

(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2016-87047  
(P2016-87047A)

(43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-224020 (P2014-224020) (22) 出願日 平成26年11月4日 (2014.11.4)</p>	<p>(71) 出願人 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 (74) 代理人 100116665 弁理士 渡辺 和昭 (74) 代理人 100164633 弁理士 西田 圭介 (72) 発明者 渡邊 亮基 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Fターム(参考) 4C601 EE12 GA18 GA21 JC20 JC32 KK24</p>
---	--

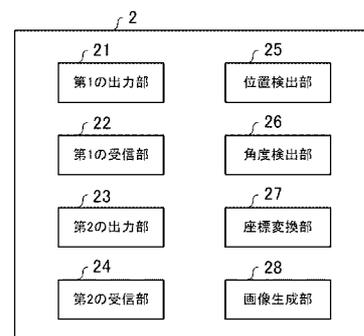
(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置および超音波撮像方法

(57) 【要約】

【課題】位置センサを用いることなく、複数のプローブの位置情報を検出し、装置構成を簡略化する。

【解決手段】第1の出力部は、第1のプローブから第1の超音波を出力させる。第2の受信部は、第2のプローブに第1の超音波を受信させる。第2の出力部は、第2のプローブから第2の超音波を出力させる。第2の受信部は、第1のプローブに第2の超音波を受信させる。位置検出部は、第2のプローブが受信した第1の超音波に基づいて、第1のプローブに対する第2のプローブの位置を検出する。角度検出部は、第2のプローブが受信した第1の超音波および第1のプローブが受信した第2の超音波に基づいて、第1のプローブの超音波送出面に対する、第2のプローブの超音波送出面の角度を検出する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 のプローブから第 1 の超音波を出力させる第 1 の出力部と、  
 第 2 のプローブに前記第 1 の超音波を受信させる第 1 の受信部と、  
 前記第 2 のプローブから第 2 の超音波を出力させる第 2 の出力部と、  
 前記第 1 のプローブに前記第 2 の超音波を受信させる第 2 の受信部と、  
 前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブに対  
 する前記第 2 のプローブの位置を検出する位置検出部と、  
 前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波および前記第 1 のプローブが受信した  
 前記第 2 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブの超音波送出面に対する前記第 2 のプ  
 ローブの超音波送出面の角度を検出する角度検出部と、  
 を有することを特徴とする超音波撮像装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、  
 前記第 1 の出力部は、前記第 1 のプローブから前記第 1 の超音波を走査するように出力  
 させ、  
 前記位置検出部は、前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波の受信強度に基づ  
 いて、前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの方向を検出する、  
 ことを特徴とする超音波撮像装置。

20

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、  
 前記位置検出部は、検出した前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの方向と  
 、前記第 1 のプローブと前記第 2 のプローブとの間の距離とに基づいて、前記第 1 のプ  
 ローブに対する前記第 2 のプローブの位置を検出する、  
 ことを特徴とする超音波撮像装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波撮像装置であって、  
 前記第 1 のプローブと前記第 2 のプローブとの距離は、前記受信強度が最大となったと  
 きの前記第 1 のプローブが前記第 1 の超音波を送信した送信時刻と、前記受信強度が最大  
 となったときの前記第 2 のプローブが前記第 1 の超音波を受信した受信時刻とに基づいて  
 算出される、  
 ことを特徴とする超音波撮像装置。

30

## 【請求項 5】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、  
 前記第 2 の出力部は、前記第 2 のプローブから前記第 2 の超音波を走査するように出力  
 させ、  
 前記角度検出部は、前記第 1 のプローブが受信した前記第 2 の超音波の受信強度に基づ  
 いて、前記第 2 のプローブに対する前記第 1 のプローブの方向を検出し、検出した前記第  
 2 のプローブに対する前記第 1 のプローブの方向と、前記位置検出部が検出した前記第 1  
 のプローブに対する前記第 2 のプローブの方向とに基づいて、前記第 1 のプローブの超音  
 波送出面に対する前記第 2 のプローブの超音波送出面の角度を検出する、  
 ことを特徴とする超音波撮像装置。

40

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、  
 前記位置検出部が検出した前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの位置と、  
 前記角度検出部が検出した前記第 1 のプローブの超音波送出面に対する前記第 2 のプ  
 ローブの超音波送出面の角度とに基づいて、前記第 2 のプローブが受信したサンプリングデー  
 タの座標を前記第 1 のプローブの座標系に変換する座標変換部、  
 をさらに有することを特徴とする超音波撮像装置。

## 【請求項 7】

50

請求項 6 に記載の超音波撮像装置であって、  
前記第 1 のプローブが受信したサンプリングデータと、前記座標変換部によって座標変換された前記第 2 のプローブのサンプリングデータとに基づいて、被検体の画像を生成する画像生成部、  
をさらに有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、  
前記第 1 の超音波を出力する前記第 1 のプローブと、  
前記第 2 の超音波を出力する前記第 2 のプローブと、  
を有することを特徴とする超音波撮像装置。

10

【請求項 9】

第 1 のプローブが出力し、第 2 のプローブが受信した第 1 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの位置を検出する位置検出工程と、  
前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波および前記第 2 のプローブが出力し、前記第 1 のプローブが受信した第 2 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブの超音波送出面に対する前記第 2 のプローブの超音波送出面の角度を検出する角度検出工程と、  
を含むことを特徴とする超音波撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波撮像装置および超音波撮像方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、「装置本体に接続された複数の超音波プローブの中から選択した所望の超音波プローブを用いて被検体に対する超音波送受信を行なう超音波診断装置において、前記複数の超音波プローブあるいは前記所望の超音波プローブの位置情報を検出する位置情報検出手段と、前記装置本体あるいはこの装置本体が備える操作パネルの装置モデルに前記複数の超音波プローブあるいは前記所望の超音波プローブの位置情報を重畳することによりガイド画面を作成するガイド画面作成手段と、前記ガイド画面を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする超音波診断装置」が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 57631 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では、複数の超音波プローブの位置情報を検出するのに、プローブとは別に備えられた位置センサによって、複数の超音波プローブの位置情報を検出する。そのため、装置構成が複雑になるという問題がある。

40

【0005】

そこで本発明は、位置センサを用いることなく、複数のプローブの位置情報を検出し、装置構成を簡略化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するための本発明の第一の態様は、第 1 のプローブから第 1 の超音波を出力させる第 1 の出力部と、第 2 のプローブに前記第 1 の超音波を受信させる第 1 の受信部と、前記第 2 のプローブから第 2 の超音波を出力させる第 2 の出力部と、前記第 1 のプローブに前記第 2 の超音波を受信させる第 2 の受信部と、前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの位置

50

を検出する位置検出部と、前記第2のプローブが受信した前記第1の超音波および前記第1のプローブが受信した前記第2の超音波に基づいて、前記第1のプローブの超音波送出面に対する前記第2のプローブの超音波送出面の角度を検出する角度検出部と、を有することを特徴とする超音波撮像装置である。第一の態様によれば、位置センサを用いることなく、複数のプローブの位置情報を検出できるので、装置構成を簡略化することができる。

【0007】

前記第1の出力部は、前記第1のプローブから前記第1の超音波を走査するように出力させ、前記位置検出部は、前記第2のプローブが受信した前記第1の超音波の受信強度に基づいて、前記第1のプローブに対する前記第2のプローブの方向を検出する、ことを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置は、第1のプローブに対する第2のプローブの方向を検出して、複数のプローブの位置情報を検出するので、装置構成を簡略化することができる。

10

【0008】

前記位置検出部は、検出した前記第1のプローブに対する前記第2のプローブの方向と、前記第1のプローブと前記第2のプローブとの間の距離とに基づいて、前記第1のプローブに対する前記第2のプローブの位置を検出する、ことを特徴としてよい。これにより、超音波撮像装置は、第1のプローブに対する第2のプローブの方向と距離とに基づいて、複数のプローブの位置情報を検出するので、装置構成を簡略化することができる。

【0009】

前記第1のプローブと前記第2のプローブとの距離は、前記受信強度が最大となったときの前記第1のプローブが前記第1の超音波を送信した送信時刻と、前記受信強度が最大となったときの前記第2のプローブが前記第1の超音波を受信した受信時刻とに基づいて算出される、ことを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置は、第1のプローブと第2のプローブとの距離を算出して、複数のプローブの位置情報を検出するので、装置構成を簡略化することができる。

