

(11) 特許出願公開番号

特開2005-80869

(P2005-80869A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int.Cl.⁷

A 6 1 B 8/00

F I

A61B 8/00

テーマコード (参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-316190 (P2003-316190)

(22) 出願日 平成15年9月9日 (2003.9.9)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川 県南足柄市中沼210番地

(74) 代理人 100100413

弁理士 渡部 温

(74) 代理人 100110777

弁理士 宇都宮 正明

(72) 發明者 佐藤 良彰

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地

富士写真フイルム株式会社内

F ターム (参考) 4C601 BB02 DD10 EE04 JB12 JB14

JB36 JB40 JB47 JB51 JC10

LL05 LL38

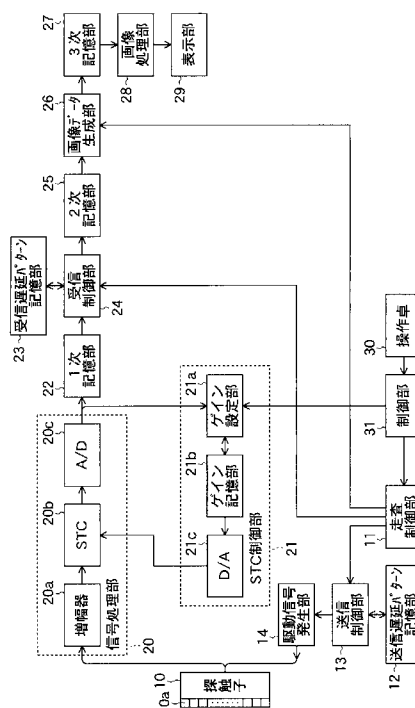
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 反射率の大きい境界よりも深部に位置する領域の画像の画質を向上させることが可能な超音波診断装置を提供する。

【解決手段】 この超音波診断装置は、被検体に超音波ビームを送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して検出信号を生成する超音波送受信手段１０と、補正制御信号に従って、被検体内において超音波信号が反射される位置による検出信号の強度変化を補正する信号処理手段２０と、検出信号に基づいて、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するように補正制御信号を生成する補正制御手段２１とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に超音波ビームを送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して検出信号を生成する超音波送受信手段と、

補正制御信号に従って、被検体内において超音波信号が反射される位置による検出信号の強度変化を補正する信号処理手段と、

検出信号に基づいて、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するように補正制御信号を生成する補正制御手段と、

を具備する超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記補正制御手段が、前記信号処理手段から出力される検出信号に基づいて、次のフレームのための補正制御信号を生成する、請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記補正制御手段が、軟部組織と硬部組織との境界よりも深い部分に対応する第 2 の領域における検出信号の強度を増強するように補正制御信号を生成する、請求項 1 又は 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記信号処理手段が、

補正制御信号に従って検出信号を増幅する可変利得増幅器と、

前記可変利得増幅器によって増幅された検出信号をディジタル値に変換するアナログ / ディジタル変換器と、

を含み、前記補正制御手段が、

検出信号の強度に関する第 1 の閾値と、被検体内の複数の位置に対応する前記可変利得増幅器の利得の初期値及び現在値とに基づいて、被検体内の複数の位置に対応する複数の第 2 の閾値を求め、被検体内の複数の位置に対応する検出信号のディジタル値を複数の第 2 の閾値とそれぞれ比較した結果に基づいて、次のフレームのための補正制御値を生成するゲイン設定部と、

前記ゲイン設定部によって生成された補正制御値を記憶する記憶部と、

前記記憶部から読み出された補正制御値をアナログの補正制御信号に変換するディジタル / アナログ変換器と、

を含む、請求項 3 記載の超音波診断装置。

20

30

【請求項 5】

前記ゲイン設定部が、検出信号のディジタル値が対応する第 2 の閾値よりも大きい場合に、前記可変利得増幅器の利得の初期値に第 1 の係数を乗算することにより次のフレームの対応する境界領域における検出信号のための利得を設定すると共に、前記可変利得増幅器の利得の初期値に第 2 の係数を乗算することにより次のフレームの第 2 の領域における検出信号のための利得を設定する、請求項 4 記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記第 1 の閾値と、前記第 1 及び第 2 の係数と、前記第 2 の領域の範囲との内の少なくとも 1 つを設定するために用いられる設定手段をさらに具備する請求項 5 記載の超音波診断装置。

40

【請求項 7】

被検体内の軟部組織と硬部組織との種類を指定するために用いられる第 1 の設定手段と、

指定された軟部組織と硬部組織とに従って、前記第 1 の閾値と、前記第 1 及び第 2 の係数と、前記第 2 の領域の範囲との内の少なくとも 1 つを設定する第 2 の設定手段と、をさらに具備する請求項 6 記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

被検体に超音波ビームを送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信し

50

て検出信号を生成する超音波送受信手段と、

補正制御信号に従って、被検体内において超音波信号が反射される位置による検出信号の強度変化を補正する信号処理手段と、

検出信号と音圧強度の空間分布を表す強度プロファイルとに基づいて、被検体内における反射率に関する値を求める反射率推定手段と、

前記反射率推定手段によって求められた反射率に関する値に基づいて、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するように補正制御信号を生成する補正制御手段と、
を具備する超音波診断装置。

【請求項 9】

前記補正制御手段が、前記信号処理手段から出力される検出信号に基づいて、次のフレームのための補正制御信号を生成する、請求項 8 記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記補正制御手段が、軟部組織と硬部組織との境界よりも深い部分に対応する第 2 の領域における検出信号の強度を増強するように補正制御信号を生成する、請求項 8 又は 9 記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記信号処理手段が、

