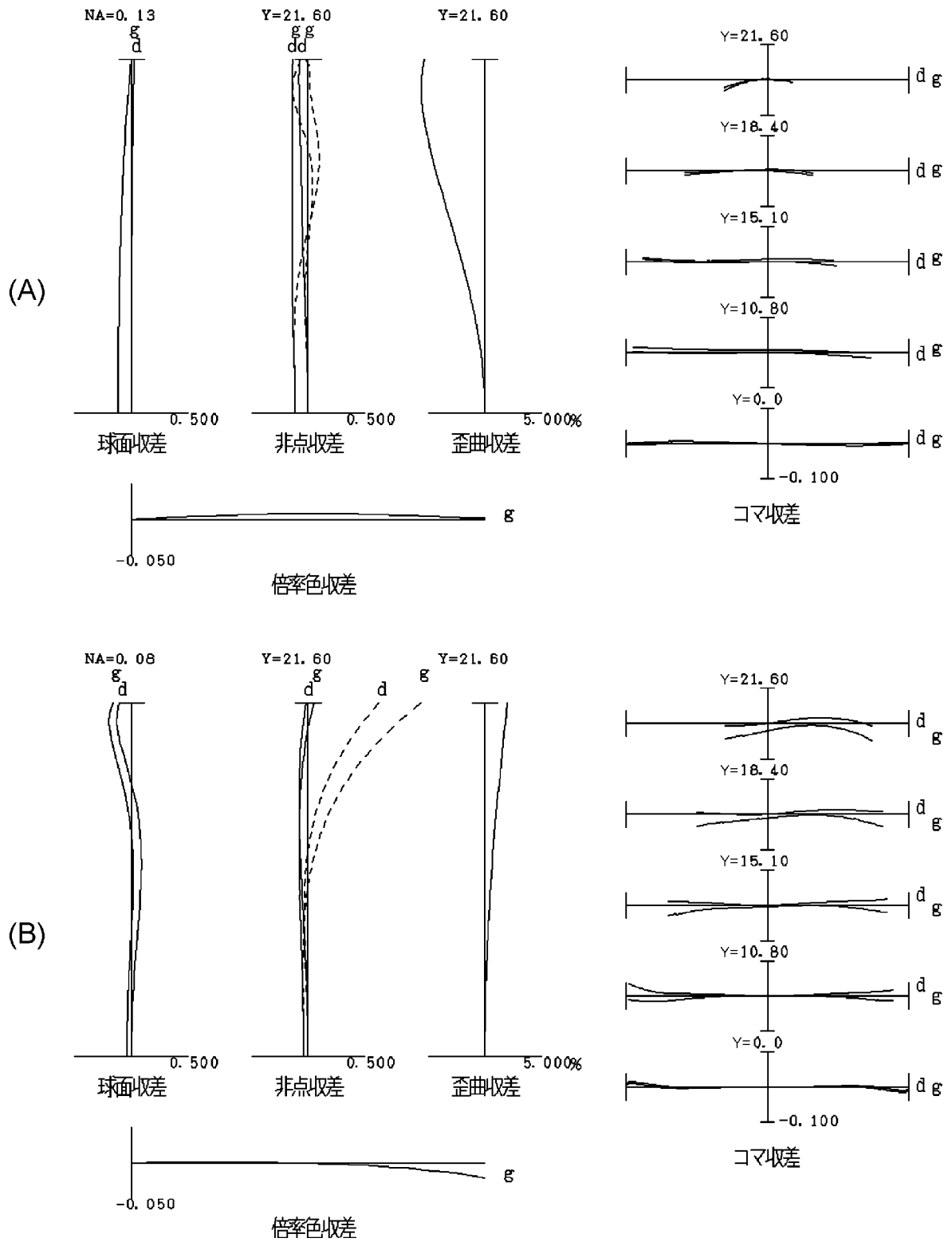
[図10]



