

(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
2017 年 1 月 5 日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/002528 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/08 (2006.01) *H01L 23/28* (2006.01)
B81B 7/02 (2006.01) *H01L 23/29* (2006.01)
G01C 19/5769 (2012.01) *H01L 23/31* (2006.01)
G01P 15/125 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066528
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 3 日(03.06.2016)
- (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 2015-132313 2015 年 7 月 1 日(01.07.2015) 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 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 出川 宗里 (DEGAWA Munenori); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地
日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 菊地 広 (KIKUCHI Hiroshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立

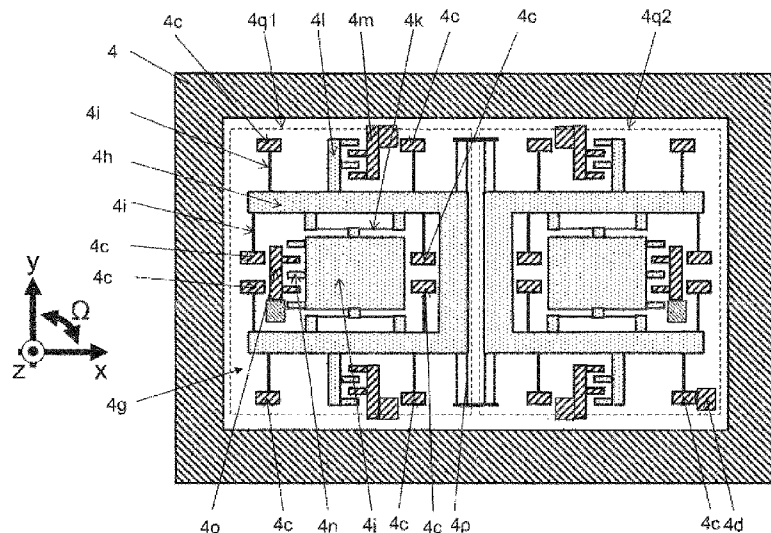
オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 林 雅秀 (HAYASHI Masahide); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

- (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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



【図1c】

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to secure a sensor chip while preventing breakage of the sensor chip. As a result, for the purpose of providing a semiconductor device with improved yield, the present invention is a semiconductor device comprising a sensor chip, a first resin that covers the inner peripheral section of the sensor chip, and a second resin that covers the outer peripheral section of the sensor chip. The semiconductor device is characterized in that: the sensor chip comprises a sensing section; the sensing section is on the inner peripheral section of the sensor chip; the first resin covers a first surface of the sensor chip that corresponds to the sensing section; and the second resin covers a second surface of the sensor chip that does not correspond to the sensing section.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/002528 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明の目的はセンサチップの破損を抑止しつつ、センサチップの固定を図ることである。その結果、歩留まりを向上した半導体装置を提供することを目的とする。センサチップと、前記センサチップの内周部を覆った第一の樹脂と、前記センサチップの外周部を覆った第二の樹脂とを備えた半導体装置であり、前記センサチップはセンシング部を有し、前記センシング部は前記センサチップの内周部にあり、前記第一の樹脂は前記センシング部に対応する前記センサチップの第一表面を覆い、前記第二の樹脂は前記センシング部に対応しない前記センサチップの第二表面を覆ったことを特徴とする半導体装置である。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は半導体装置に関し、特に、自動車、鉄道等の車両、飛行機、ロボット、建設機械、農業機械、携帯電話、スマートフォン、タブレット、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の運動体の運動状態を測定する加速度・角速度センサなどの慣性センサや、フィルタ、クロック発生用の振動子等、構造体が気密に封止された微小電気機械システム（MEMS（Micro Electro Mechanical Systems））素子の他、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯電話、スマートフォン、タブレット等の撮影機能や、自動車の自動ブレーキ制御用の環境認識等に使用される、CCD（Charge Coupled Device）撮像素子やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）撮像素子等の受光素子、LED（Light Emitting Diode）や半導体レーザ等の発光素子等に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、デジタルカメラの手ブレ防止、自動車やロボット等の姿勢制御などを目的にして、MEMS技術を用いた振動子を有するセンサが幅広く用いられるようになってきている。

[0003] 一般的に、この種の振動子はシリコン等の半導体基板やガラス基板等をエッチング等のMEMS技術を用いて加工することにより形成され、一定の雰囲気、圧力環境下で別の基板を張り合わせることで、空隙を形成し、空隙は気密封止されている。例えば、特許文献1には気密封止した角速度センサチップと加速度センサチップが記載されている。

[0004] また、デジタルカメラやスマートフォン等に用いられている受光素子としては、例えば、特許文献2記載のように、凹部を有するセラミックのパッケージとカバー部材とを用いて、ウエハから個片化された撮像素子のチップを

内部に封止する構成が知られている。

- [0005] これらの素子のパッケージ構造として、樹脂パッケージが着目されている。樹脂パッケージは、従来のセラミックスパッケージよりも、量産性が高く、製造コストを低減する上で有効なパッケージ形態である。例えば、特許文献3には樹脂パッケージを用いた加速度センサが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第5 2 9 8 0 4 7 号
特許文献2：特開 2 0 1 2 - 4 9 4 0 0
特許文献3：特開平 1 0 - 1 4 8 6 4 2 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] ところで、上述した従来技術において、チップにおける振動体は、センサチップ内に形成した空隙部(以下、キャビティ)に気密封止されている。また、キャビティ内は、大気圧又は真空となっている。このようなセンサチップを樹脂パッケージする場合において、例えばトランスファモールディング工程を適用すると、樹脂を5～20MPa程度の高圧で金型中に充填する際、センサチップに対しても高圧が印加され、センサチップの内外圧力差が大きい為に、センサチップのキャビティが変形し、キャビティに対してキャビティを構成する材料が持つ破壊応力以上の応力が印加された場合、キャビティが破壊し、キャビティ内の気密性が失われる、また、キャビティが振動体の方向に陥没し、振動体に接触する場合、振動体やキャビティ自体を破壊する場合がある。
- [0008] 応力 σ と圧力Pの関係は数1によって表される。この時の最大応力はキャビティ長辺側の端部に印加され、その箇所でも耐圧破壊する。
- [0009]

[数1]

$$h^2 = \frac{\alpha P a^2}{\sigma}$$

h : キャビティ上部の基板の厚さ

a : キャビティ短辺側の長さ

α : 係数

[0010] 更に、前記キャビティの圧力Pによるキャビティの変位Wは数2によって表され、最大変位はキャビティ中心部で発生する。このとき、前述のように耐圧破壊しない圧力下であっても、無負荷時における前記振動体と前記キャビティ間ギャップgを変位Wが上回ると、キャビティが振動体と接触するため、振動体やキャビティ自体を破壊する場合がある。

[0011] [数2]

$$W = \frac{\beta P a^4}{E h^3}$$

E : ヤング率

β : 係数

[0012] キャビティ上部において、耐圧向上や変位低減をするには、キャビティ上部の基板を厚くすれば良いのは明らかである。しかしながら、振動体とセンサチップ外部との間で、電気信号を入出力する場合、キャビティを形成している基板の垂直方向に貫通配線を形成し、キャビティ上部にワイヤボンディ

ング用のパッドを設けワイヤボンディングによりセンサチップ外部と電氣的に接続する場合がある。その際、貫通配線は、基板の垂直方向にエッチングを行い、エッチングした側壁に対して絶縁体により素子分離をした上で、残りのエッチング部に対して多結晶シリコンや金属等の部材を埋め込むことで形成される。このとき、キャビティ上部の耐圧向上の対策として、キャビティ上部の基板を厚くした場合、貫通配線の電気特性が悪化するために、センサの性能が悪化する。例えば、数3に示している貫通配線の抵抗 R_v が増加するため、数4に示している熱雑音 V_n が増加する。これらの問題を考慮すると、キャビティ上部の基板を厚くするのは容易ではない。

[0013] [数3]

$$R_v = \frac{\rho t}{A}$$

t : 貫通配線の長さ

A : 貫通配線の断面積

ρ : 導電性材料の抵抗率

[0014] [数4]

$$V_n = \sqrt{4kT(R_v + R_s)B}$$

k : ボルツマン係数

B : 信号の帯域幅

T : 絶対温度

R_s : キャビティ基板の平面方向の配線抵抗

課題を解決するための手段

[0015] 上述した課題を解決するためには、前記キャビティ上部に圧力をかけずに樹脂パッケージすることが有効である。それにより、数1及び数2で示しているキャビティ上部や振動体の破壊を防ぐことができる。

発明の効果

[0016] 上記の目的を達成するため、本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

[0017] 請求項1記載の発明では、センサチップと、前記センサチップの内周部を覆った第一の樹脂と、前記センサチップの外周部を覆った第二の樹脂とを備えた半導体装置であることを特徴としている。本発明では、センサチップの外周部と内周部の樹脂を分けることで、外周部は、従来通りトランスファモールドを採用することで、強固に固定することができる。一方、外周部が強固に固定できない場合は、センサチップの実装状態が温度変化や経時変化により変化し、傾きが発生する可能性がある。例えば、加速度センサチップが検出軸方向に傾き ϕ radが発生した場合、感度 S は数5で示すように S' に変化し、ゼロ点 Z は数6で示すように Z' に変化する問題がある。

[0018] [数5]

$$S' = S \cos \phi$$

[0019] [数6]

$$Z' = Z \sin \phi$$

[0020] 請求項2記載の発明では、センサチップはセンシング部を有し、前記第一の樹脂は、前記内周部である、前記センシング部に対応する前記センサチッ

プの第一表面を覆い、前記第二の樹脂は、前記外周部である、前記センシング部に対応しない前記センサチップの第二表面を覆ったことを特徴としている。

[0021] 前記センシング部に空隙を有している場合、前記センシング部を外周部と同じく強固にモールドすると、センシング部に変形や破壊が発生する問題がある。本発明では、センシング部は、外周部とは別にモールドすることにより、例えばポッティング等の方式で柔らかくモールドすることが出来、センシング部の変形の抑制や破壊を防止することが出来る。

