

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、デジタルスチルカメラや撮像機能を有した多機能型携帯電話端末に搭載される撮像装置としての機能に対して、高画素化、高性能化、小型化が求められている。撮像装置としての機能の高性能化の一つとして、レンズの焦点位置を常時検出し、レンズを被写体光を集光する位置に高速に移動させる技術が知られている。

[0003] 例えば、レンズを駆動するためのアクチュエータに、ホール素子などのレンズ位置検出のための素子を実装し、レンズの位置を外部に出力する技術が知られている。また、特許文献2には、レンズ位置を駆動するための励磁コイルと、動作するレンズ側に配置された検出コイルと、の平行移動での起電力の位相に基づきレンズの位置を検出する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-022563号公報

特許文献2：特開2000-295832号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1によれば、アクチュエータに対するホール素子の実装が必要であり、小型化が困難である。また、特許文献2は、小型化が可能である一方で、レンズの移動方向に対して平行に配置された検出コイルによりレンズ位置を検出する構造であるため、レンズを駆動するための励磁コイルがレンズの外側に、レンズの移動方向に対して垂直に配置される近年のアクチュエータ構造に適用することが困難である。

[0006] 本開示は、より小型化が可能な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

[0007] 上記目的を解決するために、本開示の撮像装置は、被写体からの光を集光するレンズを、第1の磁界に応じて、光の光軸方向に移動させると共に、レンズと共に移動する第1のコイルと、レンズを第2の磁界に応じて光軸に対して垂直の方向に移動させるための第2のコイルと、第1の磁界を検出するための第3のコイルと、を備え、第2のコイルと第3のコイルとが同一の基板に配置される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。

[図2]第1の実施形態に係る撮像装置の構造を説明するための一例の構造図である。

[図3]第1の実施形態に係る位置検出処理を説明するための図である。

[図4]第1の実施形態に適用可能な各位置検出コイルの一例の配置を示す図である。

[図5]第1の実施形態に適用可能なスペーサの一例の構造を示す図である。

[図6A]第1の実施形態に適用可能な2層構造によるスペーサにおける位置検出コイルの構成の例を示す図である。

[図6B]第1の実施形態に適用可能な、スペーサを3層構造とした例を示す図である。

[図7]第1の実施形態に適用可能な検出回路としての位置検出・制御部の一例の構成を示すブロック図である。

[図8]第1の実施形態に適用可能な、レンズの位置と、レンズの位置に応じて位置検出コイルにより発生する誘導起電力の関係の例を示すグラフである。

[図9]第1の実施形態に適用可能な、各位置検出コイルに対するX方向およびY方向の定義を示す図である。

[図10]第1の実施形態に適用可能な、レンズがX Y平面内で移動した場合の各位置検出コイルにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。

[図11A]第1の実施形態に適用可能な、各位置検出コイルの配置の他の例について説明するための図である。

[図11B]第1の実施形態に適用可能な、各位置検出コイルの配置の他の例について説明するための図である。

[図11C]第1の実施形態に適用可能な、各位置検出コイルの配置の他の例について説明するための図である。

[図12A]第1の実施形態の変形例に係る位置検出コイルの配置例を示す図である。

[図12B]第1の実施形態の変形例に適用可能な、レンズがX Y平面内で移動した場合の、各位置検出コイルにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。

[図13]第2の実施形態に係る、レンズのチルト検出を説明するための図である。

[図14A]第2の実施形態に係る、レンズのチルト検出を説明するための図である。

[図14B]第2の実施形態に係る、レンズのチルト検出を説明するための図である。

[図15]第2の実施形態に係る、レンズに傾きが発生した場合の、各位置検出コイルにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。

[図16]第3の実施形態に係るZ軸方向の位置検出を説明するための図である。

[図17]第3の実施形態に係るZ軸方向の位置検出を説明するための図である。

[図18]第4の実施形態の説明に用いる各位置検出コイルの配置の例を示す図である。

[図19]第4の実施形態に係る、各グラフを、列方向に位置検出コイル毎、および、行方向に検出対象毎に纏めた図である。

[図20]第4の実施形態に係る、X軸チルト量と、Y軸チルト量と、X軸方向

移動量と、Y軸方向移動量と、AF移動量の算出条件と、算出式と、の例を示す図である。

[図21]第5の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。

[図22]第6の実施形態に係る、フリップチップ実装による撮像装置の例を示す図である。

[図23]第7の実施形態に係る、CSP構造による撮像素子を用いた撮像装置の一例の構成を示す図である。

[図24]第8の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。

[図25]第9の実施形態に適用可能な電子機器としての端末装置の一例の構成を示すブロック図である。

[図26]本開示の技術を適用した撮像装置の使用例を説明する図である。

[図27]体内情報取得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28]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図29]カメラヘッドおよびCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図30]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31]車外情報検出部およ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

[0009] 以下、本開示の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより、重複する説明を省略する。

[0010] [第1の実施形態]

本開示の第1の実施形態について説明する。図1は、第1の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。図1において、撮像装置1aは、被写体からの光を集光するレンズ10と、レンズ10により集光された光が照射され、照射された光に応じた画素信号を出力する撮像素子20と、を含む。撮像素子20は、例えばCCD(Charge Coupled Device)センサやCM

OS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを適用できる。

[0011] 撮像装置 1 a の用途は、特に限定されないが、多機能型携帯電話端末（スマートフォン）、タブレット型パーソナルコンピュータといった、携帯容易に構成された情報処理装置に適用することができる。

[0012] 撮像装置 1 a は、レンズ 1 0 と撮像素子 2 0 との間に、赤外領域の光をカットする赤外光カットフィルタ 1 5 が配置される。レンズ 1 0 にて集光された被写体からの光は、赤外光カットフィルタ 1 5 により赤外領域の波長成分をカットされて、撮像素子 2 0 の受光面に照射される。

[0013] 撮像装置 1 a は、レンズ 1 0 を、レンズ 1 0 に入射される光束の光軸方向に移動させると共に、光軸方向に対して垂直な面に移動させるためのアクチュエータ 1 3 を備える。レンズ 1 0 は、レンズ 1 0 を内部に保持するレンズホルダ 1 1 と一体的に構成され、レンズホルダ 1 1 の側面に、オートフォーカスコイル 1 2（以下、AF コイル 1 2）が設けられる。AF コイル 1 2 は、レンズホルダ 1 1 の側面に、レンズ 1 0 に入射される光束の光軸方向と垂直の方向に巻回されて設けられる。レンズホルダ 1 1 は、OIS ホルダ 1 3 0 内に、光軸方向に可動に格納される。OIS ホルダ 1 3 0 は、スペーサ 3 0 に対して、光軸方向と垂直の面内で移動可能に配置される。

[0014] 以下、レンズ 1 0 に入射される光束の光軸方向を Z 軸方向とし、当該光軸方向に垂直な面を XY 平面と呼ぶ。XY 平面は、撮像素子 2 0 の受光面に水平な面でもある。また、XY 平面において直交する軸を、X 軸および Y 軸と呼ぶ。さらに、レンズ 1 0 に対して光が入射される方向を上、レンズ 1 0 から光が射出される方向を下とする。

[0015] アクチュエータ 1 3 は、レンズ 1 0 を移動させる構成を含む。例えば、アクチュエータ 1 3 は、レンズ 1 0 に設けられた AF コイル 1 2 と、OIS ホルダ 1 3 0 内に設けられるマグネット 1 4 と、マグネット 1 4 に作用して OIS ホルダ 1 3 0 を移動させる OIS コイル 3 1 と、を含む。アクチュエータ 1 3 は、ボイスコイルモータ構造を有し、AF コイル 1 2 は、バネ（図示

しない)によりOISホルダ130に支えられている構造とされている。AFコイル12に電流が流されると、マグネット14の磁力との作用により、Z軸方向に力が発生する。この発生された力で、レンズホルダ11が保持しているレンズ10が、Z軸の正方向または負方向に移動され、レンズ10と撮像素子20との距離が変化する。このような仕組みにより、オートフォーカス(AF)が実現される。

[0016] 撮像装置1aは、撮像装置1aの振動を検知する振動検知手段としてのジャイロセンサ25を備える。また、撮像装置1aは、アクチュエータ13を外部から制御するためのオートフォーカス・OISドライバ24を備える。オートフォーカス・OISドライバ24は、アクチュエータ13に対して、PWM(Pulse Width Modulation)により変調された信号(以下、PWM信号)を出力する。PWM信号はハイ(High)状態とロー(Low)状態とが所定の周期で入れ替わる信号である。アクチュエータ13において、AFコイル12がこのPWM信号により駆動され、レンズ10をZ軸方向に移動させる。

[0017] 回路基板21は、撮像素子20が接着剤22により接着されて固定的に配置されると共に、スペーサ30が配置される。撮像素子20は、回路基板21に形成される回路パターンに対して、金属ワイヤ23により電氣的に接続される。回路基板21に対して、さらに、上述したオートフォーカス・OISドライバ24およびジャイロセンサ25と、記憶部26と、コネクタ27とが配置される。

[0018] スペーサ30は、上述したOISホルダ130(アクチュエータ13)が配置される。このとき、OISホルダ130は、スペーサ30の上面をXY平面内で移動可能に、スペーサ30上に配置される。

[0019] スペーサ30のOISホルダ130側の面には、上述したOISコイル31が配置されると共に、位置検出コイル32が配置される。位置検出コイル32は、例えば、AFコイル12にPWM信号による電流が流れることによりAFコイル12により発生する磁界の変化に応じた誘導起電力により、電

流を発生する。この位置検出コイル 32 の誘導起電力により発生した電流に基づき、AF コイル 12 すなわちレンズ 10 の位置を検出することができる。OIS コイル 31 および位置検出コイル 32 は、スペーサ 30 の内部に埋め込まれてもよい。

[0020] オートフォーカス・OIS ドライバ 24 は、さらに、OIS コイル 31 を駆動することで、レンズ 10 のXY 平面上での位置を調整する。すなわち、オートフォーカス・OIS ドライバ 24 は、OIS コイル 31 に対して電流を流すことで、マグネット 14 の磁力との作用により、マグネット 14 と OIS コイル 31 との間で、XY 平面上での力を発生させることができる。これにより、レンズ 10 が撮像素子 20 の受光面と平行な面内で移動され、光学的手ブレ補正機能が実現される。この光学的手ブレ補正機能を実現するための機構を、OIS (Optical Image Stabilizer) と呼ぶ。

[0021] より具体的には、OIS は、撮像装置 1a の手ブレによる影響を低減するための補正を、光学系において処理するものである。OIS は、振動検知手段により撮像装置 1a における例えば撮像時の振動を感知し、振動の方向および量に応じて、レンズ 10 のXY 平面上での位置を調整する。これに限らず、OIS は、振動に応じて撮像素子 20 の位置を調整して実現してもよい。第 1 の実施形態では、OIS によりレンズ 10 のXY 平面上での位置を調整することで、手ブレ補正を行うものとする。

[0022] 記憶部 26 は、例えば不揮発性メモリ (EEPROM: Electrically Erasable and Programmable Read-Only Memory) であって、撮像装置 1a のばらつきを補正するためのデータを予め記憶する。例えば、レンズ位置調整のための、位置検出コイル 32 における誘導起電力による電力量は、アクチュエータ 13 の AF コイル 12 の巻き数やサイズ、位置検出コイル 32 の形成状態などにより変化する。そのため、撮像装置 1a の製造時などに、位置検出コイル 32 による誘導起電力のばらつきを予め計測しておく。そして、計測されたばらつきを調整するための調整値を、記憶部 26 に予め記憶しておくことができる。このようにすることで、実制御時に、記憶部 26 に記憶

される調整値を用いて、個々の撮像装置 1 a のばらつきを補正することができる。

[0023] コネクタ 27 は、回路基板 21 を介して撮像素子 20 から供給された画素信号を、外部に出力するために設けられる。また、コネクタ 27 は、オートフォーカス・OIS ドライバ 24 やジャイロセンサ 25、記憶部 26 と外部との通信を行うための端子としても機能する。

[0024] 図 2 は、第 1 の実施形態に係る撮像装置 1 a の構造を説明するための一例の構造図である。なお、図 2 においては、回路基板 21 と、撮像素子 20 とが省略されている。図 2 において、撮像装置 1 a は、スペーサ 30 と、OIS ホルダ 130 と、レンズ 10（レンズホルダ 11）とが、レンズ 10 の中心を Z 軸方向に貫く中心線 C に合わせて組み合わせられ、例えば全体がカバー 17 で覆われて構成される。

[0025] この例では、OIS ホルダ 130 は、四隅にマグネット 14 a、14 b、14 c および 14 d が埋め込まれる。レンズ 10（レンズホルダ 11）は、OIS ホルダ 130 内を、矢印 $A F_z$ で示すように、Z 軸方向に上下に移動可能に構成される。

[0026] スペーサ 30 の例えば上面に、4 つの OIS コイル 31 a、31 b、31 c および 31 d と、4 つの位置検出コイル 32 a、32 b、32 c および 32 d と、が配置される。OIS コイル 31 a、31 b、31 c および 31 d は、それぞれマグネット 14 a、14 b、14 c および 14 d の位置に対応して、スペーサ 30 の四隅に配置される。一方、位置検出コイル 32 a、32 b、32 c および 32 d は、スペーサ 30 を矩形と見做した場合の 4 辺に対応する位置に、それぞれ配置される。

[0027] なお、スペーサ 30 の中央部には、撮像素子 20 の大きさに応じた開口部 33 が設けられる。

[0028] 各 OIS コイル 31 a、31 b、31 c および 31 d に電流を流すことで、各マグネット 14 a、14 b、14 c および 14 d の磁力との作用で、XY 平面内において X 方向および Y 方向に力が発生する。この発生した力によ

り、OISホルダ130が、図2に矢印 OIS_x および OIS_y で示されるように、XY平面内で移動される。OISホルダ130の移動に応じて、OISホルダ130に格納されるレンズ10（レンズホルダ11）がXY平面内で移動される。このレンズ10を、XY平面内において、手ブレなどによる外乱による影響を低減する方向に移動させることで、手ブレ補正を実現できる。

[0029]（第1の実施形態に係る位置検出）

次に、第1の実施形態に係る、レンズ10（レンズホルダ11）の位置を検出する位置検出処理について説明する。図3は、第1の実施形態に係る位置検出処理を説明するための図である。図3では、AFコイル12に発生する磁界による磁力線40を示し、この磁力線40に示される磁力の変化により位置検出コイル32a、32b、32cおよび32dに発生する誘導起電力について説明する。

[0030] なお、以下では、説明のため、適宜、磁力線40を磁界40として記述する。

[0031] AFコイル12に電流を流すことで、電流とマグネット14a～14dの磁力との作用により、矢印 AF_z に示されるように、AFコイル12がZ軸方向に上下に移動する。このとき、AFコイル12に流す電流を、一定の電圧値を有する信号、すなわち、常時ハイ状態を維持している信号とした場合よりも、PWM信号、すなわち、ハイ状態とロー状態とが所定の周期で入れ替わる信号とした方が、消費電力を低減させることができる。

[0032] そこで、消費電力を低減させるために、AFコイル12に供給する信号をPWM信号とした場合、AFコイル12により磁界40が発生する。磁界40は、例えば図3に点線の矢印にて示すように、AFコイル12の内部をAFコイル12の巻回方向と垂直の方向に貫き、AFコイル12の外部において拡散しつつ巻回面を周回してAFコイル12内部に戻る。図3の例では、AFコイル12に発生する磁界40は、AFコイル12の上側から、位置検出コイル32側に向かう方向に発生している。

[0033] なお、磁界40は、AFコイル12に流す電流の向きにより、図3に点線の矢印にて示した方向とは異なる方向に発生する。以下では、説明のため、図3に点線の矢印にて示した方向に磁界40が発生する場合を例に挙げて説明を行う。

[0034] AFコイル12で発生した磁界40は、撮像素子20（図1参照）を透過する。このため、磁界40が撮像素子20で撮像される画像に影響を与えてしまうおそれがある。例えば、撮像素子20において、磁界40の影響を受けてノイズが発生し、そのノイズが混載された画素信号（画像）が、撮像素子20から出力されてしまう可能性がある。

[0035] PWM信号による駆動と撮像素子20の駆動とを同期させ、撮像素子20のノイズとなる駆動期間に磁界40が発生させないようにすることで、撮像素子20に対する磁界40からのノイズの影響を軽減させることができる。このような同期により、磁界40の影響が抑制された画素信号を、撮像装置1aから出力することができる。

[0036] AFコイル12にPWM信号を供給することで発生する磁界40は、各位置検出コイル32a～32dにも到達する。この各位置検出コイル32a～32dに到達する磁界の強度を検出することで、レンズ10（レンズホルダ11）のZ軸方向およびXY平面における位置を検出することができる。

[0037] 次に、第1の実施形態に係る、各位置検出コイル32a～32dを用いたレンズ10の位置検出機能について説明する。

[0038] 図1～図3に示したように、各OISコイル31a～31dと各位置検出コイル32a～32dは、有機基板などによるスペーサ30の中に形成されている。PWM信号による駆動でAFコイル12で発生した磁界40が透過可能な位置に各位置検出コイル32a～32dを設ける。これにより、各位置検出コイル32a～32dに、磁界40の変化に応じた誘導起電力が発生する。この誘導起電力の大きさに基づき、レンズ10（レンズホルダ11）のZ軸方向、X軸方向とY軸方向における位置を検出することができる。

[0039] このように、レンズ10（レンズホルダ11）の位置を検出可能とするこ

とで、高性能なレンズ駆動、すなわち手ブレ補正を実現することができる。

[0040] 図3を参照し、スペーサ30に対して、撮像素子20の受光面と水平になる面(XY平面)に、OISコイル31a~31dが設けられる。また、各OISコイル31a~31dと対向する位置に、マグネット14a~14dがそれぞれ設けられる。さらに、各OISコイル31a~31dと重ならないように、スペーサ30に対して位置検出コイル32a~32dが設けられる。

[0041] 図4は、第1の実施形態に適用可能な各位置検出コイル32a~32dの一例の配置を示す図である。図4では、スペーサ30において各位置検出コイル32a~32dが配置されるXY平面を示している。また、図4の例では、各OISコイル31a~31dが、各位置検出コイル32a~32dと同一のXY平面に配置されるものとして示されている。

[0042] ここでは、スペーサ30が矩形であるものとする。図示は省略するが、レンズ10は、例えば、手ブレの無い状態において、その中心をスペーサ30の開口部33の中心に合わせ、開口部33の略全体を覆うように配置される。すなわち、スペーサ30は、レンズ10に対応する領域を含む矩形の形状として構成される。

[0043] 各OISコイル31a~31dは、スペーサ30の上部に配置されるOISホルダ130内に設けられる各マグネット14a~14dに対応する位置に配置される。図4の例では、各OISコイル31a~31dは、矩形のスペーサ30の四隅に配置されている。

[0044] 各位置検出コイル32a~32dは、各OISコイル31a~31dに対して開口部33(撮像素子20)に近い位置に配置される。これは、各位置検出コイル32a~32dがAFコイル12の磁界40の変化に応じた誘導起電力の検出を容易にするために、AFコイル12の下側に配置されることが好ましいためである。また、上述したように、各位置検出コイル32a~32dは、各OISコイル31a~31dと重ならないように配置される。図4の例では、各OISコイル31a~31dが矩形であるスペーサ30の

四隅に配置されるのに対して、各位置検出コイル 32 a ~ 32 d は、スペーサ 30 の 4 辺に対応する位置に配置される。

[0045] 具体的には、図 4 において、位置検出コイル 32 a がスペーサ 30 の下側の辺に対応する位置、位置検出コイル 32 b がスペーサ 30 の左側の辺に対応する位置、位置検出コイル 32 c がスペーサ 30 の上側の辺に対応する位置、位置検出コイル 32 d がスペーサ 30 の右側の辺に対応する位置、にそれぞれ配置されている。また、図 4 の例では、各位置検出コイル 32 a ~ 32 d は、スペーサ 30 の開口部 33 に接近させて配置されている。

[0046] このように、PWM 信号による駆動で発生した磁界 40 に対して垂直方向に各位置検出コイル 32 a ~ 32 d を設けることにより、各位置検出コイル 32 a ~ 32 d に、磁界 40 により誘導起電力が発生する。各位置検出コイル 32 a ~ 32 d で発生した誘導起電力の大きさにより、レンズ 10（レンズホルダ 11）の Z 軸方向の位置、ならびに、X 軸方向および Y 軸方向の位置（XY 平面における位置）を検出することができる。

[0047] 各 OIS コイル 31 a ~ 31 d の中心と、各マグネット 14 a ~ 14 d の中心と、は、レンズ 10 が正常な位置に静止状態で位置している場合のレンズ 10 の中心と、略一致している。一方、各位置検出コイル 32 a ~ 32 d は、レンズ 10 が正常な位置に静止状態で位置している場合のレンズ 10 の中心に対して、左右上下対称ではなく、ずれた位置にあるように配置されている。

[0048] 図 4 を用いて、各位置検出コイル 32 a ~ 32 d の配置について、より具体的に説明する。図 4 において、スペーサ 30 における X 軸方向の中心線 X_c と、Y 軸方向の中心線 Y_c の交点に、レンズ正常な位置に静止状態で位置している場合のレンズ 10 の中心が一致しているものとする。この場合において、互いに対向する辺に対応して設けられる、例えば位置検出コイル 32 a および 32 c は、それぞれの中心が中心線 X_c および Y_c の交点に対して点対称であって、且つ、中心線 X_c に一致しない位置に配置される。同様に、位置検出コイル 32 b および 32 d は、それぞれの中心が、当該交点に対して点対称

であって、且つ、中心線 Y_c に一致しない位置に配置される。

[0049] このように、各位置検出コイル $32a \sim 32b$ を、スペーサ 30 の各辺に対応する位置にそれぞれ配置することで、レンズ 10 すなわち AF コイル 12 の Z 軸方向、 X 軸方向および Y 軸方向の少なくとも1つの方向に対する位置を検出することができる。さらに、各位置検出コイル $32a \sim 32d$ を、それぞれ対応する中心線 X_c および Y_c に対して点対称の位置にずらして配置することで、レンズ 10 の XY 平面に対する傾き角（チルト角）を検出することが可能である。

[0050] 図5は、第1の実施形態に適用可能なスペーサ 30 の一例の構造を示す図である。スペーサ 30 を単一の有機基板により構成した場合、剛性が低い場合があり、撮像装置 $1a$ の製造過程においてアクチュエータ 13 搭載時にスペーサ 30 の反りや撓み、歪みが発生する可能性がある。そのため、第1の実施形態では、図5に示されるように、スペーサ 30 を、第1のスペーサ基板 $30a$ と、第2のスペーサ基板 $30b$ と、を接続した2層構造として剛性を高めている。

[0051] すなわち、各位置検出コイル $32a \sim 32d$ は、形成される線幅に応じて誘導起電力を発生するが、剛性が低く、反りや撓み、歪みが発生する可能性がある。各位置検出コイル $32a \sim 32d$ における反り、撓み、歪みは、位置検出の精度に影響を与える。

[0052] そこで、第1の実施形態では、剛性を高めるために、スペーサ 30 を2層構造として、上側の第1のスペーサ基板 $30a$ を有機基板などを用いて構成し、当該第1のスペーサ基板 $30a$ の例えば上面に各 OIS コイル $31a \sim 31d$ と、各位置検出コイル $32a \sim 32d$ と、を配置する。第1のスペーサ基板 $30a$ に対してさらに他の回路部品などを配置してもよい。一方、下側の第2のスペーサ基板 $30b$ を、例えばセラミック材料などの剛性の高い材料で構成し、第1のスペーサ基板 $30a$ の下面と接続する。第2のスペーサ基板 $30b$ の第1のスペーサ基板 $30a$ と接続される面と反対側の面が、回路基板 21 に接続される。これにより、剛性が高く、かつ、各位置検出コ

イル32a～32dにおける線幅などの設計の自由度が高いスペーサ30の構造を実現できる。

[0053] なお、図5の例では、第1のスペーサ基板30aを上側に配置しているが、これはこの例に限定されない。例えば、第2のスペーサ基板30bを上側に配置し、第1のスペーサ基板30aを下側に配置し、第1のスペーサ基板30aと回路基板21とを接続するようにしてもよい。また、図5の例では、スペーサ30を第1のスペーサ基板30aと第2のスペーサ基板30bとの2層構造としているが、これはこの例に限定されず、スペーサ30を3層以上の構造としてもよい。

[0054] 第1の実施形態に係る撮像装置1aでは、OISコイル31a～31dと、位置検出コイル32a～32dとを、同一の基板上に形成している。ここで、例えば、4つのOISコイル31a～31dをスペーサ30上にSMT(Surface Mount Technology)などの技術を用いて接合する場合について考える。この場合、OISコイル31a～31dそれぞれの中心と、各OISコイル31a～31dに対応するマグネット14a～14dの位置とがずれる可能性がある。このズレがある場合、OISコイル31a～31dによるレンズ10(レンズホルダ11)の駆動を高精度に実行することが困難になる。

[0055] これに対して、第1の実施形態では、基板上にOISコイル31a～31dを形成しているため、実装の際の形成精度や位置精度による位置ズレが低減される。また、位置検出のための素子(ホール素子やコイル)を、上述のようにスペーサ30上にSMT等の技術により接合した場合に、所望の位置に対するズレが発生する可能性があり、この場合、位置の検出精度が低下するおそれがある。第1の実施形態では、位置検出コイル32a～32dを、上述のOISコイル31a～31dと同一の基板(スペーサ30)上に形成している。そのため、位置検出のための素子の位置ズレに伴う位置検出の精度の低下も低減できる。

[0056] ここで、各OISコイル31a～31dおよび各位置検出コイル32a～

32bは、第1のスペーサ基板30a上の回路パターンとして形成できる。この回路パターンは、エッチングなどにより形成してもよいし、印刷により形成することも可能である。

[0057] 例えば、位置検出コイル32aは、ループ状（螺旋状）の回路パターンにより形成できる。このとき、位置検出コイル32aを形成する回路パターンは、始点および終点を有し、この始点および終点が後述する検出回路に接続される。他の各位置検出コイル32b～32dも同様に、始点および終点を有し、この始点および終点が検出回路に接続される。さらに、各OISコイル31a～31dも、それぞれ始点および終点を有し、これら始点および終点がオートフォーカス・OISドライバ24に接続される。

[0058] 次に、位置検出コイル32aを例にとって、スペーサ30における各OISコイル31a～31dおよび各位置検出コイル32a～32dの構成について説明する。

