(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2010-51375
(P2010-51375A)
(43)公開日　平成22年3月11日(2010.3.11)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	4C601

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2008-216888 (P2008-216888)
(22)出願日　平成20年8月26日 (2008.8.26)

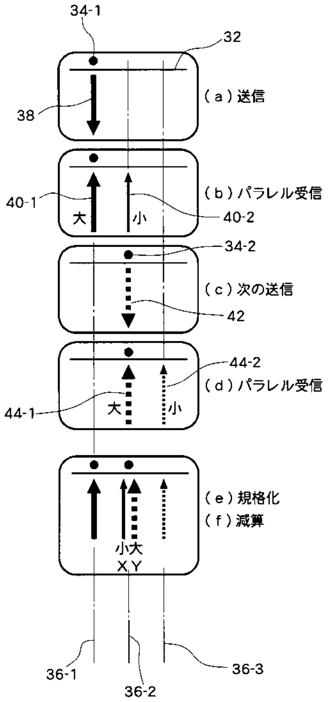
（出願人による申告）国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成１９年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム／分子イメージング機器研究開発プロジェクト／悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器研究開発プロジェクト／悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器に関する先導研究／ラベル化造影剤を用いた超音波によるがんの超早期診断システムの研究開発に係る先導研究」に係る委託研究、産業技術力強化法第１９条の適用を受けるもの）

(71)出願人　390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼６丁目２２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　今野　剛人
東京都三鷹市牟礼６丁目２２番１号　アロカ株式会社内
(72)発明者　射谷　和徳
東京都三鷹市牟礼６丁目２２番１号　アロカ株式会社内

Ｆターム(参考)　4C601 DE08 DE14 DE15 EE08 HH28
JB36 JB45 JC18

(54)【発明の名称】超音波画像形成装置および超音波画像形成方法

(57)【要約】
【課題】高調波受信信号に基づく超音波画像の形成においてフレームレートを改善する。
【解決手段】超音波画像形成装置１０は、１本の送信ビーム３８に対して２本の受信ビーム４０-1，４０-2を形成する。受信ビーム４０-1は、送信ビームと同じビーム形成ライン３６-1上に、受信ビーム４０-2は、隣接するビーム形成ライン３６-2上に形成される。受信ビーム４０-2は、送信ビーム３８からずれた位置に形成されるため、送信波の音圧が小さい領域からの反射波を受信する。次に、送信ビーム４２がライン３６-2上に形成され、これに対して受信ビーム４４-1，４４-2が形成される。同一のライン３６-2上の、大小の音圧の受信ビーム４０-2，４４-1より、高調波受信信号を生成する。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
　１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する超音波画像形成装置であって、
　超音波振動素子のアレイを有し、超音波の送受信を行う超音波振動子と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームを形成する送信部と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームと同じ位置に第１受信ビームを形成し、第１受信信号を生成する第１受信部と、
　前記超音波振動素子を制御して、第１受信ビームの形成に並行して、第１受信ビームに近接する位置に第２受信ビームを形成し、第２受信信号を生成する第２受信部と、
　第２受信信号を記憶する受信信号記憶部と、
　送受信ビームの走査によって、記憶された第２受信信号に係る第２受信ビームと同じ位置に形成された、第１受信ビームに係る第１受信信号と、前記記憶された第２受信信号とに基づき、受信信号の高調波信号を生成する高調波受信信号生成部と、
を有する超音波画像形成装置。
【請求項２】
　１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する超音波画像形成装置であって、
　超音波振動素子のアレイを有し、超音波の送受信を行う超音波振動子と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームを形成する送信部と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームと同じ位置に第１受信ビームを形成し、第１受信信号を生成する第１受信部と、
　前記超音波振動素子を制御して、第１受信ビームの形成に並行して、第１受信ビームに近接する位置に第２受信ビームを形成し、第２受信信号を生成する第２受信部と、
　第１受信信号を記憶する受信信号記憶部と、
　送受信ビームの走査によって、記憶された第１受信信号に係る第１受信ビームと同じ位置に形成された、第２受信ビームに係る第２受信信号と、前記記憶された第１受信信号とに基づき、受信信号の高調波信号を生成する高調波受信信号生成部と、
を有する超音波画像形成装置。
【請求項３】
　請求項１または２に記載の超音波画像形成装置であって、高調波受信信号生成部は、前記第１および第２受信信号を規格化し、これらを減算して高調波信号を生成する、超音波画像形成装置。
【請求項４】
　１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する超音波画像形成装置であって、
　超音波振動素子のアレイを有し、超音波の送受信を行う超音波振動子と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームを形成する送信部と、
　前記超音波振動素子を制御して送信ビームと同じ位置に第１受信ビームを形成し、第１受信信号を生成する第１受信部と、
　前記超音波振動素子を制御して、第１受信ビームの形成に並行して、第１受信ビームに近接する位置に第２受信ビームを形成し、第２受信信号を生成する第２受信部と、
　前記超音波振動素子を制御して、第１受信ビームの形成に並行して、第１受信ビームに近接する位置であって、第２受信ビームと第１受信ビームに関して反対側に位置する第３受信ビームを形成し、第３受信信号を生成する第３受信部と、
　第２受信信号を記憶する第２受信信号記憶部と、
　送受信ビームの走査によって、記憶された第２受信信号に係る第２受信ビームと同じ位置に形成された、第１受信ビームに係る第１受信信号を記憶する第１受信信号記憶部と、
　送受信ビームの走査によって、記憶された第２受信信号に係る第２受信ビームと同じ位置に形成された第３受信ビームに係る第３受信信号と、記憶された第１および第２受信信

