

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4624921号  
(P4624921)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl. F 1  
**A61B 8/00 (2006.01)** A 61 B 8/00  
**G01N 29/24 (2006.01)** G 01 N 29/24 502  
**H04R 17/00 (2006.01)** H 04 R 17/00 330Y  
**H04R 17/10 (2006.01)** H 04 R 17/00 332Y  
                                  H 04 R 17/10 330

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-505240 (P2005-505240)  
(86) (22) 出願日 平成16年4月1日 (2004.4.1)  
(86) 国際出願番号 PCT/JP2004/004773  
(87) 国際公開番号 WO2004/089223  
(87) 国際公開日 平成16年10月21日 (2004.10.21)  
    審査請求日 平成19年2月22日 (2007.2.22)  
(31) 優先権主張番号 特願2003-98213 (P2003-98213)  
(32) 優先日 平成15年4月1日 (2003.4.1)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2003-98214 (P2003-98214)  
(32) 優先日 平成15年4月1日 (2003.4.1)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2003-98215 (P2003-98215)  
(32) 優先日 平成15年4月1日 (2003.4.1)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000000376  
    オリンパス株式会社  
    東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
(74) 代理人 100076233  
    弁理士 伊藤 進  
(72) 発明者 沢田 之彦  
    東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目43番2号オリ  
    ンパス株式会社内  
    審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波振動子

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

湾曲可能な第1音響整合層と、  
前記音響整合層の一方の面において、端部を前記第1音響整合層の一端から所定の距離  
を離して固定される湾曲可能な圧電体と、

前記第1音響整合層の前記一方の面と前記圧電体の前記端部との成す空間に嵌め込まれ  
る振動子形状形成部材と、

前記第1音響整合層の他方の面に積層される第2音響整合層を含み、

前記第2音響整合層は、前記第1音響整合層よりも軟質であることを特徴とする超音波  
振動子。

10

## 【請求項 2】

前記圧電体は、分割溝により分割されて複数の圧電素子を形成しており、

前記分割溝は前記第1音響整合層に到達していることを特徴とする請求項1に記載の超  
音波振動子。

## 【請求項 3】

前記第1音響整合層は円筒形状を有し、

前記圧電体は前記円筒の内壁に固定され、

前記振動子形状形成部材はリング形状であることを特徴とする請求項1または2に記載  
の超音波振動子。

## 【請求項 4】

20

前記第1音響整合層は円弧形状を有し、  
前記圧電体は前記円弧の内壁に固定されることを特徴とする請求項1または2に記載の超音波振動子。

**【請求項5】**

前記第1音響整合層は平板状であり、  
前記振動子形状形成部材は平板状であることを特徴とする請求項1または2に記載の超音波振動子。

**【請求項6】**

前記圧電素子と前記音響整合層との間には電極が配置されており、  
前記音響整合層の一方  
の面と前記振動子形状形成部材との間、または前記振動子形状形成部材における前記圧電素子が配置されていない方の面には導電部が配置されており、

前記音響整合層にはグランド電極が埋め込まれており、  
前記分割溝は前記グランド電極に到達しており、  
前記グランド電極は前記導電部および前記電極に電気的に接触していることを特徴とする請求項2に記載の超音波振動子。

**【請求項7】**

前記グランド電極は、導電性部材を介して前記導電部または前記電極に電気的に接触していることを特徴とする請求項6に記載の超音波振動子。

**【請求項8】**

前記超音波振動子はアレイ型であることを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は超音波診断装置等に用いられる超音波振動子に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

医療分野においては、超音波振動子から生体組織に向けて超音波を送信すると共に生体組織から反射される反射波を、超音波を送信した超音波振動子と同一あるいは別体に設けた超音波振動子で受信して信号処理を行って画像化することにより生体組織の情報を得る超音波診断装置が従来より種々提案されている。

**【0003】**

このような超音波診断装置に用いられる超音波振動子として、複数の圧電素子を規則的に配列して順次駆動する電子走査式の超音波振動子がある。このような超音波振動子として、複数の圧電素子を円筒状に配列したラジアルアレイ型、略部分円筒状に配列したコンベックスアレイ型、あるいは平板状に配列したリニアアレイ型等がある。

**【0004】**

これらのうち、ラジアルアレイ型の超音波振動子は、例えば、特開平2-271839号公報に記載される超音波プローブに適用される。この超音波振動子は、ダンパー効果のある可撓性を有する薄板で形成された支持部材に、例えばチタン酸ジルコン酸鉛等を素材とした圧電素子板及び音響整合層を順次接着して振動子ユニットを形成する。その後、下層の支持部材を残して長手方向の一辺に直交する所定ピッチの切り溝を切断手段を用いて形成して複数の超音波振動子を有する振動子アレイを構成し、この振動子アレイを構成する支持部材の裏面を断面が円形状の固定部材を兼用したダンパー材（本願の明細書中にあっては「バッキング材」と記載する）の周囲に接着して形成される。

**【0005】**

そして、特許2502685号公報には、圧電素子の両面にそれぞれ第1の音響整合層及び変形しやすい材料等で形成した背面負荷材を設け、切断手段で所望の間隔で第1音響整合層側から背面負荷材の一部に達する切り溝を形成し、所望の曲率に形成した曲面体の外面に背面負荷材を接着固定して超音波探触子を製造する方法が開示されている。

10

20

30

40

50

**【0006】**

また、前記アレイ型の超音波振動子については例えば、特開平10-308997号公報の超音波振動子がある。この超音波振動子では、電極を有する圧電体の第1面又は第2面の少なくとも一方に溝又は切り欠きによる凹部を形成し、この凹部に導体を係入配置するとともにこの導体を凹部近傍の電極に電気的に接続して超音波振動子を形成している。

**【0007】**

また、特許2729442号公報には、超音波振動子と、この超音波振動子の前面側に設けられた接地電極と、前記超音波振動子の背面側に設けられた正極電極と、前記超音波振動子の接地電極面側に接合された音響整合層と、前記超音波振動子の正極電極側に設けられた背面負荷部材とを重畳させて重畳構造体を形成するとともに、この重畳構造体の片側の側端部において前記前面側の音響整合層から背面側の背面負荷材までの一部を切断除去して接地電極を露出させ、背面負荷材の前記切断面に導体を固着して前記接地電極の端面と電気的に接続し、また前記正極電極に接続された導体とを有する超音波探触子が示されている。

**【0008】**

また、特開平2-278143号公報の電子走査型超音波プローブには振動子ユニットが形成している円筒の中にダンパー材を流しこみラジアル走査型の超音波プローブを構成することが示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0009】**

**【特許文献1】**特開平2-271839号公報

**【特許文献2】**特許2502685号公報

**【特許文献3】**特開平10-308997号公報

**【特許文献4】**特許2729442号公報

**【特許文献5】**特開平2-278143号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0010】**

しかしながら、前記特開平2-271839号公報の超音波プローブに開示される可撓性の支持部材とダンパー材とを接着剤で固定して形成した超音波振動子では、支持部材とダンパー材との間に設けられる接着層の影響により、パルス幅が延びる等の不具合が発生するおそれがあった。そして、特に、柔らかな部材を接着によって固定した場合には硬質部材同士を接着する場合と異なり、接着層の厚みにばらつきが生じることや、部材形状を高精度にできないこと、接着後の振動子形状精度に不具合が発生して超音波画像の画質が不安定になるおそれがあった。また、ダンパー材や支持部材を曲げて接着固定することによって、これらダンパー材や支持部材に残留応力が加わって信頼性を低下させる要因になっていた。

