

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-207987

(P2010-207987A)

(43) 公開日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B 8 1 C 1/00	(2006.01)	B 8 1 C 1/00	3 C 0 8 1
H O 1 H 59/00	(2006.01)	H O 1 H 59/00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-58361 (P2009-58361)
 (22) 出願日 平成21年3月11日 (2009.3.11)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

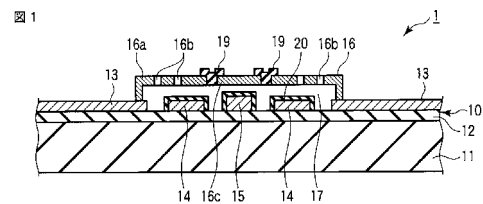
(54) 【発明の名称】 マイクロマシン装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】高い信頼性を有するマイクロマシン装置を、簡素な製造工程で、低コストで製造する。

【解決手段】本発明の一形態にかかるマイクロマシン装置1の製造方法は、絶縁基板10上に信号線15と駆動電極14および下部電極13を形成する工程と、前記信号線15と前記駆動電極14上に絶縁膜20を形成する工程と、前記絶縁基板10上に無機材料で構成された犠牲層18aを形成する工程と、前記犠牲層18a上にブリッジ支持部16aとコンタクト部16cを形成する工程と、前記ブリッジ支持部16aと前記コンタクト部16cを接続する有機材料を用いた絶縁体接続継手19を形成する工程と、前記犠牲層18aを除去する工程と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁基板の上に信号線と駆動電極および下部電極を形成する工程と、
 前記信号線と前記駆動電極上に絶縁膜を形成する工程と、
 前記絶縁基板の上に無機材料で構成された犠牲層を形成する工程と、
 前記犠牲層上にブリッジ支持部とコンタクト部を形成する工程と、
 前記ブリッジ支持部と前記コンタクト部を接続する有機材料を用いた絶縁体接続継手を形成する工程と、
 前記犠牲層を除去する工程と、
 を備えてなるマイクロマシン装置の製造方法。

10

【請求項 2】

絶縁基板の上に信号線と駆動電極および下部電極を形成する工程と、
 前記信号線と前記駆動電極上に絶縁膜を形成する工程と、
 前記絶縁基板の上に無機材料で構成された第一犠牲層を形成する工程と、
 前記犠牲層上にブリッジ支持部とコンタクト部を形成する工程と、
 前記ブリッジ支持部と前記コンタクト部を接続する有機材料を用いた絶縁体接続継手を形成する工程と、
 前記ブリッジ支持部と前記コンタクト部と前記絶縁体継手上に無機材料で構成された第二犠牲層を形成する工程と、
 前記第二犠牲層上に前記第二犠牲層に連通する開口形状部を設け、有機材料を用いた第一封止膜を形成する工程と、
 前記第一犠牲層と前記第二犠牲層を除去する工程と、
 前記第一封止膜上に前記開口形状部を塞ぐ第二封止膜を形成する工程と、
 を備えてなるマイクロマシン装置の製造方法

20

【請求項 3】

前記有機材料はポリイミドまたはエポキシまたはベンゾシクロブテンのうち少なくとも一つを、
 前記無機材料はアモルファスシリコンまたはポリシリコンまたは SiO_2 または Si_3N_4 のうち少なくとも一つを選択して使用されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のマイクロマシン装置の製造方法。

30

【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のパッケージング等のマイクロマシン装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロマシン装置として、図 6 に示すように、動作を伴うマイクロマシンとしての中空構造の MEMS 素子 106 が基板 102 上に搭載されたマイクロマシン装置（微小電気機械部品）101 が知られている（例えば、特許文献 1 または 2 参照）マイクロマシン装置（MEMS: Micro-Electro-Mechanical-Systems）101 は、基板 102、MEMS 素子 106、信号線 105、駆動電極 103 で構成される。MEMS 素子 106 の直下に、信号線 105 が Au など形成されている。

40

【0003】

MEMS 素子 106 はブリッジ支持部 106a 及びコンタクト部 106b が、雑音伝播防止のため絶縁体継手 106c により接続され、両持ちの梁構造に構成されている。コンタクト部 106b は信号線 105 と数 μm 程度のギャップを持っている。ブリッジ支持部 106a 及びコンタクト部 106b は、アルミや金などの導電性材料で構成されている。

