

(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2008-294783

(P2008-294783A)

(43) 公開日 平成20年12月4日(2008.12.4)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
<b>H03H 9/02</b> (2006.01)	H03H 9/02	A	5J108
<b>H03H 9/19</b> (2006.01)	H03H 9/19	J	
<b>H03H 9/215</b> (2006.01)	H03H 9/215		
<b>H03H 3/02</b> (2006.01)	H03H 3/02	B	
<b>H01L 23/02</b> (2006.01)	H01L 23/02	C	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-138583 (P2007-138583)	(71) 出願人	000003104 エプソントヨコム株式会社 東京都日野市日野421-8
(22) 出願日	平成19年5月25日 (2007.5.25)	(74) 代理人	100090387 弁理士 布施 行夫
		(74) 代理人	100090398 弁理士 大渕 美千栄
		(74) 代理人	100113066 弁理士 永田 美佐
		(72) 発明者	利根川 幸弘 東京都日野市日野421-8 エプソント ヨコム株式会社内
		F ターム (参考)	5J108 BB02 CC06 CC08 CC09 CC11 EE03 EE07 EE18 GG03 GG09 GG15 GG16 GG17 GG20 KK04 MM02

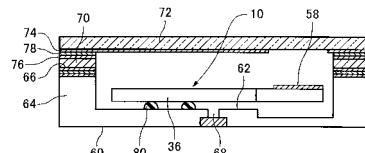
(54) 【発明の名称】圧電振動子及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明は、気密性の高い真空封止が可能な圧電振動子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】光透過性を有する蓋72は、パッケージ60の内部空間を真空になるように気密封止する。ロウ材層70と蓋72との間に第1及び第2の金属膜74, 76並びにバリア膜78が積層形成されている。第1の金属膜74は、酸化性を有する第1の金属からなり、蓋72に直接形成されている。第2の金属膜76は、第1の金属よりも、酸化性が低くてロウ材層70との溶融時の濡れ性が高い第2の金属からなり、ロウ材層70に直性形成されている。バリア膜78は、第1及び第2の金属膜74, 76の間に位置し、第1及び第2の金属膜74, 76間の拡散を妨げる第3の金属からなる。第1の金属膜74は、蓋72の、枠壁部64との対向領域から底部62との対向領域に至るまで形成され、内部空間に露出する。

【選択図】図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

圧電振動片と、

前記圧電振動片が固定される底部と、前記底部を囲む枠壁部と、を含み、前記底部の上方に開口を有するパッケージと、

前記底部及び前記枠壁部とオーバーラップして前記パッケージの前記開口を塞いで気密封止する、光透過性を有する蓋と、

前記枠壁部と前記蓋との間に形成されてなるロウ材層と、

前記ロウ材層と前記蓋との間に形成されてなる、積層された複数の金属膜と、  
を有し、

前記複数の金属膜は、

酸化性を有する第1の金属からなり、前記蓋に直接形成された第1の金属膜と、

前記第1の金属よりも、前記酸化性が低くて前記ロウ材層との溶融時の濡れ性が高い第2の金属からなり、前記ロウ材層に直接形成された第2の金属膜と、

前記第1及び第2の金属膜の間に位置し、前記第1及び第2の金属膜間の拡散を妨げる第3の金属からなるバリア膜と、

を含み、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記枠壁部との対向領域から前記底部との対向領域に至るまで形成され、前記内部空間に露出してなる圧電振動子。

## 【請求項 2】

請求項1に記載された圧電振動子において、

前記圧電振動片は、振動腕を有し、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記振動腕の周波数調整部との対向領域を避けて形成されてなる圧電振動子。

## 【請求項 3】

請求項1又は2に記載された圧電振動子において、

前記蓋は、ガラス又はセラミックスからなり、

前記バリア膜を構成する前記第3の金属の、前記第2の金属への拡散係数は、前記第1の金属の、前記第2の金属への拡散係数よりも小さい圧電振動子。

## 【請求項 4】

請求項1から3のいずれか1項に記載された圧電振動子において、

前記バリア膜を構成する前記第3の金属の、前記第1の金属への拡散係数は、前記第2の金属の、前記第1の金属への拡散係数よりも小さい圧電振動子。

## 【請求項 5】

底部と前記底部を囲む枠壁部とを含み前記底部の上方に開口を有するパッケージの前記底部に圧電振動片を固定する工程と、

光透過性を有し、複数の金属膜が積層形成されてなる蓋を、前記複数の金属膜が前記パッケージを向くように配置し、前記複数の金属膜と前記枠壁部の間にロウ材を配置する工程と、

