

(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

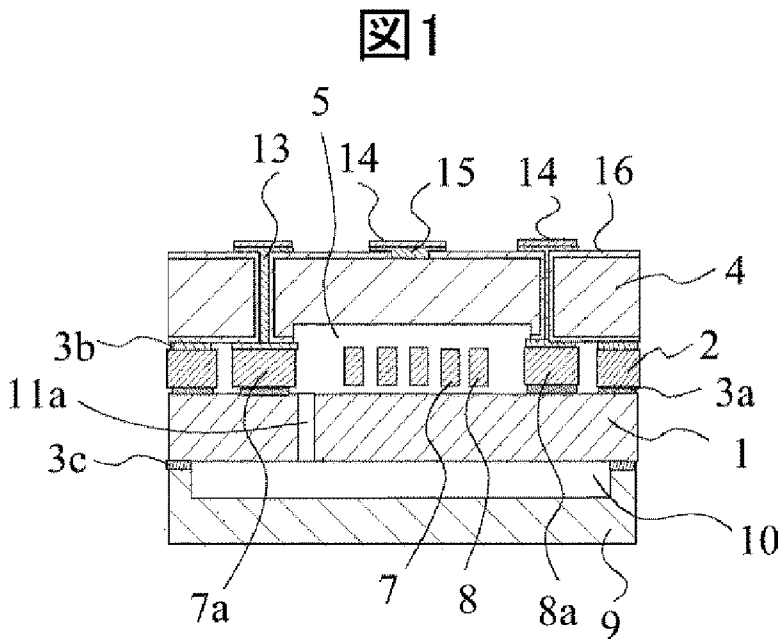
(43) 国際公開日
2014年9月12日(12.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/136358 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/5783 (2012.01) H01L 29/84 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/084183
 - (22) 国際出願日: 2013年12月20日(20.12.2013)
 - (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 2013-046092 2013年3月8日(08.03.2013) JP
 - (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
 - (72) 発明者: 金丸 昌敏(KANAMARU Masatoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 青野 宇紀(AONO Takanori); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 林 雅秀(HAYASHI Masahide); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 鄭 希元(JEONG Heewon); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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: PHYSICAL QUANTITY SENSOR STRUCTURE
(54) 発明の名称: 物理量センサの構造



(57) Abstract: In order to suppress variance in vacuum pressure conditions in a physical quantity sensor, a physical quantity sensor for which a sensing unit that measures a physical quantity is disposed in a vacuum space has a sensor made by layering a plurality of substrates, and is provided with a cavity substrate (9) having a space by joining to the upper face side or the lower face side of the sensor, said sensing unit communicating with the space of the cavity substrate via an air passage (11a) provided in the sensor unit.

(57) 要約: 物理量センサにおける真空圧力雰囲気のはらつきを抑制するために、物理量を測定するセンシング部を真空の空間に配置した物理量センサにおいて、複数の基板を積層してなるセンサ部を有し、前記センサ部の上面側もしくは下面側に、空間を有するキャビティ基板9が接合によって設けられ、前記センシング部は前記センサ部に設けられた通気路11aを介して前記キャビティ基板の空間と連通する構成とした。

WO 2014/136358 A1

明 細 書

発明の名称：物理量センサの構造

技術分野

[0001] 本発明は物理量の測定に用いる物理量センサの構造に係り、特に、加速度、角速度などの物理量を測定するための物理量センサの構造に関する。

背景技術

[0002] 近年、MEMS技術における微細化加工技術の発展により、シリコンおよびガラス等の材料を適用した加速度、角速度などの物理量を測定する様々なセンサが提供されている。

[0003] 物理量センサは、半導体デバイスと比較してアスペクト比（開口幅／加工深さの比）が高い構造体が形成できる利点および高アスペクト比の溝を加工できるICP（Induction Coupled Plasma）方式のRIE（Reactive Ion Etching）装置を適用したドライエッチング法によって加工する方法によって、シリコンからなる立体構造および可動構造を形成することが可能であり、加工精度も機械加工と比較して優れているため各種構造体に適用することができる。

[0004] 一般的な物理量センサの構造は、シリコン基板、ガラス基板上にMEMS技術によって、振動体または可動体などの可動機構部品を設け、キャップ基板には振動体または可動体などの可動機構部品に対応した箇所を駆動ギャップを設けておき、これらの基板を接合、接着等で封止する。これらの可動機構部品のサイズはミクロンオーダーとなっており、空気抵抗等の影響により、特性低下の課題が生じ、各々の振動体または可動体などの可動機構部品に対応した圧力雰囲気中でセンシング部を封止する必要がある。

[0005] 物理量センサの中でも、加速度センサと角速度センサを同一基板上に設置する複合センサは、加速度センサおよび角速度センサの各々が特性低下しない圧力雰囲気中で封止する。一般的に加速度センサのセンシング部は大気圧封止、角速度センサのセンシング部は真空封止することで特性低下しない複合

センサが提供される。

[0006] 角速度センサは可動機構部品が振動体であり、前記振動体が固有の周波数で駆動（振動）させている場合に角速度が加わるとコリオリ力が発生する。このコリオリ力によって振動体の変位する。このコリオリ力による振動体の変位量を検出することで角速度を検出することが可能となる。振動体の駆動速度が速いほど、コリオリ力が大きくなるため、角速度センサの検出感度を良好にするためには振動体を高周波数で、かつ、大きな振幅で振動させる必要がある。

[0007] しかしながらMEMS技術によって作製した振動体は微小ギャップで形成するため、振動雰囲気が大気圧の場合、空気（封止気体）のダンピング効果の影響が大きくなる。このダンピング効果が角速度センサの高周波数、かつ大振幅での振動に悪影響を与えてしまい、角速度センサの検出感度を低下させる。したがって、ダンピング効果の影響の小さい、すなわち真空雰囲気で角速度センサのセンシング部を封止することで高周波数かつ大振幅できる角速度センサを得ることができる。また、高真空であるほどダンピング効果の影響はさらに小さくなる。

