

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6038259号
(P6038259)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-206016 (P2015-206016)
 (22) 出願日 平成27年10月20日(2015.10.20)
 審査請求日 平成28年8月30日(2016.8.30)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人YK I 国際特許事務所
 (72) 発明者 足立 健一
 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
 アロカメディカル株式会社内
 審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を送受する複数の振動素子と、
 前記各振動素子ごとに得られる受信信号セットを合成処理することにより前記各振動素子ごとに合成受信信号を生成する信号合成部と、
 前記複数の振動素子に対応した複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により受信ビーム信号を生成する整相加算部と、
 を有する、
 ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波診断装置において、
 前記信号合成部は、前記各振動素子ごとに得られる各ビーム番号に対応した受信信号セットを合成処理することにより当該ビーム番号に対応した合成受信信号を生成し、
 前記整相加算部は、各ビーム番号ごとに生成される前記複数の振動素子に対応した複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により前記各ビーム番号に対応した受信ビーム信号を生成する、
 ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の超音波診断装置において、
 前記各振動素子ごとに少なくとも1つのビーム番号に対応した受信信号セットを記憶で

10

20

きる容量を備えた受信信号記憶部と、

前記各振動素子ごとに少なくとも2つのビーム番号に対応した合成受信信号を各ビームごとに個別に書き込みと読み出しができる記憶領域を備えた合成信号記憶部と、

をさらに有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項3に記載の超音波診断装置において、

前記整相加算部は、前記合成信号記憶部から、各ビーム番号に対応した複数の合成受信信号を当該ビーム番号に対応した遅延パターンに従って読み出し、読み出した複数の合成受信信号を加算処理することにより、当該ビーム番号に対応した受信ビーム信号を生成する、

10

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項5】

請求項3または4に記載の超音波診断装置において、

前記整相加算部は、前記合成信号記憶部に書き込まれて記憶された複数の合成受信信号を、書き込み速度よりも早い読み出し速度で、複数の受信パラレルビームに対応した複数の遅延パターンに従って読み出し、各遅延パターンごとに読み出した複数の合成受信信号を加算処理することにより、複数の受信パラレルビームに対応した複数の受信ビーム信号を生成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、超音波の受信信号処理に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的な超音波診断装置にはビームフォーマとして機能する整相加算部が設けられる。整相加算部は、複数の振動素子から得られる複数の受信信号に対して位相調整（整相）を行って加算処理することにより、電子的に超音波ビーム（受信ビーム）を形成する。そして、整相加算後の受信信号に所定の処理が施されることにより超音波画像などが形成される。

30

【0003】

例えば、特許文献1, 2には、各振動素子に対応した遅延補間部により受信信号（受信データ列）に対して遅延処理を行い、これにより、各振動素子（各チャンネル）の受信信号の位相がフォーカス点に対して揃えられ、複数の振動素子から得られる遅延処理後の受信信号が加算器によって加算される構成が記載されている。つまり、複数の振動素子（複数チャンネル）の受信信号が整相加算され、これによって超音波ビームが形成され、例えば、電子フォーカス及び電子ビームステアリングが達成される。

【0004】

また、超音波の受信信号処理として、受信パラレルビーム処理やパルスインバージョン（フェイズインバージョン）などが知られている。受信パラレルビーム処理では、一度の送信（1本の送信ビーム）により複数の受信ビームが並列的に形成される。パルスインバージョンでは、互いに位相を反転させた2つの送信信号により超音波が送波され、一方の送信信号で得られた受信信号と他方の送信信号で得られた受信信号が加算処理または差分処理される。

40

【0005】

このように、超音波の受信信号処理には様々な処理態様があり、ハードウェア構成の増大や制御の複雑化をできるだけ抑えつつ、これらの処理態様に柔軟に対応できる技術の登場が望まれている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3884370号公報

【特許文献2】特許第4796379号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上述した背景技術に鑑みて成されたものであり、その目的は、超音波の受信信号処理に係る新たな回路構成を実現することにある。また、本発明の他の目的は、パルスインバージョンなどの合成処理を伴う受信信号処理において好適な回路構成を実現することにある。また、本発明の他の目的は、パルスインバージョンなどの合成処理と受信パラレルビーム処理を伴う受信信号処理において好適な回路構成を実現することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的にかなう好適な超音波診断装置は、超音波を送受する複数の振動素子と、前記各振動素子ごとに得られる受信信号セットを合成処理することにより前記各振動素子ごとに合成受信信号を生成する信号合成部と、前記複数の振動素子に対応した複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により受信ビーム信号を生成する整相加算部と、を有することを特徴とする。

【0009】

20

望ましい具体例において、前記信号合成部は、前記各振動素子ごとに得られる各ビーム番号に対応した受信信号セットを合成処理することにより当該ビーム番号に対応した合成受信信号を生成し、前記整相加算部は、各ビーム番号ごとに生成される前記複数の振動素子に対応した複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により前記各ビーム番号に対応した受信ビーム信号を生成する、ことを特徴とする。

