

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3733933号

(P3733933)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006.1.11)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005.10.28)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 23/02 (2006.01)	HO 1 L 23/02	J
HO 1 H 11/00 (2006.01)	HO 1 H 11/00	V
HO 1 H 57/00 (2006.01)	HO 1 H 57/00	C
HO 1 L 21/56 (2006.01)	HO 1 L 21/56	R
HO 1 L 41/08 (2006.01)	HO 1 L 41/08	D

請求項の数 3 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2002-238565 (P2002-238565)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成14年8月19日(2002.8.19)		オムロン株式会社
(62) 分割の表示	特願平10-511469の分割		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
原出願日	平成9年8月26日(1997.8.26)		801番地
(65) 公開番号	特開2003-179085 (P2003-179085A)	(74) 代理人	100062144
(43) 公開日	平成15年6月27日(2003.6.27)		弁理士 青山 稜
審査請求日	平成14年8月19日(2002.8.19)	(74) 代理人	100086405
(31) 優先権主張番号	特願平8-225286		弁理士 河宮 治
(32) 優先日	平成8年8月27日(1996.8.27)	(74) 代理人	100073575
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 古川 泰通
(31) 優先権主張番号	特願平8-225288	(74) 代理人	100100170
(32) 優先日	平成8年8月27日(1996.8.27)		弁理士 前田 厚司
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100103012
(31) 優先権主張番号	特願平8-224845		弁理士 中嶋 隆宣
(32) 優先日	平成8年8月27日(1996.8.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部端子と、シリコン材からなるベースにガラス材からなるカバーを接合一体化し、かつ、内部構成部品を組み込んだ電子部品チップとを、前記カバーを被覆し、かつ、前記ベースの底面が露出するように、樹脂モールドするとともに、前記内部構成部品を、前記カバーに設けたスルーホールを介し、前記外部端子に電気接続したことを特徴とする電子部品。

【請求項2】

露出するベースの底面にヒートシンクを設けたことを特徴とする請求項1に記載の電子部品。

【請求項3】

外部端子と、シリコン材からなるベースにガラス材からなるカバーを接合一体化して可動片を挟持し、かつ、前記カバーの内側底面に固定接点を配置したマイクロリレーチップとを、前記カバーを被覆し、かつ、前記ベースの底面が露出するように、樹脂モールドするとともに、前記可動片および前記固定接点を、前記カバーに設けたスルーホールを介し、前記外部端子に電気接続したことを特徴とする電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電子部品、特に、マイクロリレーチップ等の電子部品チップを樹脂モールドし

た電子部品に関する。

【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】

従来、マイクロリレーチップの電子部品としては、例えば、特願平7-299765号の図27，図28に提案されているものがある。すなわち、マイクロリレーチップの各接続電極をリードフレームの各外部端子にワイヤーボンディングした後、樹脂モールドしたマイクロリレーである。

【0003】

しかしながら、前述の電子部品では、マイクロリレーチップ全体を樹脂モールドしていたので、放熱しにくい。このため、内部構成部品の発熱により、誤動作が生じやすく、動作特性が変化しやすい。

10

【0004】

また、前述の電子部品では、マイクロリレーチップの各接続電極をリードフレームに形成した各外部端子にワイヤーボンディングで個々に接続しなければならない。このため、作業工数が多く、生産性が低い。さらに、振動等によって断線しやすいので、信頼性が低いという問題点がある。

【0005】

本発明は、前記問題点に鑑み、熱による誤動作や動作特性の変化を防止でき、生産性、信頼性が高い電子部品を提供することを目的とする。

【0006】

20

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる電子部品は、前記目的を達成するため、外部端子と、シリコン材からなるベースにガラス材からなるカバーを接合一体化し、かつ、内部構成部品を組み込んだ電子部品チップとを、前記カバーを被覆し、かつ、前記ベースの底面が露出するように、樹脂モールドするとともに、前記内部構成部品を、前記カバーに設けたスルーホールを介し、前記外部端子に電気接続した構成としてある。

【0007】

本発明によれば、ガラス材よりも熱伝導率の高いシリコン材からなるベースの底面が露出している。このため、放熱しやすく、熱による誤動作、動作特性の変化を防止できる電子部品が得られる。

30

【0008】

また、本発明によれば、従来例のようにワイヤーボンディングで個々に電気接続する必要はなく、カバーに設けたスルーホールを介して内部構成部品が外部端子に電気接続される。このため、接続作業が簡単になり、生産性が向上するとともに、接続信頼性が向上する。特に、外部端子をリードフレームで形成すれば、作業工数がより一層減少し、生産性が向上する。

【0009】

本発明の実施形態としては、露出するベースの底面にヒートシンクを設けた構成であってもよい。

本実施形態によれば、放熱するためのヒートシンクを介して放熱効率が向上する。このため、熱による誤動作、動作特性の変化をより一層効果的に防止できる。

40

【0010】

本発明にかかる他の電子部品は、外部端子と、シリコン材からなるベースにガラス材からなるカバーを接合一体化して可動片を挟持し、かつ、前記カバーの内側底面に固定接点を配置したマイクロリレーチップとを、前記カバーを被覆し、かつ、前記ベースの底面が露出するように、樹脂モールドするとともに、前記可動片および前記固定接点を、前記カバーに設けたスルーホールを介し、前記外部端子に電気接続した構成としてある。

本発明によれば、前述の発明と同様な作用効果を奏する電子部品が得られるという効果がある。

【0011】

50

【発明の実施の形態】

次に、本発明にかかる実施形態を図1ないし図47の添付図面に従って説明する。

第1実施形態にかかるマイクロリレーは、図1に示すように、上面に可動片20の両端を固定支持した可動接点ブロック10と、この可動接点ブロック10に陽極接合された固定接点ブロック30とで形成されている。そして、前記可動片20の上面に設けた可動接点25は、前記固定接点ブロック30の天井面に形成した一对の固定接点38, 39に接離可能に対向している。

【0012】

すなわち、図2Aないし図2Cに示すように、前記可動接点ブロック10を構成するベース11は、シリコン、ガラス等のウエハからなるものである。

10

【0013】

前記可動片20は、シリコン等の単結晶からなる薄板状基材21の上面に、絶縁膜を介し、厚さ方向に湾曲させるための駆動手段を一体に設けたものである。そして、この駆動手段は、圧電素子24の表裏面に駆動用下部電極、上部電極22, 23を積層して構成されている。

【0014】

前記固定接点ブロック30は、ガラス、シリコン等のウエハ31からなるもので、入出力用スルーホール32, 35および駆動用スルーホール33, 34が形成されている。

【0015】

前記入出力用スルーホール32, 35は、ウエハ31の下面に形成されたプリント配線36, 37を介して固定接点38, 39にそれぞれ電気接続されている。さらに、前記入出力用スルーホール32, 35は、プリント配線36, 37との接続信頼性を高めるため、その下端部に導電材からなる接続パッド32a(図示せず)、35aを設けてある。

20

【0016】

一方、駆動用スルーホール33, 34は、その下端部に導電材からなる接続パッド33a, 34aを設けることにより、前記駆動用下部、上部電極22, 23にそれぞれ接続可能としてある。

【0017】

本実施形態によれば、スルーホール32ないし35を介し、接続ポイントが同一平面上に揃っているため、接続が容易なという利点がある。

30

【0018】

次に、前述のマイクロリレーの製造方法について説明する。

本実施形態では、図2Aないし図2Cに示すように、可動接点ブロック10と、固定接点ブロック30とを別工程で製造した後、両者を陽極接合で一体化して組み立てる方法を採用している。

なお、説明の便宜上、図3Aないし図10Cにおいては、重要な部分のみを示す部分断面図とした。

【0019】

まず、可動接点ブロック10は、図3Aないし図3Eに示すように、ベース11となる厚さ400 μ m、結晶方位100の第1シリコンウエハ11aの表裏面に、後述するTMAH(水酸化テトラメチルアンモニウム)エッチングのマスク材となる熱酸化膜(thermal SiO₂)を形成する。そして、レジスト(resist)を塗布し、フォトリソグラフィによってTMAHエッチングするためのパターンを形成する。ついで、熱酸化膜をエッチングした後、レジストを除去する。

40

【0020】

つぎに、図4Aないし図4Cに示すように、TMAHでシリコンウエハ11にエッチングを施してキャビティ(cavity)を形成した後、その表裏面にマスク材となるシリコン窒化膜を積層する。そして、表面側のシリコン窒化膜および熱酸化膜をドライエッチングおよび酸化膜エッチングで除去する。

【0021】

50

一方、厚さ400 μm 、結晶方位100のシリコンウエハの片面に、厚さ2 μm の高濃度のB（ホウ素）、Ge（ゲルマニウム）層をエピタキシャル成長で形成する。さらに、その表面に20 μm の通常濃度のB層をエピタキシャル成長で形成し、薄板状基材21を形成するための第2シリコンウエハ21aを得た。そして、この第2シリコンウエハ21aのB層を前記第1シリコンウエハ11aの上面に載置し、直接接合で一体化する（図4D）。

【0022】

そして、図5Aないし図5Dに示すように、第2シリコンウエハ21aの表面をTMAHでエッチングしてシンニング（thining）する。これによって、エピタキシャル成長で形成した高濃度のB、Ge層でエッチングが停止し、エピタキシャル成長で形成した通常濃度のB層が露出し、薄板状基材21が形成される。ついで、露出したB層の表面に後述する下部電極22の保護膜であるLTO（低温成長酸化膜）を形成する。そして、チタン（Ti）および白金（Pt）をスパッタリングで順次積層することにより、下部電極22を形成する。さらに、スパッタリングでチタン酸ジルコン酸鉛等の圧電薄膜（PZT）をスパッタリングで形成する。

10

【0023】

ついで、図6Aないし図6Dに示すように、レジストを塗布し、フォトリソグラフィで圧電薄膜のパターンを形成する。そして、RIE（反応性イオンエッチング）でエッチングした後、レジストを除去することにより、圧電素子24が形成される。ついで、SOG（Spin On Glass）塗布によって絶縁膜を形成する。SOGを使用するのは、圧電薄膜は加熱されると、その特性が変化するおそれがあるので、加熱せずに絶縁膜を形成するためである。そして、レジストを塗布し、フォトリソグラフィでパターンを形成する。さらに、絶縁膜の中央部を除去して圧電素子24を露出させた後、上部電極23となる白金（Pt）薄膜をスパッタリングで蒸着する。

20

【0024】

ついで、図7Aないし図7Dに示すように、白金薄膜にレジストを塗布し、フォトリソグラフィによって上部電極23のパターンを形成する。そして、不要な白金をエッチングして上部電極23を形成し、レジストを除去する。さらに、レジストを塗布し、フォトリソグラフィで上部電極22、下部電極23間のSOGによる絶縁膜をエッチングするためのパターンを形成する。

30

【0025】

ついで、図8Aないし図8Dに示すように、フォトリソグラフィによってSOGによる絶縁膜をエッチングして除去し、上部電極22、下部電極23間の絶縁膜のパターンを形成した後、フォトレジストを除去する。そして、上部電極23と後述する可動接点25との間を絶縁する絶縁膜SiO₂をスパッタリングまたはLTOによる方法で形成する。さらに、可動接点材料CrおよびAuをスパッタリングで順次積層する。

【0026】

そして、図9Aないし図9Cに示すように、レジストを塗布し、フォトリソグラフィによってパターンを形成する。ついで、不要な可動接点材料をエッチングすることにより、可動接点25および接続台部26を形成した後、レジストを除去する。

40

【0027】

さらに、図10Aないし図10Cに示すように、レジストを塗布し、フォトリソグラフィによってパターンを形成する。そして、絶縁膜を除去して下部電極22、上部電極23の一端を露出させた後、レジストを除去することにより、可動片20を備えた可動接点ブロック10が完成する。

【0028】

固定接点ブロック30は、図11Aないし図11Eに示すように、ガラスウエハ31に出入力用スルーホール32、35および駆動用スルーホール33、34を形成する。そして、動作空間を確保するための凹部31aおよび固定接点38、39を配置するための凹部31bを順次形成する。ついで、ガラスウエハ31の凹部31a、31bに導電材を蒸

50

着し、フォトリソグラフィによって不要な導電材をエッチングしてプリント配線36, 37を形成する。さらに、導電材を蒸着し、フォトリソグラフィでエッチングすることにより、固定接点38, 39および接続パッド32a(図示せず), 33a, 34a, 35aを形成し、固定接点ブロック30が完成する。なお、接続パッド33aは、下部電極22に電気接続するために肉厚となっている。

【0029】

最後に、図2Aないし図2Cに示すように、可動接点ブロック10に固定接点ブロック30を載置し、陽極接合することにより、組み立てが完了する。

【0030】

本実施形態によれば、可動接点ブロック10に設けた接続台部26に、固定接点ブロック30に設けたスルーホール35の接続パッド35aが圧接する。このため、スルーホール35と接続パッド35aとの接続が確実となり、接触信頼性が向上するという利点がある。なお、スルーホール32も同様な構造となっている。

