

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6419976号
(P6419976)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

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

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-536633 (P2017-536633)	(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28年5月10日(2016.5.10)	(74) 代理人	100080159 弁理士 渡辺 望稔
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/063833	(74) 代理人	100090217 弁理士 三和 晴子
(87) 国際公開番号	W02017/033502	(74) 代理人	100152984 弁理士 伊東 秀明
(87) 国際公開日	平成29年3月2日(2017.3.2)	(74) 代理人	100148080 弁理士 三橋 史生
審査請求日	平成29年10月17日(2017.10.17)	(72) 発明者	今井 睦朗 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) 優先権主張番号	特願2015-164173 (P2015-164173)		
(32) 優先日	平成27年8月21日(2015.8.21)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置およ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、

設定された画像化条件に従って、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い且つ前記超音波プローブから出力される受信信号を画像化して前記被検体の超音波画像を生成する画像化部と、

前記超音波プローブが空中放射状態と前記被検体への接触状態のいずれにあるかを判定するプローブ状態判定部と、

前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが前記被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に前記画像化条件を変更し且つ前記画像化部を制御することにより前記変更された画像化条件を用いて前記超音波画像を生成する装置制御部と

を備えた超音波診断装置。

【請求項2】

前記画像化部で生成された前記超音波画像を用いて前記被検体の撮像部位を判別する部位判別部をさらに備え、

前記装置制御部は、前記部位判別部を制御することにより、前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが空中放射状態にあると判定された場合には部位判別を実施せず、前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが空中放射状態から前記被検体への接触状態に遷移したと判定された場合に部位判別を実施する請求項1に記載の超音波診断

10

20

装置。

【請求項 3】

複数の前記撮像部位に対してそれぞれ設定された複数の部位別画像化条件と、前記複数の撮像部位に共通の部位判別用画像化条件とが保存された画像化条件メモリをさらに備え、

前記装置制御部は、前記画像化部を制御することにより、前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが前記被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に前記画像化条件メモリに保存されている前記部位判別用画像化条件を用いて前記超音波画像を生成し、前記部位判別部により部位判別が完了した場合に前記画像化条件メモリに保存されている前記複数の部位別画像化条件から前記部位判別部の判別結果に応じた部位別画像化条件を選択し且つ選択された前記部位別画像化条件を用いて前記超音波画像を生成する請求項 2 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 4】

前記装置制御部は、前記部位判別部により部位判別が完了した場合に前記画像化条件を前記部位判別用画像化条件から前記選択された部位別画像化条件に徐々に変化させる請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記装置制御部は、前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが前記被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定され且つ予め設定された設定数のフレームにわたり連続して前記超音波プローブが空中放射状態にあると判定された場合に前記画像化条件を変更する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 6】

前記超音波プローブは、前記超音波プローブの動き量を検知する動きセンサを有し、前記装置制御部は、前記プローブ状態判定部により前記超音波プローブが前記被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定され且つ前記動きセンサにより検知された前記超音波プローブの動き量が予め設定されたしきい値以上の場合に前記画像化条件を変更する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記画像化部は、超音波ビーム走査条件に従って超音波ビームの送受信を行う送受信部と、超音波画像生成条件に従って前記受信信号から前記超音波画像を生成する画像生成部とを含み、

30

前記画像化条件は、前記超音波ビーム走査条件と前記超音波画像生成条件とを含む請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

超音波プローブを含む超音波診断装置の制御方法であって、設定された画像化条件に従って、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い且つ前記超音波プローブから出力される受信信号を画像化して前記被検体の超音波画像を生成する工程と、

前記超音波プローブが空中放射状態と前記被検体への接触状態のいずれにあるかを判定する工程と、

40

前記超音波プローブが前記被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に前記画像化条件を変更し且つ変更された前記画像化条件を用いて前記超音波画像を生成する工程と

を含む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】

この発明は、超音波診断装置および超音波診断装置の制御方法に係り、特に、予め設定された画像化条件に従って超音波ビームの送受信および走査を行い且つ超音波画像を生成する超音波診断装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来から、医療分野において、超音波画像を利用した超音波診断装置が実用化されている。一般に、この種の超音波診断装置は、アレイトランスデューサを内蔵した超音波プローブから被検体内に向けて超音波ビームを走査し、被検体からの超音波エコーを超音波プローブで受信して、その受信信号を電氣的に処理することにより超音波画像が生成される。

【0003】

このような超音波診断装置を用いて被検体の複数の撮像部位を診断しようとする場合、それぞれの撮像部位に対して診断に適した超音波画像を得るために、撮像部位に応じてそれぞれ異なる適切な画像化条件が存在する。そこで、例えば特許文献1には、生成された超音波画像からパターンマッチング処理により撮像部位を自動判別し、判別結果に基づいて撮像部位に最適な走査パラメータを設定する超音波診断装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平4 - 224738号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

