

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年1月29日 (29.01.2004)

PCT

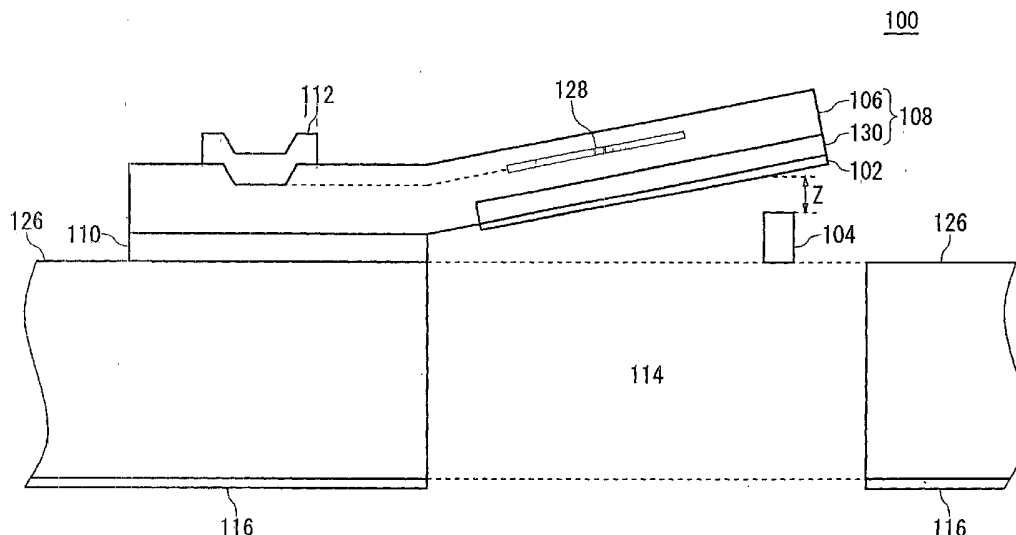
(10) 国際公開番号
WO 2004/010449 A1

- (51) 国際特許分類: H01H 37/52, 61/01
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007905
- (22) 国際出願日: 2003年6月23日 (23.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-213202 2002年7月22日 (22.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドバンテスト (ADVANTEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 出願人 および
(72) 発明者: 江刺 正喜 (ESASHI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒982-0807 宮城県仙台市太白区八木山南 1丁目1番地 9 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三瓶 広和 (SANPEI, Hirokazu) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番2号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 水野 潤 (MIZUNO, Jun) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番2号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 安岡 正純 (YASUOKA, Masazumi) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番2号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 高柳 史一 (TAKAYANAGI, Humikazu) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番2号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: BIMORPH SWITCH, METHOD OF PRODUCING THE BIMORPH SWITCH, ELECTRONIC CIRCUIT, AND METHOD OF PRODUCING THE ELECTRONIC CIRCUIT

(54) 発明の名称: バイモルフスイッチ、バイモルフスイッチ製造方法、電子回路、及び電子回路製造方法



(57) Abstract: A bimorph switch electrically connecting a movable contact point and a fixed contact point. The switch comprises a substrate having a front face, a back face, and a through hole penetrating from the front face to the back face; a fixed contact point extending from an edge portion of the opening of the through hole to the inside of the opening; and a bimorph portion holding the movable contact point at a position opposed to the opening and driving the movable contact point. One end of the bimorph portion may be formed on a silicon oxide layer formed on a surface of the substrate.

(57) 要約: 可動接点と固定接点とを電気的に接続するバイモルフスイッチであって、表面及び裏面、並びに当該表面から当該裏面へ貫通して設けられた貫通孔を有する基板と、貫通孔の開口部の縁部から当該開口部の内側に延伸する固定接点と、可動接点を開口部と対向して保持し、当該可動接点を駆動するバイモルフ部とを備える。バイモルフ部の一端は、基板の表面に形成された酸化シリコン層の上に形成され

[続葉有]

WO 2004/010449 A1



スト内 Tokyo (JP). 蛸島 武尚 (TAKOSHIMA, Takehisa) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 宮崎 勝 (MIYAZAKI, Masaru) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町 1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 龍華 明裕 (RYUKA, Akihiro); 〒160-0022 東京都新宿区新宿 1丁目24番12号 東信ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): DE, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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

明 細 書

バイモルフスイッチ、バイモルフスイッチ製造方法、電子回路、及び電子回路製造方法

5

技術分野

本発明は、バイモルフスイッチ、バイモルフスイッチ製造方法、電子回路、及び電子回路製造方法に関する。また本出願は、下記の日本特許出願に関連する。文献の参照による組み込みが認められる指定国については、下記の出願
10 に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本出願の記載の一部とする。
。

特願 2002-213202 出願日 平成14年7月22日

背景技術

15 従来、MEMSスイッチとして、バイモルフスイッチが知られている。バイモルフスイッチは、バイモルフが形成されるシリコン基板と、ガラス基板とを接合することにより形成される。

しかし、従来は、シリコン基板とガラス基板とを接合するために製造プロセスが複雑になるという問題があった。そのため、従来、低コストなバイモルフスイッチ
20 を提供するのには困難であった。

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできるバイモルフスイッチ、バイモルフスイッチ製造方法、電子回路、及び電子回路製造方法を提供することを目的とする。この目的は請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する
25 。

発明の開示

このような目的を達成するために、本発明の第1の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、表面及び裏面、並びに表面から裏面へ貫通して設けられた貫通孔を有する基板と、貫通孔の開口部の縁部から当該開口部の内側に延伸する固定接点と、可動接点を開口部と対向して保持し、当該可動接点を駆動するバイモルフ部とを備える。

本発明の第2の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチを製造するバイモルフスイッチ製造方法であって、基板の表面に固定接点を形成する固定接点形成工程と、基板の表面に、固定接点を覆う犠牲層を形成する犠牲層形成工程と、犠牲層の上に、可動接点を駆動するバイモルフ部を形成するバイモルフ部形成工程と、犠牲層における、少なくとも固定接点の一部を覆う部分を除去する除去工程と、バイモルフ部の基板と対向する面に可動接点を形成する可動接点形成工程とを備える。除去工程は、基板の裏面から表面に貫通するように基板をエッチングするとともに、犠牲層を除去してよい。可動接点形成工程は、バイモルフ部の基板と対向する面に金属層を堆積することにより可動接点を形成してよい。

本発明の第3の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、固定接点を保持する基板と、一端、他端、及び穴部を有し、可動接点を駆動するバイモルフ部と、バイモルフ部の一端及び他端を支持するバイモルフ支持部とを備える。

本発明の第4の形態によると、基板上に形成された電子回路であって、第1端子及び第2端子を有し、基板に形成された集積回路と、基板上に裁置され、第1端子と第2端子とを電氣的に接続する機械スイッチとを備える。機械スイッチは、可動接点、固定接点、及び可動接点を駆動するバイモルフ部を有し、可動接点と固定接点とを電氣的に接続することにより、第1端子と第2端子とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであってよい。

集積回路は半導体スイッチを有し、機械スイッチは、半導体スイッチよりオフリーク電流が小さくてよい。集積回路は半導体スイッチを有し、機械スイッチは、半

導体スイッチより大きな電流をスイッチングしてよい。集積回路は半導体スイッチを有し、機械スイッチは、半導体スイッチより高い周波数の信号をスイッチングしてよい。

5 本発明の第5の形態によると、機械スイッチ及び集積回路を備える電子回路を製造する電子回路製造方法であって、基板を準備する準備工程と、基板に集積回路を形成する集積回路形成工程と、機械スイッチを形成するスイッチ形成工程と、基板に機械スイッチを裁置する裁置工程とを備える。

10 本発明の第6の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、固定接点を保持する基板と、可動接点を駆動するバイモルフ部と、バイモルフ部の表面に形成され、バイモルフ部より低い熱伝導率を有する断熱部と、バイモルフ部に対して断熱部を挟んで形成され、バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部とを備える。バイモルフ部は、酸化シリコンにより形成された第1部材と、金属により形成された第2部材とを有し、断熱部は、酸化シリコン及び金属のいずれよりも低い熱伝導率を有してよい。

15 本発明の第7の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、固定接点を保持する基板と、可動接点を駆動するバイモルフ部と、バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部とを備え、バイモルフ部は、ヒータと、バイモルフ支持部と接触する第1部材と、第1部材より高い熱伝導率、及び第1部材と異なる熱膨張率を有し、第1部材のバイモルフ支持部と接触する面における、第1部材とバイモルフ支持部とが接触する領域以外の部分に形成され、ヒータに加熱された場合にバイモルフ部を変形させる応力を生じる第2部材とを有する。

20 本発明の第8の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、固定接点を保持する基板と、可動接点を駆動するバイモルフ部と、バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部とを備え、バイモルフ部は、バイモルフ支持部に固定された被支持部と、可動接点を駆動する駆動部と、バイモルフ部の表面において、被支持部から駆動部の一部に渡って形成された補強部とを有

する。補強部は、少なくとも一部がバイモルフ支持部と被支持部との間に挟んで形成されてよい。補強部の一部は、被支持部を挟んでバイモルフ支持部と対向してよい。バイモルフ部は、駆動部を加熱するヒータと、ヒータと電氣的に接続されたヒータ電極とを更に有し、補強部は、ヒータ電極から延伸して、ヒータ電極と一体に形成されてよい。

本発明の第9の形態によると、可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、固定接点を保持する基板と、基板と対向する表面、及び表面に対する裏面、並びに表面から裏面へ貫通する貫通孔を有し、可動接点を表面に保持するバイモルフ部と、貫通孔に設けられ、可動接点と電氣的に接続された貫通配線と、バイモルフ部の裏面に設けられ、貫通配線と電氣的に接続された信号線路とを備える。可動接点は貫通配線と一体に形成されてよい。

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態に係るバイモルフスイッチ100の一例の断面図を示す。

図2は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の上面図を示す。

図3は、図1に関連して説明した変位量Zと温度Tとの関係を示すグラフである。

図4は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の別の例の断面図を示す。

図5は、本例に係るバイモルフスイッチ100の上面図を示す。

図6は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の別の例の断面図を示す。

図7は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の別の例の上面図を示す。

図8は、本発明の第2の実施形態に係るスイッチアレイ136の一例を示す。

図9は、本発明の第3の実施形態に係るバイモルフスイッチ100の一例の断面図を示す。

図10は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の動作を説明する図である。

5 図10(a)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させずに可動接点102を保持する場合のバイモルフスイッチ100を示す。

図10(b)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させた場合のバイモルフスイッチ100を示す。

10 図10(c)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させずに可動接点102を保持する場合のバイモルフスイッチ100を示す。

図10(d)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させた場合のバイモルフスイッチ100を示す。

図10(e)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。

図10(f)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。

15 図10(g)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。

図10(h)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。

図10(i)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。

図11は、本発明の第4の実施形態に係る電子回路360の一例を示す。

図12は、スイッチ形成工程の一例を説明する図である。

20 図12(a)は、スイッチ形成工程を説明する図である。

図12(b)は、接合工程を説明する図である。

図12(c)は、除去工程を説明する図である。

図13は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ300の上面図である。

図14は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ300の別の例を示す。

25 図15は、本発明の第5の実施形態に係るバイモルフスイッチ500の一例を示す。

図15(a)は、バイモルフスイッチ500の断面図を示す。

図15 (b) は、バイモルフスイッチ500の上面図を示す。

図16 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ500の他の例を示す。

図16 (a) は、バイモルフスイッチ500の断面図を示す。

図16 (b) は、バイモルフスイッチ500の上面図を示す。

- 5 図17 は、本発明の第6の実施形態に係るバイモルフスイッチ400の一例を示す。

図17 (a) は、バイモルフスイッチ400の断面図を示す。

図17 (b) は、バイモルフスイッチ400の上面図を示す。

図18 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ400の別の例を示す。

- 10 図18 (a) は、バイモルフスイッチ400の別の例を示す。

図18 (b) は、バイモルフスイッチ400の別の例を示す。

図18 (c) は、バイモルフスイッチ400の別の例を示す。

図19 は、本発明の第7の実施形態に係るバイモルフスイッチ600の一例を示す。

- 15 図20 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ600を製造するバイモルフスイッチ製造方法の一例を説明する図である。

図20 (a) は、第1工程を説明する図である。

図20 (b) は、第2工程を説明する図である。

図20 (c) は、第3工程を説明する図である。

- 20 図20 (d) は、第4工程を説明する図である。

図20 (e) は、第5工程を説明する図である。

図20 (f) は、第6工程を説明する図である。

図21 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ600を製造するバイモルフスイッチ製造方法の一例を説明する図である。

- 25 図21 (a) は、第7工程を説明する図である。

図21 (b) は、第8工程を説明する図である。

図21 (c) は、第9工程を説明する図である。

図 2 1 (d) は、第 1 0 工程を説明する図である。

図 2 1 (e) は、第 1 1 工程を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

- 5 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

10 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るバイモルフスイッチ 1 0 0 の一例の断面図を示す。バイモルフスイッチ 1 0 0 は、可動接点 1 0 2、固定接点 1 0 4、基板 1 2 6、バイモルフ部 1 0 8、及びバイモルフ支持層 1 1 0 を備える。バイモルフスイッチ 1 0 0 は、カンチレバーを有する片持ち梁スイッチである。

15 バイモルフスイッチ 1 0 0 は、可動接点 1 0 2 と固定接点 1 0 4 とを電氣的に接続する。可動接点 1 0 2 及び固定接点 1 0 4 は、バイモルフスイッチ 1 0 0 におけるスイッチの接点である。可動接点 1 0 2 及び固定接点 1 0 4 は、金属で形成されてよい。

20 基板 1 2 6 は、固定接点 1 0 4 を表面に保持するシリコン基板である。基板 1 2 6 は、表面及び裏面、並びに当該表面から当該裏面へ貫通して設けられた貫通孔 1 1 4 を有する。基板 1 2 6 は、固定接点 1 0 4 の一端を、基板 1 2 6 の表面における貫通孔 1 1 4 の開口部の内側に突出させて固定接点 1 0 4 を保持してよい。また、固定接点 1 0 4 は、貫通孔 1 1 4 の開口部の縁部から当該開口部の内側に延伸する。

25 バイモルフ部 1 0 8 は、バイモルフスイッチ 1 0 0 におけるカンチレバーに対応する部分である。バイモルフ部 1 0 8 は、可動接点 1 0 2 を貫通孔 1 1 4 の開口部と対向して保持する。バイモルフ部 1 0 8 は、可動接点 1 0 2 を駆動する。バイモルフ部 1 0 8 は、可動接点 1 0 2 を駆動することにより、可動接点 1 0 2 と固定接点 1 0 4 とを電氣的に接続する。バイモルフ部 1 0 8 は、基板 1 2 6 の表面と略平

行な板状の形状を有する。バイモルフ部108は、基板126の表面と対向する面に可動接点102を保持する。

バイモルフ部108は、温度に応じて変形する。バイモルフ部108は、当該変形により可動接点102を駆動する。バイモルフ部108は、固定接点104と可動接点102との距離を、温度に応じて予め定められた変位量Zに保持する。

本実施形態において、バイモルフ部108は、第1部材106、第2部材130、ヒータ128、及びヒータ電極112を有する。第1部材106は、バイモルフ部108における低膨張部材である。第1部材106は、酸化シリコンにより形成される。

第2部材130は、バイモルフ部108における高膨張部材である。第2部材130は、金属ガラスにより形成される。第2部材130は、第1部材106の、基板126と対向する面に形成される。第2部材130は、基板126と対向する面に可動接点102を保持する。第2部材130は、当該面の略全面に可動接点102に対応する金属層を保持する。

ヒータ128は、バイモルフ部108を加熱するヒータである。ヒータ128は、第1部材106の内部に形成される。また、ヒータ電極112は、ヒータ128と電氣的に接続された金属電極である。

バイモルフ支持層110は、バイモルフ部108を支持するバイモルフ支持部の一例である。本実施形態において、バイモルフ支持層110は、基板126の表面に形成された酸化シリコン層である。バイモルフ支持層110は、バイモルフ部108と基板126との間に挟んで形成される。バイモルフ部108の一端は、バイモルフ支持層110の上に形成され、バイモルフ支持層110は、バイモルフ部108の当該一端を支持する。別の実施例において、バイモルフ支持層110は、バイモルフスイッチ100の両端を保持してもよい。

また、バイモルフスイッチ100は、基板126の裏面に裏面金属層116を更に備える。裏面金属層116は、可動接点102と同じ金属により形成される。裏面金属層116は、可動接点102と略同じ厚さを有する。裏面金属層116は、

可動接点 102 と同じ工程で形成される。

別の実施例において、バイモルフ支持層 110 は、ポリシリコンにより形成されてもよい。この場合、バイモルフ部 108 の一端は、基板 126 の表面に形成されたポリシリコン層であるバイモルフ支持層 110 の上に形成される。

- 5 以下、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 100 を製造するバイモルフスイッチ製造方法の一例を説明する。本実施形態において、バイモルフスイッチ製造方法は、固定接点形成工程、犠牲層形成工程、バイモルフ部形成工程、除去工程、及び可動接点形成工程を備える。

10 固定接点形成工程は、基板 126 の表面に固定接点 104 を形成する。固定接点形成工程は、固定接点 104 を、金属で形成する。固定接点形成工程は、例えば金 (Au) メッキにより固定接点 104 を形成する。

15 犠牲層形成工程は、基板 126 の表面に、固定接点 104 を覆う犠牲層を形成する。本実施形態において、犠牲層形成工程は、犠牲層として酸化シリコン層を形成する。犠牲層形成工程は、バイモルフ支持層 110 に対応する酸化シリコン層を含む犠牲層を形成する。別の実施例において、犠牲層形成工程は、犠牲層としてポリシリコン層を形成してもよい。この場合、バイモルフ支持層 110 は、ポリシリコンにより形成される。

20 バイモルフ部形成工程は、犠牲層の上に、バイモルフ部 108 を形成する。本実施形態において、バイモルフ部形成工程は、第 2 部材 130 に対応する金属ガラス層及び第 1 部材 106 に対応する酸化シリコン層を形成する。バイモルフ部形成工程は、犠牲層の上に第 2 部材 130 に対応する金属ガラス層を形成し、当該金属ガラス層の上に第 1 部材 106 に対応する酸化シリコン層を形成する。

25 バイモルフ部形成工程は、第 1 部材 106 を、第 1 酸化シリコン層及び第 2 酸化シリコン層により形成する。バイモルフ部形成工程は、金属ガラス層の上に第 1 シリコン層を形成する。バイモルフ部形成工程は、第 1 酸化シリコン層の上にヒータ 128 を形成し、ヒータ 128 を挟んで、第 1 酸化シリコン層の上に第 2 酸化シリコン層を形成する。バイモルフ部形成工程は、例えば Cr-Pt-Cr メタルによ

