

(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  
2011年5月26日(26.05.2011)

(10) 国際公開番号  
WO 2011/062242 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01P 15/08 (2006.01) H01L 23/02 (2006.01)  
G01P 15/12 (2006.01) H01L 25/00 (2006.01)  
G01P 15/18 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/070617
- (22) 国際出願日: 2010年11月18日(18.11.2010)
- (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 2009-263929 2009年11月19日(19.11.2009) JP  
特願 2010-224332 2010年10月1日(01.10.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 大日本印刷株式会社(DAI NIPPON PRINTING Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高野 貴正(TAKANO Takamasa) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ(Takahashi, Hayashi and Partner Patent At-

torneys, Inc.); 〒1440052 東京都大田区蒲田5-24-2 損保ジャパン蒲田ビル9階 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

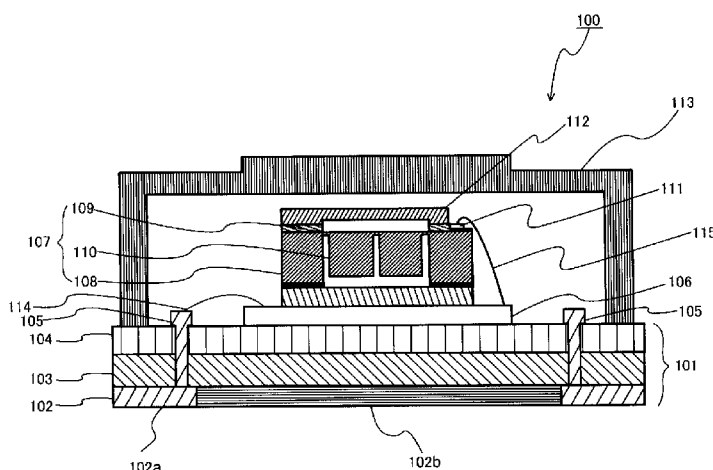
- 国際調査報告(条約第21条(3))

[続葉有]

(54) Title: SENSOR DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: センサデバイス及びその製造方法

[図1A]



(57) Abstract: Disclosed is a sensor device having a sensor packaged therein without resin encapsulation. The sensor device is adapted to have the sensor and a control IC packaged together therein and to facilitate connection relation changes required to accommodate changes in the specifications of the control IC, thereby maintaining high reliability. Also disclosed is a method of manufacture of this sensor device. The sensor device is provided with: a substrate containing organic material and having wiring; a sensor disposed on the substrate and electrically connected to the wiring; and an organic material-containing package cap disposed on the substrate and covering the sensor; wherein the inside of the package cap is hollow.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/062242 A1



- 
- 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

---

センサをパッケージ化する際、樹脂封止を用いず、制御 IC をセンサと共にパッケージ化する場合、その制御 IC の仕様などの変更に合わせて接続関係の変更を容易にし、高い信頼性を維持するセンサデバイス及びその製造方法を提供する。本発明のセンサデバイスは、有機材料を含み、配線を有する基板と、基板上に配置されて、配線と電気的に接続されたセンサと、基板上に配置されて、且つセンサを覆う有機材料を含むパッケージキャップと、を具備し、パッケージキャップの内側は中空であることを特徴とする。

## 明 細 書

**発明の名称**： センサデバイス及びその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、センサデバイス及びその製造方法に関する。特に有機材料を含む基板上に実装され、中空プラスチックパッケージを採用するセンサデバイス及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、各種電子機器の小型軽量化、多機能化や高機能化が進み、実装される電子部品に高密度化が要求されている。このような要求に応じて各種電子部品が半導体デバイスとして製造されるものが増加している。また、回路素子として製造される半導体デバイス以外に各種センサも半導体デバイスとして製造されて、小型軽量化が図られている。例えば、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて小型で単純な構造を有する加速度センサあるいは角速度センサでは、外力に応じて変位する可動部を半導体基板に形成し、この可動部の変位が電気信号の変化として検出されるタイプの力学量センサ等が実用化されている。

[0003] 上述の力学量センサの一例として、ピエゾ抵抗素子を用いた3軸の加速度センサが挙げられる。ピエゾ抵抗素子を用いた3軸の加速度センサは、錘部と、錘部に接続された可撓部と、可撓部に接続された支持部と、可撓部に配置されて錘部の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子を含む。加速度がセンサに加わると、錘部が変位し、錘部の変位に伴って可撓部が撓む。可撓部が撓むと、ピエゾ抵抗素子に加わる応力が変化し、ピエゾ抵抗素子の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化を電氣的に検出することによって、加速度センサに加えられた加速度を検出することが可能になる。

[0004] 一般的に、加速度センサのパッケージとして、セラミックパッケージ、QFN (Quad Flat None-Leaded) パッケージ、又はCOB (Chip on Board) パッケージが採用されている。例えば、特許文献1には、アルミナで製造さ

れたケースでパッケージされた加速度センサ素子が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-322160号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] セラミックパッケージを用いる場合、パッケージ本体やリッド（LID）を製造するために金型、治具、マスク、スクリーン印刷原版が必要でコストがかかるという課題がある。さらに、第三者から制御ICなどの提供を受けて、提供された制御ICにセンサをカスタマイズしてパッケージする場合、制御ICとセンサとを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更して、その製品に合わせたパッケージを新たに製造する必要性が生じるという課題がある。その場合、その製品に合わせた新たな金型などが必要となるため、製造コストをさらに上昇させる要因となる。また、セラミックパッケージで覆われたチップをプリント基板などの有機材料を用いた基板（有機基板）に実装する場合、セラミックと基板との熱膨張係数が異なるため、基板とパッケージとの接合の信頼性が低くなり、装置の信頼性も低くなるという課題がある。以上のような課題は、上記特許文献1のアルミナを用いてパッケージする場合も同様である。

[0007] QFNパッケージ及びCOBパッケージを用いる場合、センサ、制御IC、及び基板を含めた部品全体を樹脂で封止する必要がある。このとき、センサの錘部等の隙間に樹脂が入り込むとセンサとして機能しなくなり、センサの信頼性が低下するという課題がある。そこで、センサに樹脂が入り込まないように、障壁を作る必要があるが、障壁を作るために製造工程が増え、それに伴って製造コストも増加するという課題がある。また、QFNパッケージの場合は、セラミックパッケージと同様に、第三者から提供された制御ICにセンサをカスタマイズしてパッケージする場合、制御ICとセンサとを

接続するピンコネクトの配置や配線パターンなどの設計を変更して、その製品に合わせたパッケージを新たに製造する必要がある、製造コストが上昇するという課題もある。また、第三者から提供された制御 IC にセンサをカスタマイズしてパッケージする場合、制御 IC とセンサとを接続するために、新たに中継基板を追加することもある。その場合、中継基板のピンコネクトの配置に合わせてパッケージを新たに製造する必要がある、製造コストが上昇するという課題もある。

[0008] さらに、QFN パッケージ及び COB パッケージを用いる場合、樹脂封止が硬化すると、封止樹脂中のセンサに応力が加わり、センサ特性が変化してしまうという課題もある。例えば、センサとして加速度センサが用いられる場合、樹脂封止の際にセンサに加わる応力の影響によって変化するセンサのオフセット電圧の変化分を補正值として制御 IC に書き込む。しかし、この補正範囲は制御 IC によって異なり、制御 IC の補正範囲が狭い場合は、応力によるオフセット電圧のずれが制御 IC に書き込み可能な補正範囲を超えてしまい、センサとして機能できなくなるという問題を引き起こす。

[0009] 本発明は上記の課題に鑑み、センサをパッケージ化する際、樹脂封止を用いず、また、制御 IC をセンサと共にパッケージ化する場合は、その制御 IC の仕様などの変更に合わせて接続関係の変更を容易にし、高い信頼性を維持するセンサデバイス及びその製造方法を開示する。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一実施形態に係るセンサデバイスは、有機材料を含み、配線を有する基板と、基板上に配置されて、前記配線と電気的に接続されたセンサと、基板上に配置されて、且つセンサを覆う有機材料を含むパッケージキャップと、を具備し、パッケージキャップの内側は中空であることを特徴とする。

[0011] 本発明の一実施形態に係るセンサデバイスの製造方法は、有機材料を含み、配線を有する基板上にセンサを配置し、前記配線とセンサとを電気的に接続し、有機材料を含むパッケージキャップを基板上に配置してセンサを覆っ

て封止することを特徴とする。

- [0012] 本発明の一実施形態に係るセンサデバイスの製造方法は、有機材料を含み、配線を有する基板上に複数のセンサを配置し、前記配線と複数のセンサとをそれぞれ電氣的に接続し、有機材料を含む複数のパッケージキャップを複数のセンサを覆うように基板上に一括で配置して封止し、複数のパッケージキャップで覆われた複数のセンサをそれぞれ個片化することを特徴とする。

### 発明の効果

- [0013] 本発明によれば、センサをパッケージ化する際、樹脂封止を用いず、制御ICをセンサと共にパッケージ化する場合は、その制御ICの仕様などの変更に合わせて接続関係の変更を容易にし、高い信頼性を維持するセンサデバイス及びその製造方法を提供できる。

### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1A]通常基板を用いた場合の本発明の実施形態1に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。
- [図1B]キャビティ基板を用いた場合の本発明の実施形態1に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。
- [図2]キャビティ基板を使用した加速度センサデバイスの製造の一工程図である。
- [図3]キャビティ基板を使用した加速度センサデバイスの製造の一工程図である。
- [図4]キャビティ基板を使用した加速度センサデバイスの製造の一工程図である。
- [図5]キャビティ基板を使用した加速度センサデバイスの製造の一工程図である。
- [図6A]通常基板を使用した場合の本発明の実施形態2に係るフリップチップ (Flip Chip) 実装の加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。
- [図6B]キャビティ基板を使用した場合の本発明の実施形態2に係るフリップチップ (Flip Chip) 実装の加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図で

ある。

[図7]加速度センサデバイスのパッケージの寸法の一例図である。

[図8A]加速度センサデバイスの全体構成の他の断面図である。

[図8B]加速度センサデバイスの全体構成の他の断面図である。

[図9A]センサチップを含むセンサモジュールの一例を示す概略図である。

[図9B]センサチップ及び制御ICを含む信号処理チップを含むセンサモジュールの一例を示す概略図である。

[図10A]センサ上部キャップが省略された場合の図1Aに示された加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

[図10B]センサ上部キャップが省略された場合の図1Bに示された加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

[図11A]センサ上部キャップが省略された場合の図6Aに示された加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

[図11B]センサ上部キャップが省略された場合の図6Bに示された加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

[図12]キャビティ基板を用いた場合の本発明の実施形態3に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

[図13] (a) 図12に記載の加速度センサデバイス200のパッケージの一部を裏面から透かして見た平面図である。(b) 図13(a)のc-c'に沿った断面図である。

[図14]基板に開口を設けた場合の本発明の実施形態3に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態では、主にピエゾ抵抗素子を用いた3軸の加速度センサを用いる場合について説明する。ただし、本発明は、ピエゾ抵抗素子を用いた3軸の加速度センサを用いる場合だけでなく、外力に応じて変位する変位部を有する静電容量型センサや種々の力学量セ

ンサなどを用いる場合にも適用することができ、さらに種々の変形が可能である。

[0016] (実施形態 1)

図 1 A 及び図 1 B は、本発明の実施形態 1 に係るセンサデバイスの全体構成を示す断面図である。本実施形態では、加速度センサと共に制御 IC をパッケージ化する場合を説明するが、本発明はこれに限定されず、センサのみがパッケージ化されてもよい。図 1 A は平坦な基板（以下、通常基板という）を使用した場合の加速度センサデバイス 100 の断面図であり、図 1 B は使用する基板を予め削ってセンサと制御 IC の一部または全体を収納する凹形状の空間を形成した基板（以下、キャビティ基板という）を使用した場合の加速度センサデバイス 100' の断面図である。

[0017] なお、本明細書においては、「制御 IC」という言葉を使用するが、IC はセンサを制御するためにだけ用いられるものではない。例えば、制御 IC は、センサからの信号を増幅するなど、センサから得られる信号の処理を行う場合もある。また、制御 IC は、センサから出力される信号の処理以外の処理を含む場合もある。このため、「制御 IC」と書かずに、単に「IC」と記す場合もある。

[0018] 図 1 A を参照すると、通常基板を使用した加速度センサデバイス 100 は、基板 101、貫通電極 105、制御 IC 106、センサ 107、配線 114、115、センサ上部キャップ（制御キャップ）112、及びパッケージキャップ 113 を含む。

[0019] 基板 101 は、有機材料を含み、配線を有する基板である。基板 101 は、導電物質を含む部分 102 a 及び絶縁物質を含む部分 102 b を有する第 1 基板 102 と、絶縁物質を含み第 1 基板 102 上に配置された第 2 基板 103 と、及び絶縁物質を含み第 2 基板 103 上に配置された第 3 基板 104 とを含む 3 つの層により形成される。導電物質とは、金属などであり、例えば、銅、銀、金、ニッケル、パラジウムなどを用いることができる。絶縁物質には、絶縁性樹脂を用いる。例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ベ

ンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド、フェノール樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマー、ポリアミドイミド、ポリベンゾオキサゾール、シアネート樹脂、アラミド、ポリオレフィン、ポリエステル、BTレジン、FR-4、FR-5、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルポリサルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミドなどを用いることができる。上記樹脂は単体で用いられてもよく、2種類以上の樹脂を組み合わせ用いられてもよい。また、上記樹脂に、ガラス、タルク、マイカ、シリカ、アルミナ等、無機フィラーを併用して用いてもよい。本実施形態では、基板101が3層からなる例を説明するが、本発明はこれに限定されず、基板101の層は3層以下であってもよく、3層以上であってもよい。

[0020] センサ107は、錘部110と、錘部110に接続された可撓部109と、可撓部109に接続された支持部108と、可撓部109に配置されて可撓部109の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子（図示せず）と、電極111とを含む。センサ107に加速度が加わると、錘部110が変位し、この変位に伴って可撓部109が撓む。可撓部109が撓むと、可撓部109に配置されたピエゾ抵抗素子に力が加わり、ピエゾ抵抗素子の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化を検出して、センサ107に加えられた加速度の大きさ、方向などを検出する。センサ107からの信号は、電極111から配線115を通して制御IC106に伝達され、制御IC106からの信号は配線114及び貫通電極105などを通して基板101の外部に伝達される。なおセンサ上部キャップ112は、錘部110と可撓部109の上方向への過大な変位を制限し、破損を防止する。センサ上部キャップ112は省略されてもよく、センサ上部キャップ112が省略される場合は、パッケージキャップ113がセンサ上部キャップ112と同一の役割を果たしてもよい。パッケージキャップ113がセンサ上部キャップ11

2と同一の役割を果たす場合、図10Aに示すように、パッケージキャップ113のセンサ107に対応する部分に凸形状のストッパー113aが形成されてもよい。

[0021] 図1Aに図示された加速度センサデバイス100のパッケージキャップ113は、有機材料を含み、絶縁性樹脂など、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂などが用いられる。ただし、従来のQFNパッケージ及びCOBパッケージとは異なり、センサ107は樹脂で封止されてはならず、パッケージキャップ113の内側は中空である。

[0022] 上述したように、図1Aに図示された本実施形態に係るセンサ107、制御IC106、及び基板101は、有機材料を含むパッケージキャップ113により覆われてパッケージ化されている。そして、パッケージキャップ113の内側は中空である。これにより、基板101として有機材料を含む基板を用いるときには、基板101の熱膨張係数の値とパッケージキャップ113の熱膨張係数の値とが近くなるため、基板101とパッケージキャップ113との接合の信頼性が高くなる。パッケージキャップ113の熱膨張係数の値と基板101の熱膨張係数の値とは、ほぼ同一であり、両者の熱膨張係数の差は、 $\pm 3$  ppm以内である。基板101とパッケージキャップ113とを接着させる接着剤は、基板101やパッケージキャップ113の熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。また、制御IC106の仕様などの変更に合わせて配線の接続関係を変更する場合、即ち、制御IC106とセンサ107とを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更する場合、基板101としてプリント基板を用いることができるので、変更のコストがセラミックパッケージやアルミナパッケージを用いる場合よりも低減できる。さらに、セラミックパッケージの場合、パッケージ自体を薄くするとクラックが発生する可能性があるため、低背化が困難である。しかし、本実施形態では、パッケージキャップ113及び基板101に有機材料、例えば絶縁性樹脂が用いられるため、セラミックパッケージやアルミナパッケージに比べて重量が軽く、耐機械衝撃及び

