

(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2010-62973

(P2010-62973A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/09 (2006.01)	H03H 9/09	5J079
H03H 9/10 (2006.01)	H03H 9/10	5J108
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02	K
H03B 5/32 (2006.01)	H03B 5/32	H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-227974 (P2008-227974)	(71) 出願人	000003104
(22) 出願日	平成20年9月5日 (2008.9.5)		エプソントヨコム株式会社
			東京都日野市日野421-8
		(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	下平 和彦
			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)	5J079 AA04 BA39 BA43 BA44 BA49
			FA01 HA03 HA13 HA25 HA28
			HA29 HA30

最終頁に続く

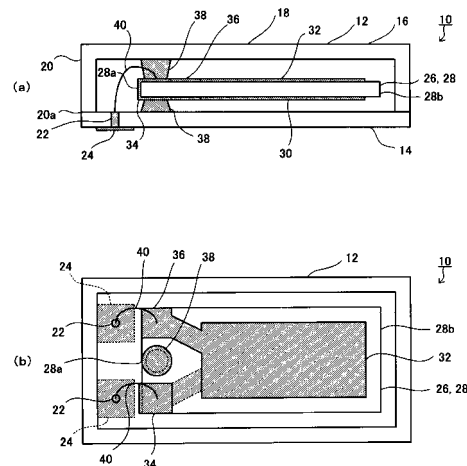
(54) 【発明の名称】 圧電デバイス

(57) 【要約】

【課題】小型化を実現しつつ、耐衝撃性に優れた圧電振動子、及び圧電デバイスを提供する。

【解決手段】パッケージ12の内部において収容された圧電振動片26を有する圧電デバイスであって、前記圧電振動片26を前記パッケージ12の前記内部において支持する複数の支持部材38を備え、前記複数の支持部材38は、前記圧電振動片26を挟む位置に配置され、前記圧電振動片26が、前記複数の支持部材38を介して前記パッケージ12の互いに対向する内面により挟持されて、支持されてなる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

パッケージの内部において収容された圧電振動片を有する圧電デバイスであって、
前記圧電振動片を前記パッケージの前記内部において支持する複数の支持部材を備え、
前記複数の支持部材は、前記圧電振動片を挟む位置に配置され、
前記圧電振動片が、前記複数の支持部材を介して前記パッケージの互いに対向する内面
により挟持されて、支持されていることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、
前記圧電振動片は、前記圧電振動片の励振電極と接続された引き出し電極が形成され、
前記引き出し電極は、ワイヤを介して前記パッケージの前記内面に形成された電極に接
続されていることを特徴とする圧電デバイス。 10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、
前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、
前記圧電振動片の前記ベース部に対向する面には、前記圧電振動片の励振電極と接続さ
れた引き出し電極が形成され、
前記複数の支持部材は、前記圧電振動片の一方の面の前記引き出し電極上と、前記圧電
振動片の他方の面の前記引き出し電極に平面視して重なる位置とに設けられ、
前記圧電振動片が前記複数の支持部材を介して前記ベース部の内面と前記蓋部の内面と
の間に挟持されて、前記圧電振動片が支持され、
前記複数の支持部材のうち前記圧電振動片と前記ベース部との間に配置された第 1 支持
部材は、前記複数の支持部材のうち前記圧電振動片と前記蓋部との間に配置された第 2 支
持部材より硬度の低い導電材により形成されていることを特徴とする圧電デバイス。 20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の圧電デバイスであって、
前記第 1 支持部材は金バンプであることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、
前記圧電振動片には、前記圧電振動片の励振電極と接続する一対の引き出し電極が形成
され、
前記支持部材は、導電材で形成されて前記各引き出し電極上に設けられ、
前記各引き出し電極は、前記支持部材を介して前記パッケージに形成された電極と電気
的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。 30

【請求項 6】

請求項 5 に記載の圧電デバイスであって、
前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、
前記複数の支持部材は、樹脂の表面を金属メッキして構成される樹脂コアバンプでそれ
ぞれ形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、
前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することによって形成され、
前記ベース部は、IC であり、
前記 IC に形成された回路と、前記圧電振動片とが電氣的に接続されていることを特徴
とする圧電デバイス。 40

【請求項 8】

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、
前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、
前記ベース部は、前記パッケージの外側に能動面を向けた IC であり、
前記 IC を貫通し、前記能動面に形成された回路とその非能動面とを接続可能な貫通電 50

極が、前記 IC に形成され、

前記非能動面に露出した前記貫通電極が前記圧電振動片に電氣的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は通信機器等に利用される圧電デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

通信機器等に幅広く利用されている圧電デバイスにおいては、小型化の要請が強くなってきており、圧電デバイスを構成する圧電振動片はパッケージ内において長手方向の固定端側をマウント電極で固定し、自由端側をフリーにした片持ち支持構造を採用している。これによりマウント電極からの通電を確保しつつマウント電極からの応力を緩和し圧電振動片の実装面積を減らしてデバイス全体の小型化を図っている。さらに特許文献 1 においては圧電振動片を駆動する集積回路をパッケージの一部とすることによりさらなる小型化を実現している。一方、移動体に搭載される圧電デバイスに対しては、上述の小型化のみならず耐衝撃性の向上も要求される。

10

【特許文献 1】特開 2006 - 284373 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

しかし、圧電デバイスの落下衝撃時に、圧電振動片の自由端がパッケージ内面に接触し圧電デバイスの特性に悪影響を及ぼす虞があった。なお、この問題は圧電振動片が収容されているパッケージが小型であると、圧電振動片とパッケージの内面との間のクリアランスが十分に確保できず、顕著になりやすい。また落下衝撃時に接着剤により固定されている圧電振動片の固定状態が変化して圧電振動片の電氣的特性である内部抵抗や容量に変化が生じ、結果として圧電振動片の共振周波数が所望の共振周波数からずれてしまうという問題があった。

