

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-288397

(P2007-288397A)

(43) 公開日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330J	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019
	H04R 17/00 330K	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-111650 (P2006-111650)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成18年4月14日 (2006.4.14)		富士フイルム株式会社
			東京都港区西麻布2丁目26番30号
		(74) 代理人	100110777
			弁理士 宇都宮 正明
		(74) 代理人	100100413
			弁理士 渡部 温
		(72) 発明者	大澤 敦
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 EE01 EE03 EE22 GB04 GB25
			GB26 GB28 GB31 GB34 GB43
			GB45 GB46 GB47
			5D019 AA21 AA22 FF04 GG02

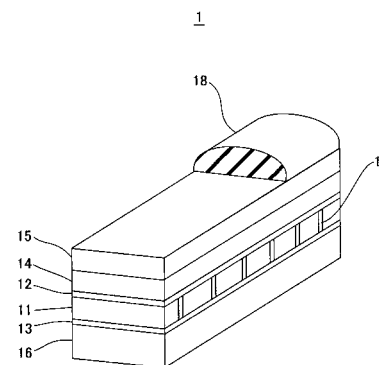
(54) 【発明の名称】 超音波用探触子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 2層構造の音響整合層を有する超音波用探触子において、それぞれの音響整合層における音響インピーダンスの理想値を見直すことにより、従来よりも周波数特性を広帯域化する。

【解決手段】 超音波用探触子は、圧電セラミックによって形成された圧電体11及び該圧電体の両端に形成された電極12及び13を有し、印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、振動子の主面上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.265～0.294である音響インピーダンスを有する第1の音響整合層14と、第1の音響整合層上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.069～0.079である音響インピーダンスを有する第2の音響整合層15とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、前記振動子の主面上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.265～0.294 である音響インピーダンスを有する第 1 の音響整合層と、前記第 1 の音響整合層上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.069～0.079 である音響インピーダンスを有する第 2 の音響整合層と、を具備する超音波用探触子。

【請求項 2】

印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、前記振動子の主面上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.309～0.338 である音響インピーダンスを有する第 1 の音響整合層と、前記第 1 の音響整合層上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.062～0.088 である音響インピーダンスを有する第 2 の音響整合層と、を具備する超音波用探触子。

【請求項 3】

印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、前記振動子の主面上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.353～0.456 である音響インピーダンスを有する第 1 の音響整合層と、前記第 1 の音響整合層上に形成され、前記振動子の音響インピーダンスに対する比率が 0.062～0.106 である音響インピーダンスを有する第 2 の音響整合層と、を具備する超音波用探触子。

【請求項 4】

前記振動子の主面と反対の面上に形成され、振動子との音響インピーダンスの比が 0.05～0.59 の音響インピーダンスを有するバッキング層をさらに具備する、請求項 1～3 のいずれか 1 項の超音波用探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を送受信する圧電振動子と、音響インピーダンスの整合を図るための音響整合層とを有し、医療用の超音波診断装置等において用いられる超音波用探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、超音波の送信及び／又は受信に用いられる超音波トランスデューサにおいて、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、PVDf（ポリフッ化ビニリデン：polyvinyliden difluoride）に代表される高分子圧電材料等の圧電体の両端に電極を形成した振動子（圧電振動子）が、一般的に用いられてきた。

【0003】

このような振動子の電極に電圧を印加すると、圧電効果により圧電素子が伸縮して超音波が発生する。さらに、複数の振動子を 1 次元又は 2 次元状に配列し、所定の遅延を与えた複数の駆動信号によって駆動することにより、超音波ビームを所望の方向に向けて形成することができる。一方、振動子は、伝播する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。この電気信号は、超音波の受信信号として用いられる。

【0004】

超音波診断装置は、被検体に超音波を送信し、被検体からの反射波を受信して、その受信信号に基づいて画像を表示することにより、体内の臓器や血管の検査を行っている。しかしながら、圧電セラミックを振動子に用いる場合には、振動子の音響インピーダンス（音響媒質密度と音速との積で表される）と、被検体（人体等）との音響インピーダンスと

