

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4338568号  
(P4338568)

(45) 発行日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4R</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R	17/00	330J
<b>A61B</b>	<b>8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	8/00	
<b>GO1N</b>	<b>29/24</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1N	29/24	502
<b>GO1S</b>	<b>7/521</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1S	7/52	A

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-97838 (P2004-97838)  
 (22) 出願日 平成16年3月30日(2004.3.30)  
 (65) 公開番号 特開2005-286701 (P2005-286701A)  
 (43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)  
 審査請求日 平成18年12月19日(2006.12.19)

(73) 特許権者 390029791  
 アロカ株式会社  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純  
 (72) 発明者 渡辺 徹  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ  
 カ株式会社内  
 (72) 発明者 石川 盛之  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ  
 カ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1音響インピーダンスをもった振動層と、  
 前記振動層の下面側に設けられたバッキング層と、  
 を含み、  
 前記バッキング層はヘビーバッキング部材を含み、  
 前記ヘビーバッキング部材は、前記振動層の下面側に接合され、  
前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが水平方向に変化し、  
前記ヘビーバッキング部材は、前記第1音響インピーダンスよりも大きな第2音響イ  
ンピーダンスを有し、  
前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みを前記水平方向に変化させることにより、  
超音波の波長を として場合、前記振動層において前記水平方向の位置に応じて少なくとも  
も / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする超音波振  
 動子。

10

【請求項2】

請求項1記載の装置において、  
 前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが前記水平方向に連続的に変化することを  
 特徴とする超音波振動子。

【請求項3】

請求項2記載の超音波探触子において、

20

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが当該ヘビーバッキング部材における前記水平方向の中央部から両端部にかけて連続的に増大する、ことを特徴とする超音波探触子

【請求項 4】

請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記バッキング層は、更に、前記ヘビーバッキング部材と共に設けられ、前記第 2 音響インピーダンスよりも小さな第 3 音響インピーダンスを有するライトバッキング層を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 5】

第 1 音響インピーダンスを有し、アレイ方向としての第 1 水平方向に整列した複数の振動素子で構成された振動層と、

前記振動層の下面側に設けられたバッキング層と、  
を含み、

前記バッキング層はヘビーバッキング部材を含み、

前記ヘビーバッキング部材は、前記振動層の下面側に接合され、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みがエレベーション方向としての第 2 水平方向に変化し、

前記ヘビーバッキング部材は、前記第 1 音響インピーダンスよりも大きな第 2 音響インピーダンスを有し、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みを前記第 2 水平方向に変化させることにより、超音波の波長をとした場合、前記振動層において前記第 2 水平方向の位置に応じて少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする超音波振動子。

【請求項 6】

請求項 5 記載の超音波探触子において、

前記ヘビーバッキング部材における前記第 2 水平方向の中央部から両端部にかけて当該ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが連続的に増大することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 7】

第 1 音響インピーダンスを有し、第 1 水平方向及び第 2 水平方向に整列した複数の振動素子で構成された振動層と、

前記振動層の下面側に設けられ、前記複数の振動素子に対応して設けられた複数のバッキング要素によって構成されるバッキング層と、

を含み、

前記各バッキング要素はヘビーバッキング部材を含み、

前記ヘビーバッキング部材は、前記振動素子の下面側に接合され、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが前記第 1 水平方向及び前記第 2 水平方向に変化し、

前記ヘビーバッキング部材は、前記第 1 音響インピーダンスよりも大きな第 2 音響インピーダンスを有し、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みを前記第 1 水平方向及び前記第 2 水平方向に変化させることにより、超音波の波長をとした場合、前記振動層において前記第 1 水平方向及び前記第 2 水平方向の位置に応じて少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする超音波振動子。

【請求項 8】

請求項 7 記載の超音波探触子において、

前記各バッキング要素におけるヘビーバッキング部材の下面が凹面又は凸面の形状を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 9】

超音波探触子とそれが接続される装置本体とで構成された超音波診断装置において、

前記超音波探触子は、

第1音響インピーダンスを有し、アレイ方向に配列された複数の振動要素で構成された振動層と、

前記振動層の下面側に設けられ、それ自身の垂直方向の厚みが前記アレイ方向に直交するエレベーション方向に変化する形態を有し、且つ、前記第1音響インピーダンスよりも大きな第2音響インピーダンスをもったヘビーバッキング部材と、

を含み、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みを前記エレベーション方向に変化させることにより、超音波の波長をとした場合、前記振動層において前記エレベーション方向の位置に応じて少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じる、

10

前記装置本体は、

前記振動層に対して接続された送受信部と、

前記送受信部の動作を制御する手段であって、前記振動層に供給する送信信号の特性を可変する制御部を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項10】

請求項9記載の装置において、

前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが前記水平方向に連続的に変化する、ことを特徴とする超音波振動子。

