

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年2月12日(12.02.2015)



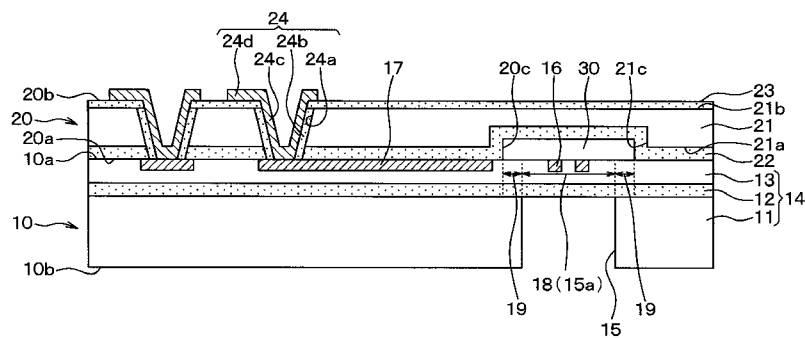
(10) 国際公開番号
WO 2015/019589 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/004039
- (22) 国際出願日: 2014年8月1日(01.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-163418 2013年8月6日(06.08.2013) JP
特願 2014-100694 2014年5月14日(14.05.2014) 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: 河野 高博(KAWANO, Takahiro); 〒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). 勝間田 卓(KATSUMATA, Takashi); 〒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). 与倉 久則(YOKURA, Hisanori); 〒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). 尾添 祥司(OZOE, Shoji); 〒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). 田中 宏明(TANAKA, Hiroaki); 〒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13番19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

[続葉有]

(54) Title: DYNAMIC QUANTITY SENSOR

(54) 発明の名称: 力学量センサ



(57) Abstract: A dynamic quantity sensor is provided with a first substrate (10) having a first surface (10a), a second surface (10b) on the side opposite from the first surface, and a recess (15, 42) that constitutes a thin portion (15a) on the first surface side and with a second substrate (20) having a first surface (20a) joined to the first surface of the first substrate and a cavity (20c) that constitutes a sealed space (30) between the first substrate and the second substrate at a portion of the first surface that opposes the recess. The cavity is such that at least a portion of first projection lines (P1) projected from the opening ends of the cavity to the first surface of the first substrate are positioned outside of second projection lines (P2) projected from the boundary lines between the side walls of the recess and the thin portion to the first surface of the first substrate. The first substrate is such that a portion of the thin portion that is positioned inside of the opening ends of the cavity is made to be a thin-film portion (18) that is displaced according to a physical quantity and the areas between the thin-film portion and the portions connected to the opening ends of the cavity are made to be stress relaxation areas (19).

(57) 要約:

[続葉有]



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

力学量センサは、一面（10a）および一面と反対側の他面（10b）を有し、一面側に薄肉部（15a）を構成する凹部（15、42）が形成された第1基板（10）と、第1基板の一面と接合される一面（20a）を有し、一面のうち凹部と対向する部分に、第1基板との間に封止空間（30）を構成する窪み部（20c）が形成された第2基板（20）と、を備える。窪み部は、当該窪み部における開口端を第1基板の一面に投影した第1投影線（P1）が凹部の側壁と薄肉部との境界線を第1基板の一面に投影した第2投影線（P2）の外側に少なくとも一部が位置する。第1基板は、薄肉部のうち窪み部の開口端の内側に位置する部分が物理量に応じて変位する薄膜部（18）とされ、薄膜部と窪み部の開口端と接続される部分との間の領域が応力緩和領域（19）とされている。

明 細 書

発明の名称：力学量センサ

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2013年8月6日に出願された日本出願番号2013-163418号と2014年5月14日に提出された日本出願番号2014-100694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、物理量に応じて変位する薄膜部を有する力学量センサに関するものである。

背景技術

[0003] 従来より、この種の力学量センサとして、次のような圧力センサが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 具体的には、この圧力センサは、第1基板に第2基板が接合されている。そして、第1基板は、第2基板と接合される一面と反対側の他面から当該一面側に薄肉部を構成する凹部が形成され、薄肉部に圧力に応じて抵抗値が変化するゲージ抵抗が形成されている。また、第2基板は、第1基板の一面と接合される一面のうち凹部と対向する部分に、第1基板との間に基準圧力室を構成して当該基準圧力室にゲージ抵抗を封止する窪み部が形成されている。

[0005] このような圧力センサは、第1基板における薄肉部にて、圧力に応じて変位する薄膜部が構成される。そして、当該薄膜部に圧力が印加されると、薄膜部が変位してゲージ抵抗の抵抗値が変化するため、抵抗値に応じた電気信号がセンサ信号として出力される。

[0006] 上記圧力センサは、第1基板にゲージ抵抗を形成すると共に第2基板に窪み部を形成し、第1基板と第2基板とを貼り合わせた後、第1基板に凹部を形成することにより製造される。

[0007] しかしながら、上記圧力センサでは、第1基板に形成された凹部と第2基

板に形成された窪み部との関係については特に規定されていない。このため、図10に示されるように、凹部J1の側壁と凹部J1にて構成される薄肉部J1aとの境界線（薄肉部J1aの端部）が窪み部J3の開口端より大きい場合には、第1基板J2と第2基板J4とを貼り合わせた際に発生する応力により、薄膜部J5が変位し易いという問題がある。

[0008] すなわち、第1基板J2と第2基板J4とを貼り合わせた際に発生する応力は、第1基板J2と第2基板J4との接合領域のうち端部に集中し易い。つまり、第1基板J2のうち窪み部J3の開口端と接続される部分に集中し易い。

[0009] そして、凹部J1の側壁と薄肉部J1aとの境界線が窪み部J3の開口端より大きい場合、圧力に応じて変位（変形）可能な薄膜部J5は、第1基板J2における薄肉部J1aのうち窪み部J3の開口端と接合される部分の内側の領域となる。つまり、薄膜部J5は、端部が窪み部J3の開口端によって規定される。言い換えると、薄膜部J5は、端部が窪み部J3の開口端と一致している。このため、第1基板J2のうち窪み部J3の開口端と接続される部分に発生した応力がそのまま薄膜部J5に印加されることになり、薄膜部J5が変位し易く、出力変動が発生し易い。

[0010] なお、上記では、薄膜部を有する圧力センサを例に挙げて説明したが、薄膜部を有し、第1基板と第2基板とが貼り合わされて構成される加速度センサや角速度センサにおいても同様の問題が発生する。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2012-195442号公報

発明の概要

[0012] 本開示は上記点に鑑みて、第1基板と第2基板とを貼り合せた際に発生する応力によって薄膜部が変位することを抑制できる力学量センサを提供することを目的とする。

[0013] 本開示の一態様による力学量センサは、一面および一面と反対側の他面を

有し、一面側に薄肉部を構成する凹部が形成された第1基板と、第1基板の一面と接合される一面を有し、一面のうち凹部と対向する部分に、第1基板との間に封止空間を構成する窪み部が形成された第2基板とを備える。

