

(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2016-87140

(P2016-87140A)

(43) 公開日 平成28年5月23日 (2016.5.23)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)F I
A61B 8/08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 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-226026 (P2014-226026)
(22) 出願日 平成26年11月6日 (2014.11.6)(71) 出願人 390029791
日立アロカメディカル株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号
(74) 代理人 110001210
特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(72) 発明者 須田 昌弘
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
アロカメディカル株式会社内
Fターム (参考) 4C601 DD19 DD23 EE10 JB41 JC23
JC37 KK19 KK24

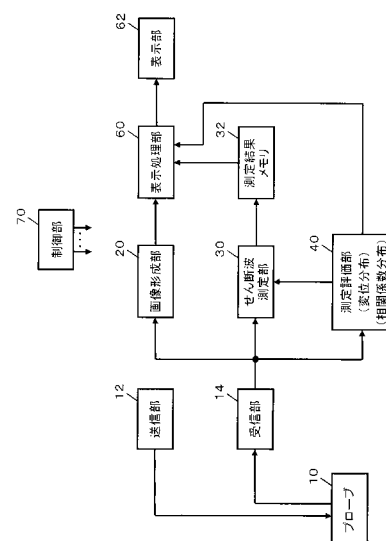
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置においてせん断波の測定に係る妥当性を評価する。

【解決手段】せん断波測定部30は、測定期間における受信信号に基づいて、被検体内におけるせん断波の伝搬速度を算出する。測定評価部40は、測定期間の前後における受信信号（又は受信信号に対応した画像データ）に基づいて、せん断波測定部30による測定の評価情報を得る。測定評価部40は、測定の評価情報として、例えば、被検体内における組織の変位分布と相関係数分布を導出する。また、測定評価部40は、組織の変位分布と相関係数分布に基づいて、せん断波測定部30による測定が妥当か否かを判定する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波の振動子と、
超音波を送波するように振動子を制御する送信部と、
振動子が受波した超音波の受信信号を得る受信部と、
測定期間内の受信信号に基づいてせん断波を測定するせん断波測定部と、
測定期間前の受信信号に対応した前データと当該測定期間後の受信信号に対応した後データの相関関係に基づいて、当該測定期間における測定の評価情報を得る測定評価部と、
を有する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、
前記測定評価部は、前記評価情報として、せん断波が測定される被検体内の複数サンプル点における組織の変位を示した変位分布を導出する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、
前記測定評価部は、組織の変位が条件を満たすサンプル点数の比率を算出し、当該比率に基づいて前記測定期間における測定の良否を判定する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の超音波診断装置において、
超音波画像内に組織の変位分布を反映させた表示画像を形成して表示する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、
前記測定評価部は、前記評価情報として、せん断波が測定される被検体内の複数サンプル点における相関係数を示した相関係数分布を導出する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波診断装置において、
前記測定評価部は、複数サンプル点における相関係数の統計的な特徴量を算出し、当該特徴量に基づいて前記測定期間における測定の良否を判定する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の超音波診断装置において、
超音波画像内に相関係数分布を反映させた表示画像を形成して表示する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、せん断波を測定する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波を送波して被検体内にせん断波を発生させ、被検体内を伝播するせん断波を超音波で測定し、せん断波の伝搬速度等に基づいて、被検体内における組織の硬さ等の診断情報を得る技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、せん断波の測定において、バックグラウンドの動きを検知し、測定されたせん断波特性を調整する技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特表 2 0 1 3 - 5 4 4 6 1 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

せん断波の測定は、組織等の測定対象が動かない状態で行われることが望ましい。ところが、例えば、被検体の拍動や呼吸等の体動により、その被検体内における測定対象が動いてしまう場合がある。測定中に被検体が大きく動いてしまうと、せん断波の測定に影響を及ぼしてしまい測定精度を低下させてしまう。

【 0 0 0 5 】

こうした背景事情に鑑み、本願の発明者は、超音波診断装置によりせん断波を測定する技術について研究開発を重ねてきた。本発明は、その研究開発の過程において成されたものであり、その目的は、超音波診断装置においてせん断波の測定に係る妥当性を評価することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的にかなう好適な超音波診断装置は、超音波の振動子と、超音波を送波するように振動子を制御する送信部と、振動子が受波した超音波の受信信号を得る受信部と、測定期間内の受信信号に基づいてせん断波を測定するせん断波測定部と、測定期間前の受信信号に対応した前データと当該測定期間後の受信信号に対応した後データの相関関係に基づいて、当該測定期間における測定の評価情報を得る測定評価部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

上記装置によれば、せん断波の測定期間における測定の評価情報、例えば測定状態や測定結果を評価するための情報に基づいて、例えばせん断波の測定に係る妥当性を評価すること等が可能になる。

【 0 0 0 8 】

望ましい具体例において、前記測定評価部は、前記評価情報として、せん断波が測定される被検体内の複数サンプル点における組織の変位を示した変位分布を導出する、ことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

