

(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2013-123605

(P2013-123605A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(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 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-275359 (P2011-275359)
(22) 出願日 平成23年12月16日(2011.12.16)(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 宮坂 満
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 EE04 GA01 GC03 HH29 JB36

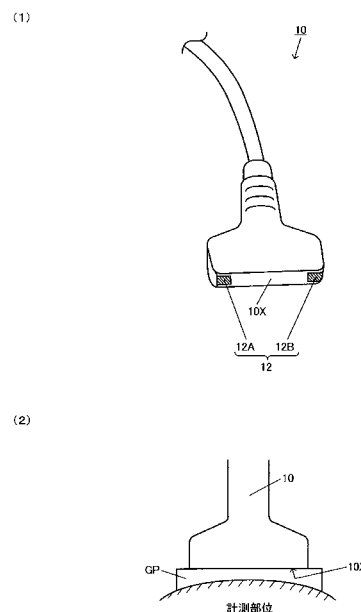
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波診断装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置において、フォーカシングの制御を適切に行うための新しい手法の提案。

【解決手段】凹凸のある計測部位に音響結合媒体であるゲルパッドGPを当接させ、当該ゲルパッドGPを介してプローブ10から超音波を送受して計測を行う。この際、プローブ10と、プローブ10とゲルパッドGPとの接触圧を、プローブ10に設けられた圧力センサー12（第1圧力センサー12A及び第2圧力センサー12B）によって検出する。そして、これらの圧力センサー12の検出圧力を用いて超音波のフォーカシングを行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

凹凸のある計測部位に音響結合媒体を当接させ、当該音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置であって、

超音波を送受するプローブと、

前記プローブと前記音響結合媒体との接触圧を計測する前記プローブに設けられた圧力センサーと、

前記圧力センサーの検出圧力を用いて、前記超音波の送信フォーカシング及び受信フォーカシングの何れか（以下、「フォーカシング」という。）を制御するフォーカシング制御部と、

を備えた超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記フォーカシング制御部は、前記検出圧力の大きさに基づいてフォーカス距離を制御するフォーカス距離制御部を有する、

請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記フォーカス距離制御部は、前記検出圧力が大きいほど前記フォーカス距離を短くするように制御する、

請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記検出圧力に対する前記フォーカシングの制御パラメーターが設定されたプロファイルデータを記憶する記憶部を更に備え、

前記フォーカシング制御部は、前記検出圧力に対応する前記制御パラメーターに基づいて前記フォーカシングを制御する、

請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記圧力センサーを複数備えるとともに、

前記複数の圧力センサーの検出圧力に基づいて、前記プローブの接触面における前記接触圧の圧力勾配を算出する圧力勾配算出部を更に備え、

前記フォーカシング制御部は、前記圧力勾配を用いて前記フォーカシングを制御する、

請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 6】

前記フォーカシング制御部は、前記圧力勾配を用いてフォーカス方向を制御するフォーカス方向制御部を有する、

請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

凹凸のある計測部位に音響結合媒体を当接させ、当該音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置の制御方法であって、

プローブと前記音響結合媒体との接触圧を計測することと、

前記接触圧を用いて、超音波のフォーカシングを制御することと、

を含む超音波診断装置の制御方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波を用いて超音波診断を行う装置等に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来の超音波診断装置では、観測目標とする位置（以下、「観測目標位置」と称す。）にフォーカス（焦点）を合わせるためのフォーカシングの技術が用いられている。例えば、特許文献 1 には、プローブに設けられた複数の超音波振動子に入力するパルス信号の遅

50

延時間を変化させることで、フォーカス距離やフォーカス方向を変化させる電子フォーカスの技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-108223号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

甲状腺や乳房等の凹凸のある部位を超音波検査する場合、プローブを直接体表に当てることはせず、体表の上に音響結合媒体を載せ、その上から音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う手法が用いられている。この音響結合媒体としては、例えば音響結合用高分子ゲルが知られている。

【0005】

上記の音響結合用高分子ゲルは、生体への形状適合性を良くするために、柔軟な粘弾性体として形成されている。そのため、プローブの押し付け圧力によって容易に変形することで、超音波診断装置にとっては逆効果になり得る。すなわち、超音波の送信源から観測目標位置までの距離が変化するため、設定したフォーカス位置から観測目標位置が外れ、観測目標位置の画像を上手く得られないといった問題が生じ得た。

【0006】

本発明は上述した課題に鑑みて為されたものであり、音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置において、フォーカシングの制御を適切に行うための新しい手法を提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以上の課題を解決するための第1の形態は、凹凸のある計測部位に音響結合媒体を当接させ、当該音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置であって、超音波を送受するプローブと、前記プローブと前記音響結合媒体との接触圧を計測する前記プローブに設けられた圧力センサーと、前記圧力センサーの検出圧力を用いて、前記超音波の送信フォーカシング及び受信フォーカシングの何れか（以下、「フォーカシング」という。）を制御するフォーカシング制御部と、を備えた超音波診断装置である。

【0008】

この第1の形態によれば、凹凸のある計測部位に音響結合媒体を当接させ、当該音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う。音響結合媒体はプローブの押圧操作によって変形し得るが、プローブと音響結合媒体との接触圧は、プローブに設けられた圧力センサーによって計測される。その検出圧力を用いて超音波のフォーカシングが制御されるため、プローブの接触圧によって音響結合媒体の厚みが変化した場合であっても、適切にフォーカシングを制御することが可能となる。

