

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2006-174940
(P2006-174940A)

(43) 公開日 平成18年7月6日(2006.7.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24 5 O 2	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 O H	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 B	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-369650 (P2004-369650)	(71) 出願人	000002130
(22) 出願日	平成16年12月21日 (2004.12.21)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行
			最終頁に続く

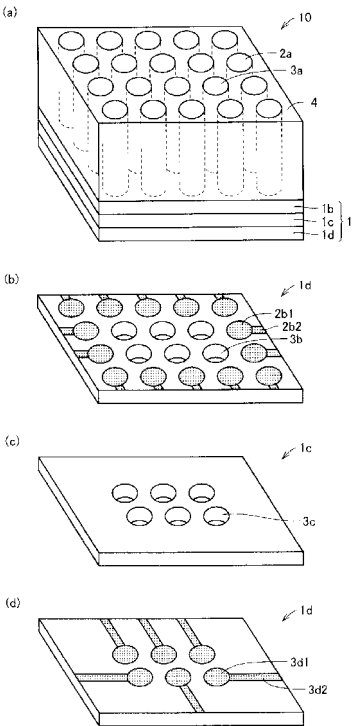
(54) 【発明の名称】 超音波プローブとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 多数かつ狭ピッチに配列する圧電振動子の電極配線を容易に形成することができる超音波プローブの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の超音波プローブは、超音波診断に使用するプローブであって、複数の圧電振動子がアレイ状に配列し、圧電振動子の電極配線を形成した積層基板を備えることを特徴とする。本発明は、特に、圧電振動子が、2次元アレイ状に配列する超音波プローブにおいて有効である。プローブは、複合圧電材料からなるものが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波診断に使用するプローブであって、複数の圧電振動子がアレイ状に配列し、前記圧電振動子の電極配線を形成した積層基板を備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記圧電振動子が、2次元アレイ状に配列する請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記プローブは、複合圧電材料からなる請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記積層基板は、異方性導電性フィルムを備える請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

【請求項 5】

前記異方性導電性フィルムは、ポリテトラフルオロエチレン製多孔質フィルムからなる請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記異方性導電性フィルムは、貫通電極を有する請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記異方性導電性フィルムは、該フィルムの厚さ方向に配向する柱状の微細端子を有し、該微細端子は、先端部に電極と接続するコンタクタを備え、該コンタクタは、電極を押し当てることにより弾性変形するバネ構造を有する請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

超音波診断に使用し、複数の圧電振動子がアレイ状に配列するプローブの製造方法であって、複数の基板を積層することにより、前記圧電振動子の電極配線を形成することを特徴とする超音波プローブの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置などに使用される超音波プローブとその製造方法に関する。特に、超音波ビームのフォーカスと走査を3次元的に行なう超音波診断においても有効に機能する超音波プローブに関する。

【背景技術】

30

【0002】

超音波診断装置は、フォーカスした超音波のパルスを送信し、反射エコーを受信し、超音波ビームを走査し、反射エコーの振幅と位相の情報に基き、イメージ映像をモニタに表示する。超音波診断装置は、CTまたはMRIなどの他の診断装置にはないリアルタイム性および非侵襲性を有するとともに、ドプラ効果に基づき血流動態の診断が可能であるなどの特性を有するため広く普及している。

【0003】

超音波診断装置に使用する超音波プローブは、細長い直方体状の圧電振動子をアレイ状に配列した構造を有し、圧電振動子を1列に並べた1次元アレイ配列のプローブと、マトリックス状に並べた2次元アレイ配列のプローブがある。2次元アレイ配列の超音波プローブによれば、3次元の超音波診断画像を得ることができるが、2次元アレイ配列の超音波プローブに配列する圧電振動子は、 $m \times n$ のマトリックス形態をなし、 m と n は各々50個以上必要であるから、圧電振動子間のピッチは0.5mm以下であり、縦20mm×横20mmの超音波プローブから引き出される配線は2000チャンネル以上になる。

