

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年2月26日(26.02.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/025831 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 15/16 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)  
G02B 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/071611
- (22) 国際出願日: 2014年8月19日(19.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-170493 2013年8月20日(20.08.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町1丁目  
1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山上 陽(YAMAGAMI, Akira); 〒1008331  
東京都千代田区有楽町1丁目1番1号 株式  
会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 義雄, 外(INOUE, Yoshio et al.); 〒  
1030027 東京都中央区日本橋3丁目1番4号画  
廊ビル3階 Tokyo (JP).

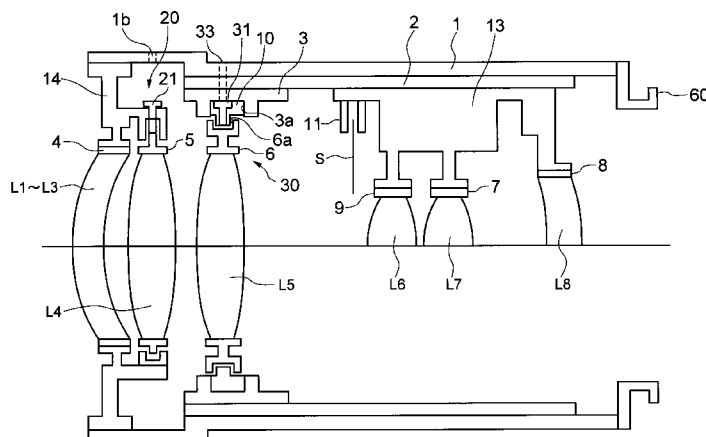
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,  
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ロピア (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 FOCAL LENGTH LENS, OPTICAL DEVICE, METHOD FOR ADJUSTING VARIABLE FOCAL LENGTH LENS

(54) 発明の名称: 可変焦点距離レンズ、光学装置、可変焦点距離レンズの調整方法



(57) Abstract: A variable focal length lens has, in order from the object side, a first lens group (G1) that has a negative index of refraction and a second lens group (G2) that has a positive index of refraction. Focal length is changed by varying the air space for the first lens group and the second lens group. The lens also has adjustment mechanisms (20, 30) that carry out positional adjustments giving shift eccentricity or tilt eccentricity of part of the first lens group or all of the lenses and part of the second lens group after assembly of the first lens group and the second lens group. Thereby, a variable focal length imaging lens that can achieve excellent optical performance at a low cost, an optical device having the same, and a method for adjusting the imaging lens can be provided.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/025831 A1



物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群G1と、正の屈折率を有する第2レンズ群G2とを有し、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変し、第1レンズ群と第2レンズ群とを組み立てたあとで、第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構20、30を有することにより、良好な光学性能を達成可能で低コストの可変焦点距離撮影レンズとこれを有する光学装置、撮影レンズの調整方法を提供する。

## 明 細 書

発明の名称：

可変焦点距離レンズ、光学装置、可変焦点距離レンズの調整方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、可変焦点距離レンズとこれを有する光学装置、可変焦点距離レンズの調整方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適した各種の可変焦点距離レンズが提案されている。例えば、日本国特開2009-48012号公報参照。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-48012号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の可変焦点距離レンズは、偏芯誤差が生じると結像性能の劣化を生じるという問題があった。また、結像性能の劣化を防ぐためには各レンズ、レンズ室、機構部品の形状精度を高め偏芯誤差を低減する必要があったが、加工精度の要求が高まるためコストダウンが困難であった。さらに、可変焦点距離レンズの変倍比が大きくなると、結像性能の劣化はますます深刻となり、加工精度の要求はますます高くなっている。ことに、広角端状態から望遠端状態にわたる可変焦点距離全域で結像性能の劣化を抑えることは非常に困難となる。

[0005] 本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、低コストで良好な光学性能を達成可能な可変焦点距離撮影レンズとこれを有する光学装置、撮影レンズの調整方法を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するため、本発明は、  
物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、  
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変し、  
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とを組み立てたあとで、前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構を有することを特徴とする可変焦点距離レンズを提供する。
- [0007] また、本発明は、前記可変焦点距離レンズを有することを特徴とする光学装置を提供する。
- [0008] また、本発明は、  
物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、  
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変させる可変焦点距離レンズの調整方法であって、  
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とを組み立てたあとで、前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構により調整することを特徴とする可変焦点距離レンズの調整方法を提供する。

## 発明の効果

- [0009] 本発明によれば、低コストで良好な光学性能を達成可能な可変焦点距離撮影レンズとこれを有する光学装置、撮影レンズの調整方法を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す断面図である。

[図2]図2 A、2 B、および2 Cは、製造時に偏心誤差が発生しなかった場合の第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図2 Aは広角端状態、図2 Bは中間焦点距離状態、図2 Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図3]図3 A、3 B、および3 Cは、製造時に偏心誤差が発生した場合の第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図3 Aは広角端状態、図3 Bは中間焦点距離状態、図3 Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図4]図4は、第1実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図5]図5は、本願実施例において、レンズを光軸に対して偏芯させる第1の調整機構の断面図を示す。

[図6]図6は、本願実施例において、レンズを光軸に対して偏芯させる第2の調整機構の断面図を示す。

[図7]図7 A、7 B、および7 Cは、第1実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第1および第2の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図7 Aは広角端状態、図7 Bは中間焦点距離状態、図7 Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図8]図8は、第2実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図9]図9 A、9 B、および9 Cは、第2実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第1および第2の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図9 Aは広角端状態、図9 Bは中間焦点距離状態、図9 Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図10]図10は、第3実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図11]図11は、本願実施例において、レンズを光軸に対して偏芯させる第3の調整機構の断面図を示す。

[図12]図12A、12B、および12Cは、第3実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第1および第3の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図12Aは広角端状態、図12Bは中間焦点距離状態、図12Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図13]図13は、第4実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図14]図14は、本願実施例において、レンズを光軸に対して偏芯させる第4の調整機構の断面図を示す。

[図15]図15A、15B、および15Cは、第4実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第1および第4の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図15Aは広角端状態、図15Bは中間焦点距離状態、図15Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図16]図16は、第5実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図17]図17A、17B、および17Cは、第5実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第3の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図17Aは広角端状態、図17Bは中間焦点距離状態、図17Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図18]図18は、第6実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。

[図19]図19A、19B、および19Cは、第6実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第3および第4の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図19Aは広角端状態、図19Bは中間焦点距離状態、図19Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図20]図20は、第7実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。  
。

[図21]図21A、21B、および21Cは、第7実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第2の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図21Aは広角端状態、図21Bは中間焦点距離状態、図21Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図22]図22は、第8実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。  
。

[図23]図23A、23B、および23Cは、第8実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第3の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図23Aは広角端状態、図23Bは中間焦点距離状態、図23Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図24]図24は、第9実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。  
。

[図25]図25A、25B、および25Cは、第9実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第2および第3の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図25Aは広角端状態、図25Bは中間焦点距離状態、図25Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図26]図26は、第10実施例に係る可変焦点距離レンズの機構を示す断面図。  
。

[図27]図27A、27B、および27Cは、第10実施例にかかる可変焦点距離レンズにおいて、製造時に発生した偏芯誤差を第2および第4の調整機構で調整したあとの、無限遠合焦状態でのd線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差を示し、図27Aは広角端状態、図27Bは中間焦点距離状態、図27Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[図28]図28は、本願の可変焦点距離レンズを搭載したカメラを示す図。

[図29]図29は、本願の可変焦点距離レンズの調整方法の概略を示すフロー図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本願の一実施形態にかかる可変焦点距離レンズと、可変焦点距離レンズの調整方法について説明する。なお、以下の実施の形態は、発明の理解を容易にするためのものに過ぎず、本願発明の技術的思想を逸脱しない範囲において当業者により実施可能な付加・置換等を施すことを排除することは意図していない。

また、本明細書においてシフト偏芯とは、レンズ群またはレンズ群の一部を可変焦点距離レンズの光軸に対して直行方向に移動させることをいい、チルト偏芯とは、レンズ群またはレンズ群の一部を可変焦点距離レンズの光軸に対して直交成分を有するように傾斜させることをいう。

[0012] 本願の可変焦点距離レンズは、物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変し、第1レンズ群と第2レンズ群とを組み立てたあとで、第1レンズ群の一部のレンズ群と第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構を有する構成である。

[0013] この構成により、本願の可変焦点距離レンズは、製造時の偏芯誤差によって発生する偏芯収差による結像性能の劣化を広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好に補正できる。

[0014] 従来のように、第1レンズ群の一部または全部のレンズ群、または第2レンズ群の一部のレンズ群のどちらか一方のみの調整機構で偏芯誤差を補正しようとする、良好に偏芯収差が補正できるのは全焦点距離範囲中のごく一部に限られ、補正できない焦点距離範囲では偏芯収差が残存し結像性能が悪化する。この問題は、可変焦点距離レンズの変倍比が大きくなるほど顕著となる。これを解決する為に、本願の可変焦点距離レンズでは、上記の構成を

採用することで全焦点距離範囲で良好に補正を達成している。

[0015] また、本願の変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(2) \quad MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は前記変焦点距離レンズの望遠端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は前記変焦点距離レンズの広角端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は前記変焦点距離レンズの望遠端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_w$ は前記変焦点距離レンズの広角端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[0016] 条件式(1)、(2)は、変焦点距離レンズの第1レンズ群の一部のレンズ群と、第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を、調整機構を介して行い、変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0017] 本願の変焦点距離レンズは、第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好な補正を実現できる。

[0018] 条件式(1)の下限値を下回った場合、広角端状態から望遠端状態までの

全焦点域での偏心収差の補正が困難となる。

[0019] 条件式(2)の上限値を上回った場合、広角端状態から望遠端状態までの全焦点域での偏心収差の補正が困難となる。

[0020] なお、実施形態の効果を確実にするために、条件式(1)の下限値を2.5にすることが好ましい。

[0021] また、実施形態の効果を確実にするために、条件式(2)の上限値を1.5にすることが好ましい。

[0022] また、本願の可変焦点距離レンズでは、第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有する構成が望ましい。この構成により、本願の可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する像ぶれによる結像性能の劣化を良好に補正できる。

[0023] また、本願の可変焦点距離レンズでは、第1レンズ群は最も像側に正レンズを有し、調整機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群は最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏心収差の良好な補正を実現できる。

[0024] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(4) \quad MB_t / MB_w < -3.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は可変焦点距離レン

ズの望遠端状態における、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、MBwは可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[0025] 条件式(3)、(4)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0026] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好な補正を実現できる。なお、条件式(3)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(4)の上限値を-4.5とするのがより好ましい。

[0027] また、本願の可変焦点距離レンズでは、第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、調整機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、防振レンズ群は第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振する構成が望ましい。

[0028] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、防振レンズ群は、第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振することが可能となり、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補

正を実現できる。

[0029] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 2.0 < MA_t/MA_w$$

$$(6) \quad MB_t/MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、防振レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t=MB_w=1$ とする。

[0030] 条件式(5)、(6)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0031] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好な補正を実現できる。なお、条件式(5)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(6)の上限値を1.0とするのがより好ましい。

[0032] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、調整

機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。

[0033] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズのシフト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群のシフト偏芯による位置調整を調整機構を介して行い、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0034] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(8) \quad MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、前記負レンズ群L8と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[0035] 条件式(7)、(8)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0036] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好な偏芯収差の補正を実現できる。なお、条件式(7)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(8)の上限値を1.3とするのがより好ましい。

[0037] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズと、第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、調整機構は第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。

[0038] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズのシフト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で良好な偏芯収差の補正を実現できる。

[0039] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(9) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

但し、 $MA_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[0040] 条件式(9)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0041] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面

との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で結像性能の良好な補正を実現できる。なお、条件式（９）の下限値を２．５とするのがより好ましい。

[0042] また、本願の可変焦点距離レンズは、第２レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、調整機構は、第１レンズ群をチルト偏芯させる位置調整と、第２レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。

[0043] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第１レンズ群のチルト偏芯による位置調整と、第２レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群のシフト偏芯による位置調整を調整機構を介して行い、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0044] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(10) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(11) \quad MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第１レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第１レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第２レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第２レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、第２レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[0045] 条件式（１０）、（１１）は、可変焦点距離レンズの第１レンズ群をチル

ト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行うことで、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0046] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で結像性能の良好な補正を実現できる。なお、条件式(10)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(11)の上限値を1.3とするのがより好ましい。

[0047] また、本願の可変焦点距離レンズは、第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、調整機構は第1レンズ群全体をチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群のチルト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズのシフト偏芯による位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0048] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい

$$(12) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[0049] 条件式(12)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群をチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置

調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0050] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。なお、条件式(12)の下限値を2.5とするのがより好ましい。

[0051] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、調整機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0052] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(13) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(14) \quad MB_t / MB_w < -3.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[0053] 条件式(13)、(14)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も

像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行うことで、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0054] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で結像性能の良好な補正を実現できる。なお、条件式(13)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(14)の上限値を-4.5とするのがより好ましい。

[0055] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、調整機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、防振レンズ群は、第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振する構成が望ましい。これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズのチルト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群のチルト偏芯による位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0056] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(15) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(16) \quad MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MA_w$ は可

変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、第2レンズ群の防振レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t=MB_w=1$ とする。

[0057] 条件式(15)、(16)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行い、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0058] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするように構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で結像性能の良好な補正を実現できる。なお、条件式(15)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(16)の上限値を1.0とするのがより好ましい。

[0059] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、調整機構は、第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。これにより、本願可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズのチルト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群のシフト偏芯による位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの

全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0060] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(17) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

$$(18) \quad MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MB_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MB_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。なお、前記負レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[0061] 条件式(17)、(18)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行うことで、可変焦点距離レンズの広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0062] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を、第2レンズ群の防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化に比べて大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。なお、条件式(17)の下限値を2.5とするのがより好ましい。また、条件式(18)の上限値を1.3とするのがより好ましい。

[0063] また、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側に正レンズと、第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、調整機構は第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行う構成が望ましい。

[0064] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズのチルト偏芯による位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズのシフト偏芯による位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。

[0065] また、本願の可変焦点距離レンズは、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$(19) \quad 2.0 < MA_t / MA_w$$

但し、 $MA_t$ は可変焦点距離レンズの望遠端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、 $MA_w$ は可変焦点距離レンズの広角端状態における、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[0066] 条件式(19)は、可変焦点距離レンズの第1レンズ群の最も像側の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の最も像側の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を調整機構を介して行うことで、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差による結像性能の劣化を良好に補正するのに適したレンズ群の倍率関係を規定する。

[0067] 本願の可変焦点距離レンズは、第1レンズ群の最も像側の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率の変化を大きくするよう構成することにより、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で偏芯収差の良好な補正を実現できる。なお、条件式(19)の下限値を2.5とするのがより好ましい。

[0068] また、本願の可変焦点距離レンズは、虹彩絞りを有し、この虹彩絞りは焦点距離を変化させる際に、第2レンズ群と一体的に移動する構成が望ましい。これにより、本願の可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態ま

での全焦点距離範囲で諸収差を良好に補正し高い結像性能を達成することができる。

[0069] 本願の可変焦点距離レンズの調整方法は、物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を変化させる可変焦点距離レンズの調整方法であって、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とを組み立てたあとで、前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構により調整する方法である。

[0070] これにより、本願の可変焦点距離レンズは、容易に偏芯調整を行うことが可能となり、低コストで高い結像性能を達成することができる。

[0071] (本願の実施例)

以下に、本願の可変焦点距離レンズの各実施例について説明する。以下に示す本願の第1実施例から第10実施例は、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正するための調整機構を有するレンズの調整箇所が異なっているが、可変焦点距離レンズ自体の光学諸元は共通である。このため、共通の箇所については、ここでまとめて説明をする。

[0072] 図1は第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成の断面図である。図1に示すように、第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズは、負の屈折率を有する第1レンズ群G1と、正の屈折率を有する第2レンズ群G2とから構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の空気間隔が変化する構成である。

[0073] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4から構成される。

[0074] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたレンズ群L

5 と、虹彩絞り S と、両凸形状の正レンズ L 6 と、物体側に凸面を向けたレンズ群 L 7 と、物体側に凹面を向けた接合レンズと物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズからなるレンズ群 L 8 とから構成される。

[0075] 第2レンズ群 G 2 のレンズ群 L 5 は、物体側に凸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構成される。物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 1 の物体側は、非球面形状としている。

[0076] 第2レンズ群 G 2 のレンズ群 L 7 は、両凸形状の正レンズ L 7 1 と物体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構成される。

[0077] 第2レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 は、両凹形状の負レンズ L 8 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 2 との接合レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 8 3 とから構成される。