20

【0010】

前記第2の出力部は、前記第2のプローブから前記第2の超音波を走査するように出力させ、前記角度検出部は、前記第1のプローブが受信した前記第2の超音波の受信強度に基づいて、前記第2のプローブに対する前記第1のプローブの方向を検出し、検出した前記第2のプローブに対する前記第1のプローブの方向と、前記位置検出部が検出した前記第1のプローブに対する前記第2のプローブの方向とに基づいて、前記第1のプローブの超音波送出面に対する前記第2のプローブの超音波送出面の角度を検出する、ことを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置は、第1のプローブの超音波送出面に対する第2のプローブの超音波送出面の角度を検出して、複数のプローブの位置情報を検出するので、装置構成を簡略化することができる。

30

【0011】

前記位置検出部が検出した前記第1のプローブに対する前記第2のプローブの位置と、前記角度検出部が検出した前記第1のプローブの超音波送出面に対する前記第2のプローブの超音波送出面の角度とに基づいて、前記第2のプローブが受信したサンプリングデータの座標を前記第1のプローブの座標系に変換する座標変換部、をさらに有することを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置は、複数のプローブから得られる独立した断層画像を、1枚の断層画像とすることができる。

40

【0012】

前記第1のプローブが受信したサンプリングデータと、前記座標変換部によって座標変換された前記第2のプローブのサンプリングデータとに基づいて、被検体の画像を生成する画像生成部、をさらに有することを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置は、複数のプローブから得られる独立した断層画像を、1枚の断層画像として、表示装置に表示することが可能となる。

【0013】

50

前記第 1 の超音波を出力する前記第 1 のプローブと、前記第 2 の超音波を出力する前記第 2 のプローブと、をさらに有することを特徴としてもよい。これにより、超音波撮像装置のプローブは、位置センサを備えなくても済み、装置構成を簡略化できる。

【0014】

上記の課題を解決するための本発明の第二の態様は、第 1 のプローブが出力し、第 2 のプローブが受信した第 1 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブに対する前記第 2 のプローブの位置を検出する位置検出工程と、前記第 2 のプローブが受信した前記第 1 の超音波および前記第 2 のプローブが出力し、前記第 1 のプローブが受信した第 2 の超音波に基づいて、前記第 1 のプローブの超音波送出面に対する前記第 2 のプローブの超音波送出面の角度を検出する角度検出工程と、を含むことを特徴とする超音波撮像方法である。第二の態様によれば、位置センサを用いることなく、複数のプローブの位置情報を検出できるので、装置構成を簡略化することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明に係る超音波診断装置の外観の一例を示した図である。

【図 2】複数のプローブの被検体への取り付け例を示した図である。

【図 3】複数のプローブから得られる被検体の断層画像を説明する図である。

【図 4】超音波撮像装置の機能ブロックの一例を示した図である。

【図 5】1次元における被検体のサンプリングデータの座標を説明する図である。

【図 6】2次元における被検体のサンプリングデータの座標を説明する図である。

20

【図 7】基準プローブに対する基準外プローブの方向検出を説明する図のその 1 である。

【図 8】基準プローブに対する基準外プローブの方向検出を説明する図のその 2 である。

【図 9】基準プローブに対する基準外プローブの位置検出を説明する図である。

【図 10】基準外プローブに対する基準プローブの方向検出を説明する図である。

【図 11】超音波撮像装置の動作例を示したフローチャートである。

【図 12】超音波撮像装置のハードウェア構成例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の超音波撮像装置を、医療用の超音波診断装置に適用した例について、図面を参照して説明する。

30

【0017】

図 1 は、本発明に係る超音波診断装置の外観の一例を示した図である。図 1 に示すように、超音波診断装置 1 は、超音波撮像装置 2 と、表示装置 3 と、台車 4 と、プローブ A ~ D と、を有している。

【0018】

超音波撮像装置 2 は、CPU (Central Processing Unit) 等のコンピュータを有し、超音波診断装置 1 全体を制御する。超音波撮像装置 2 には、図 1 に示すように、複数のプローブ A ~ D が接続される。

【0019】

超音波撮像装置 2 は、プローブ A ~ D から超音波を出力して、人体等の被検体内の様子 (断層画像) を表示装置 3 に表示する。超音波撮像装置 2 は、例えば、デジタルデータのエコー信号の振幅強度に応じた B モードによって、被検体内の断層画像を表示装置 3 に表示する。

40

【0020】

プローブ A ~ D は、超音波プローブである。プローブ A ~ D は、超音波撮像装置 2 の制御に応じて、被検体に対して超音波を出力し、被検体内で生じた反射波 (以下ではサンプリングデータともいう) を受信する。プローブ A ~ D は、例えば、リニア型、コンベックス型、セクタ型などの、超音波送出方向に沿った 2 次元平面をスキャンする超音波プローブである。

【0021】

50

表示装置 3 は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) 等の表示装置である。表示装置 3 は、例えば、超音波撮像装置 2 から送信される被検体内の映像信号に基づいて、被検体内の断層画像を表示する。

【0022】

台車 4 は、超音波撮像装置 2 と、表示装置 3 と、を積載している。これにより、超音波診断装置 1 は、移動することができる。

【0023】

なお、超音波診断装置 1 の構成態様は上述したものに限定されない。例えば、超音波診断装置 1 は、タブレット PC (Personal Computer) のような携行型であってもよい。

【0024】

図 2 は、複数のプローブの被検体への取り付け例を示した図である。図 2 には、図 1 に示したプローブ A ~ D と、被検体 11 と、が示してある。

【0025】

図 2 に示すように、プローブ A ~ D は、被検体 11 の周囲に接触させる。その際、プローブ A ~ D は、同一平面上にあるように、被検体 11 の周囲に接触させる。図 2 の例では、プローブ A ~ D は、 $xy$  平面上にあるように、被検体 11 の周囲に接触させられている。これにより、超音波撮像装置 2 は、被検体 11 の  $xy$  平面における断層画像を表示装置 3 に表示することができる。

【0026】

図 3 は、複数のプローブから得られる被検体の断層画像を説明する図である。図 3 において、図 2 と同じものには同じ符号が付してある。なお、図 3 では、被検体 11 は、一点鎖線で示してある。また、 $xy$  軸は、実線で示してある。

【0027】

図 3 に示す点線 12a は、プローブ A から得られる被検体 11 の断層画像の範囲を示している。点線 12b は、プローブ B から得られる被検体 11 の断層画像の範囲を示している。点線 12c は、プローブ C から得られる被検体 11 の断層画像の範囲を示している。点線 12d は、プローブ D から得られる被検体 11 の断層画像の範囲を示している。

【0028】

プローブ A ~ D のそれぞれから得られるサンプリングデータの座標は、プローブ A ~ D のそれぞれにおいて独立している。例えば、プローブ A から得られるサンプリングデータは、例えば、プローブ A を原点とした座標に基づいて得られ、プローブ B から得られるサンプリングデータは、例えば、プローブ B を原点とした座標に基づいて得られる。そのため、プローブ A ~ D から得られるサンプリングデータは、互いの関連性 (位置および方向) が不明である。従って、プローブ A ~ D のそれぞれから得られる断層画像は、互いの関連性が不明であり、プローブ A ~ D のそれぞれから得られる断層画像をつなぎ合わせて、1 枚の断層画像とすることができない。

【0029】

そこで、超音波撮像装置 2 は、基準となるプローブを 1 つ決め、そのプローブの座標を原点とし、他のプローブから得られたサンプリングデータの座標を、基準となるプローブの座標に変換する。そして、超音波撮像装置 2 は、プローブ A ~ D のそれぞれから得られる断層画像を 1 枚の断層画像として表示装置 3 に表示する。例えば、超音波撮像装置 2 は、図 3 に示す実線 13 の範囲の断層画像を、表示装置 3 に表示する。

