

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6482169号
(P6482169)

(45) 発行日 平成31年3月13日(2019.3.13)

(24) 登録日 平成31年2月22日(2019.2.22)

(51) Int.Cl.			F I		
H03H	9/17	(2006.01)	H03H	9/17	E
H03B	5/32	(2006.01)	H03B	5/32	H
H03H	9/02	(2006.01)	H03H	9/02	L
H03H	9/10	(2006.01)	H03H	9/10	

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-150213 (P2013-150213)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年7月19日(2013.7.19)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-23434 (P2015-23434A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年2月2日(2015.2.2)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成28年7月6日(2016.7.6)		弁理士 増田 達哉
審判番号	不服2017-16578 (P2017-16578/J1)	(72) 発明者	山崎 隆
審判請求日	平成29年11月7日(2017.11.7)		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
		(72) 発明者	蝦名 昭彦
			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
		(72) 発明者	田端 強詩
			山形県酒田市十里塚166番地3 東北エプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動片、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】

基部と、振動腕と、を含む基材と、
前記振動腕に配置された、TiNを含む第1電極と、
前記第1電極に対して前記振動腕とは反対側に配置された、TiNを含む第2電極と、
前記第1電極と前記第2電極との間に配置された、AlNを含む圧電体と、
前記第1電極と前記圧電体との間に配置された、SiO₂を含む結晶配向調整膜としての絶縁膜と、を含み、
前記圧電体は、C軸配向性を有する、振動片。

【請求項2】

請求項1に記載の振動片において、
前記基材はSiを含む、振動片。

【請求項3】

請求項2に記載の振動片において、さらに、
前記振動腕と前記第1電極との間、または前記振動腕の前記第1電極側とは反対側の面に配置された、SiO₂を含む膜を含む、振動片。

【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片と、
前記振動片を収容するパッケージと、
を含む、振動子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の振動片と、
前記振動片を発振させる発振回路と、
を含む、発振器。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の振動片を含む、電子機器。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の振動片を含む、移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

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

【背景技術】

【0002】

従来、振動片として、基部と基部から延出する腕部と、腕部の主面に配置される圧電素子と、を備え、この圧電素子は、圧電体層と、圧電体層の上記主面側に設けられた第 1 電極層と、圧電体層の上記主面の反対側に設けられた第 2 電極層と、を備え、上記第 1 電極層は、上記主面側に配置される電極層と、圧電体層側に配置される窒化層と、が積層され、この窒化層は、第 1 電極層の電極層を形成する電極材料の窒化物であるという構成の振動片が知られている（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】特開 2011 - 228922 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記振動片は、実施形態において、第 1 電極層の電極層に Ti（チタン）が用いられ、第 1 電極層の窒化層に TiN（窒化チタン）が用いられている。

30

特許文献 1 によれば、上記振動片は、TiN を用いた窒化層によって、窒化層上に形成された圧電体層（AlN：窒化アルミニウム）の配向性を向上させるのと同時に、有効電界の減少が抑制され、効率よく腕部を振動させることができるとされている。

しかしながら、本発明の発明者らの評価試験によれば、上記振動片は、圧電体層の配向性（C 軸配向性）に関して改善の余地があることが判明した（詳細後述）。

【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】

40

[適用例 1] 本適用例にかかる振動片は、基部と、前記基部から延出している振動腕と、を含む基材と、前記振動腕に設けられている第 1 電極と、前記第 1 電極の上方に設けられている第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置されている圧電体と、前記第 1 電極と前記圧電体との間に配置されている絶縁膜と、を有し、前記第 1 電極の材料に TiN を含み、前記絶縁膜の材料に SiO₂ を含み、前記圧電体の材料に AlN を含んでいることを特徴とする。

【0007】

これによれば、振動片は、振動腕（腕部に相当）に設けられている第 1 電極（第 1 電極層に相当）と、第 1 電極の上方に設けられている第 2 電極（第 2 電極層に相当）と、第 1 電極と第 2 電極との間に配置されている圧電体（圧電体層に相当）と、第 1 電極と圧電体

50

との間に配置されている絶縁膜と、を有している。

そして、振動片は、第1電極の材料にTiNを含み、絶縁膜の材料にSiO₂(二酸化ケイ素)を含み、圧電体の材料にAlNを含んでいる。

【0008】

これにより、振動片は、第1電極の材料にTiNを含むことで、その特性(Q値を劣化させにくい)により振動特性が良好となる。

また、振動片は、圧電体の材料にAlNを含んでいることから、その配向性の高さにより電界印加時の伸縮性に優れ、振動腕を効率的に振動させることができる。

また、振動片は、TiNを含むことにより薄膜化され平坦化(平滑化)された第1電極上に、例えば、アモルファス(非晶質)状のSiO₂を含んだ絶縁膜が、薄膜化され平坦化されて配置される。これにより、振動片は、平坦化された絶縁膜上に配置されるAlNを含む圧電体も平坦化されることが可能になる。