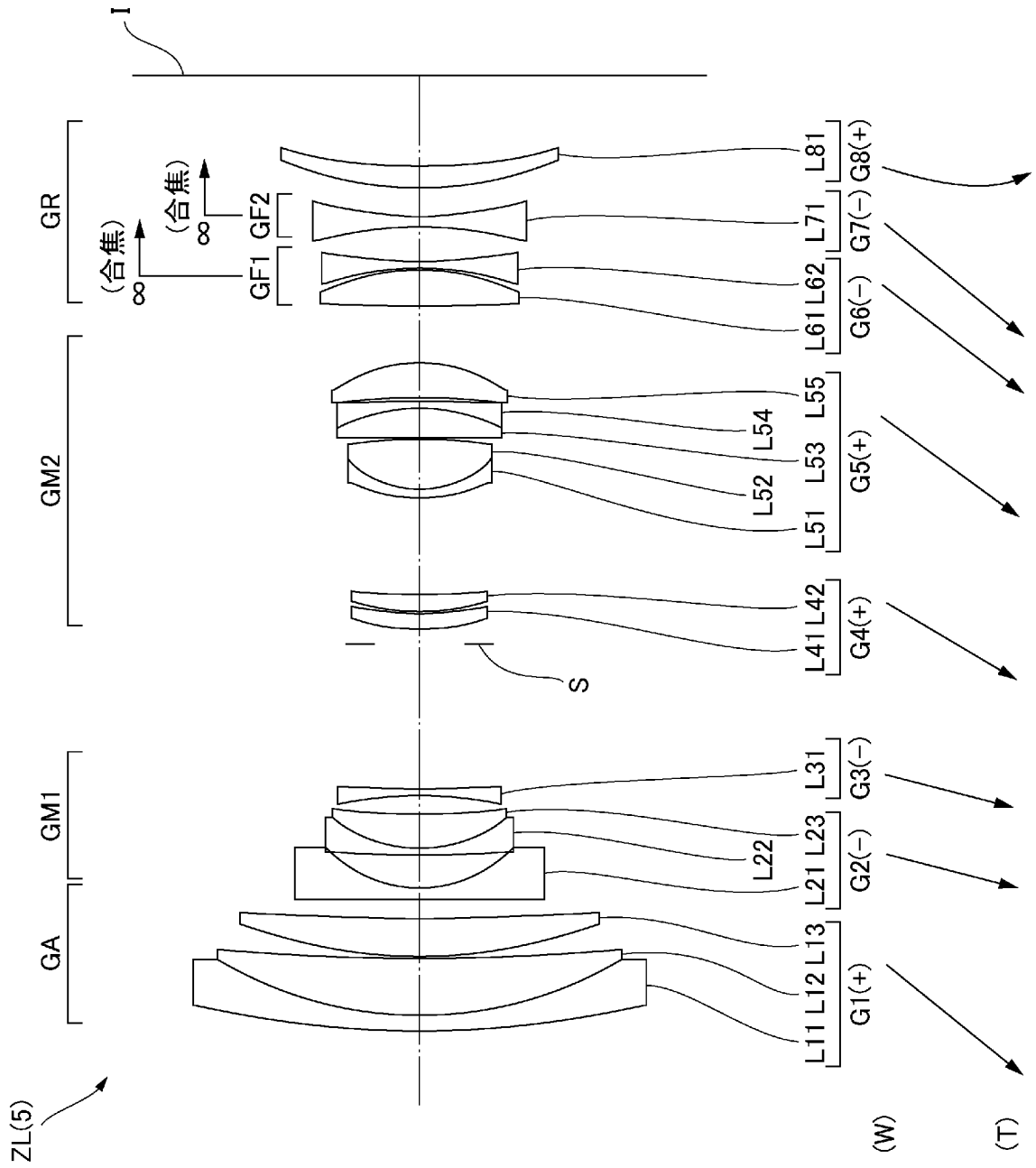
[図11]



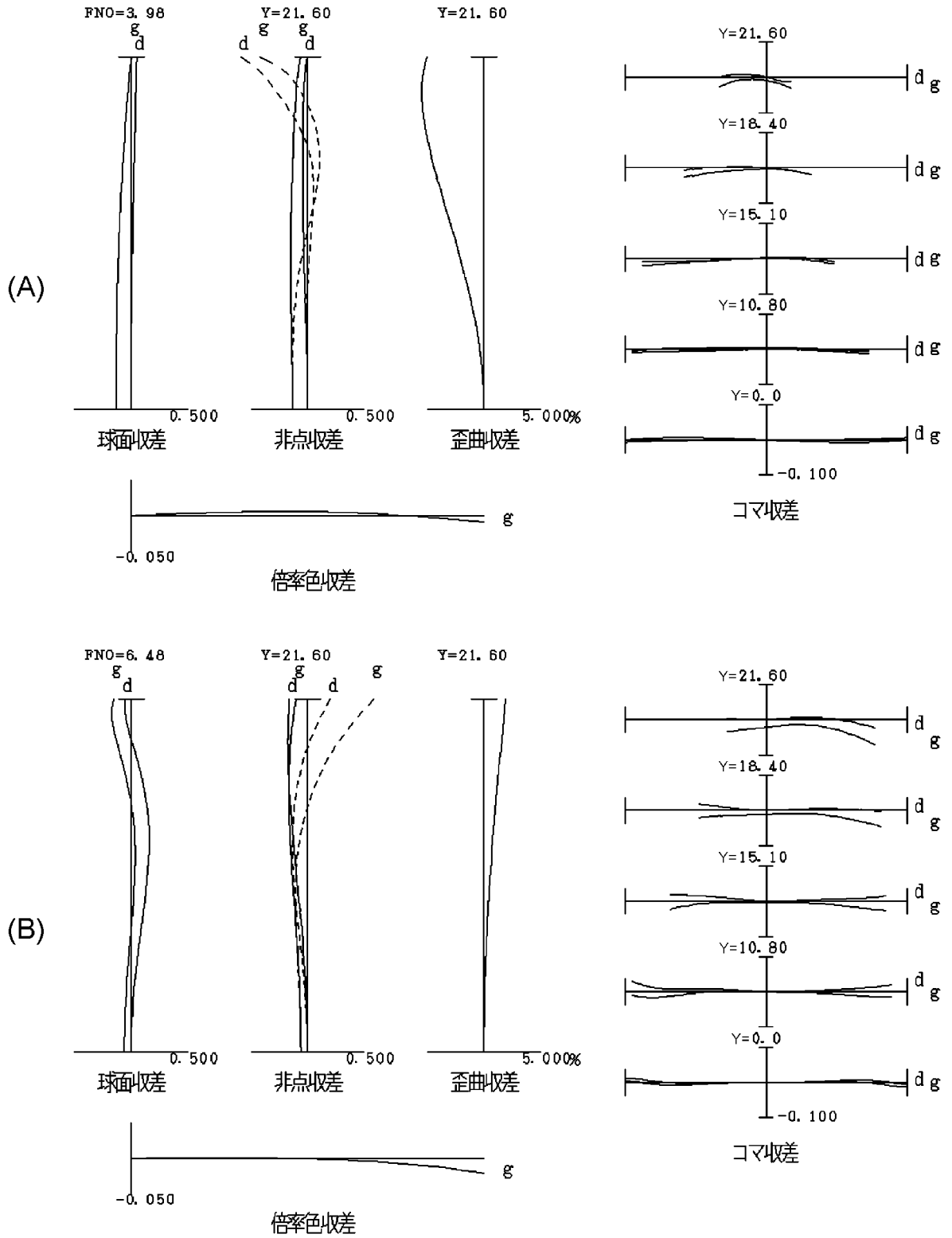
[図12]



