

(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2012-249950

(P2012-249950A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/00 (2006.01)

F1  
A61B 8/00

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-126472 (P2011-126472)  
(22) 出願日 平成23年6月6日(2011.6.6)

(71) 出願人 000000376  
オリンパス株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号  
(74) 代理人 100108855  
弁理士 蔵田 昌俊  
(74) 代理人 100159651  
弁理士 高倉 成男  
(74) 代理人 100091351  
弁理士 河野 哲  
(74) 代理人 100088683  
弁理士 中村 誠  
(74) 代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘  
(74) 代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子及びそれを用いたイメージング装置

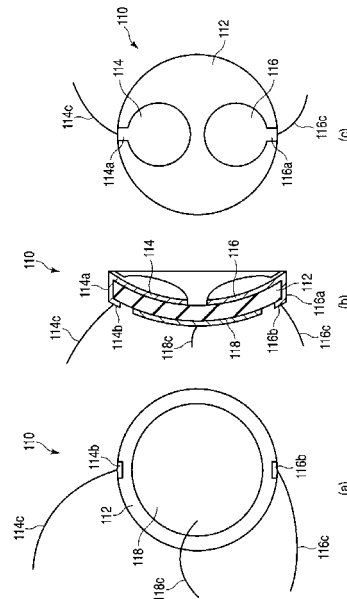
(57) 【要約】

【課題】複数の超音波を精度よく交差させることができる超音波探触子を提供する。

【解決手段】圧電素子110は、球面形状をしている圧電材112を有する。圧電素子110の凹面側には、第1の電極114と、第2の電極116とが形成されている。圧電素子110の凸面側には、共通電極118が形成されている。リード線114c, 118cを介して、第1の電極114と共通電極118との間に交流電圧を印加すると、第1の電極114が形成された分極形成領域から、集束超音波が射出される。リード線116c, 118cを介して、第2の電極116と共通電極118との間に交流電圧を印加すると、第2の電極116が形成された分極形成領域から、集束超音波が射出される。これら超音波の進行方向は、圧電素子110の凹球面の法線方向であるので、2つの超音波は、当該凹球面の中心位置に集束し、そこで交差する。

【選択図】図2

図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

凹球面を有し、複数の分極形成領域を有する圧電材と、  
前記分極形成領域に対応した前記凹球面上に形成された複数の電極と、  
前記圧電材の前記凹球面と表裏を成す面に、前記分極形成領域を挟んで前記電極と対向するように形成された対向電極と、  
異なる複数の周波数を有する交流電圧の各々を、何れかの前記電極と前記対向電極との間に印加することで、少なくとも2つの前記分極形成領域に、それぞれ前記交流電圧に対応した該周波数を有する超音波を射出させる電圧印加部と、  
を具備することを特徴とする超音波探触子。

10

**【請求項 2】**

少なくとも1つの前記分極形成領域は、少なくとも2つの前記分極形成領域の各々から射出された前記超音波の伝播路が交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する、ことを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

**【請求項 3】**

前記複数の電極のうち、少なくとも1つの該電極は、前記分極形成領域のうち第1の分極形成領域に形成された第1の電極群に属し、  
前記複数の電極のうち、その他の前記電極は、前記分極形成領域のうち第2の分極形成領域に形成された第2の電極群に属し、  
前記第1の分極形成領域は、第1の周波数を有する第1の超音波を射出し、  
前記第2の分極形成領域は、第2の周波数を有する第2の超音波を射出し、  
少なくとも1つの前記分極形成領域は、前記第1の超音波の伝播路と前記第2の超音波の伝播路とが交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する、  
ことを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

20

**【請求項 4】**

前記第1の電極群に属する前記電極の数は1つであり、前記第2の電極群に属する前記電極の数は1つである、ことを特徴とする請求項3に記載の超音波探触子。

**【請求項 5】**

少なくとも2つの前記分極形成領域は、それぞれ第1の周波数を有する第1の超音波と第2の周波数を有する第2の超音波とを射出し、  
少なくとも1つの前記分極形成領域は、前記第1の超音波の伝播路と前記第2の超音波の伝播路とが交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する、  
ことを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

30

**【請求項 6】**

前記電極の数は2つであることを特徴とする請求項5に記載の超音波探触子。

**【請求項 7】**

前記複数の電極は各々、前記分極形成領域のうち第1の分極形成領域に形成された第1の電極群と、前記分極形成領域のうち第2の分極形成領域に形成された第2の電極群と、前記分極形成領域のうち第3の分極形成領域に形成された第3の電極群とのうちの何れかに属し、  
前記第1の電極群、前記第2の電極群、及び前記第3の電極群はそれぞれ、少なくとも1つの前記電極を有し、  
前記第1の分極形成領域は、第1の周波数を有する第1の超音波を射出し、  
前記第2の分極形成領域は、第2の周波数を有する第2の超音波を射出し、  
前記第3の分極形成領域は、前記第1の超音波の伝播路と前記第2の超音波の伝播路とが交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する、  
ことを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

40

**【請求項 8】**

前記第1の電極群に属する前記電極の数は1つであり、前記第2の電極群に属する前記電極の数は1つであり、前記第3の電極群に属する前記電極の数は2つである、ことを特

50

徴とする請求項 7 に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記複数の電極のうち、少なくとも 2 つの該電極は、前記分極形成領域のうち第 1 の分極形成領域に形成された第 1 の電極群に属し、

前記複数の電極のうち、その他の前記電極は、前記分極形成領域のうち第 2 の分極形成領域に形成された第 2 の電極群に属し、

少なくとも 2 つの前記第 1 の分極形成領域は、それぞれ第 1 の周波数を有する第 1 の超音波と第 2 の周波数を有する第 2 の超音波とを射出し、

前記第 2 の分極形成領域は、前記分極形成領域の各々から射出された前記第 1 の超音波の伝播路と前記第 2 の超音波の伝播路とが交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

