

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-222824
(P2004-222824A)

(43) 公開日 平成16年8月12日(2004.8.12)

(51) Int.Cl.⁷
A61B 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 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-11851 (P2003-11851)
(22) 出願日 平成15年1月21日(2003.1.21)

(71) 出願人 390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 宮坂 好一
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
(72) 発明者 原田 烈光
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

最終頁に続く

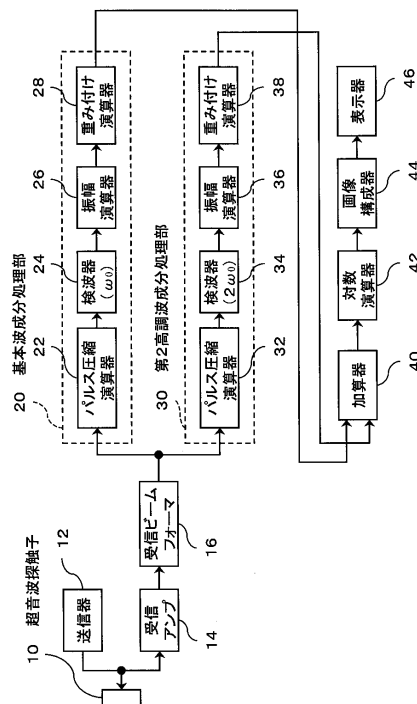
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】ハーモニック法において、深部での画質劣化を緩和する。

【解決手段】超音波探触子10は、直線周波数変調した送信波形の超音波ビームを被検体内に繰り返し送信する。これに対するエコーの受信信号を基本波成分処理部20及び第2高調波成分処理部30で並列的に処理する。基本波成分処理部20では、受信信号をパルス圧縮して送信超音波の中心周波数の基本波成分を抽出し、これに対して所定の重み係数を乗じる。第2高調波成分処理部30では、受信信号をパルス圧縮して送信超音波の中心周波数の2倍の周波数の第2高調波成分を抽出し、これに対して所定の重み係数を乗じる。そして、これら両者の重み付け結果を加算器40で加算し、この加算結果に基づき画像構成器44で診断画像を構成する。ここで、第2高調波成分のパワーが低下する送信フォーカス点以外で、基本波成分の重み係数を増大させることで、深部での画質劣化を緩和する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体内に超音波を送信する送信手段と、
前記送信手段から送信された超音波に対する被検体内からのエコーを受信し、受信信号を生成する受信手段と、
前記受信信号から基本波成分と高調波成分とを抽出する信号成分抽出手段と、前記基本波成分と前記高調波成分の少なくとも一方を用いて前記被検体内の画像を構成する手段であって、診断深さが所定深さより深い範囲では、前記基本波成分を前記所定深さにおける混合割合よりも高い混合割合で前記高調波成分に混合し、その混合結果の信号に基づき前記被検体内の画像を構成する画像構成手段と、を備える超音波診断装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の超音波診断装置であって、
前記所定深さは、前記送信手段により送信される超音波のフォーカス深さであることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の超音波診断装置であって、
前記画像構成手段は、診断深さが前記所定深さより深い範囲では、診断深さに応じて前記基本波成分の前記混合割合を上昇させることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の超音波診断装置であって、
前記送信手段はパルス圧縮方式のために変調された超音波を送信し、
前記信号成分抽出手段は、前記受信信号をパルス圧縮し、このパルス圧縮結果から基本波成分及び高調波成分を抽出する、ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 記載の超音波診断装置であって、
前記信号抽出手段は、前記受信信号を基本波成分用のパルス圧縮器と高調波成分用のパルス圧縮器で個別にパルス圧縮し、それぞれのパルス圧縮結果から基本波成分及び高調波成分を抽出する、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の超音波診断装置であって、
前記基本波成分用のパルス圧縮器と前記高調波成分用のパルス圧縮器とは、相異なる参照符号を用いてパルス圧縮を行う、ことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置であって、
前記高調波成分は、第 2 高調波成分であることを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、エコーの受信信号から抽出した高調波成分を用いて診断画像を形成する超音波診断装置に関する。

40

【0002】**【従来技術】**

近年、コントラストハーモニック法や組織ハーモニック法など、受信信号に含まれる第 2 高調波成分を用いて診断画像を構成する超音波診断装置が普及しつつある。

【0003】

高調波は、送信超音波の正圧波形が負圧波形よりも速く進行することにより生成され、超音波が被検体内を進むにつれて成長していく。したがって、超音波探触子直下から深さ数 cm の領域では、高調波成分のパワーがきわめて小さい。このため、高調波成分から診断画像を構成した場合、浅部の様子が分かりにくい画像となってしまう。

