

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/105366

発行日 令和1年10月24日 (2019.10.24)

(43) 国際公開日 平成30年6月14日 (2018.6.14)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 8/14 (2006.01)** A 6 1 B 8/14 4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

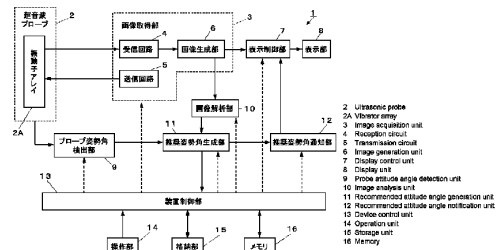
<p>出願番号 特願2018-554903 (P2018-554903)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/041640</p> <p>(22) 国際出願日 平成29年11月20日 (2017.11.20)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2016-236580 (P2016-236580)</p> <p>(32) 優先日 平成28年12月6日 (2016.12.6)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 306037311                  富士フイルム株式会社                  東京都港区西麻布2丁目26番30号</p> <p>(74) 代理人 100152984                  弁理士 伊東 秀明</p> <p>(74) 代理人 100148080                  弁理士 三橋 史生</p> <p>(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</p> <p>(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</p>
---	---

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) 【要約】

超音波診断装置は、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、傾動したプローブ姿勢角検出部の姿勢角が、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、検査部位に対する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、を有することを特徴とする。



**【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。

**【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。

**【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

10

20

30

40

50

尤度を算出し、

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】

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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【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

10

20

30

40

50

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。

【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】

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、

10

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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。

10

【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。

20

【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

30

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2A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2A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。

40

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2A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

50

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。

#### 【 0 0 2 1 】

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。

10

#### 【 0 0 2 2 】

画像取得部 3 の受信回路 4 は、図 2 に示すように、増幅部 1 7 と A / D (Analog/Digital : アナログ/デジタル) 変換部 1 8 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 1 7 において増幅し、A / D 変換部 1 8 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 1 3 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。

20

#### 【 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。

30

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。

40

#### 【 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。

50

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。

10

#### 【 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められた角度範囲を跨いで変化する間に、画像解析部 1 0 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

20

30

#### 【 0 0 2 8 】

推奨姿勢角通知部 1 2 は、推奨姿勢角生成部 1 1 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 1 2 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 1 2 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 1 3 は、オペレータにより操作部 1 4 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 1 4 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。

40

格納部 1 5 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。

50

## 【 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。

10

## 【 0 0 3 2 】

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。

20

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。

30

## 【 0 0 3 3 】

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。

40

## 【 0 0 3 4 】

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。

## 【 0 0 3 5 】

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

50

される。

【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。

10

【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、超音波画像21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22を用いて表示されている。レーダーチャート22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22aと現在の超音波プローブ2の姿勢角に対するグラフ22bとを表示する。また、レーダーチャート22内に表示される2つのグラフ22a及び22bを説明するための注釈画像22cをレーダーチャート22に表示することもできる。

20

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。

30

【0039】

ステップS4～ステップS7に続くステップS8において、装置制御部13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13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2A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S8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S1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S2～ステップS7の処理が新たに行われる。

40

ステップS8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S9に進む。

【0040】

ステップS9において、装置制御部13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14を介して装置制御部13に入力されると、装置制御部13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13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。

50

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 14 を介して入力されなければ、装置制御部 13 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 13 が、検査を終了しないと判断した場合には、ステップ S 10 に進む。

ステップ S 10 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、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 16 に記憶させる。

【 0 0 4 1 】

続くステップ 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、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 11 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 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。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 S 4 ~ ステップ S 10 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 S 12 に進む。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 12 において、装置制御部 13 は、ステップ S 4 ~ ステップ S 11 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。

続くステップ S 13 において、推奨姿勢角生成部 11 は、ステップ S 12 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 S 14 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 S 13 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。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 14 が完了すると、ステップ S 4 及びステップ S 5 に戻る。これ以降の処理においては、ステップ S 8 において検査部位が遷移しない限り、あるいは、ステップ S 9 において検査終了の判断がなされない限り、ステップ S 4 ~ ステップ S 14 の処理が繰り返される。また、この際、ステップ S 13 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 S 12 において、最大の尤度が更新されて、ステップ S 13 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 S 14 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。

