

(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  
2016年8月4日(04.08.2016)

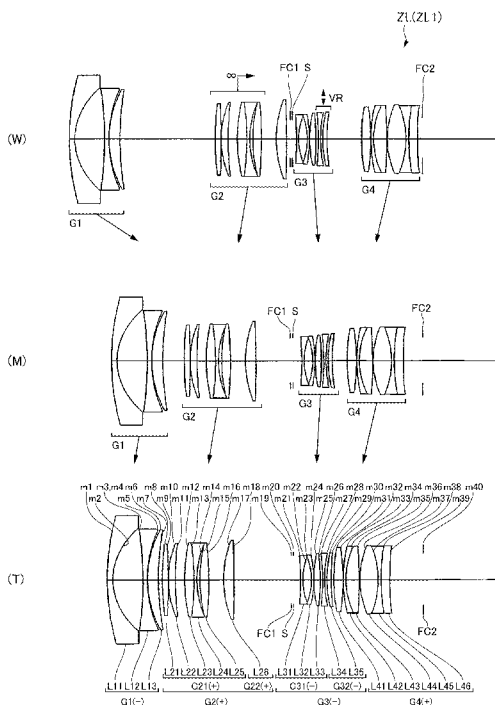


(10) 国際公開番号  
WO 2016/121939 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 15/20 (2006.01) G03B 5/00 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052683
  - (22) 国際出願日: 2016年1月29日(29.01.2016)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (30) 優先権データ:  
特願 2015-017916 2015年1月30日(30.01.2015) JP
  - (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番  
3号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: 原田 壮基(HARADA Hiroki); 〒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: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒  
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号  
Tokyo (JP).
  - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,  
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, 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:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 変倍光学系、光学機器及び変倍光学系の製造方法



(57) Abstract: This variable power optical system has a first lens group (G1) having a negative refractive power and a second lens group (G2) having a positive refractive power, has an intermediate group (Gn) being disposed further to an image side than the second lens group (G2), and has a vibration reduction lens group (VR) being disposed further to the image side than the intermediate group (Gn) and being configured to be movable so as to have a component in a direction orthogonal to an optical axis, wherein power is varied by changing at least the space between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) and the space between the second lens group (G2) and the intermediate group (Gn), and the following conditional expression (1) is satisfied.  $1.000 < f(1 \sim Gn)/t < 100.000 \dots (1)$

(57) 要約: 変倍光学系は、負の屈折力を有する第1レンズ群 (G1) と、正の屈折力を有する第2レンズ群 (G2) とを有し、第2レンズ群 (G2) より像側に配置された中間群 (Gn) を有し、中間群 (Gn) より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つよう移動可能に構成された防振レンズ群 (VR) を有し、少なくとも、第1レンズ群 (G1) と第2レンズ群 (G2) との間隔と、第2レンズ群 (G2) と中間群 (Gn) との間隔とを変化させることにより変倍を行い、次の条件式(1)を満足する。  $1.000 < f(1 \sim Gn)t / f t < 100.000 \dots (1)$

WO 2016/121939 A1

## 明 細 書

発明の名称：変倍光学系、光学機器及び変倍光学系の製造方法

### 技術分野

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

本願は、2015年1月30日に出願された日本国特許出願2015-017916号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 従来より、手振れ補正機構を備えた広画角の変倍光学系が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-231220号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、このような変倍光学系では、良好な光学性能を備えつつ、よりF値の明るい光学系であることが求められている。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係る変倍光学系は、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、前記第2レンズ群より像側に配置された中間群を有し、前記中間群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記中間群との間隔とを変化させることにより変倍を行い、以下の条件式を満足する。

$$1.000 < f(1\sim Gn)t / f_t < 100.000$$

但し、

$f(1\sim Gn)t$ ：望遠端状態における前記第1レンズ群から前記中間群までの

合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[0006] 本発明の別の態様に係る変倍光学系は、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、前記第2レンズ群より像側に配置され、光軸と直交方向の位置を固定されており負の屈折力を有する第nレンズ群を有し、前記第nレンズ群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記第nレンズ群との間隔とを変化させることにより変倍を行い、次の条件式を満足する。

$$1.000 < f_{(1\sim Gn)t} / f_t < 100.000$$

但し、

$f_{(1\sim Gn)t}$  : 望遠端状態における前記第1レンズ群から前記第nレンズ群までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[0007] 本発明の別の態様に係る光学機器は、上述の変倍光学系を搭載する。

[0008] 本発明の別の態様に係る変倍光学系の製造方法は、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、前記第2レンズ群より像側に配置された中間群を有し、前記中間群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記中間群との間隔とを変化させることにより変倍を行い、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。

$$1.000 < f_{(1\sim Gn)t} / f_t < 100.000$$

但し、

$f_{(1\sim Gn)t}$  : 望遠端状態における前記第1レンズ群から前記中間群までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[0009] 本発明の別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、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、前記第2レンズ群より像側に配置され、光軸と直交方向の位置を固定されており負の屈折力を有する第nレンズ群を有し、前記第nレンズ群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記第nレンズ群との間隔とを変化させることにより変倍を行い、次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。

$$1.000 < f(1\sim Gn)_t / f_t < 100.000$$

但し、

$f(1\sim Gn)_t$  : 望遠端状態における前記第1レンズ群から前記第nレンズ群までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図2] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図4] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図5] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図7] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図8] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図10] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図11] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図13] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図14] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学

系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図16] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図17] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図19] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図20] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第7実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図22] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図23] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第8実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時

に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図25] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図26] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第9実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図28] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図29] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第10実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図31] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図32] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第11実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図34] (W)、(M)、及び(T)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図35] (a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及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)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第12実施例に係る変倍光学系の広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠合焦時に像ブレ補正を行った時の横収差図である。

[図37]変倍光学系を搭載したカメラの構成の一例を示す図である。

[図38]変倍光学系の製造方法の一例の概略を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、変倍光学系ZLの構成の一例を示す。他の例において、レンズ群の数、各レンズ群におけるレンズ構成等は適宜変更可能である。

[0012] 一実施形態において、変倍光学系ZLは、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを有し、第2レンズ群G2より像側に配置された中間群(第nレンズ群)Gnを有し、中間群Gnより像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群VRを有し、少なくとも、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔と、第2レンズ群G2と中間群Gnとの間隔とを変化させることにより変倍を行う。一例において、中間群Gnは、光軸と直交方向の位置を固定されており負の屈折力を有することが可能である。

[0013] 図1に示す第1実施例では、光軸と直交方向の位置を固定され負の屈折力を有する中間群Gnと、中間群の像側に配置された防振レンズ群VRとして、第31レンズ群G31と、第32レンズ群G32とがそれぞれ該当する。また、後述の第2、3、5、7~11実施例では、中間群Gnと、中間群の像側に配置された防振レンズ群VRとして、第31レンズ群G31と、第3



2 レンズ群G 3 2 とが該当する。第4、6、12 実施例では、中間群G n と、中間群の像側に配置された防振レンズ群V R として、第4 レンズ群G 4 と、第5 レンズ群G 5 とが該当する。

[0014] なお、防振レンズ群V R は、負の屈折力を有することが好ましくは可能である。

[0015] 変倍光学系Z L は、上記のように、負正負正もしくは負正負正正のレンズ群を有し、少なくともこれらの群の間隔が変化することにより、広画角の変倍光学系を実現することができる。また、負の中間群G n と、中間群の像側に（負の）防振レンズ群V R とを有し、防振レンズ群V R を光軸と直交する方向の成分を持つように移動させて像ブレ補正を行うことにより、像ブレ補正時の偏心コマ収差の発生及び片ボケの発生を抑え、良好な結像性能を実現することができる。

[0016] 変倍光学系Z L は、次の条件式（1）を満足する。

$$1.000 < f(1\sim G_n)t / f_t < 100.000 \dots (1)$$

但し、

$f(1\sim G_n)t$  : 望遠端状態における第1 レンズ群G 1 から中間群G n までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[0017] 条件式（1）は、第1 レンズ群G 1 と第2 レンズ群G 2 とにより収束した入射光を、中間群G n でほぼ平行な光線（ほぼアフォーカルな光線）に戻し、防振レンズ群V R へと導くことにより、防振性能を向上させるための条件式である。条件式（1）を満足することにより、F 2.8 ~ F 3.5 程度の明るいF 値を確保し、球面収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0018] 条件式（1）の上限値を上回ると、中間群G n のパワーが大きくなりすぎ、中間群G n による球面収差などの諸収差に対する補正が不十分となり、3 倍程度以上のズーム比を得るのが困難となる。

[0019] 効果を確実なものにするために、条件式（1）の上限値を50.000 と

することが好ましくは可能である。効果をより確実なものにするために、条件式（１）の上限値を２５．０００とすることが好ましくは可能である。

[0020] 条件式（１）の下限値を下回ると、防振レンズ群VRに対して強い収束光が入ることになり、像ブレ補正時の望遠端状態における偏心コマ収差の発生や、広角端状態における片ボケの発生を抑えることが困難となる。その結果、F値をF 2. 8～F 3. 5程度に明るくするのが困難となる。あるいは、球面収差の発生が甚大となり、良好な結像性能の実現が難しい可能性がある。

[0021] 効果を確実なものにするために、条件式（１）の下限値を１．５００とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものにするために、条件式（１）の下限値を２．０００とすることが好ましくは可能である。

[0022] 変倍光学系ZLは、次の条件式（２）を満足することが好ましくは可能である。

$$1.360 < -f(G_n \sim G(VR))_w / f_w < 5.000 \dots (2)$$

但し、

$f(G_n \sim G(VR))_w$  : 広角端状態における中間群G<sub>n</sub>から防振レンズ群VRまでの合成焦点距離、

$f_w$  : 広角端状態における全系の焦点距離。

[0023] 条件式（２）は、中間群G<sub>n</sub>と防振レンズ群VRの広角端状態における合成焦点距離を適切に設定することにより、３倍程度の変倍比と良好な光学性能を両立させるための条件式である。条件式（２）を満足することにより、F 2. 8～F 3. 5程度の明るいF値を確保し、球面収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0024] 条件式（２）の上限値を上回ると、中間群G<sub>n</sub>と防振レンズ群VRの合成の屈折力が小さくなりすぎ、全系で３倍程度の変倍比を確保することが困難となる。その結果、第２レンズ群G<sub>2</sub>やほかの群が変倍を担う必要が生じ、結果として球面収差やコマ収差の補正が不十分となる。

[0025] 効果を確実なものとするために、条件式（２）の上限値を４．０００とす

ることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(2)の上限値を3.000とすることが好ましくは可能である。

[0026] 条件式(2)の下限値を下回ると、中間群G<sub>n</sub>と防振レンズ群V<sub>R</sub>の合成の屈折力が大きくなりすぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難となる。その結果、F値をF2.8~F3.5程度に明るくしつつ、良好な結像性能を実現するのが難しい。

[0027] 効果を確実なものとするために、条件式(2)の下限値を1.400とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(2)の下限値を1.450とすることが好ましくは可能である。

[0028] 変倍光学系Z<sub>L</sub>は、防振レンズ群V<sub>R</sub>より像側に配置された正の屈折力を有するレンズ群のうち、正の屈折力が最も強い像側レンズ群R<sub>P</sub>を有し、像側レンズ群R<sub>P</sub>と防振レンズ群V<sub>R</sub>との間隔は変倍の際に変化し、次の条件式(3)を満足することが好ましくは可能である。

$$0.400 < f(RP) / f(FP) < 2.000 \dots (3)$$

但し、

f(RP) : 像側レンズ群R<sub>P</sub>の焦点距離、

f(FP) : 第1レンズ群G<sub>1</sub>より像面側に配置され、中間群G<sub>n</sub>より物体側に配置されたレンズの広角端状態における合成焦点距離。

[0029] 条件式(3)は、像側レンズ群R<sub>P</sub>の屈折力を適切に設定することにより、3倍程度の変倍比と良好な光学性能を両立させるための条件式である。条件式(3)を満足することにより、F2.8~F3.5程度の明るいF値を確保し、球面収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

[0030] 条件式(3)の上限値を上回ると、像側レンズ群R<sub>P</sub>で変倍させることが不十分となり、全系で3倍程度の変倍比を確保することが困難となる。その結果、第2レンズ群G<sub>2</sub>やほかの群が変倍を担う必要が生じ、結果として球面収差やコマ収差の補正が不十分となる。

[0031] 効果を確実なものとするために、条件式(3)の上限値を1.800とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件

式(3)の上限値を1.700とすることが好ましくは可能である。

[0032] 条件式(3)の下限値を下回ると、像側レンズ群RPの屈折力が大きくなりすぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難となる。その結果、F値をF2.8~F3.5程度に明るくしつつ、良好な結像性能を実現するのが難しい。

[0033] 効果を確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.500とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.600とすることが好ましくは可能である。

[0034] 変倍光学系ZLにおいて、中間群G<sub>n</sub>は、正レンズ成分と、負レンズ成分を、それぞれ1つ以上有することが好ましくは可能である。

[0035] 「レンズ成分」とは、単レンズ又は接合レンズをいう。

[0036] この構成により、中間群G<sub>n</sub>で球面収差、コマ収差を良好に補正することができ、防振性能の向上に寄与することができる。なお、中間群G<sub>n</sub>がどちらかのレンズ成分のみで構成された場合、中間群G<sub>n</sub>での球面収差、コマ収差補正が不十分となり、防振レンズ群VRにてそれらの収差補正を担わせる必要が発生する。その結果、像ブレ補正時に発生する偏心コマ収差、あるいは片ボケの発生が増大し、像ブレ補正時に良好な結像性能を維持することが難しい。

[0037] 効果を確実にするために、中間群G<sub>n</sub>は、少なくとも負レンズ成分を2つ、正レンズ成分を1つ以上有することがより好ましくは可能である。

[0038] 変倍光学系ZLにおいて、第2レンズ群G<sub>2</sub>は、少なくとも4つ以上のレンズ成分を有することが好ましくは可能である。

[0039] この構成により、第2レンズ群G<sub>2</sub>で球面収差、コマ収差を良好に補正することができ、防振性能の向上に寄与することができる。なお、第2レンズ群G<sub>2</sub>が3つ以下のレンズ成分で構成された場合、第2レンズ群G<sub>2</sub>での球面収差、コマ収差補正が不十分となる結果、中間群G<sub>n</sub>へそれらの収差補正を担わせる必要が発生する。その結果、像ブレ補正時に発生する偏心コマ収差、あるいは片ボケの発生が増大し、像ブレ補正時に良好な結像性能を維持することが難しい。

[0040] 効果を実証するために、第2レンズ群G2は、少なくとも5つ以上のレンズ成分を有することが好ましくは可能である。

[0041] 変倍光学系ZLにおいて、第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなり、第21レンズ群G21を合焦レンズ群として像側に移動させることにより無限遠から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。

[0042] この構成により、合焦時に移動させるレンズ群を小型軽量にすることができ、レンズ全系の小型化と、オートフォーカス時の合焦速度の高速化を実現することができる。

[0043] 変倍光学系ZLは、次の条件式(4)を満足することが好ましくは可能である。

$$10.00^\circ < \omega_t < 30.00^\circ \quad \dots (4)$$

但し、

$\omega_t$  : 望遠端状態における半画角。

[0044] 条件式(4)は、望遠端状態における半画角の値を規定する条件である。条件式(4)を満足することにより、所望の画角が得られるとともに、コマ収差、歪曲収差、像面湾曲を良好に補正することができる。

[0045] 効果を実証なものとするために、条件式(4)の上限値を27.00°とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(4)の上限値を24.00°とすることが好ましくは可能である。

[0046] 効果を実証なものとするために、条件式(4)の下限値を11.00°とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(4)の下限値を12.00°とすることが好ましくは可能である。

[0047] 変倍光学系ZLは、次の条件式(5)を満足することが好ましくは可能である。

$$30.00^\circ < \omega_w < 50.00^\circ \quad \dots (5)$$

但し、

$\omega_w$  : 広角端状態における半画角。

- [0048] 条件式(5)は、広角端状態における半画角の値を規定する条件である。条件式(5)を満足することにより、所望の画角が得られるとともに、コマ収差、歪曲収差、像面湾曲を良好に補正することができる。
- [0049] 効果を確実なものとするために、条件式(5)の上限値を $48.00^\circ$ とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(5)の上限値を $45.00^\circ$ とすることが好ましくは可能である。
- [0050] 効果を確実なものとするために、条件式(5)の下限値を $32.00^\circ$ とすることが好ましくは可能である。効果をより確実なものとするために、条件式(5)の下限値を $34.00^\circ$ とすることが好ましくは可能である。
- [0051] 変倍光学系ZLにおいて、第21レンズ群G21と第22レンズ群G22との間隔は、変倍時、固定でも可変でもよい。
- [0052] 変倍光学系ZLにおいて、中間群Gnと防振レンズ群VRとの間隔は、変倍時、固定でも可変でもよい。固定の場合は、中間群Gnと防振レンズ群VRとの合成の屈折力は、負であることが好ましくは可能である。
- [0053] 変倍光学系ZLにおいて、防振レンズ群VRより像側に配置されるレンズからなる光学系の屈折力は、正であることが好ましくは可能である。
- [0054] 変倍光学系ZLは、防振レンズ群VRより像側に、少なくとも1つの正に屈折力を有するレンズ群を有するのが好ましくは可能である。
- [0055] 変倍光学系ZLは、第2レンズ群G2と中間群Gnとの間に、開口絞りを有することが好ましくは可能である。
- [0056] 以上のように、F値が明るく、広画角を有し、諸収差が良好に補正された変倍光学系ZLを実現することができる。
- [0057] 次に、上述の変倍光学系ZLを備えたカメラ(光学機器)について、図面を参照しながら説明する。図37は、変倍光学系を搭載したカメラの構成の一例を示す。
- [0058] カメラ1は、図37に示すように、撮影レンズ2として上述の変倍光学系ZLを備えたレンズ交換式のカメラ(所謂ミラーレスカメラ)である。この

カメラ1において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2で集光されて、不図示のOLPF（Optical low pass filter：光学ローパスフィルタ）を介して撮像部3の撮像面上に被写体像を形成する。そして、撮像部3に設けられた光電変換素子によって被写体像が光電変換されて被写体の画像が生成される。この画像は、カメラ1に設けられたEVF（Electronic view finder：電子ビューファインダ）4に表示される。これにより撮影者は、EVF4を介して被写体を観察することができる。また、撮影者によって不図示のリリースボタンが押されると、撮像部3で生成された被写体の画像が不図示のメモリーに記憶される。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。

[0059] カメラ1に撮影レンズ2として搭載した変倍光学系ZLは、後述の各実施例からも分かるようにその特徴的なレンズ構成によって、F値が明るく、広画角を有し、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有している。したがって、カメラ1によれば、F値が明るく、広画角を有し、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有する光学機器を実現することができる。

[0060] なお、カメラ1として、ミラーレスカメラの例を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、カメラ本体にクイックリターンミラーを有し、ファインダ光学系によって被写体を観察する一眼レフタイプのカメラに、上述の変倍光学系ZLを搭載した場合でも、上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。

[0061] 続いて、上述の変倍光学系ZLの製造方法の一例について概説する。図38は、変倍光学系ZLの製造方法の一例を示す。

[0062] まず、鏡筒内に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを有するように、各レンズを配置する（ステップST10）。第2レンズ群G2より像側に配置された中間群Gnを有するように、各レンズを配置する（ステップST20）。中間群Gnより像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群VRを有するように、各レンズを配置する（ステップST30）。少な

くとも、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔と、第2レンズ群G2と中間群Gnとの間隔とを変化させることにより変倍を行うように、各レンズを配置する（ステップST40）。次の条件式（1）を満足するように、各レンズを配置する（ステップST50）。

$$1.000 < f(1\sim Gn)t / f_t < 100.000 \dots (1)$$

但し、

$f(1\sim Gn)t$  : 望遠端状態における第1レンズ群G1から中間群Gnまでの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[0063] レンズ配置の一例を挙げると、図1に示すように、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とを配置して第1レンズ群G1とし、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とを配置して第21レンズ群G21とし、両凸レンズL26を配置して第22レンズ群G22とし、両凹レンズL31と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL32と、両凸レンズL33とを配置して第31レンズ群G31とし、両凹レンズL34と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35とを配置して第32レンズ群G32とし、両凸レンズL41と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42と両凸レンズL43との接合レンズと、両凸レンズL44と両凹レンズL45と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL46との接合レンズとを配置して第4レンズ群G4とする。このように準備した各レンズ群を、上述の手順で配置して変倍光学系ZLを製造する。

[0064] 上記の製造方法によれば、F値が明るく、広画角を有し、諸収差が良好に補正された変倍光学系ZLを製造することができる。

## 実施例

[0065] 以下、各実施例について、図面に基づいて説明する。



- [0066] 図1、図4、図7、図10、図13、図16、図19、図22、図25、図28、図31、及び図34は、各実施例に係る変倍光学系ZL（ZL1～ZL12）の構成及び屈折力配分を示す断面図である。変倍光学系ZL1～ZL12の断面図の下部には、広角端状態（W）から中間焦点距離状態（M）を経て望遠端状態（T）に変倍する際の各レンズ群の光軸に沿った移動方向を矢印で示す。変倍光学系ZL1～ZL12の断面図の上部には、無限遠から近距離物体に合焦する際の合焦レンズ群の移動方向を矢印で示すとともに、像ブレを補正する際の防振レンズ群VRの様子も示している。
- [0067] なお、第1実施例に係る図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。
- [0068] 以下に表1～表12を示すが、これらは第1実施例～第12実施例における各諸元の表である。
- [0069] 各実施例では収差特性の算出対象として、d線（波長587.562nm）、g線（波長435.835nm）を選んでいる。
- [0070] 表中の「レンズ諸元」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、Rは各光学面の曲率半径、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、 $\nu_d$ は光学部材の材質のd線を基準とするアッペ数、（開口絞り）は開口絞りSをそれぞれ示す。曲率半径の「0.00000」は、レンズ面の場合は平面を示し、絞りの場合は開口又は絞り面を示す。光学面が非球面である場合には、面番号に\*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。
- [0071] 表中の「非球面データ」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を、Rは基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、 $\kappa$ は円錐定数を、 $A_i$ は第i次の非球面

係数をそれぞれ示す。「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A2は0であり、記載を省略する。

$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} + A12 \times y^{12} \dots (a)$$

[0072] 表中の[各種データ]において、fはレンズ全系の焦点距離、FNoはFナンバー、 $\omega$ は半画角(単位:°)、Yは最大像高、TLは無遠合焦時の光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離、BFは無遠合焦時の光軸上でのレンズ最終面から像面Iまでの距離、BF(空気換算)は無遠合焦時の光軸上でのレンズ最終面から像面Iまでの距離を空気換算長により表記したもの、をそれぞれ示す。

[0073] 表中の[可変間隔データ]において、D0は物体面と第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面との軸上空気間隔、Diは第i面と第(i+1)面との面間隔(i=1、2、3…)、fはレンズ全系の焦点距離をそれぞれ示す。

[0074] 表中の[レンズ群データ]において、各レンズ群の始面と焦点距離を示す。

[0075] 表中の[フォーカシングデータ]において、合焦時のレンズ移動量と撮影距離を示す。

[0076] 表中の[条件式対応値]には、上記の条件式(1)~(5)に対応する値を示す。

[0077] 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。しかし、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

[0078] 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、以下での説明を省略する。

## [0079] (第1実施例)

第1実施例について、図1～図3及び表1を用いて説明する。第1実施例に係る変倍光学系ZL(ZL1)は、図1に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。

[0080] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL12は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

[0081] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21(合焦レンズ群)と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。

[0082] 第21レンズ群G21は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。第22レンズ群G22は、両凸レンズL26からなる。

[0083] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第31レンズ群G31(中間群)と、負の屈折力を有する第32レンズ群G32(防振レンズ群)とからなる。

[0084] 第31レンズ群G31は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL31と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL32と、両凸レンズL33とからなる。第32レンズ群G32は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL34と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35とからなる。

[0085] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL41と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42と両凸レンズL43との接合レンズと、両凸レンズL44と両凹レンズL45と物体側に凸面を向けた正メニ

スカスレンズL 4 6との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 1は、物体側面が非球面形状である。正メニスカスレンズL 4 6は、像側面が非球面形状である。

- [0086] 第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に、物体側から順に並んだ、第1のフレアカット絞りFC 1と、開口絞りSとを備える。第4レンズ群G 4と像面Iとの間に、第2のフレアカット絞りFC 2を備える。
- [0087] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。第1のフレアカット絞りFC 1、開口絞りSおよび第2のフレアカット絞りFC 2は、変倍時、固定である。
- [0088] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2 1レンズ群G 2 1を像側へ移動させることにより行う。
- [0089] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第3 2レンズ群G 3 2を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。
- [0090] 第1実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.45であり、焦点距離は24.80mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.29mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.51であり、焦点距離は50.01mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.51mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は67.85mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レ

レンズ群VRの移動量は $-0.61\text{mm}$ である。

[0091] 下記の表1に、第1実施例における各諸元の値を示す。表1における面番号1～40が、図1に示すm1～m40の各光学面に対応している。

[0092] (表1)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	121.85638	2.900	1.74389	49.5
*2	29.63670	15.360	1.00000	
*3	-197.50816	0.200	1.56093	36.6
4	-169.39125	2.100	1.80400	46.6
5	60.51496	0.150	1.00000	
6	52.85097	5.600	2.00100	29.1
7	146.47986	D7	1.00000	
8	148.41161	3.000	1.59349	67.0
9	-517.10678	0.100	1.00000	
10	49.87002	3.500	1.59349	67.0
11	157.35190	4.762	1.00000	
12	87.49334	4.800	1.59349	67.0
13	-132.22400	1.500	1.90366	31.3
14	45.76622	1.640	1.00000	
15	78.93526	4.450	1.77250	49.6
16	-176.75459	D16	1.00000	
17	57.14809	5.300	1.81600	46.6
18	-583.40702	D18	1.00000	
19	0.00000	1.200	1.00000	
20	(開口絞り)	D20	1.00000	
21	-141.85186	1.200	1.80400	46.6
22	33.20059	4.360	1.00000	

23	-33.72704	1.200	1.60300	65.4
24	-60.09530	0.100	1.00000	
25	65.48868	3.150	1.84666	23.8
26	-127.25009	D26	1.00000	
27	-119.24441	1.100	1.59349	67.0
28	67.70394	1.150	1.00000	
29	62.36800	2.100	1.80518	25.5
30	107.42000	D30	1.00000	
*31	119.87584	4.700	1.55332	71.7
32	-115.00129	0.100	1.00000	
33	71.95116	1.400	1.83481	42.7
34	38.48800	6.800	1.59319	67.9
35	-237.01429	0.280	1.00000	
36	43.00799	9.500	1.49782	82.6
37	-42.99900	1.400	1.80518	25.5
38	98.94100	4.600	1.69350	53.3
*39	462.40647	D39	1.00000	
40	0.00000	D40	1.00000	

[非球面データ]

第2面

$$\kappa = 0.00000e+00$$

$$A4 = 2.21510e-06$$

$$A6 = 2.57690e-09$$

$$A8 = -6.01500e-12$$

$$A10 = 1.09200e-14$$

$$A12 = -7.29000e-18$$

## 第3面

$$\kappa = 1.00000e+00$$

$$A4 = -3.83430e-07$$

$$A6 = 7.93340e-10$$

$$A8 = -3.53630e-12$$

$$A10 = 5.08120e-15$$

$$A12 = -3.43370e-18$$

## 第31面

$$\kappa = 1.00000e+00$$

$$A4 = 4.80890e-06$$

$$A6 = 5.06980e-10$$

$$A8 = -2.73140e-12$$

$$A10 = -7.78150e-16$$

$$A12 = 0.00000e+00$$

## 第39面

$$\kappa = 1.00000e+00$$

$$A4 = 7.56540e-06$$

$$A6 = -9.88600e-10$$

$$A8 = 5.61740e-12$$

$$A10 = -8.07750e-15$$

$$A12 = 0.00000e+00$$

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.80	50.01	67.85
FNo	2.92	2.92	2.92

