

(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
2020年8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/157904 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/003359

(22) 国際出願日:

2019年1月31日(31.01.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(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: 榎田 歩(MAKIDA, Ayumu); 〒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). 伊藤 智希(ITO, Tomoki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株

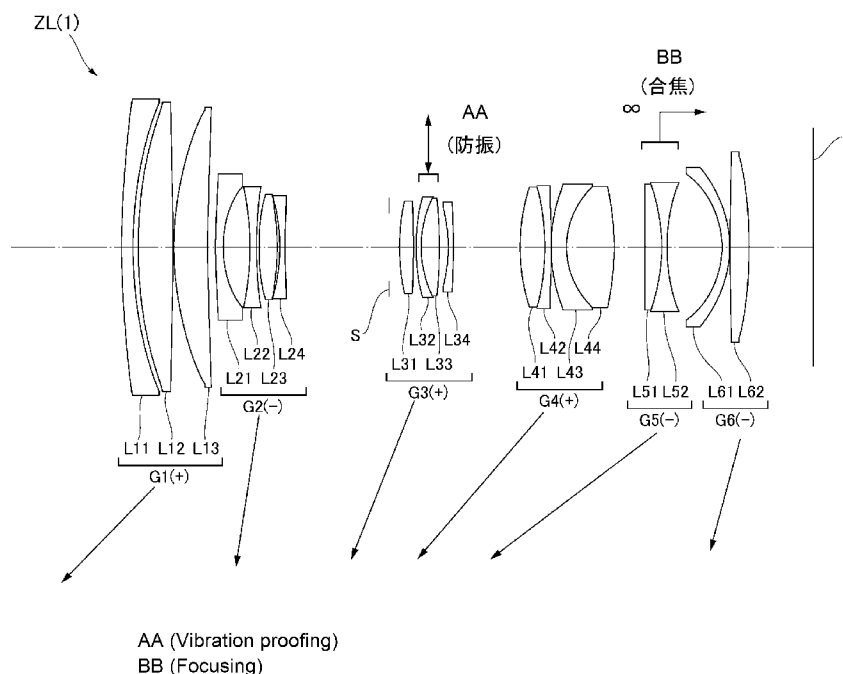
式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三輪 哲史(MIWA, Satoshi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

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



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

of the third lens group (G3) during a power change from the wide-angle end state to the telephoto end state (the symbol for a movement amount toward the object side being a +) and Mv4 is the movement amount of the fourth lens group (G4) during a power change from the wide-angle end state to the telephoto end state (the symbol for a movement amount toward the object side being a +).

(57) 要約：変倍光学系（Z L）は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群（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、第5レンズ群（G 5）と、第6レンズ群（G 6）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、以下の条件式を満足する。 $1.00 < Mv4 / Mv3 < 3.00$ 但し、Mv3：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第3レンズ群（G 3）の移動量（物体側への移動量の符号を+とする） Mv4：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第4レンズ群（G 4）の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

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、これを用いた光学機器およびこの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）。変倍光学系の高変倍化、広画角化を図ると、良好な光学性能を得ることが難しく、変倍光学系が大型化する傾向があった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－184981号公報

発明の概要

[0004] 第1の態様に係る変倍光学系は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、第6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、以下の条件式を満足する。

$$1. \quad 0.0 < Mv4 / Mv3 < 3.00$$

但し、 $Mv3$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第3レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

$Mv4$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第4レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

[0005] 第2の態様に係る光学機器は、上記変倍光学系を搭載して構成される。

[0006] 第3の態様に係る変倍光学系の製造方法は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の

屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、第6レンズ群とを有した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、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。

$$1. \quad 0.0 < Mv4 / Mv3 < 3.00$$

但し、 $Mv3$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第3レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

$Mv4$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第4レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

[図2]図2（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図4]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レンズ構成図である。

[図5]図5（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図7]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レンズ構成図である。

[図8]図8（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図10]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レンズ構成図である。

[図11]図11（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図13]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レンズ構成図である。

[図14]図14（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図16]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レンズ構成図である。

[図17]図17（A）、および図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、および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）、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図19]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レンズ構成図である。

[図20]図20(A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図22]第8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レンズ構成図である。

[図23]図23(A)、および図23(B)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図24]図24(A)、および図24(B)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図25]第9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レンズ構成図である。

[図26]図26(A)、および図26(B)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図27]図27(A)、および図27(B)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図28]第10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レンズ構成図である。

[図29]図29(A)、および図29(B)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図30]図30(A)、および図30(B)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図31]第11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レンズ構成図である。

[図32]図32(A)、および図32(B)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図33]図33(A)、および図33(B)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図34]第12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レンズ構成図である。

[図35]図35(A)、および図35(B)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図36]図36(A)、および図36(B)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図37]第13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レンズ構成図である。

[図38]図38(A)、および図38(B)はそれぞれ、第13実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

[図39]図39(A)、および図39(B)はそれぞれ、第13実施例に係る

変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。

[図40]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41]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、本実施形態に係る変倍光学系および光学機器について図を参照して説明する。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40に基づいて説明する。このカメラ1は、図40に示すように撮影レンズ2として本実施形態に係る変倍光学系を備えたデジタルカメラである。カメラ1において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2で集光されて、撮像素子3へ到達する。これにより被写体からの光は、当該撮像素子3によって撮像されて、被写体画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者はカメラ1による被写体の撮影を行うことができる。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。

[0009] 次に、本実施形態に係る変倍光学系（撮影レンズ）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、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、第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6とを有している。変倍の際に、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。これにより、変倍の際の非点収差と球面収差の変動を抑えることができる。

[0010] 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。

[0011] $1.00 < Mv4 / Mv3 < 3.00 \quad \cdots (1)$

但し、Mv3：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第3レンズ群G

3の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

$M_v 4$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第4レンズ群G

4の移動量（物体側への移動量の符号を＋とする）

[0012] 本実施形態によれば、高い変倍比で良好な光学性能を有した変倍光学系、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。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）でもよく、図7に示す変倍光学系ZL（3）でもよく、図10に示す変倍光学系ZL（4）でもよく、図13に示す変倍光学系ZL（5）でもよい。また、本実施形態に係る変倍光学系ZLは、図16に示す変倍光学系ZL（6）でもよく、図19に示す変倍光学系ZL（7）でもよく、図22に示す変倍光学系ZL（8）でもよく、図25に示す変倍光学系ZL（9）でもよい。また、本実施形態に係る変倍光学系ZLは、図28に示す変倍光学系ZL（10）でもよく、図31に示す変倍光学系ZL（11）でもよく、図37に示す変倍光学系ZL（13）でもよい。

[0013] 条件式（1）は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第3レンズ群G3の移動量と第4レンズ群G4の移動量との比を規定するものである。条件式（1）を満足することで、変倍の際の球面収差と像面湾曲の変動を抑えることができる。

[0014] 条件式（1）の対応値が下限値を下回ると、変倍の際の像面湾曲の変動を抑えることが困難になる。条件式（1）の下限値を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ことができる。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式（1）の下限値を、1.10、1.15、1.18、1.20、1.23、1.25、1.28、1.30、1.33、さらに1.35に設定してもよい。

[0015] 条件式（1）の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における像面湾曲の補正が困難になる。条件式（1）の上限値を2.80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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式（1）の上限値を、2.50、2

. 30、2.00、1.80、1.65、1.62、1.60、1.58、
1.55、1.53、さらに1.50に設定してもよい。

[0016] 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。

[0017] $0.00 < Mv2 / fw < 10.00 \quad \dots (2)$

但し、Mv2：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第2レンズ群G2の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

fw：広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離

[0018] 条件式(2)は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第2レンズ群G2の移動量を規定するものである。なお、条件式(2)は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際に第2レンズ群G2が物体側へ移動することを意味する。条件式(2)を満足することで、望遠端状態における球面収差の補正を良好に行うことができる。

[0019] 条件式(2)の対応値が下限値を下回ると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(2)の下限値を0.05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ことができる。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(2)の下限値を、0.08、0.10、0.13、0.15、0.18、0.20、0.22、さらに0.24に設定してもよい。

[0020] 条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(2)の上限値を8.00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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(2)の上限値を、5.00、3.00、2.50、2.20、2.00、1.80、1.50、1.30、1.10、0.95、0.90、0.85、0.80、0.75、さらに0.70に設定してもよい。

[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。

[0022] $3.00 < f_t / f_w < 30.00 \quad \dots (3)$

但し、 f_t ：望遠端状態における変倍光学系ZL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

[0023] 条件式(3)は、変倍光学系ZLの変倍比を規定するものである。条件式(3)を満足することで、高い変倍比において、本実施形態の効果を最大限に発揮することが可能になる。条件式(3)の下限値を3.30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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(3)の下限値を、3.50、4.00、4.50、5.00、6.00、さらに7.00に設定してもよい。また、条件式(3)の上限値を25.00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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(3)の上限値を、20.00、15.00、10.00、9.00、さらに8.00に設定してもよい。

[0024] 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。

[0025] $35.0^\circ < \omega_w < 75.0^\circ \quad \dots (4)$

但し、 ω_w ：広角端状態における変倍光学系ZLの半画角

[0026] 条件式(4)は、広角端状態における変倍光学系ZLの半画角を規定するものである。条件式(4)を満足することで、像面湾曲を良好に補正することができる。条件式(4)の下限値を38.0°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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(4)の下限値を40.0°に設定してもよい。また、条件式(4)の上限値を70.0°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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(4)の上限値を、60.0°、50.0°、さらに45.0°に設定してもよい。

[0027] 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。

[0028] $2.5^{\circ} < \omega t < 15.0^{\circ} \quad \dots (5)$

但し、 ωt ：望遠端状態における変倍光学系ZLの半画角

[0029] 条件式(5)は、望遠端状態における変倍光学系ZLの半画角を規定するものである。条件式(5)を満足することで、高い変倍比において、本実施形態の効果を最大限に発揮することが可能になる。条件式(5)の下限値を 4.0° 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(5)の下限値を 5.0° 、さらに 5.5° に設定してもよい。また、条件式(5)の上限値を 13.0° 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(5)の上限値を、 12.0° 、 11.0° 、 10.0° 、さらに 9.0° に設定してもよい。

[0030] 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。

[0031] $-0.30 < f_w / f_{123w} < 0.60 \quad \dots (6)$

但し、 f_w ：広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離

f_{123w} ：広角端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離

[0032] 条件式(6)は、広角端状態における、変倍光学系ZLの焦点距離と、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離との比を規定するものである。なお、条件式(6)は、広角端状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とで略アフォーカルとなることを意味する。条件式(6)を満足することで、広角端状態における球面収差と像面湾曲を良好に補正することができる。

[0033] 条件式(6)の対応値が下限値を下回ると、広角端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(6)の下限値を -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ことができる。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(6)の下限値を、 -0.25

、 -0.20 、 -0.15 、さらに -0.12 に設定してもよい。

[0034] 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球面収差の補正が困難になる。条件式(6)の上限値を 0.55 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(6)の上限値を、 0.50 、 0.45 、 0.40 、 0.35 、 0.30 、 0.25 、 0.20 、 0.15 、 0.10 、さらに 0.05 に設定してもよい。

[0035] 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。

[0036] $-1.50 < f_t / f_{123t} < 1.00 \quad \dots (7)$

但し、 f_t ：望遠端状態における変倍光学系ZLの焦点距離

f_{123t} ：望遠端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離

[0037] 条件式(7)は、望遠端状態における、変倍光学系ZLの焦点距離と、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離との比を規定するものである。なお、条件式(7)は、望遠端状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とで略アフォーカルとなることを意味する。条件式(7)を満足することで、望遠端状態における球面収差と像面湾曲を良好に補正することができる。

[0038] 条件式(7)の対応値が下限値を下回ると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(7)の下限値を -1.35 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(7)の下限値を、 -1.00 、 -0.90 、さらに -0.80 に設定してもよい。

[0039] 条件式(7)の対応値が上限値を上回ると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(7)の上限値を 0.50 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(7)の上限値を、 0.20 、 0

、 1 0、－0. 1 0、さらに－0. 2 0に設定してもよい。

[0040] 本実施形態に係る変倍光学系Z Lは、以下の条件式（8）を満足することが望ましい。

[0041] $0. 2 0 < B F w / f w < 0. 6 0 \quad \cdots (8)$

但し、B F w：広角端状態における変倍光学系Z Lの最も像側のレンズ面から像面までの距離

f w：広角端状態における変倍光学系Z Lの焦点距離

[0042] 条件式（8）は、広角端状態における変倍光学系Z Lのバックフォーカスと変倍光学系Z Lの焦点距離との比を規定するものである。条件式（8）を満足することで、広角端状態における像面湾曲の補正を効率よく行うことができる。

[0043] 条件式（8）の対応値が下限値を下回ると、広角端状態における像面湾曲の補正が困難になる。条件式（8）の下限値を0. 2 5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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式（8）の下限値を、0. 3 0、0. 3 5、0. 3 7、さらに0. 4 0に設定してもよい。

[0044] 条件式（8）の対応値が上限値を上回ると、広角端状態における像面湾曲の補正が不十分となる。条件式（8）の上限値を0. 5 6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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式（8）の上限値を、0. 5 4、0. 5 2、さらに0. 5 0に設定してもよい。

[0045] 本実施形態に係る変倍光学系Z Lにおいて、合焦の際に、第5レンズ群G 5が像面に対して移動することが望ましい。これにより、合焦の際の球面収差の変動を抑えることができる。

[0046] 本実施形態に係る変倍光学系Z Lにおいて、第5レンズ群G 5は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有することが望ましい。これにより、合焦の際の像面湾曲の変動を抑えることができる。

[0047] 本実施形態に係る変倍光学系Z Lは、以下の条件式（9）を満足すること

が望ましい。

[0048] $1.00 < (-f_5) / f_w < 16.00 \quad \dots (9)$

但し、 f_5 ：第5レンズ群G5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

[0049] 条件式(9)は、第5レンズ群G5の焦点距離と広角端状態における変倍光学系ZLの焦点距離との比を規定するものである。条件式(9)を満足することで、合焦の際に発生する像面湾曲を良好に補正することができる。

[0050] 条件式(9)の対応値が下限値を下回ると、合焦の際に発生する像面湾曲を抑えることが困難になる。また、合焦の際の第5レンズ群G5の移動量が大きくなるため、鏡筒が大型化する。条件式(9)の下限値を1.10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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(9)の下限値を、1.20、1.30、1.40、さらに1.45に設定してもよい。

[0051] 条件式(9)の対応値が上限値を上回ると、合焦の際に発生する像面湾曲の補正が不十分となる。また、合焦の際の第5レンズ群G5の移動量が大きくなるため、鏡筒が大型化する。条件式(9)の上限値を15.50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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(9)の上限値を、10.00、8.00、5.00、4.00、3.00、2.45、2.38、2.33、2.28、2.25、さらに2.10に設定してもよい。

[0052] 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。

[0053] $1.00 < M_{v5} / M_{v6} < 3.00 \quad \dots (10)$

但し、 M_{v5} ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第5レンズ群G5の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

M_{v6} ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第6レンズ群G6の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

[0054] 条件式(10)は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際における、第

5 レンズ群 G 5 の移動量と第 6 レンズ群 G 6 の移動量との比を規定するものである。条件式 (10) を満足することで、像面湾曲を良好に補正することができる。

[0055] 条件式 (10) の対応値が下限値を下回ると、第 5 レンズ群 G 5 で発生する像面湾曲を抑えることが困難になる。条件式 (10) の下限値を 1.10 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式 (10) の下限値を、1.20、1.30、さらに 1.40 に設定してもよい。

[0056] 条件式 (10) の対応値が上限値を上回ると、第 5 レンズ群 G 5 での像面湾曲の補正が困難になる。条件式 (10) の上限値を 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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式 (10) の上限値を、2.00、1.80、さらに 1.60 に設定してもよい。

[0057] 本実施形態に係る変倍光学系 ZL において、変倍の際、第 1 レンズ群 G 1 が像面に対して移動することが望ましい。これにより、高い変倍比を得ることが可能になる。

[0058] 本実施形態に係る変倍光学系 ZL において、第 1 レンズ群 G 1 は、3 枚以上のレンズからなることが望ましい。これにより、特に望遠端状態において、球面収差を良好に補正することができる。また、高い変倍比を得ることが可能になる。

[0059] 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。

[0060] $0.30 < M_{v1} / (f_t - f_w) < 0.80 \quad \dots (11)$

但し、 M_{v1} : 広角端状態から望遠端状態への変倍の際の第 1 レンズ群 G 1 の移動量 (物体側への移動量の符号を + とする)

f_t : 望遠端状態における変倍光学系 ZL 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

[0061] 条件式 (11) は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際の焦点距離の

変化に対する、第1レンズ群G1の移動量を規定するものである。条件式(11)を満足することで、望遠端状態における球面収差と像面湾曲を良好に補正することができる。

[0062] 条件式(11)の対応値が下限値を下回ると、望遠端状態における球面収差の補正が困難になる。条件式(11)の下限値を0.32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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(11)の下限値を、0.33、0.34、さらに0.35に設定してもよい。

[0063] 条件式(11)の対応値が上限値を上回ると、望遠端状態における像面湾曲の補正が困難になる。また、第1レンズ群G1の径が大きくなり、鏡筒の重量が大きくなる。条件式(11)の上限値を0.77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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(11)の上限値を、0.70、0.65、0.58、0.50、0.45、さらに0.40に設定してもよい。

[0064] 本実施形態に係る変倍光学系ZLにおいて、第6レンズ群G6に空気レンズが設けられ、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$0.00 < (RAr2 + RAr1) / (RAr2 - RAr1) < 2.00 \quad \dots (12)$$

但し、RAr1：第6レンズ群G6の空気レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径

RAr2：第6レンズ群G6の空気レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径

[0066] 条件式(12)は、第6レンズ群G6に設けられる空気レンズのシェイプファクターを規定するものである。条件式(12)を満足することで、像面湾曲を良好に補正することができる。

[0067] 条件式(12)の対応値が下限値を下回ると、像面湾曲の補正が困難になる。条件式(12)の下限値を0.01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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(12)の下限値を、0.10、0.20、0.28、0.30、0.40、さらに0.45に設定してもよい。

[0068] 条件式(12)の対応値が上限値を上回ると、像面湾曲の補正が困難になる。条件式(12)の上限値を1.90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。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(12)の上限値を、1.70、1.50、1.20、さらに1.00に設定してもよい。

[0069] 本実施形態に係る変倍光学系ZLにおいて、変倍の際に、少なくとも、第1レンズ群G1と、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6とが像面に対して移動することが望ましい。これにより、変倍の際の各レンズ群の倍率変動を大きくすることが可能になる。また、変倍の際に第3レンズ群G3で発生する収差を、第4レンズ群G4で補正することが可能になる。

[0070] 本実施形態に係る変倍光学系ZLにおいて、変倍の際に移動するレンズ群は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際に物体側へ移動することが望ましい。これにより、本実施形態の性能を満足する十分な変倍比を確保することができる。

[0071] 続いて、図41を参照しながら、本実施形態に係る変倍光学系ZLの製造方法について概説する。まず、物体側から順に、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、第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6とを配置する(ステップST1)。そして、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)。また、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ST3)。このような製造方法によれば、高い変倍比で良好な光学性能を有した変倍光学系を製造することが可能になる。

実施例

- [0072] 以下、本実施形態の実施例に係る変倍光学系ZL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、図22、図25、図28、図31、図34、図37は、第1～第13実施例に係る変倍光学系ZL{ZL(1)～ZL(13)}の構成および屈折力配分を示す断面図である。なお、第1～第11実施例および第13実施例は本実施形態に対応する実施例であり、第12実施例は参考例である。各図には、広角端状態から望遠端状態への変倍の際に移動するレンズ群の光軸に沿った移動方向を矢印で示している。さらに、合焦群が無限遠から近距離物体に合焦する際の移動方向を、「合焦」という文字とともに矢印で示している。第3レンズ群G3の少なくとも一部が防振群として像ブレを補正する際の移動方向を、「防振」という文字とともに矢印で示している。
- [0073] これらの図(図1、図4、図7、図10、図13、図16、図19、図22、図25、図28、図31、図34、図37)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。
- [0074] 以下に表1～表13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、表8は第8実施例、表9は第9実施例、表10は第10実施例、表11は第11実施例、表12は第12実施例、表13は第13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。
- [0075] [全体諸元]の表において、FNOはFナンバー、 ω は半画角(単位は°

(度))、Yは像高を示す。TLは無遠端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は無遠端合焦時の光軸上でのレンズ最終面から像面Iまでの空気換算距離(バックフォーカス)を示す。なお、これらの値は、広角端(W)、第1中間焦点距離(M1)、第2中間焦点距離(M2)、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。また、[全体諸元]の表において、 f_{123w} は、広角端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離を示す。 f_{123t} は、望遠端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との合成焦点距離を示す。

[0076] [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 は光学部材の材質のd線に対する屈折率、 ν_d は光学部材の材質のd線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口を、(絞りS)は開口絞りを、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。レンズ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。

[0077] [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(ザグ量)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_i は第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05=1.234 \times 10^{-5}$ である。なお、2次の非球面係数 A_2 は0であり、その記載を省略している。

[0078]
$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} + A_{12} \times y^{12} \cdots (A)$$

[0079] [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。

[0080] [可変間隔データ]の表には、[レンズ諸元]を示す表において面間隔が「可変」となっている面番号での面間隔を示す。ここでは無限遠および近距離に合焦させたときのそれぞれについて、広角端(W)、第1中間焦点距離(M1)、第2中間焦点距離(M2)、望遠端(T)の各変倍状態における面間隔を示す。[可変間隔データ]において、 f はレンズ全系の焦点距離、 β は撮影倍率を示す。

[0081] [条件式対応値]の表には、各条件式に対応する値を示す。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第1実施例に係る変倍光学系ZL(1)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図1の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。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。

- [0085] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。
- [0086] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とから構成される。
- [0087] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL34とから構成される。
- [0088] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と両凸形状の正レンズL44との接合レンズとから構成される。正レンズL44は、像面I側のレンズ面が非球面である。
- [0089] 第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズから構成される。負レンズL52は、像面I側のレンズ面が非球面である。
- [0090] 第6レンズ群G6は、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。負メニスカスレンズL61と正レンズL62との間に、空気レンズが形成されている。負メニスカスレンズL61は、像面I側のレンズ面が非球面である。第6レンズ群G6の像側に、像面Iが配置される。
- [0091] 本実施例では、第5レンズ群G5を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G3における負メニスカスレンズL32と正レンズL33との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正

の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面上の像ブレ）を補正する。

[0092] 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。

[0093] (表 1)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = -217.63848$

$f_{123t} = -267.32298$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12109	5.58779	6.39998	6.50002
ω	42.58698	22.66696	11.13686	6.13014
Y	20.50	21.70	21.70	21.70
T L	126.45486	144.98844	168.50373	188.4741

[レンズ諸元]

面番号	R	D	νd	$n d$
1	185.7354	2.0000	31.27	1.903660
2	75.9813	1.0263		
3	81.5981	6.4204	67.90	1.593190
4	-494.4016	0.1000		
5	59.1320	6.1300	67.90	1.593190
6	390.1369	D1 (可変)		
7	236.0277	1.2500	32.33	1.953750
8	19.0394	5.0675		
9	-46.6700	1.1000	52.33	1.755000
10	68.1612	0.4169		
11	37.1210	3.3840	20.88	1.922860
12	-52.5580	0.5124		
13	-32.9357	1.0000	46.59	1.816000

14	416.8076	D2 (可変)		
15	∞	2.0000		(絞り S)
16	39.8204	2.5136	35.72	1.902650
17	-292.5261	0.5000		
18	36.7161	1.0000	29.12	2.001000
19	20.9452	3.3404	53.74	1.579570
20	-76.0620	1.4447		
21	-35.5626	1.0000	32.33	1.953750
22	-290.1606	D3 (可変)		
23	37.1374	4.6344	42.73	1.834810
24	-37.1374	1.0000	31.27	1.903660
25	-308.9768	0.1000		
26	31.6449	2.7756	32.33	1.953750
27	15.2741	8.7030	81.49	1.497100
28*	-40.3095	D4 (可変)		
29	1365.4927	3.0634	23.80	1.846660
30	-35.3251	1.0000	40.13	1.851350
31*	32.6144	D5 (可変)		
32	-16.9998	1.4000	42.51	1.820800
33*	-22.5398	0.1000		
34	626.7496	3.5530	37.57	1.683760
35	-77.6296	BF		

[非球面データ]

第 2 8 面

$\kappa=1.0000$, $A4=3.13017E-05$, $A6=-1.03090E-07$

$A8=6.53525E-10$, $A10=-2.57830E-12$, $A12=0.32673E-14$

第 3 1 面

$\kappa=1.0000$, $A4=-6.66636E-06$, $A6=5.10546E-08$

A8=1.72567E-11, A10=-2.40595E-12, A12=0.98445E-14

第 3 3 面

κ =1.0000, A4=-1.93366E-06, A6=-2.05750E-08

A8=8.81224E-11, A10=-2.94021E-13, A12=0.00000E+00

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	98.9899
G2	7	-16.5057
G3	16	48.48369
G4	23	28.91747
G5	29	-39.0895
G6	32	-15588.34

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72001	49.99999	105.05133	193.99063
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	17.29645	38.92328	54.52847
D2	18.83905	10.91446	4.55495	1.10018
D3	12.23175	6.39417	3.18615	1.47844
D4	5.54311	4.42699	5.70823	2.00068
D5	10.05055	17.00460	18.93085	24.34574
BF	11.75486	22.41624	30.66474	38.48515
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06221	-0.11053	-0.17918	-0.28386
D0	365.9340	397.4004	473.8851	503.9147
D1	1.50000	17.29645	38.92328	54.52847

D2	18.83905	10.91446	4.55495	1.10018
D3	12.23175	6.39417	3.18615	1.47844
D4	6.43705	6.05192	10.02051	11.69839
D5	9.15661	15.37967	14.61857	14.64803
BF	11.78171	22.50112	30.88824	39.04500

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.402$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.364$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.848$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 42.587$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 6.130$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.114$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.726$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.476$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 1.581$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_v 5 / M_v 6 = 1.535$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.366$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r 2 + R A r 1) / (R A r 2 - R A r 1) = 0.931$$

[0094] 図2 (A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。図2 (A)、および図2 (B)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。球面収差図では最大口径に対応するFナンバーの値を示し、非点収差図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。図3 (A)、および図3 (B)のコマ収差図では各像高の値を示す。また各収差図において、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。

[0095] 各諸収差図より、第1実施例に係る変倍光学系は、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。

[0096] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第2実施例に係る変倍光学系ZL(2)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSが設けられた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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りSが設けられた第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図4の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0097] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0098] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、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とから構成される。

[0099] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31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L32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカ

スレンズL 3 4 とから構成される。

[0100] 第4レンズ群G 4 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 3 と両凸形状の正レンズL 4 4 との接合レンズとから構成される。正レンズL 4 4 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0101] 第5レンズ群G 5 は、両凸形状の正レンズL 5 1 と両凹形状の負レンズL 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0102] 第6レンズ群G 6 は、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 6 1 と、両凸形状の正レンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正レンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。負メニスカスレンズL 6 1 は、像面I側のレンズ面が非球面である。第6レンズ群G 6 の像側に、像面Iが配置される。

[0103] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における負メニスカスレンズL 3 2 と正レンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0104] 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。

[0105] (表2)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = -377.733$

$f_{123t} = -288.19144$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12000	5.60000	6.20000	6.49999

ω	43.04718	22.53540	10.65017	6.13829
Y	20.91	21.70	21.70	21.70
T L	125.95528	142.51715	167.85323	186.8435

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
1	188.64525	2.00000	31.27	1.903660
2	77.80524	0.84780		
3	80.41425	6.51915	67.90	1.593190
4	-471.30377	0.10000		
5	62.30684	5.66572	67.90	1.593190
6	358.24871	D1 (可変)		
7	230.01286	1.25000	43.79	1.848500
8	18.45421	5.50336		
9	-40.33983	1.10000	52.34	1.755000
10	79.65336	0.38546		
11	39.14822	3.37749	23.80	1.846660
12	-47.38891	0.46523		
13	-31.94449	1.00000	46.59	1.816000
14	-2729.77760	D2 (可変)		
15	41.64137	2.51154	35.73	1.902650
16	-289.39118	0.40000		
17	∞	0.10000		(絞り S)
18	38.12143	1.00000	29.12	2.001000
19	21.49924	3.26023	53.74	1.579570
20	-73.20919	1.47119		
21	-34.94662	1.00000	32.33	1.953750
22	-165.99888	D3 (可変)		
23	37.20805	4.18411	42.73	1.834810