【0030】

具体的には、図 3 に示すように、プローブ A を基準のプローブとし、プローブ A の座標を原点 ( $x = 0$ ,  $y = 0$ ) とする。超音波撮像装置 2 は、基準のプローブ A 以外のプローブ B から得られた、プローブ B の座標系のサンプリングデータを、プローブ A の座標系のサンプリングデータに変換する。同様に、超音波撮像装置 2 は、他のプローブ C, D のサンプリングデータを、基準のプローブ A の座標系のサンプリングデータに変換する。

【0031】

これにより、プローブ A ~ D から得られるサンプリングデータは、1 つの座標系 (基準

10

20

30

40

50

のプローブ A の座標系)で示される。つまり、超音波撮像装置 2 は、プローブ A ~ D のそれぞれから得られる、独立したサンプリングデータから、被検体 1 1 の広範囲にわたる 1 枚の断層画像 (例えば、実線 1 3 に示す範囲の断層画像)を表示装置 3 に表示することができる。

【 0 0 3 2 】

なお、座標変換されたサンプリングデータの座標は、重なる場合がある。例えば、プローブ A で得られたサンプリングデータの座標と、プローブ B で得られたサンプリングデータの座標は、図 3 に示す斜線部 1 4 において重なる。この場合、超音波撮像装置 2 は、座標が重なる一方のサンプリングデータに基づいて、断層画像を生成する。または、超音波撮像装置 2 は、座標が重なったサンプリングデータの平均値を算出し、断層画像を生成する。

10

【 0 0 3 3 】

図 4 は、超音波撮像装置の機能ブロックの一例を示した図である。図 4 に示すように、超音波撮像装置 2 は、第 1 の出力部 2 1 と、第 1 の受信部 2 2 と、第 2 の出力部 2 3 と、第 2 の受信部 2 4 と、位置検出部 2 5 と、角度検出部 2 6 と、座標変換部 2 7 と、画像生成部 2 8 と、を有している。

【 0 0 3 4 】

第 1 の出力部 2 1 は、基準のプローブ (第 1 のプローブ) から、第 1 の超音波を出力させる。以下では、プローブ A を基準のプローブとし、プローブ B ~ D を基準外のプローブ (サンプリングデータの座標が、基準のプローブの座標系に変換されるプローブ)として説明する。また、以下では、プローブ A を基準プローブ A と呼ぶことがある。

20

【 0 0 3 5 】

第 1 の受信部 2 2 は、基準外のプローブ B ~ D (第 2 のプローブ)に、基準プローブ A が出力する第 1 の超音波を受信させる。

【 0 0 3 6 】

第 2 の出力部 2 3 は、基準外のプローブ B ~ D から、第 2 の超音波を出力させる。

【 0 0 3 7 】

第 2 の受信部 2 4 は、基準プローブ A に、基準外のプローブ B ~ D が出力する第 2 の超音波を受信させる。

【 0 0 3 8 】

位置検出部 2 5 は、基準外のプローブ B ~ D が受信した第 1 の超音波に基づいて、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置 (相対位置)を検出する。

30

【 0 0 3 9 】

角度検出部 2 6 は、基準外のプローブ B ~ D が受信した第 1 の超音波および基準プローブ A が受信した第 2 の超音波に基づいて、基準プローブ A の超音波送出面 (プローブの超音波を送出する面、例えば、図 2 に示す面 S a ) に対するプローブ B ~ D のそれぞれの超音波送出面 (例えば、図 2 に示す面 S b ~ S d ) の角度を検出する。

【 0 0 4 0 】

座標変換部 2 7 は、位置検出部 2 5 が検出した、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D のそれぞれの位置と、角度検出部 2 6 が検出した、基準プローブ A の超音波送出面に対するプローブ B ~ D のそれぞれの超音波送出面の角度とに基づいて、プローブ B ~ D が受信したサンプリングデータの座標を、基準プローブ A の座標系に変換する。

40

【 0 0 4 1 】

画像生成部 2 8 は、基準プローブ A が受信したサンプリングデータと、座標変換部 2 7 によって基準プローブ A の座標系に座標変換されたプローブ B ~ D のサンプリングデータとに基づいて、被検体 1 1 の画像を生成する。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、1次元における被検体のサンプリングデータの座標を説明する図である。図 5 に示す軸 S は、被検体内のサンプリングデータのサンプリングポイント (座標)を示す。図 5 に示す原点「0」は、被検体の表面またはプローブの超音波送出面に相当し、「S<sub>0</sub>

50

「 $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ 」は、被検体の内部に相当する。

【0043】

ここで、サンプリングデータのサンプリング周波数を  $f_s$  [MHz] とする。被検体内の音速を  $c$  [m/s] とする。超音波の被検体内への送信開始時刻を  $\tau_t$  [sec] とする。被検体から、サンプリングデータの受信を開始する受信開始時刻を  $\tau_r$  [sec] とする。

【0044】

この場合、プローブが超音波を被検体内に出力してから、最初のサンプリングデータを受信したときの、超音波の被検体内の反射した位置（距離  $z_r$ ）は、次の式（1）で示される。

【0045】

【数1】

$$z_r = \{(\tau_r - \tau_t) \cdot c\} / 2 \quad \dots(1)$$

【0046】

なお、式（1）で示される距離  $z_r$  は、図5の矢印A1に対応する。また、式（1）の分母に「2」があるのは、超音波は、被検体内を往復して、プローブで受信されるためである。

【0047】

次に、1サンプリングあたりの、超音波の被検体内の反射距離  $z_1$  は、次の式（2）で示される。

【0048】

【数2】

$$z_1 = \{(1 / f_s) \cdot c\} / 2 \quad \dots(2)$$

【0049】

なお、式（2）で示される距離  $z_1$  は、図5の矢印A2に対応する。また、式（2）の分母に「2」があるのは、超音波は、被検体内を往復して、プローブで受信されるためである。

【0050】

式（2）より、 $n$ サンプリングあたりの、超音波の被検体内の反射距離  $z_n$  は、次の式（3）で示される。

【0051】

【数3】

$$z_n = \{(1 / f_s) \cdot c \cdot n\} / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots, n) \quad \dots(3)$$

【0052】

なお、式（3）で示される距離  $z_n$  は、図5の矢印A3に対応する。

【0053】

よって、プローブが、送信開始時刻  $\tau_t$  に超音波を出力し、受信開始時刻  $\tau_r$  に超音波の受信を開始した場合、 $n$ 点目のサンプリングデータのサンプリング位置（距離  $z$ ）は、次の式（4）で示される。

【0054】

【数4】

$$z = z_r + z_n = \{(\tau_r - \tau_t) \cdot c\} + \{(c / f_s) \cdot n\} / 2 \quad \dots(4)$$

10

20

30

40

50

【0055】

なお、式(4)で示される距離 $z$ は、図5の矢印A4に対応する。

【0056】

以上より、プローブが、送信開始時刻 $t$ に、サンプリング周波数 $f_s$ の超音波を被検体内に出力し、受信開始時刻 $t_r$ に反射波の受信を開始した場合、プローブから得られる $n$ 点目のサンプリングデータの座標は、式(4)で示される。

【0057】

図6は、2次元における被検体のサンプリングデータの座標を説明する図である。図6には、図1～図3に示したプローブAが示してある。プローブAは、 $xy$ 平面内において、超音波を走査とする。プローブAの超音波の走査角が「 $\theta_a$ 」のときの、 $n$ 点目のサンプリングデータの座標( $x'_{a\_rfdata}$ ,  $y'_{a\_rfdata}$ )は、式(4)に示した1次元の座標「 $z_r + z_n$ 」を用いて、次の式(5a), (5b)で示される。

10

【0058】

【数5】

$$x'_{a\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \cos \theta_a \quad \dots(5a)$$

$$y'_{a\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \sin \theta_a \quad \dots(5b)$$

20

【0059】

同様に、プローブBの $n$ 点目のサンプリングデータの座標( $x'_{b\_rfdata}$ ,  $y'_{b\_rfdata}$ )は、プローブBの超音波の走査角を「 $\theta_b$ 」とすると、次の式(6a), (6b)で示される。

【0060】

【数6】

$$x'_{b\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \cos \theta_b \quad \dots(6a)$$

$$y'_{b\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \sin \theta_b \quad \dots(6b)$$

