

(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2016-129580

(P2016-129580A)

(43) 公開日 平成28年7月21日(2016.7.21)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/06

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-4647 (P2015-4647)
(22) 出願日 平成27年1月14日 (2015.1.14)

(71) 出願人 000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(74) 代理人 110001254
特許業務法人光陽国際特許事務所
(72) 発明者 谷口 哲哉
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
ニカミノルタ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 DD03 DE06 DE09 DE13 DE14
HH06 JB29

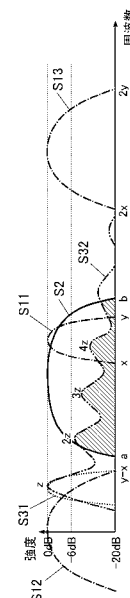
(54) 【発明の名称】 超音波画像診断装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみを画像化することである。

【解決手段】 超音波画像診断装置において、送信部が、送信超音波が被検体の組織を伝搬する際に当該組織の非線形伝播特性によって生じる低周波高調波の周波数成分S12及び2次高調波の周波数成分S13のいずれも画像化周波数帯域S2の帯域外となるように、駆動信号を生成し、受信部が、被検体内で反射した超音波を受信して受信信号を取得し、画像生成部が、受信信号に基づいて超音波画像としてのCHI画像を生成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動信号の入力によって被検体に送信超音波を出力する超音波探触子と、

前記送信超音波が前記被検体の組織を伝搬する際に当該組織の非線形伝播特性によって生じる低周波高調波成分及び 2 次高調波成分のいずれも画像化周波数帯域の帯域外となるように、前記駆動信号を生成する送信部と、

前記被検体内で反射した超音波を受信して受信信号を取得する受信部と、

前記受信信号に基づいて超音波画像としての C H I 画像を生成する画像生成部と、を備える超音波画像診断装置。

【請求項 2】

10

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -6 dB 下限周波数が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -6 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -6 dB 下限周波数との差が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも 2 回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺して C H I 画像を生成する請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 3】

20

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -6 dB 下限周波数が、全画像化周波数帯域の -6 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -6 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -6 dB 下限周波数との差が、前記全画像化周波数帯域の -6 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも 2 回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺して C H I 画像を生成する請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 4】

30

前記送信部は、画像表示領域におけるいずれかの深度において、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -6 dB 下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の -6 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -6 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -6 dB 下限周波数との差が、前記深度画像化周波数帯域の -6 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも 2 回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺して C H I 画像を生成する請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

40

【請求項 5】

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -20 dB 下限周波数が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -20 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -20 dB 下限周波数との差が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも 2 回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺して C H I 画像を生成する請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

50

【請求項 6】

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -20 dB 下限周波数が、全画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -20 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -20 dB 下限周波数との差が、前記全画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも2回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してC H I画像を生成する請求項1に記載の超音波画像診断装置。

10

【請求項 7】

前記送信部は、画像表示領域におけるいずれかの深度において、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -20 dB 下限周波数が、各深度画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -20 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -20 dB 下限周波数との差が、前記各深度画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも2回以上位相を変化させて送信するように生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してC H I画像を生成する請求項1に記載の超音波画像診断装置。

20

【請求項 8】

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -6 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -6 dB 下限周波数との差が、 2 [MHz] 以上である前記駆動信号を生成する請求項1から7のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 9】

前記同一音線上の複数回の駆動信号の少なくとも一つに対応する送信周波数成分のM I値は、 0.5 以上である請求項2から8のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 10】

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号の少なくとも一つに対応する受信信号に基づいて第2の超音波画像を生成し、

前記C H I画像及び前記第2の超音波画像を同時に表示部に表示させる表示制御部を備える請求項2から9のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波画像診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断は、超音波探触子を体表から当てるだけの簡単な操作で心臓の拍動や胎児の動きの様子がリアルタイム表示で得られ、かつ安全性が高いため繰り返して検査を行うことができる。

40

【0003】

近年、被検体に対して侵襲度が低い微小気泡を有した超音波造影剤（以下、造影剤とする）が開発され、この造影剤を被検体に注入した状態で超音波検査を行う、所謂、コントラストエコー法を適用することによりドプラ効果を用いなくても血流の状態を正確に観察することが可能となった。特に、血流速度が極めて遅いためにカラードプラ法が使用できない腹部臓器や乳腺腫瘍の組織血流観察に上述のコントラストエコー法を適用することにより良悪性の鑑別診断における診断精度の向上が認められてきている。

50

【0004】

微小気泡に送信超音波を照射した場合、この微小気泡が有する音響的な非線形特性（非線形伝搬特性）に起因して比較的大きな高調波成分が発生し、この高調波成分によって形成される波形の極性は送信超音波の極性に依存しないことが知られている。このような性質を利用し微小気泡の破碎が生じない比較的小さな振幅を有し位相が互いに180度異なる送信超音波を用いた第1の超音波送受信と第2の超音波送受信を被検体の同一部位に対して行い、第1の超音波送受信によって得られた受信信号と第2の超音波送受信によって得られた受信信号との加算処理によって造影剤の微小気泡に起因した受信信号の高調波成分を抽出する、所謂、パルスインバージョン法（PI（Pulse Inversion）法）が提案されている（例えば、非特許文献1参照）。 10

【0005】

しかしながら、送信超音波が照射される生体組織も上述の造影剤と同様にして音響的な非線形特性（非線形伝搬特性）を有しているためこれら生体組織から得られる受信信号にも高調波成分が含まれており、特に、腫瘍組織等から得られた受信信号には多くの高調波成分が含まれている場合が多い。即ち、造影剤が投与された当該被検体の生体組織から得られる受信信号の高調波成分を抽出することにより造影剤が多量に存在している組織と造影剤の存在が少ない組織とを鑑別するような場合、造影剤の非線形特性に起因して発生する高調波成分（以下CHI（Contrast Harmonic Imaging）成分とする）に、生体組織の非線形特性に起因して発生する高調波成分（以下THI（Tissue Harmonic Imaging）成分とする）が混入することにより組織内に流入した造影剤の情報を正確に捉えることが困難になるという問題点を有していた。 20

【0006】

これを解決する方法として、基本波成分強度でTHI成分を規格化して除去する方法（特許文献1参照）、2次高調波と3次高調波との比を利用してTHI成分とCHI成分とを識別する方法（特許文献2参照）、エコーをスペクトル解析し、そのスペクトル幅によりTHI成分とCHI成分とを識別する方法（特許文献3参照）が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-017406号公報 30

【特許文献2】特開2011-000383号公報

【特許文献3】特開2010-069243号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】阿比留巖、鎌倉友男共著「超音波パルスの非線形伝搬」信学技法、US 89-23、p53、1989.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献1～3に記載された方法では、いずれも効果はあるものの完全ではなく、更なるTHI成分の抑圧が望まれている。特に、超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理は、処理の負担がある。 40

【0010】

本発明の課題は、反射超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみを画像化することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明の超音波画像診断装置は、駆動信号の入力によって被検体に送信超音波を出力する超音波探触子と、前記送信超音波が前記被検体の組織を伝搬する際に当該組織の非線形伝播特性によって 50