望ましい具体例において、前記測定評価部は、組織の変位が条件を満たすサンプル点数の比率を算出し、当該比率に基づいて前記測定期間における測定の良否を判定する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

望ましい具体例において、前記超音波診断装置は、超音波画像内に組織の変位分布を反映させた表示画像を形成して表示することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

望ましい具体例において、前記測定評価部は、前記評価情報として、せん断波が測定される被検体内の複数サンプル点における相関係数を示した相関係数分布を導出する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

望ましい具体例において、前記測定評価部は、複数サンプル点における相関係数の統計的な特徴量を算出し、当該特徴量に基づいて前記測定期間における測定の良否を判定することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

望ましい具体例において、前記超音波診断装置は、超音波画像内に相関係数分布を反映させた表示画像を形成して表示することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

本発明により、超音波診断装置においてせん断波の測定に係る妥当性を評価することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施において好適な超音波診断装置の全体構成を示す図である。

【図2】せん断波の測定に係る具体例を説明するための図である。

【図3】測定期間と走査期間の具体例を説明するための図である。

【図4】変位分布と相関係数分布の導出例を説明するための図である。

【図5】変位分布に基づく表示画像の具体例を示す図である。

【図6】相関係数分布に基づく表示画像の具体例を示す図である。

【図7】測定結果メモリに記憶される測定結果の具体例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1は、本発明の実施において好適な超音波診断装置の全体構成を示す図である。プローブ10は、被検体（生体）内の組織、例えば臓器等の測定対象を含む領域に対して超音波を送受する超音波探触子である。プローブ10は、各々が超音波を送受または送波する複数の振動素子により構成される振動子を備えており、複数の振動素子が送信部12により送信制御されて送信ビームが形成される。

【0017】

また、プローブ10が備える複数の振動素子が、測定対象を含む領域内から超音波を受波し、これにより得られた信号が受信部14へ出力され、受信部14が受信ビームを形成して受信ビームに沿って受信信号（エコーデータ）が収集される。なお、プローブ10は例えばコンベックス型が望ましいもののリニア型等であってもよい。

【0018】

プローブ10は、測定対象となる組織を含む領域内においてせん断波を発生させる超音波（プッシュ波）を送波する機能と、せん断波に伴う組織の変位を測定する超音波（トラッキング波）を送受する機能と、画像形成用の超音波を送受する機能を備えている。

【0019】

超音波の送波は、送信部12によって制御される。せん断波を発生させる場合、送信部12は、プッシュ波の送信信号をプローブ10が備える複数の振動素子へ出力し、これにより、プッシュ波の送信ビームが形成される。また、せん断波を測定する場合、送信部12は、トラッキング波の送信信号をプローブ10が備える複数の振動素子へ出力し、これによりトラッキング波の送信ビームが形成される。さらに、超音波画像を形成する場合、送信部12は、画像形成用の送信信号をプローブ10が備える複数の振動素子へ出力し、これにより、画像形成用の送信ビームが走査される。

【0020】

また、受信部14は、プローブ10がトラッキング波を送受することにより複数の振動素子から得られる受波信号に基づいて、トラッキング波の受信ビームを形成し、その受信ビームに対応した受信信号を得る。さらに、受信部14は、プローブ10が画像形成用の超音波を送受することにより複数の振動素子から得られる受波信号に基づいて、画像形成用の受信ビームを形成し、その受信ビームに対応した受信信号を生成する。

【0021】

画像形成用の超音波ビーム（送信ビームと受信ビーム）は、測定対象を含む二次元平面内において走査され、二次元平面内から画像形成用の受信信号が収集される。もちろん、画像形成用の超音波ビームが三次元空間内において立体的に走査され、三次元空間内から画像形成用の受信信号が収集されてもよい。

【0022】

画像形成部20は、受信部14において収集された画像形成用の受信信号に基づいて、超音波の画像データを形成する。画像形成部20は、例えば測定対象である臓器等の組織を含む領域のBモード画像（断層画像）の画像データを形成する。なお、画像形成用の受

10

20

30

40

50

信信号が三次元的に収集されている場合に、画像形成部 20 は、三次元超音波画像の画像データを形成してもよい。

【0023】

せん断波測定部 30 は、受信部 14 から得られるトラッキング波の受信ビームに対応した受信信号に基づいて、被検体内のせん断波発生後における組織の変位を測定する。さらに、せん断波測定部 30 は、せん断波発生後における組織の変位に基づいて、被検体内におけるせん断波の伝搬速度を算出する。せん断波測定部 30 における測定結果は、測定結果メモリ 32 に記憶される。せん断波測定部 30 における処理については後に詳述する。

【0024】

測定評価部 40 は、受信部 14 から得られる画像形成用の受信信号に基づいて、せん断波測定部 30 による測定の評価情報を得る。測定評価部 40 は、測定の評価情報として、例えば、被検体内における組織の変位分布と相関係数分布を導出する。また、測定評価部 40 は、組織の変位分布と相関係数分布に基づいて、せん断波測定部 30 による測定が妥当か否かを判定する。測定評価部 40 における処理については後に詳述する。

