

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2009/081569

発行日 平成23年5月6日(2011.5.6)

(43) 国際公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード(参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00 4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 45 頁)

出願番号	特願2009-546945 (P2009-546945)	(71) 出願人	000005821 パナソニック株式会社
(21) 国際出願番号	PCT/JP2008/003896		大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 国際出願日	平成20年12月22日(2008.12.22)	(74) 代理人	110000040 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(31) 優先権主張番号	特願2007-332082 (P2007-332082)	(72) 発明者	福喜多 博 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
(32) 優先日	平成19年12月25日(2007.12.25)	(72) 発明者	伊藤 嘉彦 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	Fターム(参考)	4C601 EE08 EE14 HH07 HH08 HH25 HH28
(31) 優先権主張番号	特願2008-28808 (P2008-28808)		
(32) 優先日	平成20年2月8日(2008.2.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2008-42480 (P2008-42480)		
(32) 優先日	平成20年2月25日(2008.2.25)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

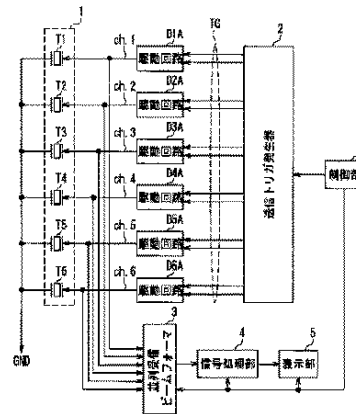
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

超音波送信用のトランスデューサ素子T1～T6が配列された配列振動子1と、トランスデューサ素子をそれぞれ駆動するための送信チャンネル毎に設けられた駆動回路D1A～D6Aと、駆動回路を制御するトリガパルス生成する送信トリガ発生器2と、トランスデューサ素子からの受信信号を処理する並列受信ビームフォーマ3と、並列受信ビームフォーマの出力信号を処理する信号処理部4と、送信トリガ発生器、並列受信ビームフォーマ、及び信号処理部を制御する制御部5とを備える。送信トリガ発生器は、トリガパルスの幅を送信チャンネル毎に独立に制御することにより、駆動回路から、配列振動子の送信開口の各送信チャンネルの出力振幅に対する所定の重み付け値を近似する駆動パルスを出力させる。並列受信ビームフォーマを使用してデータ取得レートを向上させるための台形送信ビームを生成する回路を、パルス増幅器を用いて低コストで構成できる。

【図1】



- 3 PARALLEL-RECEIVED BEAM FORMER
- 4 SIGNAL PROCESSING UNIT
- 5 DISPLAY UNIT
- D1A DRIVE CIRCUIT
- D2A DRIVE CIRCUIT
- D3A DRIVE CIRCUIT
- D4A DRIVE CIRCUIT
- D5A DRIVE CIRCUIT
- D6A DRIVE CIRCUIT
- 2 TRANSMISSION TRIGGER GENERATOR
- 6 CONTROL UNIT

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送信するための複数のトランスデューサ素子が配列された配列振動子と、
前記トランスデューサ素子をそれぞれ駆動するための送信チャンネル毎に設けられた複
数の駆動回路と、

前記駆動回路を制御するトリガーパルスを生成する送信トリガ発生器と、
前記トランスデューサ素子からの受信信号を処理する並列受信ビームフォーマと、
前記並列受信ビームフォーマの出力信号を処理する信号処理部と、
前記送信トリガ発生器、前記並列受信ビームフォーマ、及び前記信号処理部を制御する
制御部とを備え、

10

前記送信トリガ発生器は、前記トリガーパルスの幅を前記送信チャンネル毎に独立に制
御することにより、前記駆動回路から、前記配列振動子の送信開口の前記各送信チャン
ネルの出力振幅に対する所定の重み付け値を近似する駆動パルスを出力させることを特徴と
する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記配列振動子の送信開口の中央部及び辺縁部に対応する前記送信チャンネル用の前記
駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅よりも、前記中央部と前記辺縁部の中間領
域に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅
が狭い請求項 1 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 3】

前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスのサイクル数を前記送信チャンネル毎に
独立に制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御する請求
項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの時相を前記送信チャンネル毎に独立に
逆転制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御する請求項
1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記配列振動子における駆動される複数の前記トランスデューサ素子が 3 個のグルー
プに分割され、前記送信開口の中央のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパ
ルスの時相に対して、前記中央のグループの両側の辺縁のグループの前記駆動回路に入力さ
れるトリガーパルスの時相が逆転している請求項 4 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 6】

前記駆動回路は 3 値出力であり、前記トリガーパルスの幅、前記トリガーパルスのサイ
クル数、及び前記トリガーパルスの時相の少なくとも 1 つを、前記送信チャンネル毎に独
立に制御することにより、前記重み付け値を近似する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記配列振動子における配列の中心を原点とする相対座標を X に対して、前記所定の重
み付け値 $w(X)$ を、下記の式により設定する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C$$

40

但し、 $-1 \leq X \leq 1$ 、 $0.02 \leq C \leq 0.08$

【請求項 8】

前記重み付け値 $w(X)$ を、量子化単位値 q (但し、 $1/8 \leq q \leq 1$) により離散化す
る請求項 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記離散化された重み付け値が隣接する複数の前記送信チャンネルに亘り零となる場合
に、前記重み付け値が零となる前記隣接送信チャンネルの一部について、前記量子化単位
値を最小単位として重み付け値を変更する請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

超音波の送信周波数が高くなる程、前記所定の重み付け値の離散化の間隔が大きく設定

50

される請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 1】

前記所定の重み付け値の符号が正である場合と負である場合では、前記駆動パルスのタイミングを 1/2 周期に相当する時間量シフトさせる請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 2】

前記駆動回路が 2 値出力である請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記駆動パルスのタイミングを指定する遅延データに対して、前記所定の重み付け値の符号に応じて、1/2 周期に相当する時間量データを加算、または減算する請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 1 4】

前記所定の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に応じて前記各送信チャンネルの出力を制御する請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 5】

前記所定の重み付け値の絶対値を量子化し、量子化された絶対重み付け値が零となる前記送信チャンネルの一部について、量子化の最小単位により前記絶対重み付け値を変更する請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

