

(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2010-194085

(P2010-194085A)

(43) 公開日 平成22年9月9日(2010.9.9)

(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 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-42077(P2009-42077)  
(22) 出願日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(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 堀内 亮  
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  
(72) 発明者 中原 雅文  
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) 4C601 BB02 EE13 GB04 GB26 GB44  
GB45 HH11 HH38 JB38 KK12

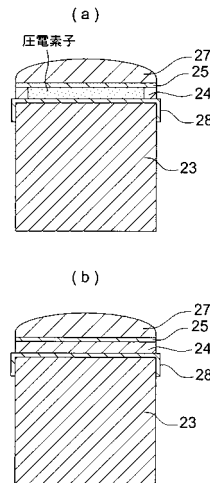
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】少数の圧電素子を用いて小型でありながら低コストで超音波画像を構築できる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】1個の超音波の送信用素子である圧電素子と1個の超音波の受信用素子である圧電素子との組み合わせを用いることで、反射源Rの存在する確率を有する位置の範囲を、各々の圧電素子の相対位置として求める。さらに、複数の送信用素子である圧電素子と受信用素子である圧電素子の組み合わせを採用し、各々の組み合わせにおいて、同様に反射源Rが存在する確率を有する位置の範囲を求めていくことで、反射源Rが存在する位置、ひいては反射源Rの形状を算出する。

【選択図】図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波信号を被検体内に送信可能な複数の送信用素子を有し、前記複数の送信用素子の中から、一つの送信用素子を選択して第 1 超音波信号を送信させる送信手段と、

超音波信号を受信可能な複数の受信用素子を有し、前記複数の受信用素子の中から、一つの受信用素子を選択して、選択された送信用素子が送信した前記第 1 超音波信号が前記被検体内の反射源で反射して生成された第 2 超音波信号を受信させる受信手段と、

選択された送信用素子が前記第 1 超音波信号を送信した後、選択された受信用素子が前記第 2 超音波信号を受信するまでの時間を計測して、選択された送信用素子と選択された受信用素子に対する前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出する算出手段と、

前記送信手段と、前記受信手段と、前記算出手段とを制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、前記複数の送信用素子と前記複数の受信用素子の中から各々一つずつ選択して前記算出手段に前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出させる動作を、前記複数の送信用素子と前記複数の受信用素子の所定の組み合わせについて実施し、前記反射源が存在する確率を有する全ての相対位置の算出結果を基に、前記反射源が存在する確率が高い位置を算出することを特徴とする超音波診断装置。

10

## 【請求項 2】

超音波信号を被検体内に送信可能な複数の送信用素子を有し、前記複数の送信用素子の中から、複数の送信用素子を選択して第 1 超音波信号を送信させる送信手段と、

超音波信号を受信可能な複数の受信用素子を有し、前記複数の受信用素子の中から、一つの受信用素子を選択して、選択された送信用素子が送信した前記第 1 超音波信号が前記被検体内の反射源で反射して生成された第 2 超音波信号を受信させる受信手段と、

選択された複数の送信用素子を合成した仮想送信用素子が前記第 1 超音波信号を送信した後、選択された受信用素子が前記第 2 超音波信号を受信するまでの時間を計測して、前記仮想送信用素子と選択された受信用素子に対する前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出する算出手段と、

前記送信手段と、前記受信手段と、前記算出手段とを制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、前記仮想送信用素子と前記複数の受信用素子の中から各々一つずつ選択して前記算出手段に前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出させる動作を、仮想送信用素子と前記複数の受信用素子の所定の組み合わせについて実施し、前記反射源が存在する確率を有する全ての相対位置の算出結果を基に、前記反射源が存在する確率が高い位置を算出することを特徴とする超音波診断装置。

20

30

## 【請求項 3】

前記送信手段はドライブ符号化パルスである第 1 超音波信号を生成するドライブ符号化パルス形成手段を有し、

前記受信手段は前記第 2 超音波信号を復号化する復号化手段を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波信号を被検体内に送信し、反射した超音波信号を基に、被検体内の超音波画像を構築する小型の超音波診断装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波診断装置は、診断対象の被検体の内部を超音波信号で走査して反射波を受信し、反射波の強度に対応した画像データを求め、それによっていわゆる B モード画像と呼ばれる 2 次元断面画像（超音波画像）を生成する。一般的には病院等で用いるものであって、医療機関には普及しており、広く知られるところであるが、一般消費者が任意の場所や状況で使用することは想定されていない。しかし、情報端末機器の普及に伴って、高度な情報機器を消費者が個人的に携帯し、任意の場所や状況で使用することは一般化しつつある

50

ので、従来では医療機関で用いられている超音波診断装置であっても、消費者が個人的に携帯し、任意の場所や状況で使用することが可能となれば利便性が著しく向上する。

【0003】

このような目的で提案された小型の超音波診断装置がある（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に示した技術は、超音波探触子を術者が被検体に対して手で走査し、超音波探触子の傾き角度と移動方向の各々をセンサで検出し、反射波の受信信号とを合わせて超音波面像を再構成するものである。超音波信号を送受信する圧電素子の数が非常に少ないことから超音波探触子にとってスケールメリットがあり、超音波探触子および超音波診断装置の小型化に繋がる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-229245号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の技術においては、圧電素子の数が少ないのでどうしても超音波画像の画質が低下する。また、センサの出力から角度や位置を求めるには、高価なセンサや非常に複雑な電子回路や高度な座標再構成アルゴリズムを必要とし、高価格となってしまう。

【0006】

本発明は、少数の圧電素子を用いて小型でありながら低コストで超音波画像を構築でき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】

【0007】

前述の目的は、下記に記載する発明により達成される。

【0008】

1. 超音波信号を被検体内に送信可能な複数の送信用素子を有し、前記複数の送信用素子の中から、一つの送信用素子を選択して第1超音波信号を送信させる送信手段と、

超音波信号を受信可能な複数の受信用素子を有し、前記複数の受信用素子の中から、一つの受信用素子を選択して、選択された送信用素子が送信した前記第1超音波信号が前記被検体内の反射源で反射して生成された第2超音波信号を受信させる受信手段と、

選択された送信用素子が前記第1超音波信号を送信した後、選択された受信用素子が前記第2超音波信号を受信するまでの時間を計測して、選択された送信用素子と選択された受信用素子に対する前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出する算出手段と、

前記送信手段と、前記受信手段と、前記算出手段とを制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、前記複数の送信用素子と前記複数の受信用素子の中から各々一つずつ選択して前記算出手段に前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出させる動作を、前記複数の送信用素子と前記複数の受信用素子の所定の組み合わせについて実施し、前記反射源が存在する確率を有する全ての相対位置の算出結果を基に、前記反射源が存在する確率が高い位置を算出することを特徴とする超音波診断装置。

【0009】

2. 超音波信号を被検体内に送信可能な複数の送信用素子を有し、前記複数の送信用素子の中から、複数の送信用素子を選択して第1超音波信号を送信させる送信手段と、

超音波信号を受信可能な複数の受信用素子を有し、前記複数の受信用素子の中から、一つの受信用素子を選択して、選択された送信用素子が送信した前記第1超音波信号が前記被検体内の反射源で反射して生成された第2超音波信号を受信させる受信手段と、