$\omega$	42.5	22.7	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	220.251	198.419	200.827
BF	41.035	48.522	55.686
BF(空気換算)	41.035	48.522	55.686

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.80	50.01	67.85
D7	48.945	10.930	1.902
D16	7.735	7.735	7.735
D18	1.802	17.931	29.439
D20	2.088	4.668	3.620
D26	1.250	1.250	1.250
D30	17.692	7.680	1.492
D39	2.530	10.000	17.180
D40	38.505	38.522	38.506

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.47
第2レンズ群	8	42.49
第21レンズ群	8	78.58
第22レンズ群	17	64.02
第3レンズ群	21	-39.26



第31レンズ群	21	-65.76
第32レンズ群	27	-121.07
第4レンズ群	31	48.95

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.735	6.735	6.735
撮影距離(m)	0.4183	0.3810	0.3966

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 10.118$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.583$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.152$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.5$$

[0093] 表1から、第1実施例に係る変倍光学系ZL1は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0094] 図2は、第1実施例に係る変倍光学系ZL1の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図3は、第1実施例に係る変倍光学系ZL1の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図3のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0095] 各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高を示す。dはd線、gはg線における収差を示す。また、これらの記載のないものは、d線における収差を示す。但し、無限遠合焦時の球面収差図では、最大口径に対応する

Fナンバーの値を示す。非点収差図では、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

[0096] 各収差図から明らかなように、第1実施例に係る変倍光学系ZL1は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0097] (第2実施例)

第2実施例について、図4～図6及び表2を用いて説明する。第2実施例に係る変倍光学系ZL(ZL2)は、図4に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。

[0098] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL12は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

[0099] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21(合焦レンズ群)と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。

[0100] 第21レンズ群G21は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。第22レンズ群G22は、両凸レンズL26からなる。

[0101] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第31レンズ群G31(中間群)と、負の屈折力を有する第32レンズ群G32(防振レンズ群)とからなる。

- [0102] 第3 1レンズ群G 3 1は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 1と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 2と、両凸レンズL 3 3とからなる。第3 2レンズ群G 3 2は、物体側から順に並んだ、両凹レンズ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とからなる。両凹レンズL 3 4は、物体側面が非球面形状である。
- [0103] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 4 1と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2と両凸レンズL 4 3との接合レンズと、両凸レンズL 4 4と両凹レンズL 4 5と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 6との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 1は、物体側面が非球面形状である。正メニスカスレンズL 4 6は、像側面が非球面形状である。
- [0104] 第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に、開口絞りSを備える。第4レンズ群G 4と像面Iとの間に、フレアカット絞りFCを備える。
- [0105] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。開口絞りSおよびフレアカット絞りFCは、変倍時、固定である。
- [0106] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2 1レンズ群G 2 1を像側へ移動させることにより行う。
- [0107] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第3 2レンズ群G 3 2を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。
- [0108] 第2実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.44であり、焦

点距離は24.80mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.30mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.50であり、焦点距離は47.76mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.50mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は67.85mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.62mmである。

[0109] 下記の表2に、第2実施例における各諸元の値を示す。表2における面番号1~39が、図4に示すm1~m39の各光学面に対応している。

[0110] (表2)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	123.86834	2.900	1.74389	49.5
*2	29.53373	15.066	1.00000	
*3	-163.51331	0.300	1.56093	36.6
4	-139.86223	2.100	1.80400	46.6
5	65.45825	0.150	1.00000	
6	56.53091	5.625	2.00100	29.1
7	182.99126	D7	1.00000	
8	143.07855	3.200	1.59349	67.0
9	-394.38588	0.200	1.00000	
10	55.12400	3.500	1.59349	67.0
11	197.46867	3.900	1.00000	
12	77.75166	4.842	1.59349	67.0
13	-158.02225	1.500	1.90366	31.3
14	46.02834	1.844	1.00000	
15	83.85157	3.848	1.77250	49.6
16	-277.24360	D16	1.00000	

17	59.19194	5.400	1.80400	46.6
18	-354.91781	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	D19	1.00000	
20	-140.00000	1.178	1.77250	49.6
21	33.57372	4.337	1.00000	
22	-36.69329	1.200	1.59349	67.0
23	-63.63544	0.100	1.00000	
24	61.90037	3.102	1.84666	23.8
25	-187.23382	D25	1.00000	
*26	-120.15188	1.100	1.61000	65.0
27	78.56667	0.966	1.00000	
28	66.22584	1.921	1.80518	25.5
29	108.00000	D29	1.00000	
*30	96.36461	5.000	1.55332	71.7
31	-132.37171	0.200	1.00000	
32	103.35532	1.300	1.80518	25.5
33	49.66548	6.742	1.59319	67.9
34	-101.36549	0.188	1.00000	
35	55.76221	9.450	1.49782	82.6
36	-36.89155	1.400	1.75000	31.4
37	97.48202	4.003	1.69350	53.2
*38	442.81061	D38	1.00000	
39	0.00000	D39	1.00000	

[非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	1.48700e-01	1.33488e-06	1.45328e-09	-6.97898e-13	5.22062e-16
3	4.31460e+00	-4.66997e-07	4.80176e-10	-1.05569e-12	3.62706e-16

26	-2.40000e+01	-1.76198e-06	1.30497e-09	0.00000e+00	0.00000e+00
30	3.97310e+00	3.04836e-06	-6.62447e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
38	3.71000e+02	4.89412e-06	1.67774e-10	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.80	47.76	67.85
FNo	2.92	2.92	2.92
$\omega$	42.5	23.7	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	219.362	198.056	201.131
BF	41.459	48.894	57.632
BF(空気換算)	41.459	48.894	57.632

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.80	47.76	67.85
D7	48.978	12.578	1.835
D16	7.750	7.750	7.750
D18	3.000	18.144	31.911
D19	2.000	4.200	2.500
D25	1.440	1.440	1.440
D29	18.172	8.487	1.500
D38	1.139	8.574	17.251
D39	40.319	40.320	40.381

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.77
第2レンズ群	8	42.97
第21レンズ群	8	81.61
第22レンズ群	17	63.47
第3レンズ群	20	-40.68
第31レンズ群	20	-68.40
第32レンズ群	26	-123.54
第4レンズ群	30	49.36

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.75	6.75	6.75
撮影距離(m)	0.4124	0.3853	0.4059

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n)_t / f_t = 12.007$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR}))_w / f_w = 1.640$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f_w = 1.149$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_w = 42.5$$

[0111] 表2から、第2実施例に係る変倍光学系Z L 2は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0112] 図5は、第2実施例に係る変倍光学系Z L 2の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端

状態をそれぞれ示す。図6は、第2実施例に係る変倍光学系ZL2の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図6のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0113] 各収差図から明らかなように、第2実施例に係る変倍光学系ZL2は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0114] (第3実施例)

第3実施例について、図7～図9及び表3を用いて説明する。第3実施例に係る変倍光学系ZL(ZL3)は、図7に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。

[0115] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL12は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

[0116] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21(合焦レンズ群)と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。

[0117] 第21レンズ群G21は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。第22レンズ群G22は、両凸レンズL26からなる。

[0118] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、光軸と直交方向の位置が固



定され負の屈折力を有する第3 1レンズ群G 3 1（中間群）と、負の屈折力を有する第3 2レンズ群G 3 2（防振レンズ群）とからなる。

[0119] 第3 1レンズ群G 3 1は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 1と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 2と、両凸レンズL 3 3とからなる。第3 2レンズ群G 3 2は、物体側から順に並んだ、両凹レンズ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とからなる。両凹レンズL 3 4は、物体側面が非球面形状である。

[0120] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 4 1と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2と両凸レンズL 4 3との接合レンズと、両凸レンズL 4 4と両凹レンズL 4 5との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 1は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL 4 5は、像側面が非球面形状である。

[0121] 第5レンズ群G 5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 5 1と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズからなる。

[0122] 第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に、開口絞りSを備える。

[0123] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。第5レンズ群G 5および開口絞りSは、変倍時、固定である。

[0124] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2 1レンズ群G 2 1を像側へ移動させることにより行う。

[0125] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第3 2レンズ群G 3 2を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振

レンズ群VR（移動レンズ群）を  $(f \times \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0126] 第3実施例では、広角端状態において、防振係数は−0.45であり、焦点距離は24.82mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は−0.29mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は−0.50であり、焦点距離は47.49mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は−0.49mmである。望遠端状態において、防振係数は−0.58であり、焦点距離は67.84mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は−0.62mmである。

[0127] 下記の表3に、第3実施例における各諸元の値を示す。表3における面番号1～40が、図7に示すm1～m40の各光学面に対応している。

[0128] (表3)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	134.61434	2.900	1.74389	49.5
*2	30.98121	14.105	1.00000	
*3	-271.55507	0.300	1.56093	36.6
4	-224.01871	2.100	1.80400	46.6
5	65.07720	0.200	1.00000	
6	53.84066	5.401	2.00100	29.1
7	113.70514	D7	1.00000	
8	259.91458	3.000	1.59349	67.0
9	-443.80327	0.243	1.00000	
10	71.84029	3.500	1.69680	55.5
11	238.64880	4.057	1.00000	
12	66.72188	5.288	1.59349	67.0
13	-145.97738	1.500	1.90366	31.3

14	49.38387	1.625	1.00000	
15	83.91292	4.117	1.77250	49.6
16	-207.54373	D16	1.00000	
17	59.58569	5.400	1.80400	46.6
18	-338.02309	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	D19	1.00000	
20	-140.00000	1.178	1.77250	49.6
21	34.70000	4.110	1.00000	
22	-37.39824	1.200	1.59349	67.0
23	-64.12090	0.100	1.00000	
24	62.46432	2.941	1.90200	25.3
25	-277.86426	D25	1.00000	
*26	-157.84803	1.100	1.77250	49.6
27	61.66083	1.232	1.00000	
28	63.26230	2.386	1.84666	23.8
29	198.11149	D29	1.00000	
*30	74.15506	5.000	1.55332	71.7
31	-190.85228	0.100	1.00000	
32	414.99863	1.300	1.84666	23.8
33	79.29491	6.640	1.59319	67.9
34	-59.47223	0.188	1.00000	
35	77.14715	8.284	1.49700	81.6
36	-39.12349	1.400	1.70600	30.9
*37	467.32553	D37	1.00000	
38	74.86867	2.769	1.49700	81.6
39	177.01793	1.400	1.79504	28.7
40	100.00000	D40	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-8.40000e-03	1.76676e-06	1.42633e-09	-6.16355e-13	3.36393e-16
3	5.89560e+00	-4.29758e-07	9.43230e-10	-1.79782e-12	8.72339e-16
26	-2.40000e+01	-5.18855e-07	4.69601e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
30	7.93900e-01	2.20229e-06	-7.31449e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
37	4.51000e+02	4.05983e-06	9.42292e-10	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.82	47.49	67.84
FNo	2.91	2.91	2.92
$\omega$	42.3	23.8	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	220.442	198.936	201.965
BF	42.289	42.290	42.353
BF(空気換算)	42.289	42.290	42.353

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.82	47.49	67.84
D7	49.018	12.832	1.835
D16	7.750	7.750	7.750
D18	3.000	17.679	31.753
D19	2.000	3.989	2.000

D25	1.412	1.412	1.412
D29	18.411	8.690	1.500
D37	1.500	9.233	18.301
D40	42.289	42.290	42.353

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.85
第2レンズ群	8	42.32
第21レンズ群	8	82.21
第22レンズ群	17	63.39
第3レンズ群	20	-41.39
第31レンズ群	20	-69.44
第32レンズ群	26	-122.74
第4レンズ群	30	52.58
第5レンズ群	38	2000.09

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.75	6.75	6.75
撮影距離(m)	0.4144	0.3857	0.4059

## [条件式対応値]

条件式 (1)	$f(1\sim G_n)_t / f_t = 8.425$
条件式 (2)	$-f(G_n\sim G(VR))_w / f_w = 1.668$
条件式 (3)	$f(RP) / f_w = 1.242$
条件式 (4)	$\omega_t = 17.2$
条件式 (5)	$\omega_w = 42.3$

- [0129] 表3から、第3実施例に係る変倍光学系ZL3は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。
- [0130] 図8は、第3実施例に係る変倍光学系ZL3の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図9は、第3実施例に係る変倍光学系ZL3の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図9のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。
- [0131] 各収差図から明らかなように、第3実施例に係る変倍光学系ZL3は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。
- [0132] (第4実施例)
- 第4実施例について、図10～図12及び表4を用いて説明する。第4実施例に係る変倍光学系ZL(ZL4)は、図10に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、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、負の屈折力を有する第7レンズ群G7とからなる。
- [0133] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL12は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。
- [0134] 第2レンズ群G2(合焦レンズ群)は、両凸レンズL21と、物体側に凸

面を向けた正メニスカスレンズL 2 2と、両凸レンズL 2 3と両凹レンズL 2 4との接合レンズと、両凸レンズL 2 5とからなる。

[0135] 第3レンズ群G 3は、両凸レンズL 3 1からなる。

[0136] 第4レンズ群G 4（中間群）は、光軸と直交方向の位置が固定されており、物体側から順に並んだ、両凹レンズ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、両凸レンズL 4 3とからなる。

[0137] 第5レンズ群G 5（防振レンズ群）は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 5 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5 2とからなる。両凹レンズL 5 1は、物体側面が非球面形状である。

[0138] 第6レンズ群G 6は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 6 1と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 6 2と両凸レンズL 6 3との接合レンズと、両凸レンズL 6 4と両凹レンズL 6 5との接合レンズとからなる。両凸レンズL 6 1は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL 6 5は、像側面が非球面形状である。

[0139] 第7レンズ群G 7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 7 1と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 7 2との接合レンズからなる。

[0140] 第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間に、開口絞りSを備える。

[0141] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第5レンズ群G 5を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第6レンズ群G 6を物体側へ移動させることにより行う。第7レンズ群G 7および開口絞りSは、変倍時、固定である。

[0142] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2レンズ群G 2を像側へ移動させることにより行う。

[0143] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第5レンズ群G 5を光軸と

直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面 I 上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離を  $f$  とし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）を  $K$  とした撮影レンズにおいて、角度  $\theta$  の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群  $V R$ （移動レンズ群）を  $(f \times \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0144] 第 4 実施例では、広角端状態において、防振係数は  $-0.46$  であり、焦点距離は  $25.49 \text{ mm}$  であるので、 $0.30$  度の回転ブレを補正するための防振レンズ群  $V R$  の移動量は  $-0.29 \text{ mm}$  である。中間焦点距離状態において、防振係数は  $-0.53$  であり、焦点距離は  $48.81 \text{ mm}$  であるので、 $0.30$  度の回転ブレを補正するための防振レンズ群  $V R$  の移動量は  $-0.49 \text{ mm}$  である。望遠端状態において、防振係数は  $-0.61$  であり、焦点距離は  $69.45 \text{ mm}$  であるので、 $0.30$  度の回転ブレを補正するための防振レンズ群  $V R$  の移動量は  $-0.59 \text{ mm}$  である。

[0145] 下記の表 4 に、第 4 実施例における各諸元の値を示す。表 4 における面番号  $1 \sim 40$  が、図 10 に示す  $m 1 \sim m 40$  の各光学面に対応している。

[0146] (表 4)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	$n(d)$	$\nu d$
1	134.61434	2.900	1.74389	49.5
*2	30.98121	14.105	1.00000	
*3	-271.55507	0.300	1.56093	36.6
4	-224.01871	2.100	1.80400	46.6
5	65.07720	0.200	1.00000	
6	53.84066	5.401	2.00100	29.1
7	113.70514	D7	1.00000	
8	259.91458	3.000	1.59349	67.0
9	-443.80327	0.243	1.00000	



10	71.84029	3.500	1.69680	55.5
11	238.64880	4.057	1.00000	
12	66.72188	5.288	1.59349	67.0
13	-145.97738	1.500	1.90366	31.3
14	49.38387	1.625	1.00000	
15	83.91292	4.117	1.77250	49.6
16	-207.54373	D16	1.00000	
17	59.58569	5.400	1.80400	46.6
18	-338.02309	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	D19	1.00000	
20	-140.00000	1.178	1.77250	49.6
21	34.70000	4.110	1.00000	
22	-37.39824	1.200	1.59349	67.0
23	-64.12090	0.100	1.00000	
24	62.46432	2.941	1.90200	25.3
25	-277.86426	D25	1.00000	
*26	-157.84803	1.100	1.77250	49.6
27	61.66083	1.232	1.00000	
28	63.26230	2.386	1.84666	23.8
29	198.11149	D29	1.00000	
*30	74.15506	5.000	1.55332	71.7
31	-190.85228	0.100	1.00000	
32	414.99863	1.300	1.84666	23.8
33	79.29491	6.640	1.59319	67.9
34	-59.47223	0.188	1.00000	
35	77.14715	8.284	1.49700	81.6
36	-39.50000	1.400	1.70600	30.9
*37	467.32553	D37	1.00000	

38	74.86867	2.769	1.48749	70.3
39	300.00000	1.400	1.79504	28.7
40	100.00000	D40	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-8.40000e-03	1.76676e-06	1.42633e-09	-6.16355e-13	3.36393e-16
3	5.89560e+00	-4.29758e-07	9.43230e-10	-1.79782e-12	8.72339e-16
26	-2.40000e+01	-5.18855e-07	4.69601e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
30	7.93900e-01	2.20229e-06	-7.31449e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
37	4.51000e+02	4.05983e-06	9.42292e-10	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	25.49	48.81	69.45
FNo	2.92	2.92	2.92
$\omega$	41.6	23.3	16.8
Y	21.60	21.60	21.60
TL	222.079	204.772	203.978
BF	44.388	45.157	44.803
BF(空気換算)	44.388	45.157	44.803

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	25.49	48.81	69.45

D7	49.018	12.832	1.900
D16	7.750	12.000	8.300
D18	2.500	16.500	30.700
D19	2.000	3.989	2.000
D25	1.412	3.000	1.412
D29	18.450	7.000	1.500
D37	1.500	9.233	18.301
D40	44.388	45.157	44.803

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.85
第2レンズ群	8	82.21
第3レンズ群	17	63.39
第4レンズ群	20	-69.44
第5レンズ群	26	-122.74
第6レンズ群	30	52.47
第7レンズ群	38	-3528.86

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.75	11.00	7.30
撮影距離(m)	0.4160	0.3019	0.3889

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 9.194$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.624$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.240$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 16.8$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 41.6$$

[0147] 表4から、第4実施例に係る変倍光学系Z L 4は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0148] 図11は、第4実施例に係る変倍光学系Z L 4の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図12は、第4実施例に係る変倍光学系Z L 4の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図12のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0149] 各収差図から明らかなように、第4実施例に係る変倍光学系Z L 4は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0150] (第5実施例)

第5実施例について、図13～図15及び表5を用いて説明する。第5実施例に係る変倍光学系Z L (Z L 5)は、図13に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G 1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G 2と、負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、正の屈折力を有する第5レンズ群G 5とからなる。

[0151] 第1レンズ群G 1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と、両凹レンズL 1 2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3とからなる。負メニスカスレンズL 1 1は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL 1 2は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

- [0152] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21（合焦レンズ群）と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。
- [0153] 第21レンズ群G21は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。第22レンズ群G22は、両凸レンズL26からなる。
- [0154] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第31レンズ群G31（中間群）と、負の屈折力を有する第32レンズ群G32（防振レンズ群）とからなる。
- [0155] 第31レンズ群G31は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL31と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL32と、両凸レンズL33とからなる。第32レンズ群G32は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL34と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL35とからなる。両凹レンズL34は、物体側面が非球面形状である。
- [0156] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL41と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42と両凸レンズL43との接合レンズと、両凸レンズL44と両凹レンズL45との接合レンズとからなる。両凸レンズL41は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL45は、像側面が非球面形状である。
- [0157] 第5レンズ群G5は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL51と両凹レンズL52との接合レンズからなる。
- [0158] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G2を物体側へ移動させ、第4レンズ群G4を物体側へ移動させることにより行う。第3レンズ群G3および第5レンズ群G5は、変倍時、固定である。

[0159] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第21レンズ群G21を像側へ移動させることにより行う。

[0160] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第32レンズ群G32を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度θの回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を  $(f \times \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0161] 第5実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.46であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.28mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.52であり、焦点距離は47.50mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.48mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は67.85mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.62mmである。

[0162] 下記の表5に、第5実施例における各諸元の値を示す。表5における面番号1~40が、図13に示すm1~m40の各光学面に対応している。

[0163] (表5)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	νd
1	144.94817	2.900	1.74389	49.5
*2	29.83529	14.301	1.00000	
*3	-322.90228	0.300	1.56093	36.6
4	-228.59270	2.100	1.80400	46.6
5	65.19707	0.200	1.00000	
6	54.96083	5.379	2.00100	29.1

7	130.46571	D7	1.00000	
8	127.91888	3.200	1.59349	67.0
9	-2245.90430	1.780	1.00000	
10	81.17716	3.500	1.69680	55.5
11	679.72724	2.453	1.00000	
12	61.05134	5.724	1.59349	67.0
13	-130.20006	1.500	1.90366	31.3
14	46.24112	1.694	1.00000	
15	77.95470	3.722	1.77250	49.6
16	-564.05655	D16	1.00000	
17	60.46759	5.400	1.80400	46.6
18	-263.45861	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	2.000	1.00000	
20	-140.00000	1.178	1.77250	49.6
21	35.60000	4.059	1.00000	
22	-35.16240	1.200	1.72916	54.6
23	-51.36153	0.100	1.00000	
24	69.55169	2.879	1.90200	25.3
25	-209.71368	D25	1.00000	
*26	-118.85935	1.100	1.77250	49.6
27	54.49135	1.415	1.00000	
28	60.78441	2.635	1.90200	25.3
29	331.09581	D29	1.00000	
*30	118.81221	4.686	1.55332	71.7
31	-102.83315	0.100	1.00000	
32	152.27830	1.300	1.72000	28.0
33	85.35751	6.402	1.59319	67.9
34	-54.69093	0.188	1.00000	

35	959.47501	7.222	1.49700	81.6
36	-30.23774	1.400	1.70600	29.0
*37	1029.85760	D37	1.00000	
38	53.49812	4.770	1.55332	71.7
39	-6970.92580	1.400	1.90366	31.3
40	100.00000	D40	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-1.01100e-01	1.43852e-06	1.71179e-09	-1.42870e-12	1.05723e-15
3	2.81381e+01	-7.54473e-07	4.14335e-10	-5.77466e-13	3.16668e-16
26	-1.90000e+01	-9.14707e-07	9.49568e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
30	-1.43460e+00	2.27762e-06	-5.51593e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
37	2.44600e+03	4.05698e-06	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.77	47.50	67.85
FNo	2.90	2.90	2.91
$\omega$	42.4	23.8	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	218.725	198.522	200.695
BF	41.843	41.843	41.903
BF(空気換算)	41.843	41.843	41.903

## [可変間隔データ]

無限遠

W M T



D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.50	67.85
D7	49.003	12.690	1.835
D16	7.750	7.750	7.750
D18	1.450	17.610	30.588
D25	1.473	1.473	1.473
D29	17.519	8.681	1.500
D37	1.500	10.288	17.459
D40	41.843	41.843	41.903

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.88
第2レンズ群	8	42.16
第21レンズ群	8	80.98
第22レンズ群	17	61.63
第3レンズ群	19	-42.05
第31レンズ群	19	-71.15
第32レンズ群	26	-121.45
第4レンズ群	30	56.98
第5レンズ群	38	619.99

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.75	6.75	6.75
撮影距離(m)	0.4148	0.3865	0.4059

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 5.464$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.698$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.352$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.4$$

[0164] 表5から、第5実施例に係る変倍光学系ZL5は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0165] 図14は、第5実施例に係る変倍光学系ZL5の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図15は、第5実施例に係る変倍光学系ZL5の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図15のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0166] 各収差図から明らかなように、第5実施例に係る変倍光学系ZL5は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0167] (第6実施例)

第6実施例について、図16～図18及び表6を用いて説明する。第6実施例に係る変倍光学系ZL(ZL6)は、図16に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7とからなる。

- [0168] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。両凹レンズL12は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。
- [0169] 第2レンズ群G2（合焦レンズ群）は、両凸レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。
- [0170] 第3レンズ群G3は、両凸レンズL31からなる。
- [0171] 第4レンズ群G4（中間群）は、光軸と直交方向の位置が固定されており、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、両凹レンズL41と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42と、両凸レンズL43とからなる。
- [0172] 第5レンズ群G5（防振レンズ群）は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL51と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL52とからなる。両凹レンズL51は、物体側面が非球面形状である。
- [0173] 第6レンズ群G6は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL61と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL62と両凸レンズL63との接合レンズと、両凸レンズL64と両凹レンズL65との接合レンズとからなる。両凸レンズL61は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL65は、像側面が非球面形状である。
- [0174] 第7レンズ群G7は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL71と両凹レンズL72との接合レンズからなる。
- [0175] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G3を物体側へ移動させ、第4レンズ群G4を像側へ移動させ、第5レンズ群G5を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第6レンズ群G6を物体側へ移動させることにより行う。第7レンズ群G7は、変倍時、固定である。

[0176] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2レンズ群G2を像側へ移動させることにより行う。

[0177] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第5レンズ群G5を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度θの回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を  $(f \times \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0178] 第6実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.46であり、焦点距離は24.73mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.28mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.53であり、焦点距離は47.48mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.48mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は67.41mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.61mmである。

[0179] 下記の表6に、第6実施例における各諸元の値を示す。表6における面番号1~40が、図16に示すm1~m40の各光学面に対応している。

[0180] (表6)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	νd
1	144.94817	2.900	1.74389	49.5
*2	29.83529	14.301	1.00000	
*3	-322.90228	0.300	1.56093	36.6
4	-228.59270	2.100	1.80400	46.6
5	65.19707	0.200	1.00000	
6	54.96083	5.379	2.00100	29.1

7	130.46571	D7	1.00000	
8	127.91888	3.200	1.59349	67.0
9	-2245.90430	1.780	1.00000	
10	81.17716	3.500	1.69680	55.5
11	679.72724	2.453	1.00000	
12	61.05134	5.724	1.59349	67.0
13	-130.20006	1.500	1.90366	31.3
14	46.24112	1.694	1.00000	
15	77.95470	3.722	1.77250	49.6
16	-564.05655	D16	1.00000	
17	60.46759	5.400	1.80400	46.6
18	-263.45861	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	2.000	1.00000	
20	-140.00000	1.178	1.77250	49.6
21	35.60000	4.059	1.00000	
22	-35.16240	1.200	1.72916	54.6
23	-51.36153	0.100	1.00000	
24	69.55169	2.879	1.90200	25.3
25	-209.71368	D25	1.00000	
*26	-118.85935	1.100	1.77250	49.6
27	54.49135	1.415	1.00000	
28	60.78441	2.635	1.90200	25.3
29	331.09581	D29	1.00000	
*30	118.81221	4.686	1.55332	71.7
31	-102.83315	0.100	1.00000	
32	152.27830	1.300	1.72000	28.0
33	85.35751	6.402	1.59319	67.9
34	-54.69093	0.188	1.00000	

