

(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2017-131487

(P2017-131487A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(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 12 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-15188 (P2016-15188)
(22) 出願日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(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

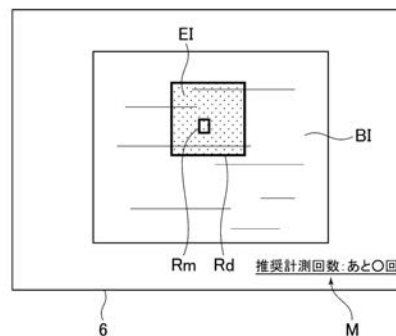
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びその制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】ユーザーが、弾性計測の回数を目安を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、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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出部と、前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像EIにおいて、弾性計測を行なう計測部と、前記第一の算出部によって得られた前記データの信頼度と関係する第一の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第二の算出部と、前記弾性計測の推奨回数を示すメッセージMを表示する表示デバイス6と、を備える。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出部と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、

前記第一の算出部によって得られた前記データの信頼度と関係する第一の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第二の算出部と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、

を備える

ことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

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検出用超音波パルスの送信を制御する送信制御部であって、複数フレームの前記生体組織の弾性画像を作成するために必要な回数の前記プッシュパルス及び前記検出用超音波パルスを送信するように制御を行なう送信制御部と、

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データの値を算出する第一の算出部と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、

前記第一の算出部によって得られた複数フレームにおける前記データの信頼度と関係する第二の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第三の算出部と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、

を備える

ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項 3】

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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出部と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、

前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなる第三の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第四の算出部と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、

を備える

ことを特徴とする超音波診断装置。

30

40

【請求項 4】

前記送信制御部は、複数フレームの前記生体組織の弾性画像を作成するために必要な回数の前記検出用超音波パルスを送信するように制御を行ない、

前記第二の算出部は、前記第一の基準値及び第二の基準値に基づいて、前記弾性計測の推奨回数を算出し、

前記第二の基準値は、前記第一の算出部によって得られた複数フレームにおける前記データの信頼度と関係する値である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記第二の算出部は、前記第一の基準値、前記第二の基準値及び第三の基準値に基づい

50

て前記弾性計測の推奨回数を算出し、

前記第三の基準値は、前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなることを特徴とする請求項4に記載の超音波診断装置。

【請求項6】

ユーザーによる被検体に対する検査目的又は検査部位の入力を受け付ける入力デバイスを備え、

前記送信制御部は、複数フレームの前記生体組織の弾性画像を作成するために必要な回数的前記検出用超音波パルスを送信するように制御を行ない、

前記第二の算出部は、前記第一の基準値、第二の基準値及び第三の基準値のうち少なくとも一つを含む算出式であって、前記入力に基づいて設定される算出式に基づいて、前記弾性計測の推奨回数を算出するものであり、

前記第二の基準値は、前記第一の算出部によって得られた複数フレームにおける前記データの信頼度と関係する値であり、

前記第三の基準値は、前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなることを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記第二の算出部は、前記第一の基準値及び第三の基準値に基づいて、前記弾性計測の推奨回数を算出し、

前記第三の基準値は、前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなることを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項8】

前記第三の算出部は、前記第二の基準値及び第三の基準値に基づいて、前記弾性計測の推奨回数を算出し、

前記第三の基準値は、前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなることを特徴とする請求項2に記載の超音波診断装置。

【請求項9】

前記生体組織の弾性に関するデータ値は、前記せん断弾性波の伝搬速度又は該伝搬速度に基づいて算出される前記生体組織の弾性値であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項10】

超音波診断装置のプロセッサに、

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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出機能と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測機能と、

前記第一の算出機能によって得られた前記データの信頼度と関係する第一の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第二の算出機能と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知機能と、

を実行させることを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【請求項11】

超音波診断装置のプロセッサに、

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検出用超音波パルスの送信を制御する送信制御機能であって、複数フレームの前記生体組織の弾性画像を作成するために必要な回数的前記プッシュパルス及び前記検出用超音波パルスを送信するように制御を行なう送信制御機能と、

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データの値を算出する第一の算出機能と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測

10

20

30

40

50

を行なう計測機能と、

前記第一の算出機能によって得られた複数フレームにおける前記データの信頼度と関係する第二の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第三の算出機能と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知機能と、

を実行させることを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【請求項 1 2】

超音波診断装置のプロセッサに、

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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出機能と、

前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測機能と、

前記第一の算出機能によって得られた前記データの値からなる第三の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第四の算出機能と、

前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、

を実行させることを特徴とする超音波診断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、生体組織に対して超音波のプッシュパルスを送信し、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を検出するための検出用超音波パルスを送信する超音波診断装置及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

生体組織に対して、超音波プローブから音圧の高い超音波パルス（プッシュパルス）を送信して、生体組織の弾性を計測する弾性計測手法が知られている（例えば、特許文献1参照）。より詳細には、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）が検出用超音波パルスによって検出され、せん断弾性波の伝搬速度や生体組織の弾性値が算出されて弾性データが得られる。そして、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。弾性データとしては、弾性画像を構成する画素に対応するデータが得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【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】

【0004】

ところで、表示デバイスに表示された弾性画像に、ユーザーが領域を設定し、この領域について、前記伝搬速度や弾性値などの生体組織の弾性に関する値を計測する場合がある。計測値としては、領域内における弾性データの値の平均値が算出される。

【0005】

ここで、被検体の皮下脂肪が厚い場合、生体組織における皮下脂肪よりも深い部分にプッシュパルスが十分に到達しないため、比較的弱いせん断波しか発生させることができない。この場合、生体組織の弾性に関する値として、正確な値を得ることができず、一フレームにおける弾性データの値のばらつきや、複数回の計測における弾性データの値のばらつきが大きい。また、計測対象である生体組織が肝臓であり、この肝臓が肝硬変である場合、生体組織が繊維化等の影響によって均一ではないため、例えばせん断波が散乱したり

10

20

30

40

50

、急激に減衰したりと、せん断波の伝搬の仕方が一定ではない。従って、上述と同様に、生体組織の弾性に関する値として、正確な値を得ることができず、一フレームにおける弾性データの値のばらつきや、複数回の計測における弾性データの値のばらつきが大きい。また、複数回の計測の途中において、ユーザーが超音波プローブを動かしてしまったり、被検体の呼吸や体動が生じたりすることによって生体組織が動くことにより、複数回の計測における弾性データの値のばらつきが大きい。このように、安定した計測値が得られないおそれがあるため、従来、ユーザーは同じ領域について複数回の計測、すなわち複数のフレームの弾性画像の各々についての生体組織の弾性に関する値の計測を行なっている。

【0006】

一方、比較的軽度の肝炎患者や正常な肝臓の場合、生体組織の弾性に関する値として、比較的正確な値を得ることができ、一フレームにおける弾性データの値のばらつきや、複数回の計測における弾性データの値のばらつきは、ほとんど生じない。また、生体組織が動かずに複数回の計測が行われ、各々の計測における弾性データの値のばらつきがほとんど生じない場合もある。それにもかかわらず、従来は決められた複数の回数 of 計測が一律に行われている。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願発明者は、弾性データとして比較的正確な値が得られる場合とそうではない場合とで、決められた同じ回数 of 計測を行なうことは必要でないことに注目して本願発明に至った。すなわち、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データの値を算出する第一の算出部と、前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、前記第一の算出部によって得られた前記データの信頼度と関係する第一の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第二の算出部と、前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

20

【0008】

前記第一の基準値は、例えば、一フレームの弾性画像における複数の画素に対応する各々の前記データの値の散布度、前記データの値の信頼度を示すクオリティ値が所要の信頼度よりも高いデータである有効データの一フレームにおける数、前記クオリティ値が所要の信頼度よりも低いデータである無効データの一フレームにおける数、一フレームにおける前記有効データ又は前記無効データの割合及び一フレームの前記弾性画像において前記有効データ又は前記無効データが占める面積、前記クオリティ値のうち少なくとも一つである。

