

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/022540

発行日 平成30年2月22日 (2018.2.22)

(43) 国際公開日 平成29年2月9日 (2017.2.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14 4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

<p>出願番号 特願2017-532502 (P2017-532502)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/071685</p> <p>(22) 国際出願日 平成28年7月25日 (2016.7.25)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2015-156328 (P2015-156328)</p> <p>(32) 優先日 平成27年8月6日 (2015.8.6)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 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</p> <p>(74) 代理人 110000888 特許業務法人 山王坂特許事務所</p> <p>(72) 発明者 石原 千鶴枝 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内</p> <p>(72) 発明者 池田 貞一郎 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内</p> <p>(72) 発明者 鱒沢 裕 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内</p>
--	---

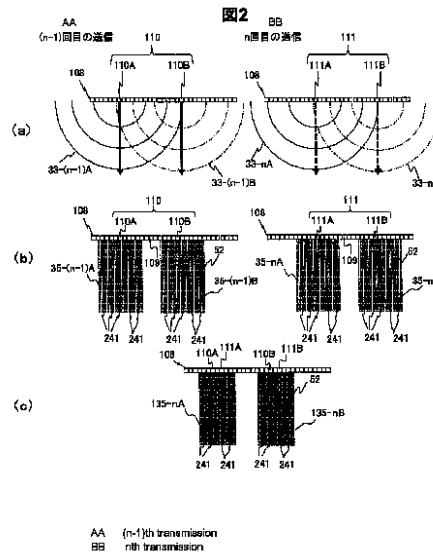
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置および超音波撮像方法

(57) 【要約】

リアルタイム性を高く、高フレームレートな符号化送受信の撮像を行う。

2以上の送信開口を含む複数の送信開口グループごとに、順番に、空間符号化した超音波を同時に撮像対象に対して送信させる。このとき、連続して送信を行う少なくとも2組の送信開口グループの超音波の照射領域が一部重なるようにする。撮像対象からの超音波のエコーを受信開口により受信する。連続して送信された超音波の照射領域が重なる範囲に撮像点を設定し、同一の前記撮像点についての受信信号を、連続して送信された2つの超音波ごとにそれぞれ得る。得られた2つの受信信号を復号処理し、撮像点についての復号後受信信号を得る。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれ 2 以上の送信開口を含む複数の送信開口グループと、1 以上の受信開口とを有する超音波探触子と、

前記複数の送信開口グループごとに順番に、前記送信開口グループに含まれる前記 2 以上の送信開口から空間符号化した超音波を同時に撮像対象に対して送信させる送信部と、

前記撮像対象からの前記超音波のエコーを受信した前記受信開口の出力を用いて、前記撮像対象の所望の位置の撮像点についての受信信号を得る受信部とを有し、

前記送信部は、連続して送信を行う少なくとも 2 組の前記送信開口グループの前記超音波の前記撮像対象への照射領域が、一部重なるように送信させ、

前記受信部は、連続して送信された超音波の前記照射領域が重なる範囲に前記撮像点を設定し、同一の前記撮像点についての前記受信信号を、連続して送信された 2 つの超音波ごとにそれぞれ得て、得られた 2 つの前記受信信号を復号処理し、前記撮像点についての復号後受信信号を得ることを特徴とする超音波撮像装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記受信部は、前記復号処理の際に、前記連続して送信された超音波により前記同一の撮像点についてそれぞれ得た受信信号を、その超音波を送信した前記送信開口グループの前記送信開口から前記撮像点を経て前記受信開口に至る間の超音波の伝搬時間の差に基づいてより高いコヒーレント性を持つ信号に変換する伝搬時間調整部を備え、前記高いコヒーレント性を持つ信号に変換された 2 つの受信信号を用いて復号処理することを特徴とする超音波撮像装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記伝搬時間調整部は、前記連続して送信された超音波により前記同一の撮像点についてそれぞれ得た受信信号の受信時刻から、前記伝搬時間を差し引くことにより、前記高いコヒーレント性を持つ信号に変換することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記超音波探触子は、配列された複数の前記受信開口を含み、

前記受信部は、前記撮像点からの前記エコーの信号を得るために、前記エコーを受信した前記複数の受信開口の出力を前記撮像点と前記超音波素子との超音波伝搬時間に応じて遅延させた後加算することを特徴とする超音波撮像装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記送信部は、前記連続して送信する超音波の空間符号化に用いる符号としてそれぞれ第一空間符号および第二空間符号を用い、前記第一空間符号および第二空間符号は、それぞれの受信信号間で復号処理が可能な組み合わせであることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波撮像装置であって、前記第一空間符号および第二空間符号は、所定の空間符号化行列の異なる行に対応していることを特徴とする超音波撮像装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記超音波探触子は、配列された複数の前記送信開口を備え、前記送信部による連続した第 1 および第 2 の送信にそれぞれ用いられる前記送信開口グループのうち、前記第 1 の送信に用いられる前記送信開口グループの前記 2 以上の送信開口は、前記第 2 の送信に用いられる前記送信開口グループの前記 2 以上の送信開口とそれぞれ隣り合っていることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記受信部が前記撮像点について得た復号後受信信号を合成する合成部をさらに有し、

前記送信部は、3 組以上の前記送信開口グループから前記撮像対象へ連続して送信され

50

る超音波の照射領域が、一部重なるように送信させ、

前記受信部は、連続して送信された前記3組以上の超音波の前記照射領域が重なる範囲に前記撮像点を設定し、同一の前記撮像点についての前記受信信号を、連続して送信された3組以上の超音波ごとにそれぞれ得て、得られた3以上の前記受信信号を2つずつ組み合わせて復号処理することにより、前記同一の撮像点についての2以上の復号後受信信号を得て、

前記合成部は、前記受信部が得た2以上の前記復号後受信信号を合成することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項9】

請求項8に記載の超音波撮像装置であって、前記合成部は、前記2以上の復号後受信信号をそれぞれ重み付けする重み付け部と、前記重み付けされた前記2以上の復号後受信信号を加算する合成部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

10

【請求項10】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記送信開口から送信される超音波は、前記撮像対象内の所定の深度で送信焦点を結ぶ送信ビームであることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項11】

請求項10に記載の超音波撮像装置であって、前記送信部および受信部の少なくとも一方には、前記送信ビームのサイドローブを低減するためのサイドローブ低減部が備えられていることを特徴とする超音波撮像装置。

20

【請求項12】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記受信部は、複数の前記受信開口に接続されて前記受信開口の受信信号をそれぞれ格納するチャネルメモリと、前記チャネルメモリから複数の前記受信開口の受信信号を取り込んで遅延後加算する遅延加算部と、前記遅延加算後の受信信号を格納する第二のメモリと、前記第二のメモリから連続した送信によって同一の前記撮像点について得られた2つの遅延加算後受信信号を読み出して復号処理する復号部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項13】

請求項12に記載の超音波撮像装置であって、前記復号部は、加算器と減算器とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

30

【請求項14】

超音波探触子に設けられた、それぞれ2以上の送信開口を含む複数の送信開口グループごとに、順番に、前記送信開口グループに含まれる前記2以上の送信開口から空間符号化した超音波を同時に撮像対象に対して送信させる送信ステップと、

前記撮像対象からの前記超音波のエコーを、前記超音波探触子に設けられた受信開口により受信し、前記受信開口の出力を用いて、前記撮像対象の所望の位置の撮像点についての受信信号を得る受信ステップとを有し、

前記送信ステップでは、連続して送信を行う少なくとも2組の前記送信開口グループの前記超音波の前記撮像対象への照射領域が、一部重なるように送信させ、

前記受信ステップでは、連続して送信された超音波の前記照射領域が重なる範囲に前記撮像点を設定し、同一の前記撮像点についての前記受信信号を、連続して送信された2つの超音波ごとにそれぞれ得て、得られた2つの前記受信信号を復号処理し、前記撮像点についての復号後受信信号を得ることを特徴とする超音波撮像方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波撮像装置における符号化送受信を使ったSN比およびフレームレートを向上させる技術に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

超音波を用いた撮像処理は、超音波を対象物に送信し、対象物で反射したエコーを電気信号として受信し、受信電気信号を使って画像を表示する処理から成る。超音波は、超音波撮像装置に備えられた超音波素子（電気音響変換素子、振動子）に電気信号を入力することで生成される。超音波素子から出射された超音波は、対象物中を進みながら音響インピーダンスの異なる境界で一部反射され、エコーを作る。エコーは、電気音響変換素子で受信され、受信信号が生成される。これにより、対象物の境界面を、対象物の断層画像や3D画像として表示できる。このような撮像技術は、構造物の非破壊検査や、生体の断層画像を低侵襲で撮像する診断装置などとして、広く用いられている。

10

【0003】

超音波素子は、アレイ状に並べられ、複数のチャンネルを構成する。超音波撮像装置は、アレイビームフォーミングによって超音波素子からの超音波により超音波ビームを形成し、対象物に送信する。超音波ビームは、対象物に対して走査しながら送信され、それぞれの送信により生じたエコーはトランデュースで受信される。超音波撮像装置は、各超音波素子の受信信号に対して受信ビームフォーミングを行い、送信した超音波ビームの軸上の領域の画像用データを生成する。超音波ビームを走査しながら得た画像用データを合体（合算）することで、対象物全体の断層画像や3D画像が生成される。

【0004】

1秒あたりに更新する断層画像の数を示すフレームレートは、1枚の断層画像を生成するために必要な画像用データを短時間でより多く生成することで向上させることができる。また、フレームレートは、1枚の断層画像を更新（生成）するまでに必要な送信事象の数を減らすことでも実現できる。

20

【0005】

1枚の断層画像を更新するまでに必要な送信事象の数を減らす撮像方法として、空間符号化送受が知られている（特許文献1）。空間符号化送受では、1方向送信、1方向受信ではなく、対象物に複数方向から同時に送信することで、1枚の断層画像を生成するために必要な送信回数を低減する。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献1】特開平11-155867号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

空間符号化送受方法では、符号化した超音波を同時に多方向から対象物に送信し、エコーを受信した後、受信信号を復号処理することにより、どの方向から送信した超音波による受信信号かを区別して分離する必要がある。例えば、対象物に対して超音波ビームを送信する方向（もしくは位置）がA方向とB方向である場合、2回の送受信を行う。例えば1回目の送信では、A方向とB方向の超音波ビームの送信波形を、それぞれ1と1の符号で符号化し、2回目の送信では、それぞれ1と-1の符号で符号化する。2回の送受信でそれぞれ対象物から生じたエコーを、受信チャンネルで受信して得た受信信号は、受信ビームフォーミングする前に、それぞれチャンネルデータの状態で保存する。1回目の受信信号と2回目の受信信号を使って復号処理を行うことで、A方向の送信による受信信号と、B方向の送信による受信信号を分離する。具体的には、1回目の受信信号と2回目の受信信号を同時刻として和算処理することで、B方向の送信による受信信号を打ち消し、A方向の送信による受信信号のみを残す。一方、減算処理することで、A方向の送信による受信信号を打ち消し、B方向の送信による受信信号のみを残す。

40

【0008】

このとき、復号処理に用いる1回目と2回目の受信信号は、同一部位からのエコーであ

50

る必要があるため、同一部位に対して送受信を2回行う必要がある。しかしながら、同一部位に対して2回ずつ送信を行った場合には、フレームレートを向上させることができない。一方、フレームレート向上のために、部位を少しずつずらしながら送受信するスキャンを繰り返す構成とし、同一部位に対して前回のスキャンで得た受信信号と、今回のスキャンで得た受信信号とを復号処理することも考えられるが、前回と今回のスキャンの時間間隔が大きい場合、復号した受信信号が得られるまでに要する実質時間が拡大し、リアルタイム性が低下するという問題が生じる。

