

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2003 - 179997

(P2003 - 179997A)

(43)公開日 平成15年6月27日(2003.6.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H 0 4 R 17/00	332	H 0 4 R 17/00	332 A 2 G 0 4 7
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	4 C 6 0 1
H 0 1 L 41/09		H 0 4 R 31/00	5 D 0 1 9
41/22		H 0 3 H 3/02	B 5 J 1 0 8
審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 数) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001 - 379705(P2001 - 379705)

(22)出願日 平成13年12月13日(2001.12.13)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 須藤 正昭

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術センター内

(74)代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外 2 名)

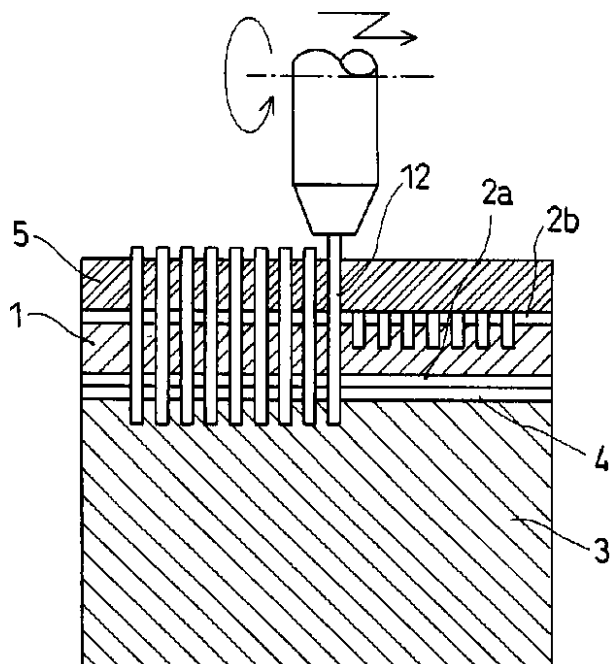
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電素子の製造方法および超音波発振器の製造方法

(57)【要約】

【課題】 超音波発振器に用いる圧電素子を製造歩留りよく加工することのできる圧電素子の製造方法、およびそれを用いた超音波発振器の製造方法を提供すること。

【解決手段】 少なくとも一側面に所定間隔で平行の溝11を形成した圧電素子1を組み込んだ後にアレイ加工を施す。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定形状に切断され研磨された圧電材料の両面に電極を形成する電極形成工程と、前記圧電材料の少なくとも一側面に所定間隔で平行溝を形成する溝形成工程と、を有することを特徴とする圧電素子の製造方法。

【請求項 2】 前記溝形成工程は、フォトリソグラフィにより行うことを特徴とする請求項 1 記載の圧電素子の製造方法。

【請求項 3】 前記溝形成工程での平行溝は、圧電素子の板厚を C_t 、溝深さを B_d 、溝間素子幅を C_w とした場合、

$$10\mu\text{m} < (C_t - B_d) < C_w$$

の関係にある形状に形成することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電素子の製造方法。

【請求項 4】 圧電素子の両面に電極を形成し該圧電素子に電界を印加して分極する電極形成工程と、記電極の一方に信号線を、他方に接地線を接続する配線工程と、

前記圧電素子に請求項 1 乃至請求項 3 に記載のいずれかの圧電素子の製造方法により該圧電素子に溝を形成する溝形成工程と、

前記溝の形成された圧電素子の前記信号線が接続された側にバックリング材を接合するバックリング材接合工程と、前記溝の形成された圧電素子の前記接地線が接続された側に音響整合層を接合する音響整合層形成工程と、

前記溝の形成された圧電素子に、前記信号線、前記接地線、前記バックリング材および前記音響整合層が接合された状態で、ダイシングブレードにより前記溝に位置合せして前記圧電素子とこれに接合された各部に溝加工を施すダイシング工程と、を有することを特徴とする超音波発振器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電素子の製造方法および超音波発振器の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】医用の超音波診断装置に用いられている超音波発振器は、短冊形状の振動子を多数配列したアレイ型を形成している。それにより、超音波ビームを電子的に制御し、解像度の高い断層像をリアルタイムで取得することができる。