20

本発明は、データを取得するレートを高めることを可能とする、平坦な送信ビームと複数の受信ビームを使用する超音波診断装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来の超音波診断装置において、超音波ビームの空間エネルギープロファイルの中央部を、対象物の位置において実質的に平坦にすることが知られている（例えば特許文献 1 参照）。そのためには、例えば図 3 8 に示すように、いずれのトランスデューサ素子から出射される波形の最終形状は、少なくとも 2 つの所定の成分波形 2 0 1 を結合させることにより決定される複合波形 1 0 7 である。

30

【0 0 0 3】

好適には、各々のチャンネルにおける複合波形 1 0 7 は、全て同一ではなく、図 3 9 に示すように、同一の期間に実質的に所定領域の全てに超音波照射される、複数の別個の超音波ビーム 2 0 2 a、2 0 2 b、2 0 2 c・・・に対応するそれぞれ異なる成分波形 2 0 1 として構成される。それらの成分波形 2 0 1 の重畳により、ファット TX ビーム 1 0 4（以後、台形送信ビームと呼ぶ）が形成される。

【特許文献 1】特表 2 0 0 6 - 5 0 6 1 5 8 号公報（段落 0 0 1 4、0 0 3 3、0 0 4 3、図 2、図 3、図 2 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

40

しかしながら、従来の超音波診断装置においては、台形送信ビームを形成するためには、トランスデューサ素子から出射された波形の最終形状は、少なくとも 2 つの異なる所定の波形を結合させて得る必要がある。このためには、トランスデューサ素子を駆動する高電圧の駆動回路を線形増幅器で構成する必要がある。従って、パルス増幅器に比べコストが高く、消費電力も大きいという問題があった。

【0 0 0 5】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、複数の並列受信ビームを使用してデータ取得レートを向上させるための台形送信ビームを、低コストで形成することのできる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0006】

本発明の超音波診断装置は、超音波を送信するための複数のトランスデューサ素子が配列された配列振動子と、前記トランスデューサ素子をそれぞれ駆動するための送信チャンネル毎に設けられた複数の駆動回路と、前記駆動回路を制御するトリガーパルスを生成する送信トリガ発生器と、前記トランスデューサ素子からの受信信号を処理する並列受信ビームフォーマと、前記並列受信ビームフォーマの出力信号を処理する信号処理部と、前記送信トリガ発生器、前記並列受信ビームフォーマ、及び前記信号処理部を制御する制御部とを備える。前記送信トリガ発生器は、前記トリガーパルスの幅を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記駆動回路から、前記配列振動子の送信開口の前記各送信チャンネルの出力振幅に対する所定の重み付け値を近似する駆動パルスを出力させる

10

【発明の効果】

【0007】

上記構成によれば、パルス増幅器を用いて、低コストで台形送信ビームを形成する回路を構成することが可能であり、複数の並列受信ビームを使用してデータ取得レートを向上させることが容易である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】 本発明の実施の形態1における超音波診断装置のブロック図

【図2】 同超音波診断装置に含まれる駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

20

【図3】 同駆動回路の構成を示すブロック図

【図4A】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの一例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図4B】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの他の例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図4C】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの他の例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図5】 実施の形態1における超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図

【図6A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

30

【図6B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図7】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図8A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図8B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図9】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図10】 同超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図

【図11A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図11B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図12】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図13】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図

40

【図14A】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図14B】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図14C】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図15】 同超音波診断装置の音圧相対強度の深さ方向依存の例を示す図

【図16】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図17】 従来例の超音波診断装置の重み付け値が一定の場合の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す図

【図18】 本発明の実施の形態1における超音波診断装置の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す図

【図19】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図

50

- 【図 2 0】 同超音波診断装置の図 1 9 の重み付け値の場合のビーム形状を示す図
 【図 2 1】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図
 【図 2 2】 同超音波診断装置の図 2 1 の重み付け値の場合のビーム形状を示す図
 【図 2 3】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図
 【図 2 4】 同超音波診断装置の図 2 3 の重み付け値の場合のビーム形状を示す図
 【図 2 5】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図
 【図 2 6】 同超音波診断装置の図 2 5 の重み付け値の場合のビーム形状を示す図
 【図 2 7】 本発明の実施の形態 2 における超音波診断装置のブロック図
 【図 2 8 A】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図
 【図 2 8 B】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図 10
 【図 2 9】 同超音波診断装置の駆動回路のブロック図
 【図 3 0】 同超音波診断装置の駆動回路に入力されるトリガーパルスと駆動回路からの駆動パルス波形を示す図
 【図 3 1】 同超音波診断装置の駆動回路からの駆動パルス波形を示す図
 【図 3 2】 同超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図
 【図 3 3】 同超音波診断装置の制御部のブロック図
 【図 3 4】 同超音波診断装置の送信開口の重み付け値の例を示す図
 【図 3 5】 同超音波診断装置の送信開口の重み付け値の例を示す図
 【図 3 6】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図
 【図 3 7】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図 20
 【図 3 8】 従来例の超音波診断装置のトランスデューサ素子から出射された波形を示す図
 【図 3 9】 従来例の超音波診断装置のビーム形状を示す図
 【符号の説明】
 【0 0 0 9】
 1 配列振動子
 2 送信トリガ信号発生器
 3 並列受信ビームフォーマ
 4 信号処理部
 5 表示部
 6 制御部 30
 2 1 ~ 2 6 遅延パルス発生器
 6 1 遅延データ発生器
 6 2 遅延データ補正器
 6 3 加算器
 D 1 A ~ D 6 A、D 1 B ~ D 6 B 駆動回路
 T 1 ~ T 6 トランスデューサ素子
 T D 1 ~ T D 6 送信の遅延時間
 T G トリガ信号線群
 T G 1、T G 1 a、T G 1 b、T G 2 a、T G 2 b、T G 3 a、T G 3 b トリガーパルス 40
 W 1 a ~ W 3 a、W 1 b ~ W 3 b 駆動パルス波形
 【発明を実施するための最良の形態】
 【0 0 1 0】
 本発明の超音波診断装置は、上記構成を基本として、以下のような態様を採ることができる。
 【0 0 1 1】
 すなわち、前記配列振動子の送信開口の中央部及び辺縁部に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅よりも、前記中央部と前記辺縁部の中間領域に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅が狭いことが好ましい。この構成により、より正確な台形送信ビームを形成す 50