振動性に優れているため低背化が可能である。これにより、例えば、携帯電子機器などの小型端末への適用が可能となる。また、本実施形態に係る加速度センサデバイス100の内部は、QFNパッケージ及びCOBパッケージとは異なり、樹脂封止されずに中空であるため、センサ107の錘部110などの隙間に樹脂が入り込む虞がない。さらに、加速度センサデバイス100の内部が樹脂封止されずに中空であるため、センサ107に応力がかからず、センサ107のオフセット値がずれる虞がない。そのため、加速度センサデバイス100の性能の信頼性が維持される。

[0023] 図1Bを参照して、キャビティ基板を使用した場合の加速度センサデバイス100'を説明する。尚、図1Aに示した通常基板を使用した場合の加速度センサデバイス100と同一又は類似の構成要素には同一の参照番号を付与し、重複する説明は省略する。

[0024] 図1Bを参照すると、キャビティ基板を使用した場合の加速度センサデバイス100'は、図1Aに示された加速度センサデバイス100と同様に、有機材料を含む基板101'、貫通電極105、制御IC106、錘部110と錘部110に接続された可撓部109と可撓部109に接続された支持部108と可撓部109に配置されて可撓部109の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子（図示せず）と電極111とを含むセンサ107、配線114、115、116、センサ上部キャップ112、及び有機材料を含むパッケージキャップ113を含む。また、基板101'は、導電物質を含む部分102a及び絶縁物質を含む部分102bを有する第1基板102と、絶縁物質を含む第2基板103と、絶縁物質を含む第3基板104とを含む3つの層により形成される。但し、本発明はこれに限定されず、基板101'の層は3層以下であってもよく、3層以上であってもよい。第1基板102、第2基板103、及び第3基板104に用いられる導電物質又は絶縁物質は、図1Aに示した第1基板102、第2基板103、及び第3基板104に用いられる導電物質又は絶縁物質と同様である。また、センサ上部キャップ112は省略されてもよい。センサ上部キャップ112

が省略される場合は、パッケージキャップ113がセンサ上部キャップ112と同一の役割を果たしてもよい。パッケージキャップ113がセンサ上部キャップ112と同一の役割を果たす場合、図10Bに示すように、パッケージキャップ113のセンサ107に対応する部分に凸形状のストッパー113aが形成されてもよい。

[0025] 図1Bに示すように、制御IC106及びセンサ107の一部または全体を収納可能な空間（キャビティ）が形成された基板（キャビティ基板）を使用する場合のほうが、通常基板を使用した場合よりもパッケージ全体の高さを低くすることが可能である。キャビティ基板101'を使用した加速度センサデバイス100'の動作は、図1Aに示した通常基板101を使用した加速度センサデバイス100と同一であるため、ここでは説明を省略する。

[0026] 図1Bに示されたセンサ107、制御IC106、及び基板101'は、有機材料を含み、例えば絶縁性樹脂であるパッケージキャップ113により覆われてパッケージ化されている。そして、パッケージキャップ113の内側は中空である。これにより、図1Aに示された加速度センサ100と同様に、基板101'として有機材料を含む基板を用いる場合には、基板101'の熱膨張係数の値とパッケージのキャップ113の熱膨張係数の値とが近くなるため、基板101'とパッケージキャップ113との接合の信頼性が高くなる。基板101'の熱膨張係数の値とパッケージキャップ113の熱膨張係数の値は、ほぼ同一であり、両者の熱膨張係数の差は、 $\pm 3$  ppm以内である。基板101'とパッケージキャップ113とを接着させる接着剤は、基板101'やパッケージキャップ113の熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。また、制御ICの仕様の変更などに合わせて接続関係を変更する場合、（即ち、制御IC106とセンサ107とを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更する場合、）、基板101'としてプリント基板を用いることができるので、変更のコストがセラミックパッケージやアルミナパッケージを用いる場合よりも低減できる。さらに、有機材料を含むパッケージ113及び基板1

01'は、セラミックパッケージに比べて重量が軽く、耐機械衝撃及び振動性に優れているため、パッケージを薄くしてもクラックの発生が低減され、パッケージ全体の低背化が可能である。また、本実施形態に係る加速度センサデバイス100'の内部は、QFNパッケージ及びCOBパッケージとは異なり、樹脂封止されずに内部が中空であるため、センサ107の錘部などの隙間に樹脂が入り込む虞がない。さらに、加速度センサデバイス100の内部が樹脂封止されずに中空であるため、センサ107に応力がかからず、センサ107のオフセット値がずれる虞がない。そのため、加速度センサデバイス100'の性能の信頼性が維持される。

[0027] 図1Bに示すように、キャビティ基板101'には、使用する基板を予め削り、センサ107を収納する凹形状の空間（キャビティ）が形成されている。そのため、加速度センサデバイス100'のパッケージ113は、図1Aに示された通常基板100を使用する加速度センサデバイス100のパッケージよりもさらに低背化することが可能である。さらに、基板を予め削り、第1基板102などの下層を露出させるため、貫通電極を介すことなく、第1基板102と制御IC106とは配線114で直接接続される。基板に形成された凹部（キャビティ）の深さは500 $\mu$ m以内であることが好ましく、特に100 $\mu$ m~500 $\mu$ mであることが好ましい。キャビティの深さが500 $\mu$ mよりも大きくなると、ワイヤボンディング時に、キャピラリが基板或いはセンサと干渉してしまい、作業性が低下する。また、キャビティの深さが100 $\mu$ m以上であれば、低背化効果を見込むことができ、ワイヤボンディング時の作業性も維持することが可能である。

[0028] また、図1Bに示すように、センサ107の電極111と第3基板104とを配線116により接続し、さらに第3基板104の配線116の接続箇所から貫通電極105を介して、配線114の第1基板102の接続箇所に配線を形成し、センサ107と制御IC106とを接続することができる。これにより、センサ107と制御IC106との接続の自由度を高めることができる。

[0029] (加速度センサデバイスの製造方法)

図1Bに示したキャビティ基板を使用した加速度センサデバイス100'の製造方法について、図2乃至図5を参照して説明する。図2乃至図5において、図1Bに示したキャビティ基板を使用した場合の加速度センサデバイス100'と同一又は類似の構成要素には同一の参照番号を付与し、重複する説明は省略する。ここでは、加速度センサ107と共に制御IC106をパッケージ化する場合を説明するが、本発明はこれに限定されず、センサのみがパッケージ化されてもよい。

[0030] 先ず、図1Bに図示されたようなセンサ107、第1基板102と第2基板103と第3基板104とを含む基板101'、制御IC106、及び、パッケージキャップ113を製造しておく。基板101'を製造する際、図2に示すように基板101を、レーザなどを用いてエッチングし、キャビティを形成する。なお、図1Bに図示するように、一つの基板101'に複数のキャビティを形成することも可能である。当然、一つの基板101'に一つのキャビティを形成することも可能である。

[0031] 次に、図3に示すように、基板上101'上に制御IC106及びセンサ107をダイアタッチ（ダイボンディング）などによってキャビティ内に接着する。次に、図4に示すように、ワイヤボンディングなど配線114、115、116及び貫通電極（図示せず、図1Bの105を参照）によって、基板101'、制御IC106、センサ107の各間を電氣的に接続する。次に、図5に示すように、センサ107を覆うように基板101'上に、型501にセットされたパッケージキャップ113を接着させて封止する。その後、パッケージキャップ113がセットされた型501を外す。そして、基板101'をダイシングし、個々の加速度センサデバイスを切り離すことにより、個片化する。これにより、図1Bに示されるような、加速度センサデバイス100'が得られる。

[0032] なお、パッケージキャップ113は、有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂で形成することができる。したがって、複数の開口部を有する金属（例え

ば銅)の平板である型501の片側に複数のパッケージキャップ113を、その一部が開口部に嵌めこまれてセットされた状態で形成することができる。そして、パッケージキャップ113に必要なならば接着剤を塗布などし、型501を図4における基板101'の上面に配置して面付けし、加熱・加圧することにより、パッケージキャップ113を第3基板104に接着などすることができる。ここで使用する接着剤は、基板101'やパッケージキャップ113の熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。その後、型501を外すことができる。

[0033] これに対して、セラミックパッケージの場合、基板、制御IC、及びセンサをパッケージする際、デバイスを1個ずつ個別にパッケージする必要があった。しかし、樹脂パッケージの場合、上述のように面付けが可能であり、複数のデバイスを一括でパッケージすることができる。そのため、製造工程を短縮することが可能である。さらに、制御ICにセンサをカスタマイズしてパッケージする場合、制御ICとセンサとを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更する必要がある。セラミックパッケージやアルミナパッケージの場合、その製品に合わせたパッケージを新たに製造するためにコストがかかるが、本発明の一実施形態においては、基板としてプリント基板を用いることができるので、変更は容易である。また、パッケージキャップ113と基板101'、制御IC106、及びセンサ107との間は中空であり(隙間が空いている)、基板101'、制御IC106、及びセンサ107は樹脂封止されないため、センサ107の中への樹脂の流入を防ぐ障壁を作成する必要がない。そのため、製造工程をさらに短縮することが可能である。

[0034] 以上、図2乃至図5を参照して、図1Bに示されたキャビティ基板を使用した加速度センサデバイス100'の製造方法を説明したが、図1Aに記載された加速度センサデバイス100の製造方法も加速度センサデバイス100'の製造方法とほぼ同様に説明できる。但し、図1Aに記載された加速度センサデバイス100は、通常基板を用いているため、センサの収納空間が

形成されていない平坦な基板 101 を準備する。

[0035] ここでは、図 1 B に示したキャビティ基板を使用した加速度センサデバイス 100' の製造方法について説明したが、本発明はこれに限定されずに、個々のデバイスの実装方法や配置などに応じて、適宜変更されてもよい。

[0036] (実施形態 2)

次に、本発明の実施形態 2 に係る加速度センサデバイスを図 6 A 及び図 6 B を参照して説明する。本実施形態では、加速度センサと共に制御 IC をパッケージ化する場合を説明するが、本発明はこれに限定されず、センサのみがパッケージ化されてもよい。図 6 A 及び図 6 B は、本発明の実施形態 2 に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。図 6 A は通常基板を使用した場合のフリップチップ (Flip Chip) 実装の加速度センサデバイス 600 の断面図であり、図 6 B は使用する基板を予め削ってセンサと制御 IC の一部または全体を収納する凹形状の空間を形成したキャビティ基板を使用した場合のフリップチップ実装の加速度センサデバイス 600' の断面図である。

[0037] 図 6 A を参照すると、通常基板を使用した加速度センサデバイス 600 は、基板 601、制御 IC 606、センサ 607、電極 611、センサ上部キャップ 612、パッケージキャップ 613、バンプ 614、及び配線 615 を含む。

[0038] 基板 601 は、有機材料を含み、配線を有する基板である。基板 601 は、例えば導電物質を含む部分 602 a 及び絶縁物質を含む部分 602 b を有する第 1 基板 602 と、絶縁物質を含み第 1 基板 602 上に配置された第 2 基板 603 と、絶縁物質を含み第 2 基板 603 上に配置された第 3 基板 604 とを含む 3 つの層により形成される。第 1 基板 602、第 2 基板 603、及び第 3 基板 604 に含まれる導電物質又は絶縁物質は、実施形態 1 で説明したものと同様である。本実施形態では、基板 601 が 3 層からなる例を説明する。但し、本発明はこれに限定されず、基板 601 の層は、3 層以下であってもよく、3 層以上であってもよい。

[0039] センサ607は、錘部610と、錘部610に接続された可撓部609と、可撓部609に接続された支持部608と、可撓部609に配置されて可撓部609の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子（図示せず）と、電極611とを含む。第1実施形態において説明した加速度センサと同様に、加速度がセンサ607に加わると、錘部610が変位し、この変位に伴って可撓部609が撓む。可撓部609が撓むと、可撓部609に配置されたピエゾ抵抗素子に力が加わり、ピエゾ抵抗素子の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化を検出して、加速度センサデバイス600に加えられた加速度の大きさ、方向などを検出する。センサ607からの信号は電極611から制御IC606に伝達され、制御IC606からの信号は配線615及び貫通電極605を介して基板601に伝達される。センサ上部キャップ612は、錘部610と可撓部609の上方向への過大な変位を制限し、破損などを防止する。但し、センサ上部キャップ612は省略されてもよく、その場合はパッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たしてもよい。パッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たす場合、図11Aに示すように、パッケージキャップ613のセンサ607に対応する部分にストッパー613aが形成されてもよい。ストッパー613aは、凸形状であってもよいが、これに限定されない。また、パッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たす場合、パッケージキャップ613を低背化して、パッケージキャップ613のセンサ607に対応する部分をセンサの可動部に近づけてもよい。

[0040] 図6Aに示されるように、加速度センサデバイス600において、センサ607と制御IC606とはフリップチップ実装されており、バンプ614を介して接続されている。そのため、センサ607と制御IC606との接続に配線を使用する必要がなくなる。配線がセンサ607と制御IC606との接続に使用されない場合には、実装面積を小さくでき、加速度センサデバイス600のパッケージ全体をさらに小型化することが可能となる。

[0041] 図6Aに図示された加速度センサ600のパッケージキャップ613は、有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂が用いられる。パッケージキャップ613の内部は樹脂で封止されてはおらず、中空である。そのため、基板601として有機材料を含む基板が用いられる場合には、基板601の熱膨張係数の値とパッケージキャップ613の熱膨張係数の値とが近くなるため、基板601とパッケージキャップ613との接合の信頼性が高くなる。基板601の熱膨張係数の値とパッケージキャップ613の熱膨張係数の値とは、ほぼ同一であり、両者の熱膨張係数の差は、 $\pm 3 \text{ ppm}$ 以内である。基板601とパッケージキャップ613とを接着させる接着剤は、基板601やパッケージキャップ613の熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。また、制御IC606の仕様の変更などに合わせて接続関係を変更する場合、（即ち、制御IC606とセンサ607とを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更する場合、）基板601にプリント基板を用いることによりセラミックパッケージやアルミナパッケージに比べて製造コストを低減することができる。さらに、パッケージキャップ613及び基板601に有機材料、例えば絶縁性樹脂を用いることにより、耐機械衝撃及び振動性が増し、パッケージ自体の低背化が可能になる。また、加速度センサデバイス600の内側が中空状態であるため、センサ607と制御IC606との隙間に樹脂が入り込む虞がない。さらに、加速度センサデバイス600の内部が樹脂封止されずに中空であるため、センサ607に応力がかからず、センサ607のオフセット値がずれる虞がない。そのため、加速度センサデバイス600の性能の信頼性が維持される。

[0042] 図6Bは、キャビティ基板を使用した場合のフリップチップ実装の加速度センサデバイス600'を示す。センサが収納される空間を有するキャビティ基板を使用する場合、一般的には、通常基板を使用した場合よりもパッケージ全体を薄くすることが可能である。図6Aに示した通常基板を使用した場合の加速度センサデバイス600と同一又は類似の構成要素には同一の参

照番号を付与し、重複する説明は省略する。

[0043] 図6Bを参照すると、キャビティ基板を使用した場合のフリップチップ実装の加速度センサ600'は、図6Aに示された加速度センサデバイス600と同様に、有機材料を含む基板601'、制御IC606、錘部610と錘部610に接続された可撓部609と可撓部609に接続された支持部608と可撓部609に配置されて可撓部609の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子（図示せず）と電極611とを含むセンサ607、センサ上部キャップ612、有機材料を含むパッケージ613、バンブ614、及び配線616を含む。基板601'は、導電物質を含む部分602a及び絶縁物質を含む部分602bを有する第1基板602と、絶縁物質を含む第2基板603と、絶縁物質を含む第3基板604とを含む3つの層により形成される。但し、本発明はこれに限定されず、基板601'の層は3層以下であってもよく、3層以上であってもよい。第1基板602、第2基板603、及び第3基板604に用いられる導電物質又は絶縁物質は、図6Aに示した第1基板602、第2基板603、及び第3基板604に用いられる導電物質又は絶縁物質と同様である。また、センサ上部キャップ612は省略されてもよい。その場合は、パッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たしてもよい。パッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たす場合、図11Bに示すように、パッケージキャップ613のセンサ607に対応する部分にストッパー613aが形成されてもよい。ストッパー613aは、凸形状であってもよいが、これに限定されない。また、パッケージキャップ613がセンサ上部キャップ612と同一の役割を果たす場合、パッケージキャップ613を低背化して、パッケージキャップ613のセンサ607に対応する部分をセンサの可動部に近づけてもよい。キャビティ基板601を使用した加速度センサデバイス600'の動作は、図6Aに示した通常基板601'を使用した加速度センサデバイス600と同一であるため、ここでは省略する。

