

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4323487号
(P4323487)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

H 0 4 R 17/00 (2006.01)

H 0 4 R 31/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

H 0 4 R 17/00 3 3 0 J

H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y

H 0 4 R 31/00 3 3 0

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-505243 (P2005-505243)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月1日(2004.4.1)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2004/004777
 (87) 国際公開番号 W02004/091255
 (87) 国際公開日 平成16年10月21日(2004.10.21)
 審査請求日 平成18年2月20日(2006.2.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-98216 (P2003-98216)
 (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2003-98217 (P2003-98217)
 (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 川上 則明

(56) 参考文献 特開平02-265534(JP, A)
 特公昭63-014623(JP, B1)
)
 特開平04-008355(JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも硬質な材料で形成された層を含む音響整合層と、前記音響整合層を構成する硬質な材料で形成された層の所定位置に積層固定される、両平面部に電極をそれぞれ設けた圧電体と、前記音響整合層を構成する硬質な材料で形成された層の面に積層配置されて、前記圧電体に隣接固定される、前記圧電体の一面側電極と電氣的に接続される所定間隔で配列された複数の導電パターンを少なくとも一面側に形成した基板と、を備える超音波振動子において、

前記音響整合層の硬質な材料で形成された層の所定面側に設けられ、前記圧電体の他面側電極と電氣的に接続されるグランド電極と、

前記圧電体の一面側電極側に設けられて前記複数の導電パターンと前記一面側電極とを電氣的に接続し、前記圧電体及び前記基板を所定数に分割する前記音響整合層の所定深さに到達する分割溝によって、前記基板上の分割された導電パターンと前記圧電体の分割された一面側電極とをそれぞれ電氣的に接続する導電部材に分割される導電膜部と、

前記分割溝で分割されたグランド電極を電氣的に接続する、当該超音波振動子の形状を形成する形状形成部材に設けられた導電部と、

を具備することを特徴とする超音波振動子。

【請求項2】

前記導電膜部は、金属ロウ、超音波接合、接着剤で接続固定される導電性部材、導電性接着剤、導電性塗料、焼付け、スパッタ、イオンプレーティング、CVD又は蒸着の中の

いずれか及びこれらの組合わせによって設けられる導電性の膜部材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。

【請求項 3】

前記膜部材は、厚膜であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか一つに記載の超音波振動子。

【請求項 4】

前記膜部材は、薄膜であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか一つに記載の超音波振動子。

【請求項 5】

前記圧電体の厚み寸法及び前記基板の厚み寸法を略同一に設定したことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

10

【請求項 6】

前記分割溝が到達する前記音響整合層は、前記硬質な材料で形成された層とは異なる軟質な材料で形成された層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。

【請求項 7】

少なくとも硬質な材料で形成された音響整合層にグランド電極を設ける工程と、
前記硬質な材料から音響整合層に電極を有する所定形状の圧電体を固定して第 1 積層体を形成する工程と、

前記硬質な材料で形成された音響整合層面に、所定間隔で形成した複数の導電パターンを有する所定形状の基板を前記圧電体に隣接固定して第 2 積層体を形成する工程と、

20

前記圧電体の電極と前記基板の導電パターンとを一体で電氣的に接続する導電部材を設ける工程と、

前記導電部材を設けて電氣的に接続された圧電体及び基板に所定間隔及び所定深さ寸法の分割溝を形成する工程と、

を具備することを特徴とする超音波振動子の製造方法。

【請求項 8】

前記圧電体の厚み寸法及び前記基板の厚み寸法を略同一に設定したことを特徴とする請求項 7に記載の超音波振動子の製造方法。

【請求項 9】

前記導電部材は膜部材であることを特徴とする請求項 7 または請求項 8のいずれか一つに記載の超音波振動子の製造方法。

30

【請求項 10】

前記膜部材は厚膜であることを特徴とする請求項 7 ないし請求項 9のいずれか一つに記載の超音波振動子の製造方法。

【請求項 11】

前記膜部材は薄膜であることを特徴とする請求項 7 ないし請求項 9のいずれか一つに記載の超音波振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

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など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た電子走査方式の超音波振動子がある。この超音波振動子には数多くの圧電

50

素子が整列配置されており、それぞれの圧電素子には超音波観測装置から延出する信号線が電氣的に接続されている。そして、前記圧電素子と前記信号線との電氣的な接続は、配線基板或いはリード線によって行われている。