前記電極は円形である、ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうち何れか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 11】

前記電極は、前記圧電材の周縁部に配置されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のうち何れか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 12】

凹球面を有し、複数の分極形成領域を有する圧電材と、

前記分極形成領域に対応した前記凹球面上に形成された複数の電極と、

前記圧電材の前記凹球面と表裏を成す面に、前記分極形成領域を挟んで前記電極と対向するように形成された対向電極と、

異なる複数の周波数を有する交流電圧の各々を、何れかの前記電極と前記対向電極との間に印加することで、少なくとも 2 つの前記分極形成領域に、それぞれ前記交流電圧に対応した該周波数を有する超音波を射出させる電圧印加部と、

前記圧電材を 1 次元、2 次元又は 3 次元に移動させるスキャナと、

少なくとも 2 つの前記分極形成領域の各々から射出された前記超音波の伝播路が交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する超音波検出部と、

前記超音波検出部が検出した前記差音又は前記和音に由来する前記超音波に基づく信号と、前記スキャナが移動させた前記圧電材の位置とに基づいて、画像を構築する画像生成部と、

を具備することを特徴とするイメージング装置。

【請求項 13】

請求項 2 乃至 9 のうち何れかに記載の超音波探触子と、

前記圧電材を 1 次元、2 次元又は 3 次元に移動させるスキャナと、

前記分極形成領域が検出した前記差音又は前記和音に由来する前記超音波に基づく信号と、前記スキャナが移動させた前記圧電材の位置とに基づいて、画像を構築する画像生成部と、

を具備することを特徴とするイメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探触子及びそれを用いたイメージング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、2 つの振動子から異なる周波数の超音波を射出し、それら超音波の交差する場所で発生する差音（パラメトリック信号）、和音、又は 2 次高調波を検出し、イメージングを行う装置が知られている。例えば特許文献 1 には、第 1 の超音波振動子と、当該第 1 の超音波振動子による超音波の照射方向に対して所望の角度で配置された第 2 の超音波振

10

20

30

40

50

動子とを有し、パラメトリック信号を利用して画像を取得する診断装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-116848号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のようなイメージング装置において、周波数が異なる2つの超音波を、目標とする位置に精度よく交差させることは困難である。この2つの超音波を適切に交差させるための位置合わせの精度は、当該イメージング装置の分解能に影響を与える。すなわち、当該イメージング装置において、超音波を精度よく交差させて良好な分解能を得ることは困難を伴う。

10

【0005】

そこで本発明は、複数の超音波を目標位置に精度よく交差させることで高い分解能を得ることができる超音波探触子及びそれを用いたイメージング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】

【0006】

前記目的を果たすため、本発明の超音波探触子の一態様は、凹球面を有し、複数の分極形成領域を有する圧電材と、前記分極形成領域に対応した前記凹球面上に形成された複数の電極と、前記圧電材の前記凹球面と表裏を成す面に、前記分極形成領域を挟んで前記電極と対向するように形成された対向電極と、異なる複数の周波数を有する交流電圧の各々を、何れかの前記電極と前記対向電極との間に印加することで、少なくとも2つの前記分極形成領域に、それぞれ前記交流電圧に対応した該周波数を有する超音波を射出させる電圧印加部と、を具備することを特徴とする。

20

【0007】

また、前記目的を果たすため、本発明のイメージング装置の一態様は、凹球面を有し、複数の分極形成領域を有する圧電材と、前記分極形成領域に対応した前記凹球面上に形成された複数の電極と、前記圧電材の前記凹球面と表裏を成す面に、前記分極形成領域を挟んで前記電極と対向するように形成された対向電極と、異なる複数の周波数を有する交流電圧の各々を、何れかの前記電極と前記対向電極との間に印加することで、少なくとも2つの前記分極形成領域に、それぞれ前記交流電圧に対応した該周波数を有する超音波を射出させる電圧印加部と、前記圧電材を1次元、2次元又は3次元に移動させるスキャナと、少なくとも2つの前記分極形成領域の各々から射出された前記超音波の伝播路が交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する超音波検出部と、前記超音波検出部が検出した前記差音又は前記和音に由来する前記超音波に基づく信号と、前記スキャナが移動させた前記圧電材の位置とに基づいて、画像を構築する画像生成部と、を具備することを特徴とする。

30

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、複数の超音波を射出するための電極を、凹球面を有する圧電材の当該凹球面に形成し、各電極から射出される超音波を当該凹球面の中心位置に集束させるので、複数の超音波を目標位置に精度よく交差させることで高い分解能を得ることができる超音波探触子及びそれを用いたイメージング装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るパラメトリックイメージング装置の一実施形態を示すブロック図。

50

【図 2】第 1 の実施形態に係る圧電素子の構成例を示す図。

【図 3】第 1 の実施形態に係る超音波探触子の構成例を示す図。

【図 4】第 1 の実施形態に係る超音波探触子から射出される超音波及び発生する超音波の進行路を説明するための図。

【図 5】第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る圧電素子の構成例を示す図。

【図 6】第 2 の実施形態に係る圧電素子の構成例を示す図。

【図 7】第 2 の実施形態に係るパラメトリックイメージング装置の一実施形態を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

10

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態について図面を参照して説明する。図 1 において本実施形態に係るパラメトリックイメージング装置 100 は、超音波探触子 120 と、コントローラ 160 と、パルサー・レシーバ 165 と、信号処理装置 170 と、表示装置 175 と、XYZ ステージ 180 とを備える。

【0011】

超音波探触子 120 は、後に詳述するとおり、第 1 の周波数  $f_1$  を有する超音波と、第 2 の周波数  $f_2$  を有する超音波とを射出する。また、超音波探触子 120 は、超音波を受信する。

XYZ ステージ 180 は、超音波探触子 120 を、1 次元、2 次元又は 3 次元に移動させる。ここで、超音波探触子 120 が射出する超音波の主たる進行方向を Z 軸方向とし、Z 軸と直行する面、すなわち超音波探触子 120 の後述する圧電素子 110 の広がる面を、X 軸方向及び Y 軸方向と定義する。