【0004】

50

そこで特許文献 1 に示される装置では、受信ビームフォーマの出力信号から基本波エコー成分と第 2 高調波エコー成分を取り出し、それら両成分をそれぞれ個別のゲインで増幅した上で加算し、この加算結果の信号から画像を形成している。この装置では、浅部では基本波成分のゲインを大きく第 2 高調波成分のゲインを小さくすることで第 2 高調波成分だけを用いた場合よりも品質のよい画像を提供し、数 cm 以遠の深部では基本波成分のゲインを小さく第 2 高調波成分のゲインを大きくすることで、従来のハーモニック法と同等の画像を提供している。

【0005】

【特許文献 1】

特開 2000 - 166919 公報

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

送信超音波ビームは、送信フォーカス点以遠では、媒体による減衰やビーム自体の広がりにより、単位体積当たりの音響パワーが減少していく。このため、超音波ビームが進行するにつれて成長していった高調波成分も、送信フォーカス点を越えるとビームの音響パワー低減により減衰に転じる。

【0007】

図 9 は、基本波成分及び高調波成分の受信エコーのパワーが、診断深さ（すなわち、超音波探触子から超音波反射点までの距離）に応じてどのように変化するかを模式的に示した図である。この図に示すように、一般に高調波成分は基本波成分よりもパワーが大幅に小さく（ただしコントラスト剤を用いた場合はこの限りではない）、送信フォーカス点までは基本波成分の単位体積当たりの音響パワーの増大に追従して高調波成分のパワーも増大していくが、送信フォーカス点以遠では高調波成分のパワーが低下する。このため、ある程度以上深い範囲では、高調波成分では十分な S/N 比が得られず、品質のよい画像が得られないという問題があった。

20

【0008】

本発明は、このような問題に鑑みなされたものであり、ハーモニック法により画像を構成する超音波診断装置において、深部の画質を改善することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

30

上記目的を達成するため、本発明に係る装置は、被検体内に超音波を送信する送信手段と、前記送信手段から送信された超音波に対する被検体内からのエコーを受信し、受信信号を生成する受信手段と、前記受信信号から基本波成分と高調波成分とを抽出する信号成分抽出手段と、前記基本波成分と前記高調波成分の少なくとも一方を用いて前記被検体内の画像を構成する手段であって、診断深さが所定深さより深い範囲では、前記基本波成分を前記所定深さにおける混合割合よりも高い混合割合で前記高調波成分に混合し、その混合結果の信号に基づき前記被検体内の画像を構成する画像構成手段と、を備える。

【0010】

ここで、診断深さとは、超音波探触子から超音波反射点までの距離のことであり、リニア走査探触子の場合は被検体体表からの深さとほぼ等しいが、セクタ走査やコンベックス走査の探触子の場合は被検体体表からの深さとは異なる。

40

【0011】

本発明の好適な態様では、前記所定深さは、前記送信手段により送信される超音波のフォーカス深さである。

【0012】

また別の好適な態様では、前記画像構成手段は、診断深さが前記所定深さより深い範囲では、診断深さに応じて前記基本波成分の前記混合割合を上昇させる。

【0013】

更に別の好適な態様では、前記送信手段はパルス圧縮方式のために変調された超音波を送信し、前記信号成分抽出手段は、前記受信信号をパルス圧縮し、このパルス圧縮結果から

50

基本波成分及び高調波成分を抽出する。

【0014】

更に別の好適な態様では、前記高調波成分は、第2高調波成分であることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【0016】

図1は、本発明に係る超音波診断装置の概略構成を示す機能ブロック図である。

【0017】

超音波探触子10は、所定パターンに従って配列された複数の振動素子からなるアレイを備え、電気的な駆動信号に応じてこれら振動素子から超音波を送信するとともに、この送信超音波に対する被検体内からのエコーを受信して、電気的な受信信号に変換する。

10

【0018】

送信器12は、超音波ビーム送信のために、超音波探触子10の各振動素子に対して駆動信号を供給する。本実施形態では、超音波送受信にパルス圧縮法を利用するので、送信器12はパルス圧縮用の所定の波形の駆動信号を生成する。パルス圧縮法はレーダ分野で周知の技術であり、その送信波形には周波数変調方式や符号変調変調方式がある。以下では、一例として直線周波数変調方式で送信波形を変調する場合を例にとって説明するが、本実施形態装置にはこれ以外の方式も適用可能である。

【0019】

図2は、送信器12が有する1チャンネル（一般に振動素子1個に対応）の駆動回路の構成例を示す図である。送信器12は、チャンネル数に応じた数だけこのような駆動回路を備える。ただし、波形発生器52は各チャンネルごとに設けなくてもよく、複数チャンネルで共用することができる。

