

(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2019-10189

(P2019-10189A)

(43) 公開日 平成31年1月24日(2019.1.24)

(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 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-127619 (P2017-127619)
(22) 出願日 平成29年6月29日 (2017.6.29)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
45、スケネクタデイ、リバーロード、1
番
(74) 代理人 100137545
弁理士 荒川 聡志
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人
(74) 代理人 100115462
弁理士 小島 猛

最終頁に続く

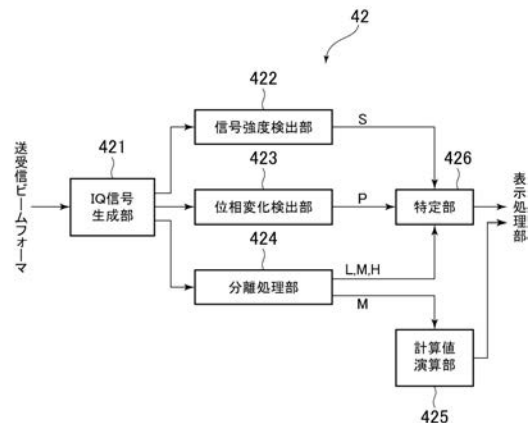
(54) 【発明の名称】 超音波装置及びその制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】生体組織の弾性に関する計測値の正確性を損なう複数の要因のうち、どの要因が生じているかを操作者が知ることができる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】超音波診断装置は、生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスによるエコー信号に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値を演算する計測値演算部425と、前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、前記計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する特定部426と、特定部426によって特定された要因を報知する報知部と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスの送信とを制御する送信制御部と、

前記検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値を演算する計測値演算部と、

前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、前記計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する特定部と、

前記特定部によって特定された要因を報知する報知部と、
を備える超音波装置。

10

【請求項 2】

前記エコー信号の信号強度を検出する信号強度検出部を備え、

該信号強度検出部は、前記エコー信号の信号強度として、前記エコー信号に基づいて得られる RF 信号の強度又は前記エコー信号に基づいて得られる I Q 信号の強度を検出し、検出結果を前記特定部へ出力するよう構成される、

請求項 1 に記載の超音波装置。

【請求項 3】

前記エコー信号に基づいて I Q 信号を生成する I Q 信号生成部と、

前記 I Q 信号に対してモーションフィルタ処理及び自己相関処理を行なうことにより、前記エコー信号の位相変化を検出し、検出結果を前記特定部へ出力するよう構成される位相変化検出部と、

を備える請求項 1 又は 2 に記載の超音波装置。

20

【請求項 4】

前記エコー信号に基づいて I Q 信号を生成する I Q 信号生成部と、

前記 I Q 信号に対して、複数の周波数帯域の各々における信号成分に分離し、該信号成分の各々のうち少なくとも一つを前記特定部へ出力するよう構成される分離処理部と、
を備える請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 5】

前記生体組織の変位は、前記分離処理部で得られた信号成分の各々のうち少なくとも一つに基づいて検出される、請求項 4 に記載の超音波装置。

30

【請求項 6】

前記計測値演算部は、前記分離処理部で得られた信号成分の各々のうち少なくとも一つに基づいて検出される前記生体組織の変位に基づいて、前記せん断弾性波の伝搬速度を演算する、請求項 5 に記載の超音波装置。

【請求項 7】

前記計測値の正確性を損なう複数の要因の各々について、前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記生体組織の変位のうち少なくとも一つにおける特徴的な事象を定めた特定基準を記憶する記憶デバイスを備え、

前記特定部は、前記特定基準を用いて前記特定を行なう、
請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波装置。

40

【請求項 8】

前記生体組織の弾性に関する計測値に応じた表示形態を有する生体組織の弾性画像を所要の領域に表示する表示デバイスと、

前記特定部によって特定された要因が、前記所要の領域においてどの部分で生じているかを示し、なおかつ要因に応じた表示形態を有する要因画像のデータを作成する要因画像データ作成部と、

を備え、

前記報知部による前記特定部によって特定された要因の報知は、前記表示デバイスに、

50

さらに前記要因画像のデータに基づく要因画像が表示されることであり、前記表示デバイスは前記報知部を構成する、

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 9】

前記特定部は、前記要因の程度を特定し、

前記報知部は、前記要因の程度をさらに報知する、

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 10】

前記計測値に応じた表示形態を有する前記生体組織の弾性画像が複数フレーム得られるよう、前記検出用超音波パルスの送信が行われ、

前記特定部は、複数フレーム分の前記エコー信号の強度、複数フレーム分の前記エコー信号の位相変化、複数フレーム分の前記エコー信号の周波数及び複数フレーム分の前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、前記計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する、

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 11】

プロセッサを備える超音波装置の制御プログラムであって、

前記プロセッサに、

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスの送信とを制御する送信制御機能と、

前記検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値を演算する計測値演算機能と、

前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、前記計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する特定機能と、

前記特定機能によって特定された要因を報知する報知機能と、

を実行させる超音波装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波のプッシュパルスによって生じたせん断弾性波による生体組織の変位を検出して生体組織の弾性に関する計測値を算出する超音波装置及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

生体組織の弾性に関する値を算出する手法として、例えば、生体組織に対して、超音波プローブから音圧の高い超音波パルス、すなわちプッシュパルスを送信して、このプッシュパルスによって生体組織に生じたせん断弾性波 (shear wave) による生体組織の変位を検出して、生体組織の弾性に関する計測値を算出する手法が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。計測値としては、せん断弾性波の伝搬速度や生体組織の弾性値などが算出される。

【0003】

せん断弾性波の伝搬速度のデータや生体組織の弾性値のデータなどの弾性データが得られると、超音波診断装置の表示デバイスに、弾性データに応じた色などを有する弾性画像が表示される。弾性画像は、例えば B モード画像に設定された所要の領域内に、B モード画像と合成されて表示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2012-100997号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