20

【0012】

コントローラ 160 は、パルサー・レシーバ 165、信号処理装置 170 及び XYZ ステージ 180 と接続しており、パラメトリックイメージング装置 100 の全体を制御する。例えば、コントローラ 160 は、パルサー・レシーバ 165、信号処理装置 170 及び XYZ ステージ 180 の動作を指令し、各部の同期を取る。

【0013】

パルサー・レシーバ 165 は、コントローラ 160 の制御の下、超音波探触子 120 に出力信号を送信し、超音波探触子 120 に超音波を射出させる。また、パルサー・レシーバ 165 は、超音波探触子 120 が受信した超音波に係る信号である受信信号を取得し、増幅する。パルサー・レシーバ 165 は、増幅した受信信号を信号処理装置 170 に出力する。

30

【0014】

信号処理装置 170 は、コントローラ 160 の制御の下、パルサー・レシーバ 165 で取得した受信信号を処理する。例えば、信号処理装置 170 は、受信信号に対してフィルタリング処理を施す。また、フィルタリング処理した受信信号と、XYZ ステージ 180 によって設定された超音波探触子 120 の位置に係る情報とに基づいて、画像を表す画像信号を作成する。信号処理装置 170 は、作成した画像信号を表示装置 175 に出力する。

40

表示装置 175 は、例えばディスプレイであり、信号処理装置 170 から入力した画像信号に基づいて、画像を表示する。

【0015】

超音波探触子 120 の構成について図 2 及び図 3 を参照して説明する。図 2 (b) は、超音波探触子 120 を構成する圧電素子 110 の中心を通る断面を示す断面図である。この図に示すように、圧電素子 110 は、球面形状をしている圧電材 112 を有する。圧電材 112 は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) によって構成されている。圧電材 112 の凸面側 (外側) から見た平面図を図 2 (a) に示し、圧電材 112 の凹面側 (内側) から見た平面図を図 2 (c) に示す。これら図に示すように、圧電素子 110 は、凹

50

面側から見ると円形をしている。圧電材 112 の凹面側であり、圧電材 112 の中心を通る当該凹面の法線方向が、前記した Z 軸方向である。

【0016】

圧電素子 110 の凹面側には、図 2 (c) に示すように、第 1 の電極 114 と、第 2 の電極 116 とが形成されている。第 1 の電極 114 と第 2 の電極 116 とは、ほぼ円形をしており、圧電材 112 の中心に対して対称に形成されている。第 1 の電極 114 は、圧電材 112 の周縁方向に形成された第 1 の回り込み電極 114a を有している。第 1 の回り込み電極 114a は、圧電材 112 の凹面側から凸面側に回り込み、凸面側において第 1 の端子 114b を形成している。同様に、第 2 の電極 116 は、圧電材 112 の周縁方向に形成された第 2 の回り込み電極 116a を有している。第 2 の回り込み電極 116a は、圧電材 112 の凹面側から凸面側に回り込み、凸面側において第 2 の端子 116b を形成している。

10

【0017】

圧電素子 110 の凸面側には、図 2 (a) に示すように、GND 電極として機能する共通電極 118 が形成されている。共通電極 118 は、円形をしている。圧電素子 110 の凸面側において、共通電極 118 にはリード線 118c が、第 1 の端子 114b にはリード線 114c が、第 2 の端子 116b にはリード線 116c が、それぞれ例えば半田や導電性接着剤により接続されている。

【0018】

リード線 114c, 116c, 118c は、それぞれパルサー・レシーバ 165 に接続されている。第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間には、電圧が印加されて分極が形成される。同様に、第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間には、電圧が印加されて分極が形成される。この分極により、圧電材 112 に電気・機械結合が生じる（圧電的に活性化される）。ここで、分極を形成し圧電素子として実際に機能する第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間に挟まれた領域、及び第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間に挟まれた領域を、分極形成領域と称することにする。

20

【0019】

第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間に交流電圧を印加すると、第 1 の電極 114 が形成された分極形成領域において、印加した電圧の周波数を有する超音波が発生する。同様に、第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間に交流電圧を印加すると、第 2 の電極 116 が形成された分極形成領域において、印加した電圧の周波数を有する超音波が発生する。発生した超音波は、後述するように、圧電素子 110 の凹面側、すなわち Z 軸方向に伝播する。

30

【0020】

また、超音波探触子 120 が超音波を受信すると、圧電材 112 が振動し、第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間、及び第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間に電圧の変化が生じる。超音波探触子 120 は、この電圧の変化を、リード線 114c, 116c, 118c を介して、受信信号としてパルサー・レシーバ 165 に出力する。

【0021】

超音波探触子 120 の構成を、図 3 を参照して説明する。図 3 に示すように、図 2 を参照して説明した圧電素子 110 は、筐体 122 に固定されている。ここで、圧電素子 110 の周縁部と筐体 122 とは、例えばシリコン系等の接着剤 126 で接着されている。圧電素子 110 と筐体 122 との間には、バッキング材 124 が充填されている。バッキング材 124 は、例えばアルミナ等の微粒子が混入した樹脂材料である。バッキング材 124 は、圧電素子 110 の凸面側に放射される超音波を減衰させる。その結果、バッキング材 124 は、圧電素子 110 の凸面側に放射され筐体 122 で反射された超音波に由来する種々のノイズを低下させる働きを有する。

40

【0022】

なお、図 3 において、リード線 114c, 116c, 118c の表記は省略されている。圧電素子 110 の凹面側の面は、特に処理が施されていないが、コーティング