10

【0025】

表示処理部 60 は、画像形成部 20 から得られる超音波画像の画像データと、測定結果メモリ 32 に記憶された測定結果と、測定評価部 40 から得られる評価情報に基づいて表示画像を形成する。表示処理部 60 において形成された表示画像は表示部 62 に表示される。

【0026】

制御部 70 は、図 1 に示す超音波診断装置内を全体的に制御する。図 1 の超音波診断装置は、例えば、マウス、キーボード、トラックボール、タッチパネル、その他のスイッチ類等で構成される操作デバイスを備えていることが望ましい。そして、制御部 70 による全体的な制御には、操作デバイス等を介してユーザから受け付けた指示も反映される。

20

【0027】

図 1 に示す構成（符号を付された各機能ブロック）のうち、送信部 12，受信部 14，画像形成部 20，せん断波測定部 30，測定評価部 40，表示処理部 60 の各部は、例えば電気電子回路やプロセッサ等のハードウェアを利用して実現することができ、その実現において必要に応じてメモリ等のデバイスが利用されてもよい。なお、上記各部に対応した機能が、CPU やプロセッサやメモリ等のハードウェアと、CPU やプロセッサの動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により実現されてもよい。

30

【0028】

測定結果メモリ 32 は、半導体メモリやハードディスク等の記憶デバイスで実現することができ、表示部 62 の好適な具体例は液晶ディスプレイ等である。そして、制御部 70 は、例えば、CPU やプロセッサやメモリ等のハードウェアと、CPU やプロセッサの動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により実現することができる。なお、図 1 に示す構成のうち、プローブ 10 以外の全てまたは一部をコンピュータにより実現してもよい。

【0029】

図 1 の超音波診断装置の全体構成は以上のとおりである。次に、図 1 の超音波診断装置によるせん断波の測定とその測定の評価について詳述する。なお、図 1 に示した各構成（各機能ブロック）については、以下の説明において図 1 の符号を利用する。

40

【0030】

図 2 は、せん断波の測定に係る具体例を説明するための図である。図 2（A）には、プローブ 10 を利用して形成されるプッシュ波の送信ビーム P と、トラッキング波の超音波ビーム T1，T2 の具体例が図示されている。

【0031】

図 2（A）において、プッシュ波の送信ビーム P は、X 方向の位置 p を通るように深さ Y 方向に沿って形成される。例えば、図 2（A）に示す X 軸上の位置 p を焦点としてプッシュ波の送信ビーム P が形成される。位置 p は、例えば、表示部 62 に表示される生体内

50

の測定対象に関する超音波画像を確認した医師等のユーザ（検査者）により、所望の位置に設定される。

【 0 0 3 2 】

位置 p を焦点として送信ビーム P が形成されてプッシュ波が送波されると、生体内において、位置 p とその近傍において比較的強いせん断波が発生する。図 2 (A) は、位置 p において発生するせん断の X 方向における伝搬速度を測定する具体例を示している。

【 0 0 3 3 】

図 2 (A) の具体例では、トラッキング波の 2 本の超音波ビーム T_1 , T_2 が形成される。超音波ビーム（送信ビームと受信ビーム） T_1 は、例えば図 2 (A) に示す X 軸上の位置 x_1 を通るよう形成され、超音波ビーム（送信ビームと受信ビーム） T_2 は、例えば図 2 (A) に示す X 軸上の位置 x_2 を通るよう形成される。位置 x_1 と位置 x_2 は、例えば、表示部 6 2 に表示される測定対象の超音波画像を確認したユーザにより所望の位置に設定されてもよいし、図 1 の超音波診断装置が、位置 p から X 方向に沿って所定の距離だけ離れた個所に位置 x_1 と位置 x_2 を設定してもよい。

【 0 0 3 4 】

図 2 (B) は、プッシュ波の送信ビーム P とトラッキング波の超音波ビーム T_1 , T_2 の生成タイミングの具体例を示している。図 2 (B) の横軸は時間軸 t である。図 2 (B) において、期間 P は、プッシュ波の送信ビーム P が形成される期間であり、期間 T_1 , T_2 は、それぞれ、トラッキング波の超音波ビーム T_1 , T_2 が形成される期間である。

【 0 0 3 5 】

期間 P 内においては、多数波のプッシュ波が送波される。例えば、期間 P 内において連続波の超音波が送波される。そして、例えば期間 P が終了した直後から位置 p においてせん断波が発生する。

【 0 0 3 6 】

期間 T_1 , T_2 においては、1 波から数波程度のいわゆるパルス波のトラッキング波が送波され、そのパルス波に伴う反射波が受波される。例えば位置 x_1 , x_2 を通る超音波ビーム T_1 , T_2 が形成され、位置 x_1 , x_2 を含む複数の深さにおいて受信信号が得られる。つまり、超音波ビーム T_1 , T_2 の各々について、複数の深さから受信信号が得られる。

