

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02010/143387

発行日 平成24年11月22日 (2012.11.22)

(43) 国際公開日 平成22年12月16日 (2010.12.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04R 17/00 (2006.01)</b>	H04R 17/00 330J	2G047
<b>H04R 31/00 (2006.01)</b>	H04R 31/00 330	4C601
<b>A61B 8/00 (2006.01)</b>	A61B 8/00	5D019
<b>G01N 29/24 (2006.01)</b>	G01N 29/24 502	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

出願番号	特願2011-518286 (P2011-518286)	(71) 出願人	000005821
(21) 国際出願番号	PCT/JP2010/003746		パナソニック株式会社
(22) 国際出願日	平成22年6月4日 (2010.6.4)		大阪府門真市大字門真1006番地
(31) 優先権主張番号	特願2009-136966 (P2009-136966)	(74) 代理人	100109210
(32) 優先日	平成21年6月8日 (2009.6.8)		弁理士 新居 広守
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	池田 雅子
			日本国大阪府門真市大字門真1006番地
			パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	小椋 高志
			日本国大阪府門真市大字門真1006番地
			パナソニック株式会社内
		Fターム (参考)	2G047 AC13 BA03 BC13 CA01 EA05
			EA15 GB02 GB23 GB32 GB36
			4C601 EE03 EE13 GB03 GB30 GB41
			GB45 GB47
			最終頁に続く

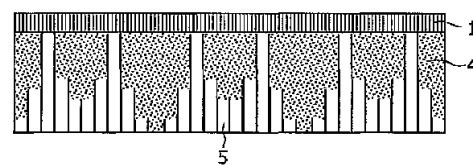
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

## (57) 【要約】

圧電振動子(1)から背面に放射された超音波をバッキング層(4)で効果的に減衰させると共に、圧電振動子(1)側に戻る反射波を低減させて、感度のよい超音波探触子を実現し、さらにバッキング層4の厚さを従来よりも大幅に低減させる。

超音波を発する圧電振動子(1)と、圧電振動子(1)の背面に接合され、圧電振動子(1)の前面方向とは逆の位相で圧電振動子(1)の背面方向に放射された超音波を減衰するバッキング層(4)とを備え、バッキング層(4)は、音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管(5)を、その長手方向が、圧電振動子(1)から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置し、音響管(5)は、圧電振動子(1)がバッキング層(4)側に放射された超音波を、全体的にまたは部分的に減衰する。

[図4]



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波を発する振動素子と、

前記振動素子の背面に接合され、前記振動素子の前面方向とは逆の位相で前記振動素子の背面方向に放射された超音波を減衰するバッキング部材とを備え、

前記バッキング部材には、音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管が、各前記音響管の長手方向が、前記振動素子から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置され、

前記音響管は、前記振動素子が前記バッキング部材側に放射した超音波を、全体的にまたは部分的に減衰する

超音波探触子。

10

## 【請求項 2】

前記バッキング部材は、前記音響管に代えて、前記音響管に準ずる反射構造体を備える請求項 1 に記載の超音波探触子。

## 【請求項 3】

前記音響管は、前記バッキング部材と他層との接合面上の直線方向に、整数  $n$  の順に並ぶよう配列され、

音速を  $c$ 、素数を  $N$ 、 $0 \sim (N - 1)$  まで変化する整数を  $n$ 、任意の設計周波数を  $r$  として、各音響管の長さ  $L_n$  が、

## 【数 1】

20

$$L_n = \frac{c \cdot n^2 (\bmod N)}{2N\omega r} \quad \cdots (\text{式2})$$

を満たすように配置されている

請求項 1 に記載の超音波探触子。

## 【請求項 4】

前記音響管は、前記バッキング部材と他層との接合面上の直線方向に、整数  $n$  の順に並ぶよう配列され、

音速を  $c$ 、素数を  $N$ 、 $0 \sim (N - 1)$  まで変化する整数を  $n$ 、 $N$  の原始根を  $r$ 、任意の設計周波数を  $r$  として、各音響管の長さ  $L_n$  が、

30

## 【数 2】

$$L_n = \frac{c \cdot r^n (\bmod N)}{2(N-1)\omega r} \quad \cdots (\text{式3})$$

を満たすように配置されている

請求項 1 に記載の超音波探触子。

## 【請求項 5】

前記バッキング部材は、

40

複数のマイクロカプセルと、硬化性の高分子樹脂とから構成され、

前記音響管に準ずる反射構造体は、前記高分子樹脂中に分布した前記複数のマイクロカプセルで構成される

請求項 1 に記載の超音波探触子。

## 【請求項 6】

前記マイクロカプセルは、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾルーゲル反応によって外骨格を付与した球形もしくは、円筒形の素材である

請求項 5 に記載の超音波探触子。

## 【請求項 7】

前記マイクロカプセルは、円筒形の素材であり、

50

前記音響管に準ずる反射構造体は、前記マイクロカプセルが円筒形の長手方向を一方向に揃えて配置されている

請求項 5 または請求項 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波探触子を備える超音波診断装置。

【請求項 9】

超音波探触子に用いるバックング部材の生成方法であって、

複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を、前記マイクロカプセルの添加率を変えて複数生成し、

添加率の異なる複数の前記混和物からなる樹脂層を積層した後、所定の形に硬化成型することにより前記バックング部材を生成する

生成方法。

【請求項 10】

前記マイクロカプセルを、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾル-ゲル反応により外骨格を付与した球形、もしくは、円筒形の素材として生成する

請求項 9 に記載の生成方法。

【請求項 11】

超音波探触子に用いるバックング部材の生成方法であって、

複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を生成し、

前記混和物を押し出し成型することにより、カプセルの長手方向を一方向に揃えて硬化させることにより前記バックング部材を生成する

生成方法。

【請求項 12】

前記マイクロカプセルを、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾル-ゲル反応により外骨格を付与した円筒形の素材として生成する

請求項 11 に記載の生成方法。

【請求項 13】

前記マイクロカプセルは、長手方向の長さが 2 種類以上ある

請求項 12 に記載の生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断に用いられる超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 は、超音波探触子および超音波診断装置の外観の一例を示す図である。図 1 (a) に示すように、超音波探触子は、超音波診断装置にケーブルで接続されており、図中の矢印方向に超音波を送信し、生体で反射された矢印と逆方向の反射波を受信する。図 1 (b) に示すように、超音波診断装置は、超音波探触子で受信された反射波を画像解析し、解析によって得られた生体内部の画像をモニタに表示する。

【0003】

このような超音波探触子において、圧電振動子から超音波を送信する際、振動子の前面のみならず、背面にも超音波が放射される。

【0004】

ここで、従来の超音波探触子の一例について、図を用いて説明する。図 2 は、従来の超音波探触子の構成を示す縦断面図である。図 2 の上方から、音響レンズ 3、整合層 2、圧電振動子 1、バックング層 4 と積層された構造がとられている。

【0005】

一般的な超音波装置では、圧電振動子 1 から発信された超音波が整合層 2、音響レンズ 3 を通り、生体に放射される。この結果、生体内で反射した超音波が往路と逆のルートを

10

20

30

40

50

通り、再び圧電振動子 1 にて受信され、その受信強度や応答時間に即した信号が濃淡になって映像化される。

【0006】

一方、冒頭で述べたように、圧電振動子 1 からは、前面と逆の位相の超音波が同時に背面へ放射される。圧電振動子 1 の背面に放射された超音波は、バックング層 4 で減衰される。ところが、バックング層 4 が背面に放射された超音波を減衰するに十分な損失を持たない素材で構成されている場合には、逆位相の超音波が、バックング層 4 内で反射し、圧電振動子 1 側へ戻ることがある。

【0007】

このような反射波の影響で、受信した超音波信号にノイズが重畳し、超音波診断装置の超音波解像度が劣化してしまう現象が起きる。

10

【0008】

一般には、背面に出力された超音波が、十分な減衰を得られるだけの内部損失と距離を有した素材をバックング層 4 に配置することで、超音波診断装置の超音波解像度を保っている。ただし、この従来手法では、バックング層そのものが厚くなってしまいうという欠点があった。

【0009】

また、特許文献 1 では、バックング層 4 の厚みを小さくするために、バックング層 4 の背面に放熱ブロックを配置することで、圧電振動子 1 の背面に出力された超音波を減衰させている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】国際公開第 2006/062164 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、従来の構成では、バックング層 4 の厚みがどうしても大きくなるという課題が生じる。また、バックング層 4 の厚みを小さくするために、バックング層 4 の背面に放熱ブロックを設けたとしても、バックング層 4 に加え、放熱ブロックが必要となるため、超音波を減衰させるための構成全体の厚みを小さくすることは困難である。更に、放熱ブロックを用いる場合には、バックング層とは別の部材が必要となるため、超音波探触子を製造する際のコストが増加するという課題が生じる。

30

【0012】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、圧電振動子から背面に放射された超音波をバックング層で効果的に減衰させると共に、背面から振動子側に戻る反射波を低減させて、感度のよい超音波探触子を実現することに加え、バックング層の厚さを従来よりも大幅に低減させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記従来の課題を解決するために、本発明にかかる超音波探触子は、超音波を発する振動素子と、前記振動素子の背面に接合され、前記振動素子の前面方向とは逆の位相で前記振動素子の背面方向に放射された超音波を減衰するバックング部材とを備え、前記バックング部材には、音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管が、各前記音響管の長手方向が、前記振動素子から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置され、前記音響管は、前記振動素子が前記バックング部材側に放射した超音波を、全体的にまたは部分的に減衰する。

