

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5997796号  
(P5997796)

(45) 発行日 平成28年9月28日 (2016. 9. 28)

(24) 登録日 平成28年9月2日 (2016. 9. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 0 J

G O 1 S 7/521 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 2 B

A 6 1 B 8/14 (2006. 01)

G O 1 S 7/521 A

H O 1 L 41/113 (2006. 01)

A 6 1 B 8/14

H O 1 L 41/09 (2006. 01)

H O 1 L 41/113

請求項の数 5 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-38544 (P2015-38544)  
 (22) 出願日 平成27年2月27日 (2015. 2. 27)  
 (65) 公開番号 特開2016-163132 (P2016-163132A)  
 (43) 公開日 平成28年9月5日 (2016. 9. 5)  
 審査請求日 平成28年1月18日 (2016. 1. 18)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所  
 (72) 発明者 元木 和也  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内  
 (72) 発明者 小林 和裕  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内  
 (72) 発明者 渡辺 徹  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波振動子ユニットであって、  
 圧電素子と、  
 圧電素子を駆動する電子回路を備えた回路基板と、  
 圧電素子と回路基板の間に配置され、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスよりも高い共振層と、  
 共振層に隣接して共振層の回路基板側に配置され、音響インピーダンスが回路基板の音響インピーダンスより低い音響分離層と、  
 を有し、

音響分離層の音響インピーダンスが、共振層の音響インピーダンスの  $1/70$  以下である、  
 超音波振動子ユニット。

【請求項 2】

超音波振動子ユニットであって、  
 圧電素子と、  
 圧電素子を駆動する電子回路を備え、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスより低い回路基板と、  
 圧電素子と回路基板の間に配置され、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスよりも高い共振層と、

共振層に隣接して共振層の回路基板側に配置され、音響インピーダンスが回路基板の音響インピーダンスより低い音響分離層と、  
を有し、

音響分離層は多孔質材料からなる、  
超音波振動子ユニット。

【請求項 3】

超音波振動子ユニットであって、

圧電素子と、

圧電素子を駆動する電子回路を備え、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスより低い回路基板と、

10

圧電素子と回路基板の間に配置され、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスよりも高い共振層と、

共振層に隣接して共振層の回路基板側に配置され、音響インピーダンスが回路基板の音響インピーダンスより低い音響分離層と、  
を有し、

音響分離層は多孔質カーボンからなる、  
超音波振動子ユニット。

【請求項 4】

超音波振動子ユニットであって、

圧電素子と、

20

圧電素子を駆動する電子回路を備え、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスより低い回路基板と、

圧電素子と回路基板の間に配置され、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスよりも高い共振層と、

共振層に隣接して共振層の回路基板側に配置され、音響インピーダンスが回路基板の音響インピーダンスより低い音響分離層と、  
を有し、

共振層の音響インピーダンスは圧電素子の音響インピーダンスの 2.3 倍以上であり、音響分離層の音響インピーダンスは回路基板の音響インピーダンスの 1/20 以下である

30

、  
超音波振動子ユニット。

【請求項 5】

請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載の超音波振動子ユニットであって、

音響分離層の音響インピーダンスが、共振層の音響インピーダンスの 1/70 以下である、

超音波振動子ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、超音波探触子に用いられる超音波振動子ユニットに関し、特にその構造に関する。

【背景技術】

【0002】

医療の分野において超音波診断装置が活用されている。超音波診断装置は、生体に対して超音波を送受波し、これにより得られた受信信号に基づいて超音波画像を形成する装置である。生体に対する超音波の送受波は超音波探触子（プローブ）によって行われる。プローブは、圧電素子を含む振動子を備え、圧電素子を駆動することで超音波が送受される。