【0009】

この場合、他の形態として、凹凸のある計測部位に音響結合媒体を当接させ、当該音響結合媒体を介して超音波を送受して計測を行う超音波診断装置の制御方法であって、プローブと前記音響結合媒体との接触圧を計測することと、前記接触圧を用いて、超音波のフォーカシングを制御することと、を含む超音波診断装置の制御方法を構成することによっても、第1の形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0010】

また、第2の形態として、第1の形態の超音波診断装置において、前記フォーカシング制御部は、前記検出圧力の大きさに基づいてフォーカス距離を制御するフォーカス距離制御部を有する、超音波診断装置を構成することとしてもよい。

【0011】

この第2の形態によれば、フォーカス距離制御部が、圧力センサーの検出圧力の大きさ

10

20

30

40

50

に基づいてフォーカス距離を制御することで、観測目標位置までの距離が変化した場合であっても、観測目標位置にフォーカスを合わせることが可能となる。

【0012】

この場合、第3の形態として、第2の形態の超音波診断装置において、前記フォーカス距離制御部は、前記検出圧力が大きいほど前記フォーカス距離を短くするように制御する、超音波診断装置を構成することとすると好適である。

【0013】

プローブによって音響結合媒体が強く押圧されると、音響結合媒体の厚みが小さくなることにより、プローブから観測目標位置までの距離が短くなる。そこで、第3の形態のように、フォーカス距離制御部が、圧力センサーの検出圧力が大きいほどフォーカス距離を短くすることで、適切なフォーカス制御を実現することができる。

10

【0014】

また、第4の形態として、第1～第3の何れかの形態の超音波診断装置において、前記検出圧力に対する前記フォーカシングの制御パラメーターが設定されたプロファイルデータを記憶する記憶部を更に備え、前記フォーカシング制御部は、前記検出圧力に対応する前記制御パラメーターに基づいて前記フォーカシングを制御する、超音波診断装置を構成することとしてもよい。

【0015】

この第4の形態によれば、記憶部は、検出圧力に対するフォーカシングの制御パラメーターが設定されたプロファイルデータを記憶する。そして、フォーカシング制御部が、検出圧力に対応する制御パラメーターに基づいてフォーカシングを制御することで、フォーカシングの制御が容易となる。

20

【0016】

また、第5の形態として、第1～第4の何れかの形態の超音波診断装置において、前記圧力センサーを複数備えるとともに、前記複数の圧力センサーの検出圧力に基づいて、前記プローブの接触面における前記接触圧の圧力勾配を算出する圧力勾配算出部を更に備え、前記フォーカシング制御部は、前記圧力勾配を用いて前記フォーカシングを制御する、超音波診断装置を構成することとしてもよい。

【0017】

この第5の形態によれば、プローブは、圧力センサーを複数備える。例えば、医師や技師が計測部位に対して垂直となるようにプローブを押し当てているつもりであっても、実際には計測部位に対してプローブが傾斜している場合がある。そこで、圧力勾配算出部が、複数の圧力センサーの検出圧力に基づいて、プローブの接触面における接触圧の圧力勾配を算出する。そして、フォーカシング制御部が、圧力勾配を用いてフォーカシングを制御することで、適切なフォーカス制御を実現することができる。

30

【0018】

この場合、第6の形態として、第5の形態の超音波診断装置において、前記フォーカシング制御部は、前記圧力勾配を用いてフォーカス方向を制御するフォーカス方向制御部を有する、超音波診断装置を構成することとすると好適である。

【0019】

この第6の形態によれば、フォーカス方向制御部が、圧力勾配を用いてフォーカス方向を制御することで、計測部位に対してプローブが傾斜している場合であっても、観測目標位置にフォーカスを合わせることが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】 (1) プローブの概略構成図。(2) プローブの使用状態図。

【図2】 第1実施形態における超音波診断装置の機能構成図。

【図3】 プロファイルデータのデータ構成図。

【図4】 第1フォーカシング制御処理の流れを示すフローチャート。

【図5】 (1) 第2実施形態における処理部の機能構成図。(2) 第2実施形態における

50

記憶部のデータ構成図。

【図 6】プローブの傾斜方向及び傾斜角度の推定方法の説明図。

【図 7】第 2 フォーカシング制御処理の流れを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0021】

1. 第 1 実施形態

1-1. プローブの構成

図 1 (1) は、本実施形態における超音波プローブ 10 (以下、簡潔に「プローブ」と称す。) の概略構成を示す図である。プローブ 10 は、超音波を送受する装置であり、接触面 10X から超音波を送受するための超音波振動子を内蔵する。プローブ 10 は、接触面 10X を計測部位に接触させるようにして使用するのが通例であるため、超音波を送受する接触子又はその一種であるとも言える。探触子と呼ぶ場合もある。

10

【0022】

本実施形態では、甲状腺や乳房等の凹凸のある計測部位に音響結合媒体の一種である音響結合用高分子ゲルでなるパッド (以下、「ゲルパッド」と称す。) GP を当接させ、当該ゲルパッドを介して超音波を送受して計測を行う場合を想定する。音響結合用高分子ゲルは、透明で柔軟な粘弾性体であり、凹凸のある表層部位をより高精度に超音波検査する目的で開発されたものであり、公知のものである。

