

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7411169号
(P7411169)

(45)発行日 令和6年1月11日(2024.1.11)

(24)登録日 令和5年12月27日(2023.12.27)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 3 H	9/19 (2006.01)	H 0 3 H	9/19		D
H 0 3 H	9/10 (2006.01)	H 0 3 H	9/10		
H 0 3 H	3/02 (2006.01)	H 0 3 H	3/02		B

請求項の数 12 (全16頁)

(21)出願番号	特願2022-569697(P2022-569697)	(73)特許権者	000006231
(86)(22)出願日	令和3年7月19日(2021.7.19)		株式会社村田製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/026991		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87)国際公開番号	WO2022/130670	(74)代理人	100079108
(87)国際公開日	令和4年6月23日(2022.6.23)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	令和5年4月5日(2023.4.5)	(74)代理人	100109346
(31)優先権主張番号	特願2020-206821(P2020-206821)		弁理士 大貫 敏史
(32)優先日	令和2年12月14日(2020.12.14)	(74)代理人	100117189
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 江口 昭彦
早期審査対象出願		(74)代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(74)代理人	100126480
			弁理士 佐藤 睦
		(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
			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)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主面を有する圧電片と、前記圧電片の前記主面に形成された励振電極と、前記圧電片の前記主面の平面視における第1方向及び当該第1方向に交差する第2方向のうち、前記第1方向の端部側に位置する周縁部に設けられ、前記励振電極に電気的に接続された接続電極とを有する、圧電振動素子と、

基板と、

前記圧電振動素子の前記接続電極と前記基板との間に設けられ、前記基板上に前記圧電振動素子を保持する導電性保持部材と、を備え、

前記第1方向の前記周縁部と前記励振電極との間の前記圧電片の領域には、前記圧電片を貫通する貫通穴が設けられ、

前記導電性保持部材は、前記第1方向に沿って前記周縁部の前記第1方向の両側面に至るように設けられており、前記周縁部の前記第1方向の両側面である、前記周縁部の第1側面及び前記貫通穴の第1壁面のそれぞれに形成されたフィレットを有し、

前記圧電片の厚み方向において、前記導電性保持部材の前記フィレットの高さは、前記圧電片の厚みの1/3以上である、
圧電振動子。

【請求項2】

前記導電性保持部材は、第1導電性保持部材と、第2導電性保持部材とを含み、

前記第1導電性保持部材及び前記第2導電性保持部材は、前記第2方向に沿って、互い

に離間するように前記周縁部に設けられている、
請求項 1 に記載の圧電振動子。

【請求項 3】

前記貫通穴は、前記第 2 方向の一方側にある第 2 壁面と、前記第 2 方向の他方側にある第 3 壁面と、を有し、

前記第 1 導電性保持部材は、前記第 2 壁面に形成されたフィレットをさらに有し、

前記第 2 導電性保持部材は、前記第 3 壁面に形成されたフィレットをさらに有する、
請求項 2 に記載の圧電振動子。

【請求項 4】

前記周縁部は、前記第 2 方向の一方側にある第 2 側面と、前記第 2 方向の他方側にある第 3 側面と、を有し、

前記第 1 導電性保持部材は、前記第 2 側面に形成されたフィレットをさらに有し、

前記第 2 導電性保持部材は、前記第 3 側面に形成されたフィレットをさらに有する、
請求項 2 又は 3 に記載の圧電振動子。

【請求項 5】

前記第 1 導電性保持部材及び前記第 2 導電性保持部材のうち、少なくとも前記第 1 導電性保持部材は、前記貫通穴の前記第 2 方向の一方側にある第 2 壁面に形成されたフィレットと、前記周縁部の前記第 2 方向の前記一方側にある第 2 側面に形成されたフィレットと、をさらに有する、請求項 2 に記載の圧電振動子。

【請求項 6】

前記圧電片の前記主面を平面視するとき、前記圧電振動素子及び前記貫通穴はそれぞれ矩形状をなしており、

前記圧電振動素子の長手方向は前記第 1 方向に沿って延在しており、

前記貫通穴の長手方向は前記第 2 方向に沿って延在している、
請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の圧電振動子。

【請求項 7】

前記圧電片の材料は、水晶である、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の圧電振動子。

【請求項 8】

主面を有する圧電片と、前記圧電片の前記主面に形成された励振電極と、前記圧電片の前記主面の平面視における第 1 方向及び当該第 1 方向に交差する第 2 方向のうち、前記第 1 方向の端部側に位置する周縁部に設けられ、前記励振電極に電気的に接続された接続電極とを有し、かつ前記第 1 方向の前記周縁部と前記励振電極との間の前記圧電片の領域には、前記圧電片を貫通する貫通穴が設けられている、圧電振動素子を準備する準備工程と、

前記圧電振動素子の前記接続電極と基板との間に導電性接着剤を設ける工程と、

前記導電性接着剤を硬化させて得られる導電性保持部材によって、前記圧電振動素子を前記基板に接合する接合工程と、を含み、

前記接合工程は、前記導電性保持部材のフィレットを、前記周縁部の前記第 1 方向の両側面である、前記周縁部の第 1 側面及び前記貫通穴の第 1 壁面のそれぞれに形成することを含み、

前記接合工程は、前記圧電片の厚み方向において、前記導電性保持部材の前記フィレットの高さを、前記圧電片の厚みの 1 / 3 以上に形成することを含み、
圧電振動子の製造方法。

【請求項 9】

前記接合工程は、

前記圧電振動素子の前記接続電極と前記基板との間に、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に沿って、第 1 導電性保持部材と、前記第 1 導電性保持部材と離間する第 2 導電性保持部材とを形成することを含む、

