

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5248961号
(P5248961)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-239228 (P2008-239228)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年9月18日 (2008.9.18)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2010-68987 (P2010-68987A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成22年4月2日 (2010.4.2)	(74) 代理人	100101683
審査請求日	平成23年5月17日 (2011.5.17)		弁理士 奥田 誠司
		(72) 発明者	西村 有史
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
		(72) 発明者	右田 学
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
		審査官	富永 昌彦

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】

被検体を所定の期間ごとに超音波ビームで走査するように探触子を駆動する送信部と、前記超音波ビームが前記被検体において反射することにより得られるエコーを前記探触子によって受信し、前記所定の期間ごとに受信信号を生成する受信部と、

前記受信信号の強度に基づく輝度情報によって構成される断層画像フレームを所定の期間ごとに生成し、生成した断層画像フレームの輝度を設定ゲインにより調整する画像構築部と、

前記設定ゲインを生成するゲインコントロール部と、

前記輝度が調整された断層画像フレームを表示する表示部と、

を備え、

前記ゲインコントロール部は、

前記断層画像フレームの各画素の輝度情報に基づいて、前記各画素の輝度に対するオフセット値によるオフセットパターンとして、前記断層画像フレームの輝度レベルを均等にする均等化オフセットパターンおよび前記断層画像フレーム中の組織を強調し、かつ、ノイズ成分を抑制する強調・抑制オフセットパターンの少なくとも1つ生成するオフセットパターン生成部と、

前記オフセットパターンに基づいて、前記断層画像フレーム全体に用いられる1つのオフセット値からなるトータルゲイン、前記断層画像フレームの深度方向に用いられるオフセット値を有する深度方向ゲイン、前記断層画像フレームの走査方向に用いられるオフセ

ット値を有する走査方向ゲイン、および前記断層画像フレームの各画素に用いられるオフセット値を有するフレームゲインのうちの少なくとも1つを決定し、決定した少なくとも1つに基づき前記設定ゲインを決定するゲイン決定部と、
を有する超音波診断装置。

【請求項2】

前記ゲインコントロール部は、操作者の指令に基づき前記設定ゲインを生成する請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記生成した断層画像フレームの数を計測するカウンタをさらに備え、
前記ゲインコントロール部は、前記生成する断層画像フレームの数に基づいて、前記設定ゲインを生成する請求項1に記載の超音波診断装置。

10

【請求項4】

前記オフセットパターン生成部は、
前記均等化オフセットパターンを生成する均等化オフセットパターン生成部と、
前記強調・抑制オフセットパターンを生成する強調・抑制オフセットパターン生成部とを含む請求項1から3のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記均等化オフセットパターン生成部は、
前記断層画像フレームを複数のサブエリアに分割し、
前記サブエリアの平均輝度を算出し、
前記サブエリアの平均輝度と基準輝度との輝度差を算出し、
前記輝度差に掛け合わせる調整値を決定し、
前記輝度差と前記調整値とを乗算して得られた結果を前記サブエリアのオフセット値とし、

20

前記サブエリアのオフセット値に基づいて前記断層画像フレームの全画素に対応するオフセット値を含む前記均等化オフセットパターンを算出する請求項4に記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記基準輝度は前記断層画像フレーム全体の平均輝度である請求項5に記載の超音波診断装置。

30

【請求項7】

前記調整値は前記サブエリアの輝度値ヒストグラムおよび前記画像フレーム全体の輝度値ヒストグラムに基づいて決定される請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項8】

前記強調・抑制オフセットパターンの生成部は、
前記断層画像フレームをサブエリアに分割し、
前記サブエリアの特徴量を算出し、
前記特徴量を正規化し、
前記正規化された特徴量をオフセット値に変換し、
前記サブエリアのオフセット値に基づいて前記断層画像フレームの全画素に対応するオフセット値を含む前記強調・抑制オフセットパターンを算出する請求項4に記載の超音波診断装置。

40

【請求項9】

前記特徴量が前記サブエリアの輝度値の平均値および標準偏差の関数である請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項10】

前記トータルゲインの1つのオフセット値は前記オフセットパターンの全画素の平均値である請求項1から3のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項11】

前記ゲイン決定部は、前記オフセットパターンの同一深度の画素におけるオフセット値

50

の平均値を計算し、

前記平均値を前記深度方向において平滑化することによって前記深度方向ゲインを算出する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 2】

前記ゲイン決定部は、前記オフセットパターンの同一走査線上の画素におけるオフセット値の平均値を計算し、

前記平均値を前記走査方向において平滑化することによって前記走査線向ゲインを算出する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記ゲインコントロール部は、前記設定ゲインを生成する頻度を前記断層画像フレームが生成されるフレームレートに基づいて決定する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 4】

前記ゲインコントロール部はオフセットパターンを複数生成し、前記生成する断層画像フレームの数に基づいて、各オフセットパターンの生成頻度を設定する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に断層画像を表示する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波を被検体に照射し、そのエコー信号に含まれる情報を解析することにより、被検体内を観察する。従来から広く用いられている超音波診断装置は、エコー信号の強度を対応する画素の輝度に変換することにより、被検体の構造を断層画像として取得する。これにより、被検体の内部の構造を知ることができる。

【0003】

一般に、被検体内を超音波が伝搬してゆくにつれて超音波は減衰する。このため、被検体内部から得られる反射波の強度は一般に低下する。また、超音波を走査させて二次元の断層画像を得る場合、被検体と探触子との接触状態などによって走査により得られる反射波の強度が変化することがある。このような反射強度の変化は反射波に基づく受信信号の検出感度の低下を引き起こす。