生じる低周波高調波成分及び２次高調波成分のいずれも画像化周波数帯域の帯域外となるように、前記駆動信号を生成する送信部と、

前記被検体内で反射した超音波を受信して受信信号を取得する受信部と、

前記受信信号に基づいて超音波画像としてのＣＨＩ画像を生成する画像生成部と、を備える。

【００１２】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数の１／２以上且つ、前記送信周波数成分の－６ｄＢ上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数との差が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－６ｄＢ下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも２回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してＣＨＩ画像を生成する。

【００１３】

請求項３に記載の発明は、請求項１に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数が、全画像化周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数の１／２以上且つ、前記送信周波数成分の－６ｄＢ上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数との差が、前記全画像化周波数帯域の－６ｄＢ下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも２回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してＣＨＩ画像を生成する。

【００１４】

請求項４に記載の発明は、請求項１に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、画像表示領域におけるいずれかの深度において、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数の１／２以上且つ、前記送信周波数成分の－６ｄＢ上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－６ｄＢ上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の－６ｄＢ下限周波数との差が、前記深度画像化周波数帯域の－６ｄＢ下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも２回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してＣＨＩ画像を生成する。

【００１５】

請求項５に記載の発明は、請求項１に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の－２０ｄＢ下限周波数が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－２０ｄＢ上限周波数の１／２以上且つ、前記送信周波数成分の－２０ｄＢ上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－２０ｄＢ上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の－２０ｄＢ下限周波数との差が、前記超音波探触子の送受信周波数帯域の－２０ｄＢ下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線上に少なくとも２回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してＣＨＩ画像を生成する。

【００１６】

請求項６に記載の発明は、請求項１に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の－２０ｄＢ下限周波数が、全画像化周波数帯域の－２０ｄＢ上限周波数の１／２以上且つ、前記送信周波数

10

20

30

40

50

成分の -20 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -20 dB 下限周波数との差が、前記全画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線に少なくとも2回以上位相を変化させて生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してC H I画像を生成する。

【0017】

請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、画像表示領域におけるいずれかの深度において、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -20 dB 下限周波数が、各深度画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、前記送信周波数成分の -20 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -20 dB 下限周波数との差が、前記各深度画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる前記駆動信号を同一音線に少なくとも2回以上位相を変化させて送信するように生成し、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波成分を減殺してC H I画像を生成する。

【0018】

請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置において、

前記送信部は、前記送信超音波の周波数成分である送信周波数成分の -6 dB 上限周波数と前記超音波探触子の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、前記送信周波数成分の -6 dB 下限周波数との差が、 2 [MHz] 以上である前記駆動信号を生成する。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項2から8のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置において、

前記同一音線上の複数回の駆動信号の少なくとも一つに対応する送信周波数成分のM I値は、 0.5 以上である。

【0020】

請求項10に記載の発明は、請求項2から9のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置において、

前記画像生成部は、前記同一音線上の複数の駆動信号の少なくとも一つに基づいて第2の超音波画像を生成し、

前記C H I画像及び前記第2の超音波画像を同時に表示部に表示させる表示制御部を備える。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、反射超音波の受信信号中のT H I成分とC H I成分の識別処理をすることなく、C H I成分のみを画像化できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】超音波画像診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】超音波画像診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】(a)は、ダイナミックフィルターの深度 0 [cm] におけるフィルター特性を示す図である。(b)は、ダイナミックフィルターの各深度の画像化周波数帯域を示す図である。

【図4】C H I画像生成における各種成分の周波数特性を示す図である。

【図5】(a)は、実施例1の各種成分の周波数特性を示す図である。(b)は、実施例2の各種成分の周波数特性を示す図である。

【図 6】(a) は、実施例 3 及び実施例 7 における 0 ～ 20 mm 深度領域表示用送受信時の各種成分の周波数特性を示す図である。(b) は、実施例 4 の各種成分の周波数特性を示す図である。

【図 7】(a) は、実施例 5 の各種成分の周波数特性を示す図である。(b) は、実施例 6 の各種成分の周波数特性を示す図である。

【図 8】(a) は、実施例 7 における 20 mm 以深領域表示用送受信時の各種成分の周波数特性を示す図である。(b) は、比較例 1 の各種成分の周波数特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波画像診断装置について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0024】

本実施の形態に係る超音波画像診断装置 S は、図 1 及び図 2 に示すように、超音波画像診断装置本体 1 と、超音波探触子 2 と、を備えている。超音波探触子 2 は、図示しない生体等の被検体に対して超音波（送信超音波）を送信するとともに、この被検体で反射した超音波の反射波（反射超音波：エコー）を受信する。超音波画像診断装置本体 1 は、超音波探触子 2 とケーブル 3 を介して接続され、超音波探触子 2 に電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体に対して送信超音波を送信させるとともに、超音波探触子 2 にて受信した被検体内からの反射超音波に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号である受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。超音波画像診断装置本体 1 と超音波探触子 2 とは、電波、赤外線等のワイヤレス通信手段により通信接続される構成としてもよい。

【0025】

超音波画像診断装置 S は、少なくとも、被検体をスキャンして反射超音波の受信信号の強度を輝度によって表す B モードの超音波画像（B モード画像）を生成して表示する B モードと、被検体に造影剤を注入した状態でスキャンし超音波画像（CHI モード画像）を生成して表示する CHI モードと、の設定が可能であるものとする。なお、CHI モードでは、同じ超音波の送受信により CHI モード画像に加えて B モード画像を生成して同時表示させることができる。

【0026】

超音波探触子 2 は、例えば、バックリング層、圧電層、音響整合層及び音響レンズ等を備えてこれらが積層されることにより構成されている。また、圧電層には、圧電素子を有する振動子 2 a が備えられており、この振動子 2 a は、例えば、方位方向に一次元アレイ状に複数配列されている。本実施の形態では、例えば、192 個の振動子 2 a を備えた超音波探触子 2 を用いている。なお、振動子 2 a は、二次元アレイ状に配列されたものであってもよい。また、振動子 2 a の個数は、任意に設定することができる。また、本実施の形態では、超音波探触子 2 について、高周波用のリニア走査方式の電子スキャンプローブを採用したが、電子走査方式あるいは機械走査方式の何れを採用してもよく、また、リニア走査方式、セクタ走査方式あるいはコンベックス走査方式の何れの方式を採用することもできる。また、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域は、予め設定されている。本実施の形態では、例えば、送受信信号の強度が -6 dB で 5 ～ 15 [MHz] をとり、強度が -20 dB で 4 ～ 18 [MHz] をとる送受信周波数帯域の超音波探触子 2 が用いられる。但し、本実施の形態における超音波探触子 2 の送受信周波数帯域特性については、上述したものに限定されず、本発明を実現可能な範囲において適宜設定することができる。

【0027】

超音波画像診断装置本体 1 は、例えば、図 2 に示すように、操作入力部 11 と、送信部 12 と、受信部 13 と、画像生成部 14 と、画像処理部 15 と、DSC (Digital Scan Converter) 16 と、表示部 17 と、制御部 18 と、を備える。

