

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5083210号
(P5083210)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00
H 0 4 R 17/00 (2006.01) H 0 4 R 17/00 3 3 2 A
H 0 4 R 31/00 (2006.01) H 0 4 R 31/00 3 3 0

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-521139 (P2008-521139)	(73) 特許権者	303000420
(86) (22) 出願日	平成19年5月29日 (2007.5.29)		コニカミノルタエムジー株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/060874		東京都日野市さくら町1番地
(87) 国際公開番号	W02007/145073	(74) 代理人	110001254
(87) 国際公開日	平成19年12月21日 (2007.12.21)		特許業務法人光陽国際特許事務所
審査請求日	平成22年3月10日 (2010.3.10)	(72) 発明者	羽生 武
(31) 優先権主張番号	特願2006-163227 (P2006-163227)		日本国東京都日野市さくら町1番地コニカ
(32) 優先日	平成18年6月13日 (2006.6.13)		ミノルタエムジー株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	竹山 敏久
			日本国東京都日野市さくら町1番地コニカ
		(72) 発明者	佐々木 頂之
			日本国東京都日野市さくら町1番地コニカ
			ミノルタエムジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アレイ型超音波探触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1次元的に配置された多チャンネル型のアレイ型超音波探触子において、シート状の圧電素子を送受信分離型の複合型圧電素子として複数個備え、該複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10GPa~100GPaであり、受信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10MPa~1GPaであるアレイ型超音波探触子の製造方法であって、受信用圧電素子は、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、シクロオレフィンポリマー樹脂から選ばれる支持体上にモノマー種を蒸着重合で低温製膜形成することを特徴とするアレイ型超音波探触子の製造方法。

【請求項2】

前記モノマー種が少なくとも尿素または尿素誘導体であることを特徴とする請求項1に記載のアレイ型超音波探触子の製造方法。

【請求項3】

アレイ型超音波探触子は、分極処理としてコロナ放電処理されることを特徴とする、請求項1または2に記載のアレイ型超音波探触子の製造方法。

【請求項4】

少なくとも1次元的に配置された多チャンネル型のアレイ型超音波探触子において、シート状の圧電素子を送受信分離型の複合型圧電素子として複数個備え、該複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10GPa~100GPaであり、受信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10MPa~1GPaで

あり、前記受信用圧電素子の材料が、ポリ（フッ化ビニリデン／パーフルオロアルキルビニルエーテルまたはパーフルオロアルコキシエチレン）共重合体でフッ化ビニリデン組成が85モル％～99モル％であり、パーフルオロアルキルビニルエーテルまたはパーフルオロアルコキシエチレンが1モル％～15モル％であることを特徴とするアレイ型超音波探触子。

【請求項5】

前記複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料がセラミック材料からなり、受信用圧電素子を構成する材料が有機材料からなることを特徴とする請求項4に記載のアレイ型超音波探触子。

【請求項6】

前記受信用圧電素子は送信用圧電素子から発信される基本波の2次以上の高調波を受信する感度を有する有機圧電素子であることを特徴とする請求項4または5に記載のアレイ型超音波探触子。

【請求項7】

前記有機圧電素子は、少なくとも1種の有機結合材で電極に結合されることを特徴とする請求項6に記載のアレイ型超音波探触子。

【請求項8】

前記送信用圧電素子または受信用圧電素子はそれぞれ同種薄膜材料を積層した圧電素子からなることを特徴とする請求項4～7のいずれか1項に記載のアレイ型超音波探触子。

【請求項9】

前記送受信分離型の複合圧電素子は、整合層とバックング層に挟まれ、整合層側に送信用圧電素子が配置され、バックング層側に受信用圧電素子が配置されていることを特徴とする請求項4～8のいずれか1項に記載のアレイ型超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は医用診断に使用されるアレイ型超音波探触子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は超音波パルス反射法により、体表から生体内の軟組織の断層像を無侵襲に得る医療用画像機器である。この超音波診断装置は、他の医療用画像機器に比べ、小型で安価、X線などの被曝がなく安全性が高い、ドップラー効果を応用して血流イメージングが可能等の特長を有し、循環器系（心臓の冠動脈）、消化器系（胃腸）、内科系（肝臓、膵臓、脾臓）、泌尿科系（腎臓、膀胱）、及び産婦人科系などで広く利用されている。このような医療用超音波診断装置に使用される超音波探触子は、高感度、高解像度の超音波の送受信を行うために、圧電セラミックの圧電効果が一般的に利用される。この場合、送信用圧電素子の振動モードとしては、単一型探触子であるシングル型または複数の探触子を2次元配置したアレイ型探触子がよく使用される。アレイ型は精細な画像を得ることができるので、診断検査のための医療画像用として広く普及している。

【0003】

一方、高調波信号を用いたハーモニックイメージング診断は、従来のBモード診断では得られない鮮明な診断像が得られることから標準的な診断モダリティとなりつつある。ハーモニックイメージング技術は、超音波探触子からある周波数を有する基本波（ f_1 ）を生体内に送信し、生体内から発生する上記基本波の整数倍（例えば、2倍、3倍、4倍、5倍など）の周波数成分を有する高調波の反射波を超音波探触子により受信し、超音波診断装置で上記反射波を電気信号に変換した後にさまざまな画像処理を行うことにより超音波画像の分解能を向上させ精細な画像を形成する技術である。このハーモニックイメージング技術は、マイクロバブル等からなる超音波造影剤を血管を介して生体内へ投与し、診断部位をコントラストの強調された画像として描出するにも用いられる。その理由は、生体内へ投与されたマイクロバブルが高調波をより強く反射する性質を有してい

10

20

30

40

50

ることにある。

【 0 0 0 4 】

このハーモニックイメージング技術を用いて診断部位の超音波画像の画質を向上させることは、振動子素子が2次元に配列された超音波探触子を用いる超音波診断装置にとっても必要となる。このためには、2次元配列振動子を備えた超音波探触子は、基本波の周波数成分と高調波の周波数成分とを含む広い帯域の周波数特性を有することが必要となる。

【 0 0 0 5 】

ハーモニックイメージングは基本波に比較して、サイドロープレベルが小さいことにより、S/Nが良くコントラスト分解能が良くなること、周波数が高くなることによって、ビーム幅が細くなり横方向分解能が良くなること、近距離では音圧が小さく、音圧の変動が少ないため、多重反射が起こらないこと、焦点以遠の減衰は基本波並みであり、高調波の周波数を基本波とする超音波に比べ深度を大きく取れることという多くの利点を持っている。