30

【0009】

また、他の観点の発明は、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検出用超音波パルスの送信を制御する送信制御部であって、複数フレームの前記生体組織の弾性画像を作成するために必要な回数 of 前記プッシュパルス及び前記検出用超音波パルスを送信するように制御を行なう送信制御部と、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データの値を算出する第一の算出部と、前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、前記第一の算出部によって得られた複数フレームにおける前記データの信頼度と関係する第二の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第三の算出部と、前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

40

【0010】

前記第二の基準値は、例えば、一フレームの弾性画像における複数の画素に対応する各々のデータの値の複数フレームにおける散布度、前記データの値の信頼度を示すクオリティ値が所要の信頼度よりも高いデータである有効データの一フレームにおける数、前記ク

50

オリティ値が所要の信頼度よりも低いデータである無効データのフレームにおける数、フレームにおける前記有効データ又は前記無効データの割合及びフレームの前記弾性画像において前記有効データ又は前記無効データが占める面積、前記クオリティ値のうち少なくとも一つについての複数フレームにおける代表値である。

【0011】

また、他の観点の発明は、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検出用超音波パルスの送信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データの値を算出する第一の算出部と、前記生体組織の弾性に関するデータに基づいて作成された弾性画像において、弾性計測を行なう計測部と、前記第一の算出部によって得られた前記データの値からなる第三の基準値に基づいて、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を算出する第四の算出部と、前記弾性計測の推奨回数を報知する報知部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

10

【0012】

前記第三の基準値は、例えば、フレームの弾性画像における複数の画素に対応する各々の前記データの値の平均値等の代表値、フレームの弾性画像における複数の画素に対応する各々の前記データの値の平均値等の代表値の複数フレームにおける平均値等の代表値、フレームの弾性画像における一画素に対応する前記データの値、フレームの弾性画像における一画素に対応する前記データの値の複数フレームにおける平均値等の代表値である。

20

【発明の効果】

【0013】

上記観点の発明によれば、前記弾性計測の推奨回数を、前記報知部が報知するので、ユーザーは、適切な弾性計測の回数の目安を知ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【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】図1に示す超音波診断装置におけるエコーデータ処理部の構成を示すブロック図である。

30

【図3】第一実施形態の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図4】Bモード画像及び弾性画像が表示された表示デバイスを示す図である。

【図5】第一実施形態の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。

【図6】弾性計測の回数が表示された表示デバイスを示す図である。

【図7】伝搬速度の分散と弾性計測の回数との関係を示す関数の図である。

【図8】第一実施形態の変形例の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図9】第一実施形態の変形例において、有効データ値の数と弾性計測の回数との関係を示す関数の図である。

40

【図10】第二実施形態の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図11】第二実施形態の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。

【図12】複数のフレームの計測領域における伝搬速度の平均値を示す図である。

【図13】複数のフレームの計測領域における伝搬速度を示す図である。

【図14】第二実施形態の変形例の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図15】第三実施形態の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図16】第四実施形態の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図で

50

ある。

【図17】第四実施形態の第一変形例の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図18】第四実施形態の第二変形例の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【図19】第四実施形態の第三変形例の超音波診断装置における表示処理部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。

10

(第一実施形態)

先ず、第一実施形態について説明する。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6、操作デバイス7、制御部8、記憶デバイス(device)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。

【0016】

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り、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、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。

20

【0017】

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。

【0018】

送受信ビームフォーマ3は、制御部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(送信制御機能)。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。

30

【0019】

送受信ビームフォーマ3及び制御部8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、前記送信制御機能は、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。

【0020】

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41、伝搬速度算出部42、弾性値算出部43を有する。Bモード処理部41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。

40

【0021】

また、伝搬速度算出部42は、検出用超音波パルスのエコー信号から得られ、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基づいて、前記せん断弾性波の伝搬速度を算出して、せん断弾性波の伝搬速度を示すデータを作成する。ちなみに、例えば伝搬速度算出部42は、前記検出用超音波パルスのエコーデータにおいて、せん断弾性波による生体組織の変位を検出することによりせん断弾性波を検出し、その伝搬速度を算出する。

【0022】

伝搬速度は、後述の表示領域Rd内から得られたエコーデータに基づいて算出される。従って、表示領域Rd内におけるせん断弾性波の伝搬速度が算出される。伝搬速度を示すデータは、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。

50

【 0 0 2 3 】

生体組織におけるせん断弾性波の速度は、生体組織の弾性に依りて異なっている。従って、表示領域 R d 内において、生体組織の弾性に依りて伝搬速度を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

弾性値算出部 4 3 は、プッシュパルスが送信された生体組織の弾性値（ヤング率（P a : パスカル））を、前記伝搬速度に基づいて算出し、弾性値を示すデータを作成する。弾性値を示すデータも、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 5 】

ちなみに、伝搬速度のみが算出され、弾性値は必ずしも算出されなくてもよい。伝搬速度を示すデータ又は弾性値を示すデータを、弾性データと云うものとする。伝搬速度算出部 4 2 及び弾性値算出部 4 3 は、本発明における第一の算出部の実施の形態の一例である。また、伝搬速度算出部 4 2 及び弾性値算出部 4 3 による機能は、本発明における第一の算出機能の実施の形態の一例である。また、伝搬速度及び弾性値は、本発明における生体組織の弾性に関するデータの値の実施の形態の一例である。

10

【 0 0 2 6 】

表示処理部 5 は、図 3 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、画像表示制御部 5 3、領域設定部 5 4、計測値算出部 5 5、第一の基準値算出部 5 6 及び回数算出部 5 7 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。

20

【 0 0 2 7 】

画像表示制御部 5 3 は、B モード画像データに基づく B モード画像 B I を表示デバイス 6 に表示させる。また、画像表示制御部 5 3 は、図 4 に示すように、弾性画像データに基づく弾性画像 E I を表示領域 R d に表示させる。より詳細には、画像表示制御部 5 3 は、前記 B モード画像データ及び前記弾性画像データを合成して合成画像データを作成し、この合成画像データに基づく合成画像を表示デバイス 6 に表示させる。合成画像は、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依りて色を有する画像であり、生体組織の弾性に依りて色を有する弾性画像 E I である。

30

【 0 0 2 8 】

また、画像表示制御部 5 3 は、後述するように回数算出部 5 7 によって算出された弾性計測の推奨回数を表示デバイス 6 に表示させる。詳細は後述する。画像表示制御部 5 3 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、画像表示制御部 5 3 による弾性計測の推奨回数の表示機能は、本発明における報知機能の実施の形態の一例である。

【 0 0 2 9 】

表示領域 R d は、領域設定部 5 4 によって設定される。より詳細には、領域設定部 5 4 は、操作者による操作デバイス 7 における入力に基づいて、表示領域 R d を設定する。表示領域 R d は、せん断弾性波が検出される領域であり、この領域において前記検出用超音波パルスの送受信が行われる。

40

【 0 0 3 0 】

また、領域設定部 5 4 は、操作者による操作デバイス 7 における入力に基づいて、図 4 に示すように、表示領域 R d に表示された弾性画像 E I の一部に計測領域 R m を設定する。計測領域 R m は、弾性画像 E I において生体組織の弾性を計測する対象となる領域である。

【 0 0 3 1 】

計測値算出部 5 5 は、弾性画像 E I において弾性計測を行なう。具体的には、計測値算出部 5 5 は、前記弾性計測として、計測領域 R m についての計測値を算出する。計測値は伝搬速度又は弾性値である。計測領域 R m が、複数の画素を含んでいる場合、計測値は、計測領域 R m における伝搬速度又は弾性値の平均値である。計測値算出部 5 5 は、一フレ

50

ーム毎に前記計測値を算出する。計測値算出部55は、本発明における計測部の実施の形態の一例である。また、計測値算出部55による機能は、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。