10

【0031】

この第1実施形態にかかるマイクロリレーの動作について説明する。

まず、圧電素子24に電圧が印加されていない場合、可動片20は平坦なままであり、可動接点25が一对の固定接点38, 39から開離している。

【0032】

ついで、上部電極22, 下部電極23を介して圧電素子24に電圧を印加すると、前記圧電素子24が上方に湾曲する。このため、可動片20が湾曲して可動接点25を押し上げ、この可動接点25が一对の固定接点38, 39に接触して電気回路を開成する。

20

【0033】

そして、前記圧電素子24に対する電圧の印加を解除すると、薄板状基材21のばね力により、可動片20が元の状態復帰し、可動接点25が固定接点38, 39から開離する。

【0034】

なお、前記圧電素子としては、前述のものに限らず、電圧を印加すると、厚さ方向に変形し、電圧の印加を解除しても、その変形状態を維持する形状記憶圧電素子を利用してもよい。

【0035】

また、前述の実施形態において、駆動を開始する臨界値近傍の圧縮応力を、シリコン酸化膜, シリコン窒化膜等のシリコン化合物膜から得られるように設計しておけば、小さな入力で大きな変位を得ることができるという利点がある。ただし、シリコン化合物膜を形成する位置は、薄板状基材の片面に直接形成する場合に限らず、任意の位置に形成してもよい。

30

【0036】

第2実施形態は、図12Aないし図19に示すように、薄板状基材21の熱膨張率と、その上面に金属材を積層して形成される駆動層28の熱膨張率との差を利用して可動片20を湾曲させ、接点を開閉する場合である。したがって、第2実施形態は、第1実施形態が圧電素子24の厚さ方向の湾曲を利用して接点を開閉する点において第1実施形態と異なる。

40

【0037】

ただし、第2実施形態は、前述の第1実施形態と同様、可動片20を両端支持した可動接点ブロック10と、固定接点ブロック30とを陽極接合することにより、組み立てられる。

【0038】

可動接点ブロック10を構成するベース11は、前述の第1実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0039】

可動片20は、薄板状基材21の表層部内に形成したヒータ層27に、絶縁膜を介し、

50

金属材を積層して駆動層 28 を形成し、さらに、絶縁膜を介して可動接点 25 を形成したものである。そして、前記ヒータ層 27 の両端部には接続パッド 27 a , 27 b が露出している。

【 0 0 4 0 】

固定接点ブロック 30 は、前述の第 1 実施形態と同様、ガラスウエハ 31 に入出力用スルーホール 32 , 35 および駆動用スルーホール 33 , 34 を形成したものである。そして、前記入出力用スルーホール 32 , 35 はプリント配線 36 , 37 を介して固定接点 38 , 39 に電気接続されている。さらに、スルーホール 32 , 33 , 34 , 35 の下端部には、導電材からなる接続パッド 32 a , 33 a , 34 a , 35 a がそれぞれ形成されている。ただし、接続パッド 32 a , 35 a は図示されていない。

10

【 0 0 4 1 】

次に、前述の構造を有するマイクロリレーの製造方法について説明する。

なお、説明の便宜上、図 13 A ないし図 19 には、重要な部分のみを示す部分断面図とした。さらに、図 13 A ないし図 14 D に示すように、ベース 11 に薄板状基材 21 を形成するまでの工程は、前述の第 1 実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

したがって、図 15 A ないし図 15 D に示すように、薄板状基材 21 にレジストを塗布してフォトリソグラフィでヒータ層 27 となる部分のパターンを形成する。さらに、露出する薄板状基材 21 の表層部内に B (ホウ素) イオンを注入する。ついで、フォトレジストを除去した後、注入した B イオンを電氣的に活性化して電気抵抗を増大させるために加熱する。

20

【 0 0 4 3 】

そして、図 16 A ないし図 16 D に示すように、ヒータ層 27 を絶縁するために LTO (低温成長酸化膜) を積層する。さらに、レジストを塗布し、フォトリソグラフィによってコンタクトホールを形成する。ついで、不要な酸化膜を除去してヒータ層 27 のコンタクトホールを形成した後、レジストを除去する。ついで、その表面に駆動層 28 および接続部 27 a , 27 b を形成する金属薄膜をスパッタリングで積層する。

【 0 0 4 4 】

さらに、図 17 A ないし図 17 D に示すように、レジストを塗布し、フォトリソグラフィで駆動層 28 および接続部 27 a , 27 b を形成するためのパターンを形成する。そして、不要な金属薄膜をエッチングで除去して駆動層 28 および接続部 27 a , 27 b を形成し、レジストを除去する。ついで、低温成長酸化膜からなる絶縁膜およびスパッタリングによる金属薄膜を順次積層する。

30

【 0 0 4 5 】

ついで、図 18 A ないし図 18 D に示すように、フォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィで可動接点 25 および接続台部 26 のパターンを形成し、金属薄膜の不要な部分をエッチングで除去した後、レジストを除去する。さらに、フォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィでヒータ層 27 に接続するためのコンタクトホールを形成する。そして、絶縁膜のパターンニングにより、コンタクトホール上に位置する絶縁膜を除去し、接続部 27 a , 27 b を露出させる。

40

【 0 0 4 6 】

そして、図 19 に示すように、フォトレジストを除去することにより、可動片 20 を両端支持した可動接点ブロック 10 が完成する。

【 0 0 4 7 】

一方、固定接点ブロック 30 は、前述の第 1 実施形態とほぼ同様に処理して形成されるので、詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 8 】

最後に、図 12 B に示すように、可動接点ブロック 10 に固定接点ブロック 30 を載置し、陽極接合で接合一体化することにより、組立作業が完了する。

【 0 0 4 9 】

50

本実施形態によれば、可動接点ブロック 10 に設けた接続台部 26 に、図示しないスルーホール 35 の下端部に設けた接続パッド 35a が圧接する。このため、スルーホール 35 とプリント配線 37 との接続が確実に、接続信頼性が向上するという利点がある。なお、スルーホール 33 も同様な構造となっている。

【0050】

この第2実施形態の動作について説明する。

まず、ヒータ層 27 に電圧が印加されていない場合、ヒータ層 27 が発熱しない。このため、可動片 20 は平坦なままであり、可動接点 25 が一對の固定接点 38, 39 から開離している。

【0051】

ついで、接続部 27a, 27b を介してヒータ層 27 に電圧を印加して加熱すると、前記ヒータ層 27 の発熱によって駆動層 28 が加熱され、膨張する。この駆動層 28 は薄板状基材 21 よりも熱膨張率大きい。このため、可動片 20 は上面が凸部となるように湾曲し、可動接点 25 が一對の固定接点 38, 39 に接触して電気回路を閉成する。

【0052】

そして、前記ヒータ層 27 に対する電圧の印加を解除し、発熱を停止すると、駆動層 28 が収縮する。このため、薄板状基材 21 のばね力によって可動片 20 が元の状態に復帰し、可動接点 25 が固定接点 38, 39 から開離する。

【0053】

本実施形態によれば、ヒータ層 27 の発熱に基づいて膨張する駆動層 28 の熱膨張率は、薄板状基材 21 の熱膨張率よりも極めて大きい。このため、本実施形態によれば、応答特性がよく、大きな接点圧力が得られるという利点がある。

【0054】

第3実施形態は、図 20A ないし図 20C に示すように、薄板状基材 21 の熱膨張率と、前記薄板状基材 21 の表層部内に形成したヒータ層 27 の熱膨張率との差を利用する場合である。このため、第3実施形態は、第2実施形態が薄板状基材 21 の熱膨張率と金属材料からなる駆動層 28 の熱膨張率との差を利用した点において前述の第2実施形態と異なる。なお、絶縁膜 29 は、可動接点 30 をヒータ層 27 から絶縁するためのものである。

【0055】

本実施形態の製造は、金属材料からなる駆動層 28 を設けない点を除き、前述の第2実施形態とほぼ同様であるので、説明を省略する。

【0056】

この第3実施形態の動作について説明する。

まず、ヒータ層 27 に電圧が印加されていない場合、ヒータ層 27 が発熱しないので、可動片 20 は平坦なままであり、可動接点 25 が一對の固定接点 38, 39 から開離している。

【0057】

ついで、接続部 27a, 27b を介してヒータ層 27 に電圧を印加すると、前記ヒータ層 27 が発熱する。このため、ヒータ層 27 自体が膨張するとともに、このヒータ層 27 に加熱されて薄板状基材 21 が膨張する。しかし、ヒータ層 27 は、薄板状基材 21 よりも熱膨張率大きいので、可動片 20 は上面が凸部となるように湾曲する。このため、可動接点 25 が一對の固定接点 38, 39 に接触して電気回路を閉成する。

【0058】

そして、前記ヒータ層 27 に対する電圧の印加を解除し、ヒータ層 27 の発熱を停止すると、ヒータ層 27 が収縮する。このため、薄板状基材 21 のばね力によって可動片 20 が元の状態に復帰し、可動接点 25 が固定接点 38, 39 から開離する。

【0059】

本実施形態によれば、第2実施形態のように金属材料からなる駆動層 28 を設ける必要がなく、ヒータ層 27 を駆動層に兼用できる。このため、第2実施形態よりも生産工程が少なく、生産性の高いマイクロリレーが得られるという利点がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

前述の実施形態では、ヒータ層 27 を薄板状基材 21 の表層部内に形成する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、薄板状基材 21 の表面にプラチナ、チタン等の金属材料あるいはポリシリコンを積層して形成してもよい。

【 0 0 6 1 】

第 4 実施形態は、図 21 に示すように、シリコン製ハンドルウエハ 40 からなる箱形ベース 41 の開口縁部に、シリコン製デバイスウエハ 50 からなるカバー 51 を接合一体化したものである。

【 0 0 6 2 】

前記箱形ベース 41 は、熱酸化膜 43 を形成した凹所 42 の底面に、接続パッド 44、プリント配線 45 および固定接点 46 を左右対称に形成したものである。

10

【 0 0 6 3 】

一方、表裏面に酸化膜 52, 53 を形成した前記カバー 51 は、一对の平行なスリット 54, 54 を形成することにより、可動片 55 が切り出されている。この可動片 55 には、平面略コ字形の拡散抵抗からなるヒータ部 56 が形成されている。このヒータ部 56 の両端部は、前記酸化膜 52 から露出する接続パッド 57, 57 に接続されている。また、前記可動片 55 の下面には、前記固定接点 46, 46 に接離する可動接点 58 が設けられている。さらに、前記カバー 51 は、前記接続パッド 44, 44 に対応する位置に接続用開口部 59, 59 が形成されている。

【 0 0 6 4 】

次に、第 4 実施形態にかかるマイクロリレーの製造方法を、図 23A ないし図 26F について説明する。

20

なお、図 23A ないし図 26F において左側に示した断面図は図 22 の 23A - 23A 線断面図であり、右側に示した断面図は図 22 の 23B - 23B 線断面図を示す。

【 0 0 6 5 】

図 23A ないし図 23J に示すように、箱形ベース 41 となるハンドルウエハ 40 は、不純物タイプで面方位が任意なものであり、このハンドルウエハ 40 の下面にアライメントマーク 47 をウェットエッチングあるいはドライエッチングで形成する（図 23C, 23D）。ついで、前記アライメントマーク 47 をエッチングマスクに位置決めし、前記ハンドルウエハ 40 の上面に凹所 42 をウェットエッチングあるいはドライエッチングで形成する（図 23E, 23F）。さらに、前記ウエハを熱酸化して酸化膜を形成した後、その外側面および下面の熱酸化膜を除去する（図 23G, 23H）。残存する酸化膜 43 は、固定接点 46 を絶縁するとともに、後述する低温接合を容易にするためのものである。そして、前記凹所 42 の底面に位置する酸化膜 43 の上面に接続パッド 44, プリント配線 45 および固定接点 46 を形成し、箱形ベース 41 を得る（図 23I, 23J）。

30

【 0 0 6 6 】

前記固定接点 46 等の形成方法としては、スパッタリング、蒸着等の半導体プロセス処理の他、スクリーン印刷法、鍍金法も可能である。なお、前記スクリーン印刷法は比較的厚い金属膜（10 μm 前後）を形成できるので、固定接点 46 等の形成には有利である。ただし、スクリーン印刷法では 900 前後の焼結処理を必要とする。

40

【 0 0 6 7 】

また、前記固定接点 46 等の材料としては、例えば、Au, Ag, Cu, Pt, Pd, Cd の単体またはこれらの化合物が挙げられる。

一方、図 24A ないし図 24H に示すように、可動片 55 を形成するため、デバイスウエハ 50 として p 型 SOI ウエハを使用する。まず、デバイスウエハ 50 の下面側の薄いシリコン層にリンイオンを打ち込み、埋設された酸化膜 52 に到達するまで拡散させることにより、ヒータ部 56 を形成する（図 24C, 24D）。さらに、前記ウエハ 50 全体に熱酸化膜を形成した後、下面の熱酸化膜 53 だけを残して他の熱酸化膜を除去する（図 24E, 24F）。下面に残存する熱酸化膜 53 は可動接点 58 を絶縁するとともに、後述する低温接合を容易にするものである。そして、前記固定接点 46, 46 と同様に、ス

