

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6164652号
(P6164652)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

請求項の数 17 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-111064 (P2014-111064)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成26年5月29日(2014.5.29)		ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
(65) 公開番号	特開2015-223408 (P2015-223408A)		アメリカ合衆国、53188、ウィスコンシン州、ワウケシャ、ノース・グランドビュー・ブルバード、300
(43) 公開日	平成27年12月14日(2015.12.14)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成28年9月15日(2016.9.15)		弁理士 荒川 聡志
		(72) 発明者	加藤 生
			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
		(72) 発明者	橋本 浩
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

該超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、

前記複数の異なる音速に基づく前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対して空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、

前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部と、

を備え、

前記音速設定部は、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度を比較して、最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値以上である場合に、前記最大の強度を有する空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

該超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、

10

20

前記複数の異なる音速に基づく前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対して空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、

前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部と、

を備え、

前記所定の空間周波数は、前記受信ビームフォーミングにおける設定音速が前記被検体の生体組織の音速と一致している場合に、前記生体組織の性状及び超音波画像の空間分解能に影響を与えるパラメータに応じて決まる超音波画像のスペckルパターンにおいて支配的になる空間周波数である

10

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

該超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、

前記複数の異なる音速に基づく前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対して空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、

前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部と、

20

を備え、

前記空間周波数解析部は、被検体における注目領域について、前記空間周波数解析を行ない、

前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度を比較して最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満である場合に、前記注目領域の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切でないと判定する判定部を備える

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

30

該超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、

前記複数の異なる音速に基づく前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対して空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、

前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部と、

を備え、

前記空間周波数解析部は、被検体における複数の注目領域の各々について、前記複数の異なる音速に基づく受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対する空間周波数解析を行ない、

40

前記音速設定部は、前記複数の注目領域の各々における前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度を比較して、最大の強度と最小の強度との差が最大である注目領域における空間周波数解析の結果に対応する音速を特定し、該音速を前記最適音速として設定する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

被検体において前記注目領域が設定された部分の移動を検出する移動検出部と、

該移動検出部によって検出された移動に基づいて前記注目領域の位置補正を行なう位置補正部と、

50

を備え、

前記空間周波数解析部は、位置補正後の前記注目領域について、空間周波数解析を行なう

ことを特徴とする請求項3又は4に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、

該超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、所定の音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、

前記受信ビームフォーミングによって得られたデータに基づいて被検体における注目領域において空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、

前記空間周波数解析の結果において、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速の決定に対して障害となる障害物に対応する第一の空間周波数の強度と、該第一の空間周波数とは異なる第二の空間周波数の強度とを比較して、前記注目領域に前記障害物が含まれるか否かを判定する判定部と、

を備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

前記判定部は、前記第一の空間周波数の強度と前記第二の空間周波数の強度との差又は比が、所定の閾値以上であるか否かを基準として判定を行なうことを特徴とする請求項6に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記受信ビームフォーマは、前記注目領域から得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行ない、

前記判定部によって前記障害物が含まれないと判定された注目領域において、前記複数の異なる音速による前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に基づいて、超音波画像の空間分解能が最大である音速を特定し、該音速を前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部を備えることを特徴とする請求項6又は7に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記音速設定部は、前記注目領域において、所定の方向において隣り合う画素における前記データの差を算出し、該差の絶対値の総和を算出して、該総和に基づいて超音波画像の空間分解能が最大である音速を特定することを特徴とする請求項8に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

被検体において前記注目領域が設定された部分の移動を検出する移動検出部と、

該移動検出部によって検出された移動に基づいて前記注目領域の位置補正を行なう位置補正部と、

を備え、

前記最適音速設定部は、位置補正後の前記注目領域におけるデータに基づいて最適音速を設定する

ことを特徴とする請求項8又は9のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記移動検出部は、相関演算によって前記移動の検出を行ない、

前記相関演算における相関係数が所定の閾値よりも低い場合、アラームを報知する報知部を備えることを特徴とする請求項 10 に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記判定部による判定結果を報知する報知部を備えることを特徴とする請求項 3、6 ~ 11 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記判定部により、前記注目領域が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定する注目領域として、適切ではないと判定された場合に、前記注目領域を他の位置に

10

20

30

40

50

設定する注目領域設定部を備えることを特徴とする請求項3、6～12のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項14】

複数の異なる音速に基づいて、送信ビームフォーミングを行なう送信ビームフォーマを備え、

前記音速設定部は、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を、前記送信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する

ことを特徴とする請求項1～5、8～11のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項15】

前記空間周波数解析部は、前記受信ビームフォーマから出力されたデータを走査変換して得られた画像データに対して前記空間周波数解析を行なうことを特徴とする請求項1～14のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

10

【請求項16】

前記空間周波数解析部は、前記受信ビームフォーマから出力されたデータが走査変換される前のローデータに対して前記空間周波数解析を行なうことを特徴とする請求項1～14のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項17】

前記空間周波数解析部は、第一の方向及び該第一の方向とは異なる第二の方向における二次元の空間周波数解析を行なって、前記第一の方向における空間周波数解析の結果と前記第二の方向における空間周波数解析の結果を得ることを特徴とする請求項1～16のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体に対する超音波の送受信を行なう超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、被検体の生体組織に対し超音波プローブによって超音波を送信する。超音波のエコー信号は、前記超音波プローブによって受信され、前記エコー信号に基づく超音波画像が作成される。

30

【0003】

前記超音波プローブは、複数の超音波振動子を有している。この複数の超音波振動子の各々において超音波の送受信が行われる。前記超音波振動子の各々において受信されたエコー信号は、受信ビームフォーマへ入力される。この受信ビームフォーマは、前記超音波振動子の各々において受信されたエコー信号に対し、受信ビームフォーミングを行なう。この受信ビームフォーミングは、前記超音波振動子の各々において受信されたエコー信号を遅延させて加算する整相加算処理である。

【0004】

前記受信ビームフォーミングにおける遅延時間は、生体組織における超音波の音速を所定の値と仮定して設定されている。しかし、生体組織における超音波の音速値は、被検体ごと或いは部位ごとに異なっている場合がある。従って、遅延時間を決定する上で設定された音速値が、実際の音速値と異なっていると、受信フォーカスが劣化する恐れがある。

40

【0005】

そこで、特許文献1では、超音波受信信号の振幅について空間周波数の分散が最大となる場合の超音波音速値を求め、装置に設定された超音波音速値を補正する超音波断層装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3642607号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献1に記載された手法では、空間周波数の分析を行なう対象領域に、骨や血管などの構造物が含まれている場合、その構造物に対応する比較的低い空間周波数成分が支配的となる。例えば、横方向に延びる構造物が含まれている場合、水平方向における空間周波数解析の結果において、前記構造物に対応する比較的低い空間周波数成分が支配的となる。これにより、生体組織における音速値が変わっても、これによる空間周波数解析の結果に対する影響が相対的に小さくなり、空間周波数解析の結果における分散があまり変化しないことが懸念される。従って、最適な音速を特定することができない恐れがある。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願発明者は、生体組織における実際の音速と受信ビームフォーミングにおいて設定された設定音速とが一致している場合、実際の音速と設定音速とが一致していない場合よりも超音波画像の空間分解能が高いので、構造物の有無にかかわらず、特定の空間周波数の強度が大きくなることに着目した。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、被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、この超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、前記複数の異なる音速に基づく前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に対して空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定する音速設定部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

20

【0009】

他の観点の発明は、前記一の観点の発明における前記空間周波数解析部は、被検体における注目領域について、前記空間周波数解析を行ない、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度を比較して最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満である場合に、前記注目領域の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切でないと判定する判定部を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