【0023】

本実施形態の特徴的な構成の 1 つとして、プローブ 10 の接触面 10X に複数の圧力センサー 12 が設けられている。具体的には、接触面 10X の長手方向の一端部に第 1 圧力センサー 12A が、他端部に第 2 圧力センサー 12B が設けられている。本実施形態では、これらの圧力センサー 12 の検出圧力を用いて、プローブ 10 による超音波のフォーカシングを制御する。

20

【0024】

図 1 (2) はプローブ 10 の使用状態を示す図である。医師或いは技師は、ゲルパッド GP を凹凸のある計測部位に載置し、その上からプローブ 10 の接触面 10X を押し当てるようにして計測部位を加圧する。この状態において、超音波診断装置 1 は、プローブ 10 に設けられた超音波振動子から超音波を送受して、観測目標位置の診断用画像を生成する。

30

【0025】

1-2. 機能構成

図 2 は、本実施形態における超音波診断装置 1 の機能構成の一例を示すブロック図である。超音波診断装置 1 は、プローブ 10 と、本体装置 20 とを備える。

【0026】

プローブ 10 は、超音波センサー 11 と、圧力センサー 12 (第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B) とを有して構成される。

【0027】

超音波センサー 11 は、超音波のパルス信号を計測部位に照射し、その反射波を受信するセンサーであり、複数の超音波振動子をアレイ状に配列した超音波振動子アレイを有して構成される。

40

【0028】

圧力センサー 12 は、接触面 10X がゲルパッドに接触した状態において当該接触面 10X がゲルパッドから受ける圧力を検出する。これらの圧力センサー 12 としては、半導体圧力センサーや、静電容量形圧力センサーなどを用いることができ、例えばシート状に加工してプローブ 10 の接触面 10X に実装することができる。

【0029】

本体装置 20 は、主要な機能部として、処理部 100 と、送受信回路部 200 と、検波部 300 と、操作部 400 と、表示部 500 と、音出力部 600 と、通信部 700 と、時計部 800 と、記憶部 900 とを備えて構成される。

50

【0030】

送受信回路部200は、送受信制御部110から出力されるトリガー信号に従って、超音波の送信モードと受信モードとを時分割方式で切り替える送受信回路である。

【0031】

送受信回路部200は、送信用の構成として、所定周波数のパルス信号を生成するパルス生成回路（パルサー）や、パルス信号を遅延させる送信遅延回路等を有して構成される。また、受信用の構成として、受信信号を増幅する増幅器や、受信信号から所定の周波数成分を抽出するフィルター、アナログ形式の受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換器、受信信号を遅延させる受信遅延回路等を有して構成される。

【0032】

送受信回路部200は、送受信制御部110からトリガー信号を受信している間は、そのトリガー信号に同期したタイミングでパルス信号を発生させ、フォーカシング制御部130によって設定された遅延時間に応じてパルス信号を遅延させて各超音波振動子に出力する。これにより、アレイ状に配列した超音波振動子に対して送信波を随時遅延させ、超音波のフォーカス距離及びフォーカス方向を制御する。これは、超音波の送信フォーカシングに相当する。

【0033】

一方、送受信制御部110からトリガー信号を受信していない間は、超音波振動子から出力される超音波の受信信号を受信し、フォーカシング制御部130によって設定された遅延時間に応じて受信信号を遅延させて所定の周波数成分を減衰させた後、処理部100

10

20

【0034】

本実施形態では、各超音波振動子に対する遅延時間の設定を、デジタル信号処理としてソフトウェア的に行うことで、超音波信号のビームフォーミング及びフォーカシング（送信フォーカシング及び受信フォーカシング）を実現する。

【0035】

検波部300は、送受信回路部200から出力される超音波エコーの受信信号（RF信号）を検波する。検波部300は、超音波の反射波に対して対数圧縮や振幅包絡検波を行う対数検波回路等を有して構成される。

【0036】

処理部100は、超音波診断装置1の各部を統括的に制御する制御装置及び演算装置であり、例えばCPU（Central Processing Unit）やDSP（Digital Signal Processor）等のマイクロプロセッサや、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）等を有して構成される。

30

【0037】

処理部100は、主要な機能部として、送受信制御部110と、フォーカシング制御部130と、診断画像生成部150とを有する。但し、これらの機能部は一実施例として記載したものに過ぎず、必ずしもこれら全ての機能部を必須構成要素としなければならないわけではない。

【0038】

送受信制御部110は、プローブ10による超音波の送受信を制御する。具体的には、超音波センサー11のモードを、超音波のパルス信号を送信する送信モードと、超音波エコーの信号を受信する受信モードとの間で周期的に切り替えるための送受信制御信号を出力する。

40

【0039】

フォーカシング制御部130は、超音波のフォーカシングを制御する。第1実施形態では、フォーカシング制御部130は、フォーカス距離制御部131を機能部として有する。フォーカス距離制御部131は、第1圧力センサー12A及び第2圧力センサー12Bの検出圧力の大きさに基づいてフォーカス距離を制御する。

【0040】

50

記憶部 900 には、圧力センサー 12 の検出圧力に対するフォーカシングの制御パラメーターが設定されたプロファイルデータ 930 が記憶されている。フォーカス距離制御部 131 は、このプロファイルデータ 930 と、第 1 圧力センサー 12 A 及び第 2 圧力センサー 12 B の検出圧力とを用いて、フォーカス距離を制御する。

