

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6141551号
(P6141551)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4R 17/00	(2006.01)	HO4R	17/00	330H	
HO4R 31/00	(2006.01)	HO4R	17/00	332A	
A61B 8/00	(2006.01)	HO4R	31/00	330	
GO1N 29/24	(2006.01)	A61B	8/00		
		GO1N	29/24		

請求項の数 14 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-575689 (P2016-575689)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成28年4月4日(2016.4.4)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/061046		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02016/170961	(74) 代理人	110002147
(87) 国際公開日	平成28年10月27日(2016.10.27)		特許業務法人酒井国際特許事務所
審査請求日	平成28年12月27日(2016.12.27)	(72) 発明者	若林 勝裕
(31) 優先権主張番号	特願2015-86781 (P2015-86781)		東京都八王子市石川町2951番地
(32) 優先日	平成27年4月21日(2015.4.21)		オリンパス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願		審査官	武田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子、超音波プローブおよび超音波振動子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子と、

各圧電素子に対して電気信号を入出力する基板と、

前記圧電素子と前記基板との間に設けられ、電氣的に接続する複数の信号入出力用電極と、

前記複数の圧電素子の前記信号入出力用電極が配設される側に設けられ、該複数の圧電素子の動作によって発せられる超音波振動を減衰させる複数の第1のバックング材と、

前記基板と前記信号入出力用電極とを接続する電氣的な経路の少なくとも一部の外表面を封止する複数の封止部と、

前記圧電素子、前記第1のバックング材、前記信号入出力用電極、および前記封止部を有する複数の発振部を取り囲む壁部と、

前記壁部と前記複数の発振部とが形成する中空空間に設けられ、前記超音波振動を減衰させる第2のバックング材と、

を備え、

前記複数の圧電素子、前記複数の第1のバックング材、前記基板の一部、前記複数の信号入出力用電極および前記複数の封止部は、当該圧電素子、当該第1のバックング材、当該基板、当該信号入出力用電極および当該封止部をそれぞれ構成する複数の材料を積層して形成される成形用部材を、該積層方向に沿って分割してなる

10

20

ことを特徴とする超音波振動子。

【請求項 2】

前記信号入出力用電極は、前記電気的な経路の一部をなす肉厚部を有す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】

前記基板および前記信号入出力用電極にそれぞれ接続し、前記電気的な経路を形成する接続電極を備えた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 4】

前記基板の一部は、前記第 1 のバッキング材に保持され、

前記接続電極は、前記第 1 のバッキング材の側面を介して前記基板に接続することを特徴とする請求項 3 に記載の超音波振動子。

10

【請求項 5】

前記接続電極は、物理蒸着法により形成された薄膜と、湿式めっきにより形成されためっき皮膜と、からなることを特徴とする請求項 3 に記載の超音波振動子。

【請求項 6】

前記基板の一部は、前記第 1 のバッキング材に埋設されていることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波振動子。

【請求項 7】

前記基板の一部は、前記第 1 のバッキング材の側面に沿って設けられることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波振動子。

20

【請求項 8】

前記信号入出力用電極と対をなす第 2 の電極と、

前記圧電素子の前記第 1 のバッキング材が配設される側と反対側に設けられ、前記超音波の音響インピーダンスを調整する音響整合層と、

をさらに備え、

前記第 2 の電極は、前記音響整合層と前記圧電素子との間に設けられた導電性樹脂を介してグラウンド電位に接地される

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 9】

前記複数の圧電素子は、前記成形用部材を分割してなる走査方向と、該走査方向と略直交するエレベーション方向と、に配列されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

30

【請求項 10】

請求項 1 に記載の超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 11】

電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子、各圧電素子に対して電気信号を入出力する基板の一部、前記圧電素子と前記基板との間に設けられ、電気的に接続する複数の信号入出力用電極、および前記複数の圧電素子の前記信号入出力用電極が配設される側に設けられ、該複数の圧電素子の動作によって発せられる超音波振動を減衰させる複数の第 1 のバッキング材をそれぞれ構成する複数の材料を積層して積層部材を作製する積層部材作製工程と、

40

前記積層部材に対して、前記基板と前記信号入出力用電極とを接続する電気的な経路の少なくとも一部の外表面を封止することにより成形用部材を作製する成形用部材作製工程と、

前記成形用部材作製工程で作製された前記成形用部材を、該成形用部材の積層方向に沿って分割することにより、前記圧電素子、前記第 1 のバッキング材、前記基板の一部、前記信号入出力用電極および封止部を成形する成形工程と、

前記成形工程で成形された前記圧電素子、前記第 1 のバッキング材、前記基板の一部、前記信号入出力用電極および前記封止部からなる複数の発振部を取り囲む壁部を配設する壁部配設工程と、

50

前記壁部と前記複数の発振部とにより形成される中空空間に第2のバックング材を充填する充填工程と、

を含むことを特徴とする超音波振動子の製造方法。

【請求項12】

前記積層部材作製工程は、前記基板および前記信号入出力用電極にそれぞれ接続し、前記電気的な経路を形成する接続電極を成形するための接続電極用部材を配設する接続電極用部材配設工程を含む

ことを特徴とする請求項11に記載の超音波振動子の製造方法。

【請求項13】

前記接続電極用部材配設工程は、

物理蒸着法によって、前記電気的な経路に応じた外表面に薄膜を形成する第1工程と、
湿式めっきにより前記薄膜の外表面にめっき皮膜を形成する第2工程と、

を含むことを特徴とする請求項12に記載の超音波振動子の製造方法。

【請求項14】

前記成形用部材は、前記圧電素子、前記信号入出力用電極、前記第1のバックング材の順に各々を構成する材料が積層され、前記第1のバックング材に前記基板が保持されてなり、

前記成形工程は、

前記圧電素子から前記基板に向けて分割により形成される隣接部材との距離が大きくなるように、前記成形用部材を切削することを特徴とする請求項11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】

本発明は、超音波を観測対象へ出射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを受信してエコー信号に変換して出力する超音波振動子、超音波プローブおよび超音波振動子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

観測対象である生体組織または材料の特性を観測するために、超音波を適用することがある。具体的には、超音波振動子が、観測対象に超音波を送信し、その観測対象によって反射された超音波エコーを受信し、超音波観測装置が、受信した超音波エコーに対して所定の信号処理を施すことにより、観測対象の特性に関する情報を取得することができる。

【0003】

超音波振動子は、電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して観測対象へ照射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する複数の圧電素子を備える（例えば、特許文献1を参照）。例えば、複数の圧電素子をアレイ状に設け、送受信にかかわる素子を電子的に切り替えたり、各超音波振動子の圧電体の送受信に遅延をかけたりすることで、観測対象から超音波エコーを取得する。

【0004】

ところで、各圧電素子は、パルス信号の送信およびエコー信号の受信を行う回路基板と配線により電気的に接続している。圧電素子と配線とは、例えばはんだにより接続されるが、はんだ付けの際の熱により、圧電素子の特性が消極等の劣化を生じるおそれがあった。

【0005】

圧電素子の消極を抑制する技術として、圧電素子を構成する母材の側面に、回路基板と電気的に接続するための導電性の薄膜を形成し、薄膜形成後に母材を分割することで、はんだ付けを行わずに、複数の圧電素子と回路基板とを電気的に接続することが可能な技術が開示されている（例えば、特許文献2を参照）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-224104号公報

【特許文献2】特開2007-201901号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、例えば、被検体内に挿入され、該被検体内の観察を行なう内視鏡に超音波振動子を実装する場合など、超音波振動子の小型化が求められている。超音波振動子を小型化する場合、複数の圧電素子のピッチを狭くすることが望ましいが、特許文献2が開示する技術では、母材を狭ピッチで分割する際に生じる応力などにより母材（圧電素子）から薄膜が剥がれてしまう場合があった。

10

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、圧電素子の特性劣化を抑制するとともに、複数の圧電素子の狭ピッチ化を実現することができる超音波振動子、超音波プローブおよび超音波振動子の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波振動子は、電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子と、各圧電素子に対して電気信号を入出力する基板と、前記圧電素子と前記基板との間に設けられ、電氣的に接続する複数の信号入出力用電極と、前記複数の圧電素子の前記信号入出力用電極が配設される側に設けられ、該複数の圧電素子の動作によって発せられる超音波振動を減衰させる複数のバッキング材と、前記基板と前記信号入出力用電極とを接続する電氣的な経路の少なくとも一部の外表面を封止する複数の封止部と、を備え、前記複数の圧電素子、前記複数のバッキング材、前記基板の一部、前記複数の信号入出力用電極および前記複数の封止部は、当該圧電素子、当該バッキング材、当該基板、当該信号入出力用電極および当該封止部をそれぞれ構成する複数の材料を積層して形成される成形用部材を、該積層方向に沿って分割してなることを特徴とする。