【0004】

この MEMS 素子 106 は静電力等の駆動力を与えることで信号線 105 の方へ接近す

50

る。また、この駆動力を除荷すると、MEMS素子106は自身のばね特性により、再び信号線105とギャップを持った位置に戻る。このようにMEMS素子106と信号線105との間のギャップを変化させることで、可変電気容量、スイッチングなどの機能を果たす。

【0005】

このようなマイクロマシン装置の製造工程は、まず、図7Aに示すように、基板102上に、駆動電極103、信号線105を形成する。ついで、図7Bに示すように、駆動電極103上に絶縁膜104を形成する。次に、図7Cに示すように、マイクロマシンと基板間にギャップを持たせるために、後の工程で完全に除去する例えばポリイミドの有機膜を用いて犠牲層108を基板102上に形成する。次に、図7Dに示すように、犠牲層108上の信号線105の周囲に、例えばSiO₂などからなる絶縁膜109を形成する。続いて、図7Eに示すように、犠牲層108及び絶縁膜109の上に、アルミや金などの電導性材料を用いてブリッジ支持部106aを形成する。この後、図7Fに示すように、ブリッジ支持部106aのほぼ中央部における信号線105の真上に位置する部分に、アルミや金などの導電性材料でコンタクト部106bを形成する。次に、図7Gに示すように、ブリッジ支持部106aとコンタクト部106bのつなぎの部分に、例えばポリイミドの有機膜からなる絶縁部106cを形成する。次に、図7Hに示すように、絶縁部106cの上に、SiO₂等からなる絶縁膜110を形成する。この後、図7Iに示すように、犠牲層108をドライエッチングして除去する。そして、図7Jに示すように、コンタクト部106bの下部の無機系の絶縁膜109と上部の無機系の絶縁膜110をドライエッチングして除去し、マイクロマシン装置が完成する。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-9785

【特許文献2】米国特許第7008812B1号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記の技術では、以下のような問題があった。すなわち、有機材料で構成された絶縁性の継手により接続してマイクロマシンを構成する構造の製造方法では、マイクロマシンの中空構造を成形する際に用いる犠牲層に同じ有機材料を用いると、犠牲層除去の工程において、絶縁接続継手をエッチングされないように保護する工程と犠牲層除去後に保護層を除去する工程などを加える必要があり、製造方法が複雑になる。

30

【0008】

本発明は上述する問題を鑑みてなされたもので、製造工程を簡素化し、低コストなマイクロマシン装置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】

【0009】

本発明の一形態にかかるマイクロマシン装置の製造方法は、絶縁基板上に信号線と駆動電極および下部電極を形成する工程と、前記信号線と前記駆動電極上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁基板上に無機材料で構成された犠牲層を形成する工程と、前記犠牲層上にブリッジ支持部とコンタクト部を形成する工程と、前記ブリッジ支持部と前記コンタクト部を接続する有機材料を用いた絶縁体接続継手を形成する工程と、前記犠牲層を除去する工程と、を備えたことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明に係るマイクロマシン装置の製造方法によれば、高い信頼性を有するマイクロマシン装置を、簡素な製造工程で、低コストで製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の第一の実施形態にかかるマイクロマシン装置を模式的に示す断面図。

【図 2】同マイクロマシン装置を模式的に示す平面図。

【図 3 A】同マイクロマシン装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 3 B】同マイクロマシン装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 3 C】同マイクロマシン装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 3 D】同マイクロマシン装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 3 E】同マイクロマシン装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 4】本発明の第二の実施形態にかかるマイクロマシン装置を模式的に示す断面図。

【図 5 A】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

10

【図 5 B】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 C】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 D】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 E】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 F】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 G】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 5 H】同マイクロマシン装置製造工程を模式的に示す断面図。

【図 6】マイクロマシン装置の一例を模式的に示す断面図。

【図 7 A】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 B】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

20

【図 7 C】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 D】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 E】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 F】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 G】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 H】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 I】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【図 7 J】マイクロマシン装置の製造工程の一例を模式的に示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

30

[第一の実施形態]