請求項 8 に記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項 10】

前記接合工程は、

10

20

30

40

50

前記貫通穴の前記第 2 方向の一方側にある第 2 壁面に、前記第 1 導電性保持部材のフィレットをさらに形成することと、

前記貫通穴の前記第 2 方向の他方側にある第 3 壁面に、前記第 2 導電性保持部材のフィレットをさらに形成することと、を含む、
請求項 9 に記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項 1 1】

前記接合工程は、

前記周縁部の前記第 2 方向の一方側にある第 2 側面に、前記第 1 導電性保持部材のフィレットをさらに形成することと、

前記周縁部の前記第 2 方向の他方側にある第 3 側面に、前記第 2 導電性保持部材のフィレットをさらに形成することと、を含む、

請求項 9 又は 10 に記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項 1 2】

前記接合工程は、

少なくとも、前記貫通穴の前記第 2 方向の一方側にある第 2 壁面、及び前記周縁部の前記第 2 方向の前記一方側にある第 2 側面に、前記第 1 導電性保持部材のフィレットをさらに形成させることを含む、

請求項 9 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。

【背景技術】

【0002】

従来、圧電振動子においては、落下等の物理衝撃による水晶振動素子の位置ズレの発生を軽減するために、圧電振動素子の対角 4 点に導電性接着剤を設けることで、圧電振動素子を保持する 4 点保持構造を使用していた。しかし、圧電振動子の小型化の進行に伴い、4 点保持構造は圧電振動板の振動に障害を与えるため、圧電振動素子の一端側の 2 箇所に導電性接着剤を設けることで、圧電振動素子を保持する 2 点保持構造が主流になっている。一方、4 点保持構造に比べて、2 点保持構造の接合面積が小さくなっており、耐衝撃性が確保し難くなる。このため、2 点保持構造を採用する圧電振動子に対しては、耐衝撃性の向上が求められている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、水晶片を基板に固定するために、導電性保持部材が、水晶片の貫通穴よりも水晶片の長手方向の端部側かつ水晶片と基板との間に設けられている、2 点保持構造を採用した水晶振動子が開示されている。

【0004】

また、例えば、特許文献 2 には、水晶片を基板に固定するために、導電性保持部材が、水晶片の貫通穴よりも水晶片の長手方向の端部側かつマウント部と基板との間に設けられている、2 点保持構造を採用した水晶振動子が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平 09 - 326667 公報

【文献】特開 2012 - 195652 号公報

【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、特許文献 1 及び 2 に開示された導電性保持部材は、厚み方向から水晶片への衝撃を吸収することができるが、厚み方向と交差する方向、例えば水晶片の長手方向

10

20

30

40

50

や短手方向から水晶片への衝撃を吸収することができない場合がある。従って、特許文献 1 及び 2 に開示された導電性保持部材によって保持された水晶片は、水晶片の長手方向や短手方向における耐衝撃性を十分に得られないことがある。その結果、長手方向や短手方向からの衝撃によって、水晶片が基板に対して位置ズレが生じてしまい、これによって水晶振動子の電気特性が変動してしまう可能性がある。

【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、小型化を実現しつつ、良好な耐衝撃性及び電気特性を得ることができる圧電振動子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

本発明の一側面に係る圧電振動子は、主面を有する圧電片と、圧電片の主面に形成された励振電極と、圧電片の主面の平面視における第 1 方向及び当該第 1 方向に交差する第 2 方向のうち、第 1 方向の端部側に位置する周縁部に設けられ、励振電極に電氣的に接続された接続電極とを有する、圧電振動素子と、基板と、圧電振動素子の接続電極と基板との間に設けられ、基板上に圧電振動素子を保持する導電性保持部材と、を備え、第 1 方向の周縁部と励振電極との間の圧電片の領域には、圧電片を貫通する貫通穴が設けられ、導電性保持部材は、第 1 方向に沿って周縁部を跨るように設けられており、周縁部の第 1 方向の両側面である、周縁部の第 1 側面及び貫通穴の第 1 壁面のそれぞれに形成されたフィレットを有する。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、小型化を実現しつつ、良好な耐衝撃性及び電気特性を得ることができる圧電振動子を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】第 1 実施形態に係る水晶振動子の外観を示す斜視図である。

【図 2】図 1 の I I - I I 線断面図である。

【図 3】第 1 実施形態に係る水晶振動子の構成を説明するための平面図である。

【図 4】第 1 実施形態に係る水晶振動子の製造方法を説明するためのフローチャート図である。

30

【図 5】第 2 実施形態に係る水晶振動子の構成を説明するための平面図である。

【図 6 A】変形例に係る導電性保持部材の構成を説明するための図である。

【図 6 B】変形例に係る導電性保持部材の構成を説明するための図である。

【図 6 C】変形例に係る導電性保持部材の構成を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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、本願発明の技術的範囲を前記実施形態に限定して解すべきではない。

40

【0012】

[第 1 実施形態]

<水晶振動子 1 の概要>

まず、図 1 及び図 2 を参照しつつ、第 1 実施形態に係る水晶振動子 (Quartz Crystal Resonator Unit) 1 の構成を説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係る水晶振動子 1 の外観を示す斜視図である。図 2 は、図 1 の I I - I I 線断面図である。以下の説明では、図 2 に示す水晶振動子 1 の状態を「組立状態」と呼ぶことがある。

【0013】

第 1 実施形態に係る水晶振動子 1 は、2 点保持構造を採用した圧電振動子の一例である。水晶振動子 1 は、水晶振動素子 (Quartz Crystal Resonator)

50

10と、蓋部材20と、基板30とを備える。また、水晶振動子1は、導電性保持部材50と、封止枠37と、接合部材40とを備える。

【0014】

組立状態において、水晶振動素子10は、水晶振動素子10の長手方向の一端側に設けられた導電性保持部材50を介して、基板30に搭載されている。蓋部材20は、封止枠37及び接合部材40を介して、水晶振動素子10を覆うように基板30と接合されている。こうして、水晶振動素子10が、蓋部材20及び基板30によって構成される封止容器の内部空間に封止されている。