【0028】

10

20

30

40

50

操作入力部 11 は、例えば、診断開始を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータの入力等を行うための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス、キーボード等を備えており、操作信号を制御部 18 に出力する。特に、操作入力部 11 は、B モード、C H I モードの選択入力を受け付ける。

【0029】

送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 にケーブル 3 を介して電気信号である駆動信号を供給して超音波探触子 2 に送信超音波を発生させる回路である。送信部 12 は、B モードにおいて、制御部 18 の制御に従って、駆動信号を供給する複数の振動子 2 a を、超音波の送受信毎に所定数ずらしながら順次切り替え、出力の選択された複数の振動子 2 a に対して駆動信号を供給することによりスキャンを行う。

10

【0030】

また、本実施の形態では、C H I モードにおいて、後述する高調波成分を抽出するために、パルスインバージョン法を実施することができる。すなわち、送信部 12 は、パルスインバージョン法を実施する場合には、第 1 のパルス信号と、この第 1 のパルス信号とは極性（180 度位相）反転した第 2 のパルス信号とを同一走査線（音線）上に時間間隔をおいて送信することができる。

【0031】

図 2 に示すように、受信部 13 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 からケーブル 3 を介して電気信号の受信信号を受信する回路である。受信部 13 は、例えば、増幅器、A/D 変換回路、整相加算回路を備えている。増幅器は、受信信号を、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に、予め設定された所定の増幅率で増幅させるための回路である。A/D 変換回路は、増幅された受信信号をアナログーデジタル変換（A/D 変換）するための回路である。整相加算回路は、A/D 変換された受信信号に対して、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成するための回路である。また、受信部 13 には、超音波探触子 2 の送受信周波数帯内の信号成分を含む受信信号が受信される。

20

【0032】

画像生成部 14 は、受信部 13 からの受信信号（音線データ）に対して包絡線検波処理や対数増幅などを実施し、ゲインの調整等を行って輝度変換することにより、B モード画像データ、C H I モード画像データを生成する。画像生成部 14 にて生成された画像データは、画像処理部 15 に送信される。また、画像生成部 14 は、高調波成分抽出部 14 a と、画像化周波数フィルター 14 b と、を備えている。

30

【0033】

高調波成分抽出部 14 a は、C H I モードにおいて、受信部 13 からの受信信号（音線データ）からパルスインバージョン法を実施して造影剤の高調波成分を抽出する。本実施の形態では、高調波成分抽出部 14 a は、上述した第 1 のパルス信号及び第 2 のパルス信号からそれぞれ発生した 2 つの送信超音波にそれぞれ対応する反射超音波から得られる受信信号を加算（合成）して受信信号に含まれる基本波成分を除去した上で画像化周波数フィルター 14 b によるフィルター処理を行うことにより造影剤の高調波成分を抽出することができる。

40

【0034】

また、画像生成部 14 は、C H I モードにおいて、第 1 のパルス信号及び第 2 のパルス信号のうちの少なくとも一方に対応する受信信号（音線データ）に基づいて B モード画像データを生成できる。

【0035】

画像化周波数フィルター 14 b は、C H I モード用の画像化周波数帯域のフィルターである。本発明における画像化周波数帯域とは、該当モード（例えば C H I モード）における画像を形成する際に用いられる受信信号のうち、最も高い周波数から最も低い周波数までを指す。この画像化周波数帯域は、必ずしも超音波探触子 2 の送受信周波数帯域と一致している必要はなく、独立に設定される。深度毎に用いる周波数帯域を変化させる、所謂

50

ダイナミックフィルターを、画像化周波数フィルター 14b に用いた場合の画像化周波数帯域は、全深度の中で用いられる最も高い周波数から、全深度の中で用いられる最も低い周波数までを“全画像化周波数帯域”とし、各深度における画像化周波数帯域を“深度毎画像化周波数帯域”とする。また、画像化周波数帯域の上下限周波数値は、画像化周波数フィルター 14b 通過前の信号に対して画像化周波数フィルター 14b 通過により 6 dB 信号強度が低下する周波数値で定義される。但し、画像化周波数帯域の上下限周波数値は、超音波探触子 2 の -20 dB 送受信周波数帯域の上下限周波数を超える場合、超音波探触子 2 の -20 dB 送受信周波数帯域の上下限周波数までとする。

【0036】

ここで、図 3 を参照して、ダイナミックフィルターを用いた画像化周波数フィルター 14b の特性の例を説明する。図 3 (a) は、ダイナミックフィルターの深度 0 [cm] におけるフィルター特性を示す図である。図 3 (b) は、ダイナミックフィルターの各深度の画像化周波数帯域を示す図である。

【0037】

ここでは、超音波探触子 2 からの深度が 0 ~ 10 [cm] の範囲に対応するダイナミックフィルターを用いるものとする。図 3 (a) のフィルター特性のグラフは、横軸に周波数を取り、縦軸にゲインをとっている。フィルター特性の曲線のフィルター通過前の値を 0 dB (比率 = 1 倍) とし、ゲインが -6 dB (比率 = 0.5 倍) にある周波数帯域の下限を周波数 $f_L(0)$ (0 : 深度) とし、上限を周波数 $f_H(0)$ とする。つまり、ダイナミックフィルターは、深度 0 [cm] において、画像化周波数帯域が周波数 $f_L(0) \sim f_H(0)$ のフィルターとして機能する。図 3 (b) に示すように、ダイナミックフィルターの深度 1 [cm] の画像化周波数帯域は、下限が周波数 $f_L(1)$ となり、上限が $f_H(1)$ となる。同様にして、深度 2, ..., 10 [cm] の各画像化周波数帯域は、下限がそれぞれ周波数 $f_L(2)$, ..., $f_L(10)$ となり、上限が周波数 $f_H(2)$, ..., $f_H(10)$ となる。よって、ダイナミックフィルターは、深度 i ($i = 0, \dots, 10$) [mm] において、それぞれ、画像化周波数帯域が周波数 $f_L(i) \sim f_H(i)$ のフィルターとして機能する。

【0038】

図 2 に戻り、画像処理部 15 は、DRAM (Dynamic Random Access Memory) などの半導体メモリによって構成された画像メモリ部 15a を備えている。画像処理部 15 は、画像生成部 14 から出力された B モード画像データ、CHI 画像データをフレーム単位で画像メモリ部 15a に記憶する。フレーム単位での画像データを超音波画像データ、あるいはフレーム画像データということがある。画像処理部 15 は、画像メモリ部 15a に記憶した超音波画像データを適宜読み出して DSC16 に出力する。

【0039】

DSC16 は、画像処理部 15 より受信した超音波画像データをテレビジョン信号の走査方式による画像信号に変換し、表示部 17 に出力する。DSC16 は、B モードにおいて、B モード画像データを表示部 17 に出力し、CHI モードにおいて、CHI 画像データ、あるいは同時表示の場合の CHI 画像データ及び B モード画像データを表示部 17 に出力する。

