

(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
2018年1月4日(04.01.2018)



(10) 国際公開番号

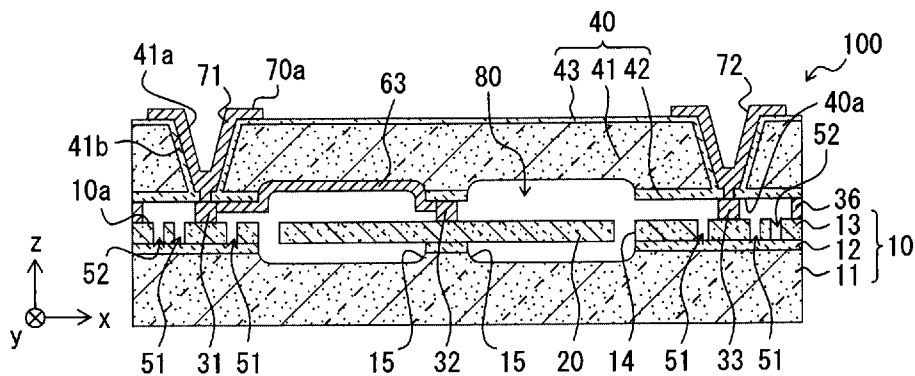
WO 2018/003353 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/08 (2006.01) *G01P 15/125* (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/019295
- (22) 国際出願日: 2017年5月24日(24.05.2017)
- (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 2016-131708 2016年7月1日(01.07.2016) JP
特願 2016-131710 2016年7月1日(01.07.2016) 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: 若林 伸彦(WAKABAYASHI Nobuhiko); 〒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). 竹谷 英一(TAKETANI Eiichi); 〒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). 吉岡 テツヲ(YOSHIOKA Tetsuo); 〒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). 西田 純也(NISHIDA Junya); 〒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). フロメル ヨーク(FROEMEL Joerg); 80686 ミュンヘン ハンザシュトラッセ 27 ツェーフラウンホーファーゲゼルシャフト ツールフェルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシュング アインゲトラーゲネル フェライン内 Munich (DE). ヴンシュ ダーク(WUENSCH Dirk); 80686 ミュンヘン ハンザシュトラッセ 27 ツェーフラウンホーファーゲゼルシャフト ツールフェルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシュング アインゲトラーゲネル フェライン内 Munich (DE). フォーゲル クラウス(VOGEL Klaus); 80686 ミュンヘン ハンザシュトラッセ 27 ツェーフラウンホーファーゲゼルシャフト ツールフェルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシュング アインゲトラーゲネル フェライン内 Munich (DE).

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



(57) **Abstract:** A semiconductor device according to the present invention includes: a support substrate (10) having a first face (10a); a cap substrate (40) having a second face (40a) and joined with the support substrate; a sensing section (20, 30, 60) disposed in a cavity (80) between the support substrate and the cap substrate; a penetrating electrode (70) formed to penetrate the support substrate or the cap substrate in the thickness direction thereof; a first pad section (31) electrically connected to the penetrating electrode between the first face and the second face; and a relay wire (63). The sensing section has a second pad section (32) having the same potential as the sensing section. When the support substrate is viewed from the thickness direction, the first pad section and the second pad section are deviated from each other. The relay wire electrically connects the first pad section and the second pad section with each other.



(74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号
灌定ビル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, DJ, 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, 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))

(57) 要約: 半導体装置は、第1面(10a)を有する支持基板(10)と、第2面(40a)を有し、前記支持基板に接合されるキャップ基板(40)と、前記支持基板と前記キャップ基板との間のキャビティ(80)内に配置されたセンシング部(20、30、60)と、前記支持基板もしくは前記キャップ基板の厚さ方向に貫通して形成された貫通電極(70)と、前記第1面と前記第2面との間で、前記貫通電極と電氣的に接続された第1パッド部(31)と、中継配線(63)を備える。前記センシング部は、前記センシング部と同電位とされた第2パッド部(32)を有する。前記支持基板を前記厚さ方向から見たとき、前記第1パッド部と前記第2パッド部とが互いにずれている。前記中継配線は、前記第1パッド部と前記第2パッド部とを互いに電氣的に接続する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年7月1日に提出された日本特許出願番号2016-131710号と、2016年7月1日に提出された日本特許出願番号2016-131708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、キャップ基板と支持基板との間にキャビティが形成され、キャビティ内に物理量に応じたセンサ信号を出力するセンシング部が備えられた半導体装置に関するものである。

背景技術

[0003] 例えば特許文献1に記載の物理量センサは、キャップ基板と支持基板とにより形成される気密室（キャビティ）にセンシング部たる半導体層が設けられている。半導体層は溝部によって可動部と周辺部が区画されている。可動部はキャップ基板および支持基板に対して相対的に可動して、可動部とキャップ基板との対向距離が変化するようにになっている。具体的には、この可動部は、開口部が形成された矩形枠状の枠部と、開口部の対向辺を連結するように備えられたトーション梁とを有している。可動部はトーション梁がアンカー部を介して支持基板に支持されている。可動部はトーション梁を回転軸としてキャップ基板に対して傾斜し、その結果、互いの対向距離が変化する。

[0004] そして、キャップ基板には固定電極が形成されている。上記のように、センシング部たる半導体層とキャップ基板との対向距離が変化すると、半導体層と固定電極とにより成る静電容量が変化する。特許文献1に記載の物理量センサは、半導体層の法線方向に印加される加速度を可動部の回転運動に変換して、静電容量の変化に基づいて物理量センサに印加される加速度を検出する、いわゆる慣性センサである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-232090号公報

発明の概要

[0006] ところで、半導体層と固定電極とにより成る静電容量の変化は、半導体層の電位と、固定電極の電位との電位差に基づいて算出される。半導体層の電位は、アンカーに設けられたパッド部と、キャップ基板における、パッド部の対向位置に設けられた貫通電極とが接触して電氣的に接続されることによって検出可能になっている。

[0007] このような構成では、半導体層の電位を取り出すための貫通電極はアンカーの直上に位置する。貫通電極はアンカーに設けられたパッド部に較べて体格が大きく、温度変化に対する熱膨張あるいは収縮に起因する熱応力も比較的大きくなるため、熱応力によって可動部が変形する原因となる。可動部に反りなどの変形が発生すると、可動部と固定電極との間の距離が変化してしまうため静電容量が変化してしまう。すなわち、静電容量が熱ノイズの影響を受けやすい構成となっている。

[0008] また、特許文献1に記載の物理量センサは、固定電極および半導体層の電位を外部に取り出すための電極が貫通電極（TSV）として設けられている。この貫通電極は固定電極が接合されたキャップ基板を貫通する貫通孔に形成されている。

[0009] キャップ基板にTSV用の貫通孔を形成する際には、孔の加工性やセンサの省サイズ化の観点から、キャップ基板は可能な限り薄くされていることが好ましい。一方、キャップ基板が薄すぎると、温度や応力等の周辺環境の変化に応じてキャップ基板に歪みを生じてしまう虞がある。

[0010] キャップ基板には固定電極が形成されているため、熱歪や応力ひずみが生じると半導体層と固定電極とにより成る静電容量が変化してしまう虞がある。つまり、加速度に重畳するノイズが増大してしまう虞がある。

[0011] 本開示は、キャビティ内に物理量に応じたセンサ信号を出力するセンシン

グ部が備えられ、温度に起因するノイズを低減することのできる半導体装置を提供することを目的とする。

[0012] 本開示は、さらに、キャビティ内に物理量に応じたセンサ信号を出力するセンシング部が備えられた半導体装置において、基板の歪みによるノイズを抑制できる半導体装置を提供することを目的とする。

[0013] 本開示の第一の態様において、半導体装置は、第1面を有する支持基板と、第2面を有し、前記第2面が前記第1面に対向する状態で前記支持基板に接合されるキャップ基板と、前記支持基板と前記キャップ基板との間に形成された気密性のキャビティ内に配置され、物理量に応じたセンサ信号を出力するセンシング部と、前記支持基板もしくは前記キャップ基板の厚さ方向に貫通して形成された貫通電極と、前記第1面と前記第2面との間に形成され、前記貫通電極の先端と電氣的に接続された第1パッド部と、中継配線とを備える。前記センシング部は、前記センシング部と同電位とされた第2パッド部を有する。前記支持基板を前記厚さ方向から見たとき、前記第1パッド部と前記第2パッド部とが互いにずれて配置される。前記中継配線は、前記第1パッド部と前記第2パッド部とを互いに電氣的に接続する。

[0014] 上記の半導体装置によれば、貫通電極と接続された第1パッド部と、センシング部と接続された第2パッド部とが直接接合されず、中継配線を介して接続される。このため、貫通電極が温度によって膨張あるいは収縮を生じた場合でも、その熱応力を直接第2パッド部、ひいてはセンシング部に伝達してしまうことを抑制することができる。したがって、センシング部において出力するセンサ信号に重畳する、温度に起因するノイズを低減することができる。

[0015] 本開示の第二の態様において、半導体装置は、第1面を有する支持基板と、第2面を有し、前記第2面が前記第1面に対向する状態で前記支持基板に接合されるキャップ基板と、前記支持基板と前記キャップ基板との間に配置された、気密性のキャビティ内における前記第2面に固定された固定電極と、前記キャビティ内において前記固定電極に対向して形成されることにより

静電容量を成し、前記静電容量の変化に応じたセンサ信号を出力するセンシング部と、前記支持基板を貫通して形成され、前記キャビティの内外を互いに電氣的に接続する貫通電極とを備える。

[0016] 上記の半導体装置によれば、固定電極が形成されたキャップ基板とは別体の支持基板に貫通電極が形成される構成である。すなわち、キャップ基板に貫通孔を形成する必要がない。よって、キャップ基板の板厚は貫通電極の仕様に依存することなく、任意に設定することができる。ひいては、熱や応力に起因して生じる歪みによるセンサ信号へのノイズの重畳を抑制するようにキャップ基板の板厚を設定することができる。

図面の簡単な説明

[0017] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1実施形態にかかる慣性センサの構成を示す図であり、図2
に示すI-I線の沿う断面図であり、
[図2]図2は、第1実施形態にかかる慣性センサの構成を示す上面図であり、
[図3]図3は、第1基板を用意し絶縁膜を形成する工程を示す断面図であり、
[図4]図4は、窪み部を形成する工程を示す断面図であり、
[図5]図5は、第2基板を形成する工程を示す断面図であり、
[図6]図6は、各パッド部を形成する工程を示す断面図であり、
[図7]図7は、溝部およびスリットを形成する工程を示す断面図であり、
[図8]図8は、貼り合わせ基板および絶縁膜を形成する工程を示す断面図であり、
[図9]図9は、窪み部を形成する工程を示す断面図であり、
[図10]図10は、各パッド部および中継配線を形成する工程を示す断面図であり、
[図11]図11は、支持基板とキャップ基板とを接合する工程を示す断面図であり、
[図12]図12は、貼り合わせ基板を薄肉化する工程を示す断面図であり、

[図13]図13は、貼り合わせ基板に貫通孔を形成する工程を示す断面図であり、

[図14]図14は、貫通電極を形成する工程を示す断面図であり、

[図15]図15は、第2実施形態にかかる慣性センサの構成を示す図であり、
図16に示すXV-XV線の沿う断面図であり、

[図16]図16は、第2実施形態にかかる慣性センサの構成を示す上面図であり、

[図17]図17は、第3実施形態にかかる慣性センサの構成を示す断面図である。

[図18]図18は、第4実施形態にかかる慣性センサの構成を示す図であり、
図19に示すXV111-XV111線の沿う断面図であり、

[図19]図19は、第4実施形態にかかる慣性センサ（第2基板）の構成を示す上面図であり、

[図20]図20は、第1基板を用意し絶縁膜を形成する工程を示す断面図であり、

[図21]図21は、第2基板を形成する工程を示す断面図であり、

[図22]図22は、各接合体の一部を形成する工程を示す断面図であり、

[図23]図23は、溝部およびスリットを形成する工程を示す断面図であり、

[図24]図24は、貼り合わせ基板および絶縁膜を形成するとともにキャップ基板側コンタクトを形成する工程を示す断面図であり、

[図25]図25は、「各接合体の一部および中継配線を形成する工程を示す断面図であり、

[図26]図26は、支持基板とキャップ基板とを接合する工程を示す断面図であり、

[図27]図27は、貼り合わせ基板および支持基板を薄肉化するとともに貫通孔を形成する工程を示す断面図であり、

[図28]図28は、貫通孔に絶縁膜を形成する工程を示す断面図であり、

[図29]図29は、支持基板側コンタクトを形成する工程を示す断面図である

。

発明を実施するための形態

[0018] (第1実施形態)