50

パターニング、蒸着等で前記酸化膜 5 3 の下面に可動接点 5 8 を形成する（図 2 4 G , 2 4 H ）。

【 0 0 6 8 】

そして、図 2 5 A および図 2 5 B に示すように、前記箱形ベース 4 1 に前記デバイスウエハ 5 0 を接合一体化する。

【 0 0 6 9 】

従来、約 1 0 0 0 の接合温度でシリコン同士を直接接合一体化していたが、本実施形態では、熱酸化膜 4 3 , 5 3 を介して接合一体化するので、4 5 0 以下の低温で接合一体化できる。このため、例えば、Au , Ag , Pt , Pd 等の低融点の金属を接点材料に使用でき、設計の自由度が広がるという利点がある。

10

【 0 0 7 0 】

ついで、デバイスウエハ 5 0 の上面に位置するシリコンを TMAH あるいは KOH 等のアルカリエッチング液で除去する。このアルカリエッチング液は酸化膜エッチレートがシリコンエッチレートよりも極端に小さい。このため、膜厚精度の高い酸化膜 / シリコン / 酸化膜のサンドイッチ構造が得られる（図 2 5 C , 2 5 D ）。

【 0 0 7 1 】

さらに、酸化膜 5 2 のうち、接続パッド 5 7 , 5 7 を形成する部分を除去し、前記ヒータ部 5 6 の端部を露出させる（図 2 5 E , 2 5 F ）。そして、図 2 6 A および図 2 6 B に示すように、ヒータ部 5 6 と接続パッド 5 7 との間におけるオーミック接触を得るため、露出させたヒータ部の端部にリンを打ち込む。ついで、Al , Au 等で接続パッド 5 7 , 5 7 を形成する（図 2 6 C , 2 6 D ）。最後に、前記酸化膜 / シリコン / 酸化膜を部分的に除去し、平行な一対のスリット 5 4 , 5 4 を形成して可動片 5 5 を切り出すとともに（図 2 6 E , 2 6 F ）、接続用開口部 5 9 , 5 9 を形成する（図 2 1 ）。この接続用開口部 5 9 を介して接続パッド 4 4 , 4 4 がワイヤボンディングで外部に接続可能となる。

20

【 0 0 7 2 】

次に、前述の構造を有するマイクロリレーの動作について説明する。

駆動用接続パッド 5 7 , 5 7 に電流を入力していない場合には、ヒータ部 5 6 が発熱せず、可動片 5 5 が真直であるので、可動接点 5 8 が固定接点 4 6 , 4 6 から開離している。

【 0 0 7 3 】

そして、前記駆動用接続パッド 5 7 , 5 7 に電流を入力すると、ヒータ部 5 6 が発熱して可動片 5 5 を加熱して膨張させる。このため、可動片 5 5 が座屈して湾曲し、可動接点 5 8 が固定接点 4 6 , 4 6 に接触する。

30

【 0 0 7 4 】

ついで、前述の電流の入力を除去すると、可動片 5 5 の温度が低下して収縮する。このため、可動片 5 5 が元の形状に復帰し、可動接点 5 8 が固定接点 4 6 , 4 6 から開離する。

【 0 0 7 5 】

本実施形態によれば、ヒータ部 5 6 が可動片 5 5 の内部に形成され、さらに、その表裏面が酸化膜 5 2 , 5 3 で被覆されているので、熱損失が少ない。このため、応答特性が高いとともに、消費電力の少ないマイクロリレーが得られる。

40

【 0 0 7 6 】

本願発明の第 5 実施形態は、図 2 7 に示すように、可動片 5 5 の基部にアール 5 5 a を形成した場合である。応力集中を緩和し、耐久性が向上するという利点がある。

【 0 0 7 7 】

第 6 実施形態は、図 2 8 および図 2 9 に示すように、可動片 5 5 を除いたカバー 5 1 の上面にドライエッチングで冷却用フィン 5 1 a を形成した場合である。例えば、多数のマイクロリレーを並設した場合に、外部からの熱の干渉を防止し、動作特性にバラツキが生じるのを防止できるという利点がある。

【 0 0 7 8 】

50

なお、可動片 5 5 の上面だけにフィン 5 1 a を設けてもよく、あるいは、カバー 5 1 の上面全体にフィン 5 1 a を設けてもよい。

【 0 0 7 9 】

第 7 実施形態は、図 3 0 に示すように、可動片 5 5 に、可動接点 5 8 を囲む一对の略コ字形のスリット 5 5 b , 5 5 b を設けることにより、一对のヒンジ部 5 5 c , 5 5 c を形成し、前記可動接点 5 8 を回動可能に支持する場合である。

【 0 0 8 0 】

本実施形態によれば、前記可動接点 5 8 が固定接点 4 6 , 4 6 に接触するとき、前記ヒンジ部 5 5 c , 5 5 c を介して可動接点 5 8 が回転する。このため、固定接点 4 6 , 4 6 に対する可動接点 5 8 の片当たりがなくなり、接触信頼性が向上するという利点がある

10

【 0 0 8 1 】

第 8 実施形態によれば、図 3 1 に示すように、可動片 5 5 の基部をシリコン酸化物、シリコン窒化物からなるシリコン化合物部 5 5 d , 5 5 e で仕切る場合である。このため、本実施形態では、接続パッド 5 7 , 5 7 がシリコン化合物部 5 5 e の上面を乗り越えてヒータ部 5 6 まで延在している。

【 0 0 8 2 】

一般に、シリコン、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜の熱伝導率は、それぞれ 1.412 W / (cmK) , 0.014 W / (cmK) , 0.185 W / (cmK) である。シリコン酸化膜、シリコン窒化膜の熱伝導率はシリコンの熱伝導率よりも極めて小さい。このため、可動片 5 5 のヒータ部 5 6 が発熱しても、前記シリコン化合物部 5 5 d , 5 5 e が外部への熱伝導による熱の拡散を防止する。この結果、応答特性に優れ、節電型のマイクロリレーが得られるという利点がある。

20

【 0 0 8 3 】

第 9 実施形態は、図 3 2 に示すように、可動片 5 5 の基部近傍にシリコン化合物部 5 5 d , 5 5 e を形成した場合である。特に、接続パッド 5 7 近傍のシリコン化合物部 5 5 e は不連続となっている。

【 0 0 8 4 】

第 1 0 実施形態は、図 3 3 に示すように、接続用開口部 5 9 , 5 9 の内側面から露出するシリコン層を絶縁膜 5 9 a でそれぞれ被覆した場合である。

30

【 0 0 8 5 】

本実施形態によれば、信号用接続パッド 4 4 , 4 4 にワイヤボンディングしたワイヤがカバー 5 1 のシリコン層に接触することがなく、駆動用電源に干渉されないという利点がある。

第 1 1 実施形態は、図 3 4 に示すように、前述の第 1 実施形態とほぼ同様であり、異なる点は、可動片 2 0 の表裏面に可動接点 2 5 , 2 5 を設けた場合である。他は前述の実施形態とほぼ同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 8 6 】

第 1 2 実施形態は、図 3 5 に示すように、前述の第 1 実施形態とほぼ同様である。異なる点は、可動片 2 0 を固定接点 3 8 , 3 9 側に予め湾曲するように付勢することにより、可動接点 2 5 を固定接点 3 8 , 3 9 に接触させ、常時閉成のマイクロリレーとした点である。

40

【 0 0 8 7 】

このため、復帰状態で可動接点 2 5 が一对の固定接点 3 8 , 3 9 に常時接触している。そして、前述の実施形態のように駆動手段を駆動すると、付勢力に抗して可動片 2 0 が反転し、可動接点 2 5 が固定接点 3 8 , 3 9 から開離する。ついで、駆動手段の駆動を停止すると、可動片 2 0 自身の付勢力によって可動片 2 0 が反転し、可動接点 2 5 が固定接点 3 8 , 3 9 に接触して元の状態に復帰する。

【 0 0 8 8 】

本実施形態によれば、動作していない場合であっても、可動接点 2 5 が固定接点 3 8 ,

50

39に接触しているので、消費電力が少ない節電型マイクロリレーが得られる。

【0089】

なお、可動接点25を可動片20の表裏面に設けることにより、複数の電気回路を交互に開閉してもよい。

【0090】

第13実施形態は、図36に示すように、基材20の表面に設けた2つの可動接点25a, 25bで異なる電気回路を交互に開閉する場合である。

すなわち、可動片20を構成する薄板状基材21の両側縁部の略中央部から同一軸心上に回動軸21b, 21bを突設し、さらに、この回動軸21b, 21bをベース11に一体化してある。

10

【0091】

そして、可動片20の片側半分20aが下方に凸形状となるように予め湾曲させて付勢してある一方、残る片側半分20bが上方に凸形状となるように予め湾曲させて付勢してある。

【0092】

したがって、駆動手段の駆動前においては可動接点25aが一对の固定接点38a, 39aから開離している一方、可動接点25bが一对の固定接点38b, 39bに接触している。

【0093】

そして、駆動手段を駆動すると、可動片20の片側半分20aが上方に凸形となるように反転し、可動接点25aが一对の固定接点38a, 39aに接触する。これと同時に、可動片20の片側半分20bが下方に凸形となるように反転し、可動接点25bが一对の固定接点38b, 39bから開離する。

20

【0094】

さらに、前記駆動手段の駆動を停止すると、可動片20が自己のばね力によって元の状態に復帰する。このため、可動接点25aが一对の固定接点38a, 39aから開離する。一方、可動接点25bが一对の固定接点38b, 39bに接触する。

【0095】

なお、本実施形態は、可動片20の上面に2個の可動接点25a, 25bを配置した場合であるが、必ずしもこれに限らない。可動片20の表裏面に2個ずつ可動接点を設けることにより、4つの電気回路を同時に開閉してもよい。

30

【0096】

前述の第1実施形態から第13実施形態における駆動手段としては、通常の圧電素子、形状記憶圧電素子、ヒータ層単体、ヒータ層と金属材からなる駆動層との組み合わせ、あるいは、拡散抵抗からなるヒータ部のいずれかを、必要に応じて選択できることは勿論である。

【0097】

また、前述の実施形態によれば、可動接点にプリント配線を施す必要がなく、固定接点のみにプリント配線を形成するだけでよい。このため、製造工数が少なく、生産性の高いマイクロリレーが得られる。

40

さらに、前述の実施形態によれば、可動片にプリント配線を行う必要がなく、可動片に反りが生じても、プリント配線に断線が生じないので、寿命が長い。

そして、前述の実施形態では、接点構造がいわゆるダブルブレイクとなるので、絶縁特性が良いという利点がある。

【0098】

ついで、前記可動片は真空中あるいはネオン、アルゴン等の不活性ガスを充填した雰囲気において駆動することにより、接点开閉時に生じる絶縁物の発生を防止してもよい。

【0099】

(実施例1)

可動片を構成するシリコンウエハからなる厚さ20 μ mの薄板状基材の上面に、厚さ1

50

．4 μmの酸化膜、厚さ0.3 μmの下部電極、厚さ2 μmの圧電素子、および、厚さ0.3 μmの上部電極を順次積層し、全体厚さ24 μm、スパン4 mm、巾0.8 mmの大きさを有する可動片からなるマイクロリレーについて、印加電圧に対する接触荷重および変位量を計算した。計算結果を図37Aおよび図37Bに示す。

図37Aおよび図37Bによれば、圧電素子に対する印加電圧を制御するだけで所定の接点圧力、変位が得られることが判る。

【0100】

(実施例2)

可動片を構成するシリコンウエハからなる厚さ20 μmの薄板状基材の表層部内に深さ3 μmのヒータ層を形成し、かつ、このヒータ層の上面に厚さ1.1 μmの絶縁性酸化膜を形成し、全体厚さ21.1 μm、スパン4 mm、巾0.8 mmの大きさを有する可動片からなるマイクロリレーについて、印加電圧に対する接触荷重および変位量を計算した。計算結果を図38Aおよび図38Bに示す。

【0101】

図38Aおよび図38Bによれば、印加電圧を制御し、ヒータ層の発熱を調整するだけで所定の変位、接点圧力が得られることが判る。

【0102】

次に、第2の目的を達成するマトリックスリレーを示す第14ないし第17実施形態を図39Aないし図45の添付図面に従って説明する。

第14実施形態は、図39Aないし図41Bに示すように、ベース110に、可動片ユニット120、および、カバー140を順次積み重ね、接合一体化したマトリックスリレーである。

【0103】

前記ベース110は、シリコンウエハ110aの上面に4本の浅溝111, 112, 113, 114を所定のピッチで並設したものである。

【0104】

前記可動片ユニット120は、方形棒状シリコンウエハ120aに第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124を架け渡すように形成することにより、絶縁状態で並設したものである。そして、第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124は単結晶の薄板状基材125の上面に絶縁膜126を積層し、さらに、下部電極127、圧電素子128および上部電極129を順次積層してある。また、前記絶縁膜126の中央部には可動接点130が絶縁状態で配置されている。

【0105】

そして、前記ベース110に可動片ユニット120を積み重ねて接合一体化することにより、前記第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124は前記浅溝111, 112, 113, 114の上方に位置するとともに、その両端を前記ベース110の開口縁部にそれぞれ固定支持されることになる。

【0106】

なお、図39Bにおいて、下部電極127、圧電素子128および上部電極129が、可動接点130で分断されているように図示されているが、左右の下部電極127、圧電素子128および上部電極129はそれぞれ電気接続されている。