【0004】

特許文献 1 および特許文献 2 は、このような検出感度の変化を補正するために、深度方向の感度補正機能である DGC (Depth Gain Control) や走査 (横) 方向の感度補正機能である LGC (Lateral Gain Control) の補正値を調整する技術を提案している。

【0005】

具体的には、特許文献 1 は、画像フレームを規則的なカーネルのグリッドに分割し、各々のカーネルの平均ピクセル強度とノイズモデルを用いて予測された平均ノイズレベルを比較し、平均ノイズレベルよりも所定の量だけ大きい平均ピクセル強度を有するカーネルを選択し、これらのカーネルの平均ピクセル強度の平均値を求めることによって、ピクセル強度の行・列平均を算出し、この平均値と基準値との差分を補正値とする技術を開示している。また、選択されなかったカーネルの数が限界閾値よりも小さい各々の行・列についてはノイズを抑制するようにゲイン調節を行うことを開示している。

【0006】

特許文献 2 は、画像の深度毎の信号強度の平均を求め、これを規格化した規格化平均値と基準値との差を補正値とする技術を開示している。また、深度毎の信号強度の分散値が基準値よりも大きい場合は重みを 1 とし、基準値よりも小さい場合は重みを 1 以下とすることで補正値に対して重み付けを行うことを開示している。

【特許文献 1】特開 2000 - 197637 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2005-152422号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1および2に開示された方法では、ノイズ判定のための指標値としてピクセル強度や分散値を用いる。しかし、これらの方法を用いた場合、生体深部における送信波の減衰に起因するピクセル強度の低下や肝臓内部のような分散値が低い非ノイズ画像等を正確に識別することが困難である。

【0008】

また、特許文献1および2に開示された方法は、ゲインレベルの均等化とノイズの抑制に対しては効果的であるが、例えば頸動脈診断における血管壁のような注目部位を他の領域よりもゲインレベルを上げることで見やすくするといった、画像内の組織構成成分の強調には適していない。

【0009】

さらに、特許文献1および2に開示された方法は、DGCやLGCを用いて画像のゲイン補正を行っているため、補正単位は深度もしくは走査線単位であり、心臓の心室内や腹部の血管内のような二次元に広がる一部の領域のみのゲインレベルを補正するという細かいゲイン調整ができないという問題がある。

【0010】

本発明は、このような従来技術の課題を解決し、操作者が煩雑な操作をすることなく、適切なゲインレベルの断層画像を得ることのできる超音波診断装置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】

【0011】

本発明の超音波診断装置は、被検体を所定の期間ごとに超音波ビームで走査するように探触子を駆動する送信部と、前記超音波ビームが前記被検体において反射することにより得られるエコーを前記探触子によって受信し、前記所定の期間ごとに受信信号を生成する受信部と、前記受信信号の強度に基づく輝度情報によって構成される断層画像フレームを所定の期間ごとに生成し、生成した断層画像フレームの輝度を設定ゲインにより調整する画像構築部と、前記設定ゲインを生成するゲインコントロール部と、前記輝度が調整された断層画像フレームを表示する表示部とを備え、前記ゲインコントロール部は、前記断層画像フレームの各画素の輝度情報に基づいて、前記各画素の輝度に対するオフセット値によるオフセットパターンを少なくとも1つ生成するオフセットパターン生成部と、前記オフセットパターンに基づいて、前記断層画像フレーム全体に用いられる1つのオフセット値からなるトータルゲイン、前記断層画像フレームの深度方向に用いられるオフセット値を有する深度方向ゲイン、前記断層画像フレームの走査方向に用いられるオフセット値を有する走査方向ゲイン、および前記断層画像フレームの各画素に用いられるオフセット値を有するフレームゲインのうちの少なくとも1つを決定し、決定した少なくとも1つに基づき前記設定ゲインを決定するゲイン決定部とを有する。

【0012】

ある好ましい実施形態において、前記ゲインコントロール部は、操作者の指令に基づき前記設定ゲインを生成する。これにより、操作者は煩雑な操作を行うことなく所望のタイミングで最適なゲインレベルの断層画像を得ることができる。

【0013】

ある好ましい実施形態において、超音波診断装置は、前記生成する断層画像フレームの数を計測するカウンタをさらに備え、前記ゲインコントロール部は、前記生成する断層画像フレームの数に基づいて、前記設定ゲインを生成する。これにより、操作者はゲイン調整に関する一切の操作を行うことなく最適なゲインレベルの断層画像を得ることができる。

【0014】

10

20

30

40

50

ある好ましい実施形態において、前記オフセットパターン生成部は、前記断層画像フレームの輝度レベルを均等にする均等化オフセットパターンを生成する均等化オフセットパターン生成部と、前記断層画像フレーム中の組織を強調し、かつ、ノイズ成分を抑制する強調・抑制オフセットパターンを生成する強調・抑制オフセットパターン生成部とを含み、前記オフセットパターンは、前記均等化オフセットパターンおよび前記強調・抑制オフセットパターンの少なくとも一方である。これにより、画像のゲインレベルを均等にしつつ、ノイズを抑制し、組織構造物を見やすくすることができる。

【0015】

ある好ましい実施形態において、前記均等化オフセットパターン生成部は、断層画像フレームを複数のサブエリアに分割し、前記サブエリアの平均輝度を算出し、前記サブエリアの平均輝度と基準輝度との輝度差を算出し、前記輝度差に掛け合わせる調整値を決定し、前記輝度差と前記調整値とを乗算して得られた結果を前記サブエリアのオフセット値とし、前記サブエリアのオフセット値に基づいて前記断層画像フレームの全画素に対応するオフセット値含む前記均等化オフセットパターンを算出する。これにより、画像全体のコントラストを保ちつつゲインレベルを均等化することができる。

