

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/065519

発行日 令和1年11月14日 (2019.11.14)

(43) 国際公開日 平成31年4月4日 (2019.4.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO3H 3/02 (2006.01)	HO3H 3/02 B	5J108
HO1L 23/02 (2006.01)	HO1L 23/02 C	
HO1L 23/10 (2006.01)	HO1L 23/10 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

出願番号 特願2019-514138 (P2019-514138)	(71) 出願人 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
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/035118	
(22) 国際出願日 平成30年9月21日 (2018.9.21)	
(31) 優先権主張番号 特願2017-185563 (P2017-185563)	(74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸
(32) 優先日 平成29年9月27日 (2017.9.27)	(74) 代理人 100109346 弁理士 大貫 敏史
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	(74) 代理人 100117189 弁理士 江口 昭彦
	(74) 代理人 100134120 弁理士 内藤 和彦
	(74) 代理人 100126480 弁理士 佐藤 睦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動子及び圧電振動子の製造方法

(57) 【要約】

ベース部材と蓋部材とを安定的に導通させる。

水晶振動子は、水晶振動素子と、ベース部材と、ベース部材とで形成された内部空間に水晶振動素子を收容するように、絶縁性を有する封止枠及び接合部材を介してベース部材に接合されており、かつ導電性を有する、蓋部材と、内部空間に收容され、ベース部材と蓋部材とを電氣的に接続するようにベース部材と蓋部材とに接合しているろう材と、を備える。

1

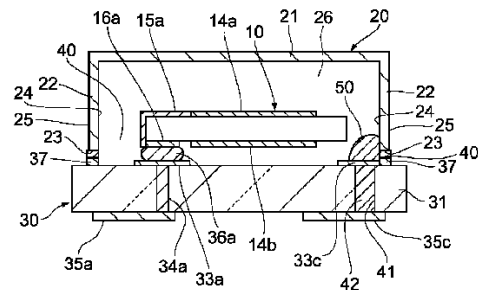


図2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧電振動素子と、
ベース部材と、

前記ベース部材とで形成された内部空間に前記圧電振動素子を収容するように、絶縁性を有する接合部材を介して前記ベース部材に接合されており、かつ導電性を有する、蓋部材と、

前記内部空間に収容され、前記ベース部材と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材と前記蓋部材とに接合しているろう材と、を備える、

圧電振動子。

10

【請求項 2】

前記ベース部材は、前記内部空間の外に設けられる外部電極と、前記内部空間に収容され、前記外部電極と電氣的に接続される内部電極と、を含み、

前記ろう材は、前記内部電極と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材と前記蓋部材とに接合している、

請求項 1 に記載の圧電振動子。

【請求項 3】

前記内部空間は、前記ベース部材の主面を平面視したときに矩形状を有し、

前記ろう材は、前記矩形状の角部に設けられる、

請求項 1 又は 2 に記載の圧電振動子。

20

【請求項 4】

前記ベース部材は、前記圧電振動素子に電氣的に接続される電極パッドを含み、

前記ろう材は、前記ベース部材の前記主面を平面視したとき複数の前記角部のうちの前記電極パッドから相対的に遠い角部に設けられる、

請求項 3 に記載の圧電振動子。

【請求項 5】

前記蓋部材の材料は、金属である、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【請求項 6】

前記接合部材の材料は、無機ガラスである、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の圧電振動子。

30

【請求項 7】

前記ろう材は、270 以上かつ前記接合部材の融点以下の融点を有する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【請求項 8】

ベース部材を用意する工程と、

前記ベース部材又は導電性の蓋部材の一方にろう材を配置する工程と、

圧電振動素子及び前記ろう材が収容される内部空間を形成するように、絶縁性の接合部材によって、前記ベース部材と前記蓋部材とを接合する工程と、

前記ろう材の接合によって、前記ベース部材と前記蓋部材とを電氣的に接続する工程と、を含む、

40

圧電振動子の製造方法。

【請求項 9】

前記用意する工程は、前記内部空間の外となる位置に外部電極を設けることと、前記外部電極と電氣的に接続され、前記内部空間に収容される位置に内部電極を設けることと、を含む、

前記電氣的に接続する工程は、前記ろう材の接合によって、前記内部電極と前記蓋部材とを電氣的に接続することを含む、

請求項 8 に記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項 10】

50

前記配置する工程は、前記内部電極の上に前記ろう材を配置することを含む、請求項 9 に記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項 11】

前記ろう材は、270 以上かつ前記接合部材の融点以下の融点を有し、前記接合する工程は、前記接合部材を加熱して溶融させることを含む、請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載の圧電振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動子及び圧電振動子の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般に、圧電振動子の一つとして水晶振動子が知られている。水晶振動子は、例えば、水晶振動素子と、水晶振動素子が搭載されたベース部材と、水晶振動素子を内部空間に収容するようにベース部材に接合される蓋部材とを備える。

【0003】

ここで、導電性を有する蓋部材を、電気絶縁性（以下、「絶縁性」と呼ぶ）を有する接合部材を用いてベース部材に接合する場合、蓋部材とベース部材との間に絶縁性の接合部材が存在するため、蓋部材が接地されていないことになる。その結果、例えば、外部の電磁波ノイズの影響で水晶振動素子の発振周波数が変動してしまうことがあった。

20

【0004】

そこで、例えば、引用文献 1 には、基板と、基板の上面の外周縁に沿って設けられた導体パターンと、基板の上面に接合された水晶素子と、接合部材を介して基板に接合されている蓋体と、を備える水晶デバイスが開示されている。この水晶デバイスは、グランド電位と接続される基板の外部端子と電氣的に接続される導体パターンに、蓋体の鏝部が接触している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2016 - 184779 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、引用文献 1 の水晶デバイスでは、鏝部と導体パターンとの接続部が内部空間の外に露出しているため、当該接続部は、例えば温度、湿度、腐食性ガス等の外部環境の影響を受けやすく、電氣的接続が阻害されることがあった。また、鏝部と導体パターンとの接続は単なる接触であるから、例えば熱衝撃又は機械的衝撃によって、接続が容易に解除されてしまうことがあった。

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みて発明されたものであり、本発明の目的はベース部材と蓋部材とを安定的に導通させることのできる圧電振動子及び圧電振動子の製造方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面に係る圧電振動子は、圧電振動素子と、ベース部材と、ベース部材とで形成された内部空間に圧電振動素子を収容するように、絶縁性を有する接合部材を介してベース部材に接合されており、かつ導電性を有する、蓋部材と、内部空間に収容され、ベース部材と蓋部材とを電氣的に接続するようにベース部材と蓋部材とに接合しているろう材と、を備える。

【0009】

50

本発明の他の一側面に係る圧電振動子の製造方法は、ベース部材を用意する工程と、ベース部材又は導電性の蓋部材の一方にろう材を配置する工程と、圧電振動素子及びろう材が収容される内部空間を形成するように、絶縁性の接合部材によって、ベース部材と蓋部材とを接合する工程と、ろう材の接合によって、ベース部材と蓋部材とを電気的に接続する工程と、を含む。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ベース部材と蓋部材とを安定的に導通させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る水晶振動子の分解斜視図である。

【図2】図2は、図1のII-II線断面図である。

【図3】図3は、図1のベース部材の平面図である。

【図4】図4は、本発明の第1実施形態に係る水晶振動子の製造方法を示すフローチャートである。

【図5】図5は、蓋部材にろう材を配置する工程を示す図である。

【図6】図6は、本発明の第2実施形態に係る水晶振動子の断面図である。

【図7】図7は、本発明の第2実施形態に係る水晶振動子の製造方法を示すフローチャートである。

【図8】図8は、ベース部材にろう材を配置する工程を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本発明の技術的範囲を当該実施形態に限定して解すべきではない。

【0013】

また、以下の説明において、水晶振動素子(Quartz Crystal Resonator)を備えた水晶振動子(Quartz Crystal Resonator Unit)を圧電振動子(Piezoelectric Resonator Unit)の例に挙げて説明する。水晶振動素子は、印加電圧に応じて振動する圧電体として水晶片(Quartz Crystal Element)を利用するものである。ただし、本発明の実施形態に係る圧電振動素子は水晶振動素子に限定されるものではなく、セラミック等の他の圧電体を利用するものであってもよい。