最初に、図1～図2を参照して、本実施形態に係る半導体装置の概略構成について説明する。

[0019] 本実施形態における半導体装置は、例えば加速度を検出する慣性センサである。図1に示すように、半導体装置たる慣性センサ100は、支持基板10とキャップ基板40とが積層されて構成されている。なお、図1は、図2に示すI-I線に沿う断面図である。図2は支持基板10のうち、第2基板13の上面図である。

[0020] 支持基板10は、第1基板11上に絶縁膜12を介して第2基板13が配置されたSOI (Silicon on Insulator) 基板とされており、第1面10aが第2基板12のうち絶縁膜12側と反対側の表面で構成されている。なお、第1基板11はシリコン等で構成され、絶縁膜12は酸化膜や窒化膜として構成され、第2基板13はポリシリコン等で構成されている。

[0021] そして、第2基板13には、図1および図2に示されるように、マイクロマシン加工が施されて溝部14が形成され、溝部14によって可動部20と周辺部30とが区画されている。

[0022] また、支持基板10のうち第1基板11には、可動部20ひいては後述の枠部22が第1基板11および絶縁膜12と接触することを防止するために、可動部20と対向する部分に窪み部15が形成されている。なお、窪み部15はエッチング等の方法により形成されるものであり、窪み部15の表面には絶縁膜12が形成されていない。

[0023] 可動部20は、平面矩形状の開口部21が形成された矩形枠状の枠部22と、開口部21の対向辺を連結するように形成されたトーション梁23とを有している。そして、可動部20は、トーション梁23が絶縁膜12の支持されたアンカー部24と連結されることにより第1基板11に支持されている。

[0024] ここで、本実施形態における方向の定義について説明する。図1および図2に示すように、トーション梁23の延設方向をx軸方向とし、x軸に直交する方向をy軸方向とする。また、xy平面に直交する方向をz軸方向とする。すなわち、z軸方向は支持基板10の第1面10aの法線方向である。換言すれば、z軸方向は、支持基板10およびキャップ基板40の厚さ方向である。

[0025] トーション梁23は、z軸方向の加速度が印加されたとき、可動部20の回転中心となる回転軸となる部材である。本実施形態におけるトーション梁23は開口部21を2分割するように形成されている。

[0026] 枠部22は、z軸方向の加速度が印加されたとき、トーション梁23を回転軸として回転できるように、トーション梁23を基準として非対称な形状とされている。本実施形態における枠部22は、トーション梁23を基準として第1部位22aと第2部位22bとに分けられる。枠部22は、第1部位22aにおけるトーション梁23から最も離れている部分の端部までのy軸方向の長さが、第2部位22bにおけるトーション梁23から最も離れている部分の端部までのy軸方向の長さより短くされている。つまり、枠部22は、第1部位22aの質量が第2部位22bの質量よりも小さくされている。

[0027] また、支持基板10の第1面10a、すなわち第2基板13の表面には、第1パッド部31、第2パッド部32、第3パッド部33、第4パッド部34および第5パッド部35が形成されるとともに、気密フレーム36が形成されている。これらパッド部31～35および気密フレーム36は、本実施形態においては例えばアルミニウムで構成されており、支持基板10とキャップ基板40とに挟まれて形成されている。なお、図2では、これらの要素の形成位置を破線で示している。

[0028] 具体的には、第1パッド部31は周辺部30に形成されて第2面40aにおいて後述の第1貫通電極71に接続されている。第2パッド部32はアンカ一部24に形成されて可動部20と電氣的に接続されている。第3パッド

部 33 は周辺部 30 に形成されて第 2 面 40a において後述の第 2 貫通電極 72 に接続されている。第 4 パッド部 34 は周辺部 30 に形成されて第 2 面 40a において図示しない第 3 貫通電極に接続されている。第 5 パッド部 35 は周辺部 30 に形成されて第 2 面 40a において図示しない第 4 貫通電極に接続されている。第 3 貫通電極および第 4 貫通電極は、それぞれ第 1 貫通電極 71 と同一の構成を有しつつ y 軸方向に沿って並んで形成されている。すなわち、第 1 パッド部 31、第 3 パッド部 33、第 4 パッド部 34、第 5 パッド部 35 の電位は、それぞれ、第 1 貫通電極 71、第 2 貫通電極 72、第 3 貫通電極、第 4 貫通電極と同電位となっており、これらの電極を介して外部に出力できるようになっている。逆に、これらの電極に電圧を印加すれば、対応するパッド部を所望の電位にすることができる。

[0029] さらに、第 1 パッド部 31 と第 2 パッド部 32 とは、後述の中継配線 63 によって互いに結線され電氣的に接続されている。つまり、可動部 20 の電位は第 1 貫通電極 71 から取り出すことができるようになっている。

[0030] 気密フレーム 36 は、可動部 20（溝部 14）を取り囲むように枠状に形成されている。気密フレーム 36 は、支持基板 10 とキャップ基板 40 とに挟まれて形成されているので、気密フレーム 36 と支持基板 10 とキャップ基板 40 とに囲まれた領域は外部から隔離された気密空間となっている。キャビティとは、該隔離空間に相当する。また、以降、この隔離空間をキャビティ 80 と称する。なお、気密フレーム 35 よりも外側であって支持基板 10 とキャップ基板 40 とに挟まれるスペーサを別途形成してもよい。スペーサは支持基板 10 とキャップ基板 40 との間隔を維持するものであり、酸化膜等の絶縁膜で構成することができる。

[0031] 支持基板 10 における第 2 基板 13 は、図 1 および図 2 に示すように、外周部 30 において複数のスリット 50 を有している。本実施形態における第 2 基板 13 は、第 1 種スリット 51 と第 2 種スリット 52 を有している。以降、第 1 種スリット 51 および第 2 種スリット 52 をまとめてスリット 50 ということがある。

[0032] 第1種スリット51は、第2基板13のうち、第1パッド部31、第3パッド部33、第4パッド部34および第5パッド部35との接触部分を取り囲むように略環状に形成されている。図2に示すように、第1パッド部31との接触部分を取り囲む第1種スリット51は環状であり、以降、スリットで囲まれた領域を接合部30aと称する。すなわち、周辺部30は、第1種スリット51によって接合部30aと、接合部30aを除く母体部30bとに区画される。なお、本実施形態では、図1に示すように、第1種スリット51が第1基板11や絶縁膜12にまで至っていないが、これに限定されるものではない。接合部30aおよび母体部30bは第1基板11や絶縁膜12を含む概念である。

[0033] 第1パッド部31と同様に、第2基板13のうち第3パッド部33との接触部分を取り囲むように第1種スリット51が形成されている。第3パッド部33に対応する第1種スリット51は完全な環状を成さず、一部が欠損したC字状を成している。さらに同様に、第2基板13のうち第4パッド部34との接触部分を取り囲むように第1種スリット51が形成され、第5パッド部35との接触部分を取り囲むように第1種スリット51が形成されている。第4パッド部34および第5パッド部35に対応する第1種スリット51は環状を成しており、接合部30aと母体部30bとを区画している。

[0034] 第2種スリット52は、図2に示すように、可動部20、および、周辺部30のうち各パッド部31、33～35との接触部分とを内側に含むように枠状に形成されている。本実施形態における第2種スリット52は、気密フレーム36が形成される枠内であって、気密フレーム36に沿った矩形状に形成されている。第2種スリット52は、第2基板13を、第2種スリット52の枠外である外周部30cと、枠内である内周部30dとに区画している。z軸方向から正面視したとき、外周部30cは支持基板10うち気密フレーム36が接合部されている領域である。対して、内周部30dは、可動部20や上記した接合部30aを内包する領域である。

[0035] キャップ基板40は、図1に示すように、貼り合わせ基板41と、貼り合

わせ基板 4 1 のうち支持基板 1 0 と対向する一面に形成された絶縁膜 4 2 と、貼り合わせ基板 4 1 のうち支持基板 1 0 側と反対の他面に形成された絶縁膜 4 3 とを有している。そして、絶縁膜 4 2 のうち支持基板 1 0 と対向する面にてキャップ基板 4 0 における第 2 面 4 0 a が構成されている。なお、貼り合わせ基板 4 1 はシリコン等で構成され、絶縁膜 4 2 は酸化膜や窒化膜で構成され、絶縁膜 4 3 は T E O S 等で構成されている。

[0036] そして、キャップ基板 4 0 の第 2 面 4 0 a には、第 1 固定電極 6 1 と第 2 固定電極 6 2 とが形成されている。以降、第 1 固定電極 6 1 と第 2 固定電極 6 2 とをまとめて固定電極 6 0 ということがある。固定電極 6 0 は支持基板 1 0 との対向配置されており、第 1 面 1 0 a に接触しないように形成されている。

[0037] 第 1 固定電極 6 1 は、図 2 に示すように、z 軸方向から正面視したとき、枠部 2 2 における第 1 部位 2 2 a とオーバーラップするように形成されている。換言すれば、第 1 固定電極 6 1 は第 1 部位 2 2 a に対向している。第 1 固定電極 6 1 と第 1 部位 2 2 a は静電容量を構成し、可動部 2 0 がトーショナル梁 2 3 を回転軸として変位することによって当該静電容量が変化するようにになっている。第 1 固定電極 6 1 は、第 1 配線 6 1 a を介して第 5 パッド部 3 5 に電氣的に接続されている。すなわち、第 1 固定電極 6 1 の電位は第 4 貫通電極を介して検出することができる。

[0038] 第 2 固定電極 6 2 は、図 2 に示すように、z 軸方向から正面視したとき、枠部 2 2 における第 2 部位 2 2 b とオーバーラップするように形成されている。換言すれば、第 2 固定電極 6 2 は第 2 部位 2 2 b に対向している。第 2 固定電極 6 2 と第 2 部位 2 2 b は静電容量を構成し、可動部 2 0 がトーショナル梁 2 3 を回転軸として変位することによって当該静電容量が変化するようにになっている。第 2 固定電極 6 2 は、第 2 配線 6 2 a を介して第 4 パッド部 3 4 に電氣的に接続されている。すなわち、第 2 固定電極 6 2 の電位は第 3 貫通電極を介して検出することができる。

[0039] なお、固定電極 6 0、第 1 配線 6 1 a および第 2 配線 6 2 a は例えばアル

ミニウムにより構成されている。また、第1固定電極61および第2固定電極62は同じ平面形状とされ、加速度が印加されていない状態において、第1、第2部位22a、22bとの間に等しい静電容量を構成している。

[0040] さらに、キャップ基板40の第2面40aには、第2面40aに沿うように中継配線63が形成されている。中継配線63は、例えばアルミニウムにより構成され、第1パッド部31と第2パッド部32とを電氣的に接続している。中継配線63により、第2パッド部32と第1パッド部31、ひいては第1貫通電極71とを同電位とすることができる。なお、本実施形態における中継配線63はトーション梁23に対向するようにx軸方向に延設されている。

[0041] このように、可動部20と固定電極60とでセンシング部が構成され、第1貫通電極71、第3貫通電極および第4貫通電極によって加速度に応じたセンサ信号を出力することができるようになっている。

[0042] また、キャップ基板40には、厚さ方向（z軸方向）に貫通する貫通電極70が形成されている。本実施形態における貫通電極70は、図1に示す第1貫通電極71、第2貫通電極72および、図示しない第3貫通電極、第4貫通電極なる4つを含んでいる。これら4つの貫通電極を総称して貫通電極70ということがある。

[0043] 4つの貫通電極70は互いに等価であり、貼り合わせ基板41および絶縁膜42を貫通する貫通孔41aに、絶縁膜41bを介して形成されている。絶縁膜41bは貫通孔41aの内壁面において絶縁膜42と絶縁膜43とを連結して一体的な絶縁膜となっている。貫通電極70は貫通孔41aの内壁面に沿って形成されるとともに、絶縁膜43上にランド部70aが形成された構成とされている。

[0044] 図1に示すように、第1貫通電極71は絶縁膜42を貫通して第1パッド部31に至る。つまり、第1貫通電極71は、第1パッド部31、中継配線63、第2パッド部32を経由して可動部20に電氣的に接続されている。第2貫通電極72は絶縁膜42を貫通して第3パッド部33に至る。図示し

ない第3貫通電極および第4貫通電極は絶縁膜42を貫通してそれぞれ第4パッド部34および第5パッド部35に至る。つまり、第3貫通電極および第4貫通電極は、それぞれ第2固定電極62および第1固定電極61と電氣的に接続されている。

[0045] 以上が本実施形態における慣性センサ100の構造である。このような慣性センサ100は、z軸方向の加速度が印加されると、枠部22がトーション梁23を回転軸として加速度に応じて回転する。そして、第1部位22aと第1固定電極61との間の静電容量と、第2部位22bと第2固定電極62との間の静電容量とが加速度に応じて変化するため、この容量変化に基づいて加速度の検出が行われる。

