

(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2015-33409

(P2015-33409A)

(43) 公開日 平成27年2月19日 (2015.2.19)

(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	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 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 15 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2013-164537 (P2013-164537)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成25年8月7日 (2013.8.7)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	100105050
			弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	小澤 仁
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ
			ニックヘルスケア株式会社内
		Fターム (参考)	4C601 EE03 GB19 GB41
			5D019 AA02 BB19 BB29 FF04

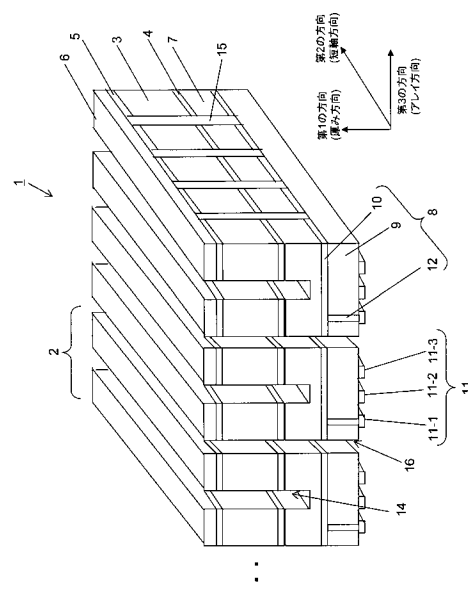
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 圧電体の分割による幅振動の干渉を抑えつつ、超音波ビームを高い信頼性で開口制御可能な超音波探触子を提供すること。

【解決手段】 超音波探触子は、第1の方向に所定の厚みを有する圧電体と、第1の方向において圧電体を挟むよう互に対向した第1の電極及び第2の電極と、第2の電極と電氣的に接続され、第2の電極に対して圧電体とは反対側に設けられる中間層と、中間層を挟んで第2の電極と対向し、第1の方向と直交する第2の方向に延伸する第3の電極と、を有する積層体を備える。また、第1の電極及び第2の電極は、第2の方向において所定の間隔をあけてそれぞれ複数配列される。積層体は、第1の方向及び第2の方向とそれぞれ直交する第3の方向に複数配列される。また、積層体には、第1の電極、圧電体及び第2の電極を貫通して中間層の一部まで形成され、第2の方向に延伸した第1の溝が形成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の方向に所定の厚みを有する圧電体と、

前記第 1 の方向において前記圧電体を挟むよう互いに対向した第 1 の電極及び第 2 の電極と、

前記第 2 の電極と電氣的に接続され、前記第 2 の電極に対して前記圧電体とは反対側に設けられる中間層と、

前記中間層を挟んで前記第 2 の電極と対向し、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延伸する第 3 の電極と、

を有する積層体を備え、

前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極は、前記第 2 の方向において所定の間隔をあけてそれぞれ複数配列され、

前記積層体は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向とそれぞれ直交する第 3 の方向に複数配列され、

前記積層体には、前記第 1 の電極、前記圧電体及び前記第 2 の電極を貫通して前記中間層の一部まで形成され、前記第 2 の方向に延伸した第 1 の溝が形成された超音波探触子。

【請求項 2】

前記積層体は、

前記中間層と前記第 3 の電極の間に設けられる第 4 の電極と、

前記第 4 の電極と前記第 3 の電極の間に設けられる絶縁層と、

前記絶縁層を貫通して前記第 3 の電極と前記第 4 の電極を電氣的に接続する導電部と、を更に有する請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記第 2 の方向において、前記第 3 の電極の一部と前記中間層の一部の間に絶縁層が形成された領域を備える請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記第 3 の電極は、前記第 3 の方向において複数形成された請求項 3 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記積層体には、少なくとも前記第 1 の電極、前記圧電体、前記第 2 の電極及び前記中間層を貫通する、前記第 3 の方向に延伸した第 2 の溝が形成された請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記中間層は、前記第 2 の方向において所定の間隔を空けて複数配列され、

前記第 2 の方向において隣り合う前記中間層同士の間隔は、前記第 1 の方向の位置によって異なる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記圧電体は、前記第 2 の方向において複数の圧電層と樹脂層とが隣接した複合構造であり、

前記第 2 の方向における前記圧電層の幅が前記第 2 の電極の幅よりも狭い請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記中間層の少なくとも表面の一部は導電性を有する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記中間層が導電体である請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

前記中間層は、前記第 3 の方向において複数の導電層と絶縁層とが隣接した複合構造であり、

前記中間層の前記第 3 の方向において前記第 1 の溝を挟んで隣り合う前記圧電体と対向

10

20

30

40

50

する領域に、前記導体層が少なくとも１層配置された請求項１から８のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【請求項１１】

前記中間層は、前記第２の方向において複数の導体層と絶縁体層とが交互に並んだ積層構造であり、

前記中間層の前記第２の方向において隣り合う前記第２の電極間の領域と対向する領域に、前記絶縁体層の少なくとも一部が配置された請求項１から８のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【請求項１２】

前記中間層は、前記複数の第２の電極にわたって形成される部分を有する請求項１から１１のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【請求項１３】

前記中間層の音響インピーダンスが前記圧電体の音響インピーダンス以上である請求項１から１２のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【請求項１４】

前記中間層の音響インピーダンスが前記圧電体の音響インピーダンス未満である請求項１から１２のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【請求項１５】

前記中間層の厚みが０．０１mm以上である請求項１から１４のいずれか１項に記載の超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、超音波を生体内に放射し、各生体内組織から反射する超音波により、生体内の組織情報を画像化する超音波画像診断装置用の超音波探触子に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

超音波画像診断は、超音波を生体内に放射し、各生体内組織から反射する超音波により、生体内の組織情報を画像化する画像診断方法である。超音波探触子内の圧電体は、印加した電気信号により超音波を発生させると共に、生体内組織から反射した超音波を受信して電気信号に変換する役割を有する。

【０００３】

図３９は、特許文献１が示す１．５Ｄ超音波トランスデューサーアレイにおける圧電体の電気的な相互接続を示す斜視図である。図３９に示される形態の超音波トランスデューサーでは、Ｘ軸で示されるアレイ方向に分割された圧電体の各々を電子走査できることに加え、溝１０８、１１０を形成することによって、Ｙ軸で示される短軸方向の開口制御ができる。

【０００４】

なお、上記圧電体に対しては、圧電素子のアレイ方向である幅方向の振動による干渉を防止するために、幅方向にサブダイスを行うことがある。「サブダイスを行う」とは、圧電素子の一部又は全体を貫通する溝を設けることによって当該圧電素子を分割することである。一般的に、超音波探触子内の圧電体は、その厚みＴに相当する厚み縦振動を利用している。しかし、圧電体の幅Ｗが厚みＴに対して所定値以上であると、厚み縦振動と、幅Ｗに依存する幅振動とが干渉し、目的の厚み縦振動が得られないことがある。一方、圧電体の幅Ｗが厚みＴに対して所定値未満であると、圧電体が細くなりすぎて複雑な振動モードが互いに干渉し、目的の厚み縦振動が得られないことがある。このため、圧電体の厚みＴと幅Ｗの比 W/T には望ましい値がある。したがって、圧電体の比 W/T が前記望ましい値より大きい場合には、当該圧電体の一部又は全体を貫通する溝を設ける「サブダイスを行う」ことが一般的に行われる。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第5617865号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記説明した干渉の防止のために行うサブダイスは、圧電体を分離することを目的としているが、圧電体に対応する電極まで分離してしまうと、隣り合う圧電体に対応した各電極に同一の電圧を印加することができず、超音波ビームの開口制御ができない。超音波ビームの開口制御を可能とするためには、各電極を電氣的に接続する配線が必要であるが、電極の配置等によっては複雑な配線構造となる。このように、超音波ビームの開口制御が可能な超音波探触子としては、隣り合う圧電体に対応する電極の導通を確保しつつ圧電体を分離した構造が望ましい。一般的に、1Dアレイ超音波探触子では、アレイ方向に圧電体が数百個配列されているが、1.25D～1.75Dアレイ超音波探触子では、さらに短軸方向にも圧電体を数個から数十個程度配列する必要がある、圧電体の総数は、数千個に及ぶ場合もある。したがって、1.25D～1.75Dアレイ超音波探触子では、各電極を電氣的に接続する配線構造がより複雑になる。

10

【0007】

本発明の目的は、圧電体の分割による幅振動の干渉を抑えつつ、超音波ビームを高い信頼性で開口制御可能な超音波探触子を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、第1の方向に所定の厚みを有する圧電体と、前記第1の方向において前記圧電体を挟むよう互いに対向した第1の電極及び第2の電極と、前記第2の電極と電氣的に接続され、前記第2の電極に対して前記圧電体とは反対側に設けられる中間層と、前記中間層を挟んで前記第2の電極と対向し、前記第1の方向と直交する第2の方向に延伸する第3の電極と、を有する積層体を備え、前記第1の電極及び前記第2の電極は、前記第2の方向において所定の間隔をあけてそれぞれ複数配列され、前記積層体は、前記第1の方向及び前記第2の方向とそれぞれ直交する第3の方向に複数配列され、前記積層体には、前記第1の電極、前記圧電体及び前記第2の電極を貫通して前記中間層の一部まで形成され、前記第2の方向に延伸した第1の溝が形成された超音波探触子を提供する。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る超音波探触子によれば、第2の方向に所定の間隔をあけて複数配列した圧電体と、圧電体の駆動数（開口）を制御する第3の電極の間に中間層を設け、第2の方向に延伸した、第1の溝が中間層の一部まで貫通するサブダイス構成にすることにより、超音波探触子作製時の加工精度や部品ばらつきによらず高い信頼性で複数の圧電体と第3の電極間の電氣的接続を実現することができる。この構成により、第2の方向に延伸した第3の電極により、第2の方向における複数配列した圧電体の開口制御が可能である。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1における超音波探触子を示す斜視図

【図2】複合圧電構造で構成される実施の形態1の超音波探触子を第2の方向（短軸方向）に沿って第3の電極11-1で切断した断面図

【図3】「圧電相幅 $W_p < \text{第2の電極幅 } W_e$ 」の場合の複合圧電構造を示す図【図4】「圧電相幅 $W_p > \text{第2の電極幅 } W_e$ 」の場合の複合圧電構造を示す図

【図5】第2の方向（短軸方向）に複数配列した中間層の間隔が第1の方向（厚み方向）において異なる、第3の電極11-1で切断した超音波探触子の断面図

【図6】実施の形態1の超音波探触子を第2の方向（短軸方向）に沿って第3の電極11-1で切断した断面図

50

【図 7】実施の形態 1 の超音波探触子を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って図 6 に示す圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図

【図 8】実施の形態 1 の超音波探触子を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って第 2 の方向（短軸方向）における圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図

【図 9】実施の形態 1 の超音波探触子を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図

【図 10】複数の第 2 の電極にわたって形成される部分を有する中間層を示す斜視図

【図 11】複数の第 2 の電極にわたって形成される部分を有する中間層に圧電体を積層したときの積層体の概略図

【図 12】複数の第 2 の電極にわたって形成される部分を有する中間層の構成例を示す図

【図 13】複数の第 2 の電極にわたって形成される部分を有する中間層の構成例を示す図

【図 14】両面 F P C の構成例を示す斜視図

【図 15】第 2 の方向（短軸方向）に圧電体 3 を 5 分割した実施の形態 1 の超音波探触子の任意の 1 チャンネルにおける送信回路の構成例を示す図

【図 16】第 1 の方向において圧電体側から見た両面 F P C の上面図

【図 17】信号線と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図

【図 18】超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図

【図 19】信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図

【図 20】超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置で切断した断面図

【図 21】信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図

【図 22】超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図

【図 23】本発明の実施の形態 2 における超音波探触子を示す斜視図

【図 24】第 1 の方向において圧電体側から見た片面 F P C の上面図

【図 25】信号線と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図

【図 26】超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図

【図 27】信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図

【図 28】超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置で切断した断面図

【図 29】信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図

【図 30】超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図

【図 31】本発明の実施の形態 3 における超音波探触子を示す斜視図

【図 32】第 1 の方向において圧電体側から見た中間層及び片面 F P C の上面図

【図 33】信号線と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図

【図 34】超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図

【図 35】信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図

【図 36】超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置

10

20

30

40

50

で切断した断面図

【図 3 7】信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図

【図 3 8】超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図

【図 3 9】特許文献 1 が示す 3 次元超音波トランスデューサーアレイにおける圧電体の電気的な相互接続を示す斜視図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明に係る超音波探触子の実施の形態について図面とともに詳細に説明する。なお、以下の説明では、構成要素に付与した符号の枝番は、当該構成要素を構成する個々の要素を区別するために付けられたものである。

