

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7392855号
(P7392855)

(45)発行日 令和5年12月6日(2023.12.6)

(24)登録日 令和5年11月28日(2023.11.28)

(51)国際特許分類 F I
H 0 3 H 9/10 (2006.01) H 0 3 H 9/10

請求項の数 8 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-532258(P2022-532258)	(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
(86)(22)出願日	令和3年1月7日(2021.1.7)	(74)代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/000280	(74)代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(87)国際公開番号	WO2021/260978	(74)代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
(87)国際公開日	令和3年12月30日(2021.12.30)	(74)代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
審査請求日	令和4年8月31日(2022.8.31)	(74)代理人	100126480 弁理士 佐藤 睦
(31)優先権主張番号	特願2020-110375(P2020-110375)	(72)発明者	岩下 則夫 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32)優先日	令和2年6月26日(2020.6.26)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 水晶振動子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

水晶片と、

前記水晶片の第1主面及び前記第1主面とは反対側の第2主面に形成された一对の励振電極と、

前記一对の励振電極の各々と電氣的に接続された一对の接続用パッドと、

前記一对の接続用パッドの各々と電氣的に接続された一对の外部電極を有し、前記水晶片を励振可能に支持する基板と

を備え、

前記一对の接続用パッドの各々は、前記一对の励振電極の各々から引き出された一对の引出電極に接続され、

前記一对の接続用パッドの各々は、第1突起を有し、

前記一对の励振電極の各々から前記一对の引出電極が引き出される方向を第1方向とし、前記第1方向と交差する方向を第2方向としたとき、

前記一对の接続用パッドの各々に対応する前記第1突起の前記第2方向における間隔は、前記第2方向における前記一对の励振電極の各々の寸法の半分以下であり、

前記基板は、前記第1突起に対応して設けられ、前記一对の外部電極の各々と電氣的に接続された第2突起を有し、

前記第1突起と前記第2突起との間は、導電性保持部材を介して接合されている、水晶振動子。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 突起は、前記一对の接続用パッドの各々と前記一对の引出電極の各々との接続部位よりも前記水晶片の内側に配置されている、
請求項 1 に記載の水晶振動子。

【請求項 3】

前記第 1 突起及び前記第 2 突起の突出方向から見た平面視において、前記第 1 突起の中心位置と前記第 2 突起の中心位置とは互いに異なる、
請求項 1 又は 2 に記載の水晶振動子。

【請求項 4】

前記第 1 突起及び前記第 2 突起の突出方向から見た平面視において、前記突出方向と交差する方向における前記第 1 突起の寸法は、同方向における前記第 2 突起の寸法よりも大きい、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の水晶振動子。

10

【請求項 5】

前記第 1 突起及び前記第 2 突起の少なくとも一方の先端は溝部を有する、
請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の水晶振動子。

【請求項 6】

前記一对の接続用パッドの各々に設けられた一对の前記第 1 突起の間隔に比して、前記一对の第 1 突起の各々に対応して設けられた一对の前記第 2 突起の間隔は狭い、
請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の水晶振動子。

20

【請求項 7】

水晶片と、

前記水晶片の第 1 主面及び前記第 1 主面とは反対側の第 2 主面に形成された一对の励振電極と、

前記一对の励振電極の各々と電氣的に接続された一对の接続用パッドと、

前記一对の接続用パッドの各々と電氣的に接続された一对の外部電極を有し、前記水晶片を励振可能に支持する基板と

を備え、

前記一对の接続用パッドの各々は、第 1 突起を有し、

前記基板は、前記第 1 突起に対応して設けられ、前記一对の外部電極の各々と電氣的に接続された第 2 突起を有し、

30

前記第 1 突起及び前記第 2 突起の突出方向から見た平面視において、前記突出方向と交差する方向における前記第 1 突起の寸法は、同方向における前記第 2 突起の寸法よりも大きく、

前記第 1 突起と前記第 2 突起との間は、導電性保持部材を介して接合されている、
水晶振動子。

【請求項 8】

水晶片と、

前記水晶片の第 1 主面及び前記第 1 主面とは反対側の第 2 主面に形成された一对の励振電極と、

前記一对の励振電極の各々と電氣的に接続された一对の接続用パッドと、

前記一对の接続用パッドの各々と電氣的に接続された一对の外部電極を有し、前記水晶片を励振可能に支持する基板と

を備え、

前記一对の接続用パッドの各々は、第 1 突起を有し、

前記基板は、前記第 1 突起に対応して設けられ、前記一对の外部電極の各々と電氣的に接続された第 2 突起を有し、

40

前記一对の接続用パッドの各々に設けられた一对の前記第 1 突起の間隔に比して、前記一对の第 1 突起の各々に対応して設けられた一对の前記第 2 突起の間隔は狭く、

