

(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2019-88605

(P2019-88605A)

(43) 公開日 令和1年6月13日(2019.6.13)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)F1
A61B 8/14テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-220751 (P2017-220751)
(22) 出願日 平成29年11月16日 (2017.11.16)(71) 出願人 000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(74) 代理人 100105050
弁理士 鷲田 公一
(74) 代理人 100155620
弁理士 木曾 孝
(72) 発明者 奥田 修平
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
ニカミノルタ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 EE01 EE03 GB02 GB15 GB16
GB25 GB28 GB29 GB33 GB45
GB47

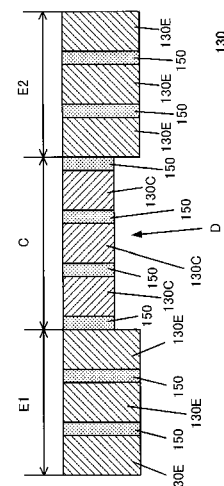
(54) 【発明の名称】 超音波探触子、超音波診断装置および超音波振動子

(57) 【要約】

【課題】 広帯域化と高出力化を両立させた超音波探触子、超音波診断装置および超音波振動子を提供する。

【解決手段】 互いに異なる2種類以上の圧電材料を含む圧電材料層130を有し、圧電材料層130が、そのエレベーション方向における端部を含む端部領域E1、E2と、エレベーション方向における中心を含む中心領域Cと、に分類されるとき、端部領域E1、E2を構成する圧電材料130E(第1圧電材料)は、中心領域Cを構成する圧電材料130C(第2圧電材料)とは異なる周波数定数と抗電界を有し、圧電材料130Eと圧電材料130Cの厚みは、端部領域E1、E2の耐電圧と中央領域Cの耐電圧の差を減少させるように決定される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに異なる 2 種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、

前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、

前記端部領域を構成する圧電材料である第 1 圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第 2 圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、

前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される、

超音波探触子。

10

【請求項 2】

前記第 1 圧電材料は、前記第 2 圧電材料より周波数定数が低く、抗電界が小さく、かつ厚みが厚い、

請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記第 1 方向は、前記超音波振動子のエレベーション方向である、

請求項 1 または 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料がそれぞれ複数種類の圧電材料により構成されている場合に、

20

前記第 1 圧電材料は、前記第 2 圧電材料よりも、周波数定数が低い材料の割合が高い、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記端部領域内における前記第 1 圧電材料の厚みの平均値は、前記中心領域内における前記第 2 圧電材料の厚みの平均値より大きい、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記圧電材料層における超音波の送受信面とは反対側に設けられた音響反射層をさらに有する、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

30

【請求項 7】

前記音響反射層は、前記第 1 方向において、前記圧電材料層の前記端部領域に対応する領域と、前記中心領域に対応する領域とで厚みが異なる、

請求項 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記圧電材料層における超音波の送受信面側に設けられた音響整合層をさらに有し、

前記音響整合層は、複数の材料が厚さ方向に重ねられて構成される、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記圧電材料層に最も近い前記音響整合層は、12 Mrayls 以上の音響インピーダンスを有する、

40

請求項 8 に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

互いに異なる 2 種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、

前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、

前記端部領域を構成する圧電材料である第 1 圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第 2 圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、

前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料のアスペクト比（前記第 1 方向に沿った長さと同記送受信方向に沿った長さとの比）は、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の

50

差を減少させるように決定される、
超音波探触子。

【請求項 1 1】

互いに異なる圧電特性を有する圧電素子を含む圧電材料層を有し、
前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、
前記端部領域を構成する圧電素子である第 1 圧電素子は、前記中央領域を構成する圧電素子である第 2 圧電素子とは異なる周波数定数と抗電界を有し、
前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される、
超音波探触子。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の超音波探触子と、
前記超音波探触子から被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子が生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する超音波診断装置本体と、
を有する超音波診断装置。

【請求項 1 3】

互いに異なる 2 種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、
前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、
前記端部領域を構成する圧電材料である第 1 圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第 2 圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、
前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される、
超音波振動子。

20

【請求項 1 4】

互いに異なる 2 種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、
前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、
前記端部領域を構成する圧電材料である第 1 圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第 2 圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、
前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料のアスペクト比（前記第 1 方向に沿った長さと同前記送受信方向に沿った長さとの比）は、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される、
超音波振動子。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、超音波の送受信を行う超音波探触子、超音波診断装置および超音波振動子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波を被検体内部に照射し、その反射波を受信して解析することにより被検体内部の検査を行う超音波診断装置が普及している。超音波診断装置は、被検体を非破壊、非侵襲で調べることができるので、医療診断や建築構造物内部の検査等、種々の用途に広く用いられている。

【0003】

超音波診断画像の高画質化のため、超音波を生成するために用いられる超音波振動子に

50

広帯域な音響特性が求められることがある。超音波振動子として圧電素子を用い、振動子の広帯域化を実現するための技術として、例えば特許文献 1～3 に開示された技術がある。

【0004】

特許文献 1 には、複数の異なる周波数特性を有する複数の圧電体を並列に配置した振動子アレイを有する超音波探触子が開示されている。

【0005】

特許文献 2 には、形状比を変えて複数の周波数定数を有するようにした圧電体素子を並列に並べて構成した複合圧電体が開示されている。

【0006】

特許文献 3 には、配列方向と直行する方向の厚みが、中心領域分では薄く、両端部領域に行くに従って厚くなるように不均一な局面形状を有する圧電素子を有する超音波探触子が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009-82385 号公報

【特許文献 2】特開平 5-183995 号公報

【特許文献 3】特開 2005-110171 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

超音波振動子の特性として、広帯域化だけではなく高出力化が要望されることがある。高出力化のためには、超音波振動子に高電圧を印加すればよいが、耐電圧（印加できる電圧の最大値）より高い電圧を印加すると超音波振動子が破壊されてしまう。このため、高出力化のためには超音波振動子の耐電圧を高くする必要がある。なお、超音波振動子の耐電圧は圧電材料固有の抗電界（圧電材料の残留分極を打ち消すだけの電界強度）と圧電材料の厚みとによって決定される。

【0009】

ここで、特許文献 1 および 2 に開示された技術のように、複数の圧電材料を用いて超音波振動子を構成した場合、抗電界は材料毎に異なるため、耐電圧にばらつきが生じ、超音波振動子全体で耐電圧を向上させることが難しく、超音波振動子の高出力化が困難である。

【0010】

また、特許文献 3 に開示された技術のように、圧電材料の厚みを位置によって変動させた場合、耐電圧は厚みによって変化するため、中心領域と両端部領域とで耐電圧にばらつきが生じ、超音波振動子全体で耐電圧を向上させることが難しく、超音波振動子の高出力化が困難である。

