

(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2017-12612

(P2017-12612A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

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 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-134713 (P2015-134713)
 (22) 出願日 平成27年7月3日(2015.7.3)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人YK I 国際特許事務所
 (72) 発明者 松村 剛
 東京都三鷹市牟礼6丁目2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 HH04 JB41 JC23 KK01

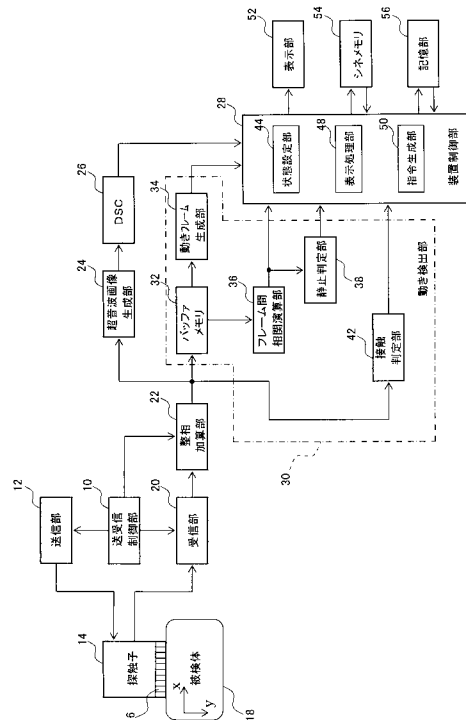
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】探触子の詳細な動きに応じて超音波診断装置を制御できる装置を提供する。

【解決手段】超音波診断装置は、被検体18で反射し探触子14で受信された超音波に基づく受信信号を生成する受信部20と、受信信号に基づいて被検体18上の探触子14の動きを検出する動き検出部30と、探触子14が被検体18から離れたか否かを判定する接触判定部42と、被検体18上で探触子14が静止したことが検出され、探触子14が被検体18から離れたとの非接触判定が、探触子14の静止の検出後にされた場合に、探触子14の静止が検出されたときの受信信号に基づいて、超音波診断装置に指令を与える指令生成部50とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波診断装置において、
被検体で反射し探触子で受信された超音波に基づく受信信号を生成する受信部と、
前記受信信号に基づいて前記被検体上の前記探触子の動きを検出する動き検出部と、
前記探触子が前記被検体から離れたか否かを判定する接触判定部と、
前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出され、前記探触子が前記被検体から離れたとの非接触判定が、前記探触子の静止の検出後にされた場合に、前記探触子の静止が検出されたときの前記受信信号に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与える指令生成部と、
を備え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、
前記受信信号に応じて位置が定まり、前記受信信号の変化に応じて移動する描画要素を表示部に表示させる表示処理部を備え、
前記指令生成部は、
前記探触子の静止が検出されたときの前記描画要素の位置に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与え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、
前記指令生成部は、
前記表示部に表示された画像上の第 1 領域内に前記描画要素が位置しているときに前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出され、前記探触子の静止が検出された後に前記非接触判定がされた場合に、前記超音波診断装置に指令を与え、
前記超音波診断装置は、
前記表示部に表示された画像上の第 2 領域内に前記描画要素が位置しているときに前記非接触判定がされた場合に、前記非接触判定がされたときの前記描画要素の位置に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与える第 2 指令生成部を備え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、
前記描画要素は、前記第 1 領域内に位置しているときは、前記第 2 領域内に位置しているときよりも、前記受信信号の変化に対する移動距離が小さいことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載の超音波診断装置において、
前記第 1 領域内に前記描画要素が位置しているときに、前記表示処理部は、
前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出されることなく前記非接触判定がされたか、あるいは、前記探触子の静止の検出後の所定期間外に前記非接触判定がされた場合に前記描画要素を停止させ、再び前記受信信号の変化があったときに、前記描画要素を停止させた位置から前記描画要素を移動させることを特徴とする超音波診断装置。

40

【請求項 6】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、
前記表示処理部は、
前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出されることなく前記非接触判定がされたか、あるいは、前記探触子の静止の検出後の所定期間外に前記非接触判定がされた場合に前記描画要素を停止させ、再び前記受信信号の変化があったときに、前記描画要素を停止させた位置から前記描画要素を移動させることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

前記受信信号に基づいて、時間経過と共に超音波画像データを順次生成する超音波画像

50

生成部を備える、請求項 2 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記超音波画像データに基づく画像を前記表示部に表示する通常状態、または、前記探触子の動きに基づいて、前記超音波診断装置に指令が与えられるジェスチャ受付状態のいずれかの状態で動作し、

前記指令生成部は、

前記超音波診断装置が前記ジェスチャ受付状態で動作しているときに、前記通常状態であるときに生成された複数の前記超音波画像データのうち、前記描画要素の位置に基づいて指定される画像データの処理に関する指令を前記超音波診断装置に与えることを特徴とする超音波診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、探触子の動きに応じて超音波診断装置に指令を与える技術に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体を観測する装置として超音波診断装置が広く用いられている。超音波診断装置は、超音波の送受信によって被検体の断層画像を生成し、モニタに表示する。超音波診断装置では、探触子が被検体の適切な部位に接触することで、被検体の関心部位に対して超音波が送受信され、関心部位の断層画像が表示される。

20

【0003】

ユーザが超音波診断装置に指令を与え、超音波診断装置に指令を実行させるため、超音波診断装置には、キーボード、スイッチ、マウス、トラックボール等の入力デバイスが設けられている。ユーザは、モニタに表示された画像を参照しながら、被検体の適切な位置に適切な姿勢で探触子を接触させ、入力デバイスを操作して超音波診断装置に指令を与える。

【0004】

モニタを参照しながら探触子の位置決定をし、さらには入力デバイスを操作するという作業に際しては、入力デバイスの操作中に手ぶれ等によって探触子を動かさないことに注意が払われる。このような作業の負担を軽減するため、特許文献 1～4 に示されているように、探触子を入力デバイスとして用いることが考えられている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 279096 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 238944 号公報

【特許文献 3】特開 2008 - 295859 号公報

【特許文献 4】国際公開パンフレット 2014 - 112242 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

探触子を入力デバイスとして用いる場合、被検体への接触、被検体上での移動、被検体からの離脱等の探触子の動きに対して指令が対応付けられる。特許文献 1～3 に記載されている超音波診断装置では、探触子にセンサが設けられ、このセンサによって探触子の動きが検出される。しかし、このような構成では、探触子のハードウェアが複雑となるという問題がある。そこで、特許文献 4 に記載されているように、受信された超音波に基づくデータの変化に基づいて、探触子の動きを検出する超音波診断装置が考えられている。

【0007】

50

一般に、探触子を入力デバイスとして用いる場合、探触子の多様な動きのそれぞれに対して指令が対応付けられることで、超音波診断装置の使い易さが向上する。しかし、特許文献4に記載されている超音波診断装置では、探触子の詳細な動きについてまで、指令が対応付けられているとは言い難い面もあった。

【0008】

本発明は、探触子の詳細な動きに応じて超音波診断装置に指令を与えることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、超音波診断装置において、被検体で反射し探触子で受信された超音波に基づく受信信号を生成する受信部と、前記受信信号に基づいて前記被検体上の前記探触子の動きを検出する動き検出部と、前記探触子が前記被検体から離れたか否かを判定する接触判定部と、前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出され、前記探触子が前記被検体から離れたとの非接触判定が、前記探触子の静止の検出後にされた場合に、前記探触子の静止が検出されたときの前記受信信号に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与える指令生成部と、を備えることを特徴とする。

10

【0010】

本発明によれば、探触子が被検体上で静止した後、探触子が被検体から離れるという動作に応じて、超音波診断装置に指令が与えられる。一般に、探触子が被検体から離れるときは、被検体の組織の変動によって受信信号が不安定になることが多い。一方、探触子が静止しているときは、被検体も静止し受信信号が安定であることが多い。本発明によれば、探触子が静止したときの受信信号に基づいて超音波診断装置に指令が与えられるため、超音波診断装置に確実な指令を与えることができる。

20

【0011】

望ましくは、前記受信信号に応じて位置が定まり、前記受信信号の変化に応じて移動する描画要素を表示部に表示させる表示処理部を備え、前記指令生成部は、前記探触子の静止が検出されたときの前記描画要素の位置に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与える。

【0012】

本発明によれば、表示部に表示される描画要素の位置に応じて超音波診断装置に指令が与えられる。描画要素には、例えば、カーソル等、ユーザによる超音波診断装置の操作を支援する図形がある。ユーザは、超音波診断装置に与えられる指令を視覚的に把握することができるため、超音波診断装置の操作が容易となる。

30

【0013】

望ましくは、前記指令生成部は、前記表示部に表示された画像上の第1領域内に前記描画要素が位置しているときに前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出され、前記探触子の静止が検出された後に前記非接触判定がされた場合に、前記超音波診断装置に指令を与え、前記超音波診断装置は、前記表示部に表示された画像上の第2領域内に前記描画要素が位置しているときに前記非接触判定がされた場合に、前記非接触判定がされたときの前記描画要素の位置に基づいて、前記超音波診断装置に指令を与える第2指令生成部を備える。

40

【0014】

本発明によれば、第1領域内に描画要素が位置しているときには、探触子の静止の検出後に非接触判定がされた場合に超音波診断装置に指令が与えられ、第2領域内に描画要素が位置しているときに非接触判定がされた場合には、探触子の静止の検出に関わらず超音波診断装置に指令が与えられる。これによって、第1領域内に描画要素が位置する場合には、探触子静止時の描画要素の位置に基づく確実な指令が与えられると共に、第2領域内に描画要素が位置する場合には、探触子の静止の検出に関わらず迅速な指令が与えられる。

【0015】

50

望ましくは、前記描画要素は、前記第1領域内に位置しているときは、前記第2領域内に位置しているときよりも、前記受信信号の変化に対する移動距離が小さい。

【0016】

本発明によれば、受信信号の変化に対する描画要素の移動距離が、第1領域と第2領域とで異なる。したがって、例えば、各指令にふさわしい操作態様に応じて、第1領域および第2領域のそれぞれに指令を割り当てることで、超音波診断装置が操作し易くなる。

