

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-141368

(P2021-141368A)

(43) 公開日 令和3年9月16日(2021.9.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO3H 9/19 (2006.01)</b>	HO3H 9/19 L	5J108
<b>HO3H 9/215 (2006.01)</b>	HO3H 9/215	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2020-35197(P2020-35197)  
 (22) 出願日 令和2年3月2日(2020.3.2)

(71) 出願人 000149734  
 株式会社大真空  
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138  
 9番地  
 (72) 発明者 福島 淳史  
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138  
 9番地 株式会社大真空内  
 Fターム(参考) 5J108 AA02 BB02 CC06 DD05 EE03  
 EE07 EE14 FF09 FF13 GG03  
 GG09 GG15 GG16

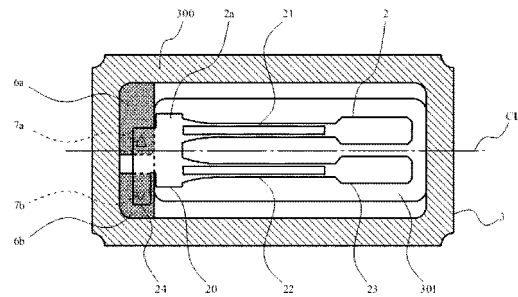
(54) 【発明の名称】 圧電デバイス

(57) 【要約】

【課題】 小型化に対応しつつ、発振周波数の変動を抑制した圧電デバイスを提供することを目的とする。

【解決手段】 音叉型圧電振動片2は、基部20の他端側であって基部20の幅方向における中央側に設けられた第1金属バンプ7aと、突出部24の先端側に設けられた第2金属バンプ7bとを介して、容器3の搭載パッド6a, 6bと接合されている。第1金属バンプ7aと第2金属バンプ7bは、平面視において同一形状に形成され、かつ対向辺を有している。第1金属バンプ7aと第2金属バンプ7bは、前記対向辺から、基部20の幅方向の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少している。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

音叉型圧電振動片が、容器に設けられた 2 つの搭載パッドに金属バンプを介して導電接合された圧電デバイスであって、

前記音叉型圧電振動片は、基部と、当該基部の一端側から第 1 方向に伸びる一对の振動腕と、前記基部の他端側から前記第 1 方向と直交する第 2 方向の一方に伸びる突出部を備え、

前記音叉型圧電振動片は、前記基部の前記他端側であって前記第 2 方向における中央側に設けられた第 1 金属バンプと、前記突出部の先端側に設けられた第 2 金属バンプとを介して前記 2 つの搭載パッドと接合され、

前記第 1 金属バンプと前記第 2 金属バンプは、平面視において同一形状に形成され、かつ対向辺を有するとともに、前記対向辺から前記第 2 方向の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少していることを特徴とする圧電デバイス。

## 【請求項 2】

前記第 1 金属バンプは、前記第 2 金属バンプよりも平面視における面積が大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の圧電デバイス。

## 【請求項 3】

前記第 1 金属バンプと前記第 2 金属バンプが平面視略三角形に形成され、当該三角形の底辺同士が対向していることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は圧電デバイスに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

移動体通信機器等の小型化に伴い、これに実装される水晶振動子等の圧電デバイスも小型化が進んでいる。例えば小型化に対応した表面実装型の音叉型水晶振動子は、音叉型水晶振動片と、これを収容する凹部を備えた絶縁基体（容器）と、当該容器との接合によって前記凹部内に音叉型水晶振動片を気密封止する蓋とが主要な構成部材となっている。

## 【0003】

前記音叉型水晶振動片を、前記容器の凹部に設けられた搭載パッドの上に、金属バンプを介して超音波接合する場合、微小領域で確実な導電接合が行えることから水晶振動子の小型化に適している（例えば略直方体状の水晶振動子の平面視の外形寸法が、長辺方向が 1.6 mm で、短辺方向が 1.0 mm）。このような接合形態の水晶振動子は、例えば特許文献 1 乃至 2 に開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特許第 5660162 号

【特許文献 2】特許第 5804029 号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献 1 乃至 2 における音叉型水晶振動片は、基部と、当該基部の一端側から同一方向に伸びる一对の振動腕と、前記基部から突出した接合部を備えている。前記接合部は、当該接合部の基端部を一辺とする平面視 L 字状に形成されている。前記接合部の基端部および先端部は、容器の搭載パッドと接合される接合領域となっている。これらの接合領域には、平面視形状が円形や楕円形の金属バンプが形成されている。

## 【0006】

10

20

30

40

50

前記音叉型水晶振動子は、前記容器の外底面に形成された外部接続端子が、半田を介して外部基板と接合されることによって実装される。そのため前記容器には、外部基板に実装された電子部品等からの熱や周辺環境等の熱により、膨張に伴う応力が発生する。特にリフローなどの短時間で急激な温度上昇が生じる環境下では、前記応力の影響が大きくなり、当該応力が音叉型水晶振動片に伝わることによって、発振周波数の変動（低下）が生じることがある。このことを次に説明する。