【0003】図 8 は、一般的な超音波発振器の構造図である。圧電素子 41 の両面には図示しない電極 42 a、42 b が形成されており、圧電素子 41 の下面にはゴム系のバックリング材 43 がエポキシ接着剤で固定されて設けられている。圧電素子 41 の上面にはエポキシ樹脂の中にアルミナを分散させた音響整合層 44 が形成され、圧電素子 41 および音響整合層 44 はアレイ加工されている。アレイ発振器の配列ピッチは、狭いもので 0.1

mm 程度である。音響整合層 44 の上に音響レンズ 45 が形成されている。この音響レンズ 45 を通して超音波の送受信が行われる。圧電素子 41 の両面に形成された電極は、フレキシブル印刷配線板 (FPC) やケーブルを介して診断装置に接続されている。

【0004】図 8 に示した構造の超音波発振器は、図 9 および図 10 に示す方法で製造される。まず、図 9 に示すように、一体形状の圧電素子 41 の両面に電極 42 a、42 b を形成する。この圧電素子 41 をバックリング材 43 の上に接着する。一方、圧電素子 41 の上面に音響整合層 44 を形成する。

【0005】次に、図 10 に示すように、厚さ $50\mu\text{m}$ 程度のダイヤモンド製のブレード (薄刃砥石) 48 を有するダイシングソーを用い、音響整合層 44 側から、圧電素子 41 を切断し、バックリング材 43 に深さ数百 μm の溝 49 を形成するように一度にダイシングする。その後、音響整合層 44 上に音響レンズ 45 を形成して、図 8 に示した構造の超音波発振器を完成する。

【0006】圧電素子 41 の材料は、従来からジルコンチタン酸鉛 (PZT) のセラミックスが多く用いられているが、最近、電気エネルギーと超音波エネルギーの変換効率を表す電気機械結合係数が大きい圧電素子材料として圧電単結晶が注目されている。圧電単結晶材料を用いた超音波発振器を採用した医療機器や非破壊検査機は、解像度や感度の著しい向上が可能である。

圧電単結晶材料としては、例えば、 $\text{Pb}((\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{0.91}\text{Ti}_{0.09})\text{O}_3$ に代表される亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛との固溶体 (PZNT) からなる単結晶・マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛との固溶体からなる単結晶、ニオブ酸リチウム単結晶などが挙げられる。これらの材料を用いた場合、特に医療機器や非破壊検査機器の分野において、超音波発振器の圧電素子 41 の材料として前述の圧電単結晶を用いると、解像度や感度の著しい向上が可能である。

【0007】次に圧電素子 41 の製造法について説明する。図 11 は、圧電単結晶として PZNT を用いた場合の圧電素子 41 の製造工程を示す模式図である。ブリッジマン法などにより結晶を育成した後、育成した結晶をワイヤソーでスライス加工する。続いて、スライスされた結晶をダイシング加工により所望の大きさの板状に外形加工する。その後、両面ラッピングで所望の厚み (例えば、 $120 \sim 260\mu\text{m}$) に仕上げ、洗浄した後、スパッタ法などにより両面に電極形成する。これらの製造方法を経て、図 12 に示すような圧電単結晶板の両面に電極 42 a、42 b を設けた圧電素子 41 を構成している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、超音波発振器の製造過程で、圧電素子は音響整合層と共にダイシングソーによりアレイ加工が施されている。アレイ加

工より形成されたアレイ素子数は数十から数百に及ぶため、切断面の差によるアレイ素子間の特性のばらつきは、超音波発振器に接続した診断装置に表示される断層像の画質に影響するため高い均質性が要求されている。

【0009】図13に上述のアレイ加工の際のダイシングソーによる切断部を示すように、PZTセラミックは比較的加工性が良いので所望の切断面が得られるが、PZNT圧電単結晶は、硬く脆い性質を持つ難削材料であるため、粗い切断面になると共にクラック50やチップングが発生する場合が多い。それらは製造歩留まりを下

