

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4229122号
(P4229122)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(51) Int.Cl.		F I	
H03H	9/02	(2006.01)	H03H 9/02 Z
H03H	3/02	(2006.01)	H03H 3/02 B
H03H	3/08	(2006.01)	H03H 3/08
H03H	9/17	(2006.01)	H03H 9/17 F
H03H	9/25	(2006.01)	H03H 9/25 A

請求項の数 17 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-506311 (P2005-506311)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月7日(2004.4.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2004/004992
 (87) 国際公開番号 W02004/105237
 (87) 国際公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)
 審査請求日 平成17年11月18日(2005.11.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-147096 (P2003-147096)
 (32) 優先日 平成15年5月26日(2003.5.26)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 (74) 代理人 100086597
 弁理士 官▲崎▼主税
 (72) 発明者 久保 電一
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 株式会社村田製作所内
 (72) 発明者 藤井 英俊
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 株式会社村田製作所内
 (72) 発明者 相澤 直子
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電電子部品、およびその製造方法、通信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

該基板に形成され、印加された入力信号により振動し、その振動により出力信号を出力する圧電素子と、

該圧電素子に設けられた複数のパッド部と、

該圧電素子を離間して覆うように形成された、絶縁膜からなる封止部材とを有し、

該封止部材は、前記圧電素子と離間されていることで確保される内部空間と外部空間とを連通している貫通孔部を上記パッド部上に備え、

該貫通孔部を塞ぐように電極部が設けられていることを特徴とする、圧電電子部品。 10

【請求項2】

前記封止部材は、シリコン窒化物、シリコン酸化物、アルミ酸化物、アルミ窒化物、亜鉛酸化物、シリコン酸窒化物およびタンタル窒化物からなる群から選ばれる少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項1に記載の圧電電子部品。

【請求項3】

前記封止部材は、多層構造を有し、少なくとも1層の圧縮応力を有する膜と、少なくとも1層の引張応力を有する膜とを含むことを特徴とする、請求項1または2に記載の圧電電子部品。

【請求項4】

前記圧縮応力を有する膜が、SiO₂、ZnOおよびTa₂N₅からなる群から選ばれる少 20

なくとも一つからなることを特徴とする、請求項3に記載の圧電電子部品。

【請求項5】

前記引張応力を有する膜が、 Al_2O_3 、 SiN 、 AlN からなる群から選ばれる少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項3または4に記載の圧電電子部品。

【請求項6】

前記封止部材は、多層構造を有し、その最上層が樹脂からなることを特徴とする、請求項1ないし5の何れか1項に記載の圧電電子部品。

【請求項7】

前記樹脂が、ポリイミド、エポキシ樹脂、レジスト樹脂および液晶ポリマーからなる群から選ばれる少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項6に記載の圧電電子部品

10

【請求項8】

該内部空間の周辺部には、前記貫通孔部を介して該封止部材の内部と外部とを連通する連通孔部が形成されており、前記連通孔部は、前記電極部によりふさがれている、請求項1ないし7の何れか1項に記載の圧電電子部品。

【請求項9】

前記基板は開口部若しくは凹部を有し、前記圧電素子が、前記開口部若しくは凹部を覆うように形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜を有する薄膜部の上下面を少なくとも一对の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の励振部とを有する圧電共振子であることを特徴とする、請求項1ないし8の何れか1項に記載の圧電電子部品。

20

【請求項10】

前記基板は開口部若しくは凹部を有し、前記圧電素子が、前記開口部若しくは凹部を覆うように形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜を有する薄膜部の上下面を少なくとも一对の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の励振部とを有する圧電共振子を複数用いてなる圧電フィルタであることを特徴とする、請求項1ないし8の何れか1項に記載の圧電電子部品。

【請求項11】

前記圧電素子が、圧電基板上に形成された少なくとも一つのくし型電極部を有する弾性表面波装置であることを特徴とする、請求項1ないし8の何れか1項に記載の圧電電子部品。

30

【請求項12】

該封止部材に、電気回路が形成されていることを特徴とする、請求項1ないし11の何れか1項に記載の圧電電子部品。

【請求項13】

請求項1ないし12の何れか1項に記載の圧電電子部品を有することを特徴とする通信機。

【請求項14】

請求項1に記載の圧電電子部品の製造方法において、

該内部空間に応じた犠牲層を圧電素子上に形成し、

該犠牲層の全面上に、封止部材を形成し、

該封止部材の一部を除去して、犠牲層の一部が露出した露出部分を形成し、

該犠牲層を、露出部分から除去することを特徴とする、圧電電子部品の製造方法。

40

【請求項15】

該犠牲層を、犠牲層の形成パターンの端部に向かって高さが低くなるテーパ形状に形成することを特徴とする、請求項14記載の圧電電子部品の製造方法。

【請求項16】

該露出部分を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部に面した位置に形成することを特徴とする、請求項14または15記載の圧電電子部品の製造方法。

【請求項17】

該犠牲層を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部の一部を残した該圧

50

電素子および基板上に形成することを特徴とする、請求項 1 4 ないし 1 6 の何れか 1 項に記載の圧電電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型化・低背化が可能であり、携帯電話などの小型通信機用のフィルタとして好適である圧電電子部品およびその製造方法並びに通信機に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話などの小型通信機においては、数多くのフィルタが使用されている。小型通信機の小型化・低背化・軽量化への要求が大きく、上記フィルタに対しても小型化・低背化・軽量化が求められている。その上、小型通信機では、画像の通信といった通信情報量の増大に伴い、通信周波数がGHzオーダー以上と高周波数化してきている。

【0003】

そこで、上記フィルタとしては、通信周波数の高周波数化に伴い、小型化・低背化・軽量化が可能である、圧電フィルタや弾性表面波フィルタといった圧電電子部品が使用されるようになってきている。

【0004】

上記圧電フィルタは、複数の圧電共振子を梯子型やラティス型回路となるように接続することにより構成されている。圧電共振子としては、例えば、開口部若しくは凹部を有するSi基板と、該開口部若しくは凹部を覆うようにSi基板上に形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜(ZnOやAlNからなる)を有する薄膜部の上下面を少なくとも一对の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の励振部とを有するものが用いられている。このような圧電フィルタでは、励振部で発生する厚み縦振動を利用するため、励振部上に振動空間を確保すると共に、励振部を水分や埃などから保護する必要がある。

【0005】

また、前記弾性表面波フィルタは、水晶やLiTaO₃、LiNbO₃等の圧電基板上に、Alなどの金属からなるくし型電極部を形成してなるものである。弾性表面波フィルタにおいては、くし型電極部や圧電基板における弾性表面波の伝搬部分などの上に振動空間を確保すると共に、くし型電極部を水分や埃などから保護する必要がある。

【0006】

よって、従来の圧電フィルタおよび弾性表面波フィルタを用いた圧電電子部品では、特許文献1に開示されており、かつ図14に示されているように、箱状のアルミナなどからなるパッケージ73の底面にダイボンド剤75を塗布し、圧電フィルタや弾性表面波フィルタのような圧電素子71をダイボンドでパッケージ73内に搭載していた。また、パッケージ73内部の各端子と圧電素子71の各電極とをワイヤボンディング77によりそれぞれ接続した後、上記パッケージ73の開口部をリッド79および溶接用はんだ79aによって封止していた。

