

(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
2019年2月21日(21.02.2019)



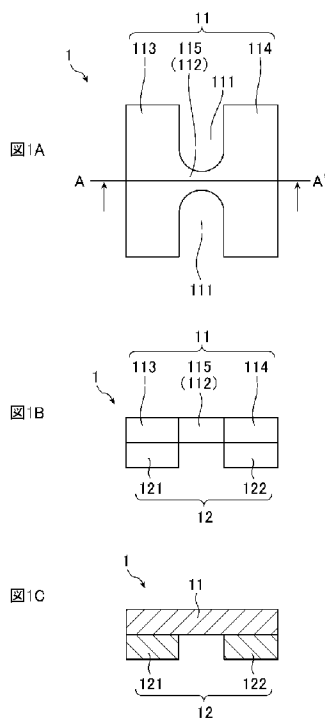
(10) 国際公開番号

WO 2019/035289 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 3/10 (2006.01) *G01L 3/14* (2006.01) 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025893 (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目1番
(22) 国際出願日: 2018年7月9日(09.07.2018) 4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
(26) 国際公開の言語: 日本語 護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
(30) 優先権データ: 特願 2017-156381 2017年8月14日(14.08.2017) JP CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
(71) 出願人: アズビル株式会社 (AZBIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 Tokyo (JP). HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,
(72) 発明者: 瀬戸 祐希(SETO, Yuki); 〒1006419 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 石倉 義之(ISHIKURA, Yoshiyuki); 〒1006419 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 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,

(54) Title: TORQUE DETECTOR, AND METHOD FOR PRODUCING TORQUE DETECTOR

(54) 発明の名称: トルク検出器及びトルク検出器の製造方法



(57) Abstract: The present invention is provided with: a silicon layer (11); a resistance gauge (13) which is formed in the silicon layer (11); slit portions (111) which are formed in the silicon layer (11), and which define a place where the resistance gauge (13) in the silicon layer (11) is formed as a local portion (112); and an insulation layer (12) which is joined to the silicon layer (11).

(57) 要約: シリコン層(11)と、シリコン層(11)に形成された抵抗ゲージ(13)と、シリコン層(11)に形成され、当該シリコン層(11)の抵抗ゲージ(13)が形成された箇所を局所部(112)とさせるスリット部(111)と、シリコン層(11)に接合された絶縁層(12)とを備えた。

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)）

明 細 書

発明の名称：トルク検出器及びトルク検出器の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、回転軸体に加わるトルクを検出するトルク検出器及びトルク検出器の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 回転軸体に加わるトルクを検出する方式の一つとして、回転軸体の周面に金属歪ゲージを取付け、トルクにより回転軸体の周面に生じるせん断応力の大きさを、金属歪ゲージにおける抵抗値変化により検出する方式がある。この方式では、4つ以上の金属歪ゲージを回転軸体の軸方向に対して45度方向に取付けてブリッジ回路を構成している。

しかしながら、金属歪ゲージでは、ゲージ率が小さいため、微小な歪を高精度に検出することは困難である。

[0003] 一方、トルクの検出感度を上げる方法として、回転軸体の剛性を下げ、歪量を増大させる方式が考えられる。特許文献1では、回転軸体に様々な加工を施して梁部を形成することで、感度の向上を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-109568号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、回転軸体の剛性を下げる方式では、応力増大によるヒステリシスの問題（感度とヒステリシスとのトレードオフの問題）が発生し、精度の向上は望めない。

また、従来方式では、金属歪ゲージを少なくとも4つ以上配置する必要がある。よって、各金属歪ゲージの相対位置及び角度を厳密に合わせる必要があり、困難であるという課題がある。

[0006] ここで、産業用ロボットでは、その動作を制御するためにトルクの検出が不可欠である。そのため、従来から、トルク検出器が産業用ロボットに取付けられ、ロボットアームの各関節のトルクを検出している。

一方、近年では、産業用ロボットに対し、人と隔たりなく共存するために、人又は物等の物体に接触した際に、瞬時に接触を検知して動作が止まるような安全性が求められている。しかしながら、産業用ロボットは、自身の重み及び保持する物体の重みを有し、更に動作スピードを考慮した堅牢な筐体であることから、従来の金属歪ゲージでは高精度にトルクを検出することは難しい。

[0007] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、トルクの検出精度が向上するトルク検出器を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係るトルク検出器は、外力に応じて歪みが生じる基板層と、基板層に形成された抵抗ゲージと、基板層に形成され、当該基板層の抵抗ゲージが形成された箇所を局所部とさせるスリット部と、基板層に接合された絶縁層とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0009] この発明によれば、上記のように構成したので、トルクの検出精度が向上する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1A～図1Cは、この発明の実施の形態1に係るトルク検出器の構成例を示す図であり、図1Aは上面図であり、図1Bは側面図であり、図1CはA-A'線断面図である。

[図2]図2Aはこの発明の実施の形態1における抵抗ゲージの配置例を示す上面図であり、図2Bは図2Aに示す抵抗ゲージにより構成されるフルブリッジ回路の構成例を示す図である。

[図3]この発明の実施の形態1における歪センサの製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図4]図4 A、図4 Bは、この発明の実施の形態1における歪センサが回転軸体に取り付けられた状態を示す図であり、図4 Aは上面図であり、図4 Bは側面図である。

[図5]図5 A、図5 Bは、トルク検出器の基本動作原理を説明する図であり、図5 Aは回転軸体に加えられたトルクを示す側面図であり、図5 Bは図5 Aに示すトルクにより歪センサに発生した応力分布の一例を示す図である。

[図6]図6 A、図6 Bは、この発明の実施の形態1における歪センサの別の構成例を示す上面図である。

[図7]図7 A、図7 Bは、この発明の実施の形態1における歪センサの別の構成例を示す側面図である。

[図8]図8 Aはこの発明の実施の形態1における抵抗ゲージの別の配置例を示す上面図であり、図8 Bは図8 Aに示す抵抗ゲージにより構成されるハーフブリッジ回路の構成例を示す図である。

[図9]図9 A～図9 Fは、この発明の実施の形態1における歪センサのサイズの一例を示す上面図及び側面図であり、図9 Gは、歪センサのサイズによる感度の違いを示す図である。

