

(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2004-88056

(P2004-88056A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

**H01L 41/22**  
**A61B 8/00**  
**B06B 1/06**  
**G01N 29/24**  
**H01L 41/08**

F 1

H01L 41/22  
A61B 8/00  
B06B 1/06  
G01N 29/24  
H04R 17/00

Z

Z

502

330G

テーマコード(参考)

2G047  
4C601  
5D019  
5D107

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-11351 (P2003-11351)  
(22) 出願日 平成15年1月20日 (2003.1.20)  
(31) 優先権主張番号 特願2002-193500 (P2002-193500)  
(32) 優先日 平成14年7月2日 (2002.7.2)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(74) 代理人 100087701  
弁理士 稲岡 耕作  
(74) 代理人 100101328  
弁理士 川崎 実夫  
(72) 発明者 仲前 一男  
兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目12番1号  
住友電気工業株式会社播磨研究所内  
(72) 発明者 平田 嘉裕  
兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目12番1号  
住友電気工業株式会社播磨研究所内

最終頁に続く

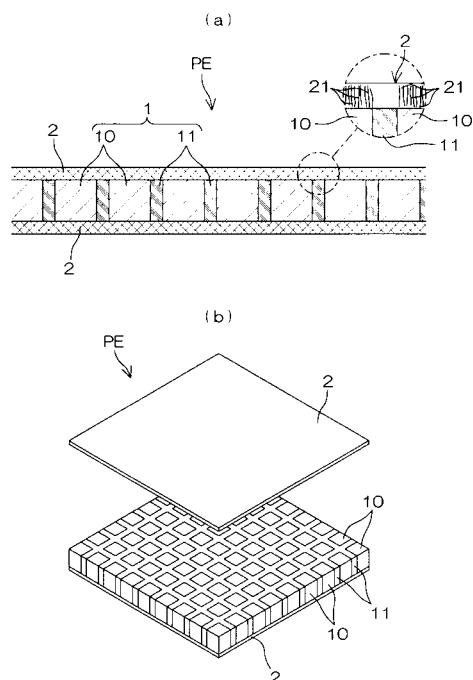
(54) 【発明の名称】圧電振動子とその実装方法、実装デバイス、それを用いた超音波プローブ、およびそれを用いた3次元超音波診断装置

## (57) 【要約】

【課題】新規な圧電振動子とその実装方法、実装デバイス、それを用いた超音波プローブ、およびそれを用いた3次元超音波診断装置を提供する。

【解決手段】圧電振動子PEは、板状に形成するか、または微小振動体10を複数個、2次元状に配列した圧電振動部材1の少なくとも片面に、異方導電特性を有する電極層2、もしくは多数の微細な電極22からなる電極アレイ2を形成した。実装方法および実装デバイスZDは、圧電振動子PEの、異方導電特性を有する電極層2を形成した側に、個々の微小振動体10に1対1で対応する複数のスイッチング素子32を配列した実装基板3を、位置合わせしながら圧着する。超音波プローブSPは、その先端に上記の実装デバイスZDを接続した。また3次元超音波診断装置5は、上記の超音波プローブSPを接続した。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

圧電材料にて板状に形成するか、または圧電材料からなる微小振動体を複数個、2次元状に配列してなる圧電振動部材と、この圧電振動部材を両面から挟む一対の電極とを備えるとともに、当該一対の電極のうち少なくとも一方を、

(I) 導電成分としての金属粉末と、結着剤とを含み、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する電極層、または

(II) リソグラフィーによって形成した複数の微細電極からなる電極アレイ、にて形成したことを特徴とする圧電振動子。

**【請求項 2】**

圧電振動部材を、圧電材料からなる微小振動体を複数個、2次元状に配列して形成するとともに、

一対の電極のうち一方を、その導電成分として、微小な金属粒が多数、鎖状に繋がった形状を有する鎖状の金属粉末を含み、かつ当該金属粉末の鎖を層の厚み方向に配列させることで異方導電特性を付与した(I)の電極層にて形成したことを特徴とする請求項1記載の圧電振動子。

**【請求項 3】**

鎖状の金属粉末を、(I)の電極層中で、個々の微小振動体に対応する領域に集中的に分布させたことを特徴とする請求項2記載の圧電振動子。

**【請求項 4】**

圧電振動部材を、圧電材料からなる微小振動体を複数個、2次元状に配列して形成するとともに、

一対の電極のうち一方を、個々の微小振動体に1対1で対応する複数の微細電極を備えた(II)の電極アレイにて形成したことを特徴とする請求項1記載の圧電振動子。

**【請求項 5】**

基板上に、請求項2記載の圧電振動子の、個々の微小振動体に1対1で対応する複数のスイッチング素子を配列した実装基板を用意し、

この実装基板を、上記圧電振動子の、(I)の電極層を形成した側の面に、当該電極層を挟んで、個々の微小振動体とスイッチング素子とが圧電振動子の面方向に重なるように位置合わせしつつ重ね合わせるとともに、

実装基板と圧電振動子とを圧着させて、面方向に重なった個々の微小振動体とスイッチング素子とを電極層を介して電気的に接続することを特徴とする圧電振動子の実装方法。

**【請求項 6】**

基板上に、請求項2記載の圧電振動子の、個々の微小振動体に1対1で対応する複数のスイッチング素子を配列した実装基板を備えるとともに、この実装基板を、上記圧電振動子の、(I)の電極層を形成した側の面に、当該電極層を挟んで、個々の微小振動体とスイッチング素子とが圧電振動子の面方向に重なるように位置合わせしつつ重ね合わせ、かつ実装基板と圧電振動子とを圧着されることによって、面方向に重なった個々の微小振動体とスイッチング素子とを電極層を介して電気的に接続したことを特徴とする実装デバイス。

**【請求項 7】**

圧電振動子の、(I)の電極層を形成して実装基板を圧着させた側と反対側の面に、当該電極層とともに一対の電極を構成する、圧電振動部材の全面に亘る一枚の電極板を介して、音響整合層を積層したことを特徴とする請求項6記載の実装デバイス。

**【請求項 8】**

先端に、請求項6記載の実装デバイスを装着し、かつ当該実装デバイスの実装基板に、基板上の個々のスイッチング素子との間で電気信号を送受信するための配線を接続したことを特徴とする3次元超音波診断装置用の超音波プローブ。

**【請求項 9】**

実装基板上、または配線の途中に、診断対象から反射して戻ってきた超音波信号のエコー 50

によって微小振動体が共鳴、振動した際に発生する電気信号を増幅して送信するためのブリアンプを設けたことを特徴とする請求項 8 記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

請求項 8 記載の超音波プローブを備えることを特徴とする 3 次元超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電振動子とその実装方法、実装デバイス、それを用いた超音波プローブ、およびそれを用いた 3 次元超音波診断装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

圧電振動子は、圧電現象を利用して電気信号を超音波信号などの振動に変換したり、またその逆に超音波信号などを電気信号に変換したりするための素子であって、種々の分野で広く用いられている。

圧電振動子の一例としては、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電セラミックス材料を焼結したのち研磨して、一枚の板状の圧電振動部材を形成し、その両面に電極層を形成したものを挙げることができる。

【0003】

そして、かかる板状の圧電振動部材を用いて、圧電トランステューサなどとして使用し得る圧電振動子を製造することが検討されている。

そのためには板状の圧電振動部材を、面方向に、複数の微細な領域に区分して、個々の領域ごとに個別に、入力する電気信号の位相をずらして振動させる必要がある。

また近時、上記圧電材料からなる多数の微小な振動体を 2 次元状に規則的に配列した圧電振動部材や、あるいはこの圧電振動部材の、微小振動体の隙間をエポキシ樹脂などの樹脂で充てんした圧電振動部材などを用いた圧電振動子も開発されている。

【0004】

そして、上記の構造を有する圧電振動部材を使用して、個々の微小振動体ごとに個別に、例えば遅延時間を与えつつ超音波振動させることで、診断対象に対して超音波信号のビームを 3 次元的に走査させるとともに、診断対象の、内組織の音響インピーダンスの境界で反射して戻ってきたエコーによって微小振動体が共鳴、振動した際に発生する電気信号を取り出して 3 次元の超音波画像を得るための、3 次元超音波診断装置用の振動子を製造することが検討されている（例えば特許文献 1 参照）。

【0005】

この場合は、個々の微小振動体ごとに個別に、入力する電気信号の周波数や強度、位相などを変化させるとともに、個々の微小振動体ごとに、共鳴、振動して発生した電気信号の周波数、強度、位相などを読み取る必要がある。

また、上記の圧電振動部材を使用して、個々の微小振動体ごと、もしくは複数個の微小振動体のグループごとに個別に、任意の周波数、振幅および位相でもって振動させることができる、3 次元アレイ超音波振動子を製造することも検討されている。

【0006】

その場合にはやはり、個々の微小振動体ごと、もしくは微小振動体のグループごとに、入力する電気信号の周波数、強度、位相などを変化させる必要がある。

【0007】

【特許文献 1】

特開平 10 - 51041 号公報（請求項 1、第 0002 欄、図 1）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし従来は、圧電振動部材を、上記のように微細な領域ごとに個別に振動させたり、微小振動体ごとに個別に電気信号を入出力したりするための実装技術について十分に研究されていない。