【0007】

また、特許文献2や、特許文献3に開示されているように、小型化のために、アルミナなどからなるパッケージの内底面上に電極ランドを形成し、圧電フィルタや弾性表面波フィルタといった圧電素子をパッケージの電極ランド上にフリップチップボンディングで搭載し、パッケージをリッドによって封止することも行なわれていた。

【特許文献1】特開平5-275965号公報

【特許文献2】特開2002-232253号公報

【特許文献3】特開2000-49565号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、上記従来のような構造では、圧電フィルタや弾性表面波フィルタといった圧電

10

20

30

40

50

素子を小型化・低背化したとしても、パッケージが小型化・低背化されない限り、圧電フィルタや弾性表面波フィルタを用いた圧電電子部品全体の小型化・低背化ができないという問題があった。

【0009】

また、上記従来のような構造においては、パッケージがアルミナ等の加工性に劣る素材からなるので、上記パッケージを小型化すると、パッケージの加工コストが高くなるという問題もあった。

【0010】

さらに、特に圧電フィルタでは、励振部は、基板の開口部若しくは凹部上に形成されているため、圧電素子のダイシング、実装時の圧電素子のピックアップ、ダイボンドなどの工程における衝撃によって、励振部の破壊が発生して、得られた圧電電子部品の歩留りが低下したり、ダイシングが長期化したりし、コストが増大するという問題もあった。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の圧電電子部品は、以上の課題を解決するために、基板と、該基板に形成され、印加された入力信号により振動し、その振動により出力信号を出力する圧電素子と、該圧電素子に設けられた複数のパッド部と、該圧電素子を離間して覆うように形成された、絶縁膜からなる封止部材とを有し、該封止部材は、前記圧電素子と離間されていることで確保される内部空間と外部空間とを連通している貫通孔部を上記各パッド部上において備え、該貫通孔部を塞ぐように電極部が設けられていることを特徴としている。

20

【0012】

上記構成によれば、封止部材を、圧電素子に対して離間して覆うように形成したから、圧電素子の振動を阻害せずに上記圧電素子を保護できると共に、封止部材を圧電素子に対し近接して設けることができ、小型化・低背化できる。また、衝撃等の外力が圧電素子に向かって印加されても封止部材により上記外力の一部を吸収できて、耐衝撃性を改善できる。

【0013】

上記圧電電子部品では、前記封止部材は、SiN等のシリコン窒化物、SiO₂等のシリコン酸化物、Al₂O₃等のアルミニウム酸化物、AlN等のアルミニウム窒化物、ZnO等の亜鉛酸化物、SiO_xN_y等のシリコン酸窒化物およびTa₂N等のタンタル窒化物からなる群から選ばれる少なくとも一つからなることが好ましい。

30

【0014】

上記構成によれば、SiN等のシリコン窒化物、SiO₂等のシリコン酸化物、Al₂O₃等のアルミ酸化物、AlN等のアルミ窒化物、ZnO等の亜鉛酸化物、SiO_xN_y等のシリコン酸窒化物およびTa₂N等のタンタル窒化物からなる群から選ばれる少なくとも一つからなる封止部材を、圧電素子に対して離間して覆うように形成したから、圧電素子の振動を阻害せずに上記圧電素子を保護できると共に、封止部材を圧電素子に対し近接して設けることができ、小型化・低背化できる。また、衝撃等の外力が圧電素子に向かって印加されても封止部材により上記外力の一部を吸収できて、耐衝撃性を改善できる。

40

【0015】

上記圧電電子部品においては、前記封止部材は、多層構造を有し、少なくとも1層の圧縮応力を有する膜と、少なくとも1層の引張応力を有する膜とを含むことが望ましい。

【0016】

上記圧電電子部品では、前記圧縮応力を有する膜が、SiO₂、ZnOおよびTa₂Nからなる群から選ばれる少なくとも一つからなってもよい。上記圧電電子部品においては、前記引張応力を有する膜が、Al₂O₃、SiN、AlNからなる群から選ばれる少なくとも一つからなってもよい。

【0017】

上記圧電電子部品においては、前記封止部材は、多層構造を有し、その最上層が樹脂からなってもよい。上記圧電電子部品では、前記樹脂が、ポリイミド、エポキシ樹脂、

50

レジスト樹脂および液晶ポリマーからなる群から選ばれる少なくとも一つからなってもよい。

【0018】

上記圧電電子部品においては、該内部空間の周辺部には、前記貫通孔部を介して該封止部材の内部と外部とを連通する連通孔部が形成されており、前記連通孔部は、前記電極部によりふさがれていてもよい。

【0019】

上記圧電電子部品では、前記基板は開口部若しくは凹部を有し、前記圧電素子が、前記開口部若しくは凹部上に形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜を有する薄膜部の上下面を少なくとも一对の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の励振部とを有する圧電共振子であってもよい。

10

【0020】

上記圧電電子部品においては、前記基板は開口部若しくは凹部を有し、前記圧電素子が、前記開口部若しくは凹部上に形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜を有する薄膜部の上下面を少なくとも一对の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の励振部とを有する圧電共振子を複数用いてなる圧電フィルタであってもよい。

【0021】

上記圧電電子部品では、前記圧電素子が、圧電基板上に形成された少なくとも一つのくし型電極部を有する弾性表面波装置であってもよい。上記圧電電子部品においては、該封止部材に、電気回路が形成されていてもよい。

20

【0022】

本発明の圧電電子部品の製造方法は、本発明の圧電電子部品の製造方法に関し、該内部空間に応じた犠牲層を圧電素子上に形成し、該犠牲層の全面上に、封止部材を形成し、該封止部材の一部を除去して、犠牲層の一部が露出した露出部分を形成し、該犠牲層を、露出部分から除去することを特徴としている。

【0023】

上記方法によれば、封止部材の一部を除去して、犠牲層の一部が露出した露出部分を形成したから、犠牲層を、露出部分から除去することを確実化でき、基板上の圧電素子を離間して覆うために、絶縁膜からなる封止部材における内部空間の形成が確実に可能となる。

30

【0024】

また、上記方法は、犠牲層を薄く形成すれば、犠牲層上に形成した封止部材を圧電素子に対し近接して基板上に基板と一体的となるように形成できるから、得られた圧電電子部品を小型化・低背化できる。

【0025】

上記製造方法では、該犠牲層を、犠牲層の形成パターンの端部に向かって高さが低くなるテーパ形状に形成してもよい。上記方法によれば、該犠牲層を、犠牲層の形成パターンの端部に向かって高さが低くなるテーパ形状に形成することで、犠牲層を除去するための排出口となる露出部分の高さを容易に制御できて、内部空間の形成を確実化できる。

【0026】

上記製造方法においては、該露出部分を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部に面した位置に形成してもよい。上記方法によれば、露出部分を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部に面した位置に形成したから、外部との接続のためのパッド部を、犠牲層を除去するための排出口の一部と兼用できて製造工程を簡素化できる。

40

【0027】

上記製造方法では、該犠牲層を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部の一部を残した該圧電素子および基板上に形成してもよい。上記方法によれば、犠牲層を、圧電素子における、信号を入出力するためのパッド部の一部を残した該圧電素子および基板上に形成することにより、圧電素子を封止部材で挟んで基板上に固定できて、得られ

50

た圧電電子部品の耐衝撃性を前述したように向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

本発明の実施の各形態について図1ないし図13に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0029】

