

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6718520号
(P6718520)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月16日(2020.6.16)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-554903 (P2018-554903)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86) (22) 出願日	平成29年11月20日(2017.11.20)	(74) 代理人	100152984 弁理士 伊東 秀明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/041640	(74) 代理人	100148080 弁理士 三橋 史生
(87) 国際公開番号	W02018/105366	(72) 発明者	松本 剛 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
(87) 国際公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)	(72) 発明者	井上 知己 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
審査請求日	令和1年5月27日(2019.5.27)		
(31) 優先権主張番号	特願2016-236580 (P2016-236580)		
(32) 優先日	平成28年12月6日(2016.12.6)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波診断装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波プローブと、
 前記超音波プローブから被検体に向けて超音波ビームの送受信を行って超音波画像を生成する画像生成部と、
 前記超音波プローブの姿勢角を検出するプローブ姿勢角検出部と、
 前記画像生成部において生成された前記超音波画像を解析して検査部位に対する前記超音波画像内の撮像部位の尤度を算出する画像解析部と、
 オペレータが前記超音波プローブを前記被検体の体表に接触させ、かつ、前記超音波プローブを傾動することにより、前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角が、検査部位に対応して設定されている前記超音波プローブの基本姿勢角を含む定められた角度範囲又は定められた角度を跨いで変化する間に、前記画像解析部において算出された前記尤度が最大となる場合の前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角を推奨姿勢角とする推奨姿勢角生成部と、
 前記推奨姿勢角生成部により生成された前記推奨姿勢角を前記オペレータに通知する推奨姿勢角通知部と、を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記推奨姿勢角生成部は、前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角が、前記角度範囲を跨いで1回変化する間に、前記画像解析部において算出された前記尤度が最大となる場合の前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角を前記推奨

10

20

姿勢角とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記推奨姿勢角生成部は、前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角が、前記角度範囲を跨いで往復して変化する間に、前記画像解析部において算出された前記尤度が最大となる場合の前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角を前記推奨姿勢角とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記超音波プローブの角速度を検出するプローブ角速度検出部と、
前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角が前記角度範囲内にあり、かつ、前記プローブ角速度検出部により検出された角速度が定められた値以下となった場合に、前記超音波プローブを継続して傾動させる旨を前記オペレータに警告するプローブ傾動警告部を更に有する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 5】

前記画像生成部において生成された前記超音波画像を表示する表示部と、
前記表示部における表示を制御する表示制御部と、を更に有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記表示制御部は、前記画像解析部において算出された前記尤度と、前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角と、前記基本姿勢角と、前記推奨姿勢角生成部により生成された前記推奨姿勢角を、前記表示部に表示させる請求項 5 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 7】

前記表示制御部は、前記プローブ姿勢角検出部において検出された前記姿勢角と、前記基本姿勢角と、前記推奨姿勢角生成部により生成された前記推奨姿勢角を、数値又はグラフ画像として前記表示部に表示させる請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

超音波プローブから被検体に向けて超音波ビームの送受信を行って超音波画像を生成し、

前記超音波プローブの姿勢角を検出し、
生成された前記超音波画像を解析して検査部位に対する前記超音波画像内の撮像部位の尤度を算出し、

30

オペレータが前記超音波プローブを前記被検体の体表に接触させ、かつ、前記超音波プローブを傾動することにより検出された前記姿勢角が、検査部位に対応して設定されている前記超音波プローブの基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで変化する間に、算出された前記尤度が最大となる場合の前記姿勢角を推奨姿勢角とし、

前記推奨姿勢角を前記オペレータに通知することを特徴とする超音波診断装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、超音波診断装置及び超音波診断装置の制御方法に係り、特に、被検体の検査部位に対する超音波プローブの姿勢角をオペレータに通知する超音波診断装置及び、この超音波診断装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、被検体の内部の画像を得るものとして、超音波診断装置が知られている。一般的に、超音波診断装置は、複数の素子が配列された振動子アレイが備えられた超音波プローブを備えている。この超音波プローブを被検体の体表に当接させた状態において、振動子アレイから被検体内に向けて超音波ビームが送信され、被検体からの超音波エコーを振動子アレイにおいて受信して素子データが取得される。更に、超音波診断装置は、得ら

50

れた素子データを電氣的に処理して、被検体の当該部位に対する超音波画像を生成する。

【0003】

このような超音波診断装置において撮像された超音波画像内の撮像部位の明瞭さは、被検体の体表に当接する超音波プローブの姿勢角に応じて変化することが知られている。そのため、超音波診断装置を用いた被検体の部位の検査を行う際には、オペレータは、被検体の検査部位を明瞭に撮像するために、超音波プローブを被検体の体表に接触させ、かつ、その超音波プローブを傾動して、超音波プローブの最適な姿勢角を探す必要がある。

【0004】

そこで、超音波プローブの適切な姿勢角を取得して被検体の検査部位を明瞭に撮像することができる超音波診断装置として、種々の提案がなされている。例えば、特許文献1に開示される超音波診断装置は、超音波画像を過去に撮像した場合の超音波プローブの角度又は現在の診断モードに応じて予め設定された姿勢角を表す参照プローブアイコンと、オペレータが移動させている超音波プローブの姿勢角を表す現在プローブアイコンとを超音波画像と同時に表示させる。オペレータは、参照プローブアイコンと現在プローブアイコンとを一致させるように超音波プローブを移動させることにより、現在の診断モードに応じて予め設定された姿勢角に超音波プローブを固定して被検体の検査部位を撮像することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献1】特許第5842810号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、検査部位の構造及び位置は、被検体により個体差があるため、超音波プローブの適切な姿勢角が被検体毎に異なる。そのため、特許文献1に開示の技術を用いて、予め設定された基本となる姿勢角を参照して超音波プローブの姿勢角を決定したとしても、被検体の検査部位を明瞭に撮像することができない。

また、例えば、救急における外傷患者の初期診察のために複数の検査部位を連続的に診断するeFAST (extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) 検査においては、複数の検査部位に対して超音波診断が迅速に行われることが要求される。このような検査の場合には、過去の超音波診断データが存在しない被検体に対して検査を行う場合が多く、更に、検査時間が短いため、特許文献1に開示の技術を用いても、被検体の検査部位を明瞭に撮像することは困難である。

30

【0007】

本発明は、このような従来の問題点を解消するためになされたものであり、被検体が異なっても検査部位を明瞭に撮像することができる超音波診断装置及び超音波診断装置の制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

上記目的を達成するために、本発明の超音波診断装置は、超音波プローブと、超音波プローブから被検体に向けて超音波ビームの送受信を行って超音波画像を生成する画像生成部と、超音波プローブの姿勢角を検出するプローブ姿勢角検出部と、画像生成部において生成された超音波画像を解析して検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤度を算出する画像解析部と、オペレータが超音波プローブを被検体の体表に接触させ、かつ、超音波プローブを傾動することにより、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角が、検査部位に対応して設定されている超音波プローブの基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで変化する間に、画像解析部において算出された尤度が最大となる場合のプローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角を推奨姿勢角とする推奨姿勢角生成部と、推奨姿勢角生成部により生成された推奨姿勢角をオペレータに通知する推奨姿勢角通知部と、

50

を有することを特徴とする。

【0009】

また、推奨姿勢角生成部は、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角が、角度範囲を跨いで1回変化する間に、画像解析部において算出された尤度が最大となる場合のプローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角を推奨姿勢角とすることが好ましい。

【0010】

もしくは、推奨姿勢角生成部は、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角が、角度範囲を跨いで往復して変化する間に、画像解析部において算出された尤度が最大となる場合のプローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角を推奨姿勢角としても良い。

【0011】

また、超音波プローブの角速度を検出するプローブ角速度検出部と、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角が角度範囲内にあり、かつ、プローブ角速度検出部により検出された角速度が定められた値以下となった場合に、超音波プローブを継続して傾動させる旨をオペレータに警告するプローブ傾動警告部を更に有することが好ましい。

【0012】

また、画像生成部において生成された超音波画像を表示する表示部と、表示部における表示を制御する表示制御部と、を更に有することが好ましい。

【0013】

更に、表示制御部は、画像解析部において算出された尤度と、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角と、基本姿勢角と、推奨姿勢角生成部により生成された推奨姿勢角を、表示部に表示させることが好ましい。

【0014】

更に、表示制御部は、プローブ姿勢角検出部において検出された姿勢角と、基本姿勢角と、推奨姿勢角生成部により生成された推奨姿勢角を、数値又はグラフ画像として表示部に表示させることが好ましい。