10

20

30

40

50

例えば個々の微小振動体ごとに電極を設けて、配線を1本ずつハンダ付けすることが行われているに過ぎない。

#### 【0009】

しかも、現在の進歩した実装技術をもってしても、配線をハンダ付けできるサイズには限界があり、一定のサイズより小型化することは困難である。

また微小振動体の数を増加させるほど、それに接続する配線の数も同じだけ増加することになるため、スムースな配線作業が困難になったり、あるいは配線部分が実用に供せないほど巨大化したりする事態に到る場合もある。

さらに接続本数が増えるほど、接続不良が発生する割合も増加するため、製造の歩留まりが低下するという問題もある。

10

#### 【0010】

このため、圧電トランスデューサや3次元超音波診断用振動子、3次元アレイ超音波振動子などとして良好に機能しうる圧電振動子は、未だ実用化されるに至っていないのが現状である。

例えば3次元超音波診断用振動子においては、その解像度を高めるべく、振動子の限られた面積内で、個々の微小振動体を微細化して、その数をできるだけ多くすることが求められる。そして、半導体製造技術の応用によって、微小振動体をより一層、微細化し、かつ多数化する技術は確立されつつある。ところが、上述した実装技術の制約があることから、現状よりもさらに解像度を向上した3次元超音波診断用振動子と、それを用いた3次元超音波診断装置は、実用化されるに至っていないのである。

20

#### 【0011】

本発明の目的は、圧電トランスデューサや3次元超音波診断用振動子、3次元アレイ超音波振動子などとして、従来に比べてより微小化し、かつ多数化した単位ごと（前記領域ごと、あるいは微小振動体ごと）に電気信号の入出力が可能な、新規な圧電振動子を提供することにある。

また本発明の他の目的は、かかる圧電振動子を、より簡単かつ確実に、歩留まり良く実装し得る、新規な実装方法と、それを利用した新規な実装デバイスとを提供することにある。

#### 【0012】

そして本発明のさらに他の目的は、かかる実装デバイスを用いた、これまでに比べて解像度を飛躍的に向上することが可能で、しかもよりコンパクトな、新規な超音波プローブと、それを用いた、より高解像度の3次元超音波診断装置とを提供することにある。

30

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

請求項1記載の発明は、圧電材料にて板状に形成するか、または圧電材料からなる微小振動体を複数個、2次元状に配列してなる圧電振動部材と、この圧電振動部材を両面から挟む一対の電極とを備えるとともに、当該一対の電極のうち少なくとも一方を、

(I) 導電成分としての金属粉末と、結着剤とを含み、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する電極層、または

(II) リソグラフィーによって形成した複数の微細電極からなる電極アレイ、  
にて形成したことを特徴とする圧電振動子である。

40

#### 【0014】

かかる請求項1の構成では、例えば(I)の電極層の異方導電特性を利用して、板状の圧電振動部材の、区分した特定の微小な領域に、その他の領域とは独立して個別に、電気信号を入力することができる。また(II)の電極アレイを形成する個々の電極を介しても、やはり板状の圧電振動部材の、区分した特定の微小な領域に、独立して個別に電気信号を入力することができる。

したがって請求項1の構成によれば、板状の圧電振動部材の、面方向に区分した複数の微細な領域ごとに、入力する電気信号の位相をずらして振動させることにより、圧電振動子を、圧電トランスデューサとして機能させることができる。

50

**【 0 0 1 5 】**

また請求項 1 の構成によれば、(I) の電極層の異方導電特性を利用して、圧電振動部材の特定の微小振動体、もしくは微小振動体のグループに、その他の微小振動体またはその他のグループとは独立して個別に、電気信号を入出力することができる。また (II) の電極アレイを形成する個々の電極を介しても、同様に圧電振動部材の特定の微小振動体、もしくは微小振動体のグループに、独立して個別に電気信号を入出力することができる。

**【 0 0 1 6 】**

したがって請求項 1 の構成によれば、圧電振動部材の個々の微小振動体ごと、もしくは微小振動体のグループごとに、入力する電気信号の周波数、強度、位相などを変化させて振動させるとともに、共鳴、振動して発生した電気信号の周波数、強度、位相などを読み取ることができるため、圧電振動子を、3 次元超音波診断用振動子や 3 次元アレイ超音波振動子として機能させることも可能となる。しかも、(I) の電極層による異方導電特性の分解能、つまり厚み方向の導電性を維持しつつ面方向の絶縁性を確保できる最小の間隔は、理論的には、層中に導電成分として分布させる金属粉末の分布構造のレベルまで微細化が可能であり、また (II) の電極アレイを形成する個々の電極のサイズは、例えばリソグラフィーによる加工の限界近くまで微細化が可能であり、このいずれも、ハンダ付けによる実装技術の限界より微細である。

**【 0 0 1 7 】**

したがって請求項 1 の構成によれば、圧電振動子の、電気信号を入力して個別に振動させるべき領域や、あるいは電気信号を個別に入出力し得る微小振動体のサイズを、実装技術の制約を受けることなしに、これまでに比べてさらに微細化することも可能となる。

請求項 2 記載の発明は、圧電振動部材を、圧電材料からなる微小振動体を複数個、2 次元状に配列して形成するとともに、

一対の電極のうち一方を、その導電成分として、微小な金属粒が多数、鎖状に繋がった形状を有する鎖状の金属粉末を含み、かつ当該金属粉末の鎖を層の厚み方向に配列させることで異方導電特性を付与した(I) の電極層にて形成したことを特徴とする請求項 1 記載の圧電振動子である。

**【 0 0 1 8 】**

鎖状の金属粉末を、上記のように層の厚み方向に配向させると、配向した金属粉末の鎖によって、層の厚み方向に沿って導電ネットワークが形成されるため、当該層の、厚み方向の導電抵抗を著しく小さくすることができる。また層の面方向は、金属粉末の鎖と鎖の間に接着剤としての樹脂などが介在して導電抵抗が大きい状態を維持することができる。

したがって請求項 2 の構成によれば、異方導電特性に優れた電極層を形成することができ、個々の微小振動体ごとの、電気信号の入出力をより確実、かつスムースに行って、各微小振動体をより確実に、個別に駆動制御することが可能となる。

**【 0 0 1 9 】**

請求項 3 記載の発明は、鎖状の金属粉末を、(I) の電極層中で、個々の微小振動体に対応する領域に集中的に分布させたことを特徴とする請求項 2 記載の圧電振動子である。

請求項 3 の構成では、鎖状の金属粉末を、電極層中の、微小振動体に対応する領域で密、隣り合う微小振動体間の隙間で粗となるように集中的に分布させるとともに、密な領域では層の厚み方向に配向させて、前述した導電ネットワークを形成している。このため、層の厚み方向の導電抵抗をさらに小さくするとともに、層の面方向の導電抵抗をさらに大きくすることができ、より一層、異方導電特性に優れた電極層を形成することができる。

**【 0 0 2 0 】**

したがって請求項 3 の構成によれば、個々の微小振動体ごとの、電気信号の入出力をさらに確実、かつスムースに行って、各微小振動体をさらに確実に、個別に駆動制御することが可能となる。

請求項 4 記載の発明は、圧電振動部材を、圧電材料からなる微小振動体を複数個、2 次元状に配列して形成するとともに、

一対の電極のうち一方を、個々の微小振動体に 1 対 1 で対応する複数の微細電極を備えた

10

20

30

40

50

(I I ) の電極アレイにて形成したことを特徴とする請求項 1 記載の圧電振動子である。

【 0 0 2 1 】

請求項 4 の構成によれば、個々の微小振動体に 1 対 1 で対応させて微細電極を形成しているため、この微細電極を介して、個々の微小振動体ごとに個別に、電気信号を入出力することができる。したがって各微小振動体をより確実に、個別に駆動制御することが可能となる。

請求項 5 記載の発明は、基板上に、請求項 2 記載の圧電振動子の、個々の微小振動体に 1 対 1 で対応する複数のスイッチング素子を配列した実装基板を用意し、

この実装基板を、上記圧電振動子の、( I ) の電極層を形成した側の面に、当該電極層を挟んで、個々の微小振動体とスイッチング素子とが圧電振動子の面方向に重なるように位置合わせしつつ重ね合わせるとともに、

実装基板と圧電振動子とを圧着させて、面方向に重なった個々の微小振動体とスイッチング素子とを電極層を介して電気的に接続することを特徴とする圧電振動子の実装方法である。

【 0 0 2 2 】

また請求項 6 記載の発明は、基板上に、請求項 2 記載の圧電振動子の、個々の微小振動体に 1 対 1 で対応する複数のスイッチング素子を配列した実装基板を備えるとともに、この実装基板を、上記圧電振動子の、( I ) の電極層を形成した側の面に、当該電極層を挟んで、個々の微小振動体とスイッチング素子とが圧電振動子の面方向に重なるように位置合わせしつつ重ね合わせ、かつ実装基板と圧電振動子とを圧着させることによって、面方向に重なった個々の微小振動体とスイッチング素子とを電極層を介して電気的に接続したことを特徴とする実装デバイスである。

【 0 0 2 3 】

請求項 5 、 6 の構成によれば、実装基板と圧電振動子とを位置合わせしつつ圧着させるだけで、( I ) の電極層による異方導電特性によって、圧電振動子の面方向に重なった個々の微小振動体とスイッチング素子とを電気的に接続することができる。

したがって個々の微小振動体への実装を、これまでよりも簡単かつ確実に行うことができる上、ハンダ付けのような接続不良も生じにくないので、製造の歩留まりを向上することもできる。