【請求項11】

請求項9記載の装置において、

前記送受信部は、前記各振動要素に狭帯域の送信信号を供給して前記各振動要素を部分励振して前記エレベーション方向の送信開口を狭め、前記各振動要素に広帯域の送信信号を供給することによって前記各振動要素を全体励振して前記エレベーション方向の送信開口を広げること

20

を特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波探触子及びそれを備えた超音波診断装置に関し、特に超音波振動子の構造に関する。

【背景技術】

30

【0002】

超音波探触子に設けられる超音波振動子としては、単振動子、1Dアレイ振動子、1.5Dアレイ振動子、2Dアレイ振動子などが知られている。以下に1Dアレイ振動子を代表させてその構造を説明する。1Dアレイ振動子は、アレイ方向(第1水平方向)に並んだ複数の振動要素(振動素子)によって構成される。各振動要素は、エレベーション方向(第2水平方向)に伸長した形態を有する。複数の振動要素は、板状の圧電材料をダイシングソーによって所定ピッチで切断することにより製造される。個々の振動要素には一対の電極が設けられ、送信時にはそれらの間に高電圧が印加され、これによって超音波が生成される。一方、受信時には、振動要素に超音波が到達すると、一対の電極間に電圧が生成され、それが受信信号として取り出される。

40

【0003】

複数の振動要素の前面側には、通常、1又は複数の整合層が形成され、その上に音響レンズが設けられる。音響レンズはエレベーション方向の音響集束性を向上させるものである。複数の振動要素の背面側には、バッキング層が設けられる。バッキング層は、主に、背面放射された超音波を散乱吸収する機能、あるいは、背面に放射される超音波を反射する機能などを有するものである。各振動要素にはバッキング層が接合されており、両者の物理的特性(特に音響インピーダンス)の関係が超音波振動作用を左右する。

【0004】

バッキング層は、一般に、樹脂、ゴムなどの母料に金属粒子などの添加材を混入して構成される。添加材の添加によって音響インピーダンスを高めて振動要素の音響インピーダ

50

ンスに近付けることができるが、バックング層全体としての音響インピーダンスは振動要素の音響インピーダンスよりも小さいのが通常である。この場合を後に詳述する「ヘビーバックング」と対比させて「ライトバックング」と称することができる。

【0005】

バックング層に関しては、数々の研究がなされている（以下の非特許文献1参照）。ここで、振動要素の音響インピーダンスよりも大きな（例えば、2～5倍の）音響インピーダンスを有する部材によってバックング層を構成することが知られている。この場合を「ヘビーバックング」と称することができる。ヘビーバックングを行う場合には、バックング層の厚さは十分に大きく設定される。一方、 $\lambda/8$ （ $\lambda$ ：超音波の波長）にバックング層の厚さを設定してもヘビーバックングを行えることも知られている。しかし、ヘビーバックングの実用的な利用方法については未だ十分に研究されているとは言い難い現状にある。特に、従来において、ヘビーバックングの垂直方向の厚みを変化させることについては未だ提案されていない。

10

【0006】

【非特許文献1】中鉢、田村；応用物理、第47巻（第12号、P. 1162（1978年））

【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、ヘビーバックングの作用を活用し、超音波振動子の動作特性を改善しあるいは超音波振動子の機能を向上させることにある。

20

【0008】

本発明の他の目的は、超音波振動子を広帯域化することにある。

【0009】

本発明の他の目的は、エレベーション方向について開口可変を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

（1）本発明に係る超音波探触子は、第1音響インピーダンスをもった振動層と、前記振動層の下面側に設けられたバックング層と、を含み、前記バックング層はヘビーバックング部材を含み、前記ヘビーバックング部材は、前記振動層の下面側に接合され、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みが水平方向に変化し、前記ヘビーバックング部材は、前記第1音響インピーダンスよりも大きな第2音響インピーダンスを有し、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みを前記水平方向に変化させることにより、超音波の波長を  $\lambda$  とした場合、前記振動層において前記水平方向の位置に応じて少なくとも  $\lambda/2$  振動モード及び  $\lambda/4$  振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする。

30

【0011】

上記構成によれば、ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みの変化によって振動層における水平方向の位置に応じて振動モードに変化を生じさせ、これによって振動層の周波数特性を改善できる。特に望ましい態様では振動層において  $\lambda/2$  振動モード及び  $\lambda/4$  振動モードが生じ、これによって振動層が広帯域化される。また、必要に応じて、振動層に供給する送信信号の特性を可変し、例えば、中心周波数や帯域を可変し、振動層における振動態様を電氣的に制御することが可能となる。第2音響インピーダンスは、第1音響インピーダンスよりも大きく、望ましくは1.2倍以上の値に設定され、特に望ましくは2～10倍に設定される。勿論、より大きな値としてもよい。後述するライトバックング層の第3音響インピーダンスは、第1及び第2音響インピーダンスよりも小さな値に設定され、望ましくは、第2音響インピーダンスよりも第3音響インピーダンスが例えば  $1/10 \sim 1/50$  程度小さい。勿論、より比率を小さくしてもよい。なお、上記において垂直方向は超音波の主たる伝搬方向を意味し、水平方向はその垂直方向に直交する方向である。