【0015】

また、組立状態において、水晶振動子1、水晶振動素子10、及び後述する水晶振動素子10の水晶片11のそれぞれの厚み方向、長手方向、及び短手方向は、図1に示されているZ'軸方向、X軸方向、及びY'軸方向と一致している。

10

【0016】

<水晶振動子1の詳細>

次に、図1乃至図3を参照しつつ、水晶振動子1の各構成について詳細に説明する。図3は、第1実施形態に係る水晶振動子1の構成を説明するための平面図である。なお、図3において、蓋部材20及び一部の電極の図示は省略されている。

【0017】

(水晶振動素子10)

水晶振動素子10は、圧電振動素子の一例であり、板状をなしている。また、水晶振動素子10は、水晶片11と、水晶片11に設けられている複数の電極とを備える。水晶振動素子10の複数の電極は、励振電極14a, 14b、接続電極16a, 16b、及び引出電極15a, 15bを含む。

20

【0018】

水晶片11は、圧電片の一例であり、例えば、ATカットの水晶基板である。ATカットの水晶基板は、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Y'軸によって特定される面と平行な面(以下、「XY'面」とする。他の軸によって特定される面についても同様である。)を主面として人工水晶(Synthetic Quartz Crystal)から切り出されたものである。ATカットの水晶片11を採用する水晶振動素子10は、厚みすべり振動モードを主要振動とする。なお、水晶片11のカット角度は限定されるものではなく、例えば、BTカット、GTカット又はSCカット等を適用することができる。

30

【0019】

また、水晶片11は、板状部材である。図2に示す例では、水晶片11は、直方体をなしている。なお、水晶片11は、水晶片の形状は直方体に限定されないものではなく、例えば、中央部が厚くて周辺が薄いメサ構造であってもよい。また、水晶片11は、厚み方向の両側にある2つの主面12a, 12bを有する。主面12a, 12bの平面視形状は、矩形状をなしている。主面12a, 12bの中央には、一对の励振電極14a, 14bが設けられている。なお、主面12a, 12bの平面視における、長手方向は、「第1方向」の一例であり、短手方向は、「第2方向」の一例である。

40

【0020】

また、水晶片11は、長手方向の端部側に位置する周縁部110を有する。周縁部110は、第1側面111、第2側面112、及び第3側面113を有する。組立状態において、周縁部110には、基板30の上に水晶振動素子10を保持するための導電性保持部材50が設けられている。

【0021】

また、水晶片11において、長手方向の周縁部110と励振電極14との間の領域には、水晶片11を貫通する貫通穴120が設けられている。貫通穴120によって、周縁部110が水晶片11の振動部分を支持できるとともに、周縁部110が水晶片11の振動

50

部分の振動に与える拘束力を減少できる。また、貫通穴 1 2 0 は、第 1 壁面 1 2 1、第 2 壁面 1 2 2、第 3 壁面 1 2 3、及び第 4 壁面 1 2 4 を有する。貫通穴 1 2 0 の第 1 壁面 1 2 1 は、周縁部 1 1 0 の第 1 側面 1 1 1 とともに、水晶片 1 1 の長手方向の、周縁部 1 1 0 の両側面を構成している。

【 0 0 2 2 】

励振電極 1 4 a , 1 4 b は、電圧が印加されることで水晶片 1 1 を厚みすべり振動をさせるための電極である。また、励振電極 1 4 a , 1 4 b は、同じ材料によって構成された金属膜である。例えば、励振電極 1 4 a , 1 4 b は、クロム (C r) 層と、クロム層の表面にある金 (A u) 層とからなるものである。また、後述する水晶振動子 1 の他の電極 (ピア電極 3 4 a , 3 4 b を除く) も、励振電極 1 4 a , 1 4 b と同じ材料によって構成されている。

10

【 0 0 2 3 】

接続電極 1 6 a , 1 6 b は、水晶振動素子 1 0 を基板 3 0 に電氣的に接続するための端子である。また、接続電極 1 6 a , 1 6 b は、周縁部 1 1 0 の主面 1 2 b 側に設けられている。引出電極 1 5 a , 1 5 b は、励振電極 1 4 a , 1 4 b を接続電極 1 6 a , 1 6 b に電氣的に接続するための電極である。引出電極 1 5 a , 1 5 b は、周縁部 1 1 0 に設けられている。

【 0 0 2 4 】

(基板 3 0)

基板 3 0 は、水晶振動素子 1 0 を搭載する基板の一例であり、板状をなしている。基板 3 0 は、基体 3 1 と、基体 3 1 に設けられている複数の電極とを有する。基板 3 0 の複数の電極は、接続電極 3 3 a , 3 3 b、ピア電極 3 4 a , 3 4 b、及び外部電極 3 5 a , 3 5 b , 3 5 c , 3 5 d を含む。

20

【 0 0 2 5 】

基体 3 1 は、光透過性を有する材料、例えばガラスによって構成されている。また、基体 3 1 は、厚み方向の両側にある 2 つの主面 3 2 a , 3 2 b と、基体 3 1 を厚み方向に貫通する 2 つのピアホール 3 2 c とを有する。

【 0 0 2 6 】

主面 3 2 a は、水晶振動素子 1 0 を搭載するための面である。主面 3 2 a には、接続電極 3 3 a , 3 3 b が設けられている。接続電極 3 3 a , 3 3 b は、水晶振動素子 1 0 の接続電極 1 6 a , 1 6 b と電氣的に接続するための端子である。

