

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3693631号
(P3693631)

(45) 発行日 平成17年9月7日(2005.9.7)

(24) 登録日 平成17年7月1日(2005.7.1)

(51) Int.Cl.⁷

A61B 8/08

F I

A61B 8/08

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-177312 (P2002-177312)
 (22) 出願日 平成14年6月18日(2002.6.18)
 (65) 公開番号 特開2004-16568 (P2004-16568A)
 (43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)
 審査請求日 平成15年12月26日(2003.12.26)

(73) 特許権者 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100099254
 弁理士 役 昌明
 (74) 代理人 100100918
 弁理士 大橋 公治
 (74) 代理人 100105485
 弁理士 平野 雅典
 (74) 代理人 100108729
 弁理士 林 絃樹
 (72) 発明者 福喜多 博
 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
 号 松下通信工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波組織診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を送受信する探触子と、前記探触子を駆動する送信回路と、前記探触子からの信号を受信して受信信号を出力する受信回路と、前記受信信号を処理してBモード信号を発生するBモード処理手段と、前記Bモード信号に基づいて断層像を表示する表示部とを具備する超音波組織診断装置において、前記受信信号を検波して検波信号を出力する検波手段と、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足るレベルの音圧を持つ送出超音波によるエコーの検波信号を記憶するメモリと、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りないレベルの音圧を持つ送出超音波によるエコーの検波出力信号で前記メモリの出力信号を除算する除算手段と、前記Bモード信号と前記除算手段の出力信号とを合成する合成手段とを備えたことを特徴とする超音波組織診断装置。

10

【請求項2】

前記除算手段に、除数が閾値未満の場合の除算結果を、時間的に前後の除算結果で、かつ閾値以上の除数で除算が行われた除算結果で補間する手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波組織診断装置。

【請求項3】

前記除算手段の出力を深さ方向で微分する手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波組織診断装置。

【請求項4】

前記検波手段に、前記受信信号の絶対値検波信号を求める手段を設けたことを特徴とする

20

請求項1記載の超音波組織診断装置。

【請求項5】

前記検波手段に、前記受信信号の複素検波信号を求める手段を設け、前記除算手段に、複素除算を行う手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波組織診断装置。

【請求項6】

前記除算手段の出力信号にカラーコードを対応させる手段と、前記カラーコードで前記Bモード信号をカラー信号にする手段とを備えたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の超音波組織診断装置。

【請求項7】

前記カラーコードと前記Bモード信号を加算する手段を備えたことを特徴とする請求項6記載の超音波組織診断装置。 10

【請求項8】

前記カラーコードにより前記Bモード信号を色変調する手段を備えたことを特徴とする請求項6記載の超音波組織診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波組織診断装置に関し、特に、生体組織等における超音波に対する非線形応答特性を画像表示する超音波組織診断装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

超音波組織診断装置は、生体組織等に超音波を送出して、そのエコーに基づく画像を表示することにより、生体組織等の内部状態を診断する装置である。超音波組織診断装置には、エコーの基本波と高調波を区別せずに単純に画像表示するものと、非線形現象を積極的に利用して、送出超音波の高調波エコーに基づいて画像を生成するハーモニックイメージング(harmonic imaging)法を用いるものがある。ハーモニックイメージング法には、大振幅の超音波の伝搬に伴い発生する高調波を利用する組織ハーモニックイメージング法と、造影剤により媒質の非線形性を強調するパブルハーモニックイメージング法とがある。

【0003】

第2高調波の発生領域は、ビーム中央部であるので、基本波のエコー発生領域より格段に狭い。そのため、第2高調波を画像化対象とするハーモニックイメージング法は、方位分解能向上に有効である。また、高調波エコー像は、生体組織等における超音波に対する非線形応答特性を示すものであるため、基本波エコー像に表示される生体組織の特徴とは別の特徴を表示することができる。 30

【0004】

ハーモニックイメージング法で高調波を抽出する方法には3つある。1つは、受信したエコー信号をハイパスフィルタに通して基本波成分を減衰させ、高調波を抽出するものである。フィルタによる抽出では、基本波の帯域が高調波と重なってしまうと、フィルタにより高調波成分のみを抽出することができなくなる。このため、送信パルスの帯域をある程度狭くする必要があり、画像の縦分解能を劣化させる原因となる。第2高調波情報のみを画像化する組織ハーモニックイメージング法では、フィルタを利用して第2高調波成分を抽出しても、鮮明な画像を描画することは難しい。 40

【0005】

2つ目は、米国特許5,706,819号明細書に開示されているように、互いに逆相の2つの基本波パルス信号を利用するパルスインバージョン法である。3つ目は、特開昭61-279235号公報に開示されているように、強度の異なる2つの超音波を送出して、エコー信号の差から高調波成分を抽出する方法である。以下、高調波エコーを画像化する従来の超音波組織診断装置の例をいくつかあげる。

【0006】

特開平9-224939号公報に開示された「非線形超音波影像システムの感度を上げる方法」は 50

、第2高調波のような非線形応答に対する感度の高い影像を、多数の励起レベルの音線による超音波応答測定により達成するものである。多数の励起レベルの音線によって得られた応答を、それぞれ、その励起レベルの差に対応する量でゲイン補正して減算し、線形応答の大部分を除去する。残ったものを、非線形応答に対応するものとする。減算された信号を、音線の一つに加算して、この信号の影像をビデオ表示装置に表示する。

