

(19)日本国特許庁（ J P ）

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 301072

(P2002 - 301072A)

(43)公開日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

A 6 1 B 8/00

A 6 1 B 8/00

2 G 0 4 7

G 0 1 N 29/22

501

G 0 1 N 29/22

501

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 9 数)

(21)出願番号 特願2001 - 105702(P2001 - 105702)

(22)出願日 平成13年4月4日(2001.4.4)

(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

(72)発明者 新井 久夫

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フ

イルム株式会社内

(74)代理人 100100413

弁理士 渡部 温 (外 1 名)

Fターム(参考) 2G047 EA04 GG17 GG32 GG35

4C301 EE04 HH02 HH46 JB29 JB38

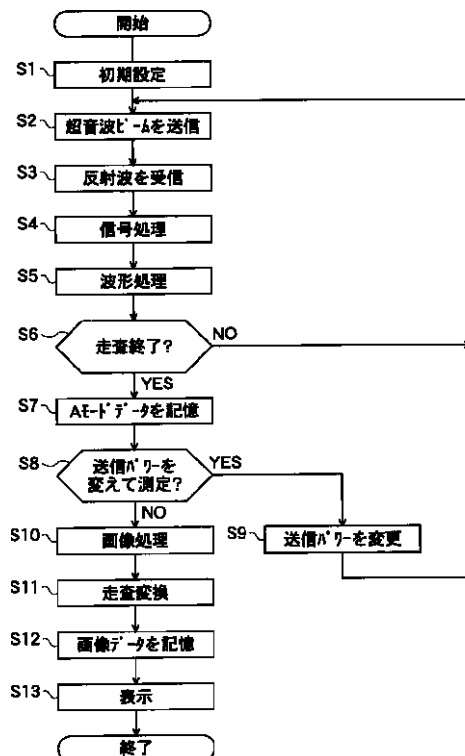
JC12 JC13

(54)【発明の名称】 超音波撮像方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 超音波エコーに含まれる信号成分と雑音成分との分離を向上し、S N比の高い画像を得ることができる超音波撮像方法等を提供する。

【解決手段】 複数の送信パワー及び第1の周波数を有する複数種類の超音波を被検体に送信し、被検体から反射される超音波を検出して複数種類の検出信号を得て、該複数種類の検出信号に第2の周波数を有する成分を通過させるバンドパス処理を施し、処理された複数種類の検出信号に基づいて得られた複数種類の画像データを用いて演算を行うことにより新たな画像データを算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の送信パワー及び第 1 の周波数を有する複数種類の超音波を被検体に送信し、被検体から反射される超音波を検出して複数種類の検出信号を得るステップ (a) と、

ステップ (a) において得られた複数種類の検出信号に、第 2 の周波数を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すステップ (b) と、

ステップ (b) において処理された複数種類の検出信号に基づいて複数種類の画像データを得るステップ (c) 10 と、

ステップ (c) において得られた複数種類の画像データを用いて演算を行うことにより新たな画像データを算出するステップ (d) と、を具備する超音波撮像方法。

【請求項 2】 ステップ (a) が、所定の送信パワー及び第 1 の周波数を有する超音波を走査することにより検出信号を得るステップを、送信する超音波の送信パワーを変化させながら複数回繰り返すことにより複数種類の検出信号を得ることを含み、

ステップ (c) が、ステップ (b) において処理された 20 複数種類の検出信号に基づいて複数種類のフレームデータを得ることを含み、

ステップ (d) が、ステップ (c) において得られた複数種類のフレームデータを用いて演算を行うことにより新たなフレームデータを算出することを含む、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 3】 ステップ (a) が、送信する超音波の送信パワーを 2 又は 3 フレームの周期で変更することを含む、請求項 2 記載の超音波撮像方法。

【請求項 4】 ステップ (b) が、第 1 の周波数 f_1 に 30 対し、 $f_2 = m f_1$ (m は自然数) で表される第 2 の周波数 f_2 を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すことを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の超音波撮像方法。

【請求項 5】 ステップ (b) が、予め被検体に注入されたマイクロバブル造影剤により反射されるサブハーモニックエコー成分であって、第 1 の周波数 f_1 に対し、 $f_2 = (m/n) f_1$ (m, n は自然数、ただし、 m/n は整数でない) で表される第 2 の周波数 f_2 を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すことを含む、請求 40 項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の超音波撮像方法。

【請求項 6】 ステップ (d) が、送信パワー e_1, e_2 の超音波を送受信することにより得られた 2 種類の画像データ $D(e_1), D(e_2)$ を用いて新たな画像データを算出するステップであって、画像データ $D(e_1, e_2)$ を、

$$D(e_1, e_2) = D(e_2) - D(e_1)$$

として算出するステップを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の超音波撮像方法。

【請求項 7】 ステップ (d) が、送信パワー e_1, e_2 50

の超音波を送受信することにより得られた 2 種類の画像データ $D(e_1), D(e_2)$ を用いて新たな画像データを算出するステップであって、画像データ $D(e_1, e_2)$ を、正の係数 K_1, K_2 を用いて、

$$D(e_1, e_2) = K_2 \times D(e_2) - K_1 \times D(e_1)$$

として算出するステップを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の超音波撮像方法。

【請求項 8】 複数の超音波トランスデューサが配列され、所定の送信パワー及び第 1 の周波数を有する超音波を被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波を受信して検出信号を出力する超音波送受信手段と、前記超音波送受信手段から出力された検出信号に、第 2 の周波数を有する成分を通過させるバンドパス処理を施して画像データを得る信号処理手段と、