【 0 0 4 5 】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 4 6 】

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 G P S (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。

10

【 0 0 4 7 】

また、図 4 のステップ S 1 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 1 4 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 S 5 及びステップ S 6 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 1 3 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。

20

【 0 0 4 8 】

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。

30

【 0 0 4 9 】

また、ステップ S 3 及びステップ S 1 4 において、装置制御部 1 3 及び推奨姿勢角通知部 1 2 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 1 2 及び装置制御部 1 3 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 1 2 及び装置制御部 1 3 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。

40

【 0 0 5 0 】

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 2 2 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 2 2 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

50

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。

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。

10

#### 【0052】

また、ステップS6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S5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ブ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ブラ計測及びパワードブラ計測等のドブ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ブラ情報を解析して、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。

20

#### 【0053】

また、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ことを説明したが、ステップS4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S7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S4とステップS5～ステップS7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S4において検出される姿勢角とステップS7において算出される尤度とが、ステップS10において互いに関連付けて記憶されれば、ステップS4が完了した直後にステップS5～ステップS7が行われても良く、ステップS7が完了した直後にステップS4が行われても良い。

30

#### 【0054】

また、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撮像部位の尤度を、ステップS10においてメモリ16に記憶すると説明したが、ステップS4及びステップS7の完了時点からステップS11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S4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S7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。

40

#### 【0055】

また、ステップS11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

50

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 1 3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 1 1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 1 4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 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、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。

10

#### 【0057】

ここで、ステップS 1 1に代わって、装置制御部1 3が基本姿勢角を使用した判定を行う際に、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一方向に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。

20

#### 【0058】

続くステップS 1 3及びステップS 1 4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 1 3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 1 1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。

30

#### 【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。

40

#### 【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

50

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 1 0 は、図 4 に示す実施の形態 1 のステップ S 1 ~ ステップ S 1 0 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 1 0 においてメモリ 1 6 に記憶されると、ステップ S 1 5 に進む。

10

【0062】

ステップ S 1 5 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、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こと、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ことである。

【0063】

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すると装置制御部 1 3 により判定された場合に、ステップ S 1 2 に進む。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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すると装置制御部 1 3 により判定された場合には、ステップ S 1 2 に進む。

#### 【 0 0 6 7 】

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。

#### 【 0 0 6 8 】

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。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 2 4 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 2 4 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 2 4 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。

#### 【 0 0 6 9 】

プローブ傾動警告部 2 5 は、プローブ角速度検出部 2 4 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 2 5 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 2 5 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。

#### 【 0 0 7 0 】

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 2 3 の動作について説明する。

ステップ S 1 ~ ステップ S 1 1 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 S 1 ~ ステップ S 1 1 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 S 4 において検出された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がメモリ 1 6 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 S 1 1 において、装置制御部 1 3 が、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

10

20

30

40

50

判定した場合には、ステップ S 1 6 に進む。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 6 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 2 4 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 S 1 7 において、装置制御部 1 3 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 S 2 4 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 1 3 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 S 4 及びステップ S 5 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 S 1 8 に進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 8 において、プローブ傾動警告部 2 5 は、装置制御部 1 3 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 S 1 8 が完了すると、ステップ S 4 及びステップ S 5 に戻る。

【 0 0 7 3 】

このように、ステップ S 1 1 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 S 4 ~ ステップ S 1 1、及び、ステップ S 1 6 ~ ステップ S 1 8 を繰り返す。ステップ S 1 1 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 S 1 2 に進む。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 に係るフローチャートのステップ S 1 2 ~ ステップ S 1 4 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。

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

なお、プローブ角速度検出部 2 4 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 2 4 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。

【 0 0 7 6 】

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

10

20

30

40

50

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に、小さい値であることが好ましい。

【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。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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ときに、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。

