

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5038865号
(P5038865)

(45) 発行日 平成24年10月3日(2012.10.3)

(24) 登録日 平成24年7月13日(2012.7.13)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

H O 4 R 31/00 (2006.01)

H O 4 R 17/00 3 3 O H

A 6 1 B 8/00

H O 4 R 17/00 3 3 O J

H O 4 R 17/00 3 3 2 B

H O 4 R 31/00 3 3 O

請求項の数 19 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-303253 (P2007-303253)
 (22) 出願日 平成19年11月22日(2007.11.22)
 (65) 公開番号 特開2009-130611 (P2009-130611A)
 (43) 公開日 平成21年6月11日(2009.6.11)
 審査請求日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (73) 特許権者 594164542
 東芝メディカルシステムズ株式会社
 栃木県大田原市下石上1385番地
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子、超音波診断装置、及び超音波探触子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2次元状に配置された複数の圧電体と、
 前記複数の圧電体にそれぞれ形成された複数の電極と、
 前記複数の電極上に配置された柱状の複数の非導電性部材と、
 前記非導電性部材の配置面側と、前記配置面側に対向する前記非導電性部材の他面側と
 に露出するように、前記複数の非導電性部材にそれぞれ形成された複数の第1導電性薄膜
 と、
 を具備する超音波探触子であって、
前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第1の非導電性部材と板形状を有す
る第2の非導電性部材とから構成され、
前記複数の第1導電性薄膜の各々は、前記第1の非導電性部材と前記第2の非導電性部
材とに挟まれている、
ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

前記配置面と前記他面とは、第2導電性薄膜が形成されている請求項1記載の超音波
 探触子。

【請求項 3】

前記第1導電性薄膜は、前記電極に対して略垂直になるように前記非導電性部材に形成
 されている請求項1及び2の何れか一項に記載の超音波探触子。

10

20

【請求項 4】

前記複数の第 1 導電性薄膜は、互いに平行である請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記配置面は、略直交する第 1 の方向及び第 2 の方向によって規定され、
前記非導電性部材の各々は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に沿って配置され、
前記第 1 導電性薄膜の各々は、前記第 1 又は第 2 の方向に略直交するように形成され、
前記第 1 導電性薄膜間の間隔は、前記第 1 又は第 2 の方向に沿う前記非導電性部材の中心間隔に略一致する、又は、前記第 1 又は第 2 の方向に沿う前記非導電性部材の中心間隔よりも狭い、

10

請求項 4 記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記配置面は、略直交する第 1 の方向及び第 2 の方向によって規定され、
前記非導電性部材の各々は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に沿って配置され、
前記第 1 導電性薄膜の各々は、前記第 1 又は第 2 の方向に略直交するように形成され、
前記第 1 導電性薄膜間の間隔は、前記第 1 又は第 2 の方向に沿う前記非導電性部材の中心間隔よりも狭い第 1 間隔と、前記第 1 間隔の略 2 倍の長さを有する第 2 間隔とである、

請求項 4 記載の超音波探触子。

【請求項 7】

20

前記配置面は、略直交する第 1 の方向及び第 2 の方向によって規定され、
前記非導電性部材の各々は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に沿って配置され、
前記第 1 導電性薄膜の各々は、前記第 1 又は第 2 の方向に対して傾くように形成され、
前記導電性薄膜間の間隔は、前記配置面の対角線の長さよりも狭い、
請求項 4 記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記第 1 導電性薄膜は、第 1 層の第 1 導電性薄膜と第 2 層の第 1 導電性薄膜とを有し、
前記第 1 層の第 1 導電性薄膜と前記第 2 層の第 1 導電性薄膜とは、樹脂系接着剤により接着されている、

請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の超音波探触子。

30

【請求項 9】

前記第 1 導電性薄膜は、第 1 層の第 1 導電性薄膜と第 2 層の第 1 導電性薄膜とを有し、
前記第 1 層の第 1 導電性薄膜と前記第 2 層の第 1 導電性薄膜とは、金属溶着されている、

請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

前記第 1 導電性薄膜は、ニッケル、クロム、銅、錫、銀、金のうち少なくとも一つの材料を含む、請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 11】

前記第 2 導電性薄膜は、ニッケル、クロム、銅、錫、銀、金のうち少なくとも一つの材料を含む、請求項 2 記載の超音波探触子。

40

【請求項 12】

前記非導電性部材は、音響インピーダンスが $9 \sim 15 \text{ Mray l}$ の無機物から構成される、請求項 1 から 11 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 13】

前記非導電性部材は、雲母を含むセラミックスである、請求項 1 から 12 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 14】

超音波探触子を介して超音波で被検体をスキャンする超音波診断装置において、
前記超音波探触子は、

50

2次元状に配置された複数の圧電体と、
前記複数の圧電体にそれぞれ形成された複数の電極と、
前記複数の電極上に配置された柱状の複数の非導電性部材と、
前記非導電性部材の配置面側と、前記配置面側に対向する前記非導電性部材の他面側と
に露出するように、前記複数の非導電性部材にそれぞれ形成された複数の導電性薄膜と、
を具備し、
前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第1の非導電性部材と板形状を有す
る第2の非導電性部材とから構成され、
前記複数の第1導電性薄膜の各々は、前記第1の非導電性部材と前記第2の非導電性部
材とに挟まれている、
ことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項15】

前記複数の電極をそれぞれ電氣的に引き出すための複数の配線が形成されたフレキシブル
プリント板をさらに備え、

前記複数の電極は、前記フレキシブルプリント板を介して、前記超音波探触子に駆動信
号を送信する送信回路、前記超音波探触子からのエコー信号を受信する受信回路、及び接
地レベルの少なくとも1つに接続される、

請求項14記載の超音波診断装置。

【請求項16】

前記フレキシブルプリント板は、前記複数の非導電性部材、又は、前記複数の非導電性
部材の前記他面にそれぞれ接合された複数の導電性部材に接続される、

20

請求項15記載の超音波診断装置。

【請求項17】

複数の板状の非導電性部材それぞれの少なくとも一面に導電性薄膜を形成し、
前記導電性薄膜が形成された複数の非導電性部材を接合することにより、非導電性部材
ブロックを構成し、

前記構成された非導電性部材ブロックを前記一面に略直交する方向に切削することによ
り、複数の板状の整合層部材を形成する、

超音波探触子の製造方法。

【請求項18】

30

両面に電極が接合された板状の圧電材料と、互いに平行な複数の導電性薄膜を有する板
状の整合層部材とを、前記電極と前記導電性薄膜とが略直交するように接合し、

前記接合された整合層部材と前記圧電部材とを、前記整合層部材と前記圧電部材との接
合面に関し縦横に切削することにより、複数の素子を形成する、

超音波探触子の製造方法。

【請求項19】

2次元状に配置された複数の圧電体と前記複数の圧電体に形成された複数の電極とを有
する圧電振動子と、

前記圧電振動子上に設けられ、2次元状に配置された複数の非導電性部材と前記複数の
電極を前記複数の非導電性部材の表面にそれぞれ電氣的に引き出すための複数の導電性薄
膜と、を有する音響整合層と、