[0014] 窪み部は、当該窪み部における開口端を第1基板の一面に投影した第1投影線が凹部の側壁と薄肉部との境界線を第1基板の一面に投影した第2投影線の外側に少なくとも一部が位置する形状とされており、第1基板は、薄肉部のうち窪み部の開口端の内側に位置する部分が物理量に応じて変位する薄膜部とされ、薄膜部と窪み部の開口端と接続される部分との間の領域が応力緩和領域とされている。

[0015] これによれば、応力緩和領域により、第1基板と第2基板とを貼り合わせた際に発生する応力等を緩和でき、当該応力によって薄膜部が変位することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0016] 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、本開示の第1実施形態における圧力センサの断面図であり、
[図2]図2は、図1に示す半導体層のうち薄膜部を構成する部分近傍の平面図であり、
[図3]図3は、応力緩和領域長さと薄膜部の変位量との関係を示すシミュレーション結果であり、
[図4]図4は、薄膜部長さに対する応力緩和領域長さと、変位量の比との関係を示すシミュレーション結果であり、
[図5]図5(a)から図5(d)は、図1に示す圧力センサの製造工程を示す断面図であり、
[図6]図6は、本開示の第2実施形態における圧力センサの断面図であり、
[図7]図7は、本開示の第3実施形態における圧力センサの断面図であり、
[図8]図8は、本開示の他の実施形態における半導体層のうちの薄膜部を構成する部分近傍の平面図であり、

[図9]図 9 は、本開示の他の実施形態における圧力センサの断面図であり、
[図10]図 10 は、従来の圧力センサの断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 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。

[0018] (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、本開示の力学量センサを圧力センサに適用した例について説明する。

[0019] 図 1 に示されるように、本実施形態の圧力センサは、センサ基板 10 にキャップ 20 が接合された構成とされている。なお、本実施形態では、センサ基板 10 が本開示の第 1 基板に相当し、キャップ 20 が第 2 基板に相当している。

[0020] センサ基板 10 は、支持基板 11、絶縁膜 12、半導体層 13 が順に積層され、矩形板状とされた SOI (Silicon on Insulator) 基板 14 を用いて構成されている。そして、半導体層 13 のうち絶縁膜 12 側と反対側の面がセンサ基板 10 の一面 10a とされ、支持基板 11 のうち絶縁膜 12 側と反対側の面がセンサ基板 10 の他面 10b とされている。

[0021] なお、本実施形態では、SOI 基板 14 が本開示の半導体基板に相当している。また、支持基板 11 および半導体層 13 としてシリコン基板が用いられ、絶縁膜 12 として酸化膜 (SiO_2) 等が用いられる。そして、本実施形態の支持基板 11 は、厚さが 300 μm 程度とされている。

[0022] 支持基板 11 には、一端部側 (図 1 中紙面右側の端部側) に絶縁膜 12 に達する断面矩形状の凹部 15 が形成されて薄肉部 15a が構成されている。本実施形態では、この薄肉部 15a は、凹部 15 の底面 (底部) となる絶縁膜 12 および半導体層 13 で構成されている。そして、薄肉部 15a のうち半導体層 13 には、圧力によって抵抗値が変化するゲージ抵抗 16 が形成さ

れている。

[0023] なお、本実施形態では、凹部 15 の底面（薄肉部 15 a）は、平面形状が正形状とされている。また、図 1 では、凹部 15 は、側壁の幅（間隔）が一定とされているものを図示しているが、側壁の幅（間隔）が一面 10 a 側から他面 10 b 側に向かって広がるテーパ形状とされていてもよい。

[0024] そして、半導体層 13 には、薄肉部 15 a よりも他端部側（図 1 中紙面左側の端部側）に配線層 17 が形成されている。この配線層 17 は、半導体層 13 内を適宜引き回されることにより、図 1 とは異なる別断面において、各ゲージ抵抗 16 の接続点と電氣的に接続されている。

[0025] キャップ 20 は、一面 21 a および他面 21 b を有するシリコン基板 21 と、一面 21 a に形成され、シリコン基板 21 および半導体層 13 と異なる熱膨張係数を有する絶縁膜 22 と、他面 21 b に形成された絶縁膜 23 とを有している。そして、絶縁膜 22 が半導体層 13 と接合されている。

[0026] なお、本実施形態では、絶縁膜 22 のうちシリコン基板 21 側と反対側の面がキャップ 20 の一面 20 a とされ、絶縁膜 23 のうちシリコン基板 21 側と反対側の面がキャップ 20 の他面 20 b とされている。また、本実施形態では、シリコン基板 21 が本開示の基板に相当し、絶縁膜 22 が本開示の接合部材に相当している。

[0027] そして、キャップ 20 は、半導体層 13 のうち凹部 15 の底面と対向する部分に、シリコン基板 21 に形成された窪み部 21 c によって構成される窪み部 20 c が形成されている。これにより、センサ基板 10 とキャップ 20 との間には、センサ基板 10 と窪み部 20 c との間の空間によってゲージ抵抗 16 を封止する基準圧力室 30 が構成されている。本実施形態では、後述するように、センサ基板 10 とキャップ 20 とは、真空条件下で接合されるため、基準圧力室 30 は真空圧とされている。なお、本実施形態では、基準圧力室 30 が本開示の封止空間に相当している。

[0028] 絶縁膜 22 は、センサ基板 10 とシリコン基板 21 とを絶縁するためのもので酸化膜（ SiO_2 ）等の絶縁材料で構成され、シリコン基板 21 の一面 2

1 aの全面に形成されている。

[0029] ここで、本実施形態の凹部15と窪み部20cとの関係について説明する。窪み部20cは、図1および図2に示されるように、窪み部20cの開口端をセンサ基板10の一面10aに投影した第1投影線P1が凹部15の側壁と当該凹部15にて構成される薄肉部15aとの境界線をセンサ基板10の一面10aに投影した第2投影線P2の外側に少なくとも一部が位置する形状とされている。本実施形態では、窪み部20cは、第1投影線P1が第2投影線P2を囲む形状とされている。

[0030] なお、図2中では、第1投影線P1および第2投影線P2を点線で示している。また、凹部15の側壁と当該凹部15にて構成される薄肉部15aとの境界線とは、言い換えると、凹部15の側壁のうち一面10a側の端部とも言えるし、薄肉部15aの端部とも言える。

[0031] つまり、絶縁膜22は、半導体層13のうちの薄肉部15aとなる部分よりも外側の部分と接合されている。このため、センサ基板10のうち圧力に応じて変位（変形）可能な薄膜部18は、薄肉部15aとなる半導体層13および絶縁膜12によって構成される。すなわち、薄膜部18の端部は、凹部15の側壁のうち一面10a側の端部によって規定される。そして、半導体層13のうちの、薄膜部18を構成する部分の端部と、窪み部20cの開口端と接続される部分との間の領域は、応力緩和領域19とされている。