【 0 0 0 4 】

例えば、特公平 4 - 1 9 8 5 8 号公報のアレイ型超音波探触子では圧電振動子の配列間隔に略等しい間隔にて複数の基板電極を整列してプリントされているフレキシブル基板によって、このフレキシブル基板の基板電極とそれぞれの圧電振動子とを接着によって電氣的に接続している。

【 0 0 0 5 】

また、特許 2 5 0 2 6 8 5 号公報の超音波探触子の製造方法ではフレキシブルの電気端子と曲面体上フレキシブル基板とを金線等のワイヤを用いて、ワイヤボンディング等によって各チャンネル毎に 1 対 1 で接続していた。

10

【 0 0 0 6 】

さらに、特許 3 2 4 8 9 2 4 号公報には、圧電材料とフレキシブルプリント回路基板とを平行もしくは平行に近い状態に保ちながら信号電極とリード線を電氣的に接続し切り込んで各圧電素子を形成することによって、超音波送受波特性の良い超音波探触子の製造方法が示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

20

【 特許文献 1 】

特公平 4 - 1 9 8 5 8 号公報

【 特許文献 2 】

特許 2 5 0 2 6 8 5 号公報

【 特許文献 3 】

特許 3 2 4 8 9 2 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、前記特公平 4 - 1 9 8 5 8 号公報のアレイ型超音波探触子では、フレキシブル基板の各電極と圧電振動子の各電極との位置合わせを行った後、接着固定して電氣的接続を行っているが、この作業は熟練を要する作業の一つで、コストアップの要因になっていた。

30

【 0 0 0 9 】

また、前記特公平 4 - 1 9 8 5 8 号公報のアレイ型超音波探触子及び特許 3 2 4 8 9 2 4 号公報の超音波探触子の製造方法では、フレキシブル基板を曲げ状態にすることによってこのフレキシブル基板の弾性力が残留応力となることによって不具合が生じるおそれがある。

【 0 0 1 0 】

さらに、前記特許 2 5 0 2 6 8 5 号公報の超音波探触子の製造方法では、ワイヤを用いて、ワイヤボンディング等によって各チャンネル毎に 1 対 1 で接続していたため、残留応力の発生に加えて、配線のための空間が必要になるために小型化が制約されるとともに、配線作業が複雑且つ繁雑であるため信頼性に欠けるばかりでなく、コストアップの要因になっていた。

40

【 0 0 1 1 】

又、前記特許 3 2 4 8 9 2 4 号公報の超音波探触子の製造方法では、溝に F P C を差し込み、信号電極と銅箔テープとを接着部を設けて接続し、その後、ダイシングを行って圧電素子切り込み及びチャンネル切り込みを形成し、その後、ダイシングによって分割された共通電極を一体にするために接着部を設けていたため、作業性が煩雑であるとともに、残留応力によって接着部が剥離して不具合が発生するおそれがあった。そして、切り込み

50

を行った際に、接着部が剥離する等の不良が発生した場合、不良箇所の修正を行うことが難しく、歩留りが悪かった。

加えて、接着部を設けてフレキシブル基板を圧電素子に固定することによって、負荷重量によって各圧電素子の振動が抑制されるという不具合が発生する。

【0012】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、圧電素子の振動が抑制されること及び残留応力による不具合の発生を防止し、作業性に優れ、歩留りの向上、コスト低減を図れ信頼性の高い超音波振動子の提供及びその製造方法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】

【0013】

本発明の超音波振動子は、少なくとも硬質な材料で形成された層を含む音響整合層と、前記音響整合層を構成する硬質な材料で形成された層の所定位置に積層固定される、両平面部に電極をそれぞれ設けた圧電体と、前記音響整合層を構成する硬質な材料で形成された層の面に積層配置されて、前記圧電体に隣接固定される、前記圧電体の一面側電極と電氣的に接続される所定間隔で配列された複数の導電パターンを少なくとも一面側に形成した基板と、を備える超音波振動子であって、前記音響整合層の硬質な材料で形成された層の所定面側に設けられ、前記圧電体の他面側電極と電氣的に接続されるグラウンド電極と、前記圧電体の一面側電極側に設けられて前記複数の導電パターンと前記一面側電極とを電氣的に接続し、前記圧電体及び前記基板を所定数に分割する前記音響整合層の所定深さに到達する分割溝によって、前記基板上の分割された導電パターンと前記圧電体の分割された一面側電極とをそれぞれ電氣的に接続する導電部材に分割される導電膜部と、前記分割溝で分割されたグラウンド電極を電氣的に接続する、当該超音波振動子の形状を形成する形状形成部材に設けられた導電部とを具備している。そして、本発明の超音波振動子の製造方法は、少なくとも硬質な材料で形成された音響整合層にグラウンド電極を設ける工程と、硬質な材料から音響整合層に電極を有する所定形状の圧電体を固定して第1積層体を形成する工程と、硬質な材料で形成された音響整合層面に、所定間隔で形成した複数の導電パターンを有する所定形状の基板を、圧電体に隣接固定して第2積層体を形成する工程と、圧電体の電極と基板の導電パターンとを一体で電氣的に接続する導電部材を設ける工程と、導電部材を設けて電氣的に接続された圧電体及び基板に所定間隔及び所定深さ寸法の分割溝を形成する工程とを具備している。したがって、対応する圧電体の電極と基板の導電パターンとの電氣的な接続を容易に行うことができるので、超音波振動子の小型化が可能になるとともに、作業性の向上及びコストの低減を図れる。また、圧電体の電極と基板の導電パターンとの電氣的接続箇所に不良があった場合には容易に修正を行って歩留りの向上も図れる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、圧電素子の振動が抑制されること及び残留応力による不具合の発生を防止し、作業性に優れ、歩留りの向上、コスト低減を図れ、信頼性の高い超音波振動子の提供及びその製造方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】超音波振動子を示す斜視図

