

(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2007-158566

(P2007-158566A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

| (51) Int.C1.                | F 1        | テーマコード (参考) |
|-----------------------------|------------|-------------|
| <b>HO3H 9/19 (2006.01)</b>  | HO3H 9/19  | A 5J108     |
| <b>HO3H 9/02 (2006.01)</b>  | HO3H 9/02  | F           |
| <b>HO1L 41/09 (2006.01)</b> | HO1L 41/08 | C           |
| <b>HO1L 41/18 (2006.01)</b> | HO1L 41/18 | 1O1A        |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

|           |                              |            |  |
|-----------|------------------------------|------------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2005-348791 (P2005-348791) | (71) 出願人   | 000003104<br>エプソントヨコム株式会社<br>東京都日野市日野421-8       |
| (22) 出願日  | 平成17年12月2日 (2005.12.2)       | (74) 代理人   | 100095728<br>弁理士 上柳 雅善                           |
|           |                              | (74) 代理人   | 100107261<br>弁理士 須澤 修                            |
|           |                              | (72) 発明者   | 小峰 賢二<br>神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地<br>エプソントヨコム株式会社内    |
|           |                              | (72) 発明者   | 黒田 勝巳<br>神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地<br>エプソントヨコム株式会社内    |
|           |                              | F ターム (参考) | 5J108 BB02 CC04 CC08 EE03 EE07<br>EE18 GG03 KK01 |

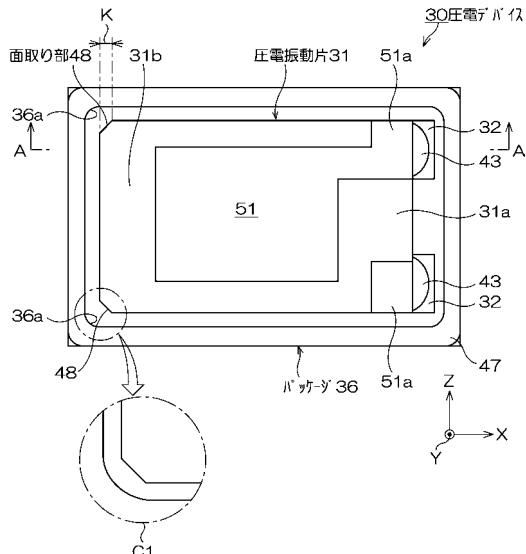
(54) 【発明の名称】圧電振動片および圧電デバイス

## (57) 【要約】

【課題】C I 値特性を損なうことなく、パッケージと干渉しにくい圧電振動片と、これを利用した圧電デバイスを提供すること。

【解決手段】圧電材料により矩形もしくは正方形の外形を備えるように形成したきわめて小型の圧電振動片31であって、前記外形の角部をエッティングにより面取りした面取り部48を設けるようにして、収容体であるパッケージとの干渉を避ける構成とした圧電振動片である。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

圧電材料により矩形もしくは正方形の外形を備えるように形成したきわめて小型の圧電振動片であって、

前記外形の角部をエッティングにより面取りした面取り部を設けるようにして、収容体であるパッケージとの干渉を避ける構成とした

ことを特徴とする圧電振動片。

**【請求項 2】**

前記面取り部が、エッティング異方性により C I 値特性を悪化させない程度に面取りされてい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、パッケージ側に接合される基部と、該基部より先端側で、主として振動に関する部分とを有しており、前記先端側の端部における両角部のみに前記面取り部が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の圧電振動片。

**【請求項 4】**

前記圧電振動片の四隅の角部に前記面取り部が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の圧電振動片。

**【請求項 5】**

前記四隅の角部のうち、パッケージ側に接合される基部側の両角部に形成される面取り部が、先端の両角部に形成される面取り部よりも大きな面取り部であることを特徴とする請求項 4 に記載の圧電振動片。

**【請求項 6】**

前記圧電振動片のパッケージ側に接合される基部側の両角部にのみ前記面取り部が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の圧電振動片。

**【請求項 7】**

パッケージまたはケース内にきわめて小型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであつて、

前記圧電振動片が、

圧電材料により矩形もしくは正方形の外形を備えるように形成され、

かつ前記外形の角部をエッティングにより面取りした面取り部を設けるようにして、収容体であるパッケージとの干渉を避ける構成とした

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、箱状のパッケージ内に収容される圧電振動片と、該圧電振動片を収容した圧電デバイスの改良に関する。

**【背景技術】****【0002】**

HDD (ハード・ディスク・ドライブ)、モバイルコンピュータ、あるいは I C カード等の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話、またはページングシステム等の移動体通信機器において、圧電振動子や圧電発振器等の圧電デバイスが広く使用されている。

