

(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
2014 年 11 月 27 日(27.11.2014)



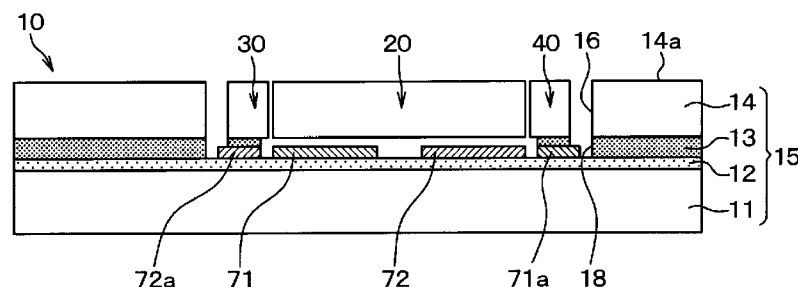
(10) 国際公開番号
WO 2014/188705 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 21/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
G01P 15/125 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002636
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 20 日(20.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-108259 2013 年 5 月 22 日(22.05.2013) JP
特願 2013-188181 2013 年 9 月 11 日(11.09.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 酒井 峰一(SAKAI, Minekazu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 杉本 圭正(SUGIMOTO, Kiyomasa); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CAPACITIVE PHYSICAL QUANTITY SENSOR

(54) 発明の名称: 容量式物理量センサ

[図2]



(57) Abstract: A capacitive physical quantity sensor is provided with a first substrate (14, 15), a movable electrode (24), a fixed electrode (31, 41), a second substrate (11, 201), a signal application unit (120, 130), a C-V conversion circuit (110), and an auxiliary electrode (71, 72). The auxiliary electrode is disposed on a portion of the second substrate that opposes the moveable electrode and opposes the displaceable area of the moveable electrode. By applying a prescribed electric potential to the auxiliary electrode during self-diagnosis, the signal application unit increases the density of the lines of electric force generated between the fixed electrode, which is directionally positioned so as to displace the moveable electrode, and the moveable electrode.

(57) 要約: 容量式物理量センサは、第 1 基板 (14、15) と、可動電極 (24) と、固定電極 (31、41) と、第 2 基板 (11、201) と、信号印加部 (120、130) と、C-V 変換回路 (110) と、補助電極 (71、72) とを備える。前記補助電極は、前記第 2 基板のうち前記可動電極と対向する部分から前記可動電極の変位可能領域と対向する部分に配置されている。前記信号印加部は、自己診断時に、前記補助電極に所定の電位を印加することにより、前記可動電極を変位させる方向に位置する前記固定電極と前記可動電極との間に生成される電気力線の密度を高くする。

WO 2014/188705 A1

明 細 書

発明の名称： 容量式物理量センサ

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2013年5月22日に出願された日本出願番号2013-108259号および2013年9月11日出願された日本出願番号2013-188181号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、容量式物理量センサに関する。

背景技術

[0003] 容量式物理量センサの一例として、特許文献1に自己診断を行うことができる加速度センサが開示されている。この加速度センサは、加速度の印加に応じて弾性的に変位する梁部に一体的に形成された可動電極と、この可動電極に対向配置された固定電極とを備えている。また、自己診断時において、可動電極と固定電極との間に静電気力を発生させて可動電極を変位させる自己診断用の診断信号を可動電極および固定電極に印加する信号印加部を備えている。

[0004] 上記のような加速度センサでは、200～400G程度の大きな加速度を検出する場合には、梁部の剛性を高くしたりして当該梁部を変位し難くしている。このため、大きな加速度を検出する加速度センサでは、自己診断時において、梁部の剛性が高くなることに伴って可動電極の変位量が小さくなるという問題がある。すなわち、自己診断に必要な出力が得難くなるという問題がある。

[0005] なお、上記では、加速度を検出する加速度センサを例に挙げて説明したが、可動電極および固定電極を備える角速度センサや圧力センサ等の容量式物理量センサにおいて梁部の剛性を高めた場合にも、可動電極が変位し難くなって同様の問題が発生する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本特開2000-81449号公報

発明の概要

[0007] 本開示は、検出範囲によらず、適切な自己診断を行うことができる容量式物理量センサを提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様に係る容量式物理量センサは、第一基板と、可動電極と、固定電極と、第2基板と、信号印加部と、C-V変換回路と、補助電極とを備える。前記可動電極は、前記第1基板の一面側に形成され、物理量が印加されることによって前記一面の面方向における所定方向に変位可能とされた梁部に一体的に形成される。前記固定電極は、前記第1基板の一面側に前記可動電極と対向する状態で形成される。前記第2基板は、前記第1基板と接合される。前記信号印加部は、自己診断時に、前記可動電極を変位させる自己診断用の診断信号を前記可動電極と前記固定電極との間に印加する。前記C-V変換回路は、前記診断信号が前記可動電極および前記固定電極に印加されているとき、前記可動電極と前記固定電極との間の容量の変化に応じた電圧を出力する。前記補助電極は、前記第2基板のうち、前記可動電極と対向する部分から前記可動電極の変位可能領域と対向する部分に配置されている。

[0009] 通常動作時では、前記容量式物理量センサは、前記固定電極と前記可動電極との間の容量の変化に応じた電圧を出力する。自己診断時には、前記信号印加部が前記補助電極に所定の電位を印加することにより、前記可動電極を変位させる方向に位置する前記固定電極と当該可動電極との間に生成される電気力線の密度を通常動作時における前記固定電極と前記可動電極との間に生成される電気力線の密度より高くする。

[0010] 前記容量式物理量センサでは、自己診断時において、前記可動電極を変位させる方向に位置する前記固定電極と前記可動電極との間に生成される静電気力を大きくでき、前記可動電極の変位を大きくできる。このため、前記容量式物理量センサは、適切な自己診断を行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0011] 本開示における上記あるいは他の目的、構成、利点は、下記の図面を参照しながら、以下の詳細説明から、より明白となる。図面において、
- [図1]図1は、本開示の第1実施形態における加速度センサのセンサ部の平面図である。
- [図2]図2は、図1中のII-II線に沿ったセンサ部の断面図である。
- [図3]図3は、図1中のIII-III線に沿ったセンサ部の断面図である。
- [図4]図4は、図1中のIV-IV線に沿ったセンサ部の断面図である。
- [図5]図5は、加速度センサの回路構成を示す図である。
- [図6]図6は、図1に示す加速度センサのタイミングチャートである。
- [図7A]図7Aは、図1に示す加速度センサの可動電極と第2固定電極との間に生成される電気力線を示す模式図である。
- [図7B]図7Bは、補助電極を備えない加速度センサの可動電極と固定電極との間に生成される電気力線を示す模式図である。
- [図8A]図8Aは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図8B]図8Bは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図8C]図8Cは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図8D]図8Dは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図8E]図8Eは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図8F]図8Fは、図1に示すセンサ部の製造工程の一部を示す断面図である。
- 。
- [図9]図9は、本開示の第2実施形態におけるセンサ部の平面図である。
- [図10]図10は、図9中のX-X線に沿ったセンサ部の断面図である。

[図11]図 1 1 は、図 9 に示す加速度センサのタイミングチャートである。

[図12A]図 1 2 A は、図 9 に示す加速度センサの可動電極と第 1 固定電極との間に生成される電気力線を示す模式図である。

[図12B]図 1 2 B は、図 9 に示す加速度センサの可動電極と第 2 固定電極との間に生成される電気力線を示す模式図である。

[図13]図 1 3 は、本開示の第 3 実施形態におけるセンサ部の平面図である。

[図14]図 1 4 は、図 1 3 中のXIV-XIV線に沿ったセンサ部およびキャップ部の断面図である。

[図15]図 1 5 は、本開示の第 4 実施形態におけるセンサ部の平面図である。

[図16]図 1 6 は、図 1 5 中のXVI-XVI線に沿ったセンサ部およびキャップ部の断面図である。

[図17]図 1 7 は、本開示の第 5 実施形態におけるセンサ部およびキャップ部の断面図である。

[図18]図 1 8 は、本開示の第 6 実施形態におけるセンサ部およびキャップ部の断面図である。

[図19]図 1 9 は、本開示の第 7 実施形態におけるセンサ部の平面図である。

[図20]図 2 0 は、図 1 9 中のXX-XX線に沿ったセンサ部およびキャップ部の断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

[0013] (第 1 実施形態)

本開示の第 1 実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態では、容量式物理量センサとして、加速度に応じて容量が変化する容量式の加速度センサを例に挙げて説明する。

[0014] 図 1 ～図 4 に示されるように、加速度センサは、支持基板 1 1 上に第 1、第 2 絶縁膜 1 2、1 3 を介して半導体層 1 4 が配置された基板 1 5 を用いて

構成されるセンサ部 10 を備えている。

[0015] なお、本実施形態では、半導体層 14 が第 1 基板に相当し、支持基板 11 が第 2 基板に相当している。また、支持基板 11 は、例えば、シリコン基板等が用いられ、第 1、第 2 絶縁膜 12、13 は SiO_2 や SiN 等が用いられ、半導体層 14 はポリシリコン等が用いられる。

[0016] 半導体層 14 には、一面 14a 側に第 1 溝部 16 によって可動部 20 および第 1、第 2 固定部 30、40 が区画形成されていると共に、第 2 溝部 17 によって接続部 51～53 が区画形成されている。また、半導体層 14 のうち、第 1、第 2 溝部 16、17 で区画されていない部分は、周辺部 60 とされている。なお、半導体層 14 の一面 14a とは、半導体層 14 のうちの第 2 絶縁膜 13 側と反対側の面のことであり、当該半導体層 14 の一面 14a が第 1 基板の一面に相当している。

[0017] 可動部 20 は、矩形状の錘部 21 における長手方向の両端が梁部 22 を介してアンカー部 23a、23b に一体に連結した構成とされている。

[0018] なお、アンカー部 23a、23b は、第 1 溝部 16 内において、第 1、第 2 絶縁膜 12、13 を介して支持基板 11 に支持されている。また、第 2 絶縁膜 13 のうち可動部 20 と対向する部分および後述する第 1、第 2 固定電極 31、41 と対向する部分は除去されて開口部 18 とされており、可動部 20 および第 1、第 2 固定電極 31、41 は支持基板 11 から浮遊した状態となっている。

[0019] 梁部 22 は、平行な 2 本の梁がその両端で連結された矩形枠状とされており、2 本の梁の長手方向と直交する方向に変位するバネ機能を有している。具体的には、梁部 22 は、錘部 21 の長手方向の成分を含む加速度を受けたとき、錘部 21 を長手方向へ変位させると共に、加速度の消失に応じて元の状態に復元させるようになっている。したがって、このような梁部 22 を介して支持基板 11 に連結された錘部 21 は、加速度の印加に応じて梁部 22 の変位方向（錘部 21 の長手方向）へ変位可能となっている。

[0020] また、可動部 20 は、錘部 21 の長手方向と直交した方向に、錘部 21 の

両側面から互いに反対方向へ一体的に突出形成された複数個の可動電極 2 4 を備えている。図 1 では、可動電極 2 4 は、錘部 2 1 の左側および右側にそれぞれ 4 個ずつ突出して形成されており、開口部 1 8 に臨んだ状態となっている。また、各可動電極 2 4 は、錘部 2 1 および梁部 2 2 と一体的に形成されており、梁部 2 2 が変位することによって錘部 2 1 と共に錘部 2 1 の長手方向に変位可能となっている。

[0021] そして、可動部 2 0 は、可動部用配線 2 5 を介して接続部 5 1 と接続されている。具体的には、可動部用配線 2 5 は、第 1 絶縁膜 1 2 のうちアンカー部 2 3 a の直下に位置する部分から接続部 5 1 の直下に位置する部分まで延設された平面矩形状とされている。そして、アンカー部 2 3 a（可動部 2 0）および接続部 5 1 は、第 2 絶縁膜 1 3 に形成されたコンタクトホール 1 3 a を介して可動部用配線 2 5 と接続されている。