40

を具備する超音波探触子であって、

前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第1の非導電性部材と板形状を有す
る第2の非導電性部材とから構成され、

前記複数の導電性薄膜の各々は、前記第1の非導電性部材と前記第2の非導電性部材と
に挟まれている、

ことを特徴とする超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、２次元アレイ構造を有する超音波探触子、超音波診断装置、及び超音波探触子の製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

一次元アレイ超音波探触子において圧電振動子は、一列に配列された複数の圧電素子を有する。一般的に、圧電振動子の上下両面の電極は、圧電振動子の端部から引き出される。上面電極の引き出しには、様々な工夫がなされている。例えば、圧電振動子の側面をメッキすることにより、上下面を導通させ、ＦＰＣ（フレキシブルプリント板）により下面から電氣的に引き出す技術がある。ＦＰＣにより引き出された信号は、プローブケーブルを介して、送受信回路に送信される。

10

【０００３】

一般的にＦＰＣのベース材料として用いられるポリイミドの音響インピーダンスは、３ＭＲａｙｌ程度である。また、圧電振動子の音響インピーダンスは、３０ＭＲａｙｌ以上である。そのため、ＦＰＣを圧電振動子に直接接合させると音響的ミスマッチが発生する。この音響的ミスマッチを緩和するために、３ＭＲａｙｌと３０ＭＲａｙｌとの間の音響インピーダンスを有する音響整合層を介して、その上面にＦＰＣを配置して上面電極を電氣的に引き出す方法がある。

【０００４】

圧電振動子に３層の音響整合層を付加する仕様の場合における、第１層目の音響整合層に好適な音響インピーダンスは、９～１５ＭＲａｙｌ程度である。このような音響インピーダンスを有する材料は、マシナブルセラミックスとして知られる雲母を主成分としたセラミックである。これは非導電性を有する。この非導電性材料を用いた第１層目の音響整合層を全周にわたってメッキ処理し、音響整合層上面に圧電体の上面電極を電氣的に引き出す方法がとられる。

20

【０００５】

ところで、３層仕様の二次元アレイ超音波探触子においては、板状の圧電体と第１層、第２層の音響整合層部材との積層体は、格子状に切断される。切断により、各音響整合層は、２次元状に配置された複数の音響整合素子に分割される。従って、上記に述べた周囲にメッキ処理を施す上面電極の引き出し方法では、第１層の音響整合層の外側以外の音響整合素子は上下面が導通されない。

30

【０００６】

上面電極を音響整合層上面に電氣的に引き出すその他の方法としては、音響整合層側面に導体パターンを付加する方法も提案されている。しかしこの方法の場合、一列ごとにパターン付加の処理を行う必要があり、工程の増加からコストアップしてしまう。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明の目的は、簡便且つ確実に音響整合層の各素子の上下面を導通することを可能とする２次元アレイの超音波探触子、超音波診断装置、及び超音波探触子の製造方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明の第１の局面に係る超音波探触子は、２次元状に配置された複数の圧電体と、前記複数の圧電体にそれぞれ形成された複数の電極と、前記複数の電極上に配置された柱状の複数の非導電性部材と、前記非導電性部材の配置面側と、前記配置面側に対向する前記非導電性部材の他面側とに露出するように、前記複数の非導電性部材にそれぞれ形成された複数の第１導電性薄膜と、を具備する超音波探触子であって、前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第１の非導電性部材と板形状を有する第２の非導電性部材とから構成され、前記複数の第１導電性薄膜の各々は、前記第１の非導電性部材と前記第２の非導電性部材とに挟まれている、ことを特徴とする。

50

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の局面に係る超音波診断装置は、超音波探触子を介して超音波で被検体をスキャンする超音波診断装置において、前記超音波探触子は、2次元状に配置された複数の圧電体と、前記複数の圧電体にそれぞれ形成された複数の電極と、前記複数の電極上に配置された柱状の複数の非導電性部材と、前記非導電性部材の配置面側と、前記配置面側に対向する前記非導電性部材の他面側とに露出するように、前記複数の非導電性部材にそれぞれ形成された複数の導電性薄膜と、を具備し、前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第 1 の非導電性部材と板形状を有する第 2 の非導電性部材とから構成され、前記複数の第 1 導電性薄膜の各々は、前記第 1 の非導電性部材と前記第 2 の非導電性部材とに挟まれている、ことを特徴とする。

10

【 0 0 1 0 】

本発明の第 3 の局面に係る超音波探触子の製造方法は、複数の板状の非導電性部材それぞれの少なくとも一面に導電性薄膜を形成し、前記導電性薄膜が形成された複数の非導電性部材を接合することにより、非導電性部材ブロックを構成し、前記構成された非導電性部材ブロックを前記一面に略直交する方向に切削することにより、複数の板状の整合層部材を形成する。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 4 の局面に係る超音波探触子の製造方法は、両面に電極が接合された板状の圧電材料と、互いに平行な複数の導電性薄膜を有する板状の整合層部材とを、前記電極と前記導電性薄膜とが略直交するように接合し、前記接合された整合層部材と前記圧電部材とを、前記整合層部材と前記圧電部材との接合面に関し縦横に切削することにより、複数の素子を形成する。

20

【 0 0 1 2 】

本発明の第 5 の局面に係る超音波探触子は、2次元状に配置された複数の圧電体と前記複数の圧電体に形成された複数の電極とを有する圧電振動子と、前記圧電振動子上に設けられ、2次元状に配置された複数の非導電性部材と前記複数の電極を前記複数の非導電性部材の表面にそれぞれ電気的に引き出すための複数の導電性薄膜と、を有する音響整合層と、を具備する超音波探触子であって、前記複数の非導電性部材の各々は、板形状を有する第 1 の非導電性部材と板形状を有する第 2 の非導電性部材とから構成され、前記複数の導電性薄膜の各々は、前記第 1 の非導電性部材と前記第 2 の非導電性部材とに挟まれている、ことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、簡便且つ確実に音響整合層の各素子の上下面を導通することを可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態に係る超音波探触子、超音波診断装置、及び超音波探触子の製造方法を説明する。

【 0 0 1 5 】

40

図 1 は、本実施形態に係る超音波探触子 1 の概略的構造を示す斜視図である。図 1 に示すように、超音波探触子 1 は、吸音材としてのバッキング 10 を有している。バッキング 10 は矩形ブロック状に形成され、その上面には図示しない第 1 フレキシブルプリント板（以下、FPC と呼ぶ）を介して圧電振動子 20 が接合されている。圧電振動子 20 の上面には第 1 音響整合層 30 が接合され、第 1 音響整合層 30 の上面には第 2 音響整合層 40 が接合され、第 2 音響整合層 40 の上面には第 2 FPC 50 を介して第 3 音響整合層 60 が接合されている。図示はしないが、第 3 音響整合層 60 の上面には、音響レンズが接合される。ここで、各部材の積層方向（厚さ方向）を Z 軸に規定し、Z 軸に直交する平面を XY 平面に規定する。XY 平面は、互いに直交する X 軸及び Y 軸により規定される。