りヒータ 1 2 8 を形成する。バイモルフ部形成工程は、更に、ヒータ 1 2 8 と電氣的に接続されるヒータ電極 1 1 2 を形成する。

除去工程は、犠牲層における、少なくとも固定接点 1 0 4 の一部を覆う部分を除去する。除去工程は、基板 1 2 6 の裏面から表面に貫通するように基板 1 2 6 をエッチングするとともに、犠牲層を除去する。除去工程は、当該エッチングにより貫通孔 1 1 4 を形成する。本実施形態において、除去工程は、基板 1 2 6 の表面において固定接点 1 0 4 の端部が形成された部分に開口部を有する貫通孔 1 1 4 を形成する。

可動接点形成工程は、バイモルフ部 1 0 8 の基板 1 2 6 と対向する面に可動接点 1 0 2 を形成する。本実施形態において、可動接点形成工程は、バイモルフ部 1 0 8 の基板 1 2 6 と対向する面に金属層を堆積することにより可動接点 1 0 2 を形成する。可動接点形成工程は、第 2 部材 1 3 0 の基板 1 2 6 と対向する面に、可動接点 1 0 2 に対応する金属層を形成する。本実施形態において、可動接点形成工程は、基板 1 2 6 の裏面側からのデポジションにより当該金属層を形成する。尚、基板 1 2 6 の裏面における裏面金属層 1 1 6 は、当該デポジションにより形成される。

バイモルフスイッチ 1 0 0 は、シリコン基板である基板 1 2 6 の上にバイモルフ部 1 0 8 に対応する金属ガラス層及び酸化シリコン層を形成することで製造される。本実施形態によれば、ガラス基板とシリコン基板とを接合する工程が不要なバイモルフスイッチ製造方法を提供することができる。また、これにより、低コストなバイモルフスイッチ 1 0 0 を提供することができる。

図 2 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 1 0 0 の上面図を示す。本実施形態において、バイモルフスイッチ 1 0 0 は、複数の固定接点 1 0 4 を備える。バイモルフスイッチ 1 0 0 は、複数の固定接点 1 0 4 のそれぞれと、図 1 に関連して説明した可動接点 1 0 2 とを電氣的に接続させることにより、複数の固定接点 1 0 4 を互いに電氣的に接続する。バイモルフスイッチ 1 0 0 は、複数の固定接点 1 0 4 の間で信号を接続及び遮断する 2 接点型バイモルフスイッチである。バイモルフス

イッチ 100 は、複数の固定接点 104 の間で信号を接続及び遮断する。

また、バイモルフスイッチ 100 は、複数の固定接点 104 に対応する複数の固定接点電極 132 を更に備える。複数の固定接点電極 132 のそれぞれは、複数の固定接点 104 のそれぞれに対応する電極である。固定接点電極 132 は、対応する固定接点 104 と電氣的に接続される。固定接点電極 132 は、対応する固定接点 104 と一体に形成される。

図 3 は、図 1 に関連して説明した変位量 Z と、図 1 に関連して説明したバイモルフ部 108 の温度 T との関係を示すグラフである。本実施形態においては、図 1 に関連して説明した第 2 部材 130 の熱膨張率が、図 1 に関連して説明した第 1 部材 106 の熱膨張率より大きいことにより、変位量 Z は、温度に対する増加関数となる。

すなわち、図 1 に関連して説明したヒータ 128 がバイモルフ部 108 を加熱しない場合、変位量 Z は予め定められた値より小さくなり、バイモルフ部 108 は、可動接点 102 と固定接点 104 とを電氣的に接続する。一方、ヒータ 128 がバイモルフ部 108 を加熱した場合、変位量 Z は、当該予め定められた値以上に増大し、バイモルフ部 108 は、可動接点 102 と固定接点 104 とを電氣的に切断する。

図 4 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 100 の別の例の断面図を示す。図 4 において、図 1 と同じ符号を付した構成は、図 1 における構成と同一又は同様の機能を有する。本例において、基板 126 は、固定接点電極 132 を、表面における貫通孔 114 の開口部を挟んでバイモルフ支持層 110 と対向する領域に保持する。固定接点 104 は、固定接点電極 132 からバイモルフ支持層 110 に向かう方向に延伸して形成される。固定接点 104 は、貫通孔 114 の開口部の近傍から当該開口部の内側に延伸する。本例によっても、低コストなバイモルフスイッチ 100 を提供することができる。

図5は、本例に係るバイモルフスイッチ100の上面図を示す。本例において、バイモルフスイッチ100は、図4に関連して説明した可動接点102と、固定接点104との間で信号を接続及び遮断する1接点型バイモルフスイッチである。バイモルフスイッチ100は、可動接点電極118を更に備える。可動接点電極118は、可動接点102と電氣的に接続される電極である。

図6は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の別の例の断面図を示す。図6において、図1と同じ符号を付した構成は、図1における構成と同一又は同様の機能を有する。本例において、基板126はSOI基板である。基板126は、下層122、絶縁層120、及び上層134を有する。本例において、下層122は、絶縁層120及び上層134を保持するシリコン基板である。絶縁層120は、下層122の表面に形成されるシリコン酸化膜である。上層134は、絶縁層120を挟んで下層122と対向するシリコン基板である。上層134は、貫通孔114を有する。

本例において、可動接点102は、基板126の表面に対する斜め方向から金（Au）合金をスパッタリングすることにより形成される。当該スパッタリングにより基板126の表面に形成される当該金（Au）合金の層は、基板126の表面側からのイオンミリングにより除去される。本例によっても、低コストなバイモルフスイッチ100を提供することができる。

図7は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の別の例の上面図を示す。図7において、図1と同じ符号を付した構成は、図1における構成と同一又は同様の機能を有する。本例において、バイモルフスイッチ100は、両持ち梁スイッチである。バイモルフ部108は、バイモルフ部108の基板126と対向する面における略中央部に可動接点102を保持する。バイモルフ部108は、一端、他端、及び複数の穴部124を有する。バイモルフ部108の当該一端及び当該他端は

、図1に関連して説明した基板126に対して固定される。この場合、当該一端及び他端は、図1に関連して説明したバイモルフ支持層110の上に形成される。バイモルフ支持層110は、バイモルフ部108の当該一端及び他端を支持する。

本例において、穴部124は、バイモルフ部108を貫通する貫通孔である。穴部124は、バイモルフ部108の基板126と対向する面から当該面の裏面に貫通して設けられる。穴部124は、バイモルフ部108が可動接点102を駆動する場合にバイモルフ部108に生じる曲げ応力を緩和する。これにより、ヒータ128の発熱量が小さい場合にも、バイモルフ部108を十分に変形させることができる。そのため、本例によれば、低出力のヒータ128を用いることができる。

10 本例においても、バイモルフスイッチ100は、シリコン基板である基板126の上にバイモルフ部108に対応する金属ガラス層及び酸化シリコン層を形成することで製造される。本例によっても、低コストなバイモルフスイッチ100を提供することができる。別の実施例において、穴部124は、バイモルフ部108の表面に設けられた窪部であってもよい。穴部124は、基板126の表面と略平行な
15 方向に窪んだ穴であってもよい。

図8は、本発明の第2の実施形態に係るスイッチアレイ136の一例を示す。スイッチアレイ136は、集積化スイッチの一例である。スイッチアレイ136は、一の基板126と、基板126上に形成された複数のバイモルフスイッチ(100-1~100-8)を備える。スイッチアレイ136は、複数の第1端子(160-1、160-2)、及び複数の第2端子(162-1、162-2)を更に備える。
20

本実施形態において、スイッチアレイ136は、複数のバイモルフスイッチ(100-1~100-8)のそれぞれは、図4に関連して説明したバイモルフスイッチ100と同一又は同様の機能を有する。別の実施例において、複数のバイモルフ
25 スイッチ(100-1~100-8)のそれぞれは、例えば、図1に関連して説明したバイモルフスイッチ100と同一又は同様の機能を有してもよい。複数のバイ

モルフスイッチ（100-1～100-8）のそれぞれに対応する複数の貫通孔（114-1～114-8）、複数の可動接点電極（118-1～118-8）、及び固定接点電極（132-1～132-8）を有する。

本実施形態において、可動接点電極118-1は、第1端子160-1と電氣的に接続される。可動接点電極118-2は、固定接点電極132-1と電氣的に接続される。可動接点電極118-3は、固定接点電極132-2と電氣的に接続される。可動接点電極118-4は、固定接点電極132-3と電氣的に接続される。また、固定接点電極132-4は、第2端子162-1と電氣的に接続される。これにより、第1端子160-1は、複数のバイモルフスイッチ（100-1～100-4）のいずれもオンになった場合に第2端子162-1と電氣的に接続される。

また、第1端子160-2は、複数の固定接点電極（132-5～132-8）のそれぞれと電氣的に接続される。第2端子162-2は、複数の可動接点電極（118-5～118-8）のそれぞれと電氣的に接続される。これにより、第1端子160-1は、複数のバイモルフスイッチ（100-1～100-4）のいずれかがオンになった場合に第2端子162-1と電氣的に接続される。

尚、複数の第1端子（160-1、160-2）、複数の第2端子（162-1、162-2）、複数の可動接点電極（118-1～118-8）、及び固定接点電極（132-1～132-8）のそれぞれは、基板126上に形成された配線により電氣的に接続されてよい。別の実施例において、複数の第1端子（160-1、160-2）、複数の第2端子（162-1、162-2）、複数の可動接点電極（118-1～118-8）、及び固定接点電極（132-1～132-8）のそれぞれは、ワイアボンディングにより電氣的に接続されてもよい。

複数のバイモルフスイッチ（100-1～100-8）は、図4に関連して説明したバイモルフスイッチ100と同様に低コストに製造される。そのため、本実施形態によれば、低コストなスイッチアレイ136を提供することができる。別の実施例において、本実施形態に係る集積化スイッチは、1以上のバイモルフスイッチ

100と、トランジスタ、抵抗器、コンデンサなどの素子とを基板126上に備えてもよい。

5 図9は、本発明の第3の実施形態に係るバイモルフスイッチ100の一例の断面図を示す。図9において、図1と同じ符号を付した構成は、図1における構成と同一又は同様の機能を有する。本実施形態において、バイモルフスイッチ100は、可動接点102、固定接点104、バイモルフ部108、基板126、及び支持基板140を備える。バイモルフスイッチ100は、可動接点102と固定接点104とを電氣的に接続するバイモルフスイッチである。

10 本実施形態において、支持基板140は、バイモルフ部108を保持する。支持基板140は、バイモルフ部108における、バイモルフ部108が可動接点102を保持する一端に対する他端を保持する、支持基板140はシリコン基板であってよい。

15 固定接点104を保持する基板126は、ガラス基板であってよい。基板126は、空洞部138を有する。本実施形態において、空洞部138は、基板126の表面における、バイモルフ部108と対向する面に開口部を有する窪部である。別の実施例において、空洞部138は、基板126の表面における、バイモルフ部108と対向する面に開口部を有する貫通孔であってよい。本実施形態において、
20 空洞部138は、エッチングにより形成される。別の実施例において、空洞部138は、機械加工により形成されてもよい。

図10は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ100の動作を説明する図である。バイモルフ部108は、可動接点102を駆動することにより、可動接点102と固定接点104とを電氣的に接続する。バイモルフ部108は、可動接点102を駆動することにより、可動接点102に固定接点104を押圧させる。
25

本実施形態において、固定接点104は、固定部142及び変位部144を有する。固定部142と変位部144とは一体に形成される。固定部142は、基板1

26のバイモルフ部108と対向する面における、空洞部138の近傍に形成される。固定部142は、基板126に固定される。

変位部144は、固定部142から延伸して形成される。変位部144は、空洞部138の開口部の縁部から当該開口部の内側に延伸して形成される。変位部144は、可動接点102に押圧された場合に当該押圧の方向に弾性的に変位する。

図10(a)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させずに可動接点102を保持する場合のバイモルフスイッチ100を示す。この場合、変位部144は、バイモルフ部108の表面と略平行に固定部142から延伸する。尚、本実施形態において、バイモルフスイッチ100は、複数の固定接点104を備える。

図10(b)は、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させた場合のバイモルフスイッチ100を示す。バイモルフ部108は、可動接点102を複数の固定接点104のそれぞれと電氣的に接続させることにより、複数の固定接点104のそれぞれを互いに電氣的に接続させる。この場合、変位部144は、可動接点102が固定接点104を押圧する方向に変形する。空洞部138は、変位部144の先端を收容する。これにより、可動接点102が固定接点104を押圧することによって生じるスティッキングを防止することができる。これにより可動接点102は、固定接点104と安定した接触を行うことができる。本実施形態によれば、安定した接点を有するバイモルフスイッチを提供することができる。

図10(c)は、別の例において、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させずに可動接点102を保持する場合のバイモルフスイッチ100を示す。固定接点104は、空洞部138の開口部を横断して形成される。本例において、固定接点104は、固定接点104の一端及び他端に対応する複数の固定部142を有する。変位部144は、一の固定部142と他の固定部142とを接続する。変位部144の一端は一の固定部142と接続され、変位部144の他端は他の固定部142と接続されてよい。

また、本例において、変位部144は、コルゲート構造を有するコルゲート部150を含む。コルゲート部150は、押圧された場合に伸縮するひだ状体であってよい。コルゲート部150は、コルゲート状のビーム形であってよい。別の実施例において、固定接点104は、変位部144の全体にコルゲート構造を有してもよい。固定接点104は、更に、固定部142の全体にコルゲート構造を有してもよい。

図10(d)は、本例において、バイモルフ部108が、可動接点102と固定接点104とを接触させた場合のバイモルフスイッチ100を示す。本例において、変位部144は、コルゲート部150が伸張することにより、可動接点102が固定接点104を押圧する方向に変形する。空洞部138は、変位部144の中央部を収容する。

図10(e)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。本例において、変位部144は、延伸部146及び接触部148を含む。延伸部146は、可動接点102が固定接点104を押圧する押圧の方向と略平行に、固定部142から延伸して形成される。接触部148は、基板126のバイモルフ部108と対向する面と略平行に、延伸部146から延伸して形成され、可動接点102と接触する。この場合、バイモルフスイッチ100は、基板126の表面と、接触部148とに挟まれる領域に空洞部138を有する。

図10(f)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。本例において、接触部148は、一部にコルゲート構造を有する。別の実施例において、接触部148は、全体にコルゲート構造を有してもよい。

図10(g)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。本例において、バイモルフスイッチ100は、基板126の表面から裏面に貫通して形成された貫通孔である空洞部138を有する。固定接点104は、当該貫通孔の開口部の近傍から当該開口部の内側に延伸して形成される。

図10(h)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。本例において、固定接点104は、固定部142から変位部144に向かう方向に対して厚さ

が漸増する。この場合も、可動接点102が固定接点104を押圧する方向に固定接点104が変形することにより、可動接点102は、固定接点104と安定した接触を行うことができる。すなわち、本実施形態によれば、固定接点104が不均一な厚みを有する場合であっても、可動接点102は、固定接点104と安定した接触を行うことができる。

図10(i)は、本実施形態に係る固定接点104の別の例を示す。本例において、接触部148は、延伸部146から離れる方向に対して厚さが漸増する。この場合も、可動接点102が固定接点104を押圧する方向に固定接点104が変形することにより、可動接点102は、固定接点104と安定した接触を行うことができる。

図11は、本発明の第4の実施形態に係る電子回路360の一例を示す。電子回路360は、半導体基板340上に形成された電子回路である。電子回路360は、半導体基板340に形成された集積回路(図示せず)、及び機械スイッチの一例である複数のバイモルフスイッチ(300-1~300-4)を備える。尚、半導体基板340は、集積回路が形成される基板の一例である。

電子回路360は、スイッチ基板310及び複数のバンプ(330-1~330-5)を更に備える。複数のバイモルフスイッチ(300-1~300-4)は、スイッチ基板310の上に裁置される。複数のバイモルフスイッチ(300-1~300-4)は、スイッチ基板310を挟んで半導体基板340上に裁置される。

スイッチ基板310は、半導体基板340上に裁置され、複数のバイモルフスイッチ(300-1~300-4)を保持する基板である。スイッチ基板310は、複数の配線(342-1~342-4、344-1、344-2)を有する。

複数の配線(342-1~342-4、344-1、344-2)は、スイッチ基板310の半導体基板340と対向する面から当該面の裏面に貫通して形成された配線である。複数の配線(342-1~342-4、344-1、344-2)のそれぞれは、半導体基板340に形成された集積回路と電氣的に接続される。

複数のバンプ（330-1～330-5）は、金属で形成されたバンプである。複数のバンプ（330-1～330-5）は、金（Au）により形成されてよい。複数のバンプ（330-1～330-5）のそれぞれは、スイッチ基板310上に裁置され、電子回路360に電力を供給する電源と電氣的に接続される。バンプ330-1及びバンプ330-2のそれぞれは、集積回路に電力を供給する電源と電氣的に接続される。バンプ330-1及びバンプ330-2のそれぞれは、配線344-1及び配線344-2のそれぞれを介して集積回路と電氣的に接続される。

複数のバンプ（330-3～330-5）は、複数のバイモルフスイッチ（300-1～300-4）に電力を供給する電源と電氣的に接続される。バンプ330-3は、バイモルフスイッチ300-1が有するヒータと電氣的に接続される。バンプ330-4は、複数のバイモルフスイッチ（300-2、300-3）のそれぞれが有するヒータと電氣的に接続される。バンプ330-5は、バイモルフスイッチ300-4が有するヒータと電氣的に接続される。別の実施例において、複数のバンプ（330-1～330-5）のそれぞれは、他の電子回路と電氣的に接続されてもよい。複数のバンプ（330-1～330-5）のそれぞれは、例えば他の半導体基板に形成された集積回路と電氣的に接続されてもよい。

以下、本実施形態に係る電子回路360を製造する電子回路製造方法の一例を説明する。当該電子回路製造方法は、バイモルフスイッチ及び集積回路を備える電子回路を製造する。当該電子回路製造方法は、準備工程、集積回路形成工程、スイッチ形成工程、及び裁置工程を備える。