【0032】

第一の基準値算出部56は、弾性画像EIに設定された計測領域R_mについての弾性計測の推奨回数を回数算出部57によって算出するための第一の基準値を算出する。第一の基準値は、一フレームにおける前記弾性データの信頼度と関係する値であり、例えば伝搬速度又は弾性値の一フレームにおける散布度である。散布度は、分散やIQR (interquartile range: 四分位範囲) などである。

【0033】

回数算出部57は、前記弾性計測の回数として推奨される推奨回数を、第一の基準値に基づいて算出する。回数算出部57は、前記第一の基準値と前記弾性計測の推奨回数の関数を用いて、前記弾性計測の回数の算出を行なう。前記関数は、予め記憶デバイス9に記憶されている。詳細は後述する。回数算出部57は、本発明における第二の算出部の実施の形態の一例である。

【0034】

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、本発明における表示デバイスの実施の形態の一例である。

【0035】

操作デバイス7は、特に図示しないが、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。例えば、操作デバイス7は、ユーザーから、表示領域R_dや計測領域R_mを設定する入力を受け付ける。

【0036】

制御部8は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサである。この制御部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、超音波診断装置1の各部を制御する。例えば、制御部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。

【0037】

制御部8は、送受信ビームフォーマ3の機能のうち全ての、エコーデータ処理部4の機能のうち全ての及び表示処理部5の機能のうち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。制御部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。

【0038】

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。

【0039】

記憶デバイス9は、HDD (Hard Disk Drive: ハードディスクドライブ) や、RAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory) 等の半導体メモリ (Memory) などである。

【0040】

超音波診断装置1は、記憶デバイス9として、HDD、RAM及びROMの全てを有していてもよい。また、記憶デバイス9は、CD (Compact Disk) やDVD (Digital Versatile Disk) などの可搬性の記憶媒体であってもよい。

【0041】

10

20

30

40

50

制御部 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。

【0042】

記憶デバイス 9 には、例えば複数フレームの弾性画像 EI の各々についての前記弾性データが記憶される。また、記憶デバイス 9 には、弾性画像データが記憶されてもよい。さらに、記憶デバイス 9 には、B モードデータや B モード画像データが記憶されてもよい。

【0043】

次に、本例の超音波診断装置 1 の作用について図 5 のフローチャートに基づいて説明する。ここでは、本例の超音波診断装置 1 の作用として、複数回の（複数フレームにおける）弾性計測が行われる場合における弾性計測の推奨回数の表示について説明する。

10

【0044】

まず、ステップ S 1 においては、生体組織に対し超音波プローブ 2 から B モード画像用超音波パルスの送信が開始される。そして、この B モード画像用超音波パルスのエコー信号に基づいて、表示デバイス 6 に B モード画像 BI が表示される。また、B モード画像 BI に表示領域 R d が設定された後に、超音波プローブ 2 から前記生体組織に対してプッシュパルスと検出用超音波パルスの送信が開始される。そして、検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて弾性データが作成され、表示領域 R d に弾性画像 EI が表示される。また、ユーザーは、弾性画像 EI に計測領域 R m を設定する。

【0045】

ここでは、前記生体組織として肝臓に対する超音波の送信が行われ、肝臓の弾性画像 EI が表示される。

20

【0046】

次に、ステップ S 2 では、計測値算出部 5 5 が、計測領域 R m における計測値を算出する。計測値は、例えば前記プッシュパルスによって生じたせん断弾性波の伝搬速度の計測領域 R m における平均値である。この平均値は、一フレームの弾性画像における平均値である。

【0047】

なお、ステップ S 2 において、ユーザーが、弾性画像 EI 及び B モード画像 BI を操作デバイス 7 によってフリーズ (freeze) する入力を行ない、操作デバイス 7 によって計測を指示する入力を行なった後に、計測値算出部 5 5 が前記計測値の算出を行なってもよい。

30

【0048】

次に、ステップ S 3 では、図 6 に示すように、画像表示制御部 5 3 は、表示デバイス 6 に弾性計測の回数として推奨される推奨回数を表示させる。ここで表示される回数は、残りの弾性計測の推奨回数である。ここでは、画像表示制御部 5 3 は、「推奨計測回数：あと 回」の文字からなるメッセージ M を、表示デバイス 6 に表示させる。

【0049】

回数算出部 5 7 は、表示デバイス 6 に表示される前記弾性計測の推奨回数を、第一の基準値に基づいて算出する。第一の基準値は、第一の基準値算出部 5 6 によって算出される。ここでは、第一の基準値は、一フレームの弾性画像 EI の計測領域 R m における伝搬速度の分散である。計測領域 R m は、複数の画素を含んでおり、その画素の各々における伝搬速度の分散が、第一の基準値である。

40

【0050】

ここで、上述したように、一フレームにおける伝搬速度のばらつきが大きいと、弾性データの値として、正確な値を得られていない可能性がある。そこで、本例では、弾性データの信頼度と関係する第一の基準値として、一フレームにおける伝搬速度の分散が用いられている。

【0051】

回数算出部 5 7 による推奨回数の算出についてより詳細に説明する。回数算出部 5 7 は

50

、例えば図7に示す関数F1を用いて前記弾性計測の推奨回数を算出する。関数F1は、予め記憶デバイス9に記憶されており、伝搬速度の分散と弾性計測の推奨回数との関係を示す関数である。関数F1は、伝搬速度の分散が大きいほど、弾性計測の推奨回数が多くなる関数になっている。このような関数F1とした理由について説明する。肝硬変などの肝臓においては、伝搬速度の分散が大きくなるので、弾性計測の計測値としてより正確な値を得るために、弾性計測の回数を多くする必要がある。一方、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎の肝臓においては、伝搬速度の分散が小さくなり、安定してより正確な計測値を得ることができるので、弾性計測の回数が少なくても、弾性計測の計測値としてより正確な値を得ることができる。そこで、関数F1は、弾性計測の推奨回数が伝搬速度の分散に比例する関数になっている。

10

【0052】

ちなみに、関数F1における比例定数は、例えば临床上の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の推奨回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数で得られる値に設定される。

【0053】

回数算出部57は、第一の基準値算出部56によって算出された前記伝搬速度の分散と、上述の関数F1とから、前記弾性計測の推奨回数を算出する。

【0054】

以上の処理により、弾性計測の推奨回数が表示されると、ユーザーは、表示された推奨回数を参照して弾性計測を複数回行なう。複数回の弾性計測の計測値の平均値が算出されてもよい。超音波診断装置1において、ユーザーによる操作デバイス7における前記フリーズの操作及び計測指示の操作が行われなくても、回数算出部57によって算出された推奨回数に到達するまで、新たなフレームについての弾性画像EIが取得され、この弾性画像EIにおける計測値算出部55による計測値の算出が行われてもよい。

20

【0055】

以上説明した本例によれば、既に得られた弾性データの信頼度に基づいて、弾性計測の推奨回数として、残りの回数が算出される。そして、弾性計測の残りの回数を示すメッセージMが表示されることによって、ユーザーは適切な弾性計測の回数の目安を知ることができる。これにより、例えば、正常肝や比較的軽度の肝炎患者である場合、従来よりも弾性計測の回数を減らすことができる。

30

【0056】

次に、第一実施形態の変形例について説明する。この変形例では、表示処理部5は、図8に示すようにさらにクオリティ値算出部58を有している。このクオリティ値算出部58は、前記伝搬速度及び前記弾性値の信頼度、すなわち前記伝搬速度及び前記弾性値が、生体組織の弾性をどれだけ正確に反映した値であることを示すクオリティ値を算出する。クオリティ値は、弾性画像における複数の画素の各々に対応する伝搬速度及び弾性値の各々について算出される。具体的には、クオリティ値算出部58は、クオリティ値として、せん断弾性波による生体組織の変位に比例する値を算出する。せん断弾性波による生体組織の変位は、前記検出用超音波パルスのエコーデータにおいて検出される。