【0011】

本発明は、広帯域化と高出力化を両立させた超音波探触子、超音波診断装置および超音波振動子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】

【0012】

本発明の超音波探触子は、互いに異なる 2 種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第 1 方向における端部を含む端部領域と、前記第 1 方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、前記端部領域を構成する圧電材料である第 1 圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第 2 圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、前記第 1 圧電材料と前記第 2 圧電材料の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明の超音波探触子は、互いに異なる2種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第1方向における端部を含む端部領域と、前記第1方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、前記端部領域を構成する圧電材料である第1圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第2圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、前記第1圧電材料と前記第2圧電材料のアスペクト比（前記第1方向に沿った長さとの比）は、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される。

【0014】

本発明の超音波探触子は、互いに異なる圧電特性を有する圧電素子を含む圧電材料層を有し、前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第1方向における端部を含む端部領域と、前記第1方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、前記端部領域を構成する圧電素子である第1圧電素子は、前記中央領域を構成する圧電素子である第2圧電素子とは異なる周波数定数と抗電界を有し、前記第1圧電素子と前記第2圧電素子の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される。

【0015】

本発明の超音波診断装置は、上記の超音波探触子と、前記超音波探触子から被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子が生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する超音波診断装置本体と、を有する。

【0016】

本発明の超音波振動子は、互いに異なる2種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第1方向における端部を含む端部領域と、前記第1方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、前記端部領域を構成する圧電材料である第1圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第2圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、前記第1圧電材料と前記第2圧電材料の厚みは、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される。

【0017】

本発明の超音波振動子は、互いに異なる2種類以上の圧電材料を含む圧電材料層を有し、前記圧電材料層が、超音波の送受信方向に対して垂直な第1方向における端部を含む端部領域と、前記第1方向における中心を含む中心領域と、に分類されるとき、前記端部領域を構成する圧電材料である第1圧電材料は、前記中央領域を構成する圧電材料である第2圧電材料とは異なる周波数定数と抗電界を有し、前記第1圧電材料と前記第2圧電材料のアスペクト比（前記第1方向に沿った長さとの比）は、前記端部領域の耐電圧と前記中央領域の耐電圧の差を減少させるように決定される。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、広帯域化と高出力化を両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】超音波診断装置の全体構成を例示した図

【図2】超音波診断装置の電氣的な構成を示すブロック図

【図3】超音波振動子の構成を模式的に示すための図

【図4】圧電材料層の構成について説明するための図

【図5A】凹みに音響反射層が設けられた例を示す図

【図5B】凹みに音響反射層が設けられた例を示す図

【図6】変形例1における圧電材料層の構成について説明するための図

【図7】変形例2における圧電材料層の構成について説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の各実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。ただし、必要以上に詳細な説明、例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明等は省略する場合がある。

【0021】

なお、以下において説明および参照される図面は、当業者が本発明を理解するために提供されるものであって、本発明の請求の範囲を限定するためのものではない。

【0022】

<超音波診断装置の構成>

10

図1は、超音波診断装置200の全体構成を例示した図である。図1に示すように、超音波診断装置200は、超音波診断装置本体210と、超音波探触子220と、ケーブル230と、操作部240と、表示部250と、を有する。

【0023】

超音波探触子220は、図示しない生体等の被検体内に対して超音波（送信超音波）を送信するとともに、この被検体内で反射した超音波の反射波（反射超音波：エコー）を受信する。

【0024】

超音波診断装置本体210は、超音波探触子220とケーブル230を介して接続され、電気信号の駆動信号を超音波探触子220に対して送信することによって、超音波探触子220に超音波送信信号を送信させる。そして、被検体内からの反射波を受信した超音波探触子220が生成した超音波受信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。

20

【0025】

操作部240は、例えばスイッチ、ボタン、キーボード、マウス、タッチパネル等の操作デバイスであり、超音波診断装置200のユーザである医師や検査技師等の操作を受け付ける。

【0026】

表示部250は、LCD（液晶ディスプレイ）や有機ELディスプレイ等の表示デバイスであり、超音波診断装置本体210が生成した超音波画像を表示したり、超音波診断装置200の状態に応じた種々の表示画面を表示したりする。

30

【0027】

次に、図2を参照して、超音波診断装置200の機能を実現する構成要素について説明する。図2は、超音波診断装置200のブロック図である。

【0028】

超音波診断装置本体210は、図2に示すように、操作部240に接続されている制御部211と、制御部211およびケーブル230に接続されている送信部212および受信部213と、受信部213および制御部211のそれぞれと接続されている画像処理部214と、を有する。また、制御部211および画像処理部214は、それぞれ表示部250と接続されている。

40

【0029】

制御部211は、例えば、マイクロプロセッサや記憶素子、その周辺回路等を備えて構成され、超音波探触子220、操作部240、送信部212、受信部213、画像処理部214および表示部250を、それぞれの機能に応じて制御することによって超音波診断装置200の全体の制御を行う回路である。

【0030】

送信部212は、例えば、制御部211からの信号を超音波探触子220に送信する。受信部213は、例えば、超音波探触子220からの信号を受信して制御部211または画像処理部214へ出力する。

【0031】

50

画像処理部 214 は、例えば、制御部 211 の制御に従い、受信部 213 で受信した信号に基づいて被検体内の内部状態を表す画像（超音波画像）を形成する回路である。例えば、画像処理部 214 は、被検体の超音波画像を生成する DSP（Digital Signal Processor）、および、当該 DSP で処理された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換するデジタルアナログ変換回路（DAC 回路）等を有している。

【0032】

例えば、超音波診断装置 200 では、制御部 211 が生体等の被検体に対して超音波を送信させる信号（送信信号）を送信部 212 に出力するとともに、被検体内からの反射波に基づいて超音波探触子 220 が生成した電気信号（受信信号）を受信部 213 に受信させる。受信部 213 で受信した受信信号は、画像処理部 214 によって画像信号に処理される。画像信号は、表示部 250 に送られて、画像が表示部 250 に表示される。表示部 250 は、また、操作部 240 から入力された、制御部 211 を介して送られる情報に基づく画像および操作（文字の表示、表示された画像の移動や拡大等）も表示する。

10

【0033】

なお、超音波診断装置 200 は、医療用の超音波診断装置に適用される。超音波診断装置 200 は、この他にも、魚群探知機（ソナー）や非破壊検査用の探傷機等の、超音波による探査結果を画像や数値等で表示する装置に適用され得る。

