

(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2020-65684
(P2020-65684A)

(43) 公開日 令和2年4月30日(2020.4.30)

(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 有 請求項の数 18 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-199810(P2018-199810)
(22) 出願日 平成30年10月24日(2018.10.24)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
45、スケネクタディ、リバーロード、1
番
(74) 代理人 100115462
弁理士 小島 猛
(74) 代理人 100151286
弁理士 澤木 亮一
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

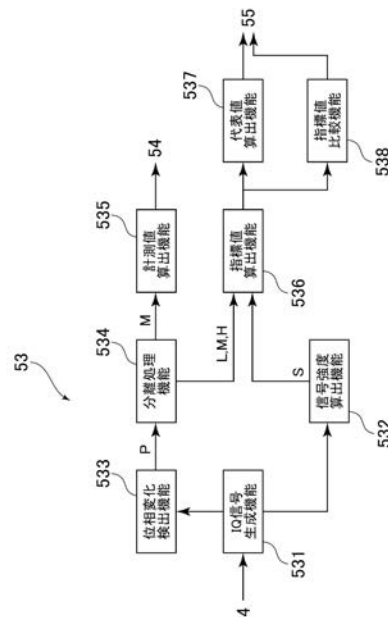
(54) 【発明の名称】 超音波装置及びその制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】 生体組織の弾性に関する計測値の信頼性を低くしている要因を知ることができる超音波装置を提供する。

【解決手段】 超音波診断装置は、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算出する計測値算出機能535と、検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、計測値の信頼性を損なう複数の要因の各々について、計測値に対する信頼性の程度を示す指標値を算出する指標値算出機能536と、信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する報知機能と、を実行する制御回路を備える。

【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を行なう超音波プローブと、

制御回路と、

を備え、

前記制御回路は、

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算出する計測値算出機能と、

検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記計測値の信頼性を損なう複数の要因の各々について、前記計測値の信頼性の程度を示す指標値を算出する指標値算出機能と、

前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する報知機能と、

を実行する、超音波装置。

10

【請求項 2】

前記報知機能は、前記所要の基準を満たさない全ての指標値の各々に対応する要因を報知する、請求項 1 に記載の超音波装置。

【請求項 3】

前記報知機能は、前記所要の基準を満たさない複数の指標値がある場合、信頼性が最も低い指標値に対応する要因を報知する、請求項 1 に記載の超音波装置。

20

【請求項 4】

前記制御回路は、前記複数の要因の各々について算出された指標値を比較して、前記信頼性が最も低い指標値を特定する指標値比較機能をさらに実行する、請求項 3 に記載の超音波装置。

【請求項 5】

前記所要の基準は、前記指標値について定められた閾値による基準である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 6】

前記報知機能は、前記閾値を基準にして、前記信頼性の程度が所要の基準を満たすか否かを判定して前記要因の報知を行なう、請求項 5 に記載の超音波装置。

30

【請求項 7】

前記制御回路は、前記複数の指標値に基づいて、前記計測値の信頼性の程度を示す指標値の代表値を算出する代表値算出機能をさらに実行し、

前記報知機能は、前記代表値の前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない場合、前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 8】

前記指標値算出機能は、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時間変化を、前記検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて検出し、前記時間変化及び前記エコー信号の信号強度のうち少なくとも一つに基づいて、前記複数の指標値の各々を算出する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の超音波装置。

40

【請求項 9】

前記制御回路は、

前記エコー信号に基づいて I Q 信号を生成する I Q 信号生成機能と、

前記 I Q 信号に対して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する位相変化検出機能と、

前記位相変化を示す信号を、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機能と、

50

をさらに実行し、

前記指標値算出機能は、前記信号成分の各々のうち少なくとも一つを、前記生体組織の変位の時間変化の検出に用いる、

請求項 8 に記載の超音波装置。

【請求項 10】

前記制御回路は、

前記エコー信号に基づいて I Q 信号を生成する I Q 信号生成機能と、

前記エコー信号の信号強度として、前記 I Q 信号の信号強度を算出する信号強度算出機能と、

をさらに実行する、請求項 8 に記載の超音波装置。

10

【請求項 11】

さらに、表示デバイスを備え、

前記報知機能は、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因を、図形及び文字の少なくとも一方を前記表示デバイスに表示させることによって報知する機能である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 12】

さらに、表示デバイスを備え、

前記報知機能は、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因を、前記代表値を示す図形及び文字の少なくとも一方を前記表示デバイスに表示させることによって報知する機能であって、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因に応じた異なる表示形態で前記図形及び前記文字の少なくとも一方を表示させることにより、前記報知を行なう機能である、請求項 7 に記載の超音波装置。

20

【請求項 13】

前記報知機能は、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因に応じた異なる色で、前記図形及び文字の少なくとも一方を表示させる、請求項 12 又は 13 に記載の超音波装置。

【請求項 14】

さらに、スピーカーを備え、

前記報知機能は、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因を前記スピーカーから音によって報知する機能である、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の超音波装置。

30

【請求項 15】

前記報知機能は、前記少なくとも一つの指標値に対応する要因を解消する対策をさらに報知する、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 16】

前記計測値算出機能は、前記検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、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時間変化を検出することによって前記せん断弾性波を検出し、検出された前記せん断弾性波に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値を算出する、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の超音波装置。

【請求項 17】

表示デバイスを備えており、

前記計測値算出機能は、前記生体組織の所要の領域内の複数点について前記計測値を算出し、

前記表示デバイスは、前記計測値に基づいて作成された前記所要領域の弾性画像を表示し、

前記指標値算出機能は、前記所要の領域における前記指標値を算出する、

請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の超音波装置。

40

【請求項 18】

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行なう超音波プローブと、

50

制御回路と、

を備える超音波装置の制御プログラムであって、

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算出する計測値算出機能と、

検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記計測値の信頼性を損なう複数の要因の各々について、前記計測値の信頼性の程度を示す指標値を算出する指標値算出機能と、

前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する報知機能と、

を前記制御回路によって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】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、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】

