

(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2002 - 232995

(P2002 - 232995A)

(43)公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-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		G 0 1 N 29/24	5 D 0 1 9
G 0 1 S 7/521		H 0 4 R 31/00	330 5 J 0 8 3
H 0 4 R 31/00	330	G 0 1 S 7/52	A

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 14数)

(21)出願番号 特願2001 - 29296(P2001 - 29296)

(22)出願日 平成13年2月6日 (2001.2.6)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 小澤 仁

神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号

松下通信工業株式会社内

(72)発明者 斉藤 孝悦

神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号

松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100059959

弁理士 中村 稔 (外 9 名)

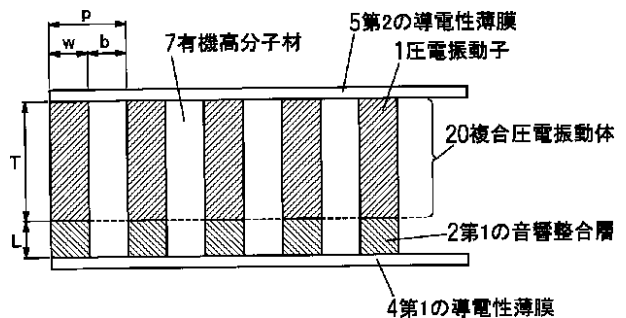
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波探触子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 より低い形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体及びその複合圧電振動体を有する超音波探触子の製造コストを低減した超音波探触子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 所定の厚みを有する圧電振動子 2 0 1 と第 1 の音響整合層 2 が厚み方向に 1 次元のつながりを有した柱状の形状をマトリクス状に設け、圧電振動子 1 と第 1 の音響整合層 2 の周辺に設けた 3 次元のつながりを有した有機高分子材 7 と、第 1 の音響整合層 2 の圧電振動子 1 と接していない面に導電性薄膜 4 を設けた構成を有している。この構成により、より低い形状比の圧電振動子 1 を用いた複合圧電振動体 2 0 を形成することができる。また、圧電振動子 1 の不要な部分を削除する工程も必要なくなるため、複合圧電振動体 2 0 を有する超音波探触子の製造コストも低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電振動子と、導電体から成る第 1 の音響整合層との面同士が接合された柱状体を有し、前記柱状体をマトリクス状に複数設け、前記複数の柱状体の間に有機高分子材を充填し、前記第 1 の音響整合層の前記圧電振動子と接合されていない面に第 1 の導電性薄膜を形成したことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】 前記柱状体の形状が、三角柱、四角柱または円柱であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 3】 前記圧電振動子の厚みを T (μm)、前記圧電振動子の幅を w (μm) および前記第 1 の音響整合層の厚みを L (μm) とし、前記柱状体の形状比 $R = w / (T + L)$ とするとき、前記形状比 R を、前記複数の柱状体のうち、中央部に位置する柱状体で大きく、かつ外側の柱状体に行くに従い小さく、または、中央部に位置する柱状体で小さく、かつ外側の柱状体に行くに従い大きくしたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 4】 前記複数の柱状体の間隔を、中央部で狭く、外側に行くに従い広くしたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 5】 前記第 1 の音響整合層は少なくとも 2 層で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 6】 前記第 1 の音響整合層と接合していない前記圧電振動子の面と前記有機高分子材の面とに、第 2 の導電性薄膜が形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 7】 前記第 1 の音響整合層は第 3 の導電性薄膜で包含され、前記第 1 の導電性薄膜と電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 8】 前記第 1 の音響整合層と接合していない前記第 1 の導電性薄膜の面に 1 層以上の第 2 の音響整合層を形成したことを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 9】 前記複数の柱状体を構成する第 1 の音響整合層のそれぞれの少なくとも一部が、前記第 1 の音響整合層の導電体と同一の導電体を介してつながっていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 10】 前記同一の導電体の前記第 1 の導電性薄膜からの高さを、中央部に位置する前記導電体で低く、かつ、外側の前記導電体に行くに従い高くしたことを特徴とする請求項 9 記載の超音波探触子。

【請求項 11】 第 1 の導電性薄膜と第 1 の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して第 1 の積層体を形成する工程と、前記第 1 の積層体を固定台に固定する工程と、前記圧電振動子および前記第 1 の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程と、前記切断溝に有機高分

子材を充填する工程と、前記切断溝によって形成された前記圧電振動子の前記第 1 の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第 2 の導電性薄膜を、前記反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 12】 前記圧電振動子および前記第 1 の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、前記第 1 の音響整合層の一部を残すことを特徴とする請求項 11 記載の超音波探触子の製造方法。

10 【請求項 13】 前記圧電振動子および前記第 1 の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、エキシマレーザを照射して切断溝を形成することを特徴とする請求項 11 または請求項 12 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 14】 第 1 の導電性薄膜と 2 層以上の第 2 の音響整合層と第 1 の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して積層体を形成する工程と、前記積層体を固定台に固定する工程と、前記圧電振動子および前記第 1 の音響整合層のみに切断溝をマトリクス状に形成する工程と、前記切断溝に有機高分子材を充填する工程と、前記切断溝によって形成された前記圧電振動子の前記第 1 の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第 2 の導電性薄膜を、前記反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 15】 前記第 2 の導電性薄膜を形成する工程の代わりに、バッキング材を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項 11 または請求項 14 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 16】 前記第 2 の導電性薄膜の上にバッキング材を積層する工程を備えたことを特徴とする請求項 11 または請求項 14 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 17】 第 1 の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して第 1 の積層体を形成する工程と、前記第 1 の積層体を固定台に固定する工程と、前記圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程と、前記切断溝に有機高分子材を充填する工程と、前記切断溝によって形成された前記圧電振動子の前記第 1 の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する前記第 2 の導電性薄膜を、前記反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 18】 前記圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、前記圧電振動子の一部を残すことを特徴とする請求項 17 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 19】 前記第 1 の積層体を形成する工程の代わりに、第 2 の音響整合層と第 1 の導電性薄膜と第 1 の音響整合層と圧電振動子とを順次積層した第 2 の積層体を形成する工程を備え、前記第 1 の積層体の代わりに前

記第2の積層体を固定台に固定する工程を備えたことを特徴とする請求項17または請求項18記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項20】 前記切断溝に前記有機高分子材を充填する工程と、前記切断溝によって形成された前記圧電振動子の前記第1の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続するバッキング材を、前記反対側のそれぞれの面に積層する工程を備えたことを特徴とする請求項17または請求項18記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項21】 第1の導電性薄膜と圧電振動子とを順次積層して第1の積層体を形成する工程と、前記第1の積層体を固定台に固定する工程と、前記圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程と、前記切断溝に有機高分子材を充填する工程と、前記切断溝によって形成された前記圧電振動子の前記第1の導電性薄膜と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する前記第2の導電性薄膜を、前記反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項22】 前記圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、前記圧電振動子の一部を残すこと特徴とする請求項21記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項23】 前記第1の積層体を形成する工程の代わりに、2層以上の第1の音響整合層と第1の導電性薄膜と圧電振動子とを順次積層した第2の積層体を形成する工程を備え、前記第1の積層体の代わりに前記第2の積層体を固定台に固定する工程を備えたことを特徴とする請求項21または請求項22記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項24】 前記第2の導電性薄膜を積層する工程の代わりに、第3の導電性薄膜で包含された第1の音響整合層を積層する工程を備えたことを特徴とする請求項21記載の超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波診断装置に用いられる超音波探触子に係り、より低い形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体を製造し、かつ、その複合圧電振動体を有する超音波探触子の製造コストを低減する超音波探触子及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、超音波探触子及びその製造方法は特許第1775248号公報に記載されたものが知られている。図14に従来の複合圧電振動体を有する超音波探触子及びその製造方法を示す。