(実施の第一形態)

本発明に係る実施の第一形態の圧電部品を図1ないし図3に基づいて以下に説明する。

【0030】

上記圧電部品は、図1に示すように、印加された入力信号により振動し、その振動により出力信号を出力する圧電素子3と、圧電素子3を離間して覆うように形成された絶縁膜からなるシェル部材(封止部材)5と、シェル部材5の周辺部に、シェル部材5の内部空間と外部空間とを連通するように形成された貫通孔部5aと、貫通孔部5aをふさぐように設けられた、前記入出力信号を入出力するための、複数の各電極部17とを備えている。各電極部17は、貫通孔部5aをふさぐことで、上記内部空間の気密性を確保できると共に、圧電素子3と外部との間での電気信号の入出力が可能となっている。

10

【0031】

上記シェル部材5は、圧電素子3を離間して覆うために、内部空間としてのキャビティ部5cと、複数の各連通孔部5bとを備えている。上記各連通孔部5bは、キャビティ部5cの周辺部に形成され、そのキャビティ部5cを形成するための、エッチャントを侵入させ、そのエッチャントにより溶出された内容物を外部に排出するための通路である。

20

【0032】

上記シェル部材5に用いる材料の好ましい各特性(1)~(3)は、下記の通り、(1)絶縁性を有し、(2)気密性を確保でき、(3)後述する犠牲層9のエッチャントに対して耐性を備えるものである。

【0033】

前記圧電素子3は、開口部1aを有するシリコン(Si)基板1と、前記開口部1a上に形成されている、少なくとも1層以上の圧電薄膜3bを有する薄膜部の上下面を少なくとも一対の上部電極3cおよび下部電極3aを互いに対向させて挟む多層薄膜構造の励振部(ダイヤフラム部)3dとを有する圧電共振子である。上記圧電素子3では、Si基板1を厚さ方向に貫通している開口部1aに代えて、上記励振部3dとSi基板1との間に空間を形成して有する凹部を用いてもよい。また、Si基板1上には、その全面にわたり、励振部3dとの間に絶縁膜2が形成されている。絶縁膜2としては、SiN等のシリコン窒化物、SiO₂等のシリコン酸化物、Al₂O₃等のアルミ酸化物、AlN等のアルミ窒化物、ZnO等の亜鉛酸化物、SiO_xN_y等のシリコン酸窒化物およびTa₂N等のタンタル窒化物の何れかからなる単層の絶縁膜か、または、これらのうちの2層以上が積層された多層構造のものが挙げられる。

30

【0034】

上記上部電極3cは、さらに上記励振部3dからSi基板1の表面方向に沿ってSi基板1の一方の端部(第一方向)に向かって伸びる帯状の第一リード部と、その第一リード部の先端部に形成された、略長方形板状の第一パッド部3c₁とを備えている。上記下部電極3aは、さらに上記励振部からSi基板1の表面方向に沿ってSi基板1の他方の端部(上記第一方向とは逆方向の第二方向)に向かって伸びる帯状の第二リード部と、その第二リード部の先端部に形成された、略長方形板状の第二パッド部3a₁とを備えている。

40

【0035】

前記の複数の各電極部17は、それぞれ、それらの基端部にて、第一パッド部3c₁と、第二パッド部3a₁と電気的に接続され、かつ、前記の各連通孔部5bおよび貫通孔部5aをふさぐように形成され、その上、各電極部17の先端部では、シェル部材5の表面上をシェル部材5の表面方向外向きに伸びるフランジ部17aを備えている。

50

【0036】

これらフランジ部17aによっても、シェル部材5はSi基板1上に固定されることになるから、外部からの振動や衝撃といった外力がSi基板1に印加されても、上記外力は圧電素子3とシェル部材5とに分散されるので、圧電素子3に印加される外力の大きさを抑制できて上記圧電素子3を保護できる。

【0037】

そして、前記シェル部材5は、その周辺部にてSi基板1上に固定されて形成されており、さらに上記周辺部の一部は、第一パッド部3c₁における、第一リード部と接続された一端部を除く、多くとも3つの各周端部をそれぞれ挟んでSi基板1上に形成されている一方、上記周辺部の他の一部は、第二パッド部3a₁における、第二リード部と接続された一端部を除く、多くとも3つの各周端部をそれぞれ挟んでSi基板1上に形成されている。

10

【0038】

このようにシェル部材5の周辺部が、第一パッド部3c₁、第二パッド部3a₁の一部を挟んでSi基板1上に固定されることによっても、外部からの振動や衝撃といった外力がSi基板1に印加されても、上記外力は圧電素子3とシェル部材5とに分散されるので、圧電素子3に印加される外力の大きさを抑制できて上記圧電素子3を保護できる。

【0039】

次に、上記圧電部品について、上記圧電部品の製造方法の各工程（各プロセス）を示す図2(a)ないし(j)並びに図3(a)ないし(l)に沿って順次説明する。

20

【0040】

上記製造方法では、まず、図3(a)および(b)に示すように、略直方体形状のSi基板1の一表面上に、絶縁膜2を全面に形成する。その後、上記絶縁膜2上に、下部電極3a/圧電薄膜3b/上部電極3cによるバルク波(BAW)共振子構造を備えた圧電素子3を形成する。続いて、上記Si基板1に対して、圧電素子3の形成面とは反対面側から、上記圧電素子3に向かって異方性エッチングを行い、前記開口部1aを形成する。

【0041】

このとき、圧電素子3に面した位置における、Si基板1のSiを厚さ数十μm残すように上記異方性エッチングを施して上記Si基板1に、前記励振部3dを支持するように薄膜支持部1bを形成する。

30

【0042】

続いて、図3(c)および(d)、並びに図2(a)に示すように、上記圧電素子3上に、犠牲層9のパターンをフォトリソグラフィ法により形成する。このとき、上記犠牲層9のパターンを形成するとき、マスクとエッチング対象との間に距離をあけて露光するプロキシミティ露光を行うことで、上記犠牲層9の周辺部に外方(上記パターンの端部)に向かって順次高さが低くなるテーパ部9aが形成される。

【0043】

このようなテーパ部9aを形成することで、連通孔部5bの大きさを制御できて、後述するようにシェル部材5の内部空間であるキャビティ部5cの形成を安定化できると共に、電極部7の形成時における電極材料の上記キャビティ部5c内への侵入を抑制できて、圧電部品の製造を安定化できる。

40

【0044】

犠牲層9の材料としては、それを後で溶出などによって除去するために用いるエッチャントが、圧電素子3の各薄膜材料や後で形成するシェル(外郭)部材に対してダメージを与えない物であればよく、例えば、水溶性のSb、有機溶媒で除去できる樹脂(例えばレジスト樹脂)、希酸によりエッチング可能な酸化亜鉛(ZnO)やGe、ふっ酸に溶解するPSG(リンガラス)やポリ-シリコンなどが挙げられる。上記酸化亜鉛は、耐熱性に優れることから、後で作成するシェル部材に、膜質は良好であるが、成膜温度が高いSiN膜やSiO₂膜を用いることができる。