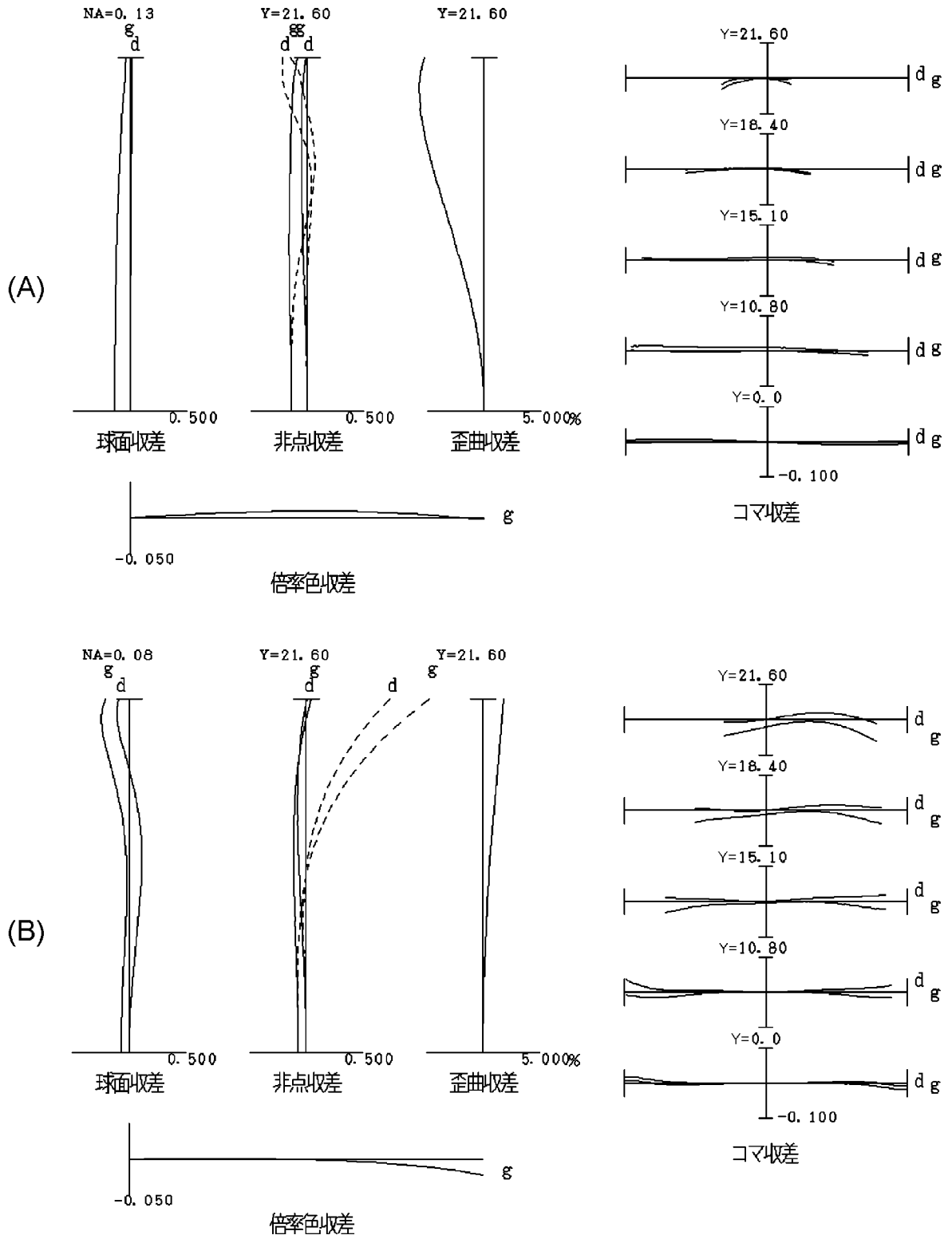
[図13]