30

【0010】

他の観点の発明は、被検体に対して超音波を送受信する超音波プローブと、この超音波プローブによって得られた超音波のエコー信号に対し、所定の音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう受信ビームフォーマと、前記受信ビームフォーミングによって得られたデータに基づいて被検体における注目領域において空間周波数解析を行なう空間周波数解析部と、前記空間周波数解析の結果において、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速の決定に対して障害となる障害物に対応する第一の空間周波数の強度と、この第一の空間周波数とは異なる第二の空間周波数の強度とを比較して、前記注目領域に前記障害物が含まれるか否かを判定する判定部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

40

【発明の効果】

【0011】

上記一の観点の発明によれば、前記所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速として設定されるので、構造物の有無にかかわらず、最適音速を設定することができる。

【0012】

上記他の観点の発明によれば、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度が比較されて最大の強度と最小の強度

50

との差が所定の閾値未満である場合に、前記判定部により、前記注目領域の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切ではないと判定される。ここで、受信ビームフォーミングにおいて設定された音速が、実際の音速と一致していても、超音波ビームのフォーカスから離れた位置に設定された前記注目領域の空間分解能は、フォーカス付近の空間分解能と比べて劣化する。この場合、受信ビームフォーミングにおける音速が変化しても、前記注目領域の空間分解能にあまり変化が見られないので、所定の空間周波数の強度にもあまり変化が見られない。そこで、前記判定部が、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果において、前記所定の空間周波数の強度を比較して最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満である場合に、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切ではないと判定するので、前記注目領域を適切な位置に設定することができる。

10

【0013】

上記他の観点の発明によれば、前記判定部により、前記空間周波数解析の結果において、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速の決定に対して障害となる障害物に対応する第一の空間周波数の強度と、該第一の空間周波数とは異なる第二の空間周波数の強度とを比較して、前記注目領域に前記障害物が含まれるか否かが判定される。ここで、前記注目領域に、例えば前記障害物が含まれている場合、この障害物に対応する空間周波数の強度が、その他の空間周波数の強度よりも大きくなる。そこで、前記第一の空間周波数の強度と第二の空間周波数の強度とが比較されて、前記注目領域に前記障害物が含まれるか否かが判定されることにより、前記注目領域を、障害物を含まない位置に設定することができる。従って、このような位置に設定された前記注目領域から得られる超音波のエコー信号に基づいて、最適音速を設定することができる。

20

【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】送受信ビームフォーマの構成を示すブロック図である。

【図3】制御部の機能の一部を示すブロック図である。

【図4】第一実施形態における作用を示すフローチャートである。

【図5】Bモード画像に注目領域が設定された表示部を示す図である。

30

【図6】超音波の音線方向へのFFTを説明する図である。

【図7】超音波の音線方向と直交する方向へのFFTを説明する図である。

【図8】空間周波数の解析結果の一例を示す図である。

【図9】音速に対応する空間周波数解析の結果における特定の空間周波数の強度を示す図である。

【図10】音速に対応する空間周波数解析の結果における特定の空間周波数の強度を示す図である。

【図11】超音波の音線方向と直交する方向に延びる構造物が存在する注目領域を示す図である。

【図12】第一実施形態の変形例における作用を示すフローチャートである。

40

【図13】Bモード画像に複数の注目領域が設定された表示部を示す図である。

【図14】第二実施形態における作用を示すフローチャートである。

【図15】第二実施形態の制御部の機能の一部を示すブロック図である。

【図16】第二実施形態の変形例における作用を示すフローチャートである。

【図17】図16に示すステップS30における作用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】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

(第一実施形態)

まず、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、超音波プロセ

50

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、表示部 6、操作部 7、制御部 8、記憶部 9 を備える。

【 0 0 1 6 】

前記超音波プローブ 2 は、アレイ状に配置された複数の超音波振動子（図示省略）を有して構成され、この超音波振動子によって被検体に対して超音波を送信し、そのエコー信号を受信する。前記超音波プローブ 2 は、本発明における超音波プローブの実施の形態の一例である。

【 0 0 1 7 】

前記送受信ビームフォーマ 3 は、図 2 に示すように、送信ビームフォーマ 3 1 及び受信ビームフォーマ 3 2 を有する。前記送信ビームフォーマ 3 1 は、前記制御部 8 からの制御信号に基づいて、前記超音波プローブ 2 を駆動させて所定の送信パラメータ（parameter）を有する超音波を送信させる。例えば、前記送信ビームフォーマ 3 1 は、所定の設定音速に基づいて設定される遅延時間を用いて、送信ビームフォーミングを行なう。前記所定の設定音速は、複数の異なる音速である。前記送信ビームフォーマ 3 1 は、本発明における送信ビームフォーマの実施の形態の一例である。

【 0 0 1 8 】

前記受信ビームフォーマ 3 2 は、前記制御部 8 からの制御信号に基づいて、前記超音波プローブ 2 で得られた超音波のエコー信号について、所定の設定音速によって設定される遅延時間を用いて、受信ビームフォーミング（整相加算処理）を行なう。前記所定の設定音速は、複数の異なる音速である。前記受信ビームフォーマ 3 2 は、本発明における受信ビームフォーマの実施の形態の一例である。

【 0 0 1 9 】

前記エコーデータ処理部 4 は、前記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、超音波画像を作成するための信号処理などを行なう。例えば、前記エコーデータ処理部 4 は、前記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。

【 0 0 2 0 】

前記表示処理部 5 は、前記エコーデータ処理部 4 から出力された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超音波画像データを作成し、この超音波画像データに基づく超音波画像を前記表示部 6 に表示させる。例えば、前記表示処理部 5 は、前記 B モードデータをスキャンコンバータによって走査変換して B モード画像データを作成し、この B モード画像データに基づく B モード画像を前記表示部 6 に表示させる。スキャンコンバータによって走査変換される前のデータをローデータ（raw data）というものとする。

【 0 0 2 1 】

前記表示部 6 は、LCD（Liquid Crystal Display）や有機 EL（Electro-Luminescence）ディスプレイなどである。前記操作部 7 は、特に図示しないが、操作者が指示や情報を入力するためのキーボード（keyboard）や、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。

【 0 0 2 2 】

前記制御部 8 は、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサである。この制御部 8 は、前記記憶部 9 に記憶されたプログラムを読み出し、前記超音波診断装置 1 の各部を制御する。例えば、前記制御部 8 は、前記記憶部 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、前記送受信ビームフォーマ 3、前記エコーデータ処理部 4 及び前記表示処理部 5 の機能を実行させる。

【 0 0 2 3 】

前記制御部 8 は、前記送受信ビームフォーマ 3 の機能のうちの全て、前記エコーデータ処理部 4 の機能のうちの全て及び前記表示処理部 5 の機能のうちの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。前

記制御部 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。

【 0 0 2 4 】

なお、前記送受信ビームフォーマ 3、前記エコーデータ処理部 4 及び前記表示処理部 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。

【 0 0 2 5 】

また、前記制御部 8 は、前記記憶部 9 に記憶されたプログラムを読み出し、このプログラムによって、図 3 に示す空間周波数解析部 8 1、注目領域設定部 8 2、判定部 8 3 及び音速設定部 8 4 の機能を実行させる。

【 0 0 2 6 】

前記空間周波数解析部 8 1 は、前記受信ビームフォーマ 3 2 から出力されたデータに対し、空間周波数解析を行なう。前記空間周波数解析部 8 1 は、後述する注目領域において、前記複数の異なる音速による前記受信ビームフォーミングの各々によって得られたデータの各々に基づいて空間周波数解析を行なう。