選択された複数の送信用素子を合成した仮想送信用素子が前記第1超音波信号を送信した後、選択された受信用素子が前記第2超音波信号を受信するまでの時間を計測して、前記仮想送信用素子と選択された受信用素子に対する前記反射源が存在する確率を有する相

10

20

30

40

50

対位置を算出する算出手段と、

前記送信手段と、前記受信手段と、前記算出手段とを制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、前記仮想送信用素子と前記複数の受信用素子の中から各々一つずつ選択して前記算出手段に前記反射源が存在する確率を有する相対位置を算出させる動作を、仮想送信用素子と前記複数の受信用素子の所定の組み合わせについて実施し、前記反射源が存在する確率を有する全ての相対位置の算出結果を基に、前記反射源が存在する確率が高い位置を算出することを特徴とする超音波診断装置。

【0010】

3. 前記送信手段はドライブ符号化パルスである第1超音波信号を生成するドライブ符号化パルス形成手段を有し、

前記受信手段は前記第2超音波信号を復号化する復号化手段を有することを特徴とする前記1または2に記載の超音波診断装置。

【発明の効果】

【0011】

少数の圧電素子を用いて小型でありながら低コストで超音波画像を構築できる超音波診断装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】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。

【図3】超音波探触子の概要を示す三面図である。

【図4】音響分離部24、共通電極、音響整合層27を除去し、超音波探触子2を斜め方向から観察した概要図である。

【図5】超音波探触子2を側面から観察した断面図である。

【図6】1個の超音波の送信用素子である圧電素子と1個の超音波の受信用素子である圧電素子を用いて反射源Rの存在位置を求める方法の概要図である。

【図7】超音波の送信用素子である圧電素子と超音波の受信用素子である圧電素子の複数の組み合わせを2個用意した場合における反射源Rの存在する確率を有する位置を求める方法の概要図である。

【図8】反射源R2が微小な反射源の集合であるとして、複数の反射源楕円を描いた概要図である。

【図9】被検体内の第1超音波信号を反射する反射源の形状を測定する測定フロー図である。

【図10】第1超音波信号を反射する2次元状の物体である。

【図11】反射源が存在する確率を有する位置の集合である反射源楕円の形状を算出した結果である。

【図12】ファントムの計算結果である。

【図13】パソコンPを用いた超音波診断装置の構成の概要図である。

【図14】パソコンPを用いた場合の超音波診断装置Sの電気的な構成を示すブロック図である。

【図15】符号化送受信法の概要を説明する図である。

【図16】13ビットのパーカーコードの一例を表す概要図である。

【図17】複数の点音源である圧電素子aからeに、この順番で所定の時間間隔で超音波信号を送信させた際の超音波波面の様子を示す概要図である。

【図18】複数の点音源から送信される第1超音波信号が所定の時刻に1点に集めることで、1点の想定点音源が位置Fに形成される波面の様子を示す概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に本発明の実施形態を図面により説明するが、本発明は以下に説明する実施形態に限られるものではない。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

10

20

30

40

50

ることを示し、その説明を省略する。

【0014】

超音波診断装置について図1、図2を用いて説明する。図1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2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。

【0015】

超音波診断装置Sは、図1に示すように、図略の被検体Hに対して超音波（第1超音波信号とも称す）を送信すると共に、被検体Hで反射した超音波信号の反射波（第2超音波信号とも称す）を受信する超音波探触子2と、超音波探触子2とケーブル3を介して接続され、超音波探触子2へケーブル3を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子2に被検体Hに対して第1超音波信号を送信させると共に、超音波探触子2で受信された被検体H内からの第2超音波信号に応じて超音波探触子2で生成された受信信号に基づいて被検体H内の内部状態を超音波画像として画像化する超音波診断装置本体1とを備えて構成される。

10

【0016】

超音波探触子2は、複数の圧電素子を備えており、例えば図2に示すように、圧電素子a、b、c、d、eの五つの圧電素子を備えている。圧電素子a、b、c、d、eのうち、圧電素子b、dは超音波を送受信する機能を有し、圧電素子a、c、eは超音波を送信する機能のみ有している。超音波信号を受信する圧電素子b、dには過度の電気信号等から回路を保護する保護回路29が接続されている。

20

【0017】

超音波診断装置本体1は、例えば、図2に示すように、診断開始を指示するコマンドや被検体Hの個人情報等のデータを入力する操作入力部11と、超音波探触子2へケーブル3を介して電気信号の送信信号を供給することで超音波探触子2に第1超音波信号を発生させるよう駆動する送信手段である送信部12と、超音波探触子2からケーブル3を介して受信信号を受信する受信手段である受信部13と、受信部13で受信した受信信号に基づいて信号処理を実施する信号処理部17と、信号処理部17の出力に基づいて被検体H内の内部状態の画像（超音波画像）を生成する画像処理部14と、信号処理部17や画像処理部14で得られた結果等を記憶させる記憶部18と、画像処理部14で生成された被検体H内の内部状態の画像を表示する表示部15と、これら操作入力部11、送信部12、受信部13、画像処理部14、表示部15、信号処理部17および記憶部18を、該機能に応じて制御することによって超音波診断装置Sの全体制御を行う制御部16と、を備えて構成される。

30

【0018】

送信部12は、例えば、所定の信号波形を有する送信信号を生成するファンクションジェネレータ12a、生成された送信信号を増幅するリニアアンプ12b、そして、超音波探触子2を構成する圧電素子の各々に、逐次時系列に送信信号を印加するためのチャンネル切替回路12cを備えてなる。

【0019】

受信部13は、被検体Hから反射して生成された第2超音波信号を受信して超音波探触子2を構成する圧電素子b、dが変換した電気信号を増幅するプリアンプ13aと、増幅された電気信号をアナログ値からデジタル値へ変換するADコンバータ13bを備えてなる。

40

【0020】

次に超音波探触子2の形態について図3から図5を用いて説明する。図3は超音波探触子2の概要を示す三面図である。図3(a)は超音波探触子2の正面図、図3(b)は超音波探触子2の上面図、図3(c)は超音波探触子2の側面図である。

【0021】

図3(a)の超音波探触子2の正面図と図3(c)の超音波探触子2の側面図とにおいて、図中下側から上側に順に、音響制動部材23、音響分離部24、共通電極25、音響

50

整合層 27 の順で積層されている。個別電極 28 は、超音波探触子 2 内に備えられている後述する複数の圧電素子の各々に個別に備えられており、各圧電素子に電気信号を送受信するための図示しない信号線を接続するための電極である。