24	-43.17368	1.00003	31.27	1.903660
25	-659.56023	1.54931		
26	28.71779	1.32801	32.33	1.953750
27	14.76801	9.10325	81.49	1.497100
28*	-42.86465	D4 (可変)		
29	255.99237	3.36761	23.80	1.846660
30	-33.68693	1.00000	40.13	1.851350
31*	31.06431	D5 (可変)		
32	-23.57856	1.40000	45.21	1.794457
33*	-50.21699	0.10000		
34	91.45040	3.78568	29.84	1.800000
35	-197.78095	BF		

[非球面データ]

第28面

$\kappa=1.0000$, $A4=2.56920E-05$, $A6=-9.38399E-08$

$A8=4.71077E-10$, $A10=-1.70196E-12$, $A12=0.00000E+00$

第31面

$\kappa=1.0000$, $A4=-6.78111E-06$, $A6=6.47335E-08$

$A8=-3.28125E-10$, $A10=2.56418E-13$, $A12=0.00000E+00$

第33面

$\kappa=1.0000$, $A4=3.30419E-06$, $A6=-1.76274E-09$

$A8=1.66657E-12$, $A10=1.80471E-14$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	102.16195
G2	7	-16.76640
G3	15	47.83089
G4	23	29.71748

G5 29 -41.62356

G6 32 -236.16863

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72031	50.00094	110.00281	194.00483
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	17.23398	38.86323	55.71214
D2	19.13452	10.77832	3.90279	1.10000
D3	12.16022	5.90688	2.59619	1.47832
D4	5.12094	4.32200	5.90770	2.00000
D5	10.00915	17.06861	18.78383	23.80987
BF	11.25528	20.43218	31.02431	35.96804

	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06086	-0.10794	-0.18504	-0.27368
D0	374.0451	407.4838	482.1484	513.1582
D1	1.50000	17.23398	38.86323	55.71214
D2	19.13452	10.77832	3.90279	1.10000
D3	12.16022	5.90688	2.59619	1.47832
D4	6.06949	6.02341	10.42761	11.59738
D5	9.06059	15.36720	14.26392	14.21249
BF	11.25529	20.4322	31.02445	35.96847

[条件式対応値]

条件式 (1) $M_v 4 / M_v 3 = 1.432$

条件式 (2) $M_v 2 / f_w = 0.270$

条件式 (3) $f_t / f_w = 7.848$

条件式 (4) $\omega_w = 43.047$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega t = 6.138$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.112$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.783$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.455$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 1.684$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_{v5} / M_{v6} = 1.558$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_{v1} / (f_t - f_w) = 0.360$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A_{r2} + R A_{r1}) / (R A_{r2} - R A_{r1}) = 0.291$$

[0106] 図5 (A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第2実施例に係る変倍光学系は、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。

[0107] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第3実施例に係る変倍光学系ZL (3)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図7の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0108] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メ

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

[0109] 第2レンズ群G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ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、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 2 4 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 5 との接合レンズとから構成される。負メニスカスレンズL 2 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。負メニスカスレンズL 2 5 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0110] 第3レンズ群G 3 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 1 から構成される。正メニスカスレンズL 3 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0111] 第4レンズ群G 4 は、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 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 3 との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 4 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 5 との接合レンズとから構成される。負メニスカスレンズL 4 5 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0112] 第5レンズ群G 5 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1 と両凹形状の負レンズL 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0113] 第6レンズ群G 6 は、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 6 1 と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正メニスカスレンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6 の像側に、像面Iが配置される。

[0114] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われ

る。また、本実施例では、第3レンズ群G3における正メニスカスレンズL31が、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面1上の像ブレ）を補正する。

[0115] 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。

[0116] (表3)

[全体諸元]

変倍比 7.850

$f_{123w} = -526.69259$

$f_{123t} = -297.45559$

	W	M1	M2	T
FNO	4.12000	5.00001	6.14000	6.50003
ω	41.94830	22.05780	10.36801	5.96172
Y	21.34	21.70	21.70	21.70
TL	118.25612	134.48400	163.70742	182.4804

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν_d	n_d
1	151.3952	2.0000	23.80	1.846660
2	87.2806	5.9280	67.90	1.593190
3	-1349.8590	0.1000		
4	76.7487	4.4238	67.90	1.593190
5	320.3570	D1 (可変)		
6*	395.1403	1.2500	40.66	1.883000
7	17.9444	4.0881		
8	172.0131	1.0000	27.15	1.944421
9	41.2622	0.6317		
10	28.0910	3.7608	20.88	1.922860
11	282.0417	1.6588		
12	-43.9082	1.6452	25.64	1.784720

13	-19.4929	1.1000	43.36	1.839318
14*	-367.3130	D2 (可変)		
15	∞	1.8230		(絞り S)
16*	25.2025	2.7754	59.33	1.609605
17	116.8971	D3 (可変)		
18	27.7315	3.2255	67.90	1.593190
19	-829.3049	0.7234		
20	31.9256	2.0849	32.32	1.953747
21	14.4283	4.6386	70.32	1.487490
22	87.2035	0.7730		
23	61.3969	5.2420	82.57	1.497820
24	-18.0219	4.1197	37.22	1.882023
25*	-25.6911	D4 (可変)		
26	-1678.9249	3.0141	25.26	1.902000
27	-33.6869	1.0000	40.12	1.851080
28*	40.9152	D5 (可変)		
29	-15.4450	1.2500	46.59	1.816000
30	-29.1017	0.1000		
31	-162.7939	2.9649	29.37	1.950000
32	-61.0034	BF		

[非球面データ]

第 6 面

$\kappa=1.9193$, $A4=5.26888E-06$, $A6=-1.61582E-08$

$A8=5.37910E-11$, $A10=-9.15512E-14$, $A12=0.00000E+00$

第 1 4 面

$\kappa=6.0000$, $A4=8.64764E-07$, $A6=-1.04249E-08$

$A8=-8.45595E-12$, $A10=4.36832E-13$, $A12=0.00000E+00$

第 1 6 面

$\kappa = -0.0411, A4 = -5.82687E-06, A6 = 1.89727E-08$

$A8 = -3.04157E-10, A10 = 1.94188E-12, A12 = 0.00000E+00$

第 2 5 面

$\kappa = 1.0633, A4 = 1.55522E-05, A6 = -4.60661E-08$

$A8 = 2.01166E-10, A10 = -8.69226E-13, A12 = 0.00000E+00$

第 2 8 面

$\kappa = 0.0000, A4 = -8.62706E-06, A6 = 9.53672E-08$

$A8 = -5.21848E-10, A10 = 1.74761E-12, A12 = 0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	111.43064
G2	6	-17.83112
G3	16	52.10796
G4	18	30.96133
G5	26	-50.42308
G6	29	-77.20586

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72028	50.00010	110.02145	194.04302
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.56355	16.96393	42.92481	58.95782
D2	18.90672	9.77960	3.82294	0.50000
D3	10.22026	5.92276	2.94135	1.20000
D4	6.49920	5.70254	5.42574	2.50000
D5	10.45535	15.54950	18.80771	23.47480
BF	9.29011	19.24474	28.46394	34.52694
	W	M 1	M 2	T

	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06124	-0.12203	-0.24452	-0.38142
D0	373.1327	356.9049	327.6814	308.9084
D1	1.56355	16.96393	42.92481	58.95782
D2	18.90672	9.77960	3.82294	0.50000
D3	10.22026	5.92276	2.94135	1.20000
D4	7.63429	7.89257	11.92314	16.79614
D5	9.32026	13.35947	12.31031	9.17866
BF	9.31670	19.34984	28.88441	35.54307

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.357$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.276$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.850$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 41.948$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 5.962$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.047$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.652$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.376$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 2.040$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_v 5 / M_v 6 = 1.516$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.379$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r 2 + R A r 1) / (R A r 2 - R A r 1) = 1.435$$

[0117] 図8(A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第3実施例に係る変倍光学系は、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。

[0118] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第4実施例に係る変倍光学系ZL(4)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図10の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0119] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0120] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL24と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25との接合レンズとから構成される。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。負メニスカスレンズL25は、像面側のレンズ面が非球面である。

[0121] 第3レンズ群G3は、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との接合レンズとから構成される。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。

[0122] 第4レンズ群G4は、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負メニスカスレンズL 4 2 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 3 との接合レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 4 4 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 5 との接合レンズとから構成される。負メニスカスレンズL 4 5 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

[0123] 第5レンズ群G 5 は、両凸形状の正レンズL 5 1 と両凹形状の負レンズL 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

[0124] 第6レンズ群G 6 は、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 6 1 と、像面 I 側に平面を向けた平凸形状の正レンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正レンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6 の像側に、像面 I が配置される。

[0125] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面 I 側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における正レンズL 3 2 と負メニスカスレンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面 I 上の像ブレ）を補正する。

[0126] 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。

[0127] (表4)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = 102.18699$

$f_{123t} = -1535.17561$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12000	5.00001	6.14000	6.50003
ω	41.94830	22.05780	10.36801	5.96172

Y	21.65	21.70	21.70	21.70
T L	122.11284	138.25648	173.12226	195.4602

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
1	157.9423	2.0000	23.80	1.846660
2	81.8879	5.9036	67.90	1.593190
3	-2013.3747	0.1000		
4	63.5017	4.6636	63.34	1.618000
5	210.8809	D1 (可変)		
6*	318.1018	1.2500	40.66	1.883000
7	16.7008	4.7201		
8	704.9777	1.3500	25.79	1.940573
9	35.9277	0.1354		
10	25.6246	4.3288	20.88	1.922860
11	-84.8316	1.1878		
12	-26.8353	2.5514	26.72	1.759928
13	-14.0619	1.1000	40.66	1.883000
14*	-120.1155	D2 (可変)		
15	∞	1.7168		(絞り S)
16*	25.0707	2.5492	56.42	1.650119
17	50.5707	1.8201		
18	2141.2793	3.9646	47.10	1.718816
19	-19.4561	1.2000	29.37	1.950000
20	-40.3974	D3 (可変)		
21	33.1155	2.7430	58.12	1.622989
22	102.1338	0.1000		
23	26.3197	4.3495	29.37	1.950000
24	14.1783	4.4212	70.32	1.487490

25	72.5822	1.6811		
26	-306.2709	4.3812	82.57	1.497820
27	-18.7373	1.2500	37.22	1.882023
28*	-24.4766	D4 (可変)		
29	119.2349	3.5589	25.92	1.805628
30	-33.6869	1.0000	40.12	1.851080
31*	32.8619	D5 (可変)		
32	-22.4629	1.2500	40.66	1.883000
33	-43.8572	0.1000		
34	61.5070	4.1976	33.02	1.689260
35	∞	BF		

[非球面データ]

第6面

$\kappa=6.0000$, $A4=9.24936E-06$, $A6=4.48621E-09$

$A8=-4.48203E-11$, $A10=1.65001E-13$, $A12=0.00000E+00$

第14面

$\kappa=5.8635$, $A4=-1.80704E-06$, $A6=1.46957E-08$

$A8=-7.35664E-11$, $A10=-5.50824E-13$, $A12=0.00000E+00$

第16面

$\kappa=0.0729$, $A4=-4.52720E-06$, $A6=2.52623E-08$

$A8=-1.11420E-10$, $A10=1.41519E-13$, $A12=0.00000E+00$

第28面

$\kappa=1.0568$, $A4=1.62692E-05$, $A6=-9.59061E-09$

$A8=-6.35322E-11$, $A10=1.73247E-13$, $A12=0.00000E+00$

第31面

$\kappa=1.0365$, $A4=-5.49985E-06$, $A6=5.29125E-08$

$A8=-9.39998E-11$, $A10=1.17057E-13$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	106.62052
G2	6	-16.22739
G3	16	41.04090
G4	21	40.60874
G5	29	-49.86905
G6	32	-140.23760

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.71999	49.99999	109.99995	193.99988
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	18.53350	35.68354	55.45436
D2	17.47125	8.41504	3.49296	0.78316
D3	8.24386	2.43196	1.40000	1.44036
D4	6.00186	7.14502	5.60349	2.49999
D5	10.03309	14.70182	17.27531	20.33845
BF	9.28884	17.45519	40.09303	45.36996
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06195	-0.10885	-0.20280	-0.28444
D0	369.2759	403.0933	448.2665	495.9287
D1	1.50000	18.53350	35.68354	55.45436
D2	17.47125	8.41504	3.49296	0.78316
D3	8.24386	2.43196	1.40000	1.44036
D4	7.29302	9.64626	10.19294	12.30143
D5	8.74193	12.20058	12.68586	10.53701
BF	9.31603	17.53910	40.38407	45.94189

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.189$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.785$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.848$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 41.948$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 5.962$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = 0.242$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.126$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.376$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 2.017$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_v 5 / M_v 6 = 1.286$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.433$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r 2 + R A r 1) / (R A r 2 - R A r 1) = 0.168$$

[0128] 図11(A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第4実施例に係る変倍光学系は、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。

[0129] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第5実施例に係る変倍光学系ZL(5)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2

、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図13の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0130] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0131] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、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。負メニスカスレンズL24は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0132] 第3レンズ群G3は、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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズとから構成される。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。

[0133] 第4レンズ群G4は、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との接合レンズと、両凸形状の正レンズL44と両凹形状の負レンズL45との接合レンズとから構成される。負レンズL45は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0134] 第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズから構成される。負レンズL52は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0135] 第6レンズ群G6は、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。負メニスカスレンズL61と正レンズL62との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G6の像側に、像面Iが配置される。

[0136] 本実施例では、第5レンズ群G5を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G3における負メニスカスレンズL32と正レンズL33との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0137] 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。

[0138] (表5)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = 148.33142$

$f_{123t} = -861.38789$

	W	M1	M2	T
FNO	4.12000	5.60000	6.20000	6.49999
ω	42.61146	22.53540	10.65017	6.13829
Y	20.68	21.70	21.70	21.70
TL	122.11284	137.15660	162.89036	188.0553

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν_d	n_d
1	120.0314	2.0000	23.80	1.846660
2	75.2829	6.2421	82.57	1.497820
3	-2364.7242	0.1000		
4	64.4734	5.0111	64.74	1.607834
5	308.6603	D1 (可変)		
6*	221.2774	1.2500	40.66	1.883000
7	17.1630	5.2789		
8	-38.7201	1.1000	33.32	1.903162
9	95.9763	0.1000		

10	40.1060	4.3656	20.88	1.922860
11	-33.5026	0.9492		
12	-22.3899	1.1000	40.67	1.882762
13*	-102.6938	D2 (可変)		
14	∞	0.8341		(絞り S)
15*	31.3299	2.7567	63.86	1.517039
16	394.2979	1.0000		
17	76.9690	1.1000	25.78	1.906571
18	30.3656	2.9449	45.71	1.623046
19	-89.6818	D3 (可変)		
20	23.7528	3.8095	41.66	1.659437
21	83.0826	2.6863		
22	52.1032	1.8385	32.25	1.954620
23	15.4393	5.4045	70.32	1.487490
24	-39.4485	0.1000		
25	37.0327	3.3978	67.89	1.593103
26	-838.1647	1.2500	43.15	1.810385
27*	82.5521	D4 (可変)		
28	623.8813	3.1385	22.74	1.808090
29	-33.6869	1.0000	41.21	1.836497
30*	32.8807	D5 (可変)		
31	-21.3174	1.2500	27.35	1.663819
32	-31.8044	0.1043		
33	92.9303	3.5471	28.93	1.727721
34	-394.1540	BF		

[非球面データ]

第 6 面

$\kappa=5.7341$, $A4=1.16802E-06$, $A6=2.03518E-09$

A8=1.81447E-11, A10=8.58869E-14, A12=0.00000E+00

第 1 3 面

κ =3.2914, A4=-1.1111E-06, A6=1.49282E-09

A8=-3.72110E-11, A10=6.45032E-13, A12=0.00000E+00

第 1 5 面

κ =0.0277, A4=-8.27654E-06, A6=1.77158E-08

A8=-1.81439E-10, A10=1.08193E-12, A12=0.00000E+00

第 2 7 面

κ =1.9922, A4=1.24262E-05, A6=-1.46784E-08

A8=3.73707E-10, A10=-2.02655E-12, A12=0.00000E+00

第 3 0 面

κ =1.9072, A4=-8.91746E-06, A6=3.65180E-08

A8=-5.04265E-10, A10=1.78607E-12, A12=0.00000E+00

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	99.41971
G2	6	-15.74038
G3	15	41.65192
G4	20	37.63548
G5	28	-40.12367
G6	31	7119.59107

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.71999	49.99997	109.99986	193.99963
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	16.60455	37.99399	53.23975
D2	18.36307	10.15010	3.58234	1.66590

D3	13.02129	4.83611	1.75831	1.47831
D4	6.45265	6.28920	8.47335	2.50000
D5	9.82549	18.17413	19.06777	25.32113
BF	9.29124	17.44341	28.35549	40.19113
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06170	-0.10941	-0.19455	-0.28776
D0	370.3154	405.3261	459.3561	504.3260
D1	1.50000	16.60455	37.99399	53.23975
D2	18.36307	10.15010	3.58234	1.66590
D3	13.02129	4.83611	1.75831	1.47831
D4	7.54590	8.23070	14.07758	12.27653
D5	8.73225	16.23263	13.46354	15.54460
BF	9.31427	17.51651	28.58674	40.69673

[条件式対応値]

条件式 (1) $Mv4 / Mv3 = 1.374$

条件式 (2) $Mv2 / fw = 0.575$

条件式 (3) $ft / fw = 7.848$

条件式 (4) $\omega w = 42.611$

条件式 (5) $\omega t = 6.138$

条件式 (6) $fw / f_{123w} = 0.167$

条件式 (7) $ft / f_{123t} = -0.225$

条件式 (8) $BFw / fw = 0.376$

条件式 (9) $(-f5) / fw = 1.623$

条件式 (10) $Mv5 / Mv6 = 1.501$

条件式 (11) $Mv1 / (ft - fw) = 0.390$

条件式 (12) $(RAr2 + RAr1) / (RAr2 - RAr1) = 0.490$

[0139] 図14 (A)、および図14 (B) はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光

光学系の広角端状態、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第5実施例に係る変倍光学系は、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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第6実施例に係る変倍光学系ZL(6)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図16の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0141] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0142] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、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。負メニスカスレンズL24は、像面側のレンズ面が非球面である。

[0143] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズ

L 3 3 との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 4 とから構成される。

[0144] 第4レンズ群 G 4 は、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 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 4 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 5 との接合レンズとから構成される。正レンズ L 4 1 は、物体側のレンズ面が非球面である。負メニスカスレンズ L 4 5 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

[0145] 第5レンズ群 G 5 は、両凸形状の正レンズ L 5 1 と両凹形状の負レンズ L 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズ L 5 2 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

[0146] 第6レンズ群 G 6 は、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 6 1 と、両凸形状の正レンズ L 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズ L 6 1 と正レンズ L 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群 G 6 の像側に、像面 I が配置される。

[0147] 本実施例では、第5レンズ群 G 5 を像面 I 側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群 G 3 における負メニスカスレンズ L 3 2 と正レンズ L 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面 I 上の像ブレ）を補正する。

[0148] 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。

[0149] (表 6)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = -136.43292$

$f_{123t} = -215.16315$

W

M 1

M 2

T

F N O	4.12001	5.60001	6.20000	6.50003
ω	42.67959	22.59339	10.65052	6.14768
Y	20.58	21.70	21.70	21.70
T L	122.11285	136.30769	162.04178	189.3093

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
1	152.2083	2.0000	23.80	1.846660
2	89.2068	6.1884	82.57	1.497820
3	-413.2934	0.1000		
4	63.3220	4.8830	67.90	1.593190
5	253.0230	D1 (可変)		
6*	137.9264	1.2500	40.66	1.882996
7	17.8991	4.7805		
8	-47.3363	1.1000	36.88	1.897432
9	75.2485	0.1000		
10	39.7397	4.1374	21.58	1.918850
11	-39.0575	0.7197		
12	-24.5868	1.1000	47.49	1.802013
13*	-591.6627	D2 (可変)		
14	∞	0.7464		(絞り S)
15	46.9722	2.7552	48.04	1.768500
16	-93.2395	0.5000		
17	51.8617	1.1000	29.95	1.987022
18	25.2907	2.9021	45.71	1.623046
19	-73.0708	1.4973		
20	-29.7887	1.0273	35.73	1.902641
21	-85.6917	D3 (可変)		
22*	28.7123	3.8190	45.24	1.768369

23	-400.5317	2.3100		
24	68.0478	1.0008	32.32	1.953752
25	17.9627	5.9680	78.66	1.495797
26	-34.0844	0.1000		
27	42.3850	3.2656	67.90	1.593190
28	754.0925	1.2500	44.96	1.790885
29*	73.7905	D4 (可変)		
30	256.5317	3.3327	22.74	1.808090
31	-33.6869	1.0000	40.27	1.839964
32*	28.6240	D5 (可変)		
33	-20.9675	1.2500	27.35	1.663819
34	-40.3074	0.1000		
35	173.3096	4.5044	31.21	1.841022
36	-72.4610	BF		

[非球面データ]

第6面

$\kappa=0.0442$, $A4=-4.01520E-06$, $A6=2.02052E-08$

$A8=-1.03759E-10$, $A10=3.37776E-13$, $A12=0.00000E+00$

第13面

$\kappa=1.0000$, $A4=-6.36415E-06$, $A6=2.72142E-08$

$A8=-2.64695E-10$, $A10=8.53046E-13$, $A12=0.00000E+00$

第22面

$\kappa=1.0000$, $A4=-4.72982E-06$, $A6=7.21651E-09$

$A8=-1.20147E-10$, $A10=3.75555E-13$, $A12=0.00000E+00$

第29面

$\kappa=1.0000$, $A4=1.53597E-05$, $A6=-6.12529E-09$

$A8=2.59000E-10$, $A10=-2.05818E-12$, $A12=0.00000E+00$

第32面

$\kappa=1.0000, A4=-5.88848E-06, A6=4.28279E-08$

$A8=-4.85291E-10, A10=2.28998E-12, A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	101.19406
G2	6	-16.04849
G3	15	49.36913
G4	22	29.13636
G5	30	-37.13373
G6	33	424.58679

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72000	50.00001	109.99999	194.00003
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	15.59832	37.20427	54.26539
D2	17.63580	9.34111	2.87140	1.75361
D3	12.53679	5.46459	2.24074	1.47831
D4	6.27123	7.05298	10.12752	2.50000
D5	9.72366	16.01381	16.16341	24.55336
BF	9.65757	18.04908	28.64666	39.97093
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06163	-0.10967	-0.19523	-0.28795
D0	370.3333	405.5358	460.2499	503.0996
D1	1.50000	15.59832	37.20427	54.26539
D2	17.63580	9.34111	2.87140	1.75361
D3	12.53679	5.46459	2.24074	1.47831

D4	7.24735	8.97695	15.97733	12.28747
D5	8.74755	14.08984	10.31360	14.76589
BF	9.68397	18.12250	28.87954	40.47730

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.365$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.584$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.848$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 42.680$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 6.148$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.181$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.902$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.391$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 1.502$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_v 5 / M_v 6 = 1.489$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.397$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r 2 + R A r 1) / (R A r 2 - R A r 1) = 0.623$$

[0150] 図17(A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第6実施例に係る変倍光学系は、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。

[0151] (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広角端状態における無限遠合焦時のレンズ構成図である。第7実施例に係る変倍光学系ZL(7)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図19の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0152] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0153] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、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。負メニスカスレンズL24は、像面側のレンズ面が非球面である。

[0154] 第3レンズ群G3は、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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズと、像面側に平面を向けた平凹形状の負レンズL34とから構成される。正メニスカスレンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0155] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と両凸形状の正レンズL44との接合レンズとから構成される。正レンズL44は、像面側のレンズ面が非球面である。

[0156] 第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズから構成される。負レンズL52は、像面側のレンズ面が非球面である。

[0157] 第6レンズ群G 6は、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 6 1と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 6 2とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1と正メニスカスレンズL 6 2との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6の像側に、像面Iが配置される。

[0158] 本実施例では、第5レンズ群G 5を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3における負メニスカスレンズL 3 2と正レンズL 3 3との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0159] 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。

[0160] (表7)

[全体諸元]

変倍比 7.854

$f_{123w} = 108.15193$

$f_{123t} = -1180.72115$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.11505	5.74532	6.36855	6.68279
ω	42.27184	21.88249	10.96245	6.04244
Y	20.89	21.70	21.70	21.70
T L	120.45755	140.80075	169.77272	195.4575

[レンズ諸元]

面番号	R	D	νd	n d
1	164.3654	2.0000	23.80	1.846660
2	73.5155	5.9893	67.90	1.593190
3	-2353.2843	0.1000		
4	72.1741	4.8721	46.03	1.721059

5	384.7599	D1 (可変)		
6*	168.2036	1.5000	40.66	1.883000
7	15.8326	4.3451		
8	-82.6447	1.5000	40.66	1.883000
9	46.2086	0.1000		
10	30.2898	4.8789	23.29	1.872769
11	-32.6789	0.7547		
12	-24.9555	1.5000	40.66	1.883000
13*	-2867.4336	D2 (可変)		
14	∞	1.5000		(絞り S)
15*	24.1510	3.7103	57.75	1.633994
16	594.5882	1.0000		
17	70.2793	1.5000	35.28	1.801392
18	17.4502	4.9253	46.90	1.702987
19	-111.3896	1.2478		
20	-65.1233	1.5000	44.85	1.743972
21	∞	D3 (可変)		
22	132.6869	3.6334	82.57	1.497820
23	-33.2203	1.5000	23.99	1.871866
24	-81.5274	0.1000		
25	26.2321	1.5000	40.98	1.869660
26	16.8448	7.0033	57.83	1.512954
27*	-36.7178	D4 (可変)		
28	100.0646	3.3139	24.26	1.791180
29	-60.0000	1.5000	40.12	1.851080
30*	35.0435	D5 (可変)		
31	-19.8065	1.5000	40.79	1.877404
32	-36.0179	0.1000		

33	-118.6453	3.6033	27.58	1.755201
34	-51.9780	BF		

[非球面データ]

第6面

$\kappa=2.0000$, $A4=-3.54713E-06$, $A6=8.39421E-09$

$A8=5.74900E-12$, $A10=-2.30186E-14$, $A12=0.00000E+00$

第13面

$\kappa=1.0000$, $A4=-8.88610E-06$, $A6=8.60054E-10$

$A8=9.35296E-11$, $A10=-8.32892E-13$, $A12=0.00000E+00$

第15面

$\kappa=1.0000$, $A4=-1.25166E-05$, $A6=2.21212E-08$

$A8=-2.03902E-10$, $A10=7.07567E-13$, $A12=0.00000E+00$

第27面

$\kappa=1.0000$, $A4=2.74577E-05$, $A6=-5.57744E-08$

$A8=3.60461E-10$, $A10=-1.20456E-12$, $A12=0.00000E+00$

第30面

$\kappa=1.0000$, $A4=-6.49026E-06$, $A6=5.84808E-08$

$A8=-3.26107E-10$, $A10=9.49542E-13$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	99.48878
G2	6	-15.91549
G3	15	36.81358
G4	22	35.33722
G5	28	-59.27007
G6	31	-101.60759

[可変間隔データ]

W	M 1	M 2	T
---	-----	-----	---

	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.70000	50.00001	105.00002	194.00004
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	16.10146	35.16750	51.29406
D2	17.11600	9.70503	4.20600	1.50000
D3	7.94167	4.05851	2.07803	1.50000
D4	8.59873	5.64789	5.81781	1.50000
D5	9.32368	17.20284	18.29639	22.86408
BF	9.30000	21.40756	37.52953	50.12197
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06152	-0.11064	-0.19039	-0.28955
D0	370.9313	400.5881	451.6162	495.9313
D1	1.50000	16.10146	35.16750	51.29406
D2	17.11600	9.70503	4.20600	1.50000
D3	7.94167	4.05851	2.07803	1.50000
D4	10.20432	7.93636	10.79923	11.04504
D5	7.71809	14.91438	13.31498	13.31904
BF	9.32674	21.49415	37.78613	50.71489

[条件式対応値]

条件式 (1) $M_v 4 / M_v 3 = 1.158$

条件式 (2) $M_v 2 / f_w = 1.017$

条件式 (3) $f_t / f_w = 7.890$

条件式 (4) $\omega_w = 42.272$

条件式 (5) $\omega_t = 6.042$

条件式 (6) $f_w / f_{123w} = 0.227$

条件式 (7) $f_t / f_{123t} = -0.171$

条件式 (8) $B F_w / f_w = 0.375$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 2.392$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_{v5} / M_{v6} = 1.332$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_{v1} / (f_t - f_w) = 0.439$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R_{Ar2} + R_{Ar1}) / (R_{Ar2} - R_{Ar1}) = 1.872$$

[0161] 図20(A)、および図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、および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)、および図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、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第7実施例に係る変倍光学系は、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。

[0162] (第8実施例)

第8実施例について、図22～図24および表8を用いて説明する。図22は、第8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レンズ構成図である。第8実施例に係る変倍光学系ZL(8)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図22の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0163] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0164] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レン