【0014】

<第1実施形態>

図1から図3を参照しつつ、本発明の第1実施形態に係る水晶振動子について説明する。ここで、図1は、本発明の第1実施形態に係る水晶振動子の分解斜視図である。図2は、図1のII-II線断面図である。図3は、図1に示すベース部材の平面図である。

【0015】

図1に示すように、本実施形態に係る水晶振動子1は、水晶振動素子10と、蓋部材20と、ベース部材30と、を備える。蓋部材20及びベース部材30は、水晶振動素子10を内部空間に収容するための保持器(Enclosure)の構成の一部である。蓋部材20は、封止枠37及び接合部材40を介してベース部材30に接合されている。

【0016】

水晶振動素子10は、ATカット型の水晶片11を含む。ATカット型の水晶片11は、水晶(Quartz Crystal)の結晶軸(Crystallographic Axes)であるX軸、Y軸、Z軸のうち、Y軸及びZ軸をX軸の周りにY軸からZ軸の方向に35度15分±1分30秒回転させた軸をそれぞれY'軸及びZ'軸とした場合、X軸及びZ'軸によって特定される面と平行な面(以下、「XZ'面」と呼ぶ。他の軸によって特定される面についても同様である。)を主面として切り出されたものである。

10

20

30

40

50

水晶片 11 は、互いに対向する X Z' 面である第 1 主面 12 a 及び第 2 主面 12 b を有する。

【0017】

AT カット水晶片である水晶片 11 は、X 軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z' 軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y' 軸方向に平行な厚さが延在する厚さ方向を有する。また、水晶片 11 は、X Z' 面において矩形状を有する。

【0018】

AT カット水晶片を用いた水晶振動素子は、広い温度範囲で高い周波数安定性を有する。また、AT カット水晶振動素子は、経時変化特性にも優れている上、低コストで製造することが可能である。さらに、AT カット水晶振動素子は、厚みすべり振動モード (Th

10

【0019】

本実施形態では、水晶片 11 は平坦な板形状を有している。水晶片 11 の第 1 主面 12 a 及び第 2 主面 12 b は、それぞれ平坦面である。

【0020】

水晶振動素子 10 は、一組の電極を構成する第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b を含む。第 1 励振電極 14 a は、第 1 主面 12 a に設けられている。また、第 2 励振電極 14 b は、第 2 主面 12 b に設けられている。第 1 励振電極 14 a と第 2 励振電極 14 b とは、各主面の中央を含む領域で水晶片 11 を挟んで互いに対向して設けられている。第 1 励振電極 14 a と第 2 励振電極 14 b は、X Z' 面を平面視して略全体が重なり合うように配置されている。

20

【0021】

第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b は、それぞれ、X 軸方向に平行な長辺と、Z' 軸方向に平行な短辺と、Y' 軸方向に平行な厚さとを有している。図 1 に示す例では、X Z' 面において、第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の長辺は、それぞれ水晶片 11 の長辺と平行である。同様に、第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の短辺は、それぞれ水晶片 11 の短辺と平行である。また、第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の長辺は、それぞれ水晶片 11 の長辺から離れている。同様に、第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の短辺は、それぞれ水晶片 11 の短辺から離れている。

【0022】

水晶振動素子 10 は、引出電極 15 a , 15 b と、接続電極 16 a , 16 b と、を含む。接続電極 16 a は、引出電極 15 a を介して第 1 励振電極 14 a と電氣的に接続されている。また、接続電極 16 b は、引出電極 15 b を介して第 2 励振電極 14 b と電氣的に接続されている。接続電極 16 a 及び接続電極 16 b は、それぞれベース部材 30 に電氣的に接続するための端子である。接続電極 16 a 及び接続電極 16 b は、それぞれ水晶片 11 の第 2 主面 12 b に設けられている。接続電極 16 a 及び接続電極 16 b は、それぞれ水晶片 11 の Z' 軸負方向側の短辺付近において、当該短辺方向に沿って配列されている。

30

【0023】

引出電極 15 a は、第 1 励振電極 14 a と接続電極 16 a とを電氣的に接続している。具体的には、引出電極 15 a は、第 1 主面 12 a 上において第 1 励振電極 14 a から Z' 軸負方向及び X 軸負方向に向かって延在し、第 1 主面 12 a から水晶片 11 の各側面を通過して第 2 主面 12 b に至るように延在し、第 2 主面 12 b 上の接続電極 16 a と電氣的に接続されている。また、引出電極 15 b は、第 2 励振電極 14 b と接続電極 16 b とを電氣的に接続する。具体的には、引出電極 15 b は、第 2 主面 12 b 上において第 2 励振電極 14 b から X 軸負方向に向かって延在し、第 2 主面 12 b 上の接続電極 16 b と電氣的に接続されている。このように引出電極 15 a , 15 b を延在させることによって、第 1 主面 12 a 及び第 2 主面 12 b の両主面に設けられた第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b と電氣的に接続された接続電極 16 a , 16 b を、片方の第 2 主面 12 b 上に配置させることができる。

40

50

【0024】

接続電極16a, 16bは、導電性保持部材36a, 36bを介してベース部材30の電極に電氣的に接続される。導電性保持部材36a, 36bは、導電性を有する接着剤を熱固化させて形成したものである。

【0025】

第1励振電極14a及び第2励振電極14b、引出電極15a, 15b、並びに、接続電極16a, 16bの各電極の材料は、特に限定されるものではないが、例えば、下地としてクロム(Cr)層を有し、クロム層の表面にさらに金(Au)層を有していてもよい。

【0026】

本実施形態では、水晶振動素子10は、平坦な板形状の水晶片11を含む構成を説明したが、これに限定されるものではない。水晶片は、主面の中央を含む振動部が周縁部よりも厚いメサ型構造を採用してもよいし、振動部が周縁部よりも薄い逆メサ構造を採用してもよい。あるいは、水晶片は、振動部と周縁部の厚みの変化(段差)が連続的に変化するコンベックス形状又はベベル形状を適用してもよい。また、水晶片のカット角度は、ATカット以外の異なるカット、例えばBTカット等を適用してもよい。さらに、水晶振動素子は、水晶の結晶軸として互いに直交するX軸、Y軸、およびZ軸に対して所定の角度で切り出された水晶板を基材として、基部と、基部から延びている少なくとも1本の振動腕とを有する水晶片と、屈曲振動させるように振動腕に設けられた励振電極とを備える音叉型水晶振動素子であってもよい。

10

20

【0027】

蓋部材20は、後述する封止枠37及び接合部材40を介してベース部材30に接合されている。ベース部材30及び蓋部材20は、水晶振動素子10を収容する内部空間26を形成する。

【0028】

蓋部材20は、凹形状、具体的には開口を含む箱形状を有し、内面24及び外面25を有する。蓋部材20は、ベース部材30の第1主面32aに対向する天面部21と、天面部21の外縁に接続されており、かつ天面部21の主面に対して法線方向に延在する側壁部22と、を含む。蓋部材20は、例えば、X軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z'軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y'軸方向に平行な高さ方向と、を有する。また、蓋部材20は、凹形状の開口縁においてベース部材30の第1主面32aに対向する対向面23を有する。対向面23は、枠形状を有し、水晶振動素子10の周囲を囲むように延在している。

30

【0029】

蓋部材20は導電性を有する。蓋部材20の材料は、例えば金属である。具体的には、蓋部材20は、鉄(Fe)及びニッケル(Ni)を含む合金(例えば42アロイ)から構成される。蓋部材20の最内面(内面24を含む面)にめっきにより形成されたニッケル(Ni)層等が設けられてもよい。また、蓋部材20の最外面(外面25を含む面)に酸化を防止する金(Au)層等が設けられてもよい。但し、蓋部材20の材料は、特に限定されるものではない。

40

【0030】

ベース部材30は、水晶振動素子10を搭載している。具体的には、水晶振動素子10は、導電性保持部材36a, 36bを介してベース部材30の第1主面32aに励振可能に保持されている。

【0031】

ベース部材30は平坦な板形状を有している。ベース部材30は、X軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z'軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y'軸方向に平行な厚さが延在する厚さ方向とを有する。

