

(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2011-193895

(P2011-193895A)

(43) 公開日 平成23年10月6日(2011.10.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b> 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
<b>G 0 1 N</b> 29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24	4 C 6 0 1
<b>H 0 4 R</b> 1/34 (2006.01)	H 0 4 R 1/34 3 3 0 A	5 D 0 1 9
<b>H 0 4 R</b> 31/00 (2006.01)	H 0 4 R 31/00 3 3 0	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-60561 (P2010-60561)  
 (22) 出願日 平成22年3月17日 (2010.3.17)

(71) 出願人 303000420  
 コニカミノルタエムジー株式会社  
 東京都日野市さくら町1番地  
 (72) 発明者 谷口 哲哉  
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル  
 タエムジー株式会社内  
 Fターム(参考) 2G047 AC13 BC13 CA01 EA02 EA05  
 GB25 GB32 GB34 GB36  
 4C601 EE01 EE03 GB32 GB33 GB41  
 GB43 GB45  
 5D019 AA02 AA21 FF04 GG03 HH01

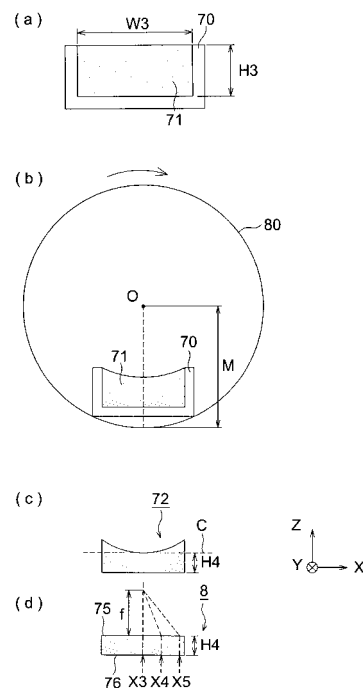
(54) 【発明の名称】 音響レンズ、超音波探触子、超音波診断装置、および音響レンズの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】超音波の減衰が少ない音響レンズ、該音響レンズを製造する製造方法、及び、該音響レンズを有する超音波探触子、及び、該超音波探触子を有する超音波診断装置を提供する。

【解決手段】添加物の音波の伝播速度は母材と異なり、母材に占める添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面に入射する超音波の位置に応じて連続的に変化した状態であることを特徴とする音響レンズ。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を硬化して形成された音響レンズであって、

前記母材に占める前記添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面に入射する超音波の位置に応じて連続的に変化した状態であることを特徴とする音響レンズ。

**【請求項 2】**

前記添加物の音響インピーダンスは前記母材と異なり、

前記母材に占める前記添加物の体積割合が、超音波の入射する面からの距離に応じて連続的に変化していることを特徴とする請求項 1 に記載の音響レンズ。

10

**【請求項 3】**

液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を硬化させて形成された音響レンズであって、

前記母材に占める添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面の位置に応じて連続的に変化した状態であることを特徴とする音響レンズ。

**【請求項 4】**

被検体に向けての超音波の送信、または被検体からの超音波の反射波の受信の少なくとも一方を行う超音波探触子において、

20

請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の音響レンズを有し、

前記音響レンズを介して超音波を送信および受信、または送信もしくは受信をすることを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 5】**

超音波を被検体に向けて送信し、該被検体から受信した該超音波の反射波に応じて画像を生成する超音波診断装置において、

請求項 4 に記載の超音波探触子を有することを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 6】**

液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を用いて形成する音響レンズの製造方法であって、

30

前記液状の母材に前記添加物を分散した分散液を型に注入する注入工程と、

前記添加物を所定時間沈降させる沈降工程と、

前記所定時間の後、前記添加物を沈降させながら前記分散液を硬化させる硬化工程と、を含み、

前記型に注入された前記分散液の液面が遠心力により凹面になるように前記分散液を注入した型を回転させながら前記沈降工程、及び前記硬化工程を行った後、

凹面状に硬化された部分を平面に加工する工程を行うことを特徴とする音響レンズの製造方法。

**【請求項 7】**

液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を用いて形成する音響レンズの製造方法であって、

40

前記液状の母材に添加物を分散させた分散液を型に注入する注入工程と、

前記添加物を所定時間沈降させる沈降工程と、

前記所定時間の後、前記添加物を沈降させながら分散液を硬化させる硬化工程と、

前記硬化工程で生成された 2 つの組成物を、それぞれの前記組成物の音波の伝播速度が遅い方の面を向き合わせて接合する接合工程と、

を含むことを特徴とする音響レンズの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、音響レンズ、超音波探触子、超音波診断装置、および音響レンズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は超音波パルス反射法により、体表から生体内の軟組織の断層像を低侵襲に得る医療用画像機器である。この超音波診断装置は、他の医療用画像機器に比べ、小型で安価、X線などの被爆がなく安全性が高い、ドップラー効果を応用して血流イメージングが可能等の特長を有している。そのため、循環器系（心臓の冠動脈）、消化器系（胃腸）、内科系（肝臓、膵臓、脾臓）、泌尿科系（腎臓、膀胱）、及び産婦人科系などで広く利用されている。

10

【0003】

このような医療用超音波診断装置に使用される超音波探触子は、高感度、高解像度の超音波の送受信を行うために、ジルコン酸チタン酸鉛を材料とした圧電素子が一般的に使用される。

【0004】

また、超音波探触子には、超音波のビームを収束させて分解能を向上させるため音響レンズが用いられている。音響レンズは被検体（生体）と密着させるので、被検体と密着させやすく、診断に使用する周波数において減衰率の小さい材料が求められている。

【0005】

従来からこのような材料としてシリコンゴムが主に用いられている。シリコンゴムは、被検体（生体）より音波の伝播速度（以下、音速ともいう）が遅いので、断面形状の中央部を凸状に形成し、超音波が中央の厚みの厚い部分を通過する時間を、厚みの薄い部分より長くして超音波を収束させるようにしていた。

20

【0006】

ところで、高調波信号を用いたハーモニックイメージング診断が、従来のBモード診断では得られない鮮明な診断像が得られることから標準的な診断方法となりつつある。

【0007】

ハーモニックイメージングを行うために十分な超音波信号を得るためには、基本波よりも周波数が高く減衰しやすい高調波をいかに効率的に受信できる設計とするか、が重要となる。

30

【0008】

しかしながら、シリコンゴムは超音波の伝播損失が大きいので、超音波探触子の受信感度を向上させることは難しい。特に、高周波の伝播損失が大きいので、高調波信号を用いたハーモニックイメージングには不向きな材料であると言える。

【0009】

一方、伝播損失の少ない材料としては、例えば樹脂材料であるポリメチルペンテンが知られているが、ポリメチルペンテンは被検体（生体）より音速が速いので、断面形状の中央部を凹状に形成し、超音波を収束させるようにする必要がある。

【0010】

しかしながら、凹状では被検体（生体）の表面との接触性が悪く、鮮明な画像が得られない。

40

【0011】

そのため、ポリメチルペンテンを用いた凹状の音響レンズの平坦な側を生体接触側、凹側を圧電素子側とし、シリコンゴムで形成した音響媒体によって凹状の部分を埋めて空気層を介在しないようにする方法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【0012】

また、従来の超音波探触子では、圧電素子と音響レンズの間に音響インピーダンスの異なる層を積層した整合層が設けられているが、整合層の各層の境界で音響インピーダンスが大きく異なるため、超音波の反射が発生し減衰するため超音波の送受信感度を低下させる原因になっていた。

50

## 【 0 0 1 3 】

そのため、圧電素子から離間するにつれて含有割合が変化するように添加物を添加し、圧電素子と音響レンズとの間の音響インピーダンスを徐々に変化させた層を積層し、超音波の送受信感度を向上させた音響整合レンズを備えた超音波プローブが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

## 【 0 0 1 4 】

しかしながら、音響整合層を構成する層の数を増し、超音波の送受信感度を向上させるためには、次のような課題があり、従来は 2 ～ 3 層とするのが限界であった。

## 【 0 0 1 5 】

例えば、音響整合層での超音波の伝播損失を抑制するため各層の厚みをできるだけ薄くする必要があるので、薄い膜を多数積層する工程に時間がかかる上、歩留まりが悪いという問題がある。また、各層を貼り合わせる際に接着剤を用いるので層間においても超音波の反射が生じる問題がある。