この結果、振動片は、第1電極を覆うSiO₂を含んだ絶縁膜が結晶配向調整膜として機能し、第1電極による圧電体の配向性への悪影響を抑制することが可能になるとともに、絶縁膜上に配置(形成)される圧電体の結晶の方向が揃うことから、圧電体の配向性を更に向上させることができる。

なお、これらは、発明者らが実験による解析の結果などから得た知見に基づいている。

これらにより、振動片は、効率的な振動が可能となり、優れた振動特性を得ることができる。

【0009】

[適用例2]上記適用例にかかる振動片において、前記第2電極の材料にTiNを含んでいることが好ましい。

【0010】

これによれば、振動片は、第2電極の材料に第1電極と同じTiNを含んでいることから、他の材料を含んでいる場合と比較して、製造が容易となり生産性を向上させることができる。

加えて、振動片は、第2電極の材料にTiNを含んでいることから、その特性により他の材料を含んでいる場合と比較して、Q値を劣化させにくくすることができる。

【0011】

[適用例3]上記適用例にかかる振動片において、前記基材は、Siを含んでいることが好ましい。

【0012】

これによれば、振動片は、基材がSiを含んでいることから、その特性によりQ値に関する潜在性能(例えば、基材単体でのQ値)を、例えば、水晶よりも高くすることが可能である。

【0013】

[適用例4]上記適用例3にかかる振動片において、前記振動腕と前記第1電極との間、または前記振動腕の前記第1電極側とは反対側の面に、SiO₂を含む膜が設けられていることが好ましい。

【0014】

これによれば、振動片は、振動腕と第1電極との間、または振動腕の第1電極側とは反対側の面に、SiO₂を含む膜が設けられていることから、SiO₂を含む膜の周波数-温度特性により、基材がSiである振動腕の周波数-温度特性が補正され、温度変化に起因する周波数の変動を抑制することが可能となり、周波数-温度特性を向上させることができる。

【0015】

[適用例5]本適用例にかかる振動子は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、前記振動片を収容しているパッケージと、を備えていることを特徴とする。

【0016】

これによれば、本構成の振動子は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、振動片を

10

20

30

40

50

収容しているパッケージと、を備えたことから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する振動子を提供することができる。

【0017】

〔適用例6〕本適用例にかかる発振器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、前記振動片を発振させる発振回路と、を備えていることを特徴とする。

【0018】

これによれば、本構成の発振器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、振動片を発振させる発振回路と、を備えたことから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する発振器を提供することができる。

【0019】

〔適用例7〕本適用例にかかる電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を備えていることを特徴とする。

【0020】

これによれば、本構成の電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を備えたことから、上記適用例のいずれか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。

【0021】

〔適用例8〕本適用例にかかる移動体は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を備えていることを特徴とする。

【0022】

これによれば、本構成の移動体は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を備えたことから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する移動体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1実施形態の振動片の概略構成を示す模式図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。

【図2】図1(a)のB-B線での断面図及び各励振電極の配線図。

【図3】X線回折装置を用いた圧電体のC軸配向性の調査結果を示すグラフであり、(a)は第1実施形態のサンプル品の調査結果を示すグラフ、(b)は従来構成のサンプル品の調査結果を示すグラフ。

【図4】X線回折装置を用いた第1実施形態のサンプル品の圧電体のC軸配向性の調査結果を示す別のグラフ。

【図5】第1実施形態の変形例の振動片の概略構成を示す模式図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図。

【図6】第2実施形態の振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド(蓋体)側から俯瞰した平面図、(b)は(a)のC-C線での断面図。

【図7】第3実施形態の発振器の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から俯瞰した平面図、(b)は(a)のC-C線での断面図。

【図8】第4実施形態の携帯電話を示す模式斜視図。

【図9】第5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】

【0024】

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。

【0025】

(第1実施形態)

ここでは、振動片の一例として、基材にSi(シリコン)を用いている振動片について説明する。

図1は、第1実施形態の振動片の概略構成を示す模式図である。図1(a)は、平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A線での断面図である。なお、各配線は省略してあり、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。

図2は、図1(a)のB-B線での断面図及び各励振電極の配線図である。

10

20

30

40

50

なお、各図におけるX軸、Y軸、Z軸は、互いに直交する座標軸である。

【0026】

図1に示すように、振動片1は、基材として、基部10と、基部10からY軸方向に延出している3本の振動腕11a, 11b, 11cと、を備えている。本実施形態では、3本の振動腕11a, 11b, 11c及び基部10にSi基板（例えば、SOI、Poly-Siを成膜した基板）を用いている。

振動腕11a, 11b, 11cは、略角柱状に形成され、平面視において、Y軸方向と直交するX軸方向に配列されると共に、X軸とY軸とで特定される平面（XY平面）に沿った主面10a, 10bの少なくとも一方に（ここでは主面10aに）、励振電極12a, 12b, 12cが設けられている。

