

(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
2003年10月23日 (23.10.2003)

PCT

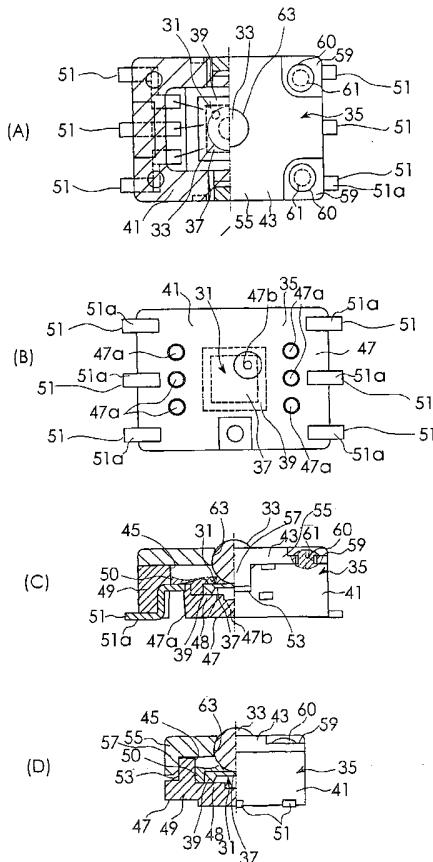
(10) 国際公開番号
WO 03/087747 A1

- (51) 国際特許分類: G01L 1/18, H01L 29/84
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04714
(22) 国際出願日: 2003年4月14日 (14.04.2003)
(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2002-111396 2002年4月12日 (12.04.2002) JP
特願2002-305186 2002年10月18日 (18.10.2002) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 北陸電気工業株式会社 (HOKURIKU ELECTRIC INDUSTRY CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒939-2292 富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地 Toyama (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 広瀬茂 (HIROSE,Shigeru) [JP/JP]; 〒939-2292 富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地 北陸電気工業株式会社内 Toyama (JP). 沢村博之 (SAWAMURA,Hiroyuki) [JP/JP]; 〒939-2292 富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地 北陸電気工業株式会社内 Toyama (JP). 安藤正人 (ANDO,Masato) [JP/JP]; 〒939-2292 富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地 北陸電気工業株式会社内 Toyama (JP). 本木幹三 (MOTOKI,Yoshimitsu) [JP/JP]; 〒939-2292 富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地 北陸電気工業株式会社内 Toyama (JP).

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR FORCE SENSOR

(54) 発明の名称: 半導体力センサ



(57) Abstract: A semiconductor force sensor capable of preventing a diaphragm part (37) from being broken and accurately measuring a force applied thereto in a direction orthogonal to the diaphragm part (37), wherein a force transmitting means for applying a measured force to the diaphragm part (37) of a semiconductor force sensor element (31) is formed of a sphere (33) having a rigidity, and a through hole (63) passing through an opposed wall part (55) toward the diaphragm (37) is formed in the opposed wall parts (55) at a position opposed to the center part of the diaphragm part (37) so that a part of the sphere (33) can face the outside of the opposed wall part (55) and stores a part of the remaining part of the sphere (33) to allow the sphere (33) to be moved only in a direction orthogonal to the diaphragm part (37) and rotated on the center part of the diaphragm part (37).

(57) 要約: ダイアフラム部37が破損するのを防ぐことができ、しかもダイアフラム部37と直交する方向に加わる力を正確に測定できる半導体力センサを提供する。半導体力センサ素子31のダイアフラム部37に測定の対象となる力を加えるための力伝達手段を剛性を有する球体33により構成する。対向壁部55のダイアフラム部37の中心部と対向する位置に、ダイアフラム部37に向かう方向に対向壁部55を貫通する貫通孔63を形成する。貫通孔63は、球体33の一部を対向壁部55の外部に臨ませ、球体33がダイアフラム部37と直交する方向にのみ移動可能で且つ球体33がダイアフラム部37の中心部上で回動し得るように球体33の残部の一部を収容する形状を有するように形成する。

WO 03/087747 A1



- (74) 代理人: 西浦 ▲嗣▼晴 (NISHIURA,Tsuguharu); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門 1 丁目 2 番 20 号 虎ノ門 19 M T ビル 6 階 西浦特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

半導体力センサ

技術分野

本発明は、圧力等の力を半導体力センサ素子により検出して電気信号として出力する半導体力センサに関するものである。

背景技術

特開平5-118935号公報には、ダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、このダイアフラム部に力を伝達する球体とを具備し、球体に加えられた力でダイアフラム部を撓ませ、この力の変化を電気信号に変化させて、球体に加えられた力を測定したり、スイッチのオンオフを行う半導体力センサが示されている。この半導体力センサでは、半導体力センサ素子の中央部に球体を載置する凹部を形成し、この凹部と対向する収納ケースの対向壁部に球体の一部が外部に臨むように球体を嵌合させる貫通孔を形成している。このような構造により、球体を半導体力センサ素子に固定した状態で、対向壁部の貫通孔により球体の位置決めを図っている。

しかしながら、このような半導体力センサでは、ダイアフラム部と直交する方向以外の方向の力が球体を介してダイアフラム部に伝達されると、ダイアフラム部に無理な力が加わりダイアフラム部が破損するおそれがある。また、ダイアフラム部と直交する方向に加わる力を正確に測定できないという問題があった。

また、実願昭62-38779号（実開昭63-146734号）のマイクロフィルムには、収納ケースに固定された薄板と、電極を有する複合圧電シートからなるセンサ素子と、この薄板に力を伝達する球体とを具備し、球体に加えられた力を薄板を介して複合圧電シートに加え、この力の変化を電気信号に変化させて、球体に加えられた圧力を測定する感圧センサが示されている。この感圧センサでは、薄板と対向する収納ケースの対向壁部に球体の一部が外部に臨むように球体を嵌合させる貫通孔を形成している。このような構造により、球体を薄板に

接触させた状態で、対向壁部の貫通孔により球体の位置決めを図っている。

しかしながら、この感圧センサでは、センサ素子は、バネにより薄板を介して球体に付勢されているので、球体は収納ケースの貫通孔の縁部に強く当接している。そのため、薄板と直交する方向以外の方向の力が球体を介して薄板に伝達されると、その力の大部分（薄板と直交する方向以外の力まで含む力）が測定されてしまい、薄板と直交する方向に加わる力を正確に測定できないという問題があった。