[図10]この発明の実施の形態1における絶縁層の厚み及び接合層の厚みによる感度の違いを示す図である。

[図11]図11 A、図11 Bは、この発明の実施の形態1における歪センサの上面図及び側面図を示す図であり、図11 Cはスリット部の幅及び局所部の幅による感度の違いを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1に係るトルク検出器の構成例を示す図である。

トルク検出器は、回転軸体5（図4参照）に加わるトルクを検出する。回

回転軸体 5 は、軸方向における一端にモータ等の駆動系 6 が接続され、他端にロボットハンド等の負荷系が接続される。トルク検出器は、図 1 に示すように、歪センサ 1 を備えている。

[0012] 歪センサ 1 は、回転軸体 5 に取付けられ、外部からのせん断応力（引張応力及び圧縮応力）に応じた電圧を出力する半導体歪ゲージである。歪センサ 1 は、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）により実現される。歪センサ 1 は、図 1，2 に示すように、シリコン層（基板層）11 及び絶縁層 12 を有する。

[0013] シリコン層 11 は、外力に応じて歪みが生じる単結晶シリコンであり、複数の抵抗ゲージ（拡散抵抗）13 から成るホイートストンブリッジ回路を有するセンサ層である。シリコン層 11 には、複数本のスリット部 111 が形成されている。スリット部 111 により、シリコン層 11 の中央には局所部 112 が構成される。抵抗ゲージ 13 は、この局所部 112 に形成される。

[0014] 図 1 では、シリコン層 11 の一対の両側面に、それぞれスリット部 111 が形成されている。これにより、シリコン層 11 は、シリコン層（第 1 基板層）113 と、シリコン層（第 2 基板層）114 と、シリコン層 113 とシリコン層 114 との間に設けられた局所部 112 である 1 つのブリッジ部 115 とから構成される。また図 1 では、スリット部 111 は、隅が円弧状に構成されている。

[0015] また、単結晶シリコンは、結晶異方性を有し、p 型シリコン（100）面において、 $\langle 110 \rangle$ 方向のときに最もピエゾ抵抗係数が大きくなる。そのため、抵抗ゲージ 13 は、例えば表面の結晶方位が（100）であるシリコン層 11 の $\langle 110 \rangle$ 方向に形成される。

図 2 では、フルブリッジ回路（ホイートストンブリッジ回路）を構成する 4 つの抵抗ゲージ 13（R1～R4）が、シリコン層 11 の辺方向に対して斜め方向（45 度方向）に形成され、歪センサ 1 が 2 方向のせん断応力を検知する場合を示している。なおここでは、上記斜め方向の具体例として 45 度方向とした場合を示したが、上記斜め方向は 45 度方向に限定されず、歪

センサ１の特性上、ある程度のずれ（例えば４４度方向又は４６度方向等）は許容される。

[0016] 絶縁層１２は、上面がシリコン層１１の裏面に接合され、裏面が回転軸体５に接合される台座である。この絶縁層１２としては、例えばガラス又はサファイア等を用いることができる。

図１では、絶縁層１２が、間隙を有して配置された板状の２枚の絶縁層（第１絶縁層及び第２絶縁層）１２１，１２２から成り、絶縁層１２１の上面がシリコン層１１３の裏面に接合され、絶縁層１２２の上面がシリコン層１１４の裏面に接合されている。

[0017] 次に、歪センサ１の製造方法の一例について、図３を参照しながら説明する。

歪センサ１の製造方法では、図３に示すように、まず、シリコン層１１に、イオン注入により複数の抵抗ゲージ１３を形成する（ステップＳＴ１）。そして、複数の抵抗ゲージ１３によりホイートストンブリッジ回路を形成する。

次いで、シリコン層１１に、エッチングによりスリット部１１１を形成する（ステップＳＴ２）。これにより、シリコン層１１の抵抗ゲージ１３が形成された箇所を局所部１１２とさせる。

次いで、シリコン層１１の裏面と絶縁層１２の上面とを、例えば陽極接合により接合する（ステップＳＴ３）。

[0018] また上記のようにして製造された歪センサ１を回転軸体５に取付ける場合には、絶縁層１２の裏面と回転軸体５とを例えばはんだ接合により接合する。この際、絶縁層１２の裏面及び回転軸体５の接合部位をメタライズした上で、はんだ接合を行う。図４は、歪センサ１が回転軸体５に取付けられた状態を示している。

[0019] また、歪センサ１は、抵抗ゲージ１３が回転軸体５の軸方向に対して斜め方向（４５度方向）を向くように配置される。すなわち、抵抗ゲージ１３は、回転軸体５にトルクが加わった際に発生するせん断応力の発生方向を向く

ように配置される。なおここでは、上記斜め方向の具体例として45度方向とした場合を示したが、上記斜め方向は45度方向に限定されず、歪センサ1の特性上、ある程度のずれ（例えば44度方向又は46度方向等）は許容される。

[0020] 次に、トルク検出器の基本動作原理について、図5を参照しながら説明する。図5Aでは、歪センサ1が取付けられた回転軸体5の一端に駆動系6が接続され、この駆動系6により回転軸体5にトルクが加えられた状態を示している。また図5では、長形状の歪センサ1を用いた場合を示している。

図5Aに示すように、回転軸体5にトルクが加えられることで、回転軸体5に取付けられた歪センサ1が歪み、歪センサ1の表面に図5Bに示すようなせん断応力が発生する。図5では、色が濃い点ほど引張応力が強い状態であり、色が薄い点ほど圧縮応力が強い状態であることを示している。そして、回転軸体5の軸方向に対して斜め方向（45度方向）を向いた抵抗ゲージ13は、このせん断応力に応じて抵抗値が変化し、歪センサ1は、抵抗値の変化に応じた電圧を出力する。そして、トルク検出器は、この歪センサ1により出力された電圧から回転軸体5に加えられたトルクを検出する。

[0021] 実施の形態1に係るトルク検出器では、シリコン層11に複数本のスリット部111が形成されることで局所部112が構成され、抵抗ゲージ13がこの局所部112に形成されている。これにより、抵抗ゲージ13が形成された局所部112に応力を集中させることができ、回転軸体5に加わるトルクに対する検出感度が向上する。

また図1に示すように、絶縁層12が絶縁層121及び絶縁層122から構成され、絶縁層12の中央が分断されることで、回転軸体5に加わるトルクに対する検出感度が更に向上する。

[0022] また図1では、スリット部111の隅が円弧状に構成されている。これにより、スリット部111が角を有する場合に対し、局所的に集中される応力を分散でき、ブリッジ部115の破壊リスクを低減できる。