【0007】

特開2000-300564号公報に開示された「超音波診断装置」は、体内で発生する非線形歪み成分を表示する超音波診断装置において、送信パルスの幅を変化させることで生じる周波数特性の変化を打ち消す畳み込み演算のためのハードウェア量を低減するものである。デジタルビームフォーマの2組のメモリと多相加算器によるそれぞれの遅延量に、メモリと減算器により送信パルスの幅に相当する差をつけることで、畳み込み演算を実現する。

10

【0008】

特開2001-112754号公報に開示された「超音波診断装置」は、体内で発生する非線形歪み成分を表示する超音波診断装置において、フレームレートの低下および被検体の動きによる画質の低下を緩和するものである。パルス発生回路で電気パルスを発生し、探触子で超音波パルスに変換し、被検体内に送信する。互いに極性の異なるパルスを用いた2回の送受信により得られたエコー信号を、加算器で加算して、高調波成分を抽出する。パルス間隔調節器により、送信パルスの間隔を変化させる。

【0009】

特開2001-353155号公報に開示された「超音波撮影装置」は、ユニポーラ駆動でも、広帯域の高調波エコーを得ることができる超音波撮影装置である。まず、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧(高レベルの音圧)を持つ超音波を送出する。次に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧(低レベルの音圧)を持つ超音波を、同一の方位に送る。これら2種類の超音波のエコーをそれぞれ受信し、2つのエコーの差信号を求める。差信号に基づいて画像を生成して、表示する。

20

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の超音波組織診断装置においては、高レベルの送出超音波によるエコーと、低レベルの送出超音波によるエコーとの差信号に基づいて画像を生成していたので、伝搬にともなう波形歪みの発生に関わる媒体の音響的な非線型性の特徴を、十分に表示できないという問題があった。

30

【0011】

本発明は、上記従来の問題を解決して、媒体の音響的な非線型性をより忠実に表示することができる超音波組織診断装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明では、超音波を送受信する探触子と、探触子を駆動する送信回路と、探触子からの信号を受信して受信信号を出力する受信回路と、受信信号を処理してBモード信号を発生するBモード処理手段と、Bモード信号に基づいて断層像を表示する表示部とを具備する超音波組織診断装置に、受信信号を絶対値検波して検波信号を出力する検波手段と、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ高レベル振幅の送出超音波によるエコーの検波信号を記憶するメモリと、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ低レベル振幅の送出超音波によるエコーの検波出力信号でメモリの出力信号を除算する除算手段と、Bモード信号と除算手段の出力信号とを合成する合成手段とを備えた構成とした。このように構成したことにより、送波ビームの強度レベルの深さ依存や、受信信号に含まれる超音波の散乱特性を除去して、波形歪みに比例したパラメータ、すなわち媒体の音響的な非線型性に関わるパラメータに基づく画像を表示することができる。

40

【0013】

また、除算手段に、除数が閾値未満の場合には、時間的に前後に除数が閾値以上で除算が

50

行われた除算結果で補間する手段を設けた。このように構成したことにより、除算結果が不安定になることを避けることができる。

【0014】

また、除算手段の出力を深さ方向で微分する手段を設けた。このように構成したことにより、伝搬にともなって深さ方向に蓄積される波形歪みを微分して、局所的な波形歪みの発生量、すなわち媒体の局所的な音響的非線型性に関わるパラメータに基づく画像を表示することができる。

【0015】

また、検波手段に、受信信号の絶対値検波信号を求める手段を設けた。このように構成したことにより、受信信号がRF信号からベースバンド信号に変換され、除算手段における除数（分母）の受信信号が零となる確率を下げ、除算を安定して行うことができる。

10

【0016】

また、検波手段に、受信信号の複素検波信号を求める手段を設け、除算手段に、複素除算を行う手段を設けた。このように構成したことにより、受信信号がRF信号からベースバンド信号に変換され、除算手段における除数（分母）の受信信号が零となる確率を下げ、除算を安定して行うことができる。また、複素除算であるため、除算手段に入力される受信信号の間の位相情報に基づく画像を表示することができる。

【0017】

また、除算手段の出力信号にカラーコードを対応させる手段と、カラーコードでBモード信号をカラー信号にする手段とを備えた。このように構成したことにより、除算手段の出力である媒体の非線型性に関わるパラメータをカラー表示して、パラメータの微妙な差異を明確に表示することができる。

20

【0018】

また、カラーコードとBモード信号を加算する手段を備えた。このように構成したことにより、除算手段の出力である媒体の非線型性に関わるパラメータをカラー表示し、パラメータの微妙な差異をBモード画像上に明確に表示することが可能となる。

【0019】

また、カラーコードによりBモード信号を色変調する手段を備えた。このように構成したことにより、除算手段の出力である媒体の非線型性に関わるパラメータをカラー表示し、パラメータの微妙な差異をBモード画像上に明確に表示することが可能となる。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図9を参照しながら詳細に説明する。

【0021】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を記憶しておき、同一音線に送出した低レベルの超音波によるエコー信号で除算し、除算結果とBモード信号を合成して表示する超音波組織診断装置である。

【0022】

図1は、本発明の第1の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図1において、送信回路1は、探触子2を駆動する回路である。探触子2は、超音波を送受信する素子である。受信回路3は、探触子2からの信号を受信する回路である。Bモード処理部4は、受信回路3が出力する信号を処理し、Bモード信号を発生する手段である。検波器5は、受信回路3からの信号を絶対値検波する手段である。メモリ6は、検波器5からの信号を記憶するメモリである。除算部7は、検波器5の出力とメモリ6の出力を除算する手段である。合成部8は、Bモード処理部4からの信号と、除算部7からの信号を合成する手段である。表示部9は、合成部8の出力を断層像として表示する手段である。