以下に本発明の第一の実施形態にかかるマイクロマシン装置 1 について、図 1 及び図 2 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。図中 X、Y、Z は、互いに直交する三方向を示している。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すマイクロマシン装置 1 は、例えば微小電気機械部品 (MEMS) であり、基板 10 を構成するベース基板 11 及び絶縁層 12 と、基板 10 上に設けられた下部電極 13、駆動電極 14、及び信号線 15 と、基板 10 上において信号線 15 を跨いで形成されたマイクロマシンとしての MEMS 素子 16 を備えている。

【 0 0 1 4 】

40

ベース基板 11 は、シリコン (Si) 基板、ガラス基板、またはサファイア基板であり、所定の板形状に形成されている。

【 0 0 1 5 】

絶縁層 12 は、ベース基板 11 上に形成され、例えばシリコン酸化膜 (SiO₂) からなる。これらベース基板 11 及び絶縁層 12 により基板 10 が構成される。

【 0 0 1 6 】

図 2 に示すように、基板 10 上には、MEMS 素子 16 に接続される下部電極 13 と、信号線 15 と、駆動電極 14 とが、形成されている。

【 0 0 1 7 】

下部電極 13 は MEMS 素子 16 の下端に接続されている。信号線 15 は Au (金) な

50

どで形成され、MEMS素子16の直下にY方向にて延びている。駆動電極14は例えばAu又はAlにより形成され、MEMS素子16の直下における信号線15のX方向両側に至って設けられ、MEMS素子16を駆動する機能を有する。

【0018】

MEMS素子16はマイクロマシンの可動機構部であり、図1に示すように、信号線15を跨ぐ両持ち梁状に構成されている。MEMS素子16は中央に位置するコンタクト部16cと、コンタクト部16cの両側を支持するブリッジ支持部16aとが、絶縁接続継手19を介して接続されて梁状に構成されてなる。複数の部材としての支持部16a及びコンタクト部16cはばね特性の高いTiN、Alなどで構成される。

【0019】

コンタクト部16cは、絶縁接続継手19を介してブリッジ支持部16aに接続されることにより、基板10上にギャップを介して支持される。コンタクト部16cは信号線15と数 μm 程度のギャップを持って離間して配されている。すなわち、コンタクト部16cの直下の絶縁層12の表面に信号線15が配されている。コンタクト部16cは、電界の作用により、信号線15に対して接離するように変位する。

【0020】

コンタクト部16cの両側に配されるブリッジ支持部16aは、それぞれ片持ち梁状に構成されている。ブリッジ支持部16aの下端は下部電極13に接続されている。ブリッジ支持部16aにより、コンタクト部16cが基板10上にギャップを持った状態で支持される。例えば、後述するように数 μm 程度の厚さを持つ犠牲層18a上にMEMS素子16を形成するように製造プロセスを経ることで中空構造を確保することが可能である。

【0021】

絶縁接続継手19はポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテンなどの有機材料により構成され、雑音伝播防止の機能を果たす。

【0022】

MEMS素子16は、例えば、電界の作用として駆動電極14から静電力等の駆動力が与えられると、信号線15の方へ弾性変形して近接する。また、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、MEMS素子16は、静電力等の駆動力が印加、除荷されることにより、MEMS素子16が駆動力に応じて信号線15との間隔を変化させるように変形することで、マイクロマシン装置1の電気特性を変える。

【0023】

次に本発明にかかるマイクロマシン装置1の製造方法について図3A～図3Eを参照して説明する。

【0024】

まず、図3Aに示すように、ベース基板11上に絶縁層12を形成し、絶縁層12上に下部電極13、駆動電極14及び信号線15を形成する。後に、駆動電極14および信号線15上に絶縁膜20を形成する。

【0025】

次に、図3Bに示すように、SiO₂、Si₃N₄、アモルファスシリコン、ポリシリコンなどの無機膜を用いて犠牲層18aを、厚さ数 μm 程度の薄膜で例えばPE-CVDにより形成する。そして図3Cに示すように犠牲層18a上に、アルミやTiNなどのばね性の高い金属材料を用いて可動する梁であるMEMS素子16を厚さ数 μm 程度の薄膜で形成する。

【0026】

この後、図3Dに示すように、スピンコート等によりポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテンなどの有機材料を塗布し、露光、現像を実施し、ブリッジ支持部16aとコンタクト部16cとの間に絶縁性接続継手19を形成する。