[0059] ここで、スペーサ30を1層構造とした場合について考える。この場合、位置検出コイル32aの始点は、例えば、位置検出コイル32aの外側に位置する点となり、終点は、位置検出コイル32aの内側（中央部分）になる。この位置検出コイル32aの中央部分にある終点から接続線を引き出す場合、形成されている位置検出コイル32aと重なる部分が無いように接続線を形成することは、困難である。位置検出コイル32aの始点と終点とを異なる面に形成することで、当該始点および終点それぞれから容易に接続線を引き出すことが可能となる。

[0060] 第1の実施形態では、位置検出コイル32aが配置されるスペーサ30を複数層で構成し、位置検出コイル32aの始点および終点を、異なる層に形成するようにしている。

[0061] 図6Aは、第1の実施形態に適用可能な2層構造によるスペーサ30における位置検出コイル32aの構成の例を示す図である。図6Aにおいて、スペーサ30に対して、位置検出コイル32aが第1のスペーサ基板30aと第2のスペーサ基板30bとに分離されて形成されている。これに限らず、

位置検出コイル 3 2 a が第 1 のスペーサ基板 3 0 a の両面に分離されて形成されていてもよい。分離された各コイルは、全体として 1 つの位置検出コイル 3 2 a として機能するように、位置を合わせて第 1 のスペーサ基板 3 0 a と第 2 のスペーサ基板 3 0 b とに配置される。

[0062] 位置検出コイル 3 2 a の始点 3 2 a₁ が第 1 のスペーサ基板 3 0 a に形成され、始点 3 2 a₁ に接続される回路パターンにより、第 1 のスペーサ基板 3 0 a 上で、外側から内側に向けたループによりコイルを形成する。このループの終端 3 2 a₂ が、第 1 のスペーサ基板 3 0 a を介して、第 2 のスペーサ基板 3 0 b のループの始端 3 2 a₃ に接続される。第 2 のスペーサ基板 3 0 b において、始端 3 2 a₃ から外側に向けたループによりコイルが形成され、ループの終わりで終点 3 2 a₄ に接続される。

[0063] このような、2 層構造のスペーサ 3 0 に対する位置検出コイル 3 2 a の構成は、他の位置検出コイル 3 2 b ~ 3 2 d、および、O I S コイル 3 1 a ~ 3 1 d に対しても同様に適用できる。

[0064] 図 6 B は、第 1 の実施形態に適用可能な、スペーサ 3 0 を 3 層構造とした例を示す図である。図 6 B において、スペーサ 3 0 は、第 1 のスペーサ基板 3 0 a と、第 2 のスペーサ基板 3 0 b と、これら第 1 のスペーサ基板 3 0 a および第 2 のスペーサ基板 3 0 b の間に配置される第 3 のスペーサ基板 3 0 c との 3 層構造とされている。

[0065] 図 6 B の例では、位置検出コイル 3 2 a の始点 3 2 a₁₀ が第 1 のスペーサ基板 3 0 a に形成され、始点 3 2 a₁₀ に接続される回路パターンにより、第 1 のスペーサ基板 3 0 a 上で、外側から内側に向けたループによりコイルを形成する。このループの終端 3 2 a₁₁ が、第 1 のスペーサ基板 3 0 a および第 3 のスペーサ基板 3 0 c を介して、第 2 のスペーサ基板 3 0 b のループの始端 3 2 a₁₂ に接続される。第 2 のスペーサ基板 3 0 b において、始端 3 2 a₁₂ から外側に向けたループによりコイルが形成され、ループの終わりで終点 3 2 a₁₃ に接続される。

[0066] 図 6 B の例では、第 1 のスペーサ基板 3 0 a、第 2 のスペーサ基板 3 0 b

および第3のスペーサ基板30cのうち、中間に位置する第3のスペーサ基板30cに対して位置検出コイル32aを形成していない。第3のスペーサ基板30cは、例えば撮像素子20からの画素信号を外部に出力するための配線や回路を形成することができる。なお、第3のスペーサ基板30cには、第1のスペーサ基板30a上に形成されたコイルの終端32a₁₁と、第2のスペーサ基板30b上に形成されるコイルの始端32a₁₂とを接続する接続線が形成される。

[0067] 上述では、スペーサ30を2層構造および3層構造とした例について説明したが、これはこの例に限定されない。すなわち、スペーサ30を4層以上の構成とし、位置検出コイル32aを、例えば4層のうち3層以上に分割して形成することも可能である。

[0068] ここで、各OISコイル31a～31dは、それぞれ対応するマグネット14a～14dの磁力に係るフレミングの左手の法則に従い、OISホルダ130を駆動する。各OISコイル31a～31dの巻き数により決まるインダクタンスなどに基づき、各OISコイル31a～31dがOISホルダ130を駆動する駆動力が決定される。したがって、各OISコイル31a～31dの大きさ、巻き数、すなわち有機基板上で形成される条件に応じて、スペーサ30の層数が決まる。また、各位置検出コイル32a～32dは、AFコイル12により発生する磁界40の変化に応じた誘導起電力を有効に検出できるように、各OISコイル31a～31dと同様に、コイルの大きさ、巻き数が決定される。

[0069] このような位置検出コイル32a～32d（例えば位置検出コイル32a）に、AFコイル12に電流が流れたときに発生する磁界40が流れ込む。その結果、位置検出コイル32aに誘導起電力が発生する。発生する誘導起電力は、ファラデーの法則により求めることができる。

[0070] 巻き数N（Nは1以上の整数）のコイルを貫く磁束が、時間 Δt [s]の間に磁束 $\Delta \Phi$ [Wb]だけ変化するとき、コイルに発生する誘導起電力V [V]は、次式（1）で表される。

$$V = -N \times \Delta \Phi / \Delta t \quad \dots (1)$$

[0071] 式(1)から、巻き数Nが多くなれば、誘導起電力も大きくなることが分かる。ここで、上述したように、位置検出コイル32aをスペーサ30の複数層にわたって形成することで、巻き数を増やすことができる。これにより、位置検出コイル32aで発生する誘導起電力を大きくすることができ、発生する誘導起電力を容易に検出可能な構成とすることができる。

[0072] 次に、上述した位置検出コイル32a～32dの出力に基づきレンズ10（レンズホルダ11）の位置を検出するための構成について説明する。図7は、第1の実施形態に適用可能な検出回路としての位置検出・制御部の一例の構成を示すブロック図である。図7において、位置検出・制御部50は、それぞれ位置検出コイル32a～32dの数に応じた増幅器51a、51b、51cおよび51dと、AD(Analog to Digital)変換器52a、52b、52cおよび52と、を含む。位置検出・制御部50は、さらに、AF・OIS制御部53と、駆動制御部54と、を含む。

[0073] 各位置検出コイル32a～32dは、AFコイル12に流れる電流に応じて発生した磁界40の変化に応じた誘導起電力により発生した電流を出力する。各位置検出コイル32a～32dから出力された各電流は、各増幅器51a～51dにそれぞれ供給される。各増幅器51a～51dは、各位置検出コイル32a～32dから供給された各電流を電圧に変換して増幅する。各増幅器51a～51dで増幅された各電圧は、各AD変換器52a～52dにより、それぞれデジタル値に変換される。各AD変換器52a～52dにより変換された各デジタル値は、AF・OIS制御部53に供給される。

[0074] AF・OIS制御部53は、各AD変換器52a～52dから供給された各デジタル値に基づき、レンズ10（レンズホルダ11）の位置およびチルト量を検出する。

[0075] 具体例は後述するが、AF・OIS制御部53は、各AD変換器52a～52dから供給された各デジタル値、すなわち、各位置検出コイル32a

～32dの出力電流に応じた各デジタル値の積算値に基づきレンズ10（レンズホルダ11）のZ軸方向の位置を検出できる。また、AF・OIS制御部53は、各デジタル値が所定の条件を満たしている場合に、各AD変換器52a～52dから供給された各デジタル値と、基準位置における各デジタル値との差分に基づき、X軸方向およびY軸方向の各チルト量を検出できる。

[0076] さらに、AF・OIS制御部53は、X軸方向に対向する位置検出コイル32bおよび32dに対応する各デジタル値、および、基準位置における各デジタル値との差分と、X軸方向のチルト量と、に基づきレンズ10（レンズホルダ11）のX軸方向の位置を検出できる。さらにまた、AF・OIS制御部53は、Y軸方向に対向する位置検出コイル32aおよび32cに対応する各デジタル値、および、基準位置における各デジタル値との差分と、Y軸方向のチルト量と、に基づきレンズ10（レンズホルダ11）のY軸方向の位置を検出できる。

[0077] AF・OIS制御部53は、各AD変換器52a～52dから供給された各デジタル値に基づき検出されたレンズ10（レンズホルダ11）の位置に基づき、レンズ10（レンズホルダ11）をZ軸方向に駆動するためのPWM信号を生成することができる。AF・OIS制御部53は、生成した駆動信号を、アクチュエータ13に供給する。

[0078] また、AF・OIS制御部53は、各AD変換器52a～52dから供給された各デジタル値に基づき検出されたレンズ10（レンズホルダ11）の位置に基づき、レンズ10（レンズホルダ11）をXY平面内で移動させるための駆動信号を生成することができる。AF・OIS制御部53は、生成した駆動信号を、OISコイル31a～31dに供給する。

[0079] 駆動制御部54は、ジャイロセンサ25により振動が検知され手ブレが発生したとされると、Z軸方向、ならびに、XY平面での補正が必要であるかを判定する。駆動制御部54は、補正が必要であると判定した場合、すなわち、手ブレ補正によりレンズ10（レンズホルダ11）のZ軸方向、X

軸方向およびY軸方向の移動が必要であると判定した場合、補正を実行するための動作を指示する制御信号を生成し、生成した制御信号をAF・OIS制御部53に供給する。AF・OIS制御部53は、この制御信号に応じて、AFコイル12を駆動するためのPWM信号や、各OISコイル31a～31dを駆動するための駆動信号を生成する。

[0080] 位置検出・制御部50は、1つの集積回路として撮像装置1a内に搭載されてもよいし、撮像装置1a外に搭載されてもよい。また、集積回路ではなく、CPU(Central Processing Unit)を動作させるためのプログラムとして実現してもよい。この場合、例えば撮像装置1aが搭載される電子機器(デジタルスチルカメラなど)に設けられる、当該電子機器の動作を制御するためのCPU上で動作するプログラムとして、当該電子機器のROM(Read Only Memory)などに記憶させておくことが考えられる。

[0081] 本開示では、AFコイル12の磁界の変化に応じた誘導起電力を検出する機能と、その誘導起電力によりレンズ10のZ軸方向の位置(レンズ10の焦点)と、レンズ10のXY平面での位置と、を調整する機能を有する。そして、それらの機能を、上述したように、集積回路や、プログラムにて実現する場合に限らず、それ以外の手法において実現する場合も、本開示の範囲内とする。

[0082] 次に、第1の実施形態に係る位置検出方法について、より具体的に説明する。ここでは、位置検出コイル32a～32dのうち、XY平面におけるX軸方向の端にある位置検出コイル32bを例にとって説明を行う。

[0083] 例えば、外乱などの影響により、レンズ10(レンズホルダ11)がX軸方向に移動する場合について考える。この場合、レンズホルダ11に設けられるAFコイル12と位置検出コイル32bとの間の距離が変化する。外乱の影響が大きい場合、この変化が大きくなる。AFコイル12に流れる電流により発生する磁界40が位置検出コイル32bに与える影響は、レンズ10およびAFコイル12と位置検出コイル32bとの距離が小さいほど大きい。したがって、レンズ10およびAFコイル12が位置検出コイル32b

に近い位置にある場合、位置検出コイル 3 2 b で発生する誘導起電力が大きくなる。一方、レンズ 1 0 および A F コイル 1 2 が位置検出コイル 3 2 b から遠い位置にある場合、位置検出コイル 3 2 b で発生する誘導起電力が小さくなる。

[0084] 図 8 は、第 1 の実施形態に適用可能な、レンズ 1 0 の位置と、レンズ 1 0 の位置に応じて位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d (この例では位置検出コイル 3 2 a) により発生する誘導起電力の関係の例を示すグラフである。

[0085] 図 8 において、縦軸はレンズ 1 0 (A F コイル 1 2) の位置検出コイル 3 2 a に対する距離を、所定位置に対する相対的な値として示している。すなわち、図 8 における距離は、A F コイル 1 2 が位置検出コイル 3 2 a に対して所定位置よりも近い位置にある場合、負の値となり、遠い位置にある場合、正の値となる。横軸は、位置検出コイル 3 2 a において誘導起電力により発生する電流値の例を示している。電流値は、所定方向に流れる場合を「+ (プラス)」とし、その方向と逆向きに流れる場合を「- (マイナス)」としている。

[0086] 図 8 から、位置検出コイル 3 2 a において発生する誘導起電力は、1 次関数的に変化することが読み取れる。なお、図 8 において、電流値に対して A F コイル 1 2 の位置が変化しない領域は、A F コイル 1 2 がそれ以上の移動が不可の位置にあることを示している。この領域を除けば、位置検出コイル 3 2 a において発生する誘導起電力と、A F コイル 1 2 と位置検出コイル 3 2 a との距離と、が 1 対 1 の関係にあることが分かる。

[0087] ここで、A F コイル 1 2 は、レンズホルダ 1 1 と共に移動し、レンズホルダ 1 1 は、レンズ 1 0 を保持している。したがって、上述の「位置検出コイル 3 2 a において発生する誘導起電力と、A F コイル 1 2 と位置検出コイル 3 2 a との距離と、が 1 対 1 の関係にある」は、当該誘導起電力とレンズ 1 0 の位置とが 1 対 1 の関係にある、と読み替えることができる。これにより、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d において誘導起電力により発生する電流を検出することで、レンズ 1 0 の位置を検出することができる。

[0088] このような関係を利用することで、例えば、AF・OIS制御部53により、所望とされる位置Qにレンズ10を移動させるための制御を行った後のレンズ10の位置の位置Rを、位置検出・制御部50により検出することができる。また、所望とされる位置Qと検出された位置Rにズレがある場合、そのズレ量を位置検出コイル32a～32dから出力される電流により検出できる。この検出したズレ量に基づきレンズ10の位置を補正し、レンズ10を、所望とされる位置Qに移動させることができる。したがって、レンズ移動をより高精度に実現可能となる。

[0089] (レンズのXY平面における位置検出)

次に、第1の実施形態に係るレンズ10のXY平面における位置検出について説明する。図9は、第1の実施形態に適用可能な、各位置検出コイル32a～32dに対するX方向およびY方向の定義を示す図である。図9に示されるように、AFコイル12(レンズ10)がスペーサ30の中央部分に位置し、位置検出コイル32aおよび32cがY軸方向に沿って対向して配置され、位置検出コイル32bおよび32dがX軸方向に沿って対向して配置されている。

[0090] 図10は、第1の実施形態に適用可能な、レンズ10が例えば手ブレ補正によりXY平面内で移動した場合の、各位置検出コイル32a～32dにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。図10において、グラフ320a(X)および320a(Y)は、位置検出コイル32aにおける誘導起電力(出力電流)の遷移を示す。グラフ320b(X)および320b(Y)は、位置検出コイル32bにおける誘導起電力の遷移を示す。グラフ320c(X)および320c(Y)は、位置検出コイル32cにおける誘導起電力の遷移を示す。また、グラフ320d(X)および320d(Y)は、位置検出コイル32dにおける誘導起電力の遷移を示す。

[0091] 図10における各グラフ320a(X)、320a(Y)、320b(X)、320b(Y)、320c(X)、320c(Y)、320d(X)および320d(Y)は、上述した図9において、横方向をX軸方向とし、レ

レンズ10の中心を0としたとき、左側をマイナス方向（-X側）とし、右側をプラス方向（+X側）とし、また、縦方向をY軸方向とし、上側をプラス方向（+Y側）とし、下側をマイナス方向（-Y側）としたときに得られるグラフである。

[0092] また、図10における各グラフ320a(X)、320a(Y)、320b(X)、320b(Y)、320c(X)、320c(Y)、320d(X)および320d(Y)において、縦軸が位置検出コイル32a~32dに発生する誘導起電力（電流値）を示す。また、横軸は、レンズ10の位置を示す。この場合、各グラフ320a(X)、320b(X)、320c(X)および320d(X)は、X方向の位置を示し、レンズ10が-X側から+X側に移動した場合の誘導起電力のグラフである。また、各グラフ320a(Y)、320b(Y)、320c(Y)および320d(Y)は、Y方向の位置を示し、レンズ10が-Y側から+Y側に移動した場合の誘導起電力のグラフである。

[0093] AFコイル12には、レンズ10を所定の位置に留めておくために、常時、電流が流される。レンズ10の位置に変化が無ければ、各位置検出コイル32a~32dにおいて発生する誘導起電力にも変化が生じない。一方、例えば手ブレ補正などによりAFコイル12すなわちレンズ10が移動すると、AFコイル12と各位置検出コイル32a~32dとの間の距離が変化し、各位置検出コイル32a~32dにおいて、距離の変化に基づく磁界40の変化に応じて、誘導起電力が発生する。

[0094] 一例として、位置検出コイル32bに係るグラフ320b(X)および320b(Y)を参照すると、レンズ10が-X側から+X側に移動する場合、位置検出コイル32bは、近付いていた状態から遠ざかる状態へと変化することになる。このような変化が起こる場合、グラフ320b(X)に示したように、位置検出コイル32bに発生する誘導起電力は、レンズ10が-X側から+X側に移動するのに伴い、徐々に小さくなる。

[0095] 一方、レンズ10が-Y側から+Y側に移動する場合、位置検出コイル3

2 bに発生する誘導起電力は、ほとんど変化しない。この場合、グラフ3 2 0 b (Y) に示すように、位置検出コイル3 2 bに発生する誘導起電力は、レンズ1 0が-Y側から+Y側に移動してもほとんど変化はない。

[0096] また、位置検出コイル3 2 dに係るグラフ3 2 0 d (X) および3 2 0 d (Y) を参照すると、レンズ1 0が-X側から+X側に移動する場合、位置検出コイル3 2 dは、遠ざかっていた状態から近付いてくる状態へと変化することになる。このような変化が起こる場合、グラフ3 2 0 d (X) に示すように、位置検出コイル3 2 dに発生する誘導起電力は、レンズ1 0が-X側から+X側に移動するのに伴い、徐々に大きくなる。

[0097] 一方、レンズ1 0が-Y側から+Y側に移動する場合、位置検出コイル3 2 dに発生する誘導起電力は、ほとんど変化しない。この場合、グラフ3 2 0 d (Y) に示すように、位置検出コイル3 2 dに発生する誘導起電力は、レンズ1 0が-Y側から+Y側に移動してもほとんど変化はない。

[0098] さらに、位置検出コイル3 2 cに係るグラフ3 2 0 c (X) および3 2 0 c (Y) を参照すると、レンズ1 0が-X側から+X側に移動する場合、位置検出コイル3 2 cに発生する誘導起電力は、ほとんど変化がない。この場合、グラフ3 2 0 c (X) に示すように、位置検出コイル3 2 cに発生する誘導起電力は、レンズ1 0が-X側から+X側に移動してもほとんど変化はない。

[0099] 一方、レンズ1 0が-Y側から+Y側に移動する場合、位置検出コイル3 2 cは、遠ざかっていた状態から近付いてくる状態へと変化することになる。このような変化が起こる場合、グラフ3 2 0 c (Y) に示すように、位置検出コイル3 2 cに発生する誘導起電力は、レンズ1 0が-Y側から+Y側に移動するのに伴い、徐々に大きくなる。

[0100] さらにまた、位置検出コイル3 2 aに係るグラフ3 2 0 a (X) および3 2 0 a (Y) を参照すると、レンズ1 0が-X側から+X側に移動する場合、位置検出コイル3 2 aに発生する誘導起電力は、ほとんど変化がない。この場合、グラフ3 2 0 a (X) に示すように、位置検出コイル3 2 aに発生

する誘導起電力は、レンズ10が-X側から+X側に移動してもほとんど変化はない。

[0101] 一方、レンズ10が-Y側から+Y側に移動する場合、位置検出コイル32aは、近付いていた状態から遠ざかる状態へと変化することになる。このような変化が起こる場合、グラフ320a(Y)に示すように、位置検出コイル32aに発生する誘導起電力は、レンズ10が-Y側から+Y側に移動するのに伴い、徐々に小さくなる。

[0102] 以上から、各位置検出コイル32a~32dで発生する誘導起電力に基づき、レンズ10(レンズホルダ11)のX軸方向およびY軸方向の移動量を求めることができる。

[0103] 例えば、位置検出コイル32aにおける誘導起電力に基づき、図10のグラフ320a(X)および320a(Y)に示したように、レンズ10のX軸方向の位置を求めることができる。また、位置検出コイル32bにおける誘導起電力に基づき、図10のグラフ320b(X)および320b(Y)に示したように、レンズ10のY軸方向の位置を求めることができる。したがって、これら位置検出コイル32aおよび32bにおける誘導起電力に基づき、レンズ10のX軸方向またはY軸方向の位置を検出するための2つの位置情報を得ることができる。

[0104] すなわち、位置検出コイル32aおよび32bにおける2つの誘導起電力に基づき、例えば、2つの誘導起電力に対して、乗算、加算、減算した値の絶対値をとる、などの所定の演算を行い、その演算結果から、レンズ10のX軸方向およびY軸方向のうち少なくとも一方の位置を検出することができる。

[0105] より具体的には、X軸方向の移動量は、X軸方向に配置された2つの位置検出コイル32bおよび32dについて、レンズ10が理想位置にある状態、すなわち、レンズ10の光学中心と撮像素子20の受光面の中心とが一致している状態での誘導起電力(電流値)を、各位置検出コイル32bおよび32dの基準値としてそれぞれ求めておく。各位置検出コイル32bおよび

32dについて、誘導起電力に基づく各電流値と、各基準値との差分をそれぞれ求め、各差分に基づき、レンズ10のX軸方向の移動量を検出できる。

[0106] レンズ10のY軸方向の移動量についても同様である。すなわち、Y軸方向の移動量は、Y軸方向に配置された2つの位置検出コイル32aおよび32cについて、上述したように基準値をそれぞれ求めておく。各位置検出コイル32aおよび32cについて、誘導起電力に基づく各電流値と、各基準値との差分をそれぞれ求め、各差分に基づき、レンズ10のY軸方向の移動量を検出できる。

[0107] 図10で説明したような、レンズ10の位置と、各位置検出コイル32a～32dにおける誘導起電力との関係を利用することで、例えば、AF・OIS制御部53により、所望とされる位置Qにレンズ10を移動させるための制御を行った後のレンズ10の位置の位置Rを、位置検出・制御部50で検出することができる。

[0108] また、所望とされる位置Qと検出された位置Rにズレがある場合、そのズレを補正し、所望とされる位置Qに移動させることができる。よって、レンズ10の移動を高精度に実行することが可能となる。

[0109] 第1の実施形態では、スペーサ30の4辺に位置検出コイル32a～32dを備える構成を採用している。したがって、各位置検出コイル32a～32dに発生する誘導起電力が小さい場合であっても、異なる2辺に設けられている、例えば位置検出コイル32aおよび32dにおける誘導起電力の検出結果を用いることで、位置検出精度を高めることができる。

[0110] (各位置検出コイルの配置の他の例)

第1の実施形態に適用可能な各位置検出コイル32a～32dの配置は、図4を用いて説明した配置に限定されない。すなわち、各位置検出コイル32a～32dは、レンズ10が正常な位置に静止状態で位置している場合のレンズ10の中心に対して、左右上下対称ではなく、ずれた位置にあるように配置されていれば、他の配置でも同様に適用できる。

[0111] 図11A、図11Bおよび図11Cを用いて、第1の実施形態に適用可能

な、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d の配置の他の例について説明する。図 1 1 A は、図 4 を用いて説明した例に対して、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d の面積を大きくした例である。スペーサ 3 0 は、回路や制御のための部品を搭載することが可能である。この場合において、スペーサ 3 0 の搭載する回路が小さい場合や、搭載される部品数が少ない場合などは、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d の面積をより大きくすることで、レンズ 1 0 の位置検出より高精度に実行可能となる。

[0112] 図 1 1 B および図 1 1 C は、図 2 において O I S ホルダ 1 3 0 の四隅に配置されるマグネット 1 4 a ~ 1 4 d を、O I S ホルダ 1 3 0 の 4 辺に配置した場合の、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d の一例を示す図である。例えば図 1 1 B において、各マグネット 1 4 a ~ 1 4 d の位置に対応して各 O I S コイル 3 1 a ~ 3 1 d がスペーサ 3 0 の 4 辺に配置され、各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d がスペーサ 3 0 の四隅に配置されている。この場合は、図 1 0 を用いて説明した X 軸および Y 軸における移動量は、それぞれ 4 5 ° 傾いた軸に対する移動量として求められる。なお、図 1 1 C は、図 1 1 A と同様に、図 1 1 B の例に対して各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d の面積を大きくした例である。

[0113] このように、第 1 の実施形態に係る撮像装置 1 a では、レンズ 1 0 (レンズホルダ 1 1) の位置およびチルト量を検出するための各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d と、レンズ 1 0 (レンズホルダ 1 1) を X Y 方向に移動させるための各 O I S コイル 3 1 a ~ 3 1 d と、を同一の基板 (スペーサ 3 0) に配置している。そのため、撮像装置 1 a の小型化および低背化が可能である。

[0114] [第 1 の実施形態の変形例]

次に、第 1 の実施形態の変形例について説明する。上述の第 1 の実施形態では、レンズ 1 0 の位置を検出するために、4 つの位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d を用いていた。これに対して、第 1 の実施形態の変形例は、レンズ 1 0 の位置を、2 つの位置検出コイルを用いて行う例である。

[0115] 図12Aは、第1の実施形態の変形例に係る位置検出コイルの配置例を示す図である。図12Aの例では、図4を用いて説明した4つの位置検出コイル32a～32dのうち、X軸方向の移動量を検出するための位置検出コイル32aと、Y軸方向の移動量を検出するための位置検出コイル32dとを、スペーサ30に配置している。

[0116] 図12Bは、第1の実施形態の変形例に適用可能な、レンズ10が例えば手ブレ補正によりXY平面内で移動した場合の、各位置検出コイル32aおよび32dにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。図12Bにおいて、グラフ320a(X)および320a(Y)は、位置検出コイル32aにおける誘導起電力(出力電流)の遷移を示すもので、上述した図10におけるグラフ320a(X)および320a(Y)と同一である。また、グラフ320d(X)および320d(Y)は、位置検出コイル32dにおける誘導起電力の遷移を示すもので、上述した図10におけるグラフ320d(X)および320d(Y)と同一である。