[0022] 第 1、第 2 固定部 3 0、4 0 は、第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 が第 1、第 2 絶縁膜 1 2、1 3 を介して支持基板 1 1 に支持された第 1、第 2 配線部 3 2、4 2 に備えられた構成とされている。具体的には、第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 は、可動電極 2 4 の側面と所定の検出間隔を有し、可動電極 2 4 における櫛歯の隙間に噛み合うように櫛歯状に第 1、第 2 配線部 3 2、4 2 に支持され、開口部 1 8 に臨んだ状態となっている。さらに、詳述すると、1 つの可動電極 2 4 とこの可動電極 2 4 を挟んで隣接する 2 つの第 1 固定電極 3 1 は、一方の第 1 固定電極 3 1 と当該可動電極 2 4 との間隔が他方の第 1 固定電極 3 1 と当該可動電極 2 4 との間隔より短くされている。同様に、1 つの可動電極 2 4 とこの可動電極 2 4 を挟んで隣接する 2 つの第 2 固定電極 4 1 は、一方の第 2 固定電極 4 1 と当該可動電極 2 4 との間隔が他方の第 2 固定電極 4 1 と当該可動電極 2 4 との間隔より短くされている。また、第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 は、錘部 2 1 の長手方向（図 1 中紙面上下方向）において、可動電極 2 4 との間隔が短くなる側が反対とされている。

[0023] そして、第 1、第 2 固定部 3 0、4 0 は、錘部 2 1 を挟むように配置されている。図 1 では、第 1 固定部 3 0 が可動部 2 0 に対して紙面左側に配置さ

れ、第2固定部40が可動部20に対して紙面右側に配置されている。

[0024] また、第1絶縁膜12のうち第2絶縁膜13が除去された部分であって、可動電極24の変位可能領域には、第1補助電極71または第2補助電極72が形成されている。本実施形態では、第1補助電極71は第1固定電極31と対向する可動電極24の変位可能領域と対向するように形成され、第2補助電極72は第2固定電極41と対向する可動電極24の変位可能領域と対向するように形成されている。

[0025] そして、第1、第2補助電極71、72は、第1絶縁膜12上に形成された第1、第2補助電極用配線71a、72aを介して接続部52、53と接続されている。具体的には、第1補助電極用配線71aは、第1補助電極71と一体的に形成され、第2配線部42と対向する部分を通して接続部53の直下まで延設されている。また、第2補助電極用配線72aは、第2補助電極72と一体的に形成され、第1配線部32と対向する部分を通して接続部52の直下まで形成されている。

[0026] そして、接続部52、53は、それぞれ第2絶縁膜13に形成されたコンタクトホール13aを介して第1、第2補助電極用配線71a、72aと接続されている。同様に、第1、第2配線部32、42は、それぞれ第2絶縁膜13に形成されたコンタクトホール13aを介して第1、第2補助電極用配線71a、72aと接続されている。つまり、本実施形態では、第1固定電極31と第2補助電極72が同電位となり、第2固定電極41と第1補助電極71とが同電位となる。

[0027] また、半導体層14のうち接続部51～53および周辺部60には、パッド81～84が形成されている。そして、パッド81～84を介して後述する回路部100とワイヤ等を介して電氣的に接続されるようになっている。なお、周辺部60に形成されたパッド84は、周辺部60の電位を固定するために回路部100から所定の電位が印加されるものである。

[0028] このようなセンサ部10では、上記のように、可動電極24における櫛歯の隙間に噛み合うように櫛歯状に第1、第2固定電極31、41が形成され

ている。そして、図 1 中にコンデンサ記号で示す様に、可動電極 24 と当該可動電極 24 との間隔が短い第 1 固定電極 31 との間に容量 $C S 1$ が構成され、可動電極 24 と当該可動電極 24 との間隔が短い第 2 固定電極 41 との間に容量 $C S 2$ が構成される。

[0029] 次に、加速度センサの回路構成について図 5 を参照しつつ説明する。図 5 に示されるように、センサ部 10 は、 $C-V$ 変換回路（スイッチドキャパシタ回路）110、スイッチ回路 120、制御回路 130 を有する回路部 100 と接続されている。 $C-V$ 変換回路 110 は、可動電極 24 と第 1、第 2 固定電極 31、41 との間の容量 $C S 1$ 、 $C S 2$ を電圧に変換して出力するものであり、演算増幅器 111、スイッチ 112、コンデンサ 113 から構成されている。

[0030] 具体的には、演算増幅器 111 は、反転入力端子が可動電極 24 に接続されていると共に、反転入力端子と出力端子との間にスイッチ 112 およびコンデンサ 113 が並列に接続されている。また、演算増幅器 111 は、非反転入力端子にスイッチ回路 120 を介して $V_{cc}/2$ の電圧（電位）または V_{cc} の電圧（電位）のいずれかが入力されるようになっている。

[0031] スwitch回路 120 は、 $C-V$ 変換回路 110 における演算増幅器 111 の非反転入力端子に図示しないそれぞれの電圧源からの $V_{cc}/2$ の電圧または V_{cc} の電圧のいずれかを入力するものであり、スイッチ 121 とスイッチ 122 から構成されている。そして、スイッチ 121 とスイッチ 122 は、一方が閉じているときに他方が開くようになっている。

[0032] また、制御回路 130 は、一定振幅 V で周期的に変化する搬送波 $P 1$ を第 1 固定電極 31 へ入力すると共に、搬送波 $P 1$ と位相が 180° ずれ、かつ同一振幅 V である搬送波 $P 2$ を第 2 固定電極 41 へ入力する。また、制御回路 130 は、上記スイッチ 112、121、122 の開閉を所定のタイミングで制御する図示しない制御信号を出力する。

[0033] なお、本実施形態では、スイッチ回路 120 および制御回路 130 にて信号印加部が構成されている。

- [0034] 続いて、上記加速度センサの作動について説明する。まず、加速度センサの通常作動時の作動について説明する。
- [0035] 図6に示されるように、制御回路130から出力される搬送波P1（例えば、周波数100kHz、振幅0～Vcc）は、期間 $\phi 1$ を1周期（例えば10 μ s）としてハイレベルとローレベルが変化する一定振幅の矩形波信号となっている。また、搬送波P2は、搬送波P1に対して電圧レベルが反転した矩形波信号となっている。
- [0036] そして、通常動作時では、上記の各搬送波P1、P2が第1、第2固定電極31、41へ印加されているとき、スイッチ回路120におけるスイッチ121は閉、スイッチ122は開になっている。つまり、演算増幅器111の非反転入力端子にVcc/2の電圧が印加されることにより、可動電極24にV/2ccの一定電圧（電位）が印加される。また、周辺部60には、可動電極24と同様に、制御回路130からVcc/2の一定電圧（電位）が印加される。
- [0037] なお、通常動作時において特に影響を及ぼすものではないが、第1補助電極71には第2固定電極41と同様に搬送波P2が印加され、第2補助電極72には第1固定電極31と同様に搬送波P1が印加される。
- [0038] この状態において加速度が印加されていない場合には、可動電極24と第1固定電極31との間の電位差および可動電極24と第2固定電極41との間の電位差は、共にVcc/2となる。つまり、可動電極24と第1固定電極31との間の静電気力、および可動電極24と第2固定電極41との間の静電気力が略等しく釣り合っている。
- [0039] また、通常動作時では、C-V変換回路110において、スイッチ112は図6に示すタイミングで開閉される。そして、スイッチ112が閉（図6中ON）のとき（期間 $\phi 2$ ）、コンデンサ113がリセットされる。一方、スイッチ112が開（図6中OFF）のとき、加速度の検出が行われる。つまり、期間 $\phi 1$ のうち期間 $\phi 2$ 以外の期間が加速度を検出する期間となる。この検出期間において、C-V変換回路110からの出力電圧Voutは、

次の数式 1 で示される。

[0040] (数 1) $V_{out} = (C_{S1} - C_{S2}) \cdot V_x / C_f$

なお、 V_x は第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 の間の電圧であり、 C_f はコンデンサ 1 1 3 の容量である。

[0041] そして、この状態で加速度が印加されると、容量 C_{S1} 、 C_{S2} のバランスが変化する。このため、上記数式 1 に基づき、容量差 ($C_{S1} - C_{S2}$) に応じた電圧が出力 V_{out} にバイアスとして加わった形で出力される。

[0042] 次に、加速度センサの自己診断時の作動について説明する。

[0043] 自己診断時では、上記制御回路 1 3 0 により、図 6 に示されるように、一定振幅 V の矩形波信号である搬送波 P_1 、 P_2 が第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 に印加される。また、第 1 補助電極 7 1 には第 2 固定電極 4 1 と同様に搬送波 P_2 が印加され、第 2 補助電極 7 2 には第 1 固定電極 3 1 と同様に搬送波 P_1 が印加される。

[0044] なお、期間 ϕ_3 (例えば $100 \mu s$) において、搬送波 P_1 と搬送波 P_2 とは、互いに電圧レベルが反転した一定電圧信号 (例えば、搬送波 P_1 が V_{cc} 、搬送波 P_2 が $0V$) となっている。

[0045] また、この期間 ϕ_3 では、スイッチ回路 1 2 0 においてスイッチ 1 2 1 は開、スイッチ 1 2 2 は閉になっている。そのため、演算増幅器 1 1 1 の非反転入力端子には、 V_{cc} の電圧 (電位) が印加され、可動電極 2 4 にはこの V_{cc} の電圧 (電位) が印加される。

[0046] そして、可動電極 2 4 に V_{cc} の電圧が印加されると、上記通常動作時における静電気力の釣り合いが崩れ、可動電極 2 4 は第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 との間の電位差が大きい方の固定電極へ引き寄せられる。

[0047] 例えば、図 6 に示す ϕ_3 の期間では、第 1 固定電極 3 1 に V_{cc} の電圧 (電位) が印加され、第 2 固定電極 4 1 に $0V$ の電圧 (電位) が印加されている。このため、可動電極 2 4 は、電位差が大きい第 2 固定電極 4 1 の方へ引き寄せられるように梁部 2 2 が撓むことにより、梁部 2 2 と一体的に第 2 固定電極 4 1 側に変位する。

[0048] なお、ここでの第2固定電極41側とは、可動電極24と容量CS2を構成する第2固定電極41側のことである。つまり、可動電極24が第2固定電極41側に変位するとは、図1中では、可動電極24が紙面下側に変位することを意味している。

[0049] このとき、上記のように、第2補助電極72には、第1固定電極31と同様のVccの電圧（電位）が印加されている。このため、図7Aに示されるように、第2補助電極72から第2固定電極41に向かう電気力線が生成される。したがって、補助電極を備えない加速度センサ（図7B）と比較して、可動電極24から第2固定電極41に向かう電気力線のうち第2補助電極72側の電気力線は、第2補助電極72から第2固定電極41に向かう電気力線によって密度が高くなる。つまり、可動電極24と第2固定電極41との間の静電気力が大きくなり、可動電極24の変位が大きくなる。

[0050] なお、図7Aおよび図7B中では、可動電極24に印加される電圧（電位）を（Vcc）と示しているように、各電極に印加される電圧（電位）も示してある。また、この状態における可動電極24と第2固定電極41との間の電位差はVccである。このため、可動電極24と第2固定電極41との間の電位差がVcc/2である通常動作時と比較して、可動電極24と第2固定電極41との間の電気力線の密度は高くなる。

[0051] また、可動電極24と第2固定電極41とは交互に配列されている。このため、特に図示していないが、可動電極24から、当該可動電極24を挟んで容量CS2を構成する第2固定電極41と反対側に位置する第2固定電極41に向かう電気力線も生成される。そして、この電気力線も第2補助電極72からこの第2固定電極41に向かう電気力線によって密度が高くなる。

[0052] しかしながら、可動電極24とこの可動電極24を挟んで隣接する2つの第2固定電極41では、可動電極24と容量CS2を構成する第2固定電極41との間隔が可動電極24と容量CS2を構成しない第2固定電極41との間隔より短くされている。つまり、可動電極24を変位させる方向に位置する第2固定電極41と当該可動電極24との間隔が、可動電極24を変位

させない方向に位置する第2固定電極41と当該可動電極24との間隔より短くされている。このため、可動電極24を変位させる方向に位置する第2固定電極41と可動電極との間の方が静電気力の増加が大きくなり、可動電極24の変位が大きくなる。

[0053] また、期間 $\phi 3$ は、可動電極24を変位させる期間であり、期間 $\phi 3$ においてはC-V変換回路110のスイッチ112は閉であるため、コンデンサ113はリセットされる。

[0054] そして、期間 $\phi 4$ （例えば $10\mu s$ ）では、上記期間 $\phi 1$ と同様の信号波形を可動電極24および第1、第2固定電極31、41に印加することにより、直前の期間 $\phi 3$ にて変位させた可動電極24と第1、第2固定電極31、41との間の容量が検出される。

