

(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2011-97499
(P2011-97499A)

(43) 公開日 平成23年5月12日(2011.5.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H03H 9/19 (2006.01)	H03H 9/19	J 5J079
H03H 9/215 (2006.01)	H03H 9/19	K 5J108
H03B 5/32 (2006.01)	H03H 9/19	L
H01L 41/09 (2006.01)	H03H 9/215	
H01L 41/18 (2006.01)	H03B 5/32	H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-251732 (P2009-251732)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成21年11月2日 (2009.11.2)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅善
		(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	渡辺 潤 東京都日野市日野421-8 エプソントヨコム株式会社内
		(72) 発明者	石井 修 東京都日野市日野421-8 エプソントヨコム株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】音叉型振動素子、音叉型振動子及び発振器

(57) 【要約】

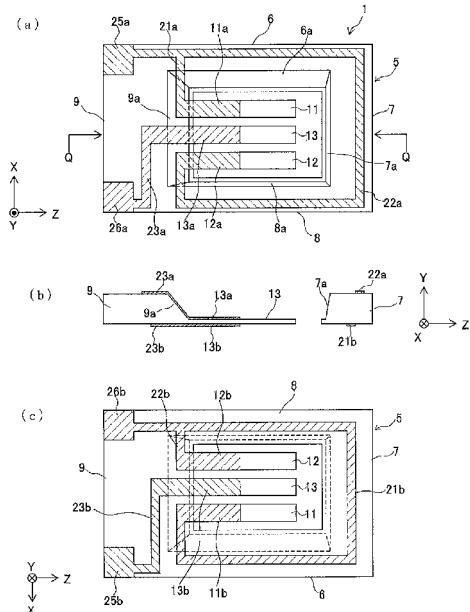
【課題】小型化が容易であり、製造工程が簡素で、安価な音叉型圧電振動子を得る。

【解決手段】音叉型振動素子は、2つの主面を有する基体9、該基体9により夫々片持ち支持された第1梁11、第2梁12と、第1梁11と第2梁12との間の基体9部分によ

り片持ち支持された第3梁13、を備えている。第1及び第2梁11、12の表面の少なくとも一部には、第1駆動用電極11a、12aが形成され、裏面の少なくとも一部には第3駆動用電極13aが形成され、裏面の少なくとも一部には第4駆動用電極13bが形成されている。第3梁13の表面の少なくとも一部に第3駆動電極13aが、裏面の少なくとも一部に第4駆動電極13bが形成されている。

第1駆動電極と第2駆動電極との間には、第3駆動電極と第4駆動電極との間に印加される電位とは逆電位となる信号が印加され、第1及び第2梁11、12と第3梁13とは、

厚み方向に生じた電界によって厚みすべり歪みを生じる



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表裏関係にある 2 つの主面を有する基体、前記基体により夫々片持ち支持され且つ前記各主面の面方向と平行に突出した第 1 梁及び第 2 梁、及び、前記第 1 梁と前記第 2 梁との間の前記基体部分により片持ち支持されて前記各梁と同じ方向に突出した第 3 梁、を備えた音叉型振動片と、

前記第 1 及び第 2 梁の表面の少なくとも一部に夫々形成された第 1 駆動用電極と、前記第 1 駆動用電極の少なくとも一部と対向する前記第 1 及び第 2 梁の裏面の部位に夫々形成された第 2 駆動電極と、前記第 3 梁の表面の少なくとも一部に形成された第 3 駆動用電極と、前記第 3 駆動用電極の少なくとも一部と対向する前記第 3 梁の裏面の部位に形成された第 4 駆動電極と、を備え、

前記第 1 駆動電極と前記第 2 駆動電極との間には、前記第 3 駆動電極と前記第 4 駆動電極との間に印加される電位とは逆電位となる信号が印加され、

前記第 1 梁と前記第 2 梁および前記第 3 梁とは、前記表裏の方向である厚み方向に生じた電界によって厚みすべり歪みを生じる圧電材であることを特徴とする音叉型振動素子。

【請求項 2】

前記第 1 駆動電極、前記第 2 駆動電極、前記第 3 駆動電極及び前記第 4 駆動電極は、それぞれが形成された梁の幅方向の全幅に渡って延在していることを特徴とする請求項 1 に記載の音叉型振動素子。