本発明の目的は、ダイアフラム部に無理な力が加わるのを防いで、ダイアフラム部が破損するのを防ぐことができる半導体力センサを提供することにある。

本発明の他の目的は、ダイアフラム部と直交する方向に加わる力を正確に測定できる半導体力センサを提供することにある。

発明の開示

本発明が改良の対象とする半導体力センサは、ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変換する変換部を備えたダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、半導体力センサ素子のダイアフラム部に測定の対象となる力を加えるための力伝達手段と、力伝達手段位置決め構造とを具備している。力伝達手段位置決め構造は、ダイアフラム部との間に間隔を開け且つダイアフラム部と対向するように配置される対向壁部を備えて、力伝達手段をダイアフラム部の中心部に直接接触させるように、力伝達手段を位置決め配置している。そして、力伝達手段は、剛性を有する球体により構成されている。本発明では、力伝達手段位置決め構造の対向壁部に、ダイアフラム部の中心部と対向する位置にダイアフラム部に向かう方向に対向壁部を貫通する貫通孔を形成する。そして、この貫通孔は、球体の一部を対向壁部の外部に臨ませ、球体がダイアフラム部と直交する方向にのみ移動可能で且つ球体がダイアフラム部の中心部上で回動し得るように球体の残部の一部を収容する形状を有している。

より具体的な構成では、本発明の半導体力センサは、ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変換する変換部を備えたダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、半導体力センサ素子のダイアフラム部に測定の対象とな

る力を加えるための剛性を有する球体と、一面開口状のケース本体と、蓋部材と、蓋部材に形成された貫通孔とを具備している。一面開口状のケース本体は、一面に開口部を有し、開口部と対向する位置にダイアフラム部の変形を許容するよう半導体力センサ素子を支持するセンサ素子支持部を備えている。蓋部材は、センサ素子支持部に支持された半導体力センサ素子のダイアフラム部と対向する対向壁部を備えて、開口部を塞ぐようにケース本体に対して固定されている。貫通孔は、対向壁部に形成されて球体を収容している。そして、この貫通孔は、球体の一部を対向壁部の外部に臨ませ、球体がダイアフラム部の中心部に直接接触した状態でダイアフラム部と直交する方向にのみ移動可能で且つ球体がダイアフラム部の中心部上で回動し得るように球体の残部の一部を収容する形状を有している。

本発明のように、対向壁部の貫通孔を形成すると、ダイアフラム部と直交する方向の力が球体に加わると、球体に加えられた力でダイアフラム部が撓む。これに対して、ダイアフラム部と直交する方向以外の方向の力が球体に加わると、分力で球体がダイアフラム部の中心部上で回動して、ダイアフラム部に無理な力が加わるのを防ぐことができる。そのため、ダイアフラム部が破損するのを防ぐことができる。また、ダイアフラム部と直交する方向に加わる力の成分だけを正確に測定することができる。

ダイアフラム部は、変換部が形成された表面と該表面の反対側に位置する裏面とを有するように形成することができる。また、半導体力センサ素子は、ダイアフラム部の裏面の外周に一体に形成された筒状の台座部を有するように形成できる。この場合、球体は、ダイアフラム部の表面に力を加えるように配置するのが好ましい。このようにすれば、測定感度を高めることができる。なお、ダイアフラム部の裏面に球体を接触させて、裏面側からダイアフラム部に力を加えるようにしてもよい。

貫通孔は、円形でも多角形でもよいが、円形に形成する場合には、貫通孔は種々の形状に形成することができる。例えば、貫通孔は、球体の下半部に対応するダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分と、外部側に位置する第2の貫通孔部分と、第1の貫通孔部分と第2の貫通孔部分との間に位置する第3の貫通孔

部分とから構成することができる。この場合、第1の貫通孔部分は球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有し、第2の貫通孔部分は該第2の貫通孔部分から球体の一部が外部に露出するのを許容する一定の直径寸法を有しており、第3の貫通孔部分は球体の外面に沿うように第1の貫通孔部分から第2の貫通孔部分に近付くに従って直径寸法が小さくなる形状を有するように構成することができる。このように貫通孔を形成すれば、球体が第3の貫通孔部分に沿って回転するため、球体が貫通孔内でがたつくのを防ぐことができる。

また、貫通孔は、ダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分と外部側に位置する第2の貫通孔部分とから構成することができる。この場合、第1の貫通孔部分は球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有するように構成することができる。また、第2の貫通孔部分は該第2の貫通孔部分から球体の一部が外部に露出するのを許容するように外部に向かうに従って徐々に直径寸法が小さくなる形状を有するように構成することができる。このように貫通孔を形成すれば、単純な機械加工等により簡単に貫通孔を形成することができる。

半導体力センサ素子は、ケース本体のセンサ素子支持部に台座部を接合させて配置することができる。この場合、ダイアフラム部を覆うように絶縁性を有するゲル状保護剤をケース本体内に充填するのが好ましい。このようにすれば、ゲル状保護剤の潤滑性により、球体がダイアフラム部の中心部上で回動しやすくなる。なお、ゲル状保護剤の針入度は、球体によるダイアフラム部の撓みを向上させるため、球体がダイアフラム部上のゲル状保護剤を押し広げて、球体がダイアフラム部の中央部と実質的に直接接触するように定めるのが好ましい。

ケース本体は、センサ素子支持部を構成する底壁部と、一端が底壁部の周縁部に一体に設けられ他端が開口部を囲むように形成された周壁部と、周壁部の他端上に設けられた複数の嵌合用突起とを備えて絶縁樹脂材料により一体に成形することができる。また、蓋部材はケース本体の複数の嵌合用突起が貫通する複数の被嵌合用貫通孔を備えて絶縁樹脂材料により一体に成形することができる。このようにすれば、蓋部材の複数の被嵌合用貫通孔にケース本体の複数の嵌合用突起が嵌合された状態で、蓋部材から突出する複数の嵌合用突起の先端部を熱変形させるだけで、蓋部材を容易にケース本体に対して固定することができる。

また、このような場合、熱変形させられた凸部が蓋部材から外部に突出しないように、蓋部材の複数の被嵌合用貫通孔の周囲には、熱変形した嵌合用突起が収容される複数の凹部または段部を形成するのが好ましい。

周壁部の外壁部の対向する一対の位置には、周壁部の他端側及び外側に向かつて開口する一対の凹部を形成し、蓋部材には対向壁部からケース本体側に向かつて延びて、前述の一対の凹部に嵌合される一対の位置決め用突出部を一体に設けることができる。このようにすれば、蓋部材の一対の位置決め用突出部をケース本体の一対の凹部に嵌合するだけで、蓋部材のケース本体に対する位置決めを容易に行える。