超音波装置の一例である超音波診断装置の中には、生体組織の弾性を計測する装置が知られている。生体組織の弾性に関する値を算出する手法としては、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する手法がある。この手法は、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、検出用超音波パルスによって検出する。そして、この検出に基づいてせん断弾性波の伝搬速度が、生体組織の弾性に関する計測値として算出される。超音波診断装置は、算出された計測値を数値として表示したり、計測値に応じた弾性画像を表示したりする。

20

【0003】

ここで、生体組織の弾性を正確に反映していない計測値が得られる場合がある。このように信頼性の低い計測値が得られる場合があるにもかかわらず、計測値や弾性画像が表示されるだけでは、ユーザーは計測値を信じて良いのか否かを判断できない。そこで、信頼性の低い計測値が得られた場合、計測値や弾性画像を表示しない超音波診断装置や、信頼性の指標を表示する超音波診断装置などがある (例えば、特許文献1参照)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第6169707号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ユーザーは、信頼性の低い計測値が得られたことを認知した場合、再度計測を行なう必要がある。しかし、計測値の信頼性が低くなる要因としては、複数の要因が考えられる。例えば、このような要因として、弾性計測の対象領域が、嚢胞や血液など、液体が主成分である領域であること、超音波プローブの動きや被検体の体動が大きすぎてせん断弾性波による生体組織の変位が検出できないこと、対象領域が深すぎて検出用超音波パルスのエコー信号のSNが悪いこと、対象領域が硬すぎて十分なせん断弾性波が生じていないことなどが挙げられる。

40

【0006】

このように複数の要因があるため、信頼性の低い計測値が得られた場合に、計測値や弾性画像が表示されなかったり、信頼性の指標が表示されたりするだけでは、ユーザーは、どのような要因で信頼性が低かったのかが分からない。従って、ユーザーは、計測値の信頼性を損ねている要因を解消するために、何をしたらよいか分からない。このため、ユーザーは試行錯誤しながら計測を繰り返す必要があり、検査時間が長くなる場合があった。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

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行なう超音波プローブと、制御回路と、を備え、前記制御回路は、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算出する計測値算出機能と、検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記計測値の信頼性を損なう複数の要因の各々について、前記計測値の信頼性の程度を示す指標値を算出する指標値算出機能と、前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する報知機能と、を実行する、超音波装置である。

10

【発明の効果】

【0008】

上記観点の発明によれば、前記報知機能により、信頼性の程度が所要の基準を満たさない指標値に対応する要因が報知されるので、超音波装置のユーザーは、計測値の信頼性を低くしている要因を知ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態の超音波診断装置の一例を示すブロック図である。

【図2】実施形態の超音波診断装置における制御回路の例示的な機能ブロック図である。

20

【図3】弾性処理機能の詳細の一例を示す機能ブロック図である。

【図4】表示デバイスの画面の一例を示す図である。

【図5】実施形態の超音波診断装置においてバーを表示させるための処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】バーの一例を示す拡大図である。

【図7】図6で示された長さよりも短くなった状態で表示されたバーの一例を示す拡大図である。

【図8】実施形態の超音波診断装置の他例を示すブロック図である。

【図9】表示デバイスの画面の他例を示す図である。

30

【図10】弾性処理機能の詳細の他例を示す機能ブロック図である。

【図11】表示デバイスの画面の他例を示す図である。

【図12】弾性処理機能の詳細の他例を示す機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について説明する。以下、本発明に係る超音波装置の一例として、診断等を目的として被検体の超音波画像を表示する超音波診断装置について説明する。

【0011】

図1に示す超音波診断装置1は、超音波プローブ2、送信回路3、受信回路4、制御回路5、表示デバイス6、入力デバイス7、記憶回路8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。

40

【0012】

超音波プローブ2は、超音波トランスデューサー（図示省略）を有し、この超音波トランスデューサーにおいて、被検体の生体組織に対して超音波を送信し、そのエコー信号を受信する。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。超音波プローブ2は、本発明における超音波プローブの実施の形態の一例である。

【0013】

50

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】

送信回路3は、超音波プローブ2による超音波の送信を制御する。具体的には、送信回路3は、制御回路5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。

【0015】

受信回路4は、超音波プローブ2から被検体に送信され、被検体内で反射して超音波プローブ2で受信された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。受信回路4は、制御回路5からの制御信号に基づいて信号処理を行なう。

10

【0016】

送信回路3及び受信回路4は、ハードウェアによって構成されてもよい。ただし、超音波診断装置1は、このようにハードウェアとしての送信回路3及び受信回路4を備える代わりに、送信回路3及び受信回路4の機能を、ソフトウェアによって実現するようになっていてもよい。すなわち、制御回路5が記憶回路8に記憶されたプログラムを読み出して上述した送信回路3及び受信回路4の機能を実行するようになっていてもよい。

【0017】

制御回路5は、超音波診断装置の各部を制御し、各種の信号処理や画像処理などを行なう。制御回路5は、例えば1つまたは複数のプロセッサを含むことができる。任意選択的に、制御回路5は、中央制御器回路(CPU)、1つまたは複数のマイクロプロセッサ、グラフィック制御器回路(GPU)、または特定の論理命令に従って入力データを処理することができる他の任意の電子部品を含むことができる。制御回路5は、記憶回路8に格納されたプログラムを読み出して命令を実行することができる。ここにおける記憶回路8は、後述する有形の非一時的なコンピュータ可読媒体である。

20

【0018】

図2は、制御回路5の例示的な機能ブロック図である。制御回路5は、Bモード処理機能51、Bモード画像データ作成機能52、弾性処理機能53、弾性画像データ作成機能54及び表示処理機能55を実行する。制御回路5は、記憶回路8からプログラムを読み出して、これらの機能を実行する。制御回路5は、機能ブロック図として図2に示されているが、回路および/またはソフトウェアモジュールの集合体として構成されていてもよい。また、制御回路5は、専用ハードウェアボード、DSP(Digital Signal Processor)、1つまたは複数のプロセッサ、FPGA(Field Programmable gate array)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、ならびに/もしくは1つまたは複数のプロセッサに指示するよう構成される有形の非一時的コンピュータ可読媒体の任意の組み合わせを使用して実施することができる。制御回路5は、本発明における制御回路の実施の形態の一例である。