[0023] なお図1では、スリット部111がシリコン層11の一对の両側面に形成

され、シリコン層 11 が、1つのブリッジ部 115 を有する 1ブリッジ構造とされた場合を示した。しかしながら、ブリッジ形状はこれに限らない。例えば、図 6 A に示すように、スリット部 111 がシリコン層 11 内に 2 本形成され、シリコン層 11 が、局所部 112 を含む 3 つのブリッジ部 115 を有する 3ブリッジ構造とされてもよい。図 6 A に示す構成により、シリコン層 11 の強度を高めることができる。また、図 6 B に示すように、シリコン層 11 が、局所部 112 である交差された 2 本のブリッジ部 115 を有するクロスブリッジ構造とされてもよい。

[0024] また図 1 では、局所部 112 の厚みが、シリコン層 11（シリコン層 113, 114）の厚みと同一である場合を示した。しかしながら、これに限らず、例えば図 7 A に示すように、局所部 112 の厚みが、シリコン層 11（シリコン層 113, 114）の厚みに対して薄く構成されてもよい。これにより、回転軸体 5 に加わるトルクに対する検出感度が更に向上する。なお、局所部 112 の厚みは、シリコン層 11 の剛性等に応じて適宜設計される。例えば、シリコン層 11 の剛性が低い場合には局所部 112 は厚めに設計され、シリコン層 11 の剛性が高い場合には局所部 112 は薄めに設計される。

また図 1 では、絶縁層 12 が絶縁層 121 及び絶縁層 122 から構成され、絶縁層 12 の中央が分断された場合を示した。しかしながら、これに限らず、例えば図 7 B に示すように、絶縁層 12 が分断されない構成とされてもよい。

[0025] また上記では、ホイートストンブリッジ回路として、4 つの抵抗ゲージ 13（R1～R4）から成るフルブリッジ回路を用いた場合を示した。しかしながら、これに限らず、図 8 に示すように、ホイートストンブリッジ回路として、2 つの抵抗ゲージ 13（R1, R2）から成るハーフブリッジ回路を用いてもよい。なお、図 8 B における R は、固定抵抗である。

[0026] 最後に、歪センサ 1（MEMS チップ）の感度に影響するパラメータについて実験データとともに説明する。

この発明の実施の形態１に係る歪センサ１の感度に影響するパラメータとしては、歪センサ１のサイズ（チップサイズ）、絶縁層１２の厚み、シリコン層１１と絶縁層１２との間の接合層の厚み及び硬さ、スリット部１１１の幅及び局所部１１２の幅が挙げられる。

[0027] まず、歪センサ１のサイズによる感度の違いについて、図９を参照しながら説明する。図９Ａ、図９Ｂでは歪センサ１のサイズが（ $a \times 3a$ ）である場合を示し、図９Ｃ、図９Ｄでは歪センサ１のサイズが（ $1.5a \times 1.5a$ ）である場合を示し、図９Ｅ、図９Ｆでは歪センサ１のサイズが（ $3a \times 3a$ ）である場合を示している。aは定数である。そして、図９Ｇでは、歪センサ１のサイズによる感度の違いを示している。なお図９Ａ～図９Ｆに示す歪センサ１は、スリット部１１１を有する場合を示している。また図９Ｇでは、一般的な金属歪ゲージの感度を１とした場合の感度比を示している。

この図９に示すように、歪センサ１は、サイズが大きい程、感度が高くなる。また、歪センサ１は、同じ面積の場合には、長方形よりも正方形の方が感度が高くなる。すなわち、図９Ｃ、図９Ｄに示す歪センサ１は、図９Ａ、図９Ｂに示す歪センサ１に対して、面積は小さいが、図９Ｇに示すように感度は高くなっている。

[0028] また、一般的な金属歪ゲージでは、ゲージ率が２～３程度であるのに対し、歪センサ１では、ゲージ率が数１０～１００程度である。よって、この歪センサ１は、金属歪ゲージに対し、１００倍以上の感度を達成できる。また、歪センサ１は、感度が高いため、金属歪ゲージに対して大幅に小型化が可能であり、固定側（回転軸体５側）の自由度が大きくなる。

このように、歪センサ１のサイズと感度はトレードオフの関係にあるが、小型化した分、絶縁層１２を分断したり、スリット部１１１を形成することで歪センサ１を高感度にできる。

[0029] 次に、絶縁層１２の厚み並びに接合層の厚み及び硬さによる感度の違いについて、図１０を参照しながら説明する。図１０では、絶縁層１２としてパイレックスガラスを用い、接合層の厚みがTであり且つ絶縁層１２の厚比（

基準厚に対する比率)が2であるときの感度を1とした場合の感度比を示している。また図10では、接合層の厚みをTとした場合、絶縁層12の厚比を1とし且つはんだ接合を行った場合、絶縁層12の厚比を1とし且つ接合層の厚みを4Tとした場合を示している。

絶縁層12が厚いと歪みを吸収してしまい、歪みの伝達効率が下がる。そのため、図10に示すように、歪センサ1は、絶縁層12の厚みが薄い程、感度が高くなる。一方、絶縁層12として必要な耐電圧を考慮した最低限の厚みは必要となる。また、接合層として接着剤を用いた場合、厚みと硬さにより感度が変わる。すなわち、歪センサ1は、接着剤としてエポキシ系等のヤング率の高いものを用いた場合や接合層が薄い程、感度が高くなる。また、歪センサ1は、接着剤を用いた場合によりもはんだ接合を用いた場合の方が、感度が高くなる。

[0030] 次に、スリット部111の幅及び局所部112の幅による感度の違いについて、図11を参照しながら説明する。図11A、図11Bでは、一例として、歪センサ1のサイズが(3a×3a)である場合を示している。また、図11Aに示すように、スリット部111の幅をh1とし、局所部112の幅をh2としている。また図11Cでは、図9Gと同様に、一般的な金属歪ゲージの感度を1とした場合の感度比を示している。

この図11に示すように、歪センサ1にスリット部111及び局所部112を構成することで、スリット部111及び局所部112を設けない場合に対して、約2倍の高感度化が可能となる。また、最も高感度となるスリット部111の幅及び局所部112の幅は、歪センサ1のサイズを変えてもほぼ同一である(図11の例では、歪センサ1のサイズに依らず、スリット部111の幅が0.25aであり且つ局所部112の幅が0.25aの場合が最も高感度となっている)。