【0012】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における超音波探触子を示す斜視図である。図 1 に示す超音波探触子 1 は、生体等の被検体に接触して用いられる。超音波探触子 1 は、超音波探触子 1 内の圧電体 3 に電気信号を印加させることで超音波を被検体に照射するとともに、被検体内からの反射超音波を圧電体 3 において電気信号に変換するトランスデューサーである。図 1 に示すように、超音波探触子 1 は、圧電体 3 と、第 2 の電極 4 と、第 1 の電極 5 と、グラウンド層 6 と、中間層 7 と、両面 FPC 8 と、第 3 の電極 1 1 と、第 1 の溝 1 4 と、第 2 の溝 1 5 と、第 3 の溝 1 6 と、背面材（図示せず）と、複数の整合層（図示せず）と、レンズ（図示せず）とを備える。

【0013】

超音波診断装置又は超音波探触子 1 内の送信回路（図示せず）で生成された電圧が、超音波探触子 1 内の圧電体 3 の第 1 の方向（厚み方向）に対向して設けられた、第 1 の電極（グラウンド電極）5 と第 2 の電極（信号電極）4 の間に印加されると、圧電体 3 が超音波を発生する。また、圧電体 3 は、被検体内からの反射超音波を電気信号に変換する。圧電体 3 で変換された電気信号は、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 を介して、超音波診断装置又は超音波探触子 1 内の受信回路（図示せず）に送られ、超音波診断に必要な処理が行われる。

【0014】

第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 は、金又は銀等の金属材料を蒸着、メッキ、スパッタ又は焼き付けして形成される。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 は、第 1 の方向（厚み方向）で圧電体 3 を挟むよう互いに対向して形成される。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 は、第 2 の方向（短軸方向）に、所定の間隔を空けて複数配列されている。

【0015】

圧電体 3 は、表面に応力を加えると当該表面に電荷が誘起する（力が電気信号に変換される）正圧電効果と、電場を加えると歪が発生する（電気信号が力に変換される）逆圧電効果とを有する材料である。圧電体 3 の材料としては、以下の圧電材料がある。

- ・チタン酸ジルコン酸鉛系やチタン酸鉛系の圧電セラミックス
- ・非常に高い比誘電率を有する、リラクサと呼ばれる緩和型強誘電体
- ・バリウム系やニオブ系、ピスマス系などの非鉛の圧電セラミックスや圧電単結晶
- ・亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛、又はインジウムニオブ酸鉛とマグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛等の固溶体単結晶
- ・ポリフッ化ビニリデン（PVDF）などの圧電高分子膜

【0016】

なお、圧電体 3 の構成は、図 2 に示すように、第 2 の方向（短軸方向）に圧電相 3 1 と樹脂相 3 2 とが複数隣接した複合圧電構造であってもよい。図 2 は、複合圧電構造で構成される超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図である。圧電相 3 1 には、圧電体 3 と同様の材料が使用される。また、樹脂相 3 2

には、フェノール樹脂、エポキシ樹脂又はウレタン樹脂などの絶縁材料が使用される。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 は、第 2 の方向において所定の間隔をあけ、第 1 の方向において圧電体 3 を挟んで対向している。一般的に、第 2 の電極 4 の幅 W_e は、発生する超音波の波長の数倍から十数倍である。一方、圧電相 3 1 の幅 W_p は、超音波の波長程度である。つまり、「 $W_e \gg W_p$ 」が一般的であるため、図 3 に示すように、一つの圧電相 3 1 に接続する第 2 の電極 4 は、1 つ以上はない。このとき、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 4 に挟まれた圧電体 3 のみが厚み縦振動する（圧電相 3 1 と樹脂相 3 2 が一体となって厚み縦振動する）。

【0017】

しかし、図 4 に示すように、圧電相 3 1 の幅 W_p を超音波の波長よりも十分広くした場合（ $W_p > W_e$ ）、一つの圧電相 3 1 が 2 つ以上の第 2 の電極 4 及び第 1 の電極 5 に接続する。この場合、例えば、図 4 に示す第 2 の電極 4 - 2 のみに電気信号を印加すると、圧電相 3 1 - 1 と圧電相 3 1 - 2 の第 2 の電極 4 - 2 に対向する部分から超音波が発生される。このとき、圧電相 3 1 - 1 及び圧電相 3 1 - 2 が振動するため、これらに対向する第 2 の電極 4 - 1 と第 1 の電極 5 - 1 の間及び第 2 の電極 4 - 3 と第 1 の電極 5 - 3 の間に電気信号が発生する「クロストーク」の可能性がある。クロストークはノイズ源になるため、低減する必要がある。したがって、圧電体 3 を、第 2 の方向に圧電相 3 1 と樹脂相 3 2 を隣接させた複合圧電構造とする場合、図 2 又は図 3 に示すように、第 2 の方向における圧電相 3 1 の幅を第 2 の電極 4 及び第 1 の電極 5 の幅よりも狭くする必要がある。

【0018】

さらに、圧電体 3 は、第 1 の方向（厚み方向）に圧電相 3 1 と内部電極が交互に複数個積層した構成（図示せず）であってもよい。内部電極には、ニッケルや銀 - パラジウムなどの金属材料が用いられる。

【0019】

図 1 に示す中間層 7 は、第 2 の電極 4 に対して圧電体 3 とは反対側に設けられ、信号電極である第 2 の電極 4 と導通する。第 3 の方向（アレイ方向）に延伸する第 2 の溝 1 5 が、第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 及び中間層 7 を貫通し、中間層 7 は所定の間隔で複数配列されている。

【0020】

また、第 2 の方向（短軸方向）において所定の間隔を空けて複数配列された中間層 7 同士の間隔が、図 5 に示すように、第 1 の方向（厚み方向）の位置によって異なる構成であってもよい。図 5 に示す例では、圧電体 3 に近い側の中間層 7 同士の間隔は広いが、両面 F P C 8 側に近づくにつれて中間層 7 同士の間隔は狭い。なお、図 5 に示した形状以外の形態でもよい。

【0021】

中間層 7 には、カーボン、銀フィラー若しくは銅フィラーなどの導電性フィラーを樹脂に分散させた複合材料、又は、銅、タングステン若しくはタングステナーバイドなどの導電材料が使用される。

【0022】

樹脂としては、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、シリコン樹脂、ポリウレタン樹脂などの熱可塑性プラスチック、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ABS樹脂、アクリルニトリル・スチレン樹脂、アクリル樹脂などの熱可塑性汎用プラスチック、6 ナイロン樹脂、66 ナイロン樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネイト樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、変性ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、超高分子量ポリエチレン樹脂などの熱可塑性エンジニアリングプラスチック、PEEK樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、ポリサルフォン樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、液晶ポリマー、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、ポリクロロトリフルオロエチレン樹脂、又はポリフッ化ビニリデン樹脂などの熱可塑性スーパーエンジニアリングプラスチックな

10

20

30

40

50

どが用いられる。

【0023】

導電性フィラーとしては、カーボンブラック、グラファイト、炭素繊維、カーボンナノチューブ若しくはグラフェンなどの炭素系フィラー、銀粒子、銅粒子、ニッケル粒子、アルミニウム繊維、ステンレス繊維若しくは銀コートガラスビーズなどの金属系フィラー、酸化スズ（アンチモンドープ）、酸化亜鉛（アルミニウムドープ）若しくは酸化インジウム（スズドープ）などの金属酸化物系フィラー、又は、ポリアニリン粒子若しくはポリピロール粒子などの導電性高分子系フィラーなどが用いられる。

【0024】

中間層7の音響インピーダンスが圧電体3の音響インピーダンス未満の場合、圧電体3の厚み共振周波数は1/2波長共振モードになることが知られている。また、中間層7の音響インピーダンスが圧電体3の音響インピーダンス以上の場合、圧電体3の厚み共振周波数は1/4波長共振モードになることが知られている。したがって、超音波探触子1が発生する超音波の周波数が決定した場合、圧電体3の厚みを中間層7の音響インピーダンスに応じて変更する必要がある。なお、音響インピーダンスは、材料の密度と縦波音速の積で表される。

【0025】

なお、中間層7の全体が必ずしも導電性を有する必要はない。すなわち、中間層7は、図6及び図7に示すように、例えば、ポリカーボネイト又はポリプロピレンなどの絶縁性樹脂の周囲を覆うように金メッキなどの導電層35を形成した構成であってもよい。図6は、実施の形態1の超音波探触子を第2の方向（短軸方向）に沿って第3の電極11-1で切断した断面図である。図7は、実施の形態1の超音波探触子を第3の方向（アレイ方向）に沿って図6に示す圧電体3-1の位置で切断した断面図である。図6及び図7に示した構成によれば、第3の電極11-1に電圧を印加した場合、導電部12-1、第4の電極10-1及び導電層35を介して第2の電極4-1まで導通するため、圧電体3-1L及び圧電体3-1Rを共に駆動することが可能になる。第3の電極11-2及び第3の電極11-3に電圧を印加した場合も同様である。

【0026】

中間層7の構成としては、第3の方向（アレイ方向）において複数の導体層33と絶縁体層34とが隣接した複合構造であってもよい。図8は、実施の形態1の超音波探触子を第3の方向（アレイ方向）に沿って第2の方向（短軸方向）における圧電体3-1の位置で切断した断面図である。図8に示す構成では、第3の方向において第1の溝14を挟んで隣り合う圧電体3と対向する領域に、導体層33を各々3層配置した。圧電体3に対向する領域に導体層33が少なくとも1層配置された構成では、第3の電極11-1に電圧を印加した場合、導電部12-1、第4の電極10-1及び導体層33を介して第2の電極4-1L及び第2の電極4-1Rまで導通するため、圧電体3-1L及び圧電体3-1Rを共に駆動することができる。第3の電極11-2及び第3の電極11-3に電圧を印加した場合も同様である。

【0027】

中間層7の構成としては、第2の方向（短軸方向）において複数の導体層33と絶縁体層34とが交互に並んだ積層構造であってもよい。図9は、実施の形態1の超音波探触子を第2の方向（短軸方向）に沿って第3の電極11-1で切断した断面図である。図9に示す構成では、第2の方向において隣り合う第2の電極4間の領域と対向する各領域に、絶縁体層34の少なくとも一部が配置した。当該構成では、第3の電極11-1に電圧を印加した場合、導電部12-1及び導電部12-5、第4の電極10-1及び第4の電極10-5、並びに、第4の電極10-1及び10-5と電気的に接続された導体層33を介して、第2の電極4-1及び第2の電極4-5まで導通する。一方、第4の電極10-1及び第4の電極10-5は、絶縁体層34によって、第2の電極4-2、第2の電極4-3及び第2の電極4-4とは導通しない。このため、第3の電極11-1に電圧を印加した場合、圧電体3-1及び圧電体3-5のみが駆動される。第3の電極11-2及び第

10

20

30

40

50

3の電極11-3に電圧を印加した場合も同様である。

【0028】

中間層7は、図10に示すように、複数の第2の電極4にわたって形成される部分を有する構成でもよい。なお、説明を簡単にするため、上述した導電材料によって形成された中間層7とする。図10に示す中間層7は、第2の方向（短軸方向）に分割された部分（分割部分）7-Sと、第2の方向に沿って連続した部分（連続部分）7-Bとを有する。図10に示す中間層7に圧電体3等を積層した積層体を図11に示す。第3の溝16がなければ、中間層7の連続部分7-Bを通してすべての第2の電極4が電氣的に接続された状態であるため、第3の電極11（図11では図示しない）に電圧を印加した場合、駆動する圧電体3を選択できない。しかし、中間層7の連続部分7-Bがあっても、第3の溝16を形成すると、中間層7の分割部分7-Sと連続部分7-Bは電氣的に分割される。このように、図10に示すように、中間層7が複数の第2の電極4にわたって連続して形成される連続部分7-Bを有していても、超音波探触子1の製造時に、中間層7を第2の方向又は第3の方向に各々分割することが可能である。したがって、電圧を印加する第3の電極11を制御することにより、駆動する圧電体3も選択可能になる。