【0017】

望ましくは、前記第1領域内に前記描画要素が位置しているときに、前記表示処理部は、前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出されることなく前記非接触判定がされたか、あるいは、前記探触子の静止の検出後の所定期間外に前記非接触判定がされた場合に前記描画要素を停止させ、再び前記受信信号の変化があったときに、前記描画要素を停止させた位置から前記描画要素を移動させる。

10

【0018】

望ましくは、前記表示処理部は、前記被検体上で前記探触子が静止したことが検出されることなく前記非接触判定がされたか、あるいは、前記探触子の静止の検出後の所定期間外に前記非接触判定がされた場合に前記描画要素を停止させ、再び前記受信信号の変化があったときに、前記描画要素を停止させた位置から前記描画要素を移動させる。

【0019】

本発明によれば、例えば、探触子を静止させることなく探触子を被検体から離して描画要素を一旦停止させ、再び、探触子を被検体に接触させて、探触子の動きに基づく受信信号の変化に応じて描画要素を移動させるという操作が可能となる。

20

【0020】

望ましくは、前記受信信号に基づいて、時間経過と共に超音波画像データを順次生成する超音波画像生成部を備え、前記超音波画像データに基づく画像を前記表示部に表示する通常状態、または、前記探触子の動きに基づいて、前記超音波診断装置に指令が与えられるジェスチャ受付状態のいずれかの状態で動作し、前記指令生成部は、前記超音波診断装置が前記ジェスチャ受付状態で動作しているときに、前記通常状態であるときに生成された複数の前記超音波画像データのうち、前記描画要素の位置に基づいて指定される画像データの処理に関する指令を前記超音波診断装置に与える。

【0021】

30

本発明によれば、受信信号に応じて描画要素の位置が定められ、通常状態であるときに生成された複数の超音波画像データのうちいずれかの画像データに関する指令が、描画要素の位置に基づいて超音波診断装置に与えられる。超音波診断装置に対する指令としては、例えば、描画要素の位置に対応付けられた画像データに基づく画像を表示させる指令がある。これによって、例えば、探触子の動きに基づく受信信号の変化に応じて描画要素を移動させ、描画要素の位置に対応付けられた画像を表示させることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、探触子の詳細な動きに応じて超音波診断装置に指令を与えることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】超音波診断装置の構成を示す図である。

【図2】基準フレームデータを概念的に示す図である。

【図3】状態切り換え処理のフローチャートである。

【図4】接触相関値およびフレーム間相関値の例を示す図である。

【図5】指令情報を生成するための探触子の動きの例を示す図である。

【図6】ソフトフリーズオン状態において表示される画像の例を示す図である。

【図7】探触子の動きとカーソルの動きとの対応を示す図である。

【図8】カーソル操作に際して実行される処理の例を示すフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】

【0024】

(1) 超音波診断装置の構成および基本的な動作

図1には超音波診断装置の構成が示されている。超音波診断装置は、送受信制御部10、送信部12、探触子14、受信部20、整相加算部22、超音波画像生成部24、デジタルスキャンコンバータ(DSC)26、装置制御部28、動き検出部30、表示部52、シネメモリ54、および記憶部56を備える。これらの構成要素のうち、送受信制御部10、整相加算部22、超音波画像生成部24、DSC26、装置制御部28、および動き検出部30は、例えば、プロセッサ等の演算処理デバイスによって構成される。演算処理デバイスには、例えば、プログラムによって各構成要素が構成されるものが用いられる。

10

【0025】

超音波診断装置は、探触子14によって被検体18に対して超音波を送受信し、モニタとしての表示部52に断層画像を表示する。また、探触子14における受信超音波に基づく受信信号の変化に応じた指令が超音波診断装置に与えられ、探触子14の動きに応じて超音波診断装置に指令が与えられる。なお、本願明細書では、受信された超音波に基づき超音波診断装置内で伝送されるあらゆる信号またはデータを受信信号と定義する。

【0026】

超音波診断装置の動作状態には、通常の状態およびソフトフリーズがオンの状態がある。通常の状態は、時間経過と共に順次生成される断層画像データに基づいて、表示部52に動画像を表示する動作状態である。

20

【0027】

ソフトフリーズとは、表示部52には静止画像を表示しながらも、探触子14の動きに応じて超音波診断装置に指令を与える機能をいい、ソフトフリーズがオンの状態とは、この機能を実行する動作状態をいう。ソフトフリーズがオンの状態では超音波の送受信を行うための構成要素が動作している。この構成要素は、例えば、超音波画像生成部24、およびDSC26を除いた構成要素である。一般に、静止画像を表示すると共に、超音波の送受信を行う回路をオフとする(超音波の送受信を行う回路の電源電力を遮断する)フリーズが知られているが、超音波の送受信を行うための回路をオンに維持するという点で、ソフトフリーズは一般的なフリーズと異なる。

30

【0028】

以下の説明では、通常の状態およびソフトフリーズがオンの状態を、それぞれ、通常状態およびソフトフリーズオン状態とする。

【0029】

通常状態において断層画像を表示する構成および処理について説明する。探触子14は、複数の振動素子16を備えている。複数の振動素子16は、被検体18に接触させる面に沿ってx軸方向に配列されている。

【0030】

計測に際して、探触子14は被検体18の表面に接触した状態とされる。各振動素子16は、送信部12から出力された送信信号に応じて超音波を発生する。送信部12は、送受信制御部10による制御に従い、各振動素子16に出力する送信信号の遅延時間を調整し、探触子14において送信超音波ビームを形成し、さらに、その送信超音波ビームを被検体18に対して走査する。送信超音波ビームは、例えば、放射方向をy軸正方向に向けてx軸方向に直線状に走査してもよい。また、送信超音波ビームの放射点を探触子14上の固定端として、送信超音波ビームを回転走査(セクタ走査)してもよい。

40

【0031】

その他の送受信態様として、探触子14から被検体18に平面波が送信されるように、送信部12が各振動素子16に送信信号を出力してもよい。例えば、複数の振動素子16が直線状に配列されている場合には、各振動素子16に出力される送信信号の強度および出力タイミングを同一とし、各振動素子16に同一強度の超音波を同時に発生させる。こ

50

れによって、探触子 14 の接触面と平行な波面を有する平面波が発生する。複数の振動素子 16 が直線状に配列されていない場合には、各振動素子 16 の位置に応じて、各振動素子 16 に発生させる超音波の強度、または、各振動素子 16 に超音波を発生させるタイミングを調整してもよい。

【0032】

被検体 18 内で反射した超音波が探触子 14 の各振動素子 16 で受信されると、各振動素子 16 は、受信された超音波に応じた電気信号を受信部 20 に出力する。受信部 20 は、送受信制御部 10 の制御に従い、各振動素子 16 から出力された各信号に対して増幅、直交検波等の処理を施す。これによって、受信部 20 は、複数の振動素子 16 に対応する複数チャンネルの受信ベースバンド信号を生成し、整相加算部 22 に出力する。

10

【0033】

整相加算部 22 (フレームデータ生成部) は、複数チャンネルの受信ベースバンド信号を整相加算して、複数の受信超音波ビームに対応する複数の受信ラインデータを生成する。y 軸方向に向けられた送信超音波ビームが x 軸方向に直線走査される場合、整相加算部 22 は、各送信超音波ビームと同一方向に向けられた各受信超音波ビームを送受信制御部 10 の制御に従って形成し、各受信超音波ビームに対応する受信ラインデータを生成する。探触子 14 から平面波が送信される場合にも、整相加算部 22 は同様の複数の受信ラインデータを生成する。

【0034】

すなわち、複数の受信ラインデータは、被検体 18 の深さ方向 (y 軸方向) に向けられて x 軸方向に並ぶ複数の受信ビームラインに対応する。各受信ラインデータは、対応する受信ビームライン上の各位置 (各 y 座標値) に対して受信データが対応付けられたデータである。

20

【0035】

送受信制御部 10、送信部 12、探触子 14、および受信部 20 は、断層画像が観測される観測面に対し超音波ビームの走査を繰り返し行う。整相加算部 22 は、繰り返し行われる超音波ビームの走査に対応して、時間経過と共に順次フレームデータを生成し、超音波画像生成部 24、および動き検出部 30 に順次、フレームデータを出力する。

【0036】

なお、探触子 14 から平面波が送信される場合には、送受信制御部 10、送信部 12、探触子 14、および受信部 20 は、断層画像が観測される観測面に対し、平面波の送信およびこれに伴う反射超音波の受信を繰り返し行う。整相加算部 22 は、繰り返し行われる超音波の送受信に対応して、時間経過と共に順次フレームデータを生成する。

30

【0037】

超音波画像生成部 24 は、フレームデータに対し、ゲイン補正、ログ圧縮、フィルタ処理等の視認性を調整する信号処理を施して、縦方向および横方向に配列された複数の画素を表す断層画像データを生成し、DSC 26 に出力する。DSC 26 は、断層画像データを、画像表示を行うためのビデオ信号に変換して装置制御部 28 に出力する。装置制御部 28 は、DSC 26 から順次出力された断層画像データに基づく画像を、動画像として表示部 52 に表示させる。

40

【0038】

装置制御部 28 は、表示対象となっている断層画像データから過去に遡って所定フレーム数の断層画像データをシネメモリ 54 に記憶させる。装置制御部 28 は、シネメモリ 54 に記憶された各断層画像データに基づく画像を、ユーザの操作に基づいて、静止画像または動画像として表示部 52 に表示してもよい。

【0039】

(2) 状態切り換え処理

超音波診断装置の動作状態を切り換える処理について説明する。状態切り換え処理は、探触子 14 の動きに応じて行われる。通常状態の超音波診断装置は、探触子 14 が被検体 18 に接触した状態で静止したことを認識し、かつ、その後に探触子 14 が被検体 18 か

50

ら離れたことを認識すると、ソフトフリーズオン状態となり、探触子 1 4 が静止したときの断層画像を静止画像として表示部 5 2 に表示する。

【 0 0 4 0 】

(2 - 1) 状態切り換え処理を実行するための構成

状態切り換え処理は、動き検出部 3 0 が装置制御部 2 8 に出力する情報に基づいて行われる。動き検出部 3 0 は、バッファメモリ 3 2、フレーム間相関演算部 3 6、静止判定部 3 8、接触判定部 4 2 および動きフレーム生成部 3 4 を備える。これらの構成要素の一部または総ては、装置制御部 2 8 の内部に構成されてもよい。