【0041】

図 3 は、プロファイルデータ 930 のデータ構成の一例を示す図である。プロファイルデータ 930 には、圧力センサー 12 の検出圧力 931 と、フォーカス距離変更量 933 とが対応付けて記憶されている。つまり、プロファイルデータ 930 には、圧力センサー 12 の検出圧力に応じたフォーカス距離の変更量が制御パラメーターの値として記憶されている。より具体的には、検出圧力が大きくなるほど、より大きなフォーカス距離変更量が定められている。

10

【0042】

フォーカス距離制御部 131 は、例えば、第 1 圧力センサー 12 A 及び第 2 圧力センサー 12 B の検出圧力を平均し、その平均値の検出圧力 931 に対応するフォーカス距離変更量 933 をプロファイルデータ 930 から読み出す。そして、初期設定で設定したフォーカス距離から、読み出したフォーカス距離変更量 933 を減算することで、フォーカス距離を更新する。プローブ 10 によってゲルパッドが強く押圧されると、ゲルパッドが大きく凹むことにより、超音波振動子から観測目標位置までの距離が短くなる。そのため、圧力センサー 12 の検出圧力が大きいほどフォーカス距離を短くする。

【0043】

20

フォーカス距離の制御は、プローブ 10 に設けられた各超音波振動子それぞれに対する遅延時間を設定することで実現することができる。各超音波振動子それぞれに対して設定する遅延時間は、例えば、フォーカス距離と超音波ビームの照射角度とを変数とする公知の演算式を用いて規定される。第 1 実施形態では、第 1 圧力センサー 12 A 及び第 2 圧力センサー 12 B の検出圧力に基づいて決定したフォーカス距離を演算式に代入することで、超音波振動子毎に遅延時間を演算・設定する。これにより、フォーカシング距離の制御を実現する。

【0044】

ここで、超音波のフォーカシングには、送信フォーカシングと受信フォーカシングとがあるが、何れか一方或いは両方を採用してよい。本実施形態の送受信回路部 200 は、超音波の送信モードと受信モードとを時分割方式で切り替える。そのため、送信モードと受信モードとで超音波を送信するタイミング及び超音波の反射波を受信するタイミングを制御することで、送信フォーカシング及び受信フォーカシングを制御する。

30

【0045】

診断画像生成部 150 は、検波部 300 によって検波された超音波の反射波の受信信号に基づいて、観測目標位置の診断画像を生成する。診断画像としては、A モード画像や B モード画像、M モード画像など、種々の方式の画像を生成可能である。

【0046】

操作部 400 は、医師や技師が操作するキーボードやボタンスイッチ等を有して構成される入力装置であり、押下されたキーやボタンの信号を処理部 100 に出力する。

40

【0047】

表示部 500 は、LCD (Liquid Crystal Display) 等を有して構成され、処理部 100 から入力される表示信号に基づく各種表示を行う表示装置である。表示部 500 には、診断画像生成部 150 によって生成された診断画像等が表示される。

【0048】

音出力部 600 は、スピーカー等を有して構成され、処理部 100 から入力される音出力信号に基づく各種音出力を行う音出力装置である。

【0049】

通信部 700 は、処理部 100 の制御に従って、装置内部で利用される情報をパソコン (PC (Personal Computer)) 等の外部の情報処理装置との間で送受するための通信装

50

置である。この通信部 700 の通信方式としては、所定の通信規格に準拠したケーブルを介して有線接続する形式や、近距離無線通信を利用して無線通信を行う形式等、種々の形式を適用可能である。

【0050】

時計部 800 は、水晶振動子及び発振回路でなる水晶発振器等を有して構成され、時刻を計時する計時装置である。時計部 800 の計時時刻は、処理部 100 に随時出力される。

【0051】

記憶部 900 は、ROM (Read Only Memory) やフラッシュ ROM、RAM (Random Access Memory) 等の記憶装置を有して構成される。記憶部 900 は、超音波診断装置 1 のシステムプログラムや、送受信制御機能、フォーカシング制御機能といった各種機能を実現するためのプログラム、データ等を記憶している。また、各種処理の処理中データ、処理結果などを一時的に記憶するワークエリアを有する。 10

【0052】

記憶部 900 には、プログラムとして、例えば、処理部 100 によって読み出され、超音波診断処理として実行される超音波診断プログラム 910 が記憶されている。超音波診断プログラム 910 は、第 1 フォーカシング制御処理 (図 4 参照) として実行される第 1 フォーカシング制御プログラム 911 をサブルーチンとして含む。

【0053】

また、記憶部 900 には、データとして、プロファイルデータ 930 (図 3 参照) と、フォーカス距離データ 950 と、フォーカシング制御データ 970 とが記憶される。 20

【0054】

フォーカス距離データ 950 は、フォーカス距離制御部 131 が遅延時間を設定する際に用いるフォーカス距離のデータであり、前述したように、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B の検出圧力の大きさに応じて随時更新される。

【0055】

フォーカシング制御データ 970 は、フォーカシング制御部 130 が超音波のフォーカシングの制御を実現するために用いるデータであり、各超音波振動子それぞれに対して設定される遅延時間のデータがこれに含まれる。

【0056】

1-3. 処理の流れ

図 4 は、処理部 100 が、記憶部 900 に記憶されている第 1 フォーカシング制御プログラム 911 に従って実行する第 1 フォーカシング制御処理の流れを示すフローチャートである。

【0057】

最初に、フォーカス距離制御部 131 は、操作部 400 からの操作信号に基づいて観測目標位置までのフォーカス距離及びフォーカス方向を初期設定する (ステップ A1)。そして、フォーカシング制御部 130 は、初期設定に基づいてフォーカシング制御の実行を開始する (ステップ A3)。