10

【0029】

中間層7は、図12に示すように、第2の方向に一部つながりがあり、かつ、第1の方向（厚み方向）へのつながりが、中間層7-Sよりも小さい構成であってもよい。例えば、第3の方向（アレイ方向）における中間層7-Bの幅が、図11に示す第3の溝16よりも狭い場合、第3の溝16の形成時に中間層7-Bも切除される。このため、中間層7を第2の方向又は第3の方向に各々分割することが可能になる。また、図13に示すように、中間層7のつながりのある部分は、第2の方向に必ずしも全てつながっている必要はなく、一部のみつながった構成でも同様である。また、超音波探触子1の製造時に、中間層7を第2の方向又は第3の方向に各々分割することが可能であれば、これら以外の構成でもよい。

20

【0030】

図14に示すように、本実施形態の超音波探触子1は両面FPC8を使用する。両面FPC8は、第3の電極11、第4の電極10、導電部12及び絶縁層9を含む。第4の電極10は、第2の方向（短軸方向）において、所定の間隔をあけて複数配列されている。

【0031】

図1に示す超音波探触子1は、1チャンネルあたり3本の第3の電極11（第3の電極11-1、第3の電極11-2、第3の電極11-3）が、第2の方向に延伸した構成である。第3の電極11-1～11-3は、第3の方向（アレイ方向）に、チャンネルピッチ毎に配列されている。第3の電極11-1～11-3は互いに電氣的に接続されない構成である。第3の電極11と第4の電極10は、絶縁層9をはさんで対向している。第3の電極11と第4の電極10は、選択的に、導電部12を介して電氣的に接続されている。

30

【0032】

図14に示した例では、第3の電極11-1は、導電部12-1及び導電部12-5を通して、第4の電極10-1及び第4の電極10-5と電氣的に接続されている。但し、第3の電極11-1は、第4の電極10-2～10-4とは電氣的に接続されない。第3の電極11-2は、導電部12-3を通して、第4の電極10-3と電氣的に接続されている。但し、第3の電極11-2は、第4の電極10-1～10-2、10-4～10-5とは電氣的に接続されない。第3の電極11-3は、導電部12-2及び導電部12-4を通して、第4の電極10-2及び第4の電極10-4と電氣的に接続されている。但し、第3の電極11-3は、第4の電極10-1、10-3、10-5とは電氣的に接続されない。

40

【0033】

両面FPC8としては、一般的に、第3の電極11、絶縁層9及び第4の電極10が予め積層された部品が市販されているので、それを使うのが最も簡便である。ただし、第3

50

の電極 11 及び第 4 の電極 10 の材料に銅箔フィルムを用い、かつ、絶縁層 9 にポリイミドフィルム又はポリエステルフィルムなどを用いて、両面 FPC8 と同様な構成を形成しても良い。

【0034】

導電部 12 は、第 3 の電極 11、絶縁層 9 及び第 4 の電極 10 を積層した部品の両面 FPC8 が必要な箇所にドリルなどで穴を開け、穴の周囲を金属めっきなどしたスルーホールや、穴を開けた部分に導電材料を埋めたフィルドビアと呼ばれる構成により実現される。導電部 12 により、第 3 の電極 11 と第 4 の電極 10 を選択的に導通することができる。

【0035】

10

図 1 には、第 2 の方向（短軸方向）において、第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 及び中間層 7 を貫通する第 2 の溝 15 が 4 つ設けられ、各々 5 分割された構成が示されている。例えば、図 6 や図 7、図 8 に示す中間層 7 を使用する場合、第 2 の溝 15 が第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 及び中間層 7 を貫通する構成である。当該構成以外にも、例えば、図 2 に示す圧電体 3 を使用する場合、第 2 の溝 15 が中間層 7 を貫通する構成でもよい。また、図 9 に示す中間層 7 を使用する場合は、第 2 の溝 15 が第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 のみを貫通する構成としてもよい。第 2 の溝 15 は、一般的には、ダイサーを用いて機械加工で形成されるが、レーザーなどで形成されても良い。形成された第 2 の溝 15 には、エポキシ樹脂又はシリコン樹脂などの絶縁材料が充填される。

【0036】

20

グラウンド層 6 は、第 1 の電極 5 と電氣的に接続し、第 2 の方向（短軸方向）に延伸している。グラウンド層 6 は、送信回路又は受信回路のグラウンド線（図示せず）と電氣的に接続する。グラウンド層 6 の材料としては、銅箔などの導電材料や、銅箔とポリイミドフィルムなどを積層した片面 FPC 材料を用いるのがよい。

【0037】

第 3 の溝 16 は、第 3 の方向（アレイ方向）において、積層体 2 をチャンネルピッチ毎に形成するための溝である。第 3 の溝 16 は、一般的には、ダイサーを用いて機械加工で形成されるが、レーザーなどで形成されても良い。形成された第 3 の溝 16 には、エポキシ樹脂又はシリコン樹脂などの絶縁材料が充填される。

【0038】

30

第 1 の溝 14 は、第 1 の方向（厚み方向）について、積層体 2 を構成する第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4、中間層 7 の一部まで貫通し、第 2 の方向（短軸方向）に延伸している。第 1 の溝 14 は、一般的には、ダイサーを用いて機械加工で形成されるが、レーザーなどで形成されても良い。形成された第 1 の溝 14 は、エポキシ樹脂又はシリコン樹脂などの絶縁材料が充填される。

【0039】

例えば、第 3 の方向における圧電体 3 の幅を 0.18 mm 、第 1 の方向における圧電体 3 の厚みを 0.15 mm とすると、圧電体 3 の $W/T = 0.18 / 0.15 = 1.2$ である。ブレード幅 0.02 mm のダイサーで、第 3 の方向における圧電体 3 の中央に 1 つだけ第 1 の溝 14 を形成すると、第 3 の方向における一つの圧電体 3 の幅は、 $(0.18 - 0.02) / 2 = 0.08\text{ mm}$ となる。第 1 の方向における圧電体 3 の厚みは 0.15 mm で変わらないため、圧電体 3 の $W/T = 0.53$ となる。このように、一般的な $W/T = 0.4 \sim 0.6$ を満たすことができる。

40

【0040】

また、第 1 の溝 14 は、中間層 7 の一部まで貫通するように設定し加工するが、中間層 7 の厚みが薄いと、中間層 7 に電氣的に接続する第 4 の電極 10 を切断する可能性がある。超音波探触子 1 の製造方法は後述するが、中間層 7 の厚みは 0.01 mm 以上であることが望ましい。

【0041】

絶縁層 9 に対して第 3 の電極 11 と反対側に、背面材（図示せず）を設けてもよい。背

50

面材は、積層体 2 の形状を保持したり、コンベックス形状への成形を行う際の基材として用いられる。また、圧電体 3 で発生した超音波は、生体側だけでなく、背面材側へも伝搬する。背面材側へ伝搬し、背面材と外部との境界で反射した超音波は、圧電体 3 で受信されることになるが、この超音波は、生体から反射した超音波と識別が出来ない。このため、一般的には、背面材は、背面材側に伝搬する超音波を出来るだけ減衰させ、仮に反射した超音波があっても、生体からの反射信号に影響を与えないようにする機能を有する材料が用いられる。背面材の材料としては、フェライトゴム、ウレタン樹脂又はエポキシ樹脂などが用いられる。さらに、これらの材料に、鉄若しくはタングステンなどの金属粉末フィラー、アルミナなどの金属酸化物フィラー、又はマイクロバルーンなどを混合した複合材料を用いてもよい。また、中間層 7 と同じ材料を用いてもよい。

10

【0042】

第 1 の電極 5 に対して圧電体 3 と反対側に、整合層（図示せず）を設けてもよい。整合層は、圧電体 3 と生体の音響インピーダンスの整合をとるために用いられる。圧電体 3 から生体に向かって徐々に音響インピーダンスが低くなるように、複数の整合層を積層するのが一般的である。図 1 に示した例では、所定の間隔をあけて第 1 の電極 5 を複数配列され、その上面に第 2 の方向（短軸方向）に延伸するグラウンド層 6 が設けられた構成であるが、導電性を有する整合層を第 1 の電極 5 を電氣的に接続し、整合層に対して第 1 の電極 5 と反対側に、グラウンド層 6 を設けてもよい。さらに、このグラウンド層 6 に複数の整合層を積層した構成にしてもよい。整合層の材料としては、快削性セラミックスなどのセラミックス系、シリコン、グラファイト系、エポキシ樹脂若しくはフェノール樹脂などに金属若しくは金属酸化物フィラーなどのフィラーを混合した複合材料、ポリカーボネイト、ポリスチレン若しくはポリイミドなどのプラスチック、又は、ウレタンゴム、ニトリルゴム（NBR）若しくはクロロプレンゴムなどのゴム系の材料などが用いられる。

20

【0043】

圧電体 3 で発生した超音波を生体内で集束するためにレンズ（図示せず）が用いられる。レンズは、その材料の縦波音速に応じて凸状や凹面状に形成される。一般的には生体との密着性を考慮し、縦波音速が水（生体）よりも速いシリコン樹脂などを用いて、圧電体 3 と反対側の整合層側に凸状のレンズが形成される。なお、レンズを用いずに、超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）について凹面形状に成形することで、超音波を生体内で集束する構成としてもよい。

30

【0044】

（実施の形態 1 の超音波探触子 1 の製造方法）

以下、図 1 に示した超音波探触子 1 の製造方法の一例を示す。両面 FPC 8 は、図 1 4 に示すように、第 3 の電極 11、第 4 の電極 10、絶縁層 9 及び導電部 12 を含む。第 4 の電極 10 は、第 2 の方向において、所定の間隔をあけて予め 5 分割されている。第 3 の電極 11 は、図 1 に示す 1 つの積層体 2 に対して 3 本、第 2 の方向（短軸方向）に延伸するように構成されている。中間層 7 は、図 1 0 に示すように、直方体の中間層の一部を第 2 の方向（短軸方向）に 5 分割した形状に予め加工されている。圧電体 3 には第 1 の方向（厚み方向）に対向する第 1 の電極 5 と第 2 の電極 4 を予め形成しておく。

40

【0045】

（1）まず、固定台の上にワックスなどで背面材を固定する。

（2）次に、背面材の上に、両面 FPC 8、中間層 7、圧電体 3 をこの順に積層する。両面 FPC 8 の上に中間層 7 を積層する際、第 4 の電極 10 と中間層 7 が対向するように位置あわせを行う。各材料はエポキシ樹脂などの接着剤を用いて接着硬化させる。

（3）接着硬化させた後、ダイサーを用いて、中間層 7 の分割された位置に合わせて、第 3 の方向（アレイ方向）に沿って、第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 まで貫通する第 2 の溝 15 を 4 本形成する。中間層 7 は予め 5 分割されるように加工しているため、第 2 の溝 15 は、第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4、中間層 7 を貫通する構成になる。

（4）次に、第 2 の溝 15 にエポキシ樹脂を充填すると共に、第 1 の電極 5 の上に、グラ

50

ウンド層 6 及び複数の整合層を順次積層、接着硬化させる。

(5) 次に、ダイサーを用いて、第 2 の方向 (短軸方向) に沿って、整合層から背面材の一部までを貫通する第 3 の溝 16 を設けて複数の積層体 2 を形成すると共に、各々の積層体 2 において、整合層から中間層 7 の一部まで貫通する第 1 の溝 14 を形成する。また、中間層 7 の一部は、第 2 の方向につながっている部分を有するが、第 3 の溝 16 を形成する際に、隣接する積層体 2 と電氣的に分割される。

(6) 次に、背面材を固定台から外した後、背面材上に形成された複数の積層体 2 からなる構造物をコンベックスやリニア形状に成形した後、第 1 の溝 14 及び第 3 の溝 16 にシリコン樹脂などを充填する。その後、シリコン系接着剤などを用いて、整合層の上面にレンズを接着する。

10

(7) 第 3 の電極 11 - 1 ~ 11 - 3 とグラウンド層 6 を各々、図 15 に示すような信号線 1101 ~ 1103 及びグラウンド線 1104 と電氣的に接続して、超音波探触子 1 が完成する。

