

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6206516号
(P6206516)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int.Cl.

F 1

H03H 9/19 (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01)H03H 9/19
H03H 3/02D
C

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-19946 (P2016-19946)
 (22) 出願日 平成28年2月4日 (2016.2.4)
 (62) 分割の表示 特願2014-235995 (P2014-235995)
 分割
 原出願日 平成19年11月22日 (2007.11.22)
 (65) 公開番号 特開2016-86443 (P2016-86443A)
 (43) 公開日 平成28年5月19日 (2016.5.19)
 審査請求日 平成28年3月3日 (2016.3.3)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100091292
 弁理士 増田 達哉
 (74) 代理人 100091627
 弁理士 朝比 一夫
 (72) 発明者 村上 資郎
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 エプソン株式会社内
 審査官 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電ウエハ、振動片の製造方法および振動デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水晶の結晶軸である、電気軸としての結晶X軸と、機械軸としての結晶Y軸と、光学軸としての結晶Z軸と、からなる直交座標系の前記結晶X軸を回転軸として、

前記結晶Z軸を前記結晶Y軸の-Y方向へ+Z側が回転するように傾けた軸を結晶ZZ'軸とし、

前記結晶Y軸を前記結晶Z'軸の+Z方向へ+Y側が回転するように傾けた軸を結晶YY'軸とし、

前記結晶X軸および前記結晶ZZ'軸を含み、互いに表裏の関係にある2つの面を第1の主面及び第2の主面とし、

前記結晶YY'軸に沿った方向を厚さとし、

前記結晶X軸の+側の端を基端、-側の端を先端とする水晶基板を含み、

前記水晶基板は、

肉厚部と、

前記肉厚部の周囲に配置され、前記肉厚部よりも前記結晶YY'軸に沿った厚さが薄い肉薄部と、

前記肉薄部の前記基端側にあり、前記第1の主面と前記第2の主面とに接続し、前記第1の主面及び前記第2の主面の少なくとも何れか一方の主面とのなす角が鈍角になっている入り込みと、

を含み、

10

20

前記肉厚部に設けられている励振電極と、

前記肉薄部の前記基端側であって前記第1の主面に設けられている第1の電極パターン、前記肉薄部の前記基端側であって前記第2の主面に設けられている第2の電極パターン、及び前記入り込みの表面に設けられ前記第1の電極パターンと前記第2の電極パターンとを接続している第3の電極パターンを含んでいるマウント電極と、

前記基端から前記結晶X軸の+方向に延在している連結部と、

前記基端と前記連結部との間に配置され、前記結晶ZZ'軸に交差する外縁を有し、当該外縁が前記基端の前記結晶ZZ'軸に沿った方向における両端よりも内側に位置している切り欠き部と、

を含み、

10

前記水晶基板の平面視で、前記外縁と前記角の稜線とが連続していることを特徴とする圧電ウエハ。

【請求項2】

請求項1において、

前記基端と前記連結部との間に配置され、前記切り欠き部と連続しており、前記基端および前記連結部よりも前記結晶YY'軸に沿った厚さが薄くなるように設けられた溝を含むことを特徴とする圧電ウエハ。

【請求項3】

請求項1または2において、

前記水晶基板が、ATカット水晶基板であることを特徴とする圧電ウエハ。

20

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の圧電ウエハを準備する工程と、

前記圧電ウエハの前記基端から前記先端側の部分を、前記切り欠き部で折り取って個片化する工程と、

を含むことを特徴とする振動片の製造方法。

【請求項5】

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の圧電ウエハを準備する工程と、

前記圧電ウエハの前記基端から前記先端側の部分を、前記切り欠き部で折り取って個片化する工程と、

パッケージを準備する工程と、

30

前記個片化する工程で個片化した振動片を前記パッケージに搭載する工程と、

を含むことを特徴とする振動デバイスの製造方法。

【請求項6】

請求項5において、

前記振動片を前記パッケージに搭載する工程では、

前記第3の電極パターンと前記パッケージに設けられている電極パッドとの間に導電性接着剤が配置され、前記電極パッドと前記励振電極とが電気的に接続されることを特徴とする振動デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、圧電ウエハ、振動片の製造方法および振動デバイスの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