従来の圧電デバイスは、パッケージ内に、例えば、圧電材料で形成した圧電振動片を収容している。

圧電振動片は、例えば水晶ウエハを矩形にエッティングして駆動用の電極を設けることにより形成されている。

**【0003】**

このような構成の圧電デバイスは、一般的に図 10 に示すような構成である。

すなわち、図 10 は圧電デバイス 1 の蓋体を省略した概略平面図である。

図において、圧電デバイス 1 は、パッケージ 2 内に圧電振動片 4 を収容して接合した構

10

20

30

40

50

成である。

【0004】

具体的には、パッケージ2は浅い箱状の収容体であり、パッケージ2の上側底面には、接続用の電極部7, 7が形成されている。この接続用電極部7, 7は図示しないパッケージ2の底面の実装端子と接続されている。

圧電振動片4は、例えば、矩形のATカット振動片で、その表裏の主面には、駆動用の電極である励振電極5と、この励振電極5に接続された引出し電極6, 6が形成されている。この引出し電極6, 6は裏面にも回り込んで形成されており、パッケージ2内の電極部7, 7の上に導電性接着剤8, 8を塗布し、その上に圧電振動片4の引出し電極6, 6を載置して、導電性接着剤を硬化させることにより、接合されている。

10

【0005】

ところで、最近は、特にこのような圧電デバイス1について、小型化が極端に進展しており、圧電振動片4のX方向の寸法が1.5mm、Z方向の寸法が1.0mm、Y方向の寸法(厚さt)が60μm程度のきわめて小型の圧電振動片も作られようとしている。

そして、圧電振動片だけでなく、圧電デバイス全体の小型化をはかるため、パッケージ2も極端に小型化されている。

その結果、特に、パッケージ2のキャビティ2aの大きさに余裕がなくなり、上記した圧電振動片4の接合作業においては、その角部4aなどがパッケージ2の内面などに干渉し、きわめて作業がしにくかったり、圧電振動片4の一部端部がパッケージ2内面と干渉したままきわめて不適切な傾斜姿勢で接合されてしまうという不都合がある。

20

また、最悪の場合、圧電振動片を接合する際に、パッケージ2のコーナ部に圧電振動片が当たり、破損して結果的に圧電振動片の発振停止に至るおそれがある。

【0006】

そこで、圧電振動片4の角部とパッケージ2の内側との干渉を防止するためには、該角部を除去することが考えられる。

このような目的で、圧電振動片を加工することは、必ずしも知られていないが、他の目的で圧電振動片を形成するための製造工程において、面取りを行う技術については、図11に示すものが知られている(特許文献1参照)。

先ず圧電振動片を形成するための素片を形成する。この素片は、水晶ウエハを縦横に切断し、その表面をラッピングして、短冊状のブランクした後、個々のブランクを重合状態で接着剤などで固定し、ブランクの加工用プロック4-1を形成する。

30

そして、図11の円筒パイプ9内に加工用プロック4-1を入れ、矢印方向に円筒パイプ9を回転させると、加工用プロック4-1を構成する各素片の稜線が研磨されて、面取りされるものである。

【0007】

しかしながら、この特許文献1の技術により扱われる圧電振動片は、サイズが大きく、そのため、円筒パイプ9などによる研磨技術が用いられるのであるが、上述したような圧電振動片4は極めて小型で、それ自体、特許文献1のブランクのようにウエハのダイシングにより形成できる大きさではなく、例えば、水晶ウエハをエッチングすることにより外形を抜いて、多数個同時に形成できるものである。

40

したがって、非常に小さいので、機械加工や研磨をすることは不可能である。

【0008】

また、特許文献2には、圧電振動片について、その角部を機械加工や研磨ではなく、エッチングにより加工することが記載されている。

本発明が対象とするような小型の圧電振動片においては、小型なために研磨などの加工が不可能であれば、このようなエッチングにより加工する方法も考えられる。

【0009】

【特許文献1】特開平10-209786

【特許文献2】特開2003-318697

【発明の開示】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0010】**

しかしながら、上記した特許文献2では、圧電振動片のX軸方向端面をエッティングによりC面取りすることが記載されている。

この文献では、小型の振動片に関しても、このようなエッティングを行うことで、従来のコンベックス加工と同様にCI(クリスタルインピーダンス)値を改善することができるというものである。

しかしながら、この手法は、圧電振動片のX軸方向端面をエッティングによりC面取りすれば、できあがる形態から理解されるようにコンベックス加工と同様の効果が得られるとするもので、パッケージとの干渉箇所を面取りするものではない。

