

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12) 公開特許公報 ( A )

(11)特許出願公開番号

## 特開2002 - 262382

### (P2002 - 262382A)

(43)公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int. Cl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* ( 参考 )
H 0 4 R 1/28	330	H 0 4 R 1/28	4 C 3 0 1
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L ( 全 6 数 )

(21)出願番号 特願2001 - 59385(P2001 - 59385)  
 (22)出願日 平成13年3月5日(2001.3.5)

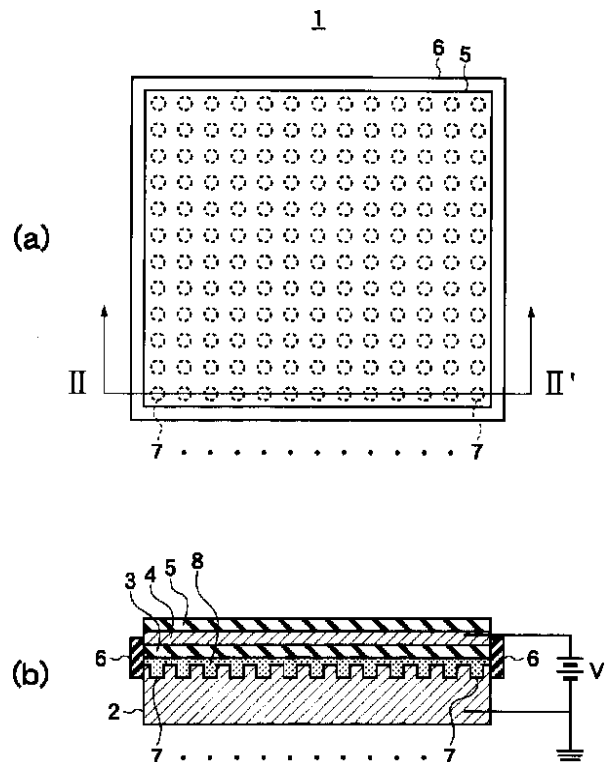
(71)出願人 000005201  
 富士写真フイルム株式会社  
 神奈川県南足柄市中沼210番地  
 (72)発明者 佐藤 智夫  
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士  
 写真フイルム株式会社内  
 (74)代理人 100100413  
 弁理士 渡部 温 ( 外 1 名 )  
 F タ-ム ( 参考 ) 4C301 EE20 GA01 GA07 GA20 GB18  
 GB40  
 5D019 AA22 BB25 FF04 GG02 GG06

(54)【発明の名称】 超音波トランスジューサ及びそれを用いた超音波送受信方法、並びに超音波探触子

#### (57)【要約】

【課題】 音響整合層を用いることなく、水、生体組織等の被検体との間で超音波の反射を低減することができる超音波トランスジューサ等を提供する。

【解決手段】 電極板2と、振動板3と、振動板3の一方の面に形成された電極層4と、電極層4の上に形成された絶縁膜5と、保持部材6と、電極板2、振動板3、及び、保持部材6によって囲まれる空間内に封入された混合ガス8とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体との間で超音波の送受信を行う超音波トランスジューサであって、  
絶縁材で構成された絶縁膜と、  
前記絶縁膜の一方の面に形成された電極層と、  
一方の面に窪み又は溝が形成された電極板と、  
絶縁材で構成され、前記電極板の一方の面と前記絶縁膜の他方の面とが対向するように、前記電極板及び前記絶縁膜の端部を所定の間隔で保持する保持手段と、  
前記電極板、前記絶縁膜、及び、前記保持手段によって 10  
囲まれた空間内に封入された、空気よりも音響インピーダンスの大きい媒体と、を具備する超音波トランスジューサ。

【請求項2】 被検体との間で超音波の送受信を行う超音波トランスジューサであって、  
絶縁材で構成された絶縁膜と、  
前記絶縁膜の一方の面に形成された電極層と、  
一方の面に窪み又は溝が形成された電極板と、  
絶縁材で構成され、前記電極板の一方の面と前記絶縁膜の他方の面とが対向するように、前記電極板及び前記絶縁膜の端部を所定の間隔で保持する保持手段と、  
開口部を有し、前記電極層が前記開口部の方向に向くように前記絶縁膜、前記電極層、前記電極板、及び、前記保持手段を格納する筐体と、  
前記筐体の前記開口部に設けられたシール手段と、  
前記筐体及び前記シール手段によって囲まれた空間内に封入された、空気よりも音響インピーダンスの大きい媒体と、を具備する超音波トランスジューサ。