20

30

【0010】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記圧電素子、前記バッキング材、前記信号入出力用電極、および前記封止部を少なくとも有する複数の発振部を取り囲む壁部と、前記壁部と前記複数の発振部とが形成する中空空間に設けられ、前記超音波振動を減衰させる第2のバッキング材と、をさらに備えたことを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記信号入出力用電極は、前記電氣的な経路の一部をなす肉厚部を有することを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記基板および前記信号入出力用電極にそれぞれ接続し、前記電氣的な経路を形成する接続電極を備えたことを特徴とする。

40

【0013】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記基板の一部は、前記バッキング材に保持され、前記接続電極は、前記バッキング材の側面を介して前記基板に接続することを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記接続電極は、物理蒸着法により形成された薄膜と、湿式めっきにより形成されためっき皮膜と、からなることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記基板の一部は、前記バックキング材に埋設されていることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記基板の一部は、前記バックキング材の側面に沿って設けられることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記信号入出力用電極と対をなす第2の電極と、前記圧電素子の前記バックキング材が配設される側と反対側に設けられ、前記超音波の音響インピーダンスを調整する音響整合層と、をさらに備え、前記第2の電極は、前記音響整合層と前記圧電素子との間に設けられた導電性樹脂を介してグラウンド電位に接地されることを特徴とする。

10

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記複数の圧電素子は、前記成形用部材を分割してなる走査方向と、該走査方向と略直交するエレベーション方向と、に配列されることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る超音波プローブは、上記の発明に係る超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係る超音波振動子の製造方法は、電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子、各圧電素子に対して電気信号を入出力する基板の一部、前記圧電素子と前記基板との間に設けられ、電気的に接続する複数の信号入出力用電極、および前記複数の圧電素子の前記信号入出力用電極が配設される側に設けられ、該複数の圧電素子の動作によって発せられる超音波振動を減衰させる複数のバックキング材をそれぞれ構成する複数の材料を積層して積層部材を作製する積層部材作製工程と、前記積層部材に対して、前記基板と前記信号入出力用電極とを接続する電気的な経路の少なくとも一部の外表面を封止することにより成形用部材を作製する成形用部材作製工程と、前記成形用部材作製工程で作製された前記成形用部材を、該成形用部材の積層方向に沿って分割することにより、前記圧電素子、前記バックキング材、前記基板の一部、前記信号入出力用電極および前記封止部を成形する成形工程と、を含むことを特徴とする。

20

30

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係る超音波振動子の製造方法は、上記発明において、前記積層部材作製工程は、前記基板および前記信号入出力用電極にそれぞれ接続し、前記電気的な経路を形成する接続電極を成形するための接続電極用部材を配設する接続電極用部材配設工程を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、本発明に係る超音波振動子の製造方法は、上記発明において、前記接続電極用部材配設工程は、物理蒸着法によって、前記電気的な経路に応じた外表面に薄膜を形成する第1工程と、湿式めっきにより前記薄膜の外表面にめっき皮膜を形成する第2工程と、を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 2 3 】

また、本発明に係る超音波振動子の製造方法は、上記発明において、前記成形用部材は、前記圧電素子、前記信号入出力用電極、前記バックキング材の順に各々を構成する材料が積層され、前記バックキング材に前記基板が保持されてなり、前記成形工程は、前記圧電素子から前記基板に向けて分割により形成される隣接部材との距離が大きくなるように、前記成形用部材を切削することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

50

本発明によれば、超音波振動子において、製造時の圧電素子の特性劣化を抑制するとともに、複数の圧電素子の狭ピッチ化を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る内視鏡システムを模式的に示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子を示す斜視図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

10

【図5】図5は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図6】図6は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図7】図7は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図8】図8は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図9】図9は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

20

【図10】図10は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図11】図11は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図12】図12は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図13】図13は、本発明の実施の形態1の変形例1に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図14】図14は、本発明の実施の形態1の変形例2に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

30

【図15】図15は、本発明の実施の形態1の変形例2に係る超音波振動子の成形用部材の作製を説明する模式図である。

【図16】図16は、本発明の実施の形態1の変形例2に係る超音波振動子の成形用部材の作製を説明する模式図である。

【図17】図17は、本発明の実施の形態1の変形例3に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図18】図18は、本発明の実施の形態1の変形例3に係る超音波振動子の成形用部材の作製を説明する模式図である。

【図19】図19は、本発明の実施の形態1の変形例4に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

40

【図20】図20は、本発明の実施の形態1の変形例5に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

【図21】図21は、本発明の実施の形態1の変形例6に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図22】図22は、本発明の実施の形態1の変形例7に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図23】図23は、本発明の実施の形態1の変形例8に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図24】図24は、本発明の実施の形態1の変形例9に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

50

【図 25】図 25 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 10 に係る超音波振動子の製造方法を説明する図である。

【図 26】図 26 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 10 に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図 27】図 27 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。

【図 28】図 28 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 29】図 29 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 30】図 30 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 31】図 31 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 32】図 32 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

【0027】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る内視鏡システム 1 を模式的に示す図である。内視鏡システム 1 は、超音波内視鏡を用いて人等の被検体内の超音波診断を行うシステムである。この内視鏡システム 1 は、図 1 に示すように、超音波内視鏡 2 と、超音波観測装置 3 と、内視鏡観察装置 4 と、表示装置 5 と、光源装置 6 とを備える。

【0028】

超音波内視鏡 2 は、その先端部に、超音波観測装置 3 から受信した電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する。

【0029】

超音波内視鏡 2 は、通常は撮像光学系および撮像素子を有しており、被検体の消化管（食道、胃、十二指腸、大腸）、または呼吸器（気管、気管支）へ挿入され、消化管や呼吸器、その周囲臓器（膵臓、胆嚢、胆管、胆道、リンパ節、縦隔臓器、血管等）を撮像することが可能である。また、超音波内視鏡 2 は、撮像時に被検体へ照射する照明光を導くライトガイドを有する。このライトガイドは、先端部が超音波内視鏡 2 の被検体への挿入部の先端まで達している一方、基端部が照明光を発生する光源装置 6 に接続されている。

【0030】

超音波内視鏡 2 は、図 1 に示すように、挿入部 21 と、操作部 22 と、ユニバーサルケーブル 23 と、コネクタ 24 とを備える。挿入部 21 は、被検体内に挿入される部分である。この挿入部 21 は、図 1 に示すように、先端側に設けられる超音波振動子 7 と、超音波振動子 7 の基端側に連結される硬性部材 211 と、硬性部材 211 の基端側に連結され湾曲可能とする湾曲部 212 と、湾曲部 212 の基端側に連結され可撓性を有する可撓管部 213 とを備える。ここで、挿入部 21 の内部には、具体的な図示は省略したが、光源装置 6 から供給された照明光を伝送するライトガイド、各種信号を伝送する複数の信号ケーブルが引き回されているとともに、処置具を挿通するための処理具用挿通路が形成されている。

【0031】

超音波振動子 7 は、コンベックス振動子、リニア振動子およびラジアル振動子のいずれ

10

20

30

40

50

でも構わない。超音波内視鏡 2 は、超音波振動子 7 をメカ的に走査させるものであってもよいし、超音波振動子 7 として複数の圧電素子をアレイ状に設け、送受信にかかわる圧電素子を電子的に切り替えたり、各圧電素子の送受信に遅延をかけたりにすることで、電子的に走査させるものであってもよい。圧電素子の構成については、後述する。

【 0 0 3 2 】

操作部 2 2 は、挿入部 2 1 の基端側に連結され、医師等からの各種操作を受け付ける部分である。この操作部 2 2 は、図 1 に示すように、湾曲部 2 1 2 を湾曲操作するための湾曲ノブ 2 2 1 と、各種操作を行うための複数の操作部材 2 2 2 とを備える。また、操作部 2 2 には、挿入部 2 1 内に形成された処置具用挿通路に連通し、当該処置具用挿通路に処置具を挿通するための処置具挿入口 2 2 3 が形成されている。