【 0 0 1 6 】

50

図 1 に図示しない送信回路からの駆動パルスを受けた圧電振動子 20 は、プラス Z 方向に超音波を放射する。放射された超音波は、被検体により反射される。反射された超音波は、圧電振動子 20 によりエコー信号として受信される。

【0017】

圧電振動子 20 は、音響インピーダンスが 30 Mrayl ($\text{Mrayl} = 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$) 以上である圧電セラミック、例えば、PZT によって形成される。第 1 FPC 及び第 2 FPC 50 のベース材料であるポリイミドの音響インピーダンスは約 3 Mrayl である。第 1 音響整合層 30 は、音響インピーダンスが $9 \sim 15 \text{ Mrayl}$ 程度である非導電性の材料、例えば、マシナブルセラミックと呼ばれる雲母を主成分とするセラミックによって形成される。第 2 音響整合層 40 は、音響インピーダンスが $4 \sim 7 \text{ Mrayl}$ 程度である導電性の材料、例えば、カーボン（等方性黒鉛やグラファイト）によって形成される。第 3 音響整合層 60 は、音響インピーダンスが $1.8 \sim 2.5 \text{ Mrayl}$ 程度である非導電性の材料、例えば、樹脂によって形成される。被検体の音響インピーダンスは、水の音響インピーダンスにほぼ等しく、約 1.5 Mrayl である。この様に、各音響整合層 30、40、60 の音響インピーダンスは、3 層仕様における $\lambda/4$ 音響整合層の最適音響インピーダンスが実現されている。この結果、超音波の広帯域特性が可能となる。

【0018】

図 2 は、図 1 の超音波探触子 1 から第 2 FPC 50 と第 3 音響整合層 60 とを除いた斜視図である。図 2 に示すように、超音波探触子 1 は、2 次元アレイ構造を有している。圧電振動子 20 は、X 方向 Y 方向それぞれにそれぞれのピッチで配置された複数の柱状の圧電素子 21 を有する。各圧電素子 21 は、例えば PZT からなる圧電体 22 と、圧電体 22 の下面に形成された平面状の下側電極 23 と、圧電体 22 の上面に形成された平面状の上側電極 24 とで構成される。

【0019】

第 1 音響整合層 30 は、2 次元状に配置された複数の柱状の第 1 音響整合素子 31 を有する。各第 1 音響整合素子 31 は、各圧電素子 21 に配置されている。第 1 音響整合素子 31 は、柱状に加工されたマシナブルセラミック等の非導電性の部材（以下、非導電体と呼ぶ）32 と、非導電体 32 の内部に形成された導電性の薄膜としての内部金属薄膜 33 と、非導電体 32 の下面に形成された下側金属薄膜 34 と、非導電体 32 の上面に形成された上側金属薄膜 35 とを有する。

【0020】

各金属薄膜 33、34、35 は、一般的には、銅メッキやニッケル、クロム等の無機物に対して密着強度を確保しやすい材質の無電解メッキを下地に、耐腐食性の良い金等の電解メッキが行なわれて形成される。また、各金属薄膜 33、34、35 は、スパッタリングや蒸着等のドライ工程によっても形成可能である。各金属薄膜 33、34、35 の幅（X 方向の幅）は、接続の信頼性や音響的な悪影響の回避、切削加工に対する快削性を満たすことが可能な $1 \sim 4 \mu\text{m}$ 程度である。

【0021】

内部金属薄膜 33 は、第 1 音響整合素子 31 の上下面に露出される。換言すれば、非導電体 32 の下面側（配置面側）と上面側とに露出される。このような配置関係により、内部金属薄膜 33 は、第 1 音響整合素子 31 の上下面を導通させる。上面と下面とは、対向し、互いに平行である。内部金属薄膜 33 は、上側電極 24 を第 1 音響整合層 31 の上面に電氣的に引き出す。複数の内部金属薄膜 33 は互いに平行である。各内部金属薄膜 33 は、各上側電極 24 に対して垂直に配列される。この内部金属薄膜 33 と上側電極 24 との位置関係により、内部金属薄膜 33 による超音波の散乱を最小限に留めている。後述するが、この内部金属薄膜 33 の配列方向や内部金属薄膜間ピッチは、種々のパターンが可能である。

【0022】

下側金属薄膜 34 と上側金属薄膜 35 とは、第 1 音響整合素子 31 の上下面の導通の確実性・信頼性を向上させるために形成される。換言すれば、内部金属薄膜 33 のみで上下

10

20

30

40

50

面を導通できるのであれば、下側金属薄膜 3 4 と上側金属薄膜 3 5 とは必要ない。

【 0 0 2 3 】

第 2 音響整合層 4 0 は、2 次元状に配置された複数の第 2 音響整合素子 4 1 を有する。第 2 音響整合素子 4 1 は、導通性を有する、例えばカーボンで形成される。各第 2 音響整合素子 4 1 は、各第 1 音響整合素子 3 1 と接合されている。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、第 2 音響整合層 4 0 の上面には第 2 F P C 5 0 が取り付けられている。第 2 F P C 5 0 は、各下側金属薄膜 3 4、各内部金属薄膜 3 3、各上側金属薄膜 3 5、及び各第 2 音響整合素子 4 1 を介して各上面電極 2 4 を独立して電氣的に引き出す。

【 0 0 2 5 】

第 1 音響整合層 3 0 の構造の詳細を説明する前に、第 1 音響整合層 3 0 の製造方法を説明する。図 3 は、第 1 音響整合層 3 0 の製造工程を示す図である。まず、図 4 に示すような、立方形状を有する非導電体ブロック 7 0 を用意する。非導電体ブロック 7 0 の各辺は、所定の長さを有する。所定長さは、例えば、3 0 m m である。

【 0 0 2 6 】

次に、非導電体ブロック 7 0 を一定ピッチで Y 軸に沿って一定ピッチ毎に切削することにより、図 5 に示すような板形状を有する複数の非導電体部材 7 1 を形成する（ステップ S 1）。形成された非導電体部材 7 1 の左面及び右面（X 軸に略直交する両面）を研磨して、所定の厚みにする。例えば、所定厚みは 0 . 3 m m である。

【 0 0 2 7 】

次に図 6 に示すように、研磨後の複数の非導電体部材 7 1 に、スパッタや蒸着、メッキ等を行い、第 1 金属薄膜 7 2 を形成する（ステップ S 2）。メッキの様なウェット工程においては、第 1 金属薄膜 7 2 は非導電体部材 7 1 の全周に形成される。しかし、スパッタや蒸着のようなドライ工程においては、片面又は両面のみでもよい。以下、第 1 金属薄膜 7 2 は、左右両面に形成されたとする。