[0022] 更に、前述の変形や破壊に対して許容できる耐圧力範囲内において、前記キャビティ上部の厚さ h は薄くすることもできるようになるため、キャビティ基板自体が薄くなり、前記貫通配線の長さ t も短くすることができる。それにより、数3に示している貫通配線の抵抗 R_v が低くなることで、数4に示す熱雑音 V_n が低くなり、センサの性能を向上することができる。

[0023] 請求項3記載の発明では、第一の樹脂と第二の樹脂が同一の材質であることを特徴としている。本構造により、第一の樹脂と第二の樹脂が同一であるために、線膨張係数やヤング率等の物性値が同一になるため、第一の樹脂と第二の樹脂間で発生する歪や変形を抑えることができる。

[0024] 請求項4記載の発明では、第一の樹脂と第二の樹脂が互いに異なる材質であることを特徴とし、更に、請求項5記載の発明では、第一の樹脂のヤング率が小さいことを特徴としている。本構造により、第一の樹脂で生じる変形を抑えることができ、前記センシング部の変形の抑制や破壊を防止することが出来る。

[0025] また、請求項6記載の発明では、第一の樹脂は光を透過することを特徴としている。本構造により、光が樹脂を透過するため、受光素子や発光素子のパッケージングに適用できる。また、センシング部まで光が透過するため、封止後にセンシング部の形状検査が光学的に可能になる。更に、センシング部表面にセンサチップの個別番号を刻印しておくことで、センサチップの個別確認も光学的に可能になる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第1の実施例における加速度センサチップ11の平面図である。

[図2]図1のA-A'断面図である。

[図3]図1のB-B'断面図である。

[図4]図2のC-C'平面図である。

[図5]図2のD-D'平面図である。

[図6]本発明の第1の実施例におけるチップパッケージ20の平面図である。

[図7]図6のA-A'断面図である。

[図8]本発明の第2の実施例におけるチップパッケージ21の平面図である。

[図9]図8のA-A'断面図である。

[図10]本発明の第3の実施例における角速度センサチップ11aの平面図である。

[図11]図10のA-A'断面図である。

[図12]図10のB-B'断面図である。

[図13]図11のC-C'平面図である。

[図14]図11のD-D'平面図である。

[図15]本発明の第4の実施例におけるチップパッケージ20aの断面図である。

[図16]本発明の第4の実施例におけるチップパッケージ21aの断面図である。

[図17]本発明の第5の実施例におけるチップパッケージ20bの断面図である。

[図18]本発明の第5の実施例におけるチップパッケージ21bの断面図である。

[図19]本発明の第6の実施例のセンサチップ11bにおけるデバイス基板4の平面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。

[0028] また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。

[0029] さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0030] 同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうではないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

[0031] また、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、図面をわかりやすくするために平面図であってもハッチングを付す場合がある。

[0032] （実施の形態１）

本発明の構造第１の実施例として、MEMS型加速度センサを用いて発明を説明する。

[0033] 図１は静電容量検出型の加速度センサチップ１１の上面図であり、図２は図１のＡ－Ａ’の断面図、図３は図１のＢ－Ｂ’の断面図を示している。また、図４は図２のＣ－Ｃ’の平面図、図５は図２のＤ－Ｄ’の平面図を示している。そして、図６は前記加速度センサチップ１１のチップパッケージ１９における平面図、図７は図６のＡ－Ａ’断面図を示している。

[0034] 加速度センサチップ１１は、キャビティ基板１と振動体を形成したデバイス基板４と、振動体を支持する支持基板５とで構成される。

[0035] まず、振動体の形成において、単結晶シリコンからなるデバイス基板4と単結晶シリコンもしくはガラスからなる支持基板5とを絶縁膜6を介して張り合わせる。この際、支持基板5には予めキャビティ5aを形成しておいても良いし、なくても良い。次に、これらの張り合わせた基板をフォトリソグラフィとDRIE(D e e p R e a c t i v e I o n E t c h i n g)を用いて、デバイス基板4と絶縁膜6を加工することで振動体を形成する。

[0036] デバイス基板4に形成した振動体において、図4に示すように、振動体である錘4aには、錘4aの振動方向とは直交する方向に支持梁4bが接続される。これらの支持梁4bの他方の端部は、それぞれ振動方向と直交した方向にあるアンカー4cと接続される。このとき、アンカー4cは絶縁膜6を介して支持基板5に固定されているため、錘4aはY軸方向に振動可能になる。また、アンカー4cの一部は、アンカー4dのように後述する貫通配線7と電氣的に接続可能となっており、錘4a側と外部回路間との電氣的接続に使用される。

[0037] デバイス基板4に形成された櫛歯状の検出電極4eは、錘4aの外側に形成される。櫛歯状の検出電極4eに対向して、櫛歯状の固定電極4fがデバイス基板4と絶縁膜6上に形成され、支持基板5に対して固定される。そして、数7で示すように、検出電極4eと固定電極4f間の距離dと対向面積Aと誘電率 ϵ 、電極4e、4f間の対向数nとで静電容量Cを形成する。そして、振動体にy軸方向に加速度が印加されると、可動体である錘4aはy軸方向に変位し、この時の電極間の変位量 Δy が静電容量変化 ΔC となる。

[0038] [数7]

$$C = \epsilon A n / d$$

[0039] 次に、キャビティ基板1においては、単結晶シリコンからなり、フォトリソグラフィとDRIEを用いることでキャビティと貫通配線7のための複数の貫通孔を形成する。そして、貫通配線7は、貫通孔の側壁を絶縁膜8で覆っ

た上で、内側を低抵抗シリコンもしくは金属材料により埋め込んで形成する。そして、キャビティ 1 a と反対の面に、図 5 に示すように、平面配線 9 を形成する。平面配線 9 は、キャビティの外周よりも外側に配置したパッド 9 a と貫通配線 7 とをそれぞれ電氣的に接続し、更に傷や水分による腐食に対する保護のため、パッド開口部 10 a を除いて、絶縁膜 10 で覆われる。

[0040] 以上で構成されるキャビティ基板 1 はデバイス基板 4 と張り合わせることで加速度センサチップ 11 になる。この時、デバイス基板上に形成した検出電極 4 e、固定電極 4 f は貫通配線を介して、キャビティ基板上面のパッド 9 a に電氣的に接続される。なお、張り合わせの際は、大気圧もしくは真空中にて気密封止することで、ダンピングの効果を得ている。

[0041] 前述の通り作成された加速度センサチップ 11 は、図 6、図 7 に示すようにチップパッケージに組み立てられる。加速度センサチップ 11 は、回路基板 12 上に接着材 13 を介して実装され、ワイヤボンディング 14 により、回路基板 13 と電氣的に接続される。そして、回路基板 12 はリードフレーム上 15 に接着材 16 を介して実装し、回路基板 12 とリードフレーム 15 はワイヤボンディング 17 により電氣的に接続される。

[0042] 次に、樹脂封止によりチップパッケージ 20 となる。樹脂封止においては、先ず、図 1 に示した前記キャビティ部 1 b 外周の領域 2 を除いて、第二の樹脂 19 にてトランスファモールドにより封止する。次に、前記領域 2 を第一樹脂 18 にてポッティング等により低圧で封止する。本構造により、モールド圧力によるキャビティ上部の変形抑制や破壊防止をすることができる。

[0043] (実施の形態 2)

本発明の構造第 2 の実施例として、チップパッケージの変形例について述べる。

[0044] 図 6、図 7 に示すチップパッケージ 20 の変形例として、チップパッケージ 21 について、図 8、図 9 を参照しつつ説明する。なお、図 6、図 7 と同一の構成要素については、その詳細な説明を省略し、以下、異なる点を中心に説明することとする。

[0045] チップパッケージ21において、回路基板12は基板22上のパッド23にワイヤボンディング17により電氣的に接続される。このとき、基板22の材質はセラミクスやシリコン、アルミナの他、エポキシ、ガラスエポキシ等のプラスチック等が挙げられる。そして、パッド23は基板22に形成された配線24を介して、パッド23とは反対の面に形成されたパッド25に接続される。

[0046] 次に、樹脂封止において、第二の樹脂19は、基板22のパッド23側の面において、領域2を除いて封止する。次に、前記領域2を第一樹脂18にてポッティング等により低圧で封止する。本構造により、モールド圧力によるキャビティ上部の変形抑制や破壊防止をすることができる。

[0047] なお、チップパッケージ21をプリント基板等を実装して電氣的に接続するために、パッド25には半田ボール26を接続しても良い。

[0048] (実施の形態3)

以下、本発明の構造第3の実施例としてMEMS型角速度センサについて述べる。

図10は静電容量検出型の角速度センサチップ11aの上面図であり、図11は図10のA-A'の断面図、図12は図10のB-B'の断面図を示している。また、図13は図11のC-C'の平面図、図14は図11のD-D'の平面図を示している。本構造は、図1乃至図9に示した構造と同様の手法で作成できるが、デバイス基板4で作成する振動体の構造が異なる。以下、図10乃至図14を説明するに当たり、図1乃至図9と同一の構成要素については、その詳細な説明を省略し、異なる点を中心に説明することとする。

[0049] 角速度センサチップ11aの構造において、後述する振動体を形成したデバイス基板4は、キャビティ基板1と支持基板5とで張り合わせることで、中空構造とし、且つ真空もしくは大気にて気密に封止された構成であることを特徴としている。そして、角速度センサチップ11aは、角速度センサ用の回路基板12aに接続され、図6、図7もしくは図8、図9と同様に、チッ

プパッケージ20もしくはチップパッケージ21の形態に組み立てられる。

[0050] 角速度センサチップ11aにおいて、左側の振動子4q1と右側の振動子4q2は、互いに対称形状でかつ対称となる位置に配置されており、リンク梁4pを介して接続されている。そして、デバイス基板4のみで形成される部分については、両方ともアンカー4cと絶縁膜6を介して、支持基板5に対して可動であり、振動子4q1と4q2の固有振動数は等しく設計される。