[0046] 次に、図3～図14を参照して、慣性センサ100の製造方法について説明する。

[0047] 先ず、図3に示すように、支持基板10を構成する第1基板11を用意し、第1基板11上にCVDや熱酸化等の一般的に知られた方法で絶縁膜12を形成する。

[0048] 次に、図4に示すように、絶縁膜12上に図示しないマスクレジストを形成してエッチング等を行い、第1基板11に窪み部15を形成する。

[0049] 次に、図5に示すように、絶縁膜12と第2基板13とを接合して支持基板10を形成する。絶縁膜12と第2基板13とを接合は、特に限定されるものではないが、例えば、次のように行うことができる。

[0050] まず、絶縁膜12の接合面および第2基板13の接合面にN₂プラズマ、O₂プラズマ、またはArイオンビームを照射し、絶縁膜12および第2基板13の各接合面を活性化する。そして、適宜形成されたアライメントマークを用いて赤外顕微鏡等によるアライメントを行い、室温～550℃で絶縁膜12および第2基板13をいわゆる直接接合により接合する。

[0051] なお、ここでは直接接合を例に挙げて説明したが、絶縁膜12と第2基板13とは、陽極接合や中間層接合、フージョン接合等の接合技術によって接合されてもよい。また、接合後に、高温アニール等の接合品質を向上させる

処理を行ってもよい。さらに、接合後に、第2基板13を研削研磨によって所望の厚さに加工してもよい。

[0052] 次いで、図6に示すように、支持基板10の第1面10aにCVD法等によって金属膜（アルミニウム）を形成する。そして、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で当該金属膜をパターニングすることにより、第1パッド部31～第5パッド部35、および、気密フレーム36の一部となる金属層を選択的に形成する。

[0053] 次いで、図7に示すように、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で第2基板13に溝部14およびスリット50を形成する。これにより、可動部20が形成され、且つ、周辺部30が接合部30aと母体部30b、あるいは、外周部30cと内周部30dに区画された第1基板10が用意される。

[0054] 上記図3～図7とは別工程において、図8に示すように、貼り合わせ基板41を用意し、熱酸化等によって貼り合わせ基板41の全面に絶縁膜42を形成する。

[0055] 次いで、図9に示すように、絶縁膜42上に図示しないマスクレジストを形成してエッチング等を行い、貼り合わせ基板41に窪み部16を形成する。

[0056] 次いで、図10に示すように、絶縁膜42のうち支持基板10と対向する部分に金属膜（アルミニウム）を形成する。そして、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で当該金属膜をパターニングすることにより、第1固定電極61、第2固定電極62を形成する。また、この工程において、第1パッド部31～第5パッド部35、および、気密フレーム36の残りの部分となる金属層を選択的に形成する。さらに、この工程において中継配線63を形成する。なお、図10においては、第1パッド部31、第2パッド部32および中継配線63を一体的に図示している。

[0057] 次いで、図11に示すように、支持基板10とキャップ基板40とを接合

する。具体的には、適宜形成されたアライメントマークを用いて赤外顕微鏡等によるアライメントを行い、支持基板 10 に形成された第 1 パッド部 31 ～第 5 パッド部 35 および気密フレーム 36 と、キャップ基板 40 に形成された第 1 パッド部 31 ～第 5 パッド部 35 および気密フレーム 36 とを 300 ～ 500℃ で金属接合する。これにより、支持基板 10 とキャップ基板 40 との間の空間が気密フレーム 36 により封止されてキャビティ 80 となり、枠部 22 および第 1 固定電極 61、第 2 固定電極 62 がキャビティ 80 に気密封止される。

[0058] 次いで、図 12 に示すように、絶縁膜 42 および貼り合わせ基板 41 を支持基板 10 側と反対側から研削し、支持基板 10 側と反対側の絶縁膜 42 を除去すると共に貼り合わせ基板 41 を薄くする。

[0059] 次いで、図 13 に示すように、第 1 パッド部 31、第 3 パッド部 33 に対応する場所における貼り合わせ基板 41 および絶縁膜 42 を除去することにより、2 つの貫通孔 41a を形成する。また、13 とは別断面において、第 4 パッド部 34、第 5 パッド部 35 に対応する場所における貼り合わせ基板 41 および絶縁膜 42 を除去することにより、2 つの貫通孔 41a を形成する。すなわち、合計で 4 つの貫通孔 41a を形成する。そして、各貫通孔 41a の壁面に TEOS 等の絶縁膜 41b を成膜する。このとき、貼り合わせ基板 41 のうち支持基板 10 側と反対側に形成された絶縁膜にて絶縁膜 43 が構成される。つまり、絶縁膜 43 と絶縁膜 41b とは同じ工程で形成される。その後、各貫通孔 41a の底部に形成された絶縁膜 41b を除去し、各貫通孔 41a 内において、第 1 パッド部 31、第 3 パッド部 31、第 4 パッド部 34 および第 5 パッド部 35 を露出させる。

[0060] 次いで、図 14 に示すように、各貫通孔 41a にスパッタ法や蒸着法等によって金属膜を配置して各貫通電極 70 を形成する。具体的には、第 1 パッド部 31 に対応する貫通孔 41a に第 1 貫通電極 71 を形成する。第 3 パッド部 33 に対応する貫通孔 41a に第 2 貫通電極 72 を形成する。また、第 4 パッド部 34 に対応する貫通孔 41a に第 3 貫通電極を形成する。第 5 パ

ッド部 35 に対応する貫通孔 41a に第 4 貫通電極を形成する。その後、絶縁膜 43 上の金属膜をパターニングしてランド部 70a を形成する。

[0061] 以上記載した工程を経て、慣性センサ 100 を製造する。なお、上記では、 z 軸方向に印加される加速度を検出する慣性センサ 100 の製造方法について説明したが、 xy 平面に沿う方向に印加される加速度を検出するセンシング部を同一慣性センサ 100 内に設けるようにしても良い。また、上記では 1 つの加速度センサの製造方法について説明したが、ウェハ状の支持基板 10 およびキャップ基板 40 を用意し、これらを接合した後にダイシングカットしてチップ単位に分割するようにしてもよい。

[0062] 次に、本実施形態にかかる慣性センサ 100 の作用効果について説明する。

[0063] この慣性センサ 100 では、センシング部を構成する可動部 20 が貫通電極 70 と直接的に接続されることなく、中継配線を介して第 1 パッド部 31 および第 1 貫通電極 71 に接続される。このため、第 1 貫通電極 71 が温度によって膨張あるいは収縮を生じた場合でも、その熱応力を直接第 2 パッド部、ひいては可動部 20 に伝達してしまうことを抑制することができる。したがって、センシング部において出力するセンサ信号に重畳する、温度に起因するノイズを低減することができる。

[0064] また、この慣性センサ 100 には、第 1 種スリット 51 が形成されている。具体的には、支持基板 10 ひいては第 2 基板 13 における周辺部 30 が、第 1 種スリット 51 によって接合部 30a と母体部 30b とに区画されている。このため、貫通電極 70 の熱応力に起因して接合部 30a が変形しても、母体部 30b との間で第 1 種スリット 51 がクリアランスとなるため、可動部 20 への熱応力の影響をより抑制することができる。

[0065] さらに、この慣性センサ 100 には、第 2 種スリット 52 が形成されている。具体的には、支持基板 10 ひいては第 2 基板 13 における周辺部 30 が、第 2 種スリット 52 によって外周部 30c と内周部 30d とに区画されている。このため、第 2 種スリット 52 の枠内である内周部 30d 側に形成さ

れた貫通電極 7 0 が温度によって膨張あるいは収縮を生じた場合でも、内周部 3 0 d と外周部 3 0 c との間で第 2 種スリット 5 2 がクリアランスとなるため、外周部 3 0 c への熱応力の影響をより抑制することができる。例えば外周部 3 0 c 側に x 軸方向および y 軸方向に印加される加速度を検出するためのセンシング部が別途形成されているような慣性センサであっても、それらセンシング部への熱応力の影響を抑制することができる。

[0066] (第 2 実施形態)

第 1 実施形態では、z 軸方向から正面視したとき、第 1 パッド部 3 1 が周辺部 3 0 にオーバーラップするような慣性センサ 1 0 0 について説明した。しかしながら、第 1 パッド部 3 1 の形成位置は、周辺部 3 0 に必ずしもオーバーラップする必要はない。

[0067] 第 2 実施形態における慣性センサ 1 1 0 における第 1 パッド部 3 1 は、図 1 5 および図 1 6 に示すように、可動部 2 0 にオーバーラップするように形成されている。具体的には、第 1 パッド部 3 1 は、第 2 基板 1 3 に対向しつつ接触しないように、キャップ基板 4 0 における第 2 面 4 0 a に形成されている。そして、第 1 パッド部 3 1 と第 2 パッド部 3 2 とは中継配線 6 3 により電氣的に接続されている。第 1 パッド部 3 1 には第 1 実施形態と同様に第 1 貫通電極 7 1 が接続されている。なお、図 1 5 は、図 1 6 に示す X V - X V 線に沿う断面図である。

[0068] この慣性センサ 1 1 0 においても、第 1 貫通電極 7 1 と可動部 2 0 上に形成された第 2 パッド部 3 2 とは直接的に接続されることなく、中継配線 6 3 を介して電氣的に接続される。このため、第 1 貫通電極 7 1 が温度によって膨張あるいは収縮を生じた場合でも、その熱応力を直接第 2 パッド部、ひいては可動部 2 0 に伝達してしまうことを抑制することができる。

[0069] (第 3 実施形態)

第 1 実施形態および第 2 実施形態における貫通電極 7 0 は、固定電極 6 0 が設けられた基板と同一のキャップ基板 4 0 側に形成されている。これに対して、第 3 実施形態における慣性センサ 1 3 0 は、図 1 7 に示すように、固

定電極 60 が設けられた基板とは異なる支持基板 10 に形成されている。

[0070] この慣性センサ 130 は、貫通電極 70 の形成位置を除く部分では第 1 実施形態の慣性センサ 100 と略同一の構成をしている。本実施形態における貫通電極 70 は、第 1 実施形態における貫通電極 70 に対して、 x y 平面を対称面として鏡面对称の位置に形成されている。図 17 に示すように、第 1 貫通電極 71 に対応して第 5 貫通電極 75 が形成され、第 2 貫通電極 72 に対応して第 6 貫通電極 76 が形成されている。なお、第 3 貫通電極および第 4 貫通電極に対応する貫通電極 70 も形成されているが図示を省略する。

[0071] 第 5 貫通電極 75 および第 6 貫通電極 76 は支持基板 10 のうち第 1 基板 11 と絶縁膜 12 を貫通するように形成されている。本実施形態における貫通電極 70 は、第 1 基板 11 および絶縁膜 12 を貫通する貫通孔 11a に、絶縁膜 11b を介して形成されている。絶縁膜 11b は、貫通孔 11a の内壁面において絶縁膜 12 と連結して一体的な絶縁膜となっている。貫通電極 70 は貫通孔 11a の内壁面に沿って形成される。

[0072] 図 17 に示すように、第 5 貫通電極 75 は絶縁膜 12 を貫通して第 1 パッド部 31 に至る。つまり、第 5 貫通電極 75 は、第 1 パッド部 31、中継配線 63、第 2 パッド部 32 を経由して可動部 20 に電氣的に接続されている。第 6 貫通電極 76 は絶縁膜 12 を貫通して第 3 パッド部 33 に至る。図示しない残る 2 つの貫通電極 70 は、それぞれ第 1 固定電極 61 および第 2 固定電極 62 と電氣的に接続されている。

[0073] この慣性センサ 130 においても、第 5 貫通電極 75 と可動部 20 上に形成された第 2 パッド部 32 とは直接的に接続されることなく、中継配線 63 を介して電氣的に接続される。このため、第 5 貫通電極 75 が温度によって膨張あるいは収縮を生じた場合でも、その熱応力を直接第 2 パッド部、ひいては可動部 20 に伝達してしまうことを抑制することができる。

[0074] また、本実施形態における慣性センサ 130 のように、貫通電極 70 を、固定電極 60 が形成される基板（キャップ基板 40）と対になる基板（支持基板 10）に形成することにより、キャップ基板 40 に貫通孔 41a を形成

する必要がなくなる。これにより、貼り合わせ基板 41 の薄肉化を行う必要がなくなるため、キャップ基板 40 の応力に対する強度を高めることができる。すなわち、温度に対して反りなどの発生を抑制することができる。したがって、第 1 実施形態および第 2 実施形態に較べて、固定電極 60 と可動部 20 との間の対向距離の精度を高くすることができ、センサ信号の精度を向上させることができる。

[0075] (その他の実施形態)