10

【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、適宜組み合わせて用いることができる。

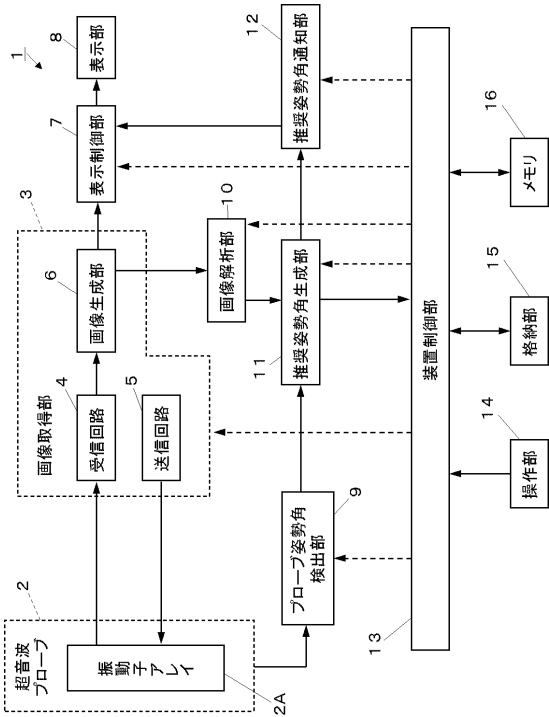
【符号の説明】

【0085】

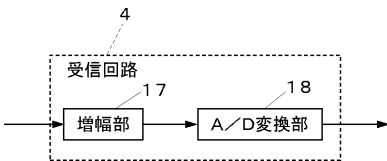
1, 23 超音波診断装置、2 超音波プローブ、2A 振動子アレイ、3 画像取得部、4 受信回路、5 送信回路、6 画像生成部、7 表示制御部、8 表示部、9 プローブ姿勢角検出部、10 画像解析部、11 推奨姿勢角生成部、12 推奨姿勢角通知部、13 装置制御部、14 操作部、15 格納部、16 メモリ、17 増幅部、18 A/D変換部、19 Bモード処理部、20 画像処理部、21 超音波画像、22 レーダーチャート、22a, 22b グラフ、22c 注釈画像、24 プローブ角速度検出部、25 プローブ傾動警告部。

