

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5049656号
(P5049656)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.		F I
B 8 1 B 3/00	(2006.01)	B 8 1 B 3/00
H O 1 L 23/02	(2006.01)	H O 1 L 23/02
B 8 1 C 1/00	(2006.01)	B 8 1 C 1/00
H O 1 H 59/00	(2006.01)	H O 1 H 59/00

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-145830 (P2007-145830)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成19年5月31日(2007.5.31)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(65) 公開番号	特開2008-296335 (P2008-296335A)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成20年12月11日(2008.12.11)	(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
審査請求日	平成22年5月20日(2010.5.20)	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196 弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空封止構造体及び中空封止構造体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の主面に形成される凹部を第1の犠牲層によって埋める工程と、
前記基板の主面に機能素子部を形成する工程と、
前記機能素子部上に形成され、前記第1の犠牲層の一部と接続されるように第2の犠牲層を形成する工程と、
前記第1の犠牲層及び前記第2の犠牲層の表面に被覆部を形成する工程と、
前記第1の犠牲層と接する前記被覆部に設けられる開口を経て犠牲層除去用の流体を流通させ前記第1の犠牲層及び前記第2の犠牲層を除去する工程と、
前記開口を閉塞する工程と、を具備することを特徴とする中空封止構造体の製造方法。

10

【請求項2】

基板の主面に形成される凹部を埋める凹部犠牲層を形成する工程と、
前記基板上に形成された信号用配線上に、所定形状を成す段差犠牲層をさらに形成する工程と、
前記段差犠牲層及び前記基板の主面上に、前記基板に支持される支持部と、前記段差犠牲層を介して前記基板から離間した状態で前記支持部に支持される梁部とを一体に備えて構成される機能素子部を形成する工程と、
前記機能素子部上に、前記段差犠牲層の一部と接続されるように第2の犠牲層を形成する工程と、
前記凹部犠牲層と前記段差犠牲層とで構成される第1の犠牲層及び前記第2の犠牲層の

20

表面に被覆部を形成する工程と、

前記第 1 の犠牲層と接する前記被覆部に設けられる開口を経て犠牲層除去用の流体を流通させ前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去する工程と、

前記開口を閉塞する工程と、を備えたことを特徴とする中空封止構造体の製造方法。

【請求項 3】

所定の主面に機能素子部が形成されるとともに前記機能素子部を囲むように凹部が形成されている基板と、

前記基板の前記主面上に形成され、前記凹部及び前記機能素子部から離間して被覆する被覆部と、

前記被覆部のうち前記凹部と隣接する領域に設けられた開口を閉塞するように設けられる封止部と、

を具備することを特徴とする中空封止構造体。

10

【請求項 4】

前記機能素子部は可動機構を含むマイクロマシンであること、を特徴とする請求項 3 記載の中空封止構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば微小電気機械部品、マイクロマシンのパッケージング等、機能素子の中空封止構造体及び中空封止構造体の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

基板上に搭載された動作を伴う機能素子を中空に封止する電気機械部品等の中空封止構造体が知られている。例えば、図 18 に示す中空封止構造体 21 は、ベース基板 22、絶縁層 23、機能素子 24、信号用配線 25、空隙部 26、封止体としての第一封止体 27 および第二封止体 28 で構成されている。

【0003】

機能素子 24 は例えば両持ちの梁構造であり、梁中央部が信号用配線 25 と数 μm 程度離間している。機能素子 24 の直下の絶縁層 23 には、信号用配線 25 が Au など形成されている。機能素子 24 は、ばね特性の高い TiN、Al など構成されており、静電力等の駆動力を与えることで信号用配線 25 の方へ近接するように変形する。また、駆動力を除くと、機能素子 24 は自身のばね特性により、再び元の位置に戻る。このように駆動力に応じて機能素子 24 と信号用配線 25 との間隔が変化することで、可変電気容量、スイッチングなどの機能を果たす。

30

【0004】

このような機能素子 24 の動作と保護のために中空に封止する技術として、製造コストの低減や小型化のため、成膜プロセスによる薄膜を用いるものがある（例えば特許文献 1 参照）。通常、薄膜による中空封止は以下のように行われる。図 13 に示すように、犠牲層（第 1 層）32 をベース基板 22 及び絶縁層 23 からなる基板上に形成する。ついで図 14 に示すように、機能素子 24 を、犠牲層 32 上に形成する。図 15 に示すように、この犠牲層 32 上に形成された機能素子 24 に、犠牲層（第 2 層）33 を形成し、犠牲層 33 上に、第一封止体 27 を形成する。図 16 に示すように、第一封止体 27 に、犠牲層除去用のエッチング材を導入するための開口部 27a を形成する。