圧電振動片は、1枚の圧電ウエハから複数の圧電振動片を形成している。そして特許文献1に記載された発明では、ATカット等の水晶基板から複数の水晶片を得ている。具体的には、この水晶片を得るために、まず水晶基板上に金属膜を形成した後、圧電振動片等の外形パターンに倣ったフォトレジストパターンを金属膜上に設けている。そしてフォトレジストパターンを保護膜として用いて金属膜をエッチングした後、フォトレジストパタ

50

ーンと金属膜パターンを保護膜として用いて水晶基板をエッチングし、水晶片やアーム部、フレーム部を形成する。なお水晶片の基端側は - X 方向になっており、アーム部を介してフレーム部に固定されている。また水晶片の先端側は + X 方向になっている。この後、フォトレジストパターンや金属膜を剥離して、水晶片に電極を形成することにより、水晶片集合体を得ている。次に、水晶片をアーム部から折り取ることにより、水晶片を個片化している。

また特許文献 2 に記載された水晶振動片は片端保持されるようになっており、 - X 側が自由端となり、 + X 側が固定端となるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【特許文献 1】特開 2006-186847 号公報 (6 頁、図 1, 2)

【特許文献 2】特開 2005-130218 号公報 (段落 0023)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述したように、特許文献 1 に記載された水晶片をフレームから折り取る前は、 - X 方向にある水晶片の基端側がフレーム部に固定され、 + X 方向が先端側になっている。このような水晶片では、水晶片の外形を形成するときに先端側の角部がエッチングされてしまい、チップの内側への大きな入り込みが生じてしまう。すなわち水晶片の先端側は、チップの内側から外方に向けて徐々に肉薄になってしまう。

20

【0005】

ところで水晶片をパッケージに搭載した水晶振動子等では、落下等により衝撃が加わった場合でも水晶片が撓むのを防止する必要がある。このためパッケージ内部の底面に「まくら」を設けて、水晶片の先端側を支えるようにし、水晶片が撓むのを防止している。ところが前述したような、入り込みが形成された水晶片が「まくら」に支えられている場合には、水晶片が肉薄になっているので衝撃等に対して弱くなっているから、落下等によって水晶片が破損してしまう可能性がある。よって水晶片を搭載したデバイスの信頼性（耐衝撃性）が悪化してしまう。

【0006】

30

また水晶片の主面には励振電極が形成される。しかしながら、入り込みが大きくなってしまうと励振電極を形成する部分にまで達してしまい、励振電極に形状的な影響が発生してしまう。また水晶片がメサ型になっている場合は、この肉厚になっているメサ部の形状的影響が発生してしまう。したがって、これらの場合には、水晶片の振動領域が阻害されてしまい、水晶片の諸特性が悪化してしまう。

【0007】

さらに特許文献 1 に記載された水晶片の基端はアーム部とつながっているが、当該支持部付近の形状がエッチングによって複雑化してしまう。このような水晶片をアーム部から折り取るときには、破断クズが大量に発生してしまい、また折り取り時に大きな残さ（バリ）が発生してしまう。そして大きな残さが発生した水晶片をパッケージに搭載した場合には、パッケージマウント時にパッケージの導電性を有する壁面と接触してしまい、水晶片が発振しない等の問題が生じてしまう。

40

なお特許文献 2 には、水晶片に電極パターンをどのように引き回すかについての記載がない。

【0008】

本発明は、励振電極と導通する電極パターンの断線を防止した圧電ウエハ、振動片の製造方法および振動デバイスの製造方法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】