10

## 【 0 0 1 6 】

このような多重反射の問題を解決する方法として、樹脂材料にタングステン粉末を混合し、タングステン粉末を沈降させながら自然硬化させることにより、音響インピーダンスが連続的に変化する音響媒介物を用いる方法が知られている（例えば、特許文献 3 参照）。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

20

## 【 0 0 1 7 】

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 2 5 4 1 0 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 2 6 3 3 8 5 号公報

【 特許文献 3 】 特開昭 5 4 - 2 1 0 8 2 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 8 】

しかしながら、特許文献 1 に開示されているように、音響レンズの凹状の部分を埋める音響媒体を設けると、音響レンズと音響媒体との境界で音響インピーダンスが大きく異なるため、超音波の反射が発生し、超音波の送受信感度が低下する問題がある。

30

## 【 0 0 1 9 】

一方、特許文献 2 に開示されている音響整合レンズは、シリコーンゴムに添加物を添加した 3 つの整合層の一つに凸曲面を設け超音波を収束させているが、整合層の数が少ないため界面での音響インピーダンスの差が大きく超音波の反射を十分抑制できない。

## 【 0 0 2 0 】

また、特許文献 1、2 ではシリコーンゴムを用いているので、シリコーンゴムによる超音波の伝播損失が大きく高次高調波を利用する場合は受信感度が不十分になってしまうという問題があった。

## 【 0 0 2 1 】

特許文献 1 の音響レンズの音響媒体として特許文献 3 に開示されている音響整合層を用いることも考えられるが、音響レンズと音響媒体の境界における音響インピーダンスの差を少なくすることはできても、接合面があるためやはり界面での超音波の反射が発生する。また、2 つの異なる部品を接合するため製造工程が複雑である。

40

## 【 0 0 2 2 】

特許文献 2 に開示されている音響整合レンズの整合層は、シリコーンゴムを用いたものであり、音響インピーダンスや音波の伝播速度などの特性が異なるので、そのまま特許文献 3 に開示されている音響整合層に置き換えることはできない。

## 【 0 0 2 3 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、超音波の減衰が少ない音響レンズ、該音響レンズを製造する製造方法、及び、該音響レンズを有する超音波探触子、および

50

該超音波探触子を有する超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0024】

上記の課題を解決するため、本発明は以下のような特徴を有するものである。

【0025】

1. 液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を硬化して形成された音響レンズであって、

前記母材に占める前記添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面に入射する超音波の位置に応じて連続的に変化した状態であることを特徴とする音響レンズ。

10

【0026】

2. 前記添加物の音響インピーダンスは前記母材と異なり、

前記母材に占める前記添加物の体積割合が、超音波の入射する面からの距離に応じて連続的に変化していることを特徴とする前記1に記載の音響レンズ。

【0027】

3. 液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を硬化させて形成された音響レンズであって、

前記母材に占める添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面の位置に応じて連続的に変化した状態であることを特徴とする音響レンズ。

20

【0028】

4. 被検体に向けての超音波の送信、または被検体からの超音波の反射波の受信の少なくとも一方を行う超音波探触子において、

前記1から3の何れか1項に記載の音響レンズを有し、

前記音響レンズを介して超音波を送信および受信、または送信もしくは受信をすることを特徴とする超音波探触子。

【0029】

5. 超音波を被検体に向けて送信し、該被検体から受信した該超音波の反射波に応じて画像を生成する超音波診断装置において、

前記4に記載の超音波探触子を有することを特徴とする超音波診断装置。

30

【0030】

6. 液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を用いて形成する音響レンズの製造方法であって、

前記液状の母材に前記添加物を分散した分散液を型に注入する注入工程と、

前記添加物を所定時間沈降させる沈降工程と、

前記所定時間の後、前記添加物を沈降させながら前記分散液を硬化させる硬化工程と、を含み、

前記型に注入された前記分散液の液面が遠心力により凹面になるように前記分散液を注入した型を回転させながら前記沈降工程、及び前記硬化工程を行った後、

凹面状に硬化された部分を平面に加工する工程を行うことを特徴とする音響レンズの製造方法。

40

【0031】

7. 液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を用いて形成する音響レンズの製造方法であって、

前記液状の母材に添加物を分散させた分散液を型に注入する注入工程と、

前記添加物を所定時間沈降させる沈降工程と、

前記所定時間の後、前記添加物を沈降させながら分散液を硬化させる硬化工程と、

前記硬化工程で生成された2つの組成物を、それぞれの前記組成物の音波の伝播速度が遅い方の面を向き合わせて接合する接合工程と、

を含むことを特徴とする音響レンズの製造方法。

50

## 【発明の効果】

## 【0032】

本発明の音響レンズは、液状の母材に該母材と音波の伝播速度の異なる添加物を添加した分散液を硬化して形成され、母材に占める添加物の体積割合が、超音波を所定の距離に収束させるように、超音波の入射する面に入射する超音波の位置に応じて連続的に変化した状態である。

## 【0033】

このようにすると、音響レンズの内部に界面を設けないので、界面による超音波の反射が発生しない。

## 【0034】

したがって、超音波の減衰が少ない音響レンズ、及び、該音響レンズを製造する製造方法、該音響レンズを有する超音波探触子、及び、該超音波探触子を有する超音波診断装置を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0035】

【図1】第1の実施形態の音響レンズ8の製造工程を説明する断面図である。

【図2】型70で組成される組成物72を説明する斜視図である。

【図3】音響レンズ8の製造工程を説明する工程図である。

【図4】音響レンズ8の深さ方向（Z軸方向）に対して、その深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合を一例として示すグラフである。

【図5】酸化亜鉛の体積割合と音響インピーダンスとの関係の一例を示すグラフである。

【図6】酸化亜鉛の体積割合と音波の伝播速度（音速）との関係の一例を示すグラフである。

【図7】音響レンズ8の音響インピーダンスの深さ方向に対する変化を一例として示すグラフである。

【図8】音響レンズ8の音速の深さ方向に対する変化を一例として示すグラフである。

【図9】第1の実施形態の音響レンズ8の上側表面75上の各位置からの深さ方向（Z軸方向）に対して、その深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合を一例として示すグラフである。

【図10】第2の実施形態の音響レンズ7の製造工程を説明する説明図である。

【図11】第2の実施形態の音響レンズ7の製造工程を説明する工程図である。

【図12】第2の実施形態の音響レンズ7の幅W3の中央X0からのX軸方向の距離と、その距離における媒質の音速との関係を一例として示すグラフである。

【図13】実施形態における超音波探触子1の構成例を示す断面図である。

【図14】実施形態における超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図15】実施形態における超音波診断装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図16】音響整合層を積層した圧電素子の送受信感度の周波数特性を比較するグラフである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0036】

以下、本発明に係る実施の一形態を図面に基づいて説明するが、本発明は該実施の形態に限られない。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。

## 【0037】

以降の説明では図中のX、Y、Zで示す座標軸に基づいて説明する。X方向は音響レンズ8を接合する超音波探触子1（図1には図示せず）のエレベーション方向（ダイシングを行う方向）であり、Y方向は音響レンズ8の長手方向、Z軸正方向は超音波を送信する方向である。

## 【0038】

次に、第1の実施形態の音響レンズ8の製造工程を説明する。

## 【 0 0 3 9 】

図 1 は、第 1 の実施形態の音響レンズ 8 の製造工程を説明する断面図、図 2 は、型 7 0 で組成される組成物 7 2 を説明する斜視図、図 3 は、音響レンズ 8 の製造工程を説明する工程図である。

## 【 0 0 4 0 】

第 1 の実施形態の音響レンズ 8 では、超音波を所定の距離に収束させるため、入射する超音波の X 軸方向の位置と入射面からの Z 軸方向の距離に応じて添加物の体積割合が連続的に変化するようにしている。

## 【 0 0 4 1 】

図 1 の矢印 X 3 は、下側表面 7 6 から入射し、音響レンズ 8 の X 軸方向の幅の中央を進行する超音波を示し、矢印 X 5 は、音響レンズ 8 の X 軸方向の幅の周辺部を進行する超音波を、矢印 X 4 は、矢印 X 5 と X 3 の中間付近を進行する超音波を示している。