40

【0057】

せん断弾性波が小さいほど、検出用超音波パルスのエコー信号においてS/Nが悪化し、せん断弾性波の正確な検出が困難となる。これにより、より正確なせん断弾性波の伝搬速度の算出が困難になる。従って、せん断弾性波による生体組織の変位が小さいほど小さい値となるクオリティ値が算出される。クオリティ値が小さいほど、前記伝搬速度及び前記弾性値の信頼度が低く、クオリティ値が大きいほど、前記伝搬速度及び前記弾性値の信頼度が高い。

【0058】

この変形例では、第一の基準値算出部56は、一フレームにおける伝搬速度のデータのうち、前記クオリティ値が所要の閾値よりも高い伝搬速度のデータを有効データとして特定する。そして、第一の基準値算出部56は、前記第一の基準値として有効データの数を

50

算出する。

【 0 0 5 9 】

回数算出部 5 7 は、伝搬速度の分散の代わりに、有効データの数を用いて前記弾性計測の推奨回数を算出する。この場合、回数算出部 5 7 は、関数 F 1 の代わりに、図 9 に示す関数 F 2 を用いて前記弾性計測の推奨回数を算出する。関数 F 2 は、予め記憶デバイス 9 に記憶されており、有効データの数と弾性計測の回数との関係を示す関数である。関数 F 2 は、有効データの数が多きほど、弾性計測の推奨回数が少なくなる関数になっている。このような関数 F 2 とした理由について説明する。肝硬変などの肝臓においては、正確な伝搬速度が得られない可能性が高く、有効データの数がより少なくなる恐れが高い。そこで、有効データの数が少ないほど、弾性計測の計測値としてより正確な値を得るために、弾性計測の回数を多くする必要がある。一方、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎である場合においては、安定してより正確な計測値を得ることができ、有効データの数がより多くなる。従って、弾性計測の回数が少なくても、弾性計測の計測値としてより正確な値を得ることができる。そこで、関数 F 2 は、弾性計測の推奨回数が有効データ値の数に反比例する関数になっている。

10

【 0 0 6 0 】

ちなみに、関数 F 2 における比例定数も、例えば臨床上の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の推奨回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数が得られる値に設定される。

【 0 0 6 1 】

この変形例において、前記第一の基準値として、前記有効データの数の代わりに、一フレームにおける有効データの割合が用いられてもよい。また、前記第一の基準値として、一フレームの弾性画像 E I において有効データが占める面積が用いられてもよい。

20

【 0 0 6 2 】

さらに、第一の基準値算出部 5 6 は、一フレームにおける伝搬速度のデータのうち、前記クオリティ値が所要の閾値よりも低い伝搬速度のデータを無効データとして特定してもよい。この場合、第一の基準値算出部 5 6 は、前記第一の基準値として無効データの数を算出する。もしくは、第一の基準値算出部 5 6 は、一フレームにおける無効データの割合を算出してもよいし、一フレームの弾性画像 E I において無効データが占める面積を算出してもよい。

30

【 0 0 6 3 】

第一の基準値として無効データの数、割合又は面積が算出され、これらのうちいずれか一つを用いて弾性計測の推奨回数が算出されてもよい。この場合、回数算出部 5 7 は、無効データの数、割合又は面積が大ききほど、弾性計測の推奨回数が増える関数を用いて、弾性計測の推奨回数を算出する。

【 0 0 6 4 】

また、第一の基準値として、前記クオリティ値の平均値が用いられてもよい。この場合、回数算出部 5 7 は、クオリティ値の平均値が大きくなるほど、弾性計測の推奨回数が少なくなる関数を用いて、弾性計測の推奨回数を算出する。

【 0 0 6 5 】

(第二実施形態)

次に、第二実施形態について説明する。ただし、第一実施形態と同一事項については説明を省略する。

40

【 0 0 6 6 】

本例の超音波診断装置 1 において、表示処理部 5 は、第一の基準値算出部 5 6 の代わりに、図 1 0 に示すように、第二の基準値算出部 5 9 を有する。第二の基準値算出部 5 8 は、弾性画像 E I に設定された計測領域 R m についての弾性計測の推奨回数を回数算出部 5 7 によって算出するための第二の基準値を算出する。第二の基準値は、複数フレームにおける前記弾性データの信頼度と関係する値であり、例えば伝搬速度又は弾性値の一フレームにおける代表値の複数フレームにおける散布度である。散布度は、分散や I Q R (i n

50

terquartile range : 四分位範囲) などである。

【0067】

本例では、回数算出部57は、第二の基準値に基づいて前記弾性計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出部57は、本発明における第三の算出部の実施の形態の一例である。

【0068】

次に、本例の超音波診断装置1の作用について図11のフローチャートに基づいて説明する。ここでも、本例の超音波診断装置1の作用として、弾性計測の推奨回数の表示について説明する。

【0069】

まず、ステップS11においては、ステップS1と同様に、Bモード画像BI及び弾性画像EIが表示され、また計測領域Rmが設定される。また、ステップS12においては、ステップS2と同様に、計測領域Rmにおける計測値として伝搬速度の平均値が算出される。この平均値は、一フレームの弾性画像における平均値である。

【0070】

次に、ステップS13においては、ステップS12における計測値の算出がN(N=2)フレーム目であるか否かが制御部8によって判定される。Nフレーム目ではないと判定された場合(ステップS13において「NO」)、ステップS12の処理へ戻り、新たなフレームについての弾性画像EIが取得された後、この弾性画像EIにおける計測領域Rmにおける計測値が算出される。

【0071】

一方、ステップS13において、ステップS12における計測値の算出がNフレーム目であると判定された場合(ステップS13において「YES」)、ステップS14の処理へ移行する。このステップS14では、画像表示制御部53は、ステップS3と同様に、表示デバイス6に弾性計測の推奨回数(図6に示すメッセージM)を表示させる。

【0072】

回数算出部57は、表示デバイス6に表示される前記弾性計測の推奨回数を、第二の基準値に基づいて算出する。第二の基準値は、第二の基準値算出部59によって算出される。ここでは、第二の基準値は、伝搬速度の一フレームにおける代表値のNフレームにおける分散である。伝搬速度の一フレームにおける代表値は、例えば計測領域Rmにおける伝搬速度の平均値である。

【0073】

ここで、一フレームのみならず、複数フレームにおける伝搬速度のばらつきが大きい場合にも、弾性データの値として、正確な値を得られていない可能性がある。そこで、本例では、複数フレームにおける弾性データの信頼度と関係する第二の基準値として、Nフレームにおける伝搬速度の分散が用いられている。

【0074】

回数算出部57による推奨回数の算出についてより詳細に説明する。回数算出部57は、本例では、計測領域Rmにおける伝搬速度の平均値のNフレームにおける分散と、弾性計測の推奨回数との関係を示す関数F3(図示省略)を用いて、前記弾性計測の推奨回数を算出する。関数F3も予め記憶デバイス9に記憶されている。関数F3は、弾性計測の推奨回数が、計測領域Rmにおける伝搬速度の平均値のNフレームにおける分散に比例する関数である。このような関数F3とした理由について説明する。肝硬変などの肝臓においては、一フレームにおける伝搬速度の分散が大きくなるだけでなく、一フレームにおける伝搬速度の平均値の複数フレームにおける分散が大きくなる。また、複数回の計測の途中において、ユーザーが超音波プローブを動かしてしまったり、被検体の呼吸や体動が生じたりすることによって生体組織が動くことによっても、複数回の計測における伝搬速度の平均値の分散が大きくなるおそれがある。一方、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎の肝臓においては、一フレームにおける伝搬速度の分散が小さくなるとともに、複数フレームにおける伝搬速度の平均値の分散が小さくなる。具体的に、図12に基づいて説明すると