40

【0023】

図2は、本発明の第1の実施の形態における超音波組織診断装置の除算部7の機能ブロッ

50

ク図である。図2において、比較器71は、設定された閾値と検波器5からの信号を比較する手段である。除算器72は、メモリ6からの信号と検波器5からの信号の間の除算を行う手段である。メモリ73は、除算器72の出力を記憶するメモリである。補間部74は、メモリ73の出力を補間する手段である。

【0024】

上記のように構成された本発明の第1の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。最初に、図1を参照しながら、超音波組織診断装置の機能の概略を説明する。送信回路1は、超音波を送信する探触子2を駆動する。受信回路3は、超音波を受信した探触子2の信号を増幅する。Bモード処理部4は、受信回路3が出力する信号をデジタル処理して、Bモード信号を生成する。検波器5は、受信回路3からの信号を絶対値検波する。メモリ6は、検波器5からの信号を記憶する。除算部7は、検波器5の出力でメモリ6の出力を除算する。合成部8は、Bモード信号と、除算部7からの信号を合成する。表示部9は、合成部8の出力を断層像として表示する。

10

【0025】

図2を参照しながら、除算部7の動作の概略を説明する。比較器71は、設定された閾値と検波器5からの信号を比較する。除算器72は、メモリ6の出力信号を検波器5の出力信号で除算する。除算器72は、比較器71の出力により制御される。除算器72の出力は、メモリ73に記憶される。補間部74は、メモリ73の出力を補間する。補間方法については後述する。

【0026】

図1と図2を参照しながら、超音波組織診断装置の動作を詳しく説明する。第1回目の送信において、送信回路1は、高レベルの駆動パルスを発生する。すなわち、伝搬にとまなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を、探触子2が送波するように、駆動パルスを発生する。第2回目の送信において、送信回路1は、低レベルの駆動パルスを発生する。すなわち、伝搬にとまなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を、高レベルの超音波と同一の方向に探触子2が送波するように、駆動パルスを発生する。

20

【0027】

探触子2が受信する受信信号 $R(i)$ ($i = 1, 2$) は、

$$R(i) = P(i) \cdot N(i) \cdot S \cdot \dots \cdot (1)$$

で表される。ここで、 $P(i)$ は、超音波の送波音圧レベルである。 $N(i)$ は、伝搬にとまなう波形歪みを示す量である。 S は、媒体における超音波の散乱特性である。

30

【0028】

次に、受信信号 $R(i)$ は、受信回路3において受信される。受信信号 $R(1)$ は、Bモード処理部4において信号処理される。また、受信信号 $R(i)$ は、検波器5において絶対値検波される。受信信号 $R(1)$ は、メモリ6に記憶される。除算部7においては、受信信号 $R(1)$ の絶対値と、受信信号 $R(2)$ の絶対値の除算が、

$$|R(1)/R(2)| = |P(1) \cdot N(1) / (P(2) \cdot N(2))| \cdot \dots \cdot (2)$$

のように行われる。(2)式において、超音波の送波音圧レベルの比 $|P(1)/(P(2))|$ は、定数 C とおくことができる。また、第2回目の送信における伝搬にとまなう波形歪みを示す量 $N(2)$ は、歪みが無いので、 $N(2) = 1$ とすることができる。したがって、(2)式に示す除算部7の出力は、

40

$$|R(1)/R(2)| = C \cdot N(1) \cdot \dots \cdot (3)$$

と表せる。したがって、除算部7の出力は、伝搬にとまなう波形歪みを示す量 $N(1)$ に比例する。すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す。

【0029】

(3)式の受信信号 $R(2)$ の絶対値が、閾値より小さい場合には、除算器72は除算を停止し、補間すべきデータであることを示す特別な値を出力する。補間部74は、補間すべき特別な値が存在する場合には、除算器72において除算が行われた前後のデータを用い、データを補間する。このように補間することにより、除算結果が不安定になることを避けることができる。除算部7の出力は、合成部8において、Bモード処理部4からの出力と合成

50

される。合成部 8 の出力は、表示部 9 において断層像として表示される。

【 0 0 3 0 】

上記のように、本発明の第 1 の実施の形態では、超音波組織診断装置を、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2 種類の超音波エコーの比を求め、B モード信号に合成して表示する構成としたので、伝搬にともなう波形歪みに比例するパラメータを示す画像、すなわち媒体の音響的な非線型性を示す画像を表示することができる。

【 0 0 3 1 】

(第 2 の実施の形態)

本発明の第 2 の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を記憶しておき、同一音線上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号で除算し、除算結果を深さ方向で微分して、B モード信号と合成して表示する超音波組織診断装置である。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図 3 において、微分器 18 は、除算部 7 の出力を微分する手段である。合成部 8 は、B モード処理部 4 からの信号と、微分器 18 からの信号を合成する手段である。その他の基本的な構成は、第 1 の実施の形態と同じである。図 1 と同様な動作をする部分の説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