【請求項3】 前記絶縁膜が、フィルムであることを特徴とする請求項1又は2記載の超音波トランスジューサ。 30

【請求項4】 前記電極層上に第2の絶縁膜が形成されたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の超音波トランスジューサ。

【請求項5】 前記媒体が、ヘリウムと、空気、窒素、酸素、又は、アルゴンとの混合ガスであることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の超音波トランスジューサ。

【請求項6】 前記媒体の音響インピーダンスと人体の音響インピーダンスとの比が、 $0.92 \sim 1.08$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の超音波トランスジューサ。 40

【請求項7】 前記媒体の音響インピーダンスと人体の音響インピーダンスとの比が、 $1/3 \sim 3$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の超音波トランスジューサ。

【請求項8】 請求項1～7のいずれか1項記載の超音波トランスジューサの前記電極層と前記電極板との間に所定の直流電圧を印加するステップと、  
前記電極層と前記電極板との間に交流信号電圧を更に印 50

加することにより、前記絶縁膜を振動させて超音波を送信するステップと、を具備する超音波送信方法。

【請求項9】 請求項1～7のいずれか1項記載の超音波トランスジューサの前記電極層と前記電極板との間に所定の直流電圧を印加するステップと、  
超音波を受信した前記絶縁膜の振動により生じた前記電極層と前記電極板との間の電圧変動を検出するステップと、を具備する超音波受信方法。

【請求項10】 請求項1～7のいずれか1項記載の超音波トランスジューサを具備する超音波探触子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を送受信するための超音波トランスジューサに関し、更に、それを用いた超音波送受信方法、並びに超音波探触子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、超音波診断装置の超音波探触子等において、超音波の送受信を行うための超音波トランスジューサが用いられている。一般に、このような超音波トランスジューサの音響インピーダンスは、被検体の音響インピーダンスと異なっている。そのため、超音波トランスジューサから被検体に超音波を送信した場合に、送信された超音波の一部又は全部が、被検体の表面において反射されてしまう。また、被検体からの超音波を超音波トランスジューサによって受信する場合に、被検体からの超音波の一部又は全部が、超音波トランスジューサの表面において反射されてしまう。

【0003】このような超音波トランスジューサ又は被検体の表面における超音波の反射を防止するため、超音波トランスジューサの音響インピーダンスと被検体の音響インピーダンスとの中間の音響インピーダンスを有する音響整合層を、超音波トランスジューサと被検体との間に挿入することが行われている。

【0004】例えば、改訂医用超音波機器ハンドブック（コロナ社、1999）68頁～74頁（以下、「文献1」ともいう）には、音響整合層を用いた医用超音波探触子技術が掲載されている。図5は、文献1に掲載された医用超音波探触子の構造を示す図である。図5において、この超音波探触子30は、バック材31と、圧電振動子32と、音響整合層33と、音響レンズ34とを備えている。超音波を送受信する圧電振動子32は、音響インピーダンスが約 $30 \text{ MRayl}$ （ $1 \text{ Rayl}$ は $1 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ ）であるPZT（ジルコン酸チタン酸鉛）やPT（チタン酸鉛）等の圧電セラミックスによって構成されている。この圧電振動子32の音響インピーダンスと約 $1.5 \text{ MRayl}$ である被検体の音響インピーダンスとを整合させるため、圧電振動子32と音響レンズ34との間に1層の音響整合層33が挿入されている。図6に、この超音波探触子30の超音波の反射特性

を示す。図6に示すように、超音波探触子30は、超音波の周波数に応じた反射特性を有する。超音波探触子30においては、送受信しようとする超音波帯域の中心周波数( $f_c$ )付近の超音波の反射率は低くなっているが(およそ0.04)、高周波数又は低周波数の超音波に対しては必ずしも低い反射率は確保されていない。

【0005】一方、空气中に超音波を送信するための静電型空中トランスジューサ(Air-Coupled Capacitance Transducers)が開発されている。このような静電型空中トランスジューサ技術が、米国特許5,287,331号公報(以下、「文献2」ともいう)及びThe Design and Characterization of Micromachined Air-Coupled Capacitance Transducers, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 42, No. 1, January 1995, p. 42-50(以下、「文献3」ともいう)に掲載されている。