しかしながら、撮像部位を変更した直後は、変更直前の撮像部位に対応する画像化条件で超音波画像を生成することとなり、変更直前の撮像部位と変更後の撮像部位とで最適な画像化条件に差があると、変更後の撮像部位に対して不適切な画像化条件で生成されることにより画質が低下した超音波画像を用いて部位判別を行わなければならない、正確な部位判別を行うことが難しくなるおそれがある。

【0006】

この発明は、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、撮像部位を変更する場合に変更直前の撮像部位に関わらずに安定した画質の超音波画像を得ることができる超音波診断装置およ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】

30

【0007】

この発明に係る超音波診断装置は、超音波プローブと、設定された画像化条件に従って、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い且つ超音波プローブから出力される受信信号を画像化して被検体の超音波画像を生成する画像化部と、超音波プローブが空中放射状態と被検体への接触状態のいずれにあるかを判定するプローブ状態判定部と、プローブ状態判定部により超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に画像化条件を変更し且つ画像化部を制御することにより変更された画像化条件を用いて超音波画像を生成する装置制御部とを備えたものである。

【0008】

画像化部で生成された超音波画像を用いて被検体の撮像部位を判別する部位判別部をさらに備え、装置制御部は、部位判別部を制御することにより、プローブ状態判定部により超音波プローブが空中放射状態にあると判定された場合には部位判別を実施せず、プローブ状態判定部により超音波プローブが空中放射状態から被検体への接触状態に遷移したと判定された場合に部位判別を実施することが好ましい。

40

また、複数の前記撮像部位に対してそれぞれ設定された複数の部位別画像化条件と、複数の撮像部位に共通の部位判別用画像化条件とが保存された画像化条件メモリをさらに備え、装置制御部は、画像化部を制御することにより、プローブ状態判定部により超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に画像化条件メモリに保存されている部位判別用画像化条件を用いて超音波画像を生成し、部位判別部により部位判別が完了した場合に画像化条件メモリに保存されている複数の部位別画像化

50

条件から部位判別部の判別結果に応じた部位別画像化条件を選択し且つ選択された部位別画像化条件を用いて超音波画像を生成することが好ましい。

【0009】

装置制御部は、部位判別部により部位判別が完了した場合に画像化条件を部位判別用画像化条件から選択された部位別画像化条件に徐々に変化させることもできる。

装置制御部は、プローブ状態判定部により超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定され且つ予め設定された設定数のフレームにわたり連続して超音波プローブが空中放射状態にあると判定された場合に画像化条件を変更するようにしてもよい。

【0010】

超音波プローブは、超音波プローブの動き量を検知する動きセンサを有し、装置制御部は、プローブ状態判定部により超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定され且つ動きセンサにより検知された超音波プローブの動き量が予め設定されたしきい値以上の場合に画像化条件を変更することもできる。

画像化部は、超音波ビーム走査条件に従って超音波ビームの送受信を行う送受信部と、超音波画像生成条件に従って受信信号から超音波画像を生成する画像生成部とを含み、画像化条件は、超音波ビーム走査条件と超音波画像生成条件とを含むように構成することができる。

【0011】

この発明に係る超音波診断装置の制御方法は、超音波プローブを含む超音波診断装置の制御方法であって、設定された画像化条件に従って、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い且つ超音波プローブから出力される受信信号を画像化して被検体の超音波画像を生成する工程と、超音波プローブが空中放射状態と被検体への接触状態のいずれにあるかを判定する工程と、超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に画像化条件を変更し且つ変更された画像化条件を用いて超音波画像を生成する工程とを含む方法である。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、超音波プローブが被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に画像化条件を変更し且つ画像化部を制御することにより変更された画像化条件にて超音波画像を生成するので、撮像部位を変更する場合に変更直前の撮像部位に関わらずに安定した画質の超音波画像を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の実施の形態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】受信部の内部構成を示すブロック図である。

【図3】Bモード処理部の内部構成を示すブロック図である。

【図4】実施の形態1におけるBモード画像を示す図である。

【図5】複数の関心領域が設定されたBモード画像を示す図である。

【図6】複数の観察点が設定されたBモード画像を示す図である。

【図7】実施の形態1の動作を示すフローチャートである。

【図8】実施の形態2の動作を示すフローチャートである。

【図9】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10】実施の形態3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】

【0014】

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

図1に、この発明の実施の形態1に係る超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置は、アレイトランスデューサ1Aを内蔵する超音波プローブ1を備え、この超音波プローブ

10

20

30

40

50

ブ 1 に送受信部 2 を介して画像生成部 3 が接続され、さらに、画像生成部 3 に表示制御部 4 を介して表示部 5 が接続されている。

【 0 0 1 5 】

送受信部 2 は、超音波プローブ 1 のアレイトランスデューサ 1 A に接続された送信部 6 および受信部 7 と、これら送信部 6 および受信部 7 に接続された送受信制御部 8 を有している。画像生成部 3 は、送受信部 2 の受信部 7 に接続された B モード処理部 9 と、B モード処理部 9 に接続された D S C (Digital Scan Converter) 1 0 を有しており、表示制御部 4 は、D S C 1 0 に接続されている。