【0046】

図 15 は、第 2 の方向 (短軸方向) に圧電体 3 を 5 分割した実施の形態 1 の超音波探触子 1 の任意の 1 チャンネルにおける送信回路の構成例を示す図である。送信回路 61 から出た信号線 1101 ~ 1103 は、マルチプレクサなどから構成されるスイッチング回路 62 を介して又は直接に、第 2 の電極 4 と接続される。スイッチング回路 62 は、スイッチ 63 とスイッチ 64 とを有する。図 15 に示した例では、第 2 の電極 4 - 3 は信号線 1102 に接続される。第 2 の電極 4 - 1 と第 2 の電極 4 - 5 は、信号線 1101 を介して

20

【0047】

超音波探触子 1 に近い位置にフォーカスさせたい場合は大きな開口が必要ないので、スイッチ 63 及びスイッチ 64 をオフにする。このとき、送信回路 61 は信号線 1102 を通して第 2 の電極 4 - 3 のみと接続され、超音波は圧電体 3 - 3 のみから発生する。これよりも深い位置にフォーカスさせたい場合は、スイッチ 64 のみをオンにする。このとき、送信回路 61 は信号線 1102 を通して第 2 の電極 4 - 3 に接続されるとともに、スイッチ 64 がオンになったことで、送信回路 61 は信号線 1103 を通して第 2 の電極 4 - 2 及び第 2 の電極 4 - 4 とともに接続される。その結果、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 3 及び圧電体 3 - 4 から超音波が発生する。このとき、圧電体 3 - 3 のみからの超音波の発生時と比べて短軸開口は広がり、より深い位置に超音波ビームを集束させることができる。さらにもっと深い位置にフォーカスさせたい場合は、スイッチ 63 とスイッチ 64 を共にオンにする。このとき、送信回路 61 は、スイッチ 63 がオンになったことで、信号線 1101 を通して第 2 の電極 4 - 1 及び第 2 の電極 4 - 5 にも接続される。つまり、5 つの圧電体 3 - 1 ~ 3 - 5 の全てから超音波が発生する。これは、圧電体 3 - 3 のみ又は圧電体 3 - 2 ~ 3 - 4 が超音波を発生する場合よりも短軸開口が広がり、より深い位置に超音波ビームを集束させることができる。

30

【0048】

このように、第 2 の方向 (短軸方向) の圧電体の短軸開口 (駆動する圧電体の数とその位置) を制御することにより、複数の生体内深さにおいて、超音波ビームを集束させることができる。また、1D アレイ超音波探触子に比べ、超音波診断画像の縦分解能及び横分解能がより改善される。なお、特に、1.25D ~ 1.75D アレイ超音波探触子では、圧電体 3 の数が非常に多くなるため、図 15 に示すような、マルチプレクサなどで構成されるスイッチング回路 62 を超音波探触子 1 が内蔵する。

40

【0049】

(実施の形態 1 の超音波探触子 1 の動作)

図 16 ~ 図 22 を用いて、実施の形態 1 の超音波探触子 1 の動作を説明する。

【0050】

50

超音波診断装置又は超音波探触子 1 内の送信回路（図示せず）で生成された電圧が、信号線（図示せず）及びグラウンド線（図示せず）を通して圧電体 3 に印加される。マルチプレクサなどのスイッチング回路（図示せず）によって、圧電体 3 に電圧を印加する際に信号線と接続する第 3 の電極 1 1 が選択される。

【 0 0 5 1 】

図 1 7 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図である。図 1 7 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 1 は、導電部 1 2 - 1 及び導電部 1 2 - 5 を通して、第 4 の電極 1 0 - 1 及び第 4 の電極 1 0 - 5 に電氣的に接続される。第 4 の電極 1 0 - 1 及び第 4 の電極 1 0 - 5 は、電氣的に接続された中間層 7 - 1 及び中間層 7 - 5 を通して、第 2 の電極 4 - 1 及び第 2 の電極 4 - 5 に電氣的に接続される。一方、グラウンド線は、第 1 の電極 5 に電氣的に接続されたグラウンド層 6 に電氣的に接続される。この状態において、信号線を通して電圧が印加されるのは第 2 の電極 4 - 1 及び第 2 の電極 4 - 5 のみであるため、超音波は圧電体 3 - 1 及び圧電体 3 - 5 のみで発生し、それ以外の圧電体 3 - 2 ~ 3 - 4 で超音波は発生しない。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 8 は、超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図である。積層体 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 1 8 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 1 L、5 - 1 R、圧電体 3 - 1 L、3 - 1 R、第 2 の電極 4 - 1 L、4 - 1 R とする。第 3 の電極 1 1 - 1 を通った電気信号は、導電部 1 2 - 1 を通して第 4 の電極 1 0 - 1 及び中間層 7 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 1 L 及び第 2 の電極 4 - 1 R を通して圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R に流れる。本実施の形態においては、第 2 の電極 4 が第 1 の溝 1 4 で分割されても、完全に分割されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 1 に限らず圧電体 3 - 5 の位置で切断した断面の場合も同様である（図示せず）。したがって、第 3 の電極 1 1 - 1 とグラウンド層 6 の間に電圧が印加されると、圧電体 3 - 1 L、圧電体 3 - 1 R、圧電体 3 - 5 L 及び圧電体 3 - 5 R で超音波が発生する。

20

30

【 0 0 5 3 】

図 1 9 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図である。図 1 9 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 2 は、導電部 1 2 - 3 を通して、第 4 の電極 1 0 - 3 に電氣的に接続される。第 4 の電極 1 0 - 3 は、電氣的に接続された中間層 7 - 3 を通して、第 2 の電極 4 - 3 に電氣的に接続される。一方、グラウンド線は、第 1 の電極 5 に電氣的に接続されたグラウンド層 6 に電氣的に接続される。この状態において、信号線を通して電圧が印加されるのは第 2 の電極 4 - 3 のみであるため、超音波は圧電体 3 - 3 のみで発生し、それ以外の圧電体 3 - 1 ~ 3 - 2、3 - 4 ~ 3 - 5 で超音波は発生しない。

40

【 0 0 5 4 】

図 2 0 は、超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置で切断した断面図である。積層体 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 2 0 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 3 L、5 - 3 R、圧電体 3 - 3 L、3 - 3 R、第 2 の電極 4 - 3 L、4 - 3 R とする。第 3 の電極 1 1 - 2 を通った電気信号は、導電部 1 2 - 3 を通して第 4 の電極 1 0 - 3 及び中間層 7 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 3 L 及び第 2 の電極 4 - 3 R を通して圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R に流れる。本実施の形態においては、第 2 の電極 4 が第 1 の

50

溝 1 4 で分割されても、完全に分割されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R 共に電圧を印加できる。したがって、第 3 の電極 1 1 - 2 とグラウンド層 6 の間に電圧が印加されると、圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R で超音波が発生する。

【 0 0 5 5 】

図 2 1 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図である。図 2 1 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 3 は、導電部 1 2 - 2 及び導電部 1 2 - 4 を通して、第 4 の電極 1 0 - 2 及び第 4 の電極 1 0 - 4 に電氣的に接続される。第 4 の電極 1 0 - 2 及び第 4 の電極 1 0 - 4 は、電氣的に接続された中間層 7 - 2 及び中間層 7 - 4 を通して、第 2 の電極 4 - 2 及び第 2 の電極 4 - 4 に電氣的に接続される。一方、グラウンド線は、第 1 の電極 5 に電氣的に接続されたグラウンド層 6 に電氣的に接続される。この状態において、信号線を通して電圧が印加されるのは第 2 の電極 4 - 2 及び第 2 の電極 4 - 4 のみであるため、超音波は圧電体 3 - 2 及び圧電体 3 - 4 のみで発生し、それ以外の圧電体 3 - 1 , 3 - 3 , 3 - 5 で超音波は発生しない。

10

【 0 0 5 6 】

図 2 2 は、超音波探触子 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図である。積層体 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 2 2 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 2 L , 5 - 2 R、圧電体 3 - 2 L , 3 - 2 R、第 2 の電極 4 - 2 L , 4 - 2 R とする。第 3 の電極 1 1 - 3 を通った電気信号は、導電部 1 2 - 2 を通して第 4 の電極 1 0 - 2 及び中間層 7 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 2 L 及び第 2 の電極 4 - 2 R を通して圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R に流れる。本実施の形態においては、第 2 の電極 4 が第 1 の溝 1 4 で分割されても、完全に分割されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 2 に限らず圧電体 3 - 4 の位置で切断した断面の場合も同様である（図示せず）。したがって、第 3 の電極 1 1 - 3 とグラウンド層 6 の間に電圧が印加されると、圧電体 3 - 2 L、圧電体 3 - 2 R、圧電体 3 - 4 L 及び圧電体 3 - 4 R で超音波が発生する。

20

30

【 0 0 5 7 】

ここで、ある任意の一チャンネルにおいて、第 2 の方向（短軸方向）に図 1 7 に示したように、第 2 の方向（短軸方向）において、端から圧電体 3 - 1、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 3、圧電体 3 - 4、圧電体 3 - 5 の順に複数配列された 5 つの圧電体 3 - 1 ~ 3 - 5 の内、駆動する圧電体の短軸開口を以下の条件 1 ~ 3 で変えたときの超音波強度分布について説明する。

条件 1 : 圧電体 3 - 3 のみ駆動

条件 2 : 圧電体 3 - 2 ~ 3 - 4 を駆動

条件 3 : 全ての圧電体（圧電体 3 - 1 ~ 3 - 5）を駆動

【 0 0 5 8 】

条件 1 に示されるように、5 つの圧電体の内、中央の圧電体 3 - 3 のみを駆動した場合、超音波強度が高い値を示すのは、第 2 の方向（短軸方向）における圧電体 3 の中央付近のみであり、中央から外れると徐々に超音波強度が低下する。また、条件 2 に示されるように、圧電体 3 - 2 ~ 3 - 4 を同時に駆動した場合、超音波強度が高い値を示す範囲は第 2 の方向（短軸方向）における圧電体 3 の中央付近であるが、その範囲は、圧電体 3 - 3 のみを駆動した場合よりも第 2 の方向（短軸方向）において広くなる。同様に、条件 3 に示されるように、全ての圧電体 3 - 1 ~ 3 - 5 を同時に駆動した場合は、超音波強度の高い範囲は条件 1 , 2 と比べて最も広い。このように、短軸開口（駆動する圧電体の数とその位置）を制御することで、超音波ビームの開口を制御できる。

40

【 0 0 5 9 】

50

第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通した場合、チャンネルでの第 2 の方向（短軸方向）の超音波強度分布は、同様の短軸開口制御にもかかわらず、第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通していない場合とは異なる超音波強度分布が得られる。

【 0 0 6 0 】

圧電体 3 - 3 のみを駆動する場合では超音波強度分布に大きな違いは見られない。しかし、圧電体 3 - 2 ~ 圧電体 3 - 4 を同時に駆動した場合、超音波強度の高い範囲が、第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通した場合の方が狭くなる。さらに、全ての圧電体 3 - 1 ~ 3 - 5 を同時に駆動した場合には、第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通した場合の方が超音波強度の高い範囲が狭くなり、圧電体 3 - 1 及び圧電体 3 - 5 の位置に相当する範囲で大きく超音波強度が低下している。

10

【 0 0 6 1 】

このように、第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通することが、中央の圧電体 3 - 3 には影響しないと考えられるが、それ以外の圧電体 3 - 1 ~ 3 - 2、3 - 4 ~ 3 - 5 に関しては、意図通り駆動できなくなる。すなわち、第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通した構成では、短軸開口制御を行っても、特に中央部以外の圧電体では意図した超音波ビームが得られない。しかし、実施の形態 1 のように第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通しない構成であれば、短軸開口制御に応じた所望の超音波ビームを発することができる。

【 0 0 6 2 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、圧電体 3 を分割するための第 1 の溝 1 4 が第 4 の電極 1 0 まで貫通しないよう中間層 7 を備えた構成であるため、短軸開口制御に応じた所望の超音波ビームを発することができる。したがって、圧電体 3 の分割による幅振動の干渉を抑えつつ、超音波ビームを高い信頼性で開口制御可能な超音波探触子 1 を提供することができる。

20

【 0 0 6 3 】

（実施の形態 2）

図 2 3 は、本発明の実施の形態 2 における超音波探触子を示す斜視図である。実施の形態 2 の超音波探触子 1 1 1 は、実施の形態 1 の超音波探触子 1 が備える両面 F P C 8 の代わりに、片面 F P C 1 3 を備える。この点以外は実施の形態 1 と同様であり、図 2 3 において、図 1 と共通する構成要素には同じ参照符号が付されている。