10

【0016】

ある好ましい実施形態において、前記基準輝度は前記断層画像フレーム全体の平均輝度である。これにより、輝度調整後の前記断層画像フレーム全体のゲインレベルが調整前の断層画像フレーム全体のゲインレベルと大きく変わることはない画像を得ることができる。

20

【0017】

ある好ましい実施形態において、前記調整値は前記サブエリアの輝度値ヒストグラムおよび画像フレーム全体の輝度値ヒストグラムに基づいて決定される。これにより、サブエリアを低輝度領域、中輝度領域、高輝度領域に分割することができ、中輝度領域のゲインレベルのみを重点的に均等化することができる。

【0018】

ある好ましい実施形態において、前記強調・抑制オフセットパターンの生成部は、前記断層画像フレームをサブエリアに分割し、前記サブエリアの特徴量を算出し、前記特徴量を正規化し、前記正規化された特徴量をオフセット値に変換し、前記サブエリアのオフセット値に基づいて前記断層画像フレームの全画素に対応するオフセット値を含む前記強調・抑制オフセットパターンを算出する。これにより、画像のノイズレベルを抑制し、組織構造物のゲインレベルを高くすることができる。

30

【0019】

ある好ましい実施形態において、前記特徴量が前記サブエリアの輝度値の平均値および標準偏差の関数である。これにより、画像中のノイズ成分や組織構造物成分を的確に識別することができる。

【0020】

ある好ましい実施形態において、前記トータルゲインの1つのオフセット値は前記オフセットパターンの全画素の平均値である。これにより、最適なトータルゲインを決定することができる。

40

【0021】

ある好ましい実施形態において、前記ゲイン決定部は、前記オフセットパターンの同一深度の画素におけるオフセット値の平均値を計算し、前記平均値を前記深度方向において平滑化することによって前記深度方向ゲインを算出する。これにより最適な深度方向ゲインを決定することができる。

【0022】

ある好ましい実施形態において、前記ゲイン決定部は、前記オフセットパターンの同一走査線上の画素におけるオフセット値の平均値を計算し、前記平均値を前記走査方向において平滑化することによって前記走査線向ゲインを算出する。これにより、最適な操作方向ゲインを決定することができる。

50

【 0 0 2 3 】

ある好ましい実施形態において、前記ゲインコントロール部は、前記設定ゲインを生成する頻度を前記断層画像フレームが生成されるフレームレートに基づいて決定する。これにより、フレームレートが変更されても常に最適なオフセットパターン算出頻度を保持することができる。

【 0 0 2 4 】

ある好ましい実施形態において、前記ゲインコントロール部はオフセットパターンを複数生成し、前記生成する断層画像フレームの数に基づいて、各オフセットパターンの生成頻度を設定する。これにより、ゲイン決定部の能力と最適化精度のトレードオフの調整をより細かく行うことができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

本発明の超音波診断装置によれば、超音波の送受信によって得られた断層画像のデータをゲインコントロール部が2次的にデータ処理することによって見やすい画像が得られるように輝度を調整するための設定ゲインを自動的に生成する。したがって、操作者が煩雑な操作をすることなく見やすい輝度の断層画像を得ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

(第 1 の実施の形態)

図 1 (a) は、本発明による超音波診断装置の一実施形態を示すブロック図である。図 1 (a) に示すように、本実施形態の超音波診断装置は、送信部 1 1 2、受信部 1 0 2、ビームフォーマ 1 0 3、検波部 1 0 4、画像構築部 1 0 5、フレームメモリ 1 0 6、ゲインコントロール部 1 0 7 および表示部 1 0 8 を備える。また、これら各部を制御する制御部 1 1 5 を含んでいる。制御部 1 1 5 には、キーボードやトラックボール、スイッチ、ボタンといったユーザーインターフェースとなる入力部 1 1 1 が接続されており、操作者が入力部 1 1 1 を介して制御部 1 1 5 に指令を入力することにより、制御部 1 1 5 が超音波診断装置の各部を制御する。制御部 1 1 5 はマイクロコンピュータなどによって構成される。また、ビームフォーマ 1 0 3、検波部 1 0 4、画像構築部 1 0 5、フレームメモリ 1 0 6 およびゲインコントロール部 1 0 7 は以下で詳細に説明するような機能を有しているが、これら各部の機能は、ソフトウェアにより実現されていてもよい。この場合、制御部 1 1 5 を構成するマイクロコンピュータがソフトウェアを実行してもいいし、ソフトウェアを実行する別のマイクロコンピュータなどを超音波診断装置が備えていてもよい。

【 0 0 2 7 】

超音波診断装置には、探触子 1 0 1 が接続される。探触子 1 0 1 は汎用のものを用いることができ、本実施形態の超音波診断装置が探触子 1 0 1 を備えていてもよい。二次元の断層画像を得ることができるように、探触子 1 0 1 は、ステアリング機能を有しているか、または、2次元または3次元アレイプローブであることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

送信部 1 1 2 は、制御部 1 1 5 の制御に基づき、駆動信号を生成し、探触子 1 0 1 へ出力する。探触子 1 0 1 は、複数の圧電体振動子を含み、駆動信号の印加によって各圧電体振動子が振動し、超音波ビームを生成する。生成した超音波ビームは、被検体へ向けて送信される。所定の期間ごとに超音波ビームによって被検体が走査されるように探触子 1 0 1 は駆動される。

【 0 0 2 9 】

被検体において反射した超音波ビームはエコーとして探触子 1 0 1 へ戻る。探触子 1 0 1 の各圧電体振動子は受信したエコーを逐次電気信号に変換する。

【 0 0 3 0 】

受信部 1 0 3 はアンプおよび A / D コンバータを含み、探触子 1 0 1 からの電気信号を逐次増幅して受信信号を生成する。生成した受信信号は A / D コンバータによりデジタル信号に変換される。つまり、超音波が被検体を走査する所定の期間ごとに受信信号が得ら

