

(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 - 209895

(P2002 - 209895A)

(43)公開日 平成14年7月30日(2002.7.30)

(51)Int.Cl⁷

識別記号

F I

タームコード* (参考)

A 6 1 B 8/06

A 6 1 B 8/06

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 数)

(21)出願番号 特願2001 - 9063(P2001 - 9063)

(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

(22)出願日 平成13年1月17日(2001.1.17)

(72)発明者 都築 博彦

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)

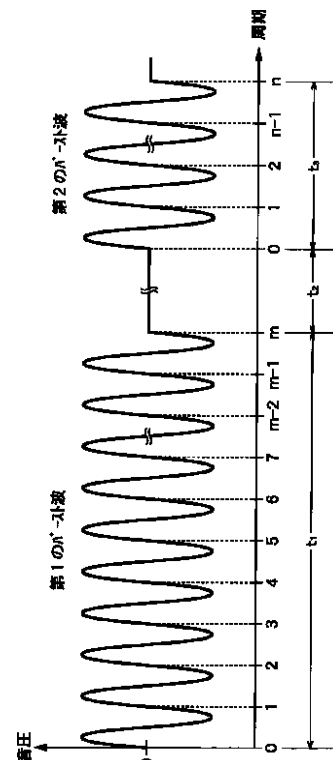
Fターム(参考) 4C301 DD01 EE01 EE06 HH01

(54)【発明の名称】 超音波撮像方法及び超音波撮像装置

(57)【要約】

【課題】 超音波の送信においてサブハーモニック成分の発生する確率が高く、超音波エコーに含まれるサブハーモニック成分をリアルタイムに近い速度で検出して空間分解能に優れた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】 10周期以上連続する超音波を被検体に送信するステップ(a)と、ステップ(a)の後で所定の期間経過後に、4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信するステップ(b)と、ステップ(b)において送信された超音波が被検体に反射されて生じる超音波エコーを受信して検出信号を得るステップ(c)と、検出信号に基づいて超音波エコーのサブハーモニック成分を抽出するステップ(d)とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 10周期以上連続する超音波を被検体に送信するステップ(a)と、
ステップ(a)の後で所定の期間経過後に、4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信するステップ(b)と、
ステップ(b)において送信された超音波が被検体に反射されて生じる超音波エコーを受信して検出信号を得るステップ(c)と、
前記検出信号に基づいて超音波エコーのサブハーモニック成分を抽出するステップ(d)と、を具備する超音波撮像方法。

【請求項2】 前記所定の期間経過が、1 msec以上1 sec以内であることを特徴とする請求項1記載の超音波撮像方法。

【請求項3】 ステップ(a)及びステップ(b)において送信される超音波の音圧が、10 kPa以上200 kPa以下であることを特徴とする請求項1又は2記載の超音波撮像方法。

【請求項4】 ステップ(a)の前に、前記被検体にマイクロバブル造影剤を注入するステップをさらに具備する請求項1～3のいずれか1項記載の超音波撮像方法。

【請求項5】 複数の超音波トランスデューサが配列されている超音波プローブと、

10周期以上連続する超音波を被検体に送信した後で所定の期間経過後に、4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信するように前記超音波プローブに駆動信号を供給する送信手段と、

4周期以上10周期未満連続する超音波が被検体に反射されて生じるエコーを前記超音波プローブにより受信して検出信号を得る受信手段と、

前記検出信号に基づいて超音波エコーのサブハーモニック成分を抽出する信号処理手段と、を具備する超音波撮像装置。

【請求項6】 前記所定の期間経過が、1 msec以上1 sec以内であることを特徴とする請求項5記載の超音波撮像装置。

【請求項7】 前記超音波プローブによって送信される超音波の音圧が、10 kPa以上200 kPa以下であることを特徴とする請求項5又は6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、一般的に超音波撮像方法及び超音波撮像装置に関し、特に、マイクロバブル(micro bubble)造影剤を用いてサブハーモニック(sub-harmonic:分調波)エコー強度を検出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】近年、超音波診断は、血流情報を得ることができるという特徴を有することから、胸部並びに腹部領域の診断において著しく発展した。特に、造影剤を用いる超音波撮像技術が開発されたため、より正確な血流情報が得られるようになって来ている。このような超音波造影においては、直径が1～数 μ mの多数のマイクロバブルを液体に混入したマイクロバブル造影剤を、主に静脈に注射することにより用いる。このマイクロバブルは、生体に無害な気体(空気、フッ化炭素等)を、生体に無害な物質(レシチン等)からなる殻に封入したものである。

