

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6256036号
(P6256036)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.	F 1
HO3H 9/10 (2006.01)	HO3H 9/10
HO3H 9/19 (2006.01)	HO3H 9/19
HO3H 9/02 (2006.01)	HO3H 9/02
HO3B 5/32 (2006.01)	HO3H 9/19 HO3B 5/32

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-8365 (P2014-8365)
 (22) 出願日 平成26年1月21日 (2014.1.21)
 (65) 公開番号 特開2015-139034 (P2015-139034A)
 (43) 公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 審査請求日 平成28年12月28日 (2016.12.28)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100164633
 弁理士 西田 圭介
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (72) 発明者 西出 淳
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 審査官 ▲高▼須 甲斐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】振動子、発振器、電子機器及び移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動する振動部、および前記振動部よりも厚さが薄い部分を備えている周辺部、を有する振動片と、

内底面を有し、前記振動片が収容されている容器と、を備え、
 前記振動部の振動方向を第1方向とし、平面視で前記第1方向と交差する方向を第2方向としたとき、

前記振動片は、

前記周辺部であって、前記第1方向に沿って前記振動部と並んでいる第1領域と、
 前記第1領域に配置され、前記容器に固定されている固定部と、
 前記第1領域であって前記固定部と前記振動部との間に配置され、前記周辺部の前記薄い部分よりも厚さ方向に突出し前記第2方向に沿って延びている第1凸部と、を含み、
 前記容器は、

前記内底面であって平面視で前記第1凸部と重なる位置に、前記第1凸部側に突出している支持部を有していることを特徴とする振動子。

【請求項2】

請求項1に記載の振動子において、

前記振動片は、

前記周辺部であって、前記第1方向に沿って前記振動部と並び、且つ、前記第1領域とで前記振動部を挟んでいる第2領域を有し、

10

20

前記第2領域には、前記周辺部の前記薄い部分よりも厚さ方向に突出し前記第2方向に沿って延びている第2凸部を含んでいることを特徴とする振動子。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の振動子において、

前記振動片は、少なくとも前記振動部に励振電極を有し、

前記固定部には、前記励振電極から引き出されたマウント電極が設けられ、

前記容器は、平面視で前記マウント電極と重なる位置に接続端子を有し、

前記マウント電極が、導電性接着剤により前記接続端子に固定されていることを特徴とする振動子。

【請求項4】

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の振動子において、

前記振動部の前記第1方向に沿った長さをM×、前記第1凸部の前記第1方向に沿った長さをD×、前記振動部と前記第1凸部との前記第1方向に沿った間隔をS×、前記振動片に生じる屈曲振動の波長をとしたとき、

$$M \times = (v + 1 / 2) \times \pm 0.1 \quad (\text{但し、} v \text{は正の整数}),$$

$$D \times = / 2 \times m \pm 0.1 \quad (\text{但し、} m \text{は正の整数}),$$

$$S \times = / 2 \times n \pm 0.1 \quad (\text{但し、} n \text{は正の整数}),$$

の関係を満たすことを特徴とする振動子。

【請求項5】

請求項4に記載の振動子において、

前記振動片の前記第1方向に沿った長さをL×、前記振動部の厚さをtとしたとき、

$$10 \quad L \times / t = 40,$$

の関係を満たすことを特徴とする振動子。

【請求項6】

請求項3に記載の振動子において、

前記容器の前記支持部と前記接続端子とは、互いに前記容器の前記内底面から略等しい高さであることを特徴とする振動子。

【請求項7】

請求項3に記載の振動子において、

前記容器の前記支持部は、平面視で前記接続端子より前記振動片の中心寄りに位置することを特徴とする振動子。

【請求項8】

請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の振動子と、

前記振動片を駆動する回路と、を備えていることを特徴とする発振器。

【請求項9】

請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の振動子を備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項10】

請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の振動子を備えていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動子、この振動子を備えている発振器、電子機器及び移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子機器及び移動体などに備えられている振動子として、励振電極から引出電極の延出した水晶片の一端部両側を、導電性接着剤によって容器本体の内底面に固着してなり、水晶片の一端部と容器本体との間に突起を設けて、水晶片の一端面を突起から突出させた構成の水晶振動子が知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

20

30

40

50

また、圧電振動片との接触面を傾斜させることにより、圧電振動片の先端部を上方に傾斜させて実装することが可能な実装治具を使用して製造された圧電振動子が知られている（例えば、特許文献2参照）。

特許文献1の水晶振動子及び特許文献2の圧電振動子は、水晶片及び圧電振動片の先端部（他端部）の、容器（容器本体）との接触を回避することにより、振動特性の劣化を抑制できるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-283293号公報

10

【特許文献2】特開2003-8381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、特許文献1の水晶振動子は、容器本体に設けられた突起が水晶片の一端面に当接していることから、水晶片の振動エネルギーがこの部分から容器本体に漏洩し、CI値が上昇するなどの振動特性の劣化が生じる虞がある。

また、特許文献2の圧電振動子は、実装治具から分離された圧電振動片が、ゲル状（ペースト状）の導電性接着剤が硬化するまでの間に姿勢が変化し、先端部が容器と接触する虞がある。

20

この結果、圧電振動子は、例えば、周波数が規定値を超えて大幅に変動するなどの振動特性の劣化が生じる虞がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0006】

