

(11)特許出願公開番号

特開2013-141575

(P2013-141575A)

(43) 公開日 平成25年7月22日(2013.7.22)

(51) Int. Cl.
A61B 8/08

F I
A 6 1 B 8/08

テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-4391 (P2012-4391)
(22) 出願日 平成24年1月12日 (2012. 1. 12)

(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人	594164542 東芝メディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波プローブ及びプログラム

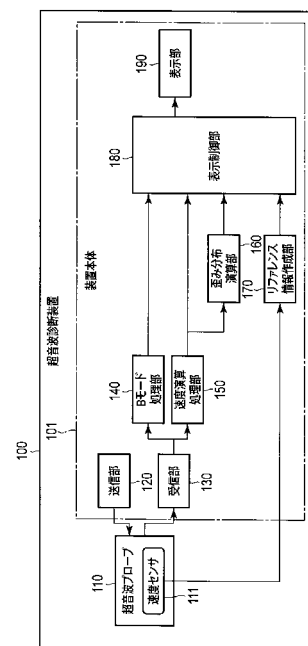
(57) 【要約】

【課題】 3次元方向に移動可能な超音波プローブの加振状況が適切か否かを操作者に示して超音波プローブの操作を支援する。

【解決手段】実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ、走査部、歪み分布画像発生部、表示部、センサ、計算部及び表示制御部を具備する。前記走査部は、前記超音波プローブを介して被検体内部を超音波で走査する。前記歪み分布画像発生部は、前記超音波プローブの出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生する。前記表示部は、前記歪み分布画像を表示する。前記センサは、前記超音波プローブの直交３軸方向の速度又は加速度を検知する。前記計算部は、前記センサの出力に基づいて、前記超音波プローブの走査に対する距離方向、方位方向、及び距離方向と方位方向とに直交する方向の速度成分を計算する。前記表示制御部は、前記速度成分を表示させるように前記表示部を制御する。

【選択図】 図 1

图 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波プローブと、
前記超音波プローブを介して被検体内部を超音波で走査する走査部と、
前記走査に応じた前記超音波プローブの出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生する歪み分布画像発生部と、
少なくとも前記歪み分布画像を画面の一部の領域に表示する表示部と、
前記超音波プローブに取り付けられた直交 3 軸方向に関する速度又は加速度を検知するセンサと、
前記センサの出力に基づいて、前記超音波プローブの走査に対する距離方向、方位方向、及び前記距離方向と前記方位方向とに直交する方向の速度成分を計算する計算部と、
前記計算された速度成分を表示させるように前記表示部を制御する表示制御部とを具備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、
前記計算部は、前記センサが加速度を検知する場合、当該センサの出力を積分することにより、前記直交 3 軸方向に関する速度を算出する積分部を具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の超音波診断装置において、
前記計算部は、前記距離方向、前記方位方向及び前記直交する方向の速度成分を計算すると共に、前記方位方向及び前記直交する方向の速度成分を合成して合成速度成分を計算し、
前記表示制御部は、前記歪み分布画像を表示する領域とは異なる領域に、前記距離方向の速度成分と、前記合成速度成分とを表示するように前記表示部を制御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 3 に記載の超音波診断装置において、
前記表示制御部は、前記距離方向の速度成分と、前記合成速度成分とをそれぞれ時系列に沿って表示するように前記表示部を制御することを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の超音波診断装置において、
前記距離方向の速度成分及び前記合成速度成分をそれぞれ第 1 閾値及び第 2 閾値に比較し、前記距離方向の速度成分が前記第 1 閾値以下のとき又は前記合成速度成分が前記第 2 閾値以上のとき、警告を発生させるための警告情報を作成する警告情報作成部を更に具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の超音波診断装置において、
前記歪み分布画像発生部は、前記走査に応じた前記超音波プローブの出力に基づいて組織ドプラ画像のデータを発生する第 1 の画像発生部と、前記組織ドプラ画像のデータに基づいて前記歪み分布画像のデータを発生する第 2 の画像発生部とを具備しており、
前記組織ドプラ画像のデータに基づいて、前記被検体内部で移動している組織のフレーム内の平均速度を算出する平均速度算出部と、
前記距離方向の速度成分と前記フレーム内の平均速度とを比較し、両者の差分が所定の値を超えると、前記警告情報を作成する比較部と
を更に具備することを特徴とする超音波診断装置。

40

【請求項 7】

請求項 5 又は請求項 6 に記載の超音波診断装置において、
前記表示制御部は、前記警告情報に従って前記歪み分布画像を非表示又は当該警告情報を作成したときの歪み分布画像で静止させるように前記表示部を制御することを特徴とす

50

る超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記警告情報に従って音声、光、表示又は機械的振動により前記警告を発生する警告発生部

を更に具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記表示制御部は、前記計算された速度成分が所定の軌跡を示すとき、前記歪み分布画像の表示を開始するように前記表示部を制御することを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 10】

請求項 5 に記載の超音波診断装置において、

前記表示制御部は、前記距離方向の速度成分が前記第 1 閾値を超過し、且つ前記合成速度成分が前記閾値未満のとき、前記歪み分布画像の表示を開始するように前記表示部を制御することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 11】

超音波プローブを介して被検体内部を超音波で走査し、前記走査に応じた前記超音波プローブの出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生し、少なくとも前記歪み分布画像を画面の一部の領域に表示する超音波診断装置に用いられる前記超音波プローブであって、前記超音波プローブ本体の直交 3 軸方向に関する速度又は加速度を検知するセンサと、前記センサの出力に基づいて、前記超音波プローブ本体の走査に対する距離方向、方位方向、及び前記距離方向と前記方位方向とに直交する方向の速度成分を計算する計算部とを具備し、

20

前記超音波診断装置は、前記計算された速度成分を表示するように前記画面の表示を制御することを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 12】

超音波プローブを備えた超音波診断装置に用いられるプログラムであって、

前記超音波診断装置を、

前記超音波プローブを介して被検体内部を超音波で走査する走査手段、

前記走査に応じた前記超音波プローブの出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生する歪み分布画像発生手段、

30

少なくとも前記歪み分布画像を画面の一部の領域に表示する表示手段、

前記超音波プローブに取り付けられた直交 3 軸方向に関する速度又は加速度を検知するセンサの出力に基づいて、前記超音波プローブの走査に対する距離方向、方位方向、及び前記距離方向と前記方位方向とに直交する方向の速度成分を計算する計算手段、

前記計算された速度成分を表示させるように前記表示手段を制御する表示制御手段、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波診断装置、超音波プローブ及びプログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブに内蔵された超音波振動子から発生する超音波パルスが被検体内に放射し、被検体組織からの反射波を超音波振動子により受信して画像データ等を生成及び表示する装置である。