特に、特許文献2では、図1、図4に示す振動片1のコーナ部は、大きくR面取りされているが、このような極端な量で大きくエッティングを行うと、エッティング異方性の影響が強く出て、かえってCI値特性を損なうことが本発明者により確認されている。

**【0011】**

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、CI値特性を損なうことなく、パッケージと干渉しにくい圧電振動片と、これを利用した圧電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】****【0012】**

上述の目的は、第1の発明にあっては、圧電材料により矩形もしくは正方形の外形を備えるように形成したきわめて小型の圧電振動片であって、前記外形の角部をエッティングにより面取りした面取り部を設けるようにして、収容体であるパッケージとの干渉を避ける構成とした圧電振動片により、達成される。

**【0013】**

第1の発明の構成によれば、研磨などの機械加工がほとんど不可能であるきわめて小型な圧電振動片について、その外形の角部をエッティングにより面取り加工している。これにより、収容体であるパッケージなどのきわめて僅かなクリアランスしかない空間に、該圧電振動片を収容する際に、該パッケージ内側と圧電振動片の角部が干渉することなく、精密に接合される。

特に、所定の大きさの水晶ウエハなどの圧電基板をエッティングすることにより、多数個の圧電振動片の素片を形成する工程を利用する場合には、当該エッティングによる外形加工工程で使用するフォトマスクなどの前記角部に対応する箇所を、面取り形状に対応させれば、外形加工と同時に面取り加工が行われるので、圧電振動片の外形加工後に、別の研磨工程などで面取りしようとする従来の手法と比べても、利点が大きい。

さらに、圧電振動片の角部に限って、面取りを行うことで、X方向端面の全体をC面取りするような従来の手法と比べて、極端なエッティング異方性の影響が出ることを有効に防止でき、CI値特性の悪化を防ぐことができる。

**【0014】**

第2の発明は、第1の発明の構成において、前記面取り部が、エッティング異方性によりCI値特性を悪化させない程度に面取りされていることを特徴とする。

第2の発明の構成によれば、圧電振動片の角部を面取りする上で、そのCI値特性を考慮した加工を行うことで、接合の容易さを図ると同時に、性能の悪化を防止することができる。

**【0015】**

第3の発明は、第1または2のいずれかの発明の構成において、前記圧電振動片は、パッケージ側に接合される基部と、該基部より先端側で、主として振動に関与する部分とを有しており、前記先端側の端部における両角部のみに前記面取り部が形成されていることを特徴とする。

第3の発明の構成によれば、パッケージ側に対して前記先端部を接合・固定しない場合には、該先端部の角部に面取り部を設けることで、パッケージの内側などに該先端部が当

たり、水平な接合姿勢が乱れることなどを有効に防止することができる。

【0016】

第4の発明は、第1または2のいずれかの発明の構成において、前記圧電振動片の四隅の角部に前記面取り部が形成されていることを特徴とする。

第4の発明の構成によれば、圧電振動片の全ての角部について、前記面取り部を設けることにより、パッケージなどへの接合作業の際に、該パッケージ内側に当接する角部は一切ないので、最も効果的である。

【0017】

第5の発明は、第4の発明の構成において、前記四隅の角部のうち、パッケージ側に接合される基部側の両角部に形成される面取り部が、先端の両角部に形成される面取り部よりも大きな面取り部であることを特徴とする。

第5の発明の構成によれば、圧電振動片が接合される領域は、ほとんど振動に関与しないので、この部分の面取り部を大きくしても性能に悪影響を与えることがほとんど無い反面、大きな面取り部を有することはその分だけ、パッケージ内面への干渉を有効に防止することができる。

【0018】

第6の発明は、第1または2のいずれかの発明の構成において、前記圧電振動片のパッケージ側に接合される基部側の両角部にのみ前記面取り部が形成されていることを特徴とする。

第6の発明の構成によれば、圧電振動片が接合される領域は、ほとんど振動に関与しないので、この部分にだけ面取り部を形成することにより、振動性能に悪影響を与えずに、パッケージ内面への干渉を有効に防止する構造を得ることができる。

【0019】

また、上述の目的は、第7の発明にあっては、パッケージまたはケース内にきわめて小型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、前記圧電振動片が、圧電材料により矩形もしくは正方形の外形を備えるように形成され、かつ前記外形の角部をエッティングにより面取りした面取り部を設けるようにして、収容体であるパッケージとの干渉を避ける構成とした圧電デバイスにより、達成される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1および図2は、本発明の圧電デバイスの第1の実施形態を示しており、図1は蓋体を除いて内部構造を露出した圧電デバイスの概略平面図、図2は図1のA-A線概略端面図であり、蓋体を配置して示すものである。