10

20

30

40

50

の間には大きな差があり、そのような音響インピーダンスの差がある境界面においては、超音波の反射が生じて超音波の伝播損失となる。

【0005】

音響インピーダンスとは、音響媒質密度と音速との積で表される物質固有の定数であり、その単位としては、一般にMRayl（メガ・レイル）が用いられ、 $1 \text{ MRayl} = 1 \times 10^6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ である。一般的な圧電セラミックの音響インピーダンスは、約23MRayl～約35MRaylであり、人体の音響インピーダンスは、約1.5MRaylである。

【0006】

圧電振動子を人体に直接接触させると、それらの音響インピーダンスの差により、ほとんどの超音波は接触界面で反射してしまう。圧電振動子の音響インピーダンスを Z_0 とし、人体の音響インピーダンスを Z_M とすると、接触界面における超音波の反射率 R_P は、次式(1)で与えられる。

$$R_P = (Z_0 - Z_M) / (Z_0 + Z_M) \quad \dots (1)$$

式(1)において、 $Z_0 = 35 \text{ MRayl}$ 、 $Z_M = 1.5 \text{ MRayl}$ とすると、 $R_P = 0.92$ となり、超音波は1割も伝播しないことが分る。

【0007】

この問題を解決するために、振動子と被検体との間に音響整合層を挿入して、音響インピーダンスの整合を図ることが行われている。さらに、音響整合層を多層構造とすることにより、超音波の伝播効率が改善される。ここで、超音波の伝播効率を最大にするために、それぞれの音響整合層における音響インピーダンスの理想値を理論的に求めることが可能である。非特許文献1には、エネルギー伝送論に基づいて求められた最適音響インピーダンスが掲載されている(図7参照)。

【0008】

音響整合層を設けることにより、超音波の伝播効率が向上して感度は上昇するが、一方、発振周波数帯域が狭まるという弊害も存在する。そこで、非特許文献1に従って、2層の音響整合層を有する超音波用探触子における周波数帯域幅を計算してみた。ここでは、一般的な圧電セラミック($Z_0 = 35 \text{ MRayl}$ 程度、電気機械結合定数 $K_{33} = 0.7$ 程度)と、一般的なバッキング材料(音響インピーダンスが $1.75 \text{ MRayl} \sim 20.0 \text{ MRayl}$ 程度)とを用いるものとする。

【0009】

一般的には、ダンピング(制動)性のある樹脂に高密度粉末を混ぜることによって、高音響インピーダンスのバッキング材料を作製するが、音響減衰能力とのバランスを考慮して、 20 MRayl が音響インピーダンスの上限値とされている。また、圧電振動子を保持する観点から、エポキシ・ポリスチレン樹脂等の樹脂材料を用いることによって作製された場合の 1.75 MRayl が音響インピーダンスの下限値とされている。

【0010】

また、非特許文献2には、音響整合層の界面における超音波の反射に鑑みて、各音響整合層の厚さを発振波長の $1/4$ に設定することが開示されているので、ここでも同様の条件とする。

【0011】

その結果、周波数帯域幅 f_{BW} (%)は、およそ60%～65%程度となった。なお、周波数帯域幅 f_{BW} (%)は、次式(2)によって表される。

$$f_{BW}(\%) = 100 \times (f_H - f_L) / f_C \quad \dots (2)$$

ここで、周波数 f_H 及び f_L は、音圧がピーク値から6dB減衰する2つの周波数であり($f_L < f_H$)周波数 f_C は、周波数 f_H と周波数 f_L との中心周波数である。

【0012】

一般に、低周波数領域の超音波は減衰率が小さいので、それにより得られる画像は、輝度は高いが粗い画像となり、高周波領域の超音波は減衰率が大きいので、それにより得られる画像は、輝度は低い細かい画像となる。それらの特性を生かすように、診断対象に

