

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6216213号
(P6216213)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int.Cl.		F I			
HO3H	9/19	(2006.01)	HO3H	9/19	J
HO3H	9/10	(2006.01)	HO3H	9/10	
HO3H	9/02	(2006.01)	HO3H	9/02	L

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-224719 (P2013-224719)	(73) 特許権者	713005174
(22) 出願日	平成25年10月29日(2013.10.29)		エスアイアイ・クリスタルテクノロジー株式会社
(65) 公開番号	特開2015-88866 (P2015-88866A)		千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目8番地
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)	(74) 代理人	100142837
審査請求日	平成28年8月8日(2016.8.8)		弁理士 内野 則彰
		(72) 発明者	市村 直也
			千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 エスアイアイ・クリスタルテクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	田村 正典
			千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 エスアイアイ・クリスタルテクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動片、及び圧電振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

幅方向に並んで配置された一対の振動腕部と、
前記一対の振動腕部の間に配置された支持腕部と、
前記一対の振動腕部と前記支持腕部とが接続された基部と、
前記支持腕部に設けられたマウント部と、
を備え、
前記支持腕部の長手方向において、前記マウント部と前記基部との間には底面を有する溝部が形成されており、

前記溝部は前記支持腕部の長手方向において重ならない表面溝部と裏面溝部を有し、前記溝部の少なくとも一部は、前記マウント部に形成されていることを特徴とする圧電振動片。

10

【請求項 2】

前記溝部は、前記支持腕部の幅方向の全体にわたって形成されている、請求項 1 に記載の圧電振動片。

【請求項 3】

前記溝部は、前記支持腕部の前記基部側に形成されている請求項 1 または 2 に記載の圧電振動片。

【請求項 4】

前記一対の振動腕部には、前記溝部と略同一な深さを有する溝部が形成されている請求

20

項 1 から 3 のいずれか一項に記載の圧電振動片。

【請求項 5】

前記支持腕部の質量は、前記一对の振動腕部のうちの一つの前記振動腕部の質量以上である、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の圧電振動片。

【請求項 6】

ベース部材と、前記ベース部材に重ね合わされて接合されると共に前記ベース部材との間に気密封止されたキャビティを形成するリッド部材と、を有するパッケージと、

前記ベース部材における実装面にマウントされ、前記キャビティ内に収容された請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の圧電振動片と、を備えることを特徴とする圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動片、及び圧電振動子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や携帯情報端末機器には、時刻源や制御信号等のタイミング源、リフレンス信号源等として水晶等を利用した圧電振動子が用いられている。この種の圧電振動子は、様々なものが知られており、例えば、その一つとして、一对の振動腕部の端部を連結する基部から、一对の振動腕部の間に振動腕部と同じ方向に延びる支持腕部を備えた圧電振動片を有するものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 2 5 9 8 4 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような圧電振動片は、支持腕部に設けられたマウント部を介して、パッケージのベース基板上に設置される。そのため、振動腕部の振動がベース基板と接触するマウント部からベース基板に漏れてしまうという問題があった。

30

【0005】

本発明の一つの態様は、上記問題点に鑑みて成されたものであって、実装した際に、振動腕部の振動がパッケージに漏れることを抑制できる圧電振動片、及びそのような圧電振動片を備えた圧電振動子を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の圧電振動片の一つの態様は、幅方向に並んで配置された一对の振動腕部と、前記一对の振動腕部の間に配置された支持腕部と、前記一对の振動腕部と前記支持腕部とが接続された基部と、前記支持腕部に設けられたマウント部と、を備え、前記支持腕部の長手方向において、前記マウント部と前記基部との間には溝部が形成されていることを特徴とする。

40

【0007】

前記溝部は、前記支持腕部の幅方向の全体に亘って形成されている構成としてもよい。

【0008】

前記溝部の少なくとも一部は、前記マウント部に形成されている構成としてもよい。

【0009】

前記溝部は、前記支持腕部の根元近傍に形成されている構成としてもよい。

【0010】

前記一对の振動腕部には、前記溝部と略同一な深さを有する溝部が形成されている構成としてもよい。

50

【 0 0 1 1 】

前記支持腕部の質量は、前記一对の振動腕部のうちの一つの前記振動腕部の質量以上である構成としてもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の圧電振動子の一つの態様は、ベース部材と、前記ベース部材に重ね合わされて接合されると共に前記ベース部材との間に気密封止されたキャビティを形成するリッド部材と、を有するパッケージと、前記ベース部材における実装面にマウントされ、前記キャビティ内に収容された上記の圧電振動片と、を備えることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明の一つの態様によれば、実装した際に、振動腕部の振動がパッケージに漏れることを抑制できる圧電振動片、及びそのような圧電振動片を備えた圧電振動子が提供される。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の圧電振動子を示す分解斜視図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態の圧電振動片を示す平面図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態の圧電振動片を示す図であって、図 2 における III - III 断面図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態の圧電振動片の製造方法を示すフローチャートである。

20

【 図 5 】 第 1 実施形態の圧電振動片の効果の説明する説明図である。

【 図 6 】 第 2 実施形態の圧電振動片を示す平面図である。

【 図 7 】 第 3 実施形態の圧電振動片を示す平面図である。

【 図 8 】 第 3 実施形態の圧電振動片の効果の説明する説明図である。

【 図 9 】 第 4 実施形態の圧電振動片を示す平面図である。

【 図 1 0 】 発振器の実施形態の一例を示す図である。

【 図 1 1 】 電子機器の実施形態の一例を示す図である。

【 図 1 2 】 電波時計の実施形態の一例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

30

以下、図を参照しながら、本発明の実施形態に係る圧電振動片、及び圧電振動子について説明する。

なお、本発明の範囲は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構造における縮尺や数等を異ならせる場合がある。

【 0 0 1 6 】

(第 1 実施形態)

[圧電振動子]

図 1 は、本実施形態の圧電振動子 1 を示す分解斜視図である。

本実施形態の圧電振動子 1 は、図 1 に示すように、外形が略直方体状のいわゆるセラミックパッケージタイプの表面実装型振動子である。圧電振動子 1 は、気密に封止されたキャビティ C を有するパッケージ 2 と、キャビティ C に収容された圧電振動片 5 0 とを備える。

40

【 0 0 1 7 】

なお、以下の説明においては、X Y Z 軸を設定し、この X Y Z 座標系を参照しつつ各部材の位置関係を説明する。この際、圧電振動片 5 0 (図 1 参照) の厚み方向と平行な方向を Z 軸方向、Z 軸方向と垂直で、圧電振動子 1 (図 1 参照) の長さ方向と平行な方向を X 軸方向、Z 軸方向及び X 軸方向と垂直で、圧電振動子 1 の幅方向と平行な方向を Y 軸方向とする。

【 0 0 1 8 】

50

パッケージ 2 は、パッケージ本体（ベース部材）3 と、封口板（リッド部材）4 とを備える。パッケージ本体 3 は、有底の凹部 3 a を有する部材である。封口板 4 は、パッケージ本体 3 の凹部 3 a の開口を塞いでおり、パッケージ本体 3 と接合されている。キャビティ C は、パッケージ本体 3 の凹部 3 a の内側に相当する内部空間であり、パッケージ本体 3 と封口板 4 とによって、パッケージ 2 の外部と仕切られている。

【 0 0 1 9 】

パッケージ本体 3 は、第 1 ベース基板 1 0 と、第 1 ベース基板 1 0 上に配置された第 2 ベース基板 1 1 と、第 2 ベース基板 1 1 上に配置されたシールリング 1 2 とを含む。

【 0 0 2 0 】

第 1 ベース基板 1 0 と第 2 ベース基板 1 1 とは、それぞれ、平面視（X Y 面視）において外形が概ね長方形の板状部材である。第 2 ベース基板 1 1 は、平面視（X Y 面視）において外形寸法が第 1 ベース基板 1 0 とほぼ同じである。

【 0 0 2 1 】

第 1 ベース基板 1 0 と第 2 ベース基板 1 1 とは、それぞれ、セラミックス製である。第 1 ベース基板 1 0 と第 2 ベース基板 1 1 との形成材料は、例えば、アルミナを主成分とする高温焼成セラミックス（HTCC：High Temperature Co-Fired Ceramic）であってもよいし、ガラスセラミックス等の低温焼成セラミックス（LTCC：Low Temperature Co-Fired Ceramic）であってもよい。

【 0 0 2 2 】

第 2 ベース基板 1 1 は、第 1 ベース基板 1 0 に重ねられており、第 1 ベース基板 1 0 と焼結などで結合されている。すなわち、第 2 ベース基板 1 1 は、第 1 ベース基板 1 0 と一体化されている。第 2 ベース基板 1 1 において、第 1 ベース基板 1 0 と反対を向く面は、パッケージ本体 3 の凹部 3 a の底面に相当し、圧電振動片 5 0 がマウントされる実装面 1 1 a である。