送信パワーを変化させるように前記超音波送受信手段を制御する制御手段と、

送信パワーを変化させながら超音波を送受信することにより得られる複数種類の画像データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された複数種類の画像データを用いて演算を行うことにより新たな画像データを算出する演算手段と、を具備する超音波撮像装置。

【請求項 9】 前記記憶手段が、送信パワーを変化させながら超音波を走査することにより得られた複数種類のフレームデータを記憶し、

前記演算手段が、前記記憶手段に記憶された複数種類のフレームデータを用いて演算を行うことにより新たなフレームデータを算出することを特徴とする請求項 8 記載の超音波撮像装置。

【請求項 10】 前記制御手段が、送信する超音波の送信パワーを 2 又は 3 フレームの周期で変更するように前記超音波送受信手段を制御することを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の超音波撮像装置。

【請求項 11】 前記信号処理手段が、第 1 の周波数 f_1 に対し、 $f_2 = m f_1$ (m は自然数) で表される第 2 の周波数 f_2 を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すことを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項記載の超音波撮像装置。

【請求項 12】 前記信号処理手段が、予め被検体に注入されたマイクロバブル造影剤により反射されるサブハーモニックエコー成分であって、第 1 の周波数 f_1 に対し、 $f_2 = (m/n) f_1$ (m, n は自然数、ただし、 m/n は整数でない) で表される第 2 の周波数 f_2 を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すことを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項記載の超音波撮像装置。

【請求項 13】 前記演算手段が、前記記憶手段に記憶された送信パワー e_1, e_2 の超音波を送受信することにより得られた 2 種類の画像データ $D(e_1), D(e_2)$ を用いて、演算処理後の画像データ $D(e_1, e_2)$ を、

$$D(e_1, e_2) = D(e_2) - D(e_1)$$

として算出することを特徴とする請求項8～12のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【請求項14】 前記演算手段が、前記記憶手段に記憶された送信パワー e_1 、 e_2 の超音波を送受信することにより得られた2種類の画像データ $D(e_1)$ 、 $D(e_2)$ を用いて、演算処理後の画像データ $D(e_1, e_2)$ を、正の係数 K_1 、 K_2 を用いて、 $D(e_1, e_2) = K_2 \times D(e_2) - K_1 \times D(e_1)$ として算出することを特徴とする請求項8～12のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波診断において、超音波を被検体に送信し、被検体によって反射される超音波エコーを受信することにより得られる画像データに基づいて診断画像を構成する超音波撮像方法及び超音波撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波は、音響特性インピーダンスが変化する場所、即ち、異なる媒質の境界面で反射する。超音波画像とは、このような超音波の性質を利用して得た生体等の被検体の内部情報を画像として構成したものである。即ち、複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブから生体等の被検体に超音波を送信し、被検体の内部に存在する反射体に反射されて戻ってきた超音波エコーを受信することにより、被検体の内部情報を得る。このような内部情報を超音波の送信方向を変えて繰り返し収集することにより、例えば、生体内の臓器の形状や動き等を画像として構成することができる。従って、このような超音波診断は、臓器の形状や動きにより病変を認識することが可能な病気に対しては、有効な診断方法である。

【0003】一方、心臓における血流の流れを観察する場合等においては、造影剤がしばしば用いられる。超音波撮像において用いられる造影剤は、人体に影響のない微少な気泡（マイクロバブル）を含んでいるおり、予め被検体の血液中や体腔内に注入される。このようなマイクロバブル造影剤は、超音波が照射されると、送信された超音波の基本周波数の2倍の周波数を有する第2高調波成分を含む強い反射波を生じる。通常、造影剤を用いた超音波撮像においては、このような第2高調波成分を検出することにより診断画像を構成する。

【0004】超音波撮像装置において受信される超音波は、上記の第2高調波成分の他に、送信された超音波の周波数の m/n 倍（ m 、 n は自然数であって、 m/n は整数でない）の周波数を持つサブハーモニック成分や、送信された超音波により誘発される音響放射や、超音波が体腔内においてランダムに反射した雑音等を含んでいる。サブハーモニック成分は、マイクロバブルのカオス

的振動と分岐現象によって発生する。

【0005】しかしながら、超音波エコーの基本波成分を検出するにしても高調波や分調波成分を検出するにしても、従来の超音波撮像においては、送信パワーを一定にして送信を行っていたので、超音波エコーに含まれる信号成分と雑音成分との区別がつかず、有用な信号と雑音とを分離することは困難であった。