【0022】

図 3 (b) の超音波探触子 2 の上面図において、個別電極 28 が音響制動部材 23 の側面から露出している。

【0023】

次に、超音波探触子 2 における、圧電素子の位置関係等を説明する。図 4 は、音響分離部 24、共通電極 25、音響整合層 27 を除去し、超音波探触子 2 を斜め方向から観察した概要図である。音響制動部材 23 の上部に 5 個の圧電素子 a、b、c、d、e が配置され、各圧電素子の下部には個別電極 28 が備えられている。説明の簡易化のために圧電素子の数を 5 個としたが、圧電素子の数が多いほど超音波画像の分解能が向上するので好ましい。圧電素子と個別電極 28 は、少なくとも 2 つ用意される。圧電素子は圧電現象を利用することによって電気信号と超音波信号との間で相互に信号を変換する。

10

【0024】

圧電素子は無機圧電材料または有機圧電材料を成分とする。無機圧電材料には、例えば PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) を用いることができる。有機圧電材料には、例えば、フッ化ビニリデンの重合体を用いることができる。また例えば、有機圧電材料は、フッ化ビニリデン (VDF) 系コポリマを用いることができる。

20

【0025】

図 5 は、超音波探触子 2 を側面から観察した断面図である。図 5 (a) は図 3 (b) における AA' 断面を側面から観察した断面図であり、図 5 (b) は図 3 (b) における BB' 断面を側面から観察した断面図である。

【0026】

図 5 (a) は、圧電素子の断面図を含んだ超音波探触子 2 の断面図であり、圧電素子は上下の各面に個別電極 28 と共通電極 25 とを備えている。共通電極 25 は、各圧電素子に共通に導通するように各圧電素子の上面に共有化されて形成される。図 5 (b) は圧電素子の断面図を含まない超音波探触子 2 の断面図であり、音響分離部 24 が各圧電素子の間を満たすように形成されている。

30

【0027】

音響制動部材 23 は、超音波信号を吸収する材料から構成され、複数の圧電素子から音響制動部材 23 方向へ放射される超音波信号を吸収するものである。

【0028】

圧電素子 a から e には、送信部 12 からケーブル 3 から電気信号が入力される。この電気信号は、圧電素子の個別電極 28 と共通電極 25 との間に入力される。複数の圧電素子は、この電気信号を第 1 超音波信号に変換することによって第 1 超音波信号を送信する。

【0029】

音響分離部 24 は、圧電素子の音響インピーダンスに比して値が大きく異なる低音響インピーダンス樹脂から構成され、音響インピーダンスが大きく異なることにより、音響分離材として働き、これら圧電素子間の相互干渉を低減する機能を有する。音響分離部 24 によって各圧電素子間におけるクロストークの低減が可能となる。

40

【0030】

共通接地電極 25 は、導電性の材料から構成され、図略の配線によって接地されている。

【0031】

音響整合層 27 は、圧電素子の音響インピーダンスと被検体 H の音響インピーダンスとの整合をとる部材である。音響整合層 27 は、円弧状に膨出した形状とされ、被検体 H に向けて送信される第 1 超音波信号を収束する音響レンズの機能を有する。

【0032】

このような構成の超音波診断装置 S では、例えば、操作入力部 11 から診断開始の指示

50

が入力されると、制御部 16 の制御によって送信部 12 で電気信号の送信信号が生成される。

【0033】

生成された電気信号の送信信号は、ケーブル 3 を介して超音波探触子 2 へ供給される。より具体的には、この電気信号の送信信号は、後述するように、超音波探触子 2 における圧電素子 a から e のうちの一つへ供給される。この電気信号の送信信号は、例えば、所定の周期で繰り返される電圧パルスである。電気信号の送信信号が供給された圧電素子はその厚み方向に伸縮し、この電気信号の送信信号に応じて超音波振動するよう駆動される。この超音波振動によって、圧電素子は、共通接地電極 25、音響整合層 27 を介して超音波を放射する。超音波探触子 2 が被検体 H に例えば当接されていると、これによって超音波探触子 2 から被検体 H に対して超音波が送信される。

10

【0034】

なお、超音波探触子 2 は、被検体 H の表面上に当接して用いられてもよいし、被検体 H の内部に挿入して、例えば、被検体 H の体腔内に挿入して用いられてもよい。

【0035】

この被検体 H に対して送信された超音波は、被検体 H 内部における音響インピーダンスが異なる 1 または複数の境界面で反射され、超音波の反射波となる。

【0036】

反射波の超音波は、超音波探触子 2 で受信される。より具体的には、反射波の超音波は、音響整合層 27 を介して圧電素子で受信され、圧電素子で機械的な振動が受信信号として電気信号に変換されて取り出される。取り出された受信信号は、ケーブル 3 を介して制御部 16 で制御される受信部 13 で受信される。

20

【0037】

画像処理部 14 は、後述するように受信部 13 で受信した受信信号に基づいて、送信から受信までの時間などから信号処理部 17 が被検体 H 内に存在する反射源の座標を算出した結果を基に、超音波画像を生成する。

【0038】

表示部 15 は、制御部 16 の制御によって、画像処理部 14 で生成された被検体 H 内の内部状態の超音波画像を表示する。

【0039】

次に、被検体 H 内部の超音波画像を測定する原理について図 6 を用いて説明する。簡易化のため、被検体 H 内の内部に第 1 超音波信号を反射して第 2 超音波信号を生成する微小な大きさを有する反射源 R が存在するとし、この反射源 R の位置を測定するとして説明する。なお、超音波信号が伝播する場合は 2 次元であるとする。

30

【0040】

図 6 は、1 個の超音波の送信用素子である圧電素子と 1 個の超音波の受信用素子である圧電素子を用いて反射源 R の位置を求める方法の概要図である。

【0041】

A は超音波の送信用素子である圧電素子であり、B は点音源である超音波の受信用素子である圧電素子である。圧電素子 A、B 間の距離を L とする。

40

【0042】

圧電素子 A から送信されたパルス状の第 1 超音波信号が、x y 平面上に存在する反射源 R で反射され、任意の時刻 t に圧電素子 B にて受信される。被検体 H 内の音速を c とすると、第 1 超音波信号は  $d = ct$  の距離を伝播してきたことになる。反射が生じた反射源 R の位置は、圧電素子 A および圧電素子 B の位置を焦点とした短径  $L_1 = (d^2 - L^2)^{1/2}$ 、長径  $L_2 = d$  の楕円の周上のいずれかに存在することになる（この楕円を反射源楕円とも称す）。

【0043】

このように 1 個の超音波の送信用素子である圧電素子 A と、1 個の超音波の受信用素子である圧電素子 B との組み合わせを用いることで、反射源 R の存在する確率を有する位置

50

の範囲を、各々の圧電素子 A、B との相対位置として求めることができる。従って、送信用の圧電素子と受信用の圧電素子の複数の組み合わせを採用し、各々の組み合わせにおいて、同様に反射源 R が存在する確率を有する位置の範囲を求めていくことで、反射源 R が存在する位置を絞っていくことができる。具体的には、超音波の送信用素子である圧電素子と超音波の受信用素子である圧電素子の複数の組み合わせで得られる反射源楕円の座標を求め、反射源 R が存在する確率の大きい位置を、各反射源楕円の重なり部分として算出する。