【0003】図14(a)において、圧電振動子201を、ワックスなどの加熱すると軟化する熱硬化型樹脂2

02などを用いて平面度及び並行度の良い固定台203に仮接着する。次に、図14(b)において、圧電振動子201の厚みtの一部を残して、マトリクス状に形成しようとする複合圧電振動体205(図14(f)参照)の厚みc以上の厚みa($c < a < t$)でダイシングソーを用いてマトリクス状に切断溝204を形成する。そして、図14(c)において、ポリウレタンやエポキシなどの樹脂206を切断溝204に充填硬化させる。樹脂206を硬化させた後、図14(d)において、ワックスなどの熱硬化型樹脂202を溶かし、圧電振動子201を裏返しにする。再び、平面度の良い固定台207にワックス等の熱硬化型樹脂208などを用いて圧電振動子201を仮接着する。最後に、図14(e)、図14(f)に示すように、形成しようとする複合圧電振動体205の厚みc($c < a < t$)となるように、厚めの刃209を用いて不要部分を削り取り、平面度の良い固定台207から剥ぎ取れば、複合圧電振動体205ができて上がる。

【0004】複合圧電振動体205を形成した後は、圧電振動子201を有する一般的な超音波探触子の製造方法と同じであり、以下にその製造方法を示す(構成及び製造方法は図示せず)。まず、複合圧電振動体205の両面に電極を形成する。この構成により、複合圧電振動体205に設けた電極間に印可した電気信号により超音波を発生させたり、逆に受信した超音波を電気信号に変換できる最も基本的な超音波探触子を製造することができる。しかし、一般的には、複合圧電体205の生体側に一層以上の音響整合層あるいは音響レンズを、また、複合圧電振動体205の背面にバッキング材を各々接着などにより積層し、超音波探触子を製造する。この構成により、生体により効率良く超音波を送信したり、逆に生体からの超音波をより効率良く受信することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の超音波探触子の製造方法においては、形成する圧電振動子柱210の厚みcに対する幅wの形状比 $R(w/c)$ の圧電振動子柱210を形成するためには、より小さい形状比 $R = w/a$ ($w < c$ 、但し、 $a > c$)の圧電振動子柱210を形成する必要がある。しかし、ダイシングソーを用いて切断溝204を形成している最中に、圧電振動子柱210が飛散してしまう問題があった。複合圧電振動体205に設けられた圧電振動子201の形状比は、複合圧電振動体205の特性にも大きな影響を与え、一般的には、より小さい形状比の圧電振動子201を有する複合圧電振動体205の方が、より良い特性を示すことが知られている。したがって、従来の超音波探触子及びその製造方法においては、より小さい形状比の圧電振動子201を有する複合圧電振動体205の製造が難しいという問題があった。また、従来の超音波探触

子及びその製造方法においては、複合圧電振動体205と超音波探触子の製造は別々であり、通常、複合圧電振動体205を形成した後に、電極や音響整合層などを設けることにより超音波探触子を製造していたために、複合圧電振動体205を有する超音波探触子の製造には多くのコストがかかるという問題があった。

【0006】さらに、従来の超音波探触子及びその製造方法においては、複合圧電振動体205を製造する場合にも、形成しようとする複合圧電振動体205の厚みc以上の厚みa(但し、 $a < \text{圧電振動子201の厚み}t$)までダイシングソーを用いて圧電振動子201に切断溝204を形成し、切断溝204に樹脂206を充填、硬化させた後、不要な厚み分($t - c$)だけ削除する必要があった。そのため、複合圧電振動体205の製造にも多くのコストがかかるという問題があった。

【0007】本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、より低い形状比の圧電振動子201を有する複合圧電振動体205及びその複合圧電振動体205を有する超音波探触子及びその製造方法を提供することを目的とする。また、複合圧電振動体205及び複合圧電振動体205を有する超音波探触子の製造コストを低減することのできる超音波探触子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の超音波探触子は、圧電振動子と、導電体から成る第1の音響整合層との面同士が接合された柱状体を有し、柱状体をマトリクス状に複数設け、複数の柱状体の間に有機高分子材を充填し、第1の音響整合層の圧電振動子と接合されていない面に第1の導電性薄膜を形成したものである。

【0009】この構成により、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体及びその複合圧電振動体を有する超音波探触子を製造することができる。

【0010】また、本発明の超音波振動子は、柱状体の形状が、三角柱、四角柱または円柱である。

【0011】また、本発明の超音波振動子は、圧電振動子の厚みを $T(\mu\text{m})$ 、圧電振動子の幅を $w(\mu\text{m})$ および前記第1の音響整合層の厚みを $L(\mu\text{m})$ とし、柱状体の形状比 $R = w / (T + L)$ とすると、形状比 R を、複数の柱状体のうち、中央部に位置する柱状体で大きく、かつ外側の柱状体に行くに従い小さく、または、中央部に位置する柱状体で小さく、かつ外側の柱状体に行くに従い大きくしたものである。

【0012】また、本発明の超音波振動子は、複数の柱状体の間隔を、中央部で狭く、外側に行くに従い広くしたものである。

【0013】また、本発明の超音波振動子は、第1の音響整合層は少なくとも2層で形成されているものである。

【0014】また、本発明の超音波振動子は、第1の音

響整合層と接合していない圧電振動子の面と有機高分子材の面との間に、第2の導電性薄膜を介在させたものである。

【0015】また、本発明の超音波振動子は、第1の音響整合層は第3の導電性薄膜で包含され、第1の導電性薄膜と電氣的に接続されているものである。

【0016】また、本発明の超音波振動子は、第1の音響整合層と接合していない第1の導電性薄膜の面に1層以上の第2の音響整合層を形成したものである。

【0017】また、本発明の超音波振動子は、複数の柱状体を構成する第1の音響整合層のそれぞれの少なくとも一部が、第1の音響整合層の導電体と同一の導電体を介してつながっているものである。

【0018】また、本発明の超音波振動子は、同一の導電体の前記第1の導電性薄膜からの高さを、中央部に位置する前記導電体で低く、かつ、外側の前記導電体に行くに従い高くしたものである。

【0019】本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の導電性薄膜と第1の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して第1の積層体を形成する工程と、第1の積層体を固定台に固定する工程と、圧電振動子および第1の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程と、切断溝に有機高分子材を充填する工程と、切断溝によって形成された圧電振動子の第1の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜を、反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたものである。

【0020】この構成により、音響整合層にも切断溝を形成するため、圧電振動子の厚み分まで完全に圧電振動子に切り込むことが可能となり、圧電振動子の不要部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体および複合圧電振動体を有する超音波の製造コストを低減することができる。また、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体を製造することもできる。

【0021】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、圧電振動子および前記第1の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、第1の音響整合層の一部を残すものである。

【0022】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、圧電振動子および前記第1の音響整合層に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、エキシマレーザを照射して切断溝を形成するものである。

【0023】本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の導電性薄膜と2層以上の第2の音響整合層と第1の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して第1の積層体を形成する工程と、第1の積層体を固定台に固定する工程と、圧電振動子および第1の音響整合層のみに切断溝をマトリクス状に形成する工程と、切断溝に有機高分子材を充填する工程と、切断溝によって形成された圧電振動子の第1の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれ

の面同士を接続する第2の導電性薄膜を、反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたものである。

【0024】この構成により、音響整合層にも切断溝を形成するため、圧電振動子の厚み分まで圧電振動子に切り込むことが可能となり、圧電振動子の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体および複合圧電振動体を有する超音波の製造コストを低減することができる。また、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体を製造することもできる。