【0006】ところで、日本国特許出願公開平11-137547号公報には、送信超音波の基本周波数帯域及びその外側の周波数帯域のエコーをそれぞれ画像生成に利用することにより、マイクロバブル造影剤からのエコーに含まれる複数の信号を総合的に利用して撮像を行うことができる超音波撮像方法が開示されている。この方法によると、エコーに含まれる第2高調波やサブハーモニック等の種々の信号を用いることにより、多様な表示画像を得ることができる。しかしながら、この方法は、エコーに含まれる雑音等を排除するものではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記の点に鑑み、本発明は、超音波エコーに含まれる信号成分と雑音成分との分離を向上し、SN比の高い画像を得ることのできる超音波撮像方法及び超音波撮像装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明に係る超音波撮像方法は、複数の送信パワー及び第1の周波数を有する複数種類の超音波を被検体に送信し、被検体から反射される超音波を検出して複数種類の検出信号を得るステップ（a）と、ステップ（a）において得られた複数種類の検出信号に、第2の周波数を有する成分を通過させるバンドパス処理を施すステップ（b）と、ステップ（b）において処理された複数種類の検出信号に基づいて複数種類の画像データを得るステップ（c）と、ステップ（c）において得られた複数種類の画像データを用いて演算を行うことにより新たな画像データを算出するステップ（d）とを具備する。

【0009】また、本発明に係る超音波撮像装置は、複数の超音波トランスデューサが配列され、所定の送信パワー及び第1の周波数を有する超音波を被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波を受信して検出信号を出力する超音波送受信手段と、超音波送受信手段から出力された検出信号に、第2の周波数を有する成分を通過させるバンドパス処理を施して画像データを得る信号処理手段と、送信する超音波の送信パワーを変化させるように超音波送受信手段を制御する制御手段と、送信する超音波の送信パワーを変化させながら超音波を送受信することにより得られる複数種類の画像データを記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された複数種類の画像データを用いて演算を行うことにより新たな画像データを算出する演算手段とを具備する。

【0010】本発明によれば、送信パワーの異なる複数種類の超音波を送受信することにより得られる超音波エコーに基づいて複数種類のフレームデータを取得し、これらのフレームデータに対して演算処理を施して画像データを算出するので、S/N比の高い超音波画像を得ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態について説明する。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、本発明の一実施形態に係る超音波撮像装置を示すブロック図である。この超音波撮像装置は、複数の超音波トランスデューサが配列された超音波トランスデューサアレイを含む超音波プローブ20を有している。超音波トランスデューサとしては、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）に代表される圧電セラミックや、PVDf（高分子圧電素子）等の振動子を用いることができる。これらの振動子には電極が取り付けられ、リード線を介して超音波撮像装置本体に含まれる電子回路に接続される。また、超音波プローブ20は、振動子を支えると共に振動子に対して音響的に制動をかけるバックング材や、超音波を効率良く送信するための音響整合層や、超音波を集束するための音響レンズ等を含んでも良い。

【0012】また、この超音波撮像装置は、超音波プローブ20における超音波の送受信を制御する超音波送受信部30と、受信された超音波の波形を処理して音線データ（Aモードデータ）を生成する波形処理部40と、音線データを蓄積することにより構成されるフレームデータを記憶すると共に、記憶されたフレームデータに対して演算処理を施し、画像データを構成する画像構成部50と、画像構成部50によって構成された画像データに基づいて画像を表示する表示部60と、これらの各部を制御するシステム制御部70と、各種の命令等を入力する入力部71とを有している。

【0013】図2に、超音波送受信部30の構成を示す。超音波送受信部30は、システム制御部70の制御の下で超音波の送受信条件を制御する送信遅延制御回路301と、送信パワー制御回路302と、送信周波数制御回路303と、受信感度制御回路304と、受信遅延制御回路305とを含んでいる。

【0014】送信パワー制御回路302は、システム制御部70の制御に従って、所定の送信パワーの超音波を送信するために、複数の送信駆動回路307から出力される振幅を制御する。送信周波数制御回路303は、システム制御部70の制御に従って、所定の周波数の超音波を送信するために、信号発生器306を制御する。信号発生器306は、送信周波数制御回路303の制御に従って、所定の周波数を有する信号を発生する。送信駆動回路307は、信号発生器306が発生する信号を増幅及び遅延することにより、駆動信号を出力する。

【0015】送信遅延制御回路301は、複数の送信駆動回路307から出力される駆動信号の遅延時間を制御する。送受信切換回路311には、超音波プローブ20が接続されており、信号発生器306から出力された複数の駆動信号は、送受信切換回路311を介して超音波プローブ20に含まれる超音波トランスデューサアレイに入力される。アレイ中の送波アパーチャ（aperture）を構成する複数の超音波トランスデューサは、これらの駆動信号の時間差に対応した位相差を持つ複数の超音波を、被検体に向けてそれぞれ送信する。このような複数の超音波の波面合成により、超音波ビームが形成され、送信駆動回路307における遅延時間を制御することにより、超音波ビームを走査することができる。

【0016】超音波プローブ20は、超音波ビームを被検体に送信し、被検体から反射された反射波（エコー）を受信して検出信号を出力する。これらの検出信号は、送受信切換回路311を介して複数のアンプ308に入力されて増幅される。このとき、受信感度制御回路304が複数のアンプ308のゲインを制御することにより、受信感度が制御される。また、受信遅延制御回路305は、受信遅延回路309における検出信号の遅延時間を制御する。即ち、受信遅延回路309は、複数の検出信号に時間差を与えて位相を調整する。また、加算部310は、位相調整された複数の検出信号を加算し、音線に沿った検出信号を形成する。このように、受信遅延回路309における遅延時間を制御することにより、受信する音線を送信する超音波ビームに合わせて走査することができる。