【0003】

50

振動子は、圧電素子の生体側に配置された整合層を含む。整合層は、圧電素子から生体への音響インピーダンスを順次減少させて、圧電素子と生体を音響的に整合させるための層である。また、振動子は、圧電素子の背面、つまり生体側とは反対側の面に隣接して配置された共振層を有していてもよい。共振の音響インピーダンスは圧電素子に対して高く、圧電素子と共振して生体に向けて効率よく超音波を発信するのに役立っている。振動子の背面には、圧電素子を駆動する電子回路を備えた回路基板が配置される。下記特許文献1に、超音波探触子の例が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

【特許文献1】特表2005-507581号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

振動子から送波された超音波が回路基板に伝播すると回路基板内で反射し、一部が振動子に戻り、更に生体内に送波される。この回路基板内の反射による超音波は、直接送波された超音波に遅れて送波され、この遅れのためにノイズとなって超音波画像が劣化する場合がある。

【0006】

本発明は、振動子から回路基板側に伝播する超音波を低減することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る超音波振動子ユニットは、圧電素子と、圧電素子を駆動する電子回路を備えた回路基板と、圧電素子と回路基板の間に配置され、音響インピーダンスが圧電素子の音響インピーダンスよりも高い共振層と、共振層に隣接して共振層の回路基板側に配置され、音響インピーダンスが回路基板の音響インピーダンスより低い音響分離層と、を有する。

【0008】

共振層と音響分離層の音響インピーダンスの差により、これらの層の境界面で超音波を反射することにより、回路基板側へ超音波の伝播を抑制することができる。

30

【0009】

また、音響分離層は多孔質材料、特に多孔質カーボンからなるものとすることができる。

【0010】

さらに、共振層の音響インピーダンスを圧電素子の音響インピーダンスの2.3倍以上とし、音響分離層の音響インピーダンスを回路基板の音響インピーダンスの1/20以下とすることができる。また、音響分離層の音響インピーダンスを共振層の音響インピーダンスの1/70とすることができる。

【発明の効果】

【0011】

40

音響分離層と共振層の境界面で超音波を反射し、回路基板への超音波の伝播を抑制することで、回路基板内で反射した超音波によるノイズを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態の超音波振動子ユニットの概略構成を示す斜視図である。

【図2】本実施形態の超音波振動子ユニットの概略構成を示す断面図である。

【図3】音響分離層の効果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。図1は、本実施形態の超音波振動子

50

ユニット 10 を示す斜視図である。また、図 2 は、超音波振動子ユニット 10 の断面図である。超音波振動子ユニット 10 は、超音波診断装置のプロープに内蔵され、プロープが接触する生体に対して超音波の送受を行う。図 1 における超音波の送信方向は上方である。なお、以下の説明において、「上」「下」などの上下の関係を示す語句は、図における上下を示すものであり、使用態様等における上下関係を示すものではない。

#### 【0014】

超音波振動子ユニット 10 は、個振動子 12 が縦横に配置された二次元のアレイ振動子 14 を含む。図示するアレイ振動子 14 は、縦横に同数の個振動子 12 が配列され、全体として略正方形に構成される。また、図においては、説明のために、個振動子 12 の数を  $5 \times 5$  配置の 25 個としているが、実際のアレイ振動子 14 は、格段に多くの、例えば数千個の個振動子 12 を備えている。この構成においては、超音波ビームを任意の角度に走査することができる。任意の角度の走査によって取り込まれた三次元空間内のデータから、三次元空間を表す三次元超音波画像を形成することができる。このデータから任意の断面における超音波画像を形成することもできる。アレイ振動子は、個振動子 12 が一列に直線状に配列された一次元アレイであってもよい。また、縦方向と横方向において異なる個数の個振動子 12 を配列した、略長方形のアレイであってもよい。

10

#### 【0015】

超音波振動子ユニット 10 は、アレイ振動子 14 を駆動する電子回路を備えた回路基板 16 と、アレイ振動子 14 を覆って保護する保護層 18 を有する。この超音波振動子ユニット 10 の場合、回路基板 16 は、電子回路が形成された電子回路基板 20 と、この電子回路と個振動子 12 を接続するための配線または回路を有する中継基板 22 を有する。中継基板 22 は、電子回路上の端子と個振動子 12 の接続を切り換える機能を有していてもよい。