40

【0014】

本発明にかかる超音波探触子によれば、圧電振動子の背面に設けられたバックング層には、放射される超音波の波長に対して、十分に短い幅（少なくとも半波長以下）の音響管

50

がひとつまたは複数設けられている。この音響管の長さは、入射波と反射波が干渉して打ち消し合うように、放射される超音波の波長に応じて設定される。

【 0 0 1 5 】

上記構成によって、圧電振動子の背面から出力され、バックング層の終端で反射して戻ってくる反射波を音響管で打ち消すことによって、ノイズを効果的に低減することができ、発熱を抑制し、受信信号に影響を及ぼさず、かつ、バックング層の薄型化した超音波探触子を実現することができる。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 6 】

本発明にかかる超音波探触子によれば、バックング層の終端で反射して戻ってくる反射波を打ち消すことによって、効果的に反射波を低減し、ノイズの無い良好な超音波画像を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また、構造的にバックング層を薄くすることができるため、素材に伴うコストの低減と、デバイスの薄型化が図られる。さらに、発熱を抑えることができるため、より強い出力が可能となり、それに伴い見かけの感度が向上する。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図 1 ( a ) ( b ) は、超音波探触子および超音波診断装置の外観の一例を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、従来の超音波探触子の断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の実施の形態 1 における単一の音響管を有するバックング層を備えた超音波探触子の断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の実施の形態 2 における複数の音響管を有するバックング層を備えた超音波探触子の断面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の実施の形態 2 における平方剰余系列に基づいて配列された音響管を備えるバックング層の一例を示す断面図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の実施の形態 2 における原始根系列に基づいて配列された音響管を備えるバックング層の一例を示す断面図である。

【 図 7 】 図 7 は、バックング層に音響管を備える場合と備えない場合とで雑音の振幅変化を比較した図である。

【 図 8 】 図 8 ( a ) ~ ( d ) は、一次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。

【 図 9 】 図 9 ( a ) ~ ( d ) は、二次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 ( a ) ( b ) は、バックング層に形成された音響管の開口部がある面の他の層との接合方向を示す断面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、圧電振動子のダイシング方向とバックング層に形成される一次元音響管の形成方向との関係を示す図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 ( a ) ( b ) は、音響管としてマイクロカプセルを用いる場合のバックング層の形成方法を示す図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、球状のマイクロバルーンを用いる場合のバックング層の形成方法を示す図である。

【 図 1 4 A 】 図 1 4 A は、スクリーン印刷を利用したバックング層の形成手順を示すフローチャートである。

【 図 1 4 B 】 図 1 4 B は、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いた型押しによりバックング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。

【 図 1 4 C 】 図 1 4 C は、円筒型のマイクロカプセルを音響管として用いたバックング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 0 】

(実施の形態 1)

図 3 は、本発明の実施の形態 1 における超音波探触子を示す断面図である。図 3 に示すように、本実施の形態 1 にかかる超音波探触子は、圧電振動子 1、整合層 2、音響レンズ 3、およびバッキング層 4 を備えている。

【 0 0 2 1 】

本実施の形態にかかる超音波探触子は、図 3 のようにバッキング層 4 の内部に、音響管 5 が配置されている。音響管 5 は、圧電振動子 1 から放射される超音波の波長に比べて十分に小さい幅で、直接波と反射波で超音波の打ち消しが生じるような長さに成型されている。

【 0 0 2 2 】

例えば、バッキング層 4 をエポキシ樹脂で構成した場合、圧電振動子 1 から  $f = 5 \text{ MHz}$  の超音波が放射されたとすれば、バッキング層 4 での波長は式 1 で求めることができる。

【 0 0 2 3 】

【数 1】

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \cdots (\text{式1})$$

【 0 0 2 4 】

エポキシ樹脂内の音速  $c = 5000 \text{ m/s}$  とすれば、超音波の波長は  $\lambda = 1000 \mu\text{m}$  となる。これに対し、音響管 5 の長さ  $L_n$  が  $250 \mu\text{m}$  であれば、反射波の位相が  $1/4$  ずれて、打ち消しが生じる。また、この場合、音響管 5 の幅  $w$  は、音波の直進性を維持するため、 $w < L_n$  にする必要がある。

【 0 0 2 5 】

以上のような音響管 5 を用いたバッキング層 4 では、圧電振動子 1 から背面に放射される超音波を減衰させ、前面の超音波のみを受信できるため、超音波信号の感度が上がり、良好な画像を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

(実施の形態 2)

図 4 は、本発明の実施の形態 2 におけるバッキング層 4 の断面図である。バッキング層 4 の内部には、複数の音響管 5 が配置されている。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、実施の形態 2 における音響管 5 の配列の一例を示す断面図である。同図では、音響管 5 が平方剰余系列に基づいて配列されたバッキング層の一例を示している。各音響管の長さ  $L_n$  は、以下の式 2 に示す 1 次元の平方剰余系列によって定められている。

【 0 0 2 8 】

【数 2】

$$L_n = \frac{c \cdot n^2 (\bmod N)}{2N\omega r} \quad \cdots (\text{式2})$$

【 0 0 2 9 】

ここで、 $c$  は音速、 $N$  は素数、 $n$  は  $0 \sim (N-1)$  まで変化する整数、 $r$  は任意の設計周波数である。たとえば、エポキシ樹脂内での音速  $c = 5000 \text{ m/s}$ 、 $N = 11$ 、 $r = 5 \text{ MHz}$  に仮定すると、各音響管 5 の長さは、 $45.5 \mu\text{m}$  を単位長さ "1" として、それぞれ 1、4、9、5、3、3、5、9、4、1、0 という長さになる。

【 0 0 3 0 】

音響管 5 をこのような配列で配置したものは、隣り合う音響管 5 の入口付近で位相の不連続が生じるため、広帯域の音波を吸音および拡散させることが知られており、バッキング層 4 の内部での反射波を低減させることができる。複数の音響管 5 をこのように配置した場合の効果の一例を図 7 に示す。図 7 は、バッキング層に音響管を備える場合と備えない場合とで雑音の振幅変化を比較した図である。

【 0 0 3 1 】

また、各音響管 5 の長さ  $L_n$  は、以下の式 3 に示す原始根系列でも、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

【 数 3 】

$$L_n = \frac{c \cdot r^n (\bmod N)}{2(N-1)\omega_r} \quad \cdots (式3)$$

【 0 0 3 3 】

ここで、 $c$  は音速、 $N$  は素数、 $n$  は  $0 \sim (N - 1)$  まで変化する整数、 $r$  は  $N$  の原始根、 $r$  は任意の設計周波数である。図 6 は、 $N = 11$ 、 $r = 2$  の場合の音響管 5 の配列の一例を示す断面図である。同図では、音響管 5 が原始根系列に基づいて配列されたバッキング層の一例を示している。なお、図 5 および図 6 に示した音響管 5 の配列は、一次元の配列に限らず、二次元の配列であってもよい。図 8 は、一次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。図 8 ( a ) は、図 5 に示した配列で一次元の音響管 5 が形成されたバッキング層 4 を示す斜視図である。例えば、図 8 ( b ) に示すように、バッキング層 4 には、横方向に平行な溝が形成される。溝の深さは、縦方向に順に、1、4、9、5、3、3、5、9、4、1、0 の深さの順で形成される。図 8 ( c ) に正面図で示すように、それぞれ単一の溝は深さが均一な溝である。これを溝の長手方向に対して垂直な面で切断したとすると、図 8 ( d ) のように、それぞれの溝の深さは平方剰余系列で配列されている。

【 0 0 3 4 】

図 9 は、二次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。図 9 ( a ) は、二次元の音響管 5 が形成されたバッキング層 4 を示す斜視図である。例えば、図 9 ( b ) に示すように、バッキング層 4 には、縦横の二次元方向にまちまちの深さで溝が形成される。 $c = 5000 \text{ m/s}$ 、 $N = 7$ 、 $r = 5 \text{ MHz}$  の場合、溝の深さは、 $71.5 \mu\text{m}$  を単位長さとして、整数倍の深さで形成される。図 9 ( c ) および図 9 ( d ) で示すように、断面垂直方向から見ても水平方向から見ても、溝の深さが所定のパターンで繰り返されるよう配列されている。

【 0 0 3 5 】

図 10 は、バッキング層に形成された音響管の開口部を有する面と圧電振動子 1 との接合方向を示す断面図である。図 10 ( a ) は、バッキング層 4 の音響管 5 の開口部がない方の面が、圧電振動子 1 の層に接合される例を示している。また、図 10 ( b ) は、バッキング層 4 の音響管 5 の開口部がある方の面が、圧電振動子 1 の層に接合される例を示している。音響管 5 により、バッキング層 4 の終端で反射して戻ってくる反射波を打ち消す場合、音響管 5 の開口部を有する面は、圧電振動子 1 に対してどちら側にあってもよく、図 10 ( a ) のように形成されてもよいし、図 10 ( b ) のように形成されてもよい。