30

【0019】

Bモード処理機能51は、受信回路4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機能である。

40

【0020】

Bモード画像データ作成機能52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機能である。

【0021】

弾性処理機能53は、生体組織の弾性に関する弾性データを作成する信号処理を行なう機能である。弾性処理機能53については、図3に基づいて後述する。

【0022】

弾性画像データ作成機能54は、後述するよう弾性処理機能53によって作成された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

50

画像データ作成部 54 は、Bモード画像に設定された所要の領域 R（後述）について弾性画像データを作成する。

【0023】

表示処理機能 55 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、表示処理機能 55 は、合成画像データに基づいて、図 4 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。表示処理機能 55 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 E 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、後述の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。

10

【0024】

また、表示処理機能 55 は、バー（bar）B A を合成画像 C I と並べるようにして表示デバイス 6 に表示させる。バー B A は、所要の色を有する。バー B A については後述する。表示処理機能 55 は、本発明における報知機能の実施の形態の一例である。また、バー B A は、本発明における図形の実施の形態の一例である。

【0025】

弾性処理機能 53 の詳細な機能ブロックについて、図 3 に基づいて説明する。図 3 に示すように、弾性処理機能 53 は、I Q 信号生成機能 531、信号強度算出機能 532、位相変化検出機能 533、分離処理機能 534、計測値算出機能 535、指標値算出機能 536、代表値算出機能 537 及び指標値比較機能 538 を含んでいる。

20

【0026】

I Q 信号生成機能 531 は、受信回路 4 から出力されたエコーデータ（RF 信号）に対して直交検波処理を行なって、I Q 信号を生成する機能である。この I Q 信号は、信号強度検出機能 532 及び位相変化検出機能 533 による処理の対象となる。I Q 信号生成機能 531 は、本発明における I Q 信号生成の実施の形態の一例である。

【0027】

信号強度算出機能 532 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機能である。本例では、信号強度算出機能 532 は、前記エコー信号の信号強度として、I Q 信号の強度を算出する。具体的には、信号強度算出機能 532 は、次の式により、和 S を算出する。

30

【数 1】

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

【0028】

信号強度算出機能 532 によって算出された和 S は、指標値算出機能 536 による処理の対象となる。信号強度算出機能 532 は、本発明における信号強度算出機能の実施の形態の一例である。

【0029】

位相変化検出機能 533 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 を算出する機能である。具体的には、位相変化検出機能 533 は、I Q 信号生成機能 531 から入力された I Q 信号に対して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。位相変化検出機能 533 によって検出された位相変化 P は、分離処理機能 534 による処理の対象となる。位相変化検出機能 533 は、本発明における位相変化検出機能の実施の形態の一例である。

40

【0030】

分離処理機能 534 は、位相変化検出機能 533 によって検出された位相変化 P を示す信号を、複数の周波数帯域の各々における信号成分に分離する機能である。分離処理機能 534 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

50

帯域の信号成分 L、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の信号成分 M、周波数 f_2 以上の高周波数帯域の信号成分 H に、I Q 信号を分離する。分離処理機能 534 によって得られた低周波数帯域の信号成分 L、中周波数帯域の信号成分 M 及び高周波数帯域の信号成分 H は、指標値算出機能 536 による処理の対象となる。また、中周波数帯域の信号成分 M は、計測値算出機能 535 による処理の対象ともなる。分離処理機能 534 は、本発明における分離処理機能の実施の形態の一例である。

【0031】

計測値算出機能 535 は、分離処理機能 534 によって得られた中周波数帯域の信号成分 M に基づいて、生体組織の弾性に関する計測値 V を算出する機能である。計測値算出機能 535 は、中周波数帯域の信号成分 M に基づいて、せん断弾性波によって生じる生体組織の変位 D の時間変化を検出して計測値 V を算出する。この変位 D の時間変化の検出は、せん断弾性波の検出を意味する。従って、計測値算出機能 535 は、検出されたせん断弾性波に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値 V を算出することができる。

10

【0032】

計測値算出機能 535 は、計測値 V として、例えば公知の手法でせん断弾性波の伝搬速度を算出する。伝搬速度は、生体組織において、所要の領域 R に対応する領域内の複数点、すなわち弾性画像 EI における画素に対応する部分ごとに得られる。

【0033】

せん断弾性波の伝搬速度の算出についてももう少し詳しく説明する。変位 D は、複数の音線の各々において検出される。計測値算出機能 535 は、二つの音線における変位 D の時間変化の波形の位相差に基づいて、画素に対応する部分の各々におけるせん断弾性波の伝搬速度を演算する。

20

【0034】

伝搬速度を示すデータを、弾性データと云うものとする。計測値算出機能 535 は、伝搬速度に基づいて、生体組織の弾性値（ヤング率（Pa：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。弾性データは、弾性画像データ作成機能 54 による処理の対象となる。計測値算出機能 535 は、本発明における計測値算出機能の実施の形態の一例である。

【0035】

指標値算出機能 536 は、計測値 V の信頼性を損なう複数の要因の各々について、計測値 V に対する信頼性の程度を示す指標値 I を算出する機能である。指標値算出機能 536 は、指標値 I を算出するために、検出用超音波パルスのエコー信号を処理して得られた信号を用いる。具体的には、指標値算出機能 536 は、分離処理機能 534 によって得られた中周波数帯域の信号成分 M に基づいて、せん断弾性波によって生じる生体組織の変位 D の時間変化を検出する。指標値算出機能 536 は、この変位 D の時間変化及び信号強度算出機能 532 によって得られた和 S のうち少なくとも一つに基づいて、複数の指標値 I の各々を算出する。詳細は後述する。