前記蓋によって、前記パッケージの前記開口を塞いで、気密封止する工程と、  
を含み、

前記気密封止は、前記ロウ材を使用する、ろう接合を含み、

前記複数の金属膜は、

酸化性を有する第1の金属からなり、前記蓋に直接形成された第1の金属膜と、

前記第1の金属よりも、前記酸化性が低くて前記ロウ材との濡れ性が高い第2の金属からなり、前記ロウ材に接触する第2の金属膜と、

前記第1及び第2の金属膜の間に位置し、前記第1及び第2の金属膜間の拡散を妨げる第3の金属からなるバリア膜と、

を含み、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記枠壁部との対向領域から前記底部との対向領域に

10

20

30

40

50

至るまで形成され、前記内部空間に露出する圧電振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電振動片をパッケージ内に固定してガラス製の蓋で封止することが知られおり、ガラス製の蓋とパッケージは、低融点ガラスを使用して接合される（特許文献1）。しかし、低融点ガラスの強度が低いため広い接合面積が必要となってパッケージの小型化に適していない。しかも、蓋全体がガラス製であると、割れ・クラックが生じるという問題もある。なお、樹脂接着剤を使用した接合では気密性に劣るので真空封止をすることができない。また、金属製の蓋で封止することも知られている（特許文献2）が、金属製の蓋では、蓋による封止後はパッケージの内部を光学的に認識することができないという問題があった。

10

【特許文献1】特開2006-196932号公報

【特許文献2】特開平10-335970号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、気密性の高い真空封止が可能な圧電振動子及びその製造方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

(1) 本発明に係る圧電振動子は、

圧電振動片と、

前記圧電振動片が固定される底部と、前記底部を囲む枠壁部と、を含み、前記底部の上方に開口を有するパッケージと、

前記底部及び前記枠壁部とオーバーラップして前記パッケージの前記開口を塞いで気密封止する、光透過性を有する蓋と、

30

前記枠壁部と前記蓋との間に形成されてなるロウ材層と、

前記ロウ材層と前記蓋との間に形成されてなる、積層された複数の金属膜と、

を有し、

前記複数の金属膜は、

酸化性を有する第1の金属からなり、前記蓋に直接形成された第1の金属膜と、

前記第1の金属よりも、前記酸化性が低くて前記ロウ材層との溶融時の濡れ性が高い第2の金属からなり、前記ロウ材層に直性形成された第2の金属膜と、

前記第1及び第2の金属膜の間に位置し、前記第1及び第2の金属膜間の拡散を妨げる第3の金属からなるバリア膜と、

を含み、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記枠壁部との対向領域から前記底部との対向領域に至るまで形成され、前記内部空間に露出してなる。本発明によれば、酸化性が第2の金属よりも高い第1の金属からなる第1の金属膜が内部空間に露出するので、酸素を吸収して真空封止の性能を高めることができる。また、ロウ材層による封止なので気密性が高く、バリア膜によって酸化性の高い第1の金属が、第2の金属内を拡散して表面に出ることを防いでいるので、第2の金属膜の表面でロウ材の濡れ性が損なわれない。

40

(2) この圧電振動子において、

前記圧電振動片は、振動腕を有し、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記振動腕の周波数調整部との対向領域を避けて形成されていてもよい。

50

(3) この圧電振動子において、

前記蓋は、ガラス又はセラミックスからなり、

前記バリア膜を構成する前記第3の金属の、前記第2の金属への拡散係数は、前記第1の金属の、前記第2の金属への拡散係数よりも小さくてもよい。

(4) この圧電振動子において、

前記バリア膜を構成する前記第3の金属の、前記第1の金属への拡散係数は、前記第2の金属の、前記第1の金属への拡散よりも小さくてもよい。

(5) 本発明に係る圧電振動子の製造方法は、

底部と前記底部を囲む枠壁部とを含み前記底部の上方に開口を有するパッケージの前記底部に圧電振動片を固定する工程と、

光透過性を有し、複数の金属膜が積層形成されてなる蓋を、前記複数の金属膜が前記パッケージを向くように配置し、前記複数の金属膜と前記枠壁部の間にロウ材を配置する工程と、