## 【 0 0 4 2 】

図 3 の工程図に沿って直方体形状の第 1 の実施形態の音響レンズ 8 を作製する例を説明する。

## 【 0 0 4 3 】

## S 1 : 分散液製造工程

分散液の母材には、各種樹脂材料を用いることができるが、短時間で硬化できる樹脂材料、例えば光を照射することにより短時間で硬化できる光硬化性樹脂材料が好ましい。

## 【 0 0 4 4 】

また、超音波の減衰特性が周波数 5 M H z で 2 d B / c m 以下の樹脂材料が好ましい。例えば、アクリレート、メチルペンテン、スチレン、メチルメタクリレート、カーボネート、プロピレンなどの重合体または共重合体を用いることができる。

## 【 0 0 4 5 】

母材に添加する添加物は、酸化亜鉛、アルミニウム、酸化アルミニウム、ジュラルミン、チタン、窒化ケイ素、炭化ボロン、モリブデン等を用いることができる。これらは母材に均一に分散して添加し、母材と添加剤界面で音響不整合を生じないように、波長に対して充分小さい粉末の状態で用いられることが好ましく、その粒径は 1 0 μ m 以下、さらに好ましくは 0 . 5 μ m 以下であることが好ましい。

## 【 0 0 4 6 】

本実施形態では、表 1 の紫外線硬化型の光硬化性樹脂材料を母材とし、添加物として酸化亜鉛を均一に分散させた分散液を製造する例を説明する。

## 【 0 0 4 7 】

## 【 表 1 】

光硬化性樹脂 A	イソシアヌル酸 E0 変性ジ及びトリアクリレート混合物 (アロニックス M-313 ; 東亜合成株式会社製)	14.8 質量%
光硬化性樹脂 B	ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート (アロニックス M-408 ; 東亜合成株式会社製)	5 質量%
酸化亜鉛	親油性酸化亜鉛ナノ微粒子 (VP・AdNanoZ805 ; デグサ社製、平均粒径 250nm)	80 質量%
光重合開始剤	ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニル フォスフィンオキサイド (光重合開始剤 IRGACURE819 ; BASF 社製)	0.2 質量%

## 【 0 0 4 8 】

表 1 の光硬化性樹脂 A は、イソシアヌル酸 E O 変性ジ及びトリアクリレート混合物 (アロニックス M - 3 1 3 ; 東亜合成株式会社製)、光硬化性樹脂 B は、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート (アロニックス M - 4 0 8 ; 東亜合成株式会社製) である。

## 【 0 0 4 9 】

添加剤は、平均粒径 250 nm の親油性酸化亜鉛ナノ微粒子（デグサ社製 V P A d N a n o Z 8 0 5 ）である。また、光重合開始剤は、ビス（2，4，6 - トリメチルベンゾイル） - フェニルフォスフィンオキサイド（光重合開始剤 I R G R A C U R E 8 1 9 ； B A S F 社製）である。

## 【 0 0 5 0 】

例えば、表 1 に示す割合で光硬化性樹脂 A、B を母材に、光重合開始剤と添加剤の酸化亜鉛を攪拌して均一に分散させ、分散液を製造する。

## 【 0 0 5 1 】

## S 2：注入工程

10

図 1（a）は分散液 7 1 を注入した型 7 0 の断面図である。図 1（a）のように、母材に添加物を均一に分散させた分散液 7 1 を直方形の凹部を有する型 7 0 に注入する。本実施形態では、凹部の形状は幅  $W_3 = 10$ （mm）、高さ  $H_3 = 4$ （mm）、長さ  $L_1 = 70$ （mm）とする。

## 【 0 0 5 2 】

## S 1 0：沈降工程

20

図 1（b）と図 2（a）は、遠心分離器 8 0 の内部に取り付けた分散液 7 1 を注入した型 7 0 の断面図と斜視図である。第 1 の実施形態の沈降工程では、分散液 7 1 を注入した型 7 0 を、図 1（b）のように遠心分離器 8 0 の内部に取り付け、O を回転中心として矢印方向に回転させながら添加物を所定時間沈降させる。すると、型 7 0 に注入された分散液 7 1 の液面は、図 1（b）のように遠心力により凹面になる。添加物も遠心力により凹状に分布し、型 7 0 の中央部より周辺部に多くの添加物が集まる。

## 【 0 0 5 3 】

## S 1 1：硬化工程

分散液 7 1 を注入した型 7 0 を回転させながら、分散液 7 1 の上面より所定時間紫外線を照射して硬化させる。その後、遠心分離器 8 0 から型 7 0 を取り出し、加熱してさらに硬化させ、図 2（b）のような組成物 7 2 を得る。

## 【 0 0 5 4 】

## S 1 3：切削工程

30

図 1（c）のように組成物 7 2 の凹面状の部分を、C で示す点線で切削し、図 1（d）のように高さ  $H_4$  の直方体形状に加工し、音響レンズ 8 を得る。

## 【 0 0 5 5 】

このような簡単な工程で得られた音響レンズ 8 は、下側表面 7 6 方向に添加物が沈降しながら硬化されているので、上側表面 8 1 から下側表面 7 6 方向への深さに応じて、媒質に含まれる添加物の体積割合が増加している。

## 【 0 0 5 6 】

図 4 のグラフは、音響レンズ 8 の深さ方向（Z 軸方向）に対して、その深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合を一例として示すグラフである。図 4 の横軸は、矢印 X 3 の位置における音響レンズ 8 の上側表面 8 1 からの深さ（mm）であり、縦軸はその深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合（体積％）である。

40

## 【 0 0 5 7 】

図 4 の例では、上側表面 8 1 では、酸化亜鉛の体積割合は 0（体積％）、深さ 1.2（mm）の媒質では体積割合は 9.8（体積％）、深さ 2 mm に相当する下側表面 7 6 では体積割合は 6.5（体積％）であり、深さに応じて連続的に酸化亜鉛の体積割合が増加している。

## 【 0 0 5 8 】

なお、酸化亜鉛の体積割合は、表面元素分析によって求めることができる。深さ方向（Z 軸方向）の位置における酸化亜鉛の体積割合は、上側表面 8 1 から所定の深さまで表面を切削して表面元素分析を行うことにより求めることができる。

## 【 0 0 5 9 】

50



次に、表 1 の光硬化性樹脂 A、B を母材に、酸化亜鉛の体積割合を変えて均一に分散した状態で硬化させた試料の特性例を図 5、図 6 を用いて説明する。図 5 は、酸化亜鉛の体積割合と音響インピーダンスとの関係の一例を示すグラフである。図 6 は、酸化亜鉛の体積割合と音波の伝播速度（以下、音速ともいう）との関係を示すグラフである。

【0060】

図 5 に示すように、酸化亜鉛の体積割合 0（体積％）では、音響インピーダンス 3（ $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ）、体積割合 70（体積％）では、音響インピーダンス 23（ $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ）である。また、図 6 に示すように、酸化亜鉛の体積割合 0（体積％）では、音速 2700（ $\text{m}/\text{s}$ ）、体積割合 70（体積％）では、音速 5200（ $\text{m}/\text{s}$ ）であり、酸化亜鉛の体積割合が増加するのに伴って音響インピーダンスと音速が増加している。

10

【0061】

図 4 に示す上側表面からの深さにおける音響レンズ 8 の酸化亜鉛の体積割合と、図 5、図 6 に示す特性から音速と音響インピーダンスの深さ方向に対する変化が求められる。

【0062】

図 7 は、音響レンズ 8 の音響インピーダンスの深さ方向に対する変化を一例として示すグラフ、図 8 は、音響レンズ 8 の音速の深さ方向に対する変化を一例として示すグラフである。図 7、図 8 の横軸は、音響レンズ 8 の上側表面 81 からの深さ（ $\text{mm}$ ）であり、図 7 の縦軸は音響インピーダンス（ $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ）、図 8 の縦軸は音速（ $\text{m}/\text{s}$ ）である。

【0063】

図 7 に示すように、上側表面 81 では、音響インピーダンス 3（ $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ）、深さ 2  $\text{mm}$  に相当する下側表面 76 では音響インピーダンス 23（ $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ）であり、深さに応じて連続的に音響インピーダンスが増加している。

20

【0064】

また、図 7 に示すように、上側表面 81 では、音速 2700（ $\text{m}/\text{s}$ ）、深さ 2  $\text{mm}$  に相当する下側表面 76 では音速 5200（ $\text{m}/\text{s}$ ）であり、深さに応じて連続的に音速が増加している。

【0065】

圧電素子の音響インピーダンスは、一般に 24～36  $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$  程度であり、圧電素子と接合する下側表面 76 の音響インピーダンスを、この例のように近い値にすると接合面で発生する超音波の反射を抑制することができる。