【適用例1】本適用例にかかる振動子は、振動する振動部、前記振動部より厚み寸法が薄い周辺部、を有する振動片と、前記振動片が収容されている容器と、を備え、前記振動の振動方向を第1方向とし、平面視で前記第1方向と交差する方向を第2方向としたときに、前記振動片は、前記第1方向に沿って、前記振動部を挟むように設けられている前記周辺部の第1領域と第2領域との少なくとも一方に、前記周辺部の厚み方向に突出し前記第2方向に沿って延びる凸部を有し、前記容器は、内底面における一方の前記凸部と対向する位置に、前記凸部側に突出している支持部を有し、前記振動片は、一方の前記凸部が前記支持部に支持され、支持されている前記凸部と、前記凸部と隣在し、前記振動片の前記第1方向の端部に設けられる固定部と、を有し前記固定部が、前記容器の前記内底面側に固定されていることを特徴とする。

30

【0007】

これによれば、振動子は、振動片の周辺部に第2方向に沿って延びる凸部を有し、容器の内底面の凸部と対向する位置に凸部側に突出している支持部を有し、凸部が支持部に支持され、支持されている凸部側の周辺部が容器の内底面側に固定されている。

40

これにより、振動子は、振動片の振動が周辺部によって閉じ込められつつ、スプリアス（不要振動）である屈曲振動成分が抑制されることによって振動エネルギーの漏洩が殆どない凸部が支持部に支持され、支持されている凸部に隣在する固定部が容器に固定されていることから、振動片が、固定されている固定部とは反対側の周辺部（先端部）が上方に持ち上げられた傾斜姿勢で安定的に保持されている。

【0008】

この結果、振動子は、振動片の先端部と容器との間に十分な隙間を確保でき、例えば、周囲の温度変化に伴う各構成要素の伸縮が生じたとしても、振動片の先端部が容器と接触する虞がなく、凸部から容器への振動エネルギーの漏洩も殆どないことから、特許文献1

50

及び特許文献 2 などの従来技術より、振動特性を向上させることができる。

【0009】

[適用例 2] 上記適用例にかかる振動子において、前記振動片は、少なくとも前記振動部に励振電極を有し、前記支持部に支持されている前記凸部に隣在する固定部には、前記励振電極から引き出されたマウント電極が設けられ、前記容器は、前記内底面の前記マウント電極と対向する位置に接続端子を有し、前記マウント電極が、導電性接着剤により前記接続端子に固定されていることが好ましい。

【0010】

これによれば、振動子は、振動片の振動部に励振電極を有し、支持部に支持されている凸部側の周辺部に励振電極から引き出されたマウント電極が設けられ、容器の内底面のマウント電極と対向する位置に接続端子を有し、マウント電極が導電性接着剤により接続端子に固定されている。

これにより、振動子は、振動片を機械的及び電気的に容器と接続することができ、接続端子に駆動信号を印加することによって、振動片を安定した状態で厚みすべり振動させることができる。

【0011】

[適用例 3] 上記適用例にかかる振動子において、前記振動部の前記第 1 方向に沿った長さを M_x 、前記凸部の前記第 1 方向に沿った長さを D_x 、前記振動部と前記凸部との前記第 1 方向に沿った間隔を S_x 、前記振動片に生じる屈曲振動の波長を λ としたときに、
 $M_x = (v + 1/2) \times \lambda \pm 0.1$ (但し、 v は正の整数) 、 $D_x = \lambda / 2 \times m \pm 0.1$ (但し、 m は正の整数) 、 $S_x = \lambda / 2 \times n \pm 0.1$ (但し、 n は正の整数) の関係を満たすことが好ましい。

【0012】

これによれば、振動子は、 $M_x = (v + 1/2) \times \lambda \pm 0.1$ (但し、 v は正の整数) 、 $D_x = \lambda / 2 \times m \pm 0.1$ (但し、 m は正の整数) 、 $S_x = \lambda / 2 \times n \pm 0.1$ (但し、 n は正の整数) の関係を満たすことから、屈曲振動成分をより抑制しつつ、周辺部における厚みすべり振動をより減衰させ、厚みすべり振動の振動エネルギーの閉じ込めを、より効率よく行うことができる。

【0013】

[適用例 4] 上記適用例にかかる振動子において、前記振動片の前記第 1 方向に沿った長さを L_x 、前記振動部の厚みを t としたときに、 $10 \leq L_x / t \leq 40$ の関係を満たすことが好ましい。

【0014】

これによれば、振動子は、 $10 \leq L_x / t \leq 40$ の関係を満たすことから、屈曲振動成分を抑制しつつ、周辺部における厚みすべり振動を減衰させ、厚みすべり振動の振動エネルギーの閉じ込めを、より顕著に行うことができる。

【0015】

[適用例 5] 上記適用例にかかる振動子において、前記容器の前記支持部と前記接続端子とは、互いに前記容器の前記内底面から略等しい高さであることが好ましい。

【0016】

これによれば、振動子は、容器の支持部と接続端子とが、互いに容器の内底面から略等しい高さであることから、例えば、同じ材料を用いて容器の支持部と接続端子とを、スクリーン印刷などによって一括して製造することが可能となり、生産性を向上させることができる。

【0017】

[適用例 6] 上記適用例にかかる振動子において、前記容器の前記支持部は、前記接続端子より前記振動片の中心寄りに位置することが好ましい。

【0018】

これによれば、振動子は、容器の支持部が接続端子より振動片の中心寄りに位置することから、支持部と接続端子との間隔を一定程度確保でき、振動片の傾斜角度のばらつきを

10

20

30

40

50

抑制することができる。

【0019】

[適用例7] 本適用例にかかる発振器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子と、前記振動片を駆動する回路と、を備えていることを特徴とする。