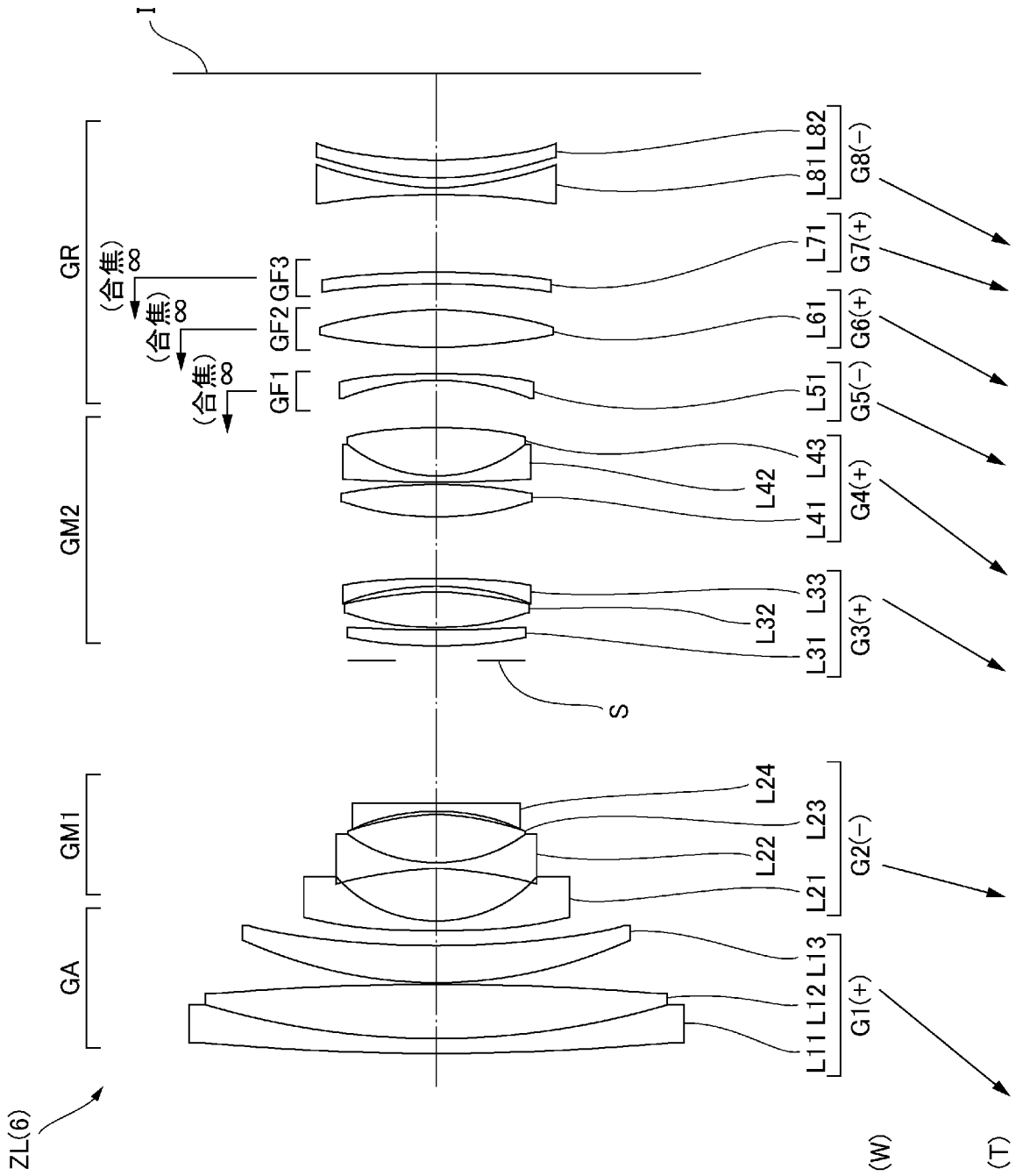
[図14]



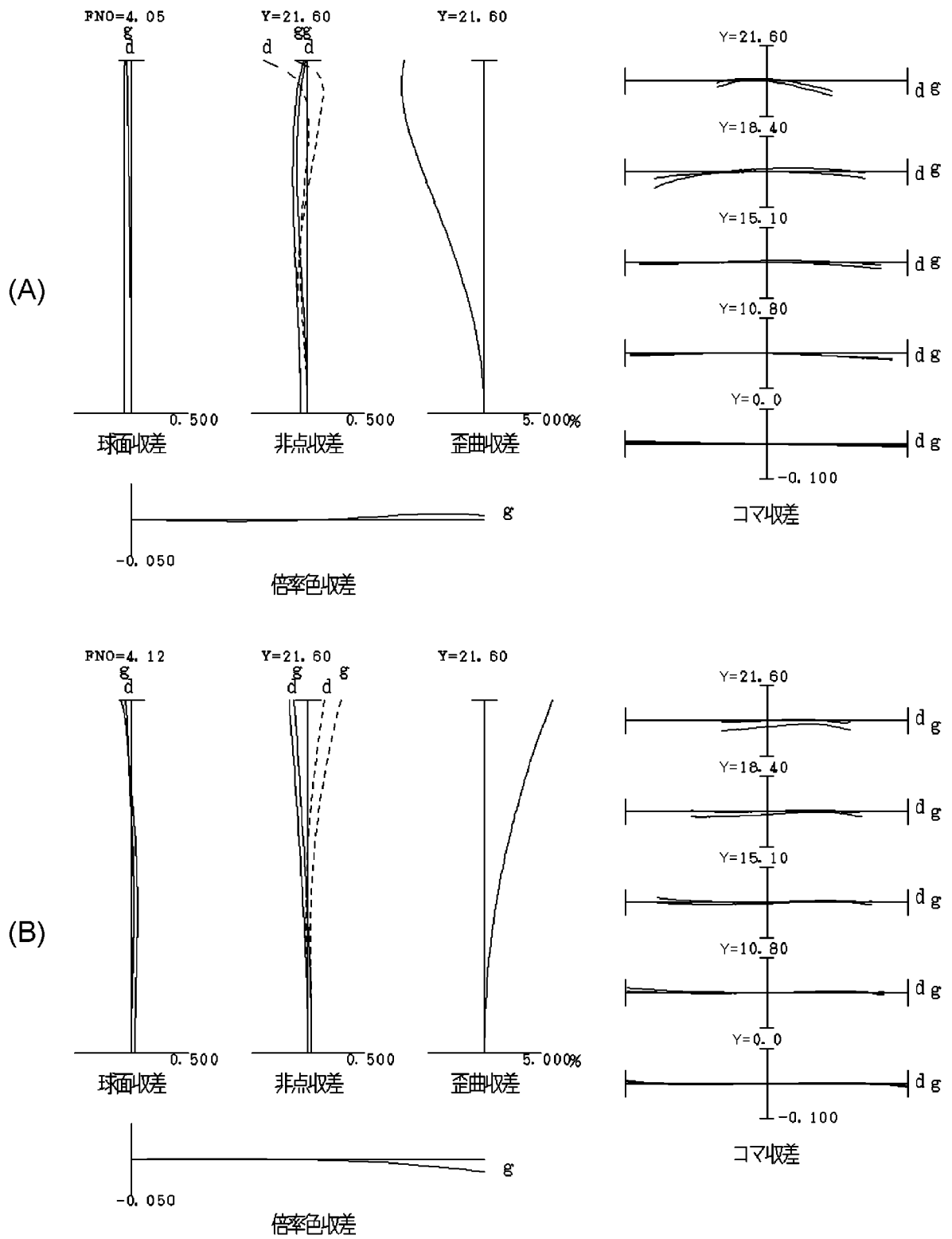
[図15]