【 0 0 4 4 】

例えば、超音波の送信用素子である圧電素子と超音波の受信用素子である圧電素子の複数の組み合わせを 2 個用意した例を図 7 に示す。

10

【 0 0 4 5 】

図 7 は、超音波の送信用素子である圧電素子と超音波の受信用素子である圧電素子の複数の組み合わせを 2 個用意した場合における反射源 R の存在する確率を有する位置を求める方法の概要図である。

【 0 0 4 6 】

A と C は超音波の送信用素子である圧電素子（点音源）であり、B は超音波の受信用素子である圧電素子である。圧電素子 A と圧電素子 B の組み合わせによって反射源 R が存在すると予想される位置は反射源楕円 E 1 の周上である。同様に、圧電素子 C と圧電素子 B の組み合わせによって反射源 R が存在すると予想される位置は反射源楕円 E 2 の周上である。反射源 R の存在すると考えられる位置は、反射源楕円 E 1 と反射源楕円 E 2 の交点 Q 1、Q 2 のいずれかであると絞られる。

20

【 0 0 4 7 】

反射源 R が上記のように微小な大きさの場合だけでなく、第 1 超音波信号の波長に比して無視できない大きさを有する場合には、反射源 R の形状を求めることができる。反射源 R の形状を求める方法について図 8 を用いて説明する。図 8 は、反射源 R 2 が微小な反射源の集合であるとして、複数の反射源楕円を描いた概要図である。反射源 R 2 は四角形であるとする。A は超音波の送信用素子である圧電素子であり、B は点音源である超音波の受信用素子である圧電素子である。超音波の送信用素子である圧電素子 A から送信された第 1 超音波信号は反射源 R 2 において反射され、反射波は超音波の受信用素子である圧電素子 B で受信される。反射源 R 2 は四角形であり、反射源 R 2 をなす各部位が微小な反射源であると看做せるので、反射源 R 2 の各部位において反射波が発生する。各部位の相対位置は、上記のように、圧電素子 A、B を焦点とする反射源楕円の周上に存在する。

30

【 0 0 4 8 】

従って、図 8 に示すように、四角形である反射源 R 2 は、反射源 R 2 に接する最も小さい反射源楕円 E 6 と、同じく反射源 R 2 に接する最も大きい反射源楕円 E 3 に囲まれた範囲（反射源楕円 E 4、5 を含む）に存在する複数の反射源楕円の周上に存在する確率を有すると言える。

【 0 0 4 9 】

実際には、超音波を反射する反射源は、少なくとも第 1 超音波信号の波長と同等の大きさを有していると看做せるので、反射源 R 2 の形状を、第 1 超音波信号の大きさで除した数の微小な反射源が存在すると看做すことができる。図 8 においては、簡単化のため、4 つの反射源楕円を描画した。反射源 R の形状を、より特定していくには、図 7 で示したように、さらに多くの超音波の送信用素子である圧電素子と超音波の受信用素子である圧電素子を用意して、複数の反射源楕円を描画していく。そして、描画した反射源楕円の重なりが多い部分が、求める反射源 R 2 が存在する確率の高い位置であるとして反射源 R 2 の形状を求めていく。

40

【 0 0 5 0 】

次に実際に、被検体 H 内の第 1 超音波信号を反射する反射源 R の形状を測定する測定フローについて図 9 を用いて説明する。

【 0 0 5 1 】

50

最初にステップ S 1 にて、制御部 1 6 は、送信部 1 2 に、チャンネル切替回路 1 2 c を用いて 1 個の送信用の圧電素子を選択し、ファンクションジェネレータ 1 2 a とリニアアンプ 1 2 b で作製した電気信号を伝送し、第 1 超音波信号を送信させる。

【 0 0 5 2 】

次にステップ S 2 にて、制御部 1 6 は、送信された第 1 超音波信号が被検体 H 内の反射源 R において反射して生成された第 2 超音波信号を、受信部 1 3 にて所定の受信用素子を選択させて受信させる。

【 0 0 5 3 】

次にステップ S 3 にて、信号処理部 1 7 は、第 2 超音波信号が送信されてから受信されるまでの時間を、制御部 1 6 が自身に備えられたクロックを用いて算出する。

10

【 0 0 5 4 】

次にステップ S 4 にて、信号処理部 1 7 は、反射源楕円の座標を反射源 R が存在する位置を、選択した送信用素子と受信用素子との相対位置として算出し、記憶部 1 8 に記憶させる。すなわち、制御部 1 6 は該相対位置の算出手段として機能する。

【 0 0 5 5 】

次にステップ S 5 にて、信号処理部 1 7 は、送信用の圧電素子と受信用の圧電素子の他の組み合わせを選択してステップ S 1 に移る。他の組み合わせが所定数に到達すれば、ステップ S 6 に移り、送信用の圧電素子と受信用の圧電素子の全ての組み合わせについて求めた各反射源楕円の座標を記憶部 1 8 から呼び出し、各々の座標の重なりが多い部分を求める。例えば、重なりが所定回数生じた座標のみを算出し、反射源 R の一部の座標であると特定する。この動作を全ての反射源楕円を実施し反射源 R の形状を算出し、フローは終了する。

20

【 0 0 5 6 】

次に、被検体 H 内の所定の被測定物に対して、本実施形態に係る形状を測定する原理を用いて、形状測定を行う計算結果を示す。測定対象である所定の被測定物を図 1 0 に示す。図 1 0 は、第 1 超音波信号を反射する 2 次元状の物体（ファントムとも称す）である。ファントムは白線で囲まれた領域であり、白線部分が第 1 超音波信号を反射するものとする。計算に用いる超音波探触子は図 3 で示した超音波探触子を採用する。圧電素子 b、d を、第 1 超音波信号を送信しかつ第 2 超音波信号を受信する圧電素子とし、圧電素子 a、c、e を、第 1 超音波信号を送信のみ行う圧電素子であるとする。送信と受信の 1 0 通り

30

【 0 0 5 7 】

図 1 1 は、各々の組み合わせにおいて、反射源 R が存在する確率を有する位置の集合である反射源楕円の形状を算出した結果である。同図 ( a ) から ( e ) は圧電素子 b が受信用の圧電素子で共通し、同図 ( a ) から ( e ) の順で、送信用の圧電素子が a から e となる。同図 ( f ) から ( j ) は圧電素子 d が受信用の圧電素子で共通し、同図 ( f ) から ( j ) の順で、送信用の圧電素子が a から e となる。

【 0 0 5 8 】

40

このように、各々の送信用の圧電素子と受信用の圧電素子の組み合わせ毎に、ファントムの異なる計算結果を得ることができる。なお、各計算結果は超音波探触子 2 における所定の位置を基準位置とした計算結果である。これらの計算結果を、所定の基準位置を基に、座標を合わせて画素値の大きい部分を算出すると図 1 2 の結果を得る。図 1 2 はファントムの計算結果である。図 1 2 では、反射源楕円の形状の重なりが多い部分が黒くなるように表示されている。同図に示されたように、ファントムと同様の形状の部分が黒く表示され、本実施形態にかかる被検体 H 内の所定の被測定物に対する形状を測定する原理が有効であることが証明された。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態においては、上記のように一つの圧電素子に超音波信号を送信させた