**【0011】**

また、前記特開平2-271839号公報及び特許2502685号公報に開示される超音波探触子の製造方法では、可撓性を有する或いは変形しやすい弹性部材を曲げた状態にしてダンパー材或いは曲面体に接着固定することにより所定の形状を形成していた。このため、弹性部材に応力が残留して断線等が発生するおそれがあった。

**【0012】**

さらに、弹性を有する柔軟な部材を接着によって固定するとき、硬質部材同士を接着する場合と異なり、接着層の厚みにばらつきが生じたり、部材形状を高精度に形成できないことがあり、所望の形状精度を維持することが難しかった。

**【0013】**

また、前記特開平10-308997号公報の超音波振動子では、小さなスペースでグランド配線を確保するために圧電素子に溝を形成することによってマイクロクラック等が

10

20

30

40

50

発生して素子の信頼性が低下するおそれがあった。一方、小型化するために導体の細線化を図ることによって容量が不足するという問題が発生する。

#### 【0014】

また、前記特許 2729442 号公報の超音波探触子では、音響整合層、圧電素子、パッキング材等を接合した後に、導電体を露出させるために端面部分を除去していたので、上述の超音波振動子と同様に導電体と圧電素子との間に加わる加工応力が大きく、この部分にマイクロクラック等が発生して素子の信頼性が低下するおそれがあった。

#### 【0015】

また、前記特開平 2-278143 号公報のラジアル走査型の超音波プローブではダンパー材を流し込んで硬化させただけであるので、ダンパー材を形成するために流し込んだこのダンパー材を形成する液状の樹脂部材に混入されている粉体や纖維等のフィラーの分布密度が硬化してダンパー材として形成されたときに不揃いになる。そして、その結果、それぞれの圧電素子に対するパッキング材の特性が不均一になり、複数配置されている圧電素子それぞれの特性にバラツキが生じて、良好な超音波画像を得難くなるという不具合が発生する。

#### 【0016】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、残留応力の影響を減少させて良好な超音波画像を得ることができる信頼性が高い超音波振動子を提供することを目的とする。

#### 【0017】

また、本発明は、さらに、小さなスペースで強固なランドを確保するとともに、高信頼性とした超音波振動子を提供することを目的にしている。

#### 【0018】

さらに、本発明は、各圧電素子に対して均一な音響特性を有するパッキング材を配置して、良好な超音波画像を得られる高信頼性の超音波振動子を提供することを目的にしている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0019】

本発明の超音波振動子は、湾曲可能な第 1 音響整合層と、前記音響整合層の一方の面において、端部を前記第 1 音響整合層の一端から所定の距離を離して固定される湾曲可能な圧電体と、前記第 1 音響整合層の前記一方の面と前記圧電体の前記端部との成す空間に嵌め込まれる振動子形状形成部材と、前記第 1 音響整合層の他方の面上に積層される第 2 音響整合層を含み、前記第 2 音響整合層は、前記第 1 音響整合層よりも軟質である。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

この構成によれば、残留応力の影響を減少させて良好な超音波画像を得ることができる信頼性が高い超音波振動子を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

#### 【図 1】超音波振動子を示す斜視図

#### 【図 2 A】超音波振動子の構成を説明する長手方向断面図

40

#### 【図 2 B】図 2 A の矢印 B で示す部分の拡大図

#### 【図 2 C】図 2 A の矢印 B で示した部分の他の構成例を説明する図

#### 【図 2 D】図 2 A の矢印 B で示した部分の他の構成例を説明する図

#### 【図 2 E】図 2 A の矢印 C で示す部分の拡大図

#### 【図 3】図 2 A の A - A 線断面図

#### 【図 4 A】音響整合層を形成する部材を説明する図

#### 【図 4 B】音響接合層を説明する図

#### 【図 5 A】第 1 積層体を形成する部材を説明する図

#### 【図 5 B】第 1 積層体を説明する図

#### 【図 6 A】第 2 積層体を形成する部材を説明する図

50

【図6B】第2積層体を説明する図

【図7】基板の導電パターンと圧電セラミックの一面側電極とを電気的に接続する工程を説明する図

【図8A】分割溝を形成して圧電セラミックを圧電素子に分割している状態を示す図

【図8B】切断工程により形成された分割溝を有する第2積層体を切断方向から見た側視図

【図9】複数の圧電素子を設けた第2積層体を円筒状に変形させた図

【図10A】円筒状の振動子ユニットを形成する部材を説明する図

【図10B】第1音響整合層に形状形成部材を配置した状態を説明する図

【図10C】基板に形状形成部材を配置した状態を説明する図

【図11A】コンベックスアレイ型振動子ユニットを形成するための形状形成部材及び第2積層体を示す図

【図11B】はリニアアレイ型振動子ユニットを形成するための形状形成部材及び第2積層体を示す図

【図12】第1音響整合層に設けるグランド電極の他の形成方法を説明する図

【図13】回動状態の円筒状振動子ユニットを説明する図

【図14】円筒状振動子ユニットの内周面に液状樹脂を供給している状態を説明する図

【図15】円筒状の超音波振動子の長手方向断面図

【図16】図15のE-E線断面図

【図17A】コンベックスアレイ型振動子ユニットを形成するための形状形成部材及び第2積層体を示す図

【図17B】コンベックスアレイ型超音波振動子を形成する他の方法を説明する図

【図17C】コンベックスアレイ型超音波振動子を形成する別の方法を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明を、添付の図面にしたがってより詳細に説明する。

【0023】

図1に示すように本実施形態に係る超音波振動子1はラジアルアレイ型に構成したものである。超音波振動子1は、音響整合層2、バッキング材3、円筒状に形成した第1の振動子形状形成部材4a、第2の振動子形状形成部材(以下、形状形成部材と略記する)4b及び圧電素子5とを有する。音響整合層2は、硬質の材料で形成された第1音響整合層2aと、軟質の材料で形成された第2音響整合層2bとを積層して形成される。ここで「硬質」とは、予め形成した形状を保つことができる程度の硬さを意味する。一方、「軟質」とは変形などに関して柔軟性を有することを意味する。

【0024】

図2A及び図3に示すようにバッキング材3、圧電素子5、第1音響整合層2a及び第2音響整合層2bは、超音波振動子1の円筒形状の中心から外周側に向けて順に配置される。第1の形状形成部材4aは音響整合層2を構成する第1音響整合層2aの内方向で、バッキング材3及び圧電素子5の一端側に隣接するように配置される。圧電素子5の他端側には基板6が配置される。

【0025】

なお、基板6も超音波振動子1等の形状に倣い円筒状に形成される。基板6としては、例えば3次元基板、アルミナ基板、ガラスエポキシ基板、リジットフレキシブル基板、フレキシブル基板等が用いられる。