【 0 0 3 7 】

トラッキング波の送受は、複数の期間に亘って繰り返し行われる。つまり、図 2 (B) に示すように、期間 T_1 , T_2 が交互に、例えばせん断波に伴う組織の変位が確認されるまで繰り返される。

【 0 0 3 8 】

せん断波測定部 3 0 は、トラッキングパルスの超音波ビーム T_1 の受信データと超音波ビーム T_2 の受信データに基づいて、位置 x_1 , x_2 における変位を測定する。そして、せん断波測定部 3 0 は、例えば、位置 p において発生したせん断波の影響により、位置 x_1 における組織の変位が最大となる時刻 t_1 と、位置 x_2 における組織の変位が最大となる時刻 t_2 と、位置 x_1 と位置 x_2 の距離 x と、に基づいて、せん断波の X 軸方向の伝搬速度 $V_s = x / (t_2 - t_1)$ を算出する。なお、せん断波の伝搬速度は、他の公知の手法を利用して算出されてもよい。さらに、せん断波の伝搬速度に基づいて、せん断波が測定された組織の弾性値などが算出されてもよい。

【 0 0 3 9 】

なお、図 2 の具体例においては、プッシュパルスの送信ビーム P に対して、 X 軸の正方向側に、トラッキングパルスの超音波ビーム T_1 , T_2 を形成しているが、プッシュパルスの送信ビーム P に対して、 X 軸の負方向側にトラッキングパルスの超音波ビーム T_1 , T_2 を形成して、 X 軸の負方向側に伝搬するせん断波を測定するようにしてもよい。もちろん、プッシュパルスの送信ビーム P の位置 p や、トラッキングパルスの超音波ビーム T_1 , T_2 の位置 x_1 , x_2 は、測定対象や測定状況等に応じて適切に設定されることが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図 2 (B) に示す測定セット Vs_n は、プッシュパルスの送波が開始されてから、トラッキングパルスの送受信が完了するまでの 1 セットの期間である。せん断波の伝搬速度を算出するにあたり、測定セット Vs_n が複数回に亘って繰り返されてもよい。例えば、測定期間内において測定セット Vs_n が複数回に亘って繰り返され、測定期間前後の走査期間において、画像形成用の超音波ビームが走査される。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、測定期間と走査期間の具体例を説明するための図である。図 3 には、図 1 の超音波診断装置による (1) 送受信処理と (2) 表示画像のシーケンスが図示されている。

【 0 0 4 2 】

せん断波の測定は、測定期間内において行われる。せん断波の測定に先だって、つまり測定期間前の走査期間において、画像形成用の超音波ビーム (送信ビームと受信ビーム) が測定対象を含む被検体内において走査される。例えば、測定期間前の走査期間において、複数フレームに亘って画像形成用の超音波ビームが走査され、複数フレームに亘って得られた受信信号に基づいて、各フレームごとに超音波画像が形成される。

【 0 0 4 3 】

図 3 の具体例において、(1) 送受信処理には、測定期間前の走査期間における最後の 2 フレームであるフレーム ($n - 1$) とフレーム (n) における走査が図示されており、(2) 表示画像には、フレーム ($n - 1$) とフレーム (n) の超音波画像が図示されている。医師等のユーザは、例えば、測定期間前の走査期間に、表示画像として表示部 6 2 に表示される超音波画像を確認しながら、測定対象を含むせん断波の測定領域、つまりプッシュパルスとトラッキングパルスを送波する領域を決定する。

【 0 0 4 4 】

せん断波の測定領域が決定されると、測定期間内において、せん断波の測定が行われる。測定期間内において、せん断波の測定は複数回に亘って行われることが望ましい。例えば図 3 の (1) 送受信処理に示す具体例のように、測定期間内において、測定セット $Vs_1 \sim Vs_N$ まで、 N 回 (N は自然数) の測定が行われる。各測定セット Vs_n ($n = 1 \sim N$) は、プッシュ波が送波される期間 P と、トラッキング波の 2 本の超音波ビームが繰り返し形成される期間 T_1 , T_2 で構成される (図 2 参照) 。

【 0 0 4 5 】

また、測定期間内においては、画像形成用の超音波ビームの走査が停止され、例えば、測定期間前の走査期間に得られた超音波画像が表示される、図 3 の (2) 表示画像の具体例では、測定期間内において、走査期間の最後のフレーム (n) の超音波画像が表示される。なお、その超音波画像内に、プッシュ波とトラッキング波の位置を示すカーソルや、測定領域を示す関心領域 (ROI) 等が表示されてもよい。

【 0 0 4 6 】

測定期間が終了すると、測定期間後の走査期間において、画像形成用の超音波ビームが測定対象を含む被検体内において走査される。測定期間後の走査期間においては、少なくとも 1 フレームの走査が行われる。

【 0 0 4 7 】

図 3 の具体例において、(1) 送受信処理には、測定期間後の走査期間におけるフレーム ($n + 1$) の走査が図示されており、(2) 表示画像には、フレーム ($n + 1$) の超音波画像が図示されている。