【0004】

そこで本発明は、上記問題点に注目し、小型化、及び耐衝撃性の向上を共に実現する圧電振動子、及び圧電デバイスを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述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、以下の適用例として実現することが可能である。

【0006】

〔適用例 1〕パッケージの内部において収容された圧電振動片を有する圧電デバイスであって、前記圧電振動片を前記パッケージの前記内部において支持する複数の支持部材を備え、前記複数の支持部材は、前記圧電振動片を挟む位置に配置され、前記圧電振動片が、前記複数の支持部材を介して前記パッケージの互いに対向する内面により挟持されて、支持されていることを特徴とする圧電デバイス。

40

【0007】

上記構成により、圧電振動片のパッケージに対する機械的固定が、支持部材を介してパッケージの互いに対向する内面により挟持されて行われているため、落下衝撃時の圧電振動片のブレを抑制し、圧電振動片のパッケージの内面との接触を防止することができる。また落下衝撃に伴いパッケージに対する圧電振動片の固定状態が変化してしまうことを防止して、落下衝撃時の圧電振動片の共振周波数の変動を防止することができる。

【0008】

〔適用例 2〕適用例 1 に記載の圧電デバイスであって、前記圧電振動片は、前記圧電振動片の励振電極と接続された引き出し電極が形成され、前記引き出し電極は、ワイヤを介

50

して前記パッケージの前記内面に形成された電極に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

【 0 0 0 9 】

上記構成により、圧電振動片を支持する手段と、圧電振動片を電氣的に接続する手段とが分離される。そして、その手段として接続信頼性の高いワイヤボンディングを採用するため、圧電振動片の電氣的接続を確実に行うことができ、また、落下衝撃時の圧電振動片のブレが抑制され、これによりワイヤに掛かる機械的な負荷を抑制することができるため、電氣的接続の信頼性を高めることができる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 3] 適用例 1 に記載の圧電デバイスであって、前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、前記圧電振動片の前記ベース部に対向する面には、前記圧電振動片の励振電極と接続された引き出し電極が形成され、前記複数の支持部材は、前記圧電振動片の一方の面の前記引き出し電極上と、前記圧電振動片の他方の面の前記引き出し電極に平面視して重なる位置とに設けられ、前記圧電振動片が前記複数の支持部材を介して前記ベース部の内面と前記蓋部の内面との間に挟持されて、前記圧電振動片が支持され、前記複数の支持部材のうち前記圧電振動片と前記ベース部との間に配置された第 1 支持部材は、前記複数の支持部材のうち前記圧電振動片と前記蓋部との間に配置された第 2 支持部材より硬度の低い導電材により形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

【 0 0 1 1 】

上記構成により、パッケージの蓋部の外部からベース部方向に加える応力を、第 2 支持部材及び圧電振動片を通じて導電材に伝達することができる。よって導電材をベース部に押し付けることが可能となり、導電材とベース部とを強固に固定することができるので、圧電振動片の外部との電氣的接続の信頼性が向上する。

【 0 0 1 2 】

[適用例 4] 適用例 3 に記載の圧電デバイスであって、前記第 1 支持部材は金バンプであることを特徴とする圧電デバイス。

上記構成により、圧電振動片はフリップチップボンディングによりパッケージのベース側に形成された貫通電極と強固に接続できる。よって適用例 3 の効果に加えて圧電振動片とパッケージのベース側との接着面積を減らし、寄生容量の発生を抑制できる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 5] 適用例 1 に記載の圧電デバイスであって、前記圧電振動片には、前記圧電振動片の励振電極と接続する一対の引き出し電極が形成され、前記支持部材は、導電材で形成されて前記各引き出し電極上に設けられ、前記各引き出し電極は、前記支持部材を介して前記パッケージに形成された電極と電氣的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

【 0 0 1 4 】

上記構成により、支持部材は圧電振動片の機械的な支持と電氣的な接続を共に行うことができるため、構成物品を減らし、コストダウンを図ることができる。また適用例 1 と同様の理由により、導電性を有する支持部材の落下衝撃に伴う内部抵抗や静電容量の変化を防止して、落下衝撃時の圧電振動子の共振周波数の変動を防止することができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 6] 適用例 5 に記載の圧電デバイスであって、前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、前記複数の支持部材は、樹脂の表面を金属メッキして構成される樹脂コアバンプでそれぞれ形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

【 0 0 1 6 】

上記構成により、圧電振動片をパッケージに接続してパッケージ内を真空封止する際に、樹脂コアバンプから圧電振動片の周波数特性等に影響を与えるガスが発生することがない。また、圧電振動片の固定に接着剤を用いる必要がないため、接着剤の硬化のための工

10

20

30

40

50

程は必要がなく工程数を減らすことができ、また接着剤を用いないので接着剤の塗布位置や塗布量のバラツキの影響はなく、圧電振動子の歩留まりを向上でき、コストダウンを実現できる。

【 0 0 1 7 】

〔適用例 7〕請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することによって形成され、前記ベース部は、ＩＣであり、前記ＩＣに形成された回路と、前記圧電振動片とが電氣的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

これにより、ＩＣを備えた圧電デバイスの小型化を実現しつつ耐衝撃性を向上させることができる。

10

【 0 0 1 8 】

〔適用例 8〕適用例 1 に記載の圧電デバイスであって、前記パッケージは、ベース部と蓋部とを接合することにより形成され、前記ベース部は、前記パッケージの外側に能動面を向けたＩＣであり、前記ＩＣを貫通し、前記能動面に形成された回路とその非能動面とを接続可能な貫通電極が、前記ＩＣに形成され、前記非能動面に露出した前記貫通電極が前記圧電振動片に電氣的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

