

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月3日(03.09.2020)



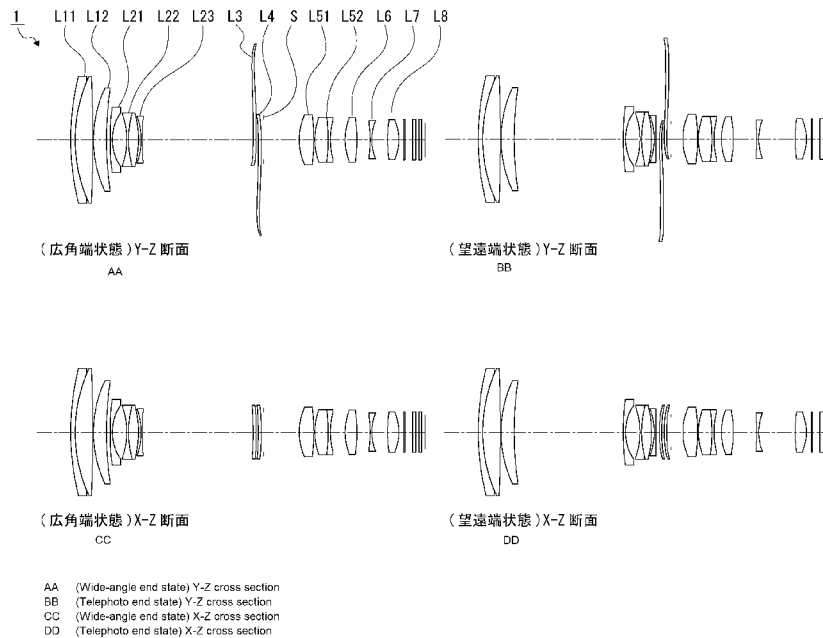
(10) 国際公開番号

WO 2020/174865 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) *G02B 15/00* (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050965
- (22) 国際出願日: 2019年12月25日(25.12.2019)
- (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 2019-034876 2019年2月27日(27.02.2019) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大竹 基之 (OTAKE, Motoyuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 松井 拓未(MATSUI, Takumi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 石岡 学 (ISHIOKA, Manabu); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). ヴァイシエルト クリスティン(WEICHELT, Christin); 70327 シュツットガルト ヘデルフィンガー通り61 ソニーヨーロッパリミテッド内 Stuttgart (DE). 牛田 宏志(USHIDA, Hiroshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソ

(54) Title: VARIABLE-FOCAL-LENGTH LENS SYSTEM AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 可変焦点距離レンズ系及び撮像装置



(57) Abstract: In the present invention, a first lens unit and a third lens unit are disposed on the same optical axis and constituted from lenses having shapes that are rotationally symmetrical about the optical axis. A first free-form lens and a second free-form lens have the same shape and are disposed as rotated 180 degrees with respect to the optical axis. With the z-axis defined as the optical axis of the first lens unit and the third lens unit, the y-axis defined as an axis perpendicular to the z-axis on an image plane, and the x-axis defined as an axis perpendicular to the y-axis and the z-axis on the image

ニーグローバルマニュファクチャリング&オペレーションズ株式会社内 Tokyo (JP). カムマールカス(KAMM, Markus); 70327 シュツットガルト ヘデルフィンガー通り 6 1 ソニー ヨーロッパリミテッド内 Stuttgart (DE).

(74) 代理人: 岩田 雅信, 外 (IWATA, Masanobu et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町 1 丁目 3 番 9 号 ハクセイビル 8 階 テクノピア国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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))

plane, the first free-form lens and the second free-form lens can move in the y-axis direction, the refractive power of the second lens unit is varied by moving the first free-form lens and the second free-form lens in mutually opposite directions, and when the lens positional state is changed from a wide-angle end state having the shortest focal length to a telephoto end state having the longest focal length, the first free-form lens and the second free-form lens are moved in the y-axis direction in accordance with the movement of part of the lens groups constituting the first lens unit and the second lens unit.

(57) 要約: 第1レンズユニットと第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、第1レンズユニットと第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより第2レンズユニットの屈折力が可変であり、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、第1レンズユニットと第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動すると合わせて、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する。

明 細 書

発明の名称：可変焦点距離レンズ系及び撮像装置

技術分野

[0001] 本技術は、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に使用される可変焦点距離レンズ系及びこのような可変焦点距離レンズ系を用いた撮像装置に関する。特に、本技術は、画角が最も広くなる広角端状態で24～38mm程度（35mm換算）、Fナンバーが1.8～4.0程度、ズーム比が10～30倍程度のズームレンズに適している。

背景技術

[0002] 従来より、カメラにおける記録手段として、CCD（Charge Coupled Device）やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の光電変換素子を用いた撮像素子によって、撮像素子面上に形成された被写体像を各光電変換素子によって被写体像の光量を電気的出力に変換して記録する方法が知られている。

[0003] 近年の微細加工技術の技術進歩に伴い、中央演算処理装置（CPU）の高速化や記憶媒体の高集積化が図られ、それまでは取り扱えなかったような大容量の画像データが高速処理できるようになってきた。特に、CPUの高速化により、歪曲収差や倍率色収差と言った収差補正が撮影後に本体内で行われるようになってきた。

[0004] ところで、従来のズームレンズは複数の可動レンズ群を有し、それらの可動レンズ群を光軸方向へ移動させることで像面位置を一定に保ったまま、焦点距離を変化させている（例えば、特許文献1参照）。

[0005] 特許文献1に記載されたズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とにより構成されている。このズームレンズにおいては、焦点距離を変化させる際に、第1レンズ群と第3レンズ群が固定で、第2レンズ群が光軸方向へ移動し、

それに伴う像面位置の変化を補償するように第4レンズ群が光軸方向へ移動する。

[0006] これに対して、回転対称な軸を持たない自由曲面レンズを光軸に垂直な方向へ移動させて画角を変化させるスライド式の変焦点距離レンズ系が知られている（例えば、特許文献2参照）。特許文献2に記載された変焦点距離レンズ系においては、4枚の自由曲面レンズが移動してズーム操作が行われている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平4－43311号公報

特許文献2：特開2007－4063号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来のズームレンズではレンズ全長の短縮化に限界があった。

[0009] これまでに提案された自由曲面レンズを使った変焦点距離レンズ系では、例えば、特許文献2におけるレンズ系では、2か所に自由曲面レンズを2枚ずつ配置することでズーム部とコンペンゼータ部に分離し、それぞれ異なる方向へ移動させることにより、変倍を行っている。

[0010] ところが、自由曲面レンズが4枚と非常に多く、自由曲面は加工が難しいために、製造を含めて安定した光学品質を得ることが難しかった。また、それらが独立して移動するために、位置制御も難しいという課題があった。

[0011] そこで、本技術の変焦点距離レンズ系及び撮像装置は、小型で高倍率な変焦点距離レンズ系及び撮像装置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

[0012] 第1に、本技術に係る変焦点距離レンズ系は、物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲

面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動するものである。

[0013] これにより、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより第2レンズユニットの合成屈折力が変化すると共に第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが逆方向へ同じ量だけ移動されることにより非対称な形状に起因する収差が第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズの二つのレンズで互いに打ち消し合う。

[0014] 第2に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、下記の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 0.03 < \Delta P2 / Z < 0.35$$

但し、

$$\Delta P2 : \phi 2T / \phi 2W$$

$\phi 2T$: 望遠端状態における第2レンズユニットの屈折力

$\phi 2W$: 広角端状態における第2レンズユニットの屈折力

$$Z : f_t / f_w$$

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0015] これにより、望遠端状態で発生する色収差が抑制される。

[0016] 第3に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、下記の条件式(2)及び条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 0.1 < |\Delta L A| / f_t < 0.3$$

$$(3) \quad 0.1 < |\Delta L B| / f_t < 0.3$$

但し、

$\Delta L A$: 広角端状態から望遠端状態までの第1自由曲面レンズのY軸方向における移動量

$\Delta L B$: 広角端状態から望遠端状態までの第2自由曲面レンズのY軸方向における移動量

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0017] これにより、Y軸方向の大きな移動スペースが必要とされないと共に非対称な収差の発生が抑制される。

[0018] 第4に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、開口絞りが前記第2レンズユニット付近に配置され、下記の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) \quad |\Delta P| / f_w < 0.7$$

但し、

ΔP : 開口絞りから第2レンズユニットまでのZ軸に沿った長さの最大値

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0019] これにより、軸外光束が光軸に近い位置を通過する。

[0020] 第5に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、下記の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \ 0.9 < |\Delta L A| / |\Delta L B| < 1.1$$

但し、

$\Delta L A$: 広角端状態から望遠端状態までの第1自由曲面レンズのY軸方向における移動量

$\Delta L B$: 広角端状態から望遠端状態までの第2自由曲面レンズのY軸方向における移動量

とする。

[0021] これにより、二つの自由曲面レンズの移動量が小さくなる。

[0022] 第6に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、前記第1レンズユニットは、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第2レンズユニットとの間隔が減少するように、少なくとも第2レンズ群が光軸方向へ移動することが望ましい。

[0023] これにより、第1レンズユニットの変倍作用が大きくなると共にズーム位置の変化に伴う開口絞りの径の変化が抑制される。

[0024] 第7に、上記した可変焦点距離レンズ系においては、前記第3レンズユニットは被写体距離に応じて光軸方向へ移動するフォーカシングレンズを含むことが望ましい。

[0025] これにより、第1レンズユニットと第2レンズユニットの中のレンズ群がフォーカス作用を持つ場合に、被写体距離の変化に伴う画角の変化が生じないようにすることが可能になる。

[0026] 第8に、本技術に係る撮像装置は、可変焦点距離レンズ系と前記可変焦点距離レンズ系によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備え、前記可変焦点距離レンズ系は、物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、前記第1レン

ズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動するものである。

[0027] これにより、可変焦点距離レンズ系において、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより第2レンズユニットの合成屈折力が変化すると共に第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが逆方向へ同じ量だけ移動されることにより非対称な形状に起因する収差が第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズの二つのレンズで互いに打ち消し合う。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図2乃至図17と共に本技術の可変焦点距離レンズ系及び撮像装置の実施の形態を示すものであり、本図は、可変焦点距離レンズ系の屈折力配置図である。

[図2]第1実施例のレンズ構成を示す図である。

[図3]第1実施例のスポットダイアフラムである。

[図4]第1実施例の歪曲収差図である。

[図5]第2実施例のレンズ構成を示す図である。

[図6]第2実施例のスポットダイアフラムである。

[図7]第2実施例の歪曲収差図である。

[図8]第3実施例のレンズ構成を示す図である。

[図9]第3実施例のスポットダイアフラムである。

[図10]第3実施例の歪曲収差図である。

[図11]撮像装置の一例を示すブロック図である。

[図12]手術室システムの全体構成を概略的に示す図である。

[図13]集中操作パネルにおける操作画面の表示例を示す図である。

[図14]手術室システムが適用された手術の様子の一例を示す図である。

[図15]図14に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図16]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図17]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下に、本技術の可変焦点距離レンズ系及び撮像装置を実施するための形態について説明する。

[0030] [可変焦点距離レンズ系の構成]

本技術の可変焦点距離レンズ系は、物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成されている。

[0031] また、本技術の可変焦点距離レンズ系は、第1レンズユニットと第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置されている。

[0032] さらに、本技術の可変焦点距離レンズ系は、第1レンズユニットと第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能である。

- [0033] 加えて、本技術の可変焦点距離レンズ系は、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより第2レンズユニットの屈折力が可変であり、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、第1レンズユニットと第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する。
- [0034] 一般的なズームレンズでは球面レンズや非球面レンズと言った回転対称な形状のレンズが使用され、少なくとも二つの可動レンズ群が光軸方向へ移動する構成である。
- [0035] 具体的には、一方の可動レンズ群が移動し、それに伴う像面位置の変化を他のレンズ群が補償するように移動する。
- [0036] 一方、特開2007-4063号公報等で開示される可変焦点距離レンズ系では、4枚の自由曲面レンズが配置され、いずれもが光軸に垂直な方向へ移動可能であった。そして、物体側に配置される2枚の自由曲面レンズが互いに逆向きに移動することにより、レンズ系全体の屈折力を変化させ、それに伴う像面位置の変化を像側に配置される2枚の自由曲面レンズが互いに逆向きに移動することにより補償していた。
- [0037] ここで、本技術においては、回転非対称のレンズを用いているため、XYZ軸を定義する。回転対称な形状のレンズで構成される第1レンズユニットと第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な面をY軸とし、像面上でZ軸とY軸に垂直な軸をX軸として、像面上の原点で3つの軸が交わる。
- [0038] 本技術の可変焦点距離レンズ系は第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが同じ形状でZ軸に対して180度回転されて配置される。そして、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することで、第2レンズユニットの合成屈折力が変化する。これと一般的なズームレンズとを組合せることで、像面位置を一定に保ちながら光学全長を短縮化する。
- [0039] 従来のズームレンズは各レンズ群の移動方向が光軸方向のみであったのに

対して、本技術の可変焦点距離レンズ系は二つの自由曲面レンズを光軸方向以外に移動させることで焦点距離を変化させる自由度を増やしている。

[0040] 特に、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズを同一形状とすることで、自由曲面の形状が滑らかになり、停止位置のズレや自由曲面の偏心（物体側と像側のレンズ面同士の倒れや移動）による性能低下を防ぐことを可能とした。

[0041] また、焦点距離を変化させる際に、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズを逆方向へ同じ量だけ移動させることで、非対称な形状に起因する収差を第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズの二つのレンズで互いに打ち消して、良好な光学性能を実現した。

[0042] 上記のように、本技術の可変焦点距離レンズ系は、各種の効果を奏し、小型で高倍率な可変焦点距離レンズ系を提供することができる。

[0043] 本技術の可変焦点距離レンズ系では、焦点距離を変化させる変倍作用が従来のズームレンズと自由曲面レンズを移動させることの組合せによって生じるようにされている。

[0044] この時、自由曲面レンズの屈折力が移動量に応じて大きく変化すれば、焦点距離を変化させる効果が大きくなるが、色収差の発生を抑えることが難しいため、所定の光学性能を得ることができない。

[0045] そこで、本技術の可変焦点距離レンズ系では、下記の条件式（1）を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 0.03 < \Delta P2 / Z < 0.35$$

但し、

$$\Delta P2 : \phi 2T / \phi 2W$$

$\phi 2T$: 望遠端状態における第2レンズユニットの屈折力

$\phi 2W$: 広角端状態における第2レンズユニットの屈折力

$$Z : f_t / f_w$$

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0046] 条件式（１）は、レンズ系全体のズーム比に対する第２レンズユニットが占める割合を規定する条件式である。

[0047] 条件式（１）の上限値を上回った場合には、望遠端状態で発生する色収差が大きくなってしまい、光学性能が低下してしまう。

[0048] 逆に、条件式（１）の下限値を下回った場合には、従来のズームレンズからの小型化が十分に図れなくなってしまう。

[0049] 従って、可変焦点距離レンズ系が条件式（１）を満足することにより、望遠端状態での色収差の発生を抑制して光学性能の向上を図ることができると共に小型化を図ることができる。

[0050] 尚、本技術において更なる高性能化を実現するには、条件式（１）の上限値を０．３とすることが望ましい。

[0051] 更に、本技術では下記の条件式（２）及び条件式（３）を満足することにより、小型化と高性能化のバランス化を図ることができる。

$$(2) \quad 0.1 < |\Delta L A| / f_t < 0.3$$

$$(3) \quad 0.1 < |\Delta L B| / f_t < 0.3$$

但し、

$\Delta L A$ ：広角端状態から望遠端状態までの第１自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

$\Delta L B$ ：広角端状態から望遠端状態までの第２自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

f_t ：望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0052] 条件式（２）と条件式（３）は、第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズの移動量を規定する条件式である。条件式（２）と条件式（３）に含まれる f_t は、広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離を f_w とし、望遠端状態と広角端状態におけるレンズ系全体の変倍比を Z とするときに、 $f_w \cdot Z$ という意味である。 f_w は基準となる広角端状態における焦点距離で条件

式をノーマライズ（無次元化）する意味で含まれており、結果的に、条件式（２）と条件式（３）は変倍比に対する第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズの移動量を最適化することになる。

[0053] 条件式（２）と条件式（３）の上限値を上回った場合には、Ｙ軸方向の大きな移動スペースが必要となり、鏡筒サイズが大きくなってしまう。

[0054] 条件式（２）と条件式（３）の下限値を下回った場合には、少ない移動量で形状が大きく変化するために、非対称な収差が大きく発生してしまう。

[0055] 従って、可変焦点距離レンズ系が条件式（２）及び条件式（３）を満足することにより、第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズのＹ軸方向における移動スペースを小さくして鏡筒サイズの小型化を図ることができると共に第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズの移動に伴う非対称な収差の発生を抑制することができる。

[0056] 本技術においては、更なる高性能化を図るために、開口絞りが第２レンズユニット付近に配置され、下記の条件式（４）を満足することが望ましい。

$$(4) \quad |\Delta P| / f_w < 0.7$$

但し、

ΔP ：開口絞りから第２レンズユニットまでのＺ軸に沿った長さの最大値

f_w ：広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0057] 第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズは開口絞りからの距離が異なるため、非対称な軸外収差が発生し易い。従って、第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズを開口絞り付近に配置することによって、軸外光束が光軸に近い位置を通過するため、非対称な軸外収差を抑えることが可能である。

[0058] 特に、条件式（４）を満足するように第２レンズユニットと開口絞りを配置することで、高性能化を図ることができる。

[0059] 尚、本技術において、自由曲面レンズでの大きさを小型化し、レンズ系全体を小型化する場合には、条件式（４）の上限値を０．６とすることが望ましい。

[0060] 本技術においては、二つの自由曲面レンズの停止位置精度を緩めて、製造時にも優れた光学性能を得るために、下記の条件式（５）を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.9 < |\Delta L A| / |\Delta L B| < 1.1$$

但し、

$\Delta L A$ ：広角端状態から望遠端状態までの第１自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

$\Delta L B$ ：広角端状態から望遠端状態までの第２自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

とする。

[0061] 本技術においては、二つの自由曲面レンズが同一の形状であるため、移動量 $|\Delta L A|$ と $|\Delta L B|$ が大きく異なると、一つのレンズ面での作用が異なってしまう。

[0062] 従って、可変焦点距離レンズ系が条件式（５）を満足することにより、二つの自由曲面レンズの移動量が小さくなり、光学性能の向上を図ることができる。

[0063] また、更なる高い光学性能を実現するには、条件式（５）の上限値を 1.05 とするか、下限値を 0.95 とすることが望ましい。

[0064] 本技術においては、更なる高性能化を図るために、第１レンズユニットは、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、第１レンズ群と第２レンズ群との間隔が増大し、第２レンズ群と第２レンズユニットとの間隔が減少するように、少なくとも第２レンズ群が光軸方向へ移動することが望ましい。

[0065] こうした構成にすることにより、第１レンズユニットの変倍作用を大きくし、ズーム位置の変化に伴う開口絞りの径の変化を抑えている。その結果、広角端状態と望遠端状態で必要になる自由曲面レンズの面精度が均等になるようにして、量産時にも安定した光学品質を得ることができる。

[0066] 本技術においては、第3レンズユニットは被写体距離に応じて光軸方向へ移動するフォーカシングレンズを含むことが望ましい。

[0067] これは第1レンズユニットと第2レンズユニットが変倍作用を持つために、この中のレンズ群がフォーカス作用を持つ場合には、レンズ系全体の焦点距離が変化して、被写体距離の変化に伴って画角が変化してしまうからである。

[0068] 従って、第3レンズユニットがフォーカシングレンズを含むことにより、第1レンズユニットと第2レンズユニットの中のレンズ群がフォーカス作用を持つ場合に、被写体距離の変化に伴う画角の変化を生じないようにして、光学性能の向上を図ることが可能になる。

[0069] 尚、本技術による各実施例では第2レンズユニットの像側に開口絞りを配置しているが、開口絞りは、第2レンズユニットの物体側や第2レンズユニットを構成する2枚の自由曲面レンズの間に配置することも可能である。