[0078] 以下の表 1 に、第 1 実施例から第 10 実施例に係る可変焦点距離レンズの光学諸元の値を掲げる。表 1 において、（各種データ）中の、W は広角端状態、M は中間焦点距離状態、T は望遠端状態、f は焦点距離、FNO は F ナンバー、 $2\omega$  は画角（単位は「°」）、Y は像高、TL は可変焦点距離レンズの全長、B.f. はバックフォーカスをそれぞれ示す。

[0079] （面データ）中、第 1 カラム N は物体側からのレンズ面の番号、第 2 カラム r はレンズ面の曲率半径、第 3 カラム d はレンズ面間隔、第 4 カラム  $n_d$  は d 線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）に対する屈折率、第 5 カラム  $\nu_d$  はアッペ数、B.f. はバックフォーカス、OP は物体面、I は結像面をそれぞれ表す。なお、r 欄の「 $r = \infty$ 」は平面を表し、空気の屈折率  $n_d = 1.00000$  は記載を省略している。

[0080] （非球面データ）には、非球面形状を次式で表現した場合の非球面係数を表す。

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

なお、x は面の頂点を基準としたときの光軸からの高さ h の位置での光軸

方向の変位であるザグ量であり、 $\kappa$ は円錐定数、A4、A6、A8、A10は非球面係数であり、 $r$ は（面データ）中に示される近軸曲率半径である。2次の非球面係数A2は、記載を省略している。また、表中の「E-n」は、「 $10^{-n}$ 」を示す。

[0081] （可変面間隔）には、W、M、Tの各焦点距離における面間隔を、（ズームレンズ群データ）には、各群Gの始面番号S Tと焦点距離  $f$  をそれぞれ示す。

[0082] なお、以下の全ての諸元値において、掲載されている焦点距離  $f$ 、曲率半径  $r$ 、面間隔  $d$ 、およびその他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。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もできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とし説明を省略する。

[0083] （表1）

（各種データ）

|           |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|
| ズーム比      | 2.8252 |        |        |
|           | W      | M      | T      |
| $f$       | 10.300 | 18.000 | 29.100 |
| F N O     | 3.59   | 4.41   | 5.80   |
| $2\omega$ | 76.64  | 49.30  | 31.51  |
| Y         | 8.22   | 8.22   | 8.22   |
| T L       | 77.50  | 72.09  | 77.89  |
| B. f.     | 18.424 | 27.535 | 40.840 |

（面データ）

|     |          |          |         |         |
|-----|----------|----------|---------|---------|
| N   | $r$      | $d$      | $n d$   | $\nu d$ |
| O P | $\infty$ | $\infty$ |         |         |
| 1   | 21.7269  | 1.30     | 1.85135 | 40.1    |

|    |          |        |         |        |
|----|----------|--------|---------|--------|
| 2  | 9.4719   | 5.75   |         |        |
| 3  | 111.4840 | 1.00   | 1.88300 | 40.76  |
| 4  | 14.9963  | 1.95   |         |        |
| 5  | 22.2590  | 1.90   | 1.84666 | 23.78  |
| 6  | 33.3223  | 0.20   |         |        |
| 7  | 18.7069  | 2.10   | 1.80809 | 22.79  |
| 8  | 42.8001  | (d8)   |         |        |
| 9  | 15.0616  | 0.80   | 1.83441 | 37.28  |
| 10 | 9.5077   | 2.00   | 1.72916 | 54.66  |
| 11 | 32.9673  | 4.7474 |         |        |
| 12 | $\infty$ | 1.85   |         | (虹彩絞り) |
| 13 | 34.6096  | 1.55   | 1.48749 | 70.45  |
| 14 | -34.6096 | 1.50   |         |        |
| 15 | 27.0404  | 2.00   | 1.58313 | 59.38  |
| 16 | -17.0002 | 1.00   | 1.68893 | 31.06  |
| 17 | -70.6449 | 1.75   |         |        |
| 18 | -73.1879 | 0.80   | 1.80610 | 40.94  |
| 19 | 14.1510  | 1.30   | 1.67790 | 55.4   |
| 20 | 36.2665  | 1.15   |         |        |
| 21 | -64.5797 | 1.15   | 1.73077 | 40.51  |
| 22 | -30.4612 | B. f.  |         |        |
| I  | $\infty$ |        |         |        |

(非球面データ)

N : 2

$\kappa = 0.4886$

A4= 1.6354E-05

$$A6 = 4.5866E-07$$

$$A8 = -4.8900E-09$$

$$A10 = 3.8661E-11$$

N : 9

$$\kappa = 1.000$$

$$A4 = -2.1700E-05$$

$$A6 = -1.5500E-07$$

$$A8 = 0.0000E+00$$

$$A10 = 0.0000E+00$$

N : 2 2

$$\kappa = 4.0626$$

$$A4 = 8.2358E-05$$

$$A6 = 4.9830E-07$$

$$A8 = -3.2537E-09$$

$$A10 = 0.0000E+00$$

(可変面間隔)

|    | W      | M     | T     |
|----|--------|-------|-------|
| d8 | 23.398 | 8.803 | 1.357 |

(ズームレンズ群データ)

| G | S T | f      |
|---|-----|--------|
| 1 | 1   | -17.17 |
| 2 | 9   | 20.44  |

[0084] 図 2 A、2 B、および 2 C は、製造時に偏心誤差が発生しなかった場合の

第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図2Aは広角端状態、図2Bは中間焦点距離状態、図2Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0085] 図3A、3B、および3Cは、製造時に偏心誤差が発生した場合の第1実施例から第10実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図3Aは広角端状態、図3Bは中間焦点距離状態、図3Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0086] 図2A、2B、2C、および図3A、3B、3Cのコマ収差図において、Yは像高（単位：「mm」）を表し、各像高におけるコマ収差がそれぞれ示されている。なお、以下の説明で参照する他の収差図においても同様である。

[0087] 図2A、2B、2C、および図3A、3B、3Cより、本可変焦点距離レンズでは、製造時の偏芯誤差によりコマ収差が悪化していることが分かる。以降の各実施例で調整機構により偏芯収差を調整し、コマ収差を良好に補正できることを示す。

[0088] （第1実施例）

次に、本願の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第1実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群G1の最も像側の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ群L5をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構を有する。

[0089] 図4は、第1実施例に係る可変焦点距離レンズの構成を横断面から模式的に示した図である。

[0090] 図5は、図4に示される可変焦点距離レンズの第1レンズ群G1の最も像側の正レンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構20を示す図であり、物体側から見た図である。

[0091] 図6は、図4に示される可変焦点距離レンズの第2レンズ群G2の最も物

体側のレンズ群L 5をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構30を示す図であり、物体側から見た図である。

[0092] 図4に示すように、第1レンズ群G1のレンズ群L1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材5に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材6に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材8に保持されている。

[0093] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材5は後述する調整機構20のネジ21によって摺動部材14に固定され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0094] 保持部材6はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材3の鏡筒内側に向かって形成された凹部3aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、保持部材7、8、9、11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。

[0095] 摺動部材3と13は、摺動部材3と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0096] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0097] 図5は、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4を光軸に対して直交方向に移動可能に保持する調整機構20を物体側から模式的に示した図である。

[0098] 図4、図5に示すように、調整機構20は、保持部材14と当該保持部材14に略等しい中心角、例えば、120度、で配置されたネジ穴22が3箇所設けられており、それぞれのネジ穴にはネジ21がそれぞれネジ込めるよ

うに形成されている。

[0099] また、図4に示すように、固定筒1とカム筒2にはネジ21を回転操作できる貫通穴1bが3箇所設けられており、ドライバーを差し込みネジ21を回転することができる。

[0100] 図5に示すように、調整機構20は、保持部材14のネジ穴22、22、22に締め込まれたネジ21、21、21の押し引きにより、保持部材5を光軸と直行方向に移動して固定することができる。即ち光軸に対しレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行うことができる。

[0101] 図6は、第2レンズ群G2のレンズ群L5を光軸に対して直交成分を有するように傾斜可能に保持する調整機構30を物体側から模式的に示した図である。

[0102] 図4、図6に示すように、調整機構30は、摺動部材3の凹部3aに回転可能に保持された略円柱状の保持部材10と、円柱状の保持部材10の中心位置からずれた箇所に形成されたネジ穴10aと、このネジ穴10aにネジ込まれ、このネジがネジ込み終わった際に保持部材6に当接して保持部材6を保持する程度の長さを有するネジ31と、保持部材6の外周部に形成されてこのネジ31の先端部32に当接する凹部6aとを有している。保持部材10とネジ31は、略等しい中心角、例えば、120度、で3箇所に配置されている。

[0103] 調整機構30は、ネジ31の長さがネジ込み終わった際に保持部材6に当接して保持部材6を保持する程度の長さを有することにより、ネジ込み終わったネジ31を更に回転すると、ネジ31の回転と共に円柱状の保持部材10が摺動部材3の凹部3a内で回転する。

[0104] ネジ31の位置が保持部材10の中心からずれているため、保持部材10が回転するとネジ31の先端部32は、所定の円軌道を描いて移動する。このとき、ネジ31の先端部32は、保持部材6の凹部6aの壁部に接触しており、凹部6aを光軸に沿った方向に移動させることができる。

[0105] 以上の構成により、ネジ31を回して保持部材10を回転することで、保

持部材 6 を光軸に対してチルトさせることができ、保持部材 6 に保持されたレンズ L 5 を光軸に対してチルト偏芯する位置調整を行うことができる。

[0106] また、図 4 に示すように、摺動部材 3 とカム筒 2 と固定筒 1 には、ネジ 3 1 を回転操作できるような貫通穴 3 3 が 3 箇所設けられており、ドライバーを差し込み回転することができる。

[0107] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 2 0 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズレンズ L 4 をシフト偏芯させる位置調整と、調整機構 3 0 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 5 をチルト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0108] 以下の表 2 に、第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 ( 1 ) ~ ( 4 ) の対応値を掲げる。

[0109] ( 表 2 )

( 条件式対応値 )

( 1 ) 2 . 8 3

( 2 ) - 5 . 1 5

( 3 ) 2 . 8 3

( 4 ) - 5 . 1 5

[0110] 図 7 A、7 B、および 7 C は、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構 2 0 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をシフト偏心させる位置調整と、調整機構 3 0 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 5 をチルト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態での d 線 ( 波長  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$  ) に対するコマ収差図を示し、図 7 A は広角端状態、図 7 B は中間焦点距離状態、図 7 C は望遠端状態をそれぞれ示す。

[0111] 図 3 A、3 B、3 C と、図 7 A、7 B、7 C の収差図を比較すると、図 7 A、7 B、7 C では製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成しているこ

とがわかる。

[0112] (第2実施例)

本願の第2実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第2実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群G1の最も像側に正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構20と、第2レンズ群の一部のレンズ群であるレンズ群L7をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構30を有し、かつ前記レンズ群L7をシフト偏芯させることで防振することが可能な構成を有する。

[0113] 図8は、第2実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第1実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0114] 図8に示すように、第1レンズ群G1の一部であるL1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材5に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材6に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材8に保持されている。

[0115] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材5は調整機構20のネジ21によって摺動部材14に固定され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0116] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材6はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13の鏡筒内側に向かって形成された凹部13aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、保持部材6、8、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。

- [0117] 摺動部材43と摺動部材13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。
- [0118] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。
- [0119] 第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4を位置調整する調整機構20は、図5に示す第1実施例と同様であり、その構成および作用の詳細についての説明は省略する。
- [0120] これにより本願の第2実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構20の調整によって、光軸に対し第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行うことができる。
- [0121] 一方、第2レンズ群G2のレンズ群L7の位置調整を行いレンズ群L7を光軸に対してチルト偏芯する調整機構30は、図6に示す第1実施例と同様であり、その構成および作用の詳細についての説明は省略する。
- [0122] これにより本願の第2実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構30の調整によって、光軸に対し第2レンズ群G2のレンズ群L7をチルト偏芯させる位置調整を行うことができる。また、固定筒1とカム筒2と摺動部材13には、調整機構30のネジ21を回転操作できる貫通穴33が3箇所設けられており、ドライバーを差込ネジ21回転することができる。
- [0123] このように、本願の第2実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整と、調整機構30により第2レンズ群G2のレンズ群L7をチルト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。
- [0124] また、本願の第2実施例に係る可変焦点距離レンズは、レンズ群L7をシフト偏芯させることで防振することが可能な公知の防振機構を有しており、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する光軸ズレによる結像性能の劣化を良好に補正できる。
- [0125] 以下の表3に、第2実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式(1

) ~ (2)、(5) ~ (6) の対応値を掲げる。

[0126] (表3)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.36

(5) 2.83

(6) 1.36

[0127] 図9A、9B、および9Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏心させる位置調整と、調整機構30により第2レンズ群G2のレンズ群L7をチルト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第2実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線(波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ )に対するコマ収差図を示し、図9Aは広角端状態、図9Bは中間焦点距離状態、図9Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0128] 図3A、3B、3Cと、図9A、9B、9Cの収差図を比較すると、図9A、9B、9Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0129] (第3実施例)

本願の第3実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について説明する。第3実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群の最も像側の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構20と、第2レンズ群の防振レンズ群、例えばレンズ群L5の像側に位置する負レンズ群L8をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構40を有する。

[0130] 図10は、第3実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第1実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用い

て説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0131] 図10に示すように、第1レンズ群G1の一部であるL1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材5に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材51に保持されている。

[0132] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材5は摺動部材14に固定され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0133] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材7、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。また、保持部材51はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13にネジ52によりネジ止めされている。

[0134] 摺動部材43と13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0135] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0136] 第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4を位置調整する調整機構20は、図5に示す第1実施例と同様であり、その構成および作用の詳細についての説明は省略する。

[0137] これにより本願の第3実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構20の調整によって、光軸に対し第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行うことができる。

[0138] 第2レンズ群G2レンズ群L8の位置調整を行いレンズ群L8を光軸に対してシフト偏芯する調整機構50について図11を参照しつつ説明する。

[0139] 図11は、可変焦点距離レンズの像面側から見た調整機構50を模式的に示す図である。保持部材51にはバカ穴51aが3箇所設けられており、これに対応する位置の摺動部材13にはネジ穴13bが3箇所設けられている。バカ穴51aの径はネジ52の軸直径よりも大きく形成され、摺動部材13のネジ穴はネジ52がネジ込めるように形成されている。かかる構成によって、3箇所のネジ52の締め緩めにより、摺動部材13に対する保持部材51の位置調整を行うことでシフト偏芯調整して固定することができる。すなわち、調整機構50は、レンズ群L8を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0140] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整と、調整機構50により第2レンズ群G2のレンズ群L8をシフト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0141] また、本願の第3実施例に係る可変焦点距離レンズは、例えば、レンズ群L5をシフト偏芯させることで防振することが可能な公知の防振機構を有しており、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する光軸ズレによる結像性能の劣化を良好に補正できる。

[0142] 以下の表4に、第3実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式(1)～(2)、(7)～(8)の対応値を掲げる。

[0143] (表4)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.00

(7) 2.83

(8) 1.00

[0144] 図12A、12B、および12Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏

させる位置調整と、調整機構50により第2レンズ群G2のレンズ群L8をシフト偏芯させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図12Aは広角端状態、図12Bは中間焦点距離状態、図12Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0145] 図3A、3B、3Cと、図12A、12B、12Cの収差図を比較すると、図12A、12B、12Cでは製造時の偏芯誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0146] （第4実施例）

本願の第4実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第4実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群G1の最も像側に正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整を行う位置調整20と、第2レンズ群G2のレンズ群L8の最も像側の正メニスカスレンズL83をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構55を有する。

[0147] 図13は、第4実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第1実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0148] 図13に示すように、第1レンズ群G1の一部であるL1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材5に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の一部のレンズ群L81とL82は略円筒状の保持部材51に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の最も像側の正メニスカスレンズL83は略円筒状の保持部材56に保持されている。

- [0149] 保持部材 4 は環状の摺動部材 1 4 に固定され、保持部材 5 は摺動部材 1 4 に固定され、摺動部材 1 4 は、固定筒 1 によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞り S は絞り機構 1 1 によって開閉される。
- [0150] 保持部材 2 6 はカム筒 2 に摺動可能に保持された摺動部材 4 3 に保持され、保持部材 7、9、および絞り機構 1 1 はカム筒 2 に摺動可能に保持された摺動部材 1 3 に保持され、保持部材 5 1 はカム筒 2 に摺動可能に保持された摺動部材 1 3 に保持されている。また、保持部材 5 6 は保持部材 5 1 にネジ 5 2 によりネジ止めされている。
- [0151] 摺動部材 4 3 と 1 3 は、摺動部材 4 3 と 1 3 に配置された不図示のカムピンがカム筒 2 に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒 2 と固定筒 1 によって光軸上を移動可能となっている。
- [0152] 固定筒 1 の像面側にはマウント部材 6 0 が不図示のネジ等により固定筒 1 に固定され、マウント部材 6 0 を介してカメラ等の撮影装置に固定される。
- [0153] 第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 を位置調整する調整機構 2 0 は、図 5 に示す第 1 実施例と同様であり、その構成および作用の詳細についての説明は省略する。
- [0154] これにより本願の第 4 実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構 2 0 の調整によって、光軸に対し第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をシフト偏芯させる位置調整を行うことができる。
- [0155] 第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 の最も像側の正メニスカスレンズ L 8 3 の位置調整を行いレンズ群 L 8 3 を光軸に対してシフト偏芯する調整機構 5 5 について図 1 4 を参照しつつ説明する。
- [0156] 図 1 4 は、可変焦点距離レンズの像面側から見た調整機構 5 5 を模式的に示す図である。調整機構 5 5 は、図 1 1 に示す調整機構 5 0 とほぼ同様であるが、正メニスカスレンズ L 8 3 がレンズ群 L 8 のほかのレンズ群 L 8 1、L 8 2 との干渉を避ける為に部材の一部の形状が図 1 3 に示すように断面略 L 字形に変更されている。保持部材 5 6 にはバカ穴 5 6 a が 3 箇所設けられており、これに対応する位置の保持部材 5 1 にはネジ穴 5 1 b が 3 箇所設け