【 0 0 4 1 】

バッファメモリ 3 2 は、整相加算部 2 2 から最新のフレームデータが出力されたときから、過去に遡って所定フレーム数のフレームデータを記憶する。この所定フレーム数のフレームよりも先に記憶されたフレームデータは、新たなフレームデータが記憶されるごとに削除されてもよい。フレーム間相関演算部 3 6 は、異なる時間に生成された複数のフレームデータをバッファメモリ 3 2 から読み込み、これら複数のフレームデータの近似度を表すフレーム間相関値を求める。

10

【 0 0 4 2 】

フレーム間相関演算部 3 6 は、例えば、最新のフレームデータと 1 フレーム前のフレームデータをバッファメモリ 3 2 から読み込み、最新のフレームデータと 1 フレーム前のフレームデータについてフレーム間相関値を求める。相関演算は、例えば、観測面上の同一位置のデータ値を乗算し、各位置について求められた乗算値を加算合計する演算として定義される。フレーム間相関値は、0 以上 1 以下の値となるように規格化されてもよい。また、フレーム間相関値は、予め観測面上に設定された関心領域について求められてもよい。このように定義されたフレーム間相関値は、値が大きい程、2 つのフレームデータが近似していることを意味する。被検体 1 8 内の生体組織が動かないという条件下では、探触子 1 4 の動きが遅い程、フレーム間相関値が大きくなる。フレーム間相関演算部 3 6 は、整相加算部 2 2 からバッファメモリ 3 2 に新たにフレームデータが出力されるごとにフレーム間相関値を生成し、装置制御部 2 8 および静止判定部 3 8 に出力する。

20

【 0 0 4 3 】

なお、フレーム間相関値は、バッファメモリ 3 2 に記憶された複数のフレームデータから、その他の規則性に基づいて選択された複数のフレームデータに基づき生成してもよい。例えば、最新のフレームデータと N フレーム前のフレームデータに基づいてフレーム間相関値を求めてもよい。ここで N は 2 以上の任意の整数である。また、複数のフレームデータのうち時間的に隣接する 2 つのフレームデータの組のそれぞれについて仮のフレーム間相関値を求め、これら仮のフレーム間相関値に対する重み付け平均化（移動平均化）によって得られた値がフレーム間相関値として求められてもよい。

30

【 0 0 4 4 】

静止判定部 3 8 は、フレーム間相関値が所定の静止閾値以上である場合には、探触子 1 4 が静止している旨の静止判定をし、その旨を示す静止情報を装置制御部 2 8 に出力する。

【 0 0 4 5 】

接触判定部 4 2 は、探触子 1 4 が被検体 1 8 に接触しているか否かを判定する。この判定は、フレームデータと基準フレームデータとの相関値に基づいて行われる。基準フレームデータは、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れている場合におけるフレームデータに相当し、予め接触判定部 4 2 に記憶されている。基準フレームデータを概念的に白黒画像で表した場合、図 2 に示されているように、探触子 1 4 近傍に多重エコーを表す濃淡の縞が現れる。接触判定部 4 2 は、フレームデータと基準フレームデータとの相関値を求める。接触判定部 4 2 は、相関値が所定の非接触閾値以上となったときに、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れている旨の非接触判定をし、その旨を示す非接触情報を装置制御部 2 8 に出力する。

40

【 0 0 4 6 】

50

なお、基準フレームデータは、異なる複数の計測条件のそれぞれについて接触判定部 42 に記憶されていてもよい。計測条件には、例えば、受信部におけるゲイン、超音波の周波数、フォーカス深度（焦点位置）等がある。この場合、接触判定部 42 は、記憶された複数の基準フレームデータのうち、判定対象のフレームデータの計測条件に対応する基準フレームデータを選択し、判定に用いる。また、超音波診断装置は、探触子 14 が被検体 18 から離れた状態でフレームデータを生成することで基準フレームデータを生成し、接触判定部 42 に記憶させるキャリブレーションを実行してもよい。

【0047】

装置制御部 28 は、超音波診断装置の動作状態の設定、表示部 52 に表示する画像に関する処理等、超音波診断装置に対する全体的な制御を行う。装置制御部 28 には、状態設定部 44、表示処理部 48 および指令生成部 50 が構成される。これらの構成要素は、装置制御部 28 が有する各機能を実行するものであり、例えば、装置制御部 28 が実行するプログラムによって仮想的に構成される。

10

【0048】

状態設定部 44 は、装置制御部 28 が取得した情報に基づき超音波診断装置の動作状態を設定する。例えば、通常状態からソフトフリーズオン状態への切り換え、およびソフトフリーズオン状態から通常状態への切り換えを行う。表示処理部 48 は、装置制御部 28 が取得した情報に基づき、超音波診断装置の動作状態に応じて、画像表示に関する処理を実行する。指令生成部 50 は、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態にあるときに装置制御部 28 が取得した情報に基づき、指令情報を生成する。装置制御部 28 は、指令情報に応じて超音波診断装置を制御する。

20

【0049】

(2-2) 状態切り換え処理の概要

状態切り換え処理の概要について説明する。最初に超音波診断装置は通常状態にあり、探触子 14 は被検体 18 に接触しているものとする。装置制御部 28 は、静止判定部 38 によって静止判定がされると、静止判定時を基準としたジェスチャ受付期間およびデータ選別期間を設定する。ジェスチャ受付期間は、静止判定時から所定時間後までの期間であり、超音波診断装置によって探触子 14 の動き、すなわち、ジェスチャが指令として受け入れられる期間である。静止判定時はジェスチャ受付期間に含まれるものとする。データ選別期間は、静止判定時から所定時間だけ遡るまでの期間であり、ソフトフリーズオン状態において表示部 52 に表示されるフリーズ画像が、この期間に生成された複数フレームの断層画像データから選別される。探触子 14 が静止した状態が維持され、静止判定が繰り返し行われると、静止判定が行われるごとにジェスチャ受付期間およびデータ選別期間が更新される。すなわち、静止判定が行われるごとに、ジェスチャ受付期間およびデータ選別期間は未来方向に移動する。なお、データ選別期間は、静止判定時に限らず、整相加算部 22 からフレームデータが出力されるごとに設定されてもよい。

30

【0050】

装置制御部 28 は、ジェスチャ受付期間内に接触判定部 42 によって非接触判定がされると、超音波診断装置をソフトフリーズオン状態に設定する。ソフトフリーズオン状態では、表示部 52 にフリーズ画像が表示される。超音波を送受信する構成要素が動作しており、後述のように、探触子 14 の動きに応じて超音波診断装置に指令が与えられる。フリーズ画像は、例えば、データ選別期間の間で、フレーム間相関値が最大となったときにおける断層画像データに基づく画像である。装置制御部 28 は、ジェスチャ受付期間外に探触子 14 が被検体 18 から離れた場合には、超音波診断装置をソフトフリーズオン状態に設定せず、超音波診断装置を通常状態に維持する。

40

【0051】

このような処理によれば、探触子 14 が静止することで静止判定時から将来に向かってジェスチャ受付期間が設定され、ジェスチャ受付期間内に探触子 14 が被検体 18 から離れることで、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態に設定される。したがって、探触子 14 の静止、および探触子 14 の被検体 18 からの離脱という 2 つの動きに基づいて、

50

超音波診断装置が通常状態からソフトフリーズオン状態に切り換えられる。これによって、ユーザの意図に反して超音波診断装置の状態が通常状態からソフトフリーズオン状態に切り換わってしまう可能性が低くなる。

【0052】

(2-3) 状態切り換え処理の具体例

次に、状態切り換え処理の具体例について説明する。図3には、フレーム間相関演算部36、静止判定部38、および接触判定部42から出力される情報に基づいて超音波診断装置が実行する状態切り換え処理のフローチャートが示されている。

【0053】

最初に超音波診断装置は通常状態にあり、探触子14は被検体18に接触しているものとする。また、装置制御部28は、過去に遡った所定のフレーム数について、フレーム間相関値を時間に対応付けて記憶部56に記憶しているものとする。

【0054】

整相加算部22は、観測面に対する超音波の送受信に応じて、1フレームのフレームデータを生成し(S101)、フレームデータを動き検出部30および超音波画像生成部24に出力する。装置制御部28は、超音波診断装置が、ソフトフリーズオン状態であるかを判定する(S102)。装置制御部28は、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態であるときは、フリーズ画像を表示部52に表示させる(S110)。一方、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態でないときは、装置制御部28は、静止判定部38によって静止判定がされたか否かを判定する(S103)。装置制御部28は、静止判定がされた場合には、データ選別期間およびジェスチャ受付期間を更新した上で(S104)、ステップS106に進む。装置制御部28は、静止判定がされない場合には、各期間を更新することなくステップS105に進む。

【0055】

ステップS105において装置制御部28は、現時点がジェスチャ受付期間内かを判定する(S105)。装置制御部28は、現時点がジェスチャ受付期間内でないときは、超音波診断装置を通常状態とし(S109)、時間経過と共に順次生成された断層画像データに基づく画像を動画像として表示部52に表示させる(S110)。

【0056】

装置制御部28は、現時点がジェスチャ受付期間内である場合には、記憶部56およびシネメモリ54を参照し、フリーズ画像を選別する(S106)。フリーズ画像は、例えば、データ選別期間の間でフレーム間相関値が最大となったときにおける断層画像データに基づく画像である。フリーズ画像は、データ選別期間の間で、フレーム間相関値が所定値以上の複数フレームの断層画像データのいずれかに基づく画像であってもよい。フリーズ画像を示す断層画像データは、記憶部56に記憶されている過去のフレーム間相関値に基づき、シネメモリ54から読み込まれる。

【0057】

装置制御部28は、探触子14が被検体18から離れたか否かを判定する(S107)。この判定は、接触判定部42から非接触情報が出力されたか否かに基づいて行われる。装置制御部28は、探触子14が被検体18から離れていないとの判定をした場合、超音波診断装置を通常状態に設定し(S109)、フリーズ画像を表示部52に表示させる(S110)。一方、探触子14が被検体18から離れているとの判定をした場合、装置制御部28は、超音波診断装置をソフトフリーズオン状態に設定し(S108)、フリーズ画像を表示部52に表示させる(S110)。装置制御部28は、各動作状態に応じた画像を表示部52に表示させた後(S110)、ステップS101に戻る。