【0009】

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

50

形態または適用例として実現することが可能である。

【0010】

[適用例1] 水晶の結晶軸である、電気軸としての結晶X軸と、機械軸としての結晶Y軸と、光学軸としての結晶Z軸と、からなる直交座標系の前記結晶X軸を回転軸として、前記結晶Z軸を前記結晶Y軸の-Y方向へ+Z側が回転するように傾けた軸を結晶Z'軸とし、前記結晶Y軸を前記結晶Z軸の+Z方向へ+Y側が回転するように傾けた軸を結晶Y'軸とし、前記結晶X軸および前記結晶Z'軸を含み、互いに表裏の関係にある2つの面を第1の主面及び第2の主面とし、前記結晶Y'軸に沿った方向を厚さとし、前記結晶X軸の+側の端を基端、-側の端を先端とする水晶基板を含み、前記水晶基板は、肉厚部と、前記肉厚部の周囲に配置され、前記肉厚部よりも前記結晶Y'軸に沿った厚さが薄い肉薄部と、前記肉薄部の前記基端側にあり、前記第1の主面と前記第2の主面とに接続し、前記第1の主面及び前記第2の主面の少なくとも何れか一方の主面とのなす角が鈍角になっている入り込みと、を含み、前記肉厚部に設けられている励振電極と、前記肉薄部の前記基端側であって前記第1の主面に設けられている第1の電極パターン、前記肉薄部の前記基端側であって前記第2の主面に設けられている第2の電極パターン、及び前記入り込みの表面に設けられ前記第1の電極パターンと前記第2の電極パターンとを接続している第3の電極パターンを含んでいるマウント電極と、前記基端から前記結晶X軸の+方向に延在している連結部と、前記基端と前記連結部との間に配置され、前記結晶Z'軸に交差する外縁を有し、当該外縁が前記基端の前記結晶Z'軸に沿った方向における両端よりも内側に位置している切り欠き部と、を含み、前記水晶基板の平面視で、前記外縁と前記角の稜線とが連続していることを特徴とする圧電ウエハ。
10

【0011】

[適用例2] 前記基端と前記連結部との間に配置され、前記切り欠き部と連続しており、前記基端および前記連結部よりも前記結晶Y'軸に沿った厚さが薄くなるように設けられた溝を含むことを特徴とする適用例1に記載の圧電ウエハ。

【0012】

[適用例3] 前記水晶基板が、ATカット水晶基板であることを特徴とする適用例1または2に記載の圧電ウエハ。

【0013】

[適用例4] 適用例1ないし3のいずれかに記載の圧電ウエハを準備する工程と、前記圧電ウエハの前記基端から前記先端側の部分を、前記切り欠き部で折り取って個片化する工程と、を含むことを特徴とする振動片の製造方法。
30

【0014】

[適用例5] 適用例1ないし3のいずれかに記載の圧電ウエハを準備する工程と、前記圧電ウエハの前記基端から前記先端側の部分を、前記切り欠き部で折り取って個片化する工程と、パッケージを準備する工程と、前記個片化する工程で個片化した振動片を前記パッケージに搭載する工程と、を含むことを特徴とする振動デバイスの製造方法。

[適用例6] 前記振動片を前記パッケージに搭載する工程では、前記第3の電極パターンと前記パッケージに設けられている電極パッドとの間に導電性接着剤が配置され、前記電極パッドと前記励振電極とが電気的に接続されることを特徴とする適用例5に記載の振動デバイスの製造方法。
40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】 圧電振動片の説明図である。

【図2】 メサ型圧電振動片を形成した圧電ウエハの一部を拡大した概略平面図である。

【図3】 メサ型圧電振動片と連結部とがつながっている部分の説明図である。

【図4】 メサ型圧電デバイスの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明に係る圧電振動片、圧電デバイスおよび圧電振動片の製造方法の最良の
50