ケース本体及び蓋部材は、種々の材質で形成することができる。例えば、ケース本体及び蓋部材を、それぞれセラミックスにより形成することできる。このようにすれば、ケース本体及び蓋部材の使用温度範囲を広げることができる。また、ケース本体をセラミックスにより形成し、蓋部材を金属により形成することができる。このようにすれば、ケース本体の使用温度範囲を広げることができる。また、蓋部材をセラミックスまたは金属により形成すれば、プレスポンチ等の単純な機械加工を施すだけで簡単に貫通孔を蓋部材に形成することができる。

ケース本体には、台座部とダイアフラム部とによって囲まれた空間をケース本体の外部と連通させる連通路を形成するのが好ましい。このような連通路を形成すれば、台座部とダイアフラム部とによって囲まれた空間が大気圧になり、ダイアフラム部の撓みが容易になる。

本発明の半導体力センサは、表面実装型半導体力センサに適用することができる。表面実装型半導体力センサに適用すれば、半導体力センサの実装面積を少なくできる上、外部からの力で端子が曲がることがない等の利点がある。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の半導体力センサの第1の実施の形態の概略断面図である。

図2（A）～（D）は、本発明の半導体力センサの第2の実施の形態の一部破断平面図、裏面図、一部破断正面図及び一部破断右側面図である。

図3は、図2に示す半導体力センサの貫通孔近傍の断面図である。

図4 (A) 及び (B) は、本発明の半導体力センサの第3の実施の形態の裏面図及び断面図である。

図5は、図4に示す半導体力センサの貫通孔近傍の断面図である。

図6 (A) 及び (B) は、本発明の他の実施の形態の半導体力センサの貫通孔近傍の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明の半導体力センサの第1の実施の形態の概略断面図である。図1において、半導体力センサ素子1は、力を検出する広さ2.3 mm角、厚さ300 μmのSi半導体基板を用いて形成されている。半導体基板の中心部にはダイアフラム部3が形成され、その周辺部はダイアフラム部3と一体になった台座部5によって支持されている。ダイアフラム部3は、表面部3bに変換部3aを有している。変換部3aは、半導体基板にブリッジ回路を構成する4つの拡散抵抗を形成することにより構成される。拡散抵抗は、変換部3aに加わる力をピエゾ抵抗効果を利用して電気信号に変換して出力する。ダイアフラム部3は、半導体基板の裏面側からエッチングを施して形成した凹部の底部により構成されたシリコンダイアフラムである。台座部5は、半導体基板にダイアフラム部3を形成するためのエッチングにより残った部分として特定される。この台座部5は、ダイアフラム部3の外周部を支持しており、その表面部には抵抗ブリッジ回路に接続された複数の接続用電極等が形成されている。抵抗ブリッジ回路の抵抗は図示しない接続用電極を介して外部回路に接続される。半導体力センサ素子1の表面部は、抵抗が形成された後に、保護用の絶縁膜で覆われる。

力伝達手段9は、半導体力センサ素子1のダイアフラム部3に測定の対象となる力を伝達するためのものである。力伝達手段9は、金属製の球体により形成されている。この実施の形態では、球体からなる力伝達手段9の重心が半導体力センサ素子1のダイアフラム部3の中心部3d上に位置するように（またはダイアフラム部3の表面部と直交する仮想直交線上に球体からなる力伝達手段9の重心が位置するように）、力伝達手段9を配置する必要がある。図1においては、説

明のために力伝達手段 9 をガイドするガイド部材 16 に形成した貫通孔 16 a の内壁面と球体からなる力伝達手段 9 の外表面との間に比較的大きな間隙があるように図示してある。しかしながら実際に実用化する場合には、球体からなる力伝達手段 9 に前述の仮想直交線と所定の角度を持って力が加わったときに、前述の仮想直交線に沿わない方向に向かう分力によって回転し、仮想直交線に沿う方向の分力で球体からなる力伝達手段 9 が仮想直交線に沿って移動するように、力伝達手段取付構造を構成するガイド部材 16 が構成されている。なお具体的には、球体からなる力伝達手段 9 の直径が 1 mm であるとすると、球体からなる力伝達手段 9 の限界の移動量は 5 kgf の印加で約 100 μm である。この程度の移動量に規制すれば、ダイアフラム部が破壊されることはなく、また力の変換と出力の変化との関係もより線形（直線的）なものとなる。なお、通常は 500 g f の印加で約 15 μm の移動量である。

また、力伝達手段 9 に力が加わっていない状態では、理論的には、力伝達手段 9 とダイアフラム部 3 とは点接触状態にある。したがって力伝達手段 9 を精度よく位置決めすれば、荷重は半導体力センサ素子 1 のダイアフラム部 3 の中心部 3 d だけに作用する。力伝達手段 9 に力が加わると、ダイアフラム部 3 は変形するが、力伝達手段 9 は実質的に変形することはない。したがって出力特性ができるだけ直線に近付くように、力伝達手段 9 の剛性を選択する。

この例では、力伝達手段 9 に力が加わっていない状態において、ガイド部材 16 の貫通孔 16 a から突出する球体状の力伝達手段 9 の突出寸法 L（約 100 μm）を適宜に定めることにより、力伝達手段 9 のダイアフラム部 3 側への移動量を規制することができる。

ガイド部材 16 に形成された貫通孔 16 a は、ダイアフラム部 3 側の部分 17 が円柱状の形状を呈しており、それよりも外側の部分 18 が切頭円錐形状を有している。なお実用上は力が力伝達手段 9 に加わっていない状態で、部分 18 の内壁面が力伝達手段 9 の外周面と接触している。なお切頭円錐形状の部分 18 は、球体以上の力伝達手段 9 が貫通孔 16 a から抜け出るのを阻止する機能を果している。

力伝達手段 9 は、図 1 に示す球体状の力伝達手段のように、接触面が二次曲面

になるものが好ましいことが分かる。

図1の実施の形態においては、表面部3 bの方向からの荷重を力を介してダイアフラム部3に印加し、ダイアフラム部3が変形することにより、荷重の変化に対して直線的に変化する出力電圧が得られる。

図2（A）～（D）は表面実装型半導体力センサに適用した本発明の半導体力センサの第2の実施の形態の一部破断平面図、裏面図、一部破断正面図及び一部破断右側面図である。各図に示すように、本実施の形態の半導体力センサは、半導体力センサ素子3 1と力伝達手段を構成する球体3 3とケース3 5とを有している。半導体力センサ素子3 1は、広さ2.3 mm角、厚さ300 μmのSi半導体基板を用いて形成されており、ダイアフラム部3 7とダイアフラム部3 7の外周部に一体に設けられた環状の台座部3 9とを有している。ダイアフラム部3 7の表面には、ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変化に変換する変換部が形成されている。台座部3 9がケース3 5の後述するセンサ素子支持部4 8に接合されて、半導体力センサ素子3 1はケース3 5内に収納されている。