[0117] すなわち、グラフ320a(Y)に示すように、位置検出コイル32aに発生する誘導起電力は、レンズ10が-Y側から+Y側に移動するのに伴い、徐々に小さくなる。この誘導起電力の変化を利用して、レンズ10のY軸方向の位置を検出できる。また、グラフ320a(X)に示すように、位置検出コイル32aに発生する誘導起電力は、レンズ10の-X側から+X側への移動に対してはほとんど変化がない。この誘導起電力の変化を利用して、レンズ10のX軸方向の位置を検出することができる。

[0118] 同様に、グラフ320d(X)に示すように、位置検出コイル32dに発生する誘導起電力は、レンズ10が-X側から+X側に移動するのに伴い、徐々に大きくなる。この誘導起電力の変化を利用して、レンズ10のX軸方向の位置を検出できる。また、グラフ320d(Y)に示すように、位置検出コイル32dに発生する誘導起電力は、レンズ10の-Y側から+Y側への移動に対してはほとんど変化がない。この誘導起電力の変化を利用して、レンズ10のY軸方向の位置を検出することができる。

- [0119] 例えば、位置検出コイル 3 2 a に発生する誘導起電力の測定結果からレンズ 1 0 の Y 軸方向の位置を検出し、位置検出コイル 3 2 d に発生する誘導起電力の測定結果からレンズ 1 0 の X 軸方向の位置を検出することが可能である。
- [0120] なお、上述では、スペーサ 3 0 上に位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d を備える場合を例に挙げて説明したが、これはこの例に限定されない。例えば、スペーサ 3 0 上に位置検出コイル 3 2 b および 3 2 c を備える構成、位置検出コイル 3 2 b および 3 2 d を備える構成、位置検出コイル 3 2 b および 3 2 a を備える構成、位置検出コイル 3 2 b および 3 2 a を備える構成、の何れも、第 1 の実施形態の変形例の構成として適用できる。
- [0121] 第 1 の実施形態の変形例に係る、2 つの位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d を用いる構成を採用した場合、第 1 の実施形態に係る 4 つの位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d を用いる構成を採用した場合に比べ、コストを低減可能である。また、第 1 の実施形態の変形例に係る構成では、位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d が配置されない 2 辺に、回路や部材を配置することができ、装置の小型化が可能になるといった効果を得ることができる。
- [0122] 一方、2 つの、例えば位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d のみを用いる場合、上述した第 1 の実施形態に係る、4 つの位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d を用いる場合に比べて、位置検出精度が落ちる可能性がある。これに対して、2 つの位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d の巻き数を多くしたり、位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d の配置位置を、例えば O I S コイル 3 1 a および 3 1 d にできるだけ近付けた構成とすることで、位置検出精度を向上させることが可能である。
- [0123] さらに、高精度な位置検出を必要としない場合には、第 1 の実施形態に変形例に係る 2 つの位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d を備える構成を採用し、高精度な位置検出を必要とする場合には、上述した第 1 の実施形態に係る 4 つの位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d を備える構成を採用する、といったように、用途によって適用する構成を変えることも可能である。

[0124] [第2の実施形態]

次に、第2の実施形態について説明する。第2の実施形態は、上述した第1の実施形態に係る構成を用いて、レンズ10の傾き（チルト）を検出する例である。上述の第1の実施形態では、前提として、レンズ10に傾きが無い、すなわち、レンズ10と撮像素子20の受光面とが平行な状態を保っているものとして、説明を行った。しかしながら、実際には、レンズ10（レンズホルダ11）には傾きが生じる可能性がある。

[0125] すなわち、レンズ10と撮像素子20との位置関係は、レンズ10を通る光の光軸と、撮像素子20の受光面とが垂直である状態が理想である。ここで、レンズ10、アクチュエータ13（OISホルダ130）および撮像素子20のうち少なくとも1つが傾きを持った状態で実装されたり、使用時に傾きが発生したりすると、レンズ10を通る光の光軸と撮像素子20の受光面とが垂直ではない状態になってしまう可能性がある。

[0126] レンズ10に傾きがあると、撮像素子20により撮像された撮像画像に歪みが発生するおそれがある。そこで、位置検出コイル32a～32dにおいて発生される誘導起電力に基づきレンズ10の傾きを検出し、検出結果に基づき傾きを補正可能とする。

[0127] 図13、ならびに、図14Aおよび図14Bは、第2の実施形態に係る、レンズ10のチルト検出を説明するための図である。図13では、レンズ10がスペーサ30（撮像素子20）に対して傾いた状態を模式的に示している。より具体的には、図13において、レンズ10は、図13の左側（位置検出コイル32b側）が、右側（位置検出コイル32d側）に対して高い位置にあるような傾きが生じている状態となっている。

[0128] 図13に示したような状態は、AFコイル12の位置検出コイル32aおよび32dに対する距離が、位置検出コイル32bおよび32cに対する距離よりも短くなっている状態である。したがって、このような状態の場合、位置検出コイル32aおよび32dで発生する誘導起電力は、位置検出コイル32bおよび32cで発生する誘導起電力よりも大きくなる。

[0129] このような、AFコイル12と位置検出コイル32a～32dとの相対的な位置関係により、位置検出コイル32a～32dに発生する誘導起電力が異なることは、例えば図9および図10を参照して説明した場合と同様である。

[0130] ここで、図13、ならびに、図14Aおよび図14Bに示すように、レンズ10の傾き α と傾き β とを定義する。なお、図14Aおよび図14Bにおいて、レンズ面は、レンズ10が平板と仮定した場合の面を示している。

[0131] 傾き α は、X軸方向の傾きであって、レンズ10が、位置検出コイル32bおよび32dにおいて、位置検出コイル32dに近い側に傾いている状態をプラス、位置検出コイル32bに近い側に傾いている状態をマイナスとする。換言すれば、位置検出コイル32bと位置検出コイル32dとを結ぶ線分と、撮像素子20の受光面とがなす角を傾き α とする。そして、位置検出コイル32bがAFコイル12に近い側に傾いている状態をプラス、位置検出コイル32bに近い側に傾いている状態をプラスとする（図14A参照）。

[0132] 同様に、傾き β は、Y軸方向の傾きであって、レンズ10が、位置検出コイル32aおよび32cにおいて、位置検出コイル32aに近い側に傾いている状態をプラス、位置検出コイル32cに近い側に傾いている状態をマイナスとする。換言すれば、位置検出コイル32aと位置検出コイル32cとを結ぶ線分と、撮像素子20の受光面とがなす角を傾き β とする。そして、位置検出コイル32aがAFコイル12に近い側に傾いている状態をプラス、位置検出コイル32cに近い側に傾いている状態をマイナスとする（図14B参照）。

[0133] 図15は、第2の実施形態に適用可能な、レンズ10に傾きが発生した場合の、各位置検出コイル32a～32dにおける誘導起電力の遷移の例を示す図である。図15において、グラフ320a(α)および320a(β)は、位置検出コイル32aにおける誘導起電力の遷移を示す。グラフ320b(α)および320b(β)は、位置検出コイル32bにおける誘導起電

力の遷移を示す。グラフ320c (α) および320c (β) は、位置検出コイル32cにおける誘導起電力の遷移を示す。また、グラフ320d (α) および320d (β) は、位置検出コイル32dにおける誘導起電力の遷移を示す。

[0134] 図15における各グラフ320a (α)、320a (β)、320b (α)、320b (β)、320c (α)、320c (β)、320d (α) および320d (β) の縦軸および横軸の意味は、上述した図10の各グラフと共通であるので、ここでの説明を省略する。

[0135] 一例として、位置検出コイル32aに係るグラフ320a (α) を参照すると、傾き α がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32aが、AFコイル12に近づく方向に傾いた場合、誘導起電力は増加する。また、位置検出コイル32aに係るグラフ320a (β) を参照すると、傾き β がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32aがAFコイル12から遠ざかる方向に傾いた場合、誘導起電力は減少する。

[0136] また、位置検出コイル32bに係るグラフ320b (α) を参照すると、傾き α がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32bが、AFコイル12から遠ざかる方向に傾いた場合、誘導起電力は減少する。また、位置検出コイル32bに係るグラフ320b (β) を参照すると、傾き β がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32bがAFコイル12から近づく方向に傾いた場合、誘導起電力は増加する。

[0137] さらに、位置検出コイル32cに係るグラフ320c (α) を参照すると、傾き α がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32cが、AFコイル12から遠ざかる方向に傾いた場合、誘導起電力は減少する。また、位置検出コイル32cに係るグラフ320c (β) を参照すると、傾き β がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル32cがAFコイル12から近づく方向に傾いた場合、誘導起電力

は増加する。

[0138] さらにまた、位置検出コイル 3 2 d に係るグラフ 3 2 0 d (α) を参照すると、傾き α がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル 3 2 d が、A F コイル 1 2 に近付く方向に傾いた場合、誘導起電力は増加する。また、位置検出コイル 3 2 d に係るグラフ 3 2 0 d (β) を参照すると、傾き β がマイナスからプラスに変化する場合、換言すれば、位置検出コイル 3 2 d が A F コイル 1 2 から遠ざかる方向に傾いた場合、誘導起電力は減少する。

[0139] 例えば、レンズ 1 0 が X 軸方向において傾きが無い場合（傾き $\alpha = 0$ のとき）の誘導起電力を基準（基準値とする）とする。位置検出コイル 3 2 a の誘導起電力と基準値との差分の絶対値と、位置検出コイル 3 2 c の誘導起電力と基準値との差分の絶対値が等しければ、X 軸方向において傾きは無いと判定でき、等しくなければ、X 軸方向において傾きがあると判定できる。

[0140] また、傾きがあると判定された場合には、誘導起電力の大きさから、位置検出コイル 3 2 a に対する A F コイル 1 2 の位置と、位置検出コイル 3 2 c に対する A F コイル 1 2 の位置と、をそれぞれ求め、その位置関係から、傾き α を算出することもできる。また、傾き α が算出されると、その傾き α を解消するための補正量を算出することができ、補正量に基づいた傾きの補正を行うこともできる。

[0141] 上述では、X 軸方向に配置されている 2 つの位置検出コイル 3 2 a および 3 2 c を用いて、レンズ 1 0 の X 軸方向の傾き α を検出する方法を示したが、これはこの例に限定されない。すなわち、位置検出コイル 3 2 a および 3 2 c の誘導起電力に基づき、他の方法（演算）を用いて傾き α を検出してもよい。また上述では、X 軸方向に配置されている 2 つの位置検出コイル 3 2 a と位置検出コイル 3 2 c との組み合わせを例示したが、これはこの例に限定されない。すなわち、傾き α を検出するために、位置検出コイル 3 2 b および 3 2 d との組み合わせ、位置検出コイル 3 2 b および 3 2 c の組み合わせ、位置検出コイル 3 2 a および 3 2 d の組み合わせ、を用いてもよい。

[0142] Y軸方向の傾き β も、上述の傾き α と同様にして検出することができる。
この場合、Y軸方向に配置されている2つの位置検出コイル32bおよび32dの誘導起電力からY軸方向の傾き β を検出し、補正することができる。
また、位置検出コイル32bおよび32dの組み合わせに限らず、例えば、位置検出コイル32aおよび32cの組み合わせ、位置検出コイル32bおよび32cの組み合わせ、位置検出コイル32aおよび32dの組み合わせ、を用いてもよい。

[0143] このように、第2の実施形態によれば、レンズ10のX軸方向、Y軸方向、およびZ軸方向における位置と、レンズ10の傾きと、をそれぞれ検出することができる。したがって、手ブレ補正として、XY方向だけでなく、チルト補正も可能となり、より高機能な撮像装置1aを提供することが可能となる。

[0144] さらに、撮像装置1aの製造時に、上述した傾きの検出を実行し、傾きが検出された場合に、補正を実行することができ、さらに、検出された傾きが所定以上である場合には、製造ラインから外すような処置が可能となる。これにより、製造後の性能テストで光軸ズレの不良を改善することができ、製造コストを抑えることができる。

[0145] [第3の実施形態]

次に、第3の実施形態について説明する。第3の実施形態は、上述した第1の実施形態に係る構成を用いて、レンズ10のZ軸方向の位置を検出する例である。

[0146] 図16および図17は、第3の実施形態に係るZ軸方向の位置検出を説明するための図である。まず、図16を用いて、PWM信号による電流でAFコイル12により発生する磁界40と、当該磁界40により各位置検出コイル32a～32dにより発生する誘導起電力について説明する。レンズホルダ11の側面に形成されているAFコイル12に電流が流されると、図16中において上下方向（Z軸方向）に力が発生する。この発生した力で、レンズホルダ11（レンズホルダ11が保持しているレンズ10）が、上方向ま

たは下方方向に移動され、レンズ10と撮像素子20との距離が変化する。このような仕組みにより、オートフォーカスが実現される。より具体的には、レンズ10が上方方向に移動し撮像素子20から離れる方向が、マクロ(Macro)方向であり、レンズ10が下方方向に移動し撮像素子20に近付く方向が、無限遠(Infinity)方向となる。

[0147] AFコイル12で発生した磁界40が、各位置検出コイル32a～32dに到達することで、各位置検出コイル32a～32dには、AFコイル12で発生した磁界40による誘電起電力が発生する。この場合も、AFコイル12と各位置検出コイル32a～32dとが離れているときには、各位置検出コイル32a～32dで発生する誘電起電力は小さくなる。また、AFコイル12と各位置検出コイル32a～32dとが近いときには、各位置検出コイル32a～32dで発生する誘電起電力は大きくなる。

[0148] 各位置検出コイル32～32dで発生した各誘電起電力を測定し、測定された各値を積算することで、レンズ10のZ軸方向の位置を検出できる。図16に示すマクロMacro方向、すなわち、レンズ10が図示を省略する撮像素子20から離れる方向をプラス(+Z側)とし、無限遠Infinity方向、すなわち、レンズ10が撮像素子20に近付く方向をマイナス(-Z側)とする。

[0149] 図17は、レンズ10すなわちAFコイル12のZ軸方向の位置と、各位置検出コイル32a～32dにより発生した誘導起電力の積算値との関係の例を示す図である。図17に示されるように、レンズ(AFコイル12)がマクロ方向、すなわち-Z側から+Z側に移動する場合、換言すれば、位置検出コイル32～32dに対してレンズ10が近付いていた状態から離れていく状態へと変化する場合、誘電起電力は、徐々に小さくなる。

[0150] このように、第3の実施形態によれば、位置検出コイル32a～32dにそれぞれ発生する誘電起電力を測定し、その積算値を算出することで、レンズ10のZ軸方向の位置を検出することができる。

[0151] [第4の実施形態]

次に、第４の実施形態について説明する。第４の実施形態は、上述した第１の実施形態、第２の実施形態および第３の実施形態の組み合わせの例である。すなわち、第４の実施形態は、上述した第１の実施形態に係る構成を用いて、レンズ１０のＸ、ＹおよびＺ軸方向の位置、ならびに、チルト量を検出する例である。

[0152] 図１８は、第４の実施形態の説明に用いる各位置検出コイル３２ａ～３２ｄの配置の例を示す図である。図１８に示すように、以下では、第１の実施形態において図４を用いて説明した、スペーサ３０の各辺に対応する位置に、各位置検出コイル３２ａ～３２ｄが配置された例を用いて説明を行う。図１８において、各位置検出コイル３２ａ～３２ｄを、それぞれＰＤコイルＡ、ＰＤコイルＢ、ＰＤコイルＣおよびＰＤコイルＤとし、誘導起電力に応じて出力される電流の電流値を、それぞれ値 C_A 、 C_B 、 C_C および C_D とする。

[0153] 図１９は、第４の実施形態に係る、上述した図１０および図１５に示した各グラフを、列方向に位置検出コイル３２ａ～３２ｄ、および、行方向に検出対象（Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、傾き α および傾き β ）毎に纏めた図である。図１９において、ＰＤコイルＡの列の各グラフは、上の行から、それぞれグラフ３２０ａ（Ｘ）、３２０ａ（Ｙ）、３２０ａ（ α ）および３２０ａ（ β ）に対応する。ＰＤコイルＢの列の各グラフは、上の行から、それぞれグラフ３２０ｂ（Ｘ）、３２０ｂ（Ｙ）、３２０ｂ（ α ）および３２０ｂ（ β ）に対応する。ＰＤコイルＣの列の各グラフは、上の行から、それぞれグラフ３２０ｃ（Ｘ）、３２０ｃ（Ｙ）、３２０ｃ（ α ）および３２０ｃ（ β ）に対応する。また、ＰＤコイルＤの列の各グラフは、上の行から、それぞれグラフ３２０ｄ（Ｘ）、３２０ｄ（Ｙ）、３２０ｄ（ α ）および３２０ｄ（ β ）に対応する。

[0154] なお、図１９の各グラフの縦軸における値 X_1 は、レンズ１０の理想位置、すなわち、レンズ１０の光学中心位置と、撮像素子２０の受光面の中心位置とが一致している状態での各位置検出コイル３２ａ～３２ｄにおける誘導起電力に基づく出力電流を示している。ここで、各位置検出コイル３２ａ～３

2 dにおいて、レンズ10の理想位置における出力電流がそれぞれ異なる可能性がある。各グラフは、例えば、各位置検出コイル32 a～32 dにおけるレンズ10の理想位置における出力電流で正規化した値を示している。これに限らず、各位置検出コイル32 a～32 dに対応する値 X_1 がそれぞれ異なる値であってもよい。以下では、特に記載の無い限り、値 X_1 を基準値 X_1 として説明を行う。

[0155] 図20は、第4の実施形態に係る、X軸チルト量（傾き α ）と、Y軸チルト量（傾き β ）と、X軸方向移動量と、Y軸方向移動量と、AF移動量（Z軸方向移動量）の算出条件と、算出式と、の例を示す図である。

[0156] 位置検出・制御部50（図7参照）において、AF・OIS制御部53は、各AD変換器52 a～52 dから供給された、各位置検出コイル32 a～32 dの出力電流に対応するデジタル値に基づき、図20の各計算を実行する。このとき、AF・OIS制御部53は、例えば、図20の上の行から、X軸チルト量、Y軸チルト量、X軸方向移動量、Y軸方向移動量およびAF移動量の順に計算を実行する。なお、この順序において、X軸およびY軸に関する計算の順序は、入れ替えることができる。また、AF移動量は、任意の順序で計算できる。

[0157] AF・OIS制御部53は、図20の各計算を、一定の周期で実行することができる。また、AF・OIS制御部53は、図20の各計算を、ジャイロセンサ25による振動の検知に応じて実行することができる。

[0158] X軸チルト量の計算方法について説明する。AF・OIS制御部53は、各位置検出コイル32 a～32 dの出力電流に基づく値 C_A 、 C_B 、 C_C および C_D が下記の式（2）を満たしている場合に、X軸チルトが発生していると判定する。なお、式（2）および後述する式（4）において、記号「 $\wedge$ 」は、論理積を表し、記号「 $\vee$ 」は論理和を表す。

$$(X_1 > C_A \wedge X_1 < C_B \wedge X_1 < C_C \wedge X_1 > C_D) \vee (X_1 < C_A \wedge X_1 > C_B \wedge X_1 > C_C \wedge X_1 < C_D) \quad \dots (2)$$

[0159] AF・OIS制御部53は、式（2）に基づきX軸チルトが発生している

と判定した場合、下記の式（３）によりＸ軸チルト量 X_{tilt} を計算する。より具体的には、ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、各位置検出コイル３２ａ～３２ｄの出力電流の値と、基準値 X_1 との差分を求め、求めた差分の和を計算する。求めた差分の和に対して、誘導起電力からＸチルト量（角度）を算出するための係数 X_2 を乗じて、Ｘ軸チルト量 X_{tilt} を算出する。

$$[0160] \quad X_{\text{tilt}} = \{(C_A - X_1) + (X_1 - C_B) + (X_1 - C_C) + (C_D - X_1)\} \times X_2 \quad \cdots (3)$$

[0161] Ｙ軸チルト量の計算方法について説明する。ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、各位置検出コイル３２ａ～３２ｄの出力電流に基づく値 C_A 、 C_B 、 C_C および C_D が下記の式（４）を満たしている場合に、Ｙ軸チルトが発生していると判定する。

$$[0162] \quad (X_1 < C_A \wedge X_1 > C_B \wedge X_1 > C_C \wedge X_1 < C_D) \vee (X_1 > C_A \wedge X_1 < C_B \wedge X_1 < C_C \wedge X_1 > C_D) \quad \cdots (4)$$

[0163] ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、式（２）に基づきＹ軸チルトが発生していると判定した場合、下記の式（５）によりＹ軸チルト量 Y_{tilt} を計算する。より具体的には、ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、各位置検出コイル３２ａ～３２ｄの出力電流の値と、基準値 X_1 との差分を求め、求めた差分の和を計算する。求めた差分の和に対して、誘導起電力からＹチルト量（角度）を算出するための係数 X_3 を乗じて、Ｙ軸チルト量 Y_{tilt} を算出する。

$$[0164] \quad Y_{\text{tilt}} = \{(X_1 - C_A) + (C_B - X_1) + (C_C - X_1) + (X_1 - C_D)\} \times X_3 \quad \cdots (5)$$

[0165] Ｘ軸方向移動量の計算方法について説明する。Ｘ軸方向移動量の計算においては、位置検出コイル３２ａ～３２ｄの出力電流の値に特に条件は無く、ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、任意のタイミングで計算を実行できる。ＡＦ・ＯＩＳ制御部５３は、Ｘ軸方向に配置された各位置検出コイル３２ｂおよび３２ｄの出力電流に基づく値 C_B および C_D と、式（３）で算出したＸ軸チルト量（ X_{tilt} ）とに基づき、下記の式（６）によりＸ軸方向移動量 X_{move} を算出する。

$$[0166] \quad X_{\text{move}} = \{(C_B - X_1) + (X_1 - C_D)\} \times X_4 - X_{\text{tilt}} \times X_5 \quad \cdots (6)$$

[0167] なお、式（６）において、係数 X_4 は、誘導起電力からＸ軸方向の移動量を

算出するための係数である。また、X軸チルト量 X_{tilt} を減ずることで、X軸チルトの影響を排除している。

[0168] Y軸方向移動量の計算方法について説明する。Y軸方向移動量の計算においては、上述したX軸方向移動量の計算と同様に、位置検出コイル32a～32dの出力電流の値に特に条件は無く、AF・OIS制御部53は、任意のタイミングで計算を実行できる。AF・OIS制御部53は、Y軸方向に配置された各位置検出コイル32aおよび32cの出力電流に基づく値 C_A および C_C と、式(5)で算出したY軸チルト量(Y_{tilt})とに基づき、下記の式(7)によりY軸方向移動量 Y_{move} を算出する。

$$[0169] \quad Y_{\text{move}} = \{(C_A - X_1) + (X_1 - C_C)\} \times X_6 - Y_{\text{tilt}} \times X_7 \quad \dots (7)$$

[0170] なお、式(7)において、係数 X_6 は、誘導起電力からY軸方向の移動量を算出するための係数である。また、Y軸チルト量 Y_{tilt} を減ずることで、Y軸チルトの影響を排除している。

[0171] AF移動量の計算方法について説明する。AF移動量の計算においては、上述したX軸方向移動量やY軸方向移動量の計算と同様に、位置検出コイル32a～32dの出力電流の値に特に条件は無く、AF・OIS制御部53は、任意のタイミングで計算を実行できる。

[0172] 上述したように、位置検出コイル32a～32dにそれぞれ発生する誘導起電力の積算値に基づきレンズ10のZ軸方向の位置を検出する。AF・OIS制御部53は、各位置検出コイル32a～32dの出力電流の値 C_A 、 C_B 、 C_C および C_D に基づき、下記の式(8)により、AF移動量 AF_{move} を算出する。なお、式(8)において、係数 X_8 は、誘導起電力からAF移動量を算出するための係数である。

$$[0173] \quad AF_{\text{move}} = (C_A + C_B + C_C + C_D) \times X_8 \quad \dots (8)$$

[0174] 図20を用いて説明したX軸チルト量、Y軸チルト量、X軸方向移動量、Y軸方向移動量およびAF移動量の算出方法は、一例であって、これらの例に限定されるものではない。すなわち、各位置検出コイル32a～32dにおける誘導起電力を計測し、計測された誘導起電力に基づき位置検出を行う

手法であれば、他の手法も適用できる。

[0175] [第5の実施形態]

次に、第5の実施形態について説明する。第5の実施形態は、図1、図2などを用いて説明した第1の実施形態に係る撮像装置1aに対して、レンズホルダ11にAFコイル12が設けられていない例である。図21は、第5の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。

[0176] 図21において、撮像装置1bは、アクチュエータ13'において、レンズホルダ11にAFコイル12が設けられていない他は、図1を用いて説明した第1の実施形態に係る撮像装置1aと同様の構成とされる。すなわち、撮像装置1bは、スペーサ30に対してOISホルダ130がXY方向に可動に配置され、スペーサ30は、OISコイル31a～31dと、位置検出コイル32a～32dとが配置される。スペーサ30におけるOISコイル31a～31d、および、位置検出コイル32a～32dの配置は、図4および図11A～図11Cを用いて説明した配置を適用できる。図12Aおよび図12Bを用いて説明したように2つの位置検出コイルを用いた配置でもよい。

[0177] 撮像装置1bにおいて、各OISコイル31a～31dがOISホルダ130に設けられた各マグネット14a～14dと平行に対向した状態で設けられることで、第1の実施形態で説明したのと同様にして、手ブレ補正機能を実現できる。また、各位置検出コイル32a～32dにより、各OISコイル31a～31dが手ブレ補正機能を実行する際に発生する磁界に応じて発生する誘導起電力を計測することで、レンズ10（レンズホルダ11）のX軸方向移動量およびY軸方向移動量を検出できる。

[0178] このように、第5の実施形態に係る撮像装置1bでも、上述した第1の実施形態に係る撮像装置1aと同様に、レンズ10（レンズホルダ11）の位置を検出するための各位置検出コイル32a～32dと、レンズ10（レンズホルダ11）をXY方向に移動させるための各OISコイル31a～31dと、を同一の基板（スペーサ30）に配置している。そのため、撮像装置

1 b の小型化および低背化が可能である。

[0179] [第6の実施形態]

