

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5787059号
(P5787059)

(45) 発行日 平成27年9月30日 (2015. 9. 30)

(24) 登録日 平成27年8月7日 (2015. 8. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H03H 9/19 (2006.01)

H03H 9/19 B

H03H 9/10 (2006.01)

H03H 9/10

H03B 5/32 (2006.01)

H03H 9/19 A

H01L 41/09 (2006.01)

H03B 5/32 H

H01L 41/22 (2013.01)

H01L 41/08 C

請求項の数 11 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-56388 (P2011-56388)
 (22) 出願日 平成23年3月15日 (2011. 3. 15)
 (65) 公開番号 特開2012-195652 (P2012-195652A)
 (43) 公開日 平成24年10月11日 (2012. 10. 11)
 審査請求日 平成26年3月13日 (2014. 3. 13)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100091306
 弁理士 村上 友一
 (74) 代理人 100152261
 弁理士 出口 隆弘
 (72) 発明者 西田 満広
 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 安池 亮一
 東京都日野市日野421-8 エプソント
 ヨコム株式会社内

審査官 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動片、圧電振動子、電子デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電基板の一方の主面から、前記一方の主面とは反対側の他方の主面に向けて凹陷している第1の凹陷部と、

前記圧電基板の前記他方の主面から、前記第1の凹陷部の底部に向けて凹陷している第2の凹陷部と、

前記第1の凹陷部と、前記第2の凹陷部と、の間に配置されている振動部と、

前記振動部の外周縁と一体的に接続され前記振動部の厚みより厚い厚肉部と、

前記厚肉部の少なくとも一方において、前記厚肉部に接続され、前記一方の主面において一点で支持されているマウント部と、

平面視において前記マウント部の少なくとも一部が重なる前記他方の主面に配置され、前記マウント部の厚み方向に切り欠かれている段差部と、を備え、

前記第1の凹陷部が前記第2の凹陷部よりも深く凹陷していることにより、前記振動部は、前記厚肉部の厚み方向で、前記他方の主面側に偏在して配置され、

前記段差部の深さが前記第2の凹陷部の深さと同じになっていることを特徴とする圧電振動片。

【請求項 2】

前記厚肉部と前記マウント部との間には緩衝部が配置され、

前記緩衝部は、

前記厚肉部の厚み方向に貫通しているスリット、

または、前記一方の主面から前記他方の主面に向かう溝を有することを特徴とする請求項 1 に記載の圧電振動片。

【請求項 3】

前記圧電振動片は、

水晶の結晶軸である、電気軸としての X 軸と、機械軸としての Y 軸と、光学軸としての Z 軸と、からなる直交座標系の前記 X 軸を回転軸として、前記 Z 軸を前記 Y 軸の - Y 方向へ回転させた軸を Z' 軸とし、前記 Y 軸を前記 Z 軸の + Z 方向へ回転させた軸を Y' 軸とし、前記 X 軸と前記 Z' 軸に平行な面で構成され、前記 Y' 軸に平行な方向を厚みとする AT カット水晶により形成され、

前記 + Z' 軸を Y' 軸回りに + X 軸方向へ回転させることを正の回転角として、前記 Z' 軸を前記 Y' 軸回りに - 120° から + 60° の範囲で回転させて得られる Z'' 軸と、前記 X 軸を前記 Y' 軸回りに前記 Z' 軸とともに回転させて得られる X' 軸と、にそれぞれ平行な縁辺を有し、

前記マウント部の幅方向は、前記 X' 軸に平行な縁辺の方向であり、

前記厚肉部、前記マウント部の並ぶ方向は、前記 Z'' 軸に平行な縁辺の方向であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧電振動片。

【請求項 4】

前記厚肉部の前記マウント部とともに前記振動部を挟み込む側は切り欠かれ、前記薄肉部の端部が露出していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片。

【請求項 5】

前記振動部に設けられている励振電極と、

前記励振電極から前記マウント部に引き出されている引出電極と、を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片。

【請求項 6】

前記マウント部に設けられている前記引出電極には、少なくとも一つの凹部が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片と、基板と、を備え、前記マウント部は、基板に支持されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片と、基板と、を備え、

前記マウント部の前記一方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とは、導電性接着剤により接続され、前記マウント部の前記他方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とはワイヤーを介して接続されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 9】

前記マウント部の前記一方の主面側に設けられた引出電極の先端は第 1 のパッド電極となっており、

前記マウント部の前記他方の主面側に設けられた引出電極の先端は第 2 のパッド電極となっており、

前記第 1 のパッド電極は前記導電性接着剤に接続され、前記第 2 のパッド電極は前記ワイヤーに接続され、

前記第 1 のパッド電極及び前記第 2 のパッド電極は、平面視で互いに重なる位置に配置され、

前記第 2 のパッド電極は、前記第 1 のパッド電極よりも小さいことを特徴とする請求項 8 に記載の圧電振動子。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の圧電振動片と、基板と、を備え、

前記マウント部の前記他方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とは、導電性接着剤により接続され、前記マウント部の反対面側の面に設けられている引出電極と前記

10

20

30

40

50

基板とはワイヤーを介して接続され、少なくとも一以上の電子部品を備えてなることを特徴とする電子デバイス。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の電子デバイスにおいて、前記電子部品が、サーミスタ、コンデンサ、リアクタンス素子、半導体素子のうちのいずれかであることを特徴とする電子デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動片、およびこれを用いた圧電振動子、電子デバイスに関し、特に実装後にマウント位置で発生する応力の振動部への影響を緩和させる技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来より、圧電基板の一方の主面に凹陷部を設けることにより、前記凹陷部の底面に超薄肉の振動部と、前記振動部の周縁を支持する厚肉の環状囲繞部の端縁に延在された引出電極と、を設けた超薄肉圧電振動子、所謂、逆メサ型圧電振動素子が知られている（特許文献 1 乃至 3）。

【0003】

特許文献 4、5 には、前記圧電基板の環状囲繞部のパッケージの内底面に対向する側の主面に設けられた一方の電極パッドと前記パッケージの内部に配置された一方の接続電極とを導電性接着剤、等の固定部材により接続・固定することにより、前記逆メサ型圧電振動素子を一点支持により固定し、前記環状囲繞部の他方の主面に設けられた他方の電極パッドと前記パッケージの内部に配置された他方の接続電極とをボンディング・ワイヤーを用いて電氣的に接続してなる圧電振動子が記載されている。

20

【0004】

ところで、圧電振動素子の実装形態には、前述のように、導電性接着剤を塗布してパッケージに固着する形態がある。このように、導電性接着剤を硬化させるための乾燥等の熱処理工程では、圧電振動素子、パッケージ、導電性接着剤のそれぞれの線膨張係数の違いによる歪みが、冷却したのちの導電性接着剤の固着部分に残ってしまい、固着部分からの振動部への応力、すなわちマウント歪みが振動に悪影響を与えてしまうという問題があった。

30

【0005】

以下に、マウント歪みを解消するための手法が、特許文献 6 や 7 で検討されているが、共振周波数の高周波化を目的とした前述の逆メサ型圧電振動素子の場合、前記振動部が超薄肉のためマウント歪みの影響がフラット形状の圧電振動素子に比べて、非常に敏感に反応するため、特許文献 6 や 7 で提案されている構造を逆メサ型圧電振動素子に適用してもマウント歪みの振動部への影響を防止することができないという問題があった。

【0006】

即ち、特許文献 6 においては、矩形のフラットな形状をした A T カット水晶基板等の厚みすべり圧電振動素子の長手方向の両端となる一対の端部のうち、一方の端部を自由端とし、他方の端部をパッケージの内底面に二点支持にて前記圧電振動素子を実装してなる圧電振動子に関し、前記圧電振動素子の支持部と振動部との間に切欠きやスリットを設けた構造について開示されている。

40

【0007】

図 12 に、特許文献 6 に係る圧電振動子の模式図を示す。図 12 (a) は圧電振動子を構成する圧電振動素子の上面図、図 12 (b) は圧電振動子を構成する圧電振動素子の下面図、図 12 (c) は圧電振動素子を容器の内部に搭載した圧電振動子を構成する上面図、図 12 (d) は図 12 (c) の A - A 線断面図である。