【0032】

ベース部材30は基体31を含んでいる。基体31は、互に対向するXZ'面である

50

第1主面32a及び第2主面32bを有する。基体31は、例えば絶縁性セラミック（アルミナ）等の焼結材である。この場合、基体31は、複数の絶縁性セラミックシートを積層して焼結してもよい。あるいは、基体31は、ガラス材料（例えばケイ酸塩ガラス、又はケイ酸塩以外を主成分とする材料であって、昇温によりガラス転移現象を有する材料）、水晶材料（例えばATカット水晶）又はガラスエポキシ樹脂等で形成してもよい。基体31は耐熱性材料から構成されることが好ましい。基体31は、単層であっても複数層であってもよく、複数層である場合、第1主面32aの最表層に形成される絶縁層を含む。

【0033】

ベース部材30は、第1主面32aに設けられた電極パッド33a, 33b及び内部電極33cと、第2主面32bに設けられた外部電極35a, 35b, 35c, 35dと、
 を含む。電極パッド33a, 33bは、水晶振動素子10と電氣的に接続する。内部電極33cは、ろう材50と電氣的に接続する。また、外部電極35a, 35b, 35c, 35dは、図示しない回路基板と電氣的に接続する。電極パッド33aは、Y'軸方向に延在するピア電極34aを介して外部電極35aに電氣的に接続され、電極パッド33bは、Y'軸方向に延在するピア電極34bを介して外部電極35bに電氣的に接続されている。ピア電極34a, 34bは基体31をY'軸方向に貫通する図示しないピアホール内に形成される。ろう材50の高さは、ベース材30の第1主面32aと水晶振動素子10と対向する距離より小さいことが好ましい。

10

【0034】

電極パッド33a, 33bは、第1主面32a上においてベース部材30のX軸負方向側の短辺付近に設けられている。図1に示す例では、電極パッド33a, 33bは、ベース部材30の短辺から離れてかつ当該短辺方向に沿って配列されている。電極パッド33aは、導電性保持部材36aを介して水晶振動素子10の接続電極16aが接続されている。また、電極パッド33bは、導電性保持部材36bを介して水晶振動素子10の接続電極16bが接続されている。

20

【0035】

内部電極33cは、第1主面32a上においてベース部材30のX軸正方向側の短辺付近及びベース部材30のZ'軸負方向側の長辺付近に設けられている。図1に示す例は、内部電極33cは、当該短辺方向及び長辺方向に沿って配置されている。また、内部電極33cは、封止枠37の内周において、Z'軸負方向側かつX軸正方向側の角に接している。

30

【0036】

また、内部電極33cは、外部電極35cに電氣的に接続されている。図3に示す例では、内部電極33cは、Y'軸方向に延在するピア電極42を介して、外部電極35cに電氣的に接続されている。

【0037】

複数の外部電極35a, 35b, 35c, 35dは、第2主面32bのそれぞれの角付近に設けられている。図1に示す例では、外部電極35a, 35bは、電極パッド33a, 33bの直下に配置されている。これにより、Y'軸方向に延在するピア電極34a, 34bによって、外部電極35a, 35bを電極パッド33a, 33bに電氣的に接続することができる。また、外部電極35cは、内部電極33cの直下に配置されている。これにより、Y'軸方向に延在するピア電極42によって、外部電極35cを内部電極33cに電氣的に接続することができる。

40

【0038】

図1に示す例では、4つの外部電極35a~35dのうち、ベース部材30のX軸負方向側の短辺付近に配置された外部電極35a, 35bは、水晶振動素子10の入出力信号が供給される入出力電極である。また、ベース部材30のX軸正方向側の短辺付近に配置された外部電極35c, 35dは、水晶振動素子10の入出力信号が供給されないダミー電極である。

【0039】

50

基体 3 1 の第 1 主面 3 2 a には、絶縁性を有する封止枠 3 7 が設けられている。封止枠 3 7 は、第 1 主面 3 2 a から平面視したときに矩形の枠形状を有している。電極パッド 3 3 a , 3 3 b 及び内部電極 3 3 c は、それぞれ封止枠 3 7 の内側に配置されている。封止枠 3 7 上には、後述する接合部材 4 0 が設けられ、さらに蓋部材 2 0 が設けられる。これによって、蓋部材 2 0 が封止枠 3 7 及び接合部材 4 0 を介してベース部材 3 0 に接合される。封止枠 3 7 が電気的な絶縁性を有する場合、単層であるベース部材 3 0 の基体 3 1 と、封止枠 3 7 と第 1 主面 3 2 a との間を通り、第 1 主面 3 2 a、第 1 主面 3 2 a と第 2 主面 3 2 とを接続する側面及び第 2 主面 3 2 b に連続して基体 3 1 表面に設けられ、内部電極と外部電極とを電氣的に接続する表裏接続電極とを有するベース部材 3 0 であることが望ましい。この場合、ベース部材 3 0 の表裏面の電気的な導通にビア電極を用いないため、ビア電極と基体 3 1 との境界面で発生する封止漏れをなくす効果があり好ましい。なお、ビア電極を有するベース部材 3 0 を用いた場合、導電性を有する封止枠 3 7 を用いることで、印刷、スパッタ、蒸着などの製造工程を内部電極の形成工程と共通化すれば、内部電極と封止枠 3 7 とを同時に形成することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図 3 に示す例では、封止枠 3 7 の内周は、第 1 主面 3 2 a から平面視したときに矩形の形状（以下、「矩形」と呼ぶ）を有する。第 1 主面 3 2 a において、当該内周を外縁とする封止枠 3 7 の内側の部分は、内部空間 2 6 を囲む面を構成する。よって、ベース部材 3 0 の第 1 主面 3 2 a から平面視したときに、内部空間 2 6 は、封止枠 3 7 の内周と同様に、矩形を有する。

【 0 0 4 1 】

ベース部材 3 0 の電極パッド 3 3 a , 3 3 b、内部電極 3 3 c、及び外部電極 3 5 a ~ 3 5 d は、いずれも金属膜から構成されている。例えば、電極パッド 3 3 a , 3 3 b、内部電極 3 3 c、及び外部電極 3 5 a ~ 3 5 d は、それぞれ、下層から上層にかけて、モリブデン（M o）層、ニッケル（N i）層及び金（A u）層が積層されて構成されている。また、ビア電極 4 2 は、例えば、基体 3 1 を第 1 主面 3 2 a から第 2 主面 3 2 b に貫通する孔 4 1 に、モリブデン（M o）等の金属材料を充填して形成されている。

【 0 0 4 2 】

なお、電極パッド 3 3 a , 3 3 b、内部電極 3 3 c、及び外部電極 3 5 a ~ 3 5 d の配置関係は、前述した例に限定されるものではない。例えば、電極パッド 3 3 a がベース部材 3 0 の一方の短辺付近に配置され、電極パッド 3 3 b がベース部材 3 0 の他方の短辺付近に配置されてもよい。このような構成においては、水晶振動素子 1 0 が、水晶片 1 1 の長辺方向の両端部においてベース部材 3 0 に保持されることになる。

【 0 0 4 3 】

また、内部電極 3 3 c の配置は前述した例に限定されるものではない。例えば、内部電極は、ビア電極を有するベース部材 3 0 の第 1 主面 3 2 a 上にあつて、封止枠 3 7 の内周の全てに亘って設けられていてもよい。あるいは、内部電極は、封止枠 3 7 の内周の角部ではなく、第 1 主面 3 2 a における封止枠 3 7 の内側の領域に配置されていてもよい。また、内部電極の個数は 1 つに限るものではなく、例えば複数の内部電極を設けてもよい。

【 0 0 4 4 】

また、外部電極の配置は前述した例に限定されるものではない。例えば、入出力電極である 2 つの外部電極が、第 2 主面 3 2 b の対角上に設けられていてもよい。あるいは、4 つの外部電極は、第 2 主面 3 2 b の角ではなく各辺の中央付近に配置されていてもよい。また、外部電極の個数は 4 つに限るものではなく、例えば入出力電極である 2 つの外部電極のみであってもよい。

【 0 0 4 5 】

また、電極パッド又は内部電極と外部電極との電気的な接続の態様は、ビア電極によるものに限定されない。例えば、第 1 主面 3 2 a 又は第 2 主面 3 2 b 上に引出電極を引き出すことによって、電極パッド又は内部電極と外部電極との電気的な接続を達成してもよい。あるいは、ベース部材 3 0 の基体 3 1 を複数層で形成し、ビア電極を中間層に至るまで