10

【 0 0 3 3 】

ユニバーサルケーブル 2 3 は、操作部 2 2 から延在し、各種信号を伝送する複数の信号ケーブル、および光源装置 6 から供給された照明光を伝送する光ファイバ等が配設されたケーブルである。

【 0 0 3 4 】

コネクタ 2 4 は、ユニバーサルケーブル 2 3 の先端に設けられている。そして、コネクタ 2 4 は、超音波ケーブル 3 1、ビデオケーブル 4 1、および光ファイバケーブル 6 1 がそれぞれ接続される第 1 ~ 第 3 コネクタ部 2 4 1 ~ 2 4 3 を備える。

【 0 0 3 5 】

超音波観測装置 3 は、超音波ケーブル 3 1 を介して超音波内視鏡 2 に電氣的に接続し、超音波ケーブル 3 1 を介して超音波内視鏡 2 にパルス信号を出力するとともに超音波内視鏡 2 からエコー信号を入力する。そして、超音波観測装置 3 は、当該エコー信号に所定の処理を施して超音波画像を生成する。

20

【 0 0 3 6 】

内視鏡観察装置 4 は、ビデオケーブル 4 1 を介して超音波内視鏡 2 に電氣的に接続し、ビデオケーブル 4 1 を介して超音波内視鏡 2 からの画像信号を入力する。そして、内視鏡観察装置 4 は、当該画像信号に所定の処理を施して内視鏡画像を生成する。

【 0 0 3 7 】

表示装置 5 は、液晶または有機 E L (Electro Luminescence) などを用いて構成され、超音波観測装置 3 にて生成された超音波画像や、内視鏡観察装置 4 にて生成された内視鏡画像等を表示する。

30

【 0 0 3 8 】

光源装置 6 は、光ファイバケーブル 6 1 を介して超音波内視鏡 2 に接続し、光ファイバケーブル 6 1 を介して被検体内を照明する照明光を超音波内視鏡 2 に供給する。

【 0 0 3 9 】

続いて、超音波振動子 7 の構成を図 2 ~ 4 を参照して説明する。図 2 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 を示す斜視図である。図 3 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 の要部の構成を示す模式図である。図 4 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 の要部の構成を示す模式図であって、図 3 の矢視 A 方向の平面図であり、図 3 とは上下を反転した図である。なお、図 4 では、圧電素子 7 1 を含むエレメント 7 0 が 1 0 個並んでいるものを図示しているが、説明のために超音波振動子 7 の構成を簡略化した図であり、実際に配設される個数はこの限りではない。本実施の形態 1 では、超音波振動子 7 が、図 2 に示すようなコンベックス型の超音波振動子であって、複数の圧電素子 7 1 が一列に配列された二次元アレイ (1 D アレイ) であるものとして説明する。換言すれば、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 では、複数のエレメント 7 0 が、当該超音波振動子 7 の曲面をなす外表面に沿って配置されている。

40

【 0 0 4 0 】

超音波振動子 7 は、図 3 , 4 に示すように、複数の圧電素子 7 1 と、圧電素子 7 1 に対して、当該超音波振動子 7 の外表面側に設けられる第 1 音響整合層 7 2 と、第 1 音響整合層 7 2 の圧電素子 7 1 と接する側と反対側に設けられる第 2 音響整合層 7 3 と、第 2 音響

50

整合層 73 の第 1 音響整合層 72 と接する側と反対側に設けられる音響レンズ 74 と、圧電素子 71 の第 1 音響整合層 72 と接する側と反対側に設けられるバッキング材 75 と、圧電素子 71 のバッキング材 75 側の主面に設けられる第 1 電極 76 (信号入出力用電極) と、圧電素子 71 の第 1 音響整合層 72 側の主面に設けられる第 2 電極 77 と、第 1 電極 76 と後述する FPC (Flexible Printed Circuits) 基板 80 上の配線パターンとを電氣的に接続する導電性薄膜 78 (接続電極) と、導電性薄膜 78 および FPC 基板 80 の接続部分を封止する封止部 79 と、各圧電素子 71 に対して電気信号を入出力する FPC 基板 80 と、を有する。なお、本実施の形態 1 では、第 1 音響整合層 72 およびバッキング材 75 が、圧電素子 71 ごとに設けられるとともに、第 2 音響整合層 73 および音響レンズ 74 が、複数の圧電素子 71 および第 1 音響整合層 72 を一括して覆う構成をなしている。本実施の形態 1 におけるエレメント 70 とは、圧電素子 71、バッキング材 75、第 1 電極 76 および第 2 電極 77 を含み、あるパルス信号に応じた一つの超音波パルスを出力する出力単位のことをいう。本実施の形態 1 では、一つの圧電素子 71 を出力単位として説明するが、FPC 基板 80 に形成されている配線パターンにより複数の圧電素子 71 から同時に超音波を出射する場合は、対象となる複数の圧電素子 71 を出力単位として一つのエレメントを構成する。

10

【0041】

圧電素子 71 は、電氣的なパルス信号を超音波パルス (音響パルス) に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電氣的なエコー信号に変換して出力する。

20

【0042】

圧電素子 71 は、導電性薄膜 78 により第 1 電極 76 を介して FPC 基板 80 と電氣的に接続している。第 1 電極 76 および第 2 電極 77 は、導電性を有する金属材料または樹脂材料を用いて形成される。

【0043】

圧電素子 71 は、PMN-PT 単結晶、PMN-PZT 単結晶、PZN-PT 単結晶、PIN-PZN-PT 単結晶またはリラクサー系材料を用いて形成される。PMN-PT 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。PMN-PZT 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタン酸ジルコン酸鉛の固溶体の略称である。PZN-PT 単結晶は、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。PIN-PZN-PT 単結晶は、インジウム・ニオブ酸鉛、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。リラクサー系材料は、圧電定数や誘電率を増加させる目的でリラクサー材料である鉛系複合ペロブスカイトをチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) に添加した三分系圧電材料の総称である。鉛系複合ペロブスカイトは、 $Pb(B1, B2)O_3$ で表され、B1 はマグネシウム、亜鉛、インジウムまたはスカンジウムのいずれかであり、B2 はニオブ、タンタルまたはタングステンのいずれかである。これらの材料は、優れた圧電効果を有している。このため、小型化しても電氣的なインピーダンスの値を低くすることができ、薄膜電極との間のインピーダンスマッチングの観点から好ましい。

30

【0044】

第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 は、圧電素子 71 と観測対象との間で音 (超音波) を効率よく透過させるために、圧電素子 71 と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる。第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 は、互いに異なる材料からなる。なお、本実施の形態 1 では、二つの音響整合層 (第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73) を有するものとして説明するが、圧電素子 71 と観測対象との特性により一層としてもよいし、三層以上としてもよい。また、音響整合層は、観測対象との音響インピーダンスの整合が取れていれば、該音響整合層を有しない超音波振動子であってもよい。

40

【0045】

音響レンズ 74 は、ポリメチルペンテンや、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミドなどを

50

用いて形成され、一方の面が凹状をなして超音波を絞る機能を有する。なお、シリコーン樹脂のように音速が被検体より遅い材料を用い、表面が凸状をなして超音波ビームを収束させるものであってもよい。音響レンズ74についても、任意に設けることができ、当該音響レンズ74を有しない構成であってもよい。

【0046】

バックング材75は、圧電素子71の動作によって生じる不要な超音波振動を減衰させる。バックング材75は、減衰率の大きい材料、例えば、アルミナやジルコニア等のフィラーを分散させたエポキシ樹脂や、上述したフィラーを分散したゴムを用いて形成される。

【0047】

第1電極76は、上述した導電性薄膜78を介してFPC基板80と電気的に接続している。第1電極76は、圧電素子71への信号の入出力を行うための電極である。

【0048】

第2電極77は、第1音響整合層72に形成され、グラウンド電位に接地されたグラウンド電極72aと電気的に接続されている。

【0049】

導電性薄膜78は、第1電極76とFPC基板80との間の電気的な導通経路を形成する。導電性薄膜78は、スパッタなどの物理蒸着法(Physical Vapor Deposition: PVD)、および電解めっきなどの湿式めっきにより圧電素子71の側面に形成される導電性の薄膜であり、第1電極76とFPC基板80上に形成された配線パターンとを電気的に接続する。導電性薄膜78は、クロム/銅、クロム/金、ニッケル-クロム/銅またはクロム/銅/ニッケルのいずれかにより形成される積層膜上に、めっき皮膜が形成される。