【0017】超音波ビーム（音線）の走査方法としては、例えば、図3に示すように、放射点200からZ方向に送信する音線202を、2次元領域206においてθ方向に扇状に走査するセクタスキャンを行うことができる。また、超音波プローブ20に配列された超音波トランスデューサにより構成される送波アパーチャを、配列方向に沿って順次移動させることにより、図4に示すように、放射点200からZ方向に送信する音線202を平行移動させることができるので、音線202を2次元領域206においてx方向に走査するリニアスキャンを行うことができる。さらに、超音波プローブ20が有する超音波トランスデューサアレイがコンベックスアレイである場合には、図5に示すように、リニアスキャンと同様に音線を走査することにより放射点200を円弧状の軌跡に沿って移動させ、音線202を2次元領域206において扇面状にθ方向に走査するコンベックススキャンを行っても良い。

【0018】このような超音波の送受信を行うために、送受信切換回路311は、超音波プローブへの駆動信号の送信と、超音波プローブからの検出信号の受信とを切り替える。再び図1を参照すると、超音波送受信部30において形成された検出信号は、音線毎に波形処理部4

0に入力される。波形処理部40は、基本波処理部41やサブハーモニック処理部42を有しており、入力された検出信号の中から所定の周波数を有する成分を抽出し、抽出された信号に基づいてAモードデータを生成する。

【0019】ここで、サブハーモニックとは、送信された超音波の m/n 倍の周波数を有する成分であり(m 、 n は自然数であって、 m/n は整数でない)、マイクロバブルのカオス的振動と分岐現象によって発生する。マイクロバブル造影剤によるエコーには、基本波成分や高調波成分の他にサブハーモニック成分が含まれている。

【0020】図6を参照すると、基本波処理部41は、バンドパスフィルタ411と、対数変換回路412と、検波回路413と、A/D変換器414とを有している。バンドパスフィルタ411は、入力された検出信号に対してバンドパス処理を施す。バンドパスフィルタ411は、検出信号に含まれる基本波の成分を通過させるように周波数が設定されている。また、対数変換回路412は、バンドパスフィルタ411を通過した基本波成分に対して対数変換を施す。さらに、検波回路413は、対数変換された信号に対して包絡線検波を行い、振幅が音線上の各反射点におけるエコー強度を表すAスコープ信号を生成する。また、A/D変換器414は、生成されたAスコープ信号をデジタル信号に変換し、音線上の各反射点における振幅を輝度値とするAモードデータを生成する。

【0021】サブハーモニック処理部42は、バンドパスフィルタ421と、対数変換回路422と、検波回路423と、A/D変換器424とを有している。バンドパスフィルタ421は、入力された検出信号に対してバンドパス処理を施す。バンドパスフィルタ421は、検出信号に含まれるサブハーモニック成分を通過させるように周波数が設定されている。また、対数変換回路422は、バンドパスフィルタ421を通過した基本波成分に対して対数変換を施す。さらに、検波回路423は、対数変換された信号に対して包絡線検波を行い、振幅が音線上の各反射点におけるエコー強度を表すAスコープ信号を生成する。また、A/D変換器424は、生成されたAスコープ信号をデジタル信号に変換し、音線上の各反射点における振幅を輝度値とするAモードデータを生成する。

【0022】波形処理部40は、検出信号に含まれる基本波成分やサブハーモニック成分の他に、送信された超音波の整数倍の周波数を有する高調波成分に基づいてAモードデータを生成しても良い。このためには、基本波処理部41又はサブハーモニック処理部42におけるバンドパスフィルタが通過させる周波数の成分を高調波の成分に変更すれば良い。又は、高調波成分を通過させるバンドパスフィルタを具備する高調波処理部を別に設けても良い。

【0023】画像構成部50は、1次記憶部51と、アドレス制御部52と、画像処理部53と、デジタルスキャンコンバータ(DSC)54と、2次記憶部55とを有している。1次記憶部51は、基本波処理部41及びサブハーモニック処理部42から出力されたAモードデータを、所定の領域にそれぞれ記憶する。1次記憶部に順次入力されるAモードデータは、蓄積されて複数種類のフレームデータを構成する。アドレス制御部52は、システム制御部70の制御に従って、1次記憶部51における記憶領域を制御する。

【0024】画像処理部53は、1次記憶部51に記憶されたフレームデータに対して演算処理等の画像処理を行う。即ち、画像処理部53は、送信パワーの異なる超音波を送受信することにより得られた複数種類のフレームデータの間で、対応する点におけるデータの重ね合わせ平均や積分等の演算処理を行い、Bモード画像データを算出する。また、画像処理部53は、算出されたBモード画像データに対し、補間、レスポンス変調処理、階調処理等の画像処理を行う。