振動腕11a, 11b, 11cは、励振電極12a, 12b, 12cによって、主面10aと直交するZ軸方向（図1（b）の矢印方向）に屈曲振動（面外振動：主面10aに沿わない方向の振動）する。

基部10及び振動腕11a, 11b, 11c、励振電極12a, 12b, 12cは、例えば、スパッタ（スパッタリング）技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術などを用いて精度よく形成されている。

【0027】

励振電極12a, 12b, 12cは、主面10a側に設けられている第1電極12a1, 12b1, 12c1と、第1電極12a1, 12b1, 12c1の上方に設けられている第2電極12a2, 12b2, 12c2と、第1電極12a1, 12b1, 12c1と第2電極12a2, 12b2, 12c2との間に配置されている圧電体13と、第1電極12a1, 12b1, 12c1と圧電体13との間に配置されている絶縁膜14と、を備えた積層構造となっている。

【0028】

励振電極12a, 12b, 12cの第1電極12a1, 12b1, 12c1、第2電極12a2, 12b2, 12c2には、TiN（窒化チタン）を含んでいる膜が用いられ、圧電体13には、AlN（窒化アルミニウム）を含んでいる膜が用いられている。また、絶縁膜14には、アモルファス状態のSiO₂（二酸化ケイ素）を含んでいる膜が用いられている。

振動片1は、良好な振動特性を得る観点から、励振電極12a, 12b, 12cの第1電極12a1, 12b1, 12c1、第2電極12a2, 12b2, 12c2の厚みは、15nm程度が好ましく、圧電体13の厚みは200nm～400nm程度が好ましく、絶縁膜14の厚みは10nm程度が好ましい。

なお、第2電極12a2, 12b2, 12c2には、TiNと異なる別の材料（例えば、Mo、Ti、Ni、Pt、Au、W、WSi、Ta、ITOなど）を含んでいる膜が用いられてもよい。

【0029】

なお、励振電極12a, 12b, 12cは、振動腕11a, 11b, 11cの根元部（基部10との境界部分）から先端部に向かって延び、振動腕11a, 11b, 11cの全長（Y軸方向の根元から先端までの長さ）の半分程度の長さで設けられているのが、効率的な振動特性を得る上で好ましい。

【0030】

なお、図1（b）に示すように、基部10のZ軸方向の厚さは、振動腕11a, 11b, 11cのZ軸方向の厚さよりも厚く形成されている。

また、図1（a）に2点鎖線で示すように、基部10のX軸方向の両端部の主面10b側には、パッケージなどの外部部材への固定領域である固定部10c, 10dが設けられている。なお、固定部10c, 10dは、Y軸方向において基部10の振動腕11a, 11b, 11c側とは反対側の端部に設けられていることが好ましい。

【0031】

ここで、振動片1の動作について説明する。

10

20

30

40

50

図2に示すように、振動片1の励振電極12a, 12b, 12cは、第1電極12a1, 12b1, 12c1と第2電極12a2, 12b2, 12c2とが交差配線によって交流電源に接続され、駆動電圧としての交番電圧が印加されるようになっている。

【0032】

具体的には、振動腕11aの第1電極12a1と、振動腕11bの第2電極12b2と、振動腕11cの第1電極12c1とが同電位になるように接続され、振動腕11aの第2電極12a2と、振動腕11bの第1電極12b1と、振動腕11cの第2電極12c2とが同電位になるように接続されている。

【0033】

この状態で、第1電極12a1, 12b1, 12c1と第2電極12a2, 12b2, 12c2との間に交番電圧を印加すると、第1電極12a1, 12b1, 12c1と第2電極12a2, 12b2, 12c2との間に電界が発生して、逆圧電効果により、圧電体13に歪みが生じ、圧電体13がY軸方向に伸縮する。

振動片1は、上記交差配線によって励振電極12a, 12cに発生する電界の方向と励振電極12bに発生する電界の方向とを互いに逆方向にして、圧電体13の伸縮が振動腕11a, 11cと振動腕11bとの間で逆になるように構成されている。

具体的には、振動腕11a, 11cの圧電体13が伸張したとき、振動腕11bの圧電体13が収縮し、振動腕11a, 11cの圧電体13が収縮したとき、振動腕11bの圧電体13が伸張する。

【0034】

このような圧電体13の伸縮によって、振動片1は、交番電圧が一方の電位のときに振動腕11a, 11b, 11cが黒矢印の方向に屈曲し、交番電圧が他方の電位のときに振動腕11a, 11b, 11cが白抜き矢印の方向に屈曲する。

これを繰り返すことで、振動片1は、振動腕11a, 11b, 11cがZ軸方向に屈曲振動(面外振動)することになる。この際、隣り合う振動腕(ここでは、11aと11b、11bと11c)は、互いに逆方向に(逆相で)屈曲振動する。

なお、圧電体13の伸縮の度合いは、分極時のC軸配向性が良好なほど大きくなる。

【0035】

上述したように、本実施形態の振動片1は、振動腕11a, 11b, 11cに設けられた励振電極12a, 12b, 12cの第1電極12a1, 12b1, 12c1の材料にTiNを含み、絶縁膜14の材料にSiO₂を含み、圧電体13の材料にALNを含んでいる。