【0040】

表示部 17 は、LCD (Liquid Crystal Display)、CRT (Cathode-Ray Tube) ディスプレイ、有機 EL (Electronic Luminescence) ディスプレイ、無機 EL ディスプレイ及びプラズマディスプレイ等の表示装置が適用可能である。表示部 17 は、DSC16 から出力された画像信号に従って表示画面上に超音波画像の表示を行う。

【0041】

制御部 18 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) を備えて構成され、ROM に記憶されているシステムプログラム等の各種処理プログラムを読み出して RAM に展開し、展開したプログラムに従って超音波画像診断装置 S の各部の動作を集中制御する。ROM は、半導体等の

10

20

30

40

50

不揮発メモリ等により構成され、超音波画像診断装置 S に対応するシステムプログラム及び該システムプログラム上で実行可能な各種処理プログラムや、各種データ等を記憶する。これらのプログラムは、コンピュータが読み取り可能なプログラムコードの形態で格納され、CPU は、当該プログラムコードに従った動作を逐次実行する。RAM は、CPU により実行される各種プログラム及びこれらプログラムに係るデータを一時的に記憶するワークエリアを形成する。

【0042】

次いで、図 4 を参照して、超音波画像診断装置 S の CHI モードにおける CHI 画像の生成を説明する。図 4 は、CHI 画像生成における各種成分の周波数特性を示す図である。ここでは、被検体の乳腺の CHI 画像の生成を想定して説明する。

10

【0043】

図 4 はプローブの送受信帯域、造影剤の共振帯域、各超音波成分の最高強度を 0 dB とし規格化し、図示したものである。縦軸に各成分の最高強度を 0 dB とし規格化した強度 (Power) をとり、所定の強度 (-20 dB) で横軸に周波数をとっている。また、図 4 において、送信部 12 で生成された送信超音波成分と造影剤の存在しない生体領域から反射される反射超音波との周波数成分 S11 (基本波) と、当該反射超音波の周波数成分 S12 (ベースバンド (0 次) 高調波)、S13 (2 次高調波) と、を一点鎖線で表し、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域 S2 を実線で表し、造影剤の中心共振周波数帯域 S31 を点線で表し、造影剤の非線形応答により生成される高調波成分を含む造影剤存在領域からの反射超音波成分 S32 を 2 点鎖線で表す。

20

【0044】

造影剤が存在しない生体領域における送信超音波は、送出直後には周波数が真ん中の曲線の周波数成分 S11 を有し、伝搬に伴って非線形成分を生じ、送信超音波内に周波数が低い左側の曲線の周波数成分 S12 と、周波数が高い右側の曲線の周波数成分 S13 とが生成される。反射超音波成分 S11 は、送信超音波の基本波に該当する周波数特性を有する。反射超音波成分 S12 は、送信超音波の非線形伝搬により生じる低周波高調波 (ベースバンド (0 次) 高調波) の周波数特性を有する。右側の曲線の反射超音波成分 S13 は、送信超音波の非線形伝搬により生じる 2 次高調波の周波数特性を有する。反射超音波成分 S12、S13 は、被検体の生体組織の非線形伝播特性に基づき、THI 周波数成分として生成する。

30

【0045】

送信超音波及び反射超音波の基本波の周波数成分 S11 の横軸における周波数の下限値を x とし、同じく上限値を y とする。すると、送信超音波に対応する 2 次高調波の周波数成分 S13 の横軸における周波数の下限値が $2x$ となり、同じく上限値が $2y$ となる。さらに、送信超音波に対応する低周波高調波の反射超音波成分 S12 の横軸における周波数の上限値が $(y-x)$ となる。また、超音波探触子 2 の送受信周波数帯の周波数成分 S2 の横軸における周波数の下限値を a とし、同じく上限値を b とする。

【0046】

造影剤の中心共振周波数帯域 S31 の中心共振周波数の値を z とする。造影剤が存在する生体領域の反射超音波成分 S32 には、造影剤の圧縮／膨張応答の非線形に起因する、造影剤中心共振周波数 z の高調波成分である周波数 $2z$ 、 $3z$ 、 $4z$ … の周波数成分を含む。

40

【0047】

送信部 12 は、送信超音波成分 S11 が $2x > b$ 、 $(y-x) < a$ となる周波数帯域の駆動信号を生成する。これは、送信超音波成分の THI 周波数成分 S12、S13 が、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の周波数成分 S2 内に入らないようにするためである。

【0048】

また、送信部 12 は、造影剤中心共振周波数 z から離れた周波数 $x \sim y$ の周波数帯域の送信超音波成分 S11 の送信信号を生成する。造影剤中心共振周波数 z に近い周波数の送信超音波を送出すると、造影剤の共振効率が高いため造影剤のマイクロバブルを破壊する

50

おそれがあり、高強度で送出することが出来ない。そのため、パルスインバージョン送受信のいずれか1回の送受信結果を利用して同時表示されるBモードを描出する場合等に高S/N (Signal to Noise) のBモード画像を得ることが困難である。なお、CHIモード画像と同時表示されるBモード画像は、画像生成部14により、反射超音波成分S11を用いて生成される。

これに対し、送信超音波成分S11の周波数帯域を造影剤中心共振周波数 z から離すことにより、造影剤の共振効率が低くなり、高強度で送出を行っても造影剤の破壊が生じにくくなるため、高MI (Mechanical Index) の送信超音波を生成することができる。なお、画像生成部14において、パルスインバージョン法により、反射超音波成分S11は減殺される。

10

【0049】

仮に、造影剤を被検体に投入せず、造影剤が存在しない場合には、反射超音波成分に造影剤の非線形応答に起因する周波数成分である反射超音波成分S32が含まれない。また、生体の非線形伝搬により生成されるTHI周波数成分は、周波数成分S12, S13のいずれも、周波数成分S2の超音波探触子2の送受信周波数帯域外となるため、画像化されない(表示部17に何も映らない)。

【0050】

造影剤を被検体に投入して、造影剤が存在する場合に、被検体の浅部では、比較的高MIの送信超音波成分S11で励振された造影剤の反射超音波成分S32のうち、高調波成分が超音波探触子2の周波数成分S2の送受信周波数帯域内に入り(図4の斜線領域)、この信号成分が画像生成部14によりCHI画像データとして画像化される。高MIの送信超音波成分S11は、造影剤の中心共振周波数帯域S31(造影剤中心共振周波数 z)との周波数差が大きいため共振度が低く、造影剤のマイクロバブルも破壊されにくい。このように、低効率の励振であり、低効率ゆえ、送信超音波の高MI化が可能となる。

20

【0051】

また、近年は造影剤を破壊せずに画像を得る方法が主流であるため、造影剤の励振に用いられる基本波の音圧は低くする必要があり、そのため同時表示されるBモードのS/N比が通常のBモード画像より明らかに劣化するという問題があった。本実施の形態の構成では、送信超音波成分S11の音圧を高めて高MIで送出することが可能となる。