【0009】

本発明の目的は、リアルタイム性が高く、高フレームレートな符号化送受信の撮像を行う超音波撮像装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の超音波撮像装置は、それぞれ2以上の送信開口を含む複数の送信開口グループと、1以上の受信開口とを有する超音波探触子と、複数の送信開口グループごとに順番に、送信開口グループに含まれる前記2以上の送信開口から空間符号化した超音波を同時に撮像対象に対して送信させる送信部と、撮像対象からの前記超音波のエコーを受信した前記受信開口の出力を用いて、前記撮像対象の所望の位置の撮像点についての受信信号を得る受信部とを有する。送信部は、連続して送信を行う少なくとも2組の送信開口グループの超音波の撮像対象への照射領域が、一部重なるように送信させる。受信部は、連続して送信された超音波の照射領域が重なる範囲に撮像点を設定し、同一の撮像点についての受信信号を、連続して送信された2つの超音波ごとにそれぞれ得て、得られた2つの受信信号を復号処理し、撮像点についての復号後受信信号を得る。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、画像構築までの実質時間が短縮され、リアルタイム性が高く、高フレームレートな符号化送受信の撮像を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第一実施形態の超音波撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】(a)第一実施形態の送信開口ペアによる送信を示す説明図、(b)第一の実施形態の受信ビームフォーミングを示す説明図、(c)第一実施形態の復号処理を示す説明図

30

【図3】第一実施形態の送信ごとの送信開口の位置の例を示す説明図。

【図4】第一実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図5】第一実施形態の超音波撮像装置の具体的な構成を示すブロック図。

【図6】第一実施形態の超音波探触子における送信開口の配置の例を示す説明図。

【図7】第一実施形態の空間符号化送信に用いる基本波形を示す説明図。

【図8】第一実施形態の受信部の構成例を示すブロック図。

【図9】第一実施形態の受信部のチャンネルメモリと遅延加算部の構成例を示すブロック図

40

【図10】第一実施形態の受信部の第二のメモリと復号部の構成例を示すブロック図。

【図11】(a)第一実施形態の送信ごとの送信開口の位置と、復号処理と、合成との関係を示す説明図、(b)比較例の送信ごとの送信開口の位置を示す説明図。

【図12】(a)第一実施形態の送信ごとの送信開口の位置の別の例を示す説明図、(b)第一実施形態の送信ごとの送信開口の位置のさらに別の例を示す説明図。

【図13】第一実施形態の送信ごとに得られる撮像点の受信信号と、復号処理とを示す説明図。

【図14】第二実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図15】第二実施形態の受信部のチャンネルメモリと伝搬時間調整後加算部の構成を示すブロック図。

50

【図 1 6】第三実施形態において送信ごとに得られる撮像点の受信信号と、復号処理と、合成処理とを示す説明図。

【図 1 7】第四実施形態の復号後の遅延加算後信号の重みづけ処理と、合成処理とを示す説明図。

【図 1 8】第一から第四実施形態において送信可能な送信ビームを示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の実施形態について説明する。

【0014】

<<第一実施形態>>

本発明の第一の実施形態の超音波撮像装置について、図面を用いて説明する。図 1 は、本実施形態の超音波撮影装置の全体構成を示すブロック図であり、図 2 (a) , (b) , (c) は、送信される超音波と撮像点 (受信焦点) の設定範囲等を概念的に示す説明図であり、図 3 は、送信開口グループの送信順番の例を示す説明図であり、図 4 は、送受信の動作を示すフローチャートである。

【0015】

図 1 に示すように、第一実施形態の超音波撮像装置 100 は、超音波探触子 108 と、送信部 102 と、受信部 105 を有している。超音波探触子 108 は、異なる位置に設定された少なくとも 2 組の送信開口グループ 110、111 等と、1 以上の受信開口 109 とを有する。送信開口グループ 110 は、例えば 2 以上の送信開口 110 A、110 B 等を含む。送信開口グループ 111 は、例えば 2 以上の送信開口 111 A、111 B 等を含む。超音波探触子 108 は、電気信号を音波へ、音波を電気信号へと変換する機能を持つ超音波素子 (電気音響変換素子、振動子とも呼ばれる) を 1 次元または 2 次元の所定の配列で配置した構成である。送信開口 110 A 等および受信開口 109 は、1 つもしくは複数の超音波素子を含むように設定される。

【0016】

送信部 102 は、図 2 (a) のように、一つの送信開口グループ (例えば 110) に含まれる 2 以上の送信開口 (110 A , 110 B) から同時に空間符号化した超音波を撮像対象 120 に対して送信する (図 4 のステップ 140、141)。送信のたびに、送信を行う送信開口グループを変更し、複数の送信開口グループ 110、111 から順番に送信を行わせる (図 3)。このとき、送信部 102 は、連続して送信を行う 2 組の送信開口グループ (例えば 110 と 111) の超音波の撮像対象への照射領域 33 が、一部重なるように送信させる。なお、図 3 では、一例として 4 組の送信開口グループ 110 ~ 113 から順に送信を行う例を示しているが、この場合、4 組の送信開口グループ 110 ~ 113 のうち連続して送信を行う 2 組の送信開口グループ (110 と 111、111 と 112、112 と 113) の照射領域 33 がそれぞれ一部重なるように送信させる。

【0017】

受信開口 109 内の超音波素子は、送信部 102 による超音波の送信のたびに、送信された超音波の撮像対象 120 からのエコーを受信し、電気信号 (受信信号) を出力する (図 4 のステップ 142)。受信部 105 は、撮像対象 120 内に連続して送信された超音波の、照射領域 33 が重なる範囲に、図 2 (b) のように 1 以上の撮像点 (受信焦点とも呼ぶ) 52 を設定する。受信部 105 は、受信開口 109 の出力を用いて、撮像点 52 についての受信信号を得る (ステップ 143)。2 回目以降の送信である場合には、今回の送信で撮像点 52 についてステップ 143 で得た受信信号と、前回の送信で同一の撮像点 52 についてステップ 143 で得た受信信号とを復号処理し、撮像点 52 についての復号後受信信号を得る (ステップ 144、146)。

【0018】

複数の送信開口グループ 110、111 等の数が、3 以上ある場合には、順番に各送信開口グループから送信し、所望の撮像点について受信信号を得ることにより、送信のたびに、その前の送信において同一の撮像点について得た受信信号との間で復号処理する (ス

10

20

30

40

50

テップ147, 145)。これにより、送信のたびに、復号後受信信号を得ることができる。

【0019】

このように、本実施形態では、 $n - 1$ 回目と n 回目の送信事象によって連続して送信される超音波の照射領域33（例えば、図2(a)の33-($n-1$)A, ($n-1$)Bと33- n A, n B)が重なるようにし、この重なる領域135- n A, 135- n Bに設定した1以上の撮像点52について受信信号を得る（図2(c)）。ただし、領域135- n A, 135- n Bの n は、 n 回目の送信とその前の $n - 1$ 回目の送信の照射領域がなる領域であることを示す。アルファベットのAは、A側の開口による照射領域であり、アルファベットのBは、B側の開口による照射領域であることを示す。これにより、送信のたびに撮像点52について得た受信信号と、その前の送信で得た撮像点52について得た受信信号とを復号処理して復号後受信信号を得ることができる。よって、符号化送受信でありながら、送信のたびに、1以上の撮像点52の復号後受信信号が得られ、撮像点52の集合である画像の構築を行うことができる。よって、送信から画像構築までの実質時間を短縮することができる、リアルタイム性を高めた高フレームレート撮像を行うことができる。

10

【0020】

なお、送信間で超音波の照射領域33が重なる領域が、撮像点52を設定して復号後受信信号を生成可能な領域となるため、送信間で照射領域33が重なる領域が大きくなるように設定することが、フレームレート向上の観点から望ましい。そのため、例えば、A側の送信開口の照射領域33同士、および、B側の送信開口の照射領域33同士がそれぞれ送信間で重なるように設定することが望ましい。具体的には、図2(a)のように、 $n - 1$ 回目の送信を行う送信開口グループ110の送信開口110Aの照射領域33-($n-1$)Aと、 n 回目の送信を行う送信開口グループ111の送信開口111Aの照射領域33- n Aとが一部が重なり、送信開口110Bの照射領域33-($n-1$)Bと、送信開口111Bの照射領域33- n Bとが一部重なるように設定することが望ましい。なお、送信開口グループ110等の2以上の送信開口(110A, 110B等)から送信される超音波は、撮像対象120の同一点に向かって送信されてもよいし、それぞれ異なる方向に向かって送信されてもよい。送信される超音波は、撮像対象120内で送信焦点をもつフォーカス送信であってもよいし、撮像対象120内には送信焦点を持たないデフォーカス送信であってもよい。

20

30

【0021】

また、送信される超音波の空間符号化は、連続して2回送信される超音波のそれぞれの受信信号を用いて復号処理を行うことができるように、送信する超音波の空間符号化に用いる符号を設定する（図3参照）。空間符号化および復号処理については、後で詳しく説明する。

【0022】

なお、受信開口109が、複数の超音波素子を含む場合には、例えば送信開口111Aから撮像点52に到達した超音波がエコーとなって受信開口109内の複数の超音波素子に到達し受信される。この場合、受信開口109内の各超音波素子の出力信号を、エコーが撮像点52からその超音波素子に到達する時間に応じて遅延させた後加算することにより、撮像点52からのエコーの受信信号（遅延後加算信号）を得ることができる。

40

【0023】

一方、受信開口109が一つの超音波素子からなる場合には、その超音波素子の連続した出力から、送信開口111Aから送信されて撮像点52に到達した超音波がエコーとなって受信開口109の超音波素子に到達する時間帯の信号を、抽出することにより、撮像点52からのエコーの受信信号を得ることができる。

【0024】

本実施形態の超音波撮像装置は、異なる送信開口グループから連続して送信した2回の送信事象によりそれぞれ得た受信信号に基づいて、復号処理を行う。これにより、図3に示すように、送信事象を繰り返すたびに、復号後受信信号を得ることができる。よって、

50

復号処理に必要な受信信号を得るまでに必要な2回の送信事象の間隔が短くなるため、リアルタイム性が高く、かつ、高フレームレートの撮影が可能になる。

【0025】

なお、ここでは2つの空間符号化された受信信号から復号処理を行う構成について説明したが、3以上の空間符号化された受信信号から復号処理を行う構成にすることももちろん可能である。その場合には、3回以上の送信を連続して行って、得られた3つ以上の受信信号から復号処理を行う。以降、送信のたびに得られる受信信号と、その前2回以上の送信でそれぞれ得られた受信信号の計3つ以上の受信信号を用いて、復号処理を行うことにより、送信のたびに、復号後受信信号が得られ、リアルタイム性および高フレームレート化の効果を得られる。

10

【0026】

以下、第一実施形態の超音波撮像装置について具体的に説明する。

【0027】

<装置の具体的構成>

第一実施形態の超音波撮像装置100の全体構成について詳しく説明する。

【0028】

図5は、本実施形態の超音波撮像装置100の具体例の概略構成を示すブロック図である。図5において、図1と同じ構成は、同じ符号を付している。超音波撮像装置100は、超音波探触子108、送信部102および受信部105の他に、データ合成部25と、制御部106と、ユーザインタフェース(UI)121と、送受切替部101と、画像処理部107と、表示部122とを備えている。UI121は、ユーザからの指示、各種パラメータの入力等を受け付けるインタフェースである。制御部106は、全体の動作を制御する。

20

【0029】

(*超音波探触子)

超音波探触子108は、超音波の送受面に、1次元または2次元に配列された複数の超音波素子を備えている。超音波探触子108の外形は、超音波送受面を撮像対象120に接触させて使用するのに適した外形に仕立てられている。

【0030】

配列された複数の超音波素子は、図6のように、予め定められた複数(P個)のチャンネル $109_1 \cdots 109_p$ に仮想的もしくは物理的に分割されている。各チャンネル $109_1 \sim 109_p$ は、1つもしくは複数の超音波素子によって構成されている。送信時に設定される送信開口110A等は、一つの超音波素子のみを用いてもよいし、チャンネル 109_1 等と同じ大きさであってもよいし、複数のチャンネル 109_1 等の集合を一つの送信開口110A等として用いてもよい。