上記のように構成された本発明の第 2 の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。除算結果を得るまでは、第 1 の実施の形態と同じである。除算部 7 の出力 $C \cdot N(1)$ は、微分器 18 において、深さ方向 z に関して微分され、微分出力

$$= C \cdot d(N(1)) / dz \quad \dots \dots (4)$$

が得られる。 $N(1)$ は、深さ方向に蓄積された歪み量であるので、その深さ方向の微分である $d(N(1)) / dz$ は、局所的な歪み量、あるいは媒体の音響的な非線型性の局所的な分布を示す量とみなすことができる。合成部 8 は、B モード処理部 4 からの信号と、微分器 18 からの信号を合成する。伝搬にともなう深さ方向に蓄積される波形歪みを微分することで、媒体の局所的な音響的な非線型性に関わるパラメータに基づく画像を表示することができる。

【 0 0 3 4 】

上記のように、本発明の第 2 の実施の形態では、超音波組織診断装置を、高レベルの超音波によるエコー信号を、同一音線上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号で除算した結果を、深さ方向で微分し、微分結果を B モード信号に合成して表示する構成としたので、媒体の非線型性の局所的な分布を示す量を表示することができる。

【 0 0 3 5 】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を位相検波して記憶しておき、同一音線上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号を位相検波した結果で複素除算し、除算結果と B モード信号を合成して表示する超音波組織診断装置である。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図 4 において、位相検波器 15 は、受信回路 3 からの信号を位相検波する手段である。メモリ 16 は、位相検波器 15 からの I_s, Q_s 信号を記憶するメモリである。除算部 17 は、位相検波器 15 の I_s, Q_s 信号とメモリ 16 の I_m, Q_m 信号を除算する手段である。合成部 8 は、B モード処理部 4 からの信号と、除算部 17 からの信号を合成する手段である。その他の基本的な構成は、第 1 の実施の形態と同じである。図 1 と同様な動作をする部分の説明は省略する。

【 0 0 3 7 】

上記のように構成された本発明の第 3 の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。受信結果を得るまでは、第 1 の実施の形態と同じである。位相検波器 15 は、受

10

20

30

40

50

信回路3からの信号を位相検波する。メモリ16は、位相検波器15からの I_s 信号（同相成分）と Q_s 信号（直交成分）を記憶する。除算部17は、位相検波器15からの I_s 信号と Q_s 信号で、メモリ16の I_m 信号と Q_m 信号を複素除算する。

【0038】

複素除算の方法を説明する。受信信号 $R(i)$ は、検波器5において位相検波され、複素検波信号 $I_s + jQ_s$ （但し j は虚数単位）が出力される。第1回目の送信のエコーから得られた複素検波信号は、メモリ16に記憶される。メモリ16の出力は、 $I_m + jQ_m$ となる。除算部17において、複素除算信号

$$I + jQ = (I_m + jQ_m) / (I_s + jQ_s) \quad \cdots \cdots (5)$$

が求められる。

10

【0039】

複素除算信号 $I + jQ$ の絶対値が、除算部17より出力される。除算部17の出力は、(3)式に示す $C \cdot N(1)$ に相当する量とみなすことができる。したがって、除算部17の出力は、伝搬にともなう波形歪みを示す量 $N(1)$ に比例する。すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す。除算部17の出力は、合成部8において、Bモード処理部4からの出力と合成される。合成部8の出力は、表示部9において断層像として表示される。複素除算を行うことにより、受信信号が零となる確率が下がり、除算を安定して行うことができる。また、受信信号の間の位相情報に基づく画像を表示することができる。

【0040】

上記のように、本発明の第3の実施の形態では、超音波組織診断装置を、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーを位相検波して複素除算し、複素除算結果をBモード信号に合成して表示する構成としたので、伝搬にともなう波形歪みを示す画像、すなわち媒体の音響的な非線型性を示す画像を表示することができる。

20

【0041】

（第4の実施の形態）

本発明の第4の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を位相検波して記憶しておき、同一音線に送出した低レベルの超音波によるエコー信号を位相検波した結果との偏角の差を求め、偏角差とBモード信号を合成して表示する超音波組織診断装置である。

30

【0042】

図5は、本発明の第4の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図5において、偏角検出部27は、位相検波器15の (I_s, Q_s) 信号と、メモリ16の (I_m, Q_m) 信号の偏角の差を検出する手段である。合成部8は、Bモード処理部4からの信号と、偏角検出部27からの信号を合成する手段である。その他の基本的な構成は、第3の実施の形態と同じである。図4と同様な動作をする部分の説明は省略する。

【0043】

上記のように構成された本発明の第4の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。位相検波結果を得るまでは、第3の実施の形態と同じである。偏角検出部27において、(5)式で示した複素除算信号 $I + jQ$ を求める。さらに、その偏角

40

$$= \text{ATAN}(Q / I) \quad \cdots \cdots (6)$$

を求める。複素除算信号 $I + jQ$ の偏角は、 (I_s, Q_s) 信号と (I_m, Q_m) 信号の偏角の差に等しい。複素検波信号 $I_s + jQ_s$ の偏角は、伝搬にともなう波形歪みの発生により変化するので、偏角は、(3)式で示した $C \cdot N(1)$ に相当する量とみなすことができる。したがって、偏角検出部27の出力は、伝搬にともなう波形歪みを示す量 $N(1)$ に応じた値になる。すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す。偏角検出部27の出力は、合成部8において、Bモード処理部4からの出力と合成される。合成部8の出力は、表示部9において断層像として表示される。

【0044】

50

上記のように、本発明の第4の実施の形態では、超音波組織診断装置を、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーを位相検波して偏角の差を求め、Bモード信号に合成して表示する構成としたので、伝搬にともなう波形歪みを示す画像、すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す画像を表示することができる。