30

【 0 0 6 4 】

片面 F P C 1 3 は、第 2 の方向（短軸方向）に延伸する第 3 の電極 1 1 と、絶縁層 9 とを含む。絶縁層 9 は、ポリイミドフィルム又はポリエステルフィルムなどが用いられる。片面 F P C 1 3 についても、両面 F P C 8 と同様、第 3 の電極 1 1 と絶縁層 9 が予め積層された部品が市販されているので、それを使うのが最も簡便である。

【 0 0 6 5 】

片面 F P C 1 3 の第 3 の電極 1 1 の一部には、第 2 の方向（短軸方向）において、図 2 3 に示す絶縁層 1 9 が設けられる。絶縁層 1 9 には、レジスト材料又はポリイミドフィルムなどの絶縁材料が使用される。図 2 4 に絶縁層 1 9 の配置例を示す。図 2 4 に示す絶縁層 1 9 - 1 2、絶縁層 1 9 - 1 3 及び絶縁層 1 9 - 1 4 は、それぞれ中間層 7 - 2、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 4 と対向する第 3 の電極 1 1 - 1 上に設けられている。絶縁層 1 9 - 2 1、絶縁層 1 9 - 2 2、絶縁層 1 9 - 2 4 及び絶縁層 1 9 - 2 5 は、それぞれ中間層 7 - 1、中間層 7 - 2、中間層 7 - 4 及び中間層 7 - 5 と対向する第 3 の電極 1 1 - 2 上に設けられている。また、絶縁層 1 9 - 3 1、絶縁層 1 9 - 3 3 及び絶縁層 1 9 - 3 5 は、それぞれ中間層 7 - 1、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 5 と対向する第 3 の電極 1 1 - 3 上に設けられている。

40

【 0 0 6 6 】

（実施の形態 2 の超音波探触子 1 1 1 の動作）

図 2 5 ~ 図 3 0 を用いて、実施の形態 2 の超音波探触子 1 1 1 の動作を説明する。

【 0 0 6 7 】

50

図 2 5 は、信号線（図示せず）と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図である。図 2 5 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 1 は、中間層 7 - 1 及び中間層 7 - 5 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 2、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 4 とは絶縁層 1 9 - 1 2、絶縁層 1 9 - 1 3 及び絶縁層 1 9 - 1 4 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 1 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 1 及び圧電体 3 - 5 は中間層 7 - 1、7 - 5 及び第 2 の電極 4 - 1、4 - 5 を介して駆動可能であるが、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 3 及び圧電体 3 - 4 は駆動できない。

【 0 0 6 8 】

図 2 6 は、超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位置で切断した断面図である。積層体 1 1 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 2 6 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 1 L、5 - 1 R、圧電体 3 - 1 L、3 - 1 R、第 2 の電極 4 - 1 L、4 - 1 R とする。第 3 の電極 1 1 - 1 を通った電気信号は、中間層 7 - 1 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 1 L 及び第 2 の電極 4 - 1 R を通して圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 1 に限らず圧電体 3 - 5 の位置で切断した断面の場合も同様である（図示せず）。

【 0 0 6 9 】

図 2 7 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図である。図 2 7 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 2 は、中間層 7 - 3 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 1、中間層 7 - 2、中間層 7 - 4 及び中間層 7 - 5 とは絶縁層 1 9 - 2 1、絶縁層 1 9 - 2 2、絶縁層 1 9 - 2 4 及び絶縁層 1 9 - 2 5 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 2 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 3 は中間層 7 - 3 及び第 2 の電極 4 - 3 を介して駆動可能であるが、圧電体 3 - 1、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 4 及び圧電体 3 - 5 は駆動できない。

【 0 0 7 0 】

図 2 8 は、超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置で切断した断面図である。積層体 1 1 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 2 8 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 3 L、5 - 3 R、圧電体 3 - 3 L、3 - 3 R、第 2 の電極 4 - 3 L、4 - 3 R とする。第 3 の電極 1 1 - 2 を通った電気信号は、中間層 7 - 3 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 3 L 及び第 2 の電極 4 - 3 R を通して圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R 共に電圧を印加できる。

【 0 0 7 1 】

図 2 9 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 1 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図である。図 2 9 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 3 は、中間層 7 - 2 及び中間層 7 - 4 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 1、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 5 とは絶縁層 1 9 - 3 1、絶縁層 1 9 - 3 3 及び絶縁層 1 9 - 3 5 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 3 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 2 及び圧電体 3 - 4 は、中間層 7 - 2、7 - 4 及び第 2 の電極 4 - 2、4 - 4 を介して駆動可能であるが、圧電

10

20

30

40

50

体 3 - 1、圧電体 3 - 3 及び圧電体 3 - 5 は駆動できない。

【 0 0 7 2 】

図 3 0 は、超音波探触子 1 1 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図である。積層体 1 1 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 3 0 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 2 L、5 - 2 R、圧電体 3 - 2 L、3 - 2 R、第 2 の電極 4 - 2 L、4 - 2 R とする。第 3 の電極 1 1 - 3 を通った電気信号は、中間層 7 - 2 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 2 L 及び第 2 の電極 4 - 2 R を通して圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7 が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 2 に限らず圧電体 3 - 4 の位置で切断した断面の場合も同様である（図示せず）。

10

【 0 0 7 3 】

（実施の形態 3）

図 3 1 は、本発明の実施の形態 3 における超音波探触子を示す斜視図である。実施の形態 2 の超音波探触子 1 1 1 では、絶縁層 1 9 を第 3 の電極 1 1 の一部に設けたが、本実施の形態では、図 3 1 に示すように、第 2 の方向（短軸方向）において、中間層 7 に絶縁層 2 9 が設けられる。この点以外は実施の形態 2 と同様であり、図 3 1 において、図 2 3 と共通する構成要素には同じ参照符号が付されている。

20

【 0 0 7 4 】

絶縁層 2 9 は、中間層 7 がアルミニウムなどの金属材料から形成されている場合は、アルマイト処理を選択的に行うことで形成される。また、中間層 7 が絶縁材料から形成されている場合は、図 6 及び図 7 に示すように、導電層を選択的に形成することで、導電層を設けない部分の中間層 7 を絶縁層 2 9 としてもよい。

【 0 0 7 5 】

図 3 2 に絶縁層 2 9 の配置例を示す。図 3 2 に示す絶縁層 2 9 - 1 2 3 は、第 3 の電極 1 1 - 2 及び第 3 の電極 1 1 - 3 に対向する中間層 7 - 1 の表面に形成されている。絶縁層 2 9 - 2 1 2 は、第 3 の電極 1 1 - 1 及び第 3 の電極 1 1 - 2 に対向する中間層 7 - 2 の表面に形成されている。絶縁層 2 9 - 3 1 1 は、第 3 の電極 1 1 - 1 に対向する中間層 7 - 3 の表面に形成されている。絶縁層 2 9 - 3 3 3 は第 3 の電極 1 1 - 3 に対向する中間層 7 - 3 の表面に形成されている。絶縁層 2 9 - 4 1 2 は、第 3 の電極 1 1 - 1 及び第 3 の電極 1 1 - 2 に対向する中間層 7 - 4 の表面に形成されている。絶縁層 2 9 - 5 2 3 は、第 3 の電極 1 1 - 2 及び第 3 の電極 1 1 - 3 に対向する中間層 7 - 5 の表面に形成されている。

30

【 0 0 7 6 】

（実施の形態 3 の超音波探触子 1 2 1 の動作）

図 3 3 ~ 図 3 8 を用いて、実施の形態 3 の超音波探触子 1 2 1 の動作を説明する。

【 0 0 7 7 】

図 3 3 は、信号線（図示せず）と第 3 の電極 1 1 - 1 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 1 で切断した断面図である。図 3 3 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 1 は、中間層 7 - 1 及び中間層 7 - 5 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 2、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 4 とは絶縁層 2 9 - 2 1 2、絶縁層 2 9 - 3 1 1 及び絶縁層 2 9 - 4 1 2 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 1 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 1 及び圧電体 3 - 5 は中間層 7 - 1、7 - 5 及び第 2 の電極 4 - 1、4 - 5 を介して駆動可能であるが、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 3 及び圧電体 3 - 4 は駆動できない。

40

【 0 0 7 8 】

図 3 4 は、超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 1 の位

50

置で切断した断面図である。積層体 1 2 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 3 4 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 1 L、5 - 1 R、圧電体 3 - 1 L、3 - 1 R、第 2 の電極 4 - 1 L、4 - 1 R とする。第 3 の電極 1 1 - 1 を通った電気信号は、中間層 7 - 1 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 1 L 及び第 2 の電極 4 - 1 R を通して圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7（中間層 7 の表面に設けた絶縁層 2 9 は貫通しない）が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 1 L 及び圧電体 3 - 1 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 1 に限らず圧電体 3 - 5 の位置で切断した断面の場合も同様である（図示せず）。

10

【0079】

図 3 5 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 2 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 2 で切断した断面図である。図 3 5 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 2 は、中間層 7 - 3 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 1、中間層 7 - 2、中間層 7 - 4 及び中間層 7 - 5 とは絶縁層 2 9 - 1 2 3、絶縁層 2 9 - 2 1 2、絶縁層 2 9 - 4 1 2 及び絶縁層 2 9 - 5 2 3 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 2 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 3 は、中間層 7 - 3 及び第 2 の電極 4 - 3 を介して駆動可能であるが、圧電体 3 - 1、圧電体 3 - 2、圧電体 3 - 4 及び圧電体 3 - 5 は駆動できない。

20

【0080】

図 3 6 は、超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 3 の位置で切断した断面図である。積層体 1 2 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 3 6 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 3 L、5 - 3 R、圧電体 3 - 3 L、3 - 3 R、第 2 の電極 4 - 3 L、4 - 3 R とする。第 3 の電極 1 1 - 2 を通った電気信号は、中間層 7 - 3 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 3 L 及び第 2 の電極 4 - 3 R を通して圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7（中間層 7 の表面に設けた絶縁層 2 9 は貫通しない）が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 3 L 及び圧電体 3 - 3 R 共に電圧を印加できる。

30

【0081】

図 3 7 は、信号線と第 3 の電極 1 1 - 3 が接続するよう切り替えが行われた場合の超音波探触子 1 2 1 を第 2 の方向（短軸方向）に沿って第 3 の電極 1 1 - 3 で切断した断面図である。図 3 7 に示した状態では、第 3 の電極 1 1 - 3 は、中間層 7 - 2 及び中間層 7 - 4 とは電氣的に接続しているが、中間層 7 - 1、中間層 7 - 3 及び中間層 7 - 5 とは絶縁層 2 9 - 1 2 3、絶縁層 2 9 - 3 3 3 及び絶縁層 2 9 - 5 2 3 によって電氣的に接続できない。したがって、第 3 の電極 1 1 - 3 に電圧を印加すると、圧電体 3 - 2 及び圧電体 3 - 4 は、中間層 7 - 2、7 - 4 及び第 2 の電極 4 - 2、4 - 4 を介して駆動可能であるが、圧電体 3 - 1、圧電体 3 - 3 及び圧電体 3 - 5 は駆動できない。

40

【0082】

図 3 8 は、超音波探触子 1 2 1 を第 3 の方向（アレイ方向）に沿って圧電体 3 - 2 の位置で切断した断面図である。積層体 1 2 2 には、第 1 の電極 5、圧電体 3 及び第 2 の電極 4 を貫通して、中間層 7 の一部まで形成された第 1 の溝 1 4 が 1 つ設けられた結果、圧電体 3 は、第 3 の方向（アレイ方向）に 2 分割されている。図 3 8 に示した構成では、2 分割された左右の第 1 の電極 5、圧電体 3、第 2 の電極 4 を、それぞれ、第 1 の電極 5 - 2 L、5 - 2 R、圧電体 3 - 2 L、3 - 2 R、第 2 の電極 4 - 2 L、4 - 2 R とする。第 3

50

の電極 1 1 - 3 を通った電気信号は、中間層 7 - 2 と電氣的に接続され、さらに、第 2 の電極 4 - 2 L 及び第 2 の電極 4 - 2 R を通して圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R に流れる。本実施の形態においては、第 1 の溝 1 4 が第 2 の電極 4 を貫通しても、完全に貫通されない中間層 7 (中間層 7 の表面に設けた絶縁層 2 9 は貫通しない) が第 2 の電極 4 と第 3 の電極 1 1 の間に介在することで、圧電体 3 - 2 L 及び圧電体 3 - 2 R 共に電圧を印加できる。圧電体 3 - 2 に限らず圧電体 3 - 4 の位置で切断した断面の場合も同様である (図示せず) 。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 3 】