弾性画像において、実際の生体組織の弾性を正確に反映した色が表示されていない部分が存在している場合がある。これは、生体組織の弾性を正確に反映した計測値が得られていないことに起因する。計測値の正確性を損なう要因としては、例えば被検体の体動、血流やシストなどの存在、プッシュパルスやせん断弾性波の反射、屈折及び散乱など、様々な要因が考えられる。要因が特定できれば、操作者は特定された要因に応じた対策を取ることができる。従って、生体組織の弾性に関する計測値の正確性を損なう複数の要因のうち、どの要因が生じているかを操作者が知ることができる超音波装置及びその制御プログラムが望まれている。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の課題を解決するためになされた一の観点の発明は、被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスの送信とを制御する送信制御部と、前記検出用超音波パルスによるエコー信号に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値を演算する計測値演算部と、前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、前記計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する特定部と、前記特定部によって特定された要因を報知する報知部と、を備える超音波装置である。

20

【0007】

また、他の観点の発明は、上記一の観点の発明において、前記生体組織の弾性に関する計測値に応じた表示形態を有する生体組織の弾性画像を所要の領域に表示する表示デバイスと、前記特定部によって特定された要因が、前記所要の領域においてどの部分で生じているかを示し、なおかつ要因に応じた表示形態を有する要因画像のデータを作成する要因画像データ作成部と、を備え、前記報知部による前記特定部によって特定された要因の報知は、前記表示デバイスに、さらに前記要因画像のデータに基づく要因画像が表示されることであり、前記表示デバイスは前記報知部を構成する、超音波装置である。

30

【発明の効果】

【0008】

上記一の観点の発明によれば、前記特定部により、計測値の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因が特定され、特定された要因が前記報知部により報知されるので、操作者は計測値の正確性を損なう要因を知ることができる。

【0009】

また、他の観点の発明によれば、前記要因画像が表示されることにより、弾性画像が表示されている所要の領域のどの部分においてどのような要因が生じているかを知ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態の一例である超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】エコーデータ処理部の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】弾性処理部の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】表示処理部の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】合成画像及び要因画像が表示された表示デバイスを示す図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例である超音波診断装置の作用を説明するフローチャートである。

50

【図 7】検出用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図 8】生体組織の変位の時間変化を表わす波形を示す図である。

【図 9】「動き」の要因が生じている場合における低周波波形の一例を示す図である。

【図 10】「減衰」の要因が生じている場合における高周波波形の一例を示す図である。

【図 11】「減衰」の要因が生じている場合における変位の時間変化を示す波形の一例を示す図である。

【図 12】「反射、屈折及び散乱」の要因が生じている場合における中周波数帯域の信号成分の波形の一例を示す図である。

【図 13】第一の要因画像及び第二の要因画像を示す図である。

【図 14】「反射、屈折及び散乱」の要因が生じている場合における要因画像を示す図である。

【図 15】「減衰」の要因が生じている場合における要因画像を示す図である。

【図 16】図 1 の構成に加えて、さらにスピーカを備える超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 17】弾性処理部の構成の他例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について説明する。以下の実施形態では、超音波装置の一例である超音波診断装置について説明する。図 1 に示す超音波診断装置 1 は、超音波プローブ 2、送受信ビームフォーマ 3、エコーデータ処理部 4、表示処理部 5、表示デバイス (device) 6、操作デバイス 7、制御デバイス 8、記憶デバイス 9 を備える。前記超音波診断装置 1 は、コンピュータ (computer) としての構成を備えている。

【0012】

超音波プローブ 2 は、被検体の生体組織に対して超音波を送信する。超音波プローブ 2 においては、特に図示しないが複数の超音波トランスデューサ (transducer) がアジマス (azimuth) 方向に配列されている。超音波プローブ 2 により、生体組織にせん断弾性波を生じさせるための超音波パルス (プッシュパルス) が送信される。また、超音波プローブ 2 により、プッシュパルスによって生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスが送信され、そのエコー信号が受信される。

【0013】

また、超音波プローブ 2 により、B モード画像を作成するための B モード画像用超音波パルスが送信され、そのエコー信号が受信される。

【0014】

送受信ビームフォーマ 3 は、制御デバイス 8 からの制御信号に基づいて、超音波プローブ 2 を駆動させて所定の送信パラメータ (parameter) を有する前記各種の超音波パルスを送信させる。また、送受信ビームフォーマ 3 は、超音波のエコー信号について、整相加算処理等の信号処理を行なう。制御デバイス 8 及び送受信ビームフォーマ 3 は、本発明における送信制御部の実施の形態の一例である。また、制御デバイス 8 及び送受信ビームフォーマ 3 が超音波パルスの送信を制御する機能は、本発明における送信制御機能の実施の形態の一例である。

【0015】

エコーデータ処理部 4 は、図 2 に示すように、B モード処理部 4 1 及び弾性処理部 4 2 を有する。B モード処理部 4 1 は、送受信ビームフォーマ 3 から出力されたエコーデータに対し、対数圧縮処理、包絡線検波処理等の B モード処理を行い、B モードデータを作成する。

【0016】

また、弾性処理部 4 2 は、生体組織の弾性と関係する信号処理を行なう。弾性処理部 4 2 は、図 3 に示すように、I Q 信号生成部 4 2 1、信号強度検出部 4 2 2、位相変化検出部 4 2 3、分離処理部 4 2 4、計測値演算部 4 2 5 及び特定部 4 2 6 を有する。

【0017】

10

20

30

40

50

I Q 信号生成部 4 2 1 は、送受信ビームフォーマ 3 から出力されたエコーデータ (R F 信号) に対して直交検波処理を行なって、I Q 信号を生成する。この I Q 信号は、信号強度検出部 4 2 2、位相変化検出部 4 2 3 及び信号分離処理部 4 2 4 へ出力される。I Q 信号生成部 4 2 1 は、本発明における I Q 信号生成部の実施の形態の一例である。

【 0 0 1 8 】

信号強度検出部 4 2 2 は、検出用超音波パルスのエコー信号の信号強度を検出する。本例では、信号強度検出部 4 2 2 は、前記エコー信号の信号強度として、I Q 信号の強度を検出する。具体的には、信号強度検出部 4 2 2 は、次の式により、和 S を演算する。

【 数 1 】

$$S = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

10

【 0 0 1 9 】

信号強度検出部 4 2 2 は、和 S を特定部 4 2 6 へ出力する。信号強度検出部 4 2 2 は、本発明における信号強度検出部の実施の形態の一例である。

【 0 0 2 0 】

位相変化検出部 4 2 3 は、カラードブラ処理と同様の処理を行なってエコー信号の位相変化 P を検出する。具体的には、位相変化検出部 4 2 3 は、I Q 信号生成部 4 2 1 から入力された I Q 信号に対してモーションフィルタ処理及び自己相関処理を行なうことにより、エコー信号の位相変化 P を検出する。位相変化検出部 4 2 3 は、位相変化 P を特定部 4 2 6 へ出力する。位相変化検出部 4 2 3 は、本発明における位相変化検出部の実施の形態の一例である。