号とに基づき、受信信号の２次高調波成分の処理を行う２次高調波成分生成部と、
を有する、
超音波画像形成装置。
【請求項５】
請求項４に記載された超音波画像形成装置であって、
前記送信部は、隣接する送信ビーム間で送信波の位相を反転させて、送信ビームを形成し、
前記２次高調波成分処理部は、前記第１から第３受信信号を規格化して、規格化された第１から第３の受信信号を加算して、基本波成分を除去し、２次高調波成分を算出する、
超音波画像形成装置。
【請求項６】
請求項４に記載された超音波画像形成装置であって、
前記送信部は、隣接する送信ビーム間で送信波の位相を反転させて、送信ビームを形成し、
同じ位置に形成された第１から第３受信ビームに係る第１から第３受信信号は、第１受信信号の基本波の振幅が、第２および第３受信信号の基本波の振幅の和に等しい、
超音波画像形成装置。
【請求項７】
１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する方法であって、
前記送受信ビームは、走査方向に配列されたビーム形成ライン上に形成され、
各ビーム形成ラインごとに、
当該ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたとき当該ビーム形成ライン上に形成される第１受信ビームに係る第１受信信号と、
当該ビーム形成ラインに近接する近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第２受信ビームに係る第２受信信号と、
を取得し、
これらの第１および第２受信信号に基づき高調波信号を生成する、
超音波画像を形成する方法。
【請求項８】
１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する方法であって、
前記送受信ビームは、走査方向に配列されたビーム形成ライン上に形成され、
各ビーム形成ラインごとに、
当該ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたとき当該ビーム形成ライン上に形成される第１受信ビームに係る第１受信信号と、
当該ビーム形成ラインに近接する第１近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第２受信ビームに係る第２受信信号と、
当該ビーム形成ラインに近接し、当該ビーム形成ラインに関して、前記第１近接ビーム形成ラインの反対側の第２近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第３の受信ビームに係る第３受信信号と、
を取得し、
第１から第３受信信号に基づき受信信号の２次高調波信号を生成する、
超音波画像を形成する方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、被検体に対し超音波を送受し、超音波画像を得る装置および方法に関する。
【背景技術】
【０００２】

超音波を利用した生体等の被検体内部の観察、診断に関し、非線形パラメータと呼ばれる物理量を利用した技術が知られている。この非線形パラメータは、媒質である生体組織や微小気泡からなる超音波造影材と、超音波との非線形な相互作用を示すものである。この非線形性により、生体組織における含水率等の情報や超音波造影剤の造影効果が得られると考えられている。

【０００３】

生体組織の音響的非線形性に起因し、生体を伝搬する超音波は、音圧が高いほど音速が速くなることによって歪みを起こし、高調波成分が蓄積的に生成していく。また、超音波造影剤の非線形な振動特性に基づいて高調波のエコーが生じる。したがって、受信信号中の高調波成分を取得することにより、造影剤の像を抽出することが可能となる。

【０００４】

高調波成分を取得する方法として、例えばパルスモジュレーション法が知られている。この方法は、一つの超音波ビームのラインにおいて、音圧が異なる送信波を送信し、それぞれの送信波に関し受信された信号同士を規格化して減算するものである。音圧が小さい送信波より、音圧が大きい送信波の方が高調波成分が多くなるため、基本波は相殺して、高調波成分が残る。なお、規格化は、基本波が相殺するように、大小の受信信号のレベルの増減させることをいう。下記特許文献１には、超音波画像における造影剤の映像化に係る技術が記載されている。

【０００５】

【特許文献１】特開２００３－２３０５５９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

パルスモジュレーション法によれば、大小２回のビーム送信を行う必要があり、フレームレートが低下するという問題があった。

【０００７】

本発明は、フレームレートを低下させずに高調波成分を処理して、これに係る画像を形成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明に係る超音波画像形成装置は、１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成する、いわゆるパラレル受信を行い、送信および受信ビームを走査して超音波断層画像を得る装置である。複数の受信ビームのうち１本は、送信ビームと同じ位置に形成される（第１受信ビーム）。他の受信ビームは、送信ビームとは異なるが近接した位置に形成される（第２受信ビーム）。第１受信ビームは、送信ビームの強度が大きい位置に形成され、一方第２受信ビームは、送信ビームの強度が相対的に小さい位置に形成されたものである。

【０００９】

ある送信ビームに対する第１受信ビームと同じ位置に形成される、別の送信ビームに対する第２受信ビームが存在する。これらの第１受信ビームと第２受信ビームは、同一の位置に形成された、強度の異なる送信ビームに対する受信ビームとなっている。この第１および第２受信ビームは、送信ビームの強度が異なる、すなわち送信波の音圧が異なるため、前述のようにそれぞれの受信ビームに係る受信信号に含まれる高調波成分が異なる。音圧の高い送信波に対応した第１受信ビームに係る第１受信信号の方が、第２受信ビームに係る第２受信信号より多くの高調波成分を含む。したがって、これらの受信信号に基づき、高調波成分を抽出することができる。

【００１０】

異なる時点において取得した第１および第２受信信号を比較するために、少なくともいずれか一方の受信信号を記憶する記憶手段を設けることができる。

【００１１】

第１受信信号および第２受信信号の基本波の振幅が等しくなるように、第１および第２受信信号の少なくとも一方を増幅または減衰させる。このように規格化され、基本波の振幅がそろった状態で、第１および第２受信信号の差分を取れば、二つの受信信号の差に相当する高調波成分を抽出することができる。

【００１２】

また、本発明に係る他の超音波画像形成装置においては、送信ビームと同じ位置に形成された第１受信ビームと、第１受信ビームに両側に形成される第２および第３受信ビームを利用して、高調波成分に係る信号処理を行う。第１受信ビームは、送信ビームの強度が高い位置に形成され、第２および第３受信ビームは、送信ビームの強度が低い位置に形成されたものとなる。したがって、第１受信ビームに係る第１受信信号には、第２および第３受信ビームに係る第２および第３受信信号よりも多くの高調波成分を含む。