【0052】

このように、被検体の浅部では、高MIの送信超音波成分S11を送出できるため、この送信超音波成分S11を用いたCHI画像と同時表示用のBモード画像(Bモード画像データ)を生成する場合に、当該Bモード画像のS/N比を向上できる。

30

【0053】

しかしながら、送信超音波成分の周波数が高いと、送信超音波の減衰も大きくなる。このため、高周波の送信超音波成分S11は、被検体の浅部には届きやすいが、深部には届きにくく励振能が低下する。この課題については送信超音波の生体非線形伝搬により生成される低周波高調波(ベースバンド(0次)高調波)成分を利用することにより解決することが出来る。

【0054】

また、造影剤を被検体に投入して、造影剤が存在する場合に、被検体の深部では、送信超音波成分S11から生体の非線形伝搬により生成された低周波高調波成分S12で造影剤は励振される。これにより送信超音波成分S11で励振された場合と同様、造影剤の反射超音波成分S32のうち、高調波成分が超音波探触子2の周波数成分S2の送受信周波数帯域内に入り(図4の斜線領域)、この信号成分が画像生成部14によりCHI画像データとして画像化される。

40

低周波高調波は生体の非線形伝搬により生じる周波数成分であるため、送信超音波成分S11より生成強度は低いものの、周波数が造影剤の共振周波数に近く高効率で造影剤を励振できる。このとき、送信超音波成分S11の周波数帯域($x \sim y$)を大きくすると、低周波高調波成分S12の周波数帯域(下限値 $\sim (y - x)$)も大きくなり、造影剤中心

50

共振周波数 ω に近づき好ましい。このように、被検体の深部では、送信超音波成分 S_{11} は減衰しやすく深部での励振能が低下するが、それから生成された低周波高調波成分 S_{12} は低減衰なため、CHI画像のペネトレーションを向上できる。

【0055】

乳腺CHIに用いるのに好適な超音波探触子2と肝臓CHIに用いるのに好適な超音波探触子2の送受信周波数帯域 S_2 は異なり、実施例および説明は乳腺CHIを対象としているが、本発明はこの対象に限定されるものではない。

【0056】

以下、図5～図8を参照して、上記実施の形態の実施例を詳細に説明するが、勿論本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。図5(a)は、実施例1の各種成分の周波数特性を示す図である。図5(b)は、実施例2の各種成分の周波数特性を示す図である。図6(a)は、実施例3及び実施例7における0～20mm深度領域表示用送受信時の各種成分の周波数特性を示す図である。図6(b)は、実施例4の各種成分の周波数特性を示す図である。図7(a)は、実施例5の各種成分の周波数特性を示す図である。図7(b)は、実施例6の各種成分の周波数特性を示す図である。図8(a)は、実施例7における20mm以深領域表示用送受信時の各種成分の周波数特性を示す図である。図8(b)は、比較例1の各種成分の周波数特性を示す図である。

【0057】

次表1に示す超音波画像診断装置Sの実施例1～7及び比較例1を説明する。

【表 1】

	送信焦点		送信周波数				超音波振動子				画像化周波数						送信強度	画像評価			備考					
	焦点数	(mm)	-6dB		-20dB		-6dB		-20dB		全画像化周波数		0cm深度画像化周波数		2cm深度画像化周波数	4cm~最深部画像化周波数		MI	THI 抑圧 (dB)	CHI -Penetration (mm)		同時表示 B-mode S/N (dB)				
			下限	上限	差	下限	上限	差	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限										
実施例 1	1	20	10.0	15.0	5.0	9.0	16.0	7.0					6.0	18.0	6.0	18.0	6.0	12.0	0.5	32	31	60				
	1	20	10.7	14.3	3.6	10.0	15.0	5.0					5.0	18.0	5.0	18.0	5.0	12.0	0.7	36	34	62				
実施例 2	1	20	11.2	13.8	2.6	10.5	14.5	4.0					4.0	18.0	4.0	18.0	4.0	12.0	0.9	40	34	62				
実施例 3	1	20	11.8	13.2	1.4	11.4	13.6	2.2					4.0	18.0	4.0	18.0	4.0	12.0	1.0	43	28	60				
実施例 4	1	20	6.3	9.7	3.4	5.7	10.3	4.6					5.0	11.0	5.0	11.0	5.0	11.0	0.3	33	34	50				
実施例 5	1	20	7.1	8.9	1.8	6.8	9.2	2.4					5.0	11.0	5.0	11.0	5.0	11.0	0.4	36	30	50				
実施例 6	1	20							5	15	4	18														
実施例 7	2	10	11.2	13.8	2.6	10.5	14.5	4.0					4.0	18.0	4.0	18.0	4.0	15.0	-	-	0.9	40	-	62	0~20 mm 深度 領域 表示	
比較例 1	1	20	4.0	6.0	2.0	3.5	6.5	3.0						5.0	11.0	5.0	11.0	5.0	11.0	5.0	11.0	0.2	20	24	45	20 mm 以深 領域 表示

【0058】

先ず、実施例1～6、比較例1は、超音波送信の焦点について、焦点数を1とし、焦点位置を20 [mm]として共通とした。また、実施例7は、超音波送信の焦点について、焦

10

20

30

40

50

点数を2とし、焦点位置を10、30[mm]とした。また、実施例1～7、比較例1において、送受信周波数帯域が共通の超音波探触子2を使用した。

【0059】

図5(a)に示すように、実施例1における各種信号については、図4と同じように、縦軸に各成分の強度をとり、横軸に周波数をとっている。また、図5(a)において、送信部12で生成された送信超音波成分と造影剤の存在しない生体領域から反射される反射超音波との周波数成分S11(基本波)と、当該反射超音波の周波数成分S12(ベースバンド(0次)高調波)、S13(2次高調波)と、を一点鎖線で表し、超音波探触子2の送受信周波数帯域S2を実線で表し、造影剤の中心共振周波数帯域S31を点線で表し、造影剤の非線形応答により生成される高調波成分を含む造影剤存在領域からの反射超音波成分S32を2点鎖線で表す。

10

【0060】

また、図5(a)において、全画像化周波数帯域の周波数成分を破線で表す。図5(b)～図8(b)の各成分の線種も図5(a)の各成分の線種と同様である。さらに、図8(a)において、深度が20mm以深の20mm以深深度画像化周波数帯域の周波数成分を3点鎖線で表す。

【0061】

また、表1において、“THI抑圧”とは、20mm深度におけるTHI成分とCHI成分との強度差[dB]を示し、値が大きい程、THI成分の抑圧が良好であることを表す。“CHI-Penetration”とは、CHI成分の信号を画像化可能な最大深度[mm]である。“同時表示BモードS/N”とは、20mm深度においてCHI画像と同時表示されるBモード画像信号とバックグラウンド信号(ノイズフロア)との信号強度差[dB]であり、値が大きい程良好であることを表す。