20

【 0 0 2 1 】

分離処理部 4 2 4 は、I Q 信号生成部 4 2 1 から入力された I Q 信号を、複数の周波数帯域の各々における信号成分に分離する。分離処理部 4 2 4 は、例えばフィルタ処理を行なって、周波数 f 1 未満の周波数帯域である低周波数帯域 L の信号成分、周波数 f 1 以上周波数 f 2 (f 2 > f 1) 未満の中周波数帯域 M の信号成分、周波数 f 2 以上の高周波数帯域 H の信号成分に、I Q 信号を分離する。分離処理部 4 2 4 は、低周波数帯域 L の信号成分、中周波数帯域 M の信号成分及び高周波数帯域 H の信号成分を特定部 4 2 6 へ出力する。また、分離処理部 4 2 4 は、中周波数帯域 M の信号成分を計測値演算部 4 2 5 へも出力する。分離処理部 4 2 4 は、本発明における分離処理部の実施の形態の一例である。

30

【 0 0 2 2 】

計測値演算部 4 2 5 は、分離処理部 4 2 4 から出力された中周波数帯域 M の信号成分に基づいて、せん断弾性波による生体組織の変位 D を検出する。この変位 D の検出は、せん断弾性波の検出を意味する。そして、計測値演算部 4 2 5 は変位 D の検出に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値 V を演算する。計測値演算部 4 2 5 は、計測値 V として、例えばせん断弾性波の伝搬速度を演算する。伝搬速度は、後述の弾性画像における画素に対応する部分ごとに得られる。

【 0 0 2 3 】

伝搬速度を示すデータを、弾性データと云うものとする。計測値演算部 4 2 5 は、伝搬速度に基づいて、生体組織の弾性値 (ヤング率 (P a : パスカル)) を演算してもよい。この場合、弾性データは、弾性値を示すデータであってもよい。計測値演算部 4 2 5 は、本発明における計測値演算部の実施の形態の一例である。また、計測値演算部 4 2 5 の機能は、本発明における計測値演算機能の実施の形態の一例である。

40

【 0 0 2 4 】

特定部 4 2 6 は、分離処理部 4 2 4 から出力された中周波数帯域 M の信号成分に基づいて、せん断弾性波による生体組織の変位 D を検出する。また、特定部 4 2 6 は、和 S、位相変化 P、低周波数帯域 L の信号成分、高周波数帯域 H の信号成分及び変位 D の検出結果のうち少なくとも一つに基づいて、計測値 V の正確性を損なう複数の要因の中から一つの

50

要因を特定する。詳細は後述する。特定部 4 2 6 は、弾性画像における画素に対応する部分ごとに、要因の特定を行なう。特定部 4 2 6 は、特定された要因を表示処理部 5 へ出力する。特定部 4 2 6 は、本発明における特定部の実施の形態の一例である。また、特定部 4 2 6 の機能は、本発明における特定機能の実施の形態の一例である。

【0025】

なお、I Q 信号生成部 4 2 1、信号強度検出部 4 2 2、位相変化検出部 4 2 3、分離処理部 4 2 4 の処理についても、計測値演算部 4 2 5 及び特定部 4 2 6 と同様に、弾性画像における画素の各々に対応する信号について行われる。

【0026】

表示処理部 5 は、図 4 に示すように、B モード画像データ作成部 5 1、弾性画像データ作成部 5 2、要因画像データ作成部 5 3 及び画像表示制御部 5 4 を有する。B モード画像データ作成部 5 1 は、B モードデータをスキャンコンバータ (scan converter) によって走査変換して B モード画像データを作成する。弾性画像データ作成部 5 2 は、弾性データをスキャンコンバータによって走査変換して弾性画像データを作成する。弾性画像データ作成部 5 2 は、B モード画像に設定された所要の領域 R について弾性画像データを作成する。

10

【0027】

要因画像データ作成部 5 3 は、要因画像のデータを作成する。要因画像 F I (後述の図 5 参照) は、特定部 4 2 6 によって特定された要因が、所要の領域 R においてどの部分で生じているかを示し、なおかつ要因に応じた表示形態を有する画像である。本例では、要因画像 F I は、要因に応じた異なる色の画像である。要因画像データ作成部 5 3 は、本発明における要因画像データ作成部の実施の形態の一例である。

20

【0028】

画像表示制御部 5 4 は、B モード画像データ及び弾性画像データを合成して合成画像データを作成する。また、画像表示制御部 5 4 は、合成画像データに基づいて、図 5 に示すように合成画像 C I を表示デバイス 6 に表示させる。合成画像 C I は、B モード画像データに基づく B モード画像 B I 及び弾性画像データに基づく弾性画像 E I を有する画像である。画像表示制御部 5 4 は、B モード画像 B I に設定された所要の領域 R に、弾性画像 E I を表示させる。弾性画像 C I は、背景の B モード画像 B I が透過する半透明のカラー画像である。このカラー (color) 画像は、伝搬速度又は弾性値に応じた色を有する画像であり、生体組織の弾性に応じた色を有する。

30

【0029】

また、画像表示制御部 5 4 は、要因画像のデータに基づいて要因画像 F I を表示デバイス 6 に表示させる。画像表示制御部 5 4 は、合成画像 C I と並べて要因画像 F I を表示させる。要因画像 F I は、所要の領域 R と同じ大きさ及び形状の領域 r 内に表示される。要因画像 F I の表示は、本発明における要因の報知の実施の形態の一例である。画像表示制御部 5 4 が要因画像 F I を表示させる機能は、本発明における報知機能の実施の形態の一例である。

【0030】

表示デバイス 6 は、LCD (Liquid Crystal Display) や有機 EL (Electro-Luminescence) ディスプレイなどである。表示デバイス 6 は、本発明における報知部の実施の形態の一例である。