【0058】

次いで、処理部 100 は、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B から検出圧力を取得する (ステップ A5)。そして、処理部 100 は、フォーカス距離変更量推定処理を行う (ステップ A7)。具体的には、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B から取得した検出圧力を平均し、その平均値の検出圧力 931 に対応するフォーカス距離変更量 933 を記憶部 900 のプロファイルデータ 930 から読み出すことで、フォーカス距離変更量を推定する。

【0059】

その後、フォーカス距離制御部 131 は、推定したフォーカス距離変更量に基づいてフォーカス距離を設定変更し、実行中のフォーカシング制御を調整する (ステップ A9)。具体的には、ステップ A7 で推定したフォーカス距離変更量を用いてフォーカス距離を更 40 50

新し、各超音波振動子それぞれに対する遅延時間を設定する。そして、送受信回路部 200 に、設定した遅延時間に応じて各超音波振動子に対して出力するパルス信号を遅延させるように制御する。

【0060】

次いで、処理部 100 は、計測を終了するか否かを判定し（ステップ A11）、終了しないと判定した場合は（ステップ A11；No）、ステップ A5 に戻る。また、計測を終了すると判定した場合は（ステップ A11；Yes）、第 1 フォーカシング制御処理を終了する。

【0061】

1-4. 作用効果

第 1 実施形態によれば、超音波診断装置 1 において、凹凸のある計測部位に音響結合媒体であるゲルパッドを当接させ、当該ゲルパッドを介してプローブ 10 から超音波を送受して計測を行う。この際、プローブ 10 と、プローブ 10 とゲルパッドとの接触圧を、プローブ 10 に設けられた圧力センサー 12（第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B）によって検出する。そして、フォーカシング制御部 130 が、これらの圧力センサー 12 の検出圧力を用いて超音波のフォーカシングを行う。

【0062】

具体的には、フォーカス距離制御部 131 が、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B の検出圧力の大きさに基づいてフォーカス距離を制御する。この際、フォーカス距離制御部 131 が、それらの検出圧力が大きいほどフォーカス距離を短くすることで、プローブ 10 をゲルパッドに強く押し付けることによりゲルパッドの厚みが小さくなった（凹んだ）場合であっても、観測目標位置にフォーカスを適切に合わせることが可能となる。

【0063】

また、記憶部 900 に、圧力センサー 12 の検出圧力とフォーカス距離変更量とを対応付けたプロファイルデータ 930 を記憶させておき、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B の検出圧力に対応するフォーカス距離変更量に基づいてフォーカス距離を変更する。これにより、フォーカス距離の制御を簡単に行うことができる。

【0064】

2. 第 2 実施形態

第 2 実施形態は、超音波のフォーカシング制御として、第 1 実施形態で説明したフォーカス距離の制御に加えて、フォーカス方向の制御を行う実施形態である。なお、第 1 実施形態と同一の構成やフローチャートの同一のステップについては同一の符号を付して再度の説明を省略し、第 1 実施形態とは異なる部分を中心に説明する。

【0065】

ゲルパッドは柔軟な粘弾性体であるため、医師や技師が計測部位に対して垂直となるようにプローブ 10 を押し当てているつもりであっても、実際には計測部位に対してプローブ 10 が傾斜している場合がある。この場合、超音波ビームが斜め方向に照射されることで、フォーカスが観測目標位置から外れてしまう場合がある。そこで、第 2 実施形態では、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B の検出圧力に基づいて、プローブ 10 の接触面 10X における接触圧の圧力勾配を算出する。そして、算出した圧力勾配を用いて、フォーカス方向を制御する。

【0066】

2-1. 機能構成

図 5（1）は、第 2 実施形態において処理部 100 が有する機能部の一例を示す図である。処理部 100 は、送受信制御部 110 と、フォーカシング制御部 130 と、診断画像生成部 150 と、圧力勾配算出部 160 とを有する。また、フォーカシング制御部 130 は、フォーカス距離制御部 131 と、フォーカス方向制御部 133 とを有する。

【0067】

圧力勾配算出部 160 は、プローブ 10 に設けられた第 1 圧力センサー 12A 及び第 2

10

20

30

40

50

圧力センサー 12B の検出圧力に基づいて、プローブ 10 の接触面 10X における接触圧の圧力勾配を算出する。本実施形態では、圧力勾配算出部 160 は、第 1 圧力センサー 12A の検出圧力と第 2 圧力センサー 12B の検出圧力との差（以下、「検出圧力差」と称す。）を圧力勾配として算出する。

【0068】

フォーカス方向制御部 133 は、圧力勾配算出部 160 によって算出された検出圧力差に基づいて、超音波のフォーカス方向を制御する。具体的には、検出圧力差に基づいて、接触面 10X の法線方向からの傾斜角度を推定する。

【0069】

図 1 に示す通り、圧力センサー 12 は、接触面 10X の両端部に 1 つずつ配置されている。そのため、本実施形態で推定可能な傾斜角度は、接触面 10X に直交し、且つ、第 1 圧力センサー 12A 及び第 2 圧力センサー 12B の検出位置を通る平面上において、接触面 10X の法線方向と、当該平面上の任意の方向との成す角度で表わされる。なお、角度には正負があり、接触面 10X の法線方向を傾斜角度「 $\theta = 0$ 度」とする。