前記蓋によって、前記パッケージの前記開口を塞いで、気密封止する工程と、

を含み、

前記気密封止は、前記ロウ材を使用する、ろう接合を含み、

前記複数の金属膜は、

酸化性を有する第1の金属からなり、前記蓋に直接形成された第1の金属膜と、

前記第1の金属よりも、前記酸化性が低くて前記ロウ材との濡れ性が高い第2の金属からなり、前記ロウ材に接触する第2の金属膜と、

前記第1及び第2の金属膜の間に位置し、前記第1及び第2の金属膜間の拡散を妨げる第3の金属からなるバリア膜と、

を含み、

前記第1の金属膜は、前記蓋の、前記枠壁部との対向領域から前記底部との対向領域に至るまで形成され、前記内部空間に露出する。本発明によれば、酸化性が第2の金属よりも高い第1の金属からなる第1の金属膜が内部空間に露出するので、酸素を吸収して真空封止の性能を高めることができる。また、ロウ材層による封止なので気密性が高く、バリア膜によって第1及び第2の金属膜間の拡散を妨げているので、第2の金属膜でロウ材の濡れ性が損なわれない。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0005】**

図1は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子に含まれる圧電振動片10(音叉型圧電振動片)を示す平面図である。なお、圧電振動片10の底面図は平面図と対称に表れる。圧電振動片10は、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料からなる。圧電振動片10は、基部12と、基部12から延びる一対の振動腕14と、を含む。

**【0006】**

図2は、図1に示す圧電振動片10のII-II線断面拡大図である。振動腕14は、相互に反対を向く表裏面16と、表裏面16を両側で接続する第1及び第2の側面20, 22とを有する。圧電振動片10を水晶から構成する場合、結晶方位について、表裏面16がZ軸方向を向き、第1の側面20がX軸の+方向を向き、第2の側面22がX軸の-方向を向くように構成する。

**【0007】**

一方(図1で左側)の振動腕14の第1の側面20と、他方(図1で右側)の振動腕14の第2の側面22が対向するように並列している。第1の側面20は、表裏面16の間隔によって定義される振動腕14の厚みの中央方向に高くなる山型となるように形成されている(図2参照)。第1の側面20が描く山型の高さは、第1及び第2の側面20, 22の間隔によって定義される振動腕14の幅の、0%超12.5%以下である。

**【0008】**

振動腕14は、基部12に接続される根本部24において、基部12側に向けて幅を広げてあり、広い幅で基部12に接続するので剛性が高くなっている。振動腕14は、第1

及び第2の側面20, 22の間隔によって定義される幅が、基部12から先端に向けて細くなる第1のテープ部26を含む。第1のテープ部26を形成することにより、振動腕14は振動しやすくなっている。振動腕14は、第1のテープ部26よりも先端に近い位置に、幅が第1のテープ部26から先端に向けて太くなる第2のテープ部28を含む。第2のテープ部28は、錘の機能を果たすので、振動周波数を低くすることができる。振動腕14は、第1及び第2のテープ部26, 28が接続される幅変更点が長溝30よりも先端近くに位置するように形成されている。

#### 【0009】

振動腕14には、表裏面16に、長手方向に延びる長溝30がそれぞれ形成されている。長溝30によって振動腕14が動きやすくなって効率的に振動するのでCI値を下げることができる。長溝30は、振動腕14の長さの50~70%の長さを有する。また、長溝30は、振動腕14の幅の60~90%の幅を有する。

10

#### 【0010】

長溝30は、第1の側面20と背中合わせに延びる第1の内面32と、第2の側面22と背中合わせに延びる第2の内面34と、を含む。第1の内面32は第2の内面34よりも、表裏面16に対する角度が垂直に近くなっている。第1の内面32は平坦面であってもよい。第2の内面34も平坦面であってもよいが、図2に示す例では、異なる角度の面が接続されてなる。第1及び第2の側面20, 22は、第2の内面34よりも表裏面16に対する角度(表裏面16と接続する部分の角度)が垂直に近くなっている。