【0006】図7は、文献2及び文献3に掲載された静電型空中トランスジューサの構造を示す断面図である。図7において、この静電型空中トランスジューサ40は、背面電極板(contoured conducting backplate)41と、振動板(insulating film)42と、前面電極層(upper conducting electrode)43とを備えている。

【0007】背面電極板41は、導電材によって構成されており、その一方(図7中において上方)の面には、複数の微小な円筒状の窪みが形成されている。振動板42は、絶縁材によって構成されたフィルム等である。前面電極層43は、導電材によって構成されており、振動板42の一方(図7中において上方)の面に形成されている。

【0008】上記の静電型空中トランスジューサ40は、空気との音響インピーダンスの整合が取れているため、超音波を空气中に送信するには適している。図8(a)は、静電型空中トランスジューサ40によって空气中に送信された超音波の波形図である。図8(a)に示すように、静電型空中トランスジューサ40によって空气中に超音波を送信した場合には、超音波の収束が非常に早い(尾引きが短い)。しかしながら、静電型空中トランスジューサ40は、水、生体組織等との音響インピーダンスの整合が取れていないため、超音波を水、生体組織等に送信するには適していない。図8(b)は、静電型空中トランスジューサ40によって水中に送信された超音波の波形図である。図8(b)に示すように、静電型空中トランスジューサ40によって水中に超音波を送信した場合には、超音波の収束が非常に遅い(尾引きが長い)。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記の点に鑑み、本発明は、水、生体組織等の被検体に送信した超音波の収束を早くすることができ、音響整合層を用いることなく、水、生体組織等の被検体との間で超音波の反射を低減することができる超音波トランスジューサを提供することを目的とする。また、本発明は、このような超音波トランスジューサを用いた超音波送受信方法、並びに超音波探触子を提供することを更なる目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明の第1の観点に係る超音波トランスジューサは、被検体との間で超音波の送受信を行う超音波トランスジューサであって、絶縁材で構成された絶縁膜と、絶縁膜の一方の面に形成された電極層と、一方の面に窪み又は溝が形成された電極板と、絶縁材で構成され、電極板の一方の面と絶縁膜の他方の面とが対向するように、電極板及び絶縁膜の端部を所定の間隔で保持する保持手段と、電極板、絶縁膜、及び、保持手段によって囲まれた空間内に封入された、空気よりも音響インピーダンスの大きい媒体とを具備する。

【0011】また、本発明の第2の観点に係る超音波トランスジューサは、被検体との間で超音波の送受信を行う超音波トランスジューサであって、絶縁材で構成された絶縁膜と、絶縁膜の一方の面に形成された電極層と、一方の面に窪み又は溝が形成された電極板と、絶縁材で構成され、電極板の一方の面と絶縁膜の他方の面とが対向するように、電極板及び絶縁膜の端部を所定の間隔で保持する保持手段と、開口部を有し、電極層が開口部の方向に向くように絶縁膜、電極層、電極板、及び、保持手段を格納する筐体と、筐体の開口部に設けられたシール手段と、筐体及びシール手段によって囲まれた空間内に封入された、空気よりも音響インピーダンスの大きい媒体とを具備する。

【0012】また、本発明に係る超音波送信方法は、上述した超音波トランスジューサの電極層と電極板との間に所定の直流電圧を印加するステップと、電極層と電極板との間に交流信号電圧を更に印加することにより、絶縁膜を振動させて超音波を送信するステップとを具備する。

【0013】また、本発明に係る超音波受信方法は、上述した超音波トランスジューサの電極層と電極板との間に所定の直流電圧を印加するステップと、超音波を受信した絶縁膜の振動により生じた電極層と電極板との間の電圧変動を検出するステップとを具備する。

【0014】また、本発明に係る超音波探触子は、上述した超音波トランスジューサを具備する。

【0015】上記構成によれば、水、生体組織等の被検体に送信した超音波の収束を早くすることができる。また、音響整合層を用いることなく、水、生体組織等の被検体との間で超音波の反射を低減することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。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。

【0017】図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係る超音波トランスジューサ1を示す平面図である。図1(b)は、図1(a)のII-II'線におけるトランスジューサ1の断面図である。図1に示すように、このトランスジューサ1は、電極板2と、振動板(絶縁膜)3と、電極層4と、絶縁膜5と、保持部材6とを具備する。電極板2は、導電材によって構成されており、その一方(図1(b)中において上方)の面には、複数の微小な円筒状の窪み7が形成されている。振動板3は、絶縁材によって構成されたフィルム等である。電極層4は、導電材によって振動板3の一方(図1(b)中において上方)の面に形成されている。