10

【 0 0 0 6 】

ハーモニックイメージング用アレイ型超音波探触子の具体的な構造として、アレイを構成する各振動子エレメントが広帯域一体型である圧電振動子が用いられている。その広帯域特性の低周波側の周波数領域で基本波送信を行い、高周波側の周波数領域で高調波受信を行う方法が一般的に利用されている。このような状況下従来の超音波探触子において、感度向上を図る技術として特許文献1に記載されたものが知られている。これは、微細な柱状の圧電素子を例えばエポキシ樹脂のような有機化合物で固めた振動子を超音波送受信素子として使用し、各柱状セラミックを縦振動を行なわせることによって感度向上を図ったものである。

20

【 0 0 0 7 】

基本波送信超音波のスペクトルと高調波受信超音波のスペクトルがなるべく重ならないように狭帯域超音波が用いられる。狭帯域超音波は一般に尾曳の長い超音波パルス信号なので、深さ方向分解能に悪影響を及ぼすことになる。

【 0 0 0 8 】

他のハーモニックイメージング用アレイ型超音波探触子の具体的な構造として、例えば特許文献2や特許文献3に記載されているような、送信用圧電振動子と受信用圧電振動子を別体別配置とした送受信分離型探触子が提案されている。

30

【 0 0 0 9 】

例えば特許文献3では、基本波を送信し、高調波を含む超音波を受信するのに、第1の音響インピーダンスを有する配列された複数の圧電素子からなる、中心周波数 f_1 の超音波の送受信を担う第1の圧電層と、第2の音響インピーダンスを有する配列された複数の第2の圧電素子からなり、第1の圧電層に重ねられ、中心周波数 $f_2 = 2f_1$ の超音波の受信を担う第2の圧電層を設けるなどが提案されているが十分な感度が得られていない。

【 0 0 1 0 】

さらに、感度向上を目的として超音波送受信素子にするために圧電セラミック素子を積層化し、見かけ上のインピーダンスを低下させ駆動回路との電氣的な整合条件を良好にし、素子にかかる電界強度を大きくして大きな歪を発生させ送信感度を向上させることが行われている。しかしながら、積層構造では送信感度が積層数に応じて増大するものの、受信感度は積層数に反比例するため、ハーモニックイメージングには不利となっている。

40

【特許文献1】特開昭63-252140号公報

【特許文献2】特開平8-187245号公報

【特許文献3】特開平11-276478号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

この特許文献1に記載される複合振動子は、圧電セラミックをダイサ等の切断機によって切断することにより、柱状構造を構成したのち、切断溝をエポキシ樹脂等の有機材料で

50

埋めることにより製造される。また、アレイ型探触子においても同様に各チャンネルの分割はダイサ等の切断機で行われる。

【0012】

しかしながら、超音波探触子の送受信周波数は、圧電セラミックの厚みに依存するため、高周波になるほど、それらの柱状構造あるいはチャンネルピッチの寸法が小さくなる。したがってダイサ等の切断機による機械加工の行程が増加するとともに、セラミックの機械的強度が低下し、破損や加工時の熱や歪等による特性劣化が無視できなくなり、振動子あるいは探触子製造の歩留りの低下や性能劣化を誘発しやすくなるという問題点を含んでいた。また、所望する周波数に対応する送信用圧電素子を製作するためには両端面の研削および研磨が不可欠であり、製造コストを引き上げる要因となっている。このようにセラミック材料を使用することは有機材料に比べて探触子の製造において解決すべき課題があった。

10

【0013】

本発明は、上記従来技術の課題を解決するもので、特に超音波の送信時と受信時における動作を分離したアレイ型超音波探触子を採用することにおいて送信用圧電素子にセラミック材料を使用し、受信用に高感度有機圧電素子材料を使用することにより高感度なアレイ型超音波探触子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】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明におけるアレイ型超音波探触子は、各チャンネルを構成するシート状の圧電セラミックを単層又は積層した構造の送信用圧電素子と受信用のシート状の圧電素子を単層又は積層させ、送信と受信を別々の圧電素子に分離すると同時にセラミック材料と有機材料からなる圧電素子を複合化することにより送受信分離型として高感度な超音波探触子が得られる。更に、複合化に有機結合材を使用し、有機結合材層を導入することにより感度を高めることができる。

20

【0015】

従って本発明の上記課題は以下により達成される。

(1)少なくとも1次元的に配置された多チャンネル型のアレイ型超音波探触子において、シート状の圧電素子を送受信分離型の複合型圧電素子として複数個備え、該複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10GPa~100GPaであり、受信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10MPa~1GPaであるアレイ型超音波探触子の製造方法であって、受信用圧電素子は、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、シクロオレフィンポリマー樹脂から選ばれる支持体上にモノマー種を蒸着重合で低温製膜形成することを特徴とするアレイ型超音波探触子の製造方法。

30

(2)前記モノマー種が少なくとも尿素または尿素誘導体であることを特徴とする項(1)に記載のアレイ型超音波探触子の製造方法。

(3)アレイ型超音波探触子は、分極処理としてコロナ放電処理されることを特徴とする、項(1)または項(2)に記載のアレイ型超音波探触子の製造方法。

(4)少なくとも1次元的に配置された多チャンネル型のアレイ型超音波探触子において、シート状の圧電素子を送受信分離型の複合型圧電素子として複数個備え、該複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10GPa~100GPaであり、受信用圧電素子を構成する材料の23 下の縦弾性係数が10MPa~1GPaであり、前記受信用圧電素子の材料が、ポリ(フッ化ビニリデン/パーフルオロアルキルビニルエーテルまたはパーフルオロアルコキシエチレン)共重合体でフッ化ビニリデン組成が85モル%~99モル%であり、パーフルオロアルキルビニルエーテルまたはパーフルオロアルコキシエチレンが1モル%~15モル%であることを特徴とするアレイ型超音波探触子。

40

(5)前記複合型圧電素子は送信用圧電素子を構成する材料がセラミック材料からなり、受信用圧電素子を構成する材料が有機材料からなることを特徴とする項(4)に記載のアレイ

50

型超音波探触子。

(6)前記受信用圧電素子は送信用圧電素子から発信される基本波の2次以上の高調波を受信する感度を有する有機圧電素子であることを特徴とする項(4)または項(5)に記載のアレイ型超音波探触子。

(7)前記有機圧電素子は、少なくとも1種の有機結合材で電極に結合されることを特徴とする項(6)に記載のアレイ型超音波探触子。

(8)前記送信用圧電素子または受信用圧電素子はそれぞれ同種薄膜材料を積層した圧電素子からなることを特徴とする項(4)～(7)のいずれか1項に記載のアレイ型超音波探触子。