[0032] また、図1に示されるように、キャップ20には、キャップ20をセンサ基板10とキャップ20との積層方向に貫通する複数の貫通電極部24が形成されている。

[0033] 具体的には、各貫通電極部24は、シリコン基板21および絶縁膜22を貫通して配線層17を露出させる貫通孔24aの壁面に絶縁膜24bが形成され、絶縁膜24b上に配線層17と電氣的に接続される貫通電極24cが形成されている。そして、貫通電極24cと接続されて絶縁膜23上に配置された部分がワイヤ等を介して外部回路と電氣的に接続されるパッド部24dとされている。

[0034] なお、絶縁膜 24 b としては、例えば、オルトケイ酸テトラエチル（TEOS）等が用いられ、貫通電極 24 c およびパッド部 24 d としては、例えば、アルミニウム等が用いられる。

[0035] このような圧力センサでは、応力緩和領域 19 により、センサ基板 10 と絶縁膜 22 が形成されたシリコン基板 21 とを貼り合わせる際に発生する応力や、貼り合わせ後に高温アニール等を行った際に発生する応力等を緩和できる。

[0036] 次に、薄膜部 18 と応力緩和領域 19 との関係について図 3 および図 4 を参照しつつ説明する。なお、図 3 は、薄膜部 18 を一辺が $250\ \mu\text{m}$ の正形状としたときのシミュレーション結果であり、薄膜部 18 の中心から半導体層 13 の一端部側の距離を正、薄膜部 18 の中心から半導体層 13 の他端部側の距離を負として示している。また、図 4 中における薄膜部長さとは、図 2 中の長さ L_1 のことであり、中心 C を通る薄膜部 18 の長さ（幅）のうちの最も短くなる部分の長さのことである。そして、図 3 および図 4 中における応力緩和領域長さとは、図 2 中の長さ L_2 のことであり、第 1 投影線 P1 と第 2 投影線 P2 との間の長さのうちの最も短くなる部分の長さのことである。そして、図 3 および図 4 中の変位量は、薄膜部 18 に圧力が印加されていないときの変位量であり、図 4 中の変位量の比は、第 1 投影線 P1 と第 2 投影線 P2 とが一致する場合（薄膜部 18 の端部が窪み部 20 c の開口端によって規定される場合）の薄膜部 18 の中心の変位量を基準としている。

[0037] 図 3 に示されるように、薄膜部 18 の変位量は、応力緩和領域長さを長くするほど小さくなる。そして、図 4 に示されるように、変位量の比は、薄膜部長さ L_1 に対する応力緩和領域長さ L_2 の比率が 0.2 未満では急峻に低減するが、比率が 0.2 以上になると変位量はほとんど変化しない。つまり、薄膜部長さ L_1 に対する応力緩和領域長さ L_2 の比率が 0.2 以上とされていれば応力緩和領域 19 の効果を十分に得ることができる。このため、本実施形態では、薄膜部長さ L_1 に対する応力緩和領域長さ L_2 の比率が 0.2 以上とされている。薄膜部長さ L_1 に対する応力緩和領域長さ L_2 の比率

は、0.2以上1.2以下、さらに0.2以上2以下、さらに0.2以上3以下にされてもよい。これによっても、応力緩和領域19の効果を達成することができる。

[0038] 以上が本実施形態における圧力センサの構成である。次に、上記圧力センサの製造方法について図5(a)から図5(d)を参照しつつ説明する。

[0039] まず、図5(a)に示されるように、SOI基板14を用意し、半導体層13にゲージ抵抗16や配線層17を形成する。

[0040] なお、SOI基板14は、例えば、支持基板11および半導体層13の一方に絶縁膜12を形成し、絶縁膜12を介して支持基板11と半導体層13とを貼り合わせることで用意される。このようなSOI基板14は、凹部15が形成されていない状態で支持基板11と半導体層13との貼り合わせが行われるため、この貼り合わせの際に発生する応力は、SOI基板14の端部（接合領域の端部）に集中し易い。

[0041] また、図5(b)に示されるように、キャップ20を構成するシリコン基板21を用意し、シリコン基板21に窪み部21cを形成する。その後、シリコン基板21の一面21aに熱酸化法またはCVD（Chemical Vapor Deposition）法等によって絶縁膜22を形成する。そして、SOI基板14における半導体層13に絶縁膜22が形成されたシリコン基板21を貼り合わせる。特に限定されるものではないが、半導体層13と絶縁膜22との貼り合わせは、直接接合にて行うことができる。

[0042] すなわち、まずSOI基板14と絶縁膜22が形成されたシリコン基板21とを真空装置内に配置する。そして、半導体層13および絶縁膜22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、半導体層13および絶縁膜22の各表面（貼り合わせ面）を活性化させる。

[0043] 次に、真空装置内にて、SOI基板14およびシリコン基板21に適宜設けられたアライメントマークを用いて赤外顕微鏡等によりアライメントを行い、室温～550℃で半導体層13と絶縁膜22とを貼り合わせる。これにより、センサ基板10と窪み部20cとの間に基準圧力室30が構成される。

。

[0044] なお、ここでは直接接合を例に挙げて説明したが、半導体層 1 3 と絶縁膜 2 2 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。そして、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、シリコン基板 2 1 を他面 2 1 b から研削、研磨し、所望の厚さに加工してもよい。

[0045] 続いて、図 5 (c) に示されるように、キャップ 2 0 に複数の貫通電極部 2 4 を形成する。具体的には、シリコン基板 2 1 の他面 2 1 b に図示しないマスクを形成してドライエッチング等を行い、配線層 1 7 に達する複数の貫通孔 2 4 a を形成する。次に、各貫通孔 2 4 a の壁面に T E O S 等の絶縁膜 2 4 b を成膜する。このとき、シリコン基板 2 1 の他面 2 1 b 側に形成された絶縁膜にて絶縁膜 2 3 が構成される。つまり、絶縁膜 2 3 および絶縁膜 2 4 b は、同じ工程で形成される絶縁膜である。

[0046] その後、各貫通孔 2 4 a の底部に形成された絶縁膜 2 4 b を除去することにより、各貫通孔 2 4 a から配線層 1 7 を露出させる。そして、各貫通孔 2 4 a にスパッタ法や蒸着法等によって金属膜を形成することにより、配線層 1 7 と電氣的に接続される貫通電極 2 4 c を形成する。また、絶縁膜 2 3 上に形成された金属膜を適宜パターニングしてパッド部 2 4 d を形成する。このようにして、キャップ 2 0 に複数の貫通電極部 2 4 を形成する。

[0047] 続いて、図 5 (d) に示されるように、センサ基板 1 0 の他面 1 0 b に図示しないマスクを形成してドライエッチング等を行い、上記のような窪み部 2 0 c との関係を満たす凹部 1 5 を形成する。これにより、センサ基板 1 0 に薄膜部 1 8 (薄肉部 1 5 a) が構成され、上記圧力センサが製造される。