40

【0031】

操作デバイス 7 は、ユーザーからの指示や情報の入力を受け付けるデバイスである。操作デバイス 7 は、操作者からの指示や情報の入力を受け付けるボタン及びキーボード (keyboard) などを含み、さらにトラックボール (trackball) 等のポインティングデバイス (pointing device) などを含んで構成されている。

【0032】

制御デバイス 8 は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサである。この制御デバイス 8 は、記憶デバイス 9 に記憶されたプログラムを

50

読み出し、超音波診断装置 1 の各部を制御する。例えば、制御デバイス 8 は、記憶デバイス 9 に記憶されたプログラムを読み出し、読み出されたプログラムにより、送受信ビームフォーマ 3、エコーデータ処理部 4 及び表示処理部 5 の機能を実行させる。

【0033】

制御デバイス 8 は、送受信ビームフォーマ 3 の機能のうちの全て、エコーデータ処理部 4 の機能のうちの全て及び表示処理部 5 の機能のうちの全ての機能をプログラムによって実行してもよいし、一部の機能のみをプログラムによって実行してもよい。制御デバイス 8 が一部の機能のみを実行する場合、残りの機能は回路等のハードウェアによって実行されてもよい。

【0034】

なお、送受信ビームフォーマ 3、エコーデータ処理部 4 及び表示処理部 5 の機能は、回路等のハードウェアによって実現されてもよい。

【0035】

記憶デバイス 9 は、非一過性の記憶媒体及び一過性の記憶媒体を含む。非一過性の記憶媒体は、例えば、HDD (Hard Disk Drive: ハードディスクドライブ)、ROM (Read Only Memory) などの不揮発性の記憶媒体である。非一過性の記憶媒体は、CD (Compact Disk) や DVD (Digital Versatile Disk) などの可搬性の記憶媒体を含んでいてもよい。

【0036】

一過性の記憶媒体は、RAM (Random Access Memory) などの揮発性の記憶媒体である。

【0037】

制御デバイス 8 によって実行されるプログラムは、記憶デバイス 9 を構成する HDD や ROM などの非一過性の記憶媒体に記憶されている。また、プログラムは、記憶デバイス 9 を構成する CD や DVD などの可搬性を有し非一過性の記憶媒体に記憶されていてもよい。

【0038】

また、記憶デバイス 9 には、特定部 426 が前記要因の特定に用いる特定基準が記憶されている。詳細は後述する。記憶デバイス 9 は、本発明における記憶デバイスの実施の形態の一例である。

【0039】

次に、本例の超音波診断装置 1 において弾性画像及び要因画像を表示するための作用について図 6 のフローチャートに基づいて説明する。

【0040】

まず、図 6 のステップ S1 においては、超音波プローブ 2 が被検体に対して超音波のプッシュパルスを送信する。なお、ステップ S1 の前に、Bモード用の超音波の送受信が行われ、Bモード画像が表示されていてもよい。Bモード画像には、弾性画像を表示する所要の領域 R が設定される。

【0041】

次に、ステップ S2 においては、超音波プローブ 2 が、被検体に対して検出用超音波パルスを送信し、そのエコー信号を受信する。また、ステップ S2 においては、弾性処理部 42 における処理が行われる。

【0042】

検出用超音波パルスは、プッシュパルスによって被検体の生体組織に生じたせん断弾性波を検出するための超音波パルスである。図 7 に示すように、検出用超音波パルスは、所要の領域 R に対して送信されそのエコー信号を受信される。検出用超音波パルスの送受信は複数の音線 SL において行なわれる。また、検出用超音波パルスの送受信は、一フレームの弾性画像 EI を得るため、複数の音線の各々において複数回行われる。図 7 には、音線 SL1 ~ SL5 が示されている。音線 SL1 ~ SL5 は、所要の領域 R において検出用超音波パルスの送受信が行われる全ての音線のうち、一部の音線である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

検出用超音波パルスのエコー信号が受信されると、弾性処理部 4 2 における処理が行われる。具体的には、I Q 信号生成部 4 2 1 が I Q 信号を生成し、信号強度検出部 4 2 2 が和 S を演算し、位相変化検出部 4 2 3 が位相変化 P を検出する。また、分離処理部 4 2 4 が、低周波数帯域 L、中周波数帯域 M 及び高周波数帯域 H の信号成分に I Q 信号を分離する。

【 0 0 4 4 】

なお、位相変化検出部 4 2 3 によって検出される位相変化 P は、複数の音線の各々の一画素に対応する部分における複数のエコー信号間の位相変化である。

【 0 0 4 5 】

また、計測値演算部 4 2 5 が中周波数帯域 M の信号成分に基づいて、生体組織の変位 D を検出する。この変位 D は、複数の音線の各々において検出される。図 8 に、音線 S L 1 ~ S L 5 の各々における変位 D の時間変化を表わす波形 W 1 ~ W 5 を示す。これら波形 W 1 ~ W 5 は、弾性画像の一画素に対応する部分における変位 D の時間変化である。

【 0 0 4 6 】

ちなみに、図 8 に示された波形は、生体組織の弾性を比較的正確に反映した計測値が計測値算出部 4 2 6 で得られる場合の波形である。

【 0 0 4 7 】

計測値演算部 4 2 5 は、二つの音線における波形の位相差に基づいて、せん断弾性波の速度を演算する。例えば、計測値演算部 4 2 5 は、波形 W 2 及び波形 W 4 の位相差 P D に基づいて、ある一部分におけるせん断弾性波の伝搬速度を演算する。

【 0 0 4 8 】

また、特定部 4 2 6 も、中周波数帯域 M の信号成分に基づいて、生体組織の変位 D を検出する。そして、特定部 4 2 6 は、計測値演算部 4 2 5 で得られた伝搬速度の正確性を損なう複数の要因の中から一つの要因を特定する。特定部 4 2 6 は、和 S、位相変化 P、低周波数帯域 L の信号成分、高周波数帯域 H の信号成分及び変位 D の検出結果のうち少なくとも一つに基づいて、記憶デバイス 7 に記憶された特定基準を用いて、前記特定を行なう。

【 0 0 4 9 】

特定基準は、せん断弾性波の伝搬速度の正確性を損なう複数の要因の各々について、前記エコー信号の信号強度、前記エコー信号の位相変化、前記エコー信号の周波数及び前記生体組織の変位のうち少なくとも一つにおける特徴的な事象を定めている。特定基準は、記憶デバイス 9 に、例えばテーブルとして記憶されていてもよいし、関数として記憶されていてもよい。