40

【0004】

多数の圧電振動子を狭ピッチで配列する必要がある超音波プローブを提供するために様々な提案がされている。たとえば、圧電振動子の信号電極から電気配線を引き出す信号ラインをプリント基板の一方の面に形成し、複数の圧電振動子を一端に沿って実装し、このようなプリント基板を所定のピッチで並設して形成する超音波プローブが知られている（特許文献1参照）。

50

【特許文献１】特開２００１－３０９４９３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかし、この超音波プローブは、プリント基板上に平面状に形成された配線を多数の圧電振動子が挟んだ構造を有するため、圧電振動子間の距離が長く、超音波プローブ自体の大きさが大きくなる。また、配線数が多く、クロストークを起こしやすい。

【０００６】

本発明の課題は、多数かつ狭ピッチに配列する圧電振動子の電極配線を容易に形成することができる超音波プローブとその製造方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の超音波プローブは、超音波診断に使用するプローブであって、複数の圧電振動子がアレイ状に配列し、圧電振動子の電極配線を形成した積層基板を備えることを特徴とする。本発明は、特に、圧電振動子が、２次元アレイ状に配列する超音波プローブにおいて有効である。このプローブは、複合圧電材料からなるものが好ましい。

【０００８】

積層基板は、異方性導電性フィルムを備える態様が好ましく、異方性導電性フィルムは、ポリテトラフルオロエチレン製多孔質フィルムからなるものが好適であり、貫通電極を有する態様が好ましい。一方、異方性導電性フィルムは、フィルムの厚さ方向に配向する柱状の微細端子を有し、微細端子が、先端部に電極と接続するコンタクタを備え、コンタクタが、電極を押し当てることにより弾性変形するバネ構造を有する態様が好ましい。

20

【０００９】

本発明の超音波プローブの製造方法は、超音波診断に使用し、複数の圧電振動子がアレイ状に配列するプローブの製造方法であって、複数の基板を積層することにより、圧電振動子の電極配線を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、圧電振動子が多数かつ狭ピッチに配列する２次元アレイ状配列の超音波プローブであっても、圧電振動子の電極配線を容易に形成することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

本発明の超音波プローブは、図１（ａ）に示すように、複数の圧電振動子２ａ，３ａがアレイ状に配列し、圧電振動子２ａ，３ａの電極配線を形成した積層基板１を備えることを特徴とする。図１に示す例では、積層基板１は、プリント配線基板１ｂ，１ｄと、異方性導電性フィルム１ｃとを有する。プリント配線基板１ｂの構造を図１（ｂ）に示す。プリント配線基板１ｂは、電極２ｂ１と、電極配線２ｂ２を有し、積層基板１を組み立てると、電極２ｂ１は圧電振動子２ａと接続する。このため、圧電振動子２ａと、電極配線２ｂ２と、電極２ｂ１とを介して、信号を送受信することができる。

【００１２】

40

また、プリント配線基板１ｂは電極３ｂを有し、異方性導電フィルム１ｃは電極３ｃを有し、プリント配線基板１ｄは電極３ｄ１と電極配線３ｄ２を有する。電極３ｂ，３ｃを貫通電極とすることにより、積層基板を組み立てると、圧電振動子３ａと、電極３ｂ，３ｃ，３ｄ１と、電極配線３ｄ２とを導通することができる。このため、圧電振動子３ａと、電極３ｂ，３ｃ，３ｄ１と、電極配線３ｄ２とを介して、信号を送受信することができる。貫通電極である電極３ｂ，３ｃには、中実電極または中空電極を使用することができる。図１には、超音波プローブ１０の積層基板１が、２枚の積層基板１ｂ，１ｄと、異方性導電フィルム１ｃとからなる例を示すが、配線数などに応じて、さらに多数枚を積層することもできる。