【0070】

図 6 は、プローブ 10 の傾斜角度の推定方法の説明図である。第 1 圧力センサー 12A の検出圧力を「P1」とし、第 2 圧力センサー 12B の検出圧力を「P2」とする。「P1」が「P2」よりも大きい場合の傾斜角度「 θ 」の符号を正とし、「P2」が「P1」よりも大きい場合の傾斜角度「 θ 」の符号を負とする。この場合、例えば、検出圧力差「 $P1 - P2$ 」が大きくなるほど、傾斜角度「 θ 」が大きくなるような一次関数に基づいて、プローブ 10 の傾斜角度「 θ 」を推定する。

【0071】

フォーカス方向の制御は、第 1 実施形態と同様に、プローブ 10 に設けられた各超音波振動子それぞれに対する遅延時間を設定することで実現することができる。前述したように、各超音波振動子それぞれに対して設定する遅延時間は、例えば、フォーカス距離と超音波ビームの照射角度とを変数とする公知の演算式によって規定される。第 2 実施形態では、圧力センサー 12 の検出圧力に基づいて、フォーカス距離と超音波ビームの照射角度とを決定し、演算式に代入することで、超音波振動子毎に遅延時間を個別に設定する。これにより、超音波のフォーカシングの制御を実現する。

【0072】

圧力勾配がある状態では、プローブ 10 の接触面 10X と観測目標位置との位置関係が垂直ではなく斜めになる。そこで、観測目標位置に対して超音波ビームが照射されるように、推定した傾斜角度「 θ 」分だけ超音波ビームを傾けるように遅延時間を設定する。つまり、上記のようにして推定したプローブ 10 の傾斜角度に基づき、遅延時間の演算に用いる超音波ビームの照射角度（フォーカス方向）を調整する。

【0073】

図 5（2）は、第 2 実施形態における記憶部 900 のデータ構成の一例を示す図である。記憶部 900 には、プログラムとして、超音波診断プログラム 910 が記憶されている。超音波診断プログラム 910 は、第 2 フォーカシング制御処理（図 7 参照）として実行される第 2 フォーカシング制御プログラム 912 が記憶されている。

【0074】

また、記憶部 900 には、データとして、プロファイルデータ 930 と、フォーカス距離データ 950 と、圧力勾配データ 960 と、フォーカシング制御データ 970 とが記憶される。圧力勾配データ 960 には、圧力勾配算出部 160 によって算出された圧力勾配が記憶される。

【0075】

2-2. 処理の流れ

図 7 は、処理部 100 が、記憶部 900 に記憶されている第 2 フォーカシング制御プログラム 912 に従って実行する第 2 フォーカシング制御処理の流れを示すフローチャートである。

【0076】

ステップA7の後、圧力勾配算出部160は、圧力勾配算出処理を行う（ステップB9）。具体的には、例えば、圧力勾配として、第1圧力センサー12Aの検出圧力「P1」と第2圧力センサー12Bの検出圧力「P2」との検出圧力差「 $P1 - P2$ 」を算出する。

【0077】

次いで、処理部100は、圧力勾配があるか否かを判定する（ステップB11）。具体的には、例えば、ステップB9で算出された検出圧力差「 $P1 - P2$ 」が所定の閾値「 θ 」を超えているか否かを判定する。圧力勾配があると判定した場合は（ステップB11；Yes）、フォーカス方向制御部133は、プローブ10の傾斜角度を推定する（ステップB13）。 10

【0078】

そして、フォーカス距離制御部131及びフォーカス方向制御部133は、ステップA7で推定したフォーカス距離変更量と、ステップB13で推定した傾斜角度とに基づいて、フォーカス距離及びフォーカス方向を設定変更し、実行中のフォーカシング制御を調整する（ステップB15）。そして、処理部100は、ステップA11へと移行する。

【0079】

一方、ステップB11において圧力勾配がないと判定した場合は（ステップB11；No）、フォーカス距離制御部131は、ステップA7で推定したフォーカス距離変更量に基づいてフォーカス距離を設定変更し、実行中のフォーカシング制御を調整する（ステップB17）。そして、処理部100は、ステップA11へと移行する。 20

【0080】

2-3. 作用効果

第2実施形態によれば、圧力勾配算出部160が、第1圧力センサー12A及び第2圧力センサー12Bの検出圧力に基づいて、プローブ10の接触面10Xにおける接触圧の圧力勾配を算出する。そして、フォーカス方向制御部133が、圧力勾配算出部160によって算出された圧力勾配を用いてフォーカス方向を制御する。

【0081】

接触面10Xの端部に設けられた第1圧力センサー12A及び第2圧力センサー12Bの検出圧力の勾配を算出することで、プローブ10の傾斜角度を推定することができる。そして、推定した傾斜角度に基づいて各超音波振動子それぞれに対する遅延時間を設定することで、プローブ10が計測部位に対して傾斜している場合であっても、フォーカスを観測目標位置に適切に合わせることができる。 30

【0082】

3. 変形例

本発明を適用可能な実施例は、上記の実施例に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能であることは勿論である。以下、変形例について説明する。

【0083】

3-1. 圧力センサー

上記の実施形態では、プローブ10に2個の圧力センサー12（第1圧力センサー12A及び第2圧力センサー12B）を設ける場合を一例として説明したが、圧力センサーの設置数や設置位置は適宜変更可能である。 40