【 0 0 2 4 】

また、基板表面へのスイッチング素子の形成は、例えばリソグラフィーを利用した場合、その加工の限界近くまで微細化が可能であり、ハンダ付けによる実装技術の限界よりも微細化することができる。また実装基板と圧電振動子との位置合わせの精度は、例えば半導体素子の製造技術などで実用化されているマスクアライナーなどを利用すれば、微小振動体やスイッチング素子の形成精度と匹敵するレベルまで高精度化することができる。

【 0 0 2 5 】

したがって請求項 5 、 6 の構成によれば、前述した請求項 1 の圧電振動子の、微小振動体のサイズをこれまでに比べてさらに微細化して、しかもより確実に実装することも可能である。

また、実装基板上に 2 次元状に配列された複数のスイッチング素子を個別に駆動、制御するためには、たとえば TFT 型液晶表示素子などにおけるマトリックス制御の技術を応用することができる。このため、例えば実装基板上にマトリックス制御のための駆動回路を実装すれば、3 次元超音波診断装置の本体などとの間で電気信号を送受信するための配線の本数を、微小振動体の数に比べて飛躍的に少なくすることができる。

【 0 0 2 6 】

このため、配線部をこれまでよりもコンパクト化することが可能となる上、実装基板と配線との接続に、例えば通常のプリント配線板用のコネクタなどをを利用して、配線を接続して超音波プローブを製造する作業性を著しく向上することもできる。また不良を発見した場合は実装デバイス取り外して交換すればよく、配線側はそのまま使用できるので、超音波プローブの製造歩留まりを向上することもできる。

10

20

30

40

50

## 【0027】

請求項7記載の発明は、圧電振動子の、(I)の電極層を形成して実装基板を圧着させた側と反対側の面に、当該電極層とともに一対の電極を構成する、圧電振動部材の全面に亘る一枚の電極板を介して、音響整合層を積層したことを特徴とする請求項6記載の実装デバイスである。

請求項7の構成によれば、実装デバイスは実装基板から音響整合層までを一体化したものゆえ、配線を接続して超音波プローブを製造する作業性をさらに向上することができる。

## 【0028】

請求項8記載の発明は、先端に、請求項6記載の実装デバイスを装着し、かつ当該実装デバイスの実装基板に、基板上の個々のスイッチング素子との間で電気信号を送受信するための配線を接続したことを特徴とする3次元超音波診断装置用の超音波プローブである。請求項8の構成によれば、上述した実装デバイスを用いているため、これまでに比べて解像度を飛躍的に向上することが可能で、しかもよりコンパクトな、3次元超音波診断装置用の超音波プローブを得ることができる。

## 【0029】

請求項9記載の発明は、実装基板上、または配線の途中に、診断対象から反射して戻ってきた超音波信号のエコーによって微小振動体が共鳴、振動した際に発生する電気信号を増幅して送信するためのプリアンプを設けたことを特徴とする請求項8記載の超音波プローブである。

請求項9の構成によれば、超音波信号のエコーを受信して圧電振動子で発生した電気信号をプリアンプによって増幅することによって、より離れた位置にある3次元超音波診断装置の本体に、より正確に送信することができ、3次元超音波診断装置の本体において、より鮮明な超音波画像を表示することができる。

## 【0030】

請求項10記載の発明は、請求項8記載の超音波プローブを備えることを特徴とする3次元超音波診断装置である。

請求項10の構成によれば、上述した超音波プローブを用いているため、これまでに比べて解像度が飛躍的に向上した3次元超音波診断装置を実用化することが可能となる。

## 【0031】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明を詳細に説明する。

## 《圧電振動子》

本発明の圧電振動子P Eは、圧電振動部材と、この圧電振動部材を両面から挟む一対の電極とを備えるとともに、当該一対の電極のうち少なくとも一方を、

(I) 異方導電特性を有する電極層、または

(II) リソグラフィーによって形成した複数の微細電極からなる電極アレイ、にて形成したことを特徴とするものである。

## 【0032】

## 〔圧電振動部材〕

上記のうち圧電振動部材1としては、図1(a)(b)に示すように圧電材料にて板状に形成したもの、図2(a)(b)に示すように圧電材料からなる微小振動体10を複数個、個々の微小振動体10間に隙間12を有するように2次元状に配列したもの、あるいは図3(a)(b)に示すように、上記微小振動体10の隙間を樹脂11で充てんしたものなどを用いることができる。

## 【0033】

このうち図1(a)(b)の板状の圧電振動部材1は、前述したように圧電セラミックス材料を焼結したのち板状に研磨するなどして製造される。

圧電セラミックス材料としては、例えばチタン酸バリウム系セラミックス、チタン酸鉛系セラミックス、メタニオブ酸鉛系セラミックス、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックス、ニオブ酸アルカリ系セラミックスなどを挙げることができる。中でも特に、前述したP Z

10

20

30

40

50

Tや、あるいはチタン酸ジルコン酸ランタン鉛（P L Z T）などのチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスを好適に使用することができる。

#### 【0034】

また図2（a）（b）の、複数の微小振動体10からなる圧電振動部材1は、ダイシング（Dicing）法によって製造することができる。

すなわち、まず圧電セラミックス材料を焼結して形成した板状のセラミックス層を、接着剤層を介して、例えば樹脂基板などの上に接着、固定する。

次にこの状態で、半導体の製造工程においてシリコンウエハのカットなどに使用するダイシングソーを用いて、セラミックス層に、樹脂基板に達する多数の溝を形成することで、当該セラミックス層を、微小振動体のもとになる多数の小片が樹脂基板上に規則的に配列、固定された状態にカットする。

#### 【0035】

次に、カットした小片の上に、図では電極層2のみ記載しているが、実際は、表面に電極層2を有する支持基板などを接着、固定した後、樹脂基板を分離し、さらに必要に応じて所定の厚みに研磨すると、前記図2（a）（b）に示すように、圧電材料からなる多数の微小振動体10を面方向に規則的に配列した構造を有する圧電振動部材1を得ることができる。

さらに図3（a）（b）の、微小振動体10の隙間を樹脂11で充てんした圧電振動部材は、圧電セラミックス材料と、例えばエポキシ樹脂などの、隣り合う微小振動体10間で振動が伝達されるのを防止する機能を有する樹脂とを用いて、ダイス・アンド・フィル（Dice & Fill）法、リガ（LIGA）法等の製造方法によって製造することができる。

#### 【0036】

このうちダイス・アンド・フィル法においては、まず圧電セラミックス材料を焼結して形成した板状のセラミックス層を、接着剤層を介して、例えば樹脂基板などの上に接着、固定する。

次にこの状態で、前記と同様にダイシングソーを用いて、セラミックス層に、樹脂基板に達する多数の溝を形成することで、当該セラミックス層を、微小振動体のもとになる多数の小片が樹脂基板上に規則的に配列、固定された状態にカットする。

#### 【0037】

次に、各小片間の溝に樹脂を充てんして固化し、またエポキシ樹脂などの場合は硬化させたのち、接着剤層を溶解、除去して樹脂基板を分離し、さらに必要に応じて所定の厚みに研磨すると、前記図3（a）（b）に示すように、圧電材料からなる多数の微小振動体10を面方向に規則的に配列するとともに、その隙間を樹脂11で充てんした構造を有する圧電振動部材1を得ることができる。

またリガ法においては、まずリソグラフィーによって、金属板等の導電性の基板上に、多数の微小振動体間の、樹脂を充てんする隙間の形状に対応した立体形状を有するめっきレジスト層を形成する。

#### 【0038】

次に、上記めっきレジスト層の間で露出した基板表面を陰極とする電気めっきにより、当該表面に、微小振動体の形状に対応する多数の部分を有するとともに、めっきレジスト層より上側で上記各部分が一体に繋がれた立体形状を有する金属層を成長させたのち、基板とめっきレジスト層とを除去することで、上記金属層からなる金型を得る。

次にこの金型を用いて、注型成型などにより、多数の微小振動体間の、樹脂を充てんする隙間の形状に対応した立体形状を有する樹脂型を作製する。

#### 【0039】

次にこの樹脂型の、微小振動体の形状に対応する凹部とその上の空間に、圧電セラミックス材料と接着剤とを含む成型材を充てんし、プレス成型したのち樹脂型を除去して、多数の微小振動体に対応する部分と、当該各部分を繋ぐ基部とを有する予備成型体を得る。

そしてこの予備成型体を焼結した後、多数の微小振動体の隙間に樹脂を充てんして固化し

10

20

30

40

50

、またエポキシ樹脂などの場合は硬化させるとともに、基部を研磨して除去すると、この場合も前記図3(a)(b)に示すように、圧電材料からなる多数の微小振動体10を面方向に規則的に配列するとともに、その隙間を樹脂1で充てんした構造を有する圧電振動部材1を得ることができる。

#### 【0040】

##### 〔電極層〕

上に述べたいすれかの圧電振動部材を両面から挟む一対の電極のうち、少なくとも片面に形成する電極を、前記(I)の電極層、または(II)の電極アレイとすることにより、本発明の圧電振動子を形成することができる。

このうち(I)の電極層は、導電成分としての金属粉末と接着剤とを含み、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有している。 10

#### 【0041】

かかる電極層は、先に述べたように、微小な金属粒が多数、鎖状に繋がった形状を有する常磁性の金属粉末を導電成分として含む導電ペーストを用いて、下記(1)または(2)の方法によって形成するのが好ましい。

(1) 図4(a)～(d)に示すように、導電ペースト2aを、下地B上に層状に塗布するとともに、磁場をかけながら固化させて形成した層2bを下地Bからはく離後、圧電振動部材1の少なくとも片面(図では両面)に圧着させて電極層2を形成する。 10