【図2A】超音波振動子の構成を説明する長手方向断面図

【図2B】図2Aの矢印Bで示す部分の拡大図

【図2C】図2Aの矢印Bで示した部分の他の構成例を説明する図

【図2D】図2Aの矢印Bで示した部分の他の構成例を説明する図

【図2E】図2Aの矢印Cで示す部分の拡大図

【図3】図2AのA-A線断面図

【図4A】音響整合層を形成する部材を説明する図

【図4B】音響接合層を説明する図

10

20

30

40

50

【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

【図 6 B】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氣的に接続する工程を説明する図

【図 8 A】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 8 B】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

10

【図 10 A】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 10 B】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 10 C】基板に形状形成部材を配置した状態を説明する図

【図 11 A】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 11 B】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 A】修正用マスク部材を使用して電氣的接続不具合箇所の修正を行っている状態を説明する図

【図 12 B】電氣的接続不具合箇所の修正を金属部材と導電性接着部を設けて行った状態を示す図

20

【図 13】段差を有する圧電体と基板との電氣的接続を説明する図

【図 14 A】他面側電極と導電パターンとの間の電氣的な絶縁を図る一構成例を説明する図

【図 14 B】他面側電極と導電パターンとの間の電氣的な絶縁を図る他の構成例を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明を、添付の図面にしたがってより詳細に説明する。

第 1 図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 4 a、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）4 b 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 2 a と、軟質の材料で形成された第 2 音響整合層 2 b 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。

30

【0017】

第 2 A 図及び第 3 図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 2 a 及び第 2 音響整合層 2 b 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 4 a は音響整合層 2 を構成する第 1 音響整合層 2 a 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。

40

【0018】

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。

【0019】

第 2 の形状形成部材 4 b 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 4 a 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。

50

【 0 0 2 0 】

音響整合層 2 は、前述した通り第 1 音響整合層 2 a 及び第 2 音響整合層 2 b で構成されるが、第 1 音響整合層 2 a の材料としては、例えばエポキシ系、シリコン系、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 2 b の材料としては、例えばシリコン系、エポキシ系・P E E K・ポリイミド・ポリエーテルイミド・ポリサルフォン・ポリエーテルサルフォン・フッ素系樹脂等の樹脂部材やゴム等が用いられる。

第 1 図及び第 3 図に示すように第 1 音響整合層 2 a 及び圧電素子 5 は所定数、例えば 1 9 2 個に分割されて配列される。

10

【 0 0 2 1 】

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、P E E K・ウレタン系・フッ素系等の樹脂部材やクロロプレンゴム・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グステン等の金属、アルミナ・ジルコニア・シリカ・酸化タングステン・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単一又は複数の物質・形状のフィラーを混合したものをを用いても良い。

【 0 0 2 2 】

20

圧電素子 5 は、板状に形成されたチタン酸ジルコン酸鉛、チタン酸鉛・チタン酸バリウム系・B N T - B S - S T 系等の圧電セラミック又は、L i N b O 3 ・P Z N T 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 5 a 及び他面側電極 5 b 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。

【 0 0 2 3 】

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

30

第 2 B 図に示すように圧電素子 5 の内周側には一面側電極 5 a が設けられ、外周側には他面側電極 5 b 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 2 a 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 2 a の内周側かつ第 1 の形状形成部材 4 a の一端には、グランド電極 8 と接するように導電部 7 が配置形成される。