【 0 0 4 8 】

そして、測定期間後の走査期間における走査が終了すると、超音波の送受が停止される休止期間が設けられ、プローブ 10 の振動子がクーリング (冷却) される。また、休止期間に、せん断波の測定結果が表示部 6 2 に表示される。

【 0 0 4 9 】

図 1 の超音波診断装置によれば、測定期間前後の走査期間に得られる受信信号に基づいて、測定期間におけるせん断波の測定に関する評価情報が得られる。測定評価部 40 は、

10

20

30

40

50

測定期間前の受信信号に対応したデータと測定期間後の受信信号に対応したデータの相関関係に基づいて、測定期間における測定の評価情報を得る。測定評価部40は、評価情報として、例えば、せん断波が測定される領域内における組織の変位分布と相関係数分布を導出する。

【0050】

図4は、変位分布と相関係数分布の導出例を説明するための図である。図4には、測定期間前の走査期間におけるフレーム(n)と、測定期間後の走査期間におけるフレーム(n+1)が図示されている(図3参照)。

【0051】

測定評価部40は、フレーム(n)の受信信号(又は受信信号に基づく画像データ)とフレーム(n+1)の受信信号(又は受信信号に基づく画像データ)との間の相関関係に基づいて、組織の変位を推定して変位分布を導出する。

【0052】

例えば、フレーム(n)内の複数のサンプル点SPについて、各サンプル点SPごとにフレーム(n+1)内における移動点SP'が探索され、そのサンプル点SPから移動点SP'までの変位(d)が算出される。なお、変位ベクトル(dx, dy)が算出されてもよい。フレーム(n+1)内において、各サンプル点SPとの相関関係が最も強い(相関係数が最大となる)点が、そのサンプル点SPの移動点SP'とされる。

【0053】

なお、各サンプル点SPの変位を推定するにあたっては、公知の各種の手法を利用することができる。例えば、参考文献(特開2004-57652号公報)において、図6を利用して説明される空間相関法、図7を利用して説明されるドブラ法、図8を利用して説明される複合自己相関法などが、変位の推定における好適な具体例である。

【0054】

測定評価部40は、フレーム内の複数のサンプル点SPについて、各サンプル点SPごとに変位(d)を算出し、複数のサンプル点SPにおける変位(d)を示した変位分布を導出する。

【0055】

また、測定評価部40は、フレーム内の複数のサンプル点SPについて、各サンプル点SPごとに、そのサンプル点SPと移動点SP'との間の相関係数(相関値)を算出し、複数のサンプル点SPにおける相関係数を示した相関係数分布を導出する。

【0056】

フレーム(n)とフレーム(n+1)の間において、つまり測定期間の前後において、相関係数が比較的大きければ、測定期間内において測定断面(例えばブッシュ波とトラッキング波が含まれる断面)のずれが小さいと推定され、さらに、組織の変位が比較的小さければ、測定期間内において測定対象を同じ測定箇所でも測定できていると推定される。つまり、その測定期間におけるせん断波の測定が良好であることが推定される。

【0057】

これに対し、測定期間の前後において、相関係数が比較的大きいものの、組織の変位が比較的大きければ、測定期間内において測定箇所が移動していると推定される。つまり、その測定期間におけるせん断波の測定が良好ではないことが推定される。また、測定期間の前後において、相関係数が比較的小さければ、測定期間内において測定断面がずれてしまっていると推定される。測定断面がずれてしまうと、組織の変位を評価する以前に、せん断波の測定が良好ではないことが推定される。

【0058】

そこで、図1の超音波診断装置は、変位分布と相関係数分布に基づく表示画像を表示部62に表示し、例えば医師等のユーザに対して、せん断波の測定に係る評価情報を提供する。

【0059】

図5は、変位分布に基づく表示画像の具体例を示す図である。表示処理部60は、画像

10

20

30

40

50

形成部 20 から得られる超音波画像と、測定評価部 40 から得られる変位分布に基づいて変位表示画像を形成する。

【0060】

変位表示画像には、せん断波の測定領域を示す関心領域 (ROI) と、変位分布が得られている分布領域を示すことが望ましい。図 5 に示す具体例において、変位表示画像内には、せん断波の測定領域を示す関心領域が実線の矩形領域で示され、変位分布の分布領域が破線の矩形領域で示されている。

【0061】

表示処理部 60 は、例えば、超音波画像内において、変位が比較的大きい部分、つまり変位が閾値よりも大きいサンプル点に対応した部分を明示した変位表示画像を形成する。例えば、フレーム (n) またはフレーム (n + 1) の超音波画像内に、変位が比較的大きい部分に色づけ処理等を施した変位表示画像が形成される。もちろん、色づけ処理以外の表示態様により、変位の大きい部分が明示されてもよい。

10

【0062】

これにより、例えば、表示部 62 に表示される変位表示画像を見た医師等のユーザが、分布領域内において色づけ処理を施された部分の面積が広い場合に、測定期間内において測定箇所が移動しており、その測定期間におけるせん断波の測定が良好ではないこと等を判断することが可能になる。