補正制御信号に従って検出信号を増幅する可変利得増幅器と、

前記可変利得増幅器によって増幅された検出信号をディジタル値に変換するアナログ / ディジタル変換器と、

を含み、前記補正制御手段が、

反射率に関する第 1 の閾値と、被検体内の複数の位置に対応する前記可変利得増幅器の利得の初期値及び現在値とに基づいて、被検体内の複数の位置に対応する複数の第 2 の閾値を求め、被検体内の複数の位置に対応する反射率に関する値を複数の第 2 の閾値とそれぞれ比較した結果に基づいて、次のフレームのための補正制御値を生成するゲイン設定部と、

前記ゲイン設定部によって生成された補正制御値を記憶する記憶部と、

前記記憶部から読み出された補正制御値をアナログの補正制御信号に変換するディジタル / アナログ変換器と、

を含む、請求項 10 記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記ゲイン設定部が、反射率に関する値が対応する第 2 の閾値よりも大きい場合に、前記可変利得増幅器の利得の初期値に第 1 の係数を乗算することにより次のフレームの対応する境界領域における検出信号のための前記可変利得増幅器の利得を設定すると共に、前記可変利得増幅器の利得の初期値に第 2 の係数を乗算することにより次のフレームの第 2 の領域における検出信号のための前記可変利得増幅器の利得を設定する、請求項 11 記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記第 1 の閾値と、前記第 1 及び第 2 の係数と、前記第 2 の領域の範囲との内の少なくとも 1 つを設定するために用いられる設定手段をさらに具備する請求項 12 記載の超音波診断装置。

【請求項 14】

被検体内の軟部組織と硬部組織との種類を指定するために用いられる第 1 の設定手段と、

指定された軟部組織と硬部組織とに応じて、前記第 1 の閾値と、前記第 1 及び第 2 の係数と、前記第 2 の領域の範囲との内の少なくとも 1 つを設定する第 2 の設定手段と、
をさらに具備する請求項 13 記載の超音波診断装置。

【請求項 15】

前記ゲイン設定部が、CPU とソフトウェアによって実現される機能ブロックである、

10

20

30

40

50

請求項 4 ~ 7 及び 11 ~ 14 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

【請求項 16】

前記硬部組織が、骨と腱と靭帯との内の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項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、超音波を送受信することにより生体内の臓器や骨等の撮像を行って、診断のために用いられる画像データを生成する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療用に用いられる超音波撮像装置においては、通常、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子（プローブ）が用いられる。このような超音波探触子を用いて、複数の超音波を合波することにより形成される超音波ビームによって被検体を走査し、被検体内部において反射された超音波エコーを受信することにより、超音波エコーの強度に基づいて被検体に関する画像情報が得られる。さらに、この画像情報に基づいて、被検体の 2 次元又は 3 次元領域における超音波画像が再現される。

【0003】

超音波トランスデューサから送信される超音波の強度は、被検体における超音波のエネルギー吸収や超音波ビームの屈折及び散乱等の影響によって、被検体内部の深度に伴って低下する。従って、超音波トランスデューサにおいて受信される超音波エコーの強度は、反射位置の深度に伴って減衰する。このような超音波エコーの強度の減衰を補正するために、超音波の送信から超音波エコーの受信までに要する時間（反射位置の深度に対応している）に応じて、受信回路における増幅器のゲインを変化させる手法が、従来から用いられている。このような手法は、S T C（sensitivity time control：センシティビティ・タイム・コントロール）、又は、T G C（time gain compensation：タイム・ゲイン・コンペンセーション）と呼ばれている。

【0004】

しかしながら、反射率の大きい境界がある場合には、その境界において反射した超音波エコーの強度が極端に大きくなるので、S T Cによって生成された超音波画像における境界は高輝度で表示され、その境界付近における画像の視認性が低下してしまう。特に、図 7 に示すように、人体に超音波トランスデューサアレイから超音波ビームを送信することによって得られる超音波画像においては、図 8 に示すように、筋肉等の軟部組織と骨等の硬部組織との境界において反射する超音波エコーの振幅が極端に大きくなるので、例えば筋肉と骨との境界が高輝度で表示される。一方、骨の内部や後方からの超音波エコーは弱いので、筋肉と骨との境界よりも深部に位置する骨の内部や後方の画像を視認することが極めて困難である。

【0005】

関連する技術として、下記の特許文献 1 には、受信アナログ系回路のゲイン又は T G C ゲインを適正に保つように自動制御する超音波診断装置の制御方法及びその制御方法を実施する機能を備えた超音波診断装置について述べられている。

【0006】

この制御方法によれば、画像を複数の部分領域に分割し、各部分領域に対応するフレームデータの代表値に基づいて、各部分領域におけるゲインを自動的に調節することができる。しかしながら、特許文献 1 は、超音波画像の全体的な画質向上を図ったものであり、反射率の大きい境界よりも深部に位置する領域の画像の画質向上を図るものではない。

【0007】

また、下記の特許文献 2 には、超音波プローブ、診断部位、被検体等の状態が変化した場合においても、的確な S T C 補正を自動的に行うことができ、常に最適な断層画像が得られる超音波診断装置について述べられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