準備工程は、半導体基板340及びスイッチ基板310を準備する。集積回路形成工程は、半導体基板340に集積回路を形成する。スイッチ形成工程は、バイモルフスイッチ300を形成する。スイッチ形成工程は、スイッチ基板310上にバイモルフスイッチ300を形成する。裁置工程は、半導体基板340にバイモルフスイッチ300を裁置する。裁置工程は、半導体基板340上にスイッチ基板310を裁置することにより、半導体基板340にバイモルフスイッチ300を裁置する。

図12は、本実施形態に係るスイッチ形成工程の一例を説明する図である。スイッチ形成工程は、スイッチ基板310の上にバイモルフスイッチ300を形成する。バイモルフスイッチ300は、可動接点306、固定接点308、バイモルフ部304、ヒータ電極配線324、及びバイモルフ支持部322を有する。バイモルフ部304は、可動接点306を駆動する。バイモルフ部304は、可動接点306を駆動することにより、可動接点306と固定接点308とを電氣的に接続する。バイモルフ部304は、第1部材314、第2部材318、ポリシリコン層312、ヒータ316、及びヒータ電極320を有する。

第1部材314は、バイモルフ部304における低膨張部材である。第1部材314は酸化シリコンにより形成される。第2部材318は、バイモルフ部304における高膨張部材である。第2部材318は、金属により形成される。第2部材318は、第1部材314のスイッチ基板310と対向する面の裏面に形成される。第2部材318は、当該裏面の一部に形成される。ポリシリコン層312は、第2部材318の第1部材314と対向する面の裏面を覆う層である。

ヒータ316は、バイモルフ部304を加熱するヒータである。ヒータ316は、第1部材314の内部に形成される。また、ヒータ電極320は、ヒータ316と電氣的に接続された金属電極である。本実施形態において、ヒータ電極320は、金(Au)により形成される。

ヒータ電極配線324は、スイッチ基板310の表面に形成され、ヒータ電極320と電氣的に接続される配線である。バイモルフ支持部322は、ヒータ電極320とヒータ電極配線324との間に挟んで形成され、バイモルフ部304を支持する。バイモルフ部304は、更に、ヒータ電極320とヒータ電極配線324とを電氣的に接続する。バイモルフ支持部322は、金属により形成される。本実施形態において、バイモルフ支持部322は、金(Au)により形成される。バイモルフ支持部322は、例えば金属で形成されたバンプであってよい。尚、本実施形態において、スイッチ形成工程は、バイモルフ部形成工程、接合工程、及び除去工

程を有する。

図12(a)は、バイモルフ部形成工程を説明する図である。バイモルフ部形成工程は、犠牲基板302の表面にバイモルフ部304を形成する。バイモルフ部形成工程は、ポリシリコン層形成工程、第2部材形成工程、第1部材形成工程、可動接点形成工程、及びヒータ電極形成工程を有する。

ポリシリコン層形成工程は、犠牲基板302の表面における予め定められたポリシリコン層形成領域にポリシリコン層312を形成する。第2部材形成工程は、ポリシリコン層312の犠牲基板302と対向する面の裏面に第2部材318を形成する。第2部材形成工程は、当該裏面の一部に第2部材318を形成する。

第1部材形成工程は、第1部材314及びヒータ316を形成する。第1部材形成工程は、第2部材318のポリシリコン層312と対向する面の裏面に第1部材314を形成する。第1部材形成工程は、当該裏面を覆う第1部材314を形成する。

第1部材形成工程は、第1部材314として、当該裏面を覆う第1層、及び第1層を挟んで第2部材318と対向する第2層を形成する。第1部材形成工程は、第1層と第2層との間に挟んでヒータ316を形成する。第1部材形成工程は、酸化シリコンにより第1層及び第2層を形成する。第1部材形成工程は、CVD法により第1層及び第2層を形成してよい。

可動接点形成工程は、第1部材314の第2部材318と対向する面の裏面に可動接点306を形成する。可動接点形成工程は、金属により可動接点306を形成する。可動接点形成工程は、バイモルフ部304の一端の近傍に可動接点306を形成する。

ヒータ電極形成工程は、第1部材314の第2部材318と対向する面の裏面にヒータ電極320を形成する。ヒータ電極形成工程は、バイモルフ部304における、可動接点306が形成された一端に対する他端の近傍にヒータ電極320を形成する。

図12(b)は、接合工程を説明する図である。接合工程は、貫通孔形成工程及

び圧着工程を有する。貫通孔形成工程は、犠牲基板 302 に、犠牲基板 302 のバイモルフ部 304 と対向する面から当該面の裏面に貫通する貫通孔 354 を形成する。貫通孔 354 は、バイモルフ部 304 が変形した場合に、バイモルフ部 304 の可動接点 306 を保持する一端の一部を收容する。バイモルフ部 304 の当該一端に対する他端は、犠牲基板 302 の表面における、貫通孔 354 の開口部の近傍に保持される。

本実施形態において、図 12 (a) に関連して説明した第 2 部材形成工程及び第 1 部材形成工程は、高温雰囲気中で第 2 部材 318 及び第 1 部材 314 を形成する。そのため、常温において、バイモルフ部 304 は、可動接点 306 を保持する一端が貫通孔 354 の内部に向かう方向に変形する。

別の実施例において、貫通孔形成工程は、冷却工程を更に含んでもよい。冷却工程は、バイモルフ部 304 を冷却することにより、バイモルフ部 304 を当該方向に変形させる

圧着工程は、バイモルフ部 304 とスイッチ基板 310 とを圧着する。圧着工程は、バイモルフ部 304 のヒータ電極 320 と、スイッチ基板 310 の表面にヒータ電極配線 324 を挟んで形成されたバイモルフ支持部 322 とを圧着する。圧着工程は、金 (Au) で形成されたヒータ電極 320 と、金 (Au) で形成されたバイモルフ支持部 322 とを熱圧着する。別の実施例においては、スイッチ形成工程の次に圧着工程を行ってもよい。

図 12 (c) は、除去工程を説明する図である。除去工程は、犠牲基板 302 を除去する。除去工程は、例えば ICP エッチングにより犠牲基板 302 を除去してよい。

図 13 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 300 の上面図である。本実施形態において、図 11 に関連して説明した半導体基板 340 に形成された集積回路 352 は、第 1 端子 348 及び第 2 端子 350 を有する。バイモルフスイッチ 300 は、第 1 端子 348 と電氣的に接続された固定接点 308-1 と、第 2 端子 35

0と電氣的に接続された第2端子350とを有する。

バイモルフスイッチ300は、複数の固定接点(308-1、308-2)のそれぞれと、可動接点306とを電氣的に接続させることにより、複数の固定接点(308-1、308-2)を互いに電氣的に接続する。すなわち、バイモルフスイッチ300は、可動接点306と、複数の固定接点(308-1、308-2)のそれぞれとを電氣的に接続することにより、第1端子348と第2端子350とを電氣的に接続する。

尚、本実施形態において、集積回路352は、半導体スイッチ(図示せず)を有する。バイモルフスイッチ300は、当該半導体スイッチよりオフリーク電流が小さい。バイモルフスイッチ300は、当該半導体スイッチより大きな電流をスイッチングする。バイモルフスイッチ300は、当該半導体スイッチより高い周波数の信号をスイッチングする。

本実施形態において、図11に関連して説明した電子回路360は、半導体スイッチよりオフリーク電流が小さな機械スイッチであるバイモルフスイッチ300を備える。そのため、本実施形態によれば、消費電力の小さな電子回路を提供することができる。更には、半導体スイッチがスイッチングする電流より大きな電流をスイッチングするスイッチを備える電子回路を提供することができる。半導体スイッチがスイッチングする信号より高い周波数の信号をスイッチングするスイッチを備える電子回路を提供することができる。

20

図14は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ300の別の例を示す。本例において、バイモルフスイッチ300は、キャップ328を更に有する。

キャップ328は、縁部でスイッチ基板310の表面と接触し、可動接点306、固定接点308、及びバイモルフ部304を覆う蓋部である。キャップ328は、シリコンで形成される。キャップ328は、バイモルフ部304を挟んでスイッチ基板310と対向して形成された板状の上蓋部356と、上蓋部356の縁部からスイッチ基板310の表面に延伸して形成され、バイモルフ部304の側面を囲

25

む側蓋部 3 5 8 とを含む。

また、スイッチ基板 3 1 0 は、配線 3 4 2 及び配線 3 4 6 を有する。配線 3 4 2 及び配線 3 4 6 は、スイッチ基板 3 1 0 を貫通して形成される。配線 3 4 2 の一端は、固定接点 3 0 8 と電氣的に接続される。配線 3 4 2 の他端は、図 1 3 に関連して説明した集積回路 3 5 2 と電氣的に接続される。配線 3 4 6 の一端は、ヒータ電極配線 3 2 4 と電氣的に接続される。配線 3 4 6 の他端は集積回路 3 5 2 と電氣的に接続されてよい。この場合、ヒータ 3 1 6 は、集積回路 3 5 2 を介して電力を受け取る。

10 図 1 5 は、本発明の第 5 の実施形態に係るバイモルフスイッチ 5 0 0 の一例を示す。バイモルフスイッチ 5 0 0 は、可動接点 5 0 6、固定接点 5 0 4、基板 5 0 2、バイモルフ部 5 0 8、断熱部 5 1 6、及びバイモルフ支持部 5 2 4 を備える。本実施形態において、バイモルフスイッチ 5 0 0 は、カンチレバーを有する片持ち梁スイッチである。

15 図 1 5 (a) は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 5 0 0 の断面図を示す。バイモルフスイッチ 5 0 0 は、可動接点 5 0 6 と固定接点 5 0 4 とを電氣的に接続する。可動接点 5 0 6 及び固定接点 5 0 4 は、バイモルフスイッチ 5 0 0 におけるスイッチの接点である。可動接点 5 0 6 及び固定接点 5 0 4 は、金属で形成されてよい。基板 5 0 2 は、固定接点 5 0 4 を保持する基板である。基板 5 0 2 は、固定
20 接点 5 0 4 を表面に保持する。また、本実施形態において、基板 5 0 2 は、ガラス基板である。別の実施例において、基板 5 0 2 はシリコン基板であってもよい。

バイモルフ部 5 0 8 は、バイモルフスイッチ 5 0 0 におけるカンチレバーに対応する部分である。バイモルフ部 5 0 8 は、可動接点 5 0 6 を駆動する。バイモルフ部 5 0 8 は、可動接点 5 0 6 を駆動することにより、可動接点 5 0 6 と固定接点 5
25 0 4 とを電氣的に接続する。本実施形態において、バイモルフ部 5 0 8 は、基板 5 0 2 の表面と略平行な板状の形状を有する。バイモルフ部 5 0 8 は、基板 5 0 2 の表面と対向する面に可動接点 5 0 6 を保持する。本実施形態において、バイモルフ

部508は、一端の近傍に可動接点506を保持する。

バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508を支持する。本実施形態において、バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508を、バイモルフ部508が可動接点506を保持する一端に対する他端において保持する。別の実施例において、
5 バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508の両端を保持してもよい。この場合、バイモルフ部508は、バイモルフ部508の基板502と対向する面における略中央部に可動接点506を保持する。

断熱部516は、バイモルフ部508からバイモルフ支持部524への熱移動量を低減する熱絶縁材である。本実施形態において、断熱部516は、バイモルフ部
10 508の表面に形成される。断熱部516は、バイモルフ部508とバイモルフ支持部524との間に挟んで形成される。断熱部516は、バイモルフ部508における、バイモルフ支持部524と対向する部分を略覆う。断熱部516は、表面及び裏面のそれぞれで、バイモルフ部508及びバイモルフ支持部524のそれぞれと接触する。断熱部516は、バイモルフ部508とバイモルフ支持部524とを
15 断熱部516を挟んで接続させる。

また、断熱部516は、バイモルフ部508より低い熱伝導率を有する。断熱部516は、バイモルフ部508及びバイモルフ支持部524のいずれよりも低い熱伝導率を有するのが好ましい。断熱部516は例えば窒化シリコン (SiN_x) により形成されてよい。

20 尚、本実施形態において、バイモルフスイッチ500は、バイモルフ支持部524を支持する支持基板520を更に備える。支持基板520は、バイモルフ部508を挟んで基板502と対向する。バイモルフ支持部524は、支持基板520と一体に形成されてよい。

以下、バイモルフ部508、及び支持基板520について更に詳しく説明する。
25 本実施形態において、バイモルフ部508は、第1部材510、ヒータ514、ヒータ電極518、及び第2部材512を有する。バイモルフ部508は、互いに異なる熱膨張率を有する第1部材510及び第2部材512を有する。バイモルフ部

5 508が加熱又は冷却された場合、バイモルフ部508は、第1部材510と第2部材512との熱膨張率の違いに基づいて変形する。バイモルフ部508は、当該変形により可動接点506を駆動する。本実施形態において、バイモルフ部508は、酸化シリコンにより形成された第1部材510、及び金属により形成された第2部材512を有する。

バイモルフ部508が加熱又は冷却された場合、第1部材510及び第2部材512は、バイモルフ部508を変形させる応力を発生する。第1部材510及び第2部材512は、バイモルフ部508を、固定接点504と可動接点506とを結ぶ方向と略平行な方向に湾曲させる応力を発生してよい。

10 第1部材510は、バイモルフ部508における基板502の表面と対向する面に渡って形成される部分である。第1部材510は、基板502の表面と略平行な板状の形状を有する。第1部材510は、基板502の表面と対向する面に可動接点506を保持する。

15 ヒータ514は、バイモルフ部508を加熱するヒータである。本実施形態において、ヒータ514は、第1部材510及び第2部材512を加熱する。ヒータ514は、第1部材510及び第2部材512を加熱することによりバイモルフ部508を変形させる。ヒータ514は、当該加熱により、バイモルフ部508に可動接点506を駆動させる。

20 ヒータ514は、第1部材510における可動接点506を保持する面の裏面に形成される。ヒータ514は当該裏面の一部に形成されてよい。また、ヒータ電極518は、ヒータ514と電氣的に接続された電極である。ヒータ電極518は、金属電極であってよい。

25 第2部材512は、第1部材510における可動接点506を保持する面の裏面に形成される金属層である。本実施形態において、第2部材512は、ヒータ514を覆って当該裏面に形成される。第2部材512は、当該裏面の一部に形成されてよい。本実施形態において、第2部材512は、当該裏面における、可動接点506に対応する領域以外の部分に形成される。第2部材512は、バイモルフ部5

08における基板502の表面と対向する面の裏面に渡って形成されてよい。

本実施形態において、金属である第2部材512は、酸化シリコンである第1部材510より高い熱伝導率を有する。第2部材512は、第1部材510と異なる熱膨張率を有する。第2部材512は、ヒータ514に加熱された場合にバイモルフ部508を変形させる応力を生じてよい。第2部材512は、第1部材510との熱膨張率の違いに基づいて当該応力を生じてよい。

尚、断熱部516は、第1部材510及び第2部材512のいずれよりも低い熱伝導率を有するのが好ましい。本実施形態において、断熱部516は、酸化シリコン及び金属のいずれよりも低い熱伝導率を有する。

10 支持基板520は、第1貫通孔522、第2貫通孔526、及びバイモルフ支持部524を有する。支持基板520は、シリコン基板であってよい。

第1貫通孔522及び第2貫通孔526は、それぞれ、支持基板520の基板502と対向する面から当該面の裏面に貫通して形成された貫通孔である。第1貫通孔522は、バイモルフ部508が、固定接点504と可動接点506とを離す方向に湾曲した場合に、バイモルフ部508の一部を收容する。第2貫通孔526は、ヒータ電極518に対応する電極取り出し口である。第2貫通孔526は、ヒータ電極518の支持基板520と対向する面の一部を露出させるのが好ましい。

本実施形態において、バイモルフ支持部524は支持基板520の一部である。バイモルフ支持部524は、支持基板520における第1貫通孔522と第2貫通孔526とに挟まれた部分である。バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508に対して断熱部516を挟んで形成される。

別の実施例において、バイモルフ支持部524は、基板502の表面に形成されてもよい。この場合、断熱部516は、バイモルフ支持部524を挟んで基板502と対向する。

25 図15(b)は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ500の上面図を示す。本実施形態において、バイモルフスイッチ500は、複数の固定接点504を備える。バイモルフスイッチ500は、複数の固定接点504のそれぞれと、可動接点

506とを電氣的に接続させることにより、複数の固定接点504を互いに電氣的に接続する。

本実施形態においては、バイモルフ支持部524とバイモルフ部508とは、断熱部材である断熱部516を挟んで形成される。本実施形態によれば、ヒータ514が発生する熱の、バイモルフ部508からバイモルフ支持部524への流出を低減することができる。これにより、バイモルフスイッチ500の消費電力を低減できる。

別の実施例において、バイモルフスイッチ500は、両持ち梁スイッチであってもよい。この場合、バイモルフスイッチ500は、バイモルフ部508の両端に対応する複数の断熱部516を備える。バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508の両端を保持する。バイモルフ支持部524は、バイモルフ部508の一端と一の断熱部516を挟んで対向し、バイモルフ部508の他端と他の断熱部516を挟んで対向してよい。

図16は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ500の別の例を示す。図16において、図15と同じ符号を付した構成は、図15における構成と同一又は同様の機能を有する。図16(a)は、バイモルフスイッチ500の断面図を示す。図16(b)は、バイモルフスイッチ500の上面図を示す。本例において、バイモルフスイッチ500は、可動接点506、固定接点504、基板502、バイモルフ部508、及びバイモルフ支持部524を備える。

本例において、第1部材510は、バイモルフ支持部524と接触する。第2部材512は、第1部材510のバイモルフ支持部524と接触する面における、第1部材510とバイモルフ支持部524とが接触する領域以外の部分に形成される。

本例においては、熱伝導率が第2部材512より低い第1部材510がバイモルフ支持部524と接触する。そのため、本例によれば、第2部材512がバイモルフ支持部524と接触する場合と比べ、バイモルフ部508からバイモルフ支持部

5 2 4 への熱移動量を低減することができる。よって、本例においても、ヒータ 5 1 4 が発生する熱の、バイモルフ部 5 0 8 からバイモルフ支持部 5 2 4 への流出を低減することができる。これにより、バイモルフスイッチ 5 0 0 の消費電力を低減できる。

5

図 1 7 は、本発明の第 6 の実施形態に係るバイモルフスイッチ 4 0 0 の一例を示す。バイモルフスイッチ 4 0 0 は、可動接点 4 0 6、固定接点 4 0 4、基板 4 0 2、バイモルフ部 4 0 8、及び支持基板 4 2 0 を備える。本実施形態において、バイモルフスイッチ 4 0 0 は、カンチレバーを有する片持ち梁スイッチである。