【 0 0 2 8 】

次に図 7 に示すように、第 1 金属薄膜 7 2 が形成された複数の非導電体部材 7 1 を積層接着し、複数の第 1 金属薄膜 7 2 と非導電体部材 7 1 とから構成される第 1 音響整合ブロック 7 3 を構成する（ステップ S 3）。接着の方法として、典型的には、エポキシ接着剤等の樹脂系接着剤を塗布した後、熱間プレスを行い、接着層の厚みを最小限にして接着する。また、非導電体の耐熱性は、錫や銀等の金属に比して高い。そのため、両面に第 1 金属薄膜 7 2 を形成した場合、接着剤を用いることなく、より高温の熱間プレスを行ない隣り合う第 1 金属薄膜 7 2 同士を金属溶着させることも可能である。第 1 金属薄膜 7 2 が片面に形成された場合は、第 1 金属薄膜 7 2 間ピッチを略一定とするために、第 1 金属薄膜 7 2 を片側に揃えて積層接着を行なう必要がある。なお、図 7 には第 1 音響整合ブロック 7 3 の両端部分のみを示し、中間部分は省略している。

【 0 0 2 9 】

この第 1 音響整合ブロック 7 3 を、図 8 に示すように、積層方向（Z 軸）に直交する方向に一定ピッチで切削して、複数の第 1 音響整合板 7 4 を生成する（ステップ S 4）。そして、生成された各第 1 音響整合板 7 4 の厚みを、第 1 音響整合層 3 0 として必要な厚みにするために、第 1 音響整合板 7 4 の上下面を研磨する。厚みは、例えば、0 . 3 m m である。研磨することで、第 1 音響整合板 7 4 の上下面に第 1 金属薄膜 7 2 が露出される。なお、図 8 には第 1 音響整合板 7 4 の両端部分のみを示し、中間部分は省略している。

【 0 0 3 0 】

そして図 9 に示すように、スパッタ、蒸着、メッキ等により、第 1 音響整合板 7 4 の下面に第 2 金属薄膜 7 5、上面に第 3 金属薄膜 7 6 を形成する（ステップ S 5）。これにより第 1 音響整合板 7 4 が完成する。上下面への金属薄膜形成工程は、圧電振動子 2 0 の上側電極 2 4 との導通の確実性・信頼性を向上させるために行なう。従って、導通の確実性・信頼性を問題としないのなら、第 2 金属薄膜 7 5 及び第 3 金属薄膜 7 6 を形成する必要はない。なお、図 9 には第 1 音響整合板 7 4 の両端部分のみを示し、中間部分は省略して

10

20

30

40

50

いる。

【0031】

第1音響整合板74は、複数の柱状の非導電体37と複数の金属薄膜38とがそれぞれ交互に接合されてなる。複数の金属薄膜38は、一定ピッチPMで配置されている。

【0032】

次に図10に示すように、第1音響整合板74と、板状の圧電体板25と、板状の第2音響整合板42を積層接着や金属溶着等で接合し、複合ブロック80を構成する(ステップS6)。圧電体板25は、板状の圧電体部材26と、圧電体部材26の下面に形成された下側電極27と、圧電体部材26の上面に形成された上側電極28とから構成される。第2音響整合板42は、カーボン等を材料として形成される。複合ブロック80は、下側電極27及び上側電極28と、金属薄膜72とは略直交する。なお、上記の複合ブロック80の構成工程は、予め製造された第1音響整合板74を用いてもよい。

【0033】

次に、図10の点線で示すように、この複合ブロック80を一定のピッチでX軸及びY軸に沿って縦横に切削する(ステップS7)。この切削によって、圧電体板25と第1音響整合板74と第2音響整合板42とはそれぞれ、複数の圧電素子21、複数の第1音響整合素子31、複数の第2音響整合素子41に分割される。切削位置は、各第1音響整合素子31に必ず一枚以上の金属薄膜72が含まれるようにする。切削ピッチPSは、第1金属薄膜ピッチPMに基づいて決定される。切削位置や切削ピッチの詳細は後述する。切削により、金属薄膜72は内部金属薄膜33、第2金属薄膜74は下側金属薄膜34、第3金属薄膜75は上側金属薄膜35となる。切削が行なわれると、圧電振動子40と第1音響整合層30と第2音響整合層40とが完成する。なお、図10には複合ブロック80の端部分のみを示し、中間部分は省略している。

【0034】

上記の第1音響整合層30の製造方法は、金属薄膜ピッチに応じた切削位置の決定や切削ピッチの調整を除いては、既存技術の方法を用いている。つまり、本実施形態に特有な第1音響整合板74を用いることで、既存技術による低コストの機械加工で、圧電振動子20、第1音響整合層30、及び第2音響整合層40を製造することが可能となる。

【0035】

上記の製造方法により形成された第1音響整合層30の構造の詳細について説明する。図11は、第1音響整合層30のXY断面を示す図である。図11に示すように、複数の第1音響整合素子31は、格子状に形成された複数の切削溝90により分離されている。第1音響整合素子31の非導電体32は、内部金属薄膜33により、第1非導電体32Aと第2非導電体32Bとに二分されている。換言すれば、内部金属薄膜33は、第1非導電体32Aと第2非導電体32Bとに挟まれている。すなわち、音響整合素子31は、第1非導電体32Aと内部金属薄膜33と第2非導電体32Bとによるサンドイッチ構造を有する。

【0036】

図11に示すように、複数の内部金属薄膜33は互いに平行している。また、内部金属薄膜33はY軸に平行する切削溝90に平行し、X軸に平行する切削溝90に直交している。切削溝90は、非導電体32に形成される。X軸に沿う切削ピッチPSと、X軸に沿う第1音響整合素子ピッチPAとは同一である。また、切削ピッチPS(第1音響整合素子ピッチPA)と内部金属薄膜ピッチPMとは、略一致している。この場合、全ての第1音響整合素子31中での内部金属薄膜33の配列方向及び位置を同一とすることが可能となる。内部金属薄膜33のX軸に沿う幅WMは、典型的には、10μmである。切削溝90の幅WSは、典型的には、50μmである。

【0037】

全ての第1音響整合素子31の幅WAが厳密に一致していないと、製造工程において、第1金属薄膜72(内部金属薄膜33)を切削してしまう場合がある。しかし、非導電性部材71(図5参照)のX軸に沿う厚みや第1金属薄膜72のX軸に沿う厚みには誤差が

生じてしまう。そのため、全ての第1音響整合素子31の幅WAを厳密に一致できない場合がある。

【0038】

例えば、接着剤で第1音響整合部材71を接着した場合、図12に示すように、内部金属薄膜33は、第1層の内部金属薄膜33Aと接着層33Bと第2層の内部金属薄膜33Cとからなる3層構造を有する。接着層33Bの厚さを厳密に一定するには困難である。従って、全ての内部金属薄膜33の厚さWMを厳密に一致させることができない場合がある。