【 0 0 1 9 】

これにより、ＩＣを備えた圧電デバイスの小型化を実現しつつ耐衝撃性を向上させることができる。また圧電振動片と回路との電氣的接続を行う貫通電極がＩＣに形成されているため、ＩＣのサイズを大きくすることなく圧電振動片と回路との電氣的接続を行うことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明に係る圧電振動子及び圧電デバイスを図に示した実施形態を用いて詳細に説明する。但し、この実施形態に記載される構成要素、種類、組み合わせ、形状、その相対配置などは特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する主旨ではなく単なる説明例に過ぎない。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る圧電振動子はいずれの実施形態においても、パッケージの内部において支持部材により片持ち支持された圧電振動片を有する圧電振動子であって、前記支持部材は、前記圧電振動片の固定端とその裏面の対向する位置に設けられ、前記支持部材は前記パッケージの互いに対向する内面に挟み込まれて固定された構成を共通に有している。

30

【 0 0 2 2 】

第 1 実施形態に係る圧電振動子 10 を図 1 に示す。図 1 (a) は側面方向から見た模式図、図 1 (b) は平面方向から見た模式図である。圧電振動子 10 は、パッケージ 12、ベース部 14、蓋部 16、リッド 18、側壁 20、貫通電極 22 等から構成される。

【 0 0 2 3 】

パッケージ 12 はセラミック等の絶縁性材料から形成され、台座となる平板状のベース部 14 と、リッド 18 とリッド 18 の周縁に側壁 20 を有する蓋部 16 から構成される。パッケージ 12 の内部空間 22 は、蓋部 16 の側壁 20 を下に向け、側壁 20 の下端部 20 a とベース部 14 の上面の周縁領域とを、プラズマ接合または陽極接合等により接合することにより形成される。

40

【 0 0 2 4 】

ベース部 14 には 2 つの貫通電極 22 が形成されベース部 14 の下面に形成された外部電極 24 と接続される。貫通電極 22 は後述のワイヤボンディングを行うため、図 1 (b) に示すように圧電振動子 10 をリッド 18 の上から見た場合に支持部材 38 及び圧電振動片 26 と干渉しない位置に形成される。

外部電極 24 は実装機器側の電極（不図示）に接続され、パッケージ 12 内の圧電振動片 26 を発振させる発振回路（不図示）と接続するものである。

【 0 0 2 5 】

50

圧電振動片 26 は水晶、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム等の圧電材料から形成されており、厚みすべり振動片、音叉型振動片、SAW振動片を用いることができるが、本実施形態においては厚みすべり振動片 28 を例に説明する。厚みすべり振動片 28 の長手方向（長辺方向）の固定端 28a が支持部材 38 により固定され、固定端 28a の長手方向の反対側にある自由端 28b はパッケージ 12 の内部空間 12a で浮いた状態となっており、厚みすべり振動片 28 は片持ち支持状態でパッケージ 12 の内部空間 12e で支持されている。厚みすべり振動片 28 の両面には励振電極 30、32 が配設されている。厚みすべり振動片 28 の固定端 28a において、後述の支持部材 38 と干渉しない位置に厚みすべり振動片 28 の励振電極 30（32）と接続した引き出し電極 34（36）が配設されている。引き出し電極 36 は厚みすべり振動片 28 の周縁を回りこみ、他方の引き出し電極 34 が形成された面に形成されている。そして引き出し電極 34、36 は互いに干渉しないように、厚みすべり振動片 28 の固定端 28a の両端にそれぞれ分かれて配設されている。そして厚みすべり振動片 28 は、引き出し電極 34、36 が形成された面をパッケージ 12 のリッド 18 側に向けて支持部材 38 により固定される。そして引き出し電極 34、36 と貫通電極 22 は Au 線等のワイヤ 40 によるワイヤボンディングにより接続される。

10

【0026】

支持部材 38 は、エポキシ樹脂等の一定の強度と弾性を有する接着剤等から形成されたものである。支持部材 38 が一定の強度を有することにより、厚みすべり振動片 28 の支持を確実に行うことができるとともに、一定の弾性を有することによりパッケージ 12 外部からの衝撃が、支持部材 38 を通じて厚みすべり振動片 28 に及ぶことを防止することができる。支持部材 38 は厚みすべり振動片 28 の固定端 28a の両面であって、固定端 28a の中央領域、すなわち引き出し電極 34、36 と当接しない位置に設けられる。なお、支持部材 38 は、ベース部 14 に固定される方を第 1 支持部材 38a とし、蓋部 16 に固定される方を第 2 支持部材 38b とするが、支持部材 38 は厚みすべり振動片 28 をパッケージ 12 に当接させず、浮かせた状態で支持するため、第 1 支持部材 38a 及び第 2 支持部材 38b は所定の高さを有するように設ける必要がある。

20

【0027】

第 1 実施形態に係る圧電振動子 10 の組み立ては、まずパッケージ 12 のベース部 14 上の所定の位置（2箇所）において第 1 支持部材 38a（接着剤）を所定の高さまで塗布し、第 1 支持部材 38a の上に、引き出し電極 34、36 を有する面を上向きにして厚みすべり振動片 28 の固定端 28a を接着し、厚みすべり振動片 28 をベース部 14 上の面と平行に保ったまま第 1 支持部材 38a を硬化させて厚みすべり振動片 28 を固定する。

30

【0028】

次にワイヤ 40 を用い、引き出し電極 34、36 とベース部 14 において所定の位置に形成された貫通電極 22 とをワイヤボンディングにより接続する。この段階で厚みすべり振動片 28 は外部電極 24 と電氣的に接続され、厚みすべり振動片 28 を発振回路（不図示）に接続して厚みすべり振動片 28 を発振させることができるため、レーザ光を励振電極 30、32 に照射して励振電極 30、32 の一部を剥ぎ取ることにより共振周波数の調整を行う。