【 0 0 3 6 】

図 11 は、圧電振動子のダイシング方向とバッキング層に形成される一次元音響管の形成方向との関係を示す図である。同図に示すように、バッキング層 4 に一次元の音響管 5 を形成する場合、圧電振動子 1 のダイシング方向と、音響管 5 の溝の長手方向とが直交するように音響管 5 を形成することにより、 $1 \text{ ch}$  分の圧電振動子に、より多くの長さが異なる音響管が作用することになるので、バッキング層 4 において反射波をより効果的に低減することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

## ( 実施の形態 3 )

本実施の形態 3 にかかるバッキング層 4 を実現する為に、実施の形態 1 に基づき、基板上に  $250\text{ }\mu\text{m}$  の起伏を精密印刷によって形成する。これにおいて、音響管の長手方向は、印刷されるインクの厚み方向に相当する。図 1 4 A は、スクリーン印刷を利用したバッキング層の形成手順を示すフローチャートである。具体的には、まず、 $250\text{ }\mu\text{m}$  の乾燥厚みが得られるように調整されたスクリーン印刷用マスクを基板上に形成する ( S 1 4 0 1 )。次に、所定のパターンを印刷するためのレジストを形成し ( S 1 4 0 2 )、金属を用いた導電ペーストなどのインピーダンスの高い材料をペーストとして流し込み、印刷を行う ( S 1 4 0 3 )。これにより、基板上に細孔を形成する。なお、ここでは、印刷されるペーストの厚みは、 $250\text{ }\mu\text{m}$  以下を保つようにすることが必要であり、前記条件により音波の細孔への直進性が良好となり、高い効果が得られる。ただし、 $250\text{ }\mu\text{m}$  を超えた時点で効果が急にゼロになるわけではないため、所望の効果が得られていれば、必ずしも全てが  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下という精度を保っている必要はない。

10

## 【 0 0 3 8 】

被印刷体である基板部分は音波の反射を容易にするため、印刷に用いた導電ペーストと同等かそれに近い音響インピーダンスを有する素材が望ましい。次に、この細孔に音響インピーダンスの小さな樹脂材料を流し込み、スキージ ( へら ) などを用いて細孔内部の空気を完全に追い出しながら、内部に樹脂を充填する ( S 1 4 0 4 )。

20

## 【 0 0 3 9 】

この素材を乾燥または、反応などによって固化させることにより  $5\text{ MHz}$  で効果的に反射波を低減させるバッキング部材を得ることができる ( S 1 4 0 5 )。

## 【 0 0 4 0 】

## ( 実施の形態 4 )

本実施の形態 4 にかかるバッキング層 4 を実現する為の別の手段は、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いて、所定のパターンに微細加工された型を樹脂に型押しする技術である。これにより、口径が  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下となるような溝または細孔を基板上に形成させることで、実施の形態 4 のバッキング層 4 が得られる。図 1 4 B は、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いた型押しによりバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。具体的には、まず、所定のパターンに微細加工された型を樹脂に型押しし、基板上に溝又は細孔を形成する ( S 1 4 1 1 )。

30

## 【 0 0 4 1 】

本手段においても、実施の形態 3 と同様の理由から、必ずしも口径が  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下である必要はない。このときのパターンは、音波の伝達する波導路は凸部で形成されなければならない。

## 【 0 0 4 2 】

さらに、ここで得られた溝または細孔に金属などの音響インピーダンスの高いペーストをスキージなどで細孔内部の空気を完全に追い出しながら、内部に充填する ( S 1 4 1 2 )。

## 【 0 0 4 3 】

この素材を乾燥または、反応などによって固化させることにより  $5\text{ MHz}$  で効果的に反射波を低減させるバッキング部材を得ることができる ( S 1 4 1 3 )。

40

## 【 0 0 4 4 】

## ( 実施の形態 5 )

図 1 2 は、音響管としてマイクロカプセルを用いる場合のバッキング層の形成方法を示す図である。図 1 2 ( a ) は、円筒形のマイクロカプセルを混合した樹脂を押し出し成型する方法を示す図である。図 1 2 ( b ) は、CVD により基板上に柱状結晶を成長させる方法を示す図である。図 1 4 C は、円筒型のマイクロカプセルを音響管として用いたバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。ここでは、CVD ( Chemical Vapor Deposition ) 法、またはカーボンナノチューブなどを用いて、柱状結晶の

50



長さをコントロールしながら、結晶を成長させるものとする。あるいは、このように長さをコントロールしたカーボン繊維またはカーボンナノチューブを核として、マイクロバルーンを形成するとしてもよい。

#### 【0045】

本実施の形態5にかかるバッキング層4を実現するためには、実施の形態2に基づき、45.5  $\mu\text{m}$ を単位長さ"1"として、最大9倍の長さとなるように成長、または切断して作製した単繊維またはフィブリル状の物質を核として、Siなどを有する金属アルコキシドを水/油系の溶液内で加水分解、縮重合反応させ(ゾル-ゲル反応)生成される柱状の多孔質物質を焼成することで得られる円筒形のマイクロカプセルを形成する(S1421)。形成したマイクロカプセルを所定の配合率で樹脂に添加し、押し出し成型する(S1422)。押し出し成型された樹脂を、押し出し方向と垂直にカッティングすることで得られる部材をバッキングとして用いる(S1423)。図12(a)に示すように、マイクロカプセルが混合された樹脂を押し出し成型することにより、円筒形のマイクロカプセルに対して、樹脂の流れ方向に長手方向を向けて揃えるような作用が働く。従って、図12(a)の左図のように、切断面が流れ方向と垂直になるように押し出し成型された樹脂基板をカッティングすることにより、口径を揃えつつ、深さの異なる音響管を基板の表面部に表出することができる。また、マイクロカプセルの代わりに、基板上に柱状結晶を成長させ、得られた柱状結晶の間を樹脂で埋めて、反射層を形成することにより、柱状結晶の部分を音響管5とするバッキング層4を形成することができる。CVCなどによって柱状結晶を成長させることにより、柱状結晶の長さをコントロールすることができるので、精度よく実施の形態2に基づいて配列された音響管5を形成することができる。

#### 【0046】

また、溝または孔を切削することで本実施の形態にかかるバッキング層を実現してもよい。さらに、樹脂層内に配置された球状のマイクロバルーン粒子が、樹脂層を積層することによって、音響管5の長手方向に対応して積層方向に、連続的に配置されるよう形成するとしても同様の効果を期待できる。図13は、球状のマイクロバルーンを用いる場合のバッキング層4の形成方法を示す図である。まず、あらかじめ定めた異なる割合で球状のマイクロバルーンが均一に混合された樹脂を用いて、複数種類の樹脂層を形成する。このように形成された混合密度の異なる樹脂層を、所定の順に積層し、積層方向にマイクロバルーンが音響管5の長さに連続するように配置する。これによって、図13に示すような、樹脂層が積層されてなるバッキング層4を形成することができる。

#### 【0047】

なお上記実施の形態では、各音響管の断面形状が四角形または円形である場合を典型例として説明したが、各音響管の断面は、楕円形、三角形および六角形など、どのような形状であってもよい。

#### 【0048】

以上のような配置の音響管5を用いることによって、バッキング層4での反射波を減衰させることができ、超音波探触子の感度を上げることができる。また、複数の音響管を利用して、熱を外部に逃がすことができるので、バッキング層4の内部の熱を放熱することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0049】

本発明は、バッキング層での反射波を低減し、受信超音波信号の感度を向上させることに加え、薄型化を図り、薄型化に伴う低コスト化を実現する超音波探触子として利用可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0050】