これにより、振動片1は、第1電極12a1, 12b1, 12c1の材料にTiNを含むことで、その特性(Q値を劣化させにくい)により振動特性が良好となる。

また、振動片1は、圧電体13の材料にALNを含んでいることから、その配向性の高さにより電界印加時の伸縮性に優れ、振動腕11a, 11b, 11cを効率的に振動させることができる。

また、振動片1は、TiNを含むことにより薄膜化され平坦化(平滑化)された第1電極12a1, 12b1, 12c1上に、アモルファス状のSiO₂を含んだ絶縁膜14が、薄膜化され平坦化されて配置される。

これにより、振動片1は、平坦化された絶縁膜14上に配置されるALNを含む圧電体13も平坦化されることが可能になる。

【0036】

この結果、振動片1は、第1電極12a1, 12b1, 12c1を覆うSiO₂を含んだ絶縁膜14が、結晶配向調整膜として機能し、第1電極12a1, 12b1, 12c1による圧電体13の配向性への悪影響を抑制することが可能になるとともに、絶縁膜14上に配置(形成)される圧電体13の結晶の方向が揃うことから、圧電体13の配向性を更に向上させることができる。

なお、これらは、発明者らが実験による解析の結果などから得た知見に基づいている。

上記に関して図を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【0037】

図3、図4は、X線回折装置を用いた圧電体のC軸配向性の調査結果を示すグラフである。図3(a)、図4は、本実施形態のサンプル品の調査結果を示すグラフであり、図3(b)は、従来構成(特許文献1)のサンプル品の調査結果を示すグラフである。

なお、グラフの横軸は、サンプル品に対するX線の角度を表し、縦軸はサンプル品から反射したX線の強度を表している。

なお、圧電体にX線を直接照射するため、サンプル品は第2電極が除去されている。

この状態における本実施形態のサンプル品の圧電体の表面粗さは、 $Ra = 0.39 \text{ nm}$ で良好であった。

【0038】

10

図3(a)に示すように、本実施形態のサンプル品は、X線回折における-2測定法で、グラフのピーク(回折強度のピーク)が明瞭に表れ、ピーク時の角度(回折角)が36度(2°)となっている。加えて、図4に示すように、本実施形態のサンプル品は、X線回折における測定法で、ピークの半値幅(FWHM)が3.966度となっていることから、C軸配向性が良好であることが確認できた。

一方、図3(b)に示すように、従来構成のサンプル品は、-2測定法で、グラフのピークが不明瞭であり、C軸配向性が良好であるとはいえない結果となった。

このように、振動片1は、圧電体13のC軸配向性が良好であることから、電界印加時の伸縮性に優れ、励振電極12a, 12b, 12cによる効率的な振動が可能となり、優れた振動特性を得ることができる。

20

【0039】

なお、X線回折装置における-2測定法とは、X線源を固定し試料台だけを動かしたとき、検知器部を2動かしながらスキャンする方法であり、測定法とは、X線源と検知器部とを固定して、ブラッグ反射角付近(ここでは18度付近)で試料台のみをスキャンする方法である。

【0040】

また、振動片1は、第2電極12a2, 12b2, 12c2の材料に第1電極と同じTiNを含んでいることから、他の材料を含んでいる場合と比較して、製造が容易となり生産性を向上させることができる。

加えて、振動片1は、第2電極12a2, 12b2, 12c2の材料にTiNを含んでいることから、その特性により他の材料を含んでいる場合と比較して、Q値を劣化させにくくすることができる。

30

【0041】

また、振動片1は、基材がSiを含んでいることから、その特性によりQ値に関する潜在性能(例えば、基材単体でのQ値)を、例えば、水晶よりも高くすることが可能である(例えば、基材単体におけるQ値を、水晶の10倍程度にすることが可能である)。

なお、振動片1は、Siに代えて基材が水晶を含んでいてもよい。これによれば、振動片1は、圧電体13のC軸配向性に関して、基材がSiを含む場合と同等の効果を得ることができる。

なお、振動片1の基材には、Si、水晶以外の材料であって、Q値がSi、水晶と同程度の材料を用いてもよい。

40

【0042】

(変形例)

ここで、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振動片の概略構成を示す模式図である。図5(a)は、平面図、図5(b)は、図5(a)のA-A線での断面図である。なお、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、第1実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0043】

図5に示すように、変形例の振動片2は、第1実施形態と比較して、励振電極12a,

50

12b, 12c 周りの構成が異なっている。

振動片2は、振動腕11a, 11b, 11cの主面10aと、励振電極12a, 12b, 12cの第1電極12a1, 12b1, 12c1との間に、SiO₂を含む膜15が設けられている。

SiO₂を含む膜15は、例えば、スパッタ(スパッタリング)技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術などを用いて精度よく形成されている。なお、膜15の厚みは、100nm~300nm程度が好ましい。