30

【0031】

以下の説明では、隣り合う複数(図6では、4個)のチャンネルの集合を一つの送信開口(例えば110A)として用いる例について説明する。また、一つの送信開口ペア(例えば110)を構成する2つの送信開口110Aと送信開口110Bは、ここでは所定の距離だけ超音波探触子108上で離れている例について以下説明する。ただし、送信開口110Aと送信開口110Bとが一部重なるように設定することも可能である。

40

【0032】

超音波探触子108には、複数組の送信開口ペア110、111、112、113がそれぞれ異なる位置に設定されている。

【0033】

また、以下の説明では、チャンネル $109_1 \sim 109_p$ の一つ一つを、受信開口109として用いる。なお、2以上のチャンネル 109_1 等の集合を一つの受信開口109として用いることも可能である。

【0034】

(*送信部)

50

送信部 102 は、制御部 106 からの指示に従って、超音波探触子 108 の予め定めた送信開口ペア（例えば 110）を選択し、選択した送信開口ペア 110 の送信開口 110A, 110B に送信させる送信信号を生成する。具体的には、波形種類、送信開口 110A, 110B ごとに超音波素子に設定する遅延時間、振幅変調、重み付け等を決定し、それに応じた送信信号を生成する。本実施形態では、送信信号を空間符号化する。

【0035】

空間符号化は、空間的に符号化された送信事象を使用する撮像手法である。所定の行列を用いて符号化した送信信号（超音波）を、複数の送信開口から同時に送信する。複数の送信開口からの同時送信により生じたエコーには、複数の送信開口から同時に送信された超音波によりそれぞれ生じたエコーが重なり合って含まれるが、これらのエコーを受信した受信信号を、符号化に用いた行列の逆行列を用いて復号することにより、複数の送信開口からそれぞれ送信されたエコーの受信信号を分離することができる。

10

【0036】

例えば、式(1)に示す2行2列のHadamard行列を符号化行列として用いることができる。

【数1】

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots(1)$$

20

Hadamard行列を用いることにより、空間符号化された送信信号の生成や受信信号の復号の演算を容易に行うことができる。例えば、1回目の送信事象では、送信開口ペア 110 の2つの送信開口 110A, 110B を使って空間符号化送信を行い、2回目の送信事象では、送信開口ペア 111 の送信開口 111A, 111B を使って空間符号化送信を行う場合、1回目の送信事象では、式(1)の行列の1行目の行ベクトル[1 1]を使って、送信開口 110A, 110B がそれぞれ送信する送信波形を符号化する。2回目の送信事象では、2行目の行ベクトル[1 -1]を使って、送信開口 111A, 111B がそれぞれ送信する送信波形を符号化する。このとき、1回目及び2回目の送信ともに、Hadamard行列の1列目の列ベクトルの符号により符号化された送信波形が、送信開口ペアのうちの所定の一方の側（例えば、A側の送信開口 110A, 111A）から送信され、2列目の列ベクトルの符号により符号化された送信波形が、所定の他方の側（例えば、B側の送信開口 110B, 111B）から送信されることが望ましい。したがって、1行目の行ベクトル[1 1]を使って、送信開口 110A, 110B がそれぞれ送信する送信波形を符号化する際には、送信開口 110A から送信する送信波形を符号 1 により符号化し、送信開口 110B が送信する送信波形を符号 1 により符号化することが望ましい。また、2行目の行ベクトル[1 -1]を使って、送信開口 111A, 111B がそれぞれ送信する送信波形を符号化する際には、送信開口 110A から送信する送信波形を符号 1 により符号化し、送信開口 110B が送信する送信波形を符号 -1 により符号化することが望ましい。なお、本実施形態では1行目の行ベクトルによる符号化を第1空間符号化と呼び、2行目の行ベクトルによる符号化を第2空間符号化とも呼ぶ。

30

40

【0037】

符号 1 と符号 -1 による符号化は、送信波形の位相により実現できる。例えば、図7のように送信波形の位相を反転させた波形を用い、図7の波形 71 を基準波形、すなわち符号 1 で符号化された送信波形として用い、反転波形である波形 71 を符号 -1 で符号化された送信波形として用いることができる。

【0038】

よって、1回目の送信事象では、行ベクトル[1 1]（第1空間符号化）で符号化された送信波形の超音波、すなわち波形 71 の超音波を送信開口 110A, 110B から同時に送信する。2回目の送信事象では、行ベクトル[1 -1]で符号化された送信波形の超音波、例えば図7の波形 71 の超音波を送信開口 111A から、波形 72 の超音波が送信

50

開口 1 1 1 B から同時に送信する。

【 0 0 3 9 】

これを実現するために、送信部 1 0 2 は、送信開口 1 1 0 A、1 1 0 B を構成するチャネルの超音波素子に、符号化した送信波形の送信信号を、それぞれ受け渡し、送信開口 1 1 0 A、1 1 0 B から、Hadamard 行列で空間符号化した超音波を同時に送信させる（図 4 のステップ 1 4 1）。この動作を、複数の送信開口ペア 1 1 0 ~ 1 1 3 等のすべてに順番に実行させる（ステップ 1 4 0、1 4 1、1 4 5、1 4 7）。

【 0 0 4 0 】

送信部 1 0 2 は、複数の送信開口ペア 1 1 0 ~ 1 1 3 等に順番に超音波を送信させる際に、図 3 に示すように、Hadamard 行列の 1 行目と 2 行目の行ベクトル（第 1 空間符号化ベクトルと第 2 空間符号化ベクトル）を交互に用いる。これにより 2 回目以降の送信では、その送信で得た受信信号と、直前の送信で得た受信信号とを組み合わせ、Hadamard 行列による空間符号化信号を復号することができるため、送信のたびに復号化受信信号を得ることが可能になる（ステップ 1 4 4、1 4 6）。

10

【 0 0 4 1 】

送信する超音波は、フォーカス送信させてもよいし、デフォーカス送信させてもよい。フォーカス送信の場合、送信開口ペア 1 1 0 ~ 1 1 3 ごとの送信焦点は、異なっても構わない。

【 0 0 4 2 】

（* 受信部 遅延加算処理）

送信開口ペア 1 1 0 ~ 1 1 3 等から撮像対象 1 2 0 に超音波が送信されると、撮像対象 1 2 0 ではエコーが生じる。超音波探触子 1 0 8 の受信開口（チャネル）1 0 9 は、超音波が送信されるたびに生じたエコーを受信する（図 4 のステップ 1 4 2）。本実施形態では、超音波探触子 1 0 8 のすべてのチャネル 1 0 9₁・・・・1 0 9_pを受信に用いる例について以下説明するが、予め定められた受信開口（アクティブチャネル）内のチャネルのみを用いてもよい。

20

【 0 0 4 3 】

受信部 1 0 5 は、図 8 に示すように、チャネルメモリ 4 0 と、遅延加算部 2 1 と、第二のメモリ 4 2 と、Hadamard 行列による空間符号化された信号を復号する復号部 4 1 とを備えている。

30

【 0 0 4 4 】

図 9 に示すように、チャネルメモリ 4 0 にはそれぞれ、送信開口ペア 1 1 0 ~ 1 1 3 等からの送信 1 回で得られる受信信号を記憶するための記憶領域 4 0 - 1 等が、少なくとも 1 つ備えられている。図 9 の例では、チャネルメモリ 4 0 に 2 つの記憶領域 4 0 - 1、4 0 - 2 がそれぞれ配置され、記憶領域 4 0 - 1 には、奇数回目の送信（ $n = 1, 3, 5, \dots$ ）で得られた受信信号が格納される。記憶領域 4 0 - 2 には、偶数回目の送信（ $n = 2, 4, 6, \dots$ ）で得られた受信信号が格納される。受信信号を記憶領域 4 0 - 1、4 0 - 2 に格納する際に、以前に格納された受信信号がある場合には、それを消去して今回得られた受信信号を格納してかまわない。これにより、常に直近 2 回の送信事象で得られた受信信号がチャネルメモリ 4 0 の記憶領域 4 0 - 1、4 0 - 2 に格納される。

40

【 0 0 4 5 】

制御部 1 0 6 は、 n 回目の送信事象によって生じたエコーを受信したチャネル 1 0 9₁ ~ 1 0 9_p がそれぞれ出力する受信信号 $R_{1n} \sim R_{pn}$ （図 8 参照、ただし、 $R_{1n} \sim R_{pn}$ の下付き数字およびアルファベットは、チャネルの番号を示し、 n は、 n 回目の送信事象で得た受信信号であることを示す）を、それぞれ対応するチャネルメモリ 4 0 の記憶領域 4 0 - 1 に格納させる。なお、チャネルメモリ 4 0 を超音波探触子 1 0 8 全体に対して一つ配置し、一つのチャネルメモリ 4 0 内に全てのチャネル 1 0 9₁ ~ 1 0 9_p の数に対応する数の記憶領域を設けた構成にすることも可能である。

【 0 0 4 6 】

遅延加算部 2 1 は、送信開口 1 1 0 A のエコーを受信した複数の超音波素子の出力する

50

受信信号を、所定の遅延量だけ遅延させた後、合算処理することにより、所定の撮像点52に焦点を結ばせる(受信ビームフォーミング)。そのため、遅延加算部21は、図9のように、遅延量選択部22と、遅延量適用部23と、加算部24とを備えている。また、受信部105には、遅延データ格納部124が備えられている。遅延データ格納部124には、送信開口110A、110B等から照射された超音波を受信した受信開口(チャンネル)109₁~109_pの超音波素子の受信信号を、所定の撮像点52に受信焦点を結ばせるための遅延量データが、複数の撮像点52についてそれぞれ予め格納されている。本実施形態では、n回目の送信を行う送信開口(例えば111A, 111B)のそれぞれの超音波の照射領域35-nA, 35-nB内に撮像点52をそれぞれ設定する。各照射領域35-nA, nBには、2つの送信開口111A, 111Bから超音波が到来するが、
10

【0047】

制御部106は、送信開口(例えば111A, 111B)のそれぞれの超音波の照射領域35-nA, 35-nB内に、1以上の受信走査線241を図2(b)のように設定し、受信走査線241上に所定の間隔で撮像点52を複数設定する。このとき制御部106は、前回(n-1)回の照射領域35-(n-1)A, 35-(n-1)Bと今回(n回)の照射領域35-nA, 35-nB内とが重なる範囲135-nA, 135-nBにおいては、前回の走査線241および撮像点52と、今回の走査線241および撮像点52が重なるよう設定する。制御部106は、遅延量選択部22に指示し、超音波の照射領域35-nA, 35-nB内に設定した撮像点52にそれぞれ受信焦点を結ばせるための遅延量を、遅延量データ格納部124の中から選択させる。そして、制御部106は、遅延量適用部23に指示し、チャンネルメモリ40の記憶領域40-1に格納されている各チャンネル109₁~109_pの受信信号をそれぞれ読み出させ、遅延量選択部22が選択した遅延量だけ遅延させる。そして、制御部106は、遅延量を適用した各チャンネル109₁~109_pの受信信号を、加算部24にチャンネル方向に和算させる。これにより、撮像点52について受信焦点を結ばせた遅延加算後の受信信号RnAまたはRnBが得られる(図4のステップ143、および図8参照)。ただし、受信信号RnAまたはRnBのnは、n番目の送信開口ペア、たとえばn=1の場合は、送信開口ペア110による送信で得た受信信号であることを示し、アルファベットAはA側の送信開口111Aの照射領域35-nAの撮像点52についての遅延加算後の受信信号であることを示し、アルファベットBは、B側の送信開口111Bの照射領域35-nBの撮像点52についての遅延加算後の受信信号であることを示す。
20

【0048】

制御部106は、上述のように撮像点52について遅延加算後の受信信号を得る処理を、1回の送信事象ごとに照射領域35-nA, 35-nBに設定したすべての撮像点52について行って、撮像点52ごとに遅延加算後の受信信号RnAまたはRnBを得る。制御部106は、すべての撮像点52の遅延加算後の受信信号RnAおよびRnBを第二のメモリ42に格納する。その後、制御部106は、次の送信で得られた受信信号をもう一つの記憶領域40-2から読み出して、すべての撮像点52についての遅延加算後の受信信号RnAおよびRnBを求めるように、遅延加算部21に指示して、上記処理を繰り返させる。
30