【0003】日本国特許出願公開(特開)平9-164138号公報には、血流中に微小気泡の超音波コントラスト剤を注入し、組織中の微小気泡を破壊する超音波パルスを送信し、微小気泡の破壊からある時間間隔の間にどの程度組織中に微小気泡が再灌流したかを超音波により測定する超音波診断画像処理方法が掲載されている。

【0004】また、超音波撮像技術においても、ドップラー信号や高調波信号の利用が進み、より多くの組織における血流情報の取得が可能となった。特に、超音波造影との組み合わせにより、血流動態の評価がより正確に行われるようになった。

【0005】特開平11-178824号公報には、変調された超音波のシーケンスを体内に発信し、その応答として得られる超音波エコーに位相差を生じさせる発信段階と、該発信シーケンスに反応する超音波エコー信号の集合を受信する段階と、線形と非線形信号成分の位相シフト情報を分離するために該集合を分析する段階とからなるパルス反転ドップラー超音波診断画像処理方法が掲載されている。しかしながら、このようなドップラー信号の検出においては、心筋等の動きの大きい組織からの強い信号や、組織そのものから発生する高調波信号が混入するため、血管内のマイクロバブルのみを検出することはできない。

【0006】そこで、連続する複数の波を有する超音波を照射することにより、血管内にあるマイクロバブルのみから発生するサブハーモニック(分調波)エコーに基づいて画像を生成する、いわゆるサブハーモニックイメージングが検討され始めている。分調波成分はマイクロバブルのカオスの振動と分岐現象によってのみ生成されるため、サブハーモニックイメージングによれば、ハーモニック(高調波)イメージングよりも高いコントラストの造影が得られると考えられている。

【0007】米国特許第5,706,819号には、高調波コントラスト剤を被検体に注入し、送信パルスの極性を交互に反転させながら受信したエコー信号を組み合わせることにより、送信信号の高調波成分を抑圧すると共に散乱を除去して高調波コントラスト剤の影響を検出する超音波診断画像処理方法が掲載されている。しかしながら、この方法によれば、高調波とサブハーモニック

スとの和が検出されるため、サブハーモニックのみの検出はできない。

【0008】また、特開2000-5167号公報には、連続する複数の波を持つ超音波を送波するに当り、マイクロバルーン（マイクロバブル）を破壊しない瞬時音圧を持つ少なくとも1つの波の前後にマイクロバルーンを破壊する瞬時音圧を持つ波がそれぞれ存在する超音波を送信し、サブハーモニックエコーを確実に発生させる超音波送波方法が掲載されている。しかしながら、この方法によれば、マイクロバルーンを破壊させてしまうので、被検体中に注入されているマイクロバルーンを連続的にリアルタイムで観測することができない。

【0009】さらに、近年においては、サブハーモニックの発生メカニズムの検討が多くなされており、連続する複数の波を有する超音波を照射することにより、サブハーモニックの強度が高まることが知られている（Nicode Jong、第1回国際造影超音波京都シンポジウムS1-1、1999年10月23日）。しかしながら、超音波による撮像においては、送信した連続波の長さで空間分解能が決定されるため、長期間連続する超音波を用いると、得られる超音波画像の空間分解能が低下してしまうという問題が生じる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記の点に鑑み、本発明の目的は、超音波の送信においてサブハーモニック成分の発生する確率が高く、超音波エコーに含まれるサブハーモニック成分をリアルタイムに近い速度で検出して空間分解能に優れた画像を得ることが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である。

【0011】

【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、10周期以上連続する超音波を被検体に送信するステップ(a)と、ステップ(a)の後で所定の期間経過後に、4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信するステップ(b)と、ステップ(b)において送信された超音波が被検体に反射されて生じる超音波エコーを受信して検出信号を得るステップ(c)と、検出信号に基づいて超音波エコーのサブハーモニック成分を抽出するステップ(d)とを具備する。

【0012】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ている超音波プローブと、10周期以上連続する超音波を被検体に送信した後で所定の期間経過後に、4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信するように超音波プローブに駆動信号を供給する送信手段と、4周期以上10周期未満連続する超音波が被検体に反射されて生じるエコーを超音波プローブにより受信して検出信号を得る受信手段と、検出信号に基づいて超音波エコーのサブハーモ

ニック成分を抽出する信号処理手段とを具備する。

【0013】以上の構成によれば、10周期以上連続する超音波を被検体に送信することにより、マイクロバブルのカオス的振動又は分岐現象を活性化させてサブハーモニック成分の発生確率を高め、その後4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信して超音波エコーに含まれるサブハーモニック成分をリアルタイムに近い速度で検出することにより、空間分解能に優れた画像を得ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の第1の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。

【0015】図1に示すように、この超音波撮像装置は、複数の超音波トランスデューサにより構成される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を有する。超音波プローブ20は、操作者により被検体10に当接されて使用される。被検体10には、予めマイクロバブル造影剤が注入されて、マイクロバブル100が含まれている。