20

#### 【0016】

個振動子 12 は、圧電素子 24 を含む振動素子 26 と音響整合層 28 とを含む。振動素子 26 は、圧電素子 24 の他に共振層 30 を含む。共振層 30 は、圧電素子 24 の背面側、つまり超音波を送受する向きの反対側に配置される。また、共振層 30 は、圧電素子 24 より音響インピーダンスが高くされており、ハード背面層を形成し、圧電素子 24 と共振層 30 が一体となって超音波の送波および受波を行っている。圧電素子 24 と共振層 30 の音響インピーダンスはそれぞれ、例えば  $30 \text{ MRayl}$  程度、 $70 \sim 100 \text{ MRayl}$  であり、共振層 30 の音響インピーダンスは圧電素子 24 の 2.3 倍以上である。共振層 30 の材料は、カーボンやタングステンの導電性のフィラーを含む樹脂材料、金属、合金、金属の焼結体、金属と無機材料の焼結体、またはそれらの複合体である。共振層 30 は、圧電素子 24 と共振して生体に向けて効率よく超音波を発信するのに役立つ。また、回路基板 16、特に中継基板 22 の音響インピーダンスは、約  $20 \text{ MRayl}$  である。

30

#### 【0017】

音響整合層 28 は、圧電素子 24 から生体へ音響インピーダンスを段階的に減少させ、圧電素子 24 と生体を音響的に整合させるための層である。音響整合層 28 は、1 層のみにより構成されてもよいが、音響インピーダンスを生体に向けてできるだけ滑らかに減少させるために複数の層を有してもよい。図示する例では、第 1 音響整合層 28 A、第 2 音響整合層 28 B の 2 層から構成されている。

40

#### 【0018】

個振動子 12 の保護層 18 に対向する面には、各個振動子 12 に共通のグランド電極 32 が接合されている。音響整合層 28 は、導電性を有しており、グランド電極 32 と振動素子 26 を電氣的に接続している。音響整合層 28 は、導電性を持たせるために、ガラス状カーボン、炭素、グラファイト材または導電性フィラーが混入された樹脂を用いることができる。この樹脂は、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。

#### 【0019】

共振層 30 の背面側、つまり回路基板 16 側には、音響分離層 34 が共振層 30 に隣接して配置される。音響分離層 34 は、その音響インピーダンスが圧電素子 24 および回路

50

基板 16 より低い。回路基板 16 が含む中継基板 22 と電子回路基板 20 の音響インピーダンスはほぼ等しいが、これらに相違がある場合には、音響分離層 34 の音響インピーダンスは、音響分離層 34 側にある中継基板 22 の音響インピーダンスより低くされる。また、中継基板 22 が不在の場合には、音響分離層 34 の音響インピーダンスは、電子回路基板 20 の音響インピーダンスより低くされる。圧電素子 24 より高い音響インピーダンスの共振層 30 と、回路基板 16 より低い音響インピーダンスの音響分離層 34 が隣接することで、共振層 30 と音響分離層 34 の境界には、音響インピーダンスの大きな差が生じる。これにより、共振層 30 と音響分離層 34 の境界面で超音波が反射し、回路基板 16 に伝播する超音波が減少する。共振層 30 の音響インピーダンスを圧電素子 24 より高くし、音響分離層 34 の音響インピーダンスを中継基板 22 より低くすることで、共振層 30 と音響分離層 34 の音響インピーダンスの差を大きくすることができる。