【0003】

超音波診断装置を用いた画像診断の手法として、観察者が超音波プローブを加振し、被検体組織を圧迫及び解放して生体組織表面に応力を加え、応力によって生ずる生体内部の組織の歪み（ストレイン）の分布を超音波受信データから算出して画像化する方法がある

50

。なお、歪みの分布は、硬さの分布に相当する。

【0004】

ここで、組織の歪み分布を算出するためには、組織の変位または移動速度を検出する必要がある。検出する手法としては、隣接フレーム間の組織の変位を超音波の受信RF信号の相互相関により検出する方法、組織の移動速度をドブラ法により検出する方法、及び両者を組み合わせる方法がある。いずれにしても、歪み分布を安定して画像化するためには、組織を適切に圧迫及び解放しているか否か、すなわち、超音波プローブの加振状況が適切か否かを観察者が知ることが必要である。

【0005】

加振状況を知るための手法としては、超音波データによる方法、圧力センサによる方法、及び位置センサによる方法がある。

【0006】

超音波データによる方法は、具体的には、超音波受信データから計算された組織のフレーム内平均移動速度を棒グラフで表示する方式と、当該フレーム内平均移動速度を縦軸にとり、経過時間を横軸にとって波形で表示する方式とが知られている。

【0007】

一方、圧力センサによる方法は、超音波プローブ表面に設けた圧力センサによって生体表面の圧力の偏りを検出することにより、加振状況を検知する方式が知られている。この方式は、圧力センサの配列の仕方が、振動子の配列の仕方に必ずしも拘束されない。例えば、振動子の配列が1次元でも、圧力センサを2次元に配列でき、圧力の偏りを、振動子の配列方向に加え、スライス方向にも検出できる。

【0008】

他方、位置センサによる方法は、超音波プローブに設置した位置センサが超音波プローブの位置を検出することにより、超音波プローブの加振状況を検知できる方式が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2009-195613号公報

【特許文献2】特開2010-17585号公報

【特許文献3】特開2009-183566号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、加振状況を知るための3通りの方法は、本発明者の検討によれば、以下のような不都合がある。

【0011】

すなわち、超音波受信データによる方法は、超音波プローブの3次元の移動方向を検出できない不都合がある。言い換えると、超音波受信データによる方法は、超音波プローブの軸方向の成分か、又は超音波プローブの軸方向と振動子の配列方向との2次元の成分までしか検出できない。例えば、振動子の配列が1次元の超音波プローブを用いて生体の2次元断層情報を表示する超音波診断装置においては、組織の移動速度をドブラ法により検出する場合に、組織の移動速度として超音波プローブの軸方向（距離方向、超音波プローブと生体との接触面に垂直な方向）の成分しか検出できない。また、組織の変位を相互相関により検出する場合には、組織の移動速度を超音波プローブの軸方向と、振動子の配列方向との2次元の成分しか検出できない。

【0012】

これに対し、超音波プローブは、加振状況に応じて3次元方向に移動し得る。また、加振状況としては、超音波プローブを軸方向にのみ加振する一方、他の方向には加振しない状況が要求される。超音波プローブを軸方向以外の方向に加振すると、被検体組織が超音

10

20

30

40

50

波プローブの軸方向以外の方向に移動し、歪みの画像化に悪影響を及ぼすためである。従って、超音波プローブの３次元の移動方向を検出することにより、超音波プローブの軸方向以外の加振状況を示す情報も操作者に知らせるなどの措置が必要である。

【００１３】

一方、圧力センサによる方法は、生体表面の圧力を検知する圧力センサの機能上、超音波プローブが生体表面に対して水平に滑る状況を検知できない不都合がある。

【００１４】

他方、位置センサによる方法は、座標の周期的な変化が、超音波プローブの軸方向の加振状況を示すか否かを区別できない不都合がある。

【００１５】

理由は、位置センサによる方法は、床面あるいはベッドを基準とする座標系を前提とするためである。なお、位置センサによる方法では、３軸全てに変位の周期的な変化が現れる場合でも、組織の変位方向に対応するいずれかの軸における座標の周期的な変化を検出できれば、適正な弾性画像を得られるとされている。

【００１６】

しかしながら、本発明者の検討によれば、超音波プローブの加振状況を示す座標系としては、超音波プローブと生体との接触面を基準とする座標系が好ましい。理由は、床面あるいはベッドを基準とする座標系では、超音波プローブと生体との接触面の方向が何らかの手段で提供されない限り、座標の周期的な変化が、超音波プローブの軸方向に沿った適切な加振状況を示すか否かを区別できないからである。

【００１７】

目的は、３次元方向に移動可能な超音波プローブの加振状況が適切か否かを操作者に示して超音波プローブの操作を支援し得る超音波診断装置、超音波プローブ及びプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１８】

実施形態に係る超音波診断装置は、超音波プローブ、走査部、歪み分布画像発生部、表示部、センサ、計算部及び表示制御部を具備している。

【００１９】

前記走査部は、前記超音波プローブを介して被検体内部を超音波で走査する。

【００２０】

前記歪み分布画像発生部は、前記走査に応じた前記超音波プローブの出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生する。

【００２１】

前記表示部は、少なくとも前記歪み分布画像を画面の一部の領域に表示する。

【００２２】

前記センサは、前記超音波プローブに取り付けられて直交３軸方向に関する速度又は加速度を検知する。

【００２３】

前記計算部は、前記センサの出力に基づいて、前記超音波プローブの走査に対する距離方向、方位方向、及び前記距離方向と前記方位方向とに直交する方向の速度成分を計算する。

【００２４】

前記表示制御部は、前記計算された速度成分を表示させるように前記表示部を制御する。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】第１の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。

【図２】超音波プローブの一例を示す外観図である。

【図３】超音波プローブの他の一例を示す外観図である。

10

20

30

40

50

【図 4】リファレンス情報の表示例を示す図である。

【図 5】表示画面の一例を示す図である。

【図 6】リファレンス情報の表示の変形例を示す図である。

【図 7】リファレンス情報の表示の他の変形例を示す図である。

【図 8】リファレンス情報の表示の他の変形例を示す図である。

【図 9】リファレンス情報の表示の他の変形例を示す図である。

【図 10】リファレンス情報の表示の他の変形例を示す図である。

【図 11】超音波診断装置の構成の変形例を示す図である。

【図 12】第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0026】

以下、図面を参照しながら各実施形態に係わる超音波診断装置、超音波プローブ及びプログラムを説明する。以下の超音波診断装置は、ハードウェア構成、又はハードウェア資源とソフトウェアとの組合せ構成のいずれでも実施可能となっている。組合せ構成のソフトウェアとしては、予めネットワーク又は記憶媒体からコンピュータにインストールされ、超音波診断装置の装置本体における各部の機能を当該コンピュータに実現させるためのプログラムが用いられる。