【請求項 3】

前記基体は、前記第 1 梁、前記第 2 梁及び前記第 3 梁との連結部分から離れるに従い厚さが漸増する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の音叉型振動素子。

【請求項 4】

前記音叉型振動片が水晶で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の音叉型振動素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の音叉型振動素子と、該音叉型振動素子を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする音叉型振動子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の音叉型振動素子と、該音叉型振動素子を励振する I C 回路と、前記音叉型振動素子及び前記 I C 回路を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする発振器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音叉型振動素子、音叉型振動子及び発振器に関し、特に圧電基板上に厚みすべり歪を生じさせ、この歪により励振される屈曲振動を用いた音叉型振動素子と、該音叉型振動素子を用いた音叉型振動子、及び発振器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

圧電振動子は小型であること、経年変化が小さい、高安定な周波数が容易に得られる等の利点を有するため、通信機器から電子機器まで幅広く用いられている。中でも音叉型(圧電)振動子は、時計を始め、各種の I C のクロック源として数多く用いられている。

特許文献 1 には、3 個の振動腕を有する音叉型振動子が開示されている。図 9 (a) は、この音叉型振動素子の平面図であり、同図 (b) は Q - Q 線における断面図である。音叉型振動素子 70 は、腕部 71 、 72 、 73 と、これら 3 個の腕部のそれぞれの一端を連結する基部 74 と、圧電体素子 75 、 76 、 77 と、を含んで構成されている。

基部 74 は、3 個の腕部 71 、 72 、 73 の夫々の一端と接続されており、これらの腕部 71 、 72 、 73 を連結している。圧電体素子 75 は、腕部 71 の上面 71 a に設けられている。同様に、圧電体素子 76 、 77 は、腕部 72 、 73 の夫々の上面 72 a 、 73

a に設けられている。

【0003】

圧電体素子 75 は、腕部 71 の上面 71a 上に配置された下部電極膜 75a と、下部電極膜 75a 上に配置された圧電体膜 75b と、圧電体膜 75b 上に配置された上部電極膜 75c と、を有する。圧電体膜 75b は、例えば ZnO、AlN、PZT、LiNbO₃ 等により構成される。圧電体素子 76、77 の構成は圧電体素子 75 と同様である。

下部電極膜 75a (76a、77a)、上部電極膜 75c (76c、77c) は、夫々、例えばクロム膜、金膜などの導電体膜である。音叉型振動素子 70 の外側に配置された 2 つの腕部 71、73 に設けられた各下部電極膜 75a、77a と、内側に配置された腕部 72 に設けられた上部電極膜 76c と、が相互に導通されている。また、外側に配置された 2 つの腕部 71、73 に設けられた各上部電極膜 75c、77c と、内側に配置された腕部 72 に設けられた下部電極膜 76a と、が相互に導通されている。

音叉型振動素子 70 の電極パッド 84、86 を介して電気信号を供給すると、腕部 71、73 と腕部 72 とを互い違いに上下振動させることができる。このように、3 脚構造とすることにより、上下振動を用いる振動モードにおいても Q 値を高めることができると、開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009-5022 公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示された音叉型振動素子では、各腕部の上面に下部電極膜、該下部電極膜の上に圧電体膜、該圧電体膜の上に上部電極膜と、蒸着装置、或いはスパッタ装置を用いて成膜工程を数回繰り返す必要があり、成膜工程が複雑になるという問題があった。また、多層膜を腕部の全幅に渡って形成すると短絡等が生じるという問題があった。また、製造工程が複雑となり、音叉型振動子が高価になるという問題があった。

本発明は上記問題を解決するためになされたもので、小型化が容易であり、製造工程が簡素で、安価な音叉型圧電振動子を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記の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、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0007】