られている。バカ穴56aの径はネジ52の軸直径よりも大きく形成され、保持部材51のネジ穴はネジ52がネジ込めるように形成されている。このような構成によって、3箇所のネジ52の締め緩めにより、保持部材51に対する保持部材56の位置調整を行うことでシフト偏芯調整して固定することができる。すなわち、調整機構55は、正メニスカスレンズL83を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0157] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏芯させる位置調整と、調整機構55により第2レンズ群G2のレンズ群L8の最も像側の正メニスカスレンズL83をシフト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0158] 以下の表5に、第4実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式(1)～(2)、(9)の対応値を掲げる。

[0159] (表5)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.00

(9) 2.83

[0160] 図15A、15B、および15Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構20により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をシフト偏心させる位置調整と、調整機構55により第2レンズ群G2の最も像側の正メニスカスレンズL83をシフト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線(波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )に対するコマ収差図を示し、図15Aは広角端状態、図15Bは中間焦点距離状態、図15Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0161] 図3A、3B、3Cと、図15A、15B、15Cの収差図を比較すると、図15A、15B、15Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が

広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0162] (第5実施例)

本願の第5実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第5実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群G1をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構50と、第2レンズ群の防振レンズ群例えばL5の像側に位置する負レンズ群L8をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構50を有する。

[0163] 図16は、第5実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第3実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0164] 図16に示すように、第1レンズ群G1は略円筒状の保持部材4に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材51に保持されている。

[0165] 保持部材4は環状の摺動部材14ネジ52によりネジ止めされ、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0166] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材7、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。また、保持部材51はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13にネジ52によりネジ止めされている。

[0167] 摺動部材43と13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

- [0168] 固定筒 1 の像面側にはマウント部材 60 が不図示のネジ等により固定筒 1 に固定され、マウント部材 60 を介してカメラ等の撮影装置に固定される。
- [0169] 本願の可変焦点距離レンズでは、調整機構 50 の調整によって、第 1 レンズ群 G 1 を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整と第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整を行うことができる。
- [0170] 調整機構 50 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整は、第 3 実施例と同様であり詳細な説明を省略する。
- [0171] 調整機構 50 により第 1 レンズ群 G 1 を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整について図 11 と図 16 を参照しつつ説明する。
- [0172] 図 11 は、可変焦点距離レンズの物体側から見た調整機構 50 を模式的に示している。保持部材 4 にはバカ穴 4a が 3 箇所設けられており、これに対応する位置の摺動部材 14 にはネジ穴 14b が 3 箇所設けられている。バカ穴 4a の径はネジ 52 の軸直径よりも大きく形成され、摺動部材 14 のネジ穴はネジ 52 がネジ込めるように形成されている。かかる構成によって、3 箇所のネジ 52 の内 1 つを締め付け固定し、その他の 2 つのネジ 52 の締め緩めにより、摺動部材 14 に対する保持部材 4 のチルトを調整して固定することができる。すなわち、調整機構 50 は、第 1 レンズ群 G 1 を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整をすることができる。
- [0173] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 50 により第 1 レンズ群 G 1 をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構 50 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 をシフト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。なお、調整機構 50 は 3 個のネジ 52 の固定・締め付けを調整することで位置調整をシフトまたはチルトの両方に使用することができる構成である。
- [0174] また、本願の第 5 実施例に係る可変焦点距離レンズは、例えば、レンズ群 L 5 をシフト偏芯させることで防振することが可能な公知の防振機構を有しており、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する光軸ズレによる結像性能の劣化を良好に補正できる。
- [0175] 以下の表 6 に、第 5 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 (1

) ~ (2)、(10) ~ (11) の対応値を掲げる。

[0176] (表6)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.00

(10) 2.83

(11) 1.00

[0177] 図17A、17B、および17Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構50により第1レンズ群G1をチルト偏心させる位置調整と、調整機構50により第2レンズ群G2のレンズ群L8をシフト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図17Aは広角端状態、図17Bは中間焦点距離状態、図17Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0178] 図3A、3B、3Cと、図17A、17B、17Cの収差図を比較すると、図17A、17B、17Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0179] (第6実施例)

本願の第6実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第6実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群G1をチルト偏芯させる位置調整と、第2レンズ群の正メニスカスレンズL83をシフト偏芯させる位置調整が可能な構成機構を有する。

[0180] 図18は、第6実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第4実施例の一部と第5実施例の一部と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説

明を省略する。

[0181] 図18に示すように、第1レンズ群G1は略円筒状の保持部材4に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の一部のレンズ群L81とL82は略円筒状の保持部材51に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の最も像側の正メニスカスレンズL83は略円筒状の保持部材56に保持されている。

[0182] 保持部材4は環状の摺動部材14ネジ52によりネジ止めされ、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0183] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材7、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持され、保持部材51はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。また、保持部材56は保持部材51にネジ52によりネジ止めされている。

[0184] 摺動部材43と13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0185] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0186] 図18に示すように、第1レンズ群G1を保持する保持部材4を摺動部材14に固定すると共に位置調整する調整機構50は、図11に示す第5実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第5実施例と同様の方法により摺動部材14に対する保持部材4のチルトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第6実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構50により第1レンズ群G1を光軸に対してチルト偏芯さ

せる位置調整をすることができる。

[0187] また、図 1 8 に示すように、第 2 レンズ群 G 2 の最も像側の正メニスカスレンズ L 8 3 の保持部材 5 6 を保持部材 5 1 に固定すると共に位置調整する調整機構 5 5 は、図 1 4 に示す第 4 実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第 4 実施例と同様の方法により保持部材 5 1 に対する保持部材 5 6 のシフトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第 6 実施例に係る可変焦点距離レンズは、第 2 レンズ群 G 2 の最も像側の正メニスカスレンズ L 8 3 を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0188] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 5 0 により第 1 レンズ群 G 1 をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構 5 5 により第 2 レンズ群 G 2 の最も像側の正メニスカスレンズ L 8 3 をシフト偏芯させる位置調整とおこなうことができる。

[0189] また、本願の第 6 実施例に係る可変焦点距離レンズは、例えばレンズ群 L 5 をシフト偏芯させることで防振することが可能な公知の防振機構を有しており、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する光軸ズレによる結像性能の劣化を良好に補正できる。

[0190] 以下の表 7 に、第 6 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 ( 1 ) ~ ( 2 ) 、 ( 1 2 ) の対応値を掲げる。

[0191] ( 表 7 )

( 条件式対応値 )

( 1 ) 2 . 8 3

( 2 ) 1 . 0 0

( 1 2 ) 2 . 8 3

[0192] 図 1 9 A 、 1 9 B 、 および 1 9 C は、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構 5 0 により第 1 レンズ群 G 1 をチルト偏心させる位置調整と、調整機構 5 5 により第 2 レンズ群 G 2 の最も像側の正メニスカスレンズ L 8 3 をシ

フト偏心させる位置調整を行って偏心収差を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図19Aは広角端状態、図19Bは中間焦点距離状態、図19Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0193] 図3A、3B、3Cと、図19A、19B、19Cの収差図を比較すると、図19A、19B、19Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0194] （第7実施例）

本願の第7実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第7実施例では、製造時の偏心誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群の最も像側に正メニスカスレンズL4をチルト偏心させる位置調整を行う調整機構30と、第2レンズ群の最も物体側のレンズ群L5をチルト偏心させる位置調整を行う調整機構30を有する。

[0195] 図20は、第7実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第1実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0196] 図20に示すように、第1レンズ群G1のレンズ群L1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材26に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材6に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材8に保持されている。

[0197] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材26は摺動部材14の凹部14aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りS

は絞り機構 11 によって開閉される。

[0198] 保持部材 6 はカム筒 2 に摺動可能に保持された摺動部材 3 の凹部 3 a に回転可能に保持された保持部材 10 に保持され、保持部材 7、8、9、11 はカム筒 2 に摺動可能に保持された摺動部材 13 に保持されている。

[0199] 摺動部材 3 と 13 は、摺動部材 3 と 13 に配置された不図示のカムピンがカム筒 2 に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒 2 と固定筒 1 によって光軸上を移動可能となっている。

[0200] 固定筒 1 の像面側にはマウント部材 60 が不図示のネジ等により固定筒 1 に固定され、マウント部材 60 を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0201] 図 20 に示すように、第 1 レンズ群 G1 の最も像側の正メニスカスレンズ L4 を保持する保持部材 6 を摺動部材 14 に固定すると共に位置調整する調整機構 30 は、図 6 に示す第 1 実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第 1 実施例と同様の方法により摺動部材 14 に対する保持部材 4 のチルトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第 7 実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構 30 により第 1 レンズ群 G1 の正メニスカスレンズ L4 を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整を行うことができる。

[0202] また、図 20 に示すように、第 2 レンズ群 G2 の最も物体側のレンズ群 L5 の保持部材 6 を摺動部材 3 に固定すると共に位置調整する調整機構 30 は、図 6 に示す第 1 実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第 1 実施例と同様の方法により摺動部材 3 に対する保持部材 6 のチルトを調整することができる。すなわち、本願の第 6 実施例に係る可変焦点距離レンズは、第 2 レンズ群 G2 の最も物体側のレンズ群 L5 を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0203] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 30 により第 1 レンズ群 G1 の正メニスカスレンズ L4 をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構 30 により第 2 レンズ群 G2 のレンズ群 L5 をチルト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0204] 以下の表 8 に、第 7 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 (1) ~ (2)、(13)~(14)の対応値を掲げる。

[0205] (表 8)

(条件式対応値)

(1) 2. 83

(2) - 5. 15

(13) 2. 83

(14) - 5. 15

[0206] 図 2 1 A、2 1 B、および 2 1 C は、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構 3 0 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏心させる位置調整と、調整機構 3 0 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 5 をチルト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態での d 線 (波長  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差図を示し、図 2 1 A は広角端状態、図 2 1 B は中間焦点距離状態、図 2 1 C は望遠端状態をそれぞれ示す。

[0207] 図 3 A、3 B、3 C と、図 2 1 A、2 1 B、2 1 C の収差図を比較すると、図 2 1 A、2 1 B、2 1 C では製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0208] (第 8 実施例)

本願の第 8 実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第 8 実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第 1 レンズ群 G 1 の最も像側に正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏心させる位置調整 3 0 と、第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 7 をチルト偏心させる位置調整を行う調整機構 3 0 を有し、かつ例えばレンズ群 L 5 をシフト偏心させることで防振することが可能な構成機構を有する。

[0209] 図 2 2 は、第 8 実施例の可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示

した図である。

なお、第7実施例と第2実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0210] 図22に示すように、第1レンズ群G1のレンズ群L1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材6に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8は略円筒状の保持部材8に保持されている。

[0211] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材6は摺動部材14の凹部14aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0212] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材6はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13の鏡筒内側に向かって形成された凹部13aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、保持部材6、8、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。

[0213] 摺動部材43と13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0214] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0215] 図22に示す第1レンズ群G1の最も像側の正メニスカスレンズL4を保持する保持部材16を摺動部材14に保持するための構造は、第7実施例に示す調整機構30（図、6図20）と同じであるため説明を省略するが、第7実施例と同様の方法により保持部材10が回転することで固定部材16の

チルトを調整して固定することができる。即ち、調整機構 30 により光軸に対し正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏芯させる位置調整を行うことができる。

[0216] また、図 22 に示す第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 7 を保持する保持部材 6 を摺動部材 13 に保持するための構造は、第 2 実施例に示す調整機構 30 (図 6、図 8) と同じであるため説明を省略するが、第 2 実施例と同様の方法により保持部材 10 が回転することで固定部材 7 のチルトを調整して固定することができる。すなわち、調整機構 30 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 7 を光軸に対しチルト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0217] 以上により、正レンズ L 4 をチルト偏芯させる位置調整とレンズ群 L 7 をチルト偏芯させる位置調整をおこなう。

[0218] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 30 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構 30 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 7 をチルト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0219] また、本願の第 8 実施例に係る可変焦点距離レンズは、例えばレンズ群 L 5 をシフト偏芯させることで防振することが可能な公知の防振機構を有しており、広角端状態から望遠端状態までの全焦点距離範囲で手ぶれ等により撮影時に発生する光軸ズレによる結像性能の劣化を良好に補正できる。

[0220] 以下の表 9 に、第 8 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 (1) ~ (2)、(15) ~ (16) の対応値を掲げる。

[0221] (表 9)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.36

(15) 2.83

(16) 1.36

[0222] 図23A、23B、および23Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構30により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をチルト偏心させる位置調整と、調整機構30により第2レンズ群G2のレンズ群L7をチルト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図23Aは広角端状態、図23Bは中間焦点距離状態、図23Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0223] 図3A、3B、3Cと、図23A、23B、23Cの収差図を比較すると、図23A、23B、23Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0224] （第9実施例）

本願の第9実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第9実施例では、製造時の偏芯誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第1レンズ群の最も像側に正メニスカスレンズL4をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構30と、第2レンズ群の防振レンズ群例えばL5の像側に位置するレンズ群L8をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構50を有する。

[0225] 図24は、第9実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第3実施例と第7実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0226] 図24に示すように、第1レンズ群G1のレンズ群L1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材6に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L6は略円筒状の保持部材9に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ

群G 2のレンズ群L 8は略円筒状の保持部材5 1に保持されている。

[0227] 保持部材4は環状の摺動部材1 4に固定され、保持部材2 6は摺動部材1 4の凹部1 4 aに回転可能に保持された保持部材1 0に保持され、摺動部材1 4は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構1 1によって開閉される。

[0228] 保持部材2 6はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材4 3に保持され、保持部材7、9、および絞り機構1 1はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材1 3に保持されている。また、保持部材5 1はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材1 3にネジ5 2によりネジ止めされている。

[0229] 摺動部材4 3と1 3は、摺動部材4 3と1 3に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0230] 図2 4に示すように、第1レンズ群G 1の最も像側の正メニスカスレンズL 4を保持する保持部材1 6を摺動部材1 4に固定すると共に位置調整する調整機構3 0は、第7実施例と同じ（図6、図2 0参照）であるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第7実施例と同様の方法により摺動部材1 4に対する保持部材4のチルトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第9実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構3 0により第1レンズ群G 1の正メニスカスレンズL 4を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0231] また、図2 4に示すように、第2レンズ群G 2のレンズ群L 8を保持する保持部材5 1を摺動部材1 3に固定すると共に位置調整する調整機構5 0は、第3実施例と同じ（図1 0、図1 1参照）であるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第3実施例と同様の方法により摺動部材1 3に対する保持部材5 1のシフトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第9実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構5 0により第2レンズ群G 2のレンズ群L 8を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0232] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構 30 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構 50 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 をシフト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0233] 以下の表 10 に、第 9 実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式 (1) ~ (2)、(17) ~ (18) の対応値を掲げる。

[0234] (表 10)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.00

(17) 2.83

(18) 1.00

[0235] 図 25 A、25 B、および 25 C は、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構 30 により第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 4 をチルト偏心させる位置調整と、調整機構 50 により第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群 L 8 をシフト偏心させる位置調整を行って偏芯収差を補正した場合の第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態での d 線 (波長  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するコマ収差図を示し、図 25 A は広角端状態、図 25 B は中間焦点距離状態、図 25 C は望遠端状態をそれぞれ示す。

[0236] 図 3 A、3 B、3 C と、図 25 A、25 B、25 C の収差図を比較すると、図 25 A、25 B、25 C では製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0237] (第 10 実施例)

本願の第 10 実施例に係る可変焦点距離レンズの調整機構について図面を参照しつつ説明する。第 10 実施例では、製造時の偏心誤差による結像性能の劣化を良好に補正する為、第 1 レンズ群 G 1 の最も像側の正メニスカスレ

ンズL 4 をチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構30と、第2レンズ群の最も像側の正メニスカスレンズL 83をシフト偏芯させる位置調整を行う調整機構55を有する。