【0049】

第二のメモリ42には、図10のように、遅延加算後の受信信号RnAまたはRnBを格納するための、記憶領域42-1、42-2が備えられている。記憶領域42-1には、奇数回目の送信で得た受信信号の、すべての撮像点52についての遅延加算後受信信号RnAおよびRnBが格納される。記憶領域42-2には、偶数回目の送信で得た受信信号の、すべての撮像点52についての遅延加算後受信信号RnAおよびRnBが格納される。遅延加算後の受信信号RnAおよびRnBを記憶領域42-1または42-2に格納する際に、以前に格納した遅延加算後の受信信号がある場合には、それを消去して今回得られた遅延加算後の受信
40

10

20

30

40

50

信号を格納する。これにより、常に直近 2 回の送信事象で得られた遅延加算後の受信信号 RnA および RnB が第二のメモリ 4 2 の記憶領域 4 2 - 1 および 4 2 - 2 に格納される。

【 0 0 5 0 】

本実施形態では、図 3 に示したように、送信のたびに、異なる送信開口ペアを用いるため、記憶領域 4 2 - 1 に格納されている遅延加算後の受信信号 RnA および RnB と、記憶領域 4 2 - 2 に格納されている遅延加算後の受信信号 RnA および RnB とは、異なる送信開口を用いて連続して送信された超音波によって発生した受信信号である。このとき、本実施形態では、連続して送信される超音波の照射領域（例えば 3 5 - (n-1) A、(n-1) B と、3 5 - n A、n B）が重なり合うように設定しているため、両者の撮像点 5 2 も一部重なり合っている。よって、異なる送信で重なり合う撮像点 5 2 の遅延加算後の受信信号 RnA および RnB を用いて以下のように復号処理を行うことができる。

（ * 受信部 復号処理 ）

2 回の送信事象によってそれぞれ同一の撮像点 5 2 について得た受信信号を y1、y2 で表すと、一方の送信開口（例えば 1 1 1 A）からの超音波で生じたエコーの受信信号を x1、他方の送信開口（例えば 1 1 1 B）からの超音波で生じたエコーの受信信号 x2 は、行列 $Rx = [y1 \ y2]^t$ を用いて、式（ 2 ）の復号演算で求めることができる。ただし、 H^{-1} は、式（ 1 ）の Hadamard 行列 H の逆行列である。

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = H^{-1} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

$$x_1 = y_1 + y_2$$

$$x_2 = y_1 - y_2$$

なお、ここでは逆行列のスケーリングは無視した。

【 0 0 5 1 】

式（ 2 ）より、2 回の送信事象で受信した受信信号 y1 および y2 を同時刻で加算すると、受信信号 x1 を抽出することができる。一方、減算すると、受信信号 x2 を抽出することができる。この演算過程が復号処理となる。

【 0 0 5 2 】

受信部 1 0 5 の復号部 4 1 は、図 1 0 のように、Hadamard 行列による空間符号を復号するために、加算器 1 4 と減算器 1 5 とを備える構成である。また、復号部 4 1 は、第二のメモリ 4 2 から遅延加算後の受信データを加算器 1 4 および減算器 1 5 に受け渡すための受け渡し部 1 6 と、受け渡し部 1 6 からデータを受け取って加算または減算させるべきデータを選択して加算器 1 4 と減算器 1 5 にそれぞれ受け渡す受け取り部 1 7 - 1、1 7 - 2、1 7 - 3、1 7 - 4 を備えている。

【 0 0 5 3 】

第二のメモリ 4 2 の記憶領域 4 2 - 1 または 4 2 - 2 に、今回（ n 回目 ）の送信事象で得た各撮像点 5 2 の遅延加算後の受信信号 RnA および RnB が格納されたならば、制御部 1 0 6 の制御下で、復号部 4 1 は、第二のメモリ 4 2 から記憶領域 4 2 - 1 および 4 2 - 2 の一方から、今回（ n 回目 ）の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnA、RnB を読み出すとともに、記憶領域 4 2 - 1 および 4 2 - 2 の他方から、前回（ n - 1 ）回目の送信事象で得た各撮像点 5 2 の遅延加算後の受信信号 R(n-1)A、R(n-1)B を読み出し、受け渡し部 1 6 へ入力させる。受け渡し部 1 6 は、制御部 1 0 6 の制御下で、n 回目の送信事象の超音波の照射領域（例えば 3 5 - n A、3 5 - n B）と（ n - 1 ）回目の送信事象の超音波の照射領域（例えば 3 5 - (n-1) A、3 5 - (n-1) B）とが重なり合う領域 1 3 5 - n A、1 3 5 - n B（図 2（ c ）参照）内に含まれるすべて撮像点 5 2 を選択する。そして、領域 1 3 5 - n A 内の撮像点 5 2 について、n 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnA を受け取り部 1 7 - 1 に受け渡す。領域 1 3 5 - n A 内の同一の撮像点 5 2 について、（

$n - 1$) 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 $R(n-1)A$ を受け取り部 17 - 2 に受け渡す。また、領域 135 - n B 内の撮像点 52 について、 n 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnB を受け取り部 17 - 3 に受け渡す。領域 135 - n B 内の同一の撮像点 52 について、 $(n - 1)$ 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 $R(n-1)B$ を受け取り部 17 - 4 に受け渡す。

【0054】

本実施形態では、送信事象のたびに、第一空間符号化送信と第二空間符号化送信とを交互に繰り返しているため、 n 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnA 、 RnB と、 $(n - 1)$ 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 $R(n-1)A$ 、 $R(n-1)B$ とは、一方が、式(2)における第一空間符号化送信で得た信号 y_1 であり、他方が、第二空間符号化送信で得た信号 y_2 である。よって、加算器 14 で両者を加算することにより、式(2)により空間符号化を復号し、A側の送信開口(例えば110A, 111A)からの超音波で生じたエコーの受信信号を抽出することができる。また、減算器で両者を減算することにより、式(2)により空間符号化を復号し、B側の送信開口(例えば110B, 111B)からの超音波で生じたエコーの受信信号を抽出することができる。

10

【0055】

すなわち、受け取り部 17 - 1 および 17 - 2 は、A側の送信開口(例えば110Aおよび111A)の照射領域が重なり合う領域 135 - n A の撮像点 52 についての n 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnA と、同一の撮像点 52 について $(n - 1)$ 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 $R(n-1)A$ とを加算器 14 にそれぞれ受け渡す。これにより、共通の撮像点 52 について、A側の送信開口(例えば110Aおよび111A)からの送信によって得られた遅延加算後の受信信号を抽出した復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nA$ が得られる。 $H(n-1)nA$ の H は、復号後の信号であることを示し、 $(n-1)n$ は、 $(n-1)$ 番目の送信による受信信号と、 n 番目の送信による受信信号を復号処理した復号後信号であることを示し、アルファベット A は、A側の送信開口(例えば、110A, 111A)の重畳領域 135 - n A の撮像点 52 の受信信号であることを示す。

20

【0056】

同様に受け取り部 17 - 3 および 17 - 4 は、B側の送信開口(例えば110Bおよび111B)の照射領域が重なり合う領域 135 - n B の撮像点 52 についての n 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 RnB と、同一の撮像点 52 について $(n - 1)$ 回目の送信事象で得た遅延加算後の受信信号 $R(n-1)B$ とを減算器 15 にそれぞれ受け渡す。これにより、共通の撮像点 52 について、B側の送信開口(例えば110Bおよび111B)からの送信によって得られた遅延加算後の受信信号を抽出した復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nB$ が得られる。

30

【0057】

これを $(n - 1)$ 回目の送信と n 回目の送信とで超音波の照射領域の重なり合う領域 135 - n A, 135 - n B に含まれるすべての撮像点 52 について行うことにより、各撮像点 52 において復号が完了する(図4のステップ146)。それぞれの復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nA$ 、 $H(n-1)nB$ は、データ合成部 25 へ送られる。

【0058】

データ合成部 25 は、制御部 106 の制御下で、 n 回目の送信により復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nA$ 、 $H(n-1)nB$ を画像処理部 107 に受け渡す。領域 135 - n A, 135 - n B が操作者が所望する撮像領域の全てを含む場合には、領域 135 - n A, 135 - n B の全ての撮像点 52 についての復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nA$ 、 $H(n-1)nB$ を、データ合成部 25 は画像処理部 107 に受け渡す。画像処理部 107 は、各撮像点 52 の復号後の遅延加算後受信信号 $H(n-1)nA$ 、 $H(n-1)nB$ から撮像領域の各画素値を生成し、画像を生成する。

40

【0059】

一方、データ合成部 25 は、 n 回目の送信で復号後遅延加算後受信信号を得た領域 135 - n A, 135 - n B が、図 11(a)のように操作者が所望する撮像領域 235 の一

50

部である場合には、制御部 106 の制御下で $(n + 1)$ 回目以降の所定回数の送信事象を繰り返し、送信事象のたびに領域 135 - nA, 135 - nB について得られた復号後の遅延加算後受信信号を合成する。これにより、撮像領域 235 のすべての撮像点 52 について復号後の遅延加算後受信信号を得る。本実施形態では送信事象のたびに、超音波探触子 108 の異なる位置の送信開口ペア (110 ~ 113 等) を用いるため、送信事象の復号後の遅延加算後受信信号が得られる領域 135 - nA, 135 - nB の位置が送信事象ごとにずれる。よって、複数の送信事象で得られた復号後の遅延加算後受信信号をデータ合成部 25 において合成 (加算) することにより、撮像領域 235 のすべての撮像点 52 についての復号後の遅延加算後受信信号を得ることができる。加算の際に、同一の撮像点 52 について複数の復号後の遅延加算後受信信号が得られている場合には加算することで、画像の精度を向上させることができる。データ合成部 25 は、合成後の遅延加算後受信信号を画像処理部 107 に受け渡す。画像処理部 107 は、受け取った合成後の遅延加算後受信信号から撮像領域の画像を生成する。

10

【0060】

図 11 (a) から明らかなように、本実施形態では、空間符号化送受信によって、 n 回目の送信と $(n - 1)$ 回目の送信でそれぞれ得られた受信信号について復号処理を行うため、2 回目の送信以降については、送信のたびに、2 つの領域 135 - nA, 135 - nB について復号後の遅延加算後受信信号が得られる。よって、比較例として、図 11 (b) に示した空間符号化を行わない送受信と比較して、約 $1 / 2$ の送信回数で画像を生成することができ、高速撮像が可能である。また、本実施形態では、比較例と同じ回数の送受信を行った場合には、ほぼ 2 倍の遅延加算後受信信号が得られるため、情報量の高密度化により高精度の画像を生成することができる。

20

【0061】

なお、各送信において用いる送信開口ペア 110 等の 2 つの送信開口は、図 11 (a) の例では、超音波探触子 108 のチャンネルを 2 つの領域に分け、各送信開口ペアの A 側の送信開口 (110A, 111A, 112A, 113A 等) が超音波探触子 108 の片側半分に、B 側の送信開口 (110B, 111B, 112B, 113B 等) が、超音波探触子 108 のもう片側半分に位置するように設定され、かつ、送信開口ペアの 2 つの送信開口の間隔は、常に超音波探触子 108 の全体長さの約半分に設定されている。ただし、本実施形態はこのような送信開口ペアの配置に限定されるものではない。例えば、図 12 (a) のように、送信事象のたびに、送信開口の間隔が変化してもよい。また、図 12 (b) のように、送信開口の間隔は、一定であるが、超音波探触子 108 の全体長さの半分よりも小さくてもよい。