【0027】

この後、図3Eに示すように、犠牲層18aをドライエッチングして除去する。エッチ

10

20

30

40

50

ング材として、HF混合ガス、XeF₂ガス、CF₄系ガスなどを使用する。

【0028】

ドライエッチングの際には、無機材料である犠牲層18aが選択にエッチングされ、金属材料を用いているMEMS素子16や、有機材料を用いている絶縁性接続継手19がエッチングされることを防止できる。

【0029】

ブリッジ支持部16aには、複数の貫通孔16bが形成されている。この貫通孔16bによりドライエッチングの際、短時間でブリッジ支持部下側の犠牲層18aを完全に除去することが可能となる。

【0030】

以上により、MEMS素子16が、信号線15から離間する梁部分を有する所定の両持ち梁形状に形成される。

【0031】

このような構成の本実施形態によれば、MEMS素子16と絶縁接続継手19と犠牲層18aの材料を変えることにより、製造工程を簡素化することができ、低コストなマイクロマシン装置を提供することができる。

【0032】

[第二の実施形態]

図4及び図5は、本発明の第二の実施形態を示すものである。尚、第一の実施形態と同一構成には同一符号を付している。この第二の実施形態では、犠牲層を用いて中空構造を形成する工程を拡張し、MEMS素子を気密封止する構成にした。

【0033】

図4に示すように、このマイクロマシン装置1では第1封止膜21及び第2封止膜22によって構成される封止体によってMEMS素子16が気密に封止されている。

【0034】

以下、図5に従って、第二の実施形態のマイクロマシン装置の製造方法について説明する。尚、各薄膜材料、その厚み、形成方法等は、第一の実施形態と同じであるから、説明を省略する。

【0035】

まず、図5Aに示すように、絶縁基板11上に、下部電極13、駆動電極14、信号線15などを形成する。次に、駆動電極14および信号線15上に絶縁膜20を形成する。そして、図5Bに示すように犠牲層18aを形成する。続いて、図5Cに示すように、犠牲層18aの上に、ブリッジ支持部16aとコンタクト部16cを形成する。次に、図5Dに示すように、ブリッジ支持部16aとコンタクト部16cの間に例えばポリイミドの有機膜からなる絶縁接続継ぎ手19を形成する。

【0036】

次に、図5Eに示すように、MEMS素子16の上にMEMS素子を覆うように例えばSiO₂、Si₃N₄、アモルファスシリコン、ポリシリコンなどの無機膜を用いて犠牲層18bを、厚さ数μm程度の薄膜で例えばPE-CVDにより形成する。このとき犠牲層18aと犠牲層18bは同一の材料で構成されることが好ましいが、特に限定するもの

ではない。

【0037】

次に図5Fに示すように、犠牲層18bの上に第一封止膜21を形成する。第一封止膜21は、常圧状態において、例えば圧力0.1MPa(大気圧)の条件下で、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテンなどの有機材料でスピンコートなどにより塗布され、露光、現像を経て、所定の厚さに成膜される。第一封止膜21の厚さは例えば1μm程度である。

【0038】

その際、第一封止膜21に、MEMS素子16の周囲の犠牲層18a、18bを除去する際に犠牲層除去用の流体を導入するための開口であり、犠牲層除去の後で閉塞される開

10

20

30

40

50

口形状部 2 1 a を複数形成する。

【 0 0 3 9 】

第一封止膜 2 1 は、その辺縁部分が M E M S 素子 1 6 と離間した位置で周囲の絶縁層 1 2 の上面に結合しているとともに、その中央部分が中空部 1 7 を介して M E M S 素子 1 6 を上方から覆う、すなわち第一封止膜 2 1 は M E M S 素子 1 6 から離間している。開口形状部 2 1 a は M E M S 素子 1 6 の上方を含む周囲全域に 2 次元的に配列され、例えば 5 0 μ m の間隔で形成される。

【 0 0 4 0 】

ついで、図 5 G に示すように、犠牲層 1 8 a、1 8 b をドライエッチングして除去する。エッチング材として、H F 混合ガス、X e F 2 ガス、C F 4 系ガスなどを使用する。