前記第 1 突起と前記第 2 突起との間は、導電性保持部材を介して接合されている、

50

水晶振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水晶振動子に関する。

【背景技術】

【0002】

発振装置や帯域フィルタなどに用いられる基準信号の信号源に、厚みすべり振動を主振動とする水晶振動子が広く用いられている。例えば特許文献1には、水晶片に設けられた凸部を導電性接着剤が塗布された接合パッドに押し付け、その後に導電性接着剤を加熱して硬化することで、ベースとなるパッケージに対して水晶片を接合する構成が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-153856号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の技術では、パッケージと水晶片とを接合する際に、導電性接着剤は、裾が濡れ広がるように接着される。そのため、パッケージから水晶片に作用する応力に起因して、水晶片の振動特性が所望の特性から外れる場合があった。

20

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、水晶片の振動特性を所望の特性としつつ、基板と水晶片との接合強度を高めることができる水晶振動子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】

【0006】

本発明の一側面に係る水晶振動子は、水晶片と、前記水晶片の第1主面及び前記第1主面とは反対側の第2主面に形成された一对の励振電極と、前記一对の励振電極の各々と電気的に接続された一对の接続用パッドと、前記一对の接続用パッドの各々と電気的に接続された一对の外部電極を有し、前記水晶片を励振可能に支持する基板とを備え、前記一对の接続用パッドの各々は、第1突起を有し、前記基板は、前記第1突起に対応して設けられ、前記一对の外部電極の各々と電気的に接続された第2突起を有し、前記第1突起と前記第2突起との間は、導電性保持部材を介して接合されている。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、水晶片の振動特性を維持しつつ、基板と水晶片との接合強度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】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1のII-II線断面図である。

【図3】第1実施形態に係る水晶振動子の平面図である。

【図4】第1実施形態に係る水晶振動子の正面図である。

【図5】第1実施形態に係る水晶振動子の側面図である。

【図6】第2実施形態に係る水晶振動子の平面図である。

【図7】第2実施形態に係る水晶振動子の正面図である。

【図8】第3実施形態に係る水晶振動子の正面図である。

【発明を実施するための形態】

40

50

【 0 0 0 9 】

< 第 1 実施形態 >

以下、本発明の第 1 実施形態に係る水晶振動子を説明する。ここで、図 1 は、水晶振動子の分解斜視図であり、図 2 は図 1 の分解斜視図の各構成を組み立てた状態の I I - I I 線断面図である。なお、図 2 において、水晶振動素子の各種電極の図示は省略している。

【 0 0 1 0 】

図 1 に示すように、水晶振動子 1 は、水晶振動素子 1 0 と、キャップ 2 0 と、基板 3 0 とを備える。

【 0 0 1 1 】

水晶振動素子 1 0 は、水晶片 1 1 と、水晶片 1 1 の表裏面にそれぞれ設けられた第 1 励振電極 1 4 a 及び第 2 励振電極 1 4 b とを含む。第 1 励振電極 1 4 a は、水晶片 1 1 の第 1 主面 1 2 a に設けられ、第 2 励振電極 1 4 b は、水晶片 1 1 の第 1 主面 1 2 a と対向する第 2 主面 1 2 b に設けられている。

10

【 0 0 1 2 】

水晶片 1 1 は、圧電セラミックのような立方晶系と異なる三方晶系の結晶構造を有し、所定の結晶方位を有する水晶材料から形成されている。水晶振動素子 1 0 は、例えば、A T カットの水晶片 1 1 を有する。A T カットの水晶片 1 1 は、人工水晶の結晶軸である 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 3 5 度 1 5 分 ± 1 分 3 0 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、「X Z ' 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。図 1 に示す例では、A T カット水晶片である水晶片 1 1 は、第 1 方向として X 軸方向に平行な長手方向と、第 1 方向と直交する第 2 方向として Z ' 軸方向に平行な短手方向とを有し、さらに、第 1 方向と第 2 方向と直交する第 3 方向として Y ' 軸方向に平行な厚さ方向を有している。水晶片 1 1 は、X Z ' 面を平面視したとき長方形に形成されている。A T カット水晶片を用いた水晶振動素子は、広い温度範囲で極めて高い周波数安定性を有し、経時変化特性にも優れて製造することが可能である。また、A T カット水晶振動素子は、主振動として厚みすべり振動モード (Thickness Shear Mode) を含む。以下、A T カットの軸方向を基準として水晶振動子 1 の各構成を説明する。

20

【 0 0 1 3 】

水晶片 1 1 は、振動部の厚みが他の部位の厚みよりも厚い、いわゆるメサ構造を有している。図 1 に示す例では、水晶片 1 1 の第 1 主面 1 2 a は、水晶片 1 1 の長手方向の先端部から中央部にかけて延びる凸部 6 0 a を有している。水晶片 1 1 の第 2 主面 1 2 b は、水晶片 1 1 の長手方向の先端部から中央部にかけて延びる凸部 6 0 b を有している。