【0015】

また、本発明の超音波診断装置の制御方法は、超音波プローブから被検体に向けて超音波ビームの送受信を行って超音波画像を生成し、超音波プローブの姿勢角を検出し、生成された超音波画像を解析して検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤度を算出し、オペレータが超音波プローブを被検体の体表に接触させ、かつ超音波プローブを傾動することにより、検出された姿勢角が、検査部位に対応して設定されている超音波プローブの基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで変化する間に、算出された尤度が最大となる場合の姿勢角を推奨姿勢角とし、推奨姿勢角をオペレータに通知することを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、超音波診断装置は、超音波画像内の撮像部位の尤度が最大となる場合の超音波プローブの姿勢角を推奨姿勢角とする推奨姿勢角生成部を有し、この推奨姿勢角をオペレータに通知するため、被検体が異なっても検査部位を明瞭に撮像することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態1に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の受信回路の内部構成を示すブロック図である。

【図3】図1の画像生成部の内部構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る超音波診断装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】図1の表示部における超音波診断中の画面表示を表す一例の概念図である。

【図6】図1の表示部におけるレーダーチャートの表示を表す一例の概念図である。

【図7】本発明の実施の形態2に係る超音波診断装置の動作を示すフローチャートである

10

20

30

40

50

。【図 8】本発明の実施の形態 3 に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明の実施の形態 3 に係る超音波診断装置の動作を示すフローチャートである。

。【図 10】本発明の実施の形態 4 に係る超音波診断装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態 1

10

図 1 に、本発明の実施の形態 1 に係る超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置 1 は、振動子アレイ 2 A を内蔵する超音波プローブ 2 を備え、超音波プローブ 2 に、画像取得部 3 を介して表示制御部 7 及び表示部 8 が順次接続されている。

【0019】

画像取得部 3 は、超音波プローブ 2 の振動子アレイ 2 A に接続された受信回路 4 及び送信回路 5 と、受信回路 4 に接続された画像生成部 6 とを有しており、画像生成部 6 に、表示制御部 7 が接続されている。また、超音波プローブ 2 には、プローブ姿勢角検出部 9 が備えられ、プローブ姿勢角検出部 9 に、推奨姿勢角生成部 11 が接続されている。また、画像取得部 3 の画像生成部 6 に、画像解析部 10 が接続され、画像解析部 10 に、推奨姿勢角生成部 11 が接続されている。また、推奨姿勢角生成部 11 に、推奨姿勢角通知部 12 が接続されており、推奨姿勢角通知部 12 は、表示制御部 7 に接続している。

20

更に、画像取得部 3、表示制御部 7、プローブ姿勢角検出部 9、画像解析部 10、推奨姿勢角生成部 11 及び推奨姿勢角通知部 12 に装置制御部 13 が接続され、装置制御部 13 には、操作部 14、格納部 15 及びメモリ 16 がそれぞれ接続されている。なお、装置制御部 13 と格納部 15、及び、装置制御部 13 とメモリ 16 とは、それぞれ双方向に情報を受け渡し可能に接続される。

【0020】

図 1 に示す超音波プローブ 2 の振動子アレイ 2 A は、1 次元又は 2 次元に配列された複数の素子（超音波振動子）を有している。これらの素子は、それぞれ送信回路 5 から供給される駆動信号に従って超音波を送信すると共に被検体からの超音波エコーを受信して受信信号を出力する。各素子は、例えば、P Z T（Lead Zirconate Titanate：チタン酸ジルコン酸鉛）に代表される圧電セラミック、P V D F（Poly Vinylidene Di Fluoride：ポリフッ化ビニリデン）に代表される高分子圧電素子及び P M N - P T（Lead Magnesium Niobate-Lead Titanate：マグネシウムニオブ酸鉛 - チタン酸鉛固溶体）に代表される圧電単結晶等からなる圧電体の両端に電極を形成した振動子を用いて構成される。

30

【0021】

そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波状の電圧を印加すると、圧電体が伸縮し、それぞれの振動子からパルス状又は連続波状の超音波が発生して、それらの超音波の合成波から、超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することにより伸縮して電気信号を発生し、それらの電気信号は、超音波の受信信号として、それぞれの振動子から受信回路 4 に出力される。

40

【0022】

画像取得部 3 の受信回路 4 は、図 2 に示すように、増幅部 17 と A / D（Analog/Digital：アナログ/デジタル）変換部 18 が直列接続された構成を有している。受信回路 4 は、振動子アレイ 2 A の各素子から出力される受信信号を増幅部 17 において増幅し、A / D 変換部 18 においてデジタル化して得られた素子データを画像生成部 6 に出力する。

画像取得部 3 の送信回路 5 は、例えば、複数のパルス発生器を含んでおり、装置制御部 13 からの制御信号に応じて選択された送信遅延パターンに基づいて、振動子アレイ 2 A の複数の素子から送信される超音波が超音波ビームを形成するようにそれぞれの駆動信号を、遅延量を調節して複数の素子に供給する。

50

【 0 0 2 3 】

画像取得部 3 の画像生成部 6 は、図 3 に示すように、B モード (Brightness mode : 輝度モード) 処理部 1 9 と画像処理部 2 0 とが順次直列に接続された構成を有している。

B モード処理部 1 9 は、装置制御部 1 3 からの制御信号に応じて選択された受信遅延パターンに基づき、設定された音速に従う各素子データにそれぞれの遅延を与えて加算 (整相加算) を施す、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号が生成される。更に、B モード処理部 1 9 は、音線信号に対し、超音波の反射位置の深度に応じて伝搬距離に起因する減衰の補正を施した後、包絡線検波処理を施して、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。B モード処理部 1 9 において生成された B モード画像信号は、表示制御部 7 及び画像解析部 1 0 に出力される。

10

画像処理部 2 0 は、B モード処理部 1 9 において生成された B モード画像信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換 (ラスタ変換) し、B モード画像信号に諧調処理等の各種の必要な画像処理を施した後、B モード画像信号を表示制御部 7 に出力する。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、超音波診断装置 1 の表示制御部 7 は、画像取得部 3 において取得された B モード画像信号に基づいて、表示部 8 に超音波診断画像を表示させる。

表示部 8 は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display : 液晶ディスプレイ) 等のディスプレイ装置を含んでおり、装置制御部 1 3 の制御の下、超音波診断画像を表示する。

20

【 0 0 2 5 】

プローブ姿勢角検出部 9 は、超音波プローブ 2 に備えられ、超音波診断中においてオペレータが被検体の体表に接触させ、かつ、傾動した超音波プローブ 2 の姿勢角を検出するものである。この際に、プローブ姿勢角検出部 9 は、3 次元空間において互いに直交する 3 軸に基づいてそれぞれ規定される 3 成分の角度を検出する。ここで、3 次元空間において互いに直交する 3 軸を次のように規定する。すなわち、超音波プローブ 2 の超音波放出面に垂直な方向を x 軸とし、超音波プローブ 2 の超音波放出面に沿った互いに直交する方向をそれぞれ y 軸及び z 軸とする。この場合に、プローブ姿勢角検出部 9 は、x 軸が水平方向となす角をピッチ角、y 軸が水平方向となす角をロール角、z 軸が鉛直方向となす角をヨー角としてそれぞれ検出する。

30

また、プローブ姿勢角検出部 9 は、超音波プローブ 2 の姿勢角を検出できるものであれば特に制限されない。以下においては、図示しないが、プローブ姿勢角検出部 9 は、超音波プローブ 2 に取り付けられ、ピッチ角、ロール角及びヨー角を電気信号として検出する 3 つの角度センサが内蔵されており、それらの角度センサから得られた電気信号を角度情報に変換することにより、超音波プローブ 2 の姿勢角を角度情報として検出するものとして説明する。

【 0 0 2 6 】

画像解析部 1 0 は、画像取得部 3 の画像生成部 6 の B モード処理部 1 9 において生成された B モード画像信号に対してパターン認識等の画像解析を行い、検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤度を算出する。ここで、本発明における検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤度とは、検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤もらしさを表す数値であり、尤度が大きな数値であるほど、超音波画像内の撮像部位が検査部位である確率が高い、すなわち、超音波画像内の撮像部位が検査部位として明瞭に撮像されていると判断できる。例えば、超音波診断装置 1 を用いて心臓の超音波画像が撮像された場合には、検査部位である心臓に対する超音波画像内の撮像部位の尤度が大きな値であるほど、超音波画像内の撮像部位が検査部位である心臓として明瞭に撮像されていると判断できる。

40

【 0 0 2 7 】

推奨姿勢角生成部 1 1 は、本発明の特徴となる要素であって、プローブ姿勢角検出部 9 により検出された超音波プローブ 2 の姿勢角が、超音波プローブ 2 の基本姿勢角を含む定