[0055] すなわち、C-V変換回路110のスイッチ112を所定期間（期間 $\phi 2$ ）後に閉から開としてコンデンサ113を加速度検出可能な状態と同じにする。また、スイッチ回路120においてスイッチ121を閉、スイッチ122を開として可動電極24に $V_{cc}/2$ の一定電圧（電位）を印加する。

[0056] すると、この期間 $\phi 4$ にて、第2固定電極41の方へ引き寄せられていた可動電極24が元の位置に戻ろうとするため、この容量変化に応じてC-V変換回路110のコンデンサ113に電荷が発生する。このため、期間 $\phi 3$ にて変位させた可動電極24と第1、第2固定電極31、41との間の容量を検出することができる。

[0057] なお、ここでは、 $\phi 3$ の期間において、第1固定電極31および第2補助電極72に V_{cc} の電圧（電位）が印加され、第2固定電極41および第1補助電極71に0Vの電圧（電位）が印加されている例を説明した。しかしながら、 $\phi 3$ の期間において、第1固定電極21および第2補助電極72に0Vの電圧（電位）が印加され、第2固定電極41および第1補助電極71に V_{cc} の電圧（電位）が印加されるようにしてもよい。この場合は、可動電極24は、電位差が大きい第1固定電極31の方（図1中紙面上側）へ引き寄せられる。このとき、特に図示しないが、図7Aと同様に、第1補助電

極 7 1 から第 1 固定電極 3 1 に向かう電気力線が生成される。このため、可動電極 2 4 から第 1 固定電極 3 1 に向かう電気力線のうち第 1 補助電極 7 1 側の電気力線は、第 1 補助電極 7 1 から第 1 固定電極 3 1 に向かう電気力線によって密度が高くなる。

[0058] 以上説明したように、期間 ($\phi 3 + \phi 4$) を 1 周期とした自己診断用の診断信号をスイッチ回路 1 2 0 および制御回路 1 3 0 (信号印加部) から可動電極 2 4、第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1、第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2 に印加することにより、自己診断が行われる。

[0059] 次に、上記センサ部 1 0 の製造方法について図 8 A ~ 図 8 F を参照して簡単に説明する。なお、図 8 A ~ 図 8 F は、図 1 中の II - II 線に沿った断面図である。

[0060] まず、図 8 A に示されるように、支持基板 1 1 上に化学蒸着 (CVD) 法等によって第 1 絶縁膜 1 2 を形成する。

[0061] 続いて、図 8 B に示されるように、第 1 絶縁膜 1 2 上に CVD 法等によってポリシリコンや金属膜等を形成する。そして、図示しないマスク等を用いて適宜パターニングすることにより、第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2、第 1、第 2 補助電極用配線 7 1 a、7 2 a を形成すると共に、図 8 B とは別断面において、可動部用配線 2 5 を形成する。

[0062] その後、図 8 C に示されるように、可動部用配線 2 5、第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2、第 1、第 2 補助電極用配線 7 1 a、7 2 a を覆うように、CVD 法等によって第 2 絶縁膜 1 3 を形成する。そして、図 8 C とは別断面において、図 3 および図 4 に示されるように、第 2 絶縁膜 1 3 のうちアンカー部 2 3 a、第 1、第 2 配線部 3 2、4 2、接続部 5 1 ~ 5 3 が形成される部分の一部にコンタクトホール 1 3 a を形成する。

[0063] 続いて、図 8 D に示されるように、第 2 絶縁膜 1 3 上に CVD 法等で半導体層 1 4 を形成することにより、基板 1 5 を構成する。なお、このとき、図 8 D とは別断面において、図 3 および図 4 に示されるように、コンタクトホール 1 3 a 内に半導体層 1 4 が埋め込まれる。その後、図 8 D とは別断面に

において、図４に示されるように、半導体層１４上にアルミニウム等を蒸着し、マスクを用いてパターニングすることにより、パッド８１～８４を形成する。

[0064] 次に、図８Ｅに示されるように、図示しないマスクを用いて、半導体層１４に第１溝部１６を形成して可動部２０および第１、第２固定部３０、４０を区画形成する。また、図８Ｅとは別断面において、半導体層１４に第２溝部１７を形成して接続部５１～５３を区画形成する。

[0065] その後、図８Ｆに示されるように、第２絶縁膜１３の所定領域を除去して可動部２０および第１、第２固定電極３１、４１を支持基板１１（第１絶縁膜１２）から浮遊（リリース）させると共に第１、第２補助電極７１、７２を露出させる。これにより、上記センサ部１０が形成される。

[0066] 以上説明したように、本実施形態では、第１絶縁膜１２のうち可動電極２４の変位可能領域と対向する部分に第１、第２補助電極７１、７２を形成している。そして、自己診断時において、第１、第２補助電極７１、７２に所定の電圧（電位）を印加することにより、可動電極２４を変位させる方向に位置する第１、第２固定電極３１、４１と当該可動電極２４との間に生成される電気力線の密度を高くしている。つまり、自己診断時において、可動電極２４を変位させる方向に位置する第１、第２固定電極３１、４１と当該可動電極２４との間に生成される静電気力を大きくでき、可動電極２４の変位を大きくできる。したがって、適切な自己診断を行うことができる。

[0067] （第２実施形態）

本開示の第２実施形態について説明する。本実施形態は、第１実施形態に対して第１、第２補助電極７１、７２の形状を変更したものであり、その他に関しては第１実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0068] 図９および図１０に示されるように、本実施形態の第１、第２補助電極７１、７２は、錘部２１の長手方向（図９中紙面上下方向）に沿って交互に配列された櫛歯状とされ、それぞれ４本ずつ形成されている。

[0069] 具体的には、第１補助電極７１のうちアンカー一部２３ａ側の３本は、可動

電極 2 4 と、当該可動電極 2 4 と対向し、かつ当該稼動電極 2 4 よりアンカー部 2 3 b 側に位置する第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 との間と対向するように形成されている。なお、これらの第 1 補助電極 7 1 は、当該可動電極 2 4 のうちのアンカー部 2 3 b 側の部分、および当該第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 のうちのアンカー部 2 3 a 側の部分とも対向するように形成されている。

[0070] また、第 1 補助電極 7 1 のうち最もアンカー部 2 3 b 側に位置する 1 本は、可動電極 2 4 と、当該可動電極 2 4 と対向し、かつ当該稼動電極 2 4 よりアンカー部 2 3 b 側に位置する第 1 固定電極 3 1 との間と対向するように形成されている。なお、この第 1 補助電極 7 1 は、可動電極 2 4 のうちのアンカー部 2 3 b 側の部分、および当該第 1 固定電極 3 1 のうちのアンカー部 2 3 a 側の部分とも対向するように形成されている。

[0071] 第 2 補助電極 7 2 のうちアンカー部 2 3 b 側の 3 本は、可動電極 2 4 と、当該可動電極 2 4 と対向し、かつ当該稼動電極 2 4 よりアンカー部 2 3 a 側に位置する第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 との間と対向するように形成されている。なお、これらの第 2 補助電極 7 2 は、可動電極 2 4 のうちのアンカー部 2 3 a 側の部分、および当該第 1、第 2 固定電極 3 1、4 1 のうちのアンカー部 2 3 b 側の部分とも対向するように形成されている。

[0072] また、第 2 補助電極 7 2 のうち最もアンカー部 2 3 b 側に位置する 1 本は、可動電極 2 4 と、当該可動電極 2 4 と対向し、かつ当該稼動電極 2 4 よりアンカー部 2 3 a 側に位置する第 2 固定電極 4 1 との間と対向するように形成されている。なお、この第 2 補助電極 7 2 は、可動電極 2 4 のうちアンカー部 2 3 a 側の部分、および当該第 2 固定電極 4 1 のうちアンカー部 2 3 b 側の部分とも対向するように形成されている。

[0073] そして、図 1 1 に示されるように、自己診断時における $\phi 3$ の期間（可動電極 2 4 を変位させる期間）では、第 1 固定電極 3 1 および第 2 補助電極 7 2 に V_{cc} の電圧（電位）が印加され、第 2 固定電極 4 1 および第 1 補助電極 7 1 に 0 V の電圧（電位）が印加される。また、可動電極 2 4 には、図 5

中のスイッチ 121 を介して、 $V_{cc}/2$ より大きく、 V_{cc} より小さい V_f の電圧（電位）が印加されるようになっている。この場合、上記と同様に、可動電極 24 は、電位差が大きい第 2 固定電極 41 側（図 9 中紙面下側）へ変位する。

[0074] ここで、自己診断時における $\phi 3$ の期間の可動電極 24 の変位について、図 12A および図 12B を参照して説明する。なお、図 12A では、1 つの可動電極 24 と、この可動電極 24 を挟んで配置される 2 つの第 1 固定電極 31 との関係を示している。同様に、図 12B では、1 つの可動電極 24 と、この可動電極 24 を挟んで配置される 2 つの第 2 固定電極 41 との関係を示している。また、図 12A では、図 12A 中の可動電極 24 と容量 CS1 を構成する第 1 固定電極 31 を第 1 固定電極 31a とし、この可動電極 24 を挟んで第 1 固定電極 31a と反対側に配置された第 1 固定電極 31 を第 1 固定電極 31b としている。同様に、図 12B では、図 12B 中の可動電極 24 と容量 CS2 を構成する第 2 固定電極 41 を第 2 固定電極 41a とし、この可動電極 24 を挟んで第 2 固定電極 41a と反対側に配置された第 2 固定電極 41 を第 2 固定電極 41b としている。また、図 12A および図 12B 中では、可動電極 24 に印加される電圧（電位）を（ V_f ）と示しているように、各電極に印加される電圧（電位）も示してある。

[0075] 図 12A に示されるように、可動電極 24 に V_f の電圧（電位）が印加されると共に、第 1 固定電極 31a、31b に V_{cc} の電圧（電位）が印加されているため、第 1 固定電極 31a、31b から可動電極 24 に向かう電気力線が生成される。

[0076] このとき、第 1 補助電極 71 には 0V の電圧（電位）が印加されている。このため、可動電極 24 と第 1 固定電極 31a との間において、第 1 補助電極 71 側では、可動電極 24 および第 1 固定電極 31a から第 1 補助電極 71 に向かう電気力線が生成される。つまり、補助電極がない従来の加速度センサと比較して、可動電極 24 と第 1 固定電極 31a との間の電気力線の密度が低くなる。

[0077] これに対し、第2補助電極72には V_{cc} の電圧（電位）が印加されているため、第2補助電極72から可動電極24に向かう電気力線が生成される。このため、可動電極24と第1固定電極31bとの間において、第2補助電極72側では、第1固定電極31bから可動電極24に向かう電気力線は、第2補助電極72から可動電極24に向かう電気力線によって密度が高くなる。

[0078] また、図12Bに示されるように、可動電極24に V_f の電圧（電位）が印加されていると共に、第2固定電極41a、41bに0Vの電圧（電位）が印加されているため、可動電極24から第2固定電極41a、41bに向かう電気力線が生成される。

[0079] このとき、第2補助電極72には V_{cc} の電圧（電位）が印加されているため、第2補助電極72から第2固定電極41aに向かう電気力線が生成される。このため、可動電極24と第2固定電極41aとの間において、第2補助電極72側では、可動電極24から第2固定電極41aに向かう電気力線は、第2補助電極72から第2固定電極41aに向かう電気力線によって密度が高くなる。

[0080] これに対し、第1補助電極71には0Vの電圧（電位）が印加される。このため、可動電極24と第2固定電極41bとの間において、第1補助電極71側では、可動電極24から第1補助電極71に向かう電気力線が生成される。つまり、補助電極のない従来の加速度センサと比較して、可動電極24と第2固定電極41bとの間の電気力線の密度が低くなる。

[0081] なお、この状態における可動電極24と第1固定電極31aとの間の電位差は $(V_{cc} - V_f)$ であるが、第1補助電極71に0Vの電圧（電位）が印加されているため、通常動作時と比較して、可動電極24と第1固定電極31aとの間の電気力線の密度は低くなる。同様に、可動電極24と第1固定電極31bとの間の電位差は $(V_{cc} - V_f)$ であるが、第2補助電極72に V_{cc} の電圧（電位）が印加されているため、通常動作時と比較して、可動電極24と第1固定電極31bとの間の電気力線の密度は高くなる。