【0007】

図13は従来の音叉型水晶振動子を示す図である。図13では水晶振動片2と容器31との間に介在する、平面視で楕円形の2つのパンプの位置を実線で透過表示している。容器31は平面視略矩形であり、前述した熱の影響により、その短辺の伸長方向（図13の左側に示す上下方向）に膨張した場合、これに追従するように搭載パッド17a, 17bと金属パンプ18a, 18bとの各接合部には、2つの金属パンプ18a, 18bの間隔が拡大する方向に力が加わる。そのため音叉型水晶振動片2と金属パンプ18a, 18bとの各接合部には、基部20の幅方向（図13における上下方向）の内側（図13に示す対向する内向き矢印）に向かって応力が働くことになる。

10

【0008】

このように基部20の他端側（図13における基部20の左端側）において基部20の幅方向の内側に向かって応力が働くことによって、一对の振動腕21, 22の先端側には、両外側に開く方向（図13に示す背向する外向き矢印）に力が加わる。これにより、実質的に振動腕の長さが延長されたことと等価となり（振動腕の疑似的な延伸）、音叉型水晶振動子の発振周波数が低下することになると考えられる。これは音叉型水晶振動片の発振周波数が、振動腕の長さの二乗に反比例するためである。

20

【0009】

以上のような容器の膨張に伴う音叉型水晶振動子の発振周波数の低下は、図13における2つの金属パンプ18a, 18bの形状が要因と考えられる。すなわち、金属パンプ18a, 18bが平面視で楕円形となっているため、容器31の膨張に伴って発生する、音叉型水晶振動片2と金属パンプ18a, 18bとの各接合部に働く応力が各パンプ内で均一となり、当該応力が音叉型水晶振動片2の基部側に伝搬し易いことに因るものと考えられる。

【0010】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、小型化に対応しつつ、発振周波数の変動を抑制した圧電デバイスを提供することを目的とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために請求項1に係る発明は、音叉型圧電振動片が、容器に設けられた2つの搭載パッドに金属パンプを介して導電接合された圧電デバイスであって、前記音叉型圧電振動片は、基部と、当該基部の一端側から第1方向に伸びる一对の振動腕と、前記基部の他端側から前記第1方向と直交する第2方向の一方に伸びる突出部を備え、前記音叉型圧電振動片は、前記基部の前記他端側であって前記第2方向における中央側に設けられた第1金属パンプと、前記突出部の先端側に設けられた第2金属パンプとを介して前記2つの搭載パッドと接合され、前記第1金属パンプと前記第2金属パンプは、平面視において同一形状に形成され、かつ対向辺を有するとともに、前記対向辺から前記第2方向の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少していることを特徴とする。

40

【0012】

上記発明によれば、前記第1金属パンプと前記第2金属パンプとが同一形状であることによって、音叉型圧電振動片と各パンプとの接合部に働く応力のバランスを保つことができる。さらに、前記第1金属パンプと前記第2金属パンプが、対向辺から前記第2方向（基部の幅方向）の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少しているため、金

50

属バンブ内において対向辺側がより強く接合される。これにより、容器の膨張に伴う基部の他端側の変形（基部の幅方向の中央側への収縮）が抑制されるため、一对の振動腕の先端側が外側に開こうとする力が弱められる。その結果、振動腕の疑似的な延伸が抑制されるため発振周波数の低下を抑制することができる。

【0013】

また、上記目的を達成するために請求項2に係る発明は、前記第1金属バンブは、前記第2金属バンブよりも平面視における面積が大きいことを特徴とする。

【0014】

上記発明によれば、前記第1金属バンブが、前記第2金属バンブよりも平面視の面積が大きいこと、基部の幅方向の中央側が相対的に強く接合される。これにより、容器の膨張に伴う基部の他端側の変形が抑制されるため、一对の振動腕の先端側が外側に開こうとする力が弱められる。その結果、振動腕の疑似的な延伸が抑制されるため発振周波数の低下をより抑制することができる。

10

【0015】

また、上記目的を達成するために請求項3に係る発明は、前記第1金属バンブと前記第2金属バンブが平面視略三角形に形成され、当該三角形の底辺同士が対向していることを特徴とする。

【0016】

上記発明によれば、前記第1金属バンブと前記第2金属バンブが平面視略三角形に形成され、当該三角形の底辺同士が対向していることによって、これらの底辺から第2方向の両外側に離間するにつれて、前記第1金属バンブと前記第2金属バンブの平面視における面積が連続的に減少する。これにより、発振周波数の低下をより抑制することができる。