【 0 0 5 0 】

特定基準について具体的に説明する。例えば、せん断弾性波の伝搬速度の正確性を損なう要因として、「動き」、「減衰」、「血流」、「シスト」、「反射、屈折及び散乱」、「無変位」等の要因がある。

【 0 0 5 1 】

伝搬速度の正確性を損なう要因としての「動き」とは、呼吸や拍動による生体組織の移動、被検体の体表面に対する超音波プローブ 2 の移動などを意味する。このような「動き」の要因が生じると、分離処理部 4 2 4 から低周波数帯域 L の信号成分が得られる。図 9 に、このような信号成分の一例である低周波波形 W L を示す。図 8 において、横軸は時間、縦軸は生体組織の変位である。上述の「動き」は、せん断弾性波の周波数よりも低い周波数であり、低周波波形 W L は、上述の「動き」を捉えた波形である。

【 0 0 5 2 】

特定基準においては、「動き」の要因についての特徴的な事象として、例えば低周波数帯域 L の信号成分が得られることが定められている。特定部 4 2 6 は、分離処理部 4 2 4 から低周波数帯域 L の信号成分が得られた場合、「動き」の要因が生じていると判定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

伝搬速度の正確性を損なう要因としての「減衰」とは、検出用超音波パルスやプッシュパルスなどの減衰を意味する。例えば、生体組織の深部などにおいては、検出用超音波パルスやプッシュパルスが減衰するとせん断弾性波の検出精度が悪化する。この場合、SNR (Signal to Noise Ratio) が悪化し、分離処理部 4 2 4 から高周波数帯域 H の信号が優位な信号成分が得られる。図 1 0 に、このような信号成分の一例である高周波波形 W H を示す。図 1 0 では、複数の高周波波形 W H が示されている。図 1 0 においても、横軸は時間、縦軸は生体組織の変位である。

【 0 0 5 4 】

また、プッシュパルスが減衰して振幅が小さいせん断弾性波しか発生しない場合も、せん断弾性波の検出精度が悪化する。この場合、特定部 4 2 6 において検出される変位 D が小さくなる。図 1 1 に、変位 D が小さい場合における中周波数帯域 M の信号成分の波形 W S (変位 D の時間変化、ただし一例である) を示す。

【 0 0 5 5 】

特定基準においては、「減衰」の要因についての特徴的な事象として、例えば高周波数帯域 H の信号成分が得られることと、変位 D の時間変化の波形、すなわち中周波数帯域 M の信号成分の波形において振幅が閾値以下である(変位 D が所定以下である)ことが定められている。上記特徴的な事象の各々に対応する「減衰」の種類、すなわち検出用超音波パルスの減衰及びプッシュパルスの減衰などが定められていてもよい。特定部 4 2 6 は、高周波数帯域 H の信号成分が得られること又は変位 D の時間変化の波形において振幅が所定以下であることのいずれか一方の状態が確認された場合、「減衰」の要因が生じていると判定する。特定部 4 2 6 は、「減衰」の種類を特定してもよい。

【 0 0 5 6 】

伝搬速度の正確性を損なう要因として「血流」が挙げられているのは、血流によってせん断波の伝搬が妨げられるからである。血流が存在している部分においては、検出用超音波パルスのエコー信号が小さいので、和 S が小さくなり、なおかつ位相変化 P が認められる。特定基準においては、「血流」の要因についての特徴的な事象として、例えば和 S が閾値以下であること及び位相変化 P が閾値よりも大きいことが定められている。和 S についての閾値及び位相変化 P についての閾値は、例えば零に比較的近い値である。特定部 4 2 6 は、和 S が閾値よりも小さく、なおかつ位相変化 P が閾値よりも大きい場合、「血流」の要因が生じていると判定する。

【 0 0 5 7 】

また、「血流」の要因についての特徴的な事象として、和 S が閾値以下であること及び位相変化 P の波形(位相の時間変化の波形)において、折り返しが起こっていることが定められていてもよい。さらに、「血流」の要因についての特徴的な事象として、和 S が閾値以下であること、位相変化 P が閾値よりも大きいこと及び位相変化 P の波形(位相の時間変化の波形)において、折り返しが起こっていることが定められていてもよい。

【 0 0 5 8 】

伝搬速度の正確性を損なう要因として「シスト」が挙げられているのは、嚢胞 (C y s t) は、血流と同様にせん断波の伝搬が妨げられるからである。シストが存在している部分においては、血流と同様に、検出用超音波パルスのエコー信号が小さいので、和 S が小さくなる。一方、シストが存在している部分においては、血流とは異なり、位相変化 P がほとんどない。従って、特定基準においては、「シスト」の要因についての特徴的な事象として、例えば和 S が閾値よりも小さいこと及び位相変化 P が閾値よりも小さいことが定められている。和 S についての閾値及び位相変化 P についての閾値も、例えば零に比較的近い値である。特定部 4 2 6 は、和 S が閾値よりも小さく、なおかつ位相変化 P が閾値以下である場合、「シスト」の要因が生じていると判定する。

【 0 0 5 9 】

伝搬速度の正確性を損なう要因としての「反射、屈折及び散乱」は、生体組織内の臓器

10

20

30

40

50

や構造物などにより、せん断弾性波や検出用超音波パルスが反射、屈折及び散乱することである。例えば、肝表面直下などにおいては、このような「反射、屈折及び散乱」の要因によって伝搬速度の正確性が損なわれる。このような「反射、屈折及び散乱」の要因が生じると、一回のプッシュパルスの送信につき、せん断弾性波の検出を含む複数回の波形の変化が検出される。例えば図 1 2 には一回のプッシュパルスの送信について得られた一音線についての中周波数帯域 M の信号成分の波形 W P が示されている。波形 W P においては、符号 X 1 においてせん断弾性波が検出され、符号 X 2 , X 3 においては、反射、屈折及び散乱のいずれかによる波形の変化が検出される。

【 0 0 6 0 】

特定基準においては、「反射、屈折及び散乱」の要因についての特徴的な事象として、例えば中周波数帯域 M の信号成分において、複数回の波形の変化（振幅が所定以上）が検出されることが定められている。特定部 4 2 6 は、中周波数帯域 M の信号成分において、波形の変化が複数回検出された場合、「反射、屈折及び散乱」の要因が生じていると判定する。