10

20

30

40

50

よって超音波用探触子が選択的に用いられている。

【0013】

しかしながら、消化器官に挿入される内視鏡タイプの探触子や、血管に挿入されるカテーテルタイプの探触子においては、低周波領域から高周波領域までの広い周波数帯域を網羅できる性能が求められている。これにより、人体内に探触子を挿入する回数を減らすことができる。このように人体内に挿入される探触子においては、周波数帯域幅 f_{BW} (%) が65%程度以上であることが望ましい。さらに、一般的な超音波用探触子においても、広帯域の周波数特性を実現することにより、得られる超音波画像の画質を高めることができる。

【0014】

そのような事情により、音響整合層の音響インピーダンスを設定する際には、その結果得られる周波数特性も考慮すべきである。音響整合層を多層構造とする場合において、それぞれの音響整合層における音響インピーダンスの理想値は、超音波の伝播効率を最大にするように設定されている。しかしながら、その結果得られる周波数帯域は、広帯域の周波数特性を実現するためには必ずしも適していない。

【0015】

関連する技術として、下記の特許文献1には、複数の通過帯域を有し、これら複数の通過帯域の和が実効的に広帯域特性と高感度化を実現する超音波用探触子が開示されている。この超音波用探触子においては、2つの振動子の共振周波数を大幅に異ならせることによって、2つの通過帯域を実現させている。

【0016】

また、下記の特許文献2～4には、3層構造の音響整合層を有し、それらの音響整合層における音響インピーダンスを特定の範囲とした超音波用探触子が開示されている。この超音波用探触子によれば、低損失かつ低リップルで、2層構造の音響整合層を有する超音波用探触子より広い周波数帯域特性を有し、優れた超音波パルス応答特性を実現させることができる。

【0017】

さらに、下記の特許文献5には、バッキング層の音響インピーダンスと音響整合層の厚さ及び音響インピーダンスとの組み合わせを適切に設定して、容易に適切なパルス幅及び振幅の超音波パルスを放射できる超音波用探触子が開示されている。

【0018】

このように、超音波用探触子において広帯域の周波数特性を実現するために、様々な技術が開発されている。しかしながら、近年における高度の要求に応じて、超音波用探触子における周波数特性をさらに広帯域化することが求められている。

【特許文献1】特開昭60-113599号公報（第4頁、図7）

【特許文献2】特開昭60-113600号公報（第5頁、図7）

【特許文献3】特開昭60-185499号公報（第7頁、図70）

【特許文献4】特開昭60-223299号公報（第7頁、図70、図71）

【特許文献5】特開平6-30933号公報（第5頁、図3）

【非特許文献1】「超音波便覧」、丸善、p. 116

【非特許文献2】伊東正安、望月剛 著「超音波診断装置」、コロナ社、p. 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、2層構造の音響整合層を有する超音波用探触子において、それぞれの音響整合層における音響インピーダンスの理想値を見直すことにより、従来よりも周波数特性を広帯域化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点に係る超音波用探触子は、圧電セラミッ

10

20

30

40

50

クによって形成された圧電体及び該圧電体の両端に形成された電極を有し、印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、振動子の主面上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.265～0.294である音響インピーダンスを有する第1の音響整合層と、第1の音響整合層上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.069～0.079である音響インピーダンスを有する第2の音響整合層とを具備する。

【0021】

また、本発明の第2の観点に係る超音波用探触子は、圧電セラミックによって形成された圧電体及び該圧電体の両端に形成された電極を有し、印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、振動子の主面上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.309～0.338である音響インピーダンスを有する第1の音響整合層と、第1の音響整合層上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.062～0.088である音響インピーダンスを有する第2の音響整合層とを具備する。

10

【0022】

さらに、本発明の第3の観点に係る超音波用探触子は、圧電セラミックによって形成された圧電体及び該圧電体の両端に形成された電極を有し、印加される電圧に従って超音波を送信し、超音波を受信して電圧を発生する振動子と、振動子の主面上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.353～0.456である音響インピーダンスを有する第1の音響整合層と、第1の音響整合層上に形成され、振動子の音響インピーダンスに対する比率が0.062～0.106である音響インピーダンスを有する第2の音響整合層とを具備する。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、超音波用探触子の周波数特性を広帯域化するのに適した第1及び第2の音響整合層の音響インピーダンスの範囲を新たに規定したことにより、従来よりも周波数特性を広帯域化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