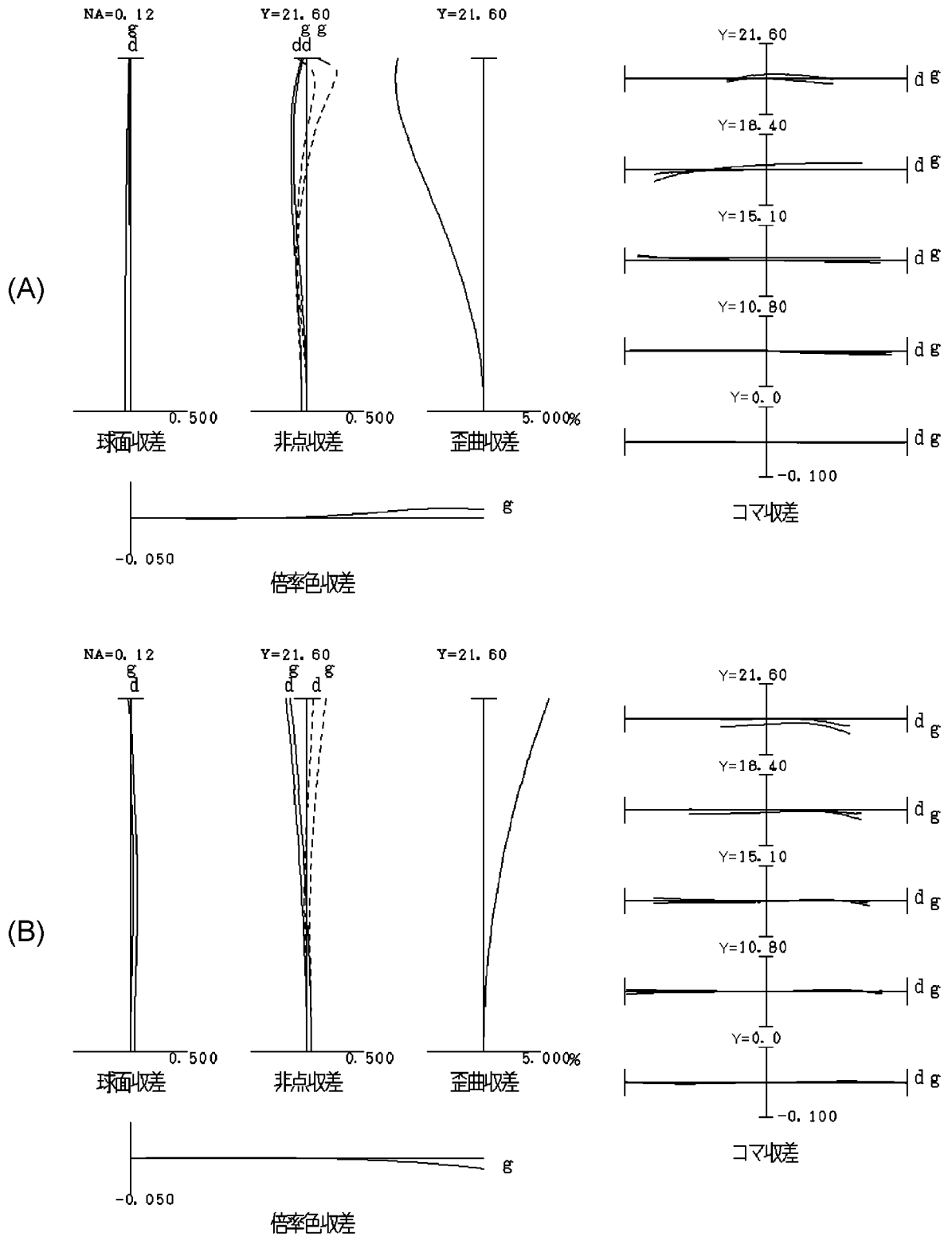
[図16]



