

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4703372号
(P4703372)

(45) 発行日 平成23年6月15日 (2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日 (2011.3.18)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006.01)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)H O 4 R 17/00 3 3 0 J
A 6 1 B 8/00

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-320995 (P2005-320995)
 (22) 出願日 平成17年11月4日 (2005.11.4)
 (65) 公開番号 特開2007-129554 (P2007-129554A)
 (43) 公開日 平成19年5月24日 (2007.5.24)
 審査請求日 平成20年10月31日 (2008.10.31)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (73) 特許権者 594164542
 東芝メディカルシステムズ株式会社
 栃木県大田原市下石上1385番地
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及び超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受信する圧電振動子と、
 前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、
 前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レン
 ズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダン
 スと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、
前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は実質的に0であ
り、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の
音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、
 を特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記音響整合層の前記音響レンズの音響インピーダンスの変化率は実質的に0であり、
且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記音響レンズの音響
インピーダンスと実質的に同じ値であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ
。

【請求項 3】

超音波を送受信する圧電振動子と、
 前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、
 前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レン

ズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、

前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は前記圧電振動子の音響インピーダンスの変化率から連続する直線領域を有し、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、

を特徴とする超音波プローブ。

【請求項 4】

前記音響整合層の前記音響レンズの音響インピーダンスの変化率は、前記音響レンズの音響インピーダンスの変化率から連続する直線領域を有し、前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記音響レンズの音響インピーダンスと実質的に同じ値であることを特徴とする請求項 3 記載の超音波プローブ。

10

【請求項 5】

前記音響レンズとの境界面における前記音響整合層の音響インピーダンスは、記音響レンズの音響インピーダンスと一致していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記音響整合層は、超音波の送受信方向に積層された複数の薄層で構成され、超音波の送受信方向に対する各薄層の厚さは、超音波の波長の $1/40$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項に記載の超音波プローブ。

20

【請求項 7】

前記各薄層は、樹脂で形成されたフィルムであることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記各薄層には、当該薄層の音響インピーダンスを調整するためのフィラーが混合されていることを特徴とする請求項 7 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記音響整合層は、前記圧電振動子の前面に液状の樹脂を塗布する工程と、前記樹脂を硬化させて樹脂層を形成する工程と、前記樹脂層を研磨して前記薄層を形成する工程とが繰り返されて形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波プローブ。

30

【請求項 10】

前記樹脂には、音響インピーダンスを調整するためのフィラーが混合されていることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

前記圧電振動子の音響インピーダンスと、前記音響レンズの音響インピーダンスと、前記音響整合層の音響インピーダンスは、超音波の送受信方向に対して、同一の C^n 級 (n 自然数) の関数曲線に従って変化していることを特徴とする前記請求項 1 乃至 10 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

40

【請求項 12】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、前記超音波プローブにより受信された反射波に基づき、当該反射波に応じた受信信号を生成する送受信手段と、

前記送受信手段により生成された受信信号に基づき、前記被検体に関する画像を生成する画像生成手段とを備え、

前記超音波プローブは、

超音波を送受信する圧電振動子と、前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レン

50

ズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、

前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は実質的に0であり、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項13】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

前記超音波プローブにより受信された反射波に基づき、当該反射波に応じた受信信号を生成する送受信手段と、

前記送受信手段により生成された受信信号に基づき、前記被検体に関する画像を生成する画像生成手段とを備え、

前記超音波プローブは、

超音波を送受信する圧電振動子と、

前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、

前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レンズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、

前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は前記圧電振動子の音響インピーダンスの変化率から連続する直線領域を有し、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、

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、被検体内を超音波で走査して、当該被検体の内部を画像化する超音波プローブ及び超音波画像装置に係り、特に超音波プローブが備えている音響整合層の音響インピーダンスの変化率に関するものである。

【背景技術】

【0002】

被検体内を超音波で走査し、被検体内からの反射波から生成した受信信号を基に、当該被検体の内部を画像化する超音波診断装置が知られている。この超音波診断装置は、超音波探触子から被検体内に超音波を送信し、被検体内部で音響インピーダンスの不整合により生じる反射波を超音波探触子で受信して受信信号を生成する。