また、画像生成部 3 の D S C 1 0 に部位判別部 1 1 およびプローブ状態判定部 1 2 がそれぞれ接続されている。

10

送受信部 2 の送受信制御部 8、画像生成部 3 の B モード処理部 9 および D S C 1 0、表示制御部 4、部位判別部 1 1 およびプローブ状態判定部 1 2 に装置制御部 1 4 が接続されている。さらに、装置制御部 1 4 に、画像化条件メモリ 1 5 と操作部 1 6 および格納部 1 7 がそれぞれ接続されている。

【 0 0 1 6 】

超音波プローブ 1 のアレイトランスデューサ 1 A は、1 次元又は 2 次元に配列された複数の超音波トランスデューサを有している。これらの超音波トランスデューサは、それぞれ送信部 6 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。各超音波トランスデューサは、例えば、P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) に代表される圧電セラミックや、P V D F (ポリフッ化ビニリデン) に代表される高分子圧電素子、P M N - P T (マグネシウムニオブ酸・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によって構成される。

20

【 0 0 1 7 】

そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波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の超音波が発生して、それらの超音波の合成により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出力される。

【 0 0 1 8 】

30

送受信部 2 は、設定された超音波ビーム走査条件に従って超音波ビームの送受信を行い、画像生成部 3 は、設定された超音波画像生成条件に従って B モード画像信号を生成するもので、これら送受信部 2 および画像生成部 3 により画像化部が構成されている。また、送受信部 2 に対する超音波ビーム走査条件と画像生成部 3 に対する超音波画像生成条件により画像化部に対する画像化条件が構成されている。

なお、画像化条件のうち、超音波ビーム走査条件としては、超音波ビームの送信周波数、焦点位置、表示深さ等が挙げられ、超音波画像生成条件としては、音速、検波条件、ゲイン、ダイナミックレンジ、階調カーブ、スペックル抑制強度、エッジ強調度等を挙げる事ができる。

【 0 0 1 9 】

40

送受信部 2 の送信部 6 は、例えば、複数のパルス発生器を含んでおり、送受信制御部 8 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、アレイトランスデューサ 1 A の複数の超音波トランスデューサ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の遅延量を調節して複数の超音波トランスデューサに供給する。

【 0 0 2 0 】

受信部 7 は、図 2 に示されるように、増幅部 1 8 と A / D (アナログ / デジタル) 変換部 1 9 が順次直列に接続された構成を有している。受信部 7 は、アレイトランスデューサ 1 A の各超音波トランスデューサから送信される受信信号を増幅部 1 8 で増幅し、A / D 変換部 1 9 で A / D 変換してデジタルの受信データを生成する。

50

送受信制御部 8 は、装置制御部 14 から伝送される各種の制御信号に基づき、繰り返し周波数（PRF：Pulse Repetition Frequency）間隔で被検体への超音波パルスの送信と被検体からの超音波エコーの受信が繰り返し行われるように、送信部 6 および受信部 7 を制御する。

【0021】

画像生成部 3 の B モード処理部 9 は、図 3 に示されるように、ビームフォーマ 20 と信号処理部 21 とが順次直列に接続された構成を有している。ビームフォーマ 20 は、装置制御部 14 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いて設定される音速または音速の分布に従い、送受信部 2 の受信部 7 から出力された受信データにそれぞれの遅延を与えて加算することにより、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、整相加算され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。

10

信号処理部 21 は、ビームフォーマ 20 で生成された音線信号に対し、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰の補正を施した後、包絡線検波処理を施し、さらに、階調処理等の各種の必要な画像処理を施すことにより、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。

画像生成部 3 の DSC10 は、信号処理部 21 で生成された 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）する。

【0022】

表示制御部 4 は、画像生成部 3 により生成された B モード画像信号に基づいて、表示部 5 に B モード画像を表示させる。

20

表示部 5 は、例えば、LCD（liquid crystal display）等のディスプレイ装置を含んでおり、表示制御部 4 の制御の下で、B モード画像を表示する。

【0023】

部位判別部 11 は、画像生成部 3 で生成された B モード画像信号に基づいて、被検体の撮像部位を判別する。

プローブ状態判定部 12 は、画像生成部 3 で生成された B モード画像に基づき、超音波プローブ 1 が、被検体の体表に接触して超音波を被検体の体内に放射する接触状態と、被検体の体表から離れて超音波を空中に放射する空中放射状態のいずれにあるかを判定する。

装置制御部 14 は、操作者により操作部 16 から入力された指令に基づいて、送受信制御部 8、B モード処理部 9、DSC10、表示制御部 4、部位判別部 11 およびプローブ状態判定部 12 の制御を行う。

30

【0024】

画像化条件メモリ 15 は、被検体の複数の撮像部位に対してそれぞれ設定された複数の部位別画像化条件と、被検体の複数の撮像部位に共通の部位判別用画像化条件を予め保存している。複数の部位別画像化条件は、それぞれ対応する撮像部位の診断に適した B モード画像を取得するためのものである。一方、部位判別用画像化条件は、特定の撮像部位に対応することなく、すべての撮像部位に共通で、正確な部位判別を行うことを主眼に置いた B モード画像を取得するためのものである。