【 0 0 2 3 】

シールリング 1 2 は、平面視（X Y 面視）で矩形状の枠状部材であり、パッケージ本体 3 の凹部 3 a の側壁を含む。シールリング 1 2 は、平面視（X Y 面視）における外形寸法が、第 2 ベース基板 1 1 よりも一回り小さい。シールリング 1 2 は、銀口ウ等の口ウ材や半田材等を用いた焼付けによって、実装面 1 1 a に接合されている。シールリング 1 2 は、実装面 1 1 a 上に形成された金属接合層に対する溶着等によって、実装面 1 1 a と接合されていてもよい。この金属接合層は、電解メッキ法、無電解メッキ法、蒸着法、スパッタ法の少なくとも 1 つを用いて形成されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

シールリング 1 2 は、導電性の部材であり、例えば、ニッケル基合金を含む。このニッケル基合金は、コパール、エリンパー、インパー、4 2 - アロイのうち 1 種または 2 種以上を含んでいてもよい。シールリング 1 2 の形成材料は、第 1 ベース基板 1 0 及び第 2 ベース基板 1 1 と熱膨張係数が近い材料から選択されていてもよい。例えば、第 1 ベース基板 1 0 及び第 2 ベース基板 1 1 の形成材料として、熱膨張係数が $6.8 \times 10^{-6} /$ のアルミナを用いる場合には、シールリング 1 2 の形成材料は、熱膨張係数が $5.2 \times 10^{-6} /$ のコパールであってもよいし、熱膨張係数が $4.5 \sim 6.5 \times 10^{-6} /$ の 4 2 - アロイであってもよい。

【 0 0 2 5 】

封口板 4 は、シールリング 1 2 上に重ねられており、シールリング 1 2 の開口（凹部 3 a の開口）を塞いでいる。上述のキャビティ C は、第 2 ベース基板 1 1 とシールリング 1 2 と封口板 4 とに囲まれる空間である。すなわち、圧電振動片 5 0 は、平面視（X Y 面視）で、シールリング 1 2 の内側に収容されている。

【 0 0 2 6 】

封口板 4 は、導電性の基板であり、シールリング 1 2 と接合されている。シールリング 1 2 は、例えば、ローラ電極を接触させることによるシーム溶接、レーザ溶接、超音波溶

10

20

30

40

50

接などの溶接によって、封口板 4 と接合される。封口板 4 とシールリング 1 2 とを溶接する場合に、封口板 4 の下面（- Z 側の面）とシールリング 1 2 の上面（+ Z 側の面）との一方または双方にニッケル、金等の接合層が設けられていると、溶接による接合の信頼性が向上し、例えば、キャピティ C の気密性を確保しやすくなる。

【 0 0 2 7 】

シールリング 1 2 の内側における第 2 ベース基板 1 1 の実装面 1 1 a 上には、電極パッド 1 4 及び電極パッド 1 5 が設けられている。電極パッド 1 4 と電極パッド 1 5 とは、圧電振動片 5 0 と電氣的に接続される一対の端子である。電極パッド 1 4 及び電極パッド 1 5 は、例えば、パンプ電極である。

【 0 0 2 8 】

詳しくは後述するが、圧電振動片 5 0 には、基板実装用のマウント部 1 6 及びマウント部 1 7 が設けられている。電極パッド 1 4 は、圧電振動片 5 0 のマウント部 1 6 に形成されたマウント電極と電氣的に接続され、電極パッド 1 5 は、圧電振動片 5 0 のマウント部 1 7 に形成されたマウント電極と電氣的に接続される。

【 0 0 2 9 】

第 1 ベース基板 1 0 の下方側（- Z 側）の面には、外部電極 1 8 及び外部電極 1 9 が設けられている。

外部電極 1 8 及び外部電極 1 9 は、圧電振動子 1 の外部のデバイス、例えば、圧電振動子 1 が実装されるデバイスからの電力の供給を受ける端子である。

【 0 0 3 0 】

パッケージ本体 3 には、電極パッド 1 4 と外部電極 1 8 とを電氣的に接続する第 1 配線（図示せず）と、電極パッド 1 5 と外部電極 1 9 とを電氣的に接続する第 2 配線（図示せず）とが設けられている。すなわち、外部電極 1 8 に印加された電位は、第 1 配線および電極パッド 1 4 を介して、圧電振動片 5 0 のマウント部 1 6 に形成されたマウント電極に印加される。また、外部電極 1 9 に印加された電位は、第 2 配線及び電極パッド 1 5 を介して、圧電振動片 5 0 のマウント部 1 7 に形成されたマウント電極に印加される。圧電振動片 5 0 は、各マウント電極に供給される電力によって、振動する。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 配線は、例えば、第 1 ベース基板 1 0 を厚み方向（Z 軸方向）に貫通して外部電極 1 8 と導通する第 1 貫通電極と、第 2 ベース基板 1 1 を厚み方向（Z 軸方向）に貫通して電極パッド 1 4 と導通する第 2 貫通電極と、第 1 ベース基板 1 0 と第 2 ベース基板との間に設けられ、第 1 貫通電極と第 2 貫通電極とを電氣的に接続する接続配線とを含む。電極パッド 1 5 と外部電極 1 9 とを電氣的に接続する第 2 配線は、第 1 配線と同様の構成である。第 1 配線と第 2 配線の構成は、適宜変更できる。

【 0 0 3 2 】

[圧電振動片]

次に、本実施形態の圧電振動片 5 0 について説明する。

図 2 及び図 3 は、本実施形態の圧電振動片 5 0 を示す図である。図 2 は、平面図（XY 面図）である。図 3 は、図 2 における III - III 断面図である。

圧電振動片 5 0 は、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の圧電体に、電極あるいは配線として機能する導電膜パターンなどの付帯物が形成された板状の部品である。本実施形態の圧電振動片 5 0 は、いわゆるセンターアーム型の圧電振動片である。

【 0 0 3 3 】

圧電振動片 5 0 は、図 2 に示すように、幅方向（Y 軸方向）に並んで配置された一対の振動腕部 2 0（振動腕部 2 3，2 4）と、一対の振動腕部 2 0 の間に配置された支持腕部 2 1 と、一対の振動腕部 2 0 と支持腕部 2 1 とが接続された基部 2 2 と、支持腕部 2 1 に設けられたマウント部 1 6，1 7 とを備える。本実施形態において、一対の振動腕部 2 0 と支持腕部 2 1 と基部 2 2 とは、一体的に形成されており、隣接する各部が界面なく連続している。図 2 においては、各部の範囲を示すために、各部の基端あるいは先端を 2 点鎖線で示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

基部 2 2 は、支持腕部 2 1 と振動腕部 2 0 (振動腕部 2 3 , 2 4) とを接続している。

基部 2 2 は、図 2 に示すように、支持腕部 2 1 の長さ方向と交差する方向 (Y 軸方向) に延びている。基部 2 2 は、平面視 (X Y 面視) で外形が矩形状である。

【 0 0 3 5 】

基部 2 2 の図示右側 (+ X 側) における図示上側 (+ Y 側) の端部には、振動腕部 2 3 が接続されている。基部 2 2 の図示右側 (+ X 側) における図示下側 (- Y 側) の端部には、振動腕部 2 4 が接続されている。基部 2 2 の図示右側 (+ X 側) における中央部には、支持腕部 2 1 が接続されている。

【 0 0 3 6 】

一对の振動腕部 2 0 は、図 2 に示すように、振動腕部 2 3 と振動腕部 2 4 とを含む。

振動腕部 2 3 , 2 4 は、それぞれ長さ方向の一方側 (- X 側) の端部で基部 2 2 と接続されている。振動腕部 2 3 と振動腕部 2 4 とは、圧電振動片 5 0 の幅方向 (Y 軸方向) における中心を通り、長さ方向 (X 軸方向) に平行な線に対して、線対称に設けられている。振動腕部 2 3 と振動腕部 2 4 とは、形状及び寸法が同一であるため、以下の説明においては、代表して、振動腕部 2 3 についてのみ説明する場合がある。

【 0 0 3 7 】

振動腕部 2 3 は、略均一な幅で直線的に延びる帯状部 2 5 と、幅 (Y 軸方向長さ) が帯状部 2 5 よりも広いハンマー部 2 6 とを備える。同様にして、振動腕部 2 4 は、帯状部 2 9 と、ハンマー部 3 0 とを備える。なお、ここでは振動腕部 2 3 がハンマー部 3 0 を有する構成について説明しているが、本発明の実施形態はこれに限られるものではなく、ハンマー部を有さないタイプであってもよい。