40

【0029】

そして、既に硬化した第 1 支持部材 38a に対向して厚みすべり振動片 28 の固定端 28a 上に第 2 支持部材 38b（接着剤）を所定の高さまで塗布する。このとき第 2 支持部材 38b 上端のベース部 14 上面からの高さが蓋部 16 の側壁 20 の高さよりやや高くなるように、第 2 支持部材 38b を塗布する。そして蓋部 16 の側壁 20 の下端部 20a とベース部 14 上の周縁領域をプラズマ接合または陽極接合により接合する。このとき第 2 支持部材 38b の上端とリッド 18 の下面とが当接し、この状態を維持して第 2 支持部材 38b を硬化させ、リッド 18 の下面と厚みすべり振動片 28 の固定端 28a に接着する。よって、厚みすべり振動片 28 は、ベース部 14 の上面に固定された第 1 支持部材 38a のみならず、リッド 18 の下面に固定された第 2 支持部材 38b にも支持されることに

50

なる。そしてベース部 14 または蓋部 16 に形成された封止孔（不図示）から空気を吸引して封止孔を封止することにより圧電振動子 10 が形成される。

【0030】

こうして形成された第 1 実施形態に係る圧電振動子 10 は、圧電振動片 26 のパッケージ 12 に対する機械的固定が、圧電振動片 26 の両面とパッケージ 12 の内面との間で行われているため、落下衝撃時の圧電振動片のブレを抑制し、圧電振動片 26 とパッケージ 12 の内面とが接触することを防止することができる。したがって、圧電振動子 10 の小型化を実現しつつ、圧電振動片 26 のパッケージ 12 に対する実装強度を向上させることができる。すなわち落下衝撃時の圧電振動片 26 のブレを抑制し、圧電振動片 26 のパッケージ 12 の内面との接触を防止することができる。また落下衝撃に伴う支持部材 38 の静電容量の変化を防止して、落下衝撃時の圧電振動子 10 の共振周波数の変動を防止することができる。

10

【0031】

また、圧電振動片 26 を支持する手段と、圧電振動片 26 を電氣的に接続する手段とが分離される。よって圧電振動片 26 の電氣的接続を確実に行うことができ、また、落下衝撃時の圧電振動片 26 のブレが抑制され、これによりワイヤに掛かる機械的な負荷を抑制することができるため、電氣的接続の信頼性を高めることができる。

【0032】

第 2 実施形態に係る圧電振動子 50 を図 2、図 3 に示す。図 3 は図 2 の変形例である、図 2 (a) 及び図 3 (a) は側面方向から見た模式図であり、図 2 (b) 及び図 3 (b) は平面方向から見た模式図である。第 2 実施形態に係る圧電振動子 50 は、ベース部 14 側に固定された第 1 支持部材 52 が導電材により形成されるとともに、前記第 1 支持部材 52 がベース部 14 側に加圧された状態であることが特徴である。厚みすべり振動片 28 の形態は第 1 実施形態と同様であるが、引き出し電極 34、36 を有する面をベース部 14 側に向け第 1 支持部材 52 により支持されている。ベース部 14 側に固定される第 1 支持部材 52 は導電性シリコン 54 (図 2)、または Au バンプ 56 (図 3) を用いた導電材により形成されている。導電材は、エポキシ樹脂等が用いられる蓋部 16 側に固定される第 2 支持部材 58 よりも硬度が低いものであれば他の材料でも利用できる。また第 1 支持部材 52 は後述の形成過程によりベース部 14 側に加圧された状態となる。第 1 支持部材 52 及び第 2 支持部材 58 は、厚みすべり振動片 28 の短辺の両端側に分かれて形成された引き出し電極 34、36 上に設けられ (計 2 つ)、第 1 支持部材 52 及び第 2 支持部材 58 は、引き出し電極 34、36 をそれぞれ挟み込むように対向して、第 1 支持部材 52 は引き出し電極 34、36 が形成された面、第 2 支持部材 58 はその反対面に設けられる。これにより厚みすべり振動片 28 は、固定端 28a において 2 点支持され、長手方向で片持ち支持されることになる。

20

30

【0033】

更に互いに対向する第 1 支持部材 52 及び第 2 支持部材 58 は厚みすべり振動片 28 を挟んで一直線上に並んで固定される。これにより後述の組み立てにおいて第 2 支持部材 58 から第 1 支持部材 52 へ応力を伝達して、第 1 支持部材 52 とベース部 14 との間を強固に固定することができる。また一直線上に並んでいるため第 1 支持部材 52 が前記一直線方向以外の方向に変形し、厚みすべり振動片 28 がベース部 14 及び蓋部 16 に対して傾斜して固定され、またはパッケージ 12 の内面に当接して固定されることを防止できる。

40

【0034】

図 2、図 3 に示すように、貫通電極 60 は第 1 実施形態と同様にベース部 14 に形成されるが、2 つの第 1 支持部材 52 と接続可能な位置、すなわち第 1 支持部材 52 が固定される位置にそれぞれ形成される。いいかえれば第 1 支持部材 52 が厚みすべり振動片 28 の引き出し電極 34、36 を支持する位置に対応して形成される。これにより引き出し電極 34、36 は、導電材で形成された第 1 支持部材 52 及び貫通電極 60 を介して外部電極 62 と電氣的に接続される。

50

【 0 0 3 5 】

第 2 実施形態において、第 1 支持部材 5 2 に導電性シリコン 5 4 (図 2) を用いた場合の圧電振動子 5 0 の組み立ては、ベース部 1 4 上の貫通電極 6 0 が露出した部分 (2 箇所) に第 1 支持部材 5 2 を所定の高さまでそれぞれ塗布し、厚みすべり振動片 2 8 とベース部 1 4 との平行な配置を維持した状態で、第 1 支持部材 5 2 の上端に対応させて厚みすべり振動片 2 8 の引き出し電極 3 4、3 6 を第 1 支持部材 5 2 に載置し、第 1 支持部材 5 2 を硬化させることで、厚みすべり振動片 2 8 は第 1 支持部材 5 2 に支持される。一方、第 1 支持部材 5 2 に A u パンプ 5 6 (図 3) を用いた場合の圧電振動子 5 0 の組み立ては、まず厚みすべり振動片 2 8 の引き出し電極 3 4、3 6 に A u パンプ 5 6 をそれぞれ接続する。そして引き出し電極 3 4、3 6 に接続された A u パンプ 5 6 をそれぞれベース部 1 4 の貫通電極 6 0 が露出した部分に寄せ A u パンプ 5 6 を貫通電極 6 0 に押し付けるとともに、厚みすべり振動片 2 8 の A u パンプ 5 6 の真上の位置から超音波を与えて熱圧着により A u パンプ 5 6 をつぶすことにより、厚みすべり振動片 2 8 をベース部 1 4 に固定する。