30

【0061】

同様に、プローブCの $n$ 点目のサンプリングデータの座標( $x'_{c\_rfdata}$ ,  $y'_{c\_rfdata}$ )は、プローブCの超音波の走査角を「 $\theta_c$ 」とすると、次の式(7a), (7b)で示される。

【0062】

【数7】

$$x'_{c\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \cos \theta_c \quad \dots(7a)$$

$$y'_{c\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \sin \theta_c \quad \dots(7b)$$

40

【0063】

同様に、プローブDの $n$ 点目のサンプリングデータの座標( $x'_{d\_rfdata}$ ,  $y'_{d\_rfdata}$ )は、プローブDの超音波の走査角を「 $\theta_d$ 」とすると、次の式(8a), (8b)で示される。

【0064】

【数 8】

$$x'_{d\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \cos \theta_d \quad \dots(8a)$$

$$y'_{d\_rfdata} = (z_r + z_n) \cdot \sin \theta_d \quad \dots(8b)$$

【0065】

すなわち、プローブ A から得られた n 点目のサンプリングデータの座標は、上記の式 (5 a), (5 b) で示される。プローブ B から得られた n 点目のサンプリングデータの座標は、上記の式 (6 a), (6 b) で示される。プローブ C から得られた n 点目のサンプリングデータの座標は、上記の式 (7 a), (7 b) で示される。プローブ D から得られた n 点目のサンプリングデータの座標は、上記の式 (8 a), (8 b) で示される。

【0066】

式 (5 a), (5 b), (6 a), (6 b), (7 a), (7 b), (8 a), (8 b) に示すサンプリングデータの座標は、プローブ A ~ D のそれぞれの座標系に基づくものである。超音波撮像装置 2 は、上記したように、1 枚の断層画像を生成するのに、プローブ B ~ D から得られたサンプリングデータの座標 (式 (6 a), (6 b), (7 a), (7 b), (8 a), (8 b)) を、基準プローブ A の座標系に変換する。超音波撮像装置 2 は、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置と、基準プローブ A の超音波送出面に対するプローブ B ~ D の超音波送出面の角度とを検出して、プローブ B ~ D から得られたサンプリングデータの座標を、基準プローブ A の座標系に変換する。以下、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置検出と、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度検出と、サンプリングデータの座標変換と、について詳述する。

【0067】

まず、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置検出について説明する。位置検出部 25 は、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の方向を検出し、検出した方向と、基準プローブ A とプローブ B ~ D のそれぞれとの距離とに基づいて、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置を検出する。

【0068】

図 7 は、基準プローブに対する基準外プローブの方向検出を説明する図のその 1 である。図 7 において、図 2 と同じものには同じ符号が付してある。なお、基準プローブ A の超音波送出面の中心を、x y 平面の原点 (0, 0) とする。

【0069】

第 1 の出力部 21 は、図 7 に示すように、基準プローブ A から、第 1 の超音波を出力させる。例えば、第 1 の出力部 21 は、x y 平面内において、第 1 の超音波が被検体 11 内を走査するように、走査角  $\theta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) にて、基準プローブ A から第 1 の超音波を出力させる。

【0070】

一方、第 1 の受信部 22 は、基準プローブ A から出力される第 1 の超音波を、座標変換される基準外のプローブ B ~ D に受信させる。

【0071】

第 1 の出力部 21 が、基準プローブ A から、走査角  $\theta_k$  で第 1 の超音波を出力させたとき、走査角  $\theta_k$  方向の線上にプローブ B ~ D が存在していれば、プローブ B ~ D が受信する第 1 の超音波の受信強度 (音圧強度) は、最大となる。これにより、位置検出部 25 は、プローブ B ~ D が受信した第 1 の超音波の最大受信強度に基づいて、基準プローブ A に対する、プローブ B ~ D の方向を検出する。

【0072】

図 8 は、基準プローブに対する基準外プローブの方向検出を説明する図のその 2 である。図 8 には、第 1 の超音波の走査角に対する、プローブ B ~ D の受信強度が示してある。

図 8 の横軸は、基準プローブ A から出力される第 1 の超音波の走査角を示している。縦軸は、プローブ B ~ D の第 1 の超音波の受信強度を示している。なお、図 8 の波形 W 1 は、プローブ B の受信強度を示している。波形 W 2 は、プローブ C の受信強度を示している。波形 W 3 は、プローブ D の受信強度を示している。

【 0 0 7 3 】

図 7 で説明したように、基準プローブ A から出力される第 1 の超音波の走査角方向の線の上に、プローブ B ~ D が存在していれば、プローブ B ~ D が受信する第 1 の超音波の受信強度（音圧強度）は、最大となる。

【 0 0 7 4 】

従って、位置検出部 2 5 は、プローブ B ~ D で受信された第 1 の超音波の受信強度が最大となったときの、第 1 の超音波の走査角  $\theta_k$  より、基準プローブ A に対する、プローブ B ~ D の方向を検出できる。

【 0 0 7 5 】

例えば、図 8 に示すように、第 1 の超音波の送信角が「  $\theta_{a-b}$  」のとき、プローブ B の受信強度が最大となつたとする。この場合、位置検出部 2 5 は、基準プローブ A に対し、プローブ B は「  $\theta_{a-b}$  」の方向にあると検出できる。また、第 1 の超音波の送信角が「  $\theta_{a-c}$  」のとき、プローブ C の受信強度が最大となつたとする。この場合、位置検出部 2 5 は、基準プローブ A に対し、プローブ C は「  $\theta_{a-c}$  」の方向にあると検出できる。また、第 1 の超音波の送信角が「  $\theta_{a-d}$  」のとき、プローブ D の受信強度が最大となつたとする。この場合、位置検出部 2 5 は、基準プローブ A に対し、プローブ D は「  $\theta_{a-d}$  」の方向にあると検出できる。

【 0 0 7 6 】

以下では、基準プローブ A に対するプローブ B , C , D の方向を、それぞれ「  $\theta_{a-b}$  」, 「  $\theta_{a-c}$  」, 「  $\theta_{a-d}$  」とする。

【 0 0 7 7 】

図 9 は、基準プローブに対する基準外プローブの位置検出を説明する図である。図 9 において、図 2 と同じものには同じ符号が付してある。

【 0 0 7 8 】

位置検出部 2 5 は、図 7 および図 8 で説明したように、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の方向を検出すると、検出した方向と、基準プローブ A からプローブ B ~ D までの距離とに基づいて、基準プローブ A の座標系におけるプローブ B ~ D の位置を検出する。

【 0 0 7 9 】

例えば、図 9 に示すように、基準プローブ A とプローブ B との距離を「  $r_{a-b}$  」とする。基準プローブ A に対するプローブ B の方向は、上記したように「  $\theta_{a-b}$  」であるので、位置検出部 2 5 は、次の式（ 9 ）より、基準プローブ A に対するプローブ B の位置座標（基準プローブ A の座標系におけるプローブ B の座標）を検出する。

【 0 0 8 0 】

【 数 9 】

$$(x_b, y_b) = (r_{a-b} \cos \theta_{a-b}, r_{a-b} \sin \theta_{a-b}) \quad \dots(9)$$

【 0 0 8 1 】

また、図 9 に示すように、基準プローブ A とプローブ C との距離を「  $r_{a-c}$  」とする。基準プローブ A に対するプローブ C の方向は、上記したように「  $\theta_{a-c}$  」であるので、位置検出部 2 5 は、次の式（ 10 ）より、基準プローブ A に対するプローブ C の位置座標（基準プローブ A の座標系におけるプローブ C の座標）を検出する。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

【数 1 0】

$$(x_c, y_c) = (r_{a-c} \cos \theta_{a-c}, r_{a-c} \sin \theta_{a-c}) \cdots(10)$$

【0 0 8 3】

また、図 9 に示すように、基準プローブ A とプローブ D との距離を「 $r_{a-d}$ 」とする。基準プローブ A に対するプローブ D の方向は、上記したように「 $r_{a-d}$ 」であるので、位置検出部 25 は、次の式 (11) より、基準プローブ A に対するプローブ D の位置座標 (基準プローブ A の座標系におけるプローブ D の座標) を検出する。

【0 0 8 4】

10

【数 1 1】

$$(x_d, y_d) = (r_{a-d} \cos \theta_{a-d}, r_{a-d} \sin \theta_{a-d}) \cdots(11)$$