上記した実施形態では、支持基板 11 のスリット 50 を設け、スリット 50 を熱歪みに対するクリアランスとする例について説明したが、スリット 50 は必ずしも設ける必要はない。また、第 1 種スリット 51 のみを形成しても良いし、第 2 種スリット 52 のみを形成しても良い。また、熱歪みに対するクリアランスとして機能すればスリットである必要はなく、第 1 種スリット 51 または第 2 種スリット 52 の形成位置に相当する部分に、例えばボイド状の緩衝領域を設けても良い。

[0076] また、上記した実施形態では、パッド部 31～35、気密フレーム 36、貫通電極 70 についてアルミニウムを採用する例について説明したが、金や銅を採用しても良い。

[0077] (第 4 実施形態)

最初に、図 18～図 19 を参照して、本実施形態に係る半導体装置の概略構成について説明する。

[0078] 本実施形態における半導体装置は、例えば加速度を検出する慣性センサである。図 18 に示すように、半導体装置たる慣性センサ 2100 は、支持基板 210 とキャップ基板 240 とが積層されて構成されている。なお、図 18 は、図 19 に示す X V I I I - X V I I I 線に沿う断面図である。図 19 は支持基板 210 のうち、第 2 基板 213 の上面図である。

[0079] 支持基板 210 は、第 1 基板 211 上に絶縁膜 212 を介して第 2 基板 213 が配置された S O I (Silicon on Insulator) 基板とされており、第 1 面 210 a が第 2 基板 213 のうち絶縁膜 212 側と反対側の表面で構成さ

れている。なお、第1基板211はシリコン等の半導体で構成され、絶縁膜212は酸化膜や窒化膜として構成され、第2基板213はポリシリコン等で構成されている。また、第1基板211には、絶縁膜212の形成面と反対側の面に絶縁膜212aが形成されている。

[0080] そして、第2基板213には、図18および図19に示されるように、マイクロマシン加工が施されて溝部214が形成され、溝部214によって可動部220と周辺部230とが区画されている。

[0081] また、支持基板210のうち第1基板211には、可動部220ひいては後述の枠部222が第1基板211および絶縁膜212と接触することを防止するために、可動部220と対向する部分に窪み部215が形成されている。なお、窪み部215はエッチング等の方法により形成されるものであり、絶縁膜212は窪み部215の表面に亘って形成されている。

[0082] 可動部220は、平面矩形状の開口部221が形成された矩形枠状の枠部222と、開口部221の対向辺を連結するように形成されたトーション梁223とを有している。そして、可動部220は、トーション梁223が絶縁膜212に支持されたアンカー部224と連結されることにより第1基板211に支持されている。この可動部220がセンシング部に相当する。

[0083] ここで、本実施形態における方向の定義について説明する。図18および図19に示すように、トーション梁223の延設方向をx軸方向とし、x軸に直交する方向をy軸方向とする。また、xy平面に直交する方向をz軸方向とする。すなわち、z軸方向は支持基板210の第1面210aの法線方向である。換言すれば、z軸方向は、支持基板210およびキャップ基板240の厚さ方向である。

[0084] トーション梁223は、z軸方向の加速度が印加されたとき、可動部220の回転中心軸となる部材である。すなわち、トーション梁223は、その延設方向を回転軸として回転する。本実施形態におけるトーション梁223は開口部221を2分割するように形成されている。

[0085] 枠部222は、z軸方向の加速度が印加されたとき、トーション梁223

を回転軸として回転できるように、トーション梁 2 2 3 を基準として非対称な形状とされている。本実施形態における杵部 2 2 2 は、トーション梁 2 2 3 を基準として第 1 部位 2 2 2 a と第 2 部位 2 2 2 b とに分けられる。杵部 2 2 2 は、第 1 部位 2 2 2 a におけるトーション梁 2 2 3 から最も離れている部分の端部までの y 軸方向の長さが、第 2 部位 2 2 2 b におけるトーション梁 2 2 3 から最も離れている部分の端部までの y 軸方向の長さより短くされている。つまり、杵部 2 2 2 は、第 1 部位 2 2 2 a の質量が第 2 部位 2 2 2 b の質量よりも小さくされている。

[0086] また、支持基板 2 1 0 の第 1 面 2 1 0 a、すなわち第 2 基板 2 1 3 の表面には、第 1 接合体 2 3 1、第 2 接合体 2 3 2、第 3 接合体 2 3 3、第 4 接合体 2 3 4 および第 5 接合体 2 3 5 が形成されるとともに、気密フレームとして機能する第 6 接合体 2 3 6 が形成されている。これら接合体 2 3 1～2 3 6 は、本実施形態においては例えばアルミニウムで構成されており、支持基板 2 1 0 とキャップ基板 2 4 0 とに挟まれて形成されている。なお、図 1 9 では、これらの要素の形成位置を破線で示している。

[0087] 具体的には、第 1 接合体 2 3 1 は周辺部 2 3 0 の表面である第 1 面 2 1 0 a に形成され、周辺部 2 3 0 を介して後述の第 1 貫通電極 2 7 1 に接続されている。第 2 接合体 2 3 2 はアンカー部 2 2 4 に形成されて可動部 2 2 0 と電氣的に接続されている。第 3 接合体 2 3 3 は周辺部 2 3 0 の表面である第 1 面 2 1 0 a に形成され、周辺部 2 3 0 を介して後述の第 2 貫通電極 2 7 2 に接続されている。とくに第 3 接合体 2 3 3 は絶縁膜 2 4 2 に設けられたキャップ基板側コンタクト 2 4 2 a を介して貼り合わせ基板 2 4 1 に電氣的に接続されている。第 4 接合体 2 3 4 は周辺部 2 3 0 の表面である第 1 面 2 1 0 a に形成され、周辺部 2 3 0 を介して図示しない第 3 貫通電極に接続されている。第 5 接合体 2 3 5 は周辺部 2 3 0 の表面である第 1 面 2 1 0 a に形成され、周辺部 2 3 0 を介して図示しない第 4 貫通電極に接続されている。第 3 貫通電極および第 4 貫通電極は、それぞれ第 1 貫通電極 2 7 1 と同一の構成を有しつつ y 軸方向に沿って並んで形成されている。すなわち、第 1 接

合体 2 3 1、第 3 接合体 2 3 3、第 4 接合体 2 3 4、第 5 接合体 2 3 5 の電位は、それぞれ、第 1 貫通電極 2 7 1、第 2 貫通電極 2 7 2、第 3 貫通電極、第 4 貫通電極と同電位となっており、これらの電極を介して外部に出力できるようにになっている。逆に、これらの電極に電圧を印加すれば、対応する接合体を所望の電位にすることができる。

[0088] さらに、第 1 接合体 2 3 1 と第 2 接合体 2 3 2 とは、後述の中継配線 2 6 3 によって互いに結線され電氣的に接続されている。つまり、センシング部たる可動部 2 2 0 の電位は第 1 貫通電極 7 1 から取り出すことができるようになっている。

[0089] 気密フレームとして機能する第 6 接合体 2 3 6 は、可動部 2 2 0（溝部 2 1 4）を取り囲むように枠状に形成されている。第 6 接合体 2 3 6 は、支持基板 2 1 0 とキャップ基板 2 4 0 とに挟まれて形成されているので、第 6 接合体 2 3 6 と支持基板 2 1 0 とキャップ基板 2 4 0 とに囲まれた領域は外部から隔離された気密空間となっている。キャビティとは、この隔離空間に相当する。また、以降、この隔離空間をキャビティ 2 8 0 と称する。

[0090] 支持基板 2 1 0 における第 2 基板 2 1 3 は、図 1 8 および図 1 9 に示すように、外周部 2 3 0 において複数のスリット 2 5 0 を有している。本実施形態における第 2 基板 2 1 3 は、第 1 種スリット 2 5 1 と第 2 種スリット 2 5 2 を有している。以降、第 1 種スリット 2 5 1 および第 2 種スリット 2 5 2 をまとめてスリット 2 5 0 ということがある。

[0091] 第 1 種スリット 2 5 1 は、第 2 基板 2 1 3 のうち、第 1 接合体 2 3 1、第 3 接合体 2 3 3、第 4 接合体 2 3 4 および第 5 接合体 2 3 5 との接触部分を取り囲むように略環状に形成されている。図 1 9 に示すように、第 1 接合体 2 3 1 との接触部分を取り囲む第 1 種スリット 2 5 1 は環状であり、以降、スリットで囲まれた領域を島部 2 3 0 a と称する。すなわち、周辺部 2 3 0 は、第 1 種スリット 2 5 1 によって島部 2 3 0 a と、島部 2 3 0 a を除く母体部 2 3 0 b とに区画される。なお、本実施形態では、図 1 8 に示すように、第 1 種スリット 2 5 1 が第 1 基板 2 1 1 や絶縁膜 2 1 2 にまで至っていない。

いが、これに限定されるものではない。島部 230a および母体部 230b は第 1 基板 211 や絶縁膜 212 を含む概念である。

[0092] 第 1 接合体 231 と同様に、第 2 基板 213 のうち第 3 接合体 233 との接触部分を取り囲むように第 1 種スリット 251 が形成されている。第 3 接合体 233 に対応する第 1 種スリット 251 は完全な環状を成さず、一部が欠損した C 字状を成している。つまり、第 3 接合体 233 は母体部 230b と電氣的に導通しており、後述の絶縁膜 242 を貫くキャップ基板側コンタクト 242a を介して貼り合わせ基板 241 と導通している。さらに同様に、第 2 基板 213 のうち第 4 接合体 234 との接触部分を取り囲むように第 1 種スリット 251 が形成され、第 5 接合体 235 との接触部分を取り囲むように第 1 種スリット 251 が形成されている。第 4 接合体 234 および第 5 接合体 235 に対応する第 1 種スリット 251 は環状を成しており、島部 230a と母体部 230b とを区画している。

[0093] 第 2 種スリット 252 は、図 19 に示すように、可動部 220、および、周辺部 230 のうち各接合体 231, 233~235 との接触部分とを内側に含むように枠状に形成されている。本実施形態における第 2 種スリット 252 は、第 6 接合体 236 が形成される枠内であって、第 6 接合体 236 に沿った矩形状に形成されている。第 2 種スリット 252 は、第 2 基板 213 を、第 2 種スリット 252 の枠外である外周部 230c と、枠内である内周部 230d とに区画している。z 軸方向から正面視したとき、外周部 230c は支持基板 210 うち第 6 接合体 236 が接合されている領域である。対して、内周部 230d は、可動部 220 や上記した島部 230a を内包する領域である。

[0094] キャップ基板 240 は、図 18 に示すように、貼り合わせ基板 241 と、貼り合わせ基板 241 のうち支持基板 210 と対向する一面に形成された絶縁膜 242 とを有している。絶縁膜 242 における第 3 接合体 233 と接触する部分には絶縁膜 242 を貫通して貼り合わせ基板 241 に至るキャップ基板側コンタクト 242a が形成されている。第 3 接合体 233 はキャップ

基板側コンタクト 242a の内部に入り込んで形成され貼り合わせ基板 241 に電氣的に接触している。そして、絶縁膜 242 のうち支持基板 210 と対向する面にてキャップ基板 240 における第 2 面 240a が構成されている。なお、貼り合わせ基板 241 はシリコン等で構成され、絶縁膜 242 は酸化膜や窒化膜で構成されている。

[0095] 図 19 に示すように、キャップ基板 240 の第 2 面 240a には、第 1 固定電極 261 と第 2 固定電極 262 とが形成されている。以降、第 1 固定電極 261 と第 2 固定電極 262 とをまとめて固定電極 260 ということがある。固定電極 260 は支持基板 210 との対向配置されており、第 1 面 210a に接触しないように形成されている。

[0096] 第 1 固定電極 261 は、図 19 に示すように、z 軸方向から正面視したとき、枠部 222 における第 1 部位 222a とオーバーラップするように形成されている。換言すれば、第 1 固定電極 261 は第 1 部位 222a に対向している。第 1 固定電極 261 と第 1 部位 222a は静電容量を構成し、可動部 220 がトーション梁 223 を回転軸として変位することによって当該静電容量が変化するようになっている。第 1 固定電極 261 は、第 1 配線 261a を介して第 5 接合体 235 に電氣的に接続されている。すなわち、第 1 固定電極 261 の電位は第 4 貫通電極を介して検出することができる。

[0097] 第 2 固定電極 262 は、図 19 に示すように、z 軸方向から正面視したとき、枠部 222 における第 2 部位 222b とオーバーラップするように形成されている。換言すれば、第 2 固定電極 262 は第 2 部位 222b に対向している。第 2 固定電極 262 と第 2 部位 222b は静電容量を構成し、可動部 220 がトーション梁 223 を回転軸として変位することによって当該静電容量が変化するようになっている。第 2 固定電極 262 は、第 2 配線 262a を介して第 4 接合体 234 に電氣的に接続されている。すなわち、第 2 固定電極 262 の電位は第 3 貫通電極を介して検出することができる。このように、第 1 固定電極 261 の電位は第 4 貫通電極により引き出され、第 2 固定電極 262 の電位は第 3 貫通電極により引き出される。