【0034】

＜超音波探触子の構成＞

次に、超音波探触子 220 について説明する。超音波探触子 220 は、ケース内部に超音波を生成するための超音波振動子 100 を有する。以下では、まず超音波振動子 100 について説明する。図 3 は、超音波振動子 100 の構成を模式的に示すための図である。超音波振動子 100 は、バッキング層 110、フレキシブルプリント基板（FPC）120、圧電材料層 130、溝 140、141、充填材 150、音響整合層 160、音響レンズ 170 および接着剤層 180 を有する。

20

【0035】

バッキング層 110 は、圧電材料層 130 を支持し、不要な超音波を吸収し得る超音波吸収体である。すなわち、バッキング層 110 は、圧電材料層 130 の被検体に超音波を送受信する面とは反対の面（裏面：図 3 における下側の面）に装着され、被検体の方向の反対側に発生する超音波を吸収する。

30

【0036】

バッキング層 110 の材料の例には、天然ゴム、エポキシ樹脂、熱可塑性樹脂、および、これらの材料の少なくともいずれかと酸化タングステンや酸化チタン、フェライト等の粉末との混合物をプレス成形した樹脂系複合材、が含まれる。上記熱可塑性樹脂の例には、塩化ビニル、ポリビニルブチラル、ABS 樹脂、ポリウレタン、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、フッ素樹脂、ポリエチレングリコール、および、ポリエチレンテレフタレート-ポリエチレングリコール共重合体、が含まれる。中でも樹脂系複合材、その中でも特にゴム系複合材料またはエポキシ樹脂系複合材が好ましい。また、バッキング層 110 の形状は、圧電材料層 130 の平面形状や超音波振動子 100、これを含む超音波探触子等の形状に応じて、適宜に決めることができる。

40

【0037】

FPC 120 は、例えば、圧電材料層 130 が有する一対の電極（図示せず）と接続される、圧電材料層 130 に対応したパターンの配線を有するプリント基板である。例えば、FPC 120 は、一方の電極となる信号引き出し配線と、図示しない他方の電極に接続されるグランド引き出し配線とを有する。FPC 120 は、上記の適当なパターンを有していれば、市販品であってもよい。

【0038】

上記電極の材料の例には、金、白金、銀、パラジウム、銅、アルミニウム、ニッケル、スズ、および、これらの金属元素を含む合金、が含まれる。例えば、電極は、まず、チタ

50

ンやクロム等の下地金属をスパッタ法により $0.002 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の厚さに形成し、次いで、上記材料を、さらには必要に応じて絶縁材料を部分的に、スパッタ法、蒸着法その他の適当な方法で $0.02 \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さに形成することによって作製される。電極は、微粉末の金属粉末と低融点ガラスを混合した導電ペーストをスクリーン印刷やディッピング法、溶射法によって当該導電ペーストの層を形成することによって作製することも可能である。

【0039】

FPC120は、各圧電素子（後述）の信号性を絶縁するため、絶縁層を有している。絶縁層は、ポリイミド等の絶縁性の高い材料を使用する。それらを接着する材料として、エポキシ樹脂やアクリル樹脂等が使用される。

10

【0040】

なお、バッキング層110とFPC120とは、絶縁性の接着剤等で接着され得る。

【0041】

圧電材料層130は、圧電材料で構成される層であって、図示しない一对の電極を有する。圧電材料層130は、超音波診断装置本体210からの駆動電圧（送信信号）が電極を介して印加されたときに振動して超音波を発生させる。また、圧電材料層130は、被検体内で反射した超音波を受信して電圧（受信信号）に変換する。圧電材料層130が発生した超音波は、圧電材料層130の音響整合層160側の面（表面：図3における上側の面）から照射される。

【0042】

20

圧電材料の例には、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、圧電セラミック、チタン酸亜鉛酸ニオブ酸鉛（PZNT）、および、マグネシウム酸ニオブ酸チタン酸（PMNT）、が含まれ、これらの単結晶が好適である。圧電セラミックの例には、リラクサ系セラミック、ニオブ酸鉛系セラミック、およびチタン酸鉛系セラミックが含まれる。圧電材料層130の厚さは、例えば $0.05 \sim 0.4 \text{ mm}$ である。

【0043】

溝140は、圧電材料層130の表面からバッキング層110に至る深さを有し、溝141は、圧電材料層130の表面から圧電材料層130内に至る深さを有している。溝140が圧電材料層130を区画することで圧電素子の主素子が構成される。換言すれば、隣接する2つの溝140によって区画された圧電材料層130が圧電素子（主素子）である。また、溝141が1つの主素子を区画することで、1主素子中に並列する複数の副素子が構成される。

30

【0044】

溝140、141は、いずれも、例えばダイシングソーによる溝切り加工によって形成されており、その幅は、例えば $15 \sim 30 \mu\text{m}$ である。なお、上記主素子におけるピッチ（溝140の中心間距離）は、例えば $0.15 \sim 0.30 \text{ mm}$ であり、上記副素子におけるピッチ（隣り合う溝（溝141または溝140）の中心間距離）は、例えば $0.05 \sim 0.15 \text{ mm}$ である。

【0045】

充填材150は、溝140および141に充填されている。また、充填材150は、圧電材料層130と音響整合層160との間にも介在しているが、図3ではその存在を強調しており、圧電材料層130と音響整合層160の間では、実際は両者を接着するための接着剤として機能する程度の厚さで存在している。

40

【0046】

充填材150は例えば高分子材であって、例えば、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリエチレン、ポリウレタン、天然ゴムおよびこれらの混合物等である。上記エポキシ樹脂は、例えば、エポキシ樹脂のプレポリマーと、当該プレポリマー間に架橋ネットワークを形成するための硬化剤とを含有するプレポリマー組成物の硬化物として構成される。

【0047】

このように圧電材料層130は、圧電材料と溝140、141に充填された充填材15

50

0とによって、複合圧電層として形成されている。すなわち、圧電材料層130は、被検体へ超音波を放射する方向に対して垂直方向に、圧電材料と高分子材とが交互に配置されて一体化されたものである。このため、圧電材料と概ね同等の電気機械結合係数を有する一方で、音響インピーダンスを圧電材料のみで構成する場合と比較して下げることができる。これにより、圧電材料層130と後述する音響整合層160との音響インピーダンス差を小さくすることができ、圧電材料層130の共振周波数特性を、広い周波数帯域とすることができる。

【0048】

音響整合層160は、圧電材料層130と後述の音響レンズ170との音響特性を整合させるための層である。音響整合層160は、圧電材料層130と後述する音響レンズ170との概ね中間の音響インピーダンスを有し、圧電材料層130の被検体側（表面側）に、例えば、上記一対の電極の一方を介して配置される。