この超音波診断装置によれば、利得制御回路に加え、平滑回路、微分回路、閾値設定回路、第1の積分回路、第2のA/D(analog to digital: アナログ/デジタル)コンバータ、第2の積分回路、メモリ及び第2のD/A(digital to analog: デジタル/アナログ)コンバータによってSTC回路を構成することにより、エコーフリー部を極端に増幅してしまうことがなく、また、例えば、組織中に存在する腫瘍のように周囲よりも特異的に明るく表示される部分にも、利得を極端に低下させて周囲の組織との判別を困難にしまうこともないSTCカーブを得ることができる。しかしながら、特許文献2も、超音波画像の全体的な画質向上を図ったものであり、反射率の大きい境界よりも深部に位置する領域の画像の画質向上を図るものではない。

10

【特許文献1】特開平7-236637号公報(第3, 5頁、図4)

【特許文献2】特開平7-323032号公報(第1, 5, 6頁、図1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、反射率の大きい境界よりも深部に位置する領域の画像の画質を向上させることが可能な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】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点に係る超音波診断装置は、被検体に超音波ビームを送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して検出信号を生成する超音波送受信手段と、補正制御信号に従って、被検体内において超音波信号が反射される位置による検出信号の強度変化を補正する信号処理手段と、検出信号に基づいて、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するように補正制御信号を生成する補正制御手段とを具備する。

20

【 0 0 1 1 】

また、本発明の第2の観点に係る超音波診断装置は、被検体に超音波ビームを送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して検出信号を生成する超音波送受信手段と、補正制御信号に従って、被検体内において超音波信号が反射される位置による検出信号の強度変化を補正する信号処理手段と、検出信号と音圧強度の空間分布を表す強度プロファイルとに基づいて、被検体内における反射率に関する値を求める反射率推定手段と、反射率推定手段によって求められた反射率に関する値に基づいて、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するように補正制御信号を生成する補正制御手段とを具備する。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、被検体内の軟部組織と硬部組織との境界に対応する境界領域を判定し、境界領域における検出信号の強度を抑制するようにしたので、反射率の大きい境界よりも深部に位置する領域の画像の画質を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【 0 0 1 3 】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る超音波診断装置は、超音波用探触子10と、走査制御部11と、送信遅延パターン記憶部12と、送信制御部13と、駆動信号発生部14とを含んでいる。

【 0 0 1 4 】

被検体に当接させて用いられる超音波用探触子10は、1次元又は2次元のトランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサ10aを備えている。これらの超音波トランスデューサ10aは、印加される駆動信号に基づいて超音波ビームを送信する

50

と共に、伝搬する超音波エコーを受信して検出信号を出力する。

【0015】

各々の超音波トランスデューサは、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、PVDf（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride）に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料（圧電素子）の両端に電極を形成した振動子によって構成される。このような振動子の電極に、パルス状の電気信号或いは連続波電気信号を送って電圧を印加すると、圧電素子が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状或いは連続的な超音波が発生し、これらの超音波の合成によって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って伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の検出信号として出力される。

10

【0016】

或いは、超音波トランスデューサとして、超音波変換方式の異なる複数種類の素子を用いても良い。例えば、超音波を送信する素子として上記の振動子を用い、超音波を受信する素子として光検出方式の超音波トランスデューサを用いるようにする。光検出方式の超音波トランスデューサとは、超音波信号を光信号に変換して検出するものであり、例えば、ファブリーペロー共振器やファイバブラッググレーティングによって構成される。

【0017】

走査制御部11は、超音波ビームの送信方向及び超音波エコーの受信方向を順次設定する。送信遅延パターン記憶部12は、超音波ビームを形成する際に用いられる複数の送信遅延パターンを記憶している。

20

【0018】

送信制御部13は、走査制御部11において設定された送信方向に応じて、送信遅延パターン記憶部12に記憶されている複数の遅延パターンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて、複数の超音波トランスデューサ10aの駆動信号にそれぞれ与えられる遅延時間を設定する。

【0019】

駆動信号発生部14は、例えば、複数の超音波トランスデューサ10aにそれぞれ対応する複数のパルスによって構成されている。これらのパルスは、送信制御部13において設定された遅延時間に基づいて、駆動信号を発生する。

30

【0020】

さらに、本実施形態に係る超音波診断装置は、信号処理部20と、STC制御部21と、1次記憶部22と、受信遅延パターン記憶部23と、受信制御部24と、2次記憶部25と、画像データ生成部26と、3次記憶部27と、画像処理部28と、表示部29と、操作卓30と、制御部31とを含んでいる。

【0021】

信号処理部20は、複数の超音波トランスデューサ10aに対応して、複数の増幅器20aと、複数のSTC増幅器20bと、複数のA/D変換器20cとを含んでいる。超音波トランスデューサ10aから出力される検出信号は、増幅器20a及びSTC増幅器20bにおいて増幅され、これらの検出信号のレベルが、A/D変換器20cの入力信号レベルに整合される。

40

【0022】

STC増幅器20bから出力されたアナログ信号は、A/D変換器20cによってそれぞれデジタル信号に変換される。なお、A/D変換器のサンプリング周波数としては、少なくとも超音波の周波数の10倍程度の周波数が必要であり、超音波の周波数の16倍以上の周波数が望ましい。また、A/D変換器の分解能としては、10ビット以上が望ましい。

【0023】

ここで、STC増幅器20bは、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行うと共に、STC制御部20の制御の下で、それぞれの検出信号に適したゲイン

50

で検出信号を増幅する。本実施形態においては、S T C制御部 2 1 が、A / D変換器 2 0 cによってデジタル信号に変換された検出信号に基づいて軟部組織と硬部組織（骨、腱、靱帯等、以下、骨を硬部組織の代表例として説明する。）との境界を判定し、その結果に基づいて、次のフレームにおけるそれぞれの検出信号のゲインを制御するS T C制御信号を生成している。