[0082] 以上より、上記加速度センサによれば、可動電極 24 を変位させる方向に位置する第 1、第 2 固定電極 31b、41a と当該可動電極 24 との間に生成される電気力線の密度を高くできる。また、可動電極 24 を変位させる方向と反対方向に位置する第 1、第 2 固定電極 31a、41b と当該可動電極 24 との間に生成される電気力線の密度を低くできる。言い換えると、可動電極 24 と第 1、第 2 固定電極 31b、41a との間の静電気力を大きくしつつ、可動電極 24 と第 1、第 2 固定電極 31a、41b との間の静電気力を小さくできる。このため、さらに可動電極 24 の変位を大きくでき、適切な自己診断を行うことができる。

[0083] なお、ここでは、 $\phi 3$ の期間において、第 1 固定電極 31 および第 2 補助電極 72 に V_{cc} の電圧（電位）が印加され、第 2 固定電極 41 および第 1 補助電極 71 に 0V の電圧（電位）が印加されている例を説明した。しかしながら、上記第 1 実施形態と同様に、 $\phi 3$ の期間において、第 1 固定電極 31 および第 2 補助電極 72 に 0V の電圧（電位）が印加され、第 2 固定電極 41 および第 1 補助電極 71 に V_{cc} の電圧（電位）が印加されるようにしてもよい。

[0084] （第 3 実施形態）

本開示の第 3 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対してキャップ部を備えたものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0085] 図 13 および図 14 に示されるように、本実施形態では、センサ部 10 にキャップ部 200 が備えられ、可動部 20 および第 1、第 2 固定部 30、40 が封止されている。

[0086] 具体的には、キャップ部 200 は、シリコン基板等の貼り合わせ基板 201 を有し、貼り合わせ基板 201 のうち可動電極 24 および第 1、第 2 固定電極 31、41 と対向する部分に凹部 201a が形成されている。そして、貼り合わせ基板 201 の表面全面に絶縁膜 202 が形成された構成とされている。なお、絶縁膜 202 は、凹部 201a の壁面にも形成されている。

[0087] そして、キャップ部200は、センサ部10の周辺部60における接合部60aと接合部材210を介して接合されている。なお、接合部材210は、例えば、酸化膜や低誘電ガラス、金属等が用いられる。

[0088] これによれば、可動部20および第1、第2固定部30、40に異物が付着することを抑制しつつ、上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0089] (第4実施形態)

本開示の第4実施形態について説明する。本実施形態は、第3実施形態に対して第1、第2補助電極71、72をキャップ部200に形成したものであり、その他に関しては第3実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0090] 図15および図16に示されるように、本実施形態のキャップ部200には、絶縁膜202のうち可動電極24の変位可能領域と対向する部分に第1、第2補助電極71、72が形成されている。

[0091] また、キャップ部200には、図15とは異なる別断面において、第1、第2補助電極71、72と電氣的に接続される貫通電極部が形成されている。そして、当該貫通電極部を介して、上記と同様に、第1補助電極71に第2固定電極41と同じ電圧（電位）が印加されると共に第2補助電極72に第1固定電極31と同じ電圧（電位）が印加されるようになっている。

[0092] さらに、第1絶縁膜12上には、上記第1、第2補助電極用配線71a、72aに相当する第1、第2固定電極用配線32a、42aが形成されている。そして、第1、第2配線部32、42は当該第1、第2固定電極用配線32a、42aを介してそれぞれ接続部52、53に接続されている。

[0093] なお、本実施形態では、基板15が第1基板に相当し、貼り合わせ基板201が第2基板に相当している。

[0094] これによれば、可動電極24を変位させる方向に位置する第1、第2固定電極31、41と当該可動電極24との間に生成される電気力線のうちキャップ部200側の電気力線の密度を高くしつつ、上記第2実施形態と同様の

効果を得ることができる。

[0095] (第5実施形態)

本開示の第5実施形態について説明する。本実施形態は、第4実施形態に対して貼り合わせ基板201に凸部を形成したものであり、その他に関しては第4実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0096] 図17に示されるように、本実施形態では、貼り合わせ基板201は、凹部201aの底面のうち可動電極24の変位可能領域と対向する部分に凸部201bが形成されている。そして、第1、第2補助電極71、72は、凸部201bの突出方向先端面に形成されている。

[0097] これによれば、可動電極24と第1、第2補助電極71、72との間隔を狭くできる。このため、可動電極24を変位させる方向に位置する第1、第2固定電極31、41と当該可動電極24との間に生成される電気力線のうちキャップ部200側の電気力線の密度をさらに高くしつつ、上記第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0098] なお、ここでは、貼り合わせ基板201に凸部201bを形成した例を説明したが、例えば、上記第1実施形態において、第1絶縁膜12を部分的に厚くして凸部を構成し、第1、第2補助電極71、72を当該凸部の突出方向先端面に形成してもよい。また、上記第1実施形態において、支持基板11を部分的に除去することによって凸部を形成するようにしてもよい。

[0099] (第6実施形態)

本開示の第6実施形態について説明する。本実施形態は、第4実施形態に対してセンサ部10にも第1、第2補助電極71、72を形成したものであり、その他に関しては第4実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0100] 図18に示されるように、本実施形態では、センサ部10およびキャップ部200にそれぞれ第1、第2補助電極71、72が形成されている。なお、本実施形態では、支持基板11および貼り合わせ基板201が第2基板に相当している。

[0101] これによれば、可動電極 24 を変位させる方向に位置する第 1、第 2 固定電極 31、41 と当該可動電極 24 との間に生成される電気力線のうち支持基板 11 側およびキャップ部 200 側の電気力線の密度をそれぞれ高くしつつ、上記第 4 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0102] (第 7 実施形態)

本開示の第 7 実施形態について説明する。本実施形態は、第 4 実施形態に対してセンサ部 10 およびキャップ部 200 の構造を変更したものであり、その他に関しては第 4 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0103] 図 19 および図 20 に示されるように、本実施形態では、支持基板 11 上に絶縁膜 12、半導体層 14 が順に配置されて基板 15 が構成されている。そして、支持基板 11 および絶縁膜 12 のうち可動電極 24 および第 1、第 2 固定電極 31、41 と対向する部分には、窪み部 19 が形成されている。なお、この窪み部 19 は、可動電極 24 および第 1、第 2 固定電極 31、41 が支持基板 11 と接触することを防止するためのものである。

[0104] 可動部 20 は、窪み部 19 上を横断するように配置され、錘部 21 における長手方向の両端が梁部 22 を介して矩形棒状の棒部 26 に一体に連結した構成とされている。そして、錘部 21 の略中央部に位置するアンカー部 23 にて、図 19 中の第 1 配線部 32 と同様に、絶縁膜 12 を介して支持基板 11 に支持されている。

[0105] キャップ部 200 は、貼り合わせ基板 201 のうち可動電極 24 および第 1、第 2 固定電極 31、41 と対向する部分に凹部 201a が形成されており、アンカー部 23、第 1、第 2 配線部 32、42 と対向する部分は凹んでいない。

[0106] また、絶縁膜 202 には、第 1 配線部 32 と対向する部分に接続配線 211 が形成されている。なお、図 20 とは別断面において、アンカー部 23、第 2 配線部 42 と対向する部分にも接続配線 211 が形成されている。そして、各接続配線 211 が、それぞれアンカー部 23、第 1、第 2 配線部 32

、４２と接続されている。

[0107] さらに、絶縁膜２０２のうちセンサ部１０側と反対側には、絶縁膜２０３が形成されている。そして、キャップ部２００には、第１、第２補助電極７１、７２、各接続配線２１１と電氣的に接続される貫通電極部２０４が形成されている。具体的には、この貫通電極部２０４は、絶縁膜２０３、絶縁膜２０２、貼り合わせ基板２０１を貫通して第１、第２補助電極７１、７２または接続配線２１１に達する貫通孔２０４ａを有している。そして、当該貫通孔２０４ａに絶縁膜２０４ｂを介して貫通電極２０４ｃが埋め込まれ、絶縁膜２０３上に貫通電極２０４ｃと電氣的に接続されるパッド２０４ｄが形成された構成とされている。

[0108] なお、上記と同様に、第１補助電極７１に第２固定電極４１と同じ電圧（電位）が印加されると共に第２補助電極７２に第１固定電極３１と同じ電圧（電位）が印加されるようになっている。

[0109] このようなセンサ部１０およびキャップ部２００を用いた加速度センサとしても、第１、第２補助電極７１、７２が形成されているため、上記第４実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0110] （他の実施形態）

本開示は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

[0111] 例えば、上記各実施形態において、第１、第２固定電極３１、４１と第１、第２補助電極７１、７２が電氣的に分離され、第１、第２補助電極７１、７２に独立した電圧（電位）を印加するようにしてもよい。この場合、第１、第２補助電極７１、７２に自己診断時のみに所定の電位を印加するようにしてもよい。

[0112] また、上記各実施形態では、スイッチ１２２を介してＶｃｃの電圧（電位）を入力する例について説明したが、スイッチ１２２を介して入力される電圧（電位）は適宜変更可能である。すなわち、例えば、上記第１実施形態の自己診断時におけるφ３の期間において、上記第２実施形態と同様に、可動

電極 2 4 に V_f の電圧（電位）が印加されるようにしてもよい。同様に、上記第 2 実施形態の自己診断時における $\phi 3$ の期間において、可動電極 2 4 に V_{cc} の電圧（電位）が印加されるようにしてもよい。

[0113] そして、上記各実施形態において、支持基板 1 1 をガラス等で構成してもよい。

[0114] さらに、上記各実施形態では、容量式物理量センサとしての加速度センサを例に挙げて説明したが、角速度センサや圧力センサに本開示を適用することも可能である。

[0115] また、上記各実施形態において、第 2 固定電極 4 1 が備えられていなくてもよい。すなわち、可動電極 2 4 と第 1 固定電極 3 1 との間の容量 C_{S1} のみに基づいて加速度を検出する加速度センサとしてもよい。

[0116] さらに、上記各実施形態を組み合わせることも可能である。例えば、上記第 1 実施形態と上記第 5 実施形態を上記第 6、第 7 実施形態に組み合わせ、凸部 2 0 1 b の突出方向先端面に第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2 を配置してもよい。また、上記第 6 実施形態を第 7 実施形態に組み合わせ、支持基板 1 1 の窪み部 1 9 における底面に第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2 を配置してもよい。さらに、上記第 2 実施形態を上記第 3～第 7 実施形態に組み合わせ、第 1、第 2 補助電極 7 1、7 2 を櫛歯状に形成してもよい。上記各実施形態を組み合わせたもの同士を適宜組み合わせてもよい。

請求の範囲

[請求項1]

一面（14a）を有する第1基板（14、15）と、
前記第1基板の前記一面側に形成、物理量が印加されることによって前記一面の面方向における所定方向に変位可能とされた梁部（22）に一体的に形成された可動電極（24）と、
前記第1基板の前記一面側に前記可動電極と対向する状態で形成された固定電極（31、41）と、
前記第1基板と接合される第2基板（11、201）と、
自己診断時に、前記可動電極を変位させる自己診断用の診断信号を前記可動電極と前記固定電極との間に印加する信号印加部（120、130）と、
前記診断信号が前記可動電極および前記固定電極に印加されているとき、前記可動電極と前記固定電極との間の容量の変化に応じた電圧を出力するC-V変換回路（110）と、
前記第2基板のうち前記可動電極と対向する部分から前記可動電極の変位可能領域と対向する部分に配置された補助電極（71、72）とを備え、
通常動作時には、前記固定電極と前記可動電極との間の容量の変化に応じた電圧を出力する容量式物理量センサにおいて、
前記信号印加部は、自己診断時に、前記補助電極に所定の電位を印加することにより、前記可動電極を変位させる方向に位置する前記固定電極と当該可動電極との間に生成される電気力線の密度を通常動作時における前記固定電極と前記可動電極との間に生成される電気力線の密度より高くする容量式物理量センサ。

[請求項2]

前記可動電極および前記固定電極は、それぞれ複数形成されて交互に配列されており、
1つの前記可動電極と当該可動電極を挟んで隣接する2つの前記固定電極において、一方の前記固定電極と前記可動電極との間隔が他方

の前記固定電極と前記可動電極との間隔より短くされている請求項 1 に記載の容量式物理量センサ。

[請求項3] 前記補助電極は、前記可動電極が前記所定方向における一方向に変位したときに当該可動電極と対向する第 1 補助電極（7 1）と、前記可動電極が前記一方向と反対方向に変位したときに当該可動電極と対向する第 2 補助電極（7 2）と、を有し、