35	959.47501	7.222	1.49700	81.6
36	-30.23774	1.400	1.70600	29.0
*37	1029.85760	D37	1.00000	
38	53.49812	4.770	1.55332	71.7
39	-6970.92580	1.400	1.90366	31.3
40	100.00000	D40	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-1.01100e-01	1.43852e-06	1.71179e-09	-1.42870e-12	1.05723e-15
3	2.81381e+01	-7.54473e-07	4.14335e-10	-5.77466e-13	3.16668e-16
26	-1.90000e+01	-9.14707e-07	9.49568e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
30	-1.43460e+00	2.27762e-06	-5.51593e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
37	2.44600e+03	4.05698e-06	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.73	47.48	67.41
FNo	2.90	2.90	2.93
$\omega$	42.5	23.9	17.3
Y	21.60	21.60	21.60
TL	218.388	200.467	201.434
BF	41.880	42.603	42.530
BF(空気換算)	41.880	42.603	42.530

## [可変間隔データ]

無限遠

W M T

D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.73	47.48	67.41
D7	49.003	12.690	1.835
D16	7.750	9.500	8.500
D18	1.450	17.000	30.000
D25	1.100	2.500	1.473
D29	17.519	7.700	1.450
D37	1.500	10.288	17.459
D40	41.880	42.603	42.530

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.88
第2レンズ群	8	80.98
第3レンズ群	17	61.63
第4レンズ群	19	-71.15
第5レンズ群	26	-121.45
第6レンズ群	30	56.98
第7レンズ群	38	619.99

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.75	8.50	7.50
撮影距離(m)	0.4145	0.3406	0.3816

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 5.692$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(VR))_w / f_w = 1.704$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(RP) / f_w = 1.352$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.3$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.5$$

[0181] 表6から、第6実施例に係る変倍光学系Z L 6は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0182] 図17は、第6実施例に係る変倍光学系Z L 6の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図18は、第6実施例に係る変倍光学系Z L 6の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図18のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0183] 各収差図から明らかなように、第6実施例に係る変倍光学系Z L 6は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0184] (第7実施例)

第7実施例について、図19～図21及び表7を用いて説明する。第7実施例に係る変倍光学系Z L (Z L 7)は、図19に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G 1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G 2と、負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、正の屈折力を有する第5レンズ群G 5とからなる。

[0185] 第1レンズ群G 1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と、両凹レンズL 1 2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3とからなる。負メニスカスレンズL 1 1は、像側面が非



球面形状である。両凹レンズL 1 2は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

[0186] 第2レンズ群G 2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第2 1レンズ群G 2 1（合焦レンズ群）と、正の屈折力を有する第2 2レンズ群G 2 2とからなる。

[0187] 第2 1レンズ群G 2 1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 2 1と、両凸レンズL 2 2と、両凹レンズL 2 3と、両凸レンズL 2 4とからなる。第2 2レンズ群G 2 2は、両凸レンズL 2 5からなる。

[0188] 第3レンズ群G 3は、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第3 1レンズ群G 3 1（中間群）と、負の屈折力を有する第3 2レンズ群G 3 2（防振レンズ群）とからなる。

[0189] 第3 1レンズ群G 3 1は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 1と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 2と、両凸レンズL 3 3とからなる。第3 2レンズ群G 3 2は、物体側から順に並んだ、両凹レンズ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とからなる。両凹レンズL 3 4は、物体側面が非球面形状である。

[0190] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 4 1と、両凸レンズL 4 2と、両凸レンズL 4 3と両凹レンズL 4 4との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 1は、物体側面が非球面形状である。

[0191] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5 2との接合レンズからなる。

[0192] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。第3レンズ群G 3および第5レンズ群G 5は、変倍時、固定

である。

[0193] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第21レンズ群G21を像側へ移動させることにより行う。

[0194] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第32レンズ群G32を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度θの回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を  $(f \times \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0195] 第7実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.46であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.29mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.52であり、焦点距離は47.50mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.48mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は67.86mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.62mmである。

[0196] 下記の表7に、第7実施例における各諸元の値を示す。表7における面番号1~38が、図19に示すm1~m38の各光学面に対応している。

[0197] (表7)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	νd
1	155.89691	2.900	1.74389	49.5
*2	29.88191	12.307	1.00000	
*3	-998.95016	0.380	1.56093	36.6
4	-380.00000	2.100	1.75500	52.3
5	54.41504	0.200	1.00000	

6	48.25639	5.777	1.90200	25.3
7	111.71017	D7	1.00000	
8	75.52522	4.500	1.75000	53.0
9	599.23665	3.427	1.00000	
10	65.44832	4.500	1.75500	52.3
11	-536.13486	0.864	1.00000	
12	-161.64034	1.550	1.90200	25.3
13	48.60000	1.455	1.00000	
14	77.92408	4.650	1.77250	49.6
15	-199.82321	D15	1.00000	
16	59.54554	5.676	1.81600	46.6
17	-305.53264	D17	1.00000	
18	(開口絞り)	2.000	1.00000	
19	-140.00000	1.200	1.77250	49.6
20	34.07853	4.022	1.00000	
21	-34.00000	1.200	1.72916	54.6
22	-47.36695	0.100	1.00000	
23	60.05931	3.182	1.84666	23.8
24	-160.47286	D24	1.00000	
*25	-266.90180	1.100	1.77250	49.6
26	80.68524	0.780	1.00000	
27	68.16544	1.736	1.84666	23.8
28	100.00000	D28	1.00000	
*29	300.52804	4.082	1.55332	71.7
30	-61.39111	0.100	1.00000	
31	178.14990	4.513	1.60300	65.4
32	-65.35343	0.200	1.00000	
33	142.59265	7.934	1.65160	58.6

34	-28.88978	1.400	1.90200	29.1
35	300.00000	D35	1.00000	
36	137.03160	1.400	1.83000	37.0
37	64.66324	3.650	1.59319	67.9
38	735.00000	D38	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-9.54700e-01	5.69885e-06	-1.82979e-09	8.49633e-13	0.00000e+00
3	-1.40000e+01	-6.77491e-07	-2.49807e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
25	-1.90000e+01	3.06942e-07	-6.70956e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
29	5.86950e+00	-6.89526e-07	2.25877e-09	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.77	47.50	67.86
FNo	2.90	2.90	2.90
$\omega$	42.4	23.9	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	210.992	190.994	193.977
BF	39.982	39.983	40.044
BF(空気換算)	39.982	39.983	40.044

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-

f	24.77	47.50	67.86
D7	49.068	12.647	1.800
D15	7.785	7.785	7.785
D17	3.346	19.816	33.635
D24	0.999	0.999	0.999
D28	19.428	10.413	3.291
D35	1.500	10.465	17.538
D38	39.982	39.983	40.044

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-38.96
第2レンズ群	8	42.92
第21レンズ群	8	85.00
第22レンズ群	16	61.50
第3レンズ群	18	-45.09
第31レンズ群	18	-84.08
第32レンズ群	25	-117.85
第4レンズ群	29	56.15
第5レンズ群	36	620.00

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.785	6.785	6.785
撮影距離(m)	0.3997	0.3832	0.4060

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 3.792$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(VR))_w / f_w = 1.820$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(RP) / f_w = 1.308$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega_t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega_w = 42.4$$

[0198] 表7から、第7実施例に係る変倍光学系ZL7は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0199] 図20は、第7実施例に係る変倍光学系ZL7の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図21は、第7実施例に係る変倍光学系ZL7の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図21のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0200] 各収差図から明らかなように、第7実施例に係る変倍光学系ZL7は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0201] (第8実施例)

第8実施例について、図22～図24及び表8を用いて説明する。第8実施例に係る変倍光学系ZL(ZL8)は、図22に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。

[0202] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非

球面形状である。両凹レンズL 1 2は、物体側のガラス表面に設けた樹脂層を非球面形状に形成してなる、複合型非球面レンズである。

[0203] 第2レンズ群G 2は、物体側から順に並んだ、フレアカット絞りFCと、正の屈折力を有する第2 1レンズ群G 2 1（合焦レンズ群）と、正の屈折力を有する第2 2レンズ群G 2 2とからなる。

[0204] 第2 1レンズ群G 2 1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 2 1と、両凸レンズL 2 2と、両凹レンズL 2 3と、両凸レンズL 2 4とからなる。第2 2レンズ群G 2 2は、両凸レンズL 2 5からなる。

[0205] 第3レンズ群G 3は、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第3 1レンズ群G 3 1（中間群）と、負の屈折力を有する第3 2レンズ群G 3 2（防振レンズ群）とからなる。

[0206] 第3 1レンズ群G 3 1は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 1と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 2と、両凸レンズL 3 3とからなる。第3 2レンズ群G 3 2は、物体側から順に並んだ、両凹レンズ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とからなる。両凹レンズL 3 4は、物体側面が非球面形状である。

[0207] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 1と、両凸レンズL 4 2と、両凸レンズL 4 3と両凹レンズL 4 4との接合レンズとからなる。正メニスカスレンズL 4 1は、物体側面が非球面形状である。

[0208] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5 2との接合レンズからなる。

[0209] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させるこ

とにより行う。第3レンズ群G3および第5レンズ群G5は、変倍時、固定である。

[0210] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第21レンズ群G21を像側へ移動させることにより行う。

[0211] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第32レンズ群G32を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0212] 第8実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.50であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.26mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.58であり、焦点距離は47.50mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.43mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.66であり、焦点距離は67.85mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.54mmである。

[0213] 下記の表8に、第8実施例における各諸元の値を示す。表8における面番号1~39が、図22に示すm1~m39の各光学面に対応している。

[0214] (表8)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	171.22378	2.900	1.74389	49.5
*2	29.77139	12.208	1.00000	
*3	-2272.73400	0.380	1.56093	36.6
4	-400.00000	2.100	1.75500	52.3



5	59.96509	0.200	1.00000	
6	50.35816	7.000	1.90200	25.3
7	111.56759	D7	1.00000	
8	0.00000	0.200	1.00000	
9	82.35931	3.100	1.75000	51.0
10	869.55661	3.243	1.00000	
11	65.70660	4.150	1.77250	49.6
12	-400.15117	0.889	1.00000	
13	-142.76803	1.550	1.90200	25.3
14	49.72103	1.379	1.00000	
15	78.21406	4.000	1.77250	49.6
16	-195.63433	D16	1.00000	
17	58.26284	5.676	1.81600	46.6
18	-346.07444	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	2.000	1.00000	
20	-140.00000	1.200	1.77250	49.6
21	36.40792	4.110	1.00000	
22	-39.80791	1.200	1.72916	54.7
23	-59.45079	0.100	1.00000	
24	69.32659	3.085	1.84666	23.8
25	-134.48153	D25	1.00000	
*26	-251.99331	1.100	1.77250	49.6
27	63.18500	0.868	1.00000	
28	59.71324	2.131	1.86000	24.2
29	100.00000	D29	1.00000	
*30	-900.00000	3.663	1.55332	71.7
31	-54.18440	0.100	1.00000	
32	84.94639	5.806	1.60300	65.5

33	-60.43832	0.200	1.00000	
34	278.20778	6.810	1.65160	58.5
35	-32.56689	1.400	1.90200	28.5
36	191.68646	D36	1.00000	
37	132.64391	1.400	1.83000	34.0
38	61.28313	3.734	1.59319	67.9
39	735.00000	D39	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-3.84000e-01	2.66465e-06	-1.34312e-10	-5.72743e-14	0.00000e+00
3	3.50000e+00	-9.48227e-07	-3.38888e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
26	-2.80000e+01	3.11252e-07	-7.78416e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
30	-6.00000e+00	-1.99894e-06	1.27933e-09	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.77	47.50	67.85
FNo	2.90	2.90	2.90
$\omega$	42.4	24.0	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	209.253	187.862	189.544
BF	40.016	40.020	40.085
BF(空気換算)	40.016	40.020	40.085

## [可変間隔データ]

無限遠

W	M	T
---	---	---

D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.50	67.85
D7	49.018	12.518	1.800
D16	7.835	7.835	7.835
D18	3.200	18.355	30.700
D25	0.930	0.930	0.930
D29	18.873	9.373	1.900
D36	1.500	10.950	18.413
D39	40.016	40.020	40.085

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-39.60
第2レンズ群	8	41.35
第21レンズ群	8	84.99
第22レンズ群	17	61.50
第3レンズ群	19	-43.44
第31レンズ群	19	-85.70
第32レンズ群	26	-106.03
第4レンズ群	30	54.89
第5レンズ群	37	619.95

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.835	6.835	6.835
撮影距離(m)	0.4055	0.3839	0.4040

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 3.390$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.754$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.327$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.4$$

[0215] 表8から、第8実施例に係る変倍光学系ZL8は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0216] 図23は、第8実施例に係る変倍光学系ZL8の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図24は、第8実施例に係る変倍光学系ZL8の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図24のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0217] 各収差図から明らかなように、第8実施例に係る変倍光学系ZL8は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0218] (第9実施例)

第9実施例について、図25～図27及び表9を用いて説明する。第9実施例に係る変倍光学系ZL(ZL9)は、図25に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。

[0219] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニ

スカスレンズL 1 1 と、両凹レンズL 1 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1 3 とからなる。負メニスカスレンズL 1 1 は、像側面が非球面形状である。

[0220] 第2レンズ群G 2 は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第2 1レンズ群G 2 1（合焦レンズ群）と、正の屈折力を有する第2 2レンズ群G 2 2 とからなる。

[0221] 第2 1レンズ群G 2 1 は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 2 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 2 と、両凸レンズL 2 3 と両凹レンズL 2 4 との接合レンズと、両凸レンズL 2 5 とからなる。第2 2レンズ群G 2 2 は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 2 6 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 7 との接合レンズからなる。

[0222] 第3レンズ群G 3 は、物体側から順に並んだ、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第3 1レンズ群G 3 1（中間群）と、負の屈折力を有する第3 2レンズ群G 3 2（防振レンズ群）とからなる。

[0223] 第3 1レンズ群G 3 1 は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 1 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 2 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 3 とからなる。第3 2レンズ群G 3 2 は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL 3 4 と、両凸レンズL 3 5 とからなる。両凹レンズL 3 4 は、両側面が非球面形状である。

[0224] 第4レンズ群G 4 は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 4 1 と、両凸レンズL 4 2 と、両凸レンズL 4 3 と両凹レンズL 4 4 との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 1 は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL 4 4 は、像側面が非球面形状である。

[0225] 第5レンズ群G 5 は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 5 1 と両凹レンズL 5 2 との接合レンズからなる。

[0226] 第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 との間に、開口絞りSを備える。

[0227] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1 を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レ

レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。第5レンズ群G 5および開口絞りSは、変倍時、固定である。

[0228] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2 1レンズ群G 2 1を像側へ移動させることにより行う。

[0229] 像ブレ発生時には、防振レンズ群V Rとして、第3 2レンズ群G 3 2を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群V R（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0230] 第9実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.51であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群V Rの移動量は-0.25mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.57であり、焦点距離は47.50mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群V Rの移動量は-0.43mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.66であり、焦点距離は67.85mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群V Rの移動量は-0.54mmである。

[0231] 下記の表9に、第9実施例における各諸元の値を示す。表9における面番号1~39が、図25に示すm 1~m 39の各光学面に対応している。

[0232] (表9)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n (d)	$\nu d$
1	180.28031	2.900	1.74389	49.5
*2	30.43353	15.281	1.00000	
3	-400.00000	2.100	1.80400	46.6

4	61.64102	0.200	1.00000	
5	52.74108	5.413	2.00100	29.1
6	127.21255	D6	1.00000	
7	250.61095	3.650	1.48749	70.3
8	-249.39202	0.258	1.00000	
9	60.71776	3.347	1.69680	55.5
10	223.73133	2.543	1.00000	
11	88.72642	4.052	1.59349	67.0
12	-200.28776	1.450	1.90366	31.3
13	46.94856	1.456	1.00000	
14	71.21863	4.324	1.77250	49.6
15	-259.88006	D15	1.00000	
16	64.61643	5.373	1.80400	46.6
17	-171.33576	1.500	1.85026	32.4
18	-427.99181	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	D19	1.00000	
20	-140.00000	1.200	1.77250	49.6
21	98.73269	2.349	1.00000	
22	-46.53449	1.200	1.76000	50.0
23	-88.62573	0.100	1.00000	
24	-227.14142	2.169	1.90200	25.3
25	-65.70168	D25	1.00000	
*26	-82.31022	1.100	1.77250	49.6
*27	41.14809	1.433	1.00000	
28	50.51593	3.020	1.90200	25.3
29	-7587.28970	D29	1.00000	
*30	445.83969	3.966	1.55332	71.7
31	-73.29859	0.100	1.00000	

32	153.51046	3.949	1.60300	65.4
33	-101.27922	0.200	1.00000	
34	86.09865	7.212	1.59319	67.9
35	-40.79305	1.200	1.79000	26.0
*36	180.00000	D36	1.00000	
37	69.32616	4.432	1.61800	63.3
38	-225.96343	1.200	1.90366	31.3
39	140.29946	D39	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-1.14500e-01	2.30934e-06	4.18972e-10	6.24631e-13	0.000000e+00
26	-4.22870e+00	4.95698e-23	1.31315e-09	0.000000e+00	0.000000e+00
27	5.80700e-01	3.38518e-07	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
30	1.94200e-01	3.81661e-06	-2.35375e-09	0.000000e+00	0.000000e+00
36	1.000000e+00	4.12000e-06	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.77	47.50	67.85
FNo	2.90	2.90	2.92
$\omega$	42.3	23.9	17.2
Y	21.60	21.60	21.60
TL	214.110	194.068	198.548
BF	40.318	40.318	40.378
BF(空気換算)	40.318	40.318	40.378

## [可変間隔データ]



	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.50	67.85
D6	49.013	12.596	1.845
D15	7.840	7.840	7.840
D18	3.000	19.375	34.606
D19	2.000	3.243	2.000
D25	0.930	0.930	0.930
D29	20.833	9.633	1.900
D36	1.500	11.458	20.373
D39	40.318	40.318	40.378

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-39.13
第2レンズ群	7	43.78
第21レンズ群	7	80.97
第22レンズ群	16	71.04
第3レンズ群	20	-48.53
第31レンズ群	20	-95.21
第32レンズ群	26	-105.72
第4レンズ群	30	57.82
第5レンズ群	37	700.00

## [フォーカシングデータ]

W	M	T
---	---	---

レンズ移動量	6.840	6.840	6.840
撮影距離(m)	0.4165	0.3788	0.3972

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 3.127$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.959$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.321$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.2$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.3$$

[0233] 表9から、第9実施例に係る変倍光学系ZL9は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0234] 図26は、第9実施例に係る変倍光学系ZL9の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図27は、第9実施例に係る変倍光学系ZL9の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図27のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0235] 各収差図から明らかなように、第9実施例に係る変倍光学系ZL9は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0236] (第10実施例)

第10実施例について、図28～図30及び表10を用いて説明する。第10実施例に係る変倍光学系ZL(ZL10)は、図28に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正

の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。

[0237] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹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と両凹レンズL13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L14とからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。

[0238] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21（合焦レンズ群）と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。

[0239] 第21レンズ群G21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L21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズと、両凸レンズL25とからなる。第22レンズ群G22は、両凸レンズL26からなる。正メニスカスレンズL22は、物体側面が非球面形状である。

[0240] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第31レンズ群G31（中間群）と、負の屈折力を有する第32レンズ群G32（防振レンズ群）とからなる。

[0241] 第31レンズ群G31は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32とからなる。第32レンズ群G32は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL33と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34とからなる。両凹レンズL33は、物体側面が非球面形状である。

[0242] 第4レンズ群G4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL41と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42と両凸レンズL43との接合レンズと、両凸レンズL44と両凹レンズL45との接合レンズとからなる。両凸レンズL41は、物体側面が非球面形状である。両凹レンズL45は、像

側面が非球面形状である。

- [0243] 第5レンズ群G5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L51と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズからなる。
- [0244] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G4を物体側へ移動させることにより行う。第5レンズ群G5は、変倍時、固定である。
- [0245] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第21レンズ群G21を像側へ移動させることにより行う。
- [0246] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第32レンズ群G32を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。
- [0247] 第10実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.50であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.26mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.57であり、焦点距離は47.50mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.44mmである。望遠端状態において、防振係数は-0.66であり、焦点距離は67.84mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.54mmである。
- [0248] 下記の表10に、第10実施例における各諸元の値を示す。表10における面番号1~38が、図28に示すm1~m38の各光学面に対応している

。

[0249] (表 10)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n (d)	$\nu d$
1	179.73529	2.880	1.74389	49.5
*2	28.00000	13.314	1.00000	
3	-709.59863	2.295	1.80518	25.4
4	-228.05154	2.100	1.76500	49.5
5	90.21469	0.200	1.00000	
6	56.00020	4.396	2.00100	29.1
7	96.29881	D7	1.00000	
8	96.54068	2.840	1.60300	65.4
9	715.47283	0.200	1.00000	
*10	57.08059	3.395	1.69680	55.5
11	181.18928	5.604	1.00000	
12	98.04986	3.261	1.59319	67.9
13	-796.91447	1.450	1.76182	26.6
14	41.75300	1.983	1.00000	
15	73.03256	3.630	1.74100	52.8
16	-3863.66610	D16	1.00000	
17	58.79270	5.010	1.80400	46.6
18	-393.67543	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	1.540	1.00000	
20	-142.34068	1.200	1.81600	46.6
21	35.05467	1.301	1.00000	
22	38.87328	2.715	1.90200	25.3
23	117.88926	D23	1.00000	
*24	-118.17706	1.200	1.73231	53.2

25	44.69744	1.030	1.00000	
26	52.10387	2.485	1.90200	25.3
27	195.76461	D27	1.00000	
*28	71.27465	4.998	1.49782	82.6
29	-102.88416	0.100	1.00000	
30	91.68269	1.200	1.90366	31.3
31	52.62629	6.605	1.60300	65.4
32	-69.88439	0.200	1.00000	
33	3314.77510	4.235	1.59319	67.9
34	-54.08421	1.200	1.78500	26.2
*35	216.08233	D35	1.00000	
36	56.19817	3.548	1.61800	63.3
37	210.95097	1.200	1.83400	37.2
38	84.00000	D38	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-6.73000e-02	2.59588e-06	7.45638e-10	-2.10470e-14	3.51745e-16
10	1.00000e+00	-4.00000e-07	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
24	-4.10880e+00	5.35515e-07	2.05353e-09	0.00000e+00	0.00000e+00
28	-1.10460e+00	3.84373e-06	-4.29919e-09	3.81283e-12	0.00000e+00
35	1.00000e+00	5.16409e-06	2.00000e-09	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

	W	M	T
f	24.77	47.50	67.84
FNo	2.90	2.90	2.90
$\omega$	42.2	23.9	17.2

Y	21.60	21.60	21.60
TL	208.124	187.432	190.017
BF	40.315	40.322	40.381
BF(空気換算)	40.315	40.322	40.381

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.50	67.84
D7	48.968	12.510	1.800
D16	7.185	7.185	7.185
D18	1.300	17.853	29.355
D23	2.232	2.232	2.232
D27	19.311	9.731	1.900
D35	1.500	10.287	19.851
D38	40.315	40.322	40.381

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-39.97
第2レンズ群	8	43.09
第21レンズ群	8	80.97
第22レンズ群	17	63.94
第3レンズ群	19	-42.99
第31レンズ群	19	-77.20
第32レンズ群	24	-103.89

第4レンズ群	28	56.10
第5レンズ群	36	419.32

[フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.185	6.185	6.185
撮影距離(m)	0.4444	0.4101	0.4308

[条件式対応値]

条件式 (1)  $f(1\sim Gn)t / f t = 3.727$

条件式 (2)  $-f(Gn\sim G(VR))w / f w = 1.736$

条件式 (3)  $f(RP) / f w = 1.302$

条件式 (4)  $\omega t = 17.2$

条件式 (5)  $\omega w = 42.2$

[0250] 表10から、第10実施例に係る変倍光学系ZL10は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0251] 図29は、第10実施例に係る変倍光学系ZL10の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図30は、第10実施例に係る変倍光学系ZL10の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図30のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0252] 各収差図から明らかなように、第10実施例に係る変倍光学系ZL10は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。



## [0253] (第11実施例)

第11実施例について、図31～図33及び表11を用いて説明する。第11実施例に係る変倍光学系ZL(ZL11)は、図31に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。

[0254] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL14との接合レンズとからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。

[0255] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第21レンズ群G21(合焦レンズ群)と、正の屈折力を有する第22レンズ群G22とからなる。

[0256] 第21レンズ群G21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L21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL23と、両凸レンズL24とからなる。第22レンズ群G22は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25と両凸レンズL26との接合レンズからなる。正メニスカスレンズL22は、物体側面が非球面形状である。

[0257] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、光軸と直交方向の位置が固定され負の屈折力を有する第31レンズ群G31(中間群)と、負の屈折力を有する第32レンズ群G32(防振レンズ群)とからなる。

[0258] 第31レンズ群G31は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32とからなる。第32レンズ群G32は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL33と、物体側に凸面を

向けた正メニスカスレンズL 3 4とからなる。両凹レンズL 3 3は、物体側面が非球面形状である。

[0259] 第4レンズ群G 4は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL 4 1と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 2と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 3と両凸レンズL 4 4との接合レンズとからなる。両凸レンズL 4 4は、像側面が非球面形状である。

[0260] 第5レンズ群G 5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 5 1と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズからなる。

[0261] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G 1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G 2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G 3を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第4レンズ群G 4を物体側へ移動させることにより行う。第5レンズ群G 5は、変倍時、固定である。

[0262] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2 1レンズ群G 2 1を像側へ移動させることにより行う。

[0263] 像ブレ発生時には、防振レンズ群V Rとして、第3 2レンズ群G 3 2を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群V R（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。

[0264] 第1 1実施例では、広角端状態において、防振係数は-0. 54であり、焦点距離は24. 77mmであるので、0. 30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群V Rの移動量は-0. 24mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0. 61であり、焦点距離は47. 53mmであるので、0. 30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群V Rの移動量は-0.