【0045】

(第5の実施の形態)

本発明の第5の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を記憶しておき、同一音線路上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号で除算し、除算結果にカラーコードを対応させ、Bモード出力に加算して表示する超音波組織診断装置である。

10

【0046】

図6は、本発明の第5の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図6において、色発生部81は、除算部7の出力を色信号に変換する手段である。加算部82は、色発生部81からの信号とBモード処理部4からの信号を加算する手段である。色発生部81と加算部82で合成部8を構成している。その他の基本的な構成は、第1の実施の形態と同じである。図1と同様な動作をする部分の説明は省略する。

【0047】

上記のように構成された本発明の第5の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。除算結果を得るまでは、第1の実施の形態と同じである。除算部7の出力C・N(1)は、予め用意されたカラーコードに基づき、色発生部81において、RGBの色信号成分RN、GN、BNに変換される。さらに、加算部82において、Bモード処理部4からの白黒信号は、色信号成分R1、G1、B1に変換される。加算部82からは、

20

$$R = RN + R1 \quad \dots \dots (7)$$

$$G = GN + G1 \quad \dots \dots (8)$$

$$B = BN + B1 \quad \dots \dots (9)$$

で示される色信号成分R、G、Bが出力される。

【0048】

除算手段の出力信号にカラーコードを対応させる手段と、カラーコードでBモード信号をカラー信号にする手段とを備えたので、媒体の非線型性に関わるパラメータの微妙な差異をカラーで明確に表示することができる。

30

【0049】

上記のように、本発明の第5の実施の形態では、超音波組織診断装置を、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーの比を求めて色信号に変換し、Bモード信号に加算して表示する構成としたので、媒体の非線型性の局所的な分布を示す量を、Bモード信号に重畳してカラー表示することができる。

【0050】

(第6の実施の形態)

本発明の第6の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を記憶しておき、同一音線路上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号で除算し、除算結果にカラーコードを対応させ、カラー出力によりBモード出力を色変調して表示する超音波組織診断装置である。

40

【0051】

図7は、本発明の第6の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図7において、色変調部83は、Bモード処理部4からの信号を、色発生部81の出力で変調する手段である。色発生部81と色変調部83で、合成部8を構成している。その他の基本的な構成は、第5の実施の形態と同じである。図6と同様な動作をする部分の説明は省略する。

50

【0052】

上記のように構成された本発明の第6の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。色信号を得るまでは、第5の実施の形態と同じである。色変調部83において、Bモード処理部4からの白黒信号の輝度情報Lは、色信号成分RN、GN、BNにより変調され、

$$R = RN \cdot L \quad \dots \quad (10)$$

$$G = GN \cdot L \quad \dots \quad (11)$$

$$B = BN \cdot L \quad \dots \quad (12)$$

で示される色信号成分R、G、Bが出力される。

【0053】

除算手段の出力信号にカラーコードを対応させる手段と、カラーコードでBモード信号をカラー信号にする手段とを備えたので、媒体の非線型性に関わるパラメータの微妙な差異をカラーで明確に表示することができる。

10

【0054】

上記のように、本発明の第6の実施の形態では、超音波組織診断装置に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーの比を求めて色信号に変換し、色信号でBモード信号を変調して表示する構成としたので、媒体の非線型性の局所的な分布を示す量により、Bモード信号を変調してカラー表示することができる。

20

【0055】

(第7の実施の形態)

本発明の第7の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を位相検波して記憶しておき、同一音線に送出した低レベルの超音波によるエコー信号を位相検波した結果との偏角の差を求め、偏角差にカラーコードを対応させ、カラー出力とBモード出力を加算して表示する超音波組織診断装置である。

【0056】

図8は、本発明の第7の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図8において、色発生部81は、偏角検出部27の出力を色信号に変換する手段である。加算部82は、色発生部81からの信号とBモード処理部4からの信号を加算する手段である。色発生部81と加算部82で、合成部8を構成している。その他の基本的な構成は、第4の実施の形態と同じである。図5と同様な動作をする部分の説明は省略する。

30

【0057】

上記のように構成された本発明の第7の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。複素除算結果の偏角を得るまでは、第4の実施の形態と同じである。複素検波信号 $I_s + jQ_s$ の位相角は、伝搬にともなう波形歪みの発生により変化するので、偏角は、(3)式に示す $C \cdot N(1)$ に相当する量とみなすことができる。したがって、偏角検出部27の出力は、伝搬にともなう波形歪みを示す量 $N(1)$ に応じた値になる。すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す。

【0058】

偏角検出部27の出力は、色発生部81において、予め用意されたカラーコードに基づき、RGBの色信号成分R、G、Bに変換される。さらに、加算部82において、Bモード処理部4からの白黒信号は、色信号成分R1、G1、B1に変換され、加算部からは、 $R = R + R1 \quad \dots \quad (13)$
 $G = G + G1 \quad \dots \quad (14)$
 $B = B + B1 \quad \dots \quad (15)$

40

で示される色信号成分R、G、Bが出力される。

【0059】

上記のように、本発明の第7の実施の形態では、超音波組織診断装置に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にと

50

もなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーを位相検波して偏角の差を求め、偏角差を色信号に変換し、Bモード信号に加算して表示する構成としたので、媒体の非線型性の局所的な分布を示す量を、Bモード信号に重畳してカラー表示することができる。