50

められた角度範囲を跨いで変化する間に、画像解析部 10 により算出された超音波画像内の撮像部位の尤度が最大となる場合の姿勢角を推奨姿勢角とする。ここで、角度範囲とは、互いに異なる 2 つの角度をそれぞれ上限及び下限とする角度の範囲のことをいう。また、基本姿勢角とは、検査部位に対応して予め設定されている超音波プローブ 2 の姿勢角であり、検査部位の一般的な構造及び位置に対して、超音波画像内の撮像部位が明瞭となるように被検体の検査部位を撮像することができる超音波プローブ 2 の姿勢角である。この基本姿勢角に対し、推奨姿勢角は、超音波診断中の超音波プローブ 2 の姿勢角及び撮像された超音波画像の画像解析結果に基づいて生成されたものである。そのため、推奨姿勢角は、超音波診断の対象である被検体の検査部位に係る固有の構造及び位置に対して、超音波画像内の撮像部位が明瞭となるように被検体の検査部位を撮像することができる超音波

10

【 0 0 2 8 】

推奨姿勢角通知部 12 は、推奨姿勢角生成部 11 において生成された推奨姿勢角をオペレータに通知する。推奨姿勢角通知部 12 は、推奨姿勢角をオペレータに通知できれば、その通知方法を特に限定しないが、以下では、推奨姿勢角通知部 12 は、推奨姿勢角を表示部 8 に表示する旨の指示情報を表示制御部 7 に送信するものとして説明する。

【 0 0 2 9 】

装置制御部 13 は、オペレータにより操作部 14 を介して入力された指令に基づいて超音波診断装置 1 の各部の制御を行う。

操作部 14 は、オペレータが入力操作を行うためのものであり、キーボード、マウス、トラックボール及びタッチパネル等を備えて構成することができる。

20

格納部 15 は、超音波診断装置 1 の動作プログラム等を格納するもので、HDD (Hard Disc Drive: ハードディスクドライブ)、SSD (Solid State Drive: ソリッドステートドライブ)、FD (Flexible Disc: フレキシブルディスク)、MO ディスク (Magneto-Optical disc: 光磁気ディスク)、MT (Magnetic Tape: 磁気テープ)、RAM (Random Access Memory: ランダムアクセスメモリ)、CD (Compact Disc: コンパクトディスク)、DVD (Digital Versatile Disc: デジタルバーサタイルディスク)、SD カード (Secure Digital card: セキュアデジタルカード)、USB メモリ (Universal Serial Bus memory: ユニバーサルシリアルバスメモリ) 等の記録メディア、又はサーバ等を用いることができる。

30

【 0 0 3 0 】

メモリ 16 は、検査部位を指定するための検査部位ラベル、超音波プローブ 2 の基本姿勢角、超音波プローブ 2 の推奨姿勢角、プローブ姿勢角検出部 9 において検出された超音波プローブ 2 の姿勢角、及び、画像解析部 10 において算出された撮像部位の尤度等を記憶するものである。メモリ 16 としては、格納部 15 と同様に、HDD、SSD、FD、MO ディスク、MT、RAM、CD、DVD、SD カード、USB メモリ等の記録メディア又はサーバ等を用いることができる。

【 0 0 3 1 】

なお、画像取得部 3 の画像生成部 6、表示制御部 7、画像解析部 10、推奨姿勢角生成部 11、推奨姿勢角通知部 12 及び装置制御部 13 は、CPU (Central Processing Unit: 中央処理装置) 及び、CPU に各種の処理を行わせるための動作プログラムから構成されるが、それらを、デジタル回路及びコンピュータを用いて構成しても良い。また、これらの画像生成部 6、表示制御部 7、画像解析部 10、推奨姿勢角生成部 11 及び装置制御部 13 を、部分的にあるいは全体的に 1 つの CPU に統合させて構成することもできる。また、プローブ姿勢角検出部 9 は、CPU 及び、CPU に各種の処理を行わせるための動作プログラムを含んで構成される場合があるが、それらもデジタル回路及びコンピュータを用いて構成しても良く、画像生成部 6、表示制御部 7、画像解析部 10、推奨姿勢角生成部 11 及び装置制御部 13 と共に、部分的に 1 つの CPU に統合させて構成することもできる。

40

【 0 0 3 2 】

50

次に、図4に示すフローチャートを用いて、実施の形態1における超音波診断装置1の動作について説明する。ここで、メモリ16には、検査部位ラベル及び基本姿勢角が予め記憶されているものとする。

まず、ステップS1において、装置制御部13は、以下のステップにおいて撮像する被検体の部位を指定するための検査部位ラベルをメモリ16から取得する。これにより、以下のステップにおいて、超音波診断装置1の各部は、検査部位ラベルにより指定された検査部位に対応した処理を行う。

ここで、いわゆるeFAST検査等の連続診断においては、検査施設等により超音波診断を行う検査部位の順番である検査プロトコルが予め定められていることが多い。そこで、以下において説明する超音波診断装置1の動作においては、検査部位ラベルは、予め定められた検査プロトコルに沿って順次遷移していくものとして説明する。

10

【0033】

ステップS2において、装置制御部13は、ステップS1において取得した検査部位ラベルにより指定される検査部位に対応する基本姿勢角をメモリ16から更に取得する。

続くステップS3において、装置制御部13は、ステップS2において取得した基本姿勢角を表示部8に表示させる旨の指示情報を表示制御部7に対して送信し、表示制御部7は、基本姿勢角を表示部8に表示させる。オペレータは以下のステップにおいて、表示部8に表示された基本姿勢角を参照しながら、超音波プローブ2を被検体の体表に接触させ、かつ、超音波プローブ2を傾動し、超音波画像を撮像することができる。

【0034】

20

ステップS4において、オペレータが超音波プローブ2を被検体の体表に接触させ、かつ、超音波プローブ2を傾動している間に、プローブ姿勢角検出部9により超音波プローブ2の姿勢角、すなわち、超音波プローブ2のピッチ角、ロール角及びヨー角がそれぞれ検出される。

【0035】

また、ステップS5において、超音波プローブ2の振動子アレイ2Aの複数の超音波振動子を用いた超音波ビームの送受信及び走査、すなわち、超音波画像の撮像が画像取得部3の受信回路4及び送信回路5により行われる。この際に、被検体からの超音波エコーを受信した各超音波振動子から受信信号が受信回路4に出力され、受信回路4の増幅部17及びA/D変換部18において受信信号の増幅及びA/D変換が行われて受信信号が生成される。

30

【0036】

続くステップS6において受信信号が画像生成部6に入力され、画像生成部6のBモード処理部19においてBモード画像、すなわち、超音波画像が生成される。

更に、ステップS6において生成された超音波画像が画像解析部10に入力されると、ステップS7において、画像解析部10により超音波画像に対する画像解析が行われ、その結果として検査部位に対する超音波画像内の撮像部位の尤度が算出される。この際に、画像解析部10は、例えば、テンプレートマッチング等のパターン認識を行い、超音波画像に含まれる部位及び複数の部位のテンプレートとの類似度をスコアとして算出し、これを超音波画像内の撮像部位の尤度とすることができる。

40

【0037】

なお、以上のステップS4と、ステップS5～ステップS7とは、互いに同期並列処理がなされる。すなわち、ステップS4～ステップS7の処理により、画像生成部6において超音波画像を生成する際の超音波プローブ2の姿勢角及び生成された超音波画像内の撮像部位の尤度を並列して得ることができる。

【0038】

また、ステップS4～ステップS7の処理が完了すると、ステップS6において生成された超音波画像と共に、ステップS4において検出された超音波プローブ2の姿勢角及びステップS7において算出された尤度が、例えば、図5に示すように表示部8において表示される。図5は、心臓を撮像した場合の表示部8における表示例を示したものであり、

50

超音波画像 2 1 と共に、心臓に対する撮像部位の尤度が部位尤度として表示され、また、検査部位が心臓であることが表示され、基本姿勢角及び超音波プローブ 2 の現在の姿勢角が、ピッチ角 p 、ロール角 r 及びヨー角 g として数値及びレーダーチャート 2 2 を用いて表示されている。レーダーチャート 2 2 は、例えば、図 6 に示すように、ピッチ角 p 、ロール角 r 及びヨー角 g を 3 つの軸として、基本姿勢角に対するグラフ 2 2 a と現在の超音波プローブ 2 の姿勢角に対するグラフ 2 2 b とを表示する。また、レーダーチャート 2 2 内に表示される 2 つのグラフ 2 2 a 及び 2 2 b を説明するための注釈画像 2 2 c をレーダーチャート 2 2 に表示することもできる。