10

20

30

40

50

、図 1 2 は、一例として 6 (すなわち、 $N = 6$) フレームにおける計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の各々を示している。図 1 2 において、符号 $L_1 - 1$ は、肝硬変の肝臓における伝搬速度の平均値の 6 フレームにおけるデータを示す。また、符号 $L_2 - 1$ は、正常肝における伝搬速度の平均値の 6 フレームにおけるデータを示す。肝硬変などの肝臓においては、伝搬速度が大きく、なおかつ各々のフレームの計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の分散が大きい。一方、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎の肝臓においては、伝搬速度が小さく、なおかつ各々のフレームの計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の分散が小さい。

【 0 0 7 5 】

従って、計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける分散が大きい場合、弾性計測の計測値としてより正確な値を得るために、弾性計測の回数を多くする必要がある。一方、計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける分散が小さい場合、安定してより正確な計測値を得ることができるので、弾性計測の回数は少なくてもよい。従って、関数 F_3 は、計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける分散に比例する関数になっている。

10

【 0 0 7 6 】

なお、各フレームの計測領域 R_m における伝搬速度は、図 1 3 に示すような分布となる。図 1 3 において、符号 $L_1 - 2$ は、肝硬変の肝臓における伝搬速度の 6 フレームにおけるデータを示す。また、符号 $L_2 - 2$ は、正常肝における伝搬速度の 6 フレームにおけるデータを示す。すなわち、肝硬変などの肝臓においては、各フレームの計測領域 R_m における伝搬速度の分散が大きくなる。また、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎の肝臓においては、各フレームの計測領域 R_m における伝搬速度の分散は小さくなる。

20

【 0 0 7 7 】

ちなみに、関数 F_3 における比例定数も、例えば臨床上の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数が得られる値に設定される。

【 0 0 7 8 】

回数算出部 5 7 は、第二の基準値算出部 5 9 によって算出された第二の基準値、すなわち計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける分散と、上述の関数 F_3 とから、前記弾性計測の推奨回数を算出する。ちなみに、この弾性計測の推奨回数も、残りの回数である。

30

【 0 0 7 9 】

以上の処理により、弾性計測の推奨回数が表示されると、ユーザーは、第一実施形態と同様に、表示された推奨回数を参照して弾性計測を複数回行なう。また、第一実施形態と同様に、複数回の弾性計測の計測値の平均値が算出されてもよい。また、第一実施形態と同様に、超音波診断装置 1 において、ユーザーによる操作デバイス 7 における前記フリーズの操作及び計測指示の操作が行われなくても、回数算出部 5 7 によって算出された回数に到達するまで、新たなフレームについての弾性画像 E_I が取得され、この弾性画像 E_I における計測値算出部 5 5 による計測値の算出が行われてもよい。

40

【 0 0 8 0 】

以上説明した本例によっても、第一実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 1 】

次に、第二実施形態の変形例について説明する。この変形例では、表示処理部 5 は、図 1 4 に示すようにさらにクオリティ値算出部 5 8 を有している。このクオリティ算出部 5 8 は、第一実施形態と同様にしてクオリティ値を算出する。

【 0 0 8 2 】

この変形例では、第二の基準値算出部 5 9 は、クオリティ値が所要の閾値よりも高い有効データのフレームにおける数を算出し、このフレームにおける有効データの数の N フレームにおける代表値を、前記第二の基準値として算出する。前記代表値は、フレームにおける有効データの数の N フレームにおける平均値である。

50

【 0 0 8 3 】

回数算出部 5 7 は、上述した計測領域 R_m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける分散の代わりに、前記有効データの数の N フレームにおける平均値を用いて前記弾性計測の推奨回数を算出する。この場合、回数算出部 5 7 は、関数 F_3 の代わりに、関数 F_4 (図示省略) を用いて前記弾性計測の推奨回数を算出する。関数 F_4 も、予め記憶デバイス 9 に記憶されており、弾性計測の推奨回数が、前記有効データの数の N フレームにおける平均値と反比例する関数である。

【 0 0 8 4 】

ちなみに、関数 F_4 における比例定数も、例えば臨床上の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の推奨回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数が得られる値に設定される。

10

【 0 0 8 5 】

この変形例において、前記第二の基準値として、前記有効データの数の N フレームにおける平均値の代わりに、一フレームにおける有効データの割合の N フレームにおける平均値が用いられてもよい。また、前記第一の基準値として、一フレームの弾性画像 E_I において有効データが占める面積の N フレームにおける平均値が用いられてもよい。

【 0 0 8 6 】

さらに、第二の基準値算出部 5 9 は、第二の基準値として、一フレームにおける前記無効データの数の N フレームにおける平均値を算出してもよい。また、第二の基準値算出部 5 9 は、第二の基準値として、一フレームにおける無効データの割合の N フレームにおける平均値や、一フレームの弾性画像 E_I において無効データが占める面積を算出してもよい。この場合、回数算出部 5 7 は、無効データの数の N フレームにおける平均値、無効データの割合の N フレームにおける平均値又は無効データが占める面積が大きいほど、弾性計測の推奨回数が多くなる関数を用いて、弾性計測の推奨回数を算出する。

20

【 0 0 8 7 】

また、第一の基準値として、一フレームにおける前記クオリティ値の平均値の N フレームにおける平均値が用いられてもよい。この場合、回数算出部 5 7 は、一フレームにおける前記クオリティ値の平均値の N フレームにおける平均値が大きくなるほど、弾性計測の推奨回数が少なくなる関数を用いて、弾性計測の推奨回数を算出する。

【 0 0 8 8 】

(第三実施形態)

次に、第三実施形態について説明する。ただし、第一、第二実施形態と同一事項については説明を省略する。

30

【 0 0 8 9 】

本例の超音波診断装置 1 において、表示処理部 5 は、第一の基準値算出部 5 6 及び第二の基準値算出部 5 9 の代わりに、図 1 5 に示すように、第三の基準値算出部 6 0 を有する。第三の基準値算出部 6 0 は、弾性画像 E_I に設定された計測領域 R_m についての弾性計測の推奨回数を回数算出部 5 7 によって算出するための第三の基準値を算出する。第三の基準値は、前記弾性データの値からなる。例えば、第三の基準値は、伝搬速度又は弾性値の一フレームにおける代表値の複数フレームにおける代表値である。伝搬速度又は弾性値の一フレームにおける代表値は、例えば一フレームにおける計測領域 R_m における伝搬速度又は弾性値の平均値である。また、複数フレームにおける代表値は、例えば一フレームにおける計測領域 R_m における伝搬速度又は弾性値の平均値の複数フレームにおける平均値である。

40

【 0 0 9 0 】

本例では、回数算出部 5 7 は、第三の基準値に基づいて前記弾性計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出部 5 7 は、本発明における第四の算出部の実施の形態の一例である。

【 0 0 9 1 】

次に、本例の超音波診断装置 1 の作用について説明する。ここでも、本例の超音波診断

50

装置 1 の作用として、弾性計測の推奨回数の表示について説明する。

【 0 0 9 2 】

本例の超音波診断装置 1 における作用は、第二実施形態における図 1 1 のフローチャートと基本的に同一である。ただし、ステップ S 1 4 における弾性計測の推奨回数の算出処理が異なっている。具体的には、回数算出部 5 7 は、表示デバイス 6 に表示される前記弾性計測の推奨回数を、第三の基準値算出部 6 0 によって算出された前記第三の基準値に基づいて算出する。ここでは、第三の基準値は、計測領域 R m における伝搬速度の一フレームにおける平均値の N フレームにおける平均値である。

【 0 0 9 3 】

より詳細には、回数算出部 5 7 は、本例では、前記第三の基準値、すなわち計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値と、弾性計測の推奨回数との関係を示す関数 F 5 (図示省略) を用いて、前記弾性計測の推奨回数を算出する。関数 F 5 も予め記憶デバイス 9 に記憶されている。関数 F 5 は、弾性計測の推奨回数が、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値に比例する関数である。このような関数 F 5 とした理由について説明する。肝硬変などの肝臓においては、せん断弾性波の伝搬速度が速くなるため、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値も大きくなる。従って、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値が大きい場合、弾性計測の計測値としてより正確な値を得るために、弾性計測の回数を多くする必要がある。一方、正常な肝臓や比較的軽度の肝炎の肝臓においては、せん断弾性波の伝搬速度が遅くなるため、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値も小さくなる。従って、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値が小さい場合、安定してより正確な計測値を得ることができるので、弾性計測の回数は少なくてもよい。従って、関数 F 5 は、弾性計測の推奨回数が、計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値に比例する関数になっている。