【0058】

図3に示される処理によれば、各静止判定時においてジェスチャ受付期間が設定される。そして、ジェスチャ受付期間内に、探触子14が被検体18から離れた場合には、ステップS108に基づき超音波診断装置がソフトフリーズオン状態に設定される。ソフトフリーズオン状態では、ステップS101、S102およびS110の順に各ステップが繰

10

20

30

40

50

り返される。

【0059】

ステップS104は、ステップS103の判定に応じて実行される。すなわち、静止判定がされるごとに(S103)、データ選別期間およびジェスチャ受付期間が静止判定時を基準として更新される(S104)。探触子14が静止している状態が継続し、時間間隔Tで複数回に亘って静止判定がされる場合、静止判定がされるごとにデータ選別期間およびジェスチャ受付期間が時間Tだけ未来方向に移動する。

【0060】

したがって、探触子14を被検体18に接触させた状態で静止させ、探触子14を被検体18から離すことで、超音波診断装置は、通常状態からソフトフリーズオン状態に設定される。

10

【0061】

探触子14が被検体18に接触した状態が維持される場合には、ジェスチャ受付期間に関わらず、超音波診断装置は通常状態とされる。すなわち、ジェスチャ受付期間内では、ステップS101～S107、S109およびS110の順に各ステップが実行され、超音波診断装置が通常状態とされる。ジェスチャ受付期間外では、ステップS101～S105、S109およびS110の順に各ステップが実行され、超音波診断装置は通常状態とされる。

【0062】

図4(a)および(b)には、それぞれ、フレームデータと基準フレームデータとの相関値(接触相関値A)、およびフレーム間相関値Bの例が示されている。横軸は時間を示し、縦軸は、それぞれ、接触相関値Aおよびフレーム間相関値Bを示す。接触相関値Aは、フレームデータと基準フレームデータとの相関値であり、接触判定部において生成される。

20

【0063】

この例では、時間 $t(-18)$ から時間 $t(-8)$ までの間、探触子が被検体に接触しながら移動している。時間 $t(-8)$ から時間 $t(-4)$ までの間、探触子は被検体に接触した状態で静止し、時間 $t(-4)$ から探触子が被検体に接触しつつも離れ始め(半接触)、時間 $t(0)$ に探触子は被検体から離れる。

【0064】

フレーム間相関値Bは、時間 $t(-9)$ 以前では静止閾値S未満であるものの、時間 $t(-8)$ ～時間 $t(-4)$ では静止閾値S以上となる。そして、時間 $t(-3)$ 以降、再び静止閾値S未満となる。したがって、時間 $t(-8)$ ～時間 $t(-4)$ の間、時間間隔Tで静止判定がされる。静止判定時である時間 $t(-8)$ ～時間 $t(-4)$ のそれぞれにおいては、データ選別期間Dおよびジェスチャ受付期間Gが設定される。データ選別期間Dは、各静止判定時から10Tだけ過去に遡るまでの期間であり、ジェスチャ受付期間Gは、各静止判定時から5Tだけ後までの期間である。時間 $t(-8)$ に最初に静止判定がされてから、時間 $t(-7)$ ～時間 $t(-4)$ のそれぞれにおいて静止判定がされる。そのため、時間 $t(-8)$ にデータ選別期間Dおよびジェスチャ受付期間Gが設定された後、時間 $t(-7)$ ～時間 $t(-4)$ のそれぞれにおいては、静止判定がされるごとにデータ選別期間Dおよびジェスチャ受付期間Gが時間Tだけ後に移動する。

30

40

【0065】

図4に示されている例では、時間 $t(0)$ に探触子が被検体から離れ、接触相関値Aが非接触閾値U以上となっている。時間 $t(0)$ は、直近の静止判定時 $t(-4)$ に設定されたジェスチャ受付期間G内にあるため、超音波診断装置はソフトフリーズオン状態に設定される。ソフトフリーズオン状態で表示されるフリーズ画像は、静止判定時 $t(-4)$ で設定されたデータ選別期間Dにおいて、フレーム間相関値Bが最大になる時間 $t(-5)$ における断層画像データに基づく画像である。なお、フリーズ画像は、探触子が被検体から離れた時間 $t(0)$ で設定されたデータ選別期間Dにおいて、フレーム間相関値Bが最大になる時間 $t(-5)$ における断層画像データに基づく画像であってもよい。

50

【 0 0 6 6 】

図 4 には、探触子が被検体から離れた直近の静止判定時が時間 $t(-4)$ であることが丸印 M によって示されている。さらに、時間 $t(-4)$ から $10T$ だけ遡ったデータ選別期間 D 内の時間 $t(-5)$ において、フレーム間相関値 B が最大になったことが丸印 P によって示されている。

【 0 0 6 7 】

(3) ソフトフリーズ

ソフトフリーズについて図 1 を参照して説明する。ソフトフリーズオン状態では、表示部 5 2 にフリーズ画像が静止画像として表示される一方で、探触子 1 4 において超音波が送受信され、受信された超音波に基づく信号に応じて超音波診断装置に指令が与えられる。これによって、探触子 1 4 の動きに応じた指令が超音波診断装置に与えられる。ソフトフリーズオン状態は、探触子 1 4 の動き、すなわち、ジェスチャが超音波診断装置に受け付けられる状態であるといえる。ソフトフリーズオン状態では、シネメモリ 5 4 に記憶された断層画像データは更新されずに保持される。あるいは、ソフトフリーズオン状態が開始されたときにシネメモリ 5 4 に記憶されていた断層画像データを、別に設けられた第 2 シネメモリに移し替えて記憶し、順次生成される断層画像データによってシネメモリ 5 4 の記憶内容を更新してもよい。この場合、第 2 のシネメモリは記憶部 5 6 内に構成されてもよい。

10

【 0 0 6 8 】

ソフトフリーズオン状態では、ユーザによる探触子 1 4 の操作（探触子 1 4 の動き）に応じて、例えば、フリーズ画像を表す画像データが記憶部 5 6 に保存される。また、フリーズ画像の画質の調整や、印刷媒体への印刷が行われてもよい。さらに、通常状態でシネメモリ 5 4 に記憶された複数フレームの断層画像データのうちいずれかに基づく画像が表示されてもよい。また、フリーズ画像を重ねて、被検体の標準的な組織形状を表すボディマークが表示されてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

探触子 1 4 の動きに応じた指令が超音波診断装置に与えられる動作について説明する。動きフレーム生成部 3 4 は、バッファメモリ 3 2 に記憶されたフレームデータに基づいて、動きフレームデータを生成する。動きフレームデータは、観測面における各位置に対し、各位置の変位を 2 次元ベクトルによって対応付けたデータであり、観測面における変位ベクトルの分布を表す。動きフレーム生成部 3 4 は、例えば、最新のフレームデータ、および 1 フレーム前のフレームデータに基づいて、観測面上の各位置について生体組織の変位ベクトルを求める。変位ベクトルを求める演算としてはパターンマッチングがある。パターンマッチングでは、1 フレーム前の画像につき各点を仮想的に移動させた画像と、最新の画像とについて近似度を求め、近似度が大きくなるような各点の移動距離および移動方向が各点の変位ベクトルとして求められる。近似度は、相関値等、当業者の間で様々なものが考えられている。このようにして求められる変位ベクトルは、1 フレーム間隔時間当たり生体組織上の各点が移動した距離および方向を表す。

30

【 0 0 7 0 】

また、生体組織の変位を求める演算としてブロックマッチングが用いられてもよい。ブロックマッチングでは、最新の画像と 1 フレーム前の画像のそれぞれが複数のブロックに分割される。関心領域内のブロックに着目し、着目しているブロックと近似度の大きい 1 フレーム前のブロックが探索される。探索されたブロック内の各点から、最新のブロック内の各点への移動距離および移動方向が、ブロック内の各点の変位ベクトルとして求められる。動きフレーム生成部 3 4 は、バッファメモリ 3 2 に新たにフレームデータが記憶されるごとに 1 フレームの動きフレームを生成し、装置制御部 2 8 に出力する。

40

【 0 0 7 1 】

なお、ここでは、最新のフレームデータ、および 1 フレーム前のフレームデータに基づいて、1 フレームの動きフレームデータを生成する処理について説明した。動きフレームデータは、バッファメモリ 3 2 に記憶された複数のフレームデータから、その他の規則性

50

に従って選択されたフレームデータに基づき生成してもよい。例えば、最新のフレームデータ、およびNフレーム前のフレームデータに基づいて、1フレームの動きフレームデータを生成してもよい。ここでNは2以上の任意の整数である。また、複数のフレームデータにおいて時間的に隣接する2つのフレームデータの組のそれぞれについて仮の動きフレームデータを求め、これら仮の動きフレームデータに対する重み付け平均化（移動平均化）によって得られたデータが動きフレームデータとして求められてもよい。

【0072】

装置制御部28が備える指令生成部50は、動きフレーム生成部34から順次出力される動きフレームデータに基づいて、例えば、次のような処理に基づいて、超音波診断装置に対する指令情報を生成する。すなわち、指令生成部50は、動きフレームデータから観測面上の各位置の変位ベクトルのx軸方向成分を抽出し、x軸方向成分の平均値をx方向変位として求める。さらに、観測面上の各位置の変位ベクトルのy軸方向成分を抽出し、y軸方向成分の平均値をy方向変位として求める。x方向変位は、x軸方向成分の最大値、中央値、自乗平均値、加算合計値等、その他の統計値に基づいて求められてもよい。同様に、y方向変位は、y軸方向成分の最大値、中央値、自乗平均値、加算合計値等、その他の統計値に基づいて求められてもよい。指令生成部50は、動きフレーム生成部34から時間経過と共に順次出力される動きフレームデータのそれぞれについて、x方向変位およびy方向変位の各時間波形を求める。x方向変位およびy方向変位の各時間波形は、予め定められた一定の時間長となるように規格化されてもよい。例えば、x方向変位の時間波形の時間長がLである場合には、X方向変位の時間波形を時間軸方向にL分の1倍したものを、規格化された新たなX方向変位の時間波形としてもよい。