【0060】

(第8の実施の形態)

本発明の第8の実施の形態は、高レベルの超音波によるエコー信号を位相検波して記憶しておき、同一音線路上に送出した低レベルの超音波によるエコー信号を位相検波した結果との偏角の差を求め、偏角差にカラーコードを対応させ、カラー出力でBモード出力を色変調して表示する超音波組織診断装置である。

10

【0061】

図9は、本発明の第8の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。図9において、色変調部83は、Bモード処理部4からの信号で、色発生部81からの出力を変調する手段である。色発生部81と色変調部83で、合成部8を構成している。その他の基本的な構成は、第7の実施の形態と同じである。図8と同様な動作をする部分の説明は省略する。

【0062】

上記のように構成された本発明の第8の実施の形態における超音波組織診断装置の動作を説明する。複素除算結果の偏角に対応する色信号を得るまでは、第7の実施の形態と同じである。偏角検出部27の出力は、伝搬にともなう波形歪みを示す量N(1)に応じた値になる。すなわち、媒体の音響的な非線型性を示す。偏角検出部27の出力は、色発生部81において、予め用意されたカラーコードに基づきRGBの色信号成分R、G、Bに変換される。さらに、色変調部83において、Bモード処理部4からの白黒信号の輝度情報Lは、色信号成分R、G、Bにより変調され、

20

$$R = R \cdot L \dots\dots (16)$$

$$G = G \cdot L \dots\dots (17)$$

$$B = B \cdot L \dots\dots (18)$$

で示される色信号成分R、G、Bが出力される。

【0063】

上記のように、本発明の第8の実施の形態では、超音波組織診断装置を、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ超音波を送波し、前の送波と同一の方向に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ超音波を送波し、2種類の超音波エコーを位相検波して偏角の差を求め、偏角差を色信号に変換し、色信号でBモード信号を変調して表示する構成としたので、伝搬にともなう波形歪みを示す量、すなわち媒体の音響的な非線型性によりBモード信号を変調してカラー表示することができる。

30

【0064】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明では、超音波組織診断装置に、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足る音圧を持つ高レベル振幅の送出超音波によるエコーの検波信号を記憶するメモリと、伝搬にともなう波形歪みを起こすに足りない音圧を持つ低レベル振幅の送出超音波によるエコーの検波出力信号でメモリの出力信号を除算する除算手段と、Bモード信号と除算手段の出力信号とを合成する合成手段とを備えた構成としたので、送波ビームの強度レベルの深さ依存や、受信信号に含まれる超音波の散乱特性を除去し、波形歪みの程度を示すパラメータ、すなわち媒体の音響的な非線型性に関わるパラメータに基づく画像を表示することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、

【図2】本発明の第1の実施の形態における超音波組織診断装置の除算部の詳細な機能ブロック図、

【図3】本発明の第2の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、

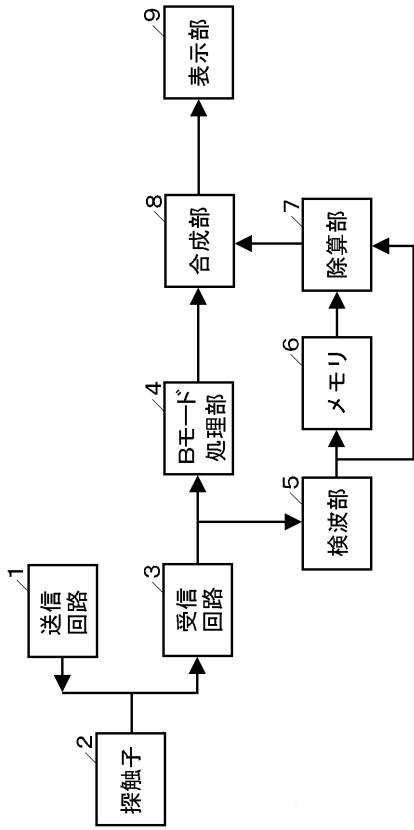
50

【図4】本発明の第3の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、
 【図5】本発明の第4の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、
 【図6】本発明の第5の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、
 【図7】本発明の第6の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、
 【図8】本発明の第7の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図、
 【図9】本発明の第8の実施の形態における超音波組織診断装置の機能ブロック図である。

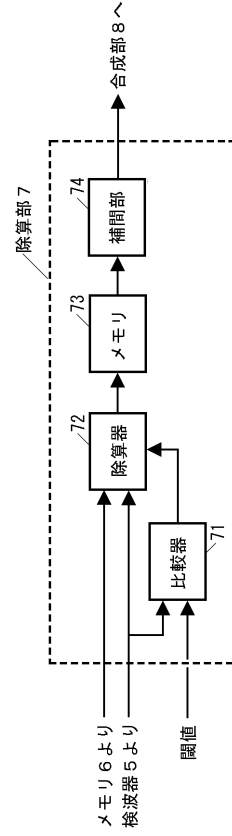
【符号の説明】

1	送信回路	
2	探触子	10
3	受信回路	
4	Bモード処理部	
5	検波器	
6	メモリ	
7	除算部	
8	合成部	
9	表示部	
15	位相検波器	
16	メモリ	
17	除算部	20
18	微分器	
27	偏角検出部	
71	比較器	
72	除算器	
73	メモリ	
74	補間部	
81	色発生部	
82	加算部	
83	色変調部	