【0049】

音響整合層160は、単層でも積層でもよいが、音響特性の調整の観点から、音響インピーダンスが異なる複数の層の積層体であることが好ましく、例えば2層以上、より好ましくは4層以上である。音響整合層160が積層である場合、圧電材料層130に最も近い層の音響インピーダンスが例えば12Mrayls以上であることが好ましい。また、音響整合層160の厚さは、 $\lambda/4$ であることが好ましい。 λ は、超音波の波長である。音響整合層160は、例えば、種々の材料で構成することが可能である。

【0050】

好適には、音響整合層160の音響インピーダンスは、音響レンズに向けて音響レンズのZaに、段階的または連続的により近づくように設定される。音響整合層160の音響インピーダンスは、例えば、音響整合層160を構成する材料の添加剤の種類および含有量によって調整することが可能である。

【0051】

音響整合層160の材料の例には、アルミニウム、アルミニウム合金（例えばAl-Mg合金）、マグネシウム合金、マコールガラス、ガラス、溶融石英、銅グラファイトおよび樹脂が含まれる。当該樹脂の例には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ABS樹脂、AAS樹脂、AES樹脂、ナイロン6やナイロン66等のナイロン、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ樹脂およびウレタン樹脂が含まれる。上記添加剤の例には、酸化亜鉛、酸化チタン、シリカやアルミナ、ベンガラ、フェライト、酸化タングステン、酸化イットリビウム、硫酸バリウム、タングステン、モリブデン、ガラス繊維およびシリコン粒子が含まれる。

【0052】

さらに好適には、音響整合層160の音響インピーダンスを調整する観点から、例えば、音響整合層160の表面部は、エポキシ樹脂で構成されているとともにシリコン粒子を含有する。後述するように、音響レンズ170の材料であるシリコンを音響整合層160の基材中に分散して存在させると、音響整合層160の音響インピーダンスを音響レンズ170の音響インピーダンスに近づけることが可能である。なお、音響整合層160の各層は、例えば、エポキシ系接着剤等で接着されている。

【0053】

音響レンズ170は、例えば、被検体と音響整合層160との中間の音響インピーダンスを有する軟質の高分子材料により構成される。当該高分子材料の例には、シリコン系ゴム、ブタジエン系ゴム、ポリウレタンゴム、エピクロルヒドリンゴム、および、エチレンとプロピレンとを共重合させてなるエチレン-プロピレン共重合体ゴム、が含まれる。中でも、上記高分子材料は、シリコン系ゴムおよびブタジエン系ゴムからなることが好ましい。

【0054】

音響レンズ170を構成するシリコン系ゴムの例には、シリコンゴムおよびフッ素

10

20

30

40

50

シリコーンゴムが含まれ、音響レンズ 170 の特性の観点から、特にシリコーンゴムが好ましい。シリコーンゴムとは、Si-O 結合により構成される分子骨格を有し、その Si 原子に複数の有機基が主結合したオルガノポリシロキサンであり、通常は、その主成分はメチルポリシロキサンで、その全体の有機基のうち 90% 以上がメチル基である。シリコーンゴムは、その構成要素としてのメチルポリシロキサンのメチル基の少なくとも一部が、水素原子、フェニル基、ビニル基またはアリル基に置き換わっていてもよい。

【0055】

音響レンズ 170 を構成するシリコーンゴムは、例えば、高重合度のオルガノポリシロキサンに過酸化ベンゾイル等の硬化剤（加硫剤）を混練し、加熱加硫し硬化させることにより得ることができる。音響レンズ 170 における音速の調整や密度の調整等の目的に応じ、シリカやナイロン粉末等の有機または無機の充填材や、硫黄や酸化亜鉛等の加硫助剤等がさらに添加されてもよい。

10

【0056】

接着剤層 180 は、シリコーン系接着剤の層である。前述したように、音響レンズ 170 は、シリコーン系ゴムを含む。このため、当該シリコーン系接着剤によって接着剤層 180 を構成することが、音響整合層 160 と音響レンズ 170 との接着性を高める観点から好適である。

【0057】

シリコーン系接着剤とは、シリコーンを基材に含む硬化性の化合物または組成物である。シリコーン系接着剤は、音響整合層 160 および音響レンズ 170 の両方に対する親和性を高めるための添加剤や、音響整合層 160 と音響レンズ 170 との両者の音響特性を整合させるための添加剤等の種々の添加剤をさらに含有していてもよい。

20

【0058】

シリコーン系接着剤は、室温で硬化する液状ゴム（RTV ゴム）でもよいし、加熱によって硬化させる液状ゴムであってもよい。また、上記シリコーン系接着剤は、一液型であってもよいし、二液型であってもよい。シリコーン系接着剤の例には、KE-441、KE-445、KE-471W、KE-1600、KE-1604、KE-1884、KE-1885、KE-1886、KE-4895、KE-4896、KE-4897 および KE-4898（いずれも信越化学工業株式会社製）や、TN3005、TN3305、TN3705、TSE3976-B、ECS0600 および ECS0601（いずれもモメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社製）等が含まれる。

30

【0059】

なお、図 3 では図示を省略したが、圧電材料層 130 の裏面（図 3 における圧電材料層 130 の下側）には、後述する音響反射層 300（図 5A および図 5B 参照）を設置してもよい。音響反射層 300 は、圧電材料層 130 で発生した超音波を反射する反射層である。音響反射層 300 の一方の面は圧電材料層 130 の裏面と接合され、他方の面は FPC120 を介してパッキング層 110 と接合される。

【0060】

音響反射層 300 は、被検体方向と反対方向に圧電材料層 130 から照射される超音波を、被検体方向へ反射させ、被検体に入射する超音波のパワーを増加させる。このため、音響反射層 300 の例は、タングステンやタンタル等、圧電材料層 130 より大きな音響インピーダンスを有する材料である。

40

【0061】

< 圧電材料層の構成 >

次に、圧電材料層 130 の構成について詳細に説明する。図 4 は、圧電材料層 130 の構成について説明するための図である。

【0062】

図 4 は、エレベーション方向に沿った圧電材料層 130 の断面図である。なお、エレベーション方向とは、超音波振動子 100 の走査断面に対して垂直な方向である。

【0063】

50

以下の説明において、圧電材料層 130 は、エレベーション方向における両端部を含む領域である端部領域 E1、E2 と、中心を含む領域である中心領域 C と、の 2 つの領域に分類されるとする。図 4 に示すように、本実施の形態では、各領域は複数の圧電材料を分割する複数の高分子材等の充填材 150 によって構成されている。詳細は後述するが、端部領域 E1、E2 を構成する圧電材料と中心領域 C を構成する圧電材料とは異なる材料であり、以下の説明では、端部領域 E1、E2 を構成する圧電材料を圧電材料 130E、中心領域 C を構成する圧電材料を圧電材料 130C と記載する。なお、エレベーション方向は本発明の第 1 方向の一例である。但し、第 1 方向はエレベーション方向ではなく、アジマス方向（走査方向）でもよい。