40

【0005】

ここで、後述する第二封止体 28 をスパッタリングまたは蒸着や CVD 等の成膜方法で形成する場合、開口部 27a の直下に膜材が堆積するため、機能素子から離れた位置に開口部 27a を設ける必要がある。また、開口部 27a 付近における第二封止体 27 の下面と絶縁層 23 の上面との間にはエッチング材が流通するためのスペースが必要である。ついで、図 17 に示すように開口部 27a から犠牲層除去用のエッチング材を導入し、犠牲層 32、33 を完全に除去する。最後に図 15 に示すように第二封止体 28 を、第一封止

50

体 27 上に形成し、開口部 27a を閉塞する。以上により、図 18 に示すように第一及び第二封止体 27, 28 によって、機能素子が中空に封止される中空封止構造体が完成する。

【特許文献 1】特開 2005 - 207959 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した技術では、次のような問題があった。すなわち、上記の構造では犠牲層除去用のエッチング材の流通を確保するために第一封止体を大きく構成する必要がある。したがって、中空封止構造体や内部の犠牲層が大きくなり、内部の犠牲層除去時間が長くなる。また、内部と外部の圧力差による負荷も増大するため機能素子との接触や破断を引き起こす原因となる。

10

【0007】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、中空封止構造体を小型化することができ、かつ、内部の犠牲層の除去時間を短縮できる中空封止構造体及び中空封止構造の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一形態にかかる中空封止構造体は、基板の主面に形成される凹部を第 1 の犠牲層によって埋める工程と、前記基板の主面に機能素子部を形成する工程と、前記機能素子部上に形成され、前記第 1 の犠牲層の一部と接続されるように第 2 の犠牲層を形成する工程と、前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層の表面に被覆部を形成する工程と、前記第 1 の犠牲層と接する前記被覆部に設けられる開口を経て犠牲層除去用の流体を流通させ前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去する工程と、前記開口を閉塞する工程と、を具備することを特徴とする。

20

【0009】

本発明の一形態にかかる中空封止構造体は、基板の主面に形成される凹部を埋める凹部犠牲層を形成する工程と、前記基板上に形成された信号用配線上に、所定形状を成す段差犠牲層をさらに形成する工程と、前記段差犠牲層及び前記基板の主面上に、前記基板に支持される支持部と、前記段差犠牲層を介して前記基板から離間した状態で前記支持部に支持される梁部とを一体に備えて構成される機能素子部を形成する工程と、前記機能素子部上に、前記段差犠牲層の一部と接続されるように第 2 の犠牲層を形成する工程と、前記凹部犠牲層と前記段差犠牲層とで構成される第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層の表面に被覆部を形成する工程と、前記第 1 の犠牲層と接する前記被覆部に設けられる開口を経て犠牲層除去用の流体を流通させ前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去する工程と、前記開口を閉塞する工程と、を備えたことを特徴とする。

30

【0010】

本発明の一形態にかかる中空封止構造体は、所定の主面に機能素子部が形成されるとともに前記機能素子部を囲むように凹部が形成されている基板と、前記基板の前記主面上に形成され、前記凹部及び前記機能素子部から離間して被覆する中空構造部と、前記中空構造部のうち前記凹部と隣接する領域に設けられた開口を閉塞するように設けられる封止部と、を具備することを特徴とする。

40

【0011】

本発明の一形態にかかる中空封止構造体は、前記機能素子部は可動機構を含むマイクロマシンであること、を特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、中空封止構造体を小型化することができ、かつ、内部の犠牲層の除去時間を短縮できる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0013】

以下に本発明の第1実施形態にかかる封止構造体について、図1及び図3を参照して説明する。なお、各図において適宜構成を拡大・縮小・省略して概略的に示している。図2においては第2封止体8を省略している。