延在させ、中間層において引出電極を引き出すことによって、電極パッド又は内部電極と外部電極との電気的な接続を図ってもよい。

【0046】

図2に示すように、蓋部材20及びベース部材30の両者が封止枠37及び接合部材40を介して接合されることによって、水晶振動素子10は、蓋部材20とベース部材30とによって囲まれた内部空間26に封止される。この場合、内部空間26の圧力は、大気圧力よりも低圧な真空状態であることが好ましい。これにより、第1励振電極14a、第2励振電極14bの酸化による経時変化等を低減できる。

【0047】

このとき、第1主面32aに設けられた内部電極33cも、内部空間26に収容される。一方、第2主面32bに設けられた外部電極35a~35dは、内部空間26の外に配置される。これにより、外部電極35a~35dは、水晶振動子1が実装される図示しない回路基板と電気的に接続することができる。また、当該回路基板から外部電極35c、35dに接地電位が供給される場合、外部電極35c、35dは接地用電極となり、蓋部材20を外部電極35c、35dに電気的に接続することによって、蓋部材20にさらに遮蔽性能の高い電磁シールド機能を付加することができる。

10

【0048】

接合部材40は、蓋部材20及びベース部材30を接合する。接合部材40は、蓋部材20及びベース部材30のそれぞれの全周に亘って設けられている。具体的には、接合部材40は、ベース部材30の第1主面32aを平面視したときに矩形の枠形状を有し、封止枠37上に設けられている。

20

【0049】

また、接合部材40は、封止枠37と同様に、絶縁性を有している。封止枠37及び接合部材40の材料は、例えば、無機ガラスである。無機ガラスは、例えば、鉛ホウ酸系、錫リン酸系等の低融点ガラスである。ここで、無機ガラスは、有機物系の樹脂接着剤と比較して、固化の際に放出される放出ガスが少ないという特徴を有する。これにより、放出ガスに起因した内部空間26の気圧の変化や、放出ガスの吸着による水晶振動素子10の周波数特性の変動を抑制することができる。また、無機ガラスは、樹脂接着剤と比較して気密性能が良好であるという特徴も有する。これにより、内部空間26の気密性を高めることができる。

30

【0050】

封止枠37及び接合部材40が低融点ガラス接着剤である場合、300 以上410 以下の温度で溶融する鉛フリーのバナジウム(V)系ガラスを含んでもよい。バナジウム系ガラスは、バインダーと溶剤とがペースト状に加えられ、溶融され、固化されることで接着作用を示す。バナジウム系ガラスは、銀(Ag)等の他の金属を含んでもよい。バナジウム系ガラスは、他のガラス接着剤と比較して、接着時の気密性能が良好で、耐水性能や耐湿性能等に関して信頼性が高いという特徴を有する。また、バナジウム系ガラスは、ガラス構造を制御することによって熱膨張係数を柔軟に制御できるという特徴も有する。さらに、バナジウム系ガラスは、SiO₂ガラスと比較して、溶融温度が低いという特徴も有する。これにより、接合工程における水晶振動子1へのダメージを低減することができる。

40

【0051】

また、封止枠37及び接合部材40は、例えば樹脂接着剤であってもよい。樹脂接着剤は、熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂を含んでもよく、例えば、エポキシ樹脂を主成分とするエポキシ系接着剤を用いることができる。エポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂などの二官能エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂やクレゾールノボラック型エポキシ樹脂などのノボラック型エポキシ樹脂などを使用することができる。また、多官能エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、複素環含有エポキシ樹脂または脂環式エポキシ樹脂など、一般に知られているものも適用することができる。

50

【0052】

このように、封止枠37及び接合部材40がガラス接着剤又は樹脂接着剤であることにより、金属で接合する場合と比較して、接合時の加熱温度を抑制することができ、製造工程を簡略化することができる。

【0053】

ろう材50は、ベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続するように、ベース部材30と蓋部材20とに接合している。これにより、単なる接触によってベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続する場合と比較して、接合強度を高くすることができ、例えば熱衝撃や機械的衝撃を受けても電氣的な接続が解除されにくくなる。

【0054】

ろう材50は、加熱によって溶融され、固化されることで蓋部材20及びベース部材30を接合する。ろう材50は、複数の金属によって構成される合金である。具体的には、ろう材50は、例えば、金(Au)-錫(Sn)共晶合金から構成される。この場合、ろう材50の融点は、280である。また、ろう材50はフラックスを含んでいてもよい。

【0055】

ろう材50は、270以上で、かつ封止枠37及び接合部材40の融点以下の融点を有することが好ましい。このように、ろう材50の融点が270以上であることにより、水晶振動子1を図示しない回路基板上に実装するときの加熱によって、ろう材50が再び溶融して接合が解除される可能性を低減することができる。また、ろう材50の融点が封止枠37及び接合部材40の融点以下であることにより、封止枠37及び接合部材40による接合の際に、ろう材50を溶融させて蓋部材20及びベース部材30を電氣的に接続することができる。従って、水晶振動子1の製造工程を簡略化することができる。

【0056】

また、蓋部材20が金属製の部材である場合、ろう材50による接合の際に、蓋部材20とろう材50との間で金属結合が生じて合金層が形成される。従って、蓋部材20が金属製以外の部材である場合と比較して、ろう材50による接合強度を高めることができる。

【0057】

図1に示す例では、ろう材50は、蓋部材20の内面24の一部に配置されている。図2に示すように、封止枠37及び接合部材40が蓋部材20及びベース部材30を接合することによって、ろう材50は内部空間26に収容される。これにより、ろう材50による接合は、外部の湿度や腐食性ガス等の影響を受けにくくなり、経時変化を低減することができる。

【0058】

また、蓋部材20に配置されたろう材50は、接合の際に濡れ広がり、図2に示すように、ベース部材30の内部電極33cの上に設けられる。前述したように、内部電極33cは、ビア電極42を介して外部電極35cに電氣的に接続されている。このように、ろう材50が内部電極33cと蓋部材20とを電氣的に接続するようにベース部材30と蓋部材20とに接合していることにより、ベース部材30と蓋部材20との導通を容易に実現することができる。また、外部電極35dに接地電位が供給されることによって、蓋部材20を接地することができる。従って、蓋部材20に発生し得る浮遊容量を低減することができ、水晶振動素子10の周波数変動を防止することができる。

【0059】

また、前述したように、内部電極33cは、ベース部材30の第1主面32aを平面視したときの内部空間26の矩形状において、角部に配置されている。このように、当該矩形状の略中央で保持される水晶振動素子10に対して、ろう材50を矩形状の角部に設けることにより、ろう材50の接合によって水晶振動素子10に及ぼし得る影響を低減することができる。

【0060】

10

20

30

40

50

ろう材 50 は、ベース部材 30 の第 1 主面 32 a を平面視したとき矩形形状の 4 つの角部のうちのベース部材 30 の電極パッド 33 a , 33 b から相対的に遠い角部に設けられることが好ましい。図 1 及び図 2 に示す例では、ろう材 50 は、X 軸正方向側かつ Z' 軸負方向側の角部に設けられている。これにより、電極パッド 33 a , 33 b を介する水晶振動素子 10 の導通に及ぼし得る影響を低減することができる。

【0061】

ろう材 50 の配置は、前述の例に限定されるものではない。例えば、ろう材 50 は、その一部が蓋部材 20 の対向面 23 とベース部材 30 の第 1 主面 32 a との間に入り込んでいてもよい。この場合も、ベース部材 30 及び蓋部材 20 によって形成された密閉された内部空間 26 にろう材 50 が収納されている態様に含まれる。あるいは、ベース部材 30 の第 1 主面 32 a から平面視したときの内部空間 26 の矩形形状において、ろう材 50 は封止枠 37 に接する全周に亘って設けられていてもよい。また、ろう材 50 は、当該矩形形状の 4 つの角部のうちの複数に設けられていてもよい。さらに、ろう材 50 が、ベース部材 30 の導電性保持部材 36 a , 36 b から相対的に遠い角部に配置される場合、X 軸正方向側かつ Z' 軸負方向側の角部に代えて、又はこれに加えて、X 軸正方向側かつ Z' 軸正方向側の角部に設けるようにしてもよい。