【 0 0 2 7 】

前記注目領域設定部 8 2 は、前記表示部 6 に表示された B モード画像に注目領域を設定する。前記注目領域設定部 8 2 は、本発明における注目領域設定部の実施の形態の一例である。

【 0 0 2 8 】

前記判定部 8 3 は、前記注目領域の位置が適切であるか否かを判定する。詳細は後述する。前記判定部 8 3 は、本発明における判定部の実施の形態の一例である。

【 0 0 2 9 】

前記音速設定部 8 4 は、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を設定する。前記音速設定部 8 4 は、前記送信ビームフォーミングにおける最適音速を設定してもよい。最適音速とは、超音波画像の空間分解能が最大となる音速である。前記音速設定部 8 4 は、前記複数の異なる音速の各々に対応する前記空間周波数解析の結果のうち、所定の空間周波数の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速を、前記最適音速として設定する。詳細は後述する。

【 0 0 3 0 】

前記記憶部 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) である。

【 0 0 3 1 】

次に、本例の超音波診断装置 1 の作用について、図 4 のフローチャートに基づいて説明する。ここでは、前記受信ビームフォーミング及び前記送信ビームフォーミングにおける最適音速の設定について説明する。

【 0 0 3 2 】

まず、ステップ S 1 では、操作者は前記超音波プローブ 2 から被検体に対する超音波の送受信を開始し、図 5 に示すように、前記超音波のエコー信号に基づく B モード画像 B I を表示させる。このステップ S 1 において、B モード画像 B I が表示される時の送信ビームフォーミング及び受信ビームフォーミングにおける音速は、予め設定された所定の音速である。

【 0 0 3 3 】

操作者は、前記 B モード画像 B I に注目領域 R を設定する。具体的には、前記操作部 7 において、操作者が前記注目領域 R を設定する入力を行なうと、前記注目領域設定部 8 2 が前記注目領域 R を設定する。操作者は、超音波ビームのフォーカスを含むように、前記関心領域 R を設定する。

【 0 0 3 4 】

ただし、前記注目領域 R は、操作者によって設定される場合には限られない。前記注目領域 R は、予め定められた位置に前記注目領域設定部 8 2 によって設定されてもよい。こ

10

20

30

40

50

の場合も、前記注目領域 R は、超音波ビームのフォーカスを含むように設定される。このように前記注目領域設定部 8 2 によって自動的に前記注目領域 R が設定される場合、前記表示部 6 に前記注目領域 R が表示されなくてもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、ステップ S 2 では、前記受信ビームフォーマ 3 2 は、前記超音波プローブ 2 で得られたエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう。例えば、前記受信ビームフォーマ 3 2 は、音速 S 1 , S 2 , S 3 , S 4 , S 5 の各々に基づいて受信ビームフォーミングを行なう。

【 0 0 3 6 】

また、ステップ S 2 において、前記送信ビームフォーマ 3 1 が、複数の異なる音速に基づいて送信ビームフォーミングを行なってもよい。例えば、前記送信ビームフォーマ 3 1 は、音速 S 1 , S 2 , S 3 , S 4 , S 5 の各々に基づいて送信ビームフォーミングを行なってもよい。

【 0 0 3 7 】

ここでは、前記受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングで用いられる音速は、前記音速 S 1 ~ S 5 の五個であるが、前記受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングで用いられる音速は、五個よりも多くてもよいし、少なくてもよい。

【 0 0 3 8 】

次に、ステップ S 3 では、前記受信ビームフォーマ 3 2 から出力されたデータに対し、前記空間周波数解析部 8 1 が空間周波数解析を行なう。この空間周波数解析は、前記注目領域 R について行われる。より詳細には、前記空間周波数解析部 8 1 は、前記音速 S 1 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 1、前記音速 S 2 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 2、前記音速 S 3 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 3、前記音速 S 4 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 4、前記音速 S 5 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 5 の各々に対して、前記注目領域 R についての空間周波数解析を行なう。

【 0 0 3 9 】

前記空間周波数解析部 8 1 は、前記受信ビームフォーマ 3 2 から出力されたローデータに対する空間周波数解析を行なってもよいし、前記表示処理部 5 によってローデータが走査変換された後の画像データ (B モード画像データ) に対して空間周波数解析を行なってもよい。すなわち、前記空間周波数解析部 8 1 は、受信ビームフォーミング後のデータに対して空間周波数解析を行なえばよい。

【 0 0 4 0 】

前記空間周波数解析は、例えば二次元 F F T (F a s t F o u r i e r T r a n s f o r m) である。前記空間周波数解析部 8 1 は、例えば図 6 に示すように、前記注目領域 R において、超音波の音線方向 v への F F T と、図 7 に示すように、前記音線方向 v と直交する方向 u への F F T を行なう。従って、前記データ D 1 ~ D 5 の各々について、超音波の音線方向 v における F F T の結果と音線方向 v と直交する方向 u における F F T の結果とが得られる。前記超音波の音線方向 v は、本発明における第一の方向の実施の形態の一例であり、前記音線方向 v と直交する方向 u は、本発明における第二の方向の実施の形態の一例である。

【 0 0 4 1 】

前記データ D 1 に対する空間周波数解析の結果を R e 1 A , R e 1 B、前記データ D 2 に対する空間周波数解析の結果を R e 2 A , R e 2 B、前記データ D 3 に対する空間周波数解析の結果を R e 3 A , R e 3 B、前記データ D 4 に対する空間周波数解析の結果を R e 4 A , R e 4 B、前記データ D 5 に対する空間周波数解析の結果を R e 5 A , R e 5 B とする。前記空間周波数の解析結果 R e 1 A ~ R e 5 A は、超音波の音線方向 v における F F T の結果である。前記空間周波数の解析結果 R e 1 B ~ R e 5 B は、音線方向 v と直交する方向 u における F F T の結果である。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

前記超音波の音線方向 v への F F T は、複数回（図 6 では、 $v_1 \sim v_5$ ）行なわれる。前記空間周波数の解析結果 $Re_1A \sim Re_5A$ は、複数回の F F T の結果が平均化されたものである。また、前記音線方向 v と直交する方向 u への F F T も、複数回（図 7 では、 $u_1 \sim u_5$ ）行われる。前記空間周波数の解析結果 $Re_1B \sim Re_5B$ は、複数回の F F T の結果が平均化されたものである。

【 0 0 4 3 】

次に、ステップ S 4 では、前記判定部 8 3 は、前記注目領域 R の位置が適切であるか否かを判定する。ここで、前記注目領域 R の位置が適切であるとは、前記注目領域 R が超音波ビームのフォーカスを含むように設定され、B モード画像の空間分解能が、最適音速を決定するために必要な空間分解能を有している位置に前記注目領域 R が設定されていることを意味する。前記注目領域 R が、超音波ビームのフォーカスから離れた位置に設定され、B モード画像の空間分解能が低くなると、受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングにおける音速が変わっても、B モード画像の空間分解能があまり変化しない。この場合、最適な音速を設定することができない。そこで、ステップ S 4 において、前記注目領域 R の位置が適切であるか否かが判定される。

【 0 0 4 4 】

前記ステップ S 1 において、操作者が超音波ビームのフォーカスを含むように前記注目領域 R を設定したつもりでも、実際にはフォーカスを含まない位置に前記注目領域 R が設定される場合がある。そこで、前記ステップ S 4 の処理が必要になる。

【 0 0 4 5 】

前記判定部 8 3 による判定について具体的に説明する。前記判定部 8 3 は、前記空間周波数の解析結果 $Re_1A \sim Re_5A$ において、所定の空間周波数 f の強度を比較する。また、前記判定部 8 3 は、前記空間周波数の解析結果 $Re_1B \sim Re_5B$ において、所定の空間周波数 f の強度を比較する。前記空間周波数の強度は、空間周波数解析によって得られた空間周波数スペクトルにおける振幅である。