30

【 0 0 1 4 】

第 1 励振電極 1 4 a は、水晶片 1 1 の第 1 主面 1 2 a に形成され、第 2 励振電極 1 4 b は、水晶片 1 1 の第 2 主面 1 2 b に形成されている。第 1 励振電極 1 4 a 及び第 2 励振電極 1 4 b は、一対の電極として X Z ' 面を平面視した場合に略全体が重なり合うように配置されている。各励振電極 1 4 a , 1 4 b は、X Z ' 面を平面視した場合に矩形状をなしている。例えば、図 1 に示すように、各励振電極 1 4 a , 1 4 b の長手方向が水晶片 1 1 の短手方向と一致し、各励振電極 1 4 a , 1 4 b の短手方向が水晶片 1 1 の長手方向と一致している。別の実施形態では、図示しないが、各励振電極 1 4 a , 1 4 b の長手方向が水晶片 1 1 の長手方向と一致し、各励振電極 1 4 a , 1 4 b の短手方向が水晶片 1 1 の短手方向と一致してもよい。

40

【 0 0 1 5 】

水晶片 1 1 には、第 1 励振電極 1 4 a に引出電極 1 5 a を介して電氣的に接続された接続用パッド 1 6 a と、第 2 励振電極 1 4 b に引出電極 1 5 b を介して電氣的に接続された接続用パッド 1 6 b とが形成されている。具体的には、引出電極 1 5 a は、第 1 主面 1 2 a において第 1 励振電極 1 4 a から X 軸負方向側の短辺に向かって引き出されている。接続用パッド 1 6 a は、引出電極 1 5 a における X 軸負方向側の端部に接続されており、Z

50

＼軸正方向側短辺に向けて直線状に延びている。接続用パッド16aは、さらに水晶片11のZ'軸正方向側の側面を通して、第2主面12bをZ'軸負方向側に向けて直線状に延びている。第2主面12bにおける接続用パッド16aのZ'軸負方向側の端部は、Z'軸方向における水晶片11の略中央に配置されている。他方、引出電極15bは、第2主面12bにおいて第2励振電極14bからX軸負方向側の短辺に向かって引き出されている。接続用パッド16bは、引出電極15bにおけるX軸負方向側の端部に接続されており、Z'軸正方向側及びZ'軸負方向側の双方に向けて直線状に延びている。接続用パッド16bにおけるZ'軸正方向側の端部は、Z'軸方向における水晶片11の略中央に配置されている。接続用パッド16a, 16bは、X軸負方向側の短辺に沿って配置され、これらの接続用パッド16a, 16bは、導電性接着剤36a, 36bを介して基板30に電氣的導通を図るとともに機械的に保持される。導電性接着剤36a, 36bは、導電性保持部材の一例である。なお、接続用パッド16a, 16b及び引出電極15a, 15bの配置やパターン形状は限定されるものではなく、他の部材との電氣的接続を考慮して適宜変更することができる。

10

【0016】

基板30は、第1主面32aに形成された接続用パッド33a, 33bと、接続用パッド33a, 33bから第1主面32aの外縁に向かって引き出される引出電極34a, 34bと、複数の外部電極35a, 35b, 35c, 35dとを含む。

【0017】

接続用パッド33aは、導電性接着剤36aを介して水晶振動素子10の接続用パッド16aに接続され、接続用パッド33bは、導電性接着剤36bを介して水晶振動素子10の接続用パッド16bに接続されている。

20

【0018】

引出電極34aは、接続用パッド33aから基板30のいずれか1つのコーナー部に向かって引き出され、引出電極34bは、接続用パッド33bから基板30の他の1つのコーナー部に向かって引き出されている。また、基板30の各コーナー部には、複数の外部電極35a, 35b, 35c, 35dが形成されている。図1に示す例では、引出電極34aが外部電極35aに接続され、引出電極34bが外部電極35bに接続されている。

【0019】

水晶振動子1は、基板30の外部電極35a, 35bを介して第1励振電極14a及び第2励振電極14bの各々に電圧を印加する。これにより、厚みすべり振動モードを含む振動モードによって水晶片11が振動する。

30

【0020】

図2に示すように、キャップ20は、基板30の第1主面32aに対向して開口した凹部24を有する。凹部24には、開口の全周に亘って、凹部24の底面から立ち上がるように形成された側壁部22が設けられている。また、キャップ20は、凹部24の開口縁において基板30の第1主面32aに対向する対向面26を有している。キャップ20は、側壁部22からさらに開口外方向へ突出するフランジ部28を有してもよい。フランジ部28と基板30を接合することによって、両者の接触面積が大きくなるため、両者の接合強度の向上を図ることができる。