10

20

30

40

50

れる。

【0031】

ビームフォーマ103は、各圧電体振動子による受信信号の遅延合成を行う。これにより、被検体を走査するように送信された超音波ビームの各音響線に対応するエコーによる受信信号が得られる。検波部104は、受信信号を包絡線検波し、受信信号の強度情報を生成する。

【0032】

画像構築部105は、受信信号の強度情報を受け取り、フィルタ処理を施した後、受信信号の強度情報に基づいて、断層画像フレームを構成する各画素の輝度情報を生成する。生成した断層画像フレームの輝度情報はフレームメモリ106へ出力され、フレームメモリ106に記憶される。これらの処理はリアルタイムで行われる。つまり、超音波が被検体を走査する所定の期間ごとにこれらの処理が行われる。

10

【0033】

また、以下において詳細に説明するように、ゲインコントロール部107が決定した設定ゲインを受け取り、設定ゲインに基づいて断層画像フレームの輝度を調整する。さらに、調整された輝度による断層画像フレームのデータを走査線変換(スキャンコンバート)し、表示部108へ出力する。表示部108は、断層画像フレームのデータを表示する。

【0034】

ゲインコントロール部107は、操作者が入力部111を操作することにより、または、入力部111への指令に基づく制御部115の制御により、フレームメモリ106に記憶された断層画像フレームの各画素の輝度情報に基づいて、断層画像フレームがより見易くなるように断層画像の輝度を調節する設定ゲインを決定する。図1(b)はゲインコントロール部107の機能を示すブロック図である。図1(b)に示すように、ゲインコントロール部107は、均等化オフセットパターン生成部107aと強調・抑制オフセットパターン生成部107bとを含むオフセットパターン生成部107dおよびゲイン決定部107cを含む。

20

【0035】

図2は、ゲインコントロール部107の動作を説明するフローチャートである。オフセットパターン生成部107dは、ステップ201に示すように、フレームメモリ106に記憶された断層画像フレームの各画素の輝度情報を読み出す。次にステップ202に示すように、断層画像フレームの各画素の輝度情報に基づいて各画素の輝度に対するオフセット値によって構成されるオフセットパターンを少なくとも1つ生成する。このオフセットパターンは二次元のデータであり、断層画像フレーム全体に適用されるデータである。より好ましくは、均等化オフセットパターン生成部107aおよび強調・抑制オフセットパターン生成部107bがそれぞれ均等化オフセットパターンおよび強調・抑制オフセットパターンを生成する。均等化オフセットパターンは断層画像フレームの輝度レベルを全体的に均等にする作用を有する。強調・抑制オフセットパターンは、断層画像フレームの構造物成分を強調し、また、ノイズ成分を抑制する作用を有する。

30

【0036】

ステップ203に示すように、ゲイン決定部107cは、オフセットパターンから、トータルゲイン、深度方向ゲイン、走査方向ゲインおよびフレームゲインのうちの少なくとも1つを決定し、決定した少なくとも1つに基づき生成した設定ゲインを画像構築部105へ出力する。ステップ204に示すように、画像構築部105はこの設定ゲインを受け取り、断層画像フレームに設定する。これにより、断層画像フレームの輝度が調整される。トータルゲインは、断層画像フレーム全体に用いられる1つのオフセット値からなる。深度方向ゲインおよび深度方向ゲインは、それぞれ断層画像フレームの深度方向および走査方向に用いられるオフセット値からなる。また、フレームゲインは、断層画像フレームの各画素に用いられるオフセット値からなる。

40

【0037】

このようにして決定された設定ゲインに基づき、画像構築部105は、設定ゲインが更

50

新されるまで同じゲインを用いて所定の期間ごとに生成される断層画像フレームの輝度を調整する。設定ゲインは操作者が入力部 1 1 1 に指令を与えることによって更新される。

【 0 0 3 8 】

次に、ゲインコントロール部 1 0 7 の動作およびゲインコントロール部 1 0 7 が生成する設定ゲインを図 2 に示したステップごとに詳細に説明する。

【 0 0 3 9 】

1 . 断層画像フレーム取得 (ステップ 2 0 1)

前述したように、ゲインコントロール部 1 0 7 は、操作者による入力部 1 1 1 からの指令によって、フレームメモリ 1 0 6 に記憶された断層画像フレームの各画素の輝度情報を読み出す。ゲインコントロール部 1 0 7 は、以下の処理に適するように、断層画像フレームの輝度情報に含まれる雑音の低減や画像中の線やエッジの強調などを行う空間フィルタ等を読み出した断層画像フレームの輝度情報に施してもよい。

【 0 0 4 0 】

2 . オフセットパターン生成 (ステップ 2 0 2)

図 3 はステップ 2 0 2 におけるオフセットパターン生成の手順を示すフローチャートである。ゲインコントロール部 1 0 7 の均等化オフセットパターン生成部 1 0 7 a は、ステップ群 3 0 1 に示す手順によって断層画像フレームの各画素の輝度情報から均等化オフセットパターンを生成し、強調・抑制オフセットパターン生成部 1 0 7 b は、ステップ群 3 0 2 に示す手順によって、断層画像フレームの各画素の輝度情報から強調・抑制オフセットパターンを生成する。これらの 2 つのステップはゲインコントロール部の処理能力に応じて同時に並行して行ってもよいし、逐次行ってもよい。逐次処理を行う場合には、いずれのオフセットパターンを先に生成してもよい。