【0050】

封止部79は、絶縁性を有する樹脂材料を用いて形成され、バックング材75の一部、ならびにFPC基板80と導電性薄膜78との接続部分を含むFPC基板80および導電性薄膜78の一部の外表面を封止する。

【0051】

FPC基板80は、ポリイミド等により形成された絶縁性および屈曲性を有するフィルム状の基材上に、銅箔等の導電性金属により形成された配線パターンが形成された基板である。

【0052】

以上の構成を有する超音波振動子7は、パルス信号の入力によって圧電素子71が振動することで、第1音響整合層72、第2音響整合層73および音響レンズ74を介して観測対象に超音波を照射する。この際、圧電素子71において、第1音響整合層72、第2音響整合層73および音響レンズ74の配設側の反対側は、バックング材75により、圧電素子71の振動が減衰され、FPC基板80などには圧電素子71の振動は伝わらないようになっている。また、観測対象から反射された超音波は、第1音響整合層72、第2音響整合層73および音響レンズ74を介して圧電素子71に伝えられる。伝達された超音波により圧電素子71が振動し、圧電素子71が該振動を電気的なエコー信号に変換して、エコー信号として導電性薄膜78を介してFPC基板80に出力する。

【0053】

次に、超音波振動子7の製造方法について、図5~12を参照して説明する。図5~10は、本実施の形態1に係る超音波振動子7の製造方法を説明する模式図である。まず、圧電素子71、バックング材75、第1電極76および第2電極77を形成するための成形用部材(後述する成形用部材700)を作製する処理について説明する。

【0054】

圧電素子71を構成する材料を用いて形成された長方体状の圧電素子用母材710の対向する主面に、第1電極76を構成する材料を用いて形成された第1薄膜760、および第2電極77を構成する材料を用いて形成された第2薄膜770をそれぞれ積層した後、

10

20

30

40

50

第1薄膜760の圧電素子用母材710側と反対側にバックング材75を構成する材料を用いて形成されたバックング材用母材750を積層する(図5参照:積層部材作製工程)。バックング材用母材750には、FPC基板80の一部が埋め込まれて積層されている。

【0055】

その後、第2薄膜770およびFPC基板80の一部を被覆するマスキング材90を配設する(図6参照)。マスキング材90は、後述するスパッタ処理による成膜領域において、第2薄膜770およびFPC基板80の一部をマスクするものであればよい。これにより、スパッタ処理による第2薄膜770への成膜を防止する。

【0056】

マスキング材90の配設後、導電性薄膜78の一部を構成する材料を用いたスパッタ処理により、第3薄膜781を形成する(図7参照)。ここで、第3薄膜781としては50nmの厚さのクロム(Cr)を下地に300nmの厚さの金(Au)を形成したり、50nmの厚さのニッケルクロム(NiCr)を下地に100nmの厚さの銅(Cu)、そして400nmの厚さの白金(Pt)を積層して、密着力が良好な導電性薄膜を形成したりすることができる。スパッタ以外の成膜方法としては、蒸着により1000nmの銀(Ag)や、700nmの銀パラジウム(AgPd)を成膜して形成してもよい。第3薄膜781の形成により、第1薄膜760とFPC基板80上に形成された配線パターンとが電氣的に接続可能となる。

【0057】

第3薄膜781を形成後、マスキング材90を除去し(図8参照)、電解めっき処理によりめっき皮膜782を形成する(図9参照)。第3薄膜781およびめっき皮膜782により導電性薄膜78を構成する積層膜(接続用部材)が形成される(接続電極用部材配設工程)。めっき皮膜782としては、スルファミン酸浴やピロリン酸浴により形成された導電性薄膜78の一部を構成する材料であってニッケルや銅が用いられる。電解めっき処理により、第3薄膜781がめっき皮膜782に覆われた状態となる。物理蒸着では、膜応力が課題となるため、抵抗を下げるための厚膜化ができなかった。より具体的には、膜応力が強いとダイシングソーなどの精密裁断機による切断時に剥離してしまい、厚膜形成が困難であった。一方で、スルファミン酸ニッケルやピロリン酸銅のメッキは膜応力の制御が可能で1~10μmの厚膜形成が可能であり、振動子への配線として必要な導電性皮膜の厚さを確保できる。つまり、めっき皮膜782により導電性薄膜78の強度などの物理的特性や電氣的特性を向上させることが可能となる。以上の処理によって積層部材が作製され、これらの処理が、本発明の積層部材作製工程に相当する。

【0058】

めっき皮膜782を形成後、バックング材用母材750の表面であって、FPC基板80が埋設された表面に封止用部材790を設けて、FPC基板80と第3薄膜781との接触部分を含むFPC基板80の一部、第3薄膜781の一部およびめっき皮膜782の一部の外表面を封止用部材790により封止する(図10参照:成形用部材作製工程)。上述した処理により成形用部材700を作製する。

【0059】

図11は、本実施の形態1に係る超音波振動子7の製造方法を説明する模式図であって図10のFPC基板80側から見た図である。図11は、上述した処理により作製された成形用部材700の第2薄膜770上に、第2音響整合層73を積層した第1音響整合層用母材720を配設し、加工治具101に載置した状態を示す上面図である。第1音響整合層用母材720は、第1音響整合層72の構成材料を用いて形成されている。

【0060】

ここで、FPC基板80には、配線パターンを形成する導電性の材料を用いて形成され、当該FPC基板80の表面の一部に一樣に延びる箔状のベタ部81と、ベタ部81から配線パターンに応じて複数の配線82aがそれぞれ延びるパターン部82とが形成されている。ベタ部81およびパターン部82は、例えば銅を用いて形成される。上述した第3

10

20

30

40

50

薄膜781は、ベタ部81と接触している。

【0061】

また、FPC基板80は、位置決めピン91により加工治具101上で位置決めされる。この際、ベタ部81のパターン部82に連なる側の端部は、マシナブルセラミックスなどにより形成された高さ調整部材M(図12参照)によって高さが調整されている。ここでは、FPC基板80の表面であって、高さ調整部材Mと接触する表面を通過する平面が、第1音響整合層用母材720を通過する高さに調整されている。

【0062】

図12は、本実施の形態1に係る超音波振動子7の製造方法を説明する模式図であって、図11において、パターン部82の各配線82aの配列方向からみた側面図である。図12に示すように、加工治具101に対して、FPC基板80や、該FPC基板80に接続された成形用部材700、成形用部材700に配設され、第2音響整合層73が積層された第1音響整合層用母材720を配置後、ダイシングソー100を用いてベタ部81を含むFPC基板80の一部、成形用部材700、および第1音響整合層用母材720に切り込みを入れる。具体的には、図11, 12に示すように、パターン部82の配線82a間を通過し、FPC基板80の長手方向に延びる切断経路C1に沿ってダイシングソー100などの精密切断機の刃を回転させながら移動させることによって、FPC基板80の一部、成形用部材700および第1音響整合層用母材720を、成形用部材700の積層方向に沿って切断して分割する(成形工程)。なお、ここでいう積層方向とは、圧電素子用母材710、第1薄膜760、第2薄膜770およびバッキング材用母材750の積み重ね方向のことをいう。ダイシングソー100により、各配線82aに応じてベタ部81が分割されるとともに、圧電素子71、第1音響整合層72、バッキング材75、第1電極76、第2電極77、導電性薄膜78および封止部79が形成され、その後音響レンズ74を配設することで、図3, 4に示す超音波振動子7を得る。

【0063】

圧電素子71は、ダイシングソー100により圧電素子用母材710が分割されることにより成形される。この際、圧電素子71は、長方体状をなしており、切断面と直交する平面における複数の圧電素子71の配列方向の長さを w 、この配列方向と直交する方向であって、第1音響整合層72などの積層方向の長さを t とすると、 w/t で表される比が、 $0.3 \sim 0.7$ であることが、電気-機械の変換効率を高効率で得ることができるという点で好ましい。

【0064】

以上説明した本実施の形態1によれば、圧電素子用母材710、バッキング材用母材750、第1薄膜760、第2薄膜770および第3薄膜781を含む成形用部材700であって、FPC基板80と第3薄膜781との接触部分を含むFPC基板80の一部、第3薄膜781の一部およびめっき皮膜782の一部を封止用部材790により封止した成形用部材700を形成し、ベタ部81を含むFPC基板80とともに成形用部材700を配線82aに応じて切断するようにした。半田など熱が生じる接合材を使用せずに圧電素子71とFPC基板80とを電氣的に接続するため、圧電素子71の特性劣化を抑制するとともに、圧電素子71間が、ダイシングソー100などの刃の厚さ程度の間隔となるため、複数の圧電素子の狭ピッチ化を実現することができる。