【0025】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、第2の導電性薄膜を形成する工程の代わりに、パッキング材を形成する工程を備えたものである。

【0026】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、第2の導電性薄膜の上にパッキング材を積層する工程を備えたものである。

【0027】本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の音響整合層と圧電振動子とを順次積層して第1の積層体を形成する工程と、第1の積層体を固定台に固定する工程と、圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程と、切断溝に有機高分子材を充填する工程と、切断溝によって形成された圧電振動子の第1の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜を、反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたものである。

【0028】この構成により、圧電振動子の厚み分まで圧電振動子に切り込むことが可能となり、圧電振動子の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体及び複合圧電振動体を有する超音波探触子の製造コストを低減することができる。また、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体も製造することもできる。

【0029】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、前記圧電振動子の一部を残したものである。

【0030】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の積層体を形成する工程の代わりに、第2の音響整合層と第1の導電性薄膜と第1の音響整合層と圧電振動子とを順次積層した第2の積層体を形成する工程を備え、第1の積層体の代わりに第2の積層体を固定台に固定する工程を備えたものである。

【0031】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、切断溝に前記有機高分子材を充填する工程と、切断溝によって形成された圧電振動子の第1の音響整合層と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続するパッキング材を、反対側のそれぞれの面に積層する工程を備えたものである。

【0032】本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の導電性薄膜と圧電振動子とを順次積層して第1の積層体を形成する工程と、第1の積層体を固定台に固定する工程と、圧電振動子に切断溝をマトリクス状に形成する

工程と、切断溝に有機高分子材を充填する工程と、切断溝によって形成された圧電振動子の第1の導電性薄膜と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜を、反対側のそれぞれの面に形成する工程とを備えたものである。

【0033】この構成により、圧電振動子の厚み分まで圧電振動子に切り込むことが可能となり、圧電振動子の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体及び複合圧電振動体を有する超音波探触子の製造コストを低減することができる。また、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体も製造することもできる。

【0034】また、本発明の超音波探触子の製造方法において、圧電振動子の一部を残したものである。

【0035】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、第1の積層体を形成する工程の代わりに、2層以上の第1の音響整合層と第1の導電性薄膜と圧電振動子とを順次積層した第2の積層体を形成する工程を備え、第1の積層体の代わりに第2の積層体を固定台に固定する工程を備えたものである。

【0036】また、本発明の超音波探触子の製造方法は、第2の導電性薄膜を積層する工程の代わりに、第3の導電性薄膜で包含された第1の音響整合層を積層する工程を備えたものである。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0038】本発明の第1の実施の形態の超音波探触子を図1に示す。図1において、圧電振動子1は、印加された電気信号により超音波を発生させたり、逆に受信した超音波を電気信号に変換する作用を有する。電気信号を超音波に、あるいは超音波を電気信号に変換する効率の良さは、電気機械結合係数によって表される。一般的に、複合圧電振動体の電気機械結合係数は、複合圧電振動体を構成する圧電振動子単体の電気機械結合係数よりも高くなり、電気機械結合係数の高い圧電振動子によって構成された複合圧電振動体の電気機械結合係数は、より高くなることが知られている。したがって、圧電振動子1の好適な材料としては、電気機械結合係数の大きいチタン酸ジルコン酸鉛系やチタン酸鉛系の圧電性セラミックがよい。その他にも、圧電振動子1の材料としては、亜鉛二オプ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体単結晶などもよい。また、圧電振動子1の両面には、メッキ、スパッタ、あるいは焼き付けなどにより電極(図示せず)を設ける。電極の材料は、金、銀等の金属である。

【0039】圧電振動子1は、厚み方向に1次元のつながりを有した柱状の形状を、2次元に複数個任意の間隔で配列されており、有機高分子材7は圧電振動子1の側面を覆うように3次元的なつながりを有した構成になっ

ている。この構成は、いわゆる1-3型の複合圧電振動体20となる。有機高分子材7は、エポキシ樹脂やシリコンゴム、あるいは多数の中空状の微粒子を包含するエポキシ樹脂等の高分子材料である。

【0040】第1の音響整合層2が、2次元的に複数個配列した柱状の圧電振動子1の一方の面にほぼ同じ間隔で接着するなどにより2次元的に複数個配列して設けられている。この第1の音響整合層2は、導電性を有するグラファイトなどの材料を用いる。圧電振動子1と対向する第1の音響整合層2のもう一方の面には、銅、金、銀、ニッケルなどの薄い第1の導電性薄膜4を接着などにより設ける。この第1の導電性薄膜4は、音響的な影響をなくすために、できる限り薄く、例えば、50分の1波長以下の厚みにすると良い。以上の構成により、圧電振動子1と導電性を有する第1の音響整合層2と第1の導電性薄膜4とは電氣的に接続される。以上説明したように、圧電振動子1と導電体から成る第1の音響整合層との面同士が接合された柱状体を有し、この柱状体をマトリクス状に複数設け、複数の柱状体の間に有機高分子材を充填し、第1の音響整合層2の圧電振動子と接合されていない面に第1の導電性薄膜4を形成する。一方、第1の音響整合層と接合していない圧電振動子の面と有機高分子材の面とに、第2の導電性薄膜5が形成される。この構成により、圧電振動子1と第2の導電性薄膜5は電氣的に接続される。なお、第1の導電性薄膜4及び第2の導電性薄膜5には、圧電振動子1や第1の音響整合層2よりも延出して信号取り出し部(図示せず)が形成されていてもよい。

【0041】圧電振動子1と有機高分子材7は、一体の複合圧電振動体20となっている。また、第1の音響整合層2は、単体として機能するのではなく、複合圧電振動体20と同様に、第1の音響整合層2と有機高分子材7の複合体として音響整合層の機能を有する構成となる。したがって、第1の音響整合層2と有機高分子材7の複合体として扱うことになるので、この複合体の音速を基本に厚みを設定、一般的には、4分の1波長の厚みに設定することになる。なお、図1においては、第1の音響整合層2は一層の場合を示したが、第1の音響整合層2は少なくとも2層で形成しても良い。但し、生体側に行くに従い、第1の音響整合層2の音響インピーダンスは、生体の音響インピーダンスに近づくようにする。

【0042】以上のように構成された超音波探触子の動作を説明する。第1の導電性薄膜4と第2導電性薄膜5に電気信号を印加すると、導体である第1の音響整合層2を通して圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生する。振動する周波数は、圧電振動子1と有機高分子材7が一体となった複合圧電振動体20の厚みにより決定される。したがって、圧電振動子1の厚みTは、所望の複合圧電振動体20の厚みにな

るように設定すればよい。次に発生した超音波は、第1の音響整合層2を通し、接触する生体内(図示せず)に送出される。生体内に送出された超音波は、生体内の組織の音響インピーダンスの差から、その境界で反射し、再び圧電振動子1を含む複合圧電振動体20に受信される。

【0043】なお、第1の実施の形態では、圧電振動子1及び第1の音響整合層2の柱を四角柱とした場合について説明したが、この他、三角柱や円柱にした構成としても、超音波探触子として同様に動作する。また、第1の実施の形態では、圧電振動子1と第1の音響整合層2の柱の形状比 $R = w / (T + L)$ (但し、圧電振動子の厚みT、幅w、及び第1の音響整合層の厚みLとする。)は任意であるとしたが、圧電振動子1の厚みをT(μm)、圧電振動子1の幅をw(μm)および第1の音響整合層2の厚みをL(μm)とし、柱状体の形状比 $R = w / (T + L)$ とするとき、形状比Rを、複数の柱状体のうち、中央部に位置する柱状体で大きく、かつ外側の柱状体に行くに従い小さく、または、中央部に位置する柱状体で小さく、かつ外側の柱状体に行くに従い大きくするようにしてもよい。さらに、第1の実施の形態では、複数の柱状体の間隔bを、中央部で狭く、外側に行くに従い広くするようにしても良い。以上のように、圧電振動子1と第1の音響整合層2の柱の形状比 $R = w / (T + L)$ を変えても、また、柱のピッチpを変えても同様に動作する。