【 0 0 4 1 】

まず、均等化オフセットパターンを生成する手順を説明する (ステップ群 3 0 1)。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示すように、取得した断層画像フレーム 1 0 は、音響線 1 3 を持つ超音波ビームを走査させることによって得られており、各音響線 1 3 上には、複数の測定点 (点で示している) が所定の間隔で設定されている。断層画像フレーム 1 0 を構成する音響線の数を i とし、各音響線 1 3 上に設定された測定点の数を j とすれば、断層画像フレーム 1 0 は $i \times j$ の画素によって構成される。図 3 のステップ 3 2 1 に示すように、まず取得した断層画像フレームを $M 1 \times N 1$ の画素を含むサブエリア 1 1 に分割する。 $M 1$ 、 $N 1$ はあらかじめ任意の値 ($M 1 \geq i$ 、 $N 1 \geq j$) に設定しておくことが可能である。また、サブエリア同士は一部が重なっていてもよく、たとえば、サブエリア 1 1 とサブエリア 1 2 とを設定してもよい。

【 0 0 4 3 】

次にステップ 3 2 2 に示すように、分割した全てのサブエリア 1 1 について、サブエリア内の画素の平均輝度を算出する。

【 0 0 4 4 】

続いて、ステップ 3 2 3 に示すように、全てのサブエリアの調整係数を算出する。調整係数の決定方法を図 5 に示す。まず、断層画像フレームの全画素の輝度の平均値 μ 、および標準偏差 σ を求める。全画素の輝度のヒストグラムが図 5 の上のグラフのように得られるとした場合、輝度に応じて図 5 の下のグラフに示すように調整係数 $g(x)$ を決定する。具体的には、 $\mu - r_{m1} \times \sigma$ 以上 $\mu + r_{m2} \times \sigma$ 以下の輝度に対して調整係数 1 を決定し、 $\mu - r_l \times \sigma$ 以下および $\mu + r_h \times \sigma$ 以上の輝度に対して調整係数 v_l および v_h をそれぞれ決定する。また、 $\mu - r_l \times \sigma$ 以上 $\mu - r_{m1} \times \sigma$ 以下の輝度に対しては、輝度に応じて v_l から 1 までの調整係数を決定する。同様に、 $\mu + r_{m2} \times \sigma$ 以上 $\mu + r_h \times \sigma$ 以下の輝度に対しては、輝度に応じて 1 から v_h までの調整係数を決定する。係数 r_l 、 r_{m1} 、 r_{m2} 、 r_h 、 v_l 、 v_h はあらかじめ任意の値に設定しておくことが可能であり、被検体の診断部位やプローブの種類ごとに変更してもよい。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

次にステップ 3 2 4 に示すように、以下の式 1 にしたがって全てのサブエリアの最適オフセット値を算出する。

【 0 0 4 6 】

【数 1】

$$Offset[m,n] = (\mu - \mu_{m,n}) \times g(\mu_{m,n})$$

Offset[m,n] : サブエリア (m, n) のオフセット値
 μ : 画像フレームの平均輝度
 $\mu_{m,n}$: サブエリア (m, n) の平均輝度
 $g(x)$: 調整係数

10

【 0 0 4 7 】

式 1 および図 5 から分かるようにサブエリアの平均輝度 $\mu_{m,n}$ が断層画像フレームの全画素の輝度の平均値 μ と等しい場合にはオフセット値 *Offset[m,n]* はゼロとなる。また、サブエリアの平均輝度 $\mu_{m,n}$ が断層画像フレームの全画素の輝度の平均値 μ から大きく離れている場合、つまり、著しく輝度が高い（明るい）場合や輝度が低い（暗い）場合には、調整係数 $g(x)$ が v_l または v_h となり、小さな値となる。したがって、式 1 に示すオフセット値は、サブエリアの平均輝度 $\mu_{m,n}$ が低い部分や高い部分では小さくなる。このため、生成したオフセット値を断層画像フレームに適用することにより、著しく暗い分

20

【 0 0 4 8 】

次に、ステップ 3 2 5 に示すように、オフセット値をサブエリアの中心点にプロットし、隣り合うサブエリアの中心点との間を線形補間によって補間することによって画像フレームの各画素に対応するオフセット値を算出する。図 6 に示すように、*Offset[m,n]* と *Offset[m+1,n]* とから、サブエリア 1 1 (m, n) の中心とサブエリア 1 1 (m + 1, n) の中心とを結ぶ直線上に位置する画素の位置のオフセット値を線形補間によって求める。同様に *Offset[m,n+1]* と *Offset[m+1,n+1]* とからサブエリア 1 1 (m, n+1) の中心とサブエリア 1 1 (m + 1, n + 1) の中心とを結ぶ直線上に位置する画素の位置のオフセット値を線形補間によって求める。その後、補間によって求めた値を用いて、サブエリア 1 1 (m, n) の中心、サブエリア 1 1 (m + 1, n) の中心、サブエリア 1 1 (m + 1, n) の中心およびサブエリア 1 1 (m + 1, n + 1) の中心で囲まれる画素の位置におけるオフセット値を求めることができる。このようにして、断層画像フレームの全画素におけるオフセット値が求められる。このオフセット値を均等化オフセットパターンと呼ぶ。

30

【 0 0 4 9 】

次に、強調・抑制オフセットパターンを生成する手順を説明する（ステップ群 3 0 2）。まず、ステップ 3 4 1 に示すように、均等化オフセットパターンの生成手順と同様にしてサブエリア 1 1 を設定する。次にステップ 3 4 2 に示すように、分割した各サブエリア 1 1 において、平均輝度 *Mean* および輝度の標準偏差 *StdDev* を求め、特徴量 *Fv* を式 2 に従って算出する。