20

【発明の効果】

【0017】

以上のように本発明によれば、小型化に対応しつつ、発振周波数の変動を抑制した圧電デバイスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係る水晶振動子の断面模式図

【図2】本発明の実施形態に係る水晶振動子の蓋を開放した状態の上面模式図

30

【図3】本発明の実施形態に係る水晶振動片の一主面側から見た模式図

【図4】本発明の実施形態に係る水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図5】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図6】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図7】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図8】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図9】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図10】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図11】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

【図12】本発明の他の適用例を示す水晶振動片の他主面側から見た模式図

40

【図13】従来の音叉型水晶振動子の蓋を開放した状態の上面模式図

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態を圧電デバイスとして音叉型水晶振動子を例に挙げ、図1乃至4に基づいて説明する。なお、図1では音叉型水晶振動片に形成される各種電極の記載は省略している。また図2では、説明の便宜上、音叉型水晶振動片と容器との間に介在する第1バンブおよび第2バンブの位置を実線で透過表示している。図3においては、参考として第1バンブおよび第2バンブの輪郭を破線で表示している。

【0020】

本実施形態における音叉型水晶振動子1（以下、水晶振動子1と略）は、略直方体状の

50

パッケージ構造からなる表面実装型の水晶振動子である。本実施形態では、その平面視の外形寸法は長辺が1.6mmで、短辺が1.0mmとなっている。なお、水晶振動子の平面視の外形寸法は当該寸法に限定されるものではないが、同寸法以下の小型の水晶振動子に対して好適である。

**【0021】**

本発明の実施形態に係る水晶振動子1は、図1に示すように、音叉型水晶振動片2（以下、水晶振動片2と略）が絶縁材料からなる容器3の凹部5に収容された後、平板状の蓋4が凹部5を覆うように容器3の開口端に接合されることによって、水晶振動片2が内部空間8に気密に封止される。容器3と蓋4とは、図示しない封止材を介して接合される。

**【0022】**

容器3はアルミナ等のセラミックを主体とした絶縁材料から成る箱状体であり、本実施形態においては、3枚のセラミックグリーンシート3a, 3b, 3cを積層して一体焼成することによって成形されている（図1参照）。容器3は棒状の堤部30の内側に平面視矩形形状の凹部5を有している。そして図1乃至2に示すように、セラミックグリーンシート3aの上面301に、中間層となるセラミックグリーンシート3bが凹部5に向かって張り出しており、その一部は水晶振動片2が搭載される段部を構成している。堤部30の上面300には図示しない封止材が平面視で棒状に形成されており、前記封止材は蓋4の外周部分と対応している。

**【0023】**

図2に示すように、平面視矩形形状の凹部5の一短辺に沿った段部の上面には、水晶振動片2と導電接合される2つの搭載パッド6a, 6bが、互いに隙間を空けた状態で並列して形成されている。2つの搭載パッド6a, 6bは、図示しない内部配線およびビアを介して容器3の外底面302の両端に設けられた2つの外部接続端子9, 9（図1では2つのみ図示）と各々電氣的に接続されている。これら2つの搭載パッド6a, 6bは互いに異極となっている。

**【0024】**

本実施形態では2つの搭載パッド6a, 6bは、タングステンメタライズ層の上面に金をメッキ等の手法を用いて積層することによって形成されている。なお前記メタライズ層として、タングステンの代わりにモリブデンを用いてもよい。

**【0025】**

蓋4はコパールを基体とする平面視矩形形状の金属製の蓋体であり、当該蓋4の表裏面にはニッケルメッキ層が形成されている。また蓋4の容器3との接合面側には、前記ニッケルメッキ層の上に金属からなる口ウ材が全面に亘って形成されている。本実施形態では前記口ウ材として銀口ウが使用されている。

**【0026】**

次に本実施形態における水晶振動片について図3乃至4を参照しながら説明する。なお説明の便宜上、水晶振動片2の対向する2つの主面（2a, 2b）のうち、容器3に搭載される際に搭載パッド6a, 6bに対面する側の主面を裏面2bとし、裏面2bに対向する反対側の主面を表面2aとして説明する。図3は水晶振動片2の表面側（2a）から見た平面図を、図4は水晶振動片2の裏面側（2b）から見た平面図をそれぞれ表している。なお図3では参考として、第1パンプおよび第2パンプの輪郭を破線で表示している。

**【0027】**

図3乃至4に示すように、水晶振動片2は音叉形状の人工水晶であり、基部20と、当該基部20の一端側201から並列して同一方向（図3, 4に示す+Y軸方向）に伸びる一对の振動腕21, 22と、基部20の一端側201と対向する他端側202から基部20の幅方向の一方（図3, 4に示す+X軸方向）に伸びる突出部24を備えている。なお、一对の振動腕21, 22が伸長する方向を「第1方向」と定義し、人工水晶の結晶軸のY軸方向（あるいはY軸から数°傾斜したY'方向でもよい）と同一方向としている。また、前記第1方向と直交する方向を「第2方向」と定義し、人工水晶の結晶軸のX軸方向と同一方向としている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 8 】