[0031] 以上のように、この実施の形態1によれば、シリコン層11と、シリコン層11に形成された抵抗ゲージ13と、シリコン層11に形成され、当該シリコン層11の抵抗ゲージ13が形成された箇所を局所部112とさせるス

リット部 1 1 1 と、シリコン層 1 1 に接合された絶縁層 1 2 とを備えたので、トルクの検出精度が向上する。

[0032] なお上記では、基板層として、シリコン層 1 1 を用いた場合を示したが、これに限らず、外力に応じて歪みが生じる部材であればよい。例えば、基板層として、絶縁体（ガラス等）又は金属を用いることができる。ここで、基板層が絶縁体である場合には、抵抗ゲージ 1 3 は、当該絶縁体にスパッタリング等により成膜されることで形成される。また、基板層が金属である場合には、抵抗ゲージ 1 3 は、当該金属に絶縁膜を介してスパッタリング等により成膜されることで形成される。また、基板層としてシリコン層 1 1 を用い、抵抗ゲージ 1 3 が、当該シリコン層 1 1 にスパッタリング等により成膜されることで形成されてもよい。

基板層として上記絶縁体又は金属を用いた場合でも、一般的な金属歪ゲージよりもゲージ率が高くなる。また、成膜によって抵抗ゲージ 1 3 を形成した場合には、シリコン層 1 1 にイオン注入により抵抗ゲージ 1 3 を形成した場合に対し、結晶方位によってゲージ率が変わることはなく、すなわち、方向を限定する必要がなくなる。

一方、ゲージ率は、成膜によって抵抗ゲージ 1 3 を形成した場合に対し、シリコン層 1 1 にイオン注入により抵抗ゲージ 1 3 を形成した場合の方が、4 ～ 1 0 倍以上高くなる。

[0033] なお、本願発明はその発明の範囲内において、実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0034] 本発明に係るトルク検出器及びトルク検出器の製造方法は、トルクの検出精度が向上するので、例えば、回転軸体に加わるトルクを検出するトルク検出器及びトルク検出器の製造方法で用いるのに適している。

符号の説明

[0035] 1 歪センサ
5 回転軸体

6 駆動系

1 1 シリコン層（基板層）

1 2 絶縁層

1 3 抵抗ゲージ（拡散抵抗）

1 1 1 スリット部

1 1 2 局所部

1 1 3 シリコン層

1 1 4 シリコン層

1 1 5 ブリッジ部

1 2 1 絶縁層

1 2 2 絶縁層

請求の範囲

- [請求項1] 外力に応じて歪みが生じる基板層と、
前記基板層に形成された抵抗ゲージと、
前記基板層に形成され、当該基板層の前記抵抗ゲージが形成された箇所を局所部とさせるスリット部と、
前記基板層に接合された絶縁層と
を備えたトルク検出器。
- [請求項2] 前記基板層はシリコン層である
ことを特徴とする請求項1記載のトルク検出器。
- [請求項3] 前記シリコン層は、表面の結晶方位が（100）である
ことを特徴とする請求項2記載のトルク検出器。
- [請求項4] 前記抵抗ゲージは、前記基板層に成膜されることで形成された
ことを特徴とする請求項1から請求項3のうちの何れか1項記載のトルク検出器。
- [請求項5] 前記抵抗ゲージは、前記シリコン層の<110>方向に形成された
ことを特徴とする請求項2又は請求項3記載のトルク検出器。
- [請求項6] 前記スリット部は、隅が円弧状に構成された
ことを特徴とする請求項1から請求項5のうちの何れか1項記載のトルク検出器。
- [請求項7] 前記基板層は、
第1基板層と、
第2基板層と、
前記第1基板層と前記第2基板層との間に設けられた前記局所部である1つのブリッジ部とを有する
ことを特徴とする請求項1から請求項6のうちの何れか1項記載のトルク検出器。
- [請求項8] 前記基板層は、
第1基板層と、

第2基板層と、

前記第1基板層と前記第2基板層との間に設けられた前記局所部を含む3つのブリッジ部を有する

ことを特徴とする請求項1から請求項6のうちの何れか1項記載のトルク検出器。

[請求項9]

前記基板層は、

第1基板層と、

第2基板層と、

前記第1基板層と前記第2基板層との間に設けられた前記局所部である交差された2つのブリッジ部を有する

ことを特徴とする請求項1から請求項6のうちの何れか1項記載のトルク検出器。

[請求項10]

前記絶縁層は、

前記第1基板層に接合された第1絶縁層と、

前記第2基板層に接合された第2絶縁層とを有する

ことを特徴とする請求項7から請求項9のうちの何れか1項記載のトルク検出器。

[請求項11]

前記局所部は、前記基板層の厚みに対して薄く構成された

ことを特徴とする請求項1から請求項10のうちの何れか1項記載のトルク検出器。

[請求項12]