これらの図において、圧電デバイス30は、圧電振動子を構成した例を示しており、圧電デバイス30は、パッケージ36内に圧電振動片を収容している。

具体的には、圧電デバイス30は、図2示すように、第1の基板34と、この第1の基板34に積層された第2の基板35を含むパッケージ36内に圧電振動片31を収容している。

【0021】

パッケージ36を構成する第1の基板34は絶縁基体であり、その上に電極部32が形成されている。図1において、電極部は符号32, 32に示されているように、パッケージ36の端部において、第1の基板34の幅方向の両端部に一対設けられている。

第1の基板34と第2の基板35は絶縁材料で形成され、セラミックが適している。特に、好ましい材料としては圧電振動片31や後述する蓋体の熱膨張係数と一致もしくは、きわめて近い熱膨張係数を備えたものが選択され、この実施形態では、例えば、セラミックのグリーンシートが利用されている。グリーンシートは、例えば、所定の溶液中にセラミックパウダを分散させ、バインダを添加して生成される混練物をシート状の長いテープ形状に成形し、これを所定の長さにカットして得られるものである。

【0022】

第1の基板34と第2の基板35は、図示する形状に成形したグリーンシートを積層し

10

20

30

40

50

、焼結して形成することができる。この場合、第1の基板34は、パッケージ36の底部を構成する基板で、これに重ねられる第2の基板35は、上述したグリーンシートを板状として、内部の材料を除去して、枠状として、図2の内部空間Sを形成したもので、この内部空間S(図3参照)を利用して、圧電振動片31を収容するようにしている。このパッケージ36には、セラミックやガラスあるいはコバルトなどの金属で形成された蓋体37がコバールリングなどの接合材もしくは封止材47などを介して接合されている。これにより、パッケージ36は気密に封止されている。

## 【0023】

第1の基板34上には、例えば、銀・パラジウムなどの導電ペーストもしくはタンゲステンメタライズなどの導電ペーストなどを用いて、必要とされる導電パターンを形成後に、第1及び第2の基板の焼結をした後で、ニッケルおよび金もしくは銀などを順次メッキして、上述した電極部32, 32が形成されている。図2に示すように、電極部32は、パッケージ36の底面に露出した実装端子41, 41と図示しない導電パターンにより接続されている。この電極部32と実装端子41とを接続するための導電パターンは、パッケージ36の形成時に利用されるキャスタレーション(図示せず)の表面に形成して、パッケージ36の外面を引き回してもよいし、あるいは第1の基板34を貫通する図示しない導電スルーホールなどにより接続してもよい。

## 【0024】

圧電振動片31は、後述するように、例えば圧電材料により形成されたウエハを厚みの薄い矩形もしくは正方形に加工したものである。この圧電振動片31は、きわめて小型で、例えば、図1において、X(電機軸)方向の寸法が1.5mm、Z(光軸)方向の寸法が1.0mm、Y(機械軸)方向の寸法(厚さt)が60μm程度である。

この圧電振動片31を形成する圧電材料は、具体的には、圧電基板として、水晶から作る水晶ウエハが用いられ、この水晶ウエハは、該水晶のX軸(電機軸)に対して平行で、しかもZ軸(光軸)に対してカット面をもつ水晶基板が使用される。

この場合、水晶ウエハは水晶の結晶軸に関して、X軸が電気軸、Y軸が機械軸及びZ軸が光軸となるように、水晶の単結晶から切り出されることになる。また、水晶の単結晶から切り出す際、上述のX軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、Z軸から所定角度、例えば、35.15度傾けた面で切り出したATカット水晶板を得るようにしたもので、それに後述する駆動電極を形成している。なお、これ以外の圧電材料として、例えば、水晶以外にもタンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料を利用することができる。また、圧電チップの形状もフラットタイプに限らず、コンベックスタイプや、逆メサ型の振動片を用いることができる。

## 【0025】

図1において、振動片の個片である圧電チップの表面には、駆動用の主電極として、励振電極51が形成されている。励振電極51は、圧電チップの積極的に振動させようとする領域に形成され、圧電材料に駆動電圧を印加することで、材料内に効率よく電界を生じさせ、励振するためのものである。励振電極51は、図示しない圧電チップの裏面にも同様の形態で形成され、それぞれ圧電振動片31の長さ方向の端部において、その幅方向の両端にそれぞれ形成された接続電極である引出し電極51a, 51aに対して、各別に接続されている。各引出し電極51a, 51aは圧電チップの側面を回り込んで、裏面にも形成されている。