【0044】すなわち、圧電振動子の厚みT、第1の音響整合層の厚みL、第1の音響整合層と接する導電体の厚み $L_m (< L)$ 、圧電振動子の幅w、柱状体の間隔bを設定としたときに、圧電振動子1と第1の音響整合層2の柱状体の形状比Rは、

(1) 第1の音響整合層と接する導電体がないとき： $R = w / (T + L)$ 、

(2) 第1の音響整合層と接する導電体があるとき： $R = w / (T + L - L_m)$ となる。

実施例1

圧電振動子の厚み $T = 300 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層の厚み $L = 100 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層と接する導電体の厚み $L_m = 80 \mu\text{m}$ (一定)としたときに、

(i) 中央部での圧電振動子の幅 $w = 50 \mu\text{m}$ とすれば、形状比 $R = 50 / (300 + 100 - 80) = 0.156$ であり、

(ii) 最も外側での圧電振動子の幅 $w = 100 \mu\text{m}$ とすれば、形状比 $R = 100 / (300 + 100 - 80) = 0.313$ である。

【0045】中央部と外側での圧電振動子の幅wは、直線的あるいは2次曲線的に変化させることができる。

実施例2

中央部での柱状体の間隔 $b = 50 \mu\text{m}$ 、
最も外側での柱状体の間隔 $b = 100 \mu\text{m}$ 、

中央部と外側での柱状体の間隔 b は、直線的あるいは2次曲線的に変化させることができる。

実施例3

圧電振動子の厚み $T = 300 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層の厚み $L = 100 \mu\text{m}$ 、中央部での圧電振動子の幅 $w = 50 \mu\text{m}$ (一定)としたときに、中央部での第1の音響整合層と接する導電体の厚み $L_m = 80 \mu\text{m}$ とすれば、形状比 $R = 50 / (300 + 100 - 80) = 0.156$ であり、最も外側での第1の音響整合層と接する導電体の厚み $L_m = 40 \mu\text{m}$ とすれば、形状比 $R = 50 / (300 + 100 - 40) = 0.14$ である。

【0046】中央部と外側での第1の音響整合層と接する導電体の厚み L_m は、直線的あるいは2次曲線的に変化させることができる。

【0047】さらに、第1の実施の形態では、図8に示すように、複数の柱状体を構成する第1の音響整合層2のそれぞれの少なくとも一部が、第1の音響整合層2の導電体と同一の導電体を介してつながった構成としても良い。また、図13に示すように、同一の導電体の第1の導電性薄膜からの高さを、中央部に位置する導電体で低く、かつ、外側の導電体に行くに従い高くした構成としても良い。

【0048】さらに、第1の実施の形態では、第1の音響整合層2は、第3の導電性薄膜で包含され、第1の導電性薄膜と電気的に接続される構成にしても良い。この構成によって、圧電振動子1及び導電性薄膜4と電気的に接続することができるために、導電性を有する音響整合層と同様の効果を得ることができる。

【0049】また、第1の音響整合層2と接していない第1の導電性薄膜4の面に1層以上の第2の音響整合層(図示せず)を形成しても良い。第2の音響整合層は、エポキシ樹脂やプラスチック材などの材料であり、導電性を有する必要はない。第2の音響整合層の音響インピーダンスは、第1の音響整合層2の音響インピーダンスと生体の音響インピーダンスの間の値である。以上の構成においても、同様に動作する。なお、第2の音響整合層は、導電性薄膜4にあらかじめ設けられており、音響整合層としてだけでなく、導電性薄膜4の片面に施された絶縁処理のための絶縁物として設けられていてもよい。また、導電性薄膜5の片面にも、同様の絶縁処理が設けられていても良い。

【0050】さらに、第2の音響整合層の前面に、音響レンズ(図示せず)を設けることもできる。音響レンズは、凹面あるいは凸面形状であり、超音波を収束させる作用を有する。音響レンズの音響インピーダンスは、生体の音響インピーダンスに近く、減衰の低いシリコーンゴムなどが用いられる。また、一般的に複合圧電振動体20は、圧電振動子1の柱の間に有機高分子材7を設けた構成となっているためフレキシブルである。この特性を利用して、音響レンズを設けることなく、複合圧電振

動体20を凹面形状に変形させることにより、超音波を収束させることができる。第1の実施の形態では、変形させにくいグラファイトなどの第1の音響整合層2も柱状とするため、複合圧電振動体20と同様に変形が容易になり、凹面形状にすることにより超音波を収束させることができる。

【0051】また、圧電振動子の背面に、バッキング材(図示せず)を設けても良い。バッキング材は、圧電振動子1の背面に伝播する不要な振動を抑え、生体内に超音波を効率良く伝播させる作用を有する。

【0052】このような本発明の第1の実施の形態によれば、マトリクス状に設けた圧電振動子1と第1の音響整合層2の柱の周辺に3次的に有機高分子材7を設けることにより複合圧電振動体20を形成したために、より小さい形状比の圧電振動子1を用いた複合圧電振動体20を形成することができる。

【0053】次に、本発明の第2の実施の形態の超音波探触子の製造方法を図2乃至図4に示す。

【0054】図2乃至図4において、圧電振動子1、第1の音響整合層2、第1の導電性薄膜4、第2の導電性薄膜5は、本発明の第1の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。

【0055】図2において、所定の厚みを有する第1の導電性薄膜4、第1の音響整合層2、圧電振動子1を順次積層し、第1の積層体21を形成する工程を示す。この工程は、従来の超音波探触子の製造方法における複合圧電振動体205(図14(f)参照)を製造した後に発生する工程に類似しているが、本発明の第2の実施の形態では、複合圧電振動体と超音波探触子を同時に製造するために、第1の導電性薄膜4と第1の音響整合層2と圧電振動子1とを接着などにより仮接続し、順次積層して第1の積層体21を形成する。第1の積層体21を平面度及び並行度のよい固定台9の上に設置した後、第1の積層体21とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、第1の積層体21を加圧する。圧電振動子1と第1の音響整合層2の仮接続に使用した樹脂を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外し、第1の積層体21を取り出す。なお、固定台9、保持台10、加圧棒11の材料は、ステンレスなどの変形しにくい合金がよい。

【0056】次に、図3において、第1の音響整合層2と接しない第1の導電性薄膜4の一面を固定台12に置き、第1の積層体21を固定台12に固定する工程と、所定の厚みだけ圧電振動子1および第1の音響整合層2に切断溝6をマトリクス状に形成する工程を示す。

【0057】第1の積層体21を固定台に固定する。音響整合層2と接していない導電性薄膜4の一面は、ある設定温度以上で粘着性を失う感温性両面テープやワック

ス等の樹脂（図示せず）を用いて固定台12に固定する。固定台12は、固定台9と同様に平面度及び並行度の良い台である。また、固定台12の材料も固定台9と同じ材料である。なお、感温性両面テープやワックスなどの樹脂の設定温度は、圧電振動子1のキュリー点の半分以下となるように設定する。圧電振動子1のキュリー点は、圧電振動子1毎に異なるが、たとえば、キュリー点が300である場合には、圧電振動子1にかける温度は、150以下にすると良い。