4.1 mmである。望遠端状態において、防振係数は $-0.70$ であり、焦点距離は $67.85$  mmであるので、 $0.30$ 度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は $-0.51$  mmである。

[0265] 下記の表11に、第11実施例における各諸元の値を示す。表11における面番号1～37が、図31に示すm1～m37の各光学面に対応している。

[0266] (表11)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	169.82392	2.880	1.74389	49.5
*2	28.00000	13.823	1.00000	
3	-277.92141	2.100	1.69680	55.5
4	89.48130	0.972	1.00000	
5	57.53130	5.977	1.90366	31.3
6	288.24720	2.000	1.60311	60.7
7	89.16103	D7	1.00000	
8	97.98839	2.906	1.62041	60.3
9	988.16122	0.870	1.00000	
*10	52.75776	3.799	1.69680	55.5
11	185.81817	3.941	1.00000	
12	244.48174	1.450	1.74077	27.7
13	42.81836	2.225	1.00000	
14	81.99098	3.910	1.74100	52.8
15	-359.52152	D15	1.00000	
16	56.22525	1.450	1.85000	25.5
17	41.20061	6.609	1.75500	52.3
18	-333.94984	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	1.488	1.00000	

20	-133.09742	1.200	1.81600	46.6
21	40.80390	0.998	1.00000	
22	48.84393	2.545	1.90200	25.3
23	197.19167	D23	1.00000	
*24	-159.18908	1.200	1.70000	55.0
25	46.35402	0.845	1.00000	
26	47.53111	2.169	1.90200	25.3
27	92.34748	D27	1.00000	
28	59.48521	4.431	1.59319	67.9
29	-192.71174	0.100	1.00000	
30	-6013.33410	3.364	1.59319	67.9
31	-71.43167	0.200	1.00000	
32	5300.14030	1.404	1.90366	31.3
33	31.44019	7.197	1.59319	67.9
*34	-117.32485	D34	1.00000	
35	57.67894	3.814	1.70000	56.0
36	263.45851	0.763	1.77250	49.6
37	84.00000	D37	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-5.97000e-02	2.62042e-06	7.82559e-10	9.78767e-14	4.33213e-16
10	5.28200e-01	6.32647e-08	1.88164e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
24	-6.74850e+00	4.82591e-07	2.86667e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
34	-1.67545e+01	1.36811e-06	3.39381e-09	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

W M T

f	24.77	47.53	67.85
FNo	2.90	2.90	2.91
$\omega$	42.2	23.9	17.3
Y	21.60	21.60	21.60
TL	210.949	190.232	192.480
BF	43.417	43.503	43.670
BF(空気換算)	43.417	43.503	43.670

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.53	67.85
D7	48.868	12.444	1.800
D15	7.185	7.185	7.185
D18	0.800	16.872	28.207
D23	1.827	1.827	1.827
D27	20.646	10.368	1.900
D34	1.574	11.401	21.260
D37	43.417	43.503	43.670

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-39.52
第2レンズ群	8	42.67
第21レンズ群	8	81.00
第22レンズ群	16	66.83

第3レンズ群	19	-43.84
第31レンズ群	19	-83.74
第32レンズ群	24	-98.45
第4レンズ群	28	61.94
第5レンズ群	35	285.15

[フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.185	6.185	6.185
撮影距離(m)	0.4485	0.4038	0.4202

[条件式対応値]

条件式 (1)  $f(1\sim Gn) t / f t = 2.719$

条件式 (2)  $- f (Gn\sim G(VR)) w / f w = 1.771$

条件式 (3)  $f (RP) / f w = 1.452$

条件式 (4)  $\omega t = 17.3$

条件式 (5)  $\omega w = 42.2$

[0267] 表 1 1 から、第 1 1 実施例に係る変倍光学系 Z L 1 1 は、条件式 (1) ~ (5) を満足することが分かる。

[0268] 図 3 2 は、第 1 1 実施例に係る変倍光学系 Z L 1 1 の無限遠合焦時における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図）であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態をそれぞれ示す。図 3 3 は、第 1 1 実施例に係る変倍光学系 Z L 1 1 の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図 3 3 のように、像高  $y = 0.0$  を中心に、上下プラスマイナスの像高 15.10 に対応した横収差図で示す。

[0269] 各収差図から明らかなように、第 1 1 実施例に係る変倍光学系 Z L 1 1 は

、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性能を有することが分かる。

[0270] (第12実施例)

第12実施例について、図34～図36及び表12を用いて説明する。第12実施例に係る変倍光学系ZL(ZL12)は、図34に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7とからなる。

[0271] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凹レンズL12と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL14との接合レンズとからなる。負メニスカスレンズL11は、像側面が非球面形状である。

[0272] 第2レンズ群G2(合焦レンズ群)は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL23と、両凸レンズL24とからなる。正メニスカスレンズL22は、物体側面が非球面形状である。

[0273] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL31と両凸レンズL32との接合レンズからなる。

[0274] 第4レンズ群G4(中間群)は、光軸と直交方向の位置が固定されており、物体側から順に並んだ、開口絞りSと、両凹レンズL41と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL42とからなる。

[0275] 第5レンズ群G5(防振レンズ群)は、物体側から順に並んだ、両凹レンズL51と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL52とからなる。両凹レンズL51は、物体側面が非球面形状である。

- [0276] 第6レンズ群G6は、物体側から順に並んだ、両凸レンズL61と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL62と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL63と両凸レンズL64との接合レンズとからなる。両凹レンズL64は、像側面が非球面形状である。
- [0277] 第7レンズ群G7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L71と像側に凹を向けた負メニスカスレンズL72との接合レンズからなる。
- [0278] 広角端状態から望遠端状態への変倍は、各レンズ群間隔が変化するように、第1レンズ群G1を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第2レンズ群G2を物体側へ移動させ、第3レンズ群G3を物体側へ移動させ、第4レンズ群G4を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第5レンズ群G5を一旦像側へ移動させた後、物体側へ移動させ、第6レンズ群G6を物体側へ移動させ、第7レンズ群G7を物体側へ移動させることにより行う。
- [0279] 無限遠から近距離物体への合焦は、合焦レンズ群として、第2レンズ群G2を像側へ移動させることにより行う。
- [0280] 像ブレ発生時には、防振レンズ群VRとして、第5レンズ群G5を光軸と直交方向の成分を持つように移動させることにより、像面I上の像ブレ補正（防振）を行う。なお、全系の焦点距離をfとし、防振係数（振れ補正での移動レンズ群の移動量に対する結像面での像移動量の比）をKとした撮影レンズにおいて、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、像ブレ補正用の防振レンズ群VR（移動レンズ群）を $(f \times \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交な方向に移動させればよい。
- [0281] 第12実施例では、広角端状態において、防振係数は-0.54であり、焦点距離は24.77mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.24mmである。中間焦点距離状態において、防振係数は-0.61であり、焦点距離は47.33mmであるので、0.30度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は-0.



4.1 mmである。望遠端状態において、防振係数は $-0.72$ であり、焦点距離は $67.34$  mmであるので、 $0.30$ 度の回転ブレを補正するための防振レンズ群VRの移動量は $-0.50$  mmである。

[0282] 下記の表12に、第12実施例における各諸元の値を示す。表12における面番号1～37が、図34に示すm1～m37の各光学面に対応している。

[0283] (表12)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n(d)	$\nu d$
1	169.82392	2.880	1.74389	49.5
*2	28.00000	13.823	1.00000	
3	-277.92141	2.100	1.69680	55.5
4	89.48130	0.972	1.00000	
5	57.53130	5.977	1.90366	31.3
6	288.24720	2.000	1.60311	60.7
7	89.16103	D7	1.00000	
8	97.98839	2.906	1.62041	60.3
9	988.16122	0.870	1.00000	
*10	52.75776	3.799	1.69680	55.5
11	185.81817	3.941	1.00000	
12	244.48174	1.450	1.74077	27.7
13	42.81836	2.225	1.00000	
14	81.99098	3.910	1.74100	52.8
15	-359.52152	D15	1.00000	
16	56.22525	1.450	1.85000	25.5
17	41.20061	6.609	1.75500	52.3
18	-333.94984	D18	1.00000	
19	(開口絞り)	1.488	1.00000	

20	-133.09742	1.200	1.81600	46.6
21	40.80390	0.998	1.00000	
22	48.84393	2.545	1.90200	25.3
23	197.19167	D23	1.00000	
*24	-159.18908	1.200	1.70000	55.0
25	46.35402	0.845	1.00000	
26	47.53111	2.169	1.90200	25.3
27	92.34748	D27	1.00000	
28	59.48521	4.431	1.59319	67.9
29	-192.71174	0.100	1.00000	
30	-6013.33410	3.364	1.59319	67.9
31	-71.43167	0.200	1.00000	
32	5300.14030	1.404	1.90366	31.3
33	31.44019	7.197	1.59319	67.9
*34	-117.32485	D34	1.00000	
35	57.67894	3.814	1.70000	56.0
36	263.45851	0.763	1.77250	49.6
37	84.00000	D37	1.00000	

## [非球面データ]

面	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-5.97000e-02	2.62042e-06	7.82559e-10	9.78767e-14	4.33213e-16
10	5.28200e-01	6.32647e-08	1.88164e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
24	-6.74850e+00	4.82591e-07	2.86667e-10	0.00000e+00	0.00000e+00
34	-1.67545e+01	1.36811e-06	3.39381e-09	0.00000e+00	0.00000e+00

## [各種データ]

W M T

f	24.77	47.33	67.34
FNo	2.90	2.90	2.91
$\omega$	42.2	24.0	17.4
Y	21.60	21.60	21.60
TL	210.949	193.610	195.380
BF	43.417	43.433	45.688
BF(空気換算)	43.417	43.433	45.688

## [可変間隔データ]

	無限遠		
	W	M	T
D0	$\infty$	$\infty$	$\infty$
倍率	-	-	-
f	24.77	47.33	67.34
D7	48.868	12.444	1.600
D15	7.185	12.000	9.500
D18	0.800	16.872	26.900
D23	1.827	1.827	2.000
D27	20.646	9.000	1.800
D34	1.574	11.401	21.260
D37	43.417	43.433	45.688

## [レンズ群データ]

レンズ群	始面	焦点距離
第1レンズ群	1	-39.52
第2レンズ群	8	81.00
第3レンズ群	16	66.83
第4レンズ群	19	-83.74

第5レンズ群	24	-98.45
第6レンズ群	28	61.94
第7レンズ群	35	285.15

## [フォーカシングデータ]

	W	M	T
レンズ移動量	6.185	11.000	8.500
撮影距離(m)	0.4485	0.2946	0.3494

## [条件式対応値]

$$\text{条件式 (1)} \quad f(1 \sim G_n) t / f t = 2.898$$

$$\text{条件式 (2)} \quad -f(G_n \sim G(\text{VR})) w / f w = 1.770$$

$$\text{条件式 (3)} \quad f(\text{RP}) / f w = 1.452$$

$$\text{条件式 (4)} \quad \omega t = 17.4$$

$$\text{条件式 (5)} \quad \omega w = 42.2$$

[0284] 表12から、第12実施例に係る変倍光学系ZL12は、条件式(1)～(5)を満足することが分かる。

[0285] 図35は、第12実施例に係る変倍光学系ZL12の無限遠合焦時における諸収差図(球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図及び横収差図)であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。図36は、第12実施例に係る変倍光学系ZL12の無限遠合焦時における像ブレ補正を行った時の横収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。本実施例では、防振時の光学性能を、図36のように、像高 $y=0.0$ を中心に、上下プラスマイナスの像高15.10に対応した横収差図で示す。

[0286] 各収差図から明らかなように、第12実施例に係る変倍光学系ZL12は、広角端状態から望遠端状態に亘って、諸収差が良好に補正され、良好な光学性能を有することが分かる。また、像ブレ補正時においても、高い結像性

能を有することが分かる。

[0287] 以上の各実施例によれば、 $F 2.8 \sim F 3.5$ 程度とF値が明るく、半画角で50程度以上の広画角を有し、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。

[0288] ここまで本発明の態様を分かりやすくするために、実施形態の要素の符号を付して説明したが、本発明の態様がこれに限定されるものではない。以下の内容は、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。

[0289] 変倍光学系ZLの数値実施例として、4群、5群、7群構成のものを示したが、これに限定されず、他の群構成（例えば、6群や8群等）にも適用可能である。具体的には、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像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。第1レンズ群と第2レンズ群との間に正又は負の屈折力を有するレンズ群を追加した構成でも構わない。さらに、防振レンズ群VRの像面側に、負または正の屈折力を有し、光軸と直交方向の位置を固定されたレンズ群（この負または正の屈折力を有し、光軸と直交方向の位置を固定されたレンズ群は、変倍時に防振レンズ群VRとの間隔を変化させても、させなくても構わない）を追加した構成でも構わない。また、防振レンズ群VRより像側に配置された正の屈折力を有するレンズ群のうち、正の屈折力が最も強い像側レンズ群RPとして、上記実施例1～3、5、7～11では第4レンズ群G4であり、上記実施例4、6、12では第6レンズ群G6の例を示したが、この限りではない。像側レンズ群RPに含まれるレンズ間隔は、変倍時には固定である。なお、レンズ群とは、変倍時または合焦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。

また、中間群は、第2レンズ群より像側に配置され、防振レンズ群の物体側であって防振レンズ群に対向する位置に配置されるレンズ群である。中間群の物体側であって中間群に対向する位置に開口絞りを配置することとしてもよい。

また、中間群を構成するレンズは、変倍時に光軸方向の位置を一体としてもよく、2以上のレンズ群に分けてその間隔を変倍時に変化させることとしてもよい。

また、中間群の少なくとも一部のレンズを、変倍時に防振レンズ群と一体的に光軸方向に移動（または固定）させることとしてもよい。

[0290] 変倍光学系ZLにおいて、無限遠から近距離物体への合焦を行うために、レンズ群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として、光軸方向へ移動させる構成としてもよい。また、斯かる合焦レンズ群は、オートフォーカスに適用することも可能であり、オートフォーカスのモータ（例えば、超音波モータ等）による駆動にも適している。特に、上記のように、第2レンズ群G2の少なくとも一部を合焦レンズ群とすることがより好ましくは可能である。

[0291] 変倍光学系ZLにおいて、いずれかのレンズ群全体または部分レンズ群を、光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレ等によって生じる像ブレを補正する防振レンズ群VRとしてもよい。特に、開口絞りSより像側に配置された負の屈折力を有する中間群Gnより像側に配置された光学系の少なくとも一部を防振レンズ群VRとすることが好ましくは可能である。また、4群または5群構成の場合、第3レンズ群G3の少なくとも一部を防振レンズ群VRとすることが好ましくは可能である。また、7群構成の場合、第5レンズ群G5の少なくとも一部を防振レンズ群VRとすることが好ましくは可能である。また、防振レンズ群VRの像側に光軸と直交方向の位置を固定したレンズを配置し、そのレンズを防振レンズ群VRと一体で変倍時に移動または固定させることとしてもよい。

[0292] 変倍光学系ZLにおいて、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。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ない。

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の非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

[0293] 変倍光学系ZLにおいて、d線における屈折率 $n_d$ が70より小さい媒質のレンズに非球面を形成することが好ましくは可能である。d線における屈折率 $n_d$ が70より小さい媒質のレンズは、防振レンズ群VRより像側に配置されたレンズ群のなかで正の屈折力が最も強いレンズ群に配置するのが好ましくは可能である。また、d線における屈折率 $n_d$ が70より小さい媒質のレンズは、防振レンズ群VRより像側に配置されたレンズ群のなかで正の屈折力が最も強いレンズ群の最も物体側または最も物体側から2番目のレンズ成分に配置するのがより好ましくは可能である。また、d線における屈折率 $n_d$ が70より小さい媒質のレンズの非球面は、防振レンズ群VRより像側に配置されたレンズ群のなかで最も正の屈折力が強いレンズ群の最も物体面とするのがより好ましくは可能である。

[0294] 変倍光学系ZLにおいて、開口絞りSは、上記のように、第2レンズ群と中間群Gnとの間に配置されるのが好ましくは可能であるが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用してもよい。

[0295] 変倍光学系ZLにおいて、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの良好な光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施してもよい。

[0296] 変倍光学系ZLは、変倍比が2.0～3.5倍程度である。

### 符号の説明

[0297] ZL (ZL1～ZL12) 変倍光学系  
G1 第1レンズ群  
G2 第2レンズ群  
G3 第3レンズ群

- G 4 第4レンズ群
- V R 防振レンズ群
- S 開口絞り
- I 像面
- 1 カメラ（光学機器）。



## 請求の範囲

[請求項1] 負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、

前記第2レンズ群より像側に配置された中間群を有し、

前記中間群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、

少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記中間群との間隔とを変化させることにより変倍を行い、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$1. \quad 0.00 < f(1\sim Gn)t / f_t < 100.000$$

但し、

$f(1\sim Gn)t$  : 望遠端状態における前記第1レンズ群から前記中間群までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

[請求項2] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$1. \quad 3.60 < -f(Gn\sim G(VR))w / f_w < 5.000$$

但し、

$f(Gn\sim G(VR))w$  : 広角端状態における前記中間群から前記防振レンズ群までの合成焦点距離、

$f_w$  : 広角端状態における全系の焦点距離。

[請求項3] 前記防振レンズ群より像側に配置された正の屈折力を有するレンズ群のうち、正の屈折力が最も強い像側レンズ群を有し、

前記像側レンズ群と前記防振レンズ群との間隔は変倍の際に変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の変倍光学系。

$$0.400 < f(\text{RP}) / f(\text{FP}) < 2.000$$

但し、

f (RP) : 前記像側レンズ群の焦点距離、

f (FP) : 前記第1レンズ群より像面側に配置され、前記中間群より物体側に配置されたレンズの広角端状態における合成焦点距離。

[請求項4] 前記中間群は、光軸と直交方向の位置を固定されており、負の屈折力を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項5] 前記中間群は、正レンズ成分と、負レンズ成分を、それぞれ1つ以上有することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項6] 前記第2レンズ群は、少なくとも4つ以上のレンズ成分で構成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項7] 前記第2レンズ群は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第2-1レンズ群と、正の屈折力を有する第2-2レンズ群とからなり、  
前記第2-1レンズ群を合焦レンズ群として像側に移動させることにより無限遠から近距離物体への合焦を行うことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の変倍光学系を搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項9] 負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、  
前記第2レンズ群より像側に配置された中間群を有し、  
前記中間群より像側に配置され、光軸と直交方向の成分を持つように移動可能に構成された防振レンズ群を有し、  
少なくとも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔と、前記第2レンズ群と前記中間群との間隔とを変化させることにより変倍

を行い、

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ことを特徴とする変倍光学系の製造方法。

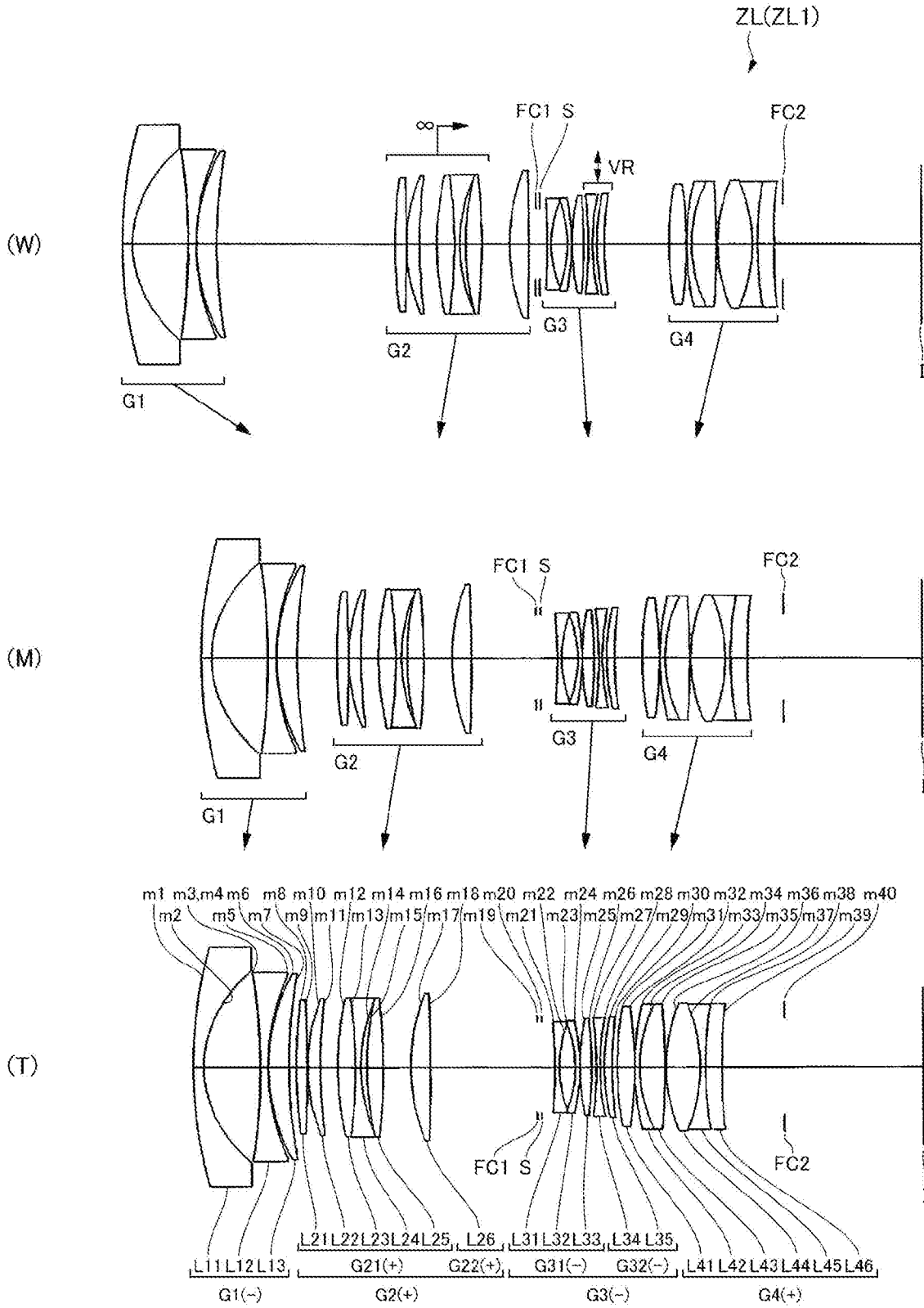
$$1.000 < f(1\sim Gn)t / f_t < 100.000$$

但し、

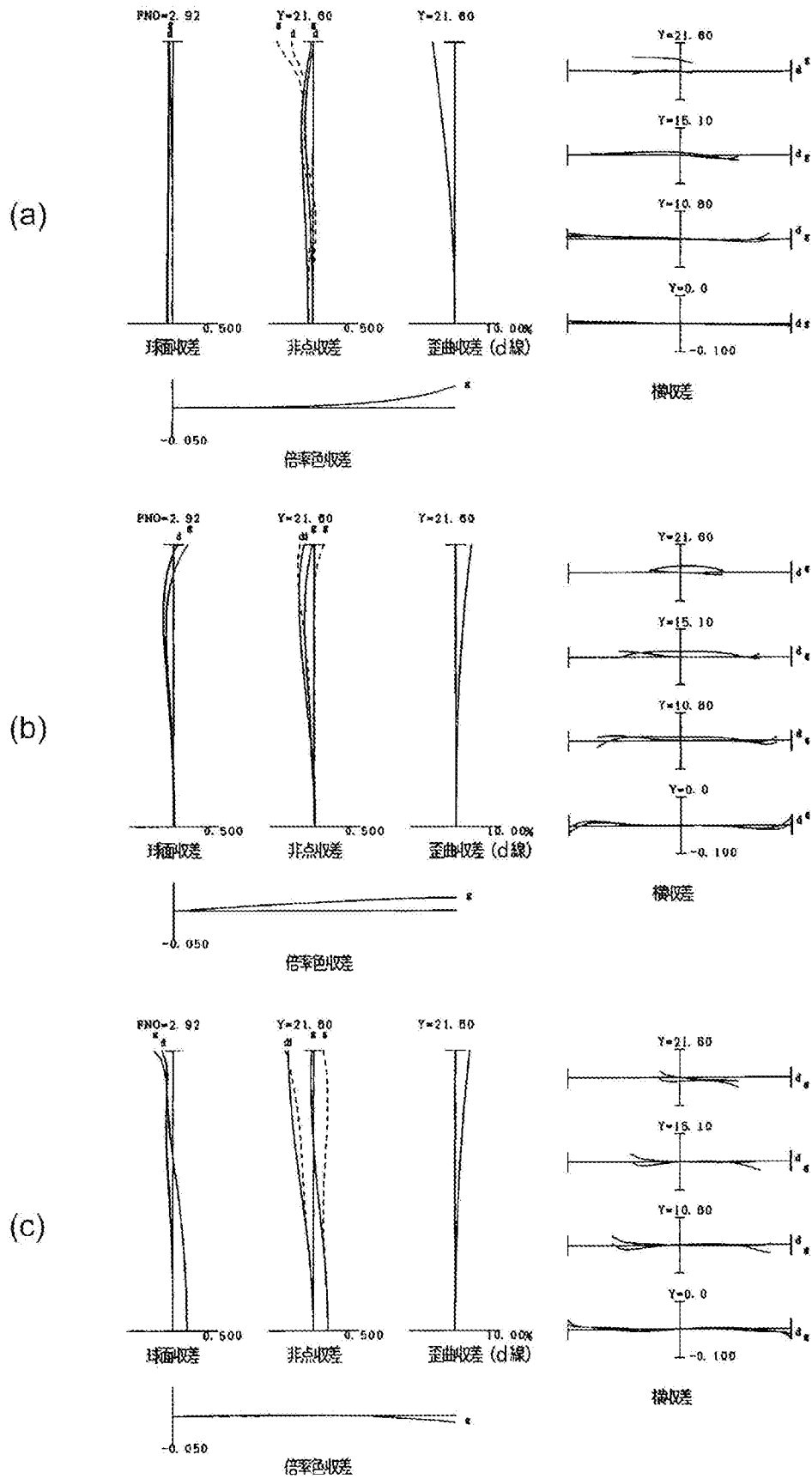
$f(1\sim Gn)t$  : 望遠端状態における前記第1レンズ群から前記中間群までの合成焦点距離、

$f_t$  : 望遠端状態における全系の焦点距離。

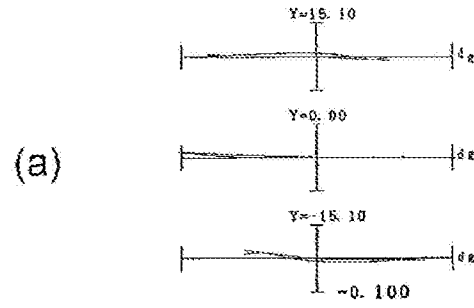
[図1]



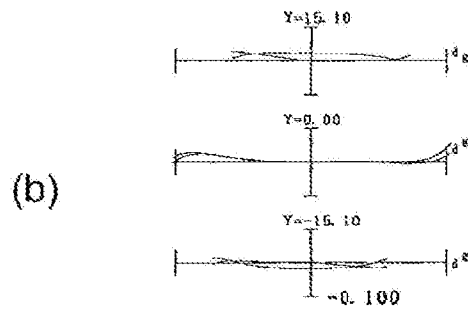
[図2]



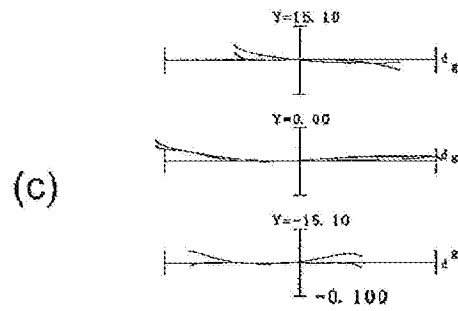
[図3]