【0018】絶縁膜5は、絶縁材によって電極層4上に形成されている。保持部材6は、絶縁材によって構成されており、電極板2の一方の面及び振動板3の他方の面とが対向するように、電極板2及び振動板3の端部を所定の間隔で保持している。振動板3は、保持部材6によって端部を支えられ、中央部が振動可能となっている。また、保持部材6、電極板2、及び、振動板3によって囲まれた空間内には、音響インピーダンスが水や生体組織等の音響インピーダンスに近いガス(例えば、ヘリウム等)と、空気、窒素、酸素、又は、アルゴン等との混合ガス8が封入されている。

【0019】このように、本実施形態に係るトランスジューサ1においては、保持部材6、電極板2、及び、振動板3によって囲まれた空間内に混合ガス8を封入することにより、水、生体組織等の被検体に送信した超音波の収束を早くすることができる。

【0020】次に、混合ガス8について詳細に説明する。先に説明した1層式の音響整合層33を用いた超音波探触子30(図5)は、図6に示すように、超音波の周波数に応じた反射特性を有する。超音波探触子30においては、送受信しようとする超音波帯域の中心周波数( $f_c$ )付近の超音波の反射率は低くなっているが(およそ0.04)、高周波数又は低周波数の超音波に対しては必ずしも低い反射率は確保されていない。

【0021】一方、本実施形態に係るトランスジューサ1は、通常の境界面での反射特性を有し、超音波の周波数に依らず、混合ガス8の音響インピーダンスに応じた一様な反射率を有する。トランスジューサ1の超音波の反射率Rは、被検体の音響インピーダンスを $Z_2$ 、混合ガス8の音響インピーダンスを $Z_0'$ とすると、 $R = (Z_0' - Z_2) / (Z_0' + Z_2)$ ・・・(1)で表される。ここで、 $x = Z_0' / Z_2$ とおくと、 $x = (1 + R) / (1 - R)$ ・・・(2)となる。トランスジューサ1の超音波の反射率Rを超音

波探触子30の中心周波数での反射率(0.04)と同じにするためには、(2)式に $R = 0.04$ を代入して、

$$x = (1 + 0.04) / (1 - 0.04) = 1.08$$

となる。また、位相が反転する場合を考慮し、(2)式に $R = -0.04$ を代入して、

$$x = (1 - 0.04) / (1 + 0.04) = 0.92$$

となる。従って、トランスジューサ1においては、混合ガス8の音響インピーダンス $Z_0'$ を被検体の音響インピーダンス $Z_2$ より8%程度小さくするか又は大きくすれば、1層式の音響整合層33を用いた超音波探触子30の中心周波数付近の超音波の反射率と同じ反射率を全帯域で得ることができる。

【0022】また、近年トランスジューサで送受信しようとする超音波帯域が広がっていることを考慮し、帯域の端で50%程度の反射率を確保すれば良いとした場合には、(2)式に $R = -0.5$ 又は $0.5$ を代入して、 $x = (1 - 0.5) / (1 + 0.5) = 1/3$   
 $x = (1 + 0.5) / (1 - 0.5) = 3$ となる。従って、トランスジューサ1において、混合ガス8の音響インピーダンス $Z_0'$ を被検体の音響インピーダンス $Z_2$ の1/3又は3倍とすれば、50%の反射率を全帯域で得ることができる。

【0023】図2は、トランスジューサ1を用いた本発明の一実施形態に係る超音波送信方法を示すフローチャートである。以下、図2を用いて、本実施形態に係る超音波送信方法について説明する。まず、電源Vによって、電極層4を高電位側とし電極板2を低電位側とする直流バイアス電圧を印加する(ステップS1)。すると、電極層4に正電荷が、電極板2に負電荷が、それぞれチャージされる。これらの電荷により、電極層4と電極板2との間に静電力が生じる。

【0024】このように直流バイアス電圧を印加した状態において、更に、電源Vによって電極層4と電極板2との間に信号電圧を印加する(ステップS2)。すると、電極層4と電極板2との間の電界が変動し、電極層4と電極板2との間の静電力が変動する。この静電力の変動により振動板3が振動し、超音波を図1(b)中における上方に送信することができる。