40

【0012】

50

望ましくは、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みが水平方向に連続的に変化する。ヘビーバックング層の垂直方向の厚みを段階的に変化させることも可能であるが、それが連続的に変化していれば良好な特性を得られる。

【0013】

望ましくは、超音波の波長を  $\lambda$  とした場合、少なくとも  $\lambda/2$  振動モード及び  $\lambda/4$  振動モードで前記振動層が振動可能なように、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みの変化幅が設定される。振動層の下面側をヘビーバックング作用によりクランプ（固定）することによって  $\lambda/2$  振動モードを実現でき、一方、振動層の下面側をライトバックング作用により自由端のように振る舞わせることによって  $\lambda/4$  振動モードを実現できる。ライトバックング作用は、例えば、振動面の下面全体に接合するヘビーバックング部材の厚みを部分的に薄くすることによって実現でき、また、振動層の下面においてヘビーバックング部材を取り除いた部分にライトバックング層を接合させることによっても実現できる。

10

【0014】

望ましくは、前記バックング層は、更に、前記ヘビーバックング部材と共に設けられ、前記第2音響インピーダンスよりも小さな第3音響インピーダンスを有するライトバックング層を有する。ライトバックング層はライトバックング部材によってあるいはエア層によって構成される。

【0015】

(2) また本発明に係る超音波探触子は、第1音響インピーダンスを有し、アレイ方向としての第1水平方向に整列した複数の振動素子で構成された振動層と、前記振動層の下面側に設けられたバックング層と、を含み、前記バックング層はヘビーバックング部材を含み、前記ヘビーバックング部材は、前記振動層の下面側に接合され、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みがエレベーション方向としての第2水平方向に変化し、前記ヘビーバックング部材は、前記第1音響インピーダンスよりも大きな第2音響インピーダンスを有し、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みを前記第2水平方向に変化させることにより、超音波の波長を  $\lambda$  とした場合、前記振動層において前記水平方向の位置に応じて少なくとも  $\lambda/2$  振動モード及び  $\lambda/4$  振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする。

20

【0016】

上記構成によれば、エレベーション方向にヘビーバックング部材の垂直方向の厚みが変化しているので、振動素子のエレベーション方向における周波数特性を変化させることができる。望ましくは、上記構成を前提として送信信号の特性を変化させてエレベーション方向の開口可変を実現できる。

30

【0017】

望ましくは、前記ヘビーバックング部材における前記第2水平方向の中央部から両端部にかけて垂直方向の厚みが連続的に増大する。この構成によれば、中央部と端部とで振動モードあるいは共振周波数を異ならせることができる。例えば、中央部を主な振動部分とする送信、端部を主な振動部分とする送信、全体を振動させる送信などを選択的に行える。

40

【0018】

(3) また本発明に係る超音波探触子は、第1音響インピーダンスを有し、第1水平方向及び第2水平方向に整列した複数の振動素子で構成された振動層と、前記振動層の下面側に設けられ、前記複数の振動素子に対応して設けられた複数のバックング要素によって構成されるバックング層と、を含み、前記各バックング要素はヘビーバックング部材を含み、前記ヘビーバックング部材は、前記振動素子の下面側に接合され、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みが前記第1水平方向及び前記第2水平方向に変化し、前記ヘビーバックング部材は、前記第1音響インピーダンスよりも大きな第2音響インピーダンスを有し、前記ヘビーバックング部材の垂直方向の厚みを前記第1水平方向及び前記第2水平方向に変化させることにより、超音波の波長を  $\lambda$  とした場合、前記振動層において前記第

50

1 水平方向及び前記第 2 水平方向の位置に応じて少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じる、ことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

上記構成によれば、各振動素子ごとに接合されるバッキング要素において、ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みが変化しているため、各振動素子において複数のあるいは多様な振動モードを生じさせることが可能となり、各振動素子の特性を改善できる。特に望ましい態様では各振動素子が広帯域化される。

【 0 0 2 0 】

望ましくは、前記各バッキング要素におけるヘビーバッキング部材の下面が凹面又は凸面の形状を有する。

【 0 0 2 1 】

(4) また本発明に係る超音波探触子は、超音波探触子とそれが接続される装置本体とで構成された超音波診断装置において、前記超音波探触子は、第 1 音響インピーダンスを有し、アレイ方向に配列された複数の振動要素で構成された振動層と、前記振動層の下面側に設けられ、それ自身の垂直方向の厚みが前記アレイ方向に直交するエレベーション方向に変化する形態を有し、且つ、前記第 1 音響インピーダンスよりも大きな第 2 音響インピーダンスをもったヘビーバッキング部材と、を含み、前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みを前記エレベーション方向に変化させることにより、超音波の波長をとした場合、前記振動層において前記エレベーション方向の位置に応じて少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードでの振動が生じ、前記装置本体は、前記振動層に対して接続された送受信部と、前記送受信部の動作を制御する手段であって、前記振動層に供給する送信信号の特性を可変する制御部を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