50

を施してもよい。また、圧電素子 110 の凹面側の面には、超音波をよりよく出力するため、マッチング層が設けられてもよい。

【0023】

このように、例えば圧電材 112 は、凹球面を有し、複数の分極形成領域を有する圧電材として機能し、例えば第 1 の電極 114 及び第 2 の電極 116 は、圧電材の分極形成領域に対応した凹球面に形成された複数の電極として機能し、例えば共通電極 118 は、分極形成領域を挟んで前記電極と対向するように形成された対向電極として機能し、例えばパルサー・レシーバ 165 は、異なる複数の周波数を有する交流電圧の各々を、何れかの対向電極と電極との間に印加することで、少なくとも 2 つの前記分極形成領域に、それぞれ交流電圧に対応した周波数を有する超音波を射出させる電圧印加部として機能し、例えば X Y Z ステージ 180 は、圧電材を 1 次元、2 次元又は 3 次元に移動させるスキャナとして機能し、例えば超音波探触子 120 及びパルサー・レシーバ 165 は、前記超音波の伝播路が交差する交差領域で発生した差音又は和音に由来する超音波を検出する超音波検出部として機能し、例えば信号処理装置 170 は、画像を構築する画像生成部として機能する。

10

【0024】

次に、パラメトリックイメージング装置 100 の動作を、超音波の伝播の様子を模式的に示した図 4 を参照して説明する。ユーザは、超音波探触子 120 を、カップリング材 910 を挟んで超音波の照射対象物である生体組織 920 に押し当てる。ここで、カップリング材は、例えば脱気水や超音波ゼリーである。

20

【0025】

パルサー・レシーバ 165 は、コントローラ 160 の制御の下、リード線 114c, 116c, 118c を介して、超音波探触子 120 の圧電素子 110 の第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間、及び第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間に電圧を印加する。第 1 の電極 114 と共通電極 118 との間に印加される電圧は、例えば第 1 の周波数  $f_1$  を有するパースト波であり、第 2 の電極 116 と共通電極 118 との間に印加される電圧は、例えば第 2 の周波数  $f_2$  を有するパースト波である。ここで、第 2 の周波数  $f_2$  は第 1 の周波数  $f_1$  よりも高いものとする。

【0026】

各電極間に電圧が印加された結果、圧電素子 110 は、その凹面側の第 1 の電極 114 が配置された分極形成領域から、第 1 の周波数  $f_1$  を有する第 1 の超音波 501 を射出する。同様に、圧電素子 110 は、その凹面側の第 2 の電極 116 が配置された分極形成領域から、第 2 の周波数  $f_2$  を有する第 2 の超音波 502 を射出する。

30

【0027】

第 1 の超音波 501 及び第 2 の超音波 502 の進行方向は、圧電材 112 の表面の法線方向となる。圧電材 112 は、凹球面形状をしているので、第 1 の超音波 501 及び第 2 の超音波 502 は、それぞれ凹球面の中心に相当する焦域 510 に集束する集束超音波となる。したがって、第 1 の超音波 501 及び第 2 の超音波 502 は、図 4 に示す焦域 510 と一致する交差領域において交差する。

【0028】

ここで、圧電材 112 は、凹球面形状をしているので、第 1 の電極 114 及び第 2 の電極 116 を、圧電材 112 の凹球面側の何れの位置に形成しても、第 1 の超音波 501 及び第 2 の超音波 502 は、それぞれ必ず焦域 510 に集束し、焦域 510 において互いに交差する。

40

【0029】

第 1 の超音波 501 及び第 2 の超音波 502 の強度を適切な大きさにすると、交差領域である焦域 510 において、生体組織 920 の非線形性に由来して、第 1 の周波数  $f_1$  と第 2 の周波数  $f_2$  との差音、すなわち周波数が  $f_2 - f_1$  である差音 503 が発生する。焦域 510 に生体組織固有の弾性的な不連続部位がある場合、この差音 503 は、その場所で反射される。反射された差音 503 は、圧電素子 110 まで戻る。なお、圧電素子 1

50

10に戻ってくる反射波には、差音503に由来する周波数 $f_2 - f_1$ の超音波の他に、第1の周波数 $f_1$ 及び第2の周波数 $f_2$ や、和音である周波数 $f_1 + f_2$ や、その他の高調波の成分を有する超音波も含まれている。

#### 【0030】

圧電素子110は、差音503を含む反射波を受信する。すなわち、反射波を受けた圧電素子110において、圧電材112が振動し、超音波探触子120の第1の電極114と共通電極118との間、及び第2の電極116と共通電極118との間の電圧が変化する。超音波探触子120は、この電圧変化を受信信号として、パルサー・レシーバ165に出力する。ここで、第1の電極114と共通電極118との間、及び第2の電極116と共通電極118との間のうち何れか一方の電圧変化を受信信号としてもよい。

10

#### 【0031】

パルサー・レシーバ165は、受信信号を増幅し、増幅した受信信号を信号処理装置170に出力する。信号処理装置170は、入力した受信信号に対してフィルタリング処理を行い、第1の超音波501に由来する第1の周波数 $f_1$ の信号や、第2の超音波502に由来する第2の周波数 $f_2$ の信号等を取り除き、差音503に由来する周波数 $f_2 - f_1$ の信号のみを抽出する。差音503は焦域510において発生するので、差音503に由来する抽出された信号は、焦域510に係る音響特性を表す情報を含む。

#### 【0032】

超音波探触子120を一箇所に固定しておいた場合、焦域510のみの狭い領域の音響特性を表す情報しか得られない。そのためパラメトリックイメージング装置100は、XYZステージ180を備えている。すなわち、XYZステージ180は、コントローラ160の制御の下、超音波探触子120を1次元、2次元又は3次元に移動させる。

20

#### 【0033】

XYZステージ180によって超音波探触子120を移動させながら、上記の通り、信号処理装置170は、差音503に由来する周波数 $f_2 - f_1$ の信号を抽出する。ここで、超音波探触子120と焦域510との距離は、圧電材112の形状によって規定されるので、焦域510で発生した超音波が超音波探触子120に到達するまでの時間は求まる。