20

【0020】

波形発生器52は、所定の送信波形を持った信号を発生させる回路である。例えば直線周波数変調方式を用いる場合は、送信周波数を時間経過に従って周波数が直線的に変化する単位波形の信号を生成する。波形発生器52は、このような単位波形を所定周期で繰り返し出力する。波形発生器52としては、例えば波形をデジタル情報として記憶したメモリを用いることができる。この場合、波形発生器52からは、送信波形を表現したデジタル信号が出力されることになる。遅延生成器54は、波形発生器52から出力された信号に対して、送信ビームのフォーカシング等のために必要な時間遅延を与えるための回路である。D/A変換器56は、遅延生成器54で遅延されたデジタル信号をアナログ信号に変換する。このアナログ信号が、増幅器58により所望のレベルまで線形増幅され、対応する振動素子に供給される。

30

【0021】

受信アンプ14は、超音波探触子10の各振動素子が生成した受信信号をそれぞれ線形増幅する。受信ビームフォーマ16は、それら増幅された各振動素子の受信信号を整相加算することにより、所望の受信ビームを形成する。受信ビームフォーマ16からは、形成した受信ビームごとに、そのビームに対応する1つの受信信号が出力される。以下では、特に断りなく単に受信信号という場合は、受信ビームフォーマ16で生成された1つの受信ビームに対応する受信信号のことをいうものとする。受信ビームフォーマ16は、同時複数音線受信方式により同時に複数の受信ビームを形成することも可能であるが、以下では説明を簡潔にするため、同時に1つの受信ビームのみを形成する場合を例にとって説明する。なお、同時に複数の受信ビームを形成する場合は、以下に説明する回路構成をそのビーム数分だけ並列に設けるか、時分割処理等によりビーム数分の並列処理を行うか、すればよい。

40

【0022】

受信ビームフォーマ16から出力された受信信号は、基本波成分処理部20と第2高調波成分処理部30にそれぞれ入力される。

50

【 0 0 2 3 】

基本波成分処理部 20 は、受信信号に含まれる基本波成分の検波のための回路である。基本波成分は、送信器 12 により生成される送信超音波の中心周波数と同じ周波数をもつ信号成分である。基本波成分処理部 20 は、パルス圧縮演算器 22 , 検波器 24 , 振幅演算器 26 , 重み付け演算器 28 を含んでいる。

【 0 0 2 4 】

パルス圧縮演算器 22 は、受信信号に対してパルス圧縮演算を行う回路である。図 3 にこのパルス圧縮演算器 22 の内部構成の一例を示す。この構成では、パルス圧縮演算器 22 は、FFT 演算器 62 , 係数テーブル 64 , 複素乗算器 66 , 及び逆 FFT 演算器 68 を含む。受信ビームフォーマ 16 から発せられた受信信号は、まず FFT 演算器 62 で高速フーリエ変換アルゴリズムによる変換処理を受け、受信信号が含む各周波数成分が求められる。係数テーブル 64 には、パルス圧縮のために各周波数成分に乘じるべき係数が記憶されている。複素乗算器 66 は、FFT 演算器 62 で求められた受信信号の各周波数成分に対し、係数テーブル 64 に記憶された対応する係数を乗算する。この乗算処理は複素空間で行われる。これにより、周波数領域においてパルス圧縮がなされることになる。逆 FFT 演算器 68 は、複素乗算器 66 の出力信号を逆 FFT 処理することにより、時間領域の信号に戻す。これにより、所望の特性に応じてパルス圧縮された受信信号が得られる。

10

【 0 0 2 5 】

このパルス圧縮演算器 22 の作用を数式を用いて説明すると次のようになる。

【 0 0 2 6 】

本実施形態で用いる直線周波数変調された送信波形 $x_T(t)$ は、次式 (1) で表される。

20

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$x_T(t) = A(t) \cos(\omega_0 t + \frac{\Delta\omega}{2T} t^2 + \phi_0), \quad -\frac{T}{2} < t < \frac{T}{2} \quad \text{式(1)}$$

ここで、 T : パルス幅,
 $\Delta\omega$: 帯域,
 $A(t)$: 包絡線,
 ϕ_0 : 初期位相

30

この送信波形の信号に対する受信信号 $x_R(t)$ は、次式 (2) で表すことができる。ここで t は時間を示し、 ω_0 は送信超音波の中心周波数を示す。

【 0 0 2 8 】

【 数 2 】

$$x_R(t) = a_0 x_T(t) + a_1 x_T(t)^2 + a_2 x_T(t)^3 + \dots \quad \text{式(2)}$$

40

この受信信号 $x_R(t)$ のフーリエ変換を $X_R(\omega)$ とする。すなわち、 $X_R(\omega) = F[x_R(t)]$ (F はフーリエ変換を示す) である。