20

【0062】

比較例1では、THI成分である2次高調波の信号成分S13が、超音波探触子2の送受信周波数帯域及び全画像化周波数帯域のいずれにも含まれ、THI抑制の値も低い。

【0063】

実施例1, 2, 3, 4について、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数が、超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数の1/2以上且つ、送信超音波成分S11の-6dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数との差が、超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB下限周波数よりも低くなる駆動信号が送信部12で生成されている。これらの実施例で、THI抑圧の値が比較例1の値よりも高い。

30

【0064】

実施例5, 6, 7について、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数が、全画像化周波数帯域の-6dB上限周波数の1/2以上且つ、送信超音波成分S11の-6dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数との差が、全画像化周波数帯域の-6dB下限周波数よりも低くなる駆動信号が送信部12で生成されている。これらの実施例で、THI抑圧の値が比較例1よりも高い。

40

【0065】

実施例1～7について、画像表示領域における20mm以深の深度において、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の-6dB上限周波数の1/2以上且つ、送信超音波成分S11の-6dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数との差が、前記深度画像化周波数帯域の-6dB下限周波数よりも低くなる送信信号が送信部12で生成されている。この実施例で、THI抑圧の値が比較例1よりも高い。

【0066】

また、実施例2, 3, 4について、送信超音波成分S11の-20dB下限周波数が、

50

超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 下限周波数との差が、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる駆動信号が送信部 12 で生成されている。これらの実施例で、 THI 抑圧の値が比較例 1 の値よりも大きく、さらに実施例 1 の値よりも高い。

【0067】

また、実施例 6 について、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 下限周波数が、全画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 下限周波数との差が、全画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる駆動信号が送信部 12 で生成されている。これらの実施例で、 THI 抑圧の値が比較例 1 の値よりも高く、さらに実施例 7 の値以上である。

【0068】

また、実施例 2, 3, 4, 6, 7 について、画像表示領域における 20 mm 以深の深度において、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上且つ、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 $S11$ の -20 dB 下限周波数との差が、前記深度画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くなる駆動信号が送信部 12 で生成されている。これらの実施例で、 THI 抑圧の値が比較例 1 の値よりも高い。また、実施例 7 は、当該構成と、段落【0064】に記載の構成との両方を有する。

【0069】

また、実施例 1, 2, 3, 5, 7 について、送信超音波成分 $S11$ の -6 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 $S11$ の -6 dB 下限周波数との差が、 2 [MHz] 以上である。これらの実施例で、 $CHI - Penetration$ 、同時表示 B モード S/N の値が比較例 1 の値よりも高い。

【0070】

また、実施例 1, 2, 3, 4, 7 について、送信超音波成分の MI 値が 0.5 以上である。

【0071】

以上、本実施の形態及び実施例によれば、超音波画像診断装置 S は、送信部 12 により、送信超音波が被検体の組織を伝搬する際に当該組織の非線形伝播特性によって生じる低周波高調波の周波数成分 $S12$ 及び 2 次高調波の周波数成分 $S13$ のいずれも画像化周波数帯域の帯域外となるように、駆動信号を生成し、画像生成部 14 により、受信部 13 からの受信信号に基づいて超音波画像としての CHI 画像を生成する。

【0072】

このため、反射超音波の受信信号中の THI 成分と CHI 成分の識別処理をすることなく、 CHI 成分のみを CHI 画像として画像化でき、識別処理の処理負担を低減できる。

【0073】

また、送信部 12 は、送信超音波成分 $S11$ （送信周波数成分）の -6 dB 下限周波数が、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数の $1/2$ 以上として、2 次高調波の周波数成分 $S13$ を超音波探触子 2 の -6 dB での送受信周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分 $S11$ の -6 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 $S11$ の -6 dB 下限周波数との差を、超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -6 dB 下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分 $S12$ を超音波探触子 2 の -6 dB での送受信周波数帯域の外にする駆動信号を同一音線上に 2 回位相を 180 度変化させて生成する。画像生成部 14 は

、同一音線上の2つの駆動信号に対応する受信信号に基づいて駆動信号の基本波の周波数成分S11を減殺してCHI画像を生成する。このため、THI抑圧の値を大きくでき、反射超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみをCHI画像として画像化できる。

【0074】

また、送信部12は、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数が、全画像化周波数帯域の-6dB上限周波数の1/2以上として、2次高調波の周波数成分S13を-6dBでの全画像化周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分S11の-6dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数との差を、全画像化周波数帯域の-6dB下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分S12を-6dBでの全画像化周波数帯域の外にする駆動信号を同一音線上に2回位相を180度変化させて生成する。このため、THI抑圧の値を大きくでき、反射超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみをCHI画像として画像化できる。

【0075】

また、送信部12は、画像表示領域における20mm以深の深度において、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の-6dB上限周波数の1/2以上として、2次高調波の周波数成分S13を-6dBでの深度画像化周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分S11の-6dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-6dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-6dB下限周波数との差を、前記深度画像化周波数帯域の-6dB下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分S12を-6dBでの深度画像化周波数帯域の外にする駆動信号を同一音線上に2回位相を180度変化させて生成する。このため、THI抑圧の値を大きくでき、反射超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみをCHI画像として画像化できる。なお、この構成は、画像表示領域におけるいずれかの深度に適用することとしてもよい。

【0076】

また、送信部12は、送信超音波成分S11の-20dB下限周波数が、超音波探触子2の送受信周波数帯域の-20dB上限周波数の1/2以上として、2次高調波の周波数成分S13を超音波探触子2の-20dBでの送受信周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分S11の-20dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-20dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-20dB下限周波数との差を、超音波探触子2の送受信周波数帯域の-20dB下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分S12を超音波探触子2の-20dBでの送受信周波数帯域の外にする駆動信号を同一音線上に2回位相を180度変化させて生成する。このため、THI抑圧の値を大きくでき、反射超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみをCHI画像として画像化できる。さらに、-6dBでの送信信号の条件の場合よりもTHI抑制の効果を高めることができる。

【0077】

また、送信部12は、送信超音波成分S11の-20dB下限周波数が、全画像化周波数帯域の-20dB上限周波数の1/2以上として、2次高調波の周波数成分S13を-20dBでの全画像化周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分S11の-20dB上限周波数と超音波探触子2の送受信周波数帯域の-20dB上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分S11の-20dB下限周波数との差を、全画像化周波数帯域の-20dB下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分S12を同一音線上に2回位相を180度変化させて生成する。このため、THI抑圧の値を大きくでき、受信超音波の受信信号中のTHI成分とCHI成分の識別処理をすることなく、CHI成分のみをCHI画像として画像化できる。さらに、-6dBでの送信信号の条件の場合よりもTHI抑制の効果を高めることができる。