[0238] 図26は、第10実施例に係る可変焦点距離レンズの構成の横断面を模式的に示した図である。なお、第7実施例と第4実施例と構造が同じ部分は同一の符号を用いて説明するか、或いは同一の符号を図に示して説明を省略する。

[0239] 図26に示すように、第1レンズ群G1のレンズ群L1～L3は略円筒状の保持部材4に保持され、第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4は略円筒状の保持部材6に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L5は略円筒状の保持部材26に保持され、虹彩絞りSは絞り機構材11に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L7は略円筒状の保持部材7に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の一部のレンズ群L81とL82は略円筒状の保持部材51に保持され、第2レンズ群G2のレンズ群L8の最も像側の正メニスカスレンズL83は略円筒状の保持部材56に保持されている。

[0240] 保持部材4は環状の摺動部材14に固定され、保持部材26は摺動部材14の凹部14aに回転可能に保持された保持部材10に保持され、摺動部材14は、固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。また虹彩絞りSは絞り機構11によって開閉される。

[0241] 保持部材26はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材43に保持され、保持部材7、9、および絞り機構11はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持され、保持部材51はカム筒2に摺動可能に保持された摺動部材13に保持されている。また、保持部材56は保持部材51にネジ52によりネジ止めされている。

[0242] 摺動部材43と13は、摺動部材43と13に配置された不図示のカムピンがカム筒2に配置された不図示のカム溝に係合し、カム筒2と固定筒1によって光軸上を移動可能となっている。

[0243] 固定筒1の像面側にはマウント部材60が不図示のネジ等により固定筒1

に固定され、マウント部材60を介してカメラ等の撮影装置に固定される。

[0244] 図26に示すように、第1レンズ群G1の最も像側の正メニスカスレンズL4を保持する保持部材16を摺動部材14に固定すると共に位置調整する調整機構30は、図6に示す第1実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第1実施例と同様の方法により摺動部材14に対する保持部材4のチルトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第7実施例に係る可変焦点距離レンズは、調整機構30により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4を光軸に対してチルト偏芯させる位置調整を行うことができる。

[0245] また、図26に示すように、第2レンズ群G2の最も像側の正メニスカスレンズL83の保持部材56を保持部材51に固定すると共に位置調整する調整機構55は、図14に示す第4実施例と同じであるため構成・作用について詳細な説明を省略するが、第4実施例と同様の方法により保持部材51に対する保持部材56のシフトを調整して固定することができる。すなわち、本願の第10実施例に係る可変焦点距離レンズは、第2レンズ群G2の最も像側の正メニスカスレンズL83を光軸に対してシフト偏芯させる位置調整をすることができる。

[0246] このように、本願の可変焦点距離レンズは、調整機構30により第1レンズ群G1の最も像側の正メニスカスレンズL4をチルト偏芯させる位置調整と、調整機構55により第2レンズ群G2の最も像側の正メニスカスレンズL83をシフト偏芯させる位置調整とをおこなうことができる。

[0247] 以下の表11に、第10実施例に係る可変焦点距離レンズにおける条件式(1)～(2)、(19)の対応値を掲げる。

[0248] (表11)

(条件式対応値)

(1) 2.83

(2) 1.00

(19) 2.83

[0249] 図27A、27B、および27Cは、製造時の偏心誤差がある場合に、調整機構30により第1レンズ群G1の正メニスカスレンズL4をチルト偏心させる位置調整と、調整機構55により第2レンズ群G2の最も像側の正メニスカスレンズL83をシフト偏心させる位置調整を行って結像性能を補正した場合の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの無限遠合焦状態でのd線（波長 $\lambda = 587.6\text{ nm}$ ）に対するコマ収差図を示し、図27Aは広角端状態、図27Bは中間焦点距離状態、図27Cは望遠端状態をそれぞれ示す。

[0250] 図3A、3B、3Cと、図27A、27B、および27Cの収差図を比較すると、図27A、27B、および27Cでは製造時の偏心誤差によるコマ収差の劣化が広角端状態から望遠端状態にわたって良好に補正されて良好な結像性能を達成していることがわかる。

[0251] 次に、本願の可変焦点距離レンズを搭載したカメラについて説明する。なお、第1実施例に係る可変焦点距離レンズ1を搭載した場合について説明するが、他の実施例でも同様である。

[0252] 図28は、第1実施例に係る可変焦点距離レンズを備えたカメラの構成を示す図である。

[0253] 図28において、カメラ63は、撮影レンズとして第1実施例に係る可変焦点距離レンズ61を備えたデジタル一眼レフカメラである。カメラ63において、不図示の物体すなわち被写体からの光は、撮影レンズ61で集光されて、クイックリターンミラー65を介して焦点板67に結像される。そして焦点板67に結像されたこの光は、ペンタプリズム69中で複数回反射されて接眼レンズ71へ導かれる。これにより撮影者は、被写体像を接眼レンズ71を介して正立像として観察することができる。

[0254] 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、クイックリターンミラー65が光路外へ退避し、不図示の被写体からの光は撮像素子73へ到達する。これにより被写体からの光は、撮像素子73によって撮像さ

れて、被写体画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者はカメラ63による被写体の撮影を行うことができる。

[0255] カメラ63に撮影レンズとして第1実施例に係る可変焦点距離レンズ1を搭載することにより、高い性能を有するカメラを実現することができる。

[0256] 次に、本願の可変焦点距離レンズの調整方法について説明する。図29は、本願の可変焦点距離レンズの調整方法の概略を示すフロー図である。

[0257] 本願の可変焦点距離レンズの調整方法は、物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を変化させる可変焦点距離レンズの調整方法であって、図29に示すように、以下の各ステップS1～S2を含むものである。

[0258] ステップS1：第1レンズ群と第2レンズ群とを組み立てる。

ステップS2：前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構により調整する。

[0259] 斯かる本願の可変焦点距離レンズの調整方法によれば、良好な光学性能を達成可能で低コストの可変焦点距離レンズの調整方法を提供することができる。

[0260] なお、本発明を分かり易く説明するために実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明はこれに限定されるものでない。

## 請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折率を有する第2レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変し、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とを組み立てたあとで、前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構を有することを特徴とする可変焦点距離レンズ。

[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に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、

$MA_t$  : 前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、

$MA_w$  : 前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第1レンズ群の一部または全部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、

$MB_t$  : 前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率、

$MB_w$  : 前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、シフト偏芯またはチルト偏芯させる前記第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記第2レンズ群の一部のレンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[請求項3] 前記第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有することを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項4] 前記第1レンズ群は、最も像側に正レンズを有し、  
前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項5] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項4に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < -3.0$$

但し、

$MA_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MA_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[請求項6] 前記第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、  
前記第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、

前記防振レンズ群は、前記第2レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振することを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ

[請求項7] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項6に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、

$MA_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MA_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記防振レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[請求項8] 前記第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、前記負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項9] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項8に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t/MB_w < 2.0$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記負レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、MB<sub>t</sub>=MB<sub>w</sub>=1とする。

[請求項10] 前記第1レンズ群の最も像側に正レンズと、前記第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記第1レンズ群の正レンズをシフト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項11] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項10に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t/MA_w$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[請求項12] 前記第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させ

る防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に負レンズ群を有し  
前記調整機構は、前記第1レンズ群全体をチルト偏芯させる位置調整と、前記負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の変焦点距離レンズ。

[請求項13] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項12に記載の変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MAt/MAw$$

$$MBt/MBw < 2$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記負レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、MB<sub>t</sub>=MB<sub>w</sub>=1とする。

[請求項14] 前記第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記第1レンズ群全体をチルト偏芯させる位置調整と、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の変焦点距離レンズ。

[請求項15] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項14に記載の変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MAt/MAw$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第1レ

レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MAwは前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第1レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[請求項16]

前記第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項17]

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項16に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < -3.0$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[請求項18]

前記第1レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記第2レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、

前記防振レンズ群は、前記一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振することを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項19] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 18 に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < 2.0$$

但し、

$MA_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MA_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_t$ は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

$MB_w$ は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記防振レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記防振レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、 $MB_t = MB_w = 1$ とする。

[請求項20] 前記第 1 レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、前記負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項21] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 20 に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

$$MB_t / MB_w < 2$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MB<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記負レンズ群と像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

なお、前記負レンズ群と像面との間にレンズ群が存在しない場合は、MB<sub>t</sub>=MB<sub>w</sub>=1とする。

[請求項22] 前記第1レンズ群の最も像側に正レンズと、前記第2レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記第1レンズ群の正レンズをチルト偏芯させる位置調整と、前記第2レンズ群の正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項23] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項22に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < MA_t / MA_w$$

但し、

MA<sub>t</sub>は前記可変焦点距離レンズの望遠端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率で、

MA<sub>w</sub>は前記可変焦点距離レンズの広角端状態における、前記第1レンズ群の正レンズと像面との間に位置するレンズ群の合成結像倍率である。

[請求項24] 虹彩絞りを有し、

前記虹彩絞りは、前記焦点距離を変化させる際に、前記第2レンズ

群と一体的に移動することを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項25] 前記第 1 レンズ群は、最も像側に正レンズを有し、  
前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項26] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に負レンズ群を有し  
前記調整機構は、前記第 1 レンズ群全体をチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項27] 前記第 1 レンズ群の最も像側に正レンズを有し、  
前記調整機構は、前記正レンズをチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項28] 前記調整機構は、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項29] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、  
前記調整機構は、前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、  
前記防振レンズ群は、前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振することを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ

[請求項30] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、  
前記調整機構は、前記負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項31] 前記第 2 レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズ。

[請求項32] 請求項 1 に記載の可変焦点距離レンズを有することを特徴とする光学装置。

[請求項33] 物体側から順に、負の屈折率を有する第 1 レンズ群と、正の屈折率を有する第 2 レンズ群とを有し、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の空気間隔を変化させることにより焦点距離を可変させる可変焦点距離レンズの調整方法であって、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とを組み立てたあとで、前記第 1 レンズ群の一部または全部のレンズ群と前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯またはチルト偏芯させる位置調整を行う調整機構により調整することを特徴とする可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項34] 前記第 1 レンズ群は、最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項35] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に負レンズ群を有し

前記調整機構は、前記第 1 レンズ群全体をチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項36] 前記第 1 レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記正レンズをチルト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項37] 前記調整機構は、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ群をチル

ト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項38] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群をチルト偏芯させる位置調整を行い、

前記防振レンズ群は、前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群をシフト偏芯させることで防振することを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

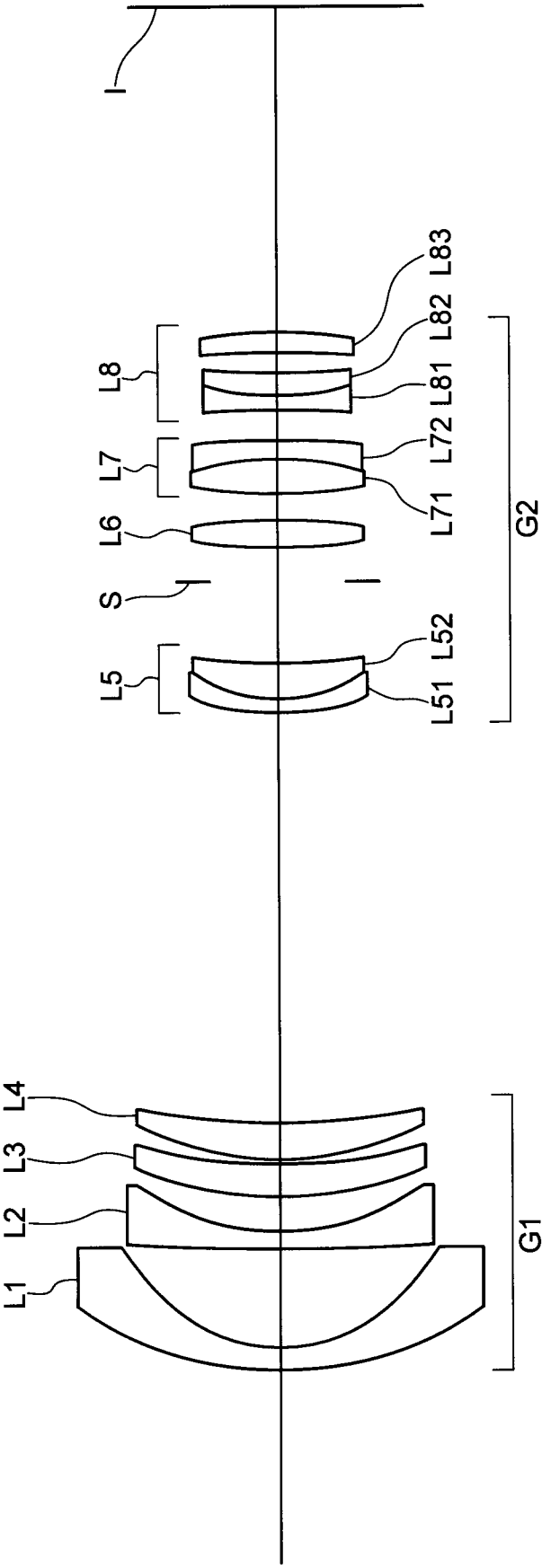
[請求項39] 前記第 2 レンズ群は、光軸と直交方向の成分を持つように移動させる防振レンズ群を有し、前記防振レンズ群の像側に位置する負レンズ群を有し、

前記調整機構は、前記負レンズ群をシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[請求項40] 前記第 2 レンズ群の最も像側に正レンズを有し、

前記調整機構は、前記正レンズをシフト偏芯させる位置調整を行うことを特徴とする請求項 33 に記載の可変焦点距離レンズの調整方法。

[図1]



[図2]

図2A

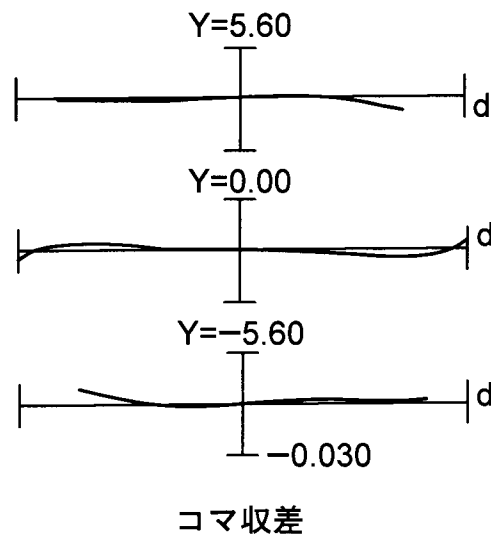


図2B

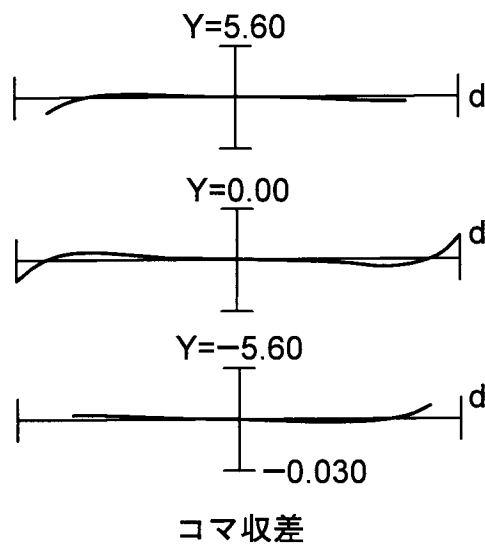
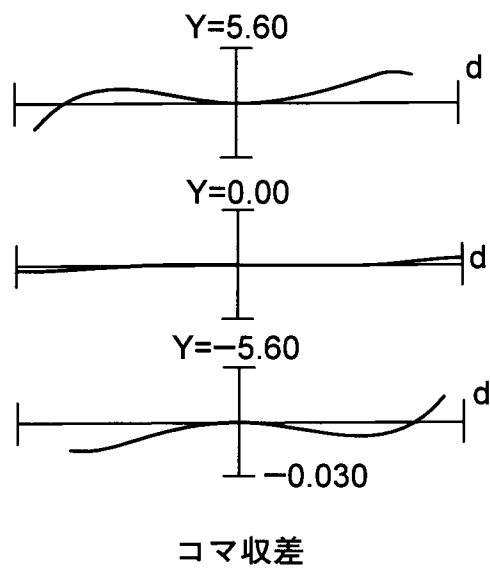


図2C



[図3]