【0016】超音波プローブ20は、送受信部30に接続されている。送受信部30において、送波タイミング発生回路322は、送波タイミング信号を周期的に発生して、送波ビームフォーマ321に供給する。送波ビームフォーマ321は、この送波タイミング信号に基づいて、超音波プローブ20の複数の超音波トランスデューサを時間差をもって駆動する複数の駆動信号（送波ビームフォーミング信号）を発生し、送受信切り替え回路311を介して超音波プローブ20に供給する。これらの駆動信号の波形は、送波超音波の音圧波形が後述の波形となるように選ばれている。超音波プローブ20の送波アパーチャ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10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る。

【0017】一方、超音波プローブ20は、被検体10から反射された超音波（エコー）を受信し、これを電気信号に変換して、送受信切り替え回路311を介して受波ビームフォーマ331に出力する。このように、超音波プローブ20の受波アパーチャを構成する複数の超音波トランスデューサが受信した複数のエコー信号が、受波ビームフォーマ331に入力されるようになっている。受波ビームフォーマ331は、複数の受信エコーに時間差を付与して位相を調整し、次にそれらを加算して、音線に沿ったエコー検出信号の形成、即ち、受波のビームフォーミングを行うようになっている。受波ビームフォーマ331により、受波の音線も送波に合わせて走査される。

【0018】超音波プローブ20により送信される超音波ビームは、その収束領域において、図2に示す音圧波形を形成するような連続する波を生じるように設定されている。図2に示すように、まず、マイクロバブルのカオスの振動又は分岐現象を活性化させるために、 m 個 (m は10以上の整数)の周期(波長)の間連続する第1のバースト波を送信する。その後、超音波画像を得るために、 n 個 (n は4以上10未満の整数)の周期(波長)の間連続する第2のバースト波を送信する。第1のバースト波においては、連続する周期数 m を、好ましくは10以上50、000以下とし、さらに好ましくは10以上100以下とする。また、第2のバースト波においては、連続する周期数 n を、好ましくは4以上6以下とする。

【0019】ここで、第1のバースト波の長さを10周期以上とするのは、マイクロバブルを活性化するために、この程度の期間が必要となるからである。また、第1のバースト波の長さを50、000周期以下とするのは、マイクロバブル活性化の効率と超音波の走査に要する時間との兼ね合いを考慮したからである。一方、第2のバースト波の長さを4周期以上とするのは、サブハーモニクスを発生させ易くするためである。また、第2のバースト波の長さを10周期未満とするのは、長期間連続する超音波を用いると、得られる超音波画像の空間分解能が低下してしまうからである。

【0020】図2に示すように、マイクロバブルを活性化させるための第1のバースト波が第1の期間 t_1 において送信され、第2の期間 t_2 において超音波の送信が停止された後に、超音波画像を得るための第2のバースト波が第3の期間 t_3 において送信される。ここで、第2の期間 t_2 は、第1の期間 t_1 において送信された超音波が被検体に反射されて戻って来るまでの時間を考慮して、1 msec以上1 sec以内とし、好ましくは10 msec以上100 msec以内とする。

【0021】また、第1及び第2のバースト波の照射強度は、造影剤(マイクロバブル)を瞬時には破壊しない音圧とする。具体的には、第1及び第2のバースト波の音圧として、10 kPa以上200 kPa以下、特に、30 kPa以上100 kPa以下とすることが望ましい。このようにすれば、マイクロバブルを瞬時に破壊しないので、被検体中に注入されているマイクロバブルを連続的にリアルタイムで観測することができる。

【0022】このような波形の超音波が、図3に示すような被検体の組織に入射され、被検体10から反射された超音波(エコー)が、超音波プローブに入射する。図3に示すように、被検体10には、組織a、b、cが含まれている。例えば、組織aとcは細胞であり、組織bは血管である。組織bの内部には、マイクロバブル100が注入されている。送信波の音線202は、組織a、b、cを突き抜けて進むと共に、送信波の一部は、組織

a、組織bの2つの壁、組織cにおいて反射される。また、送信波の他の一部は、組織bの内部に存在するマイクロバブル100によって反射されて、サブハーモニック成分を生ずる。ここで、送信波を発信してから反射波を受信するまでの時間を特定することにより、深さ方向の異なる位置における画像情報を選択的に取得することが出来る。

【0023】超音波ビームの送信は、図1に示す送波タイミング発生回路322が発生する送波タイミング信号により、所定の時間間隔で繰り返し行われる。超音波ビームの方位は、送波ビームフォーマ321によって順次変更される。これにより、被検体10の内部が、超音波ビームが形成する音線によって走査される。即ち、被検体10の内部において、音線の方向が順次変化する。このような構成の送受信部30は、例えば図4に示すような走査を行う。図4においては、放射点200からz方向に延びる超音波ビーム(音線202)が、扇状の2次元領域206を方向に走査し、いわゆるセクタスキャンを行う。