【0025】DSC54は、画像処理が施されたBモード画像データを走査変換し、表示用の画像データを作成する。DSC54により作成された表示用の画像データは、2次記憶部55に記憶される。表示部60は、2次記憶部55に記憶された表示用の画像データに基づいて超音波画像を表示する。表示部60は、カラー表示が可能であることが望ましい。

【0026】システム制御部70は、送信パワーの異なる複数種類の超音波を送信し、超音波エコーに含まれる基本波成分やサブハーモニック成分に基づいて得られる複数種類のフレームデータに演算処理を施すことにより超音波画像を取得するために、各部を制御する。種々の情報や命令は、入力部71から入力される。入力部71は、例えば、キーボードや、操作具を備えた操作パネルや、ポインティングデバイス等により構成される。

【0027】次に、本実施形態に係る超音波撮像装置の動作について、図1、図2、図6、図7を参照しながら説明する。図7は、本実施形態に係る超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。本実施形態において撮像される被検体には、予めマイクロバブル造影剤が注入されている。まず、ステップS1において、初期設定を行う。即ち、送信パワーの異なる複数種類の超音波を送信するために、送信パワー $e(n)$ の値を設定する($n=1, 2, \dots$)。また、ここで、送信する超音波の周波数 f の値も設定する。初期設定を行うと、システム制御部70はまず、送信パワー $e(n)$ の超音波を送信するために、送信パワー制御回路302や、送信周波数制御回路303に制御信号を出力する。

【0028】次に、ステップS2において、超音波プローブ20から被検体に向けて、送信パワー $e(n)$ 及び周波数 f を有する超音波が送信される。信号発生器30

6 が、周波数 f の超音波を送信させるための信号を発生し、この信号を送信駆動回路 307 に供給する。送信駆動回路 307 は、送信遅延制御回路 301 の制御の下で信号に所定の遅延を与え、送信パワー制御回路 302 によって制御された送信パワー $e(n)$ で駆動信号を超音波プローブ 20 に送信する。これにより、超音波プローブ 20 に含まれている複数の超音波トランスデューサが、駆動信号の時間差に対応した位相差を持つ超音波をそれぞれ送信し、これらの超音波の波面合成により超音波ビーム、即ち音線が形成され、被検体に送信される。

【0029】送信された超音波ビームは、被検体の内部に存在する反射体によって反射される。ここで、超音波ビームが被検体の内部に存在するマイクロバブル造影剤を照射すると、送信された超音波の基本周波数の m/n 倍の周波数を有するサブハーモニックエコーが発生する（ m, n は自然数であって、 m/n は整数でない）。超音波プローブ 20 に含まれている複数の超音波トランスデューサは、ステップ S3 において、送信された超音波の基本波成分やサブハーモニック成分を含む超音波エコーを受信し、電気信号に変換して検出信号として出力する。

【0030】これらの検出信号は、ステップ S4 において、各種の信号処理を受ける。検出信号は、アンプ 308 により増幅され、受信遅延回路 309 に入力されて所定の遅延を受けて位相調整され、加算部 310 において加算されて、それぞれの音線についての検出信号が形成される。

【0031】ステップ S5 において、検出信号が波形処理される。図 6 に示す波形処理部 40 において、検出信号は、基本波処理部 41 とサブハーモニック処理部 42 との両方に入力される。ここで、システム制御部 70 の制御により、基本波処理部 41 のバンドパスフィルタ 411 が周波数 f を有する成分を通過させるように設定され、サブハーモニック処理部 42 のバンドパスフィルタ 421 が周波数 $f/2$ を有する成分を通過させるように設定される。基本波処理部 41 は、入力された検出信号に含まれる基本波成分に基づいて A モードデータを生成する。また、サブハーモニック処理部 42 は、入力された検出信号に含まれるサブハーモニック成分に基づいて A モードデータを生成する。

【0032】ステップ S2 ~ S5 における超音波ビームの送受信は、超音波ビームの送信方向を変えながら、所定の時間間隔毎に複数回繰り返される（ステップ S6）。ここで、超音波ビームを送信する時間間隔は、信号発生器 306 における信号発生のタイミングにより制御される。また、超音波ビームの送信方向は、送信駆動回路 307 に与えられる遅延時間を制御することにより変更され、これに対応して、反射波の受信方向も、受信遅延回路 309 における遅延時間を制御することにより変更される。

【0033】基本波処理部 41 及びサブハーモニック処理部 42 において生成された A モードデータは、画像構成部 50 に出力され、ステップ S7 において、1 次記憶部 51 の所定の領域にそれぞれ記憶される。ここで、1 次記憶部 51 の記憶領域は、システム制御部 70 に制御されたアドレス制御部 52 により指定される。

【0034】ステップ S2 ~ S6 の音線走査を行うことにより、1 次記憶部 51 には A モードデータが蓄積される（ステップ S7）。1 フレーム分の A モードデータは、フレームデータを構成する。フレームデータが所定のフレーム分取得されると、ステップ S8 において、システム制御部 70 は、送信する超音波ビームの送信パワーを $e(n+1)$ に変えて（ステップ S9）、再びステップ S2 ~ S5 の音線走査を繰り返す。