【0026】

第2の形状形成部材4bは基板6の内周側で、バッキング材3の他端側に隣接するように配置される。また、超音波振動子1の第1の形状形成部材4aが配置される側である一端側には音響整合層2が圧電素子5よりも長手軸方向に突出するように配置されている。

【0027】

音響整合層2は、前述した通り第1音響整合層2a及び第2音響整合層2bで構成され

10

20

30

40

50

るが、第1音響整合層2aの材料としては、例えばエポキシ系、シリコーン系、ポリイミド系等の樹脂部材に、金属、セラミックス、ガラス等の粉体や繊維を混合したもの、あるいはガラス、マシナブルセラミックス・シリコン等が用いられる。一方、第2音響整合層2bの材料としては、例えばシリコーン系、エポキシ系・PEEK・ポリイミド・ポリエーテルイミド・ポリサルファン・ポリエーテルサルファン・フッ素系樹脂等の樹脂部材やゴム等が用いられる。

#### 【0028】

図1及び図3に示すように第1音響整合層2a及び圧電素子5は所定数、例えば192個に分割されて配列される。

#### 【0029】

バッキング材3としては、例えばアルミナ粉末入りのエポキシ樹脂を硬化させたものが用いられる。なお、バッキング材3として、エポキシ系、シリコン系、ポリイミド系、ポリエーテルイミド、PEEK・ウレタン系・フッ素系等の樹脂部材やクロロブレンゴム・プロピレン系ゴム・ブタジエン系ゴム・ウレタン系ゴム・シリコーンゴム・フッ素系ゴム等のゴム材、又はこれら樹脂部材やゴム材にタンクスチタン等の金属、アルミナ・ジルコニア・シリカ・酸化タンクスチタン・圧電セラミックス粉・フェライト等のセラミックス、ガラス、樹脂等の粉体や繊維、中空の粒子などで形成された单一又は複数の物質・形状のフィラーを混合したものを用いても良い。

#### 【0030】

圧電素子5は、板状に形成されたチタン酸ジルコニウム系、BN-T-B-S-S-T系等の圧電セラミック又は、LiNbO<sub>3</sub>・PZNT等の圧電性結晶・リラクサー強誘電体を切断して形成したものである。一面側電極5a及び他面側電極5bは板状の圧電セラミックの面上に金、銀、銅あるいはニッケル・クロム等の導電部材を焼付け又は蒸着・スパッタ・イオンプレーティング等の薄膜又はメッキ等により、単層・多層又は合金層として予め設けたものである。

#### 【0031】

ここで、図2Aにおける範囲Bの部分拡大図である図2Bないし図2D及び範囲Cの部分拡大図である図2Eに基づき、超音波振動子1における導電系につき説明する。

#### 【0032】

図2Bに示すように圧電素子5の内周側には一面側電極5aが設けられ、外周側には他面側電極5bが設けられている。音響整合層2を構成する第1音響整合層2aの内周側には略全周に亘ってグランド電極8が配置形成される。音響整合層2を構成する第1音響整合層2aの内周側かつ第1の形状形成部材4aの一端には、グランド電極8と接するよう導電部7が配置形成される。

#### 【0033】

なお、グランド電極8の配置については、製造方法の記載と併せて後述する。

#### 【0034】

第1の形状形成部材4aは、第1音響整合層2aの内周面に対して導電部材、例えば導電接着剤(不図示)で接着固定される。これにより導電部7とグランド電極8とが電気的に導通された状態になる。なお、導電部材は導電接着剤に限定されるものではなく、半田や銀口ウ、金口ウ等の金属口ウ部材、或いは導体被膜等であってもよい。

#### 【0035】

このように、他面側電極5bと、導電部7と、グランド電極8とが電気的に接続される。

#### 【0036】

図2Bにあっては他面側電極5bと導電部7とが一体的に形成されるが、他面側電極5bと、導電部7と、グランド電極8とは、電気的に等位となるように接続されれば良い。例えば図2Cに示すように、グランド電極8が音響整合層2の一端側まで連続して設けられるようにしても良い。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

また、図2Dに示すように、第1の形状形成部材4aの長手軸方向の長さである厚みより少量だけ長く形成して他面側電極5b及び導電部7に長手方向前後の一部分のみが接するように形成しても良い。この場合は、グランド電極8が外側に露出する構成とし、導電部7とグランド電極8との間を、導電性樹脂・導電性塗料等の導体材料や、各種の導体薄膜・導体厚膜・メッキ等の導体皮膜で電気的な導通状態とする。また、これらの材料を組み合わせて用いても良い。

#### 【0038】

図2Eに示すように、圧電素子5と基板6とが隣接する部位の近傍にあっては、基板6の内周側に設けられた導電パターン6aと、一面側電極5aとを電気的に接続するよう、導電部材9がパッキング材3の内周側に配置される。

10

#### 【0039】

図4Aから図10Cまでを参照して、上述のように構成される超音波振動子1を製造する方法を説明する。

#### 【0040】

超音波振動子1を製造する方法は以下の工程で形成される。

#### 【0041】

##### (1) 音響整合層2を形成する工程

音響整合層2を形成するために、まず、図4Aに示すように所定寸法及び所定形状で、かつ所定の音響インピーダンス値に調整された第1音響整合層2a及び第2音響整合層2bを用意する。そして、第1音響整合層2aの一面側の所定位置には板状のグランド電極8を配置する。

20

#### 【0042】

次に、図4Bに示すように第1音響整合層2aと第2音響整合層2bとを一体的に積層して音響整合層2を形成する。このとき、第2音響整合層2bを、グランド電極8が設けられていない第1音響整合層2aの他面側に配置する。音響整合層2は、各々を所定厚さとした後に一体化しても、一体化させた後に所定厚さにしても、接合せずに一方に他方を塗布、注型、成膜等により直接形成しても良く、これらの組合せにより形成しても良い。

#### 【0043】

なお、グランド電極8は、第1音響整合層2aの所定位置に形成した所定幅寸法及び深さ寸法の溝11に、所定幅寸法及び厚み寸法に形成した板状の導電部材12を接着して配置しても良い。また、グランド電極8は、溝11に所定幅寸法で前記深さ寸法より厚めに形成した板状の導電部材を接着して配置しても良い。また、グランド電極8は、図示しない導電樹脂等を突出するように塗布或いは充填した後、この導電部材の突出部分を第1音響整合層2aの面と面一致状態になるように加工して形成しても良い。また、グランド電極8は、所定厚み寸法より厚めに形成した第1音響整合層2aの溝11内に導電部材を接合ないし塗布或いは充填した後、全体を所定厚み寸法になるように加工して形成しても良い。また、グランド電極8は、各種の導体膜で形成しても良い。

30

#### 【0044】

そして、グランド電極8には、例えば導電性樹脂・導電性塗料・金属等の導体材料や、各種の導体薄膜・導体厚膜・メッキ等の導体皮膜が使用される。

40

#### 【0045】

##### (2) 第1積層体を形成する工程

前記第1の工程により形成された音響整合層2と、一面側電極5a及び他面側電極5bを圧電素子の両面に設けた圧電セラミック13とから、第1積層体21を形成する。圧電セラミック13は、音響整合層2の長さ寸法より所定寸法だけ短く形成され、幅寸法は略同一寸法で形成され、厚み寸法は所定寸法に形成される。