機収差

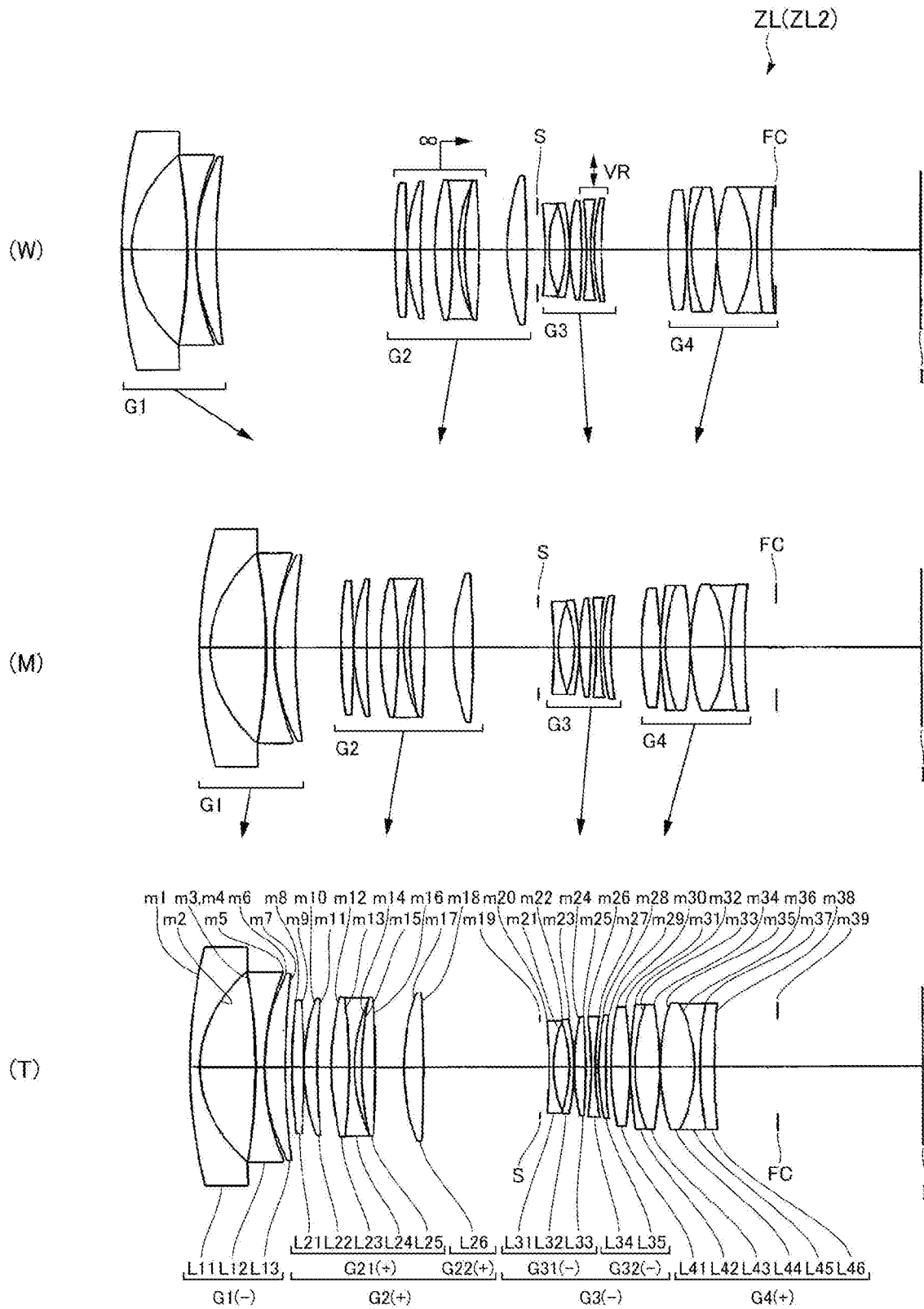


機収差

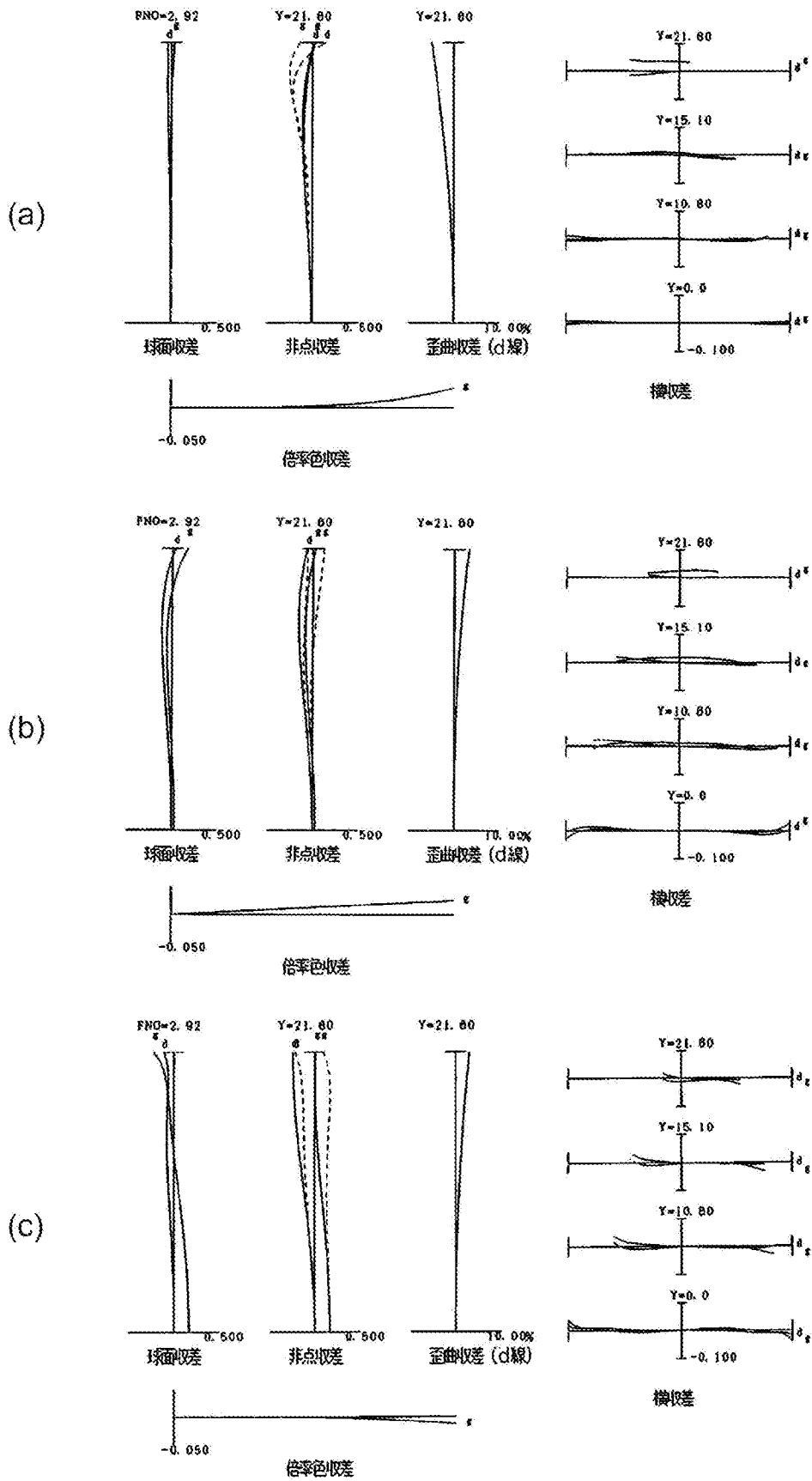


機収差

[図4]

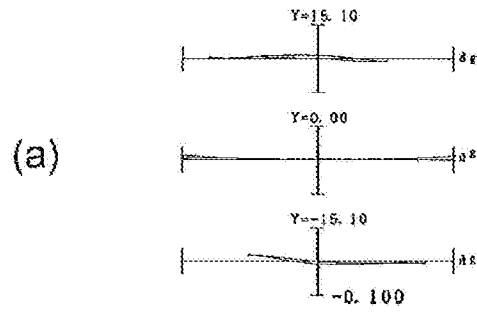


[図5]

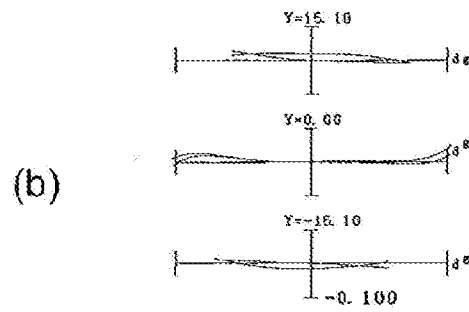




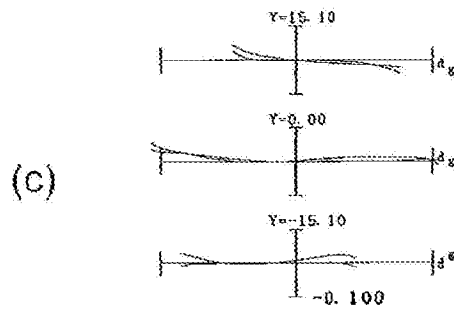
[図6]



横収差

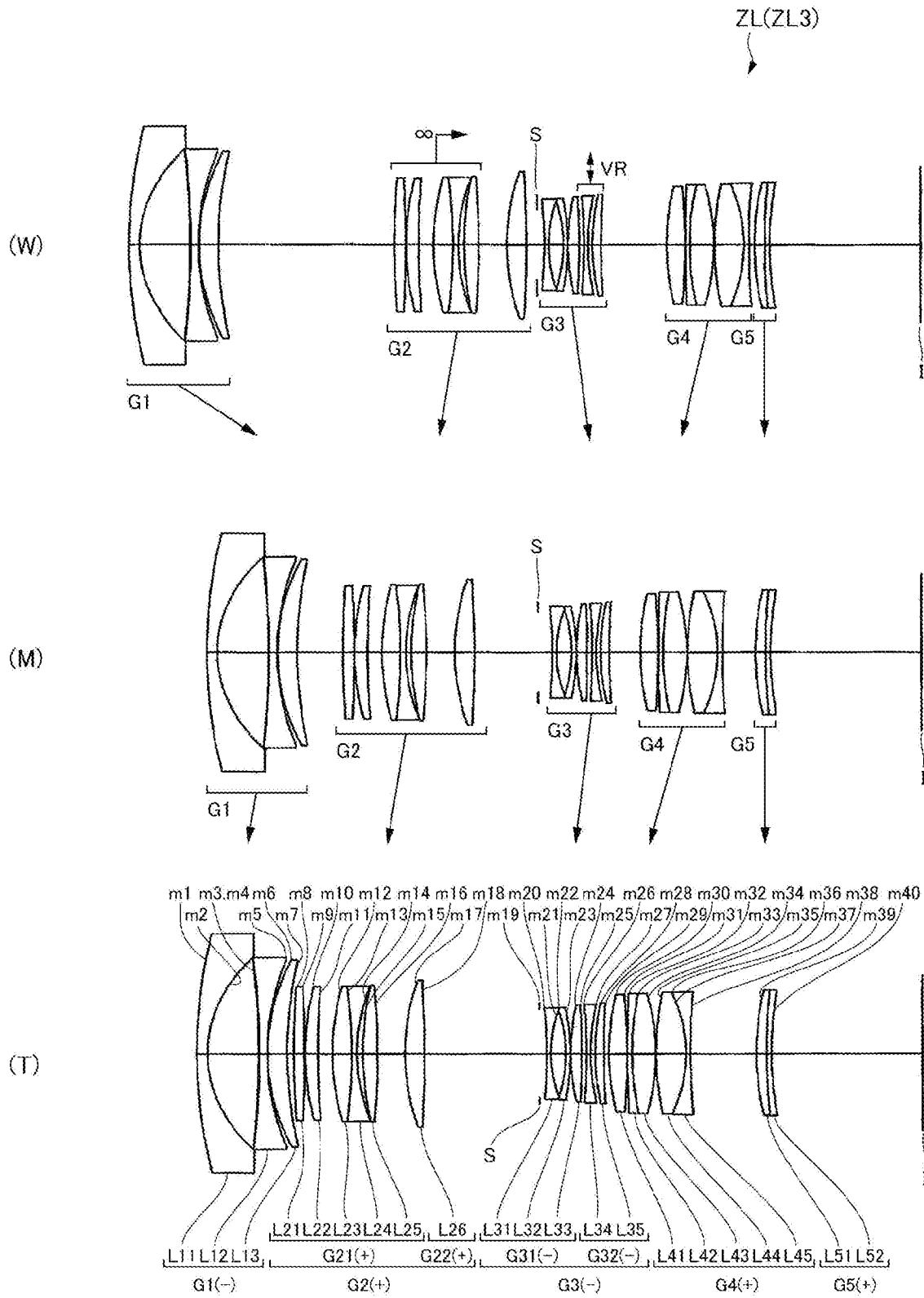


横収差

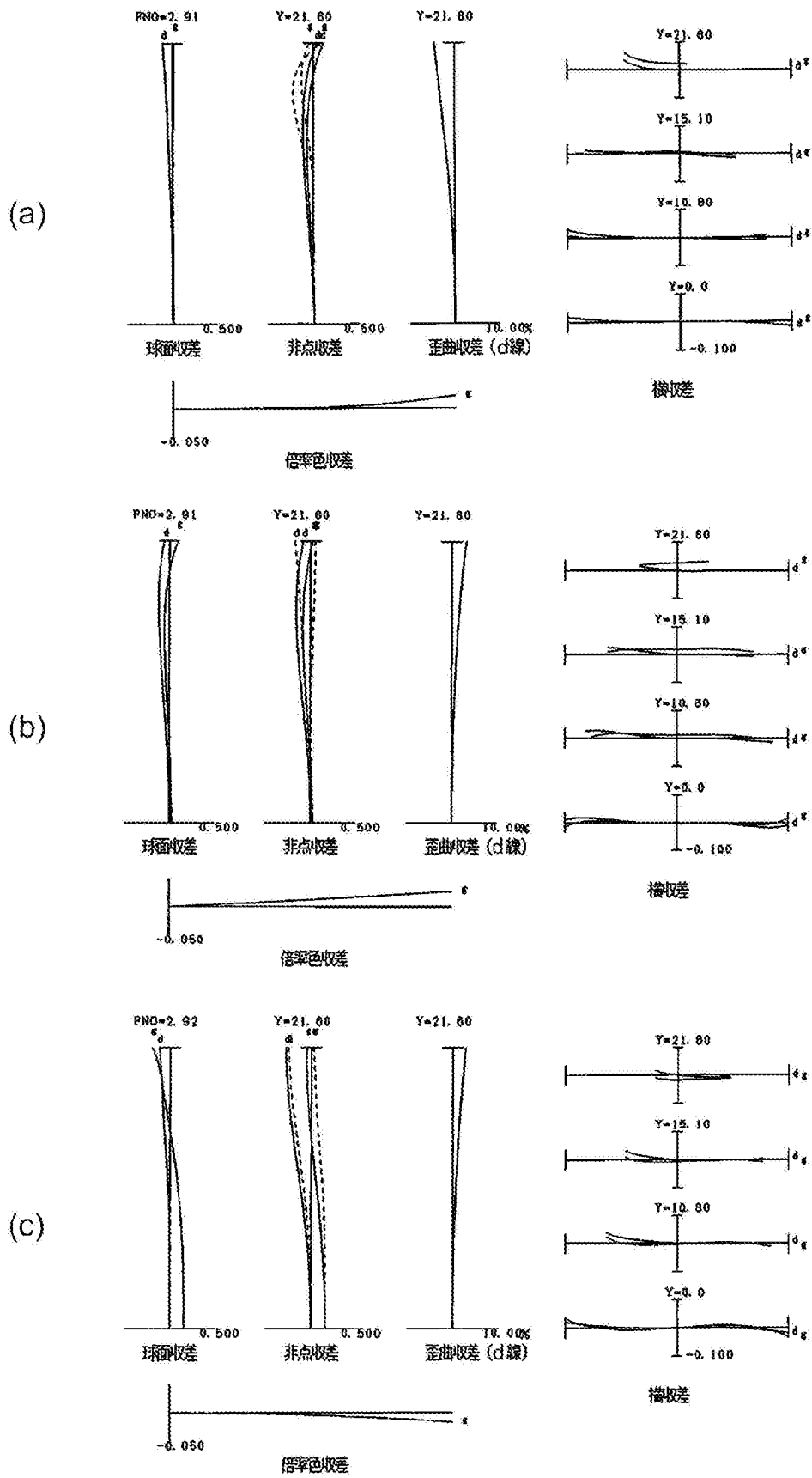


横収差

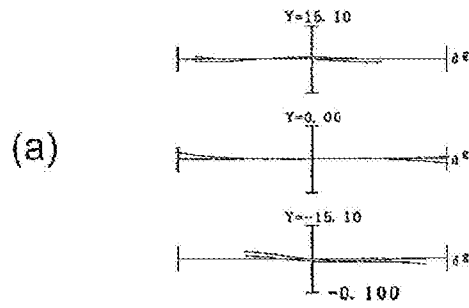
[図7]



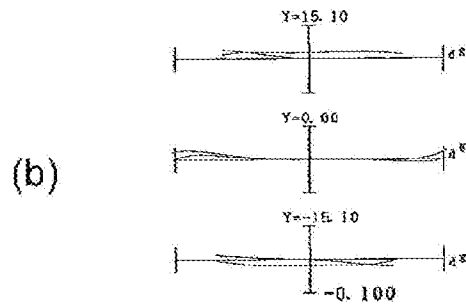
[图8]



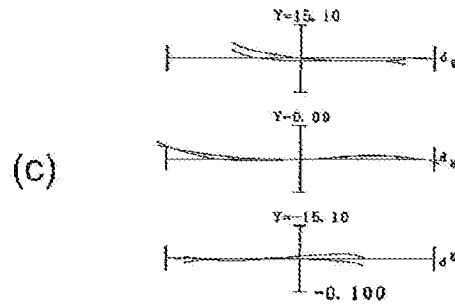
[図9]



横波差

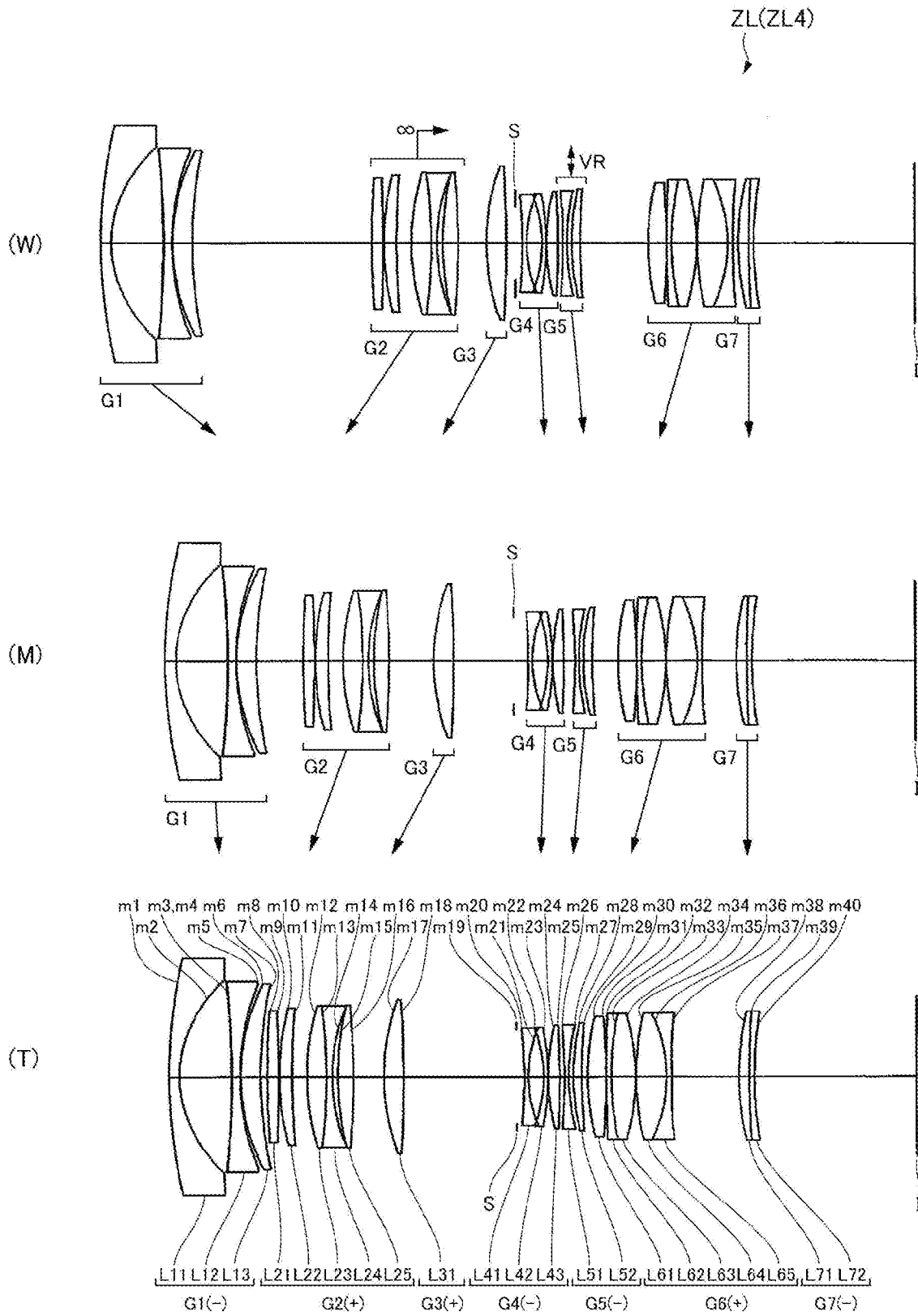


横波差

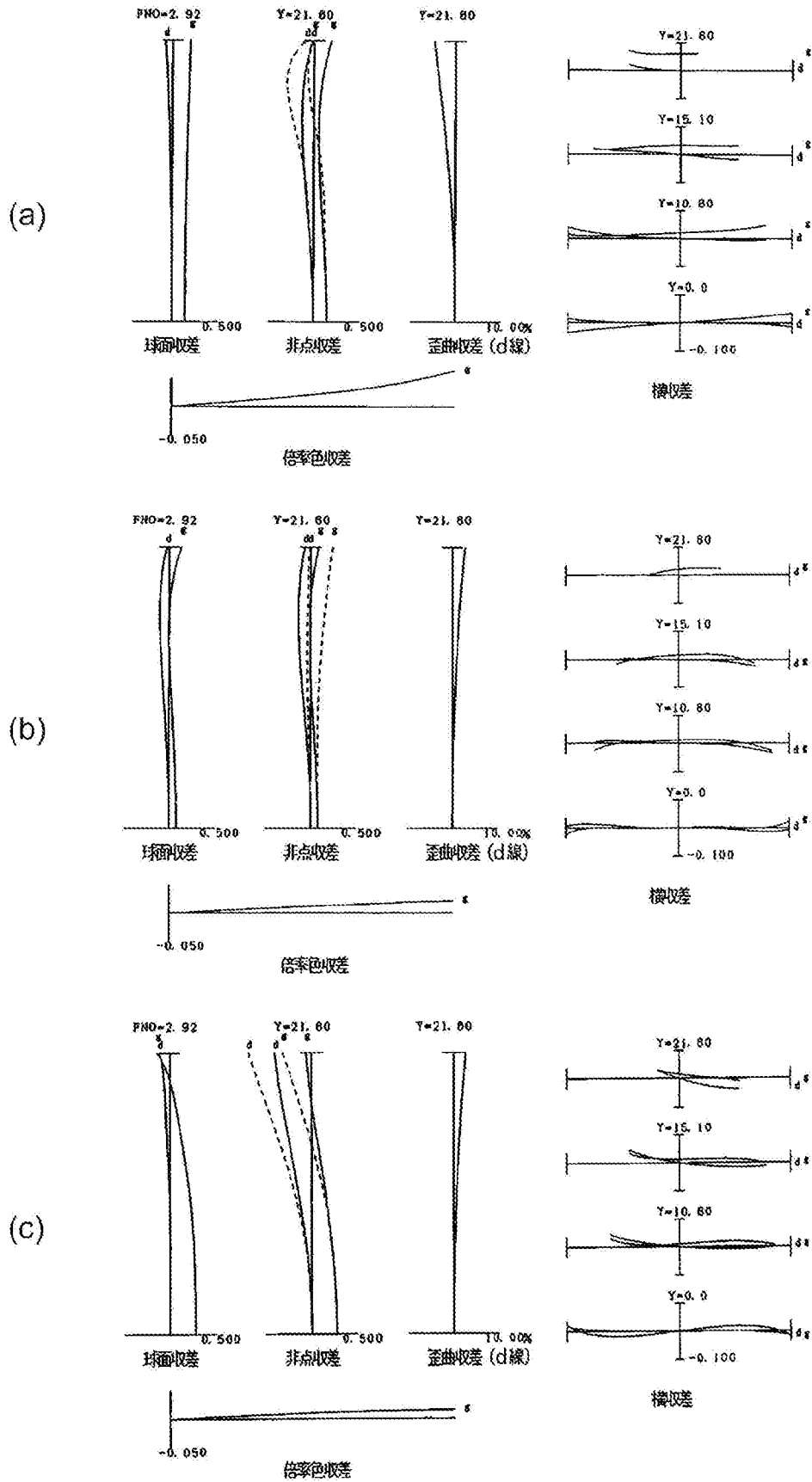


横波差

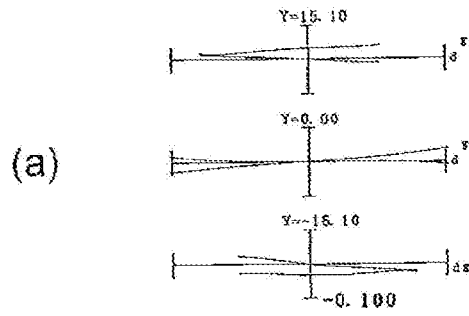
[図10]



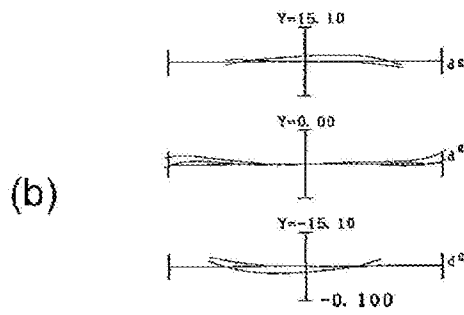
[図11]



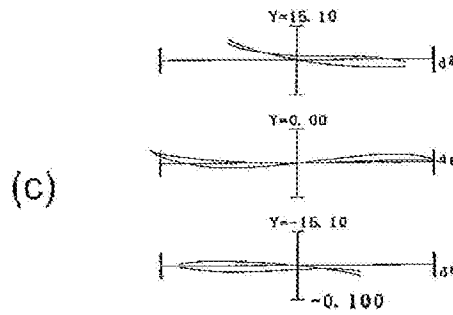
[図12]