ズL 2 3と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 4とから構成される。負メニスカスレンズL 2 1は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0165] 第3レンズ群G 3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 2と両凸形状の正レンズL 3 3との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 4とから構成される。

[0166] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 4 2と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 3との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 4とから構成される。正レンズL 4 4は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0167] 第5レンズ群G 5は、両凸形状の正レンズL 5 1と両凹形状の負レンズL 5 2との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0168] 第6レンズ群G 6は、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 6 1と、両凸形状の正レンズL 6 2とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1と正レンズL 6 2との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6の像側に、像面Iが配置される。

[0169] 本実施例では、第5レンズ群G 5を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3における負メニスカスレンズL 3 2と正レンズL 3 3との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0170] 以下の表8に、第8実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0171] (表8)

[全体諸元]

変倍比 7.854

$$f_{123w} = -440.44611$$

$$f_{123t} = -323.78995$$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12083	5.77298	6.33626	6.49162
ω	42.50455	22.44807	11.22387	6.10280
Y	20.61	21.70	21.70	21.70
T L	120.46149	143.33661	170.26168	190.2487

[レンズ諸元]

面番号	R	D	νd	n d
1	119.2532	2.0000	25.26	1.902000
2	75.4740	6.1889	82.57	1.497820
3	-685.9404	0.1000		
4	62.0223	5.1009	67.90	1.593190
5	237.4793	D1 (可変)		
6*	153.6662	1.5000	46.59	1.816000
7	15.5464	4.2474		
8	-40.2333	1.5002	43.79	1.848500
9	79.6309	0.1006		
10	32.2669	3.5980	22.74	1.808090
11	-38.3529	0.7346		
12	-22.0127	1.5000	43.79	1.848500
13	-91.6465	D2 (可変)		
14	∞	1.5000		(絞り S)
15	44.5290	2.6559	44.85	1.743972
16	-81.3774	0.7000		
17	33.2106	3.4046	30.99	1.940752
18	19.5338	3.9016	59.70	1.508752
19	-65.3422	1.3372		

20	-26.7545	1.5000	29.68	1.730111
21	-101.6153	D3 (可変)		
22	33.1030	6.1030	70.40	1.487502
23	-28.7765	0.1000		
24	-116.0123	3.4598	68.30	1.507497
25	-28.0491	1.5000	32.03	1.910214
26	-237.5876	0.2542		
27	95.5133	3.1295	59.13	1.611115
28*	-51.7400	D4 (可変)		
29	333.8201	3.4464	22.74	1.808090
30	-49.9705	1.5000	44.82	1.743986
31*	31.2247	D5 (可変)		
32	-27.4502	1.5000	66.16	1.531180
33	-59.8926	0.1000		
34	164.9552	2.6581	27.80	1.749763
35	-519.6427	BF		

[非球面データ]

第6面

$\kappa=1.0000$, $A4=2.54661E-06$, $A6=1.57681E-08$

$A8=-1.62633E-10$, $A10=6.99665E-13$, $A12=0.00000E+00$

第28面

$\kappa=1.0000$, $A4=2.83706E-05$, $A6=-3.41484E-08$

$A8=2.83345E-10$, $A10=-4.50609E-13$, $A12=0.00000E+00$

第31面

$\kappa=1.0000$, $A4=-4.24770E-06$, $A6=6.21761E-08$

$A8=-2.79037E-10$, $A10=4.34156E-13$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1	1	99.94559
G2	6	-15.36108
G3	15	40.04464
G4	22	30.83594
G5	29	-50.14179
G6	32	-238.46610

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.69999	49.99998	104.99995	193.99998
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	18.29170	34.70486	54.28408
D2	15.49680	10.23739	4.55937	1.50000
D3	10.63532	4.97092	1.81398	1.50000
D4	8.89670	4.43383	5.19646	1.51052
D5	9.31183	19.43911	21.83341	25.83333
BF	9.29998	20.64280	36.83273	40.29998

	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06119	-0.09874	-0.16976	-0.27724
D0	371.9273	449.0522	522.1271	502.1400
D1	1.50000	18.29170	34.70486	54.28408
D2	15.49680	10.23739	4.55937	1.50000
D3	10.63532	4.97092	1.81398	1.50000
D4	10.32916	6.26965	9.16937	12.36360
D5	7.87937	17.60328	17.86051	14.98025
BF	9.32282	20.70243	37.00914	40.76930

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.295$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.688$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.854$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 42.505$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 6.103$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.056$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.599$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.377$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 2.030$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_v 5 / M_v 6 = 1.533$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.412$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r 2 + R A r 1) / (R A r 2 - R A r 1) = 0.467$$

[0172] 図23(A)、および図23(B)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図24(A)、および図24(B)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第8実施例に係る変倍光学系は、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。

[0173] (第9実施例)

第9実施例について、図25～図27および表9を用いて説明する。図25は、第9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レンズ構成図である。第9実施例に係る変倍光学系ZL(9)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、

および第6レンズ群G 6は、光軸に沿って図25の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G 3と第6レンズ群G 6とが一体的に移動する。

[0174] 第1レンズ群G 1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と像面I側に平面を向けた平凸形状の正レンズL 1 2との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3とから構成される。

[0175] 第2レンズ群G 2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1と、両凹形状の負レンズL 2 2と、両凸形状の正レンズL 2 3と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 4とから構成される。負メニスカスレンズL 2 1は、物体側のレンズ面が非球面である。負メニスカスレンズL 2 4は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0176] 第3レンズ群G 3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1と、両凸形状の正レンズL 3 2と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 3との接合レンズと、両凹形状の負レンズL 3 4と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 5との接合レンズとから構成される。正レンズL 3 1は、物体側のレンズ面が非球面である。負レンズL 3 4は、物体側のレンズ面が非球面である。

[0177] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 1と両凸形状の正レンズL 4 2との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 3とから構成される。正レンズL 4 3は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0178] 第5レンズ群G 5は、両凸形状の正レンズL 5 1と両凹形状の負レンズL 5 2との接合レンズから構成される。

[0179] 第6レンズ群G 6は、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 6 1と、両凸形状の正レンズL 6 2とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1と正レンズL 6 2との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6の像側に、像面Iが配置される。

[0180] 本実施例では、第5レンズ群G5を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G3における負レンズL34と正メニスカスレンズL35との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な負の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0181] 以下の表9に、第9実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0182] (表9)

[全体諸元]

変倍比 7.854

$f_{123w} = 46.29531$

$f_{123t} = 1060.13724$

	W	M1	M2	T
FNO	4.11505	5.74532	6.36855	6.68279
ω	42.27184	21.88249	10.96245	6.04244
Y	21.03	21.70	21.70	21.70
TL	121.00241	139.79338	169.47903	195.5079

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν_d	n_d
1	215.1564	1.5000	23.80	1.846660
2	73.5337	7.2326	67.90	1.593190
3	∞	0.1000		
4	75.0074	5.6048	40.66	1.883000
5	344.8006	D1 (可変)		
6*	43.3708	1.5000	40.66	1.883000
7	13.2343	4.8088		
8	-47.4291	1.5052	40.66	1.883000
9	43.0037	0.1000		

10	28.6036	4.0197	20.88	1.922860
11	-55.9891	1.1418		
12	-23.0332	1.5000	40.66	1.883000
13*	-75.5957	D2 (可変)		
14	∞	1.5000		(絞り S)
15*	28.4224	4.3742	52.85	1.598604
16	-48.8993	0.1504		
17	30.2173	5.4129	70.40	1.487490
18	-31.5840	1.5000	21.23	1.903627
19	-130.7132	1.2693		
20*	-107.8541	1.5000	41.09	1.854203
21	30.6579	3.0466	26.18	1.822542
22	165.6444	D3 (可変)		
23	33.3486	1.5007	40.66	1.883000
24	13.1929	6.5567	65.07	1.544771
25	-190.2474	0.7289		
26	37.5609	4.7319	62.98	1.574225
27*	-76.3130	D4 (可変)		
28	80.1779	3.4856	27.58	1.755201
29	-127.8937	1.5007	45.13	1.740338
30	26.5334	D5 (可変)		
31	-26.2026	1.5000	60.35	1.619799
32	-54.6221	0.1000		
33	586.6701	2.5595	28.29	1.738351
34	-391.8753	BF		

[非球面データ]

第 6 面

$\kappa=1.0000$, $A4=-6.29772E-06$, $A6=-1.23182E-08$

A8=7.32161E-11, A10=-3.10876E-13, A12=0.00000E+00

第 1 3 面

$\kappa=1.0000$, A4=-8.92953E-06, A6=-3.71644E-08

A8=8.09196E-10, A10=-5.73691E-12, A12=0.00000E+00

第 1 5 面

$\kappa=1.0000$, A4=-1.00000E-05, A6=2.20240E-08

A8=-1.02146E-10, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00

第 2 0 面

$\kappa=1.0000$, A4=3.32815E-06, A6=1.66254E-09

A8=0.00000E+00, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00

第 2 7 面

$\kappa=1.0000$, A4=1.00000E-05, A6=-3.83755E-08

A8=-1.30773E-10, A10=-1.22891E-12, A12=0.00000E+00

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	102.37710
G2	6	-14.98474
G3	15	29.62517
G4	23	38.66055
G5	28	-56.76096
G6	31	-113.46417

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.70007	50.00020	105.00052	194.00105
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	18.30775	37.76411	54.05443
D2	18.03389	8.85777	3.84960	1.50000

D3	6.37316	1.62225	1.50000	1.64117
D4	2.43986	3.20131	6.09526	1.50000
D5	9.22531	23.30380	13.81143	17.88006
BF	13.00010	14.07041	36.02852	48.50219
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.08175	-0.12239	-0.19581	-0.27905
D0	272.2777	353.4868	423.8013	497.7725
D1	1.50000	18.30775	37.76411	54.05443
D2	18.03389	8.85777	3.84960	1.50000
D3	6.37316	1.62225	1.50000	1.64117
D4	4.23169	6.02328	12.47110	12.78692
D5	7.43347	20.48182	7.43559	6.59314
BF	13.03743	14.15445	36.24396	48.93981

[条件式対応値]

条件式 (1) $Mv4 / Mv3 = 1.123$

条件式 (2) $Mv2 / fw = 0.889$

条件式 (3) $ft / fw = 7.887$

条件式 (4) $\omega w = 42.272$

条件式 (5) $\omega t = 6.042$

条件式 (6) $fw / f123w = 0.534$

条件式 (7) $ft / f123t = 0.179$

条件式 (8) $BFw / fw = 0.526$

条件式 (9) $(-f5) / fw = 2.298$

条件式 (10) $Mv5 / Mv6 = 1.244$

条件式 (11) $Mv1 / (ft - fw) = 0.438$

条件式 (12) $(RAr2 + RAr1) / (RAr2 - RAr1) = 0.830$

[0183] 図26(A)、および図26(B)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光

光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図27(A)、および図27(B)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第9実施例に係る変倍光学系は、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。

[0184] (第10実施例)

第10実施例について、図28～図30および表10を用いて説明する。図28は、第10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レンズ構成図である。第10実施例に係る変倍光学系ZL(10)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図28の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0185] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0186] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とから構成される。

[0187] 第3レンズ群G3は、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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メ

ニスカスレンズL 3 4 とから構成される。

[0188] 第4レンズ群G 4 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 3 と両凸形状の正レンズL 4 4 との接合レンズとから構成される。正レンズL 4 4 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0189] 第5レンズ群G 5 は、両凸形状の正レンズL 5 1 と両凹形状の負レンズL 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0190] 第6レンズ群G 6 は、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 6 1 と、両凸形状の正レンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正レンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6 の像側に、像面Iが配置される。

[0191] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における負メニスカスレンズL 3 2 と正レンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0192] 以下の表10に、第10実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0193] (表10)

[全体諸元]

変倍比 4.692

$f_{123w} = -96.28619$

$f_{123t} = -88.05735$

	W	M 1	M 2	T
F N O	3.66063	4.51062	5.00831	5.83006
ω	42.43419	22.44766	13.66195	10.17394

Y	20.54	21.70	21.70	21.70
T L	116.50601	138.64669	160.34507	171.5048

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
1	200.0000	2.0000	23.80	1.846660
2	108.2337	4.6568	70.32	1.487490
3	1133.5711	0.1000		
4	68.7807	5.7029	70.32	1.487490
5	816.5190	D1 (可変)		
6	102.0974	1.2000	46.59	1.816000
7	17.6075	4.9760		
8	-59.3363	1.1000	51.28	1.659368
9	81.2225	0.1000		
10	29.1388	3.9898	23.80	1.846660
11	-107.8110	0.8213		
12	-38.4600	1.0000	46.59	1.816000
13	157.0586	D2 (可変)		
14	∞	2.0000		(絞り S)
15	41.9442	2.5619	35.72	1.902650
16	552.5411	0.5000		
17	41.0223	0.9000	29.12	2.001000
18	23.0700	4.0200	53.74	1.579570
19	-69.7834	1.5452		
20	-27.7457	1.0000	32.33	1.953750
21	-68.0384	D3 (可変)		
22	33.5256	5.9460	46.59	1.816000
23	-23.9703	1.0000	32.35	1.850260
24	-83.2531	0.1000		

25	30.5301	1.1000	32.35	1.850260
26	14.8810	10.3852	70.32	1.487490
27*	-119.0936	D4 (可変)		
28	81.3890	3.7144	23.80	1.846660
29	-48.0181	1.0000	42.73	1.834810
30*	23.7254	D5 (可変)		
31	-24.5058	1.4000	46.59	1.816000
32	-48.4638	0.1000		
33	142.4943	3.2707	37.57	1.683760
34	-160.0000	BF		

[非球面データ]

第 2 7 面

$\kappa=1.0000$, $A4=4.39579E-05$, $A6=-4.15837E-09$

$A8=6.65149E-10$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

第 3 0 面

$\kappa=1.0000$, $A4=-2.71688E-06$, $A6=1.79186E-08$

$A8=-3.84607E-10$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	143.63567
G2	6	-20.08403
G3	15	60.03586
G4	22	25.77538
G5	28	-42.36974
G6	31	-151.12346

[可変間隔データ]

W	M 1	M 2	T
無限遠	無限遠	無限遠	無限遠

f	24.72617	50.01050	85.01086	116.00340
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	23.91054	40.85381	47.19819
D2	17.00636	9.20443	4.57783	1.50000
D3	9.28353	3.49337	1.15783	0.30000
D4	2.84012	1.14718	1.49326	3.00287
D5	7.97989	15.46299	17.45245	16.80067
BF	11.70601	19.23807	28.61979	36.51305
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06049	-0.09676	-0.16160	-0.22064
D0	377.2840	455.1463	433.4475	422.2840
D1	1.50000	23.91054	40.85381	47.19819
D2	17.00636	9.20443	4.57783	1.50000
D3	9.28353	3.49337	1.15783	0.30000
D4	3.90798	2.82710	4.74497	7.99347
D5	6.91203	13.78307	14.20074	11.81007
BF	11.72550	19.28822	28.75888	36.77070

[条件式対応値]

条件式 (1) $M_v 4 / M_v 3 = 1.362$

条件式 (2) $M_v 2 / f_w = 0.376$

条件式 (3) $f_t / f_w = 4.692$

条件式 (4) $\omega_w = 42.434$

条件式 (5) $\omega_t = 10.174$

条件式 (6) $f_w / f_{123w} = -0.257$

条件式 (7) $f_t / f_{123t} = -1.323$

条件式 (8) $B F_w / f_w = 0.473$

条件式 (9) $(-f_5) / f_w = 1.714$

条件式 (10) $Mv5 / Mv6 = 1.356$

条件式 (11) $Mv1 / (ft - fw) = 0.603$

条件式 (12) $(RAr2 + RAr1) / (RAr2 - RAr1) = 0.492$

[0194] 図29(A)、および図29(B)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図30(A)、および図30(B)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第10実施例に係る変倍光学系は、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。

[0195] (第11実施例)

第11実施例について、図31～図33および表11を用いて説明する。図31は、第11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レンズ構成図である。第11実施例に係る変倍光学系ZL(11)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図31の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。

[0196] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0197] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レン

ズL 2 3 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 4 とから構成される。

[0198] 第3レンズ群G 3 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 2 と両凸形状の正レンズL 3 3 との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 4 とから構成される。

[0199] 第4レンズ群G 4 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1 と両凹形状の負レンズL 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 3 と両凸形状の正レンズL 4 4 との接合レンズとから構成される。正レンズL 4 4 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0200] 第5レンズ群G 5 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1 と両凹形状の負レンズL 5 2 との接合レンズから構成される。負レンズL 5 2 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0201] 第6レンズ群G 6 は、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 6 1 と、両凸形状の正レンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正レンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。第6レンズ群G 6 の像側に、像面Iが配置される。

[0202] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における負メニスカスレンズL 3 2 と正レンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I上の像ブレ）を補正する。

[0203] 以下の表1 1 に、第1 1 実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0204] (表1 1)

[全体諸元]

変倍比 3.438

$f_{123w} = 2466.12612$

$$f_{123t} = -146.93338$$

	W	M 1	M 2	T
F N O	3.65039	4.00020	—	4.50024
ω	43.52469	-22.45389	—	13.66502
Y	21.27	21.70	—	21.70
T L	116.50677	138.27327	—	161.50351

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν_d	n_d
1	200.0000	2.0000	23.80	1.846660
2	112.4996	4.3442	70.32	1.487490
3	642.3642	0.1000		
4	64.3082	6.0839	70.32	1.487490
5	1033.4518	D1 (可変)		
6	91.5822	1.2000	46.59	1.816000
7	16.7434	5.0969		
8	-135.4549	1.1000	50.66	1.670176
9	31.8729	0.1000		
10	24.8799	4.1715	23.80	1.846660
11	-336.6794	1.4309		
12	-32.2164	1.0000	46.59	1.816000
13	-277.8484	D2 (可変)		
14	∞	2.0000		(絞り S)
15	41.4933	2.7587	43.79	1.848500
16	-1372.9949	0.5000		
17	55.1173	0.9000	34.87	1.847939
18	24.3945	4.0805	56.69	1.586546
19	-76.2325	1.8582		
20	-25.5665	1.0000	34.04	1.847872

21	-37.7016	D3 (可変)		
22	46.4011	6.1027	46.59	1.816000
23	-43.4919	1.0000	26.59	1.847083
24	397.5382	0.1000		
25	28.7499	1.1000	32.35	1.850260
26	18.0000	11.1086	70.32	1.487490
27*	-25.6478	D4 (可変)		
28	-713.8966	3.6653	23.80	1.846660
29	-42.0000	1.0000	45.28	1.796882
30*	31.7158	D5 (可変)		
31	-19.7135	1.4000	62.26	1.536206
32	-42.7591	0.1000		
33	217.1940	3.3164	37.57	1.683760
34	-160.0000	BF		

[非球面データ]

第27面

$\kappa=1.0000$, $A4=6.15332E-05$, $A6=-2.11407E-07$

$A8=7.47121E-10$, $A10=-1.12141E-12$, $A12=0.00000E+00$

第30面

$\kappa=1.0000$, $A4=-1.68999E-05$, $A6=1.65258E-07$

$A8=-4.68439E-10$, $A10=7.74341E-13$, $A12=0.00000E+00$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	135.65910
G2	6	-17.91192
G3	15	42.22744
G4	22	26.33888
G5	28	-39.70963

G6 31 -150.62287

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72587	50.00755	—	85.00361
D0	∞	∞	—	∞
D1	1.50000	24.03902	—	40.38368
D2	13.72037	5.30562	—	1.50000
D3	8.95150	2.76337	—	0.30000
D4	1.97894	1.51459	—	1.15589
D5	10.03133	16.68380	—	19.50588
BF	11.70677	19.34900	—	30.04020

	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06066	-0.11959	—	-0.19908
D0	377.2840	355.5169	—	332.2840
D1	1.50000	24.03902	—	40.38368
D2	13.72037	5.30562	—	1.50000
D3	8.95150	2.76337	—	0.30000
D4	2.78309	3.22774	—	4.28073
D5	9.22718	14.97065	—	16.38104
BF	11.72684	19.42705	—	30.25539

[条件式対応値]

条件式 (1) $M_v 4 / M_v 3 = 1.472$

条件式 (2) $M_v 2 / f_w = 0.247$

条件式 (3) $f_t / f_w = 3.438$

条件式 (4) $\omega_w = 43.525$

条件式 (5) $\omega_t = 13.665$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = 0.010$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.579$$

$$\text{条件式 (8)} \quad B F_w / f_w = 0.473$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 1.616$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_{v5} / M_{v6} = 1.517$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_{v1} / (f_t - f_w) = 0.746$$

$$\text{条件式 (12)} \quad (R A r_2 + R A r_1) / (R A r_2 - R A r_1) = 0.671$$

[0205] 図32(A)、および図32(B)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図33(A)、および図33(B)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第11実施例に係る変倍光学系は、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。

[0206] (第12実施例)

第12実施例について、図34～図36および表12を用いて説明する。図34は、第12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レンズ構成図である。第12実施例に係る変倍光学系ZL(12)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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とから構成される。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、および第5レンズ群G5は、光軸に沿って図34の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第5レンズ群G5とが一体的に移動する。

[0207] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向

けた正メニスカスレンズL 1 3 とから構成される。

[0208] 第2レンズ群G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1 と、両凹形状の負レンズL 2 2 と、両凸形状の正レンズL 2 3 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 4 とから構成される。

[0209] 第3レンズ群G 3 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 3 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 2 と両凸形状の正レンズL 3 3 との接合レンズと、両凹形状の負レンズL 3 4 とから構成される。

[0210] 第4レンズ群G 4 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 3 と両凸形状の正レンズL 4 4 との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 5 と両凹形状の負レンズL 4 6 との接合レンズとから構成される。正レンズL 4 4 は、像面I側のレンズ面が非球面である。負レンズL 4 6 は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0211] 第5レンズ群G 5 は、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。負メニスカスレンズL 5 1 は、像面I側のレンズ面が非球面である。第5レンズ群G 5 の像側に、像面Iが配置される。

[0212] 本実施例では、第4レンズ群G 4 における正レンズL 4 5 と負レンズL 4 6 との接合レンズを像面I側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。なお、近距離物体合焦時の変倍の際、第4レンズ群における正レンズL 4 1 と負メニスカスレンズL 4 2 との接合レンズおよび負メニスカスレンズL 4 3 と正レンズL 4 4 との接合レンズに対し、合焦群である正レンズL 4 5 と負レンズL 4 6 との接合レンズが異なる移動量で移動する。無限遠物体合焦時の変倍の際、第4レンズ群G 4 の全てのレンズが一体的に移動する。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における負メニスカスレンズL 3 2 と正レンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振

群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面 I 上の像ブレ）を補正する。

[0213] 以下の表 1 2 に、第 1 2 実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0214] (表 1 2)

[全体諸元]

変倍比 7.848

$f_{123w} = -297.77158$

$f_{123t} = -199.23081$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12000	5.69956	6.30000	6.50003
ω	42.96973	22.56096	11.03929	6.08825
Y	21.29	21.70	21.70	21.70
T L	129.0507	143.6432	173.1936	191.4323

[レンズ諸元]

面番号	R	D	νd	$n d$
1	181.0189	2.0855	31.27	1.90366
2	74.7364	0.8982		
3	78.3131	6.0267	67.90	1.59319
4	-878.3490	0.1429		
5	65.0716	4.8340	67.90	1.59319
6	661.4054	D1 (可変)		
7	171.3932	1.1000	35.72	1.90265
8	18.9469	5.2527		
9	-57.6716	1.0000	52.33	1.75500
10	53.7286	0.4722		
11	34.8478	3.1650	20.88	1.92286
12	-81.2943	1.3566		
13	-31.9419	0.9000	46.59	1.81600

14	-487.1030	D2 (可変)		
15	∞	2.0101		(絞り S)
16	45.9039	2.3316	35.72	1.90265
17	-163.4046	0.5000		
18	33.6170	1.1581	29.12	2.00100
19	19.7670	3.5655	53.74	1.57957
20	-85.9122	1.3700		
21	-41.3606	1.0329	32.33	1.95375
22	1717.1475	D3 (可変)		
23	37.7633	4.9751	42.73	1.83481
24	-38.9447	1.0000	31.27	1.90366
25	-804.1582	0.1000		
26	29.7427	3.0986	32.33	1.95375
27	15.4408	8.8739	81.49	1.49710
28*	-39.9876	D4 (可変)		
29	10338.5730	3.6738	23.80	1.84666
30	-27.6080	1.0000	40.13	1.85135
31*	31.8891	D5 (可変)		
32	-29.8624	1.4000	40.13	1.85135
33*	-63.8559	0.1000		
34	66.4034	4.5715	37.57	1.68376
35	-424.4531	BF		

[非球面データ]

第 2 8 面

$\kappa=1.0000$, $A4=2.91470E-05$, $A6=-1.17772E-07$

$A8=9.21285E-10$, $A10=-5.94865E-12$, $A12=0.14842E-13$

第 3 1 面

$\kappa=1.0000$, $A4=-5.83910E-06$, $A6=1.34714E-07$

A8=-1.32747E-09, A10=8.60735E-12, A12=-0.22325E-13

第 3 3 面

$\kappa=1.0000$, A4=4.26328E-06, A6=-4.06929E-09

A8=4.06528E-11, A10=-1.22140E-13, A12=0.00000E+00

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	105.7291
G2	7	-16.8196
G3	16	48.27007
G4	23	44.51528
G5	32	-372.043

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72000	49.99999	104.99993	194.00004
D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.73220	15.73205	40.41864	55.46338
D2	20.01315	10.99318	5.91904	1.09143
D3	13.56296	6.37783	3.44003	1.69135
D4	4.09147	4.09147	4.09147	4.09147
D5	9.90112	17.08625	20.02405	21.77273
BF	11.75486	21.36749	31.30545	39.32701
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06144	-0.10950	-0.17803	-0.26497
D0	370.94930	406.35680	476.80640	558.56770
D1	1.73220	15.73205	40.41864	55.46338
D2	20.01315	10.99318	5.91904	1.09143

D3	13.56296	6.37783	3.44003	1.69135
D4	4.89647	5.55202	7.55497	11.91843
D5	9.09612	15.62570	16.56055	13.94577
BF	11.75486	21.36749	31.30545	39.32701

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad M_v 4 / M_v 3 = 1.614$$

$$\text{条件式 (2)} \quad M_v 2 / f_w = 0.350$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f_t / f_w = 7.848$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_w = 42.970$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_t = 6.088$$

$$\text{条件式 (6)} \quad f_w / f_{123w} = -0.083$$

$$\text{条件式 (7)} \quad f_t / f_{123t} = -0.974$$

$$\text{条件式 (8)} \quad BF_w / f_w = 0.476$$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 15.051$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_v 1 / (f_t - f_w) = 0.369$$

[0215] 図35(A)、および図35(B)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図36(A)、および図36(B)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第12実施例に係る変倍光学系は、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。

[0216] (第13実施例)

第13実施例について、図37～図39および表13を用いて説明する。図37は、第13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レンズ構成図である。第13実施例に係る変倍光学系ZL(13)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りS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

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。広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、開口絞りS、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、および第6レンズ群G6は、光軸に沿って図37の矢印で示す方向に移動し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。なお、変倍の際、開口絞りSと第3レンズ群G3と第6レンズ群G6とが一体的に移動する。また、変倍の際、第7レンズ群G7が像面Iに対して固定される。

[0217] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから構成される。

[0218] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、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とから構成される。

[0219] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32と両凸形状の正レンズL33との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL34とから構成される。

[0220] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と両凸形状の正レンズL44との接合レンズとから構成される。正レンズL44は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0221] 第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51と両凹形状の負レンズL52との接合レンズから構成される。負レンズL52は、像面I側のレンズ面が非球面である。

[0222] 第6レンズ群G6は、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 6 1 と、両凸形状の正レンズL 6 2 とから構成される。負メニスカスレンズL 6 1 と正レンズL 6 2 との間に、空気レンズが形成されている。

[0223] 第7レンズ群G 7 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 7 1 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。

[0224] 本実施例では、第5レンズ群G 5 を像面I 側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体（無限遠物体から有限距離物体）への合焦が行われる。また、本実施例では、第3レンズ群G 3 における負メニスカスレンズL 3 2 と正レンズL 3 3 との接合レンズが、光軸と垂直な方向へ移動可能な正の屈折力を有する防振群を構成し、手ブレ等による結像位置の変位（像面I 上の像ブレ）を補正する。

[0225] 以下の表1 3 に、第1 3 実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0226] (表1 3)

[全体諸元]

変倍比 7.852

$f_{123w} = -242.5247$

$f_{123t} = -265.90409$

	W	M 1	M 2	T
F N O	4.12000	5.69956	6.30000	6.50003
ω	42.96973	22.56096	11.03929	6.08825
Y	20.93	21.70	21.70	21.70
T L	127.52968	144.84356	169.66796	191.04949