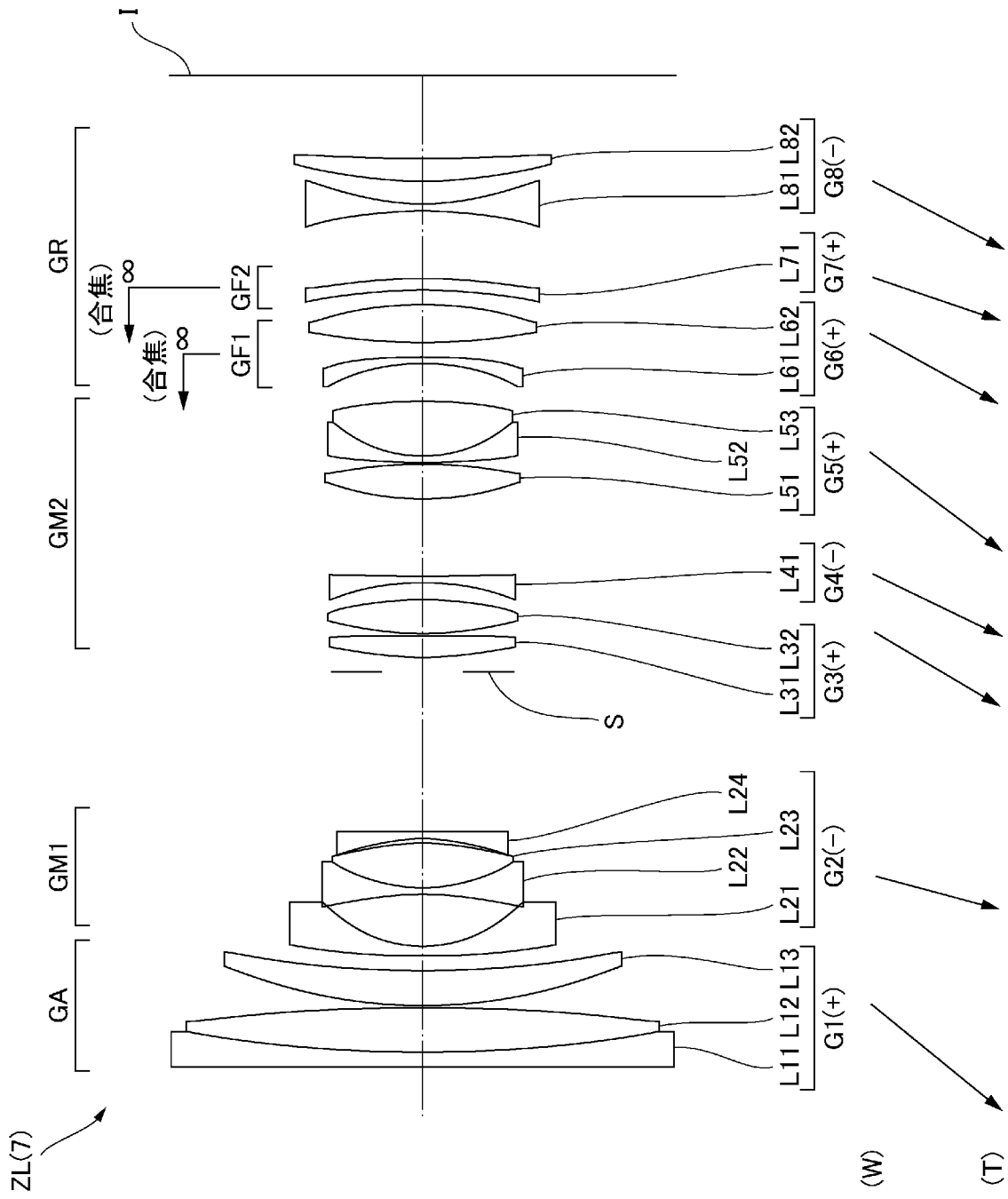
[図17]



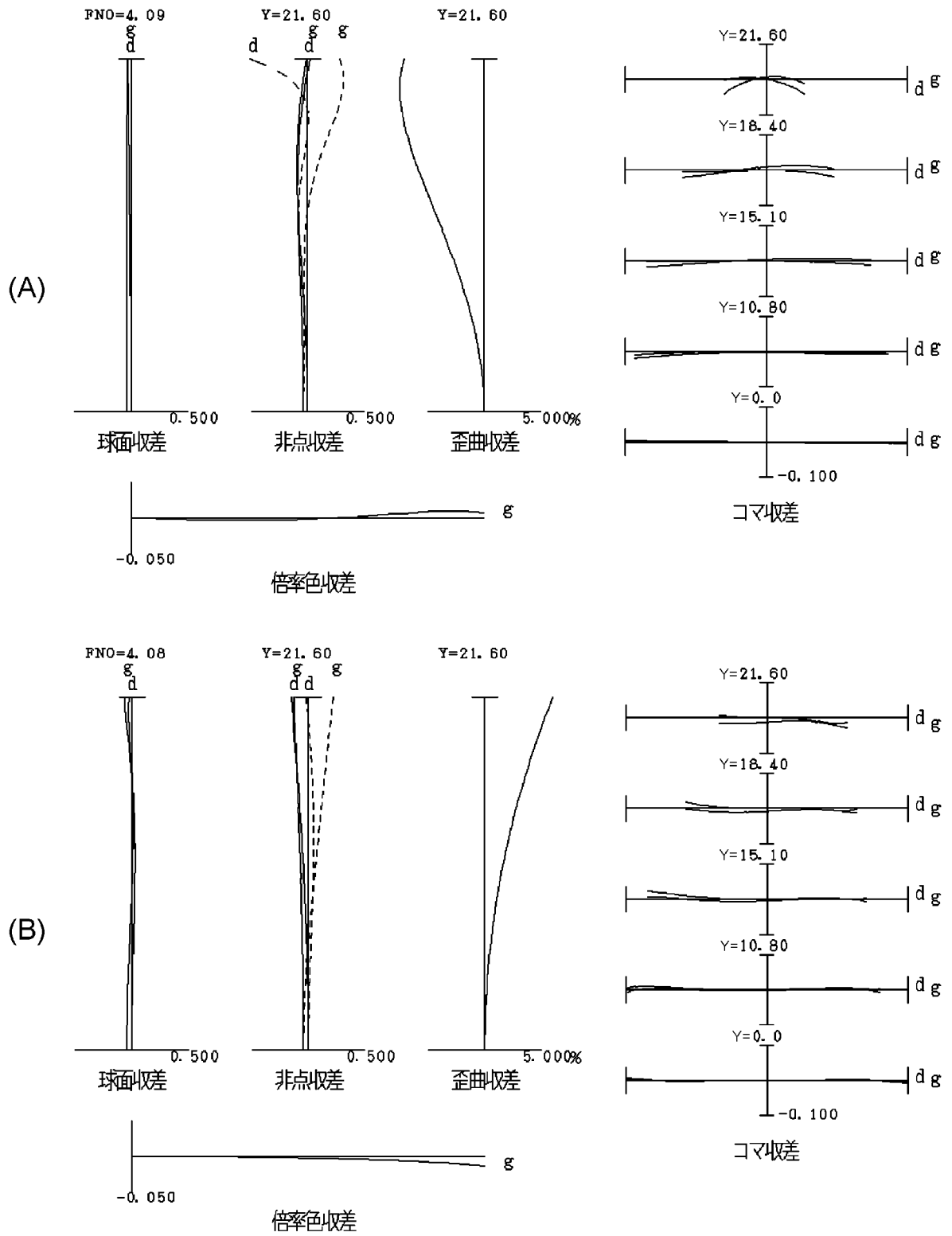
[図18]



