

(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 I	テーマコード (参考)
<b>H03H 9/19 (2006.01)</b>	H03H 9/19 J	5 J 0 7 9
<b>H03H 9/215 (2006.01)</b>	H03H 9/19 K	5 J 1 0 8
<b>H03B 5/32 (2006.01)</b>	H03H 9/19 L	
<b>H01L 41/09 (2006.01)</b>	H03H 9/215	
<b>H01L 41/18 (2006.01)</b>	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		

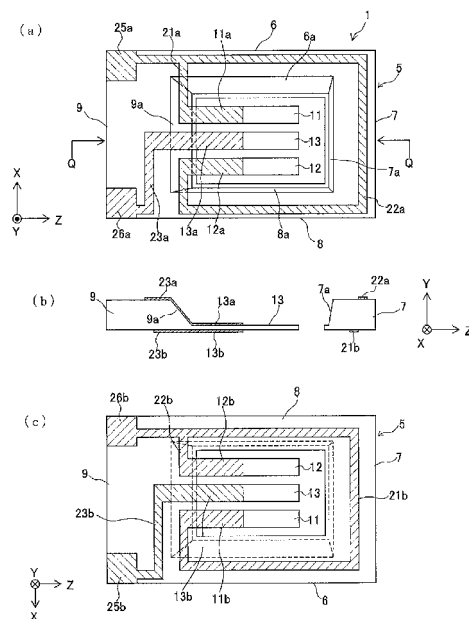
(21) 出願番号	特願2009-251732 (P2009-251732)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成21年11月2日 (2009.11.2)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	渡辺 潤
			東京都日野市日野421-8 エプソント
			ヨコム株式会社内
		(72) 発明者	石井 修
			東京都日野市日野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第3駆動用電極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 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。

**【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 IC 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 71a 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 72a、73

10

20

30

40

50

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、LiNbO<sub>3</sub>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値を高めることが可能となると、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

【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。

【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

10

20

30

40

50

、この薄くなった領域に再度エッチング加工を施して、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、エッチ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。

【００１２】

20

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容易となる。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。

10

【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。

20

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】

30

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。

40

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

50

極 2 5 a に接続されている。

【 0 0 2 2 】

第 2 梁 1 2 の裏面に形成した第 2 駆動用電極 1 2 b から、基体 9 の裏面の端部に形成したパッド電極 2 6 b までリード電極 2 2 b が延在され、パッド電極 2 6 b と接続されている。同様に、第 3 梁 1 3 の裏面に形成した第 4 駆動用電極 1 3 b から、基体 9 の裏面の端部に形成したパッド電極 2 5 b までリード電極 2 3 b が延在され、パッド電極 2 5 b と接続されている。また、第 1 梁 1 1 の裏面に形成した第 2 駆動用電極 1 1 b は、基体 9、部材 6、7、8 の裏面に形成したリード電極 2 1 b により、基体 9 の端部のパッド電極 2 6 b に接続されている。

基体 9 表面に形成されたパッド電極 2 5 a と、基体 9 裏面に形成されたパッド電極 2 5 b とは導通させ、基体 9 表面に形成されたパッド電極 2 6 a と、基体 9 裏面に形成されたパッド電極 2 6 b とは導通させて用いる。

【 0 0 2 3 】

音叉型振動素子 1 は、枠体 5 と、枠体 5 の基体 9 から主面に平行に突出した第 1 梁及び第 2 梁 1 1、1 2 及び、第 1 梁 1 1 と第 2 梁 1 2 との間の基体 9 部分により片持ち支持され各梁 1 1、1 2 と同じ方向に平行に突出した第 3 梁 1 3 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 1 1、1 2、1 3 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、A T カット水晶基板 ( A T 板 )、B T カット水晶基板 ( B T 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。A T 板、B T 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。