[レンズ諸元]

面番号	R	D	νd	n d
1	183.1489	1.7000	31.27	1.90366
2	76.2993	0.8845		
3	78.7954	6.1936	67.90	1.59319
4	-594.6799	0.1000		

5	61.9988	5.6077	67.90	1.59319
6	371.0839	D1 (可変)		
7	190.1957	1.1000	35.72	1.90265
8	19.1266	5.1112		
9	-52.1202	1.0000	52.33	1.75500
10	58.1840	0.5132		
11	36.9591	3.1252	20.88	1.92286
12	-69.4993	0.6909		
13	-34.0835	0.9000	46.59	1.81600
14	-15713.5710	D2 (可変)		
15	∞	2.0000		(絞り S)
16	40.7989	2.3289	35.72	1.90265
17	-299.8253	0.5000		
18	38.9427	1.0000	29.12	2.00100
19	21.5486	3.5304	53.74	1.57957
20	-63.7114	1.3676		
21	-35.4002	1.0000	32.33	1.95375
22	-265.5862	D3 (可変)		
23	37.7375	4.7476	42.73	1.83481
24	-37.5607	1.0000	31.27	1.90366
25	-325.9958	0.1000		
26	31.4406	3.1004	32.33	1.95375
27	15.3849	8.5803	81.49	1.49710
28*	-42.3410	D4 (可変)		
29	572.4423	3.1728	23.80	1.84666
30	-34.5910	1.0000	40.13	1.85135
31*	31.5461	D5 (可変)		
32	-19.9700	1.4000	40.13	1.85135

33*	-28.8707	0.1000		
34	136.4370	3.5760	37.57	1.68376
35	-114.7970	D6 (可変)		
36	-118.5432	2.3370	63.88	1.51680
37	-70.3002	BF		

[非球面データ]

第28面

$$\kappa = 1.0000, A4 = 3.78774E-05, A6 = -4.14498E-07$$

$$A8 = 6.80734E-09, A10 = -6.10728E-11, A12 = 0.20806E-12$$

第31面

$$\kappa = 1.0000, A4 = -1.36815E-05, A6 = 2.49099E-07$$

$$A8 = -3.33308E-09, A10 = 2.73107E-11, A12 = -0.88099E-13$$

第33面

$$\kappa = 1.0000, A4 = 1.98989E-06, A6 = -1.03153E-08$$

$$A8 = 4.34935E-11, A10 = -1.04756E-13, A12 = 0.00000E+00$$

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	103.06116
G2	7	-17.00821
G3	16	49.18043
G4	23	29.23287
G5	29	-39.13048
G6	32	-1300.48544
G7	36	328.82617

[可変間隔データ]

	W	M 1	M 2	T
	無限遠	無限遠	無限遠	無限遠
f	24.72000	50.00000	104.99999	194.09403

D0	∞	∞	∞	∞
D1	1.50000	17.37231	39.57659	56.44287
D2	19.29037	11.03703	4.56142	1.16368
D3	12.96315	6.13632	3.05308	1.47831
D4	4.87593	4.10851	5.56324	1.90252
D5	9.73283	17.32708	18.95559	24.19108
D6	0.80000	10.49492	19.59067	27.50369
BF	10.60000	10.59999	10.59998	10.59995
	W	M 1	M 2	T
	近距離	近距離	近距離	近距離
β	-0.06123	-0.10885	-0.17758	-0.28031
D0	372.47030	405.15640	480.33200	508.95050
D1	1.50000	17.37231	39.57659	56.44287
D2	19.29037	11.03703	4.56142	1.16368
D3	12.96315	6.13632	3.05308	1.47831
D4	5.77372	5.76435	9.89727	11.65975
D5	8.83504	15.67124	14.62157	14.43385
D6	0.80000	10.49492	19.59067	27.50369
BF	11.75486	21.36749	31.30545	39.32701

[条件式対応値]

条件式 (1) $M_{v4} / M_{v3} = 1.430$

条件式 (2) $M_{v2} / f_w = 0.347$

条件式 (3) $f_t / f_w = 7.852$

条件式 (4) $\omega_w = 42.970$

条件式 (5) $\omega_t = 6.088$

条件式 (6) $f_w / f_{123w} = -0.102$

条件式 (7) $f_t / f_{123t} = -0.730$

条件式 (8) $B_{Fw} / f_w = 0.429$

$$\text{条件式 (9)} \quad (-f_5) / f_w = 1.583$$

$$\text{条件式 (10)} \quad M_{v5} / M_{v6} = 1.541$$

$$\text{条件式 (11)} \quad M_{v1} / (f_t - f_w) = 0.375$$

$$\begin{aligned} \text{条件式 (12)} \quad (R_{Ar2} + R_{Ar1}) / (R_{Ar2} - R_{Ar1}) \\ = -0.651 \end{aligned}$$

[0227] 図38(A)、および図38(B)はそれぞれ、第13実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。図39(A)、および図39(B)はそれぞれ、第13実施例に係る変倍光学系の広角端状態、および望遠端状態におけるブレ補正を行った際のコマ収差図である。各諸収差図より、第13実施例に係る変倍光学系は、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。

[0228] 各実施例によれば、球面収差等の諸収差が良好に補正された変倍光学系を実現することができる。

[0229] ここで、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。

[0230] なお、以下の内容は、本実施形態に係る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。

[0231] 変倍光学系の数値実施例として、5群、6群、および7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、4群や8群等）の変倍光学系を構成することもできる。具体的には、変倍光学系の最も物体側や最も像面側に、レンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

[0232] 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。

[0233] 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。

[0234] 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。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。

符号の説明

[0235]	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		
	I	像面	S	開口絞り

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、第6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、

以下の条件式を満足する変倍光学系。

$$1. \quad 0.0 < Mv4 / Mv3 < 3.00$$

但し、 $Mv3$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第3レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

$Mv4$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第4レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

[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。

$$0.00 < Mv2 / fw < 10.00$$

但し、 $Mv2$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第2レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

fw ：広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[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。

$$3. \quad 0.0 < ft / fw < 30.00$$

但し、 ft ：望遠端状態における前記変倍光学系の焦点距離

fw ：広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

[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。

$$35.0^\circ < \omega w < 75.0^\circ$$

但し、 ωw ：広角端状態における前記変倍光学系の半画角

[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。

$$2. \quad 5^\circ < \omega t < 15.0^\circ$$

但し、 ωt ：望遠端状態における前記変倍光学系の半画角

[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。

$$-0.30 < f_w / f_{123w} < 0.60$$

但し、 f_w ：広角端状態における前記変倍光学系の焦点距離

f_{123w} ：広角端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との合成焦点距離

[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。

$$-1.50 < f_t / f_{123t} < 1.00$$

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

f_{123t} ：望遠端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との合成焦点距離

[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。

$$0.20 < B F_w / f_w < 0.60$$

但し、 $B F_w$ ：広角端状態における前記変倍光学系の最も像側のレンズ面から像面までの距離

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9] 合焦の際に、前記第5レンズ群が像面に対して移動する請求項1～8のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項10] 前記第5レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有する請求項1～9のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[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。

$$1.00 < (-f_5) / f_w < 16.00$$

但し、 f_5 ：前記第5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。

$$1.00 < M_{v5} / M_{v6} < 3.00$$

但し、 M_{v5} : 広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第5レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

M_{v6} : 広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第6レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

[請求項13] 変倍の際、前記第1レンズ群が像面に対して移動する請求項1～12のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項14] 前記第1レンズ群は、3枚以上のレンズからなる請求項1～13のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項15] 以下の条件式を満足する請求項1～14のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.30 < M_{v1} / (f_t - f_w) < 0.80$$

但し、 M_{v1} : 広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第1レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

f_t : 望遠端状態における前記変倍光学系の焦点距離

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16] 前記第6レンズ群に空気レンズが設けられ、

以下の条件式を満足する請求項1～15のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$0.00 < (R_{Ar2} + R_{Ar1}) / (R_{Ar2} - R_{Ar1}) < 2.00$$

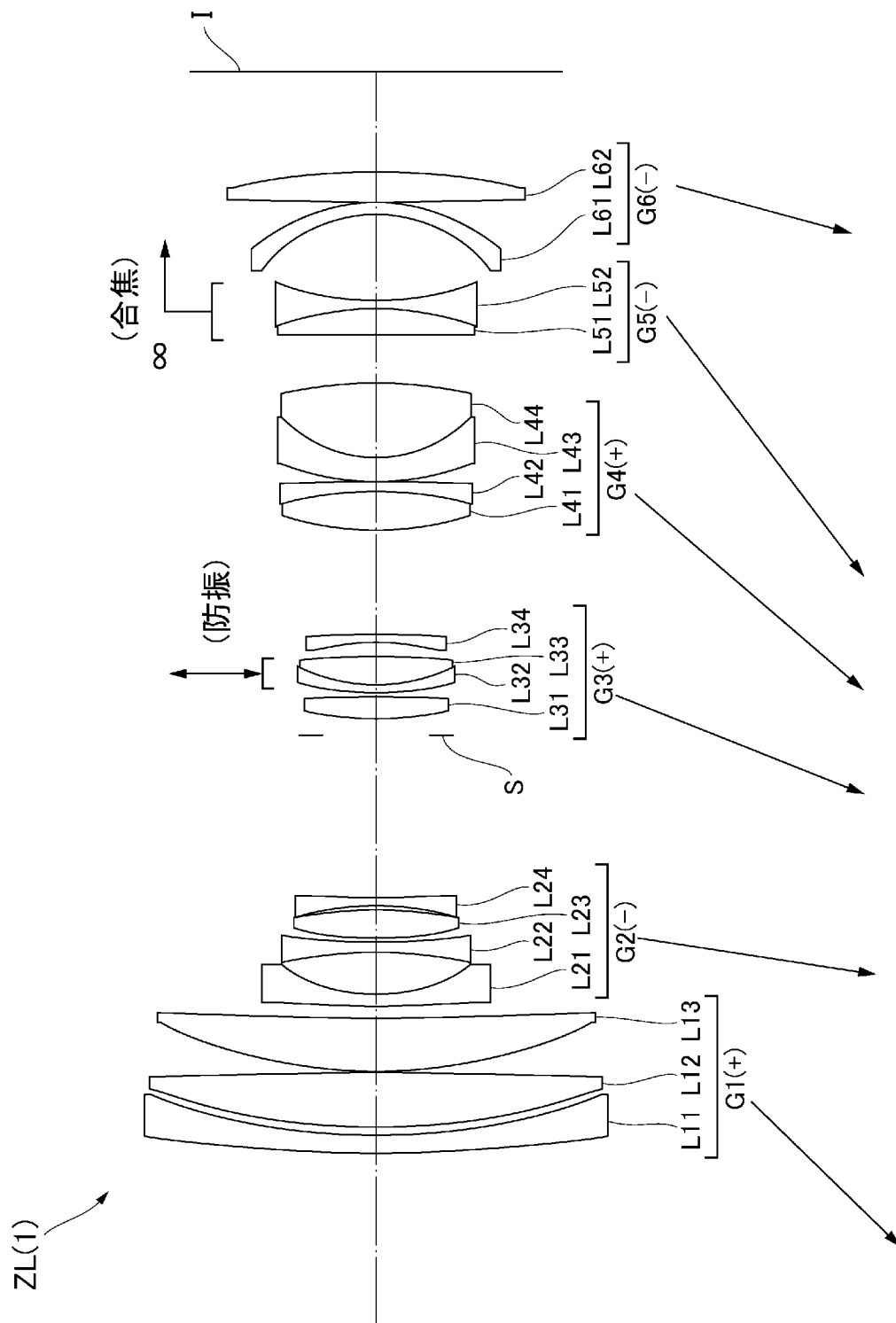
但し、 R_{Ar1} : 前記第6レンズ群の前記空気レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径

R_{Ar2} : 前記第6レンズ群の前記空気レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径

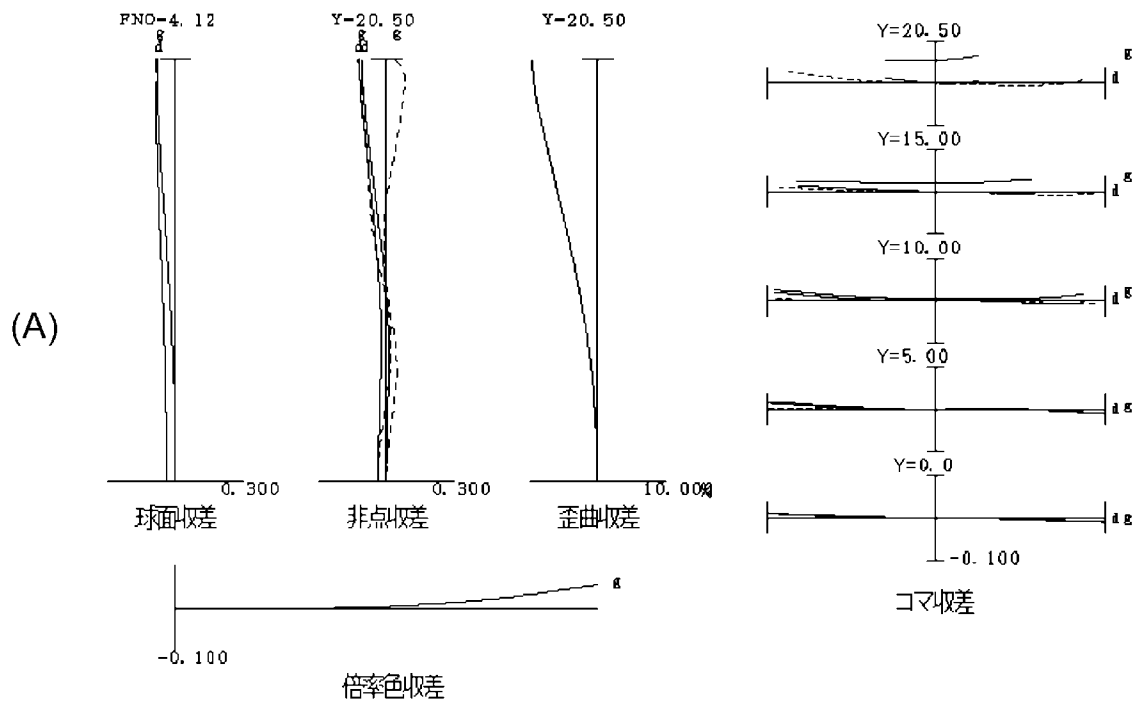
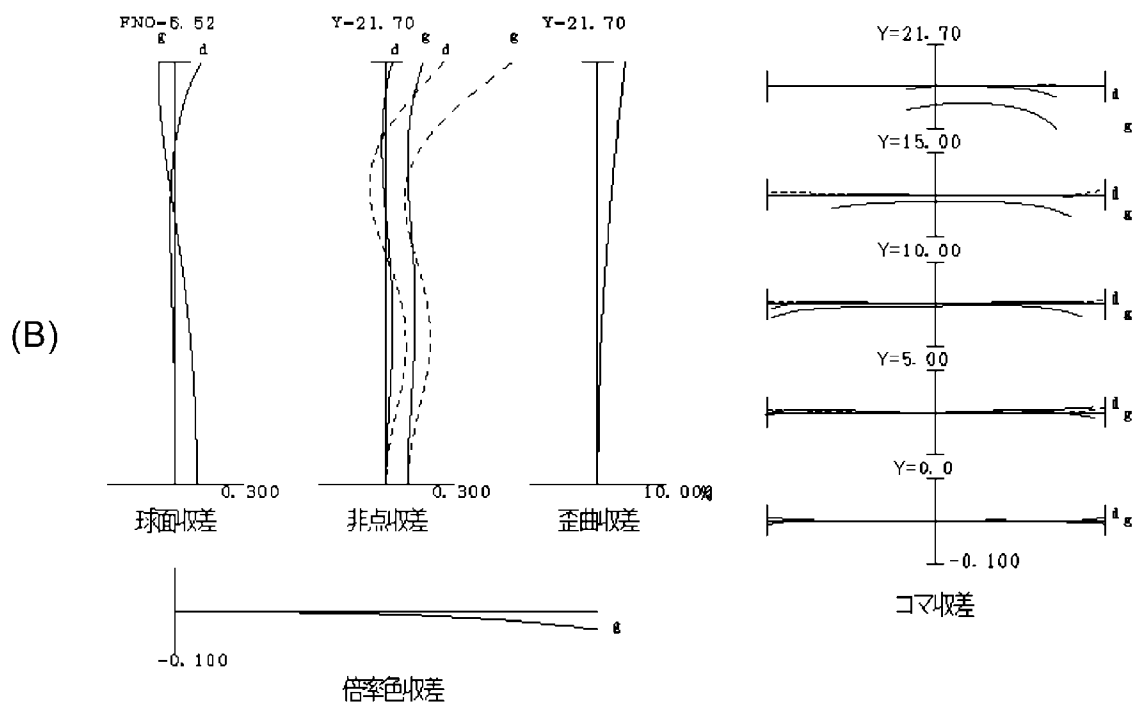
- [請求項17] 変倍の際に、少なくとも、前記第1レンズ群と、前記第3レンズ群と、前記第4レンズ群と、前記第5レンズ群と、前記第6レンズ群とが像面に対して移動する請求項1～16のいずれか一項に記載の変倍光学系。
- [請求項18] 変倍の際に移動するレンズ群は、広角端状態から望遠端状態への変倍の際に物体側へ移動する請求項1～17のいずれか一項に記載の変倍光学系。
- [請求項19] 請求項1～18のいずれかに記載の変倍光学系を搭載して構成される光学機器。
- [請求項20] 物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、第6レンズ群とを有した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、
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。
$$1. \quad 0.0 < Mv4 / Mv3 < 3.00$$

但し、 $Mv3$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第3レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）
 $Mv4$ ：広角端状態から望遠端状態への変倍の際の前記第4レンズ群の移動量（物体側への移動量の符号を+とする）

[図1]

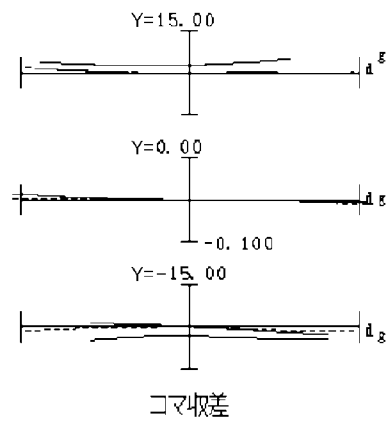


[図2]

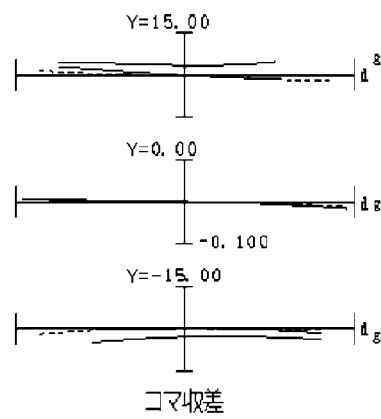


[図3]

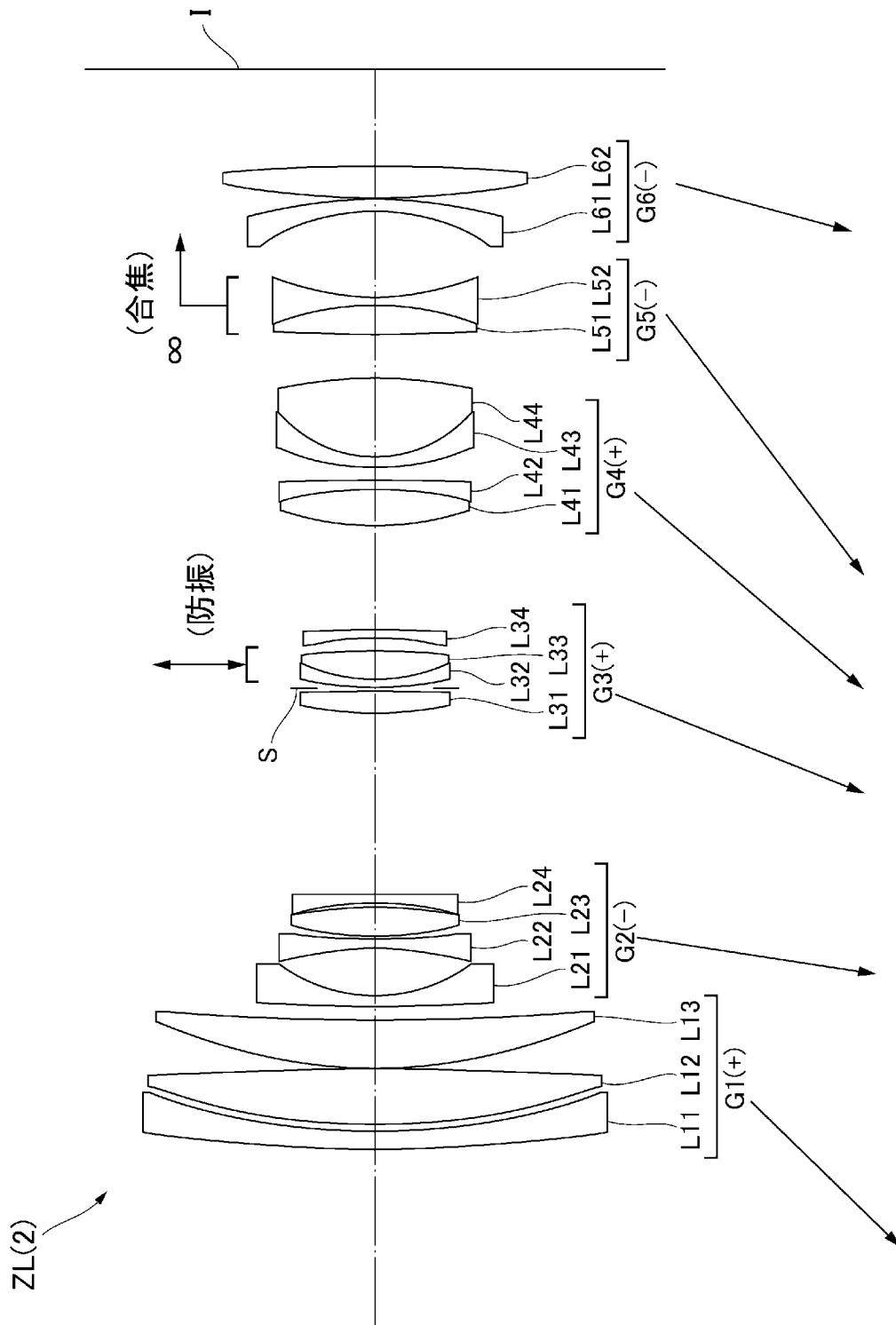
(A)



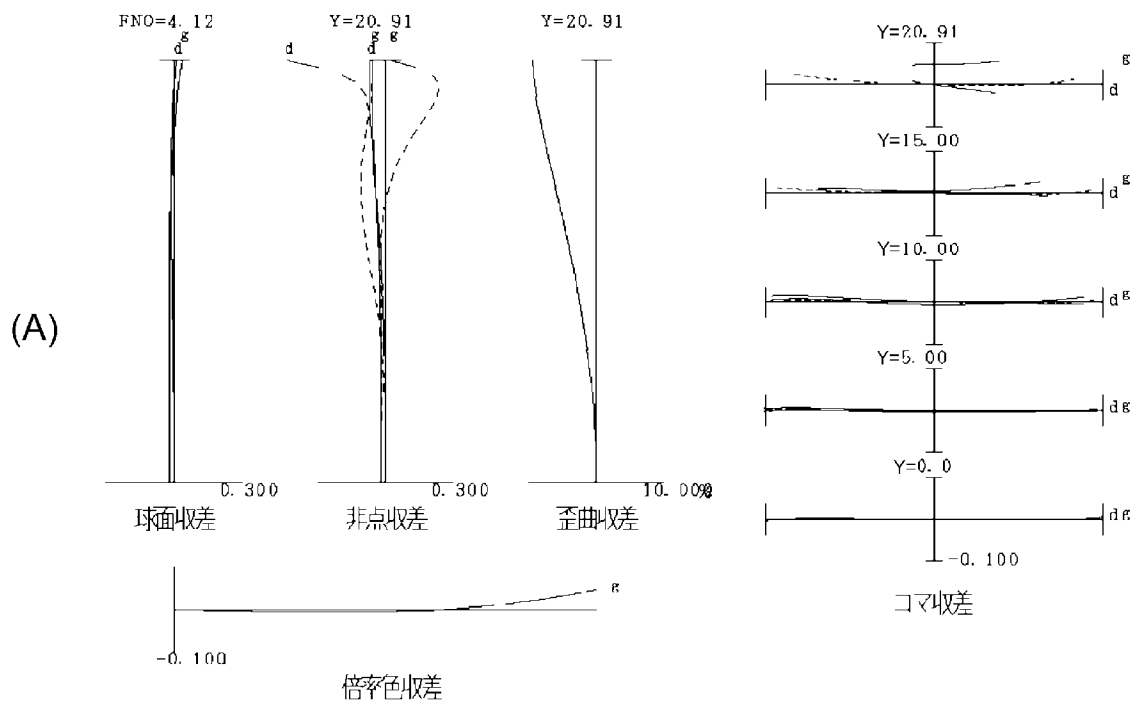
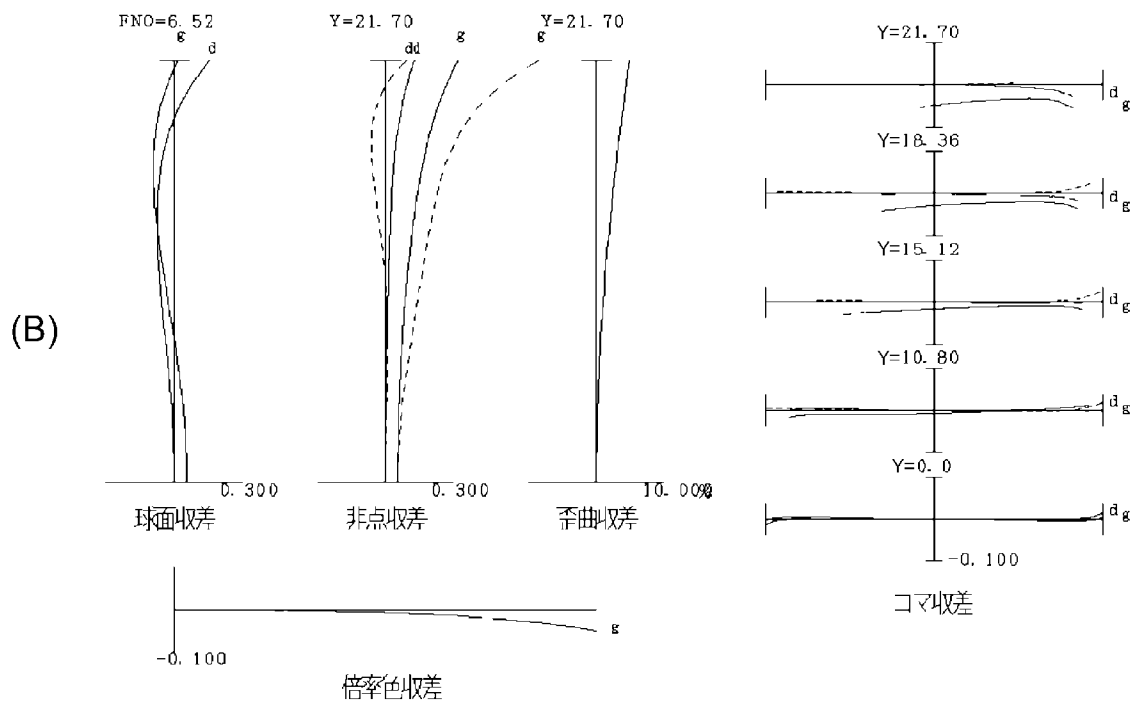
(B)



[図4]

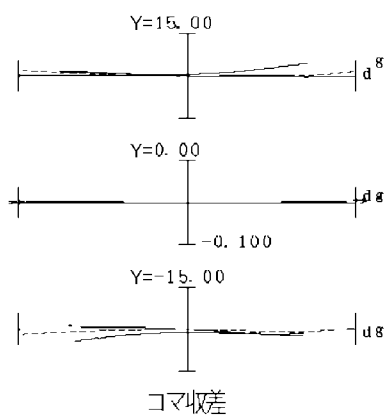


[図5]

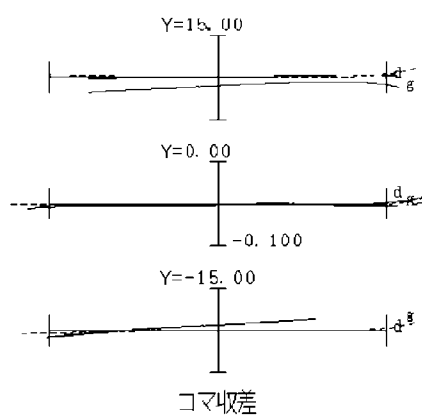


[図6]