10

#### 【0020】

個振動子 12 は、音響分離層 34 を介して回路基板 16 の表面に設けられた電極に接続されている。共振層 30 および音響分離層 34 は導電性とされ、圧電素子 24 と回路基板 16 の電極が電気的に接続される。中継基板 22 は、個振動子 12 と電子回路基板 20 の上面に設けられた電極とを接続する機能を有し、例えば中継基板 22 に設けられた貫通ビアによって個振動子 12 と電極の接続が実現されている。中継基板 22 内の配線の配置によって、電子回路基板 20 上の電極および個振動子 12 の配列やピッチの相違を整合させることができる。また、中継基板 22 内に、電子回路基板 20 上の電極と個振動子 12 の接続関係を切り替えるための回路を備えるようにしてもよい。

20

#### 【0021】

音響分離層 34 は、前述のように、共振層 30 との音響インピーダンスの差によって、共振層 30 との境界面にて超音波を反射するためのものであるから、共振層 30 との音響インピーダンスの差が大きい材料から構成される必要がある。前述のように、共振層 30 の音響インピーダンスは高いので、音響分離層 34 は音響インピーダンスを低くして、大きな音響インピーダンスの差を設けることが望ましい。また、音響分離層 34 には、回路基板 16 から供給される電力が流れるので、高い導電性が要求される。さらに、音響分離層 34 は、個振動子 12 と回路基板 16 を接続しており、高い構造強度も要求される。このように、音響分離層 34 には、低い音響インピーダンス、高い導電性、および高い構造強度が要求される。

30

#### 【0022】

音響分離層 34 に要求される前記の特性を満足させる材料として、多孔質材料が挙げられる。例えば、焼結性導電材の生成時にバインダー等の混入により空孔率を 80 パーセント以上にすることが可能であり、これによって音響インピーダンスを 1 MRayl 以下とすることが可能となる。より具体的な材料としては、多孔質金属や、多孔質カーボンが挙げられる。ある多孔質カーボンの特性は、音響インピーダンスが 0.7~1.0 MRayl、固有抵抗が約  $2 \sim 20 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 、曲げ弾性率が  $2 \sim 15 \text{ GPa}$  であり、前述の要求特性を満たす。

#### 【0023】

図 3 は、上記の特性を有する多孔質カーボン製の音響分離層 34 の効果を示す図である。横軸が時間、縦軸が超音波の振幅を示している。破線が音響分離層 34 を設けない場合、実線が音響分離層 34 を設けた場合のグラフである。-20 dB における超音波のパルス幅が約 50 パーセントになったことが示されている。これは、音響分離層 34 の背後の層内での多重反射による影響が減少したことを示している。実際の超音波画像においても、多重反射によって生じる音響的なノイズの減少が確認された。

40

#### 【0024】

この多孔質カーボン製の音響分離層 34 の音響インピーダンスは、回路基板 16 に対して  $1/20$  であり、共振層 30 に対して  $1/100 \sim 1/70$  である。これ以下の数値であれば、超音波のパルス幅を 50 パーセント以下とすることができるとが示唆され、超音波画像の画質改善が達成される。

50

## 【0025】

共振層30と音響分離層34の境界面において超音波を反射するようにしたことにより、音響分離層34の背面側に配置される層について材料選択の自由度が高まる。音響分離層34のない従来の構成の場合、回路基板16など振動素子26の背後の層に進入した超音波を層内で減衰させることによりノイズの抑制を行っていた。このため、その層の材料は減衰の大きな材料を選択する必要があった。音響分離層34を設けることにより、音響分離層34の背後に伝播する超音波が減少するため、減衰が小さい材料を選択することが可能になる。