【 0 0 2 4 】

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主面に垂直ではなく、傾斜面 6 a、7 a、8 a、9 a が形成される。各傾斜面 6 a、7 a、8 a、9 a 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、水晶基板の一方の主面 ( 表面 ) からエッチングを進め、第 1 梁 1 1、第 2 梁 1 2、第 3 梁 1 3 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 1 1、1 2、1 3 の間、及び各梁 1 1、1 2、1 3 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 1 3 ( 第 1 及び第 2 梁 1 1、1 2 ) の一方の端部は、基体 9 の緩やかな傾斜面 ( 傾斜部 ) 9 a 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 1 3 ( 第 1 及び第 2 梁 1 1、1 2 ) 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 1 1 a ~ 1 3 b 及びリード電極 2 1 a ~ 2 3 b は、真空蒸着装置、スパッタ装置等を用いてクロミウム C r、金 A u 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 2 1 a ~ 2 3 b の断線を回避するため、基体 9 の緩やかな傾斜面 9 a、枠体 5 の表裏面に形成することが望ましい。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、パッド電極 2 5 a、2 6 a 間に励振電圧を印加した際に、第 1 及び第 2 梁 1 1、1 2 の第 1 及び第 2 駆動用電極 1 1 a ~ 1 2 b と、第 3 梁 1 3 の第 3 及び第 4 駆動用電極 1 3 a、1 3 b 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 1 1 a、1 2 b と、第 3 及び第 4 駆動用電極 1 3 a、1 3 b とでは、印加される電圧が逆相となる。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、第 1 梁 1 1 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 1 1 a と下部電極 1 1 b 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 1 1 の第 1

10

20

30

40

50

及び第 2 駆動電極 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 駆動電極 11a と第 2 駆動電極 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 のある瞬間の振動状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チングし、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チング加工を施して、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、エッチ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チ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 2 の基板、即ち音叉型振動片が形成される。駆動電極 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

## 【 0 0 3 0 】

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。

## 【 0 0 3 1 】

図 7 は本発明に係る音叉型振動子 5 0 の構成を示す断面図である。音叉型振動子 5 0 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 5 1 と、を備えている。パッケージ 5 1 は、パッケージ本体 5 1 a と、蓋部材 5 1 b とからなり、パッケージ本体 5 1 a の外底部には外部接続端子 5 2 が形成されている。パッケージ本体 5 1 a の内部には前記音叉型振動素子を例えば、導電性接着材 5 3 を介して搭載するための台座 5 3 が設けられている。台座 5 3 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 5 1 a の外部接続端子 5 2 と導通している。パッケージ本体 5 1 a に前記音叉型振動素子を収容した後、パッケージ本体 5 1 a を真空状態で蓋部材 5 1 b 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を得られるという効果がある。

## 【 0 0 3 2 】

図 8 は本発明に係る発振器 6 0 の構成を示す断面図である。発振器 6 0 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 5 5 と、前記音叉型振動素子と IC 回路 5 5 とを収容するパッケージ 5 1 と、を備えている。パッケージ 5 1 は、パッケージ本体 5 1 a と、蓋部材 5 1 b とからなり、パッケージ本体 5 1 a の外底部には外部接続端子 5 2 が形成されている。パッケージ本体 5 1 a 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ば、導電性接着材 5 3 を介して搭載するための台座 5 3 が設けられている。台座 5 3 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 5 1 a の外部接続端子 5 2 と導通している。パッケージ本体 5 1 a に前記音叉型振動素子と、IC 回路 5 5 とを収容した後、パッケージ本体 5 1 a を真空状態で蓋部材 5 1 b 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を得られるという効果がある。

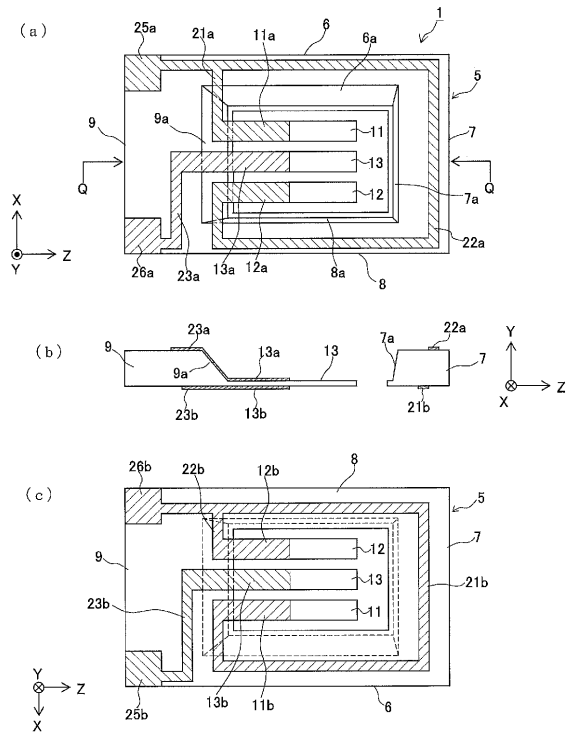
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 3 】