【0025】図3は、トランスジューサ1を用いた本発明の一実施形態に係る超音波受信方法を示すフローチャートである。以下、図3を用いて、本実施形態に係る超音波受信方法について説明する。まず、電源Vによって、電極層4を高電位側とし電極板2を低電位側とする直流バイアス電圧を印加する(ステップS3)。すると、電極層4に正電荷が、電極板2に負電荷が、それぞれチャージされる。これらの電荷により、電極層4と電極板2との間に静電力が生じる。このように直流バイアス電圧を印加した状態において、図1(b)中における上方より超音波がトランスジューサ1に伝播してくる

と、振動板3が振動する。振動板3が振動することにより、電極層4と電極板2との間の静電容量が変化する。この静電容量の変化によって生ずる電極層4と電極板2との間の電圧変化を測定することにより、超音波を検出することができる。

【0026】次に、本発明の第2の実施形態に係る超音波トランスジューサについて説明する。図4は、本実施形態に係る超音波トランスジューサの断面図である。図4に示すように、このトランスジューサ20は、電極板2と、振動板3と、電極層4と、保持部材6と、開口部を有する筐体9と、筐体9の開口部に設けられた薄膜(シール部材)10とを具備する。薄膜10は、合成ゴム又はポリエチレンによって構成されている。保持部材6、電極板2、及び、振動板3によって囲まれた空間内には、混合ガス8が封入されている。また、電極板2、振動板3、電極層4、及び、保持部材6は、電極層4が開開口部の方向に向くように、筐体9及び薄膜10によって囲まれた空間内に格納され、更にこの空間内には混合ガス8が封入されている。本実施形態に係るトランスジューサ20によれば、振動板3全体を混合ガス8で囲むことにより、被検体との間で超音波の反射をより低減することができる。

【0027】なお、上記したトランスジューサ1又は20を、超音波探触子に用いることができる。

【0028】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、水、生体組織等の被検体に送信した超音波の収束を早くすることができる。また、音響整合層を用いることなく、水、生体組織等の被検体との間で超音波の反射を低減す\*

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波トランスジューサを示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る超音波送信方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態に係る超音波受信方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る超音波トランスジューサを示す図である。

【図5】従来の超音波探触子を示す図である。

【図6】図5の超音波探触子の超音波の反射特性を示す図である。

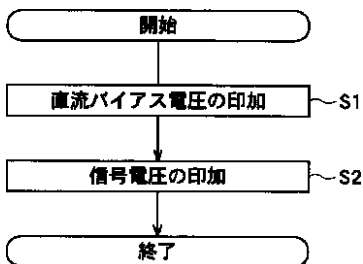
【図7】従来の静電型空中トランスジューサを示す図である。

【図8】図7の静電型空中トランスジューサによって送信された超音波の波形図である。

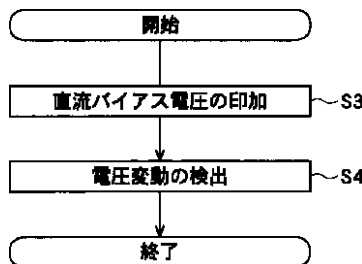
【符号の説明】

- 1、20 超音波トランスジューサ
- 2 電極板
- 3 振動板
- 4 電極層
- 5 絶縁膜
- 6 保持部材
- 7 窪み
- 8 混合ガス
- 9 筐体
- 10 薄膜
- V 直流電源