30

【0062】

< 第二実施形態 >

本発明の第二の実施形態について説明する。第一実施形態では、図 4 のステップ 143 において、 n 回目の送信において所定の撮像点 52 について遅延加算後受信信号を求め、この信号と、 $(n - 1)$ 回目の送信において同一の撮像点 52 について求めた遅延加算後受信信号とを、ステップ 146 において復号部 41 において加算器 14 で加算、または減算器 15 で減算することにより、復号する構成であった。しかしながら、 n 回目の送信で用いる送信開口ペア (例えば 111) と、 $n - 1$ 回目の送信で用いる送信開口ペア (例えば 110) は、超音波探触子 108 における位置が異なるため、送信開口から撮像対象 120 の撮像点 52 までの音波伝搬時間 (距離) が送信ごとに異なる。これにより、送信から撮像点 52 についてのエコー信号を受信するまでの時間が、送信間でずれる撮像領域が存在する。

40

【0063】

これを図 13 を用いて具体的に説明する。送信開口ペアの送信開口の間隔は、各送信において一定とする。図 13 に示したように、撮像点 52 について、 $n - 1$ 回目の送信で得た遅延加算後受信信号 18 - 1 に、送信開口 110A から送信された超音波のエコーに対応する信号 18 - 1a が発生する時刻を $tA1$ 、送信開口 110B から送信された超音波

50

のエコーに対応する信号 18 - 1 b が発生する時刻を t_{B1} とする。また、同一の撮像点 5 2 について、 n 回目の送信で得た遅延加算後受信信号 18 - 2 に、送信開口 1 1 1 A から送信された超音波のエコーに対応する信号 18 - 2 a が発生する時刻を t_{A2} 、送信開口 1 1 1 B から送信された超音波のエコーに対応する信号 18 - 2 b が発生する時刻を t_{B2} とする。このとき、送信開口 1 1 0 A と送信開口 1 1 1 A の位置が異なることに起因して、信号 18 - 1 a の発生時刻 t_{A1} と、信号 18 - 2 a との発生時刻 t_{A2} とは、 t_a だけ異なる。また、同様に、送信開口 1 1 0 B と送信開口 1 1 1 B の位置が異なることに起因して、信号 18 - 1 b の発生時刻 t_{B1} 、信号 18 - 2 b との発生時刻 t_{B2} とは、 t_b だけ異なる。

【0064】

そのため、このまま、復号部 4 1 において加算器 1 4 で加算した場合、 t のずれがない場合と比較して、信号 18 - 1 a と信号 18 - 2 a とは完全には強め合わず、信号 18 - 1 b と 18 - 2 b とは、完全には打消し合わない領域が生じる。このため、送信開口 1 1 0 A、1 1 1 A から送信された超音波のエコーに対応する信号 18 - 1 a、18 - 2 a の抽出性能が低下する。

【0065】

そこで、第二実施形態では、復号処理におけるエコー信号の抽出性能を高めるために、図 1 4 に示すように、ステップ 1 4 3' において撮像点 5 2 についての遅延加算後受信信号を得る際に、 n 回目と $(n - 1)$ 回目の送信開口（例えば 1 1 0 A と 1 1 1 A）が異なることにより送信開口と撮像点 5 2 との間の生じる超音波の伝搬時間の差 t を調整し、よりコヒーレント性の高い信号に変換されたと遅延加算後受信信号を得る。そして、 n 回目と $(n - 1)$ 回目の送信でそれぞれ得たコヒーレント性の高い遅延加算後受信信号を用いて、復号処理を行う（ステップ 1 4 6）。これにより、復号部 4 1 において加算器 1 4 で加算した際に、 t のずれがある場合よりも、信号 18 - 1 a と信号 18 - 2 a とを精度よく強め合わせることができるとともに、信号 18 - 1 b と 18 - 2 b とをより精度よく打消し合わせ、不要信号である信号 18 - 1 b、18 - 2 b の振幅のより小さい復号化後受信信号を得ることができる。これにより、ノイズを低減し、画像の精度を向上させることができる。

【0066】

具体的には、第二実施形態では、図 1 5 のように受信部 1 0 5 に、遅延加算部 2 1 に代えて、伝搬時間調整後加算部 2 2 1 を備える。伝搬時間調整後加算部 2 2 1 は、伝搬時間選択部 2 2 2 と、伝搬時間調整部 2 2 3 と、加算部 2 2 4 とを備えている。また、受信部 1 0 5 には、伝搬時間データ記憶部 3 2 4 が備えられている。伝搬時間データ記憶部 3 2 4 には、送信開口から送信された超音波が撮像点 5 2 に到達し、撮像点 5 2 で生じたエコーが受信開口（チャンネル）に到達するまでの時間が、複数の送信開口 1 1 0 ~ 1 1 3 等、複数の撮像点 5 2、および、複数の受信開口（チャンネル） $1 0 9_1 \sim 1 0 9_p$ 、の三者の組み合わせごとに、予め格納されている。

【0067】

制御部 1 0 6 は、ステップ 1 4 3' において、伝搬時間選択部 2 2 2 に対して、チャンネルメモリ 4 0 の記憶領域 4 0 - 1 に格納された超音波の送信開口、受信焦点を結ばせるべき撮像点 5 2 の位置を指示し、送信開口から送信された超音波が撮像点 5 2 に到達した後各チャンネル $1 0 9_1 \sim 1 0 9_p$ に到達する伝搬時間を、チャンネル $1 0 9_1 \sim 1 0 9_p$ ごとに伝搬時間データ記憶部 3 2 4 から選択させる。そして、制御部 1 0 6 は、伝搬時間適用部 2 2 3 に指示し、チャンネルメモリ 4 0 の記憶領域 4 0 - 1 に格納されている各チャンネル $1 0 9_1 \sim 1 0 9_p$ の受信信号をそれぞれ読み出させ、伝搬時間選択部 2 2 が選択した伝搬時間を差し引かせる。伝搬時間を差し引いた受信信号を加算部 2 2 4 で加算することにより、遅延加算後受信信号 RnA または RnB を得ることができる。この遅延加算後受信信号は、送信間で送信開口が異なっても、超音波の伝搬時間を受信信号から差し引くことにより調整しているため、送信間でよりコヒーレント性の高い遅延加算後受信信号が得られる。

【0068】

10

20

30

40

50

制御部 106 は、1 回の送信事象ごとに照射領域 $35 - n A$, $35 - n B$ に設定したすべての撮像点 52 について同様に遅延加算後の受信信号 RnA または RnB を伝搬時間調整後加算部 221 に算出させ、第二のメモリ 42 に格納させる。その後、制御部 106 は、次の送信で得られた受信信号をもう一つの記憶領域 40 - 2 から読み出して、すべての撮像点 52 についての遅延加算後の受信信号 RnA および RnB を求めるように、伝搬時間調整後加算部 221 に指示して、上記処理を繰り返させる。復号部 41 は、第二のメモリ 42 に格納された、 n 回目と $(n - 1)$ 回目の送信でそれぞれ得たコヒーレント性の高い遅延加算後受信信号を用いて、復号処理を行う (ステップ 146)。これにより、復号処理におけるエコー信号の抽出性能を高めることができる。

【0069】

他の構成は、第一実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0070】

< 第三実施形態 >

第三実施形態の超音波撮像装置は、第一および第二実施形態の復号処理において打ち消し残った不要信号を抑圧することにより、更に高画質な画像データを得ることのできる構成である。

【0071】

第一実施形態では図 11 (a) を用いて説明したように、データ合成部 25 は、2 回目以降の送信ごとに領域 $135 - n A$ 、 $135 - n B$ について得られた復号後の遅延加算後受信信号を送信間で加算して画像処理部 107 に受け渡すことにより、所望の撮像領域 235 の画像を生成する構成であった。第三実施形態では、 n 回目の送信後に復号後の遅延加算後受信信号が得られる領域 $135 - n A$ 、 $135 - n B$ が、 $n - 1$ 回目の送信後に復号後の遅延加算後受信信号が得られる領域 $135 - (n-1) A$ 、 $135 - (n-1) B$ または $n + 1$ 回目の送信後に復号後の遅延加算後受信信号が得られる領域 $135 - (n+1) A$ 、 $135 - (n+1) B$ に対して一部が重なり合うように設定する。これにより、同一の撮像点 52 について、復号後の遅延加算後受信信号が 2 以上得られるため、データ合成部 25 によってこれらを加算することができる。よって、復号時の打ち消し残りの不要信号を抑制することができる。

【0072】

本実施形態を図 2、図 3、図 16 を使ってさらに説明する。本実施形態では、図 3 に示したように、第一実施形態と同様に、複数の送信開口グループ 110、111、112 等を用いて、空間符号化した超音波を順次送信して受信信号を受信する。このとき、連続する送信で用いる空間符号は、これらの送信の受信信号同士で復号ができるように、例えば、Hadamard 符号の第一空間符号と第二空間符号とを送信間で交互に用いる。これにより、図 2 (c) のように、2 回目の送信以降は、送信のたびに、その送信 (n 回目) の送信領域 $35 - n A$ 、 $35 - n B$ とその前の送信 ($n - 1$ 回目) の送信領域 $35 - (n - 1) A$ 、 $35 - (n - 1) B$ とが重なり合う領域 $135 - n A$ 、 $135 - n B$ について復号後の遅延加算後受信信号が得られる。本実施形態では、この領域 $135 - n A$ 、 $135 - n B$ が、連続する送信間で重なるように、送信開口グループ 110、111、112 等の照射領域を設定する。具体的には、 $n - 1$ 回目の送信開口の照射領域 $35 - (n-1) A$ 、 $35 - (n-1) B$ と、 n 回目の送信開口の照射領域 $35 - n A$ 、 $35 - n B$ と、 $n + 1$ 回目の送信開口の照射領域 $35 - (n+1) A$ 、 $35 - (n+1) B$ の 3 つが重なる領域が形成されるように、それぞれの照射領域を設定する。

【0073】

$n - 1$ 回目、 n 回目、 $n + 1$ 回目の照射領域が重畳する領域の焦点 52 について、それぞれの送信後に得られる遅延加算後受信信号は、図 16 の信号 18 - 1、信号 18 - 2、信号 18 - 3 のようになる。これらの信号には、復号処理により抽出すべき信号 (例えば A 側の送信開口の超音波のエコーによる信号 18 - 1a、18 - 2a、18 - 3a) と、復号処理により打ち消し合わせるべき信号 (例えば B 側の送信開口の超音波の混入エコーによる信号 18 - 1b、18 - 2b、18 - 3b) とが含まれている。復号部 41 は、図 1

10

20

30

40

50

6のように、信号18-1と信号18-2とを加算（または減算）、信号18-2と信号18-3とを加算（または減算）することにより、抽出すべき信号18-1a、18-2a、18-3aを強め合わせ、混入エコーによる信号18-1b、18-2b、18-3bを打ち消しあわせ、復号後の遅延加算後受信信号19-1、19-2をそれぞれ得る。復号後の遅延加算後受信信号19-1、19-2には、抽出すべき信号19-1a、19-2aの他に、打ち消し残りの混入エコーによる不要信号19-1b、19-2bが残存する。

【0074】

このとき、図3のように、送信ごとに第一空間符号と第二空間符号とを交互に用いているため、混入エコーによる信号18-1b、18-2b、18-3bの波形は、交互に反転している。また、送信事象が連続する送信開口グループ同士的位置関係は、隣合っているため、混入エコーの出現時刻は送信事象を追うごとにゆるやかに一定方向に移動する。このため、復号部41による復号後の遅延加算後受信信号19-1に生じる不要信号19-1bと遅延加算後受信信号19-2に生じる19-2bは、互いに反転する関係となっている。

10

【0075】

そこで、データ合成部25において、同一の撮像点52についての復号後の遅延加算後受信信号19-1と19-2とを合成（加算）する処理を行うことで不要信号を打ち消し合わせることができ、必要信号をより高感度に抽出することができる。

【0076】

他の構成は、第一実施形態と同様であるので説明を省略する。

20

【0077】

< 第四実施形態 >

第四実施形態の超音波撮像装置について説明する。

【0078】

第四実施形態の装置は、第三実施形態の装置と同様の構成であるが、データ合成部25が複数の復号後の遅延加算後受信信号19-1、19-2等を合成する際に、重み付けしてから加算する点が第三実施形態とは異なっている。これにより、必要信号をより高感度に抽出することができる。