[0070] 本技術の可変焦点距離では、自由曲面の形状をXY多項式で表現する。具体的に形状を示す式は、kをコーニック係数（円錐定数）、C₃、C₄、
 ・ ・ ・、C₅₃を係数とすると、Z軸方向のサグ量Z_{sag}が以下の数式1で示される。

[0071] [数1]

$$\begin{aligned} Z_{sag} = & C_3 Y + C_4 X^2 + C_6 Y^2 + C_8 X^2 Y + C_{10} Y^3 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{21} Y^5 \\ & + C_{11} X^4 + C_{15} Y^4 + C_{17} X^4 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{32} X^4 Y^2 + C_{34} X^2 Y^5 \\ & + C_{22} X^6 + C_{36} Y^7 + C_{30} X^6 Y + C_{51} X^4 Y^5 + C_{53} X^2 Y^7 \end{aligned}$$

[0072] 本技術においては、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズをY軸方向に移動させるため、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズはY-Z平面に対して対称な形状である。具体的には、Xの奇数次項はゼロという意味である。

[0073] また、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズはZ軸を基準に反対向きに配置されるため、XY多項式としてはYが奇数次となる項の符号が逆向きになる。

[0074] 尚、本技術においては、レンズ系の像側にモアレ縞の発生を防ぐためにローパスフィルタを配置したり、受光素子の分光感度特性に応じて赤外カットフィルタを配置することも勿論可能である。

[0075] [可変焦点距離レンズ系の数値実施例]

以下に、本技術の可変焦点距離レンズ系の具体的な実施の形態及び実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例について、図面及び表を参照して説明する。

[0076] 図1は、本技術の各実施例による可変焦点距離レンズ系の屈折力配置を示している。本技術の可変焦点距離レンズ系は、物体側より像側へ順に、第1レンズユニットU1と第2レンズユニットU2と第3レンズユニットU3が配置されている。

[0077] 第1レンズユニットU1は正の屈折力を有する第1レンズ群G1と負の屈折力を有する第2レンズ群G2とで構成されている。第2レンズユニットU2は自由曲面レンズによる第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とにより構成されている。第3レンズユニットU3は第5レンズ群G5と第6レンズ群G6と第7レンズ群G7と第8レンズ群G8で構成されている。

[0078] 焦点距離が最も短くなる広角端状態から最も長くなる望遠端状態まで焦点距離状態が変化する際に、第1レンズ群G1は固定され、第2レンズ群G2はZ軸に沿って像側へ移動し、第3レンズ群G3はY軸方向におけるマイナス方向へ移動し、第4レンズ群G4はY軸方向におけるプラス方向へ移動し、第5レンズ群G5はZ軸に沿って物体側へ移動し、第6レンズ群G6はZ軸に沿って物体側へ移動し、第7レンズ群G7はZ軸に沿って物体側へ移動し、第8レンズ群G8は固定される。

[0079] そして、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔D1は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔D2は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔D4は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との空気間隔D5は変化し、第6レンズ群G6と第7レンズ群G7との空気間隔D6は変化し、第7レンズ群G7と第8レンズ群

G 8 との空気間隔 D 7 は増大する。

[0080] 開口絞り S は第 4 レンズ群 G 4 の像側に配置され、焦点距離が変化する際に光軸方向に固定される。

[0081] 本技術による各実施例では第 8 レンズ群 G 8 の像側に、IR カットフィルター、ローパスフィルター、イメージセンサーのカバーガラスが配置されている。

[0082] 各実施例において、非球面は以下の数式で表される。

[0083] [数 2]

$$z = c H^2 / [1 + \{1 - (1 + k) c^2 H^2\}^{1/2}] + A H^4 + B H^6 + \dots$$

$$(H^2 = (x^2 + y^2)^{1/2})$$

[0084] 尚、H は光軸からの距離、z はサグ量、c は曲率、k はコーニク係数（円錐定数）、A、B、・・・は非球面係数である。

[0085] <第 1 実施例>

図 2 は、本技術の第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズ系 1 のレンズ断面図を示す。

[0086] 第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 2 とで構成される。

[0087] 第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けた負レンズ L 2 3 とで構成される。

[0088] 第 3 レンズ群 G 3 は、1 枚の第 1 自由曲面レンズ L 3 で構成され、第 4 レンズ群 G 4 は 1 枚の第 2 自由曲面レンズ L 4 で構成され、第 1 自由曲面レンズ L 3 と第 2 自由曲面レンズ L 4 は Z 軸に対して反転した状態で配置される。

[0089] 第 5 レンズ群 G 5 は、両凸形状の正レンズ L 5 1 と、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズ L 5 2 とで構成される。

- [0090] 第6レンズ群G 6は両凸形状の正レンズL 6で構成される。
- [0091] 第7レンズ群G 7は像側に凹面を向けた負レンズL 7で構成される。
- [0092] 第8レンズ群G 8は物体側に凸面を向けた正レンズL 8で構成される。
- [0093] 尚、第1実施例においては、第1自由曲面レンズL 3と第2自由曲面レンズL 4のY軸方向における移動量が僅かに相違する。これにより、可変焦点距離レンズ系1のY軸方向における小型化を図ることが可能になる。
- [0094] 以下の表1～表4に本技術における第1実施例の諸元の値を示す。表1には各レンズの曲率半径等のレンズデータを示し、表2には焦点距離を変化させる際の可変間隔と移動量（ズーム変位量）を示し、表3には自由曲面レンズの形状を表すXY自由曲面係数（XY多項式係数）、表4には非球面係数を示す。
- [0095] 尚、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。
- [0096] 表1において、「曲率半径」は曲率の逆数を示し、「曲率半径」において「0」は平面を示し、「D n」は第n番目の面と第n+1番目の面の間の可変間隔である軸上面間隔（レンズの中心の厚み又は空気間隔）を示し、「屈折率」と「アッベ数」はd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）における屈折率とアッベ数を示す。表2において、「x」、「y」はそれぞれX軸方向とY軸方向における各値を示し、「Yシフト量」は第1自由曲面レンズL 3と第2自由曲面レンズL 4のY軸方向における移動量を示す。
- [0097]

[表1]

面番号	形状	曲率半径	間隔	屈折率	アッベ数
1	球面	58.1002	1.0000	1.92286	20.88
2	球面	33.8463	3.9600	1.55032	75.50
3	球面	-307.5720	0.1500		
4	球面	26.9294	2.9240	1.77250	49.62
5	球面	75.7822	(D1)		
6	非球面	143.4149	0.5000	1.88202	37.22
7	非球面	11.9031	3.2000		
8	球面	-16.9141	0.4000	1.83481	42.72
9	球面	22.3735	2.1928	1.94595	17.98
10	球面	-25.1716	0.6325		
11	球面	-14.7962	0.4000	1.83481	42.72
12	球面	500.0000	(D2)		
13	自由曲面	-38.7861	0.6400	1.5247	56.236
14	自由曲面	-35.9330	0.5000		
15	自由曲面	-38.7861	0.6400	1.5247	56.236
16	自由曲面	-35.9330	0.5500		
17	平面	0	(D3)		
18	非球面	13.4093	3.2881	1.59201	67.02
19	非球面	-35.3650	0.2000		
20	球面	14.4408	3.0133	1.55032	75.50
21	球面	-38.6635	0.5000	1.88100	40.14
22	球面	18.0000	(D4)		
23	非球面	13.1771	2.6685	1.49710	81.56
24	非球面	-22.9941	(D5)		
25	非球面	-30.1414	0.4000	1.80420	46.50
26	非球面	10.7600	(D6)		
27	非球面	30.0000	2.5140	1.55332	61.68
28	非球面	-10.0172	1.0500		
29	平面	0	0.3000	1.51680	64.20
30	平面	0	1.7500		
31	平面	0	0.7500	1.51680	64.20
32	平面	0	0.7000		
33	平面	0	0.5000	1.51680	64.20
34	平面	0	0.8000		

[0098] [表2]

ズーム量		広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
焦点距離	x	4.6320	19.6124	82.9637
	y	4.6321	19.6052	82.9637
F ナンバー	x	2.0599	3.7155	3.9110
	y	2.0599	3.7166	3.9104
物体距離		Infinity	Infinity	Infinity
間隔	D5	0.8456	14.7589	24.5006
間隔	D12	24.6551	10.7418	1.0000
Y シフト量	13 面,14 面	7.1975	-3.9888	-10.0000
Y シフト量	15 面,16 面	-7.2345	3.7070	9.6568
間隔	D17	8.0427	2.7150	2.7000
絞り径		4.4522	3.3734	3.3475
間隔 D4	D22	3.3173	3.1713	1.6301
間隔 D5	D24	2.9113	5.8198	5.2937
間隔	D26	3.5125	6.0776	8.1599
物体距離 800mm 時 の間隔	D24	2.9237	6.0094	8.0652
物体距離 800mm 時 の間隔	D26	3.5000	5.8880	5.3884

[0099]

[表3]

面番号	係数
13	K:-7.7111E+00 Y:-2.1226E-02 X2:1.0485E-02 Y2:9.2708E-03 X2Y:6.8875E-04 Y3:5.4623E-05 X4:1.6288E-05 X2Y2:8.3276E-05 Y4:2.3319E-05 X4Y:-6.7069E-06 X2Y3:-1.4486E-05 Y5:-6.9778E-07 X6:4.5851E-07 X4Y2:-1.0631E-06 X2Y4:-1.2193E-07 Y6:-1.3671E-07 X6Y:-2.2949E-07 X4Y3:7.4053E-07 X2Y5:2.2902E-07 Y7:1.0567E-08 X6Y2:1.8312E-09 X4Y4:-7.7352E-09 X2Y6:-1.7793E-09 Y8:1.3393E-10 X8Y:4.8579E-09 X6Y3:2.6744E-09 X4Y5:-4.5179E-09 X2Y7:-5.4002E-10
14	K:4.6841E-01 Y:-2.7641E-02 X2:1.0903E-02 Y2:9.7191E-03 2Y:6.2737E-04 Y3:3.7351E-05 X4:3.5022E-05 X2Y2:1.2229E-04 Y4:4.1307E-05 X4Y:-6.3578E-06 X2Y3:-1.3721E-05 Y5:-6.3843E-07 X6:4.0128E-07 X4Y2:-1.2494E-06 X2Y4:-2.7578E-07 Y6:-1.6392E-07 X6Y:-2.1954E-07 X4Y3:7.0777E-07 X2Y5:2.1753E-07 Y7:1.0068E-08 X6Y2:2.6030E-09 X4Y4:-5.6673E-09 X2Y6:-1.1579E-09 Y8:1.9567E-10 X8Y:5.0369E-09 X6Y3:2.2253E-09 X4Y5:-4.3030E-09 X2Y7:-5.1034E-10
15	K:-7.7111E+00 Y:2.1226E-02 X2:1.0485E-02 Y2:9.2708E-03 X2Y:-6.8875E-04 Y3:-5.4623E-05 X4:1.6288E-05 X2Y2:8.3276E-05 Y4:2.3319E-05 X4Y:6.7069E-06 X2Y3:1.4486E-05 Y5:6.9778E-07 X6:4.5851E-07 X4Y2:-1.0631E-06 X2Y4:-1.2193E-07 Y6:-1.3671E-07 X6Y:2.2949E-07 X4Y3:-7.4053E-07 X2Y5:-2.2902E-07 Y7:-1.0567E-08 X6Y2:1.8312E-09 X4Y4:-7.7352E-09 X2Y6:-1.7793E-09 Y8:1.3393E-10 X8Y:-4.8579E-09 X6Y3:-2.6744E-09 X4Y5:4.5179E-09 X2Y7:5.4002E-10
16	K:4.6841E-01 Y:2.7641E-02 X2:1.0903E-02 Y2:9.7191E-03 X2Y:-6.2737E-04 Y3:-3.7351E-05 X4:3.5022E-05 X2Y2:1.2229E-04 Y4:4.1307E-05 X4Y:6.3578E-06 X2Y3:1.3721E-05 Y5:6.3843E-07 X6:4.0128E-07 X4Y2:-1.2494E-06 X2Y4:-2.7578E-07 Y6:-1.6392E-07 X6Y:2.1954E-07 X4Y3:-7.0777E-07 X2Y5:-2.1753E-07 Y7:-1.0068E-08 X6Y2:2.6030E-09 X4Y4:-5.6673E-09 X2Y6:-1.1579E-09 Y8:1.9567E-10 X8Y:-5.0369E-09 X6Y3:-2.2253E-09 X4Y5:4.3030E-09 X2Y7:5.1034E-10

[0100]

[表4]

面番号	A	B	C	D
6	0.857815E-04	0.837914E-06	-0.122202E-07	
7	0.830743E-04	0.122415E-05	0.924242E-07	-0.709530E-09
18	-0.249204E-04	0.128444E-05	-0.130173E-07	
19	0.289971E-04	0.193471E-05	-0.247764E-07	
23	-0.117490E-03	0.355087E-05	-0.842477E-07	
24	0.145047E-03	0.218327E-05	-0.429988E-07	
25	-0.248457E-03	0.816196E-05	0.277077E-07	
26	-0.290707E-03	0.539813E-05	0.116561E-06	
27	0.267184E-03	-0.235796E-04	0.660651E-06	-0.794752E-08
28	0.758550E-03	-0.272476E-04	0.514152E-06	-0.156939E-08

[0101] 表5に第1実施例における条件式の対応値を示す。

[0102]

[表5]

		実施例 1
	$\phi 2Wx$	0.00056
	$\phi 2Wy$	0.00056
	$\phi 2Tx$	0.00296
	$\phi 2Ty$	0.00296
	ftx	82.964
	fty	82.964
	fwx	4.632
	fwy	4.632
条件式 (1)	$\Delta P2/Z$	0.295
	$ \Delta LA $	17.1975
条件式 (2)	$ \Delta LA /ft$	0.207
	$ \Delta LB $	16.8913
条件式 (3)	$ \Delta LB /ft$	0.204
	$ \Delta P $	2.330
条件式 (4)	$ \Delta P /fw$	0.503
条件式 (5)	$ \Delta LA / \Delta LB $	1.018

[0103] 図3には第1実施例の広角端状態と望遠端状態におけるスポットダイアグラムを示し、図4には第1実施例の歪曲収差図を示す。

[0104] 各収差図から、本実施例は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0105] <第2実施例>

図5は、本技術の第2実施例に係る可変焦点距離レンズ系2のレンズ断面図を示す。

[0106] 第1レンズ群G1は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12とで構成される。

[0107] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズL22と、物体側に凹面を

向けた負レンズL 2 3 とで構成される。

[0108] 第3レンズ群G 3は、1枚の第1自由曲面レンズL 3で構成され、第4レンズ群G 4は1枚の第2自由曲面レンズL 4で構成され、第1自由曲面レンズL 3と第2自由曲面レンズL 4はZ軸に対して反転した状態で配置される。

[0109] 第5レンズ群G 5は、両凸形状の正レンズL 5 1と、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL 5 2とで構成される。

[0110] 第6レンズ群G 6は両凸形状の正レンズL 6で構成される。

[0111] 第7レンズ群G 7は像側に凹面を向けた負レンズL 7で構成される。

[0112] 第8レンズ群G 8は物体側に凸面を向けた正レンズL 8で構成される。

[0113] 尚、第2実施例においては、第1自由曲面レンズL 3と第2自由曲面レンズL 4のY軸方向における移動量が僅かに相違する。これにより、可変焦点距離レンズ系2のY軸方向における小型化を図ることが可能になる。

[0114] 以下の表6～表9に本技術における第2実施例の諸元の値を示す。表6には各レンズの曲率半径等のレンズデータを示し、表7には焦点距離を変化させる際の可変間隔と移動量（ズーム変位量）を示し、表8には自由曲面レンズの形状を表すXY自由曲面係数（XY多項式係数）、表9には非球面係数を示す。

[0115] 尚、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。

[0116] 表6において、「曲率半径」は曲率の逆数を示し、「曲率半径」において「0」は平面を示し、「D n」は第n番目の面と第n+1番目の面の間の可変間隔である軸上面間隔（レンズの中心の厚み又は空気間隔）を示し、「屈折率」と「アッベ数」はd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）における屈折率とアッベ数を示す。表7において、「x」、「y」はそれぞれX軸方向とY軸方向における各値を示し、「Yシフト量」は第1自由曲面レンズL 3と第2自由曲面レンズL 4のY軸方向における移動量を示す。

[0117] [表6]

面番号	形状	曲率半径	間隔	屈折率	アッベ数
1	球面	45.8928	1.0000	1.94577	18.01
2	球面	28.1837	3.9614	1.55903	73.64
3	球面	573.4217	0.1500		
4	球面	25.0000	3.0666	1.88100	40.14
5	球面	67.1334	(D5)		
6	非球面	1542.0345	0.5000	1.88202	37.22
7	非球面	11.8900	3.1985		
8	球面	-15.2497	0.4000	1.88100	40.14
9	球面	21.7204	2.1988	1.94595	17.98
10	球面	-20.7626	0.4000		
11	球面	-16.0910	0.4000	1.88087	40.15
12	球面	150.0000	(D12)		
13	自由曲面	-38.2450	0.6400	1.63423	23.87
14	自由曲面	-43.6888	0.4100		
15	自由曲面	-38.2450	0.6400	1.52470	56.236
16	自由曲面	-43.6888	0.5500		
17	平面	0	(D17)		
18	非球面	13.4000	3.0380	1.61879	63.86
19	非球面	-64.1442	0.2000		
20	球面	14.0000	2.4043	1.61579	64.41
21	球面	51.7485	0.5000	1.93078	22.68
22	球面	16.6000	(D22)		
23	非球面	14.0895	2.5834	1.51738	77.45
24	非球面	-24.5082	(D24)		
25	非球面	-45.1067	0.4000	1.83066	40.80
26	非球面	9.2600	(D26)		
27	非球面	47.9867	2.3508	1.61881	63.86
28	非球面	-10.6736	1.0500		
29	平面	0	0.3000	1.51680	64.20
30	平面	0	1.7500		
31	平面	0	0.7500	1.51680	64.20
32	平面	0	0.7000		
33	平面	0	0.5000	1.51680	64.20
34	平面	0	0.8000		

[0118]

[表7]

ズーム量		広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
焦点距離	x	4.6320	19.6243	83.0361
	y	4.6320	19.6154	82.9531
F ナンバー	x	2.0615	3.7204	3.9147
	y	2.0615	3.7187	3.9108
物体距離		Infinity	Infinity	Infinity
間隔	D5	0.8456	12.8695	21.5054
間隔	D12	21.6599	9.6359	1.0000
Y シフト量	13 面,14 面	7.6169	0.1385	-9.3763
Y シフト量	15 面,16 面	-7.4254	-0.0710	9.3562
間隔	D17	8.0546	2.7000	2.7000
絞り径		4.1478	3.2612	3.1901
間隔 D4	D22	2.5980	2.5238	1.6925
間隔 D5	D24	2.8970	5.5870	4.1503
間隔	D26	3.5107	6.2495	8.5175
物体距離 800mm 時の間隔	D24	2.9077	5.7505	6.5184
物体距離 800mm 時の間隔	D26	3.500	6.0862	6.1494

[0119]

[表8]