10

20

【0073】

記憶部56には、x方向変位の時間波形について予め定められた複数種の時間波形パターン（x方向パターン）が記憶されており、各x方向パターンに対して指令情報が対応付けて記憶されている。指令生成部50は、記憶部56を参照し、x方向変位の時間波形と、ある1つのx方向パターンとの近似度を求め、この近似度が所定条件を満たす場合には、そのx方向パターンに対応付けられた指令情報を生成する。ここで、近似度は、例えば、x方向変位の時間波形と、x方向パターンとの相関値として定義される。近似度が所定条件を満たす場合として、例えば、相関値が所定の閾値以上となる場合がある。

30

【0074】

同様に、記憶部56には、y方向変位の時間波形について予め定められた複数種の時間波形パターン（y方向パターン）が記憶されており、各y方向パターンに対して指令情報が対応付けて記憶されている。y方向変位の時間波形と、ある1つのy方向パターンとの近似度が大きい場合には、そのy方向パターンに対応付けられた指令情報が生成される。

【0075】

記憶部56には、指令生成部50が参照する情報として、x方向パターンとy方向パターンの組み合わせについて、指令情報に対応付けた情報が記憶されていてもよい。この場合、x方向変位の時間波形およびy方向変位の時間波形と、予め定められた組み合わせをなすx方向パターンおよびy方向パターンとの近似度が大きい場合に、そのx方向パターンとy方向パターンの組み合わせに対して対応付けられた指令情報が生成される。

40

【0076】

指令生成部50は、動きフレームデータに基づいて観測面上の各位置の変位ベクトルの絶対値の自乗を加算合計したエネルギー評価値を求め、エネルギー評価値に基づいて指令情報を生成してもよい。エネルギー評価値は、探触子14が有する運動エネルギーを表す。この場合、記憶部56には、エネルギー評価値についての複数の数値範囲と、各数値範囲に対応する指令情報とを対応付けた情報が記憶される。指令生成部50は、記憶部56に記憶された情報を参照し、求められたエネルギー評価値が属する数値範囲に対応する指令情報を生成する。

【0077】

装置制御部28は、指令生成部50によって生成された指令情報に基づく動作が行われ

50

るよう、超音波診断装置を制御する。指令情報としては、表示部 5 2 に表示されたカーソル、ボタン等の操作を指令する情報等がある。例えば、図 5 (a) の矢印 5 8 に示されているように、探触子 1 4 を y 軸方向に所定回数だけ振動させる動きに対して、カーソルの上下方向への移動、ボタンの選択、ボタンの押下、ボタンの解除等の指令情報が対応付けられる。動きフレームデータに基づいて求められた y 方向変位の時間波形と、いずれかの y 方向パターンとの近似度が所定条件を満たす場合に、その y 方向パターンに対応付けられた指令情報が生成される。

【 0 0 7 8 】

また、図 5 (b) の矢印 6 0 に示されているように、探触子 1 4 を x 軸方向に移動させる動きに対して、カーソルの左右方向への移動、選択された図形のドラッグ等の指令情報が対応付けられる。動きフレームデータに基づいて求められた x 方向変位の時間波形と、いずれかの x 方向パターンとの近似度が所定条件を満たす場合に、その x 方向パターンに対応付けられた指令情報が生成される。

10

【 0 0 7 9 】

さらに、図 5 (c) の矢印 6 2 に示されているように、探触子 1 4 を x y 平面内で運動させる動きに対して、カーソルの上下方向の移動、表示部 5 2 に表示されたダイヤルの回転等の指令情報が対応付けられる。動きフレームデータに基づいて求められた x 方向変位の時間波形および y 方向変位の時間波形と、x 方向パターンと y 方向パターンの組み合わせのいずれかに対して近似度が所定条件を満たす場合に、その x 方向パターンと y 方向パターンの組み合わせに対応付けられた指令情報が生成される。

20

【 0 0 8 0 】

装置制御部 2 8 は、超音波診断装置を用いた診断において通常現れる探触子の動きに対し、ソフトフリーズオン状態における指令を対応付けてもよい。このような慣用ジェスチャとしては、例えば、被検体と探触子との間の摩擦を低減するゼリーを引き延ばすために、探触子を被検体に接触させながら左右に往復運動させるものがある。この往復運動には、ソフトフリーズオン状態を解除して通常状態に設定する指令や、階層化されたメモリ領域 (フォルダ) を指定する際に、現在指定されているフォルダよりも一段浅いフォルダを指定する指令、ソフトフリーズオン状態で動作しているアプリケーションを終了させる指令等が対応付けられてもよい。一般に、往復運動は、何らかの動作を取り消したいというユーザの心理と共に、ユーザの行為に表れることが多く、往復運動に何らかの状態を解除する指令を対応付けることで、超音波診断装置の操作性が向上する。

30

【 0 0 8 1 】

装置制御部 2 8 は、慣用ジェスチャの他、探触子の単純な動きに対してソフトフリーズオン状態における指令を対応付けてもよい。単純な動き、すなわち、シンプルジェスチャには、探触子の筐体がユーザの指で 1 回または複数回叩かれることによる微小な動き、探触子を小刻みに上下に振動させる動き等がある。

【 0 0 8 2 】

慣用ジェスチャおよびシンプルジェスチャは、超音波診断装置が通常状態に設定されている場合において、ユーザが被検体の診断を行うときに偶発的に生じ得る。したがって、誤認識を回避するため、慣用ジェスチャおよびシンプルジェスチャは、ソフトフリーズオン状態で指令として受け付けられる動きとして扱われてもよい。

40

【 0 0 8 3 】

また、非接触判定がされたときに、ボタンの押下、解除等の予め定められた指令情報が生成されてもよい。これによって、探触子 1 4 が、被検体 1 8 から離れる動きに応じて、超音波診断装置に対して所定の指令が与えられる。

【 0 0 8 4 】

図 6 には、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態に設定されたときに、表示部 5 2 に表示される画像の例が示されている。表示部 5 2 には、フリーズ画像 6 4 と共に、5 つのボタン 7 0 およびシネメモリバー 6 8 が表示されている。5 つのボタン 7 0 には、それぞれ、「静止画印刷」、「動画保存」、「ボディマーク」、「ゲイン」、「フリーズ O F

50

F」と表示されている。カーソル72をいずれかのボタン70の位置まで移動させる指令情報に続き、そのボタン70を押下する指令情報が装置制御部28で生成されるように、ユーザが探触子を動かすことで、そのボタン70に割り当てられた機能が実行される。例えば、「静止画印刷」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、超音波診断装置に接続されたプリンタ(図示せず)にフリーズ画像64を印刷させる。「動画保存」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、シネメモリ54に記憶されている複数フレームの断層画像データを動画像データとして記憶部56に記憶させる。この際、動画像データには、動画像を管理するための情報が付加される。このように過去の動画像データを保存する処理は、一般にレトロスペクティブと称される。また、次のような将来の動画像データを保存する処理が実行されてもよい。すなわち、「動画保存」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、超音波診断装置の状態をソフトフリーズオン状態から通常状態に設定する。そして、時間経過と共に順次生成される断層画像データを、所定の複数フレームに亘って記憶部56に記憶する。このように将来の動画像データを保存する処理は、一般にプロスペクティブと称される。「ボディマーク」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、ボディマークを表示部52に表示させる。ボディマークは、乳房部、腕等について被検体の標準的な組織形状を表す。超音波診断装置は、ユーザの操作に応じて、探触子の位置を示す図形をボディマークと共に表示してもよい。「ゲイン」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、ゲイン(画像の明るさ)が調整可能な状態に超音波診断装置の状態を設定する。「フリーズOFF」のボタンが押下されるようにユーザが探触子を動かすと、装置制御部28は、超音波診断装置の状態をソフトフリーズオン状態から通常状態に切り換える。

10

20

30

40

50

【0085】

左右に直線状に伸びるシネメモリバー68は、シネメモリ54に記憶された複数フレームの断層画像データのうちいずれかを選択し、選択された断層画像を静止画像として表示させるための領域である。装置制御部28は、シネメモリバー68およびカーソル72を用いた操作が行われるように、ユーザが探触子を動かすことで、次のように超音波診断装置を動作させる。すなわち、カーソル72をシネメモリバー68の上に位置させると、シネメモリバー68が選択される。その状態でカーソル72をシネメモリバー68上の右端に位置させるとフリーズ画像64が表示される。カーソル72をシネメモリバー68に沿って左に移動させていくと、過去に遡って1フレームずつ順次、断層画像データに基づく画像が入れ替わりながら表示される。カーソル72をシネメモリバー68に沿って右に移動させていくと、過去から未来(フリーズ画像が得られた時)に向かって1フレームずつ順次、断層画像データに基づく画像が入れ替わりながら表示される。カーソルの動きが静止すると、カーソルが静止した位置に対応する断層画像データに基づく画像が表示される。図6における「245/250」という表示は、シネメモリ54に250フレームの断層画像データが記憶されており、古い方から数えて245番目の断層画像が表示されていることを示す。

【0086】

なお、ソフトフリーズオン状態で、探触子の動きが静止した状態が所定時間以上継続した場合には、超音波診断装置をフリーズ状態としてもよい。フリーズ状態は、例えば、装置制御部28のみに電源電力が供給される状態をいう。また、超音波診断装置の情報を表示するため、表示部52に電源電力が供給されてもよい。装置制御部28は、超音波診断装置がソフトフリーズオン状態にあるときに、動きフレーム生成部34から時間経過と共に順次出力される動きフレームに基づいて、予め定められたフリーズ導入時間だけ探触子が静止したか否かを判定する。具体的には、この判定は、各動きフレームからy方向変位およびx方向変位を求め、各変位がフリーズ導入時間に亘って所定の閾値未満であったか否かを判定することで行われる。装置制御部28は、フリーズ導入時間だけ探触子が静止したと判定したときは、超音波診断装置をフリーズ状態に設定する。また、装置制御部28は、静止判定部38によって静止判定がされたか否かに基づいて、すなわち、静止判定