【0027】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図であり、図 2 及び図 3 は速度センサが取り付けられた超音波プローブの一例を示す外観図である。この超音波診断装置 100 は、超音波プローブ 110、速度センサ 111、送信部 120、受信部 130、B モード処理部 140、速度演算処理部 150、歪み分布演算部 160、リファレンス情報作成部 170、表示制御部 180 及び表示部 190 を備えている。

20

【0028】

超音波プローブ 110 は、被検体との間で照射及び反射される超音波信号の送受波を担うデバイス（探触子）であり、電気／機械可逆的変換素子で形成されている。この超音波プローブ 110 は、例えばアレイ状に配列される複数の素子を先端部に装備したフェーズドアレイタイプのデバイスとして構成される。これにより、超音波プローブ 110 は、送信部 120 から供給されるパルス駆動電圧を超音波パルス信号に変換して被検体のスキャン領域内の所望方向に送信し、且つ被検体から反射してきた超音波エコー信号をこれに対応する電圧量のエコー信号に変換する。電圧量のエコー信号は、超音波プローブ 110 から受信部 130 に送出される。

30

【0029】

速度センサ 111 は、図 2 に示すように、超音波プローブ 110 内に固着して取り付けられ、超音波プローブ 110 の直交 3 軸方向 x 、 y 、 z に関する移動速度を検出し、検出信号をリファレンス情報作成部 170 に出力する。速度センサ 111 は、図 3 に示すように、超音波プローブ 110 内に固着して取り付けの代わりに、超音波プローブ 110 の外部に取付治具 112 により固着して取り付けでもよい。この場合、超音波診断装置 100 の装置本体 101 には、超音波プローブ 110 と送信部 120 及び受信部 130 との間の信号線 113 と、速度センサ 111 とリファレンス情報作成部 170 との間の信号線 114 とがそれぞれ接続される。取付治具 112 は、例えば、速度センサ 111 を收容する收容部 112 a と、收容部 112 a の近傍に設けた軸 112 b を中心に回転する 2 つの保持板が超音波プローブ本体を挟持する挟持部 112 c と、両保持板の先端をネジにより固着する固着部 112 d とを有する構成が使用可能となっている。但し、取付治具 112 は、これに限らず、速度センサ 111 を取付可能であれば、任意の構造が使用可能である。

40

【0030】

速度センサ 111 の検出方向については、例えば、超音波プローブ 110 の軸方向（以下、「距離方向」又は超音波プローブと生体との接触面に垂直な方向ともいう）を x とし、超音波プローブ 110 の素子方向（以下、方位方向ともいう）を y とし、軸方向 x 及

50

び素子方向 y に垂直な方向を z とする。但し、速度センサ 111 の検出方向は、これに限らず、計算により、距離方向 x 、方位方向 y 、及び距離方向と素子方向とに垂直な方向 x に換算できる方向であればよい。なお、超音波プローブ 110 の直交 3 軸方向 x 、 y 、 z に関する移動速度 v_x 、 v_y 、 v_z の検出は、速度センサ 111 の代わりに加速度センサで行い、リファレンス情報作成部 170 が加速度センサの出力信号を積分して得るようにしてもよい。すなわち、速度センサ 111 に代えて、加速度センサが用いられる場合（センサが加速度を検知する場合）には、リファレンス情報作成部 170 は、当該（加速度）センサの出力を積分することにより、直交 3 軸方向に関する速度を算出する積分部を備えた構成とすればよい。あるいは、速度センサ 111 は、直交 3 軸方向に関する加速度を検知する加速度センサと、加速度センサの出力を積分することにより、速度を検知する積分部とを備えた構成としてもよい。

10

【0031】

送信部 120 は、図示しない制御部からの制御信号に基づいて、送信チャンネル毎に所定の送信遅延時間が付与されたタイミングで、超音波プローブ 110 の各素子にパルス駆動信号を送信し、超音波プローブ 110 の各素子から被検体内に向けて超音波信号を送波させる。このように、送信部 120 は、超音波プローブ 110 を介して被検体内部を超音波で走査する走査部を構成している。

【0032】

受信部 130 は、超音波信号の送波に応じて被検体内の音響インピーダンスの不整合面で反射され、組織内の散乱体によって散乱された成分等を含む超音波エコー信号を、超音波プローブ 110 の各素子を介してそれに対応する電圧量のエコー信号として受信する。受信部 130 は、受信したエコー信号に受信遅延・加算処理を施してエコー受信信号を作成し、このエコー受信信号を B モード処理部 140 及び速度演算処理部 150 に出力する。

20

【0033】

B モード処理部 140 は、受信部 130 から受けたエコー受信信号に包絡線検波を行い、得られた検波信号を被検体内の組織の形態を示す信号として、表示制御部 180 に出力する。

【0034】

速度演算処理部 150 は、受信部 130 から受けたエコー受信信号に対して直交検波処理、自己相関処理、遅延加算処理を施し、遅延加算処理されたエコー信号のドブラ偏移成分に基づいて、被検体内で移動している組織の速度、分散、パワーに対応した組織ドブラ信号を求める。速度演算処理部 150 は、組織ドブラ信号を用いて、所定断面に関する速度、分散、パワー値の二次元分布を表した組織ドブラ像を、所定期間の各時相に生成する。所定期間とは、診断対象に対する圧迫・解放の繰り返しを含む任意の期間である。さらに、速度演算処理部 150 は、所定期間の各時相における組織ドブラ像を用いて、所定期間の各時相における組織速度の時空間分布画像（診断対象組織の各位置における速度を表す画像。以下、速度分布情報と呼ぶ。）を生成する。速度分布情報は、速度演算処理部 150 から歪み分布演算部 160 及び表示制御部 180 に送出される。速度分布情報は、組織ドブラ画像のデータとも呼ぶ。

30

40

【0035】

歪み分布演算部 160 は、速度分布情報の速度成分を時間積分して変位（移動距離）を求め、得られた変位を用いて所定の演算をすることにより、組織の局所的な歪み（ストレイン）を時相毎に演算する。所定の演算とは、例えば、局所内での中心画素と周辺画素との間の変位の差の二乗和を求める演算である。また、歪み分布演算部 160 は、得られた時相毎の組織の局所的な歪み値をカラーコード化し、対応する位置にマッピングすることで、歪み分布情報を生成する。歪み分布情報は、歪み分布演算部 160 から表示制御部 180 に送出される。歪み分布情報は、歪み分布画像のデータとも呼ぶ。なお、受信部 130、速度演算処理部 150 及び歪み分布演算部 160 は、送信部（走査部）120 による走査に応じた超音波プローブ 110 の出力に基づいて歪み分布画像のデータを発生する歪