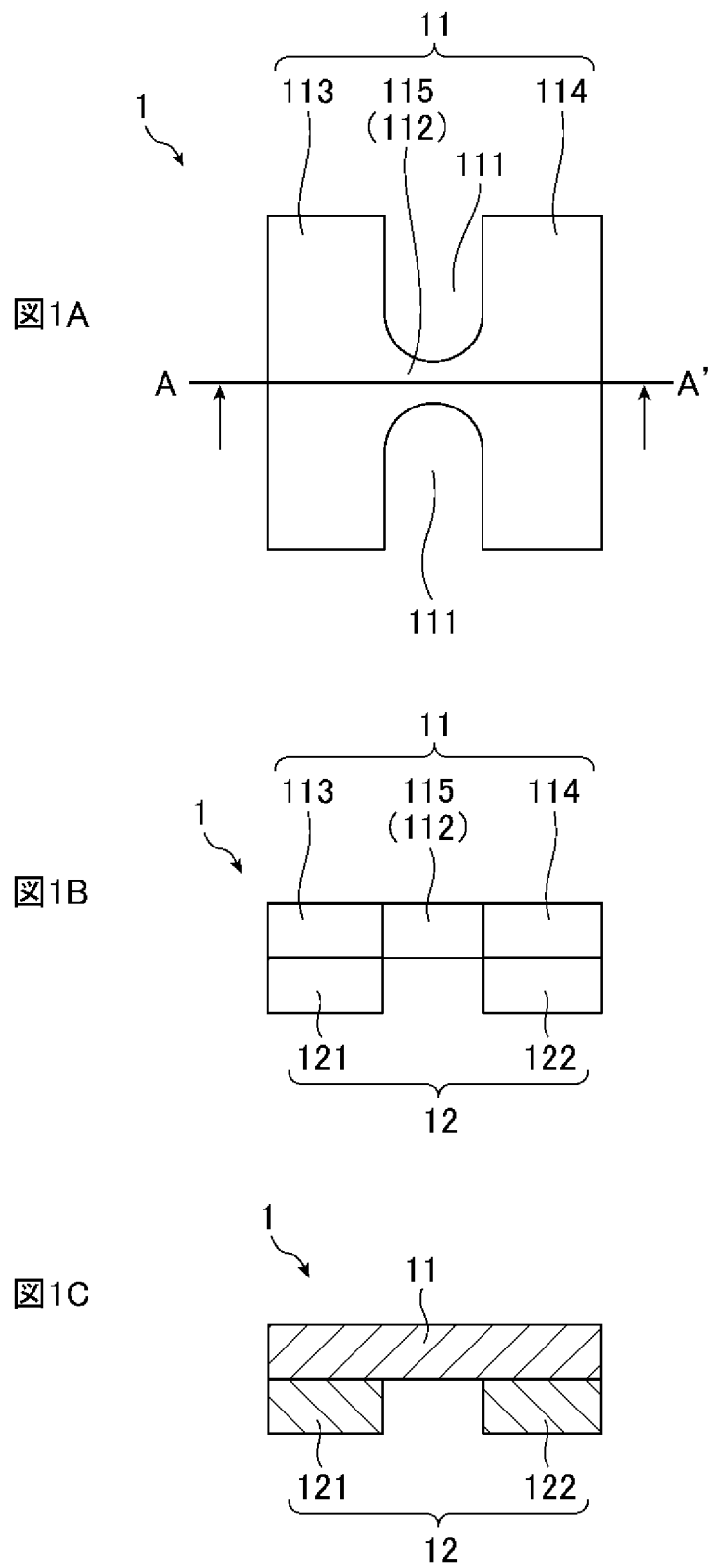
外力に応じて歪みが生じる基板層に抵抗ゲージを形成するステップと、

前記基板層に、当該基板層の前記抵抗ゲージが形成された箇所を局所部とさせるスリット部を形成するステップと、

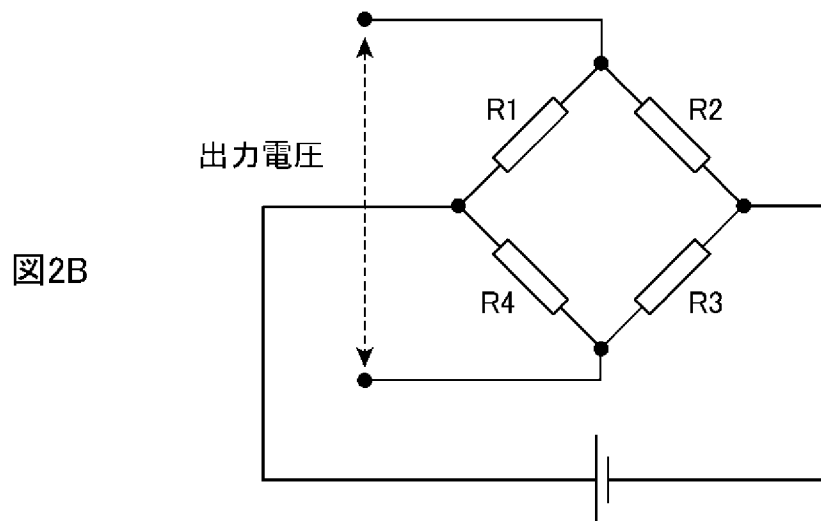
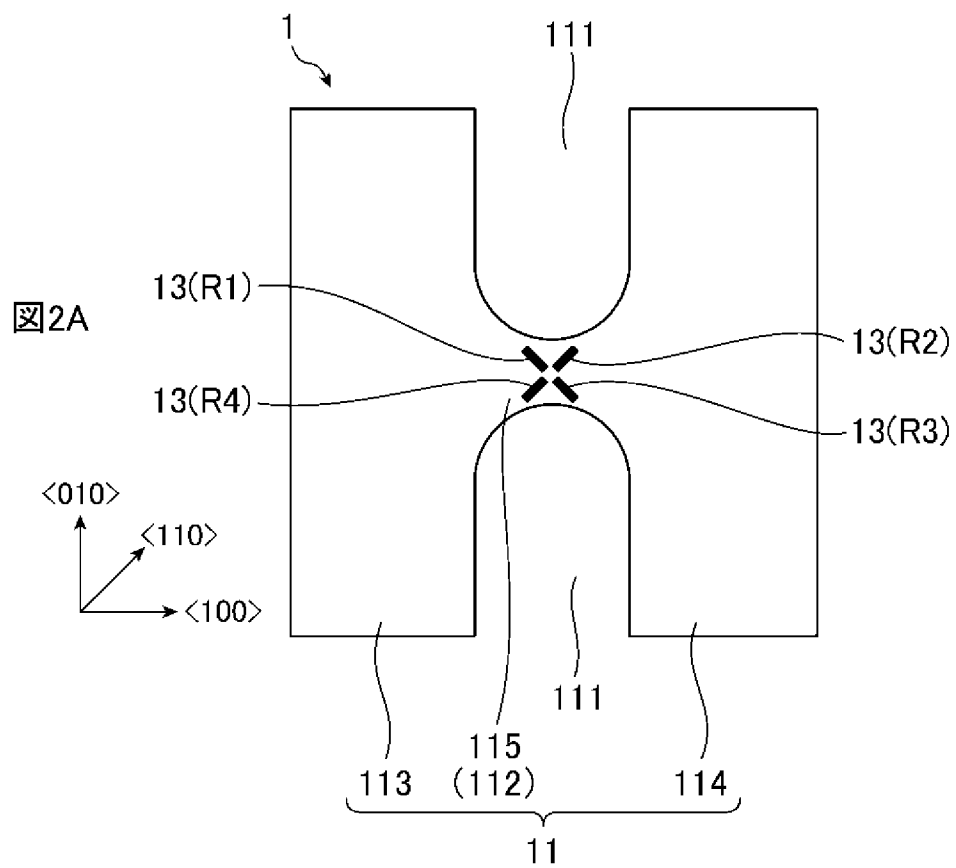
前記基板層と絶縁層とを接合するステップと