【0024】

S T C制御部 2 1 は、ゲイン設定部 2 1 aと、ゲイン記憶部 2 1 bと、D / A変換器 2 1 cとを含んでいる。ゲイン設定部 2 1 aは、A / D変換器 2 0 cによってデジタル信号に変換された検出信号の輝度値が予め設定された閾値よりも大きいかなんかを判定することによって、被検体内部における境界を判定し、次のフレームにおけるS T C増幅器 2 0 bのゲインを設定し、設定されたゲインに関するゲインデータを出力する。

10

【0025】

ゲイン記憶部 2 1 bは、ゲイン設定部 2 1 aから出力されたゲインデータを記憶する。D / A変換器 2 1 cは、ゲイン記憶部 2 1 bに記憶されているゲインデータをアナログ信号に変換し、S T C制御信号としてS T C増幅器 2 0 bに出力する。なお、制御部 3 1 に相当するC P Uと共にD / A変換器 2 1 cを配置した混在型のL S Iを使用し、ゲイン設定部 2 1 aをC P Uとソフトウェアによって実現することにより、全体の回路構成を小型化し、かつ、コストを削減することができる。

【0026】

1次記憶部 2 2 は、A / D変換器 2 0 cにおいてデジタル信号に変換されたそれぞれの検出信号を、超音波トランスデューサごとに時系列に記憶する。受信遅延パターン記憶部 2 3 は、複数の超音波トランスデューサ 1 0 aから出力された複数の検出信号に対して受信フォーカス処理を行う際に用いられる複数の受信遅延パターンを記憶している。

20

【0027】

受信制御部 2 4 は、走査制御部 1 1 において設定された受信方向に基づいて、受信遅延パターン記憶部 2 3 に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて複数の検出信号に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、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線データが形成される。なお、受信フォーカス処理は、A / D変換器 2 0 cによるA / D変換の前、又は、S T C増幅器 2 0 bによる増幅の前に行うようにしても良い。

30

【0028】

2次記憶部 2 5 は、受信制御部 2 4 において形成された音線データを記憶する。画像データ生成部 2 6 は、2次記憶部 2 5 に記憶されている音線データに基づいて、画像データを算出する。3次記憶部 2 7 は、画像データ生成部 2 6 において算出された画像データを記憶する。

【0029】

画像処理部 2 8 は、3次記憶部 2 7 に記憶されている画像データに、各種の画像処理を施す。表示部 2 9 は、例えば、C R TやL C D等のディスプレイ装置を含んでおり、画像処理部 2 8 において画像処理が施された画像データに基づいて超音波画像を表示する。

【0030】

操作卓 3 0 は、オペレータの操作に基づいて、動画像の取得（フリーズ解除状態）及び動画像の取得停止（フリーズ状態）を表す制御信号を制御部 3 1 に出力する。フリーズ状態においては、超音波撮像が停止され、静止した超音波画像が表示部 2 9 において表示される。制御部 3 1 は、操作卓 3 0 から入力される制御信号に基づいて、走査制御部 1 1 及びゲイン設定部 2 1 aを制御し、ゲイン設定部 2 1 aにおいて設定されるゲインの初期値に関する情報を出力する。

40

【0031】

次に、本実施形態に係る超音波診断装置におけるS T C制御部の動作について、図 2 を参照しながら説明する。図 2 は、本実施形態に係る超音波診断装置におけるS T C制御部の動作を示すフローチャートである。

50

【0032】

オペレータが操作卓30を操作することによってフリーズ状態を解除すると、まず、ステップS1において、ゲイン設定部21aが、境界判定閾値Sの初期値S0を設定する。境界判定閾値Sは、STC増幅器20bによって増幅された検出信号の強度又は振幅に関して設定される閾値である。なお、初期値S0は、予め設定しておいても良いし、オペレータが操作卓30を用いて入力しても良い。

【0033】

さらに、ゲイン設定部21aは、制御部31から供給されたゲインの初期値に関する情報に基づいて、ゲイン $G(f, m, n)$ の初期設定を行う。ここで、fはフレーム番号、mはライン番号、nはサンプリング番号を示し、 $0 \leq m \leq M$ 、 $0 \leq n \leq N$ である。ゲイン設定部21aは、 $f = 0$ としてゲインの初期値 $G(0, m, n)$ を設定した後、 $m = n = 0$ とする。

【0034】

図3は、ライン番号mとサンプリング番号nを説明するための図である。図3においては、断層超音波画像における複数の超音波ビームの走査方向が矢印で示されている。図3に示すように、ライン番号mは、複数の超音波ビームにおける特定の超音波ビームを表す番号である。一方、サンプリング番号nは、各超音波ビームに沿った複数のサンプリングポイントにおける特定のサンプリングポイントを表す番号である。

【0035】

サンプリング番号nは被検体内の深度に対応しているので、図2に示すステップS1において、超音波エコーの距離による減衰を補正するために、nが大きくなるにつれて $G(f, m, n)$ が大きくなるように設定される。なお、本実施形態においては、第m番目のラインにおいてnの値を1つずつ増加させて1ライン分の超音波撮像を行い、さらに、mの値を1つずつ増加させて全ラインにおける超音波撮像を行うことにより、1フレームの断層超音波画像を生成している。

【0036】

再び図2を参照すると、ゲイン設定部21aが、ステップS2において、A/D変換器20cから出力された検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ を読み取り、ステップS3において、次式(1)に基づいて境界判定閾値Sを算出する。

$$S = S0 \times G(f, m, n) / G(0, m, n) \cdots (1)$$

これにより、距離による減衰を補正した検出信号の強度に対して境界判定閾値Sを設定することができる。なお、1フレーム当たりの検出信号の数($M \times N$)が多くて境界判定閾値Sを算出するために時間がかかる場合には、算出した境界判定閾値 $S(f, m, n)$ をゲイン記憶部21bに記憶しても良いし、境界判定閾値 $S(f, m, n)$ を記憶するためのフレームメモリを別途設けるようにしても良い。