【 0 0 3 8 】

振動腕部 2 3 の帯状部 2 5 は、基部 2 2 から、圧電振動子 1 の長さ方向 (X 軸方向) に沿って、支持腕部 2 1 と同じ側 (+ X 側) に直線的に延びている。すなわち、帯状部 2 5 (振動腕部 2 3) の長さ方向は、圧電振動子 1 の長さ方向 (X 軸方向) とほぼ平行であり、支持腕部 2 1 の長さ方向 (X 軸方向) とほぼ平行である。

【 0 0 3 9 】

帯状部 2 5 には、溝部 (振動腕部の溝部) 2 7 が形成されている。溝部 2 7 は、振動腕部 2 3 の長さ方向 (X 軸方向) とほぼ平行に延びている。溝部 2 7 は、図 3 に示すように、圧電振動片 5 0 の表面 (+ Z 側の面 , 他面) 5 0 a 及び裏面 (- Z 側の面 , 一面) 5 0 b に形成されており、その深さ方向が圧電振動片 5 0 の厚さ方向 (Z 軸方向) とほぼ平行である。同様にして、振動腕部 2 4 の帯状部 2 9 には、溝部 (第 2 溝部) 2 8 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

ハンマー部 2 6 は、帯状部 2 5 における基部 2 2 と接続されている側と逆側 (+ X 側) の端部に設けられている。同様にして、ハンマー部 3 0 は、帯状部 2 9 における基部 2 2 と接続されている側と逆側 (+ X 側) の端部に設けられている。

【 0 0 4 1 】

振動腕部 2 3 の表面には、図 3 に示すように、励振電極 3 2 と、励振電極 3 3 とが形成されている。

励振電極 3 2 は、溝部 2 7 における振動腕部 2 3 の表面と、溝部 2 7 の周囲における振動腕部 2 3 の表面とに連続して形成されている。励振電極 3 2 は、基部 2 2 及び支持腕部 2 1 に設けられた引き出し電極 (図示せず) を介して、後述するマウント部 1 6 に形成されたマウント電極と電氣的に接続されている。すなわち、励振電極 3 2 は、図 1 に示した外部電極 1 8 と電氣的に接続されている。

【 0 0 4 2 】

励振電極 3 3 は、励振電極 3 2 と不連続に形成されており、励振電極 3 2 と絶縁である。励振電極 3 3 は、振動腕部 2 3 のうち、圧電振動片 5 0 の表面 5 0 a と、圧電振動片 5 0 の表面 5 0 a と交差する側面 (Y 軸方向に垂直な面) と、圧電振動片 5 0 の裏面 5 0 b

10

20

30

40

50

とに連続して形成されている。

励振電極 3 3 は、基部 2 2 及び支持腕部 2 1 に設けられた引き出し電極（図示せず）を介して、後述するマウント部 1 7 に形成されたマウント電極と電氣的に接続されている。すなわち、励振電極 3 3 は、図 1 に示した外部電極 1 9 と電氣的に接続されている。

【 0 0 4 3 】

励振電極 3 2 及び励振電極 3 3 は、外部電極 1 8 及び外部電極 1 9 から電力の供給を受けて、振動腕部 2 3 を構成する圧電体に電界を印加する。振動腕部 2 3 は、励振電極 3 2 及び励振電極 3 3 から電界が印加されると、支持腕部 2 1 に近づく向きと離れる向きとに、基部 2 2 との接続端を起点として振動する。

【 0 0 4 4 】

振動腕部 2 4 の表面には、励振電極 3 4 と、励振電極 3 5 とが形成されている。

励振電極 3 4 は、振動腕部 2 3 における励振電極 3 3 に対応する位置に形成されている。励振電極 3 4 は、基部 2 2 及び支持腕部 2 1 に設けられた引き出し電極（図示せず）を介して、後述するマウント部 1 6 に形成されたマウント電極と電氣的に接続されている。

【 0 0 4 5 】

励振電極 3 5 は、振動腕部 2 3 における励振電極 3 2 に対応する位置に形成されている。励振電極 3 5 は、基部 2 2 及び支持腕部 2 1 に設けられた引き出し電極（図示せず）を介して、後述するマウント部 1 7 に形成されたマウント電極と電氣的に接続されている。

【 0 0 4 6 】

振動腕部 2 4 は、振動腕部 2 3 と同様に、外部電極 1 8 及び外部電極 1 9 から供給される電力によって、励振電極 3 2 及び励振電極 3 3 から振動腕部を構成する圧電体に電界が印加され、支持腕部 2 1 に近づく向きと離れる向きとに、基部 2 2 との接続端を起点として振動する。

【 0 0 4 7 】

支持腕部 2 1 は、平面視（X Y 面視）で外形が矩形状であり、その長さ方向が圧電振動子 1 の長さ方向（X 軸方向）とほぼ平行である。支持腕部 2 1 は、基部 2 2 から、圧電振動子 1 の長さ方向（X 軸方向）に沿って、振動腕部 2 0 と同じ側（+ X 側）に直線的に延びている。本実施形態において、支持腕部 2 1 の質量は、一对の振動腕部 2 0 のうちの一つの振動腕部 2 3 , 2 4 の質量以上である。本実施形態では、振動腕部 2 3 と振動腕部 2 4 とは、形状及び寸法が同一であるため、質量が同一である。したがって、支持腕部 2 1 の質量は、振動腕部 2 3 , 2 4 のいずれか一方の質量以上である。

【 0 0 4 8 】

支持腕部 2 1 には、図 3 に示すように、表面溝部（溝部）4 0 a と、裏面溝部（溝部）4 0 b とが形成されている。なお、ここでは表面と裏面の両面に溝部がある形態について説明しているが、溝部は表面と裏面のいずれか一方にあればよい。

表面溝部 4 0 a と裏面溝部 4 0 b とは、図 2 に示すように、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）のマウント部 1 6（マウント部 1 7）と基部 2 2 との間に形成されている。本実施形態においては、表面溝部 4 0 a と裏面溝部 4 0 b とは、支持腕部 2 1 における基部 2 2 側（- X 側）の端部近傍（根元近傍）に形成されている。

【 0 0 4 9 】

ここで、表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b が、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）のマウント部 1 6 と基部 2 2 との間に形成されている、とは、支持腕部 2 1 における、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）に関して、少なくともマウント部 1 6 と基部 2 2 との間に溝が形成されていることを意味し、該溝が、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）のマウント部 1 6 と基部 2 2 との間以外の範囲まで伸びていることも許容される。

すなわち、表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b が、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）のマウント部 1 6 と基部 2 2 との間に形成されている、とは、例えば、表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b が、支持腕部 2 1 の長さ方向（X 軸方向）におけるマウント部 1 6 , 1 7 よりも基部 2 2 側（- X 側）から、マウント部 1 6 , 1 7 よりも先端側（+ X 側）まで形成されているような場合も含むものとする。

10

20

30

40

50

【0050】

表面溝部40aは、圧電振動片50の表面50aに形成されている。裏面溝部40bは、圧電振動片50の裏面50bに形成されている。表面溝部40aと裏面溝部40bとは、本実施形態においては、平面視(XY面視)において、矩形状であり、互いに重なるようにして設けられている。表面溝部40a及び裏面溝部40bの平面視(XY面視)における大きさは、特に限定されない。

【0051】

図3に示すように、本実施形態においては、表面溝部40aと裏面溝部40bとの深さT2は、振動腕部20に形成された溝部27, 28の深さT1と同一である。

ここで、本明細書において「同一である」とは、正確に同一でなくてもよく、例えば、深さT1と深さT2との比が0.9以上、1.1以下程度の比率である範囲を含むものとする。他の種々の寸法についても同様である。

【0052】

表面溝部40a及び裏面溝部40bの深さとしては、例えば、圧電振動片50の厚みが90µm以上、150µm以下程度である場合、30µm以上、72µm以下程度である。

【0053】

マウント部16, 17は、図2に示すように、支持腕部21における裏面50b側に、支持腕部21の長さ方向(X軸方向)に沿って、並んで設けられている。マウント部16は、マウント部17よりも基部22側(-X側)に設けられている。

【0054】

マウント部16には、マウント電極(図示せず)が形成されている。マウント部16に形成されたマウント電極は、図1に示した電極パッド14と電氣的に接続される。例えば、マウント部16が電極パッド14と導電性接着剤を介して接触することで、マウント部16に形成されたマウント電極は、電極パッド14と導通する。

【0055】

同様にして、マウント部17には、マウント電極(図示せず)が形成されている。マウント部17に形成されたマウント電極は、マウント部16と同様にして、電極パッド15と電氣的に接続される。

【0056】

なお、マウント部16は、電極パッド14と導電性接着剤を介することなく直接的に接触していてもよい。また、マウント部16と電極パッド14との電氣的な接続には、バンブ電極以外の接続方法が用いられていてもよい。

【0057】

[圧電振動片の製造方法]