10

図 1 7 (a) は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 4 0 0 の断面図を示す。バイモルフスイッチ 4 0 0 は、可動接点 4 0 6 と固定接点 4 0 4 とを電氣的に接続する。可動接点 4 0 6、固定接点 4 0 4、基板 4 0 2、及び支持基板 4 2 0 は、図 1 5 に関連して説明した可動接点 5 0 6、固定接点 5 0 4、基板 5 0 2、及び支持基板 5 2 0 と同一又は同様の機能を有する。基板 4 0 2 は、固定接点 4 0 4 を保持する基板であってよい。

15

支持基板 4 2 0 は、第 1 貫通孔 4 2 2、第 2 貫通孔 4 2 6、及びバイモルフ支持部 4 2 4 を有する。第 1 貫通孔 4 2 2、第 2 貫通孔 4 2 6、及びバイモルフ支持部 4 2 4 は、図 1 5 に関連して説明した第 1 貫通孔 5 2 2、第 2 貫通孔 5 2 6、及びバイモルフ支持部 5 2 4 と同一又は同様の機能を有する。バイモルフ支持部 4 2 4 は、バイモルフ部 4 0 8 を支持する。

20

バイモルフ部 4 0 8 は、バイモルフスイッチ 4 0 0 におけるカンチレバーに対応する部分である。バイモルフ部 4 0 8 は、基板 4 0 2 と対向する第 1 面 4 3 8、及び支持基板 4 2 0 と対向する第 2 面 4 4 0 を有する。バイモルフ部 4 0 8 は、可動接点 4 0 6 を駆動する。バイモルフ部 4 0 8 は、可動接点 4 0 6 を駆動することにより、可動接点 4 0 6 と固定接点 4 0 4 とを電氣的に接続する。本実施形態において、バイモルフ部 4 0 8 は、基板 4 0 2 の表面と略平行な板状の形状を有する。バイモルフ部 4 0 8 は、第 1 面 4 3 8 に可動接点 4 0 6 を保持する。本実施形態にお

25

いて、バイモルフ部408は、一端の近傍に可動接点406を保持する。

以下、バイモルフ部408について更に詳しく説明する。本実施形態において、バイモルフ部408は、駆動部432、被支持部430、補強部416、ヒータ414、及びヒータ電極418を有する。

- 5 被支持部430は、バイモルフ支持部424に固定される。本実施形態において、被支持部430は、バイモルフ支持部424と基板402とに挟まれる領域に形成される。また、被支持部430は、補強部416の一部を挟んでバイモルフ支持部424と対向する。

- 10 駆動部432は、可動接点406を駆動する。駆動部432は、被支持部430から、基板402の表面と略平行に、バイモルフ支持部424と基板402とに挟まれる領域の外へ延伸して形成される。駆動部432は、当該挟まれる領域の界面において被支持部430と接続されてよい。駆動部432は、基板402の表面と略平行な板状の形状を有する。駆動部432は、境界436を挟んで被支持部430と対向する。

- 15 本実施形態において、駆動部432は、互いに異なる熱膨張率を有する第1部材410及び第2部材412を含む。駆動部432が加熱又は冷却された場合、駆動部432は、第1部材410と第2部材412との熱膨張率の違いに基づいて変形する。駆動部432は、当該変形により可動接点406を駆動する。本実施形態において、駆動部432は、酸化シリコンにより形成された第1部材、及び金属により形成された第2部材を有する。
- 20

- 第1部材410は、駆動部432における基板402の表面と対向する面に渡って形成される部分である。第1部材410は、基板402の表面と略平行な板状の形状を有する。第1部材410は、基板402の表面と対向する面に可動接点406を保持する。本実施形態において、第1部材410は被支持部430と一体に形成される。
- 25

第2部材412は、第1部材410における可動接点406を保持する面の裏面に形成される金属層である。第2部材412は、当該裏面の一部に形成されてよい

。第2部材412は、駆動部432における基板402の表面と対向する面の裏面に渡って形成されてよい。第2部材412は、被支持部430の表面に更に延伸して形成されてもよい。

補強部416は、被支持部430と駆動部432との境界436を補強する補強部材である。補強部416は、バイモルフ部408の表面である第2面440において、被支持部430から駆動部432の一部に渡って形成される。本実施形態において、補強部416は、被支持部430の一部から駆動部432の一部に渡って形成される。また、補強部416は、少なくとも一部がバイモルフ支持部424と被支持部430との間に挟んで形成される。補強部416は例えば酸化シリコンにより形成されてよい。補強部416は、窒化シリコンにより形成されてもよい。補強部416は、第1部材410より低い熱伝導率を有するのが好ましい。

ヒータ414は、バイモルフ部408を加熱するヒータである。本実施形態において、ヒータ414は、駆動部432を加熱する。ヒータ414は、第1部材410及び第2部材412を加熱する。ヒータ414は、第1部材410及び第2部材412を加熱することにより駆動部432を変形させる。ヒータ414は、当該加熱により、駆動部432に可動接点406を駆動させる。本実施形態において、ヒータ414は、第1部材410と支持基板420との間に挟んで形成される。また、ヒータ電極418は、ヒータ414と電氣的に接続された電極である。ヒータ電極518は、金属電極であってよい。

図17(b)は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ400の上面図を示す。本実施形態において、バイモルフスイッチ400は、複数の固定接点404を備える。バイモルフスイッチ400は、複数の固定接点404のそれぞれと、可動接点406とを電氣的に接続させることにより、複数の固定接点404を互いに電氣的に接続する。

本実施形態において、補強部416は、バイモルフ部408における被支持部430と駆動部432との境界を補強する。本実施形態によれば、バイモルフ部408が可動接点406を駆動する場合に被支持部430と駆動部432の界面に生じ

る応力に対して、バイモルフ部508を補強することができる。そのため、本実施形態によれば、バイモルフスイッチ500は、高い耐久性を有することができる。

別の実施例において、バイモルフスイッチ400は、両持ち梁スイッチであってもよい。この場合、バイモルフ部408は、一端及び他端にそれぞれ対応する、複数の被支持部430及び複数の補強部416を有する。バイモルフ支持部424は、
5 バイモルフ部408の両端を保持する。バイモルフ支持部424は、バイモルフ部408の一端における被支持部430と一の補強部416を挟んで対向し、他端における被支持部430と他の補強部416挟んで対向してよい。また、この場合、バイモルフ部408は、バイモルフ部408の基板402と対向する面における
10 略中央部に可動接点406を保持する。

図18は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ400の別の例を示す。図18において、図17と同じ符号を付した構成は、図17における構成と同一又は同様の機能を有する。図18(a)が示す例において、バイモルフ部408は、第2補強部434を更に有する。第2補強部434は、第1部材410と第2部材412との境界の一部を覆う。本例において、第2補強部434は、第1部材410を挟んで可動接点406と対向する。本例によれば、ヒータ414が第1部材410及び第2部材412を加熱した場合に、第1部材410と第2部材412の界面に生じる応力に対して、バイモルフ部508を補強することができる。
15

図18(b)は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ400の別の例を示す。本例において、補強部416の一部は、被支持部430を挟んでバイモルフ支持部424と対向する。補強部416は、バイモルフ部408の第1面438に形成される。補強部416は、金属により形成されてよい。補強部416は、例えば金(Au)メッキにより形成されてよい。補強部416は、例えば酸化シリコンであってもよい。また、被支持部430は、バイモルフ支持部424と接触する。本例によっても、バイモルフ部408が可動接点406を駆動する場合に被支持部430と駆動部432の界面に生じる応力に対して、バイモルフ部508を補強すること
20

ができる。

図18(c)は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ400の別の例を示す。本例において、補強部416は、ヒータ電極418から延伸して、ヒータ電極418と一体に形成される。補強部416は、バイモルフ部408の基板402と対向する面に形成される。本例によっても、バイモルフ部408が可動接点406を駆動する場合に被支持部430と駆動部432の界面に生じる応力に対して、バイモルフ部508を補強することができる。

図19は、本発明の第7の実施形態に係るバイモルフスイッチ600の一例を示す。本実施形態において、バイモルフスイッチ600は、可動接点632と固定接点628とを電氣的に接続するバイモルフスイッチである。バイモルフスイッチ600は、可動接点632、固定接点628、基板630、支持基板602、及びバイモルフ部608を備える。可動接点632、固定接点628、基板630、及び支持基板602は、図15に関連して説明した可動接点506、固定接点504、基板502、及び支持基板520と同一又は同様の機能を有する。基板630は、固定接点628を保持する基板であってよい。

支持基板602は、第1貫通孔622、第2貫通孔626、及びバイモルフ支持部624を有する。第1貫通孔622、第2貫通孔626、及びバイモルフ支持部624は、図15に関連して説明した第1貫通孔522、第2貫通孔526、及びバイモルフ支持部524と同一又は同様の機能を有する。バイモルフ支持部624は、バイモルフ部608を支持する。

バイモルフ部608は、可動接点632を基板630と対向する表面に保持する。バイモルフ部608は、可動接点632を駆動することにより、可動接点632と固定接点628とを電氣的に接続する。バイモルフ部608は、第1部材616、第2部材610、ヒータ614、貫通孔618、貫通配線620、及び信号線路606を有する。バイモルフ部608は、基板630と対向する表面、及び当該表面に対する裏面を有する。貫通孔618は当該表面から当該裏面へ貫通する。

貫通配線 6 2 0 は、貫通孔 6 1 8 に設けられる。貫通配線 6 2 0 は、可動接点 6 3 2 と電氣的に接続される。本実施形態において、可動接点 6 3 2 は貫通配線 6 2 0 と一体に形成される。

5 信号線路 6 0 6 は、バイモルフ部 5 0 8 の裏面に設けられ、貫通配線 6 2 0 と電氣的に接続される。信号線路 6 0 6 は、貫通配線 6 2 0 を介して可動接点 6 3 2 と電氣的に接続される。

本実施形態において、信号線路 6 0 6 は、バイモルフ部 6 0 8 の裏面から更に延伸して形成された信号取出部 6 3 4 を含む。信号線路 6 0 6 は、バイモルフ支持部 6 2 4 とスイッチ基板 6 3 0 とに挟まれる領域から突出してよい。

10 尚、第 1 部材 6 1 6、第 2 部材 6 1 0、及びヒータ 6 1 4 は、図 1 5 に関連して説明した第 1 部材 5 1 0、第 2 部材 5 1 2、及びヒータ 5 1 4 と同一又は同様の機能を有してよい。また、本実施形態において、バイモルフ支持部 6 2 4 は、バイモルフ部 6 0 8 の裏面に対して信号線路 6 0 6 を挟んで形成される。

15 本実施形態において、バイモルフスイッチ 6 0 0 は、可動接点 6 3 2 と電氣的に接続される信号取出部 6 3 4 を有する。本実施形態において、バイモルフスイッチ 6 0 0 は、可動接点 6 3 2 と固定接点 6 2 8 との間で信号を接続及び遮断する 1 接点型バイモルフスイッチである。1 接点型バイモルフスイッチは、複数の固定接点の間で信号を接続及び遮断する 2 接点型バイモルフスイッチより高い耐久性を有する。本実施形態によれば、高い耐久性を有する 1 接点型バイモルフスイッチを提供
20 することができる。

図 2 0 及び図 2 1 は、本実施形態に係るバイモルフスイッチ 6 0 0 を製造するバイモルフスイッチ製造方法の一例を説明する図である。本実施形態において、バイモルフスイッチ製造方法は、第 1 工程～第 1 1 工程を備える。

25 図 2 0 (a) は、第 1 工程を説明する図である。第 1 工程は、支持基板 6 0 2 を準備する準備工程である。本実施形態において、第 1 工程は、表面にシリコン酸化膜 6 0 4 を有する支持基板 6 0 2 を準備する。

図20(b)は、第2工程を説明する図である。第2工程は、支持基板602の表面に信号線路606を形成する。本実施形態において、第2工程は、支持基板602の表面からシリコン酸化膜604を除去した後に信号線路606を形成する。第2工程は、フォトリソグラフィ技術により、信号線路606に対応するパターンを形成し、当該パターンに基づいて信号線路606を形成してよい。第2工程は、金(Au)メッキにより信号線路606を形成してよい。

図20(c)は、第3工程を説明する図である。第3工程は、支持基板602の表面に信号線路606を覆うシリコン酸化膜636を形成する。第3工程は、CVD法によりシリコン酸化膜636を形成してよい。

図20(d)は、第4工程を説明する図である。第4工程は、シリコン酸化膜636の上に第2部材610を形成する。本実施形態において、第4工程は、シリコン酸化膜636の上における信号線路606に対応する部分の一部に第2部材610を形成する。第4工程は、金属により第2部材610を形成する。第2部材610は、信号線路606に対して、シリコン酸化膜636を挟んで形成される。第2部材610はシリコン酸化膜636を挟んで信号線路606と対向する。

図20(e)は、第5工程を説明する図である。第5工程は、シリコン酸化膜636の上に第2部材610を覆うシリコン酸化膜612を形成する。第5工程は、CVD法によりシリコン酸化膜612を形成してよい。

図20(f)は、第6工程を説明する図である。第6工程は、シリコン酸化膜612の上にヒータ614を形成する。本実施形態において、第6工程は、シリコン酸化膜612の上における第2部材610に対応する部分の一部にヒータ614を形成する。ヒータ614は、第2部材610に対して、シリコン酸化膜612を挟んで形成される。ヒータ614はシリコン酸化膜612を挟んで第2部材610と対向する。

図21(a)は、第7工程を説明する図である。第7工程は、シリコン酸化膜612の上にヒータ614を覆うシリコン酸化膜638を形成する。本実施形態において、第7工程は、シリコン酸化膜636及びシリコン酸化膜612のいずれより

も厚いシリコン酸化膜638を形成する。第7工程は、CVD法によりシリコン酸化膜638を形成してよい。

図21(b)は、第8工程を説明する図である。第8工程は、支持基板602の表面の予め定められた領域に形成されたシリコン酸化膜636、シリコン酸化膜612、及びシリコン酸化膜638を除去する。第8工程は、当該除去によりバイモルフ部608を形成する。第8工程は、シリコン酸化膜636、シリコン酸化膜612、及びシリコン酸化膜638における、バイモルフ部608に対応する領域以外の部分を除去してよい。

第8工程は、バイモルフ部608の信号線路606と対向する面から当該面の裏面へ貫通する貫通孔618を更に形成する。貫通孔618は、バイモルフ部608における第2部材610が形成された領域以外の部分を貫通する。貫通孔618は、バイモルフ部608におけるヒータ614が形成された領域以外の部分を貫通する。貫通孔618は、バイモルフ部608の一端の近傍においてバイモルフ部608を貫通してよい。尚、バイモルフ部608におけるシリコン酸化膜636、シリコン酸化膜612、及びシリコン酸化膜638に対応する領域は、第1部材616に対応する。

図21(c)は、第9工程を説明する図である。第9工程は、貫通孔618に貫通配線620を形成する。本実施形態において、第9工程は、貫通孔618に金属を充填することにより貫通配線620を形成する。第9工程は、デポジションにより貫通配線620を形成してよい。第9工程は、メッキにより貫通配線620を形成してもよい。

第9工程は、更に、バイモルフ部608における、信号線路606と対向する面の裏面に可動接点632を形成する。本実施形態において、第9工程は、可動接点632を貫通配線620と一体に形成する。

図21(d)は、第10工程を説明する図である。第10工程は、支持基板602に第1貫通孔622及び第2貫通孔626を形成する。本実施形態において、第10工程は、支持基板602を、信号線路606と対向する面の裏面からICPエ

ツチングすることにより第1貫通孔622及び第2貫通孔626を形成する。第10工程は、更に、バイモルフ支持部624を形成する。本実施形態において、バイモルフ支持部624は第1貫通孔622と第2貫通孔626とに挟まれた領域である。

5 図21(e)は、第11工程を説明する図である。第11工程は、基板630を準備し、支持基板602と基板630とを対向させる。本実施形態において、第11工程は、表面に固定接点628を保持する基板630を準備する。第11工程は、支持基板602における信号線路606を保持する面と、基板630における固定接点628を保持する面とを対向させる。

10 基板630は、支持基板602における信号線路606を保持する面と、基板630における固定接点628を保持する面とを対向させて支持基板602を保持する。基板630は、可動接点632を固定接点628と対向させて支持基板602を保持する。尚、本実施形態において、支持基板602は、シリコン基板である。基板630はガラス基板であってよい。

15

以上発明の実施の形態を説明したが、本出願に係る発明の技術的範囲は上記の実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態に種々の変更を加えて、請求の範囲に記載の発明を実施することができる。そのような発明が本出願に係る発明の技術的範囲に属することもまた、請求の範囲の記載から明らか

20 である。

産業上の利用可能性

上記説明から明らかなように、本発明によれば低コストなバイモルフスイッチを提供することができる。

請求の範囲

1. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、
表面及び裏面、並びに前記表面から前記裏面へ貫通して設けられた貫通孔を有する基板と、
5 前記貫通孔の開口部の縁部から当該開口部の内側に延伸する前記固定接点と、
前記可動接点を前記開口部と対向して保持し、当該可動接点を駆動するバイモルフ部と
を備えることを特徴とするバイモルフスイッチ。
- 10 2. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチを製造するバイモルフスイッチ製造方法であって、
基板の表面に前記固定接点を形成する固定接点形成工程と、
前記基板の表面に、前記固定接点を覆う犠牲層を形成する犠牲層形成工程と、
前記犠牲層の上に、前記可動接点を駆動するバイモルフ部を形成するバイモルフ
15 部形成工程と、
前記犠牲層における、少なくとも前記固定接点の一部を覆う部分を除去する除去
工程と、
前記バイモルフ部の前記基板と対向する面に前記可動接点を形成する可動接点形
成工程と
20 を備えることを特徴とするバイモルフスイッチ製造方法。
3. 前記除去工程は、前記基板の前記裏面から前記表面に貫通するように前記基板をエッチングするとともに、前記犠牲層を除去することを特徴とする請求項2に記載のバイモルフスイッチ製造方法。
4. 前記可動接点形成工程は、前記バイモルフ部の前記基板と対向する面に金属層を堆積することにより前記可動接点を形成することを特徴とする請求項2に記載のバイモルフスイッチ製造方法。
- 25 5. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、