[0048] なお、薄膜部 1 8 の端部は、上記のように、凹部 1 5 の側壁のうち一面 1 0 a 側の端部によって規定される。また、図 5 (d) の工程において凹部 1 5 を形成する際には、絶縁膜 1 2 をエッチングストッパとして利用することにより、製造工程の簡略化を図ることができる。さらに、上記では、1 つの圧力センサの製造方法について説明したが、ウェハ状の S O I 基板 1 4 とシ

リコン基板 21 とを用意し、これらを貼り合わせ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。

[0049] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサでは、センサ基板 10 は、薄膜部 18 の端部と窪み部 20c の開口端と接合される部分との間の領域が応力緩和領域 19 とされている。このため、当該応力緩和領域 19 により、センサ基板 10 と絶縁膜 22 が形成されたシリコン基板 21 とを貼り合わせる際に発生する応力や、貼り合わせ後に高温アニール等を行った際に発生する応力等を緩和でき、これらの応力によって薄膜部 18 が変位することを抑制できる。したがって、出力変動を抑制できる。

[0050] また、薄膜部長さ L_1 に対する応力緩和領域長さ L_2 の比率が 0.2 以上とされている。このため、応力緩和領域 19 により、センサ基板 10 と絶縁膜 22 が形成されたシリコン基板 21 とを貼り合わせる際に発生する応力や、貼り合わせ後に高温アニール等を行った際に発生する応力等を十分に緩和でき、薄膜部 18 が変位することをさらに抑制できる。

[0051] (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 実施形態に対してセンサ基板 10 の構成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。

[0052] 図 6 に示されるように、本実施形態では、センサ基板 10 は、SOI 基板 14 のうち支持基板 11 にガラス等で構成される台座 41 が接合された構成とされている。つまり、本実施形態では、台座 41 のうち支持基板 11 側と反対側の面がセンサ基板 10 の他面 10b とされている。

[0053] また、支持基板 11 は、本実施形態では、厚さが $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度とされており、第 1 実施形態の支持基板 11 より薄くされている。

[0054] そして、台座 41 には、センサ基板 10 の他面 10b から支持基板 11 に達する断面矩形状の凹部 42 が形成されている。つまり、本実施形態では、SOI 基板 14 のうち凹部 42 の底面を構成する部分にて薄膜部 18 が構成されている。

[0055] このような圧力センサとしても、薄膜部 18 の端部が凹部 42 の側壁のうち一面 10a 側の端部によって規定されると共にセンサ基板 10 に応力緩和領域 19 が構成されるため、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0056] なお、このような圧力センサは、例えば、上記図 5 (c) の工程の後、支持基板 11 を研磨、研削して薄くして当該支持基板 11 に台座 41 を接合し、台座 41 に凹部 42 を形成することによって構成される。

[0057] (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 2 実施形態に対して台座 41 の構成を変更したものであり、その他に関しては第 2 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0058] 図 7 に示されるように、本実施形態では、台座 41 には、凹部 42 が支持基板 11 側から形成され、センサ基板 10 の他面 10b に凹部 42 にて薄膜化された薄膜部 43 が形成されている。そして、支持基板 11 と凹部 42 との間の空間によって封止空間 44 が構成されている。

[0059] このような圧力センサとしても、薄膜部 18 の端部が凹部 42 の側壁のうち一面 10a 側の端部によって規定されると共にセンサ基板 10 に応力緩和領域 19 が構成されるため、上記第 2 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0060] なお、このような圧力センサでは、薄膜部 43 に圧力が印加されると、薄膜部 43 の変位に伴って凹部 42 と SOI 基板 14 との間に構成される封止空間 44 の圧力が変動する。このため、封止空間 44 の圧力変動に応じて薄膜部 18 が変位し、薄膜部 18 から圧力に応じたセンサ信号が出力される。

[0061] (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、下記のように適宜変更が可能である。

[0062] 例えば、上記各実施形態では、圧力センサを例に挙げて説明したが、薄膜部 18 を有する加速度センサや角速度センサに本開示を適用することもでき

る。

[0063] また、上記各実施形態において、センサ基板 10 として SOI 基板 14 の代わりにシリコン基板等を用いることもできる。このようにセンサ基板 10 としてシリコン基板を用いた場合には、センサ基板 10 として絶縁膜 12 を有する SOI 基板 14 を用いた場合と比較して、センサ基板 10 とキャップ 20 とを貼り合わせる際や貼り合わせ後に高温アニール等を行った際、センサ基板 10 内に応力が発生することを抑制できる。このため、センサ基板 10 が反ることを抑制でき、センサ基板 10 のうち窪み部 20c の開口端と接合される部分に応力が集中することを抑制できる。

[0064] そして、上記各実施形態において、接合部材としての絶縁膜 22 の代わりに誘電体や金属膜等を用いてもよい。なお、接合部材として金属膜等を用いる場合には、半導体層 13 およびシリコン基板 21 に所定の処理を行い、半導体層 13 とシリコン基板 21 との絶縁性を図ることが好ましい。また、接合部材を用いず、半導体層 13 とシリコン基板 21 とを直接接合するようにしてもよい。さらに、台座 41 として、ガラス基板等の代わりにシリコン基板等の半導体基板を用いてもよい。

[0065] また、上記各実施形態において、薄膜部 18（薄肉部 15a）を半導体層 13 のみで構成してもよい。

[0066] さらに、上記各実施形態において、薄膜部 18（薄肉部 15a）は、正方形でなく、例えば、長方形や菱形形状であってもよいし、円形状であってもよい。

[0067] そして、上記各実施形態において、図 8 に示されるように、第 1 投影線 P1 の一部が第 2 投影線 P2 の内側に位置するように窪み部 20c を形成してもよい。この場合は、薄膜部 18 は、薄肉部 15a のうちの窪み部 20c（第 1 投影線 P1）で囲まれる部分で構成される。このような圧力センサでは、応力緩和領域 19 が半導体層 13 のうちの薄膜部 18 を構成する部分の端部と窪み部 20c の開口端と接続される部分との間の領域で構成されるため、図 8 中では薄膜部 18 のうちの紙面右側の部分の周囲には応力緩和領域 1

9が構成されていない。しかしながら、このような圧力センサとしても、応力緩和領域19にてセンサ基板10と絶縁膜22が形成されたシリコン基板21とを貼り合わせる際に発生する応力や、貼り合わせ後に高温アニール等を行った際に発生する応力を緩和できるため、薄膜部18が変位することを抑制できる。