30

【0066】

また、被検体である人体の音響インピーダンスは、1.8  $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$  程度であり、被検体と接触する音響レンズも音響インピーダンスがこの値に近いものが用いられる。したがって、音響レンズと接合する上側表面 81 の音響インピーダンスを、この例のように音響レンズに近い値にすると同様に接合面で発生する超音波の反射を抑制することができる。

【0067】

本実施形態では、下側表面 76 と上側表面 81 の間に界面はなく、音響インピーダンスは深さ（距離）に応じて連続的に変化するので、音響レンズ 8 の内部では界面による超音波の反射はおこらない。したがって、本実施形態の音響レンズ 8 は超音波の減衰が少ない。このような音響レンズ 8 を簡単な設備と簡単な工程により製造することができる。

40

【0068】

図 9 は、このようにして作製した第 1 の実施形態の音響レンズ 8 の上側表面 75 上の各位置からの深さ方向（Z 軸方向）に対して、その深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合を一例として示すグラフである。図 9 の横軸は、音響レンズ 8 の上側表面 75 からの深さ（ $\text{mm}$ ）であり、縦軸はその深さにおける媒質に占める酸化亜鉛の体積割合（体積％）である。また、図 9 の X3、X4、X5 は、図 1（d）に矢印で示す X3、X4、X5 に対応する。すなわち、X3、X4、X5 に示す X 軸方向の位置の上側表面 75 からの深さ方向（Z 軸負方向）の距離に応じて変化する酸化亜鉛の体積割合を示している。

50

## 【0069】

音響レンズ8のX軸方向の中央X3、周辺部X5、X3とX5の中間部X4の何れの位置でも、上側表面75に相当する深さ0(mm)では酸化亜鉛の体積割合は0(体積%)、深さ2(mm)に相当する下側表面76では体積割合は65(体積%)であり、上側表面75からの深さに応じて連続的に酸化亜鉛の体積割合が増加している。

## 【0070】

一方、X5、X4、X3の順に上側表面75に近い深さから体積割合の増加が始まるので、平均すると周辺部X5の方が音響レンズ8の上側表面75と下側表面76の間に占める酸化亜鉛の体積割合が多い。例えば、中央部X3では深さ1.2(mm)の媒質の体積割合は9.8(体積%)なのに対し、周辺部X5では体積割合は61.4(体積%)である。

10

## 【0071】

図6で説明したように、酸化亜鉛の体積割合が増すと音速も増加する。したがって、X5で示すような周辺部からZ軸方向に進行する超音波は、中央部X3より音速の高い領域を通過する割合が多く、上側表面75と下側表面76の間を通過する時間が短くなる。

## 【0072】

このように、周辺部を進行するX5で示す超音波は、中央を進行するX3で示す超音波よりも音速の高い領域を進む距離が長いので同時に下側表面76に入射したX3で示す超音波よりも早く上側表面75に達する。

## 【0073】

音響インピーダンスについても、図5で説明したように、酸化亜鉛の体積割合が増すと音響インピーダンスも増加する。酸化亜鉛の体積割合から、音響レンズ8の音響インピーダンスは、上側表面75では、音響インピーダンス3( $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ )、下側表面76では音響インピーダンス23( $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ )であり、深さに応じて連続的に音響インピーダンスが増加している。

20

## 【0074】

前述のように、圧電素子の音響インピーダンスは、一般に24~36 $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ 程度であり、圧電素子と接合する下側表面76の音響インピーダンスを、この例のように近い値にすると接合面で発生する超音波の反射を抑制することができる。

## 【0075】

被検体である人体の音響インピーダンスは、1.8 $\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ 程度であり、上側表面75の音響インピーダンスはこの値に近い値になっている。

30

## 【0076】

以下の説明では、上側表面75が被検体に接しているものとする。

## 【0077】

X5で示す周辺部を進行する超音波は、X3で示す中央を進行する超音波より早く被検体に入射するので、その時間差の分だけ多くの距離を進行し、上側表面75からの距離fで中央部を進行するS1で示す超音波と収束する。また、X4はX3とX5の間に被検体に入射し、距離fで中央部を進行するX3で示す超音波と収束する。

## 【0078】

音響レンズ8の焦点距離は、このように超音波が下側表面76に入射する位置と、添加物の体積割合によって変わる下側表面76から上側表面75まで進行する時間との関係によって変わる。

40

## 【0079】

本実施形態では、下側表面76と上側表面75の間に界面はなく、音響インピーダンスは深さ(距離)に応じて連続的に変化するので、音響レンズ8の内部では超音波の反射はおこらない。また、音響レンズ8は、超音波を所定の距離に収束させることができる。

## 【0080】

さらに、被検体と接触する面は平面になっているので、被検体の表面との接触性が良く被検体と音響レンズ8を容易に密着させることができる。

50

## 【 0 0 8 1 】

このように、本実施形態の音響レンズ 8 は、超音波の減衰が少なく、本実施形態の音響レンズ 8 の製造方法により、このような音響レンズ 8 を簡単な設備と簡単な工程により製造することができる。

## 【 0 0 8 2 】

次に、第 2 の実施形態の音響レンズ 7 の製造工程を説明する。

## 【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、第 2 の実施形態の音響レンズ 7 の製造工程を説明する説明図、図 1 1 は、音響レンズ 7 の製造工程を説明する工程図である。

## 【 0 0 8 4 】

第 2 の実施形態の音響レンズ 7 も第 1 の実施形態の音響レンズ 8 と同様に、超音波を所定の距離に収束させるため、入射する超音波の X 軸方向の位置に応じて添加物の体積割合が連続的に変化するように構成している。

## 【 0 0 8 5 】

図 1 1 の工程図に沿って直方体形状の第 2 の実施形態の音響レンズ 7 を作製する例を説明する。

## 【 0 0 8 6 】

S 1 : 分散液製造工程

第 1 の実施形態で説明した分散液と同じ分散液を用いることができるので、分散液製造工程も同じ工程を用いることができる。

## 【 0 0 8 7 】

本実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、表 1 に示す割合で光硬化性樹脂 A、B を母材に、添加物として酸化亜鉛を攪拌して均一に分散させた例を説明する。

## 【 0 0 8 8 】

S 2 : 注入工程

分散液 7 1 を注入する型は、第 1 の実施形態と同様に図 1 ( a )、図 2 ( a ) に示す型 7 0 を用いることができる。図 1 ( a )、図 2 ( a ) のように、母材に添加物を均一に分散させた分散液 7 1 を直方形の凹部を有する型 7 0 に注入する。本実施形態では、凹部の形状は幅  $W 2 = 10$  ( mm )、高さ  $H 2 = 4$  ( mm )、長さ  $L 2 = 70$  ( mm ) とする。

## 【 0 0 8 9 】

S 3 : 沈降工程

分散液 7 1 を型 7 0 に注入後所定時間放置し、添加物を沈降させる。

## 【 0 0 9 0 】

S 4 : 硬化工程

分散液 7 1 の上面より所定時間紫外線を照射して硬化させる。その後、加熱してさらに硬化させ、型 7 0 から取り出して組成物 7 2 を得る。本工程では、図 1 0 ( a ) のように次工程の接合工程で用いる 2 つの組成物 7 2 a、7 2 b を作製する。

## 【 0 0 9 1 】

組成物 7 2 a、7 2 b は、下側表面 7 6 a、8 2 b 方向に添加物が沈降しながら硬化されているので、上側表面 8 1 a、8 1 b から下側表面 7 6 a、8 2 b 方向への深さに応じて、母材に占める添加物の体積割合が増加している。

## 【 0 0 9 2 】

S 5 : 接合工程

S 4 の硬化工程で生成された 2 つの組成物 7 2 a、7 2 b を、それぞれの組成物 7 2 a、7 2 b の添加物の密度が低い上側表面 8 1 a と上側表面 8 1 b とを互いに向き合わせて図 1 1 ( b ) のように接合する。

## 【 0 0 9 3 】

S 6 : 切断、研磨工程

図 1 0 ( b ) のように接合した組成物 7 2 a、7 2 b を、点線で示すように接合面と直交する面で切断し、切断面を研磨して図 1 0 ( c ) のように厚み d の直方体形状に加工し

10

20

30

40

50

、音響レンズ 7 を得る。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 は、このようにして作製した第 2 の実施形態の音響レンズ 7 の幅 W 3 の中央 X 0 からの X 軸方向の距離と、その距離における媒質の音速との関係を一例として示すグラフである。