【００１３】

50

リード線を半田付けで接続するなどの従来の方法では、圧電振動子間のピッチが0.5 mm以下となり、縦2 cm×横2 cmの超音波プローブから引き出される配線が2000チャンネル以上になると、配線部のサイズが大きくなり、また、生産性および品質が低下しやすい。これに対し、本発明の超音波プローブの製造方法によれば、複数の基板を積層することにより、圧電振動子の電極配線を形成するため、多数かつ狭ピッチに配列する圧電振動子の電極配線を容易かつ確実に形成することができ、コンパクトな配線が可能である。また、配線間のクロストークを有効に低減することができる。このため、2次元アレイ状に配列する超音波プローブの電極配線にも対応することができ、3次元の超音波診断画像を得ることができる。

【0014】

10

図1(a)には、超音波プローブが複合圧電材料からなる例を示す。複合圧電材料は、圧電セラミックスからなる微細な柱状の圧電振動子2a, 3aが、樹脂4内に埋め込まれた構造を有する。圧電振動子2a, 3aは、長手方向に垂直な平面で切断するときの最大径(断面が円形の場合は、その直径を指す。)が20 μm~50 μmであり、長手方向の長さが40 μm~350 μmである。複合圧電材料を用いると、超音波に対する感度を高めることができる点で有利である。

【0015】

積層基板は、クッション性が高く、実装しやすくなる点で、フィルムの厚さ方向に導電性を有する異方性導電性フィルムを備える態様が好ましい。フィルムの材質により異なるが、一般的には、十分なクッション性を得る点で、フィルムの厚さは、50 μm以上が好ましい。このような異方性導電性フィルムとしては、ポリテトラフルオロエチレン製多孔質フィルムからなるものが、耐熱性、化学安定性および耐電圧性が大きく、安価である点で好適である。また、フィルムは、厚さ方向に貫通孔を有し、貫通孔の内面にメッキ電極を形成した態様が、高いクッション性を有するとともに、貫通電極により厚さ方向に導通性を有するため、好適である。このようなフィルムには、たとえば、ポアフロン(登録商標)などがあり、このフィルムは、柔軟な繊維構造の多孔質体であるため、10万回以上コンタクトを繰り返しても厚さの歪みが小さく、低荷重で導通が得られ、フィルムの反りも少ない点で好ましい。

20

【0016】

異方性導電性フィルムは、たとえば、図3(c)に示すように、フィルムの厚さ方向に配向する柱状の微細端子31を有し、微細端子31は、先端部に電極と接続するコンタクタ31a, 31cを備え、コンタクタ31a, 31cは、電極を押し当てることにより弾性変形するバネ構造を有する態様が好ましい。バネ構造を有するコンタクタが弾性変形するため、電極の形状に合わせて確実な接続を得ることができ、また、大きなストロークが得られる。

30

【0017】

図2に、異方性導電性フィルムに使用するコンタクタを、長手方向に垂直な平面で切断したときの断面形状を例示する。図2(a)と図2(b)は、断面形状が円形である場合の例であり、図2(a)は渦巻バネが1本の腕からなる例である。図2(b)は、渦巻バネが2本の腕からなる例であり、3本以上の腕を有する態様も本発明に含まれる。図2(b)の例では、2本の腕の先端が中心部で連結している。このように複数の腕が中心部で連結すると、バネ強度が大きくなる。

40

【0018】

図2(c)と図2(d)に例示するバネは、蛇行する複数のバネが、コンタクタの外周部から中央部に向けて配置する構造(以下、「ジンバルバネ構造」という。)を有する。かかるバネ形状では、電流が、蛇行するバネに沿って流れるため、発生する電磁界が互いに打ち消され、高周波特性が良好である。また、図2(c)には、コンタクタの全体形状が円形であり、3条のバネが中央部で連結していない態様を示す。図2(d)には、コンタクタの全体形状が正方形であり、4条のバネが中央で連結する態様を示す。コンタクタの全体形状が正方形であると、バネの占める面積率が大きくなり、バネ効率が良好となる