10

【0062】

また、内部空間 26 の矩形形状は、厳密な意味での角を有する場合に限定されるものではない。例えば、内部空間 26 の矩形形状は、一部又は全部の角が、丸められていたり、切り落とされていたりしてもよい。よって、本願における「角部」の用語は、角、丸み (R) をつけた角、切り落とされた角を含む領域を意味である。また、本願における「矩形形状」の用語は、正方形を除外するものではなく、長方形及び正方形の形状を含む意味である。

20

【0063】

本実施形態に係る水晶振動素子 10 は、水晶片 11 の長辺方向の一方の端部 (導電性保持部材 36 a , 36 b が配置される側の端部) が固定端であり、その他方端が自由端となっている。また、水晶振動素子 10、蓋部材 20、及びベース部材 30 は、XZ' 面において、それぞれ矩形形状を有しており、互いに長辺方向及び短辺方向が同一である。

【0064】

なお、水晶振動素子 10 の固定端の位置は、特に限定されるものではない。変形例として、水晶振動素子 10 は、水晶片 11 の長辺方向の両端においてベース部材 30 に固定されている。この場合、水晶振動素子 10 を水晶片 11 の長辺方向の両端において固定する態様で、水晶振動素子 10 及びベース部材 30 の各電極を形成すればよい。

30

【0065】

本実施形態に係る水晶振動子 1 においては、ベース部材 30 の外部電極 35 a , 35 b を介して、水晶振動素子 10 における一組の第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の間に交番電界を印加する。これにより、厚みすべり振動モードなどの所定の振動モードによって水晶片 11 の振動部が振動し、該振動に伴う共振特性が得られる。

【0066】

(製造方法)

次に、図 4 及び図 5 を参照しつつ、本発明の第 1 実施形態に係る水晶振動子の製造方法について説明する。ここで、図 4 は、水晶振動子 1 の製造方法を示すフローチャートであり、図 5 は、蓋部材 20 にろう材 50 を配置する工程を説明する図である。

40

【0067】

図 4 に示すように、まず、ベース部材 30 を準備する (S101)。具体的には、例えばアルミナ等の絶縁性セラミックである基体 31 に、内部電極 33 c 及び外部電極 35 a ~ 35 d を設ける。内部電極 33 c 及び外部電極 35 a ~ 35 d は、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni)、及び金 (Au) を積層することによって、形成することができる。前述したように、内部電極 33 c は、基体 31 の第 1 主面 32 a において封止枠 37 の内周の角部に設けられ、内部空間 26 に収納される。一方、外部電極 35 a ~ 35 d は、基体 31 の第 2 主面 32 b の上に設けられ、内部空間 26 の外に配置される。

50

【0068】

また、これに併せて、電極パッド33a, 33b、ビア電極34a, 34b、封止枠37などを含む各種の電極や孔41等を形成する。このようにして、図1から図3に示したベース部材30を準備することができる。

【0069】

次に、蓋部材20にろう材50を配置する(S102)。具体的には、図5に示すように、蓋部材20の開口27は、蓋部材20の天面部21を平面視したときに矩形状を有しており、ろう材50を当該矩形状の角部に配置する。この角部は、ベース部材30及び蓋部材20を接合するときに、ベース部材30の内部電極33cに対応する位置である。

【0070】

次に、あらかじめ準備した水晶振動素子10をベース部材30における基体31の第1主面32aに搭載する(S103)。具体的には、基体31の第1主面32aの電極パッド33a, 33b上に導電性接着剤を塗布し、水晶振動素子10を搭載した状態で導電性接着剤を加熱して固化させる。こうして導電性接着剤が固化した導電性保持部材36a, 36bによって、水晶振動素子10の接続電極16a, 16bとベース部材30の電極パッド33a, 33bとを電氣的に接続する。また、導電性保持部材36a, 36bによって水晶振動素子10が励振可能に保持される。水晶振動素子10は、第2励振電極14bがベース部材30の第1主面32aに対向するように、搭載される。

【0071】

なお、水晶片の加工工程及び各種電極の形成工程は一般的であり、水晶振動素子10の構成は既に説明したとおりである。よって、水晶振動素子10を準備する工程は、その説明を省略する。

【0072】

次に、水晶振動素子10及びろう材50が収容される内部空間26を形成するように、封止枠37及び接合部材40によって、ベース部材30と蓋部材20とを接合する(S104)。このように、ろう材50が密閉された内部空間26に収容されることにより、ろう材50による接合は、外部の湿度や腐食性ガス等の影響を受けにくくなり、経時変化を低減することができる。この場合、密閉された内部空間26が、大気より低い酸素濃度であるなど、ろう材50への活性度が大気より低い雰囲気であることが望ましい。

【0073】

具体的には、ベース部材30の第1主面32aにおいて、封止枠37を全周に亘って設ける。封止枠37は、スクリーン印刷法によって設けた後、加熱して固化(仮固化)させる。そして、ガラス接着剤である接合部材40と蓋部材20とをベース部材30の封止枠37の上に載せ、再度加熱することによって封止枠37及び接合部材40を溶融させ、焼成(本焼成)させる。その結果、ベース部材30及び蓋部材20が接合される。このようにして、ベース部材30と蓋部材20とを接合することができる。

【0074】

最後に、ろう材50の接合によって、ベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続する(S105)。これにより、単なる接触によってベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続する場合と比較して、接合強度を高くすることができ、例えば熱衝撃や機械的衝撃を受けても電氣的な接続が解除されにくくなる。

【0075】

具体的には、封止枠37及び接合部材40によって接合されたベース部材30及び蓋部材20を、加熱治具に設置して加熱し、蓋部材20に配置したろう材50を溶融させ、固化させる。このとき、ろう材50は蓋部材20から内部電極33cに濡れ広がり、内部電極33cと蓋部材20とを電氣的に接続する。これにより、ベース部材30と蓋部材20との導通を容易に実現することができる。また、外部電極35dに接地電位が供給されることによって、蓋部材20を接地することができる。従って、蓋部材20に発生し得る浮遊容量を低減することができ、水晶振動素子10の周波数変動を防止することができる。

【0076】

10

20

30

40

50

このようにして、ろう材 50 の接合によって、内部電極 33c と蓋部材 20 とを電氣的に接続することができる。

【0077】

ろう材 50 の融点が、270 以上で、かつ封止枠 37 及び接合部材 40 の融点以下である場合、前述した接合は、封止枠 37 及び接合部材 40 を溶融させることが好ましい。具体的には、ろう材 50 が金 (Au) - 錫 (Sn) 共晶合金で、その融点が 280 であるときに、ろう材 50 並びに封止枠 37 及び接合部材 40 の融点以下である 250 で 5 分間予備加熱した後、封止枠 37 及び接合部材 40 の融点、例えば 300 より高い 310 で 5 分間加熱し、封止枠 37 及び接合部材 40 を溶融させる。この場合、ろう材 50 も一緒に溶融し、内部電極 33c 及び蓋部材 20 が接合する。これにより、ベース部材 30 及び蓋部材 20 を接合する工程と、ベース部材 30 及び蓋部材 20 を電氣的に結合する工程とを同時に行うことができる。従って、水晶振動子 1 の製造工程を簡略化することができる。

10

【0078】

< 第 2 実施形態 >

次に、図 6 から図 8 を参照しつつ、本発明の第 2 実施形態に係る水晶振動子について説明する。なお、第 2 の実施形態以降では第 1 の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

【0079】

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る水晶振動子 201 の断面図である。図 6 は、図 2 と同一断面視の図である。図 6 に示す第 2 実施形態の構成例は、蓋部材 220 が平坦な板状の部材であり、ベース部材 230 が開口を含む箱形状を有する点で、図 2 に示した第 1 実施形態の構成例と相違する。