- 1 圧電振動子
- 2 整合層
- 3 音響レンズ

10

20

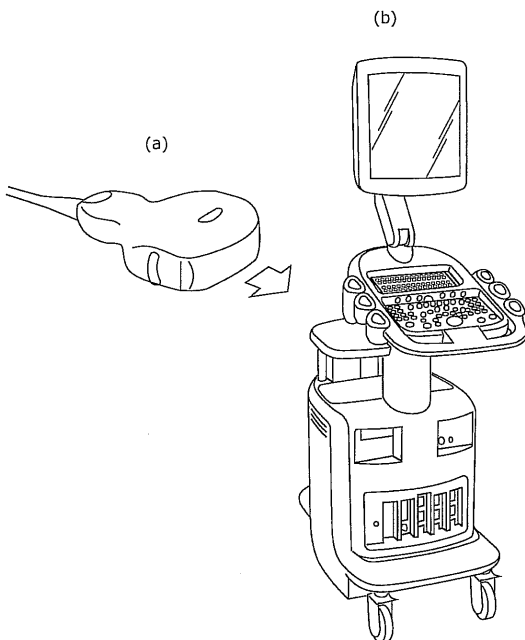
30

40

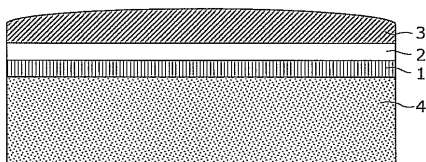
50

- 4 バッキング層
- 5 音響管

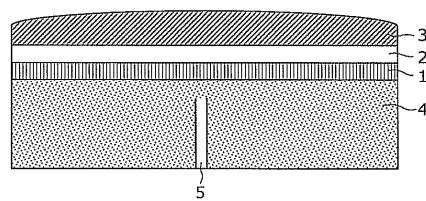
【図 1】



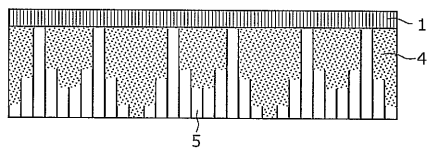
【図 2】



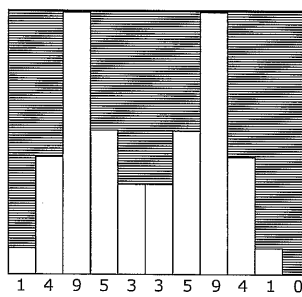
【図 3】



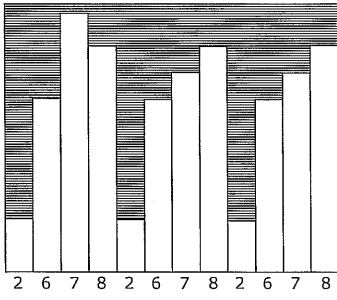
【図 4】



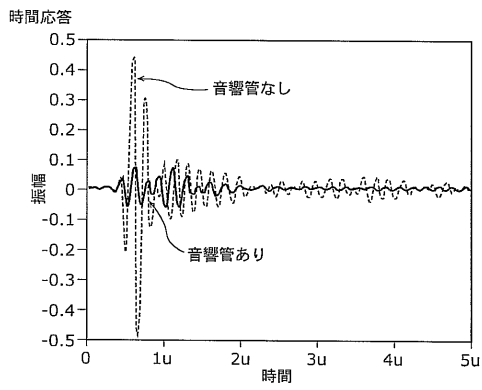
【図 5】



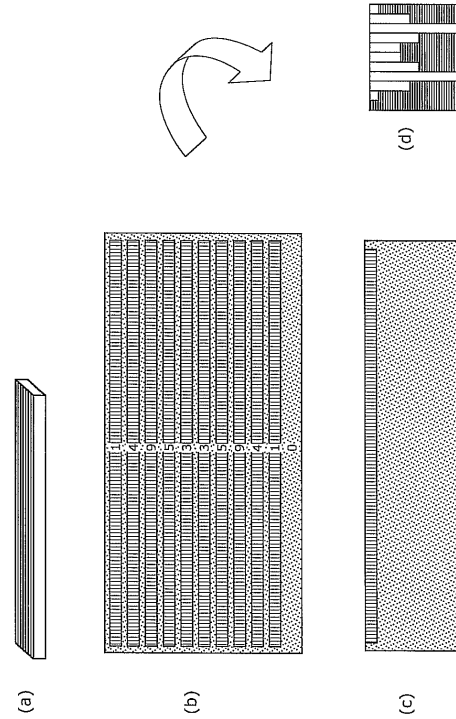
【図 6】



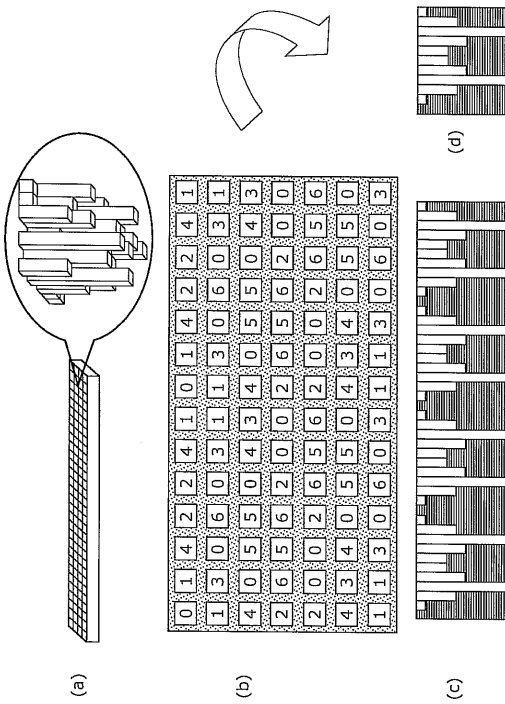
【図 7】



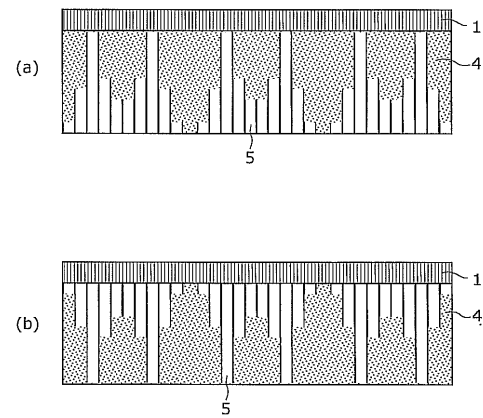
【図 8】



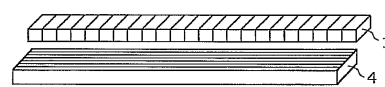
【図 9】



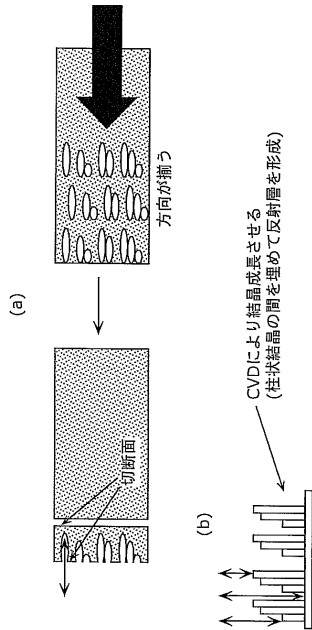
【図 10】



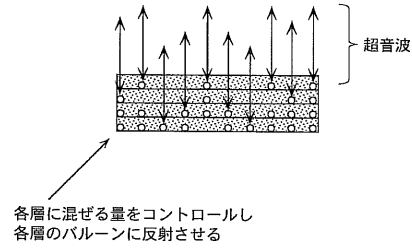
【図 11】



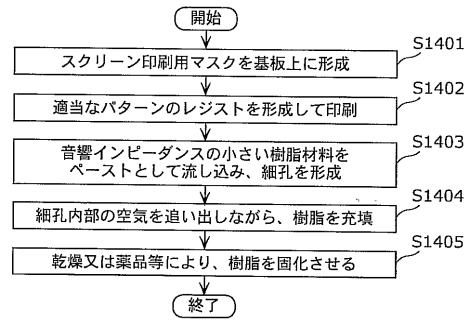
【図 1 2】



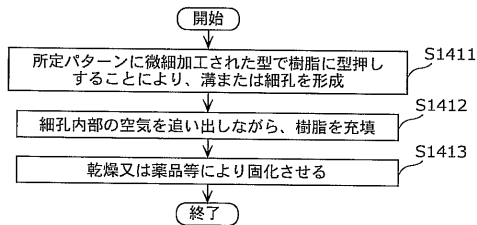
【図 1 3】



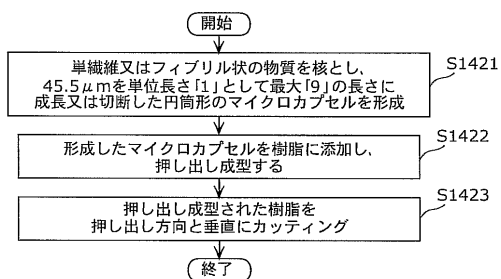
【図 1 4 A】



【図 1 4 B】



【図 1 4 C】



## 【手続補正書】

【提出日】平成23年2月16日(2011.2.16)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断に用いられる超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

図1は、超音波探触子および超音波診断装置の外観の一例を示す図である。図1(a)に示すように、超音波探触子は、超音波診断装置にケーブルで接続されており、図中の矢印方向に超音波を送信し、生体で反射された矢印と逆方向の反射波を受信する。図1(b)に示すように、超音波診断装置は、超音波探触子で受信された反射波を画像解析し、解析によって得られた生体内部の画像をモニタに表示する。

【0003】

このような超音波探触子において、圧電振動子から超音波を送信する際、振動子の前面のみならず、背面にも超音波が放射される。

【0004】

ここで、従来の超音波探触子の一例について、図を用いて説明する。図2は、従来の超音波探触子の構成を示す縦断面図である。図2の上方から、音響レンズ3、整合層2、圧電振動子1、バッキング層4と積層された構造がとられている。

【0005】

一般的な超音波装置では、圧電振動子1から発信された超音波が整合層2、音響レンズ3を通り、生体に放射される。この結果、生体内で反射した超音波が往路と逆のルートを通り、再び圧電振動子1にて受信され、その受信強度や応答時間に即した信号が濃淡になって映像化される。

【0006】

一方、冒頭で述べたように、圧電振動子1からは、前面と逆の位相の超音波が同時に背面へ放射される。圧電振動子1の背面に放射された超音波は、バッキング層4で減衰される。ところが、バッキング層4が背面に放射された超音波を減衰するに十分な損失を持たない素材で構成されている場合には、逆位相の超音波が、バッキング層4内で反射し、圧電振動子1側へ戻ることがある。