【0058】次に、ダイシングソー（図示せず）を用いて、その刃（ブレードと呼ばれる。図示せず）を高速回転させることによって、ブレード幅bにほぼ等しい幅を有する直線の切断溝6を形成する。複数の直線の切断溝6が、所定のピッチp（圧電振動子1の柱の幅w+ブレードの幅b）で、所定の厚み分（圧電振動子1の厚みT+第1の音響整合層2の厚みL）だけ切り込むことにより形成される。なお、ピッチpは一定ではなく、圧電振動子1の中央部で小さく、端部に行くほど大きくなるように設定してもよい。

【0059】次に、第1の積層体21を直角方向に向きを変え、再びダイシングソーを用いて、ブレードを高速回転させることによって、図3(a)に示すようにマトリクス状に切断溝6を形成する。なお、ピッチpは一定ではなく、圧電振動子1の中央部で小さく、端部に行くほど大きくなるように設定してもよい。また、第1の積層体21を任意の向きに変え切断溝6を形成することにより、三角柱や四角柱の柱を形成することができる。例えば、圧電振動子1の厚みTを300 μ m、第1の音響整合層の厚みLを100 μ m、ピッチを100 μ m、ブレードの厚みbを50 μ mとすれば、圧電振動子1の幅w=50 μ m、形状比 $R = w / (T + L) = 0.125$ の圧電振動子1及び第1の音響整合層2の柱が形成される。

【0060】なお、図3(b)は、図3(a)の側面図である。

【0061】次に、図4において、切断溝6に有機高分子材7を充填する工程と、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の音響整合層と接する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を反対側のそれぞれの面に形成する工程とを示す。

【0062】第1の積層体21を固定台9の上に置き、圧電振動子1及び第1の音響整合層2に形成された切断溝6にエポキシ樹脂、シリコンゴム等の有機高分子材7を主に充填する。なお、有機高分子材7としては、多数の中空状の微粒子を包含するエポキシ樹脂等の高分子材料でもよい。

【0063】切断溝6に有機高分子材7を充填した後、圧電振動子1及び有機高分子材7に接する面に第2の導電性薄膜5を形成する。第2の導電性薄膜5には、第1の積層体21よりも延出して信号取り出し部が形成され

ている。第1の積層体21とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、超音波探触子を加圧する。

【0064】最後に、有機高分子材7を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外すことにより、図1に示す複合圧電振動体20を有する超音波探触子を簡単に取り出すことができる。以上のように構成された超音波探触子の動作については、第1の実施の形態と同じであるため説明は省略する。

【0065】なお、第2の実施の形態では、第1の導電性薄膜4と第1の音響整合層2と圧電振動子1を順次積層する工程を有しているが、第2の音響整合層（図示せず）と導電性薄膜4と第1の音響整合層2と圧電振動子1を順次積層し、積層体を形成する工程としても、同様の製造方法が可能である。第2の音響整合層については、第1の実施の形態と同じであるので説明は省略する。

【0066】また、第2の実施の形態では、圧電振動子1の厚みTと、第1の音響整合層2の厚みL分だけマトリクス状の切断溝6を形成したが、圧電振動子1および第1の音響整合層2に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、第1の音響整合層2の一部を残すことも可能である。この場合、第1の音響整合層2に形成する切断溝の厚みh（ $h < L$ ）を用いると、圧電振動子1と第1の音響整合層2の柱の形状比 $R = w / (T + h)$ となる。さらに、図13に示すように第1の音響整合層の切断溝の厚みhを中央部で大きく、端部へいくに従って小さくすることができる。

【0067】さらに、第2の実施の形態では、ダイシングソーを用いて圧電振動子1及び第1の音響整合層2にマトリクス状の切断溝6を形成したが、圧電振動子1および第1の音響整合層2に切断溝をマトリクス状に形成する工程において、エキシマレーザを照射して切断溝を形成することができる。すなわち、波長0.5 μ m以下のエキシマレーザを圧電振動子1及び第1の音響整合層2に数百から数千回照射することによって、圧電振動子1及び第1の音響整合層2に所望の深さ、幅の形状の切断溝6を形成する工程を用いても、同様の製造方法が可能である。

【0068】また、第2の実施の形態では、第1の導電性薄膜4と第1の音響整合層2と圧電振動子1を積層しているが、第1の導電性薄膜4と2層以上の第2の音響整合層と第1の音響整合層2と圧電振動子1とを順次積層して積層体を形成する工程を用いても同様の製造方法が可能である。但し、音響整合層の音響インピーダンスは、生体に近づくにつれて生体の音響インピーダンスに近づくようにする。この構成により、圧電振動子1、第1の音響整合層2、2層以上の導電性を有する第2の音

響整合層及び第1の導電性薄膜4を電氣的に接続することができる。さらに、圧電振動子1及び第1の音響整合層2のみに切断溝6をマトリクス状に形成する工程としても同様の製造方法が可能である。

【0069】以上のように構成された超音波探触子の動作について説明する。導電性薄膜4と導電性薄膜5に電気信号を印加すると、導電性を有する2層以上の音響整合層と導体である第1の音響整合層2を通して圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生することができる。

【0070】また、第2の実施の形態では、切断溝6に有機高分子材7を充填する工程と、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の音響整合層2と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成する工程を有しているが、第2の導電性薄膜5を形成する工程に代わりに、導電性を有するバックング材(図示せず)あるいは、圧電振動子1及び有機高分子材7と接する面に導電体もしくは導電性薄膜で包含されたバックング材を積層する工程としても同様の製造方法が可能である。この構成により、圧電振動子1と導電性を有するバックング材、あるいは導電体もしくは導電性薄膜で包含されたバックング材とを電氣的に接続することができる。

【0071】以上のように構成された超音波探触子の動作について説明する。導電性薄膜4と導電性を有するバックング材に電気信号を印加すると、導体である第1の音響整合層2を通して圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生することができる。さらに、第2の導電性薄膜5の上にバックング材を積層しても同様の製造方法が可能である。また、超音波探触子の動作も同様である。

【0072】このような本発明の第2の実施の形態によれば、圧電振動子1の厚み分まで圧電振動子1に切り込むことが可能となり、圧電振動子1の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体20及び複合圧電振動体20を有する超音波探触子の製造コストを低減することができる。また、より小さい形状比の圧電振動子1を有する複合圧電振動体20を含む超音波探触子を製造することもできる。

【0073】次に、本発明の第3の実施の形態の超音波探触子の製造方法を図5乃至図8に示す。

【0074】図5乃至図8において、圧電振動子1、第1の音響整合層2及び導電性薄膜5は、本発明の第1の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。また、固定台9、保持台10、加圧棒11、固定台12は、本発明の第2の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。

【0075】まず、図5において、第1の音響整合層2

と圧電振動子1を接着などに仮接続して順次積層し、第1の積層体22を形成する工程を示す。第1の積層体22を平面度及び並行度のよい固定台9の上に設置した後、第2の積層体22とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、第1の積層体21を加圧する。圧電振動子1と第1の音響整合層2の仮接続に使用した樹脂を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外し、第1の積層体22を取り出す。

【0076】次に、図6において、圧電振動子1と接していない第1の音響整合層2の一面を固定台12に置き、第1の積層体22を固定台12に固定する工程と、所定の厚みだけ圧電振動子1に切断溝6をマトリクス状に形成する工程を示す。

【0077】圧電振動子1と接していない第1の音響整合層2の一面は、ある設定温度以上で粘着性を失う感温性両面テープやワックス等の樹脂(図示せず)を用いて固定台12に固定する。次に、圧電振動子1にダイシングソー(図示せず)を用いて、その刃(図示せず)を高速回転させることによって、ブレード幅bにほぼ等しい幅を有する直線の切断溝6を形成する。複数の直線の切断溝6が、所定のピッチp(圧電振動子1の柱の幅w+ブレードの幅b)で、所定の厚み分(圧電振動子1の厚みT)だけ切り込むことより形成される。なお、ピッチpは一定ではなく、圧電振動子1の中央部で小さく、端部に行くほど大きくなるように設定してもよい。