【 0 0 4 6 】

前記所定の空間周波数について図 8 に基づいて説明する。図 8 は、空間周波数の解析結果 Re の一例である。図 8 には、前記空間周波数の解析結果 Re の一例における所定の空間周波数 f が示されている。この空間周波数 f は、前記受信ビームフォーミングにおける設定音速が、超音波が送受信されている被検体の生体組織の音速と一致している場合に、B モード画像のスペックルパターンにおいて支配的になる（強度が大きい）空間周波数である。前記 B モード画像のスペックルパターンは、前記生体組織の性状及び前記 B モード画像の空間分解能に影響を与えるパラメータに応じて決まるスペックルパターンである。

【 0 0 4 7 】

前記 B モード画像の空間分解能に影響を与えるパラメータは、超音波の送信周波数、超音波の音線密度、前記表示処理部 5 による走査変換の係数（どれくらいの音線数を超音波画像におけるピクセル（pixel）に割り当てるか）などである。

【 0 0 4 8 】

図 8 では、空間周波数の解析結果のうちの一つにおける所定の空間周波数 f が示されているが、前記判定部 8 3 による前記所定の空間周波数 f の強度の比較は、前記空間周波数の解析結果 $Re_1A \sim Re_5A$ 及び前記空間周波数の解析結果 $Re_1B \sim Re_5B$ に対して行われる。

【 0 0 4 9 】

また、前記所定の空間周波数 f は、複数あってもよい。

【 0 0 5 0 】

前記判定部 8 3 は、前記空間周波数解析の結果 $Re_1A \sim Re_5A$ の各々における前記所定の空間周波数 f の強度を比較し、最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満であるか否かを判定する。また、前記判定部 8 3 は、前記空間周波数解析の結果 $Re_1B \sim Re_5B$ の各々における前記所定の空間周波数 f の強度を比較し、最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満であるか否かを判定する。そして、いずれかの判定結果におい

て、最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値以上である場合、前記判定部 8 3 は、前記注目領域 R の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切であると判定する。

【 0 0 5 1 】

例えば、図 9 に示すように、音速 S 1 に対応する前記空間周波数解析の結果 R e 1 B における前記所定の空間周波数 f の強度 A 1 が最小であり、音速 S 3 に対応する前記空間周波数解析の結果 R e 3 B における前記所定の空間周波数 f の強度 A 3 が最大であるとする。この場合、前記強度 A 1 と前記強度 A 3 との差 D が所定の閾値 D t h 以上であれば、前記判定部 8 3 は、前記注目領域 R の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切であると判定する（ステップ S 4 において「 Y E S 」）。前記所定の閾値 D t h は、受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングにおける音速が変わることにより、最適な音速を設定することができる程度に B モード画像の分解能が変化していると認められる値に設定される。

10

【 0 0 5 2 】

一方、前記判定部 8 3 は、前記判定結果において、最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値未満である場合、前記注目領域 R の位置が、適切ではないと判定する（ステップ S 4 において「 N O 」）。

【 0 0 5 3 】

前記ステップ S 4 において、前記注目領域 R の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切でないと判定された場合、ステップ S 5 の処理へ移行する。このステップ S 5 では、操作者は前記注目領域 R を再設定する。具体的には、先ず前記注目領域 R の位置が適切ではないことが操作者に報知される。例えば、前記表示処理部 5 は、前記表示部 6 に、前記注目領域 R の位置が適切ではない旨を示すメッセージ（message）を表示させる。前記注目領域 R の位置が適切ではないため、前記注目領域 R を再設定するように促すメッセージが表示されてもよい。また、メッセージの代わりに、前記制御部 8 は、アラーム（alarm）音を発生させてもよい。この場合、前記表示処理部 5 及び前記制御部 8 は、前記注目領域の位置が適切ではないことを報知する報知部の機能を果たす。

20

【 0 0 5 4 】

前記報知がなされると、操作者は前記注目領域 R を再設定する。この再設定では、操作者は前記注目領域 R の位置を変える。ステップ S 5 において、前記注目領域 R が再設定されると、前記ステップ S 2 の処理へ戻る。

30

【 0 0 5 5 】

一方、前記ステップ S 4 において、前記注目領域 R の位置が、前記受信ビームフォーミングにおける最適音速を決定するために適切であると判定された場合、ステップ S 6 の処理へ移行する。このステップ S 6 では、前記音速設定部 8 4 が最適音速を設定する。この最適音速は、前記受信ビームフォーミング及び前記送信ビームフォーミングにおいて用いられる音速である。

【 0 0 5 6 】

前記音速設定部 8 4 は、前記空間周波数の解析結果 R e 1 A ~ R e 5 A 及び前記空間周波数の解析結果 R e 1 B ~ R e 5 B において、前記所定の空間周波数 f の強度が最大である空間周波数の解析結果に対応する音速を、最適音速として設定する。例えば、前記図 9 に示すように、前記空間周波数の解析結果 R e 3 B における前記所定の空間周波数 f の強度 A 3 が最大である場合、前記音速設定部 8 4 は、前記空間周波数の解析結果 R e 3 B に対応する音速 S 3 を、最適音速として設定する。

40

【 0 0 5 7 】

ただし、前記空間周波数の解析結果 R e 1 A ~ R e 5 A 及び前記空間周波数の解析結果 R e 1 B ~ R e 5 B において、前記所定の空間周波数 f の強度が最大であり、なおかつ前記所定の空間周波数 f の最大の強度と最小の強度との差が所定の閾値以上である場合、前記音速設定部 8 4 は、前記所定の空間周波数 f の強度が最大である空間周波数の解析結果

50

に対応する音速を、最適音速として設定する。これについて、具体的に図 10 に基づいて説明する。

【0058】

図 10 に示すように、前記空間周波数の解析結果 $R_{e1A} \sim R_{e5A}$ における前記所定の空間周波数 f の強度のうち、前記空間周波数の解析結果 R_{e1A} における前記所定の空間周波数 f の強度 A_{A1} が最大であり、前記空間周波数の解析結果 R_{e3A} における前記所定の空間周波数 f の強度 A_{A3} が最小であるとする。また、前記空間周波数の解析結果 $R_{e1B} \sim R_{e5B}$ における前記所定の空間周波数 f の強度のうち、前記空間周波数の解析結果 R_{e3B} における前記所定の空間周波数 f の強度 A_{B3} が最大であり、前記空間周波数の解析結果 R_{e1B} における前記所定の空間周波数 f の強度 A_{B1} が最小であるとする。前記強度 A_{B3} と前記強度 A_{B1} との差 D_A が、前記所定の閾値 D_{th} 以上であり、前記強度 A_{A1} と前記強度 A_{A3} との差 D_B が、前記所定の閾値 D_{th} 未満である場合、前記音速設定部 84 は、前記空間周波数の解析結果 R_{e3B} に対応する音速 S_3 を、最適音速として設定する。

10

【0059】

以上のようにして最適音速が設定された後は、この最適音速に基づいて受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われる。そして、最適音速に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータに基づく B モード画像が表示される。

【0060】

本例によれば、前記所定の空間周波数 f の強度が最大である空間周波数解析の結果に対応する音速が、前記受信ビームフォーミング及び前記送信ビームフォーミングにおける最適音速として設定されるので、前記注目領域 R における構造物の有無にかかわらず、最適音速を設定することができる。具体的に、図 11 に基づいて説明する。