[適用例 1] 本発明に係る音叉型振動素子は、小型化が容易であり、製造工程が簡素で、安価な音叉型圧電振動素子を実現するため、表裏関係にある 2 つの主面を有する基体、前記基体により夫々片持ち支持され且つ前記各主面の面方向と平行に突出した第 1 梁及び第 2 梁、及び、前記第 1 梁と前記第 2 梁との間の前記基体部分により片持ち支持されて前記各梁と同じ方向に突出した第 3 梁、を備えた音叉型振動片と、前記第 1 及び第 2 梁の表面の少なくとも一部に夫々形成された第 1 駆動用電極と、前記第 1 駆動用電極の少なくとも一部と対向する前記第 1 及び第 2 梁の裏面の部位に夫々形成された第 2 駆動電極と、前記第 3 梁の表面の少なくとも一部に形成された第 3 駆動用電極と、前記第 3 駆動用電極の少なくとも一部と対向する前記第 3 梁の裏面の部位に形成された第 4 駆動電極と、を備え、前記第 1 駆動電極と前記第 2 駆動電極との間には、前記第 3 駆動電極と前記第 4 駆動電極との間に印加される電位とは逆電位となる信号が印加され、前記第 1 梁と前記第 2 梁および前記第 3 梁とは、前記表裏の方向である厚み方向に生じた電界によって厚みすべり歪みを生じる圧電材であることを特徴とする音叉型振動素子である。

【0008】

例えば、圧電基板の一部領域を片面からエッチングし、前記領域を所望の厚みに加工し

40

50

、この薄くなった領域に再度エッティング加工を施して、前記音叉型振動片を形成し、該音叉型振動片に真空中で駆動用電極を成膜して音叉型振動素子を得る。このように、エッティング加工を用いて前記音叉型振動片を形成すれば、小型化が容易であり、多量生産ができるという効果がある。また、圧電基板を用いれば、成膜工程を1回で済ませることができるので、製造工程が容易になるという効果がある。また、両側の前記第1及び第2梁と、中央の前記第3梁とを逆位相で駆動することにより、前記基部からの振動漏れを低減することができ、前記音叉型振動素子のQ値を改善することができるという効果がある。

【0009】

[適用例2] また、音叉型振動素子は、前記第1駆動電極、前記第2駆動電極、前記第3駆動電極及び前記第4駆動電極が、夫々が形成された梁の幅方向の全幅に渡って延在していることを特徴とする適用例1に記載の音叉型振動素子である。

10

【0010】

前記第1から第4の駆動電極は、1回の成膜工程で形成されるため、前記駆動電極を前記第1、前記第2及び前記第3梁に、幅方向の全幅に渡って形成することが可能となり、すべり歪を効率良く励起することができるという効果がある。

【0011】

[適用例3] また、音叉型振動素子は、前記基体が、前記第1梁、前記第2梁及び前記第3梁との連結部分から離れるに従い厚さが漸増する構成であることを特徴とする適用例1に記載の音叉型振動素子である。

20

【0012】

前記第1梁、前記第2梁及び前記第3梁は、極めて薄く加工されるので、前記駆動電極間に生じるすべり歪により屈曲振動を励起させることができるとなる。また、前記基体は連結部分から離れるに従い厚さが漸増するように構成されているので、前記音叉型振動素子の支持が容易となると共に、前記屈曲振動の振動漏れを低減し、Q値を改善するという効果がある。

【0013】

[適用例4] また、音叉型振動素子は、前記音叉型振動片が水晶で構成されていることを特徴とする適用例1乃至3の何れか一項に記載の音叉型振動素子である。

【0014】

水晶を用いて前記音叉型振動片を形成するので、加工精度が良く、小型化が容易になるという効果がある。また、材質のQ値も高いので、高Qで温度特性の良好な音叉型振動素子が得られるという効果がある。

30

【0015】

[適用例5] 本発明に係る音叉型振動子は、適用例1乃至4の何れか一項に記載の音叉型振動素子と、該音叉型振動素子を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする音叉型振動子である。

【0016】

適用例1乃至4の何れか一項に記載の音叉型振動素子を用いて音叉型振動子を構成するので、小型で、Q値が大きく、温度特性が良好で且つ安価な音叉型振動子が得られるという効果がある。

40

【0017】

[適用例6] 本発明に係る発振器は、適用例1乃至4の何れか一項に記載の音叉型振動素子と、該音叉型振動素子を励振するIC回路と、前記音叉型振動素子及び前記IC回路を収容するパッケージと、を備えたことを特徴とする発振器である。

【0018】

適用例1乃至4の何れか一項に記載の音叉型振動素子と、IC回路とを用いて発振器を構成するので、小型で安価な発振器が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る音叉型振動素子の構成を示す図であり、(a)は平面図、(b)は