[0044] 図6Aに示された加速度センサデバイス600のパッケージキャップ61

3と同様に、図6Bに図示された加速度センサデバイス600'のパッケージキャップ613は、有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂が用いられる。パッケージキャップ613の内部は樹脂で封止されてはおらず、中空状態である。そのため、基板601'として有機材料を含む基板を用いる場合には、基板601'の熱膨張係数の値とパッケージキャップ613の熱膨張係数の値とが近くなるため、基板601'とパッケージキャップ613との接合の信頼性が高くなる。基板601'の熱膨張係数の値とパッケージキャップ613の熱膨張係数の値とは、ほぼ同一であり、両者の熱膨張係数の差は、±3ppm以内である。基板601'とパッケージキャップ613とを接着させる接着剤は、基板601'やパッケージキャップ613の熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。また、制御IC606に合わせて接続関係を変更する場合、(即ち、制御IC606とセンサ607とを接続するピンコネクタの配置や配線パターンなどの設計を変更する場合、)基板601'にプリント基板を用いることができるので、セラミックパッケージやアルミナパッケージに比べて製造コストが低減される。さらに、パッケージキャップ613と基板601'に有機材料を用いることにより、耐機械衝撃及び振動性が増し、パッケージ自体の低背化が可能になる。また、加速度センサデバイス600'の内部が中空状態であるため、センサ607と制御IC606との隙間に樹脂が入り込む虞がない。さらに、加速度センサデバイス600'の内部が樹脂封止されずに中空であるため、センサ607に応力がかからず、センサ607のオフセット値がずれる虞がない。そのため、加速度センサデバイス600'の性能の信頼性が維持される。

[0045] また、図6Aに図示された加速度センサデバイス600と同様に、加速度センサデバイス600'のセンサ607と制御IC606とはフリップチップ実装されており、バンプ614を介して接続されている。配線をセンサ607と制御IC606との接続に使用する必要がないため、実装面積を小さくでき、加速度センサデバイス600'のパッケージ全体を小型化すること

が可能となる。キャビティ基板601'には、使用する基板を予め削り、センサ607を収納する凹形状の空間（キャビティ）が形成されているため、加速度センサデバイス600'のパッケージ613は、図6Aに示された通常基板600を使用する加速度センサデバイス600のパッケージよりもさらに低背化することが可能である。基板に形成された凹部（キャビティ）の深さは500 $\mu$ m以内であることが好ましく、特に100 $\mu$ m~500 $\mu$ mであることが好ましい。キャビティの深さが500 $\mu$ mよりも大きくなると、ワイヤボンディング時に、キャピラリが基板或いはセンサと干渉してしまい、作業性が低下する。また、キャビティの深さが100 $\mu$ m以上であれば、低背化効果を見込むことができ、ワイヤボンディング時の作業性も維持することが可能である。

[0046] パッケージの寸法の一例を、図7を参照して説明する。図7は、キャビティ基板を使用した場合のフリップチップ実装の加速度センサデバイスの断面図の一部である。図6Bに図示されたフリップチップ実装の加速度センサデバイス600'と類似の構成要素には、図6Bと同一の参照番号を付与する。

[0047] 図7を参照すると、例えば、A1. 15mm、B0. 1mm、C1. 6mm、D0. 17mm、E0. 7mm、F0. 5mm、G0. 1mm、に設計する。但し、これらは一例であって、本発明はこの寸法に限定されない。それぞれの寸法は、パッケージのサイズによって変更されてもよい。

[0048] （実施形態3）

次に、本実施形態3に係る加速度センサデバイスを図12乃至図14を参照して説明する。本実施形態では、加速度センサと共に制御ICをパッケージ化する場合を説明するが、本発明はこれに限定されず、センサのみがパッケージ化されてもよい。本実施形態3に係る加速度センサデバイスは、実施形態1に係るキャビティ基板を使用した加速度センサデバイス100'の第1基板を除いては、実施形態1に係る加速度センサデバイス100'と同様の構成を有している。そのため、図1Bに示した加速度センサデバイス100

〇'と同様の構成要素又は類似の構成要素には同一の参照番号を付与し、重複する説明は省略する。

[0049] 図12は、本発明の実施形態3に係る加速度センサデバイスの全体構成を示す断面図である。図12は、キャビティ基板を使用し、多層基板である基板201の最下層に金属基板である第1基板102'が配置されている場合の加速度センサデバイス200の断面図である。図12に示される本実施形態3に係る加速度センサデバイス200は、加速度センサデバイス200に使用されている多層基板201を除いては、実施形態1に係る加速度センサデバイス100'と同様の構成を有している。そのため、図1Bに示した加速度センサデバイス100'と同様の構成要素又は類似の構成要素には同一の参照番号を付与し、重複する説明は省略する。

[0050] 図12を参照すると、加速度センサデバイス200は、多層基板201、制御IC106、センサ107、電極111、センサ上部キャップ112、センサ下部キャップ210、絶縁層206、パッケージキャップ113、電極205、配線115、及び配線116を含む。多層基板201は、凹形状の収納空間（キャビティ）202が形成されたキャビティ基板であり、加速度センサデバイス200のパッケージ内部は中空である。

[0051] 多層基板201は、金属基板である第1基板102'と、第1基板102上に配置されて絶縁物質を含む第2基板103と、第2基板103上に配置されて導電物質を含む第3基板204と、第1基板102'の一部を覆う絶縁層203と、第3基板204の一部を覆う絶縁層206とを含む5層により形成される。第3基板204に含まれる導電物質とは、金属などであり、例えば、銅、銀、金、ニッケル、パラジウムなどを用いることができる。第2基板103に含まれる絶縁物質には、絶縁性樹脂を用いる。例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド、フェノール樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマー、ポリアミドイミド、ポリベンゾオキサゾール、シアネート樹脂、アラミド、ポリオレフィン、ポリエステル、BTレジン、FR-4、FR-5、ポリアセタール、ポリブチレンテレ

フタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルポリサルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミドなどを用いることができる。上記樹脂は単体で用いられてもよく、2種類以上の樹脂を組み合わせ用いられてもよい。また、上記樹脂に、ガラス、タルク、マイカ、シリカ、アルミナ等、無機フィラーを併用して用いてもよい。本実施形態では、多層基板201が第1基板102'及び第3基板204からなるメタル2層を含む例を説明する。但し、本発明はこれに限定されず、基板201の層は、メタル2層を含む5層以下であってもよく、メタル2層を含む5層以上であってもよい。多層基板201には、上述したように制御IC106及びセンサ107を収納する凹部（キャビティ）202がエッチングやレーザ加工などによって形成される。図12においては、第2基板103は完全にキャビティ加工されており、第3基板204はパターニングされている。さらに、図12に示す本発明の実施形態3の加速度デバイス200において、第1基板102'が底部となるように凹部（キャビティ）202が形成されている。第1基板102'はパターニングされており、多層配線基板201に形成された凹部（キャビティ）202に対応する第1基板102'aは絶縁層203に覆われている。第1基板102'は、熱伝導率が優れた金属を含み、例えば銅を含んでもよいが、これに限定されない。第1基板102'の厚さは、加速度センサデバイス200のパッケージの強度を考慮すると、15 $\mu$ m~80 $\mu$ mであることが好ましい。多層配線基板201に形成された凹部（キャビティ）202に対応する第1基板102'a上には制御IC106が接着剤によって実装配置される。第3基板204と多層配線基板201に形成された凹部202に対応していない第1基板102'bとは、電極パッド又は外部接続用パッドとして機能してもよい。

[0052] 絶縁層203は、有機材料などの絶縁性樹脂を含み、例えば、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド、フェノール樹

脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマー、ポリアミドイミド、ポリベンゾオキサゾール、シアネート樹脂、アラミド、ポリオレフィン、ポリエステル、BTレジン、FR-4、FR-5、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルポリサルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミドなどを用いることができる。上記樹脂は単体で用いられてもよく、2種類以上の樹脂を組み合わせ用いられてもよい。また、上記樹脂に、ガラス、タルク、マイカ、シリカ、アルミナ等、無機フィラーを併用して用いてもよい。

[0053] センサ107は、錘部110と、錘部110に接続された可撓部109と、可撓部109に接続された支持部108と、可撓部109に配置されて可撓部109の変位をXYZの3軸方向で検出する複数のピエゾ抵抗素子（図示せず）と、電極111とを含む。第1実施形態において説明した加速度センサと同様に、加速度がセンサ107に加わると、錘部110が変位し、この変位に伴って可撓部109が撓む。可撓部109が撓むと、可撓部109に配置されたピエゾ抵抗素子に力が加わり、ピエゾ抵抗素子の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化を検出して、加速度センサデバイス200に加えられた加速度の大きさ、方向などを検出する。センサ107からの信号は、電極111から配線115を通して制御IC106に伝達され、制御IC106からの信号は、電極205、配線116、第3基板204、貫通電極105、及び第1基板102' bを介して外部に伝達される。各配線と各電極とは絶縁樹脂でポッティングされてもよい。センサ上部キャップ112は、錘部110と可撓部109の上方向への過大な変位を制限し、破損などを防止する。センサ下部キャップ210は、センサ107内の気密状態を保持し、錘部110の下方向への過大な動きを制限する。但し、センサ上部キャップ112及びセンサ下部キャップ210は省略されてもよく、その場合は、図10Bに示すように、パッケージキャップ113のセンサに対応する部分に

凸形状のストッパーを設けて、パッケージキャップ113がセンサ上部キャップ112と同一の役割を果たしてもよい。また、制御IC106がセンサ下部キャップ210と同じ役割を果たしてもよい。

[0054] 絶縁層206は、カバーレイヤーとして第3基板204とパッケージキャップ113との間に配置される。絶縁層206は、有機材料などの絶縁性樹脂を含み、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド、フェノール樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマー、ポリアミドイミド、ポリベンゾオキサゾール、シアネート樹脂、アラミド、ポリオレフィン、ポリエステル、BTレジン、FR-4、FR-5、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルポリサルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミドなどを用いることができる。上記樹脂は単体で用いられてもよく、2種類以上の樹脂を組み合わせ用いられてもよい。また、上記樹脂に、ガラス、タルク、マイカ、シリカ、アルミナ等、無機フィラーを併用して用いてもよい。

[0055] 図13(a)は、図12に示した加速度センサデバイス200のパッケージの一部を下面から透過して見た平面図であり、図13(b)は、図13(a)のc-c'線から見た断面図である。尚、図13(a)及び(b)において、絶縁層203、第1基板102'、第2基板103、第3基板204、凹部(キャビティ)202、制御IC106、貫通電極105、及び絶縁層206以外の加速度センサデバイス200の構成は省略する。絶縁層203の表面にはダミーパッド209が配置されるが、ダミーパッド209は省略されてもよい。図13(a)及び(b)から明らかなように、制御IC106は、第1基板102'上に直接配置される。

[0056] 図12に示されるように、多層基板201に形成された凹部(キャビティ)202内に制御IC106及びセンサ107の一部または全体が収納されるため、加速度センサデバイス200のパッケージ全体も高さを低くするこ

とが可能である。さらに、金属基板である第1基板102'が多層基板201に使用されているため、多層基板201に形成されるキャビティが深い場合であっても、加速度センサデバイス200のパッケージ全体の強度が向上し、反りが低減される。また、第1基板102'上に制御IC106が接着剤によって実装配置されているため、例えば、第1基板102'が銅を含む場合、銅の熱膨張係数は(17.5 ppm/°C)であり、樹脂の熱膨張係数(約20 ppm/°C)よりも制御IC106に使用されるシリコンの熱膨張係数(3.3 ppm/°C)に近い場合、高温時及び低温時における応力が低減される。さらに、第1基板102'は、実施形態1で説明した第1基板102の102b部分に使用される絶縁物質よりも熱伝導率が高い金属を含む金属基板であるため、制御IC106及びセンサ107からの発熱を放熱する効果を有する。

[0057] 図14は、多層基板201'に開口202'を設け、熱伝導性に優れた物質を含む金属基板217を多層基板201'の開口202'を塞ぐように配置し、多層基板201'と金属基板217とによって、凹形状の収納空間(凹部)を形成した場合の加速度センサデバイス200'の断面図である。図14を参照すると、加速度センサデバイス200'は、開口202'を有する多層基板201'、多層基板201'の開口202'を塞ぐ金属基板217、金属基板217を覆う絶縁層203、制御IC106、センサ107、電極111、センサ上部キャップ112、絶縁層206、パッケージキャップ113、電極205、配線115、及び配線116を含む。図14に記載された加速度センサデバイス200'のパッケージ内部は中空である。

[0058] 多層基板201'は、導電物質を含む第1基板208、絶縁物質を含む第2基板103、導電物質を含む第3基板204及び第3基板の一部を覆う絶縁層206を含む。第1基板208及び第3基板204に含まれる導電物質とは、金属などであり、例えば、銅、銀、金、ニッケル、パラジウムなどを用いることができる。第2基板103に含まれる絶縁物質には、絶縁性樹脂を用いる。例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹

脂、ポリアミド、フェノール樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマー、ポリアミドイミド、ポリベンゾオキサゾール、シアネート樹脂、アラミド、ポリオレフィン、ポリエステル、BTレジン、FR-4、FR-5、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルポリサルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミドなどを用いることができる。上記樹脂は単体で用いられてもよく、2種類以上の樹脂を組み合わせ用いられてもよい。また、上記樹脂に、ガラス、タルク、マイカ、シリカ、アルミナ等、無機フィラーを併用して用いてもよい。本実施形態では、多層基板201が第1基板208及び第3基板204からなるメタル2層、第2基板103及び絶縁層206を含む4層からなる例を説明する。但し、本発明はこれに限定されず、基板201の層は、メタル2層を含む4層以下であってもよく、メタル2層を含む4層以上であってもよい。上述のように、多層基板201'は開口202'を有しており、この開口202'を塞ぐように金属基板217が配置される。

[0059] 金属基板217は、多層基板201'に設けられた開口202'を塞ぐように配置され、多層基板201'の開口202'に面する面と対向する面側は絶縁層203によって覆われる。図14に示すように、多層基板201'と金属基板217とによって、凹形状の収納空間（凹部）が形成され、金属基板217によって塞がれた多層基板201'の開口202'内の金属基板217上に制御IC106が配置される。金属基板217は、熱伝導率が優れた金属を含み、例えば銅を含んでもよいが、これに限定されない。金属基板217の厚さは、パッケージの強度を考慮すると、15 $\mu$ m~80 $\mu$ mであることが好ましい。金属基板217部上に制御IC106が接着剤によって実装配置される。多層基板201'及び金属基板217以外の加速度センサデバイス200'の構成は、図12に記載の加速度センサデバイス200の構成と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0060] 図14に示されるように、多層基板201'の開口202'と金属基板217とによって形成された凹形状の収納空間（凹部）に、金属基板217上に配置された制御IC106及びセンサ107の一部または全体が収納されるため、加速度センサデバイス200'のパッケージ全体も高さを低くすることが可能である。さらに、多層基板201'に形成された開口202'を塞ぐように金属基板217が配置されているため、加速度センサデバイス200'のパッケージ全体の強度が向上し、反りが低減される。また、金属基板217上に制御IC106が接着剤によって実装配置されているため、金属基板217が銅を含む場合、銅の熱膨張係数は（ $17.5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ ）であり、樹脂の熱膨張係数（約 $20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ ）よりも制御IC106に使用されるシリコンの熱膨張係数（ $3.3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ ）に近い場合、高温時及び低温時における応力が低減される。さらに、金属基板217は、実施形態1で説明した第1基板102の102b部分に使用される絶縁物質よりも熱伝導率が高い金属を含む金属基板であるため、制御IC106及びセンサ107からの発熱を放熱する効果を有する。