20

#### 【0011】

圧電振動片10は、一对の支持腕36を含む。一对の支持腕36は、基部12から一对の振動腕14が延びる方向とは交差方向であってそれぞれ相互に反対方向に延び、一对の振動腕14の延びる方向に屈曲してさらに延びる。屈曲することで、支持腕36は小型化される。支持腕36は、パッケージ60に取り付けられる部分であり、支持腕36での取り付けによって、振動腕14及び基部12は浮いた状態になる。

20

#### 【0012】

基部12には、振動腕14の表裏面16と同じ側の面に括れた形状が表れるように、相互に対向方向に一对の切り込み38が形成されている。一对の切り込み38は、それぞれ、一对の支持腕36が基部12から延びて屈曲する方向の側で一对の支持腕36に隣接して基部12に形成されている。切り込み38によって、振動腕14の振動の伝達が遮断されるので、振動が基部12や支持腕36を介して外部に伝わること(振動漏れ)を抑制し、CI値の上昇を防止することができる。切り込み38の長さ(深さ)は、基部12の強度を確保できる範囲で長い(深い)ほど、振動漏れ抑制効果は大きい。一对の切り込み38の間の幅(一对の切り込み38に挟まれた部分の幅)は、一对の振動腕14の対向する第1及び第2の側面20, 22の間隔よりも小さくしてもよいし大きくしてもよいし、一对の振動腕14の相互に反対を向く第1及び第2の側面20, 22の距離よりも小さくしてもよいし大きくしてもよい。

30

#### 【0013】

振動腕14には、励振電極膜が形成されている。励振電極膜は、100以上300以下の厚みを有する下地のCr膜と、Cr膜上に形成された200以上500以下の厚みを有するAu膜と、を含む多層構造であってもよい。Cr膜は水晶との密着性が高く、Au膜は電気抵抗が低く酸化し難い。励振電極膜は、第1及び第2の側面20, 22にそれぞれ形成された第1及び第2の側面電極膜42, 44と、第1及び第2の内面32, 34にそれぞれ形成された第1及び第2の内面電極膜46, 48と、を含む。励振電極膜によって、第1及び第2の励振電極50, 52が構成される。

40

#### 【0014】

第1の励振電極50は、長溝30に形成された第1及び第2の内面電極膜46, 48を含む。1つの長溝30に形成された第1及び第2の内面電極膜46, 48は、相互に連続的に形成されて電気的に接続されている。表裏面16の一方(例えば表面)の長溝30に形成された第1及び第2の内面電極膜46, 48と、表裏面16の他方(例えば裏面)の

50

長溝 3 0 に形成された第 1 及び第 2 の内面電極膜 4 6 , 4 8 と、は電気的に接続されている。すなわち、表裏面 1 6 それぞれに形成された一対の第 1 の励振電極 5 0 は電気的に接続されている。また、一方の振動腕 1 4 に形成された一対の第 1 の励振電極 5 0 は、基部 1 2 上の表裏面 1 6 それぞれに形成された引き出し電極 5 4 に接続され、これらの引き出し電極 5 4 が、他方の振動腕 1 4 の第 1 又は第 2 の側面電極膜 4 2 , 4 4 に接続されることで電気的に接続される。

#### 【 0 0 1 5 】

第 2 の励振電極 5 2 は、第 1 及び第 2 の側面電極膜 4 2 , 4 4 を含む。また、第 1 及び第 2 の側面電極膜 4 2 , 4 4 は電気的に接続されている。その電気的接続は、振動腕 1 4 の長溝 3 0 が形成されていない部分（例えば先端部）において、表裏面 1 6 の少なくとも一方（あるいは両方）上に形成された接続電極 5 6 によってなされている。10

#### 【 0 0 1 6 】

一方の振動腕 1 4 に形成された第 1 の励振電極 5 0 と、他方の振動腕 1 4 に形成された第 2 の励振電極 5 2 と、は基部 1 2 上の引き出し電極 5 4 で電気的に接続されている。引き出し電極 5 4 は、第 2 の励振電極 5 2 が形成される振動腕 1 4 の隣に並ぶ支持腕 3 6 上に至るまで形成されている。引き出し電極 5 4 は、支持腕 3 6 の表裏面 1 6 （あるいはさらに側面）に形成されている。支持腕 3 6 上で、引き出し電極 5 4 を外部との電気的接続部にすることができる。