30

【 0 0 2 7 】

主面 3 2 b は、図示しない外部の実装基板に向かう面である。主面 3 2 b の 4 つの角部には、外部電極 3 5 a , 3 5 b , 3 5 c , 3 5 d が設けられている。外部電極 3 5 a 乃至 3 5 d は、外部の実装基板と電氣的に接続するための端子である。具体的には、外部電極 3 5 a , 3 5 b は、水晶振動素子 1 0 の入出力信号が供給される入出力電極であり、外部電極 3 5 c , 3 5 d は、水晶振動素子 1 0 の入出力信号が供給されない電極である。

【 0 0 2 8 】

2 つのピアホール 3 2 c には、ピア電極 3 4 a , 3 4 b が設けられている。ピア電極 3 4 a , 3 4 b は、接続電極 3 3 a , 3 3 b と、外部電極 3 5 a , 3 5 b とを接続するための電極である。また、ピア電極 3 4 a , 3 4 b は、例えばピアホール 3 2 c にモリブデン等の金属材料を充填して形成されている。

40

【 0 0 2 9 】

(導電性保持部材 5 0)

導電性保持部材 5 0 は、水晶振動素子 1 0 の接続電極 1 6 a , 1 6 b と基板 3 0 の接続電極 3 3 a , 3 3 b とを電氣的に接続するための接着材である。また、導電性保持部材 5 0 は、例えば、導電性接着剤が熱硬化して形成されたものである。

【 0 0 3 0 】

組立状態において、導電性保持部材 5 0 は、Z' 軸方向において水晶振動素子 1 0 と基板 3 0 との間に設けられており、Y' 軸方向において水晶片 1 1 の短手方向に沿って 2 箇

50

所に設けられている。また、導電性保持部材 50 のフィレット 55 は、X 軸方向において周縁部 110 の X 軸方向の両側面である、周縁部 110 の第 1 側面 111 及び貫通穴 120 の第 1 壁面 121 のそれぞれに形成されている。

【0031】

このように形成された導電性保持部材 50 によって、水晶振動素子 10 は、基板 30 に励振可能に保持されている。言い換えれば、導電性保持部材 50 によって、水晶振動素子 10 は、Z' 軸方向、X 軸方向、及び Y' 軸方向における耐衝撃性を得られるため、水晶振動素子 10 の、Z' 軸方向、X 軸方向、及び Y' 軸方向に対する姿勢を保持することができる。なお、導電性保持部材 50 による水晶振動素子 10 への保持及び効果について、水晶振動素子 1 の製造における導電性保持部材 50 の形成を説明した後に、詳細に説明する。

10

【0032】

(蓋部材 20)

蓋部材 20 は、基板 30 と接合する側に開口が形成されている箱状をなしている。また、蓋部材 20 の材質は、例えば金属等の導電材料で構成される。組立状態において、蓋部材 20 の内面と、基板 30 の主面 32a とは、水晶振動素子 10 を収容する内部空間を構成する。

【0033】

(封止枠 37 及び接合部材 40)

封止枠 37 及び接合部材 40 は、蓋部材 20 と基板 30 とを金属接合する構成である。封止枠 37 は、主面 32a の周縁に設けられている。封止枠 37 の材料は、導電性を有する金属である。接合部材 40 は、封止枠 37 の上に設けられている。接合部材 40 は、例えば金 (Au) 錫 (Sn) 共晶合金等によって構成されよう部材である。

20

【0034】

<水晶振動素子 1 の製造>

続いて、図 1 乃至図 4 を参照しつつ、水晶振動素子 1 の製造について説明する。図 4 は、第 1 実施形態に係る水晶振動素子 1 の製造方法を説明するためのフローチャート図である。

【0035】

まず、水晶振動素子 10 を準備する (S10)。

【0036】

ステップ S10 は、準備工程の一例である。具体的には、上述したように、励振電極 14a, 14b、接続電極 16a, 16b、及び引出電極 15a, 15b と、貫通穴 120 とが形成された水晶振動素子 10 を準備する。

30

【0037】

次に、導電性保持部材 50 を介して、水晶振動素子 10 を基板 30 に搭載する (S20)。

【0038】

ステップ S20 は、水晶振動素子 10 の接続電極 16a, 16b と基板 30 との間に導電性接着剤を設ける工程、及び導電性接着剤を硬化させて得られる導電性保持部材 50 によって、水晶振動素子 10 を基板 30 に接合する接合工程の一例である。具体的には、基板 30 の主面 32a に設けられた接続電極 33a, 33b の上に導電性接着剤、すなわち、熱硬化される前の導電性保持部材 50 を設ける。次に、水晶振動素子 10 の接続電極 16a, 16b のそれぞれが電性接着剤と接触するように、水晶振動素子 10 を導電性接着剤の上に載置する。続いて、導電性接着剤を熱硬化させる。こうして、導電性接着剤を熱硬化させて得られる導電性保持部材 50、具体的には、第 1 導電性保持部材 50a 及び第 2 導電性保持部材 50b によって、水晶振動素子 10 を基板 30 に接合する。

40

【0039】

ここで、水晶振動素子 10 を導電性接着剤の上に載置することは、導電性接着剤を周縁部 110 の X 軸方向の両側面である第 1 側面 111 及び第 1 壁面 121 に付着させるように、水晶片 11 の厚み方向に沿って、水晶振動素子 10 の周縁部 110 を導電性接着剤に押し込むことを含む。また、その押し込む深さ、言い換えると、Z' 軸正方向において、

50

導電性接着剤の第1側面111及び第1壁面121における付着の高さは、水晶片11の主面12bを基準面として、水晶片11の厚みの1/3以上である。

【0040】

こうして、導電性接着剤を熱硬化させて得られる導電性保持部材50は、第1側面111及び第1壁面121のそれぞれに形成されたフィレット55を有する。また、水晶片11の厚み方向において、フィレット55の高さ、すなわち、Z'軸正方向において、フィレット55の第1側面111及び第1壁面121における付着の高さは、水晶片11の主面12bを基準面として、水晶片11の厚みの1/3以上である。