[0051] デバイス基板4においては、第1の振動体である錘4hが形成され、振動体の駆動方向とは直交する方向に支持梁4iが接続される。これらの支持梁4iの他方の端部はそれぞれ駆動方向と直交した方向にあるアンカー4cと接続される。この第1の振動体である錘4hは支持梁4iによりX軸方向に振動可能となっている。また、アンカー4cの一部は、アンカー4dのように前述の貫通配線7と電氣的に接続可能となっており、振動体側と外部回路間との電氣的接続に使用される。

[0052] デバイス基板4に形成された櫛歯状の駆動電極4lは、第1の振動体である錘4hの外側に形成される。櫛歯状の駆動電極4lに対向して、櫛歯状の駆動電極4mがデバイス基板4と絶縁膜6上に形成され、支持基板5に対して固定される。

[0053] 駆動電極4mは、キャビティ基板4上の貫通配線8と平面配線9を介してパッド9aに電氣的に接続された上で、外部の発振回路と接続されており、駆動電極4mに所定の周波数信号が印加されると、電極4l、4m間で静電力を発生し、第1の振動体である錘4hはX軸方向に振動する。

[0054] デバイス基板4上において、第2の振動体である錘4jは、第1の振動体である錘4hの内側に形成され、錘4jの上下には錘4hの振動方向と同方向に伸びる検出用の梁4kを設け、梁4kの他方の端部は第1の振動体である錘4hに連結される。この第2の振動体である錘4jは、支持基板5からみて可動であり、検出用の梁4kにより第1の振動体である錘4hと連動して振動するほか、X軸とは直交したY軸方向に振動が可能となっている。

- [0055] 第2の振動体である錘4 j のY軸方向の変位を検出する手段として、錘4 j に隣接して櫛歯状の検出電極4 n をデバイス基板4 上に設ける。検出電極4 n と対向した位置に櫛歯状の検出4 o を設ける。検出電極4 o は、デバイス基板4 と絶縁膜6 上に形成され、支持基板5 に固定されている。そして、検出電極4 o は、キャビティ基板上の貫通配線8 と平面配線9 を介してパッド9 a に電氣的に接続された上で、外部の信号処理回路と接続されている。
- [0056] 第2の振動体である錘4 j がY軸方向に変位した場合、電極4 n, 4 o間の静電容量が変化し、電極4 oはこの静電容量に応じた信号を出力する。
- [0057] ここで、第1の振動体である錘4 h, 第2の振動体である錘4 j の質量と、支持梁4 i, の形状を適宜設定することによって、錘4 hと錘4 j は、固有振動数 f_x でX軸方向に振動する。
- [0058] また、第2の振動体である錘4 j の質量と、検出用の梁4 k の形状を適宜設定することによって、錘4 j は固有振動数 f_y でY軸方向にも振動する。
- [0059] 本発明の実施形態による角速度センサにおいては、次のような動作をする。
- [0060] まず、左側の振動子4 q 1 と右側の振動子4 q 2 は、それぞれ逆相で振動するように、図13の駆動電極4 m に周波数 f の交流電圧を印加し、電極4 m, 4 l 間に静電気力を発生させ、X軸方向に、第1の振動体である錘4 h を振動させる。このとき、第2の振動体である錘4 j は、X軸方向に錘4 h と連動して振動する。このとき、錘4 h のX軸方向の変位 x とその速度 v の関係は数8によって表わされる。
- [0061]

[数8]

$$x = X_e \sin(2\pi ft)$$
$$v = 2\pi f X_e \cos(2\pi ft)$$

f : 周波数

X_e : 振幅

t : 時間

[0062] このような、錘4 hと錘4 jがX軸方向に振動した状態で、角速度センサに図13の紙面に直交するZ軸周りに角速度Ωが加わると、Y軸方向にコリオリ力F_c（数9）が発生する。そして、錘4 jはY軸方向にコリオリ力F_cで変位する。

[0063] [数9]

$$F_c = 2m\Omega v$$

m : 錘4 jの質量

[0064] 第2の振動体である錘4 jは、数9で示すコリオリ力F_cによってY軸方向に振動し、検出電極4 n、4 o間の静電容量が変化する。この静電容量変化を検出することで、Z軸周りの角速度Ωを検出することができる。

[0065] なお、第2の振動体である錘4 jの変位量の測定方法としては、検出電極4 n、4 o間の静電容量変化、すなわち、錘4 jのY軸方向の変位量が0になるように、電極4 n、4 o間に印加する電圧をサーボ制御し、その印加電圧より、コリオリ力F_cを求めても良い。

[0066] また、互いに対称となるように配置された左側の振動子 4 q 1, 右側の振動子 4 q 2 を備えるのは、振動子 4 q 1 と振動子 4 q 2 が互いに逆相に駆動振動させることによって、外部からの加速度をキャンセルしつつ、角速度の検出信号を 2 個の振動子からの足し合わせとして感度良く検出することと、振動子の振動が外部に漏れにくくすることが可能であるという利点がある。

[0067] (実施の形態 4)

本発明の構造第 4 の実施例として複合センサについて述べる。複合センサは、例えば前記加速度センサと前記角速度センサ等の複数のセンサが、一つのパッケージに纏められたものであり、本形態においては、リードフレーム 1 5 もしくは、基板 2 2 は一つであることを特徴とする。

[0068] 以下、図 1 5, 図 1 6 を説明するに当たり、図 6 乃至図 9 と同一の構成要素については、その詳細な説明を省略し、異なる点を中心に説明することとする。

[0069] チップパッケージの形態は以下の通りである。図 7 の変形例としてチップパッケージ 2 0 a を図 1 5 に、図 9 の変形例としてチップパッケージ 2 1 a を図 1 6 に示す。

[0070] なお、前記複合センサの組み合わせは、一つの加速度センサと一つの角速度センサのみの限りではなく、同じ種類のセンサであっても、異なる種類のセンサであってもどちらでも良く、センサが二個以上で構成されていれば良い。

[0071] (実施の形態 5)

本発明の構造第 5 の実施例として前記複合センサの変形例について述べる。本形態においては、複合センサ用の回路基板 1 2 b は、複数のセンサの回路基板が一つの基板に作成されていることを特徴とする。

[0072] 以下、図 1 7, 図 1 8 を説明するに当たり、図 6, 図 7, 図 8, 図 9, 図 1 5, 図 1 6 と同一の構成要素については、その詳細な説明を省略し、異なる点を中心に説明することとする。

[0073] チップパッケージの形態は以下の通りである。図 7 の変形例としてチップ

パッケージ 20b を図 17、図 9 の変形例としてチップパッケージ 21b を図 18 に示す。

[0074] なお、前記複合センサにおけるセンサチップの組み合わせは、一つの加速度センサチップ 11 と一つの角速度センサチップ 11a の限りではなく、同じ種類のセンサチップの組み合わせであっても、異なる種類のセンサチップの組み合わせであってもどちらでも良く、センサチップが二個以上で構成されていれば良い。

[0075] (実施の形態 6)

本発明の構造第 6 の実施例として前記複合センサの変形例について述べる。本形態においては、複合センサのセンサチップ 11b は、一つの基板に作成されていることを特徴とする。

[0076] 本構造は、図 1 乃至図 14 に示した構造と同様の手法で作成できるが、デバイス基板 4 で作成する振動体の構造が異なる。以下、図 19 を説明するに当たり、図 1 乃至図 14 と同一の構成要素については、その詳細な説明を省略し、異なる点を中心に説明することとする。

[0077] 例えば、センサチップ 11b の例として、X 軸方向の加速度を検出する第一の加速度センシング部 40 と、前記第一の加速度センシング部に対して X-Y 平面上で直交して配置され、Y 軸方向の加速度を検出する第二の加速度センシング部 41 と、X-Y 平面上に配置され Z 軸周りの角速度を検出する角速度センシング部 50 の組み合わせを挙げ、図 4 及び図 13 に示す前記デバイス基板 4 に形成される振動体構造の変形例を図 19 に示す。

[0078] 図 19 において、前記第一の加速度センシング部 40 のキャビティ 4g1 と前記第二の加速度センシング部 41 のキャビティ 4g2 は、互いが繋がっていても、独立であっても良い。また、角速度センシング部のキャビティ 4g3 は、前記キャビティ 4g1、4g2 のそれぞれに対して、繋がっていても独立であっても良い。また、前述のように、前記センシング部 40、41、50 それぞれにおいて、振動体側と外部の回路基板間 12b との電氣的接続に使用されるための電極として、それぞれアンカー 4d1、4d2、4d

3がそれぞれ備わる。このときアンカー4 d 1, 4 d 2, 4 d 3は前記貫通配線7を介して、キャビティ基板表面のパッド9 aに電氣的に接続される。そして、パッド9 aはワイヤボンディング1 4を介して回路基板1 2 bに電氣的に接続される。

[0079] 前述のセンサチップ1 1 bは、回路基板1 2 bにワイヤボンディング1 4を介して接続され、図6、図7もしくは図8、図9と同様に、チップパッケージ2 1もしくはチップパッケージ2 2の形態に組み立てられる。

[0080] 更に、本発明は、加速度センサ、角速度センサ以外にも、キャビティを有するMEMS素子や撮像素子、発光素子等に適用してもよく、前記センサチップの内周部（センシング部）を覆った第一の樹脂と、前記センサチップの外周部を覆った第二の樹脂とを備えた構造とすることで、第一の樹脂でセンサチップを強固に固定するとともに、第二の樹脂でセンシング部を覆うことで、センシング部を保護することができる。

符号の説明

- [0081] 1 キャビティ基板
- 1 a キャビティ部
 - 1 b キャビティ上部
 - 1 b a キャビティ上部短辺
 - 1 b b キャビティ上部長辺
- 2 領域（センサチップにおいて第一の樹脂に覆われる面）
- 3 接着材
- 4 デバイス基板
- 4 a 錘
 - 4 b 支持梁
 - 4 c アンカー
 - 4 d アンカー（貫通配線接続有）
 - 4 d 1 アンカー（貫通配線接続有、複合センサ・第一の加速度センシング部）