次に、本実施形態の圧電振動片50の製造方法について説明する。

図4は、圧電振動片50の製造方法を示すフローチャートである。

【0058】

図4に示すように、まずポリッシングが終了し、所定の厚みに高精度に仕上げられたウエハを準備する(S1)。次いで、このウエハをフォトリソグラフィ技術によってエッチングして、該ウエハに複数の圧電振動片50の外形形状を形成する外形形成工程を行う(S2)。この工程について、具体的に説明する。

【0059】

まず、ウエハの両面にエッチング保護膜をそれぞれ成膜する(S2a)。このエッチング保護膜としては、例えば、クロム(Cr)を数µm成膜する。次いで、エッチング保護膜上にフォトレジスト膜を、フォトリソグラフィ技術によってパターンニングする。この際、図2に示す、支持腕部21と、基部22と、一対の振動腕部23, 24とを備える圧電振動片50の周囲を囲むような形状にパターンニングする。そして、このフォトレジスト膜をマスクとしてエッチング加工を行い、マスクされていないエッチング保護膜を選択的に除去する。そして、エッチング加工後にフォトレジスト膜を除去する。

【 0 0 6 0 】

これにより、圧電振動片 5 0 の外形形状、すなわち、支持腕部 2 1、基部 2 2 及び一対の振動腕部 2 3、2 4 の外形形状に沿ってパターンニングされた、エッチング保護膜が形成される (S 2 b)。この際、製造する圧電振動片 5 0 の数だけパターンニングを行う。

【 0 0 6 1 】

次いで、パターンニングされたエッチング保護膜をマスクとして、ウエハの両面をそれぞれエッチング加工する (S 2 c)。これにより、エッチング保護膜でマスクされていない領域を選択的に除去して、圧電振動片 5 0 の外形形状を形作ることができる。

以上により、外形形成工程 (S 2) が終了し、圧電振動片 5 0 の外形形状を有する圧電板が複数形成される。

10

【 0 0 6 2 】

続いて、図 2 に示す一対の振動腕部 2 3、2 4 の主面上に溝部 2 7、2 8 を形成するとともに、支持腕部 2 1 の主面上に表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b を形成する溝部形成工程を行う (S 3)。具体的には、前述した外形形成時と同様に、パターンニングされたエッチング保護膜上にフォトリソグロフィー技術によって、溝部 2 7、2 8、表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b の領域を空けるようにフォトリソグロフィー技術を用いてパターンニングする。そして、パターンニングされたフォトリソグロフィー技術を用いてエッチング加工を行い、エッチング保護膜を選択的に除去する。その後、フォトリソグロフィー技術を用いて除去することで、既にパターンニングされたエッチング保護膜を、溝部 2 7、2 8、表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b の領域を空けた状態でさらにパターンニングすることができる。

20

【 0 0 6 3 】

次いで、この再度パターンニングされたエッチング保護膜をマスクとして、ウエハをエッチング加工した後、マスクとしていたエッチング保護膜を除去する。これにより、一対の振動腕部 2 3、2 4 の主面上に溝部 2 7、2 8 を形成するとともに、支持腕部 2 1 の主面上に表面溝部 4 0 a 及び裏面溝部 4 0 b を形成することができる。

なお、複数の圧電板は、後に行う切断工程を行うまで、連結部を介してウエハに連結された状態となっている。

【 0 0 6 4 】

次いで、マスクを通した露光を行うことで、複数の圧電板の外表面上に電極膜をパターンニングして、励振電極 3 2、3 3、3 4、3 5、マウント電極及び引き出し電極をそれぞれ形成する電極形成工程を行う (S 4)。この工程について、詳細に説明する。

30

【 0 0 6 5 】

電極形成工程では、まず、圧電板の外表面に電極膜を、蒸着やスパッタリング等により成膜する (S 4 a)。成膜する電極膜としては、たとえば、前述した、クロムと金の積層構造とすることができる。

【 0 0 6 6 】

次に、電極膜上にフォトリソグロフィー技術を用いて成膜するフォトリソグロフィー技術を用いて成膜する (S 4 b)。このフォトリソグロフィー技術は紫外光に感光感度を持つ樹脂をベースとした化合物であり、本実施形態ではポジ型のフォトリソグロフィー技術を採用している。

40

この工程により、電極膜上にフォトリソグロフィー技術が形成される。

【 0 0 6 7 】

続いて、励振電極 3 2、3 3、3 4、3 5、マウント電極及び引き出し電極の形成領域以外の領域が開口したフォトマスクにより、フォトリソグロフィー技術に対して紫外光を露光する露光工程を行う (S 4 c)。この工程により、電極膜を残しておきたい部分が、フォトリソグロフィー技術によって被膜されるように、フォトリソグロフィー技術がパターンニングされる。

露光条件としては、たとえば、露光量が積算量で $900 \text{ J m} / \text{cm}^2$ とできる。

【 0 0 6 8 】

露光後、現像液により不要部分を除去して加熱工程等を経てフォトリソグロフィー技術を固化させる (S 4 d)。そして、メタルエッチング (S 4 e) により、電極形成部分に対応する

50

形状のフォトリソ膜によるフォトリソパターンを形成する。こうして、フォトリソ膜を除去することによって（S4f）、励振電極32, 33, 34, 35、マウント電極及び引き出し電極を形成して電極形成工程（S4）を終了する。

【0069】

最後に、ウエハと複数の圧電板とを連結していた連結部を切断して、複数の圧電板をウエハから切り離して小片化する切断工程を行う（S5）。これにより、1枚のウエハから、センターアーム型の圧電振動片50を一度に複数製造することができる。この時点で、圧電振動片50の製造工程が終了し、図2に示す圧電振動片50を得る。

【0070】

本実施形態の圧電振動片50によれば、支持腕部21における、支持腕部21の長さ方向（X軸方向）のマウント部16と基部22との間に表面溝部40a及び裏面溝部40bが形成されている。そのため、基部22を介して、振動腕部23, 24から支持腕部21に伝わる振動が、表面溝部40a及び裏面溝部40bが形成されている箇所において減衰される。したがって、本実施形態によれば、マウント部16及びマウント部17が設けられている位置に伝わる振動が減衰され、圧電振動片50をパッケージ2に実装した際に、振動腕部20の振動が、第2ベース基板11と接触するマウント部16及びマウント部17から、パッケージ2に漏れることを抑制できる。なお、上述したように支持腕部21の表面と裏面の少なくとも一方に溝部が形成されていればよいので、例えば表面溝部40aのみを設ける場合であっても、同様の効果を得ることが可能である。

【0071】

また、本実施形態の圧電振動子1によれば、上記の圧電振動片50が実装されているため、圧電振動片50の振動がパッケージ2に漏れることを抑制でき、信頼性に優れた圧電振動子が得られる。

【0072】

また、本実施形態の圧電振動片50によれば、振動腕部23, 24が振動する際に、振動腕部23, 24が支持腕部21と接触することを抑制することができる。以下、詳細に説明する。

【0073】

図5は、本実施形態の圧電振動片50の効果を説明する断面図である。

本実施形態のようなセンターアーム型の圧電振動片においては、一對の振動腕部の間に支持腕部が配置されているため、振動腕部が振動する際に、振動腕部が支持腕部と接触してしまう虞があった。

【0074】

これに対して、本実施形態によれば、支持腕部21に表面溝部40a及び裏面溝部40bが形成されているため、表面溝部40a及び裏面溝部40bが形成されている箇所において曲げ剛性が低くなる。そのため、図5に示すように、表面溝部40a及び裏面溝部40bが形成されている支持腕部21の箇所を支点として、圧電振動片50が曲げ変形しやすい。より詳細には、基部22が支持腕部21に対して第2ベース基板11に接近する向き（-Z向き）に傾き、これに伴って、振動腕部20の先端が支持腕部21に対して第2ベース基板11から離間する向き（+Z向き）に傾く。これにより、第2ベース基板11の実装面11aに対する振動腕部20の傾きと支持腕部21の傾きとが異なる状態となる。すなわち、側面視（ZX面視）において、振動腕部20と支持腕部21との厚み方向（Z軸方向）の位置が互いにずれた状態となる。したがって、振動腕部20が幅方向（Y軸方向）に振動する際に、振動腕部20と支持腕部21とが接触することを抑制できる。なお、支持腕部21の表面、裏面の少なくとも一方における根元付近に溝を形成した場合は、圧電振動片50の曲げ変形度合いをより大きくすることができる。即ち、支持腕部21に対する振動腕部20の変位をより大きくすることが可能になる、

【0075】

また、本実施形態の圧電振動片50によれば、表面溝部40a及び裏面溝部40bの深さT2が、振動腕部23, 24に形成された溝部27, 28の深さT1と略同一である。