20

【0061】

図 11 では、前記注目領域 R に、血管や骨などの構造物 X が存在している。この構造物 X は、超音波の音線方向 v と直交する方向 u に延びている。このような構造物 X が存在する注目領域 R においては、構造物 X が存在しない注目領域と比べて、前記空間周波数の解析結果 $R_{e1B} \sim R_{e5B}$ において、前記構造物 X に対応する低い周波数成分の空間周波数の強度が大きくなる。しかし、前記注目領域 R において前記構造物 X が存在していてもいなくても、前記空間周波数の解析結果 $R_{e1B} \sim R_{e5B}$ において、前記所定の空間周波数 f の強度が最大となる空間周波数の解析結果は存在する。従って、上述の本例によれば、前記注目領域 R における構造物の有無にかかわらず、最適音速を設定することができる。

30

【0062】

次に、第一実施形態の変形例について、図 12 のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップ S_{11} では、上述のステップ S_1 と同様に、B モード画像 B_I が表示される。B モード画像 B_I が表示されると、操作者は、前記操作部 7 において、複数の注目領域 R_1, R_2, R_3 を設定する入力を行なう。この入力により、前記注目領域設定部 82 は、図 13 に示すように、前記 B モード画像 B_I に前記注目領域 R_1, R_2, R_3 を設定する。

40

【0063】

この変形例でも、前記注目領域 R_1, R_2, R_3 は、前記注目領域設定部 82 によって自動的に設定されてもよい。

【0064】

次に、前記ステップ S_{12} では、上述のステップ S_2 と同様に、音速 S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 の各々に基づいて受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われる。

【0065】

次に、ステップ S_{13} では、前記空間周波数解析部 81 は、前記注目領域 R_1, R_2, R_3 の各々について、上述のステップ S_{13} と同様に、前記データ $D_1 \sim D_5$ の各々

50

に対する空間周波数解析を行なう。

【 0 0 6 6 】

次に、ステップ S 1 4 では、前記音速設定部 8 4 が最適音速を設定する。具体的に説明する。前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R 1 における前記空間周波数の解析結果 R e 1 A ~ R e 5 A において、前記所定の空間周波数 f の強度を比較する。同様に、前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R 2 , R 3 の各々についても、前記空間周波数の解析結果 R e 1 A ~ R e 5 A における前記所定の空間周波数 f の強度を比較する。

【 0 0 6 7 】

また、前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R 1 における前記空間周波数の解析結果 R e 1 B ~ R e 5 B において、前記所定の空間周波数 f の強度を比較する。同様に、前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R 2 , R 3 の各々についても、前記空間周波数の解析結果 R e 1 B ~ R e 5 B における前記所定の空間周波数 f の強度を比較する。

10

【 0 0 6 8 】

前記音速設定部 8 4 は、前記所定の空間周波数 f の強度の各々の比較結果において、最大の強度と最小の強度との差が最大である空間周波数解析の結果を特定し、この空間周波数解析の結果に対応する音速を最適音速として設定する。例えば、前記注目領域 R 2 についての前記空間周波数の解析結果 R e 3 B における前記所定の空間周波数 f の強度 A 3 と前記空間周波数の解析結果 R e 1 B における前記所定の空間周波数 f の強度 A 1 との差が最大である場合、前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R 2 における前記空間周波数の解析結果 R e 3 B に対応する音速 S 3 を、最適音速として設定する。

20

【 0 0 6 9 】

(第二実施形態)

次に、第二実施形態について説明する。第二実施形態の超音波診断装置の基本構成は第一実施形態と同様であるので、以下作用について、図 1 4 のフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 7 0 】

まず、ステップ S 2 1 では、前記ステップ S 1 と同様に、操作者は超音波の送受信を開始して B モード画像 B I を表示させ、注目領域 R を設定する。このステップ S 2 1 において、B モード画像 B I が表示される時の送信ビームフォーミング及び受信ビームフォーミングにおける音速も、予め設定された所定の音速である。

30

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 2 2 では、前記注目領域 R について、前記空間周波数解析部 8 1 が空間周波数解析を行なう。このステップ S 2 2 では、前記空間周波数解析部 8 1 は、前記所定の音速に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D に対して空間周波数解析を行なう。この空間周波数解析も、第一実施形態と同様に、例えば二次元 F F T である。

【 0 0 7 2 】

次に、ステップ S 2 3 では、前記判定部 8 3 は、前記注目領域 R の位置が適切であるかを判定する。ここでは、前記注目領域 R の位置が適切であるとは、前記注目領域 R 内に、後述のステップ S 2 5 において最適音速を決定する上で障害となる構造物が存在しない位置に、前記注目領域 R が設定されていることを意味する。

40

【 0 0 7 3 】

具体的には、前記判定部 8 3 は、前記ステップ S 2 2 で得られた前記空間周波数解析の結果において、前記最適音速の決定に対して障害となる構造物に対応する第一の空間周波数 f 1 の強度と、この第一の空間周波数 f 1 とは異なる第二の空間周波数 f 2 の強度とを比較して、前記注目領域に前記障害物が含まれるか否かを判定する。前記最適音速の決定に対して障害となる構造物は、例えば前記図 1 1 に示すような、血管や骨などの構造物 X である。この構造物 X は、本発明における障害物の実施の形態の一例である。

【 0 0 7 4 】

音線方向 v と直交する方向 u に延びる前記構造物 X が、前記最適音速の決定に対して障

50

害となる構造物である場合、前記第一の空間周波数 f_1 は、前記構造物 X に対応する低い空間周波数成分である。前記構造物 X に対応する低い空間周波数成分は、前記構造物 X が存在する場合に、強度が大きくなる空間周波数成分である。

【0075】

また、前記第二の空間周波数 f_2 は、例えば前記所定の空間周波数 f である。

【0076】

ここで、前記注目領域 R に前記構造物 X が含まれていれば、音線方向 v と直交する方向 u における FFT の結果において、前記第一の空間周波数 f_1 の強度と前記第二の空間周波数 f_2 の強度との差又は比が、前記注目領域 R に前記構造物 X が含まれていない場合と比べて大きくなる。そこで、前記判定部 83 は、前記第一の空間周波数 f_1 の強度と前記第二の空間周波数 f_2 の強度とを比較し、これらの差又は比が所定の閾値以上であれば、前記注目領域 R に前記構造物 X が含まれているために、前記注目領域 R の位置が適切ではないと判定する（ステップ $S23$ において「NO」）。

10

【0077】

一方、前記判定部 83 は、前記第一の空間周波数 f_1 の強度と前記第二の空間周波数 f_2 の強度との差又は比が所定の閾値未満であれば、前記注目領域 R に前記構造物 X が含まれていないために、前記注目領域 R の位置が適切であると判定する（ステップ $S23$ において「YES」）。

【0078】

前記ステップ $S23$ において、前記注目領域 R の位置が適切ではないと判定された場合、ステップ $S24$ の処理へ移行する。このステップ $S24$ では、前記ステップ $S5$ と同様にして、操作者は前記注目領域 R を再設定する。前記注目領域 R が再設定されると、前記ステップ $S22$ の処理へ戻る。

20

【0079】

一方、前記ステップ $S23$ において、前記注目領域 R の位置が適切であると判定された場合、ステップ $S25$ の処理へ移行する。このステップ $S25$ では、前記受信ビームフォーマ 32 は、前記超音波プローブ 2 で得られたエコー信号に対し、複数の異なる音速に基づいて受信ビームフォーミングを行なう。例えば、前記受信ビームフォーマ 32 は、音速 $S1, S2, S3, S4, S5$ の各々に基づいて受信ビームフォーミングを行なう。

【0080】

30

また、ステップ $S2$ において、前記送信ビームフォーマ 31 が、複数の異なる音速に基づいて送信ビームフォーミングを行なってもよい。例えば、前記送信ビームフォーマ 31 は、音速 $S1, S2, S3, S4, S5$ の各々に基づいて送信ビームフォーミングを行なってもよい。