#### 【0042】

(2) 図5(a)～(c)に示すように、導電ペースト2aを直接に、圧電振動部材1の少なくとも片面(図では両面)に層状に塗布するとともに、磁場をかけながら固化させて電極層2を形成する。 20

なお(2)の形成方法は、導電ペースト2aを直接に、圧電振動部材1に塗布して電極層2を形成する関係で、ともに板状で表面が平滑な図1(a)(b)、および図3(a)(b)の圧電振動部材1にしか適用できないが、(1)の形成方法は、あらかじめ別に形成した層2bを圧着させて電極層2を形成するため、図1(a)(b)および図3(a)(b)の圧電振動部材1だけでなく、図2(a)(b)の圧電振動部材1にも適用できる。

#### 【0043】

常磁性を有する鎖状の金属粉末は、磁場をかけると、当該磁場の方向に沿って配向する。このため上記(1)(2)の形成方法において、導電ペーストを層状に塗布した固化前の状態で、磁場を層の厚み方向にかけてやると、それにしたがって図1(a)中に拡大して示したように、鎖状の金属粉末21が層の厚み方向に配向し、層の固化とともに固定されて、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する電極層2が形成される。 30

#### 【0044】

また金属粉末は、磁場をかけた際に磁束線に沿って集中する傾向を有する。

このため、

(3) 導電ペーストを、図3(a)(b)の圧電振動部材1の、少なくとも片面に層状に塗布し、磁束線が、圧電振動部材1を構成する個々の微小振動体10を通過するよう磁場をかけた状態で固化させると、 40

図3(a)中に拡大して示したように、鎖状の金属粉末21が、微小振動体10に対応する領域に集中するとともに、層の厚み方向に配向した状態で固定されて、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する上、鎖状の金属粉末21によって、個々の微小振動体10ごとに独立した導電ネットワークを有する電極層2が形成される。

#### 【0045】

さらに、

(4) 導電ペーストを、下地上に層状に塗布するとともに、図2(a)(b)の圧電振動部材1を構成する個々の微小振動体10の形成ピッチと一致するように磁場をかけた状態で固化させ、次いで下地からはく離して図2(a)(b)の圧電振動部材1上に重ね 50

合わせて、磁場をかけた部分が個々の微小振動体 10 と一致するように位置合わせした後、圧着させると、

図 2 (a) 中に拡大して示したように、やはり鎖状の金属粉末 21 が、微小振動体 10 に対応する領域に集中するとともに、層の厚み方向に配向した状態で固定されて、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する上、鎖状の金属粉末 21 によって、個々の微小振動体 10 ごとに独立した導電ネットワークを有する電極層 2 が形成される。

#### 【 0 0 4 6 】

圧電振動部材 1 と電極層 2 の位置合わせには、前述したマスクアライナーなどを利用すればよい。具体的には、例えば圧電振動部材 1 と電極層 2 に、それぞれ位置合わせのためのマークなどを形成しておき、それをを利用して、マスクアライナーなどを用いて位置合わせして圧着させることができる。これにより、電極層 2 の、磁場をかけて鎖状の金属粉末 21 を集中させた部分を、微小振動体 10 に対して高精度で位置合わせすることができる。

#### 【 0 0 4 7 】

前記(1)の形成方法の具体例としては、電極層 2 の厚み方向に磁場をかけた下地 B 上に導電ペースト 2a を塗布したのち固化させる方法を挙げることができる。

下地 B の、電極層 2 の厚み方向に磁場をかける方法としては、ガラス基板などの下地 B の上下に磁石を配置する方法や、あるいは下地 B として磁石の表面を利用する方法などをあげることができる。後者の方法は、磁石の表面から出る磁力線が、当該表面から、電極層 2 の厚み程度までの領域では、磁石の表面に対してほぼ垂直であることを利用したもので、電極層 2 の製造装置を簡略化できるという利点がある。

#### 【 0 0 4 8 】

また(2)(3)の形成方法の具体例としては、圧電振動部材 1 の上下、あるいは一方の電極層 2 のみ金属粉末を配列させる場合は、その電極層 2 に近い上下いずれか一方に磁石を配置した状態で、その少なくとも片面に導電ペースト 2a を塗布したのち固化させる方法を挙げることができる。

また(3)の形成方法において、磁束線が、圧電振動部材 1 の、個々の微小振動体 10 を通過するように磁場をかけるためには、例えば個々の微小振動体 10 ごとに対応させて、その上下、あるいは一方の電極層 2 のみ金属粉末を配列させる場合は、その電極層 2 に近い上下いずれか一方のみに、小さな磁石を配置する方法などを挙げることができる。

#### 【 0 0 4 9 】

さらに(4)の形成方法において磁束線が、個々の微小振動体 10 の形成ピッチと一致するように磁場をかけるためには、ガラス基板などの下地 B の上下に、そのピッチに合わせて、やはり小さな磁石を配置する方法などを挙げることができる。

これらの方法を実施する際に、層状に塗布した導電ペースト 2a にかける磁場の強さは、金属粉末 21 中に含まれる、常磁性を有する金属の種類や割合等によって異なるものの、金属粉末 21 を、層の厚み方向に十分に配向させることを考慮すると、磁束密度で表して 1 0 0 0  $\mu T$  以上、中でも 1 0 0 0 0  $\mu T$  以上、とくに 4 0 0 0 0  $\mu T$  以上であるのが好ましい。

#### 【 0 0 5 0 】

電極層 2 の厚みは特に限定されないが、板状の圧電振動部材 1 、もしくは圧電振動部材 1 を構成する微小振動体 10 を、電極層 2 を介して、外部の配線と、圧着などによって良好に導電接続することを考慮すると、1 0  $\mu m$  ~ 1 0 0  $\mu m$  であるのが好ましい。

また電極層 2 における固形分、すなわち鎖状の金属粉末 21 と結着剤との総量に占める、金属粉末 21 の割合で表される金属充てん量は、0 . 0 5 ~ 2 0 体積%とするのが好ましい。

#### 【 0 0 5 1 】

かくして形成された電極層 2 は、導電成分としての、鎖状の金属粉末 21 の機能により、板状の圧電振動部材 1 の、面方向に区分された、隣り合う領域間のピッチや、あるいは圧電振動部材 1 の、隣り合う微小振動体 10 間のピッチが 5 0  $\mu m$  未満、より好ましくは 4

10

20

30

40

50

0 μm 以下であっても短絡を生じることがない。したがってより微細な動きをする圧電振動子 P E を形成することが可能となる。

またとくに、圧電振動部材 1 を構成する微小振動体 10 ごとに鎖状の金属粉末 21 を集中させて配向させた電極層 2 は、各微小振動体 10 ごとに印加する電気信号の分離がより明りようであり、クロストークによる微小振動体 10 の誤動作を確実に防止して、より正確な動きをする圧電振動子 P E を形成することも可能となる。

#### 【 0 0 5 2 】

電極層は、リソグラフィーによってパターン形成することもできる。

すなわちまず、電極層を形成する前の、圧電振動部材の表面の全面にレジスト剤を塗布し、所定のパターンに焼き付けたのち現像して、圧電振動部材の表面の、電極層をパターン形成する領域以外の領域を覆うレジスト層を形成する。10

次にこのレジスト層を含む、圧電振動部材の表面の全面に導電ペーストを塗布したのち、前述したように磁場をかけながら固化させることで電極層を形成する。

#### 【 0 0 5 3 】

そしてレジスト層と、その上に形成した電極層とを除去すると、圧電振動部材の表面の、レジスト層を形成しなかった領域に選択的に、電極層がパターン形成される。

また、リソグラフィーによって電極層をパターン形成する他の方法としては、次の方法を採用することもできる。

まず、圧電振動部材の表面の全面に導電層を形成したのち、その上にレジスト剤を塗布し、所定のパターンに焼き付けたのち現像して、圧電振動部材の表面の、電極層をパターン形成する領域を覆うレジスト層を形成する。20

#### 【 0 0 5 4 】

圧電振動部材の表面の全面に導電層を形成するには、当該表面の全面に導電ペーストを塗布したのち、磁場をかけながら固化させるか、もしくは、別に作製した電極層を、圧電振動部材の表面の全面に圧着させればよい。

次に電極層の、レジスト層で覆われていない領域をアッシング、エッティングなどの方法で選択的に除去したのち、レジスト層を除去すると、圧電振動部材の表面の、レジスト層を形成した領域に選択的に、電極層がパターン形成される。

#### 【 0 0 5 5 】

##### ( 金 属 粉 末 )

電極層に含有させる、常磁性を有する鎖状の金属粉末の具体例としては、下記 ( i ) ~ ( v ) のいずれか 1 種、もしくは 2 種以上の混合物などを挙げることができる。30

( i ) 常磁性を有する金属単体、常磁性を有する 2 種以上の金属の合金、または常磁性を有する金属と他の金属との合金から形成したミクロンオーダーないしサブミクロンオーダーの金属粒を、自身の磁性によって多数個、鎖状に繋がらせた金属粉末。

#### 【 0 0 5 6 】

( i i ) 上記 ( i ) の金属粉末の表面にさらに、常磁性を有する金属単体、常磁性を有する 2 種以上の金属の合金、または常磁性を有する金属と他の金属との合金からなる金属層を析出させて、金属粒間を強固に結合した金属粉末。