【0065】

また、上述した実施の形態1によれば、ダイシングソー100を用いた切断により、ベタ部81を分割するのみで複数の圧電素子71とFPC基板80とをそれぞれ接続するようにしたので、圧電素子71と配線(例えば配線82a)との位置合わせを高精度に行う必要がなく、圧電素子71間が微細なピッチであっても容易に作製することができる。そのため、狭ピッチ化が求められた高画質の超音波振動子の作製が可能となる。

【0066】

なお、上述した実施の形態1において、成形用部材700とFPC基板80との間にワックスなどを充填して、成形用部材700およびFPC基板80の相対的な位置関係を固

10

20

30

40

50

定してもよい。

【0067】

また、上述した実施の形態1では、成形用部材700が、圧電素子用母材710、バックキング材用母材750、第1薄膜760、第2薄膜770および第3薄膜781を含むものとして説明したが、第1音響整合層用母材720などをさらに含むものであってもよい。

【0068】

(実施の形態1の変形例1)

図13は、本実施の形態1の変形例1に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した実施の形態1では、超音波振動子7が、一つのバックキング材(バックキング材75)のみを備えるものとして説明したが、本変形例1では、二つのバックキング材を備える。図13に示すように、上述した超音波振動子7の構成において、第1音響整合層72に中空角柱状をなす壁部92を立設し、該壁部92のなす中空空間に第2バックキング材75aを充填することにより超音波振動子7aを作製する。壁部92は、圧電素子71、バックキング材75、第1電極76、第2電極77、導電性薄膜78および封止部79からなる複数の発振部を取り囲む。第2バックキング材75aは、壁部92と複数の発振部とが形成する中空空間に設けられる。

10

【0069】

第2バックキング材75aは、音響インピーダンスが、バックキング材75(第1バックキング材)の音響インピーダンスよりも小さい。このような関係を有する二つのバックキング材を用いることで、バックキング材75が圧電素子71を保持し、高効率に不要振動を減衰させることができるとともに、第2バックキング材75aにより、隣接する圧電素子71に対してクロストークの原因となる振動を伝達しないようにすることができる。このため、本変形例1によれば、パルス幅低減と、クロストークの抑制とを実現することができる。

20

【0070】

(実施の形態1の変形例2)

図14は、本実施の形態1の変形例2に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した実施の形態1では、超音波振動子7が、平板状をなす第1電極76を備えるものとして説明したが、本変形例2では、超音波振動子7bが、第1電極76の導電性薄膜78と接触する側に、肉厚部76aを備える。

30

【0071】

肉厚部76aは、第1電極76とFPC基板80との間の電氣的な導通経路の一部をなし、例えば、第1電極76と同じ導電性の材料を用いて形成され、導電性薄膜78と接触する。図15、16は、本実施の形態1の変形例2に係る超音波振動子の成形用部材の作製を説明する模式図である。変形例2にかかる超音波振動子7bの成形用部材は、図15に示すように、圧電素子用母材711の一方の主面に、切断処理後に肉厚部76aとなる複数の凸部761が形成された第1薄膜762が形成され、他方の主面に第2薄膜771が形成された部材を用いて作製される。具体的には、図16に示すように、第1薄膜762上にバックキング材用母材751を配設後、凸部761を通過する切断経路C2に沿って切断することで、圧電素子用母材710、バックキング材用母材750、第2薄膜770などを含む、成形用部材を形成するための積層体を得る。

40

【0072】

本変形例2によれば、肉厚部76aの形成により、上述した肉厚部76aを有しない第1電極76と比して、第1電極76と導電性薄膜78との接触面積が大きくなり、電氣的な接続を一層確実なものとするすることができる。

【0073】

(実施の形態1の変形例3)

図17は、本実施の形態1の変形例3に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した変形例2では、超音波振動子7bが、肉厚部76aを有する第1電極76を備えるものとして説明したが、本変形例3では、超音波振動子7cが、対向する側面でそれぞ

50

れ露出する第1電極76bおよび第2電極77aを備える。

【0074】

第1電極76bは、導電性薄膜78が配設される側に肉厚部76aを有し、導電性薄膜78が配設される側で圧電素子71の側面に連なって外部に露出するとともに、導電性薄膜78と接触する側と反対側の圧電素子71の側面に対して退避している。また、第2電極77aは、導電性薄膜78が配設される側と反対側で圧電素子71の側面に連なって外部に露出するとともに、導電性薄膜78が配設される側の圧電素子71の側面に対して退避している。

【0075】

図18は、本実施の形態1の変形例3に係る超音波振動子の成形用部材の作製を説明する模式図である。変形例3にかかる超音波振動子7cの成形用部材は、図18に示すように、圧電素子用母材711の一方の主面に、肉厚部76aとなる凸部763が形成された複数の第1薄膜764が形成され、他方の主面に複数の第2薄膜772が形成された部材を用いて作製される。第1薄膜764および第2薄膜772は、圧電素子用母材711の厚さ方向からみて互い違いに並べられており、凸部763と対向する位置に、第2薄膜772間のスペース（ギャップ）が存在している。凸部763を有する第1薄膜764上にバックング材用母材751を配設後、凸部763を通過する切断経路C3に沿って切断することで、成形用部材を形成するための積層体を得る。

10

【0076】

（実施の形態1の変形例4）

図19は、本実施の形態1の変形例4に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。上述した実施の形態1では、超音波振動子7が、切断により形成されるスリットが一樣な幅であるものとして説明したが、本変形例4のように、スリットが、FPC基板80側に向けて幅が大きくなるような略V字状をなすものであってもよい。本変形例4によれば、FPC基板80側の溝幅を広げることで、コンベックス型振動子やラジアル型振動子の作製時、切断した積層体を湾曲させた後の第2バックング材の注型作業がしやすくなる。

20

【0077】

（実施の形態1の変形例5）

図20は、本実施の形態1の変形例5に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。上述した実施の形態1では、超音波振動子7が、切断により形成されるスリットが一樣な幅であるものとして説明したが、本変形例5のように、スリットが、FPC基板80側に向けて幅が大きくなる段付き形状をなすものであってもよい。

30

【0078】

（実施の形態1の変形例6）

図21は、本実施の形態1の変形例6に係る超音波振動子の構成を示す模式図であって、成形用部材の構成を示す図である。上述した実施の形態1では、バックング材75が、角柱状をなすものとして説明したが、本変形例6に係る超音波振動子7dのように、FPC基板80を保持する側の面の外縁が面取りされたバックング材75bであってよい。この面取りによって導電性薄膜78の損傷を抑制することができる。

40

【0079】

（実施の形態1の変形例7）

図22は、本実施の形態1の変形例7に係る超音波振動子の構成を示す模式図であって、成形用部材の構成を示す図である。上述した実施の形態1では、バックング材75が、角柱状をなすものとして説明したが、本変形例7に係る超音波振動子7eのように、FPC基板80を保持する側に向けて幅が小さくなるような側面視で台形状をなすバックング材75cであってよい。

【0080】

（実施の形態1の変形例8）

図23は、本実施の形態1の変形例8に係る超音波振動子の構成を示す模式図であって

50

、成形用部材の構成を示す図である。上述した実施の形態 1 では、バックング材 7 5 が、角柱状をなすものとして説明したが、本変形例 7 に係る超音波振動子 7 f のように、F P C 基板 8 0 を保持する側の面が曲面をなすバックング材 7 5 d であってもよい。

【 0 0 8 1 】

(実施の形態 1 の変形例 9)

図 2 4 は、本実施の形態 1 の変形例 9 に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した実施の形態 1 では、F P C 基板 8 0 がバックング材 7 5 に埋め込まれ、導電性薄膜 7 8 により第 1 電極 7 6 と接続するものとして説明したが、本変形例 9 に係る超音波振動子 7 g のように、F P C 基板 8 0 をバックング材 7 5 の側面に配置して、第 1 電極 7 6 と F P C 基板 8 0 の分割後のベタ部 8 1 とを直接接続するようにしてもよい。この場合、
10

【 0 0 8 2 】

なお、本変形例 9 において、上述した変形例 2 に係る超音波振動子 7 b の構成を適用すれば、肉厚部 7 6 a により F P C 基板 8 0 との接触領域が増大するため、電気的な接続を一層容易かつ確実なものとすることができる。