[0008] 角速度センサの駆動部および検出部を含む空間は安定した真空雰囲気を得ることが重要であり、角速度センサの検出感度を安定させることができる。

[0009] 一方、加速度センサは可動機構部品がおもり、梁等で構成された可動体であり、加速度が加わると可動体の変位する。この可動体の変位量を検出することで、加速度を検出する。加速度センサを角速度センサと同じ真空雰囲気で封止すると、加速度センサの可動体はダンピング効果の影響が小さくなるため、振動し続ける現象が発生して、加速度を感度良く検出できない。したがって、加速度センサはダンピング効果が大きい、大気圧雰囲気下で封止する。

[0010] 加速度センサおよび角速度センサを複合化した複合センサ素子の公知例として特許文献1がある。特許文献1には加速度センサと角速度センサが一体で形成されており、各々のセンサ部の雰囲気を変えるために、真空中で角速

度センサを封止した後、加速度センサ側のキャップ基板に形成した通気路を用いて高周波振動抑制用の気圧状態、あるいはダンピング剤の封入を行い、その後、前記、通気路をはんだ等で封止している。また、角速度センサ部に設けたガス抜き通路を用いて所望の真空状態となった以降に通路を塞いで真空保持する方法が記載されている。陽極接合が適用されている。

[0011] また、パッケージ型電子部品の真空雰囲気を保持する公知例として特許文献2がある。特許文献2には赤外線検出素子が配設される素子基板とサイドウォールとによって形成される空間を第一の空間とし、素子基板の裏面に配置されるゲッタ（吸着材）基板の空間を第二の空間とし、両空間を孔によってつなぐことで、第一の空間を増加させる構造となっている。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2002-5950号公報
特許文献2：特開2008-66521号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 加速度センサおよび角速度センサを一体化した複合センサでは、角速度センサ部を真空雰囲気とし、加速度センサ部を大気圧雰囲気としている。そのため、複合センサの封止方法は、一般的に最終的に封止する基板を、大気圧もしくは真空のどちらか一方を選択して接合しなければならない。その後、加速度センサ部もしくは角速度センサ部に孔を形成し、目的の圧力雰囲気にした後、孔を塞ぐ方法が用いられる。

[0014] 特許文献1には、それらの方法が記載されている。特許文献1では、加速度センサを大気圧下、角速度センサを真空圧力下と調圧する構造は良いが、角速度センサ部の真空である圧力雰囲気のばらつきについて考慮されていない。

[0015] 一般的に真空チャンバ内の真空圧力を安定させる場合は、真空チャンバの

外周に加熱用のヒータを設置して、ベーキングを行いながら真空ポンプで引くことによって行われる。これはベーキングによる加熱によって真空チャンバ内壁に付着した各種のガス成分（アウトガス）を蒸発させ、それを真空ポンプで除去することによって真空チャンバ内の圧力を安定させる。

[0016] 一方、MEMS技術によって作製された角速度センサの可動機構部品のサイズはミクロンオーダとなっており、駆動部または検出部間のギャップは通常 $3\mu\text{m}$ 以下と狭く、櫛歯が密に配置された状態である。そのため、可動機構部品が形成された空間は体積に対して、表面積が大きい。

[0017] また、角速度センサを真空で接合する場合には接合方法によっても差はあるが、一般的には接合時に微小発生ガスが発生することおよび真空雰囲気で保持されている観点から長期的には微小発生ガスが発生することによって、角速度センサ内の真空圧力は低下することが予測できる。

[0018] これらのことを考慮して、特許文献2では圧力雰囲気の影響を、すなわち、真空中に保持した状態で発生する微量発生ガス（アウトガス）または接合時の温度加熱によって発生する微量発生ガスの影響を考慮して、素子基板の裏面にゲッタ基板を配置して圧力変動に対処しているが、ゲッタ基板に貫通配線構造があるため、貫通配線の内側にしかゲッタを配置できず、ゲッタの空間体積が限られている。さらに、素子基板の裏面に配置している点から第二空間の体積は高さ方向にしか広げることができない。また、第一の空間と第二の空間をつなぐためにシリコンの異方性エッチング適用していることから赤外線検出素子を保護しなければならないとプロセスが複雑であると考えられる。

[0019] すなわち、MEMSプロセスによって製造した小型のセンサでは、物理量をセンシングするセンサ内の圧力雰囲気が微量発生ガスまたは接合時に発生するガスによって圧力変動が生じた場合、空間体積が限られているため、安定した圧力雰囲気が得られない可能性がある。

[0020] そこで本発明の目的は、物理量センサにおける真空圧力雰囲気のばらつきを抑制する構造を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0021] 上記目的を達成するため、本発明の物理量センサは、例えば次の構成となる。すなわち、物理量を測定するセンシング部を真空の空間に配置した物理量センサにおいて、複数の基板を積層してなるセンサ部を有し、前記センサ部の上面側もしくは下面側に、空間を有するキャビティ基板が接合によって設けられ、前記センシング部は前記センサ部に設けられた通気路を介して前記キャビティ基板の空間と連通する構成からなる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、物理量センサにおける真空圧力雰囲気のはらつきを抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]本発明の最下面にキャビティ基板を配置した断面図
[図2]本発明の最上面にキャビティ基板の配置を説明する断面図
[図3]外力による基板変形を説明する断面図
[図4]本発明の一実施例を説明する断面図
[図5]本発明のコンバインドセンサを説明する断面図
[図6]本発明の他のコンバインドセンサを説明する断面図

発明を実施するための形態

[0024] 図1を用いて本発明による物理量センサの構造例を説明する。図1は角速度をセンシングするためのセンサ断面図を示しており、ハンドル基板1にはSiO₂からなる酸化膜3aを介してデバイス基板2が形成されている。デバイス層の上部には接合層3bを介して、電極基板4が配置されている。ハンドル基板1の下面にはキャビティ基板9が接合層3cを介して接合されている構造である。