【0084】

例えば、圧力センサー12をプローブ10の接触面の略中央位置に1箇所だけ設けることとしてもよい。この場合は、圧力センサー12の設置位置が超音波の通過口と位置的に重なり合わないよう、例えばプローブ10の側部寄りに設ければよい。

【0085】

また、プローブ10の接触面の左右端部と中央位置との計3箇所に圧力センサー12を設けることとしてもよい。この場合は、中央位置に設けられた圧力センサー12の検出圧力はフォーカス距離の制御を行うために用いることとし、左右端部位置に設けられた圧力 50

センサー 1 2 の検出圧力はフォーカス方向の制御を行うために用いることとしてもよい。

【0086】

また、接触面 10 X の四隅の 4 か所に圧力センサー 1 2 を設けることとしてもよい。この場合、接触面 10 X の法線方向を基準とした 2 軸の傾斜角度（接触面 10 X の長手方向の軸回りの角度及び短手方向の軸回りの角度）を推定できる。この推定結果に基づいて、フォーカス方向を調整する。

【0087】

3-2. スイッチによる切替

超音波検査においては、観測目標位置を異なる角度から見た場合の診断画像を生成するために、医師や技師が意図的にプローブ 10 を計測部位に対して斜めに押し当てる場合がある。そこで、第 2 実施形態で説明したフォーカス方向の制御を常に行う構成とするのではなく、フォーカス方向の制御を行うか否かのスイッチを設ける構成としてもよい。

10

【0088】

3-3. プロファイルデータ

圧力センサーの検出圧力に対するフォーカシングの制御パラメーターが設定されたプロファイルデータ 930 を、音響結合媒体の種類別に記憶部 900 に記憶しておくこととしてもよい。音響結合媒体の種類（例えば厚み別や素材別の種類）によって、同じ押し圧をかけた場合における音響結合媒体の凹み具合は異なる。そのため、音響結合媒体の種類別に、圧力センサー 1 2 の検出圧力とフォーカス距離変更量とを対応付けたプロファイルデータ 930 を定めておき、初期設定において選択することになると好適である。

20

【0089】

3-4. 傾斜角度の推定

上記の実施形態では、2 つの圧力センサーの検出圧力差「 $P_1 - P_2$ 」と、プローブ 10 の傾斜角度「 θ 」との相関特性を、線形関数によって近似したが、これは一例に過ぎない。例えば、検出圧力差「 $P_1 - P_2$ 」が大きくなるほど指数関数的に傾斜角度「 θ 」が増加するような非線形関数によって相関特性を近似することとし、当該相関特性に基づいて、傾斜角度「 θ 」を推定することとしてもよい。

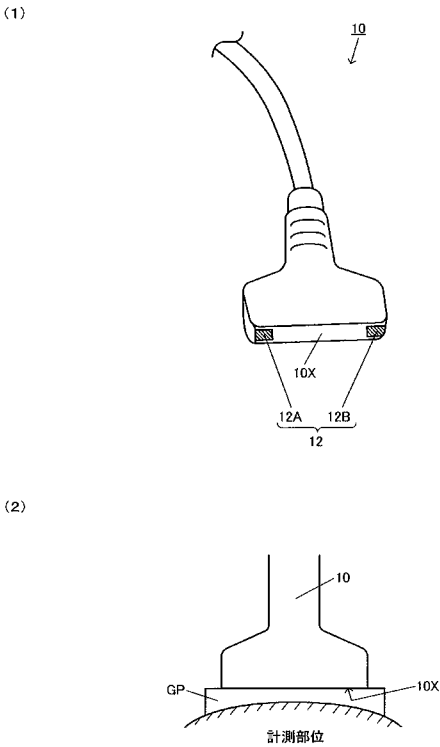
【符号の説明】

【0090】

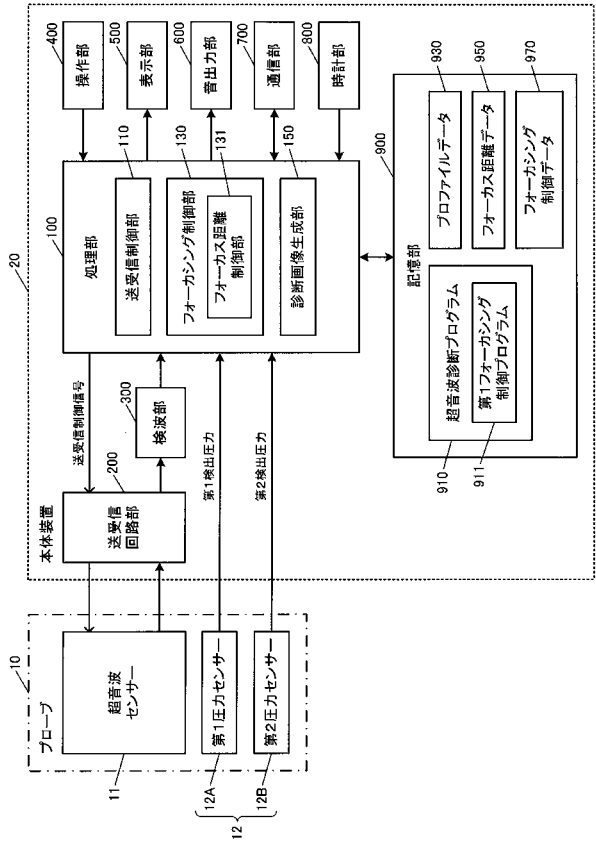
1 超音波診断装置、 10 プローブ、 11 超音波センサー、 12 圧力センサー、 12 A 第 1 圧力センサー、 12 B 第 2 圧力センサー、 100 処理部、 200 送受信回路部、 300 検波部、 400 操作部、 500 表示部、 600 音出力部、 700 通信部、 800 時計部、 900 記憶部