前記固定接点を保持する基板と、

一端、他端、及び穴部を有し、前記可動接点を駆動するバイモルフ部と、

前記バイモルフ部の前記一端及び前記他端を支持するバイモルフ支持部と

を備えることを特徴とするバイモルフスイッチ。

5 6. 基板上に形成された電子回路であって、

第1端子及び第2端子を有し、前記基板に形成された集積回路と、

前記基板上に裁置され、前記第1端子と前記第2端子とを電氣的に接続する機械
スイッチと

を備えることを特徴とする電子回路。

10 7. 前記機械スイッチは、可動接点、固定接点、及び前記可動接点を駆動するバイモルフ部を有し、前記可動接点と前記固定接点とを電氣的に接続することにより、前記第1端子と前記第2端子とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであることを特徴とする請求項6に記載の電子回路。

8. 前記集積回路は半導体スイッチを有し、

15 前記機械スイッチは、前記半導体スイッチよりオフリーク電流が小さいことを特徴とする請求項6に記載の電子回路。

9. 前記集積回路は半導体スイッチを有し、

前記機械スイッチは、前記半導体スイッチより大きな電流をスイッチングすることを特徴とする請求項6に記載の電子回路。

20 10. 前記集積回路は半導体スイッチを有し、

前記機械スイッチは、前記半導体スイッチより高い周波数の信号をスイッチングすることを特徴とする請求項6に記載の電子回路。

11. 機械スイッチ及び集積回路を備える電子回路を製造する電子回路製造方法であって、

25 基板を準備する準備工程と、

前記基板に前記集積回路を形成する集積回路形成工程と、

前記機械スイッチを形成するスイッチ形成工程と、

前記基板に前記機械スイッチを裁置する裁置工程とを備えることを特徴とする電子回路製造方法。

1 2. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、前記固定接点を保持する基板と、

5 前記可動接点を駆動するバイモルフ部と、

前記バイモルフ部の表面に形成され、前記バイモルフ部より低い熱伝導率を有する断熱部と、

前記バイモルフ部に対して前記断熱部を挟んで形成され、前記バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部と

10 を備えることを特徴とするバイモルフスイッチ。

1 3. 前記バイモルフ部は、

酸化シリコンにより形成された第1部材と、

金属により形成された第2部材と

を有し、

15 前記断熱部は、前記酸化シリコン及び前記金属のいずれよりも低い熱伝導率を有することを特徴とする請求項12に記載のバイモルフスイッチ。

1 4. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、前記固定接点を保持する基板と、

前記可動接点を駆動するバイモルフ部と、

20 前記バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部と

を備え、

前記バイモルフ部は、

ヒータと、

前記バイモルフ支持部と接触する第1部材と、

25 前記第1部材より高い熱伝導率、及び前記第1部材と異なる熱膨張率を有し、前記第1部材の前記バイモルフ支持部と接触する面における、前記第1部材と前記バイモルフ支持部とが接触する領域以外の部分に形成され、前記ヒータに加熱された

場合に前記バイモルフ部を変形させる応力を生じる第2部材とを有することを特徴とするバイモルフスイッチ。

15. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、前記固定接点を保持する基板と、

5 前記可動接点を駆動するバイモルフ部と、
前記バイモルフ部を支持するバイモルフ支持部と

を備え、

前記バイモルフ部は、

前記バイモルフ支持部に固定された被支持部と、

10 前記可動接点を駆動する駆動部と、

前記バイモルフ部の表面において、前記被支持部から前記駆動部の一部に渡って形成された補強部と

を有することを特徴とするバイモルフスイッチ。

16. 前記補強部は、少なくとも一部が前記バイモルフ支持部と前記被支持部との間に挟んで形成されたことを特徴とする請求項15に記載のバイモルフスイッチ。

17. 前記補強部の一部は、前記被支持部を挟んで前記バイモルフ支持部と対向することを特徴とする請求項15に記載のバイモルフスイッチ。

18. 前記バイモルフ部は、

20 前記駆動部を加熱するヒータと、

前記ヒータと電氣的に接続されたヒータ電極と

を更に有し、

前記補強部は、前記ヒータ電極から延伸して、前記ヒータ電極と一体に形成されたことを特徴とする請求項15に記載のバイモルフスイッチ。

25 19. 可動接点と固定接点とを電氣的に接続するバイモルフスイッチであって、前記固定接点を保持する基板と、

前記基板と対向する表面、及び前記表面に対する裏面、並びに前記表面から前記

裏面へ貫通する貫通孔を有し、前記可動接点を前記表面に保持するバイモルフ部と

前記貫通孔に設けられ、前記可動接点と電氣的に接続された貫通配線と、

前記バイモルフ部の前記裏面に設けられ、前記貫通配線と電氣的に接続された信

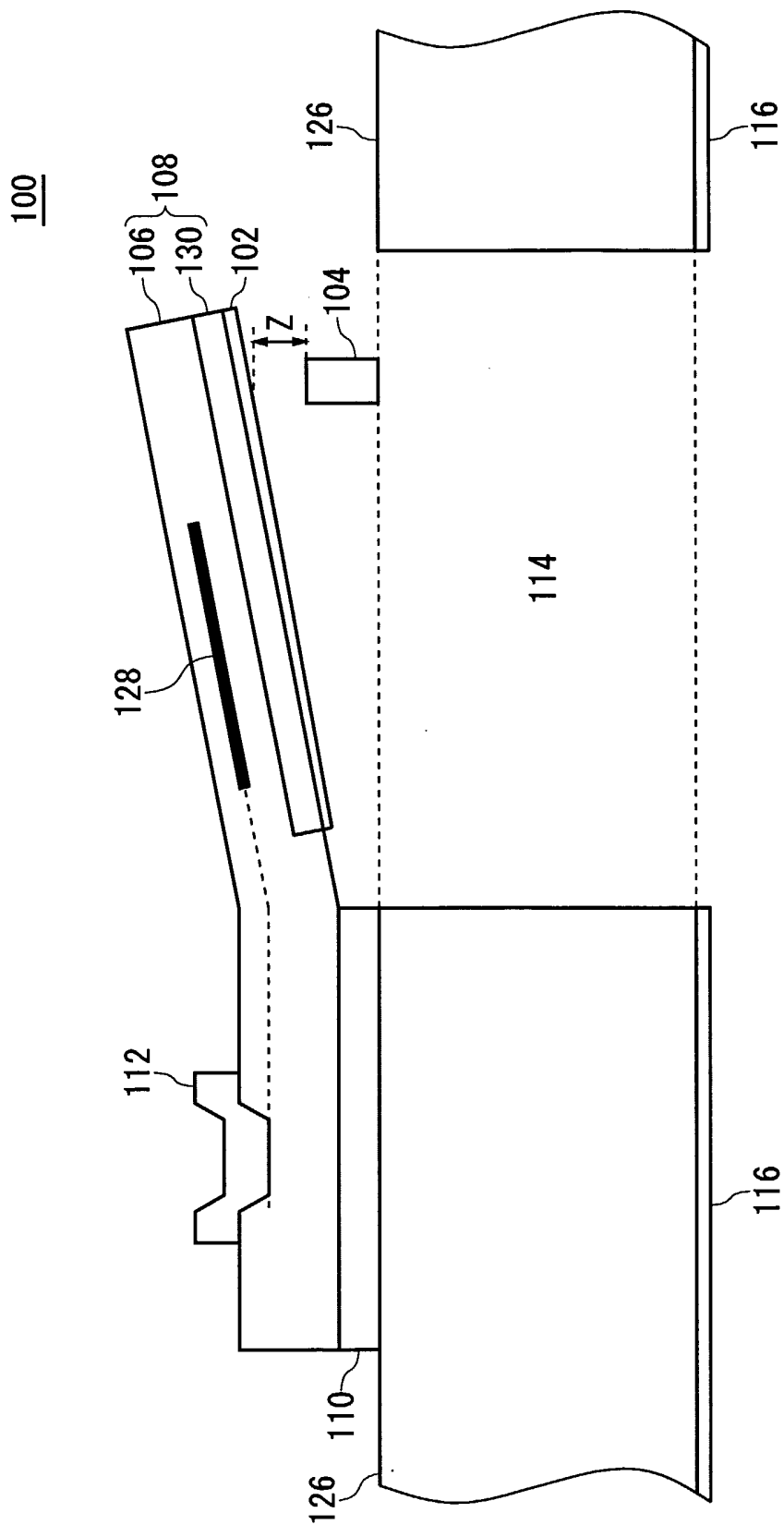
5 号線路と

を備えることを特徴とするバイモルフスイッチ。

20. 前記可動接点は前記貫通配線と一体に形成されたことを特徴とする請求項

19に記載のバイモルフスイッチ。

図 1



3/21

図 3

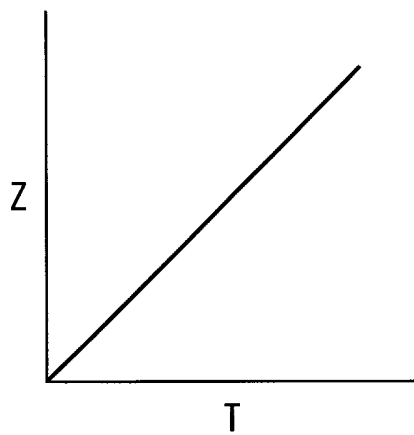
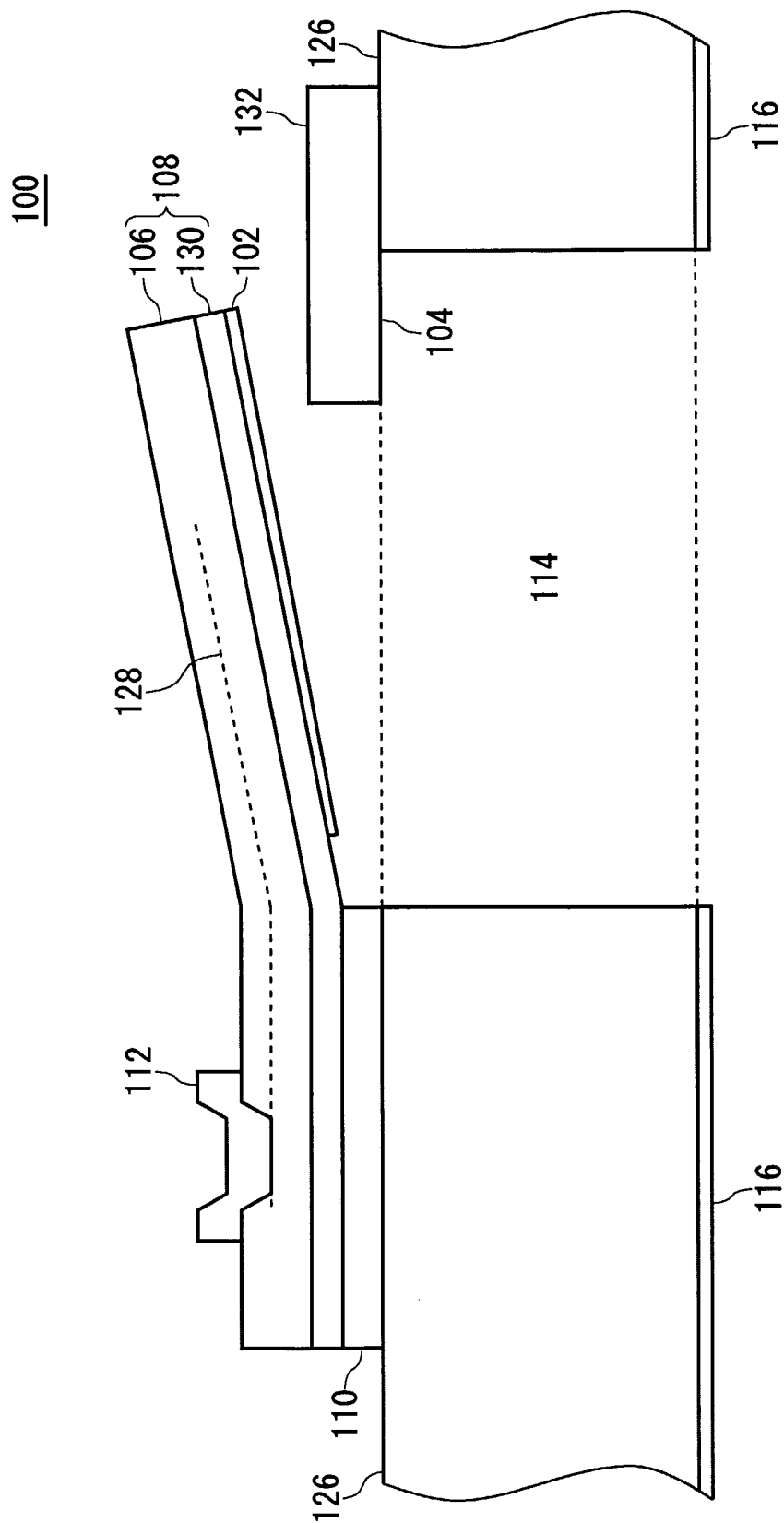