50

断面図、(c)は裏面図。

【図2】(a)、(b)は梁11～13の駆動用電極に印加する電圧を示す説明図。

【図3】すべり歪が屈曲振動を生じさせることを説明する断面図。

【図4】(a)、(b)は梁11～13の屈曲振動姿態の断面図。

【図5】第2の実施例の音叉型振動素子の構成を示す図であり、(a)は平面図、(b)は断面図、(c)は裏面図。

【図6】第3の実施例の音叉型振動素子の平面図。

【図7】本発明の音叉型振動子の断面図。

【図8】本発明の発振器の断面図。

【図9】従来の音叉型振動素子の構成を示す図で、(a)は平面図、(b)は各腕部の断面図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る音叉型振動素子1の構成を示す概略図であり、同図(a)は平面図、同図(b)はQ-Q線に於ける断面図、同図(c)は裏面図である。

音叉型振動素子1は、圧電材料からなる矩形板状で枠体5と、枠体5の一辺から枠体5の主平面(座標軸のX-Z平面)に平行で、且つ互いにZ軸方向に平行に突出する3個の梁と、3個の梁の表裏面に夫々形成された駆動用電極と、前記駆動用電極から夫々延在し、枠体5の端部に形成したパッド電極と接続するリード電極と、を備えている。

矩形板状の枠体5は、同じ厚さ(Y軸方向)の4個の部材6、7、8、9より成り、部材6の一方の端部と部材7の一方の端部とを接合し、部材7の他方の端部と部材8の一方の端部とを接合し、部材8の他方の端部と部材9の一方の端部とを接合し、部材9の他方の端部と部材6の他方の端部とを接合して、矩形板状の枠体5が構成される。ここで、枠体5の部材9は他の部材6、7、8よりもZ軸方向に幅広であり、これを基体9と称する。

なお、図1に示す座標軸(X、Y、Z)は音叉型振動素子1の方向を示す座標軸であり、圧電結晶の結晶軸ではない。また、枠体5を矩形状と説明したが必ずしも矩形状である必要はなく他の形状であってもよい。

【0021】

音叉型振動素子1は、表裏関係にある2つの主面(X-Z面)を有する基体(部材)9と、基体9により夫々一端部を片持ち支持され、前記各主面の面方向と平行で、且つZ軸方向に平行に突出した第1梁11、第2梁12、及び第1梁11と第2梁12との間の基体9部分により片持ち支持されて前記各梁11、12と同じ方向に突出した第3梁13と、を備えた音叉型振動片を含んでいる。

第1及び第2梁11、12の表面の少なくとも一部には、夫々第1駆動用電極11a、12aが形成されている。第1駆動用電極11a、12aの少なくとも一部と対向する第1及び第2梁11、12の裏面の部位には、夫々第2駆動電極11b、12bが形成されている。第3梁13の表面の少なくとも一部には、第3駆動用電極13aが形成され、第3駆動用電極13aの少なくとも一部と対向する第3梁13の裏面の部位に第4駆動電極13bが形成されている。

第1駆動電極11a、12a、第2駆動電極11b、12b、第3駆動電極13a及び第4駆動電極13bは、夫々が形成された梁11、12、13の幅方向(X軸方向)の全幅に渡って形成されている。

第1梁11の表面に形成した第1駆動用電極11aから、基体9の表面の端部に形成したパッド電極25aまでリード電極21aが延在され、パッド電極25aと接続されている。同様に第3梁13の表面に形成した第3駆動用電極13aから、基体9の表面の端部に形成したパッド電極26aまでリード電極23aが延在され、パッド電極26aと接続されている。また、第2梁12の表面に形成した第1駆動用電極12aは、基体9、部材8、7、6の表面に形成したリード電極22aにより、基体9の端部に形成したパッド電

10

20

30

40

50

極 25a に接続されている。

【0022】

第2梁12の裏面に形成した第2駆動用電極12bから、基体9の裏面の端部に形成したパッド電極26bまでリード電極22bが延在され、パッド電極26bと接続されている。同様に、第3梁13の裏面に形成した第4駆動用電極13bから、基体9の裏面の端部に形成したパッド電極25bまでリード電極23bが延在され、パッド電極25bと接続されている。また、第1梁11の裏面に形成した第2駆動用電極11bは、基体9、部材6、7、8の裏面に形成したリード電極21bにより、基体9の端部のパッド電極26bに接続されている。