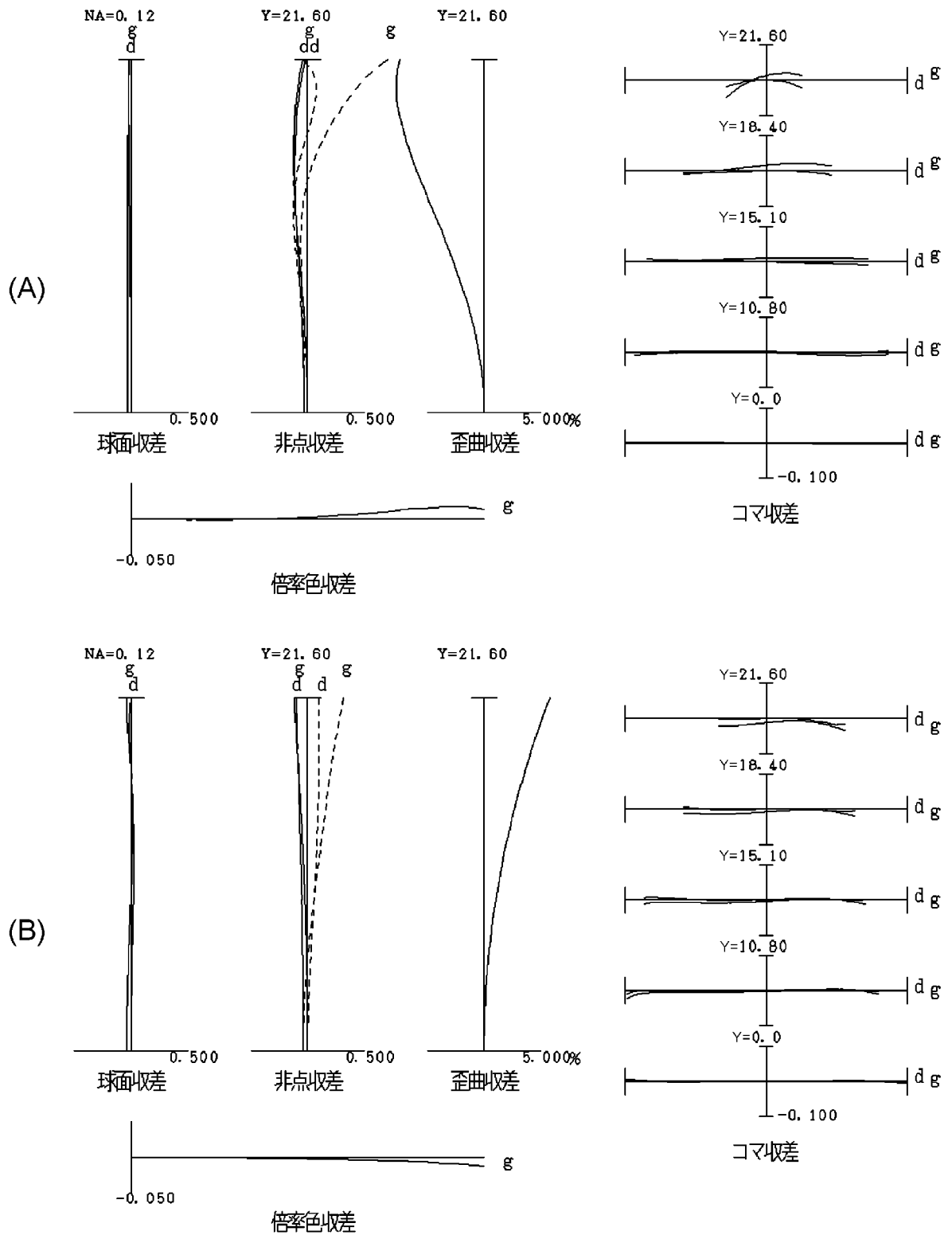
[図19]



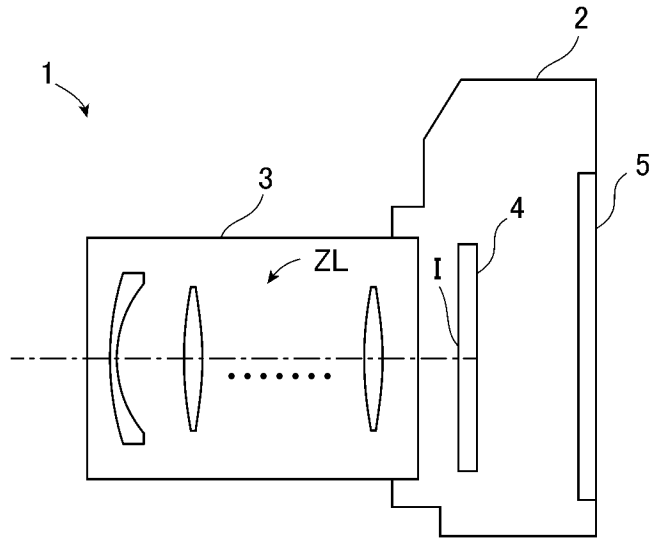
[図20]