横収差

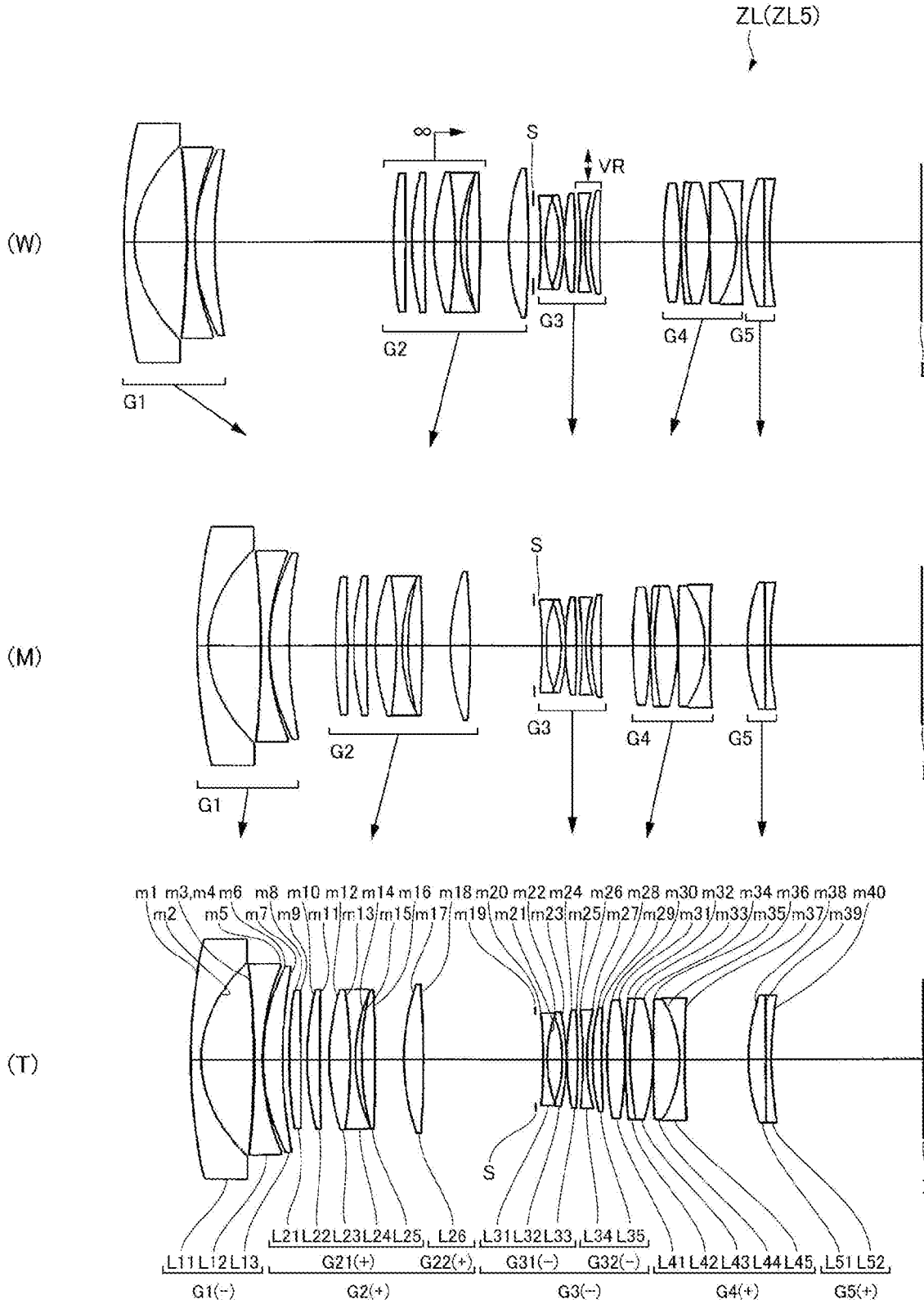


横収差



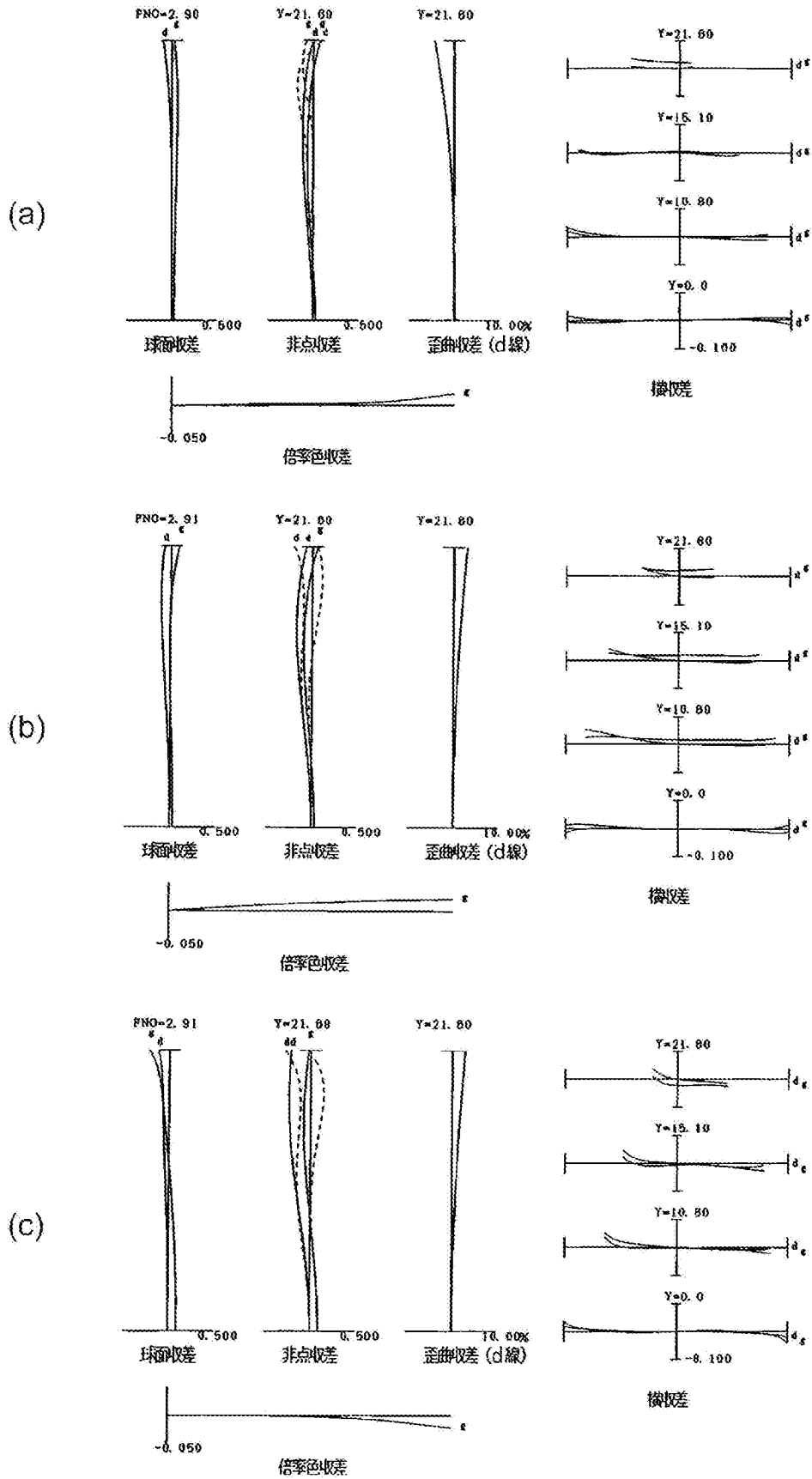
横収差

[図13]

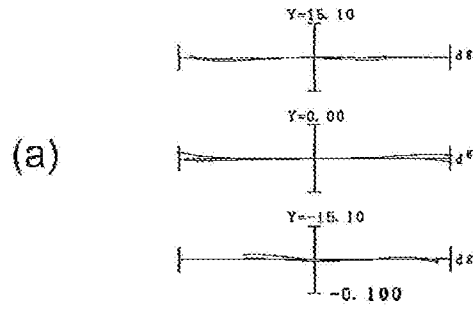




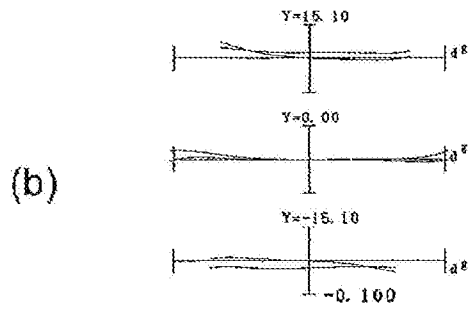
[圖14]



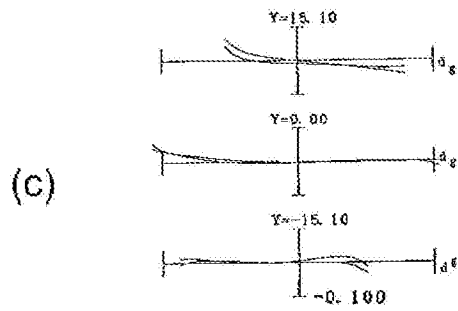
[図15]



横誤差

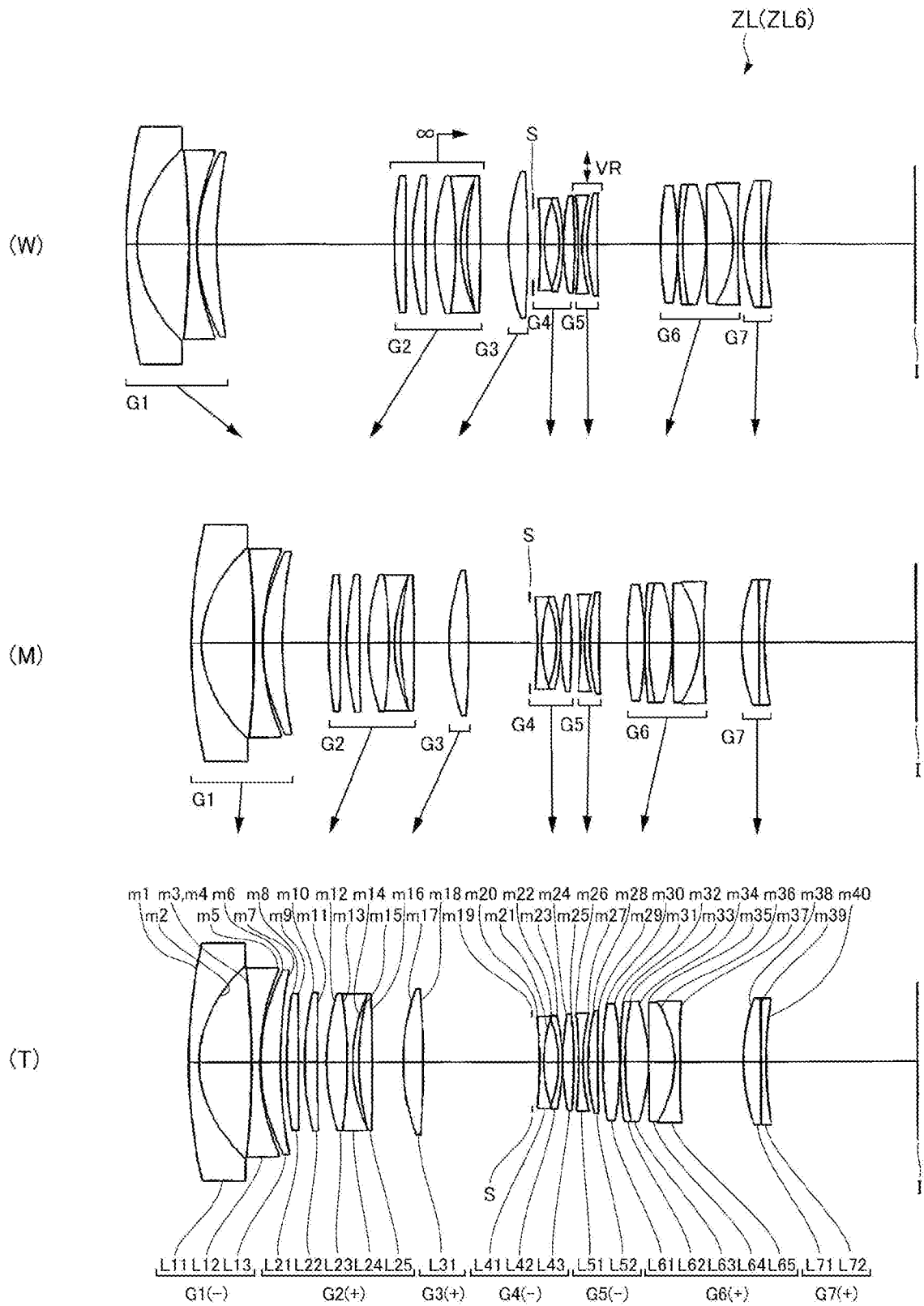


横誤差

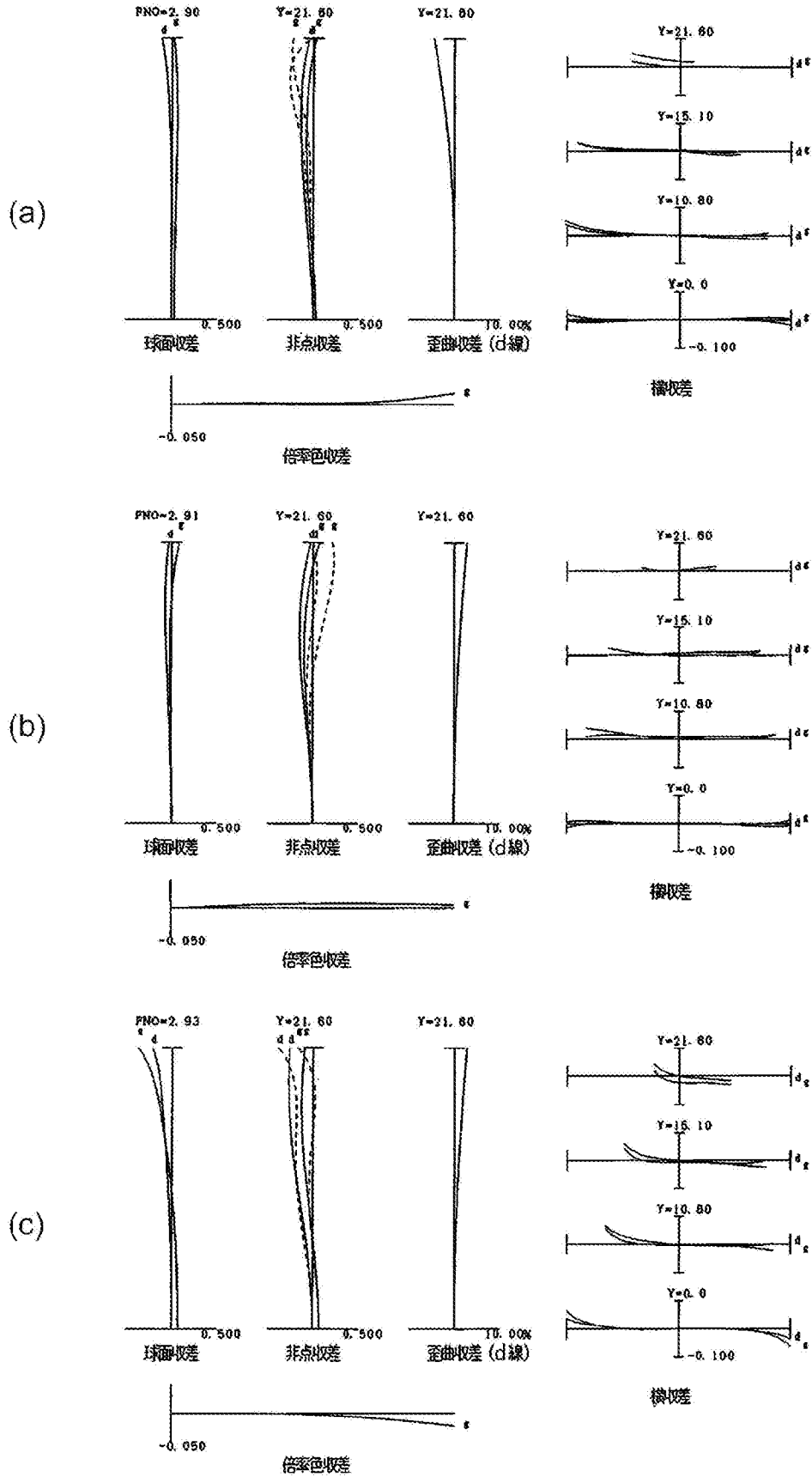


横誤差

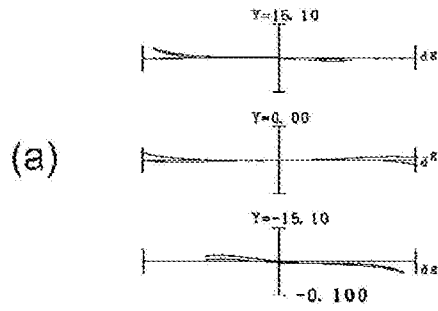
[図16]



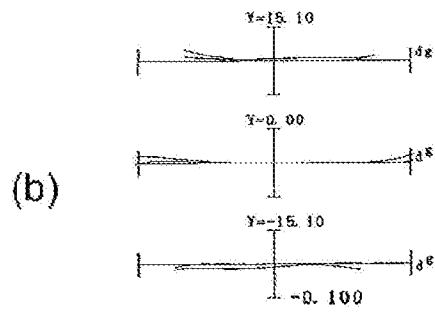
[圖17]



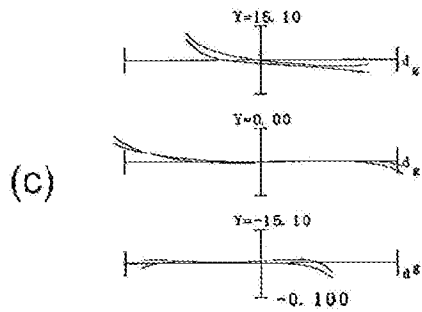
[図18]



横切差

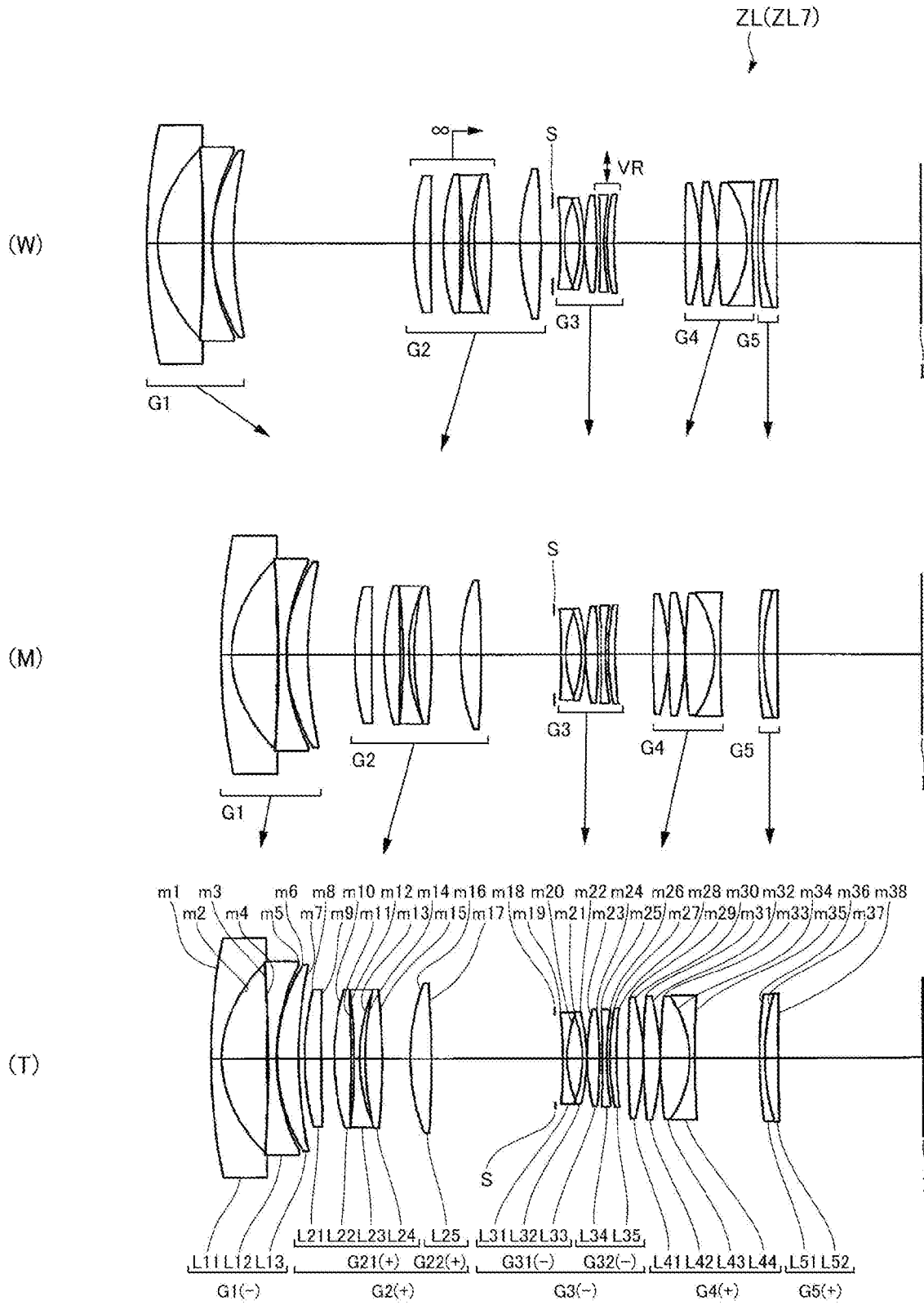


横切差

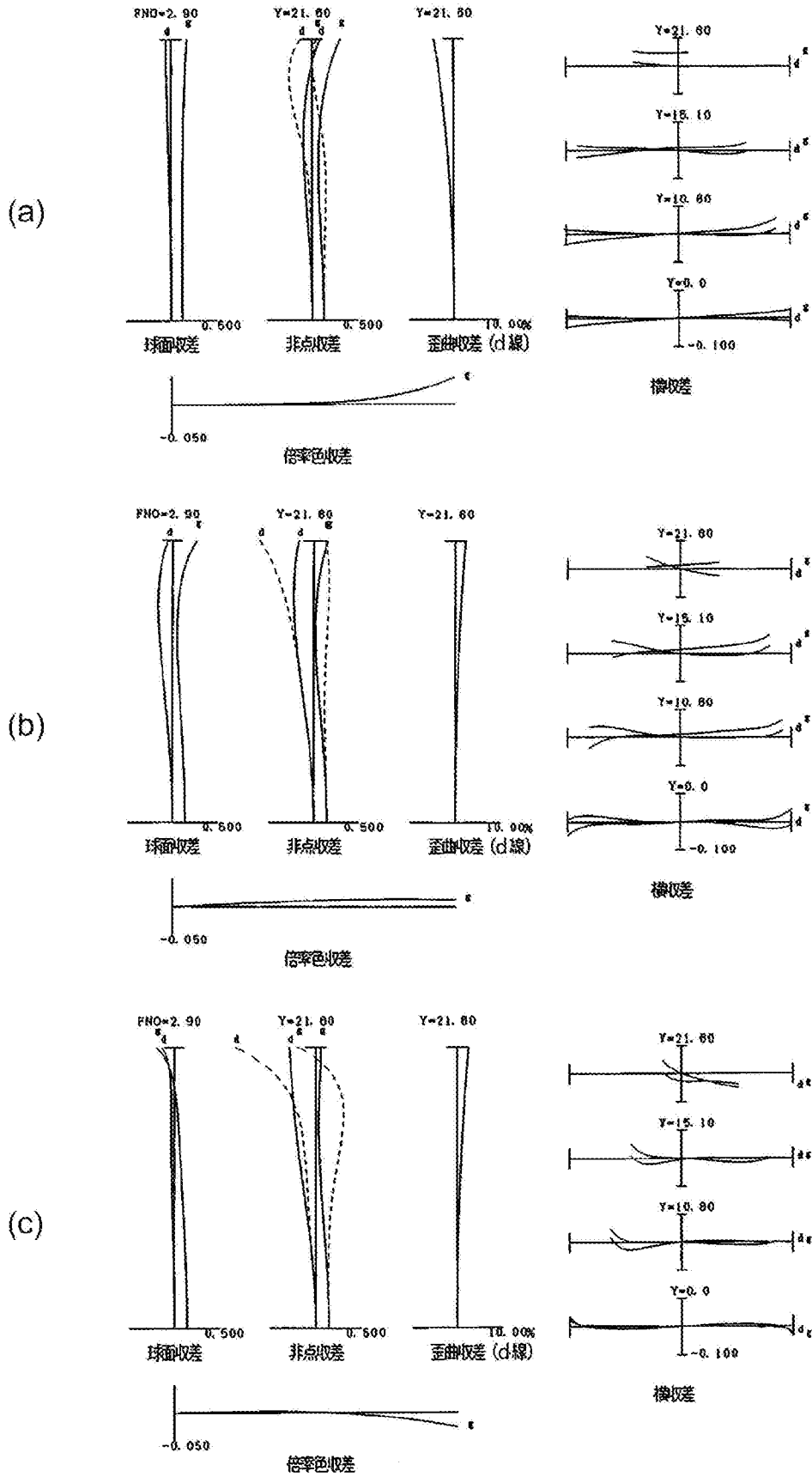


横切差

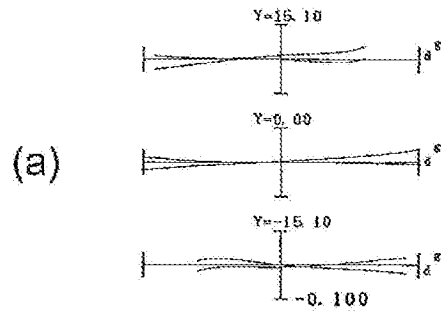
[図19]



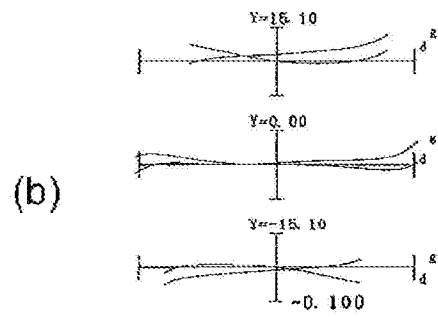
[圖20]



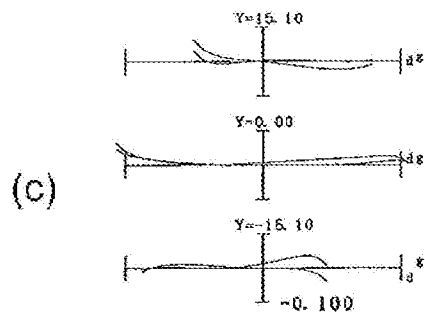
[図21]