を有するトルク検出器の製造方法。

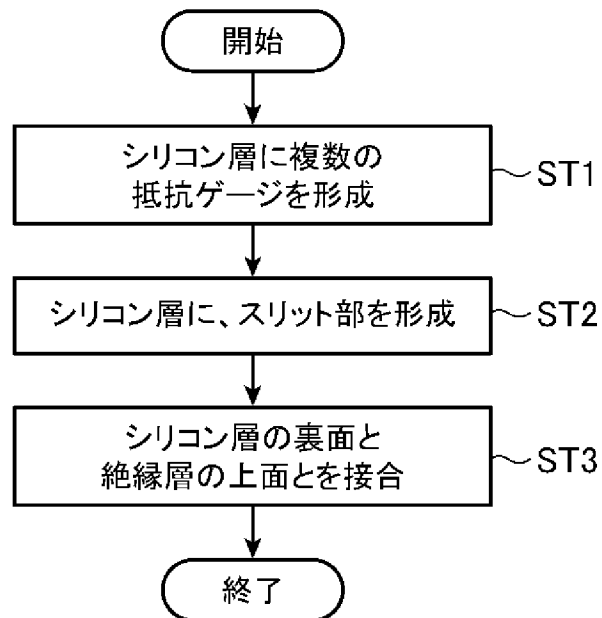
[図1]



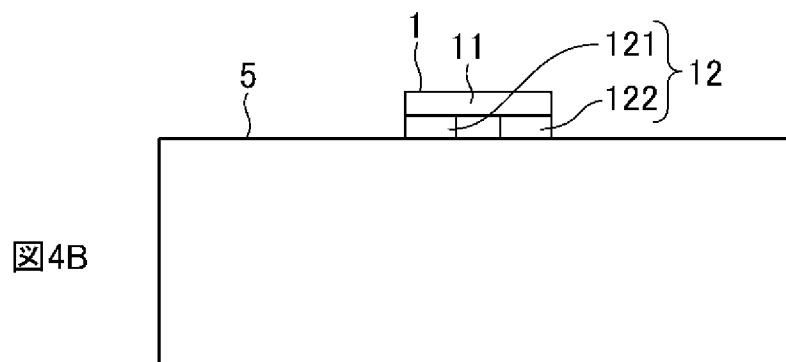
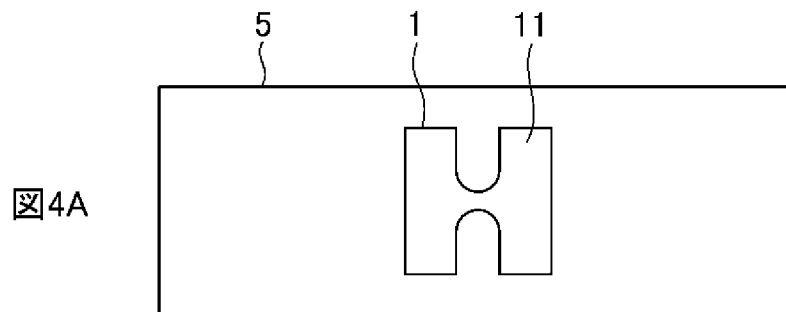
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

図5A

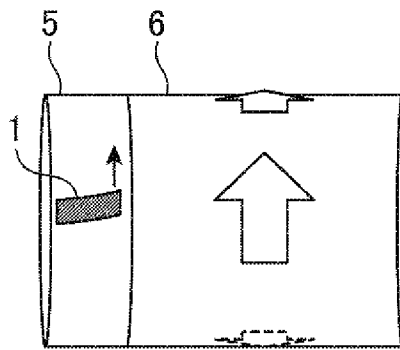
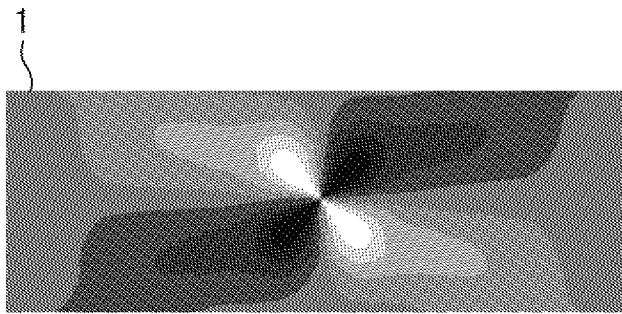
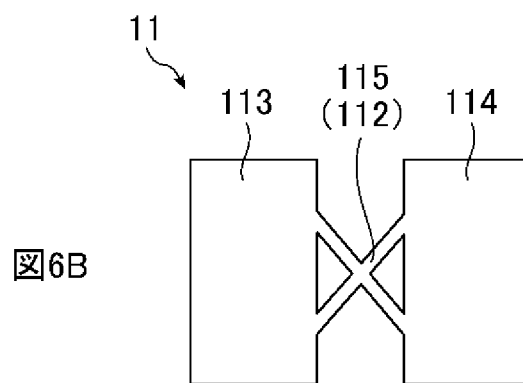
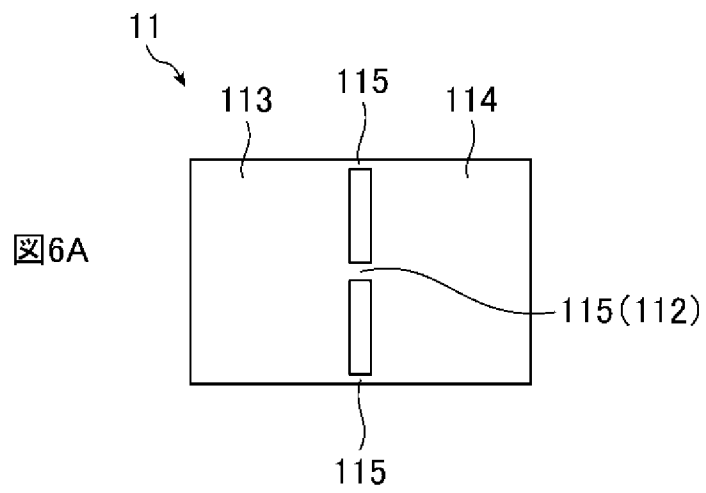