ることが可能である。

【0012】

また、前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスのサイクル数を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御することができる。この構成により、カラードプラモードのようにトリガーパルスのサイクル数が比較的多いシステムにおいて、より正確な台形送信ビームを形成することが可能である。

【0013】

また、前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの時相を前記送信チャンネル毎に独立に逆転制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御することができる。 10

【0014】

また、前記配列振動子における駆動される複数個の前記トランスデューサ素子が3個のグループに分割され、前記送信開口の中央のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相に対して、前記中央のグループの両側の辺縁のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相が逆転している構成とすることができる。

【0015】

また、前記駆動回路は3値出力であり、前記トリガーパルスの幅、前記トリガーパルスのサイクル数、及び前記トリガーパルスの時相の少なくとも1つを、前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記重み付け値を近似する構成とすることができる。 20

【0016】

また、前記配列振動子における配列の中心を原点とする相対座標をXに対して、前記所定の重み付け値w(X)を、下記の式により設定することができる。

【0017】

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C$$

但し、 $-1 \leq X \leq 1$ 、 $0.02 \leq C \leq 0.08$

また、前記重み付け値w(X)を、量子化単位値q(但し、 $1/8 \leq q \leq 1$)により離散化する構成とすることができる。

【0018】

この構成により、比較的高い送信周波数において、トリガーパルス幅の制御が困難になり送信の重み付け値の精度が低下する場合にも台形送信ビームを形成することが可能である。 30

【0019】

また、前記離散化された重み付け値が隣接する複数の前記送信チャンネルに亘り零となる場合に、前記重み付け値が零となる前記隣接送信チャンネルの一部について、前記量子化単位値を最小単位として重み付け値を変更することが好ましい。

【0020】

また、超音波の送信周波数が高くなる程、前記所定の重み付け値の離散化の間隔が大きく設定されることが好ましい。

【0021】

また、前記所定の重み付け値の符号が正である場合と負である場合では、前記駆動パルスのタイミングを1/2周期に相当する時間量シフトさせる構成とすることができる。 40

【0022】

この場合、前記駆動回路が2値出力である構成とすることができる。この構成により、簡易な駆動回路で台形送信ビームを形成することが可能である。

【0023】

また、前記駆動パルスのタイミングを指定する遅延データに対して、前記所定の重み付け値の符号に応じて、1/2周期に相当する時間量データを加算、または減算する構成とすることができる。

【0024】

50

また、前記所定の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に応じて前記各送信チャンネルの出力を制御する構成とすることができる。

【0025】

また、前記所定の重み付け値の絶対値を量子化し、量子化された絶対重み付け値が零となる前記送信チャンネルの一部について、量子化の最小単位により前記絶対重み付け値を変更することが好ましい。

【0026】

以下、本発明の実施の形態の超音波診断装置について、図面を用いて説明する。

【0027】

(実施の形態1)

10

本発明の実施の形態1における超音波診断装置を図1に示す。図1において、配列振動子1は、複数個のトランスデューサ素子T1～T6を配列して構成される。配列振動子1の配列形状はリニアアレイ、コンベックスアレイ、あるいは2次元以上に配列されたマトリックスアレイ等でも良い。トランスデューサ素子T1～T6はそれぞれ、(送信)チャンネルch. 1～ch. 6を経由して駆動回路D1A～D6Aにより駆動され、超音波ビームを出射する。駆動回路D1A～D6Aは、トリガ信号線群TGを経由して送信トリガ発生器2から供給されるトリガパルスにより制御される。

【0028】

トランスデューサ素子T1～T6による受信信号は、並列受信ビームフォーマ3に入力される。並列受信ビームフォーマ3の出力は信号処理部4で信号処理され、信号処理部4の出力信号による画像が表示部5に表示される。制御部6は送信トリガ発生器2、並列受信ビームフォーマ3、信号処理部4、表示部5を制御する。

20

【0029】

以上のように構成された超音波診断装置の基本的な動作について、図1～図4Cを参照して説明する。

【0030】

まず、図2に、トランスデューサ素子T1～T6を外した状態での、駆動回路D1A～D6Aから出力される駆動パルスW1a～W6aの波形を示す。駆動パルスW1a～W6aにおけるTD1～TD6は、駆動パルスW1a～W6aの送信の遅延時間を表わす。送信の遅延時間TD1～TD6を、互いに所定の状態に異ならせることにより、トランスデューサ素子T1～T6から送信された送信ビームを収束させることができる。

30

【0031】

配列振動子1の中央のチャンネルch. 3、ch. 4からの駆動パルスW3a、W4aに比べ、それらの辺縁(中間領域)に位置するch. 2、ch. 5からの駆動パルスW2a、W5aのパルス幅は狭くなっている。更に辺縁に位置するチャンネルch. 1、ch. 6からの駆動パルスW1a、W6aのパルス幅は、駆動パルスW2a、W5aに比べ広がっている。一方、チャンネルch. 1、ch. 6からの駆動パルスW1a、W6aの位相は、チャンネルch. 2～ch. 5からの駆動パルスW2a～W5aに対し反転している。

【0032】

40

図3は、駆動回路D1A～D6Aの構成の1例を示す。但し、駆動回路D1A～D6Aの構成は同一であるので、駆動回路D1Aのみを具体的に示す。駆動回路D1A～D6Aは、送信トリガ発生器2から供給されるトリガパルスにより、上述のような駆動パルスW1a～W6aを形成するように構成される。

【0033】

駆動回路D1Aは、レベルシフト回路Sa、Sbと、PMOSトランジスタTra、NMOSトランジスタTrbと、負荷L1とから構成される。駆動回路D1Aには、送信トリガ発生器2からのトリガ信号線群TGのうちの2本がそれぞれ、レベルシフト回路Sa、Sbに接続されて、トリガパルスTG1a、TG1bが供給される。レベルシフト回路Saの一端は正の電源+HVに接続され、レベルシフト回路Sbの一端は負の電源-HV

50

に接続されている。レベルシフト回路 S a、S b の接続点は、GND（接地電位）に接続されている。

【0034】

レベルシフト回路 S a、S b の出力はそれぞれ、PMOS トランジスタ T R a、および NMOS トランジスタ T R b のゲートに入力される。レベルシフト回路 S a、S b は、低電圧の送信トリガ発生器 2 の出力であるトリガパルス T G 1 a、T G 1 b を、高電圧の PMOS トランジスタ T R a、NMOS トランジスタ T R b に適合するようにレベルシフトする。