30

【0036】

指標値算出機能 536 によって得られた指標値 I は、代表値算出機能 537 及び指標値比較機能 538 による処理の対象となる。指標値算出機能 536 は、本発明における指標値算出機能の実施の形態の一例である。

40

【0037】

代表値算出機能 537 は、複数の指標値 I に基づいて、計測値 V の信頼性の程度を示す指標値の代表値 I_r を算出する機能である。詳細は後述する。代表値算出機能 537 によって得られた代表値 I_r は、表示処理機能 55 による処理の対象となる。代表値算出機能 537 は、本発明における代表値算出機能の実施の形態の一例である。

【0038】

指標値比較機能 538 は、複数の指標値 I を比較して、信頼性が最も低い指標値 I_L を特定する機能である。特定された指標値 I は、表示処理機能 55 による処理の対象となる。指標比較機能 538 は、本発明における指標値比較機能の実施の形態の一例である。

50

【0039】

図1に戻り、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。

【0040】

入力デバイス7は、操作者による指示の入力や情報の入力などの操作を受け付けるデバイスである。入力デバイス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。ちなみに、ボタンには、ハードキーのほか、表示デバイス6に表示されるソフトキーも含まれる。また、入力デバイス7は、タッチパネルを含んでいてもよい。この場合、ボタンには、タッチパネルに表示されるソフトキーが含まれる。

10

【0041】

記憶回路8は、フラッシュメモリ、ハードディスク、RAM、ROM、および/またはEEPROMなどの有形の非一時的又は一時的なコンピュータ可読媒体とすることができる。記憶回路8は、直ちに表示されるようにスケジュールされていない取得されたBモードデータ、Bモード画像データ及びカラー画像データ、その他表示デバイス6に表示される文字や図形及びその他のデータを格納するために使用することができる。

【0042】

また、記憶回路8は、例えば、グラフィカルユーザインターフェース、1つまたは複数のデフォルト画像表示設定、ならびに/もしくは(例えば、制御回路5のための)プログラムされた命令などに対応するファームウェアもしくはソフトウェアを格納するために使用することができる。

20

【0043】

次に、本例の超音波診断装置1の作用について説明する。超音波プローブ2が、Bモード画像用の超音波パルスの送受信を行なうと、Bモード処理機能51がBモードデータを作成し、Bモード画像データ作成機能52がBモード画像データを作成する。また、超音波プローブ2が、プッシュパルスの送信、検出用超音波パルスの送受信を行なうと、弾性処理機能53における計測値算出機能535が計測値Vを算出し、弾性画像データ作成機能54が弾性画像データを作成する。

30

【0044】

また、Bモード画像データ及び弾性画像データが作成されると、表示処理機能55は、図4に示すように、Bモード画像BI及び弾性画像EIを有する合成画像CIを表示デバイス6に表示させる。また、表示処理機能55は、合成画像CIと並べて、バーBAを表示デバイス6に表示させる。

【0045】

バーBAの表示について、図5のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップS1では、指標値算出機能536が計測値Vの信頼性の程度を示す複数の指標値Iの算出を行なう。本例では、指標値算出機能536は、複数の指標値Iとして、第一の指標値I1、第二の指標値I2、第三の指標値I3及び第四の指標値I4を算出する。指標値算出機能536は、所要の領域R内の全ての画素に対応する音線上の点の各々について、第一の指標値I1~第四の指標値I4を算出する。

40

【0046】

第一の指標値I1は、計測値Vの信頼性を損なう要因のうち、Bモード画像BIに設定された所要の領域Rの位置が深すぎるといった要因に対応する指標値である。指標値算出機能536は、第一の指標値I1を算出するため、例えば信号強度算出機能532によって得られた和Sとノイズ成分との比 R_{sn} (SNR: Signal to Noise Ratio)を算出する。ノイズ成分は予め定められて記憶回路8に記憶されていてもよい。ちなみに、比 R_{sn} が小さくなるほど、所要の領域の位置が深すぎるといった要因によって、計測値Vの信頼性が低くなる。指標値算出機能536は、比 R_{sn} を0~100%の

50

範囲になるように正規化した値を、第一の指標値 I_1 として算出する。本例では、第四の指標値 I_4 が大きくなることが、計測値の信頼性が高くなることを示すように、正規化が行われる。

【0047】

第二の指標値 I_2 は、計測値 V の信頼性を損なう要因のうち、動きの要因、すなわち被検体の体動が生じたり、超音波プローブ 2 が動いたりしたことに対応する指標値である。指標値算出機能 536 は、せん断弾性波によって生じる生体組織の変位 D の時間変化に基づいて第二の指標値 I_2 を検出する。より詳細に説明すると、変位 D の時間変化は、分離処理機能 534 によって得られた中周波数帯域の信号成分 M の時間変化である。指標値算出機能 536 は、例えば隣り合う音線の各々におけるある点の中周波数帯域の信号成分 M の時間変化を示す波形について、それぞれの波形の類似度を示す相関係数 C を算出する。ちなみに、相関係数 C が小さくなるほど、動きの要因によって計測値 V の信頼性が低くなる。指標値算出機能 536 は、相関係数 C を 0 ~ 100% の範囲になるように正規化した値を、第二の指標値 I_2 として算出する。本例では、第二の指標値 I_2 が大きくなることが、計測値の信頼性が高くなることを示すように、正規化が行われる。

10

【0048】

第三の指標値 I_3 は、計測値 V の信頼性を損なう要因のうち、生体組織に対して変位を生じさせるために十分な大きさのせん断弾性波が発生していないという要因に対応する指標値である。指標値算出機能 536 は、せん断弾性波によって生じる生体組織の変位 D の時間変化に基づいて第三の指標値 I_3 を検出する。より詳細に説明すると、変位 D の時間変化は、ここでも中周波数帯域の信号成分 M の時間変化である。指標値算出機能 536 は、例えば中周波数帯域の信号成分 M の波形における振幅 A を特定する。ちなみに、振幅 A が小さくなるほど、十分な大きさのせん断弾性波が発生していないという要因によって計測値 V の信頼性が低くなる。指標値算出機能 536 は、振幅 A を 0 ~ 100% の範囲になるように正規化した値を、第三の指標値 I_3 として算出する。本例では、第三の指標値 I_3 が大きくなることが、計測値の信頼性が高くなることを示すように、正規化が行われる。