20

【0080】

ベース部材 230 は、蓋部材 220 側に、内底面 238a、対向面 238b、及び内側面 238c を有する。内底面 238a 及び対向面 238b は、蓋部材 220 の第 1 主面 222a に対向している。内底面 238a は、蓋部材 220 側の中央部に位置する。内底面 238a には、水晶振動素子 210 が搭載されている。対向面 238b は、内底面 238a を平面視したときに内底面 238a の外側に位置し、枠形状を有している。内側面 238c は、内底面 238a 及び対向面 238b を繋ぐ面である。内側面 238c の一部には、内部電極 233c が設けられている。内部電極 233c は、図示しない接続電極を介して外部電極 235c に電氣的に接続している。内部空間 226 は、内底面 238a、対向面 238b、及び内側面 238c と、蓋部材 220 の第 1 主面 222a とによって囲まれた空間である。

30

【0081】

蓋部材 220 は、互いに対向する第 1 主面 222a 及び第 2 主面 222b を有する。接合部材 240 は、ベース部材 230 の対向面 238b と蓋部材 220 の第 2 主面 222b との間に位置している。接合部材 240 によって、ベース部材 230 及び蓋部材 220 が接合され、内部空間 226 が封止される。内部空間 226 には、水晶振動素子 210 及びろう材 250 が収容される。

40

【0082】

(製造方法)

次に、図 7 及び図 8 を参照しつつ、本発明の第 2 実施形態に係る水晶振動子の製造方法について説明する。ここで、図 7 は、水晶振動子 201 の製造方法を示すフローチャートであり、図 8 は、ベース部材 230 にろう材 250 を配置する工程を説明する図である。

【0083】

図 7 に示すように、まず、ベース部材 230 を準備する (S301)。具体的には、エッチング等によってベース部材 230 の内底面 238a、対向面 238b、及び内側面 238c を形成する。その他の構成について、ベース部材 230 を準備する工程は、図 4 に

50

示した第1実施形態のS101と同様であるため、その説明を省略する。

【0084】

次に、ベース部材230にろう材250を配置する(S302)。具体的には、図8に示すように、ベース部材230の内部電極233cの表面において、開口縁側にろう材250を配置する。このように、内部電極233cの上にろう材250を配置することにより、内部電極233cと蓋部材220との電氣的接続を容易に実現することができる。

【0085】

次に、あらかじめ準備した水晶振動素子10をベース部材230の内底面238aに搭載する(S303)。

【0086】

次に、水晶振動素子210及びろう材250が収容される内部空間326を形成するように、接合部材240によって、ベース部材230と蓋部材220とを接合する(S304)。具体的には、ベース部材230の対向面238bにおいて、樹脂接着剤である接合部材240を全周に亘って設ける。そして、蓋部材220を接合部材240の上に載せ、例えば200で10分間加熱することによって、接合部材240を溶融させ、固化させる。この加熱温度(200)は、ろう材250の融点(280)より低いため、この時点でろう材250は溶融しない。

【0087】

最後に、ろう材250の接合によって、ベース部材230の内部電極233cと蓋部材220とを電氣的に接続する(S305)。具体的には、接合部材240によって接合されたベース部材230及び蓋部材220を、ろう材250の融点より高い290で2分間加熱してろう材250を溶融させ、固化させる。このとき、ろう材250は内部電極233cから蓋部材220から濡れ広がり、内部電極33c及び蓋部材220が接合される。

【0088】

以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。水晶振動子1では、水晶振動素子10と、ベース部材30と、ベース部材30とで形成された内部空間26に水晶振動素子10を収容するように、絶縁性を有する封止枠37及び接合部材40を介してベース部材30に接合されており、かつ導電性を有する、蓋部材20と、内部空間26に収容され、ベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続するようにベース部材30と蓋部材20とに接合しているろう材50と、を備える。このように、ろう材50が内部空間26に収容されることにより、ろう材50による接合は、外部の湿度や腐食性ガス等の影響を受けにくくなり、経時変化を低減することができる。また、ろう材50が、ベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続するようにベース部材30と蓋部材20とに接合していることにより、単なる接触によってベース部材30と蓋部材20とを電氣的に接続する場合と比較して、接合強度を高くすることができ、例えば熱衝撃や機械的衝撃を受けても電氣的な接続が解除されにくくなる。従って、ベース部材30と蓋部材20とを安定的に導通させることができる。

【0089】

前述した水晶振動子1において、ベース部材30は、内部空間26の外に設けられる外部電極35a~35dと、内部空間26に収容され、外部電極35cと電氣的に接続される内部電極33cと、を含み、ろう材50は、内部電極33cと蓋部材20とを電氣的に接続するようにベース部材30と蓋部材20とに接合している。これにより、ベース部材30と蓋部材20との導通を容易に実現することができる。また、外部電極35cに接地電位が供給されることよって、蓋部材20を接地することができる。従って、蓋部材20に発生し得る浮遊容量を低減することができ、水晶振動素子10の周波数変動を防止することができる。

【0090】

前述した水晶振動子1において、内部空間26は、ベース部材30の第1主面32aを平面視したときに矩形状を有し、ろう材50は、矩形状の角部に設けられる。このように

10

20

30

40

50

、当該矩形状の略中央で保持される水晶振動素子 10 に対して、ろう材 50 を矩形状の角部に設けることにより、ろう材 50 の接合によって水晶振動素子 10 に及ぼし得る影響を低減することができる。

【0091】

前述した水晶振動子 1 において、ベース部材 30 は、水晶振動素子 10 に電氣的に接続される電極パッド 33a, 33b を含み、ろう材 50 は、ベース部材 30 の第 1 主面 32a を平面視したとき複数の角部のうちの電極パッド 33a, 33b から相対的に遠い角部に設けられる。これにより、電極パッド 33a, 33b を介する水晶振動素子 10 の導通に及ぼし得る影響を低減することができる。

【0092】

前述した水晶振動子 1 において、蓋部材 20 の材料は、金属である。これにより、ろう材 50 による接合の際に、蓋部材 20 とろう材 50 との間で金属結合が生じて合金層が形成される。従って、蓋部材 20 の材料が金属以外である場合と比較して、ろう材 50 による接合強度を高めることができる。

【0093】

前述した水晶振動子 1 において、封止枠 37 及び接合部材 40 の材料は、無機ガラスである。ここで、無機ガラスは、有機物系の樹脂接着剤と比較して、固化の際に放出される放出ガスが少ないという特徴を有する。これにより、放出ガスに起因した内部空間 26 の気圧の変化や、放出ガスの吸着による水晶振動素子 10 の周波数特性の変動を抑制することができる。また、無機ガラスは、樹脂接着剤と比較して気密性能が良好であるという特徴も有する。これにより、内部空間 26 の気密性を高めることができる。

【0094】

前述した水晶振動子 1 において、ろう材 50 は、270 以上かつ封止枠 37 及び接合部材 40 の融点以下の融点を有する。このように、ろう材 50 の融点が 270 以上であることにより、水晶振動子 1 を図示しない回路基板上に実装するときの加熱によって、ろう材 50 が再び溶融して接合が解除される可能性を低減することができる。また、ろう材 50 の融点が封止枠 37 及び接合部材 40 の融点以下であることにより、封止枠 37 及び接合部材 40 による接合の際に、ろう材 50 を溶融させて蓋部材 20 及びベース部材 30 を電氣的に接続することができる。従って、水晶振動子 1 の製造工程を簡略化することができる。

【0095】

また、水晶振動子 1 の製造方法では、ベース部材 30 を用意する工程と、ベース部材 30 又は導電性の蓋部材 20 の一方にろう材 50 を配置する工程と、水晶振動素子 10 及びろう材 50 が収容される内部空間 26 を形成するように、絶縁性の封止枠 37 及び接合部材 40 によって、ベース部材 30 と蓋部材 20 とを接合する工程と、ろう材 50 の接合によって、ベース部材 30 と蓋部材 20 とを電氣的に接続する工程と、を含む。このように、ろう材 50 が内部空間 26 に収容されることにより、ろう材 50 による接合は、外部の湿度や腐食性ガス等の影響を受けにくくなり、経時変化を低減することができる。また、蓋部材 20 及びベース部材 30 を、ろう材 50 の接合によって電氣的に接続することにより、単なる接触によってベース部材 30 と蓋部材 20 とを電氣的に接続する場合と比較して、接合強度を高くすることができ、例えば熱衝撃や機械的衝撃を受けても電氣的な接続が解除されにくくなる。従って、ベース部材 30 と蓋部材 20 とを安定的に導通させることができる。