【0035】ステップ S2 ~ S6 の音線走査により生成された A モードデータは、ステップ S7 において、1 次記憶部 51 の所定の領域に記憶される。設定されている全ての送信パワーの超音波の送信が完了すると、ステップ S10 における画像処理に移行する。このように、送信する超音波の送信パワーを変更しながら、ステップ S2 ~ S7 が必要なものだけ繰り返される。なお、送信パワーの変更は、1 フレーム毎に行っても良いが、フレームレートが高い場合には 2 ~ 3 フレーム毎に行うことが望ましい。

【0036】ここで、超音波撮像において、送信パワーの異なる複数種類の超音波を用いる理由を述べる。図 8 において、曲線 A は、血液中に注入されたマイクロバブル造影剤の送信パワーに対するエコー強度を示している。また、直線 B は、超音波が被検体内で散乱したり干渉する等、様々な要因で発生する雑音の送信パワーに対するエコー強度を示している。曲線 A に示すように、マイクロバブル造影剤の音響特性は、送信パワーが小さい範囲ではエコー強度が送信パワーに対してほぼ線形的な応答を示し、送信パワーがある値を越えると、急激にエコー強度が増すという特徴を有する。一方、直線 B に示すように、雑音の強度は、広い範囲に渡って送信パワーに対して線形的な応答を示す。従って、送信パワー e_1 に基づいて作成されたフレームデータ及び送信パワー e_2 に基づいて作成されたフレームデータにそれぞれ含まれる対応するデータの間で差分をとることにより、SN 比を改善することができる。

【0037】再び図 1 及び図 7 を参照すると、ステップ S10 において、画像処理部 53 は、1 次記憶部 51 に記憶された複数のフレームデータに対して演算処理を施し、B モード画像データを算出する。まず、画像処理部 53 は、送信パワーの異なる超音波に対するサブハーモニック成分に基づいて得られた複数種類のフレームデータの中から、異なる送信パワー e_1, e_2 ($e_2 > e_1$) に基づいて得られた 2 種類のフレームデータを抽出する。

このとき、抽出されたフレームデータの一つは、1 次記

憶部 51 に記憶されたサブハーモニック成分に基づいて得られた複数種類のフレームデータの中で、最大の輝度を有するフレームデータであり、他方は、該複数種類のフレームデータの中で、最小の輝度を有するフレームデータであることが望ましい。次に、画像処理部 53 は、抽出された 2 種類のフレームデータにそれぞれ含まれる対応するデータ $D(e_1)$ 及び $D(e_2)$ を用いて、

$$D(e_1, e_2) = D(e_2) - D(e_1)$$

によって求められる差に基づいて、差分画像データを算出する。或いは、画像処理部 53 は、データ $D(e_1)$ 10

及び $D(e_2)$ 、正の係数 K_1 及び K_2 を用いて、
 $D(e_1, e_2) = K_2 \times D(e_2) - K_1 \times D(e_1)$
 に基づいて、差分画像データを算出しても良い。

【0038】なお、画像処理部 53 は、演算処理された差分画像データに対して輝度変換しても良い。例えば、輝度変換する際に用いられる定数として、1 次記憶部に記憶された複数種類のフレームデータに含まれるデータの中の最小輝度値と最大輝度値との平均値を用い、差分画像データを輝度変換する。差分画像データ、又は、輝度変換された差分画像データは、B モード画像データを 20 表す。さらに、画像処理部 53 は、B モード画像データに対し、補間、レスポンス変調処理、階調処理等の画像処理を行う。画像処理部 53 は、基本波成分や高調波成分に基づいて作成され、1 次記憶部に記憶された複数種類のフレームデータに対しても、同様の演算処理を行っても良い。

【0039】次に、ステップ S11 において、DSC 54 は、画像処理が施された B モード画像データに対して走査変換を行い、表示用の画像データを作成する。表示用の画像データは、ステップ S12 において、2 次記憶 30 部 55 に記憶される。

【0040】ステップ S13 において、表示部 60 は、2 次記憶部 55 に記憶された表示用の画像データに基づいて超音波画像を表示する。ここで、基本波成分に基づいて作成された超音波画像は、マイクロバブル造影剤や周辺の臓器等を表す画像である。また、サブハーモニック成分に基づいて作成された超音波画像は、マイクロバブル造影剤を強く表す画像である。従って、基本波成分に基づいて作成された超音波画像とサブハーモニック成分に基づいて作成された超音波画像とを並べて表示した 40

り、両者を重ねて表示することにより、被検体の内部におけるマイクロバブル造影剤の位置や動きを明確にすることができる。
 【0041】なお、本実施形態においては、送信された超音波の基本周波数の $1/2$ の周波数を有するサブハーモニック成分を用いたが、それ以外の周波数を有するサブハーモニック成分を利用することもできる。その場合は、サブハーモニック処理部 42 のバンドパスフィルタ 421 が通過させる周波数を、例えば $f/3$ のように設定すれば良い。また、本実施形態においては、B モード 50

画像の撮像について説明したが、サブハーモニックエコーによるドップラーシフトを利用して動態画像を撮像することもできる。

【0042】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、超音波撮像において、送信パワーの異なる複数種類の超音波を送信することによって得られる超音波エコーに基づいて画像を構成するので、超音波エコーに含まれる信号成分と雑音との分離を向上し、SN 比の高い超音波画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の超音波送受信部の構成を示すブロック図である。