(9)前記送受信分離型の複合圧電素子は、整合層とパッキング層に挟まれ、整合層側に送信用圧電素子が配置され、パッキング層側に受信用圧電素子が配置されていることを特徴とする項(4)～(8)のいずれか1項に記載のアレイ型超音波探触子。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明により、超音波の送信時と受信時における動作を分離したアレイ型超音波探触子において、送信用圧電素子にセラミック材料を使用し、受信用に高感度有機圧電素子材料を使用することにより高感度なアレイ型超音波探触子を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】(a)は超音波探触子の断面図、(b)は有機結合材層のある超音波探触子の断面図である。

20

【図2】(a)は受信用圧電素子が積層型である超音波探触子の断面図、(b)は有機結合材層のある超音波探触子の断面図である。

【図3】(a)は送信及び受信圧電素子が積層型である超音波探触子の断面図、(b)は有機結合材層のある超音波探触子の断面図である。

【図4】(a)は探触子が1次元に並列した側面図、(b)は探触子が2次元に並列した上面図である。

【符号の説明】

【0018】

- 1 超音波探触子
- 2 受信用圧電素子
- 3 送信用圧電素子
- 4 送信用電極
- 5 パッキング材
- 6 第1整合層
- 7 第2整合層
- 8 超音波
- 9 接地電極
- 10 受信用電極
- 11 探触子間溝
- 13 有機結合材層

30

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図1から図4を用いて説明する。

【0021】

図1のaは、本発明の実施の形態におけるアレイ型超音波探触子の側面図である。図1のbは有機結合材層13を導入した超音波探触子の側面図である。また、図2のaは、本実施の形態のアレイ型超音波探触子を構成する送信用圧電素子が積層型の断面図である。

50

図2のbは有機結合材層13を導入した超音波探触子の側面図である。図3のaは、本実施の形態のアレイ型超音波探触子を構成する送信用圧電素子及び受信用圧電素子が積層型である超音波探触子の断面図である。図3のbは有機結合材層13を導入した超音波探触子の側面図である。更に図1から図3のa及びbにおいて、1は超音波探触子、2は受信用圧電素子、3は送信用圧電素子、4は送信用圧電素子に加電圧する外部電極、5はパッキング材、6は第1正整合層、7は第2整合層。8は超音波の発信方向、9は受信用加圧電極、13は有機結合材層である。aは結合材を使用した結合材層のない図で、bは結合材層を導入した例で、有機圧電層がセラミック圧電素子と電極を介して結合するとき、その電極と有機圧電層素子の間に結合材層が形成せしめられたときの図を示す。

有機結合材層は、有機圧電素子が単体で超音波探触子が成り立つ場合は、セラミック材料と結合する電極の間と反対側の電極の間に1つ(図示していない)存在させることができる。有機圧電素子が複数からなる積層型(図示していない)では、電極ごとに結合材層を設けることができる。送信するセラミック圧電素子と有機圧電素子が電極を介して結合する部分は、送信の圧電効果の影響を直に受けるので結合材層を導入することが重要である。

図4は、aが探触子が1次元に並列した側面図、bは探触子が2次元に並列した上面図である。

【0022】

以下に図1を用いて本発明の実施の形態におけるアレイ型超音波探触子の製造方法の一例を説明する。最初に送信用圧電素子3を製作する。図1に示すごとく送受信分離型圧電素子は送信用圧電素子3と受信用圧電素子2を積層した構造になっている。送信用圧電素子3は、図2に示すように薄い圧電薄板と電極層の挟み込み構造をなしてもよい。このような構造は例えば圧電セラミックグリーンシートに白金ペースト等によって電極を印刷形成したものを焼成前に積層して一体で焼結することによって作成することが出来る。グリーンシートは厚みを100μm以下にすることが容易で、かつ電極の有無により各層の厚みを任意に設定できる。受信用圧電素子2は、送信用圧電素子3と同様に有機ポリマーシートを積層して製作することが可能である。その場合には、白金ペーストを使用した電極層の印刷工程なしでポリマーシートのみを積層することで受信用圧電素子2の部分も形成しても良いし、図3に示すように電極層を積層の間に印刷して挿入しても良い。

【0023】

上記積層および電極の挿入には、有機結合材を使用しなくてもよいが、簡便な方法として採用する場合には汎用の接着剤を使用してもよい。特に送信用セラミック圧電素子と受信用有機圧電素子を合体させるときに有機圧電素子を挟む電極と有機圧電素子の界面の接着強度が不足して剥離し易いので有機結合材を使用するのが好ましい。好ましい有機結合材として以下のものを挙げる事ができるが、これらに限定されるものではない。

【0024】

ポリビニルブチラール、ポリオレフィン、ポリシクロオレフィン、ポリアクリレート、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリスルホン、シリコン及びその誘導体から選ばれる少なくとも1種の樹脂である。ポリビニルブチラールは、化審法の既存化学物質として(6)-708(CASNo.63148-65-2)Alkyl(C4)acetalpolyvinylalcohol)を代表例に挙げる事ができる。ポリアミドは、ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド610、ポリアミド612、ポリアミドMXD6、ポリアミド11、ポリアミド12、ポリアミド46、メトキシ化ポリアミド(既存化学物質(7)-383(polycondensates of polyalkylene(C3)polyamine/polyalkylene(C4)dicarboxylicacid/urea)等である。ポリイミドは、NASAが開発した既存化学物質番号(7)-2211(CASNo.611-79-0)を挙げる事ができる。シリコンとしては、既存化学物質(7)-476、(polyalkyl(C12)siloxane)、(7)-474、(polyalkyl(C12)siloxane)(7)-477、(polyalkyl(hydrogen)siloxane)、(7)-483、(polyalkyl(C9)alkeny(C4)siloxane)(7)-485(Polyalsodiumalkyl(C4)siliconate)等が挙げられる。エポキシ化合物としては、ポリフェノール型、ポリグリシジルアミン型、アルコー

10

20

30

40

50

ル型、エステル型などがあるが、

特に脂環式型が好ましく、既存化学物質番号で 3 - 2 4 5 2 (3,4-epoxycyclohexylmethyl(3,4-epoxy)cyclohexanecarboxylate)、3 - 3 4 5 3、4 - 4 7 (2-(3,4-epoxy)cyclohexyl-5,1-spiro-(3,4-epoxy)cyclohexyl-m-dioxane)、5 - 1 0 5 2 (1,3,5-tris-glycidyl-isocyanuricacid) 等が好ましい。脂環式型は耐熱性もよく、接着力もよいので好ましく使用できる。