【0096】

前述した水晶振動子 1 の製造方法において、用意する工程は、内部空間 26 の外となる位置に外部電極 35a ~ 35d を設けることと、外部電極 35a ~ 35d と電氣的に接続され、内部空間 26 に収容される位置に内部電極 33c を設けることと、を含み、電氣的に接続する工程は、ろう材 50 の接合によって、内部電極 33c と蓋部材 20 とを電氣的に接続することを含む。これにより、ベース部材 30 と蓋部材 20 との導通を容易に実現することができる。また、外部電極 35d に接地電位が供給されることによって、蓋部材 2

10

20

30

40

50

0を接地することができる。従って、蓋部材20に発生し得る浮遊容量を低減することができ、水晶振動素子10の周波数変動を防止することができる。

【0097】

また、水晶振動子201の製造方法では、配置する工程は、内部電極233cの上にあるろう材250を配置することを含む。これにより、内部電極233cと蓋部材220との電氣的接続を容易に実現することができる。

【0098】

前述した水晶振動子1の製造方法において、ろう材50は、270以上かつ封止枠37及び接合部材40の融点以下の融点を有し、接合する工程は、封止枠37及び接合部材40を加熱して溶融させることを含む。これにより、ベース部材30及び蓋部材20を接合する工程と、ベース部材30及び蓋部材20を電氣的に結合する工程とを同時に行うことができる。従って、水晶振動子1の製造工程を簡略化することができる。

【0099】

なお、以上説明した各実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更/改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。即ち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形態が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもなく、これらも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

【0100】

1...水晶振動子、10...水晶振動素子、11...水晶片、12a...第1主面、12b...第2主面、14a...第1励振電極、14b...第2励振電極、15a, 15b...引出電極、16a, 16b...接続電極、20...蓋部材、21...天面部、22...側壁部、23...対向面、24...内面、25...外面、26...内部空間、27...開口、30...ベース部材、31...基体、32a...第1主面、32b...第2主面、33a...電極パッド、33b...電極パッド、33c...内部電極、34a, 34b...ピア電極、35a, 35b, 35c, 35d...外部電極、36a, 36b...導電性保持部材、37...封止枠、40...接合部材、41...孔、42...ピア電極、50...ろう材、201...水晶振動子、210...水晶振動素子、220...蓋部材、222a...第1主面、222b...第2主面、226...内部空間、230...ベース部材、233c...内部電極、235d...外部電極、238a...内底面、238b...対向面、238c...内側面、240...接合部材、250...ろう材、326...内部空間。