[0068] さらに、上記各実施形態において、図9に示されるように、絶縁膜22は窪み部21cの表面に形成されていなくてもよい。

[0069] 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] 一面（10a）および前記一面と反対側の他面（10b）を有し、前記一面側に薄肉部（15a）を構成する凹部（15、42）が形成された第1基板（10）と、
- 前記第1基板の一面と接合される一面（20a）を有し、前記一面のうち前記凹部と対向する部分に、前記第1基板との間に封止空間（30）を構成する窪み部（20c）が形成された第2基板（20）と、を備え、
- 前記窪み部は、当該窪み部における開口端を前記第1基板の一面に投影した第1投影線（P1）が前記凹部の側壁と前記薄肉部との境界線を前記第1基板の一面に投影した第2投影線（P2）の外側に少なくとも一部が位置する形状とされており、
- 前記第1基板は、前記薄肉部のうち前記窪み部の開口端の内側に位置する部分が物理量に応じて変位する薄膜部（18）とされ、前記薄膜部と前記窪み部の開口端と接続される部分との間の領域が応力緩和領域（19）とされている力学量センサ。
- [請求項2] 前記窪み部は、前記第1投影線が前記第2投影線を囲む形状とされている請求項1に記載の力学量センサ。
- [請求項3] 前記薄膜部の中心（C）を通る前記薄膜部の長さのうちの最も短くなる部分の長さを薄膜部長さ（L1）とし、前記第1投影線と前記第2投影線との間の長さのうちの最も短くなる部分の長さを応力緩和領域長さ（L2）としたとき、前記薄膜部長さに対する前記応力緩和領域長さの比率が0.2以上とされている請求項2に記載の力学量センサ。
- [請求項4] 前記第2基板は、前記第1基板と対向する一面（21a）を有する基板（21）と、前記基板の一面に形成され、前記基板および前記第1基板と熱膨張係数の異なる材料で構成された接合部材（22）と、を有し、前記接合部材が前記第1基板の一面と接合されている請求項

1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の力学量センサ。

[請求項5]

前記第 1 基板は、支持基板（1 1）、絶縁膜（1 2）、半導体層（1 3）が順に積層された半導体基板であり、

前記凹部は、前記支持基板のうち前記絶縁膜と反対側の面から前記絶縁膜に達するまで形成され、

前記薄膜部は、前記凹部の底面を構成する前記絶縁膜および前記半導体層にて構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の力学量センサ。

[請求項6]

前記第 1 基板は、支持基板（1 1）、絶縁膜（1 2）、半導体層（1 3）が順に積層された半導体基板の前記支持基板に台座（4 1）が接合されたものであり、

前記凹部（4 2）は、前記台座のうち前記支持基板と反対側の面から前記支持基板に達するまで形成され、

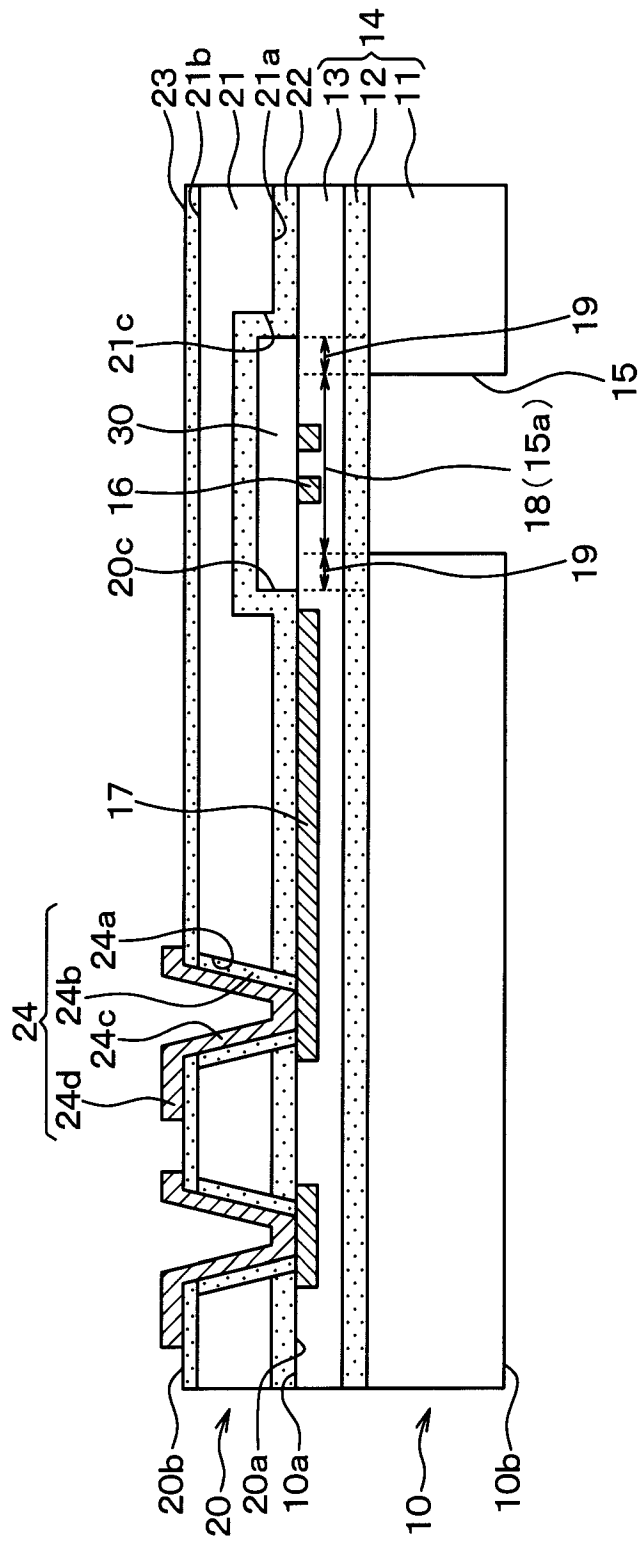
前記薄膜部は、前記凹部の底面を構成する前記半導体基板にて構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の力学量センサ。

[請求項7]