部 3 8 から静止情報が出力されたか否かに基づいて探触子が静止したか否かを判定してもよい。

【 0 0 8 7 】

このような処理によれば、ソフトフリーズオン状態において診断が中止された等の場合に、超音波の送受信によって電力が無駄に消費されることが回避される。

【 0 0 8 8 】

(4) カーソル操作を行うための処理

(4 - 1) 基本的な処理

図 6 に示されているように、表示部 5 2 に表示される画像には u v 座標系が定義されている。 u 軸正方向は画像の右方向に対応し、 v 軸正方向は画像の上方向に対応する。ここでは、探触子 1 4 の動きとカーソル 7 2 の動きが次のように対応付けられているものとする。すなわち、装置制御部 2 8 は、図 1 の探触子 1 4 が被検体 1 8 に接触した状態で x 軸正または負方向に移動したことを認識すると、 u 軸正または負方向にカーソル 7 2 を移動させる。また、装置制御部 2 8 は、探触子 1 4 が x y 平面内で左または右に傾けられるように回転したことを認識すると v 軸正方向または v 軸負方向にカーソル 7 2 を移動させる。このような探触子 1 4 の動きとカーソル 7 2 の動きの対応関係は 1 つの例に過ぎず、その他にも様々な対応関係が採用され得る。

10

【 0 0 8 9 】

シネメモリ 5 4 に記憶されている複数フレームの断層画像データには、シネメモリバー 6 8 上の u 座標値が対応付けられている。すなわち、各断層画像データが記憶されるアドレスに u 座標値が対応付けられている。シネメモリバー 6 8 上の u 座標値が装置制御部 2 8 によって指定されることで、その u 座標値に対応付けられたアドレスに記憶された断層画像データが装置制御部 2 8 によって読み出される。

20

【 0 0 9 0 】

シネメモリバー 6 8 の右端の u 座標値には、複数フレームの断層画像データのうち、フリーズ画像として選別された断層画像データが対応付けられている。また、 u 座標値が減少する程、より過去に遡った時に生成された断層画像データが対応するように、 u 座標値と断層画像データが対応付けられている。同様に、 u 座標値が増加する程、より最近に生成された断層画像データが対応するように、 u 座標値と断層画像データが対応付けられている。

30

【 0 0 9 1 】

シネメモリバー 6 8 上にカーソル 7 2 が位置している場合、装置制御部 2 8 は、シネメモリ 5 4 に記憶された複数フレームの断層画像データのうち、カーソル 7 2 の u 座標値に対応付けられた断層画像データを読み込み、その断層画像データに基づく画像を表示部 5 2 に表示させる。

【 0 0 9 2 】

(4 - 2) 画像記憶処理

シネメモリバー 6 8 は、表示中の断層画像を示す画像データを記憶部 5 6 に記憶させる機能を提供する。この機能は、カーソルがシネメモリバー上にあるときに、探触子が被検体上で静止したことが認識され、かつ、探触子が被検体から離れたことが認識された場合に実行される。

40

【 0 0 9 3 】

図 1 を参照してこのような画像記憶処理について説明する。最初にカーソル 7 2 はシネメモリバー 6 8 上にあるものとする。上述の状態切り換え処理と同様、装置制御部 2 8 は、静止判定部 3 8 によって静止判定がされると、静止判定時を基準としたジェスチャ受付期間およびデータ選別期間を設定する。探触子 1 4 が静止した状態が維持され、静止判定が繰り返し行われると、静止判定が行われるごとに、ジェスチャ受付期間およびデータ選別期間は未来方向に移動する。

【 0 0 9 4 】

装置制御部 2 8 は、ジェスチャ受付期間内に接触判定部 4 2 によって非接触判定がされ

50

ると、記憶部 5 6 およびシネメモリ 5 4 を参照し、記憶対象画像データを選別する。記憶対象画像データは、例えば、データ選別期間の間でフレーム間相関値が最大となったときにおける断層画像データである。記憶対象画像データは、データ選別期間の間で、フレーム間相関値が所定値以上となる複数フレームの断層画像データのいずれかに基づく画像であってもよい。記憶対象画像データとして選別された断層画像データは、記憶部 5 6 に記憶されている過去のフレーム間相関値に基づき、シネメモリ 5 4 から読み込まれる。

【 0 0 9 5 】

装置制御部 2 8 は、記憶対象画像データを、日付、時刻、画像ファイル名等、その画像を管理するための情報を付加した上で記憶部 5 6 に記憶させる。装置制御部 2 8 は、画像記憶処理を実行した後、超音波診断装置の状態をソフトフリーズオン状態から通常状態に切り換えてもよい。

10

【 0 0 9 6 】

(4 - 3) カーソルの断続的な移動

装置制御部 2 8 は、ジェスチャ受付期間外に探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れた場合には、画像記憶処理は実行せず、カーソル 7 2 の位置に応じた断層画像を表示する状態を維持する。探触子 1 4 が被検体 1 8 上で静止することなく被検体 1 8 から離れた場合も同様である。探触子 1 4 が被検体 1 8 に再び接触したときは、x 方向変位および y 方向変位の変化に応じてカーソル 7 2 を移動させ、カーソル 7 2 の u 座標値に応じた断層画像を表示部 5 2 に表示させる。

【 0 0 9 7 】

20

ジェスチャ受付期間外では、図 7 (a) ~ 図 7 (c) に示されているようにユーザが探触子 1 4 を操作することで、シネメモリ 6 8 上のカーソル 7 2 を左右 (u 軸方向) に移動させることができる。すなわち、探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら x 軸方向に移動させた後に (S 2 0 1)、探触子 1 4 を静止させることなく被検体 1 8 から離し (S 2 0 2)、さらに、探触子 1 4 の位置を元に戻し (S 2 0 3)、再び探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら x 軸方向に移動させる (S 2 0 4)、という操作をユーザが繰り返すことで、シネメモリ 6 8 上のカーソル 7 2 を横方向に断続的に移動させることができる。

【 0 0 9 8 】

30

図 7 (a) ~ 図 7 (c) のそれぞれの方には、各図に示された探触子 1 4 の状態に応じた、シネメモリ 6 8 上のカーソル 7 2 の位置が示されている。図 7 (a) に示されているように、探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら x 軸負方向に移動させることで、シネメモリ 6 8 上のカーソル 7 2 が u 軸負方向に移動し、位置 L 1 から位置 L 2 に移動する。図 7 (b) に示されているように、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れている間、カーソル 7 2 はシネメモリ 6 8 の位置 L 2 で停止する。そして、図 7 (c) に示されているように、探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら x 軸負方向に移動させることで、シネメモリ 6 8 上のカーソル 7 2 が u 軸負方向に移動し、位置 L 2 から位置 L 3 に移動する。

【 0 0 9 9 】

40

このような処理によれば、探触子 1 4 が静止することで静止判定時から将来に向かってジェスチャ受付期間が設定され、ジェスチャ受付期間内に探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れることで、記憶対象画像データが選別され記憶される。したがって、探触子 1 4 の静止、および探触子 1 4 の被検体 1 8 からの離脱という 2 つの動きに基づいて、画像記憶処理が実行され、ユーザの意図に反して画像記憶処理が実行されてしまう可能性が低くなる。

【 0 1 0 0 】

また、探触子 1 4 が静止することで静止判定時から過去に遡ってデータ選別期間が設定され、データ選別期間の間でフレーム間相関値が所定条件を満たすときにおける断層画像データが記憶対象画像として選別される。これによって、探触子 1 4 が確実に静止した状態で断層画像データが選別され、ユーザが記憶保存しようとした断層画像が確実に記憶保存される。

50

【 0 1 0 1 】

さらに、ジェスチャ受付期間外では、探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら移動させ、探触子 1 4 を被検体 1 8 から離して移動前の位置に接触させ、再び、探触子 1 4 を被検体 1 8 に接触させながら移動させるという操作を繰り返すことで、シネメモリバー 6 8 上の長い距離に亘ってカーソル 7 2 を移動させることができる。

【 0 1 0 2 】

(4 - 4) 画像記憶処理の具体例

図 8 には超音波診断装置において実行される処理のフローチャートが示されている。図 1 を参照しつつ図 8 に示されたフローチャートについて説明する。超音波診断装置はソフトフリーズオン状態にあり、探触子 1 4 は被検体 1 8 に接触しているものとする。また、装置制御部 2 8 は、過去に遡った所定のフレーム数について、フレーム間相関値を時間に対応付けて記憶部 5 6 に記憶しているものとする。さらに、カーソルはシネメモリバーの上に位置しているものとする。

10

【 0 1 0 3 】

整相加算部 2 2 は、観測面に対する超音波の送受信に応じて、1 フレームのフレームデータを生成し (S 3 0 1)、フレームデータを動き検出部 3 0 および超音波画像生成部 2 4 に出力する。装置制御部 2 8 は、静止判定部 3 8 によって静止判定がされたか否かを判定する (S 3 0 2)。装置制御部 2 8 は、静止判定がされた場合には、データ選別期間およびジェスチャ受付期間を更新した上で (S 3 0 7)、ステップ S 3 0 4 に進む。装置制御部 2 8 は、静止判定がされない場合には、各期間を更新することなくステップ S 3 0 3

20

【 0 1 0 4 】

ステップ S 3 0 3 において装置制御部 2 8 は、現時点がジェスチャ受付期間内かを判定する (S 3 0 3)。装置制御部 2 8 は、現時点がジェスチャ受付期間外である場合には、カーソルの位置に応じた断層画像を表示部 5 2 に表示し (S 3 0 8)、ステップ S 3 0 1 の処理に戻る。

【 0 1 0 5 】

装置制御部 2 8 は、現時点がジェスチャ受付期間内である場合には、記憶部 5 6 およびシネメモリ 5 4 を参照し、記憶対象画像を選別する (S 3 0 4)。記憶対象画像は、例えば、データ選別期間の間でフレーム間相関値が最大となったときにおける断層画像データに基づく画像である。記憶対象画像は、データ選別期間の間で、フレーム間相関値が所定値以上となる複数フレームの断層画像データのいずれかに基づく画像であってもよい。記憶対象画像を示す断層画像データは、記憶部 5 6 に記憶されている過去のフレーム間相関値に基づき、シネメモリ 5 4 から読み込まれる。