#### 【0034】

信号処理装置170は、XYZステージ180による超音波探触子120の位置情報と、差音503に基づく焦域510の音響特性に係る情報とに基づいて、画像を構築する。XYZステージ180によって超音波探触子120に1次元のスキャンをさせれば、1次元の情報が得られるし、2次元のスキャンをさせれば、2次元画像が得られるし、3次元のスキャンをさせれば、3次元画像が得られる。

30

#### 【0035】

信号処理装置170は、構築した画像を表す画像信号を表示装置175に出力する。表示装置175は、信号処理装置170から入力した画像信号に基づいて、画像を表示する。

なお、パルサー・レシーバ165、信号処理装置170、及びXYZステージ180の同期制御は、コントローラ160によって行われる。

40

#### 【0036】

本実施形態のように差音を用いることで、以下のような利点を得られる。例えば、第1の周波数 $f_1$ を7MHzとし、第2の周波数 $f_2$ を8MHzとすると、差音503の周波数 $f_2 - f_1$ は1MHzとなる。一般に、周波数が高い超音波程、ビーム径が細くなる。ビーム径が細かい程、その超音波に由来する信号の空間分解能は向上する。したがって、本実施形態では、第1の周波数 $f_1$ 及び第2の周波数 $f_2$ を、例えば7MHzと8MHzとといったように、比較的高い周波数にすることによって、超音波を照射する範囲を絞ることができ、高い空間分解能が得られる。また一般に、周波数が低い程、超音波の減衰は小さい。このため、焦域510で発生する差音503のレベルは小さくても、周波数が比較的低い差音503は、伝播しやすく超音波探触子120において検出しやすい。以上のこと

50

から、超音波探触子 120 から離れた場所について高い分解能で画像を取得することができる。

【0037】

圧電材 112 の形状を正確な凹球面形状とすることは比較的容易である。本実施形態では、1個の凹球面形状の圧電材 112 に第1の電極 114 及び第2の電極 116 の2つの電極を形成している。このように構成する本実施形態によれば、異なる周波数を有する2つの集束超音波の焦点を、容易に正確に一致させることができる。このように圧電材 112 の形状により交差領域の位置合わせを行えば、独立の2つの超音波振動子を機械的に位置合わせするよりも、容易に正確に位置合わせを行うことができる。

【0038】

第1の電極 114 及び第2の電極 116 が円形をしていることによって、第1の電極 114 又は第2の電極 116 が形成されている分極形成領域から射出される第1の超音波 501 及び第2の超音波 502 の伝播路の、進行方向に対して垂直な面に係る形状は円形となる。その結果、対称性のよい焦点 510 にエネルギーが集束する。したがって、第1の超音波 501 及び第2の超音波 502 は、狭い領域で正確に交差する。このことは、パラメトリックイメージング装置 100 の分解能の向上に功を奏する。

以上のことから、本実施形態によれば分解能に優れた超音波画像を得ることができる超音波イメージング装置を提供することができる。

【0039】

なお、本実施形態では、共通電極 118 が形成された面を凸面としたが、第1の電極 114 及び第2の電極 116 が形成された面が凹球面であれば、共通電極 118 が形成された面は、平面等でもよい。

第1の電極 114 の中心についての圧電材 112 に対する法線と、第2の電極 116 の中心についての圧電材 112 に対する法線との成す角が  $90^\circ$  以上であれば、交差領域は Z 軸方向について狭くなるので、パラメトリックイメージング装置 100 は、距離分解能に優れたものとなる。一方、この成す角が  $90^\circ$  以下であれば、交差領域は、X 軸方向及び Y 軸方向について狭くなるので、パラメトリックイメージング装置 100 は、方位分解能に優れたものとなる。

【0040】

一般には、第1の電極 114 及び第2の電極 116 が圧電材 112 の周縁部に配置されているとき、当該超音波イメージング装置は、距離分解能に優れたものとなる。また、圧電材 112 上において第1の電極 114 又は第2の電極 116 が配置されていない場所は、圧電素子として機能しない。したがって、素子の小型化のためには、第1の電極 114 及び第2の電極 116 が配置されている部分よりも周縁部側の圧電材 112 は、ない方が有利である。その結果、第1の電極 114 及び第2の電極 116 は、圧電材 112 の周縁部に配置されることになる。

【0041】

本実施形態では、1つの超音波探触子 120 が超音波の射出と受信とを行う例を示したが、これに限らない。超音波探触子 120 は、超音波の射出のみを行い、別途用意した圧電素子が超音波の受信を行うように構成してもよい。

【0042】

以下に本実施形態の変形例を5つ挙げる。

第1の変形例は次のとおりである。上記の説明では、超音波探触子 120 から第1の周波数  $f_1$  の第1の超音波 501 と、第2の周波数  $f_2$  の第2の超音波 502 とを射出し、焦点 510 において発生する周波数が  $f_2 - f_1$  である差音 503 を用いて超音波画像を取得する例を示した。焦点 510 では、周波数が  $f_1 + f_2$  である和音も発生する。本変形例では、和音を用いて、超音波画像を取得する。この場合、信号処理装置 170 は、フィルタリング処理により周波数が  $f_1 + f_2$  である和音の信号を抽出する。信号処理装置 170 は、抽出した和音に係る信号に基づいて画像を構築する。その他の構成及び動作は、上記の実施形態と同様である。このような本変形例によっても、和音の周波数が高く減

10

20

30

40

50

衰が大きいことを除いて、前記第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0043】

第2の変形例は次のとおりである。本変形例では、第1の電極114が形成された分極形成領域と第2の電極116が形成された分極形成領域との両方から、それぞれ第1の周波数 $f_1$ と第2の周波数 $f_2$ との両方の周波数を含む超音波を同時に射出させる。すなわち、第1の電極114と共通電極118との間、及び第2の電極116と共通電極118との間の両方に、第1の周波数及び第2の周波数を含む交流電圧を印加する。この場合、射出される超音波の強度を適宜調整することにより、焦域510においてのみ差音及び和音を発生させることができる。すなわち、第1の電極114を用いて射出された超音波と、第2の電極116を用いて射出された超音波とが、焦域510である交差領域において重畳し、そのエネルギーが閾値を超える場合にだけ、交差領域において例えば差音503が発生する。その他の構成及び動作は、上記の実施形態と同様であり、同様に超音波画像を取得することができる。本変形例によっても、前記第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