[0025] デバイス基板2には、上下に配置したハンドル基板1および電極基板4との空間において、圧力雰囲気が真空雰囲気のセンシング空間5が形成されている。センシング空間5には固定電極7および検出電極8が形成されている

。これは数ミクロンのギャップを有して複数の櫛歯が形成されている。キャビティ基板9はデバイス基板と外径寸法が同様の寸法で形成されており、内部にはキャビティ空間10が形成されている。前記キャビティ空間はハンドル基板1に形成した通気路11aを介して、デバイス基板のセンシング空間5と連通している。

[0026] そのため、空間の圧力雰囲気は真空のセンシング空間5の空間体積は、キャビティ基板9に形成されたキャビティ空間10を加えた体積となっており、大きな空間体積を有している。

[0027] また、デバイス基板2と外部との電氣的なやり取りは、デバイス基板の固定電極7は平面的に固定電極7aとつながっており、電極基板4の内部に配置した貫通配線13を介して、その上に形成された金属電極14につながっている。同様に検出電極8は、デバイス基板の平面的に検出電極8aとつながっており、電極基板4の内部に配置した貫通配線13を介して、その上に形成された金属電極14につながっている構造である。

[0028] 電極基板4の内部に形成された貫通電極13の周囲は、SiO₂等の酸化膜16によって電氣的に絶縁されている。なお、電極基板のアース15は電極基板を電氣的にアースにおとすための電極である。

[0029] 前記、貫通電極13の材料はリン等がドーピングされたPoly-Siが良い。これはPoly-Siが熱的に強く、線膨張率もシリコンと同等であるためである。

[0030] 外部との電氣的なやり取りは、電極基板4に設置した金属電極14に金のワイヤボンディングを溶着して引き出される。なお、金属電極14の位置は、平面的には金属配線によって電極基板の表面で任意の位置に引き回すことが可能である。さらに金属電極部以外の部分はSiNおよび樹脂の保護膜によって保護されている。金属電極周囲の保護膜は、一般的な半導体回路の保護膜と同様の技術を適用することができる。

[0031] また、その他に金属配線材料は密着性を考慮して下地膜としてクロムやチタンを配置し、その上に金を配置しても良い。また、熱的な耐熱性を向上さ

せるためにクロムやチタンと金との間に白金やニッケルを配置しても良い。
配線材料は前記に限らず、アルミニウム等の配線材料を適用しても良い。

[0032] 前記の構造では、ハンドル基板1とデバイス基板2およびSiO₂からなる酸化膜3aにSOI (Silicon on Insulator) 基板を適用することができる。

[0033] 一般にSOIウエハはハンドル層、Box層、デバイス層から構成されている。Box層は可動部を形成するために、デバイス構造が形成されたあとから除去される。より詳細には、深堀のドライエッチング加工によってデバイス層に櫛歯などの構造体を加工後、Box層を除去することで、櫛歯構造体などを中空に浮かせることができる。そのため、Box層を厚くすると、深さ方向のエッチングと平面方向のエッチング速度が同等であることから、除去する際に、駆動櫛歯等を固定する部分が消失する可能性がある。これはBox層がSiO₂からなる酸化膜から形成されているためであり、フッ化水素酸水溶液またはフッ化水素酸の蒸気によって、等方性エッチングされるためである。そのため、Box層を厚くすると、駆動櫛歯等を固定する部分が大きくなるため、小型化が困難となり、Box層を薄く形成しなければならない。その結果、デバイス層の下面、すなわち、本発明におけるハンドル基板1と固定電極7および検出電極8の下面とのギャップは、数ミクロンと小さい。必然的にセンシング部5の体積が小さくなり、微小発生ガスが発生した場合は、目的の圧力に保持できない可能性がある。本発明では、SOI基板を適用した場合でも、キャビティ空間10とセンシング空間5をつなぐことによって、物理量のセンシング部の空間体積は格段に大きくできるため、SOI基板を使用できる。

[0034] 本発明では、前記キャビティ基板は図1では最下面に配置されているが、電極をハンドル基板から引き出す場合は、図2に示す構造を適用することも可能である。

[0035] 図2の構造は、デバイス基板の構造は図1と同様であるが、電極引き出しをハンドル基板1内に形成した貫通電極13を用いて図2の下面側に引き出

している構造である。本発明のキャビティ基板 9 は最上面に配置されており、キャップ基板 18 内に形成した通気路 11 a を介して、デバイス基板 2 のセンシング空間 5 a と連通している。また、前記キャップ基板 18 には大きなセンシング空間 5 a が形成することも可能である。

[0036] 図 1 および図 2 に示した本発明のキャビティ基板 9 に作り込むキャビティ空間は、外周部の接合部以外の範囲を空間として利用できる点、深さを基板厚さによって調整できる点から空間体積を大きく形成できる。そのため、圧力変動を抑制することができ、デバイス基板 2 に形成されたセンシング空間の真空度を安定に保ち、歩留りに優れた物理量センサを提供することができる。

[0037] また、空間を有するキャビティ基板 9 は、センシング部が形成されている基板とは異なる平面に配置されている、センシング部が形成されている複数の基板の製造プロセスとは、別のプロセスで製作することが可能であり、複雑なプロセスとはならず、安価で生産性に優れた物理量センサを提供できる。

[0038] 本発明の物理量センサの実用的なアSEMBル方法では、信号の検出および電気の供給を行うために L S I 等の電極パッドとワイヤボンディングもしくはバンプ等と電気的につなぎこみ、リードフレームおよびコンデンサ等の部品とともに、樹脂材料を適用してモールド成形する。また、圧力センサを適用した場合には、検出部だけ樹脂材料が除かれて構造または検出部だけ通路が形成された構造となっている。