前記信号印加部は、自己診断時に、前記第 1 補助電極に所定の電位を印加すると共に前記第 2 補助電極に前記所定の電位と異なる電位を印加することにより、前記可動電極を変位させる方向に位置する前記固定電極と当該可動電極との間に生成される電気力線の密度を通常動作時における前記固定電極と前記可動電極との間に生成される電気力線の密度より高くすると共に、前記可動電極を変位させる方向と反対方向に位置する前記固定電極と当該可動電極との間に生成される電気力線の密度を通常動作時における前記固定電極と前記可動電極との間に生成される電気力線の密度より低くする請求項 2 に記載の容量式物理量センサ。

[請求項4] 前記第 2 基板（1 1）は、前記第 1 基板（1 4）の前記一面と反対側の他面に配置されて前記第 1 基板を支持している請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の容量式物理量センサ。

[請求項5] 前記第 1 基板（1 5）は、支持基板（1 1）上に絶縁膜（1 2、1 3）および半導体層（1 4）が順に配置された基板であり、

前記第 2 基板（2 0 1）は、前記第 1 基板の前記一面側に配置されて前記可動電極および前記固定電極を封止する請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の容量式物理量センサ。

[請求項6] 前記第 2 基板は、2 つ設けられ、

一方の前記第 2 基板は、前記第 1 基板の前記一面側に配置されて前記可動電極および前記固定電極を封止し、他方の前記第 2 基板は、前記第 1 基板の前記一面と反対側に配置されて前記第 1 基板を支持して

おり、

前記補助電極は、それぞれの前記第2基板に配置されている請求項1ないし3のいずれか1つに記載の容量式物理量センサ。

[請求項7] 前記第2基板は、前記第1基板側に突出する凸部（201b）を有し、

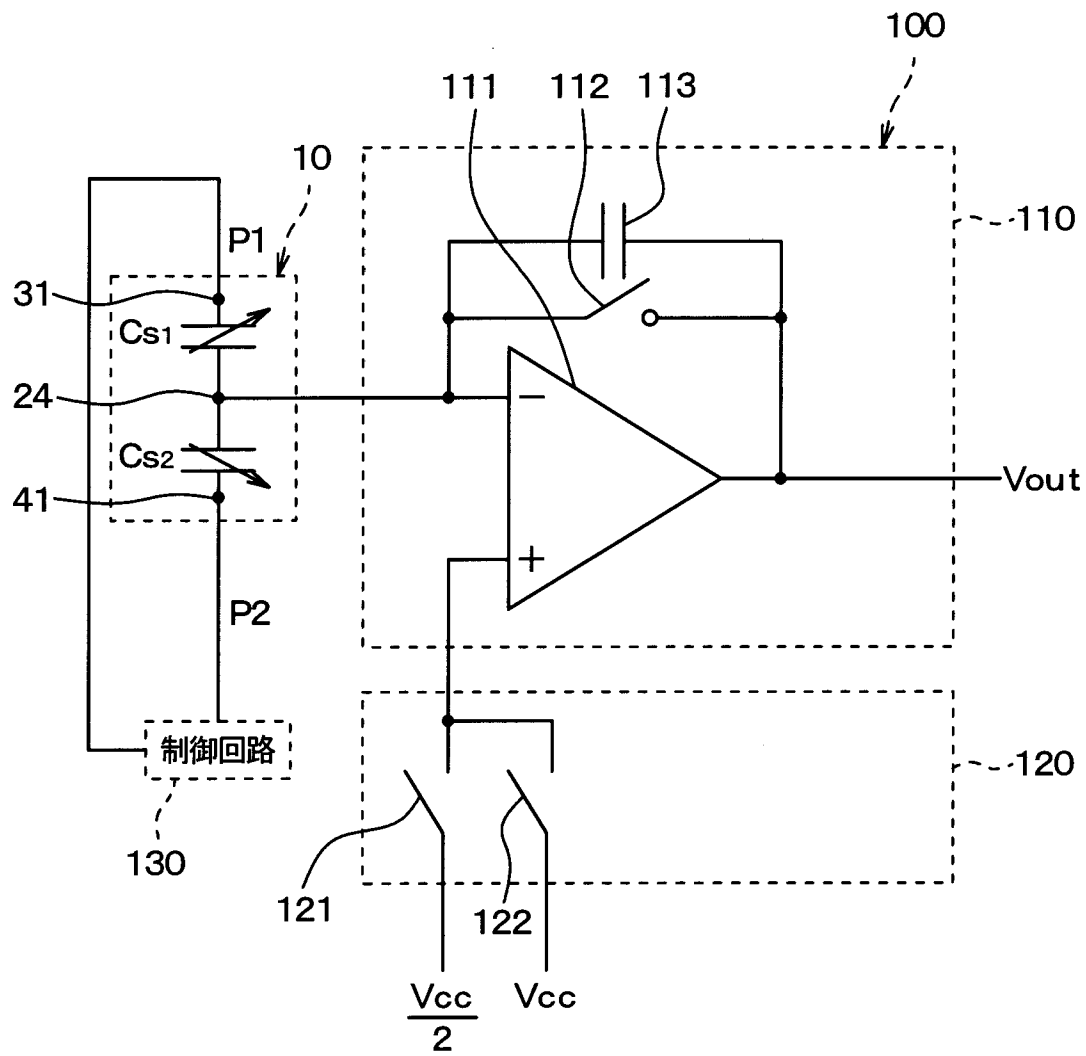
前記補助電極は、前記凸部の突出方向における先端面に配置されている請求項1ないし6のいずれか1つに記載の容量式物理量センサ。

[請求項8] 前記第1基板には、前記可動電極を備える可動部（20）が形成されていると共に、前記固定電極を備える第1、第2固定部（30、40）が前記可動部を挟んで形成されている請求項1ないし7のいずれか1つに記載の容量式物理量センサ。

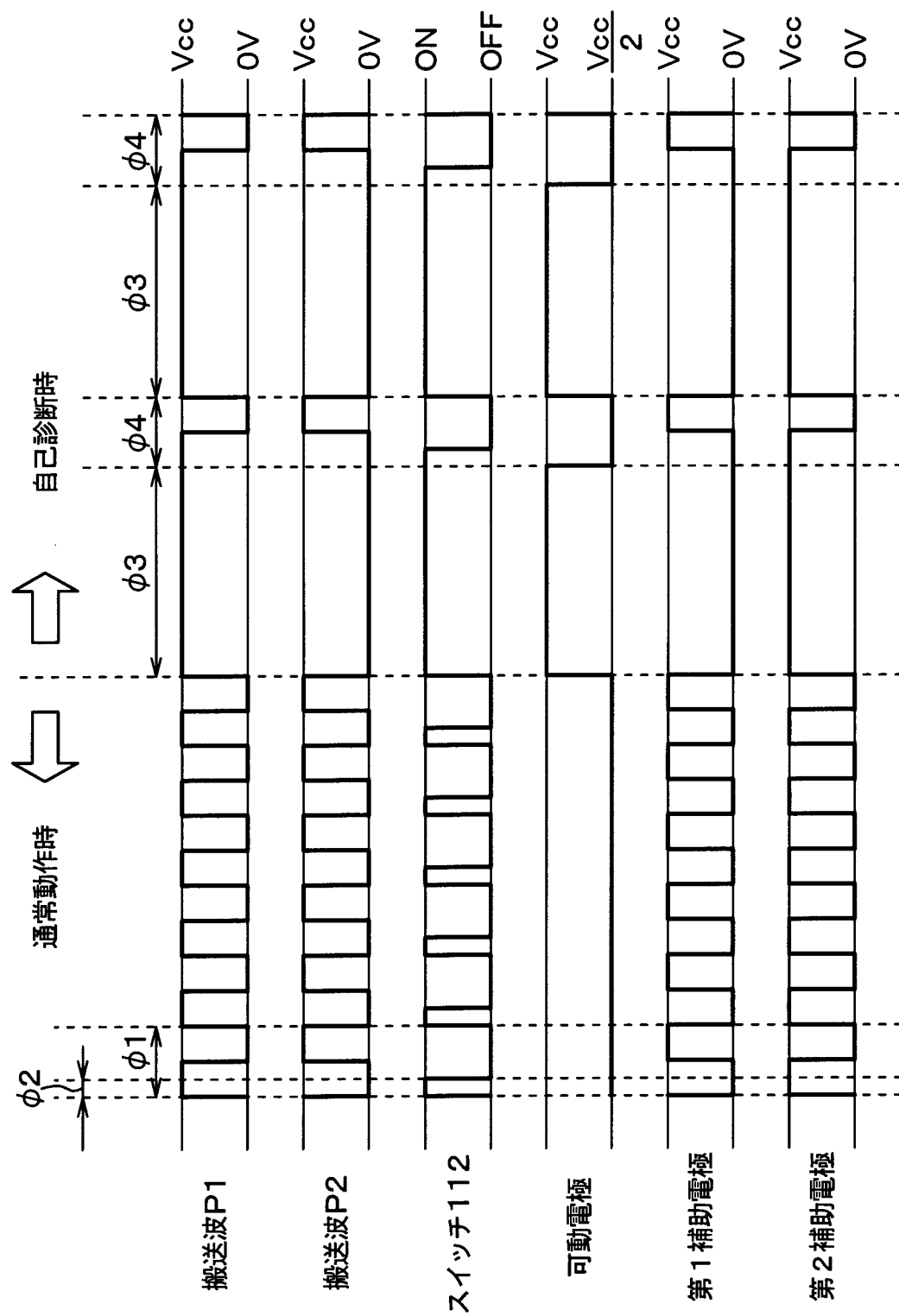
[illegible][illegible]

This cross-sectional view shows a semiconductor device with a common source region 11 at the base. Above it are three stacked layers: a dotted layer 12, a cross-hatched layer 13, and a white layer 14. A bracket 15 groups these three layers. Five gates are positioned on top of the device: gate 10 on the left, gate 84, gate 82, gate 81, gate 83, and gate 14a on the right. Each gate is composed of a top layer (84, 82, 81, 83, 14a) and a bottom layer (52, 51, 53). The bottom layers of gates 82, 81, and 83 are connected to a common source region 13a. The bottom layer of gate 84 is connected to a region 72a. The bottom layer of gate 14a is connected to a region 18. The regions 13a, 72a, and 18 are formed in the dotted layer 12. The gates are separated by spacers 17.

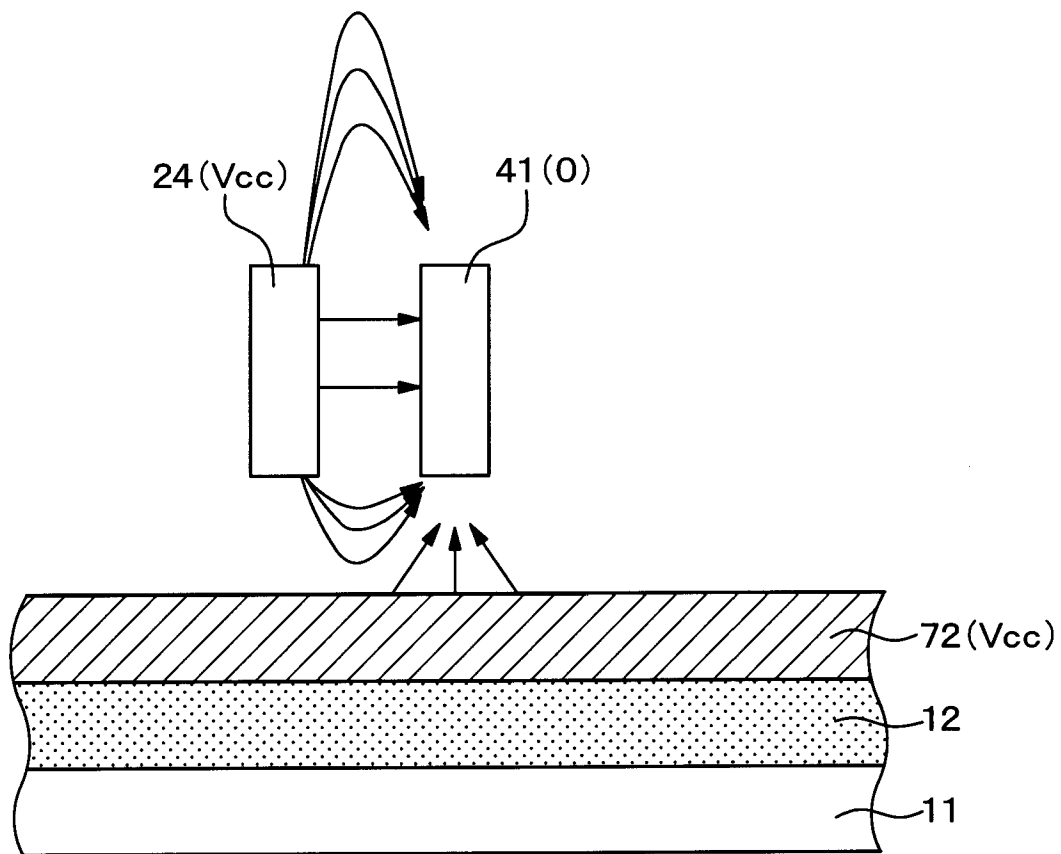
[図5]