【0010】

望ましい具体例において、前記超音波診断装置は、前記各振動素子ごとに少なくとも1つのビーム番号に対応した受信信号セットを記憶できる容量を備えた受信信号記憶部と、前記各振動素子ごとに少なくとも2つのビーム番号に対応した合成受信信号を各ビームごとに個別に書き込みと読み出しができる記憶領域を備えた合成信号記憶部と、をさらに有することを特徴とする。

30

【0011】

望ましい具体例において、前記整相加算部は、前記合成信号記憶部から、各ビーム番号に対応した複数の合成受信信号を当該ビーム番号に対応した遅延パターンに従って読み出し、読み出した複数の合成受信信号を加算処理することにより、当該ビーム番号に対応した受信ビーム信号を生成する、ことを特徴とする。

【0012】

望ましい具体例において、前記整相加算部は、前記合成信号記憶部に書き込まれて記憶された複数の合成受信信号を、書き込み速度よりも早い読み出し速度で、複数の受信パラレルビームに対応した複数の遅延パターンに従って読み出し、各遅延パターンごとに読み出した複数の合成受信信号を加算処理することにより、複数の受信パラレルビームに対応した複数の受信ビーム信号を生成する、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明により、超音波の受信信号処理に係る新たな回路構成が実現される。例えば、本発明の好適な態様によれば、パルスインバージョンなどの合成処理を伴う受信信号処理において好適な回路構成が実現される。また、本発明の他の好適な態様によれば、パルスインバージョンなどの合成処理と受信パラレルビーム処理を伴う受信信号処理において好適な回路構成が実現される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の実施において好適な超音波診断装置の全体構成を示す図である。

【図 2】受信パラレルビーム処理の具体例を説明するための図である。

【図 3】合成処理を伴う受信信号処理の具体例を説明するための図である。

【図 4】B / PWモードにおける受信信号処理の具体例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の実施において好適な超音波診断装置の具体例を示す図である。アレイ振動子 1 0 は超音波探触子（プローブ）内に設けられる。アレイ振動子 1 0 は、各々が超音波を送受する複数の振動素子 1 2 によって構成される。このアレイ振動子 1 0 による超音波の送受が制御されることにより超音波ビームが形成され、その超音波ビームが電子走査される。その電子走査方式としては電子リニア走査、電子セクタ走査などを挙げることができる。ちなみに、超音波探触子は生体の表面上に当接して用いられるものであり、あるいは生体の体腔内に挿入して用いられるものである。

10

【 0 0 1 6 】

アレイ振動子 1 0 を構成する複数の振動素子 1 2 は、送信ビームフォーマとして機能する図示省略した送信部により送信制御される。そして、各振動素子 1 2 が生体からの超音波を受波することにより得られた受信信号が図 1 に示す後段の各部で信号処理される。複数の振動素子 1 2 の後段には、各振動素子 1 2 ごとに（各チャンネルごとに）受信信号を処理するいくつかの構成が設けられている。

20

【 0 0 1 7 】

各プリアンプ 1 4 は、各振動素子 1 2 から出力される受信信号を増幅し、その増幅された受信信号が各 A / D 変換器（ADC）1 6 に入力される。各 A / D 変換器 1 6 は、アナログの受信信号をデジタルの受信信号に変換する。

【 0 0 1 8 】

各受信処理部 1 8 は、デジタルの受信信号に対して必要とされる受信処理を実行する。その受信処理の具体例にはデシメーション（間引き処理）などが含まれる。デシメーションにより、デジタルの受信信号のサンプリング数が例えば n / m （ n, m は自然数）に間引かれる。各受信処理部 1 8 により処理された受信信号（デジタル）は、受信信号記憶部 2 0 に記憶される。

30

【 0 0 1 9 】

受信信号記憶部 2 0 は、複数の振動素子 1 2 に対応した複数の受信信号メモリ 2 2 で構成される。各受信信号メモリ 2 2 には、対応する各振動素子 1 2 から得られて各受信処理部 1 8 により処理された受信信号が記憶される。各受信信号メモリ 2 2 には、各振動素子 1 2 に関する 1 ビーム分の受信信号セット（1 つのビーム番号に対応した受信信号の組）が記憶される。受信信号セットの具体例は、パルスインバージョンにおいて一方の送信信号で得られた受信信号と他方の送信信号で得られた受信信号の組みである。

【 0 0 2 0 】

各受信信号メモリ 2 2 は、1 ビーム分の受信信号セットを記憶できる比較的大きな記憶容量の（大容量の）メモリであり、例えば DRAM などにより実現できる。なお、複数の受信信号メモリ 2 2 で構成される受信信号記憶部 2 0 は、例えば、1 つの記憶デバイス（例えば 1 パッケージの DRAM）で実現されてもよいし、複数の記憶デバイス（例えば複数パッケージの DRAM）を組み合わせて実現されてもよい。