30

【 0 1 0 6 】

装置制御部 2 8 は、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れたか否かを判定する (S 3 0 5)。この判定は、接触判定部 4 2 から非接触情報が出力されたか否かに基づいて行われる。装置制御部 2 8 は、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れていないとの判定をした場合、カーソルの位置に応じた断層画像を表示部 5 2 に表示し (S 3 0 8)、ステップ S 3 0 1 の処理に戻る。

40

【 0 1 0 7 】

一方、探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れているとの判定をした場合、装置制御部 2 8 は、画像記憶処理を実行する (S 3 0 6)。装置制御部 2 8 は、画像記憶処理を実行した後、超音波診断装置の状態を通常状態に設定してもよい。

【 0 1 0 8 】

図 8 に示される処理によれば、各静止判定時においてジェスチャ受付期間が設定される。そして、ジェスチャ受付期間内に探触子 1 4 が被検体 1 8 から離れた場合には、画像記憶処理が実行される。

【 0 1 0 9 】

ステップ S 3 0 7 は、ステップ S 3 0 2 の判定に応じて実行される。すなわち、静止判

50

定がされるごとに (S302)、データ選別期間およびジェスチャ受付期間が静止判定時を基準として更新される (S307)。探触子14が静止している状態が継続し、時間間隔Tで複数回に亘って静止判定がされる場合、静止判定がされるごとにデータ選別期間およびジェスチャ受付期間が時間Tだけ未来方向に移動する。

【0110】

ジェスチャ受付期間外では、探触子14が被検体18から離れたとしても、ステップS303およびS308によって、カーソルの位置に応じた断層画像が表示される。したがって、探触子14を被検体18に接触させながら移動させ、探触子14を被検体18から離して移動前の位置に接触させるという操作を繰り返すことで、シネメモリバー上の長い距離に亘ってカーソルを移動させることができる。

10

【0111】

接触相関値およびフレーム間相関値と、画像記憶処理との関係について説明する。上記において図4は、状態切り換え処理におけるタイミングチャートとしたが、ここでは、ソフトフリーズオン状態におけるタイミングチャートとして図4を援用する。

【0112】

この例では、時間 $t(-18)$ から時間 $t(-8)$ までの間、探触子が被検体に接触しながら移動している。この間カーソルはシネメモリバーを横方向に移動している。表示部には、カーソルの位置に対応する断層画像が順次入れ替わりながら表示される。時間 $t(-8)$ から時間 $t(-4)$ までの間、探触子は被検体に接触した状態で静止し、時間 $t(-4)$ から探触子が被検体に接触しつつも離れ始め、時間 $t(0)$ に探触子は被検体から離れる。

20

【0113】

図4に示されている例では、時間 $t(0)$ に探触子が被検体から離れ、接触相関値Aが非接触閾値U以上となっている。時間 $t(0)$ は、直近の静止判定時 $t(-4)$ に設定されたジェスチャ受付期間G内にあるため、超音波診断装置は画像記憶処理を実行する。記憶対象画像データとして選別される断層画像データは、静止判定時 $t(-4)$ に設定されたデータ選別期間Dにおいて、フレーム間相関値Bが最大になる時間 $t(-5)$ に生成された断層画像データである。あるいは、記憶対象画像データとして選別される断層画像データは、非接触判定時 $t(0)$ に設定されたデータ選別期間Dにおいて、フレーム間相関値Bが最大になる時間 $t(-5)$ に生成された断層画像データである。画像記憶処理によって、時間 $t(-5)$ に生成された断層画像データが記憶部に記憶される。

30

【0114】

(4-5) カーソルの移動速度

図6に示されているように、表示画像には、シネメモリバー68が含まれる第1領域74の他、各ボタン70が含まれる第2領域76が定義されている。探触子の同一の動きに対するカーソル72の移動距離は、カーソル72が第1領域74内にある場合よりも第2領域76内にある場合の方が大きい。すなわち、探触子の同一の動きに対し、第2領域76におけるカーソル72の移動速度は、第1領域74におけるそれよりも速い。

【0115】

カーソル72が第2領域76内に位置しているときは、探触子が静止したか否かに関わらない処理が実行される。装置制御部28は、第2領域76内のボタン70上にカーソル72が位置しているときに非接触判定がなされると、そのボタン70に対する処理を実行する。ボタン70に対する処理は、ボタン70の種類(操作態様)に応じて行われる。すなわち、ボタン70が、押下の他、開放がされ得るものである場合には、装置制御部28は、ボタン70に対する押下または開放の処理を実行する。また、ボタン70が、押下のみが行われるものである場合には、装置制御部28は、ボタン70に対する押下の処理を実行する。

40

【0116】

これによって、ユーザは、カーソル72が第2領域76内で移動し、ボタン70の上にカーソル72が位置するように探触子を操作し、さらに、探触子を被検体18から離すこ

50

とで、そのボタン70の押下操作を行うことができる。

【0117】

このように、探触子の同一の動きに対して、第2領域76におけるカーソル72の移動速度を、第1領域74におけるそれよりも速くすることで、ボタン操作を迅速に行うことができる。また、シネメモリバー68上のカーソル72の位置を微細に調整することができ、表示対象の断層画像を選択する操作が容易となる。

【0118】

(5) ソフトフリーズオン状態でのフレーム生成レート

上記のように、ソフトフリーズオン状態では、整相加算部22から動き検出部30に出力されるフレームデータに基づいて探触子14の動きが検出され、探触子14の動きに基づいて指令情報が生成される。整相加算部22から単位時間当たり出力されるフレームの数を示すフレーム生成レートが十分大きくない場合には、動き検出部30において探触子14の迅速な動きを検出することが困難となる場合がある。例えば、動きフレームから求められたx方向変位およびy方向変位の各時間波形が、一定の時間長に規格化された上で用いられる場合、規格化されたx方向変位およびy方向変位の各時間波形に探触子14の動きを正確に反映することが困難となる。また、フレーム間隔時間内の探触子14の動きを検出することが困難となる場合がある。

10

【0119】

そこで、本実施形態においては、ソフトフリーズオン状態におけるフレーム生成レートを、通常状態におけるフレーム生成レートよりも大きくする。フレーム生成レートを変更する場合、装置制御部28は、送受信制御部10、送信部12、受信部20、整相加算部22および動き検出部30の動作状態を変更する。例えば、被検体18に対して超音波ビームを走査する場合には、状態設定部44は送受信制御部10を制御して走査速度を変更し、さらに、整相加算部22がフレームデータを生成する時間間隔を変更する。また、探触子14から平面波を送信する場合には、状態設定部44は、送受信制御部10を制御して、平面波を送信する時間間隔および反射超音波を受信する時間間隔を変更し、さらに、整相加算部22がフレームデータを生成する時間間隔を変更する。これらの時間間隔を短くする程、フレーム生成レートが大きくなる。

20

【0120】

装置制御部28は、超音波診断装置の動作状態をソフトフリーズオン状態に設定したときは、フレーム生成レートを通常状態におけるそれよりも大きくする。例えば、通常状態におけるフレーム生成レートを、1秒当たり20フレームから30フレームとした場合、ソフトフリーズオン状態におけるフレーム生成レートは、例えば、1秒当たり60フレーム~90フレームとする。これによって、動き検出部30において探触子14の迅速な動きが検出され、探触子14の迅速な動きに応じて超音波診断装置に指令が与えられる。

30

【0121】

(6) ソフトフリーズオン状態における超音波の送受信範囲

超音波診断装置がソフトフリーズオン状態である場合、通常状態にある場合に比べて、超音波の送受信範囲を狭くしてもよい。例えば、被検体18に対して超音波ビームを走査する場合には、装置制御部28は送受信制御部10を制御して、ソフトフリーズオン状態におけるx軸方向への走査範囲を、通常状態におけるx軸方向への走査範囲よりも狭くする。これによって、走査速度を一定にした場合には、1フレーム分の走査に要される時間が短くなり、フレーム生成レートを高くすることが可能となる。また、装置制御部28は、送受信制御部10を制御して、探触子14において形成される超音波ビームの焦点の位置を通常状態の位置よりも浅くしてもよい。

40

【0122】

超音波ビームの走査範囲が狭くなると共に、動きフレーム生成部34は、超音波ビームの走査範囲内についてのみ変位ベクトルが求められた動きフレームを生成する。これによって、動きフレーム生成部34で処理される情報量が低減される。

【0123】

50

(7) 変形例

上記では、動き検出部 30 が、整相加算部 22 から出力されるフレームデータに基づいて、探触子 14 の動きに関する情報を生成し、装置制御部 28 に出力する実施形態について説明した。動き検出部 30 は、受信された超音波に基づいて超音波診断装置内で生成されるその他の受信信号に基づく処理を実行してもよい。例えば、整相加算部 22 から出力されるフレームデータに代えて、超音波画像生成部 24 から出力される断層画像データ、あるいは D S C 26 から出力されるビデオ信号が、動き検出部 30 で用いられてもよい。

【0124】

上記では、静止判定部 38 が、フレーム間相関値に基づいて、探触子 14 が静止しているか否かを判定する実施形態について説明した。静止判定部 38 は、動きフレーム生成部 34 から出力される動きフレームに基づいて、この判定を行ってもよい。この場合、静止判定部 38 は、各動きフレームから観測面上の各点における変位ベクトルを取得する。静止判定部 38 は、観測面上の各点の変位ベクトルの絶対値またはその自乗を加算合計した動き評価値を求める。静止判定部 38 は、動きフレーム生成部 34 から時間経過と共に順次出力される動きフレームのそれぞれについて動き評価値を求め、動き評価値が所定の閾値未満となったときに、探触子 14 が静止した旨の静止判定をする。静止判定部 38 が静止判定をするに際しては、動き評価値が所定の閾値未満となった時間が所定の閾値時間以上となったことを静止判定を肯定する条件としてもよい。

【0125】

なお、動き評価値は、観測面上の各点の変位ベクトルを反映したその他の統計値であってもよい。例えば、動き評価値は、変位ベクトルの特定方向の成分のみについて求められてもよい。また、変位ベクトルの x 軸方向成分の絶対値またはその自乗を加算合計した値に基づいて動き評価値が求められてもよい。さらに、動き評価値は、観測面上に予め定められた関心領域について求められてもよい。