10

【 0 0 3 6 】

第 1 支持部材 5 2 に導電性シリコン 5 4、A u パンプ 5 6 のいずれを用いた場合でも、この段階で引き出し電極 3 4、3 6 は第 1 支持部材 5 2、及び貫通電極 6 0 を介して外部電極 6 2 に電氣的に接続されるので、第 1 実施形態と同様に共振周波数の調整を行う。

【 0 0 3 7 】

次に、厚みすべり振動片 2 8 の上面であって第 1 支持部材 5 2 と対向する位置に第 2 支持部材 5 8 を所定の高さまでそれぞれ塗布し、第 2 支持部材 5 8 を硬化させる。このとき導電性シリコン 5 4 (または A u パンプ 5 6)、厚みすべり振動片 2 8、第 2 支持部材 5 8 が形成するベース部 1 4 からのマウントの高さは、蓋部 1 6 の側壁 2 0 の高さよりもやや高くなるように第 2 支持部材 5 8 の高さを第 2 支持部材 5 8 の硬化前に調整する。

20

【 0 0 3 8 】

そして、第 2 支持部材 5 8 が硬化したのち蓋部 1 6 の側壁 2 0 の下端部 2 0 a とベース部 1 4 上の周縁領域をプラズマ接合または陽極接合により接合する。このとき、前記マウントの高さは側壁 2 0 の高さよりも高くしてあるので、第 2 支持部材 5 8 の上端とリッド 1 8 の下面とが当接するとともに、ベース部 1 4 と蓋部 1 6 との間の接合力により第 1 支持部材 5 2 はベース部 1 4 側に加圧されることになる。また上述のように第 1 支持部材 5 2 及び第 2 支持部材 5 8 は一直線上に並ぶため、第 1 支持部材 5 2 は前記一直線の方

30

【 0 0 3 9 】

こうして形成された第 2 実施形態に係る圧電振動子 5 0 は、パッケージ 1 2 の蓋部 1 6 の外部からベース部 1 4 方向に加える応力を、第 2 支持部材 5 8 及び厚みすべり振動片 2 8 を通じて導電材である第 1 支持部材 5 2 に伝達することができる。よって第 1 支持部材 5 2 をベース部 1 4 に押し付けることが可能となり、第 1 支持部材 5 2 とベース部 1 4 とを強固に固定することができるので、厚みすべり振動片 2 8 の外部との電氣的接続の信頼性が向上する。さらに第 1 支持部材 5 2 に A u パンプ 5 6 を用いた場合は、フリップチップボンディングによりパッケージ 1 2 のベース部 1 4 に形成された貫通電極 6 0 と強固に接続できるので、厚みすべり振動片 2 8 とパッケージ 1 2 のベース部 1 4 との接着面積を減らし、寄生容量の発生を抑制できる。

40

【 0 0 4 0 】

第 3 実施形態に係る圧電振動子 7 0 を図 4 に示す。図 4 (a) は側面方向から見た模式図であり、図 4 (b) は平面方向から見た模式図である。第 3 実施形態に係る圧電振動子 7 0 において、厚みすべり振動片 7 2 の引き出し電極 7 4、7 6 は、第 1 実施形態、第 2 実施形態とは異なり、厚みすべり振動片 7 2 の固定端 7 2 a の両面の互いに対向する位置に形成されている。そして第 1 支持部材 7 8 及び第 2 支持部材 8 0 はそれぞれ引き出し電

50

極 7 4、7 6 を挟み込みつつ互いに対向して厚みすべり振動片 7 2 の固定端 7 2 a を挟み込むように設けられる。また第 1 支持部材 7 8 及び第 2 支持部材 8 0 は導電材であって例えば導電シリコンが用いられる。

【0041】

貫通電極 8 2、8 4 はベース部 1 4 に形成され、一方の貫通電極 8 2 は第 1 支持部材 7 8 を固定する位置に形成されている。また他方の貫通電極 8 4 はベース部 1 4 の周縁領域であって蓋部 1 6 の側壁 2 0 の下端部 2 0 a と当接する所定の位置に形成される。なお、貫通電極 8 2、8 4 はそれぞれベース部 1 4 下面に接続された外部電極 8 8 と接続される。

【0042】

リッド 1 8 下面の第 2 支持部材 8 0 を固定する位置には内部配線 8 6 が形成され、内部配線 8 6 はリッド 1 8 の下面の所定位置から側壁 2 0 の内側を通り下端部 2 0 a の所定の位置までの経路を有する。内部配線 8 6 はタングステン等のペースト材料を蓋部 1 6 の内側に塗布し、焼結させて形成させたのちに Au 等のメッキを施したものである。

【0043】

ベース部 1 4 と蓋部 1 6 との接合は、プラズマ接合により行うことが好適である。プラズマ接合は接合面に Au 膜等の金属膜（不図示）をスパッタ等により形成し、両方の金属膜の表面をプラズマ照射により活性化させ、活性化された金属膜表面同士を当接させ、加熱加圧して活性化された金属原子が当接面から互いに拡散して当接した膜同士が一体化することにより接合させるものである。よって内部配線 8 6 及び貫通電極 8 4 は金属膜（不図示）を介して電氣的に接合することができる。したがって、厚みすべり振動片 7 2 の蓋部 1 6 側に向いた面に形成された引き出し電極 7 6 は、第 2 支持部材 8 0、内部配線 8 6、金属膜（不図示）を経由して貫通電極 8 4 と電氣的に接続される。