一对の振動腕 2 1 , 2 2 の各々の先端側には、振動腕 2 1 , 2 2 の腕幅（第 2 方向における腕の寸法）よりも幅広となる幅広部 2 3 , 2 3（錘部）が形成されている。幅広部 2 3 , 2 3 は、振動腕の伸長方向（第 1 方向）に向かって漸次拡幅する拡幅部（符号省略）を介して、振動腕 2 1 , 2 2 の先端部分と一体で成形されている。すなわち、前記拡幅部と幅広部 2 3 , 2 3 とは、振動腕と一体で成形されている。なお幅広部 2 3 , 2 3 の各々の先端側の各隅部は面取り状（C 面状）に加工されている。振動腕 2 1 , 2 2 と拡幅部と幅広部 2 3 , 2 3 は、対向する一对の主面 2 a , 2 b と対向する一对の側面（符号省略）を有している。

## 【 0 0 2 9 】

一对の振動腕 2 1 , 2 2 の各々の表裏主面には、等価直列抵抗値（Crystal Impedance。以下、CI 値と略）をより低下させる目的で、長溝が形成されている。具体的には、振動腕 2 1 の表裏主面には、長溝 G 1 と長溝 G 3 とが互いに対向するように形成され、振動腕 2 2 の表裏主面には、長溝 G 2 と長溝 G 4 とが互いに対向するように形成されている。長溝 G 1 ~ G 4 は、一对の振動腕 2 1 , 2 2 の各々の表裏主面に所定の深さで形成されており、その一端側が基部 2 0 の一端側 2 0 1 の領域まで延長され、その他端側が振動腕と拡幅部との境界に対して振動腕の付け根側まで形成されている。長溝 G 1 ~ G 4 は、振動腕 2 1 , 2 2 の伸長する第 1 方向に沿った長手方向と、振動腕 2 1 , 2 2 が並列する第 2 方向に沿った短手方向とを有している。なお、長溝 G 1 ~ G 4 が存在する振動腕の領域が振動部を構成している。

## 【 0 0 3 0 】

前述した水晶振動片 2 の外形は、1 枚の水晶ウエハからフォトリソグラフィ技術とウェットエッチングを用いて一括同時に多数個が成形される。

## 【 0 0 3 1 】

水晶振動片 2 には、異電位で構成された第 1 の励振電極 2 5 および第 2 の励振電極 2 6 と、第 1 の励振電極 2 5 と第 2 の励振電極 2 6 の各々から引回し電極（後述）を經由して引き出された引出電極 2 7 , 2 8 とが形成されている。

## 【 0 0 3 2 】

一对の振動腕 2 1 , 2 2 の表裏主面に形成される第 1 および第 2 の励振電極 2 5 , 2 6 の一部は、一对の振動腕 2 1 , 2 2 の長溝 G 1 ~ G 4 の内部の全体に及んで形成されている。前記長溝を形成することにより、水晶振動片を小型化しても一对の振動腕 2 1 , 2 2 の電界効率が高まり、良好な CI 値を得ることができる。なお、一对の振動腕の長溝 G 1 ~ G 4 の内部の一部の領域だけに、第 1 および第 2 の励振電極だけが形成されていてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

第 1 の励振電極 2 5 は、一方の振動腕 2 1 の表裏主面と、引回し電極（符号省略）を經由して他方の振動腕 2 2 の外側面と内側面とに形成されている。同様に、第 2 の励振電極 2 6 は、他方の振動腕 2 2 の表裏主面と、引回し電極（符号省略）を經由して一方の振動腕 2 1 の外側面と内側面とに形成されている。

## 【 0 0 3 4 】

基部 2 0 に形成された引出電極 2 7 により、他方の振動腕 2 2 の外側面と内側面の各々に形成された第 1 の励振電極 2 5 と、引回し電極（符号省略）を經由して、一方の振動腕 2 1 の表裏主面に形成された第 1 の励振電極 2 5 とが接続されている。同様に、基部 2 0 に形成された引出電極 2 8 により、一方の振動腕 2 1 の外側面と内側面の各々に形成された第 2 の励振電極 2 6 と、引回し電極（符号省略）を經由して、他方の振動腕 2 2 の表裏主面に形成された第 2 の励振電極 2 6 とが接続されている。