【0045】

50

また、上記圧電素子 3 上に、犠牲層 9 を形成するとき、上記犠牲層 9 を、圧電素子 3 上の全てを覆うのではなく、圧電素子 3 の下部電極 3 a における外部との電気的な接続のためのパッド部 3 a₁ の周辺部、および上部電極 3 c における外部との電気的な接続のためのパッド部 3 c₁ の周辺部を除く、圧電素子 3 上を覆うように上記犠牲層 9 を形成する。これにより、後で形成するシェル部材 5 は、上記下部電極 3 a および上部電極 3 c の各パッド部 3 a₁、3 c₁ の各周辺端部をそれぞれ間に挟んで S i 基板 1 上に形成されるから、S i 基板 1 上の圧電素子 3 の取り付け強度を向上できる。

【 0 0 4 6 】

その後、図 2 (b) および図 3 (e) に示すように、上記犠牲層 9 および S i 基板 1 の全面に、シェル部材 5 の膜を形成する。上記シェル部材 5 の材質は、膜応力が少なく、気密性・耐湿性に優れたものが好ましく、例えば R F スパッタ法による形成された二酸化珪素 (S i O₂) 膜が挙げられる。

10

【 0 0 4 7 】

続いて、図 2 (c) に示すように、レジスト膜 1 5 をシェル部材 5 上に形成し、フォトリソグラフィ法により前記各パッド部に対応する位置にエッチング用の窓部 1 5 a を形成する。次に、図 2 (d) に示すように、上記エッチング用の窓部 1 5 a を介したエッチングによる対応部分のシェル部材 5 を除去する。

【 0 0 4 8 】

その後、図 3 (f) および (g)、並びに図 2 (e) に示すように、残っているレジスト膜 1 5 を除去する。このとき、上記シェル部材 5 に、前記の犠牲層 9 における周辺部のテーパ部 9 a を上記各パッド部 3 a₁、3 c₁ 上にて露出させる貫通孔部 5 a が形成される。

20

【 0 0 4 9 】

続いて、図 2 (f)、並びに、図 3 (h) および (i) に示すように、上記貫通孔部 5 a および露出している各テーパ部 9 a を介して、犠牲層 9 を上記犠牲層 9 を溶出できる溶剤 (例えば、上記犠牲層 9 がレジスト樹脂から成る場合はアセトンなど) により除去して、シェル部材 5 の内部に、圧電素子 3 の励振部 3 d とシェル部材 5 の内壁面との間を離間させる内部空間であるキャビティ部 5 c が形成される。また、このとき、シェル部材 5 の周辺部の内部には、前記各テーパ部 9 a に応じたテーパ形状の各連通孔部 5 b がそれぞれ形成されている。

30

【 0 0 5 0 】

次に、励振部 3 d の裏面側に残っていた、薄膜支持部 1 b を除去する。その後、図 2 (g) に示すように、シェル部材 5 上、並びに、各貫通孔部 5 a および各連通孔部 5 b をふさぐように、銅などからなる電極部 1 7 を層状に成膜する。上記電極部 1 7 の成膜は、C V D 法やスパッタリング法などカバレッジが良い成膜方法が望ましく、スパッタリング法がより望ましい。その成膜時に、前記キャビティ部 5 c 内部は、成膜時の圧力で上記電極部 1 7 により封止される。なお、上記成膜は、金属ペーストをマスク印刷して所定位置に塗布した後、加熱により形成することも可能である。

【 0 0 5 1 】

続いて、図 2 (h) に示すように、上記の層状の電極部 1 7 に対して、各貫通孔部 5 a とその周辺部から外向きに広がる領域まで覆う、電極部パターンニング用のレジスト層 1 9 により、電極部 1 7 の不要な領域を除去し、次に、残っているレジスト層 1 9 を除去して、図 2 (i)、図 3 (j) および (k) に示すように、図 1 に示す各電極部 1 7 をそれぞれ形成する。

40

【 0 0 5 2 】

その後、必要に応じて、図 2 (j) に示すように、上記各電極部 1 7 上にはんだ部 7 を印刷により形成してもよい。また、各連通孔部 5 b が封止されていれば、はんだボールを形成してもよい。このように、はんだを用いる場合、シェル部材 5 に S i O₂ のような、はんだとの親和性を示さない物を用いた場合、上記シェル部材 5 における、各貫通孔部 5 a の開口端部の周囲領域に、はんだと親和性を有する金属 (例えばニッケル) のメタライ

50

ズ層をそれぞれ形成しておくことが好ましい。一方、図3(1)に示すように、開口部1aをふさぐ裏板18を取り付けてもよい。

【0053】

なお、上記シェル部材5には、さらに、ポリイミド等の樹脂層を補強材として最外層に形成してもよい。このような圧電電子部品は、大きなシリコンウエハに、多数、同時に形成されることが多い。その際には、上記シリコンウエハ上の各圧電電子部品は、ダイシングなどによってそれぞれ切り分けられて用いられる。

【0054】

このような本発明の圧電電子部品およびその製造方法では、薄膜状のシェル部材5を圧電素子3に近接して設けることが可能であるから、小型化・低背化が可能であり、また、従来のようなパッケージや蓋材も省けて、ダイボンド、ワイヤボンド、蓋材搭載、溶接などの多くの各工程も省略できるから、低コスト化できる。

【0055】

さらに、本発明の圧電電子部品およびその製造方法においては、キャビティ部5c内を、成膜時の圧力で封止可能であるため、減圧下(10⁻²Pa以下)の真空雰囲気下での封止が容易に行なえる。そのため、真空中蓋材(リッド)溶接機などの高価な特殊装置を必要としない。また、上記減圧下の圧電素子3では、空気によるダンピングを低減できるため、Q値を向上できる。

【0056】

その上、上記圧電電子部品およびその製造方法では、基板を接合して封止する場合に比べて、応力の発生が少なく、圧電素子3の破壊が発生し難く、また、ウエハレベルでのパッケージングを一括に行なえ、ダイシングやピックアップ、ダイボンドの際に励振部3dがシェル部材5により保護されているので、上記励振部3dの破壊を防止できる。

【0057】

前記の犠牲層9に用いる材料の特性として好ましい各特性ア)~ウ)は以下の通りである。ア)小さなエッチング用チャンネルである連通孔部5bや貫通孔部5a(犠牲層を除去するためのエッチャントを出し入れする開口穴)からのエッチングとなるので速やかにエッチングできるもの。イ)各電極3a、3cや圧電薄膜3bなどのデバイス材料およびシェル部材5の構造材にダメージを与えないもの。ウ)犠牲層9のエッチャントがシェル部材5および各電極3a、3cや圧電薄膜3bなどのデバイス材料に対してダメージを与えない。

【0058】

上記実施の第一形態の製造方法では、各連通孔部5bの形状、すなわち、各パッド部3a₁、3c₁上における犠牲層9の各テーパー部9aの露出形状である、エッチング用チャンネル(犠牲層9を除去するためのエッチャントを出し入れする開口穴)の好ましい形状は次のようになる。

【0059】

まず、キャビティ部5c内の封止を考慮した場合、エッチング用チャンネルの高さは低いほうが良い。エッチング用チャンネルの面積が大きいと、エッチャントが犠牲層9に接触する面積が大きくなり、犠牲層9をエッチングしやすいので、シェル部材5の強度保持を考慮すると、エッチング用チャンネルの形状は縦(Si基板1の表面に対し垂直方向の高さ)の辺が短く、横(Si基板1の表面に対し平行方向の幅)の辺が長い長方形が好ましい。