【0039】

研磨等により全ての第1音響整合素子31の幅WMを厳密に一致していても、図11に示すように切削ピッチPS（第1音響整合素子ピッチPA）と内部金属薄膜ピッチPMとが一致している場合、全ての音響整合素子31に内部金属薄膜33を含ませるためには、切削位置を非導電体32に合わせなければならない。しかし、第1音響整合板74の上下面には第2金属薄膜74と第3金属薄膜75とが形成されているため、第1金属薄膜72（内部金属薄膜32）の位置を目視で確認することが出来ない。また、第1音響整合板74の上にさらに第2音響整合板42を積層するので、第1音響整合板74自体が隠れてしまうこともある。そのため切削位置が、第1金属薄膜72に重なってしまう場合がある。第1金属薄膜72が切削されてしまうと、第1音響整合素子31の上下面を導通させることは出来ない。

【0040】

この切削位置と第1金属薄膜72（内部金属薄膜33）との一致により、第1音響整合素子31の上下面が導通できなくなってしまうという問題の解決策として、金属薄膜ピッチPMを切削ピッチPSよりも小さくする方法がある。図13は、金属薄膜ピッチPMを切削ピッチPSよりも小さくした場合における、複数の第1音響整合素子31のXY断面を示す図である。Y軸に平行な切削溝90内にある領域RMは、切削前に内部金属薄膜33（第1金属薄膜72）が形成されていた領域である。つまり、内部金属薄膜33は、切削前において、一定ピッチPMAで配置されていたことを示す。領域RMを隔てた内部金属薄膜ピッチPABは、領域RMを隔てない内部金属薄膜ピッチPMAの2倍である。

【0041】

内部金属薄膜ピッチPMAは、第1音響整合素子31の幅WAXよりも小さい。換言すれば、切削ピッチPSは、切削ピッチPSから切削溝90の幅WSを除いた長さ、すなわち、第1音響整合素子31の幅WAXよりも大きい。この場合、厳密なピッチ調整や、切削位置の調整を行なわなくても各第1音響整合素子31に、確実に少なくとも一枚の第1金属薄膜33を含ませることが可能となる。従って第1音響整合素子31の上下面を確実に導通することが可能となる。これにより、第1音響整合板74を作成する際のコストの削減や、圧電体板25と第1音響整合板74とを接合する際の作業工程数の低減といった効果が生ずる。

【0042】

なお、図13に示した第1音響整合層30には内部金属薄膜ピッチPMAとPMBとが混在しているが、内部金属薄膜ピッチPMAを調整すれば、内部金属薄膜ピッチPMAのみとすることが可能である。

【0043】

内部金属薄膜ピッチPMA（切削溝90に平行又は略直交する内部金属薄膜ピッチ）を出来るだけ大きくするために、内部金属薄膜33（第1金属薄膜72）に対して切削溝90を斜めに形成させる方法がある。

【0044】

図14は、内部金属薄膜33に対して切削溝90を斜めに形成した場合における複数の第1音響整合素子31のXY断面を示す図である。X方向に関する第1音響整合素子ピッチPAXとY方向に関する第1音響整合素子ピッチPAYとは同一とする。また、図14の内部金属薄膜ピッチPMは、図11の内部金属薄膜ピッチPMと同一とする。

【 0 0 4 5 】

図 1 4 に示すように、切削溝 9 0 を内部金属薄膜 3 3 に対して斜めに形成することで、切削溝 9 0 が内部金属薄膜 3 3 に直交（平行）する場合に比して、第 1 音響整合素子ピッチ P A X を大きくすることができる。例えば、内部金属薄膜 3 3 に対して 4 5 度傾けて切削溝 9 0 を形成した場合、直交する場合に比して、第 1 音響整合素子 3 1 の幅 W A を約 1 . 4 倍とすることができる。そのため、第 1 音響整合板 7 4 の厚みも約 1 . 4 倍とすることができる。その結果、第 1 音極整合板 7 4 の強度が増し、超音波探触子 1 の製造工程での歩留まりが向上する。

【 0 0 4 6 】

なお、第 1 音響整合素子ピッチ P A X と第 1 音響整合素子ピッチ P A Y とは同一でなくともよい。

10

【 0 0 4 7 】

切削溝 9 0 が金属薄膜 3 3 に対して斜めに形成された第 1 音響整合層 3 0 は、図 1 5 の点線で示すように、第 1 音響整合素板 7 4 の四隅を、金属薄膜 7 1 に対して斜めに切断することによって形成される。

【 0 0 4 8 】

次に超音波探触子 1 を備えた超音波診断装置について説明する。図 1 6 は、超音波診断装置 1 0 0 の構成を示す図である。図 1 6 に示すように、超音波診断装置 1 0 0 は、制御回路 1 1 0 を中枢として、超音波探触子 1 と、送信回路 1 1 2、受信回路 1 1 4、信号処理回路 1 1 6、及び表示装置 1 1 8 を備える。

20

【 0 0 4 9 】

超音波探触子 1 の第 2 F P C 5 0 は、個々の上側電極 2 4 を独立して電氣的に引き出す。図 1 7 は、個々の上側電極 2 4 を独立して電氣的に引き出すための第 2 F P C の斜視図である。図 1 7 に示すように、第 2 F P C 5 0 は、複数の上側電極 2 4 をそれぞれ独立して電氣的に引き出すための複数の配線 5 1 を有する。配線 5 1 は、極薄の銅等によって形成される。複数の配線 5 1 が形成された第 2 F P C 5 0 は、切削溝 9 0 の位置に合わせて、第 2 音響整合層 4 0 に加圧接着される。この様に、個々の上面電極 2 4 から独立して信号リードをとることが可能であるため、音響的な悪影響を低減することが可能である。従って、発生される画像の解像度が向上する。下側電極 2 3 と上側電極 2 4 とは、プローブケーブルを介して送信回路 1 1 2 又は受信回路 1 1 4 に接続される。

30

【 0 0 5 0 】

送信回路 1 1 2 は、超音波を発生させるための駆動信号を発生し、発生した駆動信号を各圧電素子 2 1 に供給することにより、各圧電素子 2 1 に超音波を発生させる。受信回路 1 1 4 は、各圧電素子 2 1 からのエコー信号を遅延加算処理する。信号処理回路 1 1 6 は、受信回路 1 1 4 からのエコー信号の供給を受け、B モード画像のデータやドプラ画像のデータを発生する。表示装置 1 1 8 は、発生された B モード画像やドプラ画像を表示する。

【 0 0 5 1 】

上側電極 2 4 を送信回路 1 1 2 や受信回路 1 1 4 に接続するのではなく、アース接続が必要な場合がある。図 1 8 は、この場合における超音波診断装置 2 0 0 の構成を示す図である。図 1 8 に示すように、超音波診断装置 2 0 0 は、制御回路 1 1 0 を中枢として、超音波探触子 1 '、送受信回路 1 2 0、信号処理回路 1 1 6、及び表示装置 1 1 8 を備える。