【0007】

このような反射波の影響で、受信した超音波信号にノイズが重畳し、超音波診断装置の超音波解像度が劣化してしまう現象が起きる。

【0008】

一般には、背面に出力された超音波が、十分な減衰を得られるだけの内部損失と距離を有した素材をバッキング層4に配置することで、超音波診断装置の超音波解像度を保っている。ただし、この従来手法では、バッキング層そのものが厚くなってしまいうという欠点があった。

【0009】

また、特許文献1では、バッキング層4の厚みを小さくするために、バッキング層4の背面に放熱ブロックを配置することで、圧電振動子1の背面に出力された超音波を減衰させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 0 6 / 0 6 2 1 6 4 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

しかしながら、従来の構成では、バックング層 4 の厚みがどうしても大きくなるという課題が生じる。また、バックング層 4 の厚みを小さくするために、バックング層 4 の背面に放熱ブロックを設けたとしても、バックング層 4 に加え、放熱ブロックが必要となるため、超音波を減衰させるための構成全体の厚みを小さくすることは困難である。更に、放熱ブロックを用いる場合には、バックング層とは別の部材が必要となるため、超音波探触子を製造する際のコストが増加するという課題が生じる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、圧電振動子から背面に放射された超音波をバックング層で効果的に減衰させると共に、背面から振動子側に戻る反射波を低減させて、感度のよい超音波探触子を実現することに加え、バックング層の厚さを従来よりも大幅に低減させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

前記従来の課題を解決するために、本発明にかかる超音波探触子は、超音波を発する振動素子と、前記振動素子の背面に接合され、前記振動素子の前面方向とは逆の位相で前記振動素子の背面方向に放射された超音波を減衰するバックング部材とを備え、前記バックング部材には、音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管が、各前記音響管の長手方向が、前記振動素子から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置され、前記音響管は、前記振動素子が前記バックング部材側に放射した超音波を、全体的にまたは部分的に減衰する。

【 0 0 1 4 】

本発明にかかる超音波探触子によれば、圧電振動子の背面に設けられたバックング層には、放射される超音波の波長に対して、十分に短い幅（少なくとも半波長以下）の音響管がひとつまたは複数設けられている。この音響管の長さは、入射波と反射波が干渉して打ち消し合うように、放射される超音波の波長に応じて設定される。

【 0 0 1 5 】

上記構成によって、圧電振動子の背面から出力され、バックング層の終端で反射して戻ってくる反射波を音響管で打ち消すことによって、ノイズを効果的に低減することができ、発熱を抑制し、受信信号に影響を及ぼさず、かつ、バックング層の薄型化した超音波探触子を実現することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明にかかる超音波探触子によれば、バックング層の終端で反射して戻ってくる反射波を打ち消すことによって、効果的に反射波を低減し、ノイズの無い良好な超音波画像を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また、構造的にバックング層を薄くすることができるため、素材に伴うコストの低減と、デバイスの薄型化が図られる。さらに、発熱を抑えることができるため、より強い出力が可能となり、それに伴い見かけの感度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】図 1 ( a ) ( b ) は、超音波探触子および超音波診断装置の外観の一例を示す図である。

【図 2】図 2 は、従来の超音波探触子の断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施の形態 1 における単一の音響管を有するバックング層を備

えた超音波探触子の断面図である。

【図４】図４は、本発明の実施の形態２における複数の音響管を有するバッキング層を備えた超音波探触子の断面図である。

【図５】図５は、本発明の実施の形態２における平方剰余系列に基づいて配列された音響管を備えるバッキング層の一例を示す断面図である。

【図６】図６は、本発明の実施の形態２における原始根系列に基づいて配列された音響管を備えるバッキング層の一例を示す断面図である。

【図７】図７は、バッキング層に音響管を備える場合と備えない場合とで雑音の振幅変化を比較した図である。

【図８】図８（ａ）～（ｄ）は、一次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。

【図９】図９（ａ）～（ｄ）は、二次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。

【図１０】図１０（ａ）（ｂ）は、バッキング層に形成された音響管の開口部がある面の他の層との接合方向を示す断面図である。

【図１１】図１１は、圧電振動子のダイシング方向とバッキング層に形成される一次元音響管の形成方向との関係を示す図である。

【図１２】図１２（ａ）（ｂ）は、音響管としてマイクロカプセルを用いる場合のバッキング層の形成方法を示す図である。

【図１３】図１３は、球状のマイクロバルーンを用いる場合のバッキング層の形成方法を示す図である。

【図１４Ａ】図１４Ａは、スクリーン印刷を利用したバッキング層の形成手順を示すフローチャートである。

【図１４Ｂ】図１４Ｂは、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いた型押しによりバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。

【図１４Ｃ】図１４Ｃは、円筒型のマイクロカプセルを音響管として用いたバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【００２０】

（実施の形態１）

図３は、本発明の実施の形態１における超音波探触子を示す断面図である。図３に示すように、本実施の形態１にかかる超音波探触子は、圧電振動子１、整合層２、音響レンズ３、およびバッキング層４を備えている。

【００２１】

本実施の形態にかかる超音波探触子は、図３のようにバッキング層４の内部に、音響管５が配置されている。音響管５は、圧電振動子１から放射される超音波の波長に比べて十分に小さい幅で、直接波と反射波で超音波の打ち消しが生じるような長さに成型されている。

【００２２】

例えば、バッキング層４をエポキシ樹脂で構成した場合、圧電振動子１から  $f = 5 \text{ MHz}$  の超音波が放射されたとすれば、バッキング層４での波長は式１で求めることができる。

【００２３】

【数１】

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \cdots (\text{式1})$$

【００２４】

エポキシ樹脂内の音速  $c = 5000 \text{ m/s}$  とすれば、超音波の波長は  $\lambda = 1000 \mu\text{m}$  となる。これに対し、音響管 5 の長さ  $L_n$  が  $250 \mu\text{m}$  であれば、反射波の位相が  $1/4$  ずれて、打消しが生じる。また、この場合、音響管 5 の幅  $w$  は、音波の直進性を維持するため、 $w < L_n$  にする必要がある。

【0025】

以上のような音響管 5 を用いたバッキング層 4 では、圧電振動子 1 から背面に放射される超音波を減衰させ、前面の超音波のみを受信できるため、超音波信号の感度が上がり、良好な画像を得ることができる。

【0026】

(実施の形態 2)

図 4 は、本発明の実施の形態 2 におけるバッキング層 4 の断面図である。バッキング層 4 の内部には、複数の音響管 5 が配置されている。

【0027】

図 5 は、実施の形態 2 における音響管 5 の配列の一例を示す断面図である。同図では、音響管 5 が平方剰余系列に基づいて配列されたバッキング層の一例を示している。各音響管の長さ  $L_n$  は、以下の式 2 に示す 1 次元の平方剰余系列によって定められている。

【0028】

【数 2】

$$L_n = \frac{c \cdot n^2 (\bmod N)}{2N\omega r} \quad \dots (式2)$$

【0029】

ここで、 $c$  は音速、 $N$  は素数、 $n$  は  $0 \sim (N-1)$  まで変化する整数、 $r$  は任意の設計周波数である。たとえば、エポキシ樹脂内での音速  $c = 5000 \text{ m/s}$ 、 $N = 11$ 、 $r = 5 \text{ MHz}$  に仮定すると、各音響管 5 の長さは、 $45.5 \mu\text{m}$  を単位長さ "1" として、それぞれ 1、4、9、5、3、3、5、9、4、1、0 という長さになる。

【0030】

音響管 5 をこのような配列で配置したものは、隣り合う音響管 5 の入口付近で位相の不連続が生じるため、広帯域の音波を吸音および拡散させることが知られており、バッキング層 4 の内部での反射波を低減させることができる。複数の音響管 5 をこのように配置した場合の効果の一例を図 7 に示す。図 7 は、バッキング層に音響管を備える場合と備えない場合とで雑音の振幅変化を比較した図である。

【0031】

また、各音響管 5 の長さ  $L_n$  は、以下の式 3 に示す原始根系列でも、同様の効果を得ることができる。

【0032】

【数 3】

$$L_n = \frac{c \cdot r^n (\bmod N)}{2(N-1)\omega r} \quad \dots (式3)$$

【0033】

ここで、 $c$  は音速、 $N$  は素数、 $n$  は  $0 \sim (N-1)$  まで変化する整数、 $r$  は  $N$  の原始根、 $r$  は任意の設計周波数である。図 6 は、 $N = 11$ 、 $r = 2$  の場合の音響管 5 の配列の一例を示す断面図である。同図では、音響管 5 が原始根系列に基づいて配列されたバッキング層の一例を示している。なお、図 5 および図 6 に示した音響管 5 の配列は、一次元の配列に限らず、二次元の配列であってもよい。図 8 は、一次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。図 8 (a) は、図 5 に示した配列で一次元の音響管 5 が形成されたバッキング層 4 を示す斜視図である。例えば、図 8 (b) に示すように、バッキ



ング層 4 には、横方向に平行な溝が形成される。溝の深さは、縦方向に順に、1、4、9、5、3、3、5、9、4、1、0 の深さの順で形成される。図 8 ( c ) に正面図で示すように、それぞれ単一の溝は深さが均一な溝である。これを溝の長手方向に対して垂直な面で切断したとすると、図 8 ( d ) のように、それぞれの溝の深さは平方剰余系列で配列されている。