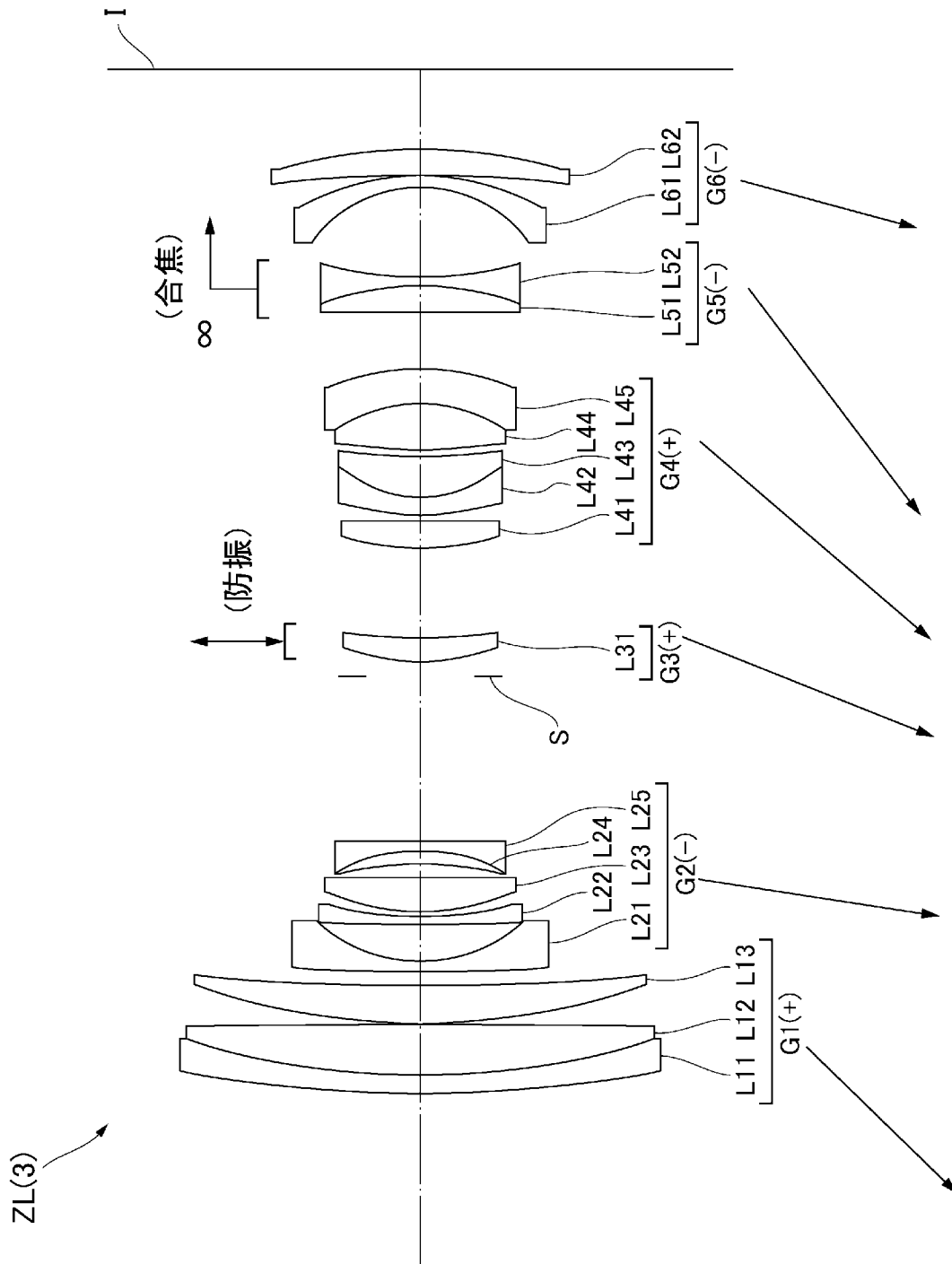
(A)



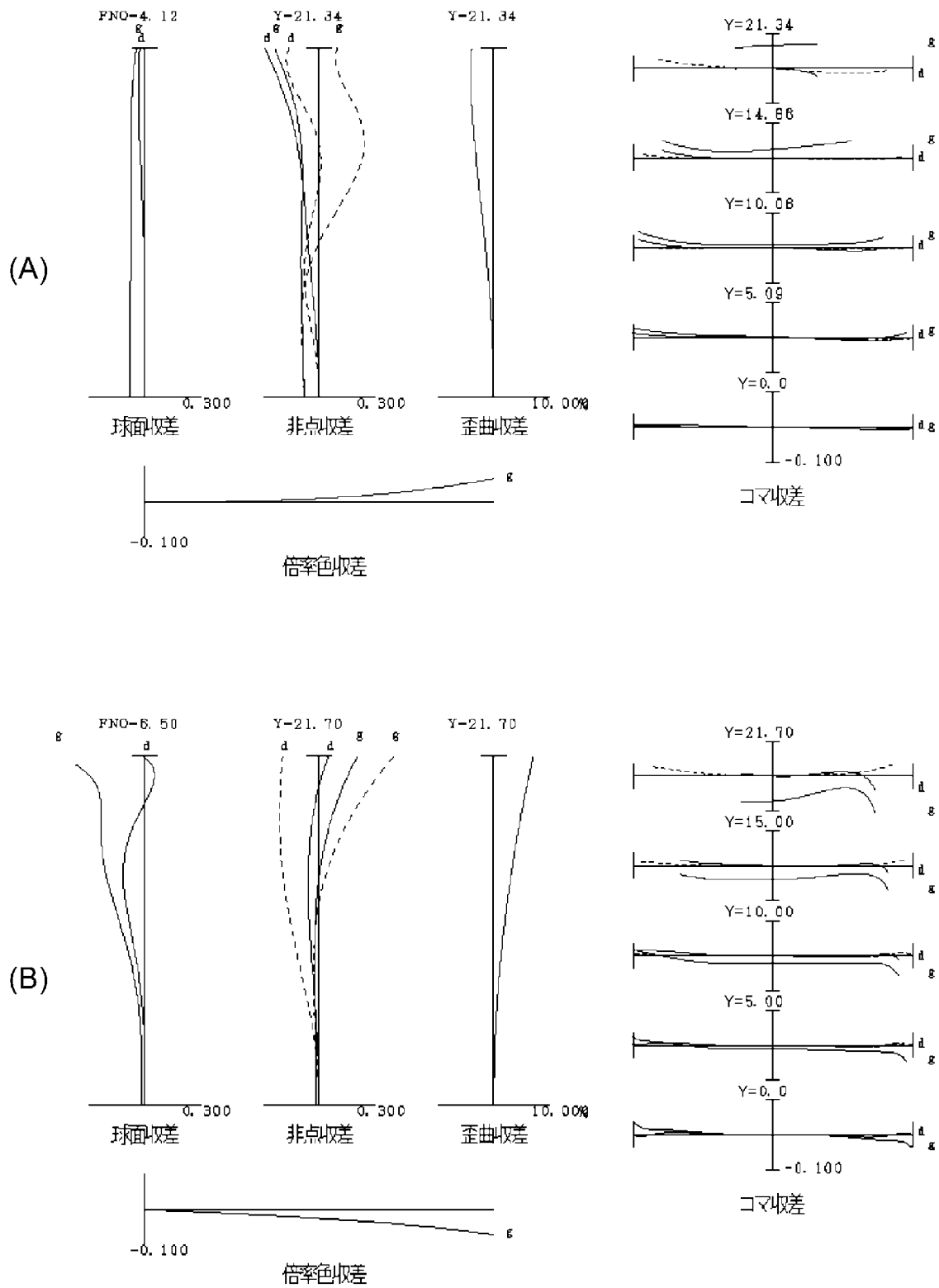
(B)



[図7]

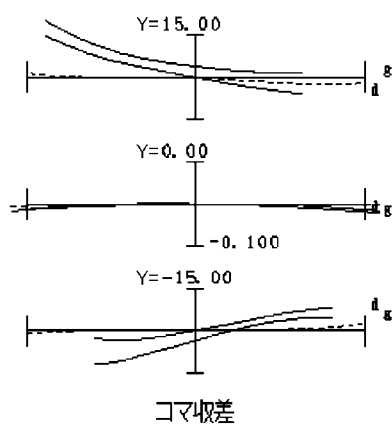


[図8]

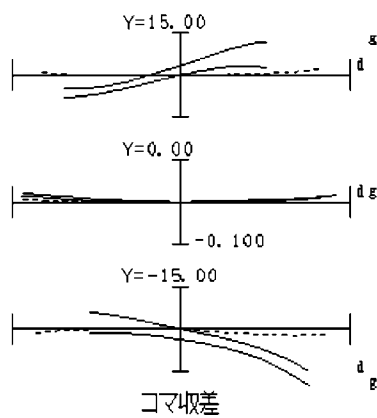


[図9]

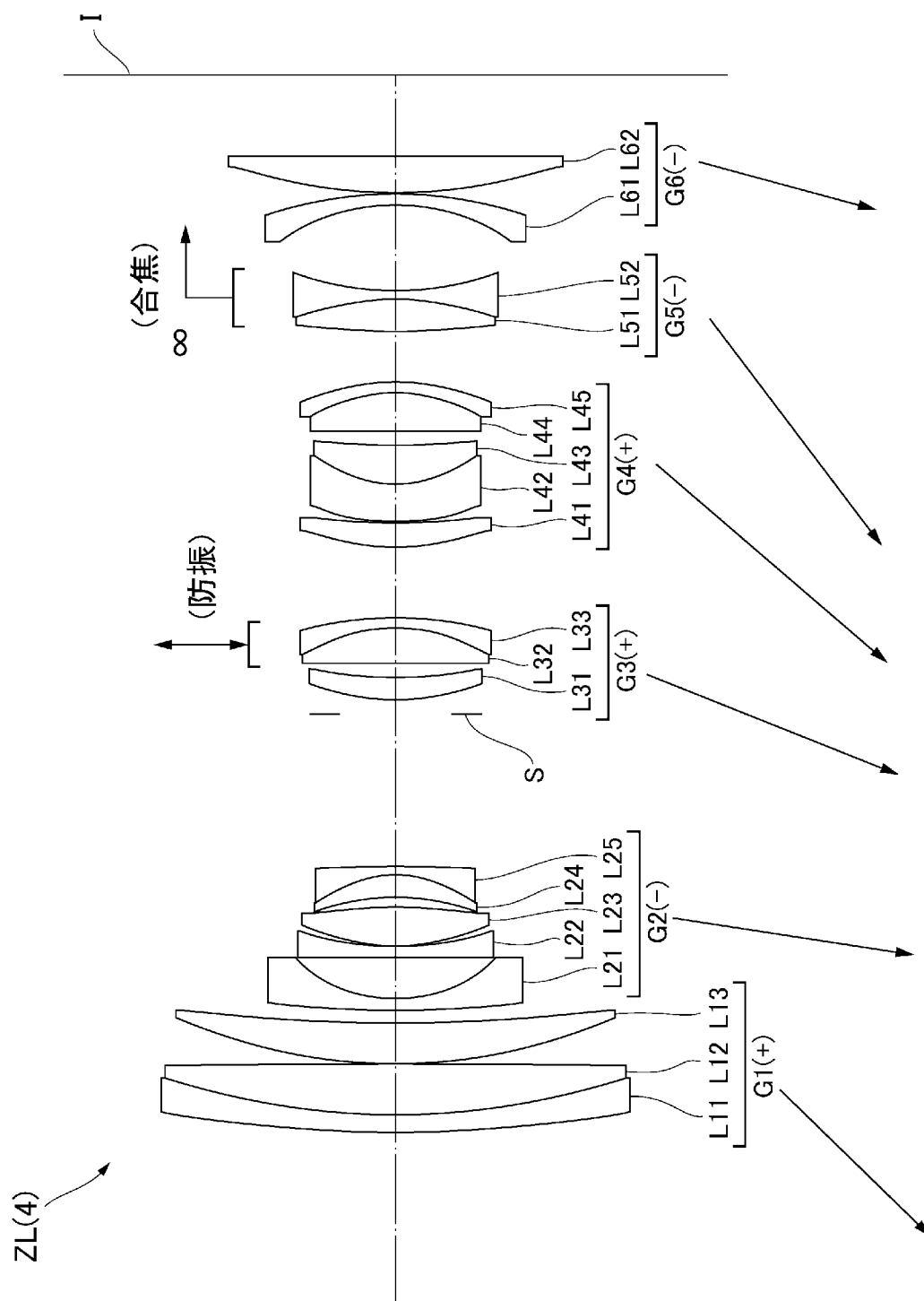
(A)



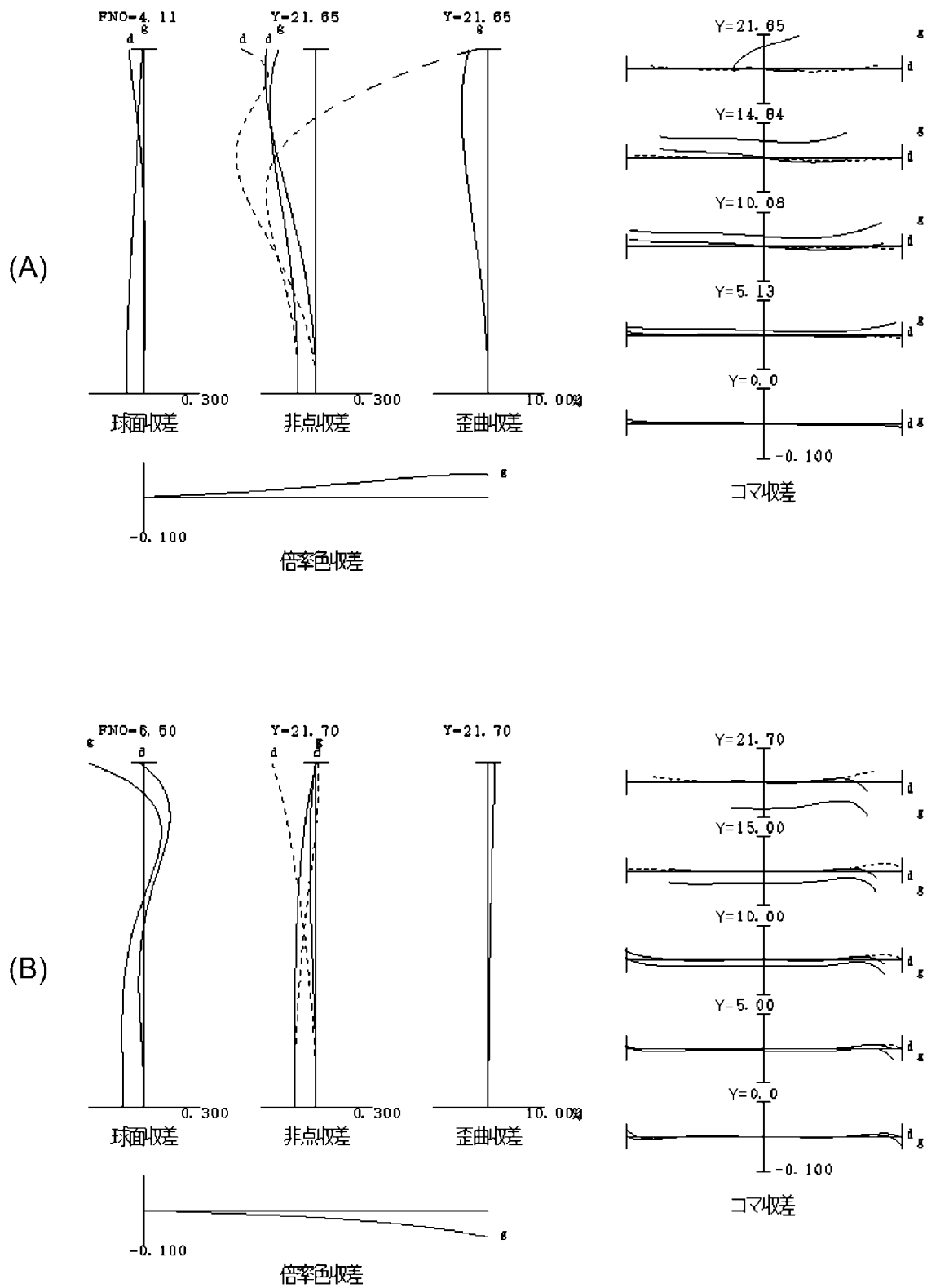
(B)



[図10]

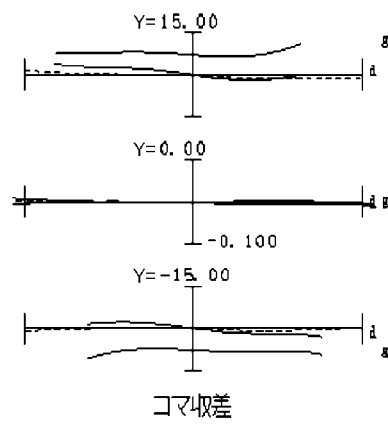


[図11]

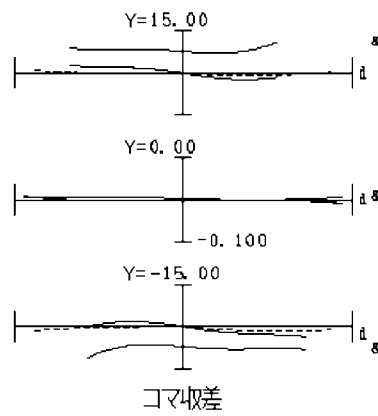


[図12]

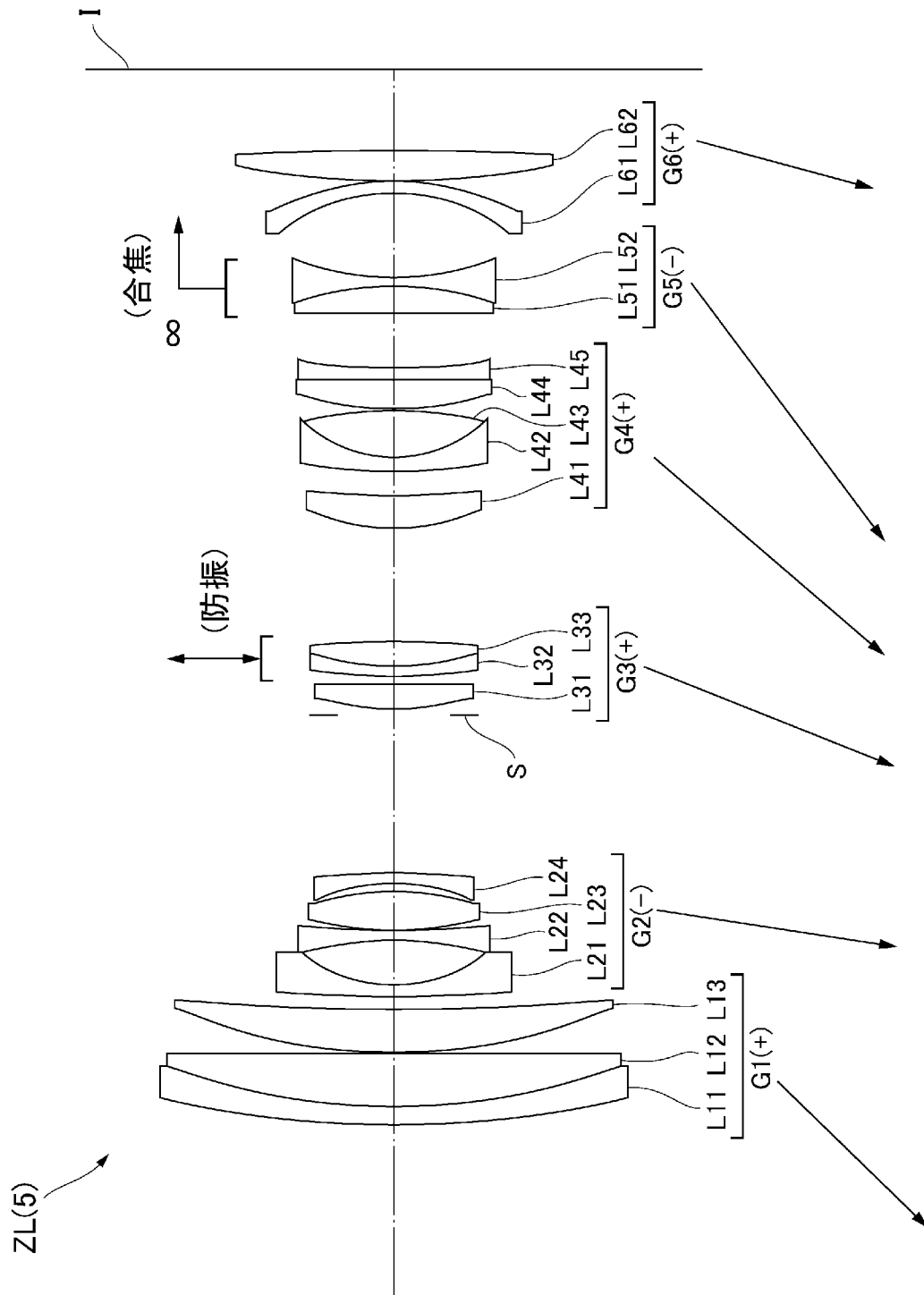
(A)



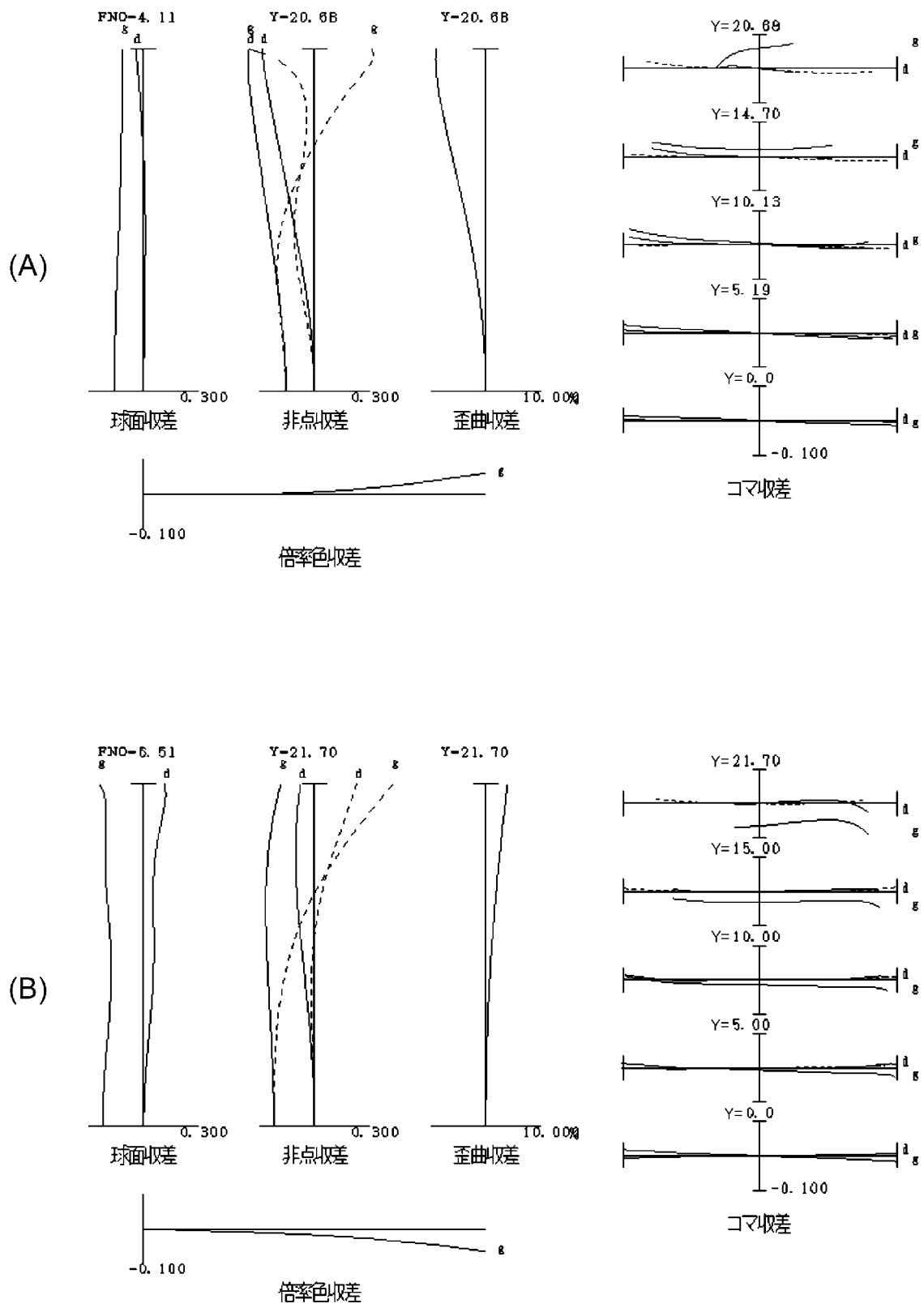
(B)



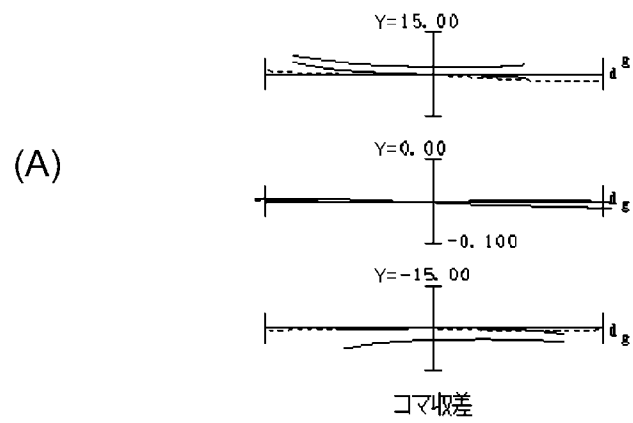
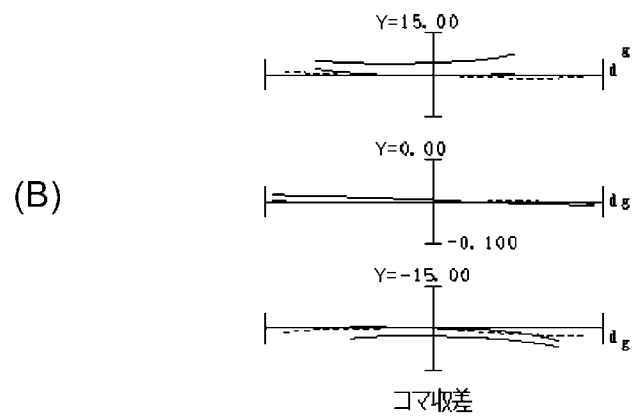
[図13]



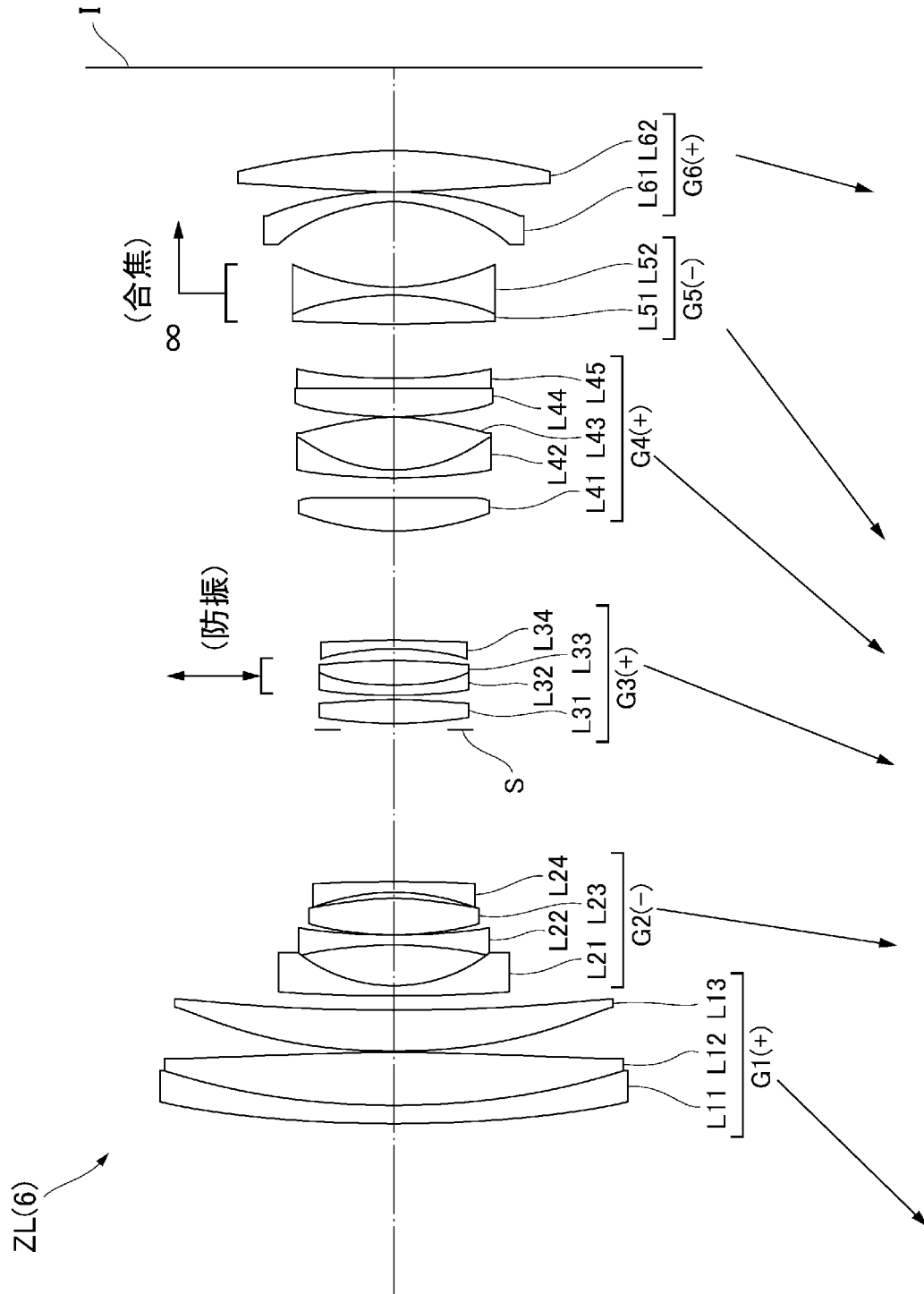
[図14]