【0126】

上記では、超音波画像生成部 24 が、被検体 18 の観測面における断層画像データを生成する例について説明した。超音波画像生成部 24 は、被検体 18 の観測面の弾性の分布を表す弾性画像データを生成してもよい。この場合、超音波画像生成部 24 が、弾性画像を断層画像に重ねた画像を表す断層・弾性画像データを生成し、表示部 52 に断層・弾性画像が表示されてもよい。

【符号の説明】

【0127】

10 送受信制御部、12 送信部、14 探触子、16 振動素子、18 被検体、20 受信部、22 整相加算部、24 超音波画像生成部、26 デジタルスキャンコンバータ(D S C)、28 装置制御部、30 動き検出部、32 バッファメモリ、34 動きフレーム生成部、36 フレーム間相関演算部、38 静止判定部、42 接触判定部、44 状態設定部、48 表示処理部、50 指令生成部、52 表示部、54 シネメモリ、56 記憶部、64 フリーズ画像、68 シネメモリバー、70 ボタン、72 カーソル、74 第1領域、76 第2領域。

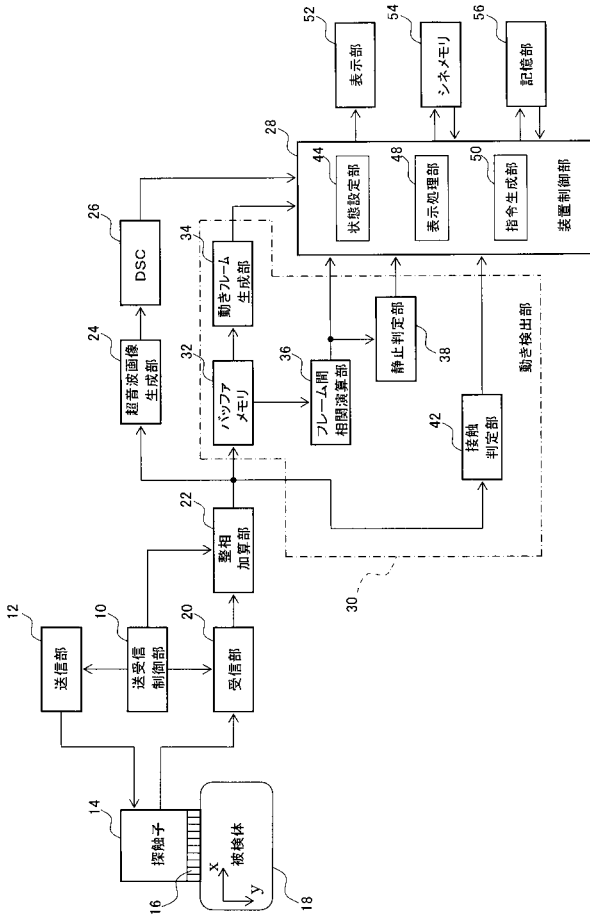
10

20

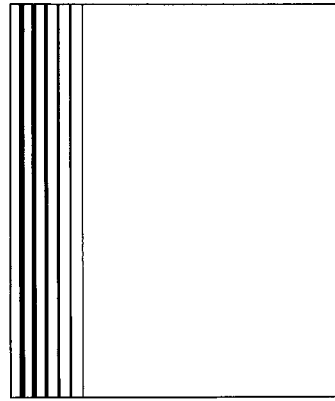
30

40

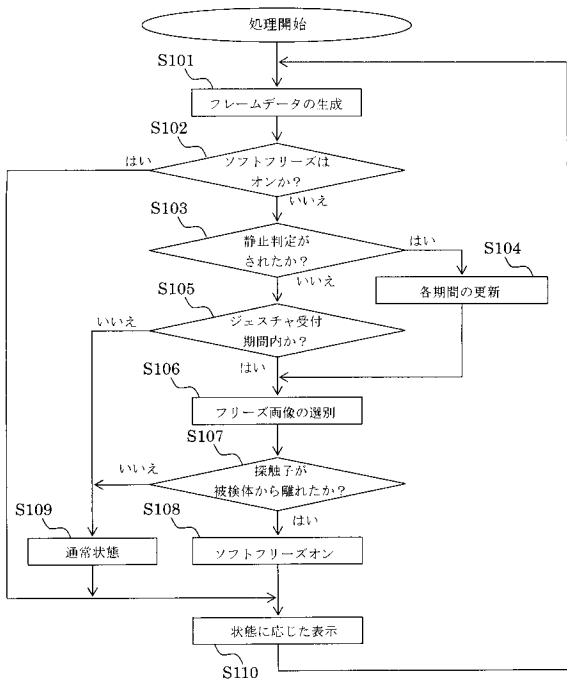
【図1】



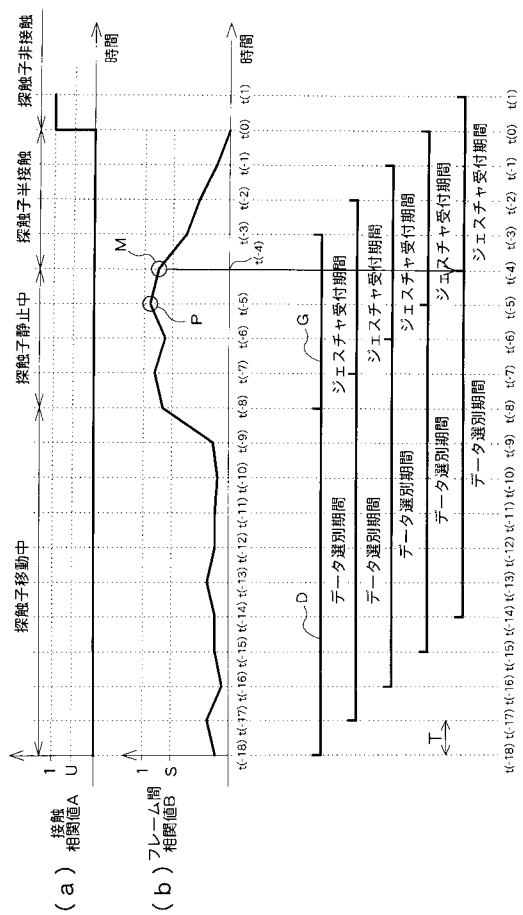
【図2】



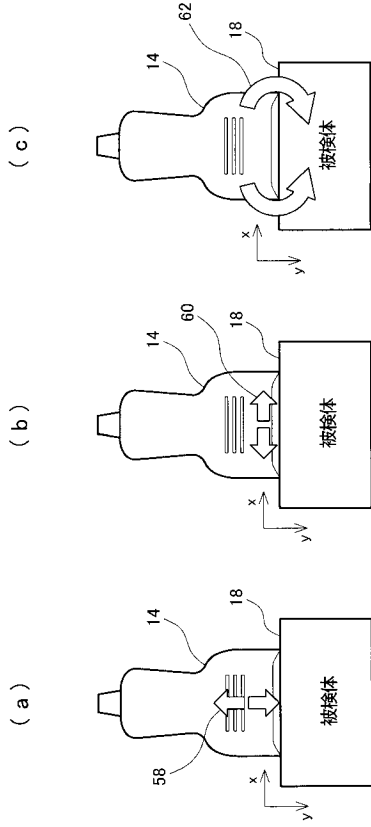
【図3】



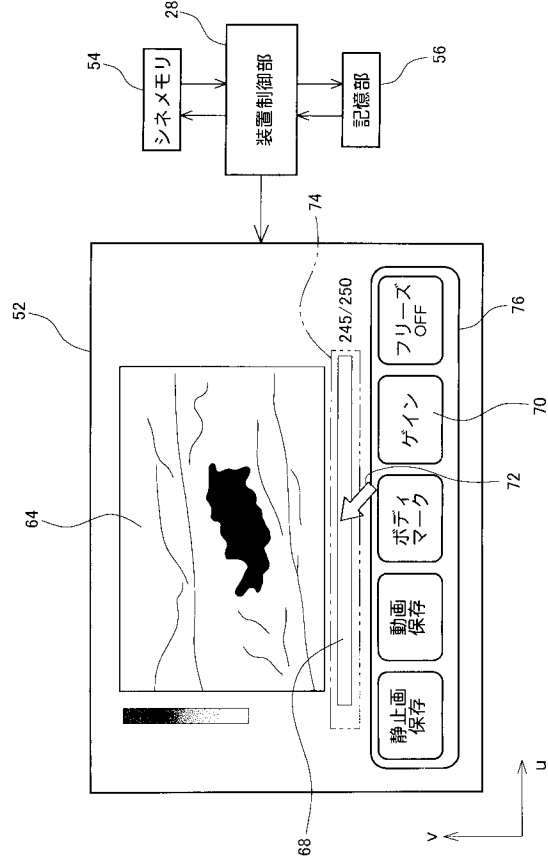
【図4】



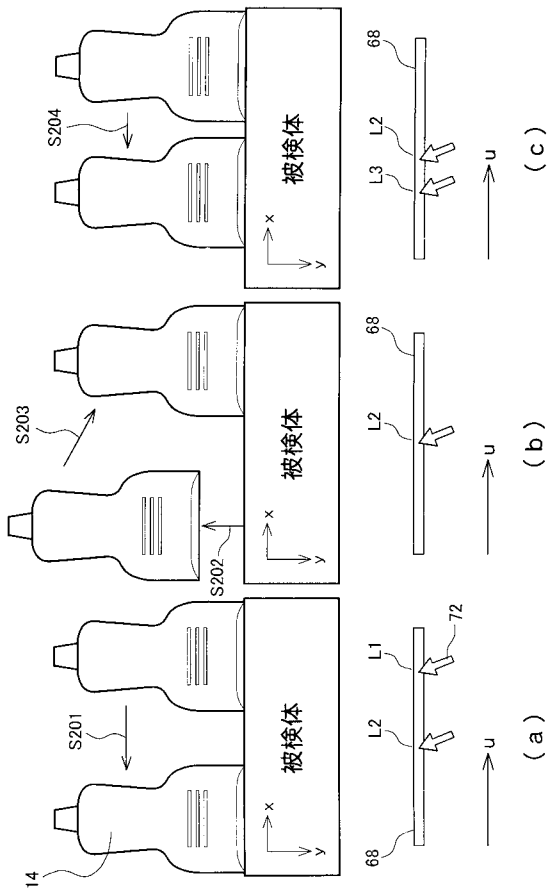
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