10

20

30

40

50

各溝部をエッチングによって形成する場合においては、エッチングする時間に応じて、形成する各溝部の深さが決定される。そのため、各溝部をエッチングによって形成する場合において、溝部 27, 28 を形成するためのエッチングに要する時間と、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b を形成するためのエッチングに要する時間とが略同一となる。したがって、本実施形態によれば、溝部 27, 28 と、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b とを同一工程（S3, 図4参照）で同時に形成することができ、簡便である。

【0076】

また、本実施形態においては、支持腕部 21 の質量が、一对の振動腕部 20 のうちの一つの振動腕部 23, 24 の質量以上である。支持腕部 21 の質量を大きくとることで、振動腕部 20 で生じた振動が支持腕部 21 へ伝播することをより効果的に低減できる。

10

【0077】

なお、本実施形態においては、下記の構成を採用することもできる。

【0078】

上記実施形態においては、圧電振動片 50 の表面 50a と裏面 50b との両方に、各溝部（表面溝部 40a, 裏面溝部 40b）が形成されているが、これに限られない。本実施形態においては、例えば、表面 50a と裏面 50b とのうちいずれか一方のみに溝部が形成されているような構成としてもよい。

【0079】

また、本実施形態においては、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b の深さ T2 が、それぞれ異なるような構成としてもよい。

20

【0080】

また、本実施形態においては、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b の平面視形状は、矩形形状であるが、これに限られない。表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b の平面視形状は、円形状であっても、その他の形状であってもよい。

【0081】

また、本実施形態においては、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b は、側面（ZX面）に開口しないで形成されているが、これに限られない。本実施形態においては、例えば、表面溝部 40a 及び裏面溝部 40b は、圧電振動子 1 の幅方向（Y軸方向）における一方の端部、または両方の端部において開口するように形成されてもよい。

【0082】

30

また、本実施形態においては、圧電振動片 50 を用いた圧電振動子 1 として、セラミックパッケージタイプの表面実装型振動子について説明したが、圧電振動片 50 を、ガラス材によって形成されるベース基板およびリッド基板が陽極接合によって接合されるガラスパッケージタイプの圧電振動子に適用することも可能である。

【0083】

（第2実施形態）

第2実施形態の圧電振動片は、第1実施形態の圧電振動片 50 に対して、各溝部が支持腕部の幅方向全体に亘って形成されている点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

40

【0084】

図6は、本実施形態の圧電振動片 150 を示す平面図である。

本実施形態の圧電振動片 150 は、図6に示すように、一对の振動腕部 20 と、支持腕部 121 と、基部 22 と、マウント部 116, 117 とを備える。

【0085】

支持腕部 121 には、表面溝部 140a と、裏面溝部 140b とが形成されている。表面溝部 140a は、圧電振動片 150 の表面 150a に形成されている。裏面溝部 140b は、圧電振動片 150 の裏面 150b に形成されている。

表面溝部 140a 及び裏面溝部 140b は、それぞれ支持腕部 121 の幅方向（Y軸方向）の全体に亘って形成されている。すなわち、表面溝部 140a 及び裏面溝部 140b

50

は、圧電振動子 1 の幅方向 (Y 軸方向) の両端部において、圧電振動片 5 0 の側面 (Z X 面) に開口している。表面溝部 1 4 0 a と裏面溝部 1 4 0 b とは、平面視 (X Y 面視) で、互いに全体が重なるように形成されている。

【 0 0 8 6 】

本実施形態によれば、表面溝部 1 4 0 a 及び裏面溝部 1 4 0 b が、それぞれ支持腕部 1 2 1 の幅方向 (Y 軸方向) の全体に亘って形成されているため、支持腕部 1 2 1 における表面溝部 1 4 0 a 及び裏面溝部 1 4 0 b が形成されている箇所の曲げ剛性が、第 1 実施形態に対して、より小さくなる。これにより、本実施形態によれば、圧電振動片 1 5 0 を第 2 ベース基板 1 1 上に設置した際に、圧電振動片 1 5 0 がより曲げ変形しやすく、振動腕部 2 0 が支持腕部 1 2 1 と接触することを、より抑制できる。

10

【 0 0 8 7 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態の圧電振動片は、第 1 実施形態の圧電振動片 5 0 に対して、裏面溝部の形成されている位置が異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【 0 0 8 8 】

図 7 は、本実施形態の圧電振動片 2 5 0 を示す平面図である。

本実施形態の圧電振動片 2 5 0 は、図 7 に示すように、一对の振動腕部 2 0 と、支持腕部 2 2 1 と、基部 2 2 と、マウント部 2 1 6 , 2 1 7 とを備える。

20

【 0 0 8 9 】

支持腕部 2 2 1 には、表面溝部 2 4 0 a と、裏面溝部 2 4 0 b とが形成されている。表面溝部 2 4 0 a 及び裏面溝部 2 4 0 b の平面視 (X Y 面視) における形状は、矩形状である。

表面溝部 2 4 0 a は、圧電振動片 2 5 0 の表面 2 5 0 a に形成されている。支持腕部 2 2 1 における表面溝部 2 4 0 a が形成されている位置は、第 1 実施形態の表面溝部 4 0 a と同様である。

【 0 0 9 0 】

裏面溝部 2 4 0 b は、圧電振動片 2 5 0 の裏面 2 5 0 b に形成されている。裏面溝部 2 4 0 b の一部は、マウント部 2 1 6 に形成されている。言い換えると、裏面溝部 2 4 0 b の一部は、マウント部 2 1 6 の一部と平面視 (X Y 面視) において重なっている。

30

すなわち、裏面溝部 2 4 0 b の少なくとも一部がマウント部 2 1 6 に形成されているとよい。これに伴って、マウント部 2 1 6 に形成されているマウント電極は、裏面溝部 2 4 0 b の底面に形成されている。

【 0 0 9 1 】

本実施形態によれば、裏面溝部 2 4 0 b の一部がマウント部 2 1 6 の一部に形成されているため、圧電振動片 2 5 0 を第 2 ベース基板 1 1 の実装面 1 1 a 上に設置した際に、接着強度を向上できる。以下、詳細に説明する。

【 0 0 9 2 】

図 8 は、本実施形態の圧電振動片 2 5 0 を第 2 ベース基板 1 1 の実装面 1 1 a に実装した状態を示す断面図である。

40

図 8 に示すように、例えば、本実施形態においては電極パッド 1 4 , 1 5 とマウント部 2 1 6 , 2 1 7 とが、導電性接着剤 6 0 を介して接着される。ここで、マウント部 2 1 6 の一部には、裏面溝部 2 4 0 b が形成されているため、導電性接着剤 6 0 は、裏面溝部 2 4 0 b 内に入り込む。これにより、本実施形態によれば、導電性接着剤 6 0 が支持腕部 2 2 1 と接触する面積を、裏面溝部 2 4 0 b の内壁の分だけ大きくすることができ、圧電振動片 2 5 0 と、第 2 ベース基板 1 1 との接着をより強固なものとする事ができる。

【 0 0 9 3 】

(第 4 実施形態)

第 4 実施形態の圧電振動片は、表面溝部及び裏面溝部が、それぞれ複数個ずつ形成され

50

ている点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【0094】

図9は、本実施形態の圧電振動片350を示す平面図である。

本実施形態の圧電振動片350は、図9に示すように、一对の振動腕部20と、支持腕部321と、基部22と、マウント部316、317とを備える。

【0095】

支持腕部321には、表面溝部340a、341a、342aと、裏面溝部340b、341b、342bとが、それぞれ、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)に並んで形成されている。

10

各表面溝部は、圧電振動片350の表面350aに形成されている。各裏面溝部は、圧電振動片350の裏面350bに形成されている。各表面溝部と各裏面溝部とは、それぞれ平面視(XY面視)において、互いに重なって形成されている。

【0096】

表面溝部340a及び裏面溝部340bは、本実施形態においては、それぞれ3つずつ形成されている。表面溝部340a及び裏面溝部340bは、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)のマウント部316と基部22との間に形成されている。裏面溝部340bのうち、最も基部22から離間する側(+X側)に形成された裏面溝部340bの一部は、マウント部316の一部に形成されている。

20

【0097】

表面溝部341a及び裏面溝部341bは、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)のマウント部316とマウント部317との間に形成されている。裏面溝部341bの一部は、マウント部317の一部に形成されている。

表面溝部342a及び裏面溝部342bは、マウント部317よりも支持腕部321の先端側(+X側)に形成されている。裏面溝部342bの一部は、マウント部317の一部に形成されている。

【0098】

本実施形態によれば、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)のマウント部316と基部22との間に、複数の表面溝部340a及び裏面溝部340bが形成されているため、マウント部316に伝わる振動をより減衰することができる。