50

み分布画像発生部を構成している。

【0036】

リファレンス情報作成部170は、速度センサ111の各方向成分における1フレーム分の平均速度を各速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z として演算し、各速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z に基づいて、リファレンス情報を作成する。すなわち、リファレンス情報作成部170は、超音波プローブ110に取り付けられた直交3軸方向に関する速度を検知する速度センサ111の出力に基づいて、超音波プローブ110の走査に対する距離方向 x 、方位方向 y 、及び距離方向 x と方位方向 y とに直交する方向 z の速度成分を計算する。なお、この計算は、速度センサ111の検出方向を、距離方向 x 、方位方向 y 、及び距離方向と方位方向とに垂直な方向 x に換算する計算を含んでいてもよい。また、リファレンス情報作成部170は、計算された速度成分を含むリファレンス情報を作成する。リファレンス情報は、リファレンス情報作成部170から表示制御部180に送出される。「リファレンス情報」の用語は、「操作支援情報」等の任意の名称に読み替えてもよい。

【0037】

リファレンス情報作成部170は、具体的には、速度センサ111の出力に基づいて、距離方向 x 、方位方向 y 及び直交する方向 z の速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z を計算すると共に、方位方向 y 及び直交する方向 z の速度成分 v_y 、 v_z を合成して合成速度成分 v_r を計算し、距離方向の速度成分 v_x と、合成速度成分 v_r とをそれぞれ含むリファレンス情報を作成する。合成速度成分 v_r は、以下の式に示すように計算される。合成速度成分 v_r は、合成された速度成分の絶対値 v_r を示している。

【数1】

$$V_r = \sqrt{V_y^2 + V_z^2}$$

【0038】

リファレンス情報としては、距離方向の速度成分 v_x 及び合成速度成分 v_r の瞬時値を含んでもよく、距離方向の速度成分 v_x 及び合成速度成分 v_r の経時的变化を示すように所定期間内の各速度成分 v_x 、 v_r を含んでもよい。本実施形態では、リファレンス情報作成部170は、図4(a)及び図4(b)に示すように、距離方向の速度成分 v_x と、合成速度成分 v_r とをそれぞれ時系列に沿って含むリファレンス情報を作成する。図4(a)中、 α_x は、破線で示す第1閾値を超過した適切な加振範囲を示している。図4(b)中、 β_r は、破線で示す第2閾値未満の適切な加振範囲を示している。なお、破線で示す第1閾値及び第2閾値と、適切な加振範囲 α_x 及び β_r とは、任意の付加的事項であり、省略してもよい。リファレンス情報の目的は、超音波プローブ110による生体組織に対する圧迫・解放に伴う加振が適切に行われているか否かの情報を提供し、操作者の操作を支援することにある。最も適切な加振状況の場合、距離方向の速度成分 v_x のみが発生し、合成速度成分 v_r が発生しない。

【0039】

表示制御部180は、Bモード処理部140から受けた検波信号、歪み分布演算部160から受けた歪み分布情報を、表示に適した走査線信号列に変換（スキャンコンバート）し、リファレンス情報作成部170から受けたリファレンス情報とともに表示画像としての超音波診断画像（Bモード超音波像、歪み分布画像等）やリファレンス情報内の速度成分 v_x 、 v_r を表示する表示画面のビデオ信号を作成する。また、表示制御部180は、計算された速度成分を表示させるように表示部190を制御する。例えば、表示制御部180は、歪み分布画像を表示する領域とは異なる領域に、距離方向の速度成分 v_x と、合成速度成分 v_r とを表示するように（ビデオ信号を作成し、このビデオ信号を表示部190に送出することにより）、表示部190を制御する。また、表示制御部180は、速度演算処理部150により生成された速度分布情報（組織ドプラ画像）を走査線信号列に変換し、表示画像としての組織ドプラ画像を表示する表示画面のビデオ信号を作成してもよい。

【0040】

表示部190は、表示制御部180から受けたビデオ信号に基づいて、Bモード超音波像、歪み分布画像及びリファレンス情報（速度成分 v_x 、 v_r 又は v_x 、 v_y 、 v_z ）を所定の形態とタイミングで表示する。また、表示部190は、ビデオ信号に基づいて、画像上の解剖学的位置を示すためのマーカ（marker）や、カラーコード化された物理量の大きさを示すカラーバーを表示する。また、表示部190は、少なくとも歪み分布画像を画面の一部の領域に表示する。

【0041】

図5に示す例では、画面全体191の中に、Bモード・歪み分布重畳表示領域192、参照用のBモード表示領域193及びリファレンス情報表示領域194がある。Bモード・歪み分布重畳表示領域192の内側には歪み分布表示領域192aがある。Bモード・歪み分布重畳表示領域192には、Bモード画像が表示される。このBモード画像の関心領域（ROI）に重畳して、所定の透過度の歪み分布画像が表示される。この歪み分布画像が表示された領域（ROI）を歪み分布表示領域192aと呼ぶ。画面全体191は、図5に示した例に限らず、例えば、組織ドプラ画像を表示する組織ドプラ画像表示領域を適宜、含んでもよい。この組織ドプラ画像表示領域は、例えば、歪み分布表示領域192aに置換して設けてもよい。

【0042】

次に、以上のように構成された超音波診断装置の動作を説明する。

【0043】

超音波診断装置100においては、送信部120が、超音波プローブ110を介して被検体内部を超音波で走査する。

【0044】

受信部130及びBモード処理部140は、当該走査に応じた超音波プローブ110の出力に基づいて検波信号を生成する。

【0045】

受信部130、速度演算処理部150及び歪み分布演算部160は、当該走査に応じた超音波プローブ110の出力に基づいて歪み分布情報を発生する。

【0046】

表示部190は、検波信号に基づくBモード画像をBモード・歪み分布重畳表示領域192及びBモード表示領域193に表示すると共に、歪み分布情報に基づく歪み分布画像を歪み分布表示領域192aに表示する。

【0047】

一方、リファレンス情報作成部170は、超音波プローブ110に取り付けられた直交3軸方向に関する速度センサ111の出力に基づいて、超音波プローブ110の走査に対する距離方向x、方位方向y、及び距離方向と方位方向とに直交する方向zの速度成分を計算する。