面番号	係数
13	K:-9.6964E+00 Y:-1.5755E-02 X2:9.8674E-03 Y2:9.3393E-03 X2Y:2.8927E-04 Y3:-1.0644E-05 X4:9.2507E-05 X2Y2:1.7017E-04 Y4:3.2879E-05 X4Y:8.7129E-06 X2Y3:-8.4676E-06 Y5:-3.9227E-07 X6:-1.2083E-06 X4Y2:-4.7483E-06 X2Y4:-2.8030E-07 Y6:-8.2982E-08 X6Y:-2.7267E-07 X4Y3:-1.0783E-07 X2Y5:1.5253E-07 Y7:1.1277E-08 X6Y2:3.4760E-08 X4Y4:1.5293E-09 X2Y6:-5.4032E-09 Y8:-2.3373E-10 X8Y:-1.1343E-08 X6Y3:6.1491E-09 X4Y5:-1.2596E-09 X2Y7:-7.0213E-10 Y9:-4.1720E-11
14	K:-2.0214E+00 Y:-1.5624E-02 X2:8.3855E-03 Y2:7.8790E-03 X2Y:3.4092E-04 Y3:1.0962E-05 X4:1.0596E-04 X2Y2:1.9924E-04 Y4:4.8965E-05 X4Y:6.8877E-06 X2Y3:-9.8044E-06 Y5:-5.6958E-07 X6:-1.2381E-06 X4Y2:-4.8176E-06 X2Y4:-5.0992E-07 Y6:-1.3431E-07 X6Y:-2.4723E-07 X4Y3:-6.5507E-08 X2Y5:1.5786E-07 Y7:1.1669E-08 X6Y2:3.3126E-08 X4Y4:3.7097E-09 X2Y6:-4.3562E-09 Y8:-1.2212E-10 X8Y:-1.1007E-08 X6Y3:5.3934E-09 X4Y5:-1.3672E-09 X2Y7:-6.9932E-10 Y9:-4.1736E-11
15	K:-9.6964E+00 Y:1.5755E-02 X2:9.8674E-03 Y2:9.3393E-03 X2Y:-2.8927E-04 Y3:1.0644E-05 X4:9.2507E-05 X2Y2:1.7017E-04 Y4:3.2879E-05 X4Y:-8.7129E-06 X2Y3:8.4676E-06 Y5:3.9227E-07 X6:-1.2083E-06 X4Y2:-4.7483E-06 X2Y4:-2.8030E-07 Y6:-8.2982E-08 X6Y:2.7267E-07 X4Y3:1.0783E-07 X2Y5:-1.5253E-07 Y7:-1.1277E-08 X6Y2:3.4760E-08 X4Y4:1.5293E-09 X2Y6:-5.4032E-09 Y8:-2.3373E-10 X8Y:1.1343E-08 X6Y3:-6.1491E-09 X4Y5:1.2596E-09 X2Y7:7.0213E-10 Y9:4.1720E-11
16	K:-2.0214E+00 Y:1.5624E-02 X2:8.3855E-03 Y2:7.8790E-03 X2Y:-3.4092E-04 Y3:-1.0962E-05 X4:1.0596E-04 X2Y2: 1.9924E-04 Y4:4.8965E-05 X4Y:-6.8877E-06 X2Y3:9.8044E-06 Y5:5.6958E-07 X6:-1.2381E-06 X4Y2:-4.8176E-06 X2Y4:-5.0992E-07 Y6:-1.3431E-07 X6Y:2.4723E-07 X4Y3:6.5507E-08 X2Y5:-1.5786E-07 Y7:-1.1669E-08 X6Y2:3.3126E-08 X4Y4:3.7097E-09 X2Y6:-4.3562E-09 Y8:-1.2212E-10 X8Y:1.1007E-08 X6Y3:-5.3934E-09 X4Y5:1.3672E-09 X2Y7:6.9932E-10 Y9:4.1736E-11

[0120]

[表9]

面番号	A	B	C	D
6	0.710992E-03	-0.249156E-04	0.435303E-06	-0.279130E-08
7	0.739912E-03	-0.128934E-04	-0.213179E-06	0.113485E-07
18	-0.365249E-04	0.114928E-05	-0.313616E-07	
19	0.106517E-04	0.188755E-05	-0.489390E-07	
23	-0.145339E-03	0.347096E-05	-0.100498E-06	
24	0.140305E-03	0.244437E-05	-0.518938E-07	
25	-0.248457E-03	0.816196E-05	0.277077E-07	
26	-0.154273E-03	0.670139E-05	0.108127E-06	
27	0.279092E-03	-0.178969E-04	0.595191E-06	-0.104307E-07
28	0.551530E-03	-0.241402E-04	0.704662E-06	-0.105780E-07

[0121] 表 10 に第 2 実施例における条件式の対応値を示す。

[0122]

[表10]

		実施例 2	
	$\phi 2Wx$	0.00075	
	$\phi 2Wy$	0.00075	
	$\phi 2Tx$	0.00198	
	$\phi 2Ty$	0.00191	
	ftx	83.036	
	fty	82.953	
	fwx	4.632	
	fwy	4.632	
条件式 (1)	$\Delta P2/Z$	x	0.147
		y	0.142
	$ \Delta LA $	16.9932	
条件式 (2)	$ \Delta LA /ft$	x	0.205
		y	0.205
	$ \Delta LB $	16.7816	
条件式 (3)	$ \Delta LB /ft$	x	0.202
		y	0.202
	$ \Delta P $	2.240	
条件式 (4)	$ \Delta P /fw$	0.484	
条件式 (5)	$ \Delta LA / \Delta LB $	1.013	

[0123] 図6には第2実施例の広角端状態と望遠端状態におけるスポットダイヤグラムを示し、図7には第2実施例の歪曲収差図を示す。

[0124] 各収差図から、本実施例は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0125] <第3実施例>

図8は、本技術の第3実施例に係る可変焦点距離レンズ系3のレンズ断面図を示す。

[0126] 第1レンズ群G1は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12とで構成される。

[0127] 第2レンズ群G2は、像側に凹面を向けた負レンズL21と、両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズL22と、物体側に凹面を向けた負レンズL2

3とで構成される。

[0128] 第3レンズ群G3は、1枚の第1自由曲面レンズL3で構成され、第4レンズ群G4は1枚の第2自由曲面レンズL4で構成され、第1自由曲面レンズL3と第2自由曲面レンズL4はZ軸に対して反転した状態で配置される。

[0129] 第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51と、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL52とで構成される。

[0130] 第6レンズ群G6は両凸形状の正レンズL6で構成される。

[0131] 第7レンズ群G7は像側に凹面を向けた負レンズL7で構成される。

[0132] 第8レンズ群G8は像側に凸面を向けた正レンズL8で構成される。

[0133] 以下の表11～表14に本技術における第3実施例の諸元の値を示す。表11には各レンズの曲率半径等のレンズデータを示し、表12には焦点距離を変化させる際の可変間隔と移動量（ズーム変位量）を示し、表13には自由曲面レンズの形状を表すXY自由曲面係数（XY多項式係数）、表14には非球面係数を示す。

[0134] 尚、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。

[0135] 表11において、「曲率半径」は曲率の逆数を示し、「曲率半径」において「0」は平面を示し、「Dn」は第n番目の面と第n+1番目の面の間の可変間隔である軸上面間隔（レンズの中心の厚み又は空気間隔）を示し、「屈折率」と「アッベ数」はd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）における屈折率とアッベ数を示す。表12において、「x」、「y」はそれぞれX軸方向とY軸方向における各値を示し、「Yシフト量」は第1自由曲面レンズL3と第2自由曲面レンズL4のY軸方向における移動量を示す。

[0136]

[表11]

面番号	形状	曲率半径	間隔	屈折率	アッペ数
1	球面	44.87639	1.000	1.90313	31.32
2	球面	20.59631	4.487	1.49700	81.61
3	球面	456.31757	0.150		
4	球面	23.61863	3.146	1.72916	54.76
5	球面	646.45580	(D5)		
6	非球面	-180.00000	0.500	1.88202	37.22
7	非球面	11.8900	2.453		
8	球面	-18.63701	0.400	1.83500	42.98
9	球面	22.91574	1.887	1.94595	17.98
10	球面	-23.4748	0.678		
11	球面	-11.80000	0.400	1.80420	46.50
12	球面	500.00000	(D12)		
13	自由曲面	0	0.300	1.51680	64.20
14	平面	0	0.700		
15	自由曲面	0	0.300	1.51680	64.20
16	平面	0	0.200		
17	平面	0	(D17)		
18	非球面	14.50000	2.800	1.59201	67.02
19	非球面	-62.60442	0.2000		
20	球面	14.0000	2.617	1.56849	71.72
21	球面	414.00630	0.500	1.91716	25.60
22	球面	22.66530	(D22)		
23	非球面	16.83065	2.500	1.49700	81.61
24	非球面	-19.55617	(D24)		
25	非球面	-124.55545	0.400	1.80420	46.50
26	非球面	11.50000	(D26)		
27	非球面	-50.00000	1.310	1.55332	71.68
28	非球面	-23.61978	1.050		
29	平面	0	0.300	1.51680	64.20
30	平面	0	1.750		
31	平面	0	0.750	1.51680	64.20
32	平面	0	0.700		
33	平面	0	0.500	1.51680	64.20
34	平面	0	0.800		

[0137]

[表12]

ズーム量		広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
焦点距離	x	4.6392	18.8781	82.8120
	y	4.6397	18.8575	82.7243
F ナンバー	x	2.081	3.887	4.324
	y	2.081	3.883	4.319
物体距離		Infinity	Infinity	Infinity
間隔	D5	0.8456	11.4358	19.8921
間隔	D12	20.0465	9.4563	1.0000
Y シフト量	13 面,14 面	0	-8.0000	-16.0000
Y シフト量	15 面,16 面	0	+8.0000	+16.0000
間隔	D17	12.5095	5.8838	2.7000
絞り径		8.207	6.917	8.011
間隔	D22	4.2175	2.3665	1.6300
間隔	D24	3.1276	4.9025	8.5866
間隔	D26	3.5219	10.2238	10.4600
物体距離 800mm 時の間隔	D24	3.1496	5.0125	10.6529
物体距離 800mm 時の間隔	D26	3.5000	10.1139	8.3936

[0138]

[表13]

面番号	係数
13	Y:5.3914E-03 X2:-1.1037E-03 Y2:-1.1210E-03 X2Y:4.2496E-05 Y3:3.8036E-05 X4:-1.3862E-05 X2Y2:-2.3057E-05 Y4:-9.9435E-06 X4Y:4.9568E-06 X2Y3:3.0226E-06 Y5:1.0913E-06 X6:1.7991E-07 X4Y2:-5.8445E-07 X2Y4:-1.4889E-07 Y6:-6.8006E-08 X6Y:2.9180E-09 X4Y3:3.8244E-08 X2Y5:3.0586E-10 Y7:2.5787E-09 X8:-8.0657E-09 X6Y2:-7.1570E-09 X4Y4:-1.5730E-09 X2Y6:1.9756E-10 Y8:-5.9760E-11 X8Y:9.7218E-10 X6Y3:3.8391E-10 X4Y5:3.1736E-11 X2Y7:-4.2759E-12 Y9:6.9787E-13
15	Y:-5.3914E-03 X2:-1.1037E-03 Y2:-1.1210E-03 X2Y:-4.2496E-05 Y3:-3.8036E-05 X4:-1.3862E-05 X2Y2:-2.3057E-05 Y4:-9.9435E-06 X4Y:-4.9568E-06 X2Y3:-3.0226E-06 Y5:-1.0913E-06 X6:1.7991E-07 X4Y2:-5.8445E-07 X2Y4:-1.4889E-07 Y6:-6.8006E-08 X6Y:-2.9180E-09 X4Y3:-3.8244E-08 X2Y5:-3.0586E-10 Y7:-2.5787E-09 X8:-8.0657E-09 X6Y2:-7.1570E-09 X4Y4:-1.5730E-09 X2Y6:1.9756E-10 Y8:-5.9760E-11 X8Y:-9.7218E-10 X6Y3:-3.8391E-10 X4Y5:-3.1736E-11 X2Y7:4.2759E-12 Y9:-6.9787E-13

[0139] [表14]

面番号	A	B	C	D
6	0.269741E-03	-0.322108E-05	0.144199E-07	0.000000E+00
7	0.256481E-03	-0.181160E-05	0.138319E-06	-0.284711E-08
18	-0.274661E-04	-0.141646E-06	0.770396E-08	0.000000E+00
19	0.299897E-05	0.284392E-06	0.581550E-08	0.000000E+00
23	-0.247856E-03	0.368344E-07	0.459418E-07	0.000000E+00
24	0.439239E-04	-0.245655E-07	0.478099E-07	0.000000E+00
25	-0.248457E-03	0.816196E-05	0.277077E-07	0.000000E+00
26	-0.310579E-03	0.517451E-05	0.251468E-06	0.000000E+00
27	0.988248E-03	-0.162739E-04	0.669024E-06	-0.794752E-08
28	0.180000E-02	-0.141685E-04	0.988446E-06	-0.156939E-08

[0140] 表 1 5 に第 3 実施例における条件式の対応値を示す。

[0141]

[表15]

		実施例 3	
$\phi 2Wx$		-0.00229	
$\phi 2Wy$		-0.00233	
$\phi 2Tx$		-0.00253	
$\phi 2Ty$		-0.00263	
ftx		82.812	
fty		82.724	
fwx		4.639	
fwy		4.640	
条件式(1)	$\Delta P2/Z$	x	0.062
		y	0.063
	$ \Delta LA $	16	
条件式(2)	$ \Delta LA /ft$	0.193	
	$ \Delta LB $	16	
条件式(3)	$ \Delta LB /ft$	0.193	
	$ \Delta P $	1.5	
条件式(4)	$ \Delta P /fw$	0.323	
条件式(5)	$ \Delta LA / \Delta LB $	1.000	

[0142] 図9には第3実施例の広角端状態と望遠端状態におけるスポットダイヤグラムを示し、図10には第3実施例の歪曲収差図を示す。

[0143] 各収差図から、本実施例は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0144] [撮像装置の構成]

本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系が、物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成されている。

[0145] また、本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系が、第1レンズユニットと第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成され

ると共に同じ光軸上に配置され、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置されている。

[0146] さらに、本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系が、第1レンズユニットと第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能である。

[0147] 加えて、本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系が、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより第2レンズユニットの屈折力が可変であり、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、第1レンズユニットと第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する。

[0148] 本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系が、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが同じ形状でZ軸に対して180度回転されて配置される。そして、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することで、第2レンズユニットの合成屈折力が変化する。これと一般的なズームレンズとを組合せることで、像面位置を一定に保ちながら光学全長を短縮化する。

[0149] 従来のズームレンズは各レンズ群の移動方向が光軸方向しかなかったのに対して、本技術の撮像装置は、可変焦点距離レンズ系の二つの自由曲面レンズを光軸方向以外に移動させることで焦点距離を変化させる自由度を増やしている。

[0150] 特に、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズを同一形状とすることで、自由曲面の形状が滑らかになり、停止位置のズレや自由曲面の偏心（物体側と像側のレンズ面同士の倒れや移動）による性能低下を防ぐことを可能とした。

[0151] また、焦点距離を変化させる際に、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズを逆方向へ同じ量だけ移動させることで、非対称な形状に起因する収差

の発生を第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズの二つのレンズで互いに打ち消して、良好な光学性能を実現した。

[0152] 上記のように、本技術の撮像装置は、各種の効果を奏し、小型で高倍率な撮像装置を提供することができる。

[0153] [撮像装置の一実施形態]

図11に、本技術の撮像装置の一実施形態によるデジタルスチルカメラのブロック図を示す。

[0154] 撮像装置（デジタルスチルカメラ）100は、取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換機能を有する撮像素子10と、撮影された画像信号のアナログーデジタル変換等の信号処理を行うカメラ信号処理部20と、画像信号の記録再生処理を行う画像処理部30とを有している。また、撮像装置100は、撮影された画像等を表示する表示部40と、メモリー90への画像信号の書込及び読出を行うR/W（リーダ／ライター）50と、撮像装置100の全体を制御するCPU（Central Processing Unit）60と、ユーザーによって所要の操作が行われる各種のスイッチ等の入力部70と、レンズ群（可動群）の駆動を制御するレンズ駆動制御部80とを備えている。

[0155] カメラ信号処理部20は、撮像素子10からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の各種の信号処理を行う。

[0156] 画像処理部30は、所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理等を行う。

[0157] 表示部40はユーザーの入力部70に対する操作状態や撮影した画像等の各種のデータを表示する機能を有している。

[0158] R/W50は、画像処理部30によって符号化された画像データのメモリー90への書込及びメモリー90に記録された画像データの読出を行う。

[0159] CPU60は、撮像装置100に設けられた各回路ブロックを制御する制御処理部として機能し、入力部70からの指示入力信号等に基づいて各回路ブロックを制御する。

- [0160] 入力部 70 はユーザーによる操作に応じた指示入力信号を CPU 60 に対して出力する。
- [0161] レンズ駆動制御部 80 は、CPU 60 からの制御信号に基づいてレンズ群を駆動する図示しないモータ等を制御する。
- [0162] メモリー 90 は、例えば、R/W 50 に接続されたスロットに対して着脱可能な半導体メモリーである。尚、メモリー 90 は、スロットに対して着脱可能にされておらず、撮像装置 100 の内部に組み込まれていてもよい。
- [0163] 以下に、撮像装置 100 における動作を説明する。
- [0164] 撮影の待機状態では、CPU 60 による制御の下で、撮影された画像信号がカメラ信号処理部 20 を介して表示部 40 に出力され、カメラスルー画像として表示される。
- [0165] 入力部 70 からの指示入力信号により撮影が行われると、撮影された画像信号がカメラ信号処理部 20 から画像処理部 30 に出力されて圧縮符号化処理され、所定のデータフォーマットのデジタルデータに変換される。変換されたデータは R/W 50 に出力され、メモリー 90 に書き込まれる。
- [0166] フォーカシングは CPU 60 からの制御信号に基づいてレンズ駆動制御部 80 がフォーカスレンズ群を移動させることにより行われる。
- [0167] メモリー 90 に記録された画像データを再生する場合には、入力部 70 に対する操作に応じて R/W 50 によってメモリー 90 から所定の画像データが読み出され、画像処理部 30 によって伸張復号化処理が行われた後に、再生画像信号が表示部 40 に出力されて再生画像が表示される。
- [0168] 尚、本技術において、「撮像」とは、撮像素子 10 による取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換処理から、カメラ信号処理部 20 による撮像素子 10 からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の処理、画像処理部 30 による所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理、R/W 50 によるメモリー 90 への画像信号の書込処理までの一連の処理の一部のみ、または全てを含む処理のことを言

う。

[0169] 即ち、「撮像」とは、撮像素子10による取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換処理のみを指してもよく、撮像素子10による取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換処理からカメラ信号処理部20による撮像素子10からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の処理までを指してもよく、撮像素子10による取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換処理からカメラ信号処理部20による撮像素子10からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の処理を経て、画像処理部30による所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理までを指してもよく、撮像素子10による取り込まれた光を電気信号に変換する光電変換処理からカメラ信号処理部20による撮像素子10からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の処理、及び画像処理部30による所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理を経て指してもよく、R/W50によるメモリー90への画像信号の書込処理までを指してもよい。上記の処理において各処理の順番は適宜入れ替わってもよい。

[0170] また、本技術において、撮影装置100は、上記の処理を行う撮像素子10、カメラ信号処理部20、画像処理部30、R/W50の一部のみまたは全てを含むように構成されていてもよい。

[0171] [その他]

本技術の可変焦点距離レンズ系及び本技術の撮像装置においては、第1レンズ群G1乃至第8レンズ群G8に加えて屈折力を有さないレンズ等の他の光学要素が配置されていてもよい。この場合において、本技術の可変焦点距離レンズ系のレンズ構成は第1レンズ群G1乃至第8レンズ群G8の実質的に8群のレンズ構成にされる。

[0172] 尚、上記した撮像装置は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、カメラが組み込まれた携帯電話、カメラが組み込まれたタブレット等の携帯端末等のデジタル入出力機器のカメラ部等として広く適用することができる。

[0173] [応用例 1]

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、手術室システムに適用されてもよい。

[0174] 図 12 は、本開示に係る技術が適用され得る手術室システム 5100 の全体構成を概略的に示す図である。図 12 を参照すると、手術室システム 5100 は、手術室内に設置される装置群が視聴覚コントローラ (AV Controller) 5107 及び手術室制御装置 5109 を介して互いに連携可能に接続されることにより構成される。

[0175] 手術室には、様々な装置が設置され得る。図 12 では、一例として、内視鏡下手術のための各種の装置群 5101 と、手術室の天井に設けられ術者の手元を撮像するシーリングカメラ 5187 と、手術室の天井に設けられ手術室全体の様子を撮像する術場カメラ 5189 と、複数の表示装置 5103A ~ 5103D と、レコーダ 5105 と、患者ベッド 5183 と、照明 5191 と、を図示している。