40

【 0 0 5 2 】

超音波探触子 1 ' の第 2 F P C 5 0 は、F P C ベース上に極薄の銅メッキを施したフィルムが加圧接着されている。各上側電極 2 4 は、プローブケーブルを介して接地レベルに接続される。各下側電極 2 3 は、プローブケーブルを介して送受信回路 1 2 0 に接続される。

【 0 0 5 3 】

送受信回路 1 2 0 は、超音波を発生させるための駆動信号を発生し、発生した駆動信号

50

を各圧電素子 2 1 に供給することにより、各圧電素子 2 1 に超音波を発生させる。また、送受信部 5 は、各圧電素子 2 1 からのエコー信号を遅延加算処理する。

【 0 0 5 4 】

以上述べた構成によれば、２次元アレイ構造を有する第 1 音響整合層 3 0 の各非導電体 3 2 に、その上下面側に露出する内部金属薄膜 3 3 をそれぞれ形成した。かくして本実施形態によれば、簡便且つ確実に音響整合層 3 0 の各素子 3 1 の上下面を導通することを可能とする。

【 0 0 5 5 】

なお、第 2 F P C 5 0 は、第 2 音響整合層 4 0 の上面に接合するとしたが、これに限定する必要はない。例えば、第 2 F P C 5 0 は、第 1 音響整合層の上面に接合しても良い。また、音響整合層は 3 層用いるとしたが、２層や 1 層、或いは 4 層以上用いてもよい。

【 0 0 5 6 】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 7 】

【図 1】本発明の実施形態に係る超音波探触子の概略構造を示す斜視図。

【図 2】図 1 の超音波探触子から第 2 F P C と第 3 音響整合層とを除いた斜視図。

【図 3】図 1 の超音波探触子の製造工程の流れを示す図。

【図 4】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る非導電性ブロックを示す図。

【図 5】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る非導電性部材を示す図。

【図 6】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る、金属薄膜が形成された非導電性部材を示す図。

【図 7】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る第 1 音響整合ブロックを示す図。

【図 8】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る第 1 音響整合板を示す図。

【図 9】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る、上下面に金属薄膜が形成された第 1 音響整合板を示す図。

【図 1 0】図 1 の超音波探触子の製造工程に係る複合ブロックを示す図。

【図 1 1】図 1 の第 1 音響整合層の X Y 断面を示す図。

【図 1 2】図 1 1 の第 1 音響整合素子の Z X 断面の拡大図。

【図 1 3】図 1 1 とは異なる、図 1 の第 1 音響整合層の X Y 断面を示す図。

【図 1 4】図 1 1 と図 1 3 とは異なる、図 1 の第 1 音響整合層の X Y 断面を示す図。

【図 1 5】図 1 4 の第 1 音響整合層を形成するための、第 1 音響整合板の切断線を示す図。

【図 1 6】図 1 の超音波探触子を備える超音波診断装置の構成を示す図。

【図 1 7】図 1 6 の超音波診断装置に係る第 2 F P C 上の配線を示す図。

【図 1 8】図 1 6 とは異なる、図 1 の超音波探触子を備える超音波診断装置の構成を示す図。

【符号の説明】

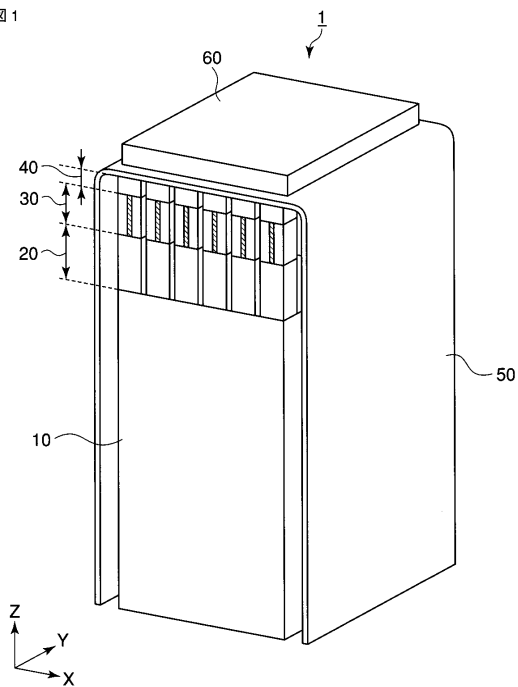
【 0 0 5 8 】

1 ... 超音波探触子、 1 0 ... バッキング、 2 0 ... 圧電振動子、 2 1 ... 圧電素子、 2 2 ... 圧電体、 2 3 ... 下側電極、 2 4 ... 上側電極、 2 5 ... 圧電体板、 2 6 ... 圧電体部材、 3 0 ... 第 1 音響整合層、 3 1 ... 音響整合素子、 3 2 ... 非導電性部材（非導電体）、 3 3 ... 内部金属薄膜、 3 4 ... 下側金属薄膜、 3 5 ... 上側金属薄膜、 4 0 ... 第 2 音響整合層、 4 1 ... 第 2 音響整合素子、 4 2 ... 第 2 音響整合板、 5 0 ... 第 2 フレキシブルプリント版（F P C）、 5 1 ... 配線、 6 0 ... 第 3 音響整合層、 7 0 ... 非導電性ブロック、 7 1 ... 非導電性板部材、 7 2 ... 第 1 金属薄膜、 7 3 ... 第 1 音響整合ブロック、 7 4 ... 第 1 音響整合板、 7 5 ... 第 2 金

属薄膜、76...第3金属薄膜、80...複合ブロック、90...切削溝、100...超音波診断装置、110...制御回路、112...送信回路、114...受信回路、116...信号処理回路、118...表示装置、120...送受信回路