【0078】次に、第1の積層体22を直角方向に向きを変え、ダイシングソーを用いて、ブレードを高速回転させることによって、マトリクス状に切断溝6を形成する。マトリクス状に形成された切断溝6は、図3(a)と同様である。この工程では、例えば、圧電振動子1の厚みTを300 μ m、ピッチを100 μ m、ブレードの厚みbを50 μ mとすれば、圧電振動子1の幅w=50 μ m、形状比w/T=0.167の圧電振動子1の柱が形成される。なお、ピッチpは一定ではなく、圧電振動子1の中央部で短く、端部に行くほど広くなるように設定してもよい。

【0079】次に、図7において、切断溝6に有機高分子材7を充填する工程と、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の音響整合層2と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成する工程を示す。

【0080】第1の積層体22を固定台9の上に置き、圧電振動子1に形成された切断溝6にエポキシ樹脂、シリコーンゴム等の有機高分子材7を主に充填する。なお、有機高分子材7としては、多数の中空状の微粒子を包含するエポキシ樹脂等の高分子材料でもよい。

【0081】切断溝6に有機高分子材7を充填した後、

切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の音響整合層2と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成する。第2の導電性薄膜5には、第1の積層体22よりも延出して信号取り出し部が形成されている。第1の積層体22とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、超音波探触子を加圧する。

【0082】最後に、図8において、有機高分子材7を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外すことにより、複合圧電振動体20を有する超音波探触子を簡単に取り出すことができる。

【0083】以上のように構成された超音波探触子の動作について説明する。導電性を有する第1の音響整合層2と導電性薄膜5に電気信号を印可すると、圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生することができる。

【0084】なお、第3実施の形態では、圧電振動子1の厚みTだけマトリクス状に切断溝6を形成したが、圧電振動子1に切断溝6をマトリクス状に形成する工程において、圧電振動子1の一部を残して切断溝6を形成しても同様の製造方法が可能である。但し、圧電振動子1の厚みTの4/5以上は切り込みをいれ切断溝6を形成するとよい。この構成では、例えば、圧電振動子1の厚みTを300 μ m、ピッチを100 μ m、ブレードの厚みbを50 μ mとしたときに、圧電振動子1の厚みTの4/5、つまり、240 μ mまで切り込みを入れた場合、圧電振動子1の幅w=50 μ m、形状比R=w/T=50/240=0.208の圧電振動子1の柱が形成される。

【0085】また、第3の実施の形態では、第1の音響整合層2と圧電振動子1とを積層し、第1の積層体22を形成する工程を有していたが、第1の積層体22を形成する工程の代わりに、第2の音響整合層(図示せず)と第1の導電性薄膜4と第1の音響整合層2と圧電振動子1を順次積層した第2の積層体を形成する工程としても同様の製造方法が可能である。また、超音波探触子の動作も第2の実施の形態と同様である。

【0086】また、第3の実施の形態では、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の音響整合層2と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成しているが、第2の導電性薄膜5に代えて、導電性を有するバッキング材(図示せず)あるいは、圧電振動子1及び有機高分子材7と接する面に導電体もしくは導電性薄膜で包含されたバッキング材を積層する工程としても同様の製造方法が可能である。

【0087】以上のように構成された超音波探触子の動作について説明する。導電性を有する第1の音響整合層2と導電性を有するバッキング材に電気信号を印加すると、圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生することができる。

【0088】このような本発明の第3の実施の形態によれば、圧電振動子1の厚み分まで圧電振動子1に切り込むことが可能となり、圧電振動子1の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体及び複合圧電振動体を有する超音波探触子の製造コストを低減することができる。また、より低い形状比の圧電振動子1を有する複合圧電振動体20を有する超音波探触子を製造することもできる。

【0089】次に、本発明の第4の実施の形態の超音波探触子の製造方法を図9乃至図12に示す。図9乃至図12において、圧電振動子1、導電性薄膜4及び導電性薄膜5は、本発明の第1の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。また、固定台9、保持台10、加圧棒11、固定台12は、本発明の第2の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。

【0090】まず、図9において、第1の導電性薄膜4と圧電振動子1とを順次積層して第1の積層体23を形成する工程を示す。

【0091】第1の導電性薄膜4と圧電振動子1とを接着などにより仮接続し、第1の積層体23を形成する。第1の積層体23を平面度及び並行度のよい固定台9の上に設置した後、第1の積層体23とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、第1の積層体23を加圧する。圧電振動子1と導電性薄膜4の仮接続に使用した樹脂を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外し、第1の積層体23を取り出す。

【0092】次に、図10において、圧電振動子1と接していない第1の導電性薄膜4の一面を固定台12に置き、第1の積層体23を固定台9に固定する工程と、所定の厚みだけ圧電振動子1に切断溝6をマトリクス状に形成する工程を示す。

【0093】圧電振動子1と接していない第1の導電性薄膜4の一面は、ある設定温度以上で粘着性を失う感温性両面テープやワックス等の樹脂(図示せず)を用いて固定台12に固定する。固定台12は、固定台9と同様に平面度及び並行度の良い台である。なお、感温性両面テープやワックスなどの樹脂の設定温度は、圧電振動子1のキュリー点の半分以下となるように設定する。

【0094】次に、圧電振動子1にダイシングソー(図示せず)を用いて、その刃(図示せず)を高速回転させることによって、ブレード幅bにほぼ等しい幅を有する

直線の切断溝6を形成する。複数の直線の切断溝6が、所定のピッチ p （圧電振動子1の柱の幅 w +ブレードの幅 b ）で、所定の厚み分（圧電振動子1の厚み T ）だけ切り込むことより形成される。なお、ピッチ p は一定ではなく、圧電振動子1の中央部で小さく、端部に行くほど大きくなるように設定してもよい。

【0095】次に、積層体23を直角方向に向きを変え、ダイシングソーを用いて、ブレードを高速回転させることによって、マトリクス状に切断溝6を形成する。マトリクス状に形成された切断溝6は、図3(a)と同様である。なお、ピッチ p は一定ではなく、圧電振動子1の中央部で小さく、端部に行くほど大きくなるように設定してもよい。

【0096】次に、図11において、切断溝6に有機高分子材7を充填する工程と、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の導電性薄膜4と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成する工程を示す。

【0097】第1の積層体23を固定台9の上に置き、圧電振動子1に形成された切断溝6にエポキシ樹脂、シリコーンゴム等の有機高分子材7を主に充填する。なお、有機高分子材7としては、多数の中空状の微粒子を包含するエポキシ樹脂等の高分子材料でもよい。

【0098】切断溝6に有機高分子材7を充填した後、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の導電性薄膜4と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に形成する。導電性薄膜5には、第1の積層体23よりも延出して信号取り出し部が形成されている。第1の積層体23とほぼおなじ形状の中空部を有する筒状の保持台10を固定台9に嵌め合わせる。保持台10の中空部とほぼ等しい形状を有する棒状の加圧棒11を保持台10の中空部上部より挿入し、超音波探触子を加圧する。

【0099】最後に、図12において、有機高分子材7を硬化させた後、加圧棒11、保持台10、固定台9を順次取り外すことにより、複合圧電振動体20を有する超音波探触子を簡単に取り出すことができる。

【0100】以上のように構成された超音波探触子の動作について説明する。第1の導電性薄膜4と第2の導電性薄膜5に電気信号を印加すると、第1の導電性薄膜4及び第2の導電性薄膜5と電気的に接続している圧電振動子1が機械振動し、それに伴って有機高分子材7も圧電振動子1と一体となってほぼ同位相で振動し、超音波を発生する。