図 4



5/21

図 5

100

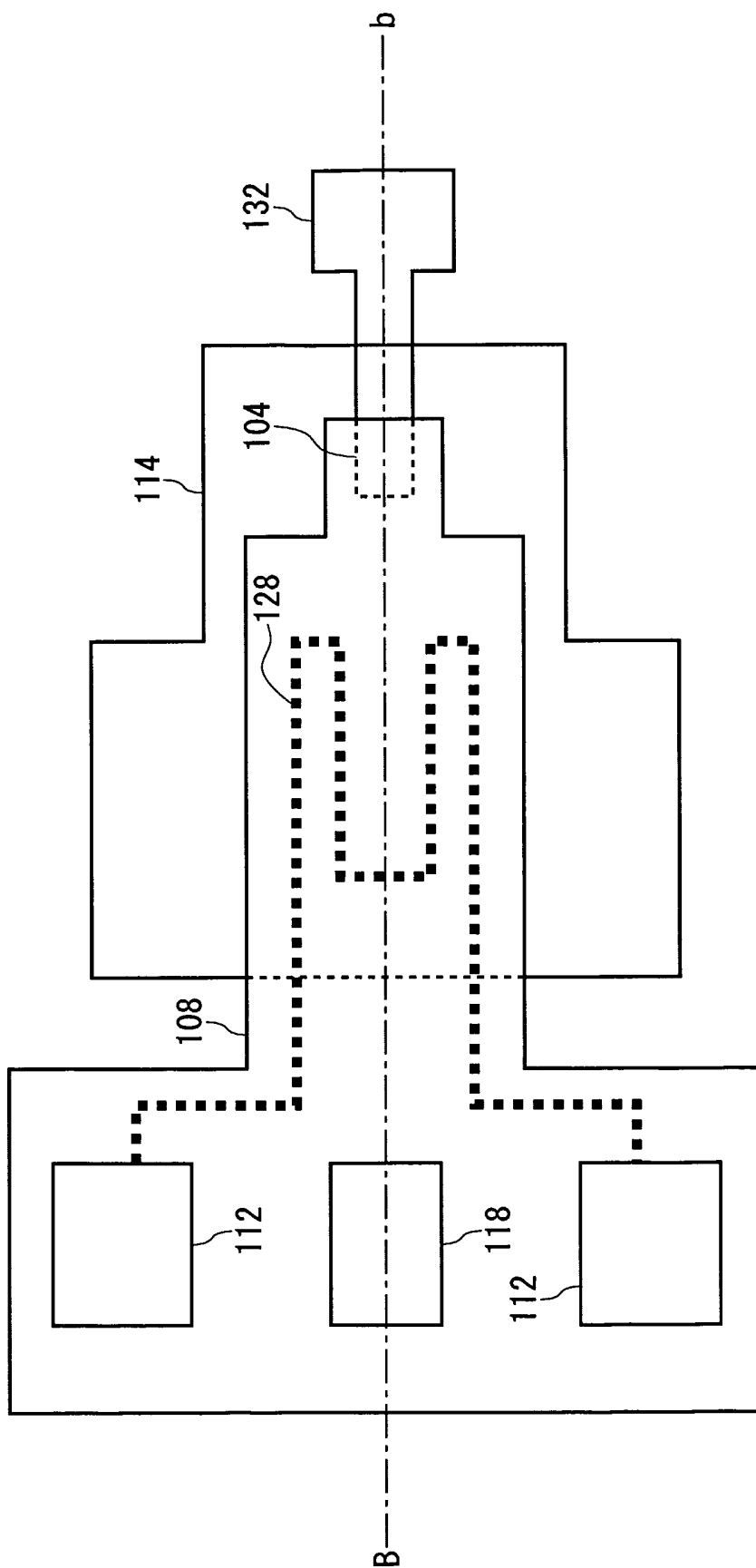


図 6

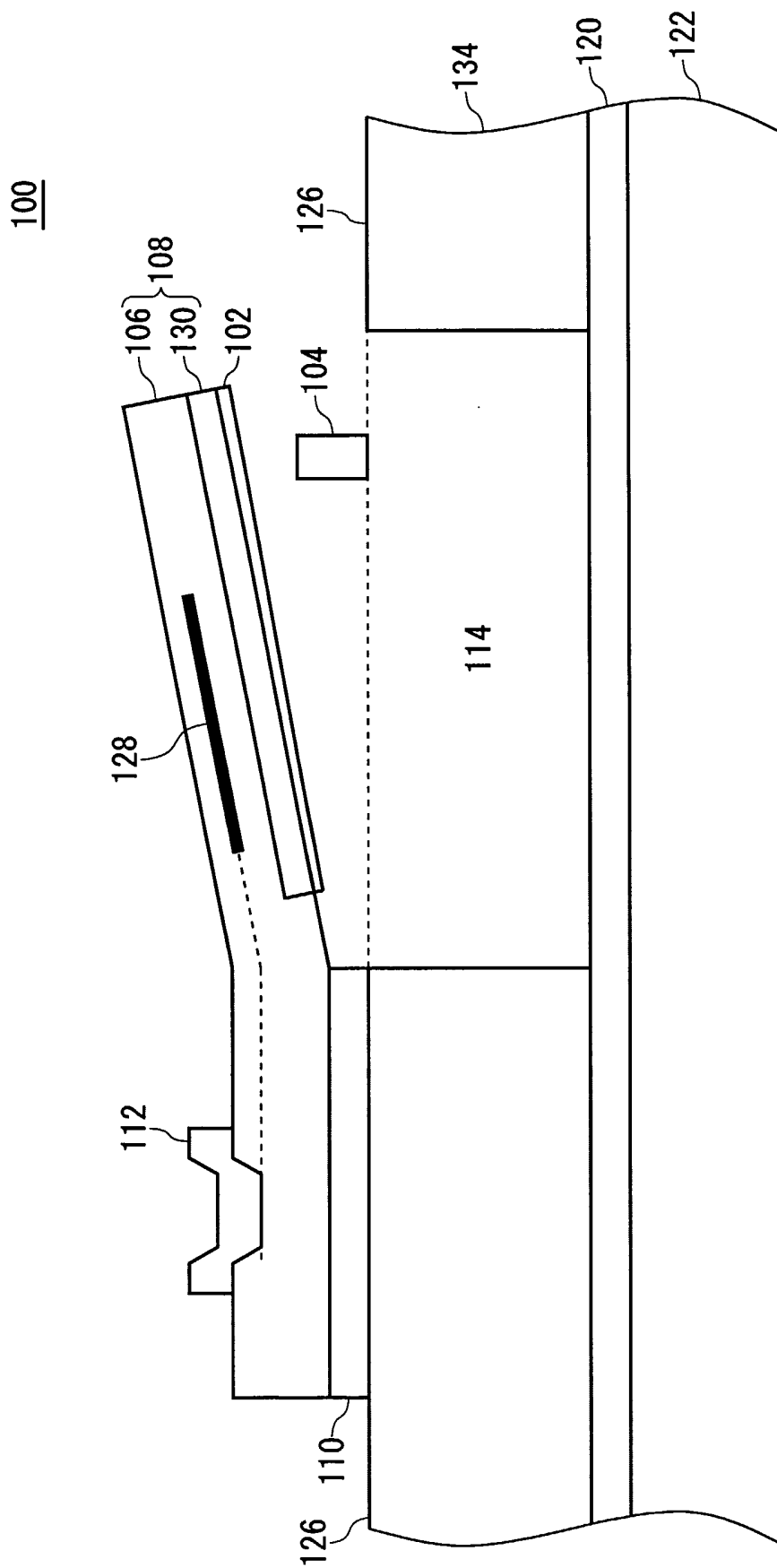


図 7

100

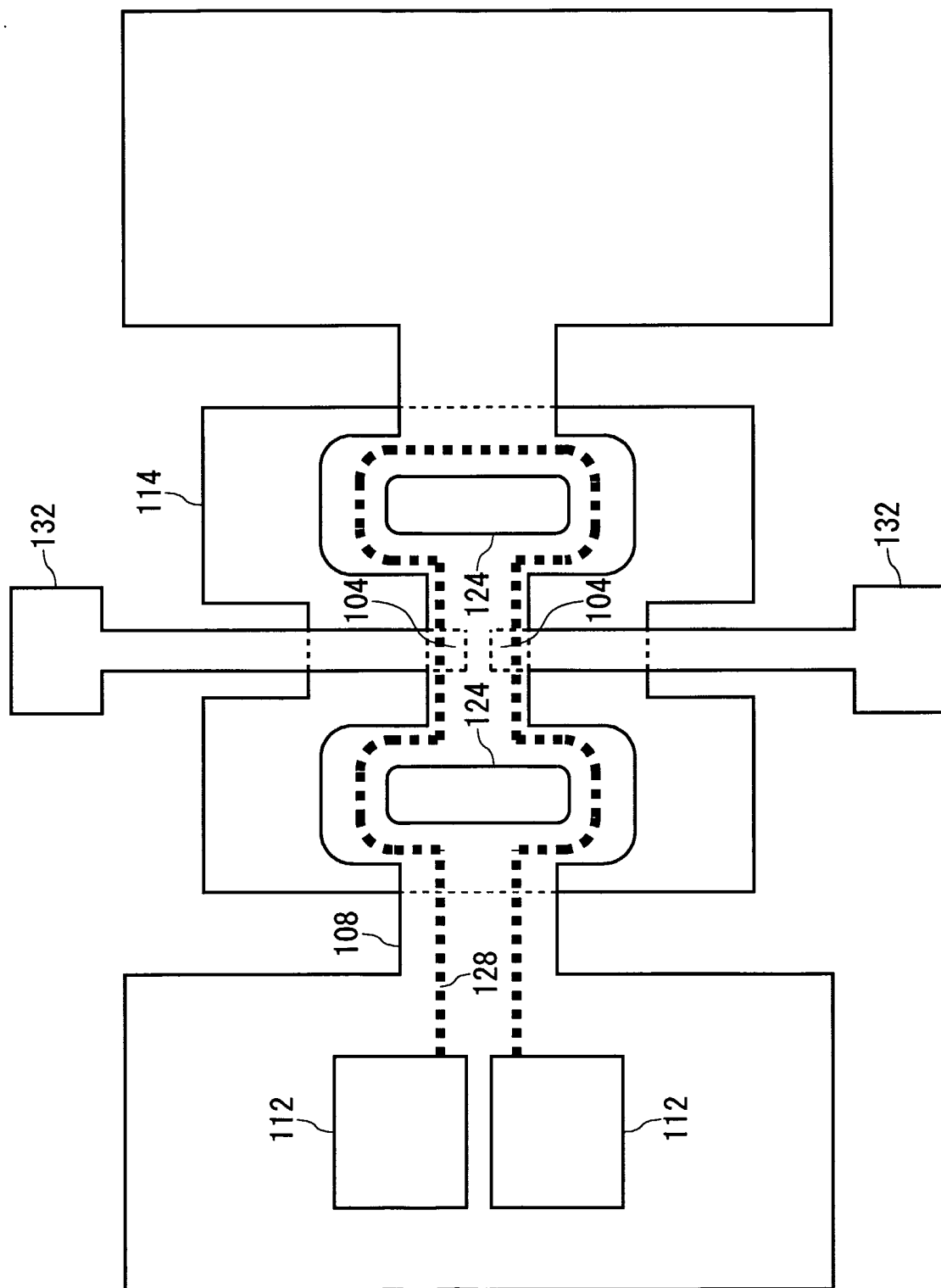


図 8

136

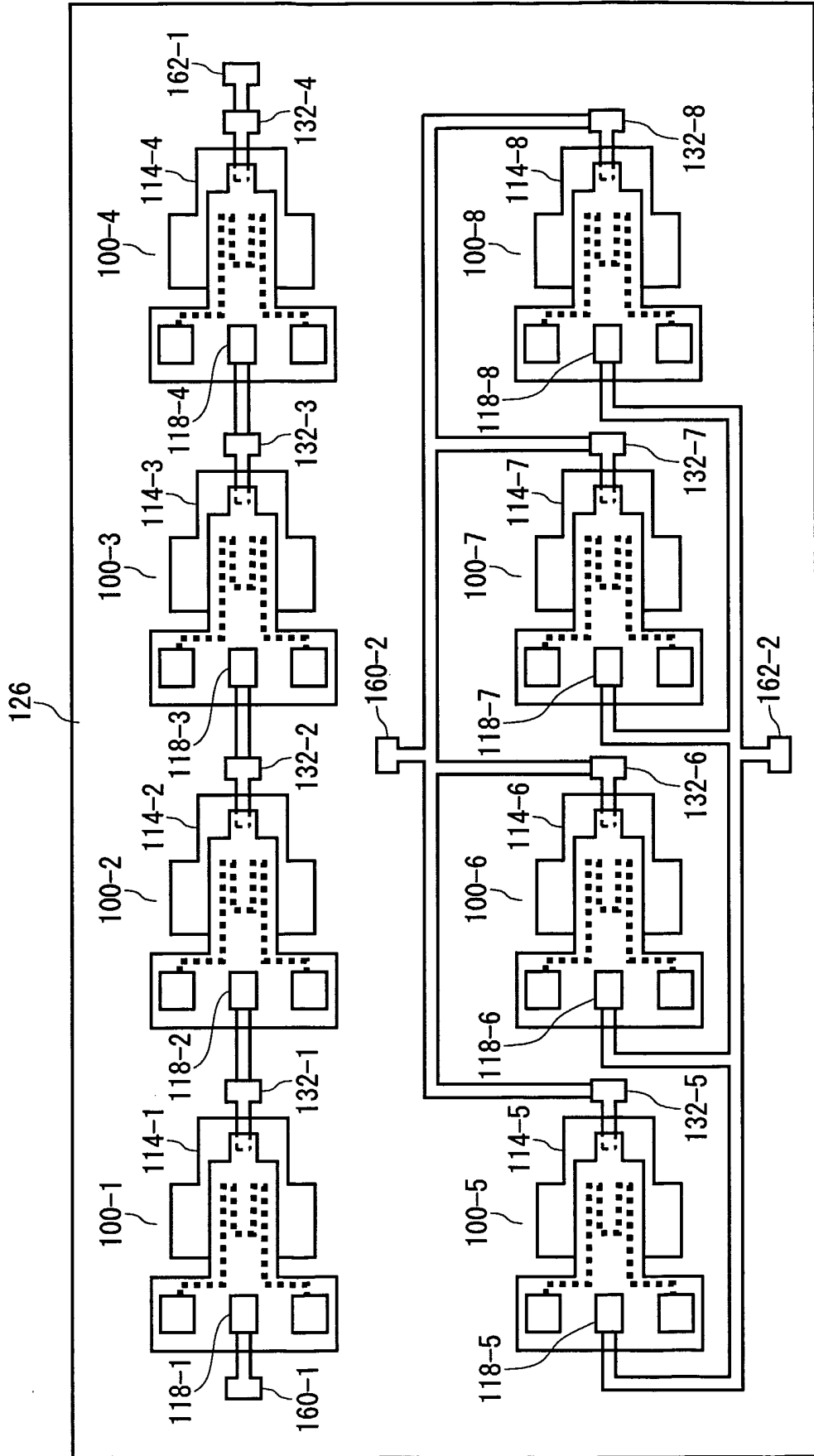


図 9

9/21

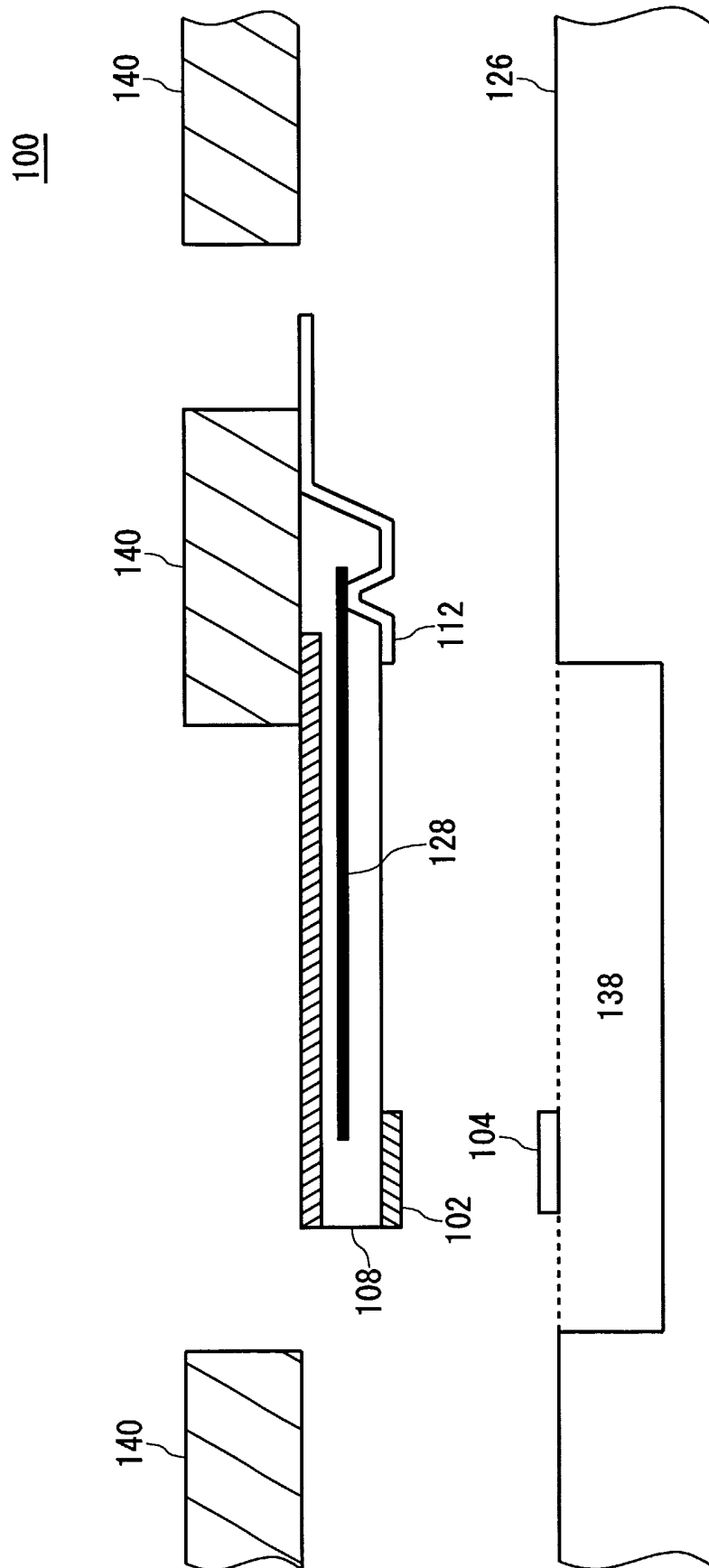


図 11

360

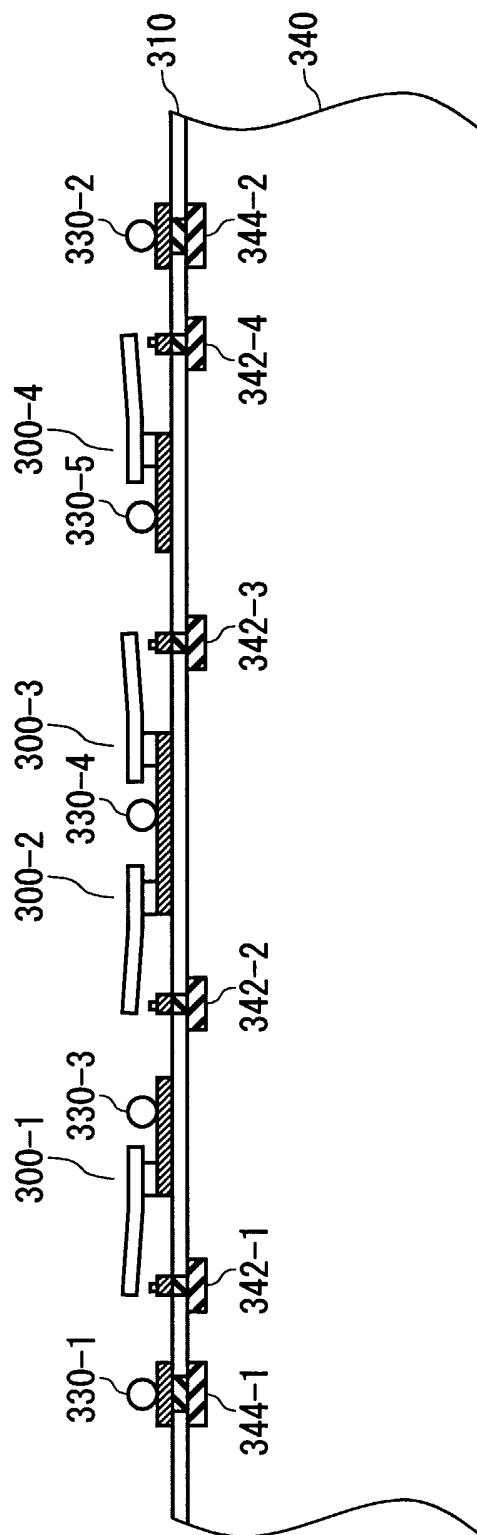