【0044】

第 3 実施形態に係る圧電振動子 7 0 の組み立ては、まずベース部 1 4 の貫通電極 8 2 が形成された位置に第 1 支持部材 7 8 を所定の高さまで塗布し、第 1 支持部材 7 8 の上に引き出し電極 7 4 を載せ、かつ厚みすべり振動片 7 2 をベース部 1 4 上面と水平を保った状態で第 1 支持部材 7 8 に接着させ、第 1 支持部材 7 8 を硬化させる。

【0045】

この状態でベース部 1 4 側に向いた引き出し電極 7 4 は、第 1 支持部材 7 8 を介して貫通電極 8 2 と電氣的に接続される。よって外部電極 8 8 と上面に向いた引き出し電極 7 6 とを発振回路（不図示）に接続して上述同様に共振周波数の調整を行う。

【0046】

次に、上面に向いた引き出し電極 7 6 上に所定の高さまで塗布する。このとき、第 2 支持部材 8 0 上端のベース部 1 4 上面からの高さが、蓋部 1 6 の側壁 2 0 の高さよりもやや高くなるように塗布する。そして、すでに内部配線 8 6 が施された蓋部 1 6 の側壁 2 0 の下端部 2 0 a と、ベース部 1 4 の周縁とをプラズマ接合により接合する。このとき第 2 支持部材 8 0 と内部配線 8 6 が接着し、第 2 支持部材 8 0 が硬化することによって第 2 支持部材 8 0 は内部配線 8 6 を挟み込む態様で蓋部 1 6 に固定される。そして上述同様にパッケージ 1 2 内部を真空封止することにより第 3 実施形態に係る圧電振動子 7 0 が形成される。

【0047】

このようにして形成された第 3 実施形態の圧電振動子 7 0 は、第 1 支持部材 7 8 及び第 2 支持部材 8 0 は厚みすべり振動片 7 2 の機械的な支持と電氣的な接続を共に行うことができるため、構成物品を減らし、コストダウンを図ることができる。また第 1 実施形態と同様の理由により、導電性を有する第 1 支持部材 7 8 及び第 2 支持部材 8 0 の落下衝撃に伴う内部抵抗や静電容量の変化を防止して、落下衝撃時の圧電振動子 7 0 の共振周波数の変動を防止することができる。

【0048】

第 4 実施形態に係る圧電振動子 9 0 を図 5 に示す。図 5 (a) は側面方向から見た模式

10

20

30

40

50

図、図 5 (b) は平面方向からみた模式図である。第 4 実施形態に係る圧電振動子 9 0 は基本的には第 3 実施形態の圧電振動子 7 0 と類似するが、厚みすべり振動片 7 2 の両面に形成されている支持部材が表面に Au メッキが施された樹脂コアバンプ 9 2 となっていることである。樹脂コアバンプ 9 2 は引き出し電極 7 4、7 6 上にそれぞれ形成され、エポキシ樹脂等をコアとしてその表面に Au メッキが施されている。よって樹脂コアバンプ 9 2 はそれぞれ引き出し電極 7 4、7 6 に固定されるとともに、引き出し電極 7 4、7 6 と電氣的に接続される。2 つの樹脂コアバンプ 9 2 及び厚みすべり振動片 7 2 が形成する高さは、蓋部 1 6 の側壁 2 0 の高さよりも高くなるように設計する。これにより、樹脂コアバンプ 9 2 は、ベース部 1 4 と蓋部 1 6 との接合力により圧力を受けて変形し、ベース部 1 4 及び蓋部 1 6 に対して突っ張る態様で厚みすべり振動片 7 2 を支持することになる。そしてベース部 1 4 側の樹脂コアバンプ 9 2 はベース部の貫通電極 8 2 が露出した部分に固定されるとともに、貫通電極 8 2 と電氣的に接続され、蓋部 1 6 側の樹脂コアバンプ 9 2 はリッド 1 8 の内部配線 8 6 が設けられた部分に固定されるとともに、内部配線 8 6 と電氣的に接続される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

第 4 実施形態に係る圧電振動子の組み立ては、まず厚みすべり振動片 7 2 の両面にある引き出し電極 7 4、7 6 上に樹脂コアバンプ 9 2 をそれぞれ形成する。そして前記樹脂コアバンプ 9 2 の一方をベース部 1 4 の貫通電極 8 2 が露出した部分に置き、厚みすべり振動片 7 2 をベース部 1 4 に対して平行を保った状態で仮止めするため、前記ベース部 1 4 側にある樹脂コアバンプ 9 2 を弱く加圧して前記ベース部 1 4 に接合する。この状態で上向き

【 0 0 5 0 】

次に、蓋部 1 6 の側壁 2 0 の下端部 2 0 a とベース部 1 4 の周縁領域とを第 3 実施形態と同様にプラズマ接合により接続する。このとき蓋部 1 6 側に向いた樹脂コアバンプ 9 2 は内部配線 8 6 と接触する。そしてベース部 1 4 と蓋部 1 6 との接合力により、2 つの樹脂コアバンプ 9 2 は共に強く加圧されて変形し、それぞれベース部 1 4、蓋部 1 6 に圧着して固定される。

【 0 0 5 1 】

そして上述同様にパッケージ 1 2 内部を真空封止することによって第 4 実施形態の圧電振動子 9 0 が形成される。

こうして形成された圧電振動子 9 0 は、厚みすべり振動片 7 2 をパッケージ 1 2 に接続してパッケージ 1 2 内を真空封止する際に、樹脂コアバンプ 9 2 から厚みすべり振動片 7 2 の周波数特性等に影響を与えるガスが発生することがない。また圧着により厚みすべり振動片 7 2 をパッケージ 1 2 に接続するため、通常用いられる厚みすべり振動片 7 2 をパッケージに接着する接着剤の硬化のための工程は必要がないため工程数を減らすことがき、また接着剤を用いないので接着剤のアライメント性の影響はなく、圧電振動子 9 0 の歩留まり上げ、コストダウンを図ることができる。