上記構成によれば、送信信号の特性を可変することによって振動層における振動状態を電氣的に制御することが可能となる。

【 0 0 2 3 】

望ましくは、超音波の波長をとした場合、少なくとも / 2 振動モード及び / 4 振動モードで前記振動層が振動可能なように、前記ヘビーバッキング部材の垂直方向の厚みの変化幅が設定され、前記制御部は、近距離送信時には前記振動層が / 4 振動モードで振動可能なように前記送信信号の特性を設定し、遠距離送信時には前記振動層が少なくとも / 2 振動モードで振動可能なように前記送信信号の特性を設定する。

【 0 0 2 4 】

望ましくは、前記送受信部は、前記各振動要素に狭帯域の送信信号を供給して前記各振動要素を部分励振して前記エレベーション方向の送信開口を狭め、前記各振動要素に広帯域の送信信号を供給することによって前記各振動要素を全体励振して前記エレベーション方向の送信開口を広げる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

以上説明したように、本発明によれば、ヘビーバッキングの作用を活用し、超音波振動子の動作特性を改善しあるいは超音波振動子の機能を向上させることができる。本発明によれば、超音波振動子を広帯域化することができる。本発明によれば、エレベーション方向について開口可変を実現できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 には、本発明に係る超音波振動子の要部が概念図として示されている。この超音波振動子は後述する超音波探触子内に設けられるものである。超音波振動子によって超音波が送受波され、これにより得られた受信信号に基づいて超音波画像が構成される。その超

10

20

30

40

50

音波画像は生体の診断に用いられる画像である。

【 0 0 2 8 】

図 1 の ( A ) において、X 方向及び Y 方向は水平方向であり、具体的には X 方向はアレ  
イ方向であり、Y 方向はエレベーション方向である。Z 方向は超音波の送受波方向である  
。振動素子 1 0 は図に示されるように Y 方向に伸張した長方形の形状を有している。振動  
素子 1 0 は圧電材料としての P Z T や複合材料などによって構成される。その音響インピ  
ーダンスは  $Z_p$  である。また、その Z 方向の厚みが  $t_p$  で表されている。

【 0 0 2 9 】

振動素子 1 0 の上面側には整合層 1 1 が設けられており、具体的には、この整合層 1 1  
は第 1 整合層 1 2 と第 2 整合層 1 4 とによって構成される。更に整合層 1 1 の上面側には  
音響レンズが設けられるが、それについては図示省略されている。整合層 1 1 は、振動素  
子 1 0 の音響インピーダンス  $Z_p$  と生体の音響インピーダンスとの間において音響インピ  
ーダンスのマッチングを図るための部材である。

【 0 0 3 0 】

振動素子 1 0 においては、その上面及び下面に電極（シグナル電極、グランド電極）が  
形成されているが、図 1 においてはそれらの電極が図示省略されている。

【 0 0 3 1 】

振動素子 1 0 の下面側にはバックキング層 1 5 が設けられている。このバックキング層 1 5  
は、本実施形態において振動素子 1 0 の下面側においてヘビーバックキング作用あるいはラ  
イトバックキング作用などを発揮し、これによって振動素子 1 0 における振動モードを Y 方向  
の各部位において操作するために設けられる。もちろん、従来のバックキング層と同様に、  
このバックキング層 1 5 が超音波の吸収、散乱、反射などの作用を有していてもよい。

【 0 0 3 2 】

バックキング層 1 5 は図示されるようにヘビーバックキング部材 1 6 を有している。また必  
要に応じてライトバックキング部材が設けられるが、それについては後に説明する。ヘビー  
バックキング部材 1 6 は図示されるようにその上面が振動素子 1 0 の下面に全面的に接合さ  
れている。またヘビーバックキング部材 1 6 の下面は図 1 に示されるように Y 方向に沿って  
円弧状あるいは曲面の形態を有しており、すなわち Y 方向に沿ってヘビーバックキング部材  
1 6 の厚み  $t_{HB}$  が連続的に可変されている。具体的には、図 1 に示す例において Y 方向の  
中央部においてヘビーバックキング部材 1 6 の厚みが最も薄くなっており、Y 方向の両端部  
において厚みが大きくなっている。

【 0 0 3 3 】

ヘビーバックキング部材 1 6 は、音響インピーダンス  $Z_{HB}$  を有し、その音響インピーダン  
ス  $Z_{HB}$  は、上記の振動素子 1 0 の音響インピーダンス  $Z_p$  よりも大きい。望ましくは 1 .  
2 倍以上大きく、特に望ましくは 2 倍以上大きい。