[0098] なお、固定電極 260、第1配線 261a および第2配線 262a は例えばアルミニウムにより構成されている。また、第1固定電極 261 および第2固定電極 262 は互いに同一の平面形状とされ、加速度が印加されていない状態において、第1、第2部位 222a、222b との間に等しい静電容量を構成している。

[0099] さらに、キャップ基板 240 の第2面 240a には、第2面 240a に沿うように中継配線 263 が形成されている。中継配線 263 は、例えばアルミニウムにより構成され、第1接合体 231 と第2接合体 232 とを電氣的に接続している。中継配線 263 により、第2接合体 232 と第1接合体 231、ひいては第1貫通電極 271 とを同電位とすることができる。なお、本実施形態における中継配線 263 はトーション梁 223 に対向するように x 軸方向に延設されている。ここで、上記した第1配線 261a、第2配線 262a、および中継配線 263 はキャビティ 280 内に形成される配線であり、いわゆる内層配線である。これら内層配線 261a、262a、263 は、キャップ基板 240 における絶縁膜 242 上に形成されており、シリコンを主成分とする貼り合わせ基板 241 と直接接触しない構造となっている。

[0100] このように、可動部 220 と固定電極 260 とでセンシング部が構成され、第1貫通電極 271、第3貫通電極および第4貫通電極によって加速度に応じたセンサ信号を出力することができるようになっている。

[0101] 次に、第1貫通電極 271、第2貫通電極 272、第3貫通電極および第4貫通電極の詳しい構成について説明する。

[0102] 支持基板 210 のうち第1基板 211 には、厚さ方向（z 軸方向）に貫通する貫通電極 270 が形成されている。本実施形態における貫通電極 270 は、図 18 に示す第1貫通電極 271、第2貫通電極 272 および、図示しない第3貫通電極、第4貫通電極なる 4 つを含んでいる。これら 4 つの貫通電極を総称して貫通電極 270 ということがある。

[0103] 4 つの貫通電極 270 は、絶縁膜 212a、第1基板 211 および絶縁膜

212を貫通する貫通孔211aに、絶縁膜211bを介して形成されている。絶縁膜211bは貫通孔211aの内壁面において絶縁膜212と絶縁膜212aとを連結して一体的な絶縁膜となっている。貫通電極270は貫通孔211aの内壁面に沿って形成されるとともに、絶縁膜212a上にランド部270aが形成された構成とされている。

[0104] 図18に示すように、第1貫通電極271は絶縁膜212a、第1基板211、絶縁膜212を貫通し、第2基板213を介して第1接合体231に至る。つまり、第1貫通電極271は、第1接合体231、中継配線263、第2接合体232を経由して可動部220に電氣的に接続されている。第1貫通電極271は、B種貫通電極に相当する貫通電極である。なお、第1貫通電極271は、z軸方向においてアンカー部224の直下に形成され、中継配線263を介さずに可動部220と接続されるように形成されても良い。ただし、本実施形態のように、中継配線263を経由することによって、第1貫通電極271の熱に起因する体積変化の影響が可動部220に直接伝達されることを防止でき、センシング部の経年劣化の抑制、および測定精度の向上をはかることができる。

[0105] 第2貫通電極272は絶縁膜212a、第1基板211、絶縁膜212を貫通して第2基板213における周辺部230に至る。また、第2貫通電極272は、絶縁膜212aに設けられた支持基板側コンタクト212bを介して支持基板211とも電氣的に接触している。さらに、第2基板213における周辺部230は第3接合体233と接続し、第3接合体233はキャップ基板側コンタクト242aを介して貼り合わせ基板241と電氣的に接触している。すなわち、第2貫通電極272は、支持基板211、第2基板213の周辺部230、第3接合体233および貼り合わせ基板241と同電位である。例えば第2貫通電極272を慣性センサ2100におけるグラウンド電位に設定すれば、貼り合わせ基板241と周辺部230と支持基板211とをグラウンド電位に設定することができる。第2貫通電極272は、C種貫通電極に相当する貫通電極である。

[0106] 図示しない第3貫通電極および第4貫通電極は、絶縁膜212a、第1基板211、絶縁膜212を貫通し、第2基板213を介してそれぞれ第4接合体234および第5接合体235に至る。つまり、第3貫通電極および第4貫通電極は、それぞれ第2固定電極262および第1固定電極261と電氣的に接続されている。第3貫通電極および第4貫通電極は、A種貫通電極に相当する貫通電極である。

[0107] 以上が本実施形態における慣性センサ2100の概略構造である。このような慣性センサ2100は、z軸方向の加速度が印加されると、枠部222がトーション梁223を回転軸として加速度に応じて回転する。そして、第1部位222aと第1固定電極261との間の静電容量と、第2部位222bと第2固定電極262との間の静電容量とが加速度に応じて変化するため、この容量変化に基づいて加速度の検出が行われる。すなわち、慣性センサ2100はZ軸慣性センサである。

[0108] 次に、図20～図29を参照して、慣性センサ2100の製造方法について説明する。

[0109] 先ず、図20に示すように、支持基板210を構成する第1基板211を用意し、図示しないマスクレジストを形成してエッチング等を行い、第1基板211に窪み部215を形成する。その後、第1基板211上にCVDや熱酸化等の一般的に知られた方法で絶縁膜12を形成する。

[0110] 次いで、図21に示すように、絶縁膜212と第2基板213とを接合して支持基板210を形成する。絶縁膜212と第2基板213とを接合は、特に限定されるものではないが、例えば、次のように行うことができる。

[0111] まず、絶縁膜212の接合面および第2基板213の接合面にN₂プラズマ、O₂プラズマ、またはArイオンビームを照射し、絶縁膜212および第2基板213の各接合面を活性化する。そして、適宜形成されたアライメントマークを用いて赤外顕微鏡等によるアライメントを行い、室温～550℃で絶縁膜212および第2基板213をいわゆる直接接合により接合する。

[0112] なお、ここでは直接接合を例に挙げて説明したが、絶縁膜212と第2基

板 2 1 3 とは、陽極接合や中間層接合、フージョン接合等の接合技術によって接合されてもよい。また、接合後に、高温アニール等の接合品質を向上させる処理を行ってもよい。さらに、接合後に、第 2 基板 1 3 を研削研磨によって所望の厚さに加工してもよい。

[0113] 次いで、図 2 2 に示すように、支持基板 2 1 0 の第 1 面 2 1 0 a に C V D 法等によって金属膜（アルミニウム）を形成する。そして、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で当該金属膜をパターニングすることにより、第 1 接合体 2 3 1 ～第 6 接合体 2 3 6 の一部となる金属層を選択的に形成する。図 2 2 においては第 4 接合体 2 3 4 と第 5 接合体 2 3 5 を図示していないが、この工程において形成される。なお、金属の接合体を形成する前に、後述の工程であるキャップ基板 2 4 0 を接合する際の高さを決定するためのスペーサを形成する工程を挿入しても良い。また、本実施形態における接合体 2 3 1 ～2 3 6 はアルミニウムを想定しているが、金や銅を採用しても良い。

[0114] 次いで、図 2 3 に示すように、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で第 2 基板 2 1 3 に溝部 2 1 4 およびスリット 2 5 0 を形成する。これにより、可動部 2 2 0 が形成され、且つ、周辺部 2 3 0 が接合部 2 3 0 a と母体部 2 3 0 b、あるいは、外周部 2 3 0 c と内周部 2 3 0 d に区画された第 1 基板 2 1 0 が用意される。

[0115] 上記図 2 0 ～図 2 3 とは別工程において、図 2 4 に示すように、貼り合わせ基板 2 4 1 を用意し、図示しないマスクレジストを形成してエッチング等を行い、貼り合わせ基板 2 4 1 に窪み部 2 1 6 を形成する。その後、熱酸化等によって貼り合わせ基板 2 4 1 の全面に絶縁膜 2 4 2 を形成する。その後、絶縁膜 2 4 2 を部分的に除去してキャップ基板側コンタクト 2 4 2 a となるべきコンタクトホールを形成する。

[0116] 次いで、図 2 5 に示すように、絶縁膜 2 4 2 のうち支持基板 2 1 0 と対向するべき部分に金属膜（アルミニウム）を形成する。そして、レジストや酸化膜等の図示しないマスクを用いて反応性イオンエッチング等で当該金属膜

をパターニングすることにより、第1固定電極261、第2固定電極262を形成する。また、この工程において、第1接合体231～第6接合体236の残りの部分となる金属層を選択的に形成する。さらに、この工程において中継配線263、第1配線261aおよび第2配線262aを形成する。第3接合体233の形成にあつては、前工程において形成されたコンタクトホールに第3接合体233が充填されてキャップ基板側コンタクト242aとなるように金属膜の形成を行う。

[0117] なお、第1固定電極261および第2固定電極262はポリシリコンで形成しても良い。この場合には、第1固定電極261および第2固定電極262をポリシリコンでパターニングした後、第1接合体231～第6接合体236の残りの部分、および中継配線263、第1配線261aおよび第2配線262aを、アルミニウムを用いて形成するようにすれば良い。

[0118] 次に、図26に示すように、支持基板210とキャップ基板240とを接合する。具体的には、適宜形成されたアライメントマークを用いて赤外顕微鏡等によるアライメントを行い、支持基板210に形成された第1接合体231～第6接合体236の一部と、キャップ基板240に形成された第1接合体231～第6接合体236の一部とを300～500℃で金属接合する。これにより、支持基板210とキャップ基板240との間の空間が第6接合体236により封止されてキャビティ280となり、枠部222および第1固定電極261、第2固定電極262がキャビティ280に気密封止される。

[0119] 次に、図27に示すように、貼り合わせ基板241を支持基板210側と反対側から研削して貼り合わせ基板241を所望の厚さに調整する。ところで、貼り合わせ基板241を含むキャップ基板240には固定電極260が形成されている。このため、可動部220と固定電極260との対向距離が意図せずに変化しないように、貼り合わせ基板241の厚さは、慣性センサ2100に印加が想定される応力や冷熱変化に対して、十分な強度を確保できる厚さに設定すべきである。従来の慣性センサでは、キャップ基板2

40側に貫通電極270を形成するために、貼り合わせ基板241の厚さを薄くする必要があった。これに対して、本実施形態では、キャップ基板240側に貫通電極270を形成しないので、応力や冷熱変化に対して、十分な強度を確保できる厚さに設定することができる。

[0120] 一方、図27に示すように、第1基板211をキャップ基板240側と反対側から研削して第1基板211を所望の厚さに調整する。第1基板211の厚さは、貫通電極270の形成容易性を考慮して決定される。

[0121] 貼り合わせ基板241および第1基板211の研削による厚さ調整の後、図27に示すように、第1基板211におけるキャップ基板240とは反対側の一面から貫通孔211cを形成する。貫通孔211cは例えばエッチングにより形成する。本実施形態において、貫通孔211cは、第1接合体231、第3接合体233、第4接合体234、第5接合体235に対応する位置に形成する。

[0122] 次いで、図28に示すように、各貫通孔211cの壁面にTEOS等の絶縁膜211bを成膜する。このとき、第1基板211のうちキャップ基板240側と反対側に形成された絶縁膜にて絶縁膜212aが構成される。つまり、絶縁膜212aと絶縁膜211bとは同じ工程で形成される。以降、絶縁膜211bの内壁面を改めて貫通孔211aと称する。

[0123] 次いで、図29に示すように、各貫通孔211aの底部に形成された絶縁膜211bを部分的に除去し、各貫通孔211a内において、第1接合体231、第3接合体233、第4接合体234および第5接合体235と電氣的に接触した第2基板213を露出させる。同時に、第3接合体233に繋がる貫通孔211aの近傍の絶縁膜212aをエッチングして、支持基板側コンタクト212bとなるべきコンタクトホールを設ける。これにより、絶縁膜212aが部分的に除去されて第1基板211が露出する。

[0124] 次いで、各貫通孔211aの内壁面および、各貫通孔211aの近傍に金属膜状の電極を形成する。具体的には、第1接合体231に対応する貫通孔211aに第1貫通電極271を形成する。第3接合体233に対応する貫