[0176] ここで、これらの装置のうち、装置群 5101 は、後述する内視鏡手術システム 5113 に属するものであり、内視鏡や当該内視鏡によって撮像された画像を表示する表示装置等からなる。内視鏡手術システム 5113 に属する各装置は医療用機器とも呼称される。一方、表示装置 5103A ~ 5103D、レコーダ 5105、患者ベッド 5183 及び照明 5191 は、内視鏡手術システム 5113 とは別個に、例えば手術室に備え付けられている装置である。これらの内視鏡手術システム 5113 に属さない各装置は非医療用機器とも呼称される。視聴覚コントローラ 5107 及び／又は手術室制御装置 5109 は、これら医療機器及び非医療機器の動作を互いに連携して制御する。

[0177] 視聴覚コントローラ 5107 は、医療機器及び非医療機器における画像表示に関する処理を、統括的に制御する。具体的には、手術室システム 5100 が備える装置のうち、装置群 5101、シーリングカメラ 5187 及び術場カメラ 5189 は、手術中に表示すべき情報（以下、表示情報ともいう）を発信する機能を有する装置（以下、発信元の装置とも呼称する）であり得る。また、表示装置 5103A～5103D は、表示情報が出力される装置（以下、出力先の装置とも呼称する）であり得る。また、レコーダ 5105 は、発信元の装置及び出力先の装置の双方に該当する装置であり得る。視聴覚コントローラ 5107 は、発信元の装置及び出力先の装置の動作を制御し、発信元の装置から表示情報を取得するとともに、当該表示情報を出力先の装置に送信し、表示又は記録させる機能を有する。なお、表示情報とは、手術中に撮像された各種の画像や、手術に関する各種の情報（例えば、患者の身体情報や、過去の検査結果、術式についての情報等）等である。

[0178] 具体的には、視聴覚コントローラ 5107 には、装置群 5101 から、表示情報として、内視鏡によって撮像された患者の体腔内の術部の画像についての情報が送信され得る。また、シーリングカメラ 5187 から、表示情報として、当該シーリングカメラ 5187 によって撮像された術者の手元の画像についての情報が送信され得る。また、術場カメラ 5189 から、表示情報として、当該術場カメラ 5189 によって撮像された手術室全体の様子を示す画像についての情報が送信され得る。なお、手術室システム 5100 に撮像機能を有する他の装置が存在する場合には、視聴覚コントローラ 5107 は、表示情報として、当該他の装置からも当該他の装置によって撮像された画像についての情報を取得してもよい。

[0179] あるいは、例えば、レコーダ 5105 には、過去に撮像されたこれらの画像についての情報が視聴覚コントローラ 5107 によって記録されている。視聴覚コントローラ 5107 は、表示情報として、レコーダ 5105 から当該過去に撮像された画像についての情報を取得することができる。なお、レコーダ 5105 には、手術に関する各種の情報も事前に記録されていてもよ

い。

[0180] 視聴覚コントローラ 5107 は、出力先の装置である表示装置 5103A ～ 5103D の少なくともいずれかに、取得した表示情報（すなわち、手術中に撮影された画像や、手術に関する各種の情報）を表示させる。図示する例では、表示装置 5103A は手術室の天井から吊り下げられて設置される表示装置であり、表示装置 5103B は手術室の壁面に設置される表示装置であり、表示装置 5103C は手術室内の机の上に設置される表示装置であり、表示装置 5103D は表示機能を有するモバイル機器（例えば、タブレット PC (Personal Computer)）である。

[0181] また、図 12 では図示を省略しているが、手術室システム 5100 には、手術室の外部の装置が含まれてもよい。手術室の外部の装置は、例えば、病院内外に構築されたネットワークに接続されるサーバや、医療スタッフが用いる PC、病院の会議室に設置されるプロジェクタ等であり得る。このような外部装置が病院外にある場合には、視聴覚コントローラ 5107 は、遠隔医療のために、テレビ会議システム等を介して、他の病院の表示装置に表示情報を表示させることもできる。

[0182] 手術室制御装置 5109 は、非医療機器における画像表示に関する処理以外の処理を、統括的に制御する。例えば、手術室制御装置 5109 は、患者ベッド 5183、シーリングカメラ 5187、術場カメラ 5189 及び照明 5191 の駆動を制御する。

[0183] 手術室システム 5100 には、集中操作パネル 5111 が設けられており、ユーザは、当該集中操作パネル 5111 を介して、視聴覚コントローラ 5107 に対して画像表示についての指示を与えたり、手術室制御装置 5109 に対して非医療機器の動作についての指示を与えることができる。集中操作パネル 5111 は、表示装置の表示面上にタッチパネルが設けられて構成される。

[0184] 図 13 は、集中操作パネル 5111 における操作画面の表示例を示す図である。図 13 では、一例として、手術室システム 5100 に、出力先の装置

として、2つの表示装置が設けられている場合に対応する操作画面を示している。図13を参照すると、操作画面5193には、発信元選択領域5195と、プレビュー領域5197と、コントロール領域5201と、が設けられる。

[0185] 発信元選択領域5195には、手術室システム5100に備えられる発信元装置と、当該発信元装置が有する表示情報を表すサムネイル画面と、が紐付けられて表示される。ユーザは、表示装置に表示させたい表示情報を、発信元選択領域5195に表示されているいずれかの発信元装置から選択することができる。

[0186] プレビュー領域5197には、出力先の装置である2つの表示装置 (Monitor1、Monitor2) に表示される画面のプレビューが表示される。図示する例では、1つの表示装置において4つの画像がPinP表示されている。当該4つの画像は、発信元選択領域5195において選択された発信元装置から発信された表示情報に対応するものである。4つの画像のうち、1つはメイン画像として比較的大きく表示され、残りの3つはサブ画像として比較的小さく表示される。ユーザは、4つの画像が表示された領域を適宜選択することにより、メイン画像とサブ画像を入れ替えることができる。また、4つの画像が表示される領域の下部には、ステータス表示領域5199が設けられており、当該領域に手術に関するステータス（例えば、手術の経過時間や、患者の身体情報等）が適宜表示され得る。

[0187] コントロール領域5201には、発信元の装置に対して操作を行うためのGUI (Graphical User Interface) 部品が表示される発信元操作領域5203と、出力先の装置に対して操作を行うためのGUI部品が表示される出力先操作領域5205と、が設けられる。図示する例では、発信元操作領域5203には、撮像機能を有する発信元の装置におけるカメラに対して各種の操作（パン、チルト及びズーム）を行うためのGUI部品が設けられている。ユーザは、これらのGUI部品を適宜選択することにより、発信元の装置におけるカメラの動作を操作することができる。なお、図示は省略して

いるが、発信元選択領域 5 1 9 5 において選択されている発信元の装置がレコーダである場合（すなわち、プレビュー領域 5 1 9 7 において、レコーダに過去に記録された画像が表示されている場合）には、発信元操作領域 5 2 0 3 には、当該画像の再生、再生停止、巻き戻し、早送り等の操作を行うための GUI 部品が設けられ得る。

[0188] また、出力先操作領域 5 2 0 5 には、出力先の装置である表示装置における表示に対する各種の操作（スワップ、フリップ、色調整、コントラスト調整、2 D 表示と 3 D 表示の切り替え）を行うための GUI 部品が設けられている。ユーザは、これらの GUI 部品を適宜選択することにより、表示装置における表示を操作することができる。

[0189] なお、集中操作パネル 5 1 1 1 に表示される操作画面は図示する例に限定されず、ユーザは、集中操作パネル 5 1 1 1 を介して、手術室システム 5 1 0 0 に備えられる、視聴覚コントローラ 5 1 0 7 及び手術室制御装置 5 1 0 9 によって制御され得る各装置に対する操作入力が可能であってよい。

[0190] 図 1 4 は、以上説明した手術室システムが適用された手術の様子の一例を示す図である。シーリングカメラ 5 1 8 7 及び術場カメラ 5 1 8 9 は、手術室の天井に設けられ、患者ベッド 5 1 8 3 上の患者 5 1 8 5 の患部に対して処置を行う術者（医者） 5 1 8 1 の手元及び手術室全体の様子を撮影可能である。シーリングカメラ 5 1 8 7 及び術場カメラ 5 1 8 9 には、倍率調整機能、焦点距離調整機能、撮影方向調整機能等が設けられ得る。照明 5 1 9 1 は、手術室の天井に設けられ、少なくとも術者 5 1 8 1 の手元を照射する。照明 5 1 9 1 は、その照射光量、照射光の波長（色）及び光の照射方向等を適宜調整可能であってよい。

[0191] 内視鏡手術システム 5 1 1 3、患者ベッド 5 1 8 3、シーリングカメラ 5 1 8 7、術場カメラ 5 1 8 9 及び照明 5 1 9 1 は、図 1 2 に示すように、視聴覚コントローラ 5 1 0 7 及び手術室制御装置 5 1 0 9（図 1 4 では図示せず）を介して互いに連携可能に接続されている。手術室内には、集中操作パネル 5 1 1 1 が設けられており、上述したように、ユーザは、当該集中操作

パネル５１１１を介して、手術室内に存在するこれらの装置を適宜操作することが可能である。

[0192] 以下、内視鏡手術システム５１１３の構成について詳細に説明する。図示するように、内視鏡手術システム５１１３は、内視鏡５１１５と、その他の術具５１３１と、内視鏡５１１５を支持する支持アーム装置５１４１と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート５１５１と、から構成される。

[0193] 内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ５１３９ａ～５１３９ｄと呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ５１３９ａ～５１３９ｄから、内視鏡５１１５の鏡筒５１１７や、その他の術具５１３１が患者５１８５の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具５１３１として、気腹チューブ５１３３、エネルギー処置具５１３５及び鉗子５１３７が、患者５１８５の体腔内に挿入されている。また、エネルギー処置具５１３５は、高周波電流や超音波振動により、組織の切開及び剥離、又は血管の封止等を行う処置具である。ただし、図示する術具５１３１はあくまで一例であり、術具５１３１としては、例えば撮子、レトラクタ等、一般的に内視鏡下手術において用いられる各種の術具が用いられてよい。

[0194] 内視鏡５１１５によって撮影された患者５１８５の体腔内の術部の画像が、表示装置５１５５に表示される。術者５１８１は、表示装置５１５５に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具５１３５や鉗子５１３７を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ５１３３、エネルギー処置具５１３５及び鉗子５１３７は、手術中に、術者５１８１又は助手等によって支持される。

[0195] (支持アーム装置)

支持アーム装置５１４１は、ベース部５１４３から延伸するアーム部５１４５を備える。図示する例では、アーム部５１４５は、関節部５１４７ａ、

５１４７ｂ、５１４７ｃ、及びリンク５１４９ａ、５１４９ｂから構成されており、アーム制御装置５１５９からの制御により駆動される。アーム部５１４５によって内視鏡５１１５が支持され、その位置及び姿勢が制御される。これにより、内視鏡５１１５の安定的な位置の固定が実現され得る。

[0196] (内視鏡)

内視鏡５１１５は、先端から所定の長さの領域が患者５１８５の体腔内に挿入される鏡筒５１１７と、鏡筒５１１７の基端に接続されるカメラヘッド５１１９と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒５１１７を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡５１１５を図示しているが、内視鏡５１１５は、軟性の鏡筒５１１７を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0197] 鏡筒５１１７の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡５１１５には光源装置５１５７が接続されており、当該光源装置５１５７によって生成された光が、鏡筒５１１７の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者５１８５の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡５１１５は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0198] カメラヘッド５１１９の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）５１５３に送信される。なお、カメラヘッド５１１９には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

[0199] なお、例えば立体視（３Ｄ表示）等に対応するために、カメラヘッド５１１９には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒５１１７の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光

学系が複数系統設けられる。

[0200] (カートに搭載される各種の装置)

CCU 5153は、CPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡5115及び表示装置5155の動作を統括的に制御する。具体的には、CCU 5153は、カメラヘッド5119から受け取った画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。CCU 5153は、当該画像処理を施した画像信号を表示装置5155に提供する。また、CCU 5153には、図12に示す視聴覚コントローラ5107が接続される。CCU 5153は、画像処理を施した画像信号を視聴覚コントローラ5107にも提供する。また、CCU 5153は、カメラヘッド5119に対して制御信号を送信し、その駆動を制御する。当該制御信号には、倍率や焦点距離等、撮像条件に関する情報が含まれ得る。当該撮像条件に関する情報は、入力装置5161を介して入力されてもよいし、上述した集中操作パネル5111を介して入力されてもよい。

[0201] 表示装置5155は、CCU 5153からの制御により、当該CCU 5153によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡5115が例えば4K（水平画素数3840×垂直画素数2160）又は8K（水平画素数7680×垂直画素数4320）等の高解像度の撮影に対応したものである場合、及び／又は3D表示に対応したものである場合には、表示装置5155としては、それぞれに対応して、高解像度の表示が可能なもの、及び／又は3D表示可能なものが用いられ得る。4K又は8K等の高解像度の撮影に対応したものである場合、表示装置5155として55インチ以上のサイズのものをを用いることで一層の没入感が得られる。また、用途に応じて、解像度、サイズが異なる複数の表示装置5155が設けられてもよい。

[0202] 光源装置5157は、例えばLED (light emitting diode) 等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡5115に供給する。

- [0203] アーム制御装置 5159 は、例えば CPU 等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置 5141 のアーム部 5145 の駆動を制御する。
- [0204] 入力装置 5161 は、内視鏡手術システム 5113 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 5161 を介して、内視鏡手術システム 5113 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置 5161 を介して、患者の身体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置 5161 を介して、アーム部 5145 を駆動させる旨の指示や、内視鏡 5115 による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具 5135 を駆動させる旨の指示等を入力する。
- [0205] 入力装置 5161 の種類は限定されず、入力装置 5161 は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置 5161 としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ 5171 及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置 5161 としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置 5155 の表示面上に設けられてもよい。
- [0206] あるいは、入力装置 5161 は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスや HMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置 5161 は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置 5161 は、ユーザの声を収音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置 5161 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者 5181）が、不潔域に属する機器

を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0207] 処置具制御装置 5 1 6 3 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 5 1 3 5 の駆動を制御する。気腹装置 5 1 6 5 は、内視鏡 5 1 1 5 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 5 1 8 5 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 5 1 3 3 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 5 1 6 7 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 5 1 6 9 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0208] 以下、内視鏡手術システム 5 1 1 3 において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

[0209] (支持アーム装置)

支持アーム装置 5 1 4 1 は、基台であるベース部 5 1 4 3 と、ベース部 5 1 4 3 から延伸するアーム部 5 1 4 5 と、を備える。図示する例では、アーム部 5 1 4 5 は、複数の関節部 5 1 4 7 a、5 1 4 7 b、5 1 4 7 c と、関節部 5 1 4 7 b によって連結される複数のリンク 5 1 4 9 a、5 1 4 9 b と、から構成されているが、図 1 4 では、簡単のため、アーム部 5 1 4 5 の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部 5 1 4 5 が所望の自由度を有するように、関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c 及びリンク 5 1 4 9 a、5 1 4 9 b の形状、数及び配置、並びに関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c の回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部 5 1 4 5 は、好適に、6 自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部 5 1 4 5 の可動範囲内において内視鏡 5 1 1 5 を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡 5 1 1 5 の鏡筒 5 1 1 7 を患者 5 1 8 5 の体腔内に挿入することが可能になる。

[0210] 関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c にはアクチュエータが設けられており、関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c は当該アクチュエータの駆動により所定の回転

軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置 5 1 5 9 によって制御されることにより、各関節部 5 1 4 7 a ~ 5 1 4 7 c の回転角度が制御され、アーム部 5 1 4 5 の駆動が制御される。これにより、内視鏡 5 1 1 5 の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御装置 5 1 5 9 は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部 5 1 4 5 の駆動を制御することができる。

[0211] 例えば、術者 5 1 8 1 が、入力装置 5 1 6 1（フットスイッチ 5 1 7 1 を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置 5 1 5 9 によってアーム部 5 1 4 5 の駆動が適宜制御され、内視鏡 5 1 1 5 の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部 5 1 4 5 の先端の内視鏡 5 1 1 5 を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部 5 1 4 5 は、いわゆるマスタースレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部 5 1 4 5 は、手術室から離れた場所に設置される入力装置 5 1 6 1 を介してユーザによって遠隔操作され得る。

[0212] また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置 5 1 5 9 は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部 5 1 4 5 が移動するように、各関節部 5 1 4 7 a ~ 5 1 4 7 c のアクチュエータを駆動させる、いわゆるパワーアシスト制御を行ってもよい。これにより、ユーザが直接アーム部 5 1 4 5 に触れながらアーム部 5 1 4 5 を移動させる際に、比較的軽い力で当該アーム部 5 1 4 5 を移動させることができる。従って、より直感的に、より簡易な操作で内視鏡 5 1 1 5 を移動させることが可能となり、ユーザの利便性を向上させることができる。

[0213] ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡 5 1 1 5 が支持されていた。これに対して、支持アーム装置 5 1 4 1 を用いることにより、人手によらずに内視鏡 5 1 1 5 の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

[0214] なお、アーム制御装置 5 1 5 9 は必ずしもカート 5 1 5 1 に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置 5 1 5 9 は必ずしも 1 つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置 5 1 5 9 は、支持アーム装置 5 1 4 1 のアーム部 5 1 4 5 の各関節部 5 1 4 7 a ~ 5 1 4 7 c にそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置 5 1 5 9 が互いに協働することにより、アーム部 5 1 4 5 の駆動制御が実現されてもよい。

[0215] (光源装置)

光源装置 5 1 5 7 は、内視鏡 5 1 1 5 に術部を撮影する際の照射光を供給する。光源装置 5 1 5 7 は、例えば L E D、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成される。このとき、R G Bレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 5 1 5 7 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、R G Bレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 5 1 1 9 の撮像素子の駆動を制御することにより、R G Bそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0216] また、光源装置 5 1 5 7 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 5 1 1 9 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0217] また、光源装置 5 1 5 7 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Ban

d Imaging)が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置5157は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0218] （カメラヘッド及びCCU）

図15を参照して、内視鏡5115のカメラヘッド5119及びCCU5153の機能についてより詳細に説明する。図15は、図14に示すカメラヘッド5119及びCCU5153の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0219] 図15を参照すると、カメラヘッド5119は、その機能として、レンズユニット5121と、撮像部5123と、駆動部5125と、通信部5127と、カメラヘッド制御部5129と、を有する。また、CCU5153は、その機能として、通信部5173と、画像処理部5175と、制御部5177と、を有する。カメラヘッド5119とCCU5153とは、伝送ケーブル5179によって双方向に通信可能に接続されている。

[0220] まず、カメラヘッド5119の機能構成について説明する。レンズユニット5121は、鏡筒5117との接続部に設けられる光学系である。鏡筒5117の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド5119まで導光され、当該レンズユニット5121に入射する。レンズユニット5121は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット5121は、撮像部5123の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

[0221] 撮像部5123は撮像素子によって構成され、レンズユニット5121の

後段に配置される。レンズユニット5121を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部5123によって生成された画像信号は、通信部5127に提供される。

[0222] 撮像部5123を構成する撮像素子としては、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者5181は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

[0223] また、撮像部5123を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者5181は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部5123が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット5121も複数系統設けられる。

[0224] また、撮像部5123は、必ずしもカメラヘッド5119に設けられなくてもよい。例えば、撮像部5123は、鏡筒5117の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0225] 駆動部5125は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部5129からの制御により、レンズユニット5121のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部5123による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0226] 通信部5127は、CCU5153との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5127は、撮像部5123から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル5179を介してCCU5153に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために

、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者 5 1 8 1 が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタイムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部 5 1 2 7 には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル 5 1 7 9 を介して C C U 5 1 5 3 に送信される。

[0227] また、通信部 5 1 2 7 は、C C U 5 1 5 3 から、カメラヘッド 5 1 1 9 の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部 5 1 2 7 は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部 5 1 2 9 に提供する。なお、C C U 5 1 5 3 からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部 5 1 2 7 には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部 5 1 2 9 に提供される。

[0228] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいて C C U 5 1 5 3 の制御部 5 1 7 7 によって自動的に設定される。つまり、いわゆる A E (Auto Exposure) 機能、A F (Auto Focus) 機能及び A W B (Auto White Balance) 機能が内視鏡 5 1 1 5 に搭載される。

[0229] カメラヘッド制御部 5 1 2 9 は、通信部 5 1 2 7 を介して受信した C C U 5 1 5 3 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 5 1 1 9 の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部 5 1 2 9 は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部 5 1 2 3 の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部 5 1 2 9 は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて

、駆動部 5 1 2 5 を介してレンズユニット 5 1 2 1 のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部 5 1 2 9 は、更に、鏡筒 5 1 1 7 やカメラヘッド 5 1 1 9 を識別するための情報を記憶する機能を備えてもよい。

[0230] なお、レンズユニット 5 1 2 1 や撮像部 5 1 2 3 等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド 5 1 1 9 について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。

[0231] 次に、CCU 5 1 5 3 の機能構成について説明する。通信部 5 1 7 3 は、カメラヘッド 5 1 1 9 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 5 1 7 3 は、カメラヘッド 5 1 1 9 から、伝送ケーブル 5 1 7 9 を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部 5 1 7 3 には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部 5 1 7 3 は、電気信号に変換した画像信号を画像処理部 5 1 7 5 に提供する。

[0232] また、通信部 5 1 7 3 は、カメラヘッド 5 1 1 9 に対して、カメラヘッド 5 1 1 9 の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通信によって送信されてよい。

[0233] 画像処理部 5 1 7 5 は、カメラヘッド 5 1 1 9 から送信された RAW データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部 5 1 7 5 は、AE、AF 及び AWB を行うための、画像信号に対する検波処理を行う。

[0234] 画像処理部 5 1 7 5 は、CPU や GPU 等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部 5 1 7 5 が複数の G

P Uによって構成される場合には、画像処理部 5 1 7 5 は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数の G P Uによって並列的に画像処理を行う。

[0235] 制御部 5 1 7 7 は、内視鏡 5 1 1 5 による術部の撮像、及びその撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部 5 1 7 7 は、カメラヘッド 5 1 1 9 の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部 5 1 7 7 は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡 5 1 1 5 に A E 機能、 A F 機能及び A W B 機能が搭載されている場合には、制御部 5 1 7 7 は、画像処理部 5 1 7 5 による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

[0236] また、制御部 5 1 7 7 は、画像処理部 5 1 7 5 によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置 5 1 5 5 に表示させる。この際、制御部 5 1 7 7 は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部 5 1 7 7 は、術部画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具 5 1 3 5 使用時のミスト等を認識することができる。制御部 5 1 7 7 は、表示装置 5 1 5 5 に術部の画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させる。手術支援情報が重畳表示され、術者 5 1 8 1 に提示されることにより、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

[0237] カメラヘッド 5 1 1 9 及び C C U 5 1 5 3 を接続する伝送ケーブル 5 1 7 9 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0238] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 5 1 7 9 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 5 1 1 9 と C C U 5 1 5 3 との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル 5 1 7 9 を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル 5 1 7 9 によって妨げられる事態が解

消され得る。

[0239] 以上、本開示に係る技術が適用され得る手術室システム５１００の一例について説明した。なお、ここでは、一例として手術室システム５１００が適用される医療用システムが内視鏡手術システム５１１３である場合について説明したが、手術室システム５１００の構成はかかる例に限定されない。例えば、手術室システム５１００は、内視鏡手術システム５１１３に代えて、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

[0240] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、シーリングカメラ５１８７や術場カメラ５１８９や内視鏡に好適に適用され得る。具体的には、これらのカメラや内視鏡である撮像装置及びこれらの撮像装置における可変焦点距離レンズ系に適用され得る。これらのカメラや内視鏡に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができる。

[0241] [応用例２]

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット、建設機械、農業機械（トラクター）などのいずれかの種類の移動体に搭載される撮像装置又は可変焦点距離レンズ系に適用されてもよい。

[0242] 図１６は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システム７０００の概略的な構成例を示すブロック図である。車両制御システム７０００は、通信ネットワーク７０１０を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図１６に示した例では、車両制御システム７０００は、駆動系制御ユニット７１００、ボディ系制御ユニット７２００、バッテリー制御ユニット７３００、車外情報検出ユニット７４００、車内情報検出ユニット７５００、及び統合制御ユニット７６００を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク７０１０は、例えば、ＣＡＮ（Controller Area Network）、ＬＩＮ（Local Interconnect Network）、ＬＡＮ（Local Area Network）又はＦｌｅｘＲａｙ（登録商標

）等の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0243] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の装置を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク 7010 を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワーク I/F を備えるとともに、車内外の装置又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信 I/F を備える。図 16 では、統合制御ユニット 7600 の機能構成として、マイクロコンピュータ 7610、汎用通信 I/F 7620、専用通信 I/F 7630、測位部 7640、ビーコン受信部 7650、車内機器 I/F 7660、音声画像出力部 7670、車載ネットワーク I/F 7680 及び記憶部 7690 が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信 I/F 及び記憶部等を備える。

[0244] 駆動系制御ユニット 7100 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 7100 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。駆動系制御ユニット 7100 は、ABS (Antilock Brake System) 又は ESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。

[0245] 駆動系制御ユニット 7100 には、車両状態検出部 7110 が接続される。車両状態検出部 7110 には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット 7100 は、車両状態

検出部 7110 から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング装置又はブレーキ装置等を制御する。

[0246] ボディ系制御ユニット 7200 は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 7200 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 7200 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 7200 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0247] バッテリー制御ユニット 7300 は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池 7310 を制御する。例えば、バッテリー制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリー装置から、バッテリー温度、バッテリー出力電圧又はバッテリーの残存容量等の情報が入力される。バッテリー制御ユニット 7300 は、これらの信号を用いて演算処理を行い、二次電池 7310 の温度調節制御又はバッテリー装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0248] 車外情報検出ユニット 7400 は、車両制御システム 7000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 7400 には、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 7410 には、ToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 7420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 7000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサのうちの少なくとも一つが含まれる。

[0249] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧セン

サ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ装置及びL I D A R (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 装置のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部7410及び車外情報検出部7420は、それぞれ独立したセンサないし装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0250] ここで、図17は、撮像部7410及び車外情報検出部7420の設置位置の例を示す。撮像部7910, 7912, 7914, 7916, 7918は、例えば、車両7900のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部のうちの少なくとも一つの位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部7910及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部7918は、主として車両7900の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部7912, 7914は、主として車両7900の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部7916は、主として車両7900の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部7918は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0251] なお、図17には、それぞれの撮像部7910, 7912, 7914, 7916の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲aは、フロントノーズに設けられた撮像部7910の撮像範囲を示し、撮像範囲b, cは、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部7912, 7914の撮像範囲を示し、撮像範囲dは、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部7916の撮像範囲を示す。例えば、撮像部7910, 7912, 7914, 7916で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両7900を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0252] 車両7900のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガ

ラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920, 7922, 7924, 7926, 7928, 7930 は、例えば超音波センサ又はレーダ装置であってよい。車両 7900 のフロントノーズ、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920, 7926, 7930 は、例えば L I D A R 装置であってよい。これらの車外情報検出部 7920 ~ 7930 は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0253] 図 16 に戻って説明を続ける。車外情報検出ユニット 7400 は、撮像部 7410 に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出ユニット 7400 は、接続されている車外情報検出部 7420 から検出情報を受信する。車外情報検出部 7420 が超音波センサ、レーダ装置又は L I D A R 装置である場合には、車外情報検出ユニット 7400 は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、降雨、霧又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0254] また、車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0255] 車内情報検出ユニット 7500 は、車内の情報を検出する。車内情報検出

ユニット 7500 には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 7510 が接続される。運転者状態検出部 7510 は、運転者を撮像するカメラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音するマイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出ユニット 7500 は、運転者状態検出部 7510 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。車内情報検出ユニット 7500 は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

- [0256] 統合制御ユニット 7600 は、各種プログラムにしたがって車両制御システム 7000 内の動作全般を制御する。統合制御ユニット 7600 には、入力部 7800 が接続されている。入力部 7800 は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操作され得る装置によって実現される。統合制御ユニット 7600 には、マイクロフォンにより入力される音声を音声認識することにより得たデータが入力されてもよい。入力部 7800 は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、車両制御システム 7000 の操作に対応した携帯電話又は PDA (Personal Digital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部 7800 は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。あるいは、搭乗者が装着したウェアラブル装置の動きを検出することで得られたデータが入力されてもよい。さらに、入力部 7800 は、例えば、上記の入力部 7800 を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット 7600 に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部 7800 を操作することにより、車両制御システム 7000 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

- [0257] 記憶部 7690 は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶する ROM (Read Only Memory)、及び各種パラメータ、演算結果又はセンサ値等を記憶する RAM (Random Access Memory) を含んでもよい。また、記憶部 7690 は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。
- [0258] 汎用通信 I/F 7620 は、外部環境 7750 に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信 I/F である。汎用通信 I/F 7620 は、GSM (登録商標) (Global System of Mobile communications)、WiMAX (登録商標)、LTE (登録商標) (Long Term Evolution) 若しくは LTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう)、Bluetooth (登録商標) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信 I/F 7620 は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク) 上に存在する機器 (例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ) へ接続してもよい。また、汎用通信 I/F 7620 は、例えば P2P (Peer To Peer) 技術を用いて、車両の近傍に存在する端末 (例えば、運転者、歩行者若しくは店舗の端末、又は MTC (Machine Type Communication) 端末) と接続してもよい。
- [0259] 専用通信 I/F 7630 は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信 I/F である。専用通信 I/F 7630 は、例えば、下位レイヤの IEEE 802.11p と上位レイヤの IEEE 1609 との組合せである WAVE (Wireless Access in Vehicle Environment)、DSRC (Dedicated Short Range Communications)、又はセルラー通信プロトコルといった標準プロトコルを実装してよい。専用通信 I/F 7630 は、典型的には、車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信、車両と家との間 (Vehicle to H

ome) の通信及び歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信のうちの1つ以上を含む概念であるV2X通信を遂行する。

[0260] 測位部7640は、例えば、GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星からのGNSS信号 (例えば、GPS (Global Positioning System) 衛星からのGPS信号) を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。なお、測位部7640は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、PHS若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。

[0261] ビーコン受信部7650は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。なお、ビーコン受信部7650の機能は、上述した専用通信I/F7630に含まれてもよい。

[0262] 車内機器I/F7660は、マイクロコンピュータ7610と車内に存在する様々な車内機器7760との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器I/F7660は、無線LAN、Bluetooth (登録商標)、NFC (Near Field Communication) 又はWUSB (Wireless USB) といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器I/F7660は、図示しない接続端子 (及び、必要であればケーブル) を介して、USB (Universal Serial Bus)、HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface、又はMHL (Mobile High-definition Link) 等の有線接続を確立してもよい。車内機器7760は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り付けられる情報機器のうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。また、車内機器7760は、任意の目的地までの経路探索を行うナビゲーション装置を含んでいてもよい。車内機器I/F7660は、これらの車内機器7760との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

- [0263] 車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 は、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 と通信ネットワーク 7 0 1 0 との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 は、通信ネットワーク 7 0 1 0 によりサポートされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。
- [0264] 統合制御ユニット 7 6 0 0 のマイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム 7 0 0 0 を制御する。例えば、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 7 1 0 0 に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含む A D A S (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行ってもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行ってもよい。
- [0265] マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両と周辺の構造物や人物等の物体との間の 3 次元距離情報を生成し、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を作成してもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよ

い。

[0266] 音声画像出力部 7670 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 16 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 7710、表示部 7720 及びインストルメントパネル 7730 が例示されている。表示部 7720 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。表示部 7720 は、AR (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力装置は、これらの装置以外の、ヘッドホン、搭乗者が装着する眼鏡型ディスプレイ等のウェアラブルデバイス、プロジェクタ又はランプ等の他の装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、マイクロコンピュータ 7610 が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装置は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0267] なお、図 16 に示した例において、通信ネットワーク 7010 を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム 7000 が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク 7010 を介して情報の送受信がされるようになっていけば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は装置が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク 7010 を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0268] [本技術]

本技術は、以下の構成にすることもできる。

[0269] < 1 >

物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、

焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する

可変焦点距離レンズ系。

[0270] < 2 >

下記の条件式(1)を満足する

前記< 1 >に記載の可変焦点距離レンズ系。

$$(1) \quad 0.03 < \Delta P2 / Z < 0.35$$

但し、

$\Delta P 2 : \phi 2 T / \phi 2 W$

$\phi 2 T$: 望遠端状態における第2レンズユニットの屈折力

$\phi 2 W$: 広角端状態における第2レンズユニットの屈折力

$Z : f t / f w$

$f t$: 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

$f w$: 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0271] <3>

下記の条件式(2)及び条件式(3)を満足する

前記<2>に記載の可変焦点距離レンズ系。

(2) $0.1 < |\Delta L A| / f t < 0.3$

(3) $0.1 < |\Delta L B| / f t < 0.3$

但し、

$\Delta L A$: 広角端状態から望遠端状態までの第1自由曲面レンズのY軸方向における移動量

$\Delta L B$: 広角端状態から望遠端状態までの第2自由曲面レンズのY軸方向における移動量

$f t$: 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0272] <4>

開口絞りが前記第2レンズユニット付近に配置され、

下記の条件式(4)を満足する

前記<3>に記載の可変焦点距離レンズ系。

(4) $|\Delta P| / f w < 0.7$

但し、

ΔP : 開口絞りから第2レンズユニットまでのZ軸に沿った長さの最大値

$f w$: 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[0273] <5>

下記の条件式（５）を満足する

前記<4>に記載の可変焦点距離レンズ系。

$$(5) \quad 0.9 < |\Delta L A| / |\Delta L B| < 1.1$$

但し、

$\Delta L A$: 広角端状態から望遠端状態までの第１自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

$\Delta L B$: 広角端状態から望遠端状態までの第２自由曲面レンズのＹ軸方向における移動量

とする。

[0274] <6>

前記第１レンズユニットは、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間隔が増大し、前記第２レンズ群と前記第２レンズユニットとの間隔が減少するように、少なくとも第２レンズ群が光軸方向へ移動する

前記<5>に記載の可変焦点距離レンズ系。

[0275] <7>

前記第３レンズユニットは被写体距離に応じて光軸方向へ移動するフォーカシングレンズを含む

前記<6>に記載の可変焦点距離レンズ系。

[0276] <8>

可変焦点距離レンズ系と前記可変焦点距離レンズ系によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備え、

前記可変焦点距離レンズ系は、

物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第１レンズユニットと、第１自由曲面レンズと第２自由曲面レンズで構成される第２

レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、

焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する

撮像装置。

符号の説明

[0277] 1…可変焦点距離レンズ系、2…可変焦点距離レンズ系、3…可変焦点距離レンズ系、U1…第1レンズユニット、U2…第2レンズユニット、U3…第3レンズユニット、G1…第1レンズ群、G2…第2レンズ群、G3…第3レンズ群、G4…第4レンズ群、G5…第5レンズ群、G6…第6レンズ群、G7…第7レンズ群、G8…第8レンズ群、L3…第1自由曲面レンズ、L4…第2自由曲面レンズ、S…開口絞り、100…撮像装置、10…撮像素子

請求の範囲

[請求項1]

物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、

焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する

可変焦点距離レンズ系。

[請求項2]

下記の条件式(1)を満足する

請求項1に記載の可変焦点距離レンズ系。

$$(1) \quad 0.03 < \Delta P2 / Z < 0.35$$

但し、

$$\Delta P2 : \phi 2T / \phi 2W$$

$\phi 2T$: 望遠端状態における第2レンズユニットの屈折力

$\phi 2W$: 広角端状態における第2レンズユニットの屈折力

$Z : f_t / f_w$

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[請求項3] 下記の条件式(2)及び条件式(3)を満足する
請求項2に記載の変焦点距離レンズ系。

$$(2) \quad 0.1 < |\Delta LA| / f_t < 0.3$$

$$(3) \quad 0.1 < |\Delta LB| / f_t < 0.3$$

但し、

ΔLA : 広角端状態から望遠端状態までの第1自由曲面レンズのY軸方向における移動量

ΔLB : 広角端状態から望遠端状態までの第2自由曲面レンズのY軸方向における移動量

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[請求項4] 開口絞りが前記第2レンズユニット付近に配置され、
下記の条件式(4)を満足する
請求項3に記載の変焦点距離レンズ系。

$$(4) \quad |\Delta P| / f_w < 0.7$$

但し、

ΔP : 開口絞りから第2レンズユニットまでのZ軸に沿った長さの最大値

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離

とする。

[請求項5] 下記の条件式(5)を満足する

請求項4に記載の変焦点距離レンズ系。

$$(5) \ 0.9 < |\Delta L A| / |\Delta L B| < 1.1$$

但し、

$\Delta L A$: 広角端状態から望遠端状態までの第1自由曲面レンズのY軸方向における移動量

$\Delta L B$: 広角端状態から望遠端状態までの第2自由曲面レンズのY軸方向における移動量

とする。

[請求項6] 前記第1レンズユニットは、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第2レンズユニットとの間隔が減少するように、少なくとも第2レンズ群が光軸方向へ移動する

請求項5に記載の変焦点距離レンズ系。

[請求項7] 前記第3レンズユニットは被写体距離に応じて光軸方向へ移動するフォーカシングレンズを含む

請求項6に記載の変焦点距離レンズ系。

[請求項8] 変焦点距離レンズ系と前記変焦点距離レンズ系によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備え、

前記変焦点距離レンズ系は、

物体側より像側へ順に、少なくとも一つのレンズ群で構成される第1レンズユニットと、第1自由曲面レンズと第2自由曲面レンズで構成される第2レンズユニットと、少なくとも一つのレンズ群で構成される第3レンズユニットとにより構成され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットは光軸に対して回転対称な形状のレンズで構成されると共に同じ光軸上に配置され、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズは同一形状にされ光軸に対して180度回転して配置され、

前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットの光軸をZ軸とし、像面上でZ軸に垂直な軸をY軸とし、像面上でY軸とZ軸に垂直な軸をX軸とすると、

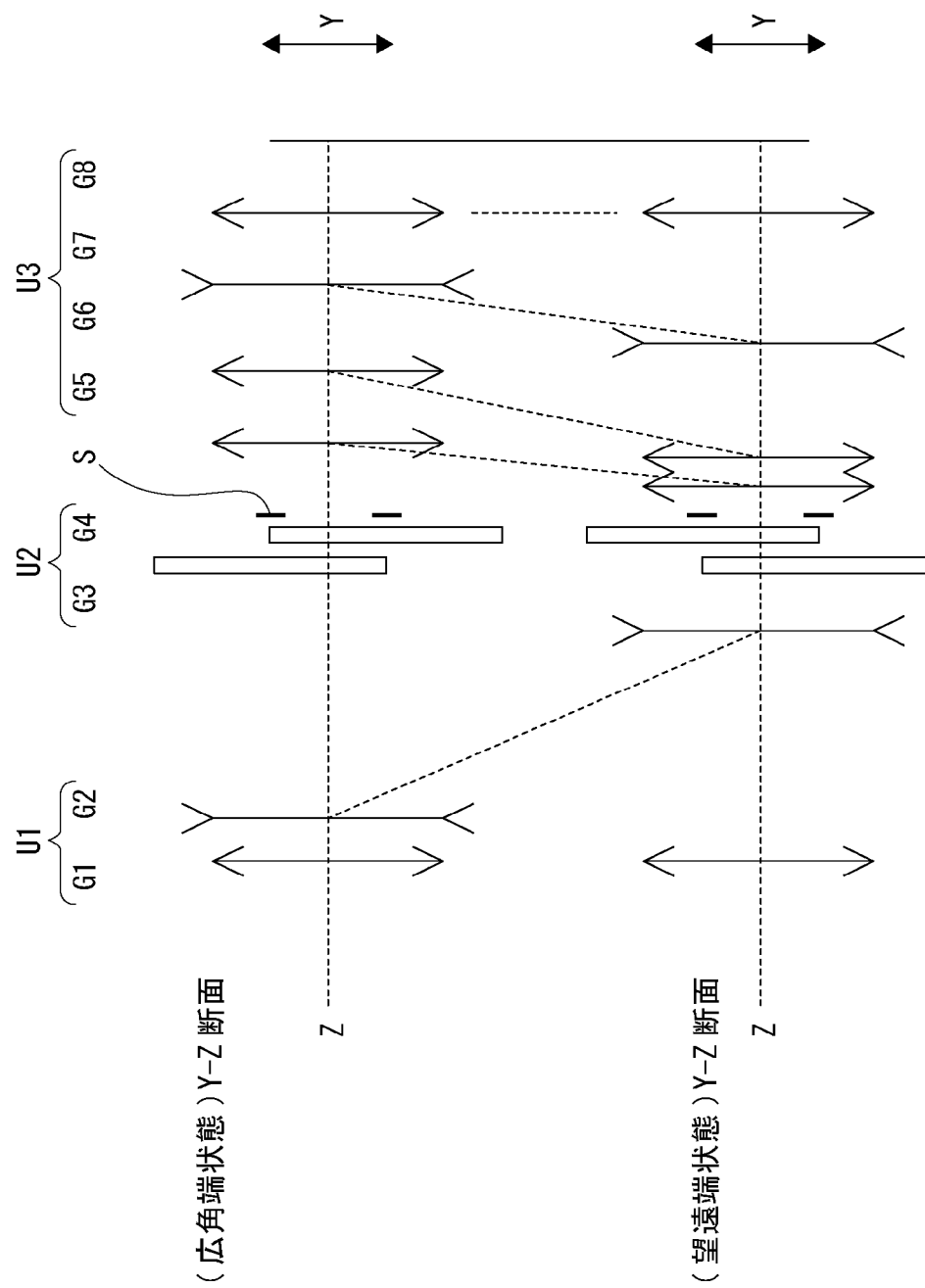
前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズはY軸方向へ移動可能であり、