基体9表面に形成されたパッド電極25aと、基体9裏面に形成されたパッド電極25bとは導通させ、基体9表面に形成されたパッド電極26aと、基体9裏面に形成されたパッド電極26bとは導通させて用いる。

【0023】

音叉型振動素子1は、枠体5と、枠体5の基体9から正面に平行に突出した第1梁及び第2梁11、12及び、第1梁11と第2梁12との間の基体9部分により片持ち支持され各梁11、12と同じ方向に平行に突出した第3梁13と、を備えており、平板状の圧電基板をフォトリソグラフィ技法とエッチング手法を用いて加工することにより製造される。つまり、枠体5部分を残し、各梁11、12、13はハーフエッチング加工して薄板状の梁とし、これら以外の領域はエッチング加工して除去する一体的加工法を用いることができる。圧電基板としては、例えば水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ランガサイト等がある。水晶基板を用いる場合、ATカット水晶基板(AT板)、BTカット水晶基板(BT板)、Yカット水晶基板(Y板；水晶の結晶軸Yに垂直な基板)などがある。AT板、BT板、Y板を用いれば、厚み方向に電圧を印加することにより、すべり歪を容易に生じさせることができる。

【0024】

図1に示した例は平板状の水晶基板を加工した例である。水晶の結晶軸方向によりエッチング速度が異なるため、図1(a)、(b)、(c)に示すように、エッチング断面は水晶基板の正面に垂直ではなく、傾斜面6a、7a、8a、9aが形成される。各傾斜面6a、7a、8a、9aの角度は結晶軸の方向に依存する。

図1に示す音叉型振動素子は、水晶基板の一方の正面(表面)からエッチングを進め、第1梁11、第2梁12、第3梁13が水晶基板の他方の面(裏面)に残るように形成され、枠体5と各梁11、12、13の間、及び各梁11、12、13間に開口部が形成されるようにエッチングを制御する。

図1(b)に示すように、第3梁13(第1及び第2梁11、12)の一方の端部は、基体9の緩やかな傾斜面(傾斜部)9aを介して基体9と結合している。つまり、基体9の断面は、第3梁13(第1及び第2梁11、12)との連結部分から-Z軸方向に離れるに従い厚さが漸増するような形状になっている。

駆動用電極11a～13b及びリード電極21a～23bは、真空蒸着装置、スパッタ装置等を用いてクロミウムCr、金Au等の金属を真空中で多層膜に成膜したものである。この際、リード電極21a～23bの断線を回避するため、基体9の緩やかな傾斜面9a、枠体5の表裏面に形成することが望ましい。

【0025】

図2は、パッド電極25a、26a間に励振電圧を印加した際に、第1及び第2梁11、12の第1及び第2駆動用電極11a～12bと、第3梁13の第3及び第4駆動用電極13a、13bに、ある瞬間に生じる電圧の符号(+)、(-)を示した断面図である。第1及び第2駆動用電極11a、12bと、第3及び第4駆動用電極13a、13bとでは、印加される電圧が逆相となる。

【0026】

図3は、第1梁11の振動姿態を説明するための要部拡大断面図で、上部電極11aと下部電極11b間に励振電圧が印加される。励振電圧が印加されると、第1梁11の第1

10

20

30

40

50

及び第2駆動用電極11a、11b間には励振電圧による電界が生じ、すべり歪が励起される。つまり、第1梁11の厚さの中心線より上部は図中右方へ変位し、厚さの中心線より下部は図中左方へ変位する。つまり、図3の波線で示すような正弦波状の変位が生じる。

この変位により第1梁11には一点鎖線示すY軸方向の屈曲振動が励振される。つまり、第1梁11上に形成した第1駆動用電極11aと第2駆動用電極11b間の印加電圧により、第1梁11にはY軸方向の屈曲振動が励起される。第2梁12、第3梁13についても同様であるので、説明を省略する。

【0027】

図4は、音叉型振動素子1を導電性接着剤35を用いて基台40に接着、固定し、パッド電極25a、26a間に交流電圧を印加した際の第1及び第2梁11、12と、第3梁13との振動の様子を示す断面図である。

図4の一点鎖線は、第1及び第2梁11、12と第3梁13のある瞬間の振動姿態を示した断面図で、第1及び第2梁11、12と第3梁13とは逆相で振動している。つまり、ある瞬間に第1及び第2梁11、12が下方(-Y軸方向)に屈曲するとき、第3梁13は上方(+Y軸方向)に屈曲するように振動している。