[0039] 前記のアSEMBル方法では、物理量センサの外周部全体に樹脂材料による樹脂応力が印加されるため、物理量センサの構造において変形に弱い部分は好ましくない。

[0040] 本発明では、前記キャビティ基板はデバイス基板のセンシング空間を保護する役割も存在する。図 2 の構造では、一般的にキャップ基板 18 に大きなセンシング空間 5 a を形成することも可能であるが、本発明のキャビティ基板 9 が存在しない場合について図 3 を用いて説明する。

[0041] 図3は物理量センサ全体を樹脂材料によってモールドを実施した場合を想定した例を示す。この場合、前記のように物理量センサには、樹脂応力19が外力として加わることになる。その時、デバイス基板2のセンシング空間5bの体積は大きいほど、キャップ基板のダイヤフラム部分20aの厚さ薄くなり、ダイヤフラム部分20aは変形することが想定される。

[0042] その結果、センシング空間5bの気体の圧力Pは(1)式により、体積Vが減少すると、気体の圧力は増加する。すなわち、センシング空間の圧力はらつきが大きくなることが予測できる。なお、nは気体の物質量(モル数)、Rは気体定数、Tは気体の熱力学的温度を示す。

$$P V = n R T \quad \dots (1)$$

[0043] そのため、図3に示す構造では、デバイス基板2のセンシング空間5b体積は大きくすることが困難となる。一方、図2に示した本発明では、外部から樹脂応力を外力として加えた場合でも、キャビティ基板のダイヤフラム部分20bは変形することが予測できるが、キャップ基板18のダイヤフラム部分20aは変形することはない。

[0044] また、図3の構造と比較して、本発明の図2の構造は、センシング部分5aの体積は、図3のセンシング体積5bと比較して格段に大きいため、ダイヤフラム部分20bが変形した場合でも、(1)式より体積Vが大きい場合には、気体の圧力Pの変化率は小さくなる。

[0045] 一方、センサエレメントのコストは1枚のシリコンウエハからどのくらいの個数が取得できるかによって変化する。すなわち、センサエレメントを小型化すればするほど、1枚のシリコンウエハから取得するセンサエレメント数が増加し、コストを低減することができる。

[0046] 微小ガス成分(アウトガス)および接合時に発生するガスによって物理量センサの密閉されたセンシング部の圧力は、目標の圧力と比較して低下するもしくはセンサエレメント間の圧力ばらつきが大きくなる。そのため、前記センシング部の空間体積は広い方が良い。しかし、前記のように低コスト化には小型化が不可欠であり、センサエレメントを大きくすることはできない

。本発明ではシリコンウエハの横方向ではなく、縦（積層する厚さ）方向に空間を広げることによって低コストでセンシング部の圧力低下もしくは圧力ばらつきを低減するものである。

[0047] 図4に本発明の他の一実施例の断面図を示す。図4の構造では、ハンドル基板1に溝21を形成することによってセンシング部5cの体積を大きくした構造である。

[0048] 図4の物理量センサの製造プロセスは、はじめにハンドル基板1にフォトリソおよびエッチングを用いて溝21を形成する。その後、熱酸化膜3aを介してデバイス基板2を貼りつける。ここではシリコンの直接接合が好ましい。これは接合時に発生するガスの影響が小さいためである。

[0049] シリコンの直接接合は、はじめにシリコンウエハもしくは表面に酸化膜が形成されたシリコンウエハに親水化処理を行い、室温近傍で貼り合わせる。これにより、水素結合によって貼り合わせた2枚のシリコンウエハは結合される。この状態ではまだ、接合強度が弱いため、900度～1100度の温度で加熱処理を行い。それにより、シロキサン結合状態を作り出し強固な結合力が得られる接合方法である。

[0050] その後、深掘りのドライエッチング装置によって固定電極7および検出電極8を形成する。次に別プロセスで製作した電極基板4を接合部3bで貼り合わせる。この貼り合わせもシリコンの直接接合を用いることができる。その他に、電氣的に導通する金属接合を適用することが可能である。例えば、金とシリコンの共晶接合、金-錫の共晶接合、アルミニウムとゲルマニウムの共晶接合等、各種の金属接合方法を適用できる。その後、通気路11aを深掘りのドライエッチング装置によって形成し、最後に別プロセスによって作製したキャビティ基板9を接合部3cで接合する。この場合の接合方法は、前記の金属接合方法よりも融点が低い方法が良い。これは接合部3aおよび3bでの剥離を防止するためである。

[0051] 本発明では、前記で紹介した物理量センサの各構造に適用するキャビティ基板の材料は、シリコンもしくはガラスを用いることが可能である。より好

ましくは複数の基板を、全てシリコン材料で作製することによって物理量センサ構造体の線膨張率が同一となることから信頼性に優れているセンサを提供できる。

[0052] 一方、パイレックスもしくはテンパックスなどのシリコン材料に線膨張率が近いガラス材料を適用しても良い。この場合の接合法は陽極接合が好ましい。

[0053] 次にコンバインドセンサの実施例について説明する。

[0054] 本発明では複数の物理量を測定するセンサを一つの基板に搭載することができる。図5にデバイス基板2には、密閉された2つの空間が形成されている。一方は、空間の圧力雰囲気真空雰囲気の第一のセンシング空間5であり、もう一方は前記とは異なる圧力雰囲気を有する第二のセンシング空間6である。それぞれのセンシング空間には固定電極7および検出電極8が形成されている。これは数ミクロンのギャップを有して複数の櫛歯が形成されている。キャビティ基板9はデバイス基板と外径が同様の寸法で形成されており、内部にはキャビティ空間10が形成されている。前記空間はハンドル基板1に形成した通気路11aもしくは11bのいずれかの通気路と、デバイス基板の電極基板4は空間の圧力雰囲気が真空のセンシング空間5と連通している。そのため、空間の圧力雰囲気が真空のセンシング空間5の空間体積は大きくなっていることがわかる。