【0014】

中空封止構造体1は例えば微小電気機械部品であり、基板を構成するベース基板2及び絶縁層3と、機能素子4(機能素子部)と、信号用配線5と、空隙部6と、中空構造部を構成する被覆部としての第1封止体7と、第1封止体7に形成された開口を塞ぐ封止部としての第2封止体8とを有して構成されている。

【0015】

ベース基板2は、例えばシリコン(Si)などから板状に形成されている。

絶縁層3は、ベース基板2上に形成され、例えばシリコン酸化膜(SiO₂)からなる。絶縁層3には、その底部9bが絶縁層3の上面(主面)3aよりも下方に位置する凹形状を成す凹部としての溝構造部9が形成されている。溝構造部9は、パターンングにより、絶縁層3上において縦方向及び横方向に複数本延びる網目状に形成され、機能素子4及び信号用配線5の下部及びその周囲に配されている。この溝構造部9により、機能素子4及び信号用配線5の下部及びその周囲に渡って通路部9aが形成されている。通路部9aは、後述する第1封止体7の下方の絶縁層3を通して第1封止体7の開口7aに連通している。

【0016】

絶縁層3の上面3aには、信号用配線5及び機能素子4が形成されている。信号用配線5はAuなどで形成され、図中Y方向に延びる矩形状を成している。

【0017】

絶縁層3の上面3aには、機能素子4が形成されている。機能素子4は可動機構を含むマイクロマシンであり、段差を有する片持ち梁状を成し、支持部4aと梁部4bとを段差を介して一体に備えている。支持部4aが絶縁層3の上面3aに支持されて形成され、可動部分としての梁部4bが支持部4aの上端部分から水平に延びている。この梁部4bは信号用配線5の上方に、信号用配線5と数μm程度離間して、配されている。機能素子4は、ばね特性の高いTiN、Alなどで構成されており、静電力等の駆動力が与えられると信号用配線5の方へ近接し、駆動力が除去されると、自身のばね特性により、再び元の位置に戻る。すなわち、機能素子4は、駆動力に応じて信号用配線5との間隔を変化させるように変形することで、可変電気容量、スイッチングなどの機能を果たす。

【0018】

第1封止体7は、機能素子4の周囲に位置する支持部7cと、機能素子4から離間し、空隙を介して機能素子4を上方から覆う離間部7dとが一体に形成されている。第1封止体7の支持部7cは、溝構造部9をまたがって、絶縁層3の表面部分に支持されている。溝構造部9により、支持部7cの下方に通路部9aが形成される。支持部7cには上下方向に第1封止体7が貫通される開口7aが複数個設けられている。複数の開口7aは、機能素子4の周囲に並列して、機能素子4と十分離間して配置されている。したがって、後述する第2封止体8が開口7aの下方に堆積したとしても機能素子4には影響しない。この開口7aは、溝構造部9と隣接する領域、すなわち、ここでは溝構造部9の上方に配置され、溝構造部9と連通している。すなわち、開口7aと通路部9aとにより、第1封止体7の内部に形成される空隙部6と第1封止体7の外部とが連通している。

【0019】

第2封止体8は、第1封止体7上に形成され、開口7aを含む第1封止体7を外側から覆い、開口7aを閉塞する。第2封止体8の一部は、第1封止体7の開口7aの下に堆積している。この第2封止体8により第1封止体7の内部の空隙部6が密閉され、機能素子4が中空に封止される。

【0020】

次に、本実施形態にかかる中空封止構造体1の製造方法について図4乃至図10を参照

10

20

30

40

50

して説明する。

まず、図4に示すように、ベース基板2上に絶縁層3を形成し、この絶縁層3上にパターンニングにより、溝構造部9を形成する。図5に示すように、溝構造部9を含む絶縁層3上に、第1の犠牲層としての凹部犠牲層12を、例えば反応性ガスで除去可能な多結晶シリコンで形成し、凹部犠牲層12により、溝構造部9を埋める。

【0021】

この凹部犠牲層12を、エッチバックあるいはCMP（ケミカル・メカニカル・ポリッシング）により、図6に示すように平坦化する。ついで、図7に示すように、平坦化された凹部犠牲層12上に信号用配線5を形成する。