【0024】一方、送波及び受波のアーチャを超音波トランスデューサアレイの一部を用いて形成する場合には、このアーチャを超音波トランスデューサアレイに沿って順次移動させることにより、例えば図5に示すような走査を行うことができる。図5においては、放射点200からz方向に延びる音線202を直線上の軌跡204に沿って平行移動させることにより、矩形の2次元領域206をx方向に走査し、いわゆるリニアスキャンを行う。

【0025】また、超音波トランスデューサアレイが、超音波送波方向に張り出した円弧に沿って形成されたいわゆるコンベックスアレイである場合は、リニアスキャンと同様な音線走査により、例えば図6に示すような走査を行うことができる。図6においては、音線202の放射点200を、発散点208を中心とした円弧状の軌跡204に沿って移動させ、扇面状の2次元領域206を方向に走査して、いわゆるコンベックススキャンを行う。

【0026】ここで、音線ごとに第1のバースト波と第2のバースト波とを交互に照射しても良い。また、1つの2次元領域内を第1のバースト波でスキャンした後に、同じ2次元領域内を第2のバースト波でスキャンして超音波画像を得るようにしても良い。あるいは、複数の2次元領域内を第2のバースト波でスキャンして超音波画像を得る合間に、第1のバースト波で適宜スキャンするようにしても良い。いずれにしても、第1のバースト波と第2のバースト波とを交互に照射し、その間は、1 msec以上1 sec以内、好ましくは10 msec以上100 msec以内の無送信期間を設けることが望ましい。

【0027】再び図1を参照すると、受波ビームフォー

マ331は、信号処理部40の波形処理部400に接続されている。波形処理部400は、入力された音線毎のエコー受信信号から基本波成分とサブハーモニック成分を分離し、基本波成分を基本波処理部401に出力すると共に、サブハーモニック成分をサブハーモニック処理部402に出力する。基本波処理部401及びサブハーモニック処理部402は、入力された基本波成分及びサブハーモニック成分をそれぞれ処理して画像処理部403に出力する。画像処理部403は、基本波成分に基づいて、基本波の強度により輝度変調して得られる基本波

Bモード画像を生成すると共に、サブハーモニック成分に基づいて、サブハーモニック成分の強度により輝度変調して得られるサブハーモニックB画像を生成する。

【0028】ここで、波形処理部400は、バンドパスフィルタを用いて、受波ビームフォーマ331より入力された検出信号からサブハーモニック成分を抽出する。抽出すべきサブハーモニック成分の周波数は、基本波の周波数の1/2又は3/2とするのが良好であり、特に、基本波の周波数の3/2とすることが好ましい。

【0029】基本波処理部401は、受信波から得られた基本波エコー（送信波の基本周波数と同じ周波数を有する受信波）を検出して、これを対数増幅及び包絡線検波することにより、音線上の個々の反射点におけるエコーの強度を表す信号、即ちAスコープ信号を得る。また、基本波処理部401は、このAスコープ信号の各々の時点における瞬時の振幅をそれぞれの輝度値として、Bモード画像データを形成する。

【0030】ここで、基本波エコーに基づいて生成した1次元の画像データを、図7の(a)に輝度信号 X_{910} として示す。輝度信号 X_{910} には、図3に示す組織aの散乱911、組織bの2つの壁の散乱912及び913、組織cの散乱914、及び、組織bに注入されたマイクロバブルの散乱915が抽出されている。

【0031】サブハーモニック処理部402（図1）は、受信波から得られたサブハーモニックエコーを対数増幅及び包絡線検波することにより、音線上の個々の反射点におけるエコーの強度を表す信号、即ちAスコープ信号を得る。また、サブハーモニック処理部402は、このAスコープ信号の各々の時点における瞬時の振幅をそれぞれの輝度値として、Bモード画像データを形成する。

【0032】ここで、サブハーモニックエコーに基づいて生成した1次元の画像データを、図7の(b)に輝度信号 X_{SUB920} として示す。輝度信号 X_{SUB920} には、図3に示す組織bに注入されたマイクロバブルのサブハーモニック信号925が抽出されている。

【0033】再び図1を参照すると、基本波処理部401及びサブハーモニック処理部402は、画像処理部403に接続されている。画像処理部403は、基本波処理部401及びサブハーモニック処理部402からそれ