【0035】

PMOS トランジスタ T R a のソースは正の電源 +H V に接続され、NMOS トランジスタ T R b のソースは負の電源 -H V に接続されている。PMOS トランジスタ T R a と NMOS トランジスタ T R b のドレインは互いに接続され、トランスデューサ素子 T 1 に接続されるとともに、負荷 L 1 の一端に接続されている。負荷 L 1 の他端は GND に接続されている。

【0036】

次に、図 4 A ~ 図 4 C を参照して、駆動回路 D 1 A ~ D 3 A の各々に供給されるトリガパルスに基づく、駆動回路 D 1 A ~ D 3 A からの駆動パルス W 1 a ~ W 3 a について説明する。

【0037】

図 4 A は、駆動回路 D 1 A の PMOS トランジスタ T R a および NMOS トランジスタ T R b に供給されるゲート波形を生成するためのトリガパルス T G 1 a、T G 1 b と、駆動回路 D 1 A からの駆動パルス W 1 a の関係を示す。

【0038】

図 4 A において、まずトリガパルス T G 1 b が L から H に遷移すると NMOS トランジスタ T R b はオンして、駆動回路 D 1 A からの駆動パルス W 1 a は -H V になる。次に、トリガパルス T G 1 b が H から L に遷移すると、NMOS トランジスタ T R b はオフする。同時にトリガパルス T G 1 a が H から L に遷移すると、PMOS トランジスタ T R a はオンして、駆動回路 D 1 A からの駆動パルス W 1 a は +H V になる。次に、ゲート波形 T G 1 a が L から H に遷移すると PMOS トランジスタ T R a はオフして、駆動回路 D 1 A からの駆動パルス W 1 a はゼロとなる。

【0039】

図 4 B は、駆動回路 D 2 A に供給されるトリガパルス T G 2 a、T G 2 b と、駆動回路 D 2 A からの駆動パルス W 2 a の関係を示す。図 4 B において、まずトリガパルス T G 2 a が H から L に遷移すると PMOS トランジスタ T R a はオンし、駆動回路 D 2 A からの駆動パルス W 2 a は +H V になる。

【0040】

次に、トリガパルス T G 2 a が L から H に遷移すると、PMOS トランジスタ T R a はオフして、駆動回路 D 2 A からの駆動パルス W 2 a はゼロになる。次に、トリガパルス T G 2 b が L から H に遷移すると NMOS トランジスタ T R b はオンし、駆動回路 D 2 A からの駆動パルス W 2 a は -H V になる。次に、トリガパルス T G 2 b が H から L に遷移すると、NMOS トランジスタ T R b はオフして、駆動回路 D 2 A からの駆動パルス W 2 a はゼロとなる。

【0041】

図 4 C は、駆動回路 D 3 A に供給されるトリガパルス T G 3 a、T G 3 b と、駆動回路 D 3 A からの駆動パルス W 3 a の関係を示す。図 4 C において、まずトリガパルス T G 3 a が H から L に遷移すると PMOS トランジスタ T R a はオンし、駆動回路 D 3 A からの駆動パルス W 3 a は +H V になる。

【0042】

次に、トリガパルス T G 3 a が L から H に遷移すると PMOS トランジスタ T R a はオフする。同時にトリガパルス T G 3 b が L から H に遷移すると、NMOS トランジスタ T

R bはオンし、駆動回路D 3 Aからの駆動パルスW 3 aは-H Vになる。次に、トリガパルスT G 3 bがHからLに遷移するとNMOSトランジスタT R bはオフし、駆動回路D 3 Aからの駆動パルスW 3 aはゼロとなる。

【0043】

図4 AのトリガパルスT G 1 a、T G 1 bの時相に対し、図4 Bと図4 CのトリガパルスT G 2 a、T G 2 bおよびトリガパルスT G 3 aとT G 3 bの時相は逆転している。

【0044】

このようにして、トリガパルスの幅、時相をチャンネル毎に独立に制御することにより、図2に示した波形W 1 a～W 6 aを生成することが出来る。

【0045】

10

次に、以上のような駆動パルスW 1 a～W 6 aが、トランスデューサ素子T 1～T 6のような帯域通過特性を有するサブシステムを通過した場合の出力の変化について、以下に説明する。並列受信ビームフォーマ3や信号処理部4のようなサブシステムも通常、帯域通過特性を有している。

【0046】

図5は、比帯域幅0. 6の帯域通過特性を有するサブシステムのインパルス応答の1例を示す。このようなインパルス応答を有するサブシステムに、種々の波形の駆動パルスを印加した場合のシステムの出力をシミュレートする。

【0047】

20

まず、図6 A、図6 Bに示す駆動パルスの例についてのシミュレート結果を説明する。図6 Bの駆動パルスの幅は、図6 Aの駆動パルスの幅の $1/2$ である。この場合のサブシステムの出力を図7に示す。図7に実線で示す出力波形E 1 Aは、図6 Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E 1 Bは、図6 Bの駆動パルスに対応する。出力波形E 1 Bの振幅は、出力波形E 1 Aの振幅の約 $1/2$ となっている。

【0048】

次に、図8 A、図8 Bに示す駆動パルスの例についてのシミュレート結果を説明する。図8 Bの駆動パルスの幅は、図8 Aの駆動パルスの幅の $1/3$ である。この場合のサブシステムの出力を図9に示す。図9に実線で示す出力波形E 2 Aは図8 Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E 2 Bは図8 Bの駆動パルスに対応する。出力波形E 2 Bの振幅は、出力波形E 2 Aの振幅の約 $1/2$ となっている。このようにしてパルスの幅を変化させることにより、サブシステムの出力の振幅を制御することが出来る。

30

【0049】

次に、図10は、比帯域幅0. 2を有するサブシステムのインパルス応答の1例を示す。このようなインパルス応答を有するサブシステムに、図11 A、図11 B示す駆動パルスを印加した場合について説明する。図11 Bの駆動パルスの幅は、図11 Aの駆動パルスの幅の $1/2$ である。更に、図11 Bの駆動パルスは2サイクルであり、図11 Aの駆動パルスは4サイクルである。