【0020】

これによれば、本構成の発振器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子と、振動片を駆動する回路と、を備えていることから、上記適用例のいずれか一例に記載の効果を奏する発振器を提供することができる。

【0021】

[適用例8] 本適用例にかかる電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子を備えていることを特徴とする。 10

【0022】

これによれば、本構成の電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子を備えていることから、上記適用例のいずれか一例に記載の効果を奏する電子機器を提供することができる。

【0023】

[適用例9] 本適用例にかかる移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子を備えていることを特徴とする。

【0024】

これによれば、本構成の移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動子を備えていることから、上記適用例のいずれか一例に記載の効果を奏する移動体を提供することができる。 20

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第1実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式展開斜視図。

【図2】図1の水晶振動子の模式平断面図であり、(a)はリッド(蓋体)側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。

【図3】水晶振動片の概略構成を示す模式斜視図。

【図4】水晶振動片の模式要部断面図。

【図5】第1実施形態の変形例の水晶振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。 30

【図6】第2実施形態の水晶発振器の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。

【図7】第3実施形態の携帯電話機を示す模式斜視図。

【図8】第4実施形態の自動車を示す模式斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明を具体化した実施形態について図面を参照して説明する。

【0027】

(第1実施形態)

最初に、振動子の一例としての水晶振動子について説明する。 40

図1は、第1実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式展開斜視図である。図2は、図1の水晶振動子の模式平断面図であり、図2(a)は、リッド(蓋体)側から見た平面図、図2(b)は、図2(a)のA-A線での断面図である。なお、平面図では、リッドを省略してある。図3は、振動片としての水晶振動片の概略構成を示す模式斜視図である。なお、分かり易くするために、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。

【0028】

図1、図2に示すように、水晶振動子1は、振動片としての水晶振動片10と、水晶振動片10が収容されている容器としてのパッケージ20と、を備えている。

図3に示すように、水晶振動片10は、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸、機 50

械軸としてのY軸、及び光学軸としてのZ軸のうち、X軸を回転軸として、Z軸の+（プラス）側をY軸の-（マイナス）方向へ回転させた軸をZ'軸とし、Y軸の+側をZ軸の+方向へ回転させた軸をY'軸とし、X軸及びZ'軸に平行な面を主面11, 12とし、Y'軸に沿った方向（Y'軸方向）を厚み方向として、水晶の原石（ランバード）などから切り出されている。

水晶振動片10は、厚みすべり振動する略矩形状の振動部13と、平面視で（Y'軸方向から見て）振動部13を囲み、振動部13より厚み寸法（Y'軸方向の寸法）が薄い周辺部14と、を含んでいる。

振動部13は、周辺部14の+Y'側及び-Y'側の両方に突出している。

【0029】

10

水晶振動片10は、厚みすべり振動の振動方向を第1方向（ここではX軸方向）とし、平面視でX軸方向と交差（ここでは直交）する方向を第2方向（ここではZ'軸方向）としたときに、X軸方向に沿って、振動部13を挟むように周辺部14に第1領域14aと第2領域14bとが設けられている。

水晶振動片10は、第1領域14a及び第2領域14bの少なくとも一方（ここでは第1領域14a）に、周辺部14の厚み方向（Y'軸方向）に突出しZ'軸方向に沿って延びる凸部15を有している。

凸部15は、周辺部14の+Y'側及び-Y'側の両方に、振動部13と略等しい高さまで突出している。

凸部15のZ'軸方向に沿った長さは、X軸方向からみて振動部13の幅の範囲内（振動部13が形成されている範囲内）にある。

【0030】

20

水晶振動片10は、凸部15と隣在し、第1領域14aのX軸方向の端部に設けられている固定部18を有する。

水晶振動片10は、少なくとも振動部13に略矩形状の励振電極16, 17を有し、凸部15側の周辺部14の第1領域14aの固定部18に、励振電極16, 17から引き出されたマウント電極16a, 17aが設けられている。

水晶振動片10は、周辺部14の第1領域14a側がパッケージ20に固定される固定端となっており、第2領域14b側が自由端となっている。

【0031】

30

マウント電極16aは、振動部13の主面11に設けられた励振電極16から、X軸方向に沿って周辺部14の第1領域14aの+X側の端部（固定部18）に引き出され、端部の側面に沿って第1領域14aの主面12aに回り込み、凸部15の近傍まで延在している。

マウント電極17aは、振動部13の主面12に設けられた励振電極17から、X軸方向に沿って周辺部14の第1領域14aの+X側の端部に引き出され、端部の側面に沿って第1領域14aの主面11aに回り込み、凸部15の近傍まで延在している。

励振電極16, 17及びマウント電極16a, 17aは、例えば、Cr（クロム）を下地層とし、その上にAu（金）が積層された構成の金属被膜となっている。

【0032】

40

図3に示すように、水晶振動片10は、振動部13のX軸方向に沿った長さをMx、凸部15のX軸方向に沿った長さをDx、振動部13と凸部15とのX軸方向に沿った間隔をSx、水晶振動片10に生じる屈曲振動の波長をλとしたときに、

$$Mx = (v + 1/2) \times \lambda \pm 0.1 \quad (\text{但し, } v \text{ は正の整数}),$$

$$Dx = \lambda / 2 \times m \pm 0.1 \quad (\text{但し, } m \text{ は正の整数}),$$

$$Sx = \lambda / 2 \times n \pm 0.1 \quad (\text{但し, } n \text{ は正の整数}),$$

の関係を満たしていることが好ましい。なお、ここで寸法のバラツキである±0.1は、この程度の製造バラツキ範囲であれば、水晶振動片10の特性への影響は小さいことを示している。