【0044】

これによれば、振動片2は、振動腕11a, 11b, 11cの主面10aと、第1電極12a1, 12b1, 12c1との間に、SiO₂を含む膜15が設けられていることから、SiO₂を含む膜15が、振動腕11a, 11b, 11cの温度特性補正膜として機能する。

10

詳述すると、振動片2は、SiO₂を含む膜15の周波数-温度特性の傾きにより、基材がSiである振動腕11a, 11b, 11cの周波数-温度特性の傾きが補正(相殺)され、フラットな周波数-温度特性となる。

これにより、振動片2は、温度変化に起因する周波数の変動を抑制することが可能となり、周波数-温度特性を向上させることができる。

【0045】

なお、振動片2は、SiO₂を含む膜15を、振動腕11a, 11b, 11cの第1電極12a1, 12b1, 12c1側(主面10a側)とは反対側の面(主面10b)に設けてもよい。

20

これによれば、振動片2は、上記と同様の効果を得ることができる。

【0046】

(第2実施形態)

次に、上記第1実施形態(変形例含む、以下同様)で述べた振動片を備えている振動子について説明する。

図6は、第2実施形態の振動子の概略構成を示す模式図である。図6(a)は、リッド(蓋体)側から俯瞰した平面図であり、図6(b)は、図6(a)のC-C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、各配線は省略してある。

なお、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。

30

【0047】

図6に示すように、振動子5は、上記第1実施形態で述べた振動片1または振動片2のいずれか(ここでは、振動片1)と、振動片1を収容しているパッケージ20と、を備えている。

【0048】

パッケージ20は、平面形状が略矩形で凹部を有したパッケージベース21と、パッケージベース21の凹部を覆う平面形状が略矩形で平板状のリッド22と、を有し、略直方体形状に形成されている。

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、水晶、ガラス、Siなどが用いられている。

40

リッド22には、パッケージベース21と同材料、または、コパール、42アロイなどの金属が用いられている。

【0049】

パッケージベース21には、内底面(凹部の内側の底面)23に、内部端子24, 25が設けられている。

内部端子24, 25は、振動片1の基部10に設けられた接続電極18a, 18bの近傍となる位置に略矩形形状に形成されている。接続電極18a, 18bは、図示しない配線により、振動片1の各励振電極(12bなど)の第1電極(12b1など)及び第2電極(12b2など)に接続されている。

50

例えば、図2の配線において、交流電源の一方側の配線が接続電極18aに接続され、他方側の配線が接続電極18bに接続されている。

【0050】

パッケージベース21の外底面(内底面23の反対側の面、外側の底面)26には、電子機器などの外部部材に実装される際に用いられる一対の外部端子27, 28が形成されている。

外部端子27, 28は、図示しない内部配線によって内部端子24, 25と接続されている。例えば、外部端子27は、内部端子24と接続され、外部端子28は、内部端子25と接続されている。

内部端子24, 25及び外部端子27, 28は、W、Moなどのメタライズ層にNi、Auなどの各被膜をメッキなどの方法により積層した金属膜からなる。

10

【0051】

振動子5は、振動片1の基部10の固定部10c, 10dが、エポキシ系、シリコン系、ポリイミド系などの接着剤30を介して、パッケージベース21の内底面23に固定されている。

そして、振動子5は、振動片1の接続電極18a, 18bが、Au、Alなどの金属ワイヤー31により内部端子24, 25と接続されている。

振動子5は、振動片1がパッケージベース21の内部端子24, 25と接続された状態で、パッケージベース21の凹部がリッド22により覆われ、パッケージベース21とリッド22とがシームリング、低融点ガラス、接着剤などの接合部材29で接合されることにより、パッケージ20の内部が気密に封止される。

20

なお、パッケージ20の内部は、減圧状態(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。

【0052】

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

また、振動片1の基部10は、固定部10c, 10dに代えて、固定部10c, 10d以外の部分、例えば、固定部10cと固定部10dとを結んだ直線を中心を含む部分の1個所で固定されていてもよい。

30

これによれば、振動片1は、1個所で固定されることによって、固定部に生じる熱応力に起因する基部10の歪みを抑制することができる。

【0053】

振動子5は、外部端子27, 28、内部端子24, 25、金属ワイヤー31、接続電極18a, 18bを経由して励振電極(12bなど)に印加される駆動信号(交番電圧)によって、振動片1の各振動腕(11bなど)が所定の周波数(一例として、約32.768kHz)で、厚さ方向(図6(b)の矢印方向)に発振(共振)する。

【0054】

上述したように、第2実施形態の振動子5は、振動片1を備えていることから、上記第1実施形態に記載された効果を奏する振動子を提供することができる。

40

なお、振動子5は、振動片1に代えて変形例の振動片2を備えている場合においても、上記と同様の効果及び振動片2特有の効果を奏する振動子を提供することができる。

【0055】

(第3実施形態)