40

【 0 0 5 0 】

【数 2】

$$Fv = Mean \times StdDev^v$$

Mean : 平均輝度
StdDev : 輝度の標準偏差
 v : べき乗係数

【 0 0 5 1 】

べき乗係数 v は予め任意の値に設定しておくことが可能である。サブエリア 1 1 に組織

50

の境界が含まれる場合には組織の境界での超音波の反射が強くなるため輝度が高くなり、また輝度の分散、つまり、標準偏差が大きくなる。このため、特徴量Fvも大きくなる。一方、サブエリア11に血流部分が含まれている場合には、超音波の反射が弱くなるため、輝度が低く、輝度の標準偏差も小さくなる。サブエリア11にノイズ成分が多く含まれる場合も同様の傾向を示す。したがって、特徴量Fvとして平均輝度および輝度の標準偏差の関数を用い、サブエリア11の特徴量を評価することによって、サブエリア11のノイズや、組織の境界があるかどうかを評価できる。

【0052】

次にステップ343に示すように、式3にしたがって特徴量Fvを正規化する。

【0053】

【数3】

$$Norm(Fv_{m,n}) = \frac{Fv_{m,n} - Mean}{StdDev}$$

$Fv_{m,n}$: サブエリア(m,n)の特徴量
 $Mean$: 特徴量集合の平均値
 $StdDev$: 特徴量集合の標準偏差

【0054】

正規化した特長量Norm(Fv)をたとえば図7に示す変換曲線を用いてオフセット値に変換する。変換曲線は予め任意の形状に設定しておくことが可能であり、診断部位やプローブの種類ごとに変更することなども可能である。図7に示す変換曲線において、正規化した特長量Norm(Fv)が小さい領域においてオフセット値が小さく、かつ、大きく変化する。サブエリア11の正規化した特長量Norm(Fv)が小さいということは超音波の反射が弱い、あるいは、ノイズ成分を多く含むということであるため、このようなサブエリア11に適用するオフセット値は小さくし、断層画像における輝度をできるだけ低くすることによって、ノイズの影響を除去することができる。一方、サブエリア11の正規化した特長量Norm(Fv)が大きいということは、超音波の反射が強いということであるから、あまりオフセット値を大きくして輝度を強調する必要はない。

【0055】

次に、ステップ345に示すように、オフセット値をサブエリアの中心点にプロットし、隣り合うサブエリアの中心点との間を線形補間によって補間することによって画像フレームの各画素に対応するオフセット値を算出する。これは図6を参照して説明した方法によって求めることができる。これにより、断層画像フレームの全画素におけるオフセット値が求められる。このオフセット値を強調・抑制オフセットパターンと呼ぶ。

【0056】

次に、ステップ361に示すように、求めた均等化オフセットパターンと強調・抑制オフセットパターンを式4にしたがって合成する。重み係数C1、C2は予め任意の値に設定しておくことが可能である。

【0057】

【数4】

$$OffsetPattern[x,y] = C1 \times EqPat[x,y] + C2 \times EmPat[x,y]$$

$OffsetPattern[x,y]$: 最適オフセットパターンの位置(x,y)におけるOffset値
 $EqPat[x,y]$: 均等化オフセットパターンの位置(x,y)におけるOffset値
 $EmPat[x,y]$: 強調・抑制オフセットパターンの位置(x,y)におけるOffset値
 $C1, C2$: 重み係数

【0058】

3. ゲイン算出(ステップ203)

10

20

30

40

50

図8はオフセットパターンからゲインを算出する手順を示すフローチャートである。ステップ1101に示すように、ゲイン決定部107cは、式5にしたがってオフセットパターンからトータルゲインBaseGainを算出する。トータルゲインBaseGainは断層画像フレームの各画素に適用される1つのオフセット値である。

【0059】

【数5】

$$BaseGain = \frac{1}{W \times H} \sum_{x=0}^{W-1} \sum_{y=0}^{H-1} offset(x, y)$$

$Offset(x, y)$: オフセットパターン中の位置(x,y)におけるOffset値
 W : オフセットパターンの幅
 H : オフセットパターンの高さ

10

【0060】

続いて、ステップ1102に示すように、式6にしたがって深度方向ゲインDgcValue[y]を算出する。この深度方向ゲインDgcValue[y]は深さ方向に配列されたオフセット値からなる数例であり、各音響線上に位置する画素に対して共通に適用される。その後、ステップ1103に示すように、深度方向ゲインDgcValue[y]に低域通過フィルタ処理を施すことにより、深度方向ゲインDgcValue[y]を平滑化する。なお、本実施例では深度方向ゲインDgcValue[y]の平滑化に低域通過フィルタを用いているが、メジアンフィルタ等の非線形フィルタ等を用いてもよい。

20

【0061】

【数6】

$$DgcValue[y] = \frac{1}{W} \sum_{x=0}^{W-1} offset(x, y) - BaseGain$$

$Offset(x, y)$: オフセットパターン中の位置(x,y)におけるOffset値
 W : オフセットパターンの幅

30

【0062】

このような手順によって、ゲインコントロール部107で求められた深度方向ゲインDgcValue[y]は、設定ゲインとして画像構築部105へ出力される。画像構築部105は、受け取った深度方向ゲインDgcValue[y]を用いて断層画像フレームの輝度を調整し、表示部108へ出力する。

【0063】

なお、本実施形態では、トータルゲインおよび深度方向ゲインを求めているが、同様の手順によって走査方向ゲインを求めてもよい。また、断層画像フレームの各画素に用いられるオフセット値を有するフレームゲインを求めてもよい。

40

【0064】

本実施形態の超音波診断装置によれば、超音波の送受信によって得られた断層画像のデータをゲインコントロール部107が2次的にデータ処理することによって見やすい画像が得られるように輝度を調整するためのゲインを自動的に生成することができる。したがって、操作者が煩雑な操作をすることなく見やすい輝度の断層画像を得ることができる。