【0033】

50

これにより、水晶振動片 10 は、図 4 の水晶振動片の模式要部断面図に示すように、振動部 13 及び凸部 15 における Z' 軸方向に沿って延びる各壁面（側面）が、水晶振動片 10 に生じるスプリアス（不要振動）である屈曲振動の最大振幅の位置と略一致するよう 10 に設けられることが可能となる。

具体的には、上記各壁面（例えば、壁面 15a など）は、図 4 の 2 点鎖線で示した想定される屈曲振動の波形 B の頂点（最大振幅点）P を通り Y' 軸と平行な仮想直線 C と、略一致するよう 15 に設けられることが可能となる。

ここで、屈曲振動の波長 λ は、水晶振動片 10 の共振周波数 f から、例えば、 $\lambda/2 = (1.332/f) - 0.0024$ 、などの数式によって求めることができる。

なお、水晶振動片 10 は、励振電極 16, 17 の端面の位置についても、同様に設定され 10 ることが好ましい。

なお、図 4 では説明の便宜上、ハッチングを省略してある。

【0034】

図 3 に戻って、水晶振動片 10 は、X 軸方向に沿った長さを L_x 、振動部 13 の厚みを t としたときに、

$$10 \quad L_x / t = 4.0,$$

の関係を満たしていることが好ましい。

なお、上述した水晶振動片 10 の形状は、例えば、フォトリソグラフィー技術、エッチング技術などを用いて精度よく形成することができる。

【0035】

図 2 に戻って、パッケージ 20 は、平面形状が略矩形で凹部 22 が設けられたパッケージベース 21 と、パッケージベース 21 の凹部 22 を覆う平板状のリッド 23 と、を備え、略直方体形状に形成されている。

【0036】

パッケージベース 21 には、セラミックグリーンシートを成形して積層し焼成した酸化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、炭化珪素質焼結体、ガラスセラミックス焼結体などのセラミックス系の絶縁性材料、水晶、ガラス、シリコン（高抵抗シリコン）などが用いられている。

リッド 23 には、パッケージベース 21 と同材料、または、コバルト、42 アロイなどの金属が用いられている。

【0037】

パッケージベース 21 の凹部 22 内の内底面（内側の底面）22a には、水晶振動片 10 のマウント電極 16a, 17a に対向する位置に、接続端子としての略矩形状の内部端子 24a, 24b が設けられている。

また、内底面 22a には、水晶振動片 10 の凸部 15 と対向する位置に、凸部 15 側に突出している支持部 22b が設けられている。

支持部 22b は、略直方体状であって、水晶振動片 10 の凸部 15 と同方向に延在し、内部端子 24a, 24b より水晶振動片 10 の中心寄りに位置している。

また、支持部 22b と内部端子 24a, 24b とは、互いにパッケージベース 21 の内底面 22a から略等しい高さとなっている。

【0038】

水晶振動片 10 は、凸部 15 が支持部 22b に支持され、凸部 15 側の周辺部 14（第 1 領域 14a）の固定部 18 が、パッケージベース 21 の内底面 22a 側の内部端子 24a, 24b に固定されている。

詳述すると、水晶振動片 10 は、凸部 15 が支持部 22b に載置されて支持された状態で、マウント電極 16a, 17a（固定部 18）が、例えば、銀粉、金粉、銅粉、アルミニウム粉、カーボン粉、グラファイト粉などの導電フィラーが混合された、エポキシ系、シリコーン系、ポリイミド系などの導電性接着剤 30 により、内部端子 24a, 24b に接着固定されている。

これにより、水晶振動子 1 は、水晶振動片 10 が、周辺部 14 の第 1 領域 14a 側が低

10

20

30

40

50

く、第2領域14b側が高くなる傾斜姿勢で、機械的及び電気的にパッケージ20に接続されたことになる。

【0039】

パッケージベース21の凹部22とは反対側の外底面(外側の底面)25には、矩形状の電極端子26a, 26bが設けられている。

電極端子26a, 26bは、図示しない内部配線により内部端子24a, 24bと電気的に接続されている。詳述すると、電極端子26aは、内部端子24aと電気的に接続され、電極端子26bは、内部端子24bと電気的に接続されている。

内部端子24a, 24b及び電極端子26a, 26bは、例えば、W(タンゲステン)、Mo(モリブデン)などのメタライズ層にNi(ニッケル)、Au(金)などの各被膜をメッキなどにより積層した金属被膜からなる。

支持部22bの材料としては、特に限定されないが、内部端子24a, 24b及び電極端子26a, 26bと同材料、またはエポキシ系、シリコーン系、ポリイミド系などの各種樹脂材料や、パッケージベース21と一体化されたセラミックス系の絶縁性材料などが挙げられる。

【0040】

水晶振動子1は、水晶振動片10がパッケージベース21の内部端子24a, 24bに固定(接着固定)された状態で、パッケージベース21の凹部22がリッド23により覆われ、パッケージベース21とリッド23とがシームリング、低融点ガラス、接着剤などの接合部材27で接合されることにより、パッケージベース21の凹部22が気密に封止されている。

なお、パッケージベース21の気密に封止された凹部22内は、減圧された真空状態(真空度の高い状態)または窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填された状態となっている。