【 0 0 4 1 】

ドライエッチングの際には、無機材料である犠牲層 1 8 a、1 8 b が選択にエッチングされ、金属材料を用いている M E M S 素子 1 6 や、有機材料を用いている絶縁性接続継手 1 9 や第一封止膜 2 1 がエッチングされることを防止できる。

【 0 0 4 2 】

ブリッジ支持部 1 6 a には、複数の貫通孔 1 6 b が形成されている。また、第一封止膜 2 1 には開口形状部 2 1 a が複数、形成されている。よってエッチングの際、短時間で犠牲層 1 8 a、1 8 b を完全に除去することが可能となる。この結果、第一封止膜 2 1 の内部に中空部 1 7 が形成される。

【 0 0 4 3 】

次に図 5 H に示すように、開口形状部 2 1 a を閉塞する第二封止膜 2 2 を第一封止膜 2 1 上に形成する。例えば、常圧状態において、圧力 0 . 1 M P a (大気圧) の条件下で、ポリイミド等の有機材料をスピンコート法により塗布し、露光、現像によりパターンニングし、硬化させ開口形状部 2 1 a を埋め、封止構造が完成する。

【 0 0 4 4 】

また、例えば、第二封止膜 2 2 の防湿性を向上させるために、低透湿の S i N を 0 . 5 ~ 1 μ m の厚さでさらに覆うように第二封止膜 2 2 を複数の膜で構成させることも可能である。また、第二封止膜 2 2 の強度を向上させるために、例えば、エポキシ樹脂等で補強するように構成することも可能である。

【 0 0 4 5 】

また、例えば、大気圧プラズマ C V D により第二封止膜 2 2 を成膜することでも、中空部 1 7 の圧力を大気圧雰囲気にすることが可能である。

【 0 0 4 6 】

また、中空部 1 7 を真空雰囲気にする場合はプラズマ C V D 装置もしくはスパッタ装置の真空度の高いチャンパー内に投入し、第二封止膜 2 2 を形成する。

以上により、図 4 に示すマイクロマシン装置 1 が完成する。

【 0 0 4 7 】

本実施形態にかかるマイクロマシン装置 1 の製造方法は以下に掲げる効果を奏する。すなわち、絶縁接続継手 1 9 を有機材料で、犠牲層 1 8 a、1 8 b を無機材料で構成することにより、犠牲層 1 8 a、1 8 b のドライエッチング工程において、絶縁接続継手 1 9 にエッチングに対する保護層を設ける必要がなく、絶縁接続継手 1 9 がエッチングされず、残留させることが可能となり、製造工程を簡素化することが可能で、マイクロマシン装置の低コスト化が可能となる。

【 0 0 4 8 】

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 M E M S 素子 1 6 は片持ち梁状であってもよく、犠牲層の除去方法として薬液によるウェットエッチング等が挙げられる。

【 0 0 4 9 】

また、複数の犠牲層 1 8 a、1 8 b は同一材料に限らず適用可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

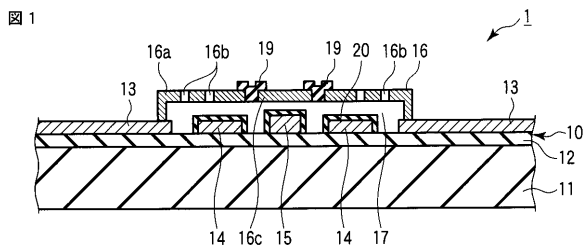
この他、本発明は、実施段階においてその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【 符号の説明 】