両側の梁(第1及び第2梁11、12)と中央の梁(第3梁13)とが逆相で駆動することにより、基部9からの振動漏れを低減することができ、音叉型振動素子1のQ値を改善することができるという効果がある。

圧電基板の一部領域を片面からエッティングし、前記領域を所望の厚みに加工し、この薄くなった領域に再度エッティング加工を施して、前記音叉型振動片を形成し、音叉型振動片に真空中で駆動電極を成膜して音叉型振動素子を形成する。このように、エッティング加工を用いて前記音叉型振動片を形成すれば、小型化が容易であり、多量生産ができるという効果がある。また、圧電基板を用いれば、成膜工程を1回で済ませることができるので、製造工程が容易になるという効果がある。

【0028】

第1、第2駆動電極11a、12a、11b、12b、及び第3、第4駆動電極13a、13bは、1回の成膜工程で形成されるため、第1~4駆動電極11a~13bを第1、第2及び第3梁11、12、13に、幅方向の全幅に渡って形成することが可能となり、すべり歪を効率良く励起することができるという効果がある。

第1梁11、第2梁12及び第3梁13は、極めて薄く加工するので、前記駆動電極間に生じるすべり歪により、屈曲振動を容易に励起させることができる。また、基体9は前記梁との連結部分から離れるに従い厚さが漸増するように構成されているので、音叉型振動素子1の支持が容易となると共に、屈曲振動の振動漏れを低減し、Q値を改善するという効果がある。

また、水晶を用いて前記音叉型振動片を形成すると、加工精度が良く、小型化が容易になるという効果がある。また、材質のQ値も高いので、高Qで温度特性の良好な音叉型振動素子1が得られるという効果がある。

【0029】

図5は、第2の実施例の音叉型振動素子2の構成を示す図であり、同図(a)は平面図、同図(b)は断面図、同図(c)は裏面図である。第2の実施例の音叉型振動素子2が、図1に示した音叉型振動素子1と異なる点は、部材7とリード電極22a、21bである。水晶基板をフォトリソグラフィ技法とエッティング手法を用いて加工する際に、部材7と、部材6及び部材8との境界部にハーフエッティングにより溝部を形成する工程を付加すればよい。この溝部に沿って折り取りすれば音叉型振動素子2の基板、即ち音叉型振動片が形成される。駆動用電極11a~13b、リード電極21a~23aの形成法は上述した手法を用いて形成する。ただ、表面のリード電極22aとパッド電極25aとの接続と、裏面のリード電極21bとパッド電極26bとの接続は、ボンディングワイヤを用いる手法や、あるいは絶縁層を挟んでリード電極を多層化して接続する手法をとる必要がある。

10

20

30

40

50

【0030】

図6は、第3の実施例の音叉型振動素子3の構成を示す平面図である。音叉型振動素子3が、図5に示した第2の実施例の音叉型振動素子2と異なる点は、部材6と部材8である。水晶基板をフォトリソグラフィ技法とエッチング手法を用いて加工する際に、基体9(部材9)と部材6との境界と、基体9(部材9)と部材8の境界と、の境界部にハーフエッチングにより溝部を形成する工程を付加すればよい。この溝部に沿って折り取りすれば音叉型振動素子3の基板である音叉型振動片が形成される。駆動用電極、リード電極の形成法は上述した通りである。

【0031】

図7は本発明に係る音叉型振動子50の構成を示す断面図である。音叉型振動子50は、実施例1乃至3の何れかの音叉型振動素子と、音叉型振動素子を収容するパッケージ51と、を備えている。パッケージ51は、パッケージ本体51aと、蓋部材51bとからなり、パッケージ本体51aの外底部には外部接続端子52が形成されている。パッケージ本体51aの内部には前記音叉型振動素子を例えれば、導電性接着材53を介して搭載するための台座53が設けられている。台座53の表面には接続電極が設けられ、接続電極がパッケージ本体51aの外部接続端子52と導通している。パッケージ本体51aに前記音叉型振動素子を収容した後、パッケージ本体51aを真空状態で蓋部材51bを抵抗溶接、あるいは低融点のガラス等で気密封止する。