10

【 0 0 6 1 】

伝搬速度の正確性を損なう要因としての「無変位」とは、生体組織が超音波プローブによって圧迫されていたり、伸ばした状態のアキレス腱のように引っ張られた状態になっていたりと、音線方向における変位を検出することが困難な状態であり、せん断弾性波がほとんど伝搬しない状態を意味する。このような「無変位」の要因が生じると、検出用超音波パルスのエコー信号の信号強度は十分にあるものの、生体組織の変位 D がほとんどない。特定基準においては、例えば和 S が閾値よりも大きいことと、中周波数帯域 M の信号成分の波形において振幅が閾値以下であることが定められている。特定部 4 2 6 は、和 S が閾値よりも大きく、なおかつ中周波数帯域 M の信号成分の波形において振幅が閾値以下である場合、「無変位」の要因が生じていると判定する。

20

【 0 0 6 2 】

「無変位」の要因の特定基準として、上述の和 S が閾値よりも大きいことと、中周波数帯域 M の信号成分の波形において振幅が閾値以下であることに加えて、高周波数帯域 H の波形において振幅が閾値以下であることが定められていてもよい。

【 0 0 6 3 】

特定部 4 2 6 は、特定基準に定められた複数の要因の条件が満たされた場合、複数の要因を特定してもよい。例えば、高周波数帯域 H の信号が得られ、和 S が閾値以下であり、なおかつ位相変化 P が閾値よりも大きい場合、「減衰」及び「血流」の要因を特定する。

30

【 0 0 6 4 】

ステップ S 2 の処理が終了すると、ステップ S 3 においては、図 5 に示すように、画像表示制御部 5 4 は、弾性画像 E I を有する合成画像 C I 及び要因画像 F I を表示デバイス 6 に表示させる。

【 0 0 6 5 】

要因画像 F I は、特定部 4 2 6 によって特定された要因が生じている部分に、その要因に応じた色で表示される。特定部 4 2 6 によって複数の要因が特定された場合、画像表示制御部 5 4 は、図 1 3 に示すように、複数の要因の各々に応じた色を有する第一の要因画像 F I 1 及び第二の要因画像 F I 2 を表示させる。

40

【 0 0 6 6 】

要因画像 F I が表示されることにより、操作者は、どの部分にどのような要因が生じているかを容易に知ることができる。従って、要因画像 F I の色と要因画像 F I が表示されている部分に応じて、操作者は、より正確な伝搬速度を得るためにすべきことを把握することができる。例えば、図 1 4 に示すように、「反射、屈折及び散乱」の要因が生じていることを示す要因画像 F I r が、領域 r における比較的上部に表示されている場合、操作者は、例えば弾性画像 E I が表示される所要の領域 R の B モード画像 B I における位置を下げるよう、操作デバイス 7 において入力を行なう。

【 0 0 6 7 】

50

また、図 15 に示すように、「減衰」の要因が生じていることを示す要因画像 F I a が、領域 r における比較的下部に表示されている場合、操作者は、例えば弾性画像 E I が表示される所要の領域 R の B モード画像 B I における位置を挙げるよう、操作デバイス 7 において入力を行なう。

【 0 0 6 8 】

また、「血流」や「シスト」の要因が生じていることを示す要因画像（図示省略）が表示された場合、操作者は、例えばスキャン断面が変更されるよう超音波プローブ 2 を動かす。また、「動き」が生じていることを示す要因画像（図示省略）が表示された場合、操作者は、例えば被検体に呼吸を止めてもらうよう言ったり、体表面における超音波プローブ 2 の位置が変わらないようにしたりする。

10

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 ~ S 3 までの処理は、一フレームの弾性画像 E I が作成されるたびに行われてもよい。この場合、フレーム毎に特定部 4 2 6 による特定が行われ、要因画像が更新される。

【 0 0 7 0 】

また、ステップ S 1、S 2 の処理が複数フレームの弾性画像 E I が得られた後に行われ、要因画像の更新が複数フレーム毎に行われてもよい。この場合、特定部 4 2 6 による特定が、複数フレーム分が反映されて行われる。例えば、I Q 信号生成部 4 2 1 が、複数フレーム分の I Q 信号を加算したり加重加算したりすることによって生成された I Q 信号が出力され、前記特定部 4 2 6 による特定が行われる。これにより、複数フレーム分の前記エコー信号の強度、複数フレーム分の前記エコー信号の位相変化、複数フレーム分の前記エコー信号の周波数及び複数フレーム分の前記せん断弾性波によって生じる前記生体組織の変位のうち少なくとも一つに基づいて、特定部 4 2 6 による特定が行われる。

20

【 0 0 7 1 】

以上、本発明を前記実施形態によって説明したが、本発明はその主旨を変更しない範囲で種々変更実施可能なことはもちろんである。例えば、上述のせん断弾性波の伝搬速度の正確性を損なう要因や特定基準は一例にすぎない。

【 0 0 7 2 】

また、例えば、特定部 4 2 6 は、計測値の正確性を損なう複数の要因のうち、程度を有する要因については、その程度を判定してもよい。例えば、「動き」の要因については、どの程度の動きが生じているかが判定されてもよい。また、「減衰」についても、どの程度の減衰が生じているかが判定されてもよい。

30

【 0 0 7 3 】

計測値の正確性を損なう要因が生じている程度が判定される場合、特定基準において、例えば各々の要因についての特徴的な事象に数値範囲を設けて程度を判定する。例えば、特定基準において、「動き」の要因について、低周波数帯域 L の信号成分が第一の周波数 f_1 未満の場合と、第一の周波数 f_1 以上第二の周波数 f_2 ($f_2 > f_1$) 未満の場合とで、「動き」の大小が設定されていてもよい。また、特定基準において、「減衰」の要因について、高周波数帯域 H の信号成分が第三の周波数 f_3 以上第四の周波数 f_4 ($f_4 > f_3$) 未満の場合と、第四の周波数 f_4 以上の場合とで、「減衰」の大小が設定されてもよい。