本発明に係る超音波探触子は、第 2 の方向 (短軸方向) に所定の間隔をあけて複数配列した圧電体を有し、かつ、第 3 の方向 (アレイ方向) にサブダイスが必要な超音波探触子において、複数の圧電体と、圧電体の駆動数 (開口) を制御する第 3 の電極の間に中間層を設けた。当該超音波探触子は、第 2 の方向に延伸する第 1 の溝が中間層の一部まで貫通するサブダイス構成である。したがって、超音波探触子を作製時の加工精度や部品ばらつきによらず、高い信頼性で複数の圧電体と第 3 の電極間の電氣的接続を実現することができ、超音波画像診断に用いる超音波探触子等として有用である。

10

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

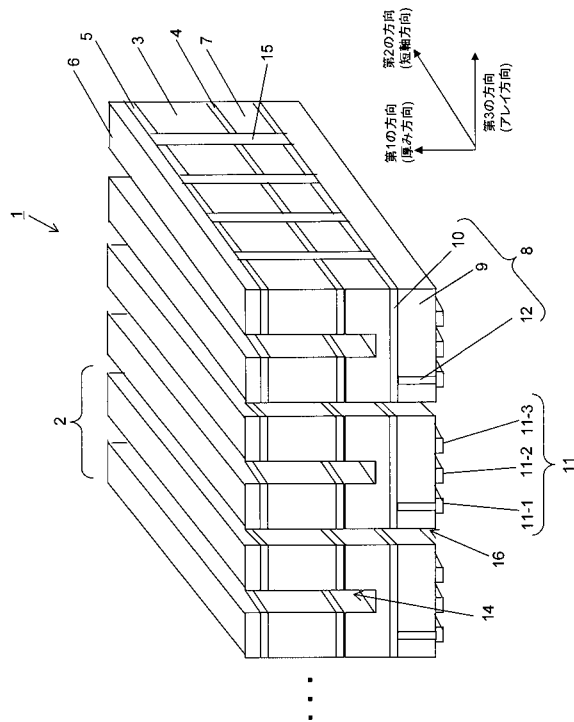
- 1、 1 1 1、 1 2 1 超音波探触子
- 2、 1 1 2、 1 2 2 積層体
- 3 圧電体
- 4 第 2 の電極 (信号電極)
- 5 第 1 の電極 (グラウンド電極)
- 6 グラウンド層
- 7 中間層
- 8 両面 F P C
- 9 絶縁層
- 1 0 第 4 の電極
- 1 1 第 3 の電極
- 1 2 導電部
- 1 3 片面 F P C
- 1 4 第 1 の溝
- 1 5 第 2 の溝
- 1 6 第 3 の溝
- 1 9 絶縁層
- 2 9 絶縁層
- 3 1 圧電相
- 3 2 樹脂相
- 3 3 導体層
- 3 4 絶縁体層
- 3 5 導電層
- 6 1 送信回路
- 6 2 スイッチング回路
- 6 3 ~ 6 4 スイッチ
- 1 1 0 1 ~ 1 1 0 3 信号線
- 1 1 0 4 グラウンド線