げる大きな要因となっている。
【0010】本発明はこれらの事情にもとづいてなされたもので、超音波発振器に用いる圧電素子を製造歩留りよく加工することのできる圧電素子の製造方法、およびそれを用いた超音波発振器の製造方法を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明による手段によれば、所定形状に切断され研磨された圧電材料の両面に電極を形成する電極形成工程と、前記圧電材料の少なくとも一側面に所定間隔で平行溝を形成する溝形成工程と、を有することを特徴とする圧電素子の製造方法である。

【0012】また請求項2の発明による手段によれば、前記溝形成工程は、フォトリソグラフィにより行うことを特徴とする圧電素子の製造方法である。

【0013】また請求項3の発明による手段によれば、前記溝形成工程での平行溝は、圧電素子の板厚を Ct 、溝深さを Bd 、溝間素子幅を Cw とした場合、

$$10\mu\text{m} < (Ct - Bd) < Cw$$

の関係にある形状に形成することを特徴とする圧電素子の製造方法である。

【0014】また請求項4の発明による手段によれば、圧電素子の両面に電極を形成し該圧電素子に電界を印加して分極する電極形成工程と、記電極の一方に信号線を、他方に接地線を接続する配線工程と、前記圧電素子に請求項1乃至請求項3に記載のいずれかの圧電素子の製造方法により該圧電素子に溝を形成する溝形成工程と、前記溝の形成された圧電素子の前記信号線が接続された側にバックング材を接合するバックング材接合工程と、前記溝の形成された圧電素子の前記接地線が接続された側に音響整合層を接合する音響整合層形成工程と、前記溝の形成された圧電素子に、前記信号線、前記接地線、前記バックング材および前記音響整合層が接合された状態で、ダイシングブレードにより前記溝に位置合せして前記圧電素子とこれに接合された各部に溝加工を施すダイシング工程と、を有することを特徴とする超音波発振器の製造方法である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面

を参照して説明する。

【0016】図1は、超音波発振器の構造を示す斜視図である。圧電素子1の両面には電極2a、2bが形成されており、圧電素子1の下面側にはエポキシ接着剤等で形成しているチップング防止層4を介してバックング材3が設けられている。なお、チップング防止層4は、アレイ加工時の圧電素子1のチップングを防止するためのものである。

【0017】一方、圧電素子1の上面側には音響整合層5が形成され、圧電素子1および音響整合層5はアレイ加工されたアレイ発振器7を形成している。アレイ発振器7の配列ピッチは、狭いもので0.1mm程度である。音響整合層5の上に音響レンズ7が形成される。この音響レンズ7を通して超音波の送受信が行われる。

【0018】圧電素子1の両面に形成された電極2a、2bのうち、バックング材2a側の電極2aには信号用のフレキシブル印刷配線板（信号用FPC8）が、はんだ接合により固定されている。この信号用FPC8は超音波診断装置（不図示）に接続されている。

【0019】また、圧電素子1のもう一方の面に形成されている電極2bには接地用FPC9がはんだ接合により固定されている。

【0020】圧電素子1の材料としては圧電単結晶を用いており、圧電単結晶は特に限定されず、 $Pb((Zn_{1/3}Nb_{2/3})_{0.91}Ti_{0.09})O_3$ に代表

される亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛との固溶体（PZNT）からなる単結晶、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛との固溶体からなる単結晶、ニオブ酸リチウム単結晶等を適時利用できる。なお、圧電単結晶はキュリー点が180度程度と低いため、はんだ付けやアレイ加工の熱で分極劣化を生じやすい。このため、圧電単結晶はアレイ加工後に再分極する必要がある。

【0021】音響整合層5は、アルミナ粉末をエポキシ樹脂に分散させた複合材料から形成されている。

【0022】また、バックング材3は、医用ブロープでは、バックング材3として、ネオプレンゴムにフェライト粉末を混合した材料や、クロロプレンゴムとエポキシ樹脂とを混合した材料等のようにゴム系材料が用いられている。