【００１３】

第１受信ビームに係る第１送信ビームと、第２および第３受信ビームにそれぞれ対応する第２および第３送信ビームとの位相が反転されていると、第１受信信号と、第２および第２受信信号の基本波成分の位相も反転するが、偶数次数の高調波成分に関しては同位相となる。例えば、第２および第３受信信号の基本波の振幅が、第１受信信号の二分の１であれば、第１受信信号から第２および第３受信信号を加算すれば、基本波成分が相殺され、偶数次数の高調波成分は足し合わされる。高調波成分の多くは２次高調波であり、よって、反転した位相を有する送信ビームから得られた第１受信信号と、第２および第３受信信号を加算することによって、高調波成分を抽出することができる。

【００１４】

第２および第３受信信号の振幅が、第１受信信号の二分の１でない場合には、第２および第３受信信号の各々の基本波の振幅の和と、第１受信信号の基本波の振幅が等しくなるように規格化を行うことで、上記と同様に高調波成分を抽出することができる。

【００１５】

また、第２および第３受信ビームの形成位置により、上記の第１～第３受信信号の振幅の関係を満たすようにすることもできる。受信信号の振幅は、その受信信号に係る受信ビームの、送信ビームから距離と関連するので、適切な位置に受信ビームを形成することにより上記の振幅の関係を満たすようにできる。

【００１６】

異なる時点において取得した第１～第３受信信号を比較するために、第１受信信号と、少なくとも第２および第３受信信号の一方を記憶する記憶手段を設けることができる。

【００１７】

抽出された高調波成分により超音波画像を形成することにより、造影剤等の、反射波に高調波が多く含まれる対象を他と区別した画像を提供することを可能とする。

【００１８】

また、本発明の他の態様によれば、以下の超音波画像を形成する方法が提供される。この方法は、１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する方法であって、前記送受信ビームは、走査方向に配列されたビーム形成ライン上に形成され、各ビーム形成ラインごとに、当該ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたとき当該ビーム形成ライン上に形成される第１受信ビームに係る第１受信信号と、当該ビーム形成ラインに近接する近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第２受信ビームに係る第２受信信号と、を取得し、これらの第１および第２受信信号に基づき高調波信号を生成する。

【００１９】

また、本発明の更に他の態様によれば、以下の超音波画像を形成する方法が提供される。１本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成し、これらの送受信ビームを走査して超音波画像を形成する方法であって、前記送受信ビームは、走査方向に配列されたビーム形成ライン上に形成され、各ビーム形成ラインごとに、当該ビーム形成ライン上に送信

ビームが形成されたとき当該ビーム形成ライン上に形成される第１受信ビームに係る第１受信信号と、当該ビーム形成ラインに近接する第１近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第２受信ビームに係る第２受信信号と、当該ビーム形成ラインに近接し、当該ビーム形成ラインに関して、前記第１近接ビーム形成ラインの反対側の第２近接ビーム形成ライン上に送信ビームが形成されたときの、当該ビーム形成ライン上に形成される第３の受信ビームに係る第３受信信号と、を取得し、第１から第３受信信号に基づき受信信号の２次高調波信号の処理を行う。

【発明の効果】

【００２０】

本発明の超音波画像形成装置および方法によれば、高いフレームレートで高調波信号に基づく超音波画像形成を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

以下、本発明の実施形態を、図面に従って説明する。図１は、超音波画像形成装置１０、例えば超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。生体等の被検体との間での超音波の送受信は超音波プローブ１２を用いて行われる。超音波プローブ１２は、超音波ビームの形成が可能なように振動素子を配列した振動子アレイを含む。送信系は、信号発生器１４と、各振動素子に対し所定の遅延時間を設定して、これを駆動する送信回路１６とを含む。送信回路１６における各振動素子ごとの遅延量は、制御部１８により設定され、スイッチ２０を介して超音波プローブ１２の各振動素子が駆動される。スイッチ２０の制御も、制御部１８に実行される。遅延量は、所定のビームが形成されるように設定され、これにより送信ビームの走査が行われる。

【００２２】

超音波プローブ１２より送信された超音波は、被検体内で反射し、この反射波が超音波プローブ１２で受信される。この受信された信号は、切り換えられたスイッチ２０によって、受信回路２２に送られる。スイッチ２０の切換えは、制御部１８により制御される。受信回路２２においては、個々の振動素子の受信した信号を増幅し、整相加算処理が実行される。整相加算における遅延量の設定も制御部１８により制御され、この遅延量の制御により所定の受信ビームの形成が行われる。受信回路２２は、パラレル受信可能な構成を有する。具体的には、同じ構成を有する受信回路を複数有し、個々の振動素子からの信号を各回路に分割して、並行して処理を行う。

【００２３】

受信回路２２は、第１回路２２Ａと第２回路２２Ｂを有し、個々の回路は、互いに異なる遅延量によって整相加算を行い、異なる受信ビームを形成する回路である。第１回路２２Ａは、送信ビームが形成されたビーム形成ラインと同じライン上、つまり同じ位置に受信ビーム（本ライン）を形成し、この回路から出力される受信信号は直接、規格化および減算処理部２４に送出される。第２回路２２Ｂは、送信ビームが形成されたラインの隣のビーム形成ライン上に受信ビームを形成する遅延量が設定されている。この第２回路２２Ｂから出力される受信信号は、一旦メモリ２６に記憶される。メモリに記憶された受信信号は、この受信信号に対応する受信ビーム（隣ライン）の位置に、別の送信ビームが形成されたときの受信ビーム（本ライン）が規格化および減算処理部２４に送出されるときに、同時にこの処理部２４に送出される。

【００２４】

規格化および減算処理部２４においては、受信信号の基本波成分の除去、または高調波成分の抽出が行われ、高調波受信信号が生成される。この高調波受信信号に基づき、画像処理部２８において超音波画像が形成され、これが表示装置３０に表示される。

【００２５】

図２は、本装置における送信ビームと受信ビームの関係を概略的に示した図である。超音波プローブ１２に備えられる振動子アレイ３２は、１列に配列された複数の振動素子３４より構成される。簡単のために、各振動素子３４の位置と形成される送信および受信ビ