【0107】

前記カバー140は、ガラスウエハ140aの下面に内部空間となる深溝141, 142, 143, 144を所定のピッチで並設し、この深溝141, 142, 143, 144の天井面のうち、前記可動接点130に対応する位置に一对の固定接点145, 146をそれぞれ設けてある。

【0108】

各固定接点145は、前記ガラスウエハ140aの下面に沿って形成したプリント配線(図示せず)を介し、ガラスウエハ140aに設けたスルーホール161a, 162a, 163a, 164aにそれぞれ接続され、カバー140の表面に引き出されている。

10

20

30

40

50

【0109】

同様に、各固定接点146は、前記ガラスウエハ140aの下面に沿って形成したプリント配線151, 152, 153, 154を介し、ガラスウエハ140aに設けたスルーホール161b, 162b, 163b, 164bにそれぞれ接続され、カバー140の表面において電気接続可能となっている。

【0110】

そして、前記スルーホール161a, 162aはプリント配線155を介して入力用第1接続パッド170に電気接続され、前記スルーホール163a, 164aはプリント配線156を介して入力用第2接続パッド171に電気接続されている。さらに、前記スルーホール161b, 163bはプリント配線157を介して出力用第1接続パッド172に電気接続されている。また、前記スルーホール162b, 164bはプリント配線158を介して出力用第2接続パッド173に電気接続されている。

10

【0111】

また、4つの下部電極127は、カバー140に設けた駆動用共通スルーホール180に電気接続されている。一方、4つの上部電極129は、カバー140に設けた駆動用スルーホール181, 182, 183, 184にそれぞれ電気接続されている。

【0112】

したがって、図41A, 41Bの回路図における入力1, 2、および、出力1, 2が、前記接続パッド170, 171、および、接続パッド172, 173にそれぞれ対応する。

20

【0113】

また、図41A, 41BにおけるRy1, 2, 3, 4が、前記第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124からなるリレーにそれぞれ対応する。

【0114】

次に、前述の構造を有するマトリックスリレーの動作について説明する。

まず、第1可動片121の下部電極127, 上部電極129に電圧が印加されていない場合、圧電素子128が励起されず、第1可動片121は平坦なままであり、その可動接点130は固定接点145, 146から開離している。

【0115】

そして、駆動用共通スルーホール180および駆動用スルーホール181を介し、圧電素子128が上方に湾曲するように電圧を印加すると、薄板状基材125のばね力に抗して第1可動片121が上方に湾曲する。このため、可動接点130が固定接点145, 146に接触し、スルーホール161a, 161bからプリント配線155, 157を介し、接続パッド170, 172が相互に導通する。

30

【0116】

さらに、前述の電圧の印加を解除すると、薄板状基材125のばね力によって第1可動片121が元の状態に復帰し、可動接点130が固定接点145, 146から開離する。

【0117】

以後、同様に、スルーホール180, 182を介し、第2可動片122の圧電素子128が上方に湾曲するように電圧を印加すると、第2可動片122が上方に湾曲する。このため、可動接点130が固定接点145, 146に接触し、スルーホール162a, 162bからプリント配線155, 158を介し、接続パッド170, 173が相互に導通する。

40

【0118】

また、スルーホール180, 183を介し、第3可動片123の圧電素子128が上方に湾曲するように電圧を印加すると、第3可動片123が上方に湾曲する。このため、可動接点130が固定接点145, 146に接触し、スルーホール163a, 163bからプリント配線156, 157を介し、接続パッド171, 172が相互に導通する。

【0119】

さらに、スルーホール180, 184を介し、第4可動片の圧電素子128が上方に湾

50

曲するように電圧を印加すると、第4可動片124が上方に湾曲する。このため、可動接点30が固定接点145, 146に接触し、スルーホール164a, 164bからプリント配線156, 158を介し、接続パッド171, 173が相互に導通する。

【0120】

前述の第14実施形態では、印加電圧を解除すると、元の状態に復帰する通常の圧電素子128を利用する場合について説明した。しかし、必ずしもこれに限らず、印加電圧を解除しても、変形状態を維持し、逆方向に電圧を印加した場合に元の状態に復帰する形状記憶圧電素子を使用することにより、いわゆるラッチングタイプのマトリックスリレーとしてもよい。

【0121】

第15実施形態は、図42A, 図42Bおよび図43に示すように、前述の第1実施形態とほぼ同様であり、異なる点は、第1実施形態が圧電素子28の変形を利用する場合であるのに対し、第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124の熱膨張による変形を利用する点である。

【0122】

すなわち、第1, 第2, 第3, 第4可動片121, 122, 123, 124は、単結晶からなる薄板状基材125の表面にホウ素等を打ち込んで電気抵抗を大きくしたヒータ層131と、絶縁膜132を介し、金属材料を積層して形成した駆動層133とからなるものである。そして、前記絶縁膜132の中央部には、可動接点130が絶縁状態で配置されている。

【0123】

次に、第15実施形態にかかるマトリックスリレーの動作について説明する。

例えば、図42Aおよび図42Bに示すように、第3可動片123のヒータ層131に電流が流れていない場合、ヒータ層131が発熱しないので、駆動層133は膨張しない。このため、第1可動片121は平坦なままであり、その可動接点130は固定接点145, 146から開離している。

【0124】

そして、駆動用共通スルーホール180および駆動用スルーホール183を介してヒータ層131に電流を流すと、ヒータ層131が発熱し、薄板状基材125および駆動層133を加熱する。しかし、薄板状基材125の熱膨張係数よりも駆動層133の熱膨張係数の方が極めて大きいので、薄板状基材125のばね力に抗して第3可動片123が上方に湾曲する。このため、可動接点130が固定接点145, 146に接触する。この結果、スルーホール163a, 163bからプリント配線156, 157を介して接続パッド170, 172が相互に導通する。

【0125】

さらに、前述の電圧の印加を解除すると、薄板状基材125のばね力によって第3可動片123が元の状態に復帰し、可動接点130が固定接点145, 146から開離する。

【0126】

なお、他の第1, 第2, 第4可動片121, 122, 124の動作は、前述の第14実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0127】

また、各可動片は駆動手段としてヒータ層だけを形成してもよい。さらに、前記ヒータ層は、薄板状基材の表面にプラチナ, チタン等の金属材料あるいはポリシリコンを積層して形成してもよい。

【0128】

前述の実施形態では、4つの可動片を並設したマトリックスリレーについて説明したが、必ずしもこれに限らず、図44に示す第16実施形態あるいは図45に示す第17実施形態のように、4つ以上の可動片を並設したマトリックスリレーに適用してもよいことは勿論である。この場合における各固定接点の接続方法としては、例えば、カバーに設けたスルーホールを介し、カバーの表面に多層構造のプリント配線を形成して接続する方法が

10

20

30

40

50

ある。

【 0 1 2 9 】

次に、第 3 の目的を達成する電子部品を示す第 1 8 実施形態を、図 4 6 および図 4 7 の添付図面に従って説明する。

本実施形態はマイクロリレーに適用した場合であり、マイクロリレーチップ 2 1 0 と、箱形の基台 2 3 0 と、ヒートシンク 2 4 0 とからなるものである。

【 0 1 3 0 】

前記マイクロリレーチップ 2 1 0 は、並設した 5 つの接点機構を内蔵するもので、片面に凹部 2 1 2 を形成したシリコン単結晶からなるベース 2 1 1 と、このベース 2 1 1 の開口縁部に両端を固定支持した可動片 2 1 3 と、前記ベース 2 1 1 に陽極接合で一体化したガラスウエハ 2 2 1 からなるカバー 2 2 0 とで構成されている。

10

【 0 1 3 1 】

前記可動片 2 1 3 は、シリコン単結晶からなる薄板状基材 2 1 4 の片側表層部内にホウ素等を打ち込んで電気抵抗値を大きくしたヒータ層 2 1 5 に、絶縁膜 2 1 6 を介し、金属材料からなる駆動層 2 1 7 を積層したものである。さらに、前記絶縁膜 2 1 6 の中央部には、可動接点 2 1 8 が絶縁状態で配置されている。

【 0 1 3 2 】

カバー 2 2 0 は、ガラスウエハ 2 2 1 の片面に設けた凹部 2 2 2 の底面に、一对の固定接点 2 2 3 , 2 2 4 を形成したものである。

【 0 1 3 3 】

前記固定接点 2 2 3 , 2 2 4 は、図示しない入出力用スルーホールを介してガラスウエハ 2 2 1 の表面に引き出され、その表面に設けたプリント配線 2 2 5 , 2 2 6 を介して基台 2 3 0 の入出力用外部端子 2 3 1 , 2 3 2 (図 4 6 中、奥側に位置する外部端子 2 3 1 は図示せず) に電気接続されている。

20

【 0 1 3 4 】

さらに、ガラスウエハ 2 2 1 には、前記可動片 2 1 3 のヒータ層 2 1 5 に電気接続するスルーホール 2 2 7 , 2 2 8 が形成されている。このスルーホール 2 2 7 , 2 2 8 は後述する基台 2 3 0 の駆動用入力端子 2 3 3 , 2 3 4 にそれぞれ電気接続される。

【 0 1 3 5 】

次に、本実施形態にかかるマイクロリレーの組立方法について説明する。

30

まず、図示しないリードフレームにプレス加工を施し、入出力用外部端子 2 3 1 および駆動用外部端子 2 3 3 を交互に櫛歯状に打ち抜くとともに、入出力用外部端子 2 3 2 および駆動用外部端子 2 3 4 も同様に形成する。そして、前記外部端子 2 3 1 ないし 2 3 4 の自由端部に、マイクロチップ 2 1 0 の図示しない入出力用スルーホールおよび駆動用スルーホール 2 2 7 , 2 2 8 をそれぞれ位置決めし、電気接続する。

【 0 1 3 6 】

ついで、一对の金型でマイクロリレーチップ 2 1 0 を挟持し、ベース 2 1 1 の底面が露出するように基台 2 3 0 を一体成形する。

【 0 1 3 7 】

さらに、前記基台 2 3 0 の上面に形成した環状段部 2 3 5 に、熱伝導率の大きい銅、アルミニウム、真鍮等の板状ヒートシンク 2 4 0 を嵌め込んだ後、前記外部端子 2 3 1 ないし 2 3 4 をリードフレームから切り離れた後、その先端部を屈曲することにより、組立作業が完了する。

40

【 0 1 3 8 】

前述の構成からなるマイクロリレーの動作について説明する。

駆動用外部端子 2 3 3 , 2 3 4 から可動片 2 1 3 のヒータ層 2 1 5 に電流が流れていない場合、可動片 2 1 3 は平坦なままであり、可動接点 2 1 8 は一对の固定接点 2 2 3 , 2 2 4 から開離している。

【 0 1 3 9 】

ついで、駆動用外部端子 2 3 3 , 2 3 4 を介して駆動用スルーホール 2 2 7 , 2 2 8 が

50

らヒータ層 2 1 5 に電流が流れると、ヒータ層 2 1 5 が発熱し、薄板状基材 2 1 4 および駆動層 2 1 7 が熱膨張する。そして、駆動層 2 1 7 の熱膨張率は薄板状基材 2 1 4 の熱膨張率よりも極めて大きいので、可動片 2 1 3 は固定接点 2 2 3 , 2 2 4 側に湾曲する。ついで、可動接点 2 1 8 が一对の固定接点 2 2 3 , 2 2 4 に接触して電気回路を閉成する。

【 0 1 4 0 】

そして、前述の電流を断ってヒータ層 2 1 5 の発熱を停止すると、薄板状基材 2 1 4 および駆動層 2 1 7 が冷えて収縮する。このため、可動片 2 1 3 が元の状態に復帰し、可動接点 2 1 8 が固定接点 2 2 3 , 2 2 4 から開離する。

【 0 1 4 1 】

前述の実施形態では、外部端子 2 3 1 , 2 3 2 , 2 3 3 , 2 3 4 と、ヒートシンク 2 4 0 とを部材で構成する場合について説明した。しかし、必ずしもこれに限らず、リードフレームから外部端子およびヒートシンクを同時に打ち抜いて屈曲し、外部端子とヒートシンクとの間にマイクロリレーチップを位置決めし電気接続した後、樹脂モールドしてもよい。

【 0 1 4 2 】

また、前述の実施形態ではマイクロリレーチップに適用する場合について説明した。しかし、必ずしもこれに限らず、内部構成部品が発熱する他の電子部品チップに適用してもよいことは勿論である。

【 0 1 4 3 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明にかかる電子部品によれば、ガラス材よりも熱伝導率の高いシリコン材からなるベースの底面が露出しているので、放熱しやすく、熱による誤動作、動作特性の変化を防止できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本願発明にかかるマイクロリレーの第 1 実施形態を示す概略断面図である。

【図 2】 図 2 A は、図 1 に示したマイクロリレーの詳細な平面図、図 2 B は、その分解断面図、図 2 C は、接合した状態を示す図 2 A の 2 C - 2 C 線断面図である。