次に、上記第1実施形態で述べた振動片を備えている発振器について説明する。

図7は、第3実施形態の発振器の概略構成を示す模式図である。図7(a)は、リッド側から俯瞰した平面図であり、図7(b)は、図7(a)のC-C線での断面図である。なお、平面図では、リッド及び一部の構成要素を省略してある。また、各配線は省略してある。

なお、上記第1実施形態及び第2実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な

50

説明を省略し、上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 5 6 】

図 7 に示すように、発振器 6 は、上記第 1 実施形態で述べた振動片 1 または振動片 2 のいずれか（ここでは、振動片 1）と、振動片 1 を発振させる発振回路としての IC チップ 4 0 と、振動片 1 及び IC チップ 4 0 を収容しているパッケージ 2 0 と、を備えている。

【 0 0 5 7 】

パッケージベース 2 1 の内底面 2 3 には、内部接続端子 2 3 a が設けられている。

発振回路を内蔵する IC チップ 4 0 は、パッケージベース 2 1 の内底面 2 3 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 4 0 は、図示しない接続パッドが、Au、Al などの金属ワイヤー 4 1 により内部接続端子 2 3 a と接続されている。

10

【 0 0 5 8 】

内部接続端子 2 3 a は、W、Mo などのメタライズ層に Ni、Au などの各被膜をメッキなどにより積層した金属膜からなり、図示しない内部配線を経由して、パッケージ 2 0 の外部端子 2 7、2 8、内部端子 2 4、2 5 などと接続されている。

なお、IC チップ 4 0 の接続パッドと内部接続端子 2 3 a との接続には、金属ワイヤー 4 1 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 4 0 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。

【 0 0 5 9 】

発振器 6 は、IC チップ 4 0 から内部接続端子 2 3 a、内部端子 2 4、2 5、金属ワイヤー 3 1、接続電極 1 8 a、1 8 b を経由して励振電極（1 2 b など）に印加される駆動信号によって、振動片 1 の各振動腕（1 1 b など）が所定の周波数（一例として、約 3 2 . 7 6 8 k H z）で発振（共振）する。

20

そして、発振器 6 は、この発振に伴って生じる発振信号を IC チップ 4 0、内部接続端子 2 3 a、外部端子 2 7、2 8 などを経由して外部に出力する。

【 0 0 6 0 】

上述したように、第 3 実施形態の発振器 6 は、振動片 1 を備えたことから、上記第 1 実施形態に記載された効果を奏する発振器を提供することができる。

なお、発振器 6 は、振動片 1 に代えて振動片 2 を備えた場合においても、上記と同様の効果及び振動片 2 特有の効果を奏する発振器を提供することができる。

30

なお、発振器 6 は、IC チップ 4 0 をパッケージ 2 0 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 つの基板上に振動子及び IC チップが個別に搭載されている構造）としてもよい。

【 0 0 6 1 】

（第 4 実施形態）

次に、上記第 1 実施形態で述べた振動片を備えている電子機器としての携帯電話について説明する。

図 8 は、第 4 実施形態の携帯電話を示す模式斜視図である。

図 8 に示す携帯電話 7 0 0 は、上記第 1 実施形態で述べた振動片 1 を、基準クロック発振源などとして備え、更に液晶表示装置 7 0 1、複数の操作ボタン 7 0 2、受話口 7 0 3、及び送話口 7 0 4 を備えて構成されている。なお、携帯電話 7 0 0 は、振動片 1 に代えて振動片 2 を備えていてもよい。

40

【 0 0 6 2 】

上述した振動片は、上記携帯電話に限らず、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、ワークステーション、テレビ電話、POS 端末、タッチパネルを備えた機器などの基準クロック発振源など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 実施形態で説明した効果を奏する電子機器を提供することができる。

【 0 0 6 3 】

50

(第5実施形態)

次に、上記第1実施形態で述べた振動片を備えている移動体としての自動車について説明する。

図9は、第5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実施形態で述べた振動片1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ABS装置、電子制御式一定速度走行装置など）の基準クロック発振源などとして用いている。なお、自動車800は、振動片1に代えて振動片2を備えていてもよい。

これによれば、自動車800は、振動片（1または2）を備えていることから、上記第1実施形態で説明した効果を奏し、優れた性能を発揮することができる。

10

【0064】

上述した振動片は、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基準クロック発振源など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実施形態で説明した効果を奏する移動体を提供することができる。

【0065】

なお、振動片の基材に水晶を用いる場合には、水晶の原石などから所定の角度で切り出された、例えば、Zカット板、Xカット板などを用いることができる。なお、Zカット板を用いた場合には、その特性によってエッチング加工が容易となる。

また、振動片の振動方向は、Z軸方向（厚さ方向）に限定するものではなく、例えば、励振電極を振動腕の側面（主面同士を接続する面）に設けることにより、X軸方向（主面に沿った方向）としてもよい（この方向の屈曲振動は、面内振動と呼ばれている）。