球体3 3は、剛性を有する金属球により形成されており、半導体力センサ素子3 1のダイアフラム部3 7に測定の対象となる力を加えるための力伝達手段を構成している。球体3 3は、ダイアフラム部3 7に直接力を加えられるように、半導体力センサ素子3 1のダイアフラム部3 7の中心部に直接接触している。

ケース3 5は、ケース本体4 1とケース本体4 1に対して固定された蓋部材4 3とを有している。ケース本体4 1は、樹脂により形成されており、一面に開口する開口部4 5を有する箱形を呈している。このケース本体4 1は、矩形に近い形状の底壁部4 7と底壁部4 7の周縁部に一体に設けられた周壁部4 9とを有している。底壁部4 7には、半導体力センサ素子3 1の長手方向の両側面からそれぞれ3つずつ突出するように6つの端子5 1が固定されている。端子5 1は、その大部分が底壁部4 7内に埋設されており、半導体力センサが回路基板上に表面実装可能なように、外部に露出するクリーム半田塗布面5 1 aを有している。本例では、6つの端子5 1をインサートとして射出成形によりケース本体4 1を形成した。なお、底壁部4 7を貫通する6つの孔4 7 aは、ケース本体4 1を射出成形する際に6つの端子5 1を成形型内に支持するピンが抜けた孔である。また

、底壁部47には、半導体力センサ素子31の台座部39とダイアフラム部37とによって囲まれた空間をケース本体41の外部と連通させる連通路47bが底壁部47を貫通するように形成されている。底壁部47は、半導体力センサ素子31が接合されるセンサ素子支持部48を中心部分に有している。このように、センサ素子支持部48に台座部39が接合された状態で、ダイアフラム部37を覆うように絶縁性を有するシリコーンからなるゲル状保護剤50がケース本体41内に充填されている。ゲル状保護剤50の針入度は、球体33がダイアフラム部37上のゲル状保護剤50を押し広げて、球体33がダイアフラム部37の中央部と実質的に直接接触するように定められている。本例では、この針入度は約65であり、弾性率は約 $1 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ となっている。周壁部49の外壁部の対向する一対の位置には、周壁部49の他端側及び外側に向かって開口して、後述する蓋部材43の一対の位置決め用突出部57が係合される一対の凹部53が形成されている。

蓋部材43は、ダイアフラム部37と対向するように配置される矩形板状の対向壁部55と対向壁部55から突出する一対の位置決め用突出部57とを有しており、合成樹脂により一体に成形されている。一対の位置決め用突出部57は、対向壁部55の長辺の中央からケース本体41側に向かって延びて、ケース本体41の凹部53に係合されている。また、対向壁部55は、対向壁部55の厚みを薄くして形成した4つの凹部または段部59を四隅に有している。4つの段部59のほぼ中央には、4つの被嵌合用貫通孔61がそれぞれ形成されている。蓋部材43は熱溶着部60によってケース本体41に対して固定されている。この熱溶着部60は、4つの被嵌合用貫通孔61にケース本体41に形成された4つの嵌合用突起を嵌合させた状態で、蓋部材43から突出する嵌合用突起の先端部を熱変形させて形成している。また、対向壁部55のダイアフラム部37の中心部と対向する位置には、球体33を収納する貫通孔63が形成されている。図3に詳細に示すように、貫通孔63は、ダイアフラム部37側に位置する第1の貫通孔部分65と、外部側に位置する第2の貫通孔部分67と、第1の貫通孔部分65と第2の貫通孔部分67との間に位置する第3の貫通孔部分69とから構成されている。第1の貫通孔部分65は、球体33の下半部に対応する位置に形成

されており、球体33の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有している。第2の貫通孔部分67は該第2の貫通孔部分67から球体33の一部が外部に露出するのを許容する一定の直径寸法を有している。第3の貫通孔部分69は、球体33の外面に沿うように、第1の貫通孔部分65から第2の貫通孔部分67に近付くに従って直径寸法が小さくなる形状を有している。球体33は、貫通孔63に収納されることにより、球体33の一部を対向壁部55の外部に臨ませ、球体33がダイアフラム部37の中心部に直接接触した状態で、ダイアフラム部37と直交する方向にのみ移動可能で且つダイアフラム部37の中心部上で回動し得るように、ケース35内に位置決めされることになる。本例のように、球体の外面に沿う形状を有する貫通孔部分（第3の貫通孔部分69）を備えた貫通孔は、蓋部材43を柔軟性のある合成樹脂により形成した場合に適している。本例のような形状に貫通孔63を形成すれば、球体33が第3の貫通孔部分69に沿つて回転するため、球体33が貫通孔63内でがたつくのを防ぐことができる。

本例の半導体力センサでは、ダイアフラム部37と直交する方向（矢印A）の力が球体33に加わると、球体33に加えられた力でダイアフラム部37が撓む。これに対して、ダイアフラム部37と直交する方向以外の方向（矢印B）の力が球体33に加わると、分力で球体33がダイアフラム部37の中心部上で回動して（矢印C）、ダイアフラム部37に無理な力が加わるのを防ぐことができる。そのため、ダイアフラム部37が破損するのを防ぐことができる。また、ダイアフラム部37と直交する方向に加わる力の成分だけを正確に測定することができる。

図4（A）及び（B）は表面実装型半導体力センサに適用した本発明の半導体力センサの第3の実施の形態の裏面図及び断面図である。本例では、ケースの構造を除いては、図2に示す半導体力センサと同じ構造を有している。したがって、本図においては、図2の半導体力センサと同じ部材には、図2に付した符号に100を加えた符号を付して説明を省略する。

本図に示すように、ケース135は、ケース本体141とケース本体141に対して固定された蓋部材143とを有している。ケース本体141は、セラミックにより形成されており、一面に開口部145を有する箱形を呈している。こ

のケース本体141は、底壁部147と底壁部147の周縁部に一体に設けられた周壁部149とを有している。底壁部147の裏面には、半導体力センサ素子131の長手方向の両端縁部にそれぞれ4つずつ配置されるように8つの端子151が金属膜により形成されている。8つの端子151は、ケース本体141の長手方向に対向する両側面において上下方向に延びる溝141a内に形成された導電部等を介してダイアフラム部の表面の変換部に電気的に接続されている。また、底壁部147には、半導体力センサ素子131の台座部139とダイアフラム部137とによって囲まれた空間をケース本体141の外部と連通させる連通路147bが底壁部147を貫通するように形成されている。底壁部147は、半導体力センサ素子131が接合されるセンサ素子支持部148を中心部分に有している。このように、センサ素子支持部148に台座部139が接合された状態で、ダイアフラム部137を覆うように絶縁性を有するシリコーンからなるゲル状保護剤150がケース本体141内に充填されている。