#### 【 0 0 1 7 】

振動腕 1 4 （その先端部）には、表裏面 1 6 の少なくとも一方であって励振電極膜上に金属層 5 8 がさらに形成されている。金属層 5 8 は、振動腕 1 4 の錘の役割を果たしており、その一部を除去することで錘の重さを調整することができる。なお、振動腕 1 4 の先端部の重さが重いほど振動腕 1 4 の振動周波数が小さくなり、軽いほど振動腕 1 4 の振動周波数が大きくなる。これを利用して周波数の調整を行うことができる。詳細は後述する。20

#### 【 0 0 1 8 】

本実施の形態では、第 1 の側面電極膜 4 2 と第 1 の内面電極膜 4 6 との間に電圧を印加し、第 2 の側面電極膜 4 4 と第 2 の内面電極膜 4 8 との間に電圧を印加することで、振動腕 1 4 の一方の側端を伸ばし、他方の側端を縮ませて振動腕 1 4 を屈曲させて振動させる。言い換えると、1 つの振動腕 1 4 において、第 1 及び第 2 の励振電極 5 0 , 5 2 間に電圧を印加して、振動腕 1 4 の第 1 及び第 2 の側面 2 0 , 2 2 を伸縮させることで振動腕 1 4 を振動させる。なお、第 1 及び第 2 の励振電極 5 0 , 5 2 は、振動腕 1 4 の 7 0 % までは、長いほど C I 値が下がることが分かっている。30

#### 【 0 0 1 9 】

図 2 は、本実施の形態に係る圧電振動片 1 0 の動作を説明する図である。図 2 に示すように、一方の振動腕 1 4 の第 1 及び第 2 の励振電極 5 0 , 5 2 に電圧が印加され、他方の振動腕 1 4 の第 1 及び第 2 の励振電極 5 0 , 5 2 に電圧が印加される。ここで、一方（左側）の振動腕 1 4 の第 1 の励振電極 5 0 と他方（右側）の振動腕 1 4 の第 2 の励振電極 5 2 が同じ電位（図 2 の例では + 電位）となり、一方（左側）の振動腕 1 4 の第 2 の励振電極 5 2 と他方（右側）の振動腕 1 4 の第 1 の励振電極 5 0 が同じ電位（図 2 の例では - 電位）となるように、第 1 の励振電極 5 0 及び第 2 の励振電極 5 2 は、クロス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。印加電圧によって、図 2 に矢印で示すように電界が発生し、これにより、振動腕 1 4 は、互いに逆相振動となるように（振動腕 1 4 の先端側が互いに接近・離間するように）励振されて屈曲振動する。また、基本モードで振動するように交番電圧が調整されている。40

#### 【 0 0 2 0 】

図 3 は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子を示す断面図であり、図 4 は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子を示す平面図である。

#### 【 0 0 2 1 】

圧電振動子は、パッケージ 6 0 を有する。パッケージ 6 0 は、上述した圧電振動片 1 0

10

20

30

40

50

が固定される底部 6 2 と、底部 6 2 を囲む枠壁部 6 4 と、を含む。パッケージ 6 0 は、その全体を金属で形成してもよいが、主としてセラミックス等の非金属で形成する場合には枠壁部 6 4 の上端面 6 6 は、メタライズされている。図 3 の例では、枠壁部 6 4 の非金属部上に、M o (又はW) 膜、N i 膜及びA u 膜が順に積層されて、上端面 6 6 はA u からなる。底部 6 2 には、真空引きを行うための貫通穴 6 8 が形成され、貫通穴 6 8 は、口ウ材で塞がれている。

#### 【0 0 2 2】

口ウ材層 7 0 (シールリング) が、枠壁部 6 4 の上端面 6 6 に設けられている。口ウ材層 7 0 の材料は、溶融温度の比較的高い口ウ材 (例えば、A u G e、A u S i、A g ろう) から、他の部品の耐熱温度の範囲で選択される。

10

#### 【0 0 2 3】

圧電振動子は、底部 6 2 及び枠壁部 6 4 とオーバーラップしてパッケージ 6 0 の開口を塞いで、内部空間が真空になるように気密封止する蓋 7 2 を有する。蓋 7 2 は、ガラス (例えばホウ珪酸ガラス) 又はセラミックスからなり、光透過性を有する。枠壁部 6 4 と蓋 7 2 との間に、口ウ材層 7 0 が配置されている。口ウ材層 7 0 と蓋 7 2 との間に、積層された複数の金属膜が形成されている。