【 0 0 2 9 】

受信信号 $x_R(t)$ の基本波成分、すなわち式 (2) の右辺第 1 項に対するパルス圧縮演算器 22 の伝達関数 $H_F(\omega)$ が、次式 (3) で表されるとする。なお、 $X_T(\omega)$ は、時間領域の信号 $x_T(t)$ のフーリエ変換である。

【 0 0 3 0 】

【 数 3 】

$$H_F(\omega) = \alpha \cdot X_T^*(\omega) e^{-j\omega\tau} \quad \text{式(3)}$$

ここで、 τ : 遅延時間,
 α : ノイズを白色雑音とした場合の係数,
 $X_T^*(\omega)$: $X_T(\omega)$ の複素共役

この伝達関数 $H_F(\omega)$ は、係数テーブル 64 に記憶されており、パルス圧縮演算時の参照符号として用いられる。この伝達関数 $H_F(\omega)$ は、式(1)及び(3)から分かるように、 ω_0 を中心周波数として直線周波数変調された送信波形に対応して定められたものである。このように送信波形に対応した伝達関数 $H_F(\omega)$ を用いることで、受信信号に含まれる基本波成分に対して適切なパルス圧縮が行える。

10

【0031】

上述の式(2)、(3)により、基本波成分に対するパルス圧縮演算器 22 の出力信号 $y_F(t)$ は、次式(4)の形となる。

【0032】

【数4】

$$y_F(t) = F^{-1}[X_R(\omega)H_F(\omega)] \quad \text{式(4)}$$

20

すなわち、式(4)の右辺の $X_R(\omega)$ が FFT 演算器 62 で計算され、これとパルス圧縮のための係数 $H_F(\omega)$ との積(すなわち右辺[]内)が複素乗算器 66 で計算され、この積の逆フーリエ変換 F^{-1} が逆 FFT 演算器 68 で計算されることにより、パルス圧縮された受信信号 $y_F(t)$ が求められる。

【0033】

この例では、以上のように周波数領域でパルス圧縮を行ったが、これはあくまで一例であり、時間領域の信号のままにトランスバースルフィルタを用いてパルス圧縮することももちろん可能である。

【0034】

検波器 24 は、このパルス圧縮された受信信号 $y_F(t)$ の、中心周波数 ω_0 周りの信号を対象として検波を行う。この検波処理により、受信信号から基本波成分が抽出される。図 4 は、この検波器 24 の一例の内部構成を示す図である。この例は直交検波を行う回路構成であり、パルス圧縮された受信信号が、乗算器 72a 及び 72b にて、送信超音波の中心周波数 ω_0 に対応した周波数を持つ参照信号と乗算される。各乗算器 72a, 72b には、この乗算のために、位相移相器 74 にて位相を互いに 90° 異ならせた参照信号が供給される。乗算結果の信号は、それぞれローパスフィルタ(LPF) 76a, 76b によりベースバンド成分のみが抽出され、これにより検波結果である解析信号の I, Q 各成分の信号 $I(t)$, $Q(t)$ が求められる。

30

【0035】

振幅演算器 26 は、検波器 24 が出力する I, Q 信号に基づき、検波結果の振幅を表す信号 $z(t)$ を求める。すなわち $z(t) = [\{I(t)\}^2 + \{Q(t)\}^2]^{1/2}$ である。

40

【0036】

重み付け演算器 28 は、振幅を示す信号 $z(t)$ に対して、対応する重み係数を乗算する。図 5 は、この重み付け演算器 28 の構成例を示す図である。この例では、重み付け演算器 28 は重み係数テーブル 82 と乗算器 84 を含んでいる。重み係数テーブル 82 には、信号 $z(t)$ に乗じるべき重み係数が登録されている。

本実施形態では、診断深さに応じて重み係数の値を変化させることができる。この場合、重み係数テーブル 82 は、各診断深さに対応した重み係数を示す情報を記憶しており、図

50

示さない制御部から入力される診断深さ（1音線ごとの、送信開始タイミングからの経過時間など）を示す制御信号に基づき、この診断深さに対応した重み係数を出力する。乗算器84は、入力される信号 $z(t)$ に対して、重み係数テーブル82から出力される重み係数を乗じる。この乗算結果の信号は加算器40に入力される。

【0037】

以上、基本波成分処理部20の構成と処理内容を説明した。次に、第2高調波成分処理部30について説明する。第2高調波成分処理部30は、対象とする周波数成分が送信超音波の中心周波数 f_0 の2倍の周波数である点を除けば、基本波成分処理部20と同様の構成でよいので、基本波成分処理部20との重複説明を避けて簡単に説明する。