- 4 d 2 アンカー（貫通配線接続有，複合センサ・第二の加速度センシング部）
- 4 d 3 アンカー（貫通配線接続有，複合センサ・角速度センシング部）
- 4 e 検出電極
- 4 f 固定電極
- 4 g 空洞部
 - 4 g 1 空洞部（複合センサ・第一の加速度センシング部）
 - 4 g 2 空洞部（複合センサ・第二の加速度センシング部）
 - 4 g 3 空洞部（複合センサ・角速度センシング部）
- 4 h 錘（第1の振動体）
- 4 i 支持梁
- 4 j 錘（第2の振動体）
- 4 k 梁（検出用）
- 4 l 駆動電極（錘4 h側）
- 4 m 駆動電極（支持基板固定側）
- 4 n 検出電極（錘4 j側）
- 4 o 検出電極（支持基板固定側）
- 4 p リンク梁
 - 4 q 1 振動子
 - 4 q 2 振動子
- 5 支持基板
 - 5 a キャビティ部
- 6 絶縁膜
- 7 貫通配線
- 8 絶縁膜
- 9 平面配線
 - 9 a パッド
 - 9 b 貫通配線上部

- 1 0 絶縁膜
- 1 0 a パッド開口部
- 1 1 加速度センサチップ
- 1 1 a 角速度センサチップ
- 1 1 b センサチップ（複合センサ）
- 1 2 回路基板（加速度センサ用）
- 1 2 a 回路基板（角速度センサ用）
- 1 2 b 回路基板（複合センサ用）
- 1 3 接着材
- 1 4 ワイヤボンディング
- 1 5 リードフレーム
- 1 6 接着材
- 1 7 ワイヤボンディング
- 1 8 第一の樹脂
- 1 9 第二の樹脂
- 2 0 チップパッケージ（リードフレーム型）
- 2 0 a チップパッケージ変形例（リードフレーム型，複合センサ）
- 2 0 b チップパッケージ変形例（リードフレーム型，複合センサ）
- 2 1 チップパッケージ（基板型）
- 2 1 a チップパッケージ変形例（基板型，複合センサ）
- 2 1 b チップパッケージ変形例（基板型，複合センサ）
- 2 2 基板
- 2 3 パッド
- 2 4 配線
- 2 5 パッド
- 2 6 半田ボール
- 4 0 第一の加速度センシング部（複合センサ）
- 4 1 第二の加速度センシング部（複合センサ）

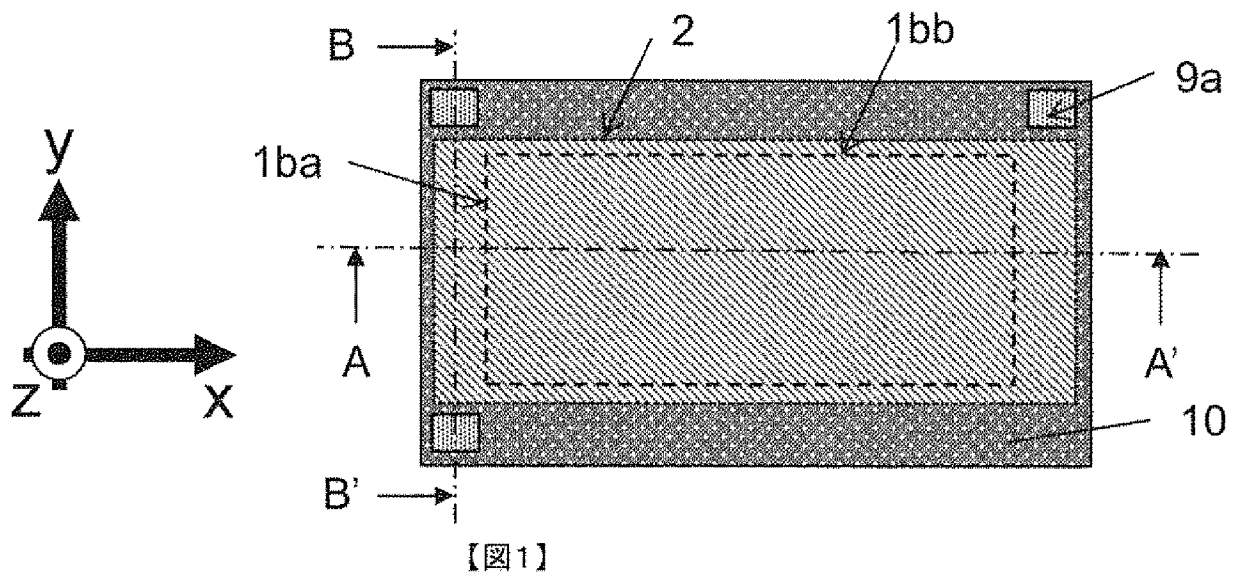
50 角速度センシング部（複合センサ）

請求の範囲

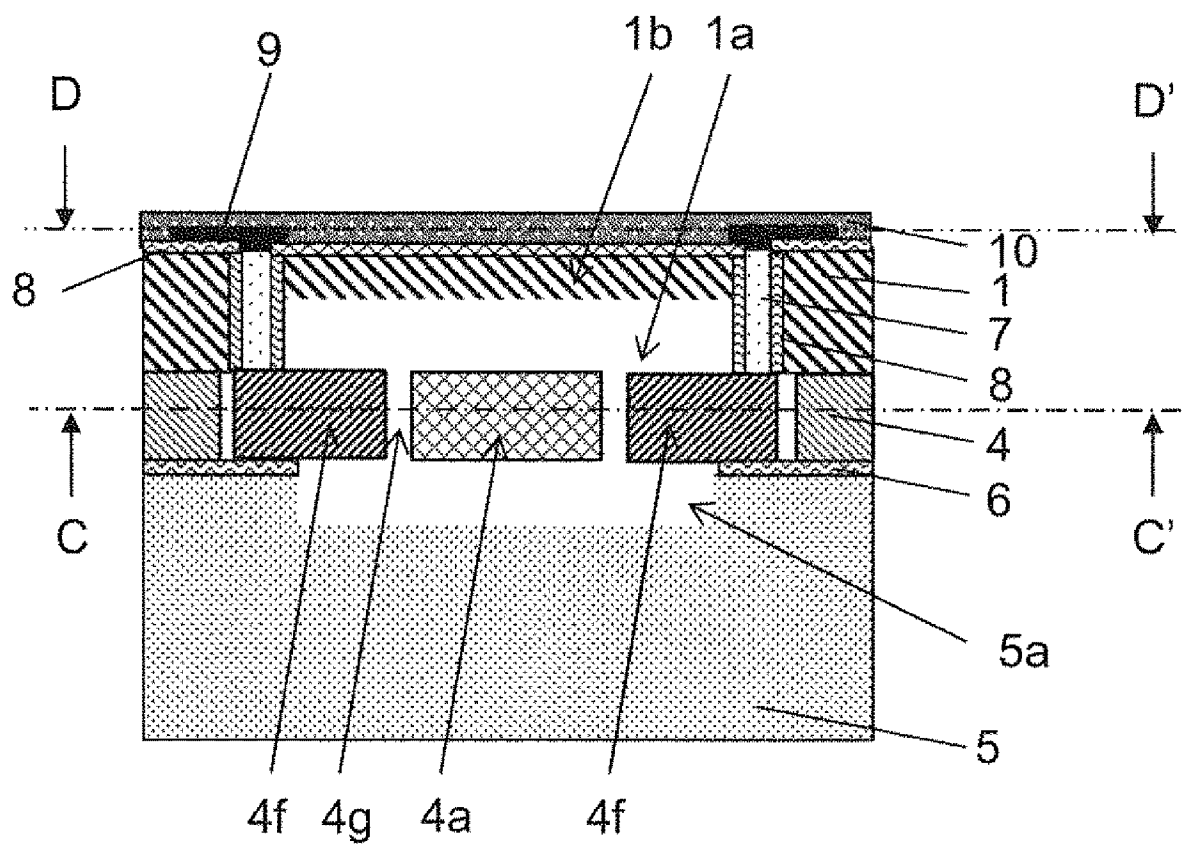
- [請求項1] センサチップと、前記センサチップの内周部を覆った第一の樹脂と、前記センサチップの外周部を覆った第二の樹脂とを備えた半導体装置。
- [請求項2] 請求項1記載の半導体装置において、前記センサチップはセンシング部を有し、前記センシング部は前記センサチップの内周部にあり、前記第一の樹脂は前記センシング部に対応する前記センサチップの第一表面を覆い、前記第二の樹脂は前記センシング部に対応しない前記センサチップの第二表面を覆ったことを特徴とする半導体装置。
- [請求項3] 請求項1記載の半導体装置において、前記第一の樹脂と、前記第二の樹脂は、同一の材質であることを特徴とする半導体装置。
- [請求項4] 請求項1記載の半導体装置において、前記第一の樹脂と、前記第二の樹脂は、互いに異なる材質であることを特徴とする半導体。
- [請求項5] 請求項4記載の半導体装置において、前記第一の樹脂は、前記第二の樹脂と比較して、ヤング率が小さいことを特徴とする半導体装置。
- [請求項6] 請求項4記載の半導体装置において、前記第一の樹脂は、光を透過することを特徴とする半導体装置。
- [請求項7] 請求項1乃至6記載の半導体装置の何れかにおいて、前記第一の樹脂は、第一の工程で成形され、前記第二の樹脂は、第二の工程で成形されたことを特徴とする半導体装置。
- [請求項8] 請求項1乃至6記載の半導体装置の何れかにおいて、前記第二の樹脂は、第一の工程で成形され、前記第一の樹脂は、第二の工程で成形されたことを特徴とする半導体装置。
- [請求項9] 請求項6または8記載の半導体装置において、前記各工程において、前記第一の樹脂の成形圧力を、前記第二の樹脂の成形圧力よりも小さくしたことを特徴とする半導体装置。
- [請求項10] 請求項1乃至9記載の半導体装置の何れかにおいて、前記センサチップに空隙を有することを特徴とする半導体装置。