【0101】なお、第4の実施の形態では、圧電振動子1の厚み T だけマトリクス状に切断溝6を形成したが、圧電振動子1に切断溝6をマトリクス状に形成する工程において、圧電振動子1の一部を残して切断溝6を形成する工程としても同様の製造方法が可能である。但し、圧電振動子1の厚み T の $4/5$ 以上は切り込みをい

*れ切断溝6を形成するとよい。この構成においても、形成される圧電振動子1の柱の形状は、第3の実施の形態と同じであるため、説明は省略する。

【0102】また、第4の実施の形態では、第1の導電性薄膜4と圧電振動子1とを接着などにより仮接続し、第1の積層体23を形成してしていたが、第1の積層体23を形成する代わりに、2層以上の第1の音響整合層2と第1の導電性薄膜4と圧電振動子1とを順次積層した第2の積層体を形成する工程としても同様の製造方法が可能である。また、超音波探触子の動作も第2の実施の形態と同様である。

【0103】また、第4の実施の形態では、切断溝6によって形成された圧電振動子1の第1の導電性薄膜4と接合する面と反対側のそれぞれの面同士を接続する第2の導電性薄膜5を、反対側のそれぞれの面に積層して形成したが、第2の導電性薄膜5を積層する工程の代わりに、第3の導電性薄膜で包含された第1の音響整合層2を積層する工程でも同様の製造方法が可能である。また、導電性を有する音響整合層の代わりに、導電性を有しない音響整合層を導電体もしくは導電性薄膜で包含し、圧電振動子1及び有機高分子材7と接する構成としても同様の製造方法が可能である。以上のように構成された超音波探触子の動作については、第4の実施の形態と同じである。

【0104】このような本発明の第4の実施の形態によれば、圧電振動子1の厚み分まで圧電振動子1に切り込むことが可能となり、圧電振動子1の不要な部分を削除する工程がなくなり、複合圧電振動体20及び複合圧電振動体20を有する超音波探触子の製造コストを低減することができる。また、より低い形状比の圧電振動子1を有する複合圧電振動体20を含む超音波探触子を製造することもできる。

【0105】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、圧電振動子と導電体から成る第1の音響整合層との面同士が接合された柱状体を有し、柱状体をマトリクス状に複数設け、複数の柱状体の間に有機高分子材を充填し、第1の音響整合層の圧電振動子と接合されていない面に第1の導電性薄膜を形成することにより、より小さい形状比の圧電振動子を有する複合圧電振動体及びその複合圧電振動体を有する超音波探触子を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における超音波探触子の断面図

【図2】本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図3】(a)は本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の製造方法の斜視図

(b)は本発明の第2の実施の形態における超音波探触

子の製造方法の断面図

【図4】本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図5】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図6】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図7】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図8】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図9】本発明の第4の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図10】本発明の第4の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図11】本発明の第4の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図

【図12】本発明の第4の実施の形態における超音波探触子の製造方法の断面図 *

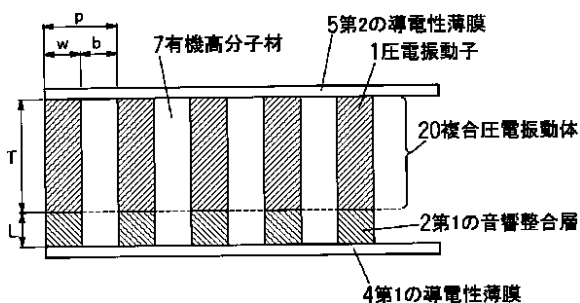
*【図13】本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の変形例の断面図

【図14】従来の超音波探触子及びその製造方法の斜視図

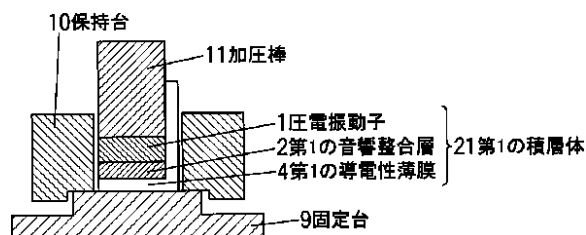
【符号の説明】

- 1 圧電振動子
- 2 第1の音響整合層
- 4 第1の導電性薄膜
- 5 第2の導電性薄膜
- 6 切断溝
- 7 有機高分子材
- 9 固定台
- 10 保持台
- 11 加圧棒
- 12 固定台
- 21 第1の積層体
- 22 第1の積層体
- 23 第1の積層体