【 0 0 9 5 】

音響レンズ 7 は、母材に占める添加物の体積割合の低い上側表面 8 1 a、8 1 b を互いに向き合わせて接合して作製するので、接合面の位置である幅 W 3 の中央 X 0 が最も添加物の体積割合が低く、X 0 から X 軸方向に離れるほど添加物の体積割合が高くなっている。Z 軸方向においては、媒質に含まれ添加物の体積割合は一定である。

10

【 0 0 9 6 】

図 5、図 6 で説明したように、酸化亜鉛の体積割合が増すと音速と音響インピーダンスが増加する。したがって、X 0 から X 軸方向に離れるほど音速と音響インピーダンスが増加し、Z 軸方向については一定である。

【 0 0 9 7 】

図 1 2 の横軸は、中央 X 0 からの X 軸方向の距離 ( m m ) であり、縦軸はその距離における媒質の音速 ( m / s ) である。

【 0 0 9 8 】

図 1 2 のように中央 X 0 からの X 軸方向の距離が増すと、音速が増加しているので、中央 X 0 から Z 軸方向に進行する超音波より、中央 X 0 から離れた位置を Z 軸方向に進行する超音波の方が、第 1 のレンズ面 8 4 と第 2 のレンズ面 8 5 の間を通過する時間が短い。

20

【 0 0 9 9 】

このように、X 1 から入射した超音波は、中央 X 0 から入射した超音波よりも音速の高い領域を進むので、同時に中央 X 0 から入射した超音波よりも早く第 2 のレンズ面 8 5 に達する。

【 0 1 0 0 】

X 1 から入射した超音波は、第 2 のレンズ面 8 5 に接する媒質内を中央 X 0 から入射した超音波よりも早く進行し、所定の距離で中央 X 0 から入射した超音波と収束する。

【 0 1 0 1 】

超音波の収束する距離は、超音波が第 1 のレンズ面 8 4 と第 2 のレンズ面 8 5 の間を通過する時間差によって変わるので、本実施形態の音響レンズ 7 は、S 6 の切断工程で切断する厚み d を変えることにより焦点距離を変えることができる。

30

【 0 1 0 2 】

本実施形態では、第 1 のレンズ面 8 4 と第 2 のレンズ面 8 5 の間に界面はなく、超音波が進行する方向の音響インピーダンスは一定なので、音響レンズ 7 の内部では超音波の反射はおこらない。

【 0 1 0 3 】

したがって、本実施形態の音響レンズ 7 は、超音波の減衰が少ない。また、本実施形態の音響レンズの製造方法を用いると、超音波の減衰が少ない任意の焦点距離の音響レンズを簡単な設備と簡単な工程により製造することができる。

40

【 0 1 0 4 】

さらに、被検体と接触する面は平面になっているので、被検体の表面との接触性が良く被検体と音響レンズ 8 を容易に密着させることができる。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 は、音響レンズ 8 または音響レンズ 7 を用いた超音波探触子のヘッド部の構成を示す断面図である。

【 0 1 0 6 】

本実施形態では、単一の圧電素子で送受信を行うシングル型超音波探触子に本発明を適用した例を説明するが、特に限定されるものではなく送信用圧電素子と受信用圧電素子とを別体とし、超音波の送信時と受信時における動作を分離したアレイ型超音波探触子にも

50

適用できる。

【0107】

以降の説明では図中のX、Y、Zで示す座標軸に基づいて説明する。X方向は超音波探触子1のエレベーション方向（ダイシングを行う方向）であり、Z軸正方向は超音波を送信する方向である。また、Z軸方向は積層方向である。

【0108】

図13に示す超音波探触子1は、バックング材5の上に第1電極15、送受信素子層2、第2電極14、音響レンズ8、または音響レンズ7の順に積層されている。

【0109】

以降、積層順に各構成要素を説明する。

10

【0110】

（送受信素子層）

送受信素子層2は、ジルコン酸チタン酸鉛などの圧電材料から成る圧電素子であり、互いに厚み方向に対向する両面にそれぞれ第2電極14、第1電極15を備えている。送受信素子層2の厚みは320μm程度である。

【0111】

第2電極14、第1電極15は、図示せぬコネクタにより図13には図示せぬケーブル33と接続され、ケーブル33を介して送信回路42と接続する。第2電極14、第1電極15に電気信号を入力すると圧電素子が振動し、送受信素子層2からZ軸正方向に超音波を送信するように構成されている。

20

【0112】

第2電極14、第1電極15は、金、銀、アルミなどの金属材料を用いて、送受信素子層2の両面に蒸着法やフォトリソグラフィ法を用いて成膜する。

【0113】

また、第2電極14、第1電極15は、図13には図示せぬケーブル33を介して受信回路43とも接続する。

【0114】

送受信素子層2が被検体で反射した超音波の反射波を受信して振動すると、反射波に応じて第2電極14、第1電極15の間に電気信号が発生する。第2電極14、第1電極15の間に発生した電気信号は、ケーブル33を介して受信回路43で受信され、画像処理部44で画像化される。

30

【0115】

バックング材5の上に、第2電極14と第1電極15とが形成された送受信素子層2、音響レンズ8または音響レンズ7を順に接着剤により接着して図13のように積層する。また、必要に応じて送受信素子層2と音響レンズ8または音響レンズ7の間に、その中間の音響インピーダンスを有する中間層を設けてもよい。

【0116】

積層後、送受信素子層2から超音波放射方向と反対の方向に向かってダイシングを行い、バックング材5と第1電極15の接着層からさらにZ軸負方向に100μmの深さまでダイシングを行う。ダイシングによりできた溝部に、シリコン樹脂などから成る充填剤を充填した後、最上層に音響レンズ7または音響レンズ8を接着する。

40

【0117】

（超音波診断装置および超音波探触子の各構成および動作）

図14は、実施形態における超音波診断装置の外観構成を示す図である。図15は、実施形態における超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【0118】

超音波診断装置100は、図略の生体等の被検体に対して超音波（超音波信号）を送信し、受信した被検体で反射した超音波の反射波（エコー、超音波信号）から被検体内の内部状態を超音波画像として画像化し、表示部45に表示する。

【0119】

50

超音波探触子 1 は、被検体に対して超音波（超音波信号）を送信し、被検体で反射した超音波の反射波を受信する。超音波探触子 1 は、図 15 に示すように、ケーブル 33 を介して超音波診断装置本体 31 と接続されており、送信回路 42、受信回路 43 と電氣的に接続されている。

【0120】

送信回路 42 は、制御部 46 の指令により、超音波探触子 1 へケーブル 33 を介して電気信号を送信し、超音波探触子 1 から被検体に対して超音波を送信させる。

【0121】

受信回路 43 は、制御部 46 の指令により、超音波探触子 1 からケーブル 33 を介して、被検体内からの超音波の反射波に応じた電気信号を受信する。

10

【0122】

画像処理部 44 は、制御部 46 の指令により、受信回路 43 が受信した電気信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。

【0123】

表示部 45 は、液晶パネルなどから成り、制御部 46 の指令により、画像処理部 44 が画像化した超音波画像を表示する。

【0124】

操作入力部 41 は、スイッチやキーボードなどから構成され、ユーザが診断開始を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータを入力するために設けられている。

【0125】

制御部 46 は、CPU、メモリなどから構成され、操作入力部 41 の入力に基づいてプログラムされた手順により超音波診断装置 100 各部の制御を行う。

20

【実施例】

【0126】

以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0127】

[ 実施例 1 ]

（音響レンズ 8 の作製）

実施例 1 では、図 1（d）と同じ構成の X 軸方向の幅  $W3 = 10\text{ mm}$ 、Z 軸方向の高さ  $H4 = 2\text{ mm}$ 、Y 軸方向の長さ  $L1 = 70\text{ mm}$ 、の直方体の音響レンズ 8 を図 3 で説明した手順で作製した。

30

【0128】

S1：分散液製造工程

本実施例では、表 1 の材料からなる分散液を用いた。

【0129】

表 1 に示す割合で光硬化性樹脂 A、B を母材に、光重合開始剤と、添加物として親油性酸化亜鉛ナノ微粒子を攪拌して均一に分散させた。

【0130】

光硬化性樹脂 A は、イソシアヌル酸 EO 変性ジ及びトリアクリレート混合物（アロニックス M-313；東亜合成株式会社製）、光硬化性樹脂 B は、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート（アロニックス M-408；東亜合成株式会社製）を用いた。