## 【 0 0 3 5 】

引出電極 2 7 , 2 8 は、水晶振動片 2 の表面 2 a においては、図 3 に示すように基部 2 0 の一端側 2 0 1 から縮幅部 2 0 4 まで引き出されている。一方、水晶振動片 2 の裏面 2 b においては、引出電極 2 7 , 2 8 は図 4 に示すように基部 2 0 の一端側 2 0 1 から他端

10

20

30

40

50

側 2 0 2 および突出部 2 4 の先端側まで引き出されている。そして、水晶振動片 2 の裏面 2 b における基部 2 0 の基端部 2 4 1 と突出部 2 4 の先端部 2 4 2 の各領域は、容器 3 の搭載パッド 6 a , 6 b と各々電気機械的に接続される接続電極 2 8 1 , 2 7 1 となっている。

【 0 0 3 6 】

幅広部 2 3 , 2 3 を構成する一对の主面と一对の側面の全ての面には、前述した引回し電極が各々形成されている。本実施形態において引回し電極は、幅広部 2 3 の全周（一对の主面と一对の側面）と、振動腕 2 1 , 2 2 の拡幅部寄りの部位の全周とに形成されている。

【 0 0 3 7 】

前述した第 1 および第 2 の励振電極 2 5 , 2 6 や引出電極 2 7 , 2 8 、引回し電極（符号省略）は、水晶基材上にクロム（Cr）層が形成され、このクロム層の上に金（Au）層が積層された層構成となっている。これらの金属膜は、真空蒸着法やスパッタリング等によって水晶ウエハの主面全体に成膜された後、フォトリソグラフィ技術とメタルエッチングによって所望のパターンに一括同時に成形されている。なお前記各種電極の層構成は、クロム層の上に金属が形成された層構成に限らず、他の層構成であってもよい。

10

【 0 0 3 8 】

本発明の実施形態では、幅広部 2 3 を構成する面のうち一主面のみ（表面 2 a ）に周波数調整用金属膜 W（周波数調整用錘）が形成されている（図 3 参照）。この周波数調整用金属膜 W の質量を、レーザービームやイオンビーム等のビーム照射によって削減することによって水晶振動片 2 の発振周波数が微調整される。

20

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、基部 2 0 の他端側 2 0 2 であって第 2 方向における中央側には、第 1 金属パンプ 7 a が設けられている。具体的には、第 1 金属パンプ 7 a は、接続電極 2 7 1 の上面であって、基部 2 0 の幅方向（第 2 方向）の中心を通り、一对の振動腕の伸長方向（第 1 方向）に沿う仮想中心線 C L に近接する位置に形成されている。なお、第 1 金属パンプを仮想中心線 C L 上に設けるようにしてもよい。一方、突出部 2 4 の先端側には、第 2 金属パンプ 7 b が第 1 金属パンプ 7 a から離間して設けられている。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、第 1 金属パンプ 7 a および第 2 金属パンプ 7 b は、電解めっき法によって形成された、めっきパンプとなっている。そして、水晶振動片 2 と搭載パッド 6 a , 6 b との導電接合は、FCB法（Flip Chip Bonding）によって行われている。

30

【 0 0 4 1 】

第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b は、平面視において同一形状となっている。具体的には、第 1 と第 2 の金属パンプ 7 a , 7 b の平面視形状は二等辺三角形となっている。ここで、第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b は、二等辺三角形の底辺 7 a 2 と底辺 7 b 2 とが対向するように形成されている。すなわち、第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b は、対向辺（底辺 7 a 2 , 7 b 2 ）から第 2 方向の両外側（- X 軸方向、+ X 軸方向）に離間するにつれて、平面視における面積が減少している。

40

【 0 0 4 2 】

本実施形態において第 1 金属パンプ 7 a は、第 2 金属パンプ 7 b よりも平面視における面積が大きく形成されている。具体的には、第 1 金属パンプ 7 a の平面視の面積が、第 2 金属パンプ 7 b の平面視の面積の 2 倍以上、3 倍以下となるように形成されている。なお、第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b は、平面視で同じ面積で形成されていてもよい。また、本実施形態では第 1 金属パンプと第 2 金属パンプの平面視形状は二等辺三角形であったが、正三角形や直角三角形であってもよい。

【 0 0 4 3 】

本発明の実施形態によれば、第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b とが同一形状であることによって、水晶振動片 2 と各パンプ 7 a , 7 b との接合部に働く応力のバランス

50

を保つことができる。さらに、第1金属バンプ7aと第2金属バンプ7bが、対向辺(底辺7a2, 7b2)から第2方向の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少しているため、第1金属バンプ7aおよび第2金属バンプ7bの内部において対向辺側がより強く接合される。これにより、容器3の膨張に伴う基部20の他端側202の変形(基部20の幅方向の中央側への収縮)が抑制されるため、一对の振動腕21, 22の先端側(幅広部23, 23)が外側に開こうとする力が弱められる。その結果、振動腕の疑似的な延伸が抑制されるため発振周波数の低下を抑制することができる。