## 【0026】

このような圧電振動片31は、図1に示されているように、パッケージ36側の各電極部32, 32の上に導電性接着剤43, 43を塗布し、その上に圧電振動片31の図1で説明した各引出し電極51a, 51aが形成されている基部もしくは一端部31aを載置して、これら導電性接着剤43, 43を硬化させることにより片持ち式に接合されている。

これにより、パッケージ36の外部から実装端子41, 41を介して供給された駆動電圧は、パッケージ36側の電極部32, 32から導電性接着剤43, 43および圧電振動

10

20

30

40

50

片 3 1 の引出し電極 5 1 a , 5 1 a を介して、励振電極 5 1 に印加される。したがって、圧電振動片 3 1 の先端側 3 1 b は圧電作用により振動することで、駆動されるようになっている。

#### 【 0 0 2 7 】

ここで、導電性接着剤 4 3 , 4 3 としては、所定の合成樹脂でなるバインダー成分に、銀粒子などの導電粒子を添加したものを使用することができる。また、圧電振動片 3 1 は必ずしも片持ち式でなく、先端側 3 1 b の一部をパッケージ 3 6 側に設けた図示しない「枕」と称する台に載置した構成としてもよい。

#### 【 0 0 2 8 】

さらに、図 1 に示すように、圧電振動片 3 1 の先端側の角部を後述するようにエッティングにより面取りした面取り部 4 8 , 4 8 を設けている。すなわち、この実施形態では、研磨などの機械加工がほとんど不可能であるきわめて小型な圧電振動片について、その外形の角部をエッティングにより面取り加工している。

このため、収容体であるパッケージ 3 6 のきわめて僅かなクリアランスしかない空間 S に、圧電振動片 3 1 を収容する際に、パッケージ 3 6 の凹状のコーナ部 3 6 a , 3 6 a と圧電振動片 3 1 の角部が干渉することなく、精密に接合される。

さらに、圧電振動片 3 1 の角部に限って、面取りを行うことで、X 方向端面の全体を C 面取りするような従来の手法と比べて、極端なエッティング異方性の影響が出ることを有效地に防止でき、C I 値特性の悪化を防ぐことができる。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、このような小型の圧電振動片 3 1 を作る方法について、簡単に説明する。

図 3 は、圧電振動片 3 1 の製造方法の一例を示すフローチャート、図 4 および図 5 は圧電振動片 3 1 の製造工程の一例を順次に示す工程図、図 6 は水晶ウエハから多数の圧電振動片を製造する様子を示す図である。

図 3 ( a ) の水晶ウエハ 5 6 は、上述したように、水晶の結晶軸に関して、X 軸が電気軸、Y 軸が機械軸及びZ 軸が光軸となるように、水晶の単結晶から切り出されたものである。

この水晶ウエハ 5 6 を先ず純水で洗浄し ( S T 1 1 ) 、図 4 ( b ) に示すように、水晶ウエハ 5 6 の表面にスパッタリングや真空蒸着などにより、下地層のクロム層 5 2 を成膜し、その表面にさらに金層 5 3 を成膜する ( S T 1 2 ) 。

#### 【 0 0 3 0 】

続いて、金層の表面にレジスト 5 4 を塗布する ( S T 1 3 ) 。レジスト 5 4 としては、例えば、東京応化工業株式会社製の O F P R - 8 0 0 が使用される。

このレジスト 5 4 は、露光・現像され ( S T 1 4 , S T 1 5 ) 、図 5 ( c ) に示すように、開口 5 4 a が形成される。この開口 5 4 a の一部には、図 1 の面取り部 4 8 に対応した面取り形成用開口 5 4 b が形成される。

次に、例えば、よう素及びよう化アルカリ溶液を用いて、金層 5 3 をウエットエッティングし、次いで、硝酸 2 セリウムアンモニウム溶液により、クロム層 5 2 をエッティングする ( S T 1 6 ) 。

#### 【 0 0 3 1 】

このようにして、図 5 ( d ) に示すように露出した水晶部分を、フッ酸溶液などを用いて、ウエットエッティングする ( S T 1 7 ) 。これにより、図 5 ( e ) に示す状態となり、外形 5 5 が分離される。続いて、レジスト 5 4 を剥離し、金層 5 3 とクロム層 5 2 とを順次剥離する ( S T 1 8 , S T 1 9 ) 。これにより図 6 に示すように、1 枚の水晶ウエハ 5 6 について多数個の振動片の個片である圧電チップ 3 1 - 1 が同時に形成されるので、S T 1 9 の剥離工程で適切なフォトリソグラフィの工程を実行することで、励振電極と引出し電極などの電極を形成でき、圧電振動片 3 1 を形成することができる。