ぞれ入力されるBモード画像データに基づいて、複数のBモード画像をそれぞれ生成する。この動作について、以下に詳しく説明する。

【0034】基本波処理部401及びサブハーモニック処理部402から音線毎に入力された基本波エコー及びサブハーモニックエコーによるBモード画像データは、画像処理部403内の音線データメモリにそれぞれ記憶される。音線データメモリ内には、それぞれの音線データ空間が形成されている。

【0035】音線データメモリ内の音線データ空間は、デジタル・スキャンコンバータ(DSC)404の走査変換によって、音線データ空間のデータから物理空間のデータに変換される。DSC404によって変換された画像データは、画像メモリ405に記憶される。画像メモリ405は、物理空間の画像データを記憶する。音線データメモリ及び画像メモリ405のデータは、画像処理プロセッサによって、それぞれ所定のデータ処理を施される。

【0036】画像メモリ405には、表示部50が接続されている。表示部50は、画像メモリ405に記憶されている物理空間の画像データに基づいて画像を表示する。表示部50は、カラー画像の表示が可能なものであることが望ましい。

【0037】送受信部30と信号処理部40は、制御部60に接続されている。制御部60は、これら各部に制御信号を与えて、その動作を制御するようになっている。また、制御部60には、これら各部から各種の報知信号が入力されるようになっている。制御部60による制御の下で、超音波撮像が遂行される。更に、制御部60には、操作部が含まれている。操作部は操作者によって操作され、制御部に所望の指令や情報を入力するようになっている。操作部は、例えばキーボードやその他の操作具を備えた操作パネルで構成される。

【0038】なお、基本波処理部401～画像処理部403の各部は、アナログ回路で構成しても良いし、デジタル回路で構成しても良い。あるいは、ソフトウェアとCPUで構成しても良い。その場合には、CPUを含む制御部60が、記録媒体70に記録された超音波処理プログラムに基づいて、検出信号を処理する。記録媒体70としては、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、MO、MT、RAM、CDROM、又はDVDROM等が該当する。

【0039】次に、本実施形態に係る超音波撮像装置の操作について説明する。操作者は、超音波プローブ20を被検体10の所望の個所に当接し、操作部を操作して撮像を行う。制御部60の制御の下で、音線を順次スキャンしながら超音波の送受信を行い、撮像が遂行される。例えば、図4に示したようなセクタスキャンで音線を順次スキャンしながら、各音線毎に超音波ビームを送波し、そのエコーを受信して、エコー受信波に基づいて

Bモード画像を生成する。もちろん、図5又は図6に示したようなリアスキャン又はコンベックスキャンを行うようにしても良い。

【0040】このとき送波する超音波ビームは、例えば図2に示した音圧波形を有し、マイクロパブル100を活性化させ、サブハーモニックエコーを確実に生じさせる。各音線におけるエコー受信波に基づいてBモード画像データが形成される。Bモード画像データは、基本波エコーに基づくものとサブハーモニックエコーに基づくものとがそれぞれ形成され、画像処理部403内の音線データメモリに記憶される。

【0041】音線データメモリ内の音線データをDSC404で走査変換して、画像メモリ405にそれぞれ書き込む。操作者は、操作部を操作して、これらのBモード画像を表示部50に表示させる。例えば、図8に示すように、表示部のディスプレイ110において、基本波エコーに基づいて求めた組織の断層像111と、マイクロパブルのサブハーモニックエコーに基づいて求めた像112との合成画像を表示させる。

【0042】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態においては、超音波エコーの検出信号からサブハーモニック成分を抽出するために、第1の実施形態におけるバンドパスフィルタを用いるかわりに、波形処理部において、検出信号と遅延された検出信号との差を求める。

【0043】本実施形態におけるサブハーモニック信号の抽出方法について、図9を参照しながら説明する。マイクロパブルのエコーは、図9に示す波形 R_1 のようになっている。この波形 R_1 を、送信波の基本周期だけ遅延させて、波形 R_2 を作成する。次に、波形 R_1 と波形 R_2 との差を求め、サブハーモニック信号の波形 R_{SUB} を得る。送信超音波のエコーは、基本波と、高調波と、サブハーモニック信号との和で形成されている。ここで、基本波ならびに高調波は、送信波の基本周期を繰り返し単位とした波形であるため、上述の信号処理により除去される。その結果、サブハーモニック信号のみが残ることとなる。

【0044】図10に、本実施形態における波形処理部の構成の一部を示す。図10において、遅延回路1は、検出信号を送信基本周期だけ遅延させる。差分回路2は、検出信号と遅延された検出信号との差を求めることにより、サブハーモニック信号を抽出して出力する。

【0045】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態においては、超音波エコーの検出信号からサブハーモニック成分を抽出するために、第2の実施形態における遅延回路を用いるかわりに、超音波の反射点と超音波プローブに含まれている複数の超音波トランスデューサとの間の行路差によって位相差を有する2つの検出信号を得て、これらの差を求める。