【0037】

ステップS4において、ゲイン設定部21aが、検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値S以上であるか否かを判定する。即ち、サンプリング番号nに対応する深度における反射を示す検出信号の強度に基づいて、サンプリング番号nに対応する深度において軟部組織と骨との境界が存在するか否かが判定される。ここで、検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値S以上である場合には、ステップS5に移行し、検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値Sよりも小さい場合には、ステップS6に移行する。

【0038】

検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値S以上である場合には、フレーム番号fの位置(m, n)が軟部組織と骨との境界領域であると判定され、ステップ5において、次式(2)に基づいて、次のフレームの同一位置(m, n)におけるゲイン $G(f+1, m, n)$ を計算する。

$$G(f+1, m, n) = G(0, m, n) \times k1 \cdots (2)$$

但し、 $k1 < 1$ である。係数k1の値は、予め設定しておいても良いし、オペレータが操

作卓 30 を用いて入力しても良い。このようにゲインを k_1 倍したサンプリングポイントについては、フラグ $F(n)$ を「1」に設定する。

【0039】

軟部組織と骨との境界領域は、そのままでは高輝度で表示されるので、その付近における画像の視認性が低下してしまう。そこで、本実施形態においては、検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値 S 以上である場合には、フレーム番号 f における位置 (m, n) が軟部組織と骨との境界領域であると判定し、フレーム番号 $(f+1)$ における同一位置 (m, n) を小さく設定することにより、軟部組織と骨との境界領域が高輝度になることを抑えている。

【0040】

設定されたゲイン $G(f+1, m, n)$ は、ゲイン記憶部 21b に記憶される。なお、式 (2) を用いて k_1 倍されたゲインは、式 (1) を用いて補正された境界判定閾値と比較されるので、補正された境界判定閾値よりも強度が大きい検出信号が入力されている間は、継続的にゲインを k_1 倍することができる。

【0041】

一方、検出信号の強度 $Sig(f, m, n)$ が境界判定閾値 S よりも小さい場合には、フレーム番号 f の位置 (m, n) が軟部組織と骨との境界領域ではないと判定され、ステップ S6 において、次式 (3) に基づいて、次のフレームにおける同一画素位置 (m, n) のゲイン $G(f+1, m, n)$ が設定される。

$$G(f+1, m, n) = G(0, m, m) \cdot \dots \cdot (3)$$

設定されたゲイン $G(f+1, m, n)$ は、ゲイン記憶部 21b に記憶される。

【0042】

ステップ S7 において、ゲイン設定部 21a が、オペレータが操作卓 30 を操作することによってフリーズ状態が設定されているか否かを判定する。ここで、フリーズ状態が設定されている場合には、撮像を停止し、フリーズ状態が設定されていない場合には、ステップ S8 に移行する。

【0043】

ステップ S8 において、ゲイン設定部 21a が、サンプリング番号 n を $(n+1)$ にインクリメントする。ステップ S9 において、ゲイン設定部 21a が、サンプリング番号 n が N よりも大きいか否かを判定する。これにより、1 ライン中の全てのサンプリングポイントにおけるゲインの設定が終了したか否かが判定される。1 ライン中の全てのサンプリングポイントにおけるゲインの設定が終了していない場合 $(n \leq N)$ には、ステップ S2 ~ S9 を繰り返す。一方、1 ラインにおける全てのゲインの設定が終了している場合 $(n > N)$ には、ステップ S10 に移行する。

【0044】

ステップ S10 において、ゲイン設定部 21a が、軟部組織と骨との境界領域よりも深部のゲインを設定する。即ち、ゲイン設定部 21a が、フラグ $F(n)$ が「1」に設定されているサンプリング番号 n_B を抽出し、サンプリング番号 $n = (n_B + 1) \sim (n_B + p)$ のサンプリングポイントについて、フラグ $F(n) = 1$ でなければ、次のフレームの同一位置 (m, n) におけるゲイン $G(f+1, m, n)$ を計算する。

$$G(f+1, m, n) = G(0, m, n) \times k_2 \cdot \dots \cdot (4)$$

但し、 $k_2 > 1$ である。係数 k_2 の値は、予め設定しておいても良いし、オペレータが操作卓 30 を用いて入力しても良い。設定されたゲイン $G(f+1, m, n)$ は、ゲイン記憶部 21b に記憶され、フラグ $F(n)$ がリセットされる。

【0045】

即ち、軟部組織と骨との境界領域よりも深部に位置する骨の内部又は後方の検出信号の強度が小さいので、その位置における検出信号のゲインを大きくしている。ここで、画素の輝度を増幅させる深さ方向のサンプリング範囲を表す値 p は、予め設定しておいても良いし、オペレータが操作卓 30 を用いて入力しても良い。オペレータが操作卓 30 を用いて係数 k_2 や値 p を入力する場合には、境界領域よりも深部の所望の範囲において、超音