( i i i ) 上記 ( i ) または ( i i ) の金属粉末の表面にさらに、他の金属や合金からなる金属層を析出させて、金属粒間を強固に結合した金属粉末。40

( i v ) 常磁性を有する金属単体、常磁性を有する 2 種以上の金属の合金、または常磁性を有する金属と他の金属との合金から形成した粒状の芯材の表面を、他の金属や合金で被覆して複合体を得、この複合体を金属粒として、芯材の磁性によって多数個、鎖状に繋がらせた金属粉末。

#### 【 0 0 5 7 】

( v ) 上記 ( i v ) の金属粉末の表面にさらに、他の金属や合金からなる金属層を析出させて、金属粒間を強固に結合した金属粉末。

上記のうち常磁性を有する金属単体、常磁性を有する 2 種以上の金属の合金、または常磁性を有する金属と他の金属との合金によって形成される金属粉末または金属粒の全体、も50

しくは

常磁性を有する金属を含む複合体によって形成される金属粉末または金属粒のうち、常磁性を有する金属を含む部分は、還元析出法によって、その形成材料である、常磁性を有する金属のイオンを少なくとも含む溶液に還元剤を加えることで、液中に析出させて形成するのが好ましい。

【0058】

還元析出法においては、まず還元剤、例えば三塩化チタンなどの3価のチタン化合物と、例えはクエン酸三ナトリウム等とを溶解させた溶液（以下「還元剤溶液」とする）に、アンモニア水等を加えてpHを9～10に調整する。これにより、3価のチタンイオンが錯化剤としてのクエン酸と結合して配位化合物を形成して、Ti(III)からTi(IV)に酸化する際の活性化工エネルギーが低くなり、還元電位が高くなる。具体的には、Ti(III)とTi(IV)との電位差が1Vを超える。この値は、Ni(II)からNi(0)への還元電位や、Fe(II)からFe(0)への還元電位などに比べて著しく高い値である。よって各種の金属のイオンを効率よく還元して、金属粒や金属膜などを析出、形成することができる。

【0059】

それと前後して上記の還元剤溶液に、例えはNi等の、常磁性を有する金属単体のイオンを含む溶液、または常磁性を有する金属を含む合金を形成する2種以上のイオンを含む溶液を加える。

そうするとTi(III)が還元剤として機能して、自身がTi(IV)に酸化する際に、金属のイオンを還元して液中に析出させる。すなわち液中に、上記金属単体または合金からなる金属粒が析出するとともに、自身の磁性によって多数が鎖状に繋がって鎖状の金属粉末を形成する。また、このあとさらに析出を続けると、上記金属粉末の表面にさらに金属層が析出して、金属粒同士を強固に結合する。

【0060】

つまり前記(i)(ii)などの金属粉末や、その元になる金属粒、あるいは前記(iv)の金属粉末の元になる複合体のうち芯材などを、上記の方法によって製造することができる。

このうち金属粒や芯材は個々の粒径が揃っており、粒度分布がシャープである。これは、還元反応が系中で均一に進行するためである。したがってかかる金属粒や芯材から製造される金属粉末は、とくに電極層の厚み方向の導電抵抗を、当該電極層の全面にわたって均一な状態とする効果に優れている。

【0061】

金属粒や芯材等を析出させた後の還元剤溶液は、電解再生を行うことで、何度も繰り返し、還元析出法による鎖状の金属粉末の製造に利用することができる。すなわち、金属粒や芯材等を析出させた後の還元剤溶液を電解槽に入れるなどして電圧を印加することで、Ti(IV)をTi(III)に還元してやれば、再び電解析出用の還元剤溶液として使用することができる。これは、電解析出時にチタンイオンが殆ど消費されない、つまり析出させる金属とともに析出されないためである。

【0062】

金属粒や芯材等を形成する、常磁性を有する金属または合金としては、例えはNi、鉄、コバルトおよびこれらのうち2種以上の合金等をあげることができ、とくにNi単体やNi-鉄合金（パーマロイ）等が好ましい。かかる金属や合金にて形成した、とくに金属粒は、鎖状に繋がる際の磁気的な相互作用が強いため、金属粒間の接触抵抗を低減する効果に優れている。

また上記の、常磁性を有する金属や合金とともに、前記(iii)(iv)(v)の複合体を形成する他の金属としては、Al、Cu、Rb、Rh、Pd、Ag、Re、PtおよびAuからなる群より選ばれた少なくとも1種の金属またはその合金などをあげることができる。金属粉末の導電性を向上することを考慮すると、これらの金属で形成される部分は、鎖の外表面に露出している部分であるのが好ましい。つまり鎖の表面をこれらの金属

10

20

30

40

50

で被覆した、前記(i i i) (v)の構造を有する複合体が好ましい。被覆は、例えば無電解めっき法、電解めっき法、還元析出法、真空状着法などの種々の成膜方法によって形成できる。

### 【0063】

金属粉末は、前記(i)~(v)のいずれかの構造を有し、なおかつその鎖の径が1μm以下、鎖状の金属粉末を形成する個々の金属粒の粒径が400nm以下であるものが好ましい。

なお鎖の径があまりに小さすぎると、導電ペーストを製造する際や、下地上に塗布して電極層を製造する際の応力程度で簡単に切れやすくなるおそれがある。したがって鎖の径は10nm以上であるのが好ましい。

### 【0064】

また鎖を形成する金属粒の粒径があまりに小さすぎると、鎖状に繋がれた金属粉末自体のサイズが小さくなりすぎて、導電成分としての機能が十分に得られないおそれがある。したがって金属粒の粒径は10nm以上であるのが好ましい。

(結着剤)

鎖状の金属粉末とともに電極層を形成する結着剤としては、当該用途において結着剤として従来公知の、成膜性および接着性を有する種々の化合物がいずれも使用可能である。かかる結着剤としては、例えば熱可塑性樹脂や硬化性樹脂、液状硬化性樹脂などがあり、特に好ましくはアクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、フッ素系樹脂、フェノール系樹脂などをあげることができる。

### 【0065】

(導電ペースト)

電極層のもととなる導電ペーストは、鎖状の金属粉末と結着剤とを、適当な溶媒とともに所定の割合で配合して製造する。また液状硬化性樹脂等の液状の結着剤を用いることで、溶媒を省略してもよい。

[電極アレイ]

前記(I I)の、多数の微細電極からなる電極アレイは、従来同様に、リソグラフィーを利用した種々の形成方法によって形成することができる。具体的な形成方法としては、アディティブ法やサブトラクティブ法などを挙げることができる。

### 【0066】

このうちアディティブ法では、図6(a)~(d)に示すように、板状の圧電振動部材1の、表面の全面にレジスト剤rを塗布し、所定のパターンに焼き付けたのち現像して、圧電振動部材1の表面の、微細電極をパターン形成する領域以外の領域を覆うめっきレジスト層R1を形成する。

次にこのめっきレジスト層R1を含む、圧電振動部材1の表面の全面に、湿式めっきや気相成長法などによって、微細電極のもととなる金属薄膜Mを積層する。

### 【0067】

そしてめっきレジスト層R1と、その上に形成した金属薄膜Mとを除去すると、圧電振動部材1の表面の、めっきレジスト層を形成しなかった領域に選択的に微細電極22がパターン形成されて、電極アレイ2が形成される。

一方、サブトラクティブ法では、図7(a)~(d)に示すように、まず圧電振動部材1の表面の全面に、湿式めっきや気相成長法などによって、微細電極のもととなる金属薄膜Mを積層する。

### 【0068】

次に、この金属薄膜Mの上にレジスト剤rを塗布し、所定のパターンに焼き付けたのち現像して、圧電振動部材1の表面の、微細電極をパターン形成する領域を覆うエッチングレジスト層R2を形成する。

次に金属薄膜Mの、エッチングレジスト層R2で覆われていない領域を選択的にエッチング除去したのち、エッチングレジスト層R2を除去すると、圧電振動部材1の表面の、エッチングレジスト層R2を形成した領域に選択的に、微細電極22がパターン形成されて

10

20

30

40

50

、電極アレイ 2 が形成される。

【 0 0 6 9 】

かくして形成された電極アレイ 2 を構成する個々の微細電極 2 2 は、例えばリソグラフィーによる加工の限界近くまで微細化できるため、より微細な動きをする圧電振動子を形成することが可能となる。

また、とくにリソグラフィーによれば、図 8 に示すように、圧電振動部材 1 を構成する微小振動体 1 0 ごとに、高い位置精度でもって正確に、1 対 1 で対応させて微細電極 2 2 を形成できるため、より正確な動きをする圧電振動子 P E を形成することも可能となる。

【 0 0 7 0 】

前述したように本発明では、圧電振動部材を両面から挟む電極のうち、少なくとも片面に形成する電極を、以上で説明した、( I ) の電極層または( II ) の電極アレイとする。もう片面に形成する電極は、同様に( I ) の電極層や( II ) の電極アレイでもよいし、図 8 に示すように連続した 1 枚の電極であってもよい。かかる連続した 1 枚の電極は、従来同様に湿式めっきや気相成長法によって形成すればよい。

【 0 0 7 1 】

圧電振動部材 1 の両面に電極 2 を形成した後、50 ~ 120 に加熱しつつ、2 ~ 3 kV / mm の電流を印加して分極させることによって圧電振動子 P E が完成する。

《 圧電振動子の実装方法、および実装デバイス 》

本発明の圧電振動子の実装方法は、上記本発明の圧電振動子 P E のうち、図 2 ( a ) ( b ) 、または図 3 ( a ) ( b ) の圧電振動部材 1 の片面に、( I ) の電極層 2 を形成したものについて、実装を施すための方法である。