【0041】

なお、パッケージ20は、平板状のパッケージベース21と凹部を有するリッド23などから構成されていてもよい。また、パッケージ20は、パッケージベース21及びリッド23の両方に凹部を有していてもよい。

【0042】

水晶振動子1は、例えば、電子機器のICチップ内に集積化された発振回路から、電極端子26a, 26bを経由して印加される駆動信号によって、水晶振動片10が厚みすべり振動を励振されて所定の周波数で共振(発振)し、電極端子26a, 26bから共振信号(発振信号)を出力する。

【0043】

上述したように、第1実施形態の水晶振動子1は、水晶振動片10の周辺部14の第1領域14aに、Z'軸方向に沿って延びる凸部15を有し、パッケージベース21の内底面22aの凸部15と対向する位置に、凸部15側に突出している支持部22bを有し、凸部15が支持部22bに支持され、凸部15側の周辺部14の第1領域14aの固定部18がパッケージベース21の内底面22a側に固定されている。

これによれば、水晶振動子1は、水晶振動片10の厚みすべり振動が周辺部14により閉じ込められつつ、スプリアス(不要振動)である屈曲振動成分が抑制されることによって振動エネルギーの漏洩が殆どない凸部15が支持部22bに支持され、凸部15側の周辺部14の第1領域14aの固定部18がパッケージベース21の内底面22a側に固定されることになる。

【0044】

これにより、水晶振動子1は、水晶振動片10が、固定されている周辺部14の第1領域14a(固定端)とは反対側の周辺部14の第2領域14b(自由端、先端部)が、上方(リッド側)に持ち上げられた傾斜姿勢で安定的に保持されている。

この結果、水晶振動子1は、水晶振動片10の先端部(周辺部14の第2領域14b)とパッケージ20との間に十分な隙間を確保でき、例えば、周囲の温度変化に伴う各構成

10

20

30

40

50

要素の伸縮が生じたとしても、水晶振動片10の先端部がパッケージ20と接触する虞がない。加えて、水晶振動子1は、水晶振動片10の凸部15からパッケージ20への振動エネルギーの漏洩も殆どないことから、特許文献1及び特許文献2などの従来技術より、振動特性を向上させることができる。

【0045】

また、水晶振動子1は、水晶振動片10の振動部13に励振電極16, 17を有し、支持部22bに支持されている凸部15側の周辺部14の第1領域14aの固定部18に励振電極16, 17から引き出されたマウント電極16a, 17aが設けられ、パッケージベース21の内底面22aのマウント電極16a, 17aと対向する位置に内部端子24a, 24bを有し、マウント電極16a, 17aが導電性接着剤30により内部端子24a, 24bに固定されている。
10

これにより、水晶振動子1は、水晶振動片10を機械的及び電気的にパッケージ20と接続することができ、内部端子24a, 24bに駆動信号を印加することによって、水晶振動片10を安定した状態で厚みすべり振動させることができる。

【0046】

また、水晶振動子1は、 $Mx = (v + 1/2) \times \pm 0.1$ (但し、vは正の整数)、 $Dx = / 2 \times m \pm 0.1$ (但し、mは正の整数)、 $Sx = / 2 \times n \pm 0.1$ (但し、nは正の整数)、の関係を満たすことから、振動部13及び凸部15におけるZ'軸方向に沿って延びる各壁面(側面)が、水晶振動片10に生じるスプリアス(不要振動)である屈曲振動の最大振幅の位置と略一致するように設けられることが可能となる。
20

この結果、水晶振動子1は、水晶振動片10の屈曲振動成分をより抑制しつつ、周辺部14における厚みすべり振動をより減衰させ、厚みすべり振動の振動エネルギーの閉じ込めを、より効率よく行うことができる。

【0047】

また、水晶振動子1は、 $10Lx/t = 40$ 、の関係を満たすことから、水晶振動片10の屈曲振動成分を抑制しつつ、周辺部14における厚みすべり振動を減衰させ、厚みすべり振動の振動エネルギーの閉じ込めを、より顕著に行うことができる。

【0048】

また、水晶振動子1は、パッケージベース21の支持部22bと内部端子24a, 24bとが、互いにパッケージベース21の内底面22aから略等しい高さであることから、例えば、W(タングステン)、Mo(モリブデン)などのメタライズ層を用いて支持部22bと内部端子24a, 24bとを、同じ材料でスクリーン印刷などによって一括して製造することができ、生産性を向上させることができる。
30

【0049】

また、水晶振動子1は、パッケージベース21の支持部22bが、内部端子24a, 24bより水晶振動片10の中心寄りに位置することから、支持部22bと内部端子24a, 24bとの間隔を一定程度確保でき、水晶振動片10の傾斜角度のばらつきを抑制することができる。

【0050】

なお、支持部22bの内部端子24a, 24b同士を結ぶ方向(凸部15の延在方向)に沿った長さは、特に限定されず、図示の長さより長くても短くてもよい。要は、内部端子24a, 24bと支持部22bとで、水晶振動片10を少なくとも3点支持できる長さであればよい。
40

また、支持部22bは、凸部15の延在方向(Z'軸方向)から見て、内部端子24a, 24bと重なるように内部端子24a, 24b側に延在していてもよい。

また、支持部22bの内底面22aからの高さは、内部端子24a, 24bと略等しい高さに限定されず、凸部15の高さや、凸部15の固定部18の端部からの距離などに応じて適宜設定されてもよい。

なお、励振電極16, 17は、振動部13から周辺部14の一部まで延在していてもよい。
50

【0051】

(変形例)