【0065】

また、本実施形態の超音波診断装置によれば、断層画像を見やすい均一な明るさにするための輝度調整を行うオフセットパターンの生成と、断層画像に生じているノイズを除去し、組織の形状をより分かり易くするためのオフセットパターンの生成とを独立して行う

50

。このため、これら 2 つの異なる目的に対して最適な輝度調整を行うことができる。

【 0 0 6 6 】

(第 2 の実施の形態)

図 9 は、本発明による超音波診断装置の第 2 の実施形態を示すブロック図である。本実施形態の超音波診断装置はカウンタ 1 4 0 1 を備えており、カウンタ 1 4 0 1 が生成される画像フレームの数を計測し、ゲインコントロール部 1 4 0 2 はカウンタ 1 4 0 1 の計測数に応じてゲインを生成する点で第 1 の実施形態と異なる。本実施形態の超音波診断装置のこのほかの構成要素は第 1 の実施形態の構成要素と同じである。

【 0 0 6 7 】

画像構築部 1 0 5 は生成した画像フレームをフレームメモリ 1 0 6 に出力し、また、カウンタ 1 4 0 1 が計測しているカウンタ値を、画像フレームが生成されるたびに 1 つ増加させる。

10

【 0 0 6 8 】

ゲインコントロール部 1 4 0 2 はカウンタ 1 4 0 1 のカウンタ値を参照し、カウント値が予め設定された値 N に達した場合には、第 1 の実施形態で説明したように、フレームメモリ 1 0 6 から断層画像フレームを読み出して設定ゲインを算出する。また、カウンタ 1 4 0 1 をリセットする。ゲインコントロール部 1 4 0 2 が生成したゲインは画像構築部 1 0 5 へ出力される。画像構築部 1 0 5 は、受け取ったゲインを用いて断層画像フレームの輝度を調整し、表示部 1 0 8 へ出力する。この場合、第 1 の実施形態と同様、均等化オフセットパターンおよび強調・抑制オフセットパターンを生成し、設定ゲインを決定してもよいし、カウンタ値に基づいて、均等化オフセットパターンおよび強調・抑制オフセットパターンを生成する頻度を異ならせてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

値 N を大きく設定すると、ゲインコントロール部 1 4 0 2 がゲインを生成する頻度が減少するため、ゲインコントロール部 1 4 0 2 の負荷は小さくなるが、断層画像の輝度調整精度は悪くなる。一方値 N を小さく設定すると、ゲインの生成頻度が増加するために断層画像の輝度調整精度は高くなるが、ゲインコントロール部 1 4 0 2 の負荷は増大する。したがって、ゲインコントロール部 1 4 0 2、あるいは、ゲインコントロール部 1 4 0 2 の機能を実現するソフトウェアを実行するプロセッサの能力や要求される断層画像の精度に応じて N の値を決定することが望ましい。N の値を固定値ではなく、断層画像フレームのレートに基づく可変値に設定してもよい。

30

【 0 0 7 0 】

なお、上記第 1 および第 2 の実施形態では、均等化オフセットパターンおよび強調・抑制オフセットパターンの両方を生成していたが、被検体の特性を考慮していずれか一方のみを求めオフセットを生成してもよい。

【 0 0 7 1 】

また、上記第 1 および第 2 の実施形態では、超音波診断装置は断層画像を表示する機能のみを備えているが、血流の分布や血流の特性、被検体組織の弾性特性などを計測する機能を備えていてもよい。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 2 】

本発明は被検体の断層画像を表示する超音波診断装置に好適に用いられ、断層画像とともに、血流の分布や血流の特性、被検体組織の弾性特性などを計測する超音波診断装置にも好適に用いられる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】 (a) は本発明による超音波診断装置の第 1 の実施形態を示すブロック図であり、(b) は、ゲインコントロール部のブロック図である。

【 図 2 】 ゲインコントロール部の動作を説明するフローチャートである。

【 図 3 】 オフセットパターン生成部の動作を説明するフローチャートである。

50

【図4】断層画像フレームに設定するサブエリアを説明する図である。

【図5】サブエリアの平均輝度から調整計数を決定する方法を説明する図である。

【図6】サブエリアの値から各画素の位置における補間値を求める方法を説明する図である。

【図7】正規化された特徴量からオフセット値を決定する方法を説明する図である。

【図8】オフセットパターンからゲインを算出する手順を示すフローチャートである。

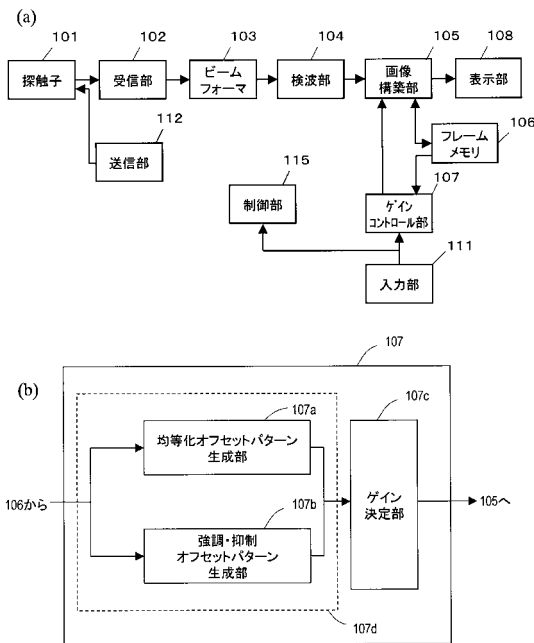
【図9】本発明による超音波診断装置の第2の実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