30

図1は、本発明の一実施形態に係る超音波用探触子の内部構造を示す斜視図である。図1に示すように、超音波用探触子1は、圧電効果により伸縮して超音波を発生する圧電体11と、圧電体11に圧電効果を発生させるための電圧が印加される電極12及び13と、圧電体11と電極12及び13とによって構成される圧電振動子と人体等の被検体との間で音響インピーダンスを整合させることにより、超音波の伝播効率を高める第1の音響整合層14及び第2の音響整合層15と、圧電体11から発生した不要な超音波を減衰させるバッキング層16とを含んでいる。

【0025】

さらに、超音波用探触子1は、複数の圧電振動子の間における干渉を低減し、圧電振動子の横方向の振動を抑えて圧電振動子が縦方向のみに振動するようにするために、充填材17を含んでも良い。また、超音波用探触子1は、超音波を収束させるための音響レンズ18を含んでも良いが、以下においては音響レンズ18が無い場合について説明する。

40

【0026】

本実施形態においては、圧電体11の材料として圧電セラミックが用いられる。圧電セラミックは、電気・機械エネルギー変換能力が高いので、体内の深部まで到達可能な強力な超音波を発生することができ、また、受信感度も高い。具体的な材料としては、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛： $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$ ）や、同様のペロブスカイト系結晶構造を有する変成組成の材料や、一般にリラクサ系材料と呼ばれている材料等を用いること

50

ができる。

【0027】

圧電体11の材料として圧電セラミックを用いる場合には、圧電振動子の音響インピーダンスと被検体（人体等）との音響インピーダンスとの間に大きな差があるので、圧電振動子と人体との間に、それらの中間の音響インピーダンスを有する音響整合層を設けることにより、音響インピーダンスの整合を図って、超音波の伝播効率を上げることが必要となる。ここで、音響整合層を多層構造とする程、超音波の伝播効率が良くなるが、製造上の観点から、2層構造又は3層構造とすることが多い。なお、本発明において、圧電体の材料は、圧電セラミックに限定されない。例えば、圧電振動子の音響インピーダンスと被検体（人体等）の音響インピーダンスとの差が小さい材料を用いた場合にも、本発明は適用される。

10

【0028】

本実施形態において、第1の音響整合層14の材料としては、例えば、石英ガラスや、有機材料（エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂等）に高い音響インピーダンスを有する材料粉末（タングステン、フェライト粉等）を混ぜ合わせた材料を用いることができる。第2の音響整合層15の材料としては、例えば、有機材料（エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂等）を用いることができる。また、バッキング層16の材料としては、音響減衰の大きい材料であるエポキシ樹脂やゴム等を用いることができる。

【0029】

20

音響整合層の層数と音響インピーダンスを設定する際には、その結果として得られる周波数帯域特性も重要であることから、周波数特性を広帯域化するために、本実施形態においては次のような設計方法を用いている。

【0030】

まず、超音波用探触子の周波数特性を算出する方法について説明する。超音波用探触子に含まれている各構成要素を等価的な四端子回路に置き換えることにより、超音波の伝送系を、バッキング層、圧電振動子、音響整合層が直列に接続された四端子回路網と考える。各構成要素は固有の音響インピーダンスを有しており、超音波の伝送系を介して超音波を送信又は受信する際に、特有の周波数特性が生じる。従って、この四端子回路網の一端に電圧を入力し、他端を被検体の等価回路によって終端することにより、超音波用探触子の発振性能を、送受波特性V T G（Voltage Transfer Gain）として計算して予測することができる。