[0061] （実施形態4）

上述の実施形態1乃至実施形態3では、基板上に制御IC及びセンサを積層した構造を説明したが、本発明の加速度センサデバイスの全体構成は実施形態1乃至実施形態2で述べた構成に限定されない。図8A及び図8Bは、本発明の実施形態4に係る加速度センサデバイスの全体構成の他の例を示す断面図である。図8Aは、図1Aに記載の通常基板を使用して、制御IC106とセンサ107とを基板101上に並べて配置した場合の加速度センサデバイス800の断面図である。図8Bは、図1Bに記載のキャビティ基板を使用して、制御IC106とセンサ107とを基板101'上に並べて配置した場合の加速度センサデバイス800'の断面図である。図8A及び図8Bに示すように、基板上101または101'上に制御IC106とセンサ107とを並べて配置し、必要な配線などを行い、パッケージキャップ113によって覆い、パッケージ化してもよい。この場合、図示するように制御

IC106とセンサ107とは同じパッケージキャップ113により覆われてもよく、図示していないが、別々のパッケージキャップにより覆われてもよい。パッケージキャップ113は、実施形態1及び実施形態2と同様に基板101又は101'の熱膨張係数の値と近い又はほぼ同一の熱膨張係数の値を有する有機材料を含み、センサデバイスの内側は中空状態である。

[0062] 図9A及び図9Bは、実施形態1乃至実施形態3のいずれかの加速度センサデバイスを用いた半導体装置を示し、例えば、センサモジュール900及び900'の一例を示す。センサモジュール900及び900'は、例えば、携帯電話、PDAなどに用いられる。なお、本明細書において半導体装置とは、半導体技術を利用して機能しうる装置全般を指し、電子部品および電子機器も半導体装置の範囲に含まれるものとする。

[0063] 図9Aは、加速度センサデバイスを用いたセンサモジュール900を示す。センサモジュール900は、実装基板901及びセンサチップ902を含む。センサチップ902は、図1A又は図1B、或いは図6A又は図6B、若しくは図8A又は図8Bに示した、有機材料を含み、配線を有する基板上に実装され、且つ有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂で構成されたパッケージで覆われたセンサ及び制御ICを含むセンサデバイスを含む。

[0064] 実装基板901は、有機材料からなる基板であり、例えば絶縁性樹脂で構成される。実装基板901の上面には、センサチップ902の配線と電氣的に接続するための配線（図示せず）が形成されている。図9Aに示すように、実装基板901上にセンサチップ902を実装する際、従来のセラミックパッケージを用いるセンサチップとは異なり、実装基板901の熱膨張係数の値とセンサチップ902のパッケージの熱膨張係数の値とが近くなるため、実装基板901とセンサチップ902のパッケージとの接続の信頼性が高くなり、大型パッケージ、薄型パッケージ、狭ギャップ実装に有利となる。実装基板901の熱膨張係数の値とセンサチップ902のパッケージの熱膨張係数の値とは、ほぼ同一であり、両者の熱膨張係数の差は、 $\pm 3 \text{ ppm}$ 以内である。実装基板901とセンサチップ902のパッケージとを接着させ

る接着剤は、実装基板 901 やセンサチップ 902 のパッケージの熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。しかし、本発明はこれに限定されず、実装基板 901 とセンサチップ 902 のパッケージとは、 bumps を介して接続されてもよい。

[0065] 図 9B は、センサチップ及び制御 IC を含む信号処理チップを用いたセンサモジュール 900' を示す。図 9A と類似の構成要素には、同一の参照番号を付与し、重複する説明は省略する。センサモジュール 900' は、実装基板 901 とセンサチップ 902' と制御 IC を含む信号処理チップ 903 とを含む。実装基板 901 は、図 9A に示された実装基板と同様である。図 9B に示された実装基板 901 の上面には、センサチップ 902' の配線及び信号処理チップ 903 の配線と電氣的に接続するための配線（図示せず）が形成されている。センサチップ 902 は、有機材料を含み、配線を有する基板上に実装され、且つ有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂で構成されたパッケージで覆われたセンサデバイスを含む。信号処理チップ 903 は、センサチップ 902' のセンサから伝達される信号などの処理を行なう制御 IC を含み、センサチップ 902' のセンサと同様に、有機材料を含み、配線を有する基板上に実装され、且つ有機材料を含み、例えば、絶縁性樹脂で構成されたパッケージで覆われている。

[0066] 実装基板 901 上にセンサデバイス 902' 及び信号処理チップ 903 を実装する際、従来のセラミックパッケージを用いるセンサチップとは異なり、実装基板 901 の熱膨張係数の値とセンサチップ 902' のパッケージの熱膨張係数の値と信号処理チップ 903 の熱膨張係数の値とが近くなるため、実装基板 901 とセンサチップ 902' のパッケージ及び信号処理チップ 903 との接続の信頼性が高くなり、大型パッケージ、薄型パッケージ、狭ギャップ実装に有利となる。実装基板 901 の熱膨張係数の値とセンサチップ 902' のパッケージの熱膨張係数の値と信号処理チップ 903 の熱膨張係数の値とは、ほぼ同一であり、各々の熱膨張係数の差は、 $\pm 3 \text{ ppm}$  以内である。実装基板 901 とセンサチップ 902' のパッケージ及び信号処理

チップ903とを接着させる接着剤は、実装基板901、センサチップ902'のパッケージ及び信号処理チップ903のそれぞれの熱膨張係数の値と近い熱膨張係数の値を有する樹脂であることが好ましい。しかし、本発明はこれに限定されず、実装基板901とセンサチップ902'のパッケージ及び信号処理チップ903とは、 bumps を介して接続されてもよい。

[0067] 以上のセンサモジュール900、900'のように、有機材料を含む実装基板に、有機材料を含む基板に実装されて、有機材料を含むパッケージに覆われるチップを実装する場合、両者の接合の信頼性が高くなるため、装置の信頼性を向上させることが可能となる。

### 符号の説明

[0068]	101、601	基板
	105、605	貫通電極
	106、606	制御IC
	107、607	センサ
	112、612	センサ上部キャップ
	113、613	パッケージキャップ
	614	bumps

## 請求の範囲

- [請求項1] 有機材料を含み、配線を有する基板と、  
前記基板上に配置されて、前記配線と電氣的に接続されたセンサと、  
、  
前記基板上に配置されて、且つ前記センサを覆う有機材料を含むパッケージキャップと、  
を具備し、  
前記パッケージキャップの内側は中空であることを特徴とするセンサデバイス。
- [請求項2] 前記基板は、凹部を含み、  
前記センサの一部または全体は、前記凹部内に収納されていることを特徴とする請求項1に記載のセンサデバイス。
- [請求項3] 前記基板上に配置されたICをさらに具備し、  
前記センサは、前記IC上に配置されることを特徴とする請求項1に記載されたセンサデバイス。
- [請求項4] 前記基板上に配置されたICをさらに具備し、  
前記センサは、前記IC上に配置されることを特徴とする請求項2に記載されたセンサデバイス。
- [請求項5] 前記ICと前記センサとを電氣的に接続するバンプをさらに具備することを特徴とする請求項3に記載のセンサデバイス。
- [請求項6] 前記ICと前記センサとを電氣的に接続するバンプをさらに具備することを特徴とする請求項4に記載のセンサデバイス。
- [請求項7] 前記基板上に配置されたICをさらに具備し、  
前記センサと前記ICとは、前記基板上に並んで配置されることを特徴とする請求項1に記載のセンサデバイス。
- [請求項8] 前記ICは、前記センサと共に前記パッケージキャップに覆われることを特徴とする請求項7に記載のセンサデバイス。
- [請求項9] 前記ICを覆う、有機材料を含むパッケージキャップをさらに含む

ことを特徴とする請求項 7 に記載のセンサデバイス。

[請求項 10] 前記基板の熱膨張係数の値と前記パッケージキャップの熱膨張係数の値とは略等しいことを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。

[請求項 11] 前記センサは、外力に応じて変位する変位部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。

[請求項 12] 前記センサは、外力に応じて変位する錘部と前記錘部の変位に応じて撓む可撓部とを有する力学量センサであることを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。

[請求項 13] 有機材料を含み、配線を有する基板上にセンサを配置し、  
前記配線と前記センサとを電氣的に接続し、  
有機材料を含むパッケージキャップを前記基板上に配置して前記センサを覆って封止すること  
を含むセンサデバイスの製造方法。

[請求項 14] 前記基板は、凹部を含み、  
前記センサの一部または全体は、前記凹部内に収納されることを特徴とする請求項 1 3 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項 15] 前記センサと前記パッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 1 3 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項 16] 前記センサと前記パッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 1 4 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項 17] 前記基板上に I C をさらに配置し、  
前記センサは、前記 I C 上に配置されることを特徴とする請求項 1 3 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項 18] 前記基板上に I C をさらに配置し、  
前記センサは、前記 I C 上に配置されることを特徴とする請求項 1 4 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項 19] 前記センサは、前記 I C とバンプを介して電氣的に接続されること

を特徴とする請求項 17 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項20] 前記センサは、前記 IC と bumps を介して電氣的に接続されることを特徴とする請求項 18 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項21] 有機材料を含み、配線を有する基板上に複数のセンサを配置し、前記配線と前記複数のセンサとをそれぞれ電氣的に接続し、有機材料を含む複数のパッケージキャップを前記複数のセンサを覆うように前記基板上に一括で配置して封止し、前記複数のパッケージキャップで覆われた前記複数のセンサをそれぞれ個片化すること、を含むセンサデバイスの製造方法。

[請求項22] 前記基板は、複数の凹部を含み、前記複数のセンサの各々の一部または全体は、前記凹部内にそれぞれ収納されることを特徴とする請求項 21 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項23] 前記複数のセンサと前記複数のパッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 21 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項24] 前記複数のセンサと前記複数のパッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 22 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項25] 複数の IC を前記基板上に配置し、前記複数のセンサは、前記複数の IC 上にそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 21 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項26] 複数の IC を前記基板上に配置し、前記複数のセンサは、前記複数の IC 上にそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 22 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項27] 前記複数のセンサと前記複数の IC とは、bumps を介してそれぞれ電氣的に接続されることを特徴とする請求項 25 に記載のセンサデバ

イスの製造方法。

[請求項28] 前記複数のセンサと前記複数の I Cとは、 bumps を介してそれぞれ電氣的に接続されることを特徴とする請求項 26 に記載のセンサデバイスの製造方法。

[請求項29] 有機材料を含み、配線を有する基板と、  
前記基板の上に配置されて、前記配線に接続された請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載されたセンサデバイスと、  
を含む半導体装置。

[請求項30] 凹部又は開口を有する基板と、  
前記基板の凹部又は開口に配置された金属基板と、  
前記金属基板の上に配置された I C と、  
前記 I C 上に配置され、前記 I C と電氣的に接続されたセンサと、  
前記基板の上に配置されて、且つ前記センサを覆うパッケージキャップと、  
を具備し、  
前記パッケージキャップの内側は中空であることを特徴とするセンサデバイス。

[請求項31] 前記金属基板は、銅を含むことを特徴とする請求項 30 に記載のセンサデバイス。

[請求項32] 前記 I C は、前記金属基板と接着剤を介して配置されていることを特徴とする請求項 30 に記載のセンサデバイス。

## 補正された請求の範囲

[2011年4月15日(15.04.2011)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 有機材料を含み、配線を有する基板と、  
前記基板上に配置されて、前記配線に接続された I C と、  
前記 I C と電気的に接続されたセンサと、  
前記基板上に配置されて、且つ前記 I C 及び前記センサを覆う有機材料を含むパッケージキャップと、  
を具備し、  
前記パッケージキャップの内側は中空であることを特徴とするセンサデバイス。
- [請求項 2] (補正後) 前記基板は、凹部を含み、  
前記 I C 及び前記センサの一部または全体は、前記凹部内に収納されていることを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 3] (補正後) 前記基板は、前記凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、  
前記 I C は、前記金属基板上に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 4] (補正後) 前記基板は、開口を有し、  
前記開口を塞ぐ金属基板を更に具備し、  
前記 I C は、前記金属基板上に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 5] (削除)
- [請求項 6] (削除)
- [請求項 7] (削除)
- [請求項 8] (削除)
- [請求項 9] (削除)

- [請求項 10] 前記基板の熱膨張係数の値と前記パッケージキャップの熱膨張係数の値とは略等しいことを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 11] 前記センサは、外力に応じて変位する変位部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 12] 前記センサは、外力に応じて変位する錘部と前記錘部の変位に応じて撓む可撓部とを有する力学量センサであることを特徴とする請求項 1 に記載のセンサデバイス。
- [請求項 13] (補正後) 有機材料を含み、配線を有する基板を準備し、  
前記基板上に I C 及びセンサを配置し、  
前記配線と前記 I C と前記センサとを電氣的に接続し、  
有機材料を含むパッケージキャップを前記基板上に配置して前記 I C 及び前記センサを覆って封止すること  
を含むセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 14] (補正後) 前記基板は、凹部を含み、  
前記 I C 及び前記センサの一部または全体は、前記凹部内に収納されることを特徴とする請求項 13 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 15] 前記センサと前記パッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 13 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 16] (補正後) 前記基板は、前記凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、  
前記 I C は、前記金属基板上に配置されることを特徴とする請求項 14 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 17] (削除)
- [請求項 18] (削除)
- [請求項 19] (削除)

- [請求項 20] (削除)
- [請求項 21] (補正後) 有機材料を含み、配線を有する基板を準備し、  
前記基板上に複数の I C 及び複数のセンサを配置し、  
前記配線と前記複数の I C と前記複数のセンサとをそれぞれ電氣的に接続し、  
有機材料を含む複数のパッケージキャップを前記複数の I C 及び前記複数のセンサを覆うように前記基板上に一括で配置して封止し、  
前記複数のパッケージキャップで覆われた前記複数の I C 及び前記複数のセンサをそれぞれ個片化すること、  
を含むセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 22] (補正後) 前記基板は、複数の凹部を含み、  
前記複数の I C 及び前記複数のセンサの各々の一部または全体は、  
前記凹部内にそれぞれ収納されることを特徴とする請求項 2 1 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 23] 前記複数のセンサと前記複数のパッケージキャップとの間が中空であることを特徴とする請求項 2 1 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 24] (補正後) 前記基板は、前記凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、  
前記複数の I C は、前記金属基板上に配置されることを特徴とする請求項 2 2 に記載のセンサデバイスの製造方法。
- [請求項 25] (削除)
- [請求項 26] (削除)
- [請求項 27] (削除)

- [請求項 28] (削除)
- [請求項 29] (補正後) 有機材料を含み、配線を有する基板と、  
前記基板上に配置されて、前記配線に接続された請求項 1、2、10、11、又は12のいずれか一項に記載されたセンサデバイスと、  
を含む半導体装置。
- [請求項 30] (削除)
- [請求項 31] (削除)
- [請求項 32] (削除)

## 条約第 19 条（1）に基づく説明書

請求の範囲第 1 項は、センサデバイスが、有機材料を含み、配線を有する基板と、基板上に配置されて、配線に接続された IC と、IC と電氣的に接続されたセンサと、基板上に配置されて、且つ IC 及びセンサを覆う有機材料を含むパッケージキャップと、を具備し、パッケージキャップの内側は中空であることを明確にした。

引用例は、何れも IC 及びセンサがパッケージキャップに覆われた構成を開示してはいない。

本発明は、IC 及びセンサがパッケージキャップに覆われ、パッケージキャップの内側が中空であるため、センサの錘などの隙間に樹脂が入り込む虞がない。また、センサデバイスの内部が中空であるため、センサに応力がかからず、センサのオフセット値がずれる虞がないため、センサデバイスの性能の信頼性が維持されるという効果を得たものである。