40

【 0 0 2 1 】

信号合成部 3 0 は複数の振動素子 1 2 に対応した複数の合成処理部 3 2 で構成される。各合成処理部 3 2 は、対応する各振動素子 1 2 から得られて各受信信号メモリ 2 2 に記憶された受信信号セットを読み出して合成処理する。各受信信号メモリ 2 2 には、複数のビーム番号のうちの 1 つのビーム番号に対応した 1 ビーム分の受信信号セットが記憶されている。各合成処理部 3 2 は、各受信信号メモリ 2 2 に記憶された各ビーム番号に対応した受信信号セットを読み出して合成処理することにより、そのビーム番号に対応した合成受

50

信信号を生成する。

【 0 0 2 2 】

例えば、受信信号セットの具体例が、パルスインバージョンにより得られた2つの受信信号の組みであれば、各合成処理部32において2つの受信信号が加算処理され、例えば2次高調波（偶数次高調波）の合成受信信号が形成される。なお、パルスインバージョンにより得られた2つの受信信号の差分から、例えば偶数次高調波が低減（または除去）された合成受信信号が形成されてもよい。

【 0 0 2 3 】

合成信号記憶部40は、複数の振動素子12に対応した複数の合成信号メモリ42で構成される。各合成信号メモリ42には、対応する各振動素子12の合成受信信号が記憶される。各合成信号メモリ42は、2ビーム分（2つのビーム番号）に対応した2つの記憶領域A、Bを備えている。そして、2ビーム分の合成受信信号のうち、一方のビーム番号に対応した合成受信信号を一方の記憶領域に書き込みながら、他方のビーム番号に対応した合成受信信号を他方の記憶領域から読み出すことができる。つまり、各合成信号メモリ42は、ピンポンバッファとしての機能を備えている。

10

【 0 0 2 4 】

各合成信号メモリ42の好適な具体例はSRAMで構成されるデュアルポートメモリである。なお、複数の合成信号メモリ42で構成される合成信号記憶部40は、例えば、1つのデバイス（例えば1パッケージの記憶デバイス）で実現されてもよいし、複数のデバイス（例えば複数パッケージの記憶デバイス）を組み合わせ実現されてもよい。

20

【 0 0 2 5 】

整相加算部50は、複数の振動素子12に対応した複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により受信ビーム信号を生成する。整相加算部50は、各ビーム番号ごとに生成されて複数の合成信号メモリ42に記憶された複数の振動素子12に対応した複数の合成受信信号を読み出して、各ビーム番号に応じた受信ビーム信号（受信ビームデータ）を生成する。

【 0 0 2 6 】

整相加算部50は、各ビーム番号に対応した遅延パターンに従って、そのビーム番号に対応した各記憶領域（AまたはB）から、複数の振動素子12に対応した複数の合成受信信号を読み出す。例えば、各記憶領域に記憶された1ビーム分の合成受信信号（データ）の中から遅延パターン（遅延データ）に対応したアドレスのデータが読み出される。この読み出し処理（読み出しアドレス制御）により遅延処理（整相処理）が実現され、複数の合成受信信号から遅延パターンに従って得られたデータが加算されて受信ビーム信号（受信ビームデータ）が形成される。

30

【 0 0 2 7 】

また、整相加算部50は、各ビーム番号ごとに複数の受信ビーム信号を形成する受信パラレルビーム処理を実行する機能を備えている。図1の超音波診断装置による受信パラレルビーム処理の具体例については後に詳述する（図2～図4参照）。なお、例えば、M個（Mは自然数）の整相加算部50を設けて各整相加算部50で受信パラレルビーム処理を実行することにより、受信パラレルビームの本数をM倍としてもよい。

40

【 0 0 2 8 】

こうして、複数の振動素子12（複数チャンネル）の受信信号の位相がフォーカス点に対して揃えられ、電子フォーカス及び電子ビームステアリングが達成される。なお、整相加算後の受信ビーム信号（受信ビームデータ）は、図示省略した後段の処理部においてさらに処理される。例えば、Bモードにおいては、受信ビーム信号に対して検波、対数圧縮などの処理がなされる。カラーフローマッピングモード（カラードブラモード）では、例えば複素信号に対する自己相関演算などの処理が実行される。更にドブラモードなどが選択された場合には、直交検波処理などのドブラ情報の抽出及び周波数解析に必要な処理が実行される。

【 0 0 2 9 】

50

なお、検波処理（直交検波処理を含む）は、整相加算部50による整相加算処理の前に各振動素子12ごとに実行されてもよい。また、検波処理により受信信号をベースバンド信号とすることで、一般には、デジタル化した場合のサンプリング数を少なくすることができるため、例えば、デシメーションにおける間引き率をさらに大きくする（検波しない場合よりも間引くデータ数を増やす）ようにしてもよい。

【0030】

そして、例えば、デジタルスキャンコンバータによる補間処理や座標変換処理などを経て超音波画像の画像データが形成され、その画像データに対応した超音波画像が液晶モニタなどの表示デバイスに表示される。