10

20

30

40

50

波画像の輝度をオペレータの好みに応じて調節することが可能である。

【0046】

ステップS11において、ゲイン設定部21aが、ライン番号mを(m+1)にインクリメントする。ステップS12において、ゲイン設定部21aが、ライン番号mがMよりも大きいか否かを判定する。これにより、1フレームにおける全てのゲインの設定が終了したか否かが判定される。1フレームにおける全てのゲインの設定が終了していない場合には、n=0として、ステップS2~S12を繰り返す。一方、1フレームにおける全てのゲインの設定が終了した場合には、ステップS13に移行する。ステップS13において、ゲイン設定部21aによってfが(f+1)にインクリメントされ、m=n=0として、ステップS2に移行する。

10

【0047】

従って、本実施形態に係る構成を有する超音波診断装置によれば、図4の(A)に示すように、強度の大きな部分がない検出信号に対しては、図4の(B)に示すように、距離による減衰の補正を行うためのゲインのみを用いればよく、補正された検出信号は、図4の(C)に示すようなものとなる。

【0048】

一方、図5の(A)に示すように、強度の大きな部分がある検出信号に対しては、図5の(B)に示すように、距離による減衰の補正を行うためのゲインに加えて、軟部組織と骨との境界領域からの反射に相当する強度の大きな期間におけるゲインをk1倍し、さらに、境界領域よりも深部からの反射に相当する所定の期間Tにおけるゲインをk2倍する。従って、補正された検出信号は、図5の(C)に示すようなものとなる。これにより、超音波画像において、軟部組織と骨との境界付近の輝度の高さを抑えたと共に、境界よりも深部の輝度の低さを改善することができる。

20

【0049】

以上において、境界判定閾値Sの初期値S0と、ゲインに乗ずる係数k1及びk2と、所定の期間Tとの内の少なくとも1つは、想定される境界の種類毎に設定されるようにしても良い。例えば、オペレータが、超音波画像に映し出されている境界が筋肉と骨との境界であることを操作卓30を用いて入力すると、図1に示す制御部31は、筋肉と骨との境界のために予め定められている初期値S0、係数k1及びk2、期間Tを設定する。

【0050】

なお、本実施形態に係る超音波診断装置における境界の判定には、検出信号の強度、具体的には、検出信号のピーク・トゥー・ピーク値(pp値)又は実効値(RMS値)が用いられるが、検出信号の位相のずれ量を用いるようにしても良い。

30

【0051】

次に、本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置について説明する。図6は、本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る超音波診断装置は、ゲイン設定部21aの代わりにゲイン設定部40を含み、また、ゲイン設定部40の前段において、A/D変換器20cによってデジタル信号に変換された検出信号が入力される反射率推定部41を含み、さらに、複数の異なる音圧強度プロファイル(単に、強度プロファイル又はプロファイルともいう)を記憶している強度プロファイル記憶部42を含んでいる。その他の構成については、図1に示す超音波診断装置と同様である。

40

【0052】

図1に示す超音波診断装置においては、A/D変換器20cによってデジタル信号に変換された検出信号の強度に基づいて、ゲイン設定部21aが、軟部組織と骨との境界領域を判定していた。一方、本実施形態においては、反射率推定部41が、A/D変換器20cによってデジタル信号に変換された検出信号及び強度プロファイル記憶部42に記憶されている強度プロファイルに基づいて算出するサイドローブ成分が抑制された検出信号に基づいて、被検体内の各部における超音波の反射率を求め、ゲイン設定部40が、その反射率に基づいて、軟部組織と骨との境界領域を判定する。

50

【 0 0 5 3 】

強度プロファイルは、複数の異なる方向に超音波ビームが送信されてから所定の時間経過後に到達する面に含まれる複数の領域における音圧強度又は音圧強度比を表している。ここで、超音波ビームが送信されてから所定の時間経過後に到達する面のことを等時間面という。等時間面に含まれる複数の領域においては、超音波ビームの送信位置からの距離がほぼ等しいと考えられる。強度プロファイルは、等時間面に含まれる複数の領域の位置（方向）と音圧強度又は音圧強度比との関数によって表される。

【 0 0 5 4 】

なお、強度プロファイル記憶部 4 2 に記憶されている複数の強度プロファイルは、超音波ビームの送信方向と超音波エコーの受信フォーカス処理とに基づいて、即ち、受信方向と受信焦点の深さとに基づいて設定されている。或いは、音圧強度プロファイルを設定するための要素として、使用される超音波トランスデューサ 1 0 a の数と、超音波トランスデューサ 1 0 a のピッチと、使用される超音波トランスデューサ 1 0 a の開口径と、開口内重み付けを含む開口条件との内の少なくとも 1 つを含めても良い。強度プロファイルは、上記の開口条件や、送信遅延パターンを含む送信条件や、受信遅延パターンを含む受信条件に基づいて音場をシミュレートすることにより求めることができる。或いは、散乱ファントムに対してこれらの条件に基づいて超音波ビームを送受信し、計測によって得られた超音波エコーの強度比を用いて強度プロファイルを求めても良い。

【 0 0 5 5 】

超音波が送受信される空間には、超音波ビームを送信することによって形成される音圧強度分布と受信制御部 2 4 において施される受信フォーカス処理とに基づいて、音圧強度の空間分布（音場）が形成されていると想定される。本実施形態においては、検出信号におけるサイドロープの影響を除去するために、このような音圧強度の空間分布を利用して超音波の反射率を求めている。ゲイン設定部 4 0 は、被検体内の各部における超音波の反射率を閾値と比較して、反射率が閾値よりも大きい場合に、境界領域が存在すると判定する。閾値の設定方法やゲインの設定方法に関しては、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 5 6 】