#### 【0046】

具体的には、まず、図5Aに示すように音響整合層2及び圧電セラミック13を準備する。

#### 【0047】

50

次に、図 5 B に示すように音響整合層 2 のグランド電極 8 が形成された面に、圧電セラミック 13 の他面側電極 5 b を、グランド電極 8 と少なくとも一部が接触するよう、略矩形状の音響整合層 2 の一辺から所定量である例えは距離 a だけオフセットした位置に接着固定する。

#### 【0048】

こうして、他面側電極 5 b と圧電セラミック 13 のグランド電極 8 とが電気的導通状態とされた一体的な第 1 積層体 2 1 が形成される。このとき、グランド電極 8 が配置されている音響整合層 2 の一端面側が圧電セラミック 13 の一端面側から距離 a だけ突出した状態になる。

#### 【0049】

##### (3) 第 2 積層体を形成する工程

前述した工程で形成された第 1 積層体 2 1 及び導電パターン 6 a から第 2 積層体 2 2 を形成する。

#### 【0050】

まず、図 5 A に示すように第 2 工程で形成した第 1 積層体 2 1 と、例え一面側に複数の導電パターン 6 a, ..., 6 a が所定の間隔で規則的に配列された基板 6 を準備する。この基板の厚み寸法は、圧電セラミック 13 の厚み寸法と略同寸法である。

#### 【0051】

次に、図 6 B に示すように導電パターン 6 a, ..., 6 a を上向きにした状態で、基板 6 を圧電セラミック 13 に隣接するように配設し、第 1 音響整合層 2 a に対して接着固定する。

#### 【0052】

こうして、第 1 音響整合層 2 a の面上に圧電セラミック 13 と基板 6 とが隣接して配置された第 2 積層体 2 2 が形成される。なお、基板 6 の幅寸法及び長さ寸法は所定寸法に設定される。

#### 【0053】

(4) 基板の導電パターン 6 a, ..., 6 a と圧電セラミック 13 の一面側電極 5 a とを電気的に接続する工程

図 7 に示すように第 2 積層体 2 2 の導電パターン 6 a が形成されている基板 6 及び一面側電極 5 a が設けられている圧電セラミック 13 の表面の所定位置に図示しないマスク部材を配置し、膜部材である導電性塗料又は導電性接着剤等を塗布したり、金、銀、クロム、二酸化インジウム等の金属や導体を蒸着、スパッタ、イオンプレーティング、CVD 等の方法で付着させて、導電膜部 14 を設ける。

#### 【0054】

こうして導電膜部 14 を形成することにより、導電パターン 6 a, ..., 6 a と一面側電極 5 a とが電気的に接続される。

#### 【0055】

##### (5) 圧電セラミック 13 を複数の圧電素子 5, ..., 5 に分割する工程

図 8 A に示すように圧電セラミック 13 及び基板 6 の表面側から音響整合層 2 を構成する第 1 音響整合層 2 a を通過させて第 2 音響整合層 2 b の一部に到達する所定深さ寸法で所定幅寸法又は所定形状の分割溝 15 を長手方向に対して直交する方向に所定ピッチで形成していく。尚、この分割溝 15 は、図示しないダイシングソー又はレーザ装置等の切断手段を用いて形成する。このとき、前記切断手段を 2 つの導電パターン 6 a, 6 a を分割する中央線上に配置させる。

#### 【0056】

この工程にあっては、複数の導電パターン 6 a, ..., 6 a を設けた基板 6 が、少なくとも 1 つの導電パターン 6 a が配置された複数の基板 6, ..., 6 に分割されるとともに、圧電セラミック 13 も複数個に分割される。このとき、導電膜部 14 は複数の導電部材 9 に分割される。このことによって、1 つの音響整合層 2 上に、個々の導電パターン 6 a を導電部材 9 で電気的に接続した圧電素子 5, ..., 5 が複数個配列されるようになる。

10

20

30

40

50

**【0057】**

図8Bに示すように第2積層体22に分割溝15を所定ピッチで所定個数形成する。このことによって、圧電セラミック13、基板6、導電膜部14及び第1音響整合層2aが所定個数に分割されて、圧電セラミック13及び基板6から形成されていた第2積層体22が、複数の圧電素子5,...,5及び複数の基板6,...,6を配置した積層体群で形成された第2積層体22aになる。言い換えれば、音響整合層2を構成する柔軟性を有する第2音響整合層2bに、複数の圧電素子5,...,5を配列した状態になると言える。

**【0058】**

次いで、第2音響整合層2bが最外周側に配置されるように第2積層体22aを曲げ変形させて、図9に示すように第2積層体22aを円筒形状に形成する。

10

**【0059】**

なお、分割溝15を形成した後、超音波振動子1を形成するに当たって不要になる、例えば図8Aの斜線に示す音響整合層2を除去する。また同様に、第2積層体22を構成する各部材について、例えば長さなどについては所定形状よりも大きいものを用い、最終的に不要部分を除去しても良い。さらに必要に応じ、それぞれの圧電素子5,...,5の一面側電極5aと、基板6,...,6の導電パターン6aとが導電部材9によって電気的に接続されているかの導通検査を行う。

**【0060】**

(6)円筒状振動子ユニット(以下、円筒状ユニットと略記する)23を形成する工程  
前述の工程で形成された第2積層体22aと、第1及び第2の形状形成部材4a、4b  
とから円筒状ユニット23を形成する。

20

**【0061】**

具体的には、図10Aに示すように第2積層体22aを円筒状に形作った後、図10Bに示すように第1の形状形成部材4aを音響整合層2の第1音響整合層2aに導電接着剤で一体的に接着固定する。また、図10Cに示すように第2の形状形成部材4bを圧電素子5,...,5に隣設する基板6,...,6の内周面側に非導電性の接着剤によって一体的に接着固定する。

**【0062】**

こうして、硬質の材料で形成された第1音響整合層2aと、第1の形状形成部材4a及び基板6と、第2の形状形成部材4bとを接着固定することにより、第2積層体22aから所定の曲率の円筒状ユニット23が形成される。このとき、分割された圧電素子5,...,5にそれぞれ設けられている他面側電極5bと導通状態となっているグランド電極8と、第1の形状形成部材4aの導電部7とは一体的に導通状態となる。

30

**【0063】**

導電部7には、図示しない超音波観測装置から延出するグランド線が接続され、容量が十分に大きいグランドが確保される。なお、第1の形状形成部材4aを第1音響整合層2aに非導電性接着剤により接着し、その後に導体薄膜、導電性樹脂、導体厚膜等によって電気的に接続するようにしても良い。

**【0064】**

このように、圧電セラミック13に設けた所定の電極及び形状形成部材の導電部と電気的に導通状態になるグランド電極8を音響整合層2に予め設け、このグランド電極8と圧電セラミック13に設けた所定の電極及び形状形成部材の導電部7とを組み立てる工程時に電気的に接続することによって、各圧電素子5,...,5にそれぞれ設けられている他面側電極5bを、導電部7によって一体になったグランド電極8に接続して大容量のグランドを確保することができる。