蓋部材143は、ダイアフラム部137と対向するように配置される矩形板状の対向壁部を構成しており、第1の蓋板材140と第2の蓋板材142とが積層されて形成されている。第1の蓋板材140及び第2の蓋板材142は、いずれもセラミックスまたは金属からなり矩形状を有している。図5に詳細に示すように、第1の蓋板材140の中心部に貫通して形成された第1の貫通孔部分165と、第2の蓋板材142の中心部に貫通して形成された第2の貫通孔部分167とにより球体133を収納する貫通孔163が形成されている。第1の貫通孔部分165は球体133の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有している。第2の貫通孔部分167は該第2の貫通孔部分167から球体133の一部が外部に露出するのを許容するように外部に向かうに従って徐々に直径寸法が小さくなる形状を有している。本例の貫通孔は、蓋部材を硬度の高いセラミックスまたは金属により形成した場合に適している。このように第1の蓋板材140に第1の貫通孔部分165を形成し、第2の蓋板材142に第2の貫通孔部分167を形成すれば、硬度が高いセラミックスまたは金属を用いて蓋部材143を形成しても、第1の貫通孔部分165及び第2の貫通孔部分167を正確な寸法で容易に形成することができる。また、ケース本体141及び蓋部材143の少なくと

も一方をセラミックスにより形成すれば、ケース本体または蓋部材の使用温度範囲を広げることができる。

貫通孔の形状としては、図6（A）及び（B）に示すように、種々の形状のものを採用することができる。図6（A）に示す貫通孔263は、ダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分265と、外部側に位置する第2の貫通孔部分267とから構成されている。第1の貫通孔部分265は、球体233の下半部に対応する位置に形成されており、球体233の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有している。第2の貫通孔部分267は、該第2の貫通孔部分267から球体233の一部が外部に露出するのを許容するように、球体233の外面に沿って外部に向かうに従って直径寸法が小さくなる形状を有している。本例の貫通孔は、前述したように蓋部材を柔軟性のある合成樹脂により形成した場合に適している。本例では、貫通孔263の球体233の外面に沿って外部に向かうに従って直径寸法が小さくなる部分（第2の貫通孔部分267）が、図2に示す貫通孔63よりも広い範囲で形成されているので、図2に示す例よりも更に球体233が貫通孔263内でがたつくのを防ぐことができる。

図6（B）に示す貫通孔363は、ダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分365と、外部側に位置する第2の貫通孔部分367と、第1の貫通孔部分365と第2の貫通孔部分367との間に位置する第3の貫通孔部分369とから構成されている。第1の貫通孔部分365は、球体333の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有している。第2の貫通孔部分367は該第2の貫通孔部分367から球体333の一部が外部に露出するのを許容する一定の直径寸法を有している。第3の貫通孔部分369は第1の貫通孔部分365及び第2の貫通孔部分367に直交する円環状形を有している。本例の貫通孔は、蓋部材を硬度の高いセラミックスまたは金属により形成した場合に適している。本例も、図5に示す貫通孔163と同様に、硬度が高いセラミックスまたは金属を用いて蓋部材を形成しても、第1の貫通孔部分365及び第2の貫通孔部分367を正確な寸法で容易に形成することができる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、ダイアフラム部と直交する方向以外の方向の力が球体に加わっても、ダイアフラム部に無理な力が加わることがなく、ダイアフラム部が破損するのを防ぐことができる。また、ダイアフラム部と直交する方向に加わる力だけを正確に測定することができる。

請求の範囲

1. ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変換する変換部を備えたダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、

前記半導体力センサ素子の前記ダイアフラム部に測定の対象となる力を加えるための力伝達手段と、

前記ダイアフラム部との間に間隔を開け且つ前記ダイアフラム部と対向するよう配置される対向壁部を備えて、前記力伝達手段を前記ダイアフラム部の中心部に直接接触させるように、前記力伝達手段を位置決め配置する力伝達手段位置決め構造とを具備し、

前記力伝達手段が剛性を有する球体により構成されている半導体力センサであって、

前記力伝達手段位置決め構造の前記対向壁部には、前記ダイアフラム部の前記中心部と対向する位置に前記ダイアフラム部に向かう方向に前記対向壁部を貫通する貫通孔が形成されており、

前記貫通孔は、前記球体の一部を前記対向壁部の外部に臨ませ、前記球体が前記ダイアフラム部と直交する方向にのみ移動可能で且つ前記球体が前記ダイアフラム部の前記中心部上で回動し得るように前記球体の残部の一部を収容する形状を有していることを特徴とする半導体力センサ。

2. 前記ダイアフラム部は、前記変換部が形成された表面と前記表面の反対側に位置する裏面とを有しており、

前記半導体力センサ素子は、前記ダイアフラム部の前記裏面の外周に一体に形成された筒状の台座部を有しており、

前記球体は、前記ダイアフラム部の前記表面に前記力を加えるように配置されている請求項1に記載の半導体力センサ。

3. 前記貫通孔は、前記球体の下半部に対応するダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分と、前記外部側に位置する第2の貫通孔部分と、前記第1の貫通孔部分と前記第2の貫通孔部分との間に位置する第3の貫通孔部分とからなり、

前記第1の貫通孔部分は前記球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有しており、前記第2の貫通孔部分は該第2の貫通孔部分から前記球体の一部が前記外部に露出するのを許容する一定の直径寸法を有しており、前記第3の貫通孔部分は前記球体の外面に沿うように前記第1の貫通孔部分から前記第2の貫通孔部分に近付くに従って直径寸法が小さくなる形状を有している請求項1に記載の半導体力センサ。

4. 前記貫通孔は、前記ダイアフラム部側に位置する第1の貫通孔部分と前記外部側に位置する第2の貫通孔部分とからなり、

前記第1の貫通孔部分は前記球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有しており、前記第2の貫通孔部分は該第2の貫通孔部分から前記球体の一部が前記外部に露出するのを許容するように前記外部に向かうに従って徐々に直径寸法が小さくなる形状を有している請求項1に記載の半導体力センサ。

5. 前記ダイアフラム部の前記球体が位置する側は、絶縁性を有するゲル状保護剤に覆われており、

前記ゲル状保護剤の針入度は、前記球体が前記ダイアフラム部上の前記ゲル状保護剤を押し広げて、前記球体が前記ダイアフラム部の中央部と実質的に直接接觸するように定められている請求項2に記載の半導体力センサ。

6. ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変化に変換する変換部を備えたダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、

前記半導体力センサ素子の前記ダイアフラム部に測定の対象となる力を加えるための剛性を有する球体と、

一面に開口部を有し、前記開口部と対向する位置に前記ダイアフラム部の変形を許容するように前記半導体力センサ素子を支持するセンサ素子支持部を備えた一面開口状のケース本体と、

前記センサ素子支持部に支持された前記半導体力センサ素子の前記ダイアフラム部と対向する対向壁部を備えて、前記開口部を塞ぐように前記ケース本体に対して固定された蓋部材と、

前記対向壁部に形成されて前記球体を収容する貫通孔とを具備し、

前記貫通孔は、前記球体の一部を前記対向壁部の外部に臨ませ、前記球体が前

記ダイアフラム部の中心部に直接接触した状態で前記ダイアフラム部と直交する方向にのみ移動可能で且つ前記球体が前記ダイアフラム部の前記中心部上で回動し得るよう前記球体の残部の一部を収容する形状を有していることを特徴とする半導体力センサ。

7. 前記ダイアフラム部は、前記変換部が形成された表面と前記表面の反対側に位置する裏面とを有しており、

前記半導体力センサ素子は、前記ダイアフラム部の前記裏面の外周に一体に形成された筒状の台座部を有しており、

前記球体は、前記ダイアフラム部の前記表面に前記力を加えるように配置されている請求項 6 に記載の半導体力センサ。

8. 前記貫通孔は、前記球体の下半部に対応するダイアフラム部側に位置する第 1 の貫通孔部分と、前記外部側に位置する第 2 の貫通孔部分と、前記第 1 の貫通孔部分と前記第 2 の貫通孔部分との間に位置する第 3 の貫通孔部分とからなり、

前記第 1 の貫通孔部分は前記球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有しており、前記第 2 の貫通孔部分は該第 2 の貫通孔部分から前記球体の一部が前記外部に露出するのを許容する一定の直径寸法を有しており、前記第 3 の貫通孔部分は前記球体の外面に沿うように前記第 1 の貫通孔部分から前記第 2 の貫通孔部分に近付くに従って直径寸法が小さくなる形状を有している請求項 6 に記載の半導体力センサ。

9. 前記貫通孔は、前記ダイアフラム部側に位置する第 1 の貫通孔部分と前記外部側に位置する第 2 の貫通孔部分とからなり、

前記第 1 の貫通孔部分は前記球体の直径よりも僅かに大きい一定の直径寸法を有しており、前記第 2 の貫通孔部分は該第 2 の貫通孔部分から前記球体の一部が前記外部に露出するのを許容するように前記外部に向かうに従って徐々に直径寸法が小さくなる形状を有している請求項 6 に記載の半導体力センサ。

10. 前記ケース本体の前記センサ素子支持部に前記台座部が接合された状態で、前記ダイアフラム部を覆うように絶縁性を有するゲル状保護剤が前記ケース本体内に充填されており、

前記ゲル状保護剤の針入度は、前記球体が前記ダイアフラム部上の前記ゲル状保護剤を押し広げて、前記球体が前記ダイアフラム部の中央部と実質的に直接接觸するように定められている請求項 7 に記載の半導体力センサ。

1 1 . 前記ケース本体は、前記センサ素子支持部を構成する底壁部と、一端が前記底壁部の周縁部に一体に設けられ他端が前記開口部を囲むように形成された周壁部と、前記周壁部の他端上に設けられた複数の嵌合用突起とを備えて絶縁樹脂材料により一体に成形されており、

前記蓋部材は前記ケース本体の前記複数の嵌合用突起が貫通する複数の被嵌合用貫通孔を備えて絶縁樹脂材料により一体に成形されており、

前記蓋部材の前記複数の被嵌合用貫通孔に前記ケース本体の前記複数の嵌合用突起が嵌合された状態で、前記蓋部材から突出する前記複数の嵌合用突起の先端部が熱変形されて前記蓋部材が前記ケース本体に対して固定されている請求項 6 に記載の半導体力センサ。

1 2 . 前記蓋部材の前記複数の被嵌合用貫通孔の周囲には、熱変形した前記嵌合用突起が収容される複数の凹部または段部が形成されている請求項 1 1 に記載の半導体力センサ。

1 3 . 前記周壁部の外壁部の対向する一対の位置には、前記周壁部の他端側及び外側に向かって開口する一対の凹部が形成されており、

前記蓋部材には前記対向壁部から前記ケース本体側に向かって延びて、前記一対の凹部に嵌合される一対の位置決め用突出部が一体に設けられている請求項 1 1 に記載の半導体力センサ。

1 4 . 前記ケース本体及び前記蓋部材が、それぞれセラミックスにより形成されている請求項 6 に記載の半導体力センサ。

1 5 . 前記ケース本体が、セラミックスにより形成され、

前記蓋部材が、金属により形成されている請求項 6 に記載の半導体力センサ。

1 6 . 前記ケース本体には、前記台座部と前記ダイアフラム部とによって囲まれた空間を前記ケース本体の外部と連通させる連通路が形成されている請求項 1 0 記載の半導体力センサ。

1 7 . ピエゾ抵抗効果を利用して力の変化を電気信号の変化に変換する変換

部を備えたダイアフラム部を有する半導体力センサ素子と、

前記半導体力センサ素子の前記ダイアフラム部に測定の対象となる力を加えるための剛性を有する球体と、

一面に開口部を有し、前記開口部と対向する位置に前記ダイアフラム部の変形を許容するように前記半導体力センサ素子を支持するセンサ素子支持部を備えた一面開口状の合成樹脂製のケース本体と、

前記センサ素子支持部に支持された前記半導体力センサ素子の前記ダイアフラム部と対向する対向壁部を備えて、前記開口部を塞ぐように前記ケース本体に対して固定された蓋部材と、

前記対向壁部に形成されて前記球体を収容する貫通孔と、

前記ケース本体にインサート成形により固定された複数の端子とを具備し、

前記貫通孔は、前記球体の一部を前記対向壁部の外部に臨ませ、前記球体が前記ダイアフラム部の中心部に直接接触した状態で前記ダイアフラム部と直交する方向にのみ移動可能で且つ前記球体が前記ダイアフラム部の前記中心部上で回動し得るように前記球体の残部の一部を収容する形状を有しており、