実施形態について説明する。なお以下では、圧電振動片の一例としてメサ型圧電振動片を用いた形態について説明するが、本発明はこの形態に限定されることはない。すなわち本発明に係る圧電振動片は、メサ型以外の形状であってもよく、例えばフラット板型等であつてもよい。

【0018】

まずメサ型圧電振動片について説明する。図1は圧電振動片の説明図である。ここで図1(A)はメサ型圧電振動片の平面図、図1(B)は同図(A)のA-A線における断面図である。メサ型圧電振動片10は、圧電素板12を有している。この圧電素板12は、肉厚部14と、この肉厚部14よりも薄く形成した肉薄部16とを有している。肉薄部16は、肉厚部14に隣接し、且つ、肉厚部14の高さ方向の中央部に設けてある。この圧電素板12の具体的な一例としては、ATカット水晶素板を挙げることができる。このATカット水晶素板を用いたメサ型圧電振動片10は、図1(A)に示すように、長辺がX軸に沿い、短辺がZZ'軸に沿っている。そしてメサ型圧電振動片10の基端18側が+X側になり、先端20側が-X側になっている。

10

【0019】

このため圧電素板12は、この外形パターンを形成するときにウエットエッチングをすると、長辺における基端18側の側面12cがエッチングされ、入り込み22が形成される。この入り込み22は、図1(B)に示すように、2つの長辺のうち-ZZ'側に形成されるものが上方の主面12a側をエッチングしており、+ZZ'側に形成されるものが下方の主面12b側をエッチングしている。これより上方の主面12aと-ZZ'側の入り込み22とのなす角は鈍角となり、また下方の主面12bと+ZZ'側の入り込み22とのなす角は鈍角となる。

20

【0020】

このような圧電素板12では、肉厚部14の主面にそれぞれ励振電極30が設けてある。また圧電素板12の基端18側の両角部には、それぞれ電極パターン32(マウント電極34)が設けてある。マウント電極34は、引き出し電極36(電極パターン32)によって、励振電極30と1対1に導通している。このマウント電極34は、圧電素板12(肉薄部16)の上方の主面12a、下方の主面12bおよび側面12cに設けてある。これにより上方の主面12aに設けたマウント電極34と、下方の主面12bに設けたマウント電極34とが、側面12cを介して導通することになる。またマウント電極34は、入り込み22の表面にも設けてある。これによりマウント電極34は、圧電素板12(肉薄部16)の主面12a、12bと入り込み22とのなす角が鈍角となっている箇所において断線し難くなる。

30

なお、主面12a、12cに設けたマウント電極34が第1、第2の電極パターンを構成し、側面12cに設けたマウント電極が第3の電極パターンを構成している。

【0021】

そしてメサ型圧電振動片10の製造方法の一例は、次のようになっている。図2はメサ型圧電振動片を形成した圧電ウエハの一部を拡大した概略平面図である。図3はメサ型圧電振動片と連結部とがつながっている部分の説明図である。ここで図3(A)は平面図、図3(B)は同図(A)の破線B-B'における断面図、図3(C)は同図(A)の破線C-C'における断面図である。

40

【0022】

まず圧電素板12、すなわち肉厚部14およびこれの周囲に設けた肉薄部16は、フォトリソグラフィおよびエッチングを用いた加工により形成できる。具体的な圧電素板12の形成工程は、次のようになっている。まず圧電ウエハ40の表面に金属膜のマスクを形成した後、このマスクの開口部分に露出した圧電ウエハ40をウエットエッチングして、圧電素板12、1枚の圧電ウエハ40から複数の圧電素板12を得るために形成される支持部42、この支持部42と圧電素板12をつなぐ連結部44、および複数の支持部42を連結する枠部46等の外形を形成する。なお支持部42と枠部46が圧電ウエハ本体となる。また圧電ウエハがATカット水晶ウエハであれば、支持部42と枠部46が水晶ウ