【0048】

具体的には、リファレンス情報作成部170は、距離方向x、方位方向y及び直交する方向zの速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z を計算すると共に、方位方向y及び直交する方向zの速度成分 v_y 、 v_z を合成して合成速度成分 v_r を計算する。各速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z は、速度センサ111の出力の1フレーム分の平均値として算出される。各速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z を算出する計算は、速度センサ111の検出方向を、距離方向x、方位方向y、及び距離方向と方位方向とに垂直な方向xに換算する計算を含んでもよい。

【0049】

次に、リファレンス情報作成部170は、図4に示すように、距離方向の速度成分 v_x 及び合成速度成分 v_r の経時的な変化を示す波形グラフデータとしてリファレンス情報を作成する。図4に示す波形は時間の経過と共に更新される。更新の仕方は、時間経過と共に波形全体がスクロールするようにしてもよく、現在の時相を表すバーの動きによって波形を書き換えるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0050】

表示制御部180は、速度成分 v_x 、 v_r の波形グラフデータを表示するように、表示部190を制御する。詳しくは表示制御部180は、速度成分 v_x 、 v_r の波形グラフデータをリファレンス情報表示領域194に表示するように、表示部190を制御する。

【0051】

表示部190は、図4に示す如き、速度成分 v_x 、 v_r の波形グラフデータをリファレンス情報表示領域194に表示する。

【0052】

波形グラフデータの表示中、操作者は、距離方向の速度成分 v_x の振幅を観察し、軸方向 x への加振が適切に行われていることを確認しつつ、合成速度成分 v_r の振幅も観察し、合成速度成分 v_r を小さくするように超音波プローブ110を加振操作する。

10

【0053】

上述したように本実施形態によれば、超音波プローブ110に取り付けられた直交3軸方向に関する速度センサ111の出力に基づいて、超音波プローブ110の走査に対する距離方向 x 、方位方向 y 、及び距離方向と方位方向とに直交する方向 z の速度成分を計算し、当該計算した速度成分をリファレンス情報表示領域194に表示するように、表示部190を制御する構成により、3次元方向に移動可能な超音波プローブの加振状況が適切か否かを操作者に示して超音波プローブの操作を支援することができる。

【0054】

本実施形態のリファレンス情報（速度成分）の表示の仕方は、以下の図6乃至図10に一例を示すように、任意の形態に変形してもよい。

20

【0055】

例えば、図6(a)及び図6(b)に示すように、距離方向の速度成分 v_x の瞬時値と、合成速度成分 v_r の瞬時値とをそれぞれ1次元のバーとして表示してもよい。また、前述同様に、破線で示す第1閾値を超過した適切な加振範囲 α_x や、破線で示す第2閾値未満の適切な加振範囲 β_r は、任意の付加的事項であり、省略してもよい。

【0056】

また、図7に示すように、合成速度成分 v_r の代わりに、距離方向以外の速度成分 v_y 、 v_z をとともに表示してもよい。ここで、距離方向以外の速度成分 v_y 、 v_z は、図8に示すように、距離方向の速度成分 v_x に重ねて色分け表示してもよい。また、図示しないが、図4、図7及び図8に示した速度成分の波形は、それぞれ時間積分して変位の表示に変形してもよい。例えば距離方向の速度成分 v_x の場合、距離方向 x に沿った変位は、時間積分 $\int v_x dt$ の結果として得られる。他の速度成分 v_r 、 v_y 、 v_z の表示も同様に、時間積分 $\int v_r dt$ 、 $\int v_y dt$ 、 $\int v_z dt$ の結果として変位の表示に変形できる。

30

【0057】

さらに、図9(a)及び図9(b)に示すように、紙面奥行方向に距離方向の速度成分 v_x の大きさをとり、紙面右方向に合成速度成分 v_r の大きさをとった円形のシンボルとして表示してもよい。例えば、合成速度成分 v_r が小さい場合には、図9(a)に v_r 正常時として示すように、各値 v_x 、 v_r を示す円形シンボルが重ねて表示される。逆に、合成速度成分 v_r が大きい場合には、図9(b)に v_r 異常時として示すように、各速度成分 v_x 、 v_r を示す円形シンボルが分離して表示される。なお、距離方向の速度成分 v_x の円形シンボルは、例えば適切な加振範囲 α_x に入った時に色を変えることにより、加振状況に応じて周期的に色が変化するように表示してもよい。

40

【0058】

また、図10に示すように、距離方向の速度成分 v_x の瞬時値と、距離方向以外の速度成分 v_y 、 v_z の瞬時値とをそれぞれ円グラフに表示してもよい。

【0059】

このように、リファレンス情報の表示の仕方は、任意の形態が適用可能となっている。

【0060】

また、本実施形態は、図11に示すように、超音波プローブ110が速度センサ111

50

及びリファレンス情報作成部 170 を備えた構成に変形してもよい。この場合、超音波診断装置 100 の装置本体 101 は、送信部 120、受信部 130、B モード処理部 140、速度演算処理部 150、歪み分布演算部 160、表示制御部 180 及び表示部 190 を備えた構成となる。このように変形しても、本実施形態を同様に実施して同様の効果を得ることができる。

【0061】

また、本実施形態は、超音波プローブ 110 が受信部 130 の一部（例、アンプ回路、又はアンプ回路とビームフォーミング回路）を備えた構成（図示せず）に変形してもよい。このように変形しても、本実施形態を同様に実施して同様の効果を得ることができる。

【0062】

さらに、本実施形態は、超音波プローブ 110 が、送信部 120、受信部 130、B モード処理部 140、速度演算処理部 150、歪み分布演算部 160、リファレンス情報作成部 170 及び表示制御部 180 を備え、図 5 に示した如き、各領域 192, 192a, 193, 194 を表示する画面データを作成し、当該画面データを超音波診断装置の装置本体（この場合はパーソナルコンピュータ等）に転送する構成（図示せず）に変形してもよい。この変形例によれば、本実施形態と同様の効果に加え、超音波診断装置の装置本体を表示部 190 のみに簡素化できるため、超音波診断装置を小型化することができる。

【0063】

< 第 2 の実施形態 >

次に、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置について、前述した図面を参照しながら説明する。

【0064】

第 1 の実施形態では、超音波プローブ 110 の各速度成分 v_x , v_r を表示し、超音波プローブ 110 の加振状況を操作者に知らせている。

【0065】

これに対し、第 2 の実施形態は、各速度成分 v_x , v_r の表示に加え、各速度成分が不適切な加振を示すフレームにおいて、歪み分布画像を B モード・歪み分布重畳表示領域 310 に表示しない、または最後に適切な加振が行われたフレームを表示し続けるなどの、歪み分布情報の表示を抑制する制御を表示制御部 180 が実行する形態となっている。