実施例1乃至3の何れかの音叉型振動素子を用いて音叉型振動子を構成するので、小型で、Q値が大きく、温度特性が良好で安価な音叉型振動子が得られるという効果がある。

【0032】

図8は本発明に係る発振器60の構成を示す断面図である。発振器60は、実施例1乃至3の何れかの音叉型振動素子と、音叉型振動素子を励振するIC回路55と、前記音叉型振動素子とIC回路55とを収容するパッケージ51と、を備えている。パッケージ51は、パッケージ本体51aと、蓋部材51bとからなり、パッケージ本体51aの外底部には外部接続端子52が形成されている。パッケージ本体51aの内部にはIC用パッド電極と前記音叉型振動素子を例えれば、導電性接着材53を介して搭載するための台座53が設けられている。台座53の表面には接続電極が設けられ、接続電極と、前記IC用パッド電極とはパッケージ本体51aの外部接続端子52と導通している。パッケージ本体51aに前記音叉型振動素子と、IC回路55とを収容した後、パッケージ本体51aを真空状態で蓋部材51bを抵抗溶接、あるいは低融点のガラス等で気密封止する。

実施例1乃至3の何れかの音叉型振動素子と、IC回路とを用いて発振器を構成するので、小型で安価な発振器が得られるという効果がある。

【符号の説明】

【0033】

1、2、3…音叉型振動素子、5…枠体、6、7、8…部材、9…基体(部材)、6a、7a、8a、9a…傾斜面、11…第1梁、12…第2梁、13…第3梁、11a、12a…第1駆動用電極、11b、12b…第2駆動電極、13a…第3駆動用電極、13b…第4駆動電極、21a、22a、23a、21b、22b、23b…リード電極、25a、25b、26a、26b…パッド電極、35…導電性接着剤、40…基台、50…音叉型振動子、51…パッケージ、51a…パッケージ本体、51b…蓋部材、52…外部接続端子、53…台座、55…IC回路、60…発振器