本実施形態に係る超音波診断装置によれば、強度プロファイルを用いて算出した超音波の反射率に基づいて軟部組織と骨との境界領域を判定するので、境界領域ではないが検出信号の強度が大きくなっている部分を境界領域と誤判定することがない。これにより、マルチビームにおけるサイドロープ、又は、シングルビームのビーム広がり起因するクロストークの影響を排除することができ、軟部組織と骨との境界領域をより正確に判定することが可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、本発明によれば、超音波を送受信することにより生体内の臓器や骨等の撮像を行って、診断のために用いられる画像データを生成する超音波診断装置において利用することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態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 】 本実施形態に係る超音波診断装置における S T C 制御部の動作を示すフローチャートである。
【 図 3 】 ライン番号 m とサンプリング番号 n とを説明するための図である。
【 図 4 】 強度の大きな部分がない検出信号に対する補正を説明するための図である。
【 図 5 】 強度の大きな部分がある検出信号に対する補正を説明するための図である。
【 図 6 】 本発明の第 2 の実施形態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 7 】 人体に超音波トランスデューサアレイから超音波ビームを送信する状態を説明するための図である。
【 図 8 】 軟部組織と硬部組織との境界において反射する超音波エコーの検出信号を示す図

10

20

30

40

50

である。

【符号の説明】

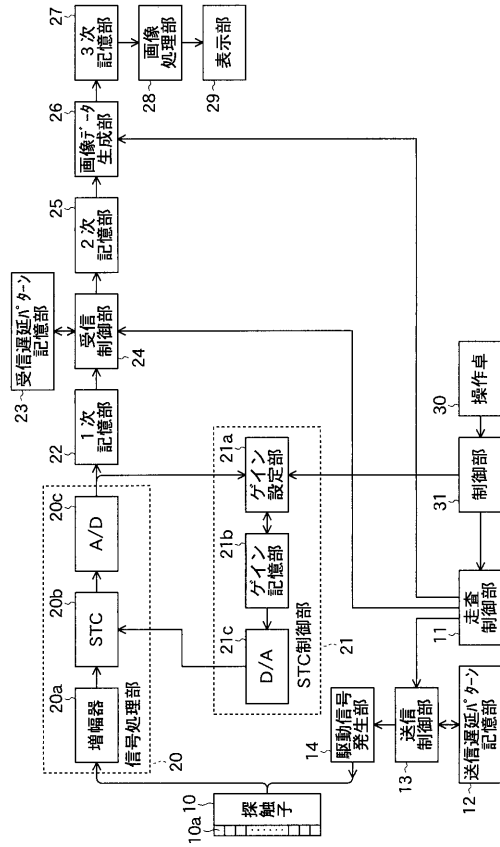
【0059】

- 10 超音波用探触子
- 10a 超音波トランスデューサ
- 11 走査制御部
- 12 送信遅延パターン記憶部
- 13 送信制御部
- 14 駆動信号発生部
- 20 信号処理部
- 20a 増幅器
- 20b STC増幅器
- 20c A/D変換器
- 21 STC制御部
- 21a、40 ゲイン設定部
- 21b ゲイン記憶部
- 21c D/A変換器
- 22 1次記憶部
- 23 受信遅延パターン記憶部
- 24 受信制御部
- 25 2次記憶部
- 26 画像データ生成部
- 27 3次記憶部
- 28 画像データ処理部
- 29 表示部
- 30 操作卓
- 31 制御部
- 41 反射率推定部