40

【0021】

基板30は、水晶振動素子10を励振可能に支持する。基板30は、例えば、導電性接着剤36a, 36bを介して水晶振動素子10を励振可能に支持する。

【0022】

基板30は、X軸方向に平行な長手方向と、Z'軸方向に平行な短手方向と、Y'軸方向に平行な厚さ方向を有しており、XZ'面において長方形をなしている。基板30は、例えば絶縁性セラミックで形成されてもよく、例えば複数の絶縁性セラミックシートを積層して焼成することによって形成されてもよい。基板30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などで形成

50

してもよい。基板 30 は耐熱性材料から構成されることが好ましい。

【0023】

接合材 70 は、キャップ 20 と基板 30 とを接合している。水晶振動素子 10 は、キャップ 20 の凹部 24 と基板 30 とによって囲まれた内部空間（キャビティ）23 に収容されている。水晶振動素子 10 は、例えば、導電性接着剤 36a, 36b が配置される一端が固定端であり、他端が自由端である。

【0024】

接合材 70 は、キャップ 20 又は基板 30 の全周に亘って設けられており、キャップ 20 の側壁部 22 の対向面 26 と、基板 30 の第 1 主面 32a との間に介在している。接合材 70 は、例えば、低融点ガラス（例えば鉛ホウ酸系や錫リン酸系等）などのガラス接着材料であってもよいし、樹脂接着剤であってもよい。

10

【0025】

次に、水晶振動素子 10 の構成について詳細に説明する。

【0026】

図 2 ~ 図 4 に示すように、接続用パッド 16a は、第 1 突起 40a を有する。第 1 突起 40a は、水晶片 11 の第 2 主面 12b に形成された突起 12A に対し、接続用パッド 16a が被覆されることで構成されたものである。第 1 突起 40a は、例えば、第 1 励振電極 14a から引き出された引出電極 15a の延長線上に設けられている。

【0027】

接続用パッド 16b は、第 1 突起 40b を有する。第 1 突起 40b は、第 1 突起 40a と同様に、水晶片 11 の第 2 主面 12b に形成された突起 12B に対し、接続用パッド 16b が被覆されることで構成されたものである。第 1 突起 40b は、例えば、第 2 励振電極 14b から引き出された引出電極 15b の延長線上に設けられている。

20

【0028】

基板 30 は、第 2 突起 50a 及び第 2 突起 50b を有する。第 2 突起 50a は、第 1 突起 40a に対応して設けられ、外部電極 35a と電氣的に接続されている。第 2 突起 50a は、例えば、水晶片 11 と基板 30 とが対向する Y' 軸方向において、第 1 突起 40a と対向する位置に設けられている。XZ' 面を平面視したとき、第 1 突起 40a の中心位置と第 2 突起 50a の中心位置とが一致している。

【0029】

第 2 突起 50b は、第 1 突起 40b に対応して設けられ、外部電極 35d と電氣的に接続されている。第 2 突起 50b は、例えば、水晶片 11 と基板 30 とが対向する Y' 軸方向において、第 1 突起 40b と対向する位置に設けられている。XZ' 面を平面視したとき、第 1 突起 40b の中心位置と第 2 突起 50a の中心位置とが一致している。

30

【0030】

接続用パッド 16a の第 1 突起 40a と基板 30 の第 2 突起 50a との間には、導電性接着剤 36a が設けられている。導電性接着剤 36a は、第 1 突起 40a と第 2 突起 50a との間を接合している。導電性接着剤 36a は、表面張力に起因して、水晶片 11 の第 2 主面 12b 上において第 1 突起 40a の周囲に保持されている。また、導電性接着剤 36a は、表面張力に起因して、基板 30 において第 2 突起 50a の周囲に保持されている。

40

【0031】

ここで、第 1 突起 40a 及び第 2 突起 50a の突出方向から見た平面視において、突出方向と交差する方向における第 1 突起 40a の寸法は、同方向における第 2 突起 50a の寸法よりも大きい。第 1 突起 40a 及び第 2 突起 50a の突出方向と交差する方向に切断した面内において、第 1 突起 40a の断面積は、第 2 突起 50a の断面積よりも大きい。そのため、水晶振動子 1 の振動特性への影響が相対的に大きい基板 30 における導電性接着剤 36a の濡れ広がりが抑えられる。

【0032】

図 5 は、水晶振動子 1 の側面図である。なお、図 5 において、水晶振動素子の各種電極の図示は省略している。

50

【0033】

図5に示すように、水晶片11の凸部60bの突出量は、水晶片11の突起12A, 12Bの突出量と等しい。水晶片11の製造過程では、まず、水晶片11の第2主面12bのうち、凸部60b及び突起12A, 12B以外の領域をエッジング処理により除去することで、水晶片11の凸部60b及び突起12A, 12Bを形成する。なお、水晶片11の凸部60bの突出量と突起12A, 12Bの突出量とが互いに異なってもよい。