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。

【 0 0 2 4 】

第 1 の形状形成部材 4 a は、第 1 音響整合層 2 a 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 とが電氣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

40

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。

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

【 0 0 2 5 】

第 2 B 図にあっては他面側電極 5 b と導電部 7 とが一体的に形成されるが、他面側電極 5 b と、導電部 7 と、グランド電極 8 とは、電氣的に等位となるように接続されれば良い。例えば第 2 C 図に示すように、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。

【 0 0 2 6 】

また、第 2 D 図に示すように、第 1 の形状形成部材 4 a の長手軸方向の長さである厚み

50

より少量だけ長く形成して他面側電極 5 b 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、グラウンド電極 8 が外側に露出する構成とし、導電部 4 a とグラウンド電極 6 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氣的な導通状態とする。また、これらの材料を組み合わせ用いても良い。

【 0 0 2 7 】

第 2 E 図に示すように、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 6 a と、一面側電極 5 a とを電氣的に接続するように、導電部材 9 がパッキング材 3 の内周側に配置される。

【 0 0 2 8 】

第 4 A 図から第 1 0 C 図までを参照して、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。

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。

【 0 0 2 9 】

(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、第 4 A 図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 2 a 及び第 2 音響整合層 2 b を用意する。そして、第 1 音響整合層 2 a の一面側の所定位置には板状のグラウンド電極 8 を配置する。

【 0 0 3 0 】

次に、第 4 B 図に示すように第 1 音響整合層 2 a と第 2 音響整合層 2 b 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 2 b を、グラウンド電極 6 が設けられていない第 1 音響整合層 2 a 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。

【 0 0 3 1 】

なお、グラウンド電極 8 は、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 1 1 に、所定幅寸法及び厚み寸法に形成した板状の導電部材 1 2 を接着して配置しても良い。また、グラウンド電極 8 は、溝 1 1 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、グラウンド電極 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 2 a 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、グラウンド電極 8 は、所定厚み寸法より厚めに形成した第 1 音響整合層 2 a の溝 1 1 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、グラウンド電極 8 は、各種の導体膜で形成しても良い。

【 0 0 3 2 】

そして、グラウンド電極 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。

【 0 0 3 3 】

(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 5 a 及び他面側電極 5 b を圧電素子の両面に設けた圧電セラミック 1 3 とから、第 1 積層体 2 1 を形成する。圧電セラミック 1 3 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。

【 0 0 3 4 】

具体的には、まず、第 5 A 図に示すように音響整合層 2 及び圧電セラミック 1 3 を準備する。

次に、第 5 B 図に示すように音響整合層 2 のグラウンド電極 8 が形成された面に、圧電セラミック 1 3 の他面側電極 5 b を、グラウンド電極 8 と少なくとも一部が接触するよう、略

10

20

30

40

50

矩形状の音響整合層 2 の一辺から所定量である例えば距離 a だけオフセットした位置に接着固定する。

【 0 0 3 5 】

こうして、他面側電極 5 b と圧電セラミック 1 3 のグランド電極 6 とが電氣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 6 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 1 3 の一端面側から距離 a だけ突出した状態になる。

【 0 0 3 6 】

(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。

10

【 0 0 3 7 】

まず、第 6 A 図に示すように第 2 工程で形成した第 1 積層体 2 1 と、例えば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 とを準備する。この基板の厚み寸法は、圧電セラミック 1 3 の厚み寸法と略同寸法である。

【 0 0 3 8 】

次に、第 6 B 図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 1 3 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。

こうして、第 1 音響整合層 2 a の面上に圧電セラミック 1 3 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。

20

【 0 0 3 9 】

(4) 基板の導電パターン 6 a , ... , 6 a と圧電セラミック 1 3 の一面側電極 5 a とを電氣的に接続する工程

第 7 図に示すように第 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 7 及び一面側電極 5 a が設けられている圧電セラミック 1 3 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 1 4 を設ける。

30

こうして導電膜部 1 4 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 とが電氣的に接続される。

【 0 0 4 0 】

(5) 圧電セラミック 1 3 を複数の圧電素子 5 , ... , 5 に分割する工程

第 8 A 図に示すように圧電セラミック 1 3 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 1 5 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 1 5 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。

40

【 0 0 4 1 】

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 1 3 も複数個に分割される。このとき、導電膜部 1 4 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 で電氣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。

【 0 0 4 2 】

第 8 B 図に示すように第 2 積層体 2 2 に分割溝 1 5 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 1 3 、基板 6 、導電膜部 1 4 及び第 1 音響整合層 2 a が所定個数に分割されて、圧電セラミック 1 3 及び基板 6 から形成されていた第 2 積層体