40

**【0065】**

なお、本実施形態においては第1形状形成部材4a及び第2形状形成部材4bを用いてラジアルアレイ型の超音波振動子1を形成する工程を説明したが、本工程で示した形状形成部材4a、4bを使用する代わりに、図11Aに示すように例えば部分円筒形状等に形成した第3の形状形成部材4c、第4の形状形成部材4dを上述と同様に所定形状で所定

50

数に分割された圧電素子 5 , … , 5 を有する第 2 積層体 22 b の第 1 音響整合層 2 a に固定することによってコンベックスアレイ型振動子ユニットが形成するようにしてもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

なお、図 11 B に示すように、端部が平坦である平板状の形状形成部材 4 e を上述と同様に第 2 積層体 22 c の第 1 音響整合層 2 a に該平坦部が接するように固定すると、リニアアレイ型振動子ユニットが形成される。さらに、形状形成部材の端部形状は円弧や直線に限定されるものではなく、これらの組合せや変形も可能であり、これにより複数個配列されるアレイを自由に配置することができ、よって超音波の走査方向を自在に設定することができる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、本実施形態においては、グランド電極 8 を、第 1 音響整合層 2 a の所定位置に形成した所定幅寸法及び深さ寸法の溝 11 に、板状の導電部材 12 を接着配置して構成しているが、図 12 に示すように、第 1 の音響整合層 2 a の所定位置に導電性の材料で構成されるグランド膜部 24 を設けるようにしても良い。具体的には、グランド膜部 24 は、金、銀、銅或いはニッケル・クロム等の導電部材を焼付け又は蒸着等によって形成しても良く、また導電性塗料或いは導電性接着剤等を塗布して形成しても良い。

#### 【 0 0 6 8 】

このことによって、第 1 音響整合層 2 a の所定位置に所定幅寸法及び深さ寸法の溝を形成することなく、第 1 音響整合層 2 a の所定位置にグランド電極 8 を設けることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

##### ( 7 ) バッキング材を形成する工程

バッキング材 3 は、圧電素子 5 の一面電極 5 a 側に、フェライト入りゴム材・アルミナ粉入りエポキシ等を材料として用い、接着・注型等の方式により形成することにより前記図 1 ないし図 3 に示したような構成のラジアルアレイ型の超音波振動子を形成する。

#### 【 0 0 7 0 】

以下に、その詳細を説明する。

#### 【 0 0 7 1 】

図 13 に示すように円筒状ユニット 23 を図示しない治具に載置し、この円筒状ユニット 23 を曲率の中心を回転軸にして所定速度で例えば矢印に示す方向へ回転させる。この状態で、図 14 に示すように供給パイプ 31 を介して、混入装置 32 で予めエポキシ樹脂にアルミナ粉末を混入してかき混ぜておいた所定の粘性を有する、液状樹脂 33 を円筒状ユニット 23 の内周面 23 a に供給する。次に、円筒状ユニット 23 を回転した状態のまま液状樹脂 33 を所定量供給し、その後、所定時間回転状態にして液状樹脂 33 を硬化させる。なお、円筒状ユニット 23 の回転方向は矢印に示す方向に限定されるものではなく、逆方向であってもよい。

#### 【 0 0 7 2 】

こうして、複数の圧電素子 5 , … , 5 の一面側電極 5 a 側にバッキング材 3 を設けた、ラジアルアレイ型の超音波振動子 1 が形成される。

#### 【 0 0 7 3 】

このとき、バッキング材 3 は、液状樹脂 33 が円筒状振動子ユニット 23 の回転している状態で硬化して形成されるので、図 15 に示すように各圧電素子 5 , … , 5 に対して均一な厚さで、かつ図 16 に示すように各圧電素子 5 , … , 5 の一面側電極 5 a の内周面側から中心方向に向かってアルミナ粉末を均一に分布した状態に形成される。具体的には、一面側電極 5 a の内周面側から一点鎖線に示す範囲 51 にアルミナ粉末を高密度に配置して、中心方向に向かうにしたがってアルミナ粉末の密度が徐々に低下して、二点鎖線から中心側にエポキシ樹脂だけのいわゆる上澄み層 52 を形成したバッキング材 3 になっている。

#### 【 0 0 7 4 】

このように、円筒状ユニットを形成し、この円筒状ユニットを所定速度で回転状態にし

10

20

30

40

50

て、硬化させることによってパッキング材となるフィラーを混入した液状の樹脂部材を所定量供給した後、回動状態を保持して供給された樹脂部材を硬化させることによって、各圧電素子の内周面側から中心方向に向かってフィラーが均一に分布して、均一な厚さのパッキング材を形成してラジアルアレイ型の超音波振動子を得ることができる。このことによって、各圧電素子に対して均一な音響特性を有するパッキング材を配置したラジアルアレイ型の超音波振動子で超音波観察を行うことによって良好なラジアル画像の超音波画像を得られる。

#### 【0075】

なお、圧電素子の一面側電極側に接着剤を使用することなくパッキング材を配置したことによって、パッキング材に残留応力が発生することを確実に防止することができる。

10

#### 【0076】

また、パッキング材の上澄み層を除去して、超音波振動子の有する内孔の内径を大径に形成することによって、超音波内視鏡を構成する内容物を収容する収容スペースを拡張するようにしてもよい。

#### 【0077】

また、本実施形態においてはラジアルアレイ型の超音波振動子を形成する工程を説明したが、図示は省略するが例えば直径に沿って長手方向に切断して断面形状を例えば略半円状にするなど、所定角度で切断することによってコンベックスアレイ型の超音波振動子を得ることができる。

#### 【0078】

さらに、図17Aに示すように例えば半円形形状等に形成した供給パイプ挿通用凹部を設けた形状形成部材4c、4dを上述と同様に所定形状で所定数に分割された圧電素子5,...,5を有する第2積層体22bの第1音響整合層2aに固定してコンベックスアレイ型振動子ユニット22dを形成する。その後、図17Bに示すようにこのコンベックスアレイ型振動子ユニット22dを円筒状ユニット23と略同形状にするダミー部材25を一体的に配置する。そして、その状態で上述と同様に液状樹脂33を供給するとともに硬化させてパッキング材を形成する。その後、ダミー部材25及びパッキング材の不要箇所を除去することにより、前述と同様にコンベックスアレイ型の超音波振動子を得ることができる。

20

#### 【0079】

また、図17Cに示すようにコンベックスアレイ型振動子ユニット22dを図示しない治具に配置する。そして、この状態で、コンベックスアレイ型振動子ユニット22dを所定の状態で揺動させて液状樹脂33を所定量供給するとともに、所定時間揺動状態にして硬化させることによって、上述の実施形態と同様に各圧電素子に対して均一な音響特性を有するパッキング材を配置したコンベックスアレイ型の超音波振動子を得ることができる。

30

#### 【0080】

このように、圧電素子から突出している音響整合層を構成する硬質な材料で構成された第1音響整合層に、所定形状に形成した硬質な材料で構成された形状形成部材を固定配置することによって、所定形状の超音波振動子を高精度に形成することができるとともに、残留応力に起因する不具合の発生を確実に防止した超音波振動子を形成することができる。