【0003】

ところで、従来の超音波プローブにおいて、圧電振動子の音響インピーダンス（約32 Mray）と音響レンズの音響インピーダンス（約1.5 Mray）との整合を目的として、 $\lambda/4$ （ λ ：超音波の波長）未満の厚さに規定された複数の音響整合層を積層させる技術（以下、 $\lambda/4$ 整合技術）が存在する。当然、1層整合層より2層整合層、2層整合層より3層整合層の方が、圧電振動子と音響レンズとの音響整合が良好となるから、超音波の送受信波形の広帯域化や超音波の高感度化に寄与することになる。

【0004】

これに対して、音響整合層の音響インピーダンスを超音波の伝播方向（以下、厚さ方向）に徐々に変化させて、音響整合層に傾斜特性を持たせる技術（以下、傾斜整合技術）が知られている。これは、圧電振動子の音響インピーダンスと音響レンズの音響インピーダンスとを連続的に整合し、音響インピーダンスの不整合部を完全に除去することで、超音波の伝播効率の向上をはかる技術である。

【0005】

具体的には、音響インピーダンスが異なる少なくとも2種類以上の材料を徐々に割合を

10

20

30

40

50

変えながら蒸着していくことで、音響インピーダンスに傾斜特性を持たせる方法（例えば、特許文献 1 を参照。）や、先細りした複数の柱状体を並べて、その隙間を樹脂で充填することで、音響インピーダンスに傾斜特性を持たせる方法（例えば、特許文献 2 を参照。）等がある。

【 0 0 0 6 】

これらの傾斜整合技術は、従来の / 4 整合層技術とは異なり、音響整合層内に音響インピーダンスの明確な不連続面が存在しないため、反射損失が低減され、超音波の送受信効率の向上や送受信波形の広域化等が期待される。

【特許文献 1】特開平 7 - 3 9 0 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 8 9 8 3 5 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

ところで、従来の傾斜整合層では、音響整合層と音響レンズの境界面、及び音響整合層と圧電振動子の接合面において、音響インピーダンスの変化率が不連続となっている。以下、図 1 0 を参照しながら、音響インピーダンスの変化率の不連続について説明する。

【 0 0 0 8 】

図 1 0 は従来における圧電振動子から音響レンズにかけての音響インピーダンスの変化を示す概略図である。

【 0 0 0 9 】

20

図 1 0 (a) に示すように、音響インピーダンスは、圧電振動子から音響レンズにかけて連続的に変化しているが、図 1 0 (b) に示すように、音響インピーダンスの変化率は、音響レンズと音響整合層との境界、及び圧電振動子と音響整合層との境界において不連続となっている。

【 0 0 1 0 】

このため、音響インピーダンスの変化率の不連続に起因して反射波が発生し、送受信波形の収斂性の悪化、超音波の距離分解能の悪化、ひいては画像診断能の低下の原因となることがある。

【 0 0 1 1 】

本発明は、前記事情を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、音響整合層と音響レンズとの境界における超音波の反射、及び音響整合層と圧電振動子との境界における超音波の反射を抑制して、超音波の伝播効率が良好な超音波プローブ及び超音波診断装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

前記課題を解決し目的を達成するために、本発明の超音波プローブ及び超音波診断装置は、次のように構成されている。

【 0 0 1 3 】

請求項 1 に記載の発明は、超音波を送受信する圧電振動子と、前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レンズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は実質的に 0 であり、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、を特徴とする超音波プローブである。

40

請求項 3 に記載の発明は、超音波を送受信する圧電振動子と、前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レンズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピ

50

ーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は前記圧電振動子の音響インピーダンスの変化率から連続する直線領域を有し、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、を特徴とする超音波プローブである。

請求項 1 2 に記載の発明は、被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、前記超音波プローブにより受信された反射波に基づき、当該反射波に応じた受信信号を生成する送受信手段と、

前記送受信手段により生成された受信信号に基づき、前記被検体に関する画像を生成する画像生成手段とを備え、前記超音波プローブは、超音波を送受信する圧電振動子と、前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レンズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は実質的に 0 であり、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、を特徴とする超音波診断装置である。