【0038】

第2高調波成分処理部30は、パルス圧縮演算器32、検波器34、振幅演算器36、重み付け演算器38を含んでいる。これら各回路32、34、36、38は、基本波成分20内の同名の回路と同じ内部構成のものを、送信超音波の中心周波数 f_0 の2倍の周波数に対応するために係数テーブル64及び82の係数や検波器の参照信号の周波数を変更した上で、用いることができる。

【0039】

第2高調波成分、すなわち上記式(2)の右辺第2項に対するパルス圧縮は、実際に用いた送信超音波の2倍の周波数の送信波形を用いた場合の、基本波成分に対応するパルス圧縮と等価である。この場合、実際に対して2倍の周波数の送信波形は、次式(5)で表すことができる。

【0040】

【数5】

$$x_s(t) = B(t) \cos\left(2\omega_0 t + \frac{\Delta\omega}{T} t^2 + \phi_0\right), \quad -\frac{T}{2} < t < \frac{T}{2} \quad \text{式(5)}$$

ここで、 $B(t)$: 包絡線,
 ϕ_0 : 初期位相,
 $X_s^*(\omega)$: $X_s(\omega)$ の複素共役

この場合、パルス圧縮演算器32において用いる伝達関数 $H_s(\omega)$ は次式(6)に示す形となる。

【0041】

【数6】

$$H_s(\omega) = \beta \cdot X_s^*(\omega) e^{-j\omega\tau'} \quad \text{式(6)}$$

ここで、 τ' : 遅延時間,
 β : N_A を白色雑音とした場合の係数

この伝達関数 $H_s(\omega)$ は、式(5)及び(6)から分かるように、送信波形 $x_T(t)$ の2倍の周波数の波形 $x_S(t)$ に対応したものである。したがってこの伝達関数 $H_s(\omega)$ を用いることで、受信信号に含まれる第2高調波成分に対して適切なパルス圧縮が行える。

【0042】

これら式(2)及び(6)から、パルス圧縮演算器32の出力信号 $y_S(t)$ は、次式(7)の形となる。

【0043】

【数7】

10

20

30

40

50

$$y_s(t) = F^{-1}[X_R(\omega)H_S(\omega)] \quad \text{式(7)}$$

検波器 34 は、パルス圧縮演算器 32 の出力信号 $y_s(t)$ の周波数 $2f_0$ 周りの信号を対象として検波を行う。すなわち、周波数 $2f_0$ の信号を参照信号として用い、検波を行う。振幅演算器 36 は、この検波結果の I, Q 成分から振幅の信号を求める。重み付け演算器 38 は振幅演算器 36 の出力信号に対して、重み係数を乗じる。この重み係数は、診断深さに応じて変化させることができる。重み付け演算器 38 の出力は、加算器 40 に入力される。

10

【0044】

以上、第 2 高調波成分処理部 30 について説明した。

【0045】

加算器 40 は、基本波成分処理部 20 の重み付け演算器 28 の出力信号と、第 2 高調波成分処理部 30 の重み付け演算器 38 の出力信号とを加算する。基本波成分及び高周波成分は、重み付け演算器 28 及び 38 でそれぞれ重み付けされているので、この加算器 40 での加算により基本波成分と第 2 高調波成分の重み付け加算が実現されることになる。

【0046】

対数演算器 42 は、加算器 40 の出力信号を、対数増幅して表示に適した信号を生成する。画像構成器 44 は、対数演算器 42 の出力信号に基づき被検体内の画像を構成する。表示器 46 は、画像構成器 44 が構成した画像を表示する。

20

【0047】

以上説明した本実施形態の装置では、基本波成分と高調波成分とを各々の重み係数で重み付けして加算した信号から診断画像を構成する。重み付け演算器 28 及び 38 で用いる重み係数を調整することで、加算結果における基本波成分と高周波成分の混合割合を変えることができる。したがって、深部では基本波成分の混合割合を高めることにより、深部での画質劣化を解消又は緩和することができる。

【0048】

このような深部での画質劣化の緩和は、重み付け演算器 28 及び 38 の重み係数テーブル 82 に、例えば図 6 に示すような重み係数のパターンを登録することで実現できる。この図は、診断深さに対する重み係数の変化をグラフとして表したものである。この図では、実線が第 2 高調波成分のグラフを示し、波線が基本波成分のグラフを示す。

30

【0049】

図 6 に示すパターンは、診断深さが浅い範囲では、基本波成分の重み係数を 0、第 2 高調波成分の重み係数を 1 とする。そして、診断深さが所定の閾値深さ A を越えると、第 2 高調波成分の重み係数はそのまま、基本波成分の重み係数を直線的に増加させている。すなわち、このパターンでは、浅部では振幅演算器 36 から出力される第 2 高調波成分の信号のみをそのままの信号レベルで用いて画像を形成し、深部ではその第 2 高調波成分に対して基本波成分を混合し、その混合割合を診断深さの増大に応じて高めている。基本波成分の重み係数を増大させはじめる閾値深さ A は、第 2 高調波成分のみで画像を構成すると