【 0 0 8 3 】

(実施の形態 1 の変形例 1 0)

図 2 5 は、本実施の形態 1 の変形例 1 0 に係る超音波振動子の製造方法を説明する図である。図 2 6 は、本実施の形態 1 の変形例 1 0 に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した実施の形態 1 では、1 D アレイを例に説明したが、超音波振動子の走査方向 (1 D アレイにおける圧電素子の配列方向であって、成形用部材 7 0 0 を分割してなる圧電素子の配列方向) と略直交する方向 (エレベーション方向) に複数の圧電素子 (発振部) が配列される 1 . 2 5 D アレイや 1 . 5 D アレイ、1 . 7 5 D アレイなどであっても適用できる。なお、コンベックス型の超音波振動子においては、圧電素子の配列方向に沿った球面に沿った方向であって、走査方向と直交する方向に複数の圧電素子 (発振部) が配列されるものとする。例えば、図 2 5 に示す 1 . 2 5 D アレイの超音波振動子の製造方法では、上述したような成形用部材を三つ、例えば、異なる F P C 基板 8 0 a ~ 8 0 c にそれぞれ接続する第 1 成形用部材 7 0 1、第 2 成形用部材 7 0 2 および第 3 成形用部材 7 0 3 を設けて、ダイシングソー 1 0 0 の移動方向に配列した後、ダイシングソー 1 0 0 を用いて切断経路 C 4 に沿って各々分割することより、図 2 6 に示すようなエレメント 7 0 a ~ 7 0 c を有する 1 . 2 5 D アレイの超音波振動子 7 h を作製することができる。
20
30

【 0 0 8 4 】

図 2 6 に示す 1 . 2 5 D アレイの超音波振動子 7 h は、変形例 1 (図 1 3 参照) に示すようなバックング材を注型する際の堰となる壁部を立設後、ダイシングソー 1 0 0 によって分割した溝部および壁部との間を液状のバックング材により注型し、該バックング材を固化させて 1 . 2 5 D アレイの超音波振動子としてもよい。液状のバックング材としては、硬化後も柔軟性のあるエポキシ樹脂やシリコン樹脂にフィラーとしてアルミナ (Al_2O_3) やジルコニア (ZrO_2) などを混合した液状材料が挙げられる。なお、1 . 5 D アレイ、1 . 7 5 D アレイなどの超音波振動子においても同様である。

【 0 0 8 5 】

(実施の形態 2)

図 2 7 は、本実施の形態 2 に係る超音波振動子の構成を示す模式図である。上述した実施の形態 1 では、第 2 電極 7 7 が第 1 音響整合層 7 2 に設けられたグラウンド電極 7 2 a と接続するものとして説明したが、本実施の形態 2 では、第 2 電極 7 7 が、F P C 基板 8 0 に形成されたグラウンドパターン 8 3 と電氣的に接続する。

【 0 0 8 6 】

本実施の形態 2 に係る超音波振動子 7 i は、図 2 7 に示すように、上述した超音波振動子 7 に対して、F P C 基板 8 0 の導電性薄膜 7 8 の接続面と反対側の面に設けられたグラウンドパターン 8 3 と第 2 電極 7 7 とを接続する第 2 導電性薄膜 7 8 a を備える。なお、本実施の形態 2 では、第 1 音響整合層 7 2 は、グラウンド電極 7 2 a を有しない。
40
50

【0087】

次に、超音波振動子7iの製造方法について、図28～32を参照して説明する。図28～32は、本実施の形態2に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。ここでは、圧電素子71、パッキング材75、第1電極76、第2電極77、導電性薄膜78（第1導電性薄膜）および第2導電性薄膜78aを形成するための成形用部材の作製について説明する。

【0088】

まず、上述したように、圧電素子用母材710の対向する主面に、第1薄膜760および第2薄膜770をそれぞれ形成した後、第1薄膜760の圧電素子用母材710側と反対側にパッキング材用母材750を設ける（図5参照）。

10

【0089】

その後、第2薄膜770およびFPC基板80の一部を被覆するマスキング材93、および第1薄膜760の導電性薄膜78形成面の反対側の面には、スパッタによる薄膜形成を防止する薄膜形成防止部材765を配設する（図28参照）。導電性薄膜78および第2導電性薄膜78aの一構成材料である積層膜の材料を用いたスパッタ処理により、第4薄膜783を形成する（図29参照）。

【0090】

第4薄膜783を形成後、マスキング材93を除去すると（図30参照）、第4薄膜783が、第1薄膜760およびFPC基板80上に形成された配線パターンを接続する第3薄膜781と、第2薄膜770およびFPC基板80上に形成されたグラウンドパターンを接続する第5薄膜784とに分割される。その後、電解めっき処理により、第3薄膜781を被覆するめっき皮膜782と、第5薄膜784を被覆する第2めっき皮膜785と、を形成する（図31参照）。

20

【0091】

めっき皮膜782および第2めっき皮膜785を形成後、パッキング材用母材750の表面であって、FPC基板80が埋設された表面に封止用部材791を設けて、FPC基板80と、第3薄膜781および第5薄膜784との各接触部分を含むFPC基板80の一部、第3薄膜781および第5薄膜784の一部、およびめっき皮膜782および第2めっき皮膜785の一部を封止用部材791により封止する（図32参照）。上述した処理により成形用部材700Aを作製する。

30

【0092】

その後は、上述した処理と同様に、成形用部材700Aの第2薄膜770上に、第2音響整合層73を積層した第1音響整合層用母材720を配設し、加工治具101に載置して、FPC基板80の長手方向に延びる切断経路C1（図11, 12参照）に沿ってダイシングソー100を回転させながら移動させることによって、FPC基板80の一部、成形用部材700Aおよび第1音響整合層用母材720を切断する。ダイシングソー100により、各配線82aに応じてベタ部81およびグラウンドパターン83が切断されるとともに、圧電素子71、第1音響整合層72、パッキング材75、第1電極76、第2電極77、導電性薄膜78、第2導電性薄膜78aおよび封止部79bが形成され、その後音響レンズ74を配設することで、図27に示す超音波振動子7iを得る。なお、第1電極76の第2導電性薄膜78a側は、薄膜形成防止部材765により形成された第2封止部76cが形成され、第1電極76と第2導電性薄膜78aとの間を絶縁している。

40

【0093】

以上説明した本実施の形態2によれば、圧電素子用母材710、パッキング材用母材750、第1薄膜760、第2薄膜770、第5薄膜784および第2めっき皮膜785を含む成形用部材700Aであって、FPC基板80と第3薄膜781および第5薄膜784との各接触部分を含むFPC基板80の一部、第1薄膜781および第5薄膜784の一部およびめっき皮膜782および第2めっき皮膜785の一部を封止用部材791により封止した成形用部材700Aを形成し、ベタ部81およびグラウンドパターン83を含むFPC基板80とともに成形用部材700Aを配線82aに応じて切断するようにした

50

。半田など熱が生じる接合材を使用せずに圧電素子 7 1 と F P C 基板 8 0 とを電氣的に接続するため、圧電素子 7 1 の特性劣化を抑制するとともに、圧電素子 7 1 間、ダイシングソー 1 0 0 などの刃の厚さ程度の間隔となるため、複数の圧電素子の狭ピッチ化を実現することができる。

【 0 0 9 4 】

なお、本実施の形態 2 において、上述した実施の形態 1 の変形例 3 に係る超音波振動子 7 c の構成を適用すれば、バッキング材 7 5 (バック材用母材 7 5 0) により、第 1 電極 7 6 b の導電性薄膜 7 8 との接触側と反対側が外部に露出しないため、薄膜形成防止部材 7 6 5 が不要となり、部品点数を削減した超音波振動子を作製することができる。

【 0 0 9 5 】

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は上述した実施の形態および変形例によってのみ限定されるべきものではない。本発明は、以上説明した実施の形態および変形例には限定されず、特許請求の範囲に記載した技術的思想を逸脱しない範囲内において、様々な実施の形態を含みうるものである。また、実施の形態および変形例の構成を適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 9 6 】

このように、本発明は、特許請求の範囲に記載した技術的思想を逸脱しない範囲内において、様々な実施の形態を含みうるものである。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 7 】

以上のように、本発明にかかる超音波振動子、超音波プローブおよび超音波振動子の製造方法は、圧電素子の特性劣化を抑制するとともに、複数の圧電素子の狭ピッチ化を実現するのに有用である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