【 0 0 3 4 】

ヘビーバックキング部材 1 6 が上記のような Y 方向において厚み変化をもった形態を有す  
るため、( B ) に示すように、Y 方向の中央部においては振動素子 1 0 に対してライトバ  
ックキング作用が働くことになり、すなわちヘビーバックキング作用が弱められ、理想的には  
振動素子 1 0 の下面側が開放端のように働き、 $2f$  振動モード、換言すれば  $\lambda/4$  振動モ  
ードで振動することになる。その一方、ヘビーバックキング部材 1 6 において Y 方向の端部  
の厚みは増大されているため、望ましくは  $\lambda/8$  の厚みあるいは十分に大きな厚みとされ  
ているため、振動素子 1 0 の下面においてその端部はヘビーバックキング作用によってクラ  
ンプされることになり、理想的には、( C ) で示すような  $f$  振動モード、すなわち  $\lambda/2$   
振動モードで振動することになる。つまり、ヘビーバックキング部材 1 6 における Y 方向の  
厚みの変化により、振動素子 1 0 における Y 方向の振動モードに変化が生じ、これによ  
って Y 方向の各位置において共振特性が異なることになるため、振動素子 1 0 を広帯域化す  
ることが可能となる。この場合において、バックキング層 1 5 の厚みが連続的に可変されて  
いるため、不正振動あるいは位相の乱れなどを抑制でき、良好な周波数特性を得ることが  
可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

これについて図 2 を用いて説明する。図 2 においては振動素子 1 0 の周波数特性が示されており、横軸は周波数を表し、縦軸はレスポンスを表している。Y 方向の端部においては上記の ( C ) で示されたようにヘビーバッキング作用が働く結果、符号 2 0 0 で示されるような周波数  $f$  を中心とした周波数特性を得ることができ、その一方、振動素子 1 0 における中央部においては上記の ( B ) で示したようなヘビーバッキング作用が働いて、図 2 において符号 2 0 2 で示されるように周波数  $2 f$  を中心周波数とする周波数特性を得ることができる。したがって振動素子 1 0 全体として符号 2 0 4 で示すような広帯域の周波数特性が得られる。このように振動素子 1 0 に対して特別の加工を施すことなくバッキング層における形態あるいは構造を調整することにより振動素子 1 0 の周波数特性を改善

10

## 【 0 0 3 6 】

図 1 に示した例においては、ヘビーバッキング部材 1 6 が Y 方向における中央部から両端部にかけて徐々に厚くなるように構成されていたが、図 3 に示されるように Y 方向の一方端から他方端にかけて厚みが徐々に増大あるいは減少するようなヘビーバッキング部材 1 6 A を採用することもできる。あるいは、図 4 に示されるように、Y 方向の中央部において厚みが大きく両端部にかけて厚みが小さくされたヘビーバッキング部材 1 6 B を採用することもできる。もちろん、それらの図に示されている形態以外の形態を採用するよう

20

## 【 0 0 3 7 】

図 5 に示す例においては、振動素子 1 0 の下面側にバッキング層 1 5 が設けられ、そのヘビーバッキング層 1 5 はヘビーバッキング部材 1 6 C とライトバッキング部材 1 8 とによって構成されている。ヘビーバッキング部材 1 6 C の下面は Y 方向に沿って図示されるような形状変化を有しており、具体的には中央部から両端にかけて S 字断面形状とされている。図 5 に示す例では、中央部においてヘビーバッキング層 1 6 C の厚みは 0 あるいは実質的に 0 とされており、その端部においてはヘビーバッキング作用を發揮できる十分な厚みとされている。符号 2 2 は台座を表しており、その台座 2 2 上にバッキング層 1 5 が接合されている。ここで、振動素子 1 0、ヘビーバッキング部材 1 6 C、ライトバッキング部材 1 8 のそれぞれの音響インピーダンスを  $Z_P$ 、 $Z_{HB}$ 、 $Z_{SB}$  とした場合、図示される

30

## 【 0 0 3 8 】

すなわち、ライトバッキング部材 1 8 は、振動素子 1 0 及びヘビーバッキング部材 1 6 C よりも小さな音響インピーダンスを有しており、その値は例えばヘビーバッキング部材 1 6 C における音響インピーダンスの数分の 1 から数十分の 1 である。

## 【 0 0 3 9 】

なお、振動素子 1 0 の振動に悪影響を与えないように、バッキング層 1 5 の厚みを十分に厚くするか、あるいは、バッキング層 1 5 との関係において台座 2 2 の音響インピーダンスを適宜設定するのが望ましい。