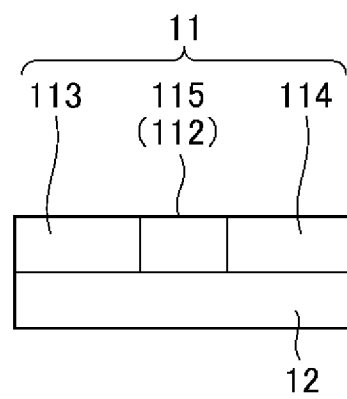
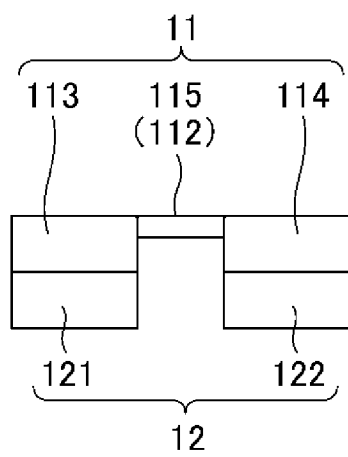
図5B



[図6]



[図7]



[図8]

図8A

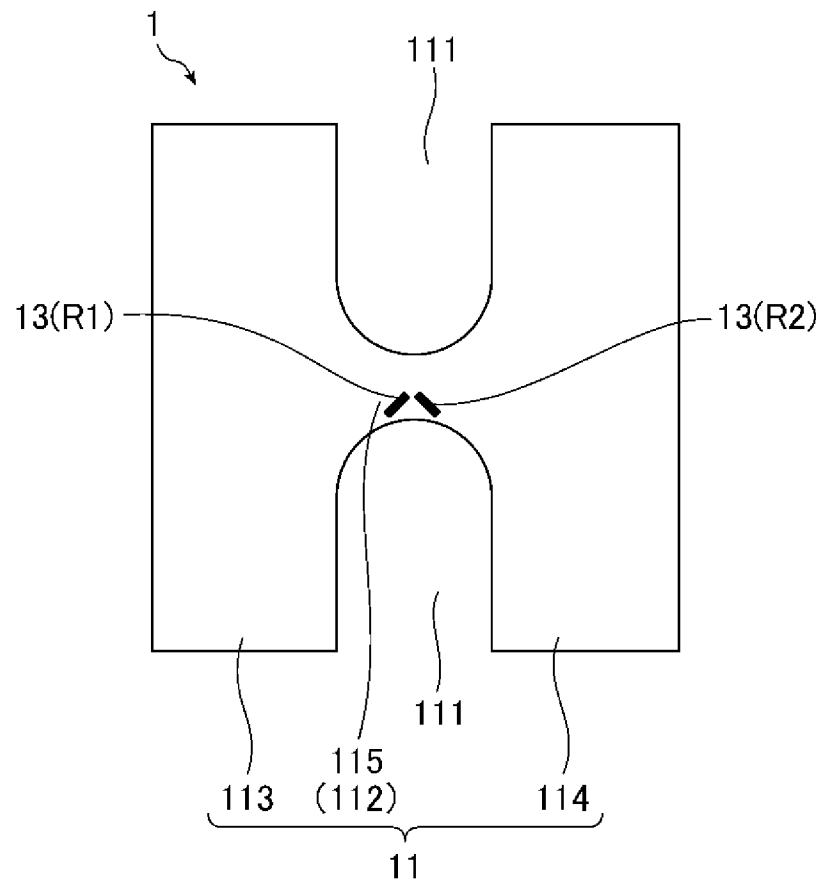
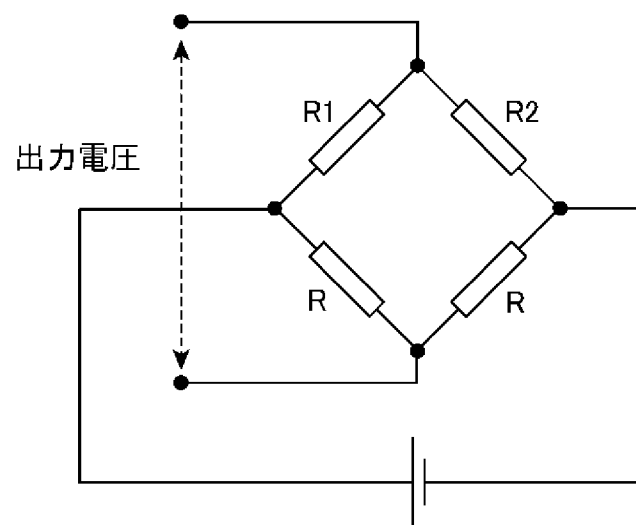


図8B



[図9]