40

#### 【0081】

このことによって、圧電セラミックを複数に分割して形成した圧電素子が高精度に配列されて、高画質の超音波観察像を長期にわたって安定して得ることができる。

#### 【0082】

尚、本発明は、以上述べた実施形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。例えば、本実施形態においてはでは基板6を圧電素子5に併設配置し導電部材により両者を電気的に接続したが、これに限定されるものではなく、例えばパッキング材の内部又は側面に基板を位置させたり、フレームと基板とを

50

合一すること、基板と圧電素子とを金属細線等で接続しても良い。

**【0083】**

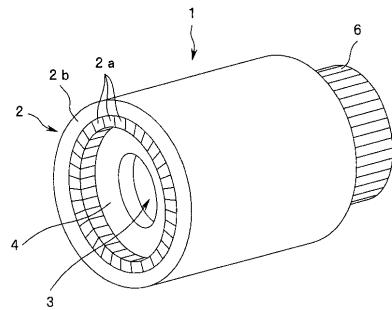
以上のように、本発明にかかる超音波振動子は、信頼性が高いので、超音波断層画像を得るための超音波観察用等として有用である。

**【符号の説明】**

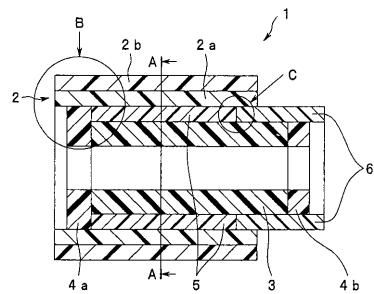
**【0084】**

1 ... 超音波振動子	2 ... 音響整合層	2 a ... 第1音響整合層	10
2 b ... 第2音響整合層	3 ... バッキング材	4 a ... 第1の振動子形状形成部材	
4 b ... 第2の振動子形状形成部材	5 ... 圧電素子	5 a ... 一面側電極	
5 b ... 他面側電極	6 ... 基板	6 a ... 導電パターン	
8 ... グランド電極	9 ... 導電部材	11 ... 溝	
13 ... 圧電セラミック	14 ... 導電膜部	15 ... 分割溝	
22 ... 第2積層体	23 ... 円筒状振動子ユニット	23 a ... 内周面	
24 ... グランド膜部	25 ... ダミー部材	31 ... 供給パイプ	
33 ... 液状樹脂	51 ... 範囲	32 ... 混入装置	
	52 ... 上澄み層		