【0064】

なお、「端部領域 E1、E2」がそれぞれ具体的に圧電材料層 130 の両端からどこまでの範囲を含む領域であるか、については本発明では特に限定しない。同様に、「中心領域 C」が具体的に圧電材料層 130 の中心からどこまでの範囲を含む領域であるか、についても本発明では特に限定しない。例えば、端部領域 E1、E2 と中心領域 C とは、それぞれ 1 主素子（溝 140 に充填された充填材 150 で区画された圧電材料層 130 の区画）により構成されてもよいし、端部領域 E1、E2 と中心領域 C とが 1 主素子内に含まれてもよい。また、端部領域 E1、E2 および中心領域 C のエレベーション方向に沿った長さ（幅）は、端部領域 E1、E2 および中心領域 C を構成する圧電材料が有する特性（例えば、周波数定数）や超音波診断装置 200（図 1 参照）の使用目的、対象の被検体、診断の種類（低深度または高深度等）等に基づいて予め設定されればよい。

【0065】

圧電材料層 130 は、端部領域 E1、E2 と中心領域 C とで異なる圧電材料を用いて構成される。なお、圧電材料 130E は本発明の第 1 圧電材料に、圧電材料 130C は本発明の第 2 圧電材料に、それぞれ対応する。

【0066】

また、端部領域 E1、E2 を構成する圧電材料 130E と、中心領域 C を構成する圧電材料 130C とは、それぞれ異なる厚みを有するように形成される。その理由は、以下の通りである。

【0067】

端部領域 E1、E2 に比較的低周波数の超音波の送受信に適した（比較的低周波数定数が低い）圧電材料 130E を、中心領域 C に比較的高周波数の超音波の送受信に適した（比較的高周波数定数が高い）圧電材料 130C を、それぞれ用いることで、以下のような効果が得られる。すなわち、このような構成により、端部領域 E1、E2 と中心領域 C とに周波数特性が異なる材料が配置されることになるため、超音波振動子 100 の広帯域化を図ることができる。

【0068】

ところで、圧電素子（圧電材料層 130 が溝 140、141 に充填された充填材 150 で区画されて構成された素子）を高出力とするためには、圧電素子に印加する電圧をできるだけ高くすればよいが、圧電素子に対して耐電圧を超える電圧を印加すると、分極方向が変わり分極が打ち消され、圧電素子の性能が低下してしまう。このため、圧電素子を高出力とするためには、耐電圧を高くする必要がある。

【0069】

ここで、低周波の送受信に適した圧電材料は、高周波の送受信に適した圧電材料より小さい抗電界を有する場合がある。抗電界とは、圧電材料の残留分極を打ち消すだけの電界強度を意味しており、材料固有の値である。耐電圧は抗電界に圧電材料の厚さを乗算して求められるため、比較的低周波の送受信に適した圧電材料 130E を用いた端部領域 E1、E2 の耐電圧をできるだけ高くするためには、圧電材料 130E の厚みをできるだけ厚くすればよい。このため、圧電材料層 130 は、端部領域 E1、E2 の圧電材料 130E の厚み t_E が中心領域 C の圧電材料 130C の厚み t_C よりも厚くなるように形成されている。なお、本実施の形態では、対称性のため、端部領域 E1 における圧電材料 130E

の厚みと端部領域 E 2 における圧電材料 1 3 0 E の厚みは同一であるとしたが、本発明はこれに限定されず、端部領域 E 1 における圧電材料 1 3 0 と端部領域 E 2 における圧電材料 1 3 0 とは適宜異なる材料、異なる厚みで構成されてもよい。

【0070】

本実施の形態では、このように、圧電材料 1 3 0 E の厚み t_E を圧電材料 1 3 0 C の厚み t_C よりも厚くすることにより、抗電界が比較的低い圧電材料 1 3 0 E を用いた端部領域 E 1, E 2 の耐電圧が高くなり、抗電界が比較的高い圧電材料 1 3 0 C を用いた中心領域 C の耐電圧の値に近づく。これにより、超音波振動子 1 0 0 の出力を比較的高出力とすることができる。

【0071】

ただし、端部領域 E 1, E 2 における圧電材料 1 3 0 E の厚み t_E を厚くしすぎると、以下のような問題が生じる。すなわち、圧電材料が有する共振周波数は、圧電材料の厚みに反比例する（（共振周波数）＝（材料固有の周波数定数）／（厚み））ため、圧電材料 1 3 0 E の厚み t_E を厚くしすぎると、端部領域 E 1, E 2 における共振周波数の値が小さくなり、中心領域 C における共振周波数とのずれが大きくなり過ぎてしまうという問題である。

【0072】

圧電素子の好ましい共振周波数は、超音波診断装置 2 0 0（図 1 参照）の使用目的、対象の被検体、診断の種類（低深度または高深度等）等に基づいて決まる所定の範囲内に収まるように設定される。このため、圧電材料 1 3 0 E の厚み t_E は、共振周波数が上記所定の範囲を逸脱しない範囲内で耐電圧ができるだけ高くなるように設定されることで、このような問題を回避することができるとともに、圧電材料層 1 3 0 全体の耐電圧をできるだけ高くする（元々耐電圧が比較的高い中心領域の値に比較的低い端部領域の耐電圧を近づける）ことで高出力を得ることができるようになる。換言すれば、本実施の形態では、端部領域 E 1, E 2 における圧電材料 1 3 0 E の厚み t_E と、中心領域 C における圧電材料 1 3 0 C の厚み t_C とを、端部領域 E 1, E 2 に求められる共振周波数と中心領域 C に求められる共振周波数とに基づいて、適宜重み付けを行って決定することで、超音波振動子 1 0 0 の広帯域化と高出力化とを両立させることができる。

【0073】

ところで、上記した構成により、図 4 に示すように中心領域 C の裏面側（図 4 の下側）に凹み D が生じる。図 3 に示すように、圧電材料層 1 3 0 の下部には F P C 1 2 0 およびバッキング層 1 1 0 が設けられるが、圧電材料層 1 3 0 の凹み D はこれらの F P C 1 2 0 およびバッキング層 1 1 0 によって充填される。あるいは、圧電材料層 1 3 0 の凹み D には、上記した音響反射層 3 0 0 が設けられてもよい。図 5 A および図 5 B は、凹み D に音響反射層 3 0 0 が設けられた例を示す図である。図 5 A に示すように、音響反射層 3 0 0 は、圧電材料層 1 3 0 の中心領域 C と端部領域 E 1, E 2 の両方の裏面側に設けられてもよいし、図 5 B に示すように、中心領域 C の裏面側にのみ設けられてもよい。図 4 における音響反射層 3 0 0 のさらに下側には、上記したようにバッキング層 1 1 0 が設けられる（図 4 では図示を省略）。このように圧電材料層 1 3 0 の端部領域 E 1, E 2 および中心領域 C に対応して音響反射層 3 0 0 の厚さを変化させることにより、超音波振動子 1 0 0 の広帯域化と高出力化を両立させることができる。