## 【 0 0 4 0 】

図 6 には、更に他の例が示されている。振動素子 1 0 の下面側にはバッキング層 1 5 が設けられており、そのバッキング層 1 5 はヘビーバッキング部材 1 6 D とライトバッキング部材 1 8 A とによって構成される。ただし、ヘビーバッキング部材 1 6 D はそれ全体として Y 方向に沿って厚みが連続的に変化しているものの、Y 方向の中央部においては完全に取り除かれており、このため振動素子 1 0 における中央部がライトバッキング部材 1 8 A の上面と接合している。ここでは、ヘビーバッキング作用を持たせる部分とライトバッキング作用を持たせる部分とに応じて、それぞれの部材 1 6 D、1 8 A の厚み変化が生じている。ただし上述したように不正振動などを防止し、また位相に悪影響を与えないために、ヘビーバッキング部材 1 6 D 等の厚みについては Y 方向に沿って連続的に変化しているのが望ましい。なお、図 6 に示す例では、バッキング層 1 5 の両端が台座 2 2 A によ

40

50

て保持されている。すなわち、図 6 に示すように、バックング層 15 を保持する場合、その下面側に台座を接合配置するようにしてもよいし、その側面側から台座によって保持を行うようにしてもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、本実施形態に係る超音波診断装置の構成について図 7 を用いて説明する。超音波診断装置は超音波探触子としてのプローブ 104 と装置本体 108 とによって構成されるものであり、プローブ 104 と装置本体 108 とはプローブケーブル 106 によって接続されている。

#### 【 0 0 4 2 】

アレイ振動子 30 は、X 方向すなわちアレイ方向に整列した複数の振動素子 10 によって構成される。一般に、P Z T などによって構成される平板状の部材に対してダイシングソーによってカッティングを行うことにより複数の振動素子 10 が構成される。そのようなカッティングにあたっては必要に応じてバックング層 15 の一部分あるいは全体を Z 方向にカッティングするようにしてもよい。そのような構成によれば音響的な回り込みすなわちクロストークを効果的に低減できる。

#### 【 0 0 4 3 】

バックング層 15 は、図 1 に示した構成と同様の音響インピーダンス関係をもって、ヘビーバックング部材 32 とライトバックング部材 34 とで構成されている。ヘビーバックング部材 32 の上面が各振動素子 10 の下面に接合しており、ヘビーバックング部材 32 の下面は Y 方向に沿って湾曲している。すなわち Y 方向に沿ってヘビーバックング部材 32 の厚みが連続的に変化している。その厚み変化を補填するようにライトバックング部材 34 が設けられており、そのライトバックング部材 34 は Y 方向に沿って厚みが連続的に変化しており、その中央部が最も大きな厚みを有し、その両端部が最も小さな厚みを有する。ヘビーバックング部材 32 とライトバックング部材 34 の組合せによってバックング層 15 が平板状に構成されている。なお、ライトバックング部材 34 は充填剤を充填することによって製作することも可能である。バックング層 15 は基台 36 上に固定されている。

#### 【 0 0 4 4 】

図 1 を用いて説明したように、バックング層 15 が上記の形態を有することにより、Y 方向に着目した場合、各振動素子 10 は Y 方向の中央部と両端部とで異なる振動動作をする。

#### 【 0 0 4 5 】

装置本体 108 は図示されるように送受信部 60 及び送受信制御部 62 を有している。送受信部 60 は送信ビームフォーマー及び受信ビームフォーマーとして機能する。すなわち送受信部 60 は送信時において複数の振動素子 10 に対して複数の送信信号を供給し、一方、受信時において複数の振動素子 10 から出力される複数の受信信号に対して整相加算処理などを実行する。送受信制御部 62 は送受信部 60 の動作を制御している。特に送信信号の中心周波数及び帯域を可変する制御を実行する。

#### 【 0 0 4 6 】

本実施形態においては、図 7 に示されるように、近距離送信の場合には、 $2f$  の中心周波数をもった狭帯域の送信信号が各振動素子に供給されており、これによってアレイ振動子 30 における Y 方向の中央部 100 が主として振動し、つまり上記の  $2f$  モードで振動することになり、Y 方向すなわちエレベーション方向において小さな送信開口が実現される。その一方において、遠距離送信の場合には、送信信号として  $f$  及び  $2f$  の周波数をカバーする広帯域の送信信号が各振動素子 10 に供給されており、これによって各振動素子 10 においては中央部 100 及び端部 102 の全体が振動し、その結果、大きな送信開口が形成される。この場合に周波数  $f$  の成分は端部 102 において振動作用をもたらすものとなる。周波数  $2f$  の成分は中央部において振動作用をもたらすものとなる。

#### 【 0 0 4 7 】

このように、送信信号の帯域可変によってアレイ振動子 30 におけるエレベーション方

10

20

30

40

50

向の振動範囲を電氣的に制御することが可能となり、上記で説明したように診断距離によって送信開口を調節することが可能となる。なお、遠距離送信においては  $f$  の送信信号を供給し、これによって端部 102 を中心として振動作用を発揮させることも可能である。