図 1 2

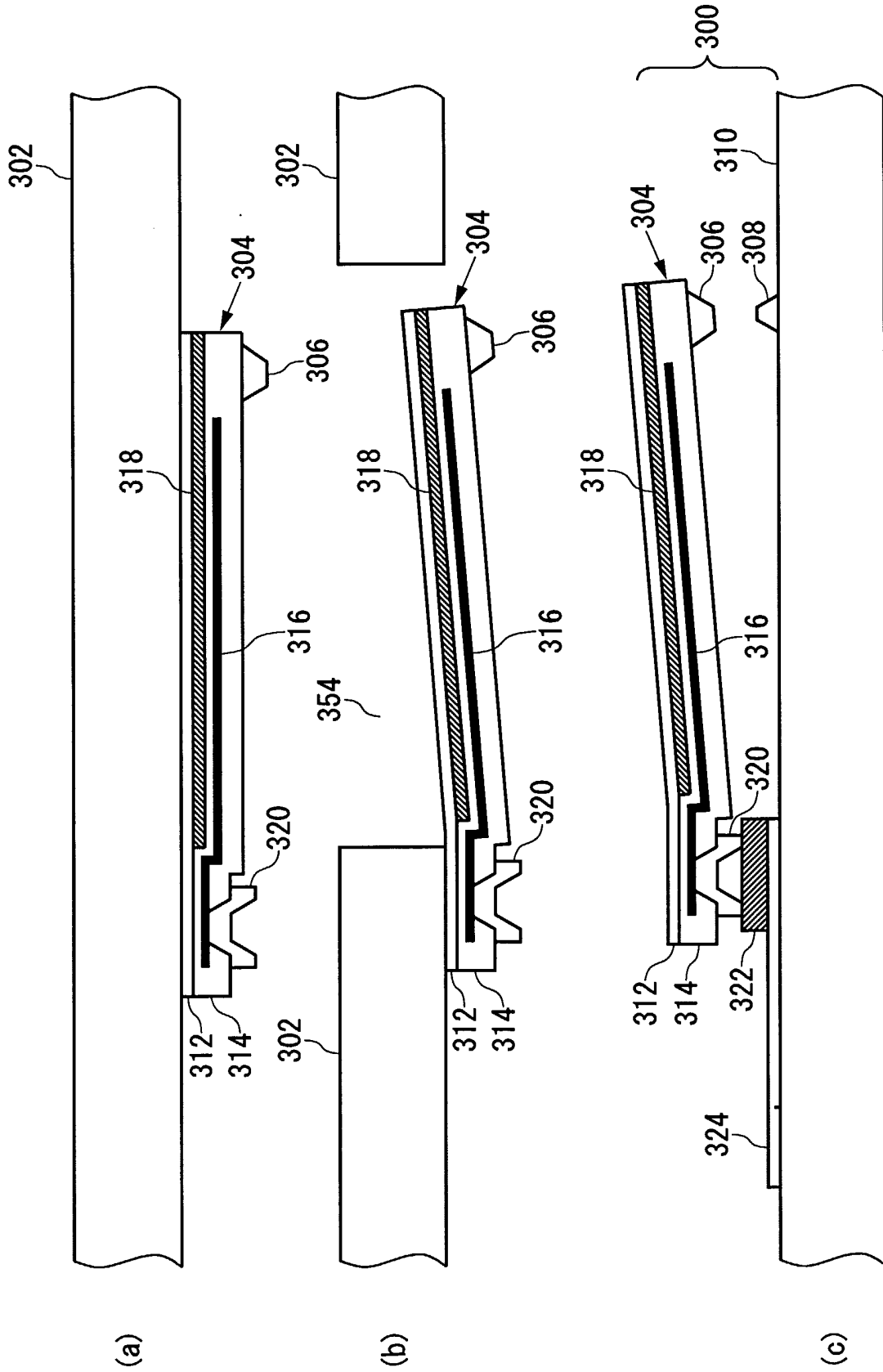


図 1 3

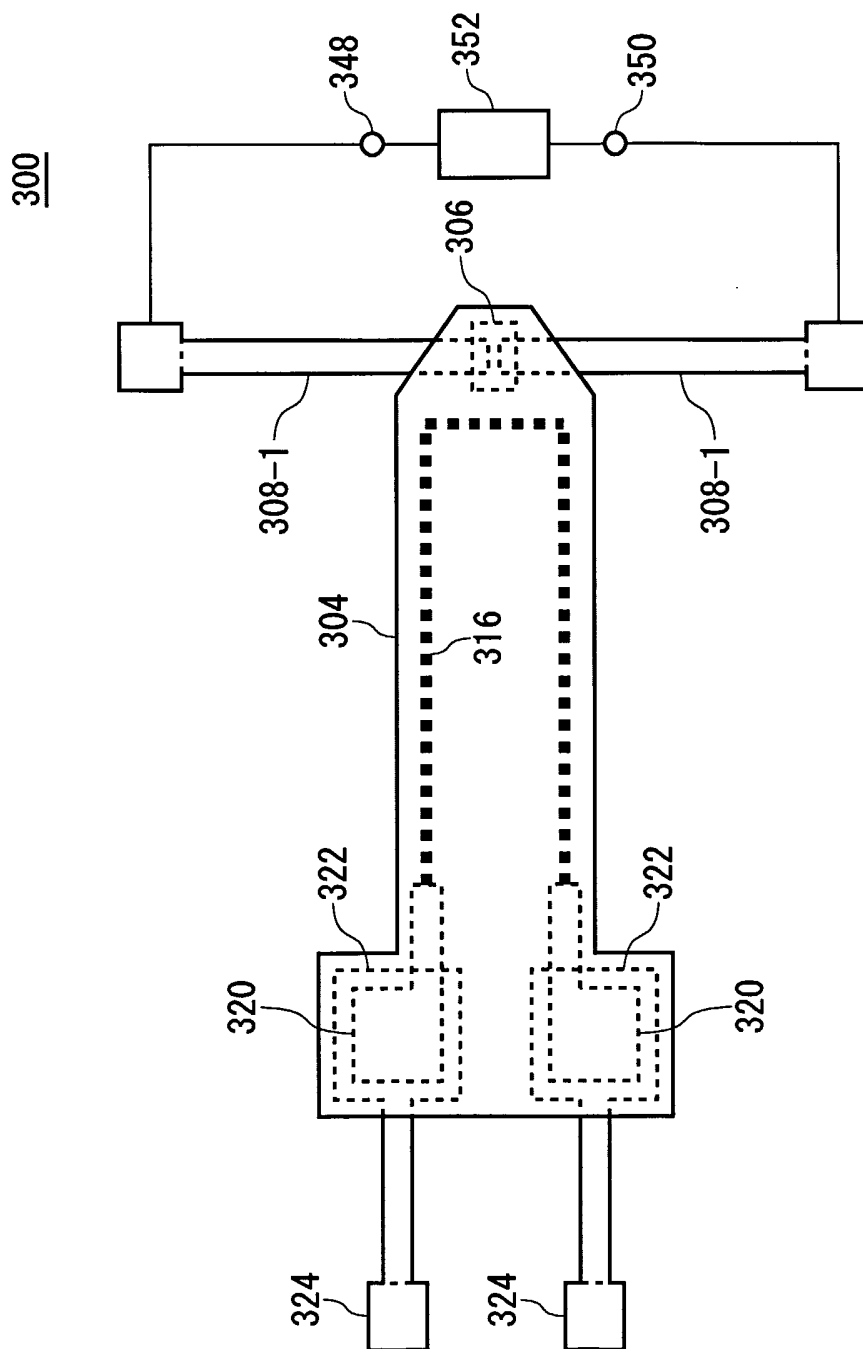


図 14

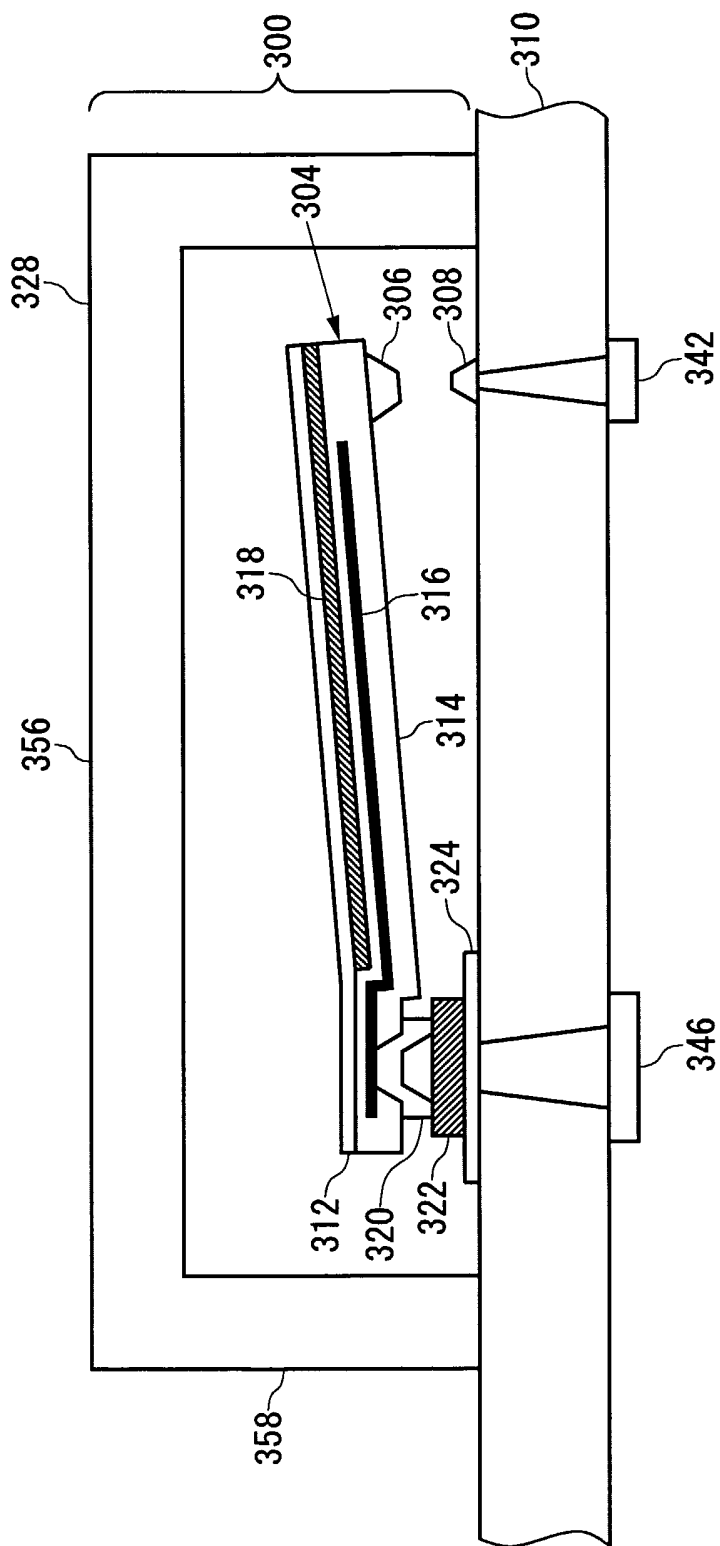


図 15

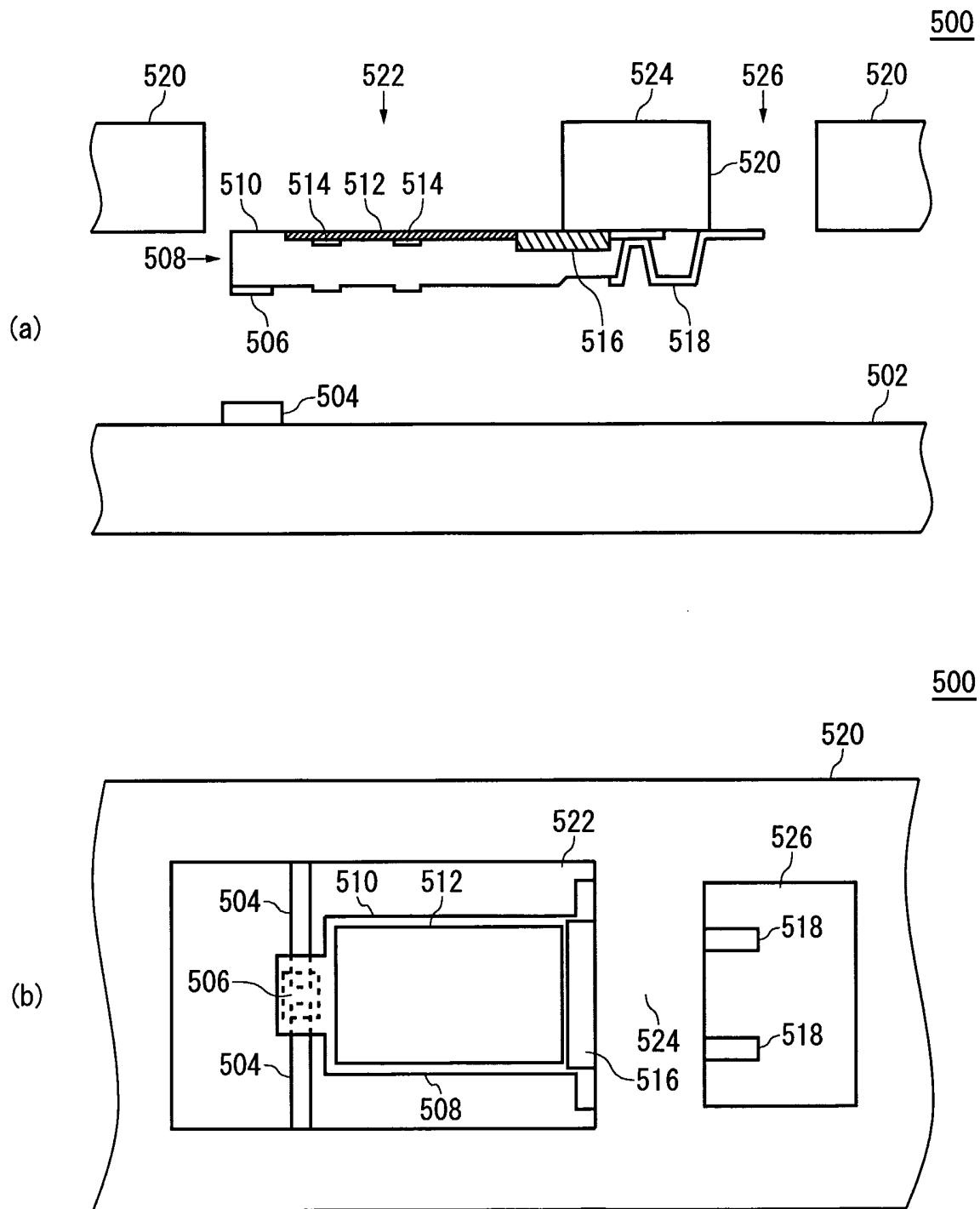


図 16

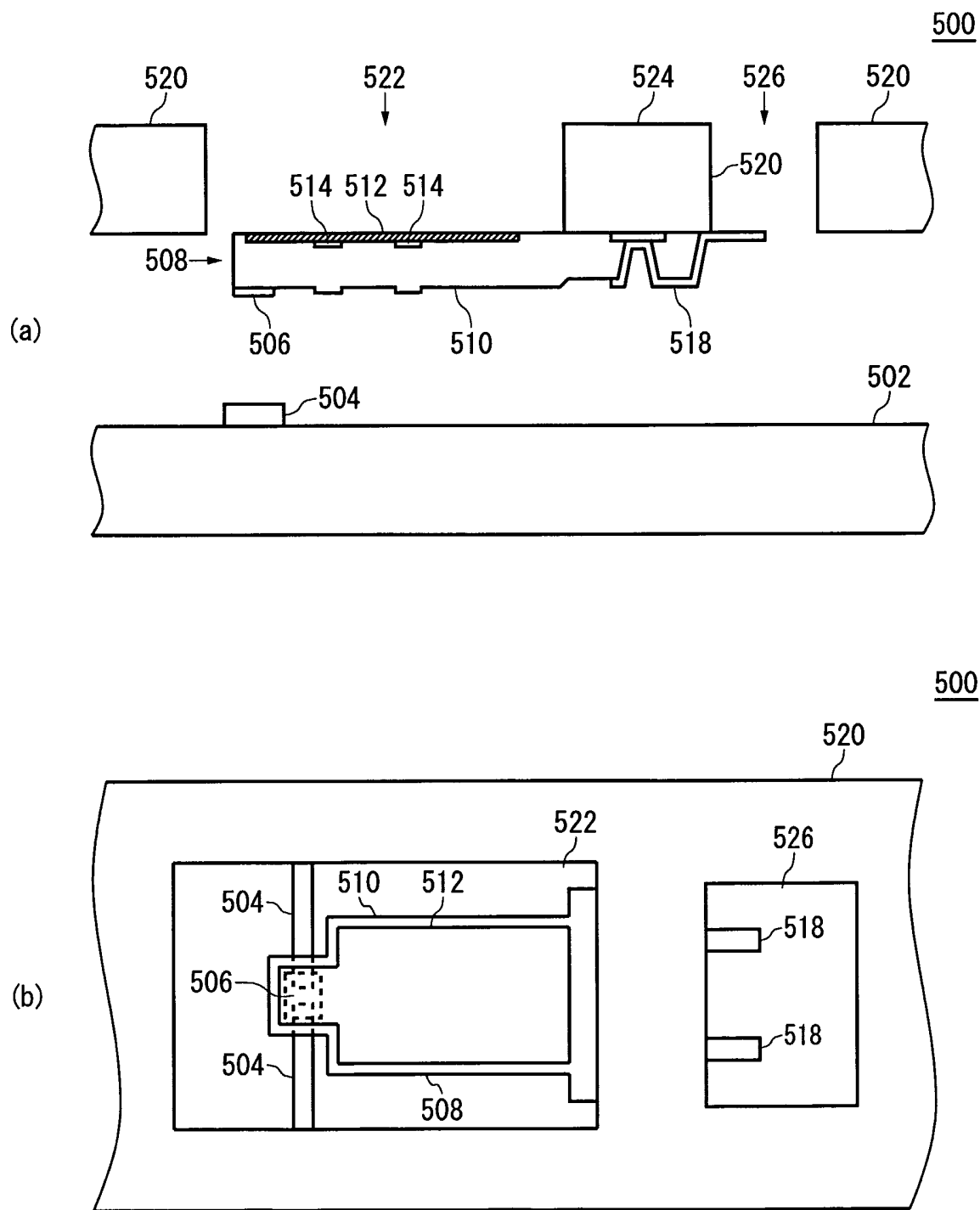
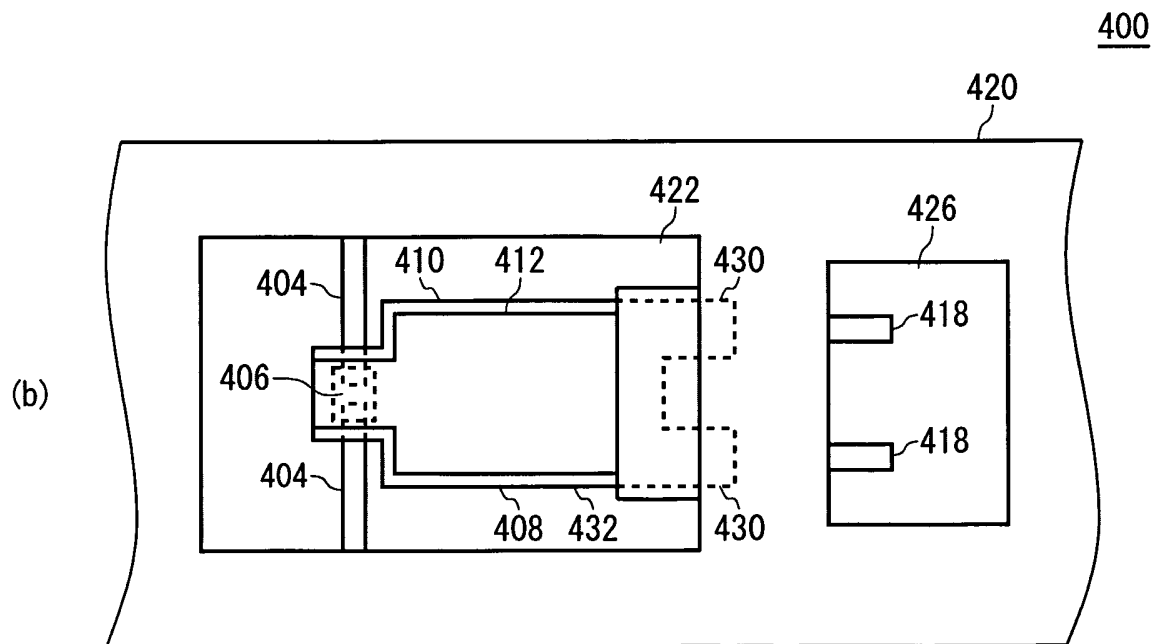
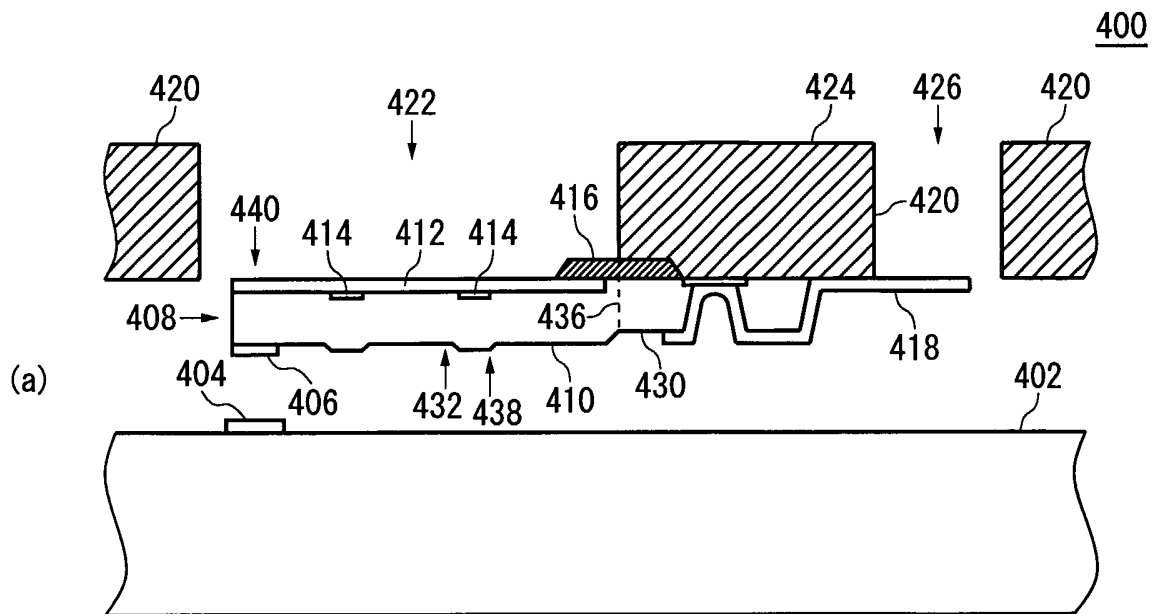