【0 0 8 5】

なお、基準プローブ A の位置座標 (基準プローブ A の座標系におけるプローブ A の座標) は、原点であるので、次の式 (12) で示される。

【0 0 8 6】

【数 1 2】

20

$$(x_a, y_a) = (0, 0) \cdots(12)$$

【0 0 8 7】

位置検出部 25 は、式 (9) に含まれる基準プローブ A とプローブ B との距離  $r_{a-b}$  を、基準プローブ A とプローブ B との間の、第 1 の超音波の到達時間に基づいて算出する。例えば、プローブ B の第 1 の超音波の受信強度が最大となったときの、基準プローブ A が第 1 の超音波を送信した送信時刻を「 $t_{ab}$ 」とする。また、プローブ B が最大の受信強度の、第 1 の超音波を受信したときの受信時刻を「 $t_b$ 」とする。また、被検体 11 の音速を「 $c$ 」とする。この場合、位置検出部 25 は、基準プローブ A とプローブ B との距離  $r_{a-b}$  を次の式 (13) より算出する。

30

【0 0 8 8】

【数 1 3】

$$r_{a-b} = c \times (t_b - t_{ab}) \cdots(13)$$

【0 0 8 9】

同様にして、位置検出部 25 は、式 (10) に含まれる基準プローブ A とプローブ C との距離  $r_{a-c}$  を、次の式 (14) より算出する。

【0 0 9 0】

【数 1 4】

40

$$r_{a-c} = c \times (t_c - t_{ac}) \cdots(14)$$

【0 0 9 1】

なお、式 (14) の「 $t_{ac}$ 」は、プローブ C の第 1 の超音波の受信強度が最大となったときの、基準プローブ A が第 1 の超音波を出力した送信時刻である。また、「 $t_c$ 」は、プローブ C が最大の受信強度の、第 1 の超音波を受信したときの受信時刻である。

【0 0 9 2】

また、位置検出部 25 は、式 (11) に含まれる基準プローブ A とプローブ D との距離  $r_{a-d}$  を、次の式 (15) より算出する。

50

【 0 0 9 3 】

【 数 1 5 】

$$r_{a-d} = c \times (t_d - t_{ad}) \quad \dots(15)$$

【 0 0 9 4 】

なお、式 ( 1 5 ) の「  $t_{ad}$  」は、プローブ D の第 1 の超音波の受信強度が最大となったときの、基準プローブ A が第 1 の超音波を出力した送信時刻である。また、「  $t_d$  」は、プローブ D が最大の受信強度の、第 1 の超音波を受信したときの受信時刻である。

【 0 0 9 5 】

以上のようにして、位置検出部 2 5 は、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置 ( 式 ( 9 ) ~ 式 ( 1 1 ) ) を検出する。

【 0 0 9 6 】

次に、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度検出について説明する。角度検出部 2 6 は、基準外のプローブ B ~ D に対する基準プローブ A の方向を検出する。角度検出部 2 6 は、検出したプローブ B ~ D に対する基準プローブ A の方向と、位置検出部 2 5 が検出した基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の方向 ( 図 7、図 8 で説明した「  $a - b$  」, 「  $a - c$  」, 「  $a - d$  」 ) とに基づいて、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度を検出する。

【 0 0 9 7 】

図 1 0 は、基準外プローブに対する基準プローブの方向検出を説明する図である。図 1 0 において、図 2 と同じものには同じ符号が付してある。

【 0 0 9 8 】

第 2 の出力部 2 3 は、図 1 0 に示すように、座標変換される基準外のプローブ B から、第 2 の超音波を出力させる。例えば、第 2 の出力部 2 3 は、x y 平面内において、第 2 の超音波が被検体 1 1 内を走査するように、走査角  $k$  (  $k = 1, 2, \dots, n$  ) にて、プローブ B から第 2 の超音波を出力させる。

【 0 0 9 9 】

一方、第 2 の受信部 2 4 は、プローブ B から出力される第 2 の超音波を、基準プローブ A に受信させる。

【 0 1 0 0 】

第 2 の出力部 2 3 が、プローブ B から、走査角  $k$  で第 2 の超音波を出力させたとき、走査角  $k$  方向の線上に基準プローブ A が存在していれば、基準プローブ A が受信する第 2 の超音波の受信強度 ( 音圧強度 ) は、最大となる。これにより、角度検出部 2 6 は、基準プローブ A が受信した第 2 の超音波の最大受信強度に基づいて、プローブ B に対する、基準プローブ A の方向を検出する。

【 0 1 0 1 】

同様に、第 2 の出力部 2 3 は、プローブ C, D のそれぞれから、第 2 の超音波を出力させる。そして、第 2 の受信部は、プローブ C, D のそれぞれから出力される第 2 の超音波を、基準プローブ A に受信させる。角度検出部 2 6 は、基準プローブ A が受信した第 2 の超音波の受信強度に基づいて、プローブ C, D のそれぞれに対する、基準プローブ A の方向を検出する。以下では、プローブ B ~ D に対する基準プローブ A の方向を、それぞれ「  $b - a$  」, 「  $c - a$  」, 「  $d - a$  」とする。

【 0 1 0 2 】

角度検出部 2 6 は、プローブ B ~ D のそれぞれに対する基準プローブ A の方向「  $b - a$  」, 「  $c - a$  」, 「  $d - a$  」を検出すると、検出した方向「  $b - a$  」, 「  $c - a$  」, 「  $d - a$  」と、位置検出部 2 5 が検出した基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の方向 ( 図 7、図 8 で説明した「  $a - b$  」, 「  $a - c$  」, 「  $a - d$  」 ) とに基づいて、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度を

10

20

30

40

50

検出する。ここで、例えば、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B の超音波送出面の角度とは、図 10 に示す基準プローブ A の超音波送出面の法線 n 1 に対する、プローブ B の超音波送出面の法線 n 2 の角度である。

【0103】

角度検出部 26 は、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度  $\theta_{a-b}$ 、 $\theta_{a-c}$ 、 $\theta_{a-d}$  を、次の式 (16a)、(16b)、(16c) によって検出する。

【0104】

【数16】

$$\xi_{a-b} = \theta_{a-b} - \theta_{b-a} \quad \cdots(16a)$$

$$\xi_{a-c} = \theta_{a-c} - \theta_{c-a} \quad \cdots(16b)$$

$$\xi_{a-d} = \theta_{a-d} - \theta_{d-a} \quad \cdots(16c)$$

10

【0105】

以上のようにして、角度検出部 26 は、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度 (式 (16a)、(16b)、(16c)) を検出する。

20

【0106】

次に、サンプリングデータの座標変換について説明する。座標変換部 27 は、被検体 1 の断層画像を得るために、プローブ A ~ D から超音波を出力させる。そして、座標変換部 27 は、プローブ A ~ D から、サンプリングデータを受信する。

【0107】

プローブ B ~ D から受信した、被検体のサンプリングデータの座標は、上記したように、プローブ B ~ D のそれぞれを基準とした座標系で示される。例えば、プローブ B ~ D から受信したサンプリングデータの座標は、上記の式 (6a)、(6b)、(7a)、(7b)、(8a)、(8b) で示される。座標変換部 27 は、式 (6a)、(6b)、(7a)、(7b)、(8a)、(8b) を、基準プローブ A に対するプローブ B ~ D の位置 (式 (9) ~ (11)) と、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ B ~ D の超音波送出面の角度 (式 (16a) ~ (16c)) とに基づいて、基準プローブ A の座標系に変換する。

30

【0108】

座標変換部 27 は、次の式 (17a) ~ (17c) によって、プローブ B ~ D が受信したサンプリングデータの座標 (式 (6a)、(6b)、(7a)、(7b)、(8a)、(8b)) を、基準プローブ A の座標系のデータに変換する。