【0074】

図 5 A および図 5 B では 1 層のみの音響反射層 3 0 0 を設けた例について示したが、音響反射層 3 0 0 は、複数の異なる材料（それぞれ異なる音響インピーダンスを有する）を用いて形成されてもよい。

【0075】

<実施例>

以下では、上記説明した圧電材料層 1 3 0 の実施例について説明する。表 1 は、以下説明する実施例 1 ～ 3 および比較例 1 ～ 3 の詳細を記載した表である。

【0076】

【表 1】

		メーカー名	材料名	周波数定数 N_{33}	抗電界 E_c	厚み	共振周波数	耐電圧
				[Hz・m]	[kV/mm]	[μ m]	[MHz]	[V]
実施例 1	中心領域	富士セラミックス	C-6	1345	1.05	120	11.2	126
	端部領域	JFE ミネラル	PMN-PT	763	0.27	140	5.5	38
実施例 2	中心領域	富士セラミックス	C-6	1345	1.05	120	11.2	126
	端部領域	富士セラミックス	C-84	1288	0.91	140	9.2	127
実施例 3	中心領域	富士セラミックス	C-84	1288	0.91	200	6.4	182
	端部領域	JFE ミネラル	PMN-PT	763	0.27	400	1.9	108
比較例 1	中心領域	富士セラミックス	C-6	1345	1.05	120	11.2	126
	端部領域	JFE ミネラル	PMN-PT	763	0.27	120	6.4	32
比較例 2	中心領域	富士セラミックス	C-6	1345	1.05	120	11.2	126
	端部領域	富士セラミックス	C-84	1288	0.91	120	10.7	109
比較例 3	中心領域	富士セラミックス	C-84	1288	0.91	200	6.4	182
	端部領域	JFE ミネラル	PMN-PT	763	0.27	200	3.8	54

10

【0077】

〔実施例 1〕

実施例 1 では、圧電材料層 130 のエレベーション方向における中心領域に株式会社富士セラミックス製の C-6 を用い、両端部領域に JFE ミネラル株式会社製の PMN-PT（マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛固溶体）を用いた。中心領域の周波数定数 N_{33} （縦振動モードにおける周波数定数）は 1345 [Hz・m] であり、端部領域の周波数定数 N_{33} は 763 [Hz・m] であった。これにより、中心領域より端部領域の方が低周波の送受信に適した材料となっている。また、中心領域の抗電界 E_c は 1.05 [kV/mm] であり、端部領域の抗電界 E_c は 0.27 [kV/mm] であった。すなわち、比較的低周波の送受信に適した材料である PMN-PT の抗電界は、比較的高周波の送受信に適した材料である C-6 の抗電界より小さかった。

20

【0078】

実施例 1 では、中心領域の厚みを 120 [μ m]、端部領域の厚みを中心領域より厚い 140 [μ m] とした。これにより、中心領域において、共振周波数は 11.2 [MHz]、耐電圧は 126 [V] となった。一方、端部領域において、共振周波数は 5.5 [MHz]、耐電圧は 38 [V] となった。

30

【0079】

〔実施例 2〕

実施例 2 では、圧電材料層 130 のエレベーション方向における中心領域に株式会社富士セラミックス製の C-6 を用い、両端部領域に株式会社富士セラミックス製の C-84 を用いた。中心領域の周波数定数 N_{33} は 1345 [Hz・m] であり、端部領域の周波数定数 N_{33} は 1288 [Hz・m] であった。これにより、中心領域より端部領域の方が低周波の送受信に適した材料となっている。また、中心領域の抗電界 E_c は 1.05 [kV/mm] であり、端部領域の抗電界 E_c は 0.91 [kV/mm] であった。すなわち、比較的低周波の送受信に適した材料である C-84 の抗電界は、比較的高周波の送受信に適した材料である C-6 の抗電界より小さかった。

40

【0080】

実施例 2 では、実施例 1 と同様に、中心領域の厚みを 120 [μ m]、端部領域の厚みを中心領域より厚い 140 [μ m] とした。これにより、中心領域において、共振周波数は 11.2 [MHz]、耐電圧は 126 [V] となった。一方、端部領域において、共振周波数は 9.2 [MHz]、耐電圧は 127 [V] となった。

【0081】

〔実施例 3〕

実施例 3 では、圧電材料層 130 のエレベーション方向における中心領域に株式会社富士セラミックス製の C-84 を用い、両端部領域に JFE ミネラル株式会社製の PMT-

50

P Tを用いた。これにより、中心領域の周波数定数 N_{33} は $1288 [\text{Hz} \cdot \text{m}]$ であり、端部領域の周波数定数 N_{33} は $763 [\text{Hz} \cdot \text{m}]$ であった。これにより、中心領域より端部領域の方が低周波の送受信に適した材料となっている。また、中心領域の抗電界 E_c は $0.91 [\text{kV/mm}]$ であり、端部領域の抗電界 E_c は $0.27 [\text{kV/mm}]$ であった。すなわち、比較的低周波の送受信に適した材料であるPMN-P Tの抗電界は、比較的高周波の送受信に適した材料であるC-84の抗電界より小さかった。

【0082】

実施例3では、中心領域の厚みを $200 [\mu\text{m}]$ 、端部領域の厚みを中心領域より厚い $400 [\mu\text{m}]$ とした。これにより、中心領域において、共振周波数は $6.4 [\text{MHz}]$ 、耐電圧は $182 [\text{V}]$ となった。一方、端部領域において、共振周波数は $1.9 [\text{MHz}]$ 、耐電圧は $108 [\text{V}]$ となった。

10

【0083】

[比較例1]

比較例1は、中心領域と端部領域とで厚みを均一($120 \mu\text{m}$)とした点を除いて実施例1と同じ条件である。これにより、比較例1では、端部領域において、共振周波数は $6.4 [\text{MHz}]$ 、耐電圧は $32 [\text{V}]$ であった。中心領域における共振周波数と耐電圧の値は実施例1と同一である。

【0084】

[比較例2]