次に、第1実施形態の変形例について説明する。

図5は、第1実施形態の変形例の水晶振動子の概略構成を示す模式図である。図5(a)は、リッド側から見た平面図であり、図5(b)は、図5(a)のA-A線での断面図である。なお、平面図では、リッドを省略してある。また、上記第1実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、上記第1実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0052】

図5に示すように、変形例の水晶振動子2は、第1実施形態と比較して、水晶振動片110の凸部15の数が異なる。

水晶振動片110は、凸部15が周辺部14の第1領域14a及び第2領域14bの両方に設けられている。

これによれば、水晶振動子2は、凸部15が周辺部14の第1領域14a及び第2領域14bの両方に設けられていることから、水晶振動片110の厚みすべり振動が周辺部14によって閉じ込められつつ、スプリアス(不要振動)である屈曲振動成分が更に抑制される。

この結果、水晶振動子2は、振動特性を更に向上させることができる。

【0053】

(第2実施形態)

次に、上述した振動子と、振動片を駆動する回路と、を備えている発振器の一例としての水晶発振器について説明する。

【0054】

図6は、第2実施形態の水晶発振器の概略構成を示す模式図である。図6(a)は、リッド側から見た平面図であり、図6(b)は、図6(a)のA-A線での断面図である。なお、平面図では、リッドを省略してある。また、上記第1実施形態及び変形例との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、上記第1実施形態及び変形例と異なる部分を中心に説明する。

【0055】

図6に示すように、水晶発振器5は、上記第1実施形態の水晶振動子1または変形例の水晶振動子2のいずれか(ここでは、水晶振動子1とする)と、水晶振動片10を駆動する(発振させる)回路としてのICチップ40と、を備えている。

【0056】

発振回路を内蔵するICチップ40は、パッケージベース21の凹部22の内底面22aに設けられている収容凹部22cの底面22dに、図示しない接着剤などを用いて固定されている。

ICチップ40は、図示しない接続パッドが、Au(金)、Al(アルミニウム)などの金属ワイヤー41により、収容凹部22cの底面22dに設けられている内部接続端子22eと電気的に接続されている。

【0057】

内部接続端子22eは、W(タンクステン)、Mo(モリブデン)などのメタライズ層にNi(ニッケル)、Au(金)などの各被膜をメッキなどにより積層した金属被膜からなり、図示しない内部配線を経由して、パッケージ20の外底面25の四隅に設けられた電極端子26a, 26b, 26c, 26d及び内部端子24a, 24bなどと電気的に接続されている。

なお、ICチップ40の接続パッドと内部接続端子22eとの接続には、金属ワイヤー41を用いたワイヤーボンディングによる接続方法以外に、ICチップ40を反転させてのフリップチップ実装による接続方法などを用いてもよい。

【0058】

水晶発振器5は、ICチップ40から内部接続端子22e、内部端子24a, 24b、

10

20

30

40

50

などを経由して印加される駆動信号によって、水晶振動片 10 が厚みすべり振動を励振されて所定の周波数で共振（発振）する。

そして、水晶発振器 5 は、この発振に伴って生じる発振信号を I C チップ 40、電極端子 26a, 26d (26c, 26b) などを経由して外部に出力する。

【0059】

上述したように、第 2 実施形態の水晶発振器 5 は、水晶振動子 1 と、水晶振動片 10 を駆動する I C チップ 40 と、を備えていることから、第 1 実施形態に記載の効果が奏された水晶発振器を提供することができる。具体的には、振動特性に優れた水晶発振器を提供することができる。

なお、水晶発振器 5 は、水晶振動子 1 に代えて、変形例の水晶振動子 2 を用いても、上記と同様の効果、及び変形例の水晶振動子 2 特有の効果が奏された水晶発振器を提供することができる。10

なお、水晶発振器 5 は、I C チップ 40 を水晶振動子 1 に内蔵ではなく、外付けした構成のモジュール構造（例えば、1つの基板上に水晶振動子 1 及び I C チップ 40 が個別に搭載されている構造）としてもよい。

【0060】

（第 3 実施形態）

次に、上述した振動子を備えている電子機器として、携帯電話機を一例に挙げて説明する。

図 7 は、第 3 実施形態の携帯電話機を示す模式斜視図である。20

携帯電話機 700 は、上記第 1 実施形態の水晶振動子 1 または変形例の水晶振動子 2 を備えている携帯電話機である。

図 7 に示す携帯電話機 700 は、上述した水晶振動子（1 または 2）を、例えば、基準クロック発振源などのタイミングデバイスとして用い、更に液晶表示装置 701、複数の操作ボタン 702、受話口 703、及び送話口 704 を備えて構成されている。

これによれば、携帯電話機 700 は、水晶振動子（1 または 2）を備えていることから、上記第 1 実施形態及び変形例で説明した効果が奏され、優れた性能を発揮することができる。

なお、携帯電話機 700 の形態は、図示のタイプに限定されるものではなく、いわゆるスマートフォンタイプでもよい。30

【0061】

上述した振動子は、上記携帯電話機 700 のような携帯電話機に限らず、電子ブック、パーソナルコンピューター、テレビ、デジタルスチールカメラ、ビデオカメラ、ビデオレコーダー、ナビゲーション装置、ページャー、電子手帳、電卓、ワードプロセッサー、ワープローション、テレビ電話、POS 端末、電子ゲーム機器、タッチパネルを備えた機器などのタイミングデバイスとして好適に用いることができ、いずれの場合にも上記第 1 実施形態及び変形例で説明した効果が奏され、優れた性能を発揮する電子機器を提供することができる。