【0046】図11に示すように、超音波プローブ20*50

*に含まれている複数の超音波トランスデューサ21は、受信方向に段差を設けて配列されていることが望ましい。受波ビームフォーマ331は、複数の超音波トランスデューサ21の中から少なくとも2つの超音波トランスデューサを選択することにより、送信超音波の1周期に相当する時間だけ位相がずれている2つの検出信号を得る。例えば、超音波トランスデューサ T_1 から検出信号 S_1 を得て、超音波トランスデューサ T_2 から検出信号 S_2 を得る。ここで、送信超音波の1波長を λ 、被検体10の反射点から超音波トランスデューサ T_1 までの距離を L_1 、被検体10の反射点から超音波トランスデューサ T_2 までの距離を L_2 とすると、 $L_2 - L_1 = \lambda$ の関係にある。

【0047】さらに、受波ビームフォーマ331は、複数の受信エコーに時間差を付与して位相を調整し、次にそれらを加算して、音線に沿ったエコー検出信号の形成、即ち、受波のビームフォーミングを行うようにしても良い。受波ビームフォーマ331は、検出信号 S_1 、 S_2 等を処理して、送信超音波の1周期に相当する時間だけ位相がずれている第1の検出信号 R_1 と第2の検出信号 R_2 を最終的に出力する。波形処理部400において、第1の検出信号 R_1 と第2の検出信号 R_2 の差を求めることにより、第2の実施形態と同様に、図8に示すようなサブハーモニック信号の波形 R_{SUB} を得る。

【0048】これらの実施形態においては、サブハーモニックエコーを利用してBモード撮像を行う例について説明したが、超音波撮像はBモード撮像に限るものではなく、サブハーモニックエコーのドップラーシフトを利用して動態画像を撮像するようにしても良い。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、10周期以上連続する超音波を被検体に送信することにより、造影剤(マイクロパブル等)のカオスの振動又は分岐現象を活性化させてサブハーモニック成分の発生確率を高め、その後4周期以上10周期未満連続する超音波を被検体に送信して超音波エコーに含まれるサブハーモニック成分をリアルタイムに近い速度で検出することにより、空間分解能に優れた画像を得ることができ

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の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】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置において送信された超音波の音圧波形を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置において送信された超音波が被検体に入射される様子を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置における音線走査の一例を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置

における音線走査の他の例を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置における音線走査のさらに他の例を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る超音波診断画像の信号の処理方法において生成した1次元の画像データを輝度信号として示す図である。

【図8】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置における表示画像の一例を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施例における検出信号の処理を説明するための波形図である。

【図10】本発明の第2の実施例における波形処理部の構成の一部を示すブロック図である。

【図11】本発明の第3の実施例における超音波プローブとその周辺回路を示すブロック図である。

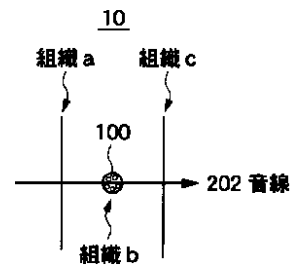
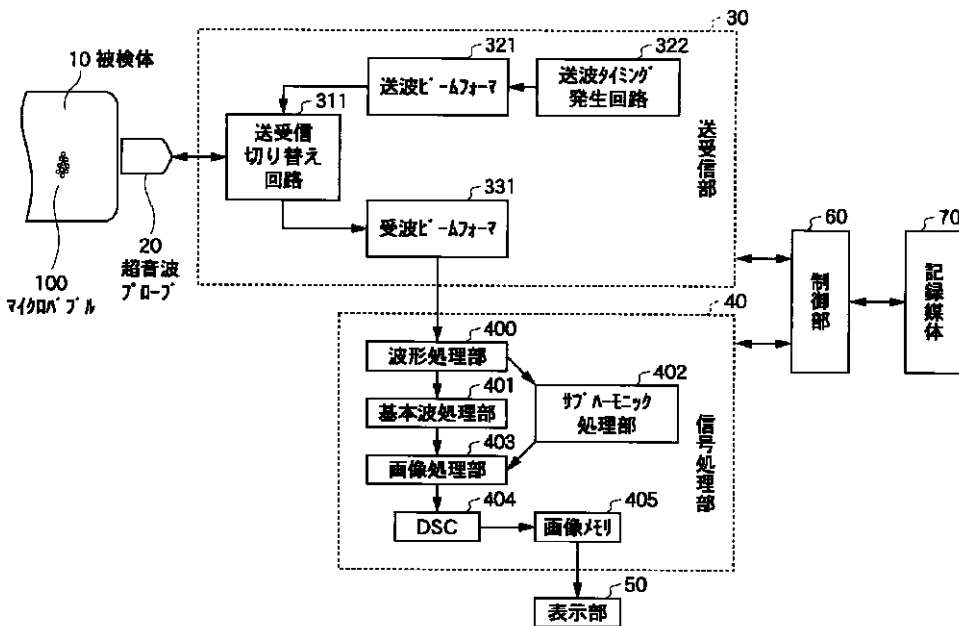
【符号の説明】