請求項 1 3 に記載の発明は、被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、前記超音波プローブにより受信された反射波に基づき、当該反射波に応じた受信信号を生成する送受信手段と、前記送受信手段により生成された受信信号に基づき、前記被検体に関する画像を生成する画像生成手段とを備え、前記超音波プローブは、超音波を送受信する圧電振動子と、前記圧電振動子から送受信される超音波を収束もしくは拡散させる音響レンズと、前記圧電振動子と前記音響レンズとの間に配設され、前記圧電振動子から前記音響レンズにかけて音響インピーダンスが連続的に変化して、前記圧電振動子の音響インピーダンスと前記音響レンズの音響インピーダンスとの差を緩和させる音響整合層とを備え、前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスの変化率は前記圧電振動子の音響インピーダンスの変化率から連続する直線領域を有し、且つ前記音響整合層の前記圧電振動子近傍の音響インピーダンスは前記圧電振動子の音響インピーダンスと実質的に同じ値であること、を特徴とする超音波診断装置である。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、音響整合層と音響レンズとの境界面、及び音響整合層と圧電振動子との境界面における超音波の反射が低減されて、超音波の伝播効率が改善する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、図面を参照しながら、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態について説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の斜視図である。

図 1 に示すように、本実施形態に係る超音波診断装置は、超音波を利用して被検体の内部を画像化するものであって、装置本体 10 と超音波プローブ 20 とで構成されている。

【0026】

装置本体 10 は、ベッドサイドでの診断ができるよう、キャスター 11 を備えていて、内部には超音波プローブ 20 に駆動信号を印加するとともに、超音波プローブ 20 により取得されたエコー信号に基づいて受信信号を生成する送受信回路（送受信手段）12 と、送受信回路 12 により生成された受信信号に基づいて、被検体に関する超音波画像を生成する画像生成部（画像生成手段）13 とが配設されている。また、装置本体 10 の上部には、画像生成部 13 により生成された超音波画像を表示するモニタ 14 が配設されている。装置本体 10 と超音波プローブ 20 とは、ケーブル 15 によって接続されていて、当該ケーブル 15 を通してデータ等の通信が行われる。

【0027】

図2は同実施形態に係る超音波プローブ20の断面図である。

図2に示すように、超音波プローブ20は、操作者に把持されるケース21と、ケース21内に配置され、ケース21の先端部から被検体に対して超音波を送受信するトランスデューサ22とを具備している。

【0028】

[トランスデューサ22の構成]

図3は同実施形態に係るトランスデューサ22の要部の斜視図である。なお、図3では、音響レンズ222が省略されている。

【0029】

図3に示すように、トランスデューサ22は、超音波を送受信するための圧電振動子221と、圧電振動子221から送受信された超音波を収束もしくは拡散するための音響レンズ222(図2を参照)と、圧電振動子221と音響レンズ222との間に配設され、圧電振動子221の音響インピーダンスと音響レンズ222の音響インピーダンスとを整合するための音響整合層223と、圧電振動子221から背面に送信された超音波を吸収するためのバッキング材224とを具備している。

【0030】

圧電振動子221は、超音波の走査方向に対して複数の素子に分割されていて、それぞれの素子が被検体に対して超音波の送受信を実行するように構成されている。圧電振動子221の音響インピーダンスは約32Mrayである。圧電振動子221の素材としては、特に限定されるものではないが、例えば2成分系あるいは3成分系の圧電セラミックス等が用いられる。なお、圧電振動子221の素子と素子との隙間には、シリコン等の樹脂が充填されている。

【0031】

音響レンズ222は、音響整合層223の前面に配設されていて、被検体に密着する部位に曲面が形成されている。音響レンズ222の音響インピーダンスは、被検体と音響レンズ222との接触面における超音波の反射を防止するために、被検体の音響インピーダンスに近い値、即ち約1.5Mrayに設定されている。音響レンズ222の素材としては、特に限定されるものではないが、例えばシリコンゴム等が用いられる。

【0032】

音響整合層223は、圧電振動子221と同様に、超音波の走査方向に対して複数の要素に分割されていて、それぞれの要素が圧電振動子221の音響インピーダンスと音響レンズ222の音響インピーダンスとを良好に整合するように構成されている。なお、音響整合層223の要素と要素との隙間には、シリコン等の樹脂が充填されている。