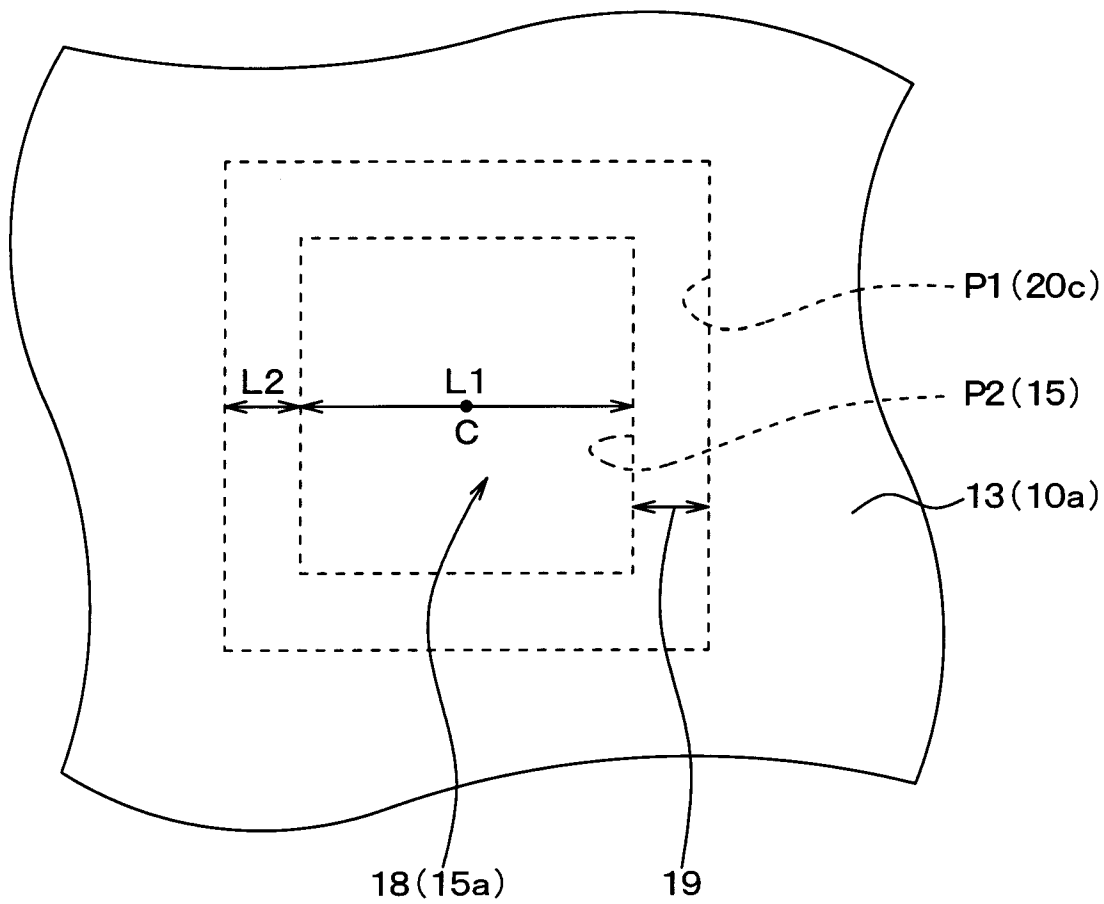
前記第 1 基板は、支持基板（1 1）、絶縁膜（1 2）、半導体層（1 3）が順に積層された半導体基板の前記支持基板に台座（4 1）が接合されたものであり、

前記凹部（4 2）は、前記台座のうち前記支持基板側の面に形成されて前記支持基板側と反対側の面に圧力に応じて変位する薄膜部（4 3）を構成すると共に、前記支持基板との間に封止空間（4 4）を構成する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の力学量センサ。

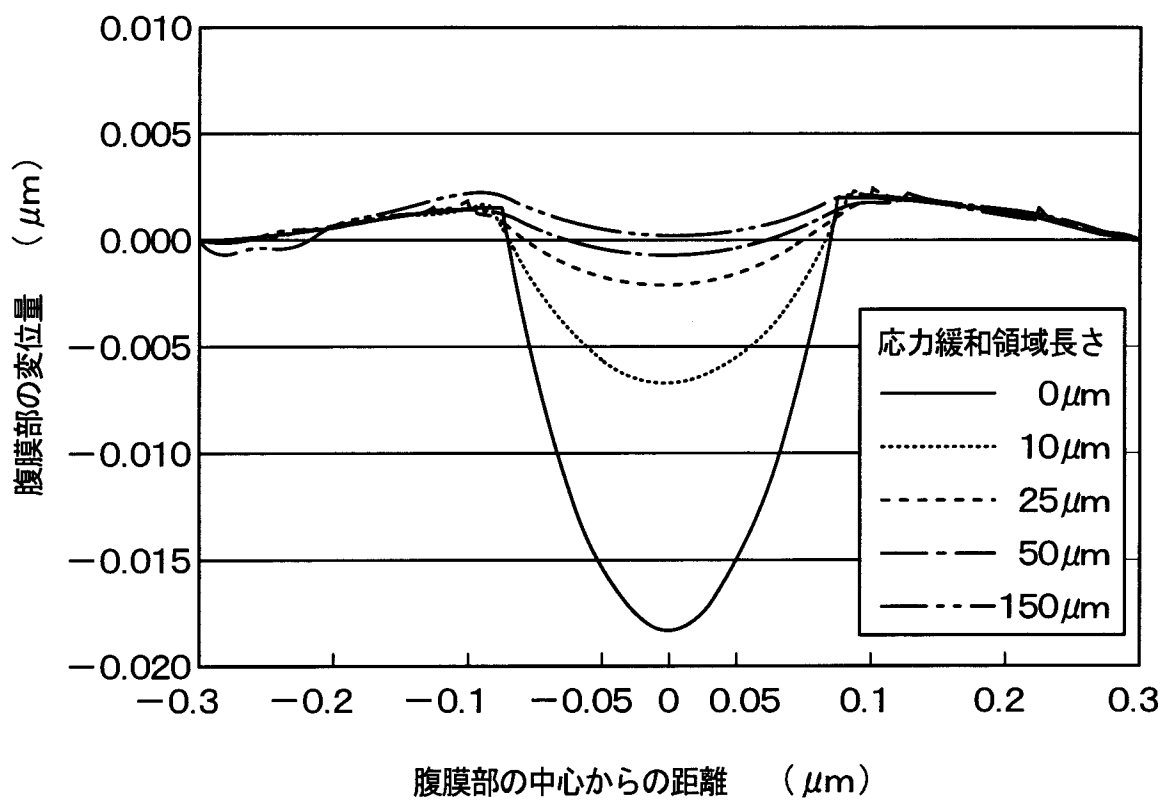
[図1]



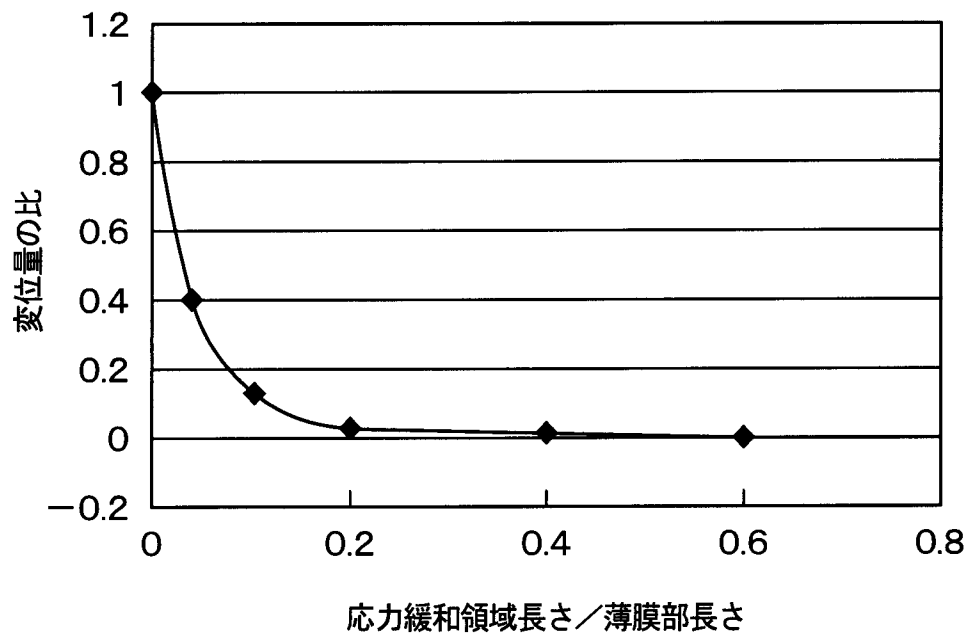
[図2]