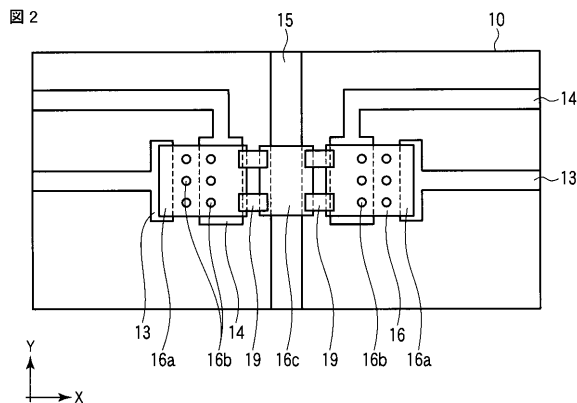
【 0 0 5 1 】

- 1 ... マイクロマシン装置、 10 ... 基板、 11 ... ベース基板、 12 ... 絶縁層、
- 13 ... 下部電極、 14 ... 駆動電極、 15 ... 信号線、 16 ... MEMS素子、
- 16 a ... ブリッジ支持部、 16 b ... 貫通孔、 16 c ... コンタクト部、 17 ... 中空部、
- 18 a、 18 b ... 犠牲層、 19 ... 絶縁体接続継手、 20 ... 絶縁膜、 21 ... 第一封止膜、
- 21 a ... 開口形状部、 22 ... 第二封止膜。