【0031】

図1の超音波診断装置の全体構成は以上のとおりである。次に、図1の超音波診断装置により実現される受信信号処理の具体例について詳述する。なお、図1に示した構成（符号を付された各部）については、以下の説明において図1の符号を利用する。

【0032】

図2は、受信パラレルビーム処理の具体例を説明するための図である。図2には、図1の超音波診断装置により実現される受信信号処理のタイムチャート（タイミングチャート）が示されている。

【0033】

図2<A>は、各ビーム番号（BN）ごとの送信が1回のみ（1回送信）であり、各合成処理部32による合成処理がオフ（合成処理なし）とされ、また、各受信処理部18において間引き（デシメーション）を行わずに、各ビーム番号（BN）ごとに8本の受信パラレルビーム（8パラレル）を形成する処理を示している。

【0034】

まず、複数の振動素子12によりビーム番号（BN0）に関する超音波の送受信が実行され、各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22（CHメモリ）に、ビーム番号（BN0）の受信信号が記憶される。図2<A>の例では、合成処理がオフ（合成処理なし）であるため、各受信信号メモリ22には、各ビーム番号（BN）ごとに1回の送信で得られた受信信号のみが記憶される。つまり、1回の送信で得られた受信信号のみで受信信号セットが構成される。

【0035】

ビーム番号（BN0）の送受信が終了すると、直ちにビーム番号（BN1）の送受信が実行され、各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22（CHメモリ）に、ビーム番号（BN1）の受信信号が記憶される。また、ビーム番号（BN1）の送受信が実行される期間に、各受信信号メモリ22（CHメモリ）に記憶されたビーム番号（BN0）の受信信号が読み出され、合成処理部32を介して各合成信号メモリ42（ラインメモリ）の一方の記憶領域（例えば記憶領域A）に記憶される。

【0036】

ビーム番号（BN1）の送受信が終了すると、直ちにビーム番号（BN2）の送受信が実行され、各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22（CHメモリ）に、ビーム番号（BN2）の受信信号が記憶される。また、ビーム番号（BN2）の送受信が実行される期間に、各受信信号メモリ22（CHメモリ）に記憶されたビーム番号（BN1）の受信信号が読み出され、合成処理部32を介して各合成信号メモリ42（ラインメモリ）の他方の記憶領域（例えば記憶領域B）に記憶される。

【0037】

さらに、ビーム番号（BN2）の送受信が実行される期間に、各合成信号メモリ42からビーム番号（BN0）の受信信号が整相加算部50により読み出されて整相加算処理が実行される。この整相加算処理では、8つの受信パラレルビームに対応した8つの受信ビーム信号が形成される。

【0038】

整相加算部50は、ビーム番号（BN0）に関する8つ（0～7）の遅延パターンに

10

20

30

40

50

従って、各合成信号メモリ42の一方の記憶領域(例えば記憶領域A)から、各遅延パターンごとにビーム番号(BN 0)の受信信号を読み出して加算処理することにより、8つの受信パラレルビームに対応した8つの受信ビーム信号を形成する。つまり、1つのビーム番号(BN 2)の送受信が行われている期間内に8つの遅延パターンに従って8回の読み出し(書き込み速度の8倍の読み出し速度)が実行され、8本の受信パラレルビーム(8パラレル)を形成する処理が実現される。

【0039】

なお、整相加算部50が各合成信号メモリ42の一方の記憶領域(例えば記憶領域A)からビーム番号(BN 0)の受信信号を読み出して整相加算処理を実行する期間に、つまりビーム番号(BN 2)の送受信期間に、各合成信号メモリ42の他方の記憶領域(例えば記憶領域B)にビーム番号(BN 1)の受信信号が書き込まれる。また、整相加算部50が各合成信号メモリ42の他方の記憶領域(例えば記憶領域B)からビーム番号(BN 1)の受信信号を読み出して整相加算処理を実行する期間に、各合成信号メモリ42の一方の記憶領域(例えば記憶領域A)にビーム番号(BN 2)の受信信号が書き込まれる。このように、各合成信号メモリ42の2つの記憶領域A、Bに、複数のビーム番号に対応した受信信号が、次々に交互に書き込まれつつ交互に読み出される。

10

【0040】

図2は、各ビーム番号(BN)ごとの送信が1回のみ(1回送信)であり、各合成処理部32による合成処理がオフ(合成処理なし)とされている点で、図2<A>の具体例と同じである。図2<A>との相違は、図2において間引き(デシメーション)が行われている点である。つまり、各受信処理部18において、受信信号のデータ数を半分(1/2)とする間引き(デシメーション)が実行される。その結果、図2の具体例では、各ビーム番号(BN)ごとに16本の受信パラレルビーム(16パラレル)を形成することができる。