20

また、振動片の振動腕の数は、3本に限定するものではなく、1本、2本、4本、5本、n本（nは6以上の自然数）でもよい。

なお、振動片の基部の厚さは、振動腕と同じ厚さにしてもよい。これによれば、振動片は、平板状となることから、製造が容易となる。

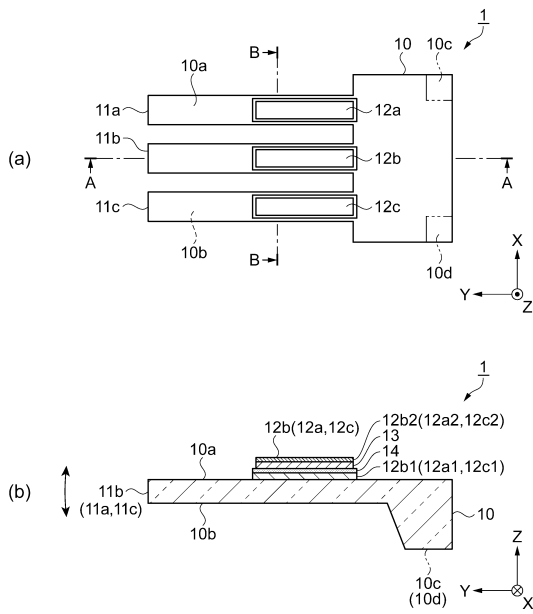
【符号の説明】

【0066】

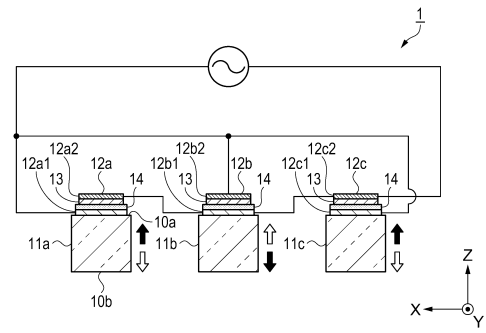
1, 2...振動片、5...振動子、6...発振器、10...基部、10a, 10b...主面、10c, 10d...固定部、11a, 11b, 11c...振動腕、12a, 12b, 12c...励振電極、12a1, 12b1, 12c1...第1電極、12a2, 12b2, 12c2...第2電極、13...圧電体、14...絶縁膜、15...SiO₂を含む膜、18a, 18b...接続電極、20...パッケージ、21...パッケージベース、22...リッド、23...内底面、23a...内部接続端子、24, 25...内部端子、26...外底面、27, 28...外部端子、29...接合部材、30...接着剤、31...金属ワイヤー、40...発振回路としてのICチップ、41...金属ワイヤー、700...電子機器としての携帯電話、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。

30

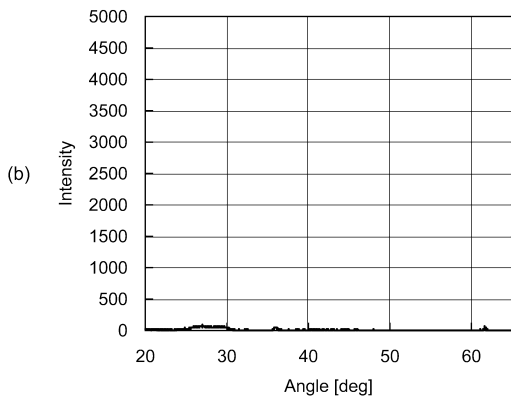
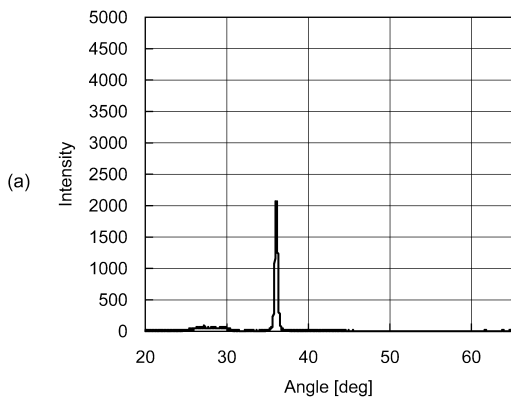
【 図 1 】