【0033】

以下、音響整合層223の構成について詳細に説明する。

図4は同実施形態に係る音響整合層223の構成図である。

図4に示すように、この音響整合層223は、圧電振動子221から音響レンズ222に向かって順に積層された、第1の整合層223(1)、第2の整合層223(2)、...第nの整合層223(n)で構成されている。これら第1~第nの整合層223(1)~223(n)は、いずれも樹脂フィルムであって、それぞれの厚さは、 $\lambda/40$ (λ :超音波の波長)以下に設定されている。樹脂フィルムの素材は、特に限定されるものではないが、例えばポリプロピレン樹脂やポリエチレン樹脂等が用いられる。なお、図3では整合層223(1)~223(n)の境界面が描かれているが、実際には目視できるものではない。

【0034】

第1の整合層223(1)~第nの整合層223(n)には、それぞれフィラーが添加されている。フィラーの素材としては、特に限定されるものではないが、例えばシリカ粉末やタングステン粉末等が用いられる。

【0035】

フィラーの添加率は、圧電振動子221からの距離に応じて、即ち圧電振動子221か

10

20

30

40

50

ら数えて何枚目に積層されているかに応じて決められている。これにより、本実施形態における音響整合層 223 の音響インピーダンス、及び音響インピーダンスの変化率は、以下のように設定される。

【0036】

図5は同実施形態に係る圧電振動子 221 から音響レンズ 222 にかけての音響インピーダンスの変化を示す概略図である。

図5(a)に示すように、音響整合層 223 の音響インピーダンスは、圧電振動子 221 から音響レンズ 222 に向かってなだらかに低下して、圧電振動子 221 との境界付近で圧電振動子 221 と同等約 32 Mray となり、音響レンズ 222 との境界付近で音響レンズ 222 と同等の約 1.5 Mray となるように調整されている。即ち、圧電振動子 221 に密着する第1の整合層 223(1)の音響インピーダンスは約 32 Mray に設定され、音響レンズ 222 と密着する第nの整合層 223(n)の音響インピーダンスは約 1.5 Mray に設定されている。

10

【0037】

図5(b)に示すように、音響整合層 223 の音響インピーダンスの変化率は、音響整合層 223 の厚さ方向の中心部で大きく、圧電振動子 221 及び音響レンズ 222 に接近するにつれて0に接近するように調整される。これにより、音響インピーダンスの変化率は、圧電振動子 221 と音響整合層 223 との境界、及び音響レンズ 222 と音響整合層 223 との境界で連続することになる。即ち、音響整合層 223 の音響インピーダンスの変化率は、圧電振動子 221 から音響レンズ 222 にかけて、音響インピーダンスの変化率が連続的に変化するように調整されている。

20

【0038】

換言すれば、音響整合層 223 は、厚さ方向の中途部に位置する第1の領域 223a と、圧電振動子 221 と第1の領域 223a との間に位置し、音響インピーダンスの変化率が第1の領域 223a より小さい第2の領域 223b と、音響レンズ 222 と第1の領域 223a との間に位置し、音響インピーダンスの変化率が第1の領域 223a より小さい第3の領域 223c とから構成されている、と理解することも可能である。

【0039】

さらに換言すれば、トランスデューサ 22 の音響インピーダンスは、圧電振動子 221 から音響レンズ 222 にかけて、同一の C^n 級 (n 自然数) の関数曲線に従って変化している、と理解することも可能である。

30

【0040】

(トランスデューサ 22 の製造工程)

先ず、金型内に固定配置された圧電振動子 221 の前面にn枚の樹脂フィルムが積層される。なお、樹脂フィルムには、事前にフィラーが添加されている。そして、プレス機械によって金型がプレスされ、積層されたn枚の樹脂フィルムに大きな圧力がかけられる。これにより、圧電振動子 221 の前面には、n枚の樹脂フィルム、即ち第1～第nの整合層 223(1)～223(n)からなる音響整合層 223 が接合される。そして、圧電振動子 221 の背面にバックング材 224 が接合され、超音波の走査方向に対してダイシングが実施される。そして最後に、音響整合層 223 の前面に音響レンズ 222 が接合されて、トランスデューサ 22 が完成する。

40

【0041】

なお、本実施形態では、既にフィラーが添加された樹脂フィルムが用いられているが、圧電振動子 221 の前面に樹脂フィルムが積層されるときに、樹脂フィルムと樹脂フィルムの間にフィラーが添加されるようにしても同様の効果が得られる。