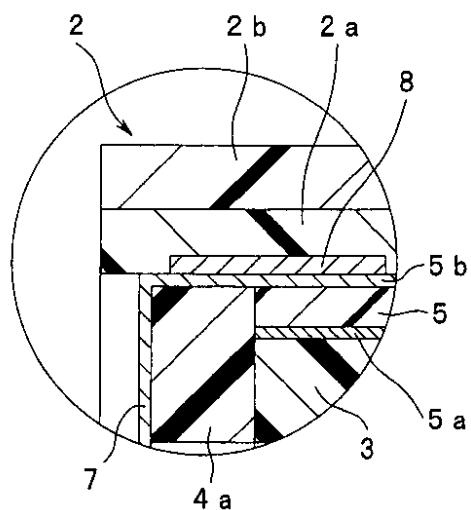
**【図1】**



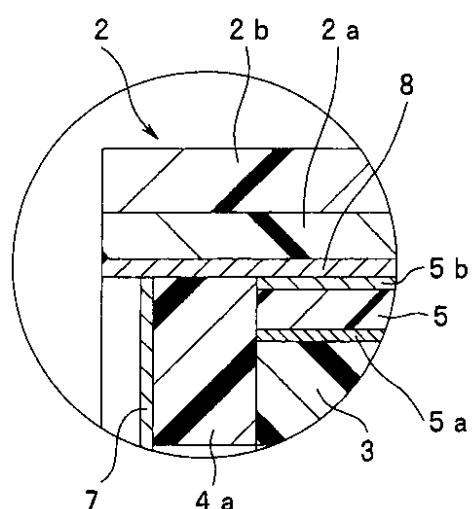
**【図2A】**



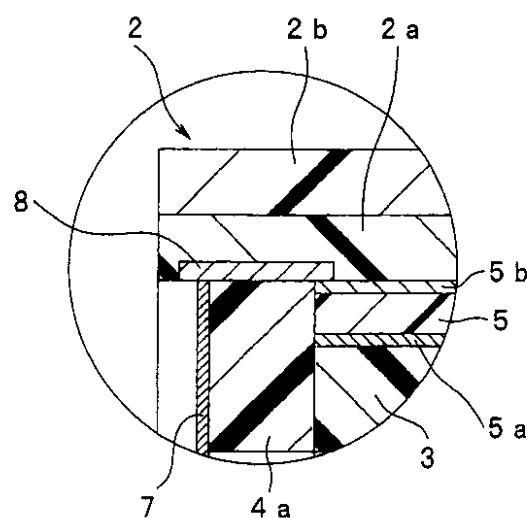
**【図2B】**



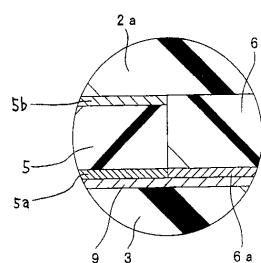
【図 2 C】



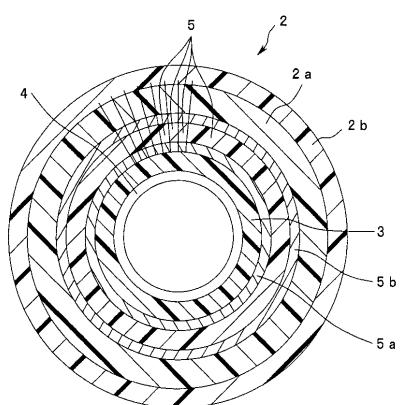
【図 2 D】



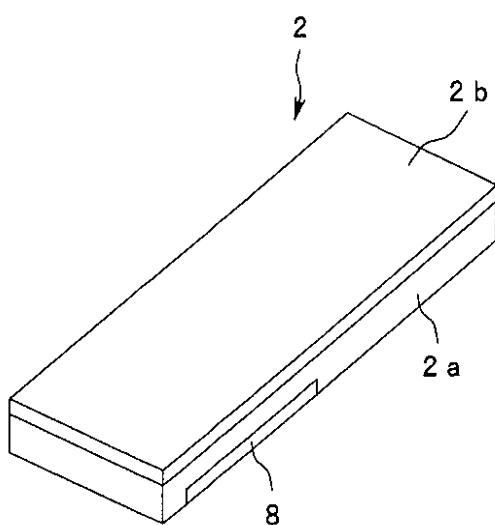
【図 2 E】



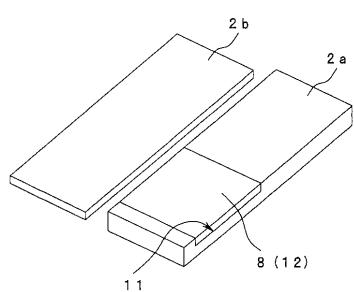
【図 3】



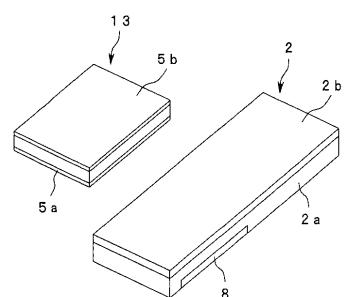
【図 4 B】



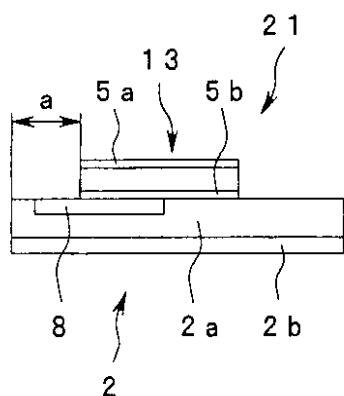
【図 4 A】



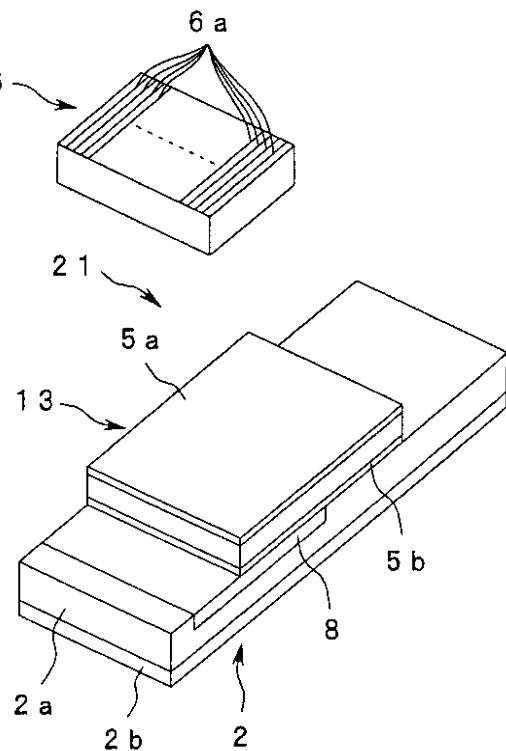
【図 5 A】



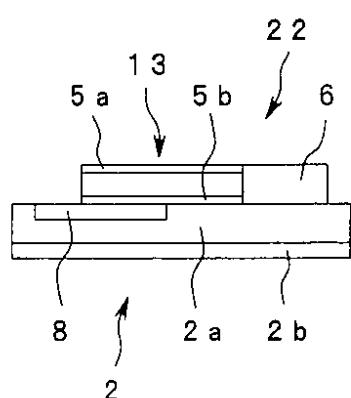
【図 5 B】



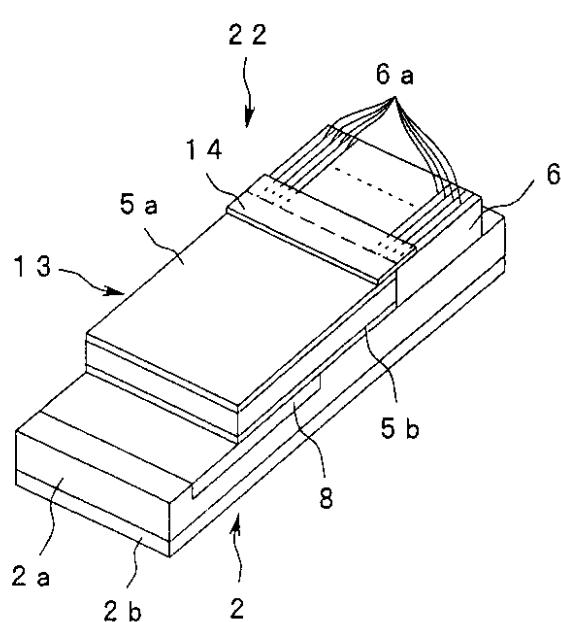
【図 6 A】



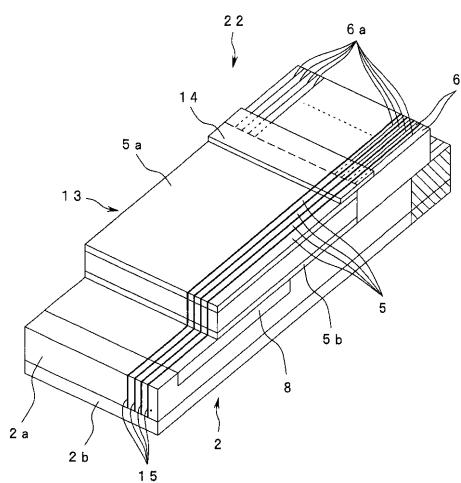
【図 6 B】



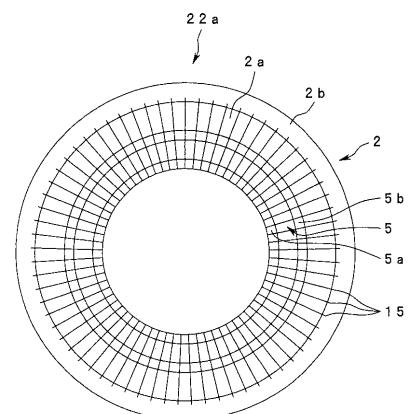
【図 7】



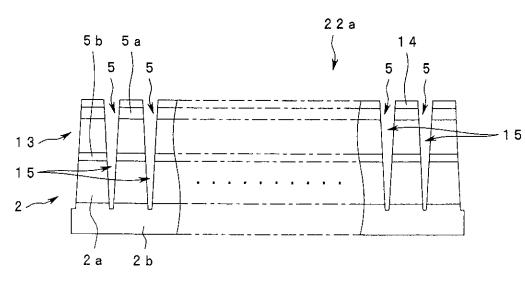
【図 8 A】



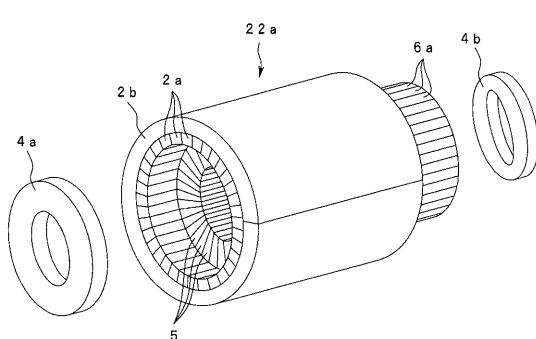
【図 9】



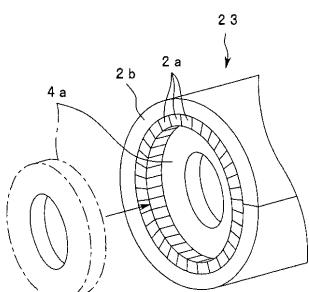
【図 8 B】



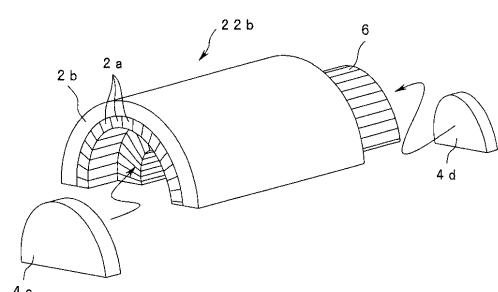
【図 10 A】



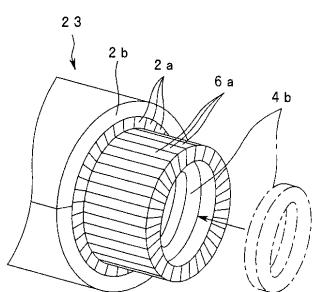
【図 10 B】



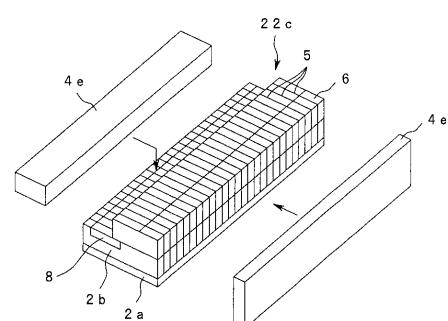
【図 11 A】



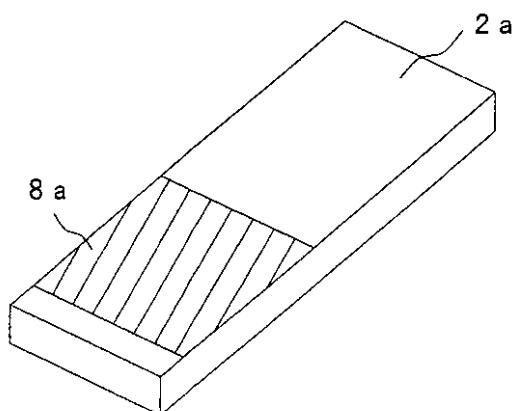
【図 10 C】



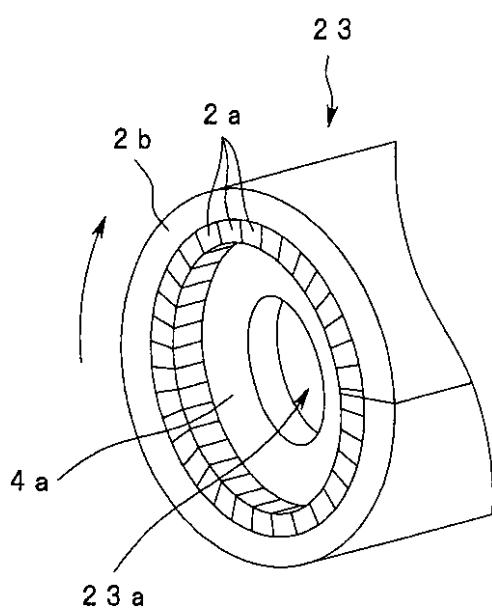
【図 11 B】



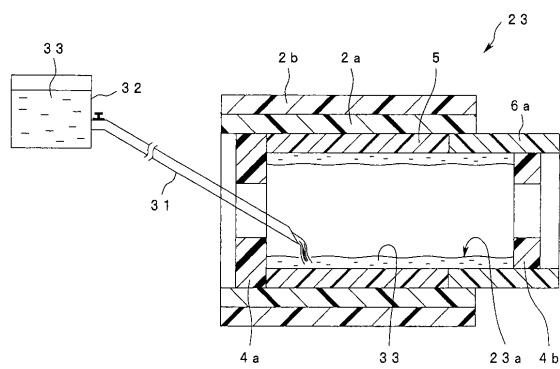
【図12】