前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズが互いに逆方向へ移動することにより前記第2レンズユニットの屈折力が可変であり、

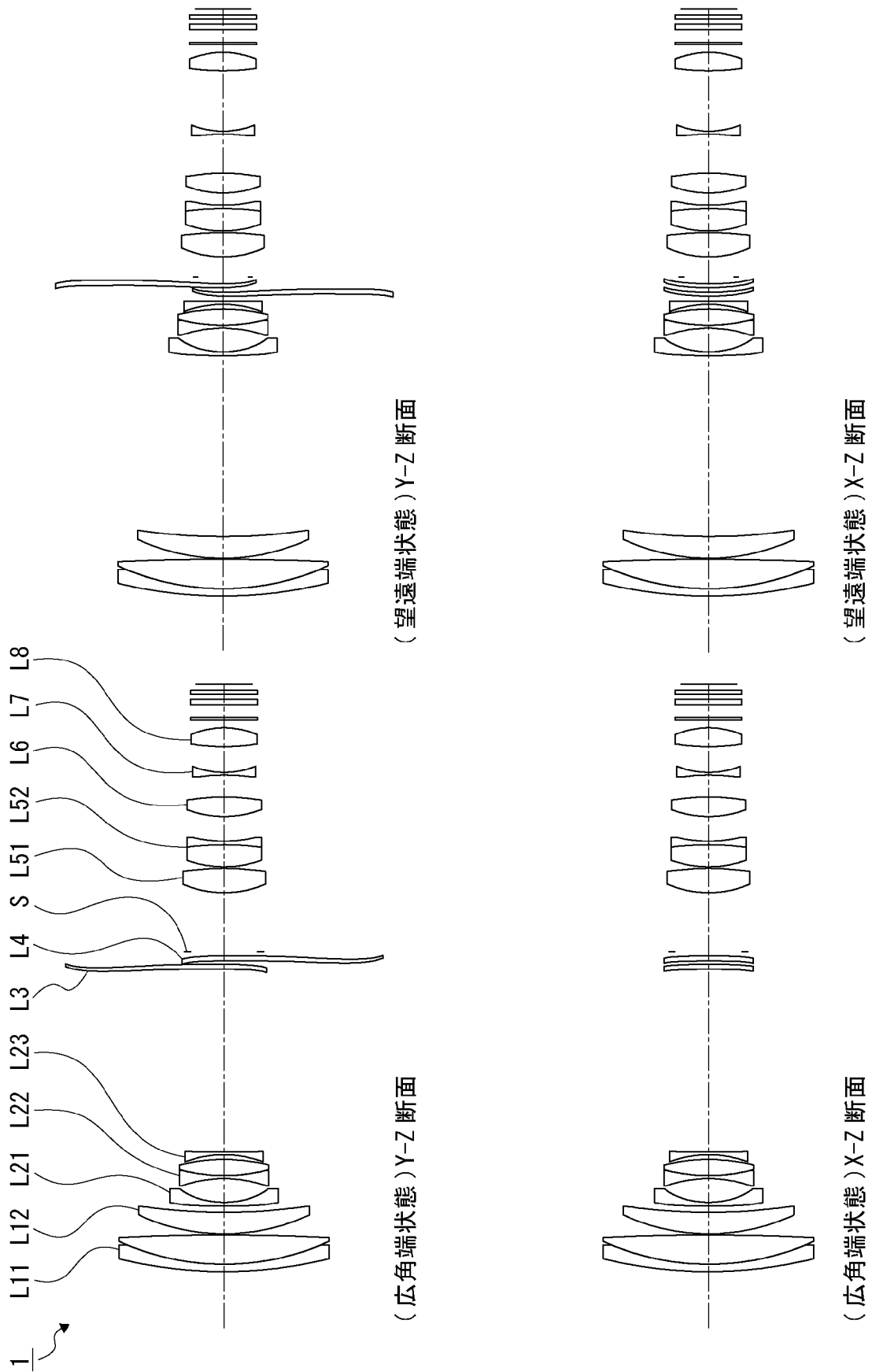
焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズの位置状態が変化する際に、前記第1レンズユニットと前記第3レンズユニットを構成するレンズ群の一部が移動するのと合わせて、前記第1自由曲面レンズと前記第2自由曲面レンズがY軸方向へ移動する

撮像装置。

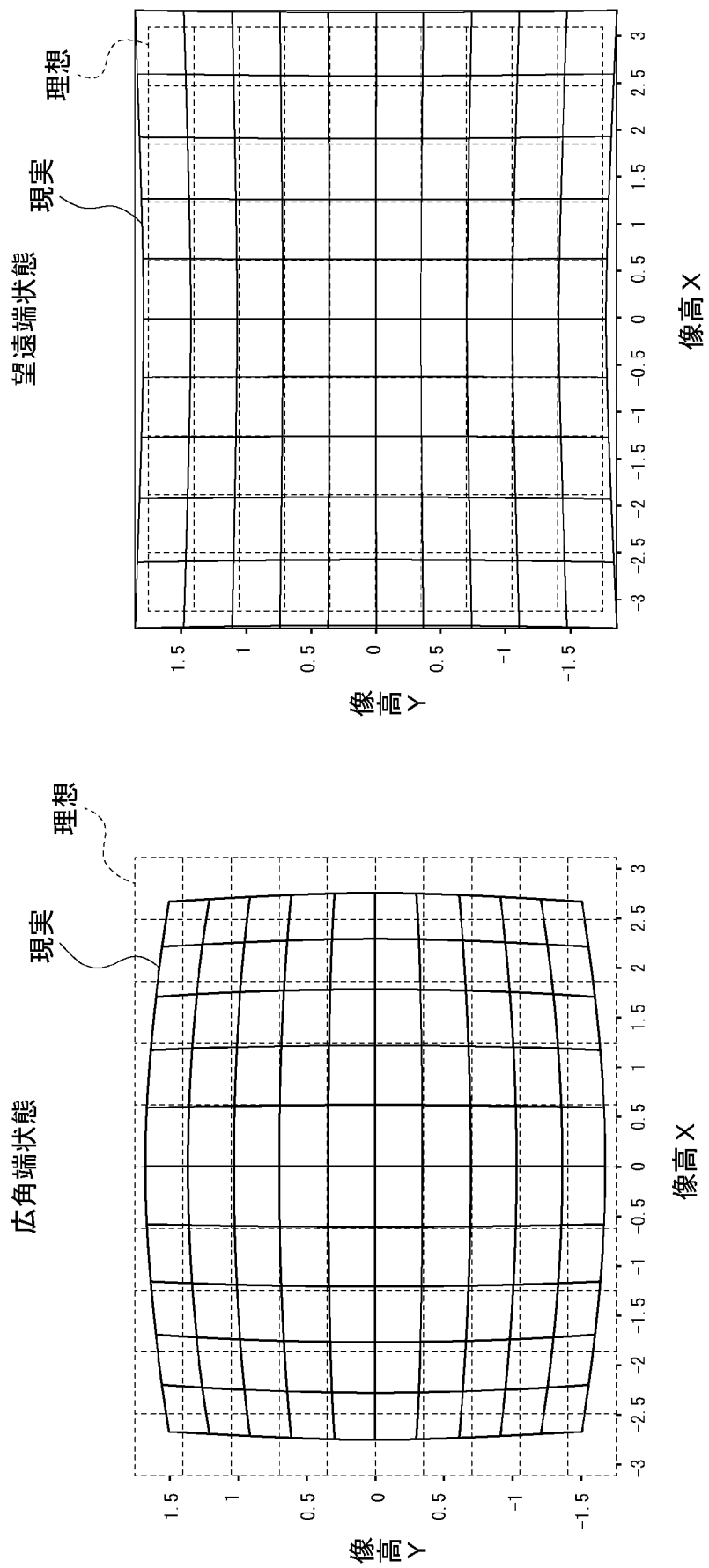
[図1]



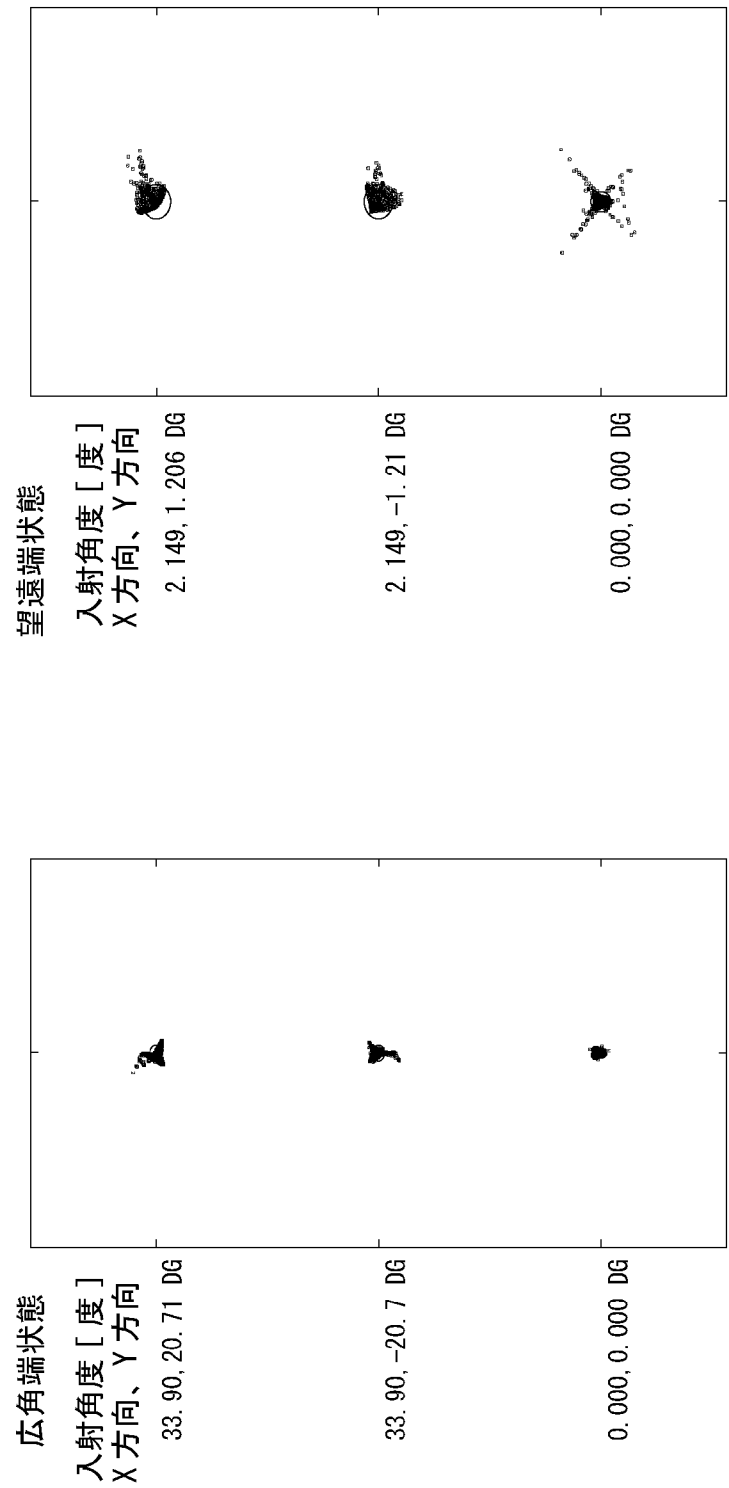
[図2]



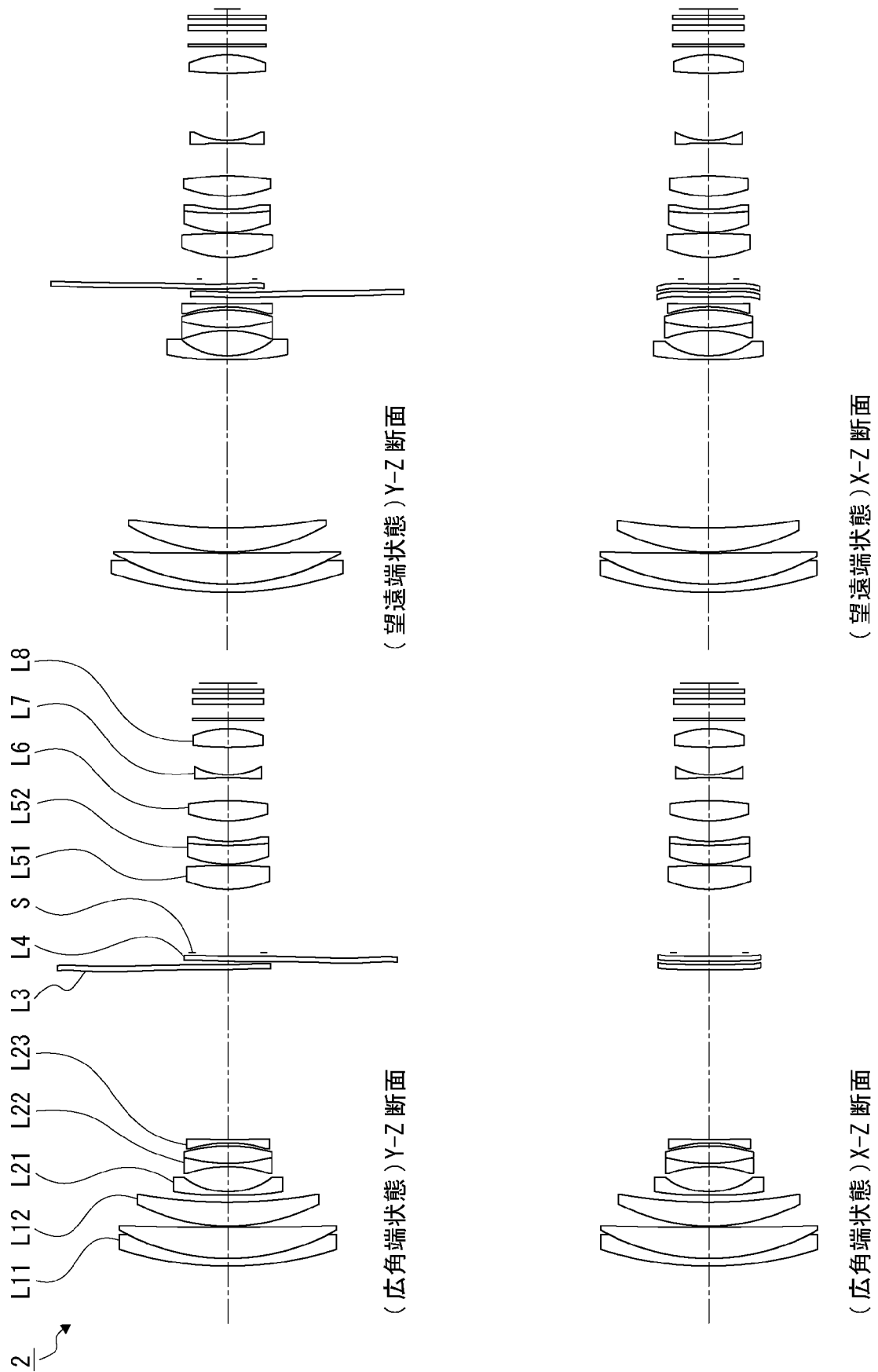
[図3]



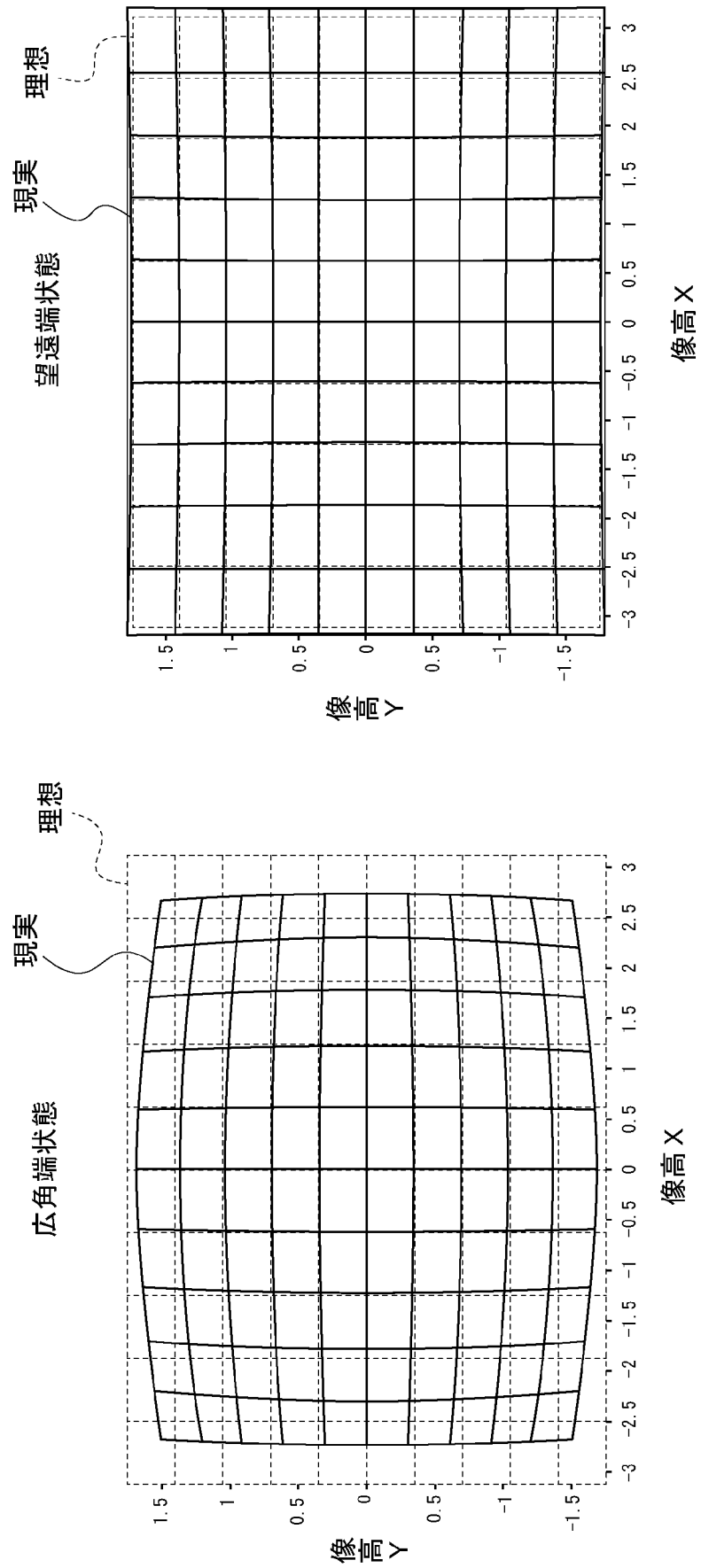
[図4]