10

【0044】

第3の変形例は次のとおりである。本変形例では、圧電素子の形状を図5に示す圧電素子130のように変更している。ここで、図2を参照して説明した圧電素子110と同一の部分については、同一の符号を付している。圧電素子130の圧電材132は、図2を参照して説明した圧電素子110において、圧電材112の第1の電極114又は第2の電極116が形成されていない部分を切り落とした形状となっている。図2を参照して説明した圧電素子110において、第1の電極114も第2の電極116も形成されていない領域、すなわち圧電材132で切り落とされている部分は、音響的に利用されていない。したがって、図5に示す圧電素子130と図2に示す圧電素子110とは、音響的な機能は同等である。一方、図5に示す圧電素子130は、図2に示す圧電素子110に比べて小型である。すなわち、本変形例によれば、超音波探触子120を小型化するという利益が得られる。

20

【0045】

第4の変形例は次のとおりである。第1の実施形態において、圧電素子110の凹面側には、第1の電極114と第2の電極116との2つの電極が形成されている。これに対して、本変形例では、圧電素子は、その凹球面に3つ以上の独立な電極を有する。3つ以上の独立した電極を形成すると、電極数が2つの場合よりも焦域510が交差する領域、すなわち交差領域をさらに小さくすることができる。その結果、本変形例に係るパラメトリックイメージング装置は、空間分解能がさらに向上する。

30

【0046】

第5の変形例は次のとおりである。第1の実施形態では、超音波探触子120は、第1の周波数 $f_1$ を有する超音波と、第2の周波数 $f_2$ を有する超音波とを射出している。これに対して本変形例では、超音波探触子120は、さらに、第2の周波数 $f_2$ よりも高い第3の周波数 $f_3$ を有する超音波も射出する。この際、例えば第4の変形例のように、電極を3つ有するように超音波探触子120を構成してもよい。また、例えば第2の変形例のように、例えば2つの電極から、それぞれ第1の周波数 $f_1$ と第2の周波数 $f_2$ と第3の周波数 $f_3$ とを有する超音波をそれぞれ射出するようにパラメトリックイメージング装置100を構成してもよい。超音波探触子120から第1の周波数 $f_1$ と第2の周波数 $f_2$ と第3の周波数 $f_3$ とを有する超音波を射出すると、焦域において、周波数 $f_3 - f_2$ を有する超音波と、周波数 $f_3 - f_1$ を有する超音波と、周波数 $f_2 - f_1$ を有する超音波との3種類の差音が発生する。パラメトリックイメージング装置100は、これら3種類の差音を使い分けて画像を構築することができる。また、超音波探触子120が4種類以上の周波数を射出するようにパラメトリックイメージング装置100を構成することもできる。本変形例によっても、前記第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

40

【0047】

[第2の実施形態]

50

本発明の第2の実施形態について説明する。ここでは、第1の実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。本実施形態に係る圧電素子210を図6に示す。圧電素子210は、第1の実施形態に係る圧電素子110と同様に、例えばPZTからなる凹球面形状をした圧電材112を用いて構成されている。図6(a)は、圧電素子210を凸面側から見た平面図であり、図6(b)は、圧電素子210を凹面側から見た平面図である。

【0048】

圧電材112の凹面側には、図6(b)に示すように、ほぼ円形形状をした第1の電極211と、第2の電極212と、第3の電極213と、第4の電極214とが形成されている。第1の実施形態の圧電素子110の場合と同様に、第1の電極211は、第1の回り込み電極211aを有しており、第1の回り込み電極211aは、圧電材112の凸面側に第1の端子211bを形成している。同様に、第2の電極212は、第2の回り込み電極212aを有しており、第2の回り込み電極212aは、圧電材112の凸面側に第2の端子212bを形成している。第3の電極213は、第3の回り込み電極213aを有しており、第3の回り込み電極213aは、圧電材112の凸面側に第3の端子213bを形成している。第4の電極214は、第4の回り込み電極214aを有しており、第4の回り込み電極214aは、圧電材112の凸面側に第4の端子214bを形成している。

10

【0049】

圧電材112の凸面側には、図6(a)に示すように、圧電材112を挟んで第1の電極211と対向する位置に、ほぼ円形形状をした第1の対向電極216が形成されている。第1の対向電極216は、第1の対向端子216bを有している。同様に、圧電材112の凸面側には、第2の電極212と対向する位置に、第2の対向端子217bを有する第2の対向電極217が形成されている。第3の電極213と対向する位置には、第3の対向端子218bを有する第3の対向電極218が形成されている。第4の電極214と対向する位置には、第4の対向端子219bを有する第4の対向電極219が形成されている。

20

圧電素子210は、第1の実施形態に係る超音波探触子120の場合と同様に、筐体122に固定され、超音波探触子220を構成する。

【0050】

本実施形態に係るパラメトリックイメージング装置200の構成を図7に示す。この図に示すように、パラメトリックイメージング装置200は、第1の実施形態の超音波探触子120の代わりに、前記した圧電素子210を有する超音波探触子220を備える。また、第1の実施形態のパルサー・レシーバ165の代わりに、パルサー266とレシーバ268とを有する。

30

【0051】

第1の端子211b、第2の端子212b、第1の対向端子216b、及び第2の対向端子217bには、それぞれリード線が接続され、これらリード線は、パルサー266に接続されている。また、第3の端子213b、第4の端子214b、第3の対向端子218b、及び第4の対向端子219bには、それぞれリード線が接続され、これらリード線は、レシーバ268に接続されている。すなわち、第1の電極211及び第1の対向電極216、並びに第2の電極212及び第2の対向電極217は、超音波を射出するための電極である。また、第3の電極213及び第3の対向電極218、並びに第4の電極214及び第4の対向電極219は、超音波を受信するための電極である。