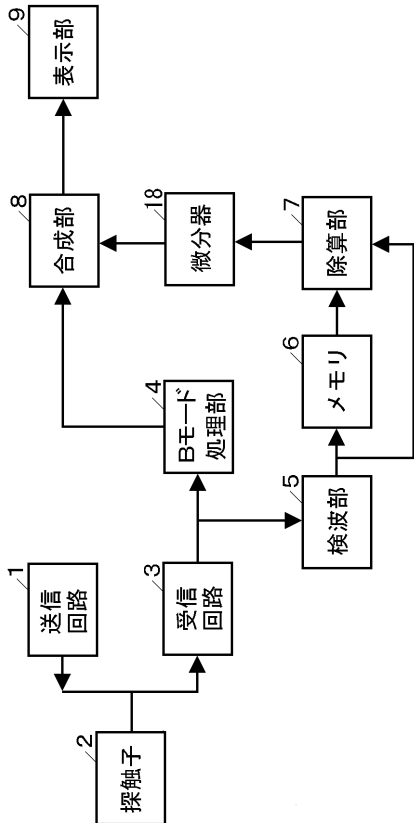
【 図 1 】



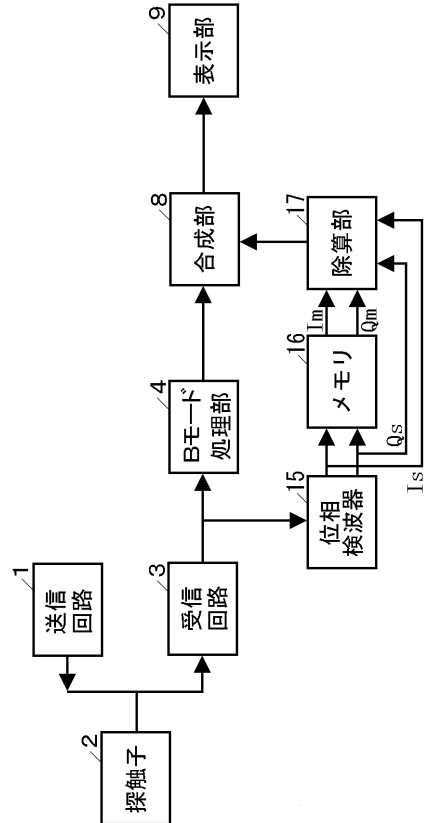
【 図 2 】



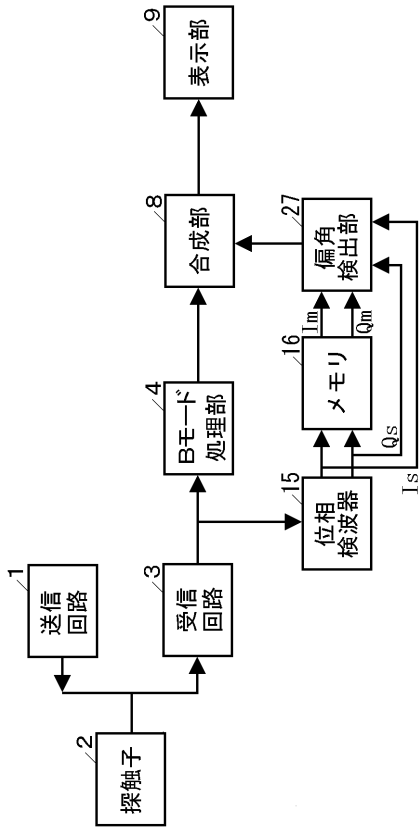
【 図 3 】



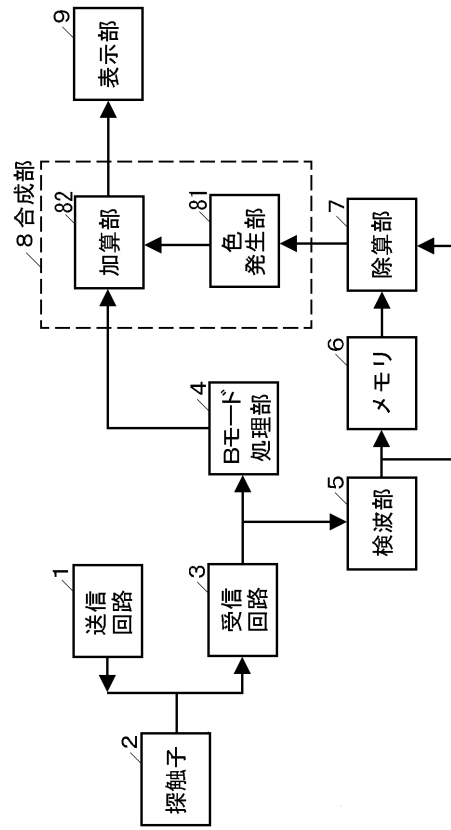
【 図 4 】



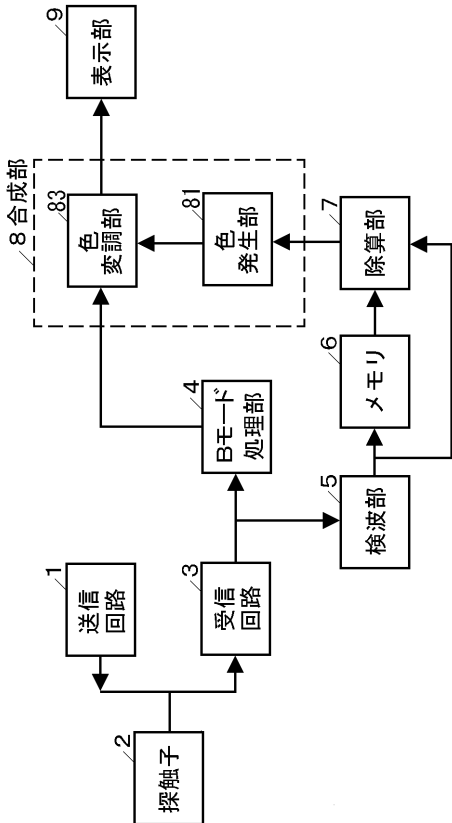
【 図 5 】



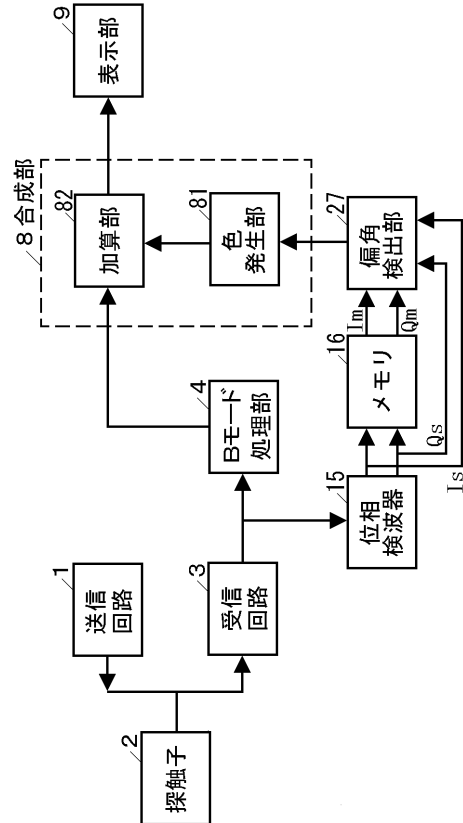
【 図 6 】



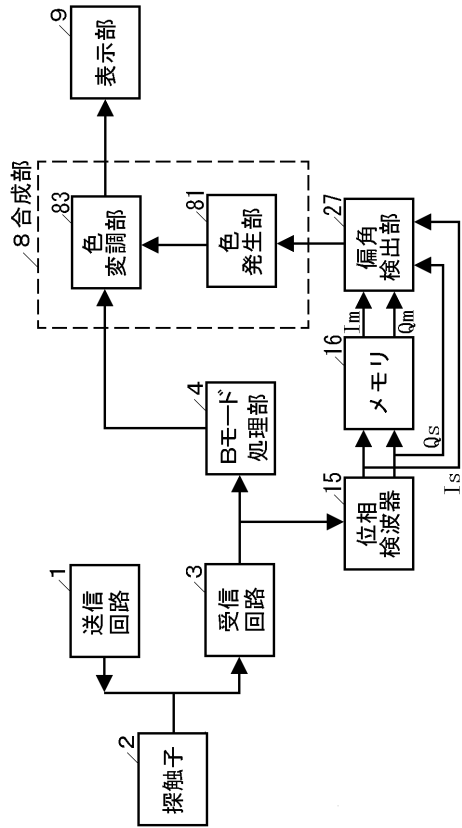
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

審査官 右 高 孝幸

(56)参考文献 特開2001 - 276065 (J P , A)

特開2001 - 353155 (J P , A)

特表2003 - 500150 (J P , A)

David Hope Simpson et al , Pulse Inversion Doppler:A New Method for Detecting Nonlinear Echoes from Microbubble Contrast Agents , IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL , 1 9 9 9年 3月 , vol.46, no.2, pp.372-382

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷ , D B名)

A61B 8/00

专利名称(译)	超声波组织诊断装置		
公开(公告)号	JP3693631B2	公开(公告)日	2005-09-07
申请号	JP2002177312	申请日	2002-06-18