図 17



18/21

図 18

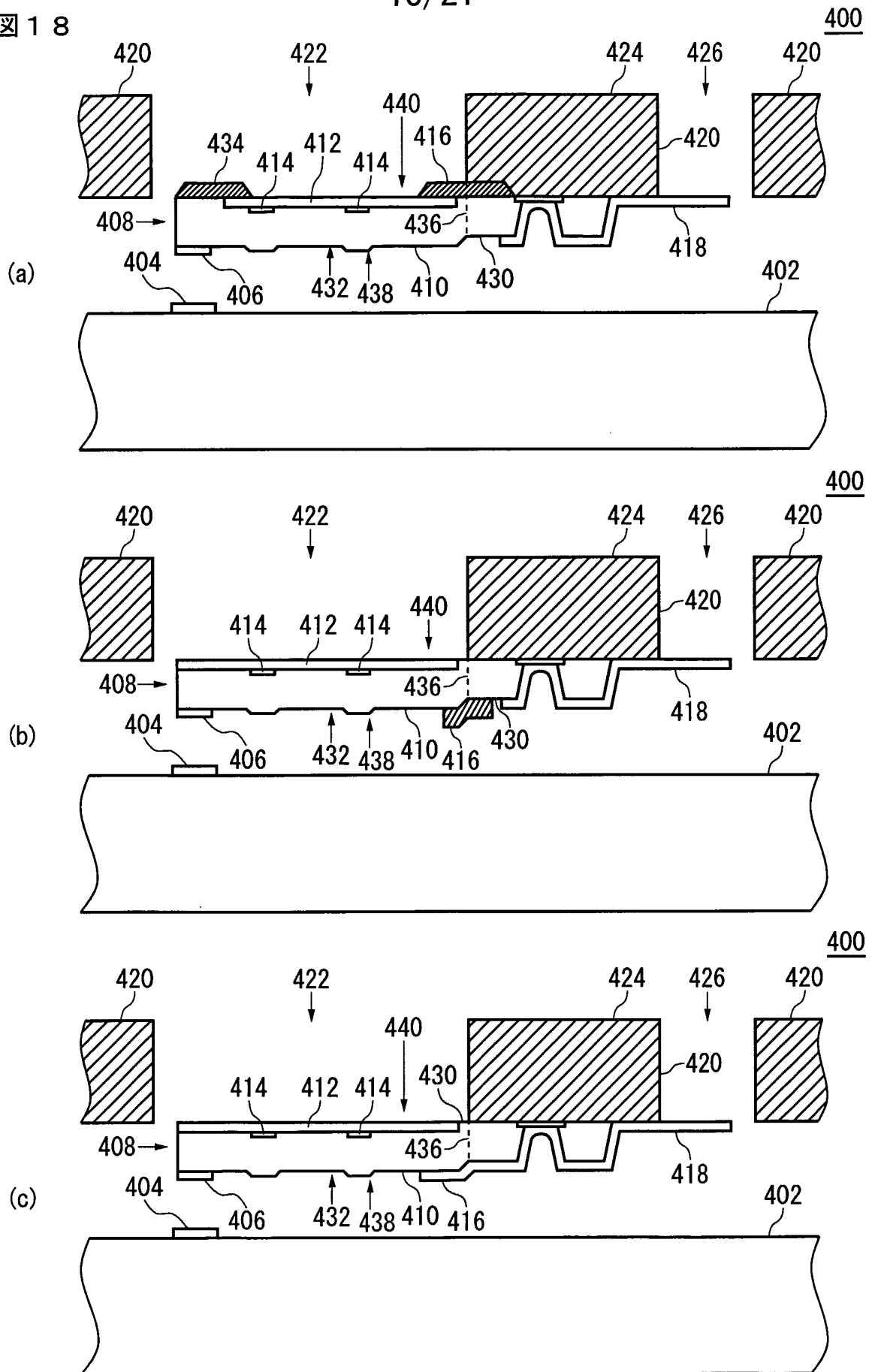


図 19

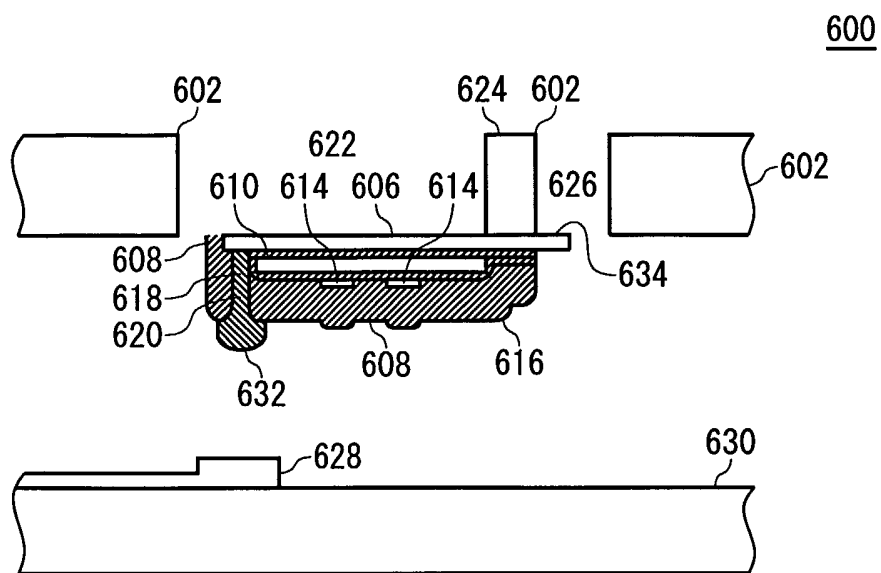
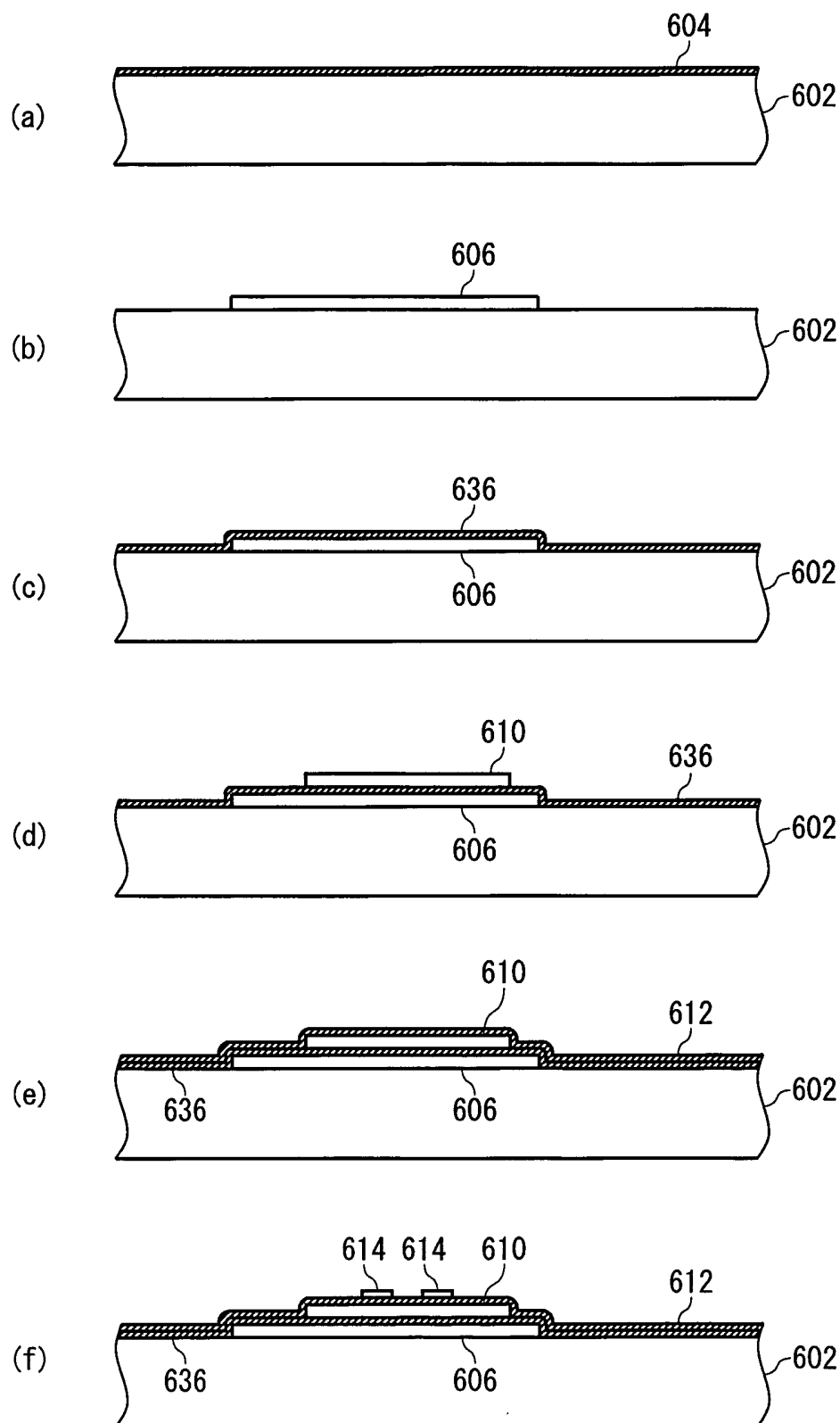
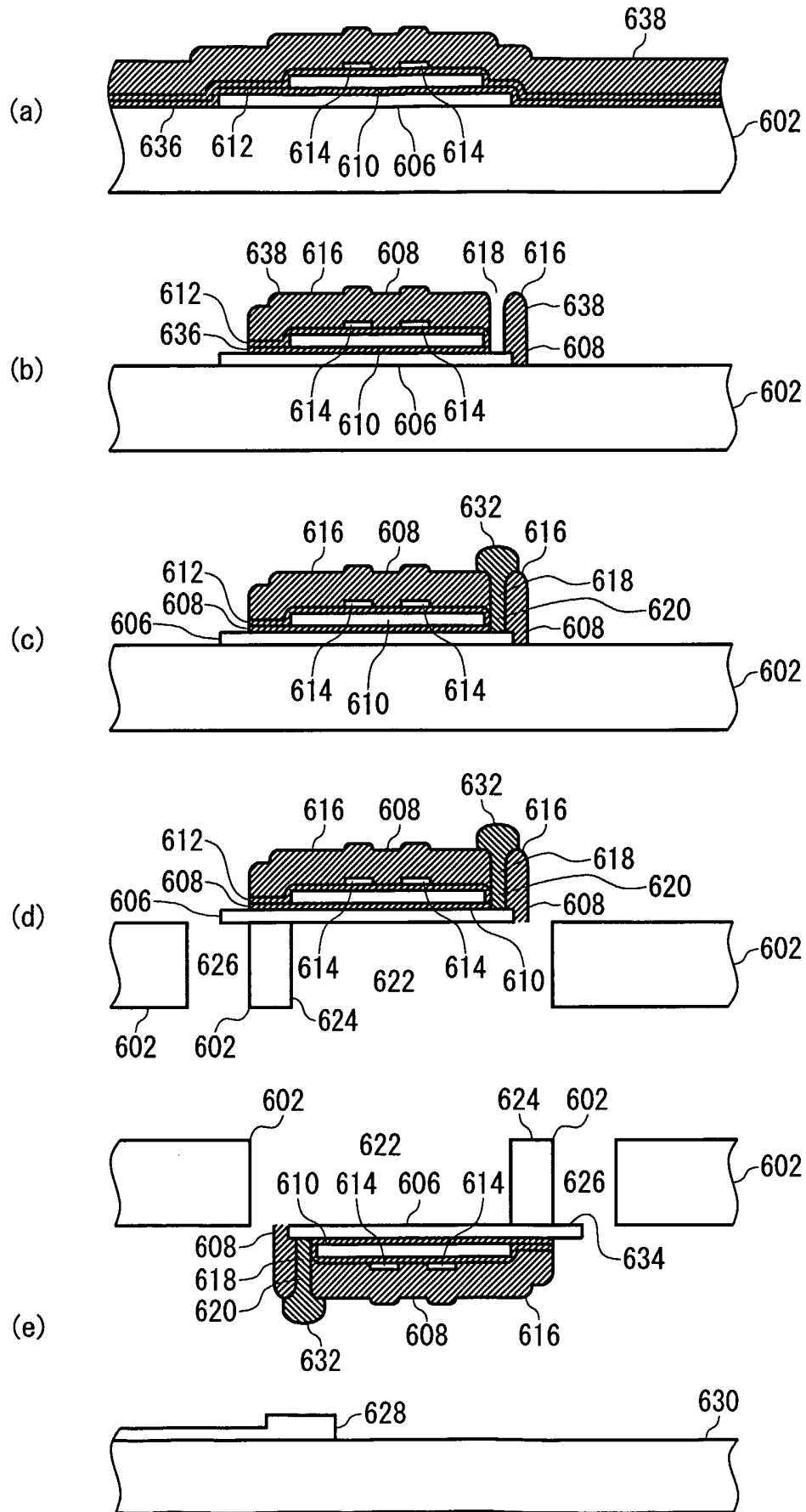


図 20



21/21

図 2 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/07905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01H37/52, H01H61/01

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.⁷ H01H37/52, H01H61/01, H01H59/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-126528 A (NEC Corp.), 15 May, 1990 (15.05.90), Page 1, lower right column, line 15 to page 2, upper left column, line 11; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1
Y	WO 01/57901 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.), 09 August, 2001 (09.08.01), Page 7, lines 28 to 37; Figs. 1 to 4 & JP 2003-522379 A & US 2003/0006868 A1 & DE 10004393 C1	1

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 17 September, 2003 (17.09.03)	Date of mailing of the international search report 30 September, 2003 (30.09.03)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07905

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00/46852 A1 (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, SIEMENS AG.), 10 August, 2000 (10.08.00), Page 21, line 7 to page 22, line 6; Figs. 2A, 2B & JP 2002-537630 A & EP 116352 A	1
A	JP 2000-348593 A (Omron Corp.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07905

Box I 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 II 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:

The following inventions are described in Claims 1-20: invention 1 (Claim 1), invention 2 (Claims 2, 3, and 4), invention 3 (Claim 5), invention 4 (Claims 6, 7, 8, 9, and 10), invention 5 (Claims 11), invention 6 (Claims 12 and 13), invention 7 (Claim 14), invention 8 (Claims 15, 16, 17, and 18), and invention 9 (Claims 19 and 20). There is no technical relationship between the inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features. The inventions are therefore not so linked as to form a single general inventive concept.

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 an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
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.: 1

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl.⁷ H01H 37/52 , H01H 61/01</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.⁷ H01H 37/52 , H01H 61/01 , H01H 59/00</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 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年</p>											
<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 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2-126528 A (日本電気株式会社) 1990.05.15, 第1頁右下欄第15行-第2頁左上欄 第11行, 第1-2図 (ファミリーなし)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 01/57901 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2001.08.09, 第7頁第28-37行, 図1-4, & JP2003-522379 A & US 2003/0006868 A1 & DE 10004393 C1</td> <td>1</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 請求の範囲の番号	Y	JP 2-126528 A (日本電気株式会社) 1990.05.15, 第1頁右下欄第15行-第2頁左上欄 第11行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1	Y	WO 01/57901 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2001.08.09, 第7頁第28-37行, 図1-4, & JP2003-522379 A & US 2003/0006868 A1 & DE 10004393 C1	1
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
Y	JP 2-126528 A (日本電気株式会社) 1990.05.15, 第1頁右下欄第15行-第2頁左上欄 第11行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1									
Y	WO 01/57901 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2001.08.09, 第7頁第28-37行, 図1-4, & JP2003-522379 A & US 2003/0006868 A1 & DE 10004393 C1	1									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <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 「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</p>											
<p>国際調査を完了した日 17.09.03</p>	<p>国際調査報告の発送日 30.09.03</p>										
<p>国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員) 岸 智章</p>	<p>3X 9327</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3372</p>									

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 00/46852 A1 (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, SIEMENS AG) 2000.08.10, 第21頁第7行-第22頁第6行, 図2A, 図2B, & JP 2002-537630 A & EP 1166352 A	1
A	JP 2000-348593 A (オムロン株式会社) 2000.12.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1

第 I 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 (PCT 17 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. 請求の範囲 _____ 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. 請求の範囲 _____ 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. 請求の範囲 _____ 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 II 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この国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1 - 20 には、発明 1 (請求の範囲 1)、発明 2 (請求の範囲 2, 3, 4)、発明 3 (請求の範囲 5)、発明 4 (請求の範囲 6, 7, 8, 9, 10)、発明 5 (請求の範囲 11)、発明 6 (請求の範囲 12, 13)、発明 7 (請求の範囲 14)、発明 8 (請求の範囲 15, 16, 17, 18)、発明 9 (請求の範囲 19, 20) の発明が記載されているものと認める。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

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の範囲について作成した。
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の範囲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ため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲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ため、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の範囲について作成した。

請求の範囲 1

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なかった。