#### 【 0 0 3 4 】

図 9 は、二次元の音響管の立体的構造を示す斜視図および三面図である。図 9 ( a ) は、二次元の音響管 5 が形成されたバッキング層 4 を示す斜視図である。例えば、図 9 ( b ) に示すように、バッキング層 4 には、縦横の二次元方向にまちまちの深さで溝が形成される。 $c = 5000 \text{ m/s}$ 、 $N = 7$ 、 $r = 5 \text{ MHz}$  の場合、溝の深さは、 $71.5 \mu\text{m}$  を単位長さとして、整数倍の深さで形成される。図 9 ( c ) および図 9 ( d ) で示すように、断面垂直方向から見ても水平方向から見ても、溝の深さが所定のパターンで繰り返されるよう配列されている。

#### 【 0 0 3 5 】

図 10 は、バッキング層に形成された音響管の開口部を有する面と圧電振動子 1 との接合方向を示す断面図である。図 10 ( a ) は、バッキング層 4 の音響管 5 の開口部がない方の面が、圧電振動子 1 の層に接合される例を示している。また、図 10 ( b ) は、バッキング層 4 の音響管 5 の開口部がある方の面が、圧電振動子 1 の層に接合される例を示している。音響管 5 により、バッキング層 4 の終端で反射して戻ってくる反射波を打ち消す場合、音響管 5 の開口部を有する面は、圧電振動子 1 に対してどちら側にあってもよく、図 10 ( a ) のように形成されてもよいし、図 10 ( b ) のように形成されてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

図 11 は、圧電振動子のダイシング方向とバッキング層に形成される一次元音響管の形成方向との関係を示す図である。同図に示すように、バッキング層 4 に一次元の音響管 5 を形成する場合、圧電振動子 1 のダイシング方向と、音響管 5 の溝の長手方向とが直交するように音響管 5 を形成することにより、 $1 \text{ ch}$  分の圧電振動子に、より多くの長さが異なる音響管が作用することになるので、バッキング層 4 において反射波をより効果的に低減することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

##### ( 実施の形態 3 )

本実施の形態 3 にかかるバッキング層 4 を実現する為に、実施の形態 1 に基づき、基板上に  $250 \mu\text{m}$  の起伏を精密印刷によって形成する。これにおいて、音響管の長手方向は、印刷されるインクの厚み方向に相当する。図 14 A は、スクリーン印刷を利用したバッキング層の形成手順を示すフローチャートである。具体的には、まず、 $250 \mu\text{m}$  の乾燥厚みが得られるように調整されたスクリーン印刷用マスクを基板上に形成する ( S 1 4 0 1 )。次に、所定のパターンを印刷するためのレジストを形成し ( S 1 4 0 2 )、金属を用いた導電ペーストなどのインピーダンスの高い材料をペーストとして流し込み、印刷を行う ( S 1 4 0 3 )。これにより、基板上に細孔を形成する。なお、ここでは、印刷されるペーストの厚みは、 $250 \mu\text{m}$  以下を保つようにすることが必要であり、前記条件により音波の細孔への直進性が良好となり、高い効果が得られる。ただし、 $250 \mu\text{m}$  を超えた時点で効果が急にゼロになるわけではないため、所望の効果が得られていれば、必ずしも全てが  $250 \mu\text{m}$  以下という精度を保っている必要はない。

#### 【 0 0 3 8 】

被印刷体である基板部分は音波の反射を容易にするため、印刷に用いた導電ペーストと同等かそれに近い音響インピーダンスを有する素材が望ましい。次に、この細孔に音響インピーダンスの小さな樹脂材料を流し込み、スキージ ( へら ) などを用いて細孔内部の空気を完全に追い出しながら、内部に樹脂を充填する ( S 1 4 0 4 )。

#### 【 0 0 3 9 】

この素材を乾燥または、反応などによって固化させることにより  $5 \text{ MHz}$  で効果的に反射波を低減させるバッキング部材を得ることができる ( S 1 4 0 5 )。

## 【 0 0 4 0 】

## ( 実施の形態 4 )

本実施の形態 4 にかかるバッキング層 4 を実現する為の別の手段は、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いて、所定のパターンに微細加工された型を樹脂に型押しする技術である。これにより、口径が  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下となるような溝または細孔を基板上に形成させることで、実施の形態 4 のバッキング層 4 が得られる。図 1 4 B は、ナノインプリント技術などに用いられる精密型を用いた型押しによりバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。具体的には、まず、所定のパターンに微細加工された型を樹脂に型押しし、基板上に溝又は細孔を形成する ( S 1 4 1 1 ) 。

## 【 0 0 4 1 】

本手段においても、実施の形態 3 と同様の理由から、必ずしも口径が  $250\text{ }\mu\text{m}$  以下である必要はない。このときのパターンは、音波の伝達する波導路は凸部で形成されなければならない。

## 【 0 0 4 2 】

さらに、ここで得られた溝または細孔に金属などの音響インピーダンスの高いペーストをスキージなどで細孔内部の空気を完全に追い出しながら、内部に充填する ( S 1 4 1 2 ) 。

## 【 0 0 4 3 】

この素材を乾燥または、反応などによって固化させることにより  $5\text{ MHz}$  で効果的に反射波を低減させるバッキング部材を得ることができる ( S 1 4 1 3 ) 。

## 【 0 0 4 4 】

## ( 実施の形態 5 )

図 1 2 は、音響管としてマイクロカプセルを用いる場合のバッキング層の形成方法を示す図である。図 1 2 ( a ) は、円筒形のマイクロカプセルを混合した樹脂を押し出し成型する方法を示す図である。図 1 2 ( b ) は、CVD により基板上に柱状結晶を成長させる方法を示す図である。図 1 4 C は、円筒型のマイクロカプセルを音響管として用いたバッキング層を形成する場合の形成手順を示すフローチャートである。ここでは、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、またはカーボンナノチューブなどを用いて、柱状結晶の長さをコントロールしながら、結晶を成長させるものとする。あるいは、このように長さをコントロールしたカーボン繊維またはカーボンナノチューブを核として、マイクロバルーンを形成するとしてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

本実施の形態 5 にかかるバッキング層 4 を実現するためには、実施の形態 2 に基づき、 $45.5\text{ }\mu\text{m}$  を単位長さ " 1 " として、最大 9 倍の長さとなるように成長、または切断して作製した単繊維またはフィブリル状の物質を核として、Si などを有する金属アルコキシドを水 / 油系の溶液内で加水分解、縮重合反応させ ( ゼル - ゲル反応 ) 生成される柱状の多孔質物質を焼成することで得られる円筒形のマイクロカプセルを形成する ( S 1 4 2 1 ) 。形成したマイクロカプセルを所定の配合率で樹脂に添加し、押し出し成型する ( S 1 4 2 2 ) 。押し出し成型された樹脂を、押し出し方向と垂直にカッティングすることで得られる部材をバッキングとして用いる ( S 1 4 2 3 ) 。図 1 2 ( a ) に示すように、マイクロカプセルが混合された樹脂を押し出し成型することにより、円筒形のマイクロカプセルに対して、樹脂の流れ方向に長手方向を向けて揃えるような作用が働く。従って、図 1 2 ( a ) の左図のように、切断面が流れ方向と垂直になるように押し出し成型された樹脂基板をカッティングすることにより、口径を揃えつつ、深さの異なる音響管を基板の表面部に表出することができる。また、マイクロカプセルの代わりに、基板上に柱状結晶を成長させ、得られた柱状結晶の間を樹脂で埋めて、反射層を形成することにより、柱状結晶の部分を音響管 5 とするバッキング層 4 を形成することができる。CVC などによって柱状結晶を成長させることにより、柱状結晶の長さをコントロールすることができるので、精度よく実施の形態 2 に基づいて配列された音響管 5 を形成することができる。

## 【 0 0 4 6 】

また、溝または孔を切削することで本実施の形態にかかるバッキング層を実現してもよい。さらに、樹脂層内に配置された球状のマイクロバルーン粒子が、樹脂層を積層することによって、音響管 5 の長手方向に対応して積層方向に、連続的に配置されるよう形成すると同様の効果を期待できる。図 13 は、球状のマイクロバルーンを用いる場合のバッキング層 4 の形成方法を示す図である。まず、あらかじめ定めた異なる割合で球状のマイクロバルーンが均一に混合された樹脂を用いて、複数種類の樹脂層を形成する。このように形成された混合密度の異なる樹脂層を、所定の順に積層し、積層方向にマイクロバルーンが音響管 5 の長さに連続するように配置する。これによって、図 13 に示すような、樹脂層が積層されてなるバッキング層 4 を形成することができる。

【0047】

なお上記実施の形態では、各音響管の断面形状が四角形または円形である場合を典型例として説明したが、各音響管の断面は、楕円形、三角形および六角形など、どのような形状であってもよい。