【0060】

ただし、エッチング用チャンネルの横の辺を長くしすぎると、辺の中央部が浮き上がり、エッチング用チャンネルを封止し難くなる。エッチング用チャンネルの長辺(横)が30μm以上あれば、犠牲層9のエッチング除去が十分にできることが実験結果から確認されている。

【0061】

なお、エッチング用チャンネルの形状は、長方形に限らず、円形や正方形、その他の多

10

20

30

40

50

角形でもよい。特に、エッチング用チャンネルの形状が、円形・多角形では応力が一方に集中し難いので、シェル部材5の応力による、エッチング用チャンネルの破壊が起こり難いという効果を奏する。

【0062】

(実施の第二形態)

本発明に係る圧電電子部品の実施の第二形態は、図4に示すように、上記実施の第一形態のシェル部材5が、多層構造、例えば最外層にポリイミドからなる樹脂層5eと、その内側にSiO₂またはSiNからなる無機絶縁層5dとを備えている。上記構成によれば、多層構造とすることで、耐湿性や強度を付与できて、得られた圧電電子部品の信頼性を改善できる。なお、本実施の形態を含む、以下の各形態では、実施の第一形態と同様な機能を有する部材については、同一の部材番号を付与して、それらの説明を省いた。

10

【0063】

上記圧電電子部品の製造方法は、SiO₂またはSiNからなる無機絶縁層を前記実施の第一形態に記載のシェル部材5と同様に成膜した後、ポリイミドの樹脂層をスピニングにより形成し、その樹脂層をフォトリソグラフィにより樹脂層5eをパターンニングし、続いて、上記樹脂層5eをマスクとしてエッチングにより無機絶縁層5dを形成すればよい。後の工程は実施の第一形態と同様である。

【0064】

なお、上記実施の第二形態では、ポリイミドの樹脂層5eを最外層とする、二層構造の例を挙げたが、種々な組み合わせにより様々な特性を備えたシェル部材5を形成できる。例えば、上記シェル部材5は、ポリイミドを最外層とする、ポリイミド/SiO₂/Al₂O₃の三層構造であってもよい。

20

【0065】

上記多層構造では、下層に耐湿性、耐熱性、耐候性に優れた、SiN層、SiO₂層、Al₂O₃層、などの無機絶縁層、上層に機械的強度を高める樹脂層の組み合わせが好ましい。特に、耐湿性向上には、多層構造のうち、一層でもSiN層があれば有効であり、かつ、電極特にAl電極の保護にも有効である。上記多層構造では、シェル部材5のうち、最下層を耐湿性の高い膜にし、其の上に樹脂を形成した多層構造にしたので、シェル部材5の強度を高めることができると共に、耐湿性を改善することが可能となる。

【0066】

さらに、シェル部材5を、特に、引っ張り応力を有する層と圧縮応力を有する層との多層構造としてもよい。上記多層構造では、引っ張り応力の総和と、圧縮応力の総和との差の絶対値(全応力)がシェル部材5の破壊強度よりも小さくなるように、より望ましくはゼロとなるように設定されていることが好ましい。

30

【0067】

例えば、SiO₂層を層厚1μmにてRFスパッタリング法により形成し、次に、SiO₂層上に、SiN層を層厚1μmにてRFスパッタリング法により形成した二層構造のシェル部材5とした場合、上記SiO₂層は、100MPa程度の圧縮応力を示し、上記SiN層は、100MPa程度の引っ張り応力を示すので、上記総応力(つまり、引っ張り応力の総和と、圧縮応力の総和との差の絶対値)をゼロにできて、シェル部材5の層厚を大きくしながら、上記各応力を相殺させて強度を改善できる。

40

【0068】

また、シェル部材5として、SiO₂層やSiN層を層厚1μmにて形成した場合、上記シェル部材5に光透過性を付与できて、前記犠牲層9のエッチングによる除去の程度を目視にて確認でき、上記除去を確実化できるので、得られた圧電電子部品の信頼性を向上できる。

【0069】

上記多層構造においては、シェル部材5の強度をさらに高めることができると共に、シェル部材5全体を厚くすることが可能となる。引っ張り応力を有する層の素材としては、Al₂O₃、SiN、AlNが挙げられ、圧縮応力を有する層としては、SiO₂、ZnO

50

、T a Nが挙げられる。

【0070】

また、特にS i N膜やS i O₂膜をシェル部材5に用いると、耐湿性をシェル部材5に付与でき、かつ、電極材料（特にA l電極）および圧電薄膜3 bを保護でき、さらに耐熱性もシェル部材5に付与できる。また、特に樹脂をシェル部材5に用いると、耐衝撃性をシェル部材5に付与できる。

【0071】

また、上記樹脂層5 eの素材としては、ポリイミド以外には、エポキシ樹脂や、耐候性に優れたレジスト樹脂（感光性樹脂）、耐湿性および耐候性に優れた液晶ポリマーが挙げられる。特に、上記レジスト樹脂を用いた場合、そのパターンニングし、マスクとして用いた後、そのまま樹脂層5 eとすることができて、製造を簡素化できる。

10

【0072】

上記レジスト樹脂（感光性樹脂）として好適なものは、次の各特性を有するものである。a）フォトリソグラフィ法によるパターンニングが可能（パターンニングが簡単）。b）硬化させたときの収縮率が小さい（シェル部材5の破壊を防止）。c）硬化後のヤング率が大きい（丈夫で硬い）。d）熱が印加されたときにガスや低分子成分などの溶出がない。e）電気的特性が優れている（誘電率が小さい、低効率が高い）。f）S i基板1との密着性が良い。具体的な材料名としては、旭化成製の「P I M E L」、日本ゼオン製の「Z F P I」、「Z C O A T」などが挙げられる。

【0073】

（実施の第三形態）

本発明に係る圧電電子部品の実施の第三形態は、例えば図5に示すように、複数の圧電素子3をラダー型に組み合わせてS i基板1上に設けた圧電フィルタのように、圧電フィルタやデュプレクサに好適なものである。複数の圧電素子3の組み合わせとしては、ラダー型が、一方の圧電素子3の上部電極をS i基板1の表面方向に伸ばして他方の圧電素子3の下部電極として互いに接続する配線を簡素化できるので好ましい。

20

【0074】

本実施の第三形態では、図6および図7に示すように、S i基板1上に、複数の圧電素子3を設け、上記各圧電素子3を覆うシェル部材5が前記実施の第一形態と同様の製造方法により設けられている。なお、図7（c）は、図7（a）に記載の圧電電子部品から、シェル部材5を仮想的に除いて各電極の構造や関係を示すためのものである。

30

【0075】

そして、本実施の第三形態においては、シェル部材5の強度を高めるために、各励振部3 d間において、前記配線上に接合により固定されるアンカー部5 gが縦方向（S i基板1の表面方向に垂直方向）断面形状が略M字形に設けられている。上記構成によれば、アンカー部5 gにより熱を外部に逃がし易くなり上記各圧電素子3を用いた圧電フィルタやデュプレクサの耐電力性を向上できる。

【0076】

また、犠牲層9の先端部（前記パターンの端部）の形状として、前記のテーパ部9 aに代えて、図8（a）に示すように、先端に向けて徐々に幅が細くなるくさび型のテーパ部9 bとしてもよい。これにより、エッチング用の窓部1 5 aの形成位置により、上記テーパ部9 bにより形成される各連通孔部5 bの大きさを容易に調整できて、エッチャント1 1による犠牲層9の除去を確実化できる。