40

【0052】

第1の実施形態の場合と同様に、ユーザは、超音波探触子220を、カップリング材910を挟んで超音波の照射対象物である生体組織920に押し当てる。この状態で、パルサー266は、コントローラ160の制御の下、第1の電極211と第1の対向電極216との間に、第1の周波数 $f_1$ のバースト波状の電圧を印加する。その結果、圧電素子210の第1の電極211が形成されている分極形成領域から、第1の周波数 $f_1$ を有する

50

第1の超音波501が射出される。同時に、パルサー266は、コントローラ160の制御の下、第2の電極212と第2の対向電極217との間に、第2の周波数 $f_2$ のバースト波状の電圧を印加する。その結果、圧電素子210の第2の電極212が形成されている分極形成領域から、第2の周波数 $f_2$ を有する第2の超音波502が射出される。

【0053】

第1の超音波501と第2の超音波502とは、第1の実施形態の場合と同様に、焦域510に集束し、互いに交差する。このとき、焦域510において、周波数が $f_2 - f_1$ である差音503が発生する。この焦域510に生体組織固有の弾性的な不連続部位があった場合、焦域510において発生した差音503は、反射して超音波探触子220に向けて伝播する。

10

【0054】

超音波探触子220の圧電素子210は、差音503を含む反射波を受ける。このとき、この反射波の音圧によって、圧電材112が振動し、第3の電極213と第3の対向電極218の間、及び第4の電極214と第4の対向電極219の間の電圧が変化する。この電圧変化は、受信信号としてレシーバ268に出力される。

【0055】

レシーバ268は、受信信号を増幅し、増幅した受信信号を信号処理装置170に出力する。また、第1の実施形態と同様に、XYZステージ180は、コントローラ160の制御の下、超音波探触子220にスキニングさせる。信号処理装置170は、第1の実施形態の場合と同様に、スキャン中に入力した受信信号に対してフィルタリング処理等を施し、差音503に由来する信号を抽出する。その後は第1の実施形態の場合と同様に、抽出した信号及びスキャンによる座標に基づいて、画像を構築する。

20

【0056】

本実施形態によっても第1の実施形態と同様に、空間分解能が高い超音波イメージング装置を提供することができる。さらに、本実施形態によれば、第1の電極211及び第2の電極212を用いて超音波を射出しながら、第3の電極213及び第4の電極214を用いて反射波を受信できるので、画像取得の時間を短縮することができる。

【0057】

なお、本実施形態においても、第1の実施形態の第1の変形例と同様に、焦域510において発生する周波数 $f_1 + f_2$ を有する和音を用いて画像取得を行うこともできる。また、第2の変形例と同様に、第1の電極211及び第2の電極212においてそれぞれ第1の超音波501と第2の超音波502との両方を発生させてもよい。また、超音波を射出するための電極を3組とし、受信するための電極を1組としてもよい。また、第4の変形例と同様に、電極数を増やして、超音波を射出又は受信するための電極の数を増やしてもよい。また、第5の変形例と同様に、射出する超音波の周波数を3種類以上としてもよい。それぞれにおいて、第1の実施形態の各変形例と同様の効果を得ることができる。

30

【0058】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても、発明が解決しようとする課題の欄で述べられた課題が解決でき、かつ、発明の効果が得られる場合には、この構成要素が削除された構成も発明として抽出され得る。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

40

【符号の説明】

【0059】

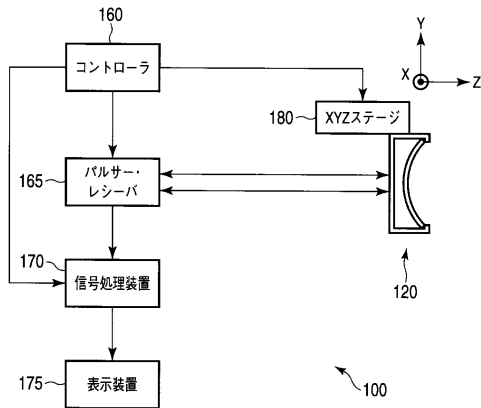
100...パラメトリックイメージング装置、110...圧電素子、112...圧電材、114...第1の電極、114a...第1の回り込み電極、114b...第1の端子、114c, 116c, 118c...リード線、116...第2の電極、116a...第2の回り込み電極、116b...第2の端子、118...共通電極、120...超音波探触子、122...筐体、124

50

... バッキング材、 1 2 6 ... 接着剤、 1 3 0 ... 圧電素子、 1 3 2 ... 圧電材、 1 6 0 ... コントローラ、 1 6 5 ... パルサー・レシーバ、 1 7 0 ... 信号処理装置、 1 7 5 ... 表示装置、 1 8 0 ... X Y Z ステージ、 2 0 0 ... パラメトリックイメージング装置、 2 1 0 ... 圧電素子、 2 1 1 ... 第 1 の電極、 2 1 1 a ... 第 1 の回り込み電極、 2 1 1 b ... 第 1 の端子、 2 1 2 ... 第 2 の電極、 2 1 2 a ... 第 2 の回り込み電極、 2 1 2 b ... 第 2 の端子、 2 1 3 ... 第 3 の電極、 2 1 3 a ... 第 3 の回り込み電極、 2 1 3 b ... 第 3 の端子、 2 1 4 ... 第 4 の電極、 2 1 4 a ... 第 4 の回り込み電極、 2 1 4 b ... 第 4 の端子、 2 1 6 ... 第 1 の対向電極、 2 1 6 b ... 第 1 の対向端子、 2 1 7 b ... 第 2 の対向端子、 2 1 7 ... 第 2 の対向電極、 2 1 8 b ... 第 3 の対向端子、 2 1 8 ... 第 3 の対向電極、 2 1 9 b ... 第 4 の対向端子、 2 1 9 ... 第 4 の対向電極、 2 2 0 ... 超音波探触子、 2 6 6 ... パルサー、 2 6 8 ... レシーバ、 5 0 1 ... 第 1 の超音波、 5 0 2 ... 第 2 の超音波、 5 0 3 ... 差音、 5 1 0 ... 焦域、 9 1 0 ... カップリング材、 9 2 0 ... 生体組織。