【0081】

ただし、前記ステップ $S2$ と同様に、前記受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングで用いられる音速は、五個よりも多くてもよいし、少なくともよい。

【0082】

次に、ステップ $S26$ では、前記音速設定部 84 が最適音速を設定する。本例では、前記音速設定部 84 は、前記第一実施形態とは異なる手法で最適音速を設定する。具体的に説明する。まず、前記音速設定部 84 は、前記ステップ $S23$ において位置が適切であると判定された前記注目領域 R において、音線方向 v と直交する方向 u において隣り合う画素における B モード画像データの差を算出し、前記注目領域 R における前記差の絶対値の総和を算出する。前記 B モード画像データは、前記ステップ $S25$ における受信ビームフォーミングによって得られたデータから得られた B モード画像データである。

40

【0083】

前記差の絶対値の総和は、前記音速 $S1$ に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ $D1$ から得られた B モード画像データについての総和 $Sum1$ 、前記音速 $S2$ に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ $D2$ から得られた B モード画像データについての総和 $Sum2$ 、前記音速 $S3$ に基づく受信ビームフォーミングによって

50

得られたデータD3から得られたBモード画像データについての総和Sum3、前記音速S4に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータD4から得られたBモード画像データについての総和Sum4、前記音速S5に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータD5から得られたBモード画像データについての総和Sum5である。

【0084】

次に、前記音速設定部84は、前記総和Sum1～Sum5のうち最大の総和を特定し、この最大の総和が得られたBモード画像データに対応する音速を最適音速として設定する。例えば、前記総和Sum3が最大の総和である場合、前記音速設定部84は、前記総和Sum3が得られたBモード画像データに対応する音速S3を最適音速として設定する。最適音速が設定されると、前記第一実施形態と同様に、この最適音速に基づいて受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われ、Bモード画像が表示される。

10

【0085】

本例によれば、前記注目領域Rを、前記構造物Xを含まない位置に設定することができ、最適音速を設定することができる。

【0086】

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、前記制御部8は、前記記憶部9に記憶されたプログラムを読み出し、このプログラムによって、図15に示すように、前記空間周波数解析部81、前記注目領域設定部82、前記判定部83及び前記音速設定部84の機能のほか、移動検出部85及び位置補正部86の機能を実行させる。前記移動検出部85は、本発明における移動検出部の実施の形態の一例である。また、前記位置補正部86は本発明における位置補正部の実施の形態の一例である。

20

【0087】

この変形例の作用について説明する。本例では、被検体において前記注目領域Rが設定された部分の移動が、前記移動検出部85によって検出され、検出された移動量に基づいて、前記位置補正部85により、前記注目領域Rの位置が補正される。具体的に、図16のフローチャートに基づいて説明する。ステップS21～S24の処理は、前記図14のフローチャートと同様である。前記ステップS23において、前記注目領域Rの位置が適切であると判定された場合、ステップS30の処理へ移行する。このステップS30では、前記音速設定部84が最適音速を設定する。このステップS30における最適音速の設定について、図17のフローチャートに基づいて説明する。

30

【0088】

まず、ステップS301では、所定の音速に基づいて送信ビームフォーミング及び受信ビームフォーミングが行われる。ここでは、例えば先ず音速S1に基づいて送信ビームフォーミング及び受信ビームフォーミングが行われる。ただし、後述のステップS310において音速が順次変更され、前記ステップS301では、前記音速S1の後に、音速S2、音速S3、音速S4、音速S5の順で、受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われる。

【0089】

次に、前記ステップS302では、前記移動検出部85が、被検体において前記注目領域Rが設定された部分の移動を検出し、前記注目領域Rが設定された部分が移動したか否かを判定する。前記移動検出部85によって検出される移動は、直前のステップS301で設定された音速に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われた時における注目領域Rが、直前のステップS301のさらに直前のステップS301で設定された音速に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われた時における注目領域Rに対してどの方向にどれくらい移動したかを示す。例えば、前記音速S2に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われた時における注目領域Rが、前記音速S1に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われた時における注目領域Rに対して、どの方向にどれくらい移動したかが、前記移動検出部85によって検出される。

40

50

【 0 0 9 0 】

ただし、直前のステップ S 3 0 1 で設定された音速が音速 S 1 である場合、この音速 S 1 に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングよりも前に受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングは行われていない。従って、この場合は、前記注目領域 R の移動は零になる。

【 0 0 9 1 】

前記移動検出部 8 5 は、例えば B モード画像データに対する相関演算に基づいて、前記注目領域 R の移動量を算出する。前記注目領域 R が移動したと判定された場合（前記ステップ S 3 0 2 において「 Y E S 」）、ステップ S 3 0 3 の処理へ移行する。

【 0 0 9 2 】

前記ステップ S 3 0 3 では、前記位置補正部 8 6 が前記ステップ S 3 0 2 で検出された移動に基づいて、前記注目領域 R を移動させこの注目領域 R の位置補正を行なう。

【 0 0 9 3 】

前記ステップ S 3 0 3 において前記注目領域 R の位置補正が行われた後、または前記ステップ S 3 0 2 において前記注目領域 R が移動していないと判定された場合（前記ステップ S 3 0 2 において「 N O 」）、ステップ S 3 0 4 の処理へ移行する。このステップ S 3 0 4 では、前記制御部 8 は、前記ステップ S 3 0 2 における前記移動検出部 8 5 による相関演算によって得られる相関係数が所定の閾値よりも低いかが判定される。

【 0 0 9 4 】

前記ステップ S 3 0 4 において、相関係数が所定の閾値よりも低いと判定された場合（ステップ S 3 0 4 において「 Y E S 」）、ステップ S 3 0 5 の処理へ移行する。このステップ S 3 0 5 では、前記表示処理部 5 が、アラーム画像を前記表示部 6 に表示させる。このアラーム画像は、前記相関係数が所定の閾値よりも低いことを示す画像である。このアラーム画像は、相関係数が所定の閾値よりも低く、移動量が大きすぎることが理由で表示される。前記アラーム画像は、本発明におけるアラームの実施の形態の一例である。また、前記表示部 6 は、本発明における報知部の実施の形態の一例である。

【 0 0 9 5 】

ただし、前記ステップ S 3 0 5 において、アラーム画像が表示される代わりに、アラーム音が、図示しないスピーカーから出力されてもよい。

【 0 0 9 6 】

前記ステップ S 3 0 5 においてアラーム画像が表示（またはアラーム音の出力）されると、図 1 6 のフローチャートの「 S T A R T 」へ戻る。これにより、再度処理フローが開始される。

【 0 0 9 7 】

一方、前記ステップ S 3 0 4 において、相関係数が所定の閾値以上であると判定された場合（ステップ S 3 0 4 において「 N O 」）、ステップ S 3 0 6 の処理へ移行する。このステップ S 3 0 6 では、前記音速設定部 8 4 は、前記注目領域 R において、音線方向 v と直交する方向 u において隣り合う画素における B モード画像データの差を算出し、前記注目領域 R における前記差の絶対値の総和を算出する。前記 B モード画像データは、直前の前記ステップ S 3 0 1 における所定の音速に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータから得られた B モード画像データである。

【 0 0 9 8 】

次に、ステップ S 3 0 7 では、前記制御部 8 は、全ての音速 S 1 ~ S 5 に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われたか否かを判定する。全ての音速 S 1 ~ S 5 に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われていないと判定された場合（ステップ S 3 0 7 において「 N O 」）、ステップ S 3 0 8 の処理へ移行する。