かくして、圧電振動片 3 1 をエッティングにより多数個同時形成する際に、面取り部 4 8 も同時に形成できるものである。

#### 【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

図7は、圧電デバイスの第2の実施形態を示す概略平面図であり、図1と同じ符号を付した箇所は共通する構成であるから、重複する説明は省略し、以下、相違点を中心に説明する。

図7の圧電デバイス30-1では、圧電振動片31の四隅の角部に面取り部48, 48, 49, 49が形成されている。すなわち、図1の場合と比較すると、パッケージ36の凹状のコーナ部36b, 36bに対応する箇所にも面取り部49, 49を追加している。これにより、圧電振動片31の全ての角部について、パッケージ36の内側と干渉しないので、接合作業の際に、該パッケージ内側に当接する角部は一切ないものである。

#### 【0033】

図8は、圧電振動片が上述した寸法とされた場合に、面取り量(図1の符号Kの寸法で示す)と、CI値の関係を示す図である。

エッチングにより面取りを行う場合において、従来のように角部を大きく面取りし、X方向端面をC面取りすると、その分、水晶のエッチング異方性の影響が大きくなり、バリとして異形部が形成される。エッチング量が多いと、すなわちR(曲面)形状が大きいと、その曲面の各位置で結晶方位のエッチング面が連続して表れるから、バリが大きくなり、図示のようにCI値が大きくなる。

また、図示されているように、面取り量は300μm以下とした時、CI値の上昇が比較的少なく、 $100 < K < 300$ (μm)の場合がよりCI値の上昇を抑えることができるものであり、さらに、Kは100μmより小さい場合が、最もCI値の上昇が少ない。

このように、面取り部を形成する場合には、できるだけR形状としないで、直線的に切り落とした形態であることが好ましく、さらに圧電振動片を有限要素法で解析する上でも矩形の圧電振動片として、直線的に切り落とした面取り部とすることで、解析が容易になる。

#### 【0034】

図9は、圧電デバイスの第3の実施形態を示す概略平面図であり、図1と同じ符号を付した箇所は共通する構成であるから、重複する説明は省略し、以下、相違点を中心に説明する。

図9の圧電デバイス30-2では、圧電振動片31の四隅の角部に面取り部が形成されているだけでなく、四隅の角部のうち、パッケージ36側に接合される基部31a側の両角部に形成される面取り部49-1, 49-1が、先端側31bの両角部に形成される面取り部48, 48よりも大きな面取り部とされている。

すなわち、圧電振動片31の基部31aは接合されるため、ほとんど振動に関与しないので、この部分の面取り部49-1, 49-1を大きくしても性能に悪影響を与えることがほとんど無い反面、大きな面取り部を有することはその分だけ、パッケージ36内面への干渉を有効に防止することができる。

#### 【0035】

また、特に本実施形態の面取り部49-1は段部を有するように交差面を有する形態いるため、当該面取り部の面積が大きくなっている、導電性接着剤43との接合強度を向上させることができる。

#### 【0036】

また、図示しないが、上述の原理と同様の理由により、圧電振動片31の基部31a側の両角部にだけ面取り部を設ければ、全ての角部に面取り部を形成した第2の実施形態と比較すると、パッケージ36への干渉の点では劣るもの、CI値の上昇など振動特性への悪影響な殆どないので、好ましい。

#### 【0037】

本発明は上述の実施形態に限定されない。各実施形態の各構成はこれらを適宜組み合わせたり、省略し、図示しない他の構成と組み合わせることができる。

本発明は、ATカット圧電振動片だけでなく、所謂コンベックスタイプの圧電振動片や、逆メサ形状の圧電振動片などにも利用することができる。

また、この発明は、箱状の収容容器としてのパッケージを利用し、内部に圧電振動片を

10

20

30

40

50

収容するものであれば、圧電振動子、圧電発振器等の名称にかかわらず、全ての圧電デバイスに適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る圧電デバイスの概略平面図。