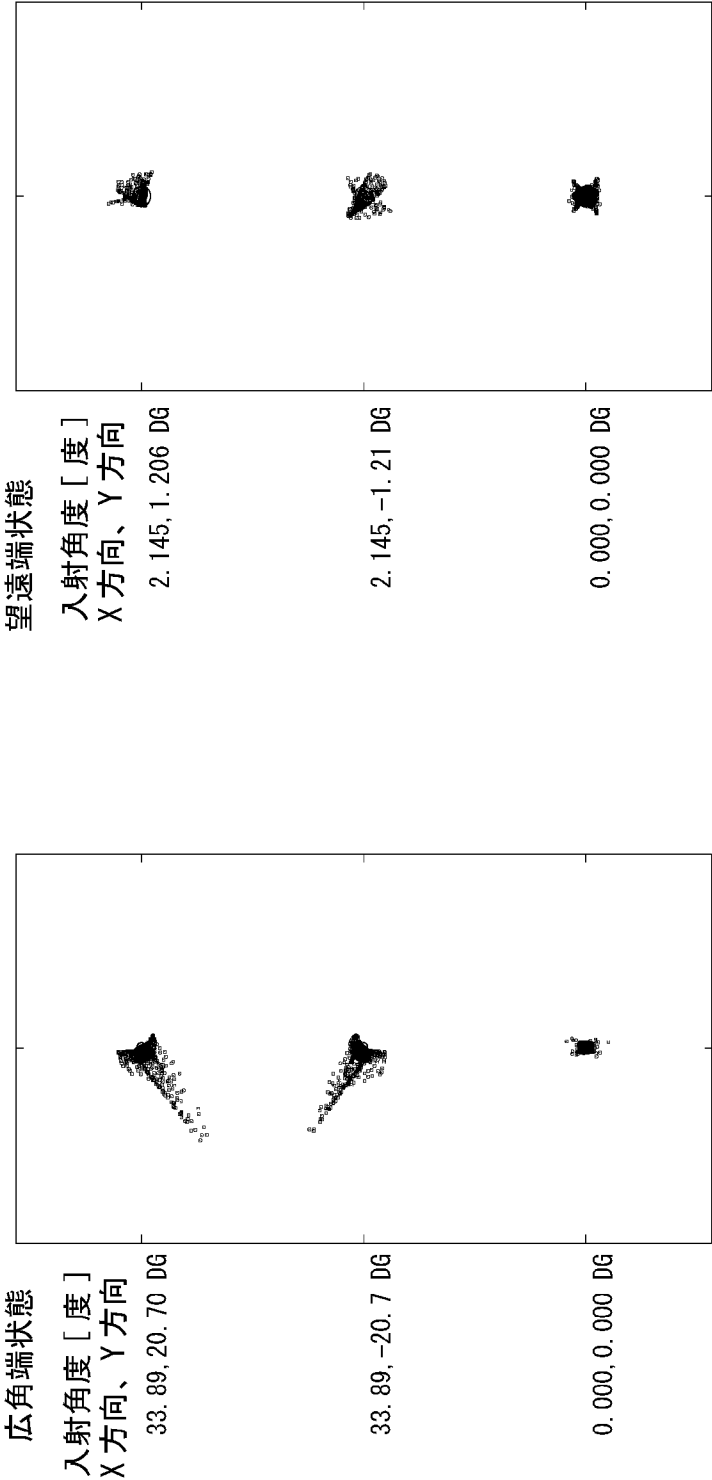
[図5]



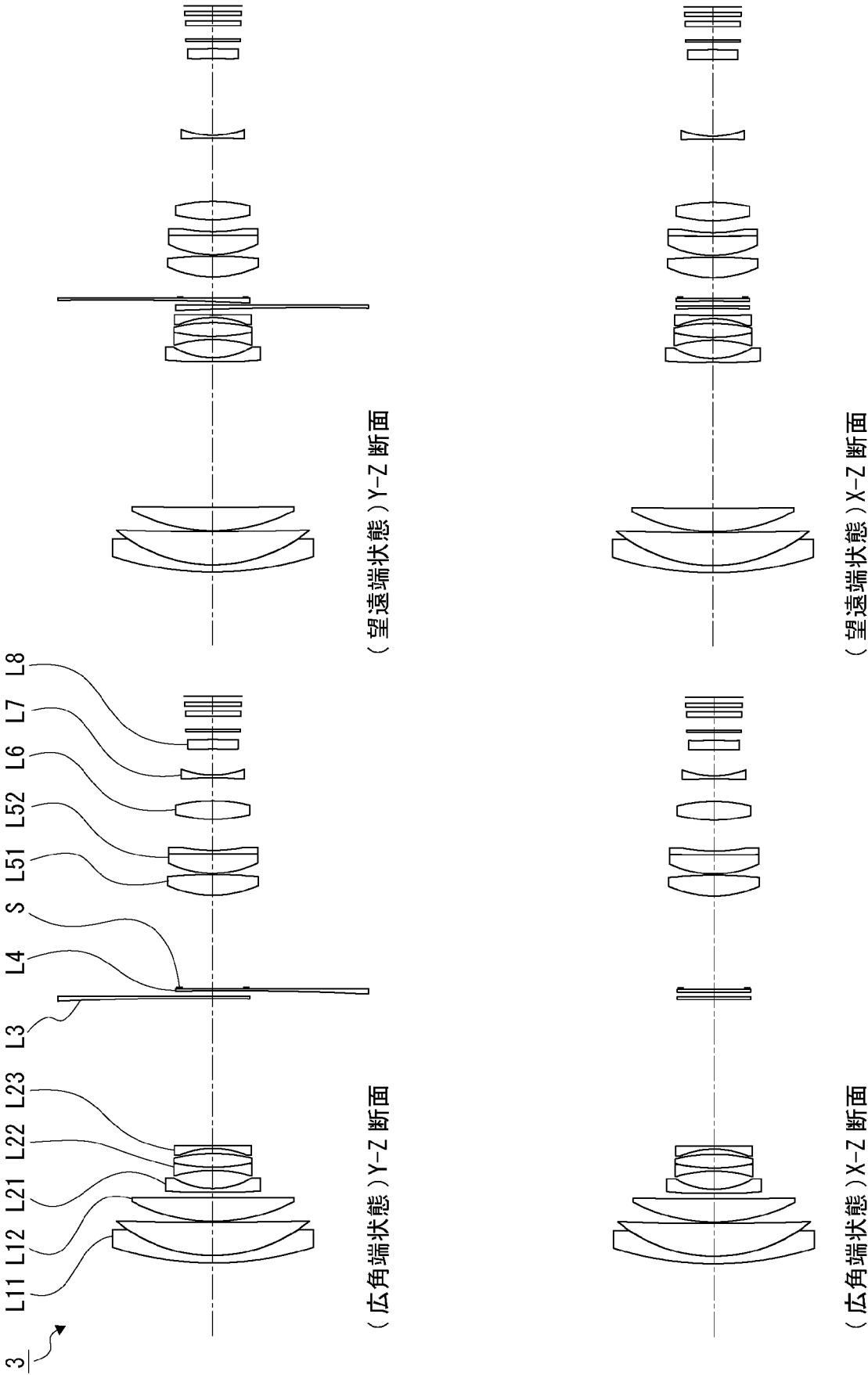
[図6]



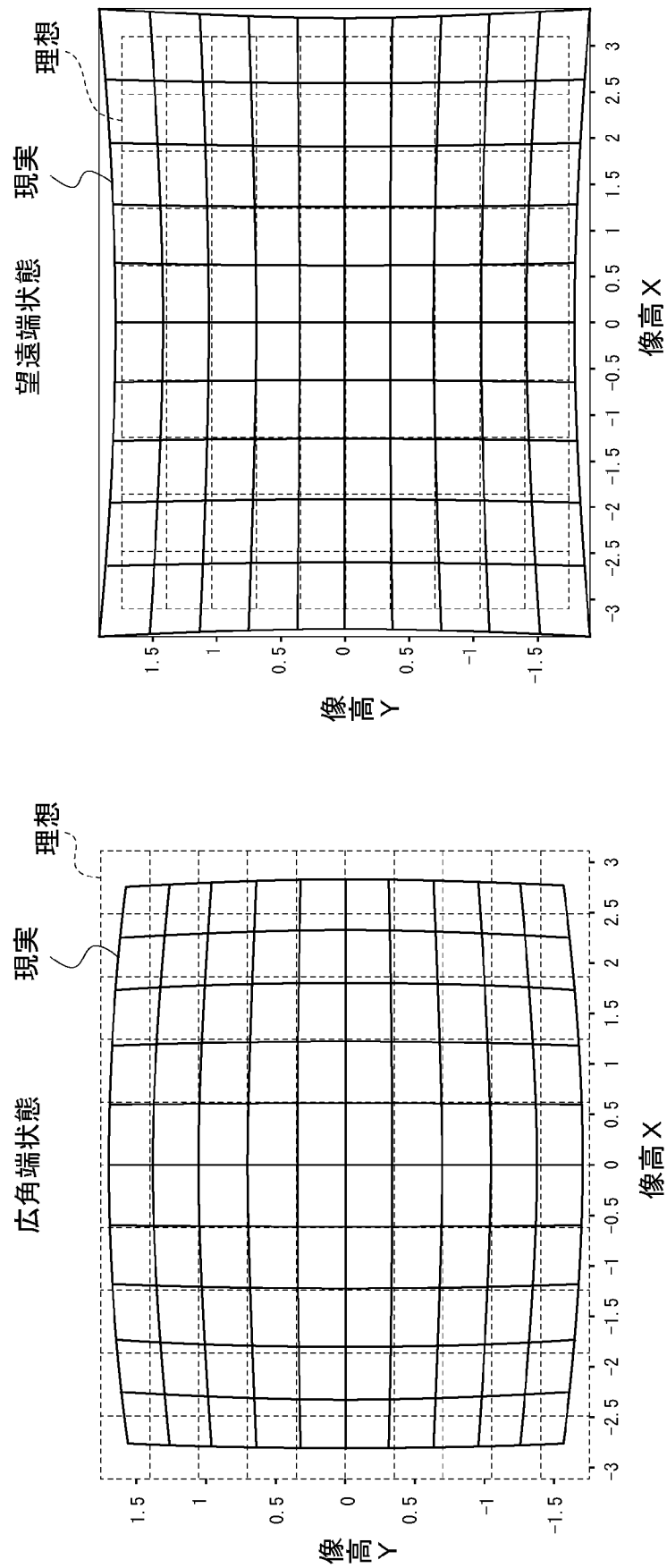
[図7]



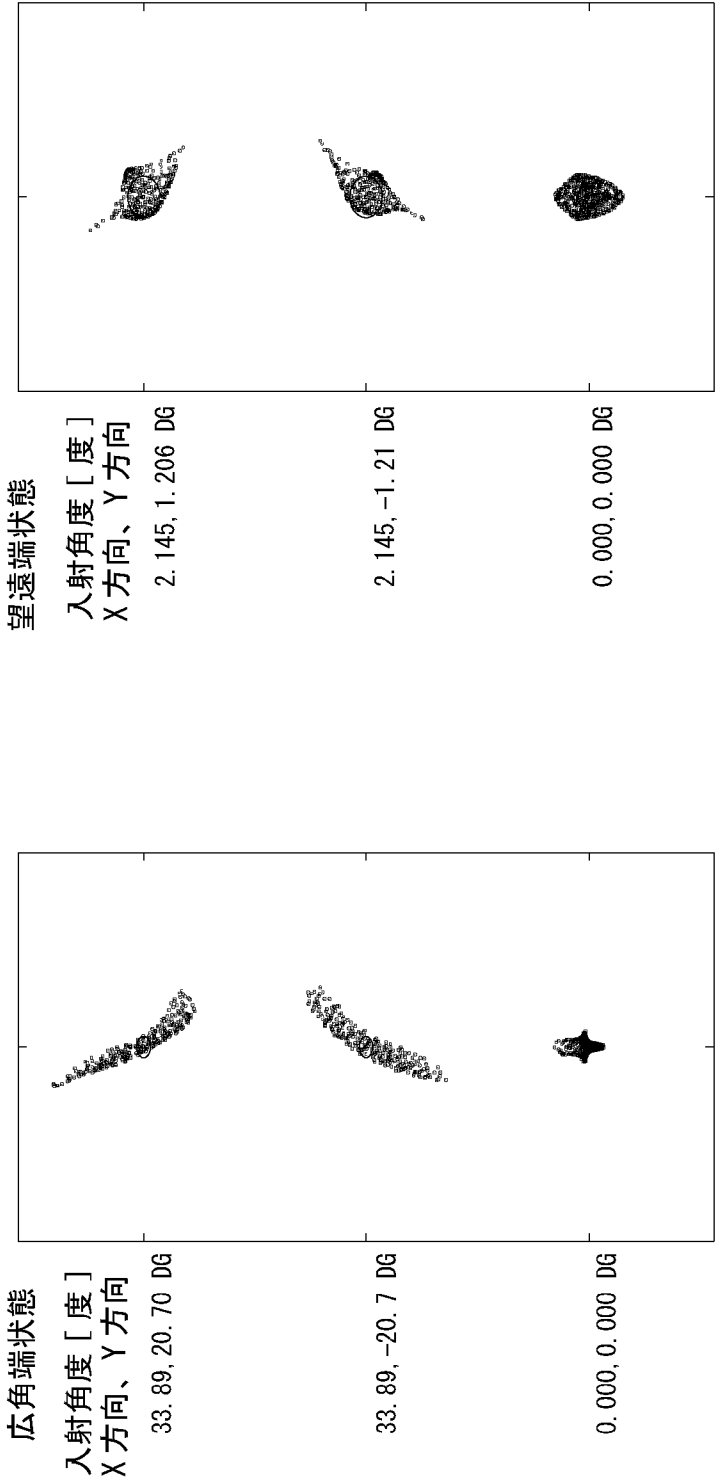
[図8]



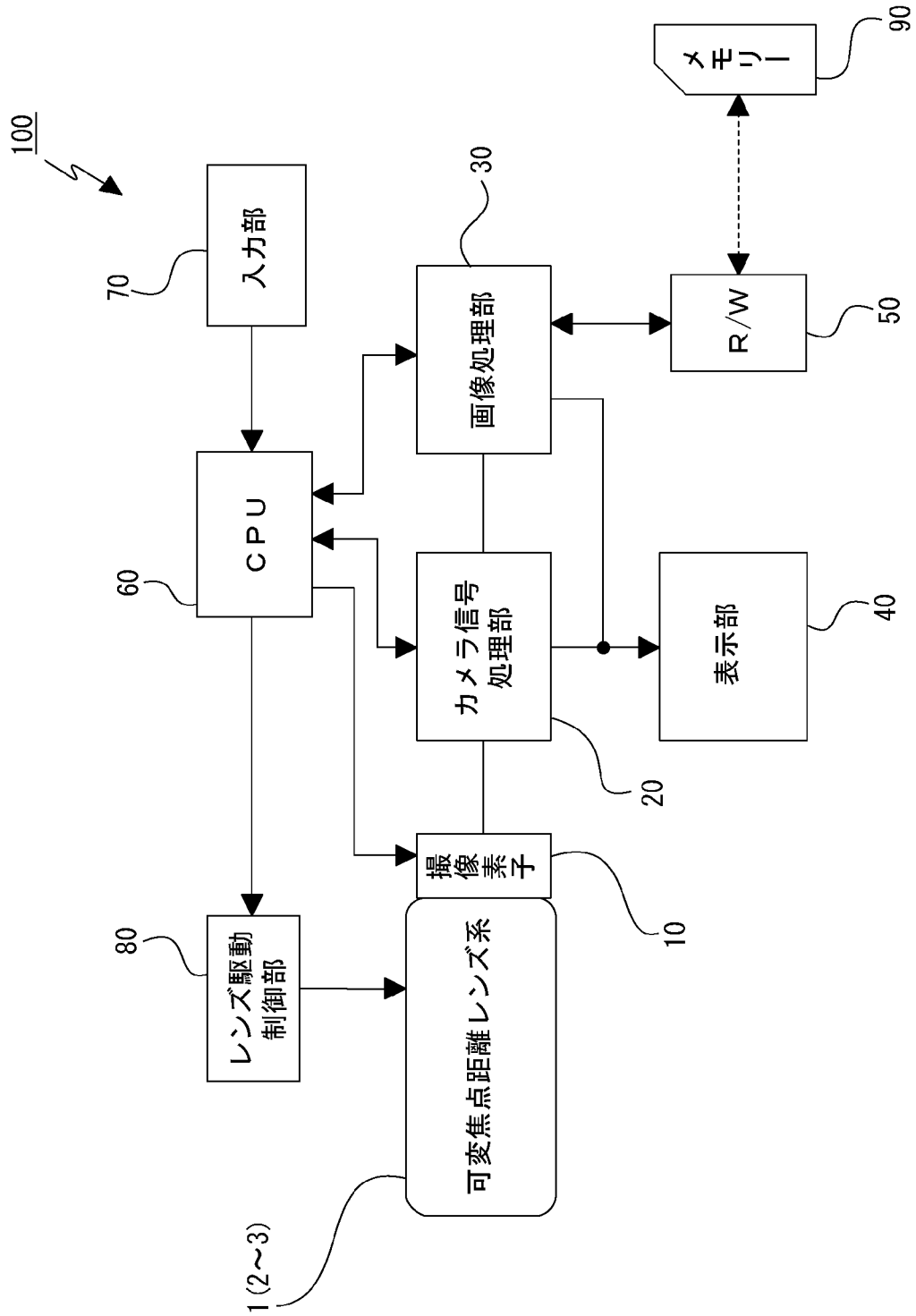
[図9]



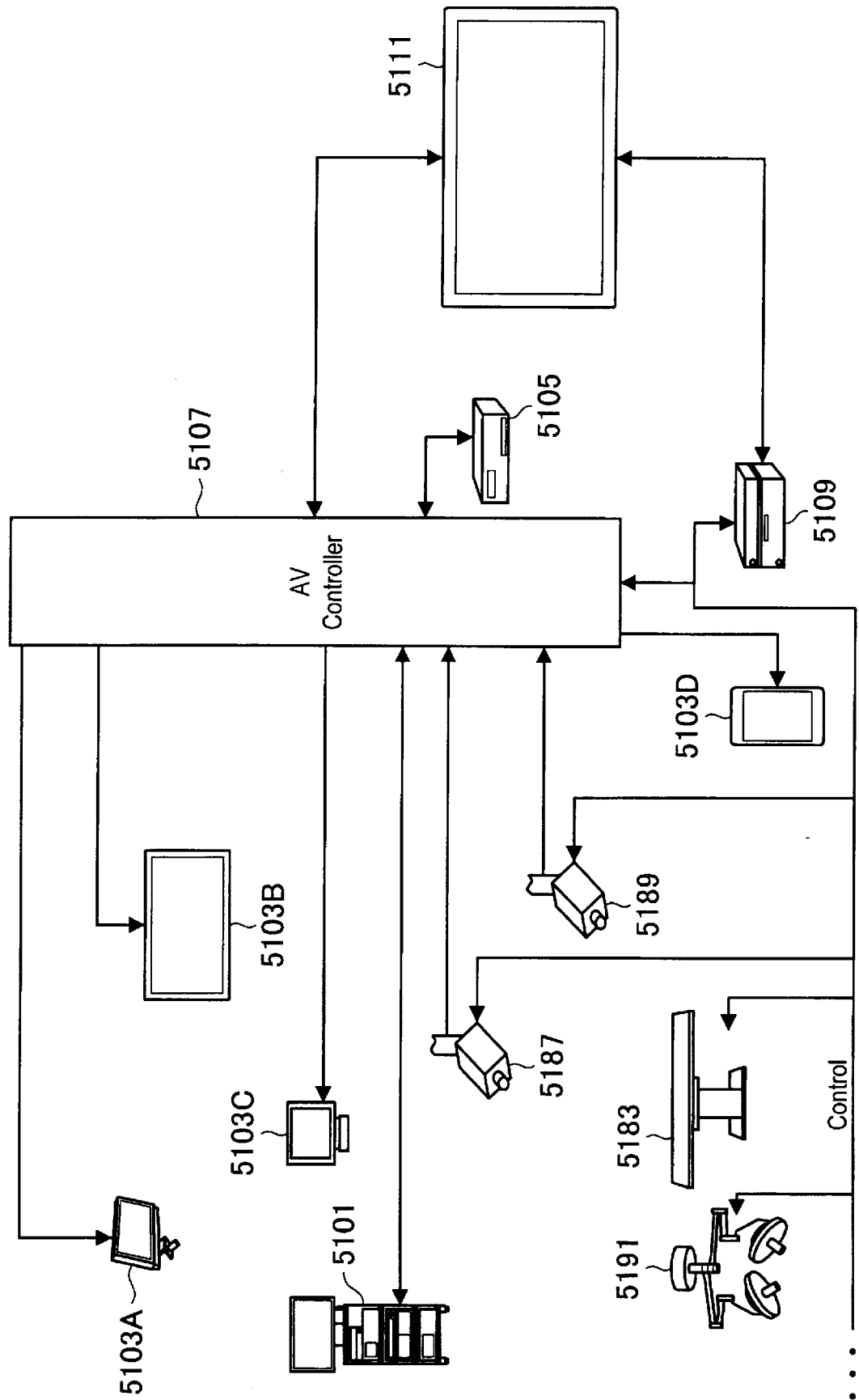
[図10]