50

場合には、その圧電素子自体が点音源となるが、点音源が、複数の点音源で構成した想定点音源を用いることもできる。以下に図17、図18を用いて説明する。図17は、複数の点音源である圧電素子aからeに、この順番で所定の時間間隔で超音波信号を送信させた際の超音波波面の様子を示す概要図である。圧電素子aからeが送信した超音波信号は平面波を形成し、時間間隔の設定により、平面波の送信方向を任意に変更することができる。平面波を形成させることで、被検体Hに第1超音波信号を送信する際に障害物が存在する場合に、障害物を避けて第1超音波信号を送信することができる。このような平面波は、無限遠方に存在する点音源から球面波が伝播してきたと考えることもできるが、所定の時間に所定の位置に存在する点音源から球面波が送信されたと扱うこともできる。例えば図17においては、平面波が圧電素子Cを通過したタイミングにおいて、位置Fに想定点音源が第1超音波信号を送信したのものとして、上記のように反射源Rの位置を求めることができる。位置Fは、圧電素子Cを通過する平面波がいずれかに存在する想定点音源の存在する位置である。想定点音源を平面波が通過する時刻、そして例えば圧電素子Aに第2超音波信号が反射してきた時刻から上記のように想定点音源と圧電素子Aとの相対位置を求めることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0060】

想定点音源は、平面波上に存在するとしてもよいし、図18に示すように、複数の点音源から一箇所の点音源を作製してもよい。図18は、複数の点音源から送信される第1超音波信号が所定の時刻に1点に集めることで、1点の想定点音源が位置Fに形成される波面の様子を示す概要図である。図18においては、圧電素子aからeが送信する超音波信号が所定の時刻に位置Fに到達する。所定の時刻に同一位置に到達した波は同位相であるので、その位置に想定点音源が存在すると考えることができる。

#### 【0061】

従って、位置Fに想定点音源が第1超音波信号を送信したのものとして、想定点音源に超音波信号が送信される時刻、そして例えば圧電素子Aに第2超音波信号が反射してきた時刻から上記のように想定点音源と圧電素子Aとの相対位置を求めることができる。このように実際の圧電素子が存在しない位置に想定点音源を設けることで、障害物が存在する場合にも被検体Hの内部を診断することができる。

#### 【0062】

なお、超音波診断装置Sは、図1に示したような構成でもよいし、外部の汎用のコンピュータに制御部16、表示部15、操作入力部11の役割を持たせてもよい。汎用のコンピュータとしては、例えばパーソナルコンピュータ(パソコン)を用いることができる。パソコンを用いることで、小型で低コストの超音波診断装置Sを提供できる。パソコンPを用いた超音波診断装置の構成の概要図を図13に示す。パソコンPはパソコン本体P1、キーボードP2、液晶ディスプレイ等のディスプレイP3からなる。本体P1が制御部16に、キーボードP2が操作入力部11に、ディスプレイP3が表示部15に相当する。パソコンPを用いた場合の超音波診断装置Sの電気的な構成を示すブロック図を図14に示す。超音波診断装置Sの外部のパソコンPに制御部16、表示部15、操作入力部11が配置される。このように汎用的なパソコンを用いて超音波診断を実施する場合には、超音波診断に必要な超音波診断用ソフトウェアを予めインストールする。超音波診断用ソフトウェアは、パソコンの機能を使用して超音波診断を実施する機能を有す。また、超音波診断用ソフトウェアは、超音波診断を実施する手順を、術者に示す機能をも有する。具体的には、術者がキーボードや不図示のマウスを用いて順に入力するに従って、超音波診断装置を操作する手順を表示部に表示していく。ヘルプ機能による細かな解説書や、具体的な取り扱い説明図や、超音波診断装置Sにより診断操作の例のモデル例(ビデオ撮影した操作例)なども用意し、全くの素人でも診断画像が得られるように説明が準備されていることが好ましい。これは、超音波診断は非侵襲であるため、失敗や診断に多少時間が掛かって大きな問題は起こらないことを利用したものである。また、パソコンとの接続は、市販の接続機能であるUSBケーブルなどによって接続できるようにすることが好ましい。

## 【 0 0 6 3 】

超音波診断用ソフトウェアは、超音波探触子 2 の機能が正常に保たれているかを判定する機能を有す。例えば、送信用の圧電素子が所定の強度の第 1 超音波信号を送信することができるか、または、受信用の圧電素子が所定の強度の第 2 超音波信号に対して、所定の強度の電気信号に変換することができるか、等の判定を実施する。判定は個々の圧電素子に対して順番に実施してもよいし、複数の圧電素子に一括して実施してもよい。具体的には、送信用の圧電素子の判定については、一つの送信用の圧電素子を駆動し、その近傍に位置する受信用の圧電素子で第 1 超音波信号を受信し、所定の強度の第 1 超音波信号を送信しているかどうかを判定する。また、受信用の圧電素子の判定については、一つの受信用の圧電素子に対して、その近傍に位置する送信用の圧電素子で第 1 超音波信号を送信し、所定の電気信号を出力しているかどうかを判定する。これらの動作を全ての送信用の圧電素子と受信用の圧電素子に対して実施する。

10

## 【 0 0 6 4 】

本実施形態においては、信号処理部 17 における信号処理に関して、被検体 H 内のより深い場所に位置する反射源 R の座標を特定するためにも、第 2 超音波信号が変換された電気信号に電気ノイズが少ないことが望まれる。そこで、符号化送受信法を採用する。符号化送受信法とは、送信する信号を符号化することで、受信する信号の強度を高めることができる方法と言う。図 15 を用いて、符号化送受信法の概要について説明する。図 15 ( a ) は送信波形を符号化していない場合、図 15 ( b ) は符号化した場合を示している。図 15 ( a ) に示すように、送信波形を符号化していない場合は、図示しないファンクションジェネレータを用いてドライブパルス a 1 で超音波探触子 2 を駆動すると、第 1 超音波信号に変換される過程で、超音波探触子 2 の伝達関数により波形 b 1 の形をした超音波パルスが発生され、被検体 H 内に向かって送信される。これが被検体 H 内の反射源 R で反射して第 2 超音波信号となって戻ってくると、超音波探触子 2 で受信されて電気信号に変換され、A/D コンバータ 21 でデジタル信号に変換されて出力される。この時、再び伝達関数による変形を受けるので、受信信号は波形 c 1 のようになる。このように得られた振幅が信号強度である。超音波画像ではパルスが帰ってくるまでの時間から反射源 R までの距離を求めるので、距離分解能はこのパルス状波形である波形 c 1 の幅程度となり、図示の場合には波長 × 3 倍程度になる。