40

【0131】

親油性酸化亜鉛ナノ微粒子（デグサ社製 VP Ad Nano Z805）の平均粒径は  $250\text{ nm}$  である。また、光重合開始剤はビス（2，4，6-トリメチルベンゾイル）-フェニルフォスフィンオキサイド（光重合開始剤 I R G R A C U R E 819；BASF 社製）を用いた。

【0132】

S2：注入工程

図 1（a）のように、母材に添加物を均一に分散させた分散液 71 を直方形の凹部を有

50

する型 70 に注入した。本実施形態では、凹部の形状は幅  $W3 = 10$  (mm)、高さ  $H3 = 4$  (mm)、長さ  $L1 = 70$  (mm) とする。

【0133】

S10：沈降工程

図 1 (b) のように、回転半径  $M = 30$  mm の遠心分離器 80 の内部に分散液 71 を注入した型 70 を取り付け回転させ 5 分間放置した。

【0134】

S11：硬化工程

分散液 71 を注入した型 70 を回転させながら、分散液 71 の上面より 2 分間紫外線を照射して硬化させる。その後、遠心分離器 80 から型 70 を取り出し、180 で 10 分間加熱してさらに硬化させ、型 70 から取り出して組成物 72 を得た。

10

【0135】

S13：切削工程

図 1 (c) のように組成物 72 の凹面状の部分を、C で示す点線で切削し、図 1 (d) のように高さ  $H4 = 2$  mm の直方体形状に加工し、音響レンズ 8 を得た。

【0136】

実施例 1 の音響レンズ 8 を実施例 1 で用いた圧電素子と同じ仕様の圧電素子に積層した。

【0137】

[比較例]

20

(比較例 1)

比較のため、実施例 1 で用いた圧電素子と同じ圧電素子を単体で用いた。

【0138】

(比較例 2)

図 1 1 で説明した S1：分散液製造工程と S2：注入工程を行って型 70 に注入した後、分散液 71 に添加物が均一に分散した状態で紫外線を 2 分間照射し硬化させた。その後、S4：硬化工程を行い幅  $W1 = 10$  mm、Z 軸方向の高さ  $H1 = 1$  mm、Y 軸方向の長さ  $L1 = 70$  mm の組成物 A を作製した。

【0139】

また、実施例 1 と同じ光硬化性樹脂 A を 74 質量%、光硬化性樹脂 B を 25 質量%、熱重合開始剤を 1 質量% を加えた母材を型 70 に注入した後、紫外線を 2 分間照射し硬化させた。その後、180 で 10 分間加熱してさらに硬化させ、型 70 から取り出して幅  $W1 = 10$  mm、Z 軸方向の高さ  $H1 = 1$  mm、Y 軸方向の長さ  $L1 = 70$  mm の添加物を含まない組成物 B を作製した。

30

【0140】

組成物 A と組成物 B を Z 軸方向に積層して接合し、実施例 1 と同形状の音響整合層を作製した。次に、比較例 2 の音響整合層組成物 A 側の面を、実施例 1 で用いた圧電素子と同じ圧電素子に接合し積層した。

【0141】

実験に用いた圧電素子の中心周波数は 4 MHz、音響インピーダンスは  $36$  (Pa · s · m<sup>-1</sup>) である。

40

【0142】

[評価方法]

このようにして作製した実施例 1 の音響レンズ 8 と、比較例 2 の音響整合層をそれぞれ圧電素子上に積層し、圧電素子から水中の平面金属板に対して送受信を行い、周波数特性を測定した。水中ハイドロフォン法を用いて焦点距離の測定を行った。

【0143】

[結果]

図 1 6 のように実施例 1 の 4 MHz における送受信感度は、比較例 1 の音響整合層を設けない場合と比べ約 7 dB も高く、測定した 0 ~ 12 MHz の範囲で比較例 1 の送受信感

50

度を上回っている。

【0144】

一方、比較例2の4MHzにおける送受信感度は、実施例1と同等であるが6MHz以上では送受信感度が低下し、8MHz付近では比較例1より低くなっている。

【0145】

これは、比較例2の音響整合層は、両面の音響インピーダンスは実施例1と同じだが、2層から構成されているので、その界面で超音波の反射が発生して減衰し、送受信感度が低下したものと考えられる。

【0146】

また、音響レンズ8から60mmの位置に音響焦点が得られることが確認できた。

10

【0147】

[実施例2]

(音響レンズ8の作製)

実施例2では、図10(c)と同じ構成のX軸方向の幅 $W_3 = 8\text{ mm}$ 、Z軸方向の高さ $d = 3\text{ mm}$ 、Y軸方向の長さ $L_1 = 70\text{ mm}$ の直方体の音響レンズ7と、 $W_3 = 8\text{ mm}$ 、 $d = 2\text{ mm}$ 、 $L_1 = 70\text{ mm}$ の直方体の音響レンズ7と、を図11で説明した手順で作製した。

【0148】

S1：分散液製造工程

実施例1と同じ分散液を用いた。

20

【0149】

S2：注入工程

図1(a)のように、母材に添加物を均一に分散させた分散液71を直方形の凹部を有する型70に注入した。本実施例では、凹部の形状が幅 $W_2 = 10\text{ (mm)}$ 、高さ $H_2 = 4\text{ (mm)}$ 、長さ $L_1 = 70\text{ (mm)}$ の型70を用いた。

【0150】

S3：沈降工程

分散液71を型70に注入後5分間放置し、添加物を沈降させる。

【0151】

S4：硬化工程

分散液71の上面より2分間紫外線を照射して硬化させる。その後、180℃で10分間加熱してさらに硬化させ、型70から取り出して2つの組成物72a、72bを得た。

30

【0152】

S5：接合工程

S4の硬化工程で生成された2つの組成物72a、72bを、それぞれの組成物72a、72bの音速が遅い方(添加物の体積割合が低い方)の上側表面81a、および上側表面81bを互いに向き合わせて図11(b)のように接着した。

【0153】

S6：切断、研磨工程

図11(b)のように接合した組成物72a、72bを切断し、切断面を研磨して厚み $d = 3\text{ mm}$ の音響レンズ7と厚み $d = 2\text{ mm}$ の音響レンズ7を作製した。

40

【0154】

次に、実施例2で作製した厚みを変えた音響レンズ7を、それぞれ実施例1で用いた圧電素子と同じ仕様の圧電素子に積層した。

【0155】

[評価方法]

実施例1と同様に、水中ハイドロフォン法を用いて焦点距離の測定を行った。

【0156】

[結果]

厚み $d = 3\text{ mm}$ の音響レンズ7は、30mmの位置に、厚み $d = 2\text{ mm}$ の音響レンズ7

50



は、42mmの位置にそれぞれ音響焦点が得られることが確認できた。

【0157】

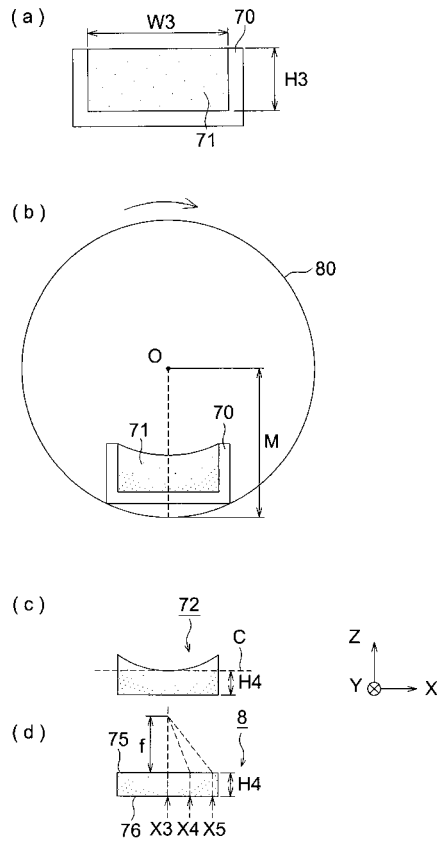
以上このように、本発明によれば、超音波の減衰が少ない音響レンズ、該音響レンズを製造する製造方法、及び、該音響レンズを有する超音波探触子、および該超音波探触子を有する超音波診断装置を提供することができる。