50

エハ本体となる。さらに圧電ウエハが A T カット水晶ウエハであれば、図 2 に示すように、圧電素板 12 の基端 18 側が水晶結晶軸の + X 方向になり、先端 20 側が - X 方向になり、圧電素板 12 の幅方向が水晶結晶軸の Z Z' 軸に沿っている。

【 0 0 2 3 】

次に、肉厚部 14 を形成するために、この肉厚部 14 が形成される部分に対応した箇所を金属膜のマスクで覆い、このマスクの開口部分をウエットエッチングする。これにより圧電素板 12 に肉薄部 16 が形成され、マスクとなっている金属膜を除去すると、圧電ウエハ 40 は図 2 に一例を示すような形状となり、1 枚の圧電ウエハ 40 から複数の圧電素板 12 を得ることができる。なお図 2 では、肉厚部 14 や切り欠き部 48 、入り込み 22 等の記載を省略している。

10

【 0 0 2 4 】

そして得られた圧電ウエハ 40 では、メサ型圧電振動片 10 を圧電ウエハ 40 から折り取り易くするために、圧電素板 12 と連結部 44 との間に切り欠き部 48 を設けている（図 3 を参照）。この切り欠き部 48 は、図 3 (A) に示すように、圧電素板 12 の長辺と連結部 44 の X 軸に沿った辺とがつながる箇所に設けられており、且つ、圧電素板 12 の上方の主面 12a から下方の主面 12b にかけて切り欠いている。また圧電素板 12 と連結部 44 との間では、図 3 (B) , (C) に示すように圧電素板 12 の短辺方向に沿って溝 50 が形成されており、圧電素板 12 は下方の主面 12b 側において連結部 44 と一体につながっている。なお溝 50 は、ウエットエッチングによって形成された入り込みである。このためメサ型圧電振動片 10 の基端 18 とつながる箇所の連結部 44 は、前記圧電ウエハ本体よりも細くなっている。

20

また図 3 (A) に示すように、圧電素板 12 の下方の主面 12b には、入り込み 22 が形成されている。このような切り欠き部 48 を設けることにより、メサ型圧電振動片 10 を圧電ウエハ 40 から折り取り易くしている。

【 0 0 2 5 】

そして圧電ウエハ 40 に圧電素板 12 を形成した後は、圧電素板 12 の表面に励振電極 30 やマウント電極 34 、引き出し電極 36 を形成する。これらの電極 30 , 34 , 36 は、当該電極形状に倣ったパターンの電極用の金属膜を圧電素板 12 の表面に形成して得ればよい。この場合、圧電素板 12 の入り込み 22 の表面にも電極用の金属膜が形成されるので、主面 12a , 12b と入り込み 22 とのなす角が鈍角となっている箇所での電極パターン 32 の断線を防止している。これにより圧電ウエハ 40 につながっているメサ型圧電振動片 10 が形成される。

30

この後、メサ型圧電振動片 10 を連結部 44 から折り取ると、図 1 に示すように個片化されたメサ型圧電振動片 10 を得る。なおメサ型圧電振動片 10 は、連結部 44 に形成された入り込み（溝 50 ）の部分で折り取っている。

【 0 0 2 6 】

このようなメサ型圧電振動片 10 によれば、主面 12a , 12b とのなす角が鈍角になっている入り込み 22 にも電極パターン 32 を設けているので、電極パターン 32 の断線を防止できる。

【 0 0 2 7 】

またメサ型圧電振動片 10 は、エッチングによる入り込み 22 が生じた基端 18 側にマウント電極 34 を設けているので、圧電素板 12 の先端 20 側に入り込み 22 が生じていない。このため先端 20 側の形状がエッチングによって変形することを防止できるので、肉厚部 14 の形状が変形することも防止できる。これによりメサ型圧電振動片 10 の剛性を向上でき、また肉厚部 14 や励振電極 30 の形状が変わってしまうことを防止できる。そして圧電素板 12 の平面サイズが小さくなつたときでも振動領域を確保できる。