【0023】次に、超音波発振器の製造方法について説明する。まず、圧電素子1の下面および上面にそれぞれ電極2a、2bを形成する。この電極2a、2bから圧電素子1に電界を印加することにより分極する。圧電素子1の上面電極2bの端部に接地用FPC9の導電層をはんだ付けする。また圧電素子1の下面電極2a、2bの端部に信号用FPCの導電層をはんだ付けする。

【0024】圧電素子1の下面に、FPCの導電層との接続部を除いてゴム系バックング材3をエポキシ接着剤を用いて接着する。一方、圧電素子1の上面に音響整合層5を形成する。音響整合層5は、アルミナ粉末をエポ

キシ樹脂に分散させた複合材料からなる所定厚みの第1音響整合層5aを形成し、さらにその上に樹脂シートからなる所定厚みの第2音響整合層5bを接着する。

【0025】次に、FPC8、9をバックング材3の側面に沿うように下方に折り曲げる。この状態でダイシングソーにセットし、所定のピッチで第1音響整合層5a、第2音響整合層5b、圧電素子1、電極2a、2b、FPC8、9、およびバックング材3を切断する。その後、後述する圧電素子1の製造方法の説明の際に詳述するアレイ加工を行う。

【0026】なお、圧電単結晶はアレイ加工後の分極劣化を生じるため、温度80℃条件の下、電圧0.5~2kV/mm、時間0.2~5min程度の直流電圧をFPCの導電層から印加して再分極を行う。その後、切断溝にシリコン樹脂を充填し、第2音響整合層5b上に音響レンズ7を接着する。さらに、FPC8、9の端部にケーブル（不図示）を接続し、ケースに収納して超音波発振器を製造する。

【0027】次に、圧電素子1の製造方法について説明する。図2は圧電素子1の製造工程を模式化した説明図である。

【0028】まず、ブリッジマン法により結晶を育成する。育成した結晶から、ラウエカメラを用いて[100]軸の方位を出して、この軸に平行にワイヤソーでスライス加工を施して、厚みが0.3~1.0mm程度にウエハを切り出す。

【0029】次に、ウエハにダイシング加工を施して、例えば15×20mm程度の大きさの板状に切り出す。

【0030】得られた板状のウエハは、#1000~#4000程度の砥粒を用いたラッピング等により両面を研磨する。この時点でのウエハ厚みは100~500μmである。なお、厚みは超音波発振器としての超音波の周波数用途で異なってくる。

【0031】研磨加工後は洗浄乾燥を行い、その後にウエハの両面にAuやAgの電極2a、2bをスパッタ法などにより形成する。なお、ここまでの工程は従来の工程と同様である。

【0032】これらの後、一方の電極2b（後で音響整合層5が接合される側）の表面にフォトエッチング工程を施す。このフォトエッチング工程は、まず、電極2bの表面にレジスト10を塗布する塗布し、次に所定のパターンが形成されたマスク（不図示）を介して露光する。以下、現像、ドライエッチング、レジスト剥離および洗浄といった、半導体装置の製造プロセス等で一般に用いられているフォトエッチング工程により、圧電素子1に平行配列の溝11を形成する。

【0033】なお、最後に200℃の高温で0.1~2kV/cmの電圧を印加した状態で室温まで冷却して分極を終える。

【0034】この結果、図3(a)に示すような溝入り

圧電素子1が得られる。さらに圧電素子1のもう一面に対しても同様なフォトエッチング工程を施せば、図3(b)に示したような両面に溝11を形成した圧電素子1が得られる。

【0035】なお、溝形成方法としてはエッチング工程によらずに、弾性を持たせた薄刃ブレードを用いた研削加工を用いることもできる。その場合は、薄刃ブレードの弾性により溝形成時の衝撃を吸収するようにしている。

10 【0036】また、上述の場合は、圧電素子1の両面に電極2a、2bを形成後に溝形成加工を行ったが、電極2a、2bの形成前に溝形成加工を行い、その後に電極2a、2bを形成しても良い。