図3A

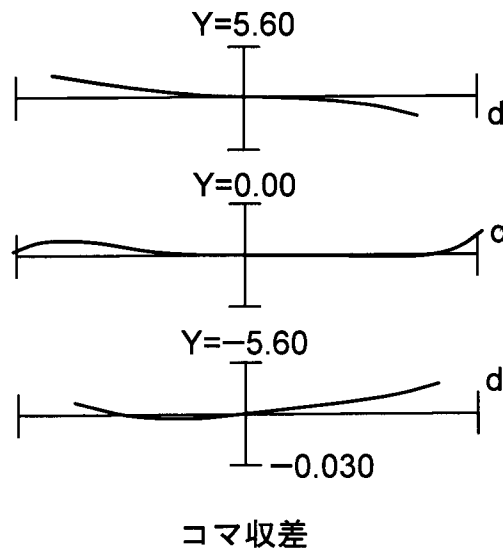


図3B

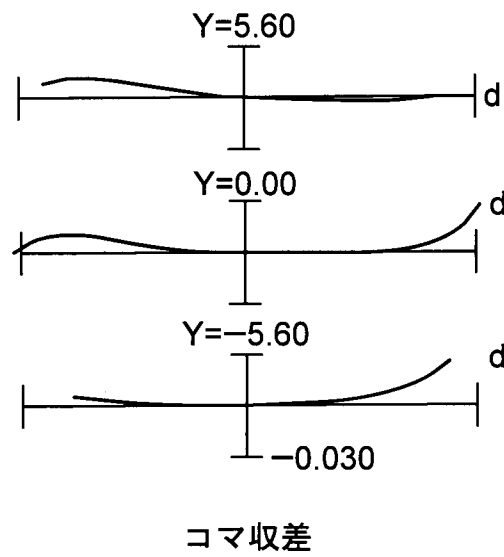
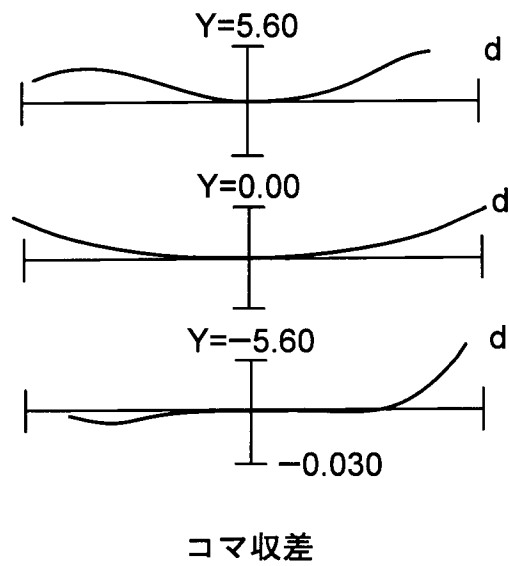
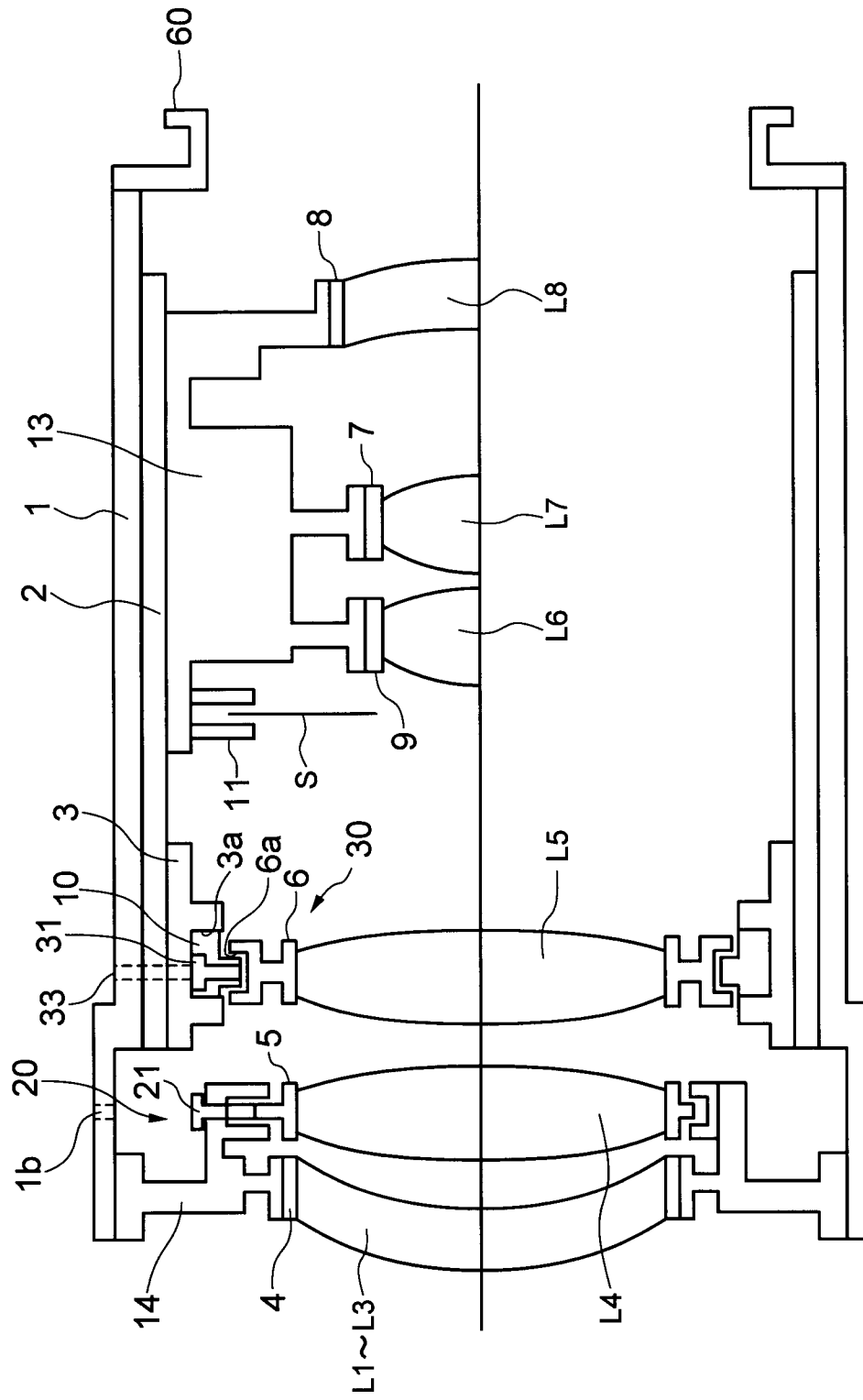


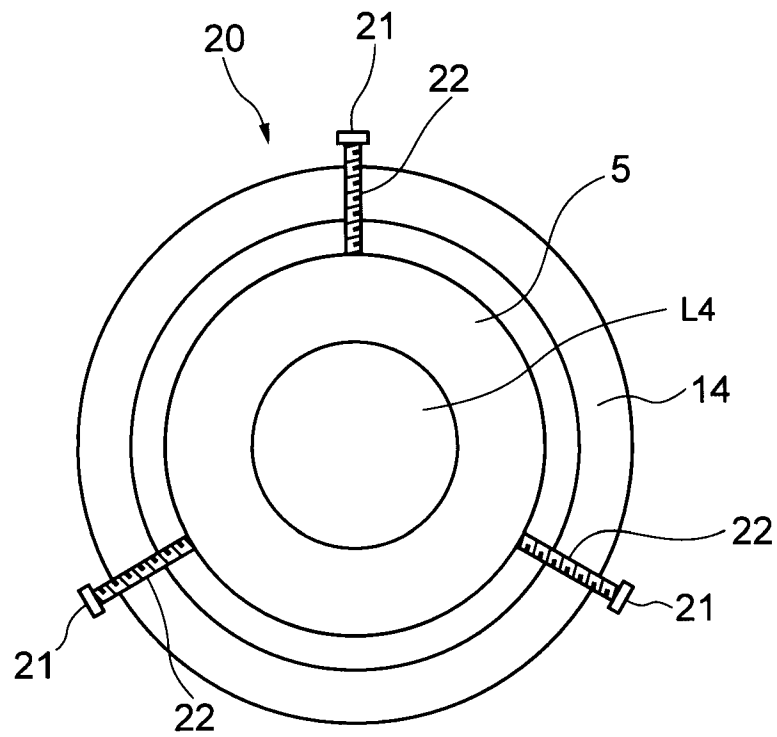
図3C



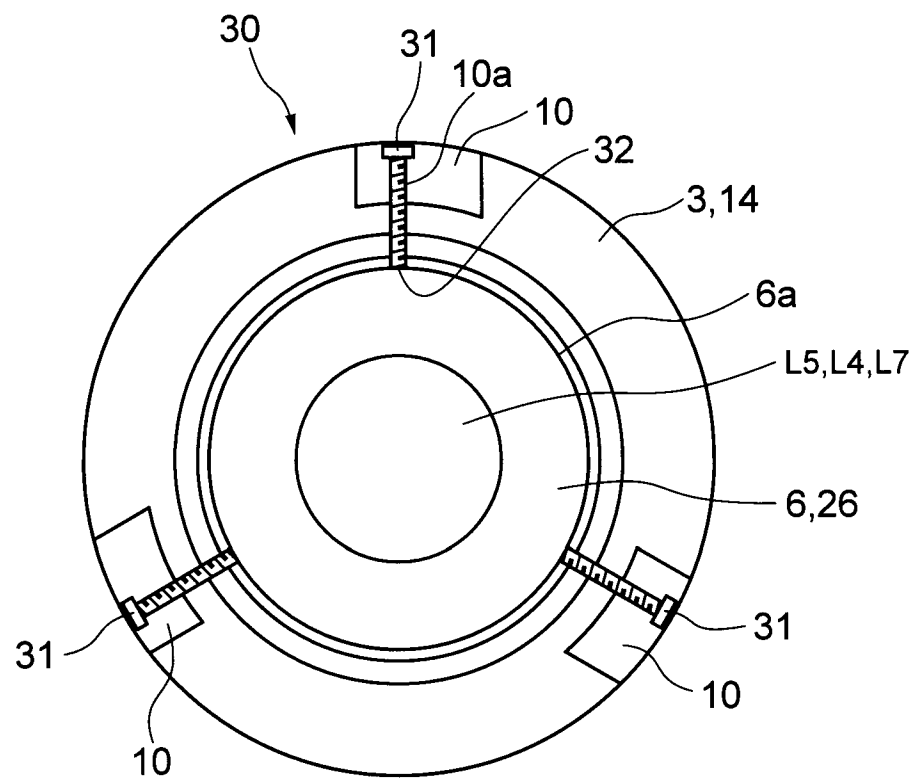
[図4]



[図5]

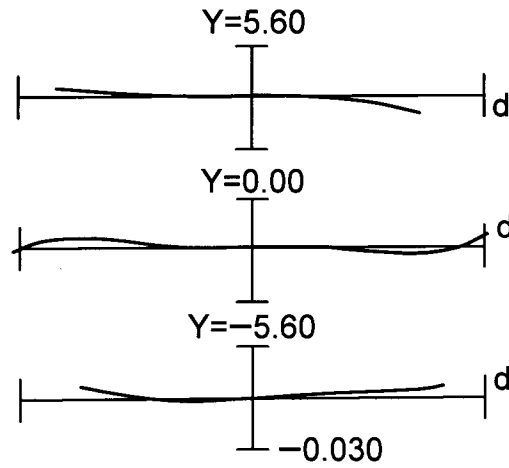


[図6]



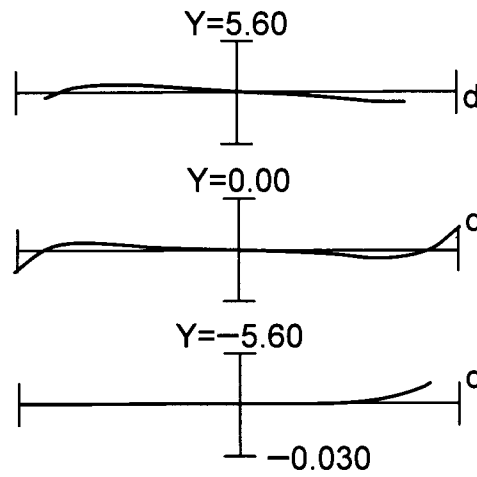
[図7]

図7A



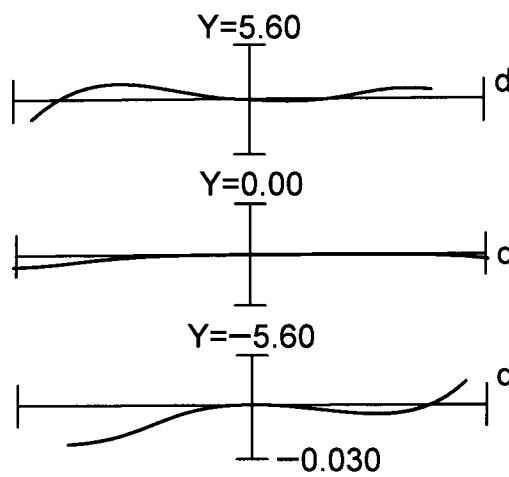
コマ収差

図7B



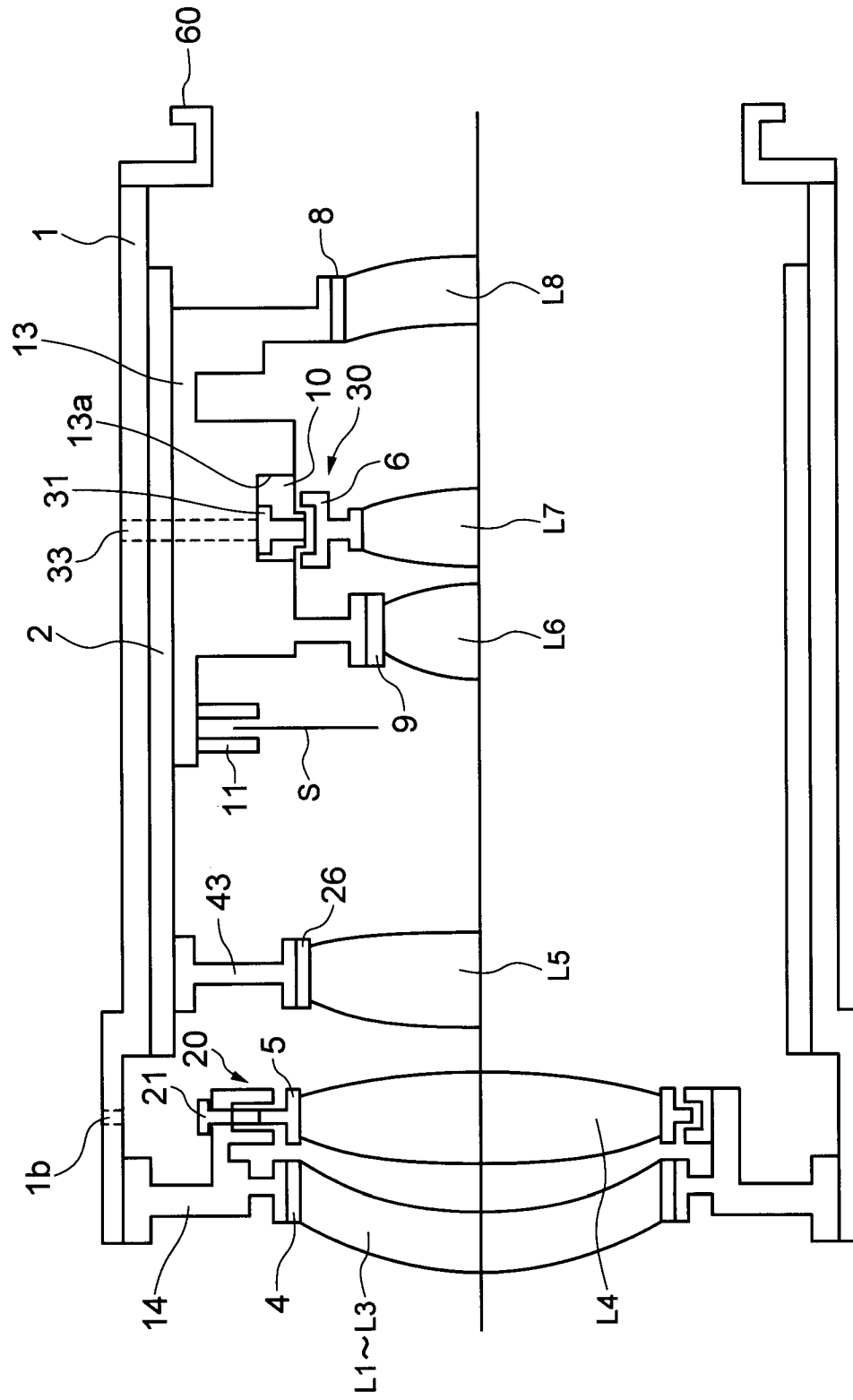
コマ収差

図7C



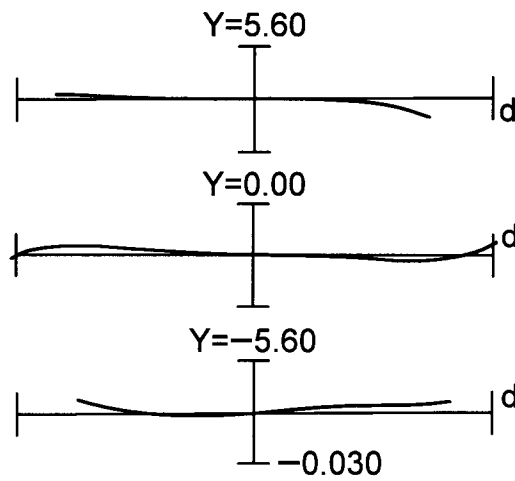
コマ収差

[図8]