【0063】

なお、超音波画像内に変位分布をそのまま表示させてもよい。例えば、各サンプル点ごとに、色付け処理等の表示処理により、そのサンプル点の変位の大きさを表現することにより、超音波画像内に変位分布を表示させてもよい。

20

【0064】

図 6 は、相関係数分布に基づく表示画像の具体例を示す図である。表示処理部 60 は、画像形成部 20 から得られる超音波画像と、測定評価部 40 から得られる相関係数分布に基づいて、相関係数表示画像を形成する。

【0065】

相関係数表示画像には、せん断波の測定領域を示す関心領域 (ROI) と、相関係数分布が得られている分布領域を示すことが望ましい。図 6 に示す具体例において、相関係数表示画像内には、せん断波の測定領域を示す関心領域が実線の矩形領域で表示され、相関係数分布の分布領域が破線の矩形領域で表示されている。

30

【0066】

表示処理部 60 は、例えば、超音波画像内において、相関係数が比較的小さい部分、つまり相関係数が閾値よりも小さいサンプル点に対応した部分を明示した相関係数表示画像を形成する。例えば、フレーム (n) またはフレーム (n + 1) の超音波画像内に、相関係数が比較的小さい部分に色づけ処理等を施した相関係数表示画像が形成される。もちろん、色づけ処理以外の表示態様により、相関係数の小さい部分が明示されてもよい。

【0067】

これにより、例えば、表示部 62 に表示される相関係数表示画像を見た医師等のユーザが、分布領域内において色づけ処理を施された部分の面積が広い場合に、測定期間内において測定断面がずれてしまっており、その測定期間におけるせん断波の測定が良好ではないこと等を判断することが可能になる。

40

【0068】

なお、超音波画像内に相関係数分布をそのまま表示させてもよい。例えば、各サンプル点ごとに、色付け処理等の表示処理により、そのサンプル点の相関係数の大きさを表現することにより、超音波画像内に相関係数分布を表示させてもよい。

【0069】

さらに、例えば医師等のユーザからの操作に応じて、変位表示画像 (図 5) と相関係数表示画像 (図 6) と超音波画像を切り替えて表示することが望ましい。また、これらの画像を表示するにあたって、測定期間前のフレーム (例えばフレーム (n)) に対応した

50

画像と、測定期間後のフレーム（例えば、フレーム（ $n + 1$ ））に対応した画像を切り替えて表示することが望ましい。なお、表示の切り替えにおいて、せん断波の測定領域を示す関心領域（ROI）は常に表示させておくことが望ましいものの、例えばユーザ操作に応じてROIの表示を消すようにしてもよい。

【0070】

測定評価部40は、測定期間前後の受信信号（又は受信信号に基づく画像データ）から得られる変位分布と相関係数分布に基づいて、その測定期間における測定の良否、つまりせん断波の測定が妥当であったか否かを判定してもよい。

【0071】

測定評価部40は、例えば変位分布に基づいて、その変位分布内の全サンプル点の中で変位が閾値以上となる比較的大きな変位に対応したサンプル点数の比率を算出し、その比率が変位の判定基準値以上の場合に、測定期間におけるせん断波の測定が良好ではない（妥当な測定ではない）と判定する。なお、変位分布内における複数サンプル点の変位に係る統計的な特徴量、例えば複数サンプル点における変位の平均値を算出し、その平均値が変位の平均基準値以上の場合に、測定が良好ではないと判定してもよい。

10

【0072】

また、測定評価部40は、例えば相関係数分布に基づいて、その相関係数分布内における複数サンプル点の相関係数に係る統計的な特徴量、例えば複数サンプル点における相関係数の平均値を算出し、その平均値が相関係数の平均基準値以下の場合に、測定期間におけるせん断波の測定が良好ではない（妥当な測定ではない）と判定する。なお、相関係数分布内の全サンプル点の中で、相関係数が閾値以下となる比較的小さな相関係数に対応したサンプル点数の比率を算出し、その比率が相関係数の判定基準値以上の場合に、測定が良好ではないと判定してもよい。

20

【0073】

さらに、測定評価部40において測定が良好でないと判定された場合には、その測定により得られた測定結果を測定結果メモリ32からクリア（削除）することが望ましい。

【0074】

図7は、測定結果メモリ32に記憶される測定結果の具体例を示す図である。せん断波測定部30における測定結果は、測定結果メモリ32に記憶される。せん断波測定部30は、例えば、複数の試行回数について各試行回数ごとに、せん断波の測定結果を測定結果メモリ32に記憶する。

30

【0075】

1回の試行回数は、1つの測定期間（図3参照）に対応している。複数の試行回数が実行される場合には、各試行回数ごとに、測定期間前の走査期間、測定期間、測定期間後の走査期間、休止期間（図3参照）の順に処理が実行される。