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	福喜多博		
发明人	福喜多博		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/CC02 4C301/DD11 4C301/EE06 4C301/EE11 4C301/HH02 4C301/HH51 4C301/HH53 4C301/ JB27 4C301/ JB29 4C301/ JB30 4C301/ JC01 4C301/ JC14 4C301/ KK02 4C301/ LL05 4C601/ EE03 4C601/ EE09 4C601/ HH04 4C601/ HH05 4C601/ HH11 4C601/ JB21 4C601/ JB23 4C601/ JB34 4C601/ JB35 4C601/ JB40 4C601/ JB45 4C601/ JB46 4C601/ JC01 4C601/ JC15 4C601/ JC20 4C601/ JC21 4C601/ KK02 4C601/ KK12 4C601/ LL01 4C601/ LL05		
代理人(译)	役 昌明		
其他公开文献	JP2004016568A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够在断层图像上显示关于介质的声学非线性特征的参数的超声组织诊断系统。解决方案：由传输电路1和搜索单元2传输声压足以在传播期间引起波形失真的高级超声波。其回波由搜索单元2和接收电路3接收，并且检测到信号通过检测器5将检测器5存储在存储器6中。具有不足以在传播期间引起波形失真的声压的低级超声波在同一声线上传输。检测到的回波输出信号被存储器6的输出信号分压。来自B模式处理部分4的B模式信号和分割结果由组合部分8组合，以在显示器上显示断层图像。通过将颜色代码与分割结果相匹配，可以清楚地以颜色显示关于介质的非线性特性的参数的细微差别。 Z