【0050】

この場合のサブシステムの出力を図12に示す。図12に実線で示す出力波形E 3 Aは、図11 Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E 3 Bは、図11 Bの駆動パルスに対応する。出力波形E 3 Bの振幅は、出力波形E 3 Aの振幅の約 $1/2$ となっている。

40

【0051】

カラードプラモードのように信号処理部4の比帯域が狭い場合には、このようにトリガパルスのサイクル数を変化させることにより、サブシステムの出力の振幅をより細かく変化させることが可能である。

【0052】

次に、配列振動子1の場合を例にとり、各トランスデューサ素子T 1、T 2・・・の出力振幅と、送信ビームの焦点面におけるビームの音圧相対強度の横方向分布（以後、ビーム形状と呼ぶ）について示す。配列振動子1の送信開口の各チャンネルの出力振幅には

50

、所定の重み付けが設定される。この送信開口の各チャンネルの出力振幅の重み付け値（以後、「送信開口の重み付け値」と呼ぶ）の分布のフーリエ変換がビーム形状となること、あるいは逆に、ビーム形状の逆フーリエ変換が送信開口の重み付け値となることが良く知られている。したがって矩形のビーム形状を得ようとする場合には、送信開口の重み付け値 $w_0(X)$ を、式(1)のように設定し、トランスデューサ素子の出力を、この重み付け値 $w_0(X)$ に比例させればよい。

【0053】

$$w_0(X) = \sin(2\pi X) / 2\pi X \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 X は配列振動子1の中心から測定した、トランスデューサ素子の相対座標である。

10

【0054】

しかし、式(1)は X の無限の範囲に関して非ゼロであり、配列振動子1の寸法が有限であることに対応するためには、 X の値の範囲を限定しなければならない。一方、 X の値を限定すると、ビーム形状は矩形ではなくなる。そこで、本実施の形態では、送信開口の重み付け値 $w(X)$ を、次式のように設定する。

【0055】

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し、 $\text{SINC}(2X) = \sin(2\pi X) / 2\pi X$

$$X = x / a$$

x : 配列振動子の各トランスデューサ素子の位置座標

$2a$: 配列振動子の最大幅

20

である。従って、

$$-1 \leq X \leq 1, \quad \dots\dots\dots (3)$$

とし、更に、定数 C を、

$$0.02 \leq C \leq 0.08, \quad \dots\dots\dots (4)$$

とする。

【0056】

図13は、チャンネル数96の送信開口の重み付け値の例を示し、 $-1 \leq X \leq 1$ である。破線J0は式(1)、すなわち式(2)において $C=0$ とした場合、実線JAは $C=0.05$ とした場合である。図14Aは、図13に示した送信開口の重み付け値に対応する配列振動子の送信の焦点面におけるビーム形状を示す。破線K0は、図13の破線J0に、実線KAは図13の実線JAに対応する。図14Aから明らかなように、 $C=0.05$ とした実線KAの場合には、より台形に近いビーム形状が得られており、並列受信に適している。

30

【0057】

図14Bの実線KBは、 $C=0.02$ の場合、図14Cの実線KCは、 $C=0.08$ の場合のビーム形状を示す。式(1)、すなわち式(2)において $C=0$ とした場合に生じる破線K0で示すビーム中央での相対音圧強度の減少に比べ、図14Bにおける相対音圧強度の減少量G1の方が少なく、また、図14Cにおける強度の増加量G2の方がより少なく、望ましいビーム形状が得られている。

【0058】

図15～図18は、送信開口の重み付けの効果を示す図であり、重み付けが無く各チャンネルの振幅が一定である場合と、式(2)の重み付けがある場合の比較結果を示す。

40

【0059】

図15は、送信ビーム中心における相対音圧強度の深さ依存を示す図である。実線M0は、重み付けが無く各チャンネルの振幅が一定の場合を示し、破線MAは、式(2)の重み付けがある場合を示す。実線M0で示す重み付けが無い場合の相対音圧強度に比べ、破線MAで示す重み付けがある場合のほうが深さ依存が少なく、焦点で音圧が急激に大きくなる状態にはならない。したがって広い深度範囲にわたりビーム形状の変化が少ない状態が得られることになり、望ましい。図16は、送信の焦点面におけるビーム形状を示す。実線N0で示す重み付けが無い場合に比べ、破線NAで示す重み付けがある場合のほうが

50

、ビームが太く台形状になっている。

【0060】

図17は、重み付けが無い場合の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す。第1の送信ビームに対応する図面左側の送受指向性B1Lと、図面右側のB1Rの間隔に比べ、第2の送信ビームに対応する送受指向性B2Lの間隔が等間隔ではない。この結果、得られる断層像に格子状のパターンが現れるといった問題が発生する。

【0061】

図18は、式(2)の重み付けがある場合の2並列受信の送受指向性を示す。第3の送信ビームに対応する図面左側の送受指向性B3Lと、図面右側のB3Rの間隔に比べ、第4の送信ビームに対応する送受指向性B4Lの間隔が等間隔である。この結果、得られる断層像においては格子状のパターンは大幅に減る。このような重み付けをし、ビーム形状を台形状の幅の広い、かつ広い深度範囲にわたり変化が少ないことは、並列受信を行う上で望ましい。

10

【0062】

次に、重み付け値を量子化単位値 q で量子化した場合の影響について、図19～図22を参照して説明する。量子化した場合の重み付け値を、式(5)に基づいて設定する。

【0063】

$$w_q(x) = \text{round}(w(x)/q) * q \dots\dots\dots (5)$$

但し、関数 $\text{round}()$ は、 $()$ 内の引数を四捨五入する演算を意味する。

【0064】

20

図19は、チャンネル数96の開口的場合であって、実線Q0は式(2)において重み付け値を量子化しない場合の重み付け値、破線QAは量子化単位値 $q = 1/8$ とした場合の重み付け値を示す。

【0065】

図20は、図19に対応するビーム形状である。実線F0は、図19に実線Q0で示した量子化が無い場合、破線FAは、破線QAで示した量子化がある場合を示す。実線F0で示す量子化が無い場合と、破線FAで示す量子化がある場合の差は殆ど見られない。