前記複数の端子は、前記ケース本体から表面実装可能に突出していることを特徴とする表面実装型半導体力センサ。

図 1

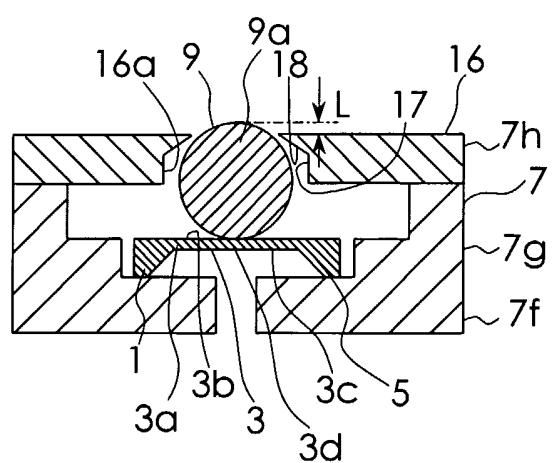


図 2

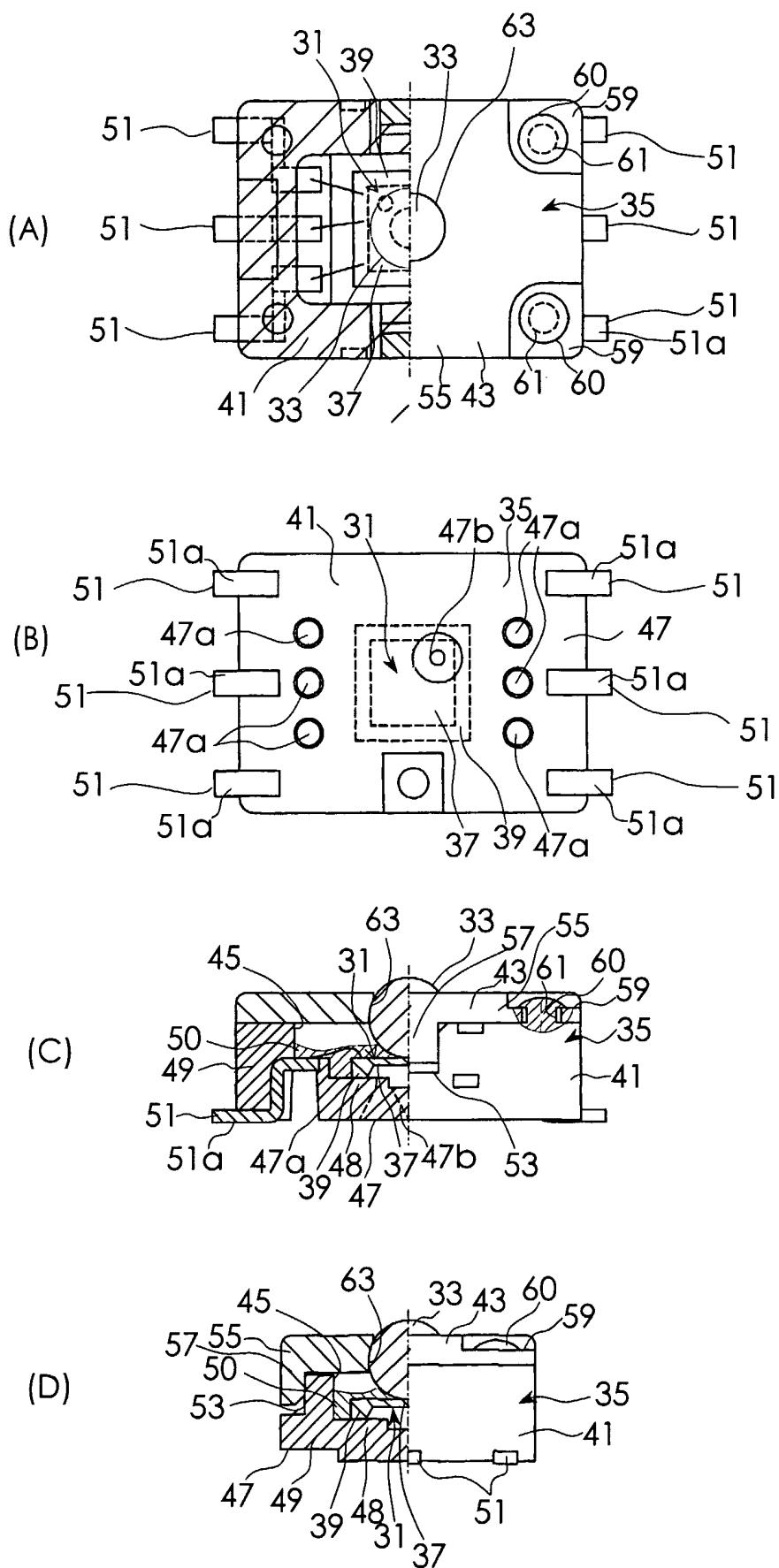


図 3

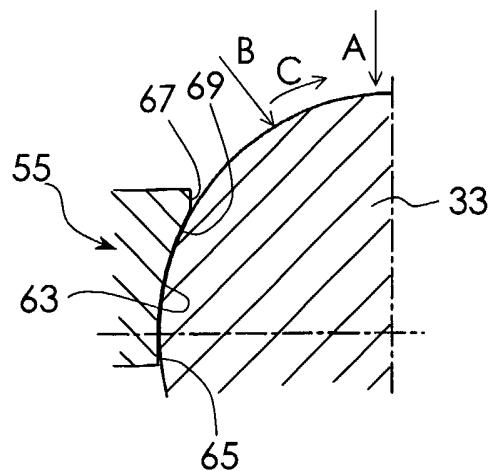


図 5

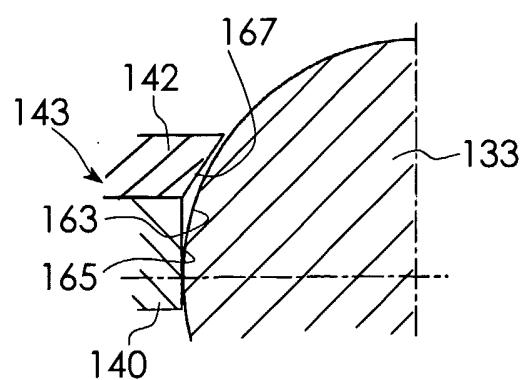
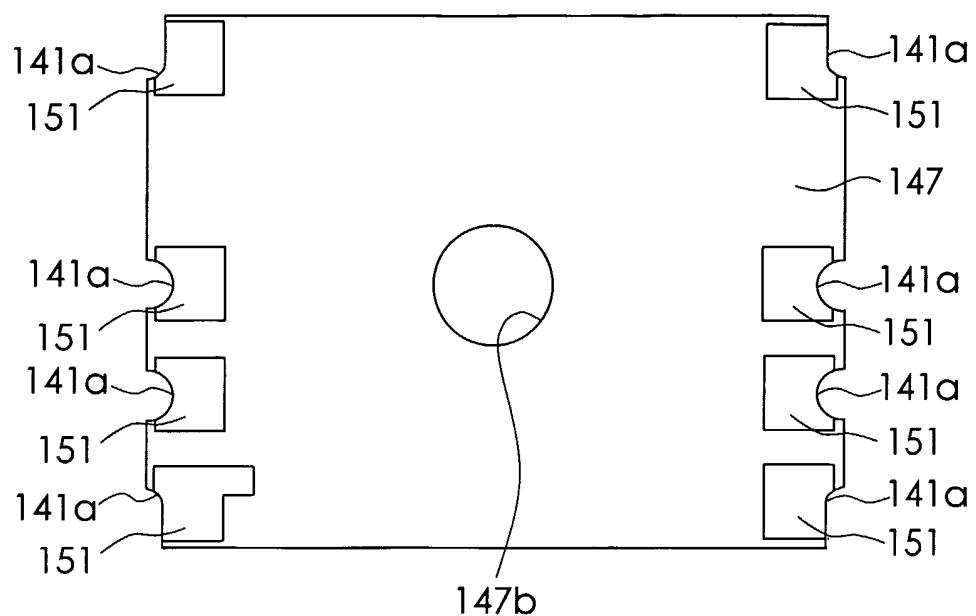


図 4

(A)



(B)

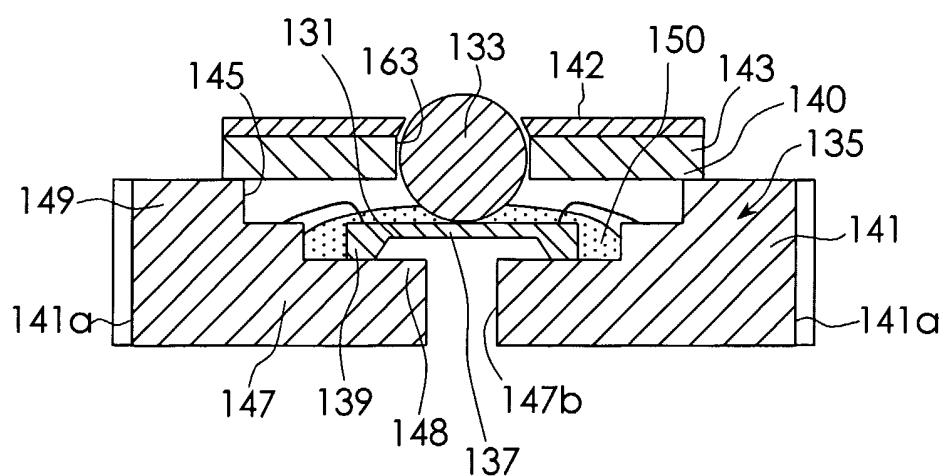
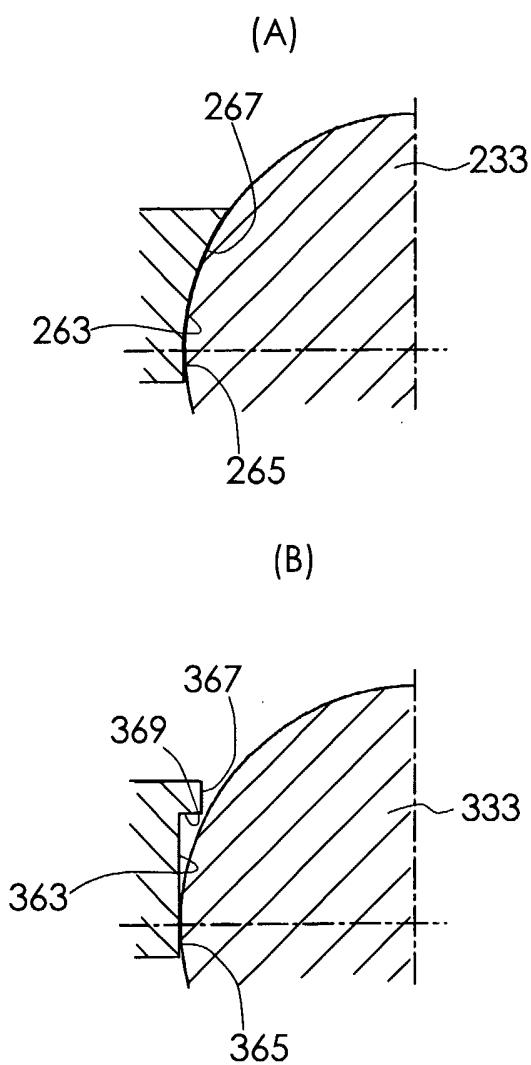


図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04714

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01L1/18, H01L29/84

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01L1/18, 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	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-118935 A (Koparu Denshi Kabushiki Kaisha), 14 May, 1993 (14.05.93), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-17
A	JP 63-146734 U (Meidensha Corp.), 28 September, 1988 (28.09.88), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-17
A	JP 63-196080 A (NEC Corp.), 15 August, 1988 (15.08.88), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-17

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 document 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
02 July, 2003 (02.07.03)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2003 (15.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04714