[0055] 電氣的なやり取りは図1で示した方法と同様である。

[0056] なお、前記、通気路11bはデバイス基板2に別途設けた空間17とつながっており、デバイス基板内に設けた通路（図示せず）によってセンシング空間5とつながっている。

[0057] 前記、複数の密閉されたセンシング部には加速度センサ、角速度センサ、圧力センサのうち少なくとも2つ以上を組み合わせることができ、用途に応じて自由に配置できる。

[0058] また、キャビティ基板の外径はコンバインドセンサの外径と同様の寸法で配置することによって、ウエハレベルで積層接合した基板を一括でダイシン

グ加工することが可能であり、生産性にも優れている。

- [0059] キャビティ基板9のキャビティ空間にゲッタ等の吸着材12を配置することも可能である。吸着材によって内部の圧力をより安定に維持することができるため、長期信頼性にも優れている。なお、吸着材の配置は今までに説明した各実施例にも適用することができる。
- [0060] 前記、吸着材は、薄膜上に形成するのが良い。これは、キャビティ空間の体積を阻害させないためである。吸着材12には500度くらいで活性、すなわち、微量ガス成分の吸着効果を増加させられる。そのため、吸着材を配置した本発明では、各基板の接合方法はそれ以上の温度で接合される方法が良い。
- [0061] 一方、吸着材からごみが発生する場合がある。その場合、通気路11aでは、直接的にセンシング空間5にごみが導入されるおそれがある。そのような場合には、前記通気路11bのように、デバイス基板の内部にごみを捕獲する機構または、ごみがセンシング空間へ進入しにくいノズル機構を配置しても良い。
- [0062] デバイスが形成されている基板のセンシング部には、多くの可動および検出用の櫛歯および梁がマイクロオーダーで形成されている場合が多く、センシング部の空間体積に対して、センシング部の表面積の割合は大きい。その結果、微小ガス成分（アウトガス）が発生する割合が大きくなる。これは表面積の大きさに比例して微小ガス成分が発生する割合が高くなるためである。
- [0063] 一方、キャビティ基板に形成された空間は、内部には構造体はないことから、体積に対する表面積の割合は、センシング部と比較して非常に小さい。そのため、キャビティ基板の空間は微小ガス成分（アウトガス）が発生する割合が小さくなる。
- [0064] そのため、センシング部とキャビティ基板の空間を通気路によって連通する本発明は圧力の安定に寄与できる。
- [0065] キャビティ基板に形成された空間体積は同等以上であれば良い。より詳細にはセンシング部の空間体積に対して、少なくとも2倍以上の体積があるこ

とが好ましく。空間体積は大きいほど微小ガス成分（アウトガス）および接合における発生ガスの影響を小さくすることが可能となる。これは、前記（1）式より、体積がN倍になると圧力は $1/N$ となる。すなわち、体積が大きくなるほど、センシング空間の圧力変動は抑制できる。

[0066] 一例として櫛歯が形成された構造体のセンシング体積と表面積の割合は、表面積を体積で割った値は約200倍であるが、キャビティ空間における表面積を体積で割った値は約8倍であった。微小ガス成分は表面積に比例して発生するものであると仮定すると、センシング空間で発生する微小ガス成分は、キャビティ空間で発生する微小ガス成分の方が極端に大きいことがわかる。そのため、本発明のキャビティ基板は圧力の安定に効果があると言える。

[0067] 図5の構造では、キャビティ基板9に形成するキャビティ空間10は、センシング空間6の面積まで広げることが可能であるため、大きな空間を作り出すことができる。

[0068] また、キャビティ基板の厚さは自由にコントロールすることができることから、複数基板の全体の厚さを調整することができる。これによって、各種の異なる物理量センサの全体の厚さを一定に保つことができる。そのため、最終的にアSEMBルする場合に高さの揃った物理量センサを提供することが可能で、アSEMBルに適用する治具等も共通化することが可能となる。

[0069] 複数の密閉されたセンシング空間の組み合わせでは、加速度センサおよび角速度センサの組合せが好ましい。この構造では加速度センサを大気圧近傍に、角速度センサのセンシング部は100Pa程度の真空で封止する。加速度センサのセンシング部は、大気圧もしくは10000から50000Paくらいの真空度で封止する。角速度センサのセンシング部をキャビティ基板のキャビティ空間とつなぐことによって、角速度センサのセンシング部の真空度を安定に保つことができ、良好な物理量センサを作製できる。

[0070] 加速度センサ部の圧力雰囲気は10000から50000Paくらいの真空度で封止する理由は、密閉された空間では接合温度によって、前記（1）

式の関係から温度が上昇すると、密閉された空間の圧力も上昇する。その場合、接合方法によっては接合部から剥離する場合が想定される。そのため、あらかじめ、減圧状態にすることも必要となる。

[0071] 前記、加速度センサのセンシング空間には、アルゴン、キセノン、クリプトンなどの分子量が大きな気体を封止することによって、ダンピング効果を高めても良い。

[0072] 前記コンバインドセンサでは、センシング部の圧力が異なる加速度センサを配置することも可能である。この構造では、高感度の加速度センサおよび低感度の加速度センサを組み合わせることができるため、異なる加速度を同時に計測することが可能となる。

[0073] また、圧力センサをコンバインドセンサに搭載して、絶対圧力およびゲージ圧を測定する構造を適用しても良い。

[0074] デバイス基板などに形成する通気路は、少なくとも1箇所あれば、本発明の機能を発揮するが、複数本設けても良い。形状は円形が好ましいが、矩形、四角形等、自由に選択することができる。