【図 3】超音波ビームの走査方法（セクタスキャン）を示す図である。

【図 4】超音波ビームの走査方法（リニアスキャン）を示す図である。

【図 5】超音波ビームの走査方法（コンベックスキャン）を示す図である。

【図 6】図 1 の波形処理部の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明の一実施形態に係る超音波撮像方法を示すフローチャートである。

【図 8】送信パワーに対するエコー強度の特性を示す図である。

【符号の説明】

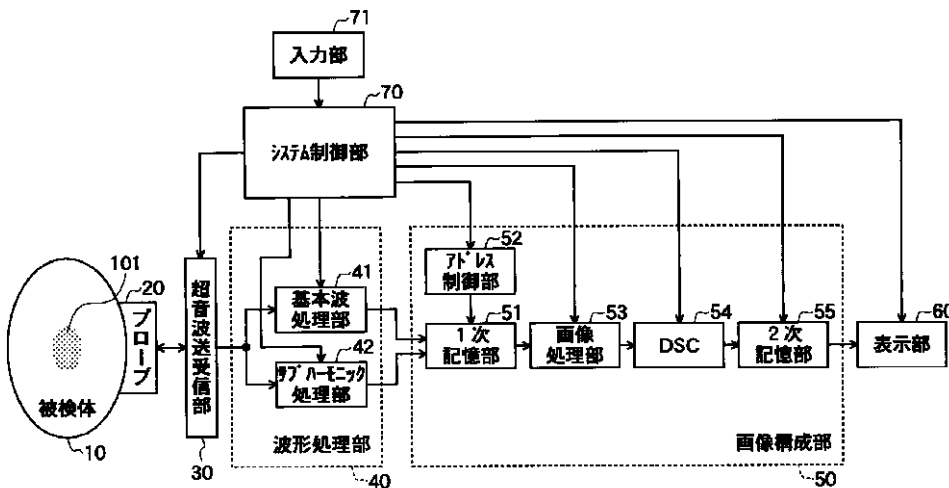
- 10 被検体
- 20 超音波プローブ
- 30 超音波送受信部
- 40 波形処理部
- 41 基本波処理部
- 42 サブハーモニック処理部
- 50 画像構成部
- 51 1 次記憶部
- 52 アドレス制御部
- 53 演算部
- 54 デジタルスキャンコンバータ (DSC)
- 55 2 次記憶部
- 56 画像処理部
- 60 表示部
- 70 システム制御部
- 71 入力部
- 101 マイクロバブル造影剤
- 200 放射点
- 202 音線
- 206 2 次元領域
- 301 送信遅延制御回路
- 302 送信パワー制御回路

303 送信周波数制御回路
 304 受信感度制御回路
 305 受信遅延制御回路
 306 信号発生器
 307 送信駆動回路
 308 アンプ
 307 受信遅延回路

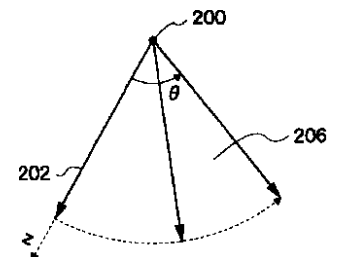
*309 加算部
 310 送受信切換回路
 411、421 バンドパスフィルタ
 412、422 対数変換回路
 413、423 検波回路
 414、424 A/D変換器