【 0 0 9 4 】

なお、第三の基準値が、計測領域 R m における弾性値の一フレームにおける平均値の N フレームにおける平均値である場合も、関数 F 5 は、弾性計測の推奨回数が、前記平均値に比例する関数である。

【 0 0 9 5 】

ちなみに、関数 F 5 における比例定数も、例えば臨床上的蓄積結果を踏まえて、弾性計測の推奨回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数で得られる値に設定される。

【 0 0 9 6 】

回数算出部 5 7 は、第三の基準値算出部 6 0 によって算出された第三の基準値、すなわち計測領域 R m における伝搬速度の平均値の N フレームにおける平均値と、上述の関数 F 5 とから、前記弾性計測の推奨回数を算出する。ちなみに、この弾性計測の推奨回数も、残りの回数である。

【 0 0 9 7 】

弾性計測の推奨回数が表示された後の処理についても、第一、第二実施形態と同様であり、説明を省略する。以上説明した本例によっても、第一、第二実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 9 8 】

ちなみに、第三の基準値は、伝搬速度又は弾性値の一フレームにおける平均値であってもよい。また、第三の基準値は、一フレームの弾性画像の一画素における伝搬速度又は弾性値であってもよい。また、第三の基準値は、一フレームの弾性画像の一画素における伝搬速度又は弾性値の複数フレームにおける平均値であってもよい。

【 0 0 9 9 】

(第四実施形態)

次に、第四実施形態について説明する。ただし、第一、第二、第三実施形態と同一事項

10

20

30

40

50

については説明を省略する。

【0100】

本例の超音波診断装置1において、表示処理部5は、図16に示すように、第一の基準値算出部56及び第二の基準値算出部59を有していてもよい。本例では、回数算出部57は、前記第一の基準値及び前記第二の基準値に基づいて弾性計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出部57は、本発明における第二の算出部の実施の形態の一例である。

【0101】

本例の超音波診断装置1における作用は、第二実施形態における図11のフローチャートと基本的に同一である。ただし、ステップS14における弾性計測の推奨回数の算出処理が異なっている。具体的には、回数算出部57は、表示デバイス6に表示される前記弾性計測の推奨回数を、第一の基準値算出部56によって算出された前記第一の基準値及び第二の基準値算出部59によって算出された前記第二の基準値に基づいて算出する。具体的には、回数算出部57は、弾性計測の推奨回数 N_t を、下記の(式1)によって算出する。

【0102】

$$N_t = p \cdot X + q \cdot Y \quad \dots (式1)$$

(式1)において、 X は前記第一の基準値であり、 Y は前記第二の基準値である。前記第一の基準値は、上述のように、例えば一フレームの計測領域における伝搬速度の分散である。本例では、 N フレームの弾性画像が得られるので、前記第一の基準値は、前記 N フレームのうち、いずれか一フレームの計測領域における伝搬速度の分散である。

【0103】

また、(式1)において、 p 、 q は任意の係数である。これら p 、 q は、例えば臨床上の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の推奨回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数で得られる値に設定される。より詳細には、前記第一の基準値及び前記第二の基準値が分散である場合、分散が大きくなるほど N_t が多くなり、分散が小さくなるほど N_t が少なくなるよう、 p 、 q が設定される。また、前記第一の基準値及び前記第二の基準値が有効データの数、割合又は面積である場合、有効データの数、割合又は面積が大きくなるほど N_t が少なくなり、有効データの数、割合又は面積が小さくなるほど N_t が多くなるよう、 p 、 q が設定される。また、前記第一の基準値及び前記第二の基準値が無効データの数、割合又は面積である場合、無効データの数、割合又は面積が大きくなるほど N_t が多くなり、無効データの数、割合又は面積が小さくなるほど N_t が少なくなるよう、 p 、 q が設定される。

【0104】

上記(式1)によって算出される弾性計測の推奨回数 N_t も、他の実施形態と同様に、残りの回数である。

【0105】

弾性計測の推奨回数が表示された後の処理についても、第一、第二、第三実施形態と同様であり、説明を省略する。以上説明した本例によっても、第一、第二、第三実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0106】

次に、第四実施形態の変形例について説明する。まず、第一変形例について説明する。第一変形例の超音波診断装置1において、表示処理部5は、図17に示すように、第一の基準値算出部56及び第三の基準値算出部60を有していてもよい。

【0107】

本例では、回数算出部57は、前記第一の基準値及び前記第三の基準値に基づいて弾性計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出部57は、本発明における第二の算出部の実施の形態の一例である。

【0108】

この第一変形例の超音波診断装置1における作用は、第二実施形態における図11のフ

10

20

30

40

50

ローチャートと基本的に同一である。ただし、ステップ S 1 4 における弾性計測の推奨回数
の算出処理が異なっている。具体的には、回数算出部 5 7 は、表示デバイス 6 に表示さ
れる前記弾性計測の推奨回数を、第一の基準値算出部 5 6 によって算出された前記第一の
基準値及び第三の基準値算出部 6 0 によって算出された前記第三の基準値に基づいて算出
する。具体的には、回数算出部 5 7 は、弾性計測の推奨回数 N_t を、下記の (式 2) によ
って算出する。

【0109】

$$N_t = p \cdot X + r \cdot Z \quad \dots (式 2)$$

(式 2) において、 p 、 X は上記 (式 1) と同様であり説明を省略する。また、(式 2)
) において、 Z は前記第三の基準値である。また、 r は任意の係数であり、例えば臨床上
の蓄積結果を踏まえて、弾性計測の回数として、最適な値、すなわちより正確な弾性計測
の計測値が得られつつも、できるだけ少ない回数を得られる値に設定される。より詳細に
は、前記第三の基準値が伝搬速度又は弾性値である場合、伝搬速度又は弾性値が大きくな
るほど N_t が大きくなり、伝搬速度又は弾性値が小さくなるほど N_t が小さくなるよう、
 r が設定される。

10

【0110】

上記 (式 2) によって算出される弾性計測の推奨回数 N_t も、他の実施形態と同様に、
残りの回数である。

【0111】

次に、第二変形例について説明する。第二変形例の超音波診断装置 1 において、表示処
理部 5 は、図 1 8 に示すように、第二の基準値算出部 5 9 及び第三の基準値算出部 6 0 を
有していてもよい。

20

【0112】

本例では、回数算出部 5 7 は、前記第二の基準値及び前記第三の基準値に基づいて弾性
計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出部 5 7 は、本発明に
おける第三の算出部の実施の形態の一例である。

【0113】

この第二変形例の超音波診断装置 1 における作用は、第二実施形態における図 1 1 のフ
ローチャートと基本的に同一である。ただし、ステップ S 1 4 における弾性計測の回数
の算出処理が異なっている。具体的には、回数算出部 5 7 は、表示デバイス 6 に表示される
前記弾性計測の推奨回数を、第二の基準値算出部 5 9 によって算出された前記第二の基準
値及び第三の基準値算出部 6 0 によって算出された前記第三の基準値に基づいて算出す
る。具体的には、回数算出部 5 7 は、弾性計測の推奨回数 N_t を、下記の (式 3) によ
って算出する。