- 1 内視鏡システム
- 2 超音波内視鏡
- 3 超音波観測装置
- 4 内視鏡観察装置
- 5 表示装置
- 6 光源装置
- 7 ~ 7 i 超音波振動子
- 2 1 挿入部
- 2 2 操作部
- 2 3 ユニバーサルケーブル
- 2 4 コネクタ
- 3 1 超音波ケーブル
- 4 1 ビデオケーブル
- 6 1 光ファイバケーブル
- 7 0 エレメント
- 7 1 圧電素子
- 7 2 第 1 音響整合層
- 7 3 第 2 音響整合層
- 7 4 音響レンズ
- 7 5 バック材
- 7 5 a 第 2 バック材
- 7 6 , 7 6 b 第 1 電極
- 7 6 a 肉厚部
- 7 7 , 7 7 a 第 2 電極
- 7 8 導電性薄膜

10

20

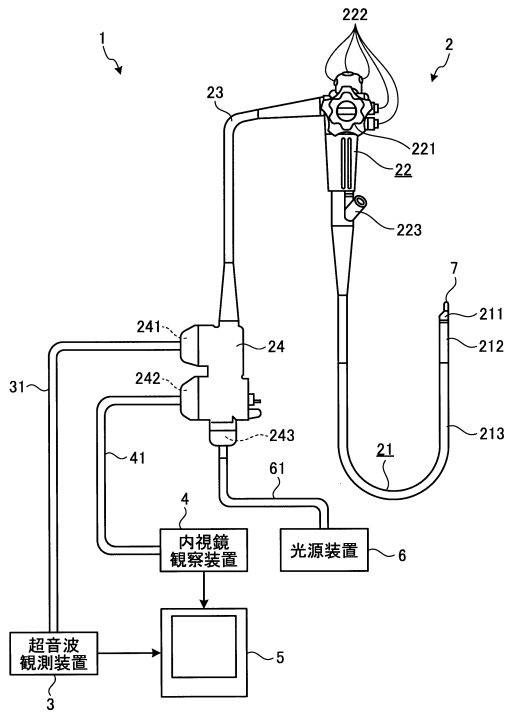
30

40

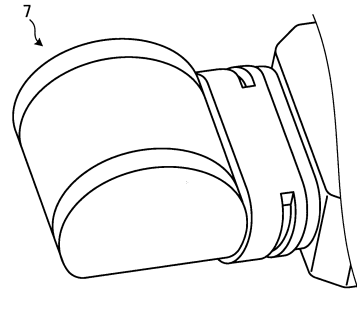
50

7 8 a	第 2 導電性薄膜	
7 9	封止部	
8 0 , 8 0 a ~ 8 0 c	F P C 基板	
9 2	壁部	
1 0 1	加工治具	
1 0 0	ダイシングソー	
2 1 1	硬性部材	
2 1 2	湾曲部	
2 1 3	可撓管部	
2 2 1	湾曲ノブ	10
2 2 2	操作部材	
2 2 3	処置具挿入口	
2 4 1	第 1 コネクタ部	
2 4 2	第 2 コネクタ部	
2 4 3	第 3 コネクタ部	
7 0 0 , 7 0 0 A	成形用部材	
7 1 0 , 7 1 1	圧電素子用母材	
7 2 0	第 1 音響整合層用母材	
7 5 0 , 7 5 1	バッキング材用母材	
7 6 0 , 7 6 2 , 7 6 4	第 1 薄膜	20
7 6 1 , 7 6 3	凸部	
7 7 0 , 7 7 1	第 2 薄膜	
7 8 1	第 3 薄膜	
7 8 2	めっき皮膜	
7 8 3	第 4 薄膜	
7 8 4	第 5 薄膜	
7 8 5	第 2 めっき皮膜	
7 9 0	封止用部材	