【0008】

図 12 においては、支持部 602 と振動部 604 とを有する矩形状の圧電振動素子 60

50

0 が示されている。前記圧電振動素子 600 の振動部 604 の上面と下面にそれぞれ形成した励振電極 606A、606B と、前記励振電極 606A、606B から前記（圧電振動子 600 の）支持部 602 の縁に引き出された入出力端子部 608A、608B との間の圧電振動素子 600 の主面上にスリット 610 が配置形成されている。これにより、前記励振電極 606A、606B と前記入出力端子部 608A、608B とを物理的に隔離する構造としている。

【0009】

ところで、圧電振動素子（圧電振動片）の小型化を図ろうとすると、圧電振動素子の支持部に塗布された接着剤の硬化により生じた残留応力によって圧電振動素子の共振周波数に経年変化が生じたり、あるいは励振電極の面積を小さくしなければならず、それによって圧電振動素子としての電気的特性が劣化する問題が顕著に表れるという問題がある。例えばインピーダンスが大きくなり、良好な特性を得られなくなるという問題が顕著に表れてくる。

【0010】

上記構成においては、圧電振動素子 600 の支持部 602 と、圧電振動素子 600 を收容する容器 612 内の底部の電極端子（不図示）とを固着並びに電気的に接続するための接着剤 616 が硬化すると、図 12（c）の二点鎖線で示す方向、範囲にわたって、圧電振動素子 600 に対する残留応力が発生することになる。

【0011】

しかし、上記構成においては、スリット 610 によってこの残留応力が振動部 604 に伝播しないように構成しており、スリット 610 の長手方向長を最適な長さに設定することによって、残留応力の伝播方向を上述の二点鎖線で示した領域の外側に制限することができる。これにより、圧電振動素子 600 の電気的な特性を損なうことなく、かつ圧電振動子 600 の共振周波数の経年変化が小さい小型の圧電振動素子 600 を製造することができる。とされている。

【0012】

しかし、特許文献 1 の圧電振動素子 600 は、互い異なる位置に配置された 2 つの接着剤 616 により基板に支持される。よって、圧電振動素子 600、接着剤 616、基板との間の熱膨張係数の違いにより圧電振動素子 600 に対して応力が印加される。この場合の応力は、2 つの接着剤 616 の接着位置を基点として、2 つの接着剤 616 の接着位置を結ぶ線上に印加されるが、特許文献 1 の構成の場合、この応力そのものの発生を回避することは困難である。特に圧電振動子を小型化する場合には、この応力の振動部 604（励振電極 606A、606B）への伝播を回避することは困難となる。

【0013】

図 13 に特許文献 7 に係る圧電振動子を示す。図 13（a）は断面模式図、図 13（b）は上面図である。上記問題を解決するため、特許文献 2 の圧電振動子 700 においては、励振電極 704 に電気的に接続される引出電極 708 が圧電振動素子 702（圧電振動片）の基板 716 に対向する実装面に形成され、励振電極 706 に電気的に接続される引出電極 710 が実装面の反対面に配置されている。そして実装面側に形成された引出電極 708 は基板 716 側の電極と導電性接着剤 712 を介して電気的に接続され、その反対面に形成された引出電極 710 は、ワイヤー 714 を介して基板 716 側の他の電極と電気的に接続される。すなわち、圧電振動素子 702 は、導電性接着剤 712 により一点支持された状態となっている。このような支持方法を特許文献 4、5 に開示されているような逆メサ型圧電振動素子を一点支持にてパッケージへ実装する構造を適用すれば、上述の応力の発生を回避することができると期待された。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献 1】特許第 3102869 号公報

【特許文献 2】特開平 03 - 243008 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特許第3102872号公報
【特許文献4】特開2000-332572号広報
【特許文献5】特開2010-219993号広報
【特許文献6】特開平9-326667号公報
【特許文献7】特開2010-252143号公報

【非特許文献】

【0015】

【非特許文献1】J. M. Ratajski, "The Force Sensitivity of AT-Cut Quartz Crystals", 20th Annual Symposium on Frequency Control, (1966)

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、特許文献7の構成（即ち、特許文献4、5に開示された如き逆メサ型圧電振動素子をパッケージに実装した構造）においても、圧電振動素子702と導電性接着剤712との熱膨張係数は互いに異なるため、圧電振動素子702と導電性接着剤712の接続位置を中心として圧電振動素子702に対して同心状に膨張・収縮させる応力が発生する。そして、圧電振動素子702を小型化させた場合には、前記接続位置と振動部（励振電極704、706）との距離が短くなるため、この応力の振動部への伝播を回避することが困難となる。

20

そこで本発明は上記問題点に着目し、逆メサ型圧電振動素子（圧電振動片）において、マウント部から振動部への応力の伝播を十分に緩和することを可能とした圧電振動片、圧電振動子、電子デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

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、以下の形態、または適用例として実現することが可能である。

第1の形態に係る圧電振動片は、圧電基板の一方の主面から、前記一方の主面とは反対側の他方の主面に向けて凹陷している第1の凹陷部と、前記圧電基板の前記他方の主面から、前記第1の凹陷部の底部に向けて凹陷している第2の凹陷部と、前記第1の凹陷部と、前記第2の凹陷部と、の間に配置されている振動部と、前記振動部の外周縁と一体的に接続され前記振動部の厚みより厚い厚肉部と、前記厚肉部の少なくとも一方において、前記厚肉部に接続され、前記一方の主面において一点で支持されているマウント部と、平面視において前記マウント部の少なくとも一部が重なる前記他方の主面に配置され、前記マウント部の厚み方向に切り欠かれている段差部と、を備え、前記第1の凹陷部が前記第2の凹陷部よりも深く凹陷していることにより、前記振動部は、前記厚肉部の厚み方向で、前記他方の主面側に偏在して配置され、前記段差部の深さが前記第2の凹陷部の深さと同じになっていることを特徴とする。

30

第2の形態に係る圧電振動片は、第1の形態に係る圧電振動片において、前記圧電基板の他方の主面から、前記第1の凹陷部の底部に向けて凹陷している第2の凹陷部を備えていることを特徴とする。

40

第3の形態に係る圧電振動片は、第1の形態または第2の形態に係る圧電振動片において、前記厚肉部と前記マウント部との間には緩衝部が配置され、前記緩衝部は、前記厚肉部の厚み方向に貫通しているスリット、または、前記一方の主面から前記他方の主面に向かう溝を有することを特徴とする。

第4の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第3の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片において、前記薄肉部は、前記厚肉部の厚み方向で、前記圧電基板の両主面のうちいずれか一方の主面に偏在して配置されたことを特徴とする。

第5の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第4の形態のいずれか1の形態に係る

50

圧電振動片において、前記圧電振動片は、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸と、機械軸としてのY軸と、光学軸としてのZ軸と、からなる直交座標系の前記X軸を回転軸として、前記Z軸を前記Y軸の-Y方向へ回転させた軸をZ軸とし、前記Y軸を前記Z軸の+Z方向へ回転させた軸をY軸とし、前記X軸と前記Z軸に平行な面で構成され、前記Y軸に平行な方向を厚みとするATカット水晶により形成され、前記+Z軸をY軸回りに+X軸方向へ回転させることを正の回転角として、前記Z軸を前記Y軸回りに-120°から+60°の範囲で回転させて得られるZ軸と、前記X軸を前記Y軸回りに前記Z軸とともに回転させて得られるX軸と、にそれぞれ平行な縁辺を有し、前記マウント部の幅方向は、前記X軸に平行な縁辺の方向であり、前記厚肉部、前記マウント部の並ぶ方向は、前記Z軸に平行な縁辺の方向であることを特徴とする。

10

第6の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第5の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片において、前記厚肉部の前記マウント部とともに前記振動部を挟み込む側は切り欠かれ、前記薄肉部の端部が露出していることを特徴とする。

第7の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第6の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片において、平面視において前記マウント部の少なくとも一部が重なる前記一方の主面には、前記マウント部の厚み方向に切り欠かれている段差部が設けられていることを特徴とする。

第8の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第7の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片において、前記振動部に設けられている励振電極と、前記励振電極から前記マウント部に引き出されている引出電極と、を備えていることを特徴とする。