【0066】

これに伴い、リファレンス情報作成部 170 は、前述した機能に加え、計算された距離方向の速度成分 v_x 及び合成速度成分 v_r をそれぞれ第 1 閾値及び第 2 閾値に比較する比較機能と、距離方向の速度成分 v_x が第 1 閾値以下のとき又は合成速度成分 v_r が第 2 閾値以上のとき、警告を発生させるための警告情報を作成する警告情報作成機能とをもっている。作成された警告情報は、リファレンス情報作成部 170 から表示制御部 180 に送出される。

【0067】

ここで、警告情報は、超音波プローブ 110 の移動速度が不適切な場合に、操作者に適正な加振操作を促すための警告（例、画面の非表示／フリーズ、音声／光／表示／振動等）を発生させるための情報である。

【0068】

これに伴い、表示制御部 180 は、前述した機能に加え、例えば、警告情報に従って歪み分布画像を非表示又は当該警告情報を作成したときの歪み分布画像で静止（フリーズ）させるように表示部 190 を制御する機能をもっている。詳しくは、表示制御部 180 は、歪み分布画像を非表示又はフリーズした表示画面のビデオ信号を作成し、このビデオ信号を表示部 190 に送出することにより、表示部 190 を制御する。

【0069】

以上のような構成により、例えば、リファレンス情報作成部 170 は、各速度成分 v_x , v_r の 1 フレーム分の平均値の絶対値に対し、距離方向の速度成分 v_x が所定の第 1 閾値以下であるか、合成速度成分 v_r が所定の第 2 閾値以上である場合に不適切なフレーム

10

20

30

40

50

と判定し、不適切なフレームでは歪み分布画像の表示を抑制するための警告情報を作成する。また、リファレンス情報作成部 170 は、この警告情報を表示制御部 180 に送出する。表示制御部 180 は、この警告情報に従って歪み分布画像の表示を抑制するように、表示部 190 を制御する。

【0070】

表示部 190 は、表示制御部 180 の制御に従い、歪み分布表示領域 192 a に表示中の歪み分布画像を非表示又はフリーズさせる。

【0071】

他の各部の動作は、第 1 の実施形態と同様である。

【0072】

本実施形態によれば、距離方向の速度成分 v_x が第 1 閾値以下のとき又は合成速度成分 v_r が第 2 閾値以上のとき、警告情報に従って歪み分布画像を非表示又はフリーズするように表示部 190 を制御する構成により、第 1 の実施形態の効果に加え、加振状況が不適切な場合に、歪み分布画像を非表示又はフリーズして操作者に警告することができる。この警告により、操作者に対し、誤診や誤動作を招く可能性のある不適切な加振状況を抑制させることができる。

【0073】

また、本実施形態は、超音波診断装置 100 が、警告情報に従って音声、光、表示又は機械的振動により警告を発生する警告発生部（図示せず）を更に備えた構成に変形してもよい。この場合、警告発生部は、音声による警告用のスピーカ、光による警告用の光源、表示による警告用の表示部 190、又は機械的振動による警告用の振動源として、装置本体 101 又は超音波プローブ 110 に設ければよい。

【0074】

これにより、例えば、音声による警告の場合、装置本体 101 に設けたスピーカから警報を鳴らす等により、操作者に不適切なフレームである旨の警告を通知する。表示による警告の場合、装置本体 100 における表示部画面や操作パネルに警告を表示する。光又は機械的振動による警告の場合、装置本体 101 又は超音波プローブ 110 に設けた LED 等の光源やバイブレータ等の振動源により、光学的・機械的に警告を通知する。

【0075】

＜第 3 の実施形態＞

図 12 は第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図であり、図 1 と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明を省略し、ここでは異なる部分について主に述べる。

【0076】

第 1 及び第 2 の実施形態では、超音波プローブ 110 の走査に対する速度成分 v_x 、 v_r を速度センサ 111 のみから得ていた。

【0077】

これに対し、第 3 の実施形態は、速度センサ 111 のみから得ていた速度成分 v_x 、 v_r に対し、エコー信号から算出される生体組織の変位または速度分布情報を併用することにより、超音波プローブ 110 の加振状況が、生体組織への応力に反映していることを確認できる形態となっている。

【0078】

具体的には、図 6 に示す超音波診断装置 200 は、図 1 に示した構成に比べ、装置本体 101 に代えて装置本体 201 を有し、装置本体 201 内に平均速度演算部 210 及び比較部 220 を付加した構成となっている。

【0079】

なお、超音波プローブ 110、速度センサ 111、送信部 120、受信部 130、B モード処理部 140、速度演算処理部 150、歪み分布演算部 160、リファレンス情報作成部 170、表示制御部 180 及び表示部 190 は、第 1 又は第 2 の実施形態に述べた機能と同様の機能をもっている。

10

20

30

40

50

【0080】

また、前述した受信部130、速度演算処理部150及び歪み分布演算部160からなる歪み分布画像発生部は、送信部（走査部）120による走査に応じた超音波プローブ110の出力に基づいて組織ドプラ画像のデータを発生する第1の画像発生部（受信部130及び速度演算処理部150）と、この組織ドプラ画像のデータに基づいて歪み分布画像のデータを発生する第2の画像発生部（歪み分布演算部160）とを有している。

【0081】

ここで、平均速度演算部210は、速度演算処理部150からの速度分布情報に基づいて、フレーム毎の組織平均速度を求める。すなわち、平均速度演算部210は、組織ドプラ画像のデータに基づいて、被検体内部で移動している組織のフレーム内の平均速度（組織平均速度ともいう）を算出する平均速度算出部を構成している。

10

【0082】

比較部220は、速度センサ111の出力から得られる距離方向の速度成分 v_x とフレーム内の平均速度とを比較し、両者の差分が所定の値を超えると、警告を発生させるための警告情報を作成する。この警告情報は、比較部220からリファレンス情報作成部170に送出され、リファレンス情報作成部170から表示制御部180に送出される。但し、警告情報は、リファレンス情報作成部170を介さず、比較部220から表示制御部180に送出されてもよい。

【0083】

表示制御部180は、第2の実施形態と同様に、警告情報に従って歪み分布画像を非表示又はフリーズするように表示部190を制御する。なお、超音波診断装置100は、警告情報に従って音声、光、表示又は機械的振動により警告を発生してもよい。

20

【0084】

以上のような構成により、平均速度演算部210は、速度演算処理部150からの速度分布情報に基づいて、フレーム毎の組織平均速度を求める。

【0085】

比較部220は、フレーム毎の組織平均速度を、速度センサ111から得た距離方向 x の速度成分 v_x と比較する。超音波プローブ110を生体に密着させ、超音波プローブ110の軸方向 x に沿って生体を圧迫・解放すれば、組織平均速度の時間波形と、距離方向 x の速度成分 v_x の時間波形とは互いに一致するはずである。