【0041】

その後、基板30に蓋部材20を接合することにより、水晶振動素子10を封止する(530)。

10

【0042】

具体的には、基板30の封止枠37上に接合部材40を設け、封止枠37及び接合部材40を蓋部材20の開口部の上面と基板30の主面32aとの間に介在させる。そして、接合部材40を加熱することで、蓋部材20を基板30に接合する。こうして、水晶振動素子10が蓋部材20及び基板30によって内部空間に封止される。

【0043】

このように、水晶振動子1の製造は完了する。

【0044】

<導電性保持部材50による保持及び効果>

20

続いて、図1乃至図3を参照しつつ、組立状態において、導電性保持部材50による水晶振動素子10へのZ'軸方向、X軸方向、及びY'軸方向における保持及び効果について詳細に説明する。

【0045】

(Z'軸方向)

Z'軸方向において、導電性保持部材50は、水晶振動素子10の接続電極16a, 16bと基板30の接続電極33a, 33bとを電氣的に接続するように、接続電極16a, 16bと接続電極33a, 33bとの間に設けられている。

【0046】

こうして、水晶振動素子10と基板30との間に設けられている導電性保持部材50によって、水晶振動素子10と基板30とが電氣的に接続されるとともに、水晶振動素子10のZ'軸方向に対する姿勢が保持されている。言い換えれば、導電性保持部材50によって、水晶振動素子10は、Z'軸方向の正負両方向からの衝撃に耐えるようになっているため、Z'軸方向の正負両方向において、水晶振動素子10の位置ズレの発生が抑制されている。その結果、このような水晶振動素子10を採用した水晶振動子1も、Z'軸方向の正負両方向からの衝撃に耐えるようになり、良好なZ'軸方向の耐衝撃性を得ている。

30

【0047】

(X軸方向)

X軸方向において、導電性保持部材50は、周縁部110のX軸方向の両側面である、周縁部110の第1側面111及び貫通穴120の第1壁面121のそれぞれに形成されたフィレット55を有する。また、導電性保持部材50のフィレット55による保持力を向上させるために、水晶片11の厚み方向において、フィレット55の高さは、水晶片11の主面12bを基準面として、水晶片11の厚みの1/3以上である。

40

【0048】

こうして、周縁部110のX軸方向の両側面に形成され、かつ一定の高さを有する導電性保持部材50のフィレット55によって、水晶振動素子10のX軸方向に対する姿勢が保持されている。言い換えれば、周縁部110の第1側面111に形成されたフィレット55と、貫通穴120の第1壁面121に形成されたフィレット55とによって、水晶振動素子10は、X軸方向の正負方向からの衝撃に耐えるようになっている。このため、X

50

軸方向の正負両方向において、水晶振動素子 10 の位置ズレの発生が抑制されている。その結果、このような水晶振動素子 10 を採用した水晶振動子 1 も、X 軸方向の正負両方向からの衝撃に耐えるようになり、良好な X 軸方向の耐衝撃性を得ている。

【 0 0 4 9 】

(Y ' 軸方向)

Y ' 軸方向において、導電性保持部材 50 は、水晶片 11 の短手方向に沿って、互いに離間するように周縁部 110 に設けられている、第 1 導電性保持部材 50 a と、第 2 導電性保持部材 50 b とを有する。第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b とともに、Y ' 軸方向において、周縁部 110 の Y ' 軸方向の両側面である第 2 側面 112 及び第 3 側面 113 よりも水晶片 11 の内側に設けられている。具体的には、第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b の Y ' 方向における外縁同士の間隔は、水晶片 11 の Y ' 方向の幅、励振電極 14 a , 14 b の Y ' 方向の幅、又は貫通穴 120 の Y ' 方向の幅のいずれかよりも小さい。

10

【 0 0 5 0 】

こうして、このような第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b によって、水晶振動素子 10 と基板 30 との Y ' 軸方向の接合長さが確保されている。言い換えれば、水晶振動素子 10 と基板 30 との接合面積は十分に確保されている。よって、水晶振動素子 10 の Y ' 軸方向に対する姿勢が保持されている。言い換えれば、第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b によって、水晶振動素子 10 は、Y ' 軸方向の正負両方向からの衝撃に耐えるようになっているため、Y ' 軸方向の正負両方向において、水晶振動素子 10 の位置ズレの発生が抑制されている。その結果、このような水晶振動素子 10 を採用した水晶振動子 1 も、Y ' 軸方向の正負両方向からの衝撃に耐えるようになり、Y ' 軸方向の耐衝撃性を得ている。

20

【 0 0 5 1 】

また、第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b とともに、水晶片 11 の周縁からはみ出しておらず、水晶片 11 の内側に形成されている。このため、第 1 導電性保持部材 50 a 及び第 2 導電性保持部材 50 b との干渉を避けるために、水晶振動子 1 の蓋部材 20 を大きく形成する必要がなくなる。その結果、水晶振動子 1 の小型化を実現できる。

【 0 0 5 2 】

以上のとおり、第 1 実施形態に係る導電性保持部材 50 によれば、小型化を実現しつつ、良好な耐衝撃性を得ることができる水晶振動素子 10 及び水晶振動子 1 を提供することが可能になっている。また、水晶振動素子 10 の位置ズレを抑制できるため、水晶振動素子 10 と基板 30 との電気導通性を確保することができる。その結果、水晶振動子 1 の良好な電気特性を得ることができる。

30

【 0 0 5 3 】

[第 2 実施形態]

続いて、図 5 を参照しつつ、第 2 実施形態に係る水晶振動子 1 の構成について説明する。図 5 は、第 2 実施形態に係る水晶振動子 1 の構成を説明するための平面図である。なお、図 5 において、蓋部材 20 及び一部の電極の図示は省略されている。