【 0 0 2 5 】

これら樹脂の使用量は、求める感度、周波数特性などで適宜選択されるが、膜厚にして、10 nm から 60 μm、好ましくは 20 nm から 30 μm である。

【 0 0 2 6 】

樹脂の使用方法は、DMSO、DMF、DME 等の溶媒に溶解して使用してもよいし、溶媒を使用せず、バルクを溶解温度まで加温して熱溶解して使用してもよい。

【 0 0 2 7 】

有機結合材の使用方法は、素子の積層において何れの層にも使用してよいが、好ましくは送信用圧電素子と受信用圧電素子を接合するとき使用するのが好ましい。送信用圧電素子には、既に電極が印刷又は塗工されて形成されている場合には、電極が印刷されていない受信用圧電素子の上に使用するのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

上記の積層製作工程では、送信用圧電素子 3 と受信用圧電素子 2 をそれぞれセラミックシートと有機薄膜シート状態で何れか一方に電極を印刷しておいて張り合わせることで一体に合体製作することができる。この場合に、圧電素子材料の送受信感度特性や駆動あるいは受信回路の入出力インピーダンス等を考慮して各積層構造の厚みや材料を選択して送信用及び受信用圧電素子 2 を製作することができる。したがって、送信用圧電素子 3 と受信用圧電素子 2 はそれぞれ、インピーダンスを適宜選択したものとなるのが好ましい。また、送信用圧電素子 3 のみをグリーンシートの積層工法によって焼成製作し、受信用圧電素子 2 を後から被覆してもよいし、あらかじめシートとして塗布乾燥され、1 軸延伸されたシートを重ねて加工したものを使用して接着し、探触子間溝を形成させた構造でもよい。

あらかじめ圧電効果が最大となるように一軸延伸し、分極処理（ポーリング処理）を掛けたシートを有機結合材を使用して貼り合わせた積層型のものが特に好ましい。

【 0 0 2 9 】

有機圧電シートとしては、低い引張弾性率を有する高分子圧電膜であるフッ化ビニリデンとフッ化オレフィンとの共重合体が特に好ましい。たとえば、製膜後の熱処理工程（強誘電 - 常誘電相転移点と融点との間の温度の熱を印加することで結晶性を高める工程）時の徐冷速度を 3 / 分程度に早めることにより得られるものがある。さらに、圧電膜を分極後、100 °C の温度で数 10 分（20 ~ 30 分間）アニーリングを施すことで、弾性率を若干下げることができる。また、この他にも製造工程中の操作で引張弾性率を低下させるのであればどのような方法を用いてもよい。

【 0 0 3 0 】

原料ポリマーの分子量に関しては、一般に、高分子では分子量の増加にともなって高分子特有の柔軟性やしなやかさを持ち、低い引張弾性率をもった圧電膜となる。P(VDF-TrFE) および / または P(VDF-TeFE) において、230 におけるメルトフローレート (Melt Flow Rate) が 0.02 g / 分以下、より好ましくは、0.01 g / 分以下である高分子圧電体を使用すると引張弾性率の低い高分子圧電膜になり、高感度な圧電シートが得られる。上記 VDF は、フッ化ビニリデンを、TrFE は 3 フッ化エチレンを、TeFE はテトラフルオロエチレンを示す。

【 0 0 3 1 】

一方、フッ化ビニリデンに 3 フッ化エチレン、パーフルオロアルキルビニルエーテル (PFA)、パーフルオロアルコキシエチレン (PAE)、パーフルオロヘキサエチレン等を共重合させる場合、共重合比によって厚み方向の電気機械結合定数（圧電効果）が変化

10

20

30

40

50

すので、例えば、共重合に占めるフッ化ビニリデンの共重合比が60mol%~99mol%が好ましいが、セラミック圧電素子と有機圧電素子を重ねる時に使用する有機結合材の使用方法にもよるので、その最適値は変化する。最も好ましい前者の共重合比の範囲は85mol%~99mol%である。フッ化ビニリデンを85mol%~99mol%にして、パーフルオロアルキルビニルエーテル、パーフルオロアルコキシエチレン、パーフルオロヘキサエチレン等を1mol%~15mol%にしたポリマーは、送信用セラミック圧電素子と受信用有機圧電素子との組み合わせにおいて、送信基本波を抑制して、高調波受信の感度を高めるので特に好ましい。従来は、テトラフルオロエチレンや3フッ化エチレンがよいとされていたが、本発明の複合素子では、パーフルオロアルキルビニルエーテル(PFA)やパーフルオロアルコキシエチレン(PAE)、パーフルオロヘキサエチレンを使用することが特に好ましい。

10

【0032】

高分子圧電膜は、ポーリング処理は分極反転が起こるまで行うことが好ましく、分極反転は、ポーリング電場を方向を繰り返し反転させて印加することによって得られる。このような分極分布状態の形成を充分するには温度によって異なり、常温では数万回~数十万回と必要であるが、80以上の高温では数回~数十回でよい。また、受信用圧電素子の場合には該素子の薄膜形成時に1mW~1kW/cm²のコロナ処理を常圧で実施してもよい。

【0033】

ハーモニクイメージングには、受信用圧電素子は送信用圧電素子から発信される基本波によって発生せられる2次以上の高調波を受信する感度を有する有機圧電素子であることが好ましい。2次以上の高調波を受信できるには、送信圧電素子の基本波の周波数に対して、受信用圧電素子の共振周波数が高いことが必要である。基本周波数 f_1 は、一般的には2MHz~20MHzが選択されるが n 次の高調波は基本周波数の1.5倍から10倍までが特に好ましい。送信用圧電素子3と受信用圧電素子を接合したのち、図1~図3に示すように送信用圧電素子3の内部電極と導通をとるための外部電極4を白金ペースト又は銀ペーストや焼き付け銀等を使用して送信用圧電素子の音波放射面とその反対の端面および側面に形成し、送信電極4、接地電極9、受信電極10を形成する。その後分極処理(ポーリング)を行い、アレイ型探触子の素子を形成するための図示していない複数の信号線を電極と接続した後、第1整合層6、第2整合層7ならびにバッキング材5を