【 0 0 7 2 】

本発明の実装方法では、まず図 9 ( a ) にその一部を拡大して示したように、基板 3 1 上に、同図中に破線で示す圧電振動子 P E の、個々の微小振動体 1 0 の配列に合わせて、当該微小振動体 1 0 に 1 対 1 で対応する複数のスイッチング素子 3 2 をマトリックス状に配列した実装基板 3 を用意する。

かかる実装基板 3 においては、個々のスイッチング素子 3 2 として TFT の構成を採用しており、図の縦方向に一列に並ぶ各スイッチング素子 3 2 のソース電極 3 2 S を、その右横に形成した 1 本の信号線 3 3 と、また図の横方向に一列に並ぶ各スイッチング素子 3 2 のゲート電極 3 2 G を、その下に形成した 1 本のゲート線 3 4 と、それぞれ金属薄膜によって一体に形成してある。

【 0 0 7 3 】

またスイッチング素子 3 2 のドレイン電極 3 2 D は、やはり金属薄膜によって形成しており、圧電振動子 P E と圧着した際に、( I ) の電極層 2 を介して個々の微小振動体 1 0 に電圧を印加する電極として機能する。

そして上記の信号線 3 3 とゲート線 3 4 とを、縦横の、スイッチング素子 3 2 の列の本数分、格子状に形成しており、特定の信号線 3 3 に駆動のための電気信号を供給しつつ、特定のゲート線 3 4 に電圧を印加することによって、その交差点に位置する特定のスイッチング素子 3 2 のドレイン電極 3 2 D から、対応する微小振動体 1 0 に電気信号を入力して振動させることができる。

【 0 0 7 4 】

上記スイッチング素子 3 2 と、このスイッチング素子 3 2 に接続された微小振動体 1 0 との等価回路を図 9 ( b ) に示す。

なお実装基板 3 上には、図示していないが、前述したようにマトリックス制御のための駆動回路を実装しておくのが好ましい。また当該駆動回路を配線と接続するための、コネクタの端子部を形成しておくのが好ましい。

本発明の実装方法の一例を、図 1 0 ( a ) ~ ( d ) に示す。

図の例の実装方法においては、まず圧電振動部材 1 として、前記図 3 ( a ) ( b ) に示した、圧電材料からなる微小振動体 1 0 を複数個、2 次元状に配列するとともに、個々の微小振動体 1 0 の隙間を樹脂 1 1 で充てんしたものを用意する [ 図 1 0 ( a ) ] 。

10

20

30

40

50

## 【0075】

次に図10(b)に示すように、上記圧電振動部材1の一方の面(図では上面)に、導電ペースト2aを塗布し、次いでその上方に、小さな磁石M1を複数個、個々の微小振動体10ごとに対応させて配置した基板Mを近接させて配置した状態で導電ペースト2aを固化させて、図10(c)中に拡大して示したように、鎖状の金属粉末21が、微小振動体10に対応する領域に集中するとともに、層の厚み方向に配向した状態で固定されて、厚み方向の導電抵抗が小さく、かつ面方向の導電抵抗が大きい異方導電特性を有する上、鎖状の金属粉末21によって、個々の微小振動体10ごとに独立した導電ネットワークを有する電極層2を形成する。

## 【0076】

なお圧電振動部材1のもう一方の面(図では下面)に形成する電極2は、連続した1枚の電極でよいので、例えば上面の電極の形成に先立って、湿式めっきや気相成長法によって形成しておけばよい。

これにより、圧電振動子PEが形成される。

次に図10(d)中に白抜きの矢印で示すように、上記圧電振動子PEの上側の電極層2上に、前述した実装基板3を、複数のスイッチング素子32を形成した面を下にして、また個々の微小振動体10とスイッチング素子32とが圧電振動子PEの面方向に重なる、詳しくは個々の微小振動体10と、スイッチング素子32のドレイン電極32Dとが面方向に一致するように位置合わせしながら重ね合わせて圧着する。

## 【0077】

両者の位置合わせには、前述したようにマスクアライナーなどを利用すればよい。具体的には、例えば電極層2と実装基板3に、それぞれ位置合わせのためのマークなどを形成しておき、それを利用して、マスクアライナーなどを用いて位置合わせして圧着させることができる。これにより、スイッチング素子32のドレイン電極32Dを、電極層2の下の微小振動体10に対して高精度で位置合わせができる。

## 【0078】

またこの際、例えば電極層2を形成する接着剤に接着性、もしくは粘着性を付与しておくと、上記の圧着によって、圧電振動子PEと実装基板3とを互いに固定することができる。しかし接着剤に接着性や粘着性を付与せず、圧電振動子PEと実装基板3とを、図示しない固定具などを用いて固定することもできる。また、電極層2と実装基板3との間に接着剤や粘着剤を介在させて、圧着により両者を固定することもできるが、電極層2と、スイッチング素子32のドレイン電極32Dとは直接に接触しているのが好ましいことから、両者の間に接着剤や粘着剤を介在させるより、前掲の2つの方法のいずれかによって電極層2と実装基板3とを固定するのがより好ましい。

## 【0079】

この後、下面の電極2のさらに下面に、樹脂などで形成した音響整合層4を積層、固定すると、図12(a)に示すように、超音波プローブ用の実装デバイスZDが得られる。

図11(a)~(d)は、本発明の実装方法の、他の例を示している。

図の例では、まず圧電セラミックス材料を焼結して形成した板状のセラミックス層1aと、下側の電極2と、音響整合層4との積層体を用意する[図11(a)]。

## 【0080】

次にこの積層体のうちセラミックス層1aを、前述したダイシング法によって、微小振動体10のもとになる多数の小片が規則的に配列、固定された状態にカットして、図2(a)(b)の圧電振動部材1を作製する[図11(b)]。

次に、上記圧電振動部材1の上に、あらかじめ製造した(I)の電極層2を圧着する[図11(c)]。かかる電極層2としては、鎖状の金属粉末21を、あらかじめ個々の微小振動体10に対応する領域に集中的に分布させたものを用いるのが好ましい。当該電極層2は、前記(4)の方法で形成すればよい。

## 【0081】

これにより、圧電振動子PEが形成される。

10

20

30

40

50

次に、上記電極層 2 の上に、図 11 (d) 中に白抜きの矢印で示すように、前述した実装基板 3 を、複数のスイッチング素子 32 を形成した面を下にして、また個々の微小振動体 10 とスイッチング素子 32 とが圧電振動子 P E の面方向に重なる、詳しくは個々の微小振動体 10 と、スイッチング素子 32 のドレンイン電極 32D とが面方向に一致するように位置合わせしながら重ね合わせて圧着する。位置合わせには、前記と同様にマスクアライナーなどを利用すればよい。

#### 【0082】

そうすると図 12 (b) に示すように、超音波プローブ用の実装デバイス ZD が得られる。

なおこの際、前記と同様に、例えば電極層 2 を形成する接着剤に接着性、もしくは粘着性を付与しておくと、上記の圧着によって、圧電振動子 P E と実装基板 3 とを互いに固定することができる。また接着剤に接着性や粘着性を付与せず、圧電振動子 P E と実装基板 3 とを、図示しない固定具などを用いて固定することもできる。

#### 【0083】

##### 《超音波プローブとそれを用いた3次元超音波診断装置》

図 13 は、上記図 12 (a) (b) の実装デバイス ZD を用いた超音波プローブ SP の一例を示す概略図である。

図において符号 SP1 は、超音波診断時に、診断対象から反射して戻ってきた超音波信号のエコーによって、実装デバイス ZD 中の微小振動体 10 が共鳴、振動して発生した電気信号を増幅して、図 14 に示す 3 次元超音波診断装置 5 の本体に送信するためのプリアンプ、SP2 は、実装デバイス ZD とプリアンプ SP1 とをつなぐためのフラットケーブル、SP3 は、プリアンプ SP1 と、3 次元超音波診断装置 5 の本体とをつなぐためのフラットケーブル、そして SP4 は、これらの部材を保護するためのケーシングである。

#### 【0084】

ケーシング SP4 は、図では超音波プローブ SP の先端部付近のみ被覆しているように記載しているが、超音波プローブ SP の全体を被覆しても良い。

図 14 は、上記超音波プローブ SP を含む 3 次元超音波診断装置 5 の構成を示すブロック図である。

図において符号 51 は、超音波プローブ SP との間で電気信号を入出力するための切り替えを行う T / R スイッチ、52 は、微小振動体 10 を振動させて超音波信号のビームを発生させるための電気信号を発生して、T / R スイッチ 51 を介して超音波プローブ SP の圧電振動子 P E に送信するための送信ビームフォーマー、53 は、診断対象から反射して戻ってきた超音波信号のエコーによって微小振動体 10 が共鳴、振動して発生し、次いで前記プリアンプ SP1 で増幅されて送信してきた電気信号を、T / R スイッチ 51 と、プリアンプ 54 とを介して受信するための受信ビームフォーマーである。

#### 【0085】

なおプリアンプ SP1、54 いずれか一方のみとして、他方を省略しても良い。

受信ビームフォーマー 53 は、受信した電気信号を画像プロセッサ 55 に送り、画像プロセッサ 55 は、受信した電気信号を処理して 3 次元の超音波画像を作成し、表示ユニット 56 によって画像信号に変換して、装置 5 の本体の外部に接続したモニタ 57 に表示させる。