20

## 【 0 0 6 5 】

一方、符号化送受信法の場合には、図 15 ( b ) に示すように、図示しない所定のドライブ符号化パルス形成手段を用いて作製した、時間軸方向に長くなったドライブ符号化パルス a 2 を用いる。このドライブ符号化パルス a 2 で超音波探触子 2 を駆動すると、超音波探触子 2 から被検体 H 内に波形 b 2 の第 1 超音波信号が送信され、被検体 H 内の反射源 R で反射して第 2 超音波信号となって戻ってくる。それを再び超音波探触子 2 で電気信号に変換すると、波形 c 2 が得られる。そして、ドライブ符号化パルス a 2 に対応し、ドライブ符号化パルスの復号化手段である復号フィルタ 20 を用いて、ドライブ信号を長くした分だけ波形 c 2 を時間軸上で縮める処理を行う。その結果、波形 c 1 と比べ、距離分解能が同程度で、信号強度が大きい復号波形 d 2 となる。こうして、被検体 H 内での振幅を大きくすることなく送信エネルギーを増やすことができる。符号化送受信法によると、被検体 H 中を通りぬけた反射超音波が超音波探触子で電気信号に変換された後、信号のエネルギーを保ったまま時間軸方向に圧縮することで、受信信号はピーク値の大きいパルス信号に変換される。

30

40

## 【 0 0 6 6 】

符号化送受信法を超音波診断装置 S に採用する場合、超音波診断装置 S の電気回路にドライブ符号化パルス形成手段と、ドライブ符号化パルスの復号化手段を設ける。

## 【 0 0 6 7 】

具体的には、図 2 で示した超音波診断装置 S の電氣的な構成を示すブロック図において、送信部 12 におけるファンクションジェネレータ 12 a をドライブ符号化パルス形成手段とし、信号処理部 17 にドライブ符号化パルスの復号化手段である復号フィルタ 20 の

50

機能を付与すればよい。

【0068】

なお、符号化した送信波形の例としては、振幅値が+1と-1の二値有し、位相の異なるパルスからなるパーカーコードがある。図16は13ビットのパーカーコードの一例を表す概要図である。図16において横軸は時間、縦軸は振幅値を表す。

【0069】

以上のように、本実施形態によれば、被検体H内の反射源Rの形状を測定について新しい原理を採用することで、少数の圧電素子を用いて小型でありながら低コストで超音波画像を構築できる超音波診断装置を提供できる。

【0070】

また、本実施形態によれば、実際の圧電素子で存在しない位置に想定点音源を設けることで、障害物が存在する場合にも被検体Hの内部を診断することができる。

【0071】

また、本実施形態によれば、超音波信号の送受信に符号化送受信法を採用することで、第2超音波信号を電気ノイズが少ない状態で電気信号に変換でき、反射源Rの座標を被検体H内のより深い場所においても容易に特定することができる。