20

【0041】

図2の具体例においても、まず、複数の振動素子12によりビーム番号(BN 0)に関する超音波の送受信が実行され、各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22(CHメモリ)に、ビーム番号(BN 0)の受信信号が記憶される。なお、各受信信号メモリ22(CHメモリ)に記憶される前に、各受信処理部18により受信信号のデータ数を半分(1/2)とする間引き(デシメーション)が実行される。また、図2の例では、合成処理がオフ(合成処理なし)であるため、各受信信号メモリ22には、各ビーム番号(BN)ごとに1回の送信で得られた受信信号のみが記憶される。

30

【0042】

ビーム番号(BN 0)の送受信が終了すると、直ちにビーム番号(BN 1)の送受信が実行され、各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22(CHメモリ)に、ビーム番号(BN 1)の受信信号(間引きされた受信信号)が記憶される。また、ビーム番号(BN 1)の送受信が実行される期間に、各受信信号メモリ22(CHメモリ)に記憶されたビーム番号(BN 0)の受信信号が読み出されて、合成処理部32を介して各合成信号メモリ42(ラインメモリ)の一方の記憶領域(例えば記憶領域A)に記憶される。

40

【0043】

但し、図2の具体例では、各受信信号メモリ22(CHメモリ)に記憶されたビーム番号(BN 0)の受信信号が半分に間引きされてデータ数が半分であるため、各合成信号メモリ42(ラインメモリ)への書き込み時間が、図2<A>の場合と比較して少なくなる(例えば半分になる)。

【0044】

そのため、図2の具体例では、各合成信号メモリ42にビーム番号(BN 0)の受信信号が書き込まれた直後から、つまり、ビーム番号(BN 1)の送受信が実行される期間の途中から、ビーム番号(BN 0)の整相加算処理を実行することができる。

【0045】

50

さらに、図2 < A > の場合と比較して、受信信号のデータ数が半分であるため、1本の受信ビームに要する整相加算処理の時間が半分で済む。その結果、図2 < B > の具体例では、図2 < A > の場合の2倍となる16本の受信パラレルビーム(16パラレル)を形成することができる。

【0046】

図3は、合成処理を伴う受信信号処理の具体例を説明するための図である。図3には、図1の超音波診断装置により実現される合成処理を伴う受信信号処理のタイムチャート(タイミングチャート)が示されている。

【0047】

図3 < A > には、図2 < A > と同じタイムチャートが示されている。つまり、図3 < A > は、各ビーム番号(BN)ごとの送信が1回のみ(1回送信)であり、各合成処理部32による合成処理がオフ(合成処理なし)とされ、また、各受信処理部18において間引き(デシメーション)を行わずに、各ビーム番号(BN)ごとに8本の受信パラレルビーム(8パラレル)を形成する処理を示している。

10

【0048】

これに対し、図3 < B > では、各ビーム番号(BN)ごとに2回の送信が行われ、2回の送信で得られた受信信号セットに対して各合成処理部32により合成処理が実行される。図3 < B > では、合成処理の具体例であるパルスインバージョン(フェイズインバージョン)が実行される。なお、図3 < B > では、各受信処理部18において間引き(デシメーション)が行われず、各ビーム番号(BN)ごとに16本の受信パラレルビーム(16パラレル)が形成される。

20

【0049】

図3 < B > の具体例では、まず、ビーム番号(BN0)に関する2回の送受信が実行される。つまり、1回目の送受信番号(BN0p)に関する超音波の送受信が実行されて、各受信信号メモリ22(CHメモリ)に送受信番号(BN0p)の受信信号が記憶される。例えば送信信号pによる送受が実行されて送信信号pに対応した受信信号が記憶される。さらに、2回目の送受信番号(BN0n)に関する超音波の送受信が実行されて、各受信信号メモリ22に、送受信番号(BN0n)の受信信号が記憶される。例えば、送信信号pの位相を反転させた送信信号nによる送受が実行されて送信信号nに対応した受信信号が記憶される。これにより、ビーム番号(BN0)の送信信号pに対応した受信信号と送信信号nに対応した受信信号の組(受信信号セット)が各受信信号メモリ22に記憶される。

30

【0050】

ビーム番号(BN0)に関する2回の送受信が終了すると、直ちにビーム番号(BN1)に関する2回の送受信が実行される。つまり、1回目の送受信番号(BN1p)に関する超音波の送受信と、2回目の送受信番号(BN1n)に関する超音波の送受信が実行される。これにより、ビーム番号(BN1)の送信信号pに対応した受信信号と送信信号nに対応した受信信号の組(受信信号セット)が各受信信号メモリ22に記憶される。

【0051】

また、ビーム番号(BN1)に関する2回の送受信が実行される期間に、各受信信号メモリ22に記憶されたビーム番号(BN0)の受信信号セットが読み出されて各合成処理部32により合成処理される。例えばビーム番号(BN0)の送信信号pに対応した受信信号と送信信号nに対応した受信信号が加算されて合成受信信号BN0(p+n)が形成される。各合成処理部32において形成された合成受信信号BN0(p+n)は、各合成信号メモリ42(ラインメモリ)の一方の記憶領域(例えば記憶領域A)に記憶される。