30

【0031】

伝送系の入力インピーダンスZは、下記（3）のように表され、その入力インピーダンスZに基づいて、送受波特性V T Gが計算される。

【数1】

$$Z = \frac{V}{I} = \Omega \left\{ \frac{(m_B + m_A) \sin \gamma + j2(1 - \cos \gamma)}{(1 + m_B m_A) \sin \gamma - j(m_B + m_A) \cos \gamma} - j \left(\frac{\pi}{K^2} \right) \right\} \quad \dots (3)$$

40

ここで、

【数 2】

$$\Omega = \left(\frac{K^2}{\omega_0 C_0} \right) \left(\frac{1}{\gamma} \right)$$

$$\gamma = \left(\frac{\omega}{v_L} \right) \times d = \pi \left(\frac{f}{f_0} \right)$$

10

【数 3】

$$m_A = \frac{Z_A}{Z_0}$$

$$m_B = \frac{Z_B}{Z_0}$$

20

とする。また、 K は電気機械結合定数を表し、 Z_0 は圧電振動子の音響インピーダンスを表し、 Z_A は音響整合層の音響インピーダンスを表し、 Z_B はバッキング層の音響インピーダンスを表している。また、 m_A は、前記 Z_A と Z_0 との比を表し、 m_B は、前記 Z_B と Z_0 との比を表している。 f_0 は設計上の中心周波数（圧電振動子の機械共振周波数）を表し、 C_0 は容量値を表している。角周波数 ω_0 は、周波数 f_0 を用いて、 $2\pi f_0$ と表される。また、 γ は伝送位相を表し、 v_L は圧電振動子内部における縦波の音速を表し、 d は圧電振動子の厚さを表している。

【0032】

さらに、この等価回路を2層構造の音響整合層に適用したシミュレーションを行うために、超音波の伝送系を、バッキング層、圧電振動子、第1の音響整合層、第2の音響整合層が直列に接続された四端子回路網と考える。この伝送モデルにおいて、送信音圧と受信音圧とが等しいものとする。この伝送系において、入力インピーダンス及び四端子回路網の定数に基づいて、信号伝達関数 T が求められる。この信号伝達関数 T に対して、各周波数において $20 \cdot \log(T)$ を計算することにより、送受波特性 VTG が求められる。

30

【0033】

図2に、送受波特性のシミュレーションにおける計算条件を従来例と比較して示す。本実施形態においては、2層構造の音響整合層を用いるので、第1の音響整合層の音響インピーダンスと、第2の音響整合層の音響インピーダンスと、圧電振動子の音響インピーダンス及び電気機械結合定数と、バッキング層の音響インピーダンスと、圧電振動子の設計上の中心周波数とを示している。

40

【0034】

従来例においては、第1の音響インピーダンスを 8.92 MRayl とし、第2の音響インピーダンスを 2.34 MRayl としている（図7と同じ）。これに対し、本実施形態においては、第1の音響インピーダンスを 12 MRayl とし、第2の音響インピーダンスを 2.7 MRayl としている。その他の計算条件は同一である。即ち、圧電セラミックスの音響インピーダンス Z_0 を 34 MRayl とし、電気機械結合定数 K_{33} を 0.65 とし、バッキング層の音響インピーダンスを 5.5 MRayl としている。

【0035】

図3に、本実施形態における送受波特性のシミュレーション結果を従来例と比較して示す。図3において、横軸は周波数（MHz）を表し、縦軸は送受波特性 VTG （dB）を

50

表している。また、実線は本実施形態における計算結果を示しており、破線は従来例における計算結果を示している。

【0036】

図3において、音圧がピーク値から6 dB減衰する2つの周波数 f_H 及び f_L に基づいて、式(2)を用いて周波数帯域幅 f_{BW} (%)を求めると、従来例においては、 $f_H = 8.6 \text{ MHz}$ 、 $f_L = 4.5 \text{ MHz}$ 、 $f_C = 6.55 \text{ MHz}$ であり、周波数帯域幅 f_{BW} (%)は63%となる。一方、本実施形態においては、 $f_H = 8.6 \text{ MHz}$ 、 $f_L = 4.1 \text{ MHz}$ 、 $f_0 = 6.35 \text{ MHz}$ であるため、周波数帯域幅 f_{BW} (%)は71%となる。このように、従来においては最適とされていた第1及び第2の音響整合層の音響インピーダンスの値を変更することにより、従来の設計条件よりも周波数帯域幅を改善することができた。 10