ームの位置が一対一に対応する場合について説明する。各振動素子３４に、一対一にビーム形成ライン３６が対応している。送信ビーム、受信ビーム共にビーム形成ライン３６上に形成される。説明のために、隣接する振動素子３４に、符号３４-1，３４-2を付し、これらの振動素子の位置を通るビーム形成ライン３６に符号３６-1，３６-2を付す。

【００２６】

図２（ａ）に示すように、ビーム形成ライン３６-1上に送信ビーム３８が形成される。送信ビーム３８は、その中心付近、すなわちビーム形成ラインに沿った音圧の大きい領域３８ａと、これの側方に形成される音圧の小さい領域３８ｂとを含む。実際の音圧分布は、連続的に変化しているが、ここでは音圧の大きい、小さいの２値で単純化して説明する。送信ビーム３８に対して、ビーム形成ライン３６-1，３６-2上に受信ビーム４０-1，４０-2を形成する。受信ビーム４０-1，４０-2も送信ビーム３８と同様に拡がりを持つが、簡単のために図においては中心線のみを示す。受信ビーム４０-1は、送信ビーム３８と同じビーム形成ライン３６-1上に形成され、このビームにより送信ビームの音圧の大きな領域３８ａに関する情報が主に取得される。また、受信ビーム４０-2は、送信ビーム３８が形成されたビーム形成ラインの隣のライン３６-2上に形成される。よって、受信ビーム４０-2により、送信ビームの音圧の小さい領域３８ｂに関する情報が主に取得される。

【００２７】

超音波が走査されて、送信ビーム４２がビーム形成ライン３６-2上に形成されたときの状態が図２（ｂ）に模式的に示されている。送信ビーム４２の形状は、送信ビーム３８と同様であり、その位置がずれているだけである。つまり、その中心に音圧の大きい領域４２ａがあり、その両側に音圧の小さい領域４２ｂがある。ビーム形成ライン３６-2上に形成される受信ビーム４４-1は、音圧の大きい領域４２ａからの情報を主に取得する。この受信ビーム４４-1は、前出の受信ビーム４０-2と同一のビーム形成ライン３６-2上に形成されており、受信ビーム４４-1は音圧の大きい領域に係るビームであるのに対し、受信ビーム４０-2は音圧の低い領域に係るビームである。したがって、受信ビーム４４-1に係る受信信号と、受信ビーム４０-2に係る受信信号は、被検体内の同じ部位から反射された反射波であって、強度の異なる送信波に対応した反射波によるものである。受信ビーム４４-1に係る受信信号と、受信ビーム４０-2に係る受信信号は、それぞれに対応する送信波の強度が異なるために、これらの受信信号が含む高調波成分に相違がある。

【００２８】

送信ビームの音圧の高い領域、低い領域で得られた受信信号からの高調波成分の抽出に関して説明する。図３は、高調波成分の抽出に関する概略的な説明図である。上段（ａ）は、送信波の音圧が小さい場合、本実施形態においては、送信ビームの中心からずれた位置のビーム形成ラインの信号波形を示しており、下段（ｂ）は、送信波の音圧が大きい場合、本実施形態においては、送信ビームの中心に一致するビーム形成ラインの信号波形を示している。例として、下段（ｂ）の送信波の振幅が上段（ａ）のＡ倍となっている場合について説明する。上段（ａ）の受信信号４６は、受信ビーム４０-2に対応する信号であり、下段（ｂ）の受信信号４８は、受信ビーム４４-1に対応する信号である。受信信号は、送信波の音圧が大きい場合も、小さい場合も略Ｎ字形となるが、大きい場合の方（受信信号４８）は、角がより鋭角になる、すなわち高調波成分を多く含むようになる。受信信号４６，４８は、元の送信波の音圧が異なるので、基本波成分に関して差異がある。二つの受信信号４６，４８間で基本波成分の振幅が等しくなるように、一方または双方の受信信号を増幅、減衰させ、これらの差分をとれば、基本波成分が除去されて、高調波成分からなる高調波受信信号５１を得ることができる。送信波の振幅が上記のように下段が上段のＡ倍であれば下段（ｂ）の受信信号を１／Ａ倍して、これともう一つの受信信号４６を減算するようにできる。

【００２９】

図４は、超音波の送受信および受信された信号の処理に関する時系列の説明図である。既出の構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略する。まず、ビーム形成ライン３６-1の位置に送信ビーム３８を形成する（ａ）。このビームによる送信波の反射

波を、受信ビーム４０-1，４０-2を形成してパラレル受信する（ｂ）。このときの、受信ビーム４０-2に係る受信信号をメモリに保存する。次に、受信ビーム４０-2と同じ位置に送信ビーム４２を形成し（ｃ）、これの反射波を、受信ビーム４４-1，４４-2を形成してパラレル受信をする（ｄ）。同一のビーム形成ライン３６-2上に形成された受信ビーム４０-2，４４-1に係るそれぞれの受信信号を規格化して（ｅ）、減算する（ｆ）。以上を超音波ビームの走査と共に繰り返して実行する。

【００３０】

規格化の方法については、例えば次の方法が採用できる。あらかじめプローブの種類、送信波の周波数および音圧等の各種の条件について、ビームの音場を実際に測定するか、またはシミュレーションにより求め、送信ビームの中心部分と隣接部分のそれぞれの基本波に関する音圧または音圧の比を求める。この音圧またはその比から、規格化、すなわち基本波の振幅を等しくするための係数を記憶しておき、そのときの測定条件に適した係数を呼び出して規格化を行うようにできる。すなわち、受信ビーム４０-2に係る受信信号をＸ、受信ビーム４４-1に係る受信信号をＹとしたとき、あらかじめ記憶しておいた適切な係数ａ，ｂを呼び出し、受信信号Ｘ、Ｙに乗じ、ａＸ－ｂＹの演算を行う。なお、受信信号の規格化は、基本波以外に、受信信号自体の振幅を対象として行ってもよい。