40

【 0 0 2 8 】

またメサ型圧電振動片 10 と連結部 44 がつながっている箇所の形状（折り取り時に破断させたい部分の形状）は、図 3 に示すように簡単な形状になつてるので、メサ型圧電振動片 10 を連結部 44 から折り取り易くできる。すなわち圧電素板 12 の基端 18 側は

50

、エッティングによって減肉されるので、折り取る箇所の断面積を小さくできる。これにより折り取るときに強い力をかけてしまい、意図していないところから破断するのを防止できる。また折り取るときの破断クズの発生を防止できるので、振動領域に破断クズが付いて、クリスタルインピーダンス値が高くなり、Q値が劣化してしまうのを防止できる。さらに破断時に残さ（バリ）の発生を防止できるので、この残さがメサ型圧電振動片10をパッケージに搭載したときに壁面へ接触するのを防止できる。

【0029】

次に、前述したメサ型圧電振動片10を搭載した圧電デバイス（メサ型圧電デバイス）について説明する。図4はメサ型圧電デバイスの説明図である。なお図4では、励振電極30や電極パターン32等の記載を省略している。メサ型圧電デバイス60は、前記パッケージ62を備えている。このパッケージ62は、パッケージベース64および蓋体72を有している。パッケージベース64は、上方に向けて開口した凹陥部66を備えており、この凹陥部66の底面に一対のパッケージ側マウント電極68を備えている。またパッケージベース64の裏面には外部端子70が設けてあり、パッケージ側マウント電極68と1対1に導通している。

10

【0030】

なおパッケージベース64は、平板状の絶縁シートの上面に枠型のシームリングを配設して、凹陥部66を形成した形態であってもよい。この場合、絶縁シートの上面にパッケージ側マウント電極68を設けるとともに、下面に外部端子70を設ければよい。これによりパッケージベース64の側壁がシームリングで形成されることになるので、このシームリング上に蓋体72を直接に接合でき、パッケージ62を薄型化できる。

20

【0031】

そしてパッケージ側マウント電極68の上には導電性接着剤74を塗布しており、この導電性接着剤74の上にメサ型圧電振動片10を配設している。このとき導電性接着剤74はマウント電極34に接合しており、図1に示す形態のメサ型圧電振動片10では、入り込み22にも導電性接着剤74が接合している。これにより圧電素板12（肉薄部16）の上方の主面12aとのなす角が鈍角になっている入り込み22（圧電素板12の長辺のうち-ZZ'側に形成された入り込み22）にも導電性接着剤74が接觸するので、パッケージ側マウント電極68とメサ型圧電振動片10の励振電極30とが導電性接着剤74を介して1対1に確実に導通する。

30

このようにメサ型圧電振動片10を搭載したパッケージベース64の上面に蓋体72を接合して、凹陥部66を気密封止している。

【0032】

このようなメサ型圧電デバイス60によれば、エッティングの残さが生じるのを抑圧したメサ型圧電振動片10を搭載しているので、メサ型圧電振動片10とパッケージ62の側壁とが接觸するのを防いでいる。ここでメサ型圧電振動片に残さが有ると、この残さによって導電性接着剤が凹陥部の壁面に接觸してしまい、不良品となってしまう可能性がある。また残さが長いとメサ型圧電振動片を凹陥部内に入れることができなくなってしまう。これに対し、本実施形態に係るメサ型圧電振動片10は残さがないので、メサ型圧電振動片10を凹陥部66に入れることができ、また導電性接着剤74と凹陥部66の壁面とが接觸して導通してしまうことを防止できる。

40

【0033】

またメサ型圧電振動片10は先端20側に入り込み22が生じていないので、このメサ型圧電振動片10をパッケージ62に片持ち実装したときの自由端側に入り込み22が生じていないことになる。このためメサ型圧電デバイス60が落下等して衝撃が生じたとしても、メサ型圧電振動片10が破損してしまうことを防止できる。よってメサ型圧電デバイス60の信頼性（耐衝撃性）を向上できる。