【0022】

つぎに、機能素子4として、例えば、金（Au）を構成材料として用いたカンチレバー構造を有する静電駆動型高周波用スイッチを形成する。このとき、信号用配線5上に、第1の犠牲層としての所定形状の段差犠牲層13を形成して段差を形成し、この段差犠牲層13上に機能素子4を形成する。以上により、機能素子4が、段差を有するとともに支持部4aと梁部4bを有する所定形状に形成される。すなわち本実施形態において第1の犠牲層は、凹部犠牲層12と段差犠牲層13とで構成される。

【0023】

さらに、図8に示すように、例えば反応性ガスで除去可能な多結晶シリコンで、機能素子4を覆うように第2の犠牲層14を形成する。このとき、第1の犠牲層である段差犠牲層13の一部と接続されるように第2の犠牲層14を形成する。

【0024】

この第2の犠牲層14上に、図9に示すように、例えばシリコン窒化膜（SiN）により、第1封止体7を形成する。このとき、パターンニングにより、機能素子4から離れた場所において、上下に貫通する開口7aを形成する。すなわち、この開口7aでは第2の犠牲層14は第1封止体によって覆われていない。

【0025】

ついで、図10に示すように、開口7aを通じて凹部犠牲層12、段差犠牲層13および第2の犠牲層14を除去する。除去方法としては、例えば、多結晶シリコンを選択的に除去するXeF₂ガスを、開口7aを通じて導入することにより、開口7aに連通する通路部9aを通じて凹部犠牲層12、段差犠牲層13および第2の犠牲層14が除去される。

【0026】

この結果、凹部犠牲層12、段差犠牲層13および第2の犠牲層14が、同時に除去されることによって、第1封止体7の内部に空隙部6が形成される。また、機能素子4と信号用配線5の下に形成された溝構造部9の凹部犠牲層12も除去されるため、機能素子4および信号用配線5は、その一部がベース基板2及び絶縁層3から浮いた状態となる。

【0027】

空隙部6の形成後、第1封止体7の上部から、例えば、開口7aを埋めるのに十分な厚さのシリコン窒化膜（SiN）を成膜することにより、第2封止体8を形成する。

【0028】

以上により第2封止体8により開口7aが密閉され、第1封止体7及び第2封止体8により、空隙部6を介して内部の機能素子4が封止され、図1乃至図3に示す中空封止構造体1が完成する。

【0029】

本実施形態にかかる及び中空封止構造体1及び中空封止構造体1の製造方法は以下に掲げる効果を奏する。絶縁層3に、開口7aを介して第1封止体7の外部と第1封止体7の内部とを連通する通路部9aを形成し、この通路部9aを通じて犠牲層除去を行うことにより、溝構造部9を設けない場合と比べて第1封止体及び第2封止体8をベース基板2、絶縁層3の上面や機能素子4の近くに配置できるため、中空封止構造体1全体を小さく構成することが可能となる。すなわち、支持部7cを絶縁層3の主面に支持させるとともに

10

20

30

40

50

この直下に、底部が一段下がった溝構造の通路部 9 a を連通させることで、第 1 封止体 7 にガス導入用の段差を設ける必要がなく第 1 封止体 7 を主面上に直接形成することができる。したがって、主面が平坦である場合にガス通路確保のために必要であった第 1 封止体と絶縁層の主面との間の間隔を省略することができる。中空封止構造体自体の堆積や内部の犠牲層の体積を減らすことができ、小型化が可能となるとともに犠牲層除去の時間短縮を図ることができる。

【 0 0 3 0 】

また、溝構造部 9 を機能素子 4 及び信号用配線 5 の下方に巡らせ、機能素子 4 と信号用配線 5 が一部、ベース基板 2 及び絶縁層 3 から浮く構造となるため、見かけ上ポーラスな状態となる。したがって、見かけ上のベース基板 2 の誘電率を低下せしめ、これによりベース基板 2 と機能素子 4 及び信号用配線 5 との間の寄生容量を低減し、高周波特性を向上させることができる。

10

【 0 0 3 1 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、各構成要素の材質、形状、配置、サイズ、構造・動作等を適宜変更して実施することができる。例えば、パターンング方法や犠牲層の除去方法の一例としては、エッチングガスによるドライエッチングや、薬液によるウェットエッチング等が挙げられる。また、凹部犠牲層 1 2、段差犠牲層 1 3 及び第 2 の犠牲層 1 4 は同一でなくてもかまわない。