【００３１】

また、別の規格化の方法は、実際に得られた受信信号から求める方法である。受信信号Ｘ，Ｙに関し、その基本波の振幅が等しくなるような、係数ａ，ｂを求める。すなわち、振幅を求める関数をｆ（ｘ）としたとき、ｆ（ａＸ）＝ｆ（ｂＹ）となる、係数ａ，ｂを求める。各ビーム形成ラインごとに係数ａ，ｂを求め規格化する。または、一つのビーム形成ラインで係数ａ，ｂを求め、これを他のビーム形成ラインにおいて適用するようにできる。

【００３２】

また、上記の装置１０においては、送信ビームの音圧の小さい領域に係る受信信号を記憶し、これと同じ位置の送信ビームの音圧の大きい領域に係る受信信号を取得したとき、先の記憶された受信信号と共に信号処理を行っている。この順序は逆にすることも可能であり、送信ビームの音圧の高い領域に係る受信信号を記憶し、後から受信される弱い領域の受信信号を受信したときに処理を行うようにもできる。

【００３３】

また、上記の装置１０においては、隣接するビーム形成ラインの音圧の大小を利用しているが、更に離れたビーム形成ライン、例えば、送信ビームの中心から１本飛ばして、２本目のビーム形成ラインと、送信ビームの中心と一致するライン上の受信ビームの受信信号から高調波成分を得るようにすることもできる。

【００３４】

さらに、上記の装置１０は、２本の受信ビームに基づき、受信信号から高調波成分を得るものであるが、３本またはそれ以上の受信ビームを用いることも可能である。例えば、送信ビームの中心と一致する位置の受信ビームと、その両側の受信ビームを用いることができる。この場合、図１に示す構成に加え、整相加算を行う回路および更に１本の受信ビームに係る受信信号を記憶するためのメモリを設ける。

【００３５】

図５は、他の実施形態の超音波画像形成装置５０、例えば超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。生体等の被検体との間での超音波の送受信は超音波プローブ５２を用いて行われる。超音波プローブ５２は、ビーム形成可能なように振動素子を配列した振動子アレイを含む。送信系は、信号発生器５４と、各振動素子に対し所定の遅延時間を設定して、これを駆動する送信回路５６とを含む。信号発生器５４は、１８０°位相が異なる正相送信波と逆相送信波を選択的に送出することができる。送信回路５６における各振動素子ごとの遅延量は、制御部５８により設定され、スイッチ６０を介して超音波プローブ５２の各振動素子が駆動される。スイッチ６０の制御も、制御部５８に実行される。遅延量は、所定のビームが形成されるように設定され、これにより送信ビームの走査が行

われる。

【００３６】

超音波プローブ５２より送信された超音波が被検体内で反射した反射波は、超音波プローブ５２で受信され、この受信信号は、切り換えられたスイッチ６０によって、受信回路６２に送られる。スイッチ６０の切換えは、制御部５８により制御される。受信回路６２においては、個々の振動素子の受信した信号を増幅し、これらの整相加算処理が実行される。整相加算における遅延量の設定も制御部５８により制御され、この遅延量の制御により所定の受信ビームの形成が行われる。受信回路６２は、パラレル受信可能な構成を有する。具体的には、同じ構成を有する受信回路を複数有し、個々の振動素子からの信号を各回路に分割して、並行して処理を行う。

【００３７】

受信回路６２は、第１回路６２Ａ、第２回路６２Ｂおよび第３回路６２Ｃを有し、個々の回路は、互いに異なる遅延量によって整相加算を行い、異なる受信ビームを形成する回路である。第１回路６２Ａは、送信ビームと同じ位置（本ライン）に受信ビームを形成する。第１回路６２Ｂおよび第２回路６２Ｃは、送信ビームが形成されたビーム形成ラインの両隣のラインに受信ビーム（隣ライン）を形成する。第１回路６２Ａから出力される受信信号および第２回路６２Ｂから出力される受信信号を記憶する第１メモリ６４Ａ、第２メモリ６４Ｂを有する。

【００３８】

超音波の送受信ビームの走査に伴って、一つのビーム形成ライン上に、上記の送信ビームと同じライン上に形成される受信ビームに係る受信信号と、送信ビームの両隣のラインに形成される受信ビームの受信信号を取得することができる。高調波受信信号算出部６６では、これらの同一のビーム形成ライン上の受信信号を規格化し、高調波成分の信号を算出する。この高調波成分の信号に基づき画像処理部６８において超音波画像が形成され、これが表示装置７０に表示される。

【００３９】

図６は、高調波成分の処理の一例を説明するための概略図である。図６は、特に高周波成分を抽出する処理の例である。上段（ａ）および下段（ｃ）は逆相であって音圧が小さい送信波、中段（ｂ）は正相で音圧が上下段のより大きい送信波を用いたときの受信信号が示されている。特に、図６に示すのは、中段（ｂ）の送信波の基本波の振幅が、上段（ａ）および下段（ｃ）の振幅に比べて２倍のときが例示されている。上段（ａ）、下段（ｃ）の受信信号７２，７４に比して中段（ｂ）の受信信号７６は高調波成分が多くなる。上段（ａ）と下段（ｃ）の基本波成分と、中段（ｂ）の基本波成分は、位相が反転しているので、これらを加算すると相殺される。２次高調波成分は、基本波が逆相となっていても、同一の波形となるため、３つの受信信号を加算するときに、相殺されずに残存する。３次高調波成分は、基本波成分と同様に上段、下段と中段で逆相となるが、上段、下段については高調波成分を多くは含まないので、基本波成分の場合と異なり完全には相殺されない。この結果、３つの受信信号７２，７４，７６を加算すると、基本波成分が除去された、高調波成分からなる高調波受信信号を得ることができる。