50

2 2 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 2 2 a 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 2 b に、複数の圧電素子 5 , ... , 5 を配列した状態になると言える。

【 0 0 4 3 】

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

【 0 0 4 4 】

なお、分割溝 1 5 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、例えば第 8 A 図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 2 2 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 5 a と、基板 6 , ... , 6 の導電パターン 6 a とが導電部材 9 によって電氣的に接続されているかの導通検査を行う。

【 0 0 4 5 】

(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) 2 3 を形成する工程
前述の工程で形成された第 2 積層体 2 2 a と、第 1 及び第 2 の形状形成部材 4 a 、 4 b とから円筒状ユニット 2 3 を形成する。

【 0 0 4 6 】

具体的には、第 1 0 A 図に示すように第 2 積層体 2 2 a を円筒状に形作った後、第 1 0 B 図に示すように第 1 の形状形成部材 4 a を音響整合層 2 の第 1 音響整合層 2 a に導電接着剤で一体的に接着固定する。また、第 1 0 C 図に示すように第 2 の形状形成部材 4 b 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。

【 0 0 4 7 】

こうして、硬質の材料で形成された第 1 音響整合層 2 a と、第 1 の形状形成部材 4 a 及び基板 6 と、第 2 の形状形成部材 4 b とを接着固定することにより、第 2 積層体 2 2 a から所定の曲率の円筒状ユニット 2 3 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 5 b 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 4 a の導電部 7 とは一体的に導通状態となる。

【 0 0 4 8 】

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 4 a を第 1 音響整合層 2 a 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氣的に接続するようにしても良い。

【 0 0 4 9 】

このように、圧電セラミック 1 3 に設けた所定の電極及び形状形成部材の導電部と電氣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 1 3 に設けた所定の電極及び形状形成部材の導電部 7 とを組立てる工程時に電氣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 5 b 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。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態においては第 1 形状形成部材 4 a 及び第 2 形状形成部材 4 b 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 4 a 、 4 b を使用する代わりに、第 1 1 A 図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 4 c 、第 4 の形状形成部材 4 d 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 2 2 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 5 1 】

なお、第 1 1 B 図に示すように、端部が平坦である平板状の形状形成部材 4 e を準備するとともに、上述の工程と同様に第 2 積層体 2 2 c の第 1 音響整合層 2 a に該平坦部が接するように形状形成部材 4 e を固定すると、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る。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 5 2 】

このとき、グラウンド電極 6 と形状形成部材 4 a の導電部 7 とが導通状態になる。この導電部 7 に図示しない超音波観測装置から延出するグラウンド線を接続することによって十分な容量のグラウンドが確保される。形状形成部材 4 a は、固定を非導電性接着剤により行い、その後に導体薄膜、導電性樹脂、導体厚膜等によって電氣的に接続しても、何ら問題はない。さらに、形状形成部材 4 a 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 5 3 】

また、前記導通検査で不合格であった第 2 積層体 2 2 a のうち、一面側電極 5 a と導電パターン 6 a との電氣的な接続に不具合がある場合には、必要に応じ不具合箇所の圧電素子 5 の一面側電極 5 a と基板 7 の導電パターン 6 a とを電氣的に接続する修正作業を行う。

【 0 0 5 4 】

その際、第 1 2 A 図に示すように第 2 積層体 2 2 a を修正治具（不図示）に配置し、不良箇所の圧電素子 5 及び基板 6 の導電パターン 6 a に対応する位置に修正用マスク部材 2 4 の開口 2 4 a を配置した状態にする。その後、例えば導電性塗料又は導電性接着剤等を塗布して、圧電素子 5 の一面側電極 5 a と基板 6 の導電パターン 6 a とを電氣的に接続する修正用導体膜部を設ける修理を行う。

【 0 0 5 5 】

そして、不具合箇所の修正を完了後に再度導通検査を行って、この検査に合格であった場合には修正した第 2 積層体 2 2 a を円筒状ユニット 2 3 を形成する工程に廻す。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 2 A 図に示したように導電性塗料を塗布して、圧電素子 5 の一面側電極 5 a と基板 6 の導電パターン 6 a とを電氣的に接続する代わりに、第 1 2 B 図に示すように不具合のある一面側電極 5 a と導電パターン 6 a との上に金属部材 2 5 を配置し、この金属部材 2 5 を、一面側電極 5 a 及び導電パターン 6 a に例えば導電性接着部 2 6 を設けたり超音波接合するなどして固定する。