20

30

【0034】

送信用圧電素子の材料はPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)が屢々使用されるが、近年は鉛を含まないものが推奨される。水晶、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、ニオブ酸タンタル酸カリウム[K(Ta,Nb)O₃]、チタン酸バリウム(BaTiO₃)、タンタル酸リチウム(LiTaO₃)、又はチタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)等である。

【0035】

図1~図3に図示してはいないが、超音波の収束のために音響レンズを第2整合層7に接合させてもよい。またここでは整合層は2層構造であるが、被検体によってより多層にする場合、あるいは1層が整合層のない場合であってもよい。好ましい整合層数は2~3である。

40

【0036】

圧電素子の縦弾性率は、弾性変化内での、応力とひずみの間の比例定数で圧縮力に対する変形度合いで表される。本発明の実施形態では送信圧電素子と受信圧電素子は分離され、弾性係数は高い程送信の出力を上げることができるが、送信波形が乱れS/N比が低下し、ノイズも増大するので、送信圧電素子の23下の縦弾性係数は10GPaから100GPaの範囲であることが必要である。同様に受信用圧電素子の弾性係数は高い程よいが、S/N比が低下するので、受信用圧電素子の23下の弾性係数は10MPaから1

50

GPaの範囲である。

【0037】

本発明の受信用圧電素子の作成において、数種のモノマーを開始剤を使用して共重合するラジカル重合法、光増感剤を使用して光重合する方法、モノマーを低い圧力雰囲気下において、低温で蒸発させながら、薄膜形成する蒸着重合法などがある。本発明においていずれの重合法を採用するかは、モノマ種や共重合組成比などで適宜選択することができる。本発明の受信用圧電素子に作用する好ましい態様の1つとしてポリ尿素の場合は、蒸着重合法を採用するのが好ましい。ポリ尿素用のモノマーとして、一般式として $H_2N-R-NH_2$ 構造を示すことができるが、ここでRが任意の置換基で置換されてもよいアルキレン基、フェニレン基、2価のヘテロ環基、ヘテロ環基を含んでもよい。ポリ尿素は尿素誘導体とその他のモノマーとの共重合体であってもよい。好ましいポリ尿素として、4,4'-ジアミノジフェニルメタン(MDA)と4,4'-ジフェニルメタンジイソシアナート(MDI)を使用する芳香族ポリ尿素を挙げることができる。

10

【0038】

受信用圧電素子を作成する場合、蒸着モノマを堆積させる支持体(基板)としては、硝子、樹脂、シリコンウエハー等任意であるが、低温薄膜形成には、ポリエチレンフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、シリコン樹脂、アルキレート樹脂、シクロオレフィン樹脂等を適宜選択できる。

【0039】

本発明の実施の形態における超音波探触子の動作を図3を参照して説明する。図3において送信時にはP1から高電圧パルスあるいはバースト等の信号が送信用圧電素子3に供給される。パルスエコーモードの場合には、送信用圧電素子3に印加された駆動パルスにより、送信用圧電素子3は全体の厚みモードの共振振動を励起され被検体にむけてパルス状の超音波8を送信する。被検体から反射してきた超音波8は、送信用圧電素子3を通過して受信用圧電素子2に達し電気信号に変換された後、電極線を介してP2の出力として本体の受信回路に伝えられる。以上のように本発明の実施の形態によれば、超音波診断装置等に使用される超音波探触子において、送受信分離型の高感度アレイ型探触子をセラミック材料と有機材料で構成し高感度超音波探触子を実現することができる。

20

【0040】

さらに、上記に示した超音波探触子を使用することによって、有機材料の加工性を応用してコストを抑えて高感度な医療用超音波診断装置を実現することができる。

30

【実施例】

【0041】

以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0042】

本実施例で探触子の試作とその性能および耐久性の結果を示す。

【0043】

実施例1

《アレイ型超音波探触子1~14の作製》

40

受信用圧電素子膜の作製

(膜M1の作製)

P(VDF-PFA)(組成モル比:VDF/パーフロオロアルキルビニルエーテル=90/20)膜をDMF(ジメチルホルムアミド)溶液から流延して厚さ48 μ mの膜を作製し、さらにこれを140 $^{\circ}$ Cで結晶化を行なった。これに金属蒸着して電極を両面に設けた。この膜に \pm 940Vのピーク値をもつ1Hzの交流電圧(三角波)を印加して77 $^{\circ}$ Cで分極反転を繰り返した。

【0044】

(膜M2の作製)

P(VDF-PFE)(組成モル比:VDF/パーフロオロアルキルビニルエーテル=

50

88 / 12) 膜をDMF (ジメチルホルムアミド) 溶液から流延して厚さ48 μmの膜を作製し、さらにこれを140 で結晶化を行なった。これに金属蒸着して電極を両面に設けた。この膜に±920 Vのピーク値をもつ3 Hzの交流電圧 (三角波) を印加して82 で分極反転を繰り返した。

【0045】

(膜M3の作製)

P (VDF - HFP) (組成モル比: VDF / HFP (ヘキサフルオロプロピレン) = 86 / 12) 膜をDMF (ジメチルホルムアミド) 溶液から流延して厚さ48 μmの膜を作製し、さらにこれを138 で結晶化を行なった。これに金属蒸着して電極を両面に設けた。この膜に±962 Vのピーク値をもつ2 Hzの交流電圧 (三角波) を印加して86

10

【0046】

(膜M4の作製)

P (VDF - HFP) (組成モル比: VDF / HFP (ヘキサフルオロプロピレン) = 86 / 12) 膜をDMF (ジメチルホルムアミド) 溶液に溶解し、更にカーボンナノチューブを3質量%添加してブレンダーで混練後流延して厚さ48 μmの膜を作製し、さらにこれを138 でアニーリングを行なった。これに金属蒸着して電極を両面に設けた。この膜に±962 Vのピーク値をもつ2 Hzの交流電圧 (三角波) を印加して86 で分極反転を繰り返した。

【0047】

送信用圧電素子の作製

(膜S1: 鉛を含まないチタン酸系圧電素子の作製)