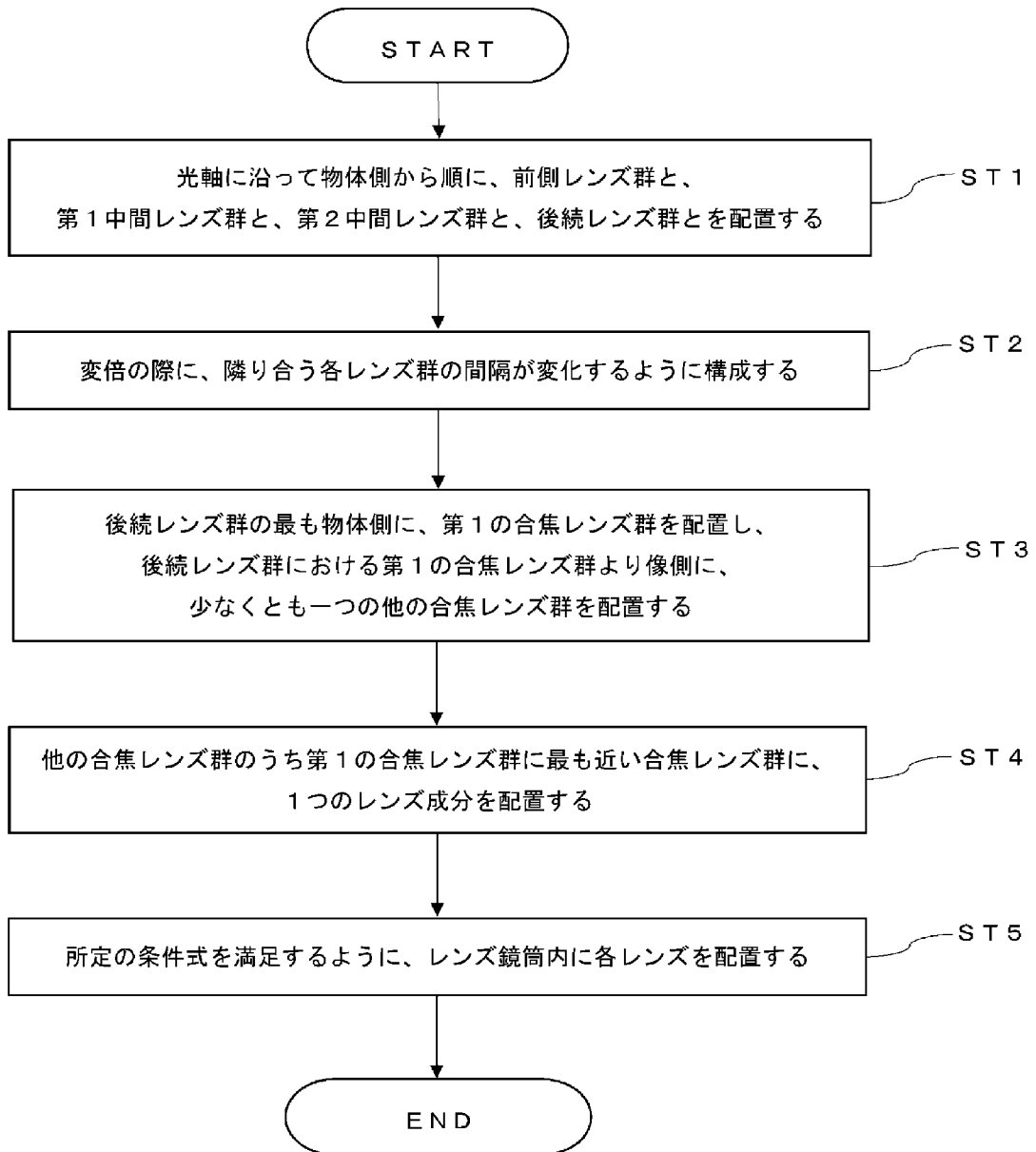
[図21]



[図22]



[図23]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/024062

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

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

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)  
 Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019/097719 A1 (NIKON CORPORATION) 23 May 2019 (2019-05-23), examples 6, 7, 9, etc.	1-21
X	WO 2015/146067 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 01 October 2015 (2015-10-01), example 3, etc.	1-5, 7-15, 17-21
X	WO 2014/129170 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 28 August 2014 (2014-08-28), examples 1, 2, 4, etc.	1-4, 6-21

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  
 24 August 2021

Date of mailing of the international search report  
 31 August 2021

Name and mailing address of the ISA/  
 Japan Patent Office  
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
 Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2021/024062

WO 2019/097719 A1	23 May 2019	(Family: none)
WO 2015/146067 A1	01 October 2015	US 2016/0252712 A1 example 3, etc.
WO 2014/129170 A1	28 August 2014	US 2015/0338622 A1 examples 1, 2, 4, etc. CN 104937472 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 15/20(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i FI: G02B15/20; G02B13/18		
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）） G02B15/20; G02B13/18 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2019/097719 A1（株式会社ニコン）23.05.2019（2019-05-23） 実施例6-7, 9等	1-21
X	WO 2015/146067 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）01.10.2015（2015-10-01） 実施例3等	1-5, 7-15, 17-21
X	WO 2014/129170 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）28.08.2014（2014-08-28） 実施例1-2, 4等	1-4, 6-21
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、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 24.08.2021	国際調査報告の発送日 31.08.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 殿岡 雅仁 2V 4748 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/024062

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/097719 A1	23.05.2019	(ファミリーなし)	
WO 2015/146067 A1	01.10.2015	US 2016/0252712 A1 実施例 3 等	
WO 2014/129170 A1	28.08.2014	US 2015/0338622 A1 実施例 1 - 2, 4 等 CN 104937472 A	