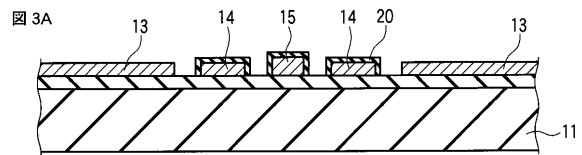
【 図 1 】



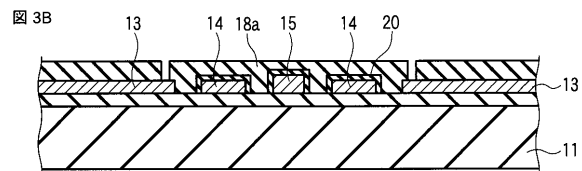
【 図 2 】



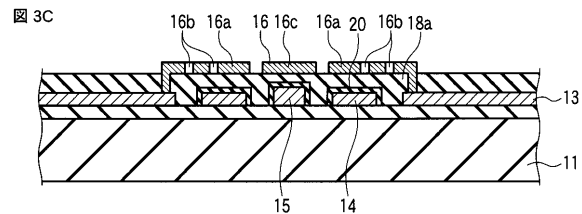
【 図 3 A 】



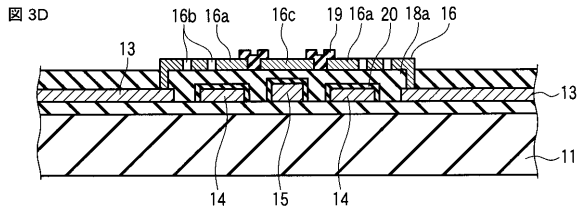
【 図 3 B 】



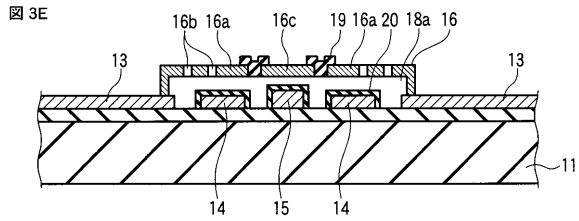
【 図 3 C 】



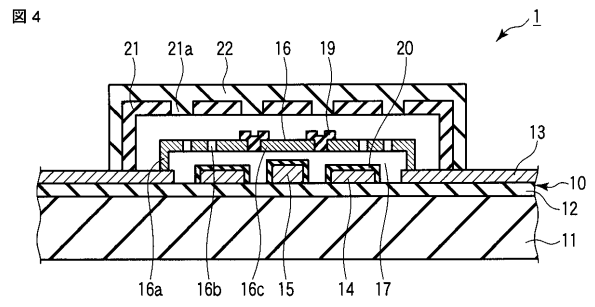
【 図 3 D 】



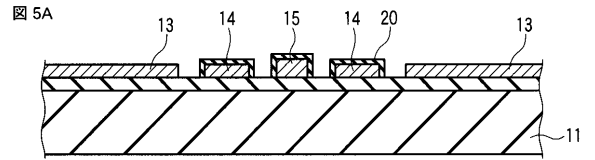
【 図 3 E 】



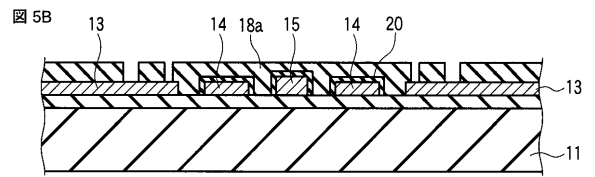
【 図 4 】



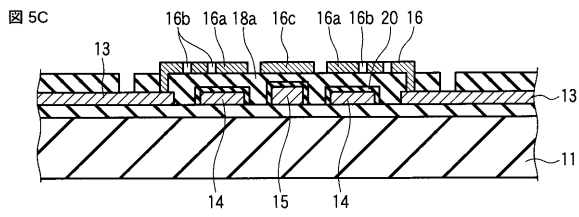
【 図 5 A 】



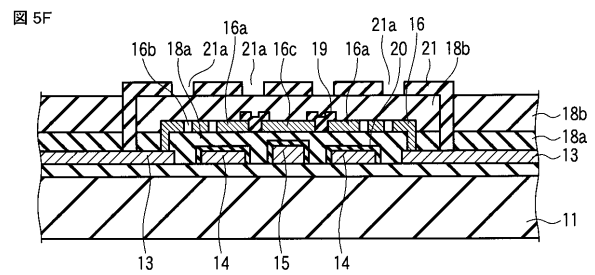
【 図 5 B 】



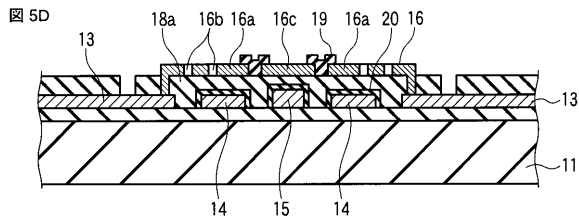
【 図 5 C 】



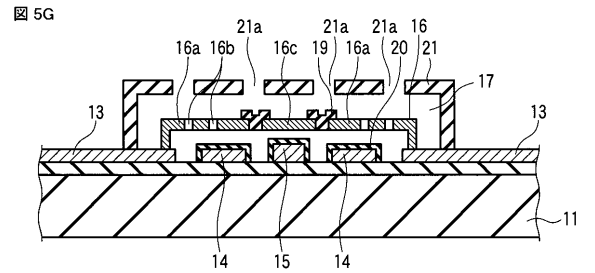
【 図 5 F 】



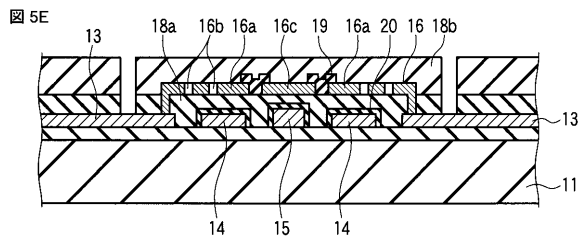
【 図 5 D 】



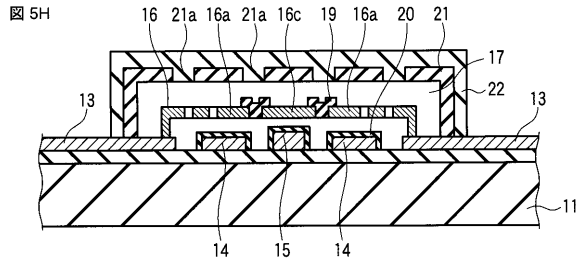
【 図 5 G 】



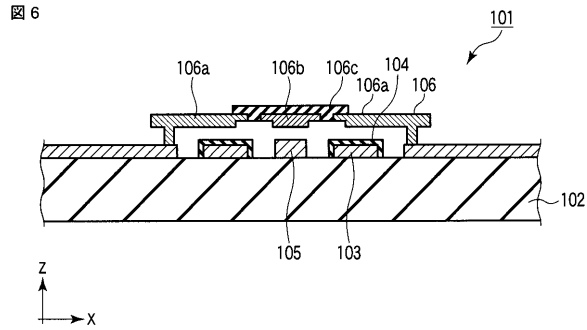
【 図 5 E 】



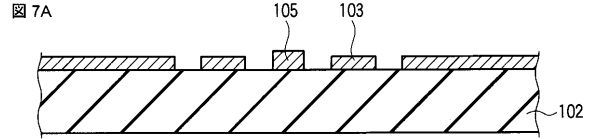