30

【0086】

一方、組織平均速度と v_x に差異がある場合には、超音波プローブ110が生体から離れているか、生体への接触が不適切であることを示している。この場合、比較部220は、警告情報をリファレンス情報作成部170を介して表示制御部180に送出する。これにより、表示部190は、警告情報に従った表示制御部180による制御により、歪み分布画像を非表示又はフリーズするように制御される。

【0087】

他の各部の動作は、第1又は第2の実施形態と同様である。

【0088】

上述したように本実施形態によれば、速度センサ111から得た距離方向の速度成分と、組織ドプラ画像のデータから算出したフレーム内の平均速度とを比較し、両者の差分が所定の値を超えると、警告情報を作成する構成により、第1又は第2の実施形態の効果に加え、超音波プローブ110と生体との接触状況が不適切である場合に、歪み分布画像を非表示又はフリーズして操作者に警告することができる。

40

【0089】

以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、超音波プローブ110に取り付けられた直交3軸方向に関する速度センサ111の出力に基づいて、超音波プローブ110の走査に対する距離方向、方位方向、及び距離方向と方位方向とに直交する方向の速度成分を計算し、当該計算された速度成分を表示させるように表示部190を制御する構成により、3次元方向に移動可能な超音波プローブの加振状況が適切か否かを操作者に示して超

50

音波プローブの操作を支援することができる。

【0090】

なお、各実施形態及びその変形例において、表示制御部180は、計算された速度成分が所定の軌跡を示すとき、歪み分布画像の表示を開始するように表示部190を制御する構成に変形してもよい。この変形例によれば、例えば、楕円状又は螺旋状の軌跡といった所定の軌跡を描くように超音波プローブ110が操作されると、歪み分布画像の表示が開始されるので、より一層、操作者の操作を支援することができる。所定の軌跡を描いたか否かは、速度センサ111から得た各速度成分 v_x 、 v_y 、 v_z の変化と、所定の軌跡の基準データとを照合し、両者が所定の範囲で一致するか否かで判定可能である。所定の軌跡の基準データについては、例えば複数の軌跡の基準データを用意しておき、操作者の好みに応じて適宜、軌跡の基準データを選択することにより、設定してもよい。

10

【0091】

同様に、各実施形態及びその変形例において、表示制御部180は、距離方向の速度成分 v_x が第1閾値を超過し、且つ合成速度成分 v_r が閾値未満のとき、歪み分布画像の表示を開始するように表示部190を制御する構成に変形してもよい。この変形例によれば、リファレンス情報内の加振状況情報が適切な加振状況を示すように超音波プローブ110が操作されると、歪み分布画像の表示が開始されるので、適切な加振状況になったことを操作者に容易に知らせることができる。

【0092】

なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

20

【符号の説明】

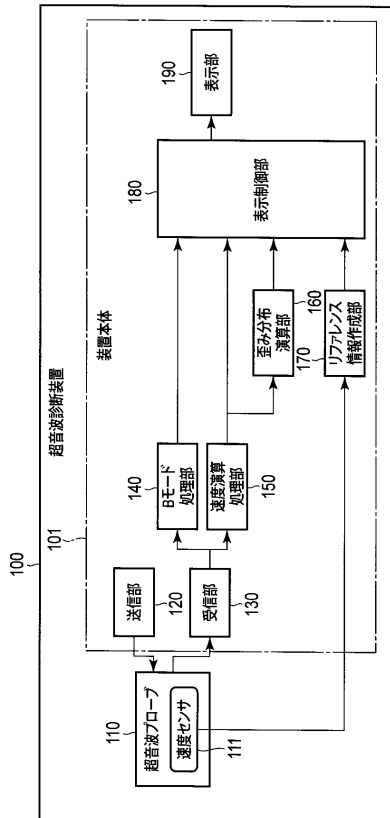
【0093】

100、200…超音波診断装置、101、201…装置本体、110…超音波プローブ、111…速度センサ、112…取付治具、112a…収容部、112b…軸、112c…挟持部、112d…固着部、113、114…信号線、120…送信部、130…受信部、140…Bモード処理部、150…速度演算処理部、160…歪み分布演算部、170…リファレンス情報作成部、180…表示制御部、190…表示部、210…平均速度演算部、220…比較部。