横収差



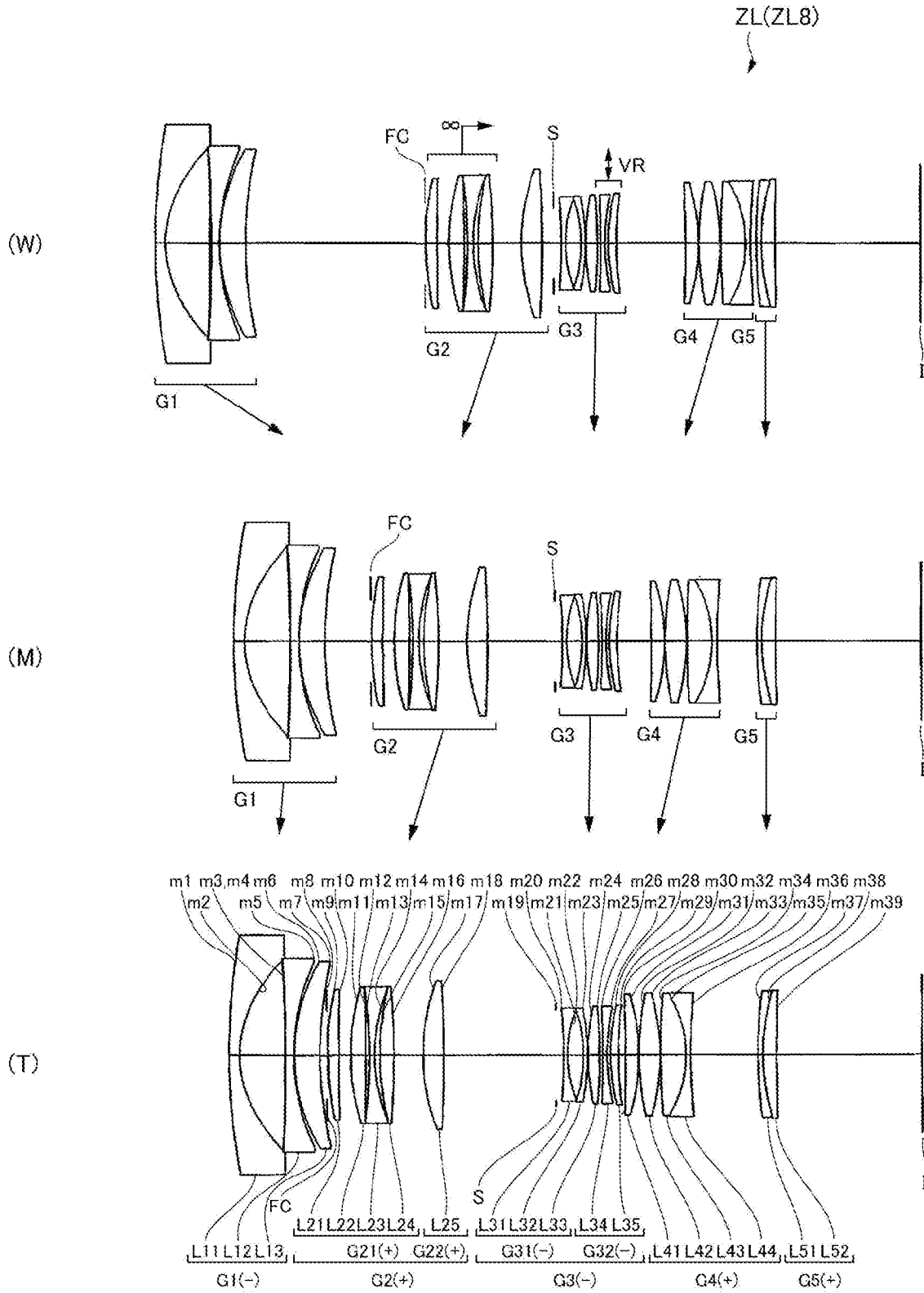
横収差



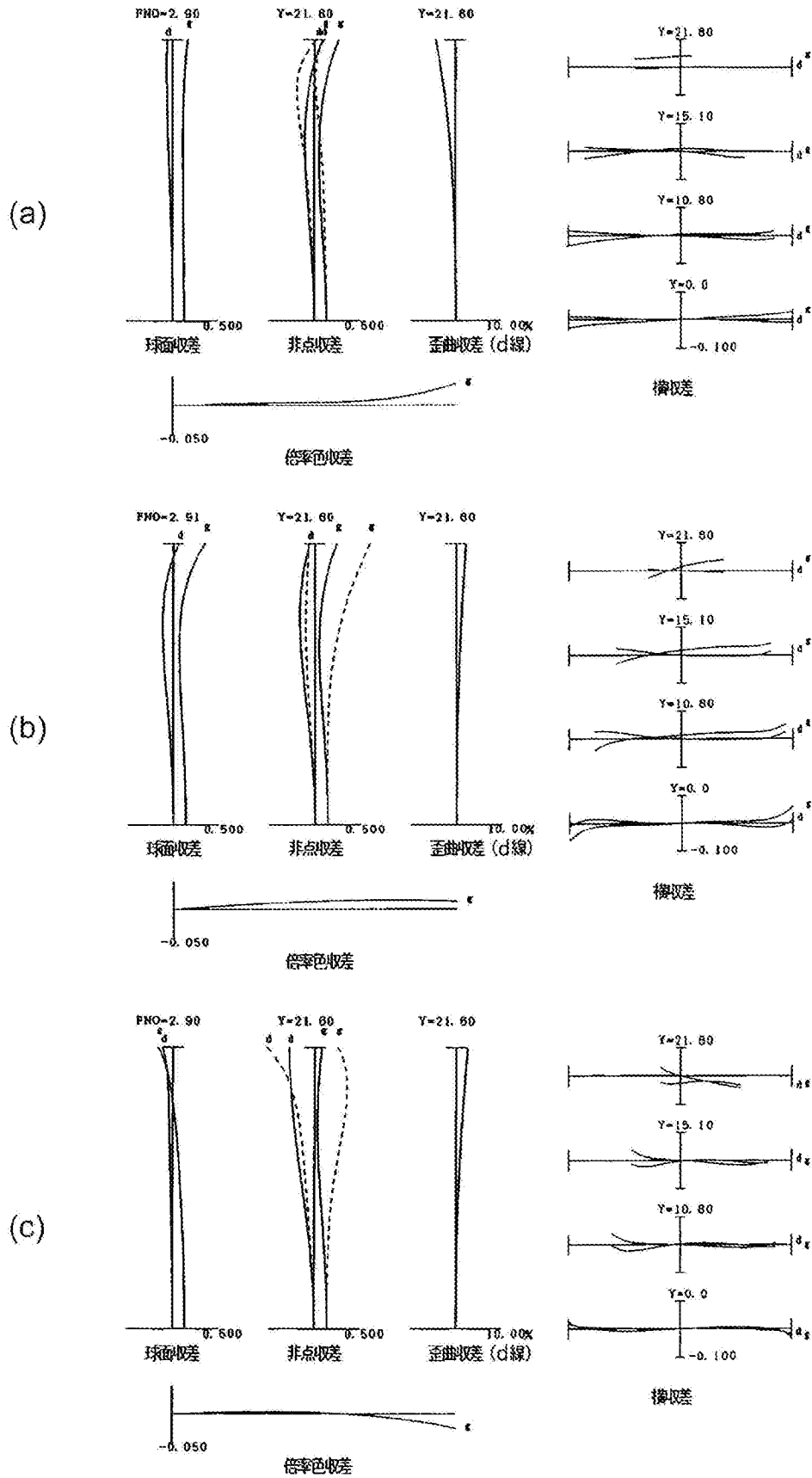
横収差



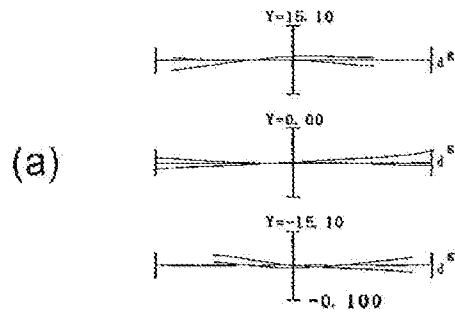
[図22]



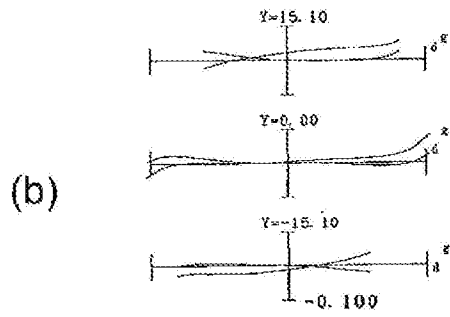
[圖23]



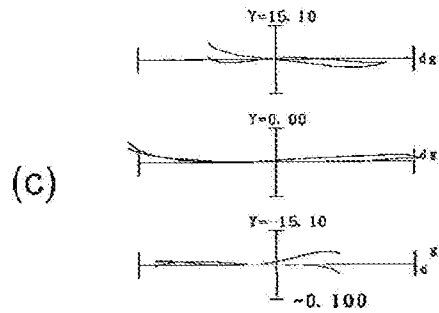
[図24]



横収差

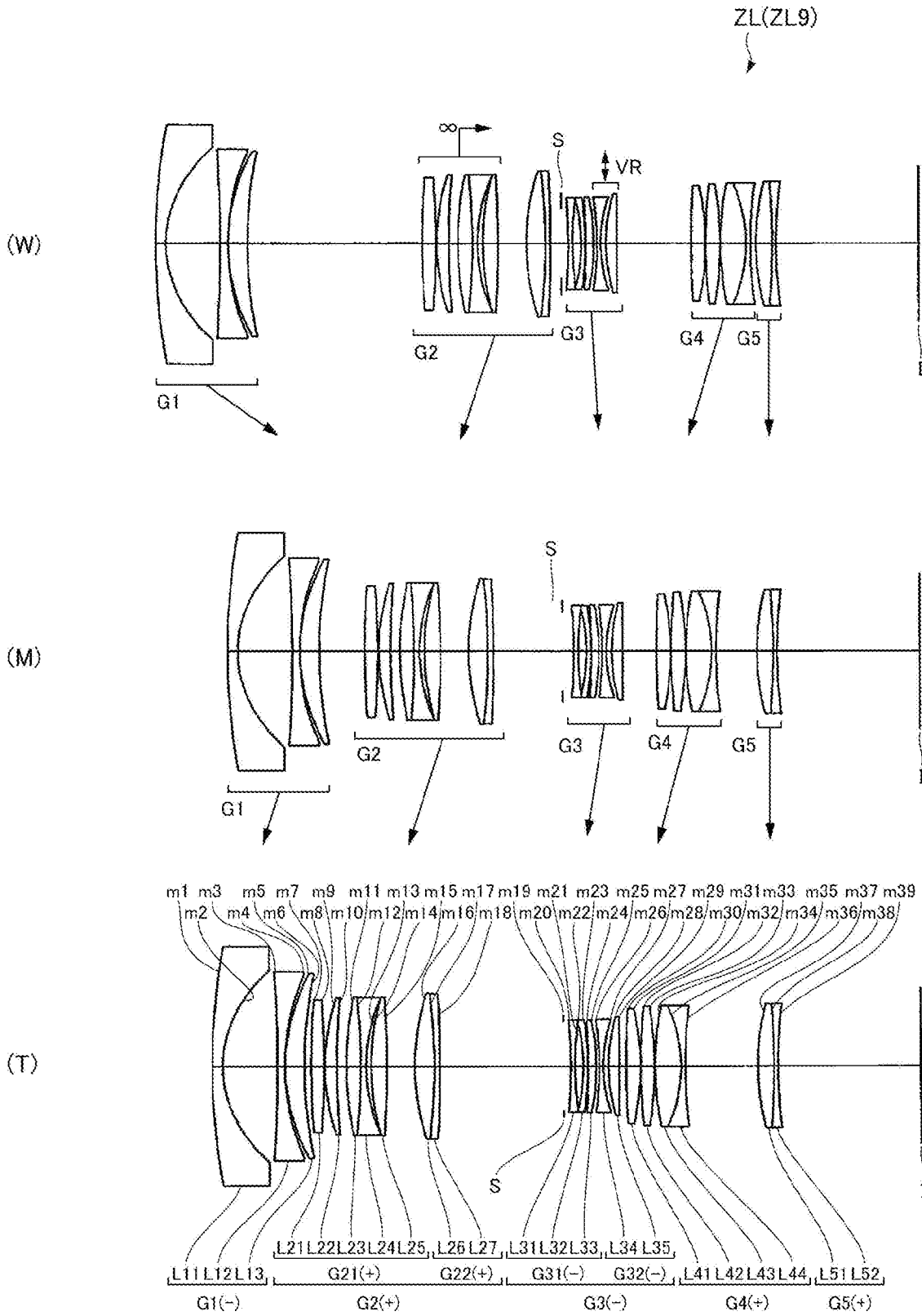


横収差

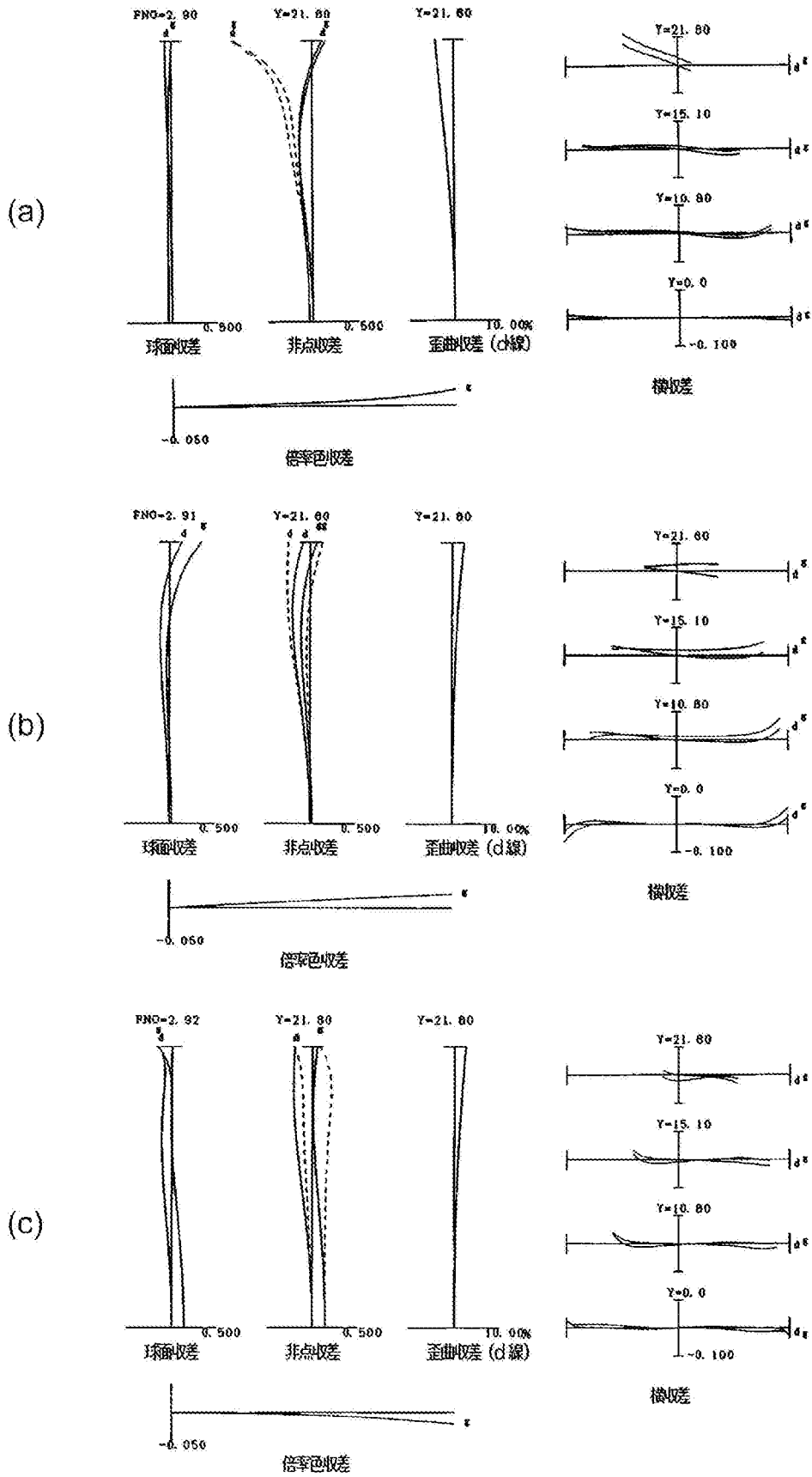


横収差

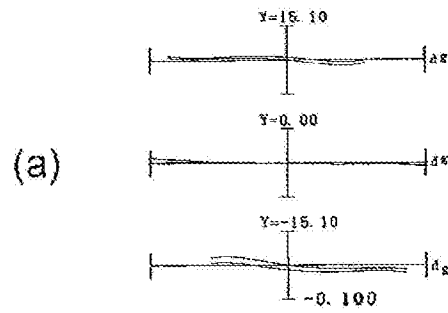
[図25]



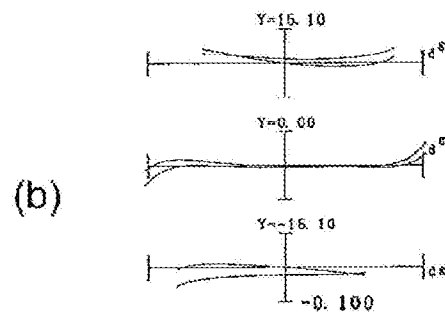
[圖26]



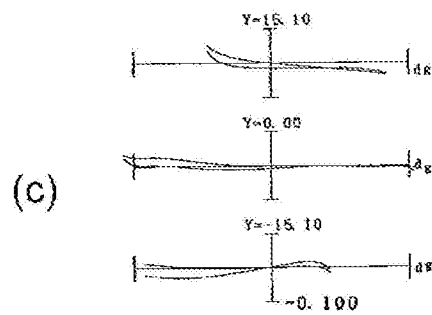
[図27]



横収差

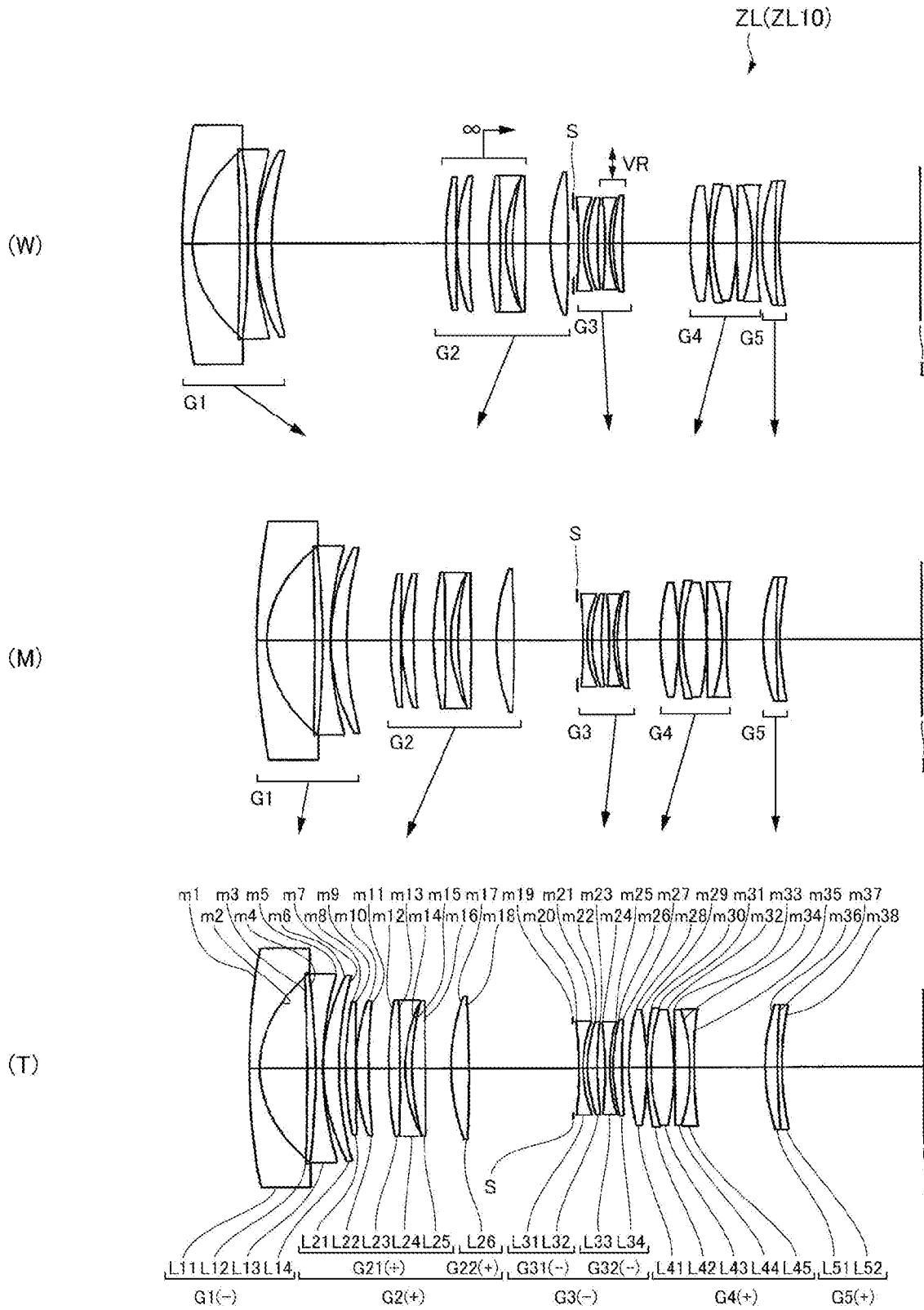


横収差

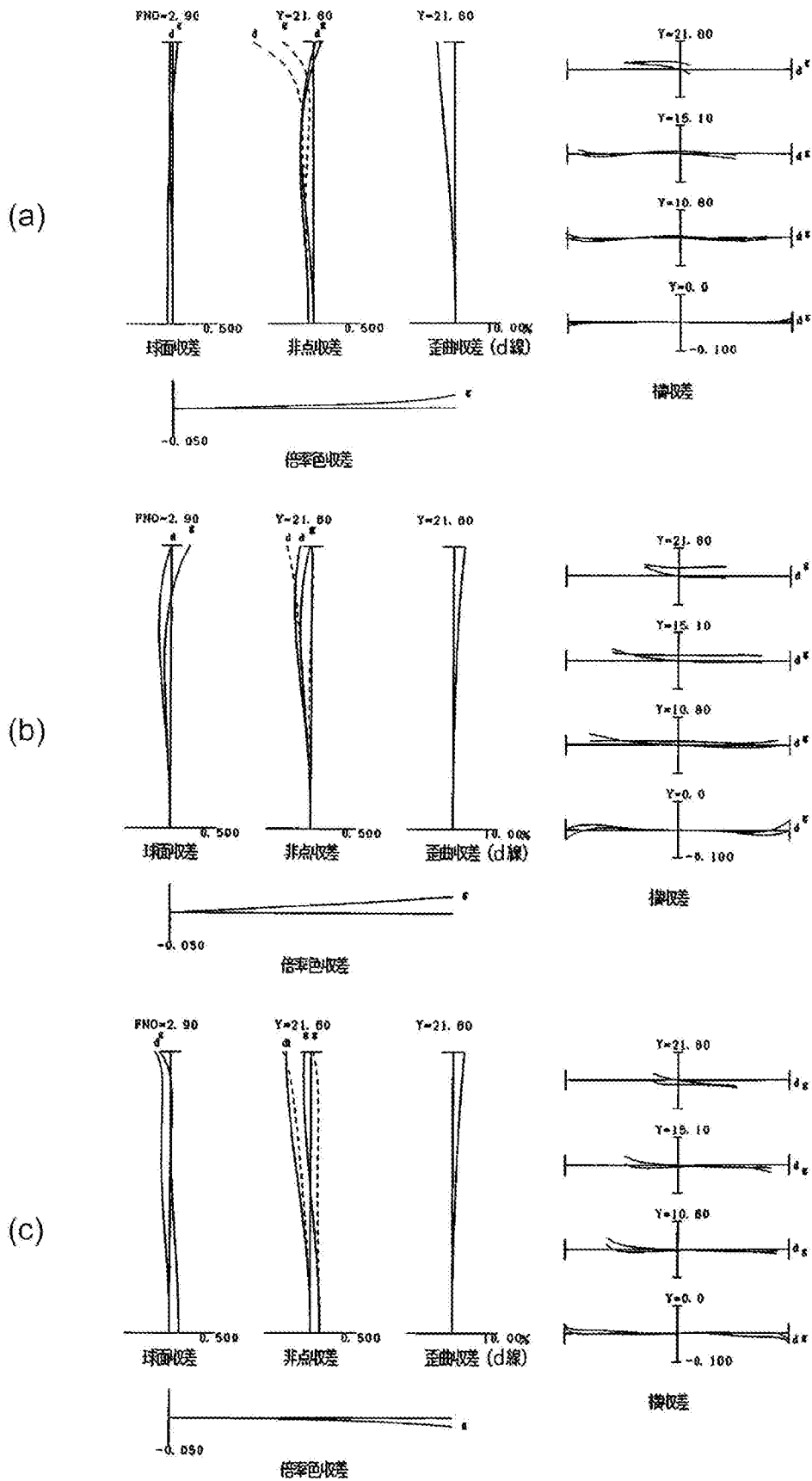


横収差

[図28]

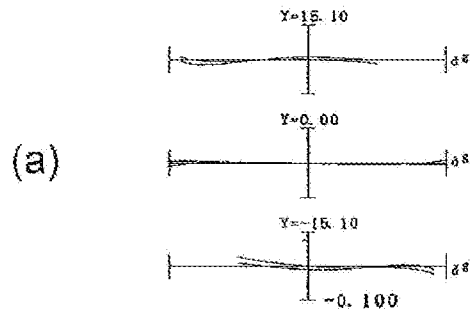


[图29]

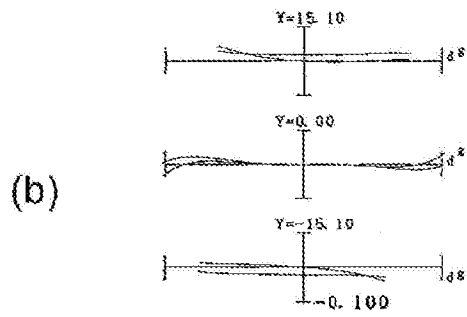




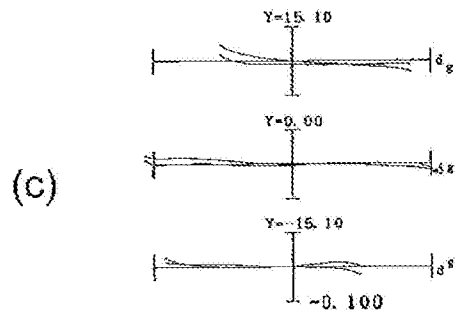
[図30]