【0025】

40

また、操作部 16 は、操作者が入力操作を行うためのもので、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等から形成することができる。

格納部 17 は、動作プログラム等を格納するもので、ハードディスク、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、DVD-ROM、SDカード、CFカード、USBメモリ等の記録メディア、またはサーバ等を用いることができる。

【0026】

ここで、部位判別部 11 における部位判別の方法について説明する。

被検体の撮像部位としては、例えば、心臓、右腹部、左腹部、膀胱等を挙げることができる。もちろん、その他の各種の撮像部位を判別するように構成することもできる。

部位判別部 11 は、予め、複数の撮像部位の典型的なパターンデータを記憶しており、

50

画像生成部 3 の D S C 1 0 から出力された撮像部位の B モード画像信号について、予め記憶している複数のパターンデータに対するそれぞれの類似度を算出する。この類似度の算出には、周知のマッチング技術を用いることができる。また、マッチング技術の他、例えば、Csurka et al.: Visual Categorization with Bags of Keypoints, Proc. of ECCV Workshop on Statistical Learning in Computer Vision, pp. 59-74 (2004) に記載されている機械学習手法、あるいは、Krizhevsk et al.: ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, Advances in Neural Information Processing Systems 25, pp.1106-1114 (2012) に記載されている Deep Learning を用いた一般画像認識手法等を用いて類似度の算出を行うこともできる。

【 0 0 2 7 】

これらの方法により、部位判別部 1 1 は、撮像部位の B モード画像信号について、複数の撮像部位との類似度スコアをそれぞれ算出し、最も高い類似度スコアを有する撮像部位を判別結果とする。例えば、心臓に対する類似度スコアが 5、右腹部に対する類似度スコアが 1 0、左腹部に対する類似度スコアが 6、膀胱に対する類似度スコアが 3 であった場合、撮像された撮像部位は、類似度スコアが最も高い右腹部である、との判別結果が得られる。

【 0 0 2 8 】

このとき、部位判別に先立って、操作者が操作部 1 6 を介して被検体情報（体格、性別等）を入力し、被検体情報に応じて部位判別に使用されるパターンデータを変更することもできる。すなわち、撮像部位毎に、体格の大小および性別の違い等に応じた複数のパターンデータを記憶しておき、入力された被検体情報に対応するパターンデータを用いて部位判別を行う。このようにすれば、被検体の体格および性別等の違いに起因する誤判別を防止して、部位判別の精度を向上させることが可能となる。

なお、部位判別部 1 1 による部位判別は、1 つの撮像部位に対して、B モード画像の表示フレーム毎に行うこともでき、また、数フレームに 1 回の割合で行うこともできる。

【 0 0 2 9 】

プローブ状態判定部 1 2 は、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態と空中放射状態のいずれにあるかを判定するが、この判定は、画像生成部 3 で生成された B モード画像を解析することにより行うことができる。一般に、超音波プローブ 1 が被検体の体表に接触して超音波を被検体の体内に放射する場合には、図 4 に示されるように、B モード画像 2 2 内に何らかの構造物すなわち被検体内の組織が描出されるが、超音波プローブ 1 が被検体の体表から離れて超音波を空中に放射する場合には、B モード画像 2 2 内に構造物が描出されない。

そこで、B モード画像 2 2 の輝度分布に基づいて B モード画像 2 2 内の構造物の有無を検知し、B モード画像 2 2 内に構造物の存在が検知される場合に、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態にあると判定し、B モード画像 2 2 内に構造物の存在が検知されない場合に、超音波プローブ 1 が空中放射状態にあると判定することができる。

【 0 0 3 0 】

具体的には、図 5 に示されるように、B モード画像 2 2 を複数の領域 2 3 に分割し、各領域 2 3 内の輝度の分散または最大輝度と最小輝度の差分を指標値として求め、予め設定された設定値以上の指標値を有する領域 2 3 の個数が予め設定されたしきい値以上である場合に、プローブ状態判定部 1 2 は、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態にあると判定する。一方、予め設定された設定値以上の指標値を有する領域 2 3 の個数が予め設定されたしきい値未満であれば、プローブ状態判定部 1 2 は、超音波プローブ 1 が空中放射状態にあると判定する。

【 0 0 3 1 】

さらに、上述した各領域 2 3 の輝度の指標値に基づく解析に加え、図 6 に示されるように、B モード画像 2 2 内に複数の観察点 2 4 を設定し、各観察点 2 4 のフレーム間の移動量を検知して、超音波プローブ 1 の状態を判定することもできる。

プローブ状態判定部 1 2 は、各観察点 2 4 のフレーム間の移動量が設定値以下の観察点

10

20

30

40

50

24の個数が予め設定されたしきい値以上である場合に、超音波プローブ1の動きが安定したと判断し、各領域23の輝度の指標値に基づいて超音波プローブ1が被検体への接触状態と空中放射状態のいずれにあるかを判定してもよい。