【0034】

本実施形態に係る水晶振動子1は、水晶片11と、水晶片11の第1主面12a及び第1主面12aとは反対側の第2主面12bに形成された一对の励振電極14a, 14bと、一对の励振電極14a, 14bの各々と電氣的に接続された一对の接続用パッド16a, 16bと、一对の接続用パッド16a, 16bの各々と電氣的に接続された一对の外部電極35a, 35bを有し、水晶片11を励振可能に支持する基板30とを備え、一对の接続用パッド16a, 16bの各々は、第1突起40a, 40bを有し、基板30は、第1突起40a, 40bに対応して設けられ、一对の外部電極35a, 35bの各々と電氣的に接続された第2突起50a, 50bを有し、第1突起40a, 40bと第2突起50a, 50bとの間は、導電性接着剤36a, 36bを介して接合されている。そのため、導電性接着剤36a, 36bは、表面張力に起因して、第1突起40a, 40b及び第2突起50a, 50bの周囲に留まり、水晶片11と基板30との間における導電性接着剤36a, 36bの濡れ広がりが抑えられる。これにより、基板30から水晶片11に作用する応力に起因して、水晶片11の振動特性が所望の特性から外れることを抑制しつつ、基板30と水晶片11との接合強度を高めることができる。

【0035】

[第2の実施形態]

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。

【0036】

図6は、本実施形態に係る水晶振動子1の構造の一例を概略的に示す平面図である。以下に、本実施形態に係る水晶振動子1の構成のうち、第1実施形態との差異点を中心に説明する。本実施形態に係る水晶振動子1は、第1実施形態で説明した水晶振動子1との比較において、水晶片11の第1突起40a, 40bと基板30の第2突起50a, 50bとの間が導電性接着剤36a, 36bを用いて接合されている点では共通するものの、水晶片11の第1突起40a, 40bと基板30の第2突起50a, 50bとが導電性接着剤36a, 36bを用いて斜めに接合されている点が第1実施形態とは異なる。

【0037】

具体的には、図6に示すように、本実施形態に係る水晶振動子1において、第1突起40a, 40bは、接続用パッド16a, 16bにおける引出電極15a, 15bとの接続部位よりも水晶片11の内側に設けられている。第1突起40aは、例えば、第1励振電極14aから引き出された引出電極15aの延長線上よりもZ'軸負方向側に位置している。第1突起40bは、例えば、第2励振電極14bから引き出された引出電極15bの延長線上よりもZ'軸正方向側に位置している。

【0038】

一对の励振電極14a, 14bの各々から一对の引出電極15a, 15bが引き出される方向を第1方向(X軸方向)とし、第1方向と交差する方向を第2方向(Z'軸方向)としたとき、一对の接続用パッド16a, 16bの各々に対応する第1突起40a, 40bの第2方向における間隔は、第2方向における一对の励振電極14a, 14bの各々の寸法の半分以下である。これにより、基板30から水晶片11に作用する応力をより一層小さくし、水晶片11の振動特性に与える影響を低減することができる。

【0039】

図7に示すように、基板30は、第1突起40aに対応して設けられ、外部電極35a

10

20

30

40

50

と電氣的に接続された第2突起50aを有する。第2突起50aは、例えば、水晶片11と基板30とが対向するY'軸方向に対して斜めに交差する方向において、第1突起40aと対向する位置に設けられている。第2突起50aは、XZ'面を平面視したとき、第1突起40aの中心位置と第2突起50aの中心位置とが異なっている。第2突起50aは、例えば、XZ'面を平面視したとき、第1突起40aよりもZ'軸負方向側に配置されている。

【0040】

基板30は、第1突起40bに対応して設けられ、外部電極35bと電氣的に接続された第2突起50bを有する。第2突起50bは、例えば、水晶片11と基板30とが対向するY'軸方向に対して斜めに交差する方向において、第1突起40bと対向する位置に設けられている。第2突起50bは、XZ'面を平面視したとき、第1突起40bの中心位置と第2突起50bの中心位置とが異なっている。第2突起50bは、例えば、XZ'面を平面視したとき、第1突起40bよりもZ'軸正方向側に配置されている。

10

【0041】

本実施形態では、一对の接続用パッド16a, 16bの各々に設けられた一对の第1突起40a, 40bの間隔に比して、一对の第1突起40a, 40bの各々に対応して設けられた一对の第2突起50a, 50bの間隔は狭い。すなわち、第1突起40a及び第2突起50aの突出方向から見た平面視において、突出方向と交差する方向における第2突起50aの寸法は、同方向における第1突起40aの寸法よりも小さい。そのため、一对の第2突起50a, 50bの間での短絡を防止しつつも、一对の第2突起50a, 50bをより一層近接して配置することができる。これにより、基板30から水晶片11に作用する応力をより一層小さくし、水晶片11の振動特性に与える影響を低減することができる。