- [請求項11] 請求項10記載の半導体装置において、前記空隙は気密である特徴とする半導体装置。
- [請求項12] 請求項1乃至11記載の半導体装置の何れかにおいて、前記センサチップの材質は半導体もしくはガラスであることを特徴とする半導体装置。
- [請求項13] 請求項1乃至11記載の半導体装置の何れかにおいて、前記センサチップにはワイヤボンディング用のパッドを有し、ワイヤボンディングされていることを特徴とする半導体装置。
- [請求項14] 請求項13記載の半導体装置において、前記パッド及びワイヤボンディングは、前記第二の樹脂で覆われていることを特徴とする半導体センサ装置。
- [請求項15] 請求項13記載の半導体装置において、前記パッド及びワイヤボンディングは、前記第一の樹脂で覆われていることを特徴とする半導体センサ装置。

【図1】

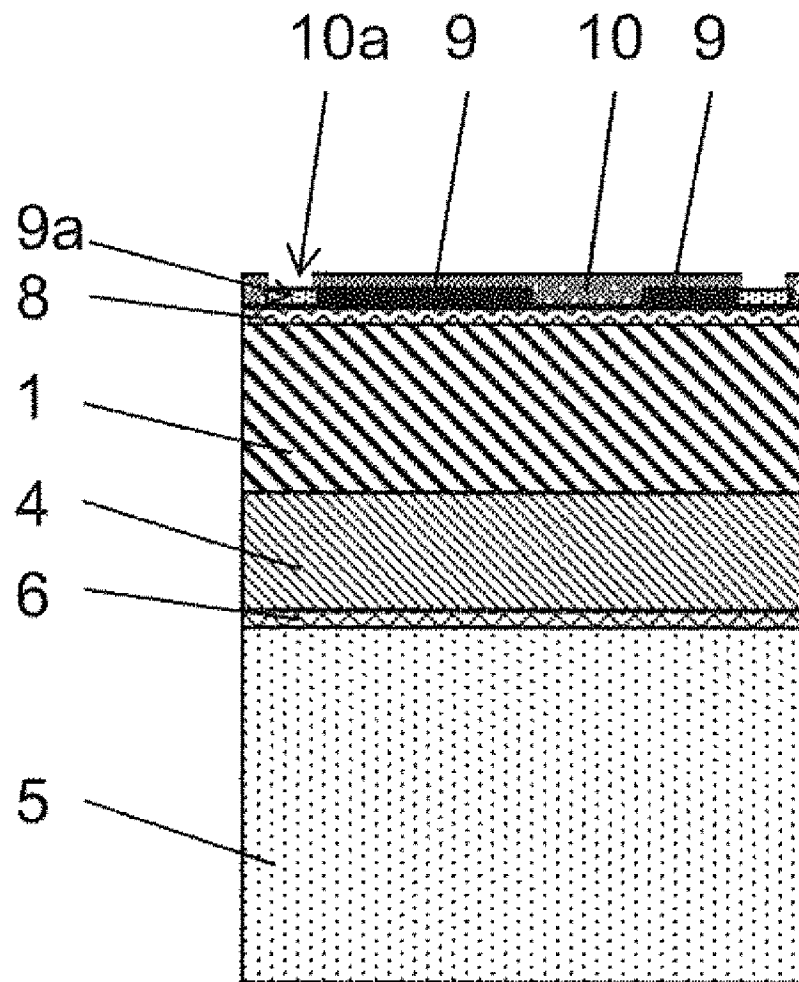


【図2】



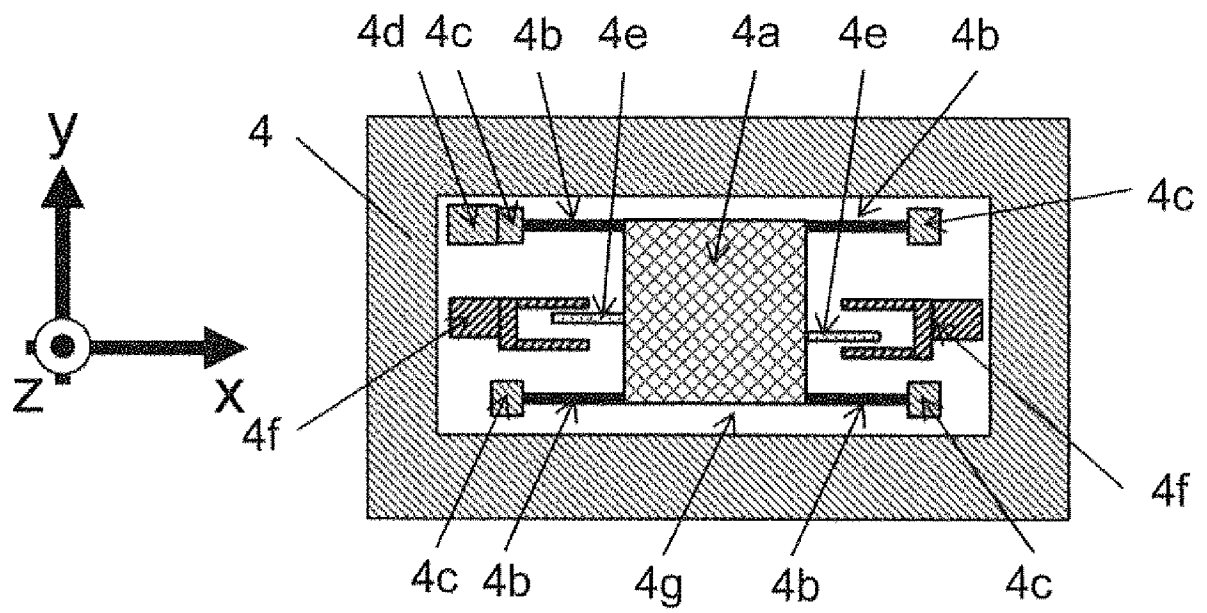
【図2】

[図3]