【0032】

また、超音波プローブ1が空中放射状態にある場合には、ほぼ同じBモード画像が取得されると考えられるため、超音波プローブ1が空中放射状態の場合のBモード画像を予め保持しておき、テンプレートマッチング等のマッチング技術を用いて、プローブ状態判定部12が超音波プローブ1の状態を判定することもできる。

【0033】

部位判別部11により部位判別を実施するか否かは、プローブ状態判定部12による超音波プローブ1の状態の判定結果に基づいて、装置制御部14により制御されている。すなわち、装置制御部14は、プローブ状態判定部12により超音波プローブ1が空中放射状態にあると判定された場合には、部位判別を実施せず、プローブ状態判定部12により超音波プローブ1が空中放射状態から被検体への接触状態に遷移したと判定された場合に、部位判別を実施するように、部位判別部11を制御する。

【0034】

なお、画像化条件メモリ15に保存されている部位判別用画像化条件は、例えば、以下のように設定された諸条件の少なくとも1つを含んでいる。

(1) 画像ゲイン

プローブ状態判定部12における画像解析の結果を用い、各領域23の平均輝度あるいは画面全体の平均輝度が、この超音波診断装置で予め定められている目標の所定範囲に収まるように設定される。例えば、超音波診断装置で予め定められている最大輝度に対して10%小さい値の最大値と超音波診断装置で予め定められている最小輝度に対して10%大きい値の最小値との間に収まるように、領域23の平均輝度あるいは画面全体の平均輝度が設定される。

(2) 画像ダイナミックレンジ

プローブ状態判定部12における画像解析の結果を用い、各領域23の平均輝度、画面全体の平均輝度、あるいは画面全体のダイナミックレンジが、この超音波診断装置で予め定められている目標の所定範囲に収まるように設定される。

(3) 階調カーブ

特定の階調範囲を強調しないようにリニアに設定される。

(4) シャープネス強調度、スペックル抑制度、エッジ強調度

0(強調しない)に設定される。

(5) 画像の表示深度

最大深度の中間の値に設定される。

(6) 画像の焦点位置

画像の表示深度の中間地点に設定される。

(7) 画像の送信周波数

超音波プローブ1のアレイトランスデューサ1Aの送信帯域のうち中間的な周波数に設定される。

【0035】

次に、図7のフローチャートを参照して実施の形態1の動作について説明する。

予め、初期設定として、装置制御部14により、画像化条件メモリ15に予め保存されている部位判別用画像化条件が選択され、この部位判別用画像化条件に従って画像化を行うように送受信部2および画像生成部3が制御されるものとする。

【0036】

まず、ステップS1で、送受信部2により超音波プローブ1のアレイトランスデューサ1Aの複数の超音波トランスデューサを用いた超音波ビームの送受信および走査が行われ、被検体からの超音波エコーを受信した各超音波トランスデューサから受信信号が受信部7に出力され、受信部7で増幅およびA/D変換されて受信データが生成される。

10

20

30

40

50

さらに、ステップ S 2 で、受信データは画像生成部 3 に入力され、B モード処理部 9 で受信フォーカス処理が行われた後に D S C 1 0 で信号変換されて B モード画像信号が生成される。この B モード画像信号は、画像生成部 3 から表示制御部 4 に出力され、B モード画像が表示部 5 に表示される。

【 0 0 3 7 】

また、画像生成部 3 の D S C 1 0 から出力された B モード画像信号は、部位判別部 1 1 およびプローブ状態判定部 1 2 に入力され、ステップ S 3 で、プローブ状態判定部 1 2 により、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態と空中放射状態のいずれにあるかが判定される。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 3 において、超音波プローブ 1 が空中放射状態ではなく、被検体の体表に接触した接触状態にあると判定されると、ステップ S 4 で、部位判別部 1 1 により部位判別が実施され、部位判別部 1 1 から装置制御部 1 4 に判別結果が出力される。このとき、初期設定として選択されている部位判別用画像化条件は、特定の撮像部位に対応することなく、すべての撮像部位に共通の条件であり、この部位判別用画像化条件に従って画像化がなされることで、撮像部位がいずれの撮像部位であっても、安定した B モード画像を取得することができ、ステップ S 4 において、部位判別部 1 1 により正確な部位判別を行うことが可能となる。

【 0 0 3 9 】

そして、ステップ S 5 で、装置制御部 1 4 により、部位判別部 1 1 の判別結果に応じた部位別画像化条件の設定が行われる。装置制御部 1 4 は、部位判別部 1 1 から入力された判別結果に基づき、画像化条件メモリ 1 5 に予め保存されている複数の部位別画像化条件から判別結果に応じた部位別画像化条件を選択し、選択された部位別画像化条件で画像化が行われるように送受信部 2 および画像生成部 3 を制御する。