20

【0049】

第四の指標値 I_4 は、計測値 V の信頼性を損なう要因のうち、例えばせん断弾性波の伝搬経路などに、血流や囊胞 (Cyst) 等の液体成分が存在しているという要因に対応する指標値である。指標値算出機能 536 は、例えば、中周波数帯域の信号成分 M のパワー (エネルギー) に対する高周波数帯域の信号成分 H のパワー (エネルギー) の比 R_p を算出する。ちなみに、比 R_p が大きくなるほど、液体成分が存在しているという要因によって計測値 V の信頼性が低くなる。指標値算出機能 536 は、比 R_p を 0 ~ 100% の範囲になるように正規化した値を、第四の指標値 I_4 として算出する。本例では、第四の指標値 I_4 が大きくなることが、計測値の信頼性が高くなることを示すように、正規化が行われる。

30

【0050】

ただし、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 の算出手法は一例であり、上述の手法に限られるものではない。

40

【0051】

次に、ステップ S_2 では、代表値算出機能 537 が、音線上の点の各々について算出された第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 に基づいて、所要の領域 R における指標値の代表値 I_r を算出する。例えば、代表値算出機能 537 は、先ず所要の領域 R 内の全ての画素に対応する音線上の点の各々について、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 の代表値 I_{rp} を算出する。代表値算出機能 537 は、各点について得られた第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 の各々を掛け合わせることによって、各点についての代表値 I_{rp} を算出してもよい。また、代表値算出機能 537 は、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 の平均値を、各点についての代表値 I_{rp} として算出してもよい。

【0052】

50

代表値算出機能 537 は、各点についての代表値 I_{rp} に基づいて、所要の領域 R における指標値の代表値 I_r を算出する。例えば、代表値算出機能 537 は、各点についての代表値 I_{rp} の平均値を、代表値 I_r として算出する。

【0053】

ただし、ここで挙げた代表値 I_r の算出手法は一例であり、これに限られるものではない。例えば、代表値算出機能 537 は、所要の領域 R 内における音線上の点の各々における第一の指標値 I_1 の代表値 I_{1r} 、第二の指標値 I_2 の代表値 I_{2r} 、第三の指標値 I_3 の代表値 I_{3r} 及び第四の指標値 I_4 の代表値 I_{4r} を、上述と同様に掛け合わせ演算や平均演算等によって算出する。そして、代表値算出機能 537 は、これら第一の指標値 I_1 の代表値 I_{1r} ~ 第四の指標値 I_4 の代表値 I_{4r} の 4 つの値を平均演算して、所要の領域 R における指標値の代表値 I_r を算出してもよい。

10

【0054】

また、ステップ S2 では、指標値比較機能 538 が、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 を比較して、信頼性が最も低い指標値 I_L を特定する。

【0055】

次に、ステップ S3 では、表示処理機能 55 は、表示デバイス 6 に表示されるバー B A の色を決定する。表示処理機能 55 は、代表値 I_r が、記憶回路 8 に記憶された所要の基準を満たすか否かを判定して色の決定を行なう。なおかつ、表示処理機能 55 は、代表値 I_r が所要の基準を満たさない場合、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因に応じて色を決定する。

20

【0056】

上述の色の決定についてより具体的に説明する。例えば、所要の基準は、代表値 I_r が閾値 T_H 以上であることである。この場合、表示処理機能 55 は、代表値 I_r が閾値 T_H 以上であるか否かを判定する。表示処理機能 55 は、代表値 I_r が閾値 T_H 以上である場合、所要の色 C_{O1} をバー B A の色として決定する。一方、表示処理機能 55 は、代表値 I_r が閾値 T_H 未満である場合、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因に応じて異なる色をバー B A の色として決定する。例えば、代表値 I_r が閾値 T_H 未満であり、かつ信頼性が最も低い指標値 I_L が第一の指標値 I_1 である場合、色 C_{O2} がバー B A の色として決定される。また、代表値 I_r が閾値 T_H 未満であり、かつ信頼性が最も低い指標値 I_L が第二の指標値 I_2 である場合、色 C_{O3} がバー B A の色として決定される。また、代表値 I_r が閾値 T_H 未満であり、かつ信頼性が最も低い指標値 I_L が第三の指標値 I_3 である場合、色 C_{O4} がバー B A の色として決定される。また、代表値 I_r が閾値 T_H 未満であり、かつ信頼性が最も低い指標値 I_L が第四の指標値 I_4 である場合、色 C_{O5} がバー B A の色として決定される。色 C_{O1} ~ C_{O5} は、互いに異なる色であり、予め記憶回路 8 に記憶されている。色 C_{O1} ~ C_{O5} は、ユーザーによって設定されてもよく、また異なる色に変更できるようになっていてもよい。

30

【0057】

閾値 T_H は、記憶回路 8 に記憶され、例えば、ユーザーにとって計測値 V の信頼性に疑義があると考えられる値に設定される。閾値 T_H は、予め設定されていてもよく、またユーザーによって変更できるようになっていてもよい。

40

【0058】

次に、ステップ S4 では、表示処理機能 55 は、図 4 に示すようにバー B A を表示デバイス 6 に表示させる。バー B A は、指標値の代表値 I_r を示す。バー B A について、図 6 及び図 7 も参照して説明する。本例では、バー B A は、指標値の代表値 I_r に応じた数の四角形 RE によって構成される。より具体的には、代表値 I_r が大きいほど、バー B A を構成する四角形 RE の数がより多くなり（図 6）、代表値 I_r が小さいほど、バー B A を構成する四角形 RE の数がより少なくなる（図 7）。従って、バー B A は、代表値 I_r に応じた長さを有する。複数の四角形 RE が表示される場合、複数の四角形 RE は、表示デバイス 6 における上下方向に並んで表示される。