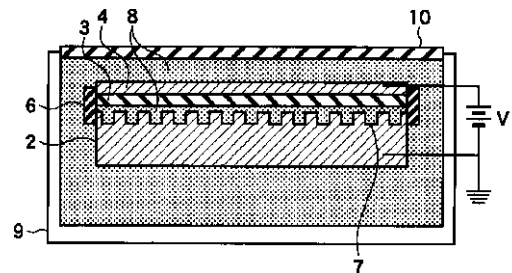
【図2】



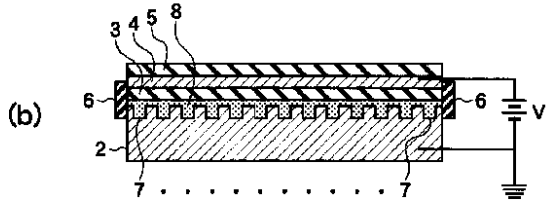
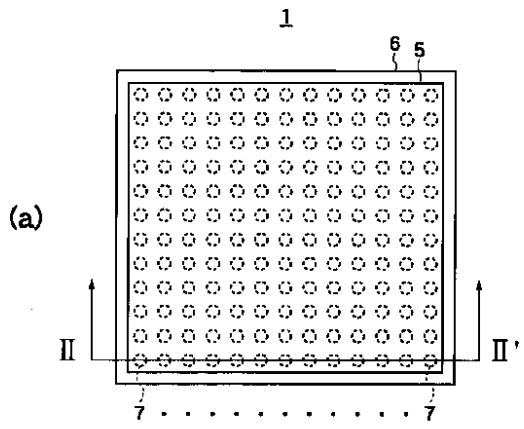
【図3】



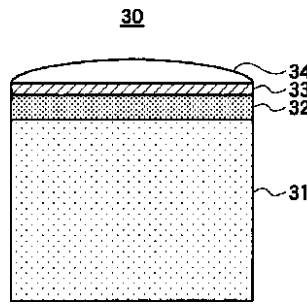
【図4】



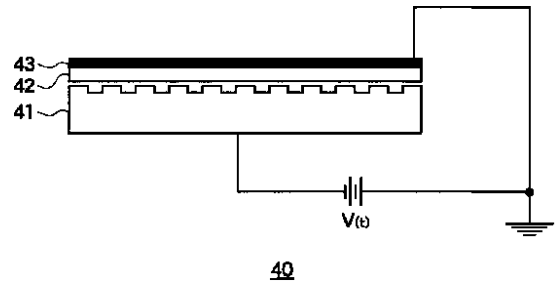
【図1】



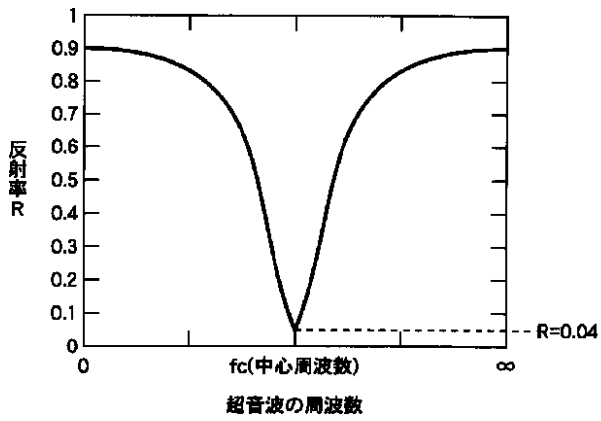
【図5】



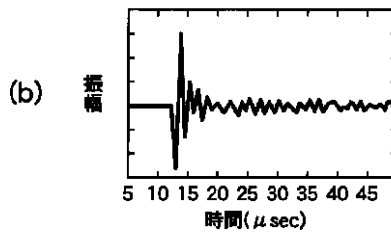
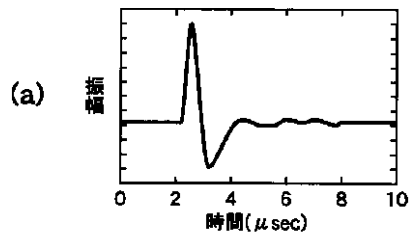
【図7】



【図6】



【図8】



专利名称(译)	超声换能器，使用该超声换能器的超声波传输方法，		
公开(公告)号	<a href="#">JP2002262382A</a>	公开(公告)日	2002-09-13
申请号	JP2001059385	申请日	2001-03-05
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	A61B8/00 H04R1/28		
FI分类号	H04R1/28.330 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/EE20 4C301/GA01 4C301/GA07 4C301/GA20 4C301/GB18 4C301/GB40 5D019/AA22 5D019/BB25 5D019/FF04 5D019/GG02 5D019/GG06 4C601/EE30 4C601/GA01 4C601/GA07 4C601/GA08 4C601/GB01 4C601/GB19 4C601/GB50 4C601/LL30		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声换能器等，其能够在不使用声匹配层的情况下减少超声波对诸如水或活组织的物体的反射。电极板2，隔膜3，在隔膜3的一个表面上形成的电极层4，在电极层4上形成的绝缘膜5，保持构件6和电极。板2，振动板3和混合气体8封闭在由保持构件6围绕的空间中。