【図2】図1のA-A線切断端面図。

【図3】図1の圧電デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート。

【図4】図1の圧電デバイスの圧電振動片の製造工程を順次示す工程図。

【図5】図1の圧電デバイスの圧電振動片の製造工程を順次示す工程図。

【図6】図1の圧電デバイスの圧電振動片の製造工程により、水晶ウエハに多数個の圧電振動片を形成する様子を示す図。 10

【図7】本発明の第2の実施形態に係る圧電デバイスの概略平面図。

【図8】面取り量とC I値との関係を示すグラフ。

【図9】本発明の第3の実施形態に係る圧電デバイスの概略平面図。

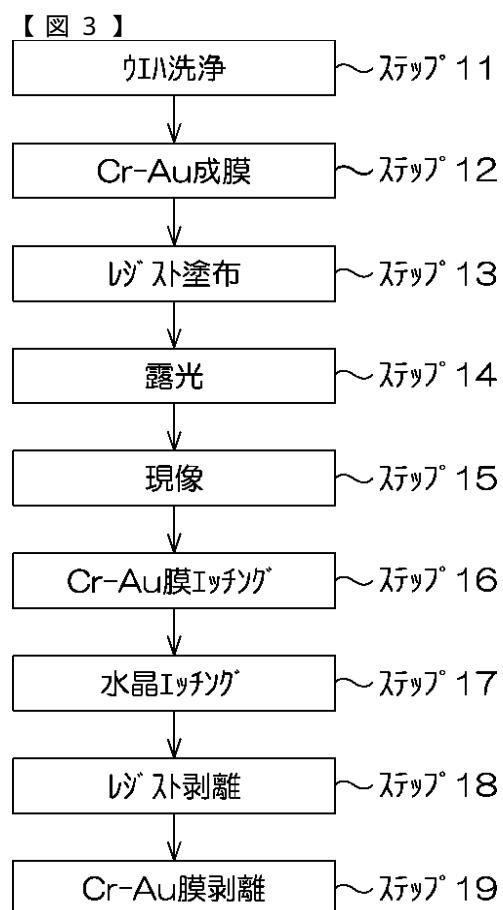
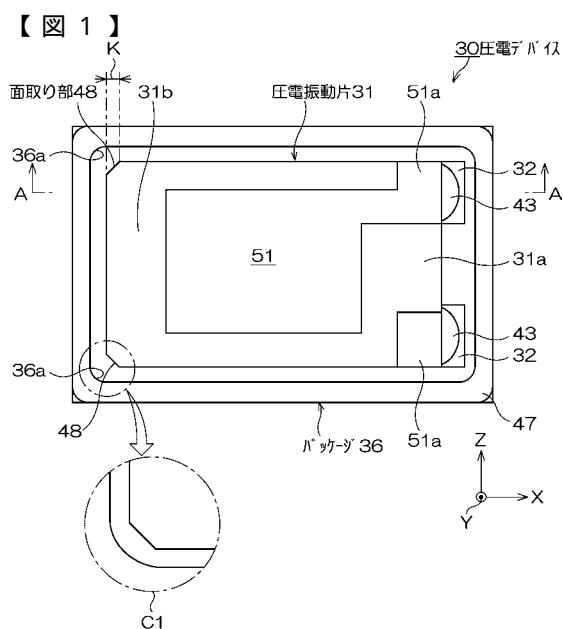
【図10】圧電デバイスの構成例を示す概略平面図。