40

所望の画質を満足できなくなるような診断深さを設定すればよい。このような基準で閾値深さ A を決める場合、送受信系、信号処理系、画像処理系等のファクタの組合せにより、超音波診断装置の機種や使用条件、要求される画質などに応じて閾値深さ A は変わってくるものと考えられる。この場合、閾値深さ A は実験等により決定すればよい。

【0050】

また、閾値深さ A のもっと簡便な決定基準としては、送信超音波のフォーカス点の深さを閾値深さ A とするという基準を用いることができる。上述のように、送信超音波のフォーカス点を越えた深さでは、深くなるほど高調波成分が減少し、高調波成分の S/N 比が劣化していくので、基本波成分による補助を始める起点（すなわち閾値深さ A）として、そのフォーカス点を用いることは、比較的簡便に実現でき、かつ効果のある方式といえる。

50

【0051】

そして、図6のパターンでは、閾値深さAより深い場所では、深さに応じて基本波成分の重み係数を増加させることで、深くなるほどパワーが減少していく第2高調波成分を補っている。

【0052】

このように図6のパターンを用いた場合、診断深さが比較的浅い範囲では、第2高調波成分で画像を構成することで、サイドローブ低減などのハーモニック法の効果が得られるとともに、閾値深さAよりも深い範囲では、第2高調波成分のパワー低下を基本波成分で補うことで画質劣化を解消又は緩和できる。

【0053】

なお、図6の例では、閾値深さAより深い範囲での基本波成分の重み係数を直線的に増大させたが、増大のパターンは直線的に限らず、曲線的であってもよい。

【0054】

診断深さに応じた重み係数のパターンとしては、図7に示すようなものも考えられる。このパターンでは、高調波成分が十分発生していない探触子直下では基本波成分の重み係数を1に近く、第2高調波成分の重み係数を0に近くし、その後徐々に前者を0まで減少させ後者を1まで増大させ、そして、高調波成分のS/N比が劣化する閾値深さA以遠では、基本波成分の重み係数を増大方向に、第2高調波成分の重み係数を減少方向に転じる。このような重み係数制御によれば、ある程度強い高調波成分が得られる深さ範囲ではハーモニック法の利点ととも、高調波成分の成長が十分でない探触子近傍と高調波成分が減少する深部での画質劣化については、基本波成分を補うことで解消乃至緩和が見込める。

【0055】

以上では、深部における高調波成分のS/N比劣化に着目して本実施形態の装置の利点を説明したが、別の観点から見れば次のような効果を得ることもできる。すなわち、基本波成分と高調波成分とを混合する範囲(図6では深部、図7では探触子近傍と深部)では、混合により両者のスペckルパターン同士を打ち消し、スペckルの少ない画像を得ることができる。これは、スペckルが主として波の干渉を原因とし、基本波成分と第2高調波成分では超音波の波長が異なるため、基本波成分でパルス圧縮及び検波が行われた振幅情報と、第2高調波成分でパルス圧縮及び検波が行われた振幅情報ではスペckルパターンが大きく異なってくるからである。

【0056】

このようなスペckルの低減効果に着目した場合、重み係数の制御パターンとして図8に示すようなものを用いることも考えられる。

【0057】

図8のパターン(a)では、診断深さが浅い範囲では、基本波成分及び第2高調波成分の重み係数とともに0.5とし、診断深さが閾値深さAを越えると、第2高調波成分の重み係数はそのまま、基本波成分の重み係数を徐々に増大させている。すなわち、このパターンによれば、閾値深さAを越えた範囲で図6のパターンと同様の効果が得られるとともに、それより浅い範囲でも、基本波成分と第2高調波成分との混合によりスペckル低減の効果を得ることができる。

【0058】

図8のパターン(b)では、浅部では基本波成分の重み係数を0.2、第2高調波成分の重み係数を0.8とし、閾値深さAを越えると、(a)と同様第2高調波成分の重み係数はそのまま、基本波成分の重み係数を直線的に増加させている。これは、(a)のパターンで基本波成分の割合を低くしたものに相当する。このパターンでは、浅部では、(a)よりも第2高調波成分の重みを大きくすることでハーモニック法の効果を高めつつ、両成分の混合によりスペckルを低減させることができる。