【0066】

図19に示す送信開口の重み付け値を得るには、次のようにすればよい。まず、配列振動子の開口の中央部においてトリガーパルスの幅が広く、開口の辺縁部に向ってトリガーパルスの幅が狭くなり、重み付け値が負となる辺縁部よりも更なる辺縁部においてトリガーパルスの幅を再び広くなるように設定する。更に、配列振動子のうちの駆動される振動子を3つのグループに分割し、送信開口の中央のグループの振動子の駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相を状態Aとし、中央のグループに隣接し、重み付け値が負となる辺縁のグループの振動子の駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相を状態Bとして、状態Aのトリガーパルスと状態Bのトリガーパルスの時相を逆転させる。

30

【0067】

図21の破線QBは、式(5)において $q = 0.5$ とした場合の重み付け値を示す。重み付け値が負である複数のチャンネル部分の重み付け値は、ゼロに丸められている。図22の破線FBは、図21の破線QBで示す量子化された重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られていない。

40

【0068】

図23の破線QCは、式(5)において $q = 0.5$ とし、さらにチャンネル番号9、13、17、81、85、89については、量子化の最小値に基づき重み付け値を -0.5 に変更した場合の重み付け値を示す。図24の破線FCは、図23の破線QCの重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られている。

【0069】

このように、配列振動子の送信の重み付け値を離散化し、離散化された重み付け値が隣接する複数チャンネルに亘り零となる場合に、重み付け値がゼロとなる隣接チャンネルの一部について、量子化の最小値により重み付け値を変更する。それにより、台形状のビー

50

ム形状を得ることが出来る。図 2 3 の破線 Q C の重み付け値は、+1、+0.5、0、-0.5（位相反転）であり、これは図 8 A、図 8 B に示すような駆動パルス波形を用いて近似することが出来る。

【0070】

図 2 5 の破線 Q D は、式 (5) において $q = 1$ とし、さらにチャンネル番号 1 2、1 6、8 1、8 5 について重み付け値を -1 とした場合の重み付け値を示す。図 2 6 の破線 F D は、図 2 5 の破線 Q D で示す重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られている。図 2 5 の破線 Q D の重み付け値は、出力状態が 1、0、-1（位相反転）である 3 値の駆動回路で実現できる。

【0071】

以上のように、式 (2) のように重み付け値の絶対値の最大値が約 1 となる場合において、重み付け値の量子化単位値 q を、 $1/8 \leq q \leq 1$ とし、量子化単位値 q で量子化した重み付け値がゼロとなる隣接チャンネルの一部について量子化の最小値により重み付け値を変更することにより、台形状のビーム形状を得ることが出来る。また、高周波になるとパルス幅の狭い駆動パルスを得ることが難しくなり、量子化単位値 q を小さくすることが困難になる。このため、送信周波数が高くなるにつれ送信の重み付け値の離散化の間隔を大きくするのは、好ましい実施の形態である。

【0072】

以上のとおり、本実施の形態の超音波診断装置によれば、配列振動子の駆動回路に入力されるトリガパルスの幅を送信チャンネル毎に独立に制御して、配列振動子の送信の重み付け値を近似することにより、台形送信ビームを形成することが可能である。それにより、複数の受信ビームを使用してデータを取得するレートを上げることが容易になる。

【0073】

（実施の形態 2）

本発明の実施の形態 2 における超音波診断装置を図 2 7 に示す。本実施の形態における超音波診断装置は、基本的には図 1 に示した実施の形態 1 における超音波診断装置と同様の構成を有する。従って、図 1 の装置と同様の構成要素については、同一の参照符号を付して、説明の繰り返しを避ける。

【0074】

本実施の形態における超音波診断装置が実施の形態 1 と相違する構成は、駆動回路 D 1 B ~ D 6 B が零 ~ 正の 2 値出力であることである。そのため、送信トリガ発生器 2 からトリガパルスを供給するトリガ信号線群 T G は、駆動回路 D 1 B ~ D 6 B の各々に対して 1 本のみが接続されている。

【0075】

以上のように構成された超音波診断装置について、図 2 7 ~ 図 2 9 を参照してその動作を説明する。まず、図 2 8 A は、トランスデューサ素子 T 1 ~ T 6 の出力の真の重み付け値を示す。トランスデューサ素子 T 2 ~ T 5 に対応する真の重み付け値が正であるのに対し、トランスデューサ素子 T 1、T 6 に対応する真の重み付け値は負となっている。「真の重み付け値」とは、例えば式 (2) により算出された所定の重み付け値を意味する。

【0076】

駆動回路 D 1 B ~ D 6 B の出力は零 ~ 正の 2 値出力であり、出力を負に切替ることが出来ないため、このままでは真の重み付け値に対応するトランスデューサ素子 T 1、T 6 の出力を得ることが出来ない。この問題を解決するため、まず駆動回路 D 1 B ~ D 6 B の出力レベルを、図 2 8 B に示すように、真の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に比例させる。図 2 8 B の例では、絶対重み付け値が正となっているので、2 値出力の駆動回路 D 1 B ~ D 6 B で対応することが出来る。図 2 9 は、2 値出力の駆動回路 D 1 B、D 2 B の 1 例を示す。

【0077】

図 2 9 において、送信トリガ発生回路 2 からのトリガ信号線群のうちの 1 本が、レベルシフト回路 S a、および NMOS トランジスタ T R b のゲートに接続されて、トリガパル

10

20

30

40

50

スTG1が供給される。レベルシフト回路Saの出力は、PMOSトランジスタTRaのゲートに供給される。レベルシフト回路Saは、低電圧の送信トリガ発生器2の出力を、高電圧のPMOSトランジスタTRaに適合するようにレベルシフトする。

【0078】

PMOSトランジスタTRaのソースは正の電源+HV1に接続され、NMOSトランジスタTRbのソースはGNDに接続されている。PMOSトランジスタTRaのドレインとNMOSトランジスタTRbのドレインは互いに接続され、トランスデューサT1に接続されている。駆動回路D2Bは、正の電源+HV1とは異なる正の電源+HV2に接続されている。このように、駆動回路D1B～D6Bはそれぞれ、正の電源+HV1～+HV6に接続されている。正の電源+HV1～+HV6の電圧値は、絶対重み付け値に比例する。