30

【0099】

また、本実施形態によれば、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)のマウント部316とマウント部317との間に、表面溝部341a及び裏面溝部341bが形成されているため、複数の表面溝部340a及び裏面溝部340bによって減衰された振動をさらに減衰させることができ、マウント部317に伝わる振動をより減衰することができる。

【0100】

また、本実施形態によれば、複数の表面溝部及び裏面溝部が形成されていることにより、支持腕部321の質量を容易に小さくすることができ、圧電振動片350の軽量化が容易である。

40

【0101】

また、本実施形態によれば、裏面溝部340bのうちの一部が、マウント部316の一部に形成され、裏面溝部341b及び裏面溝部342bの一部が、マウント部317の一部に形成されているため、より圧電振動片350と、第2ベース基板11との接着強度を強固なものにすることができる。

【0102】

なお、本実施形態においては、複数の表面溝部及び裏面溝部が、支持腕部321の長さ方向(X軸方向)に並んで形成されているが、これに限られない。本実施形態においては、例えば、複数の表面溝部及び裏面溝部が、支持腕部321の幅方向(Y軸方向)に並んで形成されていてもよい。

50

【0103】

なお、上記説明した第1実施形態から第4実施形態の圧電振動片においては、表面溝部及び裏面溝部がそれぞれ1つずつ、または5つずつ設けられている例について説明したが、これに限られない。本発明の圧電振動片の一つの態様においては、表面溝部及び裏面溝部が、それぞれ2つ以上、4つ以下ずつ設けられていてもよいし、6つ以上ずつ設けられていてもよい。

【0104】

また、本発明の圧電振動片の一つの態様においては、表面溝部と裏面溝部とで、形成されている数、平面視における形状及び大きさ、形成されている位置等が、それぞれ異なっている。

【0105】

(圧電振動子を備える機器の実施形態)

[発振器]

次に、圧電振動子1を備える本実施形態の発振器について説明する。

図10は、本実施形態の発振器1000を示す図である。

発振器1000は、基板1010と、集積回路1020と、電子部品1030と、圧電振動子1とを備える。

電子部品1030は、例えば、キャパシタなどであり、基板1010に実装されている。集積回路1020は、発振器用であり、基板1010に実装されている。

【0106】

集積回路1020は、圧電振動子1と電子部品1030とのそれぞれと、図示略の配線を介して電氣的に接続されている。圧電振動子1は、例えば、基板1010において集積回路1020の近傍に実装される。圧電振動子1は、図1などを参照して上記説明した実施形態の圧電振動子であり、発振器として機能する。発振器1000の少なくとも一部は、適宜、図示しない樹脂によりモールドされていてもよい。

【0107】

発振器1000は、圧電振動子1に電力が供給されると、圧電振動子1の圧電振動片が振動する。圧電振動片の振動は、圧電振動片が有する圧電特性により、電気信号へ変換される。この電気信号は、圧電振動子1から集積回路1020へ出力される。集積回路1020は、圧電振動子1から出力された電気信号に各種処理を実行することで、周波数信号を生成する。

【0108】

発振器1000は、例えば、時計用の単機能発振器、コンピューターなどの各種装置の動作タイミングを制御するタイミング制御装置、時刻あるいはカレンダーなどを提供する装置などに応用できる。集積回路1020は、発振器1000に要求される機能に応じて構成され、いわゆるRTC(リアルタイムクロック)モジュールを含んでいてもよい。

【0109】

本実施形態によれば、圧電振動子1を備えているため、上述したのと同様にして、信頼性に優れた発振器1000が得られる。

【0110】

[電子機器]

次に、圧電振動子1を備える本実施形態の電子機器の一つの形態として、携帯情報機器について説明する。

この携帯情報機器は、腕時計のような形態であり、一般的な携帯電話よりも格段に小型かつ軽量であるが、携帯電話と同様の通信が可能である。この携帯情報機器は、文字盤に相当する部分に液晶ディスプレイなどの表示部が配置されており、表示部に時刻情報などを表示可能である。また、この携帯情報機器は、バンドの内側部分にスピーカ、マイクロフォンなどの入出力部が設けられており、入出力部を利用して通話などが可能である。

【0111】

図11は、本実施形態の携帯情報機器1100の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

図 11 に示す携帯情報機器 1100 は、計時部 1110 と、表示部 1120 と、通信部 1130 と、制御部 1140 と、電源部 1150 と、電圧検出部 1160 と、電源遮断部 1170 とを備える。

【0112】

制御部 1140 は、携帯情報機器 1100 の各部を総括的に制御する。例えば、制御部 1140 は、計時部 1110 による時刻の計測、表示部 1120 による情報の表示、通信部 1130 による外部との通信などを制御する。制御部 1140 は、例えば、予めプログラムが書き込まれた ROM と、この ROM に書き込まれたプログラムを読み出し、このプログラムに従って各種処理を実行する CPU と、この CPU のワークエリアとして使用される RAM とを含む。

10

【0113】

計時部 1110 は、集積回路と、圧電振動子 1 とを備える。この集積回路は、発振回路と、レジスタ回路と、カウンタ回路と、インターフェース回路とを含む。圧電振動子 1 は、上記説明した実施形態に係る圧電振動子である。圧電振動子 1 は、電力の供給を受けて圧電振動片が振動し、この振動を、圧電振動片が有する圧電特性に応じた電気信号に変換する。圧電振動子 1 から出力された電気信号は、集積回路の発振回路へ入力される。

【0114】

計時部 1110 の集積回路において、発振回路の出力は、二値化されてレジスタ回路とカウンタ回路とにより計数される。この計数結果は、インターフェース回路を介して制御部 1140 に供給される。制御部 1140 は、集積回路からの計数結果に基づいて各種演算などを実行することで時刻や日付などを算出し、その算出結果に基づいて、表示部 1120 に時刻、日付、カレンダーなどの各種情報を表示させる。

20

【0115】

通信部 1130 は、外部との通信、すなわち外部へのデータの送信および外部からのデータの受信を行う。通信部 1130 は、無線部 1200 と、音声処理部 1210 と、切替部 1220 と、増幅部 1230 と、音声入出力部 1240 と、電話番号入力部 1250 と、着信音発生部 1260 と、呼制御メモリ部 1270 とを含む。

【0116】

無線部 1200 は、符号化された音声データ等の各種データを、アンテナ 1280 を介して基地局とやりとりする。音声処理部 1210 は、無線部 1200 から入力されたデータを、復号化して増幅部 1230 へ出力する。また、音声処理部 1210 は、増幅部 1230 から入力されたデータを、符号化して無線部 1200 へ出力する。増幅部 1230 は、音声処理部 1210 と音声入出力部 1240 との間の信号の受け渡しを行うとともに、受け渡される信号を適宜、所定のレベルまで増幅する。音声入出力部 1240 は、スピーカおよびマイクロフォンなどを含み、増幅部 1230 からの信号に応じた音声を外部へ出力し、外部から音声の入力を受け付ける。

30

【0117】

また、切替部 1220 は、基地局からの呼び出しなどに応じた制御部 1140 からの指令により、着信音発生部 1260 を増幅部 1230 と接続する。着信音発生部 1260 は、基地局からの呼び出しに応じた制御部 1140 からの指令により、着信音のデータを切替部 1220 に出力する。すなわち、制御部 1140 は、基地局からの呼び出しなどに応じて、着信音のデータを増幅部 1230 へ出力させることにより、音声入出力部 1240 によって着信音を出力させる。

40

【0118】

呼制御メモリ部 1270 は、通信の発着呼制御に係るプログラムを格納する。また、電話番号入力部 1250 は、例えば 0 から 9 の番号キー及びその他のキーを備え、これら番号キー等の押下により、通話先の電話番号等の入力に利用される。

【0119】

電源部 1150 は、例えば、リチウムイオン二次電池を含み、携帯情報機器 1100 の各部へ電力を供給する。電圧検出部 1160 は、電源部 1150 から携帯情報機器 110

50

0の各部へ供給されている電圧を検出する。電圧検出部1160は、検出した電圧が所定値以下になった場合に、電圧が所定値以下であることを制御部1140に通知する。この所定値は、通信部1130を安定して動作させるために必要とされる電圧として予め設定されている値であり、例えば、3V程度である。電圧検出部1160から電圧降下の通知を受けた制御部1140は、無線部1200、音声処理部1210、切替部1220、及び着信音発生部1260を含む複数の機能部の少なくとも一部の動作を、禁止または制限する。この場合に、制御部1140は、複数の機能部のうち相対的に消費電力が大きい機能部の動作を、複数の機能部のうち相対的に消費電力が小さい機能部よりも先に禁止または制限する。制御部1140は、供給電力の低下によって機能が停止または制限されていることを示す情報を、表示部1120に表示させる。この表示は、文字を含んでいてもよいし、記号を含んでいてもよく、例えば、表示部1120に表示された電話アイコンに×(バツ)印を付ける態様でもよい。電源遮断部1170は、複数の機能部のうち、電圧低下により機能が停止する機能部への電力の供給を選択的に停止する。