40

【 0 0 5 4 】

第 2 実施形態に係る水晶振動子 1 と、第 1 実施形態に係る水晶振動子 1 との相違は、導電性保持部材 50 のフィレット 55 の形成される位置であり、その他の構成は同じである。以下の説明では、第 2 実施形態の第 1 実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点に係る内容を説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については言及しない。

【 0 0 5 5 】

図 5 に示すように、第 2 実施形態に係る導電性保持部材 50 は、周縁部 110 の X 軸方向の両側面である第 1 側面 111 及び第 1 壁面 121 と、貫通穴 120 の Y ' 軸方向の両壁面である第 2 壁面 122 及び第 3 壁面 123 とのそれぞれに形成されたフィレット 55

50

を有する。言い換えれば、第2実施形態に係る導電性保持部材50は、第1実施形態に係る導電性保持部材50に比べて、貫通穴120のY'軸方向の両壁面に形成されたフィレット55をさらに有する。

【0056】

こうして、組立状態において、Y'軸方向にて、第1導電性保持部材50a及び第2導電性保持部材50bに加えて、貫通穴120のY'方向の両壁面に形成された導電性保持部材50のフィレット55は、水晶振動素子10のY'軸方向に対する姿勢を保持するようになっている。よって、第1実施形態に比べて、第2実施形態に係る導電性保持部材50は、水晶振動素子10のY'軸方向の耐衝撃性をさらに向上させることができ、Y'軸方向の正負両方向において、水晶振動素子10の位置ズレの発生をより確実に抑制できる。その結果、水晶振動素子10を採用した水晶振動子1のY'軸方向の耐衝撃性もさらに向上させている。

10

【0057】

従って、このような第2実施形態に係る導電性保持部材50によれば、第1実施形態と同様の効果を発揮できるとともに、より良好なY'軸方向の耐衝撃性を得ることができる。

【0058】

[導電性保持部材50の構成の他の変形例]

続いて、図6A乃至図6Cを参照しつつ、導電性保持部材50及び導電性保持部材50のフィレット55の構成の様々な変形例のうちの一部について説明する。図6A乃至図6Cは、変形例に係る導電性保持部材50の構成を説明するための図である。なお、図6A乃至図6Cにおいて、蓋部材20及び一部の電極の図示は省略されている。

20

【0059】

導電性保持部材50及び導電性保持部材50のフィレット55の構成は、上記実施形態に限定されることなく、Z'軸方向、X軸方向、及びY'軸方向における耐衝撃性を確保することができる限り、種々に変形して適用することが可能である。

【0060】

例えば、第2実施形態に係る導電性保持部材50のフィレット55の形成位置に対して、図6Aに示すように、導電性保持部材50のフィレット55は、周縁部110のX軸方向の両側面である第1側面111及び第1壁面121と、周縁部110のY'軸方向の両側面である第2側面112及び第3側面113とのそれぞれに形成されてもよい。このような導電性保持部材50によれば、第2実施形態と同様の効果を発揮できるとともに、導電性保持部材50による接合面積を広げることができる。よって、電気特性をさらに向上させることができる。

30

【0061】

また、例えば、図6Aに示す例に係る導電性保持部材50のフィレット55の形成位置に対して、図6Bに示すように、導電性保持部材50のフィレット55は、周縁部110のX軸方向の両側面である第1側面111及び第1壁面121と、貫通穴120のY'軸方向の両壁面である第2壁面122及び第3壁面123と、周縁部110のY'軸方向の両側面である第2側面112及び第3側面113とのそれぞれに形成されてもよい。このような導電性保持部材50によれば、図6Aに示す例と同様の効果を発揮できるとともに、水晶振動子1のY'軸方向の耐衝撃性をさらに向上させることができる。

40

【0062】

また、例えば、第1実施形態に係る導電性保持部材50のフィレット55の形成位置に対して、図6Cに示すように、少なくとも、導電性保持部材50のうちの第1導電性保持部材50aは、周縁部110のX軸方向の両側面である第1側面111及び第1壁面121と、周縁部110のY'軸負方向側の両側面である第3側面113及び第3壁面123とのそれぞれに形成されてもよい。このような導電性保持部材50によれば、第1実施形態と同様の効果を発揮できるとともに、より良好な水晶振動子1のY'軸方向の耐衝撃性を得ることができる。

【0063】

50

また、第1実施形態、第2実施形態、及び図6A乃至図6Cに示す例に係る導電性保持部材50とも2点保持として説明したが、導電性保持部材50は、2点保持に限らず、例えば、第1実施形態、第2実施形態、及び図6A乃至図6Cに示す例に係る2点保持を含む4点保持であってもよい。このような4点保持の導電性保持部材50によれば、第1実施形態、第2実施形態、及び図6A乃至図6Cに示す例と同様の効果を発揮できる。

【0064】

以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。

本発明の一実施形態に係る水晶振動子1では、主面12a, 12bを有する水晶片11と、水晶片11の主面12a, 12bに形成された励振電極14a, 14bと、水晶片11の主面12a, 12bの平面視における第1方向である長手方向及び第1方向に交差する第2方向である短手方向のうち、長手方向の端部側に位置する周縁部110に設けられ、励振電極14a, 14bに電気的に接続された接続電極16a, 16bとを有する、水晶振動素子10と、基板30と、水晶振動素子10の接続電極16a, 16bと基板30との間に設けられ、基板30の上に水晶振動素子10を保持する導電性保持部材50と、を備え、長手方向の周縁部110と励振電極14aとの間の水晶片11の領域には、水晶片11を貫通する貫通穴120が設けられ、導電性保持部材50は、長手方向に沿って周縁部110を跨るように設けられており、水晶片11の長手方向の、周縁部110の両側面である、周縁部110の第1側面111及び貫通穴120の第1壁面121のそれぞれに形成されたフィレット55を有する。