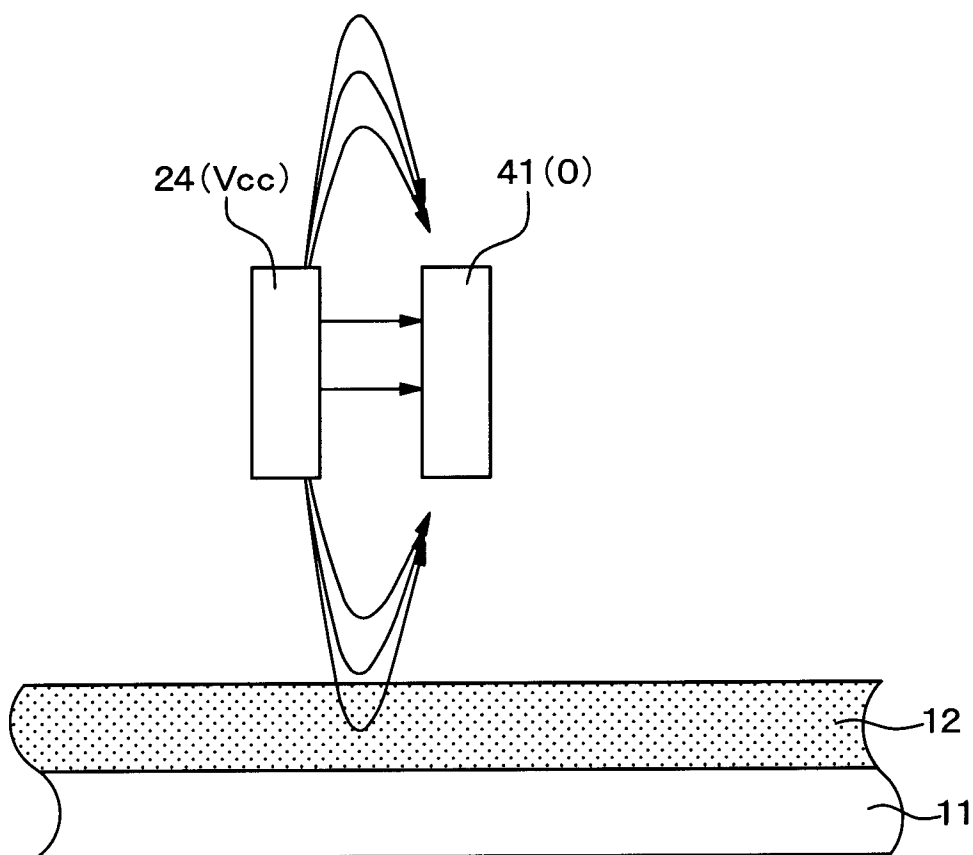
[図6]



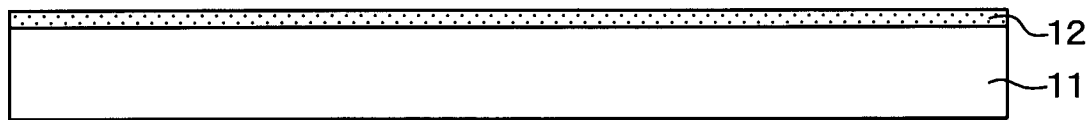
[図7A]



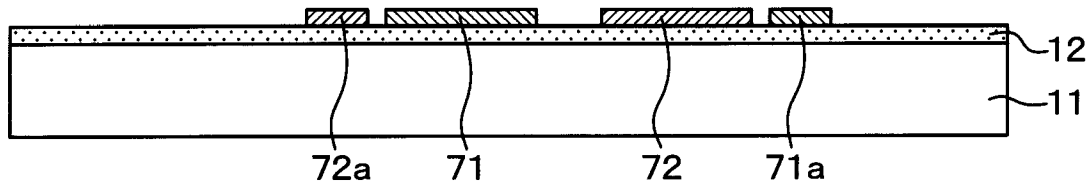
[図7B]



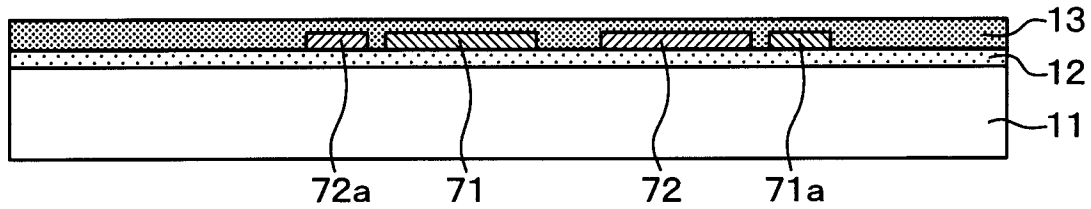
[図8A]



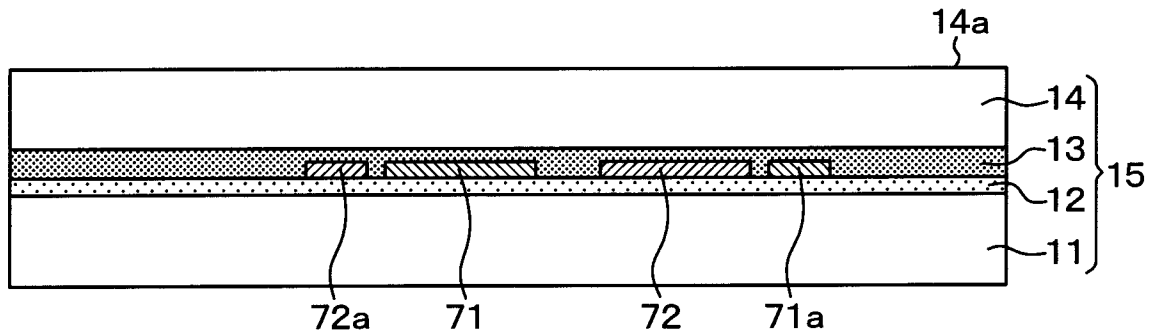
[図8B]



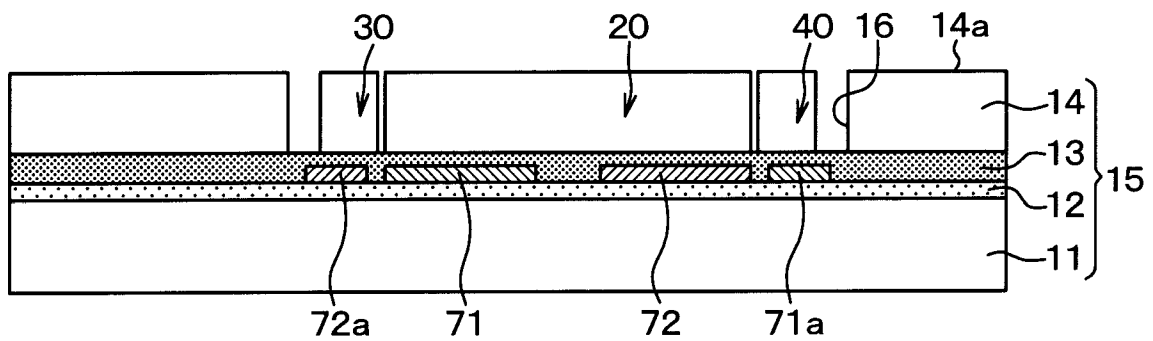
[図8C]



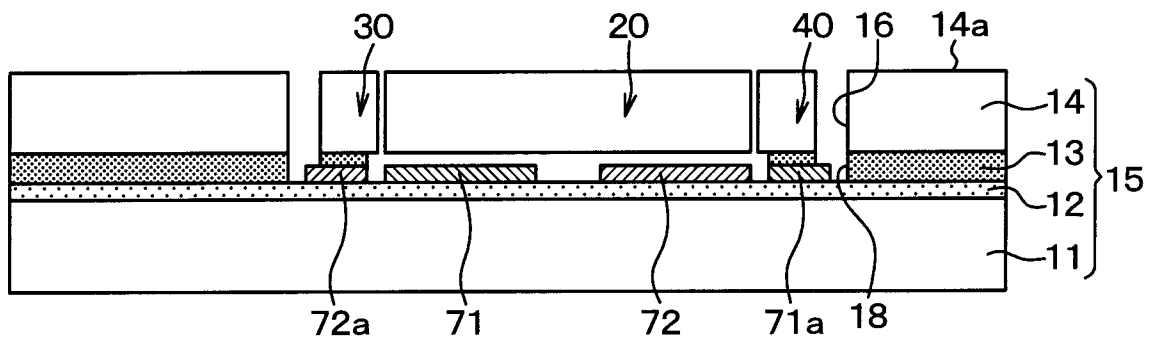
[図8D]



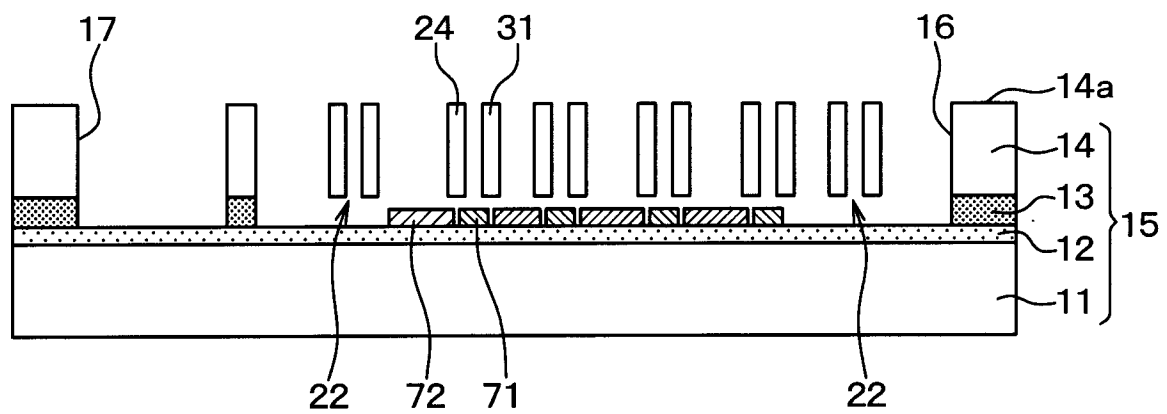
[図8E]