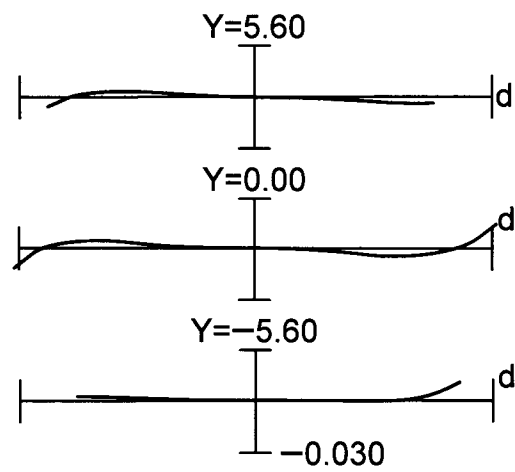
[図9]

図9A



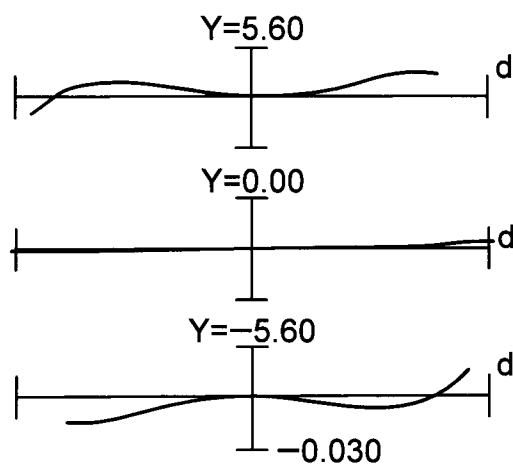
コマ収差

図9B



コマ収差

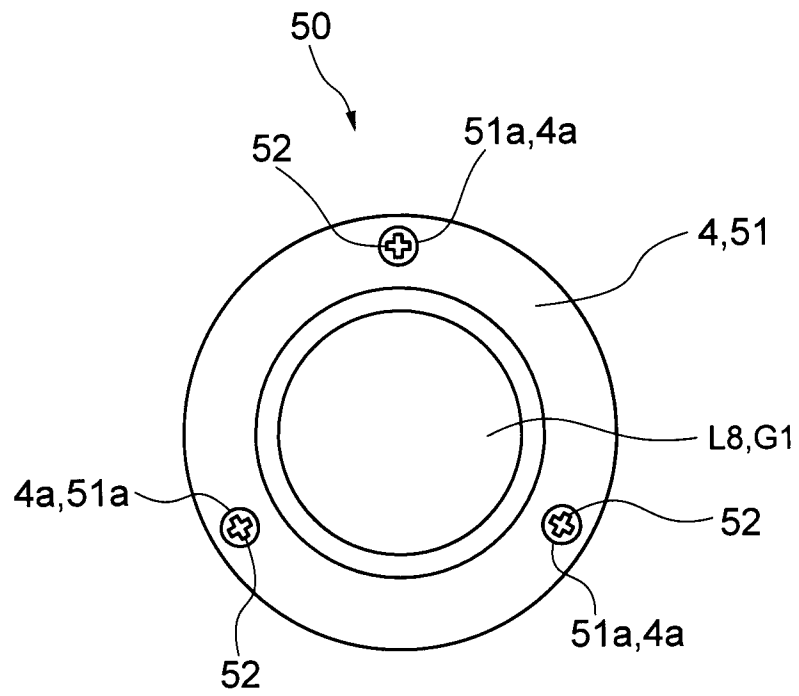
図9C



コマ収差

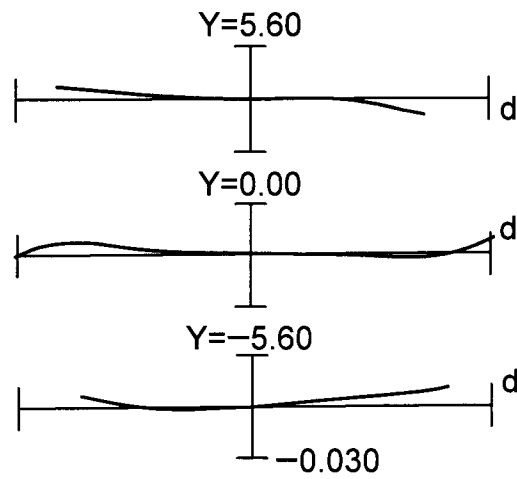


[図11]



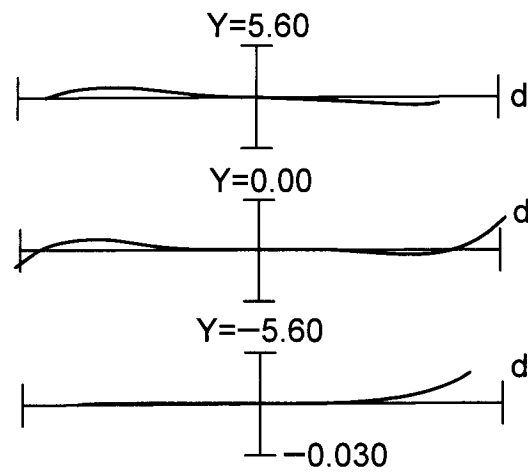
[図12]

図12A



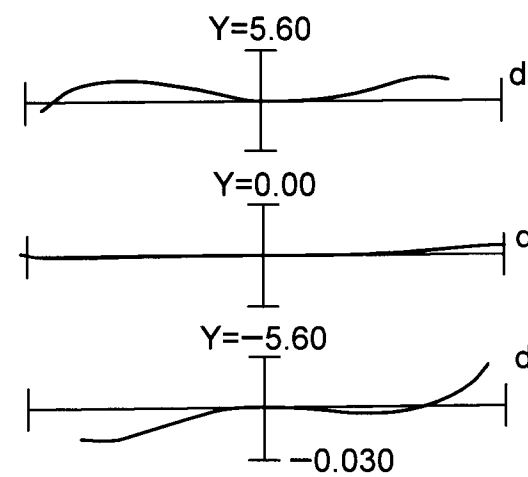
コマ収差

図12B



コマ収差

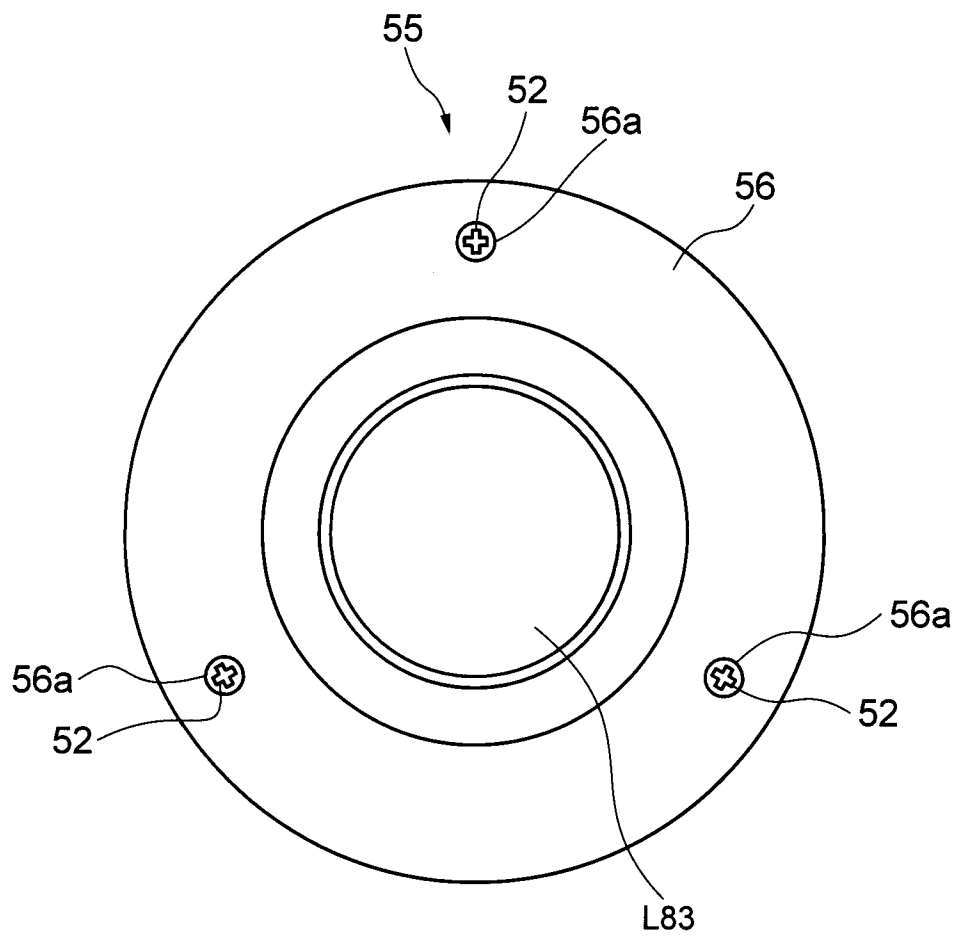
図12C



コマ収差



[図14]



[図15]

図15A

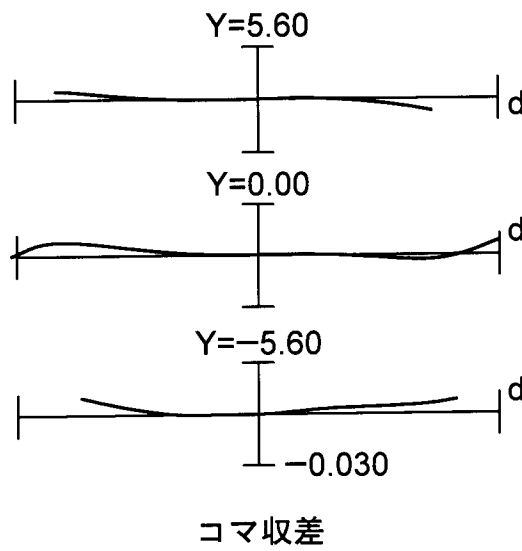


図15B

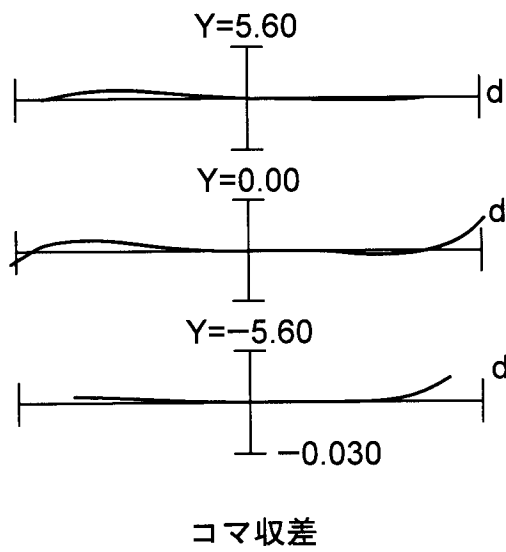
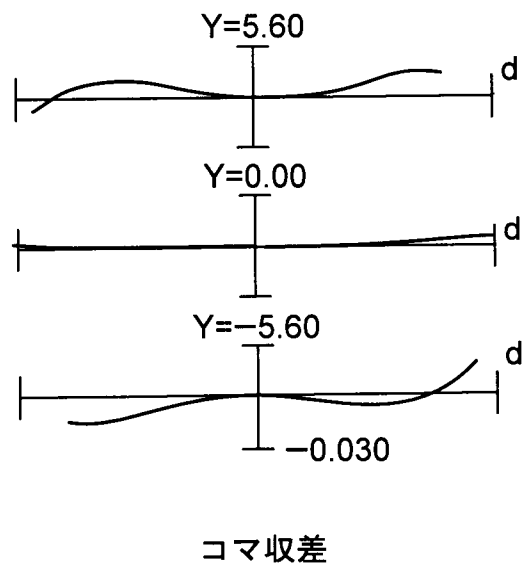
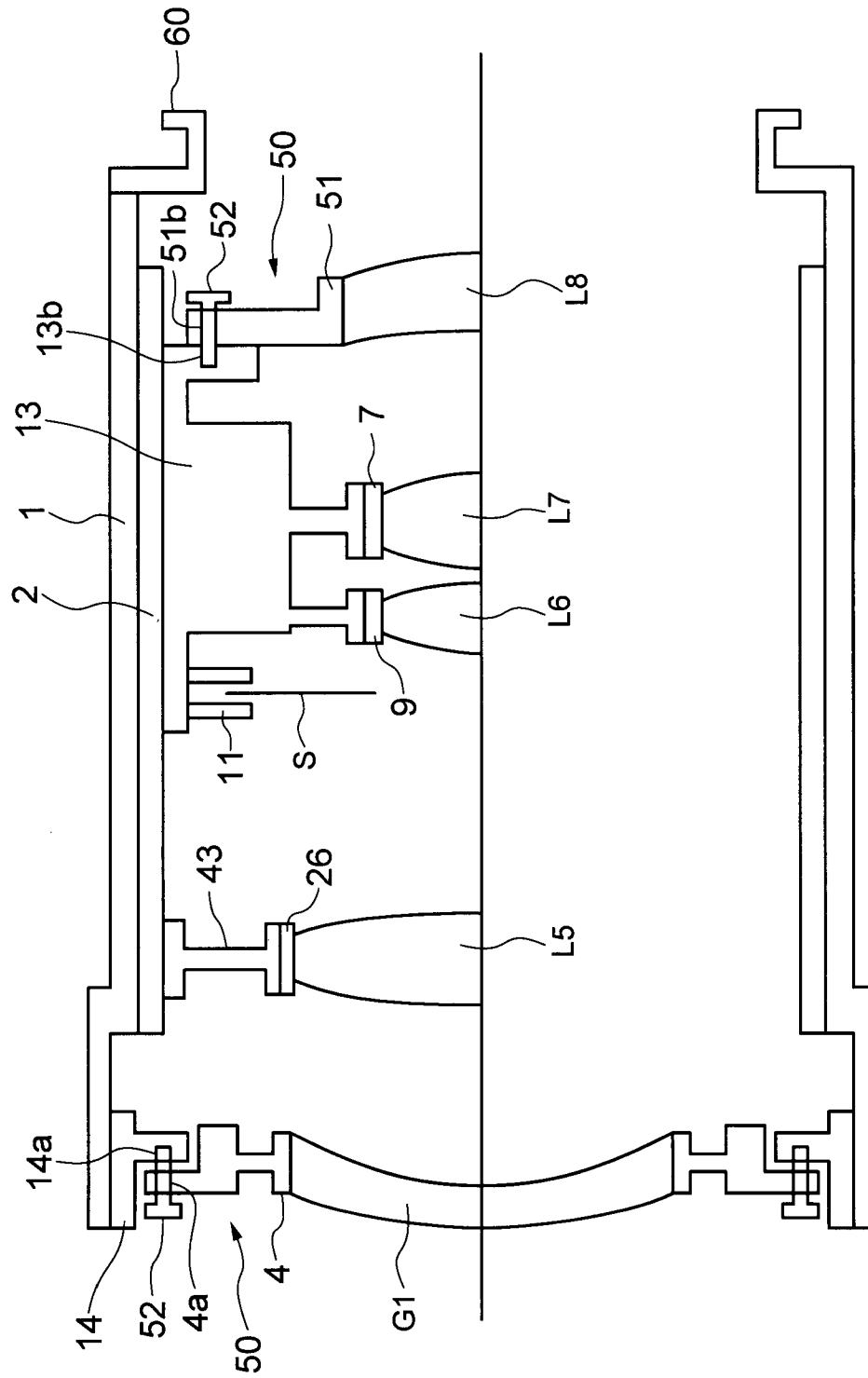


図15C



[図16]



[図17]