【0120】

本実施形態によれば、圧電振動子1を備えているため、上述したのと同様にして、信頼性に優れた携帯情報機器1100が得られる。

【0121】

[電波時計]

次に、圧電振動子1を備える本実施形態の電波時計について説明する。

電波時計は、表示する時刻を、標準電波から取得される時刻に合わせる機能を有する。標準電波は、タイムコードと呼ばれる時刻情報を含む変調信号によって、所定周波数の搬送波にAM変調をかけたものである。標準電波は、例えば日本国内では、福島県の送信所と佐賀県の送信所とから送信されている。福島県の送信所から送信される標準電波は、搬送波の周波数が40kHzであり、佐賀県の送信所から送信される標準電波は、搬送波の周波数が60kHzである。

【0122】

図12は、本実施形態の電波時計1300を示す図である。この電波時計1300は、アンテナ1310と、アンプ1320と、フィルタ部1330と、検波整流回路1340と、波形整形回路1350と、CPU1360と、RTC1370とを備える。

【0123】

アンテナ1310は、標準電波を受信する。アンプ1320は、アンテナ1310が受信した標準電波の信号を、増幅してフィルタ部1330へ出力する。フィルタ部1330は、アンプ1320からの信号を、濾波、同調して検波整流回路1340へ出力する。検波整流回路1340は、フィルタ部1330からの信号を、検波復調して波形整形回路1350へ出力する。波形整形回路1350は、検波整流回路1340からの信号からタイムコードを取得し、このタイムコードをCPU1360へ供給する。CPU1360は、タイムコードから現在の年、積算日、曜日、時刻等の時刻に関する情報を取得する。RTC1370は、いわゆるリアルタイムクロックであり、現在の年、月、日、時、分、秒などの情報を保持している。CPU1360は、タイムコードから取得した時刻に関する情報を、RTC1370が保持する情報に反映させる。RTC1370が保持する情報は、適宜読みだされて、時刻の表示に利用される。

【0124】

フィルタ部1330は、濾波する信号の周波数に相当する共振周波数の圧電振動子を含む。フィルタ部1330において、圧電振動子は、共振子として機能する。例えば、図12の電波時計1300は、日本国内での使用が想定されたものであり、フィルタ部1330は、共振周波数が40kHzの圧電振動子1aと、共振周波数が60kHzの圧電振動子1bとを含む。なお、日本国内以外の地域での使用が想定される電波時計1300は、使用される地域に対応した標準電波の搬送波の周波数に応じて、フィルタ部1330の圧電振動子の共振周波数が設定される。

本実施形態において、フィルタ部1330の圧電振動子1aと圧電振動子1bとは、そ

10

20

30

40

50

れぞれ、上記説明した実施形態の圧電振動子 1 と同様の圧電振動子である。

【 0 1 2 5 】

本実施形態によれば、圧電振動子 1 と同様の構成を有する圧電振動子 1 a , 1 b を備えているため、上述したのと同様にして、信頼性に優れた電波時計 1 3 0 0 が得られる。

【 0 1 2 6 】

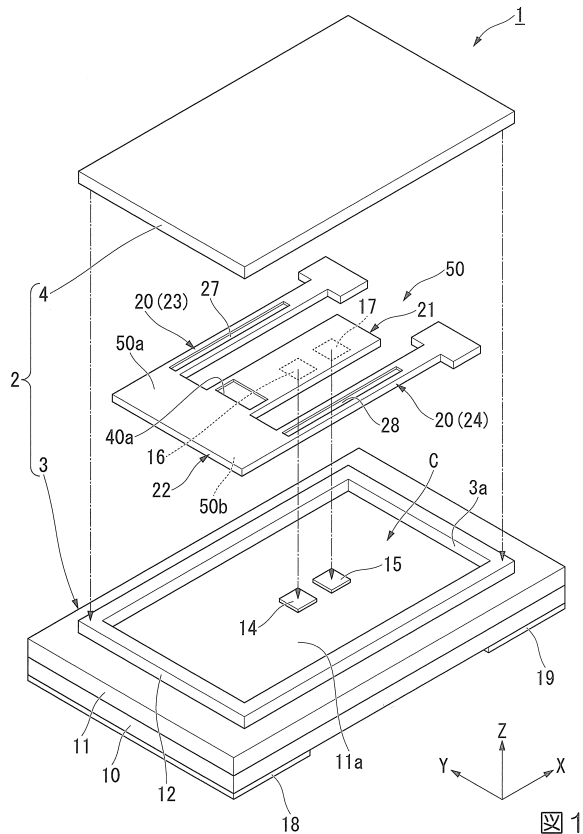
なお、上記の説明においては、発振器、電子機器及び電波時計の例として、第 1 実施形態の圧電振動片 5 0 が実装された圧電振動子 1 を備える例を示したが、これに限られない。発振器、電子機器及び電波時計の実施形態としては、例えば、第 2 実施形態から第 4 実施形態までに示した圧電振動片が実装された圧電振動子を備える構成であってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 7 】

1 , 1 a , 1 b ... 圧電振動子、 2 ... パッケージ、 3 ... パッケージ本体 (ベース部材) 、 4 ... 封口板 (リッド部材) 、 1 1 a ... 実装面、 1 6 , 1 7 , 1 1 6 , 1 1 7 , 2 1 6 , 2 1 7 , 3 1 6 , 3 1 7 ... マウント部、 2 0 , 2 3 , 2 4 ... 振動腕部、 2 1 , 1 2 1 , 2 2 1 , 3 2 1 ... 支持腕部、 2 2 ... 基部、 2 7 , 2 8 ... 溝部 (第 2 溝部) 、 4 0 a , 1 4 0 a , 2 4 0 a , 3 4 0 a , 3 4 1 a ... 表面溝部 (溝部) 、 4 0 b , 1 4 0 b , 2 4 0 b , 3 4 0 b , 3 4 1 b ... 裏面溝部 (溝部) 、 5 0 , 1 5 0 , 2 5 0 , 3 5 0 ... 圧電振動片、 5 0 a , 1 5 0 a , 2 5 0 a , 3 5 0 a ... 表面 (他面) 、 5 0 b , 1 5 0 b , 2 5 0 b , 3 5 0 b ... 裏面 (一面) 、 C ... キャビティ