【 0 0 4 0 】

このように部位判別部 1 1 の判別結果に応じた部位別画像化条件が設定された状態で、ステップ S 6 および S 7 において画像化が行われる。すなわち、ステップ S 6 で、画像化条件メモリ 1 5 から選択した部位別画像化条件に含まれる超音波ビーム走査条件に従って超音波ビームの送受信および走査が行われ、ステップ S 7 で、選択した部位別画像化条件に含まれる超音波画像生成条件に従って受信信号から B モード画像信号が生成され、表示部 5 に B モード画像が表示される。

このステップ S 6 および S 7 における画像化は、続くステップ S 8 で、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定されるまで続けられ、これにより、撮像部位の検査が実施される。

【 0 0 4 1 】

そして、ステップ S 8 で、プローブ状態判定部 1 2 により、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定されると、ステップ S 9 に進み、装置制御部 1 4 により、部位判別用画像化条件の設定が行われる。すなわち、装置制御部 1 4 は、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したことから、撮像部位が変更されると判断し、画像化条件メモリ 1 5 に予め保存されている部位判別用画像化条件を選択し、選択された部位判別用画像化条件で画像化が行われるように送受信部 2 および画像生成部 3 を制御する。

【 0 0 4 2 】

このように部位判別用画像化条件が設定された状態で、ステップ S 1 に戻り、ステップ S 1 および S 2 において画像化が行われ、続くステップ S 3 で、超音波プローブ 1 が空中放射状態から被検体への接触状態に遷移したと判定されると、ステップ S 4 に進み、部位判別部 1 1 による部位判別が実施される。

ステップ S 9 で、部位別画像化条件から部位判別用画像化条件に変更された後に、ステップ S 1 および S 2 で画像化されているため、ステップ S 4 で部位判別に用いられる B モード画像は、新たな撮像部位がいずれの撮像部位であっても、安定した画質を有しており

10

20

30

40

50

、このため、部位判別部 1 1 により正確な部位判別を行うことが可能となる。

【 0 0 4 3 】

このようにして、プローブ状態判定部 1 2 により、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定される毎に、部位判別用画像化条件が設定され、部位判別用画像化条件に従って生成された B モード画像に基づいて部位判別部 1 1 による部位判別が実施されるので、撮像部位を変更する場合に変更直前の撮像部位に関わらずに安定した画質の超音波画像を取得し、正確な部位判別を行うことができる。

【 0 0 4 4 】

なお、ステップ S 9 で、装置制御部 1 4 が設定する部位判別用画像化条件は、部位判別部 1 1 における部位判別の方式に応じて調整することもできる。例えば、類似度算出のためのマッチングを低解像度で行なう場合には、ゲイン、ダイナミックレンジ等、画像の輝度および階調に大きく影響する条件は、部位別画像化条件からすべての撮像部位に共通のものに変更することが好ましいが、シャープネス強調度、スペckル抑制制度等、画像の輝度および階調に対する影響が小さいものは、変更しないで、それぞれの部位別画像化条件に含まれるものをそのまま使用してもよい。

逆に、テクスチャ特徴量等を用いてマッチングする場合は、シャープネス強調度、スペckル抑制制度等についても、部位別画像化条件からすべての撮像部位に共通のものに変更することが望ましい。

【 0 0 4 5 】

また、ステップ S 4 で、部位判別部 1 1 により部位判別が完了した後、部位判別部 1 1 から出力される判別結果に基づき、ステップ S 5 で、部位別画像化条件を設定する場合には、部位判別時の部位判別用画像化条件から部位別画像化条件に即座に変更するのではなく、複数フレームにわたって徐々に条件を変化させることもできる。

例えば、部位判別の際に用いた部位判別用画像化条件におけるゲインの値が「60」で、部位判別後に設定される部位別画像化条件におけるゲインの値が「80」であるとした場合、5 フレームにわたって 1 フレーム毎に「4」だけゲインの値を増加させることにより、部位判別用画像化条件から部位別画像化条件に徐々に変更させる。

このようにすることで、部位判別のための B モード画像から撮像部位検査のための B モード画像まで画質をなだらかに変化させることができ、急激な画質の変化に起因する違和感を抑制することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2

上記の実施の形態 1 では、ステップ S 8 で、プローブ状態判定部 1 2 により、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された場合に、即座にステップ S 9 に進んで、部位判別用画像化条件の設定を行ったが、これに限るものではない。

例えば、図 8 に示されるように、ステップ S 8 で、プローブ状態判定部 1 2 により、超音波プローブ 1 が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された後、ステップ S 10 で、予め設定された設定数 N_{th} のフレームにわたり連続してプローブ状態判定部 1 2 により超音波プローブ 1 が空中放射状態にあると判定された場合に、ステップ S 9 に進んで、部位判別用画像化条件の設定を行うようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