【 0 0 5 7 】

こうして、不具合箇所の圧電素子 5 の一面側電極 5 a と基板 6 の導電パターン 6 a とを電氣的に接続する修正作業を行える。

なお、これらの方法は、不具合部の修正のみならず、圧電素子 5 及び基板 6 の導電パターン 6 a との間の電氣的接続行為そのものにも使用できることは言うまでもない。

【 0 0 5 8 】

（ 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第 1 図ないし第 3 図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。

なお、本実施形態においては圧電セラミック 1 3 及び基板 7 の厚さ寸法を略同一としているが、圧電セラミック 1 3 及び基板 6 の厚さ寸法は略同一に限定されるものではない。

【 0 0 5 9 】

例えば第 1 3 図に示すように圧電セラミック 1 3 と基板 6 の厚さ寸法が異なっている場合でも、圧電素子 5 の一面側電極 5 a と基板 6 の導電パターン 6 a との電氣的接続を前記薄膜や導電性塗料又は導電性接着剤等で形成した導電膜部 1 4 などによる電氣的接続部を

10

20

30

40

50

設けた後、一点鎖線に沿って分割することによって、音響整合層 2 上に導電パターン 6 a を導電部材 9 で電氣的に接続した圧電素子 5 , ... , 5 が配列される。

【 0 0 6 0 】

このように、圧電体に基板を隣接させて配置するとともに、基板に設けられている導電パターンと、この導電パターンに電氣的に接続される圧電体の電極とを同一の向きに配置することによって、対応する圧電体の電極と基板の導電パターンとの電氣的な接続を容易に行うことができる。

また、圧電体と基板との厚み寸法に関わらず、対応する圧電体の電極と基板の導電パターンとの電氣的な接続を容易に行うことができる。

【 0 0 6 1 】

10

これらのことによって、超音波振動子の小型化が可能になるとともに、作業性の向上及びコストの低減を図れる。また、圧電体の電極と基板の導電パターンとの電氣的接続箇所不良があった場合には容易に修正を行って歩留りの向上も図れる。

【 0 0 6 2 】

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氣的に接続したが、これに限定されるものではなく、例えばバ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。

【 0 0 6 3 】

20

また、例えば、第 1 4 A 図及び第 1 4 B 図に示すように、導電パターン 6 b を基板 7 の一端面から一主面に連続的に設けることで、この導電パターン 6 b のアレイ外部への取り出し端子を、外周に配置するように設計することが可能になる。このことによって、超音波振動子を製品に搭載する際に、設計の自由度が拡大するという効果を得られる。この際には、図に示すように、基板 6 の形状或いは圧電素子 5 の電極 5 b の形状等を調整して、導電パターン 6 b と電極 5 b との間の電氣的絶縁が確保される。

【 0 0 6 4 】

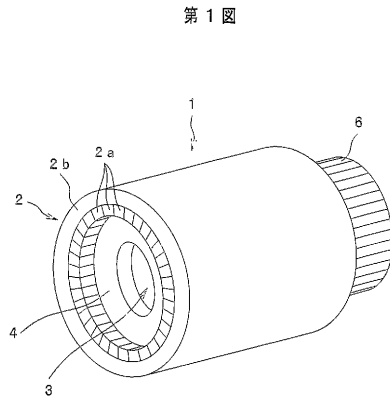
尚、本発明は、以上述べた実施形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。

【産業上の利用可能範囲】

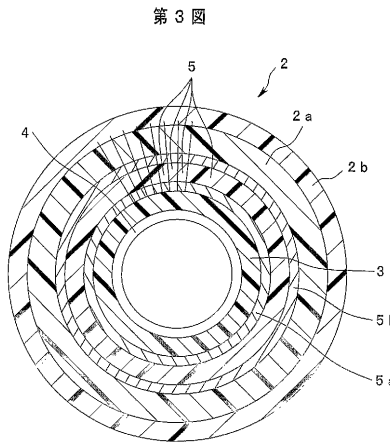
30

以上のように、本発明にかかる超音波振動子は、コスト低減が図られ、かつ信頼性が高いので、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。