【図 3】 図 3 A ないし図 3 E は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 4】 図 4 A ないし図 4 D は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 5】 図 5 A ないし図 5 D は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 6】 図 6 A ないし図 6 D は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 7】 図 7 A ないし図 7 D は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 8】 図 8 A ないし図 8 D は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 9】 図 9 A ないし図 9 C は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 10】 図 10 A ないし図 10 C は、図 1 で示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 11】 図 11 A ないし図 11 E は、図 1 で示した固定接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図 12】 図 12 A は、本願発明にかかるマイクロリレーの第 2 実施形態を示す平面図、図 12 B は、その分解断面図、図 12 C は、その接合した状態を示す図 12 A の 1 2 C - 1 2 C 線断面図である。

【図 13】 図 13 A ないし図 13 E は、図 12 A ないし図 12 C で示した可動接点ブ

10

20

30

40

50

ックの製造工程を示す断面図である。

【図14】 図14Aないし図14Dは、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図15】 図15Aないし図15Dは、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図16】 図16Aないし図16Dは、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図17】 図17Aないし図17Dは、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図18】 図18Aないし図18Dは、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。 10

【図19】 図19は、図12Aないし図12Cで示した可動接点ブロックの製造工程を示す断面図である。

【図20】 図20Aは、本願発明にかかるマイクロリレーの第3実施形態を示す平面図、図20Bは、その分解断面図、図20Cは、その接合した状態を示す図20Aの20C-20C線断面図である。

【図21】 図21は、本願発明にかかるマイクロリレーの第4実施形態を示す斜視図である。

【図22】 図22は、図21で示したマイクロリレーの平面図である。

【図23】 図23Aないし図23Jは、図21で示したマイクロリレーのハンドルウエハの製造工程を示す断面図である。 20

【図24】 図24Aないし図24Hは、図21で示したマイクロリレーのデバイスウエハの製造工程を示す断面図である。

【図25】 図25Aないし図25Fは、図23Aないし図24Jに示したウエハを接合した後の製造工程を示す断面図である。

【図26】 図26Aないし図26Fは、図23Aないし図24Jに示したウエハを接合した後の製造工程を示す断面図である。

【図27】 図27は、本願発明にかかるマイクロリレーの第5実施形態を示す平面図である。

【図28】 図28は、本願発明にかかるマイクロリレーの第6実施形態を示す斜視図である。 30

【図29】 図29は、図28で示したフィンの拡大斜視図である。

【図30】 図30は、本願発明にかかるマイクロリレーの第7実施形態を示す平面図である。

【図31】 図31は、本願発明にかかるマイクロリレーの第8実施形態を示す平面図である。

【図32】 図32は、本願発明にかかるマイクロリレーの第9実施形態を示す平面図である。

【図33】 図33は、本願発明にかかるマイクロリレーの第10実施形態を示す斜視図である。 40

【図34】 図34は、本願発明にかかるマイクロリレーの第11実施形態を示す断面図である。

【図35】 図35は、本願発明にかかるマイクロリレーの第12実施形態を示す断面図である。

【図36】 図36は、本願発明にかかるマイクロリレーの第13実施形態を示す断面図である。

【図37】 図37Aは、圧電素子を利用したマイクロリレーの理論的動作特性、特に、印加電圧と接触荷重との関係を示すグラフ図であり、図37Bは、印加電圧と変位との関係を示すグラフ図である。

【図38】 図38Aは、ヒータ層を駆動層に兼用したマイクロリレーの理論的動作特性 50

、特に、温度上昇と接触荷重との関係を示すグラフ図であり、図38Bは、温度上昇と変位との関係を示すグラフ図である。

【図39】 図39Aは、マトリックスリレーであるマイクロリレーの第14実施形態を示す平面図、図39Bは、図39Aの39B-39B線断面図である。

【図40】 図40は、図39Aの40-40線断面図である。

【図41】 図41Aは、図39Aおよび図39Bのマトリックスリレーの回路を示すマトリックス回路図、図41Bは図41Aを見やすくするために書き換えた回路図である。

【図42】 図42Aは、本願発明にかかるマトリックスリレーの第15実施形態を示す平面図、図42Bは、図42Aの42B-42B線断面図である。

【図43】 図43は、図42Aの43-43線断面図である。

【図44】 図44は、マトリックスリレーを構成する並設した多数の可動片を示す第16実施形態の斜視図である。

【図45】 図45は、多数のリレー素子からなる第17実施形態にかかるマトリックスリレーの回路図である。

【図46】 図46は、本願発明にかかる電子部品を示す第18実施形態の斜視図である。

【図47】 図47は、図46に示した電子部品の横断面図である。

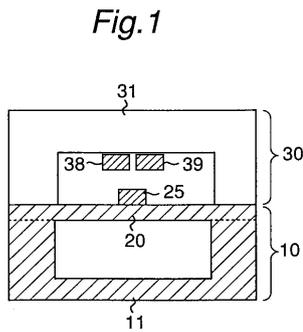
【符号の説明】

210...マイクロリレーチップ、211...ベース、213...可動片、214...薄板状基材、215...ヒータ層、220...カバー、223, 224...固定接点、227, 228...スルーホール、230...基台、231, 232...入出力用外部端子、233, 234...駆動用外部端子、240...ヒートシンク。