【0076】

せん断波測定部30は、各試行回数ごとに、せん断波計測値、つまり、せん断波の伝搬速度を算出して測定結果メモリ32に記憶する。図7の具体例において、試行回数1におけるせん断波計測値は「100」であり、試行回数2におけるせん断波計測値は「110」である。

40

【0077】

測定評価部40は、各試行回数ごとに、せん断波の測定に係る評価結果、つまり、変位評価値と相関係数評価値を算出して測定結果メモリ32に記憶する。図7の具体例において、変位評価値は変位分布内において変位が閾値以上となるサンプル点数の比率であり、試行回数1における変位評価値は「0.05（5パーセント）」であり、試行回数2における変位評価値は「0.08（8パーセント）」である。また、図7の具体例において、相関係数評価値は、相関係数分布内の複数サンプル点における相関係数の平均値であり、試行回数1における相関係数評価値は「0.90」であり、試行回数2における相関係数評価値は「0.87」である。

【0078】

50

さらに、測定評価部 40 は、各試行回数ごとに、変位評価値と相関係数評価値に基づいて、測定期間におけるせん断波の測定の良否を判定する。測定評価部 40 は、例えば、各試行回数ごとに、変位評価値と相関係数評価値が共に良好であれば、その試行回数におけるせん断波計測値が良好（妥当）であると判定し、変位評価値と相関係数評価値の少なくとも一方が良好ではない場合に、その試行回数におけるせん断波計測値が良好ではない（妥当ではない）と判定する。そして、妥当ではないと判定された試行回数についての測定結果が、測定結果メモリ 32 からクリア（削除）される。

【0079】

例えば、図 7 の具体例において、試行回数 3 の変位評価値が「0.85（85 パーセント）」であり、変位の判定基準値（例えば 10 パーセント程度）を大きく超えているため良好ではない。また、相関係数評価値が「0.50」であり、相関係数の平均基準値（例えば 0.70 程度）以下となっているため良好ではない。そのため、測定評価部 40 は、試行回数 3 の測定結果が良好ではないと判定し、測定結果メモリ 32 から試行回数 3 の測定結果をクリアする。なおクリアされた記憶領域には、試行回数 3 以降に得られる測定結果が記憶される。

10

【0080】

また、測定結果メモリ 32 には、複数の試行回数において得られた測定結果の平均値も記憶される。測定評価部 40 による評価後の測定結果メモリ 32 には、良好ではないと判定された測定結果がクリアされ、良好な測定結果のみが記憶されているため、測定結果の平均値、特にせん断波計測値の平均値の信頼性が高められる。

20

【0081】

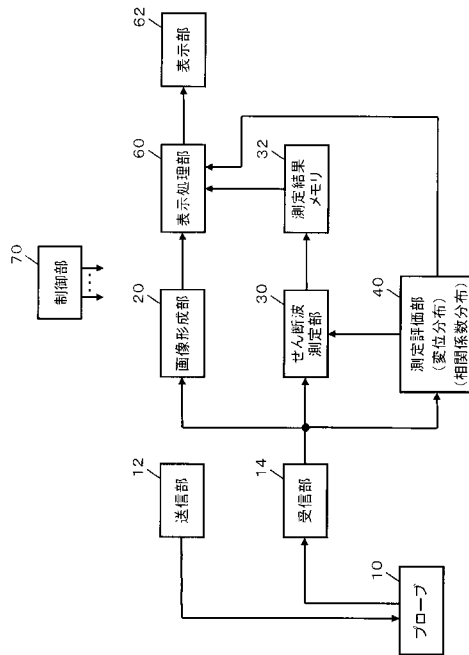
以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

【符号の説明】

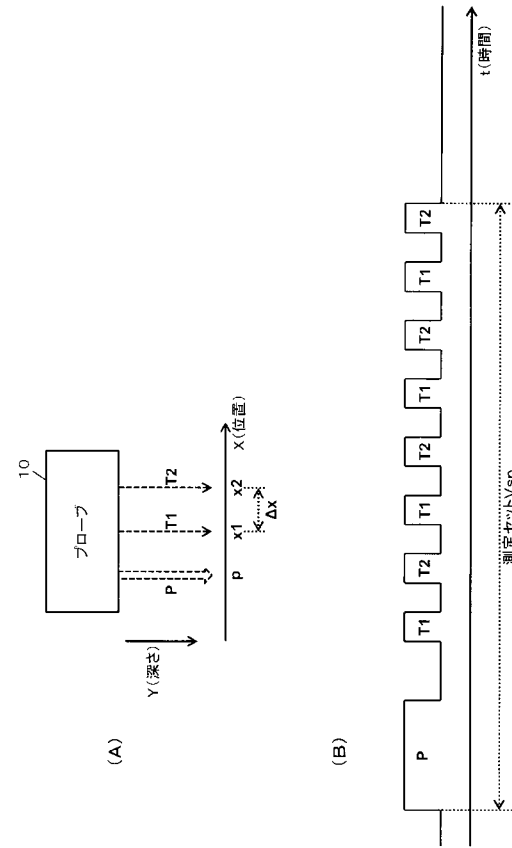
【0082】

10 プローブ、12 送信部、14 受信部、20 画像形成部、30 せん断波測定部、32 測定結果メモリ、40 測定評価部、60 表示処理部、62 表示部、70 制御部。