このように、オペレータは、超音波プローブ 2 の現在の姿勢角の数値及びレーダーチャートが基本姿勢角の数値及びレーダーチャートに一致するように超音波プローブ 2 を傾動することにより、基本姿勢角にしたがって被検体の検査部位を明瞭に撮像することができる。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 4 ~ ステップ S 7 に続くステップ S 8 において、装置制御部 1 3 は、現在検査を行っている被検体の検査部位が別の部位に遷移したか否かを判定する。例えば、検査部位が心臓から肺に移行すると、装置制御部 1 3 は、検査部位が変更されたと判定する。一般に検査部位が変更される場合には超音波プローブ 2 が被検体の体表から離れて空中放射となる。この空中放射状態、すなわち、振動子アレイ 2 A からの反射信号が受信回路 4 において得られない状態を検出することにより、検査部位の遷移の有無を判定することができる。ステップ S 8 において、検査部位が遷移したと判定された場合には、ステップ S 1 に戻り、定められた検査プロトコルにしたがって新たな検査部位ラベルが取得され、以下、ステップ S 2 ~ ステップ S 7 の処理が新たに行われる。

ステップ S 8 において、検査部位が変更されていない、すなわち、同一の検査部位を検査していると判定された場合には、ステップ S 9 に進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 9 において、装置制御部 1 3 は、現在行われている検査を終了するか否かの判断を行う。例えば、検査を終了する旨の指示情報がオペレータにより操作部 1 4 を介して装置制御部 1 3 に入力されると、装置制御部 1 3 は、現在行われている検査を終了すると判断する。このように、装置制御部 1 3 が、検査を終了すると判断した場合には、超音波診断装置 1 における現在の検査を終了する。

また、例えば、検査を終了する旨の指示情報がオペレータにより操作部 1 4 を介して入力されなければ、装置制御部 1 3 は、現在行われている検査を終了しないと判断する。このように、装置制御部 1 3 が、検査を終了しないと判断した場合には、ステップ S 1 0 に進む。

ステップ S 1 0 において、装置制御部 1 3 は、ステップ S 4 において検出された超音波プローブ 2 の姿勢角、及び、ステップ S 7 において算出された撮像部位の尤度をメモリ 1 6 に記憶させる。

【 0 0 4 1 】

続くステップ S 1 1 において、装置制御部 1 3 は、ステップ S 4 において検出された超音波プローブ 2 の姿勢角が、ステップ S 3 において表示された基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで 1 回変化したか否かを判定する。ここで、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで 1 回変化するとは、超音波プローブ 2 の姿勢角が、定められた角度範囲の上限を超える値からその角度範囲内の値に変化し、角度範囲内の値から角度範囲の下限未満の値に変化するという一連の変化が 1 回なされることである。また、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで 1 回変化するとは、上記と同様に、角度範囲の下限未満の値から上限を超える値まで 1 回変化することである。

【 0 0 4 2 】

このステップ S 1 1 において、超音波プローブ 2 の姿勢角がステップ S 3 において表示された基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで上記のように一方向に変化していないと装置制御部 1 3 により判定された場合には、ステップ S 4 及びステップ S 5 に戻る。

10

20

30

40

50

この場合には、超音波画像の生成、超音波プローブ2の姿勢角の検出及び撮像部位の尤度の算出が新たになされ、新たに検出された超音波プローブ2の姿勢角及び新たに算出された撮像部位の尤度がメモリ16に新たに記憶される。このように、ステップS4～ステップS10を繰り返しながらオペレータにより超音波プローブ2が傾動された結果、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで上記のように一方向に変化したと装置制御部13により判定された場合に、ステップS12に進む。

【0043】

ステップS12において、装置制御部13は、ステップS4～ステップS11の処理が繰り返された際にメモリ16に記憶された複数の尤度のうち最大の尤度を取得し、この最大の尤度に対応する超音波プローブ2の姿勢角、すなわち、最大の尤度と同期して検出された超音波プローブ2の姿勢角を取得する。

10

続くステップS13において、推奨姿勢角生成部11は、ステップS12において取得された超音波プローブ2の姿勢角を、現在の検査部位に対する推奨姿勢角とする。

続くステップS14において、推奨姿勢角通知部12は、基本姿勢角に替わってステップS13において得られた推奨姿勢角を表示部8に表示させる旨の指示情報を表示制御部7に送信する。その結果、表示部8において、基本姿勢角が表示されていた箇所に推奨姿勢角が表示される。

【0044】

ステップS14が完了すると、ステップS4及びステップS5に戻る。これ以降の処理においては、ステップS8において検査部位が遷移しない限り、あるいは、ステップS9において検査終了の判断がなされない限り、ステップS4～ステップS14の処理が繰り返される。また、この際、ステップS13において得られた推奨姿勢角に対応する撮像部位の尤度よりも大きな尤度が算出された場合には、ステップS12において、最大の尤度が更新されて、ステップS13において更新後の尤度に対応した超音波プローブ2の姿勢角が新たに推奨姿勢角とされ、ステップS14においてこの新たな推奨姿勢角が表示部8に表示される。

20

【0045】

以上のように、本発明の実施の形態1によれば、被検体の部位の構造及び位置等に適応して、被検体の検査部位を明瞭に撮像することができる超音波プローブ2の最適な姿勢角である推奨姿勢角を得ることができ、この推奨姿勢角を、表示部8において表示させ、オペレータに通知することができる。そのため、オペレータは、表示部8に表示された推奨角度を参照しながら超音波画像の撮像を行うことにより、被検体が異なっても部位を明瞭に撮像することができる。

30

【0046】

なお、プローブ姿勢角検出部9として、角度センサを用いることを例示したが、超音波プローブ2の姿勢角を求めることができれば、特に制限されない。例えば、プローブ姿勢角検出部9には、加速度センサ、ジャイロセンサ、磁気センサ及びGPS(Global Positioning System: 全地球測位システム)センサ等を用いることができる。その場合には、各センサから得られた電気信号を変換、及び、周知の計算方法を用いて超音波プローブ2の姿勢角に換算する装置を設けることができる。また、これらのセンサは、超音波プローブ2に装着されていてもよく、超音波プローブ2に内蔵されていても良い。

40

【0047】

また、図4のステップS1において、検査プロトコルにしたがって検査部位ラベルを取得すると説明したが、検査部位ラベルの取得方法は特に限定されない。すなわち、検査部位ラベルは、操作部14を介してオペレータに入力されることもでき、超音波診断装置1により部位判別が行われることにより決定されることもできる。

部位判別により検査部位ラベルが決定される場合には、例えば、画像解析を用いて部位判別を行うことができる。その場合には、例えば、検査部位ラベルの取得に先立って、ステップS5及びステップS6と同一の処理により超音波画像を生成し、生成された超音波画像を解析して複数の検査部位に対する撮像部位の尤度をそれぞれ算出し、そのうちの最

50

大の尤度に対応する検査部位を部位ラベルとすることができる。その場合には、例えば、図5の表示例において、表示部8に表示される部位尤度の欄に、複数の検査部位に対する撮像部位の尤度を表示してもよく、検査部位の欄を判定結果の欄として表示して、その欄において検査ラベルとして決定された検査部位を表示しても良い。また、部位判別は、上記の方法に限定されず、例えば、装置制御部13は、複数枚撮像した超音波画像内の撮像部位に対する動き解析等の結果を用いた周知の方法により部位判別を行うことができる。

【0048】

また、図5の表示例において、超音波プローブ2とx軸、y軸及びz軸との関係、並びに、超音波プローブ2とピッチ角 p 、ロール角 r 及びヨー角 g との関係を図示する画像を加えることもできる。この場合には、オペレータは、表示部8に表示されているピッチ角 p 、ロール角 r 及びヨー角 g がどのように規定された角度であるかを容易に確認することができる。そのため、超音波診断装置1に対して不慣れなオペレータであっても、表示部8の表示を参照しながら超音波プローブ2を傾動することにより、比較的容易に、被検体の検査部位を明瞭に撮像することができる。

10

【0049】

また、ステップS3及びステップS14において、装置制御部13及び推奨姿勢角通知部12は、基本姿勢角及び推奨姿勢角をオペレータに通知するために、表示制御部7に対して、表示部8に基本姿勢角及び推奨姿勢角をそれぞれ表示する旨の指示情報を送信したが、基本姿勢角及び推奨姿勢角の通知方法は特にこの方法に限定されない。例えば、推奨姿勢角通知部12及び装置制御部13は、オペレータに対して音声により基本姿勢角及び推奨姿勢角を通知することもできる。また、推奨姿勢角通知部12及び装置制御部13とは別に、音声を用いて基本姿勢角及び推奨姿勢角をオペレータに通知する装置を設けることもできる。

20

【0050】

また、図5及び図6の表示例において、基本姿勢角及び超音波プローブ2の現在の姿勢角を、レーダーチャート22を用いて表示することを説明したが、もちろん、その他の表示方法を用いて基本姿勢角及び超音波プローブ2の現在の姿勢角を表示することもできる。例えば、棒グラフ等のレーダーチャート22以外のグラフ画像を用いて基本姿勢角及び超音波プローブ2の姿勢角を表示することもできる。

また、人体の模型を2次元表示したものであるシェーマ上に超音波プローブの模型を重畳表示させ、超音波プローブ2の現在の姿勢角に対して基本姿勢角を目標とした回転方向を示すガイド表示を行うこともできる。このガイド表示は、矢印等の画像を用いて表示してもよく、音声を伴っていても良い。