図17A

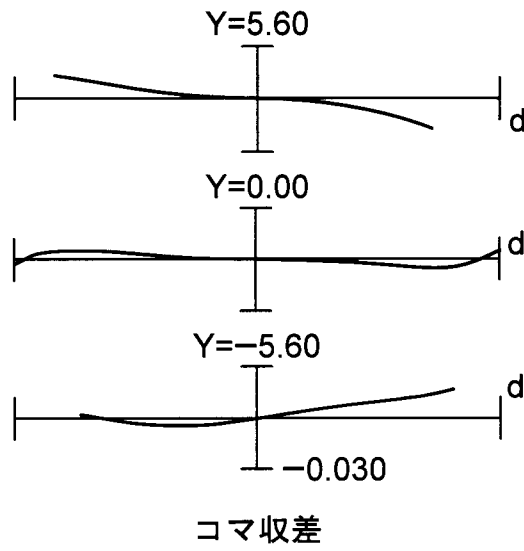


図17B

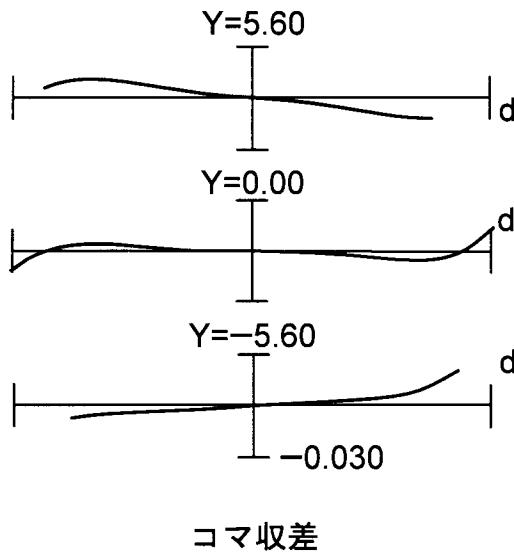
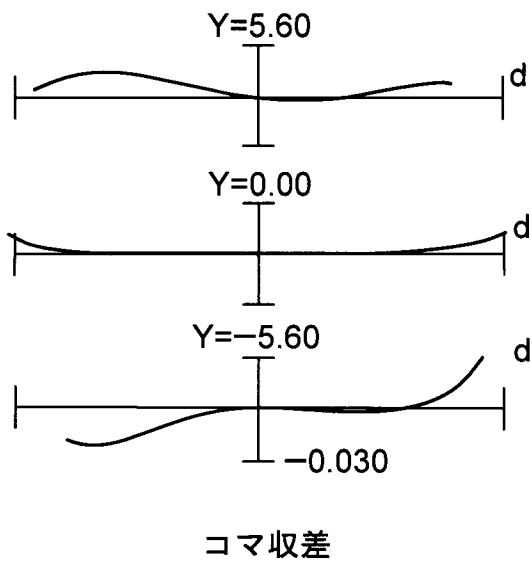


図17C





[図19]

図19A

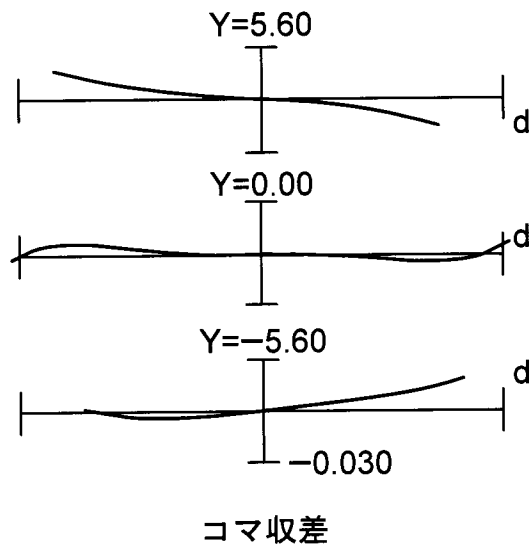


図19B

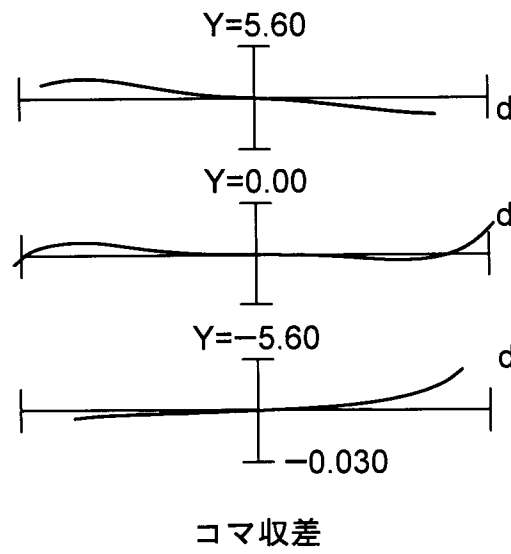
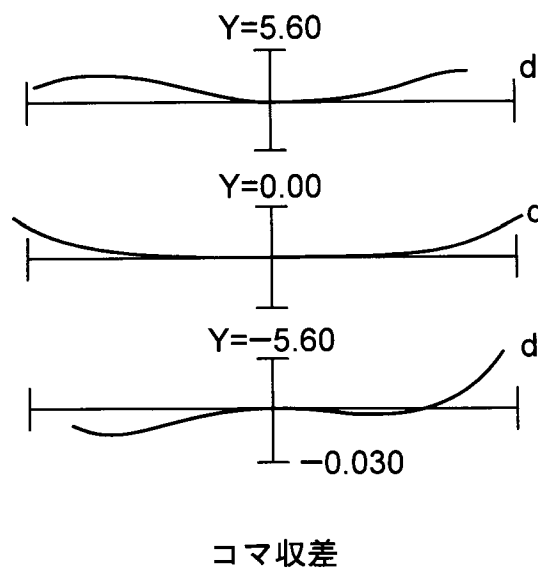


図19C



A detailed cross-sectional diagram of a liquid crystal display (LCD) panel assembly. The diagram shows various layers and components labeled with numbers and letters:

- L1~L3**: Three liquid crystal layers at the bottom.
- L4**: A layer above L1~L3.
- L5**: A central layer containing two lens-like structures labeled **6**.
- L6, L7, L8**: Additional layers above L5.
- S**: A substrate or support layer.
- 9**: Small rectangular features on the S layer.
- 7**: Features on the L6/L7 interface.
- 8**: Features on the L7/L8 interface.
- 10**: Features on the L5/S interface.
- 30**: Two large lens-like structures flanking the central L5 layer.
- 31**: Features on the L5/S interface.
- 33**: Features on the L5/S interface.
- 14**: A base layer at the bottom left.
- 1b**, **14a**: Features on the base layer.
- 3**: A layer above the base.
- 11**: Features on the S layer.
- 2**: A layer above the S layer.
- 13**: A layer above the S layer.
- 1**: The topmost layer.
- 60**: A feature on the right side of the top layer.

[図21]

図21A

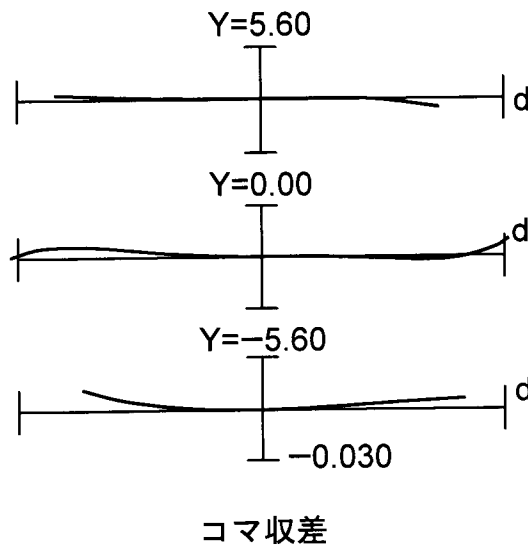


図21B

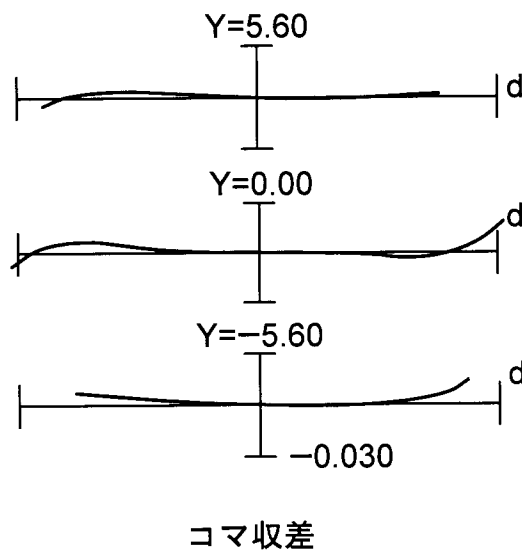
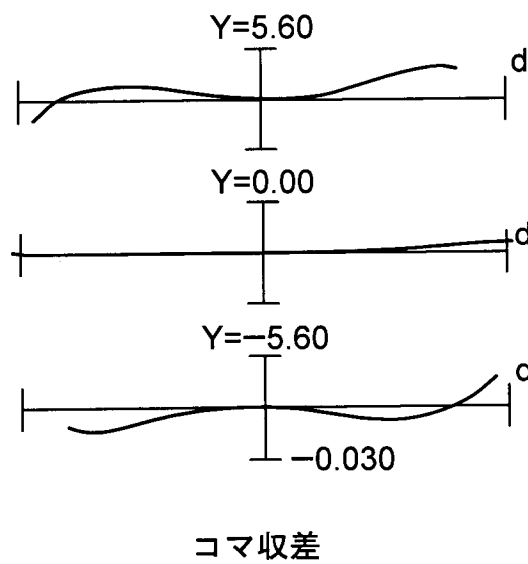
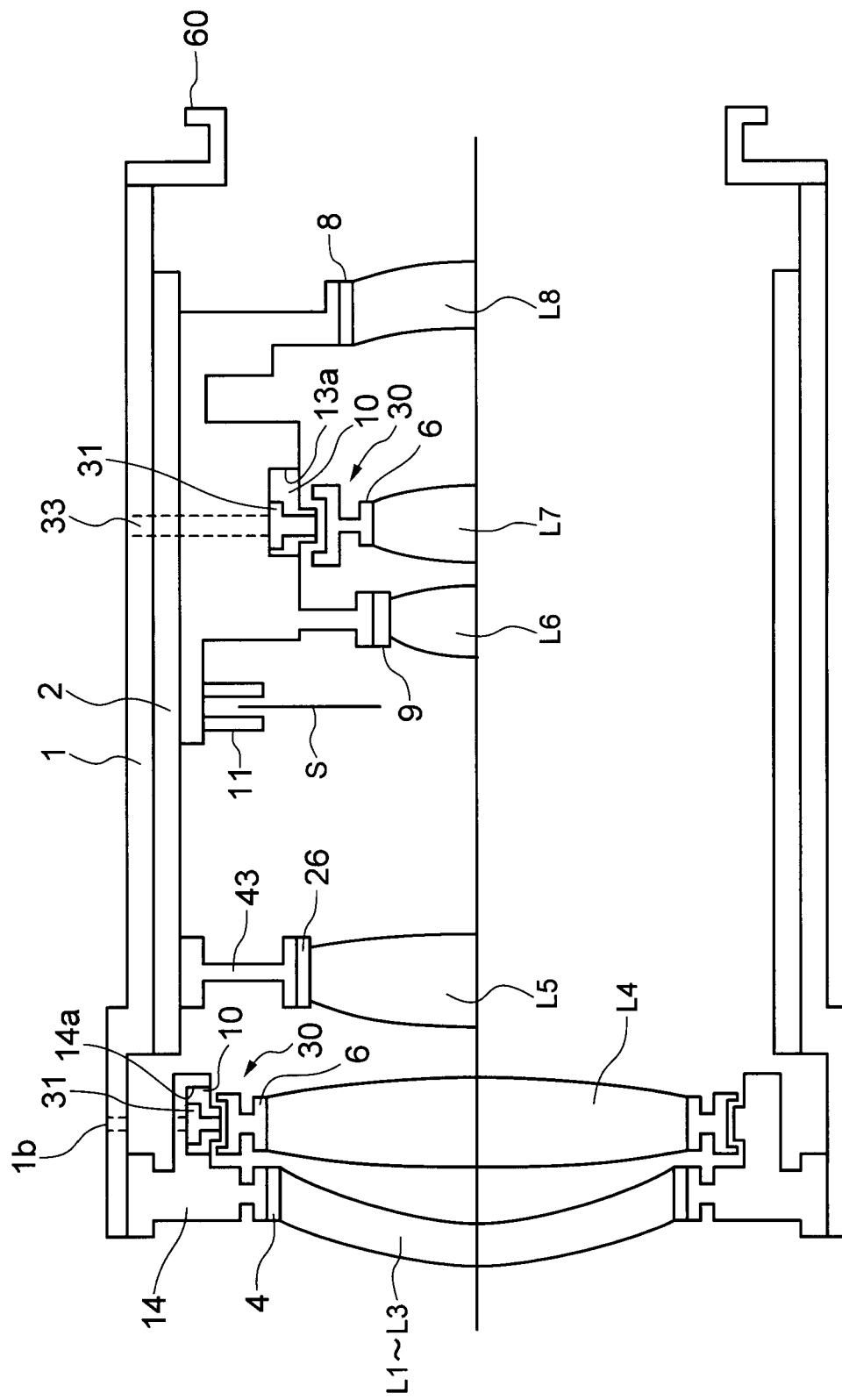


図21C



[図22]



[図23]

図23A

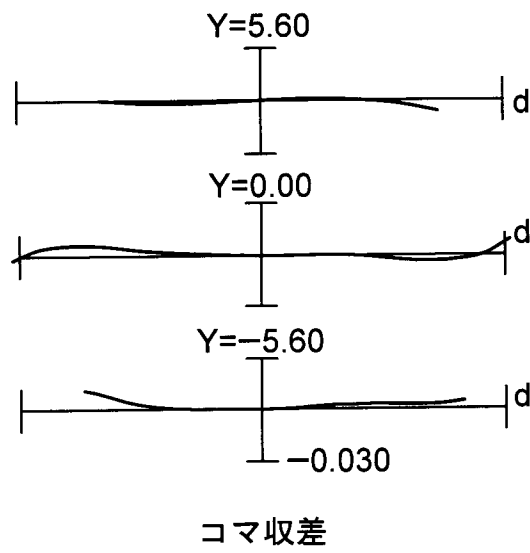


図23B

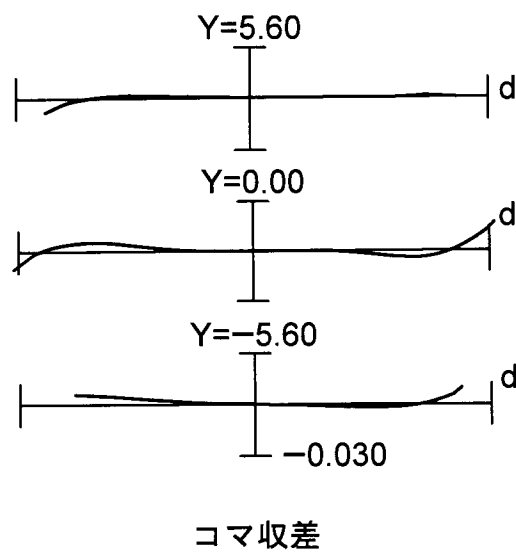
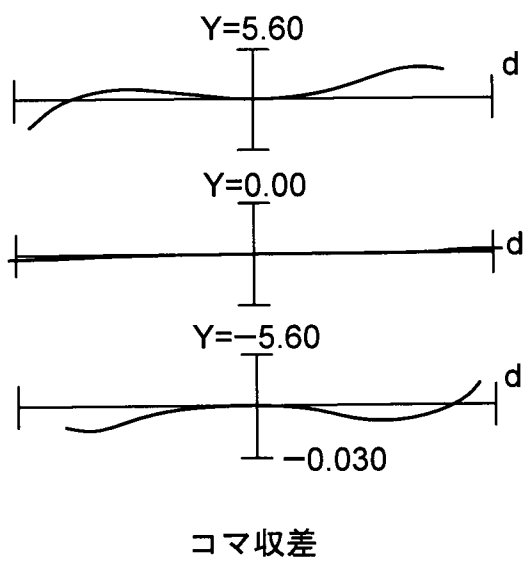


図23C



[illegible]

[図25]