10

【0079】

図30は、レベルシフト回路SaおよびNMOSトランジスタTRbのゲートに供給されるトリガパルスTG1の波形と、駆動回路D1Bから出力される駆動パルスW1bの関係を示す。

【0080】

図30において、まずトリガパルスTG1がHの状態では、PMOSトランジスタTRaはオフであり、NMOSトランジスタTRbはオンであり、駆動回路D1Bの出力はゼロである。次に、トリガパルスTG1がLの状態になると、PMOSトランジスタTRaはオンとなり、NMOSトランジスタTRbはオフとなり、駆動回路D1Bの出力は略+HV1になる。さらに、トリガパルスTG1がHの状態に戻ると、PMOSトランジスタTRaはオフとなり、NMOSトランジスタTRbはオンとなり、駆動回路D1Bの出力はゼロとなる。

20

【0081】

駆動回路D2B～D6Bの動作も同様である。このようにして駆動回路D1B～D6Bからは、出力レベルが正の電源HV1～HV6に相当する2値の駆動パルスを発生することが出来る。なお、駆動パルスとしては零～負の2値出力であってもよい。駆動回路D1B～D6Bの各出力レベルの制御は、トリガパルスのパルス幅の制御により、駆動回路D1B～D6Bの出力のパルス幅を制御すること等によっても可能である。

30

【0082】

図31は、駆動回路D1B～D6Bからの駆動パルスW1b～W6bの遅延時間関係を示す。図31に示すように、駆動パルスW1b～W6bの遅延時間TD1～TD6のうち、真の重み付け値が負となっているチャンネルch. 1、ch. 6については、遅延時間TD1、TD6を時間Tchだけシフトさせる。ここで時間Tchは、配列振動子1の送信周波数の1周期の半分に対応する時間である。配列振動子1から送出される超音波は比較的狭帯域のパルスであり、図32に示すようにパルスh(t)に対し、時間Tch分遅延したパルスh(t-Tch)により、パルスh(t)の符号を反転したものを近似することが出来る。

【0083】

図33は、送信の遅延データを変更するための回路の1例である。この回路を構成する遅延パルス発生器21～26は送信トリガ発生器2に含まれ、遅延データ発生器61、遅延データ補正器62、及び加算器63は制御回路6に含まれる。

40

【0084】

遅延データ発生器61は、送信ビームを収束させるための遅延データを発生する。遅延データ補正器62は、真の遅延データの符号と、時間Tchを発生する。加算器63は、遅延データ補正器62が発生する遅延データの符号が正の場合は、対応する遅延データを変更しない。一方、遅延データ補正器62が発生する遅延データの符号が負の場合は、対応する遅延データに時間Tchを加えることにより変更する。

【0085】

加算器63が出力する補正された遅延データは、遅延パルス発生器21～26に供給さ

50

れる。それに基づき、遅延パルス発生器 21～26 はトリガーパルスを発生し、駆動回路 D1B～D6B に供給する。

【0086】

図34～図37は、絶対重み付け値と駆動パルスのタイミングのシフトの効果を示す図である。図34は、チャンネル数96の送信開口の重み付け値の例である。図34において、実線Q0は真の重み付け値であり、正負の値をとっている。破線QEは、真の重み付け値の絶対値を量子化単位1で量子化した値を示す。送信開口の中央部のチャンネルの重み付け値が1となっている。

【0087】

図35の破線QFは、図34における量子化した絶対重み付け値がゼロとなるチャンネルのうち、チャンネル番号12、16、81、85について、重み付け値を、量子化の最小単位の1に変更した場合を示す。図35の場合には、駆動回路の電源を全て同一の値とすることができる。さらに、チャンネル番号12、16、81、85については、遅延時間をTchシフトさせる。

10

【0088】

図36の破線FFは、図35に破線QFで示すようにして得られた送信ビームの焦点面における断面の強度分布の形状であり、台形送信ビームが得られる。さらにそのビームの半値幅bw1は、実線N0で示す重み付けをしない場合の送信ビームの半値幅bw2よりも広く、並列受信に適している。

【0089】

20

図37は、図34の破線QEで示す絶対重み付け値と、図35の破線QFで示す絶対重み付け値の送信ビーム形状の比較である。破線QEで示す絶対重み付け値に対応する送信ビーム形状は破線FEで示され、破線QFで示す絶対重み付け値に対応する送信ビーム形状は実線FFで示される。図35の破線QFのように、重み付け値を量子化の最小単位で変更し、遅延時間をTchシフトさせた場合の方が、より台形送信ビームに近い送信ビームが得られ、並列受信に適していることが判る。

【0090】

以上の説明では量子化の単位を1としたが、量子化の単位としてより小さな値を選ぶことにより、台形送信ビームの形状が改善される。なお、配列振動子が発生する超音波ビームの強度分布の深さ方向の変動が少なく、かつ超音波ビームの断面の強度分布が台形状となり、並列受信に適した真の重み付け値の例としては、配列振動子が構成する送信開口が矩形の場合にはSINC関数、円形開口の場合にはベッセル関数などが知られている。

30

【0091】

以上のとおり、本実施の形態の超音波診断装置によれば、正負の値を有する真の重み付け値に対し、絶対重み付け値で駆動回路の出力振幅を制御し、更に真の重み付け値の符号により駆動回路の遅延時間を送信周波数の1周期の半分に相当する時間時間Tchだけシフトさせる。それにより、台形送信ビームを形成することが可能であり、複数の受信ビームを使用してデータを取得するレートを上げることが容易になる。