50

。

【0019】

コンタクタは、図4に例示する方法により製造することができる。まず、図4(a)に示すように、導電性基板41上にレジスト42を形成する。導電性基板として、たとえば、銅、ニッケル、ステンレス鋼などからなる金属製基板、チタン、クロムなどの金属材料をスパッタリングしたシリコン基板などを用いる。レジストには、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)などのポリメタクリル酸エステルを主成分とするレジストなどを用いる。レジストの厚さは、形成しようとするコンタクタの厚さに合わせて任意に設定することができる、たとえば50 μ m~500 μ mとすることができる。

【0020】

つぎに、レジスト42上にマスク43を配置し、マスク43を介してX線44を照射する。高いアスペクト比を有するコンタクタを得るため、UV(波長200nm)より短波長であるX線(波長0.4nm)を使用するが、X線の中でも指向性が高いため、シンクロトロン放射のX線(以下、「SR」という。)を使用する態様が好ましい。マスク43は、コンタクタのパターンに応じて形成したX線吸収層43aと、透光性基材43bとからなる。透光性基材43bには、窒化シリコン、シリコン、ダイヤモンド、チタンなどを用いる。また、X線吸収層43aには、金、タングステン、タンタルなどの重金属またはその化合物などを用いる。X線44の照射により、レジスト42のうち、レジスト42aは露光され変質するが、レジスト42bはX線吸収層43aにより露光されない。このため、現像により、X線44により変質した部分のみが除去され、図4(b)に示すようなレジスト42bが得られる。

【0021】

つぎに、電鍍を行ない、図4(c)に示すように、レジスト42bに金属材料45aを堆積する。電鍍とは、金属イオン溶液を用いて導電性基板上に金属材料からなる層を形成することをいう。導電性基板41をめっき電極として電鍍を行なうことにより、レジスト42bに金属材料45aを堆積することができる。金属材料には、ニッケル、銅、またはそれらの合金などを用いるが、コンタクタの耐摩耗性を高める点で、ニッケルまたはニッケルマンガンなどのニッケル合金が好ましい。

【0022】

電鍍後、研磨または研削により所定の厚さに揃えた後(図4(d))、図4(e)に示すように、ウエットエッチングまたはプラズマエッチングによりレジスト42bを除去する。つづいて、酸もしくはアルカリによりウエットエッチングし、または機械的に加工して導電性基板41を除去すると、図4(f)に示すような金属微細構造体45が得られる。つぎに、150~350で、2時間~48時間の加熱処理を施し、スプリング特性を付与することにより、コンタクタを得ることができる。得られたコンタクタは、電子装置などの電極との電氣的な導通性を高めるために、必要に応じて、厚さ0.05 μ m~1 μ mの金コートを施す。

【0023】

つぎに、得られたコンタクタから異方性導電性フィルムを製造する方法を図3に例示する。まず、図3(a)に示すように、実装するプローブの圧電振動子に対応した位置に、收容するコンタクタの外径に合わせて、フィルム32に貫通孔を形成する。つづいて、同様に、圧電振動子の配置に対応した位置に、收容するコンタクタの外径より小さい孔を形成した下蓋シート33を、フィルム32に張り合せる。

【0024】

その後、図3(b)に示すように、フィルム32の貫通孔に、コンタクタ31cと、リング31bと、コンタクタ31aを、この順序で嵌合する。リング31bは、電極に押し当てたときに、コンタクタ31a、31cが接触することなくストロークできる空間を提供するために加える。このリング31bは、コンタクタ31a、31cと同様の金属微細構造体であるため、コンタクタと同様の方法で製造することができる。その後、下蓋シート33と同様の上蓋シート34をフィルム32に張り付けると、図3(c)に示すような