[0075] 本発明では、他のコンバインドセンサ構造にも適用することができる。図6を用いて説明する。図6の構造は、図5に示した構造において、電極基板4における電極の取り出し方法が異なる。電極引き出しは、ドーパされた低抵抗シリコン22を電極として適用している。前記低抵抗シリコンの抵抗値は $0.01\ \Omega\text{cm}$ 以下が良い。低抵抗シリコン22の電極の周囲は酸化膜16で絶縁されており、その周囲の埋め込み部は導電性がないpoly-Si等の埋め込み材料23で埋め込まれている。

[0076] 前記の構造ではデバイス基板2に形成された第一のセンシング空間5に角速度センサを、第二のセンシング空間6に加速度センサを配置されている。第一のセンシング空間5では角速度が加わると検出電極8が上下方向に可動し、低抵抗シリコン22の電極とのギャップが変化することによって、静電力が変化し、それを電気信号として検出する構造となっている。そのため、検出電極とその上に配置されている低抵抗シリコンからなる電極とのギャップ

プは数ミクロンと小さい。

[0077] また、ハンドル基板 1 とデバイス基板 2 には S O I ウエハを適用することができる。

そのため、センシング空間 5 または 6 における空間体積は非常に小さくなる。このような適用例においても、本発明のキャビティ基板を付与することによって、キャビティ空間の体積分だけ広げることが可能となる。

[0078] その結果、センシング空間の圧力変化を吸収でき、圧力ばらつきを抑制できる。

前記の構造では、センシング空間に吸着材を設置するスペースはないが、キャビティ空間 10 に吸着材 12 を設置することによっていっそうの圧力ばらつきを抑制できる。

[0079] 本発明の例を説明したが本発明は上述の例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲にて様々な変更が可能であることは、当業者によって容易に理解されよう。

符号の説明

[0080] 1…固定基板、2…デバイス基板、3…接合部、4…電極基板、5…一番圧力が高真空雰囲気の中の第一のセンシング空間、6…第二のセンシング空間、7…固定電極、8…検出電極、9…キャビティ基板、10…キャビティ空間、11…通気路、12…吸着材（薄膜ゲッタ）、13…貫通電極、14…金属電極、15…poly-Si、16…酸化膜、17…空間、18…キャップ基板、19…樹脂応力、20…ダイヤフラム、21…溝、22…低抵抗シリコン、23…埋め込み材料

請求の範囲

- [請求項1] 物理量を測定するセンシング部を真空の空間に配置した物理量センサにおいて、
- 複数の基板を積層してなるセンサ部を有し、
- 前記センサ部の上面側もしくは下面側に、空間を有するキャビティ基板が接合によって設けられ、
- 前記センシング部は、前記センサ部に設けられた通気路を介して前記キャビティ基板の空間と連通することを特徴とする物理量センサ。
- [請求項2] 物理量を測定するセンシング部を真空の空間に配置した物理量センサにおいて、
- 物理量のセンシングを行うセンシング部を有するデバイス基板と、前記デバイス基板を支持するハンドル基板と、前記デバイス基板から電気的導通を行う電極基板と、が積層されており、
- 前記ハンドル基板に、空間を有するキャビティ基板を接合によって設け、
- 前記デバイス基板のセンシング部が設けられた空間を前記ハンドル基板に内に形成した通気路を介して前記キャビティ基板の空間に連通することを特徴とする物理量センサ。
- [請求項3] 物理量を測定するセンシング部を複数有し、前記センシング部はそれぞれ密閉された空間に設けられており、前記副巢のセンシング部の各圧力はそれぞれ異なる物理量センサにおいて、
- 前記センシング部を有するデバイス基板と、前記デバイス基板を支持するハンドル基板と、前記デバイス基板から電気的導通を行う電極基板と、が積層されており、
- 前記ハンドル基板に、空間を有するキャビティ基板を接合によって設け、
- 密閉された複数のセンシング部の内、一つのセンシング部が設けられた空間を前記ハンドル基板に内に形成した通気路を介して前記キャ

ビティ基板の空間に連通することを特徴とする物理量センサ。

- [請求項4] 請求項1または2に記載の物理量センサにおいて、
前記センシング部は、加速度センサ、角速度センサ、圧力センサのうちいずれかのセンサであることを特徴とする物理量センサ。
- [請求項5] 請求項3に記載の物理量センサにおいて、
前記複数のセンシング部は、加速度センサ、角速度センサ、圧力センサのうち少なくとも2つ以上を組み合わせたセンサを備えることを特徴とする物理量センサ。
- [請求項6] 請求項1乃至5のいずれかに記載の物理量センサにおいて、
前記キャビティ基板の外径は前記センサの外径と同じであることを特徴とする物理量センサの構造。
- [請求項7] 請求項1乃至6のいずれかに記載の物理量センサにおいて、
前記キャビティ基板にゲッタ等の吸着剤を配置したことを特徴とする物理量センサの構造。
- [請求項8] 請求項1乃至7のいずれかに記載の物理量センサにおいて、
前記デバイス基板のうち圧力が高真空となるセンシング部の空間体積に対して、前記キャビティ基板に形成された空間体積は同等以上であることを特徴とする物理量センサの。
- [請求項9] 請求項1乃至8のいずれかに記載の物理量センサにおいて、
前記ハンドル基板の下面側に空間を形成し、前記キャビティ基板に形成した空間と連通することを特徴とする物理量センサ。
- [請求項10] 請求項1乃至9のいずれかに記載の物理量センサにおいて、
前記キャビティ基板は、シリコンもしくはガラスからなることを特徴とする物理量センサ。
- [請求項11] 請求項10に記載の物理量センサにおいて
前記ハンドル基板および前記デバイス基板は、SOIウエハからなることを特徴とする物理量センサ。
- [請求項12] 請求項3に記載の物理量センサにおいて、

前記複数のセンシング部は、加速度センサと角速度センサからなることを特徴とする物理量センサ。

[請求項13]

請求項3に記載の物理量センサにおいて、

前記複数のセンシング部は、それぞれセンシング部の内部の圧力が異なる加速度センサからなることを特徴とする物理量センサ。

[請求項14]