【符号の説明】

【0072】

1 超音波診断装置本体

2 超音波探触子

3 ケーブル

11 操作入力部

12 送信部

13 受信部

14 画像処理部

15 表示部

16 制御部

17 信号処理部

18 記憶部

20 復号フィルタ

21 A/Dコンバータ

23 音響制動部材

24 音響分離部

25 共通接地電極

27 音響整合層

28 個別電極

29 保護回路

A、a、B、b、C、c、d、e 圧電素子

R、R2 反射源

S 超音波診断装置

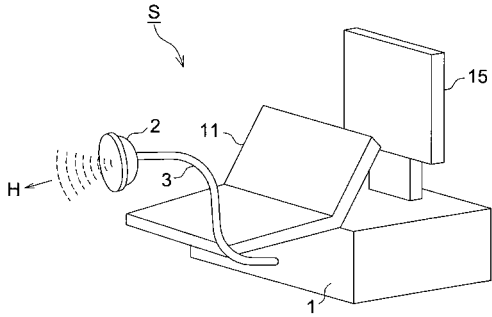
10

20

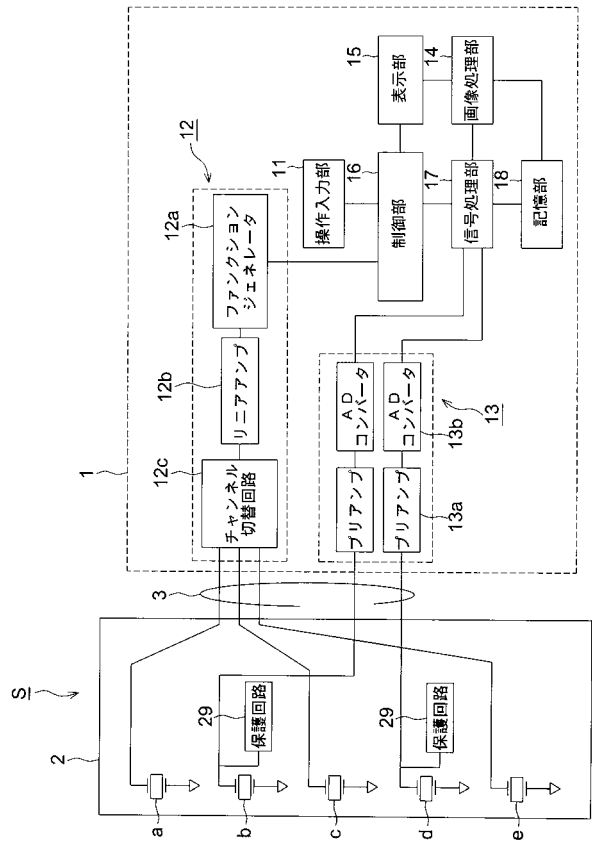
30

40

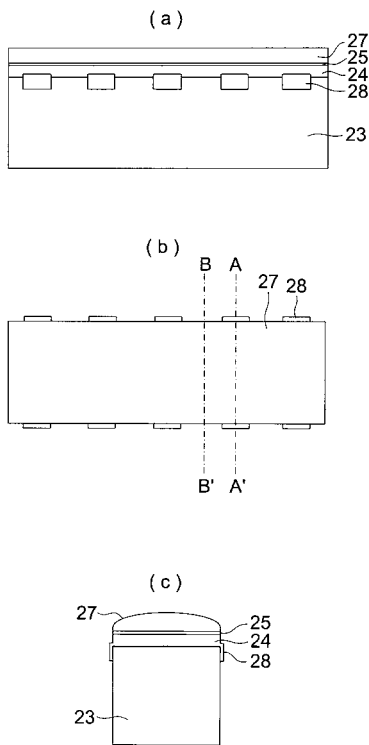
【 図 1 】



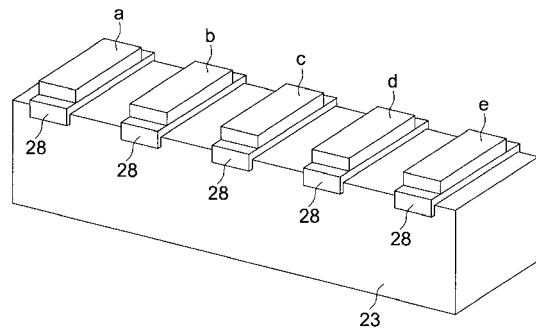
【 図 2 】



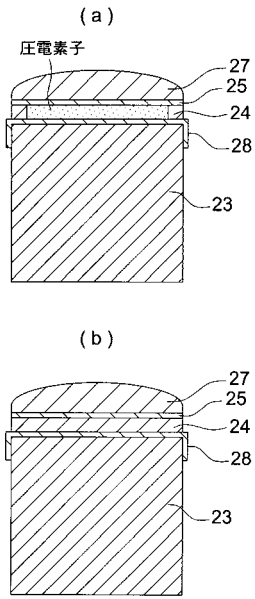
【 図 3 】



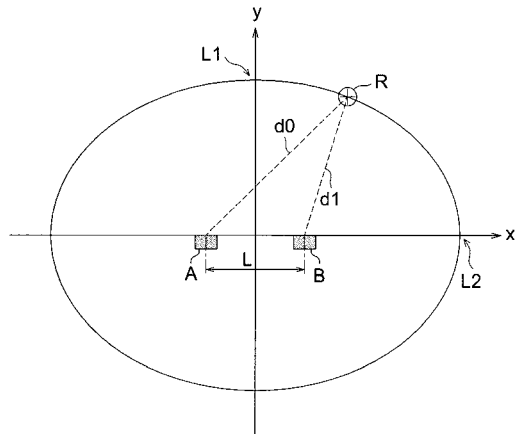
【 図 4 】



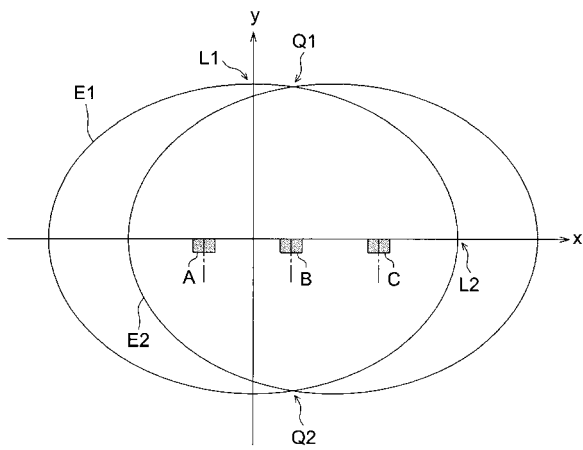
【 図 5 】



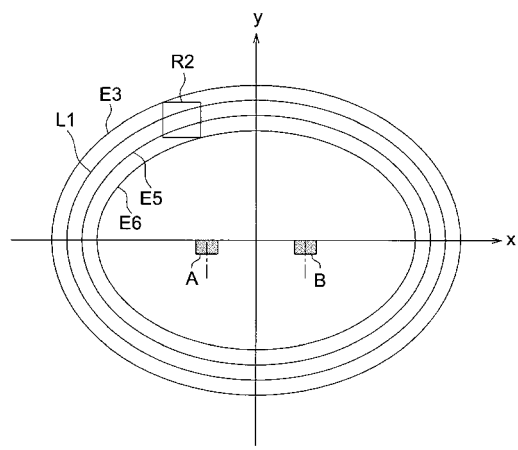
【 図 6 】



【 図 7 】

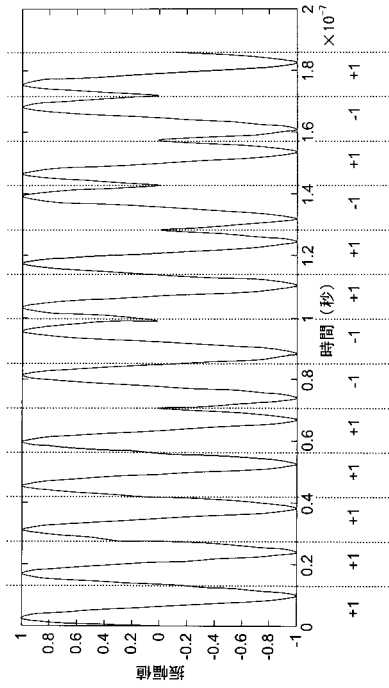


【 図 8 】

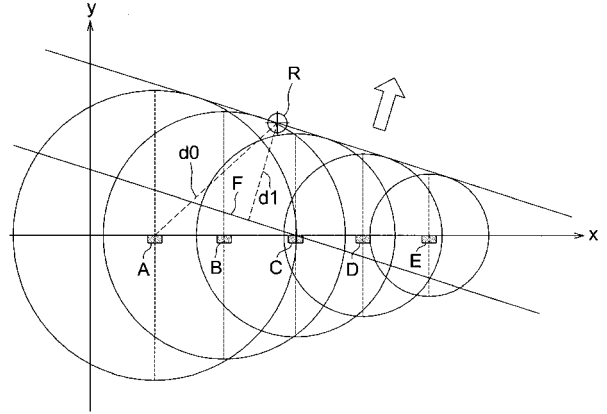




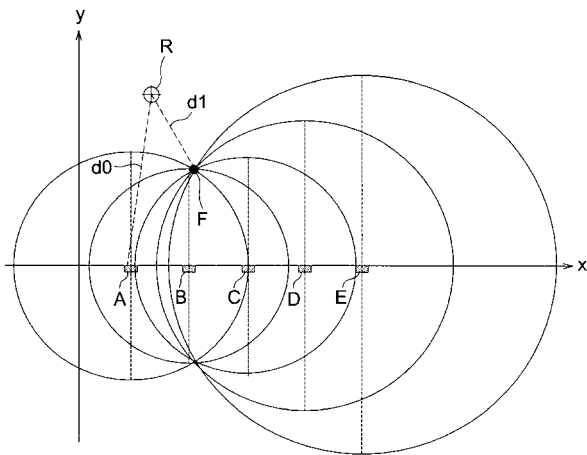
【 図 1 6 】



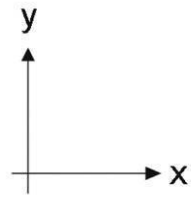
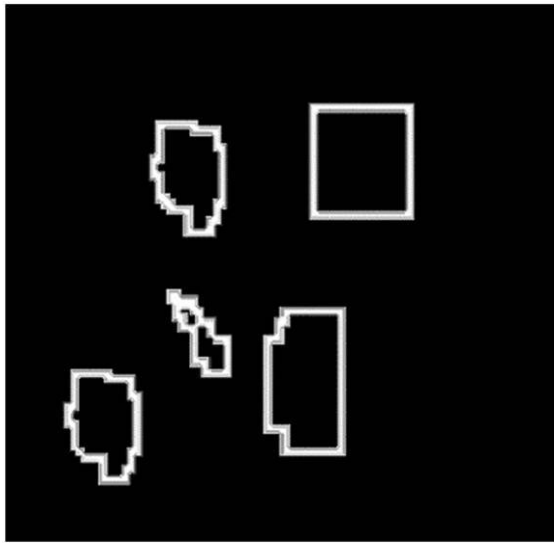
【 図 1 7 】