次に、第6の実施形態について説明する。上述の第1の実施形態に係る撮像装置1 aは、撮像素子20を回路基板21上に設け、撮像素子20と回路基板21とを金属ワイヤ23により電氣的に接続することで、撮像素子20を実装していた。これに対して、第6の実施形態では、回路基板21に対する撮像素子20を、フリップチップ実装によって回路基板21に対して実装する例である。

[0180] 図22は、第6の実施形態に係る、フリップチップ実装による撮像装置の例を示す図である。図22において、撮像装置1 cは、回路基板21に対して、上述した撮像素子20と対応する撮像素子60がフリップチップ実装され、撮像素子60と回路基板21とが突起状の端子である bumps 61により電氣的に接続されている。また、回路基板21に対して、撮像素子60を実装する際の撮像素子60に対する保護の役目を果たす保護材62が設けられている。

[0181] 図22において、図1と同様に、回路基板21にスペーサ30が設けられ、スペーサ30に対して、OISコイル31および位置検出コイル32が設けられる。スペーサ30上には、マグネット14を含むOISホルダ130がXY方向に可動に配置される。OISホルダ130は、レンズ10を保持し、AFコイル12が設けられるレンズホルダ11がZ軸方向に可動に格納される。

[0182] このように、フリップチップ実装される撮像素子60を含む構成であっても、上述した第1の実施形態と同様に、位置検出コイル32によりAFコイル12で発生する磁界40の変化を検出することができる。これにより、撮像装置1 cは、レンズ10（AFコイル12）のX軸方向移動量、Y軸方向移動量およびAF移動量、ならびに、チルト量を取得し、取得した各値に基づきレンズ10の位置を補正することができる。

[0183] このように、第6の実施形態に係る撮像装置1 cでも、上述した第1の実

施形態に係る撮像装置 1 a と同様に、レンズ 1 0 の位置およびチルト量を検出するための各位置検出コイル 3 2 a ~ 3 2 d と、レンズ 1 0 を X Y 方向に移動させるための各 O I S コイル 3 1 a ~ 3 1 d と、を同一の基板（スペーサ 3 0）に配置している。そのため、撮像装置 1 c の小型化および低背化が可能である。

[0184] [第 7 の実施形態]

次に、第 7 の実施形態について説明する。第 7 の実施形態は、チップ単体と同程度のサイズで実現された極めて小型のパッケージであるチップサイズパッケージ（C S P）構造による撮像素子を用いた例である。

[0185] 図 2 3 は、第 7 の実施形態に係る、C S P 構造による撮像素子を用いた撮像装置の一例の構成を示す図である。図 2 3 において、撮像装置 1 d は、上述した撮像素子 2 0 に対応する、C S P 構造による撮像素子 7 0 を含む。

[0186] 撮像素子 7 0 は、例えば受光素子がアレイ状に配列される第 1 のチップと、受光素子の制御および受光素子から出力された信号に対する信号処理を行う回路が形成される第 2 のチップとの 2 層構造で構成される。また、撮像素子 7 0 は、アレイ状に配列された受光面に対して、素子の固定および受光面の保護のためのガラス基板が配置されている。また、図 2 3 の例では、ガラス基板に対して赤外光カットフィルタ 1 5 が配置されている。撮像素子 7 0 は、スペーサ 3 0 および回路基板 2 1 に対して、接着剤 7 1 により接着されて固定される。

[0187] 図 2 3 に示す撮像装置 1 d の他の部分は、図 1 を用いて説明した構成と同等である。例えば、図 1 と同様に、回路基板 2 1 に設けられたスペーサ 3 0 に対して撮像素子 7 0 が接着され配置されると共に、O I S コイル 3 1 および位置検出コイル 3 2 が設けられる。スペーサ 3 0 上には、マグネット 1 4 を含む O I S ホルダ 1 3 0 が X Y 方向に可動に配置される。O I S ホルダ 1 3 0 は、レンズ 1 0 を保持し、A F コイル 1 2 が設けられるレンズホルダ 1 1 が Z 軸方向に可動に格納される。

[0188] このように、C S P 構造の撮像素子 7 0 を含む場合であっても、上述した

第1の実施形態と同様にして、位置検出コイル32によりAFコイル12で発生する磁界40の変化を検出することができる。これにより、撮像装置1dは、AFコイル12（レンズ10）のX軸方向移動量、Y軸方向移動量およびAF移動量、ならびに、チルト量を取得し、取得した各値に基づきレンズ10の位置を補正することができる。

[0189] 第7の実施形態に係る撮像装置1dでも、上述した第1の実施形態に係る撮像装置1aと同様に、レンズ10の位置およびチルト量を検出するための各位置検出コイル32a～32dと、レンズ10をXY方向に移動させるための各OISコイル31a～31dと、を同一の基板（スペーサ30）に配置している。そのため、撮像装置1dの小型化および低背化が可能である。

[0190] また、赤外光カットフィルタ15を撮像素子70のガラス基板上に設けることで、赤外光カットフィルタ15の厚みを薄くすることができる。これにより、撮像装置1dをより低背化することができる。

[0191] [第8の実施形態]

次に、第8の実施形態について説明する。第8の実施形態は、上述の第7の実施形態において、レンズ10に含まれる複数のレンズのうち最下層のレンズをレンズホルダ11から分離し、CSP構造の撮像素子側に配置した例である。

[0192] 図24は、第8の実施形態に係る撮像装置の一例の構成を示す図である。図24において、撮像装置1eは、撮像素子70上の赤外光カットフィルタ15上に、レンズ10に含まれる複数のレンズのうち最下層のレンズ80が配置される。撮像装置1dでは、図23の例と同様に、赤外光カットフィルタ15を撮像素子70のガラス基板上に設けることで、赤外光カットフィルタ15の厚みを薄くすることができる。これにより、撮像装置1dを低背化することができる。さらに、レンズ10に含まれる複数のレンズのうち最下層のレンズ80が撮像素子70側に配置されるため、さらなる低背化が可能である。

[0193] 図24に示す撮像装置1dの他の部分は、図1および図7を用いて説明し

た構成と同等である。例えば、図1および図7と同様に、回路基板21に設けられたスペーサ30に対して撮像素子70が接着され配置されると共に、OISコイル31および位置検出コイル32が設けられる。スペーサ30上には、マグネット14を含むOISホルダ130がXY方向に可動に配置される。OISホルダ130は、レンズ10を保持し、AFコイル12が設けられるレンズホルダ11がZ軸方向に可動に格納される。

[0194] このように、赤外光カットフィルタ15上にレンズ80が配置される場合であっても、上述した第1の実施形態と同様にして、位置検出コイル32によりAFコイル12で発生する磁界40の変化を検出することができる。これにより、撮像装置1dは、AFコイル12（レンズ10）のX軸方向移動量、Y軸方向移動量およびAF移動量、ならびに、チルト量を取得し、取得した各値に基づきレンズ10の位置を補正することができる。

[0195] 第8の実施形態に係る撮像装置1eでも、上述した第1の実施形態に係る撮像装置1aと同様に、レンズ10の位置およびチルト量を検出するための各位置検出コイル32a～32dと、レンズ10をXY方向に移動させるための各OISコイル31a～31dと、を同一の基板（スペーサ30）に配置している。そのため、撮像装置1eの小型化および低背化が可能である。

[0196] [第9の実施形態]

次に、第9の実施形態について説明する。第9の実施形態は、上述した第1の実施形態およびその変形例、ならびに、第2～第9の実施形態に係る撮像装置1a～1eの何れかを、電子機器に適用した例である。以下では、特に記載の無い限り、撮像装置1aを適用した例として説明を行う。

[0197] 図25は、第9の実施形態に適用可能な電子機器としての端末装置300の一例の構成を示すブロック図である。端末装置300は、例えば多機能型携帯電話端末（スマートフォン）であり、撮像機能を備える。端末装置300は、撮像機能を備え、携帯容易に構成された電子機器であればタブレット型パーソナルコンピュータなど他の電子機器を適用してもよい。

[0198] 図25の例では、端末装置300は、光学系310と、光学制御部311

と、固体撮像素子 312 と、信号処理部 313 と、ディスプレイ 314 と、メモリ 315 と、駆動部 316 と、ジャイロ 317 と、を含む。端末装置 300 は、さらに、制御部 320 と、入力デバイス 321 と、通信 I/F 322 と、を含む。

[0199] 制御部 320 は、CPU (Central Processing Unit) と、ROM (Read Only Memory) および RAM (Random Access Memory) とを含む。制御部 320 は、ROM に予め記憶されたプログラムに従い、RAM をワークメモリとして用いて動作する CPU により、この端末装置 300 の全体の動作を制御する。入力デバイス 321 は、ユーザ操作を受け付け、受け付けたユーザ操作に応じた制御信号を制御部 320 に送る。通信 I/F 322 は、制御部 320 の制御に従い、所定のプロトコルに従い、例えば無線通信により外部との通信を行う。

[0200] 光学系 310 は、上述したレンズ 10 およびレンズホルダ 11 に対応し、1 枚または複数枚のレンズを含むレンズ群を有して構成され、被写体からの光（入射光）を固体撮像素子 312 に導き、固体撮像素子 312 の受光面に結像させる。光学制御部 311 は、光学系 310 および固体撮像素子 312 の間に配置される。光学制御部 311 は、制御部 320 の制御に従い固体撮像素子 312 への光照射期間および遮光期間を制御するシャッタ機構を含む。また、光学制御部 311 は、上述したアクチュエータ 13 の一部を含む。例えば、OIS コイル 31a ~ 31d、および、位置検出コイル 32a ~ 32d は、光学制御部 311 に含まれる。

[0201] 固体撮像素子 312 は、上述した撮像素子 20 に対応し、光学系 310 および光学制御部 311 を介して撮像素子 20 の受光面に結像される光に応じて、一定期間、信号電荷を蓄積する。固体撮像素子 312 に蓄積された信号電荷は、駆動部 316 から供給される駆動信号（タイミング信号）に従って転送される。

[0202] 駆動部 316 は、制御部 320 の制御に従い、固体撮像素子 312 の転送動作、および、光学制御部 311 に含まれるシャッタ機構におけるシャッタ

動作を制御する駆動信号を出力して、固体撮像素子 312 およびシャッタ機構を駆動する。

[0203] また、駆動部 316 は、図 7 を用いて説明した位置検出・制御部 50 を含む。駆動部 316 は、上述したジャイロセンサ 25 に対応するジャイロ 317 からの信号に応じて、光学制御部 311 に含まれる各 OIS コイル 31a ~ 31d を駆動して手ブレ補正機能を実現する。また、駆動部 316 は、光学制御部 311 に含まれる各位置検出コイル 32a ~ 32d の出力に基づきレンズ 10（レンズホルダ 11）の位置を検出し、検出結果に基づき各 OIS コイル 31a ~ 31d を駆動することもできる。なお、位置検出・制御部 50 を制御部 320 に含ませてもよい。

[0204] 信号処理部 313 は、制御部 320 の制御に従い、固体撮像素子 312 から出力された信号電荷に対して CDS など各種の信号処理を施し、当該信号電荷に応じた画像データを生成する。また、信号処理部 313 は、制御部 320 の制御に従い、信号処理を施すことにより得た画像データのディスプレイ 314 への表示、および、メモリ 315 への記憶を行うことができる。

[0205] 制御部 320 は、入力デバイス 321 に対するユーザ操作に応じて、メモリ 315 に記憶される画像データを、通信 I/F 322 により外部に送信することができる。

[0206] このように構成された端末装置 300 は、光学系 310 および固体撮像素子 312 として、上述した撮像装置 1a ~ 1e を適用することで、AF 動作や手ブレ補正機能による動作による光学系 310 の位置を検出することができる。ここで、OIS コイル 31a ~ 31d および位置検出コイル 32a ~ 32d が同一基板上に形成されるため、光学系 310 および光学制御部 311 の低背化が可能とされ、端末装置 300 全体の小型化が可能となる。

[0207] なお、ここでは、本開示に係る撮像装置 1a ~ 1e が、撮像機能を備えた、スマートフォンやタブレット型パーソナルコンピュータなどの端末装置 300 に適用可能であるものとして説明した。これはこの例に限定されず、本開示に係る撮像装置 1a ~ 1e を、デジタルビデオカメラ、デジタルス

チルカメラに適用することができる。また、本開示に係る撮像装置 1 a ~ 1 e を、監視カメラ、車載カメラなどの画像入力カメラにも適用可能である。さらに、本開示に係る撮像装置 1 a ~ 1 e を、スキャナ装置、ファクシミリ装置、テレビジョン電話装置などの電子機器にも用いることができる。

[0208] [第 10 の実施形態]

次に、第 10 の実施形態として、本開示に係る、第 1 の実施形態およびその変形例、ならびに、第 2 ~ 第 8 の実施形態による撮像装置 1 a ~ 1 e の適用例について説明する。図 26 は、上述の第 1 の実施形態、ならびに、第 2 の実施形態およびその各変形例に係る撮像装置 1 a ~ 1 e を使用する使用例を示す図である。

[0209] 上述した各撮像装置 1 a ~ 1 e は、例えば、以下のように、可視光や、赤外光、紫外光、X線等の光をセンシングする様々なケースに使用することができる。

[0210] ・デジタルカメラや、カメラ機能付きの携帯機器等の、鑑賞の用に供される画像を撮影する装置。

・自動停止等の安全運転や、運転者の状態の認識等のために、自動車の前方や後方、周囲、車内等を撮影する車載用センサ、走行車両や道路を監視する監視カメラ、車両間等の測距を行う測距センサ等の、交通の用に供される装置。

・ユーザのジェスチャを撮影して、そのジェスチャに従った機器操作を行うために、TV や、冷蔵庫、エアコンディショナ等の家電に供される装置。

・内視鏡や、赤外光の受光による血管撮影を行う装置等の、医療やヘルスケアの用に供される装置。

・防犯用途の監視カメラや、人物認証用途のカメラ等の、セキュリティの用に供される装置。

・肌を撮影する肌測定器や、頭皮を撮影するマイクロスコープ等の、美容の用に供される装置。

・スポーツ用途等向けのアクションカメラやウェアラブルカメラ等の、スポ

ーツの用に供される装置。

・畑や作物の状態を監視するためのカメラ等の、農業の用に供される装置。

[0211] [本開示に係る技術のさらなる適用例]

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ適用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0212] （体内情報取得システムへの適用例）

図 27 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得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。

[0213] 体内情報取得システム 10001 は、カプセル型内視鏡 10100 と、外部制御装置 10200 とから構成される。

[0214] カプセル型内視鏡 10100 は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡 10100 は、撮像機能および無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の外部制御装置 10200 に順次無線送信する。

[0215] 外部制御装置 10200 は、体内情報取得システム 10001 の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置 10200 は、カプセル型内視鏡 10100 から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示しない）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

[0216] 体内情報取得システム 10001 では、このようにして、カプセル型内視鏡 10100 が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得ることができる。

[0217] カプセル型内視鏡 10100 と外部制御装置 10200 の構成および機能についてより詳細に説明する。

[0218] カプセル型内視鏡 10100 は、カプセル型の筐体 10101 を有し、そ

の筐体１０１０１内には、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、給電部１０１１５、電源部１０１１６、および制御部１０１１７が収納されている。

[0219] 光源部１０１１１は、例えばＬＥＤ(Light Emitting Diode)等の光源から構成され、撮像部１０１１２の撮像視野に対して光を照射する。

[0220] 撮像部１０１１２は、撮像素子、および当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光（以下、観察光という）は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部１０１１２では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部１０１１２によって生成された画像信号は、画像処理部１０１１３に提供される。

[0221] 画像処理部１０１１３は、ＣＰＵやＧＰＵ(Graphics Processing Unit)等のプロセッサによって構成され、撮像部１０１１２によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部１０１１３は、信号処理を施した画像信号を、ＲＡＷデータとして無線通信部１０１１４に提供する。

[0222] 無線通信部１０１１４は、画像処理部１０１１３によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ１０１１４Ａを介して外部制御装置１０２００に送信する。また、無線通信部１０１１４は、外部制御装置１０２００から、カプセル型内視鏡１０１００の駆動制御に関する制御信号を、アンテナ１０１１４Ａを介して受信する。無線通信部１０１１４は、外部制御装置１０２００から受信した制御信号を制御部１０１１７に提供する。

[0223] 給電部１０１１５は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発生した電流から電力を再生する電力再生回路、および昇圧回路等から構成される。給電部１０１１５では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

- [0224] 電源部１０１１６は、二次電池によって構成され、給電部１０１１５によって生成された電力を蓄電する。図２７では、図面が煩雑になることを避けるために、電源部１０１１６からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部１０１１６に蓄電された電力は、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、および制御部１０１１７に供給され、これらの駆動に用いられ得る。
- [0225] 制御部１０１１７は、ＣＰＵ等のプロセッサによって構成され、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、および、給電部１０１１５の駆動を、外部制御装置１０２００から送信される制御信号に従って適宜制御する。
- [0226] 外部制御装置１０２００は、ＣＰＵ、ＧＰＵ等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００の制御部１０１１７に対して制御信号を、アンテナ１０２００Ａを介して送信することにより、カプセル型内視鏡１０１００の動作を制御する。カプセル型内視鏡１０１００では、例えば、外部制御装置１０２００からの制御信号により、光源部１０１１１における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部１０１１２におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、画像処理部１０１１３における処理の内容や、無線通信部１０１１４が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。
- [0227] また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、ノイズリダクション処理、手ブレ補正処理等）、拡大処理（電子ズーム処理）等、それぞれ単独で、あるいは、組み合わせて、各種の信号処理を行

うことができる。外部制御装置１０２００は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。あるいは、外部制御装置１０２００は、生成した画像データを記録装置（図示しない）に記録させたり、印刷装置（図示しない）に印刷出力させてもよい。

[0228] 以上、本開示に係る技術が適用され得る体内情報取得システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、撮像部１０１１２に適用され得る。具体的には、上述した各撮像装置１ａ～１ｅにおける、レンズ１０（レンズホルダ１１）の位置およびチルト量を検出するための４つまたは２つの位置検出コイル３２と、レンズ１０（レンズホルダ１１）をＸＹ方向に移動させるための４つまたは２つのＯＩＳコイル３１と、を同一の基板（スペーサ３０）に配置した構成を、撮像部１０１１２に適用することができる。撮像部１０１１２に本開示に係る技術を適用することにより、撮像部１０１１２の小型化および低背化が可能となり、これにより、カプセル型内視鏡１０１００の小型化が可能となる。

[0229] （内視鏡手術システムへの適用例）

本開示に係る技術は、さらに、内視鏡手術システムに適用されてもよい。図２８は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0230] 図２８では、術者（医師）１１１３１が、内視鏡手術システム１１０００を用いて、患者ベッド１１１３３上の患者１１１３２に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム１１０００は、内視鏡１１１００と、気腹チューブ１１１１１やエネルギー処置具１１１１２等の、その他の術具１１１１０と、内視鏡１１１００を支持する支持アーム装置１１１２０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１１２００と、から構成される。

[0231] 内視鏡１１１００は、先端から所定の長さの領域が患者１１１３２の体腔内に挿入される鏡筒１１１０１と、鏡筒１１１０１の基端に接続されるカメラヘッド１１１０２と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒１１

１０１を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡１１１００を図示しているが、内視鏡１１１００は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0232] 鏡筒１１１０１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１１１００には光源装置１１２０３が接続されており、当該光源装置１１２０３によって生成された光が、鏡筒１１１０１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１１１３２の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡１１１００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。

[0233] カメラヘッド１１１０２の内部には光学系およ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）１１２０１に送信される。

[0234] CCU１１２０１は、CPUやGPU等によって構成され、内視鏡１１１００および表示装置１１２０２の動作を統括的に制御する。さらに、CCU１１２０１は、カメラヘッド１１１０２から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、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。

[0235] 表示装置１１２０２は、CCU１１２０１からの制御により、当該CCU１１２０１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。

[0236] 光源装置１１２０３は、例えばLED (Light Emitting Diode)等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡１１１００に供給する。

[0237] 入力装置１１２０４は、内視鏡手術システム１１０００に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置１１２０４を介して、内視鏡手術シ

ステム 1 1 0 0 0 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、内視鏡 1 1 1 0 0 による撮像条件（照射光の種類、倍率および焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0238] 処置具制御装置 1 1 2 0 5 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 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 による視野の確保および術者の作業空間の確保の目的で、患者 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 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 1 1 2 0 8 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。

[0239] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 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することができる。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）の出力強度およ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 1 1 2 0 3 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 1 1 1 0 2 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。

[0240] また、光源装置 1 1 2 0 3 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 1 1 1 0 2 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、いわゆる黒つぶれおよ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。

[0241] また、光源装置 1 1 2 0 3 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 Band 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こと（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こと等を行うことができる。光源装置11203は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光および／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0242] 図29は、図28に示すカメラヘッド11102およびCCU11201の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0243] カメラヘッド11102は、レンズユニット11401と、撮像部11402と、駆動部11403と、通信部11404と、カメラヘッド制御部11405と、を有する。CCU11201は、通信部11411と、画像処理部11412と、制御部11413と、を有する。カメラヘッド11102とCCU11201とは、伝送ケーブル11400によって互いに通信可能に接続されている。

[0244] レンズユニット11401は、鏡筒11101との接続部に設けられる光学系である。鏡筒11101の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド11102まで導光され、当該レンズユニット11401に入射する。レンズユニット11401は、ズームレンズおよ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。

[0245] 撮像部11402は、撮像素子で構成される。撮像部11402を構成する撮像素子は、1つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部11402が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってRGBそれぞれに対応する画像信号が生成され

、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部 1 1 4 0 2 は、3 D (Dimensional) 表示に対応する右目用およ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てもよい。3 D 表示が行われることにより、術者 1 1 1 3 1 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 1 1 4 0 2 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 1 1 4 0 1 も複数系統設けられ得る。

[0246] また、撮像部 1 1 4 0 2 は、必ずしもカメラヘッド 1 1 1 0 2 に設けられなくてもよい。例えば、撮像部 1 1 4 0 2 は、鏡筒 1 1 1 0 1 の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0247] 駆動部 1 1 4 0 3 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 1 1 4 0 5 からの制御により、レンズユニット 1 1 4 0 1 のズームレンズおよ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 1 1 4 0 2 による撮像画像の倍率および焦点が適宜調整され得る。

[0248] 通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 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 1 1 4 0 4 は、撮像部 1 1 4 0 2 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して CCU 1 1 2 0 1 に送信する。

[0249] また、通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 から、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 に供給する。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およ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。

[0250] 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、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいて CCU 1 1 2 0 1 の制御部 1 1 4 1 3 によって自動的に設定されてもよい。後者の

場合には、いわゆる A E (Auto Exposure) 機能、A F (Auto Focus) 機能および A W B (Auto White Balance) 機能が内視鏡 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

[0251] カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 は、通信部 1 1 4 0 4 を介して受信した C C U 1 1 2 0 1 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御する。

[0252] 通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 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 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して送信される画像信号を受信する。

[0253] また、通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 に対して、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。

[0254] 画像処理部 1 1 4 1 2 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から送信された R A W データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0255] 制御部 1 1 4 1 3 は、内視鏡 1 1 1 0 0 による術部等の撮像、および、術部等の撮像により得られる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 1 1 4 1 3 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0256] また、制御部 1 1 4 1 3 は、画像処理部 1 1 4 1 2 によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置 1 1 2 0 2 に表示させる。この際、制御部 1 1 4 1 3 は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部 1 1 4 1 3 は、撮像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 1 1 1 1 2 の使用時のミスト等を認識することができる。制御部 1 1 4 1 3 は、表示装置 1 1 2 0 2 に撮像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てもよい。手術支援情報が重畳表

示され、術者１１１３１に提示されることにより、術者１１１３１の負担を軽減することや、術者１１１３１が確実に手術を進めることが可能になる。

[0257] カメラヘッド１１１０２およびＣＣＵ１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００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。

[0258] ここで、図２９の例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0259] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２に適用され得る。具体的には、上述した各撮像装置１ａ～１ｅにおける、レンズ１０（レンズホルダ１１）の位置およびチルト量を検出するための４つまたは２つの位置検出コイル３２と、レンズ１０（レンズホルダ１１）をＸＹ方向に移動させるための４つまたは２つのＯＩＳコイル３１と、を同一の基板（スペーサ３０）に配置した構成を、撮像部１０４０２に適用することができる。撮像部１０４０２に本開示に係る技術を適用することにより、撮像部１０４０２の小型化および低背化が可能となる。

[0260] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0261] （移動体への適用例）

本開示に係る技術は、さらに、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、ロボットといった各種の移動体に搭載される装置に対して適用されてもよい。

[0262] 図３０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の概略的な構成例を示すブロック図である。

[0263] 車両制御システム１２０００は、通信ネットワーク１２００１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３０に示した例では、車両制御システム１２０００は、駆動系制御ユニット１２０１０、ボディ系制御ユニット１２０２０、車外情報検出ユニット１２０３０、車内情報検出ユニット１２０４０、および統合制御ユニット１２０５０を備える。また、統合制御ユニット１２０５０の機能構成として、マイクロコンピュータ１２０５１、音声画像出力部１２０５２、および車載ネットワークＩ／Ｆ（インタフェース）１２０５３が図示されている。

[0264] 駆動系制御ユニット１２０１０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１２０１０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、および、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。

[0265] ボディ系制御ユニット１２０２０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１２０２０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inker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１２０２０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１２０２０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。

[0266] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００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１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて

、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１２０３０は、例えば、受信した画像に対して画像処理を施し、画像処理の結果に基づき物体検出処理や距離検出処理を行う。

[0267] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0268] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１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。

[0269] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で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１２０１０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１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ＡＤＡＳ(Advanced Driver Assistance System)の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0270] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で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

協調制御を行うことができる。

[0271] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12020 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0272] 音声画像出力部 12052 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およ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 30 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 およびインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイおよ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。

[0273] 図 31 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。図 31 では、車両 12100 は、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104 および 12105 を有する。

[0274] 撮像部 12101、12102、12103、12104 および 12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドアおよび車室内のフロントガラスの上部等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 12101 および車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 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 12102、12103 は、主として車両 12100 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 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。撮像部 12101 および 12105 で取得される前方の画像は、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。

[0275] なお、図31には、撮像部12101～12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112および12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102および12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101～12104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12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0276] 撮像部12101～12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101～12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0277] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101～12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111～12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に抛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うことができる。

[0278] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101～12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両12100の周辺の障害物を、車両12100のドライバ