【 0 0 9 9 】

前記ステップ S 3 0 8 では、受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングに用いられる音速が変更される。前記ステップ S 3 0 8 において音速が変更されると、再び前記

10

20

30

40

50

ステップ S 3 0 1 の処理へ移行し、変更された音速に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われる。例えば、直前の前記ステップ S 3 0 1 において用いられた音速が音速 S 1 であれば、前記ステップ S 3 0 8 において音速 S 2 に変更される。

【 0 1 0 0 】

一方、前記ステップ S 3 0 7 において、全ての音速 S 1 ~ S 5 に基づく受信ビームフォーミング及び送信ビームフォーミングが行われたと判定された場合（ステップ S 3 0 7 において「 Y E S 」）、ステップ S 3 0 9 の処理へ移行する。このステップ S 3 0 9 では、前記音速設定部 8 4 が最適音速を設定する。前記音速設定部 8 4 は、ステップ S 2 6 と同様に、前記総和 S u m 1 ~ S u m 5 のうち最大の総和を特定し、この最大の総和が得られた B モード画像データに対応する音速を最適音速として設定する。

10

【 0 1 0 1 】

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、最適音速の設定は、少なくとも受信ビームフォーミングにおいて行われるようになっていればよい。

【 0 1 0 2 】

また、前記第一実施形態において、前記制御部 8 が前記移動検出部 8 5 及び前記位置補正部 8 6 を有していてもよい。この場合、前記移動検出部 8 5 は、前記図 4 におけるステップ S 3 及び前記図 1 2 におけるステップ S 1 3 において、空間周波数解析の対象となる注目領域 R , R 1 , R 2 , R 3 が設定された部分の移動を検出する。この移動の検出は、異なる音速に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータの間で行われる。例えば、前記音速 S 1 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 1 と前記音速 S 2 に基づく受信ビームフォーミングによって得られたデータ D 2 の間で、前記注目領域 R , R 1 , R 2 , R 3 が設定された部分の移動が検出される。

20

【 0 1 0 3 】

前記位置補正部 8 6 は、前記移動検出部 8 5 によって検出された移動に基づいて、前記注目領域 R , R 1 , R 2 , R 3 を移動させ、この注目領域 R , R 1 , R 2 , R 3 の位置補正を行なう。位置補正後の注目領域 R , R 1 , R 2 , R 3 について、空間周波数解析が行われる。

【 符号の説明 】

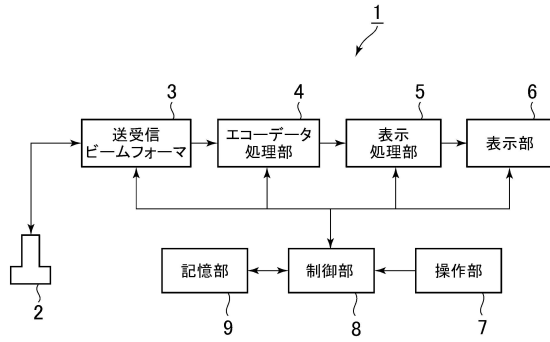
【 0 1 0 4 】

30

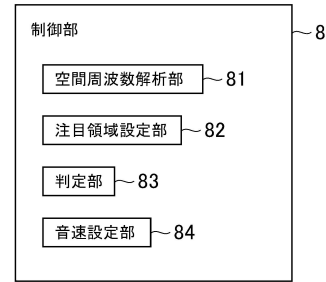
- 1 超音波診断装置
- 2 超音波プローブ
- 3 1 送信ビームフォーマ
- 3 2 受信ビームフォーマ
- 8 1 空間周波数解析部
- 8 2 注目領域設定部
- 8 3 判定部
- 8 4 音速設定部
- 8 5 移動検出部
- 8 6 位置補正部