#### 【0086】

符号 50 は、上記各部の駆動を総括的に制御するためのホスト CPU である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】同図 (a) は、この発明の圧電振動子の、実施の形態の一例を示す概略断面図、同図 (b) は、上記例の圧電振動子の分解斜視図である。

【図 2】同図 (a) は、この発明の圧電振動子の、実施の形態の他の例を示す概略断面図、同図 (b) は、上記例の圧電振動子の分解斜視図である。

【図 3】同図 (a) は、この発明の圧電振動子の、実施の形態のさらに他の例を示す概略断面図、同図 (b) は、上記例の圧電振動子の分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図4】同図(a)～(d)はそれぞれ、この発明の圧電振動子を製造する方法の一例における、各工程を示す概略断面図である。

【図5】同図(a)～(d)はそれぞれ、この発明の圧電振動子を製造する方法の、他の例における、各工程を示す概略断面図である。

【図6】同図(a)～(d)はそれぞれ、この発明の圧電振動子を製造する方法の、さらに他の例における、各工程を示す概略断面図である。

【図7】同図(a)～(d)はそれぞれ、この発明の圧電振動子を製造する方法の、さらに他の例における、各工程を示す概略断面図である。

【図8】この発明の圧電振動子の、実施の形態のさらに他の例を示す概略断面図である。

【図9】同図(a)は、この発明の実装方法および実装デバイスに用いる実装基板の一例における、要部であるスイッチング素子の部分を拡大した平面図、同図(b)は、上記スイッチング素子の等価回路を示す回路図である。 10

【図10】同図(a)～(d)は、この発明の実装方法の一例における、各工程を示す概略断面図である。

【図11】同図(a)～(d)は、この発明の実装方法の他の例における、各工程を示す概略断面図である。

【図12】同図(a)(b)はそれぞれ、上記実装方法で製造されたこの発明の実装デバイスの、実施の形態の一例を示す概略断面図である。

【図13】上記実装デバイスを用いたこの発明の超音波プローブの、実施の形態の一例を示す概略図である。 20

【図14】上記超音波プローブを用いたこの発明の3次元超音波診断装置の、実施の形態の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

P E 圧電振動子

1 圧電振動部材

1 0 微小振動体

2 電極(電極層、電極アレイ)

2 1 金属粉末

2 2 微細電極

Z D 実装デバイス

3 実装基板

3 1 基板

3 2 スイッチング素子

4 音響整合層

S P 超音波プローブ

S P 1 プリアンプ

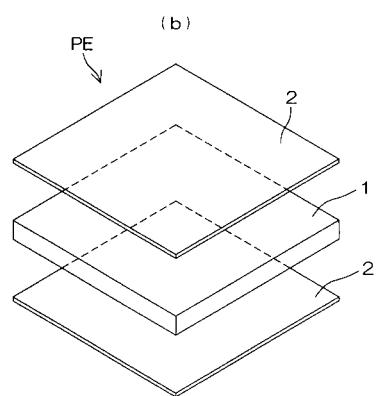
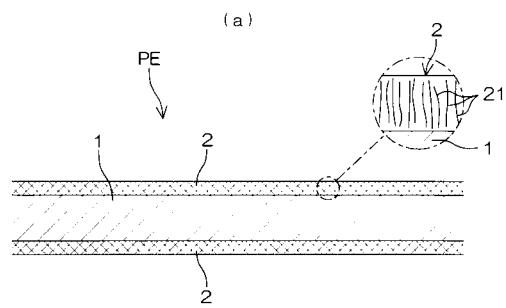
5 3次元超音波診断装置

10

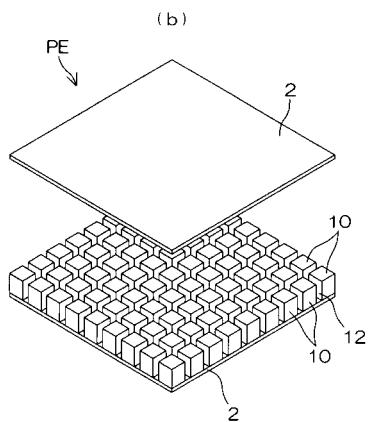
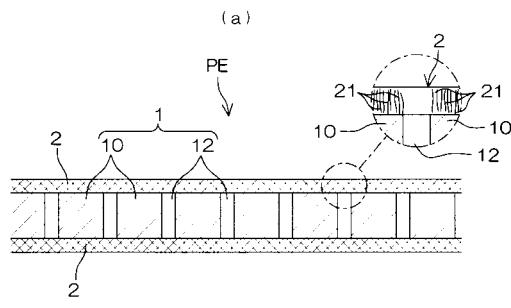
20

30

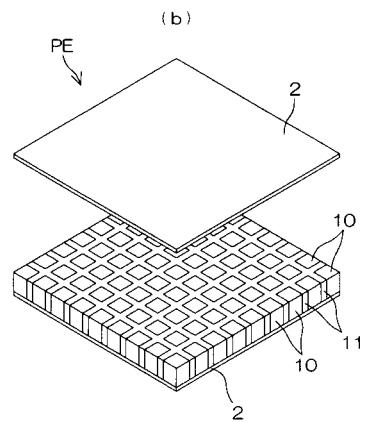
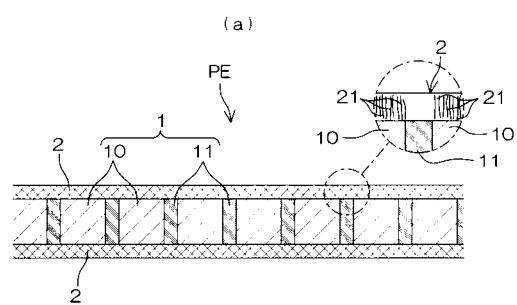
【図1】



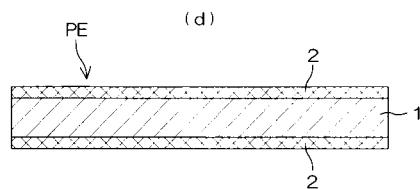
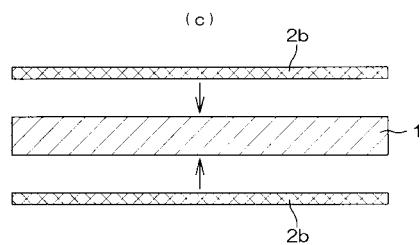
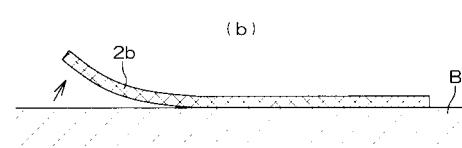
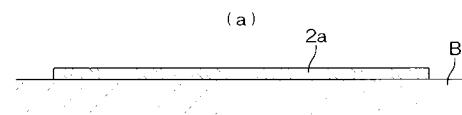
【図2】