40

【0077】

本実施の形態に記載の圧電電子部品は、図9に示すように、装着基板4 1上に、装着基板4 1上の各電極部4 3と、各電極部7とをはんだボール3 5によるボールボンディングにより結合し、それら各電極部を封止樹脂3 7で封止して用いてもよい。

【0078】

なお、本実施の形態では、本発明の圧電薄膜素子を、複数、ラダー型に形成したフィルタの例を挙げたが、上記に限らず、ラティス型や多重モード型に構成してもよい。

50

【0079】

(実施の第四形態)

本発明に係る圧電電子部品の実施の第四形態では、例えば図10に示すように、シェル部材5上に電気回路が形成されている。上記電気回路としては、抵抗、容量、インダクタンス等である。上記電気回路は、例えば、シェル部材5の上層に、金属膜や絶縁膜を形成し、それぞれ所定形状にパターンニング(例えば、抵抗の場合、ミアンダパターンなど)すればよい。

【0080】

本実施の形態では、図10(a)および図10(b)に示すように、各電極層51a、51cの間にSiO₂などの絶縁層51bを形成することにより容量を形成できる。また、図10(c)に示すように、前記シェル部材5上、例えばアンカー部5g上にらせん形状の導体部53を形成することで、インダクタンスを形成できる。

【0081】

さらに、電極層51cを圧電素子3の電極部7と接続しておくこと、ワイヤボンディングなど後からの接続を省くことができ製造を簡素化できる。なお、図中の取り出し電極55は、ワイヤボンディング等で外部と接続するためのものである。

【0082】

(実施の第五形態)

本発明に係る圧電電子部品の実施の第五形態では、例えば図11ないし図13に示すように、前記圧電素子3に代えて、くし型電極部63を備えた弾性表面波フィルタ(以下、SAWフィルタと記す)60が用いられている。SAWフィルタ60は、くし型電極部63aとそれを挟んだ各リフレクタ63bとくし型電極部63aに接続された各パッド部63c、63dとを圧電基板61上に有している。なお、前記の実施の各形態と同様な機能を有する部材については、同一の部材番号を付与して、それらの説明を省いた。

【0083】

図12および図13に示すように、シェル部材5を、各パッド部63c、63dの一部を挟んで圧電基板61上に形成することで、耐衝撃性および小型化、低背化が可能である。また、図13では、シェル部材5を覆うように封止樹脂部65を設けたから、図13の構成は、図12と比べて、封止樹脂部65によって保護されていて、耐湿性や耐衝撃性を向上したものにできる。なお、各パッド部63c、63dと、はんだ部7とは互いに接続電極66で接続されている。

【0084】

上記の実施の各形態の圧電電子部品は、小型化・低背化できると共に耐衝撃性に優れて歩留りも向上できるから、携帯電話などの通信機における、デュプレクサといったフィルタに好適に使用できる。

【0085】

ところで、特開平8-162899号公報には、SAWを覆う中空構造を有する保護部材をシールド用金属層と樹脂層とで形成したSAWフィルタが開示されている。特開平8-162899の構造で、外部との接続をするためには、次のような問題が生じている。

【0086】

外部との接続をバンプボンディングで行なう場合、端子電極上にバンプを形成するには、中空部分を形成するためのシールド用金属層と樹脂層の開口部からバンプを形成しなければならない。

【0087】

しかし、開口部からバンプを形成しようとする、バンプがシールド用金属層と接触し、ショートしてしまうという問題が発生する。バンプがシールド用金属層と接触しないようにするためには、開口部を大きくすることが考えられるが、開口部を大きくすると、シールド用金属層と樹脂層の強度が劣化し、中空構造の維持が困難になる。

【0088】

一方、ワイヤボンディングを用いた場合であっても、ワイヤを形成する際、ワイヤがシ

10

20

30

40

50

ールド用金属層と接触することを防ぐ必要がある。

【0089】

そのためには、やはり開口部を大きくする必要がある。開口部を大きくすると、シールド用金属層と樹脂層の強度が劣化し、中空構造の維持が困難になる。

【0090】

本発明の圧電電子部品は、以上のように、基板に形成された圧電素子と、該圧電素子に設けられた上記入出力信号のための各パッド部と、該圧電素子を離間して覆うように形成された封止部材とを有し、該封止部材は、前記圧電素子とが離間されていることで確保される内部空間と外部空間とを連通している貫通孔部を上記各パッド部上に備え、該貫通孔部を塞ぐように電極部が設けられている構成である。

10

【0091】

それゆえ、上記構成は、封止部材を、圧電素子に対して離間して覆うように形成したから、圧電素子の振動を阻害せずに上記圧電素子を保護できると共に、封止部材を圧電素子に対し近接して設けることができ、小型化・低背化できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】図1は、本発明に係る圧電電子部品における実施の第一形態の断面図である。

【図2】図2は、(a)～(j)は、上記圧電電子部品の各製造工程をそれぞれ示す各工程図である。

【図3】図3は、(a)～(l)は、上記圧電電子部品の各製造工程をそれぞれ示す、他の各工程図である。

20

【図4】図4は、(a)～(f)は、本発明に係る圧電電子部品における実施の第二形態の各製造工程をそれぞれ示す各工程図である。

【図5】図5は、圧電フィルタの一例の回路図である。

【図6】図6は、上記圧電フィルタに用いた、本発明の実施の第三形態に係る圧電電子部品の断面図である。

【図7】図7は、(a)は上記圧電電子部品の平面図であり、(b)は、上記圧電電子部品における、上記(a)のX-X'線矢視断面図であり、(c)は、上記圧電電子部品から仮想的にシェル部材を除いて各電極構造を示すための平面図である。

【図8】図8は、本発明の圧電電子部品の製造に用いられる犠牲層の一例を示し、(a)は平面図、(b)は斜視図である。

30

【図9】図9は、上記圧電電子部品を用いた圧電フィルタのさらに他の例の断面図である。

【図10】図10は、本発明に係る圧電電子部品における実施の第四形態を示し、(a)は、平面図、(b)は、上記(a)のX-X'線矢視断面図を示し、(c)は、上記圧電電子部品のシェル部材に設けられた、インダクタンスを形成するための導体部を示す平面図である。