20

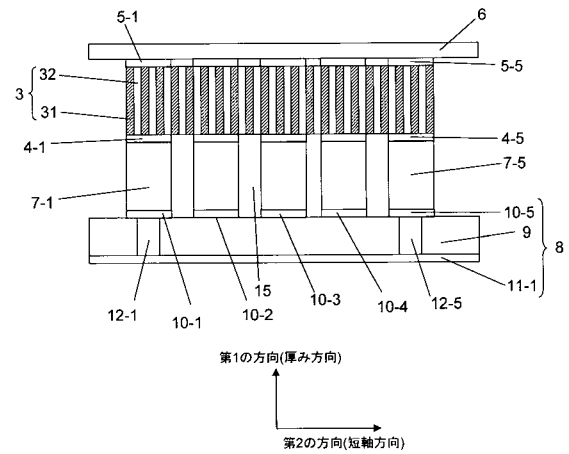
30

40

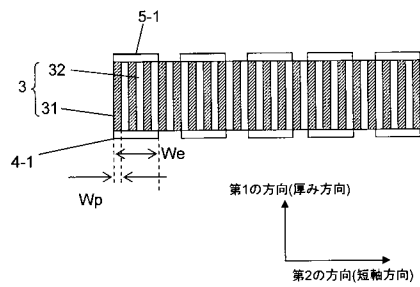
【図 1】



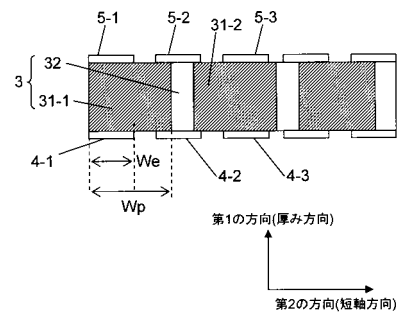
【図 2】



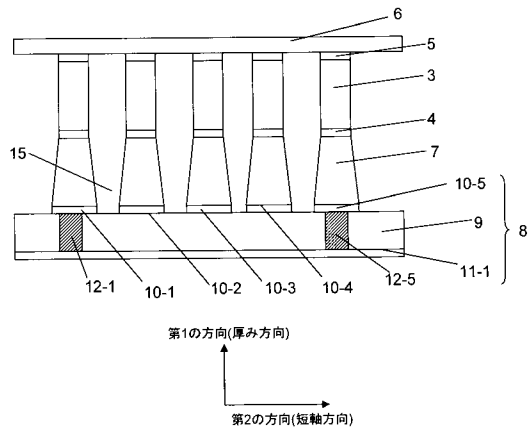
【図 3】



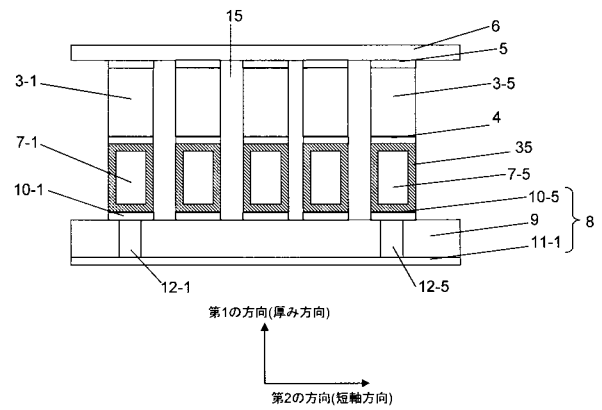
【図 4】



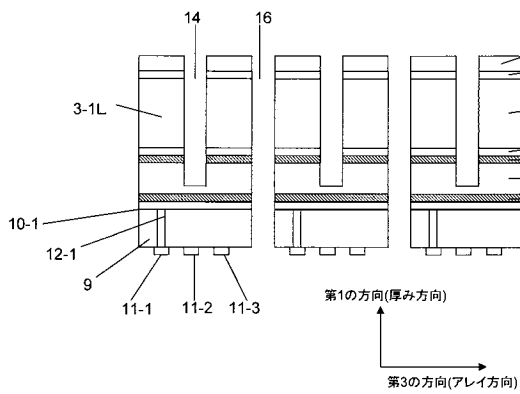
【図 5】



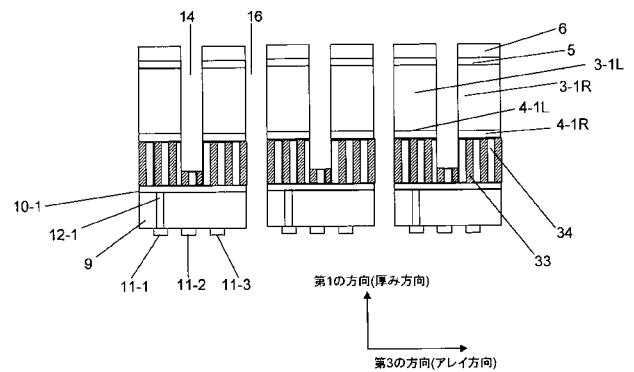
【図 6】



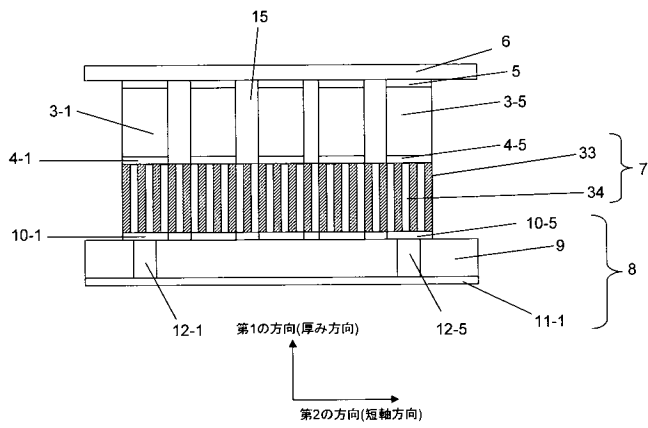
【図 7】



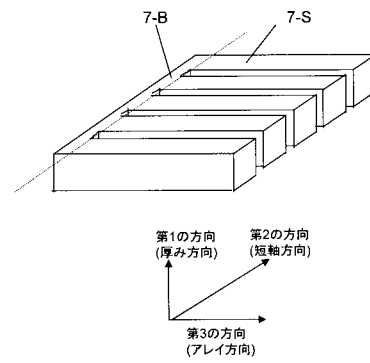
【図 8】



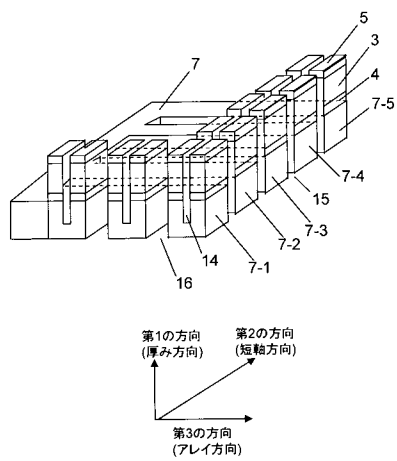
【図 9】



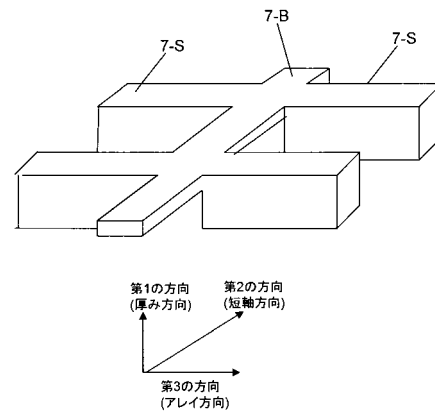
【図 10】



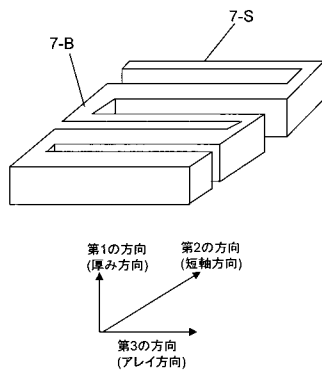
【図 11】



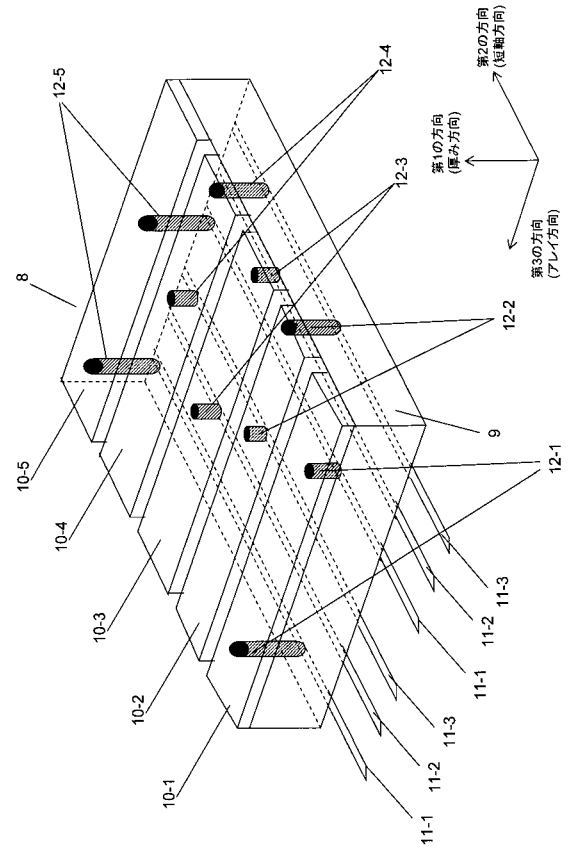
【図 12】



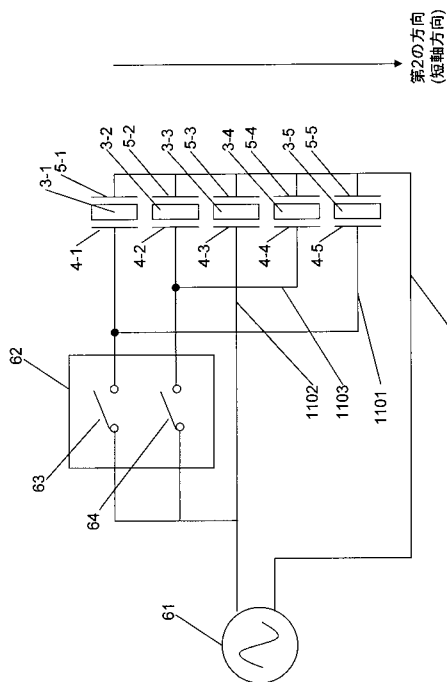
【図 13】



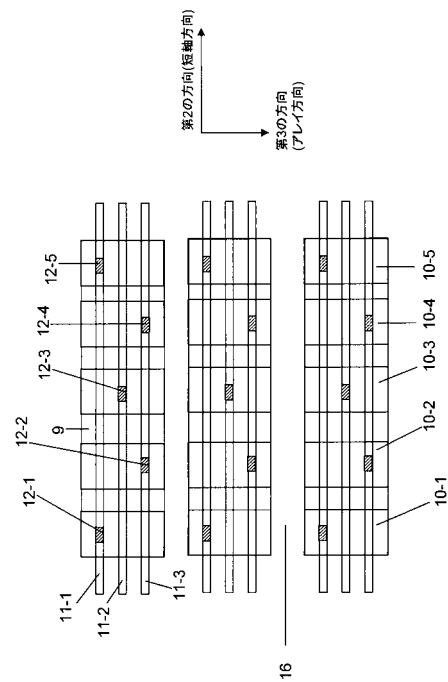
【図 14】



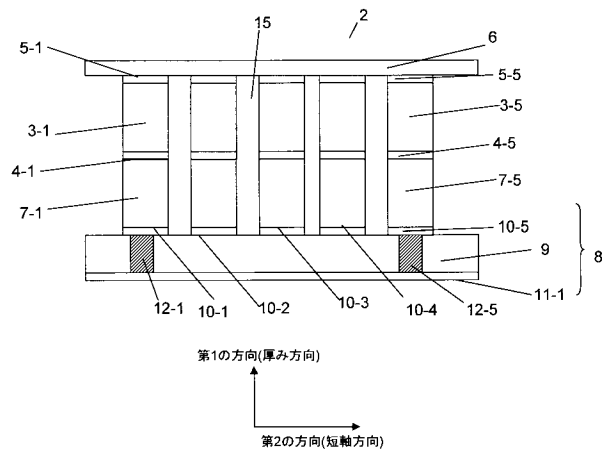
【図 15】



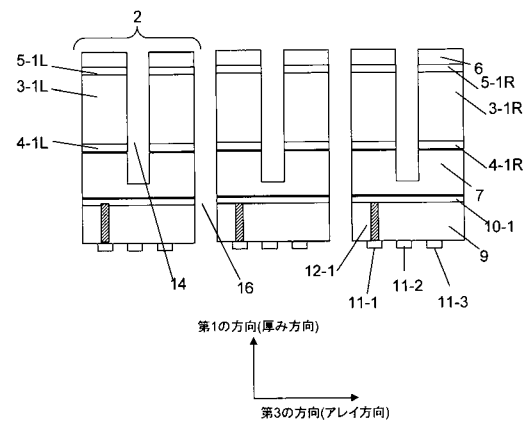
【図 16】



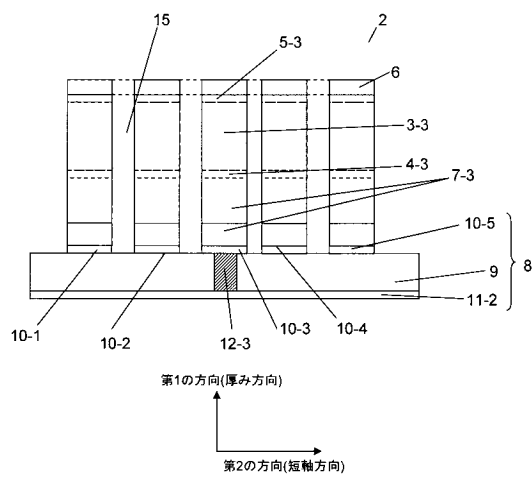
【図 17】



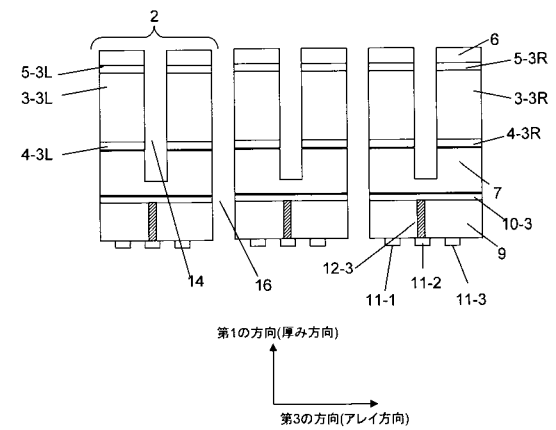
【図 18】



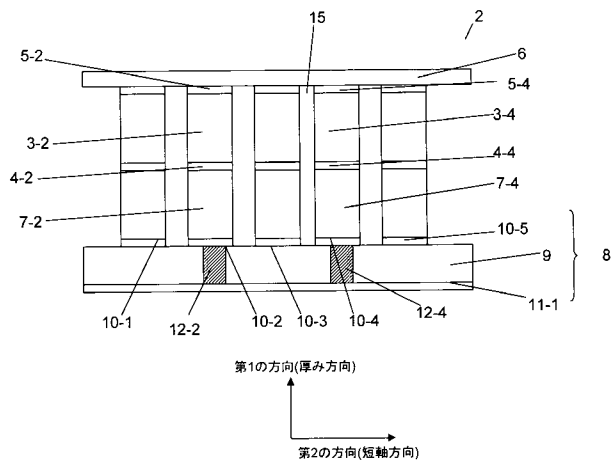
【図 19】



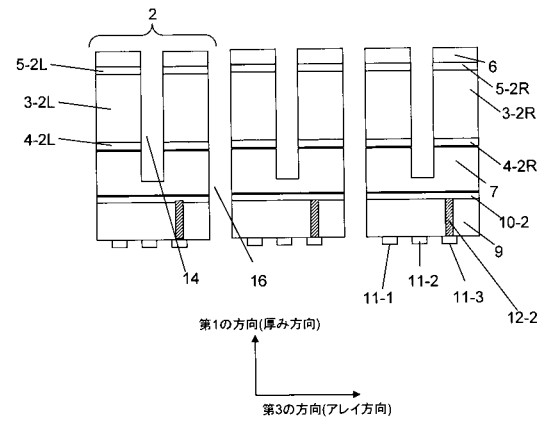
【図 20】



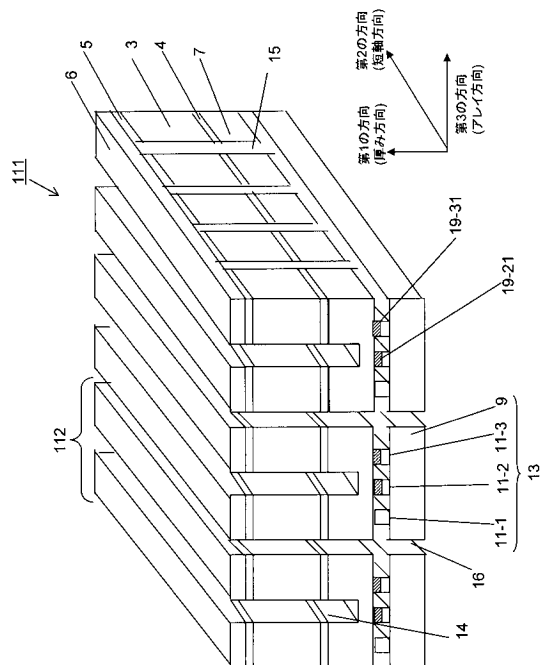
【図 2 1】



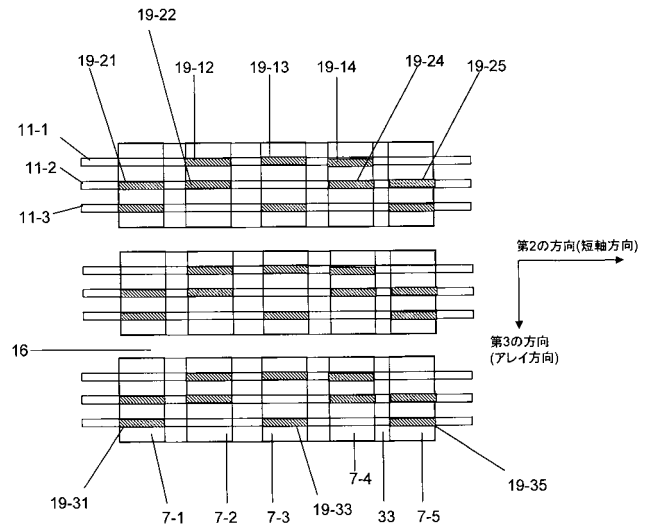
【図 2 2】



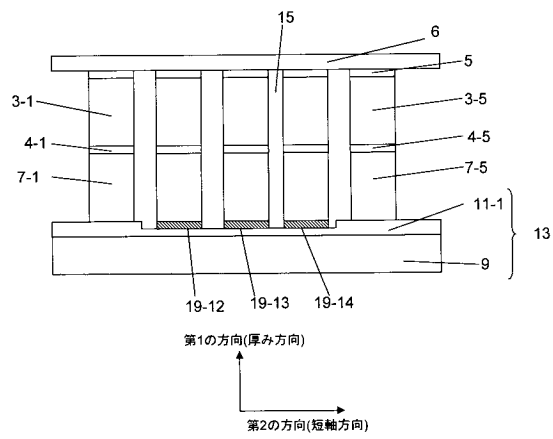
【図 2 3】



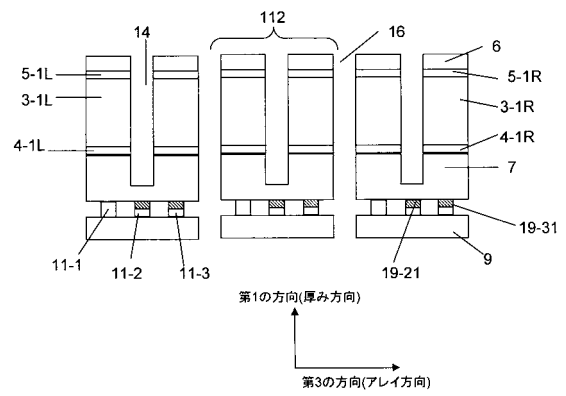
【図 2 4】



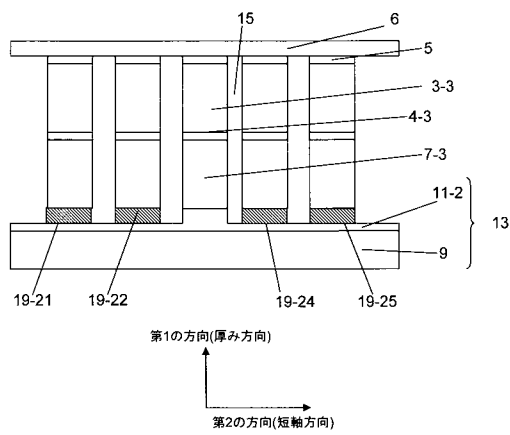
【図 25】



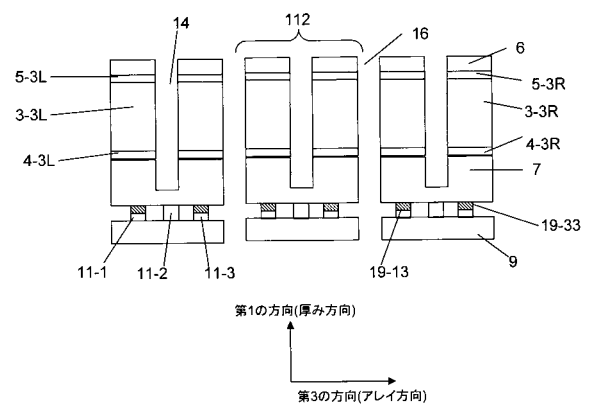
【図 26】



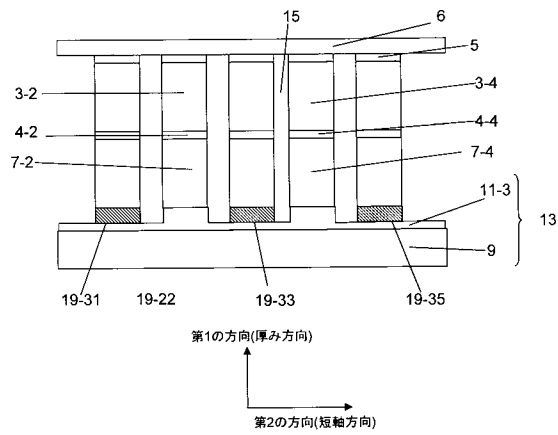