が視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0279] 撮像部 12101～12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101～12104 の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101～12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101～12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0280] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、撮像部 12031 に適用され得る。具体的には、上述した各撮像装置 1a～1e における、レンズ 10（レンズホルダ 11）の位置およびチルト量を検出するための 4 つまたは 2 つの位置検出コイル 32 と、レンズ 10（レンズホルダ 11）を X Y 方向に移動させるための 4 つまたは 2 つの O I S コイル 31 と、を同一の基板（スペーサ 30）に配置した構成を、撮像部 12031 に適用することができる。撮像部 12031 に本開示に係る技術を適用することにより、撮像部 12031 の小型化および低背化が可能となる。

[0281] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0282] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

被写体からの光を集光するレンズを、第1の磁界に応じて、該光の光軸方向に移動させると共に、該レンズと共に移動する第1のコイルと、

前記レンズを第2の磁界に応じて前記光軸に対して垂直の方向に移動させるための第2のコイルと、

前記第1の磁界を検出するための第3のコイルと、
を備え、

前記第2のコイルと前記第3のコイルとが同一の基板に配置される
撮像装置。

(2)

4つの前記第3のコイルが、前記基板上における前記レンズに対応する領域を含む矩形領域の4辺に対応してそれぞれ配置され、

4つの前記第3のコイルのうち前記矩形領域の対向する2辺に対応して配置される2つの前記第3のコイルは、それぞれの中心が、該矩形領域の中心に対して点対称であり、且つ、該2辺の中心を結ぶ線と一致しない位置に配置される

前記(1)に記載の撮像装置。

(3)

前記第2のコイルおよび前記第3のコイルは、前記基板に対する印刷により形成される

前記(1)または(2)に記載の撮像装置。

(4)

4つの前記第3のコイルの出力に基づき前記レンズの位置の検出を行う位置検出回路をさらに備え、

前記位置検出回路は、

前記レンズの前記光軸方向の位置および前記光軸に対して垂直の方向の位置と、前記レンズのチルト角と、の検出を行う

前記（１）乃至（３）の何れかに記載の撮像装置。

（５）

前記位置検出回路は、

４つの前記第３のコイルの各出力が所定の条件を満たしている場合に、該各出力に基づき前記チルト角の検出を行う

前記（４）に記載の撮像装置。

（６）

前記位置検出回路は、

４つの前記第３のコイルの各出力の積算値に基づき前記光軸方向の位置の検出を行う

前記（４）に記載の撮像装置。

（７）

前記位置検出回路は、

４つの前記第３のコイルの出力と、前記チルト角の検出結果と、に基づき前記光軸に対して垂直の方向の位置の検出を行う

前記（４）に記載の撮像装置。

（８）

前記位置検出回路は、

一定の周期で前記検出を行う

前記（４）に記載の撮像装置。

（９）

前記位置検出回路は、

当該撮像装置における振動の検知に応じて前記検出を行う

前記（４）に記載の撮像装置。

（１０）

２つの前記第３のコイルが、前記基板における前記レンズに対応する領域

を含む矩形領域の4辺のうち交わる2辺に対応してそれぞれ配置される
前記(1)に記載の撮像装置。

(11)

被写体からの光を集光するレンズを、磁界に応じて該光の光軸に対して垂直の方向に移動させるための第2のコイルと、

前記磁界を検出するための第3のコイルと、
を備え、

前記第2のコイルと前記第3のコイルとが同一の基板に配置される
撮像装置。

(12)

4つの前記第3のコイルが、前記基板上における前記レンズに対応する領域を含む矩形領域の4辺に対応してそれぞれ配置され、

4つの前記第3のコイルのうち前記矩形領域の対向する2辺に対応して配置される2つの前記第3のコイルは、それぞれの中心が、該矩形領域の中心に対して点対称、且つ、該2辺の中心を結ぶ線と一致しない位置に配置される

前記(11)に記載の撮像装置。

(13)

前記第2のコイルおよび前記第3のコイルは、前記基板に対する印刷により形成される

前記(11)または(12)に記載の撮像装置。

(14)

4つの前記第3のコイルの出力に基づき前記レンズの位置の検出を行う位置検出回路をさらに備え、

前記位置検出回路は、

一定の周期で前記検出を行う

前記(11)乃至(13)の何れかに記載の撮像装置。

(15)

4つの前記第3のコイルの出力に基づき前記レンズの位置の検出を行う位置検出回路をさらに備え、

前記位置検出回路は、

当該撮像装置における振動の検知に応じて前記検出を行う前記(11)乃至(13)の何れかに記載の撮像装置。

符号の説明

- [0283] 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e 撮像装置
- 1 0 レンズ
- 1 1 レンズホルダ
- 1 2 A F コイル
- 1 3 アクチュエータ
- 1 4, 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d マグネット
- 2 0 撮像素子
- 2 5 ジャイロセンサ
- 3 0 スペーサ
- 3 0 a 第1のスペーサ基板
- 3 0 b 第2のスペーサ基板
- 3 1, 3 1 a, 3 1 b, 3 1 c, 3 1 d O I S コイル
- 3 2, 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c, 3 2 d 位置検出コイル
- 5 0 位置検出・制御部
- 5 3 A F ・ O I S 制御部
- 1 3 0 O I S ホルダ
- 3 0 0 端末装置

請求の範囲

- [請求項1] 被写体からの光を集光するレンズを、第1の磁界に応じて、該光の光軸方向に移動させると共に、該レンズと共に移動する第1のコイルと、
- 前記レンズを第2の磁界に応じて前記光軸に対して垂直の方向に移動させるための第2のコイルと、
- 前記第1の磁界を検出するための第3のコイルと、
- を備え、
- 前記第2のコイルと前記第3のコイルとが同一の基板に配置される撮像装置。
- [請求項2] 4つの前記第3のコイルが、前記基板上における前記レンズに対応する領域を含む矩形領域の4辺に対応してそれぞれ配置され、
- 4つの前記第3のコイルのうち前記矩形領域の対向する2辺に対応して配置される2つの前記第3のコイルは、それぞれの中心が、該矩形領域の中心に対して点対称であり、且つ、該2辺の中心を結ぶ線と一致しない位置に配置される
- 請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記第2のコイルおよび前記第3のコイルは、前記基板に対する印刷により形成される
- 請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項4] 4つの前記第3のコイルの出力に基づき前記レンズの位置の検出を行う位置検出回路をさらに備え、
- 前記位置検出回路は、
- 前記レンズの前記光軸方向の位置および前記光軸に対して垂直の方向の位置と、前記レンズのチルト角と、の検出を行う
- 請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記位置検出回路は、
- 4つの前記第3のコイルの各出力が所定の条件を満たしている場合

に、該各出力に基づき前記チルト角の検出を行う

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記位置検出回路は、

4 つの前記第 3 のコイルの各出力の積算値に基づき前記光軸方向の位置の検出を行う

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記位置検出回路は、

4 つの前記第 3 のコイルの出力と、前記チルト角の検出結果と、に基づき前記光軸に対して垂直の方向の位置の検出を行う

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記位置検出回路は、

一定の周期で前記検出を行う

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項9] 前記位置検出回路は、

当該撮像装置における振動の検知に応じて前記検出を行う

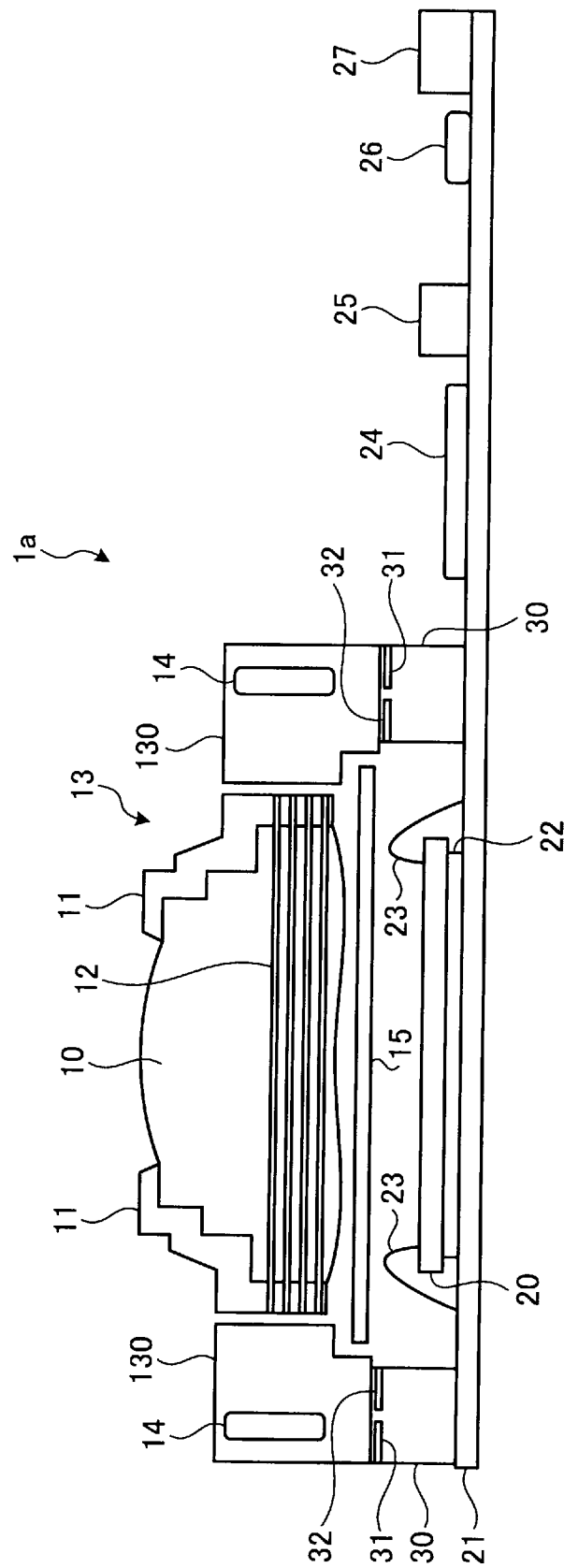
請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項10]

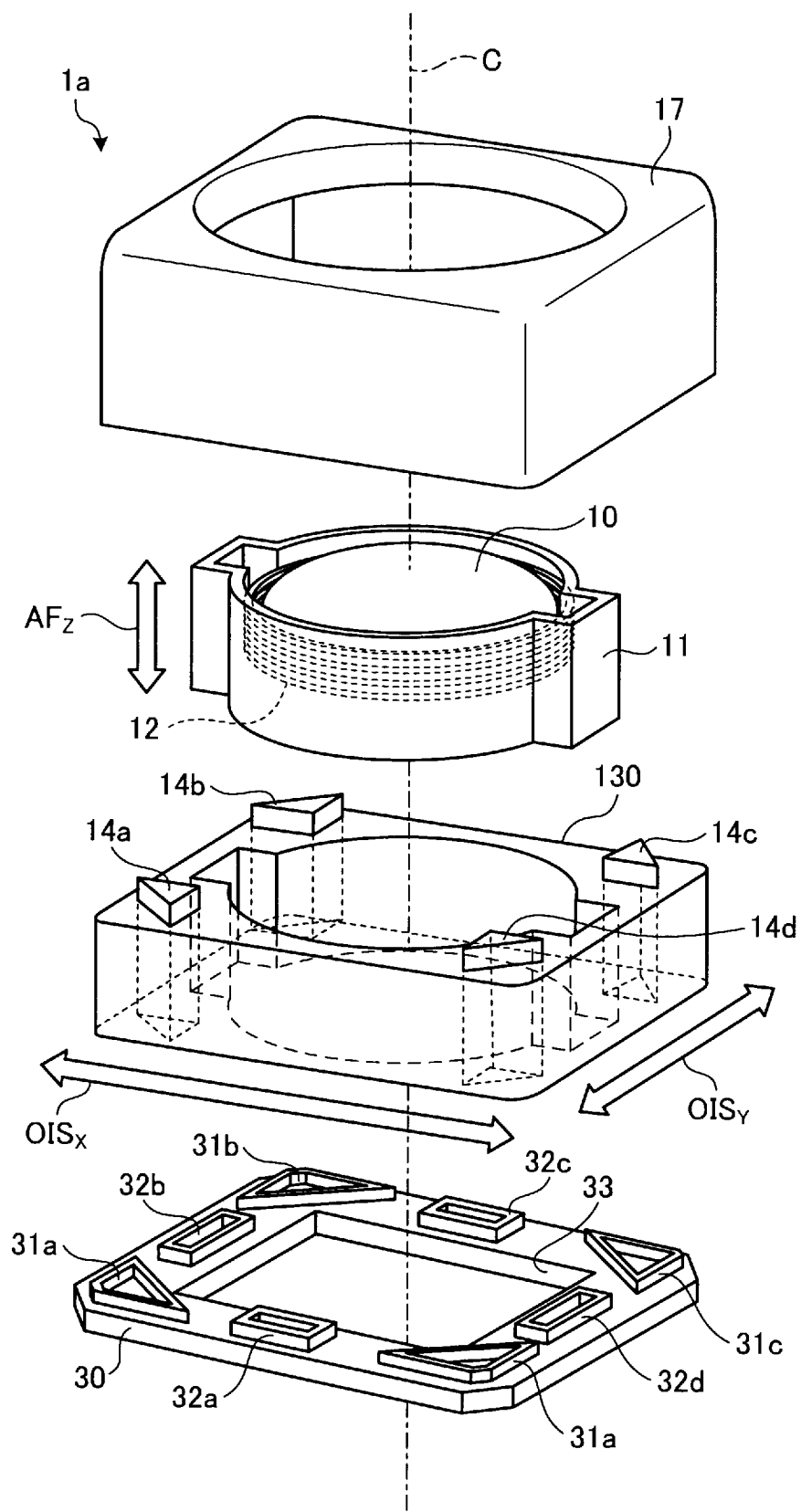
2 つの前記第 3 のコイルが、前記基板における前記レンズに対応する領域を含む矩形領域の 4 辺のうち交わる 2 辺に対応してそれぞれ配置される

請求項 1 に記載の撮像装置。

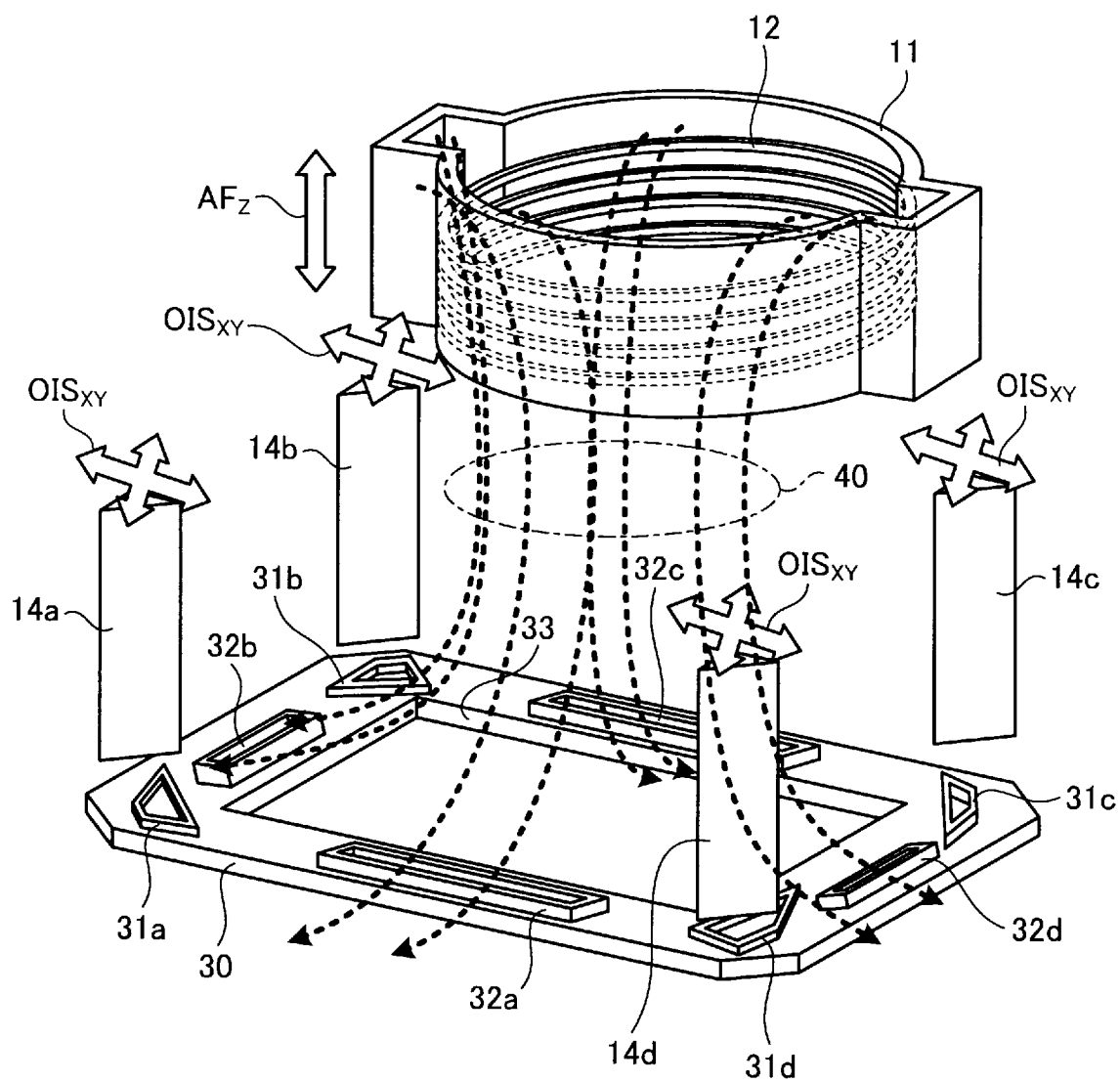
[図1]



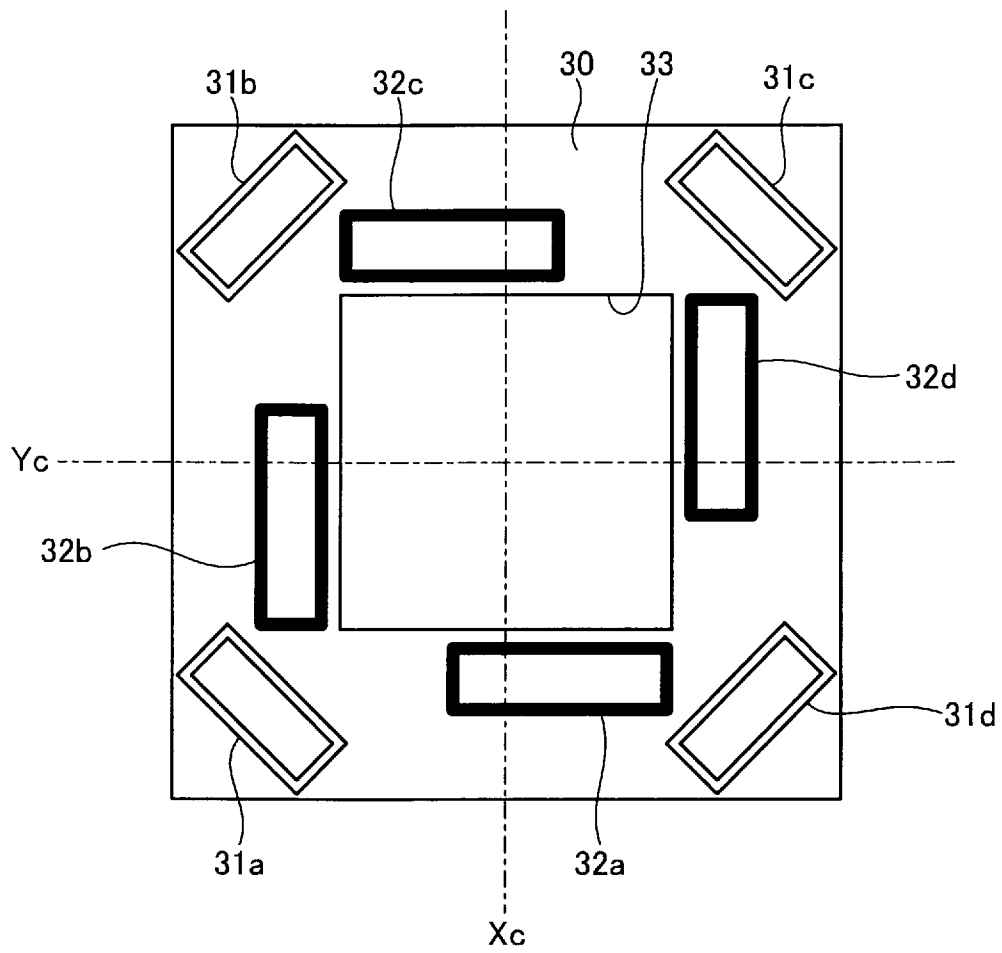
[図2]



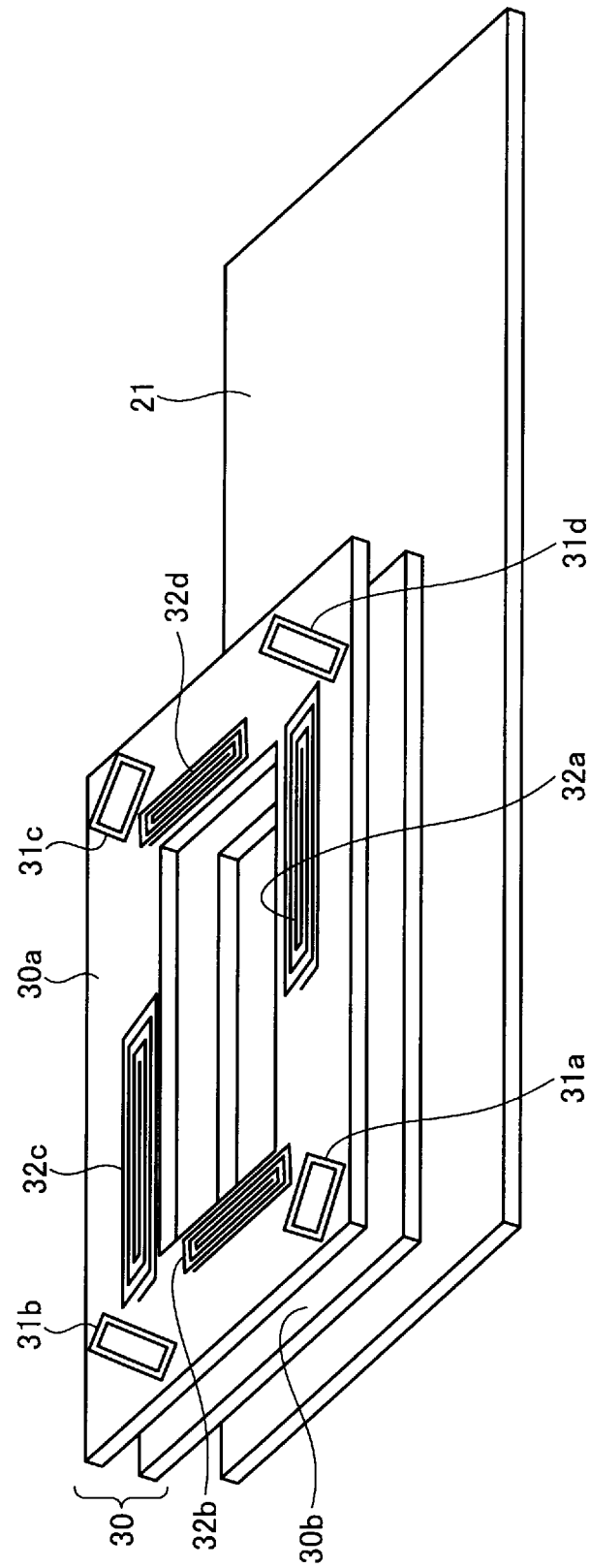
[図3]



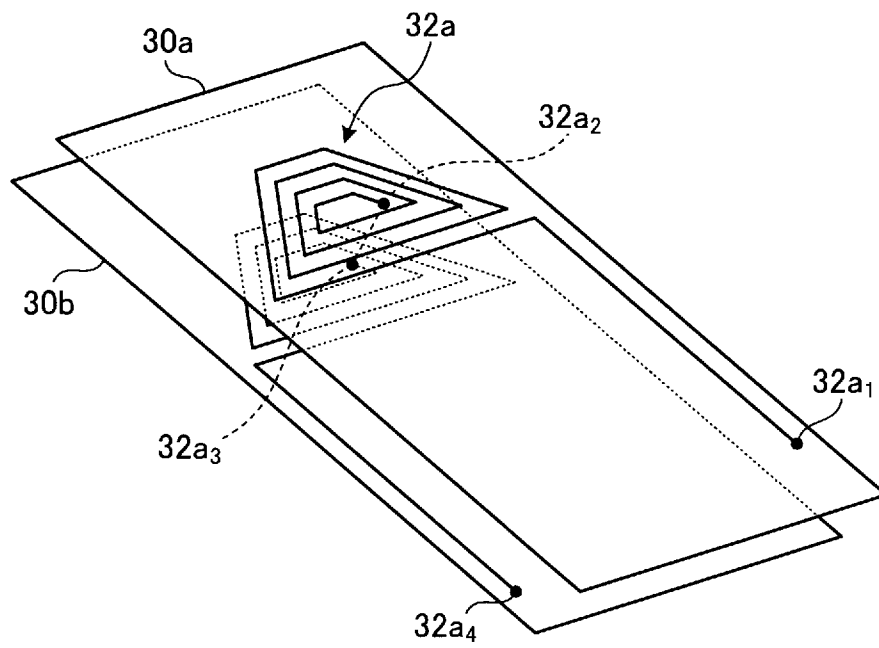
[図4]