20

第9の形態に係る圧電振動片は、第1の形態乃至第8の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片において、前記マウント部に設けられている前記引出電極には、少なくとも一つの凹部が設けられていることを特徴とする。

第1の形態に係る圧電振動子は、第1の形態乃至第8の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片と、基板と、を備え、前記マウント部は、基板に支持されていることを特徴とする。

第2の形態に係る圧電振動子は、第1の形態乃至第9の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片と、基板と、を備え、前記マウント部の前記一方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とは、導電性接着剤により接続され、前記マウント部の前記他方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とはワイヤーを介して接続されていることを特徴とする。

30

第3の形態に係る圧電振動子は、第2の形態に係る圧電振動子において、前記マウント部の前記一方の主面側に設けられた引出電極の先端は第1のパッド電極となっており、前記マウント部の前記他方の主面側に設けられた引出電極の先端は第2のパッド電極となっており、前記第1のパッド電極は前記導電性接着剤に接続され、前記第2のパッド電極は前記ワイヤーに接続され、前記第1のパッド電極及び前記第2のパッド電極は、平面視で互いに重なる位置に配置され、前記第2のパッド電極は、前記第1のパッド電極よりも小さいことを特徴とする。

第1の形態に係る電子デバイスは、第1の形態乃至第9の形態のいずれか1の形態に係る圧電振動片と、基板と、を備え、前記マウント部の前記他方の主面側に設けられている引出電極と前記基板とは、導電性接着剤により接続され、前記マウント部の反対面側の面に設けられている引出電極と前記基板とはワイヤーを介して接続され、少なくとも一以上の電子部品を備えてなることを特徴とする。

40

第2の形態に係る電子デバイスは、第1の形態に係る電子デバイスにおいて、前記電子部品が、サーミスタ、コンデンサ、リアクタンス素子、半導体素子のうちのいずれかであることを特徴とする。

[適用例1] 圧電基板の一方の主面から、前記主面とは反対側の他方の主面に向けて凹陷した第1の凹陷部と、前記第1の凹陷部の底部に配置された振動部と、前記振動部の外周縁と一体的に接続され前記振動部の厚みより厚い厚肉部と、を備える圧電振動片であっ

50

て、前記厚肉部に接続され、基板上で一点支持されるマウント部を有し、前記圧電基板の他方の主面から、前記第1の凹陷部の底部に向けて凹陷した第2の凹陷部を設け、前記振動部は、前記第1、第2の凹陷部の底部により構成され、前記振動部と前記厚肉部との境界には、前記圧電基板の両主面共に、前記厚肉部の厚み方向に段差を有していることを特徴とする圧電振動片。

【0018】

圧電振動片を導電性接着剤で一点支持した場合、マウント部で発生した応力は、圧電振動片の表面を伝播する成分が支配的となる。しかし、上記構成により、マウント部から圧電振動片の表面を伝播して振動部の両面へ伝達する経路の長さが上述の段差の分だけ長くなるので、振動部に到達する応力を緩和させることができる。また段差により応力の経路が2回折り曲げられるので、この折り曲がる位置において応力を効果的に緩和させ、振動部に到達する応力を緩和させることができる。したがって、上記構成によりマウント部で発生した応力の振動部への影響を緩和させ、周波数特性等が良好な圧電振動片となる。

10

【0019】

〔適用例2〕前記厚肉部と前記マウント部の間には緩衝部が配置され、前記緩衝部は、前記マウント部、前記緩衝部、前記厚肉部の配列方向の直交方向を長手方向とし、前記厚肉部の厚み方向に貫通するスリット、または、前記直交方向を長手方向とし、前記圧電基板の前記基板に対向する主面側に掘り込まれた溝を有することを特徴とする適用例1に記載の圧電振動片。

【0020】

20

上記構成において、緩衝部にスリットを設けた場合は、圧電振動片の表面を伝播する応力の振動部側に至る経路の大部分を遮断することができる。また緩衝部に溝を形成した場合は、実装面側の振動部に伝播する応力は、溝の側面、底面、溝の側面の順に通過する経路となるので、その分経路が長くなるとともに、溝により経路が4回折り曲げられるので振動部に伝達する応力を緩和させることができる。

【0021】

〔適用例3〕前記薄肉部は、前記厚肉部の厚み方向で、前記圧電基板の両主面のうちいずれか一方の主面に偏在して配置されたことを特徴とする適用例1または2に記載の圧電振動片。

上記構成により、圧電振動片のマウント部に導電性接着剤を塗布した場合、導電性接着剤の接続位置から圧電振動片の実装面側の振動部までの距離が長くなるので前記接続位置で発生し振動部へ伝達する応力を緩和させることができる。

30

【0022】

〔適用例4〕前記圧電振動片は、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸と、機械軸としてのY軸と、光学軸としてのZ軸と、からなる直交座標系の前記X軸を回転軸として、前記Z軸を前記Y軸の-Y方向へ回転させた軸をZ'軸とし、前記Y軸を前記Z軸の+Z方向へ回転させた軸をY'軸とし、前記X軸と前記Z'軸に平行な面で構成され、前記Y'軸に平行な方向を厚みとするATカット水晶により形成され、前記+Z'軸をY'軸回りに+X軸方向へ回転させることを正の回転角として、前記Z'軸を前記Y'軸回りに-120°から+60°の範囲で回転させて得られるZ''軸と、前記X軸を前記Y'軸回りに前記Z'軸とともに回転させて得られるX'軸と、にそれぞれ平行な縁辺を有し、前記マウント部の幅方向は、前記X'軸に平行な縁辺の方向であり、前記厚肉部、前記マウント部の並ぶ方向は、前記Z''軸に平行な縁辺の方向であることを特徴とする適用例1乃至3のいずれか1項に記載の圧電振動片。

40

上記構成により、マウント部で発生した応力のうち振動部側に伝播する成分を低減することができる。したがって、振動部への応力の影響が低減された圧電振動片となる。

【0023】

〔適用例5〕前記厚肉部の前記マウント部とともに前記振動部を挟み込む側は切り欠かれ、前記薄肉部の端部が露出していることを特徴とする適用例1乃至4のいずれか1例に記載の圧電振動片。

50

上記構成により、ウエハーから圧電振動片を複数切り出す場合に、圧電振動片一個あたりのウエハーの占有面積を小さくすることができる。よってウエハーから切り出せる圧電振動片の個数を増やして、圧電振動片のコストを抑制することができる。

【 0 0 2 4 】

〔適用例 6〕前記マウント部の前記反対面側は、前記マウント部の厚み方向に切り欠かれて段差部が形成されたことを特徴とする適用例 1 乃至 5 のいずれか 1 例に記載の圧電振動片。

上述のマウント部の圧電振動子の実装面には導電性接着剤が塗布される。この導電性接着剤に起因する応力が、圧電振動片の端面を経由し、マウント部の他方の主面を伝播し、圧電振動片の実装面の反対面に配置された振動部側に伝播する。よって、上記構成において、段差部により、上述の振動部に伝播する応力の経路を折り曲げることができるので、この折り曲げる位置において応力を効果的に緩和させることができる。

【 0 0 2 5 】

〔適用例 7〕前記薄肉部の両面に配置され、前記振動部を形成する励振電極と、前記励振電極から引き出され前記マウント部の前記実装面側と前記反対面側に配置された引出電極と、を備え、前記マウント部の前記反対面側に配置された引出電極は、前記段差部に配置されたことを特徴とする適用例 6 に記載の圧電振動片。

【 0 0 2 6 】

上記構成において、圧電振動片の実装面の反対面に配置された引出電極は、ワイヤーを介して基板と電氣的に接続する。よって上記構成において、引出電極は段差部に形成されるため、引出電極とワイヤーとの接続位置の基板を基準とした高さを低くすることができるので、この圧電振動片を用いた圧電振動子の低背化を図ることができる。

【 0 0 2 7 】

〔適用例 8〕前記マウント部の前記実装面側の前記引出電極を形成する位置には、1 または複数の凹部が形成されたことを特徴とする適用例 1 乃至 7 のいずれか 1 例に記載の圧電振動片。