【 0 0 3 2 】

また、上記第 1 実施形態にかかる製造方法においては、ベース基板 2 上に絶縁層 3 を形成して基板を構成したが、図 1 1 に示すように、絶縁層 3 を形成しないで、ベース基板 2 のみを基板とし、このベース基板 2 上に直接パターンングして溝構造部 9 を形成してもよい。また、図 1 2 に示すように、例えばパターンングにより溝構造部 9 が形成されたベース基板 2 に、熱酸化により表面にシリコン酸化膜による絶縁層 3 を成膜しても溝構造部 9 を作成することが可能である。凹部の構造はベース基板 2 中を通るトンネル構造であってもよい。さらに、図 6 で示す平坦化処理を省略することも可能である。さらに、第 1 の犠牲層は凹部犠牲層 1 2 と段差犠牲層 1 3 との 2 段構造で構成されるものとしたが、段差犠牲層 1 3 を省略することも可能である。

20

【 0 0 3 3 】

この他、本発明は、実施段階においてその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】本発明の 1 実施形態にかかる中空封止構造体の一部を切欠して示す斜視図。

【図 2】同中空封止構造体を示す平面図。

【図 3】同中空封止構造体を示す断面図

【図 4】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

40

【図 5】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 6】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 7】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 8】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 9】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 1 0】同中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 1 1】他の実施形態にかかる中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 1 2】他の実施形態にかかる中空封止構造体の製造工程を示す断面図。

【図 1 3】中空封止構造体の製造工程の一例を示す断面図。

【図 1 4】中空封止構造体の製造工程の一例を示す断面図。

50

【図15】中空封止構造体の製造工程の一例を示す断面図。

【図16】中空封止構造体の製造工程の一例を示す断面図。

【図17】中空封止構造体の製造工程の一例を示す断面図。

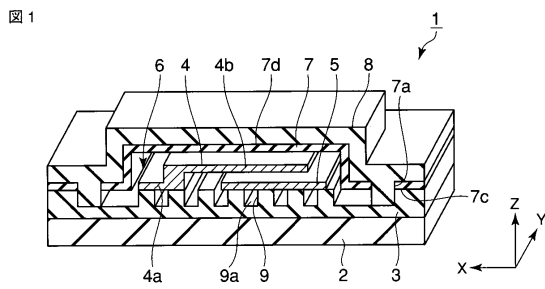
【図18】中空封止構造体の一例を示す断面図。

【符号の説明】

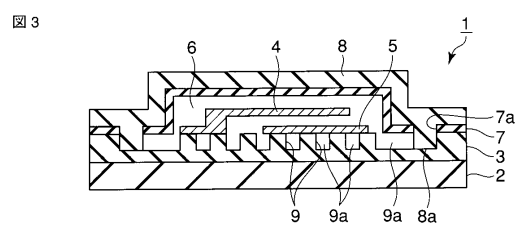
【0035】

1...中空封止構造体、2...ベース基板(基板)、3...絶縁層(基板)、4...機能素子(機能素子部)、4a...支持部、4b...梁部、5...信号用配線、6...空隙部、7...第1封止体(被覆部)、7a...開口部、7c...支持部、7d...離間部、8...第2封止体(封止部)、9...溝構造部(凹部)、9a...通路部、9b...底部、12...凹部犠牲層(第1の犠牲層)、13...段差犠牲層(第1の犠牲層)、14...第2の犠牲層。