請求項10に記載の物理量センサにおいて、

前記ハンドル基板および前記デバイス基板および前記電極基板をそれぞれシリコン直接接合で封止し、

前記キャビティ基板を金属接合で封止したことを特徴とする物理量センサ。

[請求項15]

請求項10に記載の物理量センサにおいて、

前記ハンドル基板および前記デバイス基板および前記電極基板をそれぞれシリコン直接接合で封止し、

前記キャビティ基板を陽極接合で封止したことを特徴とする物理量センサ。

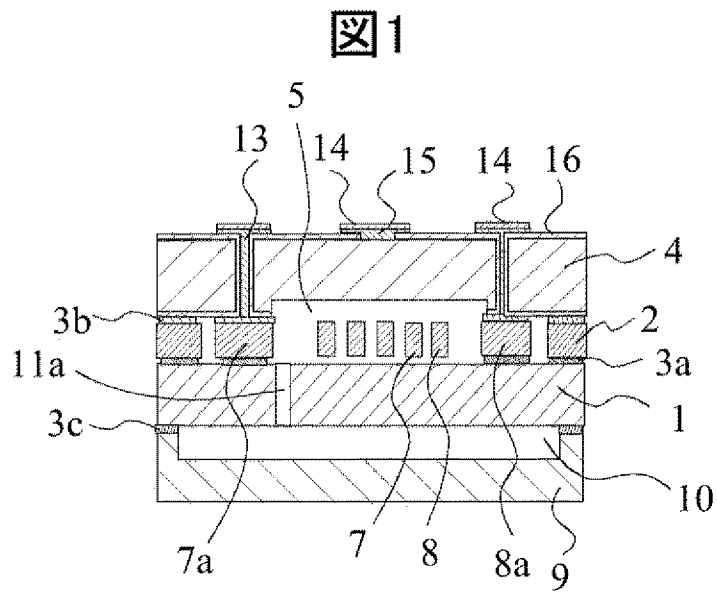
[請求項16]

請求項10に記載の物理量センサにおいて、

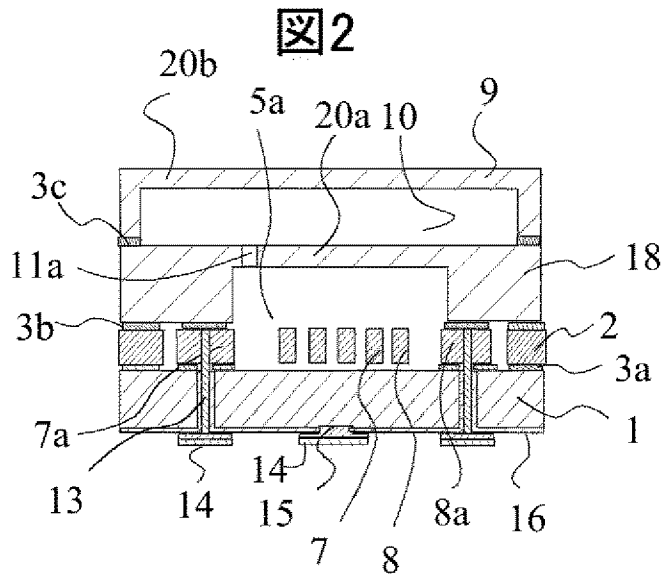
前記ハンドル基板および前記デバイス基板をシリコン直接接合で封止し、

前記電極基板を導電性が存在する金属接合で封止したことを特徴とする物理量センサ。

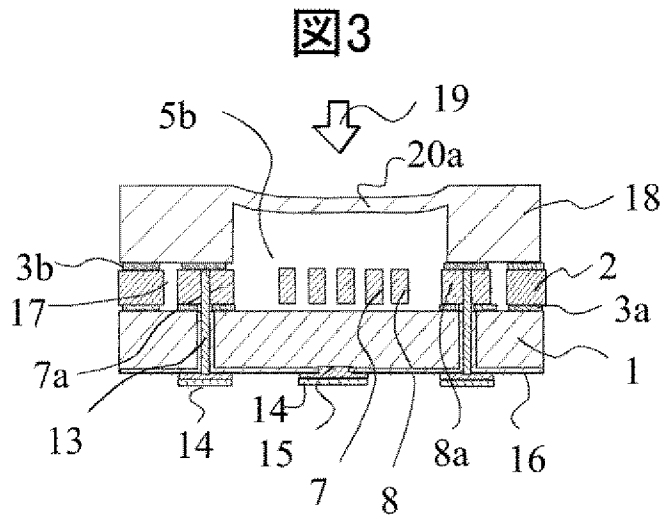
[図1]



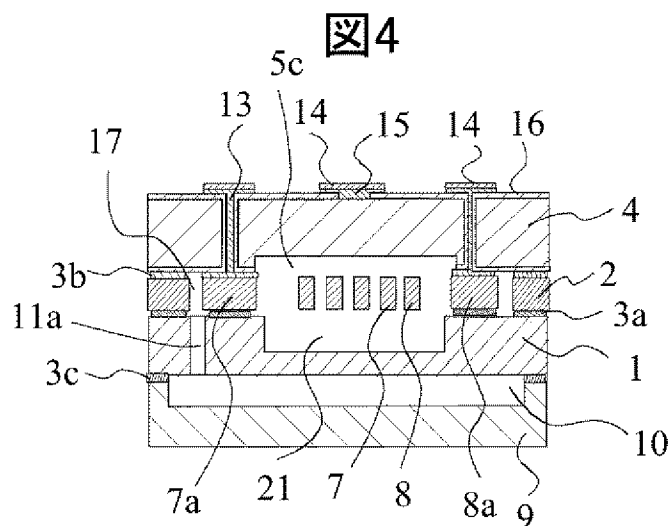
[図2]