【0048】

以上のような配置の音響管 5 を用いることによって、バッキング層 4 での反射波を減衰させることができ、超音波探触子の感度を上げることができる。また、複数の音響管を利用して、熱を外部に逃がすことができるので、バッキング層 4 の内部の熱を放熱することができる。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明は、バッキング層での反射波を低減し、受信超音波信号の感度を向上させることに加え、薄型化を図り、薄型化に伴う低コスト化を実現する超音波探触子として利用可能である。

【符号の説明】

【0050】

- 1 圧電振動子
- 2 整合層
- 3 音響レンズ
- 4 バッキング層
- 5 音響管

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を発する振動素子と、

前記振動素子の背面に接合され、前記振動素子の前面方向とは逆の位相で前記振動素子の背面方向に放射された超音波を減衰するバッキング部材とを備え、

前記バッキング部材には、音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管が、各前記音響管の長手方向が、前記振動素子から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置され、

前記音響管は、前記振動素子が前記バッキング部材側に放射した超音波を、全体的にまたは部分的に減衰する

超音波探触子。

【請求項 2】

前記バッキング部材は、前記音響管に代えて、前記音響管に準ずる反射構造体を備える請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記音響管は、前記バックング部材と他層との接合面上の直線方向に、整数  $n$  の順に並ぶよう配列され、

音速を  $c$ 、素数を  $N$ 、 $0 \sim (N - 1)$  まで変化する整数を  $n$ 、任意の設計周波数を  $r$  として、各音響管の長さ  $L_n$  が、  
【数 1】

$$L_n = \frac{c \cdot n^2 (\bmod N)}{2N\omega r} \quad \cdots (式2)$$

を満たすように配置されている

請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記音響管は、前記バックング部材と他層との接合面上の直線方向に、整数  $n$  の順に並ぶよう配列され、

音速を  $c$ 、素数を  $N$ 、 $0 \sim (N - 1)$  まで変化する整数を  $n$ 、 $N$  の原始根を  $r$ 、任意の設計周波数を  $r$  として、各音響管の長さ  $L_n$  が、

【数 2】

$$L_n = \frac{c \cdot r^n (\bmod N)}{2(N-1)\omega r} \quad \cdots (式3)$$

を満たすように配置されている

請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記バックング部材は、

複数のマイクロカプセルと、硬化性の高分子樹脂とから構成され、

前記音響管に準ずる反射構造体は、前記高分子樹脂中に分布した前記複数のマイクロカプセルで構成される

請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記マイクロカプセルは、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾル-ゲル反応によって外骨格を付与した球形もしくは、円筒形の素材である

請求項 5 に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記マイクロカプセルは、円筒形の素材であり、

前記音響管に準ずる反射構造体は、前記マイクロカプセルが円筒形の長手方向を一方方向に揃えて配置されている

請求項 5 または請求項 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波探触子を備える超音波診断装置。

【請求項 9】

超音波探触子に用いるバックング部材の生成方法であって、

複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を、前記マイクロカプセルの添加率を変えて複数生成し、

添加率の異なる複数の前記混和物からなる樹脂層を積層した後、所定の形に硬化成型することにより前記バックング部材を生成する

生成方法。

【請求項 10】

前記マイクロカプセルを、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾル-ゲル反応により外骨格を付与した球形、もしくは、円筒形の素材として生成する

請求項 9 に記載の生成方法。

【請求項 1 1】

超音波探触子に用いるバックング部材の生成方法であって、  
複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を生成し、  
前記混和物を押し出し成型することにより、カプセルの長手方向を一方向に揃えて硬化  
させることにより前記バックング部材を生成する  
生成方法。

【請求項 1 2】

前記マイクロカプセルを、所定の長さを有する単繊維のファイバを基材とし、ゾル - ゲ  
ル反応により外骨格を付与した円筒形の素材として生成する

請求項 1 1 に記載の生成方法。

【請求項 1 3】

前記マイクロカプセルは、長手方向の長さが 2 種類以上ある

請求項 1 2 に記載の生成方法。

【手続補正 3】

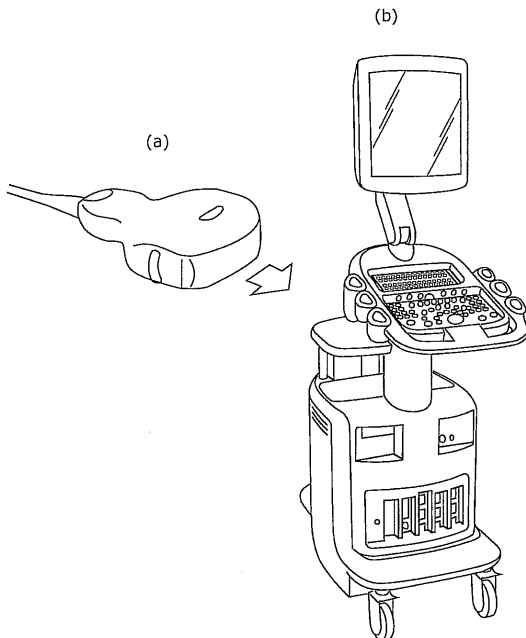
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