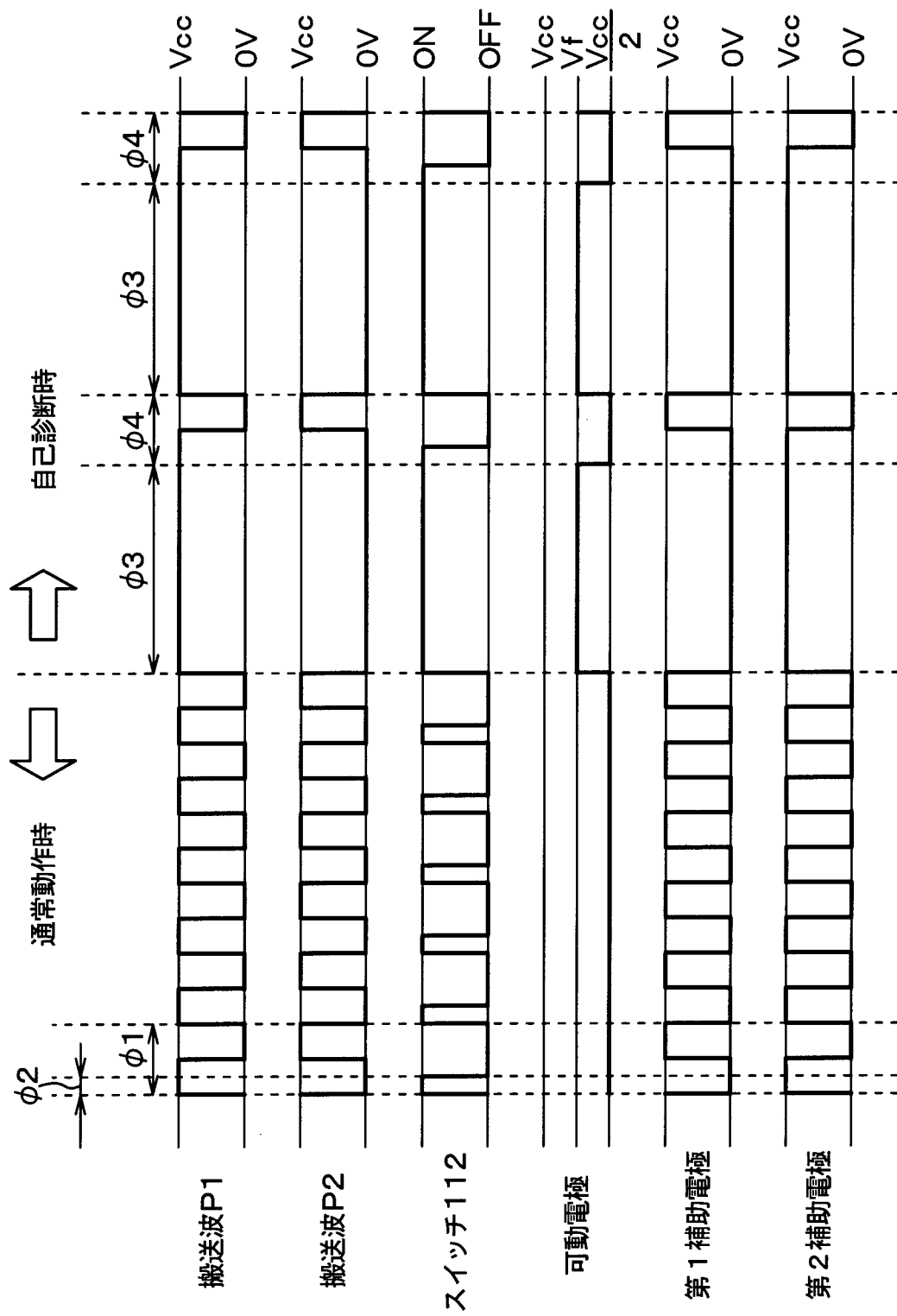
[図8F]



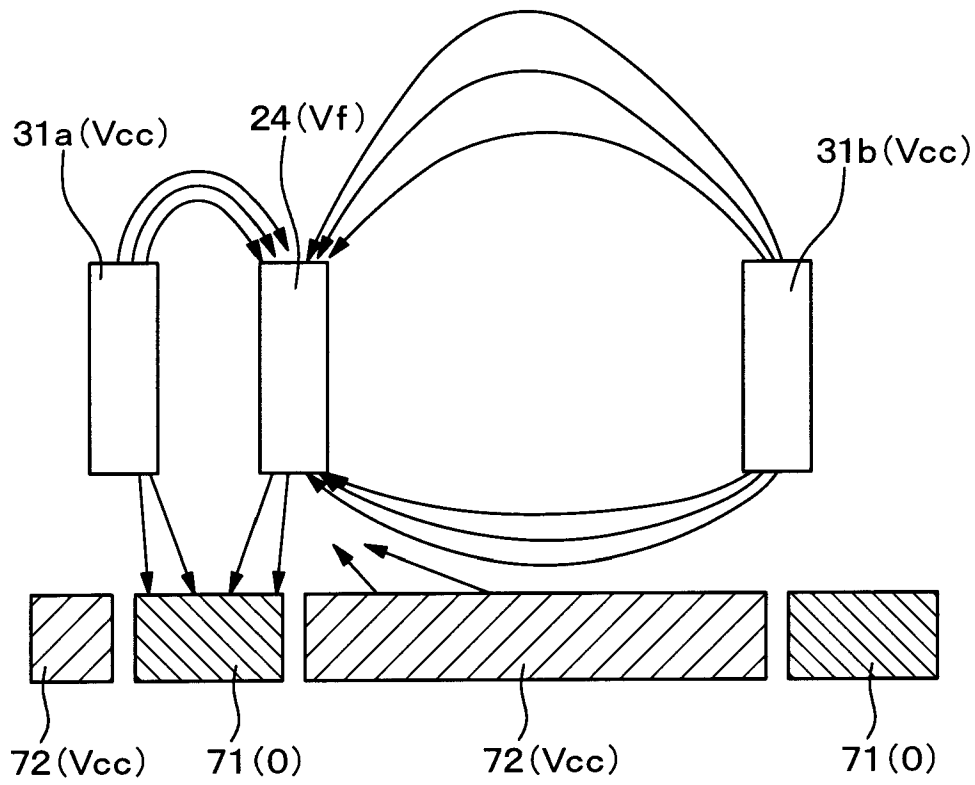
[図10]



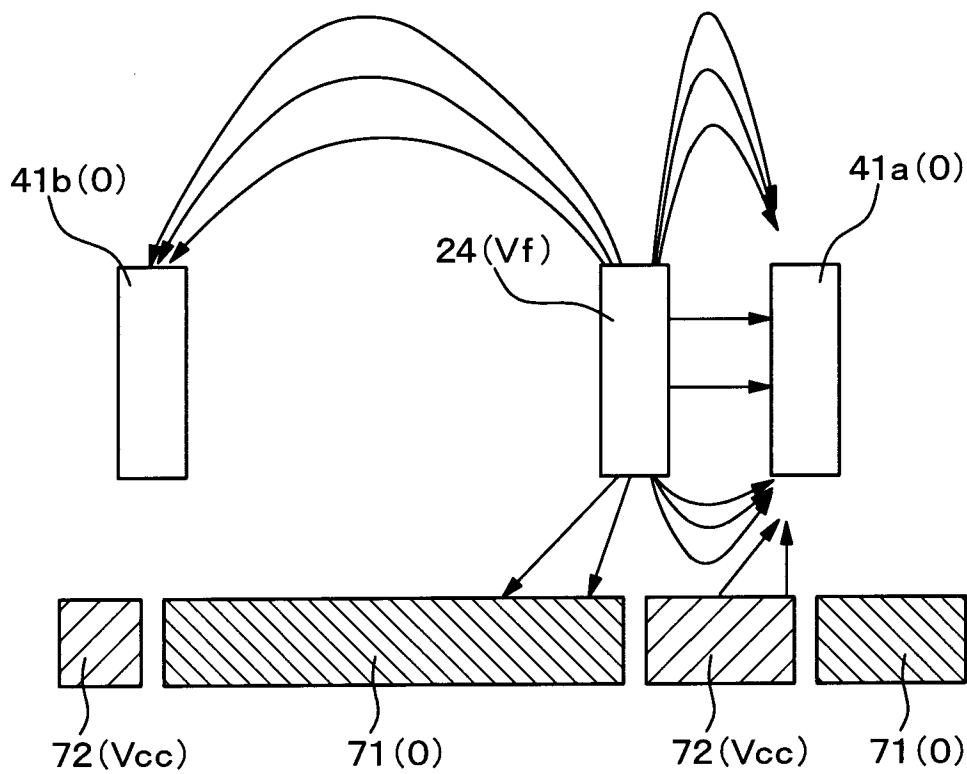
[図11]



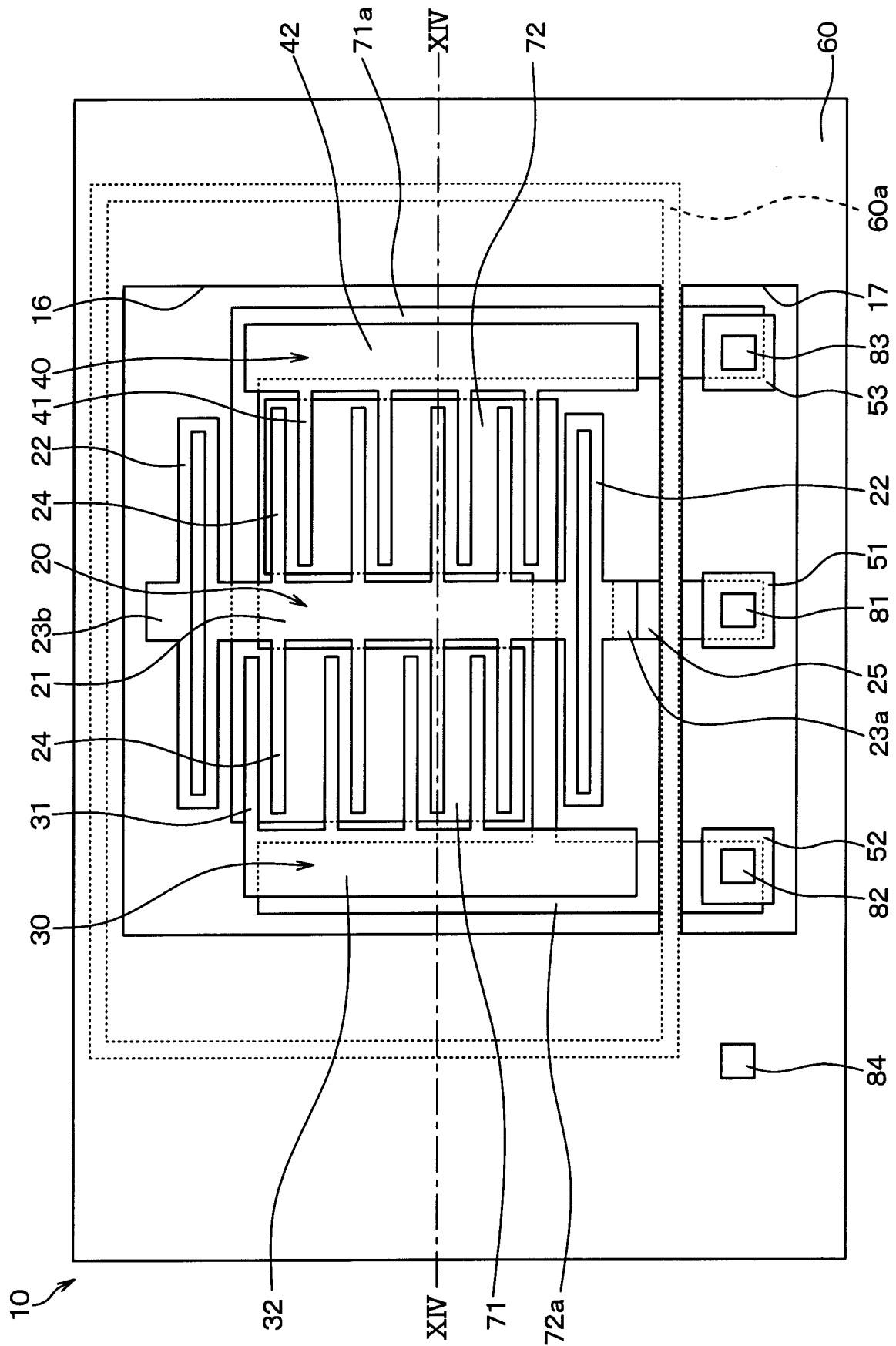
[図12A]



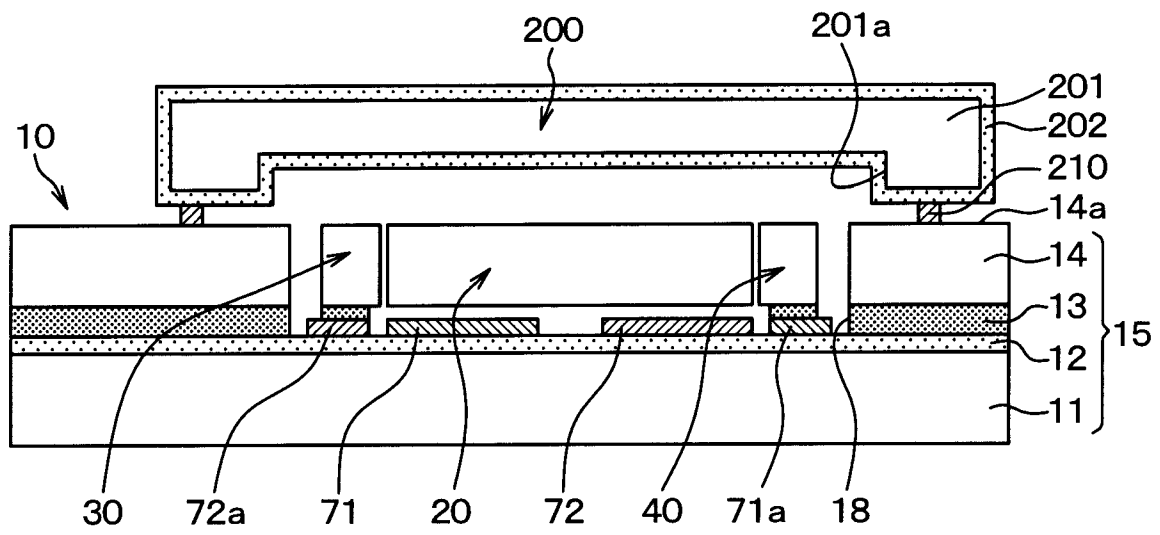
[図12B]