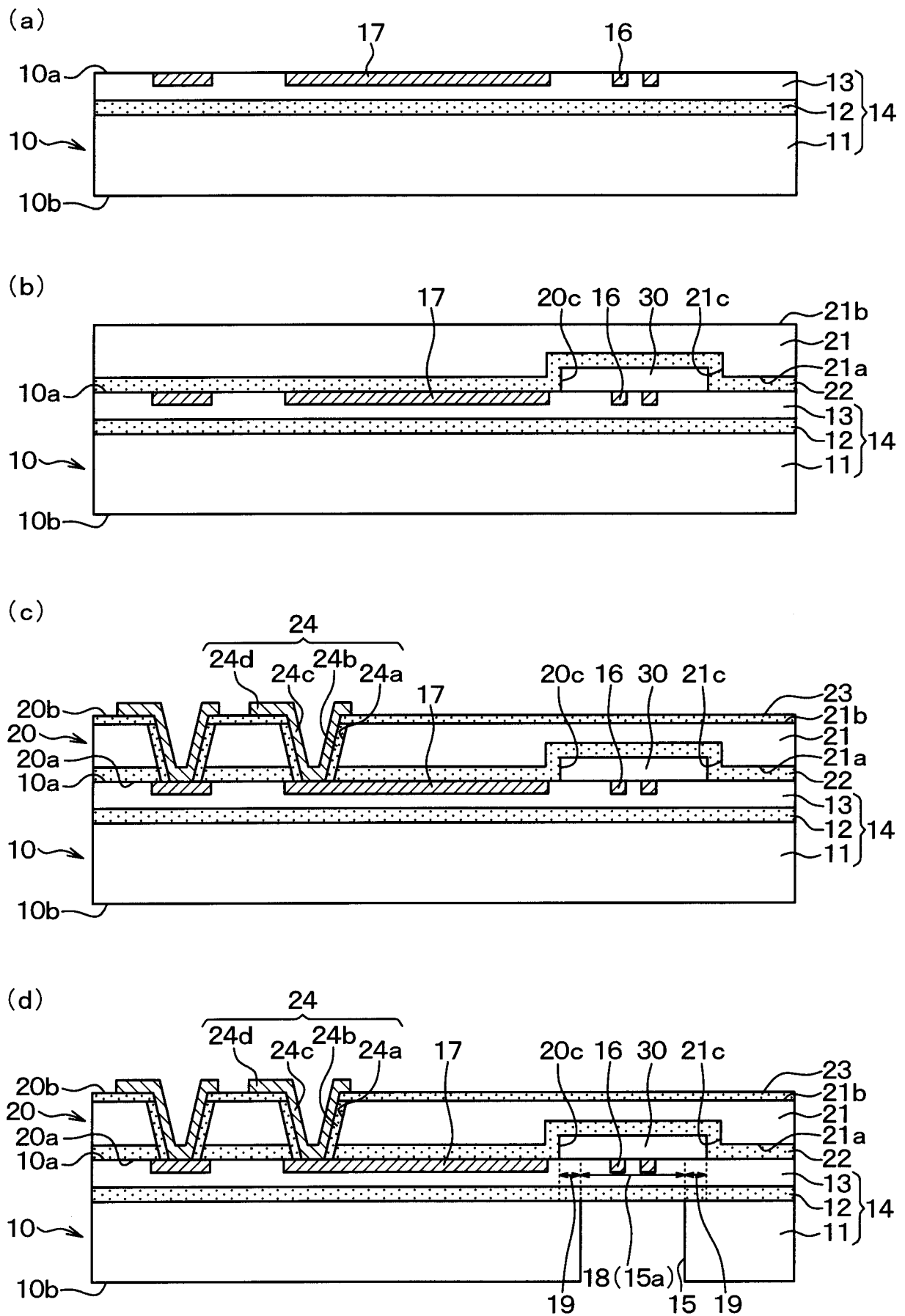
[図3]



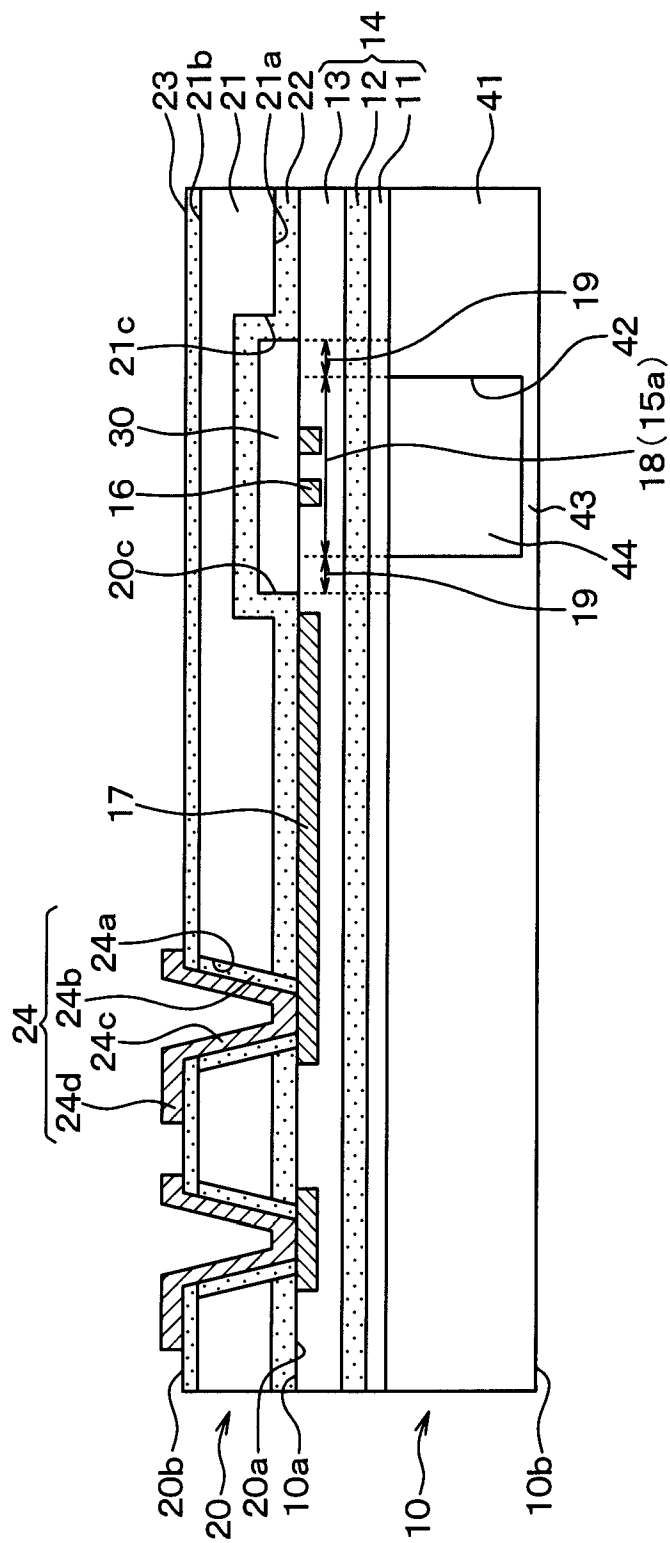
[図4]