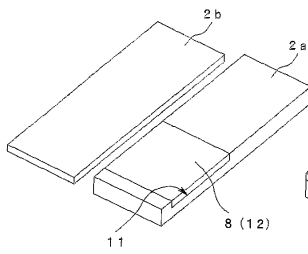
【図 1】



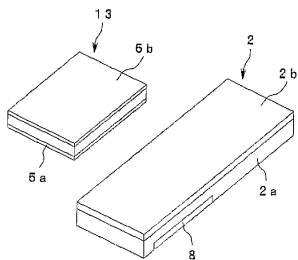
【図 3】



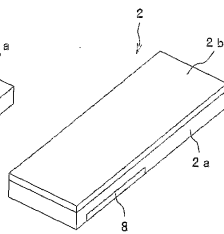
第 4 A 図



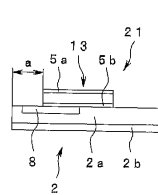
第 5 A 図



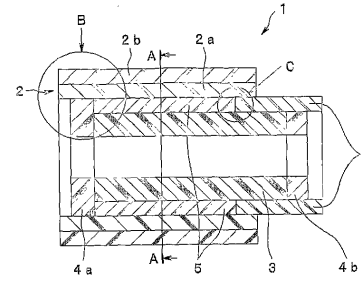
第 4 B 図



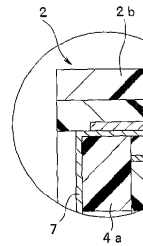
第 5 B 図



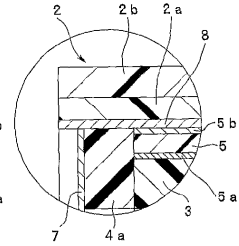
第 2 A 図



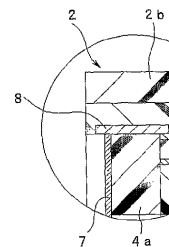
第 2 B 図



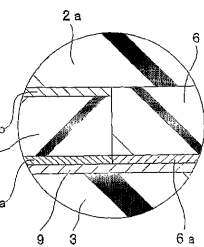
第 2 C 図



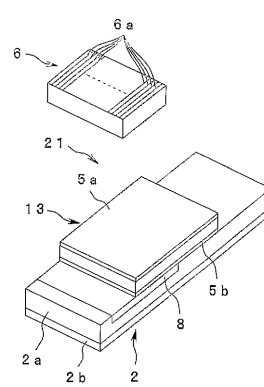
第 2 D 図



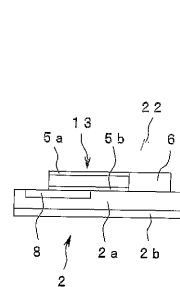
第 2 E 図



第 6 A 図

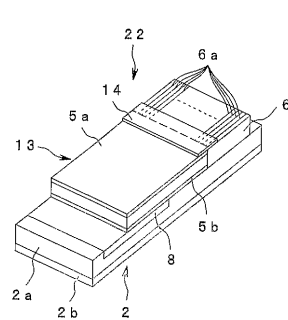


第 6 B 図

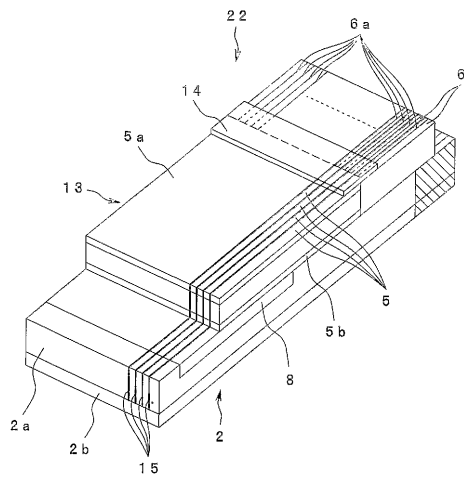


【図 7】

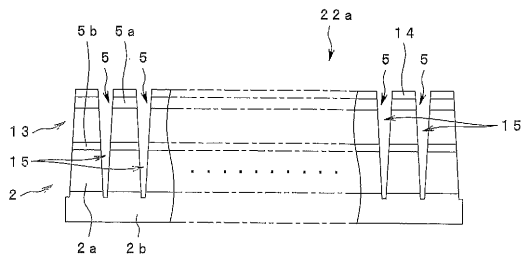