請求の範囲第 2 項は、センサデバイスにおいて、基板は、凹部を含み、IC 及びセンサの一部または全体は、凹部内に収納されていることを明確にした。

請求の範囲第 3 項は、センサデバイスにおいて、基板は、凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、IC は、金属基板上に配置されることを明確にした。

請求の範囲第 4 項は、センサデバイスにおいて、基板は、開口を有し、開口を塞ぐ金属基板を更に具備し、IC は、金属基板上に配置されることを明確にした。

請求の範囲第 1 3 項は、センサデバイスの製造方法が、有機材料を含み、配線を有する基板を準備し、基板上に IC 及びセンサを配置し、配線と IC とセンサとを電氣的に接続し、有機材料を含むパッケージキャップを基板上に配置して IC 及びセンサを覆って封止することを明確にした。

引用例は、何れも IC 及びセンサがパッケージキャップに覆われた構成を開示してはいない。

本発明は、基板、IC 及びセンサが樹脂封止されないため、センサの中への樹脂の流入を防ぐ障壁を作成する必要がないため、製造工程が短縮されるという効果を得たものである。

請求の範囲第 1 4 項は、センサデバイスの製造方法において、基板は、凹部を含み、IC 及びセンサの一部または全体は、凹部内に収納されていることを明確にした。

請求の範囲第 1 6 項は、センサデバイスの製造方法において、基板は、凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、IC は、金属基板上に配置されることを明確にした。

請求の範囲第 2 1 項は、センサデバイスの製造方法が、有機材料を含み、配線を有する基板を準備し、基板上に複数の IC 及び複数のセンサを配置し、配線と複数の IC と複数のセンサとをそれぞれ電氣的に接続し、有機材料を含む複数のパッケージキャップを複数の IC 及び複数のセンサを覆うように基板上に一括で配置して封止し、複数のパッケージキャップで覆われた複数の IC 及び複数のセンサをそれぞれ個片化することを明確にした。

引用例は、何れも I C 及びセンサがパッケージキャップに覆われた構成を開示してはいない。

本発明は、基板、I C 及びセンサが樹脂封止されないため、センサの中への樹脂の流入を防ぐ障壁を作成する必要がないため、製造工程が短縮されるという効果を得たものである。さらに、有機材料を含むパッケージキャップの場合、面付けが可能であり、複数のデバイスを一括でパッケージすることができるため、製造工程が短縮されるという効果を得たものである。

請求の範囲第 2 項は、センサデバイスの製造方法において、基板は、複数の凹部を含み、複数の I C 及び複数のセンサの各々の一部または全体は、凹部内にそれぞれ収納されることを明確にした。

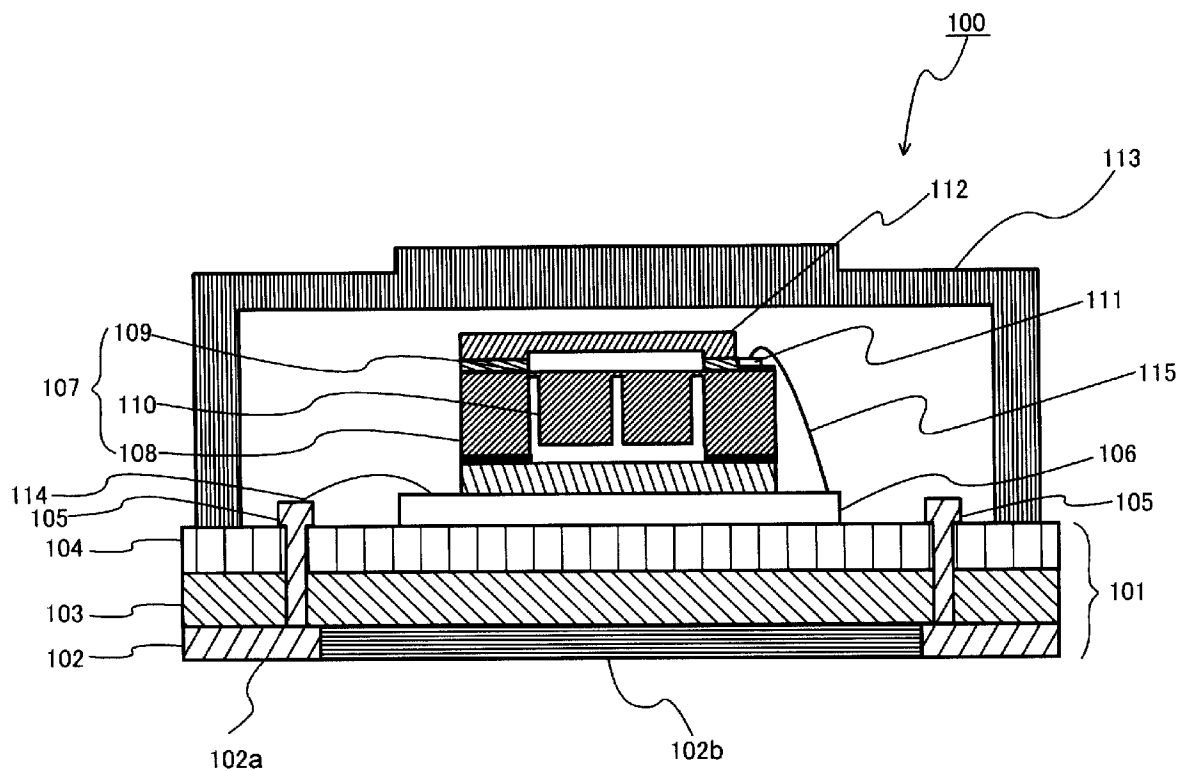
請求の範囲第 4 項は、センサデバイスの製造方法において、基板は、凹部の底部を構成する金属基板を含む多層基板であり、I C は、金属基板上に配置されることを明確にした。

請求の範囲第 9 項は、半導体装置が、有機材料を含み、配線を有する基板と、基板上に配置されて、配線に接続された請求項 1、2、10、11、又は 12 のいずれか一項に記載されたセンサデバイスと、を含むことを明確にした。

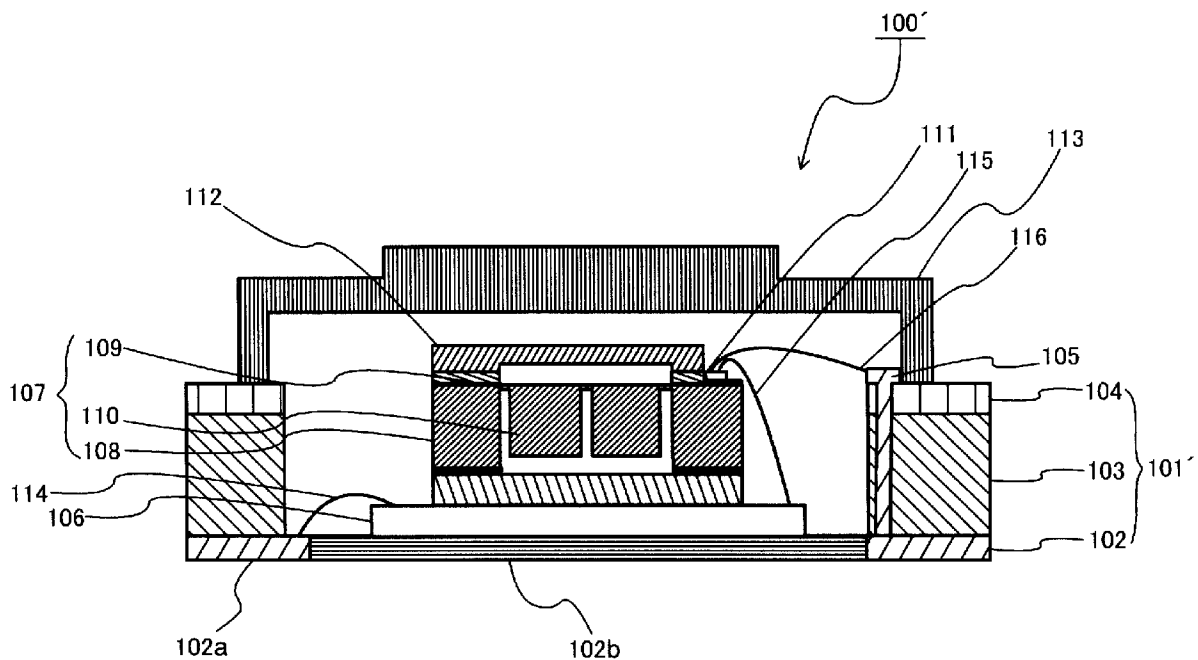
引用例は、何れも I C 及びセンサが有機材料を含むパッケージキャップに覆われた構成を有するセンサデバイスが有機材料を含む基板上に配置された構成を開示していない。

本発明は基板と、基板上に配置されて、I C 及びセンサを覆うパッケージキャップとがいずれも有機材料を含むため、両者の熱膨張係数が近くなり、基板と I C 及びセンサを覆うパッケージキャップとの接合の信頼性が高くなるという効果を得たものである。

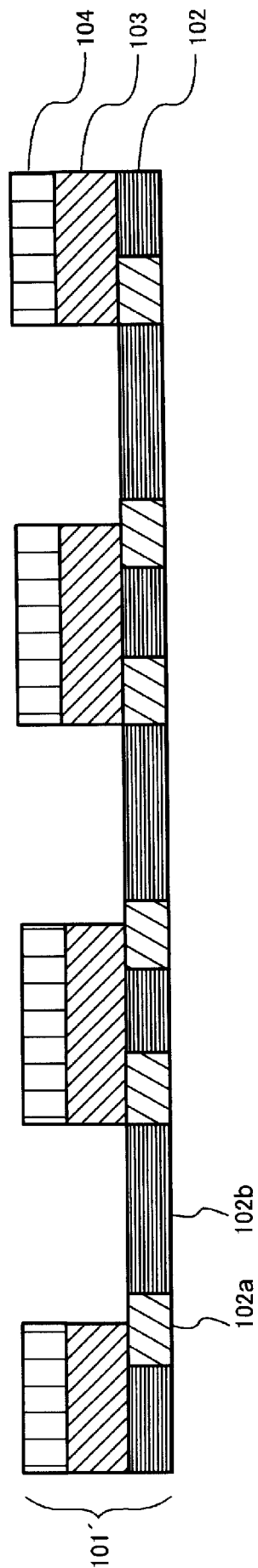
[図1A]



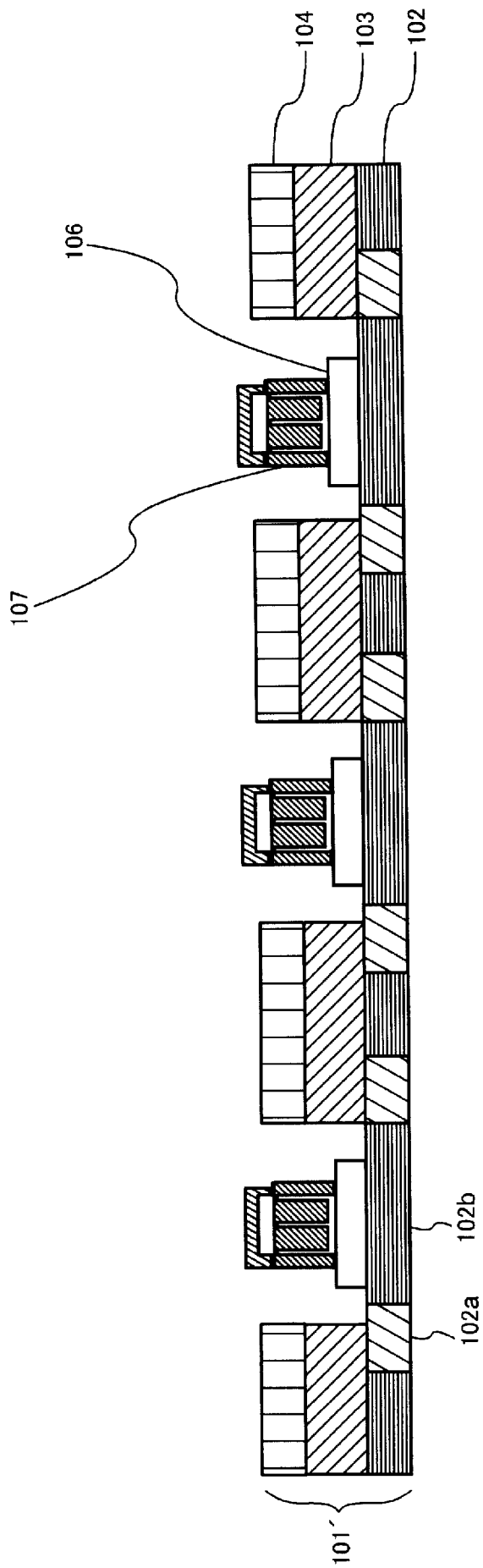
[図1B]



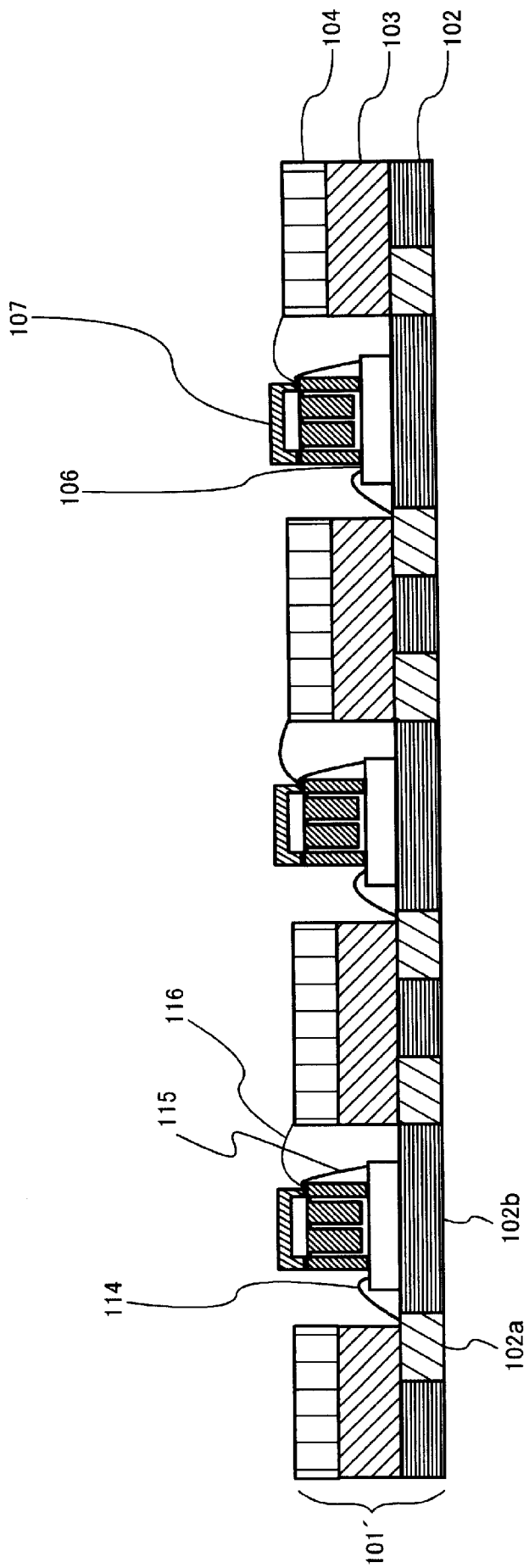
[図2]