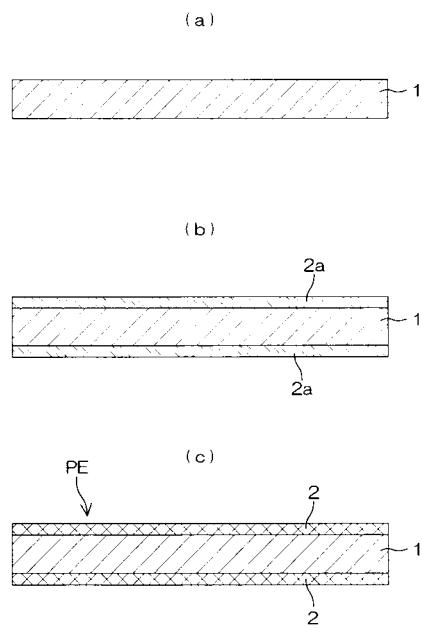
【図3】



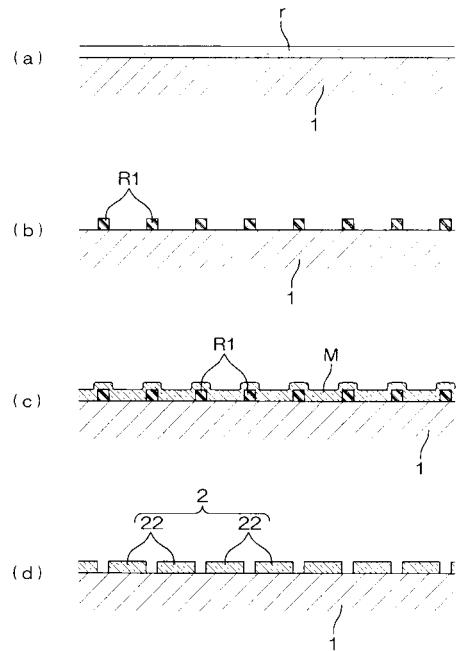
【図4】



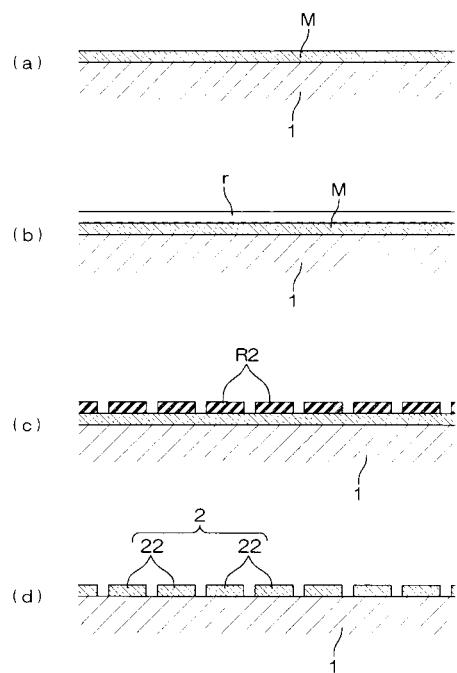
【図5】



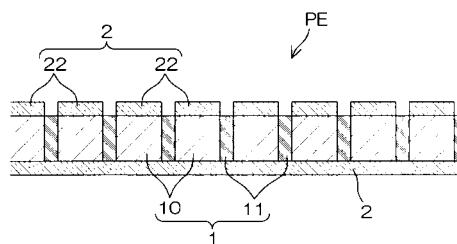
【図6】



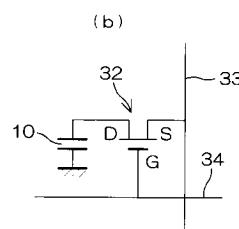
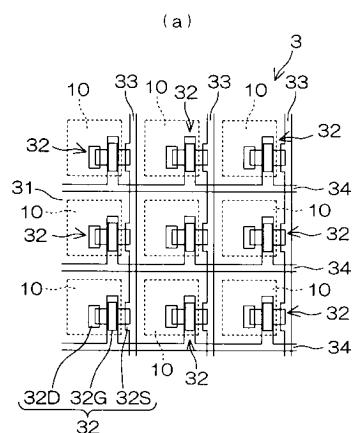
【図7】



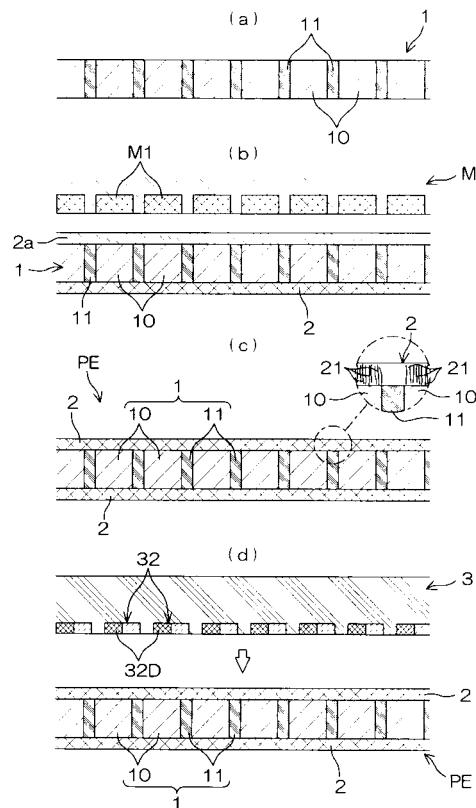
【図8】



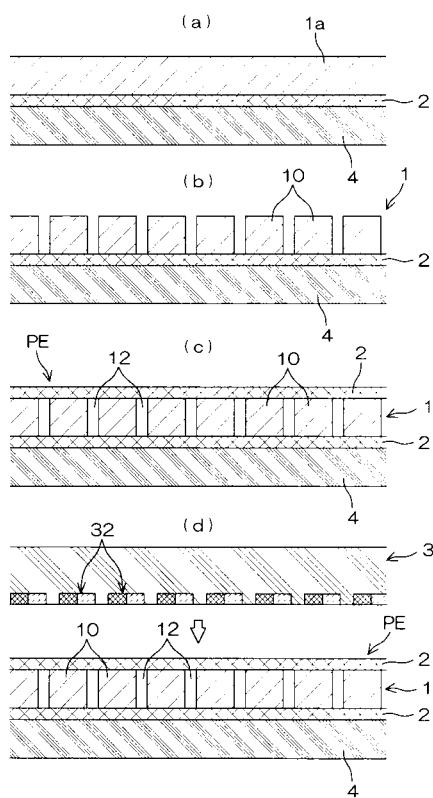
【図9】



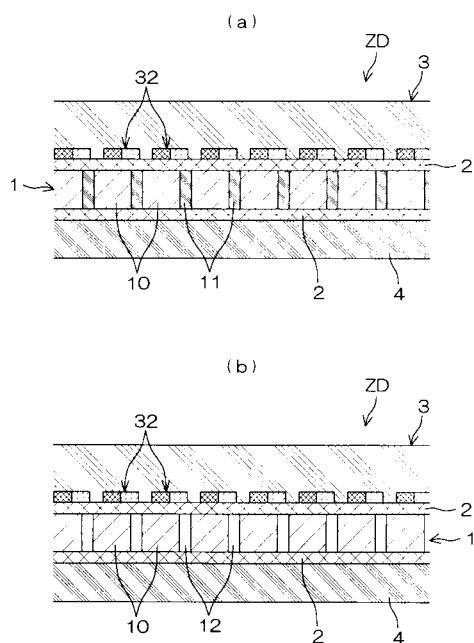
【図10】



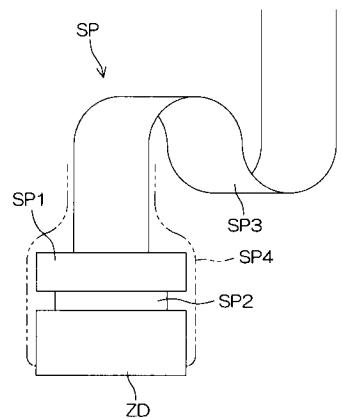
【図11】



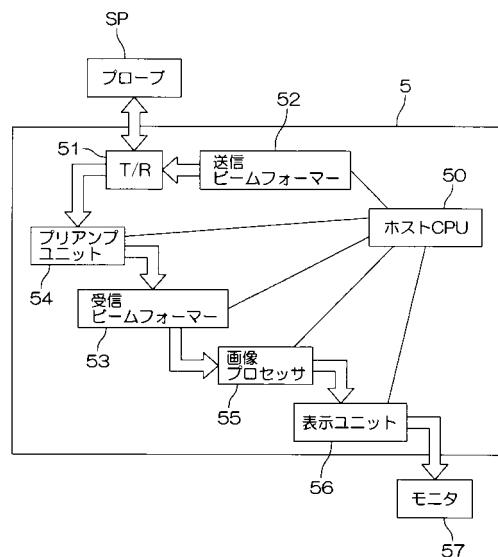
【図12】



【図13】



【図14】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L	41/09	H 0 4 R	17/00	3 3 0 H
H 0 4 R	17/00	H 0 4 R	17/00	3 3 2 A
		H 0 1 L	41/08	U
		H 0 1 L	41/08	L
		H 0 1 L	41/08	H

(72) 発明者 依田 潤

兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目12番1号 住友電気工業株式会社播磨研究所内

F ターム(参考) 2G047 AC13 DB02 DB14 EA10 EA15 GB02 GB17 GB21 GB29 GB32

GB34 GB35 GB36

4C601 EE09 EE13 GB06 GB07 GB19 GB21 GB22 GB26 GB41 GB43

GB44 GB45

5D019 AA25 AA26 BB19 BB28 EE06 FF04 HH01 HH02 HH03

5D107 AA12 AA13 BB07 CC02 CC05 CC10 CC11

专利名称(译)	压电振动器及其安装方法，安装装置，使用该装置的超声波探头以及使用该装置的三维超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2004088056A</a>	公开(公告)日	2004-03-18
申请号	JP2003011351	申请日	2003-01-20
申请(专利权)人(译)	住友电气工业株式会社		
[标]发明人	仲前一男 平田嘉裕 依田潤		
发明人	仲前一男 平田嘉裕 依田潤		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 H01L41/08 H01L41/09 H01L41/22 H01L41/23 H01L41/29 H01L41/311 H01L41/312 H01L41/338 H04R17/00		
FI分类号	H01L41/22.Z A61B8/00 B06B1/06.Z G01N29/24.502 H04R17/00.330.G H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A H01L41/08.U H01L41/08.L H01L41/08.H H01L41/23 H01L41/29 H01L41/311 H01L41/312 H01L41/338		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/DB02 2G047/DB14 2G047/EA10 2G047/EA15 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB29 2G047/GB32 2G047/GB34 2G047/GB35 2G047/GB36 4C601/EE09 4C601/EE13 4C601/GB06 4C601/GB07 4C601/GB19 4C601/GB21 4C601/GB22 4C601/GB26 4C601/GB41 4C601/GB43 4C601/GB44 4C601/GB45 5D019/AA25 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/EE06 5D019/FF04 5D019/HH01 5D019/HH02 5D019/HH03 5D107/AA12 5D107/AA13 5D107/BB07 5D107/CC02 5D107/CC05 5D107/CC10 5D107/CC11		
优先权	2002193500 2002-07-02 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

要解决的问题：提供新的压电振动器，安装方法，安装装置，使用它的超声波探头，以及使用它的三维超声波诊断装置。解决方案：压电振动器PE通过形成具有各向异性导电特性的电极层2或包括在压电振动元件1的至少一个表面上的许多微小电极22的电极阵列2构成，其形成为板状或者在安装方法和安装装置ZD中，安装基板3，其中用于每个微振动器10的多个开关元件32一对地排列在其中的安装基板3是通过二维排列多个微振动器10构成的。压电粘合在压电振动器PE一侧，其中形成具有各向异性导电特性的电极层2，同时对准。超声波探头SP的尖端连接到安装装置ZD。三维超声波诊断装置5与超声波探头SP连接。Z