【0109】

## 【数 17】

$$\left. \begin{aligned} x_{b\_rfdata} &= x_b + (z_r + z_n) \cdot \cos(\pi + \xi_{a-b} + \theta_b) \\ y_{b\_rfdata} &= y_b + (z_r + z_n) \cdot \sin(\pi + \xi_{a-b} + \theta_b) \end{aligned} \right\} \dots(17a)$$

$$\left. \begin{aligned} x_{c\_rfdata} &= x_c + (z_r + z_n) \cdot \cos(\pi + \xi_{a-c} + \theta_c) \\ y_{c\_rfdata} &= y_c + (z_r + z_n) \cdot \sin(\pi + \xi_{a-c} + \theta_c) \end{aligned} \right\} \dots(17b)$$

$$\left. \begin{aligned} x_{d\_rfdata} &= x_d + (z_r + z_n) \cdot \cos(\pi + \xi_{a-d} + \theta_d) \\ y_{d\_rfdata} &= y_d + (z_r + z_n) \cdot \sin(\pi + \xi_{a-d} + \theta_d) \end{aligned} \right\} \dots(17c)$$

10

## 【0110】

式(17a)は、式(6a)、(6b)の右辺に、式(9)の「 $x_b$ 」、 $y_b$ 」を加算し、式(6a)、(6b)の右辺の「 $r_{a-b}$ 」に、式(16a)の「 $\xi_{a-b}$ 」と「 $\theta_b$ 」を加算したものである。式(9)の「 $x_b$ 」、 $y_b$ 」は、位置検出部25が検出した、基準プローブAに対するプローブBの位置を示し、式(16a)の「 $\xi_{a-b}$ 」は、角度検出部26が検出した、基準プローブAの超音波送出面に対する、プローブBの超音波送出面の角度を示している。式(6a)、(6b)の右辺の「 $r_{a-b}$ 」に「 $\xi_{a-b}$ 」を加算するのは、プローブBから出力される超音波は、基準プローブAに向かっているためである。

20

## 【0111】

つまり、式(17a)は、プローブBの座標系を基準プローブAの座標系に移動し、プローブBの超音波送出面の角度(法線の方向)を、基準プローブAの座標系に変換したものである。プローブC、Dの座標変換の式(17b)、(17c)も、上記と同様である。

## 【0112】

なお、基準プローブAは、座標変換されないので、基準プローブAから受信したサンプリングデータの座標は、式(5a)、(5b)で示される。

30

## 【0113】

図11は、超音波撮像装置の動作例を示したフローチャートである。超音波撮像装置2は、例えば、被検体11の断層画像を撮像するとき、図11に示すフローチャートの処理を実行する。

## 【0114】

まず、第1の出力部21は、基準プローブAから、第1の超音波を出力させる(ステップS1)。

## 【0115】

次に、第1の受信部22は、基準外のプローブB~Dに、ステップS1にて出力された第1の超音波を受信させる(ステップS2)。

40

## 【0116】

次に、位置検出部25は、基準プローブAに対するプローブB~Dの位置を検出する(ステップS3)。例えば、位置検出部25は、プローブB~DがステップS2にて受信した第1の超音波に基づいて、基準プローブAに対するプローブB~Dの方向「 $\xi_{a-b}$ 」、 $\xi_{a-c}$ 」、 $\xi_{a-d}$ 」と、基準プローブAとプローブB~Dとの距離「 $r_{a-b}$ 」、 $r_{a-c}$ 」、 $r_{a-d}$ 」とを検出し、基準プローブAに対するプローブB~Dの位置を検出する(式(9)~式(11))。

## 【0117】

次に、位置検出部25は、変数iに「2」を代入する(ステップS4)。以下では、プ

50

プローブ B ~ D をプローブ P<sub>i</sub> で示し、プローブ A をプローブ P<sub>1</sub> ( i = 1 )、プローブ B をプローブ P<sub>2</sub> ( i = 2 )、プローブ C をプローブ P<sub>3</sub> ( i = 3 )、プローブ D をプローブ P<sub>4</sub> ( i = 4 ) とする。

【 0 1 1 8 】

次に、第 2 の出力部 2 3 は、基準外のプローブ P<sub>i</sub> から、第 2 の超音波を出力させる (ステップ S 5)。このとき、第 2 の受信部 2 4 は、基準プローブ A に、第 2 の超音波を受信させる。

【 0 1 1 9 】

次に、角度検出部 2 6 は、基準プローブ A の超音波送出面に対する、基準外のプローブ P<sub>i</sub> の超音波送出面の角度を検出する (ステップ S 6)。例えば、角度検出部 2 6 は、基準プローブ A がステップ S 5 にて受信した第 2 の超音波に基づいて、プローブ P<sub>i</sub> に対する基準プローブ A の方向「 b - a 」, 「 c - a 」, 「 d - a 」を検出する。そして、角度検出部 2 6 は、検出した方向「 b - a 」, 「 c - a 」, 「 d - a 」と、ステップ S 3 にて位置検出部 2 5 が検出した、基準プローブ A に対するプローブ P<sub>i</sub> の方向「 a - b 」, 「 a - c 」, 「 a - d 」とに基づいて、基準プローブ A の超音波送出面に対する、プローブ P<sub>i</sub> の超音波送出面の角度を検出する (式 ( 1 6 a ) ~ ( 1 6 c ))。

10

【 0 1 2 0 】

次に、角度検出部 2 6 は、変数 i に「 1 」を加算する (ステップ S 7)。

【 0 1 2 1 】

次に、角度検出部 2 6 は、変数 i が「 4 」より大きいか否か判定する (ステップ S 8)。すなわち、角度検出部 2 6 は、基準外のプローブ B ~ D の全てにおいて、基準プローブ A に対する超音波送出面の角度を検出したか否か判定する。角度検出部 2 6 は、変数 i が「 4 」より大きくない場合 (S 8 の「 No 」)、ステップ S 5 の処理へ移行する。角度検出部 2 6 は、変数 i が「 4 」より大きい場合 (S 8 の「 Yes 」)、ステップ S 9 の処理へ移行する。

20

【 0 1 2 2 】

ステップ S 8 にて、角度検出部 2 6 が、変数 i が「 4 」より大きいと判定した場合 (S 8 の「 Yes 」)、座標変換部 2 7 は、変数 i に「 1 」を代入する (ステップ S 9)。

【 0 1 2 3 】

次に、座標変換部 2 7 は、プローブ P<sub>i</sub> から、超音波を出力させ、サンプリングデータを受信する (ステップ S 1 0)。

30

【 0 1 2 4 】

次に、座標変換部 2 7 は、ステップ S 1 0 にて受信されたサンプリングデータの座標を計算する (ステップ S 1 1)。座標変換部 2 7 は、例えば、式 ( 5 a ), ( 5 b ), ( 6 a ), ( 6 b ), ( 7 a ), ( 7 b ), ( 8 a ), ( 8 b ) より、ステップ S 1 0 にて受信されたサンプリングデータの座標を計算する。

【 0 1 2 5 】

次に、座標変換部 2 7 は、ステップ S 1 0 にて受信したサンプリングデータと、ステップ S 1 1 にて計算したサンプリングデータの座標とを記憶装置に記憶する (ステップ S 1 2)。

40

【 0 1 2 6 】

次に、座標変換部 2 7 は、変数 i に「 1 」を加算する (ステップ S 1 3)。

【 0 1 2 7 】

次に、座標変換部 2 7 は、変数 i が「 4 」より大きいか否か判定する (ステップ S 1 4)。すなわち、座標変換部 2 7 は、プローブ A ~ D の全てから、サンプリングデータを受信し、受信したサンプリングデータと、その座標とを記憶装置に記憶したか否か判定する。座標変換部 2 7 は、変数 i が「 4 」より大きくない場合 (S 1 4 の「 No 」)、ステップ S 1 0 の処理へ移行する。座標変換部 2 7 は、変数 i が「 4 」より大きい場合 (S 1 4 の「 Yes 」)、ステップ S 1 5 の処理へ移行する。

50

## 【0128】

座標変換部27は、ステップS14にて、変数*i*が「4」より大きいと判定した場合（S14の「Yes」）、記憶装置に記憶されたサンプリングデータの座標を、基準プローブAの座標系に変換する（ステップS15）。例えば、座標変換部27は、ステップS3にて検出した基準プローブAに対するプローブB～Dの位置（式（9）～式（11））と、ステップS6にて検出した、基準プローブAの超音波送出面に対する、基準外のプローブB～Dの超音波送出面の角度（式（16a）～（16c））とに基づいて、ステップS11にて記憶装置に記憶したサンプリングデータの座標（式（6a）、（6b）、（7a）、（7b）、（8a）、（8b））を、基準プローブAの座標系（式（17a）～（17c））に変換する。