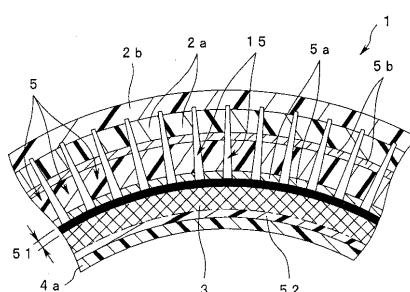
【図13】



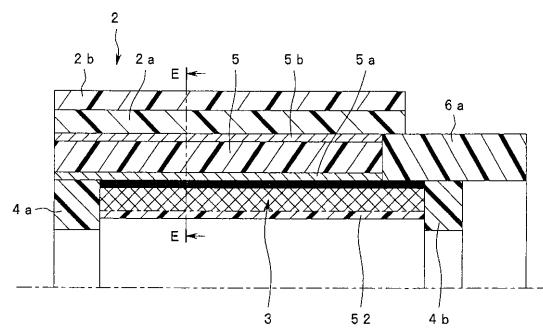
【図14】



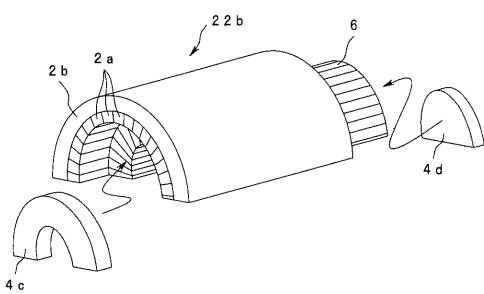
【図16】



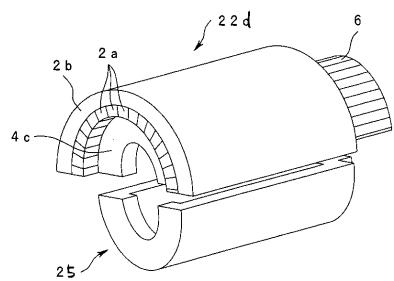
【図15】



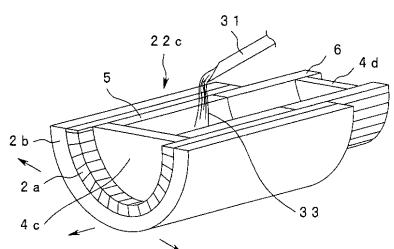
【図17A】



【図17B】



【図17C】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭61-180004 (JP, U)  
特表平11-501245 (JP, A)  
特開2002-336258 (JP, A)  
特開平08-089505 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00

专利名称(译)	超音波振动子		
公开(公告)号	<a href="#">JP4624921B2</a>	公开(公告)日	2011-02-02
申请号	JP2005505240	申请日	2004-04-01
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	沢田之彦		
发明人	沢田 之彦		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00 H04R17/10 A61B8/12 B06B1/06		
CPC分类号	B06B1/0633		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.330.Y H04R17/00.332.Y H04R17/10.330		
代理人(译)	伊藤 进		
优先权	2003098213 2003-04-01 JP 2003098214 2003-04-01 JP 2003098215 2003-04-01 JP		
其他公开文献	JPWO2004089223A1 JPWO2004089223A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

超声换能器固定地布置在声匹配层的预定位置处，该声匹配层包括至少一个由硬质材料制成的层和由长度比声匹配层短的硬质材料制成并由声匹配层形成的层。在该配置状态下分为多个压电元件的压电元件和在该分割后的压电元件的表面配置在内周面侧的状态下从压电元件突出的声匹配层的压电元件并且，换能器形状形成构件固定地布置在布置表面上并且由刚性材料制成，用于将多个压电元件布置成预定形状。

【図 2 B】