【 0 0 5 2 】

第 5 実施形態に係る圧電デバイス 1 0 0 を図 6 に示す。図 6 (a) は側面方向から見た模式図であり、図 6 (b) は底面方向からみた模式図である。第 5 実施形態に係る圧電デバイス 1 0 0 は第 1 実施形態乃至第 4 実施形態に係る圧電振動子 1 0、5 0、7 0、9 0 に発振回路 (不図示) を包含する IC チップ 1 0 2 を付加したものである。図 6 においては第 1 実施形態に係る圧電振動子に対して本実施形態を適用したもののみ示しているが、他の実施形態に適用した場合も同様であるので説明を省略する。本実施形態において、パッケージ 1 2 のベース部 1 4 をパッケージ 1 2 の外側に能動面を向けた IC チップ 1 0 2 に置き換えている。IC チップ 1 0 2 には貫通電極 1 0 6 が形成され、貫通電極 1 0 6 の一端は IC チップ 1 0 2 の能動面に形成された発振回路等の回路に接続され、他端は厚みすべり振動片 2 8 側に接続されている。IC チップ 1 0 2 に形成される貫通電極 1 0 6 は、各実施形態にあわせ、厚みすべり振動片側の構造に応じてその位置を設計すればよい。

【 0 0 5 3 】

ＩＣチップ１０２の能動面には複数の電極パッド１０４が形成されている。電極パッド１０４と貫通電極１０６は接続電極１１４により接続されている。よって厚みすべり振動片２８は電極パッド１０４を介して発振回路（不図示）と接続される。ＩＣチップ１０２の能動面に形成された電極パッド１０４は一般的に小さい範囲に収まっているので、能動面上にポリイミド等の絶縁層１０８を形成し、絶縁層１０８の表面に実装用の外部電極１１０を形成し、外部電極１１０と電極パッド１０４とを絶縁層１０８を貫通する貫通電極１１２、貫通電極１１２と電極パッド１０４とを接続する接続電極１１６を形成することで、ＩＣチップ１０２上の電極パッド１０４の配置を実装用に再配置するとともに、電極パッド１０４を封止して電氣的な短絡等を防止することができる。第５実施形態に係る圧電デバイスの組み立ては、第１実施形態乃至第４実施形態と同様なので説明を省略する。

10

【 0 0 5 4 】

第５実施形態に係る圧電デバイス１００によれば、小型化を実現しつつ耐衝撃性に優れた第１実施形態乃至第４実施形態に係る圧電振動子１０、５０、７０、９０を用いたチップサイズパッケージ型の圧電デバイス１００を構築することができる。

【 0 0 5 5 】

いずれの実施形態においても、圧電振動子１０、５０、７０、９０に用いられる圧電振動片２６は厚みすべり振動片２８、７２を前提に述べてきたが、音叉型振動片を用いる場合は、圧電振動子１０、５０、７０、９０の真空封止前の共振周波数の調整は圧電振動子１０、５０、７０、９０を真空チャンバに入れて行えばよい。またリッド１８がレーザ光を透過する材料で形成されている場合は、真空封止後においても共振周波数の調整を行うことができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 １ 】 第 １ 実施形態に係る圧電振動子の模式図である。

【 図 ２ 】 第 ２ 実施形態に係る圧電振動子の模式図である。

【 図 ３ 】 第 ２ 実施形態に係る圧電振動子の変形例の模式図である。

【 図 ４ 】 第 ３ 実施形態に係る圧電振動子の模式図である。

【 図 ５ 】 第 ４ 実施形態に係る圧電振動子の模式図である。

【 図 ６ 】 第 ５ 実施形態に係る圧電デバイスの模式図である。

30

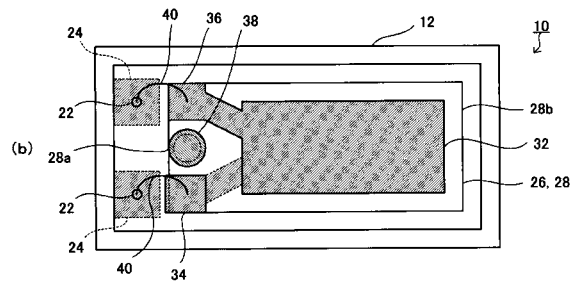
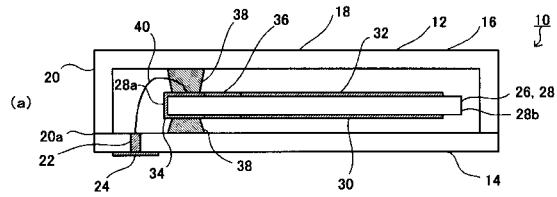
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