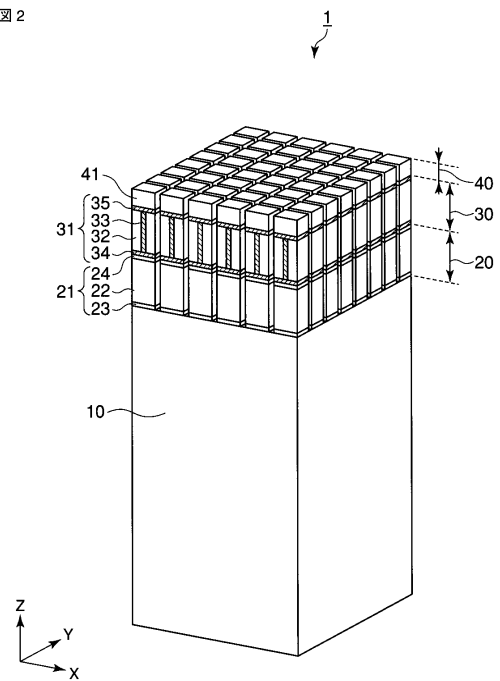
【図1】

図1



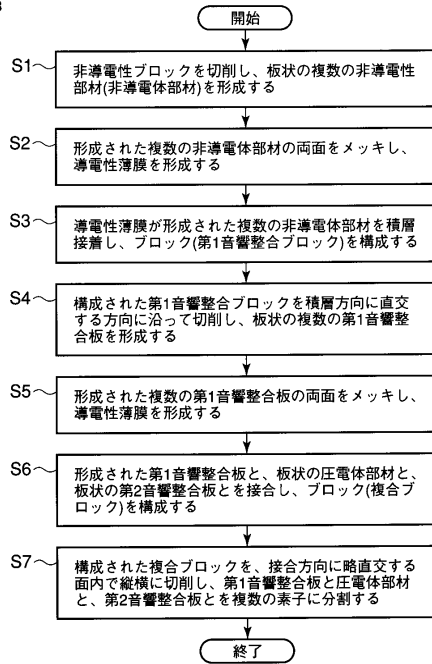
【図2】

図2



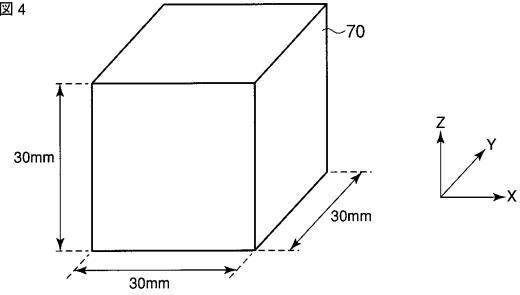
【図 3】

図 3



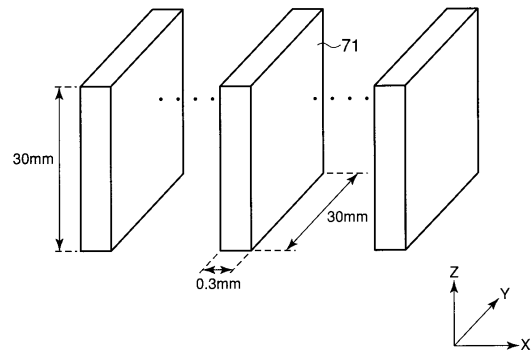
【図 4】

図 4



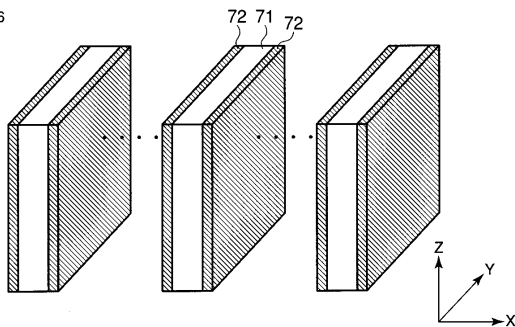
【図 5】

図 5



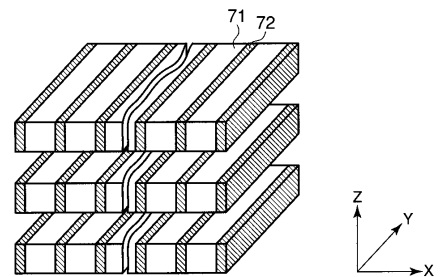
【図 6】

図 6



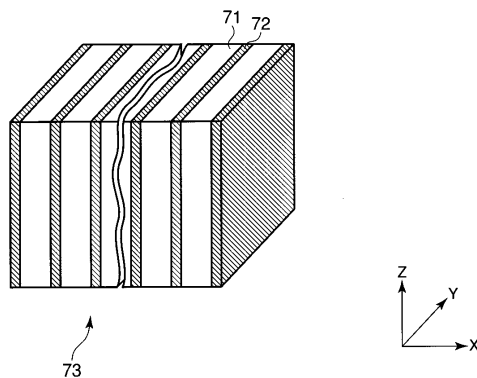
【図 8】

図 8



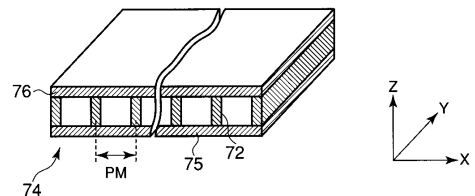
【図 7】

図 7



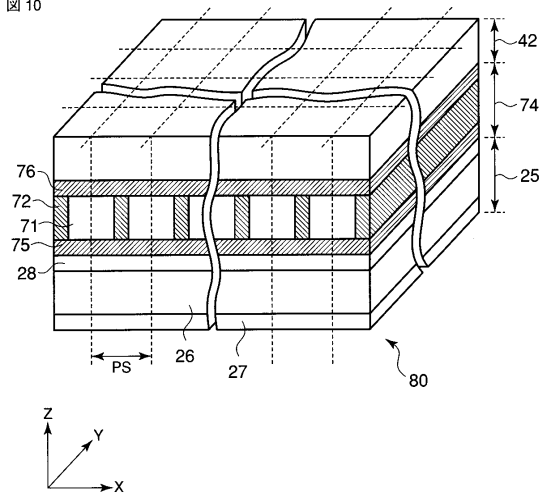
【図 9】

図 9



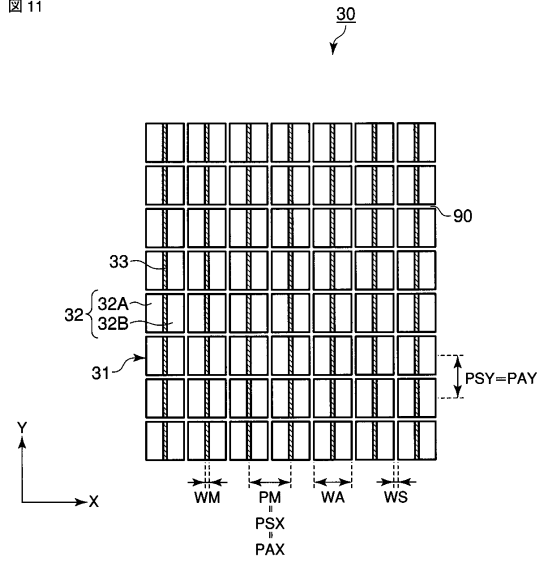
【図 10】

図 10



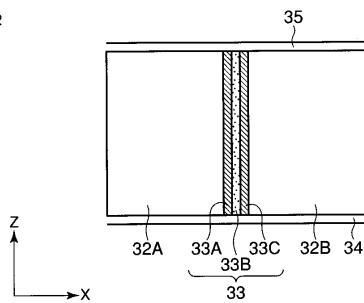
【図 11】

図 11



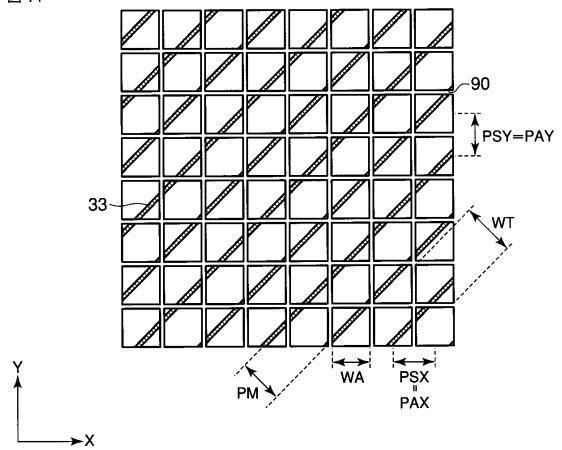
【図 12】

図 12



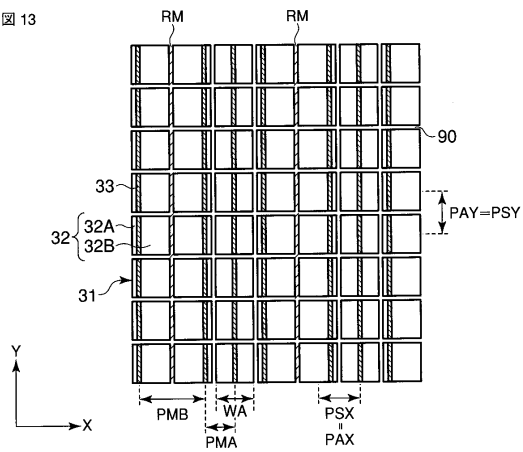
【図 14】

図 14



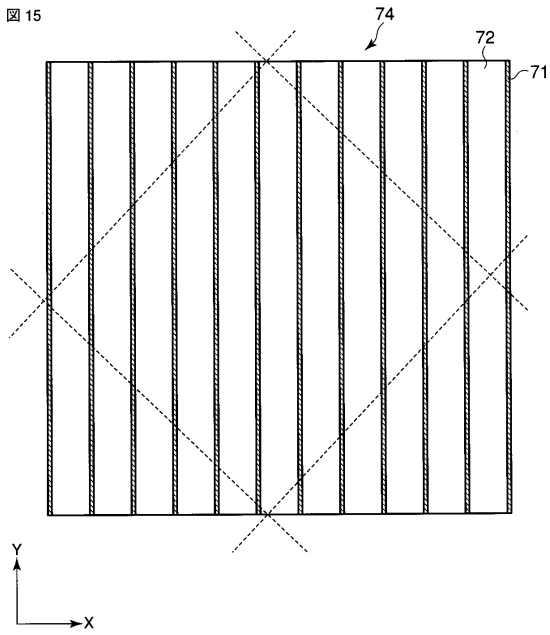
【図 13】

図 13



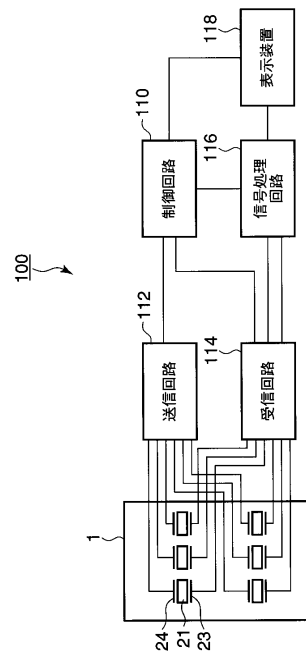
【図 15】

図 15



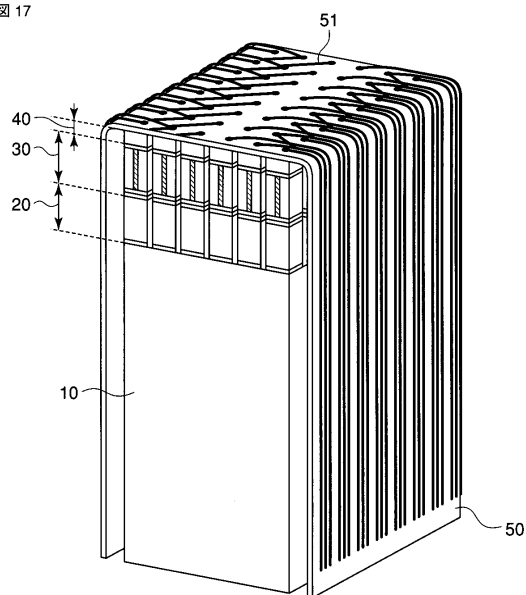
【図 16】

図 16



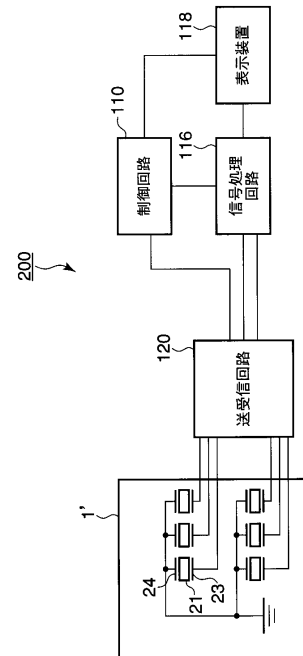
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 四方 浩之
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 武内 俊
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

審査官 菊池 充

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 0 3 6 6 4 2 (J P , A)
実開平 0 7 - 0 3 7 1 0 7 (J P , U)
特開 2 0 0 6 - 0 9 5 1 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 2 3 6 3 0 (J P , A)
特開昭 6 3 - 2 7 6 3 9 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 7 / 0 2 4 7 6 1 (W O , A 2)