通孔 2 1 1 a に第 2 貫通電極 2 7 2 を形成する。また、第 4 接合体 2 3 4 に対応する貫通孔 2 1 1 a に第 3 貫通電極を形成する。第 5 接合体 2 3 5 に対応する貫通孔 2 1 1 a に第 4 貫通電極を形成する。その後、絶縁膜 2 4 3 上の金属膜をパターニングしてランド部 2 7 0 a を形成する。これにより、図 1 8 に示す慣性センサ 2 1 0 0 を製造することができる。とくに第 2 貫通電極 2 7 2 におけるランド 2 7 0 a を構成する金属膜は、絶縁膜 2 1 2 a に設けられたコンタクトホール内に充填されて支持基板側コンタクト 2 1 2 b を形成し、第 2 貫通電極 2 7 2 と、支持基板 2 1 0 における第 1 基板 2 1 1 とを電氣的に接続している。

[0125] なお、上記では、z 軸方向に印加される加速度を検出する慣性センサ 2 1 0 0 の製造方法について説明したが、x y 平面に沿う方向に印加される加速度を検出するセンシング部を同一慣性センサ 2 1 0 0 内に設けるようにしても良い。また、上記では 1 つの加速度センサの製造方法について説明したが、ウェハ状の支持基板 2 1 0 およびキャップ基板 2 4 0 を用意し、これらを接合した後にダイシングカットしてチップ単位に分割するようにしてもよい。

[0126] 次に、本実施形態にかかる慣性センサ 2 1 0 0 の作用効果について説明する。

[0127] 従来の慣性センサでは、貫通電極 2 7 0 と固定電極 2 6 0 とが同一の基板、例えばキャップ基板 2 4 0 に形成されていた。このような形態では、貫通電極 2 7 0 の形成のために、キャップ基板 2 4 0 をできるだけ薄く製造するという要請がある一方、キャップ基板 2 4 0 の変形に起因する固定電極 2 6 0 と可動部 2 2 0 との間の静電容量の変化を抑制する観点から、キャップ基板 2 4 0 をできるだけ厚く製造するという背反する要請があった。

[0128] これに対して、本実施形態における慣性センサ 2 1 0 0 では、固定電極 2 6 0 が形成されたキャップ基板 2 4 1 とは異なる基板として形成される支持基板 2 1 0 に貫通電極 2 7 0 が形成される。

[0129] このため、可動部 2 2 0 と固定電極 2 6 0 との対向距離が意図せずに変化

しないように、キャップ基板 240 を構成する貼り合わせ基板 241 の厚さを、慣性センサ 2100 に印加が想定される応力や冷熱変化に対して、十分な強度を確保できる厚さに設定することができる。

[0130] また、支持基板 210 の観点から述べれば、貫通電極 270 の形成容易性を考慮して第 1 基板 211 の厚さを決定することができる。

[0131] すなわち、背反する要請を考慮することなく、支持基板 210 の厚さ、およびキャップ基板 240 の厚さを、それぞれ独立に、任意に設定することができる。

[0132] よって、貫通電極 270 形成の容易性のために支持基板 210 をできるだけ薄く製造する要請と、静電容量の変化を抑制するという目的のためにキャップ基板 240 を必要十分な厚さに製造する要請とを両立するため、キャップ基板 240 の厚さは、支持基板 210 よりも厚く設定することが好ましい。

[0133] また、本実施形態における慣性センサ 2100 は、キャップ基板側コンタクト 242a と、支持基板側コンタクト 212b とが形成されていることにより、貼り合わせ基板 241 と、第 2 基板 213 における母体部 230b と、第 1 基板 211 と、第 2 貫通電極 272 とを同電位にすることができる。支持基板 210 とキャップ基板 240 とが同電位にされていることによって、キャビティ 280 内における外乱電場を生じにくくするでき、センサ信号の精度を向上することができる。

[0134] そして、キャップ基板側コンタクト 242a は、慣性センサ 2100 の製造工程において、絶縁膜 242 をパターニングするだけで形成することができるものであり、絶縁膜 242 をエッチングする別の工程と共通化することができる。すなわち、パターニングのためのエッチングマスクを変更するだけで実現できる。同様に、支持基板側コンタクト 212b は、慣性センサ 2100 の製造工程において、絶縁膜 212a をパターニングするだけで形成することができるものであり、絶縁膜 212a をパターニングするためのエッチングマスクを変更するだけで実現することができる。つまり、従来の製

造工程に対して、工程数を増加することなく、貼り合わせ基板 241 と、第 2 基板 213 における母体部 230b と、第 1 基板 211 と、第 2 貫通電極 272 とを同電位にすることができる。

[0135] (その他の実施形態)

上記した各実施形態では、接合体 231～236、貫通電極 270 についてアルミニウムを採用する例について説明したが、金や銅を含む金属を採用しても良い。また、各絶縁膜については、シリコンの酸化膜や窒化膜を採用することができる。

[0136] また、貫通電極 270 の形成の後、支持基板 210 の第 1 面 210a と反対の面に、耐湿性のパッシベーション膜を全面に亘って形成するようにしても良い。パッシベーション膜には、例えば P I Q (ポリイミド) や窒化シリコンを採用することができる。

[0137] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1]

第1面（10a）を有する支持基板（10）と、
第2面（40a）を有し、前記第2面が前記第1面に対向する状態で前記支持基板に接合されるキャップ基板（40）と、
前記支持基板と前記キャップ基板との間に形成された気密性のキャビティ（80）内に配置され、物理量に応じたセンサ信号を出力するセンシング部（20、30、60）と、
前記支持基板もしくは前記キャップ基板の厚さ方向に貫通して形成された貫通電極（70）と、
前記第1面と前記第2面との間に形成され、前記貫通電極の先端と電氣的に接続された第1パッド部（31）と、
中継配線（63）とを備え、
前記センシング部は、前記センシング部と同電位とされた第2パッド部（32）を有し、
前記支持基板を前記厚さ方向から見たとき、前記第1パッド部と前記第2パッド部とが互いにずれて配置され、
前記中継配線は、前記第1パッド部と前記第2パッド部とを互いに電氣的に接続する半導体装置。

[請求項2]

前記センシング部は、前記第1面の法線方向への加速度に応じて変位する可動部（20）と、
前記可動部を取り囲む周辺部（30）と、
前記キャップ部における前記第2面に形成され、前記可動部と対向する固定電極（60）と、を有し、
前記支持基板を前記厚さ方向から見たとき、前記第1パッド部は、前記周辺部とオーバーラップする位置に形成される請求項1に記載の半導体装置。

[請求項3]

前記支持基板は、前記第1パッド部が接合された接合部（30a）と、前記接合部を除く母体部（30b）とを有し、

前記接合部と前記母体部との間にクリアランス（５１）を設けた請求項１または請求項２に記載の半導体装置。

[請求項４] 前記キャビティは、前記第１面と前記第２面との間に形成され前記センシング部を囲む枠状の気密フレーム（３６）と、前記支持基板と、前記キャップ基板と、により囲まれた領域として形成されており、

前記支持基板を前記厚さ方向から見たとき、前記第１パッド部は前記気密フレームの枠内に形成され、

前記支持基板は、前記気密フレームが接合された外周部（３０ｃ）と、前記外周部を除く部分であって前記第１パッド部が接合された内周部（３０ｄ）とを有し、

前記外周部と前記内周部との間にクリアランス（５２）を設けた請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項５] 前記中継配線は、前記第２面に沿って形成され前記第１パッド部と前記第２パッド部とを電氣的に接続する請求項１～４のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項６] 第１面（２１０ａ）を有する支持基板（２１０）と、
第２面（２４０ａ）を有し、前記第２面が前記第１面に対向する状態で前記支持基板に接合されるキャップ基板（２４０）と、

前記支持基板と前記キャップ基板との間に配置された、気密性のキャビティ（２８０）内における前記第２面に固定された固定電極（２６０）と、

前記キャビティ内において前記固定電極に対向して形成されることにより静電容量を成し、前記静電容量の変化に応じたセンサ信号を出力するセンシング部（２２０）と、

前記支持基板を貫通して形成され、前記キャビティの内外を互いに電氣的に接続する貫通電極（２７０）を備える半導体装置。

[請求項７] 前記貫通電極は、

前記固定電極の電位を取り出すためのＡ種貫通電極と、

前記センシング部の電位を取り出すためのB種貫通電極（271）と、

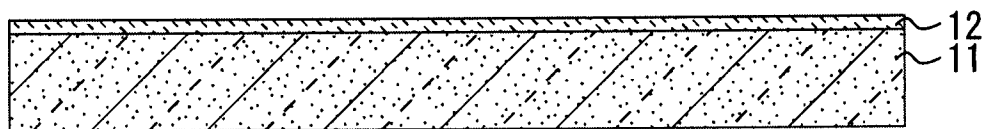
前記支持基板と電氣的に接続されるとともに前記キャップ基板にも電氣的に接続されることにより前記支持基板と前記キャップ基板とを互いに接続するC種貫通電極（272）と、を含む請求項6に記載の半導体装置。

- [請求項8] 前記支持基板と前記キャップ基板とは、金属を含む接合体（231～236）を介して互いに接合され、
前記C種貫通電極は、
前記支持基板に形成された支持基板側コンタクト（212b）を介して前記支持基板に接続されるとともに、前記支持基板を貫通して前記接合体に至り、
前記接合体は、前記キャビティ内において前記キャップ基板に形成されたキャップ基板側コンタクト（242a）を介して前記キャップ基板に接続される請求項7に記載の半導体装置。
- [請求項9] 前記キャップ基板の板厚は、前記支持基板の板厚よりも厚い請求項6～8のいずれか1項に記載の半導体装置。

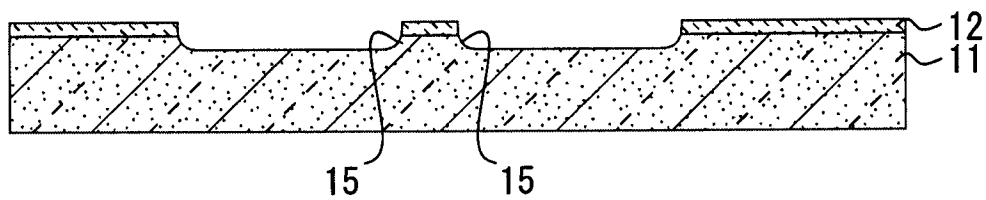
FIG. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 10 with layers 11, 12, 13, and 36. A central region 40 is defined by a top layer 43 and side walls 41a and 42. A central opening 80 is present. Various other layers and structures are labeled, including 10a, 52, 63, 70a, 71, 72, and 100. A coordinate system (x, y, z) is shown at the bottom left.

[illegible]

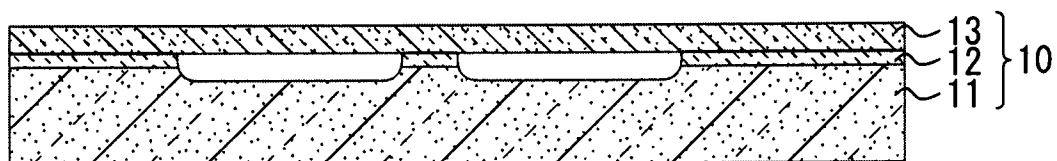
[図3]



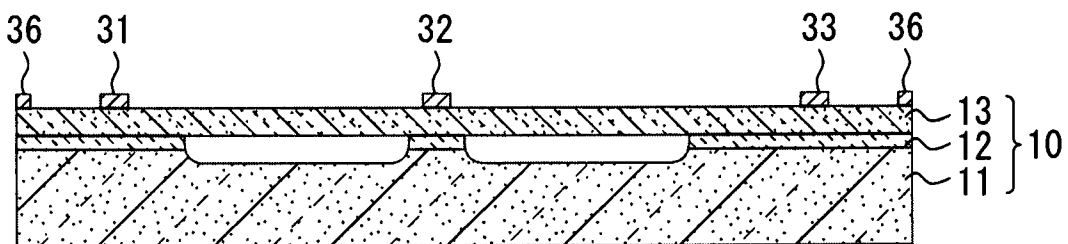
[図4]



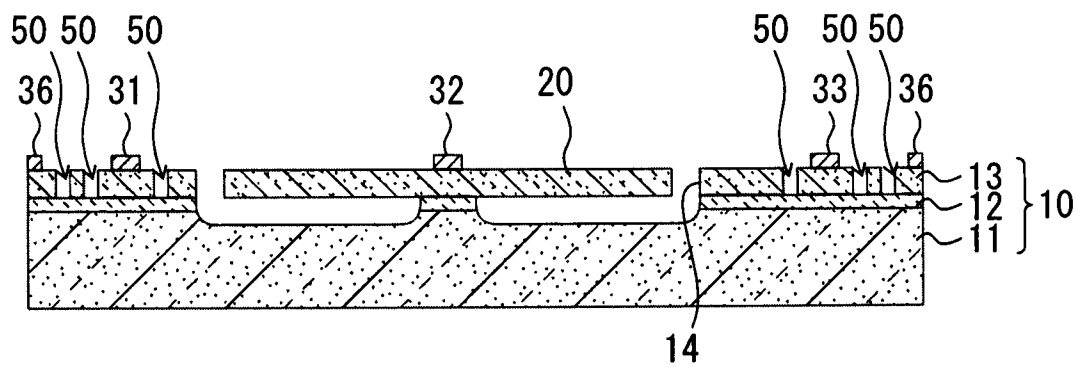
[図5]