【図11】図11は、本発明に係る圧電電子部品における実施の第五形態に用いる圧電素子の平面図である。

【図12】図12は、上記実施の第五形態の圧電電子部品を示し、(a)は、断面図、(b)は、平面図である。

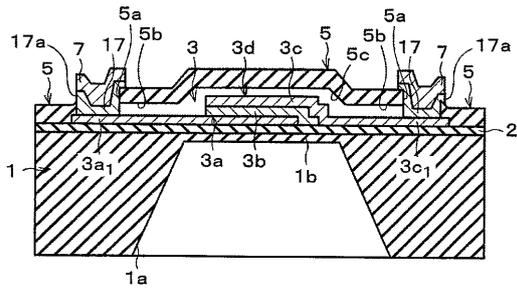
40

【図13】図13は、上記実施の第五形態の圧電電子部品の一変形例を示し、(a)は、断面図、(b)は、平面図である。

【図14】図14は、従来の圧電電子部品の分解断面図である。

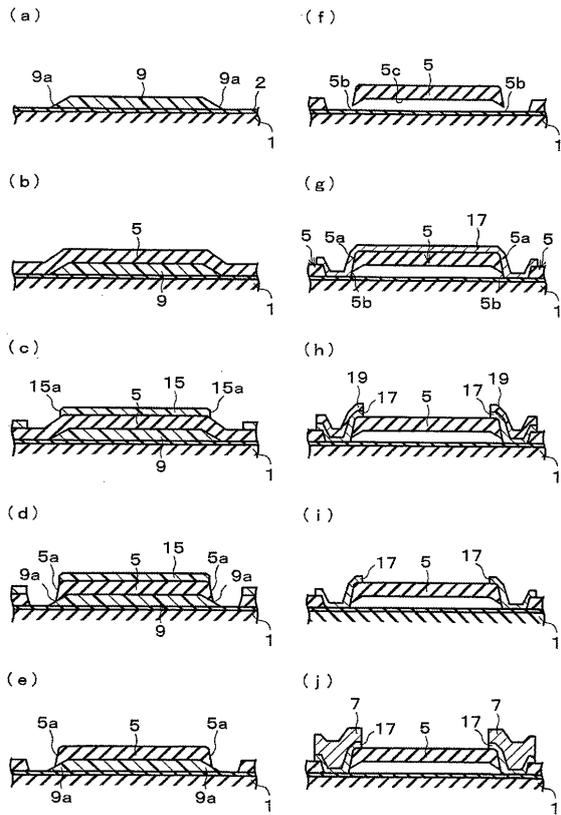
【図 1】

図 1



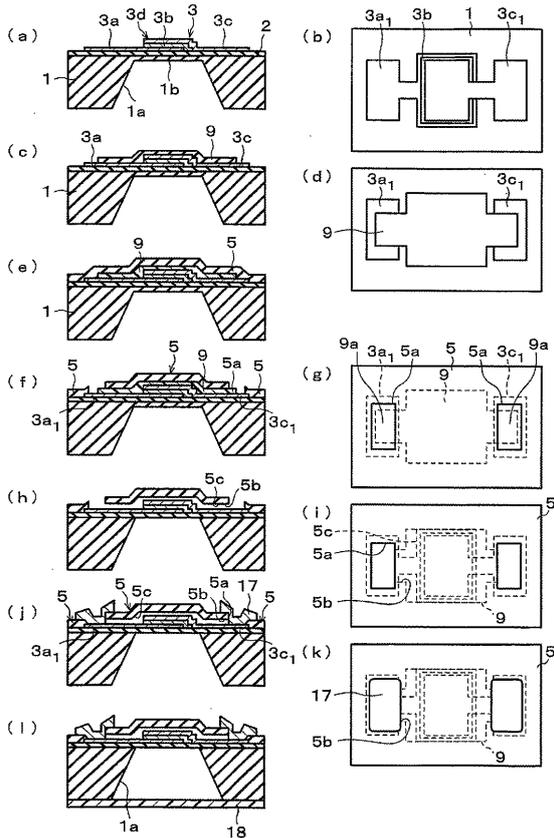
【図 2】

図 2



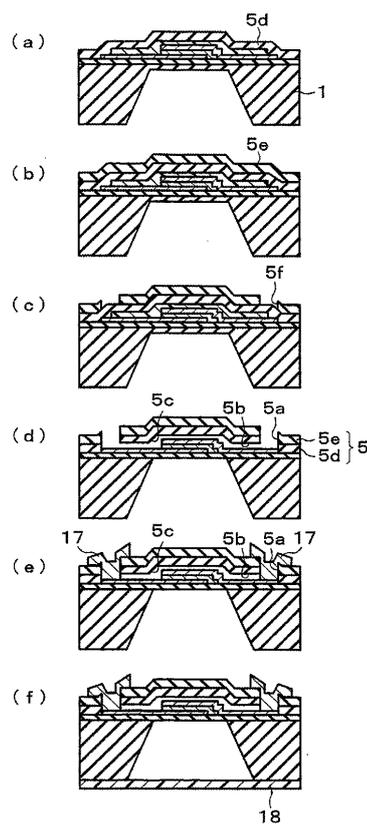
【図 3】

図 3

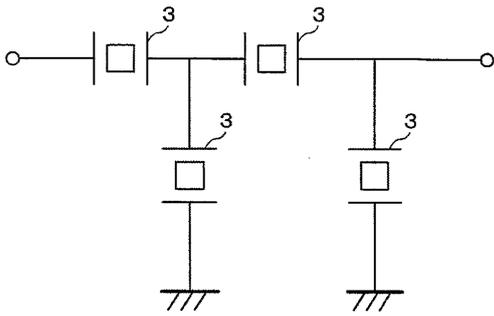


【図 4】

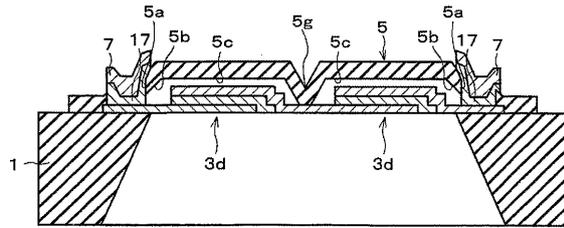
図 4



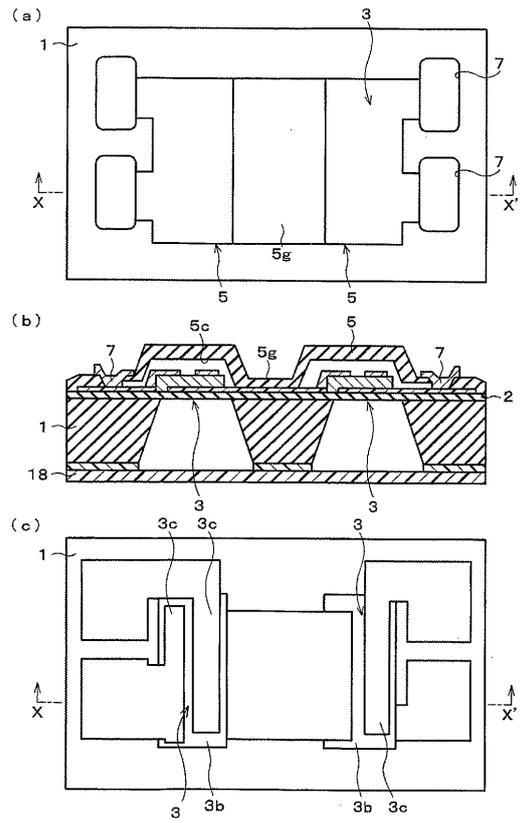
【図5】
図5



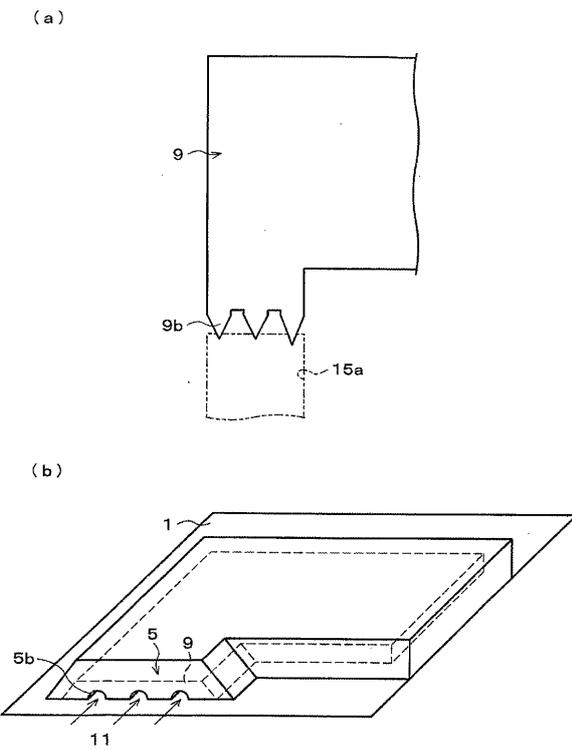
【図6】