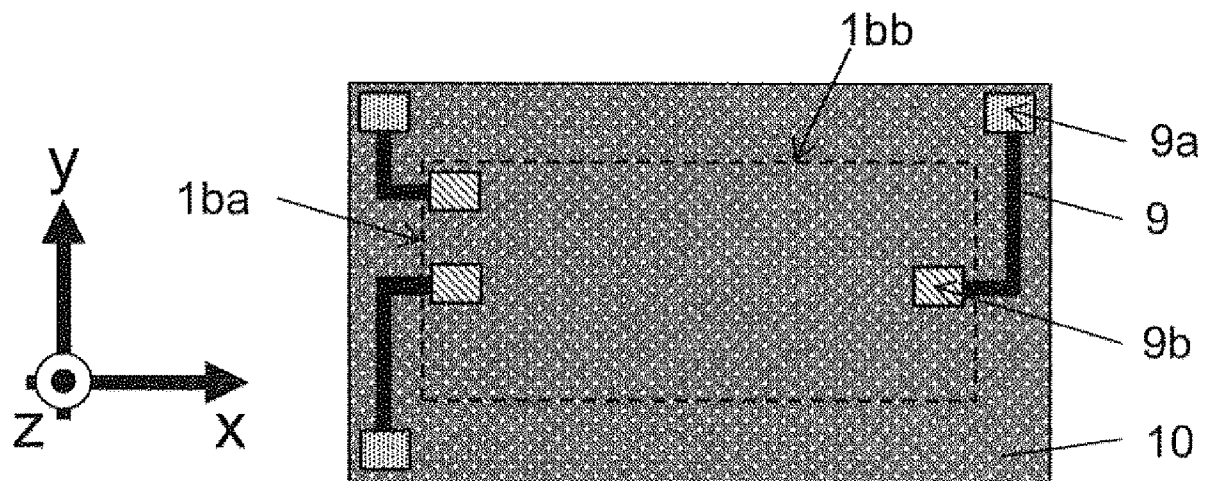
【図3】

【図4】



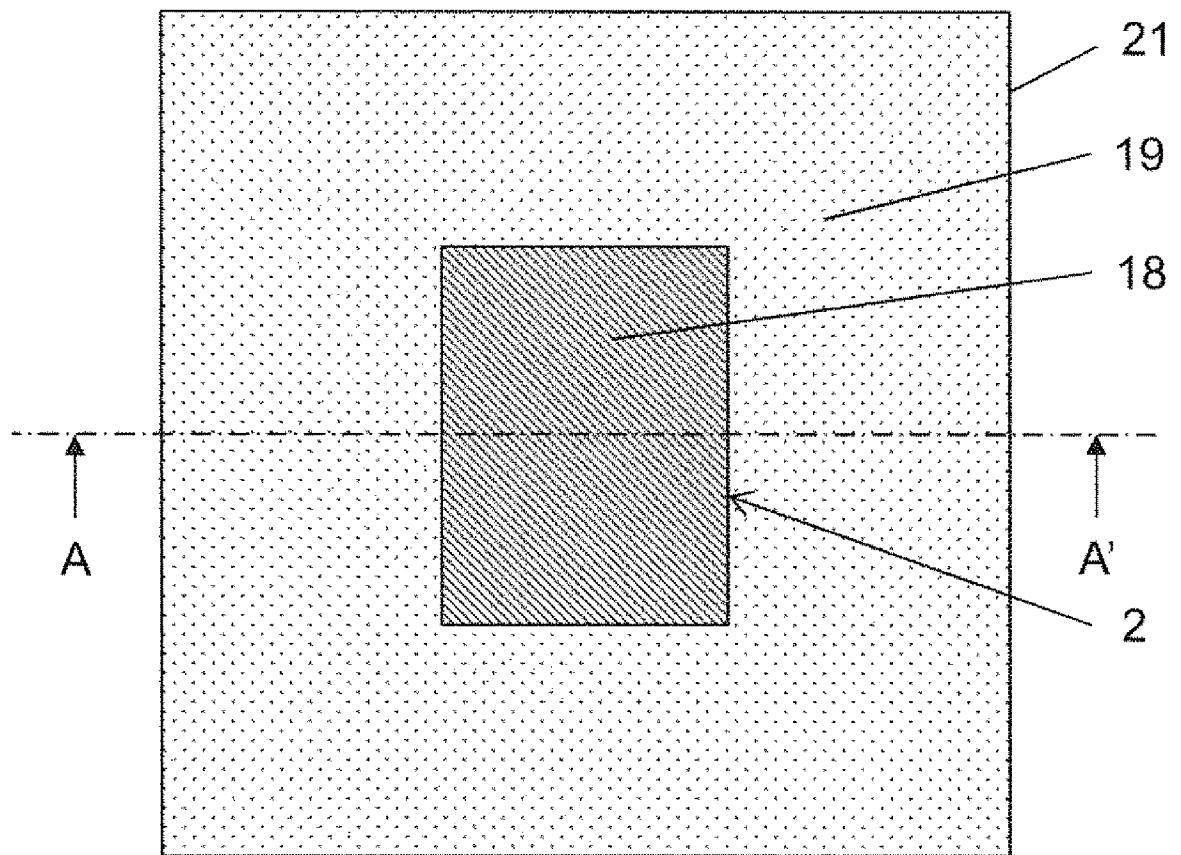
【図4】

【図5】



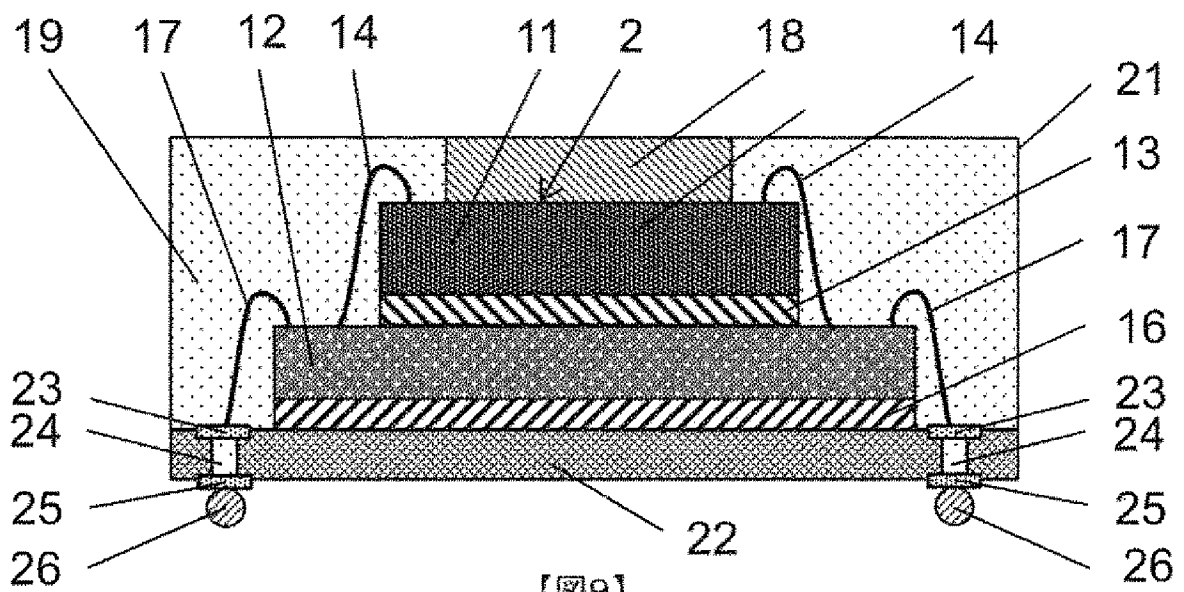
【図5】

[図8]



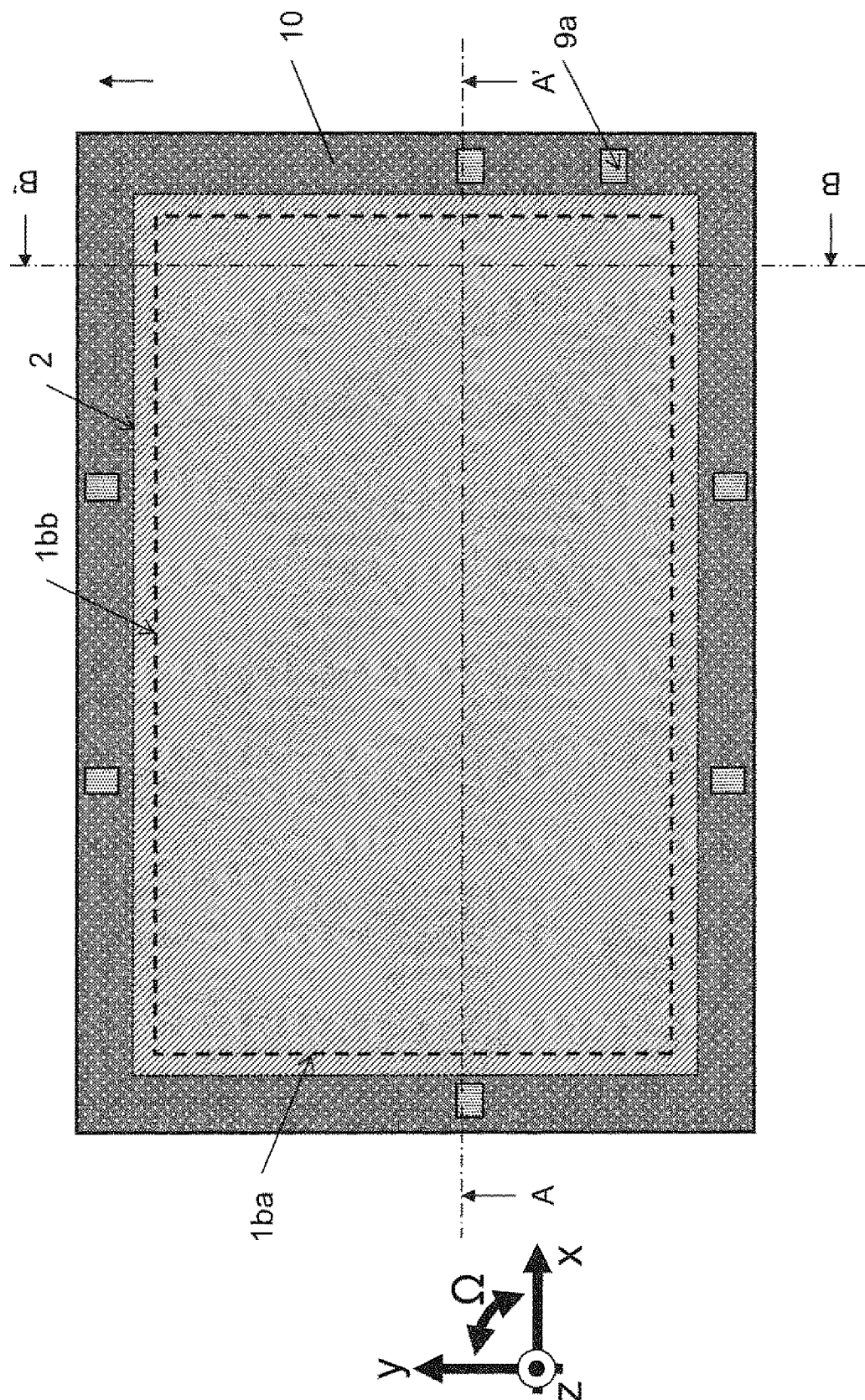
【図8】

[図9]



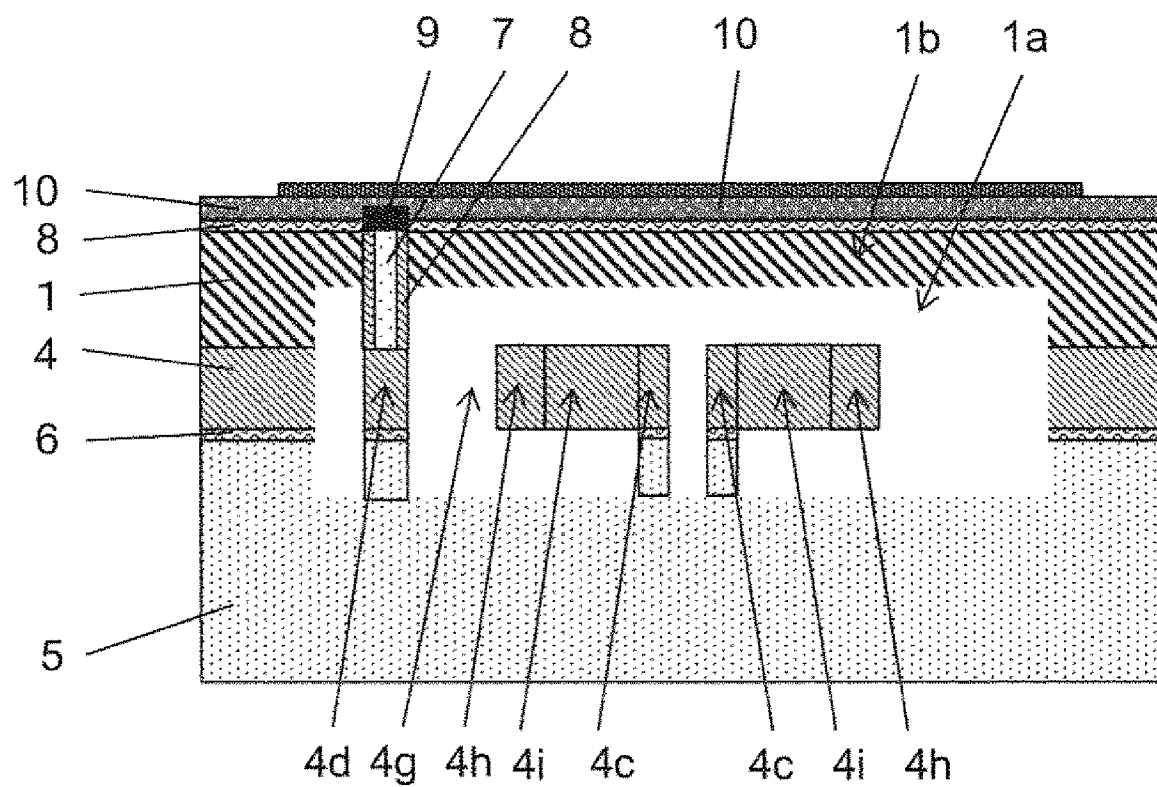
【図9】

[図10]