#### 【0 0 2 4】

複数の金属膜は、第 1 及び第 2 の金属膜 7 4 , 7 6 並びにバリア膜 7 8 を含む。第 1 の金属膜 7 4 は、酸化性を有する第 1 の金属 (膜厚 1 0 0 0 ~ 3 0 0 0 ) 。例えばガラスとの密着性がよいT i 又はセラミックスとの密着性がよいM o (若しくはW) からなり、蓋 7 2 に直接形成されている。第 2 の金属膜 7 6 は、第 1 の金属よりも、酸化性が低くて口ウ材層 7 0 との溶融時の濡れ性が高い第 2 の金属 (膜厚 5 0 0 ~ 3 0 0 0 ) 。例えばA u からなり、口ウ材層 7 0 に直性形成されている。

20

#### 【0 0 2 5】

バリア膜 7 8 は、第 1 及び第 2 の金属膜 7 4 , 7 6 の間に位置し、第 1 及び第 2 の金属膜 7 4 , 7 6 間の拡散を妨げる第 3 の金属 (例えばN i (膜厚 1 0 0 0 ~ 3 0 0 0 )) からなる。バリア膜 7 8 によって酸化性の高い第 1 の金属が、第 2 の金属内を拡散して表面に出ることを防いでいるので第 2 の金属膜 7 6 の表面が酸化され難く、口ウ材の濡れ性を損なわない。なお、バリア膜 7 8 を構成する第 3 の金属 (例えばN i ) の、第 2 の金属 (例えばA u ) への拡散係数は、第 1 の金属 (例えばT i ) の、第 2 の金属 (例えばA u ) への拡散係数よりも小さい。バリア膜 7 8 を構成する第 3 の金属 (例えばN i ) の、第 1 の金属 (例えばT i ) への拡散係数は、第 2 の金属 (例えばA u ) の、第 1 の金属 (例えばT i ) への拡散係数よりも小さい。

30

#### 【0 0 2 6】

酸化性の高い第 1 の金属膜 7 4 は、蓋 7 2 の、枠壁部 6 4 との対向領域から底部 6 2 との対向領域に至るまで形成され、内部空間に露出してなる。言い換えると、第 1 の金属膜 7 4 は、バリア膜 7 8 との重複部分から蓋 7 2 の中央方向に延びてあり、中央をさらに超えてよい。ただし、第 1 の金属膜 7 4 は、蓋 7 2 の、振動腕 1 4 の金属層 5 8 との対向領域を避けて形成されている。こうすることで、光透過性を有する蓋 7 2 は、少なくとも金属層 5 8 との対向領域においては、第 1 の金属膜 7 4 によっては光が遮断されない。

40

#### 【0 0 2 7】

本実施の形態によれば、酸化性が第 2 の金属よりも高い第 1 の金属からなる第 1 の金属膜 7 4 が内部空間に露出するので、酸素を吸収して真空封止の性能を高めることができる。また、口ウ材層 7 0 による封止なので気密性が高い。

#### 【0 0 2 8】

図 5 は、本実施の形態に係る圧電振動子の製造方法を説明する図である。本実施の形態では、パッケージ 6 0 の底部 6 2 に圧電振動片 1 0 を固定する。詳しくは、支持腕 3 6 を接着剤 8 0 によってパッケージ 6 0 に固定して、振動腕 1 4 をパッケージ 6 0 から浮いた状態にする。底部 6 2 は、振動腕 1 4 の先端部と対向する領域が低くなっている。振動腕 1 4 が底部 6 2 に接触しないようになっている。接着剤 8 0 として、導電性接着剤を使用

50

して、支持腕36の引き出し電極54(図1参照)と電気的に接続する。接着剤80を、パッケージ60の底部62に形成されている配線パターン(図示せず)上に設けて電気的に接続する。配線パターンがパッケージ60の外側に至るまで延長されていれば、圧電振動片10の、パッケージ60の外部との電気的接続が可能である。