【0042】

また、本実施形態では、樹脂フィルムに対して同じ種類のフィラーを添加することが想定されているが、それぞれの樹脂フィルムに対して異なる種類のフィラーが添加されても良い。

【0043】

50

(本実施形態による作用)

本実施形態における音響整合層 223 の音響インピーダンスは、圧電振動子 221 から音響レンズ 222 にかけてなだらかに変化していて、圧電振動子 221 との境界付近で約 32 Mray となり、音響レンズ 222 との境界付近で約 1.5 Mray となっている。そのため、音響整合層 223 の内部における、音響インピーダンスの不連続面が無いから、当該音響インピーダンスの不連続に起因する超音波の反射が低減する。

【0044】

しかも、本実施形態における音響整合層 223 の音響インピーダンスの変化率は、圧電振動子 221 や音響レンズ 222 に接近するにつれて 0 に近づいている。そのため、圧電振動子 221 と音響整合層 223 の境界部分や、音響レンズ 222 と音響整合層 223 の境界部分において、音響インピーダンスがなだらかに変化するから、即ち音響インピーダンスの変化率が連続となるから、当該音響インピーダンスの変化率の不連続に起因する超音波の反射が低減する。

【0045】

このように、本実施形態におけるトランスデューサ 22 を使用すれば、超音波の反射が劇的に低減されるから、超音波の伝播効率が大きく改善され、送受信波形の広帯域化、距離分解能の向上、ひいては画像診断の向上が実現される。

【0046】

図 6 は同実施形態に係る超音波プローブ 20 を使用したときの送受信比帯域のシミュレーション結果を示すグラフ、図 7 は同実施形態に係る超音波プローブ 20 を使用したときのエンベロープ波形のシミュレーション結果を示すグラフである。なお、図 6 と図 7 において、横軸は周波数、縦軸は音圧を示しており、曲線 a は本実施形態に係る超音波プローブ 20、曲線 b は傾斜音響整合層を備えた従来の超音波プローブ、曲線 c は 2 層整合層を備えた従来の超音波プローブに対応している。送信周波数は、いずれも 3 MHz である。

【0047】

図 6 に示すように、超音波の送受信比帯域は、-6 dB で約 4% 程度広がり、-20 dB で約 7% 程度広がっている。したがって、本実施形態における音響整合層 223 が使用されると、超音波の送受信比帯域が広帯域化することが確認された。

【0048】

図 7 に示すように、送受信帯域の 2nd ピーク P は、傾斜整合層を備えた従来の超音波プローブと比較して、約 15 dB も低下している。したがって、本実施形態における音響整合層 223 が使用されると、超音波の収斂性が向上することが確認された。

【0049】

このように、シミュレーション結果からも、本実施形態におけるトランスデューサが使用されると、超音波の伝播効率が大きく改善されることが確認された。

【0050】

また、音響整合層 223 は、 $\lambda/40$ (λ : 超音波の波長) 以下に設定された第 1 ~ 第 n の整合層 223 (1) ~ 223 (n) で構成されている。そのため、超音波が伝播するときに、音響整合層 223 の音響インピーダンスは、連続的に変化していることになる。

【0051】

(第2の実施形態)

図 8 は本発明の第 2 の実施形態に係るトランスデューサ 22 の断面図である。

図 8 に示すように、本実施形態におけるトランスデューサ 22 では、圧電振動子 221 と音響整合層 223 との間に、副音響整合層 223' が配設されている。即ち、本実施形態におけるトランスデューサ 22 は、いわゆる 2 層整合層を備えている。

【0052】

副音響整合層 223' の音響インピーダンスは、約 12 Mray に設定されている。これに伴って、音響整合層 223 の音響インピーダンスは、副音響整合層 223' との境界付近で副音響整合層 223' と同等の約 12 Mray に設定されている。

【0053】

10

20

30

40

50

このような構成であれば、第１の実施形態と同様に、音響レンズ２２２と音響整合層２２３との境界部分や、副音響整合層２２３'と音響整合層２２３との境界部分において、音響インピーダンスの変化率がなだらかに連続することになるから、当該音響インピーダンスの変化率に起因する超音波の反射が低減する。

【００５４】

しかも、音響整合層２２３の作製に必要な整合層の接合回数が減少するから、結果として、トランスデューサ２２の製造が簡単化する。

【００５５】

(第３の実施形態)