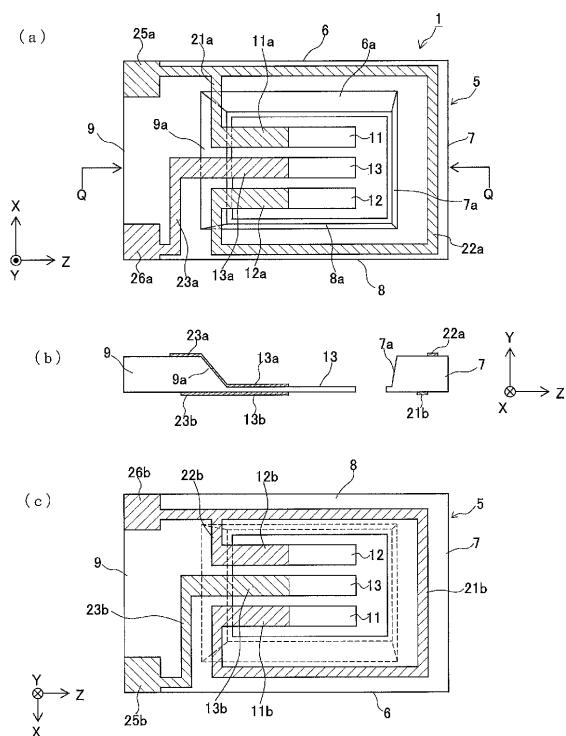
10

20

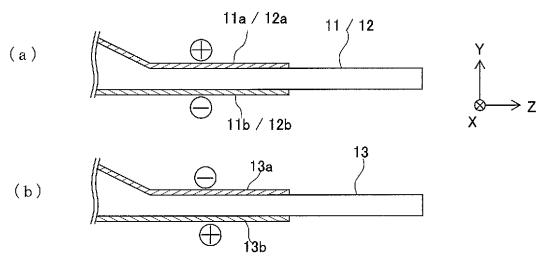
30

40

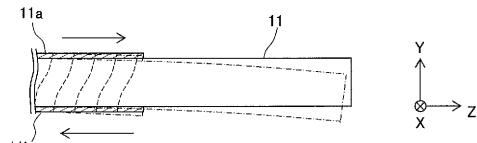
【図1】



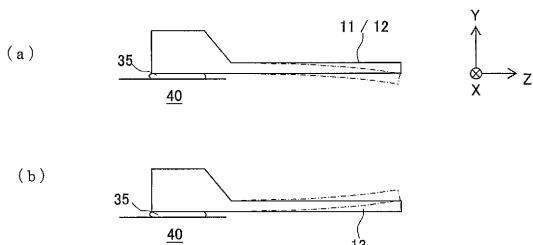
【図2】



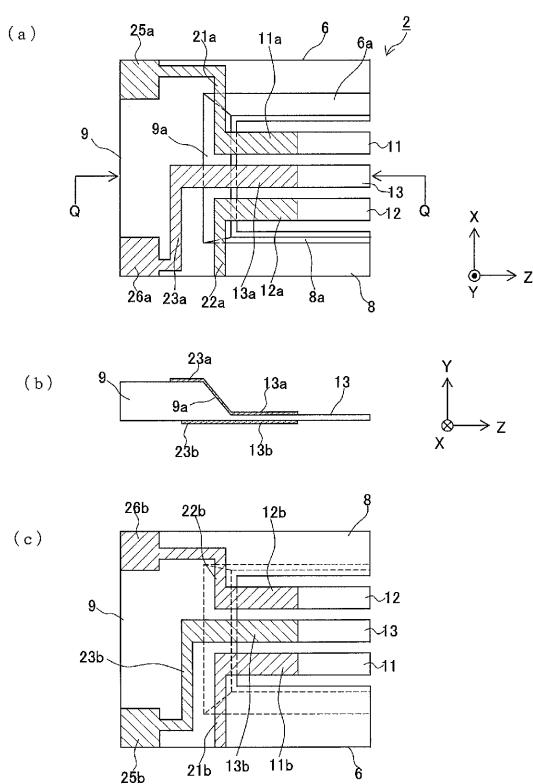
【図3】



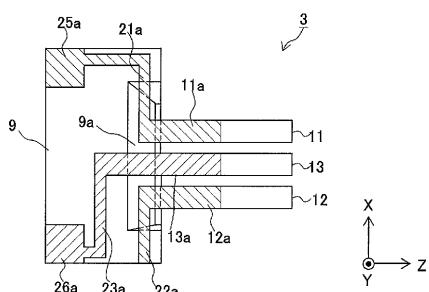
【図4】



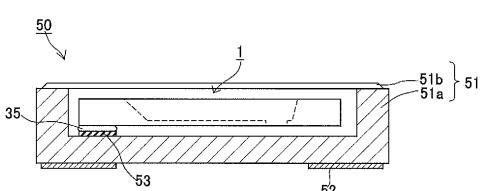
【図5】



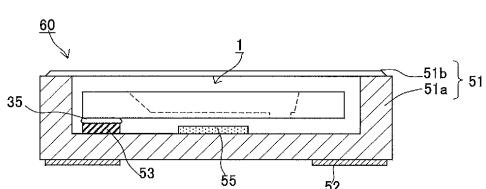
【図6】



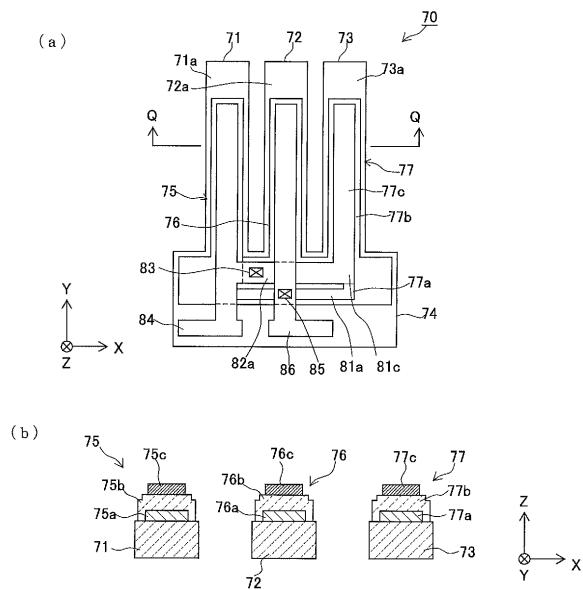
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/08 C
H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

F ターム(参考) 5J079 BA43 FA01 HA03 HA07 HA22

5J108 BB02 BB03 CC06 CC08 CC11 DD02 DD05 EE03 EE07 EE18
FF02 FF13 GG03 GG11 GG15 GG20 JJ04 KK01 KK02

【要約の続き】

圧電材である。

【選択図】図 1