【００４０】

図７は、図４と同様に、超音波の送受信および受信された信号の処理に関する時系列の説明図である。図４の場合と同様に振動子アレイ５３上の個々の振動素子に一対一に対応してビームが形成される場合について説明する。ビーム形成ライン７８-2上に正相の送信波による送信ビーム８０を形成する（ａ）。これに対する反射波を受信ビーム８２-1，８２-2，８２-3を形成してパラレル受信する（ｂ）。送信ビーム８０と同じビーム形成ライン７８-2上に受信ビーム８２-1が形成され、このラインに隣接するビーム７８-1、７８-3上に、受信ビーム８２-2，８２-3が形成される。中央の受信ビーム８２-1は、送信ビームの音圧が大きい領域に形成されたビームであり、両側の受信ビーム８２-2，８２-3は、音圧が小さい領域に形成されたビームである。このときの受信ビーム８２-1，８２-3に係る受信信号をそれぞれメモリに記憶する。

【００４１】
次に、逆相の送信波による送信ビーム８４を、走査方向において次のビーム形成ライン７８-3上に形成し（ｃ）、続いてこれに対する３つの受信ビーム８６-1，８６-2，８６-3を形成してパラレル受信する（ｄ）。このとき、受信ビーム８６-1，８６-3に係る受信信号をメモリに記憶する。この信号は逆相の送信波に係る、送信ビームの音圧の大きい領域の受信信号である。さらに、次のビーム形成ライン７８-4上に正相の送信波による送信ビーム８８を形成し（ｅ）、続いてこれに対する３つの受信ビーム９０-1，９０-2，９０-3を形成してパラレル受信する（ｆ）。このとき受信ビーム９０-1，９０-3に係る受信信号をメモリに記憶する。

【００４２】
上記（ｆ）でパラレル受信を行ったとき、ビーム形成ライン７８-3上で３つの受信信号が取得されたことになる。すなわち、正相送信波の音圧の小さい領域における受信ビーム９０-2に係る受信信号と、メモリに記憶されている正相送信波の音圧の小さい領域における受信ビーム８２-3に係る受信信号と、メモリに記憶されている逆相送信波の音圧の大きい領域における受信ビーム８６-1に係る受信信号と、である。これらを規格化して、加算することにより基本波成分が除去された高調波成分に係る信号が得られる。

【００４３】
以上を、超音波送受信ビームの走査に伴って繰り返すことにより高調波成分による画像を形成することができる。

【００４４】
加算される受信ビーム８２-3，８６-1，９０-2に係る受信信号をＸ、Ｙ、Ｚとし、信号の基本波の振幅を関数ｆ(ｘ）で表すと、ｆ（Ｙ）＝ｆ（Ｘ）＋ｆ（Ｚ）とすることが必要となる。これが満たされない場合には、前述の規格化と同様に、各受信信号に適切な係数を乗じて、上記の振幅の関係を満たすようにする。

【００４５】
または、パラレル受信の際の受信ビームの間隔を隣ではなく、広くして上記の条件を満たすような間隔にすることも可能である。例えば、図８に示されるように、太い矢印で示す送信ビームの位置に形成された受信ビームと、両側の受信ビームの間に二つのビーム形成ラインが存在するようにできる。この例も、振動素子９２の位置に一対一に対応してビーム形成ラインが設けられている。１回目の受信タイミングにおいては、正相の送信ビームはビーム形成ライン９４-4上に形成され、ここから左右に３つめのビーム形成ライン９４-1，９４-７上に同時に受信ビームが形成される。送信波を正相、逆相を交互にして送受信ビームを走査する。送信ビームがビーム形成ライン９４-7上に形成されるとき、送信波は逆相である。さらに、走査を行い、ビーム形成ライン９４-7上に残り一つの受信ビームが形成されたとき、このライン９４-7上の３つの受信信号を加算して高調波受信信号を生成する。

【図面の簡単な説明】

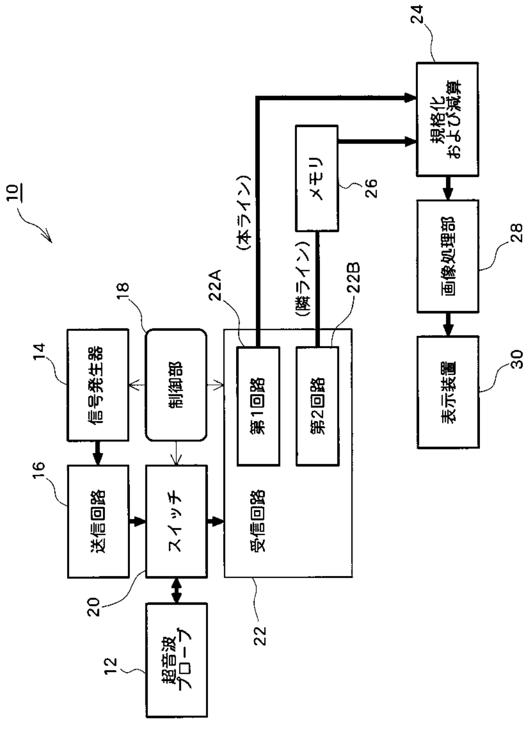
【００４６】
【図１】本実施形態の超音波画像形成装置の概略構成を示すブロック図である。
【図２】超音波の送受信、特に送信ビームと受信ビームの関係を説明するための図である。
【図３】受信信号の処理を説明するための図である。
【図４】超音波の送信、受信を時系列で説明するための図である。
【図５】他の実施形態の超音波画像形成装置の概略構成を示すブロック図である。
【図６】受信信号の処理を説明するための図である。
【図７】超音波の送信、受信を時系列で説明するための図である。
【図８】超音波の送信、受信を時系列で説明するための図である。