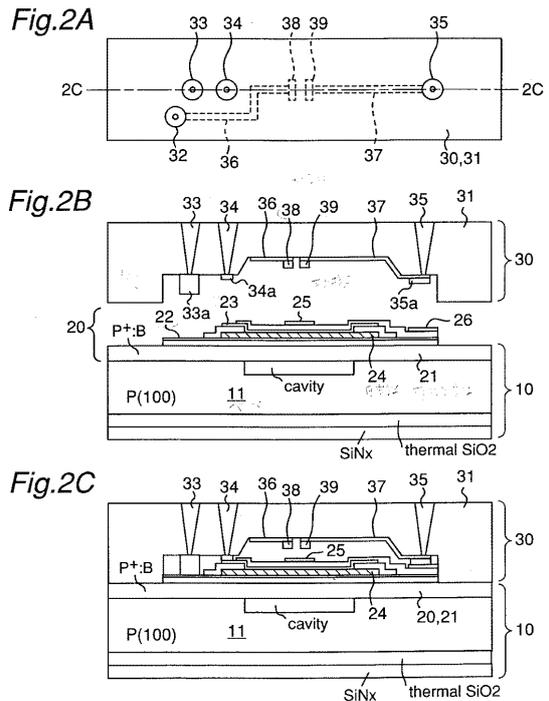
10

20

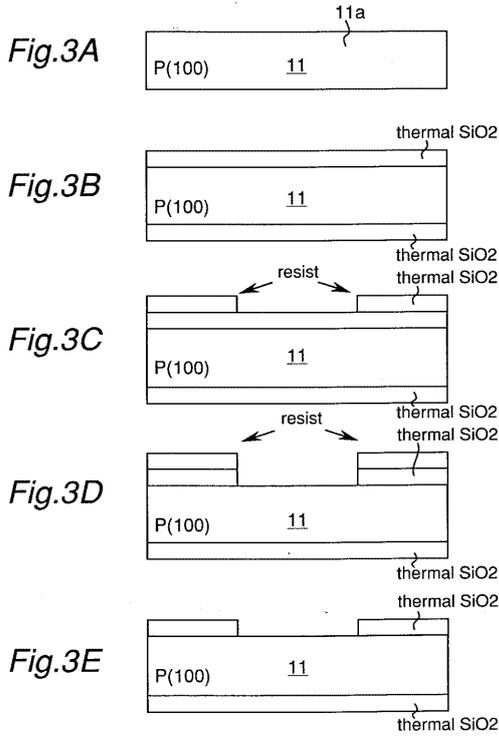
【図1】



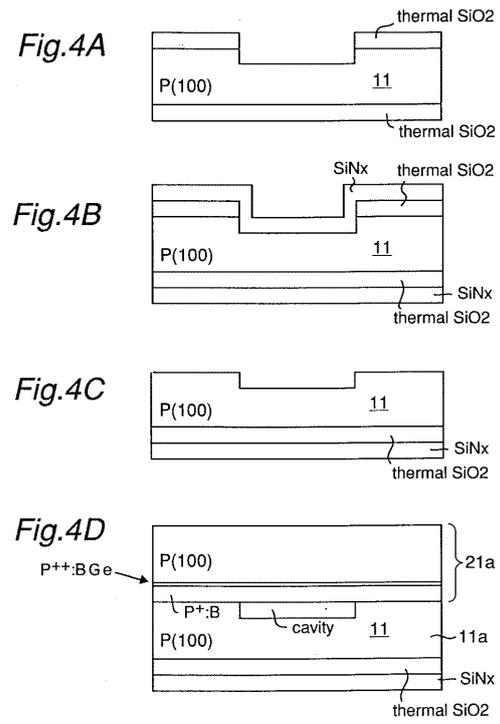
【図2】



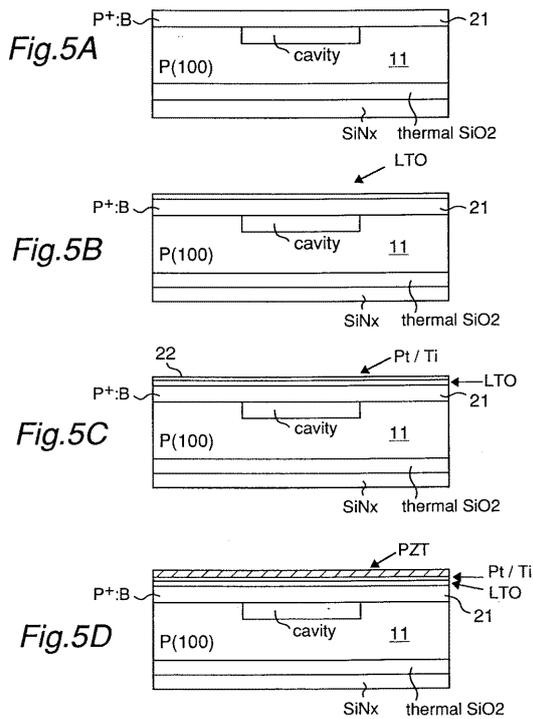
【 図 3 】



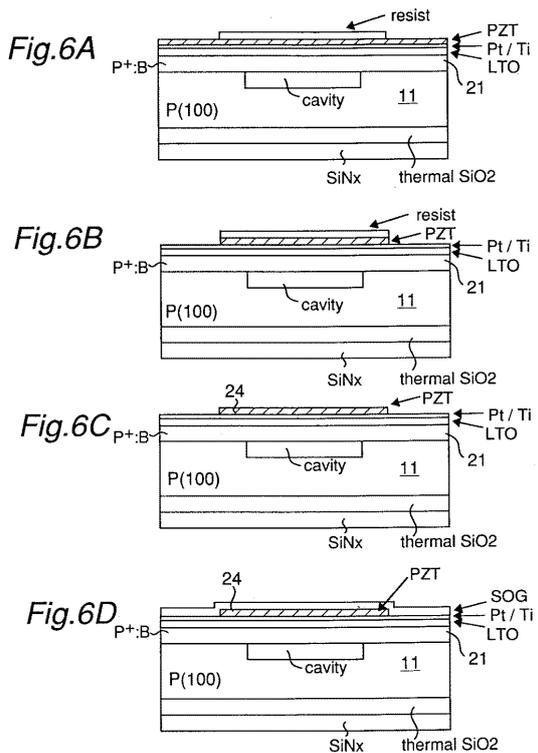
【 図 4 】



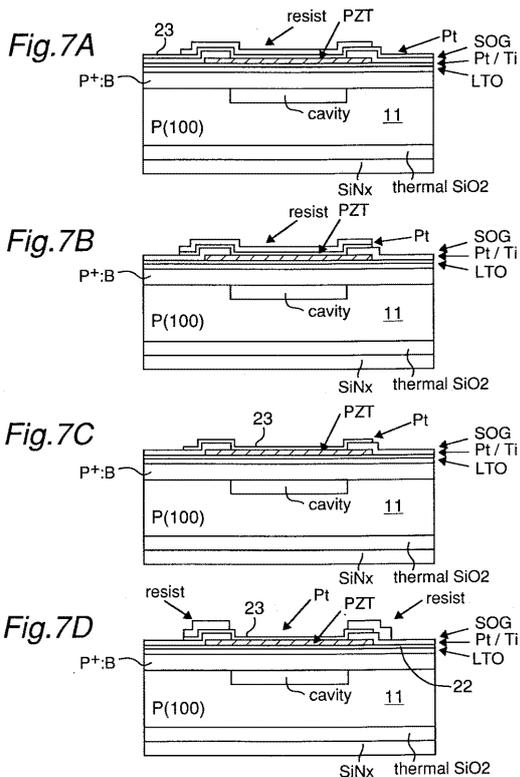
【 図 5 】



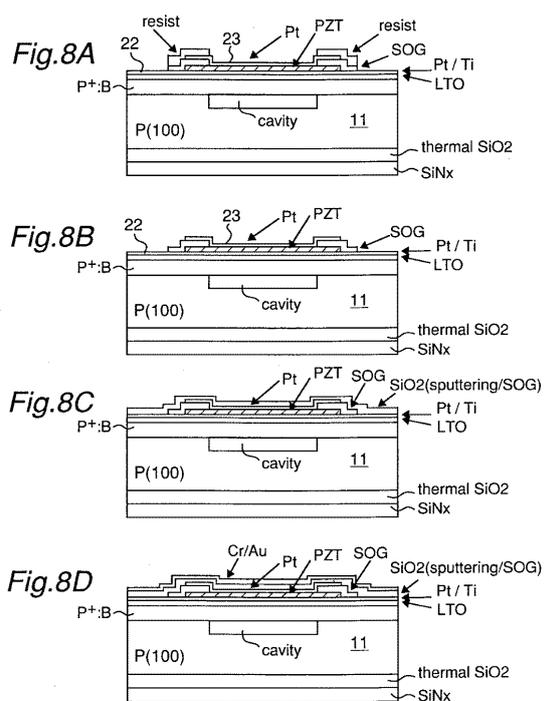
【 図 6 】



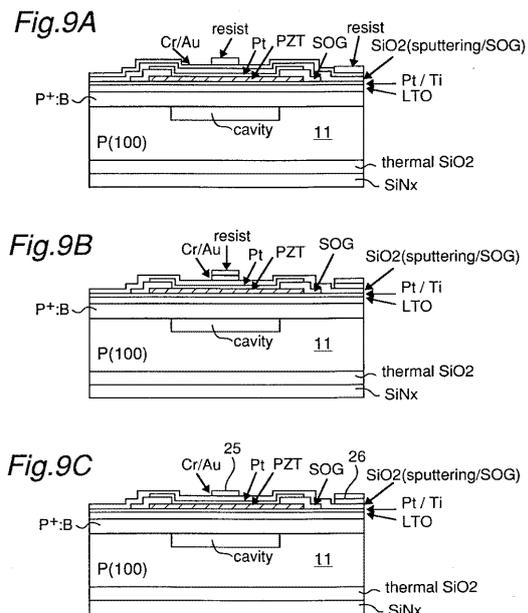
【 図 7 】



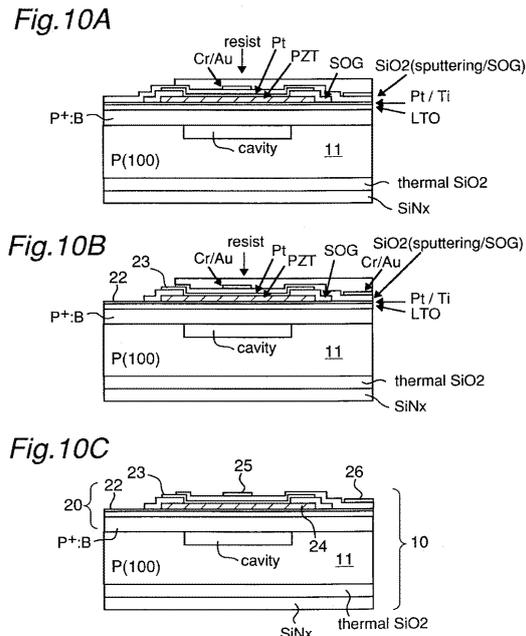
【 図 8 】



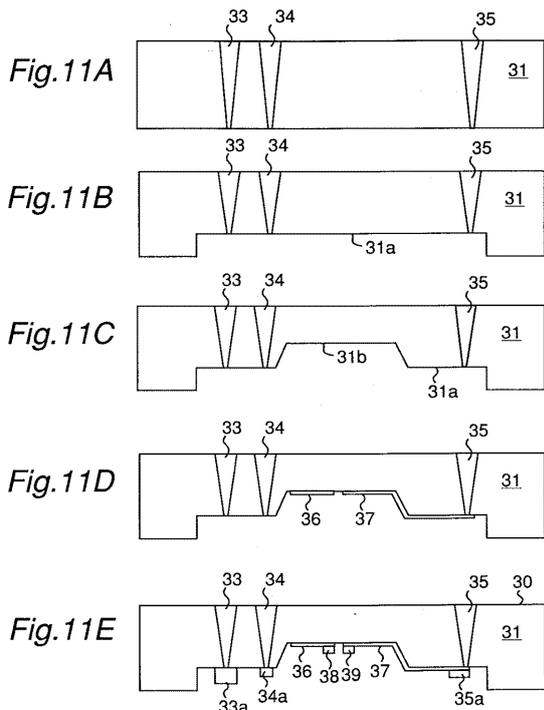
【 図 9 】



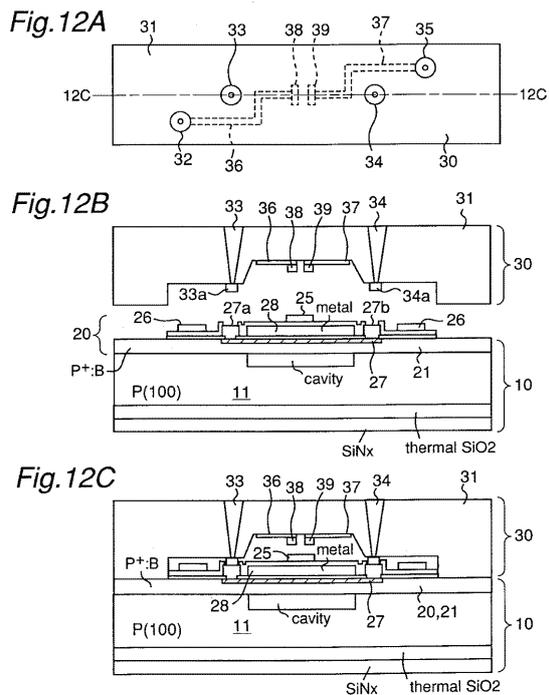
【 図 10 】



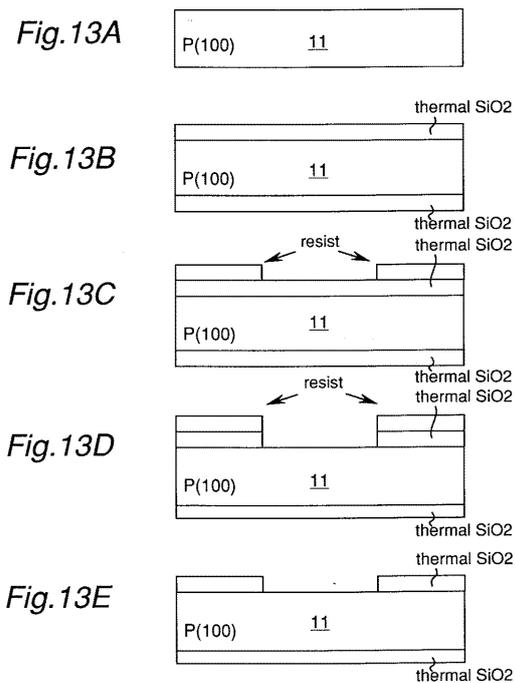
【 図 1 1 】



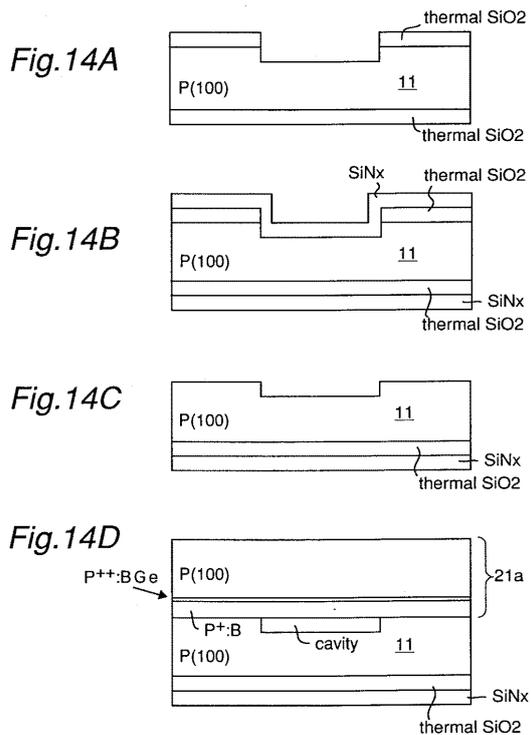
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

Fig.15A

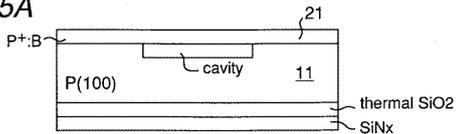


Fig.15B

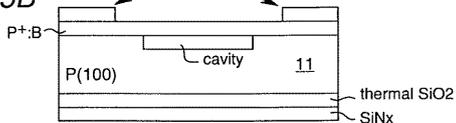


Fig.15C

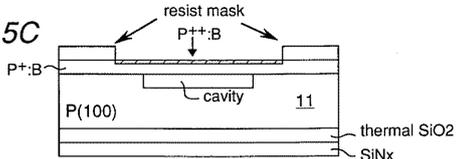
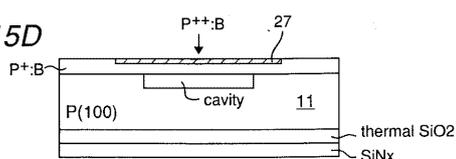


Fig.15D



【 図 1 6 】

Fig.16A

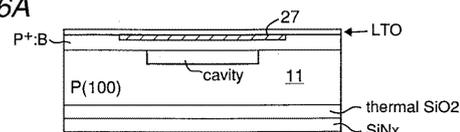


Fig.16B

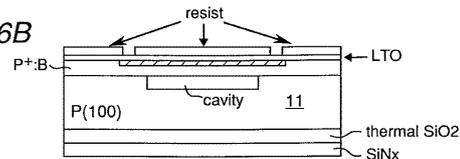


Fig.16C

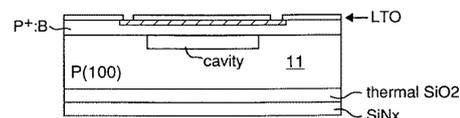
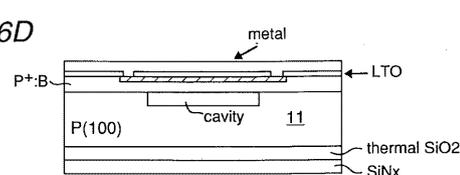


Fig.16D



【 図 1 7 】

Fig.17A

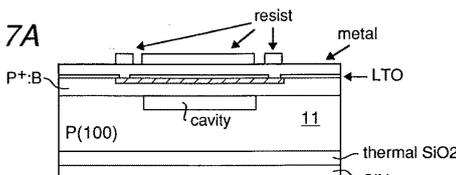


Fig.17B

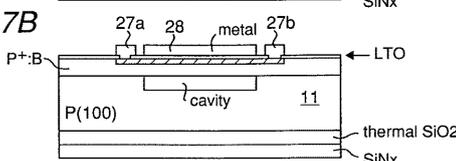


Fig.17C

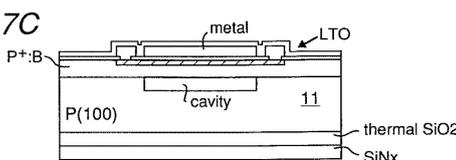
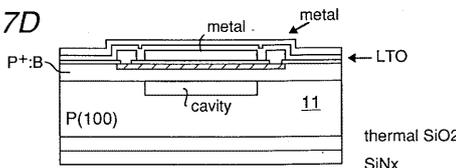


Fig.17D



【 図 1 8 】

Fig.18A

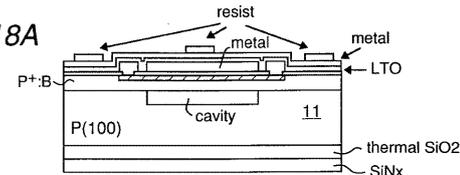


Fig.18B

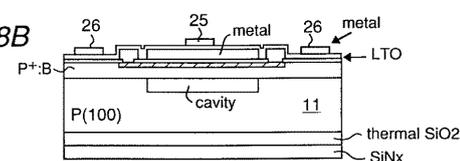


Fig.18C

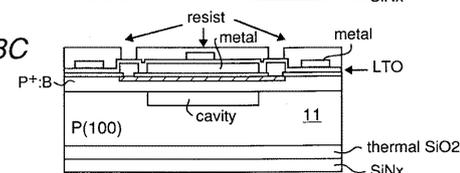
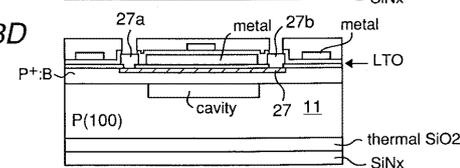
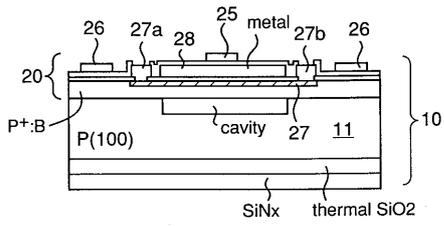