【0059】

なお、スペckルの低減効果をねらうだけなら、基本波成分と第2高調波成分とを診断深

10

20

30

40

50

さによらず一定の割合（例えば 1 対 1）で混合する構成でもよい。

【0060】

以上説明したように、本実施形態の装置によれば、高調波成分の S/N 比が劣化する深部では、基本波成分の信号を補って画像を構成することで、深部での画質劣化を解消又は緩和できる。更に、本実施形態では、閾値深さ A より深い範囲では、深さに応じて信号全体に対する基本波成分の混合割合を増大させることで、深くなるほどパワーが低下する第 2 高調波成分を効果的に補うことができる。

また、本実施形態では、パルス圧縮法を用いているので、単純なパルス波を用いる場合よりも S/N 比、特に高調波成分の S/N 比を向上させることができるので、単純なパルス波を用いる場合より深い範囲まで高調波成分による画像構成が可能になる。また本実施形態では、基本波成分と第 2 高調波成分とを混合した範囲では、スペックル低減の効果が得られる。このスペックル低減効果を積極的に得るために、浅部でも高調波成分に基本波成分を加えることも好適である。

10

【0061】

以上では、パルス圧縮法を用いた構成を例示したが、閾値深さ A より深い範囲で基本波成分の重みを増大させるという手法は、パルス圧縮法の利用しない構成にも適用することができる。同様の効果を奏する。

【0062】

また、以上では、基本波成分と第 2 高調波成分を用いて診断画像を構成する場合を例示したが、基本波成分と第 3 高調波成分以上の高次の高調波成分を用いる場合にも、同様の手法を用いることができる。

20

【0063】

また、図 1 の装置構成では、基本波成分と高調波成分のそれぞれにパルス圧縮演算器 2 2 及び 3 2 を設けたが、1 つのパルス圧縮演算器の出力からそれら両成分を抽出する構成も可能である。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、所定深さより深い範囲では、基本波成分を前記所定深さにおける混合割合よりも高い混合割合で前記高調波成分に混合し、その混合結果の信号に基づき前記被検体内の画像を構成するので、高調波成分で画像を形成した場合における深部での画質劣化を基本波成分により補うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る超音波診断装置の一例を示す機能ブロック図である。

【図 2】送信器の内部構成の一例を示す図である。

【図 3】パルス圧縮演算器の内部構成の一例を示す図である。

【図 4】検波器の内部構成の一例を示す図である。

【図 5】重み付け演算器の内部構成の一例を示す図である。

【図 6】基本波成分及び高調波成分に対する重み係数の診断深さに応じた変化パターンの一例を示す図である。

【図 7】基本波成分及び高調波成分に対する重み係数の診断深さに応じた変化パターンの別の一例を示す図である。

40

【図 8】基本波成分及び高調波成分に対する重み係数の診断深さに応じた変化パターンの別の一例を示す図である。

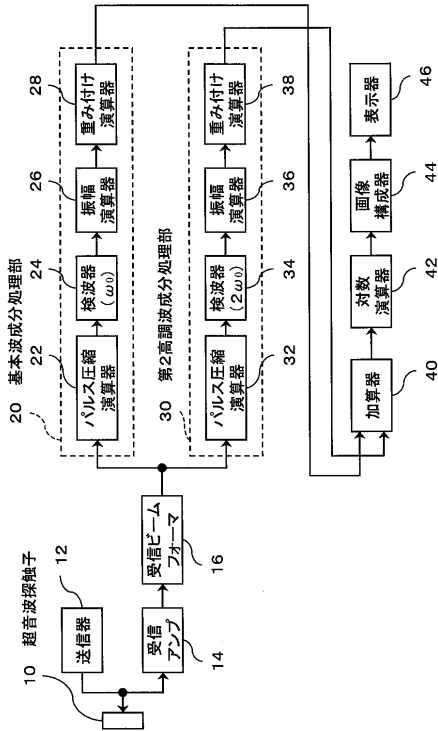
【図 9】基本波成分と高調波成分のエコー強度の診断深さによる変化を説明するための図である。

【符号の説明】

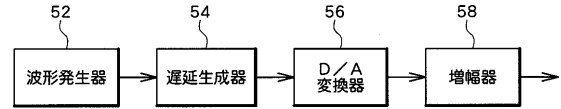
10 超音波探触子、12 送信器、14 受信アンプ、16 受信ビームフォーマ、20 基本波成分処理部、22, 32 パルス圧縮演算器、24, 34 検波器、26, 36 振幅演算器、28, 38 重み付け演算器、40 加算器、42 対数演算器、44 画像構成器、46 表示器。