40

【0052】

ビーム番号(BN1)に関する2回の送受信が終了すると、直ちにビーム番号(BN2)に関する2回の送受信が実行される。つまり、1回目の送受信番号(BN2p)

50

に関する超音波の送受信と、2回目の送受信番号（ $BN = 2n$ ）に関する超音波の送受信が実行される。これにより、ビーム番号（ $BN = 2$ ）の送信信号 p に対応した受信信号と送信信号 n に対応した受信信号の組（受信信号セット）が各受信信号メモリ 22 に記憶される。

【0053】

また、ビーム番号（ $BN = 2$ ）に関する2回の送受信が実行される期間に、各受信信号メモリ 22 に記憶されたビーム番号（ $BN = 1$ ）の受信信号セットが読み出されて各合成処理部 32 により合成処理される。例えばビーム番号（ $BN = 1$ ）の送信信号 p に対応した受信信号と送信信号 n に対応した受信信号が加算されて合成受信信号 $BN = 1 (p + n)$ が形成される。各合成処理部 32 において形成された合成受信信号 $BN = 1 (p + n)$ は、各合成信号メモリ 42 の他方の記憶領域（例えば記憶領域 B）に記憶される。

10

【0054】

さらに、ビーム番号（ $BN = 2$ ）に関する2回の送受信が実行される期間に、各合成信号メモリ 42 からビーム番号（ $BN = 0$ ）の合成受信信号 $BN = 0 (p + n)$ が整相加算部 50 により読み出されて整相加算処理が実行される。この整相加算処理では、16本の受信パラレルビームに対応した16の受信ビーム信号が形成される。

【0055】

整相加算部 50 は、16本の受信パラレルビームに対応した16個の遅延パターンに従って、各合成信号メモリ 42 の一方の記憶領域（例えば記憶領域 A）から、各遅延パターンごとに合成受信信号 $BN = 0 (p + n)$ を読み出して加算処理することにより、16本の受信パラレルビームに対応した16（ $0 \sim 15$ ）の受信ビーム信号を形成する。つまり1つのビーム番号（ $BN = 2$ ）に関する2回の送受信が行われている期間内に、16個の遅延パターンに従って16回の読み出しが実行され、16本の受信パラレルビーム（16パラレル）が形成される。なお、図3の具体例では、2回の送受信が行われている期間内に16回の読み出しを実行すればよいため、図3<A>の場合と同じ読み出し速度（書き込み速度の8倍）で16パラレルの整相加算処理を実現することができる。

20

【0056】

図4は、B/PWモードにおける受信信号処理の具体例を説明するための図である。図4には、図1の超音波診断装置により実現されるB/PWモードにおける受信信号処理のタイムチャート（タイミングチャート）が示されている。

30

【0057】

B/PWモードは、超音波の断層画像（Bモード画像）の形成とパルスドブラ（PW）によるドブラ計測を並行して実行するモードである。図4には、パルスドブラにおける128本（128回）の送受を送受信期間の単位として、パルスドブラとBモードの送受を交互に繰り返す処理の具体例が図示されている。なお、図4の例では、合成処理がオフ（合成処理なし）である。

【0058】

まず、パルスドブラの最初の送受信（ $DOP0 \sim DOP127$ ）が実行され、これにより得られた受信信号 $DOP0 \sim DOP127 (0)$ が各振動素子 12 に対応した各受信信号メモリ 22（CHメモリ）に記憶される。

40

【0059】

パルスドブラの最初の送受信が終了すると、Bモードの最初の送受信（ $BWB0 \sim BWB15$ ）が実行され、これにより得られた受信信号 $BWB0 \sim 15$ が各振動素子 12 に対応した各受信信号メモリ 22（CHメモリ）に記憶される。図4の具体例では、パルスドブラの128本（128回）の送受信期間と同じ期間内に、Bモード用の16本（16回）の送受信が実行される。

【0060】

また、Bモードの最初の送受信（ $BWB0 \sim BWB15$ ）が実行される期間に、各受信信号メモリ 22 に記憶されたパルスドブラの受信信号 $DOP0 \sim DOP127 (0)$ が読み出され、合成処理部 32 を介して各合成信号メモリ 42（ラインメモリ）の一方の

50

記憶領域（例えば記憶領域 A）に記憶される。

【0061】

Bモードの最初の送受信が終了すると、パルスドブラの2度目の送受信（DOP0～DOP127）が実行され、これにより得られた受信信号DOP0～DOP127（1）が各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22に記憶される。また、パルスドブラの2度目の送受信が実行されている期間に、各受信信号メモリ22に記憶されたBモードの受信信号BW0～15が読み出され、合成処理部32を介して各合成信号メモリ42の他方の記憶領域（例えば記憶領域B）に記憶される。

【0062】

さらに、パルスドブラの2度目の送受信が実行されている期間に、各合成信号メモリ42からパルスドブラの受信信号DOP0～DOP127（0）が整相加算部50により読み出されて整相加算処理が実行される。パルスドブラの整相加算処理では、受信パラレルビーム処理が行われず、1本（1回）の送受信で得られた受信信号により1本の受信ビームに対応した受信ビーム信号が形成される。