【0037】

超音波は、高い周波数になる程、体内や水中における減衰が大きいという性質があることから、従来の設計指針によって作成された超音波用探触子においては、減衰を考慮していない計算値と比較して高周波成分が低くなり、周波数帯域幅が狭くなることが多かった。これに対し、本実施形態によれば、周波数帯域幅の拡大に加えて、VTG特性を高周波領域において高く設計することが可能であり、高周波成分の減衰を補償することができる。

【0038】

次に、上記の計算結果に基づいて試作された実施例について説明する。この実施例においては、図1に示す圧電体11としてPZTを用い、第1の音響整合層14として石英ガラスを用い、第2の音響整合層15としてポリイミドシートを用い、バッキング層16としてフェライト入りゴム材料を用いている。 20

【0039】

ここで、圧電体11の音響インピーダンスは約 34 MRayl であり、第1の音響整合層14の音響インピーダンスは 12 MRayl であり、第2の音響整合層15の音響インピーダンスは、 2.7 MRayl であり、バッキング層16の音響インピーダンスは、約 5.5 MRayl である。従って、各音響インピーダンスは、図3に示すシミュレーションにおけるのと同じ条件である。また、設計上の中心周波数は、 6.5 MHz であり、これに基づいて超音波波長が定まる。ここでは、圧電体の厚さを超音波波長の $1/2$ に設定すると共に、音響整合層の界面における超音波の反射に鑑みて、各音響整合層の厚さを超音波波長の $1/4$ に設定した。 30

【0040】

図4に、本実施例における送受波特性の実測結果を示す。図4において、横軸は周波数(MHz)を表し、縦軸は送受波特性VTG(dB)を表している。図4に示す送受波特性の実測結果は、図3において実線で示す送受波特性のシミュレーション結果に近い曲線となっている。従って、上記のシミュレーションに妥当性があることが証明された。

【0041】

図5及び図6は、上記のシミュレーションにおいて、第1及び第2の音響整合層の音響インピーダンスを変化させた場合の周波数帯域幅を示す図である。横方向には、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比を変化させており、縦方向には、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比を変化させている。 40

【0042】

例えば、図5において、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比が 0.262 であり、かつ、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比が 0.069 であるときには、その超音波用探触子の周波数帯域幅 f_{BW} (%)は、 63.16% となる。

【0043】

ここで、振動子の音響インピーダンスが 34 MRayl であるとする、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比が 0.262 であるということは、第1の音 50

響整合層の音響インピーダンスが8.91MRaylであることを意味する。また、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比が0.069であるということは、第2の音響整合層の音響インピーダンスが2.35MRaylであることを意味する。即ち、この条件は、図3に示す従来例の条件とほぼ同一であり、周波数帯域幅の値もほぼ同一となっている。

【0044】

図5及び図6において、周波数帯域幅の値が従来例における63.16%を超えて比較的大きくなるための条件を選別すると、その周波数帯域幅は、概ね、太線で囲まれた領域で表される。即ち、図5においては、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比が0.265～0.294であり、かつ、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比が0.069～0.079である組み合わせが該当する。

10

【0045】

また、図6においては、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比が0.309～0.338であり、かつ、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比が0.062～0.088である組み合わせと、振動子に対する第1の音響整合層の音響インピーダンス比が0.353～0.456であり、かつ、振動子に対する第2の音響整合層の音響インピーダンス比が0.062～0.106である組み合わせが該当する。なお、バッキング層の音響インピーダンスが1.75MRayl～20.0MRayl程度の範囲にある場合において、概ね同様の結果が得られる。なお、実用上は、バッキング層の音響インピーダンスが、1.75MRayl～6.0MRaylの範囲と、さらに好ましくは、3.5MRayl～6.0MRaylの範囲が適している。