【符号の説明】

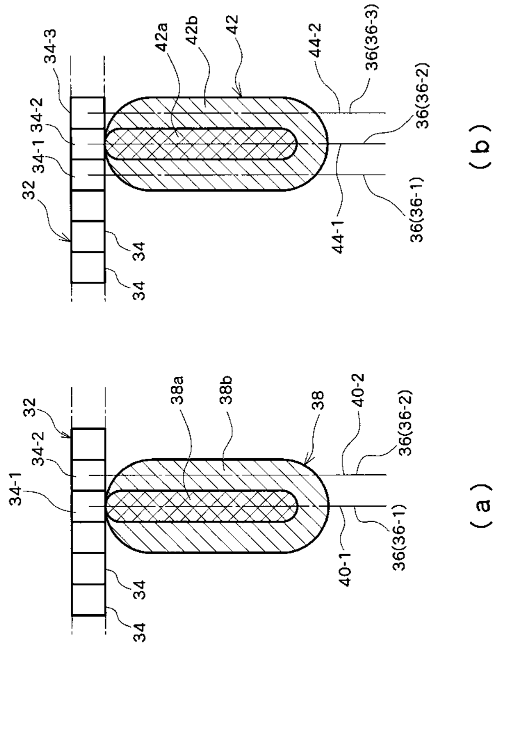
【００４７】
１０，５０　超音波画像形成装置、１２，５２　超音波プローブ、１６，５６　送信回

路、２２，６２　受信回路、２６　メモリ、２４　規格化および減算処理部、３２，５３　振動子アレイ、３４　振動素子、３６　ビーム形成ライン、３８，４２，８０，８４，８８　送信ビーム、４０-1，４０-2，４４-1，４４-2，８２-1，８２-2，８２-3，８６-1，８６-2，８６-3，９０-1，９０-2，９０-3　受信ビーム、４６，４８　受信信号、５１　高調波受信信号、６６　高調波受信信号算出部。

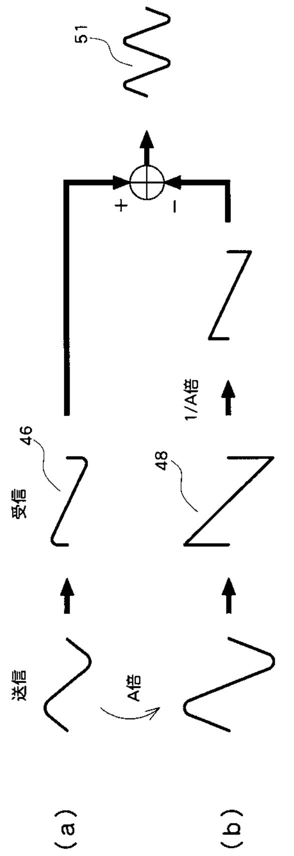
【図１】



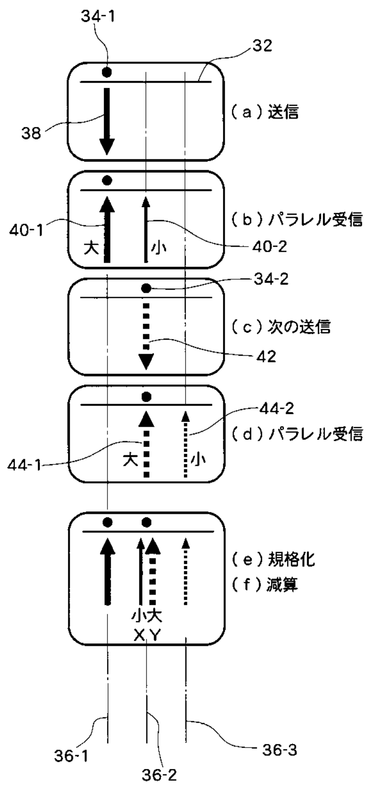
【図２】



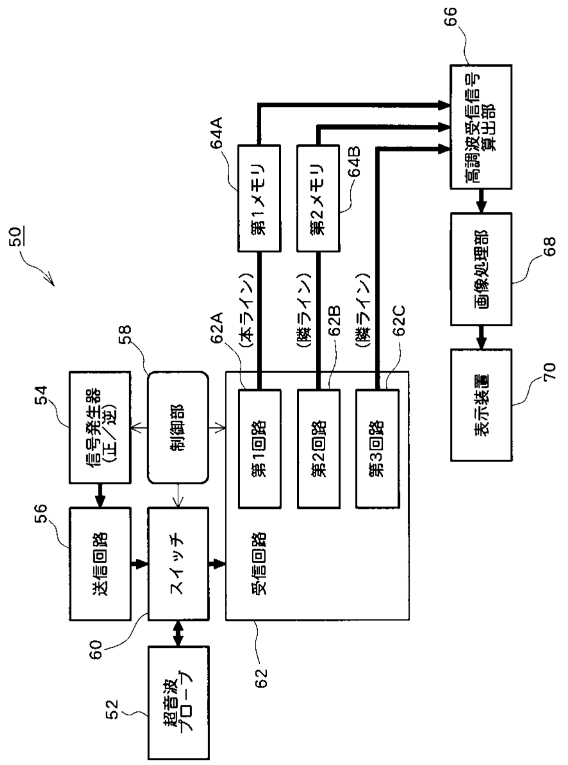
【図３】


51
＋
－
1/A倍
46
受信
48
送信
A倍
（a）
（b）

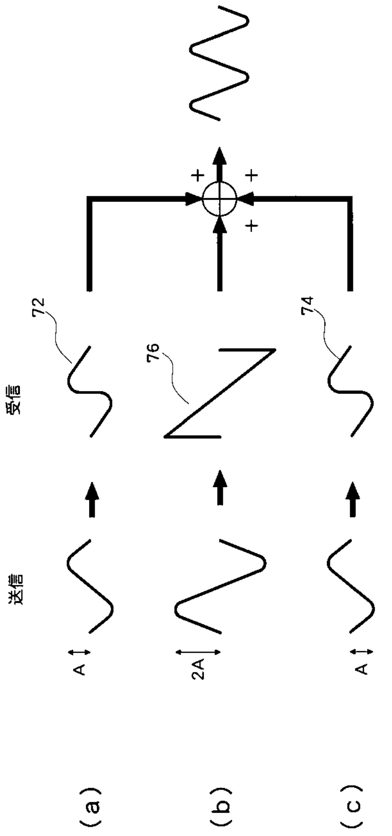
【図４】


34-1
32
（a）送信
38
（b）パラレル受信
40-1
大
小
40-2
34-2
（c）次の送信
42
44-2
（d）パラレル受信
44-1
（e）規格化
（f）減算
XY
36-1
36-2
36-3