特開 2 0 0 4 - 1 4 0 7 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 1 1 2 5 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 4 7 6 9 6 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 9 6 1 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 R 1 5 / 0 0 - 1 9 / 0 0

H 0 4 R 2 9 / 0 0 - 3 1 / 0 0

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 4

专利名称(译)	超声波探头，超声波诊断装置和超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	JP5038865B2	公开(公告)日	2012-10-03
申请号	JP2007303253	申请日	2007-11-22
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	四方浩之 武内俊		
发明人	四方 浩之 武内 俊		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H04R31/00		
CPC分类号	B06B1/0629 G10K11/02 Y10T29/49005		
FI分类号	H04R17/00.330.H A61B8/00 H04R17/00.330.J H04R17/00.332.B H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/EE12 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB29 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB44 4C601/GB48 5D019/AA23 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/HH03		
代理人(译)	中村诚 河野直树 冈田隆 山下 元		
审查员(译)	菊池 充		
其他公开文献	JP2009130611A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供二维阵列超声波探头，超声波诊断装置和制造超声波探头的方法，其能够简单且可靠地传导声学匹配层的每个元件的上表面和下表面。到。超声波探头1包括二维布置的多个压电体22，分别形成在多个压电体22上的多个上电极24，以及多个上电极24非导电构件32的（下表面）侧面向布置表面侧，并且非导电构件32的另一表面（上表面）侧与非导电构件32的布置表面侧（非导电构件）相对并且，多个内部金属薄膜33分别形成在多个非导电构件32上，以暴露内金属薄膜33a和33b。 .The

图 1