- 1 遅延回路
- 2 差分回路
- 10 被検体
- 20 超音波プローブ
- 30 送受信部
- 40 信号処理部
- 50 表示部
- 60 制御部
- 70 記録媒体
- 100 マイクロバブル
- 110 表示部のディスプレイ

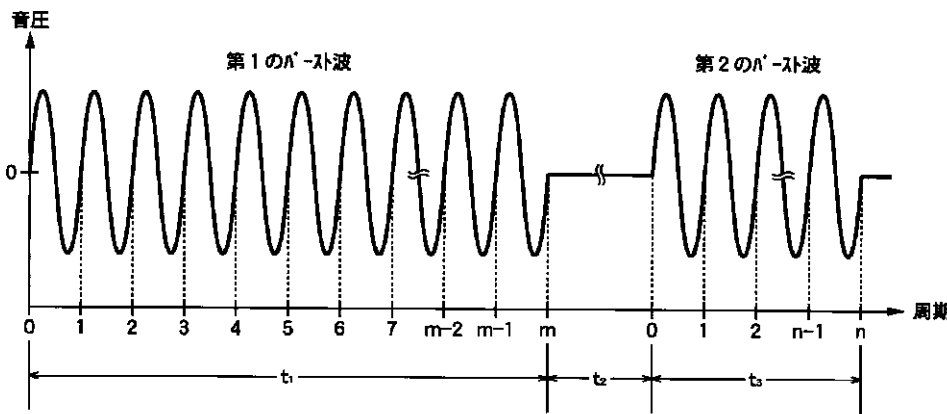
- *111 基本波エコーに基づいて求めた組織の断層像
- 112 マイクロバブルのサブハーモニックエコーに基づいて求めた像
- 200 放射点
- 202 音線
- 204 軌跡
- 206 2次元領域
- 208 発散点
- 311 送受信切り替え回路
- 10 321 送波ビームフォーマ
- 322 送波タイミング発生回路
- 331 受波ビームフォーマ
- 400 波形処理部
- 401 基本波処理部
- 402 サブハーモニック処理部
- 403 画像処理部
- 404 デジタル・スキャンコンバータ(DSC)
- 405 画像メモリ
- 910 輝度信号 X_0
- 20 911 組織aの散乱
- 912、913 組織bの2つの壁の散乱
- 914 組織cの散乱
- 915 組織bに注入されたマイクロバブルの散乱
- 920 輝度信号 X_{SUB}
- 925 組織bに注入されたマイクロバブルのサブハーモニック信号