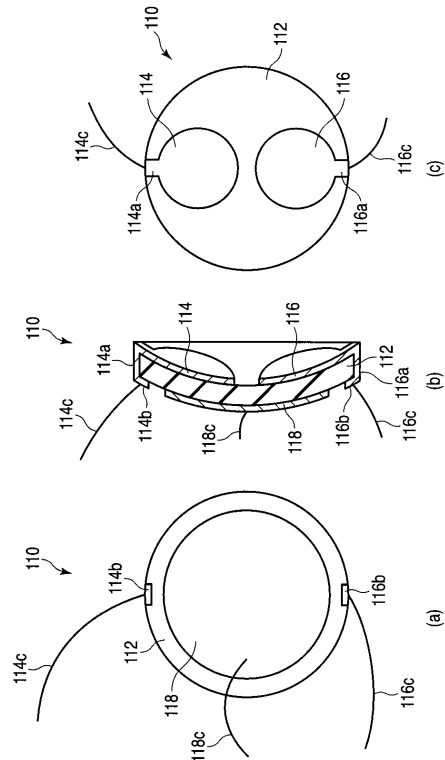
【 図 1 】

図 1



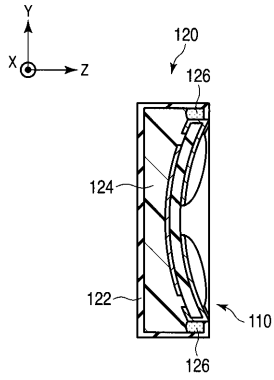
【 図 2 】

図 2



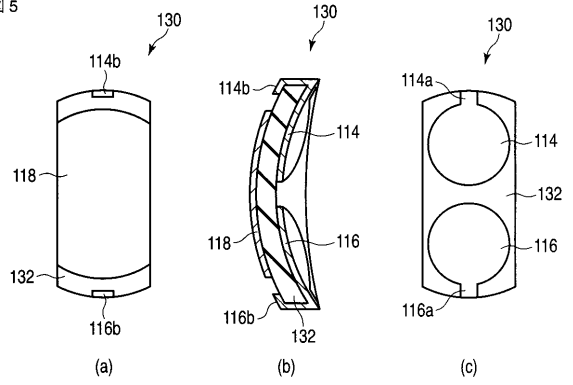
【 図 3 】

図 3



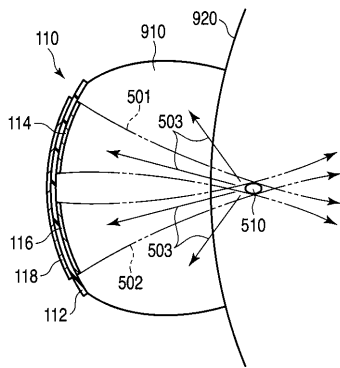
【 図 5 】

図 5



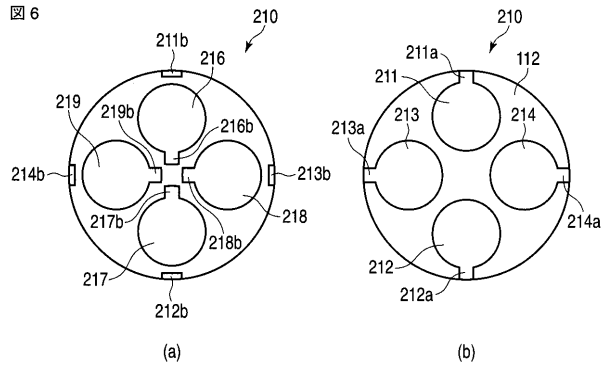
【 図 4 】

図 4



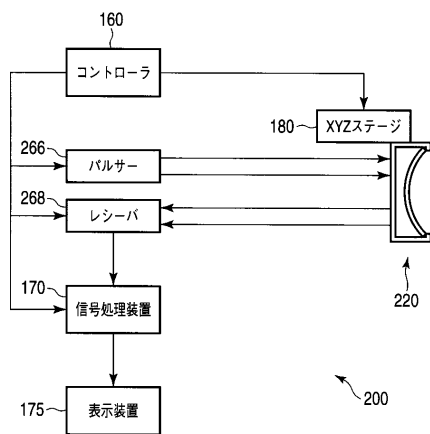
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805  
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 舟窪 朋樹  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリパス株式会社内  
Fターム(参考) 4C601 BB03 EE04 HH04 HH35

专利名称(译)	超声探头和使用其的成像设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2012249950A</a>	公开(公告)日	2012-12-20
申请号	JP2011126472	申请日	2011-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	舟窪朋樹		
发明人	舟窪 朋樹		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE04 4C601/HH04 4C601/HH35		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供能够精确地穿过多个超声波的超声波探头。压电元件包括具有球形形状的压电材料。在压电元件110的凹侧上，形成第一电极114和第二电极116。在压电元件110的凸面上，形成公共电极118。当经由引线114c和118c在第一电极114和公共电极118之间施加AC电压时，从形成第一电极114的偏振形成区域发射聚焦的超声波。当经由引线116c和118c在第二电极116和公共电极118之间施加AC电压时，从形成第二电极116的偏振形成区域发射聚焦的超声波。由于这些超声波的行进方向是压电元件110的凹球面的法线方向，因此两个超声波聚焦在凹球面的中心位置并在那里相交。 .The