【0059】

50

図で示された本例のバー B A は、最大で 10 個の四角形 R E を有し、代表値 I_r の大きさを 10 段階で表示するようになっていいる。ただし、10 段階に限られるものではない。また、バー B A は、四角形 R E によって構成されるものに限られるものではない。

【0060】

バー B A は、色 C O 1 ~ 色 C O 5 のうちのいずれかの色を有する。すなわち、バー B A を構成する四角形 R E が色 C O 1 ~ 色 C O 5 のうちのいずれかの色を有する。図においては、色がドット (dot) で示されている。色 C O 2 ~ C O 5 のいずれかの色を有するバー B A が表示されることにより、ユーザーは、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 のうち、信頼性が最も低い指標値 I_L を知ることができる。これにより、ユーザーは、計測値 V の信頼性を損ねている要因を特定することができ、信頼性のある計測値 V を得るためにすべきことを知ることができる。

10

【0061】

また、色 C O 1 を有するバー B A が表示されると、ユーザーは、計測値 V が信頼できる値であり、弾性画像 E I が信頼できる画像であることを知ることができる。

【0062】

バー B A は、一フレームの弾性画像 E I が得られるたびに更新されてもよい。

【0063】

上記実施形態において、表示処理機能 55 は、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を解消する対策を、文字等で表示デバイス 6 に表示させてもよい。また、図 8 に示すように超音波診断装置 1 がスピーカ 9 を有する場合、制御回路 5 は、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を解消する対策を音声でスピーカ 9 から出力させてもよい。信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を解消する対策は、予め記憶回路 8 に記憶されている。

20

【0064】

以上、本発明を上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、上記実施形態において、バー B A は指標値の代表値 I_r を示す図形の一例にすぎない。表示処理機能 55 が、バー B A 以外の図形を表示することにより、代表値 I_r が示されるようになっていてもよい。この場合においても、代表値 I_r を示す図形は、例えば色 C O 1 ~ 色 C O 5 のいずれかの色で表示される。

30

【0065】

また、本発明は、指標値の代表値が、図形を表示することによって示されるものに限られない。例えば、表示処理機能 55 が、代表値 I_r を示す文字を表示デバイスに表示させてもよい。この場合においても、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を報知するため、表示処理機能 55 は、例えば文字を色 C O 1 ~ 色 C O 5 のいずれかの色で表示させる。

【0066】

また、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因に応じた異なる表示形態で指標値の代表値 I_r を示す図形及び文字の少なくとも一方が表示されればよく、本発明は、異なる色で上述の図形及び文字が表示される場合に限られるものではない。

40

【0067】

また、本発明は、代表値を示す図形及び文字の少なくとも一方が表示されることによって、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因が報知される場合に限られない。例えば、表示処理機能 55 は、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を示す文字や図形などを表示デバイス 6 に表示させてもよい。

【0068】

また、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因が、図形及び文字以外の他の手法で報知されるようになっていてもよい。例えば、制御回路 5 は、スピーカ 9 から、信頼性が最も低い指標値 I_L に対応する要因を音声等の音によって出力させるようになっていてもよい。

50

【 0 0 6 9 】

また、表示処理機能 5 5 は、代表値 I_r を示すバー B A とともに、図 9 に示すように、第一の指標値 I_1 を示す第一のバー B A 1、第二の指標値 I_2 を示す第二のバー B A 2、第三の指標値 I_3 を示す第三のバー B A 3 及び第四の指標値 I_4 を示す第四のバー B A 4 を表示デバイス 6 に表示させてもよい。この場合、図 10 に示すように、指標値算出機能 5 3 6 で算出された第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 は、代表値算出機能 5 3 7 及び指標値比較機能 5 3 8 の他、表示処理機能 5 5 による処理の対象ともなる。

【 0 0 7 0 】

バー B A と同様に、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 は、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 に応じた長さを有する。従って、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 が表示されることにより、ユーザーは、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 が、上述の閾値 T_H 以上であるか否かを知ることができる。これにより、ユーザーは、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 の各々に対応する要因のうち、計測値 V の信頼性を損ねている要因を知ることができる。この例では、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 を表示することが、計測値 V の信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知することに該当する。

10

【 0 0 7 1 】

表示処理機能 5 5 は、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 の色を、全て同じ色で表示させてもよいし、異なる色で表示させてもよい。また、表示処理機能 5 5 は、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 の各々について、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 が、上述の閾値 T_H 以上である場合と閾値 T_H を下回る場合とで、色を変えてもよい

20

【 0 0 7 2 】

また、図 11 に示すように、表示処理機能 5 5 は、代表値 I_r を示すバー B A を表示させずに、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 を表示させてもよい。この場合、弾性処理機能 5 3 は、図 12 に示すように代表値算出機能 5 3 7 及び指標値比較機能 5 3 8 を有していなくてもよい。このように、バー B A が表示されなくても、第一のバー B A 1 ~ 第四のバー B A 4 が表示されることにより、上述したように計測値 V の信頼性を損ねている要因を知ることができる。

【 0 0 7 3 】

また、表示処理機能 5 5 は、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 のうち、上述の閾値 T_H を下回る全ての指標値の各々に対応する要因を文字で表示させてもよい。また、制御回路 5 は、第一の指標値 I_1 ~ 第四の指標値 I_4 のうち、上述の閾値 T_H を下回る全ての指標値の各々に対応する要因をスピーカ 9 から音声で出力させたりしてもよい。この場合、代表値 I_r が閾値 T_H を下回る場合に、閾値 T_H を下回る全ての指標値に対応する要因が文字で表示されたり音声で出力されたりしてもよいし、代表値 I_r が閾値を下回るか否かとは関係なく、閾値 T_H を下回る全ての指標値に対応する要因が文字で表示されたり音声で出力されたりしてもよい。

30

【 0 0 7 4 】

また、上記実施形態は、

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行なう超音波プローブと、

40

制御回路と、

を備える超音波装置の制御方法であって、

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算出し、

検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記計測値の信頼性を損なう複数の要因の各々について、前記計測値の信頼性の程度を示す指標値を算出し、