図９は第３の実施形態に係るトランスデューサの製造工程の説明図である。

10

図９に示すように、本実施形態に係るトランスデューサ２２の製造工程では、先ず、図９(ａ)に示すように、圧電振動子２２１の前面に液状の第１の樹脂２２３Ａ(１)が塗布される。第１の樹脂２２３Ａ(１)の音響インピーダンスは、事前に第１の整合層２２３(１)と同等に調整されている。音響インピーダンスの調整方法としては、フィラーの添加が用いられる。フィラーの素材は、特に限定されるものではないが、例えばシリカ粉末やタングステン粉末等が用いられる。そして、第１の樹脂２２３Ａ(１)が硬化したら、図９(ｂ)に示すように、当該第１の樹脂２２３Ａ(１)が所定の厚さまで研磨される。これにより、圧電振動子２２１の前面に第１の整合層２２３(１)が形成される。なお、第１の整合層２２３(１)の厚さは、第１の実施形態と同じく、 $\lambda/40$ (λ :超音波の波長)以下に設定されている。

20

【００５６】

そして、同じ要領で、第２の整合層２２３(２)、第３の整合層２２３(３)・・・が順次形成されていき、図９(ｃ)に示すように、圧電振動子２２１の前面に第１の整合層２２３(１)～第ｎの整合層２２３(ｎ)からなる音響整合層２２３が形成される。

【００５７】

そして、圧電振動子２２１の背面にバッキング材２２４が接合され、超音波の走査方向に対してダイシングが実施される。そして最後に、音響整合層２２３の前面に音響レンズ２２２が接合されて、トランスデューサ２２が完成する。

【００５８】

このような製造工程であっても、第１の実施形態と同等なトランスデューサ２２の作製が可能である。また、第１の整合層２２３(１)～第ｎの整合層２２３(ｎ)を接着する必要が無いから、接着剤の厚さの影響を考慮する必要が無く、所望の音響インピーダンスの傾斜特性が比較的簡単に得られる。

30

【００５９】

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

【図面の簡単な説明】

40

【００６０】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る超音波診断装置の斜視図。

【図２】同実施形態に係るトランスデューサの断面図。

【図３】同実施形態に係るトランスデューサの要部の斜視図。

【図４】同実施形態に係る音響整合層の構成図。

【図５】同実施形態に係る圧電振動子から音響レンズにかけての音響インピーダンスの変化を示す概略図。

【図６】同実施形態に係る超音波プローブを使用したときの送受信比帯域のシミュレーション結果を示すグラフ。

【図７】同実施形態に係る超音波プローブを使用したときのエンベロープ波形のシミュレ

50

ーション結果を示すグラフ。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係るトランスデューサの断面図。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態に係る音響整合層の接合工程の説明図。

【図 10】従来における圧電振動子から音響レンズにかけての音響インピーダンスの変化を示す概略図。

【符号の説明】

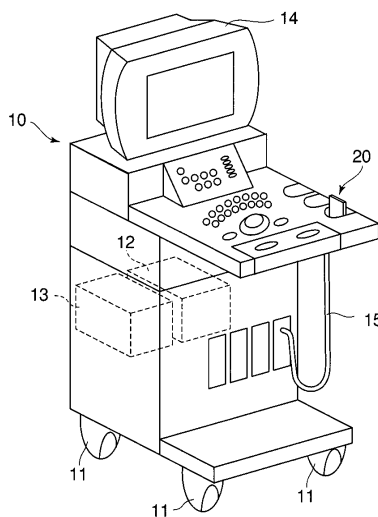
【0061】

12...送受信回路（送受信手段）、13...画像生成部（画像生成手段）、20...超音波プローブ、221...圧電振動子、222...音響レンズ、223...音響整合層、223(1)...第1の整合層（薄層）、223(2)...第2の整合層（薄層）、223(n)...第nの整合層（薄層）、223a...第1の領域、223b...第2の領域、223c...第3の領域、223A(1)...第1の樹脂（液状の樹脂）。