図6



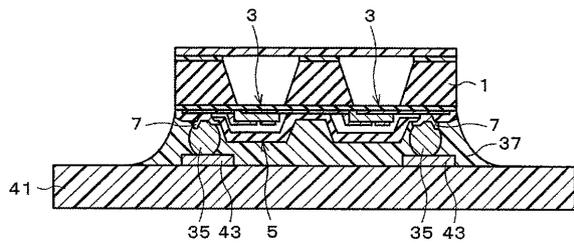
【図7】
図7



【図8】
図8

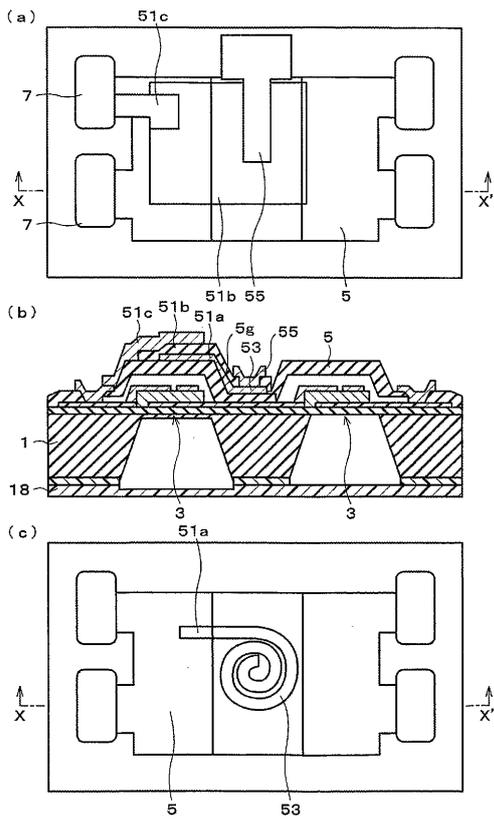


【図9】
図9



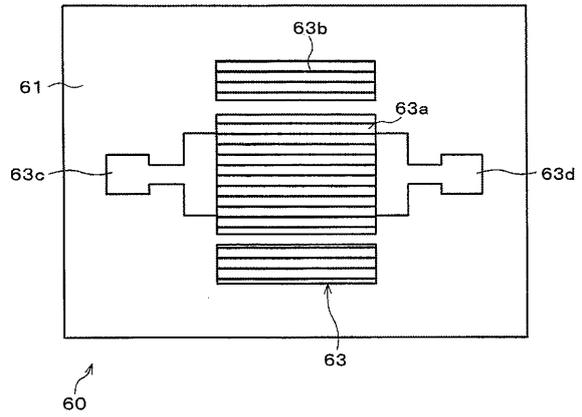
【 10 】

10



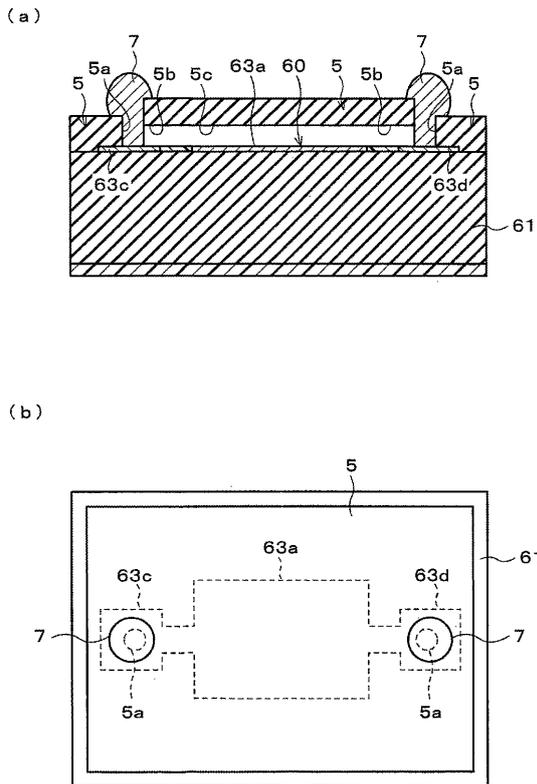
【 11 】

11



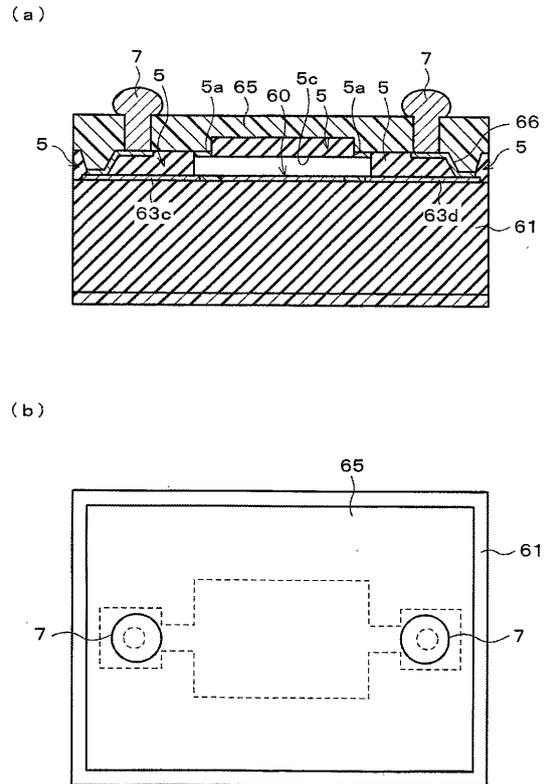
【 12 】

12



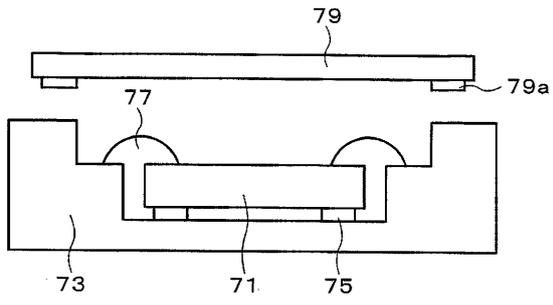
【 13 】

13



【 14 】

14



フロントページの続き

審査官 藤井 浩

- (56)参考文献 特開2003-101376(JP,A)
特開平05-267975(JP,A)
特開2002-261582(JP,A)
特開2003-037473(JP,A)
特開昭58-175314(JP,A)
特開平01-179514(JP,A)
特開平04-097612(JP,A)
特開平09-107263(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-9/76