【0048】

またハーモニクイメージングモードなどにおいては、基本波で送信が行われ、生体内で生じた高調波成分が受信されるが、そのようなモードにおいても本実施形態に係る超音波振動子によれば広帯域化が図られているため、送受信の両方において十分な特性を得ることが可能となる。

【0049】

なお、図7に示した例においてはエレベーション方向についてのみヘビーバックング部材32の厚みが可変されていたが、それに代えてあるいはそれに加えてアレイ方向についてもヘビーバックング部材32の厚みを連続的に可変するようにしてもよい。すなわち図7においてX方向の中心部分においてその厚みが最も薄くなり、そこからX方向の両端部にかけて厚みが増大されるようにしてもよい。

【0050】

図8には、上記で説明した原理が適用された2Dアレイ振動子40が示されている。2Dアレイ振動子40は二次元配列された複数の振動素子42によって構成されている。なお、図8においては説明のため4×4個の振動素子42が示されているが、実際の2Dアレイ振動子40においてはより多くの振動素子が設けられる。2Dアレイ振動子40の下側にはバックング層44が接合されている。バックング層44は、複数の振動素子42の配列に対応した複数のバックング要素46によって構成されている。ただし各バックング要素46は物理的に別体として構成されてもよいが一体化されていてもよい。

【0051】

図9及び図10にはバックング要素46についての断面が示されている。各バックング要素46はヘビーバックング部材48及びライトバックング部材50によって構成される。図9に示す例では、ヘビーバックング部材48が下方に向けて凹面形状を有しており、その一方ライトバックング部材50が上方に向けて凸面形状を有している。すなわちヘビーバックング部材48はX方向及びY方向の双方とも中央部から端部にかけてその厚みが増大する形態を有している。その一方、ライトバックング部材50においては、その中央部から水平方向に徐々にその厚みが薄くされている。図10に示す例では、図9に示した例とは逆に、ヘビーバックング部材48が中央部から周辺部にかけて徐々にその厚みが小さくされた形態をもっており、すなわち下方に凸型の形態をもっている。その一方、ライトバックング部材50はヘビーバックング部材48とは逆に中央部から周辺部にかけて徐々にその厚みが大きくされた形態をもっており、すなわち上方に向けて凹面型の形態をもっている。

【0052】

いずれにしても、各バックング要素46においてヘビーバックング部材48が凹面形状あるいは凸面形状を有することにより水平方向においてヘビーバックング部材48の厚みに変化がもたされ、その結果、上述したような振動モードに多様性を生じさせて、各振動素子42を広帯域化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明に係る超音波振動子の好適な実施形態を示す概念図である。

【図2】図1に示す超音波探触子の周波数特性を示す図である。

【図3】傾斜したヘビーバックング部材を有する実施形態を示す図である。

【図4】凸球面状のヘビーバックング部材を有する実施形態を示す図である。

【図5】ヘビーバックング部材とライトバックング部材とを組み合わせた実施形態を示す図である。

【図6】ヘビーバックング部材とライトバックング部材を組み合わせた他の実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図7】超音波診断装置の要部構成を示す概念図である。