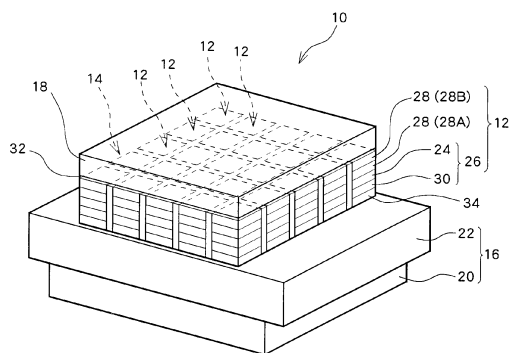
## 【符号の説明】

## 【0026】

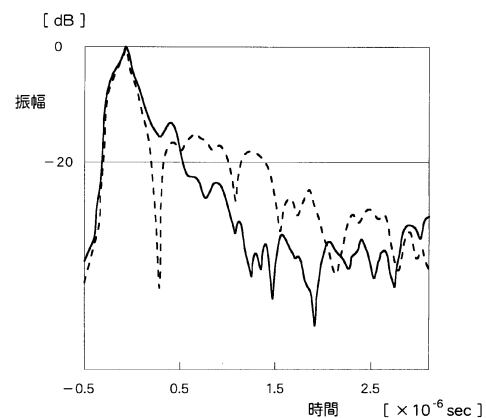
10 超音波振動子ユニット、12 個振動子、16 回路基板、20 電子回路基板、22 中継基板、24 圧電素子、26 振動素子、28 音響整合層、30 共振層、34 音響分離層。

10

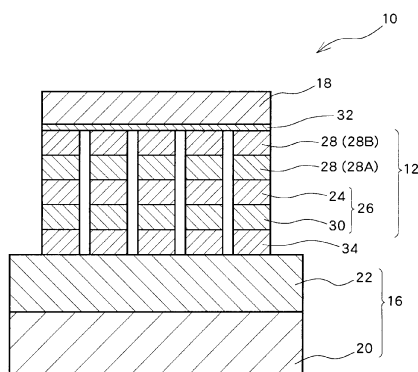
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 41/09

審査官 大石 剛

(56)参考文献 特開平10-270979 (JP, A)  
特開2002-041052 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A 6 1 B 8 / 1 4  
G 0 1 S 7 / 5 2 1  
H 0 4 R 1 7 / 0 0  
H 0 1 L 4 1 / 0 9  
H 0 1 L 4 1 / 1 1 3

|                |                                                                                                                                                                                                                                        |         |            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声波换能器单元                                                                                                                                                                                                                               |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP5997796B2</a>                                                                                                                                                                                                            | 公开(公告)日 | 2016-09-28 |
| 申请号            | JP2015038544                                                                                                                                                                                                                           | 申请日     | 2015-02-27 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 株式会社日立制作所                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 株式会社日立制作所                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 株式会社日立制作所                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| [标]发明人         | 元木和也<br>小林和裕<br>渡辺徹                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| 发明人            | 元木 和也<br>小林 和裕<br>渡辺 徹                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| IPC分类号         | H04R17/00 G01S7/521 A61B8/14 H01L41/113 H01L41/09                                                                                                                                                                                      |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/14 G01S7/521 H01L41/09 H01L41/113 H04R17/00 H04R17/10                                                                                                                                                                            |         |            |
| FI分类号          | H04R17/00.330.J H04R17/00.332.B G01S7/521.A A61B8/14 H01L41/113 H01L41/09                                                                                                                                                              |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/EE04 4C601/GB06 4C601/GB20 4C601/GB21 4C601/GB28 4C601/GB31 4C601/GB41 5D019/AA21 5D019/BB17 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG05 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC18 5J083/AC19 5J083/AC20 5J083/AE08 5J083/CA01 5J083/CA20 5J083/CB01 |         |            |
| 审查员(译)         | 大石 刚                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 其他公开文献         | JP2016163132A                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                              |         |            |

# 摘要(译)

谐振层 ( 30 ) 和声分离层 ( 34 ) 在压电元件 ( 24 ) 和设置有助于驱动压电元件的电子电路的电路板 ( 16 ) 之间彼此相邻布置。共振层 ( 30 ) 的声阻抗高于压电元件 ( 24 ) 的声阻抗，声分离层 ( 34 ) 的声阻抗低于电路基板 ( 16 ) 的声阻抗。超声波在声阻抗差较大的共振层 ( 30 ) 和声分离层 ( 34 ) 之间的界面处被反射，并且传播到电路板 ( 16 ) 侧的超声波减少。