【0037】次に、図4に示したアレイ加工の模式図により、アレイ加工について説明する。なお、図1と同一箇所には同一符号を付して個々の説明を省略する。超音波発振器に組み込まれている圧電素子1には、予め、上述の溝形成加工により溝が形成されている。

【0038】音響レンズ7が接合されていない状態の超音波発振器をダイシングソーにセットし、圧電素子1に予め形成されている溝11に沿って、第1音響整合層5a、第2音響整合層5b、圧電素子1、電極2a、2b、FPCおよびゴム系バックング材3をブレード12で切断してアレイ加工を行う。

【0039】この場合のアレイ加工の加工点の作用を従来の場合と比較するために、図5は従来技術のアレイ加工の際の加工点の作用を示し、図6は上述の実施の形態のアレイ加工の際の加工点の作用を示す。

【0040】難削材である圧電素子1の肉厚が減り、加工点の3分力(X方向、Y方向、Z方向)は、従来の場合(Fx、Fy、Fz)と上述の実施の形態の場合(Fx₁、Fy₁、Fz₁)とを比較すると、Fx>Fx₁、Fy>Fy₁、Fz>Fz₁となり、上述の実施の形態の場合は加工点の応力発生を抑制できる。

【0041】また、上述の実施の形態の場合は、溝底部の力学的強度が最も弱い構造としたことにより、アレイ加工におけるクラックは溝底部のみに発生ようになる。溝底部に生じたクラックはアレイ加工における除去部となるため、アレイ加工での残存部におけるクラックやチッピングおよび欠けは極めて少なくなり、超音波発振器を歩留り良く製造できる。

【0042】図7(a)~(d)は、圧電素子1の溝形状とアレイ加工の加工モデルとを、従来の場合と上述の実施の形態とを比較した説明図である。

【0043】図7(a)は、従来の圧電素子1に溝11が形成されていない状態でのアレイ加工モデルである。加工点の近傍で応力12が発生した場合、既に切断を終えた隣接する切断溝側部の肉厚が最も薄いので材料強度も弱い。このため、切り残すべき圧電素子1部位に最もクラック14が発生しやすくなり、製造歩留りを低下さ

せる主要因になる。

【0044】図7(b)は、板厚 Ct 、圧電素子1のアレイ素子幅 Cw 、予め設けた切断溝11の深さ Bd としたとき、これらに $(Ct - Bd) > Cw$ の関係がある場合のアレイ加工モデルである。予め切断した溝11が設けられているが、素子幅 Cw は切込み初期における板厚 $Ct - Bd$ よりも大きい。この場合も切り残すべきアレイ素子の部位に最もクラック14が発生しやすくなり、予め切断溝を設けた効果が得られにくい、図7(c)は、 $10\mu m < (Ct - Bd) < Cw$ の関係におけるアレイ加工モデルである。この場合、アレイ加工による溝底部の残肉の厚さを $10\mu m$ としている。予め設けた溝11が深くてアレイ素子幅よりも薄い $(Ct - Bd) < Cw$ の関係にあるので、アレイ加工の際に溝底部の材料強度が最も弱く、クラック14が生じやすい。しかし、溝底部にクラックが生じてその後には切断除去されるので、超音波発振器の性能に影響するものではない。したがって、残存させるべき圧電素子1へのクラック発生率が極めて小さくなり、歩留り良く製造できる。

【0045】ただし、図7(d)に示すように予め設けた溝11の底部肉厚が $10\mu m$ 以下になると、アレイ加工する以前の材料を扱う段階でクラック14および破断が起こり、製造組み立て前の圧電素子1の材料としての部品機能を保てなくなる。

【0046】これらの結果から、圧電素子1の溝11の形状としては $10\mu m < (Ct - Bd) < Cw$ の関係にあることが好ましい。

【0047】以上に説明したように、上述の実施の形態によれば、超音波発振器を製造する際に行う、ダイシングによるアレイ加工において、従来は発生していたクラックやチッピングが低減し、超音波発振器の製造歩留り向上を図れた。