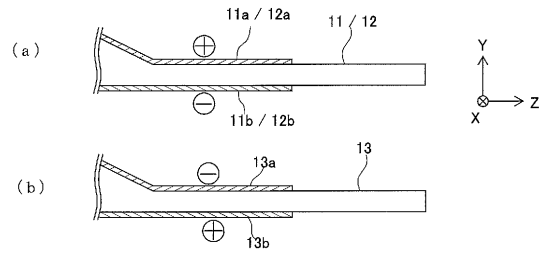
1、2、3 ... 音叉型振動素子、5 ... 枠体、6、7、8 ... 部材、9 ... 基体 (部材)、6 a、7 a、8 a、9 a ... 傾斜面、11 ... 第 1 梁、12 ... 第 2 梁、13 ... 第 3 梁、11 a、12 a ... 第 1 駆動用電極、11 b、12 b ... 第 2 駆動電極、13 a ... 第 3 駆動用電極、13 b ... 第 4 駆動電極、21 a、22 a、23 a、21 b、22 b、23 b ... リード電極、25 a、25 b、26 a、26 b ... パッド電極、35 ... 導電性接着剤、40 ... 基台、50 ...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



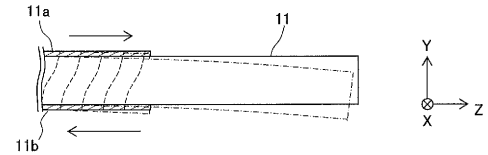
【図 1】



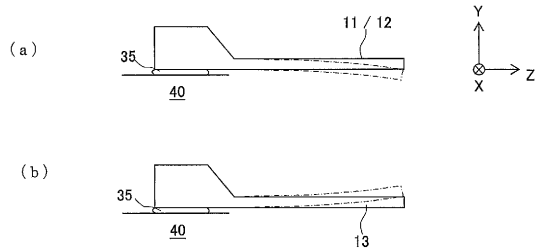
【図 2】



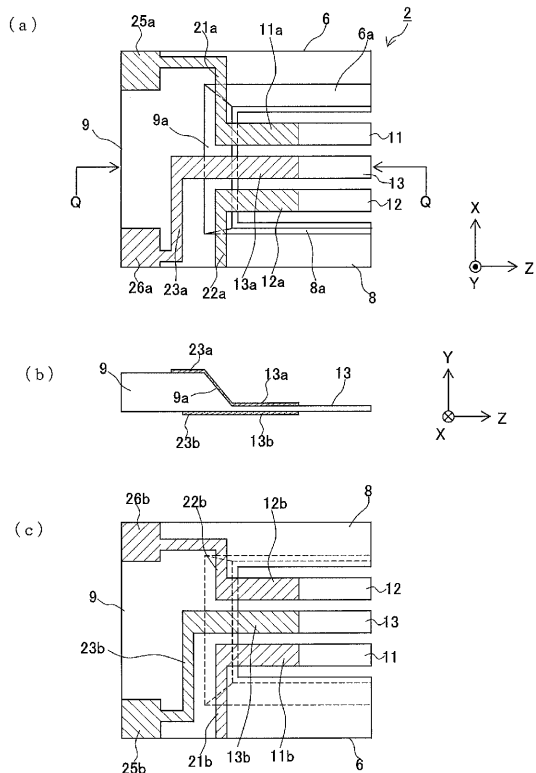
【図 3】



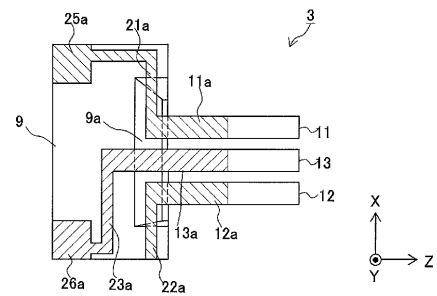
【図 4】



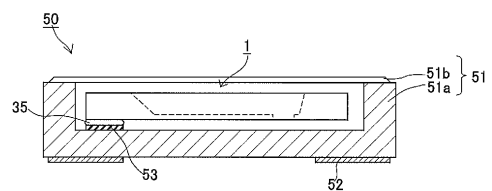
【図 5】



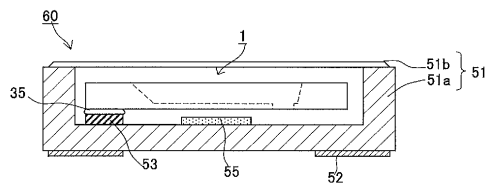
【図 6】



【図 7】



【図 8】





---

フロントページの続き

(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