30

【図 1】



【図 2】

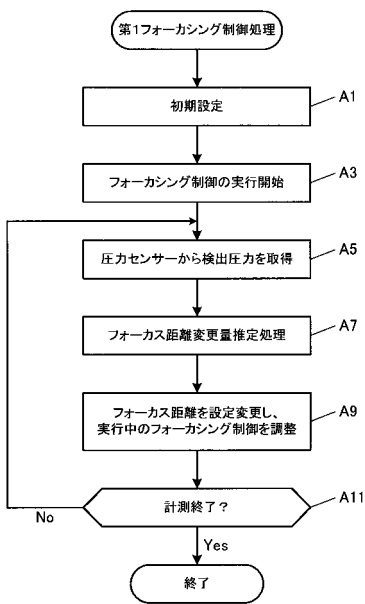


【図 3】

930

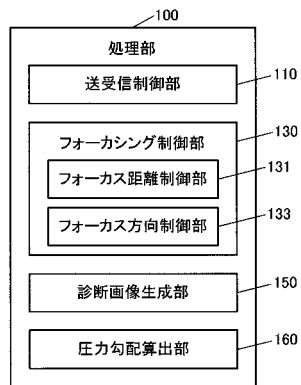
検出圧力	フォーカス距離変更量
P1	$\Delta F1$
P2	$\Delta F2$
P3	$\Delta F3$
⋮	⋮
⋮	⋮

【図 4】

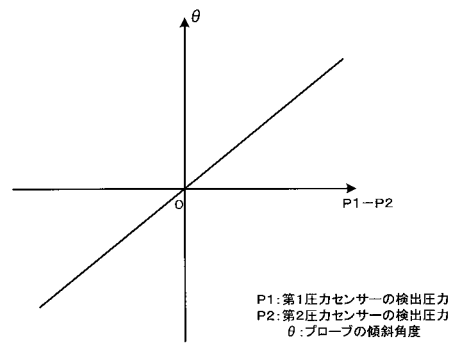


【図 5】

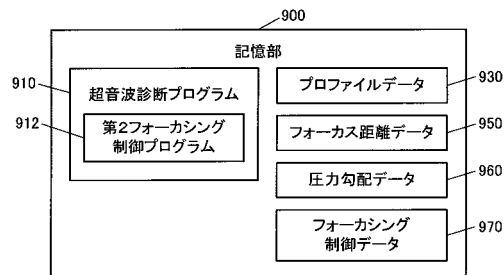
(1)



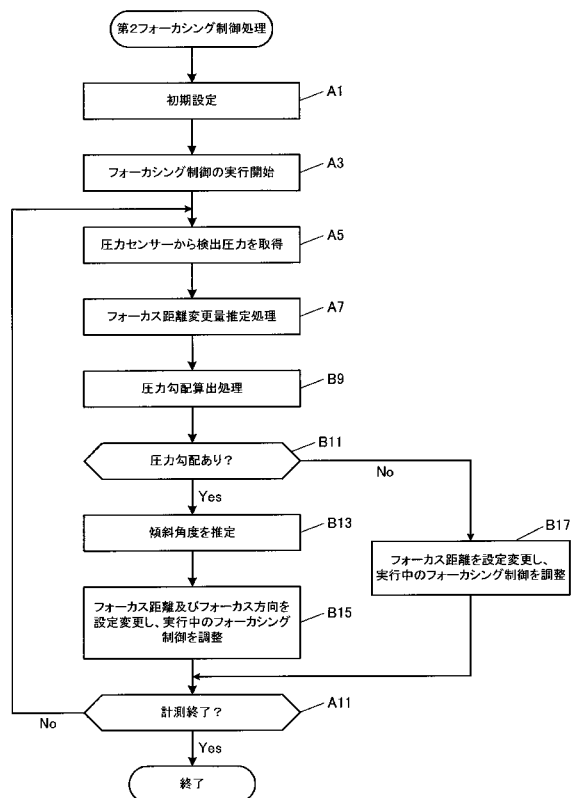
【図 6】



(2)



【図 7】



专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2013123605A5	公开(公告)日	2015-02-05
申请号	JP2011275359	申请日	2011-12-16
[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	宫坂满		
发明人	宫坂 满		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/429 A61B8/08 A61B8/0825 A61B8/4281 A61B8/4444 A61B8/54		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/GA01 4C601/GC03 4C601/HH29 4C601/JB36		
代理人(译)	须泽 修 宫坂和彦		
其他公开文献	JP2013123605A		

摘要(译)

要解决的问题：提出适当控制聚焦的新技术，在超声诊断设备中通过声耦合介质发送/接收超声波并进行测量。解决方案：在这种超声诊断设备中，一个声学的凝胶垫GP耦合介质邻接在不均匀的测量区域上。超声波诊断装置通过凝胶垫GP从探头10发送/接收超声波并进行测量。此时，超声波诊断装置通过设置在探头10中的压力传感器12（第一压力传感器12A和第二压力传感器12B）检测探头10和凝胶垫GP之间的接触压力。超声波诊断装置执行通过使用压力传感器12的检测压力来聚焦超声波。