20

【0042】

本実施形態に係る水晶振動子1では、一对の接続用パッド16a, 16bの各々は、一对の励振電極14a, 14bの各々から引き出された一对の引出電極15a, 15bに接続され、第1突起40aは、一对の接続用パッド16a, 16bの各々と一对の引出電極15a, 15bの各々との接続部位よりも水晶片11の内側に配置されている。これにより、基板30から水晶片11に作用する応力をより一層小さくし、水晶片11の振動特性に与える影響を低減することができる。

30

【0043】

[第3の実施形態]

図8は、本実施形態に係る水晶振動子1の構造の一例を概略的に示す平面図である。以下、本実施形態に係る水晶振動子1の構成のうち、第2実施形態との差異点を中心に説明する。本実施形態に係る水晶振動子1は、第2実施形態で説明した水晶振動子1との比較において、水晶片11の第1突起40a, 40bと基板30の第2突起50a, 50bとの間が導電性接着剤36a, 36bを用いて接合されている点では共通するものの、水晶片11の第1突起40a, 40b及び基板30の第2突起50a, 50bの先端に溝が形成されている点が第2実施形態とは異なる。

【0044】

具体的には、図8に示すように、本実施形態に係る水晶振動子1において、水晶片11の第1突起40a, 40bの先端には溝部42a, 42bが形成されている。溝部42a, 42bは、例えば、スリットである。また、基板30の第2突起50a, 50bの先端には溝部52a, 52bが形成されている。溝部52a, 52bは、例えば、スリットである。

40

【0045】

水晶片11の第1突起40a, 40bと基板30の第2突起50a, 50bの間には、導電性接着剤36a, 36bが設けられている。導電性接着剤36a, 36bは、水晶片11の第1突起40a, 40bの溝部42a, 42b、及び、基板30の第2突起50a, 50bの溝部52a, 52bの内側に充填されている。

50

【0046】

本実施形態に係る水晶振動子1では、第1突起40a、40b及び第2突起50a、50bの少なくとも一方の先端は溝部42a、42b、52a、52bを有する。そのため、導電性接着剤36a、36bと水晶片11の第1突起40a、40b及び基板30の第2突起50a、50bとの接触面積が増大する。これにより、第1突起40a、40b及び第2突起50a、50bの太さを増大させることなく、水晶片11の第1突起40a、40bと基板30の第2突起50a、50bとの接合強度を確保することができる。したがって、一对の第1突起40a、40bの間隔、及び、一对の第2突起50a、50bの間隔を狭めることで、基板30から水晶片11に作用する応力をより一層低減することができる。

10

【0047】

なお、上記各実施形態において、水晶片11の第2主面12bに突起12A、12Bを形成することに代えて、接続用パッド16a、16bに導電膜を被覆した後に第1突起40a、40b以外の領域をエッジング処理により除去することで、接続用パッド16a、16bの第1突起40a、40bを形成してもよい。

【0048】

また、上記第1実施形態において、水晶片11の第1突起40a、40bの先端、及び、基板30の第2突起50a、50bの先端に溝部を形成してもよい。

【0049】

以下に、本発明の実施形態の一部又は全部を付記し、その効果について説明する。なお、本発明は以下の付記に限定されるものではない。

20

【0050】

本発明の一態様によれば、水晶片と、水晶片の第1主面及び第1主面とは反対側の第2主面に形成された一对の励振電極と、一对の励振電極の各々と電気的に接続された一对の接続用パッドと、一对の接続用パッドの各々と電気的に接続された一对の外部電極を有し、水晶片を励振可能に支持する基板とを備え、一对の接続用パッドの各々は、第1突起を有し、基板は、第1突起に対応して設けられ、一对の外部電極の各々と電気的に接続された第2突起を有し、第1突起と第2突起との間は、導電性保持部材を介して接合されている、水晶振動子が提供される。

【0051】

一態様として、一对の接続用パッドの各々は、一对の励振電極の各々から引き出された一对の引出電極に接続され、第1突起は、一对の接続用パッドの各々と一对の引出電極の各々との接続部位よりも水晶片の内側に配置されている、水晶振動子が提供される。

30

【0052】

一態様として、一对の励振電極の各々から一对の引出電極が引き出される方向を第1方向とし、第1方向と交差する方向を第2方向としたとき、一对の接続用パッドの各々に対応する第1突起の第2方向における間隔は、第2方向における一对の励振電極の各々の寸法の半分以下である、水晶振動子が提供される。

【0053】

一態様として、第1突起及び第2突起の突出方向から見た平面視において、第1突起の中心位置と第2突起の中心位置とは互いに異なる、水晶振動子が提供される。

40

【0054】

一態様として、第1突起及び第2突起の突出方向から見た平面視において、突出方向と交差する方向における第1突起の寸法は、同方向における第2突起の寸法よりも大きい、水晶振動子が提供される。