【0079】

図17に示すように、データ合成部25は、合成する複数の復号後の遅延加算後受信信号の重み付けする重み付け部32-1~32-Kと、重み付け部32-1~32-Kに重み係数を設定する重み設定部26とを備えている。重み設定部26は、データ合成部25が合成を行う複数の復号後の遅延加算後受信信号が得られた送信が行われた時刻を時系列に並べた場合に、時系列の中心時間に近いものほど大きな重みを設定する。合成する復号後の遅延加算後受信信号の数をK個とすると、例えばK=3の場合、重み係数は時系列にならべた復号後の遅延加算後受信信号に対して順に[1, 2, 1]、K=4の場合は[1, 3, 3, 1]を設定する。重み付け部32-1は、設定された重み係数を復号後の遅延加算後受信信号の振幅に掛けあわせて重み付けを行う。データ合成部25は、重み付け後の信号を加算する。

30

40

【0080】

このように重み付けを行うことにより、データ合成部25により合成後の、復号後の遅延加算後受信信号は、抽出すべき信号119aの振幅がより強められ、不要信号119bの振幅がより抑制される。また、抽出すべき信号119aの時間軸方向の広がり小さくなるため、生成される画像の空間分解能を向上させることができる。

【0081】

第三および第四実施形態においては、データ合成部25において合成される復号後の遅延加算後受信信号の数が多ほど、打ち消し残った不要信号を抑圧し、必要信号をより高感度に抽出できる。上述した図11(a)の例では、送信開口が超音波探触子108にK個ある場合、1回目の送信では同時送信する2つの送信開口のうち一方の送信開口は、超

50

音波探触子 108 の端部の位置：1 の位置から、もう一方の送信開口は、超音波探触子 108 の中央の位置： $K/2 + 1$ から送信する。2 回目以降の送信事象では、送信開口の間隔は一定として、送信開口の位置を同じ方向に徐々にずらす。これにより、 $K/2$ 回の送信事象を行うことによって、超音波の照射領域で撮像領域を順次スキャンすることができる。このとき、隣合う送信開口同士の照射領域ができるだけ大きく重なるように設定することにより、送信開口に近く、感度が高い（振幅が大きい）遅延後加算受信信号同士で復号処理することのできる撮像点 52 の領域を大きく設定することができる。また、復号後の遅延加算後受信信号の感度も高くなる。さらに、復号後の遅延加算後受信信号同士をデータ合成部 25 で合成処理することにより、合成後の信号の感度も高くなる。したがって、図 11 (a) のように送信開口を一方向に順次選択して得られたエコー信号をつかって、遅延加算、復号、合成処理することで、各撮像点において感度の高い信号同士の信号処理が可能となり、必要信号をより感度高く抽出できる。また、図 11 (a) の例では、送信開口位置が一様に移動することで、復号処理で生じる不要信号は時系列に緩やかに発生時間が移動するため、合成時に効率的に抑圧できる。よって、送信事象数を必要最小限に抑えてフレームレートを向上させつつ、データ合成部 25 で合成される信号数を最大化することができる。

10

【0082】

また、上述の実施形態では、 n 回目と $(n - 1)$ 回目の送信開口（例えば 110A と 111A）が異なることによって生じる不要信号を抑圧することについて説明したが、不要信号を撮像対象が送信間で大きく動く場合にも生じる。上記第二、第三および第四実施形態の構成は、撮像対象が大きく動く場合に生じる不要信号についても同様に抑圧でき、同様な高画質化効果が得られる。

20

【0083】

なお、本実施形態は図 11 (a) に示したように送信開口を選択および移動させる構成に限れるものではなく、上述の図 12 (a) や (b) に示す構成を用いることも可能である。図 12 (a) や (b) の構成も同様に復号処理に用いる送信事象同士の送信開口位置を空間的に互いに近くすることができ、送信事象数を必要最小限にしつつ合成回数を最大化し、必要信号をより高感度に抽出することができる。

【0084】

第一から第四実施形態において、送信開口から送信される超音波は、送信される超音波は、撮像対象 120 内で送信焦点をもつフォーカス送信であってもよいし、撮像対象 120 内には送信焦点を持たないデフォーカス送信であってもよい。フォーカス送信は、送信開口に含まれる複数のチャンネルの送信信号に対して送信焦点とチャンネルとの超音波伝搬時間（距離）に対応した遅延時間を与えることにより、実現できる。これにより、例えば図 18 に示したように、撮像領域のある深度に送信焦点 171 を結んだ送信ビームを照射することができる。送信ビームを照射する場合、遅延加算後受信信号を生成するための遅延量は、仮想音源法などの公知の遅延量計算手法に基づいて算出することができる。送信ビームを送信した場合、感度の高い遅延加算後受信信号を生成できる撮像点 52 の範囲は、図 18 に示したように所定の照射領域 35 に限られるが、第一から第四実施形態で説明したように、送信事象同士の送信開口位置を空間的に互いに近くすることにより、送信焦点 171 の近傍においても送信間で照射領域 35 - nA、35 - nB 等が一部重なるように順次超音波を照射することは可能である。よって、照射領域 35 が限られた形状の場合であっても、撮像領域の全体に撮像点 52 を設定して遅延加算後受信信号を生成でき、復号処理することができる。また、データ合成部 25 で得られた遅延加算後受信信号を合成することにより、感度高く必要な信号を抽出できる。

30

40

【0085】

また、上述の送信ビームを用いる場合、遅延加算後受信信号に発生する、他方の送信開口からの混入エコー信号（たとえば図 13 の信号 18 - 1b）を抑制することができる。その理由は、送信ビームを用いることにより、回折波（サイドローブ）を低減させることができるためである。これにより、復号後の遅延加算後受信信号 119 に生じる打ち消し

50

残り信号 1 1 9 を、デフォーカス送信の場合よりも低減することができる。なお、サイドロープの低減は、送信部 1 0 2 や受信部 1 0 5 にサイドロープ低減部を付与することにより実現可能である。サイドロープ低減部は、送信および受信開口にアポダイゼーションを適用する構成や、同時に送信する送信ビームのサイドロープが重ならないような遅延処理を加える構成や、開口幅を小さくする構成を用いることができる。

【 0 0 8 6 】

なお、各実施形態の超音波撮像装置は、図 8 に示したように、遅延加算部 2 1 の後に復号部 4 1 を配置した構成であり、遅延量適用部 2 3 による遅延処理、加算部 2 4 による加算処理、復号部 4 1 による復号処理の順番で信号が処理される構成であった。しかしながら、本実施形態は、この順序に限定されるものではなく、遅延処理よりも後に加算処理が行われれば、どの時点で復号処理を行ってもよい。例えば、復号処理、遅延処理、加算処理の順番で信号を処理してもよいし、遅延処理、復号処理、加算処理の順番で信号を処理してもよい。

10

【 0 0 8 7 】

また、空間符号化の方法は、Hadamard 行列による空間符号化に限られるものではなく、他の方法を用いることもできる。例えば、直交 Golay 符号による空間符号化等を用いることができる。

【 0 0 8 8 】

直交した Golay 符号による空間符号化は、下式 (3) の行列を用いる。

【 数 3 】

$$T = \begin{bmatrix} X1 & Y1 \\ X2 & Y2 \end{bmatrix} \quad \dots(3)$$

20

式 (3) において、X 1 と X 2 は相補関係のペアとなる Golay 符号であり、Y 1 と Y 2 は異なる種類の相補関係のペアとなる Golay 符号である。符号 Y 1、Y 2 は、X 1 と X 2 に対する Y 1 と Y 2 の相互相関関数の和が、全ての点でゼロとなるような符号である。このような関係を持つ Golay 符号の組合せを直交した Golay 符号と呼ぶ。たとえば、X 1 = [1 1] と X 2 = [1 - 1]、Y 1 = [- 1 1] と Y 2 = [- 1 - 1] の Golay 符号の組合せがある。この空間符号化を用いた場合、復号処理は、式 (4) で表される。

30

【 数 4 】

$$\begin{aligned} R_1 \otimes X1 + R_2 \otimes X2 &= [\chi_{X1X2} \quad 0] \\ R_1 \otimes Y1 + R_2 \otimes Y2 &= [0 \quad \chi_{Y1Y2}] \end{aligned} \quad \dots(4)$$

ただし、式 (4) において、空間符号化送信における各送信事象で得られた受信信号を R1, R2 とする。⊗ は相関処理を表し、 χ_{X1X2} は X 符号の自己相関関数の和を、 χ_{Y1Y2} は Y 符号の自己相関関数の和を、示す。

【 0 0 8 9 】

上記式 (4) の演算を復号部 4 1 で行うことにより、Golay 符号 X を用いた送信方向からのエコーと、Golay 符号 Y を用いた送信方向からのエコーを分離することができる。

40

【 符号の説明 】

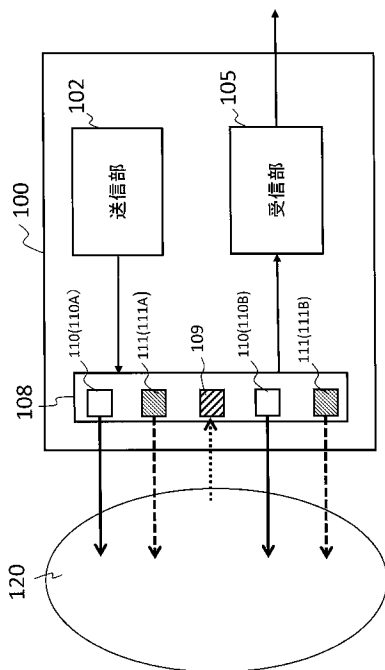
【 0 0 9 0 】

1 4 ... 加算器、1 5 ... 減算器、2 1 ... 遅延加算部、2 2 ... 遅延量選択部、2 3 ... 遅延量適用部、2 4 ... 加算部、4 0 ... チャンネルメモリ、4 0 - 1, 4 0 - 2 ... 記憶部、4 1 ... 復号部、4 2 ... 第二のメモリ、4 2 - 1, 4 2 - 2 ... 記憶領域、5 2 ... 撮像点、1 0 0 ... 超音波撮像装置、1 0 2 ... 送信部、1 0 5 ... 受信部、1 0 6 ... 制御部、1 0 8 ... 超音波探触子、1 0 9 ... 受信開口 (チャンネル)、1 1 0 ~ 1 1 3 ... 送信開口グループ、1 1 0 A、1 1 0 B ... 送信開口、1 1 1 A、1 1 1 B ... 送信開口、1 2 0 ... 撮像対象、1 2 4 ... 遅延デー

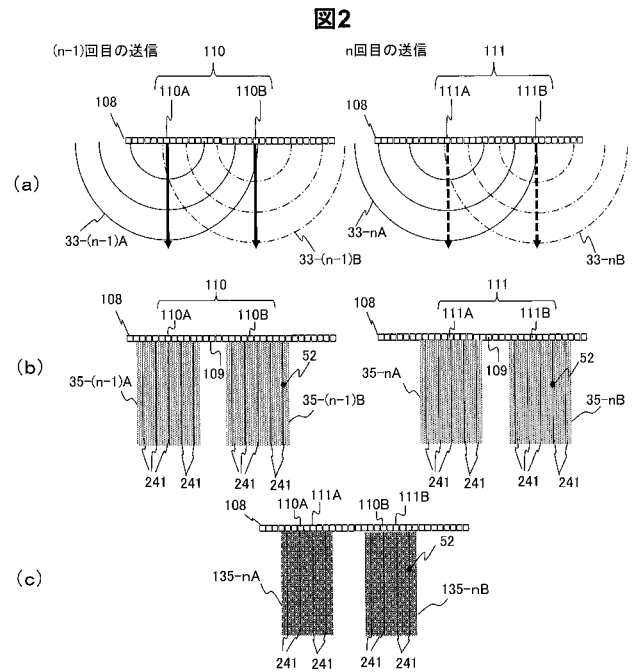
50

タ格納部、2 2 1 ... 伝搬時間調整後加算部、2 2 2 ... 伝搬時間選択部、2 2 3 ... 伝搬時間調整部、2 2 4 ... 加算部、2 4 1 ... 受信走査線、3 2 4 ... 伝搬時間データ記憶部