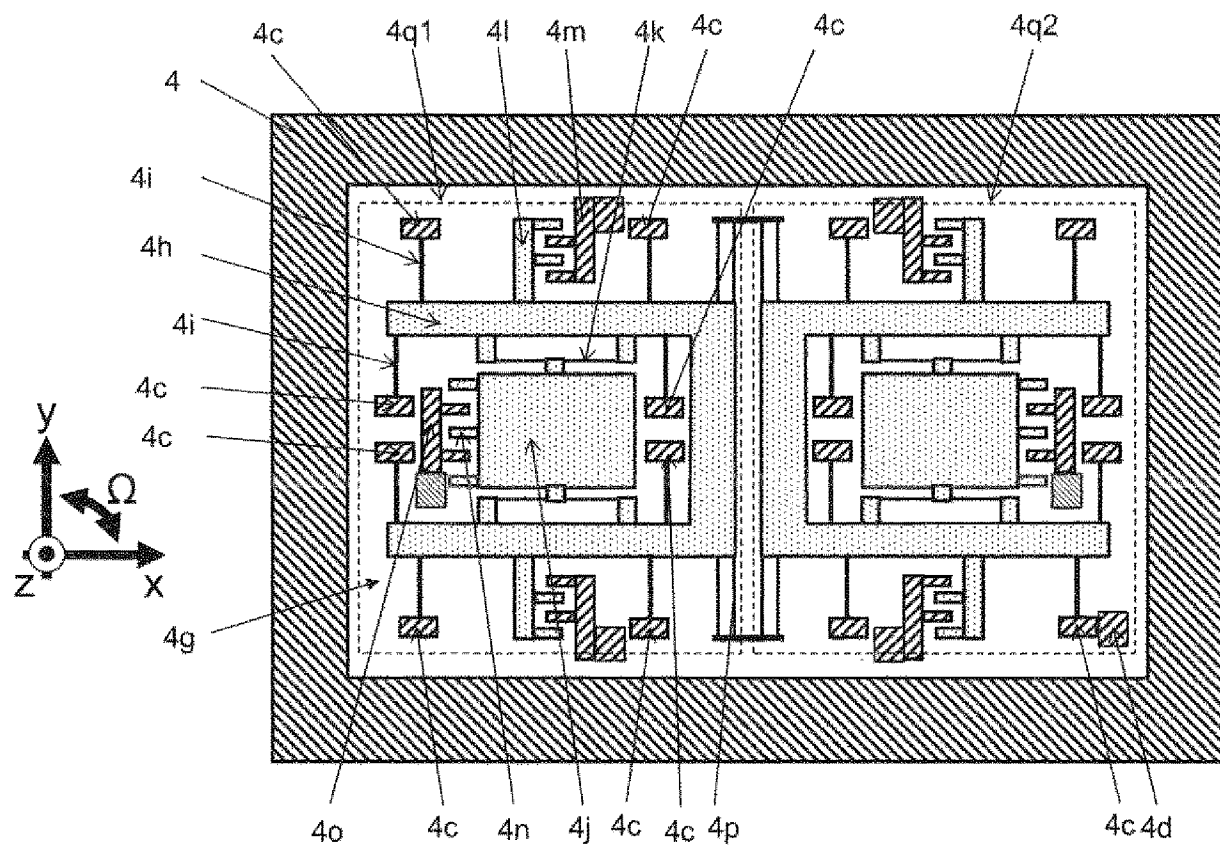
【図10】

[図12]



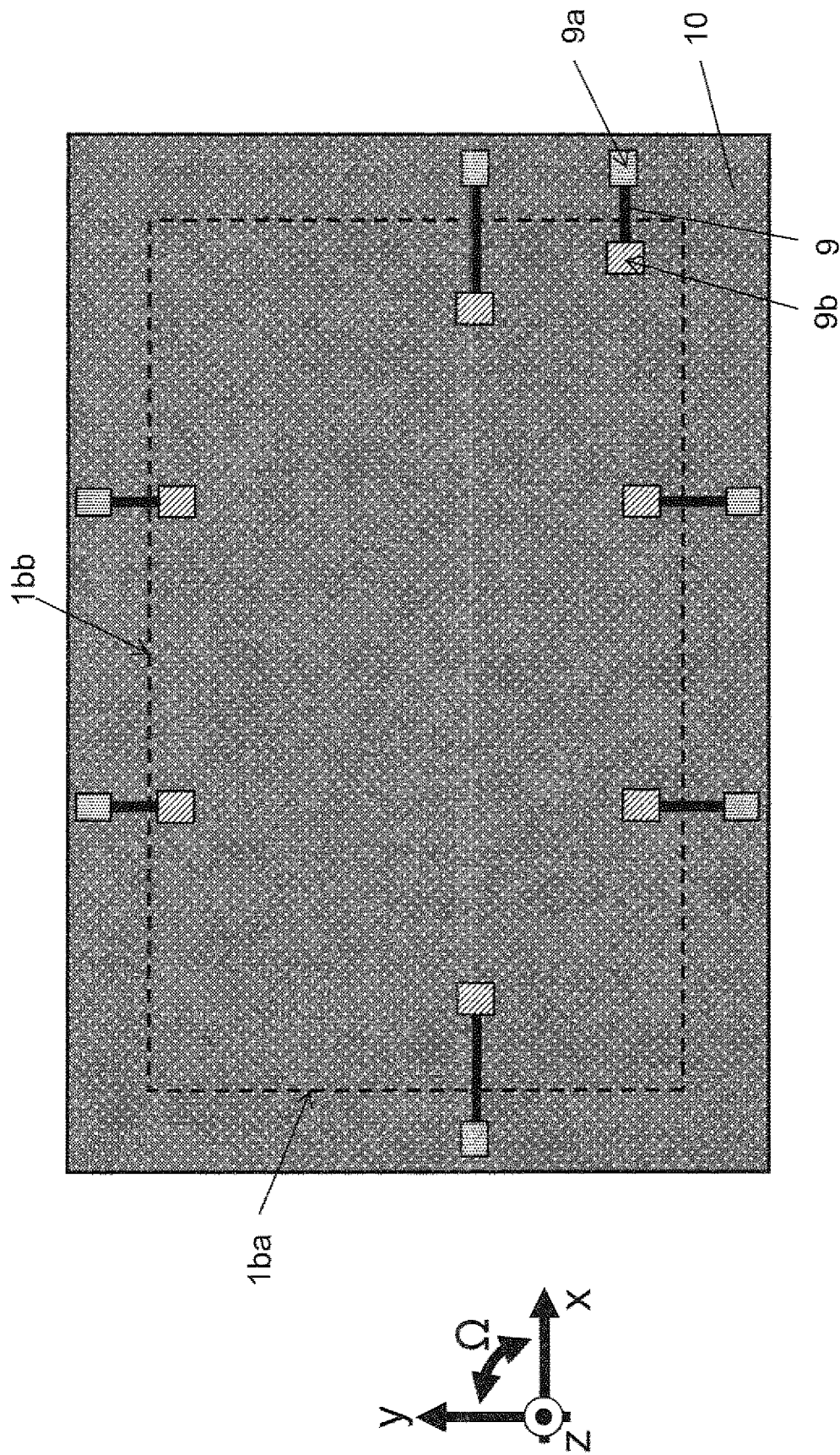
【図12】

[図13]



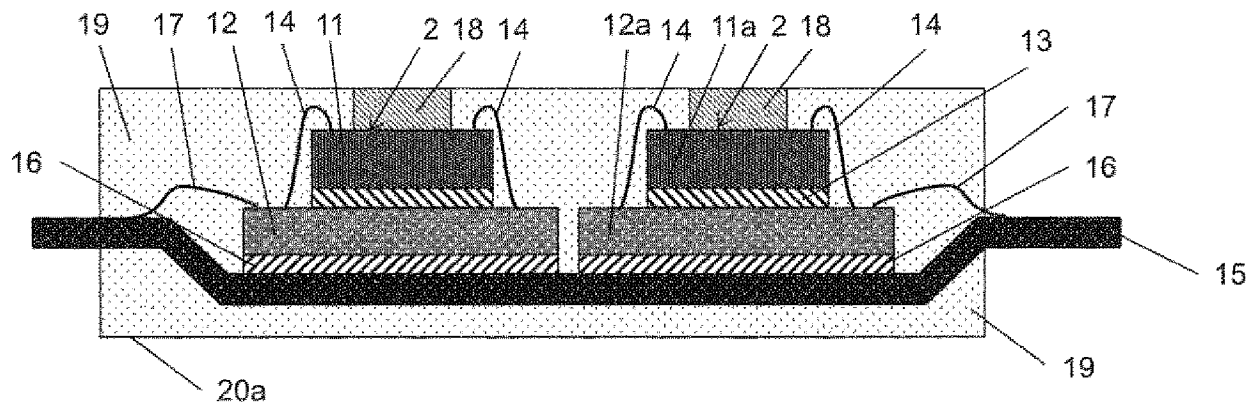
【図13】

[図14]



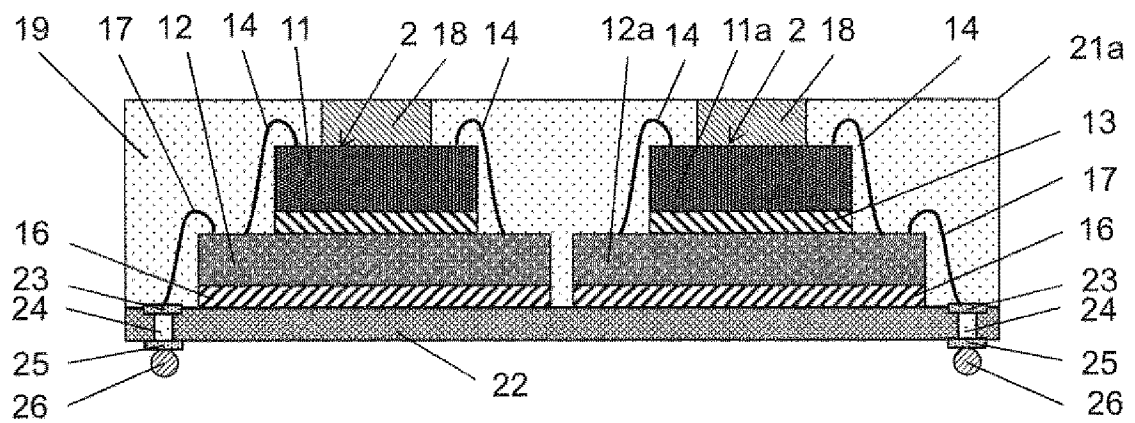
【図14】

[図15]