30

また、超音波プローブ2の姿勢角はピッチ角、ロール角及びヨー角からなるが、これらの3成分のうち1成分毎に画面表示及び音声等を用いてガイドを行うこともでき、複数の成分について同時にガイドを行うこともできる。

もちろん、推奨姿勢角に対しても、基本姿勢角と同一の表示方法及びガイド方法を適用させることができる。

【0051】

また、ステップS5における超音波ビームの走査により得られた素子データを用いて、ステップS6においてBモード画像を生成することを説明したが、このBモード画像に撮像部位のドブラ情報及び弾性率情報等の計測情報を重畳表示することもできる。例えば、超音波診断装置1にドブラ画像生成部を設け、ステップS5における超音波ビーム走査の際に、カラードブラ計測及びパワードブラ計測等のドブラ計測を行い、ドブラ計測により得られた色付き画像をBモード画像に重畳表示して、カラードブラ画像又はパワードブラ画像等のドブラ画像を生成することができる。また、例えば、ステップS5における超音波ビーム走査の際に、撮像部位の弾性率を計測することもできる。その場合には、例えば超音波診断装置1に弾性率画像生成部を設け、弾性計測により得られた弾性率マップをBモード画像に重畳表示して、弾性率画像を生成することができる。

40

【0052】

50

また、ステップS 6において生成されたBモード画像に対して、パターン認識を行うことにより撮像部位の尤度を算出することを説明したが、撮像部位の尤度を算出できれば、パターン認識に限定されない。例えば、ステップS 5において超音波ビームの走査が行われた際に、撮像部位に対してドプラ計測及び弾性率計測等の計測も行われた場合には、これらの計測結果を解析することにより撮像部位の尤度を算出することもできる。例えば、撮像部位に対してカラードプラ計測及びパワードプラ計測等のドプラ計測が行われた場合には、撮像部位における血流の分布及び血流の速度等のドプラ情報を解析して、格納部15又はメモリ16に予め記憶されたルックアップテーブル等を参照することにより、撮像部位の尤度を算出することができる。

【0053】

また、ステップS 4とステップS 5～ステップS 7とは、互いに同期並列処理がなされることを説明したが、ステップS 4において検出される超音波プローブ2の姿勢角とステップS 7において算出される撮像部位の尤度とを関連付けることができれば、ステップS 4とステップS 5～ステップS 7とは、同期並列処理がなされなくても良い。すなわち、ステップS 4において検出される姿勢角とステップS 7において算出される尤度とが、ステップS 10において互いに関連付けて記憶されれば、ステップS 4が完了した直後にステップS 5～ステップS 7が行われても良く、ステップS 7が完了した直後にステップS 4が行われても良い。

【0054】

また、ステップS 4において検出された超音波プローブ2の姿勢角及びステップS 7において算出された撮像部位の尤度を、ステップS 10においてメモリ16に記憶すると説明したが、ステップS 4及びステップS 7の完了時点からステップS 11の直前までであれば、検出された超音波プローブ2の姿勢角及び算出された撮像部位の尤度を記憶するタイミングはいつでも良い。例えば、ステップS 4の完了直後に検出された超音波プローブ2の姿勢角をメモリ16に記憶し、ステップS 7の完了直後に撮像部位の尤度をメモリ16に記憶することもできる。

【0055】

また、ステップS 11において使用した角度範囲は、基本姿勢角を含むものであれば、特に制限されるものではないが、基本姿勢角を基準として超音波プローブ2の姿勢角を変化させる場合には、定められた角度範囲として、基本姿勢角を中心とし、上限側及び下限側に一定の範囲を有するものを用いることが好ましい。この場合、ステップS 13により推奨姿勢角が得られた後、検査部位が遷移せずに再びステップS 11が行われる際には、定められた角度範囲として、基本姿勢角に替わって推奨姿勢角を中心とするものを用いることが好ましい。このように、より適切な推奨姿勢角を中心として超音波プローブ2の姿勢角を変化させていくことにより、ステップS 4～ステップS 14の処理を繰り返す毎に、より明瞭に被検体の検査部位を撮像することができる推奨姿勢角を得ることができる。

【0056】

ところで、ステップS 11において、装置制御部13は、ステップS 4において検出された超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角を含む、互いに異なる定められた上限及び下限を有する角度範囲を跨いで1回変化したか否かの判定を行う代わりに、定められた1つの角度、すなわち、ステップS 2において取得された基本姿勢角を使用した判定を行うこともできる。

【0057】

ここで、ステップS 11に代わって、装置制御部13が基本姿勢角を使用した判定を行う際に、装置制御部13は、ステップS 4において検出された超音波プローブ2の姿勢角が基本姿勢角を跨いで一方向に変化したか否かを判定する。すなわち、装置制御部13は、超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角未満の角度から基本姿勢角を超える角度まで変化したか否か、又は、基本姿勢角を超える角度から基本姿勢角未満の角度まで変化したか否かを判定する。

このステップにおいて、超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角を跨いで一方向に変

10

20

30

40

50

化していないと装置制御部 13 により判定された場合には、ステップ S 4 及びステップ S 5 に戻る。一方、超音波プローブ 2 の姿勢角が、基本姿勢角を跨いで一方向に変化したと装置制御部 13 により判定された場合には、ステップ S 12 に進む。

【0058】

続くステップ S 13 及びステップ S 14 において推奨姿勢角の生成及び表示が行われ、再び超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた 1 つの角度を跨いで一方向に変化したか否かを判定するステップが行われる際には、定められた 1 つの角度として、ステップ S 13 において生成された推奨姿勢角が使用される。

このように、超音波プローブ 2 の姿勢角が基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで 1 回変化したか否かを判定するステップ S 11 に代わって、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた 1 つの角度を跨いで 1 回変化したか否かを判定するステップを行う場合にも、被検体の部位の構造及び位置等に適応して被検体の検査部位を明瞭に撮像することができる超音波プローブ 2 の最適な姿勢角である推奨姿勢角を得ることができる。

【0059】

なお、以上において説明した超音波診断装置 1 は、小型のため、容易に携帯されて用いられる携帯型の超音波診断装置であっても良く、診察室等に備え付けて用いられる据置型の超音波診断装置であっても良い。

また、超音波プローブ 2 は、被検体に向けて超音波ビームを送受信できるものであれば特に限定されず、セクタ型、コンベックス型、リニア型及びラジアル型等の形態であっても良い。

【0060】

実施の形態 2

実施の形態 1 においては、図 4 に示したように、プローブ姿勢角検出部 9 により検出された超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化した際に撮像部位の尤度が最大となる超音波プローブ 2 の姿勢角を推奨姿勢角としたが、超音波画像内の撮像部位の明瞭さを向上するために、すなわち、被検体に対してより適切な姿勢角を取得するために、プローブ姿勢角検出部 9 により検出された超音波プローブ 2 の姿勢角を定められた角度範囲を跨いで往復して変化させることもできる。

図 7 のフローチャートに、本発明の実施の形態 2 に係る超音波診断装置の動作を示す。実施の形態 2 の超音波診断装置は、図 1 ~ 図 3 に示す実施の形態 1 の超音波診断装置 1 と同一であるため、以下の説明においては、超音波診断装置 1 の各要素と同一の参照番号を用い、各要素の詳細な説明は省略する。

【0061】

図 7 に示す実施の形態 2 のステップ S 1 ~ ステップ S 10 は、図 4 に示す実施の形態 1 のステップ S 1 ~ ステップ S 10 と同一であり、検査部位ラベルの取得、基本姿勢角の取得及び表示、超音波プローブ 2 の姿勢角の検出、超音波画像の生成、及び、撮像部位の尤度の算出がなされた後、検査部位が遷移したか否かの判定及び検査を終了するか否かの判定がなされる。また、ステップ S 4 において検出された超音波プローブ 2 の姿勢角とステップ S 7 において算出された撮像部位の尤度が、ステップ S 10 においてメモリ 16 に記憶されると、ステップ S 15 に進む。

【0062】

ステップ S 15 において装置制御部 13 は、ステップ S 4 において検出された超音波プローブ 2 の姿勢角が、ステップ S 3 において表示された基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで往復して変化したか否かを判定する。ここで、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで往復して変化するとは、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲の上限を超える値から下限未満の値まで変化した直後に定められた角度範囲の下限未満の値から上限を超える値まで変化する事、又は反対に、超音波プローブ 2 の姿勢角が定められた角度範囲の下限未満の値から、上限を超える値を経由して、下限未満の値まで戻るように変化する事である。