【0078】

また、送信部 12 は、画像表示領域における 20 mm 以深の深度において、送信超音波成分 S11 の -20 dB 下限周波数が、当該深度の深度画像化周波数帯域の -20 dB 上限周波数の $1/2$ 以上として、2 次高調波の周波数成分 S13 を -6 dB での深度画像化周波数帯域の外にし、且つ、送信超音波成分 S11 の -20 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -20 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 S11 の -20 dB 下限周波数との差を、前記深度画像化周波数帯域の -20 dB 下限周波数よりも低くし、低周波高調波の周波数成分 S12 を -20 dB での深度画像化周波数帯域の外にする駆動信号を同一音線上に 2 回位相を 180 度変化させて生成する。このため、THI 抑圧の値を大きくでき、受信超音波の受信信号中の THI 成分と CHI 成分の識別処理をすることなく、CHI 成分のみを CHI 画像として画像化できる。さらに、-6 dB での送信信号の条件の場合よりも THI 抑制の効果を高めることができる。なお、この構成は、画像表示領域におけるいずれかの深度に適用することとしてもよい。

10

【0079】

また、送信部 12 は、送信超音波成分 S11 の -6 dB 上限周波数と超音波探触子 2 の送受信周波数帯域の -6 dB 上限周波数とのいずれか低い方と、送信超音波成分 S11 の -6 dB 下限周波数との差を、2 [MHz] 以上である駆動信号を生成する。このため、低周波高調波の周波数成分 S12 の上限値を高くして、低周波高調波の周波数成分 S12 を造影剤中心共振周波数 z に近づけることができ、CHI 画像を画像化可能な最大深度を大きくできる。また、周波数成分 S12 を広帯域化できるので、CHI 画像との同時表示用の B モード画像生成に用いる送信超音波成分 S11 も広帯域化でき、当該同時表示用の B モード画像の画質を向上できる。

20

【0080】

また、同一音線上の 2 回の駆動信号の少なくとも一つに対応する送信超音波成分 S11 の MI 値が 0.5 以上である。このため、駆動信号に対応する送信超音波の音圧を高くできるので、CHI 画像と同時に B モード画像を表示する場合の B モード画像の S/N 比を高くできる。なお、同一音線上の 2 回の駆動信号の両方に対応する送信超音波成分 S11 の MI 値が 0.5 以上である場合に、2 回の駆動信号のどちらに対応する受信信号を用いて B モード画像を生成しても、S/N 比を大きくできる。

【0081】

また、画像生成部 14 は、同一音線上の 2 回の駆動信号の少なくとも一つに対応する受信信号に基づいて B モード画像を生成し、CHI 画像及び B モード画像を同時に表示部 17 に表示させる DSC16 を備える。このため、CHI 画像と同時に B モード画像を表示できる。なお、この構成において、同一音線上の 2 回の送信信号の両方に対応する受信信号に基づいて B モード画像を生成することとしてもよい。

30

【0082】

なお、上記実施の形態における記述は、本発明に係る好適な超音波画像診断装置 S の一例であり、これに限定されるものではない。

【0083】

例えば、上記実施の形態及び実施例において、超音波画像診断装置 S は、パルスインバージョン法により、駆動信号を同一音線上で 2 回位相を 180 度変化させて生成しているが、これに限定されるものではない。超音波画像診断装置 S が、駆動信号を同一音線上で 3 回以上位相を変化させて、受信信号の CHI 画像化において、駆動信号の基本波成分の減殺を行う構成としてもよい。

40

【0084】

また、以上の実施の形態における超音波画像診断装置 S を構成する各部の細部構成及び細部動作に関して本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

【符号の説明】**【0085】**

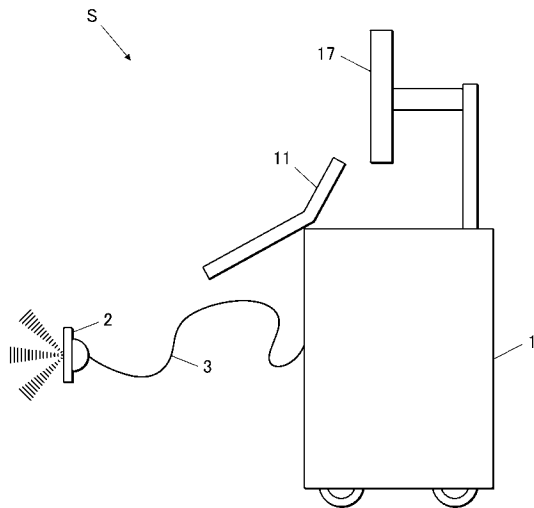
S 超音波画像診断装置

1 超音波画像診断装置本体

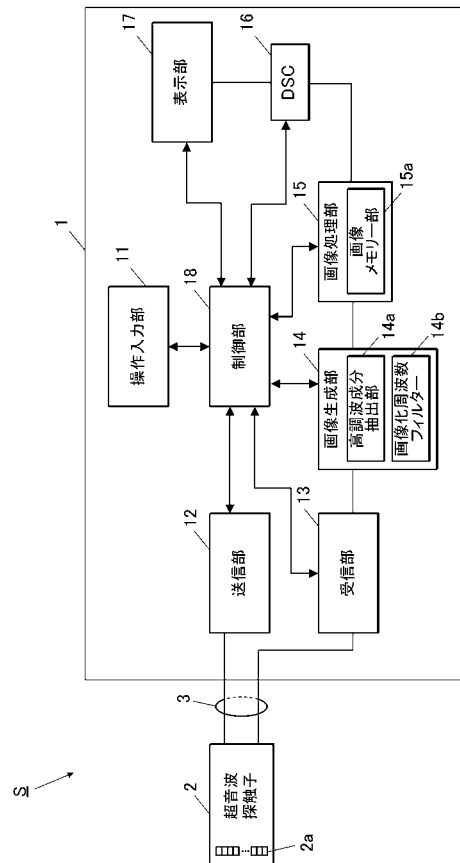
50

- 1 1 操作入力部
- 1 2 送信部
- 1 3 受信部
- 1 4 画像生成部
- 1 5 画像処理部
- 1 5 a 画像メモリー部
- 1 6 D S C
- 1 7 表示部
- 1 8 制御部
- 2 超音波探触子
- 2 a 振動子