上記構成によれば、小型化を実現しつつ、良好な耐衝撃性及び電気特性を有する水晶振動子を提供することができる。

【0065】

また、上記構成において、水晶片11の厚み方向において、導電性保持部材50のフィレット55の高さは、水晶片11の厚みの1/3以上であってもよい。

上記構成によれば、導電性保持部材のフィレットによる保持力を向上させることができるため、フィレットによる水晶片への保持を確実にすることができる。

【0066】

また、上記構成において、導電性保持部材50は、第1導電性保持部材50aと、第2導電性保持部材50bとを含み、第1導電性保持部材50a及び第2導電性保持部材50bは、第2方向である短手方向に沿って、互いに離間するように周縁部110に設けられてもよい。

上記構成によれば、導電性保持部材による接合面積を広げることが可能になり、接合の安定性及び短手方向の耐衝撃性を向上させることができる。

【0067】

また、上記構成において、貫通穴120は、第2方向である短手方向の一方側にある第2壁面122と、短手方向の他方側にある第3壁面123と、を有し、第1導電性保持部材50aは、第2壁面122に形成されたフィレット55をさらに有し、第2導電性保持部材50bは、第3壁面123に形成されたフィレット55をさらに有してもよい。

上記構成によれば、第2壁面及び第3壁面にフィレットが形成されていない場合に比べて、水晶振動子の短手方向の耐衝撃性を向上させることができるとともに、水晶振動子の小型化を実現することができる。

【0068】

また、上記構成において、第2方向である短手方向の一方側にある第2側面112と、短手方向の他方側にある第3側面113と、を有し、第1導電性保持部材50aは、第2側面112に形成されたフィレット55をさらに有し、第2導電性保持部材50bは、第3側面113に形成されたフィレット55をさらに有してもよい。

上記構成によれば、第2側面及び第3側面にフィレットが形成されていない場合に比べて、より良好な水晶振動子の短手方向の耐衝撃性を得ることができるとともに、水晶振動子の電気特性を向上させることができる。

【0069】

10

20

30

40

50

また、上記構成において、第1導電性保持部材50a及び第2導電性保持部材50bのうち、少なくとも第1導電性保持部材50aは、貫通穴120の第2方向である短手方向の一方側にある第2壁面122に形成されたフィレット55と、周縁部110の短手方向の一方側にある第2側面112に形成されたフィレットと、をさらに有してもよい。

上記構成によれば、第2壁面及び第2側面にフィレットが形成されていない場合に比べて、水晶振動子の短手方向の耐衝撃性の向上を実現できるとともに、導電性保持部材の設置自由度を高めることができる。

【0070】

また、上記構成において、水晶片11の主面12aを平面視するとき、水晶振動素子10及び貫通穴120はそれぞれ矩形状をなしており、水晶振動素子10の長手方向は第1

10

方向に沿って延在しており、貫通穴120の長手方向は第2方向に沿って延在してもよい。

上記構成によれば、良好な耐衝撃性を有する水晶振動子を取得することが可能になる。

【0071】

また、上記構成において、水晶片11の材料は、水晶であってもよい。

上記構成によれば、耐衝撃性及び電気特性の向上を実現できる小型化の水晶振動子を提供することができる。

【0072】

本発明の他の実施形態に係る水晶振動子1の製造方法では、主面12a, 12bを有する水晶片11と、水晶片11の主面12a, 12bに形成された励振電極14a, 14bと、水晶片11の主面12a, 12bの平面視における第1方向である長手方向及び当該第1方向に交差する第2方向である短手方向のうち、長手方向の端部側に位置する周縁部110に設けられ、励振電極14a, 14bに電気的に接続された接続電極16a, 16bとを有し、かつ長手方向の周縁部110と励振電極14aとの間の水晶片11の領域には、水晶片11を貫通する貫通穴120が設けられている、水晶振動素子10を準備する準備工程と、水晶振動素子10の接続電極16a, 16bと基板30との間に導電性接着剤を設ける工程と、導電性接着剤を硬化させて得られる導電性保持部材50によって、水晶振動素子10を基板30に接合する接合工程と、を含み、接合工程は、導電性保持部材50のフィレット55を、周縁部110の長手方向の両側面である、周縁部110の第1側面111及び貫通穴120の第1壁面121のそれぞれに形成することを含む。

20

上記方法によれば、小型化を実現しつつ、良好な耐衝撃性及び電気特性を有する水晶振動子を得ることができる。

30

【0073】

また、上記方法において、接合工程は、水晶片11の厚み方向において、導電性保持部材50のフィレット55の高さを、水晶片11の厚みの1/3以上に形成することを含んでもよい。

上記方法によれば、高い保持力を有する導電性保持部材のフィレットを形成することが可能になり、水晶振動子の耐衝撃性の向上を実現することができる。

【0074】

また、上記方法において、接合工程は、水晶振動素子10の接続電極16a, 16bと基板30との間に、第1方向である長手方向と交差する第2方向である短手方向に沿って、第1導電性保持部材50aと、第1導電性保持部材50aと離間する第2導電性保持部材50bとを形成することを含んでもよい。

40

上記方法によれば、導電性保持部材による接合面積を広げることが可能になり、接合の安定性及び短手方向の耐衝撃性を向上させることができる。

【0075】

また、上記方法において、接合工程は、貫通穴120の第2方向である短手方向の一方側にある第2壁面122に、第1導電性保持部材50aのフィレット55をさらに形成することと、貫通穴120の第2方向である短手方向の他方側にある第3壁面123に、第2導電性保持部材50bのフィレット55をさらに形成することと、を含んでもよい。