10

## 【0129】

なお、座標変換部27は、基準プローブAにて受信されたサンプリングデータの座標（式（5a）、（5b））に対しては、座標変換を行わない。

## 【0130】

次に、画像生成部28は、ステップS15にて座標変換されたサンプリングデータに基づいて、被検体11の断層画像を生成する（ステップS16）。プローブB～Dで受信されたサンプリングデータの座標は、基準プローブAの座標系に変換されているため、画像生成部28は、プローブA～Dで得られた断層画像を、1枚の断層画像として生成することができる。

20

## 【0131】

次に、画像生成部28は、ステップS16にて生成した被検体11の断層画像を、表示装置3に表示する（ステップS17）。

## 【0132】

図12は、超音波撮像装置のハードウェア構成例を示した図である。超音波撮像装置2は、例えば、図12に示すような、CPU等の演算装置31と、RAM（Random Access Memory）などの主記憶装置32と、HDD（Hard Disk Drive）等の補助記憶装置33と、有線又は無線により通信ネットワークと接続するための通信インターフェイス（I/F）34と、マウス、キーボード、タッチセンサーやタッチパネルなどの入力装置35と、DVD（Digital Versatile Disk）などの持ち運び可能な記憶媒体に対する情報の読み書きを行う読み書き装置36と、を備える。

30

## 【0133】

図4で説明した各機能部は、例えば、補助記憶装置33などから主記憶装置32にロードされた所定のプログラム（プログラム作成ソフトのプログラム）を演算装置31が実行することで実現される。図11のステップS12で説明した記憶装置は、例えば、演算装置31が主記憶装置32または補助記憶装置33を利用することで実現される。超音波撮像装置2と、その他の機器（例えば、プローブA～D、表示装置3）との通信は、例えば、演算装置31が通信I/F34を利用することで実現される。

## 【0134】

このように、超音波撮像装置2の第1の出力部21は、基準プローブAから第1の超音波を出力させ、第1の受信部22は、第1の超音波を、基準外のプローブB～Dに受信させる。第2の出力部23は、基準外のプローブB～Dから、第2の超音波を出力させ、第2の受信部24は、第2の超音波を、基準プローブAに受信させる。位置検出部25は、プローブB～Dが受信した第1の超音波に基づいて、基準プローブAに対するプローブB～Dの位置を検出する。角度検出部26は、プローブB～Dが受信した第1の超音波および基準プローブAが受信した第2の超音波に基づいて、基準プローブAの超音波送出面に対する、プローブB～Dの超音波送出面の角度を検出する。

40

## 【0135】

これにより、超音波撮像装置2は、検出した基準プローブAに対するプローブB～Dの位置と、基準プローブAの超音波送出面に対するプローブB～Dの超音波送出面の角度とに基づいて、位置センサを用いることなく、プローブA～Dの位置情報を検出でき、装置

50

構成を簡略化できる。

【0136】

また、プローブA～Dは、プローブA～Dの位置情報を得るための位置センサを備えなくても済む。すなわち、超音波撮像装置2は、既存のプローブを利用することができる。

【0137】

また、プローブA～Dは、位置センサを備えなくて済むので、超音波撮像装置2のコストを低減することができる。

【0138】

また、超音波撮像装置2は、プローブA～Dの位置情報を得るための操作が不要であり、操作が簡単である。

10

【0139】

なお、上記では、プローブを4個としたが、これに限られない。超音波撮像装置2は、2以上のプローブに適用することができる。この場合、角度検出部26は、図11に示したステップS8の処理において、変数*i*が、プローブの数より大きいか否か判定する。例えば、プローブの数が「*n*個」の場合、角度検出部26は、変数*i*が「*n*」より大きいか否か判定する。同様に、座標変換部27は、ステップS14において、変数*i*が「*n*」より大きいか否か判定する。

【0140】

また、プローブAを基準プローブとしたが、プローブB～Dのいずれであってもよい。すなわち、超音波撮像装置2は、複数のプローブの中から1つプローブを選択し、それを基準プローブとすればよい。

20

【0141】

また、超音波撮像装置2は、3次元の断層画像にも拡張できる。例えば、第1の出力部21および第2の出力部23は、2次元の平面上において、プローブから超音波を出力させたが、3次元で超音波を出力させればよい。そして、第1の受信部22および第2の受信部24は、3次元の方向から、プローブに超音波を受信させればよい。3次元空間をスキャンする3次元プローブには、例えば、2Dアレイ型(マトリクスアレイ型)プローブ、機械式3次元プローブなどがある。

【0142】

また、超音波撮像装置2は、構成要素としてプローブA～Dおよび表示装置3の一方または両方を有していてもよい。

30

【0143】

また、表示装置3を有した超音波撮像装置2は、タブレットPC(Personal Computer)のような携行型であってもよい。また、携行型の超音波撮像装置2は、プローブA～Dを構成要素として有していてもよい。

【0144】

また、上記では、本発明の超音波撮像装置2を、医療用の超音波診断装置1に適用した例について説明したが、これに限られない。例えば、金属の断層画像を得る工業用の超音波検査装置に適用することもできる。

【0145】

上述した超音波撮像装置2の機能構成は、超音波撮像装置2の構成を理解容易にするために、主な処理内容に応じて分類したものである。構成要素の分類の仕方や名称によって、本願発明が制限されることはない。超音波撮像装置2の構成は、処理内容に応じて、さらに多くの構成要素に分類することもできる。また、1つの構成要素がさらに多くの処理を実行するように分類することもできる。また、各構成要素の処理は、1つのハードウェアで実行されてもよいし、複数のハードウェアで実行されてもよい。

40

【0146】

また、上述したフロー図の各処理単位は、超音波撮像装置2の処理を理解容易にするために、主な処理内容に応じて分割したものである。処理単位の分割の仕方や名称によって、本願発明が制限されることはない。超音波撮像装置2の処理は、処理内容に応じて、さ

50

らに多くの処理単位に分割することもできる。また、1つの処理単位がさらに多くの処理を含むように分割することもできる。

【0147】

以上、本発明について実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者には明らかである。また、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。また、本発明は、サンプリングデータの座標を座標変換する超音波撮像方法、サンプリングデータの座標を座標変換するプログラム、当該プログラムを記憶した記憶媒体として提供することもできる。

10

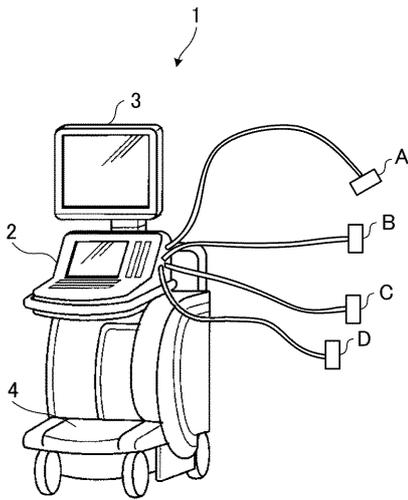
【符号の説明】

【0148】

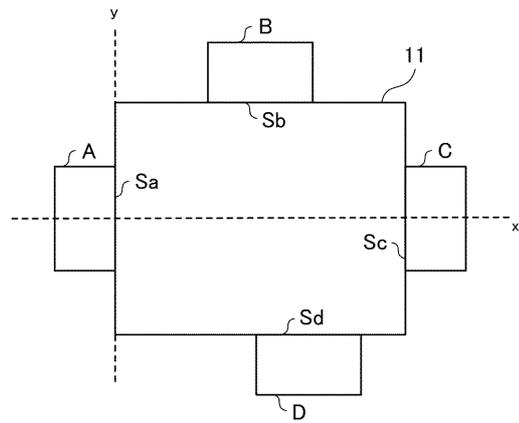
- 1：超音波診断装置
- 2：超音波撮像装置
- 3：表示装置
- 4：台車
- A～D：プローブ
- 11：被検体
- 21：第1の出力部
- 22：第1の受信部
- 23：第2の出力部
- 24：第2の受信部
- 25：位置検出部
- 26：角度検出部
- 27：座標変換部
- 28：画像生成部