## 【0029】

蓋72を、複数の金属膜がパッケージ60を向くように配置し、複数の金属膜と枠壁部64の間に口ウ材を配置する。蓋72によって、パッケージ60の開口を塞ぐ。このプロセスは、口ウ材層70を使用した口ウ接合によって行う。本実施の形態では、酸化性が高い第1の金属膜74がバリア膜78から突出しており、第1の金属膜74の表面に形成される酸化膜によって、溶融した口ウ材の濡れ拡がりを止めることができる。

10

## 【0030】

また、パッケージ60の底部62に形成された貫通穴68を介して内部空間を真空にし、口ウ材で貫通穴68を塞ぐ。こうして、内部空間を気密封止する。

## 【0031】

また、蓋72をパッケージ60に取り付けてパッケージ60の内部空間を真空にした後に、振動腕14に形成された金属層58にレーザービームを照射して、その一部を除去して重さを減らす。これによって、錘となる金属層58の重さが減るので、振動腕14の振動周波数を小さくすることができる。また、パッケージ60の内部空間に第1の金属膜74が露出する領域に、レーザービームを照射すれば、第1の金属膜74による酸素吸収を促進することができる。ここで、第1の金属膜74へのレーザー照射は、圧電振動片が振動する領域(狭義には振動腕14)に平面視で重ならない領域に対して行う。

20

## 【0032】

本実施の形態に係る圧電振動子の製造方法は、上記プロセスを含み、上述した圧電振動子の構成から自明の製造プロセスをさらに含む。

## 【0033】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成(例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び結果が同一の構成)を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を附加した構成を含む。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0034】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子に含まれる圧電振動片(音叉型圧電振動片)を示す平面図である。

【図2】図2は、図1に示す圧電振動片のII-II線断面拡大図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子を示す断面図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態に係る圧電振動子を示す平面図である。

40

【図5】図5は、本実施の形態に係る圧電振動子の製造方法を説明する図である。

## 【符号の説明】

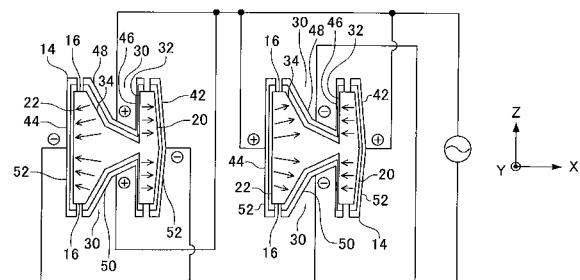
## 【0035】

10...圧電振動片、12...基部、14...振動腕、16...表裏面、20...第1の側面、22...第2の側面、24...根本部、26...第1のテーパ部、28...第2のテーパ部、30...長溝、32...第1の内面、34...第2の内面、36...支持腕、38...切り込み、42...第1の側面電極膜、44...第2の側面電極膜、46...第1の内面電極膜、48...第2の内面電極膜、50...第1の励振電極、52...第2の励振電極、54...引き出し電極、56...接続電極、58...金属層、60...パッケージ、62...底部、64...枠壁部、66...上端面、68...貫通穴、70...口ウ材層、72...蓋、74...第1の金属膜、76...第2の金属膜、78...バリア膜、

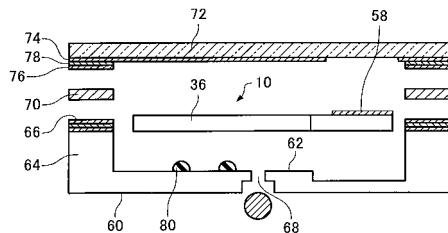
50

80...接着剤

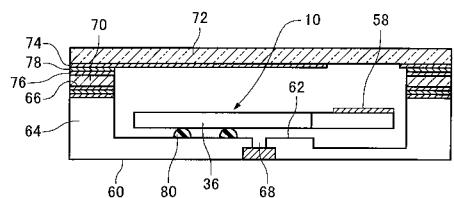
【図2】



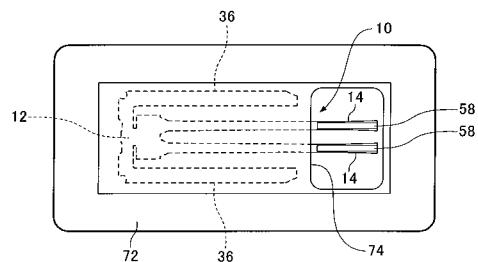
【図5】



【図3】



【図4】



【図1】