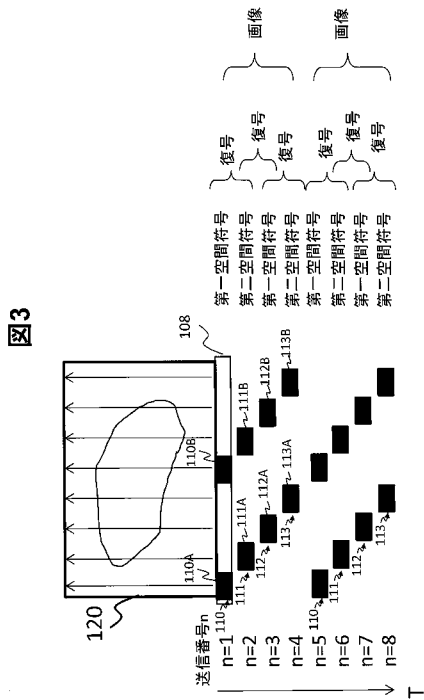
【 図 1 】



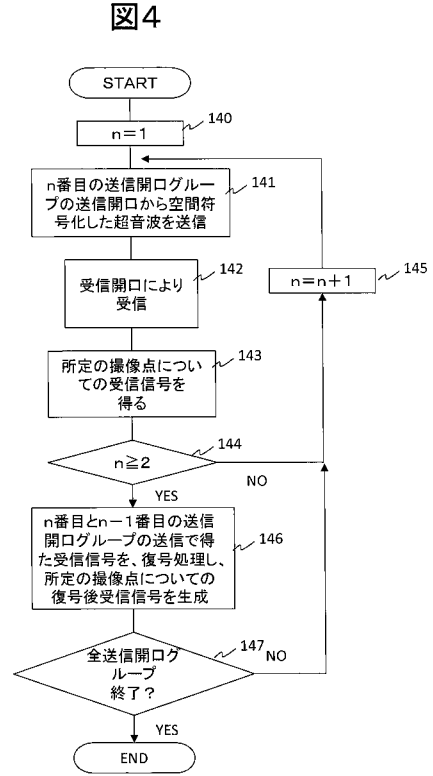
【 図 2 】



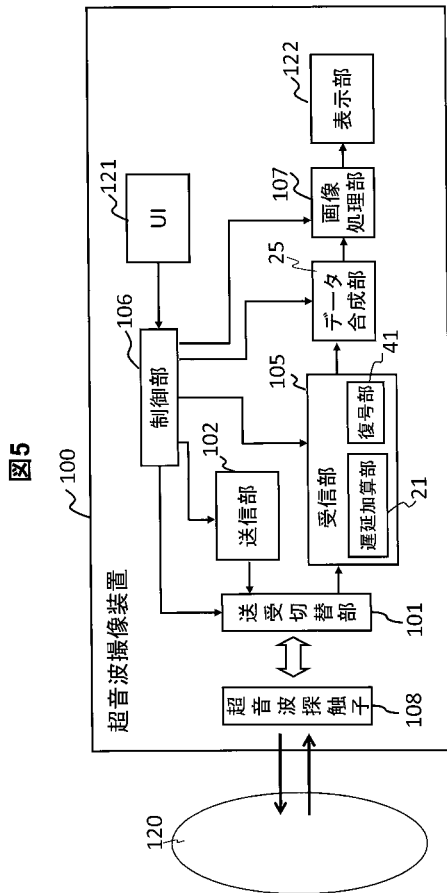
【 図 3 】



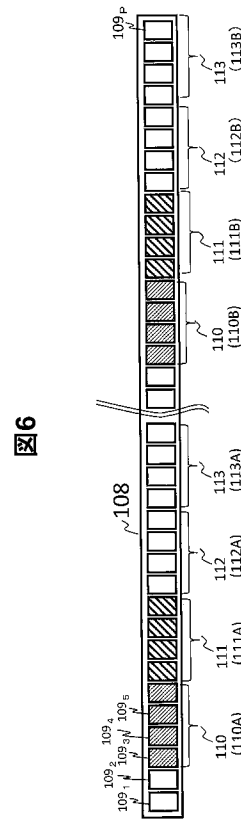
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