比較例2は、中心領域と端部領域とで厚みを均一($120 \mu\text{m}$)とした点を除いて実施例2と同じ条件である。これにより、比較例2では、端部領域において、共振周波数は $10.7 [\text{MHz}]$ 、耐電圧は $109 [\text{V}]$ であった。中心領域における共振周波数と耐電圧の値は実施例2と同一である。

20

【0085】

[比較例3]

比較例3は、中心領域と端部領域とで厚みを均一($200 \mu\text{m}$)とした点を除いて実施例3と同じ条件である。これにより、比較例3では、端部領域において、共振周波数は $3.8 [\text{MHz}]$ 、耐電圧は $54 [\text{V}]$ であった。中心領域における共振周波数と耐電圧の値は実施例3と同一である。

【0086】

[実施例と比較例との比較]

実施例1～3および比較例1～3では、端部領域に比較的低周波の送受信に適した材料を用い、中心領域に比較的高周波の送受信に適した材料を用いることで、超音波振動子100の広帯域化を実現できた。さらに、実施例1～3では、端部領域の厚みを中心領域より厚くしたことにより、比較例1～3と比較して端部領域の耐電圧が向上し、中心領域の耐電圧の値に近づいた。すなわち、比較例1～3と比較して端部領域と中心領域とで耐電圧の差を減少させることができた。このため、比較例1～3と比較して超音波振動子100の高出力化を実現できた。以上のことから、実施例1～3では、超音波振動子100の広帯域化と高出力化とを両立させることができた。

30

【0087】

特に、実施例2では、中心領域における耐電圧の値と端部領域における耐電圧の値がほぼ同じ値となった。このような場合、高出力化の観点からすれば非常に好適である。

40

【0088】

<作用・効果>

本発明の超音波振動子100は、互いに異なる2種類以上の圧電材料を含む圧電材料層130を有し、圧電材料層130が、そのエレベーション方向における端部を含む端部領域E1、E2と、エレベーション方向における中心を含む中心領域Cと、に分類されるとき、端部領域E1、E2を構成する圧電材料130E(第1圧電材料)は、中心領域Cを構成する圧電材料130C(第2圧電材料)より周波数定数が低く、抗電界が小さく、かつ厚みが厚い。

50

【0089】

このような構成により、端部領域E1、E2と中心領域Cとに周波数特性が異なる材料が配置されることになるため、超音波振動子100の広帯域化を図ることができる。そして、端部領域E1、E2における圧電材料130Eの厚み t_E を中心領域Cにおける圧電材料130Cの厚み t_C よりも厚くすることにより、抗電界が比較的低い圧電材料130Eを用いた端部領域E1、E2の耐電圧が高くなり、抗電界が比較的高い圧電材料130Cを用いた中心領域Cの耐電圧の値に近づく。これにより、超音波振動子100の出力を比較的高出力とすることができる。

【0090】

<変形例>

上記実施の形態において、圧電材料層130の端部領域の厚みを中心領域より厚くすることにより、端部領域の耐電圧を向上させ、中心領域の耐電圧の値に近づけていた。しかしながら、本発明はこのような形態に限定されない。

【0091】

[変形例1]

例えば、図6に示すように、端部領域E1、E2と中心領域Cとで圧電材料130E、130Cのアスペクト比（配列方向の長さ（＝幅）と厚み方向の長さ（＝高さ）との比）を変化させることにより、端部領域E1、E2の耐電圧を向上させ、中心領域Cの耐電圧の値に近づけるようにしてもよい。この場合、端部領域E1、E2と中心領域Cとの厚みを均一とすると、圧電材料130Eの幅と圧電材料130Cの幅を変化させることになる。なお、この場合の圧電材料の幅とは、充填材150によって区画された圧電材料の1区画分の幅を意味する。

【0092】

より具体的には、変形例1では、図6に示すように、端部領域E1、E2における圧電材料130Eの幅が中心領域Cにおける圧電材料130Cの幅より広くなるようにすればよい。このような構成によっても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0093】

なお、上記変形例1では端部領域E1、E2と中心領域Cとで圧電材料130E、130Cの幅を変える例について説明したが、例えば圧電材料層130のエレベーション方向における端部から中心に向かうにつれて、圧電材料の幅が徐々に狭くなるようにしてもよい。

【0094】

[変形例2]

上記した実施の形態では、図4に示すように、端部領域E1、E2および中心領域Cのそれぞれの領域内において、圧電材料層130は均一な厚みを有することが想定されていた。しかしながら、本発明はこれに限定されず、端部領域E1、E2または中心領域Cが圧電材料の複数区画で構成される場合に、当該区画毎に厚みを変化させるようにしてもよい。図7は、変形例2における圧電材料層130の構成について説明するための図である。この場合、例えば端部領域E1、E2を構成する複数区画の厚みの平均値が、端部領域E1、E2を構成する複数区画の厚みの平均値より厚くなるようにすることで、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0095】

[変形例3]

上記した実施の形態では、図4に示すように、圧電材料層130をエレベーション方向に沿って端部領域E1、E2と中心領域Cとに分類したが、本発明はこれに限定されず、例えばアジマス方向に沿って端部を含む領域と中心を含む領域とに分類してもよい。

【0096】

[変形例4]

上記した実施の形態では、圧電材料層130の端部領域E1、E2と中心領域Cとはそれぞれ同一の圧電材料130E、130Cで構成されていたが、本発明はこれに限定され

10

20

30

40

50

ない。例えば、端部領域 E 1, E 2 と中心領域 C とをそれぞれ複数種類の圧電材料で構成し、端部領域 E 1, E 2 を構成する複数の圧電材料の方が中心領域 C を構成する複数の圧電材料より周波数定数が低い材料の割合が多くなるようにしてもよい。このような構成により、上記実施の形態と同様に、超音波振動子 1 0 0 を広帯域化させることができる。

【0097】

〔変形例 5〕

上記した実施の形態では、中心領域 C の圧電材料 1 3 0 C より端部領域 E 1, E 2 の圧電材料 1 3 0 E の方が厚くなるように構成されていたが、本発明はこれに限定されない。例えば、端部領域 E 1, E 2 の圧電材料 1 3 0 E より中心領域 C の圧電材料 1 3 0 C の方が厚くなるように構成されてもよい。このような構成によっても、圧電材料層 1 3 0 の広帯域化と高出力化との両立を図ることができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0098】