成分原料であるCaCO₃、La₂O₃、Bi₂O₃およびTiO₂、および副成分原料であるMnOを準備し、成分原料については、成分の最終組成が(Ca_{0.97}La_{0.03})Bi_{4.01}Ti_{4.05}O₁₅となるように秤量した。次に、純水を添加し、純水中でジルコニア製メディアを入れたボールミルにて8時間混合し、十分に乾燥を行い、混合粉体を得た。得られた混合粉体を、仮成形し、空气中、800 で2時間仮焼を行い仮焼物を作製した。次に、得られた仮焼物に純水を添加し、純水中でジルコニア製メディアを入れたボールミルにて微粉碎を行い、乾燥することにより圧電セラミックス原料粉末を作製した。微粉碎においては、微粉碎を行う時間および粉碎条件を変えることにより、それぞれ粒子径100 nmの圧電セラミックス原料粉末を得た。それぞれ粒子径の異なる各圧電セラミックス原料粉末にバインダーとして純水を6質量%添加し、プレス成形して、厚み527 μmの板状仮成形体とし、この板状仮成形体を真空パックした後、235 MPaの圧力でプレスにより成形した。次に、上記の成形体を焼成した。最終焼結体の厚さは520 μmの焼結体を得た。なお、焼成温度は、それぞれ1100 であった。1.5 × Ec (MV/m) 以上の電界を1分間印加して分極処理を施した。

20

30

【0048】

(膜S2: 圧電素子PZTの作製)

鉛、ジルコニウム、チタンの成分がPb(Zr_{1-x}Ti_x)O₃ (0.47 < x < 1) の式の範囲以内のものであり、ここでは、x = 0.2のPZTを調整した。それぞれの酸化物を秤量して純水を添加し、純水中でジルコニア製メディアを入れたボールミルにて8時間混合し、十分に乾燥を行い、混合粉体を得た。得られた混合粉体を、仮成形し、空气中、800 で2時間仮焼を行い仮焼物を作製した。次に、得られた仮焼物に純水を添加し、純水中でジルコニア製メディアを入れたボールミルにて微粉碎を行い、乾燥することにより圧電セラミックス原料粉末を作製した。それぞれ粒子径の異なる各圧電セラミックス原料粉末にバインダーとして純水を6質量%添加し、プレス成形して、厚み526 μmの板状仮成形体とし、この板状仮成形体を真空パックした後、235 MPaの圧力でプレスにより成形した。次に、上記の成形体を焼成して最終焼結体の厚さ520 μmの焼結体を得た。なお、焼成温度は、それぞれ780 であった。1.5 × Ec (MV/m) 以上の電界を1分間印加して分極処理を施した。

40

50

送受信分離型の高感度超音波探触子を実現することができ、更に有機圧電素子と電極の間に結合材層を導入することにより耐久性も向上することができる。

【 0 0 5 2 】

実施例 2

《蒸着重合によるポリ尿素圧電素子の作製》

モノマーとして、4,4'-ジアミノジフェニルメタン(MDA)、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアナート(MDI)を選択し、蒸着重合を実施した。2×10⁻³Paの真空チャンバー内にMDAを受け皿に入れ100℃に加熱し、MDIを66℃に加熱してチャンバーの上部に基板として、あらかじめ200nm圧のアルミ蒸着を施した200μm圧ポリエチレンテレフタレート樹脂(PET)に48μm厚になるまで蒸着させた。得られたMDA/MDI比は1.1であった。電極はアルミ蒸着し、分極処理(ポーリング)は120MV/m、温度は212℃、10分間行った。

10

【 0 0 5 3 】

作製されたポリ尿素膜(膜M5とする)を使用して実施例1の試料番号6と同様に試験したが、ここでは、受信圧電素子として、M1の代わりに上記ポリ尿素圧電素子を使用した(試料番号15)。分極処理としてコロナ放電処理を行った(試料番号16)。コロナ処理は、常圧で8W/cm²とした。更に電極とポリ尿素の間にポリイミド結合材を1μm熱融着させた(試料番号17)。更に、実施例2の試料番号17と同様にして、探触子を作製したが、ここでは、ポリ尿素膜の厚さを6μm厚さに蒸着し、ついで電極としてアルミを蒸着し、これを8回繰り返して厚さ合計48μmの電極が7つ挿入されたポリ尿素膜を作製した。最終電極の蒸着を終了してから、電極からのリード線を通じて、分極処理を120MV/m、温度212℃、処理時間として10分間行った(試料番号18)。

20

【 0 0 5 4 】

上記試料を実施例1と同様な評価を行い、結果を表2に示す。

【 0 0 5 5 】

【 表 2 】

探触子 No.	送信圧電素子		受信圧電素子			有機結合材		f2受信 相対感度	耐久性 試験	備 考	
	膜種類	厚さ (μm)	弾性率	膜種類	弾性率	厚さ (μm)	種類				
15	S2	520	60GPa	M5	280MPa	48	無し	無し	27	16	本発明
16	S2	520	60GPa	M5	280MPa	48	無し	無し	28	16	本発明
17	S2	520	60GPa	M5	280MPa	48	ポリイミド	1	33	33	本発明
18	S3	521	61GPa	M6	281MPa	48	ポリイミド	1	33	33	本発明