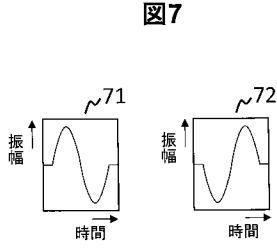


図7

【 図 8 】

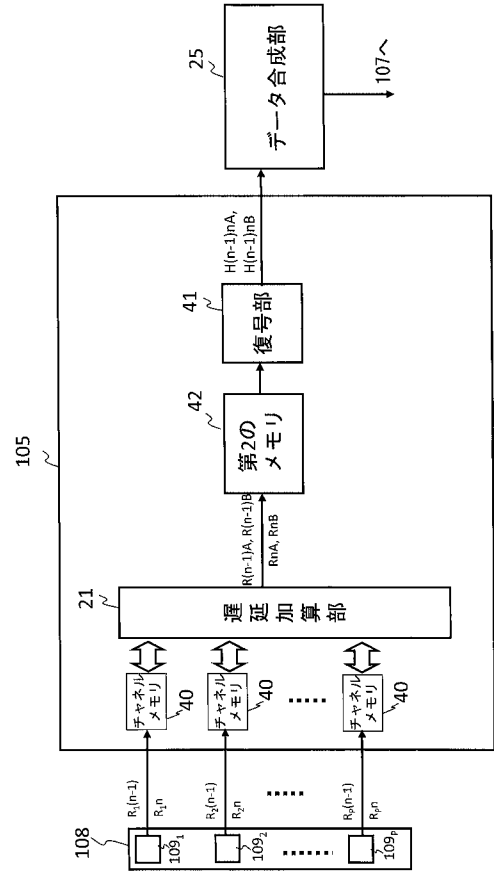


図8

【 図 9 】

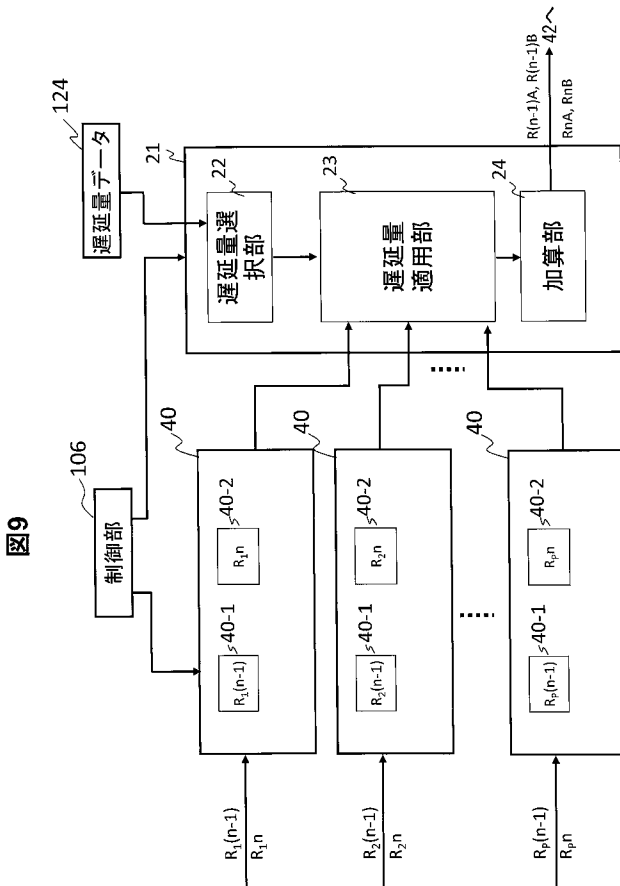


図9

【 図 10 】

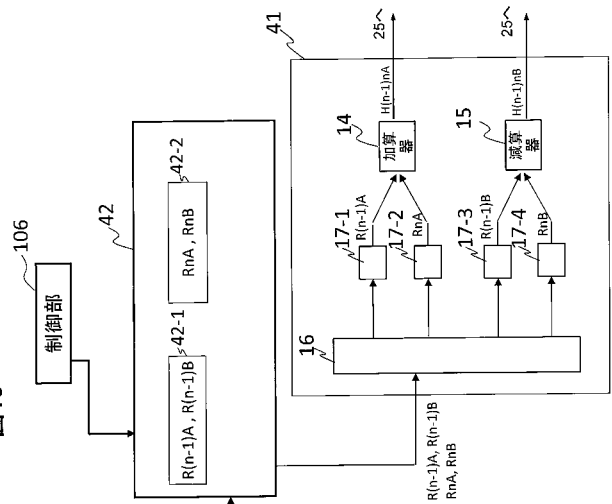


図10

【 図 1 1 】

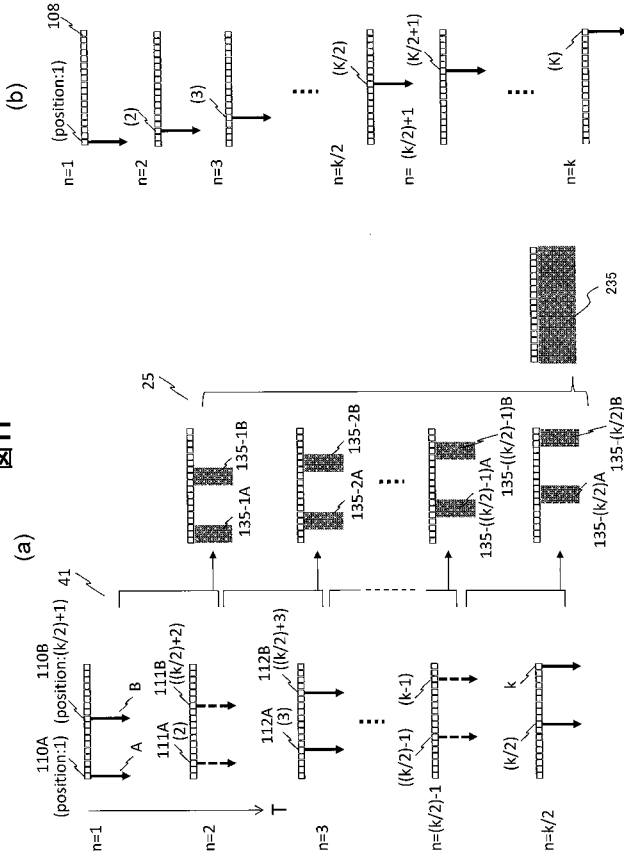


図11

【 図 1 2 】

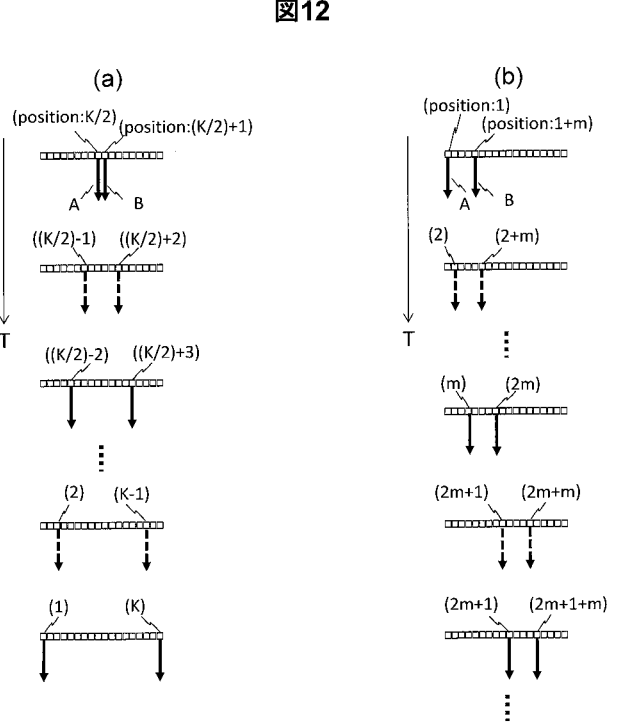


図12

【 図 1 3 】

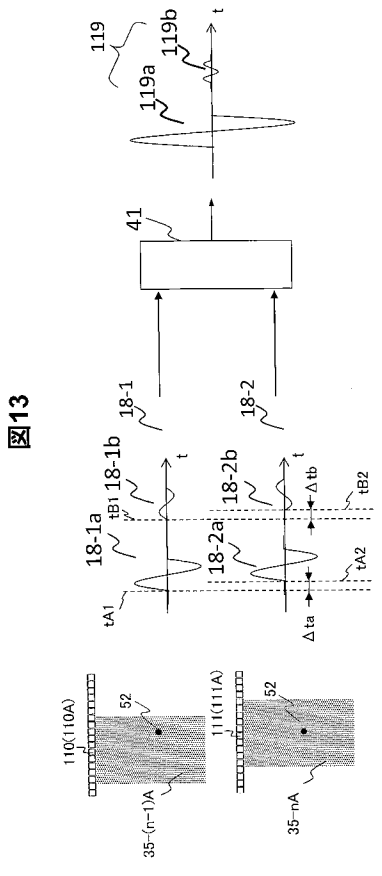


図13

【 図 1 4 】

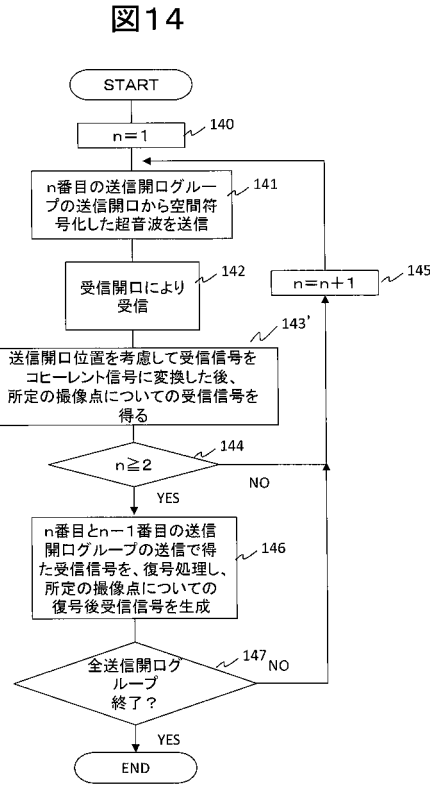
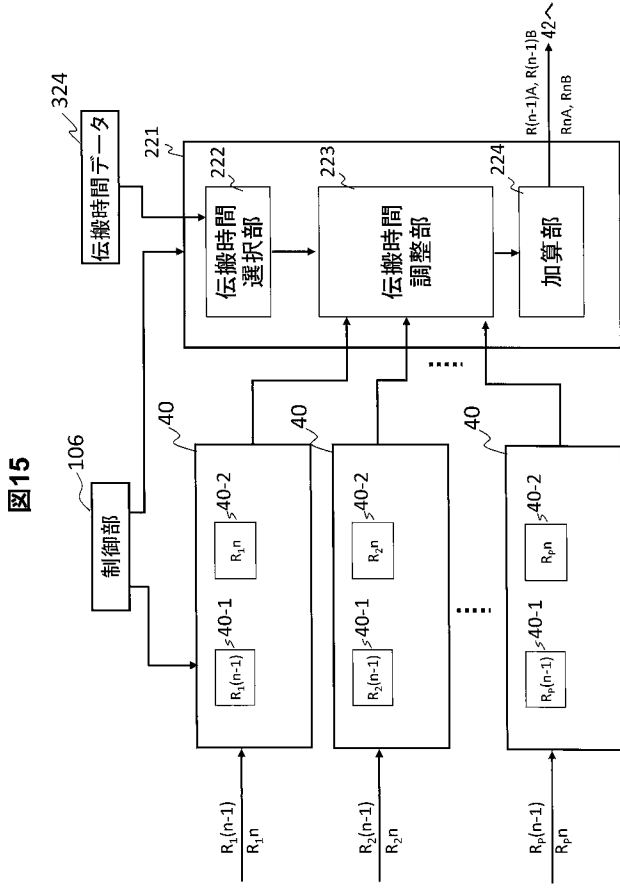
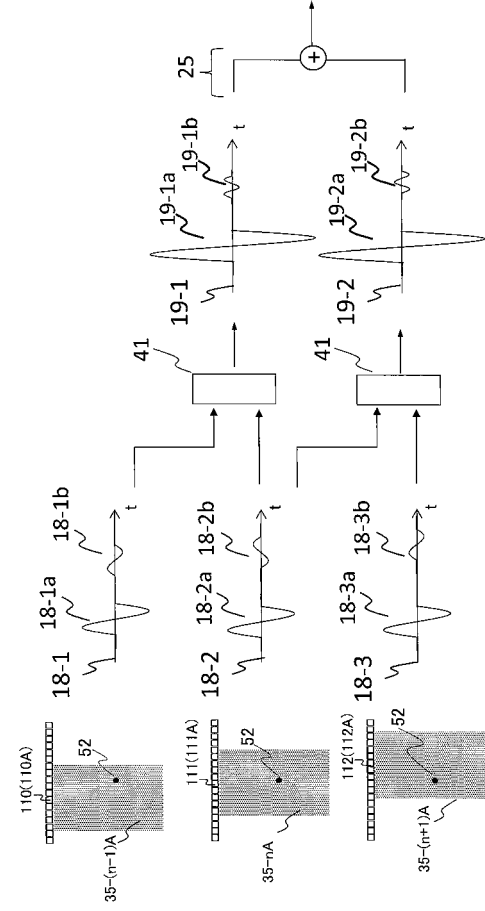


図14

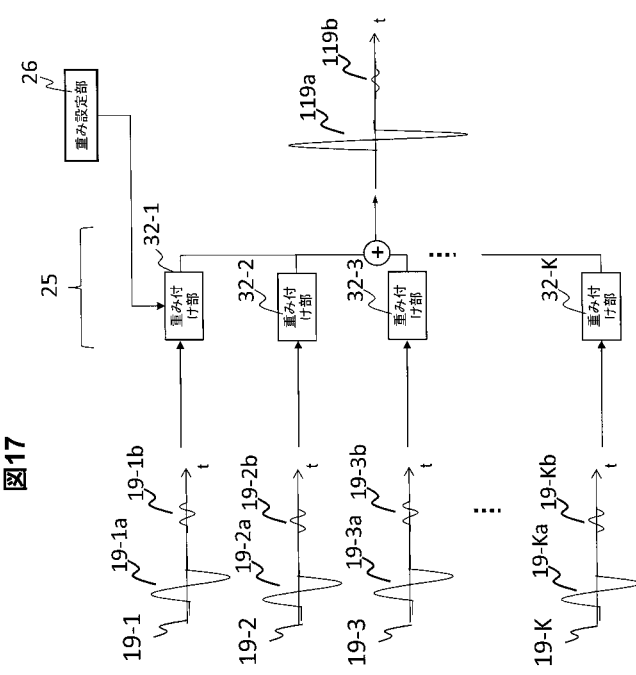
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

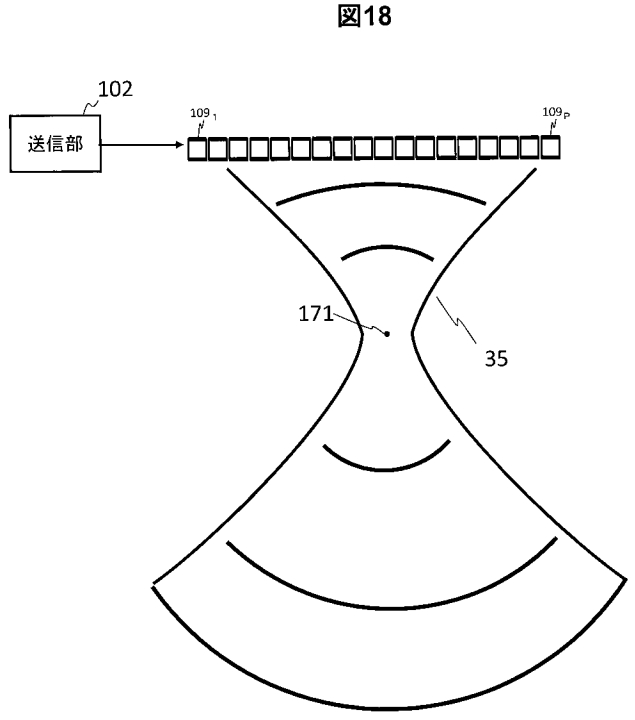


図18

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/071685
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/14 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B8/14		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-155867 A (General Electric Co.), 15 June 1999 (15.06.1999), paragraphs [0007] to [0028]; fig. 2 to 7 & US 5851187 A column 2, line 15 to column 5, line 63; fig. 2 to 4D & DE 19843219 A1 & IL 126252 D	1-14
A	JP 2008-253663 A (Toshiba Corp.), 23 October 2008 (23.10.2008), paragraphs [0066] to [0088]; fig. 5, 7 (Family: none)	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 24 August 2016 (24.08.16)	Date of mailing of the international search report 06 September 2016 (06.09.16)	
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071685

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/057658 A1 (Konica Minolta, Inc.), 17 April 2014 (17.04.2014), paragraphs [0027] to [0131]; fig. 4 to 10 & US 2015/0260842 A1 paragraphs [0035] to [0118]; fig. 4 to 10	1-14
A	JP 2004-209087 A (Hitachi Medical Corp.), 29 July 2004 (29.07.2004), paragraphs [0030] to [0062]; fig. 1 to 18 & US 2006/0173305 A1 paragraphs [0059] to [0131]; fig. 1 to 21 & WO 2004/060167 A1 & EP 1582149 A1 & DE 60331861 D & CN 1756509 A	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 7 1 6 8 5	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 11-155867 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 1999.06.15, 段落[0007]-[0028], 第2-7図 & US 5851187 A 第2欄 第15行-第5欄第63行 第2-4D図 & DE 19843219 A1 & IL 126252 D	1-14	
A	JP 2008-253663 A (株式会社東芝) 2008.10.23, 段落[0066]-[0088], 第5,7図 (ファミリーなし)	1-14	
A	WO 2014/057658 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2014.04.17, 段落 [0027]-[0131], 第4-10図 & US 2015/0260842 A1 段落 [0035]-[0118], 第4-10図	1-14	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 24.08.2016		国際調査報告の発送日 06.09.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 宮川 哲伸	2U 9208
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 7 1 6 8 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-209087 A (株式会社日立メディコ) 2004.07.29, 段落 [0030]-[0062], 第 1-18 図 & US 2006/0173305 A1 段落 [0059]-[0131], 第 1-21 図 & WO 2004/060167 A1 & EP 1582149 A1 & DE 60331861 D & CN 1756509 A	1-14

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 田中 宏樹

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 4C601 EE07 EE08 EE09 HH11 HH14 HH22 HH25 HH27 HH28 JB34

JB45

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声成像设备和超声成像方法		
公开(公告)号	JPWO2017022540A1	公开(公告)日	2018-02-22
申请号	JP2017532502	申请日	2016-07-25
[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		
[标]发明人	石原千鶴枝 池田貞一郎 鱒沢裕 田中宏樹		
发明人	石原 千鶴枝 池田 貞一郎 鱒沢 裕 田中 宏樹		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14 G01S15/8959		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE07 4C601/EE08 4C601/EE09 4C601/HH11 4C601/HH14 4C601/HH22 4C601/HH25 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/JB34 4C601/JB45		
优先权	2015156328 2015-08-06 JP		
其他公开文献	JP6410944B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

执行高实时，高帧频编码的发送/接收成像。对于包括两个或更多个透射孔的多个透射孔组中的每一个，将空间编码的超声波同时发送到成像目标。此时，使至少两组进行连续透射的透射孔组的超声波照射区域彼此部分重叠。来自成像目标的超声波回波被接收孔接收。成像点被设置在连续发射的超声波的照射区域重叠的范围内，并且针对两个连续发射的超声波中的每一个获得针对相同成像点的接收信号。如此获得的两个接收信号经过解码处理以获得用于成像点的解码的接收信号。