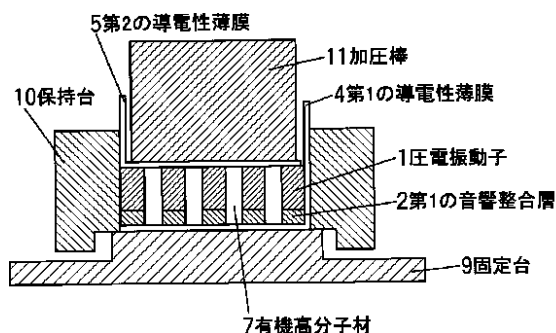
【図1】



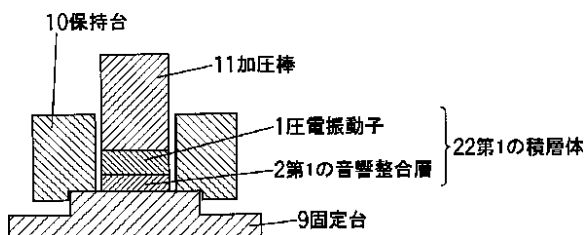
【図2】



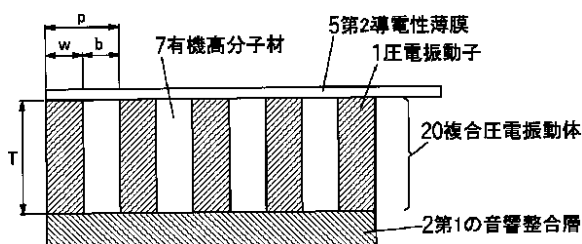
【図4】



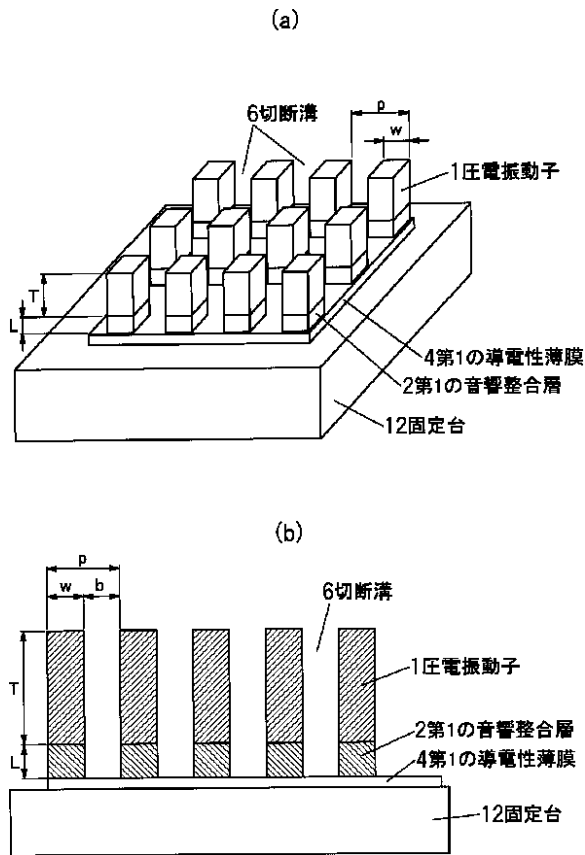
【図5】



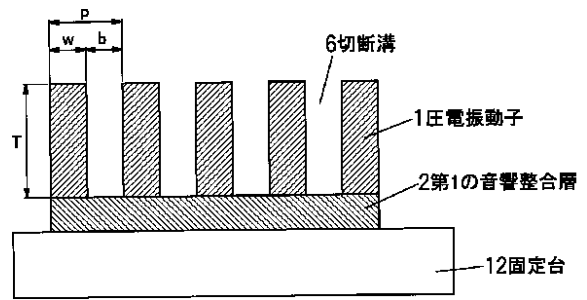
【図8】



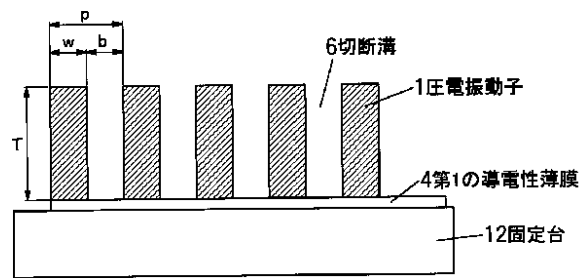
【図3】



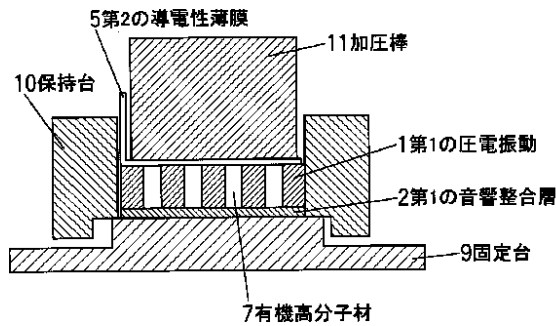
【図6】



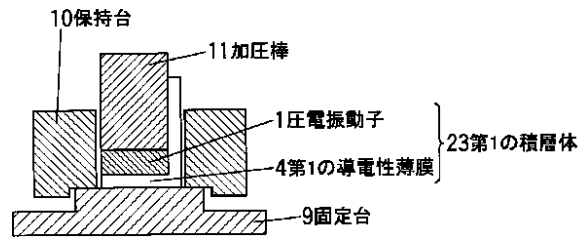
【図10】



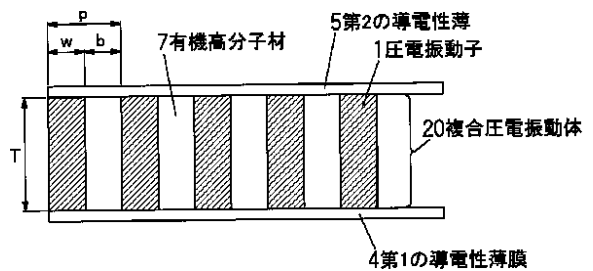
【図7】



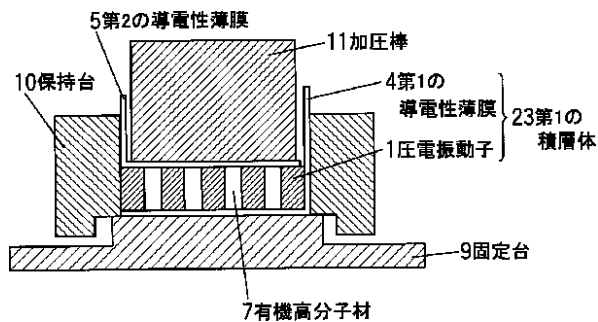
【図9】



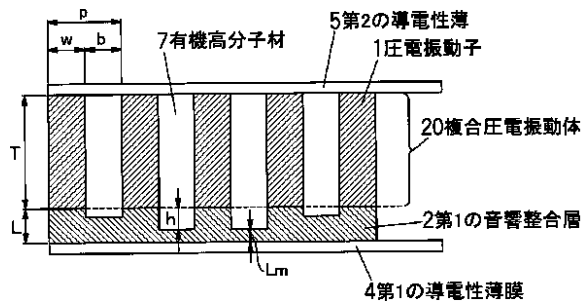
【図12】



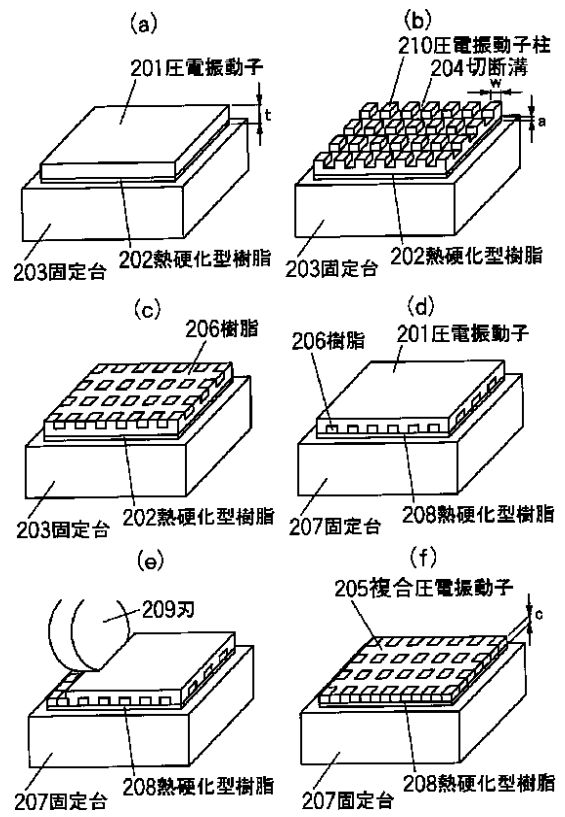
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- Fターム(参考) 2G047 EA16 GB01 GB11 GB29 GB32
 GB35 GB36
 4C301 EE17 GB01 GB21 GB33 GB39
 5D019 AA26 BB19 FF04 GG01 HH01
 5J083 AA02 AB17 AC31 AC40 CA13
 CA20 CA24 CA50 CB01 CB16

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP2002232995A	公开(公告)日	2002-08-16
申请号	JP2001029296	申请日	2001-02-06
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	小澤仁 齊藤孝悦		
发明人	小澤 仁 齊藤 孝悦		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 G01S7/521 H04R17/00 H04R31/00		
FI分类号	H04R17/00.332.A A61B8/00 G01N29/24 H04R31/00.330 G01S7/52.A G01S7/521.A		
F-TERM分类号	2G047/EA16 2G047/GB01 2G047/GB11 2G047/GB29 2G047/GB32 2G047/GB35 2G047/GB36 4C301/EE17 4C301/GB01 4C301/GB21 4C301/GB33 4C301/GB39 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/HH01 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC31 5J083/AC40 5J083/CA13 5J083/CA20 5J083/CA24 5J083/CA50 5J083/CB01 5J083/CB16 4C601/EE14 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB47		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种具有较低形状比的压电振动器的复合压电振动体，具有该复合压电振动体的超声波探头的制造成本的超声波探头及其制造方法。 解决方案：具有预定厚度的压电振动器201和第一声匹配层2以矩阵形式提供，并在厚度方向上具有一维连接的圆柱形状，并且压电振动器1和第一声匹配层2 提供具有在匹配层2周围设置的三维连接的有机聚合物材料7和设置在第一声匹配层2的不与压电振动器1接触的表面的导电薄膜4。 我在做 由此，能够使用形状比低的压电振动器1来形成复合压电振动体20。 另外，由于不需要去除压电振动器1的不需要的部分的步骤，因此能够降低具有复合压电振动器20的超声波探头的制造成本。