10

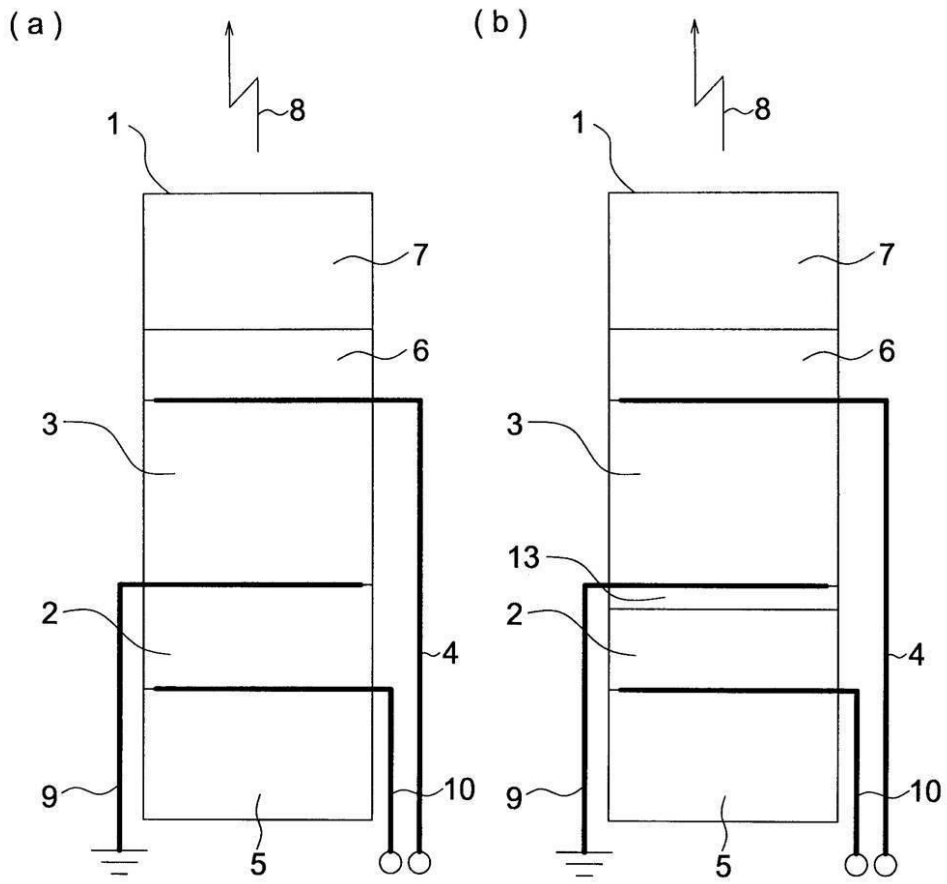
20

30

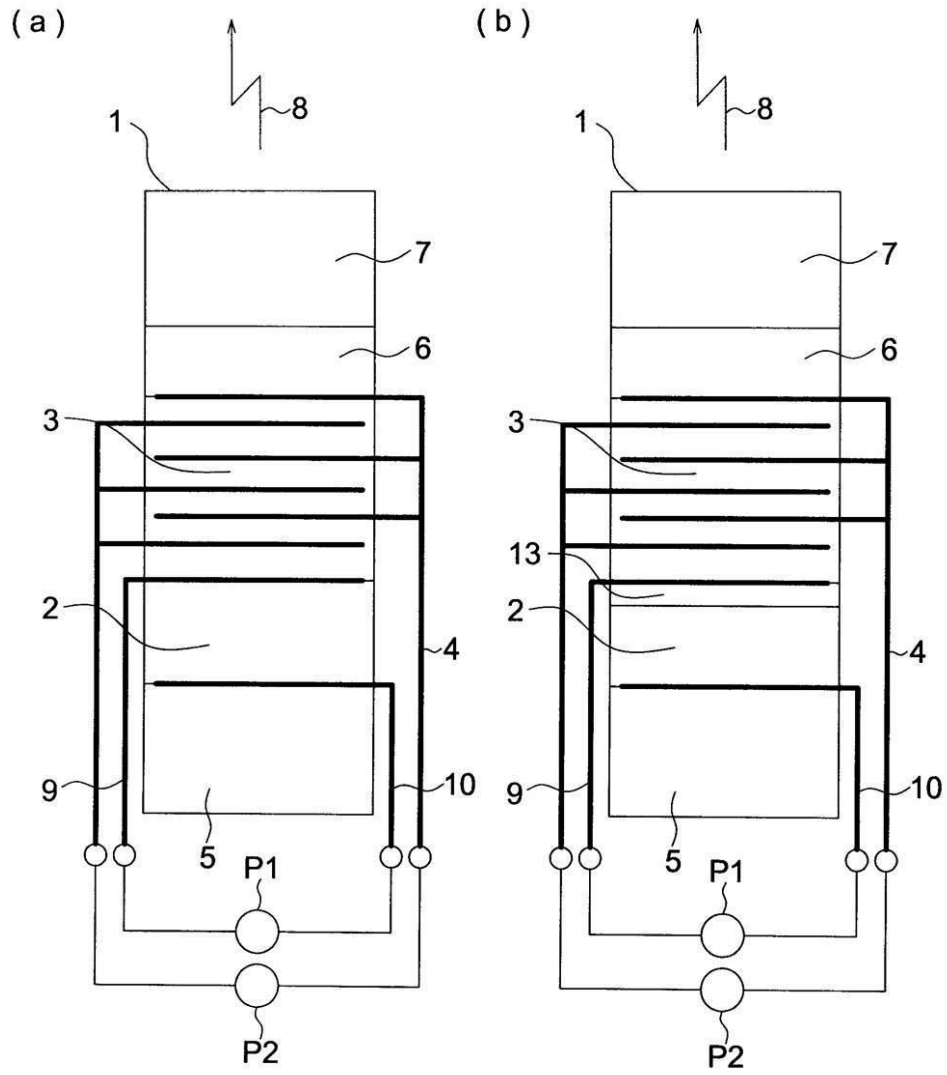
【 0 0 5 6 】

上表から、蒸着重合法で作製しても実施例 1 と同様に、良好な超音波探触子の性能が得られることが分かる。

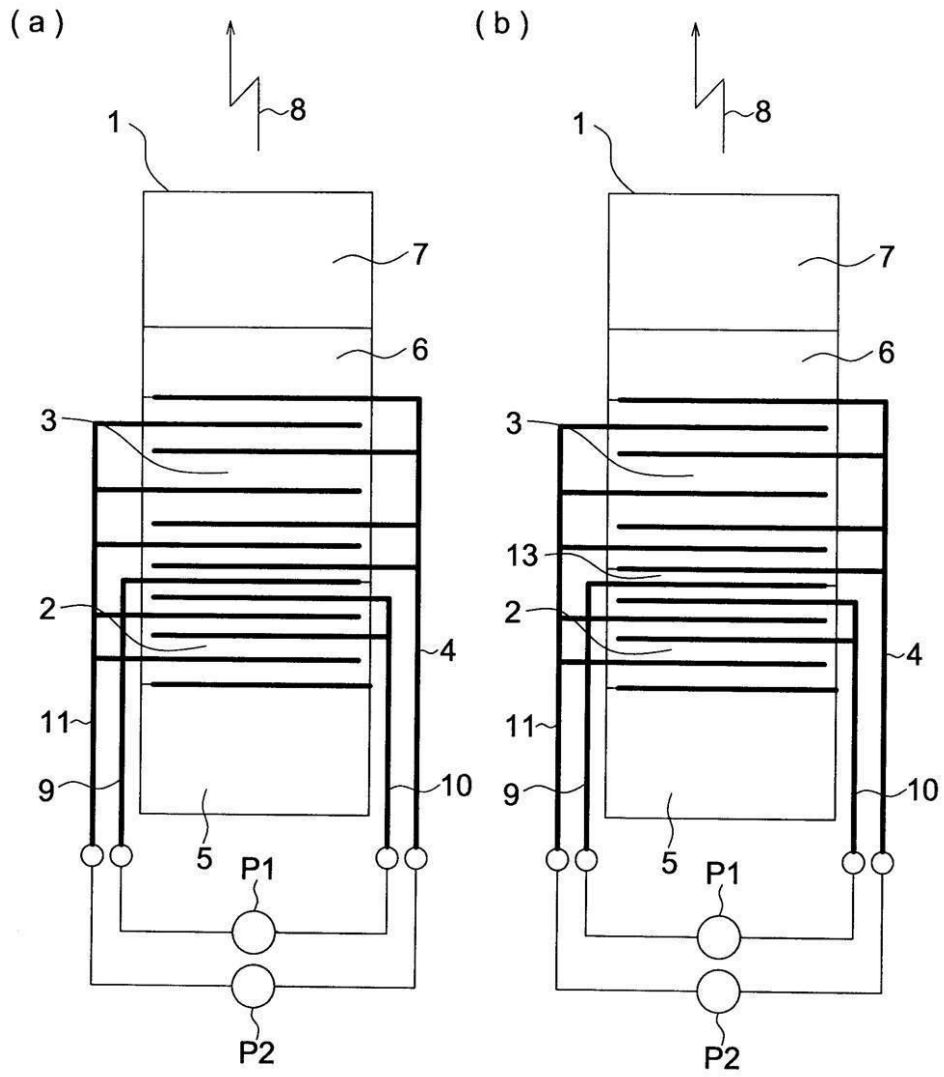
【図1】



【図2】

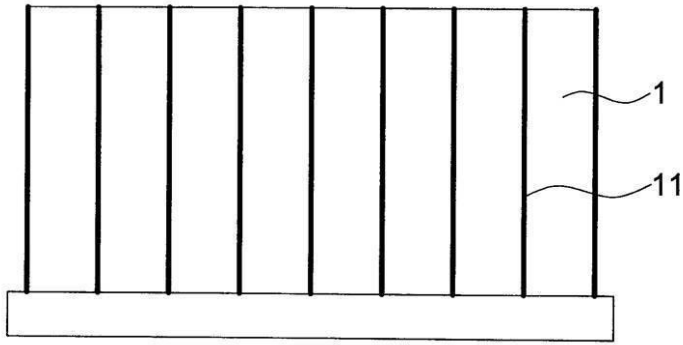


【図3】

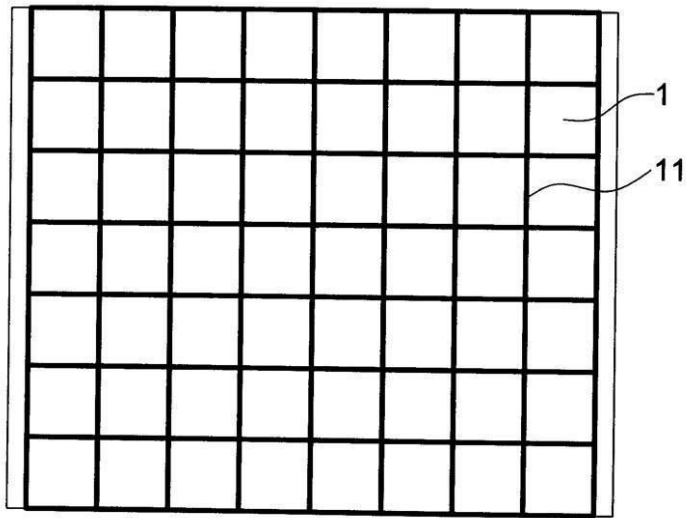


【 図 4 】

(a)



(b)



フロントページの続き

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 特開平5 - 277102 (J P , A)
特開平7 - 47135 (J P , A)
特開平9 - 84172 (J P , A)
特開平9 - 215094 (J P , A)
特開平9 - 243620 (J P , A)
特開平11 - 155863 (J P , A)
特開平11 - 276478 (J P , A)
特開2001 - 258879 (J P , A)
特開2003 - 305043 (J P , A)
特開2004 - 208918 (J P , A)
特開2005 - 110792 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 8/00
H04R 17/00
H04R 31/00

专利名称(译)	阵列式超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP5083210B2	公开(公告)日	2012-11-28
申请号	JP2008521139	申请日	2007-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	羽生武 竹山敏久 佐々木頂之		
发明人	羽生 武 竹山 敏久 佐々木 頂之		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R31/00		
CPC分类号	B06B1/0611 A61B8/481 B06B1/0629 B06B1/0688		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.A H04R31/00.330		