【0063】

10

20

30

40

50

このステップS 1 5において、超音波プローブ2の姿勢角がステップS 3において表示された基本姿勢角を含む定められた角度範囲を跨いで往復して変化していないと装置制御部1 3により判定された場合には、ステップS 4及びステップS 5に戻る。この場合には、実施の形態1と同様に、超音波画像の生成、超音波プローブ2の姿勢角の検出及び撮像部位の尤度の算出が新たになされ、新たに検出された超音波プローブ2の姿勢角及び新たに算出された撮像部位の尤度がメモリ1 6に新たに記憶される。このように、ステップS 4～ステップS 1 0を繰り返しながらオペレータにより超音波プローブ2が傾動された結果、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで往復して変化したと装置制御部1 3により判定された場合に、ステップS 1 2に進む。

【0064】

続くステップS 1 2～ステップS 1 4は、図4に示す実施の形態1のステップS 1 2～ステップS 1 4と同一である。すなわち、メモリ1 6に記憶された複数の尤度のうち最大の尤度に対応する超音波プローブ2の姿勢角を推奨姿勢角として、この推奨姿勢角が表示部8に表示され、ステップS 4及びステップS 5に戻る。

【0065】

以上のように、超音波プローブ2の姿勢角を定められた角度範囲を跨いで往復して変化させることにより、超音波プローブ2の姿勢角を定められた角度範囲を跨いで一方向に変化させるよりも、定められた角度範囲内における超音波プローブ2の姿勢角及び撮像部位の尤度のサンプリング数を増やすことができる。したがって、本発明の実施の形態2によれば、被検体に対してより適切な推奨姿勢角を取得する確率を増加させることができるため、オペレータは、被検体の検査部位をより明瞭に撮像することができる。

【0066】

なお、以上において説明した実施の形態2においても、実施の形態1と同様に、ステップS 1 5のような互いに異なる定められた上限及び下限を有する角度範囲を使用した判定を行う代わりに、定められた1つの角度を使用した判定を行うこともできる。この定められた角度がステップS 2において取得された基本姿勢角である場合には、ステップS 1 5に代わる図示しないステップにおいて、装置制御部1 3は、ステップS 4において検出された超音波プローブ2の姿勢角が基本姿勢角を跨いで往復して変化したか否かを判定する。すなわち、装置制御部1 3は、超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角未満の角度から基本姿勢角を超える角度まで変化し、かつ、基本姿勢角を超える角度から基本姿勢角未満の角度まで変化したか否かを判定する。

このステップにおいて、超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角を跨いで往復して変化していないと装置制御部1 3により判定された場合には、ステップS 4及びステップS 5に戻る。一方、超音波プローブ2の姿勢角が、基本姿勢角を跨いで往復して変化したと装置制御部1 3により判定された場合には、ステップS 1 2に進む。

【0067】

実施の形態3

図8に本発明の実施の形態3に係る超音波診断装置の構成を示す。図8の超音波診断装置2 3は、プローブ角速度検出部2 4とプローブ傾動警告部2 5とを有することを除いて、図1～図3に示す超音波診断装置1と同一である。そのため、超音波診断装置2 3において、超音波診断装置1と同一の要素については、同一の参照番号を用い、詳細な説明は省略する。

図8に示すように、超音波プローブ2には、プローブ角速度検出部2 4が備えられ、プローブ角速度検出部2 4に、装置制御部1 3が接続されている。また、装置制御部1 3に、プローブ傾動警告部2 5が接続されており、プローブ傾動警告部2 5は、表示制御部7に接続している。

【0068】

プローブ角速度検出部2 4は、オペレータにより被検体の体表に接触させられ、かつ、傾動されている超音波プローブ2の角速度を検出する。この際に、プローブ角速度検出部2 4は、3次元空間において互いに直交する3軸を中心とする3成分の角速度を検出する

10

20

30

40

50

。例えば、超音波プローブ2に対する上述したx軸、y軸及びz軸を中心とする3つの角速度を検出することができる。以下の説明においては、プローブ角速度検出部24は、これらのx軸、y軸及びz軸を中心とする3成分の角速度を検出するものとして説明する。

また、プローブ角速度検出部24は、超音波プローブ2の角速度を検出できるものであれば特に制限されない。以下においては、図示しないが、プローブ角速度検出部24は、超音波プローブ2に取り付けられ、x軸、y軸及びz軸を中心とする3成分の角速度を電気信号として検出するジャイロセンサが内蔵されており、そのジャイロセンサから得られた電気信号を角速度情報に変換することにより、超音波プローブ2の角速度情報を検出するものとして説明する。

【0069】

プローブ傾動警告部25は、プローブ角速度検出部24において検出された超音波プローブ2の角速度が定められた値以下となった場合に、超音波プローブ2を継続して傾動させる旨をオペレータに警告する。プローブ傾動警告部25は、種々の方法を用いて超音波プローブ2を継続して傾動させる旨をオペレータに警告することができるが、以下においては、プローブ傾動警告部25は、表示部8において超音波プローブ2を継続して傾動させる旨のテキストを表示させるための指示情報を表示制御部7に送信するものとして説明する。

【0070】

次に、図9に示すフローチャートを用いて実施の形態3に係る超音波診断装置23の動作について説明する。

ステップS1～ステップS11は、図4に示す実施の形態1に係るフローチャートのステップS1～ステップS11と同一であり、検査部位ラベルの取得、基本姿勢角の取得、基本姿勢角の表示部8への表示、超音波プローブ2の姿勢角の検出、及び、超音波画像の生成、検査部位の尤度の算出がなされ、検査部位が遷移したか否かの判定及び検査を終了するか否かの判定がなされる。更に、ステップS4において検出された姿勢角及びステップS7において算出された撮像部位の尤度がメモリ16に記憶され、検出された超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化したか否かの判定がなされる。

この際に、ステップS11において、装置制御部13が、ステップS4において検出された超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化していないと判定した場合には、ステップS16に進む。

【0071】

ステップS16において、オペレータが超音波プローブ2を被検体の体表に接触させ、かつ、超音波プローブ2を傾動させている間に、プローブ角速度検出部24により超音波プローブ2の角速度が検出される。

続くステップS17において、装置制御部13は、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲内にあり、かつ、ステップS24において検出された超音波プローブ2の角速度の絶対値が定められた値V以下となったか否かを判定する。なお、値Vは、例えば、「0」に近い正の値に定められる。そして、超音波プローブ2の角速度が定められた値Vを超えていると装置制御部13により判定された場合には、超音波プローブ2が被検体の体表に接触し、かつ、継続して傾動していると判断され、ステップS4及びステップS5に戻る。一方、超音波プローブ2の角速度の絶対値が定められた値V以下であると判定された場合には、オペレータによる超音波プローブ2の傾動が停止しそうになったと判断されて、ステップS18に進む。

【0072】

ステップS18において、プローブ傾動警告部25は、装置制御部13の制御にしたがって、超音波プローブ2を停止させずに継続して傾動させる旨の警告を表示部8に表示させるための指示情報を表示制御部7に送信する。その結果、表示部8において、超音波プローブ2を継続して傾動させる旨の警告が表示される。

このステップS18が完了すると、ステップS4及びステップS5に戻る。

10

20

30

40

50

【0073】

このように、ステップS11において、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化したと判定されない限り、ステップS4～ステップS11、及び、ステップS16～ステップS18を繰り返す。ステップS11において、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化したと判定された場合には、ステップS12に進む。ステップS12～ステップS14は、図4に示す実施の形態1に係るフローチャートのステップS12～ステップS14と同一であり、撮像部位の尤度が最大となる超音波プローブ2の姿勢角を推奨姿勢角とし、この推奨姿勢角が、基本姿勢角に替わって表示部8に表示される。

【0074】

以上のように、本発明の実施の形態3によれば、オペレータにより超音波プローブ2が傾動されている間に、超音波プローブ2の傾動が停止しそうになった際に、オペレータに対して超音波プローブ2を継続して傾動するように警告する。これにより、超音波プローブ2の姿勢角の変化を促進する、すなわち、推奨姿勢角の生成を促進することができる。

【0075】

なお、プローブ角速度検出部24は、超音波プローブ2におけるx軸、y軸及びz軸を中心とした3成分の角速度を検出するジャイロセンサを用いると説明したが、少なくとも3成分の超音波プローブ2の角速度を検出できれば、特に限定されない。例えば、プローブ角速度検出部24として、それぞれ1成分の角速度のみを検出する複数のジャイロセンサを用いることができ、それぞれ2成分の角速度を検出する複数のジャイロセンサを用いることもでき、それらのジャイロセンサの組み合わせを用いることもできる。また、ジャイロセンサに替わって、加速度センサ、磁気センサ及びGPSセンサ等を用いることもできる。その場合には、各センサから得られた電気信号を変換、及び、周知の計算方法を用いて超音波プローブ2の角速度に換算する装置を設けることができる。また、これらのセンサは、超音波プローブ2に装着されていても良く、超音波プローブ2に内蔵されていても良い。