40

【 0 0 7 4 】

計測値の正確性を損なう要因が生じている程度が判定される場合、要因画像データ作成部 5 3 は、判定された程度に応じて異なる表示形態を有する要因画像のデータを作成する。例えば、要因画像データ作成部 5 3 は、程度に応じて彩度や明度が異なる色を有する要因画像のデータを作成する。

【 0 0 7 5 】

また、要因画像 F I が表示されることに代えて、または要因画像 F I が表示されるとともに、特定部 4 2 6 によって特定された要因が、音声で出力されていてもよい。この場合、例えば図 16 に示すように、制御デバイス 8 が、音声をスピーカ (s p e a k e r) 1

50

0 から出力させる。スピーカ 10 は、本発明における報知部の実施の形態の一例である。また、制御デバイス 8 が、スピーカ 10 に音声を出力させる機能は、本発明における報知機能の実施の形態の一例である。

【0076】

また、弾性処理部 42 は、図 17 に示す構成となってもよい。この図 17 に示す構成について、上述の図 3 の構成と異なる点について説明すると、送受信ビームフォーマ 3 から出力された RF 信号は、IQ 信号生成部 421 と信号強度検出部 422 に入力される。IQ 信号生成部 42 で生成された IQ 信号は、位相変化検出部 423 及び分離処理部 424 へ出力される。

【0077】

図 17 に示す構成においては、信号強度検出部 422 は、検出用超音波パルスのエコー信号の信号強度として、RF 信号の信号強度を検出する。この RF 信号の強度は、特定部 426 へ出力される。特定部 426 には、和 S の代わりに RF 信号の強度を用いて上述の要因の特定を行なう。この場合、上述の特定条件において、「和 S が閾値よりも小さいこと」は、「RF 信号の強度が閾値よりも小さいこと」という条件となる。

【符号の説明】

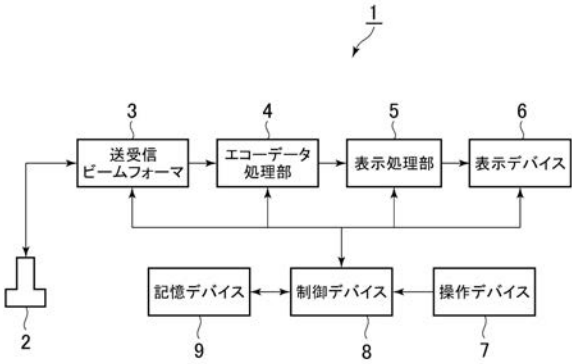
【0078】

- 1 超音波診断装置
- 6 表示デバイス
- 8 制御デバイス
- 9 記憶デバイス
- 53 要因画像データ作成部
- 54 画像表示制御部
- 421 IQ 信号生成部
- 422 信号強度検出部
- 423 位相変化検出部
- 424 分離処理部
- 425 計測値演算部
- 426 特定部