30

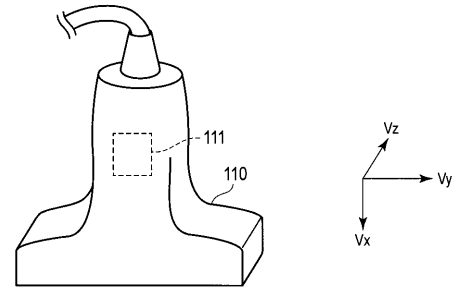
【図 1】

図 1



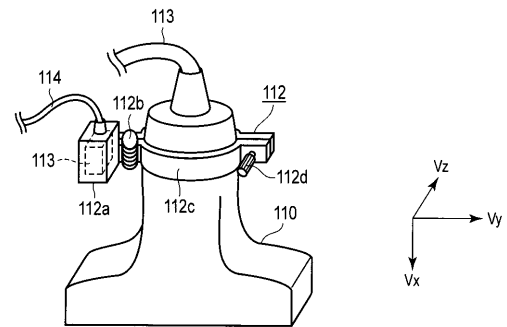
【図 2】

図 2



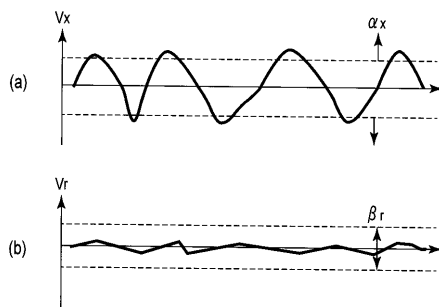
【図 3】

図 3



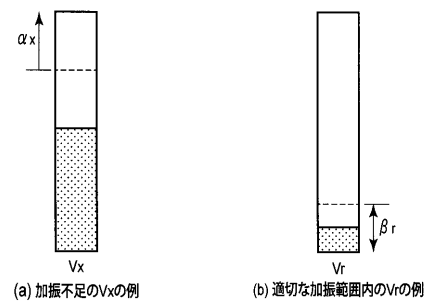
【図 4】

図 4



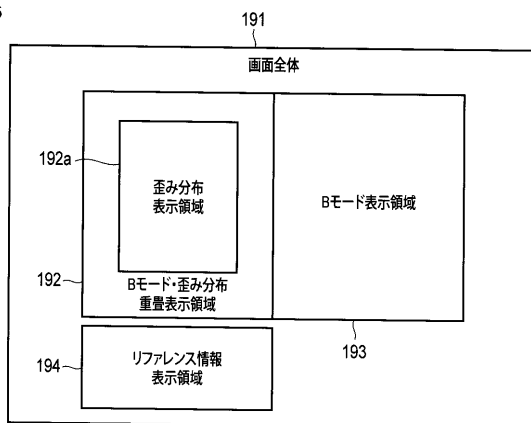
【図 6】

図 6



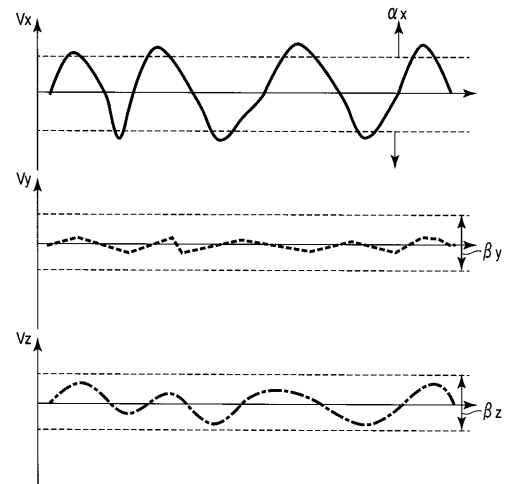
【図 5】

図 5



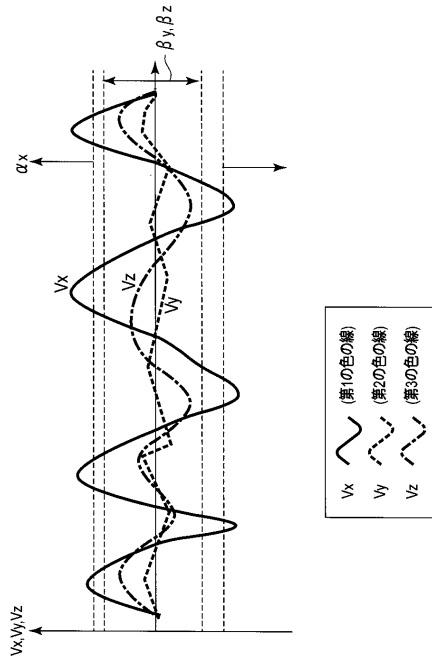
【図 7】

図 7



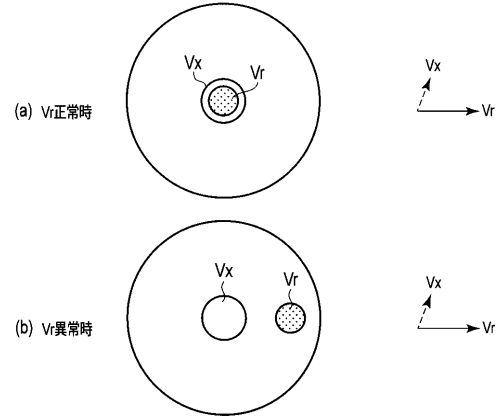
【図 8】

図 8



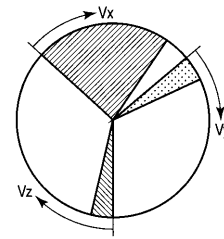
【図 9】

図 9



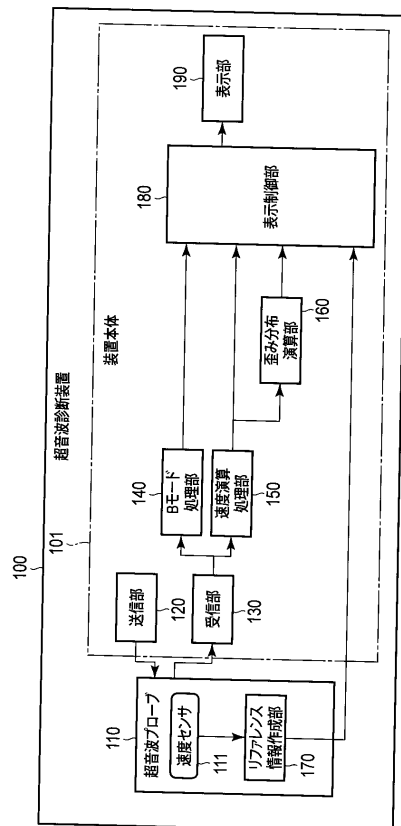
【図 10】

図 10



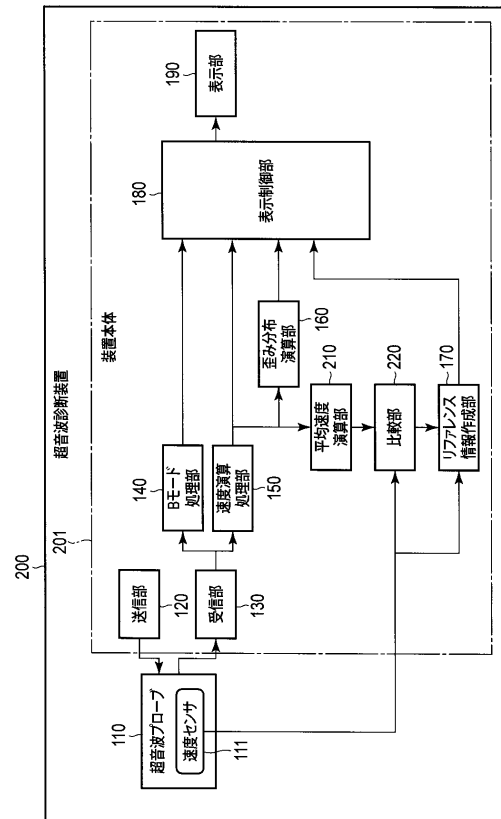
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



フロントページの続き

- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (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 大住 良太

栃木県大田原市下石上1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

Fターム(参考) 4C601 DD19 DD23 EE11 GA18 GA24 KK28 KK34

摘要：要解决的问题：通过向操作者展示三维可移动超声波探头的振动状态是否合适来辅助超声波探头的操作。解决方案：超声诊断设备包括超声探头，扫描部分，失真分布图像生成部分，显示部分，传感器，计算部分和显示控制部分。扫描部分通过超声波探头使用超声波扫描对象内部。失真分布图像生成部分基于超声波探头的输出生成失真分布图像数据。显示部分显示失真分布图像。传感器检测超声波探头在三个正交轴方向上的速度或加速度。计算部分基于传感器的输出，计算距离方向上的速度分量，在取向方向上以及在与超声波探头的扫描相关的距离方向和取向方向正交的方向上的速度分量。显示控制部分控制显示部分显示速度分量。