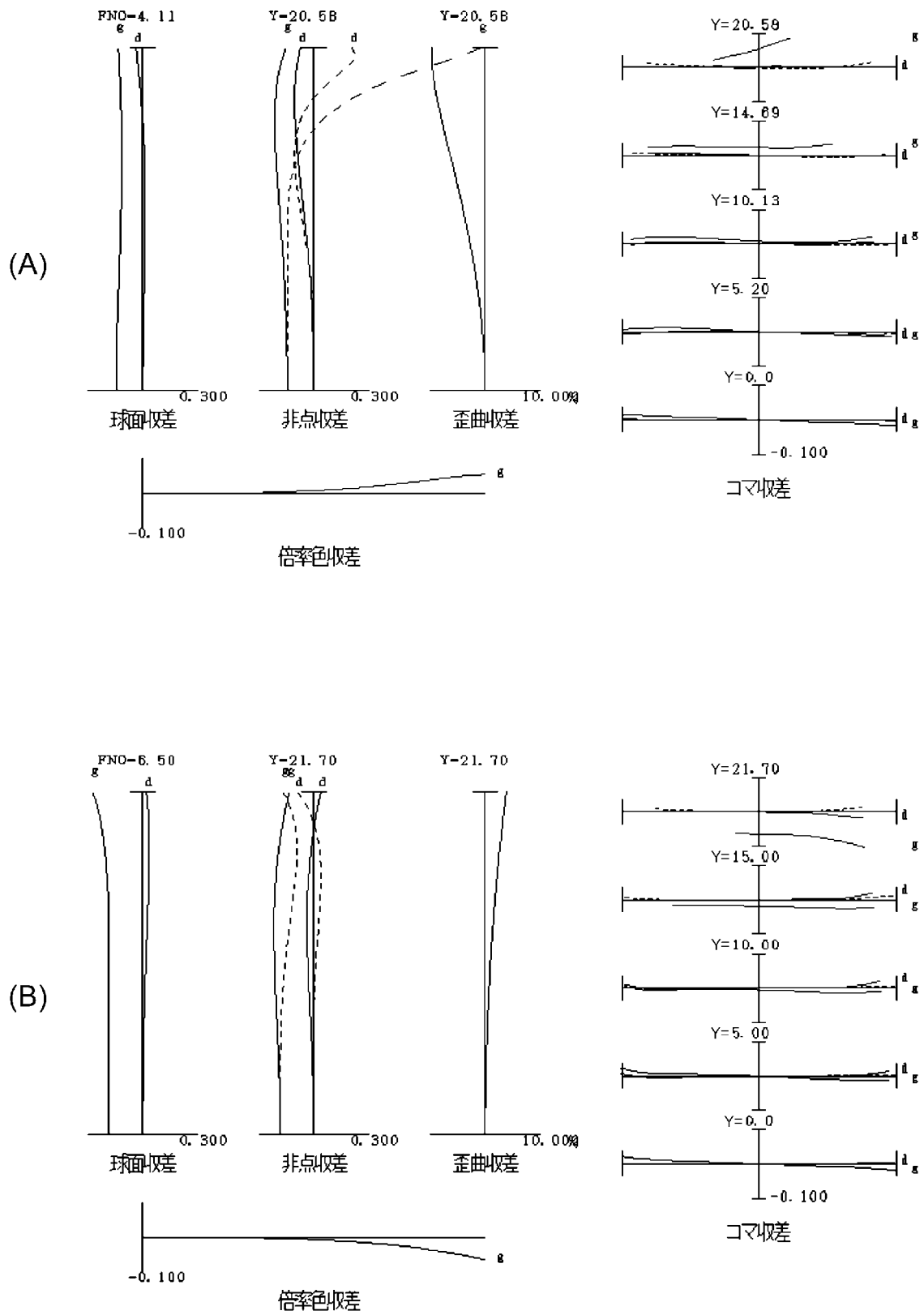
[図15]



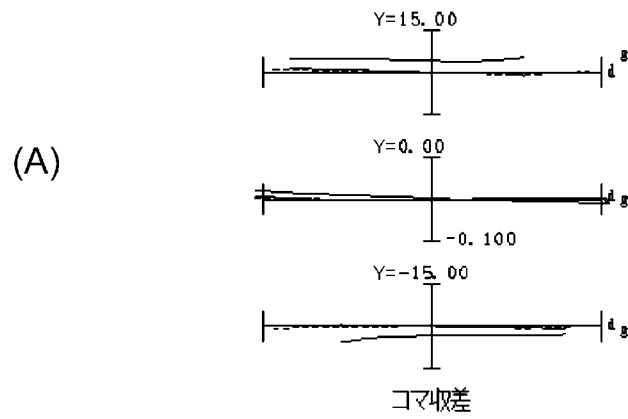
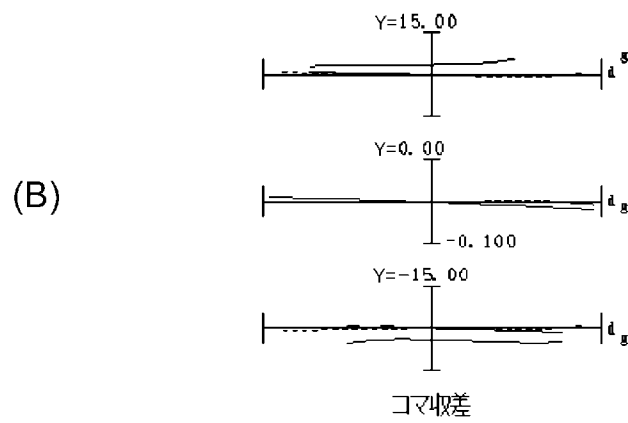
[図16]



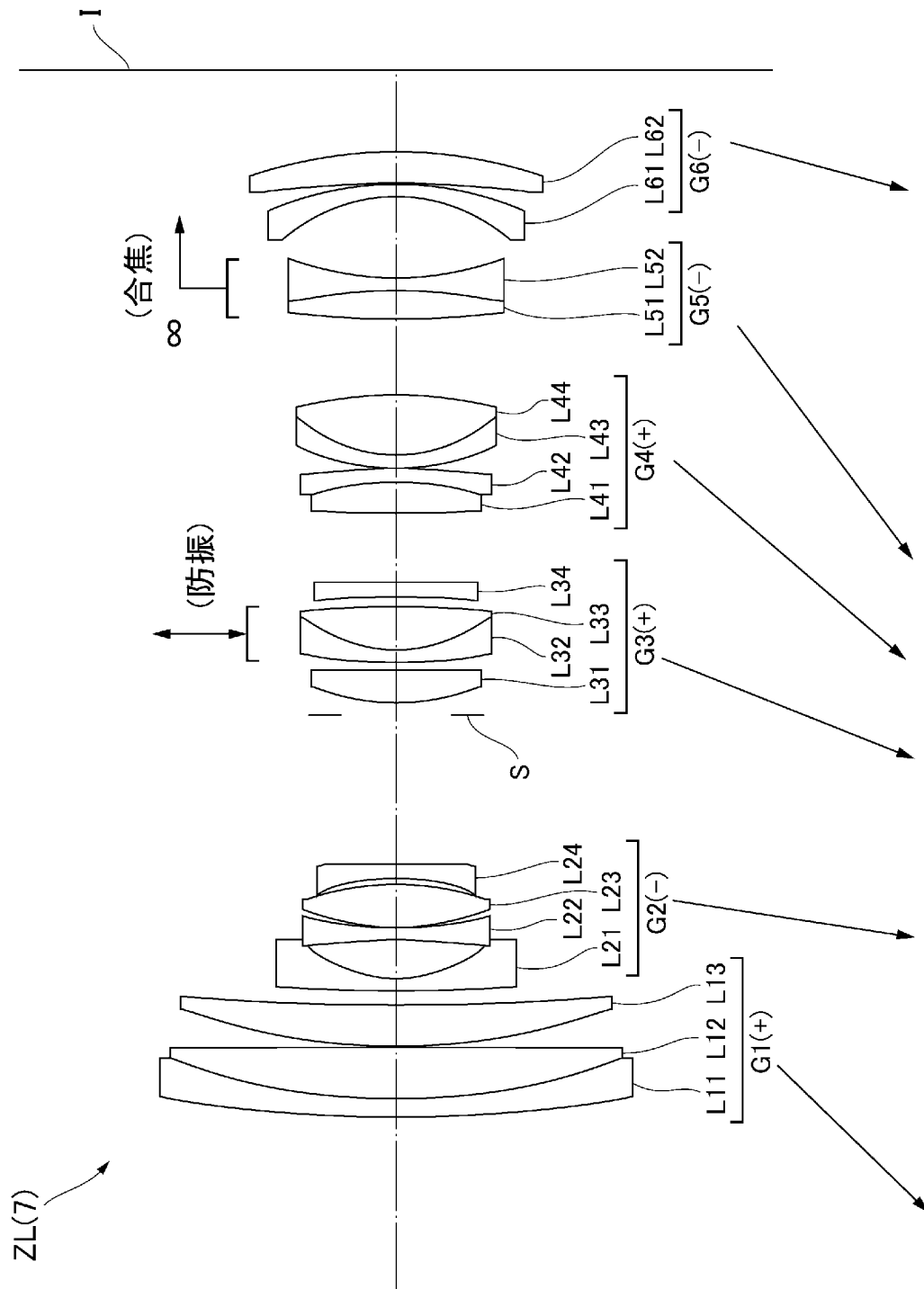
[図17]



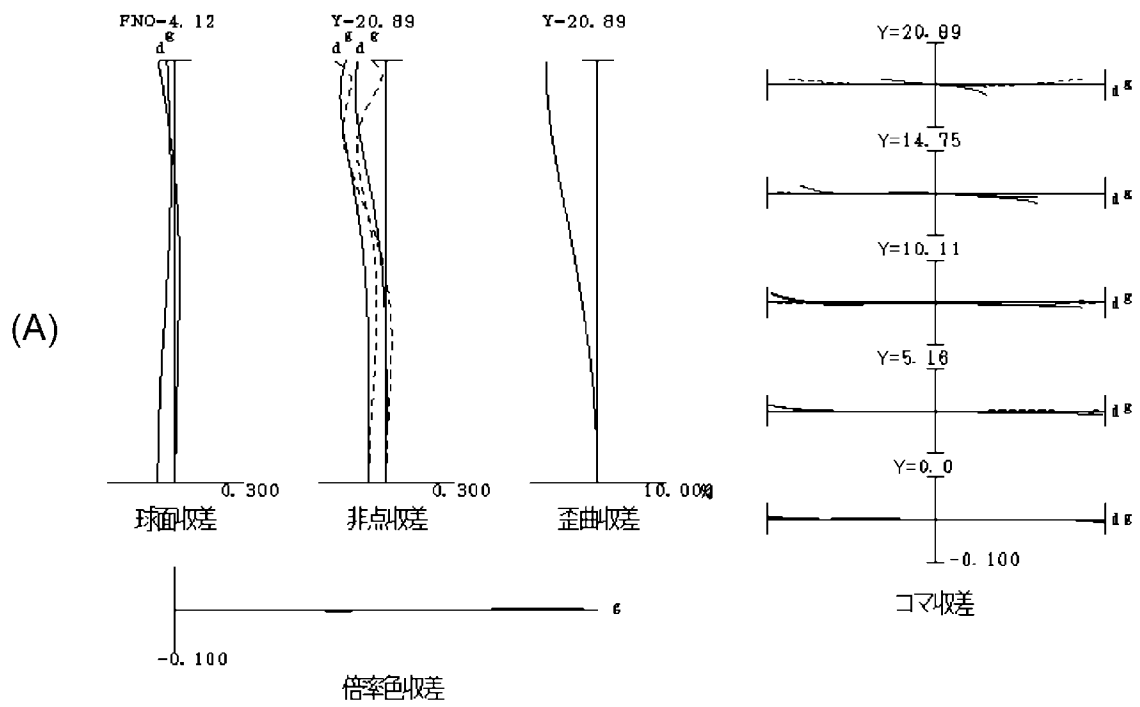
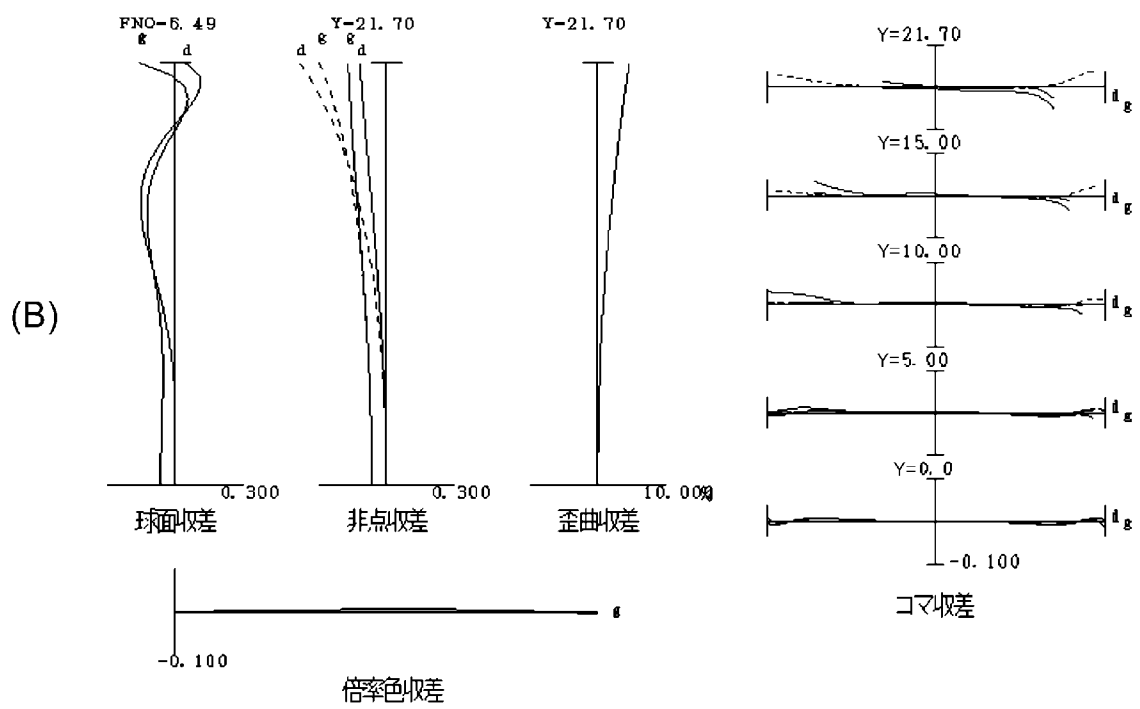
[図18]



[図19]

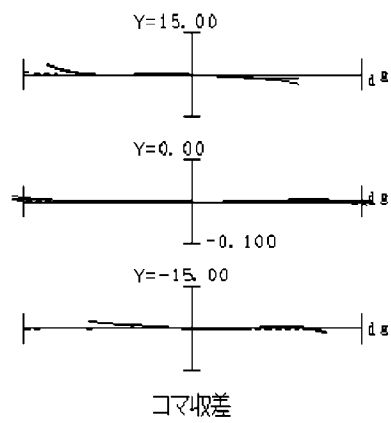


[図20]

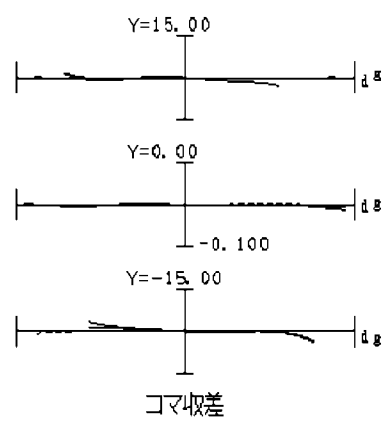


[図21]

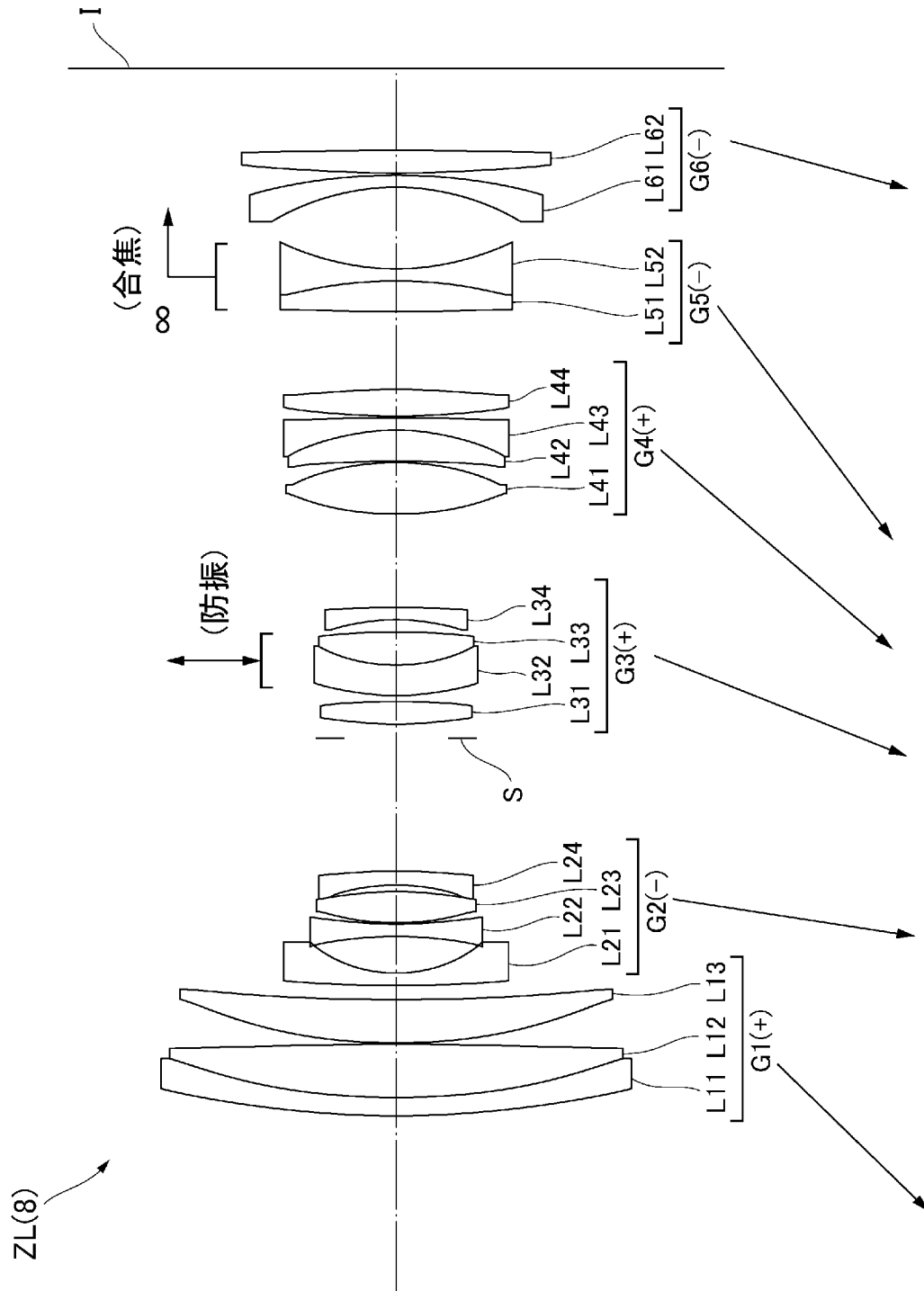
(A)



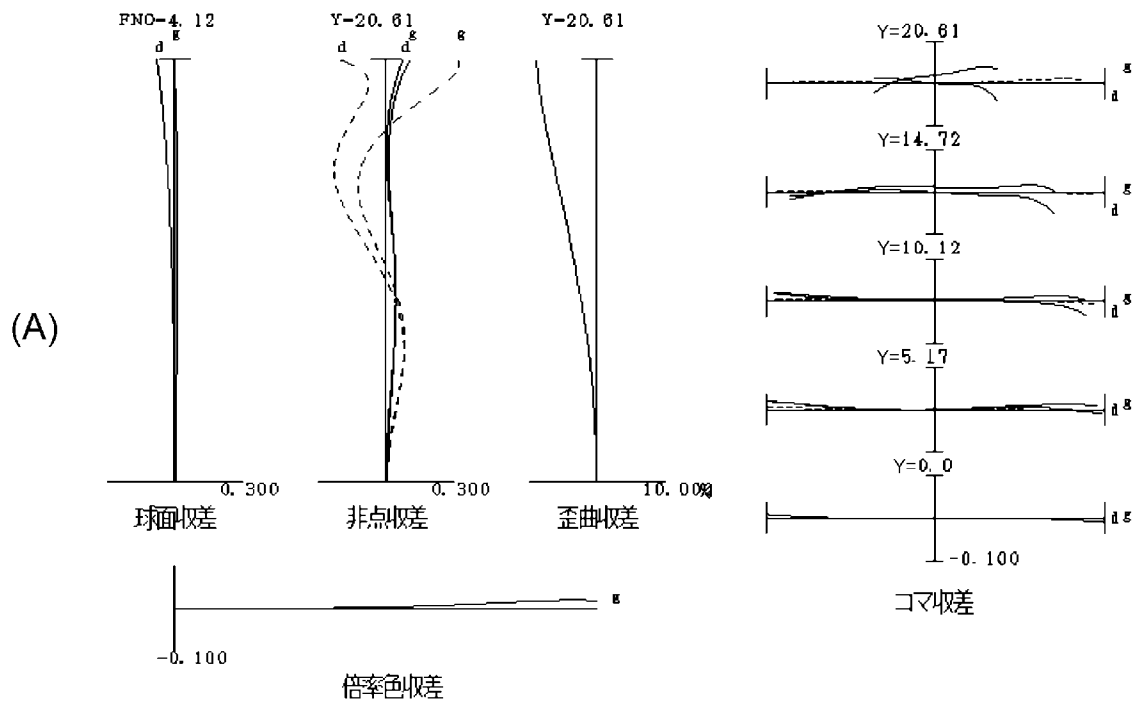
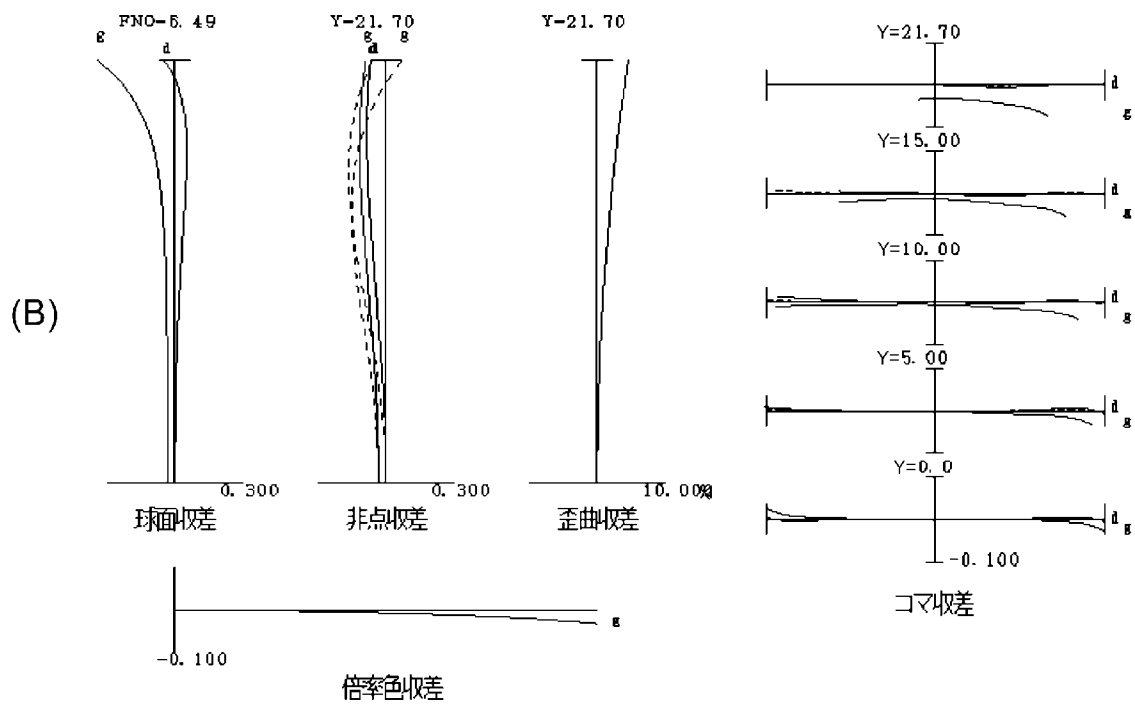
(B)



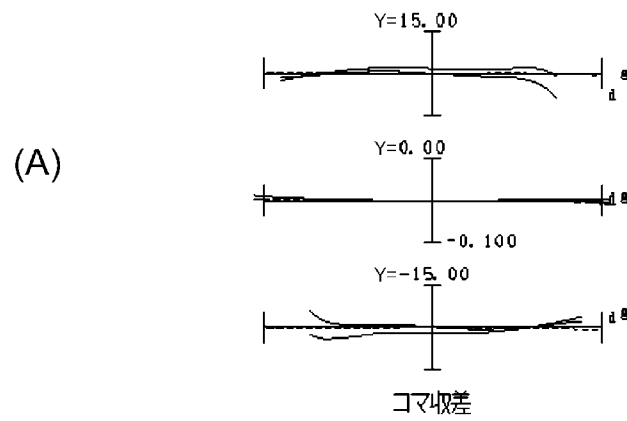
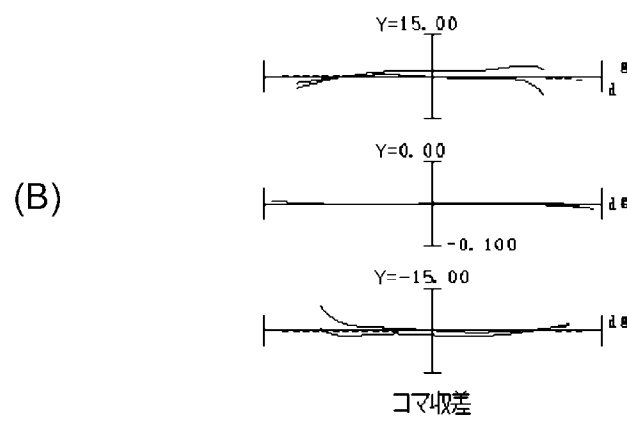
[図22]