上記構成により、導電性接着剤による接着時において、導電性接着剤のマウント部での拡がりを抑制して、圧電振動子に印加される応力を抑制することができる。

【 0 0 2 8 】

〔適用例 9〕適用例 1 乃至 8 のいずれか 1 例に記載の圧電振動片のマウント部の前記実装面側の引出電極と前記基板とを導電性接着剤により接続し、前記マウント部の前記反対面側の引出電極と前記基板とをワイヤーを介して接続したことを特徴とする圧電振動子。

上記構成により、マウント部で発生した応力の振動部への影響を緩和させ、周波数特性等が良好な圧電振動子となる。特に適用例 7 を併用することにより、低背化された圧電振動子を構築できる。

【 0 0 2 9 】

〔適用例 10〕適用例 1 乃至 8 のいずれか 1 例に記載の圧電振動片のマウント部の前記実装面側の引出電極と前記基板とを導電性接着剤により接続し、前記マウント部の前記反対面側の引出電極と前記基板とをワイヤーを介して接続し、少なくとも一以上の電子部品を備えてなることを特徴とする電子デバイス。

上記構成により、マウント部で発生した応力の振動部への影響を緩和させ、周波数特性等が良好な電子デバイスとなる。特に適用例 7 を用いることにより、低背化された電子デバイスを構築できる。

【 0 0 3 0 】

〔適用例 11〕適用例 10 に記載の電子デバイスにおいて、前記電子部品が、サーミスタ、コンデンサ、リアクタンス素子、半導体素子のうちのいずれかであることを特徴とする電子デバイス。

上記構成により、圧電振動片を発振源として用いた電子デバイスを構築することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】第 1 実施形態に係る圧電振動子の模式図であり、図 1 (a) は断面模式図、図 1 (b) は上面図、図 1 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の下面図である。

【図 2】第 1 実施形態に係る圧電振動子の変形例の模式図であり、図 2 (a) は断面模式図、図 2 (b) は上面図、図 2 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の変形例の下面図である。

【図 3】圧電振動片のオイラー角（結晶方位）を示す模式図である。

【図 4】図 1 (c) の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 1）であり、図 4 (a) は下面図、図 4 (b) は図 4 (a) の A - A 線断面図である。

【図 5】図 1 (c) の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 2）であり、図 5 (a) は下面図、図 5 (b) は図 5 (a) の A - A 線断面図である。

10

【図 6】図 1 (c) の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 3）であり、図 6 (a) は下面図、図 6 (b) は図 6 (a) の A - A 線断面図である。

【図 7】第 2 実施形態に係る圧電振動子の模式図であり、図 7 (a) は断面模式図、図 7 (b) は上面図、図 7 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の下面図である。

【図 8】第 3 実施形態に係る圧電振動子の模式図であり、図 8 (a) は断面模式図、図 8 (b) は上面図、図 8 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の下面図である。

【図 9】本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス（その 1）の模式図であり、図 9 (a) は断面模式図、図 9 (b) は上面図である。

【図 10】本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス（その 2）の模式図であり、図 10 (a) は断面模式図、図 10 (b) は上面図である。

20

【図 11】本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス（その 3）の模式図であり、図 11 (a) は断面模式図、図 11 (b) は上面図である。

【図 12】特許文献 1 に係る圧電振動子の模式図であり、図 12 (a) は圧電振動子を構成する圧電振動素子の上面図、図 12 (b) は圧電振動子を構成する圧電振動素子の下面図、図 12 (c) は圧電振動素子を容器の内部に搭載した圧電振動子を構成する上面図、図 12 (d) は図 12 (c) の A - A 線断面図である。

【図 13】特許文献 2 に係る圧電振動子の模式図であり、図 13 (a) は断面模式図、図 13 (b) は上面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 3 2 】

以下、本発明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 3 3 】

図 1 に、第 1 実施形態に係る圧電振動子の模式図を示し、図 1 (a) は断面模式図、図 1 (b) は上面図、図 1 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の下面図を示す。また図 2 に、第 1 実施形態に係る圧電振動子の変形例の模式図を示し、図 2 (a) は断面模式図、図 2 (b) は上面図、図 2 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の変形例の下面図を示す。なお以下の説明及び図面において、X 軸、Y 軸、Z 軸は互いに直交するものとする。

40

【 0 0 3 4 】

第 1 実施形態の圧電振動子 100 は、ベース基板 48、リング部 58、リッド 60、圧電振動片 10 から形成されている。ベース基板 48 及びリング部 58 は絶縁体で形成されている。ベース基板 48 は、例えば平面視で矩形の形状を有している。同様にリング部 58 も平面視で矩形の形状を有するとともにその内壁が形成する空間において圧電振動片 10 を収容可能としている。そしてベース基板 48 の周縁にリング部が接続している。これによりベース基板 48 とリング部 58 により圧電振動片 10 を収容する凹部が形成される。そして、凹部が形成する内部空間 62 を真空とし内部に圧電振動片 10 を配置した状態で、凹部の開口部は金属等により形成されたリッド 60 により封止される。

50

【0035】

ベース基板48上には圧電振動片10と電氣的に接続する接続電極50、52が配置されている。さらに、ベース基板48の底面には外部電極54、56が配置され、外部電極54は、貫通電極64を介して接続電極50と電氣的に接続され、外部電極56は貫通電極66を介して接続電極52と電氣的に接続される。

【0036】

圧電振動片10は、内部空間62に収容されている。そして、圧電振動片10の、後述のマウント部20のベース基板48側（後述の実装面12側）に配置された引出電極34は導電性接着剤38を介して接続電極50に接続され、マウント部20のリッド60側（後述の反対面14側）に配置された引出電極36はAu等のワイヤー40を介して接続電極52に接続される。したがって、圧電振動片10はマウント部20において導電性接着剤38により一点支持され、マウント部20を固定端として片持ち支持状態でベース基板48上に固定される。また引出電極34は励振電極30に接続され、引出電極36は励振電極32に接続される。よって励振電極30は引出電極34、導電性接着剤38、接続電極50、貫通電極64を介して外部電極54に接続され、励振電極32は、引出電極36、ワイヤー40、接続電極52、貫通電極66を介して外部電極56に接続される。したがって、外部電極54、56に交流電圧を印加することにより、圧電振動片10は所定の共振周波数で厚みすべり振動を発振する。

【0037】

図3に、圧電振動片10のオイラー角（結晶方位）を示す。本実施形態に係る圧電振動片10は、図3に示すように、圧電基板11として、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸と、機械軸としてのY軸と、光学軸としてのZ軸と、からなる直交座標系の前記X軸を中心として、前記Z軸を前記Y軸の-Y方向へ（約35°15'）傾けた軸をZ'軸とし、前記Y軸を前記Z軸の+Z方向へ傾けた軸をY'軸とし、前記X軸と前記Z'軸に平行な面で構成され、前記Y'軸に平行な方向を厚みとするATカット水晶基板11aを採用している。

【0038】

ここで、非特許文献1には、ATカット水晶素板に関する応力感度についての説明があり、ATカット水晶基板11aでは、X軸をY'軸周りに-Z'軸から-Z'軸へ向かう方向へ60°または120°回転させることにより、Z'軸を回転して得られるZ''軸方向が最も応力感度が鈍くなることが記載されている。

【0039】

そこで、本実施形態の圧電振動片10は、このATカット水晶基板11aにおいて、+Z'軸をY'軸回りに+X軸方向へ回転させることを正の回転角として、Z'軸をY'軸回りに角度（-120°から+60°）の範囲で回転させて得られるZ''軸に平行な方向を長辺（縁辺）とし、X軸をY'軸回りにZ'軸とともに回転させて得られるX'軸に平行な方向を短辺（縁辺）とする矩形形状の外形の圧電基板11を用いている。即ちATカット水晶基板11aの面内方位を角度θだけ回転させたものが圧電振動片10の外形を形成する圧電基板11となっている。

【0040】

そして上述の圧電基板11を用い、短辺方向を前記X'軸方向、長辺方向を前記Z''軸方向とする矩形形状の外形を有する圧電振動片10を形成し、-Y'軸側の面がベース基板48に対向する実装面12となり、+Y'軸側の面が実装面12の反対面14となる。そして、本実施形態の圧電振動片10には、マウント部20、緩衝部22、厚肉部16の順で+Z''軸方向に並んで配置される。