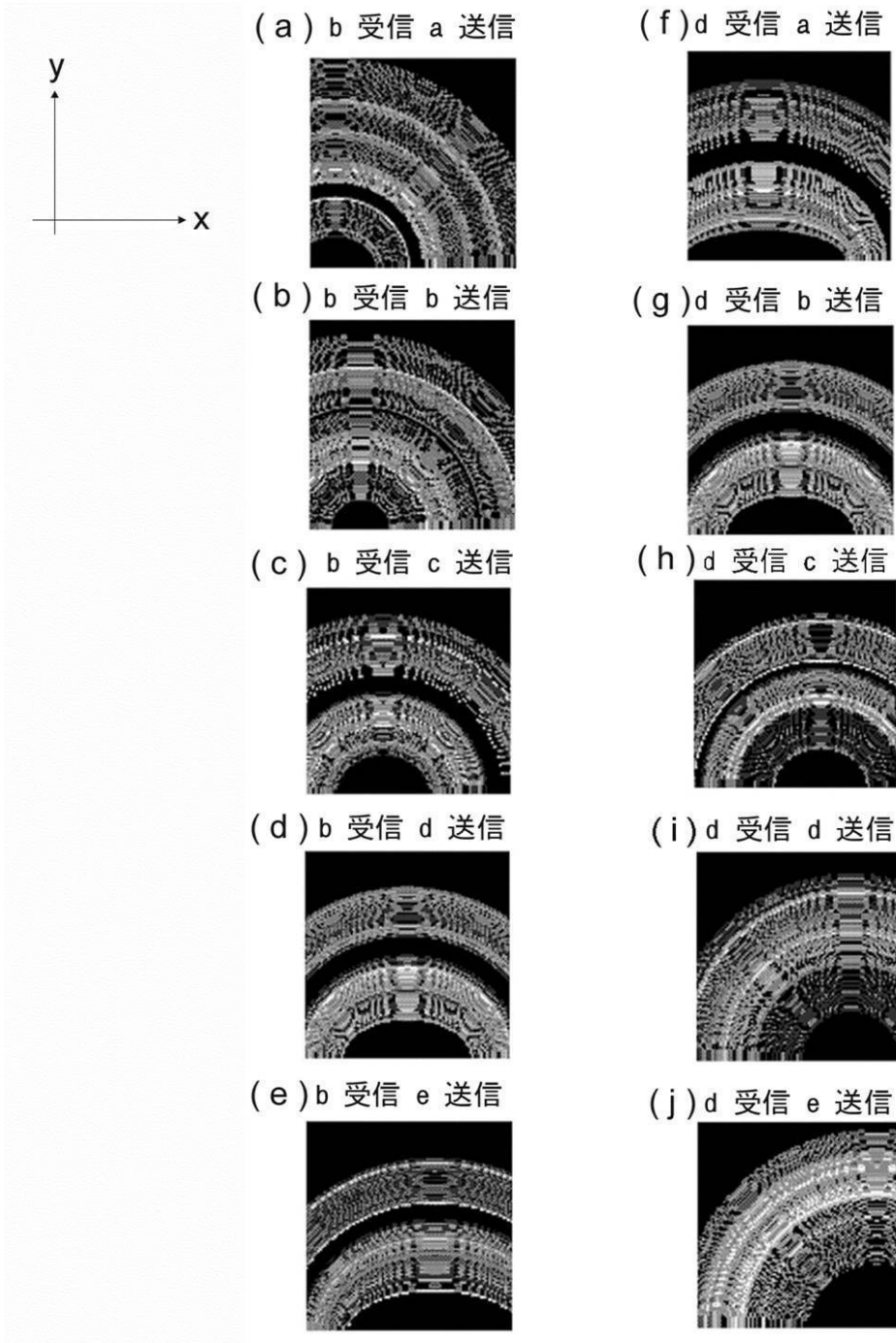
【 図 1 8 】



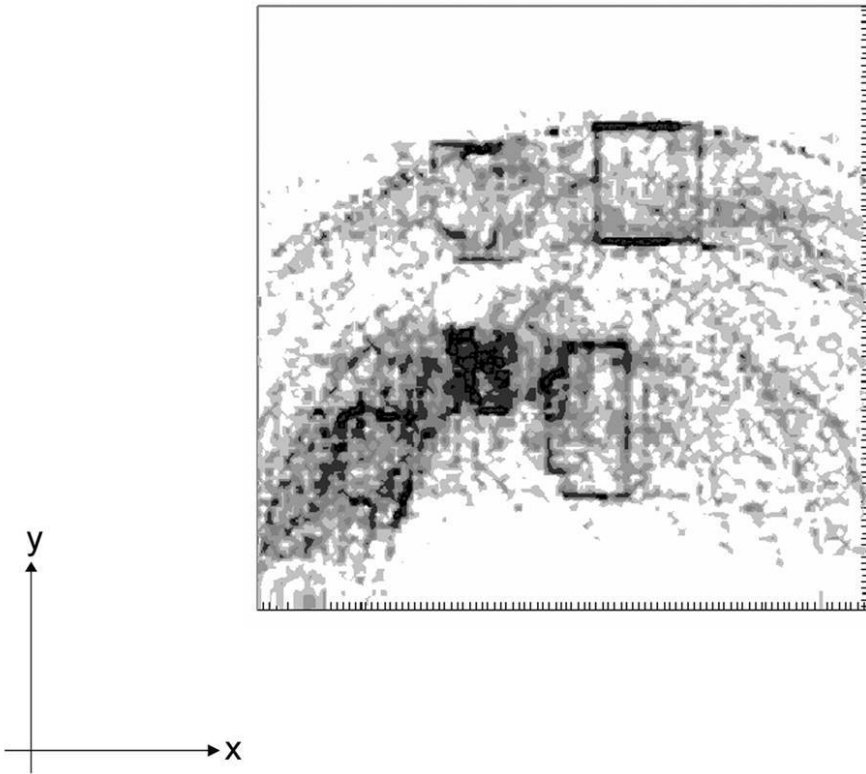
【 図 1 0 】



【图 1 1】



【 図 1 2 】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2010194085A</a>	公开(公告)日	2010-09-09
申请号	JP2009042077	申请日	2009-02-25
[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	堀内亮 中原雅文		
发明人	堀内 亮 中原 雅文		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/EE13 4C601/GB04 4C601/GB26 4C601/GB44 4C601/GB45 4C601/HH11 4C601/HH38 4C601/JB38 4C601/KK12		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种超声波诊断装置，能够在使用少量压电元件的同时以低成本构建超声波图像。 解决方案：通过使用作为一个超声波的发送元件的压电元件和作为一个超声波的接收元件的压电元件的组合，获得具有反射源R存在的概率的位置。该范围被确定为每个压电元件的相对位置。此外，采用作为发送元件的多个压电元件和作为接收元件的压电元件的组合，并且在每个组合中，类似地确定具有反射源R存在的概率的位置的范围。计算反射源R所在的位置，从而计算反射源R的形状。 [选中图]图5