10

20

30

40

50

異方性導電フィルムが得られる。フィルム 3 2、下蓋シート 3 3 および上蓋シート 3 4 は、電気絶縁性を有する材料、たとえば、ポリイミド樹脂、または、一般の繊維強化樹脂（FRP）などにより形成する。

【0025】

実施例 1

図 5 に示す方法により、複合圧電材料からなるプローブを製造した。まず、図 5 (a) に示すように、導電性基板 5 1 上にリソグラフィのためのレジスト 5 2 を形成した。導電性基板には、Ti をスパッタリングしたシリコン基板を使用した。レジストには、ポリメタクリル酸メチルを使用し、レジストの厚さは、 $300\mu\text{m}$ とした。つぎに、基板 5 1 上にマスク 5 3 を配置し、マスク 5 3 を介して SR をレジスト 5 2 に照射した。マスク 5 3 は、窒化シリコンからなる透光性基材上に、タングステンからなる X 線吸収層 5 3 a を形成したものを使用した。

【0026】

露光したレジストを現像し、SR により変質した部分を除去すると、図 5 (b) に示すようなレジスト 5 4 が得られた。その後、図 5 (c) に示すように、レジスト 5 4 上に、ニッケルからなる金型 5 5 を電鍍により形成した。つづいて、ウエットエッチングにより基板 5 1 を除去し、プラズマエッチングによりレジスト 5 4 を除去し、金型 5 5 を取り出した。つぎに、図 5 (d) に示すように、金型 5 5 により、ポリメタクリル酸メチルからなる樹脂型 5 6 を作成してから、金型 5 5 を除き、樹脂型 5 6 を取り出した。

【0027】

その後、図 5 (e) に示すように、樹脂型 5 6 に、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）のセラミック粒子を含有するスラリー 5 7 を充填し、乾燥し、固化した。その後、樹脂型 5 6 を除去し、セラミックススラリーの乾燥固化物を焼成すると、図 5 (f) に示すようなセラミックス焼結体からなる微細構造体 5 8 が得られた。つづいて、図 5 (g) に示すように、エポキシ樹脂 5 9 を充填し、硬化した。最後に、微細構造体 5 8 の台座部と天面を研磨し、複合圧電材料からなる超音波プローブ 5 0 を得た。

【0028】

プローブ 5 0 は、縦 20mm × 横 20mm であり、プローブ上の各圧電振動子は円柱状で、直径 $35\mu\text{m}$ 、高さは $250\mu\text{m}$ であった。この圧電振動子が、縦 400 本 × 横 400 本（計 160000 本）形成され、電極ピッチは縦横ともに $200\mu\text{m}$ で、2 次元アレイ配列の超音波プローブであった。得られたプローブの片面に、共通グランド電極として導電性樹脂フィルムを取り付け、共通グランド電極上に、マッチング層と樹脂製の音響レンズを取り付けた。マッチング層は、音響整合のためのものであり、W 粉末を充填したエポキシ樹脂からなるものを使用した。

【0029】

プローブのもう一方の面には、図 1 に示すように、圧電振動子の電極配線用に積層基板 1 を形成した（図 1 には、図の明確化のため、プローブと積層基板 1 の一部のみを示す）。積層基板 1 は、2 枚のプリント配線基板 1 b、1 d からなり、基板間に異方性導電性フィルム 1 c を備える。プリント配線基板 1 b、1 d には、プローブ内の圧電振動子に対応して、所定の電極 2 b 1、3 b、3 d 1 および電極配線 2 b 2、3 d 2 を形成した。異方性導電性フィルム 1 c は、厚さ $100\mu\text{m}$ のポリテトラフルオロエチレン製多孔質フィルム（住友電気工業製のポアフロン（登録商標））を用い、取り付けるプローブの圧電振動子に合わせて貫通電極 3 c を形成した。貫通電極 3 c は、フィルムに孔径 $30\mu\text{m}$ の貫通孔を形成し、貫通孔の内壁を Au でメッキして形成した。