【図8】2Dアレイ振動子の構成を示す図である。

【図9】バックング要素の断面を示す図である。

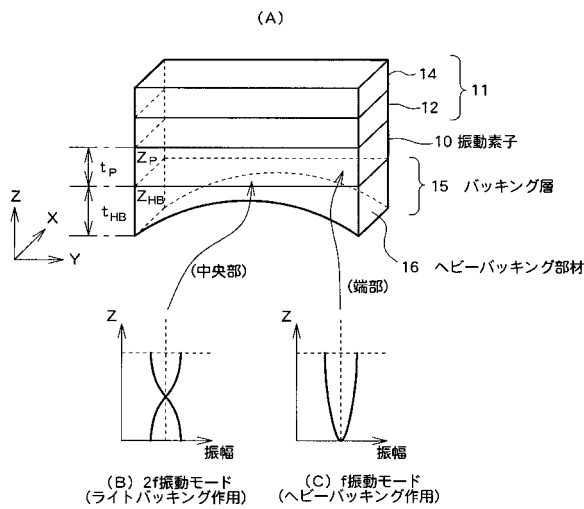
【図10】バックング要素の断面を示す図である。

【符号の説明】

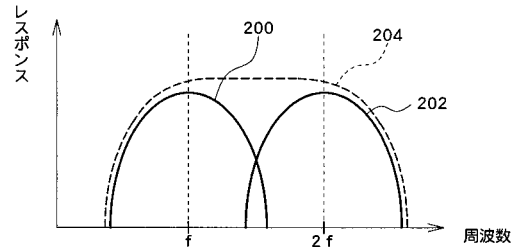
【0054】

10 振動素子、11 整合層、15 バックング層、16 ヘビーバックング部材、  
18 ライトバックング部材。

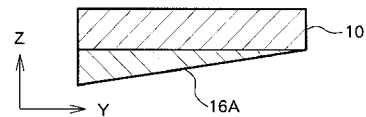
【図1】



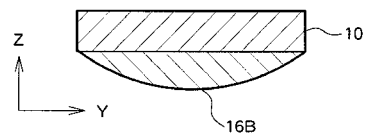
【図2】



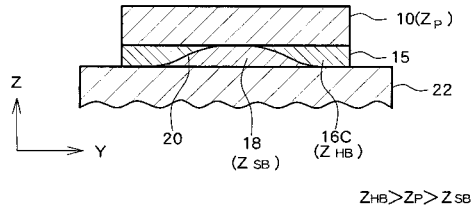
【図3】



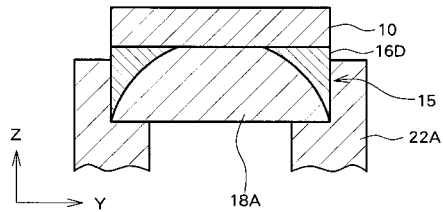
【図4】



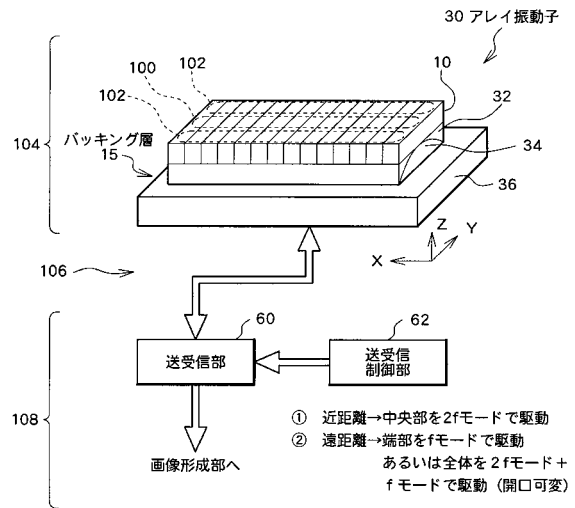
【図5】



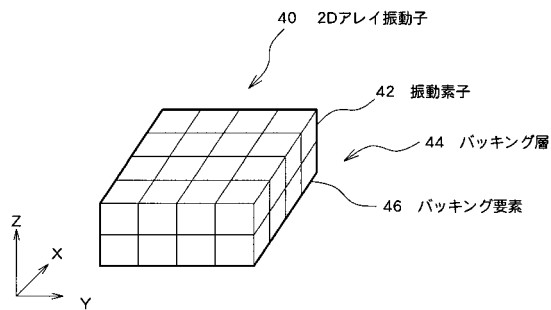
【図6】



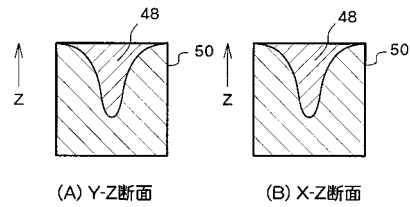
【図7】



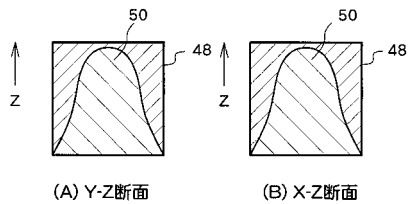
【図8】



【図10】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山口 健大  
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

審査官 日下 善之

(56)参考文献 特開平07-159386(JP,A)  
特開2002-152890(JP,A)  
特開2000-131298(JP,A)  
特開平08-173423(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	17/00
A61B	8/00
G01N	29/24
G01S	7/521

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	<a href="#">JP4338568B2</a>	公开(公告)日	2009-10-07
申请号	JP2004097838	申请日	2004-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	渡边 徹 石川 盛之 山口 健大		
发明人	渡边 徹 石川 盛之 山口 健大		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 G01S7/521		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 G01N29/24.502 G01S7/52.A G01S7/521.A		
F-TERM分类号	2G047/EA02 2G047/EA03 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB16 2G047/GB23 2G047/GB32 2G047/GF21 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/HH35 5D019/AA09 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG06 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC04 5J083/AC40 5J083/CA12 5J083/CA24		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP2005286701A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供利用重背衬作用，改善超声波振动器的操作特性或增强超声波振动器功能的技术。解决方案：重的背衬构件16与振动元件10的下侧连接。元件的厚度沿着高度方向连续变化。使光背衬作用在Y方向上作用于振动元件10的中间，并且以 $2f$ 振动模式产生振动，另一方面，在Y方向的末端激活重背衬作用。振动以 $f$ 振动模式产生。结果，振动元件10被宽带化。此外，可以通过改变传输信号的频带来调整仰角方向上的开口的尺寸。Ž