横収差

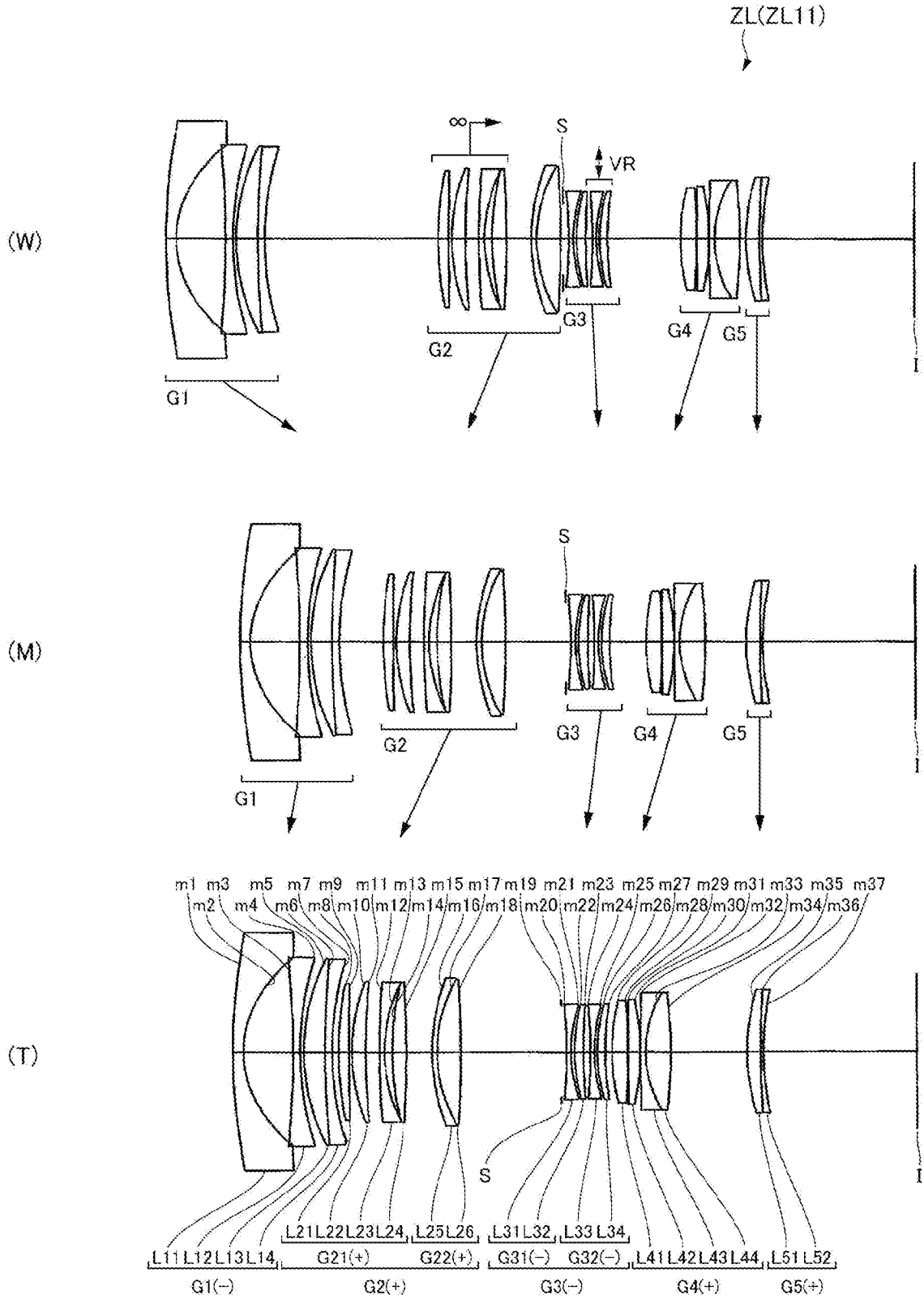


横収差

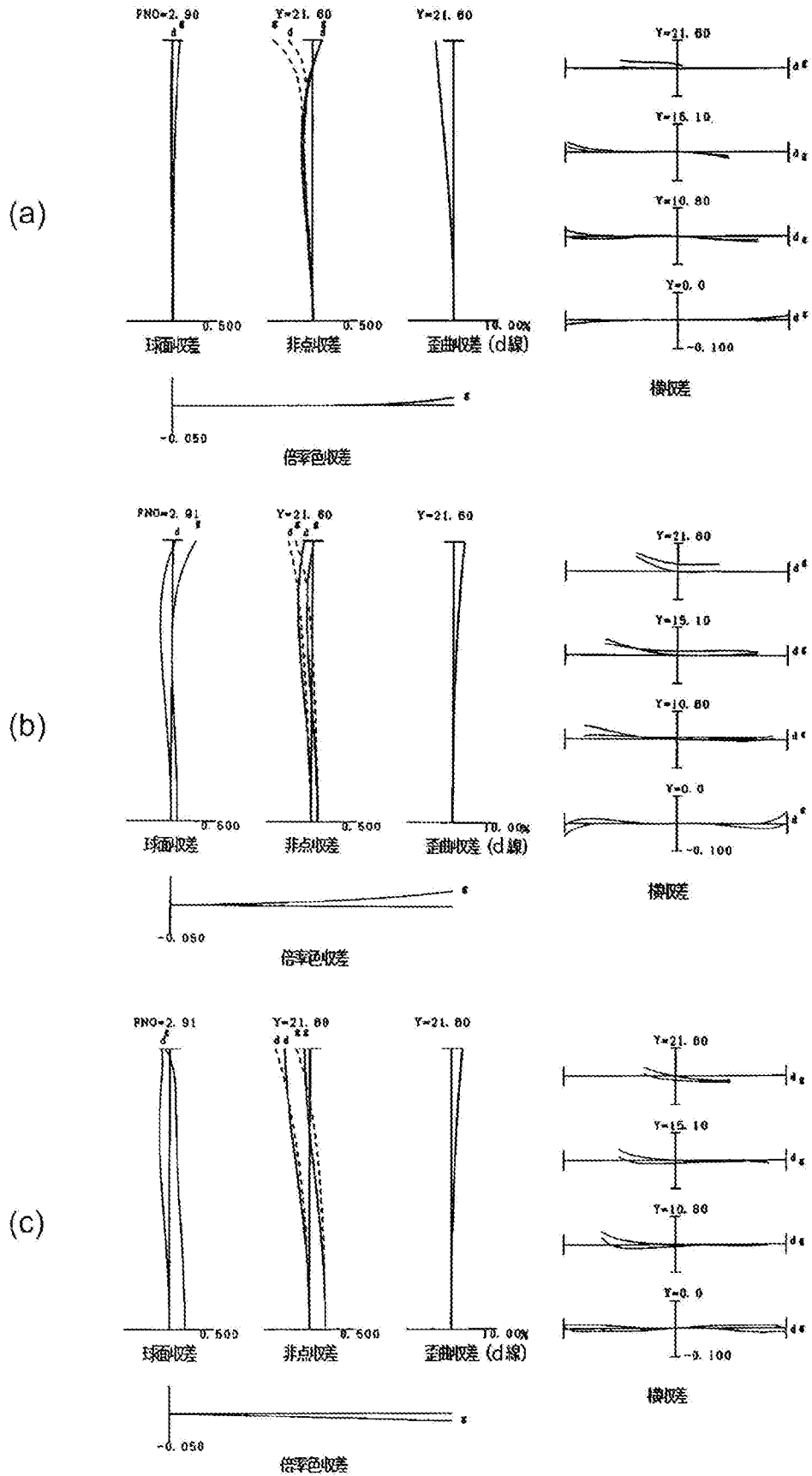


横収差

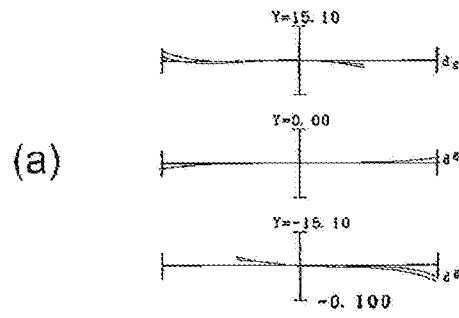
[図31]



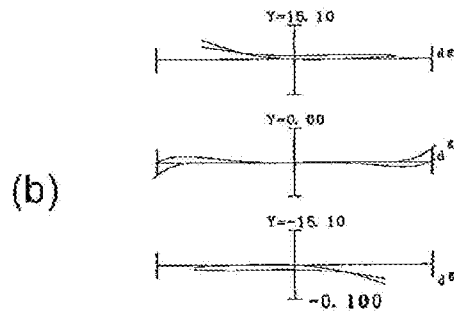
[图32]



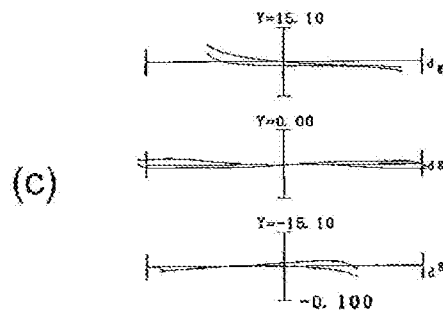
[図33]



横収差

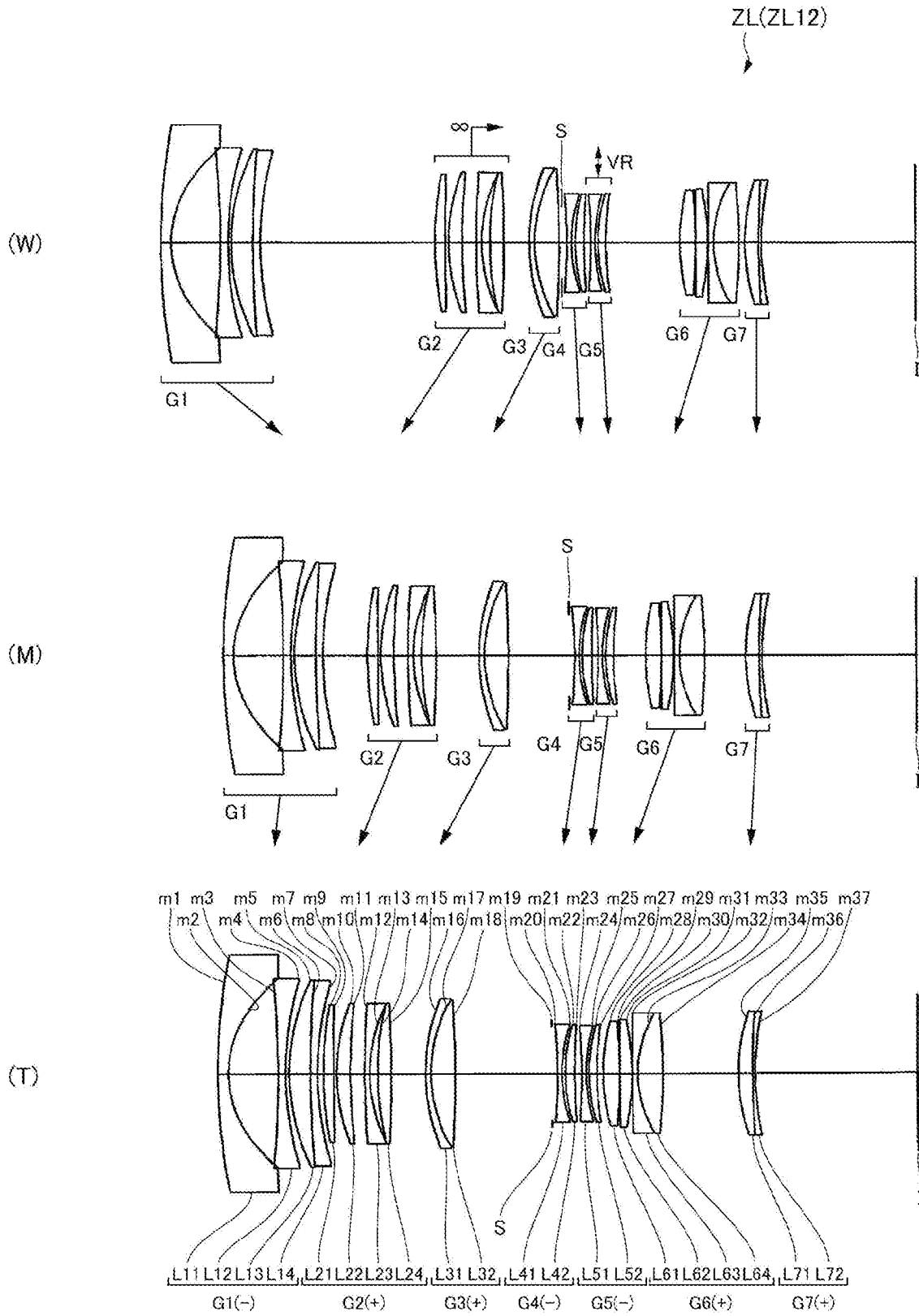


横収差

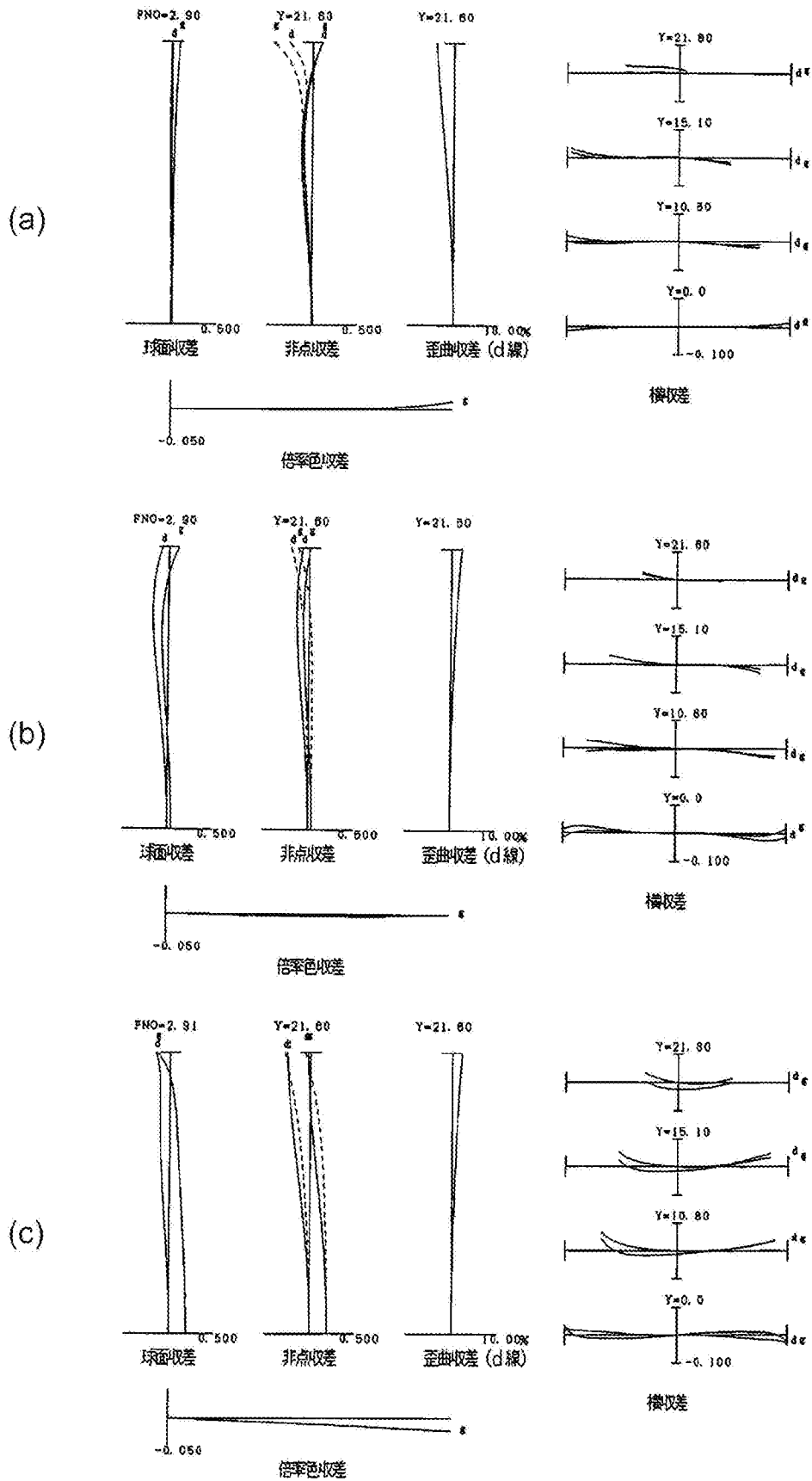


横収差

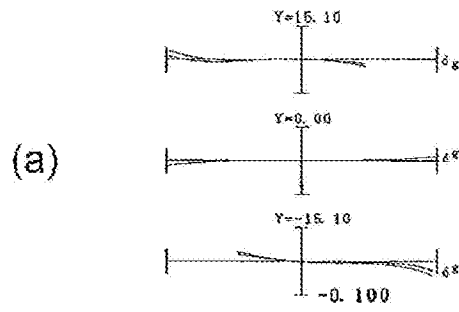
[図34]



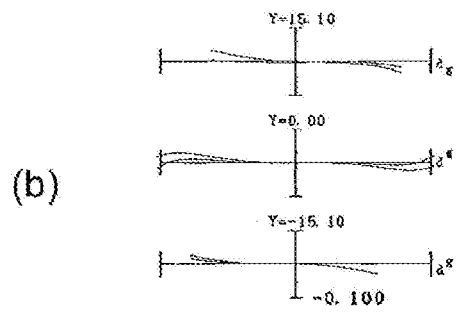
[圖35]



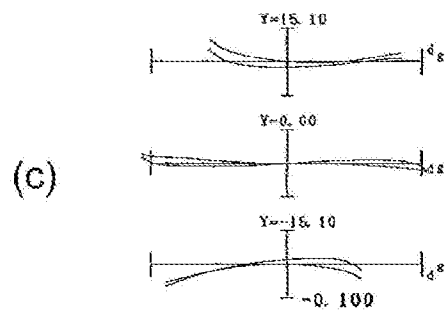
[図36]



撮像差

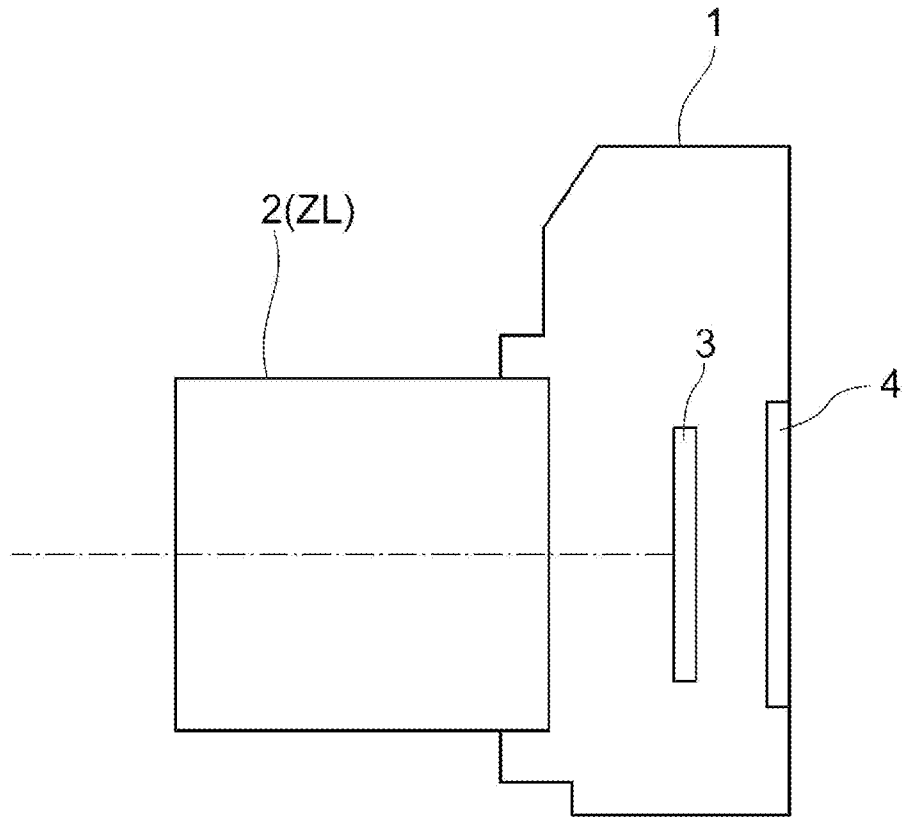


撮像差



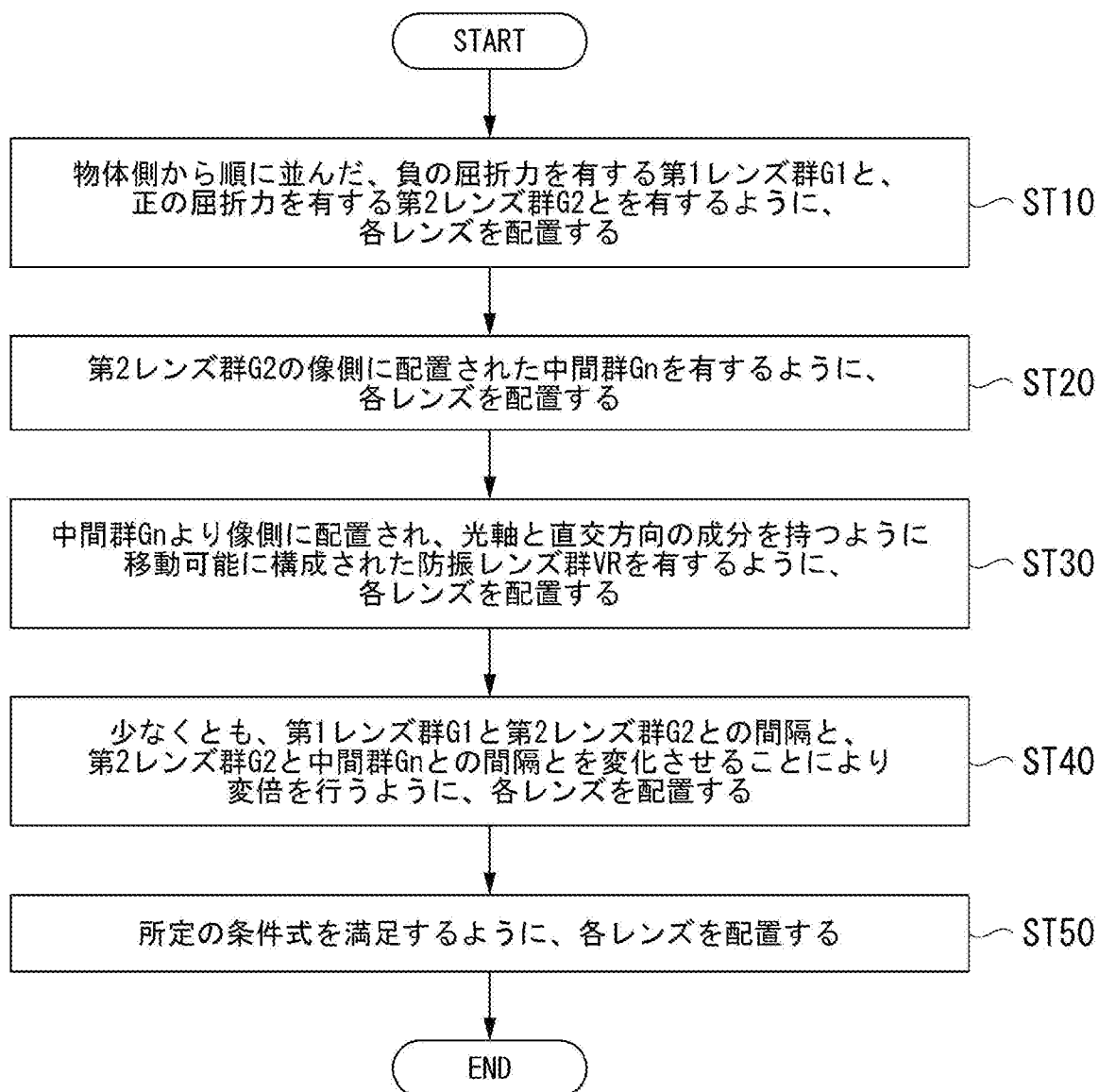
撮像差

[図37]





[図38]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/052683

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G02B15/20, G02B13/18, G03B5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 2014-160229 A (Panasonic Corp.), 04 September 2014 (04.09.2014), entire text; all drawings (particularly, carrying-out mode 1; paragraph [0126]; fig. 1) & US 2014/0211082 A1 the whole document (embodiment 1; paragraph [0126]; fig. 1)	1-2, 4, 8-9 3, 5-7
X A	JP 2014-26169 A (Sony Corp.), 06 February 2014 (06.02.2014), entire text; all drawings (particularly, example 1; paragraph [0053]; fig. 2) & US 2014/0028891 A1 the whole document (example 1; paragraph [0072]; fig. 2) & CN 103576300 A	1, 4, 8-9 2-3, 5-7

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 April 2016 (12.04.16)	Date of mailing of the international search report 26 April 2016 (26.04.16)
---	--

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/JP2016/052683

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 2012-198505 A (Panasonic Corp.), 18 October 2012 (18.10.2012), entire text; all drawings (particularly, numerical example 2; paragraphs [0089] to [0090]; fig. 4) & US 2012/0229902 A1 the whole document (embodiment 2; paragraphs [0163] to [0164]; fig. 4)	1-2, 4, 8-9 3, 5-7
X A	JP 2004-246043 A (Nikon Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), entire text; all drawings (particularly, 1st example; paragraph [0038]; fig. 2) (Family: none)	1, 4-5, 8-9 2-3, 6-7
X A	JP 2007-233045 A (Sony Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), entire text; all drawings (particularly, first carrying-out mode; paragraph [0029]; fig. 1) & US 2007/0206294 A1 the whole document (first embodiment; paragraph [0052]; fig. 1) & EP 1830212 A2 & CN 101038368 A	1, 4, 8-9 2-3, 5-7
X A	WO 2011/145288 A1 (Konica Minolta, Inc.), 24 November 2011 (24.11.2011), entire text; all drawings (particularly, example 1; paragraph [0081]; fig. 2A) & US 2012/0188436 A1 the whole document (embodiment 1; paragraph [0169]; fig. 2A) & CN 102549472 A	1, 4, 8-9 2-3, 5-7
X A	JP 2010-152145 A (Panasonic Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings (particularly, numerical example 1; paragraph [0044]; fig. 1) & US 2010/0165480 A1 the whole document (numerical example II-2; paragraph [0359]; fig. 17)	1, 4, 8-9 2-3, 5-7
X A	JP 2013-64912 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 11 April 2013 (11.04.2013), entire text; all drawings (particularly, example 1; paragraph [0080]; fig. 5) (Family: none)	1, 4, 8-9 2-3, 5-7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052683

## 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 2011-215600 A (Nikon Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), entire text; all drawings (particularly, 4th example; paragraph [0144]; fig. 14) & US 2012/0026589 A1 the whole document (example 4; paragraph [0179]; fig. 14)	1, 3-4, 8-9 2, 5-7
X A	JP 2012-247687 A (Nikon Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), entire text; all drawings (particularly, 2nd example; paragraph [0087]; fig. 6) & US 2012/0069441 A1 the whole document (example 2; paragraph [0125]; fig. 6) & CN 102411196 A	1, 3-4, 8-9 2, 5-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18, G03B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2016年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-160229 A（パナソニック株式会社）2014.09.04, 全文、全 図（特に実施の形態1、[0126]、図1等を参照。）	1-2, 4, 8-9
A	& US 2014/0211082 A1, the whole document(embodiment1, [0126], FIG. 1, etc.)	3, 5-7

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 12.04.2016	国際調査報告の発送日 26.04.2016
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） 瀬戸 息吹 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	JP 2014-26169 A (ソニー株式会社) 2014.02.06, 全文、全図 (特に実施例 1、[0053]、図 2 等を参照。)	1, 4, 8-9
A	& US 2014/0028891 A1, the whole document(example1, [0072], FIG. 2, etc.) & CN 103576300 A	2-3, 5-7
X	JP 2012-198505 A (パナソニック株式会社) 2012.10.18, 全文、全図 (特に、数値実施例 2、[0089]-[0090]、図 4 等を参照。)	1-2, 4, 8-9
A	& US 2012/0229902 A1, the whole document(embodiment2, [0163]-[0164], FIG. 4, etc.)	3, 5-7
X	JP 2004-246043 A (株式会社ニコン) 2004.09.02, 全文、全図 (特に、第 1 実施例、[0038]、図 2 等を参照。) (ファミリーなし)	1, 4-5, 8-9
A		2-3, 6-7
X	JP 2007-233045 A (ソニー株式会社) 2007.09.13, 全文、全図 (特に、第 1 の実施の形態、[0029]、図 1 等を参照。)	1, 4, 8-9
A	& US 2007/0206294 A1, the whole document(first embodiment, [0052], FIG. 1, etc.) & EP 1830212 A2 & CN 101038368 A	2-3, 5-7
X	WO 2011/145288 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2011.11.24, 全文、全図 (特に、実施例 1、[0081]、図 2A 等を参照。)	1, 4, 8-9
A	& US 2012/0188436 A1, the whole document(embodiment1, [0169], FIG. 2A, etc.) & CN 102549472 A	2-3, 5-7
X	JP 2010-152145 A (パナソニック株式会社) 2010.07.08, 全文、全図 (特に、数値実施例 1、[0044]、図 1 等を参照。)	1, 4, 8-9
A	& US 2010/0165480 A1, the whole document(numerical example II -2, [0359], FIG. 17, etc.)	2-3, 5-7
X	JP 2013-64912 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2013.04.11, 全文、全図 (特に、実施例 1、[0080]、図 5 等を参照。)	1, 4, 8-9
A	(ファミリーなし)	2-3, 5-7
X	JP 2011-215600 A (株式会社ニコン) 2011.10.27, 全文、全図 (特に、第 4 実施例、[0144]、図 14 等を参照。)	1, 3-4, 8-9
A	& US 2012/0026589 A1, the whole document(example4, [0179], FIG. 14, etc.)	2, 5-7

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	JP 2012-247687 A (株式会社ニコン) 2012.12.13, 全文、全図 (特に、第2実施例、[0087]、図6等を参照。)	1, 3-4, 8-9
A	& US 2012/0069441 A1, the whole document (example2, [0125], FIG.6, etc.) & CN 102411196 A	2, 5-7