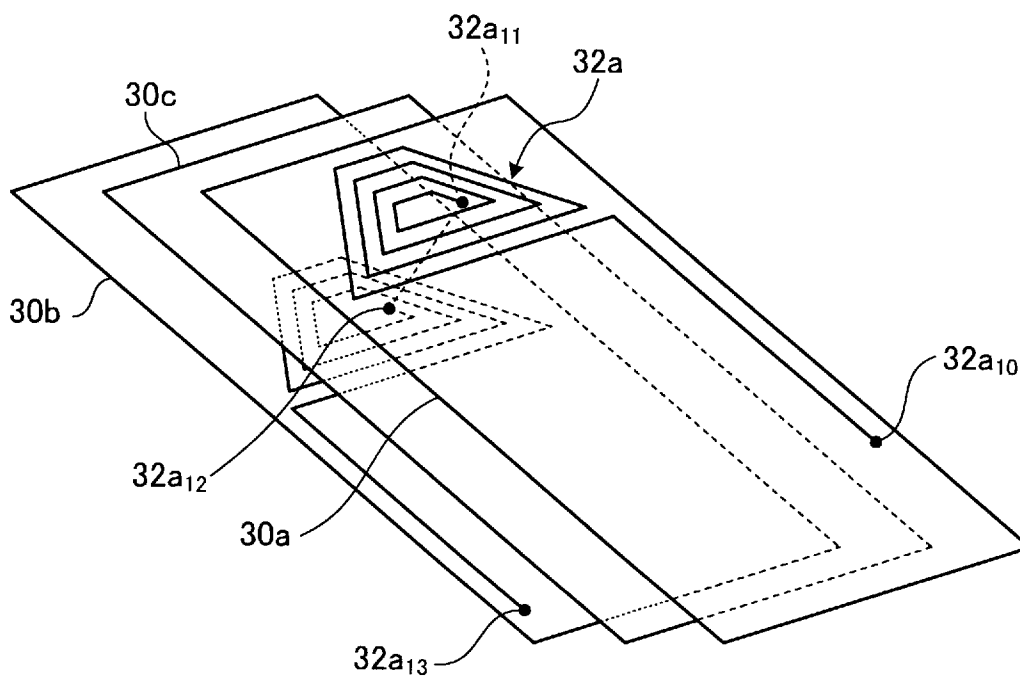
[図5]



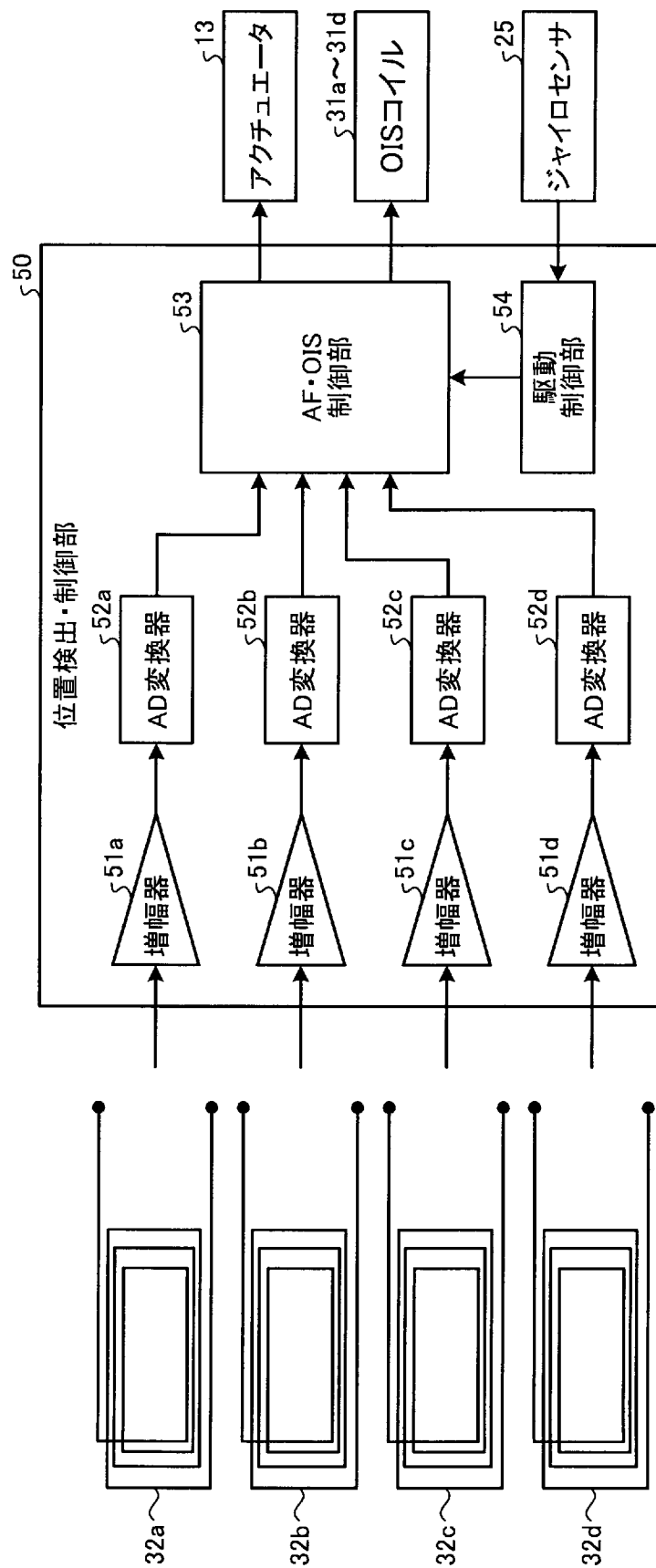
[図6A]



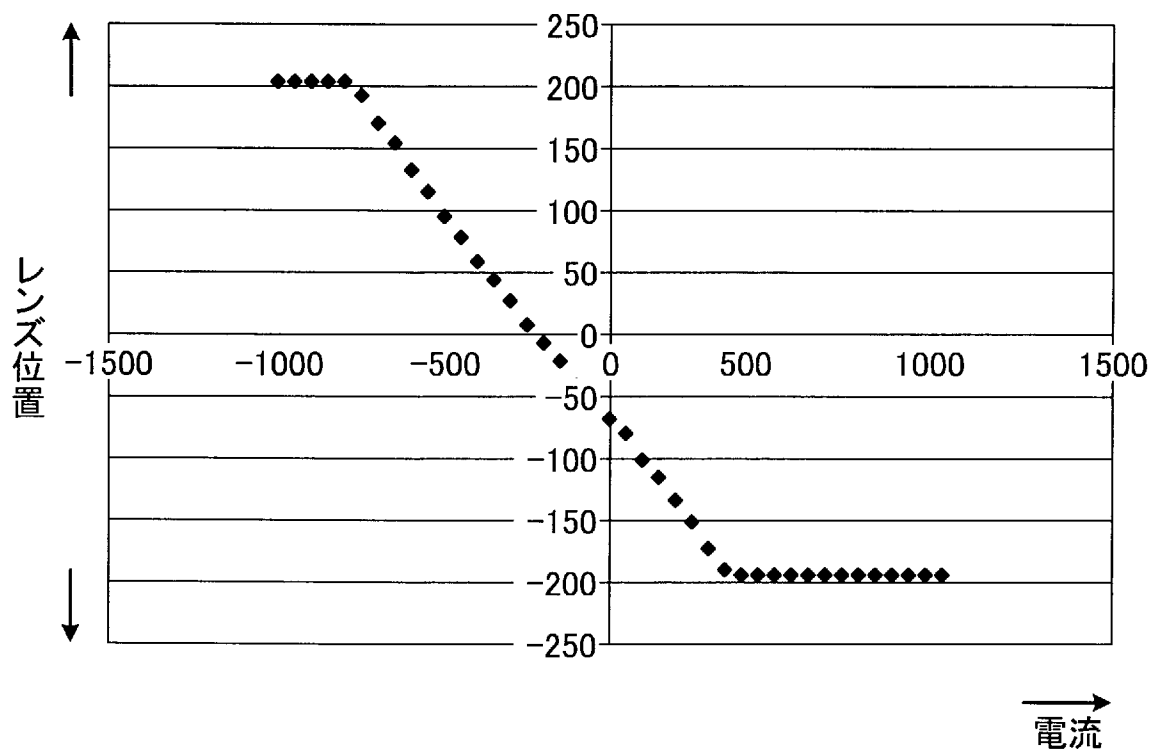
[図6B]



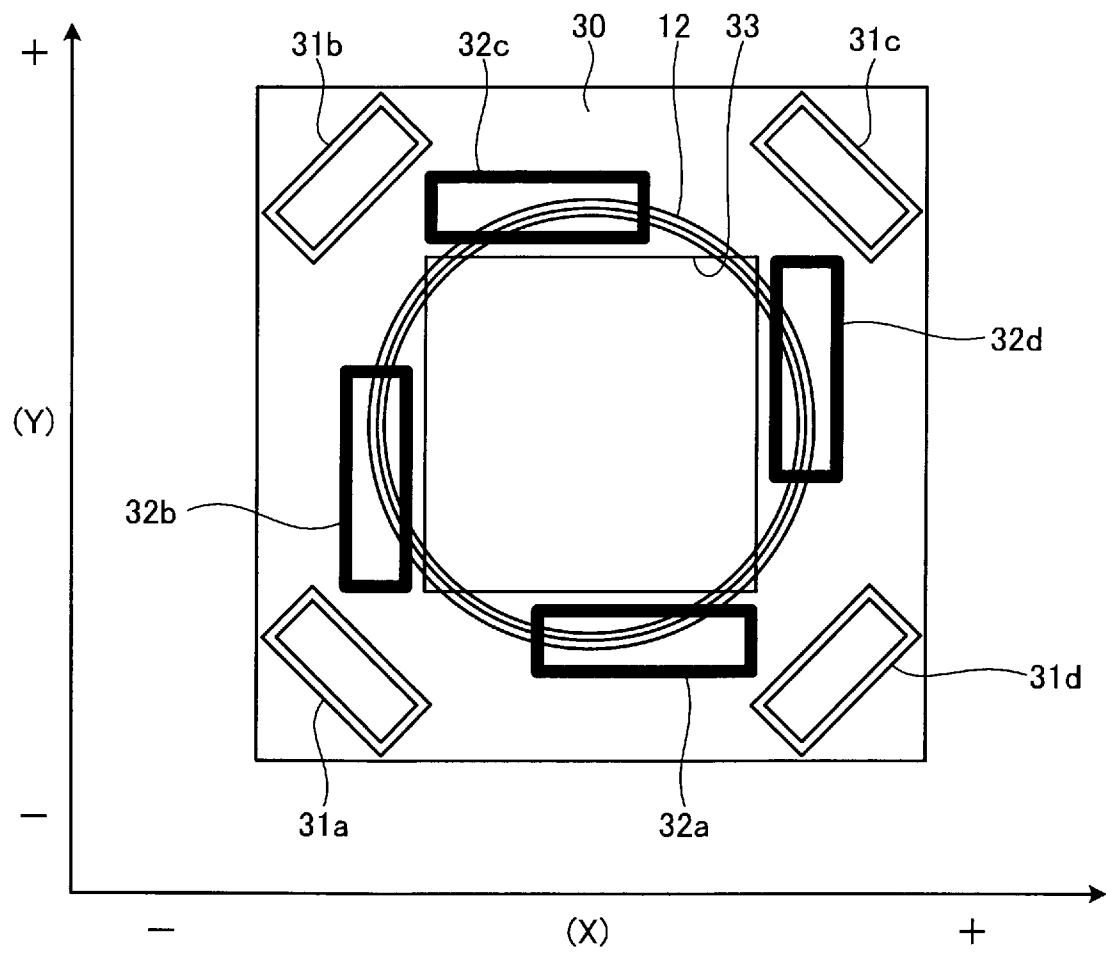
[図7]



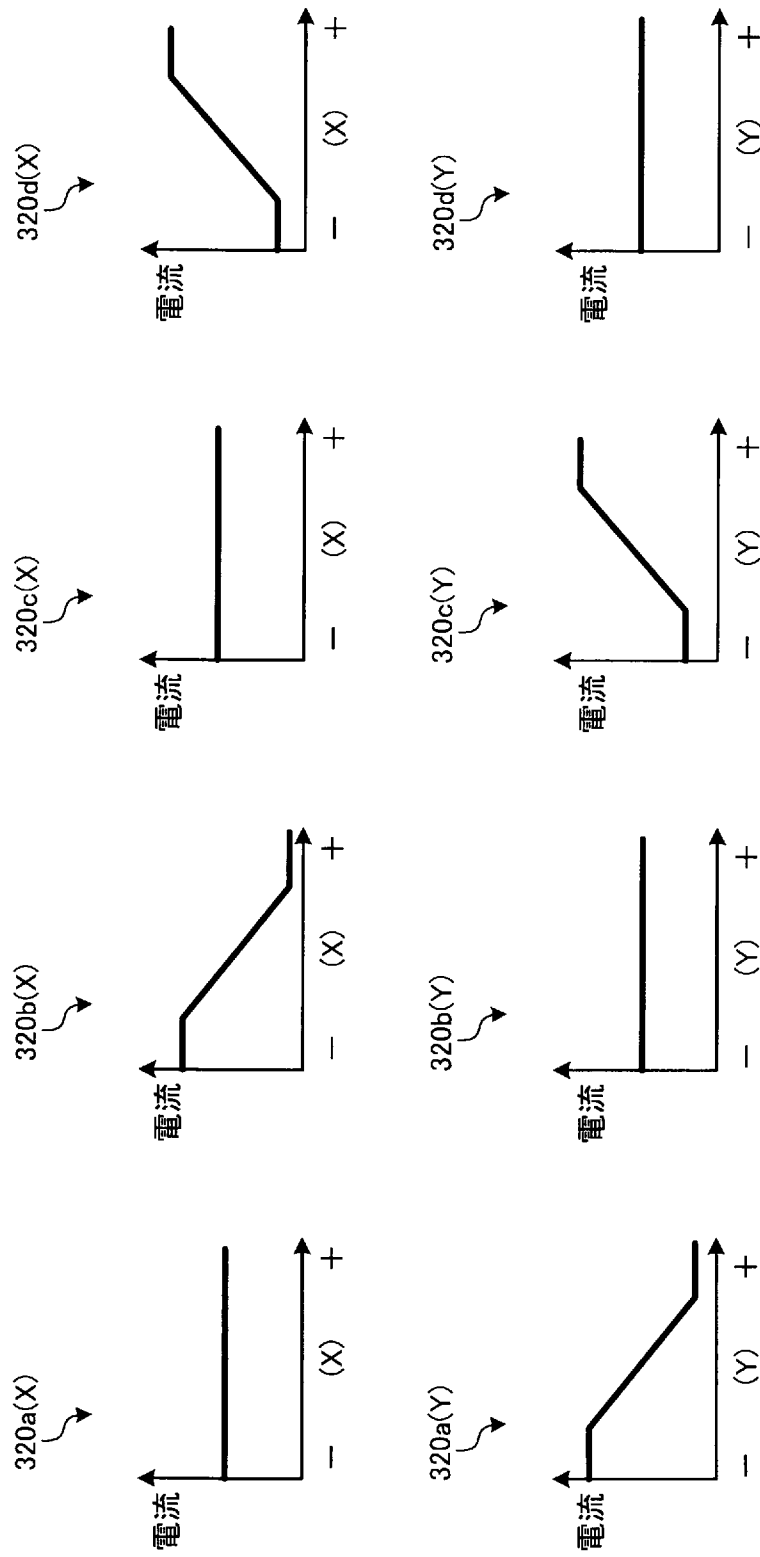
[図8]



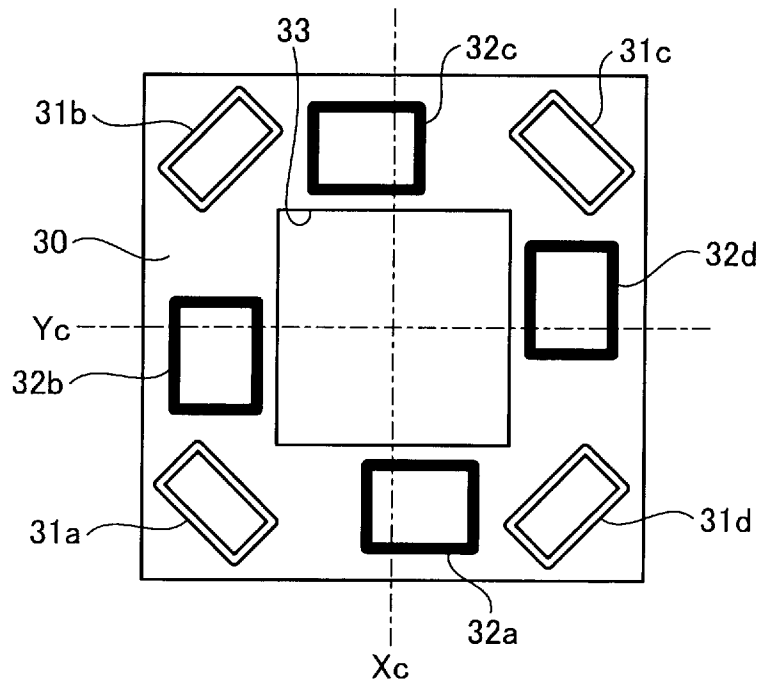
[図9]



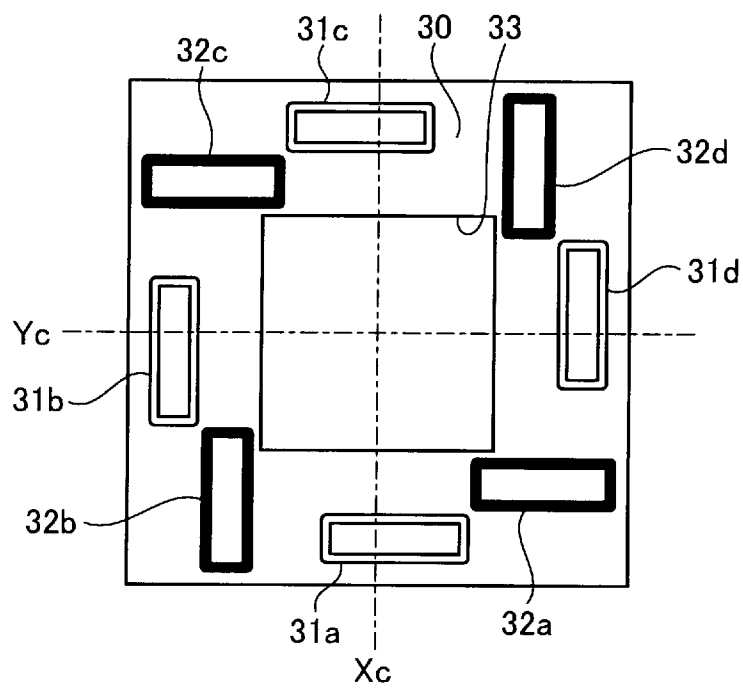
[図10]



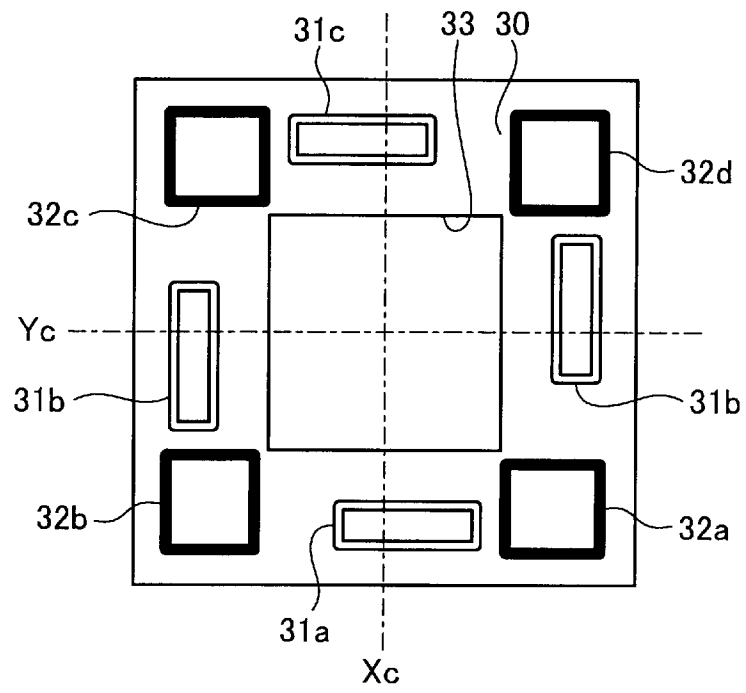
[図11A]



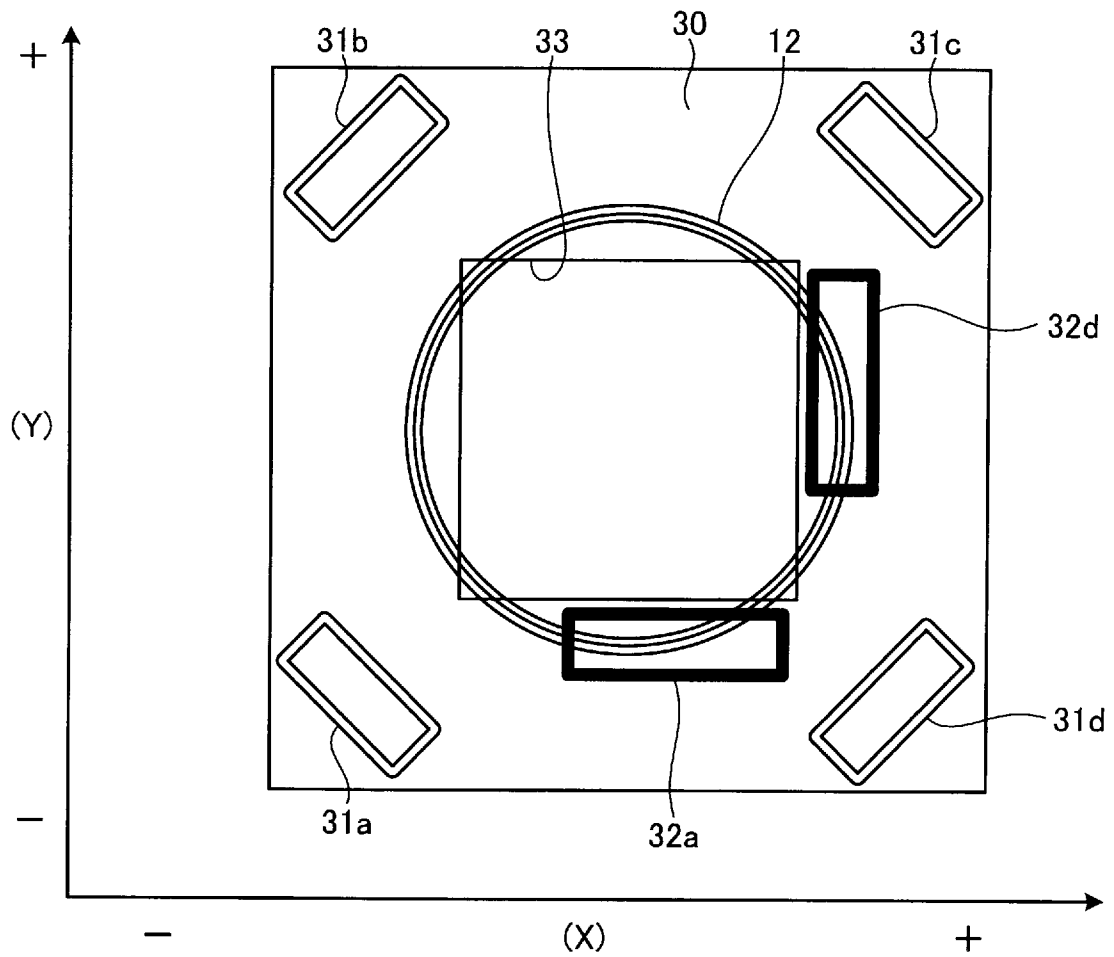
[図11B]



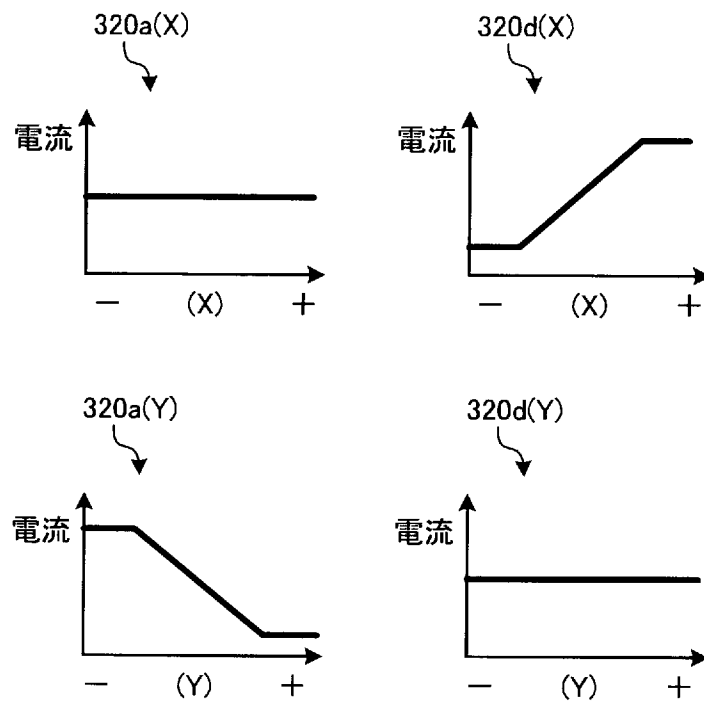
[図11C]



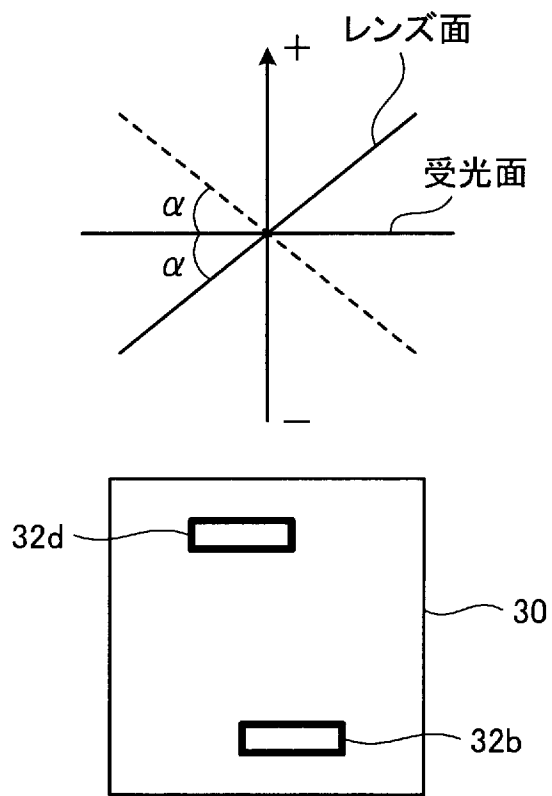
[図12A]