【0062】

（第 4 実施形態）

次に、上述した振動子を備えている移動体として、自動車を一例に挙げて説明する。40

図 8 は、第 4 実施形態の自動車を示す模式斜視図である。

自動車 800 は、上記第 1 実施形態の水晶振動子 1 または変形例の水晶振動子 2 を備えている自動車である。

自動車 800 は、上述した水晶振動子（1 または 2）を、例えば、搭載されている各種電子制御式装置（例えば、電子制御式燃料噴射装置、電子制御式 A B S 装置、電子制御式一定速度走行装置など）の基準クロックを発生するタイミングデバイスとして用いている。

これによれば、自動車 800 は、水晶振動子（1 または 2）を備えていることから、上記第 1 実施形態及び変形例で説明した効果が奏され、優れた性能を発揮することができる50

。

【0063】

上述した振動子は、上記自動車 800 に限らず、自走式ロボット、自走式搬送機器、列車、船舶、飛行機、人工衛星などを含む移動体のタイミングデバイスとして好適に用いることができ、いずれの場合にも上記第1実施形態及び変形例で説明した効果が奏され、優れた性能を発揮する移動体を提供することができる。

【符号の説明】

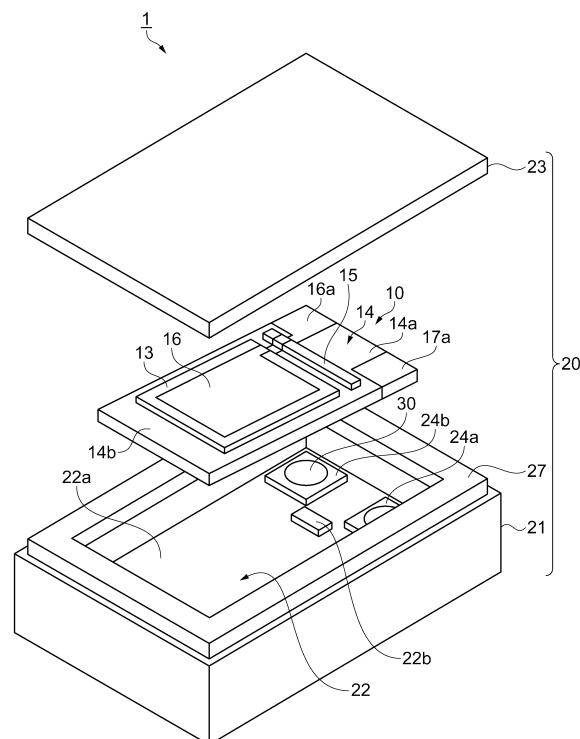
【0064】

1, 2 …振動子としての水晶振動子、5 …発振器としての水晶発振器、10 …振動片としての水晶振動片、11, 12 …正面、11a, 12a …周辺部の正面、13 …振動部、14 …周辺部、14a …第1領域、14b …第2領域、15 …凸部、15a …壁面、16, 17 …励振電極、16a, 17a …マウント電極、18 …固定部、20 …容器としてのパッケージ、21 …パッケージベース、22 …凹部、22a …内底面、22b …支持部、22c …収容凹部、22d …底面、22e …内部接続端子、23 …リッド(蓋体)、24a, 24b …接続端子としての内部端子、25 …外底面、26a, 26b, 26c, 26d …電極端子、27 …接合部材、30 …導電性接着剤、40 …回路としてのICチップ、41 …金属ワイヤー、110 …振動片としての水晶振動片、700 …電子機器としての携帯電話機、701 …液晶表示装置、702 …操作ボタン、703 …受話口、704 …送話口、800 …移動体としての自動車、B …屈曲振動の波形、C …仮想直線、P …頂点(最大振幅点)。