【 図 1 】



【 図 2 】

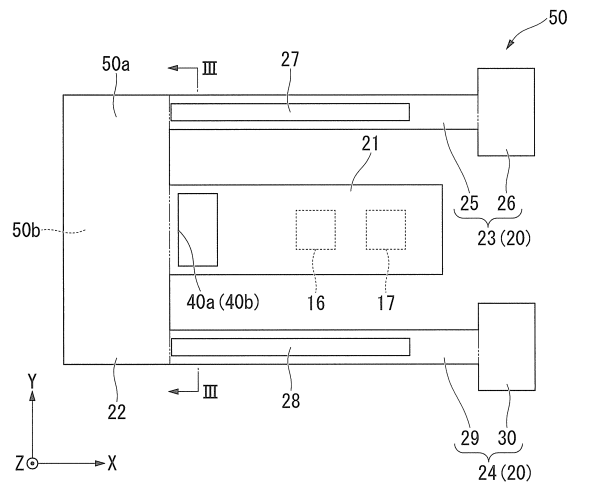


図 2

【図3】

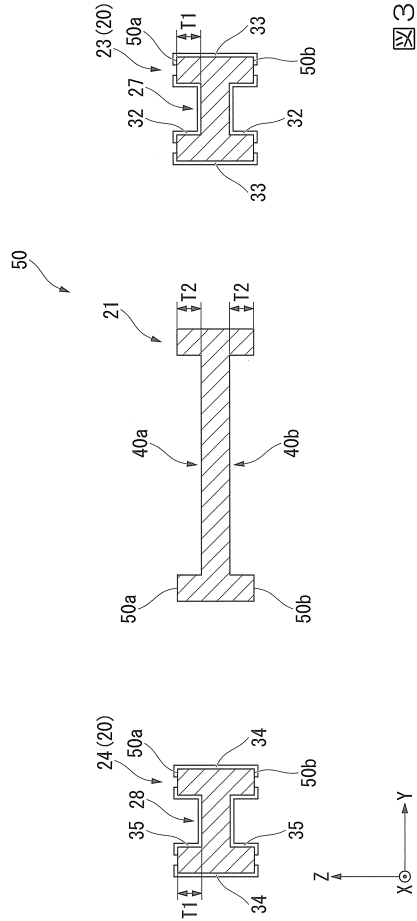


図3

【図4】

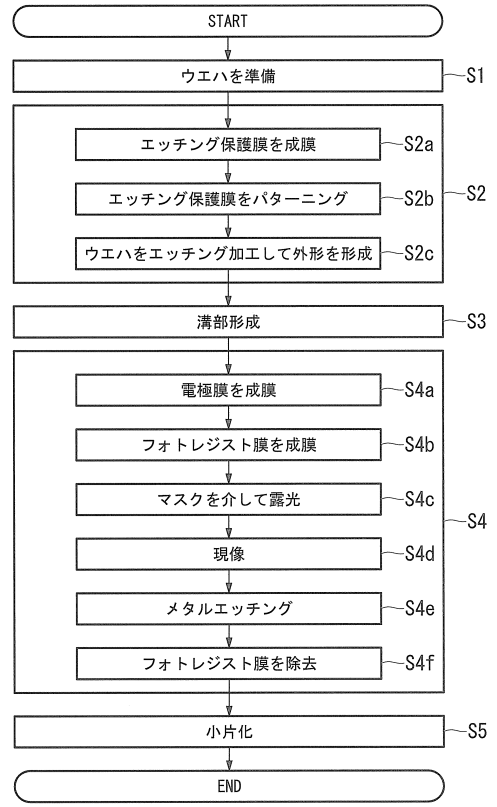


図4

【図5】

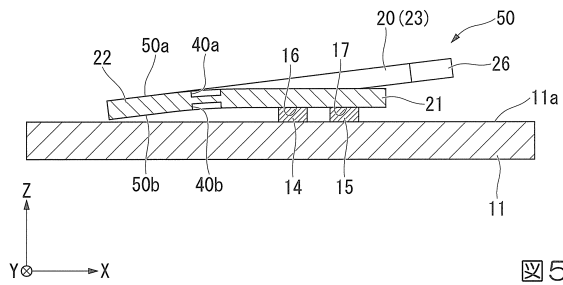


図5

【図7】

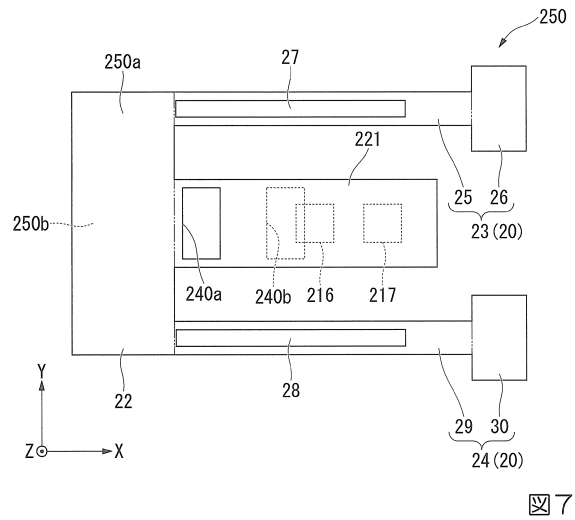


図7

【図6】

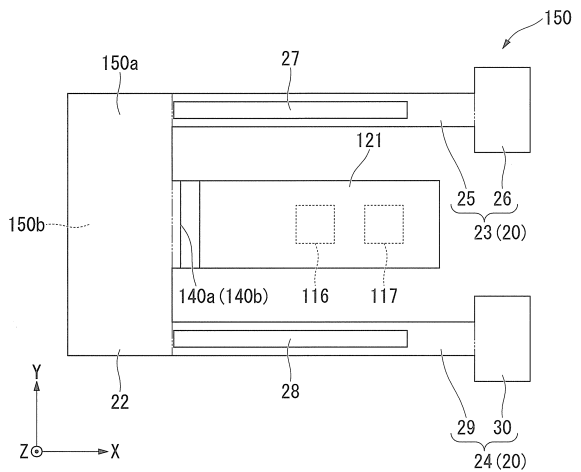


図6

【図8】

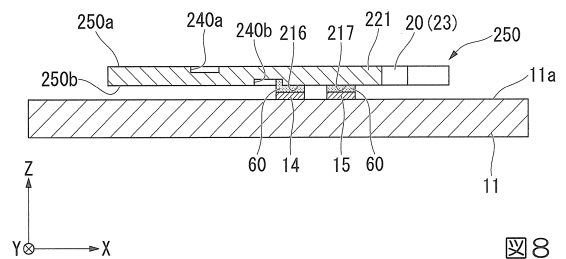
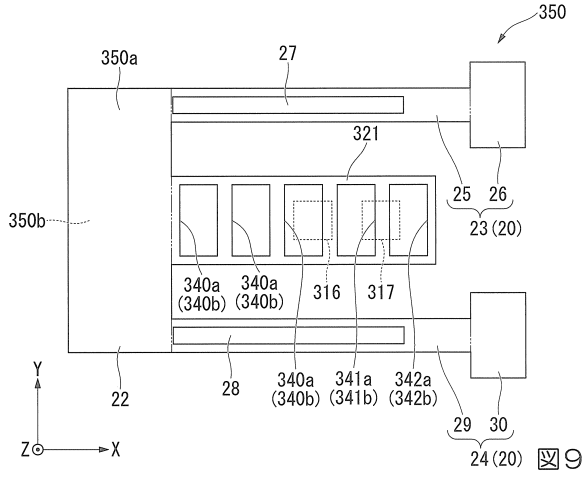
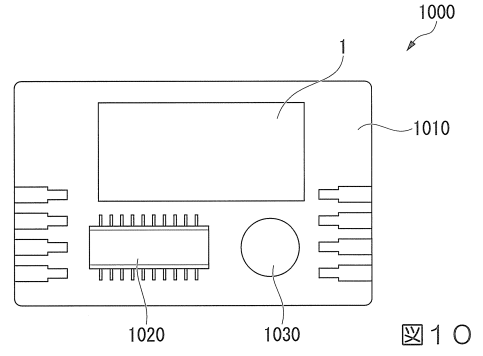


図8

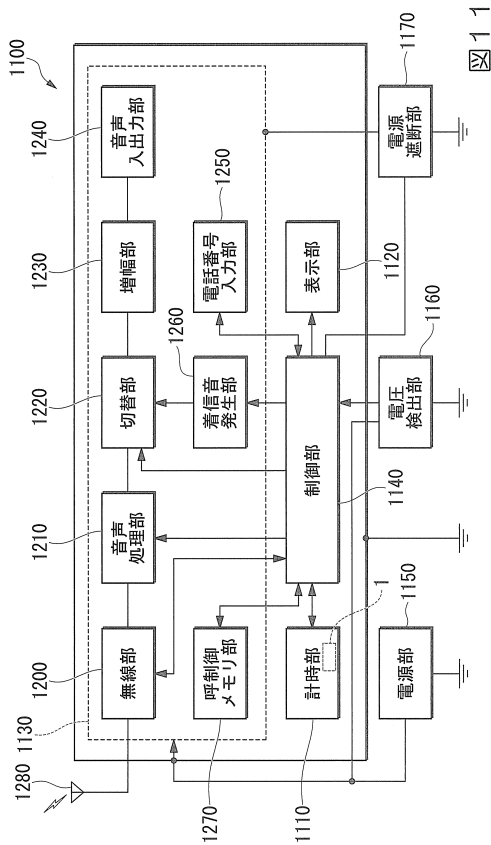
【図9】



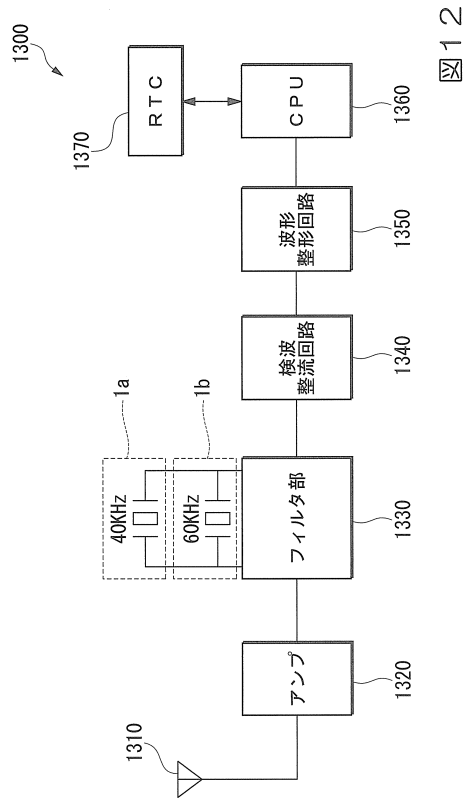
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 高志

千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 エスアイアイ・クリスタルテクノロジー株式会社内

審査官 小林 正明

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 3 4 5 5 1 9 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 1 8 7 8 5 3 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 2 0 9 9 5 7 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 0 3 9 2 2 6 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 3 4 5 5 1 7 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 1 4 7 3 4 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 3 H 9 / 0 0 - 9 / 7 6