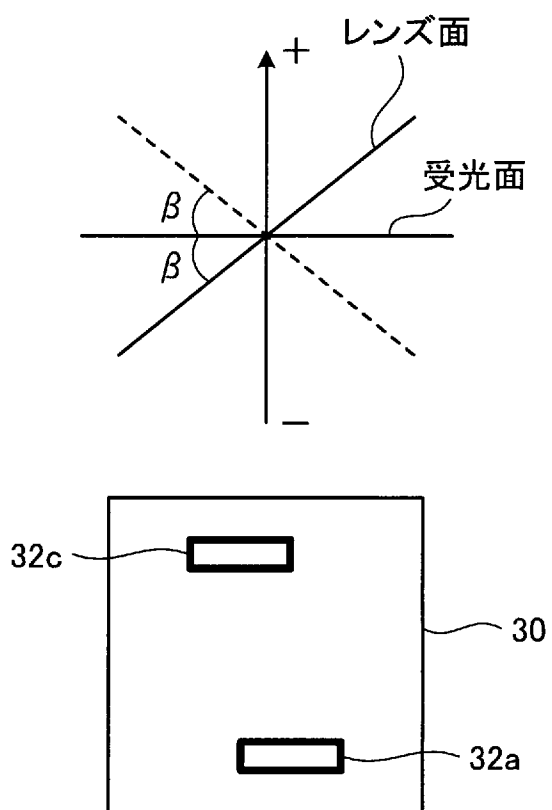
[図12B]



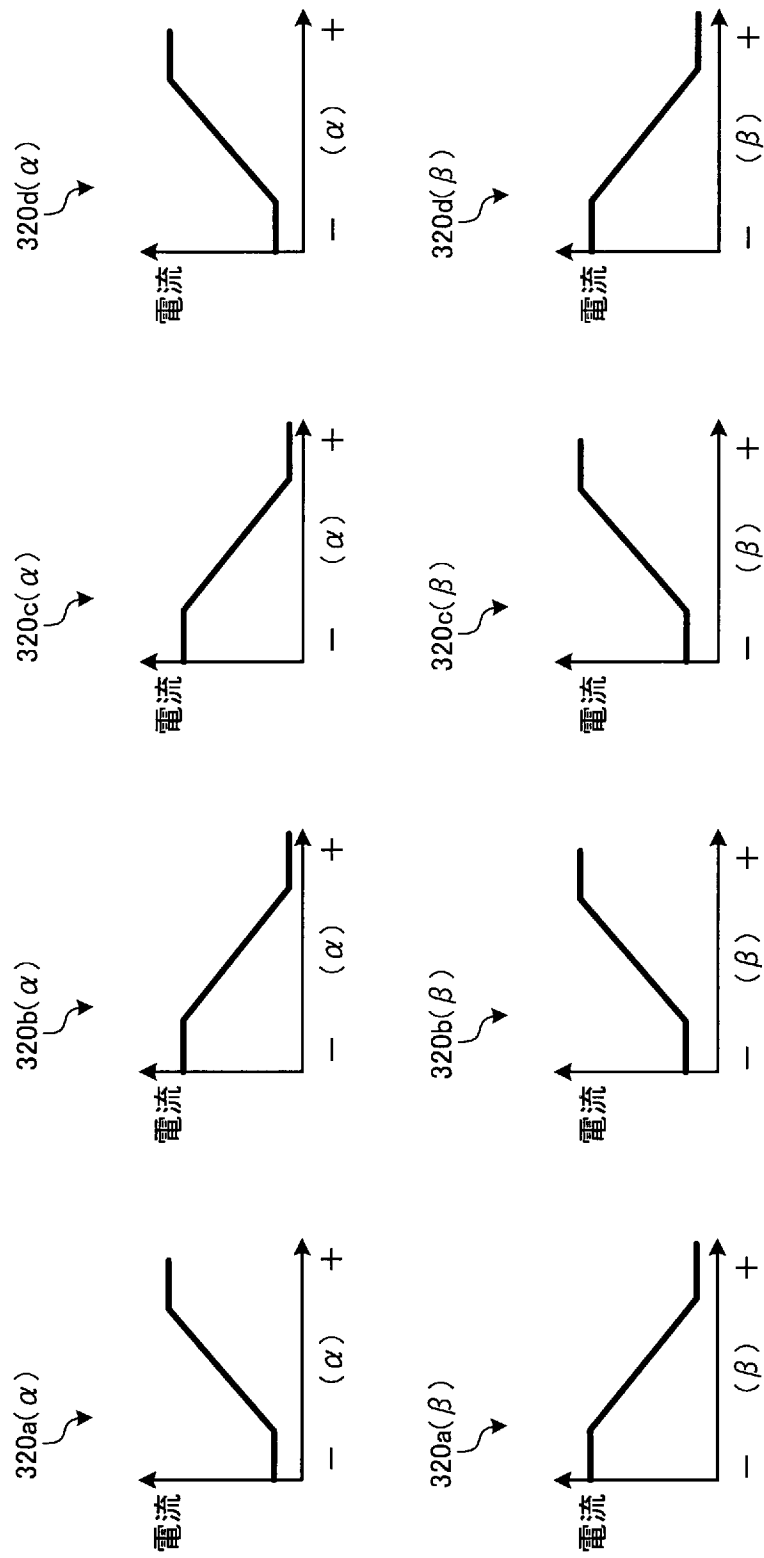
[図14A]



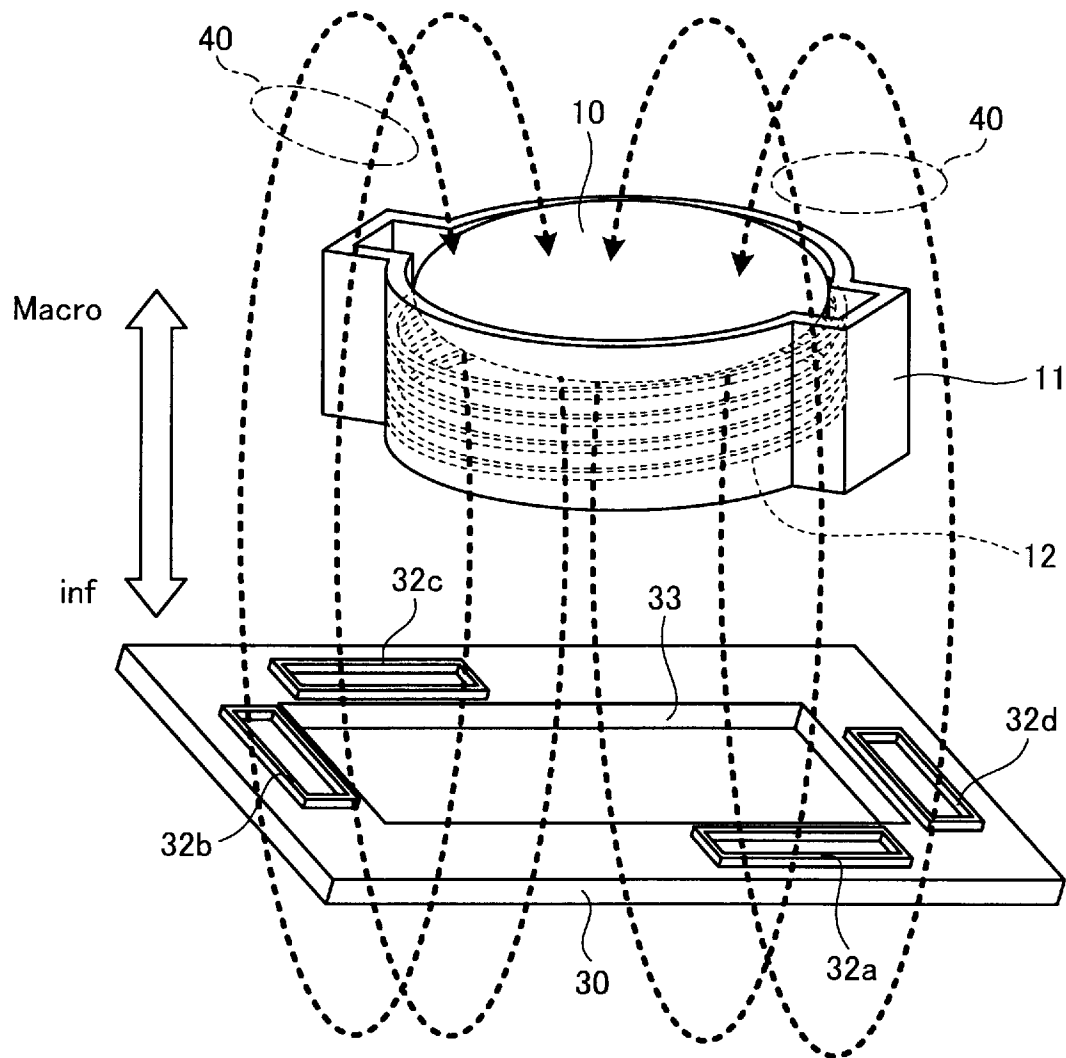
[図14B]



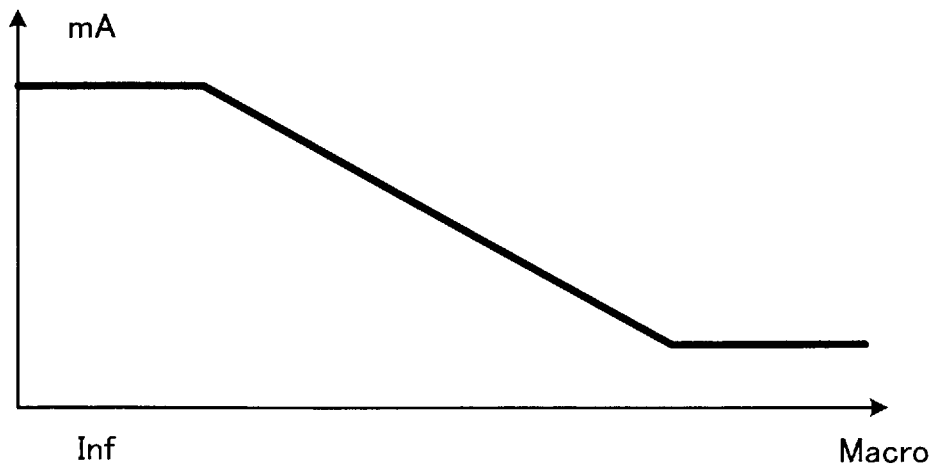
[図15]



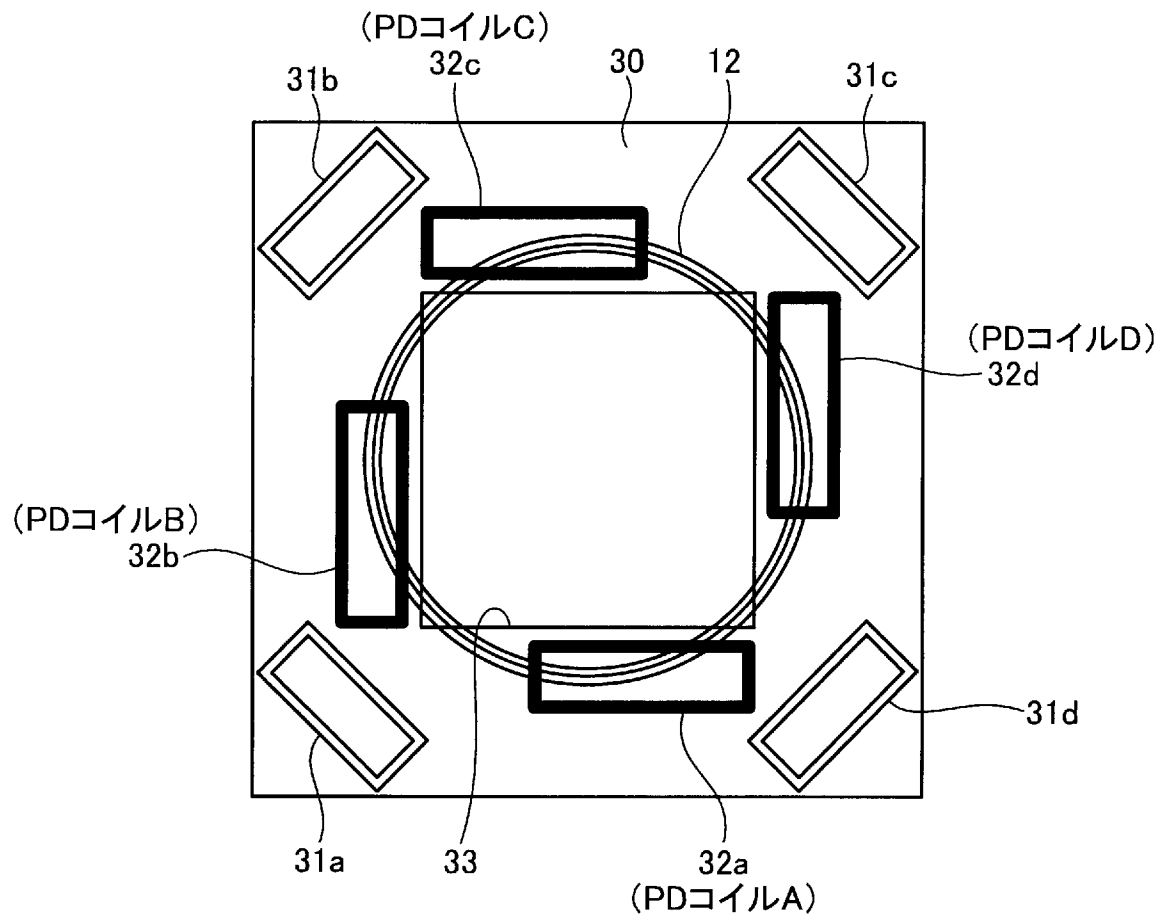
[図16]



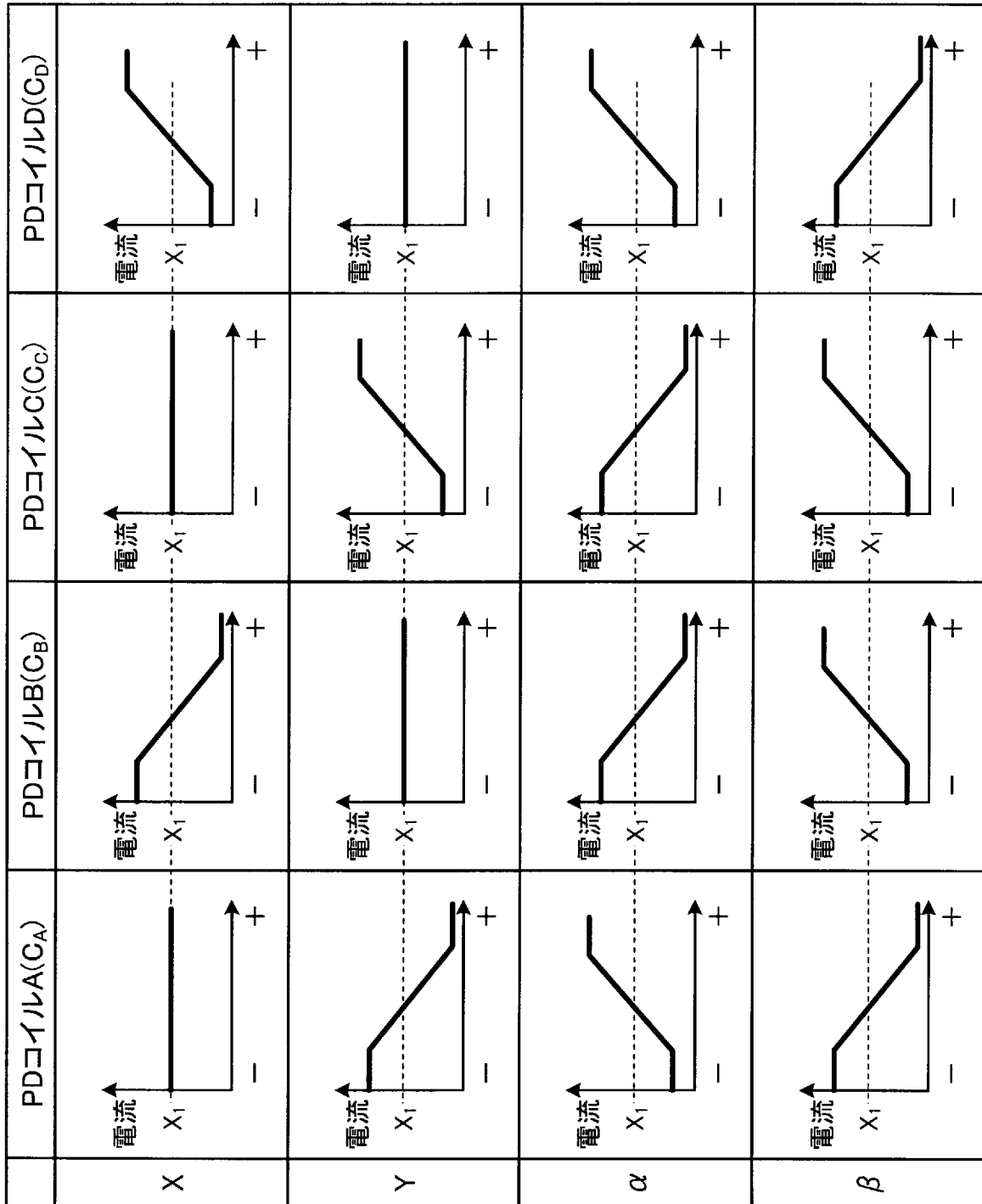
[図17]



[図18]



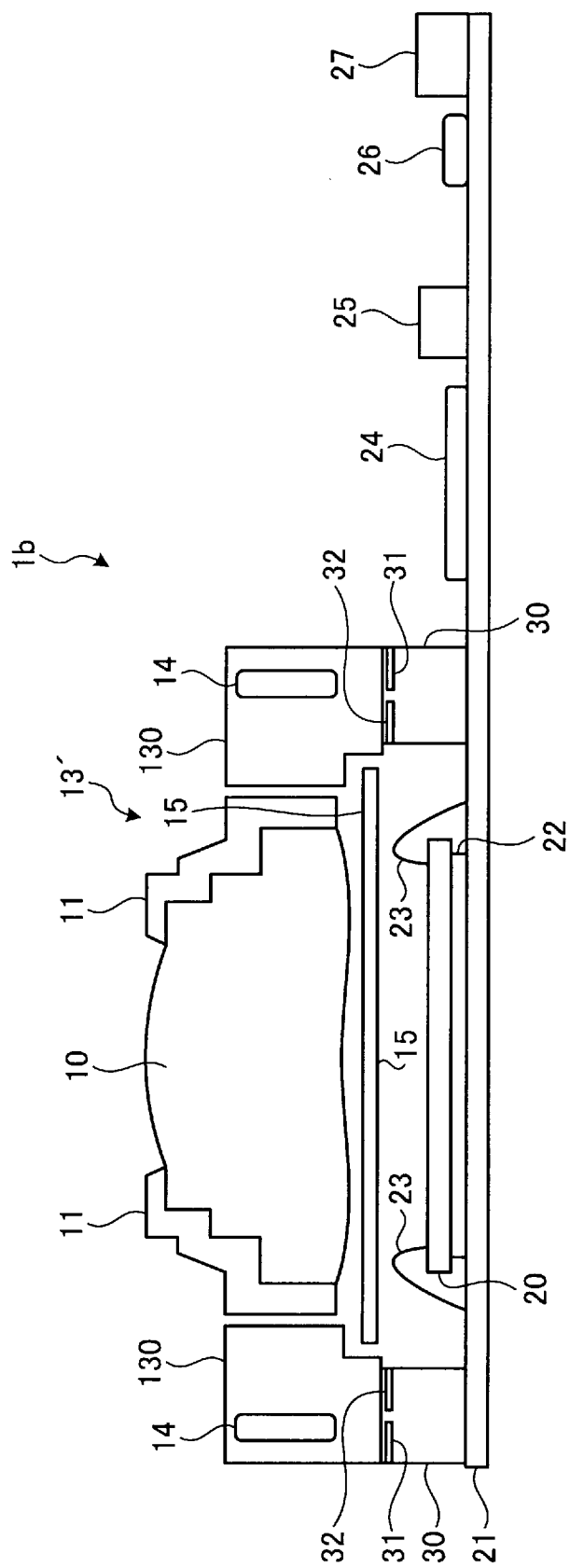
[図19]



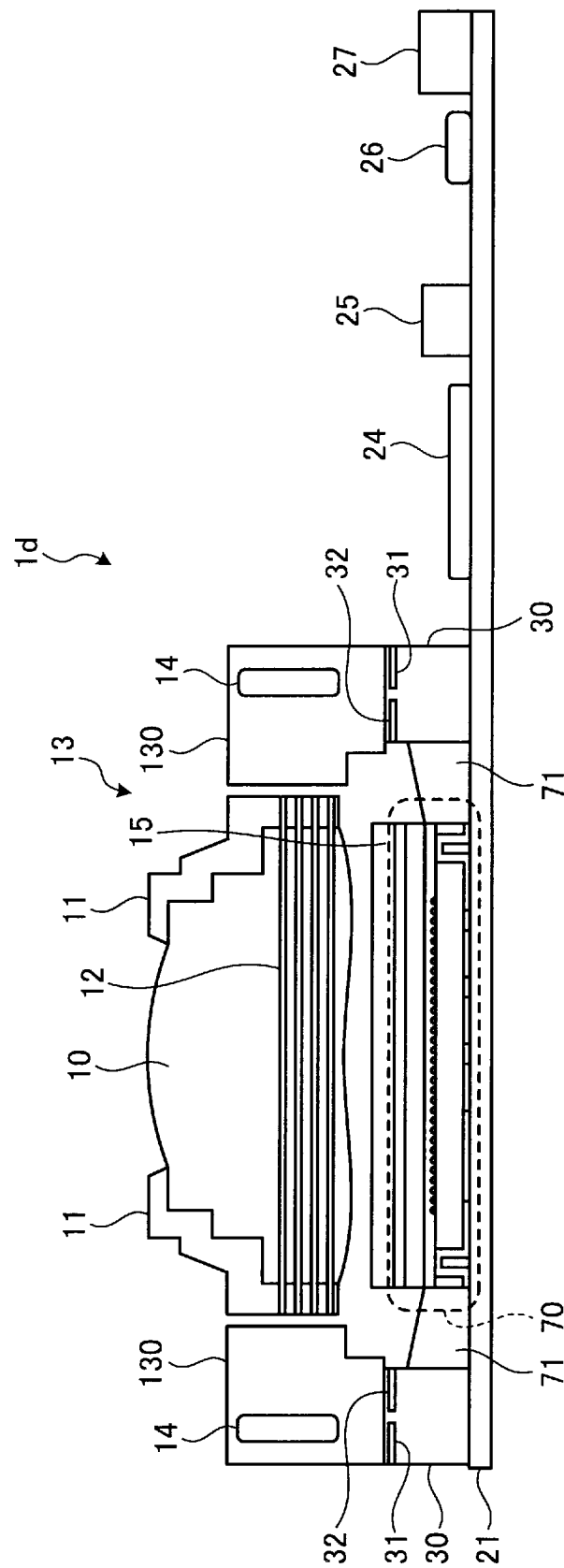
[図20]

項目	条件	算出式
X軸チルト	$(X_1 > C_A \wedge X_1 < C_B \wedge X_1 < C_C \wedge X_1 > C_D) \vee$ $(X_1 < C_A \wedge X_1 > C_B \wedge X_1 > C_C \wedge X_1 < C_D)$	$\{(C_A - X_1) + (X_1 - C_B) + (X_1 - C_C) + (C_D - X_1)\} \times X_2$
Y軸チルト	$(X_1 < C_A \wedge X_1 > C_B \wedge X_1 > C_C \wedge X_1 < C_D) \vee$ $(X_1 > C_A \wedge X_1 < C_B \wedge X_1 < C_C \wedge X_1 > C_D)$	$\{(X_1 - C_A) + (C_B - X_1) + (C_C - X_1) + (X_1 - C_D)\} \times X_3$
X軸方向移動量	(条件無し)	$\{(C_B - X_1) + (X_1 - C_D)\} \times X_4 - X_{\text{tilt}} \times X_5$
Y軸方向移動量	(条件無し)	$\{(C_A - X_1) + (X_1 - C_C)\} \times X_6 - Y_{\text{tilt}} \times X_7$
AF移動	(条件無し)	$(C_A + C_B + C_C + C_D) \times X_8$

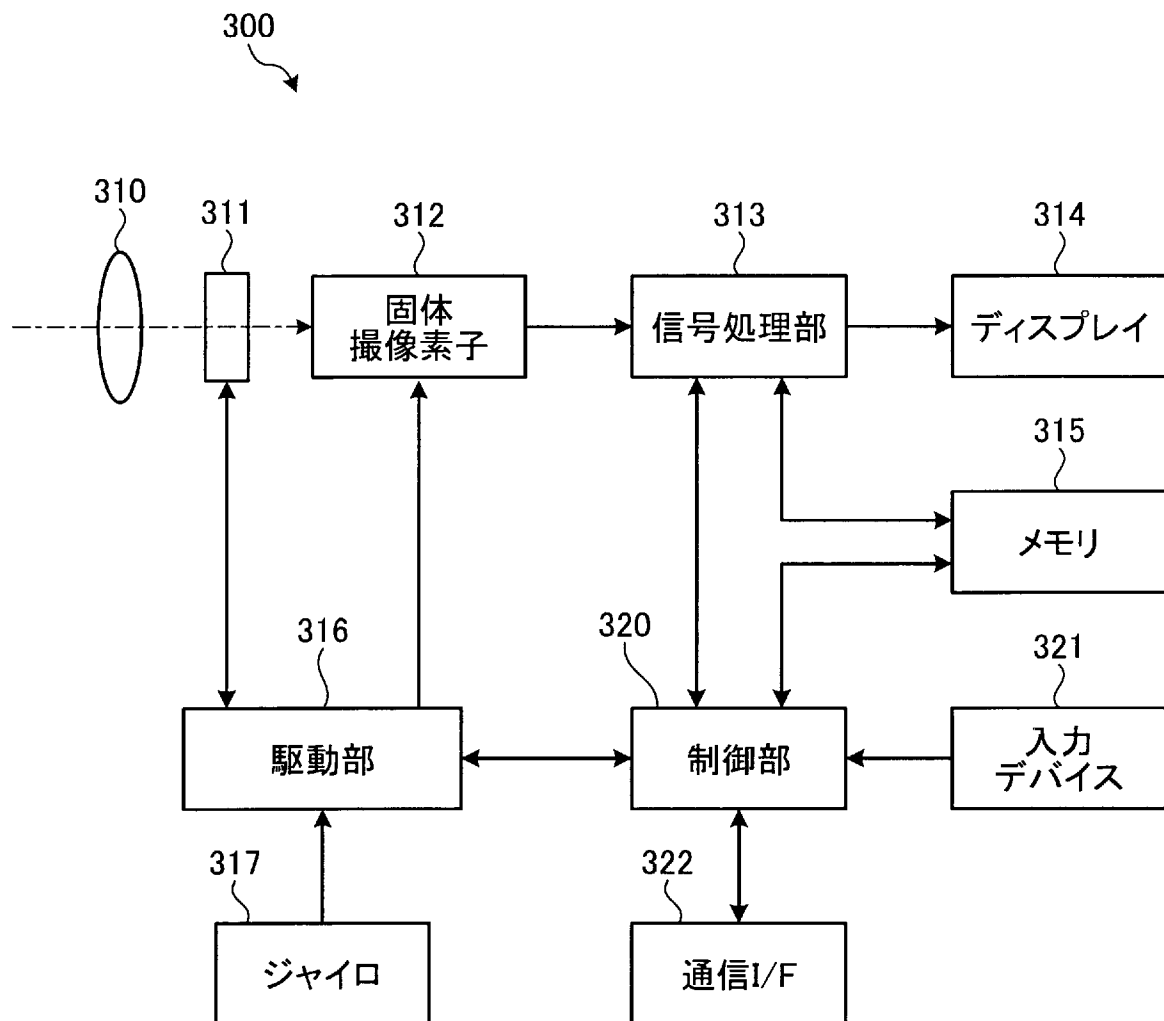
[図21]