#### 【0044】

また、本発明の実施形態によれば、第1金属バンプ7aが、第2金属バンプ7bよりも平面視の面積が大きいため、基部20の幅方向(第2方向)の中央側が相対的に強く接合される。これにより、容器2の膨張に伴う基部20の他端側202の変形(基部20の幅方向の中央側への収縮)が抑制されるため、一对の振動腕21, 22の先端側が外側に開こうとする力が弱められる。その結果、振動腕の疑似的な延伸が抑制されるため発振周波数の低下をより抑制することができる。

#### 【0045】

さらに本発明の実施形態によれば、第1金属バンプ7aと第2金属バンプ7bが平面視二等辺三角形に形成され、当該三角形の底辺7a2, 7b2同士が対向していることによって、これらの対向辺(底辺7a2, 7b2)から第2方向の両外側(-X軸方向、+X軸方向)に離間するにつれて、第1金属バンプ7aと第2金属バンプ7bの平面視における面積が連続的に減少する。これにより、水晶振動片2とバンプ7a, 7bとの各接合部に働く応力を連続的に変化させることができる。これにより、水晶振動子1の発振周波数の低下をより抑制することができる。

#### 【0046】

本発明の実施形態では、第1金属バンプと第2金属バンプの平面視の形状を二等辺三角形としたが、本発明の他の適用例とし、第1金属バンプと第2金属バンプの平面視の形状を図5乃至6に示す形状としてもよい。なお図5乃至6および、後述する図7乃至11は、基部および突出部を拡大した水晶振動片の他主面側(裏面側)から見た平面図となっており、音叉型水晶振動片2の結晶軸の方向や、音叉型水晶振動片2に形成される各種電極は図4と同一であるためその表示を省略している。また、前述した本発明の実施形態と同一の構成については同一の符号を用いて表示し、その説明を割愛する。

#### 【0047】

図5に示す適用例では、第1金属バンプ10aと第2金属バンプ10bの平面視の形状が半楕円となっている。一方、図6に示す適用例では、第1金属バンプ11aと第2金属バンプ11bの平面視の形状が台形となっている。

#### 【0048】

これらの形状であっても、各金属バンプにおける対向辺から、第2方向の両外側(-X軸方向、+X軸方向)に離間するにつれて、第1金属バンプと第2金属バンプの平面視における面積が連続的に減少している。これにより、水晶振動片2と第1金属バンプと第2金属バンプとの各接合部に働く応力を連続的に変化させることができる。これにより、水晶振動子の発振周波数の低下を抑制することができる。

#### 【0049】

さらに本発明の他の適用例として、第1金属バンプと第2金属バンプの平面視の形状を図7乃至11に示すような形状にしてもよい。図7乃至11における第1金属バンプ(12a、13a、14a、15a、16a)および第2金属バンプ(12b、13b、14b、15b、16b)は、いずれも平面視における面積が段階的に減少している。

#### 【0050】

これらの形状であっても、各金属バンプにおける対向辺から、第2方向の両外側(-X軸方向、+X軸方向)に離間するにつれて、第1金属バンプと第2金属バンプの平面視における面積が不連続に減少する。これにより、水晶振動片2と第1金属バンプと第2金属バンプとの各接合部に働く応力を段階的に変化させることができる。これにより、水晶振

10

20

30

40

50



動子 1 の発振周波数の低下を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

前述した本発明の実施形態や他の適用例に係る音叉型水晶振動片では、基部に貫通孔が形成されていない構成となっている。本発明はこのような構成の圧電振動片だけでなく、図 1 2 に示すように基部 1 9 0 の一端側 1 9 1 寄りであって、仮想中心線 C L に対して線対称となる位置の各々に貫通孔 H (スルーホール) が形成された構成の圧電振動片であっても適用可能である。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 は、基部 1 9 0 および突出部 1 9 3 を拡大した音叉型水晶振動片 1 9 (以下、水晶振動片 1 9 と略) の他主面側 (裏面側) から見た平面図となっており、水晶振動片 1 9 の結晶軸の方向や、水晶振動片 1 9 に形成される各種電極は図 4 と同一であるため、その表示を省略している。また、前述した本発明の実施形態と同一の構成については同一の符号を用いて表示し、その説明を割愛する。また、図 1 2 においても水晶振動片 1 9 に形成される各種電極は図 4 と同一であるため、その表示を省略している。