【0041】

厚肉部16は、圧電振動片10の+Z''軸側に配置されている。そして厚肉部16の-Y'軸側の主面の中央部には、-Y'軸側の主面を+Y'軸方向に凹陷する第1の凹陷部17Aが配置されている。また、厚肉部16の+Y'軸側の主面の第1の凹陷部17Aに対向する位置には+Y'軸側の主面を-Y'軸方向に凹陷する第2の凹陷部17Bが配

10

20

30

40

50

置されている。よって、厚肉部 16 の中央部には、第 1 の凹陷部 17 A の底部 17 A a と第 2 の凹陷部 17 B の底部 17 B a と、をそれぞれ主面とし、厚肉部 16 の厚みより薄く形成された薄肉部 18 が配置される。

【0042】

薄肉部 18 は、第 1 の凹陷部 17 A 及び第 2 の凹陷部 17 B により形成されるため、その両面で厚肉部 16 の厚み方向で厚肉部 16 と段差を有することになる。また第 1 の凹陷部 17 A は、第 2 の凹陷部 17 B よりもより深く凹陷している。これにより、薄肉部 18 は、厚肉部 16 の厚み方向（Y 軸方向）で厚肉部 16 の反対面 14 側の面（+Y 軸側の面）に偏在して配置されることになる。この薄肉部 18 は、薄肉部 18 の表面の粗さを小さくするため、エッチングにより形成することが好適である。エッチングにより形成する場合は、水晶の異方性により、薄肉部 18 の周縁には薄肉部 18 の表面に対して傾斜した傾斜面 18 a が形成される。

10

【0043】

また薄肉部 18 の実装面側には励振電極 30 が配置され、反対面 14 側には励振電極 32 が配置される。この励振電極 30、励振電極 32 により、薄肉部 18 において厚みすべり振動の発生領域となる振動部が形成される。

【0044】

マウント部 20 は、圧電振動片 10 の -Z 軸側に配置され、マウント部 20 の実装面 12 側には励振電極 30 と引出電極 34 を介して電氣的に接続するパッド電極 34 a が配置され、マウント部 20 の反対面 14 側には励振電極 32 と引出電極 36 を介して電氣的に接続するパッド電極 36 a が配置される。パッド電極 34 a は導電性接着剤 38 を介してベース基板 48 の接続電極 50 に接続され、パッド電極 36 a は Au 等のワイヤー 40 を介してベース基板 48 の接続電極 52 に接続される。

20

【0045】

緩衝部 22 は、マウント部 20 と厚肉部 16 との間に配置されている。そして緩衝部 22 には X 軸方向を長手方向とするスリット 24 が配置されている。スリット 24 は、X 軸方向を長手方向とし圧電振動片 10 を Y 軸方向から貫通する貫通孔として形成される。これにより緩衝部 22 の X 軸方向の両端にはマウント部 20 と厚肉部 16 とを連結する連結部 28 が形成される。この連結部 28 には前述の引出電極 34、引出電極 36 が配置される。

30

【0046】

上述のように、圧電振動片 10 は導電性接着剤 38 で一点支持されている。この場合、圧電振動片 10 においては、導電性接着剤 38 と圧電振動片 10 との熱膨張係数の違いにより、圧電振動片 10 と導電性接着剤 38 の接続位置を中心として圧電振動片 10 に対して同心状に膨張・収縮させる応力が発生する。この応力は、圧電振動片 10 の表面を伝播する成分が支配的となる。

【0047】

しかし、上記構成により、マウント部 20 から圧電振動片 10 の表面を伝播して振動部（励振電極 30、励振電極 32）の両面へ伝達する経路の長さが上述の薄肉部 18 が形成する段差の分だけ長くなるので、振動部に到達する応力を緩和させることができる。また段差により応力の経路が 2 回折り曲げられるので、この折れ曲がる位置において応力が平板表面を伝播しながら緩和される場合よりも効果的に緩和されるため、結果的に振動部に到達する応力を緩和させることができる。さらに緩衝部 22 にスリット 24 が設けられているため、圧電振動片 10 の表面を伝播する応力の振動部側に至る経路の大部分を遮断することができる。したがって、上記構成によりマウント部 20 で発生した応力の振動部への影響を緩和させ、周波数特性等が良好な圧電振動片 10 となる。

40

【0048】

また上述のように、薄肉部 18 は、厚肉部 16 の厚み方向（Y 軸方向）で厚肉部 16 の反対面 14 側に偏在して配置されている。これにより、圧電振動片 10 のマウント部 20 の実装面 12 側に導電性接着剤 38 を塗布しても、導電性接着剤 38 の接続位置から実

50

装面 1 2 側の振動部（励振電極 3 0）までの距離が長くなるので、前記接続位置で発生し振動部（励振電極 3 0）へ伝達する応力を緩和させることができる。

【 0 0 4 9 】

さらに、本実施形態においては、非特許文献 1 に示す研究成果により、圧電振動片 1 0 の Z 軸方向に伝播する応力に対する応力感度は低減されることになる。したがって、上述のように圧電振動片 1 0 の長辺を Z 軸方向とし、短辺を X 軸方向とすることで、マウント部 2 0 で発生した応力のうち振動部側に伝播する成分を低減することができる。したがって、振動部への応力の影響が低減された圧電振動片 1 0（圧電振動子 1 0 0）となる。

【 0 0 5 0 】

また本実施形態においては、図 2 に示すようにスリット 2 4 の代わりに X 軸方向に長手方向を有する溝 2 6 を形成してもよい。このように緩衝部 2 2 に溝 2 6 を形成した場合、実装面 1 2 側の振動部（励振電極 3 0）に伝播する応力は、溝 2 6 の - X 軸側の側面 2 6 a、底面 2 6 b、溝 2 6 の + X 軸側の側面 2 6 c の順に通過する経路となるので、その分経路が長くなるとともに、溝 2 6 により経路が 4 回折り曲げられるので振動部（励振電極 3 0）に伝達する応力を緩和させることができる。

【 0 0 5 1 】

図 4 に、図 1（c）の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 1）を示し、図 4（a）は下面図、図 4（b）は図 4（a）の A - A 線断面図を示す。また図 5 に、図 1（c）の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 2）を示し、図 5（a）は下面図、図 5（b）は図 5（a）の A - A 線断面図を示す。さらに、図 6 に、図 1（c）の一点鎖線で囲まれた部分の詳細図（その 3）を示し、図 6（a）は下面図、図 6（b）は図 6（a）の A - A 線断面図を示す。

【 0 0 5 2 】

図 4、図 5、図 6 はマウント部 2 0 の実装面側であって、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側に形成された引出電極 3 4 の導電性接着剤 3 8 との接続部分の詳細図となっている。図 4 では、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側に小さな複数の円形の凹部 4 2 を形成し、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側及び凹部 4 2 の側面、底面を覆うように引出電極 3 4 が形成されている。図 5 では、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側に 1 つの大きな円形の凹部 4 4 を形成し、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側及び凹部 4 4 の側面、底面を覆うように引出電極 3 4 が形成されている。図 6 では、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側に一つの大きなリング状の凹部 4 6 を形成し、マウント部 2 0 の実装面 1 2 側及び凹部 4 6 の側面、底面を覆うように引出電極 3 4 が形成されている。