第 7 図



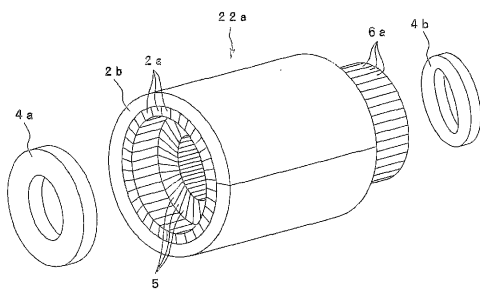
第 8 A 图



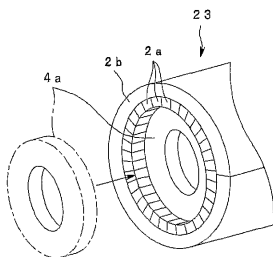
第 8 B 图



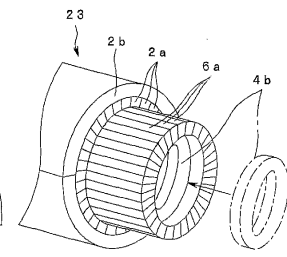
第 10 A 图



第 10 B 图

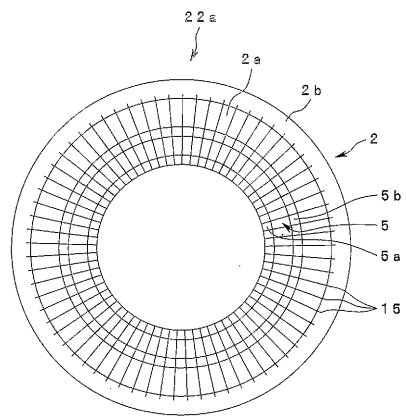


第 10 C 图

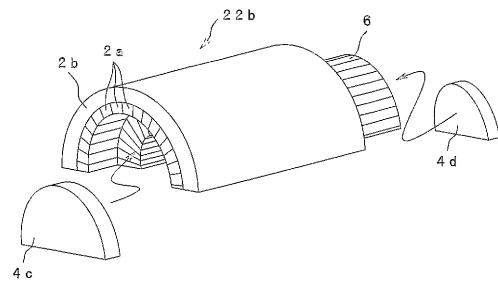


【 图 9 】

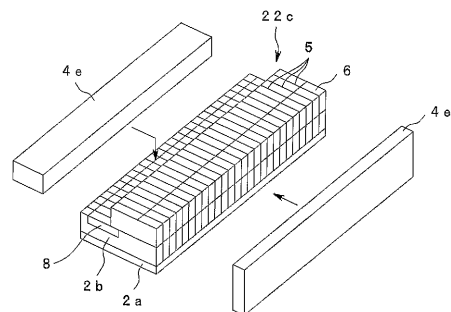
第 9 图



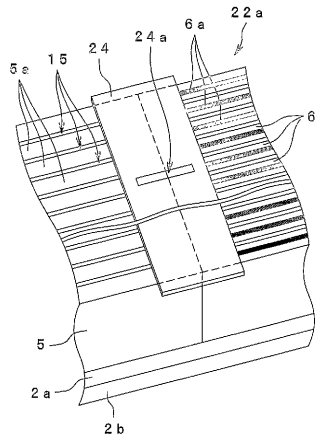
第 11 A 图



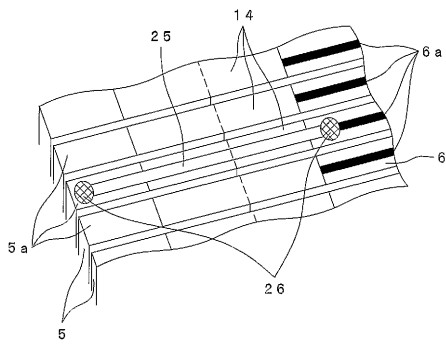
第 11 B 图



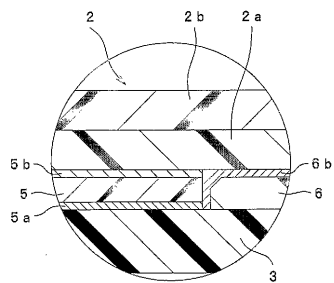
第 1 2 A 図



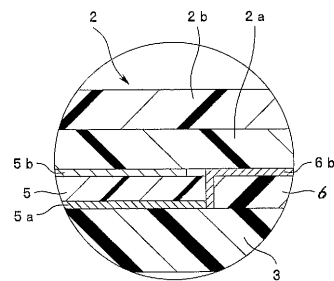
第 1 2 B 図



第 1 4 A 図

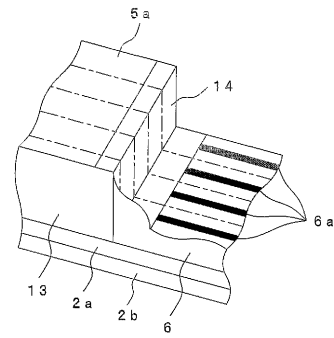


第 1 4 B 図



【 図 1 3 】

第 1 3 図



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 8/00

H04R 17/00

H04R 31/00