【図 27】



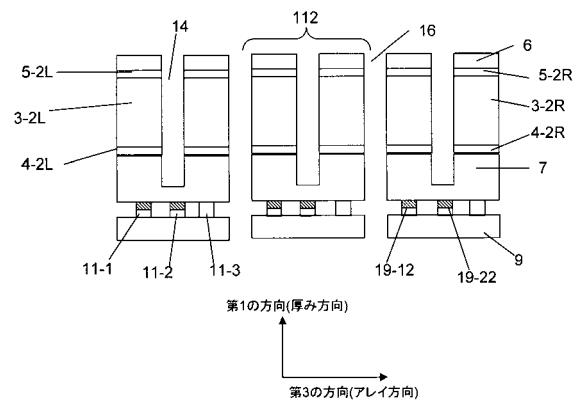
【図 28】



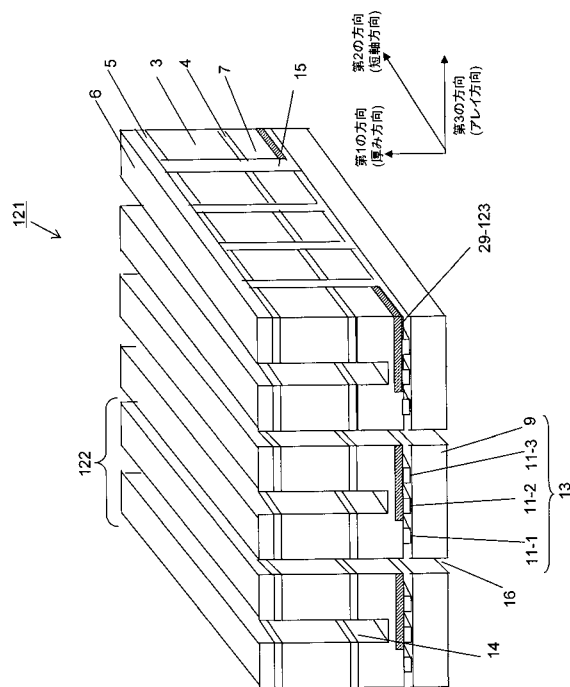
【図 29】



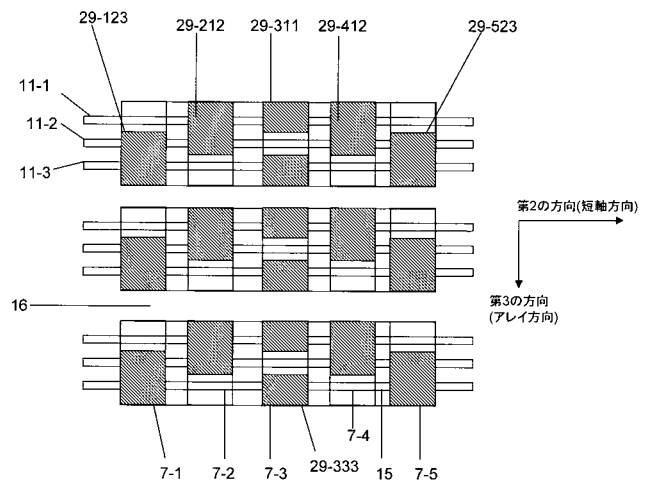
【図 30】



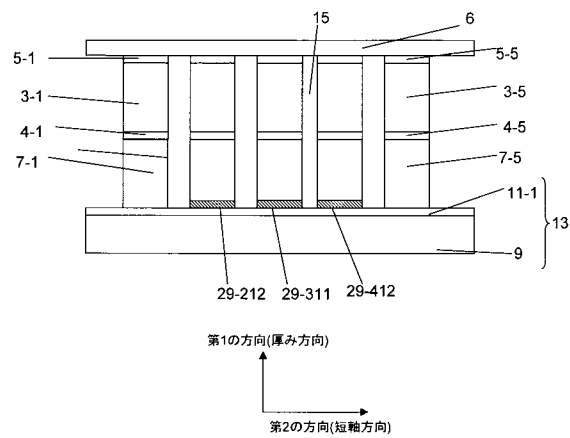
【図 31】



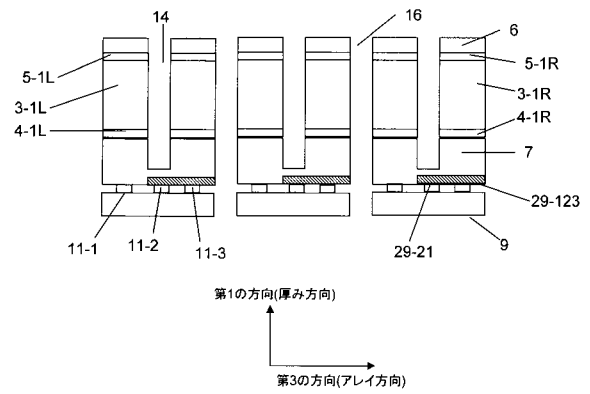
【図 32】



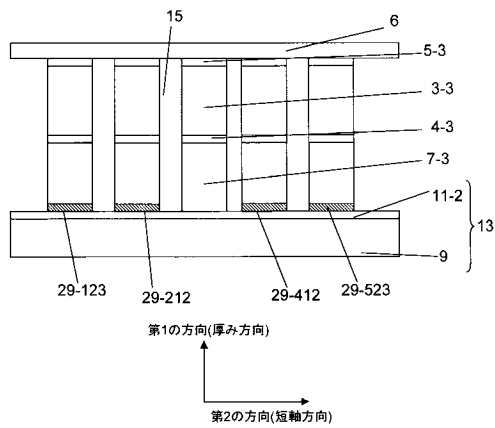
【図 3 3】



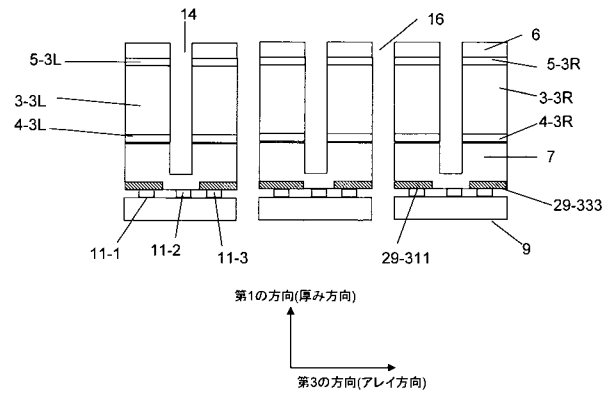
【図 3 4】



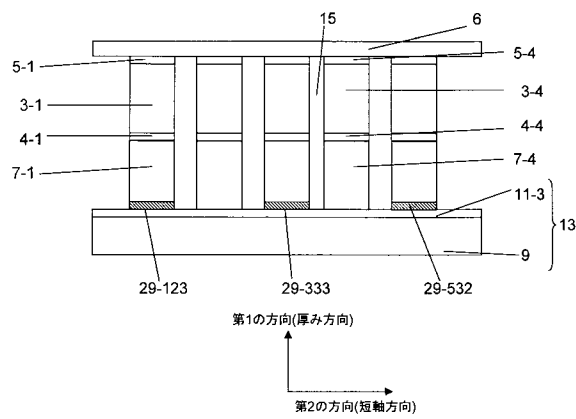
【図 3 5】



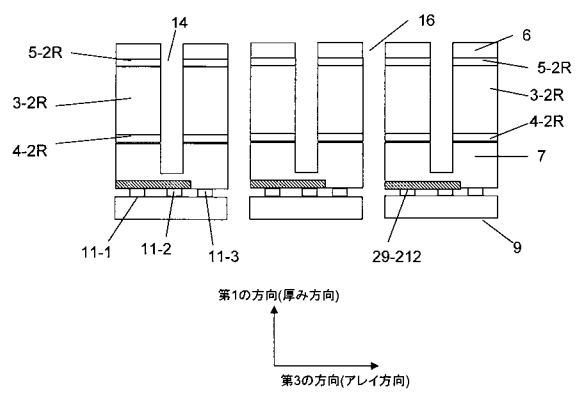
【図 3 6】



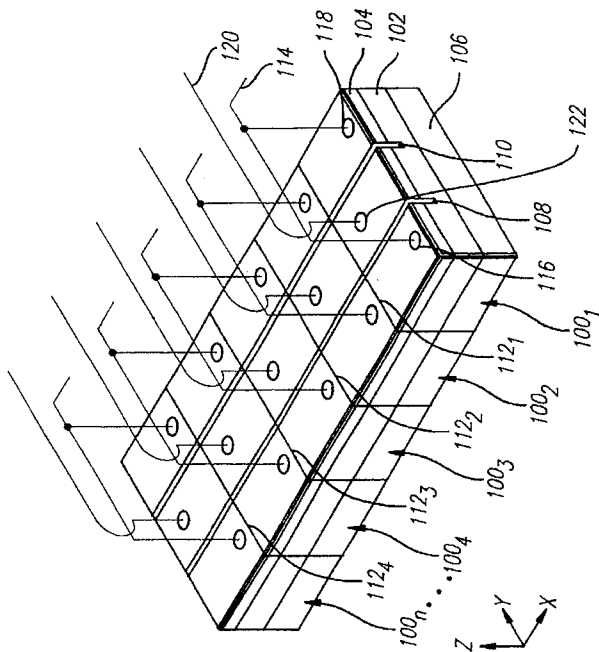
【図 37】



【図 38】



【図 39】



专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP2015033409A	公开(公告)日	2015-02-19
申请号	JP2013164537	申请日	2013-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	小澤仁		
发明人	小澤 仁		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4483 B06B1/064 A61B8/4494 B06B1/0622		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.B		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/GB19 4C601/GB41 5D019/AA02 5D019/BB19 5D019/BB29 5D019/FF04		
代理人(译)	木曾隆		
其他公开文献	JP6102622B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波探头，该超声波探头能够以高可靠性控制超声波束的孔径，同时抑制由于压电体的分割而引起的宽度振动的干扰。一种超声波探测器，包括：压电体，其在第一方向上具有预定的厚度；第一电极和第二电极，彼此相对，以在第一方向上将压电体夹在中间；以及中间层与第二电极电连接，该中间层设置在第二电极的与压电体相反的一侧，并且中间层夹在中间层与第二电极面对，并且与第一方向正交。第三电极在第二方向上延伸。另外，多个第一电极和第二电极在第二方向上以预定间隔布置。多个层叠体在与第一方向和第二方向分别正交的第三方向上排列。此外，在层叠体中，形成有第一凹槽，该第一凹槽贯穿第一电极，压电体和第二电极至中间层的一部分并且在第二方向上延伸。[选型图]图1