上記方法によれば、第2壁面及び第3壁面にフィレットが形成されていない場合に比べ

50

て、水晶振動子の短手方向の耐衝撃性を向上させることができるとともに、水晶振動子の小型化を実現することができる。

【0076】

また、上記方法において、接合工程は、周縁部110の第2方向である短手方向の一方側にある第2側面112に、第1導電性保持部材50aのフィレット55をさらに形成することと、周縁部110の短手方向の他方側にある第3側面113に、第2導電性保持部材50bのフィレット55をさらに形成することと、を含んでもよい。

上記方法によれば、第2側面及び第3側面にフィレットが形成されていない場合に比べて、より良好な水晶振動子の短手方向の耐衝撃性を得ることができるとともに、水晶振動子の良好な電気特性を得ることができる。

10

【0077】

また、上記方法において、接合工程は、少なくとも、貫通穴120の第2方向である短手方向の一方側にある第2壁面122、及び周縁部110の短手方向の一方側にある第2側面112に、第1導電性保持部材50aのフィレット55をさらに形成させることを含んでもよい。

上記方法によれば、第2壁面及び第2側面にフィレットが形成されていない場合に比べて、水晶振動子の短手方向の耐衝撃性の向上を実現できるとともに、導電性保持部材の設置自由度を高めることができる。

【0078】

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、サイズ等は、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。

20

【符号の説明】

【0079】

1...水晶振動子、10...水晶振動素子、11...水晶片、14a, 14b...励振電極、16a, 16b...接続電極、20...蓋部材、30...基板、50...導電性保持部材、110...周縁部、111...第1側面、120...貫通穴、121...第1壁面

30

40

50

【 図 5 】

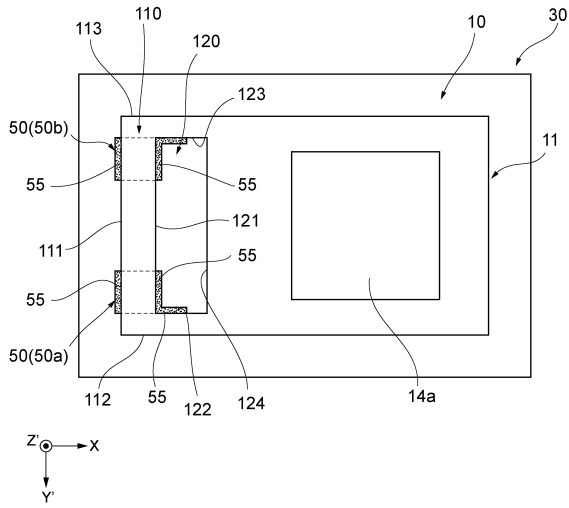


図 5

【 図 6 A 】

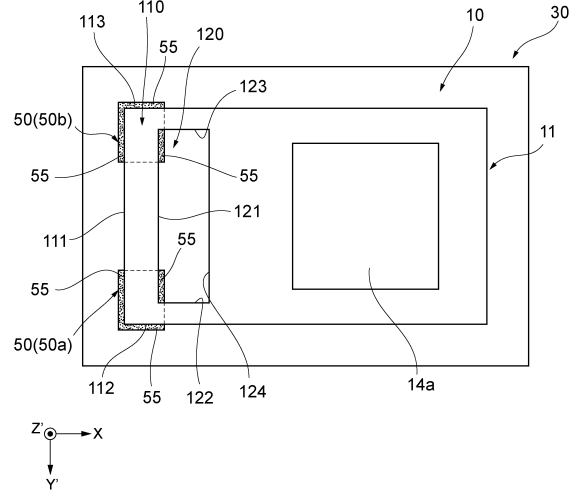


図 6 A

10

【 図 6 B 】

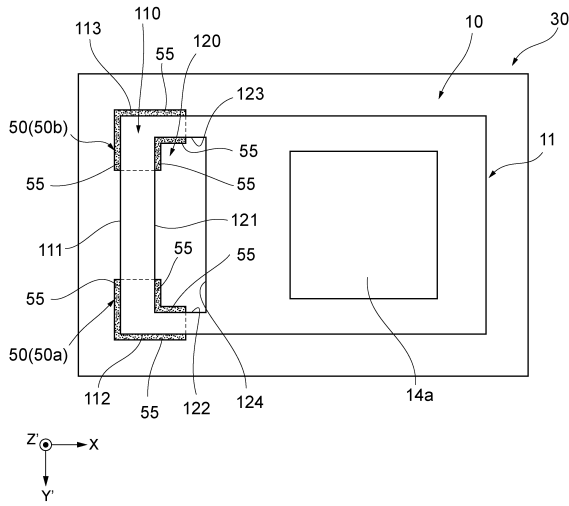


図 6 B

【 図 6 C 】

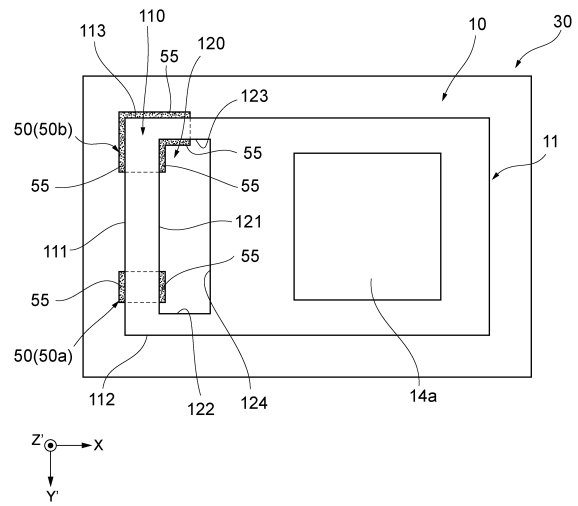


図 6 C

20

30

40

50

フロントページの続き

株式会社村田製作所内

審査官 高橋 徳浩

(56)参考文献 特開2009-105776(JP,A)

特開2013-042425(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H03H3/007 - H03H3/10

H03H9/00 - H03H9/76