50

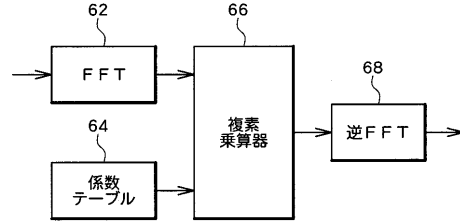
【図1】



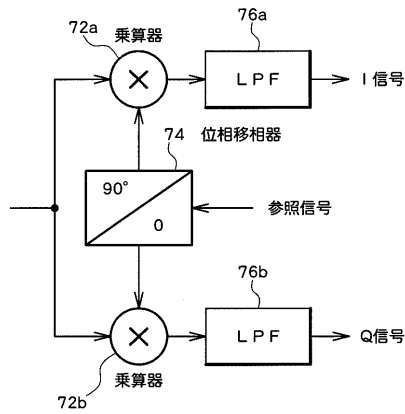
【図2】



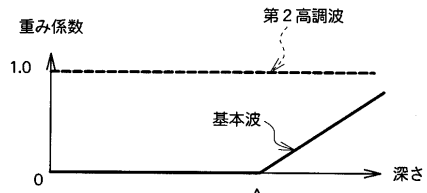
【図3】



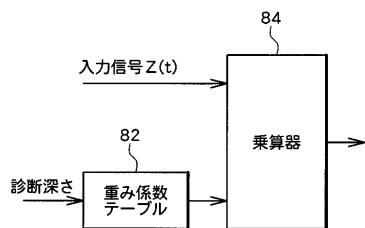
【図4】



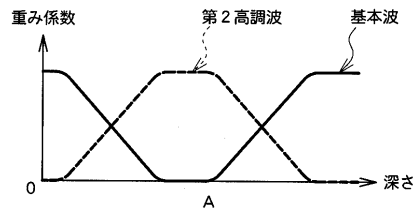
【図6】



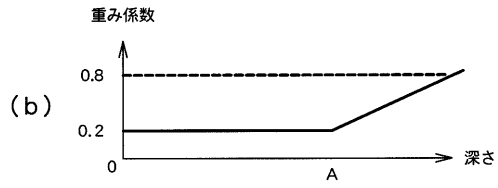
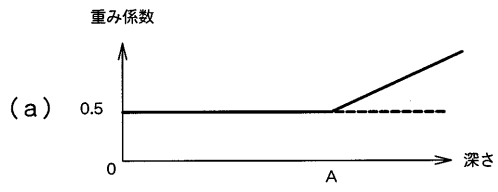
【図5】



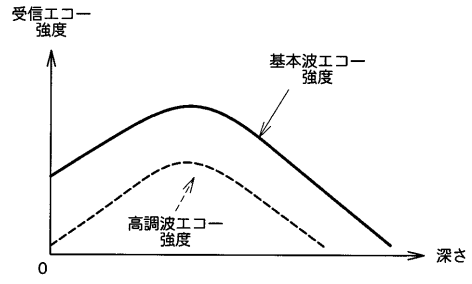
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 DE08 DE09 DE10 DE12 EE04 GB03 HH09 HH10 HH21 HH35
JB24 JB31 JB45 JB47 JB49 JB60

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声诊断设备 | | |
| 公开(公告)号 | JP2004222824A | 公开(公告)日 | 2004-08-12 |
| 申请号 | JP2003011851 | 申请日 | 2003-01-21 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 日立阿洛卡医疗株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 阿洛卡有限公司 | | |
| [标]发明人 | 宫坂好一 原田烈光 | | |
| 发明人 | 宫坂 好一 原田 烈光 | | |
| IPC分类号 | A61B8/00 | | |
| FI分类号 | A61B8/00 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/DE08 4C601/DE09 4C601/DE10 4C601/DE12 4C601/EE04 4C601/GB03 4C601/HH09 4C601/HH10 4C601/HH21 4C601/HH35 4C601/JB24 4C601/JB31 4C601/JB45 4C601/JB47 4C601/JB49 4C601/JB60 | | |
| 代理人(译) | 吉田健治 石田 纯 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：在谐波方法中减轻深部图像质量的下降。 解决方案：超声探头10重复地将具有线性调制频率的透射波形的超声波束发射到对象中。 与之对应的回波接收信号由基波成分处理单元20和二次谐波成分处理单元30并行处理。 基波成分处理单元20对接收到的信号进行脉冲压缩，以提取所发送的超声波的中心频率的基波成分，并将其乘以预定的加权因子。 二次谐波成分处理单元30对接收到的信号进行脉冲压缩以提取具有两倍于所发送的超声波的中心频率的频率的二次谐波成分，并将其乘以预定的加权系数。 然后，通过加法器40将这两者的加权结果相加，并且图像构造单元44基于相加结果构造诊断图像。 这里，通过将基波分量的加权系数增加到超过二次谐波分量的功率减小的传输焦点之外，可以减轻深部的图像质量劣化。 [选型图]图1