【 図 5 H 】



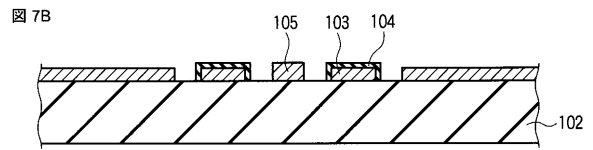
【 図 6 】



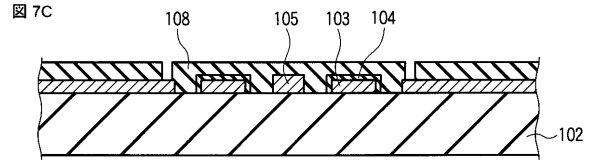
【 図 7 A 】



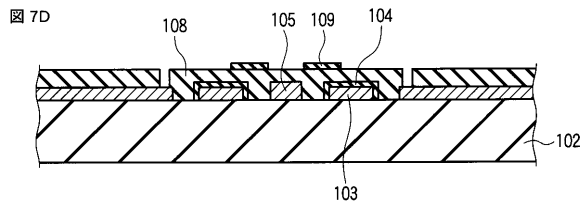
【 図 7 B 】



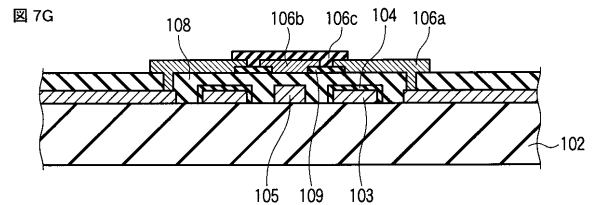
【 図 7 C 】



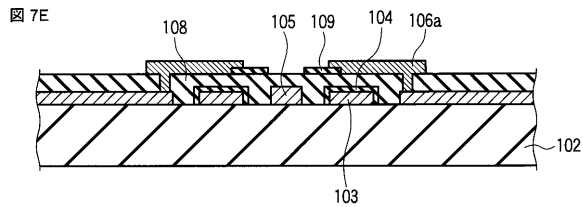
【 図 7 D 】



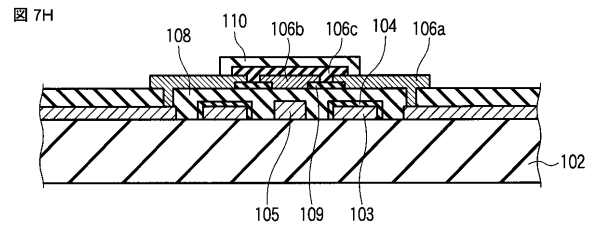
【 図 7 G 】



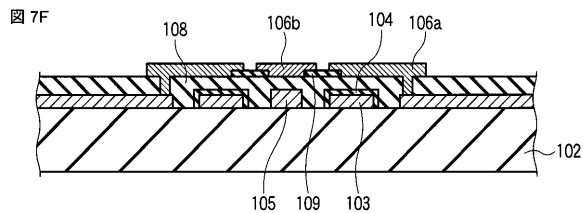
【 図 7 E 】



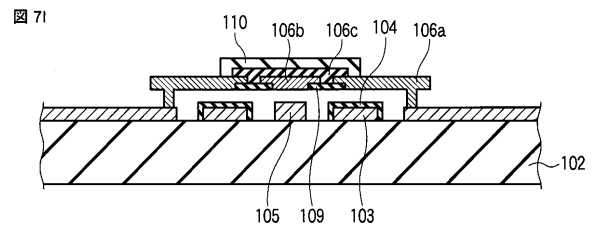
【 図 7 H 】



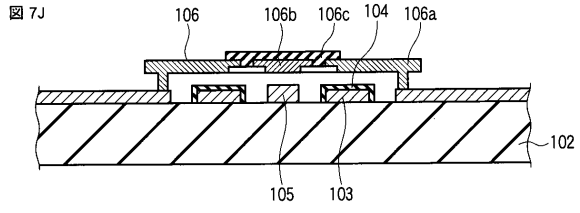
【 図 7 F 】



【 図 7 I 】



【 図 7 J 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 十河 敬寛
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 宮城 武史
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 小幡 進
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- Fターム(参考) 3C081 BA03 BA30 BA44 BA48 BA53 CA03 CA14 DA31 DA45 EA23
EA24