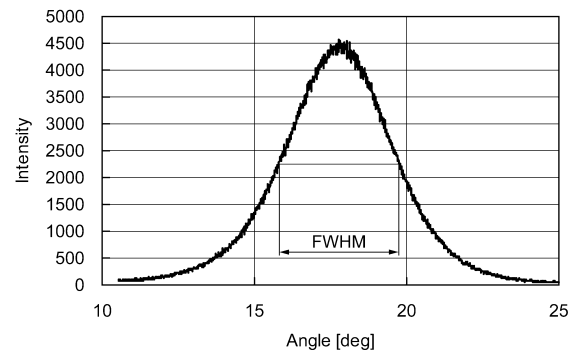
【 図 2 】



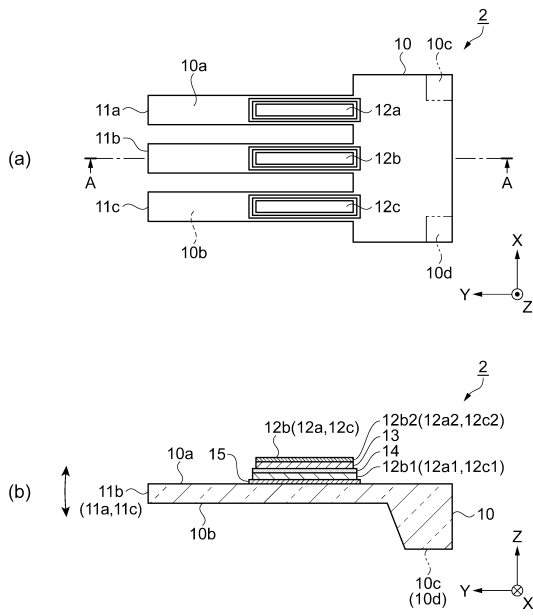
【 図 3 】



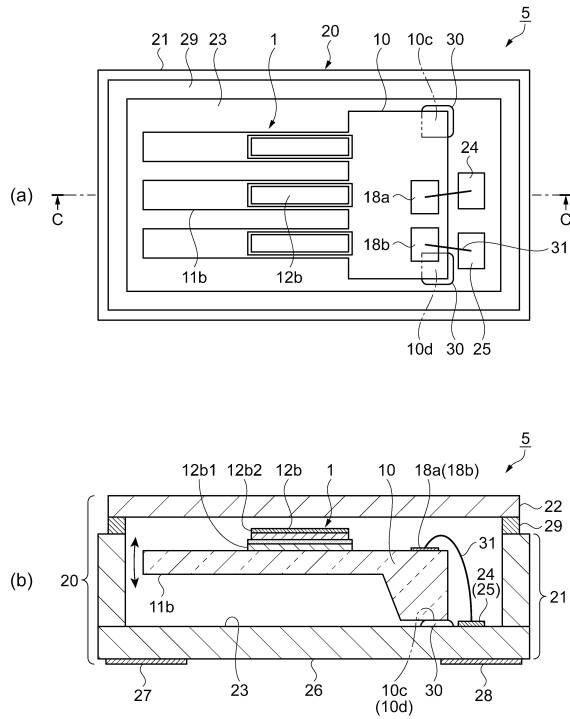
【 図 4 】



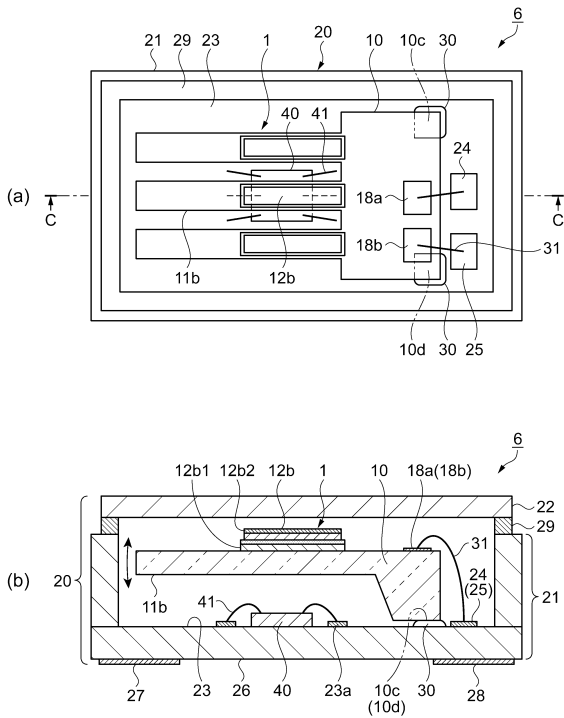
【 図 5 】



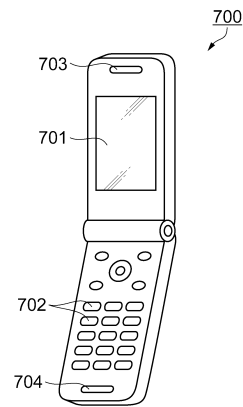
【 図 6 】



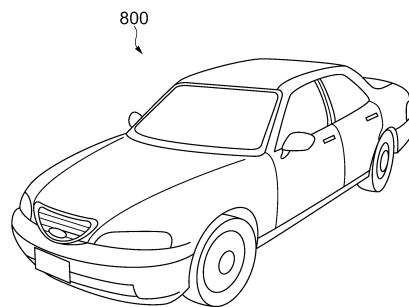
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 柳澤 秀和
山形県酒田市十里塚166番地3 東北エプソン株式会社内

合議体

審判長 北岡 浩

審判官 佐藤 実

審判官 中野 浩昌

(56)参考文献 特開2013-062643(JP,A)
特開2011-228922(JP,A)
特開2003-289162(JP,A)
特開2009-239860(JP,A)
特開2004-265899(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03B 5/30- 5/42

H03H 3/007- 3/06

H03H 9/00- 9/74