【0030】

本実施例では、圧電振動子の電極配線を、従来のようなリード線を用いた半田接続によることなく、複数の基板を積層することにより形成したため、配線構造をコンパクトとすることができた。また、配線作業を容易に行なうことができ、得られた超音波プローブの配線品質は良好で、クロストークは認められなかった。

【0031】

10

20

30

40

50

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0032】

2次元アレイ配列の超音波プローブを容易に提供することができ、3次元の超音波診断画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の超音波プローブの構造を示す斜視図である。

【図2】本発明の超音波プローブの積層基板に使用するコンタクタの断面図である。

【図3】本発明の超音波プローブに使用する異方性導電性フィルムの製造方法を示す工程図である。

【図4】本発明の超音波プローブの積層基板に使用するコンタクタの製造方法を示す工程図である。

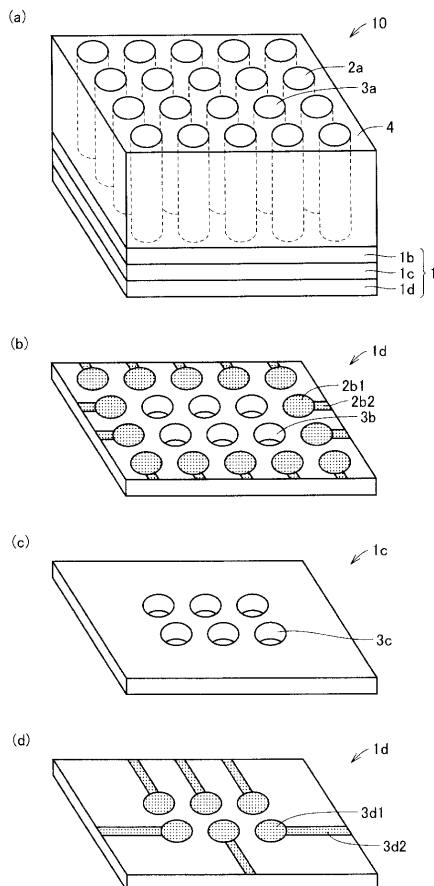
【図5】本発明における複合圧電材料からなるプローブの製造方法を示す工程図である。

【符号の説明】

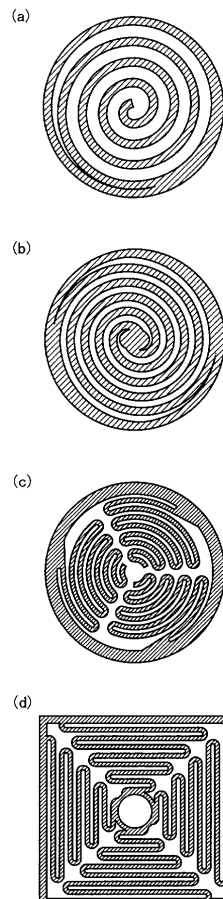
【0034】

1 積層基板、1b, 1d プリント配線基板、1c 異方性導電性フィルム、2a, 3a 圧電振動子、2b1, 3b, 3c, 3d1 電極、2b2, 3d2 電極配線、10 超音波プローブ。