Fig.18D



【 図 1 9 】

Fig.19



【 図 2 0 】

Fig.20A

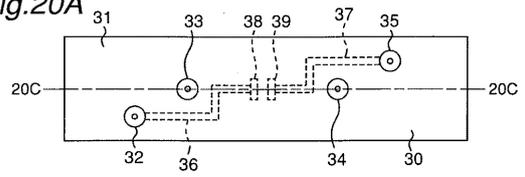


Fig.20B

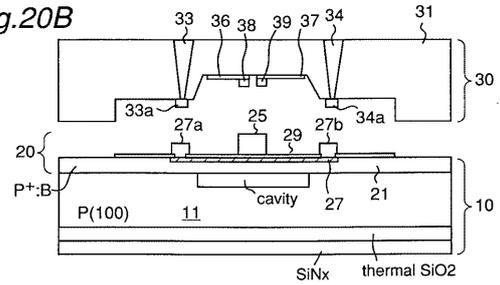
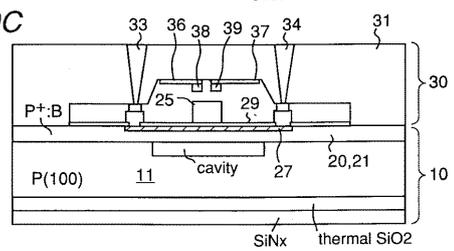
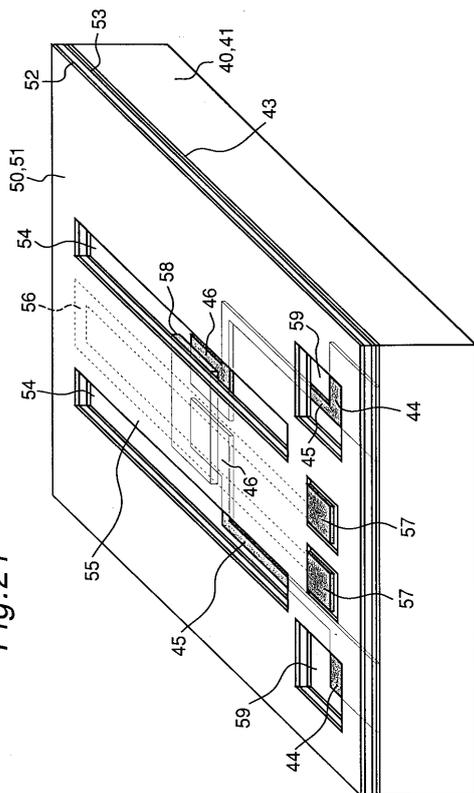


Fig.20C



【 図 2 1 】

Fig.21



【 図 2 2 】

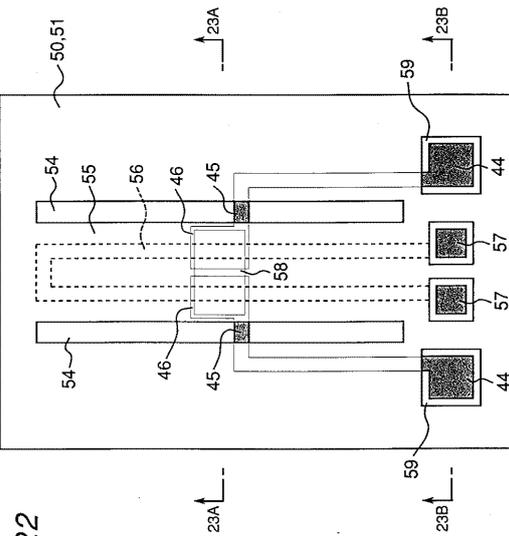
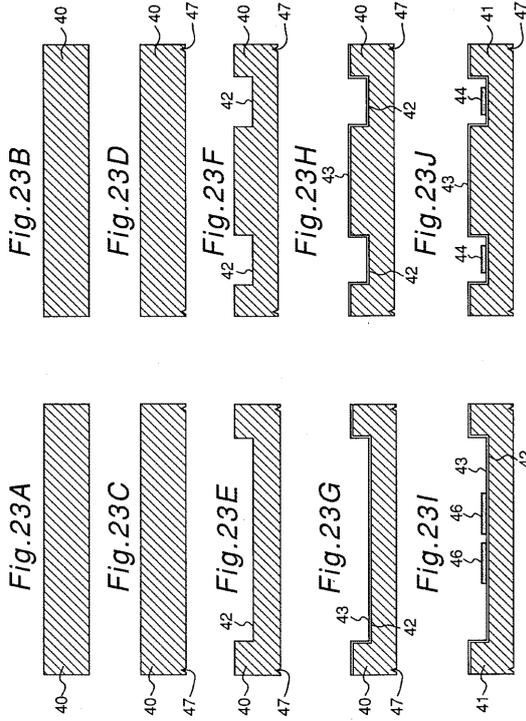
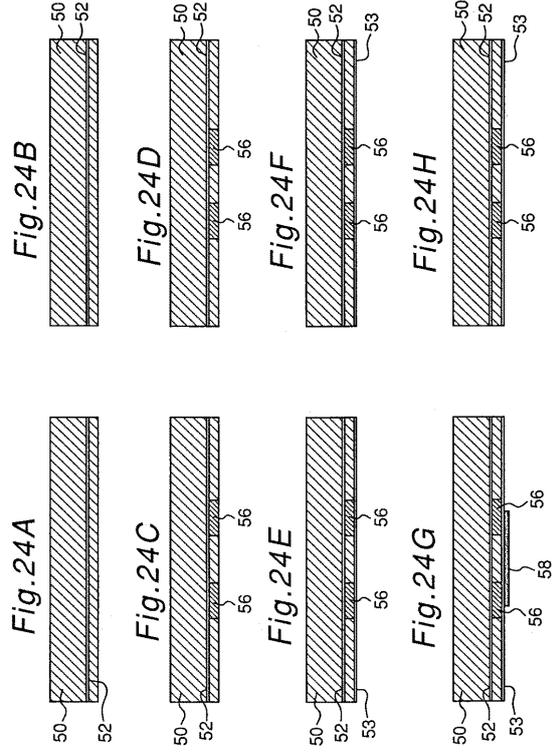


Fig.22

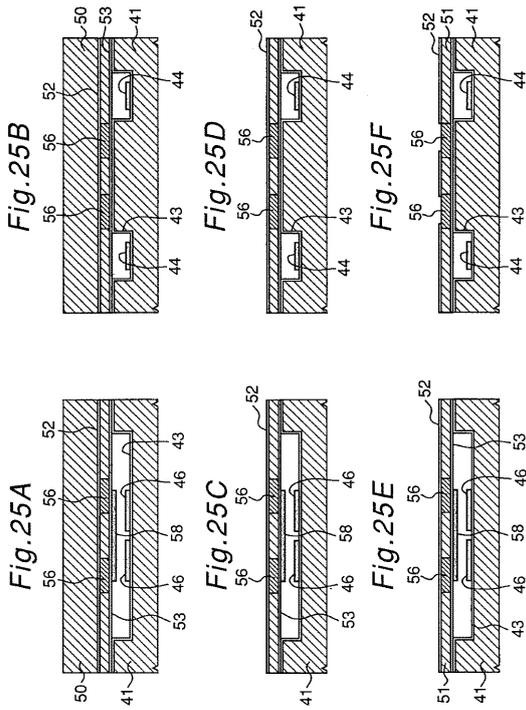
【 図 2 3 】



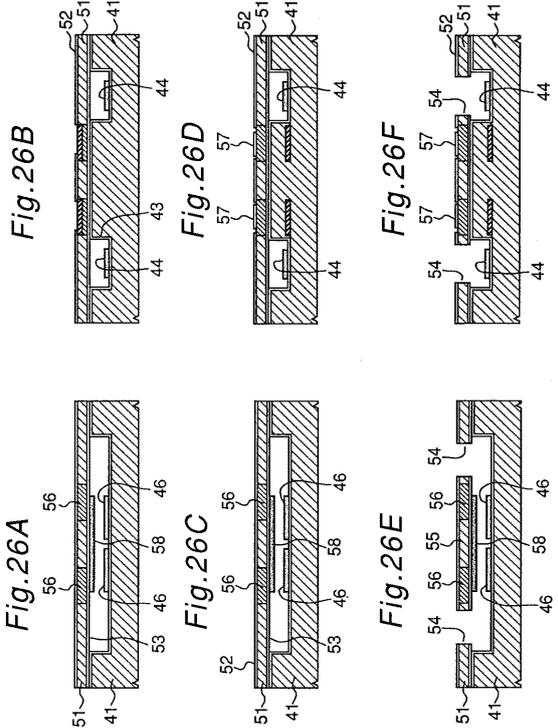
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 27 】

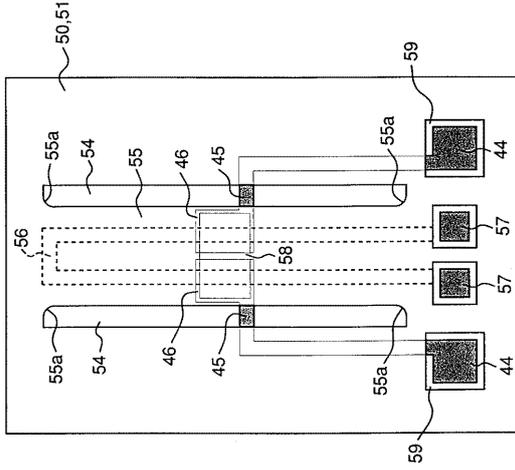


Fig.27

【 28 】

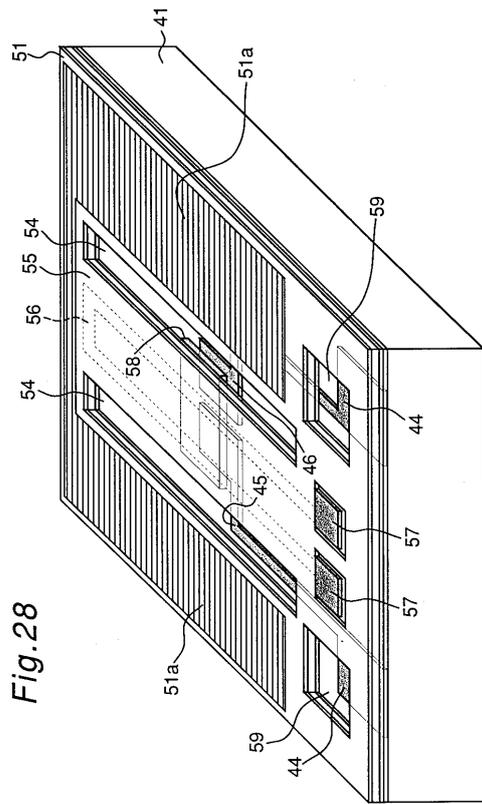


Fig.28

【 29 】

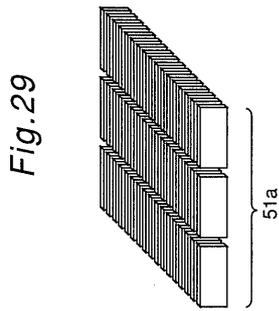


Fig.29

【 30 】

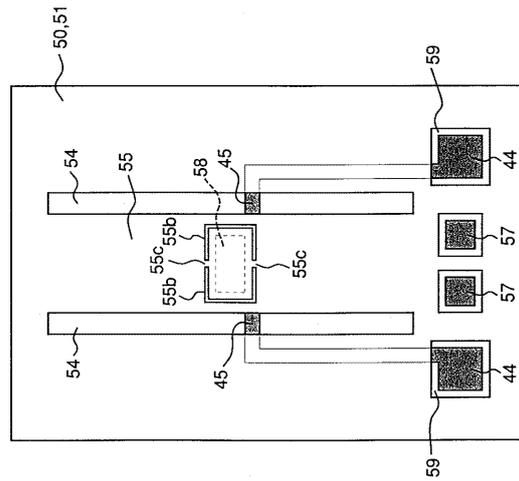


Fig.30

【 図 3 1 】

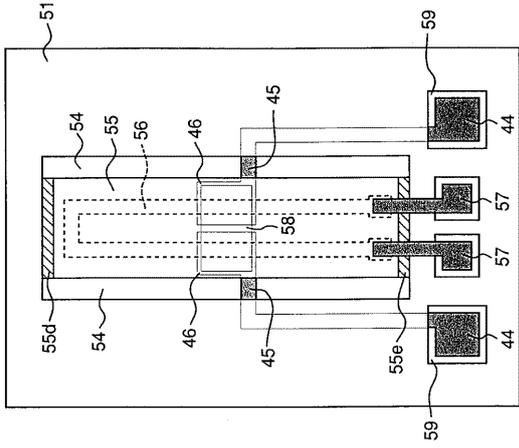


Fig.31

【 図 3 2 】

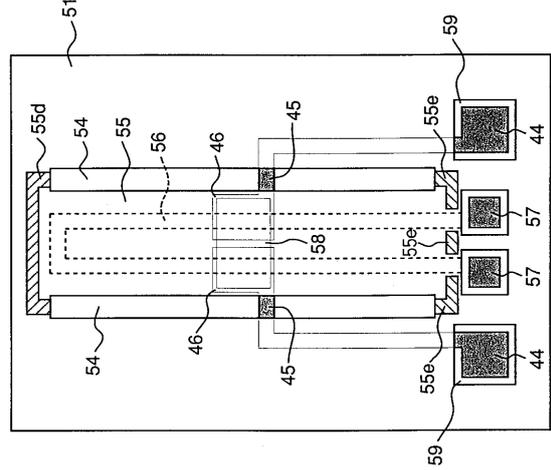


Fig.32

【 図 3 3 】

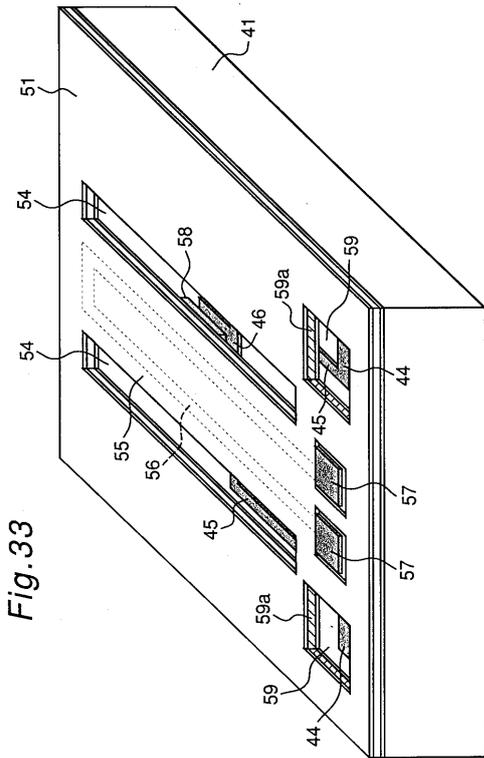
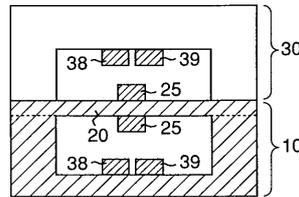