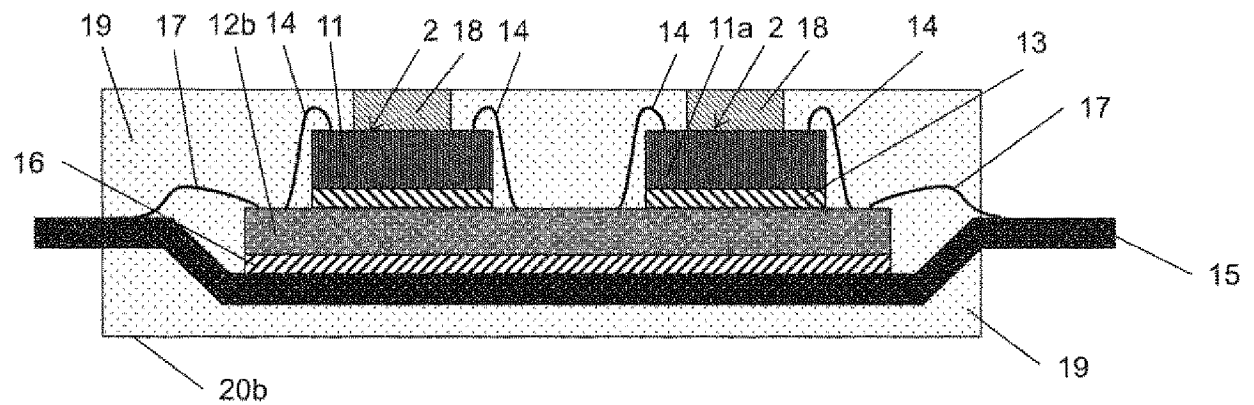
[図15]

[図16]



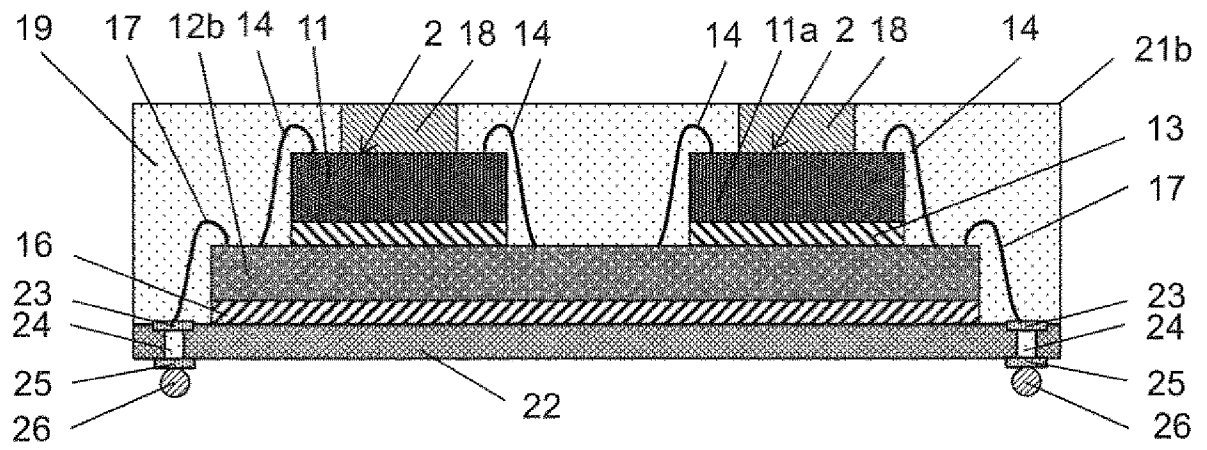
[図16]

[図17]



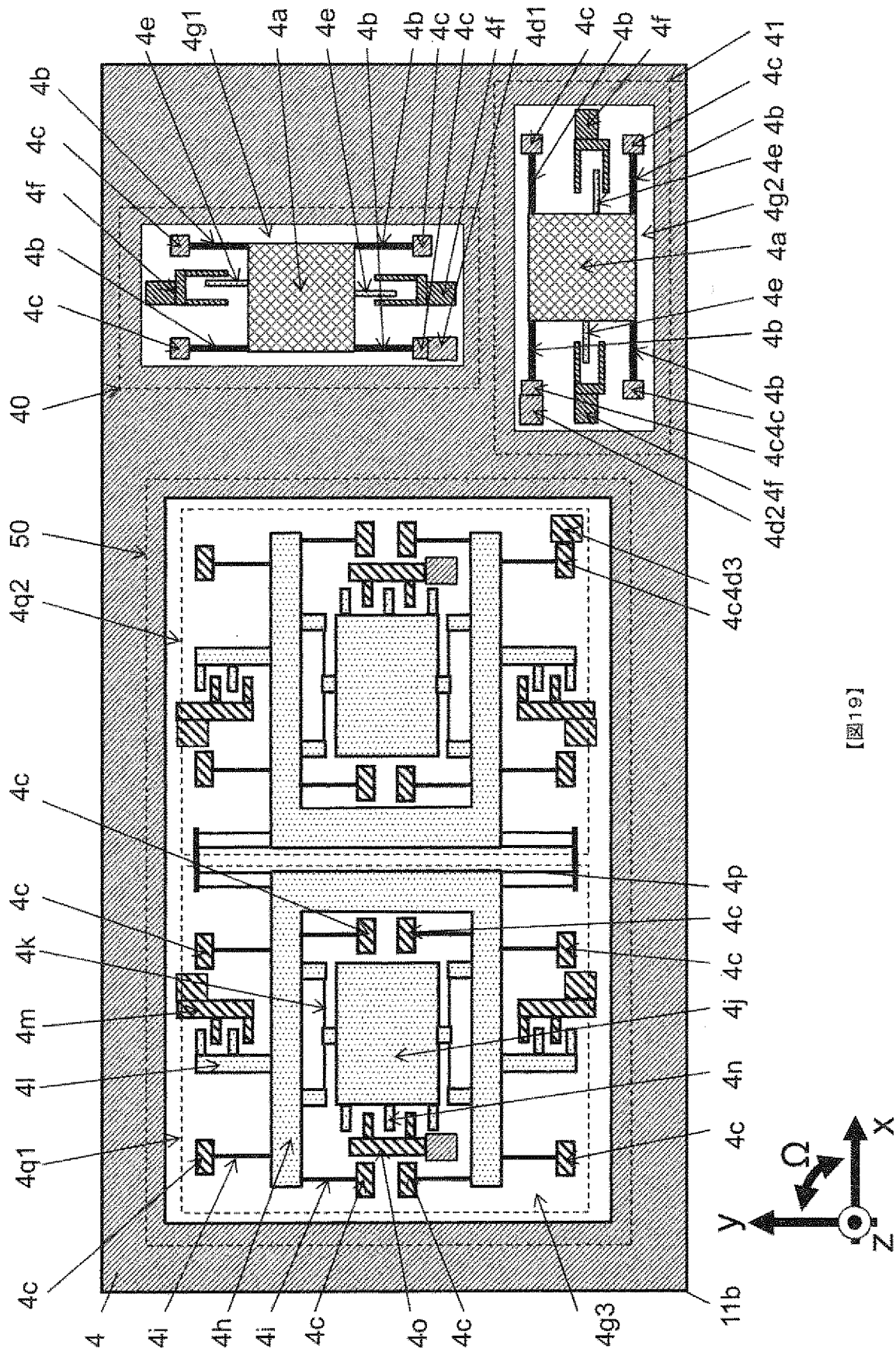
[図17]

[図18]



【図18】

[図19]



【図19】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/08(2006.01)i, B81B7/02(2006.01)i, G01C19/5769(2012.01)i, G01P15/125(2006.01)i, H01L23/28(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i, H01L29/84(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01P15/00-15/18, B81B7/02, G01C19/5769, H01L23/28-23/31, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015-7559 A (Seiko Epson Corp.), 15 January 2015 (15.01.2015), paragraphs [0030] to [0055], [0064] to [0075]; fig. 1 to 2, 5 to 11 (Family: none)	1-2, 4-5, 7-14
X	JP 9-119875 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 06 May 1997 (06.05.1997), paragraphs [0035] to [0042]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 4-5, 7-9, 12-14
X	JP 8-83869 A (Sony Corp.), 26 March 1996 (26.03.1996), paragraphs [0013] to [0023]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2, 4, 6-9, 12-13, 15

☒ 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
09 September 2016 (09.09.16)

Date of mailing of the international search report
20 September 2016 (20.09.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066528

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-18922 A (Denso Corp.), 29 January 2015 (29.01.2015), paragraphs [0029] to [0040]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 7-9, 12-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01P15/08(2006.01)i, B81B7/02(2006.01)i, G01C19/5769(2012.01)i, G01P15/125(2006.01)i, H01L23/28(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(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. G01P15/00-15/18, B81B7/02, G01C19/5769, H01L23/28-23/31, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 2015-7559 A（セイコーエプソン株式会社）2015.01.15, [0030]-[0055], [0064]-[0075], 図 1-2, 5-11（ファミリーなし）	1-2, 4-5, 7-14
X	JP 9-119875 A（松下電工株式会社）1997.05.06, [0035]-[0042], 図 1（ファミリーなし）	1-2, 4-5, 7-9, 12-14
X	JP 8-83869 A（ソニー株式会社）1996.03.26, [0013]-[0023], 図 1-3（ファミリーなし）	1-2, 4, 6-9, 12-13, 15

☑ 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

0 9 . 0 9 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 9 . 2 0 1 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

岡田 卓弥

2 F

9 2 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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
X	JP 2015-18922 A (株式会社デンソー) 2015. 01. 29, [0029]-[0040], 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 7-9, 12-14