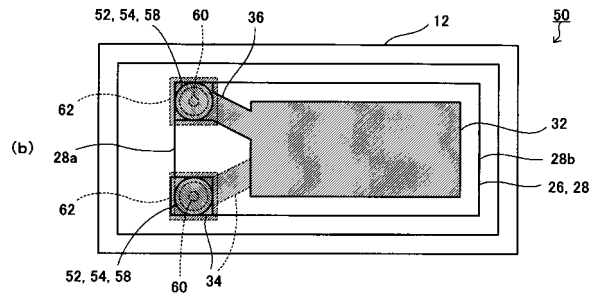
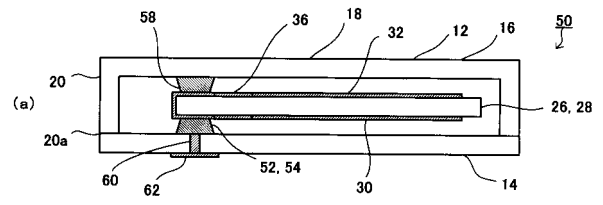
１０ …… 圧電振動子、 １２ …… パッケージ、 １４ …… ベース部、 １６ …… 蓋部、 １８ …… リッド、 ２０ …… 側壁、 ２２ …… 貫通電極、 ２４ …… 外部電極、 ２６ …… 圧電振動片、 ２８ …… 厚みすべり振動片、 ３０ …… 励振電極、 ３２ …… 励振電極、 ３４ …… 引き出し電極、 ３６ …… 引き出し電極、 ３８ …… 支持部材、 ４０ …… ワイヤ、 ５０ …… 圧電振動子、 ５２ …… 第１支持部材、 ５４ …… 導電性シリコン、 ５６ …… Ａｕバンプ、 ５８ …… 第２支持部材、 ６０ …… 貫通電極、 ６２ …… 外部電極、 ７０ …… 圧電振動子、 ７２ …… 厚みすべり振動片、 ７４ …… 引き出し電極、 ７６ …… 引き出し電極、 ７８ …… 第１支持部材、 ８０ …… 第２支持部材、 ８２ …… 貫通電極、 ８４ …… 貫通電極、 ８６ …… 内部配線、 ８８ …… 外部電極、 ９０ …… 圧電振動子、 ９２ …… 樹脂コアバンプ、 １００ …… 圧電デバイス、 １０２ …… ＩＣチップ、 １０４ …… 電極パッド、 １０６ …… 貫通電極、 １０８ …… 絶縁層、 １１０ …… 外部電極、 １１２ …… 貫通電極、 １１４ …… 接続電極、 １１６ …… 接続電極。

40

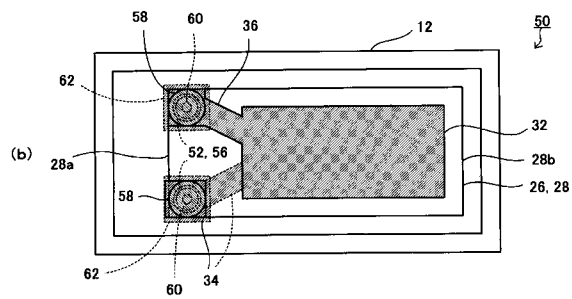
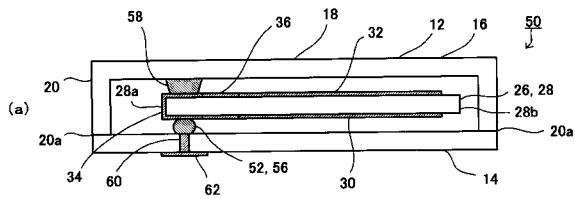
【図 1】



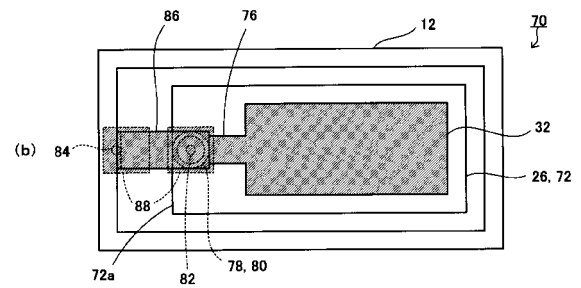
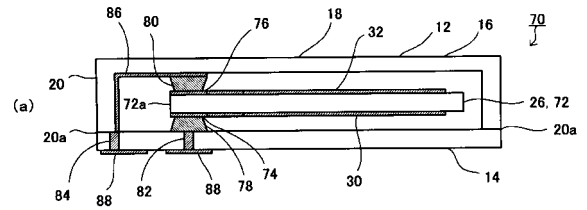
【図 2】



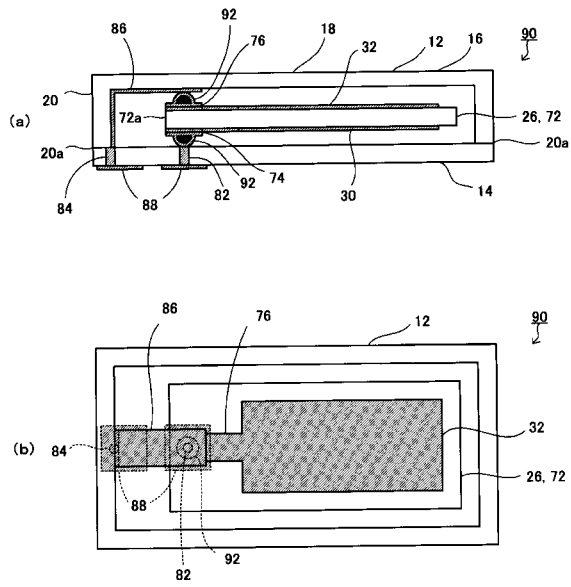
【図 3】



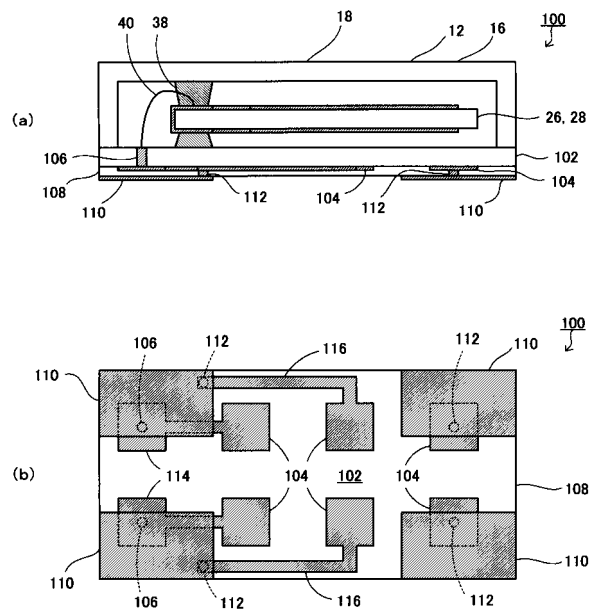
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5J108 AA02 BB02 BB08 CC04 CC06 DD02 EE03 EE04 EE07 EE13
EE18 EE19 FF11 GG03 GG13 GG16 KK03 KK06 MM04 NB02
NB05