10

【 0 0 5 3 】

貫通孔 H の内壁面には図示しない金属膜が被着されており、当該金属膜を介して基部 1 9 0 の表裏の引出電極間の電気的な接続がなされている。基部に一对の貫通孔が形成された音叉型水晶振動片の場合、当該貫通孔が形成されていない音叉型水晶振動片に比べて基部の剛性が低下するため、容器の膨張に伴う基部の他端側の変形 (基部の幅方向の中央側への収縮) が相対的に生じやすくなる。そのため、一对の振動腕の先端側が外側に開こうとする力が大きくなる。

20

【 0 0 5 4 】

これに対して、図 1 2 に示す本発明の構成によれば、第 1 金属パンプ 7 a と第 2 金属パンプ 7 b によって容器の膨張に伴う基部 1 9 0 の他端側 1 9 2 の変形が抑制されるため、一对の振動腕の先端側が外側に開こうとする力が弱められる。その結果、振動腕の疑似的な延伸が抑制されるため発振周波数の低下を抑制することができる。本発明は、図 1 2 に示すような基部に貫通孔が形成された小型の音叉型圧電振動片に対しても好適である。

【 0 0 5 5 】

本発明に係る第 1 金属パンプと第 2 金属パンプの平面視の形状は、図 4 乃至 1 2 の形状に限定されるものではない。すなわち、第 1 金属パンプと第 2 金属パンプとが、平面視において同一形状で、対向辺から第 2 方向の両外側に離間するにつれて平面視における面積が減少している形状であれば、前述した本発明の実施形態以外および他の適用例以外の形状であってもよい。

30

【 0 0 5 6 】

本発明の実施形態では、音叉型水晶振動片のみが容器に搭載された音叉型水晶振動子を例に挙げたが、音叉型水晶振動片と、音叉型水晶振動片と発振回路を構成する回路素子 (IC) とが容器に収容された圧電発振器であっても本発明は適用可能である。

【 0 0 5 7 】

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の実施の形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

40

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 8 】

圧電デバイスの量産に適用できる。

【符号の説明】

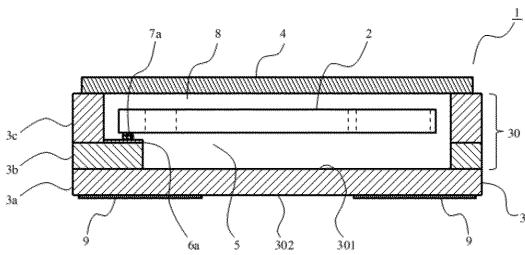
【 0 0 5 9 】

- 1 音叉型水晶振動子
- 2、1 9 音叉型水晶振動片

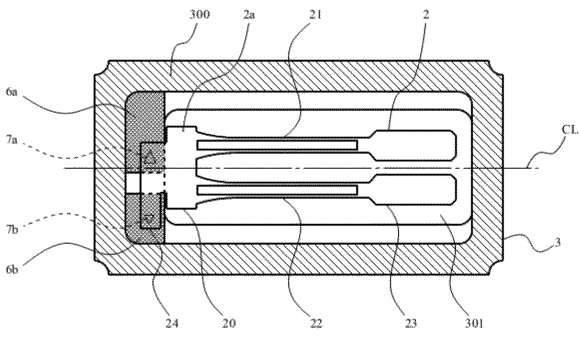
50

- 20、190 基部
- 21、22 振動腕
- 24、193 突出部
- 3 容器
- 6a、6b 搭載パッド
- 7a、10a、11a、12a、13a、14a、15a、16a 第1金属バンプ
- 7b、10b、11b、12b、13b、14b、15b、16b 第2金属バンプ