前記信頼性の程度が所要の基準を満たさない少なくとも一つの指標値に対応する要因を報知する、

50

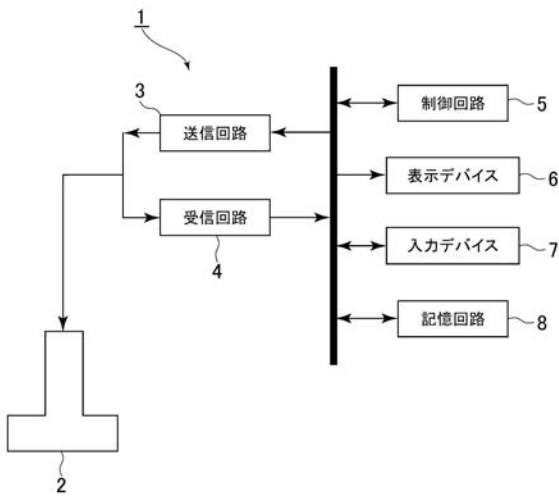
超音波装置の制御方法としてもよい。

【符号の説明】

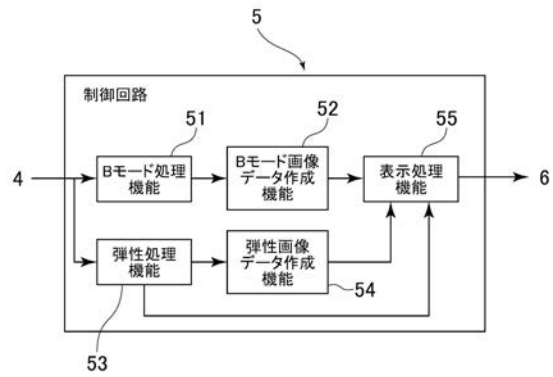
【0075】

- 1 超音波診断装置
- 2 超音波プローブ
- 5 制御回路
- 6 表示デバイス
- 9 スピーカー
- 55 表示処理機能
- 531 IQ信号生成機能
- 532 信号強度算出機能
- 533 位相変化検出機能
- 534 分離処理機能
- 535 計測値算出機能
- 536 指標値算出機能
- 537 代表値算出機能
- 538 指標値比較機能