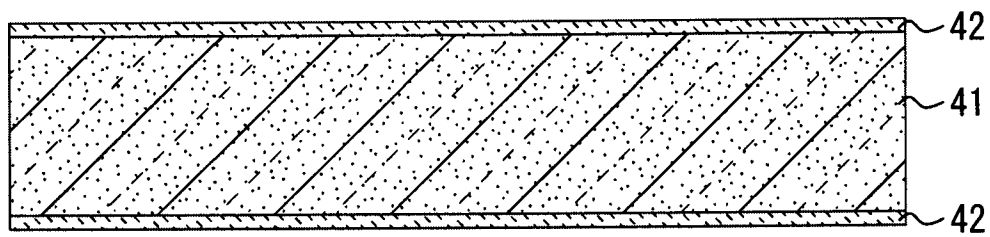
[図6]



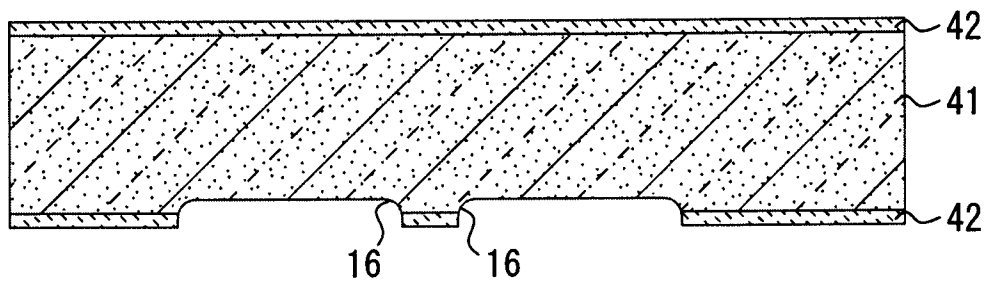
[図7]



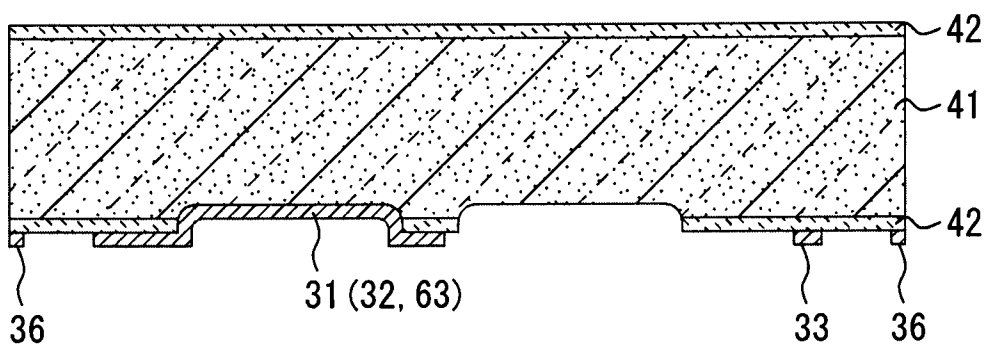
[図8]



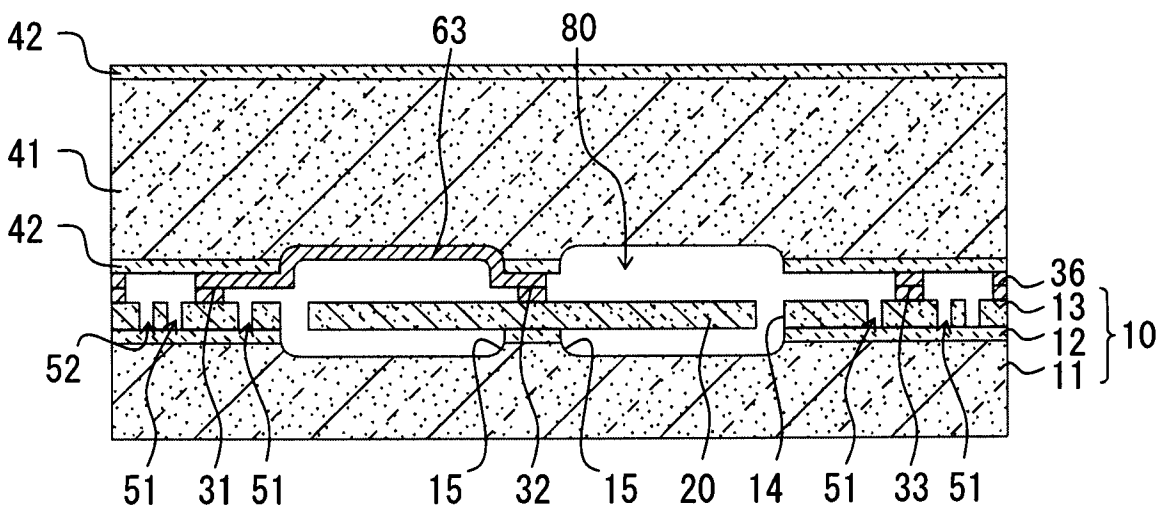
[図9]



[図10]



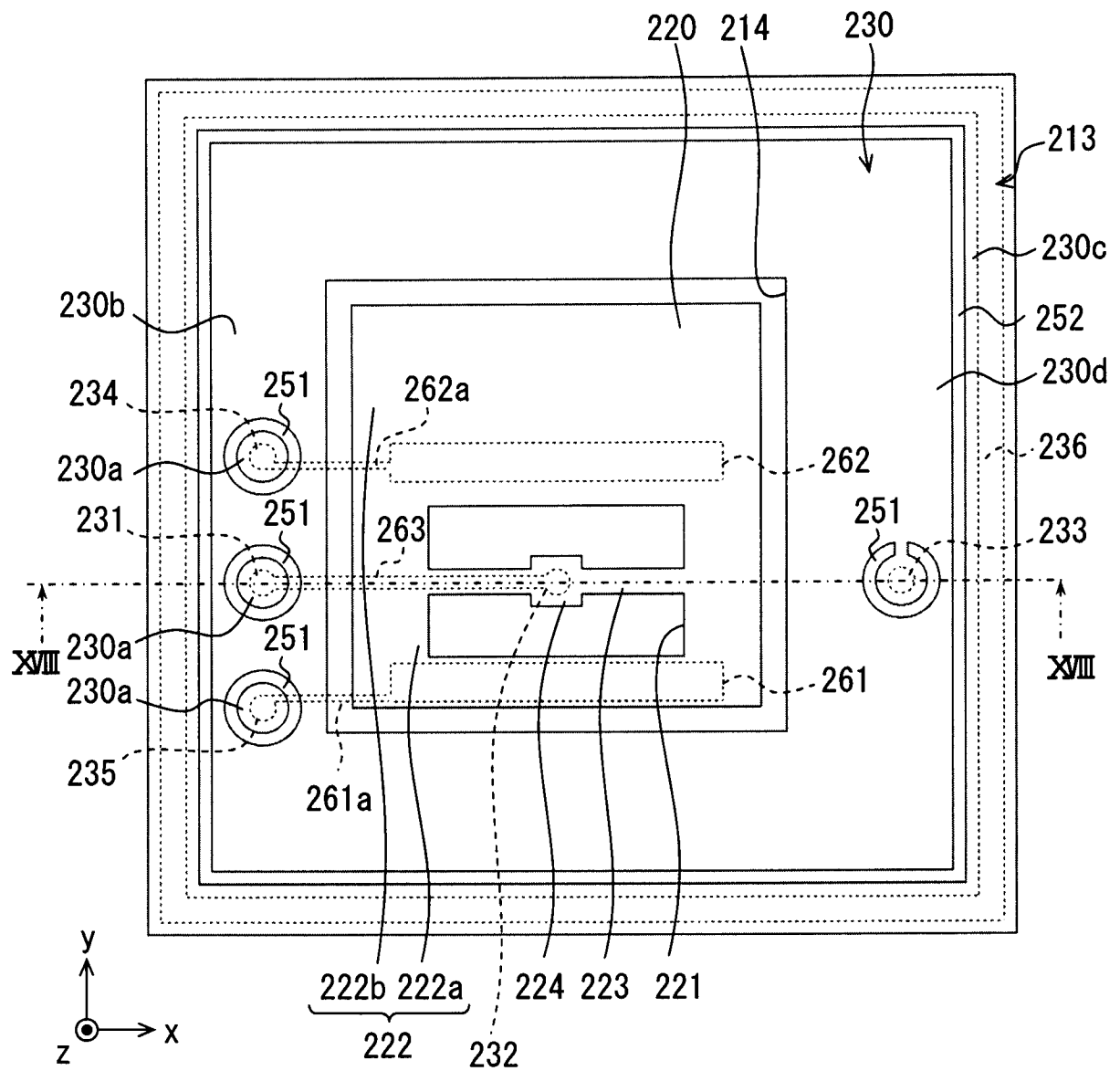
[図11]



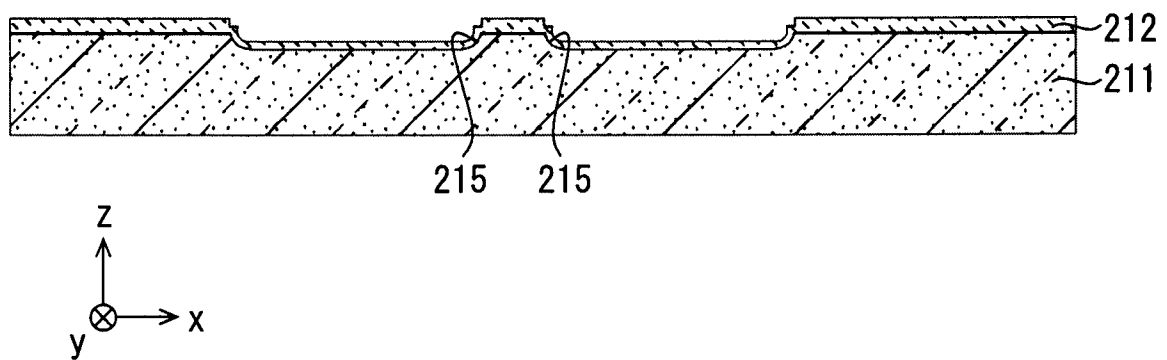
A detailed plan view of a semiconductor device. The device features a central rectangular region containing a complex pattern of conductive layers and openings. This central region is surrounded by multiple concentric rectangular frames or rings. Various components are labeled with numerical identifiers: 1 through 63. Specific regions like 20, 14, and 30 are indicated at the top. On the left side, labels 30b, 34, 30a, 51, and 35 are present. At the bottom, labels 22b, 22a, 32, 24, 23, and 21 are shown under a bracketed group 22. On the right side, labels 13, 30c, 52, 30d, 36, 51, and 33 are visible. Two dashed horizontal arrows labeled XV point towards the center from the left and right sides. A coordinate system is located at the bottom left, showing x, y, and z axes.