20

【0046】

このように、本発明によれば、音響整合層を2層構造とする場合に、第1の音響整合層の音響インピーダンスと第2の音響整合層の音響インピーダンスとの組み合わせを選択することにより、超音波用探触子の周波数帯域幅を広帯域化することができる。なお、本発明は、セクタ型、リニア型、コンベックス型、ラジアル型等、いずれの形状の超音波用探触子にも適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明は、超音波を送受信する圧電振動子と、音響インピーダンスの整合を図るための音響整合層とを有し、医療用の超音波診断装置等において用いられる超音波用探触子において利用することが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波用探触子の内部構造を示す斜視図である。

【図2】送受波特性のシミュレーションにおける計算条件を従来例と比較して示す図である。

【図3】本発明の一実施形態における送受波特性のシミュレーション結果を従来例と比較して示す図である。

【図4】本発明の一実施例における送受波特性の実測結果を示す図である。

40

【図5】第1及び第2の音響整合層の音響インピーダンスを変化させた場合の周波数帯域幅を示す図である。

【図6】第1及び第2の音響整合層の音響インピーダンスを変化させた場合の周波数帯域幅を示す図である。

【図7】エネルギー伝送論に基づいて求められた従来の最適音響インピーダンスを示す図である。

【符号の説明】

【0049】

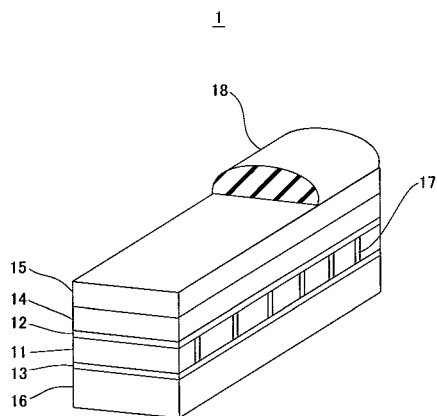
1 超音波用探触子

11 圧電体

50

- 12、13 電極
- 14 第1の音響整合層
- 15 第2の音響整合層
- 16 バックリング層
- 17 充填材
- 18 音響レンズ

【図1】



【図2】

	本実施形態	従来例
第1の音響整合層の音響インピーダンス	12 MRayl	8.92 MRayl
第2の音響整合層の音響インピーダンス	2.7 MRayl	2.34 MRayl
振動子の音響インピーダンス	34 MRayl	34 MRayl
バックリング層の音響インピーダンス	5.5 MRayl	5.5 MRayl
振動子の電気機械結合定数	0.65	0.65
設計上の中心周波数	6.5 MHz	6.5 MHz

【図 7】

圧電セラミック 振動子の 音響インピーダンス (Z_0)	第n層の音響整合層のための 最適音響インピーダンス					人体の 音響インピーダンス (Z_M)
	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	
34	4.25					1.5
	8.92	2.34				
	14.79	4.25	1.85			
	20.55	7.51	2.74	1.66		
	25.26	12.01	4.46	2.12	1.58	

专利名称(译)	超声波用探触子		
公开(公告)号	JP2007288397A	公开(公告)日	2007-11-01
申请号	JP2006111650	申请日	2006-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	大澤敦		
发明人	大澤 敦		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 H04R17/00.330.K		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/EE22 4C601/GB04 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB31 4C601/GB34 4C601/GB43 4C601/GB45 4C601/GB46 4C601/GB47 5D019/AA21 5D019/AA22 5D019/FF04 5D019/GG02		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过检查每个声匹配层中的声阻抗的理想值来加宽具有两层结构的声匹配层的超声波探头的频率特性带。 超声波探测器具有由压电陶瓷形成的压电体11和在压电体的两端形成的电极12和13，并根据所施加的电压来发送超声波，接收超声波并产生电压的振动器，以及形成在振动器的主表面上且具有与振动器的声阻抗之比为0.265至0.294的声阻抗的第一声匹配层14，第二声匹配层（15）形成在第一声匹配层上并且具有与振荡器的声阻抗之比为0.069至0.079的声阻抗。[选型图]图1