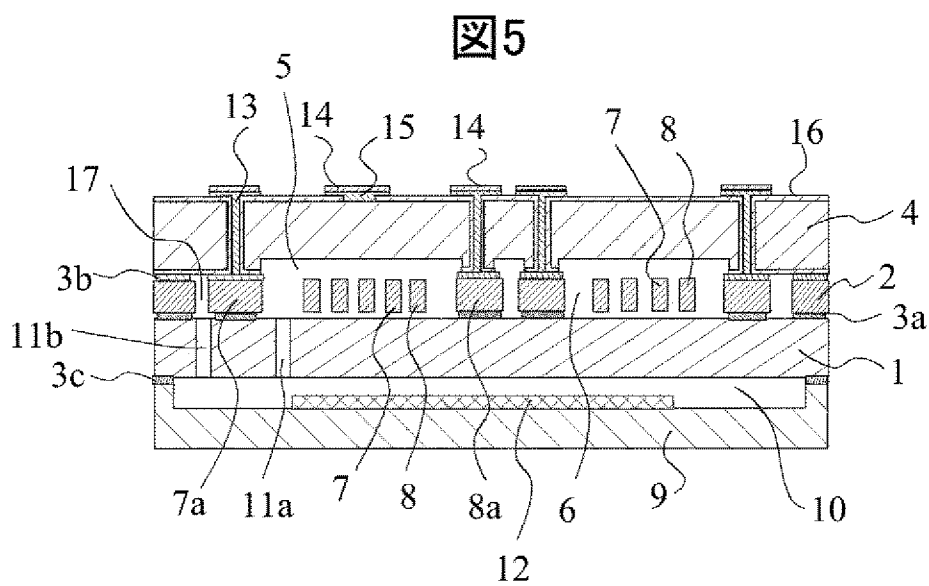
[図3]



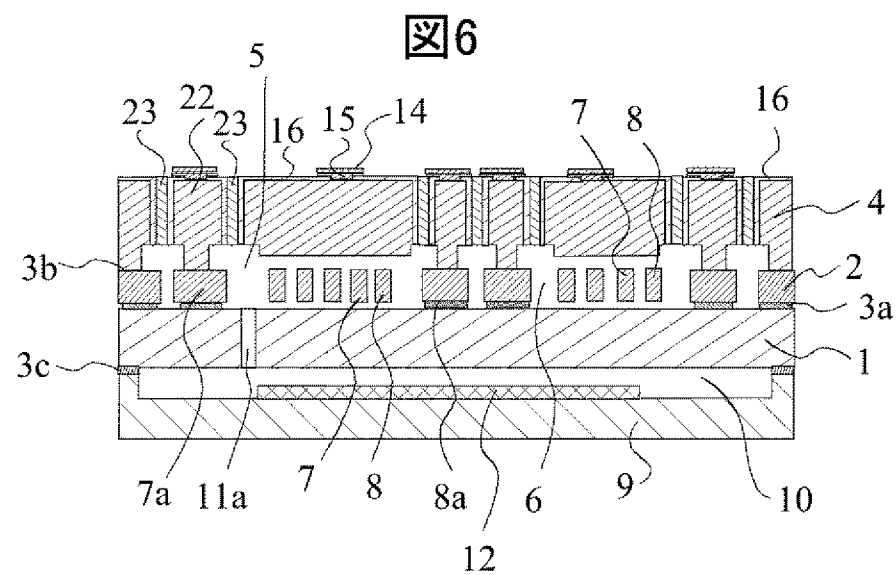
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/084183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01C19/5783(2012.01)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)
G01C19/00-19/72, G01P15/00-15/18, H01L27/20, 29/84

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 A	JP 7-71965 A (Tokimec Inc.), 17 March 1995 (17.03.1995), paragraph [0043]; fig. 1 & US 5719335 A & US 5781985 A	1, 4, 6, 7, 10 2, 3, 5, 8, 9, 11-16
A	WO 2006/006597 A1 (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text; all drawings & US 2007/0220972 A1 & US 7637156 B2 & EP 1775551 A1 & CN 1985149 A & KR 10-2007-0083478 A	1-16
A	JP 10-206455 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 August 1998 (07.08.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

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 05 February, 2014 (05.02.14)	Date of mailing of the international search report 18 February, 2014 (18.02.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/084183

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 2002-5950 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 09 January 2002 (09.01.2002), entire text; all drawings & US 2002/0051258 A1 & EP 1167979 A2 & DE 60143780 D	1-16
A	WO 2010/119573 A1 (Hitachi, Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), entire text; all drawings & US 2011/0048129 A1 & EP 2375219 A1	1-16
A	JP 2012-88319 A (Denso Corp.), 10 May 2012 (10.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01C19/5783(2012.01)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. G01C19/00-19/72, G01P15/00-15/18, H01L27/20, 29/84		
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 A	JP 7-71965 A (株式会社トキメック) 1995.03.17, 【0043】、【図1】 & US 5719335 A & US 5781985 A	1, 4, 6, 7, 10 2, 3, 5, 8, 9, 11 -16
A	WO 2006/006597 A1 (住友精密工業株式会社) 2006.01.19, 全文全図 & US 2007/0220972 A1 & US 7637156 B2 & EP 1775551 A1 & CN 1985149 A & KR 10-2007-0083478 A	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 05.02.2014	国際調査報告の発送日 18.02.2014	
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) 長井 真一 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2S 5060

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 10-206455 A (株式会社村田製作所) 1998.08.07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2002-5950 A (株式会社村田製作所) 2002.01.09, 全文全図 & US 2002/0051258 A1 & EP 1167979 A2 & DE 60143780 D	1-16
A	WO 2010/119573 A1 (株式会社日立製作所) 2010.10.21, 全文全図 & US 2011/0048129 A1 & EP 2375219 A1	1-16
A	JP 2012-88319 A (株式会社デンソー) 2012.05.10, 全文全図 (ファミリーなし)	1-16