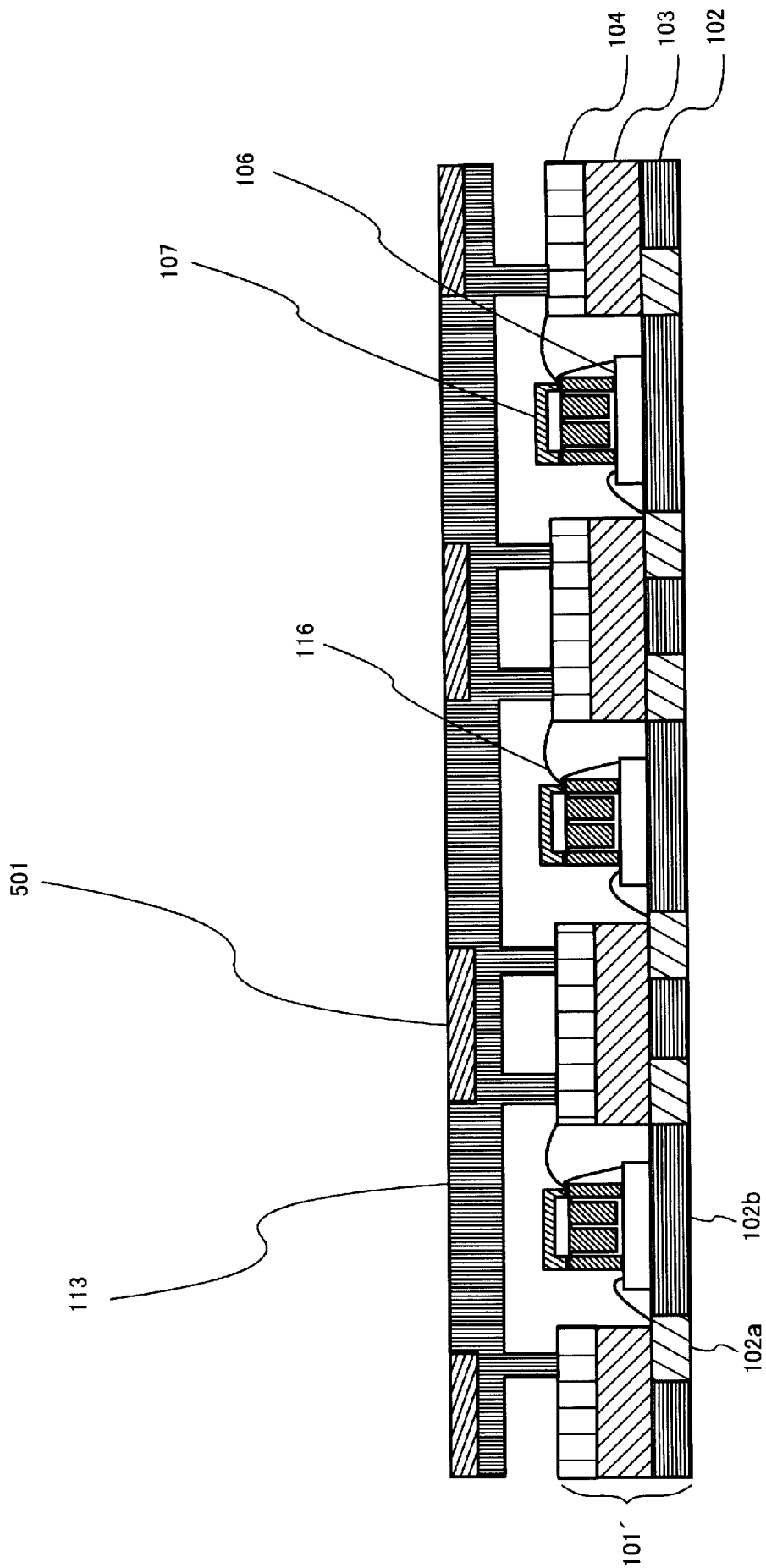
[3]



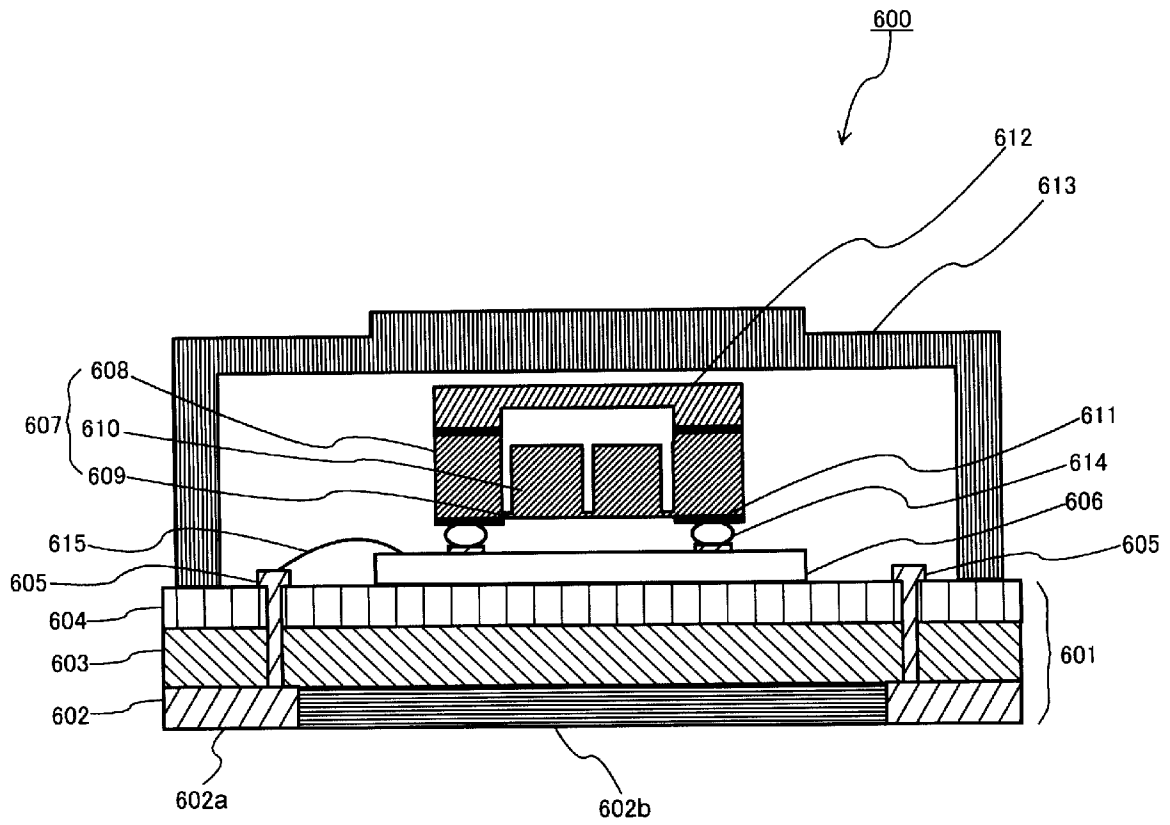
[図4]



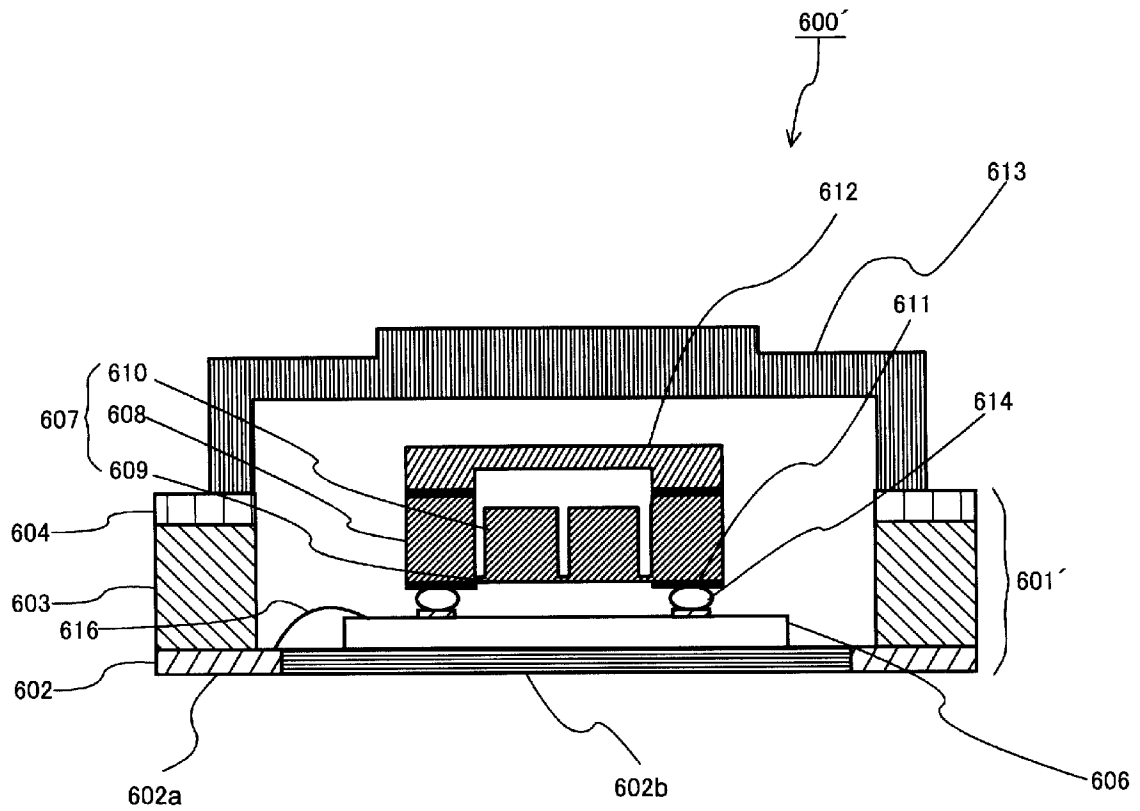
[図5]



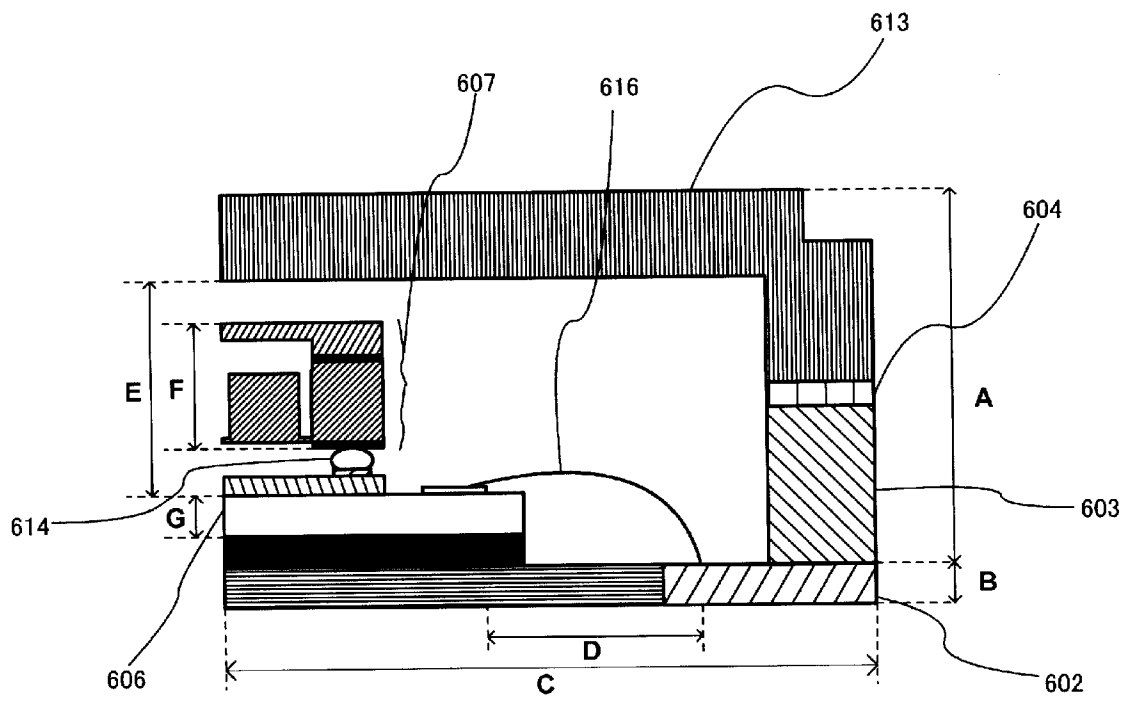
[図6A]



[図6B]

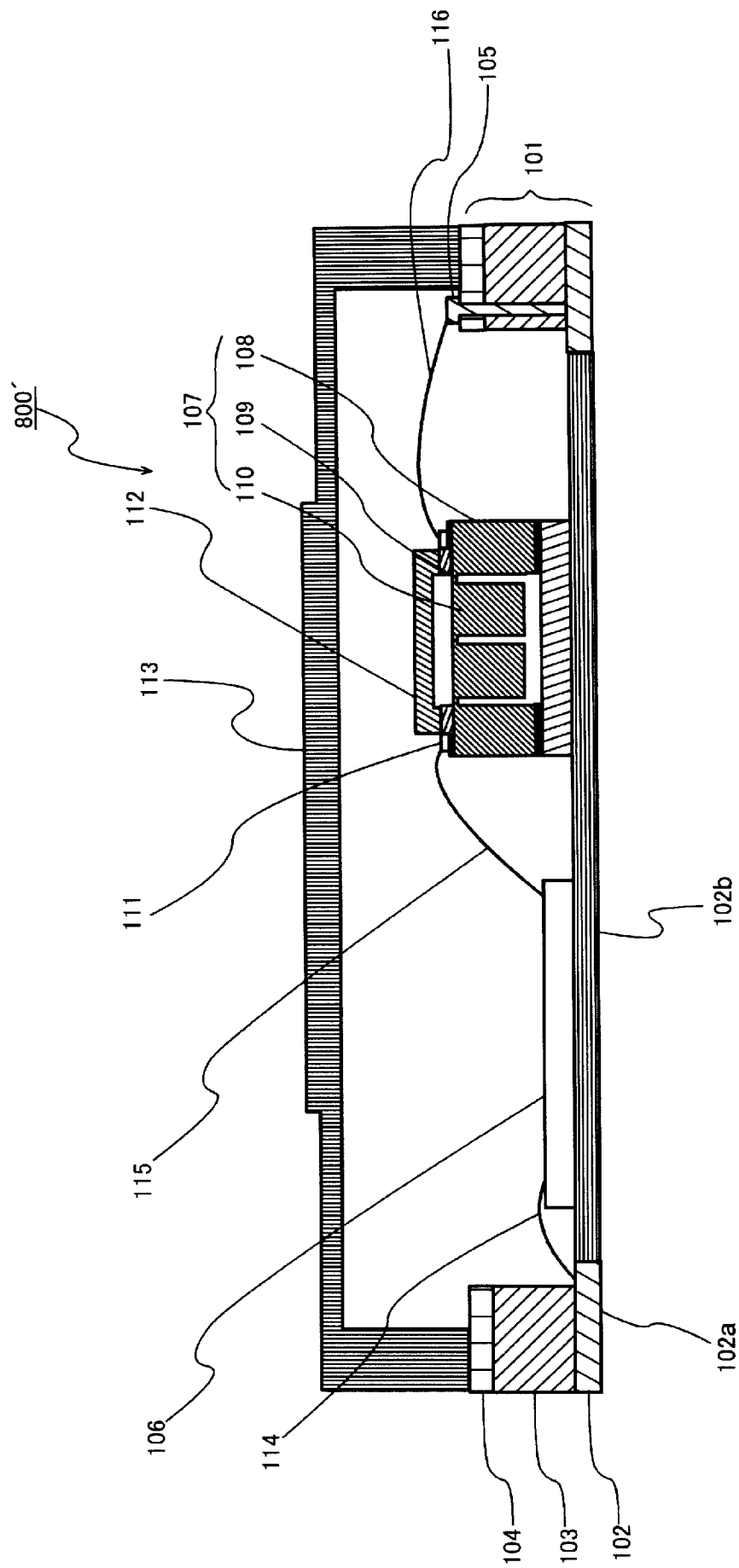


[図7]