【0055】

一態様として、第1突起及び第2突起の少なくとも一方の先端は溝部を有する、水晶振動子が提供される。

【0056】

一態様として、一对の接続用パッドの各々に設けられた一对の第1突起の間隔に比して

50

、一对の第1突起の各々に対応して設けられた一对の第2突起の間隔は狭い、水晶振動子が提供される。

【0057】

以上説明したように、本発明の一態様によれば、水晶片の振動特性を維持しつつ、基板と水晶片との接合強度を高めることができる。

【0058】

なお、以上説明した実施形態は、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、本発明の範囲に含まれる。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、各実施形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に含まれる。

10

【符号の説明】

【0059】

1	水晶振動子
10	水晶振動素子
11	水晶片
12A	突起
12a	第1主面
12B	突起
12b	第2主面
14a	第1励振電極
14b	第2励振電極
15a	引出電極
15b	引出電極
16a	接続用パッド
16b	接続用パッド
36a	導電性接着剤
36b	導電性接着剤
40a	第1突起
40b	第1突起
50a	第2突起
50b	第2突起
52a	溝部
52b	溝部

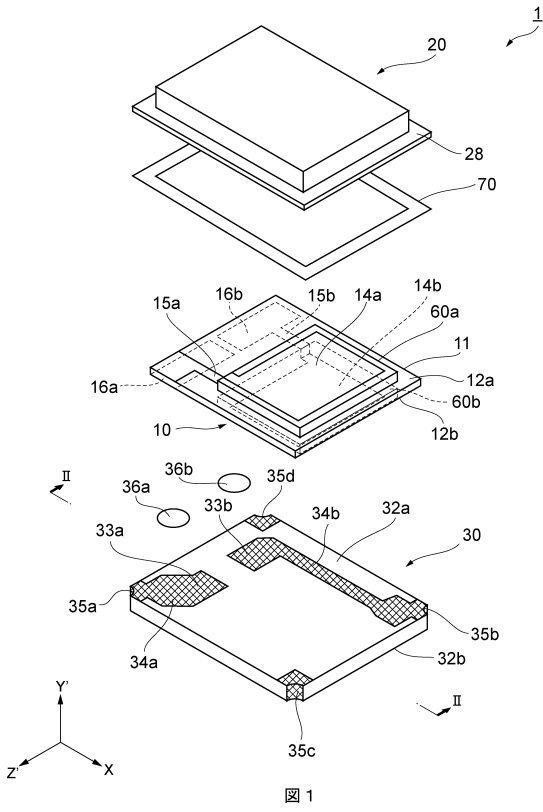
20

30

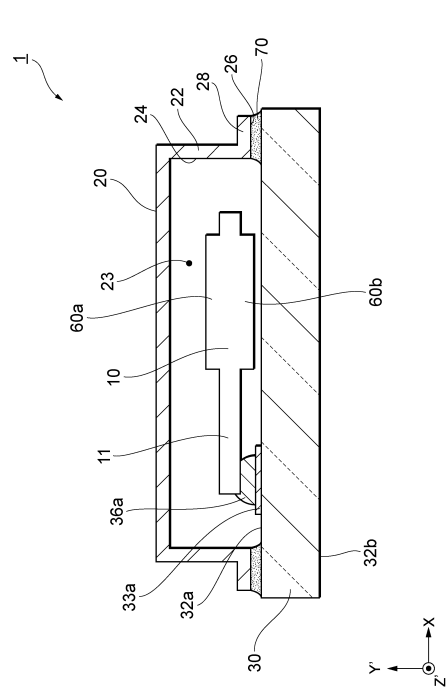
40

50

【図面】
【図 1】



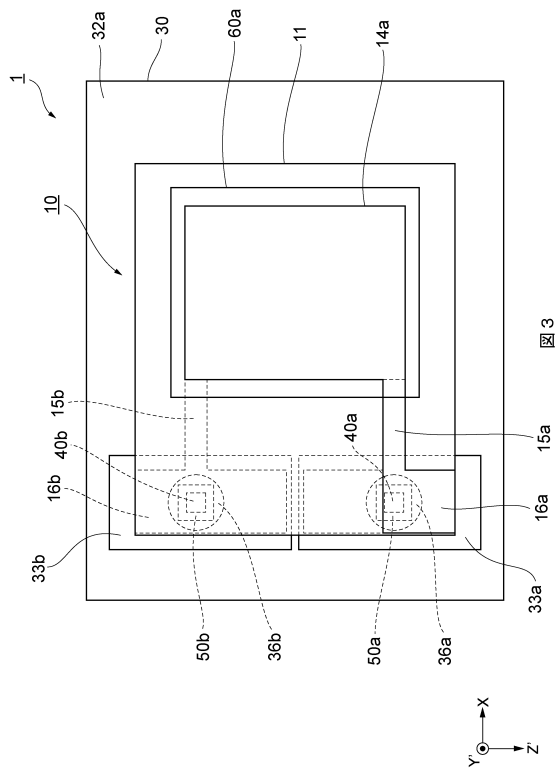
【図 2】



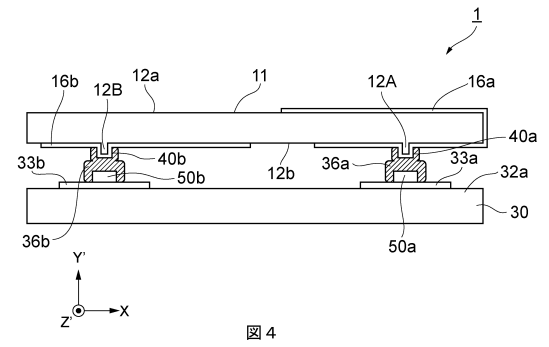