20

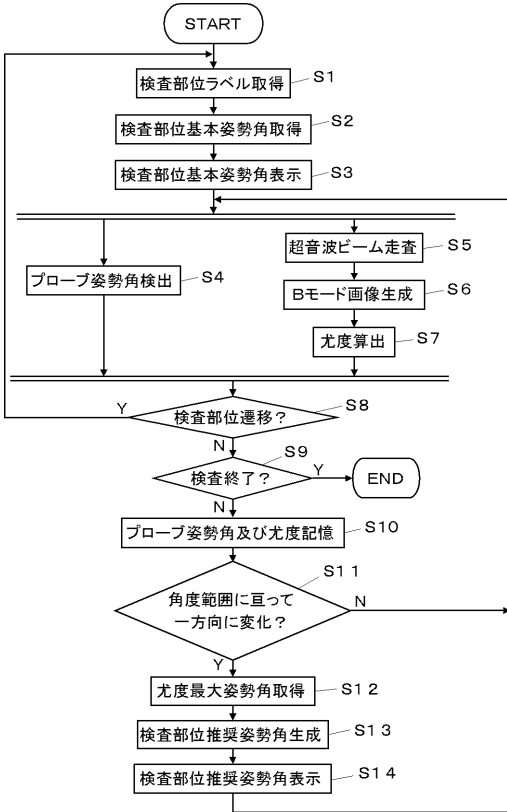
【図1】



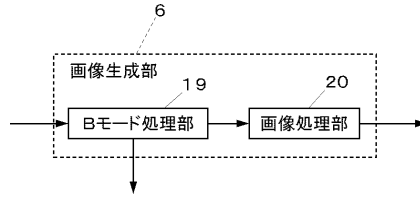
【図2】



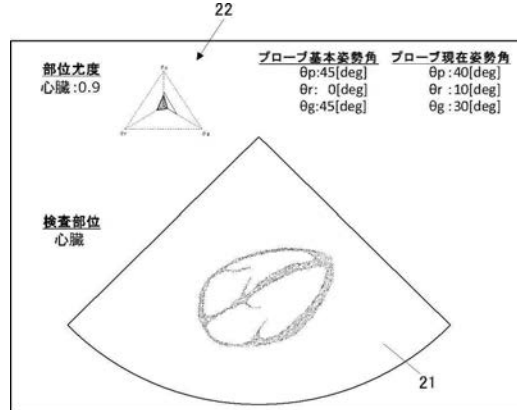
【図4】



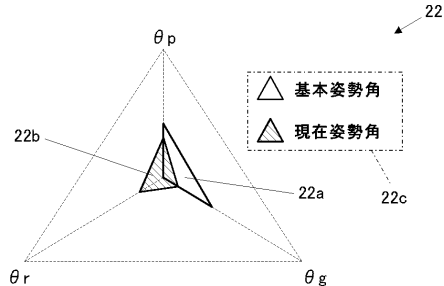
【図3】



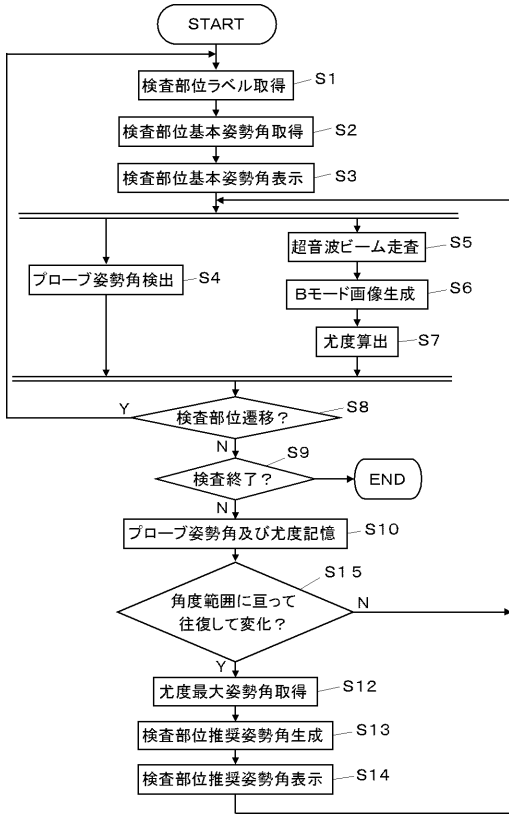
【図5】



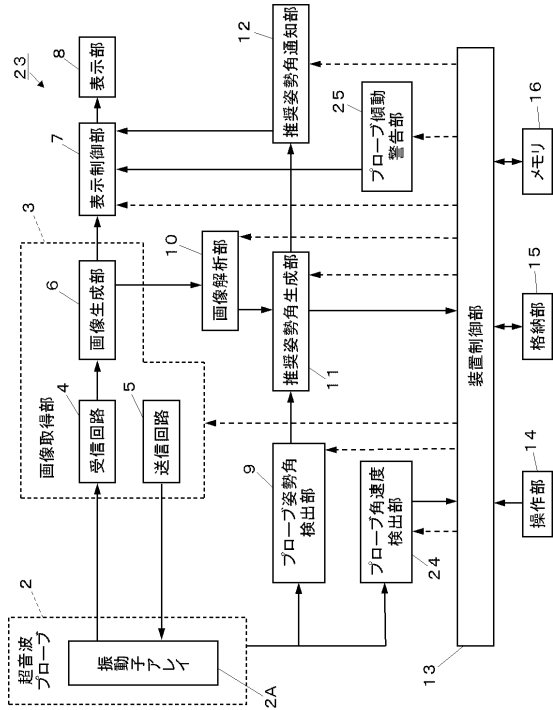
【図6】



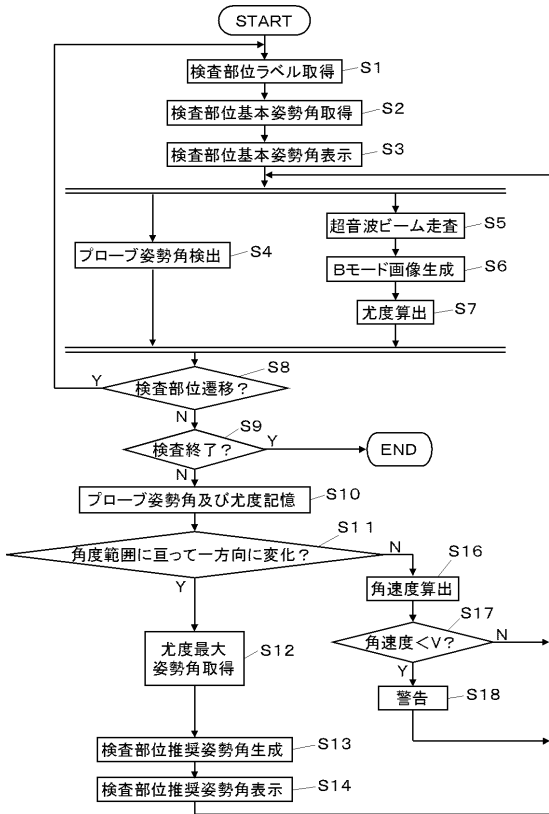
【 図 7 】



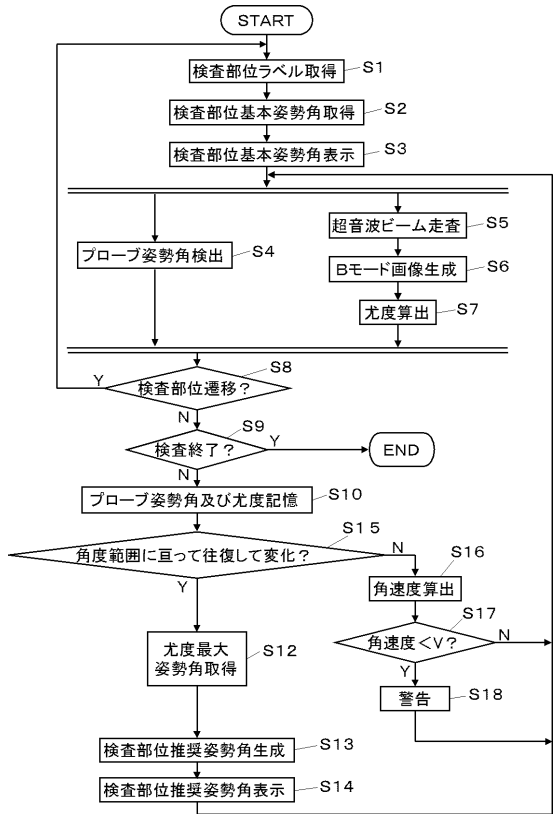
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/041640
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. A61B8/14 (2006.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. A61B8/00-8/15  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-124712 A (ALOKA CO., LTD.) 19 May 2005, paragraphs [0020]-[0054], fig. 1-6 & US 2005/0119569 A1, paragraphs [0028]-[0066], fig. 1-6 & EP 1525850 A1	1-8
A	JP 5842810 B2 (KONICA MINOLTA, INC.) 13 January 2016, paragraphs [0014]-[0092], fig. 1-12 & US 2013/0018263 A1, paragraphs [0025]-[0103], fig. 1-12 & EP 2638859 A1	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 January 2018		Date of mailing of the international search report 13 February 2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 1 6 4 0									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/00 - 8/15											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2018年										
日本国実用新案登録公報	1996-2018年										
日本国登録実用新案公報	1994-2018年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2005-124712 A (アロカ株式会社) 2005.05.19, 段落 20-54、図 1-6 & US 2005/0119569 A1, [0028]-[0066], Figs.1-6 & EP 1525850 A1	1-8									
A	JP 5842810 B2 (コニカミノルタ株式会社) 2016.01.13, 段落 14-92、図 1-12 & US 2013/0018263 A1, [0025]-[0103], Figs. 1-12 & EP 2638859 A1	1-8									
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 29.01.2018		国際調査報告の発送日 13.02.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 富永 昌彦	2U 4461								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

## フロントページの続き

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72) 発明者 山本 拓明

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

Fターム(参考) 4C601 DE04 DE05 EE09 EE11 EE22 GA21 GA24 GA25 GB04 GB06  
JC08

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