図9A

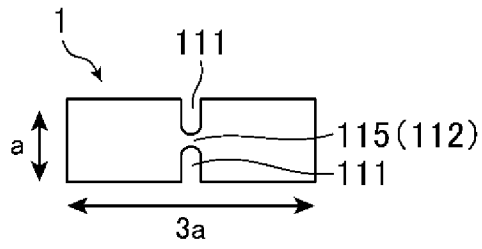


図9B

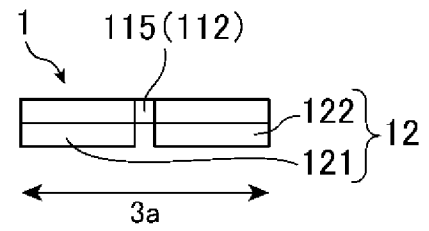


図9C

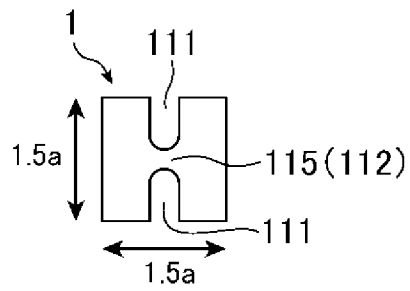


図9D

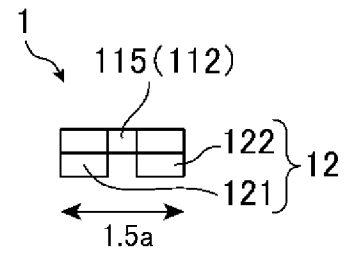


図9E

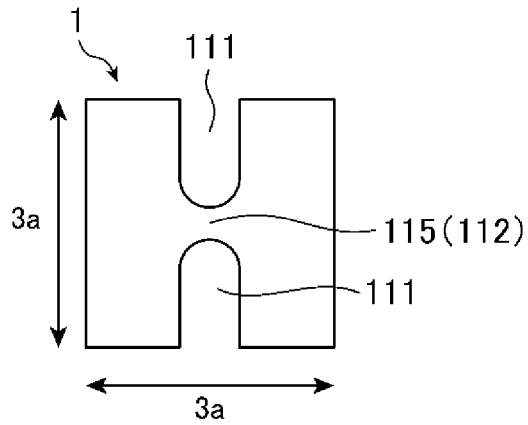


図9F

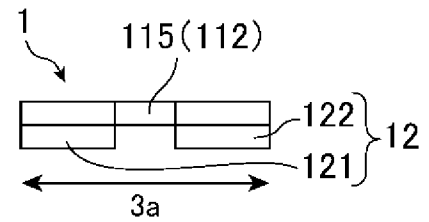
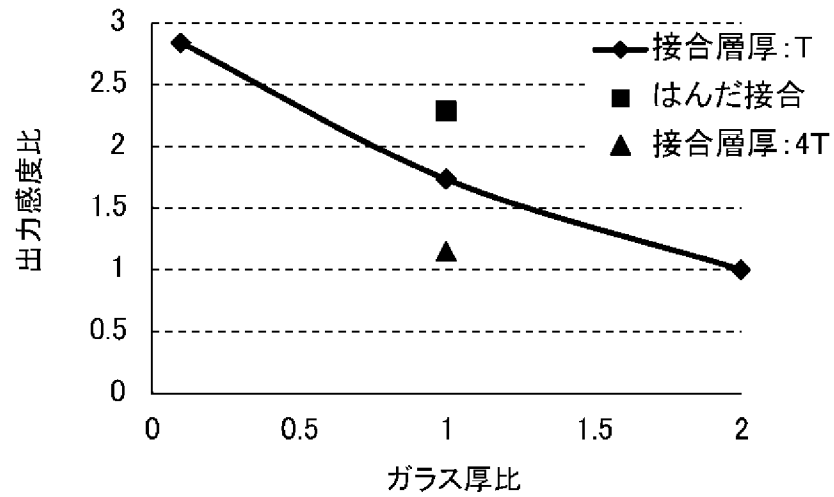


図9G

センサ構造	チップサイズ	感度比	
		スリット無	スリット有
金属歪みゲージ	—	1	
MEMSチップ	$3a \times 3a$	124.4	218.3
	$1.5a \times 1.5a$	66.9	125.1
	$a \times 3a$	63.9	120.0

[図10]



[図11]

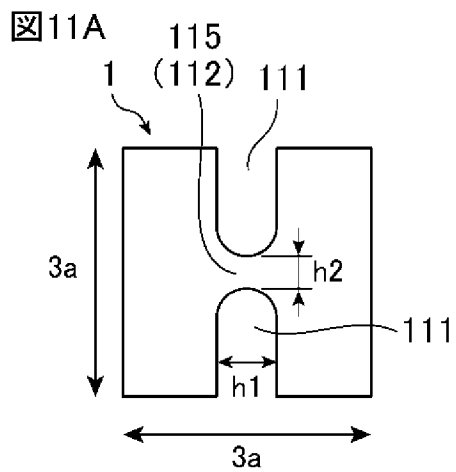


図11B

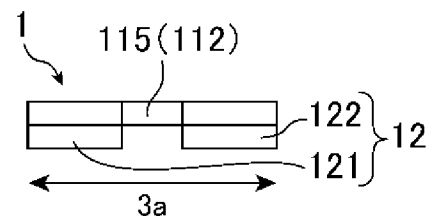


図11C

チップサイズ 縦×横	スリット幅	局所部幅		
		無(ガラス分断)	0.5a	0.25a
3a × 3a	無	124.4		
	0.25a		184.1	218.3
	0.5a		172.4	177.5
1.5a × 1.5a	無	66.9		
	0.25a		97.5	125.1
	0.5a		90.2	104.8
a × 3a	無	63.9		
	0.25a		84.9	120.0
	0.5a		79.1	104.0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01L3/10 (2006.01) i, G01L3/14 (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)

Int.Cl. G01L3/10, G01L3/14, G01L5/16

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 61-223625 A (NEC CORP.) 04 October 1986, page 1, left column, line 9 to page 5, lower left column, line 7, fig. 1-5 (Family: none)	1-2, 4, 7-8, 10-12
Y		3, 5-6, 9
Y	JP 8-046218 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 16 February 1996, paragraphs [0019]-[0026], fig. 1-7 & US 6184774 B1, column 3, line 19 to column 4, line 49, fig. 1-7	3, 5-6, 9
Y	JP 2015-152384 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 24 August 2015, paragraphs [0022]-[0024], fig. 3 (Family: none)	6, 9
Y	JP 2016-109568 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 20 June 2016, paragraphs [0020]-[0022], fig. 2 (Family: none)	9
A	US 2006/0137470 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 29 June 2006, paragraphs [0024]-[0034], fig. 2-9 & DE 102005034765 A1 & TW 200621442 A	1-5, 7, 11-12

☐ 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

"I" 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
18 September 2018 (18.09.2018)

Date of mailing of the international search report
02 October 2018 (02.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L3/10(2006.01)i, G01L3/14(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. G01L3/10, G01L3/14, G01L5/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 61-223625 A（日本電気株式会社） 1986.10.04, 第1頁左欄第9行-第5頁左下欄第7行, 第1-5図	1-2, 4, 7-8, 10-12
Y	（ファミリーなし）	3, 5-6, 9
Y	JP 8-046218 A（三菱電機株式会社） 1996.02.16, 段落0019-0026, 図1-7 & US 6184774 B1, Column 3, line 19-Column4, line 49, Figs. 1-7	3, 5-6, 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
「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

18.09.2018

国際調査報告の発送日

02.10.2018

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）

大森 努

2 F

8352

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 2015-152384 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2015.08.24, 段落 0022-0024, 図 3 (ファミリーなし)	6, 9
Y	JP 2016-109568 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2016.06.20, 段落 0020-0022, 図 2 (ファミリーなし)	9
A	US 2006/0137470 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 2006.06.29, Paragraphs0024-0034, Figs. 2-9 & DE 102005034765 A1 & TW 200621442 A	1-5, 7, 11-12