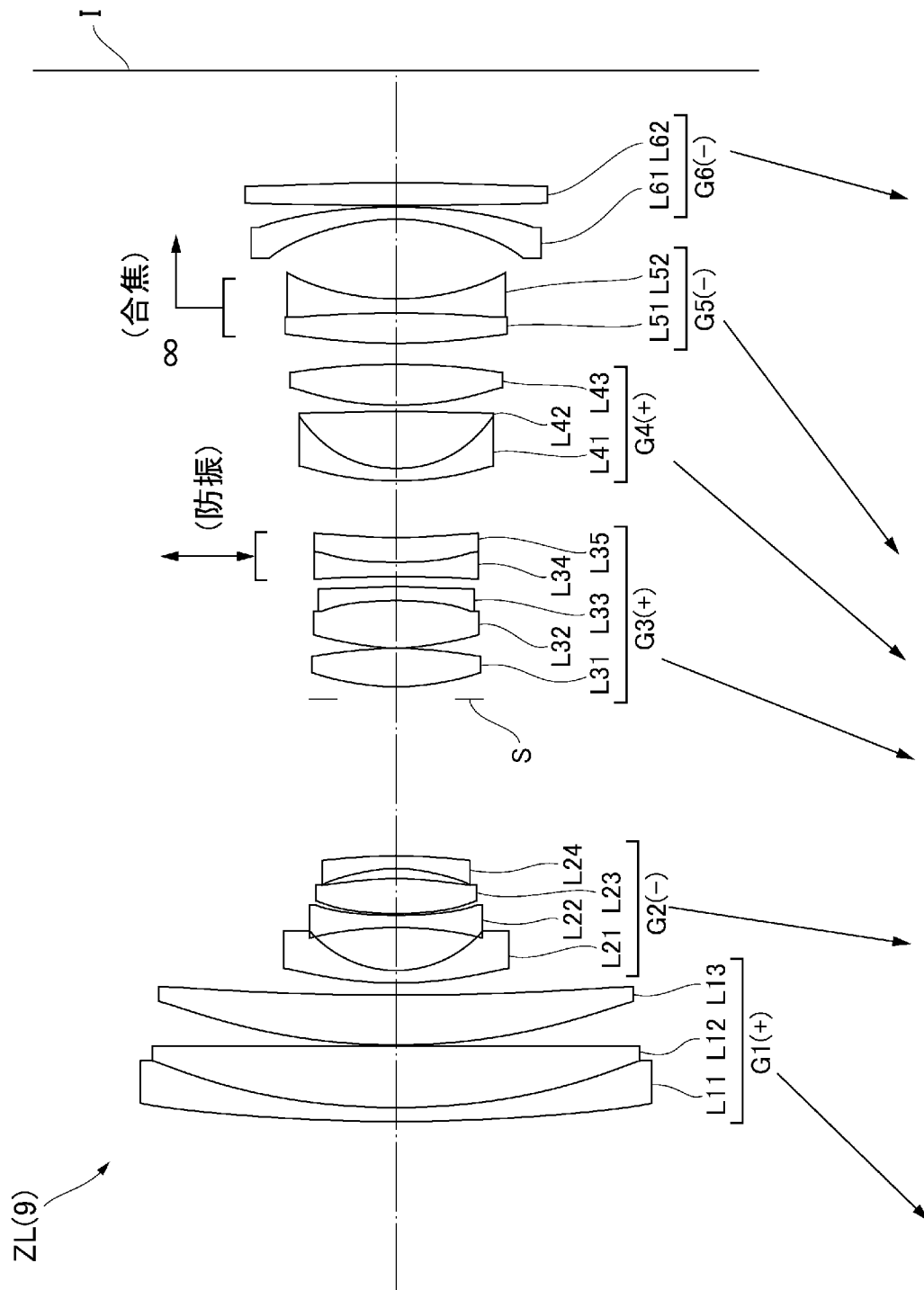
[図23]



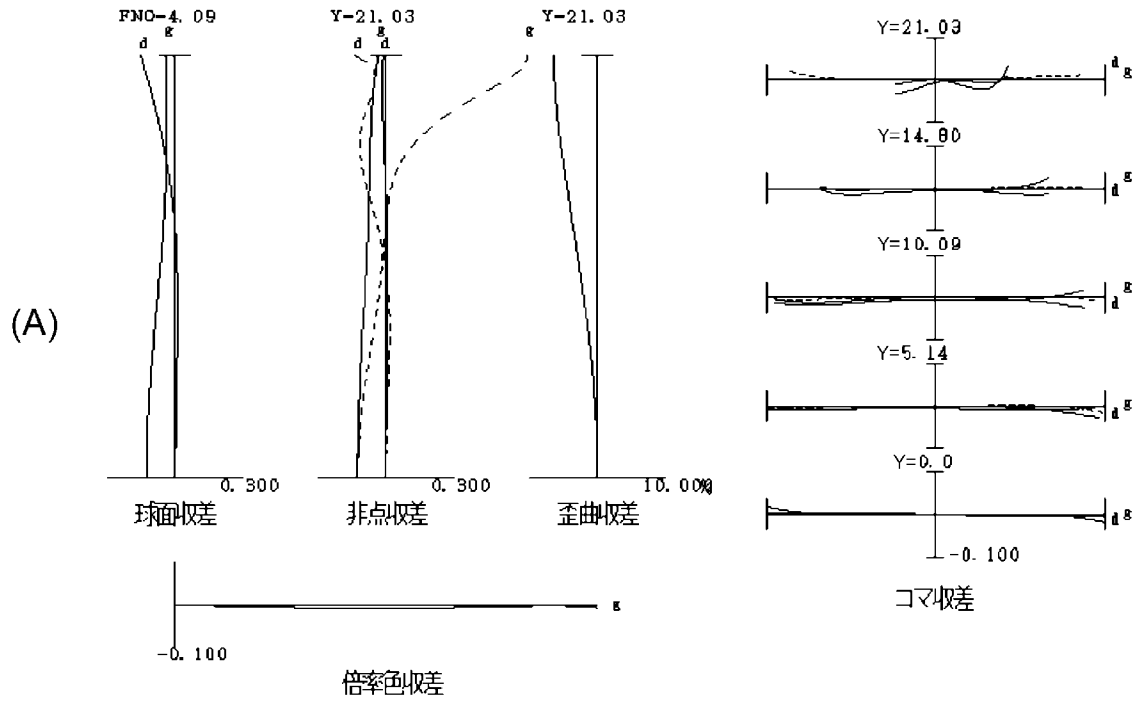
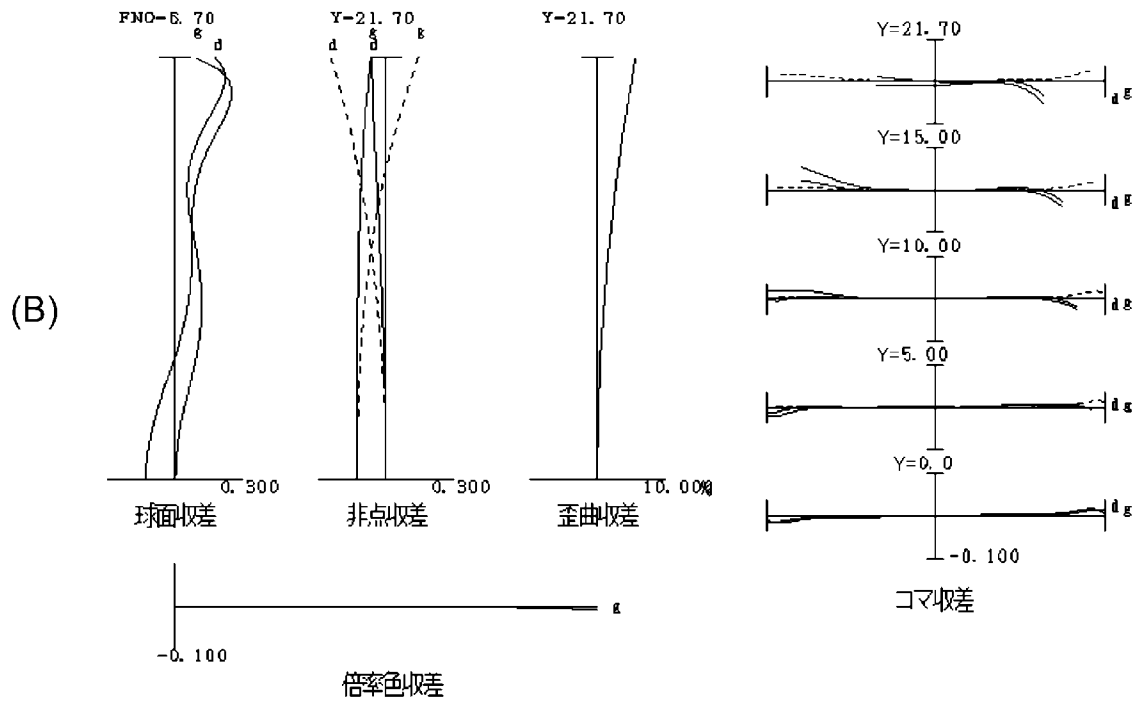
[図24]



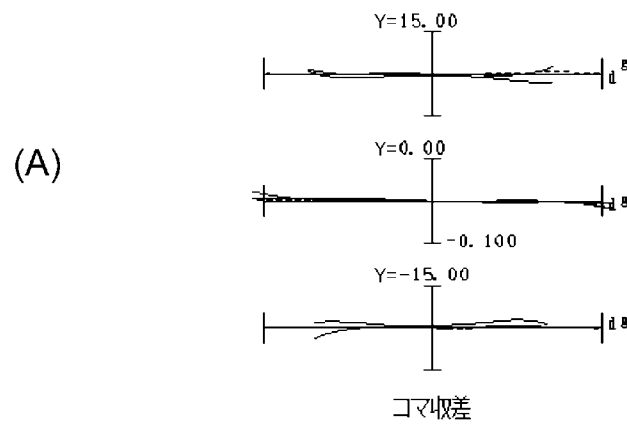
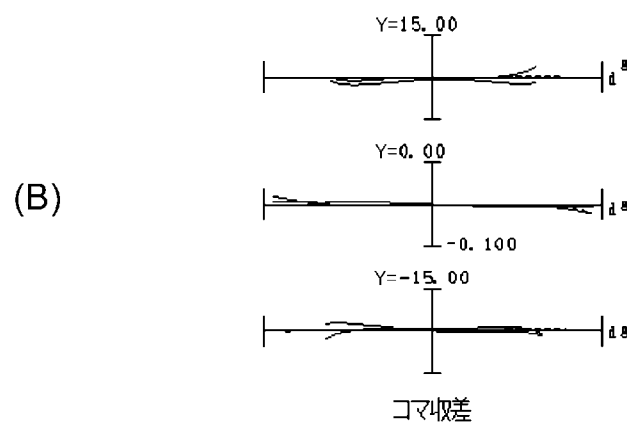
[図25]



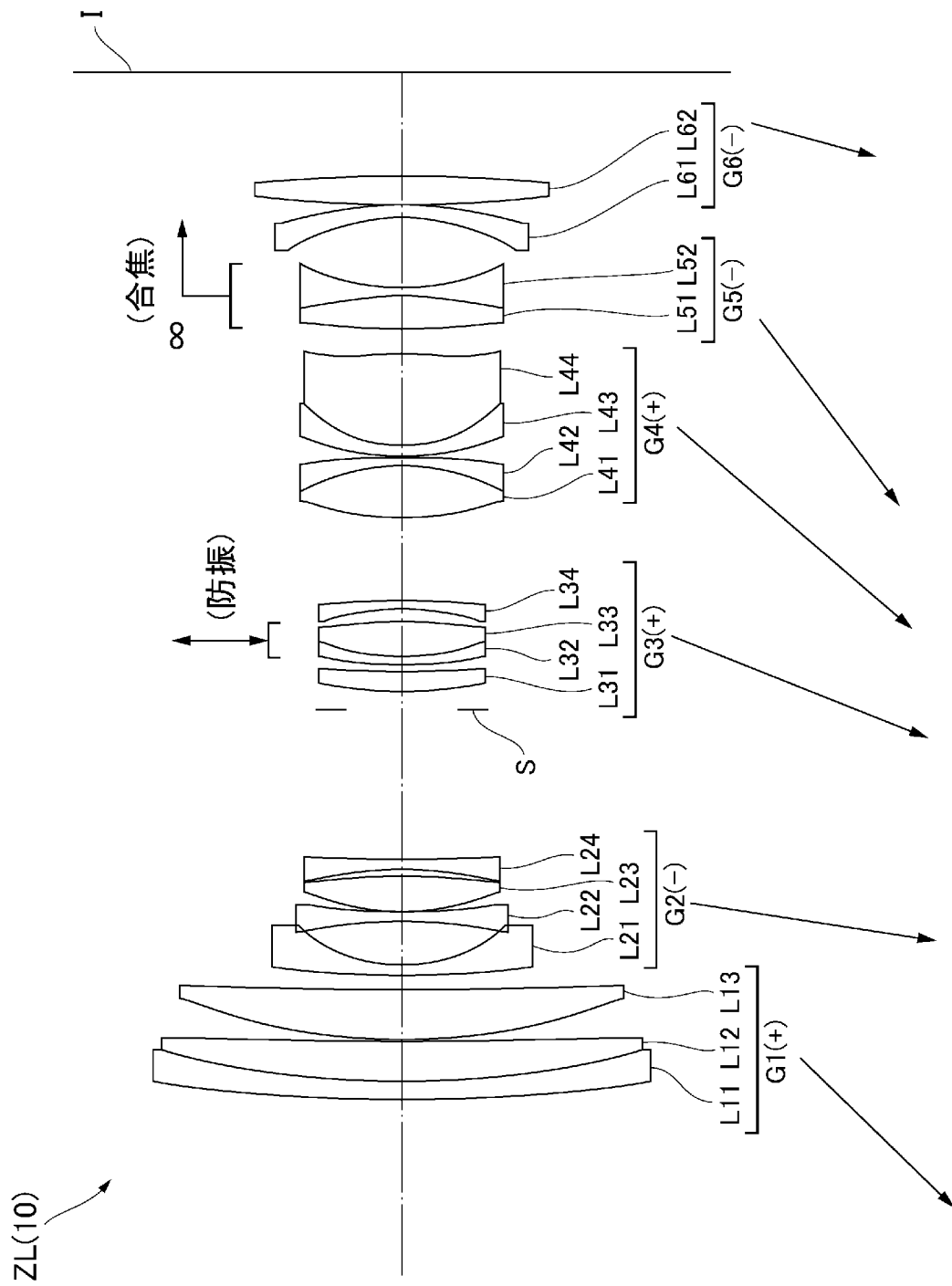
[図26]



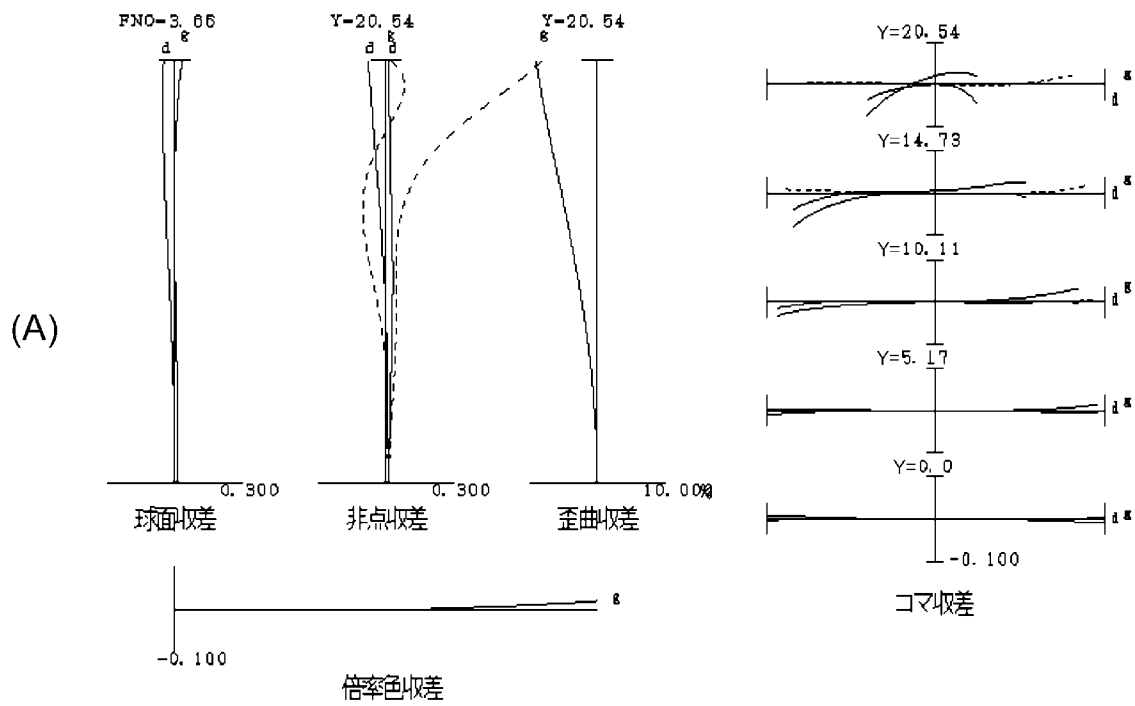
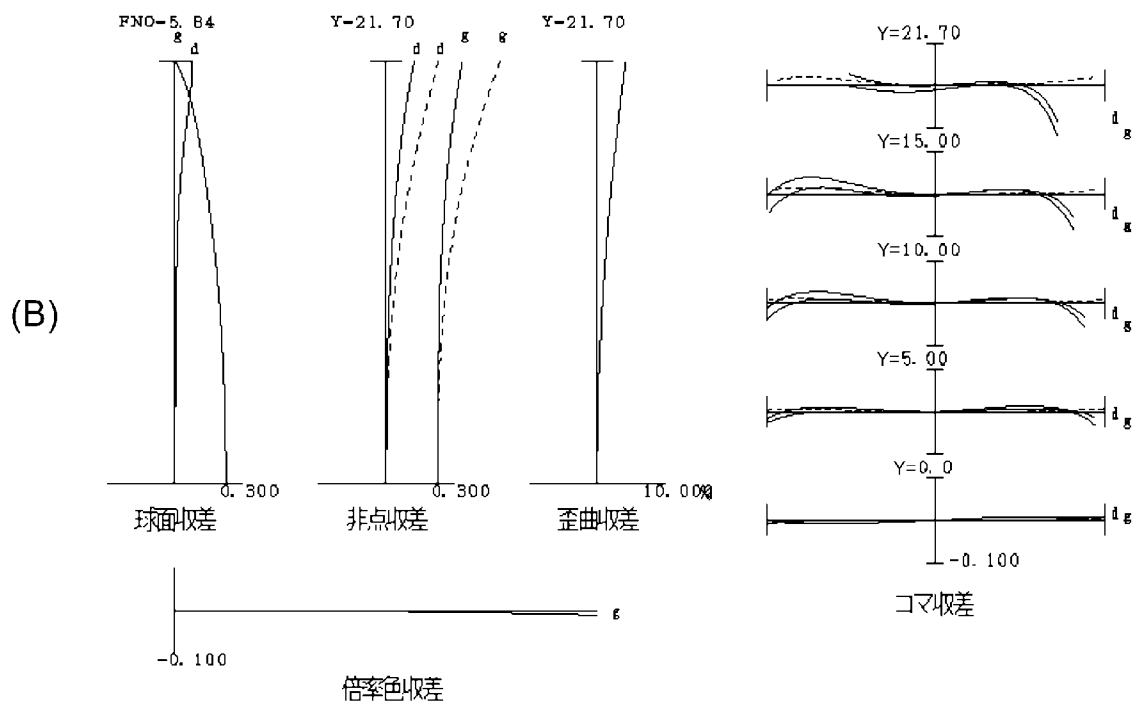
[図27]



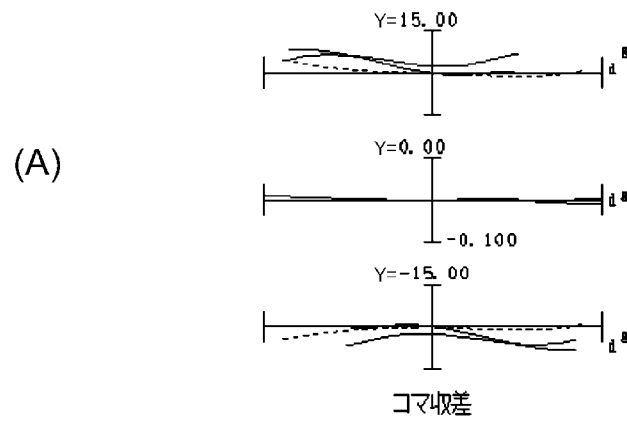
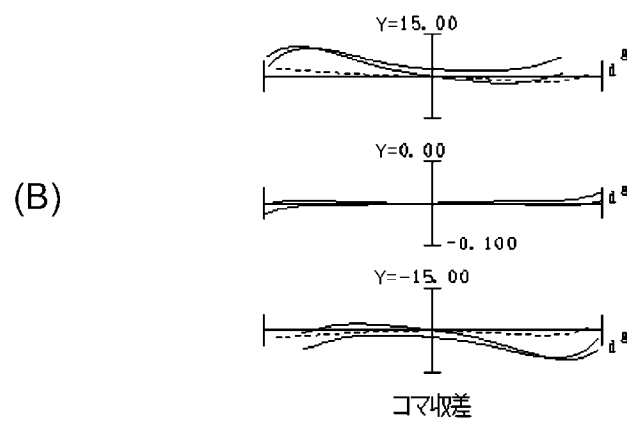
[図28]



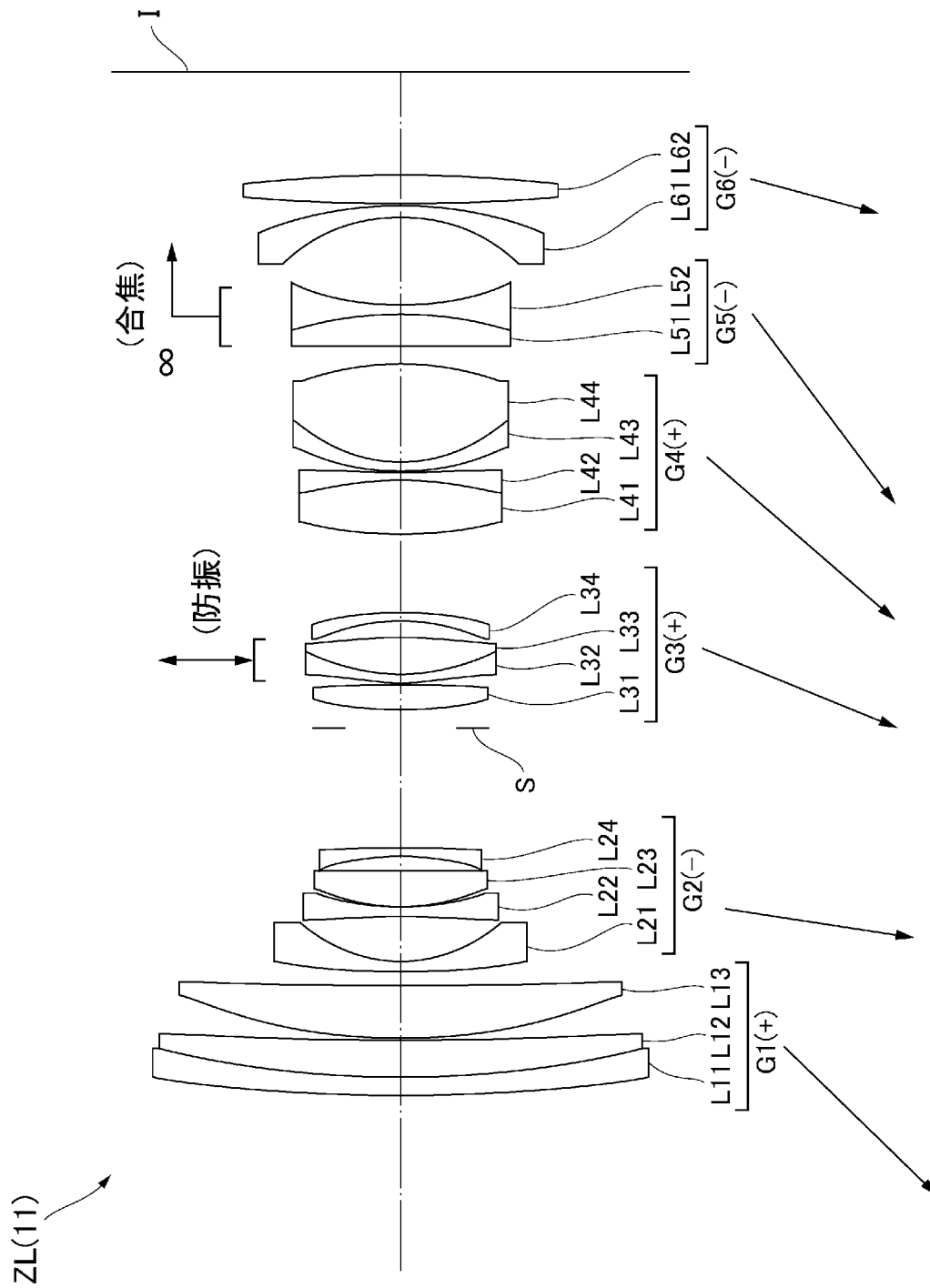
[図29]



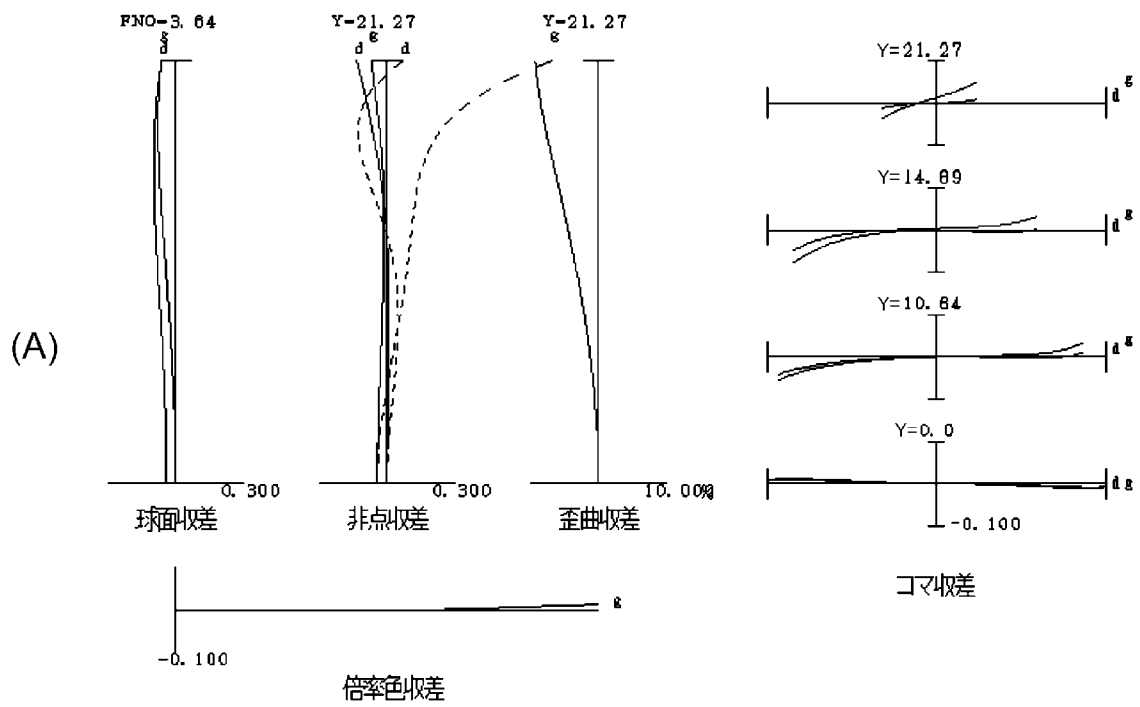
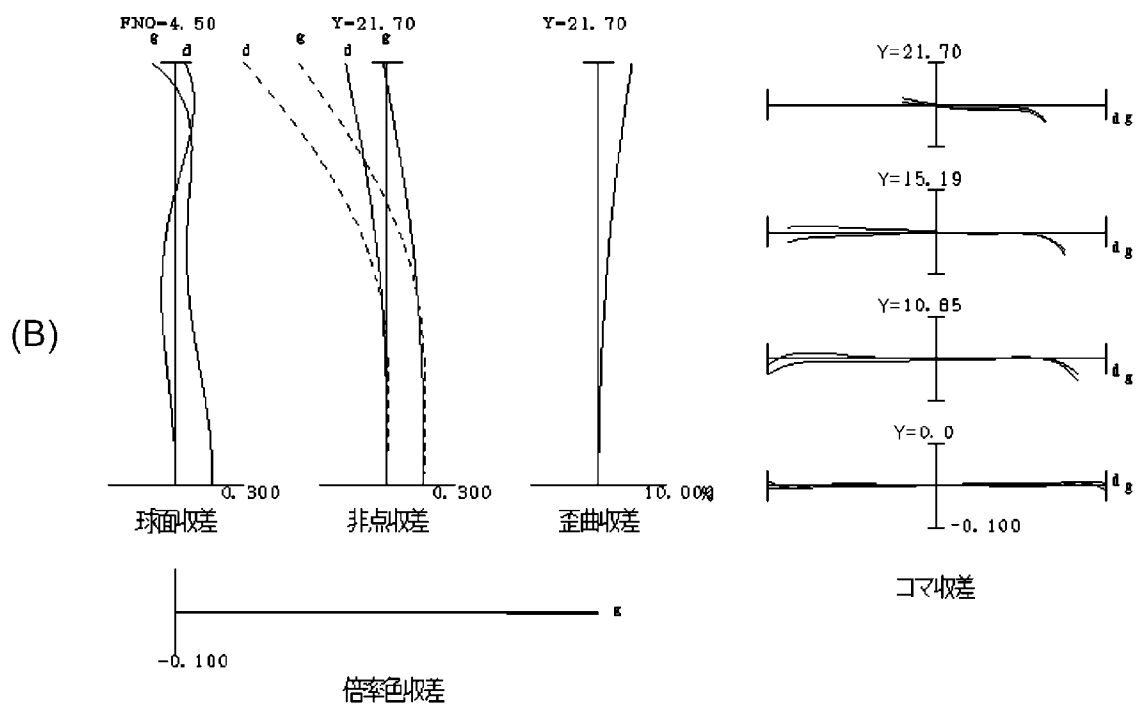
[図30]