【 0 0 5 3 】

このようにマウント部 2 0 の実装面 1 2 側に凹部 4 2、凹部 4 4、凹部 4 6 を形成することにより、この凹部 4 2、4 4、4 6 が導電性接着剤 3 8 の接着剤溜りとなり、導電性接着剤 3 8 がマウント部 2 0 全体に拡がらないようにすることができる。これにより導電性接着剤 3 8 が圧電振動片 1 0 に与える応力を小さくすることができる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の圧電振動片 1 0 は、その外形をフォトリソ・エッチング加工により形成することができる。この場合、圧電振動片 1 0 は、圧電振動片 1 0 の外形を形成する工程、スリット 2 4 を形成する工程、薄肉部 1 8 の実装面 1 2 側を掘り込む工程、薄肉部 1 8 の反対面 1 4 側を形成する工程が別々に必要となる。そしてその後励振電極 3 0、3 2、引出電極 3 4、3 6、パッド電極 3 4 a、3 6 a を形成する工程を経ることにより圧電振動片 1 0 が形成される。またスリット 2 4、溝 2 6、凹部 4 2、4 4、4 6 はサンドブラストにより形成することができる。スリット 2 4 もフォトリソ・エッチング加工により形成することが可能である。この場合は上述の工程に加えてスリット 2 4 を形成する工程が必要となる。また溝 2 6 もフォトリソ・エッチング加工により形成することが可能である。この場合、溝 2 6 の深さが薄肉部 1 8 の実装面 1 2 側を掘り込む深さと同じであれば、溝 2 6 を薄肉部 1 8 の実装面 1 2 側を掘り込む工程と同時に形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

図 7 に、第 2 実施形態に係る圧電振動子を示し、図 7 (a) は断面模式図を示し、図 7 (b) は上面図、図 7 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片の下面図を示す。第 2 実施形態の圧電振動子 1 2 0 は、基本的には第 1 実施形態と共通するが、圧電振動子 1 2 0 を構成する圧電振動片 7 0 のマウント部 7 2 の反対面 1 4 側は、マウント部 7 2 の厚み方向に切り欠かれて段差部 7 4 が形成された点で相違する。そして、マウント部 7 2 の反対面 1 4 側に配置された引出電極 3 6 は、段差部 7 4 に配置された点で相違する。

【 0 0 5 6 】

上述のように、マウント部 7 2 の圧電振動片 7 0 の実装面 1 2 には導電性接着剤 3 8 が塗布される。この導電性接着剤 3 8 に起因する応力が、圧電振動片 7 0 の端面を経由し、マウント部 7 2 の反対面 1 4 側を伝播し、圧電振動片 7 0 の反対面 1 4 側に配置された振動部 (励振電極 3 2) 側に伝播する。よって、上記構成において、段差部 7 4 により、上述の振動部に伝播する応力の経路を折り曲げることができるので、この折り曲げる位置において応力を効果的に緩和させることができる。

【 0 0 5 7 】

また、圧電振動片 7 0 の反対面 1 4 に配置された引出電極 3 6 は、ワイヤー 4 0 を介してベース基板 4 8 側と電氣的に接続する。よって上記構成において、引出電極 3 6 は段差部 7 4 に形成されるため、引出電極 3 6 とワイヤー 4 0 との接続位置のベース基板 4 8 を基準とした高さを低くすることができるので、この圧電振動片 7 0 を用いた圧電振動子 1 2 0 の低背化を図ることができる。なお、段差部 7 4 はサンドブラストにより形成することが可能である。また段差部 7 4 の掘り込む深さが薄肉部 1 8 の反対面 1 4 側の掘り込む深さと同じであれば、段差部 7 4 はフォトリソ・エッチング加工において、薄肉部 1 8 の反対面 1 4 側の形成工程と同時に形成することができる。

【 0 0 5 8 】

図 8 に、第 3 実施形態に係る圧電振動子を示し、図 8 (a) は断面模式図、図 8 (b) は上面図、図 8 (c) は圧電振動子を構成する圧電振動片 8 0 の下面図を示す。第 3 実施形態に係る圧電振動子 1 4 0 は、基本的には第 1 実施形態、第 2 実施形態と類似するが、圧電振動子 1 4 0 を構成する圧電振動片 8 0 において、厚肉部 8 2 のマウント部 7 2 とともに振動部 (薄肉部 8 4) を挟み込む側、すなわち厚肉部 8 2 の薄肉部 8 4 より + Z 軸側の部分は切り欠かれ、薄肉部 8 4 の + Z 軸側の端部が露出している点で相違する。このような構成により振動部そのものを犠牲にすることなく、圧電振動片 8 0 の Z 軸方向の長さを短くすることができる。なお図 8 において破線で示す部分は第 1 実施形態の圧電振動片 1 0、第 2 実施形態の圧電振動片 7 0 の + Z 軸側の端部を示す。

【 0 0 5 9 】

これにより、ウエハーから圧電振動片 8 0 を複数切り出す場合に、ウエハーに対する圧電振動片 8 0 一個あたりのウエハーの占有面積を小さくすることができる。よってウエハーから切り出せる圧電振動片 8 0 の個数を増やして、圧電振動片 8 0 のコストを抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

図 9 に、本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス (その 1) を示し、図 9 (a) は断面模式図、図 9 (b) は上面図を示す。本実施形態の電子デバイス 3 0 0 は、パッケージ 3 0 2 (基板)、圧電振動片 7 0 (圧電振動片 1 0、8 0 でも良い) を駆動させる集積回路 (I C 3 1 0)、リッド 3 1 2 により構成されている。

【 0 0 6 1 】

パッケージ 3 0 2 は、図 9 の破線で示すように 3 層構造で形成されている。パッケージ 3 0 2 の下面には外部電極 3 1 4 が形成されている。またパッケージ 3 0 2 の凹部 3 0 4 の下段部 3 0 6 には複数の接続電極 3 1 6 が配置されている。接続電極 3 1 6 は、I C 3 1 0 に形成された複数のパッド電極 3 2 0 に対向する配置で複数形成され、各接続電極 3 1 6 は対応するパッド電極 3 2 0 に接続する。またパッケージ 3 0 2 の凹部 3 0 4 の上段部 3 0 8 には、圧電振動片 7 0 のパッド電極 3 4 a、3 6 a と導電性接着剤 3 8 を介して

接続する接続電極 3 1 8 が形成されている。

【 0 0 6 2 】

上述のように、パッケージ 3 0 2 の凹部 3 0 4 の下段部 3 0 6 に形成された接続電極 3 1 6 は、パッド電極 3 2 0 と接続するものであるが、接続電極 3 1 8 と電氣的に接続するものと、外部電極 3 1 4 に接続するものがある。よって IC 3 1 0 は接続電極 3 1 6 及び外部電極 3 1 4 を介して外部と電氣的に接続され、圧電振動片 7 0 のパッド電極 3 4 a、3 6 a は接続電極 3 1 8 及び接続電極 3 1 6 を介して IC 3 1 0 と電氣的に接続される。したがって IC 3 1 0 は、外部電極 3 1 4 を介して電力が供給されると、圧電振動片 7 0 を駆動させることができる。本実施形態の電子デバイス 3 0 0 においては、圧電振動片 7 0 と IC 3 1 0 とが共に凹部 3 0 4 においてリッド 3 1 2 によりシングルシールにて封止された構造を有している。上記構成により、圧電振動片 7 0 の振動部への応力を緩和させた電子デバイス 3 0 0 となる。

10

【 0 0 6 3 】

図 1 0 に、本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス（その 2）を示し、図 1 0（a）は断面模式図、図 1 0（b）は上面図を示す。図 1 0 においては、パッケージ 4 0 2（基板）の両面に凹部 4 0 4、4 0 6 を形成し、一方の凹部 4 0 4 に圧電振動片 7 0（圧電振動片 1 0、8 0 でも良い）を搭載するとともにリッド 4 0 8 で封止し、他方の凹部 4 0 6 には集積回路（IC 4 1 6）を取り付けた構成を有した電子デバイス 4 0 0 となっている。そしてパッケージ 4 0 2 の下端には外部電極 4 1 0 が形成され、また凹部 4 0 6 には外部電極 4 1 0 または凹部 4 0 4 に配置された接続電極 4 2 0、4 2 1 と電氣的に接続するとともに、ワイヤー 4 1 4 を介して IC 4 1 6 のパッド電極 4 1 8 と電氣的に接続する接続電極 4 1 2 が配置されている。

20

【 0 0 6 4 】

一方、凹部 4 0 4 に配置された接続電極 4 2 0 は、圧電振動片 7 0 の引出電極 3 4 と導電性接着剤 3 8 を介して接続され、同様に凹部 4 0 4 に配置された接続電極 4 2 1 は引出電極 3 6 とワイヤー 4 0 を介して接続される。よって圧電振動片 7 0 はマウント部 7 2 を固定端として片持ち支持状態でパッケージ 4 0 2 に接続される。このように圧電振動片 7 0 と IC 4 1 6 とを隔離することによって、圧電振動片 7 0 の IC 4 1 6 からの熱の影響を低減することができる。