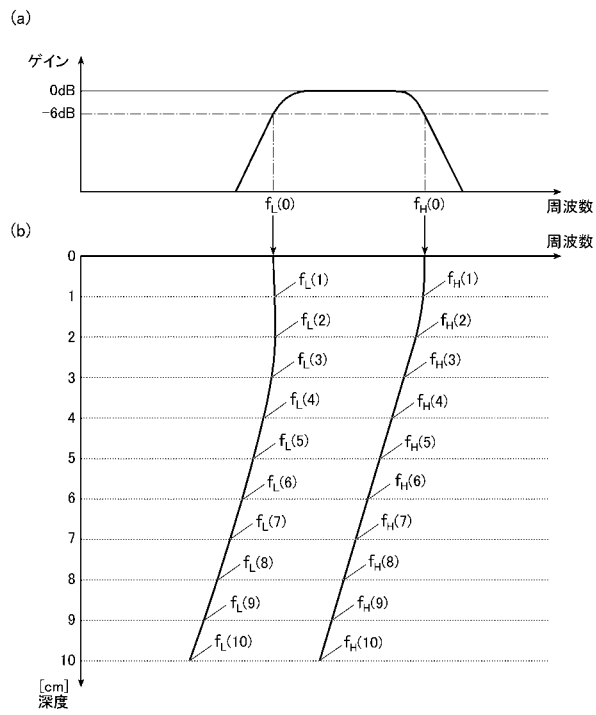
【図 1】



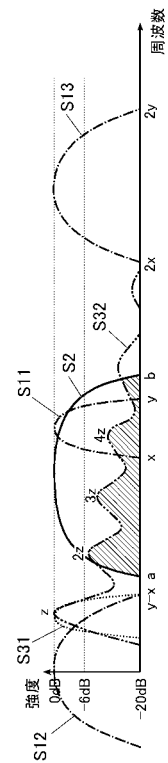
【図 2】



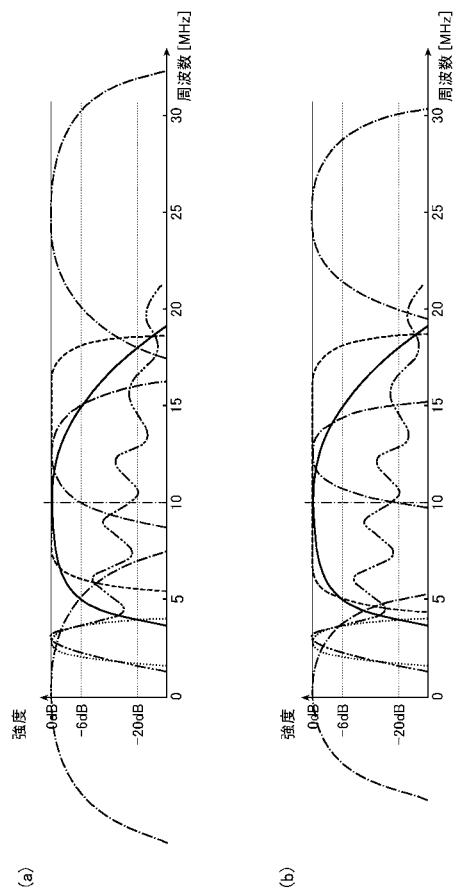
【図 3】



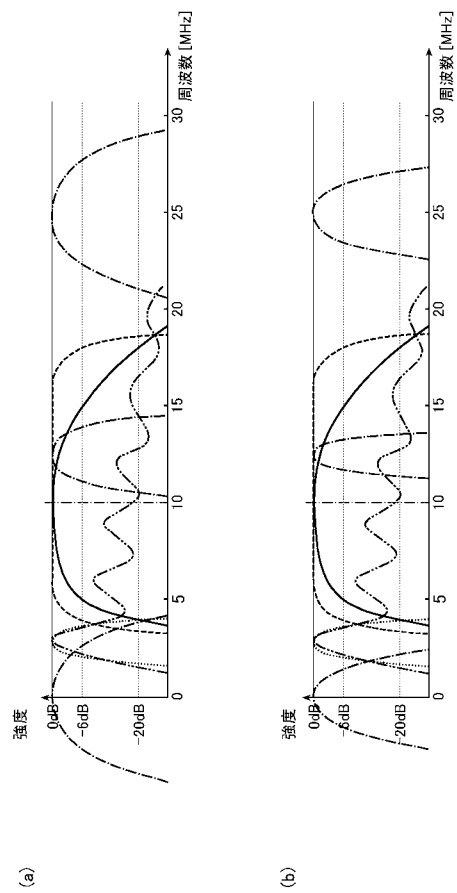
【図 4】



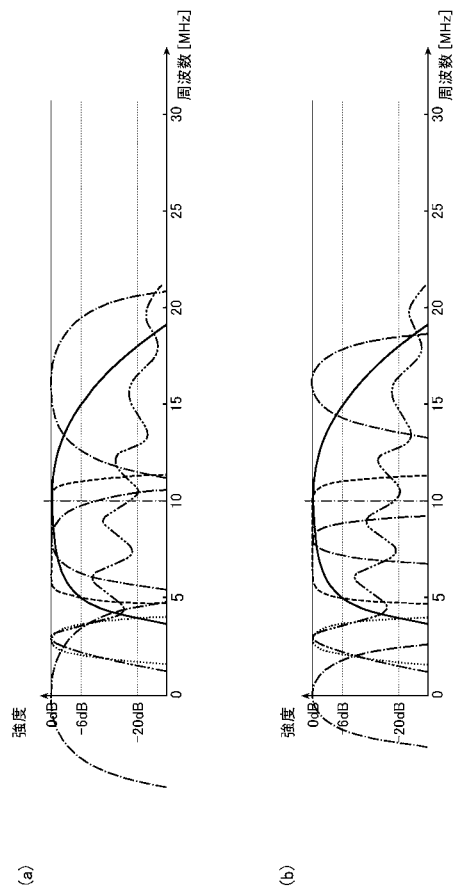
【図 5】



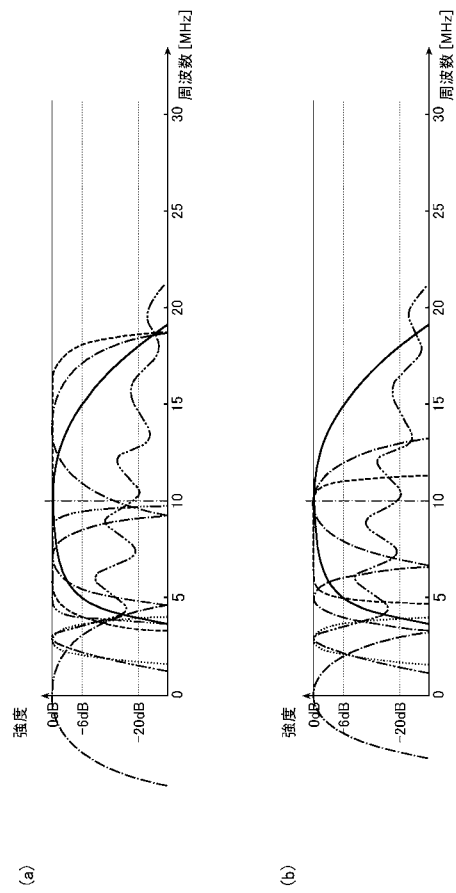
【図 6】



【図 7】



【図 8】



专利名称(译)	超声波成像诊断仪		
公开(公告)号	JP2016129580A	公开(公告)日	2016-07-21
申请号	JP2015004647	申请日	2015-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	谷口哲哉		
发明人	谷口 哲哉		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DE06 4C601/DE09 4C601/DE13 4C601/DE14 4C601/HH06 4C601/JB29		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：在不对超声波接收信号中的THI分量和CHI分量进行区分的情况下，仅对CHI分量成像。 解决方案：在超声诊断成像设备中，当所发射的超声波传播通过对象的组织时，发送单元转换频率分量S12和由组织的非线性传播特性产生的低频谐波的二次谐波。 频率分量S13中的任何一个不在成像频带S2中，生成驱动信号，接收单元接收在被检体中反射的超声波以获得接收信号，图像生成单元 根据接收到的信号生成CHI图像作为超声图像。 [选择图]图4