10

【0063】

パルスドブラの2度目の送受信が終了すると、Bモードの2度目の送受信（BWB16～BWB31）が実行される。つまり、Bモードの最初の送受信（BWB0～BWB15）による走査の続きが実行される。そして、Bモードの2度目の送受信により得られた受信信号BWB16～31が各振動素子12に対応した各受信信号メモリ22に記憶される。また、Bモードの2度目の送受信が実行されている期間に、各受信信号メモリ22に記憶されたパルスドブラの受信信号DOP0～DOP127（1）が読み出され、合成処理部32を介して各合成信号メモリ42の一方の記憶領域（例えば記憶領域A）に記憶される。

20

【0064】

さらに、Bモードの2度目の送受信が実行されている期間に、各合成信号メモリ42からBモードの受信信号BW0～15が整相加算部50により読み出されて整相加算処理が実行される。Bモードの整相加算処理では、1本（1回）の送受信で得られた受信信号により1本の受信ビームに対応した受信ビーム信号が形成されてもよいし、1本（1回）の送受信で得られた受信信号により複数本の受信パラレルビームに対応した複数の受信ビーム信号を形成する受信パラレルビーム処理が実行されてもよい。

30

【0065】

受信パラレルビーム処理を実行する場合には、パルスドブラの整相加算処理が短いことにより生じる空き時間を利用することが望ましい。例えば、Bモードの2度目の送受信（BWB16～BWB31）が実行されている期間の後に、パルスドブラの受信信号DOP0～DOP127（1）に対する整相加算処理の開始を遅らせて得られる空き時間を加えることにより、Bモードの受信信号BW0～15に対する整相加算処理に利用できる時間を延長することができる。そして、その延長された整相加算処理の時間を利用し、Bモードの受信信号BW0～15の各受信信号ごとに、複数の受信パラレルビームに対応した複数の受信ビーム信号を形成するようにしてもよい。

【0066】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

40

【符号の説明】

【0067】

10 アレイ振動子、12 振動素子、14 プリアンプ、16 A/D変換器、18 受信処理部、20 受信信号記憶部、22 受信信号メモリ、30 信号合成部、32 合成処理部、40 合成信号記憶部、42 合成信号メモリ、50 整相加算部。

【要約】

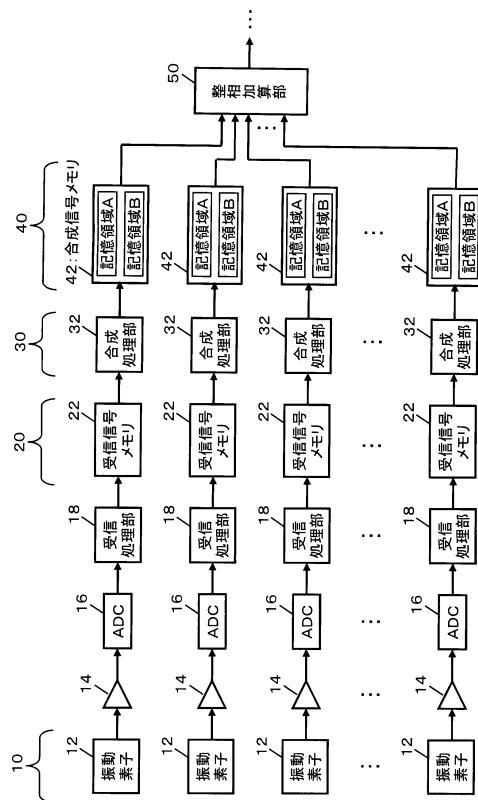
【課題】超音波の受信信号処理に係る新たな回路構成を実現する。

50

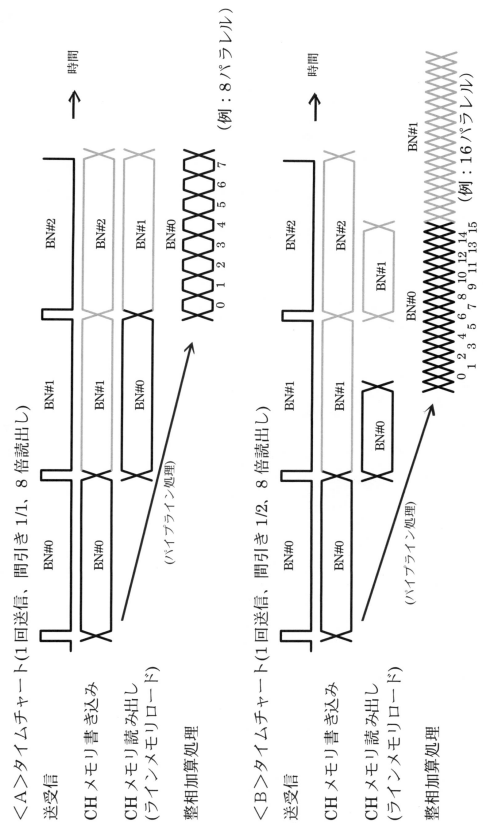
【解決手段】各受信信号メモリ22には、各受信処理部18により処理された1ビーム分の受信信号セットが記憶される。各合成処理部32は、各ビーム番号に対応した受信信号セットを読み出して合成処理することにより、そのビーム番号に対応した合成受信信号を生成する。各合成信号メモリ42には、各振動素子12の合成受信信号が記憶される。各合成信号メモリ42は、2ビーム分に対応した2つの記憶領域A、Bを備えている。整相加算部50は、各ビーム番号に対応した遅延パターンに従って、そのビーム番号に対応した記憶領域Aまたは記憶領域Bから、複数の振動素子12に対応した複数の合成受信信号を読み出す。整相加算部50は複数の合成受信信号に対する遅延処理と加算処理により受信ビーム信号を生成する。