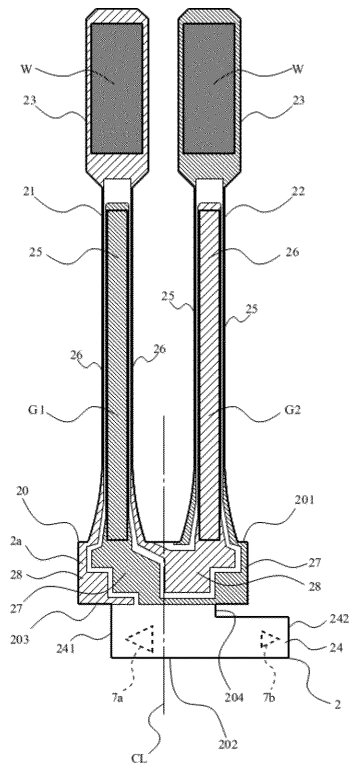
【図1】



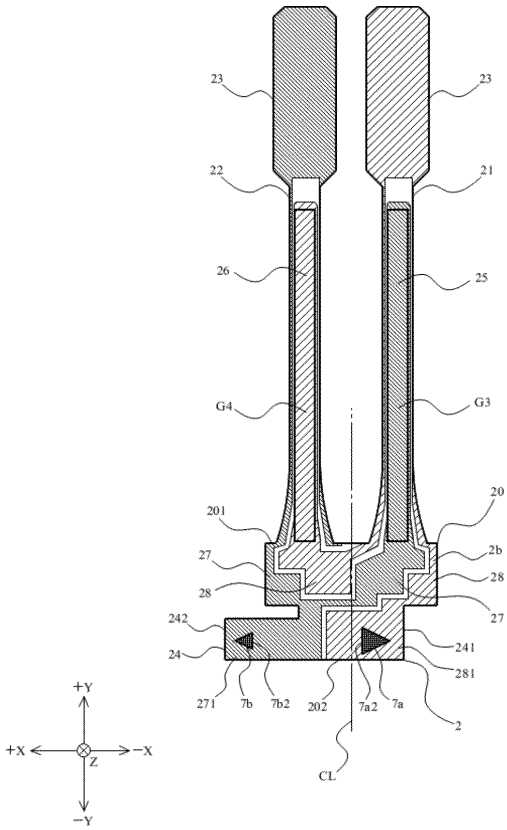
【図2】



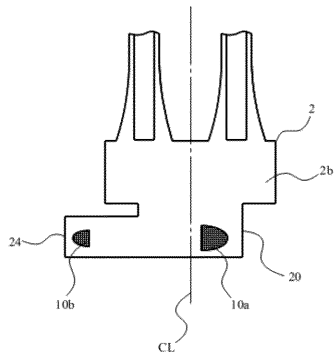
【図3】



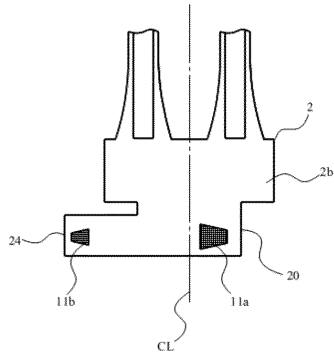
【 図 4 】



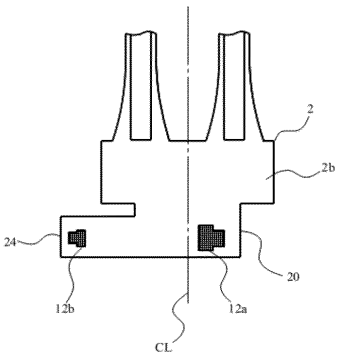
【 図 5 】



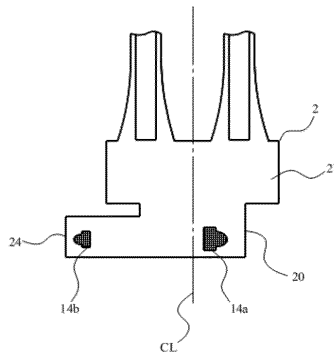
【 図 6 】



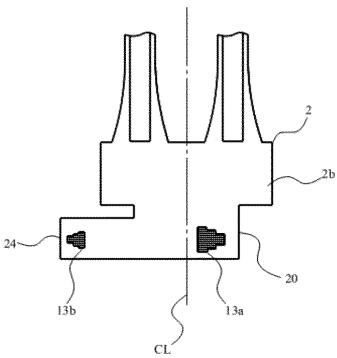
【 図 7 】



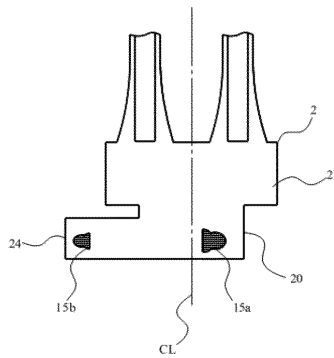
【 図 9 】



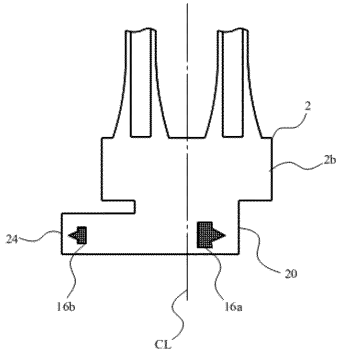
【 図 8 】



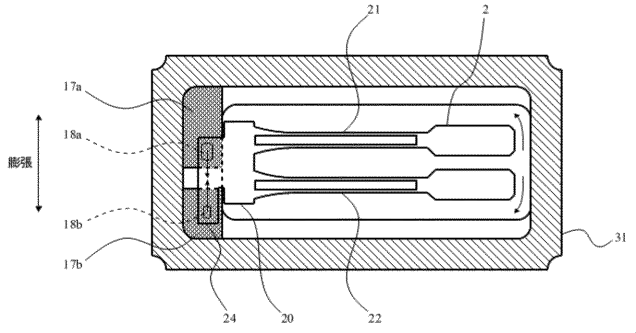
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 3 】



【 図 1 2 】