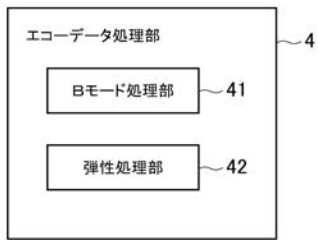
10

20

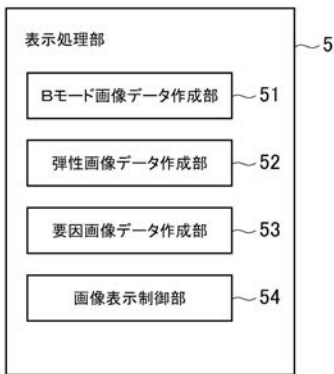
【 図 1 】



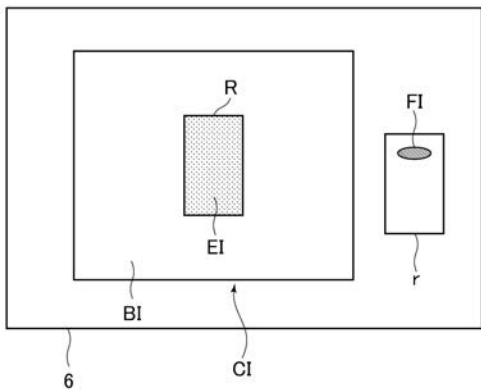
【 図 2 】



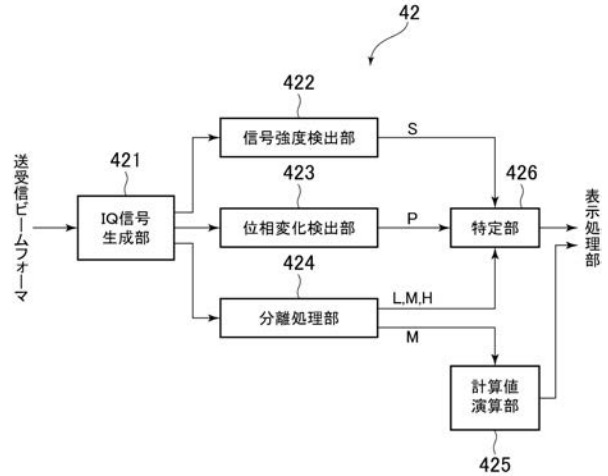
【 図 4 】



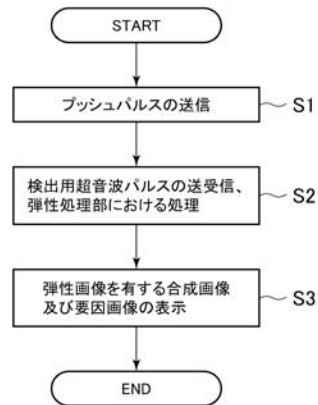
【 図 5 】



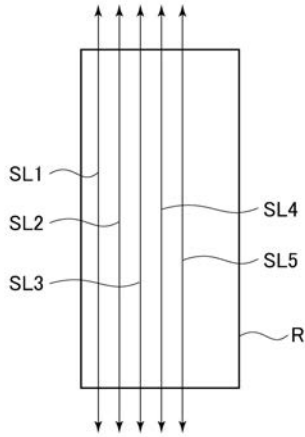
【 図 3 】



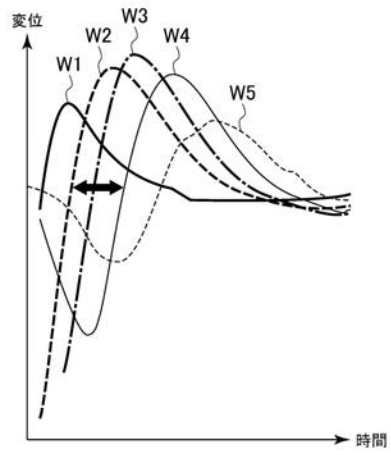
【 図 6 】



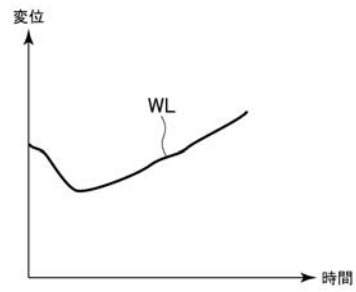
【 図 7 】



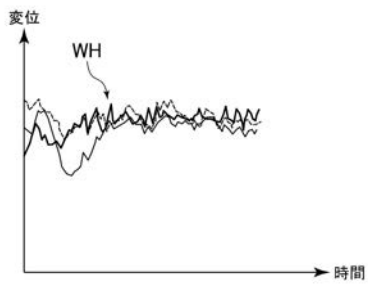
【 図 8 】



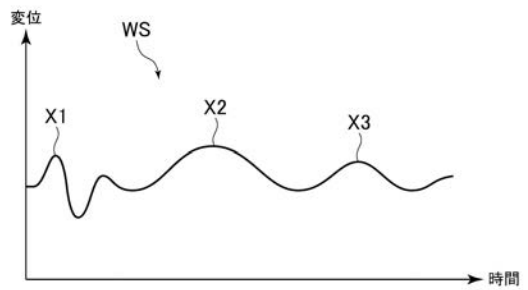
【 図 9 】



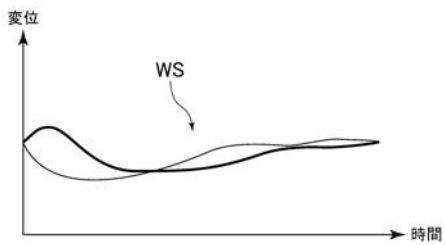
【 図 1 0 】



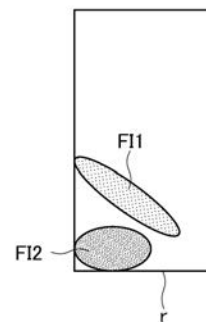
【 図 1 2 】



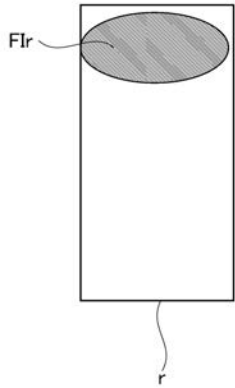
【 図 1 1 】



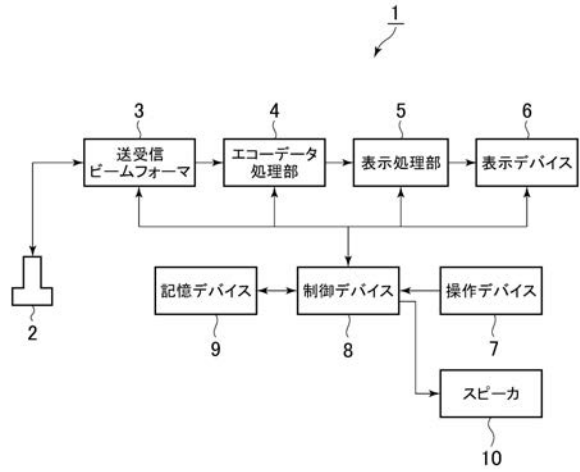
【 図 1 3 】



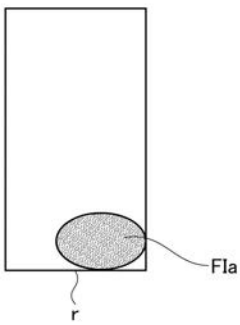
【 図 1 4 】



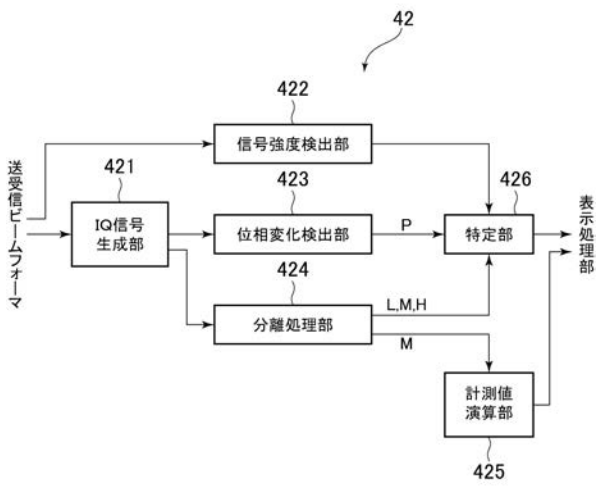
【 図 1 6 】



【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100151286

弁理士 澤木 亮一

(72)発明者 谷川 俊一郎

東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内

Fターム(参考) 4C601 DD18 DD23 EE09 JB24 JB28 JB35 JB41 JC20 KK12 KK31

专利名称(译)	超声设备及其控制程序		
公开(公告)号	JP2019010189A	公开(公告)日	2019-01-24
申请号	JP2017127619	申请日	2017-06-29
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	谷川俊一郎		
发明人	谷川 俊一郎		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD18 4C601/DD23 4C601/EE09 4C601/JB24 4C601/JB28 4C601/JB35 4C601/JB41 4C601/JC20 4C601/KK12 4C601/KK31		
代理人(译)	小仓 博 田中 拓人 小岛 猛		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置，其能够使操作者知道在多个因素中引起哪些因素，这些因素损害了与生物组织的弹性有关的测量值的准确性。 解决方案：超声诊断设备设置有测量值计算部分，用于基于由于检测到的超声脉冲的回波信号计算与活组织的弹性有关的测量值，用于检测在活组织中产生的剪切弹性波。 425，基于回波信号的信号强度，回波信号的相位变化，回波信号的频率，以及由剪切弹性波引起的活组织的位移中的至少一个，指定单元426，其指定损坏的多个因素中的一个因子，以及通知由指定单元426识别的因子的通知单元。 点域