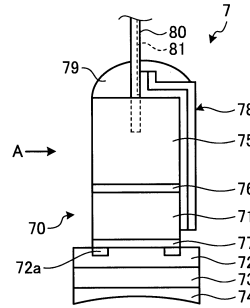
【図1】



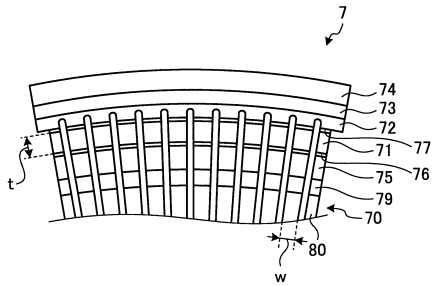
【図2】



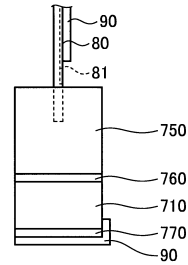
【図3】



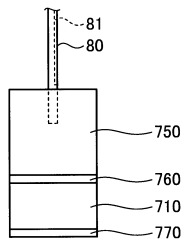
【図4】



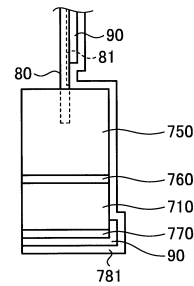
【図6】



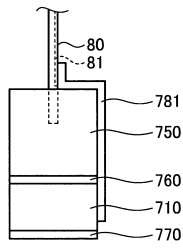
【図5】



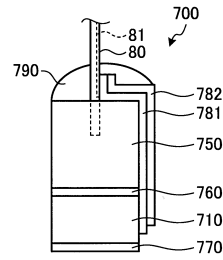
【図7】



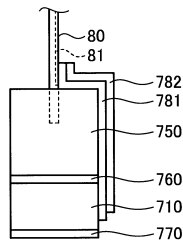
【図8】



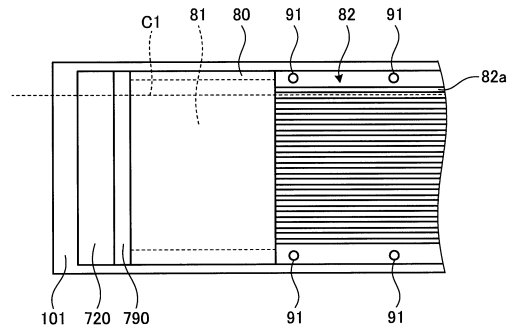
【図10】



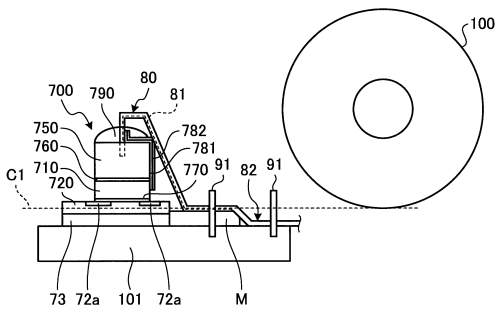
【図9】



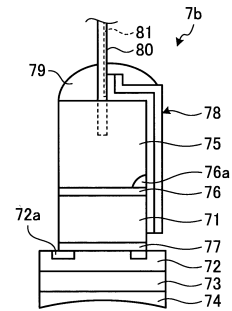
【図11】



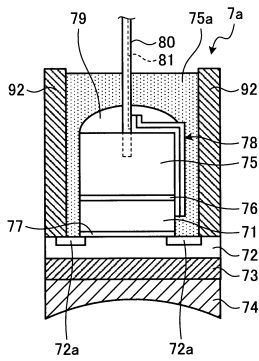
【図12】



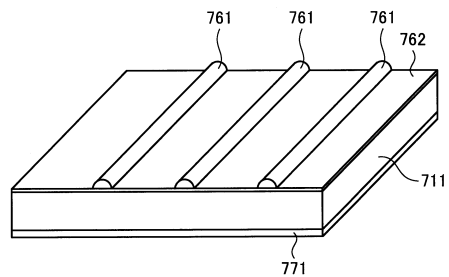
【図14】



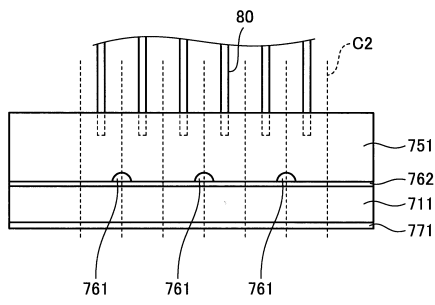
【図13】



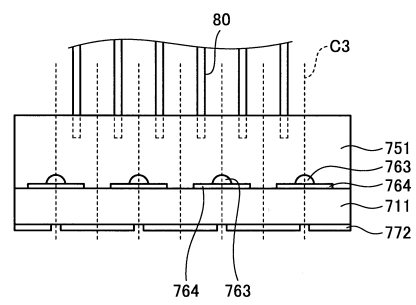
【図15】



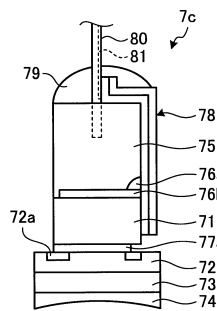
【図16】



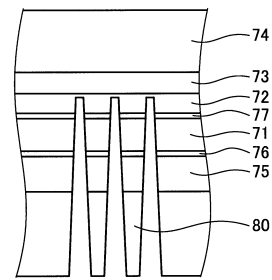
【図18】



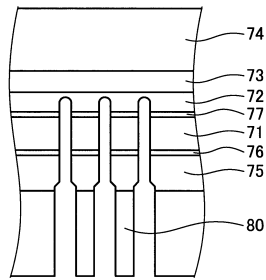
【図17】



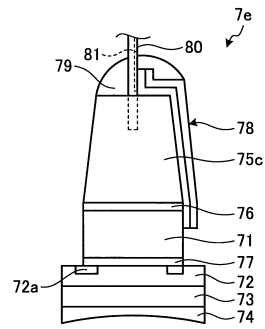
【図19】



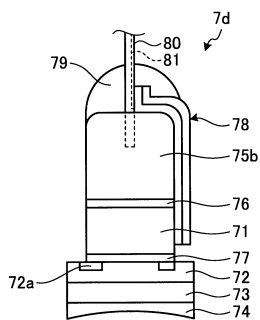
【図20】



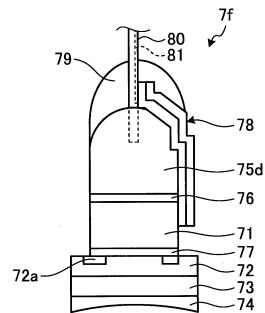
【図22】



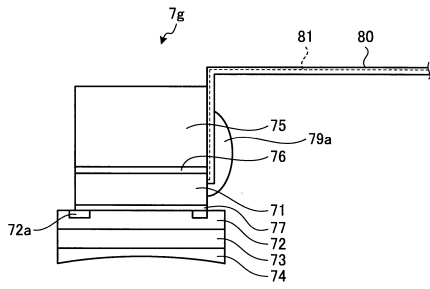
【図21】



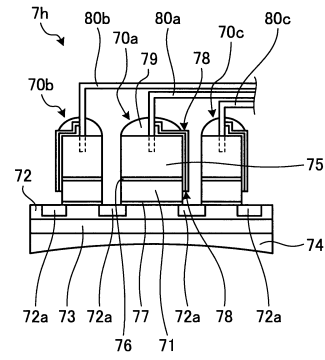
【図23】



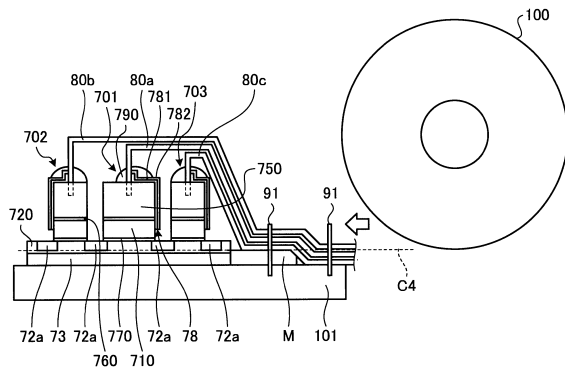
【 図 2 4 】



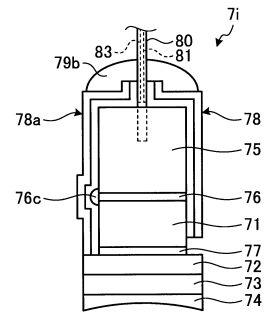
【 図 2 6 】



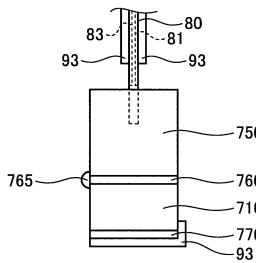
【 図 2 5 】



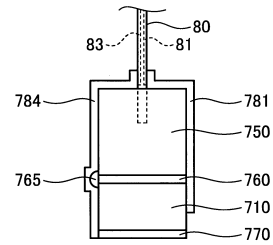
【 図 2 7 】



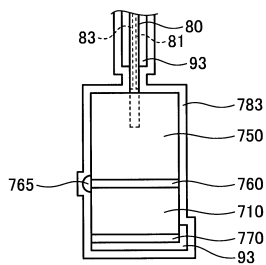
【 図 2 8 】



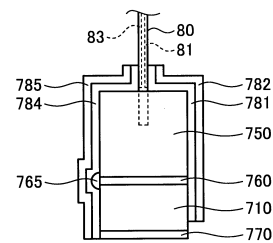
【 図 3 0 】



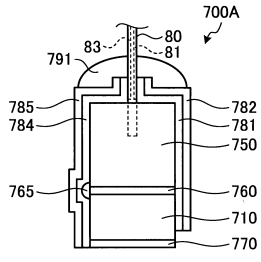
【 図 2 9 】



【 図 3 1 】



【 図 3 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-260353(JP,A)
特開2010-207594(JP,A)
特開2014-197905(JP,A)
特開2000-115892(JP,A)
特開平02-002300(JP,A)
特開2011-199529(JP,A)
特開2008-200300(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	17/00
H04R	31/00
A61B	8/00
G01N	29/24

专利名称(译)	超声波振荡器，超声波探头和制造超声波振荡器的方法		
公开(公告)号	JP6141551B2	公开(公告)日	2017-06-07
申请号	JP2016575689	申请日	2016-04-04
[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	若林勝裕		
发明人	若林 勝裕		
IPC分类号	H04R17/00 H04R31/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/4281 A61B8/445 A61B8/4494 B06B1/0622 B06B1/064 G01N29/24 H01L41/0475 H01L41/29 H04R17/00 H04R31/00 A61B8/14 G01N29/2437 G01N2291/02475		
FI分类号	H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A H04R31/00.330 A61B8/00 G01N29/24		
审查员(译)	武田雄二		
优先权	2015086781 2015-04-21 JP		
其他公开文献	JPWO2016170961A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的超声换能器包括：多个压电元件；基板，被配置为相对于压电元件执行电信号的输入和输出；多个信号输入和输出电极，其中每个信号输入和输出电极设置在每个压电元件和基板之间，并配置成将压电元件与基板电连接；多个背衬材料，其中每个背衬材料设置在每个压电元件的信号输入和输出电极的一侧，并配置成衰减由压电元件的操作产生的力；和a多个密封部分，其中每个密封部分构造成密封连接基板与信号输入和输出电极的电路的至少一部分的外表面。多个压电元件，多个背衬材料，基板的一部分，多个信号输入和输出电极，以及多个密封部分是通过沿着成形构件的堆叠方向分割成形构件而获得的。成形构件通过堆叠多种材料形成，所述多种材料中的每一种形成压电元件，背衬材料，基板的一部分，信号输入和输出电极，以及密封部分。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6141551号 (P6141551)
(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)	(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)	
(51) Int. Cl.	F I	
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330H	
H04R 31/00 (2006.01)	H04R 17/00 332A	
A61B 8/00 (2006.01)	H04R 31/00 330	
G01N 29/24 (2006.01)	A61B 8/00	
	G01N 29/24	
		請求項の数 14 (全 24 頁)
(21) 出願番号 特願2016-575689 (P2016-575689)	(73) 特許権者 000000376	
(86) (22) 出願日 平成28年4月4日(2016.4.4)	オリンパス株式会社	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/061046	東京都八王子市石川町2951番地	
(87) 国際公開番号 W02016/170961	(74) 代理人 110002147	
(87) 国際公開日 平成28年10月27日(2016.10.27)	特許業務法人酒井国際特許事務所	
審査請求日 平成28年12月27日(2016.12.27)	(72) 発明者 若林 勝裕	
(31) 優先権主張番号 特願2015-86781 (P2015-86781)	東京都八王子市石川町2951番地	オリ
(32) 優先日 平成27年4月21日(2015.4.21)	ンパス株式会社内	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	審査官 武田 裕司	
早期審査対象出願		
		最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 超音波振動子、超音波プローブおよび超音波振動子の製造方法		