40

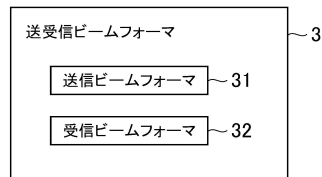
【図 1】



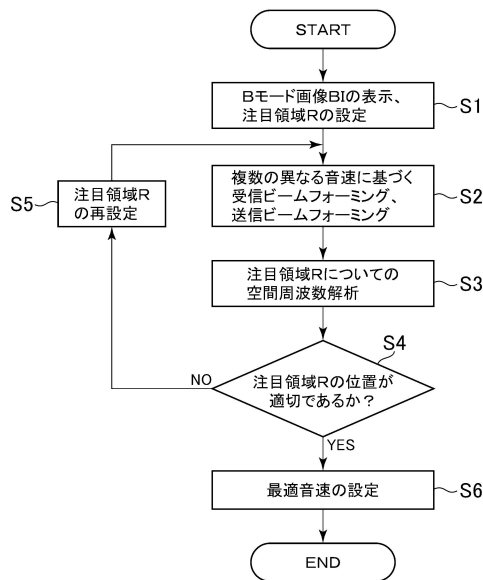
【図 3】



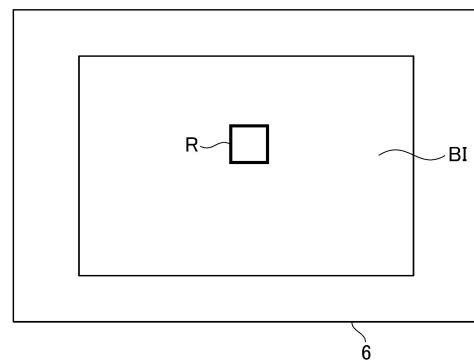
【図 2】



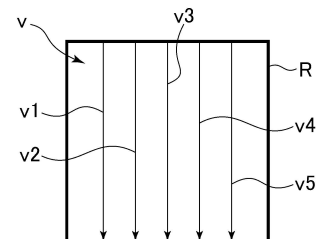
【図 4】



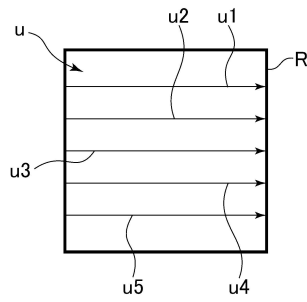
【図 5】



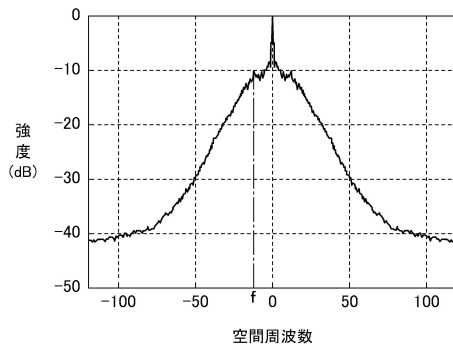
【図 6】



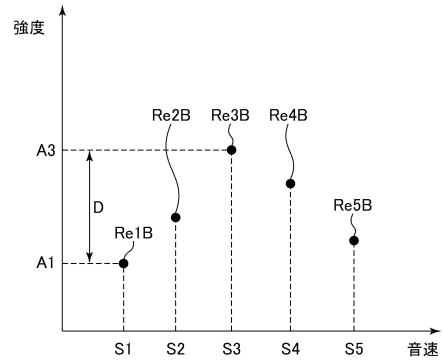
【図 7】



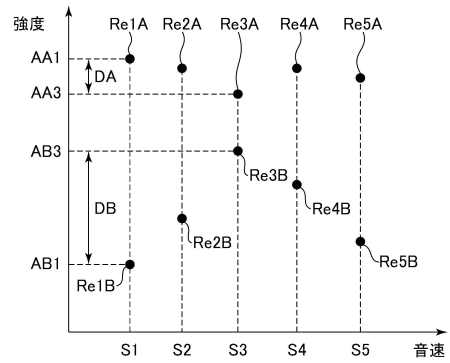
【図 8】



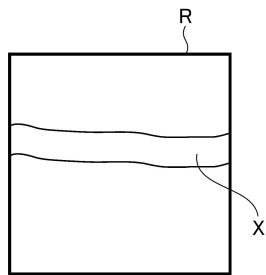
【図 9】



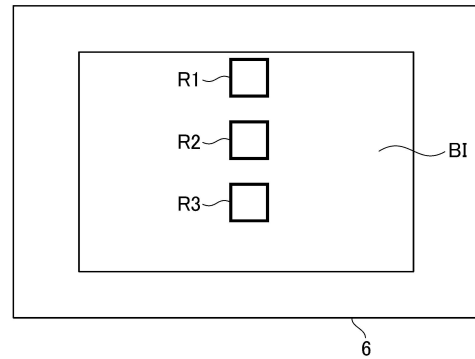
【図 10】



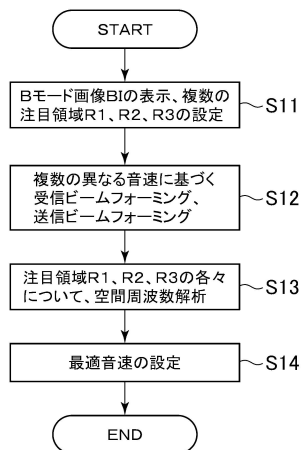
【図 11】



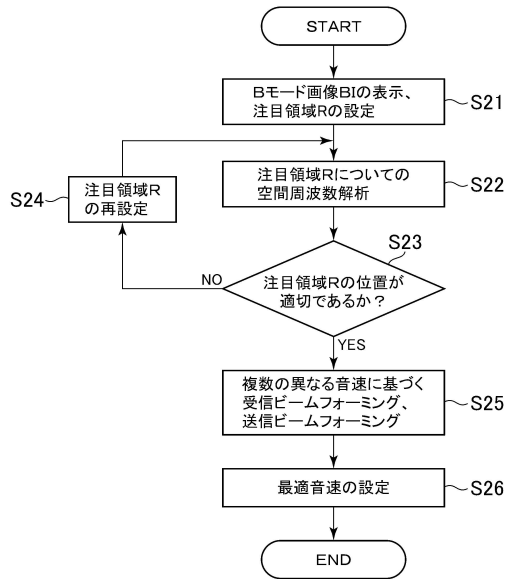
【図 13】



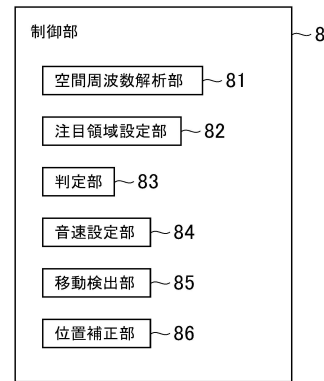
【図 12】



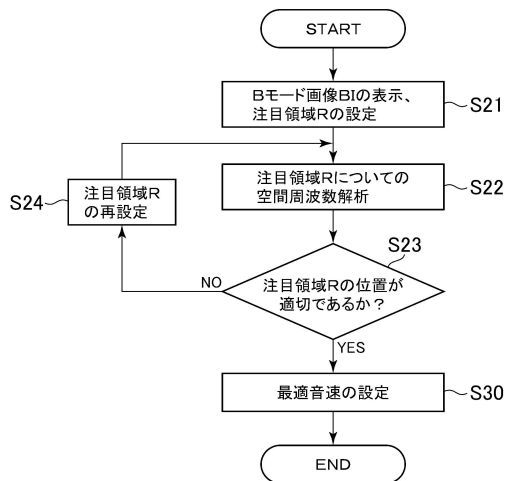
【図 14】



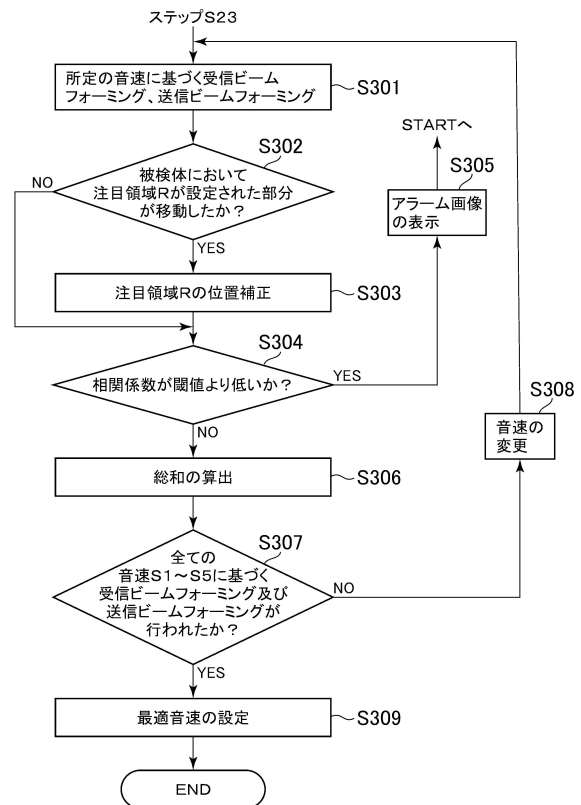
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

審査官 右▲高▼ 孝幸

- (56)参考文献 特開平08-317926(JP,A)
特開平04-117954(JP,A)
特開2011-092686(JP,A)
特開昭59-212791(JP,A)
特開2010-082190(JP,A)
米国特許第04989143(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP6164652B2	公开(公告)日	2017-07-19
申请号	JP2014111064	申请日	2014-05-29
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	加藤生 橋本浩		
发明人	加藤 生 橋本 浩		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/14 A61B8/4254 A61B8/4444 A61B8/461 A61B8/469 A61B8/5269 A61B8/54 G01S7/52049 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/HH04 4C601/HH21 4C601/HH33		
其他公开文献	JP2015223408A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(经修改) 要解决的问题：提供能够设定最佳声速的超声波诊断设备。一种超声波诊断装置，包括：超声波探头，用于向被检查对象发送超声波和从被检查对象接收超声波;超声波诊断装置，用于基于多个不同的声速测量由超声波探头获得的超声波的回波信号，空间频率分析单元81，用于对基于多个不同声速的每个接收波束形成器获得的每个数据进行空间频率分析，并且接收波束形成器执行形成，并且声速设定单元84将与空间频率分析的结果相对应的声速设定为空间频率分析的结果中的空间频率分析的结果中的最大声速，作为接收波束形成中的最佳声速到。 点域

(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 特 許 公 報 (B2) (11) 特許番号
特許第6164652号
(P6164652)

(45) 発行日 平成29年7月19日 (2017. 7. 19) (24) 登録日 平成29年6月30日 (2017. 6. 30)
(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8 / 1 4 (2006. 01) A 6 1 B 8 / 1 4

請求項の数 17 (全 21 頁)		
(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日	特願2014-111064 (P2014-111064) 平成26年5月29日 (2014. 5. 29) 特開2015-223408 (P2015-223408A) 平成27年12月14日 (2015. 12. 14) 平成28年9月15日 (2016. 9. 15)	(73) 特許権者 300019238 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー アメリカ合衆国、5 3 1 8 8、ウィスコンシン州、ワウケシャ、ノース・グランドヴェー・ブルーバード、3 0 0 (74) 代理人 100137545 弁理士 荒川 聡志 (72) 発明者 加藤 生 東京都目野市旭が丘四丁目7番地の1 2 7 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内 (72) 発明者 橋本 浩 東京都目野市旭が丘四丁目7番地の1 2 7 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置