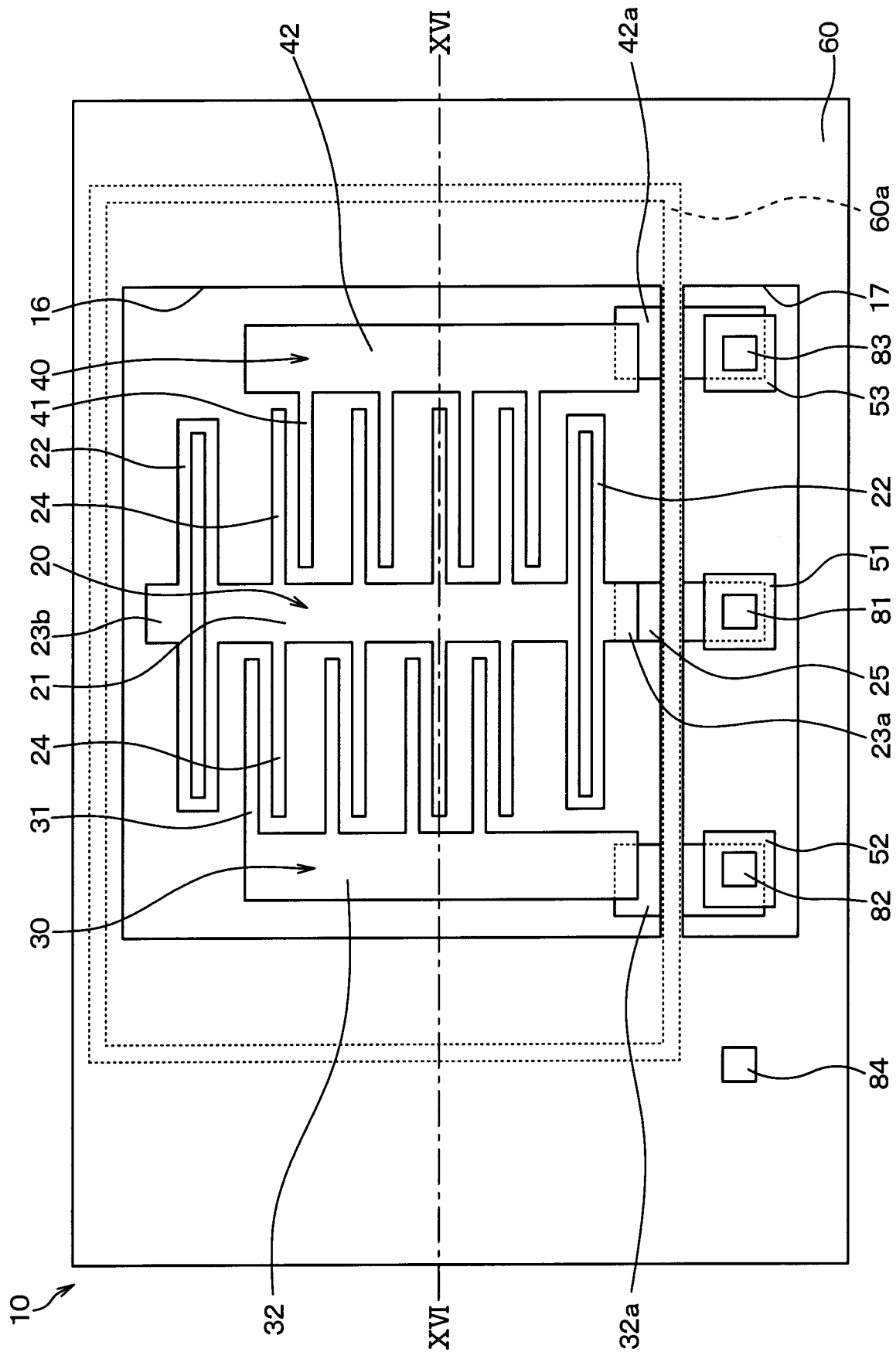
[図13]



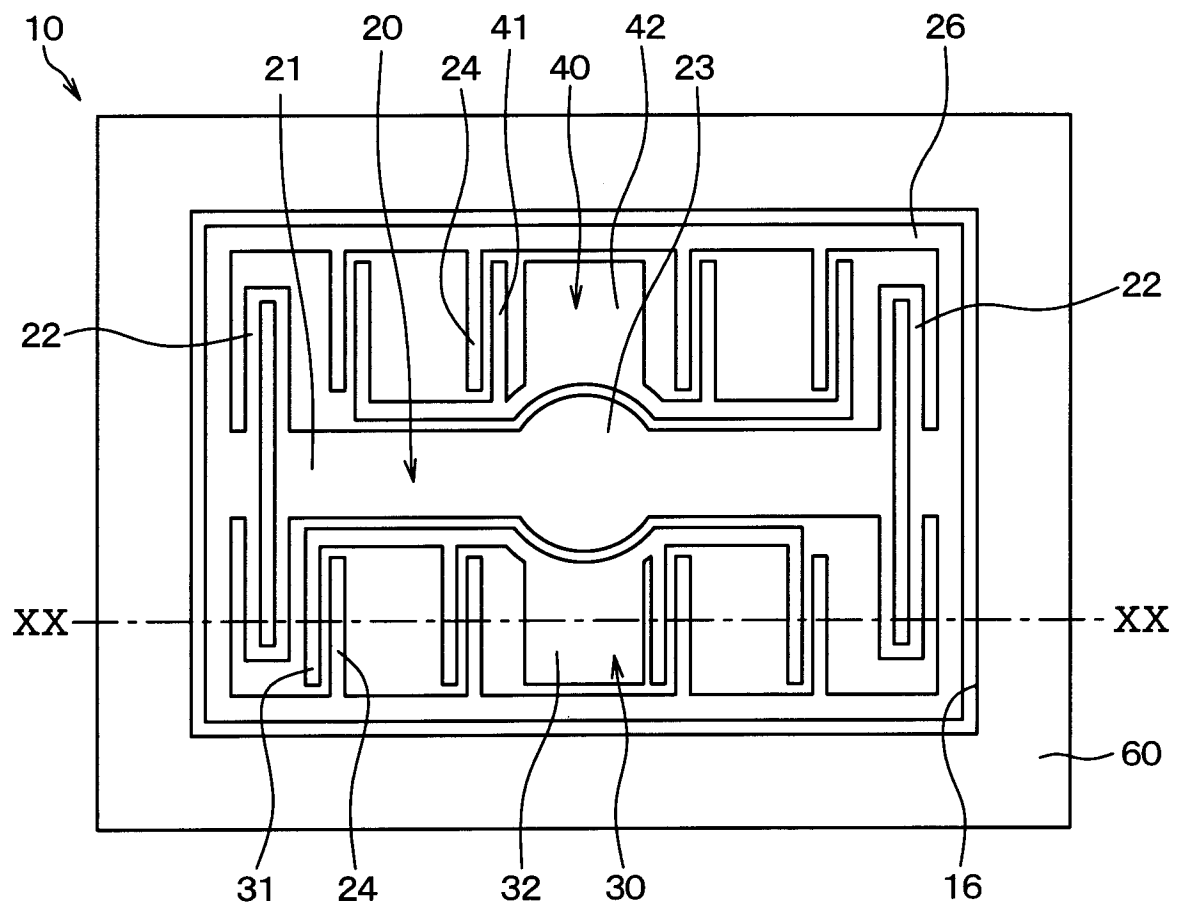
[図14]



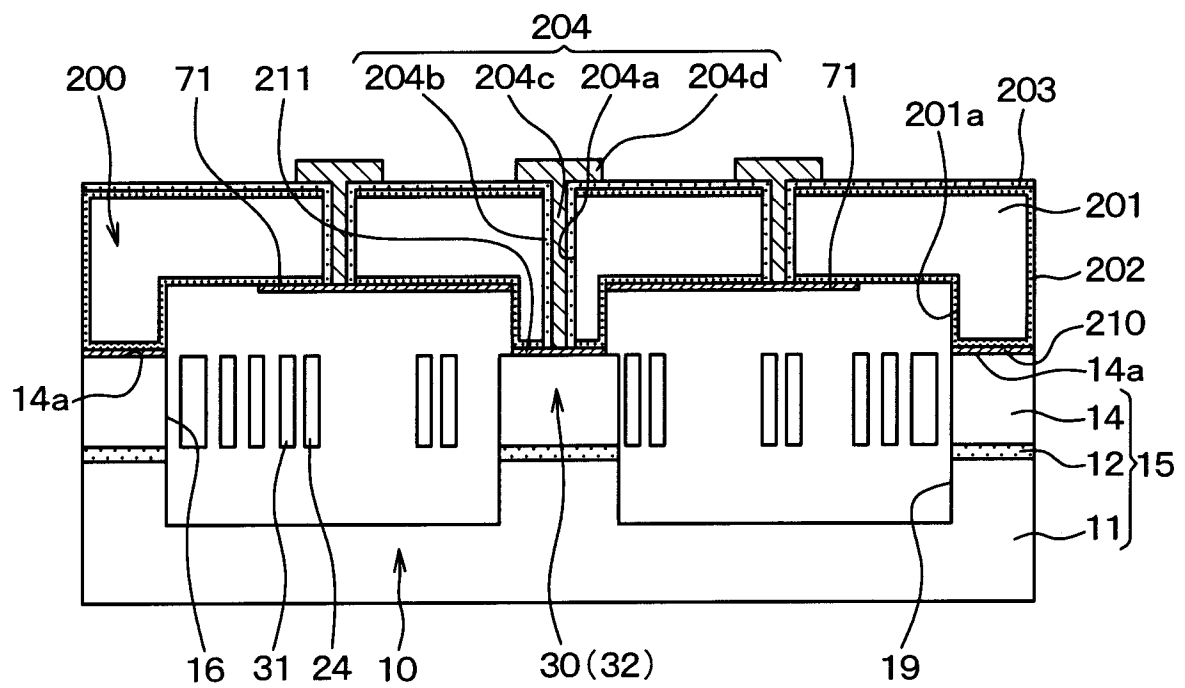
[図15]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P21/00(2006.01)i, G01P15/125(2006.01)i, H01L29/84(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)

G01P21/00, G01P15/125, H01L29/84

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-242201 A (Denso Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2011/024576 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 03 March 2011 (03.03.2011), entire text; all drawings & EP 2474811 A1 & JP 2011-53020 A & US 2012/0105080 A1	1-8
A	JP 2010-232431 A (Denso Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
14 August, 2014 (14.08.14)

Date of mailing of the international search report
26 August, 2014 (26.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002636

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-185721 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2008-107108 A (Denso Corp.), 08 May 2008 (08.05.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2004-510984 A (Robert Bosch GmbH), 08 April 2004 (08.04.2004), entire text; all drawings & DE 10049462 A & EP 1332374 A & US 2005/0066704 A1 & WO 2002/029421 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01P21/00(2006.01)i, G01P15/125(2006.01)i, H01L29/84(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（I P C））

Int.Cl. G01P21/00, G01P15/125, H01L29/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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
A	JP 2012-242201 A（株式会社デンソー）2012.12.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2011/024576 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2011.03.03, 全文, 全図 & EP 2474811 A1 & JP 2011-53020 A & US 2012/0105080 A1	1-8
A	JP 2010-232431 A（株式会社デンソー）2010.10.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

☒ 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

14.08.2014

国際調査報告の発送日

26.08.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

岡田 卓弥

2 F

9206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
A	JP 2010-185721 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2010.08.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2008-107108 A (株式会社デンソー) 2008.05.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2004-510984 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミツ ト ベシユクレンクテル ハフツング) 2004.04.08, 全文, 全図 & DE 10049462 A & EP 1332374 A & US 2005/0066704 A1 & WO 2002/029421 A1	1-8