【選択図】図1

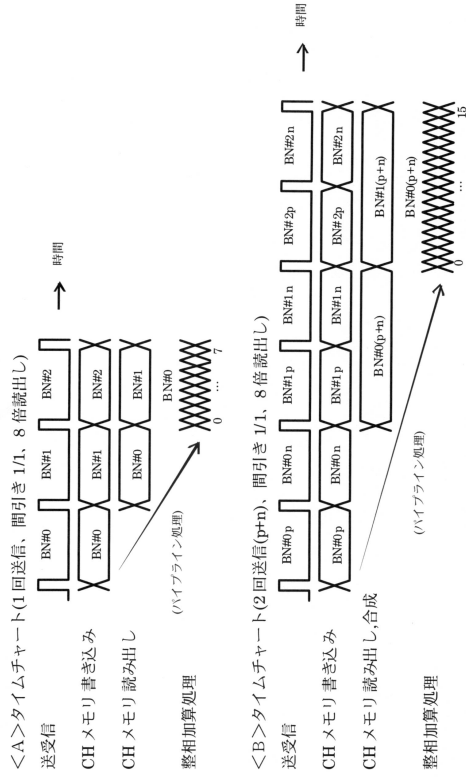
【図1】



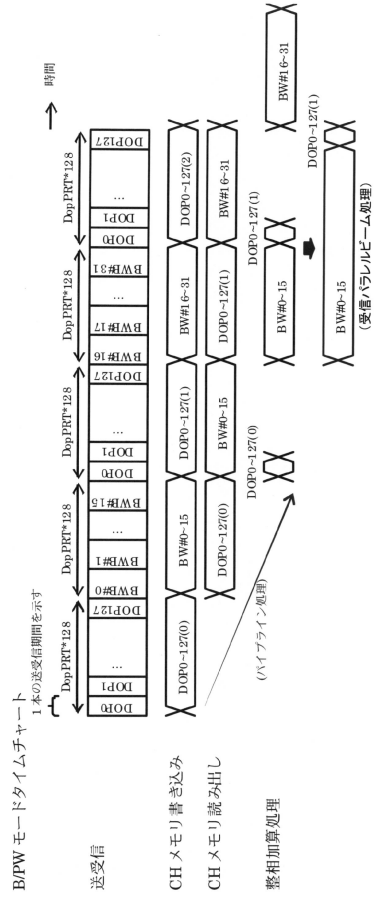
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-105959(JP,A)
特開2010-63875(JP,A)
特許第3884370(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP6038259B1	公开(公告)日	2016-12-07
申请号	JP2015206016	申请日	2015-10-20
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	足立健一		
发明人	足立 健一		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DE14 4C601/HH28 4C601/HH29 4C601/JB10		
其他公开文献	JP2017077311A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：实现与超声波的接收信号处理有关的新电路配置。为每个接收处理单元处理的一个波束设置的接收信号存储在每个接收信号存储器中。每个组合处理单元32读取对应于每个波束号的接收信号组，并组合接收信号组以产生对应于波束号的组合接收信号。在每个合成信号存储器42中，存储每个换能器元件12的合成接收信号。每个组合的信号存储器42中，两个存储区域A对应于2光束分量，和B.定相加法部分50根据与每个波束号对应的延迟模式从对应于波束号的存储区域A或存储区域B中读取与多个振动元件12相对应的多个组合接收信号。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B1)	(11) 特許番号 特許第6038259号 (P6038259)
(45) 発行日 平成28年12月7日 (2016.12.7)	(24) 登録日 平成28年11月11日 (2016.11.11)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 1 4 (2006.01)	F I A 6 1 B 8 / 1 4	
請求項の数 5 (全 13 頁)		
(21) 出願番号 特願2015-206016 (P2015-206016)	(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号	
(22) 出願日 平成27年10月20日 (2015.10.20)	(74) 代理人 110001210 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所	
審査請求日 平成28年8月30日 (2016.8.30)	(72) 発明者 足立 健一 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立 アロカメディカル株式会社内	
	審査官 宮川 啓伸	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置		