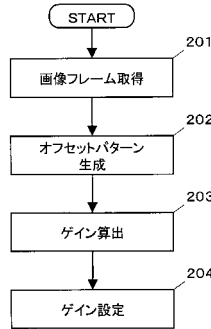
【0074】

- 101 探触子
- 102 受信部
- 103 ビームフォーマ
- 104 検波部
- 105 画像構築部
- 106 フレームメモリ
- 107、1402 ゲイン設定部
- 108 表示部
- 111 入力部
- 1401 カウンタ

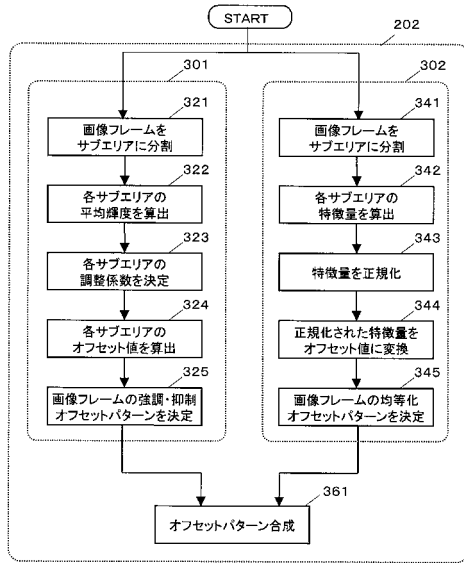
【図1】



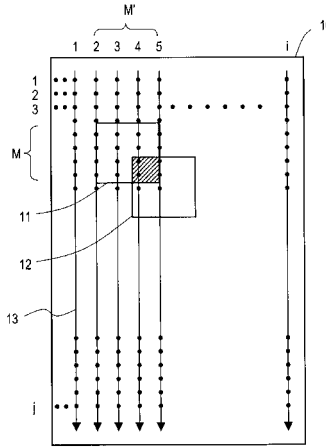
【図2】



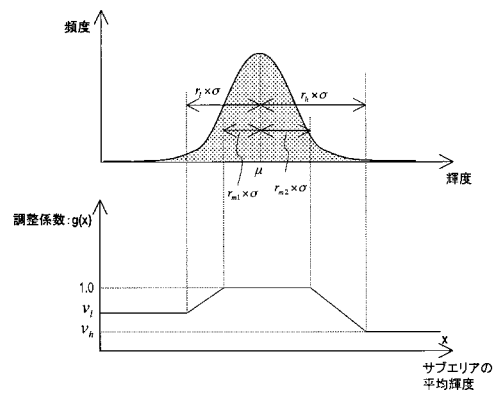
【図3】



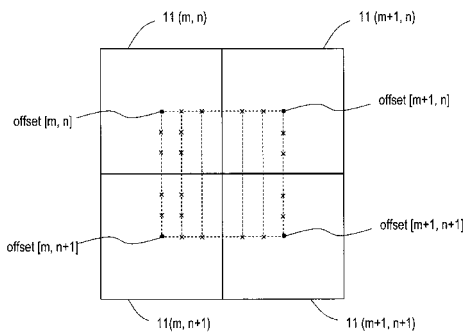
【図4】



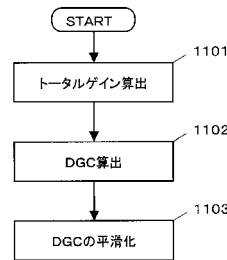
【図5】



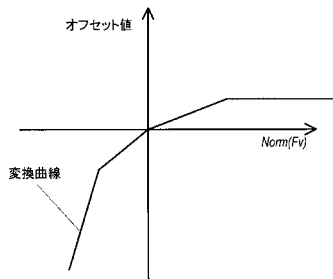
【図6】



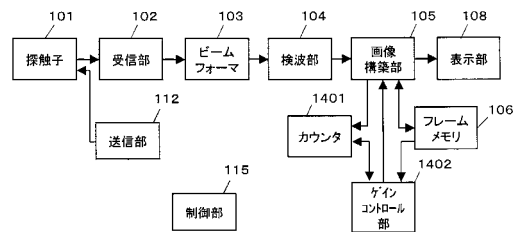
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 253226 (JP, A)
特開平06 - 114060 (JP, A)
特開平11 - 267127 (JP, A)
特開2008 - 284211 (JP, A)
特開平06 - 133967 (JP, A)
特表2004 - 500915 (JP, A)
特開2007 - 313294 (JP, A)
特開平07 - 236637 (JP, A)
特開平06 - 105839 (JP, A)
特開2000 - 139914 (JP, 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	JP5248961B2	公开(公告)日	2013-07-31
申请号	JP2008239228	申请日	2008-09-18
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	西村有史 右田学		
发明人	西村 有史 右田 学		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/58 G01S7/52033 G01S7/52034 G01S7/5205 G01S7/52073		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE11 4C601/JB13 4C601/JB36 4C601/JC07		
代理人(译)	奥田诚治		
其他公开文献	JP2010068987A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(经修改) 甲无需操作员复杂的操作, 提供一种能够获得适当的增益水平的断层图像的超声波诊断装置。增益控制单元107, 基于断层图像帧的每个像素的亮度信息, 并且用于通过偏移值对每个像素的亮度来生成至少一个偏移图案的偏移图案生成部107D, 基于偏移图案, 用于整个断层图像帧中的偏移值中的一个的总增益, 具有用于断层图像帧, 在断层图像帧的扫描方向中使用的偏移值的扫描方向的深度方向上的偏移值在深度方向上的增益增益, 和断层图像帧, 以确定具有用于每个像素的偏移值的帧的增益中的至少一个, 以及用于确定增益的增益确定部分107c中设定基于至少一个确定的。点域1