【0048】特に、圧電単結晶の圧電素子1を用いた製*

*造に関して大きな効果が得られるが、従来から圧電素子1に用いられているPZTセラミックスに対してもアレイ加工における加工精度が向上し、製造歩留りを高めることができる。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、圧電素子ならびにそれを用いた超音波発振器を、高精度に製造歩留まりよく製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】超音波発振器の斜視図。

【図2】本発明の圧電素子の製造工程を模式化した説明図。

【図3】(a)および(b)は、溝入り圧電素子の斜視図。

【図4】本発明のアレイ加工の模式図。

【図5】従来技術のアレイ加工の際の加工点の作用の説明図。

【図6】本発明のアレイ加工の際の加工点の作用の説明図。

【図7】(a)～(d)は、圧電素子の溝形状とアレイ加工の加工モデルとの説明図。

【図8】一般的な超音波発振器の構造図。

【図9】超音波発振器の製造方法の説明図。

【図10】超音波発振器の製造方法の説明図。

【図11】従来の圧電素子の製造工程を示す模式図。

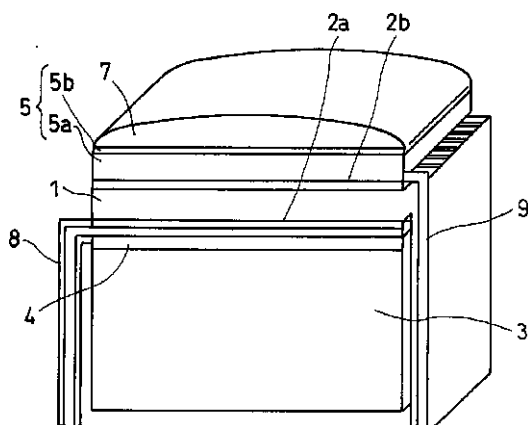
【図12】圧電素子の斜視図。

【図13】従来のアレイ加工の際のダイシングソーによる切断部の説明図。

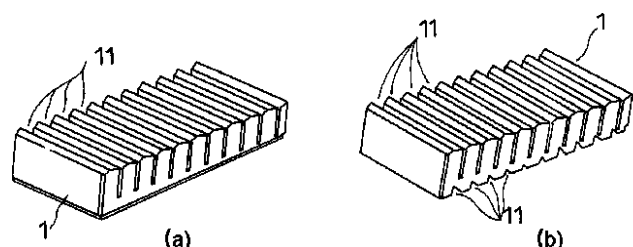
【符号の説明】

1...圧電素子、2a、2b...電極、3...バッキング材、4...チッピング防止層、5...音響整合層、7...音響レンズ、10...レジスト、11...溝、12...ブレード

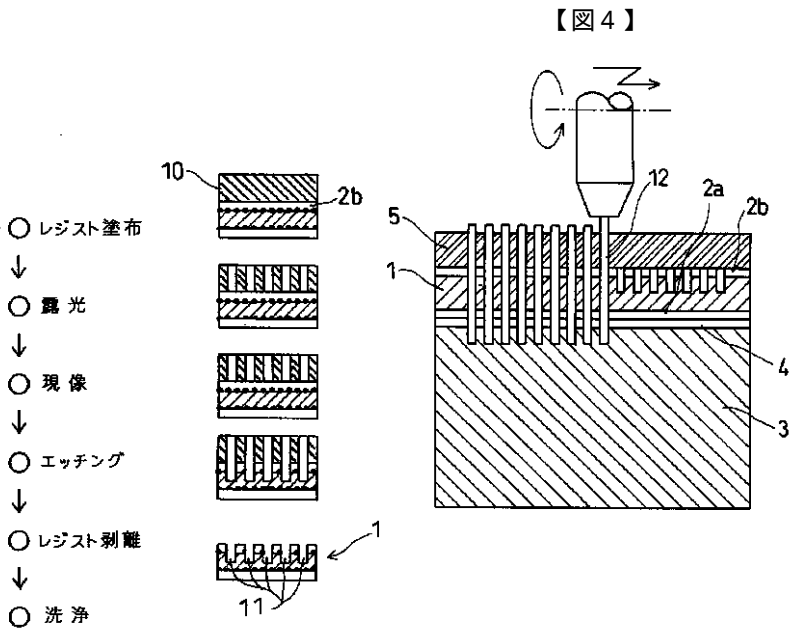
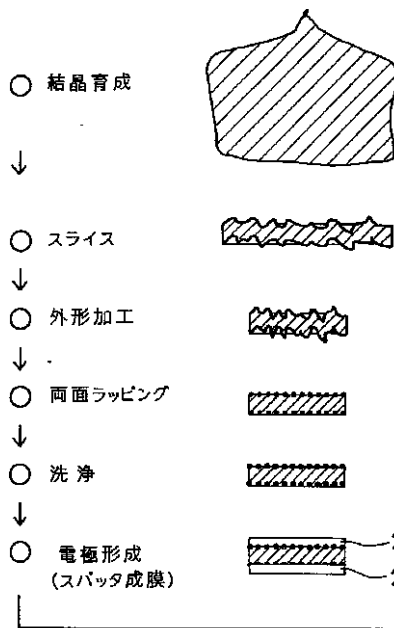
【図1】