优先权	2006163227 2006-06-13 JP		
其他公开文献	JPWO2007145073A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在至少一维布置的多通道阵列型超声探头中，提供多个片状压电元件作为发送/接收分离型的复合型压电元件，并且复合型压电元件是用于传输的压电元件。构成材料的23°C下的弹性模量为10GPa至100GPa，构成接收压电元件的材料在23°C下的弹性模量为10MPa至1GPa探测。

片状压电元件 No.	送压电元件 膜厚 (μm)	送压电元件 弹性率 (GPa)	受压电元件 膜厚 (μm)	受压电元件 弹性率 (GPa)	有線結合材 種類	有線結合材 厚さ (μm)	受信 相対感度	耐久性 試験	備考		
1	S2	520	600Pa	S2	無し	無し	無し	10	8	比較例	
2	S2	520	600Pa	S1	750Pa	520	無し	無し	7	5	比較例
3	S2	520	600Pa	S1	750Pa	520	PVB	1	9	7	比較例
4	S2	520	600Pa	S1	750Pa	520	PVB	1	7	5	比較例
5	S2	520	600Pa	S2	600Pa	520	PVB	2	11	9	比較例
6	S2	520	600Pa	M1	200Pa	48	無し	無し	26	16	本発明
7	S2	520	600Pa	M1	200Pa	48	PVB	1	30	30	本発明
8	S2	520	600Pa	M1	200Pa	48	ポリイミド	1	30	33	本発明
9	S2	520	600Pa	M2	200Pa	48	エポキシ	1	32	32	本発明
10	S2	520	600Pa	M2	200Pa	48	ポリアミド	1	30	30	本発明
11	S2	520	600Pa	M3	200Pa	48	PET	2	30	29	本発明
12	S2	520	600Pa	M4	200Pa	48	シリコーン	3	30	30	本発明
13	S2	520	600Pa	M3	200Pa	48	ポリカルボン	2	30	28	本発明
14	S2	520	600Pa	M3	200Pa	48	ポリアクリレート	2	30	28	本発明

*セラムミック圧電素子の厚さは併せて記載し作製した。
注1) 有線結合材の記号
1 PVB
2 ポリイミド
3 エポキシ
4 ポリエステル
5 シリコーン
6 ポリスルホン
7 オレフィン
8 ポリアクリレート
注2) 弾性率 縦弾性率を表し、ヤング率とも呼ばれる。