装置制御部 1 4 は、設定数 N_{th} のフレームにわたり連続して超音波プローブ 1 が空中放射状態にある場合には、操作者が撮像部位を移行する目的で超音波プローブ 1 を被検体の体表から離れたものと判断して、部位判別用画像化条件を設定する。一方、設定数 N_{th} より少ない数のフレームでのみ超音波プローブ 1 が空中放射状態となった後に被検体への接触状態に戻った場合は、装置制御部 1 4 は、撮像部位の撮像中に操作者が意図することなく超音波プローブ 1 が瞬間的に被検体の体表から離れて浮いてしまったものと判断し、それまで設定されていた部位別画像化条件をそのまま使用する。

【 0 0 4 8 】

このようにすれば、撮像部位を移行する目的で超音波プローブ1が空中放射状態になったことを確実に認識して、部位判別用画像化条件の設定を行うことができる。

なお、設定数 N_{th} としては、例えば、「90」等、フレーム数を直接設定することもでき、あるいは、「3秒」等の時間を入力し、フレームレートに応じて自動的にフレーム数に換算するようにしてもよい。

【0049】

実施の形態3

図9に、実施の形態3に係る超音波診断装置の構成を示す。この超音波診断装置は、図1に示した実施の形態1の超音波診断装置において、超音波プローブ1が動きセンサ1Bを内蔵し、装置制御部14の代わりに装置制御部14Aを用いたものである。

動きセンサ1Bは、超音波プローブ1の動き量を検知するもので、具体的には、加速度センサ、姿勢センサ等から構成されている。

装置制御部14Aは、プローブ状態判定部12により超音波プローブ1が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定され且つ動きセンサ1Bにより検知された超音波プローブ1の動き量が予め設定されたしきい値 M_{th} 以上である場合に、部位判別用画像化条件の設定を行う。

【0050】

この実施の形態3においては、図10に示されるように、ステップS8で、プローブ状態判定部12により、超音波プローブ1が被検体への接触状態から空中放射状態に遷移したと判定された後、ステップS11で、動きセンサ1Bより検知された超音波プローブ1の動き量が予め設定されたしきい値 M_{th} 以上であると判定された場合に、ステップS9に進んで、部位判別用画像化条件の設定が行われる。

【0051】

装置制御部14は、超音波プローブ1の動き量がしきい値 M_{th} 以上の場合には、操作者が意図的に超音波プローブ1を被検体の体表から離れたものと判断して、部位判別用画像化条件を設定する。一方、超音波プローブ1の動き量がしきい値 M_{th} より小さい場合は、装置制御部14は、超音波プローブ1の空中放射状態が意図的なものではなく、撮像部位の撮像中に超音波プローブ1が瞬間的に被検体の体表から離れて浮いてしまったものと判断し、それまで設定されていた部位別画像化条件をそのまま使用する。

このようにすれば、撮像部位を移行する目的で意図的に超音波プローブ1を空中放射状態にしたことを確実に認識して、部位判別用画像化条件の設定を行うことができる。

【0052】

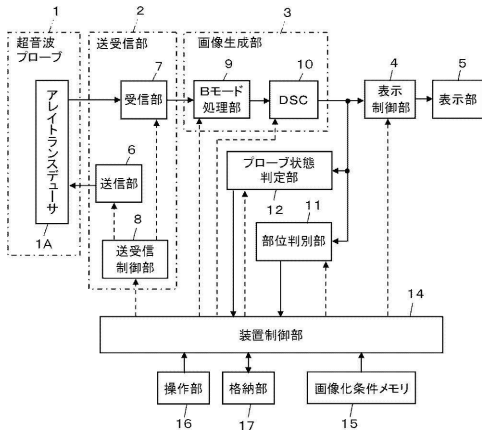
この発明によれば、撮像部位を変更する場合に変更直前の撮像部位に関わらずに安定した画質の超音波画像を得ることができるので、救命救急におけるFAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) 検査のように、予め決められた手順で複数の撮像部位を順次検査する場合に、検査部位に対する部位判別を精度よく行うことが可能となる。

【符号の説明】

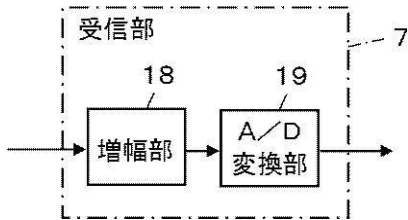
【0053】

1 超音波プローブ、1A アレイトランスデューサ、1B 動きセンサ、2 送受信部、3 画像生成部、4 表示制御部、5 表示部、6 送信部、7 受信部、8 送受信制御部、9 Bモード処理部、10 DSC、11 部位判別部、12 プローブ状態判定部、14, 14A 装置制御部、15 画像化条件メモリ、16 操作部、17 格納部、18 増幅部、19 A/D変換部、20 ビームフォーマ、21 信号処理部、22 Bモード画像、23 領域、24 観察点。