【 0 0 6 5 】

30

図 1 1 に、本実施形態の圧電振動片を用いた電子デバイス（その 3）を示し、図 1 1（a）5 断面模式図、図 1 1（b）は上面図を示す。図 1 1 においては、図 7 に示す圧電振動子 1 2 0（圧電振動子 1 0 0、1 4 0 でも良い）を用いて電子デバイス 5 0 0 を形成している。すなわち、圧電振動子 1 2 0 を駆動する集積回路（IC 5 0 4）を搭載した基板 5 0 2 上に IC 5 0 4（パッド電極 5 0 6）と電氣的に接続する電極球 5 1 2 を配置し、この電極球 5 1 2 により圧電振動子 1 2 0 を支持している。そして、電極球 5 1 2 と圧電振動子 1 2 0 の外部電極 5 4、5 6、5 7 とを電氣的に接続し、基板 5 0 2、IC 5 0 4、電極球 5 1 2、圧電振動子 1 2 0 を樹脂等のモールド剤 5 1 6 により一体形成している。ここで、基板 5 0 2 の下面には外部電極 5 1 0 が形成され、基板 5 0 2 の上面には、その一部が外部電極 5 1 0 と貫通電極 5 1 8 を介して電氣的に接続される複数の接続電極 5 0 8 が形成されている。そして IC 5 0 4 に形成されたパッド電極 5 0 6 のうち、一部は電極球 5 1 2 にワイヤー 5 1 4 を介して接続され、残りは接続電極 5 0 8 にワイヤー 5 1 4 を介して接続されている。

40

【 0 0 6 6 】

上記構成とすることにより、既存の圧電振動子 1 2 0 の規格に対応して基板 5 0 2、IC 5 0 4、電極球 5 1 2 等の配置をして電子デバイス 5 0 0 を形成することができるのでコストを抑制することができる。なお、いずれの実施形態においても IC と各電極との接続はフェイスダウンボンディング方式を用いてもよい。またいずれの圧電振動子、電子デバイスの実施形態においても、上述のいずれの実施形態の圧電振動片も適用できる。

【 0 0 6 7 】

50

なお、上述の電子デバイスにおいては、圧電振動子に半導体素子（ＩＣ）に代表される電子部品を備えた構成として説明したが、少なくとも一以上の電子部品を備えることが好適である。そして前記電子部品としては、サーミスタ、コンデンサ、リアクタンス素子等を適用することができ、圧電振動片を発振源として用いた電子デバイスを構築することができる。

【符号の説明】

【００６８】

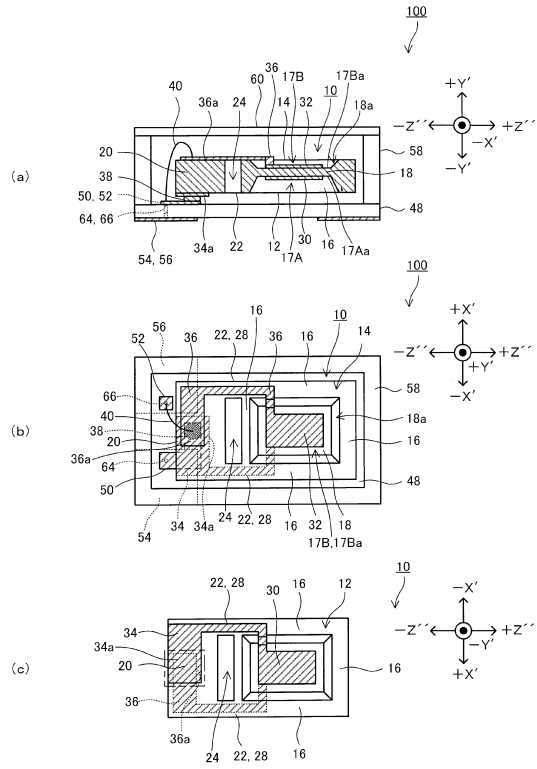
１０ …… 圧電振動片、１１ …… 圧電基板、１１ａ …… ＡＴカット水晶基板、１２ …… 実装面、１４ …… 反対面、１６ …… 厚肉部、１７Ａ …… 第１の凹陷部、１７Ａａ …… 底部、１７Ｂ …… 第２の凹陷部、１７Ｂａ …… 底部、１８ …… 薄肉部、１８ａ …… 傾斜面、２０ …… マウント部、２２ …… 緩衝部、２４ …… スリット、２６ …… 溝、２６ａ …… 側面、２６ｂ …… 底面、２６ｃ …… 側面、２８ …… 連結部、３０ …… 励振電極、３２ …… 励振電極、３４ …… 引出電極、３４ａ …… パッド電極、３６ …… 引出電極、３６ａ …… パッド電極、３８ …… 導電性接着剤、４０ …… ワイヤー、４２ …… 凹部、４４ …… 凹部、４６ …… 凹部、４８ …… ベース基板、５０ …… 接続電極、５２ …… 接続電極、５４ …… 外部電極、５６ …… 外部電極、５８ …… リング部、６０ …… リッド、６２ …… 内部空間、６４ …… 貫通電極、６６ …… 貫通電極、７０ …… 圧電振動片、７２ …… マウント部、７４ …… 段差部、８０ …… 圧電振動片、８２ …… 厚肉部、８４ …… 薄肉部、１００ …… 圧電振動子、１２０ …… 圧電振動子、１４０ …… 圧電振動子、３００ …… 電子デバイス、３０２ …… パッケージ、３０４ …… 凹部、３０６ …… 下段部、３０８ …… 上段部、３１０ …… ＩＣ、３１２ …… リッド、３１４ …… 外部電極、３１６ …… 接続電極、３１８ …… 接続電極、３１９ …… 接続電極、３２０ …… パッド電極、３２２ …… 接着剤、４００ …… 電子デバイス、４０２ …… パッケージ、４０４ …… 凹部、４０６ …… 凹部、４０８ …… リッド、４１０ …… 外部電極、４１２ …… 接続電極、４１４ …… ワイヤー、４１６ …… ＩＣ、４１８ …… パッド電極、４２０ …… 接続電極、４２１ …… 接続電極、５００ …… 電子デバイス、５０２ …… 基板、５０４ …… ＩＣ、５０６ …… パッド電極、５０８ …… 接続電極、５１０ …… 外部電極、５１２ …… 電極球、５１４ …… ワイヤー、５１６ …… モールド剤、５１８ …… 貫通電極、６００ …… 圧電振動素子、６０２ …… 支持部、６０４ …… 振動部、６０６Ａ …… 励振電極、６０６Ｂ …… 励振電極、６０８Ａ …… 入出力端子部、６０８Ｂ …… 入出力端子部、６１０ …… スリット、６１２ …… 容器、６１４ …… 底部、６１６ …… 接着剤、７００ …… 圧電振動子、７０２ …… 圧電振動素子、７０４ …… 励振電極、７０６ …… 励振電極、７０８ …… 引出電極、７１０ …… 引出電極、７１２ …… 導電性接着剤、７１４ …… ワイヤー、７１６ …… 基板。