10

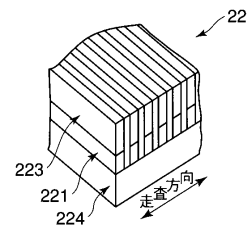
【図 1】

図 1



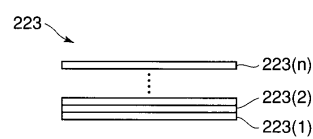
【図 3】

図 3



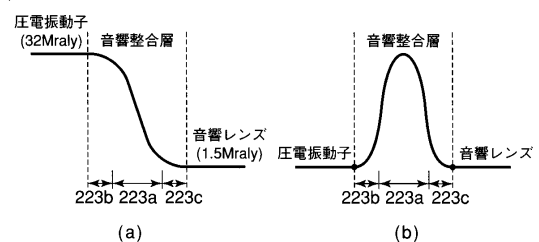
【図 4】

図 4



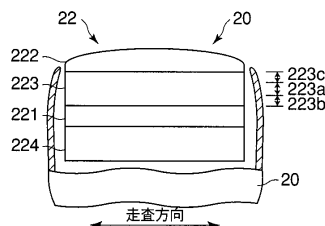
【図 5】

図 5



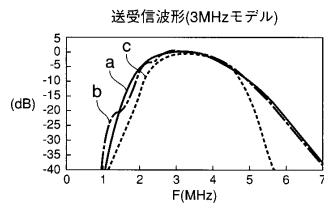
【図 2】

図 2



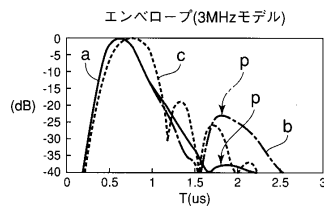
【図 6】

図 6



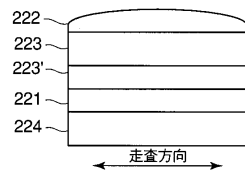
【図 7】

図 7



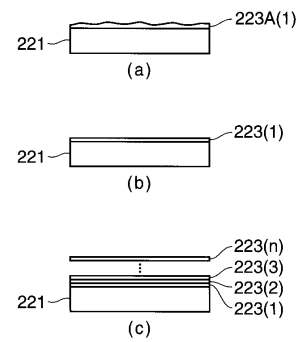
【図 8】

図 8



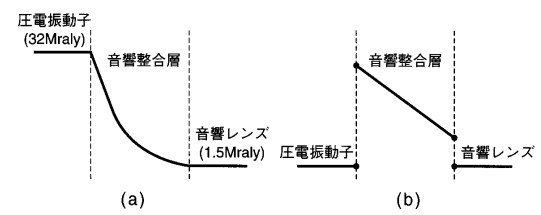
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



フロントページの続き

- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 芝本 弘一
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 青木 稔
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 牧田 裕久
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 武内 俊
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 四方 浩之
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

審査官 大野 弘

- (56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 8 8 5 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 3 5 8 9 5 (J P , A)
特開平 0 3 - 1 7 1 8 9 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 4 R | 1 7 / 0 0 |
| A 6 1 B | 8 / 0 0 |
| H 0 4 R | 1 / 4 0 |

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP4703372B2	公开(公告)日	2011-06-15
申请号	JP2005320995	申请日	2005-11-04
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	芝本弘一 青木稔 牧田裕久 武内俊 四方浩之		
发明人	芝本 弘一 青木 稔 牧田 裕久 武内 俊 四方 浩之		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
CPC分类号	G10K11/02 B06B1/0622		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 H04R1/40.330		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/EE04 4C601/GB28 4C601/GB32 4C601/GB45 5D019/AA22 5D019/BB02 5D019/FF04 5D019/GG02		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
审查员(译)	大野 弘		
其他公开文献	JP2007129554A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过抑制声匹配层和声透镜之间的边界处的超声波的反射以及声学边界处的超声波的反射来提供具有优异的超声波传播效率的超声探头。匹配层和压电振子。ŽSOLUTION：超声波探头具有声匹配层，声学匹配层设置在压电振子和声透镜之间，并且从压电振子到声透镜的声阻抗连续变化，以减小压电振子和声透镜之间的声阻抗差异，声匹配层包括：第一区域，设置在超声波的发射和接收方向的中间;第二区域，设置在第一区域和压电振动器之间，并且具有比第一区域小的声阻抗变化率，以及第三区域设置在第一区域和声透镜之间，并且具有比第一区域更小的声阻抗变化率。Ž

】