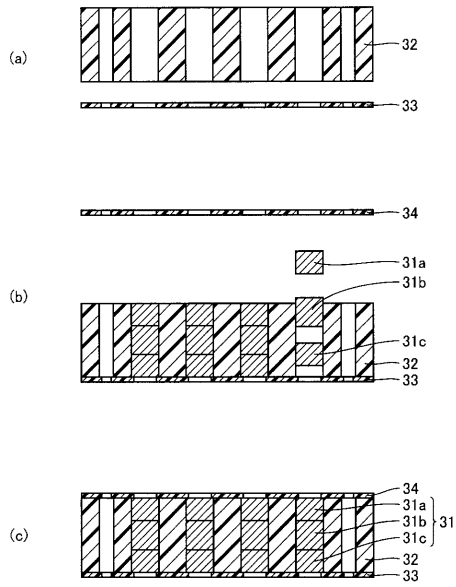
【図1】



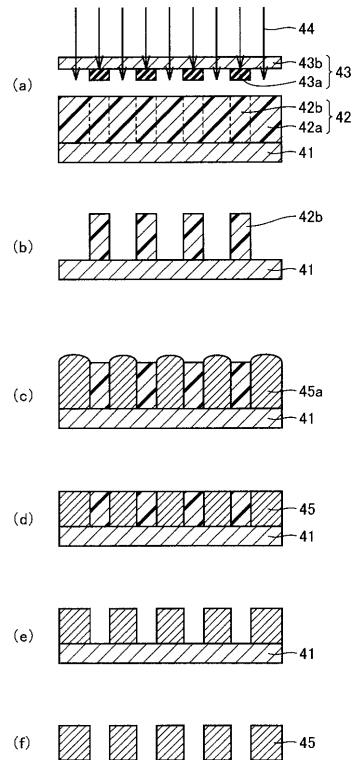
【図2】



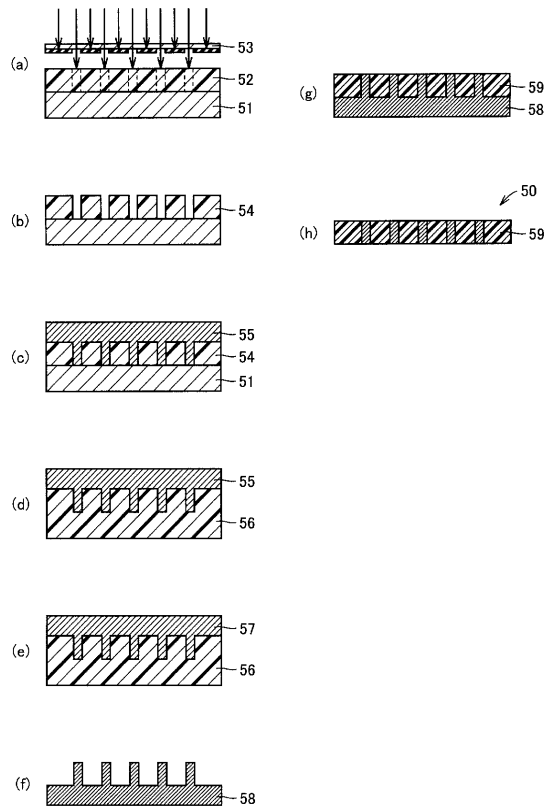
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 仲前 一男

兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目1番1号 住友電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2G047 AA12 AC13 CA01 DB14 EA14 EA16 GB02 GB17 GB21 GB32
4C601 BB03 EE12 EE14 GB06 GB19 GB20 GB41
5D019 BB19 BB28 BB30 FF04

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP2006174940A	公开(公告)日	2006-07-06
申请号	JP2004369650	申请日	2004-12-21
申请(专利权)人(译)	住友电气工业株式会社		
[标]发明人	仲前一男		
发明人	仲前 一男		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.B		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/DB14 2G047/EA14 2G047/EA16 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB32 4C601/BB03 4C601/EE12 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB41 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/BB30 5D019/FF04		
代理人(译)	森田俊夫 堀井裕 酒井 将行		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波探头的制造方法，该超声波探头能够容易地形成以窄间距排列的压电振动器的大量电极配线。本发明的超声波探头是用于超声波诊断的探头，其包括层叠基板，在该层叠基板中，多个压电振动器呈阵列状排列，并形成有压电振动器的电极配线。表征。对于其中压电振动器以二维阵列布置的超声探头，本发明特别有效。探针优选地由复合压电材料制成。[选型图]图1