本発明は、超音波探触子、超音波診断装置および超音波振動子に好適である。

【符号の説明】

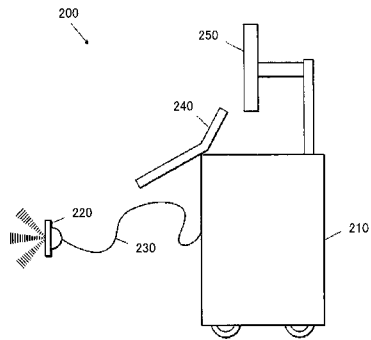
【0099】

- 1 0 0 超音波振動子
- 1 1 0 バックリング層
- 1 2 0 F P C
- 1 3 0 圧電材料層
- 1 3 0 E, 1 3 0 C 圧電材料
- 1 4 0, 1 4 1 溝
- 1 5 0 充填材
- 1 6 0 音響整合層
- 1 7 0 音響レンズ
- 1 8 0 接着剤層
- 2 0 0 超音波診断装置
- 2 1 0 超音波診断装置本体
- 2 1 1 制御部
- 2 1 2 送信部
- 2 1 3 受信部
- 2 1 4 画像処理部
- 2 2 0 超音波探触子
- 2 3 0 ケーブル
- 2 4 0 操作部
- 2 5 0 表示部
- 3 0 0 音響反射層
- D 凹み

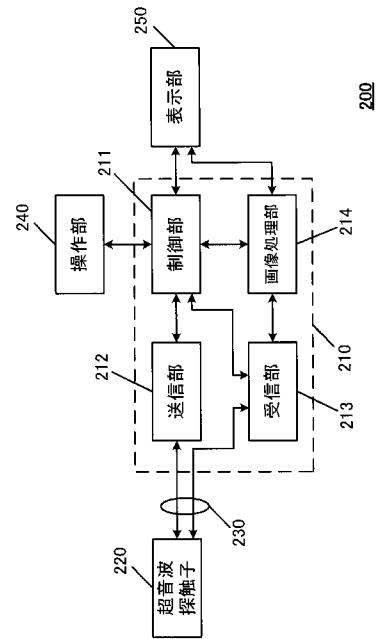
20

30

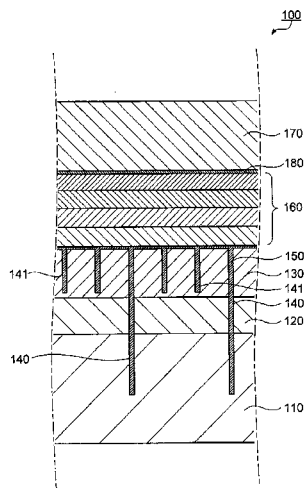
【図 1】



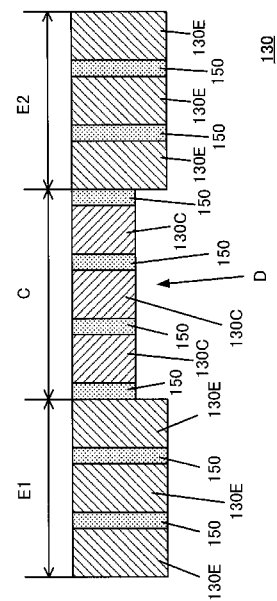
【図 2】



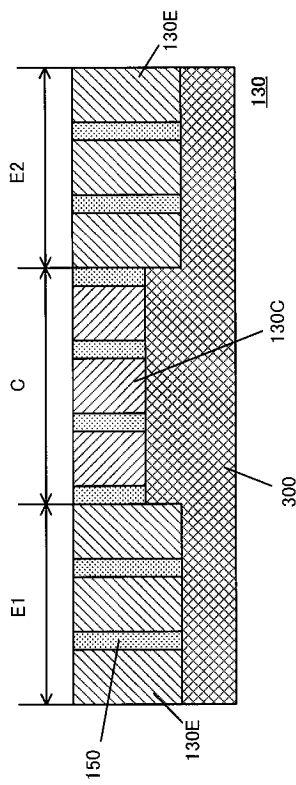
【図 3】



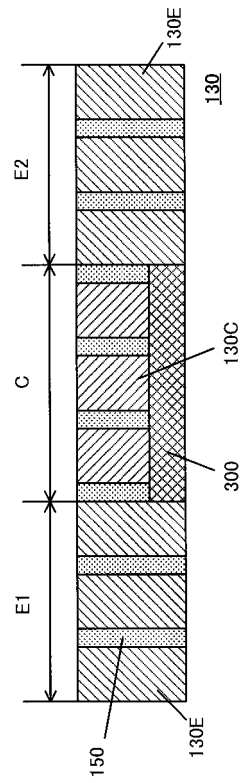
【図 4】



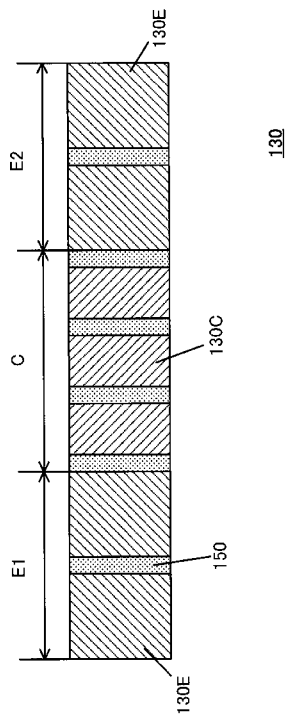
【図 5 A】



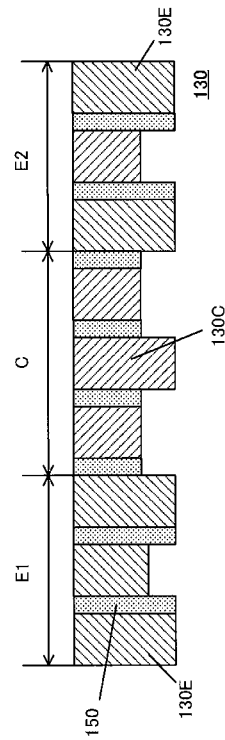
【図 5 B】



【図 6】



【図 7】



专利名称(译)	超声波探头，超声波诊断仪和超声波换能器		
公开(公告)号	JP2019088605A	公开(公告)日	2019-06-13
申请号	JP2017220751	申请日	2017-11-16
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	奥田修平		
发明人	奥田 修平		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/GB02 4C601/GB15 4C601/GB16 4C601/GB25 4C601/GB28 4C601/GB29 4C601/GB33 4C601/GB45 4C601/GB47		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头，超声波诊断装置和超声波换能器，其中宽带和高输出兼容。端部区域（E1，E2）包括包括两种或更多种不同压电材料的压电材料层130，压电材料层130包括在仰角方向上的端部和在仰角方向上的中心并且构成端部区域E1和E2的压电材料130E（第一压电材料）是构成中心区域C的压电材料130C（第二压电材料）。确定具有不同频率常数和矫顽电场的压电材料130E和压电材料130C的厚度，以减小端部区域E1和E2的耐受电压与中心区域C的耐受电压之间的差异。[选图]图4