[図31]

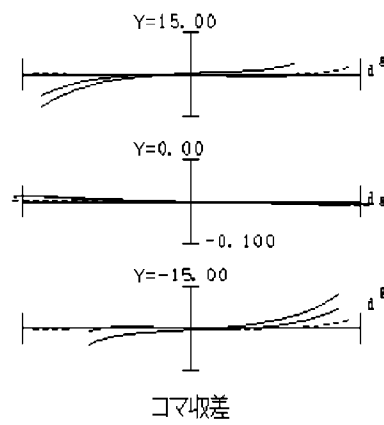


[図32]

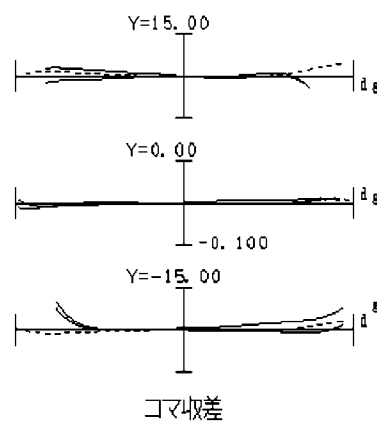


[図33]

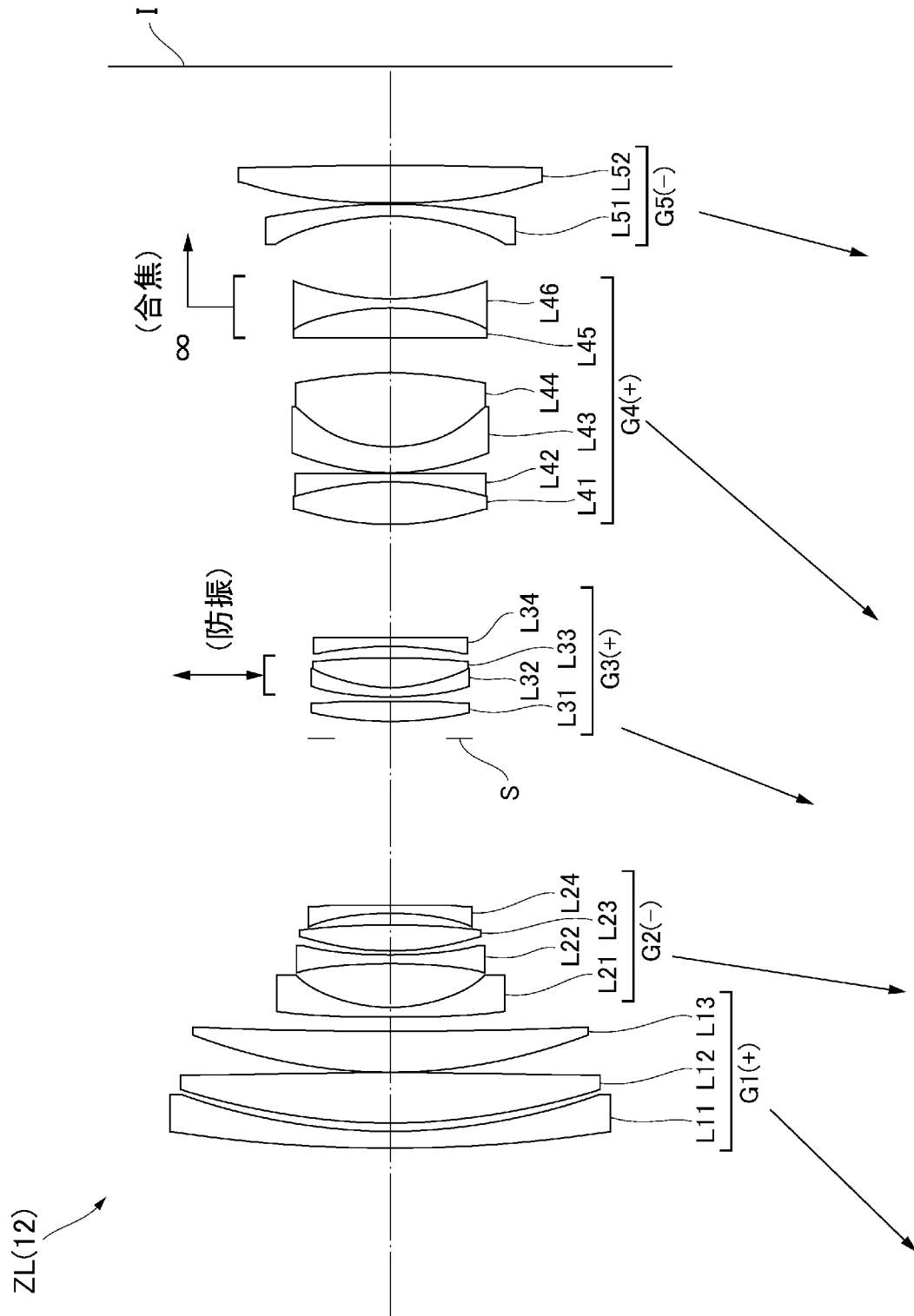
(A)



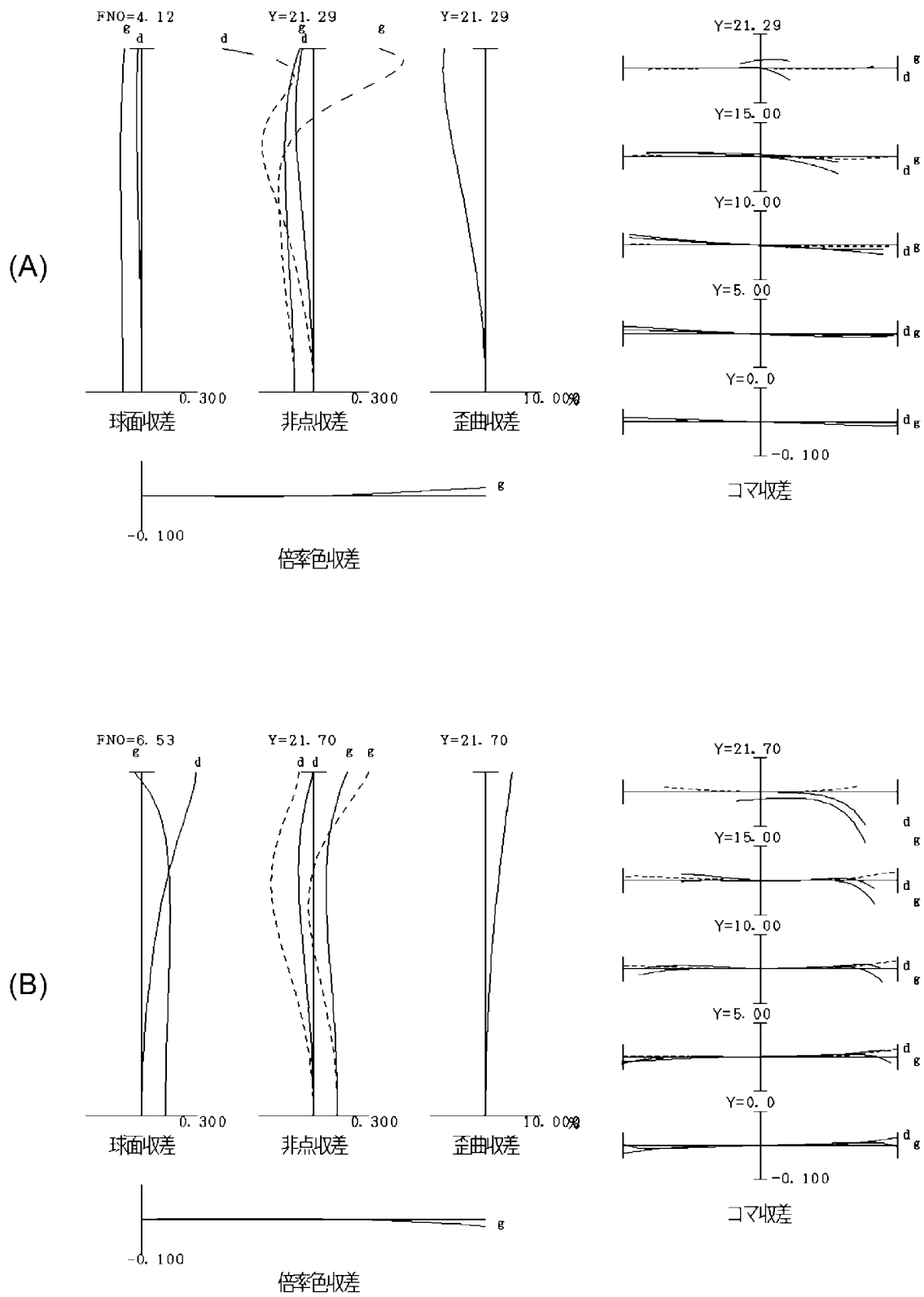
(B)



[図34]

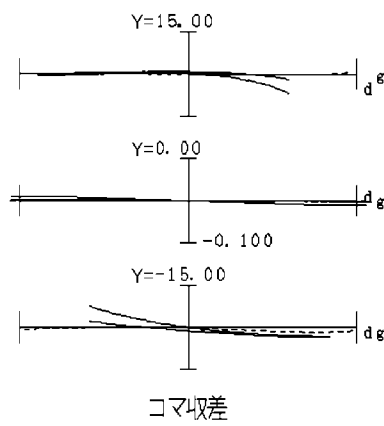


[図35]

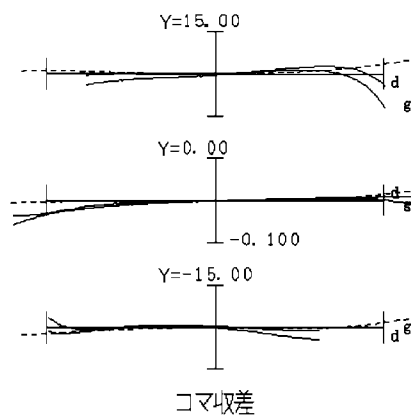


[図36]

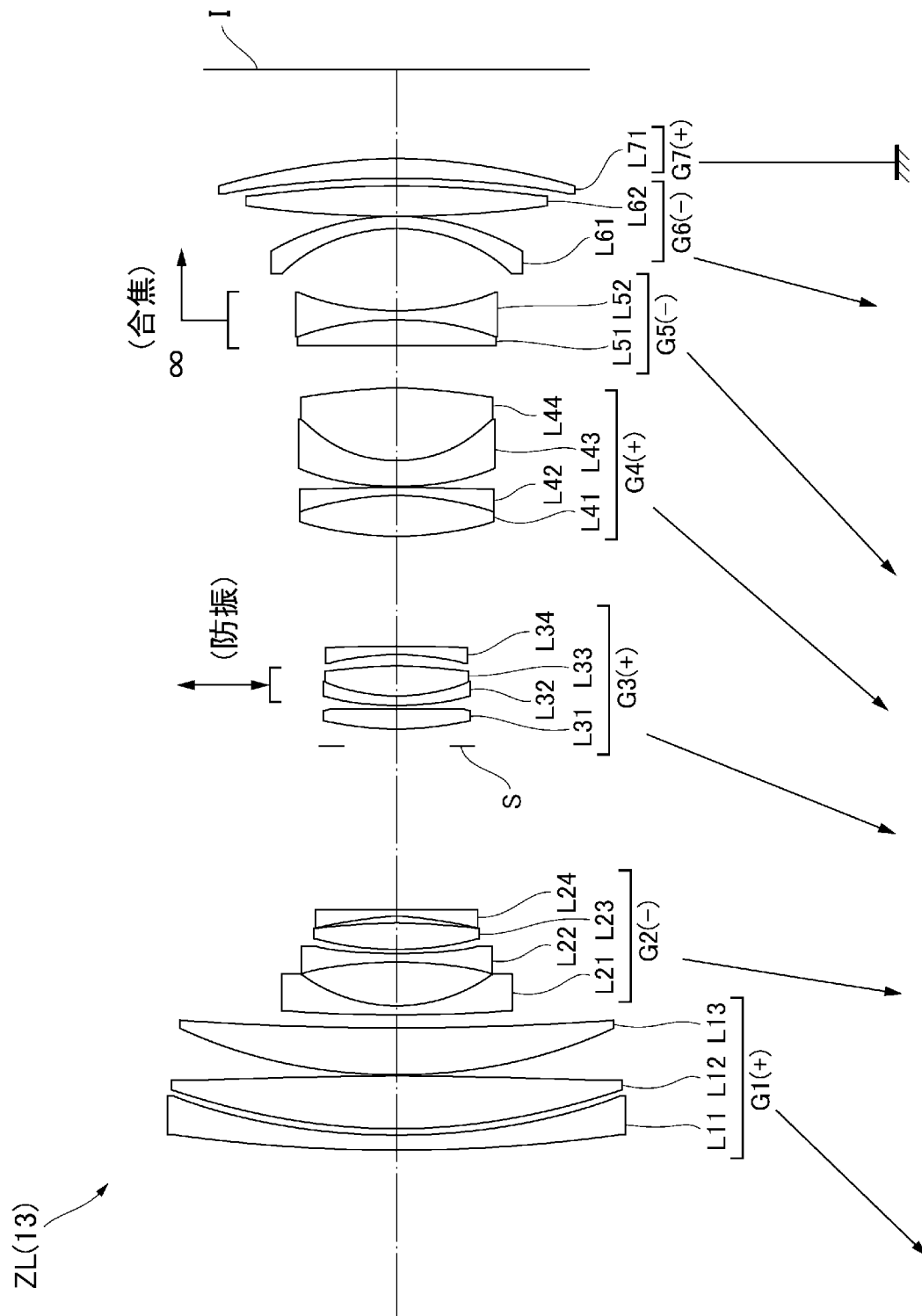
(A)



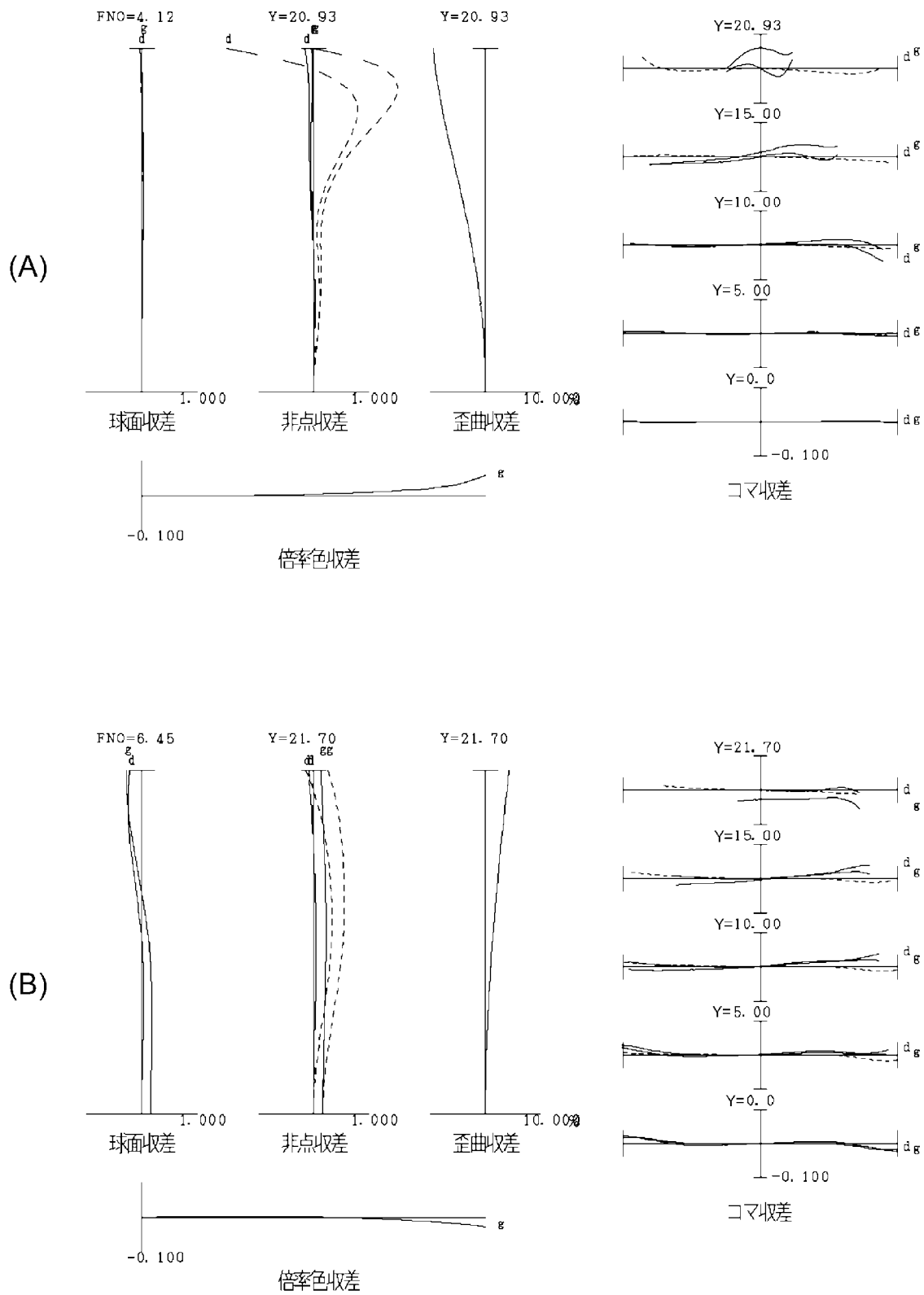
(B)



[図37]

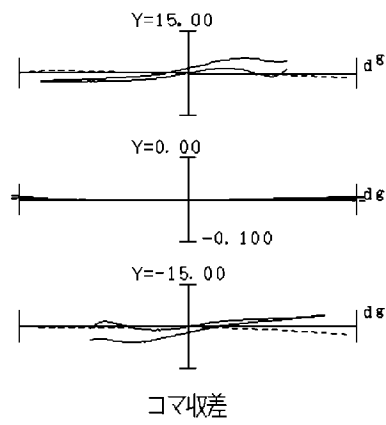


[図38]

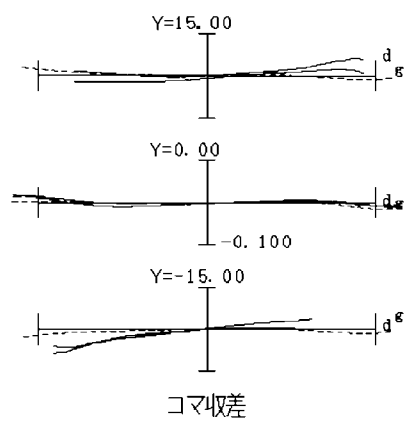


[図39]

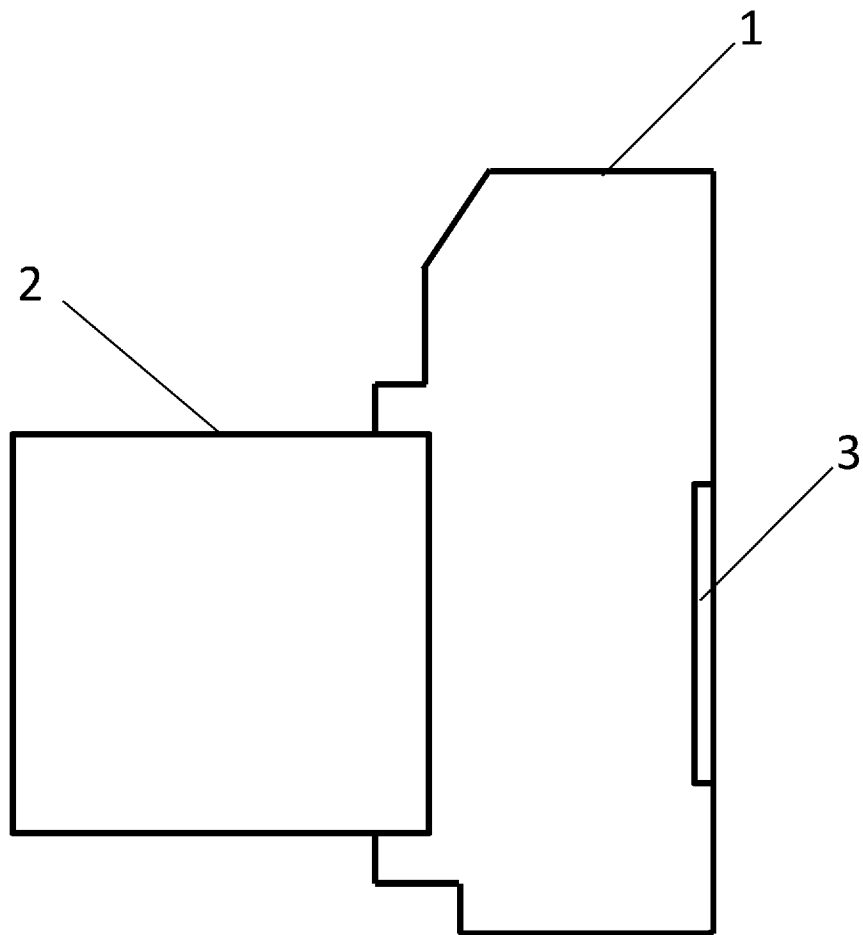
(A)



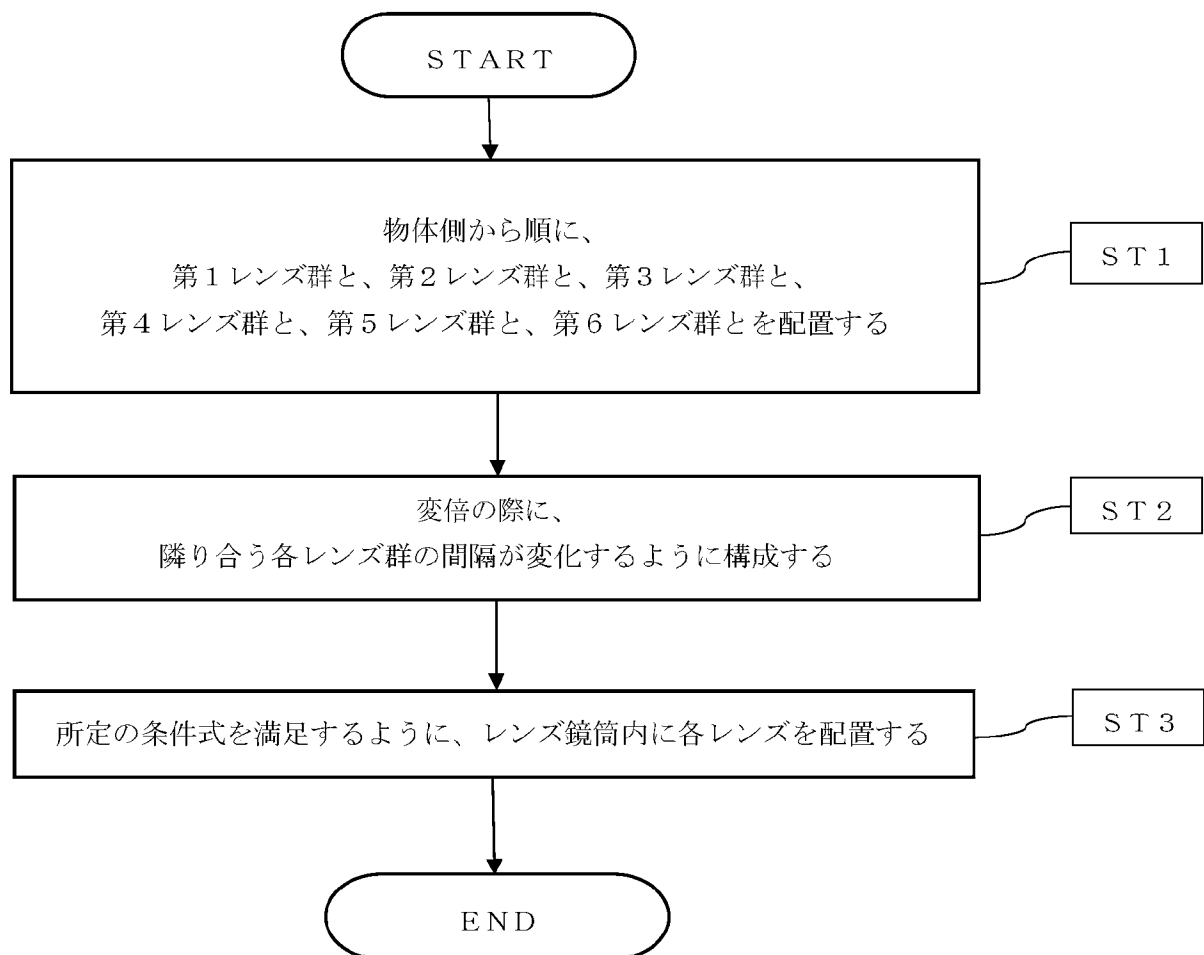
(B)



[図40]



[図41]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/003359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B15/20 (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)

Int. Cl. 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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-206893 A (NIKON CORP.) 19 November 2015, example 3, paragraph [0178] & US 2017/0115472 A1, example 3, paragraph [0417] & WO 2015/162883 A1 & CN 106461921 A & CN 106461921 B & JP 6265022 B2	1-9, 11, 13-15, 19-20
A		10, 12, 16-18
X	JP 2015-145914 A (CANON INC.) 13 August 2015, example 8 (numerical example 8) & US 2015/0219882 A1, example 8 (numerical example 8) & US 9753262 B2 & CN 104820279 A & CN 104820279 B & JP 6289132 B2	1-8, 11-13, 15, 17, 19-20
A		9-10, 14, 16, 18



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
10.04.2019

Date of mailing of the international search report
23.04.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/003359

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2014-145960 A (CANON INC.) 14 August 2014, examples 1-3, 5-7 (numerical examples 1-3, 5-7) & US 2014/0211029 A1, examples 1-3, 5-7 (numerical examples 1-3, 5-7) & US 9509912 B2 & EP 2762946 A1 & EP 2762946 B1 & CN 103969812 A & CN 103969812 B & JP 6143475 B2	1, 3-10, 12-15, 17-20 2, 11, 16
X A	JP 2009-168933 A (TAMRON CO., LTD.) 30 July 2009, examples 5-6, paragraphs [0037], [0038] & US 2009/0195885 A1, examples 5-6, paragraphs [0062]-[0064] & US 8049968 B2 & US 2011/0019288 A1 & JP 5343361 B2	1, 3-10, 13-14, 16-20 2, 11-12, 15

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

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2015-206893 A（株式会社ニコン）2015.11.19, 実施例3、段落[0178] & US 2017/0115472 A1、実施例3、段落[0417] & WO 2015/162883 A1 & CN 106461921 A & CN 106461921 B & JP 6265022 B2	1-9, 11, 13-15, 19-20 10, 12, 16-18
X A	JP 2015-145914 A（キヤノン株式会社）2015.08.13, 実施例8（数値実施例8） & US 2015/0219882 A1、実施例8（数値実施例8） & US 9753262 B2 & CN 104820279 A & CN 104820279 B & JP 6289132 B2	1-8, 11-13, 15, 17, 19-20 9-10, 14, 16, 18

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

10.04.2019

国際調査報告の発送日

23.04.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森内 正明

2 V

9 2 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2014-145960 A (キヤノン株式会社) 2014. 08. 14, 実施例 1-3, 5-7 (数値実施例 1-3, 5-7) & US 2014/0211029 A1、実施例 1-3, 5-7 (数値実施例 1-3, 5-7) & US 9509912 B2 & EP 2762946 A1 & EP 2762946 B1 & CN 103969812 A & CN 103969812 B & JP 6143475 B2	1, 3-10, 12-15 , 17-20 2, 11, 16
X A	JP 2009-168933 A (株式会社タムロン) 2009. 07. 30, 実施形態 5-6、段落[0037]-[0038] & US 2009/0195885 A1、実施形態 5-6、段落[0062]-[0064] & US 8049968 B2 & US 2011/0019288 A1 & JP 5343361 B2	1, 3-10, 13-14 , 16-20 2, 11-12, 15