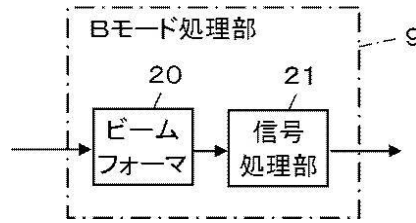
【図1】



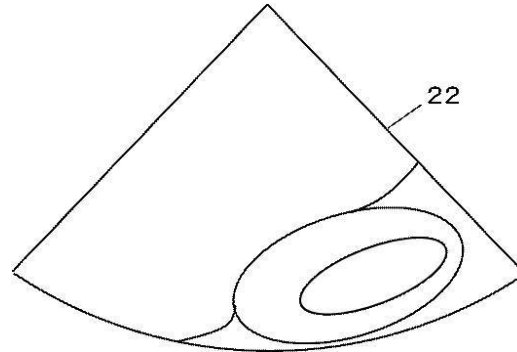
【図2】



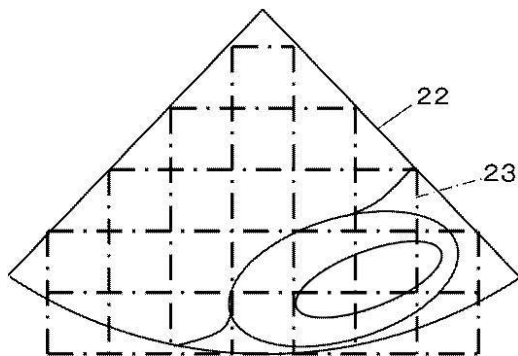
【図3】



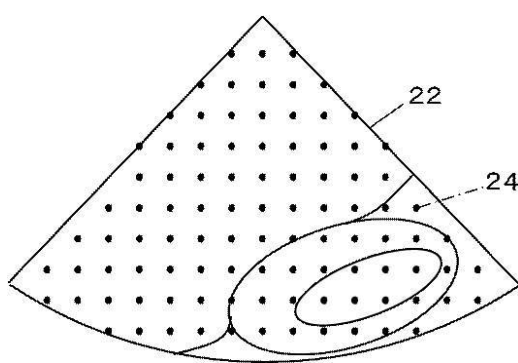
【図4】



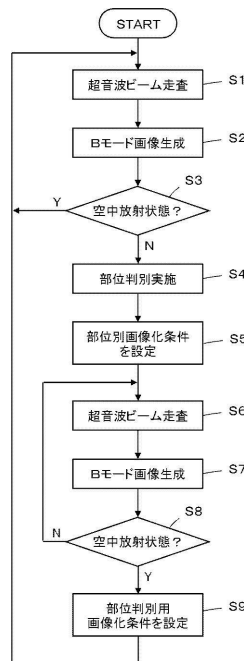
【図5】



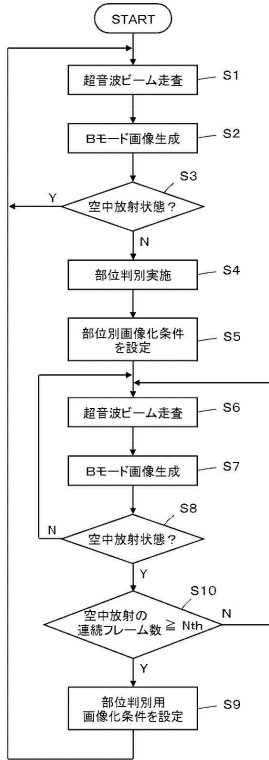
【図6】



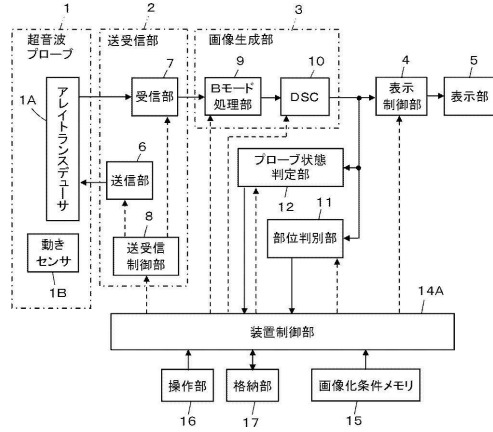
【図7】



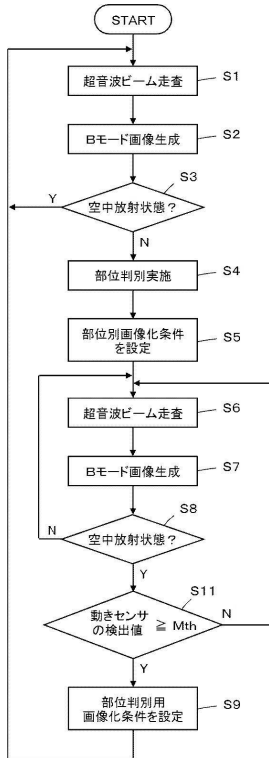
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開2006-212146(JP,A)
特開2014-184025(JP,A)
特開2014-180481(JP,A)
特開2012-187389(JP,A)
特開2005-58285(JP,A)
特許第4651535(JP,B2)
特開平9-238944(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15