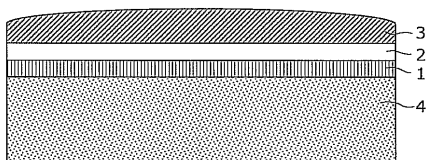
【補正方法】変更

【補正の内容】

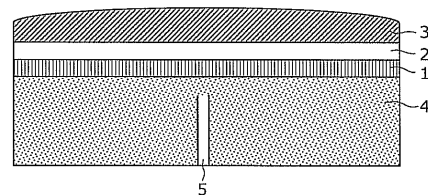
【図 1】



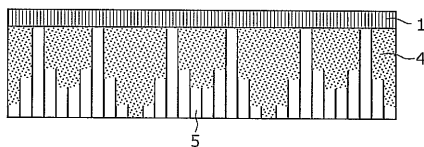
【図 2】



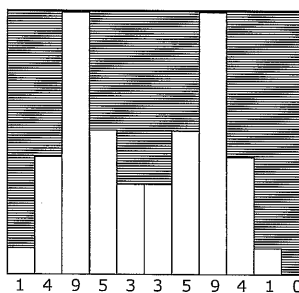
【図 3】



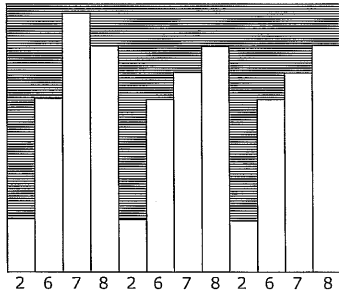
【図 4】



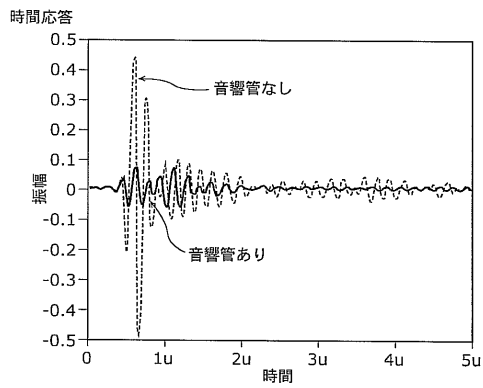
【図 5】



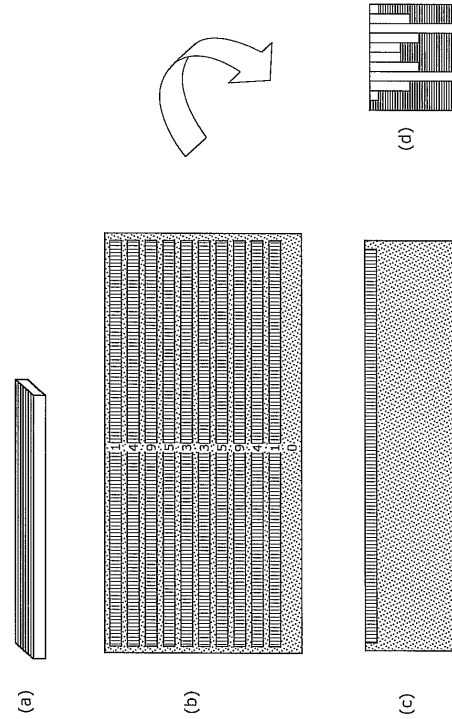
【図 6】



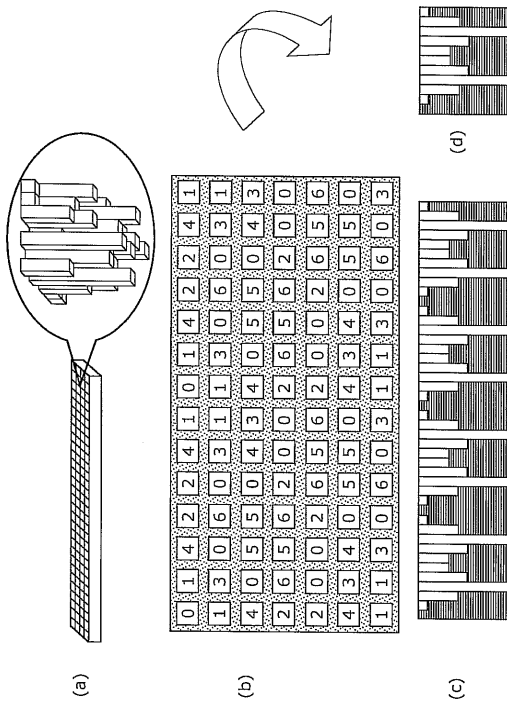
【図 7】



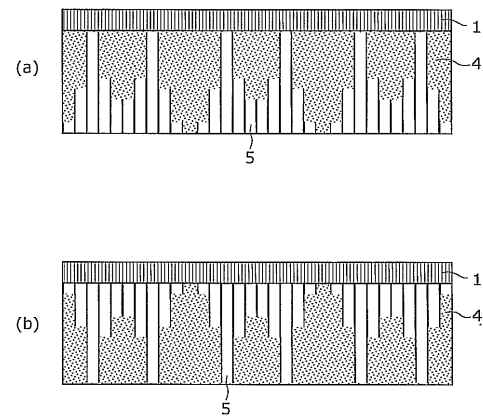
【図 8】



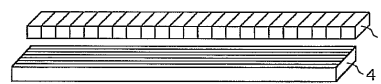
【図 9】



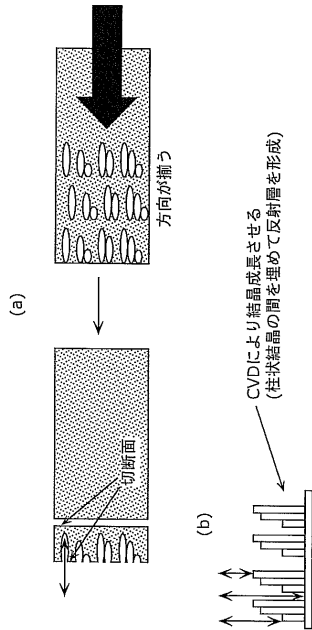
【図 10】



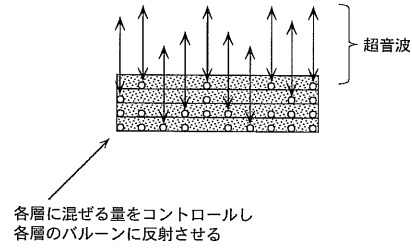
【図 11】



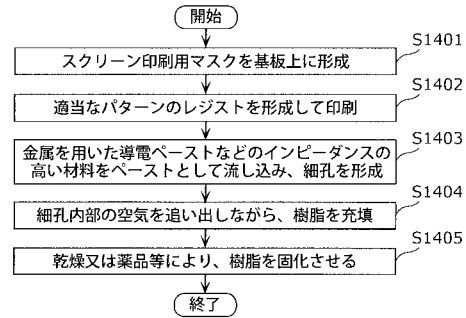
【図 1 2】



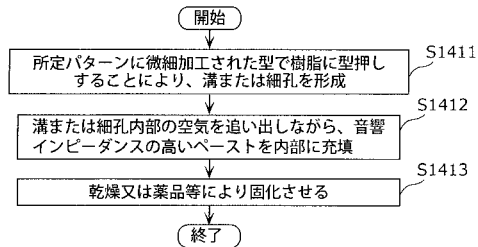
【図 1 3】



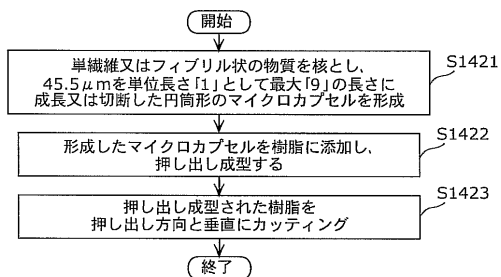
【図 1 4 A】



【図 1 4 B】



【図 1 4 C】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003746

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R17/00 (2006.01) i, A61B8/00 (2006.01) i, G01N29/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R17/00, A61B8/00, G01N29/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-131895 A (Toshiba Corp.), 19 May 1995 (19.05.1995), paragraphs [0017] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-13
A	JP 2009-082567 A (Aloka Co., Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2003-190162 A (Aloka Co., Ltd.), 08 July 2003 (08.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 August, 2010 (25.08.10)Date of mailing of the international search report  
07 September, 2010 (07.09.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003746

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 08-182094 A (Toshiba Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0012], [0027] to [0034]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-13
A	JP 09-278414 A (Nittetsu Mining Co., Ltd., Masato NAKATSUKA), 28 October 1997 (28.10.1997), paragraph [0016] (Family: none)	1-13
A	JP 2001-321659 A (Nittetsu Mining Co., Ltd., Masato NAKATSUKA), 20 November 2001 (20.11.2001), paragraphs [0002], [0003] (Family: none)	1-13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003746

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

It is admitted that this international application contains the three inventions which are related in the individual special technical features, as indicated in the following.

(Invention 1) The invention of claims 1-8 contains the following special technical features.

A constitution of a backing member, "wherein sound pipes of different lengths based on the principle of superposition of sound waves are arranged such that the longitudinal directions of the individual sound pipes are aligned with the advancing directions of the forward and backward directions of ultrasonic waves emitted from said vibration element". (continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/003746

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(Invention 2) The invention of claims 9-10 contains the following special technical features.

A method for producing a backing member, "wherein admixtures of micro capsules and a hardenable high-molecular resin are prepared by varying the addition ratio of said micro capsules, wherein the resin layers of said mixtures of different addition ratios are laminated and then hardened and molded into a predetermined shape".

(Invention 3) The invention of claims 11-13 contains the following special technical features.

A manufacturing method for manufacturing a backing member, "wherein a mixture of micro capsules and a curable high-molecular resin is prepared and is extruded and cured with the capsules being arranged in one longitudinal direction".

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/003746	
<b>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</b> Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i			
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04R17/00, A61B8/00, G01N29/24			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
<b>C. 関連すると認められる文献</b>			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 07-131895 A（株式会社東芝）1995.05.19, 【0017】－【0027】，第1図（ファミリーなし）	1-13	
A	JP 2009-082567 A（アロカ株式会社）2009.04.23, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-13	
A	JP 2003-190162 A（アロカ株式会社）2003.07.08, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-13	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 25.08.2010		国際調査報告の発送日 07.09.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 渡邊 正宏 電話番号 03-3581-1101 内線 3591	5Z 4546

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 0 3 7 4 6
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 08-182094 A (株式会社東芝) 1996. 07. 12, 【0 0 1 2】, 【0 0 2 7】 - 【0 0 3 4】, 第 1 - 2 図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 09-278414 A (日鉄鉱業株式会社, 中塚 勝人) 1997. 10. 28, 【0 0 1 6】 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2001-321659 A (日鉄鉱業株式会社, 中塚 勝人) 2001. 11. 20, 【0 0 0 2】, 【0 0 0 3】 (ファミリーなし)	1-13

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 0 3 7 4 6

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

この国際出願には、以下に示す各特別な技術的特徴で連関する3の発明が含まれるものと認められる。

（発明1）請求項1－8に係る発明は、以下の特別な技術的特徴を有する。

「音波の重ね合わせの原理に基づく長さの異なる複数の音響管が、各前記音響管の長手方向が、前記振動素子から発せられる超音波の前面方向および背面方向への進行方向と一致する向きに配置された」バックリング部材の構成。

（発明2）請求項9－10に係る発明は、以下の特別な技術的特徴を有する。

「複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を、前記マイクロカプセルの添加率を変えて複数生成し、添加率の異なる複数の前記混和物からなる樹脂層を積層した後、所定の形に硬化成型する」バックリング部材を生成する生成方法。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2010/003746

(第Ⅲ欄の続き)

(発明3) 請求項11-13に係る発明は、以下の特別な技術的特徴を有する。

「複数のマイクロカプセルと硬化性の高分子樹脂との混和物を生成し、前記混和物を押し出し成型することにより、カプセルの長手方向を一方向に揃えて硬化させる」パッキング部材を生成する生成方法。

以上

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 5D019 AA21 FF04 GG06 HH01

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。



专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2010143387A1</a>	公开(公告)日	2012-11-22
申请号	JP2011518286	申请日	2010-06-04
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	池田雅子 小椋高志		
发明人	池田 雅子 小椋 高志		
IPC分类号	H04R17/00 H04R31/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	B06B1/0677 A61B8/00 A61B8/4405 A61B8/4455 G01N29/0672 G10K11/002		
FI分类号	H04R17/00.330.J H04R31/00.330 A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA05 2G047/EA15 2G047/GB02 2G047/GB23 2G047/GB32 2G047/GB36 4C601/EE03 4C601/EE13 4C601/GB03 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019/AA21 5D019/FF04 5D019/GG06 5D019/HH01		
代理人(译)	新居 広守		
优先权	2009136966 2009-06-08 JP		
其他公开文献	JP5741432B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

一种超声波换能器，包括：压电换能器（1），其发射超声波；以及背衬层（4），其设置成与压电换能器（1）的背面接触并衰减朝着压电换能器（1）的背面发射并且具有与超声波的相位相反的相位的超声波向压电换能器（1）的前侧发射。声管（5）布置在背衬层（4）中，使得每个声管（5）的纵向方向与压电换能器（1）发射的超声波朝着前部和后部的行进方向一致。背面。声管（5）基于声波合成的原理而具有相互不同的长度，并且使压电换能器（1）向着背衬层（4）发出的超声波整体或部分地衰减。