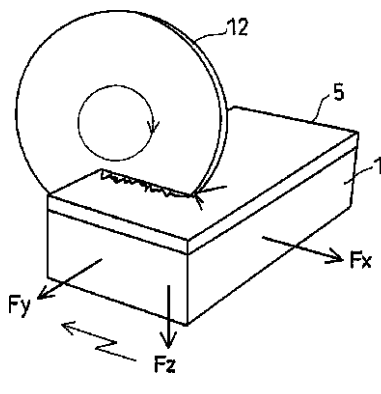
【図3】



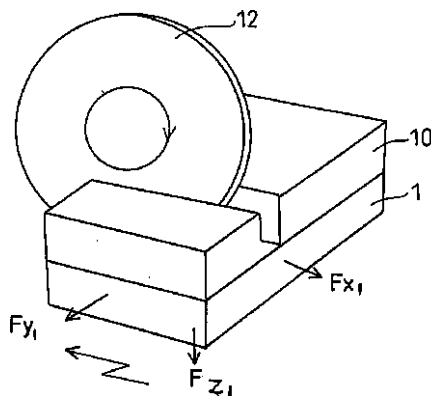
【図2】



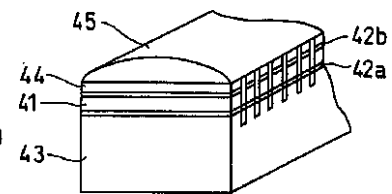
【図5】



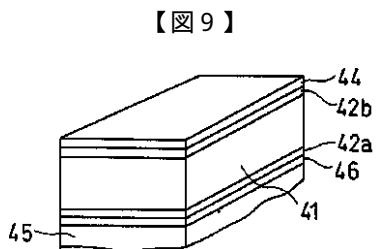
【図6】



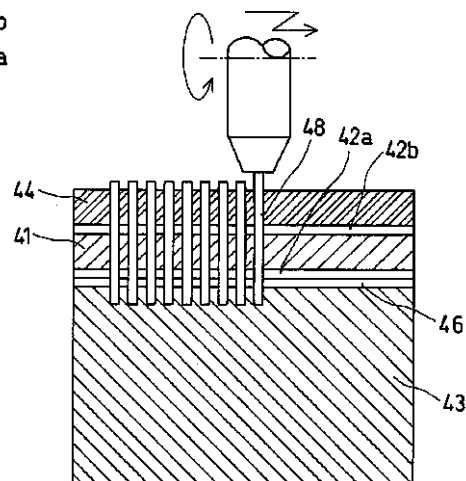
【図8】



【図11】



【図10】



○ 結晶育成



○ スライス



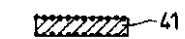
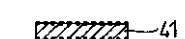
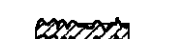
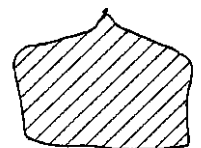
○ 外形加工