Fig.33

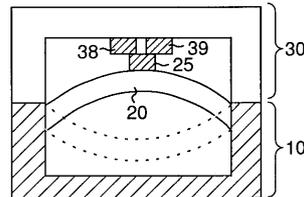
【 図 3 4 】

Fig.34

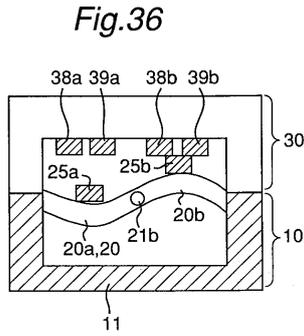


【 図 3 5 】

Fig.35



【 図 3 6 】



【 図 3 7 】

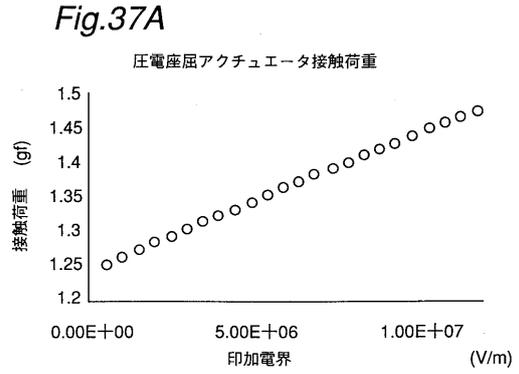
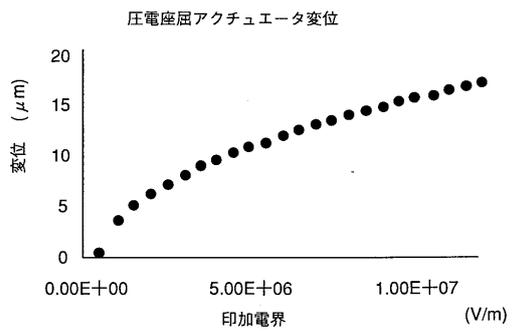
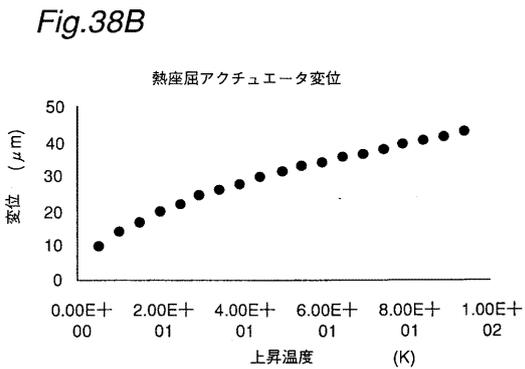
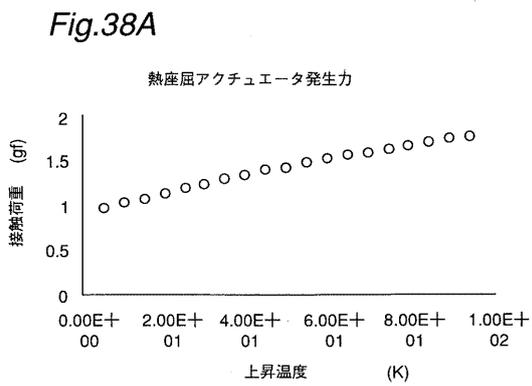


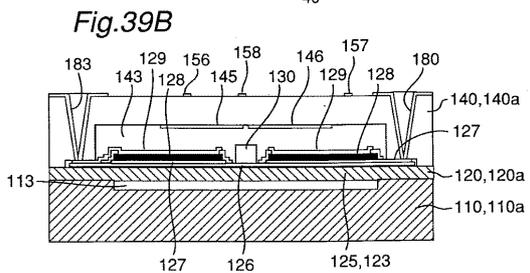
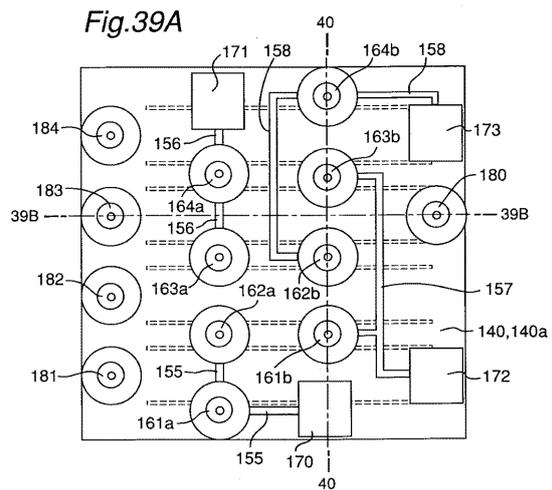
Fig.37B



【 図 3 8 】

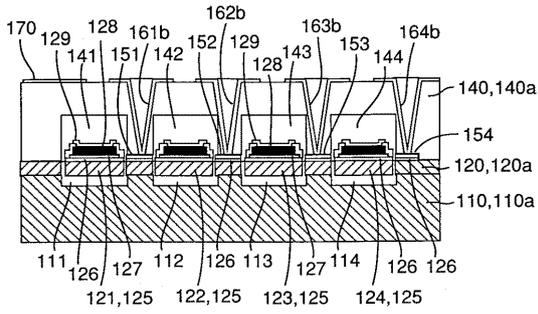


【 図 3 9 】



【 図 4 0 】

Fig.40



【 図 4 1 】

Fig.41A

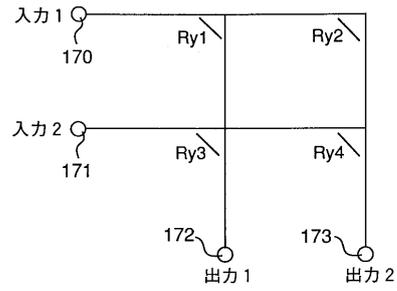
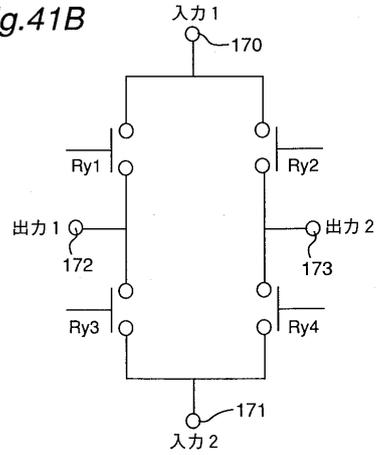


Fig.41B



【 図 4 2 】

Fig.42A

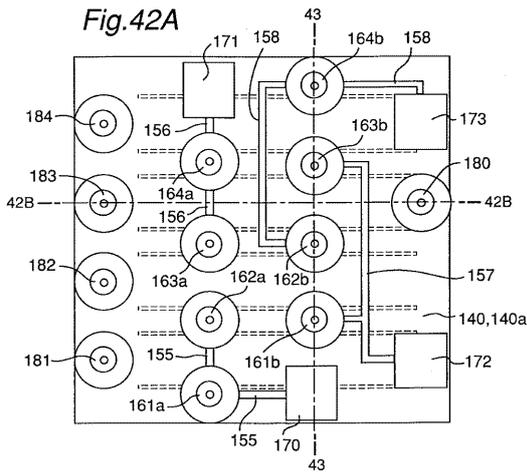
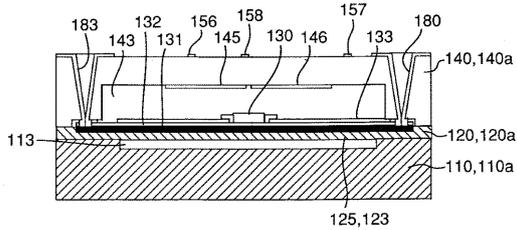
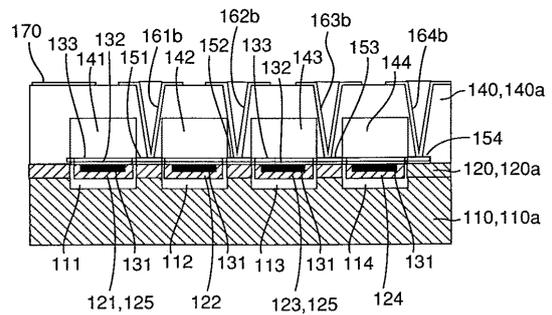


Fig.42B



【 図 4 3 】

Fig.43



【 図 4 4 】

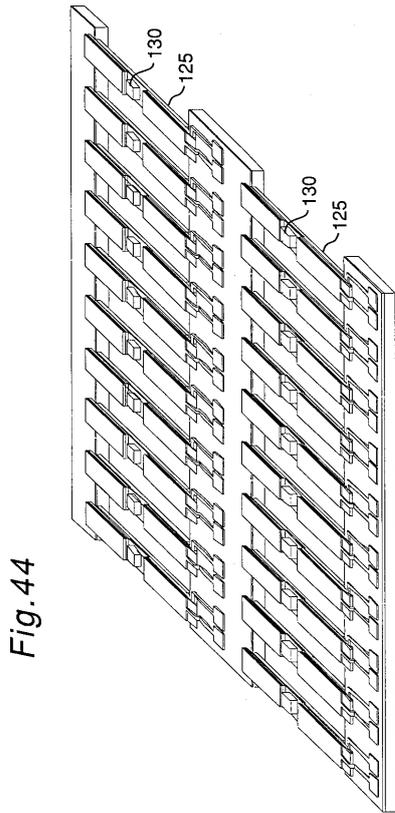
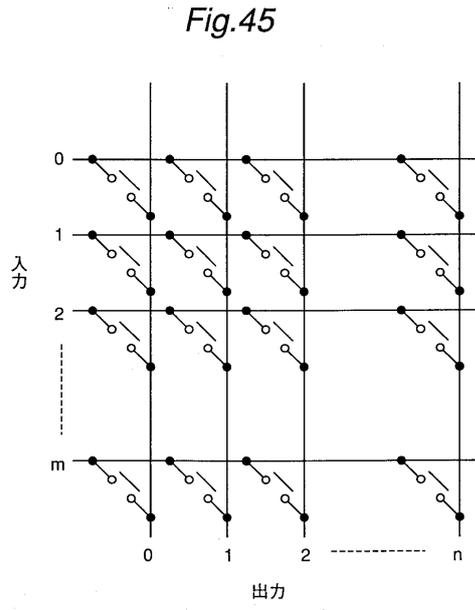
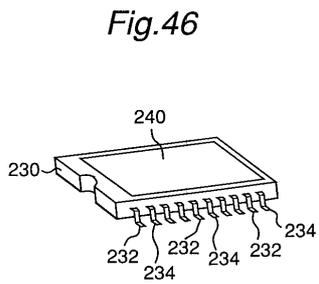


Fig. 44

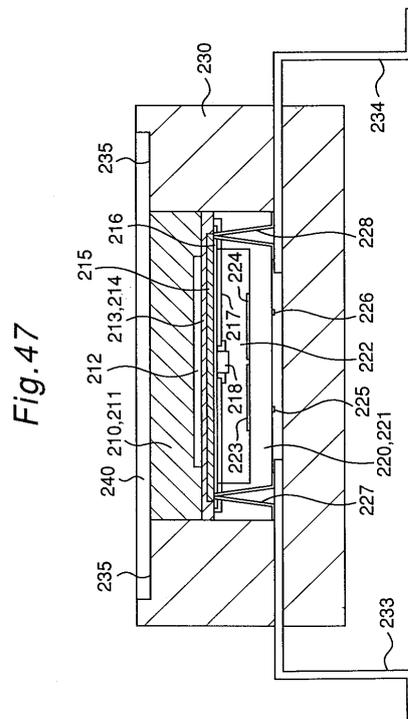
【 図 4 5 】



【 図 4 6 】



【 図 4 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 坂田 稔
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 中島 卓哉
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 積 知範
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 藤原 照彦
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 竹内 司
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 実開平01-145133(JP,U)
特開平07-273250(JP,A)
特開平06-188333(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/02-23/10,41/08