【0076】

更に、超音波プローブ2の姿勢角を算出するためのセンサと、超音波プローブ2の角速度を算出するためのセンサとを同一のセンサとすることもできる。その場合には、このセンサから得られた電気信号を、超音波プローブ2の姿勢角に変換する変換装置と、超音波プローブ2の角速度に変換する変換装置とを、それぞれプローブ姿勢角検出部9とプローブ角速度検出部24とに設けることができる。

【0077】

また、プローブ傾動警告部25は、表示制御部7に対して、表示部8において超音波プローブ2を継続して傾動させる旨のテキストを表示させるための指示情報を表示制御部7に送信すると説明したが、オペレータに対して超音波プローブ2の傾動を継続するように警告できれば、プローブ傾動警告部25の警告方法は、これに限定されない。例えば、プローブ傾動警告部25は、表示部8において超音波プローブ2を継続して傾動させる旨の画像を表示させるための指示情報を表示制御部7に送信することもできる。

【0078】

また、プローブ傾動警告部25によるオペレータへの警告は、表示部8に表示されるものに限定されない。例えば、超音波診断装置23にスピーカ等の音声を発生する装置を設けることもでき、その場合には、プローブ傾動警告部25は、超音波プローブ2を継続して傾動させる旨の音声を、音声を発生する装置において発生させることもできる。また、例えば、超音波診断装置23にランプ等の光源を設けることもでき、その場合には、プローブ傾動警告部25は、超音波プローブ2を継続して傾動させる旨の警告として、ランプ等を点灯させることもできる。

【0079】

また、プローブ傾動警告部25による警告は、超音波プローブ2の傾動方向を示すガイド情報を含むこともできる。ここで、ガイド情報とは、例えば、超音波プローブ2の姿勢

10

20

30

40

50

角が定められた角度範囲の上限を超える値からその角度範囲内に変化した場合には、超音波プローブ2の姿勢角を角度範囲の下限未満の値に変化させるように指示するテキスト、矢印等の画像及び音声等のことをいう。また、例えば、これとは反対に、超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲の下限未満の値からその角度範囲内に変化した場合には、ガイド情報とは、超音波プローブ2の姿勢角を角度範囲の上限を超える値に変化させるように指示するテキスト、矢印等の画像及び音声等のことをいう。

【0080】

また、ステップS17において、装置制御部13は、ステップS16において検出された超音波プローブ2の角速度の絶対値が定められた値V以下であるか否かを判定するが、この定められた値Vは、ステップS18における警告が過多となることにより検査を妨げないよう、小さい値であることが好ましい。

10

【0081】

実施の形態4

実施の形態3においては、図9に示したように、プローブ姿勢角検出部9により検出された超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで一方向に変化した際に撮像部位の尤度が最大となる超音波プローブ2の姿勢角を推奨角度としたが、図7のフローチャートを用いて説明した実施の形態2と同様に、プローブ姿勢角検出部9により検出された超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで往復して変化する際に撮像部位の尤度が最大となる超音波プローブ2の姿勢角を推奨角度とすることもできる。

図10のフローチャートに実施の形態4に係る超音波診断装置の動作を示す。実施の形態4の超音波診断装置は、図8に示す実施の形態3の超音波診断装置23と同一であるため、以下の説明においては、超音波診断装置23を構成する各要素と同一の参照番号を用い、各要素の詳細な説明は省略する。ここで、図10のフローチャートは、図9に示す実施の形態3のフローチャートと、ステップS11に替わってステップS15を行うことを除いて同一である。また、図10のフローチャートにおけるステップS15は、図7に示す実施の形態2のフローチャートのステップS15と同一である。

20

【0082】

実施の形態4では、ステップS15において、装置制御部13が、ステップS4において検出された超音波プローブ2の姿勢角が定められた角度範囲を跨いで往復して変化していないと判定した場合に、ステップS16に進む。続くステップS16～ステップS18においては、超音波プローブ2の角速度が検出され、その角速度の絶対値が定められた値Vを超える場合にステップS4及びステップS5に戻る。一方、超音波プローブ2の角速度の絶対値が定められた値V以下である場合には超音波プローブ2を継続して傾動する旨の警告がプローブ傾動警告部25によりなされた後に、ステップS4及びステップS5に戻る。

30

【0083】

そのため、本発明の実施の形態4によれば、超音波プローブ2の姿勢角を定められた角度範囲を跨いで一方向に変化させるよりも、定められた角度範囲内における超音波プローブ2の姿勢角及び撮像部位の尤度のサンプリング数を増やすことができる。また、オペレータが超音波プローブ2の姿勢角を定められた角度範囲内を跨いで往復して変化させている間に、超音波プローブ2の傾動が停止しそうな際に、オペレータに対して超音波プローブ2を継続して傾動するように警告することにより、推奨姿勢角の生成を促進することができる。

40

【0084】

以上、本発明に係る超音波診断装置について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良及び変形を行っても良いのはもちろんである。また、以上において示した複数の例は、適宜組み合わせることができる。

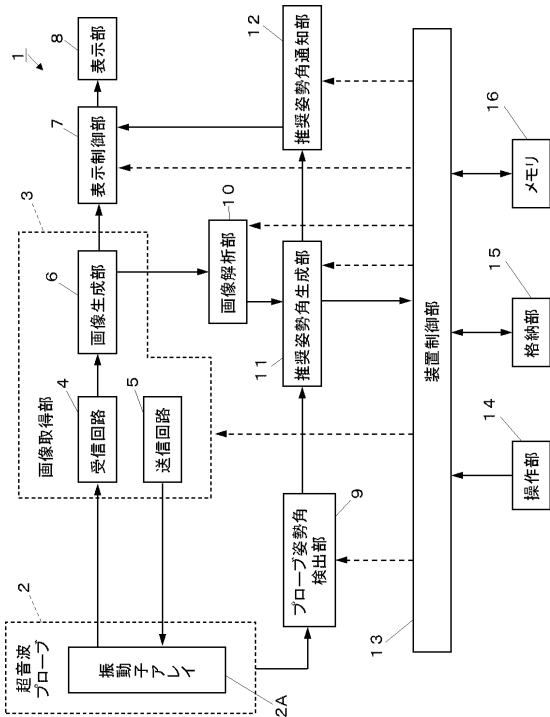
【符号の説明】

【0085】

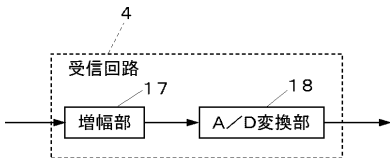
50

1, 23 超音波診断装置、2 超音波プローブ、2A 振動子アレイ、3 画像取得部、4 受信回路、5 送信回路、6 画像生成部、7 表示制御部、8 表示部、9 プローブ姿勢角検出部、10 画像解析部、11 推奨姿勢角生成部、12 推奨姿勢角通知部、13 装置制御部、14 操作部、15 格納部、16 メモリ、17 増幅部、18 A/D変換部、19 Bモード処理部、20 画像処理部、21 超音波画像、22 レーダーチャート、22a, 22b グラフ、22c 注釈画像、24 プローブ角速度検出部、25 プローブ傾動警告部。