【符号の説明】

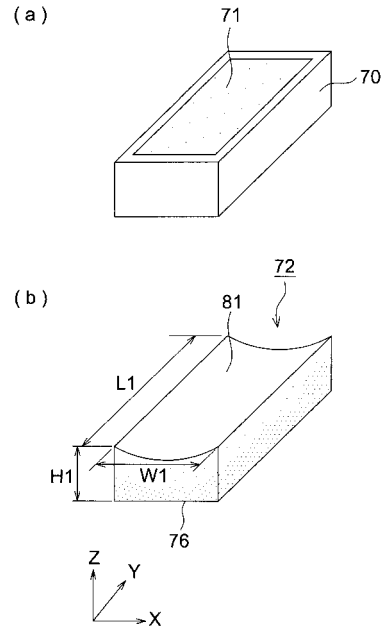
【0158】

1	超音波探触子	
2	送受信素子	
5	バッキング材	10
7	音響レンズ	
8	音響整合層	
9	音響整合層	
14	第2電極	
15	第1電極	
31	超音波診断装置本体	
33	ケーブル	
41	操作入力部	
42	送信回路	
43	受信回路	20
44	画像処理部	
45	表示部	
46	制御部	
71	分散液	
72	組成物	
75	上側表面	
76	下側表面	
80	遠心分離器	
81	上側表面	
84	第1のレンズ面	30
85	第2のレンズ面	
100	超音波診断装置	