30

【0114】

$$N_t = q \cdot Y + r \cdot Z \quad \dots (式 3)$$

(式 3) において、 q 、 Y 、 r 、 Z は、上記 (式 1) 及び (式 2) と同様であり説明を
省略する。

【0115】

上記 (式 3) によって算出される弾性計測の推奨回数 N_t も、他の実施形態と同様に、
残りの回数である。

40

【0116】

次に、第三変形例について説明する。第三変形例の超音波診断装置 1 において、表示処
理部 5 は、図 1 9 に示すように、第一の基準値算出部 5 6、第二の基準値算出部 5 9 及び
第三の基準値算出部 6 0 を有していてもよい。

【0117】

本例では、回数算出部 5 7 は、前記第一の基準値、前記第二の基準値及び前記第三の基
準値に基づいて弾性計測の推奨回数を算出する。詳細は後述する。本例における回数算出
部 5 7 は、本発明における第二の算出部の実施の形態の一例である。

【0118】

50

この第三変形例の超音波診断装置 1 における作用は、第二実施形態における図 1 1 のフローチャートと基本的に同一である。ただし、ステップ S 1 4 における弾性計測の推奨回数 N_t の算出処理が異なっている。具体的には、回数算出部 5 7 は、表示デバイス 6 に表示される前記弾性計測の推奨回数を、第一の基準値算出部 5 6 によって算出された前記第一の基準値、第二の基準値算出部 5 9 によって算出された前記第二の基準値及び第三の基準値算出部 6 0 によって算出された前記第三の基準値に基づいて算出する。具体的には、回数算出部 5 7 は、弾性計測の推奨回数 N_t を、下記の(式 4)によって算出する。

【0119】

$$N_t = p \cdot X + q \cdot Y + r \cdot Z \quad \dots (式 4)$$

(式 4)において、 p, X, q, Y, r, Z は、上記(式 1)及び(式 2)と同様であり説明を省略する。

10

【0120】

上記(式 4)によって算出される弾性計測の推奨回数 N_t も、他の実施形態と同様に、残りの回数である。

【0121】

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、弾性計測の推奨回数 N_t が表示デバイス 6 に表示されるとともに、または弾性計測の推奨回数 N_t が表示デバイス 6 に表示されることに代えて、弾性計測の推奨回数 N_t が、超音波診断装置 1 に設けられたスピーカー(図示省略)から音で出力されてもよい。

20

【0122】

また、弾性計測の推奨回数 N_t が表示された後に、新たに弾性画像が取得されて弾性計測が行われた場合、弾性計測の推奨回数 N_t が再度算出されて表示されてもよい。

【0123】

また、表示される弾性計測の推奨回数 N_t は、残りの回数に限られるものではない。例えば、すでに行われた弾性計測も含めた全ての弾性計測の推奨回数 N_t が表示されてもよい。

【0124】

また、前記第一の基準値、前記第二の基準値及び前記第三の基準値は、上述のものに限られるものではない。

【0125】

また、せん断弾性波は、プッシュパルスによって生じるものに限られるものではない。例えば、せん断弾性波は、被検体の体表面から振動等の外力を与えることによって生体組織に生じるものであってもよいし、被検体における心臓等の臓器の動きによって生体組織に生じるものであってもよい。

30

【0126】

また、ユーザーによって操作デバイス 7 において入力された検査目的又は検査部位に応じた算出式が設定されて、弾性計測の推奨回数 N_t が算出されてもよい。この場合、検査目的及び検査部位に応じて適切な回数を算出することができる算出式が記憶デバイス 9 に記憶されていてもよい。そして、操作デバイス 7 が、ユーザーによる検査目的又は検査部位の入力を受け付けると、回数算出部 5 7 は、入力された検査目的又は検査部位に応じた算出式を記憶デバイス 9 から読み出し、読み出された算出式に基づいて、弾性計測の推奨回数 N_t を算出する。操作デバイス 7 は、本発明における入力デバイスの実施の形態の一例である。

40

【0127】

前記算出式は、前記第一の基準値、前記第二の基準値及び第三の基準値のうち少なくとも一つを含む。例えば、前記算出式は、前記関数 F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 、(式 1)、(式 2)、(式 3)又は(式 4)のいずれかであってもよい。ただし、算出式は、これらに限られるものではない。

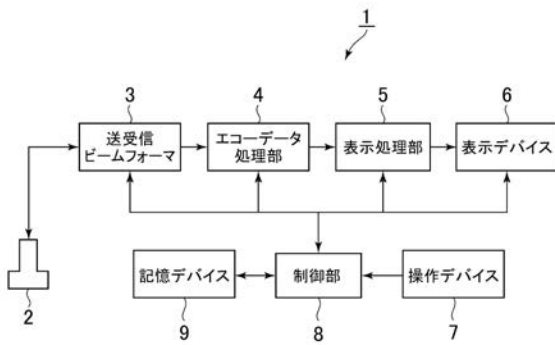
【符号の説明】

【0128】

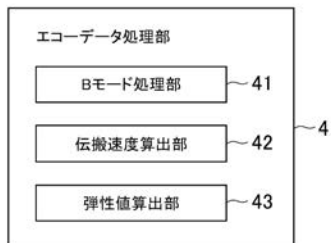
50

- 1 超音波診断装置
- 3 送受信ビームフォーマ
- 6 表示デバイス
- 7 操作デバイス
- 8 制御部
- 4 2 伝搬速度算出部
- 4 3 弾性値算出部
- 5 7 回数算出部
- 5 8 クォリティ値算出部