【図11】従来の圧電振動片の加工に一例を示す説明図。

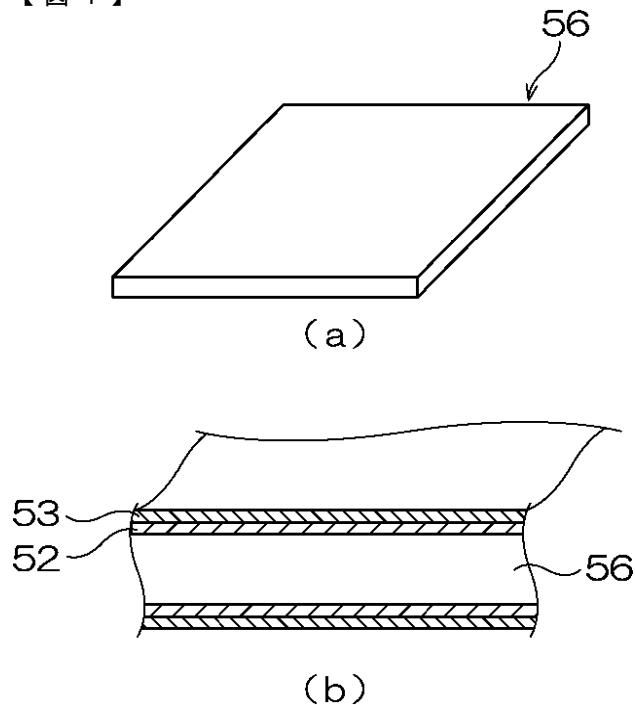
【符号の説明】

【0039】

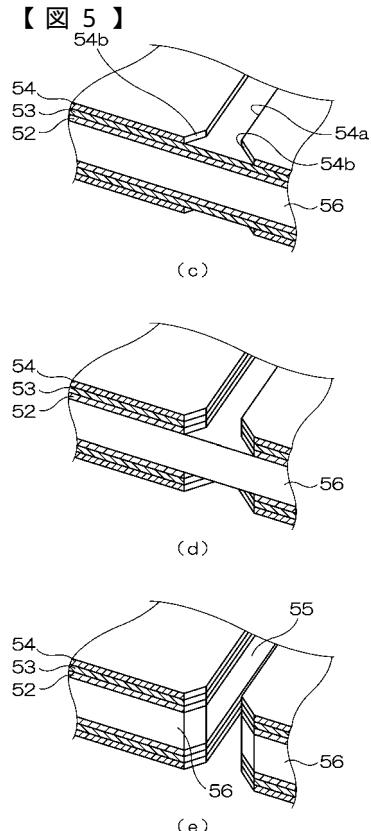
30…圧電デバイス、31…圧電振動片、36…パッケージ、48…面取り部、51…励振電極 20



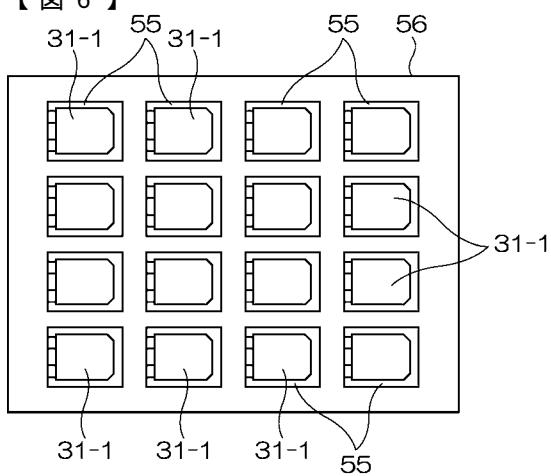
【図4】



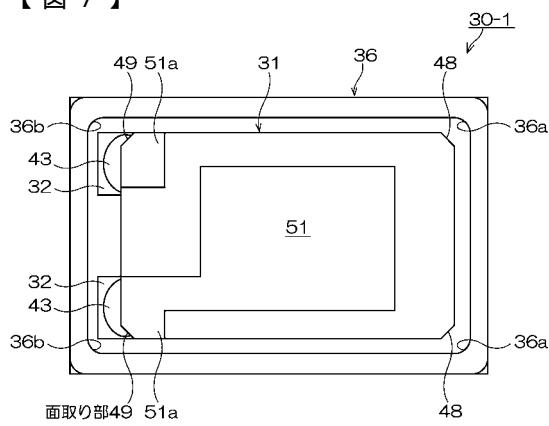
【図5】



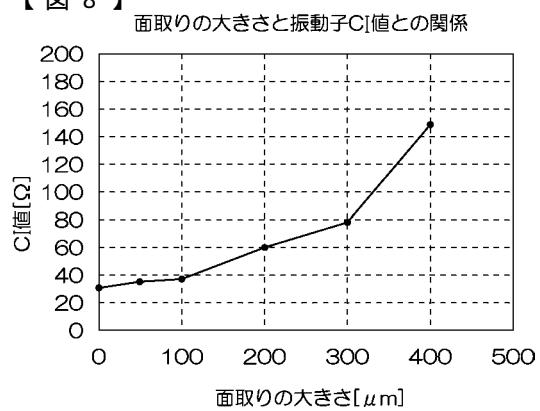
【図6】



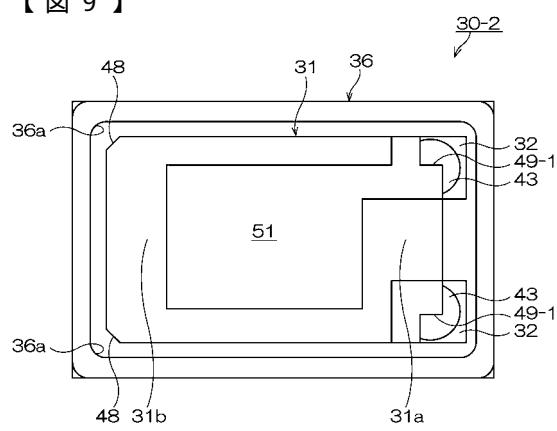
【図7】



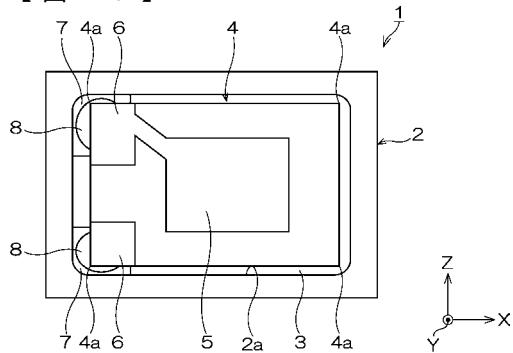
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