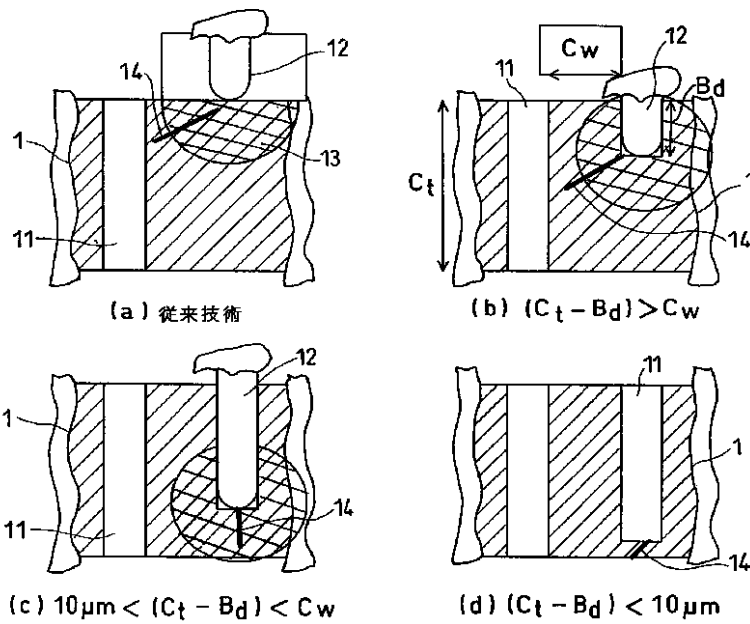
○ 両面ラッピング



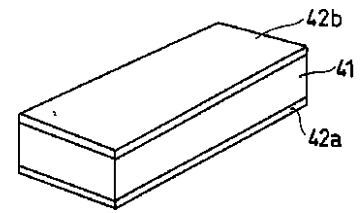
○ 洗浄

○ 電極形成
(スパッタ成膜)

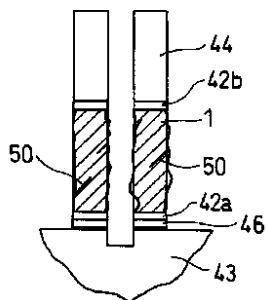
【図7】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H 0 4 R 31/00	3 3 0	H 0 1 L 41/22	Z
// H 0 3 H 3/02		41/08	C

F タ-ム(参考) 2G047 CA01 EA11 GB02 GB17 GB21
 GB23 GB28 GB32 GB33
 4C301 EE12 GB04 GB18 GB20 GB22
 GB33 GB34
 4C601 EE10 GB01 GB02 GB03 GB04
 GB19 GB20 GB24 GB25 GB26
 GB41 GB42
 5D019 HH03
 5J108 AA08 BB01 JJ04 KK01 KK07
 MM08 MM11 MM15 NA04

专利名称(译)	压电元件的制造方法和超声波振荡器的制造方法		
公开(公告)号	JP2003179997A	公开(公告)日	2003-06-27
申请号	JP2001379705	申请日	2001-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	須藤正昭		
发明人	須藤 正昭		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H01L41/09 H01L41/22 H01L41/332 H01L41/338 H03H3/02 H04R17/00 H04R31/00		
FI分类号	H04R17/00.332.A A61B8/00 G01N29/24.502 H04R31/00.330 H03H3/02.B H01L41/22.Z H01L41/08.C H01L41/332 H01L41/338		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB33 4C301/EE12 4C301/GB04 4C301/GB18 4C301/GB20 4C301/GB22 4C301/GB33 4C301/GB34 4C601/EE10 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB41 4C601/GB42 5D019/HH03 5J108/AA08 5J108/BB01 5J108/JJ04 5J108/KK01 5J108/KK07 5J108/MM08 5J108/MM11 5J108/MM15 5J108/NA04		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种压电元件的制造方法，该压电元件能够以高制造成品率制造用于超声振荡器的压电元件，并且提供一种使用该压电元件的超声振荡器的制造方法。在结合了压电元件1之后执行阵列处理，在压电元件1中，以预定间隔在至少一个侧面上形成有平行槽11。