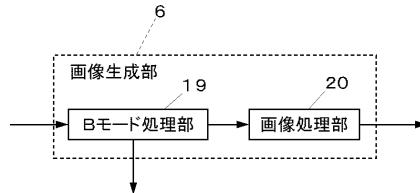
【図1】



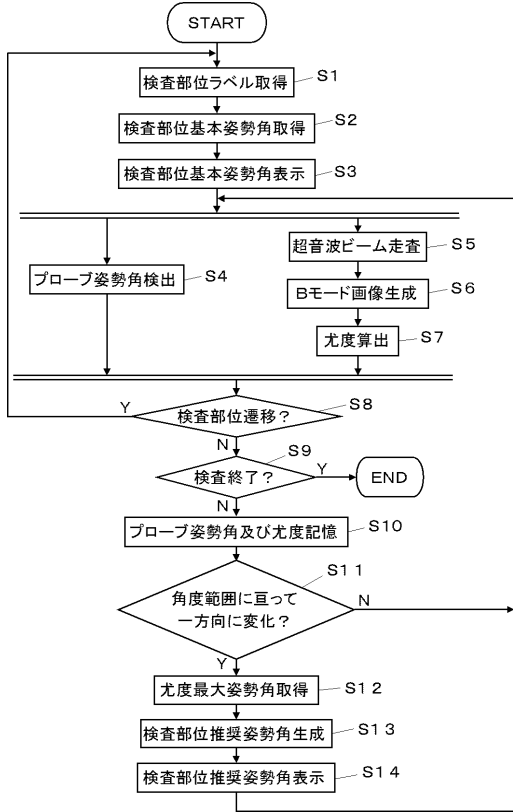
【図2】



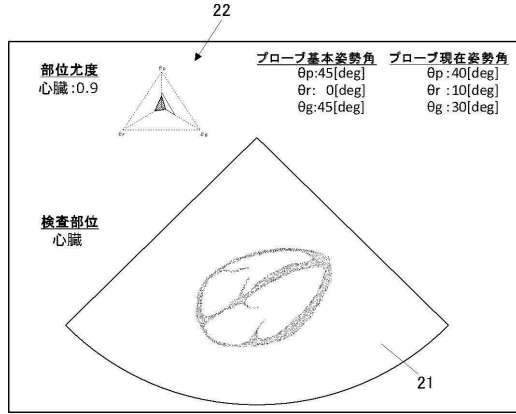
【図3】



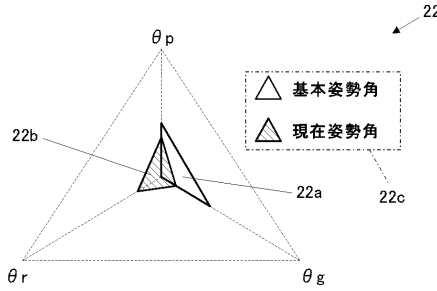
【図4】



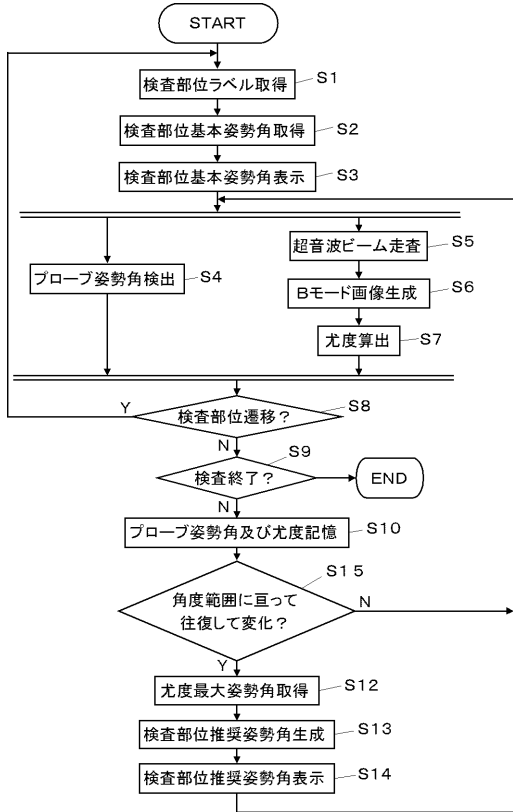
【図5】



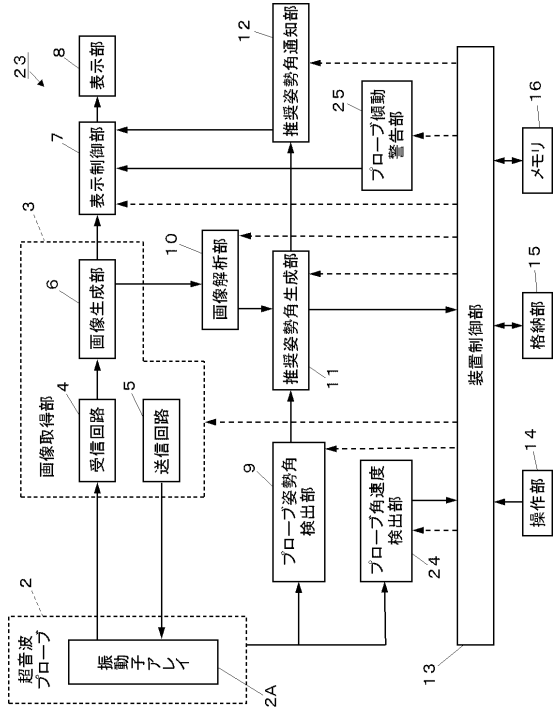
【図6】



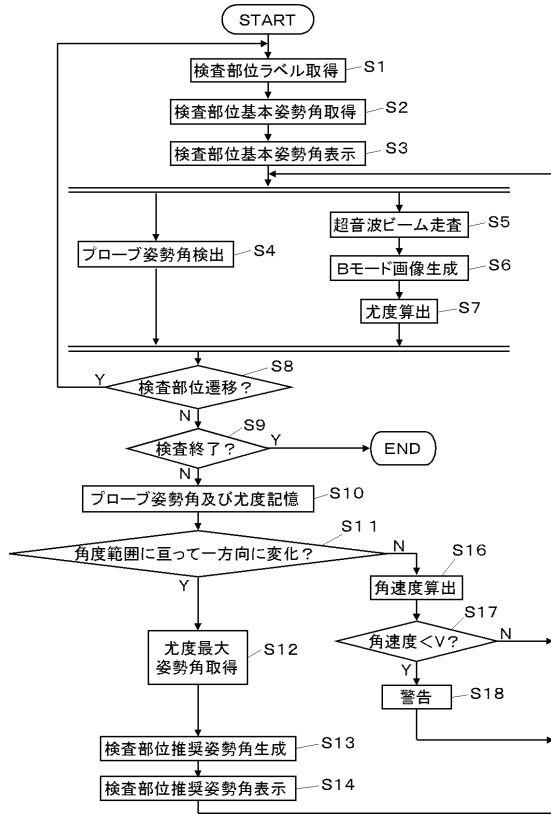
【図7】



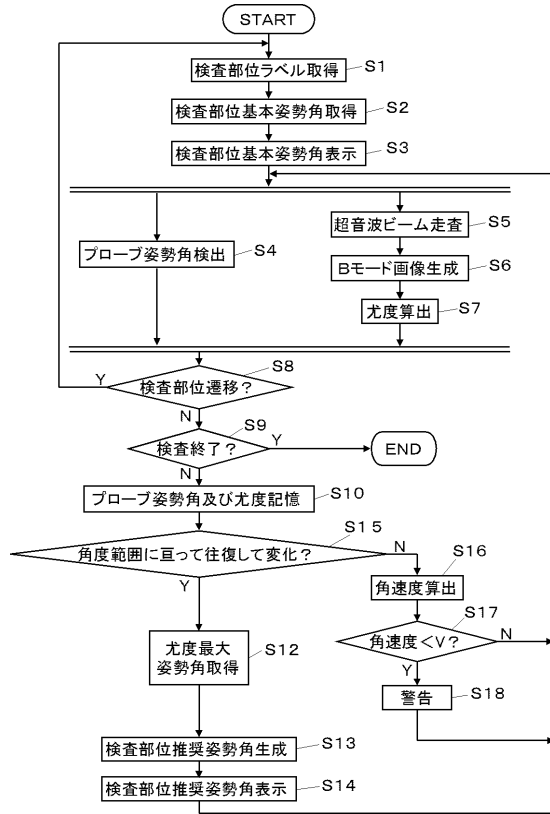
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 拓明
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2005-124712(JP, A)
特許第5842810(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声波诊断设备和用于控制超声波诊断设备的方法		
公开(公告)号	JP6718520B2	公开(公告)日	2020-07-08
申请号	JP2018554903	申请日	2017-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	松本剛 井上知己 山本拓明		
发明人	松本 剛 井上 知己 山本 拓明		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
代理人(译)	伊藤英明		
优先权	2016236580 2016-12-06 JP		
其他公开文献	JPWO2018105366A1		

摘要(译)

超声波诊断装置是超声波探头，在该超声波探头中，操作者使超声波探头与被检体的体表接触，并根据检查部位设定探头姿势角检测部的倾斜姿势角。推荐姿势角是在包括图像的基本姿势角在内的规定的角度范围内变化的同时，使超声波图像中的摄像区域相对于检查区域的似然性最大时的超声波探头的姿势角。其特征在于，具有推荐姿势角生成部和将推荐姿势角生成部生成的推荐姿势角通知给操作者的推荐姿势角通知部。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6718520号 (P6718520)
(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)	(24) 登録日 令和2年6月16日(2020.6.16)	
(51) Int. Cl. A61B 8/14 (2006.01)	F I A61B 8/14	
請求項の数 8 (全 21 頁)		
(21) 出願番号 特願2018-554903(P2018-554903)	(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2番30号	
(8) (22) 出願日 平成29年11月20日(2017.11.20)	(74) 代理人 100152984 弁理士 伊東 秀明	
(8) 国際出願番号 PCT/JP2017/041640	(74) 代理人 100148080 弁理士 三橋 史生	
(87) 国際公開番号 WO2018/105366	(72) 発明者 松本 剛 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内	
(87) 国際公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)	(72) 発明者 井上 知己 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内	
(31) 審査請求日 令和1年5月27日(2019.5.27)		
(31) 優先権主張番号 特願2016-236580(P2016-236580)		
(32) 優先日 平成28年12月6日(2016.12.6)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)		
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波診断装置の制御方法		