20

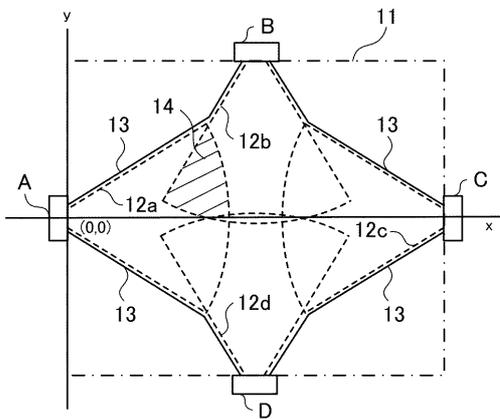
【 図 1 】



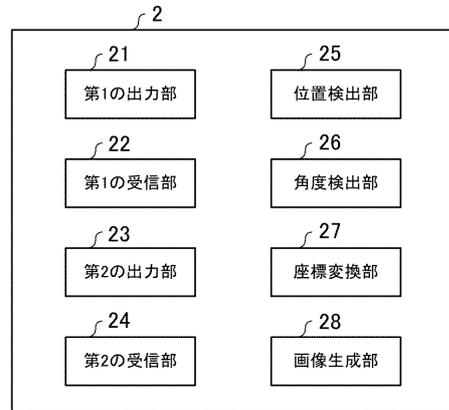
【 図 2 】



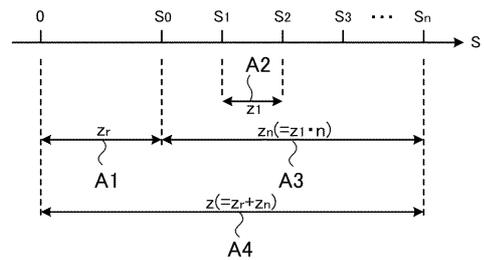
【 図 3 】



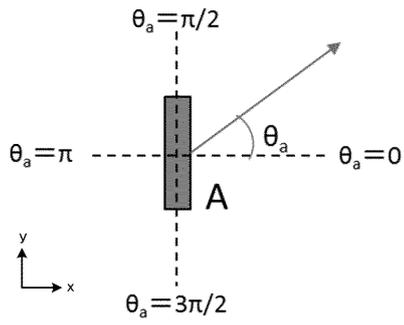
【 図 4 】



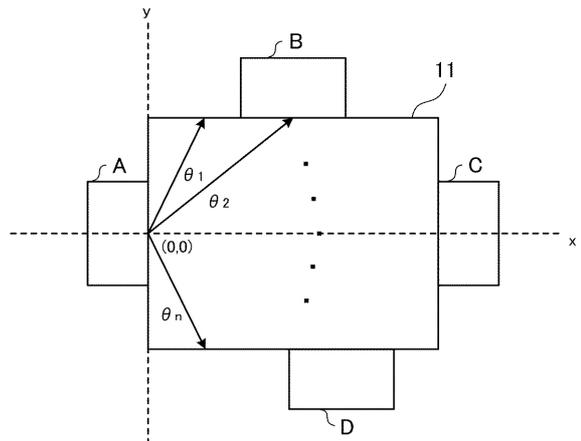
【 図 5 】



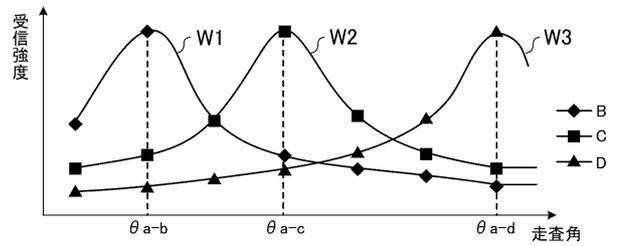
【 図 6 】



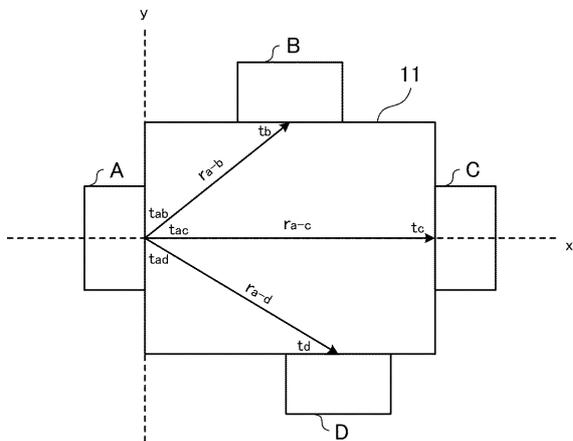
【 図 7 】



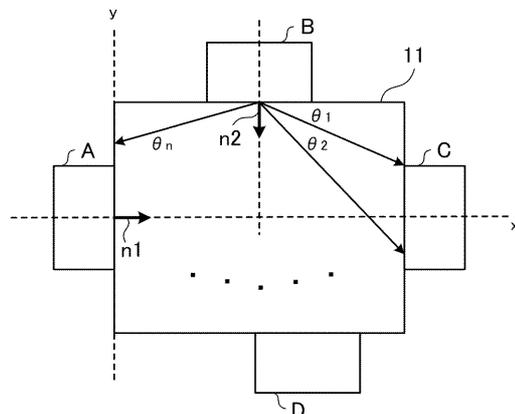
【 図 8 】



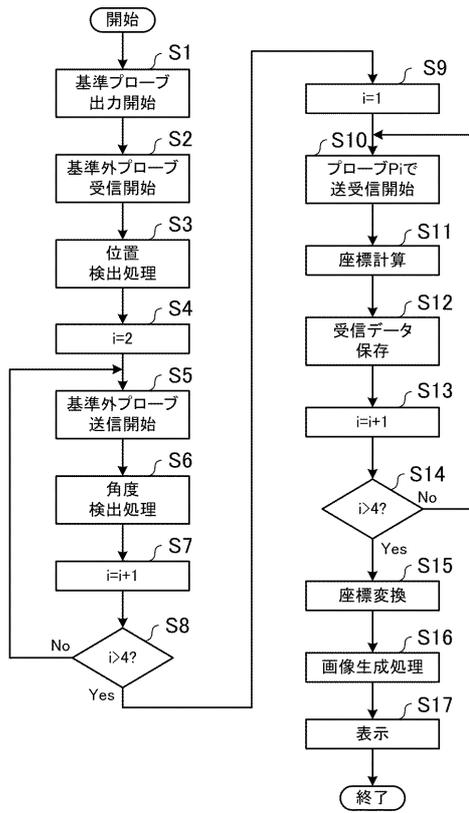
【 図 9 】



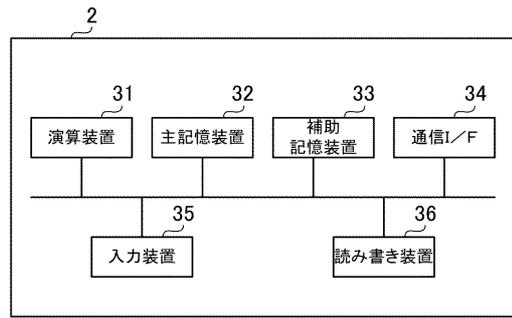
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



专利名称(译)	超声成像设备和超声成像方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2016087047A</a>	公开(公告)日	2016-05-23
申请号	JP2014224020	申请日	2014-11-04
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	渡邊亮基		
发明人	渡邊 亮基		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE12 4C601/GA18 4C601/GA21 4C601/JC20 4C601/JC32 4C601/KK24		
代理人(译)	渡边和明 西田圭介		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：在不使用位置传感器的情况下检测多个探头的位置信息，并配置设备。为了简化。第一输出单元从第一探头输出第一超声波。第二个接收单元使第二探针接收第一超声波。第二个输出是第二个探针第二超声波从扬声器输出。第二接收器从第一探头接收第二超声波。让他们相信。位置检测器被配置为基于第二探针接收的第一超声波来检测第一探针。检测第二个探头相对于瓣的位置。角度检测器被第二个探头接收。基于接收到的第一超声和由第一探头接收到的第二超声的第一超声。检测第二探针的超声波发送表面相对于探针的超声波发送表面的角度。[选择图]图4