【 図 1 】

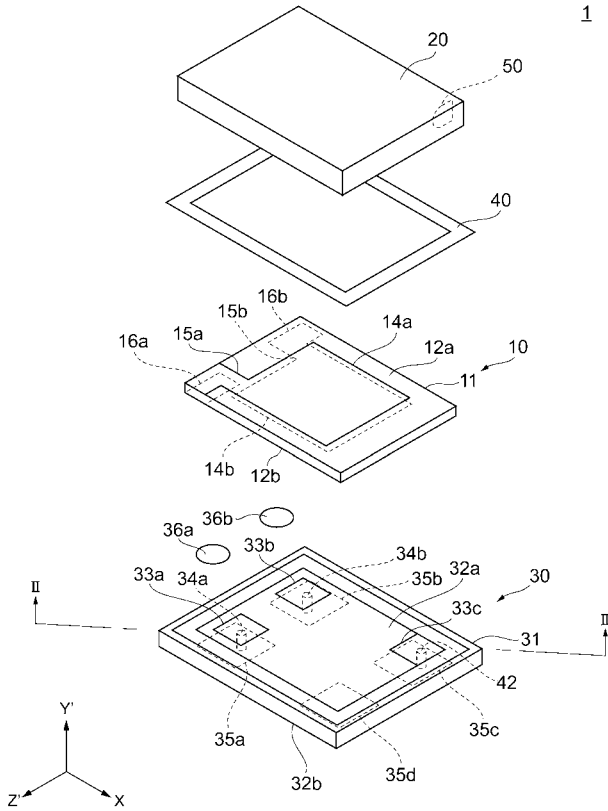


図 1

【 図 2 】

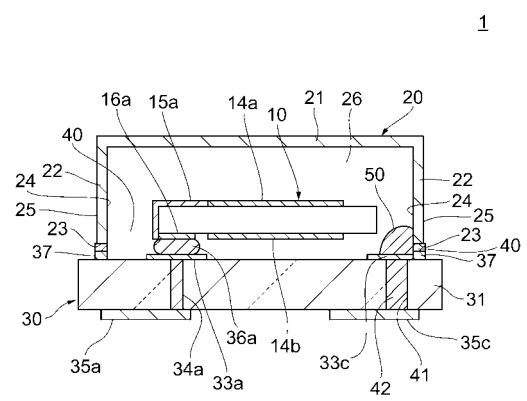


図 2

【 図 3 】

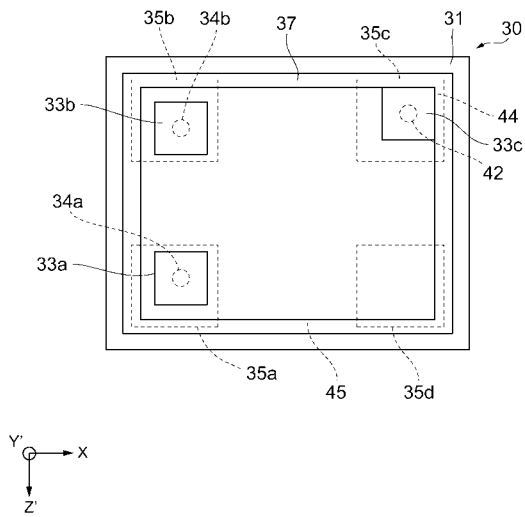


図 3

【 図 4 】

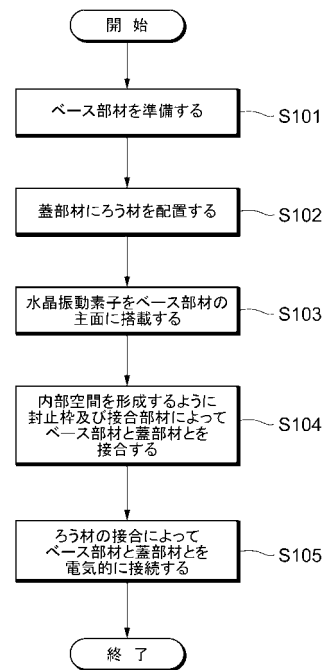


図 4

【 図 5 】

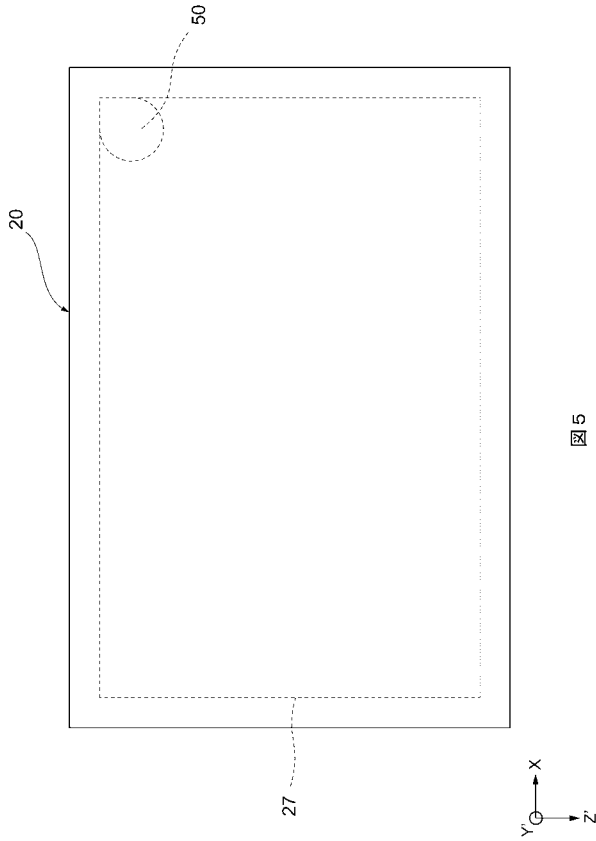


図 5

【 図 6 】

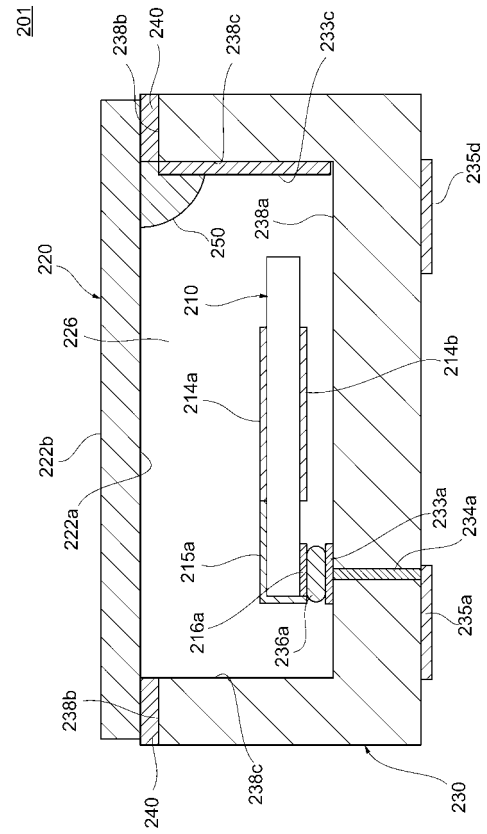


図 6

【 図 7 】

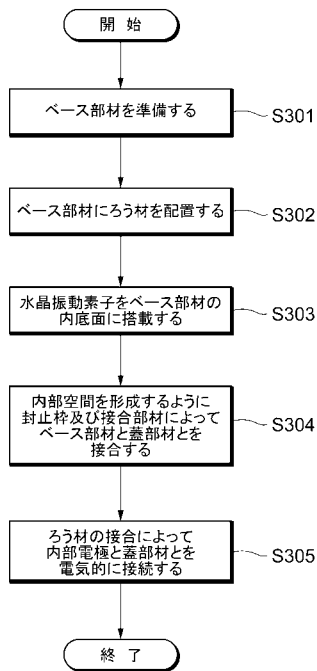


図 7

【 図 8 】

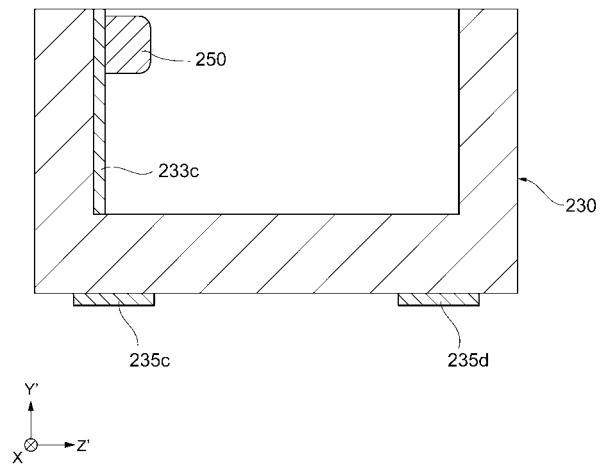


図 8

【手続補正書】

【提出日】令和1年6月10日(2019.6.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電振動素子と、
ベース部材と、

前記ベース部材とで形成された内部空間に前記圧電振動素子を収容するように、絶縁性を有する接合部材を介して前記ベース部材に接合されており、かつ導電性を有し、かつ開口を含む箱形状を有する、蓋部材と、

前記内部空間に収容され、前記ベース部材と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材と前記蓋部材とに接合しているろう材と、を備え、

前記ベース部材は、前記内部空間の外に設けられる外部電極と、前記内部空間に収容され、前記外部電極と電氣的に接続される内部電極と、を含み、

前記ろう材は、前記内部電極と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材と前記蓋部材の内側面とに接合している、

圧電振動子。

【請求項2】

圧電振動素子と、

開口を含む箱形状を有するベース部材と、

前記ベース部材とで形成された内部空間に前記圧電振動素子を収容するように、絶縁性を有する接合部材を介して前記ベース部材に接合されており、かつ導電性を有する蓋部材と、

前記内部空間に収容され、前記ベース部材と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材と前記蓋部材とに接合しているろう材と、を備え、

前記ベース部材は、前記内部空間の外に設けられる外部電極と、前記内部空間に収容され、前記外部電極と電氣的に接続される内部電極と、を含み、

前記ろう材は、前記内部電極と前記蓋部材とを電氣的に接続するように前記ベース部材の内側面に設けられる前記内部電極と前記蓋部材とに接合している、

圧電振動子。

【請求項3】

前記内部空間は、前記ベース部材の主面を平面視したときに矩形状を有し、

前記ろう材は、前記矩形状の角部に設けられる、

請求項1又は2に記載の圧電振動子。

【請求項4】

前記ベース部材は、前記圧電振動素子に電氣的に接続される電極パッドを含み、

前記ろう材は、前記ベース部材の前記主面を平面視したとき複数の前記角部のうちの前記電極パッドから相対的に遠い角部に設けられる、

請求項3に記載の圧電振動子。

【請求項5】

前記蓋部材の材料は、金属である、

請求項1から4のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【請求項6】

前記接合部材の材料は、無機ガラスである、

請求項1から5のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【請求項7】

前記ろう材は、270 以上かつ前記接合部材の融点以下の融点を有する、請求項1から6のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/035118
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int.Cl. H03H9/02 (2006.01) i, H01L23/02 (2006.01) i, H01L23/10 (2006.01) i, H03H3/02 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl. H03H9/02-H03H9/10, H01L23/02-H01L23/10, H03H9/17-H03H9/215, H03H3/02, H03B5/30-H03B5/42		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan		1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan		1971-2018
Registered utility model specifications of Japan		1996-2018
Published registered utility model applications of Japan		1994-2018
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-307397 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 28 November 1997, paragraphs [0020]-[0026], fig. 6, 7, 10 & US 5825120 A, column 4, line 57 to column 6, line 51, fig. 6, 7, 10 & EP 806835 A2 & CN 1170277 A	1-11
A	JP 2017-38227 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 16 February 2017, paragraphs [0028], [0035]-[0069], fig. 1-5 (Family: none)	1-11
A	JP 2016-184779 A (KYOCERA CRYSTAL DEVICE CORPORATION) 20 October 2016, paragraphs [0047]-[0049], fig. 5 (Family: none)	1-11
A	JP 2000-40762 A (NEC KANSAI LTD.) 08 February 2000, paragraph [0035], fig. 4 (Family: none)	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X"
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"Y"
		document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
		"&"
		document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 27 November 2018 (27.11.2018)		Date of mailing of the international search report 11 December 2018 (11.12.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 3 5 1 1 8									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03H9/02(2006.01)i, H01L23/02(2006.01)i, H01L23/10(2006.01)i, H03H3/02(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03H9/02-H03H9/10, H01L23/02-H01L23/10, H03H9/17-H03H9/215, H03H3/02, H03B5/30-H03B5/42											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2018年										
日本国実用新案登録公報	1996-2018年										
日本国登録実用新案公報	1994-2018年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 9-307397 A (株式会社村田製作所) 1997. 11. 28, 段落[0020]-[0026], 図 6, 7, 10 & US 5825120 A 第 4 欄第 57 行-第 6 欄第 51 行, 図 6, 7, 10 & EP 806835 A2 & CN 1170277 A	1-11									
A	JP 2017-38227 A (株式会社村田製作所) 2017. 02. 16, 段落[0028], [0035]-[0069], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 27. 11. 2018		国際調査報告の発送日 11. 12. 2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 鬼塚 由佳	5W 5288								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3576									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 3 5 1 1 8
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-184779 A (京セラクリスタルデバイス株式会社) 2016. 10. 20, 段落[0047]-[0049], 図 5 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2000-40762 A (関西日本電気株式会社) 2000. 02. 08, 段落[0035], 図 4 (ファミリーなし)	1-11

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 井原 洋

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 河合 竜一

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

Fターム(参考) 5J108 BB02 CC04 DD02 EE03 EE07 EE18 FF11 GG03 GG07 GG20
KK04 MM02 NA02

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。