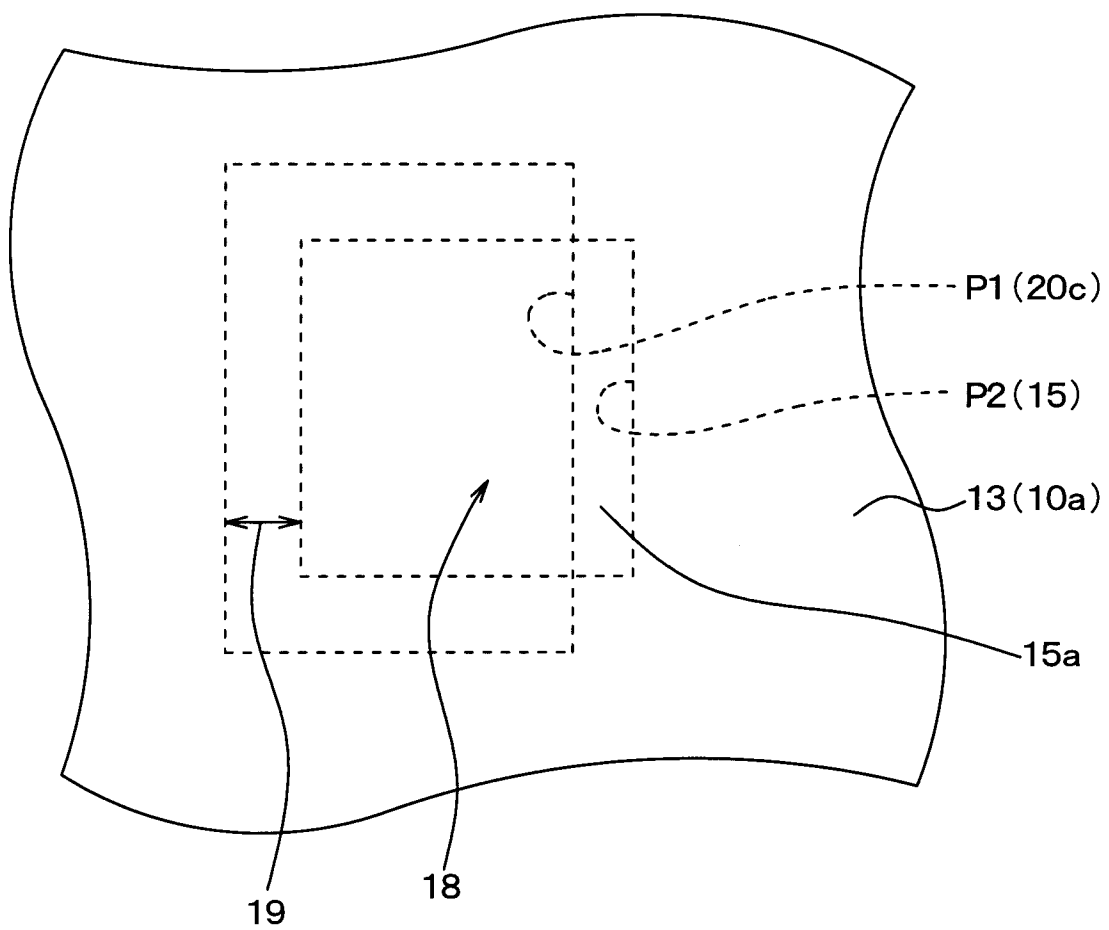
[図5]



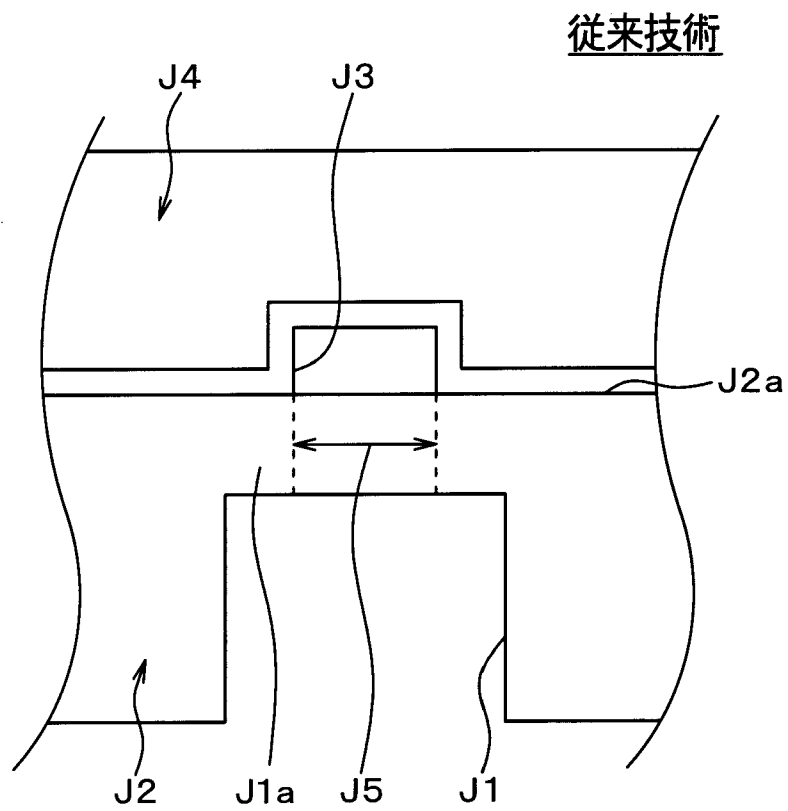
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/00(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)

G01L9/00, 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	1996-2014
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.
X	JP 2009-506323 A (General Electric Co.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraph [0016]; fig. 1 & WO 2007/024911 A2, A3 & US 7622782 B2 & KR 10-2008-0031969 A & EP 1920229 B1 & CN 101248340 B & JP 5342236 B2	1-7

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
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.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L9/00(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. G01L9/00, 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	1971-2014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
X	J P 2009-506323 A （ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）2009.02.12 段落【0016】【図1】 &WO 2007/024911 A2, A3 &US 7622782 B2 &KR 10-2008-0031969 A &EP 1920229 B1 &CN 101248340 B &JP 5342236 B2	1-7

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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）

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216