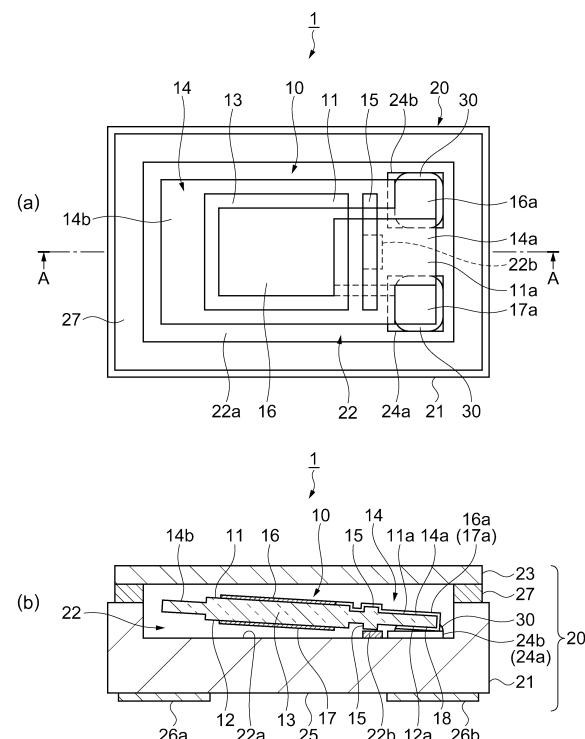
10

20

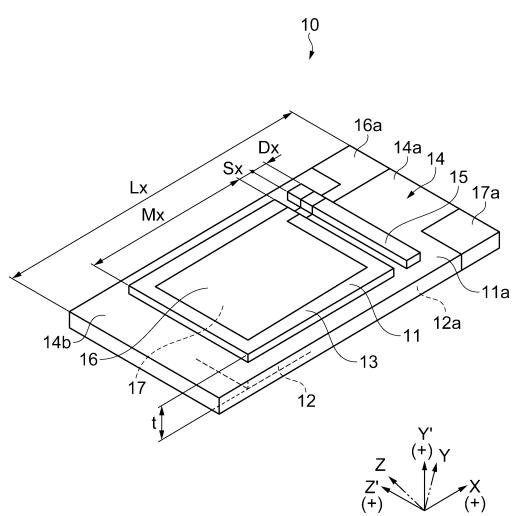
【図1】



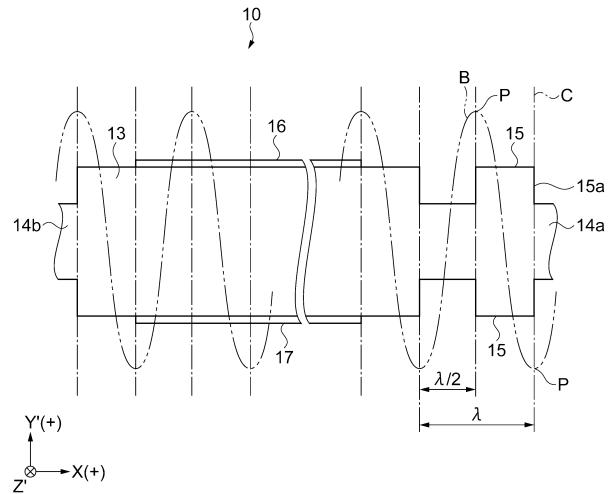
【図2】



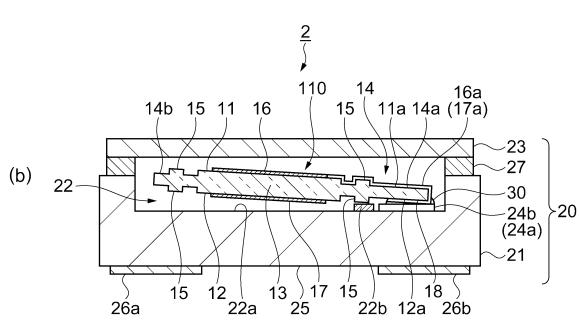
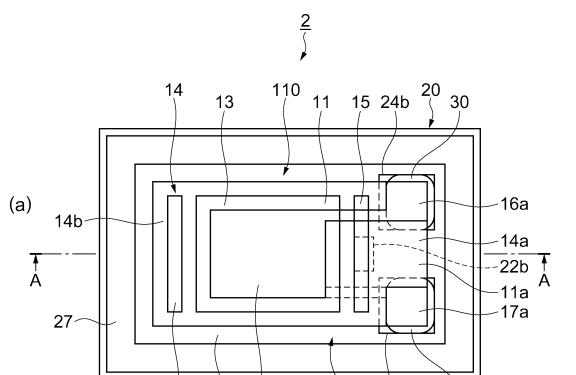
【図3】



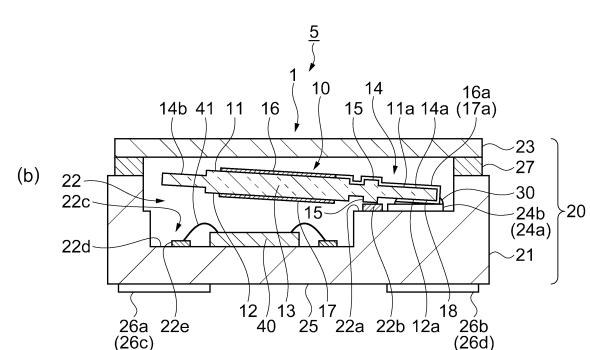
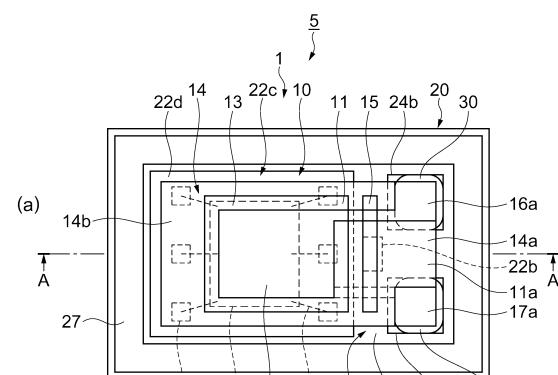
【図4】



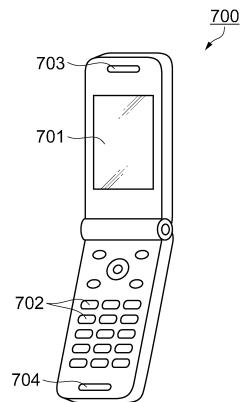
【図5】



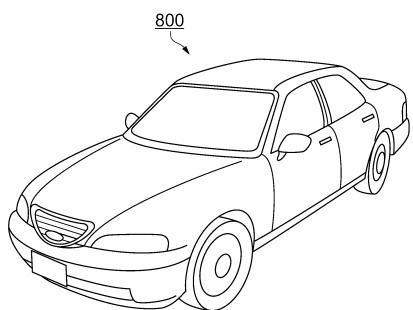
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-097183(JP,A)
特開2005-268830(JP,A)
特開2011-040981(JP,A)
特開2004-112420(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 03 H	9 / 10
H 03 B	5 / 32
H 03 H	9 / 02
H 03 H	9 / 19