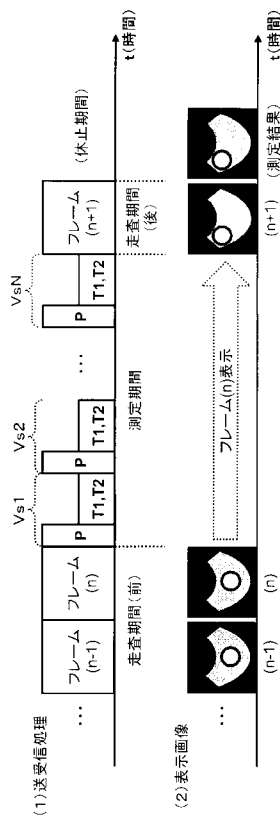
【図 1】



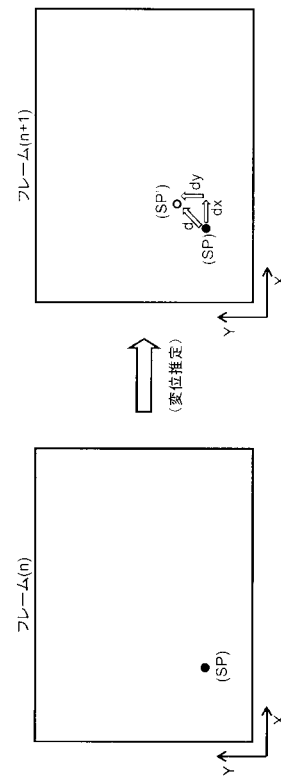
【図 2】



【図 3】



【図 4】



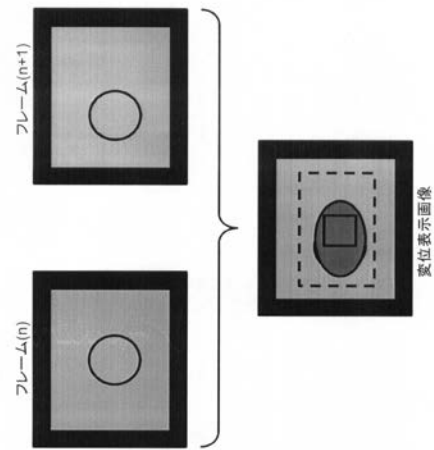
【図 7】

<32:測定結果メモリ(評価前)>				
試行回数	せん断波計測値	変位評価値	相関係数評価値	...
1	100	0.05	0.90	...
2	110	0.08	0.87	...
3	500	0.85	0.50	...
4	未	未	未	...
平均値	$(100+110+500)/3 = 236.6666\dots$	$(0.05+0.08+0.85)/3 = 0.3266\dots$	$(0.90+0.87+0.50)/3 = 0.7566\dots$...

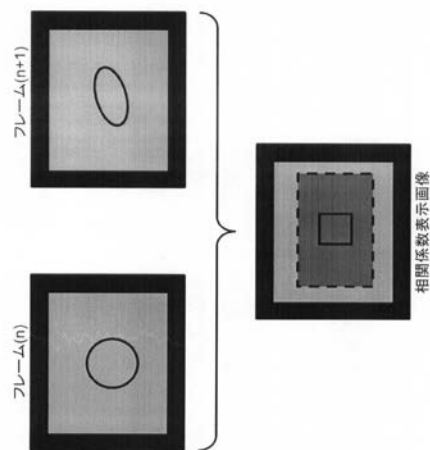
(不適切な測定結果をクリア)

<32:測定結果メモリ(評価後)>				
試行回数	せん断波計測値	変位評価値	相関係数評価値	...
1	100	0.05	0.90	...
2	110	0.08	0.87	...
3	未	未	未	...
4	未	未	未	...
平均値	$(100+110)/2 = 105$	$(0.05+0.08)/2 = 0.065$	$(0.90+0.87)/2 = 0.885$...

【図 5】



【図 6】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2016087140A	公开(公告)日	2016-05-23
申请号	JP2014226026	申请日	2014-11-06
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	須田昌弘		
发明人	須田 昌弘		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE10 4C601/JB41 4C601/JC23 4C601/JC37 4C601/KK19 4C601/KK24		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：评估在超声诊断仪中测量剪切波的有效性。剪切波测量单元30基于测量周期中的接收信号来计算剪切波在被检体中的传播速度。测量评估单元40基于在测量周期之前和之后的接收信号（或与接收信号相对应的图像数据）获得剪切波测量单元30的测量的评估信息。测量评估单元40例如导出对象中的组织位移分布和相关系数分布作为测量的评估信息。此外，测量评估单元40基于组织位移分布和相关系数分布来确定剪切波测量单元30的测量是否有效。[选型图]图1