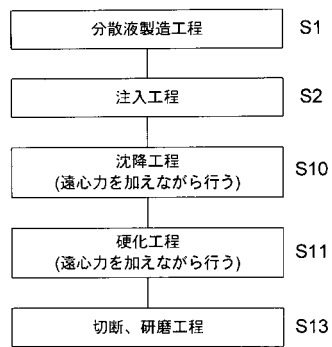
【図 1】



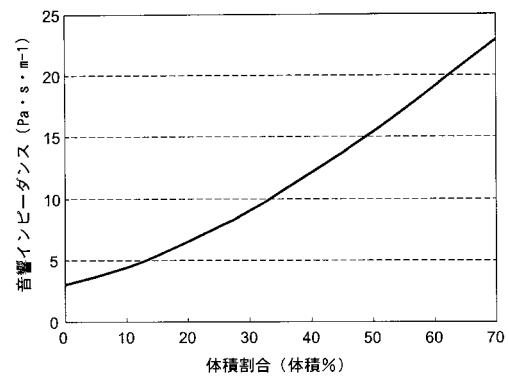
【図 2】



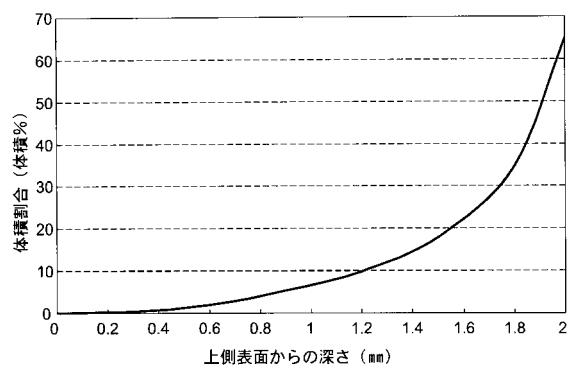
【図 3】



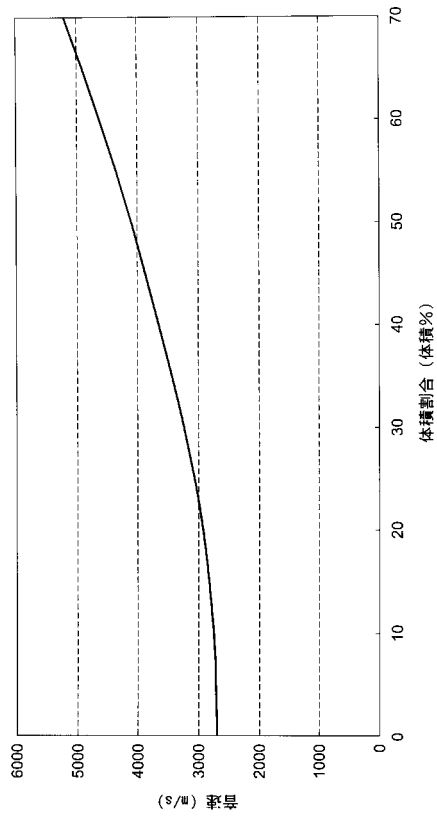
【図 5】



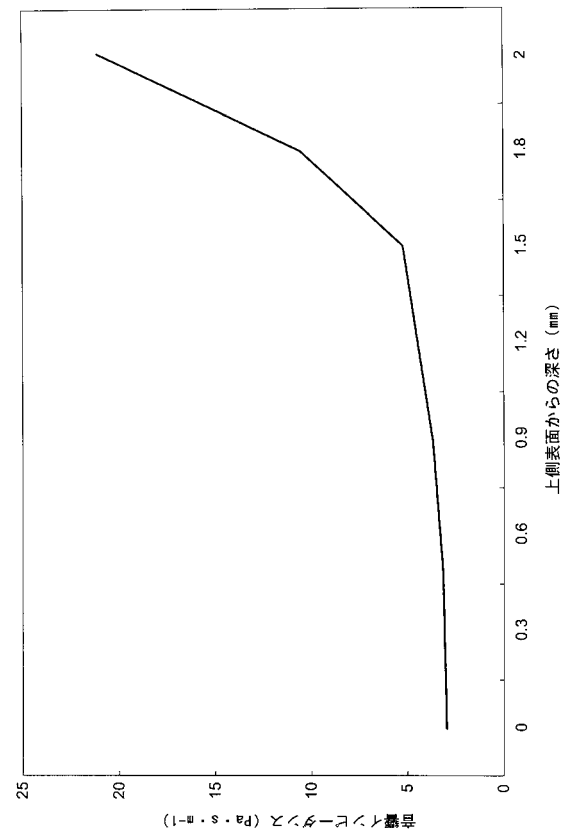
【図 4】



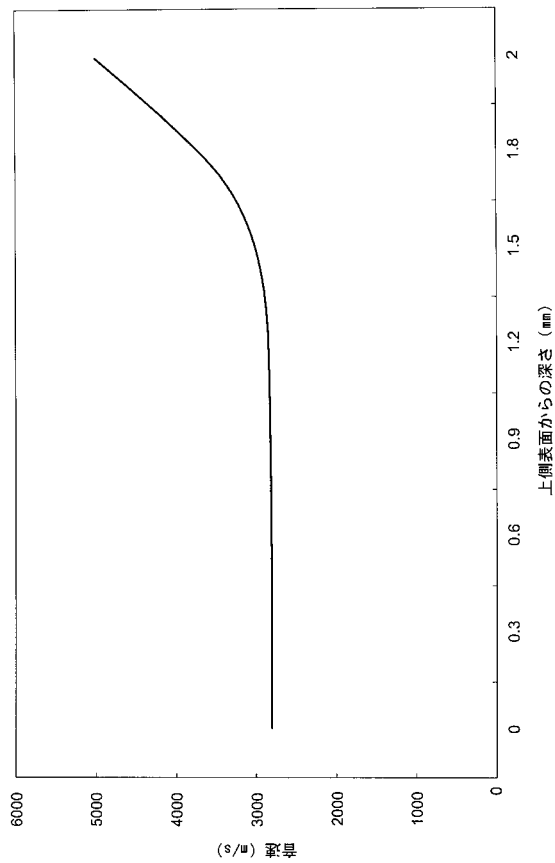
【図 6】



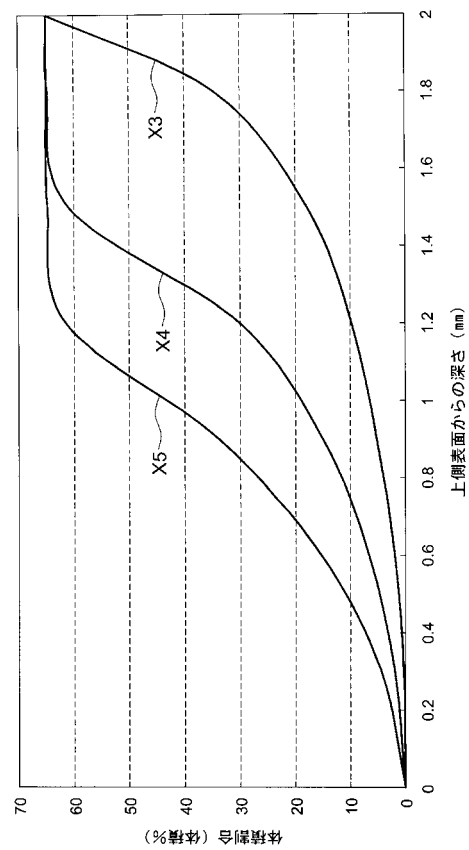
【図 7】



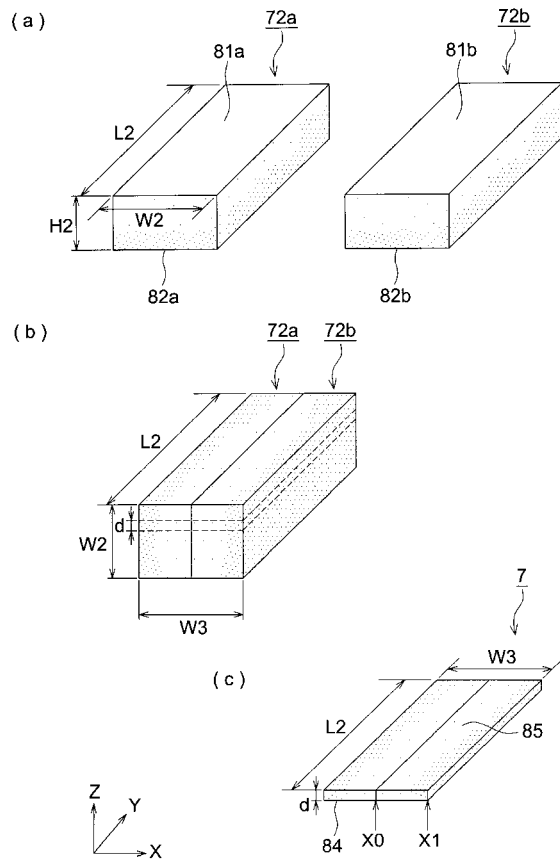
【図 8】



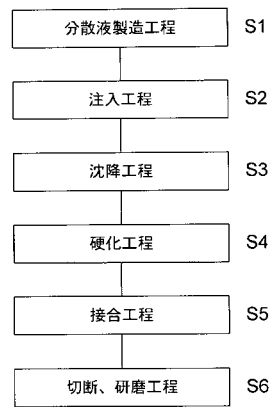
【図 9】



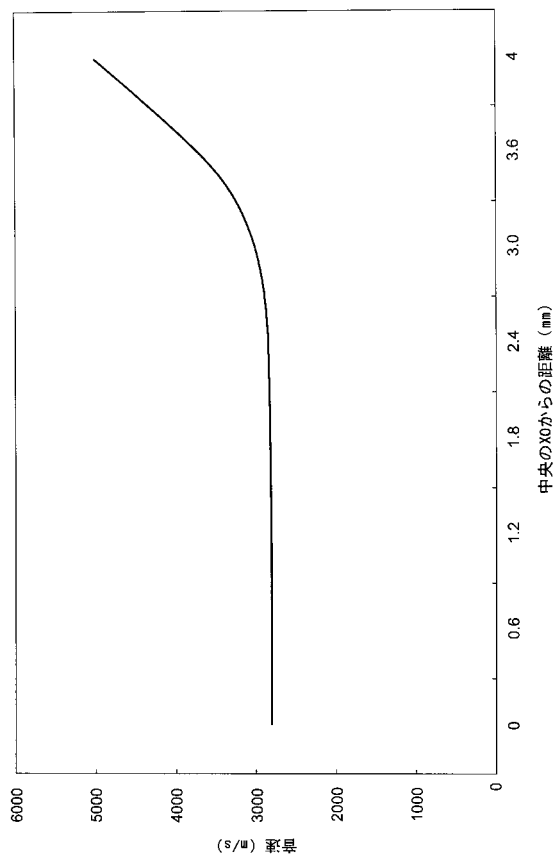
【図 1 0】



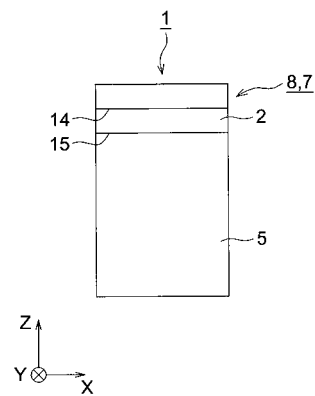
【図 1 1】



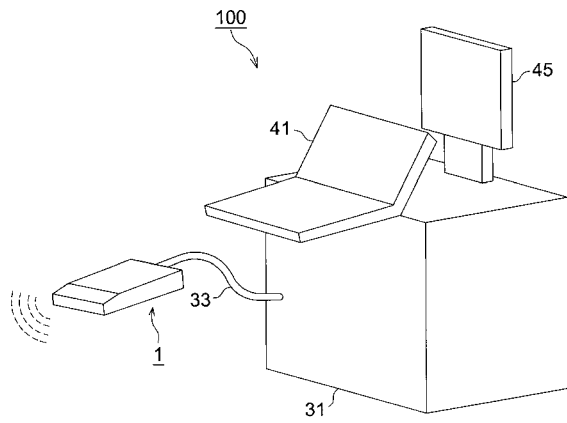
【図 1 2】



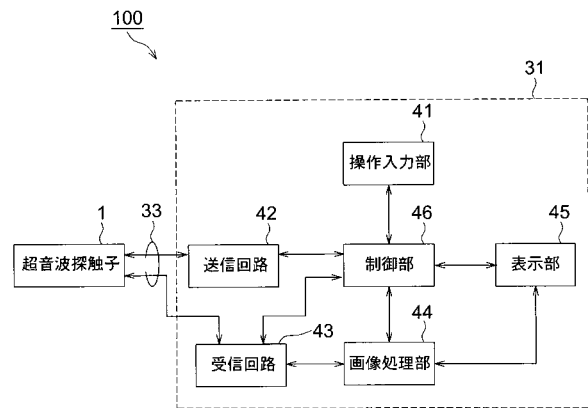
【図 1 3】



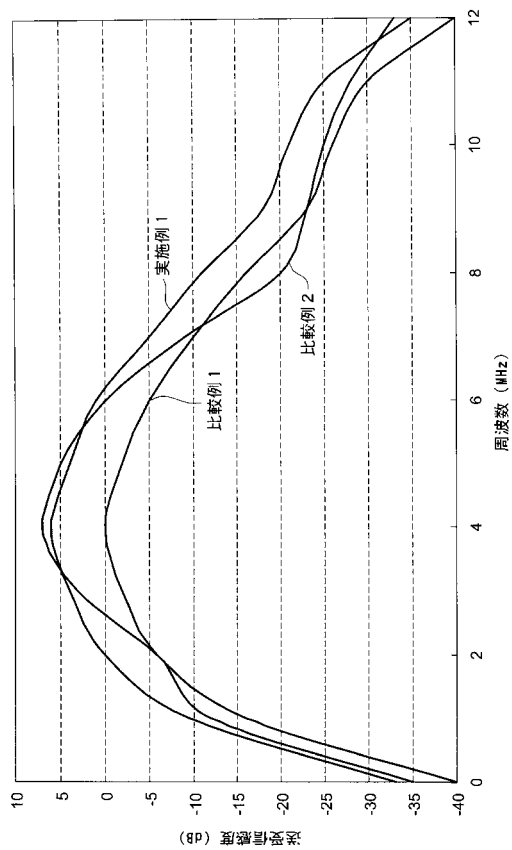
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



专利名称(译)	声透镜，超声探头，超声诊断设备和制造声透镜的方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011193895A</a>	公开(公告)日	2011-10-06
申请号	JP2010060561	申请日	2010-03-17
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	谷口哲哉		
发明人	谷口 哲哉		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R1/34 H04R31/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R1/34.330.A H04R31/00.330		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA02 2G047/EA05 2G047/GB25 2G047/GB32 2G047/GB34 2G047/GB36 4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/GB32 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB43 4C601/GB45 5D019/AA02 5D019/AA21 5D019/FF04 5D019/GG03 5D019/HH01		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

本发明提供一种超声波的衰减少的声透镜，制造该声透镜的制造方法，具有该声透镜的超声波探头以及具备该超声波探头的超声波诊断装置。  
 解决方案：对于声透镜，添加剂的声波的传播速度与基材中的声波的传播速度不同，并且基材中的添加剂的体积比处于根据超声波入射在超声波入射表面上，以便将超声波会聚到预定距离。