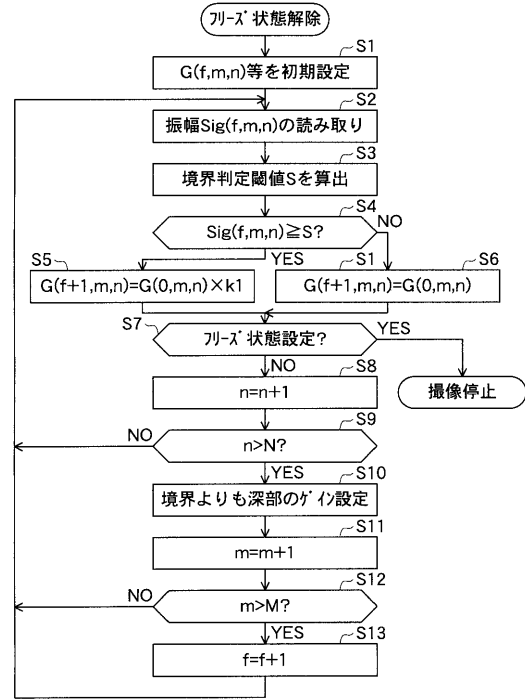
10

20

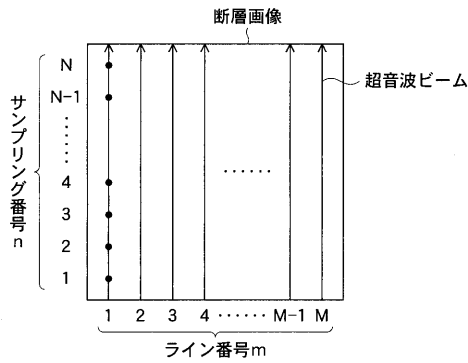
【図 1】



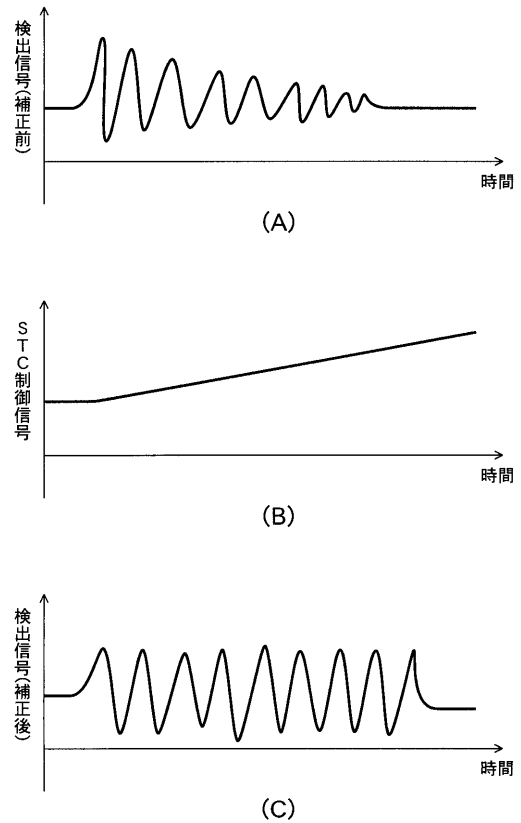
【図 2】



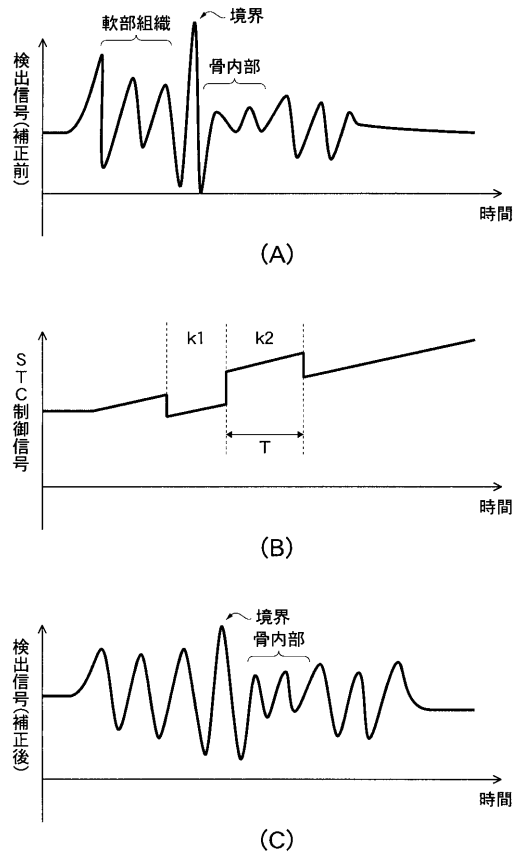
【図 3】



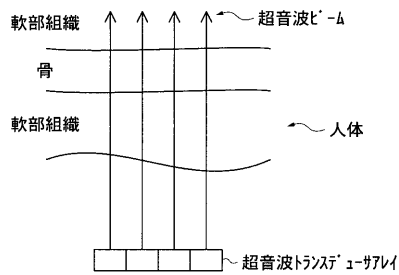
【図 4】



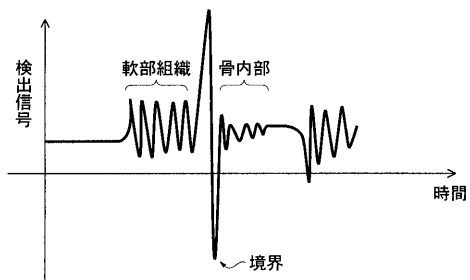
【図5】



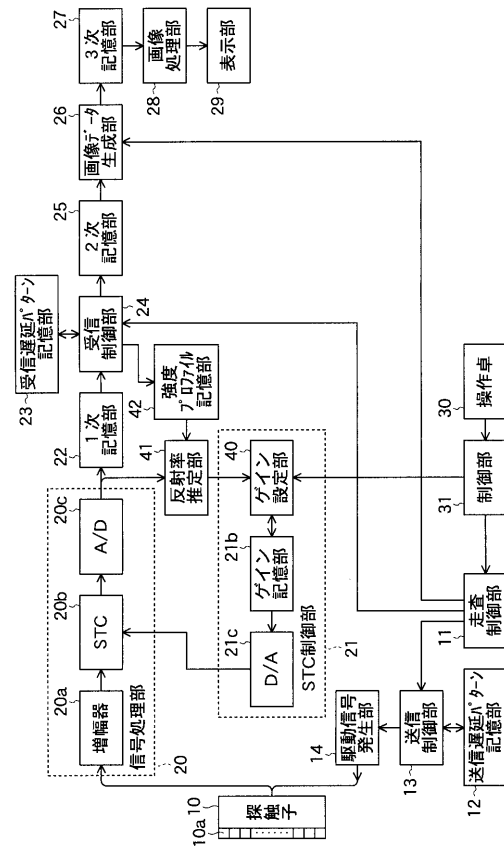
【図7】



【図8】



【図6】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2005080869A	公开(公告)日	2005-03-31
申请号	JP2003316190	申请日	2003-09-09
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	佐藤良彰		
发明人	佐藤 良彰		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/DD10 4C601/EE04 4C601/JB12 4C601/JB14 4C601/JB36 4C601/JB40 4C601/JB47 4C601/JB51 4C601/JC10 4C601/LL05 4C601/LL38		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断设备，其能够改善比具有高反射率的边界更深的区域的图像的图像质量。解决方案：该超声波诊断设备将超声波束发射到物体，以及超声波发射/接收装置10，该装置接收从物体反射的超声波回波以生成检测信号和校正控制信号。根据用于校正由于超声波信号在对象中的反射位置而导致的检测信号的强度变化的信号处理装置20，基于检测信号，其对应于对象中的软组织和硬组织之间的边界。以及校正控制单元（21），用于产生校正控制信号以抑制边界区域中检测信号的强度。[选型图]图1