【図1】

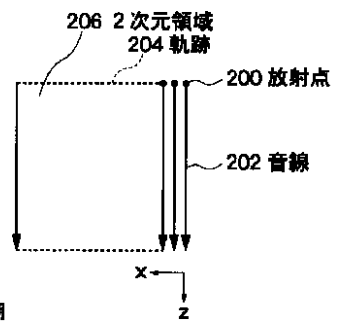
【図3】



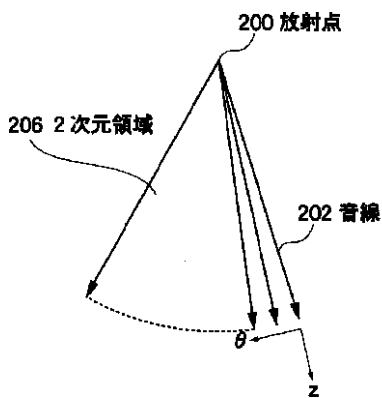
【図2】



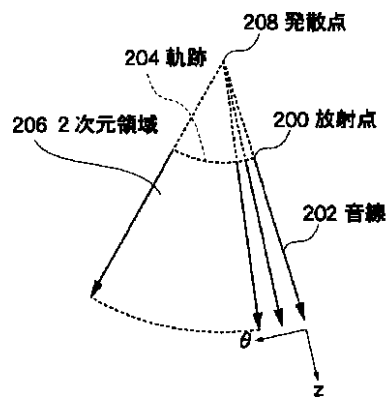
【図5】



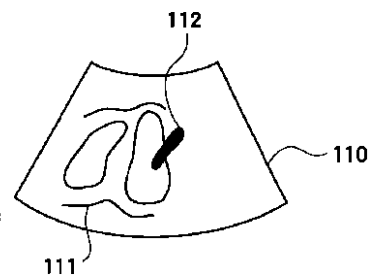
【図4】



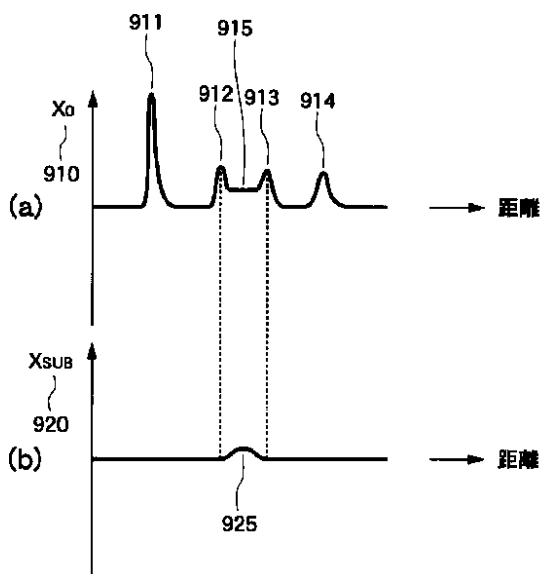
【図6】



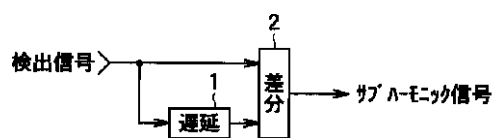
【図8】



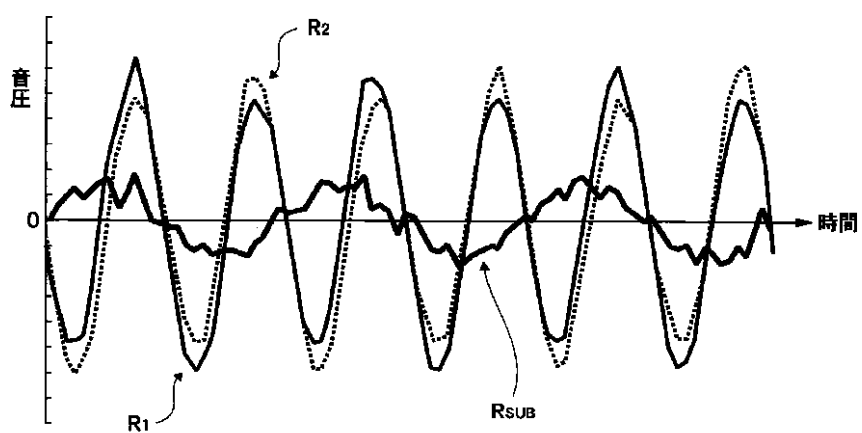
【図7】



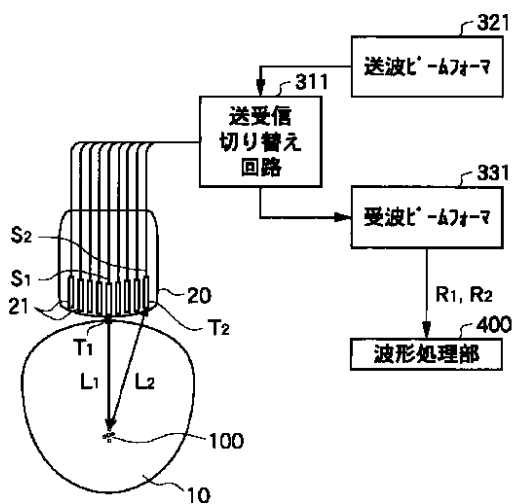
【図10】



【図9】



【図11】



专利名称(译)	超声成像方法和超声成像设备		
公开(公告)号	JP2002209895A	公开(公告)日	2002-07-30
申请号	JP2001009063	申请日	2001-01-17
[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	都築博彦		
发明人	都築 博彦		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/DD01 4C301/EE01 4C301/EE06 4C301/HH01 4C601/DD03 4C601/DE04 4C601/DE06 4C601/DE07 4C601/DE08 4C601/DE09 4C601/DE10 4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/EE06 4C601/HH04 4C601/HH08 4C601/HH16		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过以接近实时的速度检测超声回波中包含的次谐波分量，并具有很高的概率在超声波的传播中产生次谐波分量，从而获得具有优异空间分辨率的图像。提供方法等 解决方案：步骤 (a)，将连续10个周期或更多的超声波发射到对象，并且在步骤 (a) 之后经过预定时间后，连续4个周期或更多且少于10个周期的超声波发射到对象。步骤 (b) 进行发送，步骤 (c) 通过接收在步骤 (b) 中发送的超声波所产生的超声波回波被对象反射，从而获得检测信号，基于检测信号的超声波 (d) 提取回波的次谐波分量。