図25A

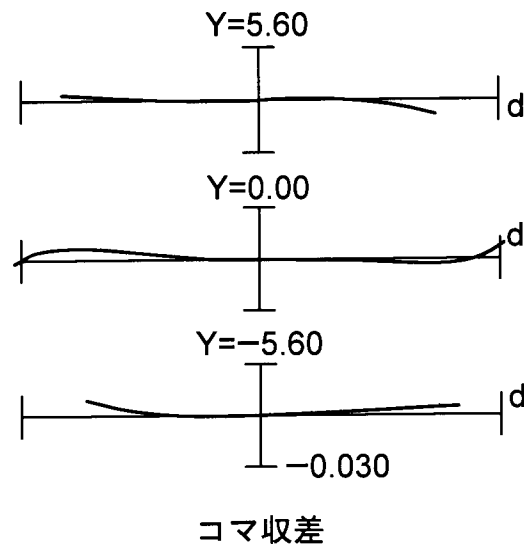


図25B

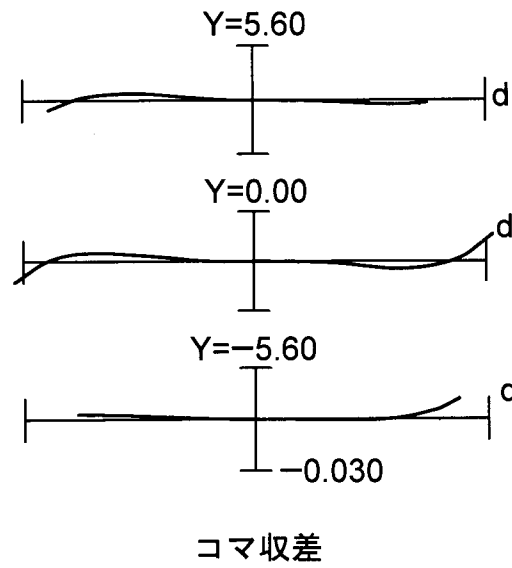
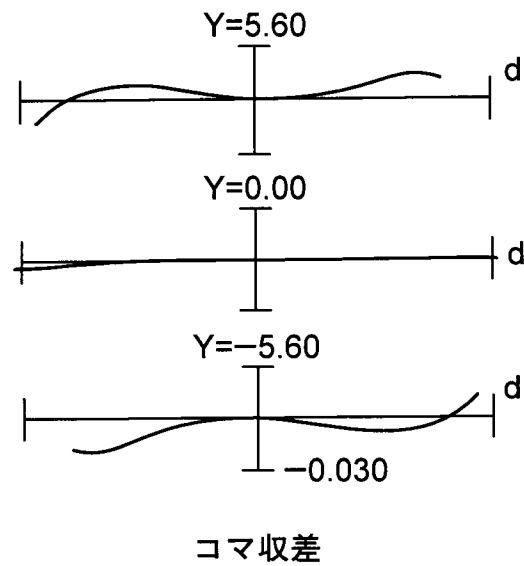
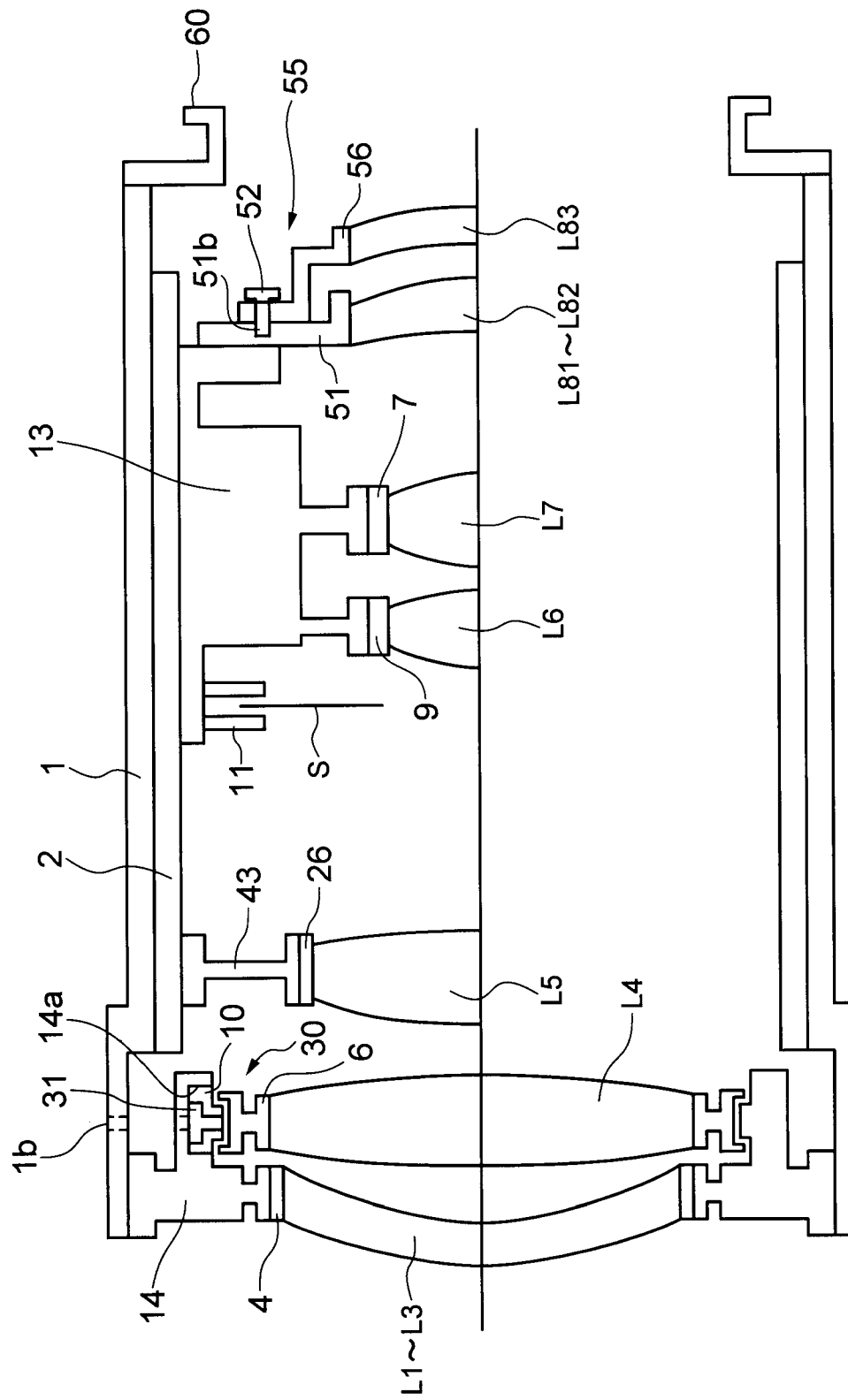


図25C



[図26]



[図27]

図27A

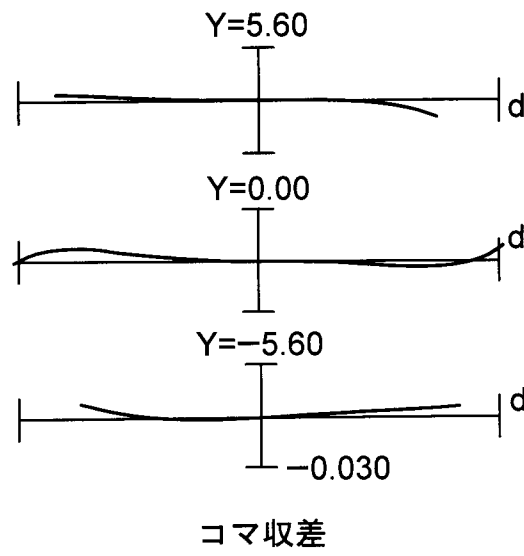


図27B

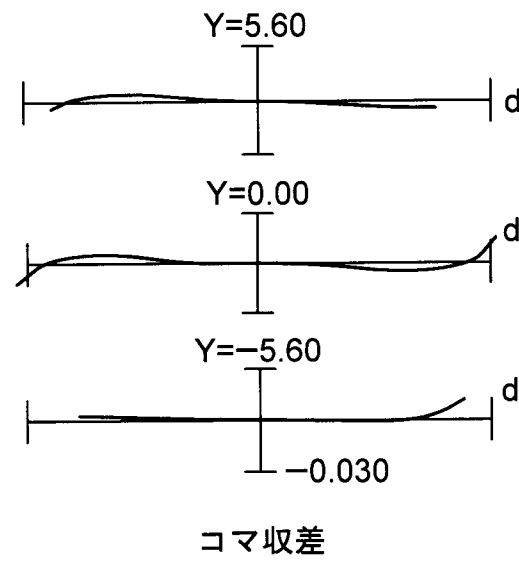
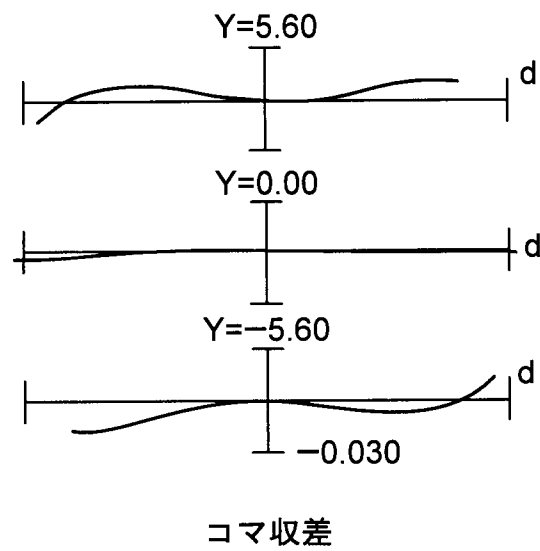
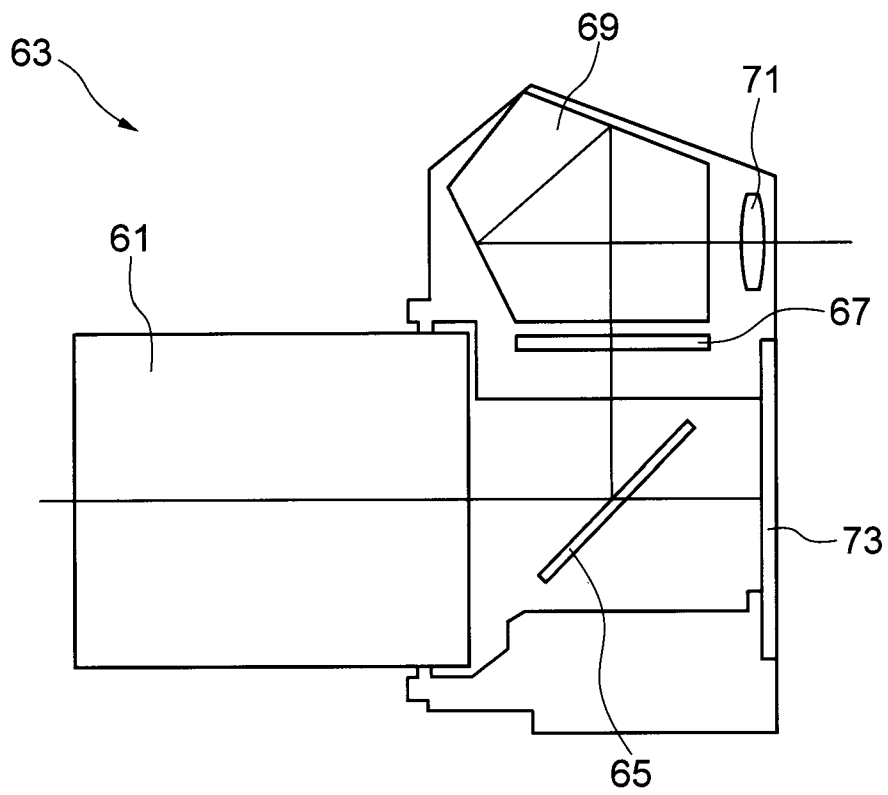


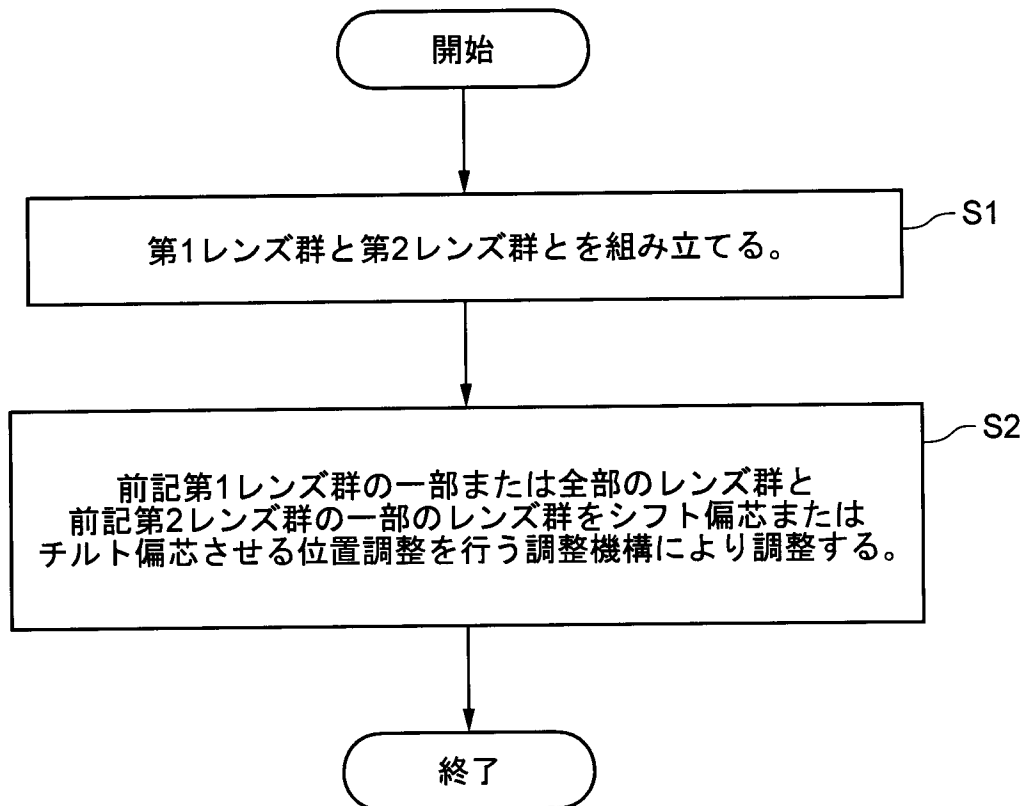
図27C



[図28]



[図29]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/071611

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(2006.01)i, G02B7/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/16, G02B7/02, G02B13/18

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2012-027311 A (Nikon Corp.),<br>09 February 2012 (09.02.2012),<br>examples 2, 3<br>(Family: none)                                                    | 1-40                  |
| Y         | JP 2011-107267 A (Nikon Corp.),<br>02 June 2011 (02.06.2011),<br>examples 1, 6, 8, 12 to 14<br>& US 2011/0116172 A1 & EP 2325682 A2<br>& CN 102062934 A | 1-40                  |
| Y         | JP 2005-274837 A (Fujinon Corp.),<br>06 October 2005 (06.10.2005),<br>claims<br>(Family: none)                                                          | 1-40                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 October, 2014 (28.10.14)

Date of mailing of the international search report  
11 November, 2014 (11.11.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/071611

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2003-43328 A (Sony Corp.),<br>13 February 2003 (13.02.2003),<br>paragraphs [0001], [0080]; fig. 10<br>(Family: none)                                                                     | 1-40                  |
| Y         | JP 11-84240 A (Minolta Co., Ltd.),<br>26 March 1999 (26.03.1999),<br>paragraphs [0001], [0029], [0030]<br>& US 5978151 A                                                                    | 1-40                  |
| Y         | JP 1-217312 A (Canon Inc.),<br>30 August 1989 (30.08.1989),<br>specification, page 1, lower left column, lines<br>16 to 19; page 2, upper right column, lines 12<br>to 18<br>(Family: none) | 1-40                  |
| Y         | JP 1-219710 A (Canon Inc.),<br>01 September 1989 (01.09.1989),<br>specification, page 2, lower left column, lines<br>3 to 15<br>(Family: none)                                              | 1-40                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B15/16(2006.01)i, G02B7/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B15/16, G02B7/02, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2012-027311 A (株式会社ニコン) 2012.02.09, 実施例 2, 3 (ファミリーなし)                                                       | 1-40           |
| Y               | JP 2011-107267 A (株式会社ニコン) 2011.06.02, 実施例 1, 6, 8, 12-14 & US 2011/0116172 A1 & EP 2325682 A2 & CN 102062934 A | 1-40           |
| Y               | JP 2005-274837 A (フジノン株式会社) 2005.10.06, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)                                                       | 1-40           |

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

## \* 引用文献のカテゴリー

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

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

国際調査を完了した日

28. 10. 2014

国際調査報告の発送日

11. 11. 2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀井 康司

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

3713

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                  |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2003-43328 A (ソニー株式会社) 2003. 02. 13, 【0001】 , 【0080】 ,<br>図 10 (ファミリーなし)                      | 1-40           |
| Y                     | JP 11-84240 A (ミノルタ株式会社) 1999. 03. 26, 【0001】 , 【0029】 ,<br>【0030】 & US 5978151 A                | 1-40           |
| Y                     | JP 1-217312 A (キヤノン株式会社) 1989. 08. 30, 明細書第 1 頁左下<br>欄第 16 行-19 行, 第 2 頁右上欄第 12 行-18 行 (ファミリーなし) | 1-40           |
| Y                     | JP 1-219710 A (キヤノン株式会社) 1989. 09. 01, 明細書第 2 頁左下<br>欄第 3 行-15 行 (ファミリーなし)                       | 1-40           |