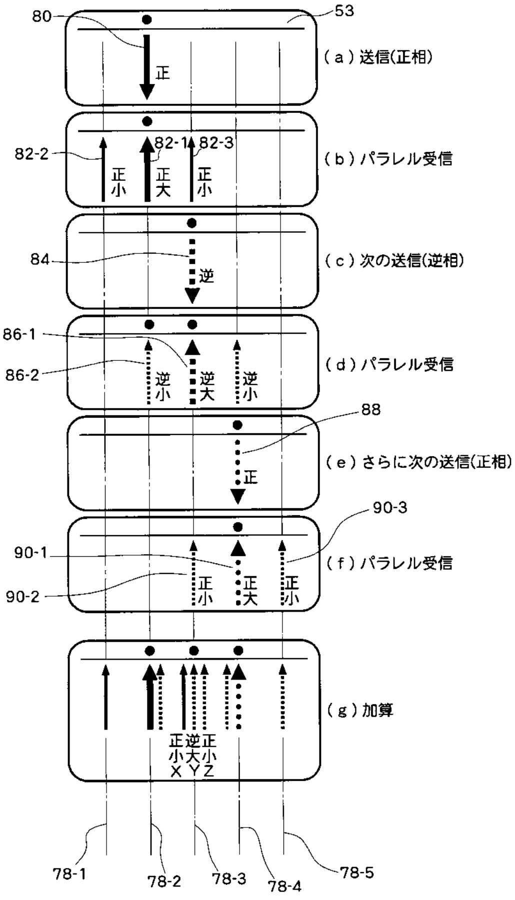
【図５】


66
高調波受信信号算出部
64A
第1メモリ
第2メモリ
64B
50
68
画像処理部
62A
（本ライン）
（隣ライン）
62B
（隣ライン）
62C
58
54
信号発生器（正/逆）
制御部
第1回路
第2回路
第3回路
表示装置
70
56
送信回路
スイッチ
受信回路
60
62
52
超音波プローブ

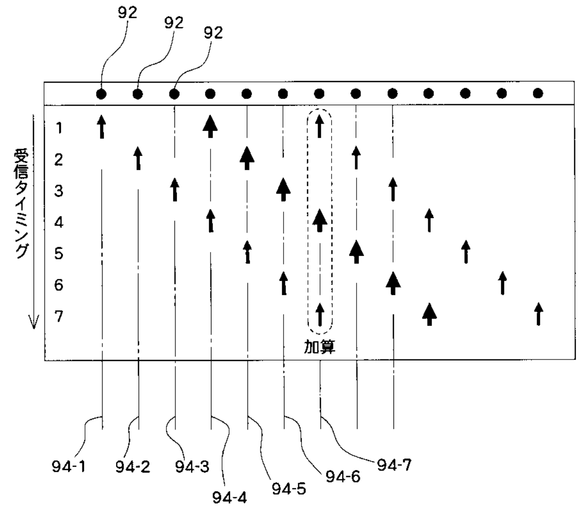
【図６】


＋
＋
＋
72
76
74
受信
送信
A
2A
A
（a）
（b）
（c）

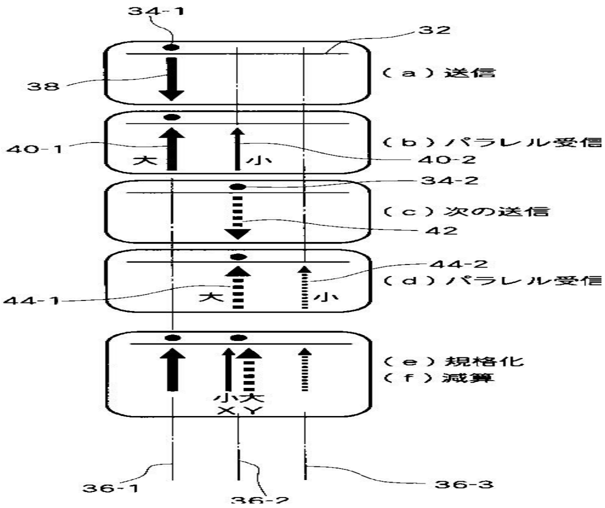
【図７】


80
53
（ａ）送信(正相)
正
（ｂ）パラレル受信
82-2
82-1
82-3
正
小
正
大
正
小
（ｃ）次の送信(逆相)
84
逆
（ｄ）パラレル受信
86-1
86-2
逆
小
逆
大
逆
小
88
（ｅ）さらに次の送信(正相)
正
90-3
90-1
90-2
（ｆ）パラレル受信
正
小
正
大
正
小
（ｇ）加算
正
小
X
逆
大
Y
正
小
Z
78-1
78-2
78-3
78-4
78-5

【図８】


92
92
92
受信タイミング
1
2
3
4
5
6
7
加算
94-1
94-2
94-3
94-4
94-5
94-6
94-7

专利名称(译)	超声波图像形成装置和超声波图像形成方法		
公开(公告)号	JP2010051375A	公开(公告)日	2010-03-11
申请号	JP2008216888	申请日	2008-08-26
[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	今野剛人 射谷和德		
发明人	今野 剛人 射谷 和德		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DE08 4C601/DE14 4C601/DE15 4C601/EE08 4C601/HH28 4C601/JB36 4C601/JB45 4C601/JC18		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP5325502B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提高基于谐波接收信号形成超声图像的帧速率。 解决方案：超声图像形成装置10为一个发送光束38形成两个接收光束40-1,40-2。接收光束40-1形成在与发射光束相同的光束形成线36-1上，并且接收光束40-2形成在相邻光束形式线36-2上。由于接收光束40-2形成在偏离发送光束38的位置处，因此接收光束40-2从发送波的声压小的区域接收反射波。接下来，在线36-2上形成发射波束42，而形成接收波束44-1和44-2。并且在同一线路36-2上产生来自大小声压的接收波束40-2和44-1的谐波接收信号。 点域4