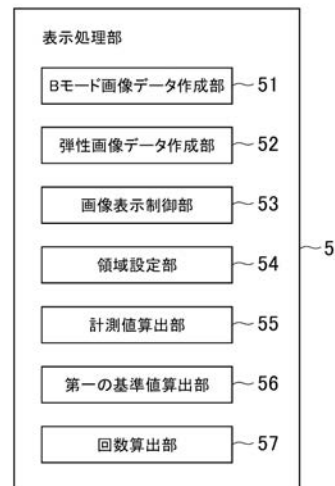
【 図 1 】



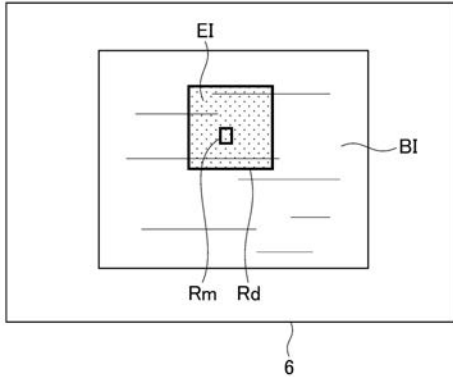
【 図 2 】



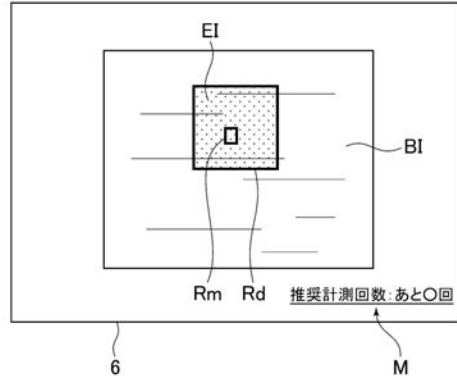
【 図 3 】



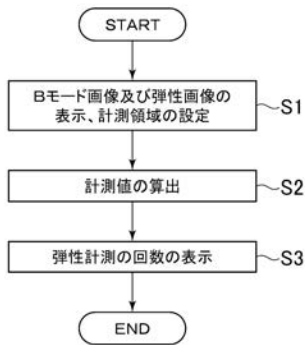
【 図 4 】



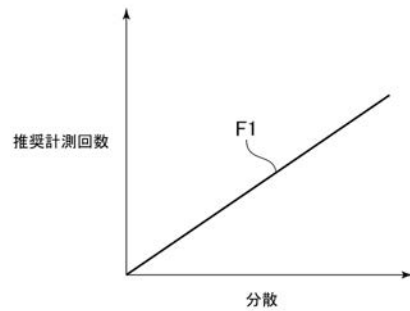
【 図 6 】



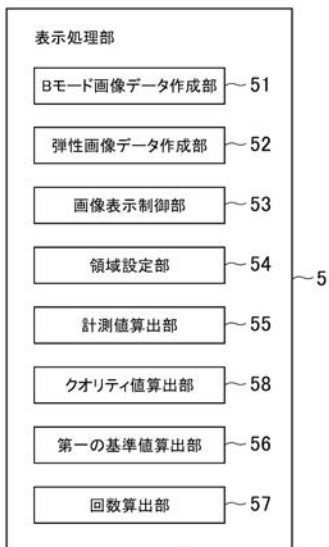
【 図 5 】



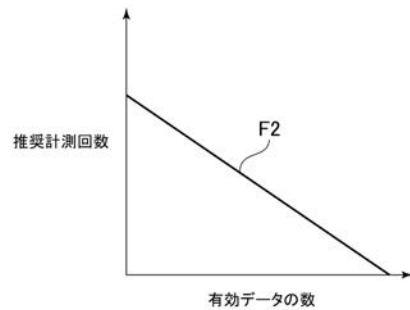
【 図 7 】



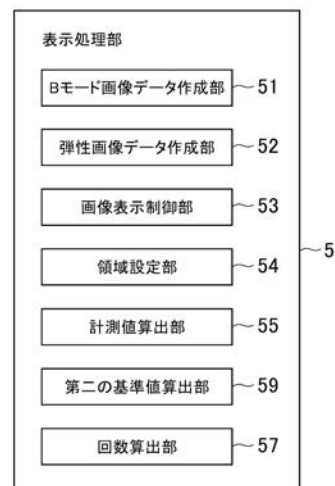
【 図 8 】



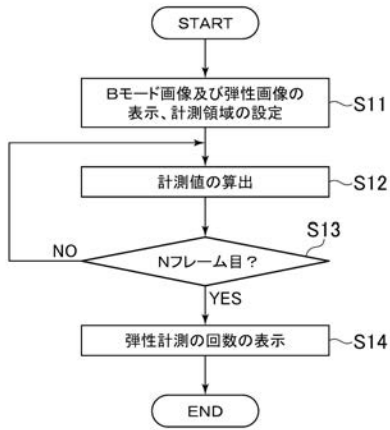
【 図 9 】



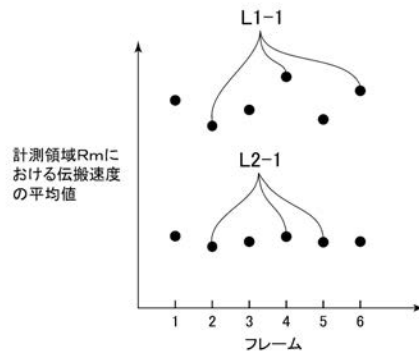
【 図 10 】



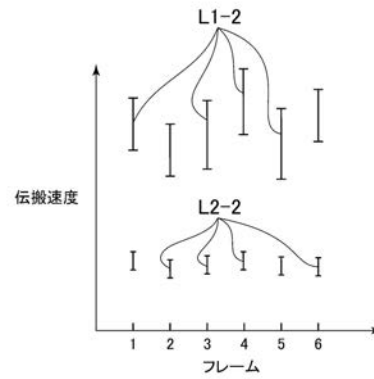
【図 1 1】



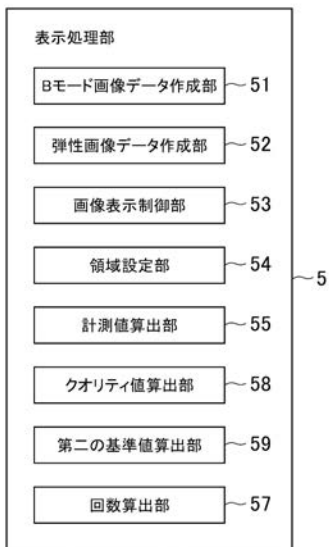
【図 1 2】



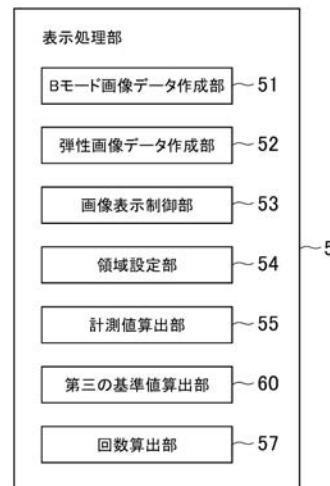
【図 1 3】



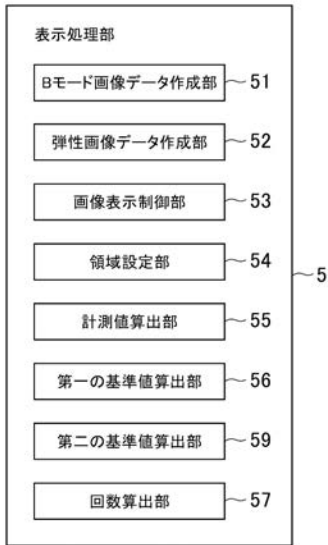
【図 1 4】



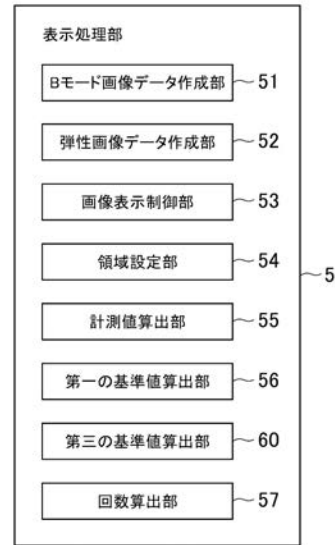
【図 1 5】



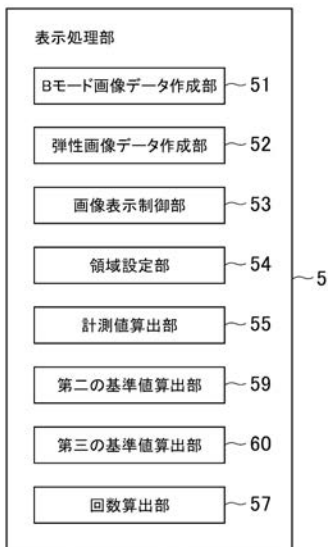
【 図 1 6 】



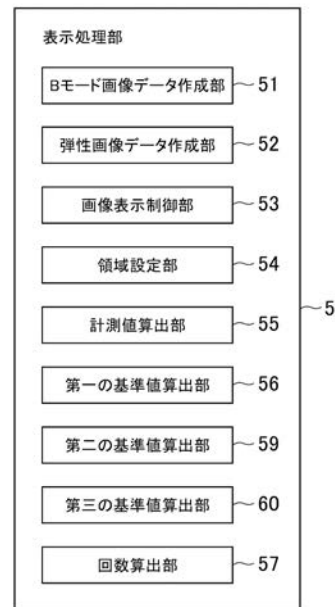
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



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 DD19 DD23 EE10 JC04 JC07

专利名称(译)	超声波诊断装置及其控制程序		
公开(公告)号	JP2017131487A	公开(公告)日	2017-08-03
申请号	JP2016015188	申请日	2016-01-29
[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/DD19 4C601/DD23 4C601/EE10 4C601/JC04 4C601/JC07		
代理人(译)	小仓 博 田中 拓人 小島 猛		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够允许用户知道弹性测量数量的测量的超声波诊断装置。解决方案：超声波诊断装置包括：传输控制部分，用于控制用于检测在对象的生物组织中产生的剪切弹性波的检测超声脉冲的传输；检测超声波脉冲的回波信号第一计算单元，其基于活体组织的弹性数据，根据活体组织的弹性数据，计算生物体的弹性数据的值，第二计算单元，其基于与由第一计算单元获得的数据的可靠性相关的第一参考值，计算推荐的推荐次数作为弹性测量的数量；以及显示装置6，用于显示指示弹性测量的推荐次数的消息M。