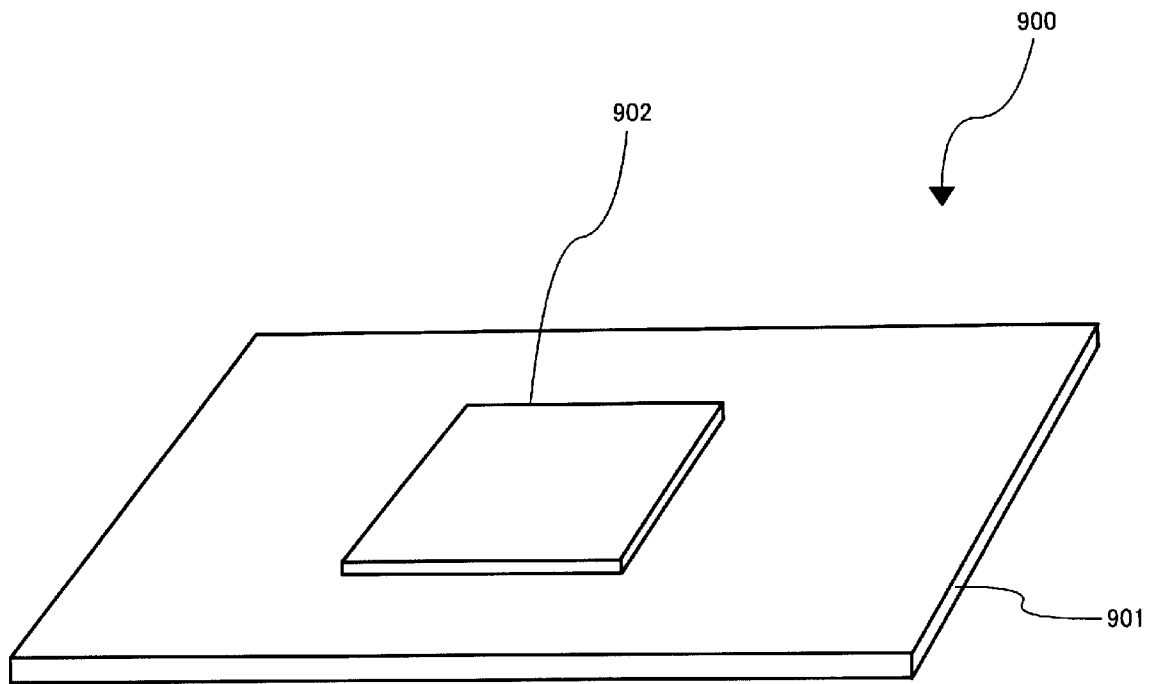




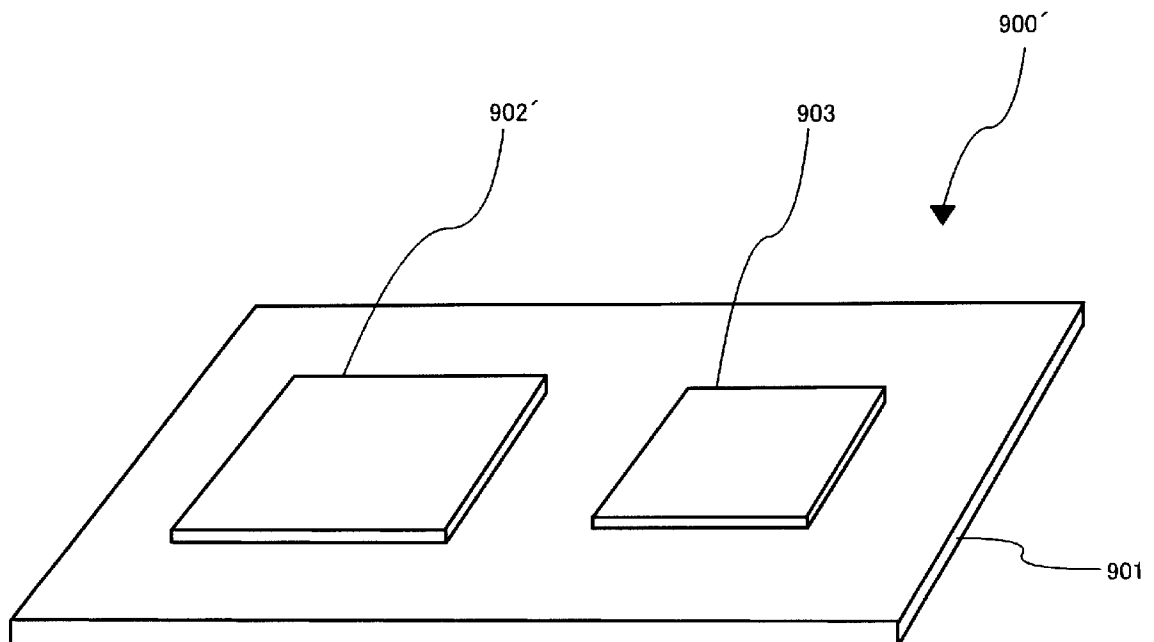
[ 8B]



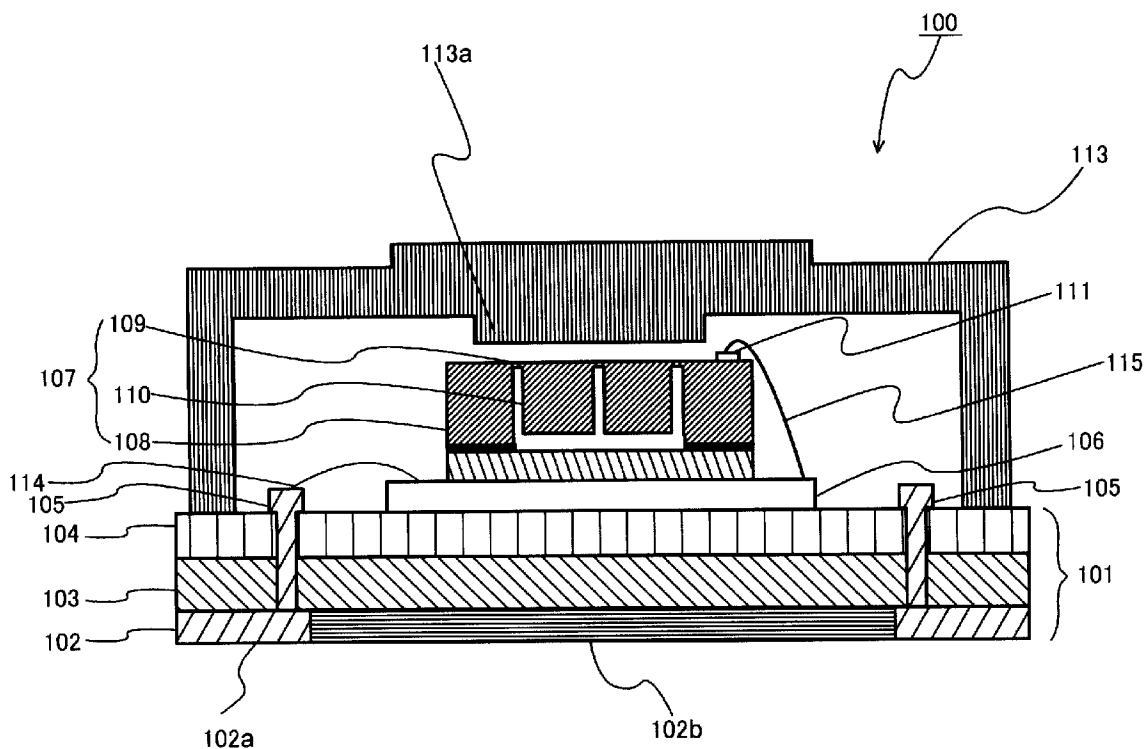
[図9A]



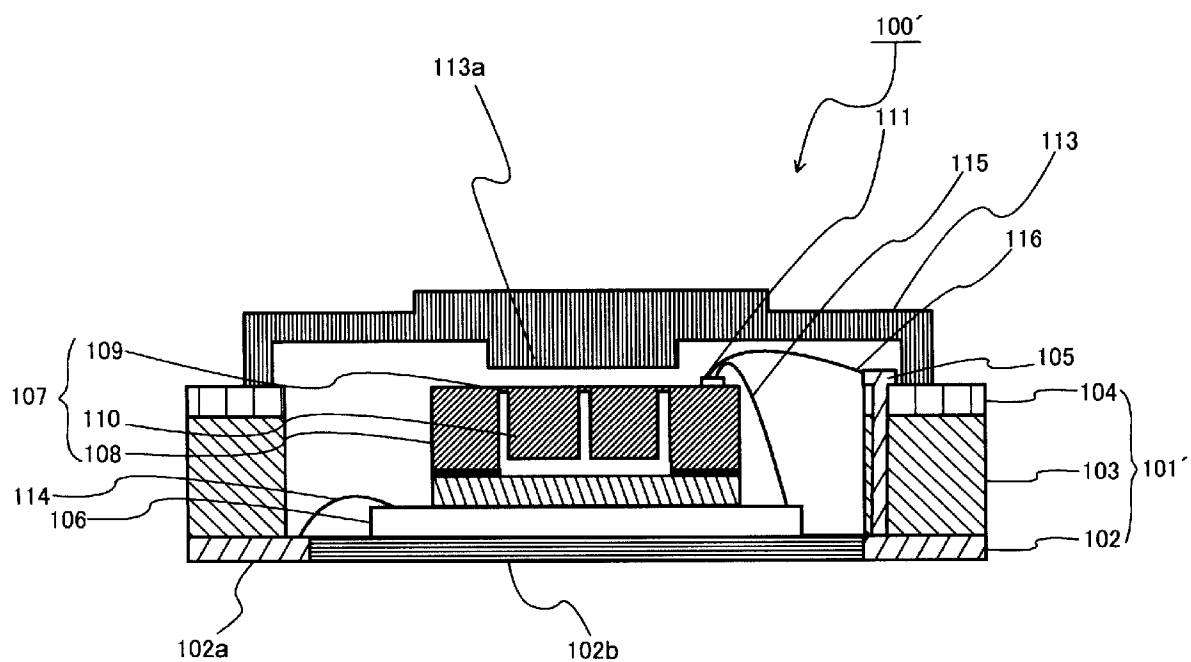
[図9B]



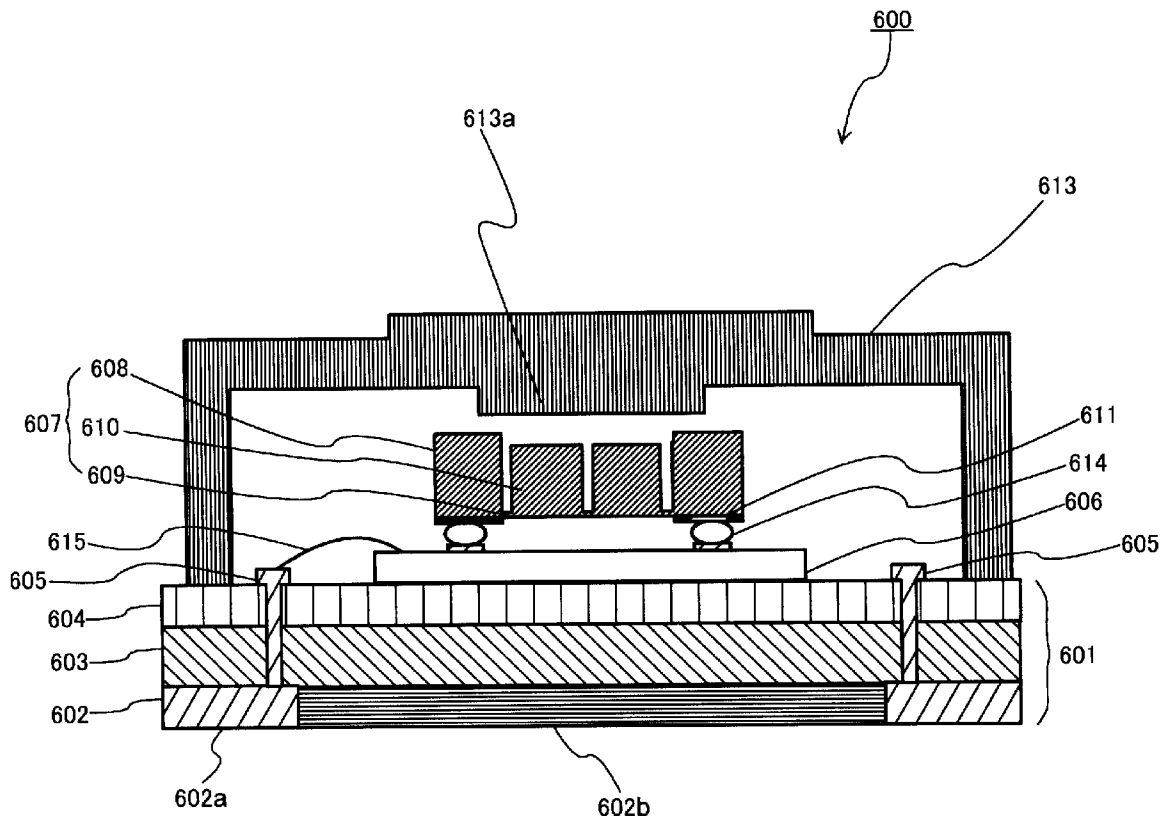
[図10A]



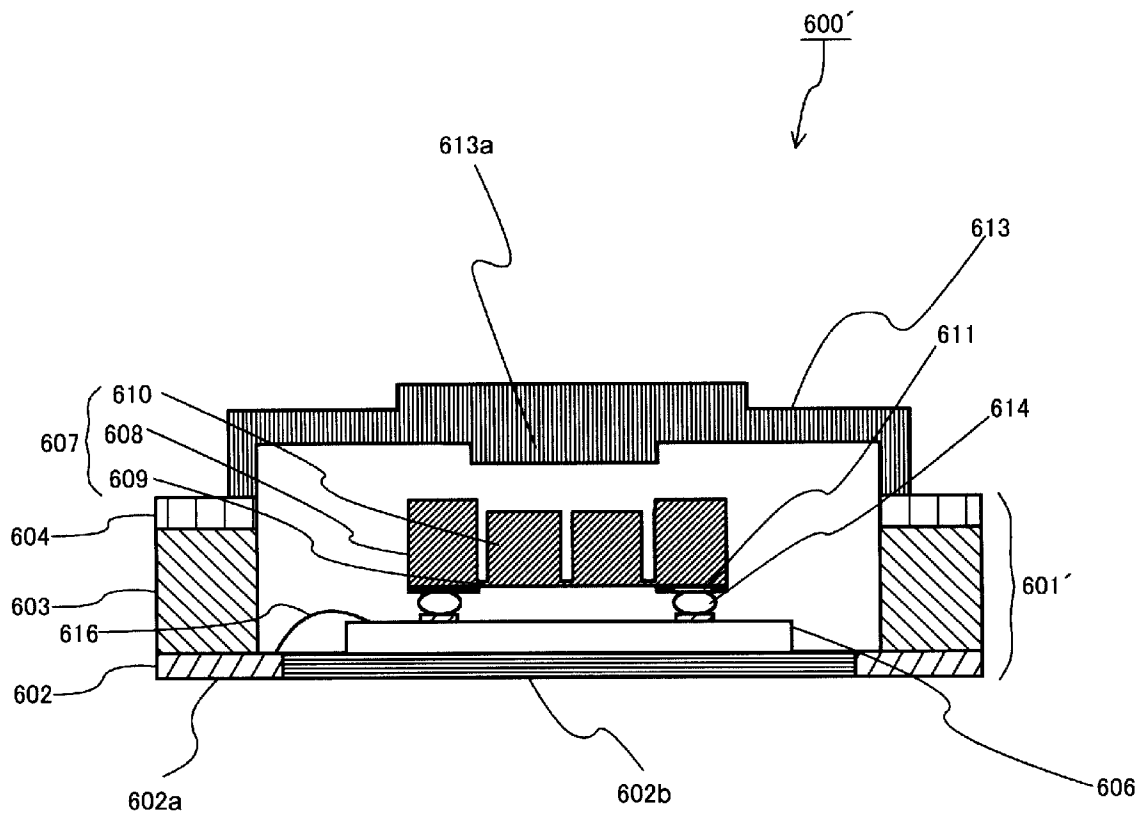
[図10B]