10

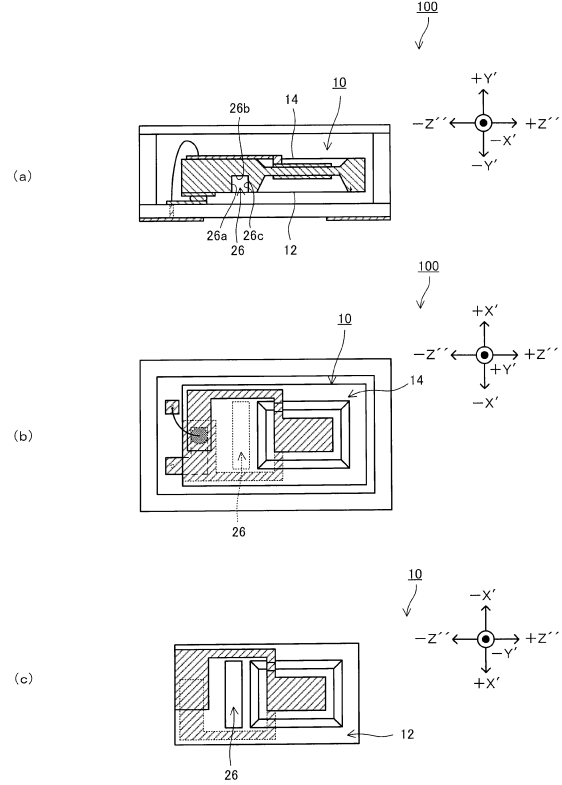
20

30

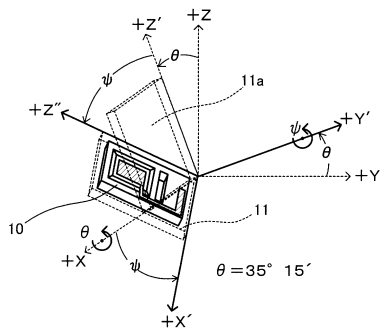
【図 1】



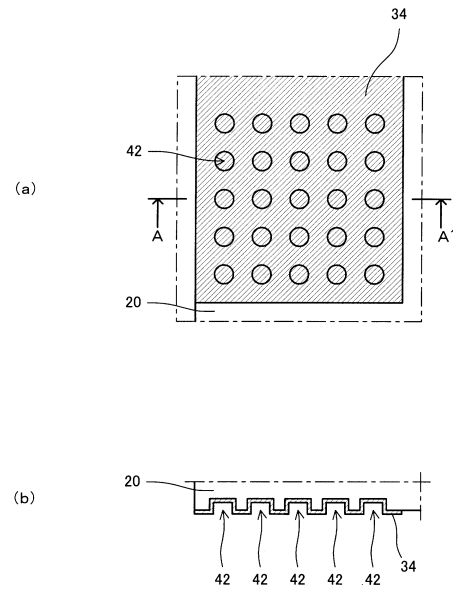
【図 2】



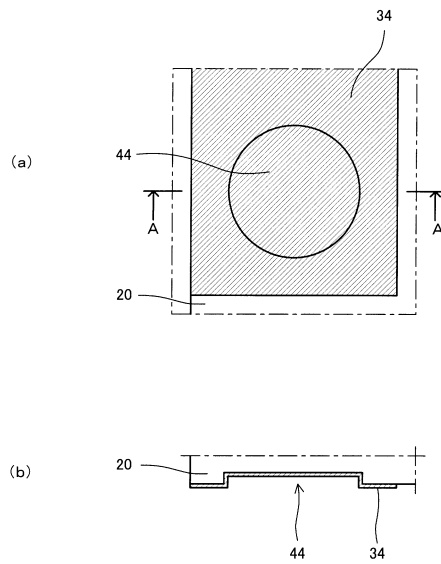
【図 3】



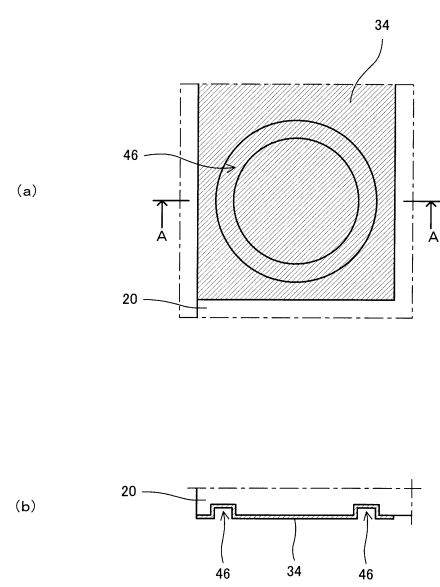
【図 4】



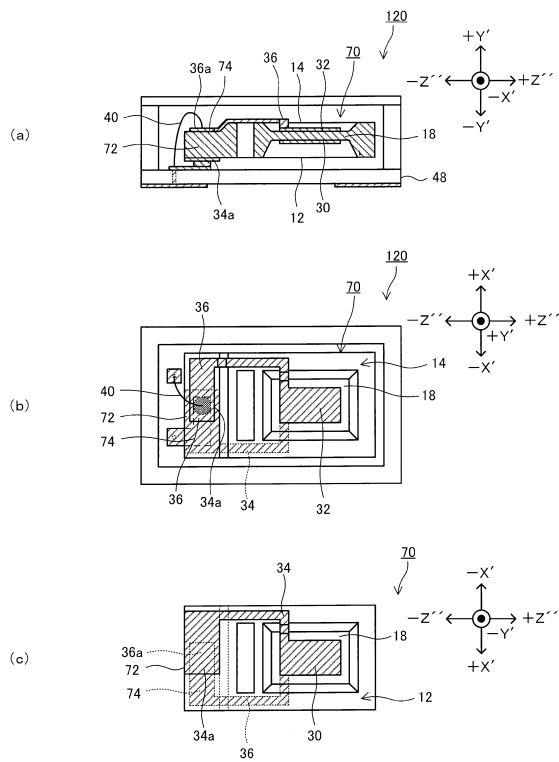
【図 5】



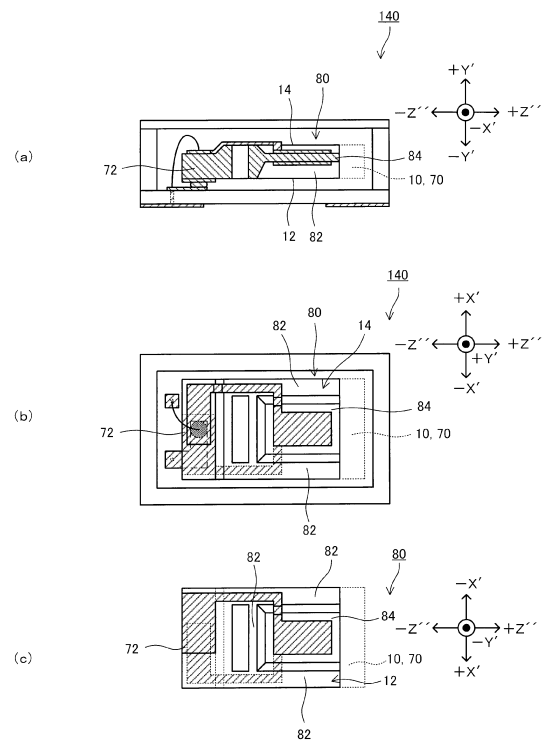
【図 6】



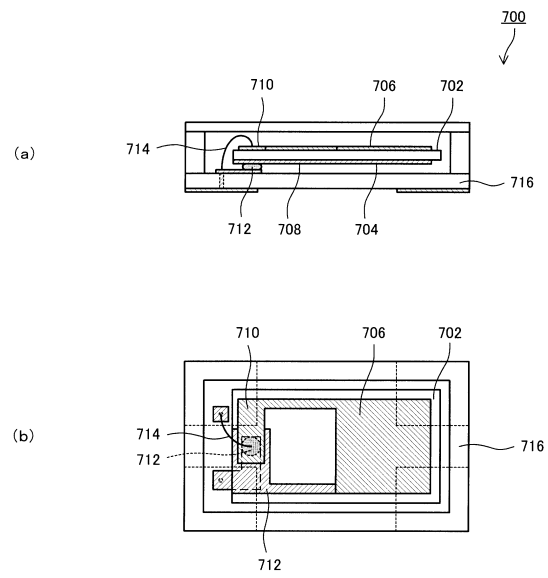
【図 7】



【図 8】



【図 13】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>H 0 1 L 41/18</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 L	41/08	L
		H 0 1 L	41/22	
		H 0 1 L	41/18	1 0 1 A

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 1 9 9 9 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 5 8 9 9 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 8 2 4 9 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 3 - 0 7 3 2 0 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 2 1 9 8 2 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 2 5 2 8 5 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 0 3 3 6 4 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 1 0 9 5 3 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 H 0 3 H 9 / 1 9
 H 0 1 L 4 1 / 0 9
 H 0 1 L 4 1 / 1 8
 H 0 1 L 4 1 / 2 2
 H 0 3 B 5 / 3 2
 H 0 3 H 9 / 1 0