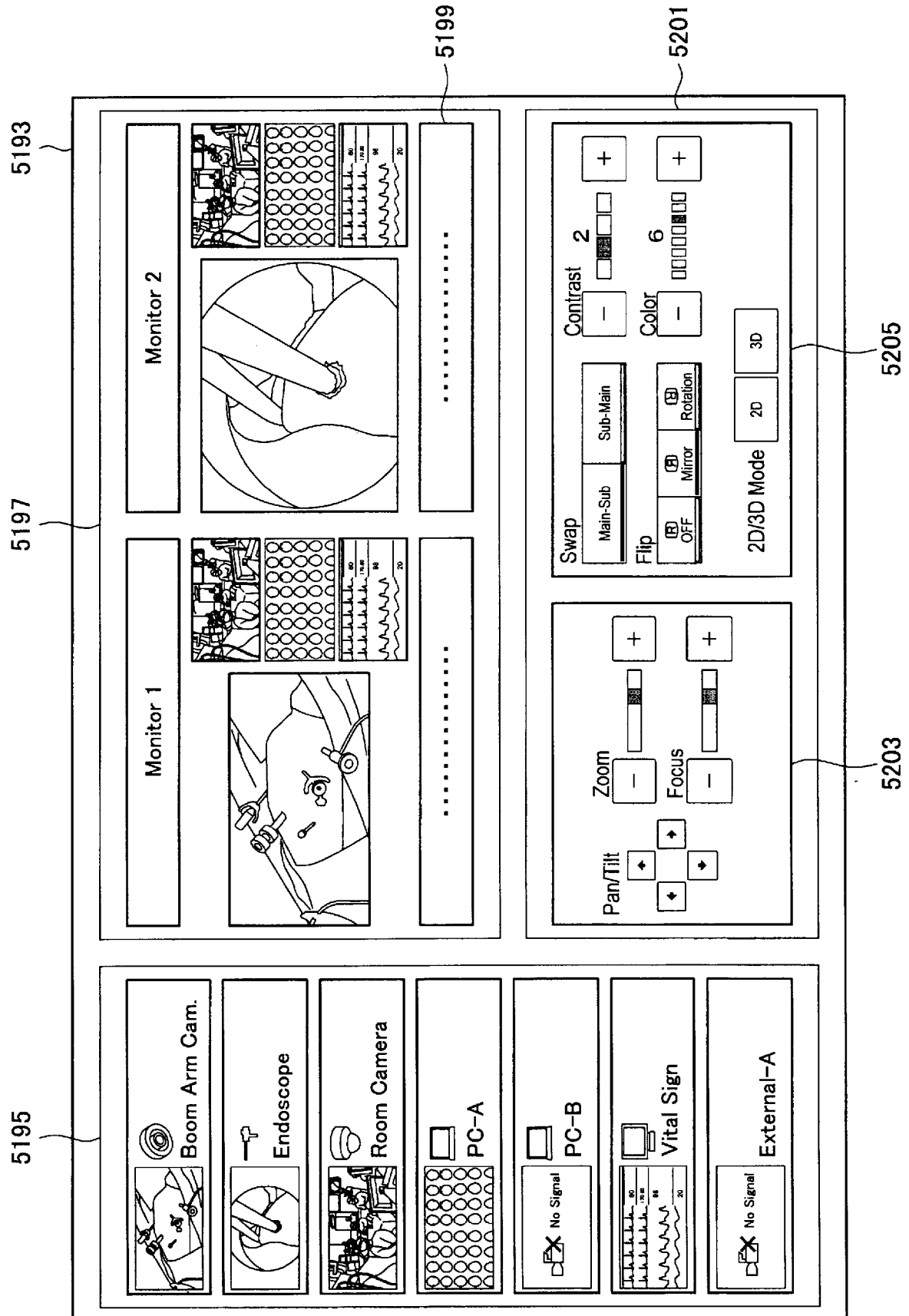
[図11]



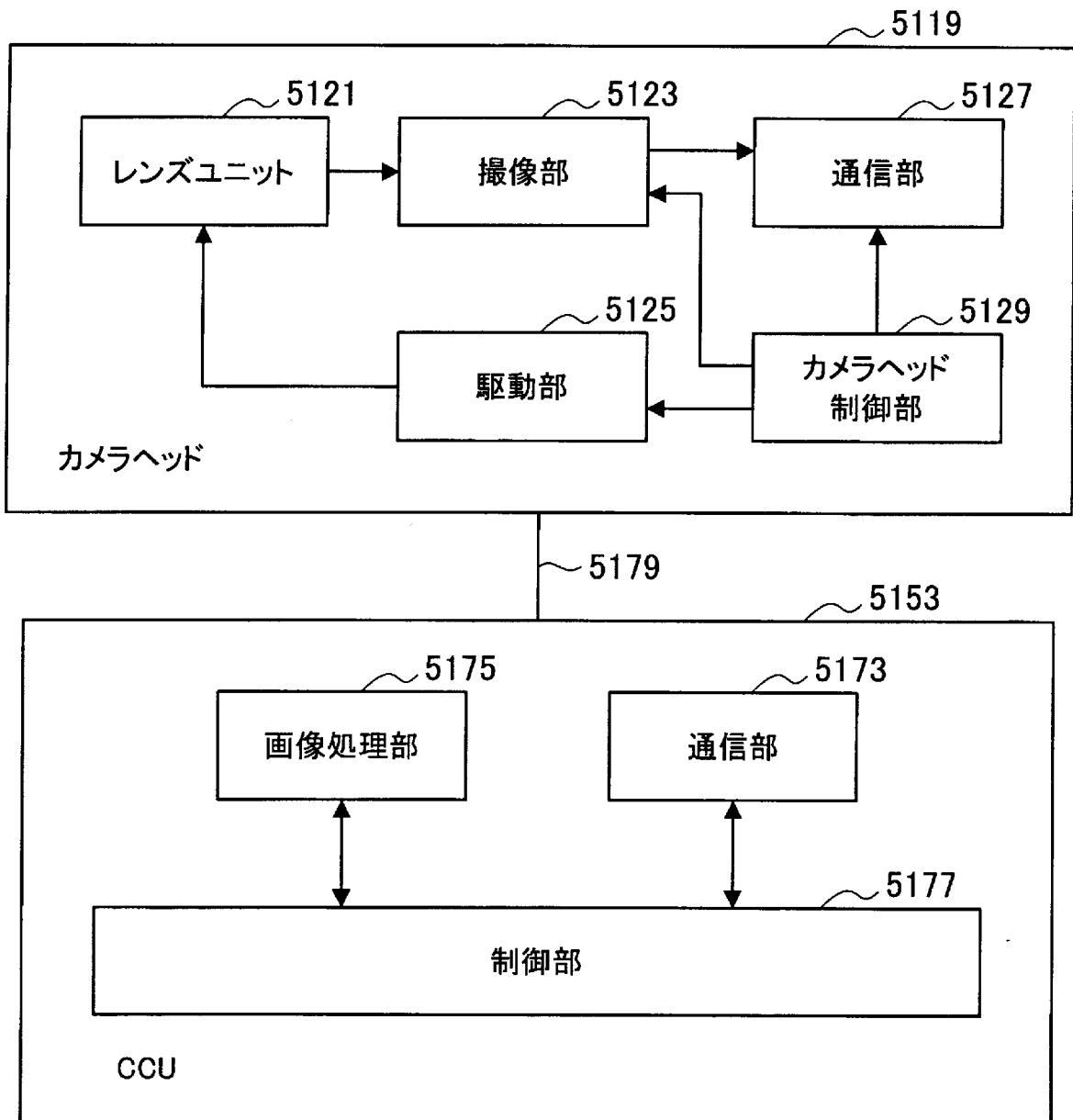
[図12]

5100

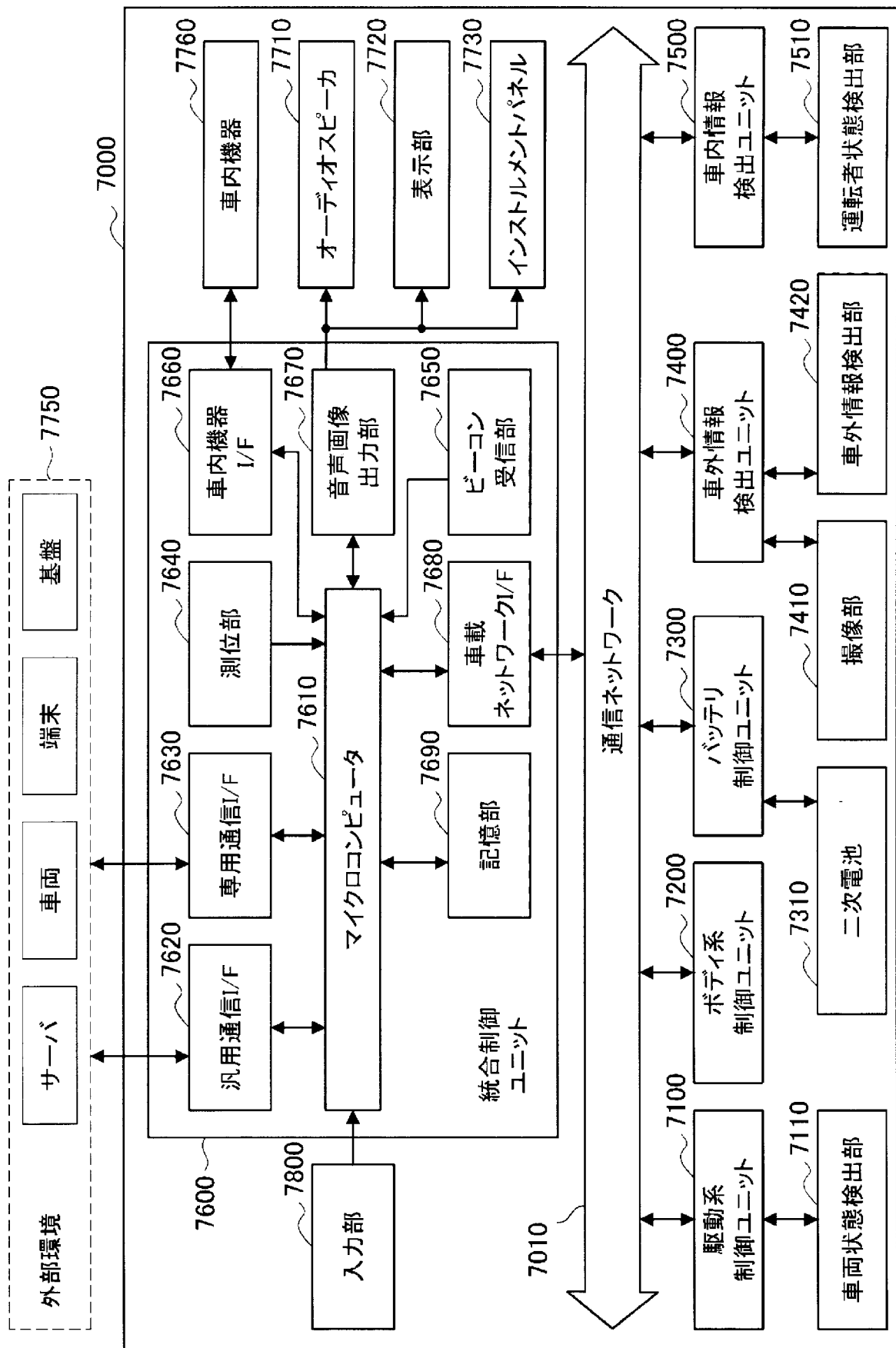
[図13]



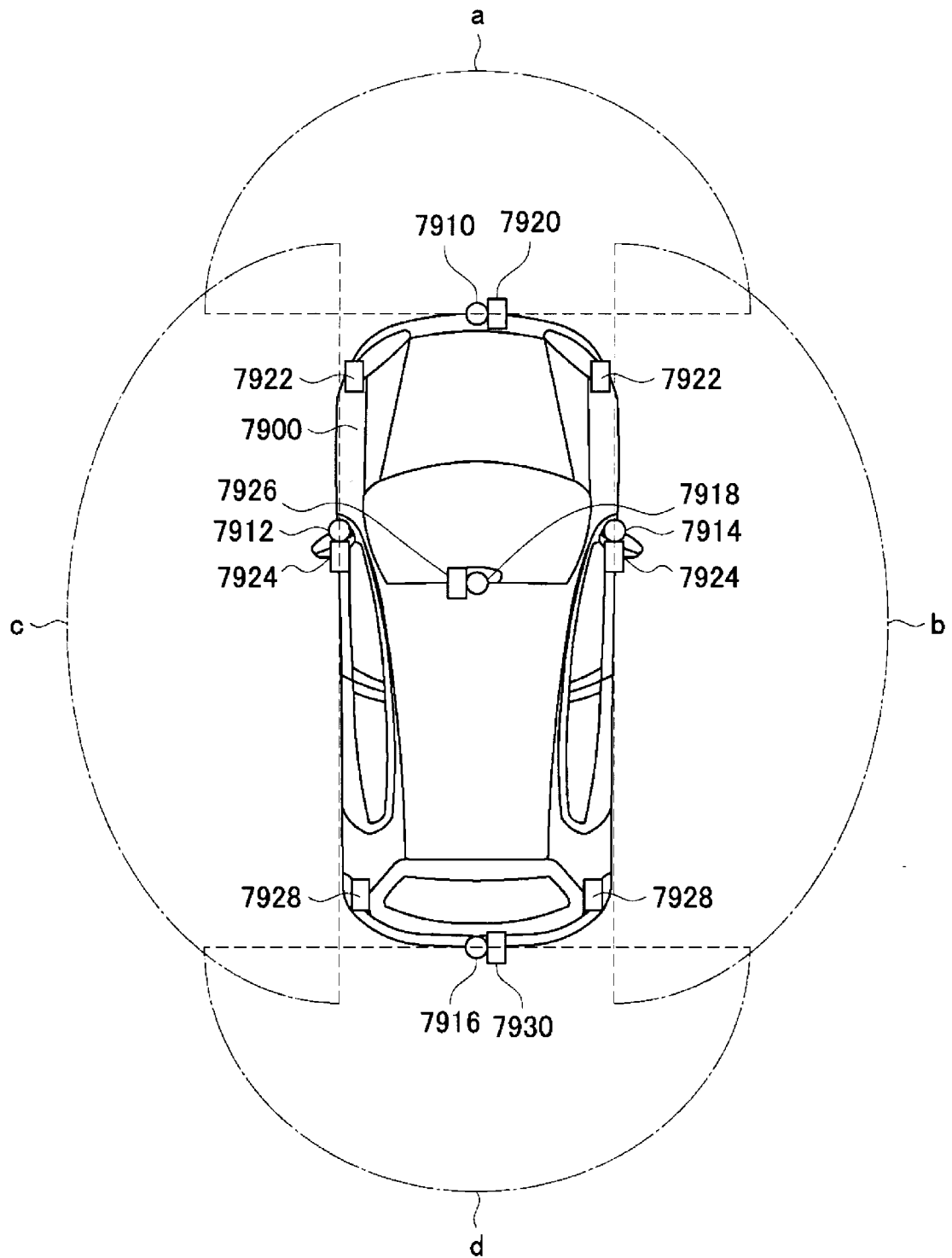
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 15/20(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i; G02B 15/00(2006.01)i

FI: G02B15/20; G02B13/18; G02B15/00

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; G02B15/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 59-116710 A (CANON INC.) 05.07.1984 (1984-07-05) claims, specification, page 3, lower right column, lines 2-15	1-3, 8
A	claims, specification, page 3, lower right column, lines 2-15	4-7
Y	JP 2009-505166 A (EASTMAN KODAK COMPANY) 05.02.2009 (2009-02-05) claims, paragraphs [0013]-[0015], [0022], fig. 1A-1C	1-3, 8
A	claims, paragraphs [0013]-[0015], [0022], fig. 1A-1C	4-7
Y	US 3583790 A (POLAROID CORPORATION) 08.06.1971 (1971-06-08) specification, column 1, line 10 to column 2, line 15	1-3, 8
A	specification, column 1, line 10 to column 2, line 15	4-7
Y	US 2014/0204472 A1 (THE TECHNOLOGY PARTNERSHIP PLC) 24.07.2014 (2014-07-24) paragraphs [0002], [0005], [0031], fig. 1	1-3, 8
A	paragraphs [0002], [0005], [0031], fig. 1	4-7



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
27 January 2020 (27.01.2020)Date of mailing of the international search report
25 February 2020 (25.02.2020)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050965

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3305294 A (OPTICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION) 21.02.1967 (1967-02-21) specification, column 2, line 70 to column 6, line 39, fig. 1-5	1=3, 8
A	specification, column 2, line 70 to column 6, line 39, fig. 1-5	4-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/050965

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 59-116710 A	05 Jul. 1984	US 4836661 A claims, specification, column 9, lines 23-42 (Family: none)	
JP 2009-505166 A	05 Feb. 2009	(Family: none)	
US 3583790 A	08 Jun. 1971	(Family: none)	
US 2014/0204472 A	24 Jul. 2014	WO 2013/001299 A1 EP 2726917 A1	
US 3305294 A	21 Feb. 1967	DE 1290357 B CH 481387 A AT 279921 B	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 15/20(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i; G02B 15/00(2006.01)i FI: G02B15/20; G02B13/18; G02B15/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B15/20; G02B13/18; G02B15/00		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
Y	JP 59-116710 A（キヤノン株式会社）05.07.1984（1984-07-05） 特許請求の範囲, 明細書第3頁右下欄第2行-第15行	1-3, 8
A	特許請求の範囲, 明細書第3頁右下欄第2行-第15行	4-7
Y	JP 2009-505166 A（イーストマン コダック カンパニー）05.02.2009（2009-02-05） 特許請求の範囲, [0013]-[0015], [0022], 図1A-図1C	1-3, 8
A	特許請求の範囲, [0013]-[0015], [0022], 図1A-図1C	4-7
Y	US 3583790 A（POLAROID CORPORATION）08.06.1971（1971-06-08） 明細書第1欄第10行-第2欄第15行	1-3, 8
A	明細書第1欄第10行-第2欄第15行	4-7
Y	US 2014/0204472 A1（THE TECHNOLOGY PARTNERSHIP PLC）24.07.2014（2014-07-24） [0002], [0005], [0031], Figure1	1-3, 8
A	[0002], [0005], [0031], Figure1	4-7
☒ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 27.01.2020		国際調査報告の発送日 25.02.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 堀井 康司 2V 3713 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 3305294 A (OPTICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION) 21.02.1967 (1967 - 02 - 21) 明細書第2欄第70行-第6欄第39行, FIG1-5	1-3, 8
A	明細書第2欄第70行-第6欄第39行, FIG1-5	4-7

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/050965

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	59-116710	A	05.07.1984	US 4836661 A 特許請求の範囲, 明細書第9 欄第23行-第42行	
JP	2009-505166	A	05.02.2009	(ファミリーなし)	
US	3583790	A	08.06.1971	(ファミリーなし)	
US	2014/0204472	A1	24.07.2014	WO 2013/001299 A1 EP 2726917 A1	
US	3305294	A	21.02.1967	DE 1290357 B CH 481387 A AT 279921 B	