【0034】

なおメサ型圧電デバイス60は、図4に示すようなメサ型圧電振動子の形態ばかりでなく、メサ型圧電振動片10とともに発振回路をパッケージ62内に収容したメサ型圧電発

50

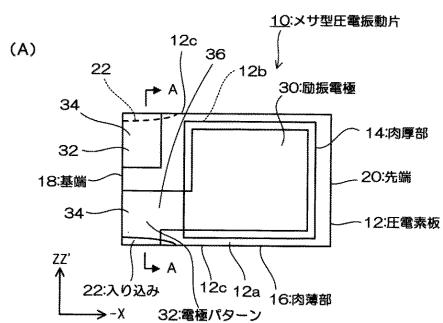
振器の形態にすることもできる。

【符号の説明】

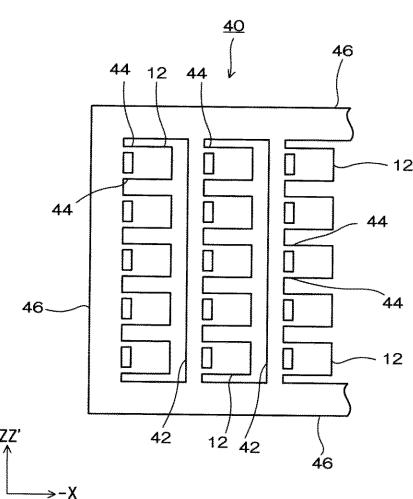
【0035】

10 メサ型圧電振動片、12 圧電素板、12a 上方の主面、12b 下方の主面、12c 側面、14 肉厚部、16 肉薄部、18 基端、20 先端、22 入り込み、30 励振電極、32 電極パターン、40 圧電ウエハ、42 支持部、44 連結部、46 切り欠き部、60 メサ型圧電デバイス、62 パッケージ、74 導電性接着剤

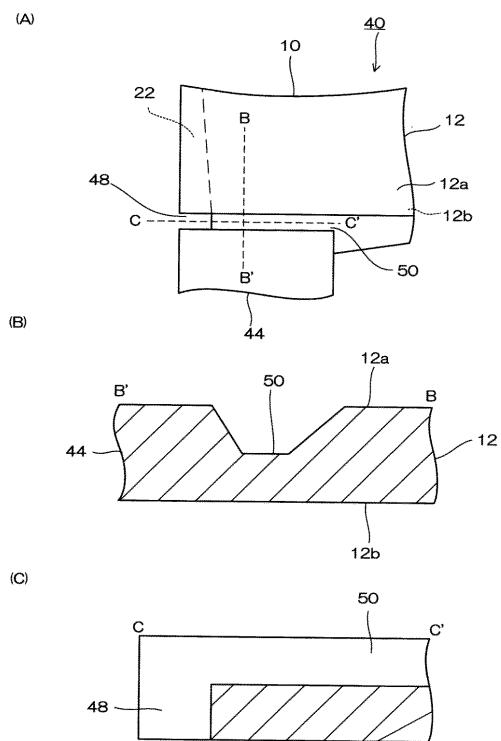
【図1】



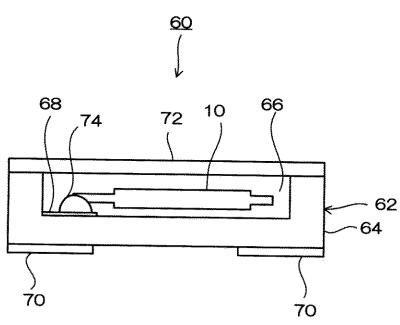
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-142526(JP,A)
特開2003-273679(JP,A)
特開2002-033631(JP,A)
特開2007-124441(JP,A)
特開2007-142995(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-3/10
H03H9/00-9/76