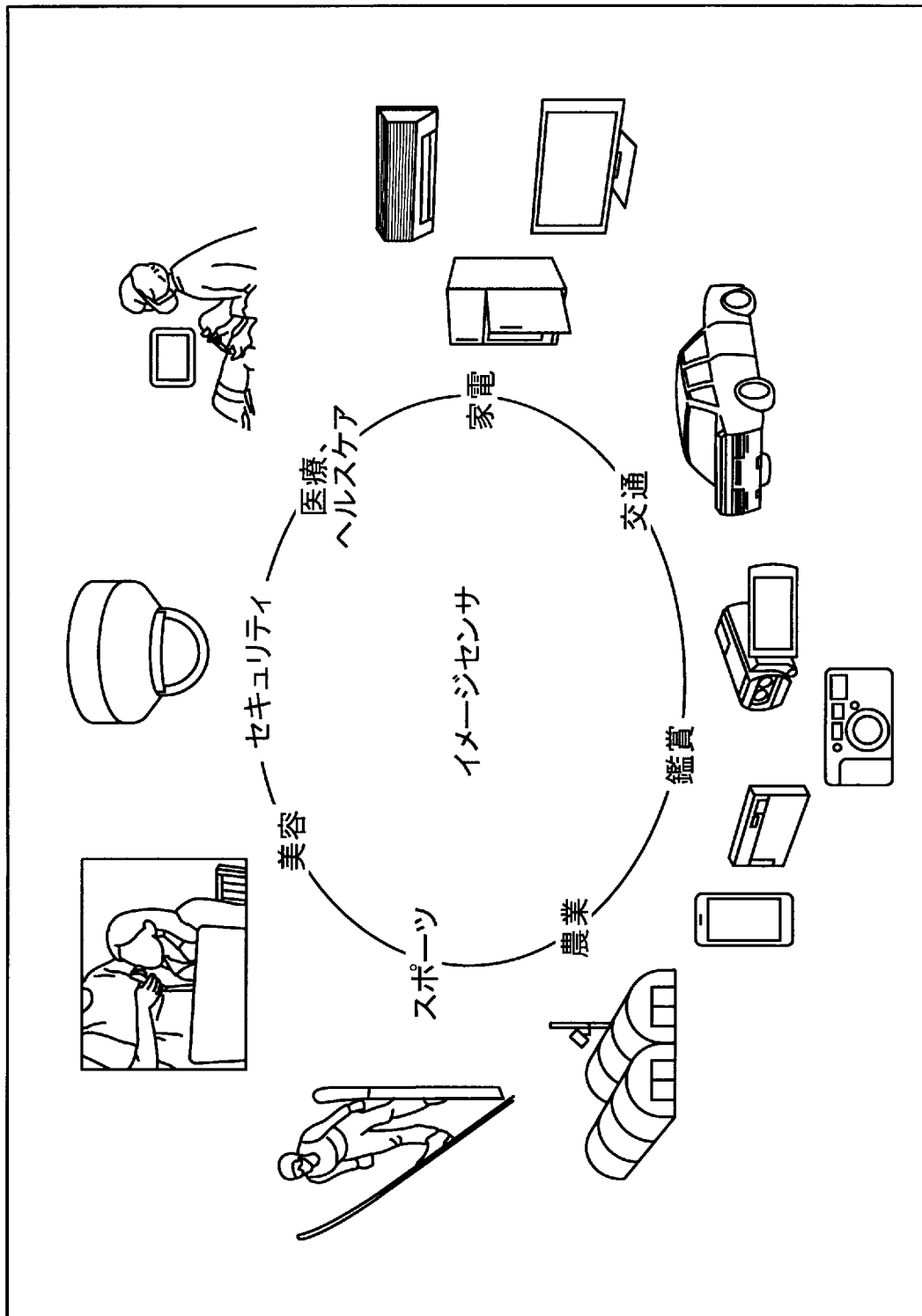
[図23]



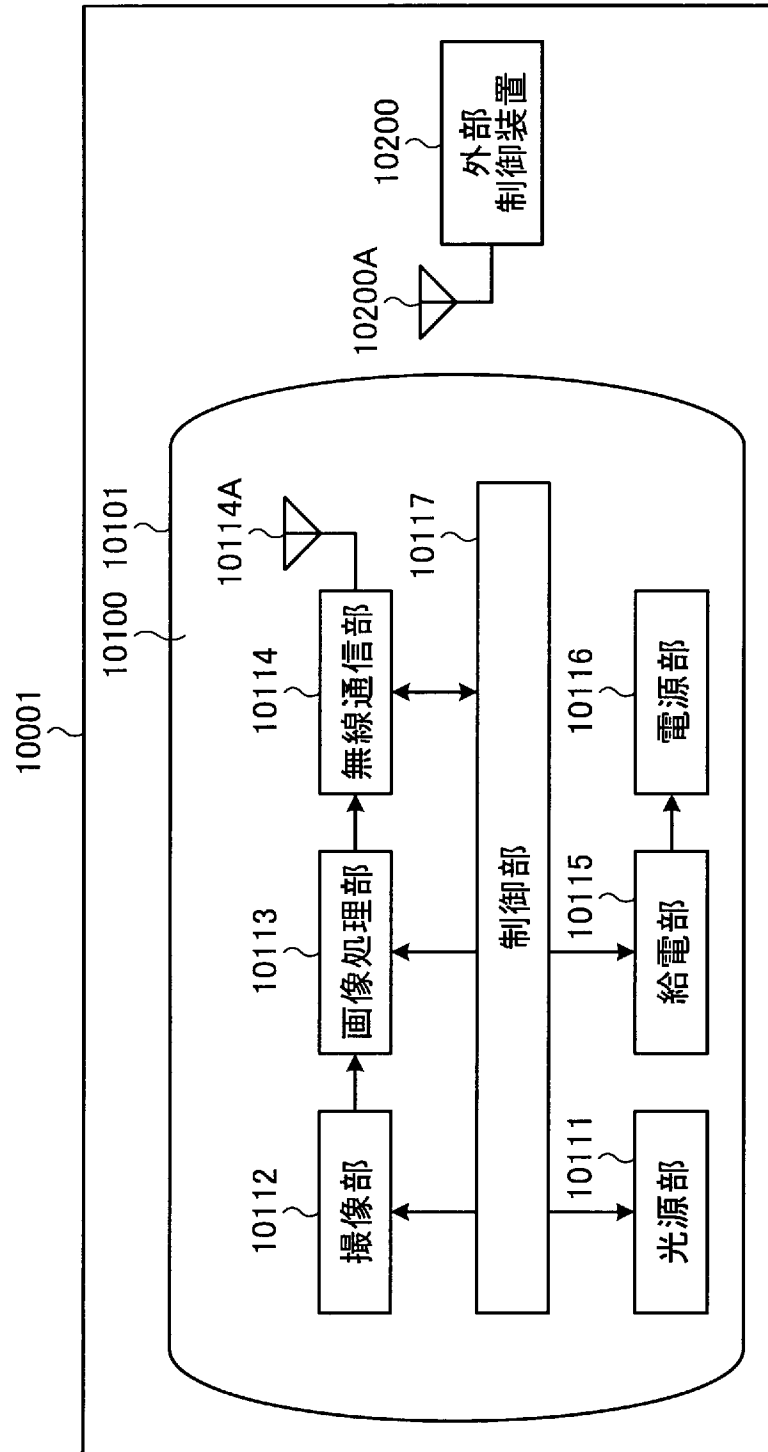
[図25]



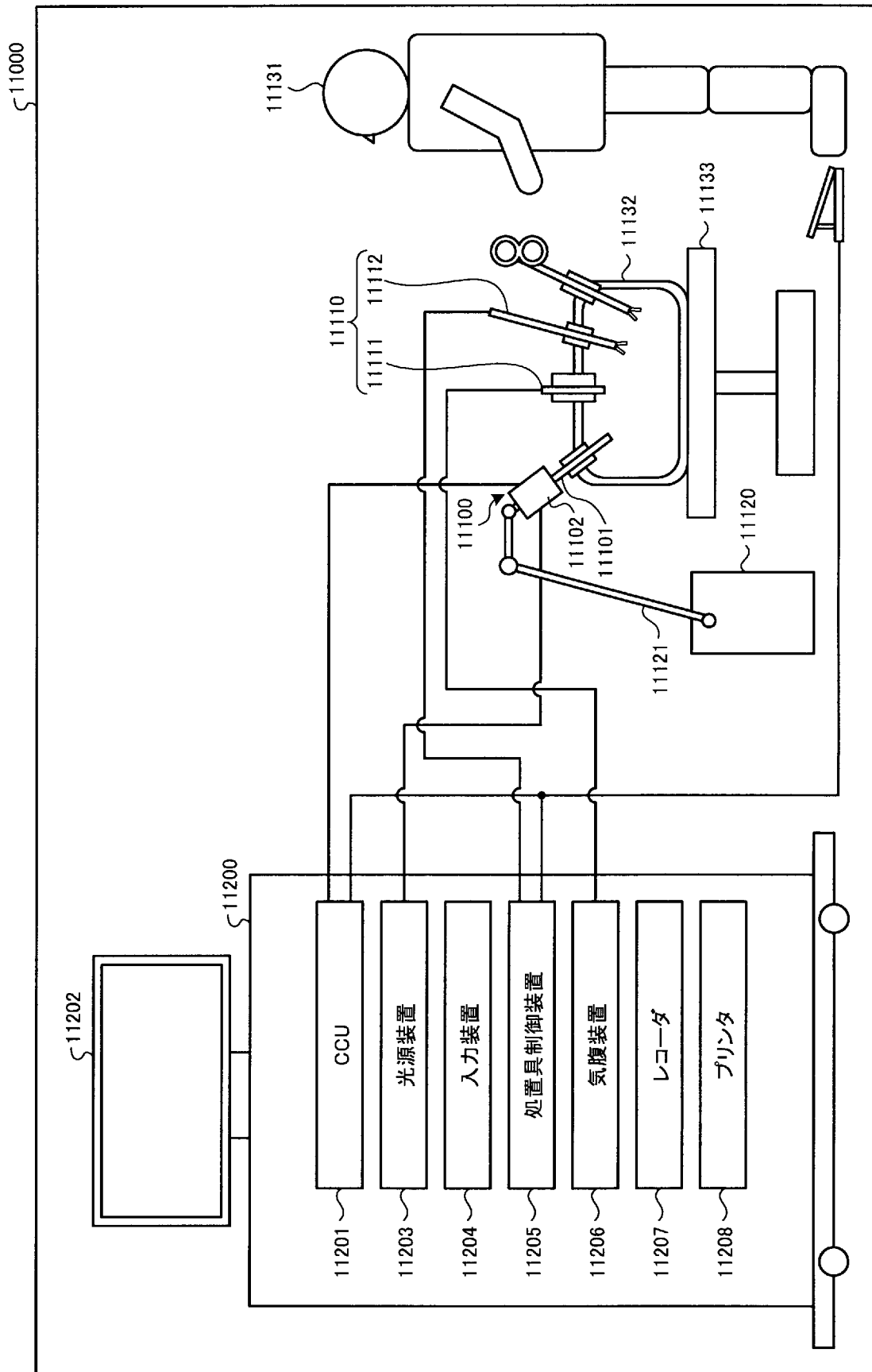
[図26]



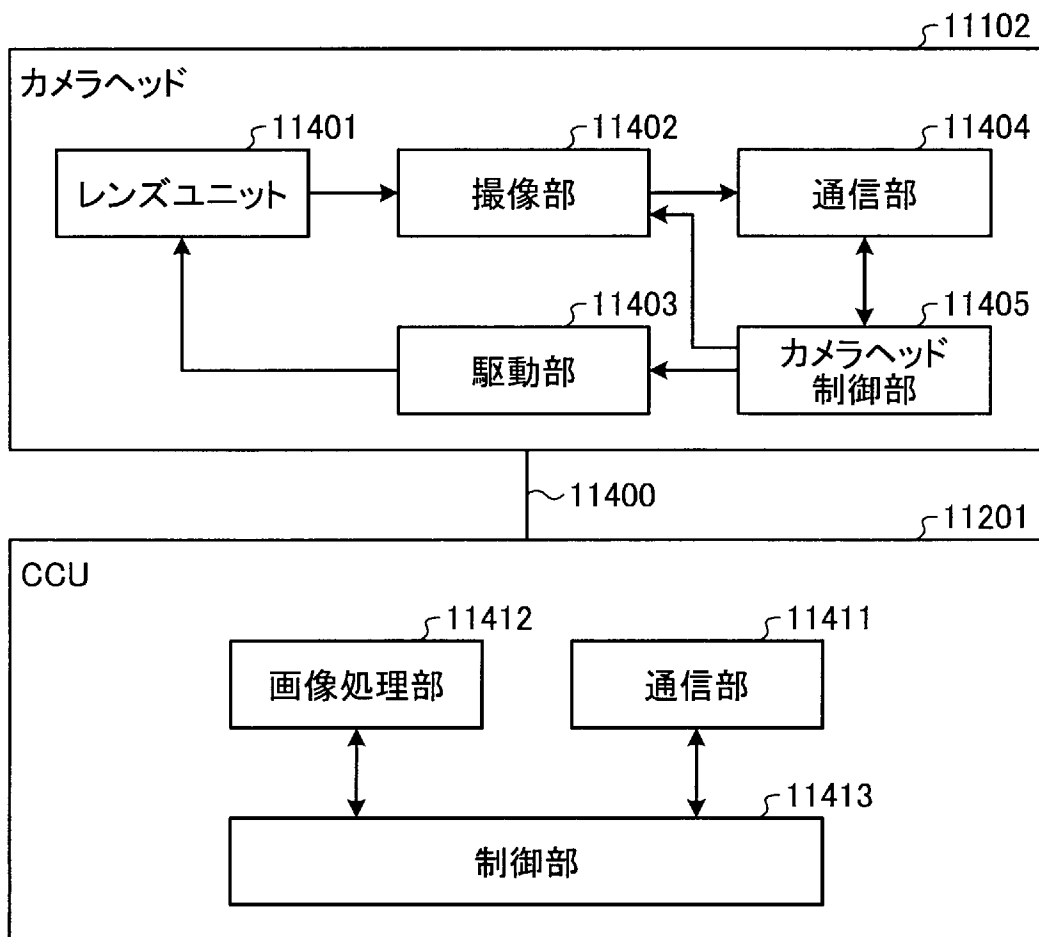
[図27]



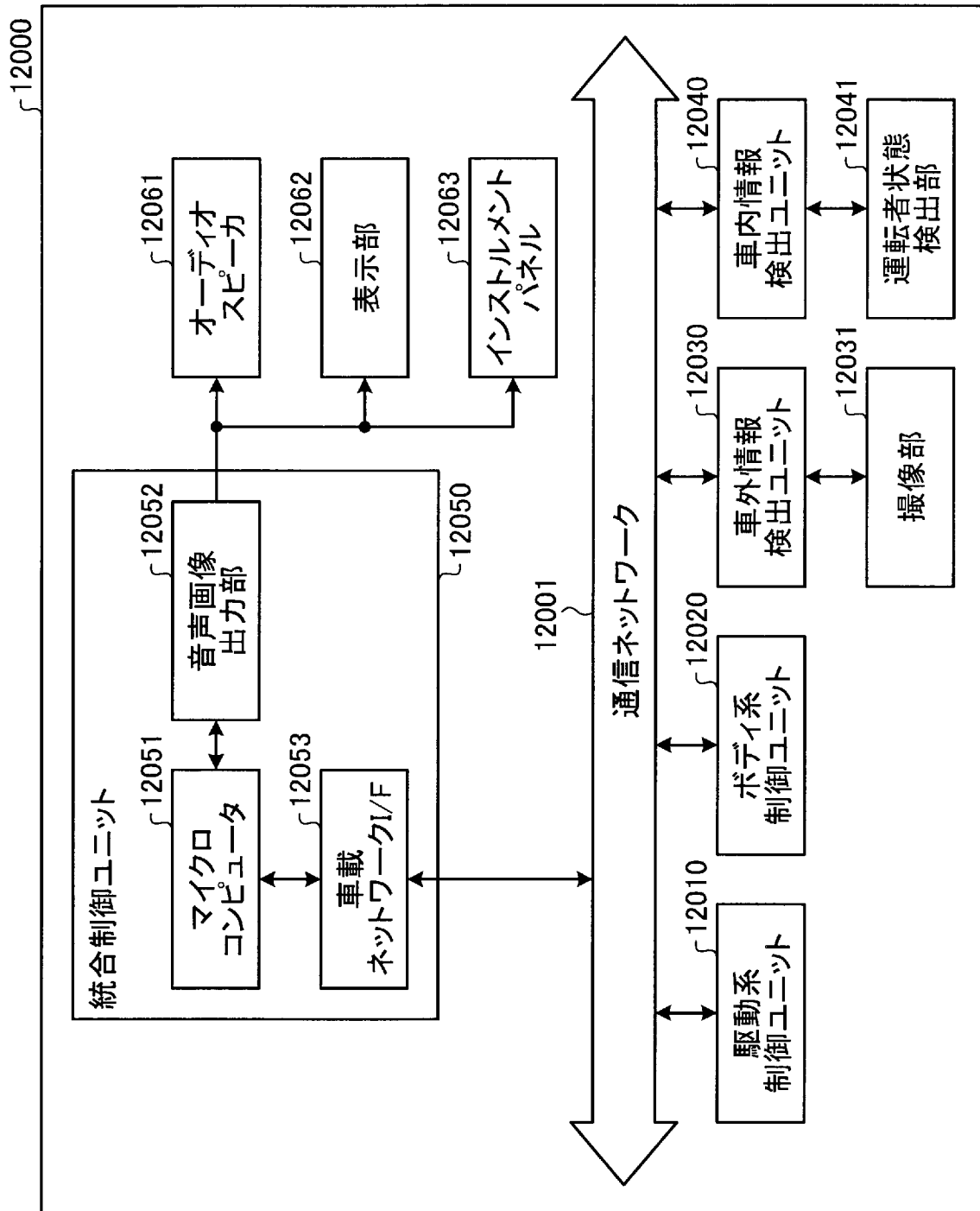
[図28]



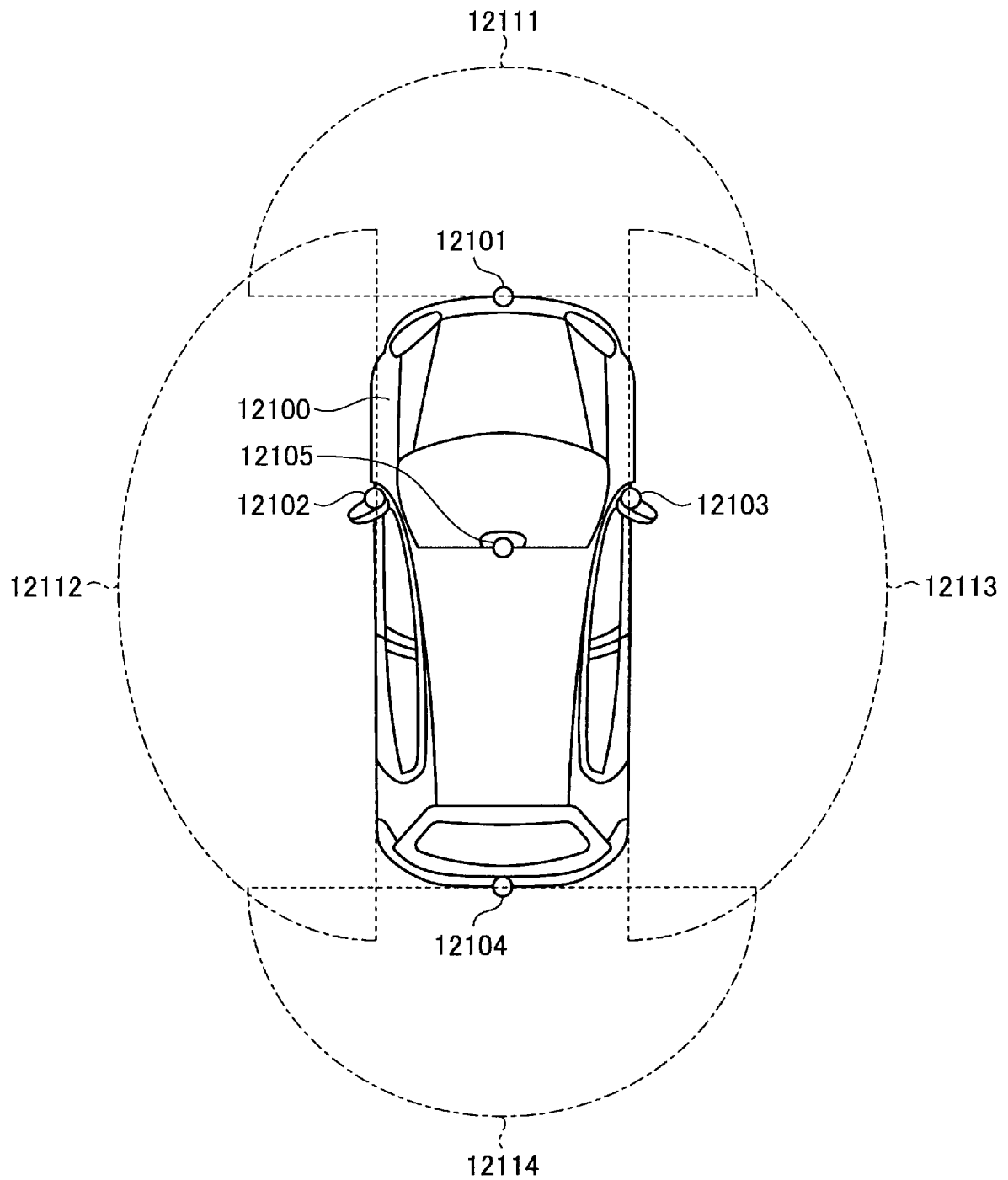
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G03B5/00(2006.01) i, G02B7/04(2006.01) i, G02B7/28(2006.01) i, G03B15/00(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G03B5/00, G02B7/04, G02B7/28, G03B15/00

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	1971-1919
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2018-77223 A (NEW SHICOH MOTOR CO., LTD.) 17 May 2018, paragraphs [0023]-[0027], [0035]-[0038], [0075]-[0093], fig. 6 & US 2018/0128649 A1, paragraphs [0027]-[0031], [0039]-[0042], [0075]-[0097], fig. 6 & CN 108061509 A	1-2 3-10
Y	JP 2006-178362 A (KYOCERA CORPORATION) 06 July 2006, paragraph [0018], fig. 1, 2 (Family: none)	3-10

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18.11.2019	Date of mailing of the international search report 03.12.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039444

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 4-6973 A (ASAHI OPTICAL CO., LTD.) 10 January 1992, page 2, lower left column, lines 13, 14, fig. 1 & US 6085024 A1, column 4, lines 4-9, fig. 1 & GB 2245406 A & GB 9108745 A0 & DE 4113547 A & FR 2661582 A	4-10
Y	JP 4-6974 A (ASAHI OPTICAL CO., LTD.) 10 January 1992, page 2, lower right column, lines 9, 10, fig. 1 & US 6085024 A1, column 4, lines 4-9, fig. 1 & GB 2245406 A & GB 9108745 A0 & DE 4113547 A & FR 2661582 A	4-10
A	JP 2005-316222 A (PENTAX CORPORATION) 10 November 2005, entire text, all drawings & US 2005/0244152 A1	1-10
A	JP 2005-292795 A (PENTAX CORPORATION) 20 October 2005, entire text, all drawings & US 2005/0195287 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B5/00(2006.01)i, G02B7/04(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B5/00, G02B7/04, G02B7/28, G03B15/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2018-77223 A（新思考電機有限公司）2018.05.17, 段落0023-0027、0035-0038、図6 & US 2018/0128649 A1 段落0027-0031、0039-0042、0075-0097、図6 & CN 108061509 A	1-2 3-10
Y	JP 2006-178362 A（京セラ株式会社）2006.07.06, 段落0018、図1-2（ファミリーなし）	3-10

☒ 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

18.11.2019

国際調査報告の発送日

03.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

高橋 雅明

2 V

4080

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 4-6973 A (旭光学工業株式会社) 1992. 01. 10, 第 2 頁左下欄 第 1 3 行目—第 1 4 行目、第 1 図 & US 6085024 A1 第 4 欄 第 4 行目—第 9 行目、第 1 図 & GB 2245406 A & GB 9108745 A0 & DE 4113547 A & FR 2661582 A	4 — 1 0
Y	JP 4-6974 A (旭光学工業株式会社) 1992. 01. 10, 第 2 頁右下欄 第 9 行目—第 1 0 行目、第 1 図 & US 6085024 A1 第 4 欄 第 4 行目—第 9 行目、第 1 図 & GB 2245406 A & GB 9108745 A0 & DE 4113547 A & FR 2661582 A	4 — 1 0
A	JP 2005-316222 A (ペンタックス株式会社) 2005. 11. 10, 全文、全図 & US 2005/0244152 A1	1 — 1 0
A	JP 2005-292795 A (ペンタックス株式会社) 2005. 10. 20, 全文、全図 & US 2005/0195287 A1	1 — 1 0