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4709342 A (Hitachi, Ltd.), 24 November, 1987 (24.11.87), Column 4, line 40 to column 5, line 6; Fig. 10 & JP 60-34295 A & EP 133997 A1 & DE 3484082 T2 & CA 1247717 A	1-17
A	DE 3115565 A1 (Novik, Viktor Grigor' evic; Egorov, Sargei Petrovic), 11 November, 1982 (11.11.82), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C17 G01L 1/18, H01L 29/84

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. C17 G01L 1/18, H01L 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 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003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 請求の範囲の番号
A	JP 5-118935 A (コパル電子株式会社), 1993.05.14 全文、第1、2図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 63-146734 U (株式会社明電舎), 1988.09.28 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-17

 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
02.07.03

国際調査報告の発送日

15.07.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
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)
北川 創

2F 9804

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 請求の範囲の番号
A	JP 63-196080 A (日本電気株式会社) , 1988.08.15 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-17
A	US 4709342 A (Hitachi, Ltd.) , 1987.11.24 第4欄第40行—第5欄第6行、第10図 & JP 60-34295 A & EP 133997 A1 & DE 3484082 T2 & CA 1247717 A	1-17
A	DE 3115565 A1 (Novik, Viktor Grigor'evic; Egorov, Sargei Petrovic) , 1982.11.11 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-17