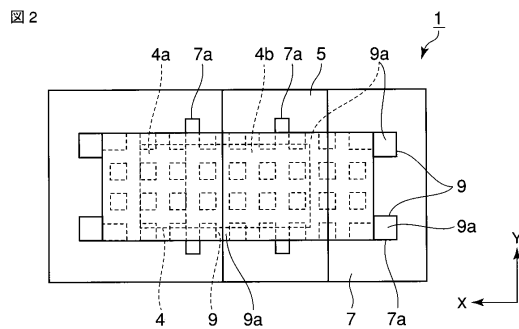
【図1】



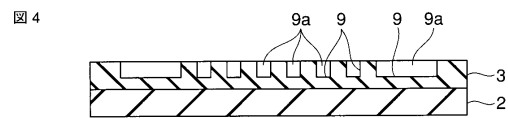
【図3】



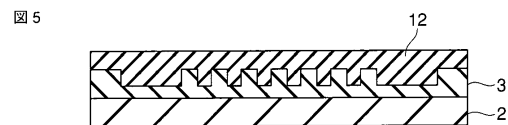
【図2】



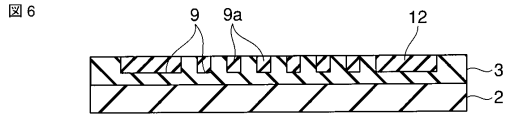
【図4】



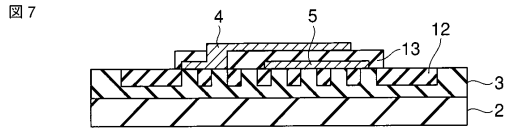
【図5】



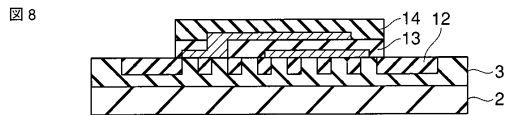
【図6】



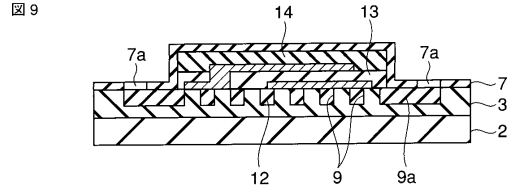
【図7】



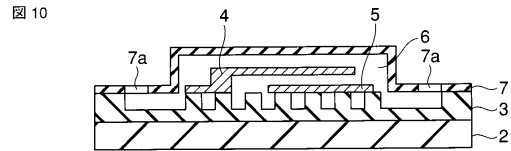
【図8】



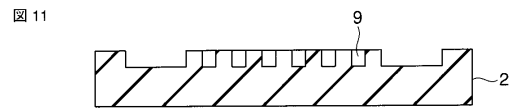
【図9】



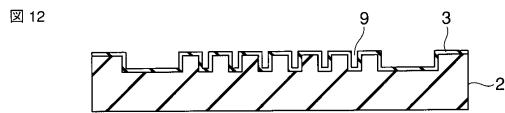
【図10】



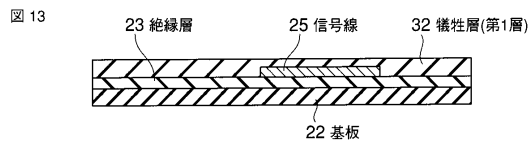
【図11】



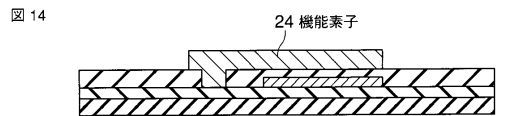
【図12】



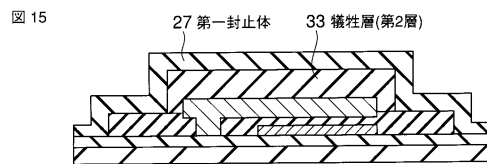
【図13】



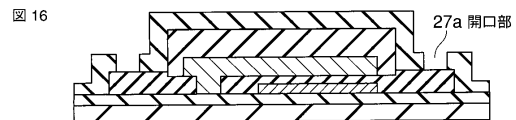
【図14】



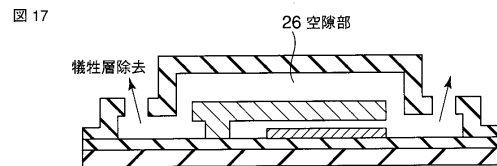
【図15】



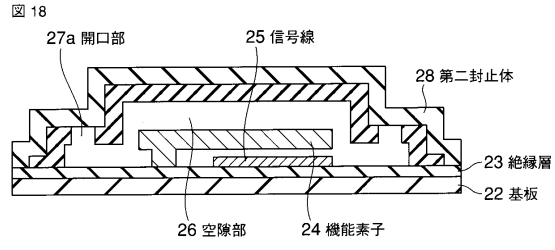
【図16】



【図17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 小幡 進
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 大黒 達也
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 馬場 進吾

- (56)参考文献 特開平10-281862(JP,A)
特開2005-123561(JP,A)
特表2004-535938(JP,A)
特開2000-058866(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 8 1 B | 3 / 0 0 |
| B 8 1 C | 1 / 0 0 |
| H 0 1 L | 2 3 / 0 2 |
| H 0 1 H | 5 9 / 0 0 |