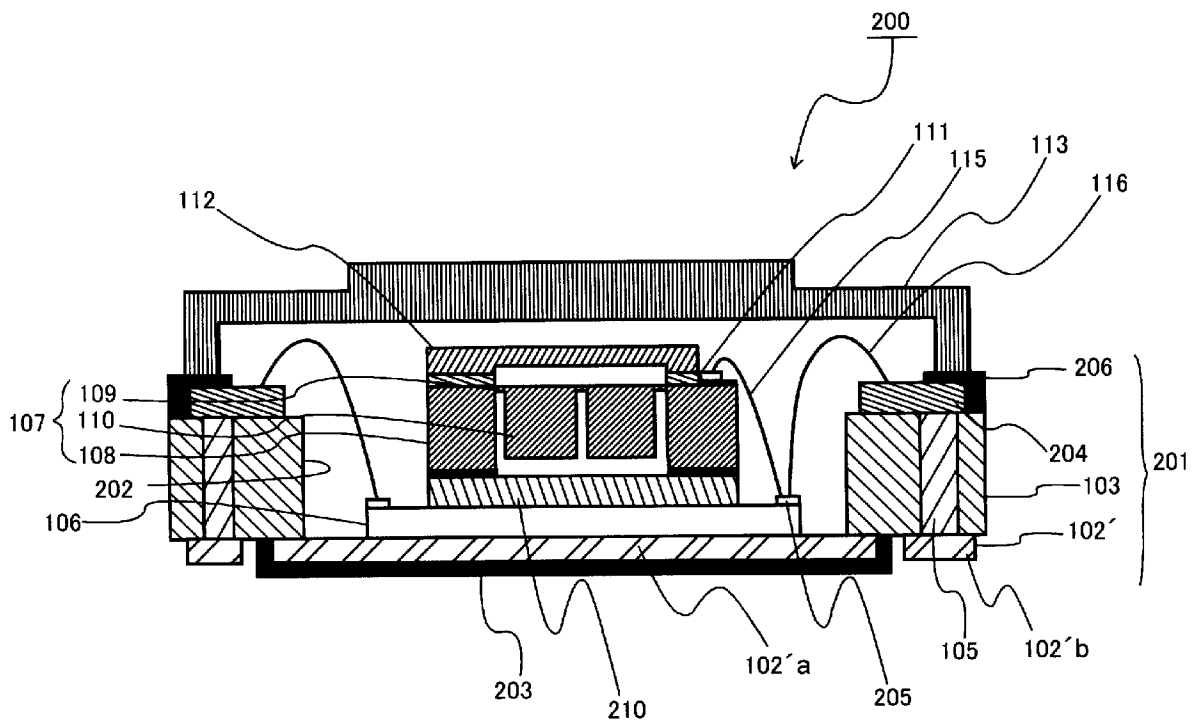
[図11A]



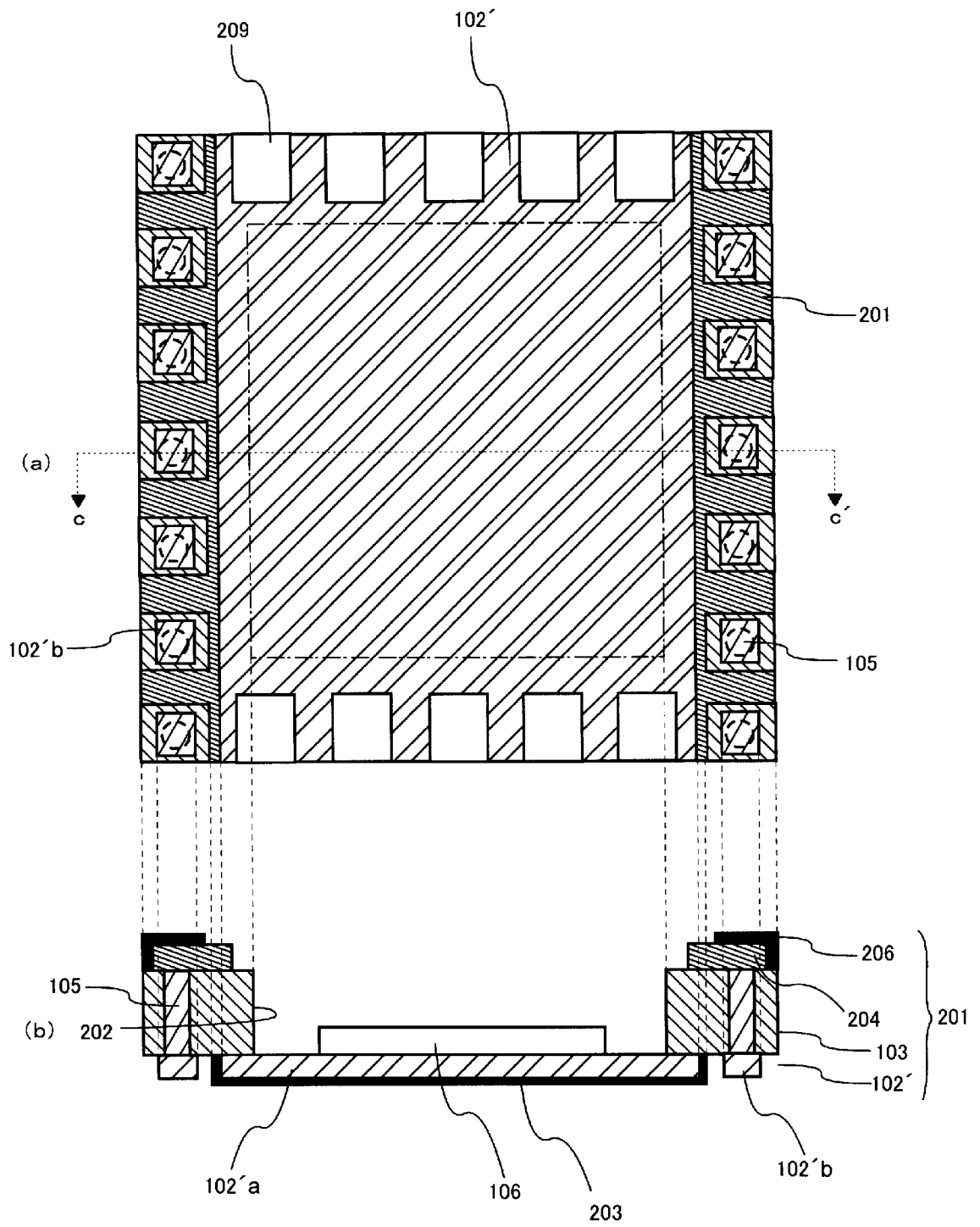
[図11B]



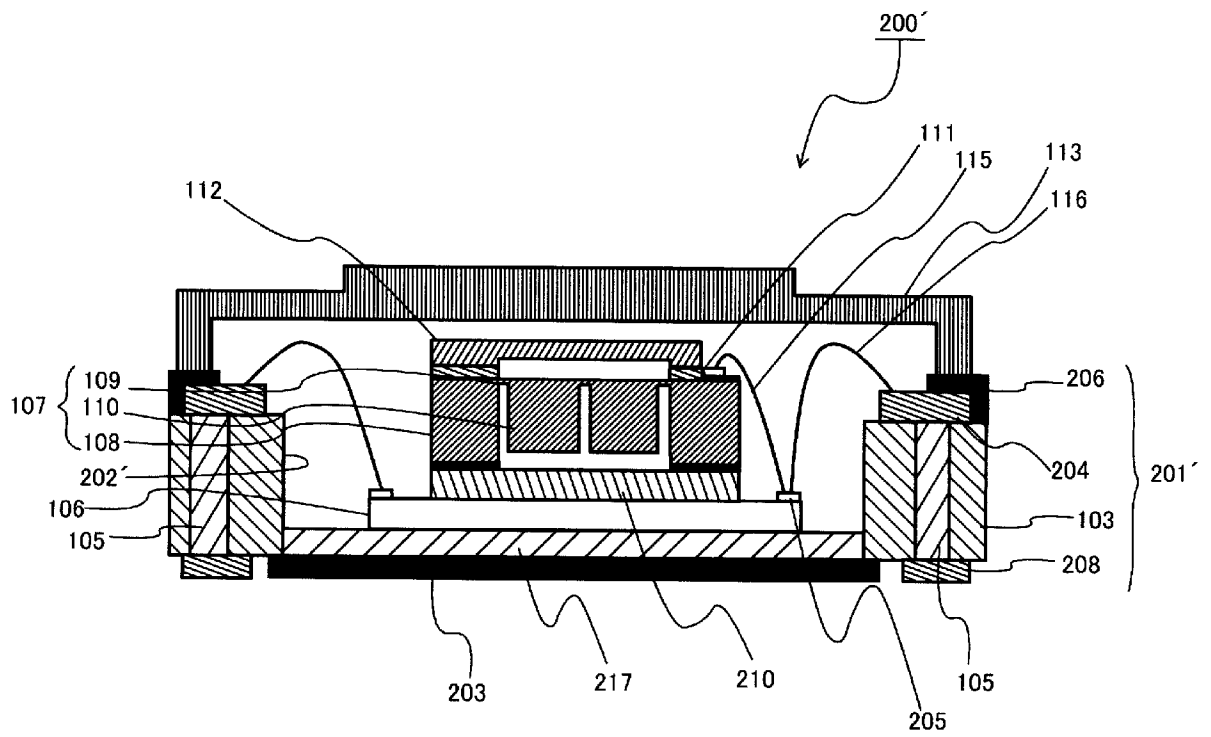
[図12]



[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070617

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G01P15/08(2006.01)i, G01P15/12(2006.01)i, G01P15/18(2006.01)i, H01L23/02(2006.01)i, H01L25/00(2006.01)i, H01L29/84(2006.01)i</i>														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>G01P15/08, G01P15/12, G01P15/18, H01L23/02, H01L25/00, H01L29/84</i>														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
<table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2011</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2011</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2011</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011				
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011											
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011											
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X Y	JP 11-064369 A (Nihon Inter Electronics Corp.), 05 March 1999 (05.03.1999), paragraphs [0017] to [0021]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2, 11-16, 29 3-10, 17-28, 30-32												
Y	JP 2009-103530 A (Denso Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0026] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	3-6, 17-28, 30-32												
Y	JP 2006-145410 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), paragraphs [0003] to [0005]; fig. 9 (Family: none)	7-10												
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* 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	
* 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 02 February, 2011 (02.02.11)		Date of mailing of the international search report 15 February, 2011 (15.02.11)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer												
Facsimile No.		Telephone No.												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070617

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 09-061271 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 March 1997 (07.03.1997), paragraphs [0021], [0035]; fig. 1, 5 & US 6093576 A & DE 19547783 C	10
Y	JP 2008-159882 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text; all drawings (Family: none)	21-28
P, X	JP 2010-181243 A (Denso Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	21-28
A	WO 2007/061050 A1 (Matsushita Electric Works, Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), entire text; all drawings & JP 2007-263766 A & JP 2007-171153 A & JP 2007-194572 A & US 2009/0152656 A1 & US 2009/0159997 A1 & US 2009/0236678 A1 & US 2009/0267165 A1 & EP 1953815 A1 & EP 1953816 A1 & EP 1953817 A1 & WO 2007/061056 A1 & WO 2007/061062 A1 & KR 10-2008-0066817 A & KR 10-2008-0073723 A & CN 101317263 A	1-32

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/070617

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims contain four inventions (groups) having the following special technical features.

(Invention 1) Of the inventions of claims 1-6, 11-20 and 29-32, the invention having the special technical feature of the constitution [comprising an IC arranged over the substrate, wherein the sensor is arranged over the IC].

(Invention 2) Of the inventions of claims 7-9 and 29, the invention having the special technical feature of the constitution, [wherein the sensor and the IC are juxtaposed to each other over the substrate]. (continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/070617

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(Invention 3) Of the inventions of claims 10 and 29, the invention having the special technical feature of the constitution, [wherein the value of the thermal expansion coefficient of the substrate and the value of the thermal expansion coefficient of a package cap are substantially equal to each other].

(Invention 4) Of the inventions of claims 21-28 (or the inventions having the following special technical features)  
[a plurality of package caps are so collectively arranged and sealed over a substrate as to cover a plurality of sensors] and [the sensors covered with the package caps are separately divided].

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))                  Int.Cl. G01P15/08(2006.01)i, G01P15/12(2006.01)i, G01P15/18(2006.01)i, H01L23/02(2006.01)i, H01L25/00(2006.01)i, H01L29/84(2006.01)i</p>														
<p>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. G01P15/08, G01P15/12, G01P15/18, H01L23/02, H01L25/00, H01L29/84</p>														
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2011年	日本国実用新案登録公報	1996-2011年	日本国登録実用新案公報	1994-2011年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2011年													
日本国実用新案登録公報	1996-2011年													
日本国登録実用新案公報	1994-2011年													
<p>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)</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 11-064369 A (日本インター株式会社)、1999.03.05 段落【0017】-【0021】、【図1】-【図2】 (ファミリーなし)</td> <td>1-2, 11-16, 29 3-10, 17-28, 30-32</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2009-103530 A (株式会社デンソー)、2009.05.14 段落【0026】-【0031】、【図1】、(ファミリーなし)</td> <td>3-6, 17-28, 30-32</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2006-145410 A (松下電工株式会社)、2006.06.08 段落【0003】-【0005】、【図9】、(ファミリーなし)</td> <td>7-10</td> </tr> </tbody> </table>			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 Y	JP 11-064369 A (日本インター株式会社)、1999.03.05 段落【0017】-【0021】、【図1】-【図2】 (ファミリーなし)	1-2, 11-16, 29 3-10, 17-28, 30-32	Y	JP 2009-103530 A (株式会社デンソー)、2009.05.14 段落【0026】-【0031】、【図1】、(ファミリーなし)	3-6, 17-28, 30-32	Y	JP 2006-145410 A (松下電工株式会社)、2006.06.08 段落【0003】-【0005】、【図9】、(ファミリーなし)	7-10
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 Y	JP 11-064369 A (日本インター株式会社)、1999.03.05 段落【0017】-【0021】、【図1】-【図2】 (ファミリーなし)	1-2, 11-16, 29 3-10, 17-28, 30-32												
Y	JP 2009-103530 A (株式会社デンソー)、2009.05.14 段落【0026】-【0031】、【図1】、(ファミリーなし)	3-6, 17-28, 30-32												
Y	JP 2006-145410 A (松下電工株式会社)、2006.06.08 段落【0003】-【0005】、【図9】、(ファミリーなし)	7-10												
<p><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。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <table border="0"> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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)</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「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	「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	「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	「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	「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)	「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	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
「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	「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													
「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	「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													
「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)	「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													
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献													
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願														
<p>国際調査を完了した日 02.02.2011</p>	<p>国際調査報告の発送日 15.02.2011</p>													
<p>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</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)                  續山 浩二                  電話番号 03-3581-1101 内線 3216</p>	<table border="1"> <tr> <td>2F</td> <td>4454</td> </tr> </table>	2F	4454										
2F	4454													

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 09-061271 A (三菱電機株式会社)、1997.03.07 段落【0021】、【0035】、【図1】、【図5】 & US 6093576 A & DE 19547783 C	10
Y	JP 2008-159882 A (松下電工株式会社)、2008.07.10 全文、全図、(ファミリーなし)	21-28
P, X	JP 2010-181243 A (株式会社デンソー)、2010.08.19 全文、全図、(ファミリーなし)	21-28
A	WO 2007/061050 A1 (松下電工株式会社)、2007.05.31 全文、全図 & JP 2007-263766 A & JP 2007-171153 A & JP 2007-194572 A & US 2009/0152656 A1 & US 2009/0159997 A1 & US 2009/0236678 A1 & US 2009/0267165 A1 & EP 1953815 A1 & EP 1953816 A1 & EP 1953817 A1 & WO 2007/061056 A1 & WO 2007/061062 A1 & KR 10-2008-0066817 A & KR 10-2008-0073723 A & CN 101317263 A	1-32

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する4の発明(群)が含まれる。

- (発明1) 請求項1-6、11-20、29-32に係る発明のうち[基板上に配置されたICを具備し、センサはIC上に配置される]構成の特別な技術的特徴を有する発明  
 (発明2) 請求項7-9、29に係る発明のうち[センサとICとは基板上に並んで配置される]構成の特別な技術的特徴を有する発明  
 (発明3) 請求項10、29に係る発明のうち[基板の熱膨張係数の値とパッケージキャップの熱膨張係数の値とは略等しい]構成の特別な技術的特徴を有する発明  
 (発明4) 請求項21-28に係る発明 (以下の特別な技術的特徴を有する発明)  
 [複数のパッケージキャップを複数のセンサを覆うように基板上に一括で配置して封止する]、[複数のパッケージキャップで覆われた複数のセンサをそれぞれ個片化する]

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。