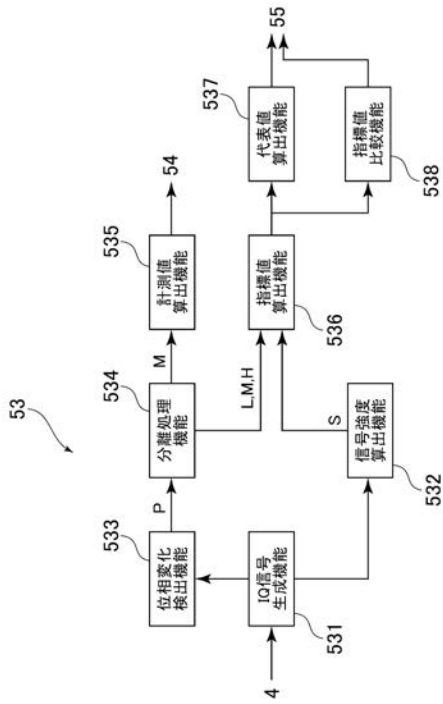
【図1】



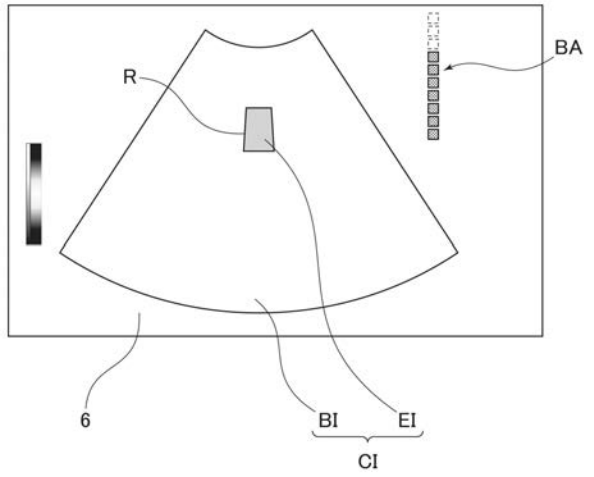
【図2】



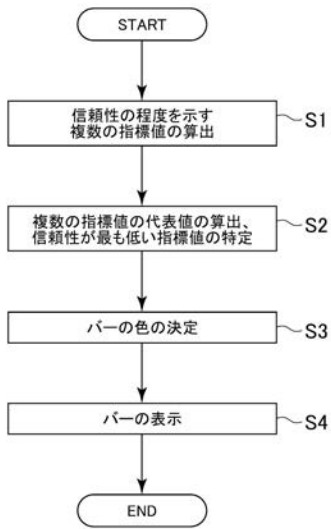
【 図 3 】



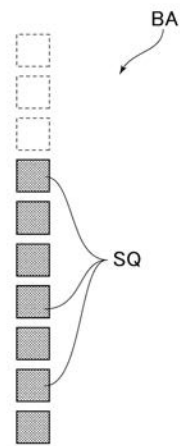
【 図 4 】



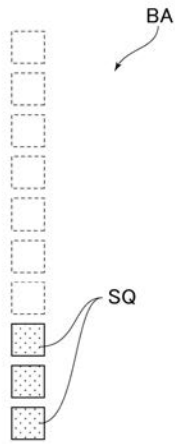
【 図 5 】



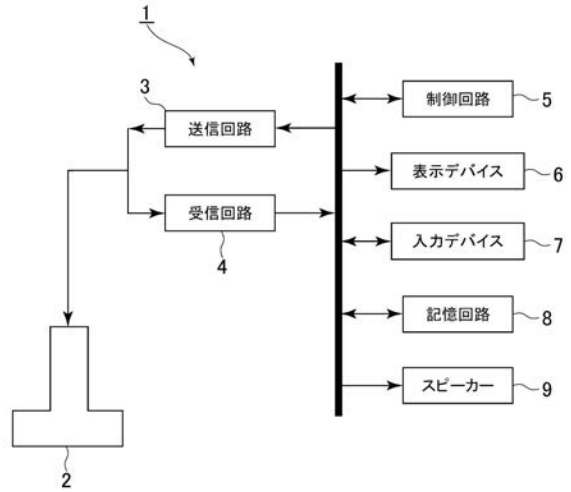
【 図 6 】



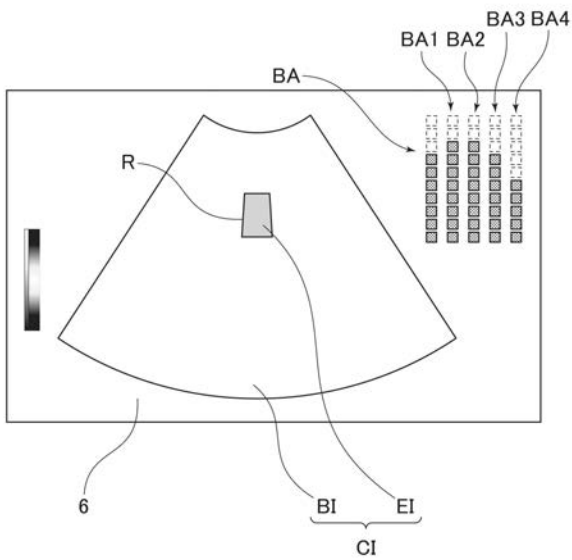
【 図 7 】



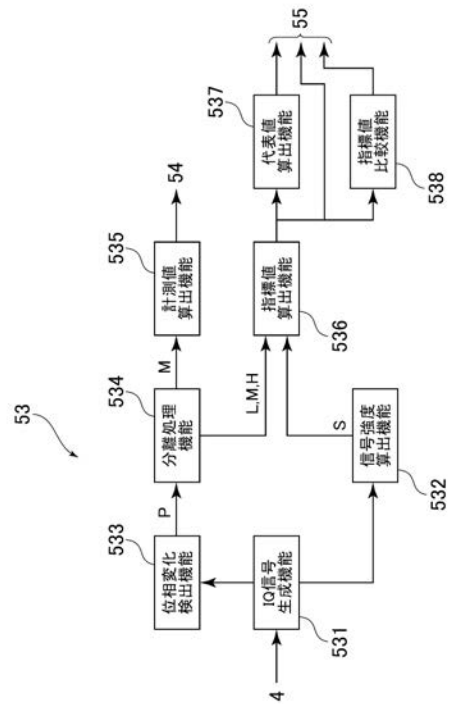
【 図 8 】



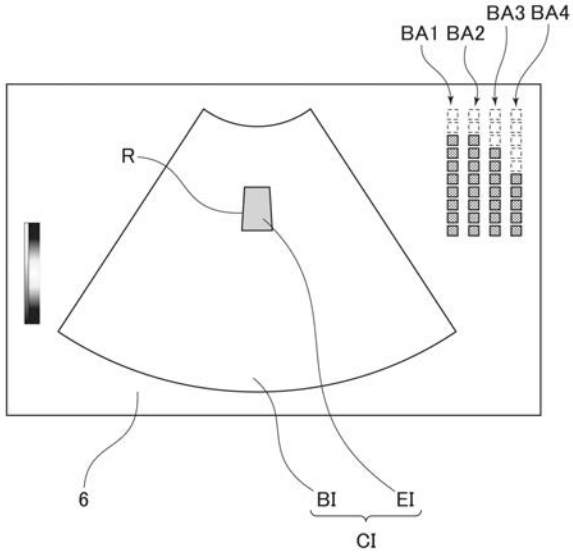
【 図 9 】



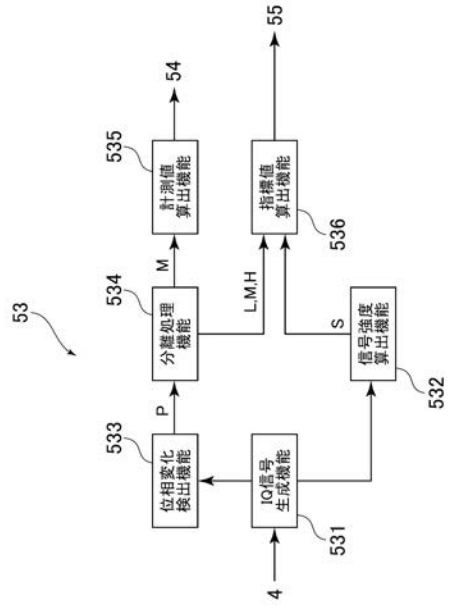
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 侑子

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 BB06 DD19 DD20 DD23 EE10 JB24 JB31 JB37 JB41 KK02

KK16 KK31 LL38

专利名称(译)	超声波装置及其控制程序		
公开(公告)号	JP2020065684A	公开(公告)日	2020-04-30
申请号	JP2018199810	申请日	2018-10-24
[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		
发明人	柴田 侑子		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485 A61B8/52 A61B8/5246 A61B8/462 G01N29/043 G01N2291/02466		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/DD19 4C601/DD20 4C601/DD23 4C601/EE10 4C601/JB24 4C601/JB31 4C601/JB37 4C601/JB41 4C601/KK02 4C601/KK16 4C601/KK31 4C601/LL38		
代理人(译)	小岛 猛 小仓 博 田中 拓人		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[解决方案]超声诊断设备包括控制电路，该控制电路执行：测量值计算功能535，其基于来自超声检测脉冲的回波信号来计算与生物组织的弹性有关的测量值；以及 指标值计算功能536基于来自超声波检测脉冲的回波信号，针对表示使测量值的可靠性劣化的多种因素，计算表示该测量值的可靠性的指标值； 通知功能，其通知与至少一个指标值相对应的因子，对于所述指标值，所述指标的可靠性不满足要求的标准。