[illegible][illegible]

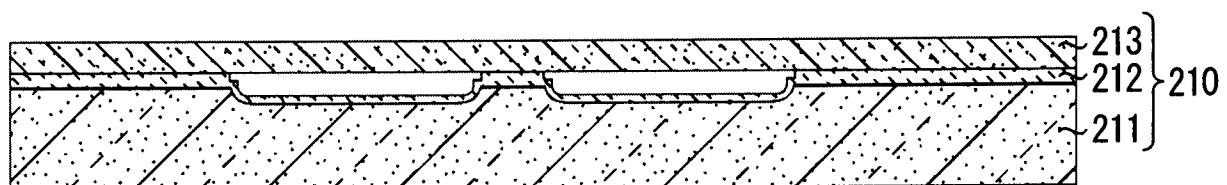
[図19]



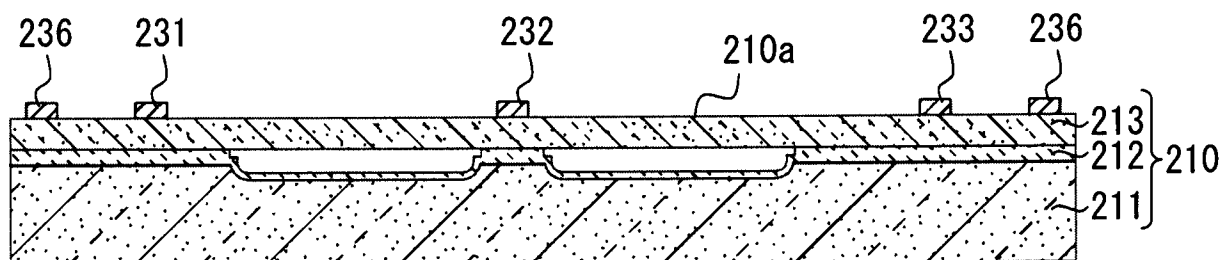
[図20]



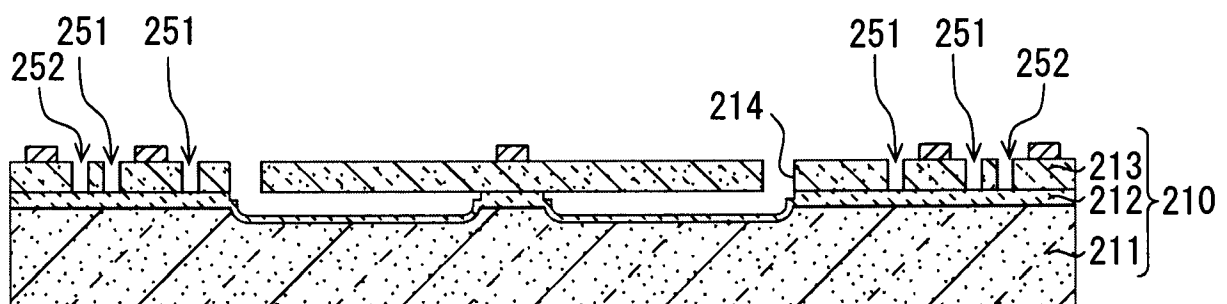
[図21]



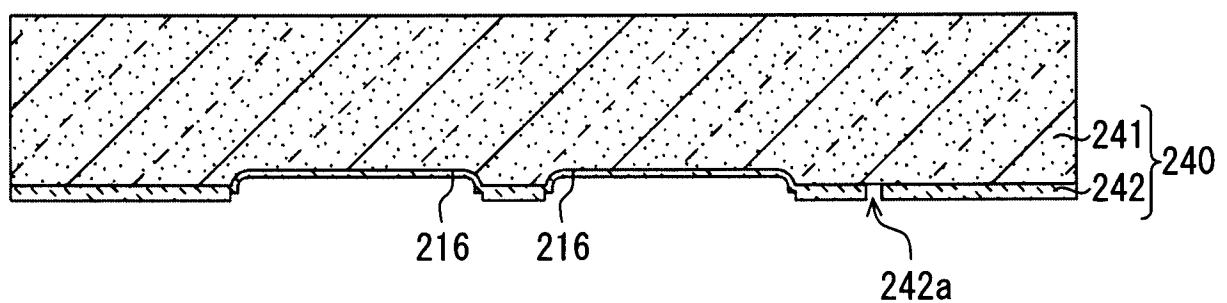
[図22]



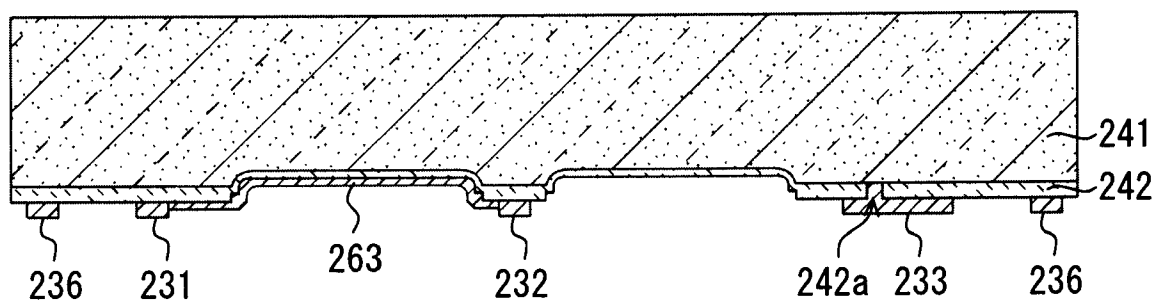
[図23]



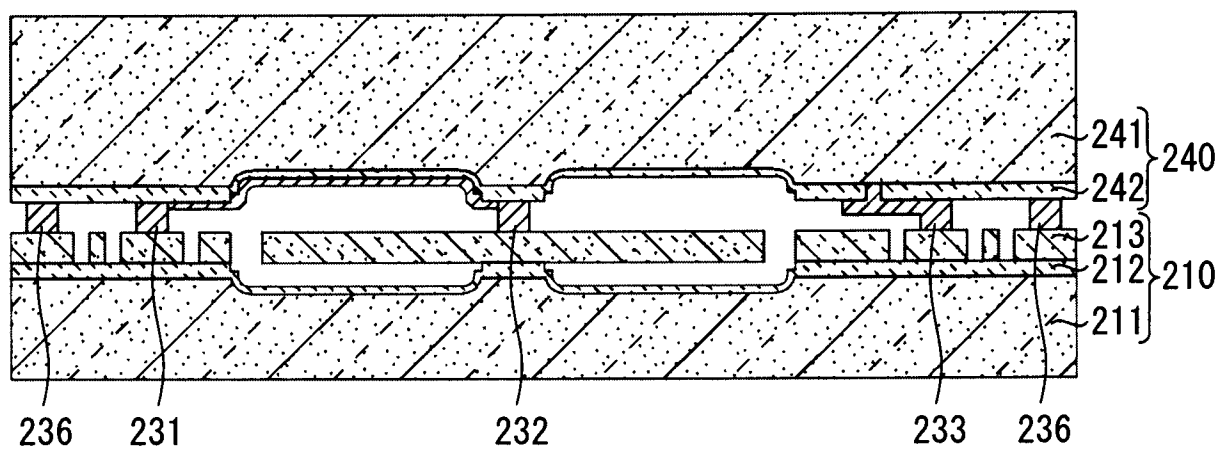
[図24]



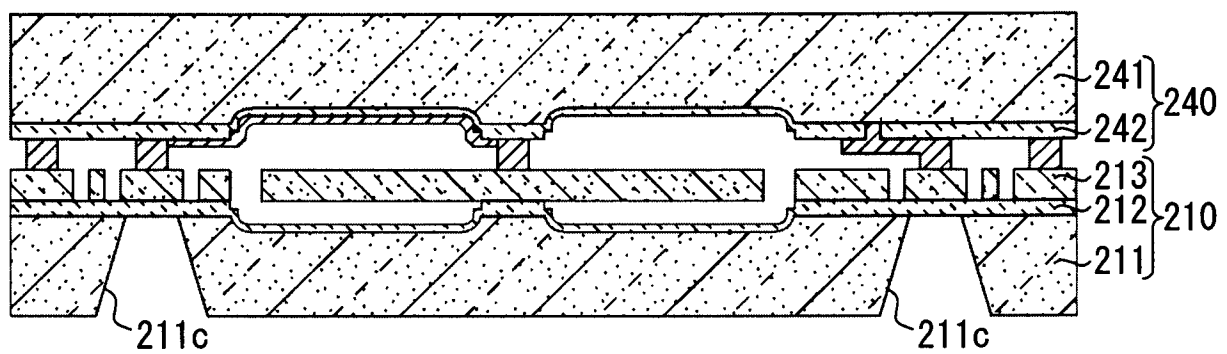
[図25]



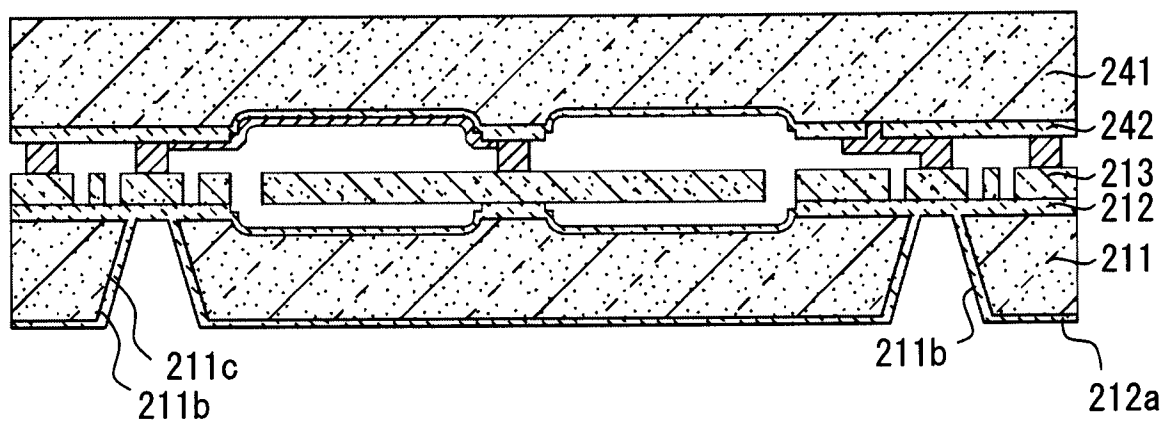
[図26]



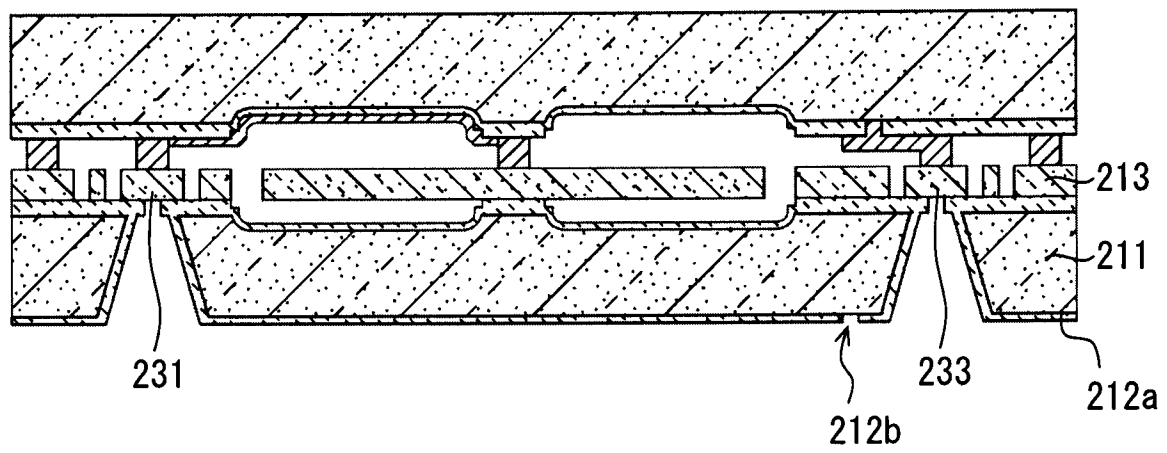
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019295

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/08(2006.01)i, B81B3/00(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)

G01P15/00-15/18, B81B3/00, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/045360 A1 (Denso Corp.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraphs [0044], [0067] to [0090]; fig. 10 to 14 & DE 112014004474 T & JP 2015-68646 A & US 2016/0223582 A1 paragraphs [0088] to [0108]; fig. 10 to 14	1-9
Y	WO 2014/192263 A1 (Denso Corp.), 04 December 2014 (04.12.2014), paragraph [0035]; fig. 1 & JP 2014-232090 A	1-9

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 August 2017 (03.08.17)

Date of mailing of the international search report
15 August 2017 (15.08.17)

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/JP2017/019295

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 2005-77349 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 March 2005 (24.03.2005), paragraphs [0030] to [0037]; fig. 6 to 9 & CN 1591023 A & DE 102004028927 A & KR 10-2005-0025224 A & TW 200510727 A & US 2005/0044953 A1 paragraphs [0044] to [0051]; fig. 6 to 9	4
A	US 2009/0145227 A1 (MEMSCAP), 11 June 2009 (11.06.2009), entire text; all drawings & EP 2071340 A1 & FR 2924813 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01P15/08(2006.01)i, B81B3/00(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（IPC））

Int.Cl. G01P15/00-15/18, B81B3/00, 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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2015/045360 A1（株式会社デンソー） 2015.04.02, [0044], [0067]-[0090], 図 10-14 & DE 112014004474 T & JP 2015-68646 A & US 2016/0223582 A1, [0088]-[0108], FIGS. 10-14	1-9
Y	WO 2014/192263 A1（株式会社デンソー） 2014.12.04, [0035], 図 1 & JP 2014-232090 A	1-9

☒ 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	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

03.08.2017

国際調査報告の発送日

15.08.2017

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）

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
Y	JP 2005-77349 A (三菱電機株式会社) 2005.03.24, [0030]-[0037], 図 6-9 & CN 1591023 A & DE 102004028927 A & KR 10-2005-0025224 A & TW 200510727 A & US 2005/0044953 A1, [0044]-[0051], FIGS. 6-9	4
A	US 2009/0145227 A1 (MEMSCAP) 2009.06.11, 全文, 全図 & EP 2071340 A1 & FR 2924813 A	1-9