*

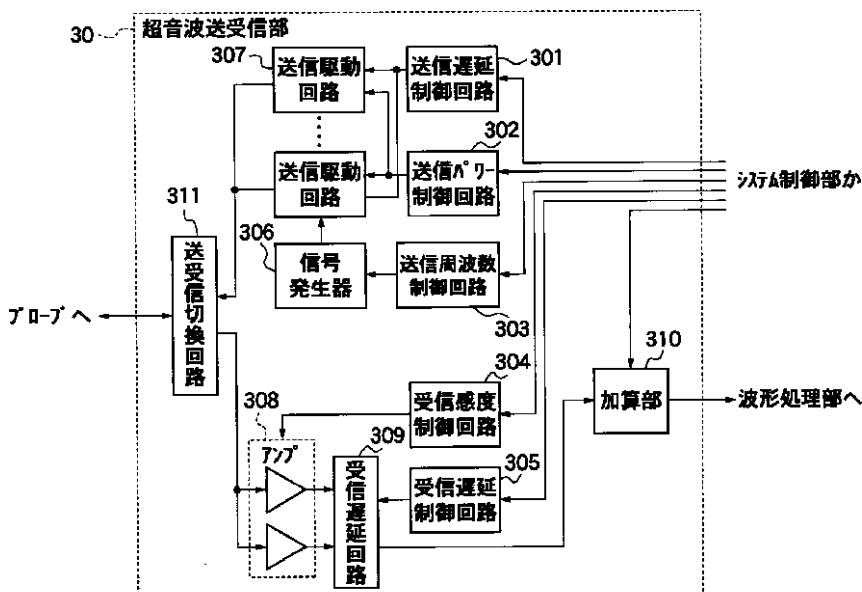
【図1】



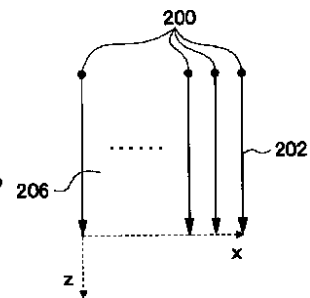
【図3】



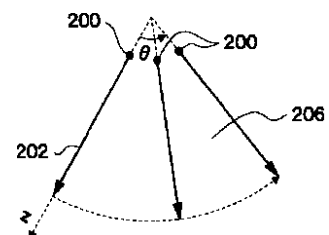
【図2】



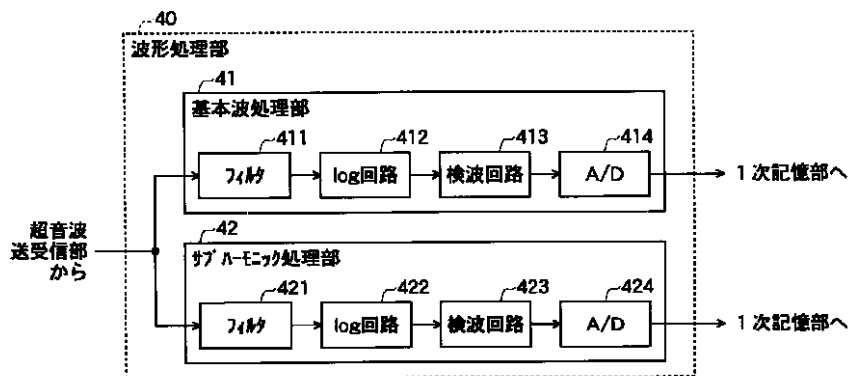
【図4】



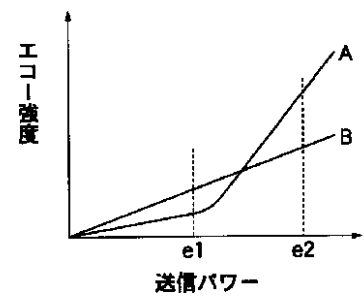
【図5】



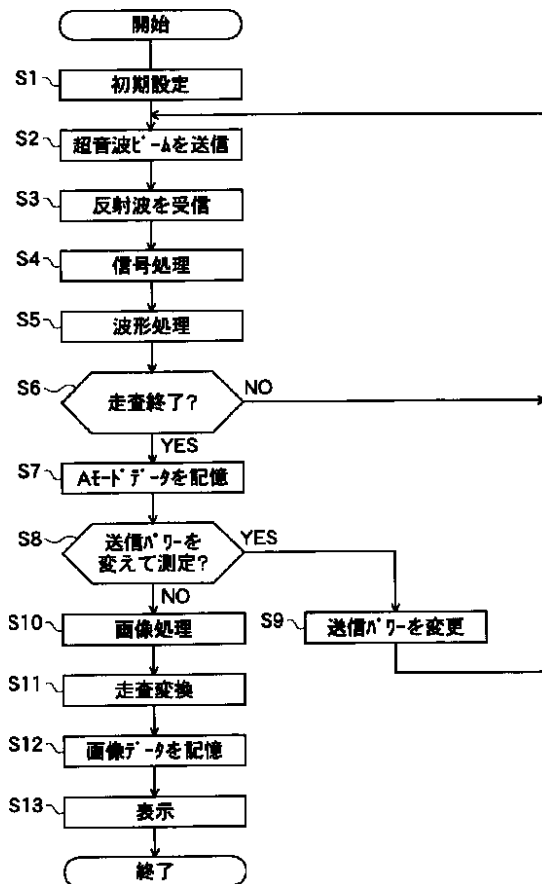
【図6】



【図8】



【図7】



专利名称(译)	超声波成像方法和设备		
公开(公告)号	JP2002301072A	公开(公告)日	2002-10-15
申请号	JP2001105702	申请日	2001-04-04
[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	新井久夫		
发明人	新井 久夫		
IPC分类号	G01N29/44 A61B8/00 G01N29/22		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.501		
F-TERM分类号	2G047/EA04 2G047/GG17 2G047/GG32 2G047/GG35 4C301/EE04 4C301/HH02 4C301/HH46 4C301/ JB29 4C301/ JB38 4C301/ JC12 4C301/ JC13 4C601/ DE06 4C601/ DE07 4C601/ DE08 4C601/ DE10 4C601/ DE12 4C601/ DE13 4C601/ EE02 4C601/ HH04 4C601/ HH05 4C601/ HH06 4C601/ HH35 4C601/ JB28 4C601/ JB31 4C601/ JB34 4C601/ JB45 4C601/ JC15 4C601/ JC18 4C601/ JC19 4C601/ JC20		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声成像方法等，其可以改善超声回波中包含的信号成分和噪声成分的分离，并且可以获得具有高信噪比的图像。具有多个发射功率和第一频率的多种类型的超声波被发送至被检体，检测从被检体反射的超声波，并且获得多种检测信号。执行将具有第二频率的分量传递到类型的检测信号的带通处理，并且通过使用基于多种类型的检测信号获得的多种类型的图像数据来执行新的计算。计算图像数据。