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

【 図 5 】

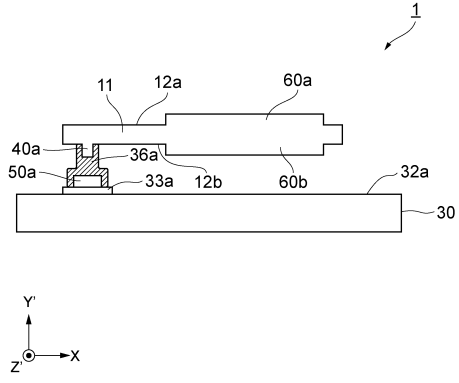


図 5

【 図 6 】

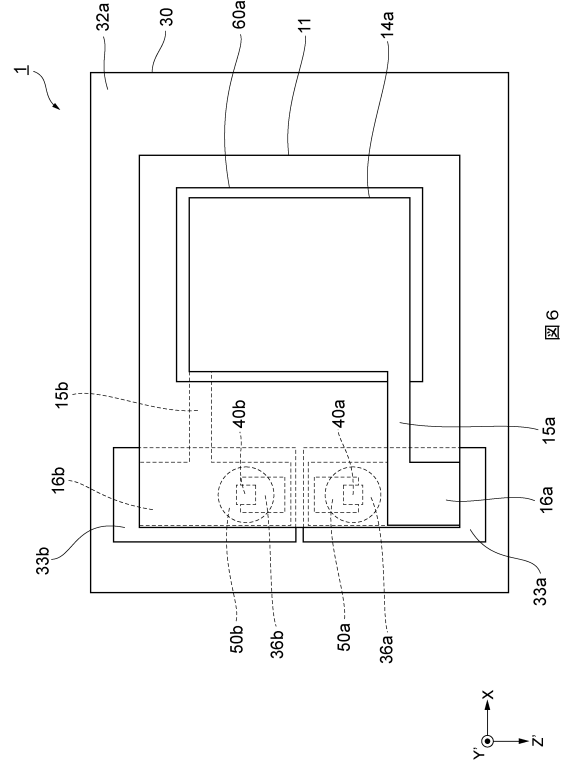


図 6

【 図 7 】

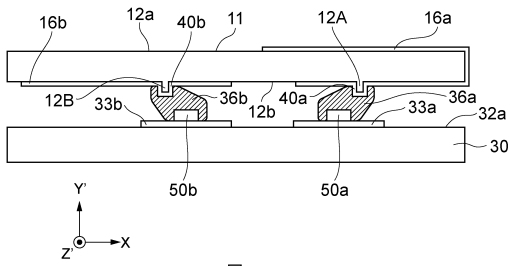


図 7

【 図 8 】

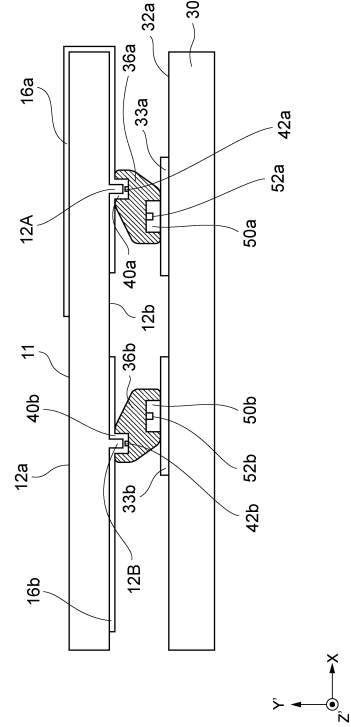


図 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 山本 裕之
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 平賀 章浩
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 木津 徹
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 開田 弘明
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 大井 友貴
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
- 審査官 志津木 康
- (56)参考文献 特開2008-252795(JP,A)
米国特許出願公開第2017/0005636(US,A1)
特開2007-96528(JP,A)
特開2011-205426(JP,A)
特開平10-22776(JP,A)
特開2011-205429(JP,A)
特開2009-81670(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H3/007-3/10
H03H9/00-9/76