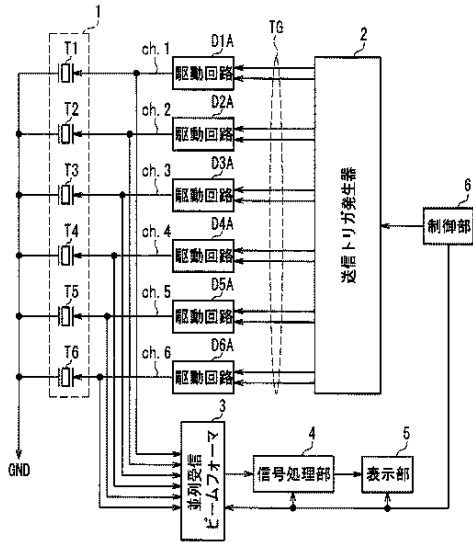
【産業上の利用可能性】

【0092】

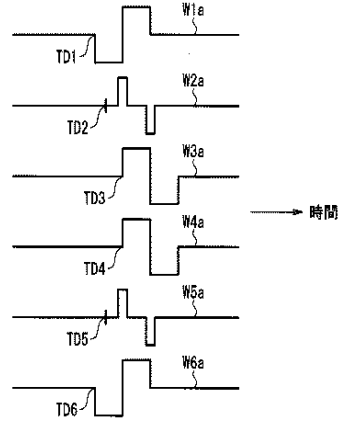
40

本発明の超音波診断装置は、パルス増幅器を用いて低コストで台形送信ビームを形成する回路を構成することが可能であり、データ取得レートを向上させるために複数の並列受信ビームを使用する装置として有用である。

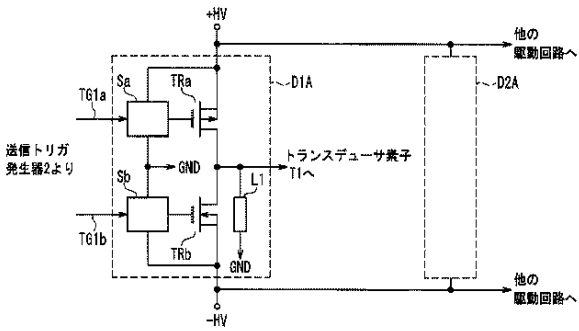
【図 1】



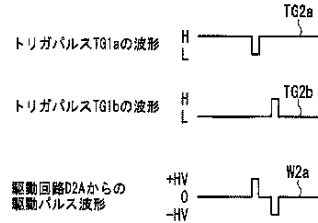
【図 2】



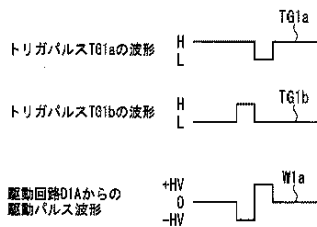
【図 3】



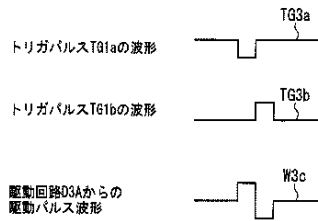
【図 4 B】



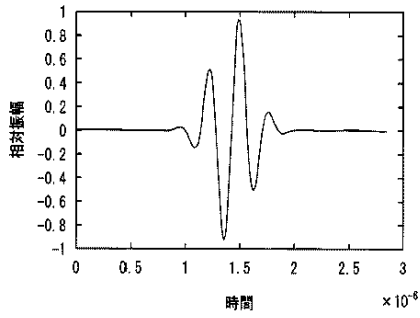
【図 4 A】



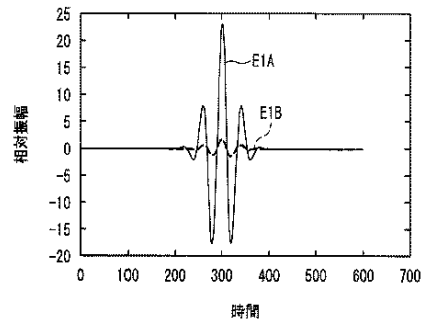
【図 4 C】



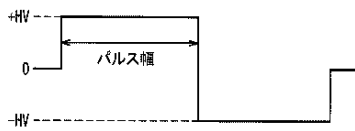
【図 5】



【図 7】



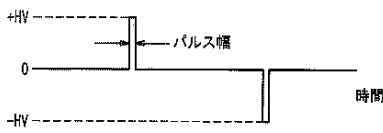
【図 6 A】



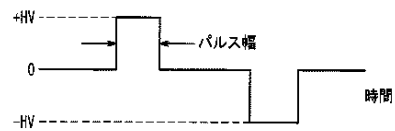
【図 8 A】



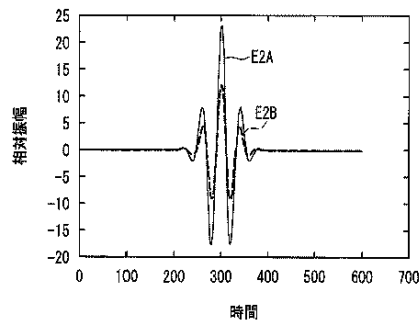
【図 6 B】



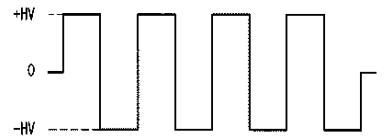
【図 8 B】



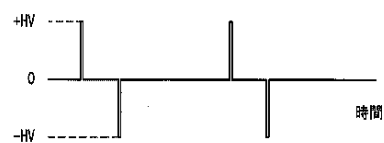
【図 9】



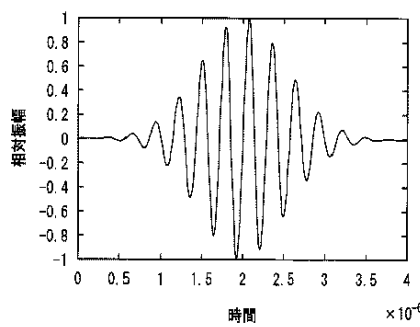
【図 11 A】



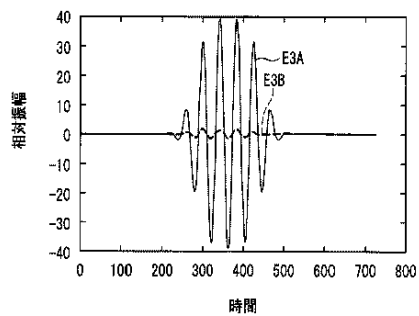
【図 11 B】



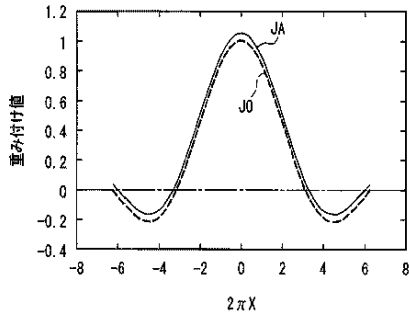
【図 10】



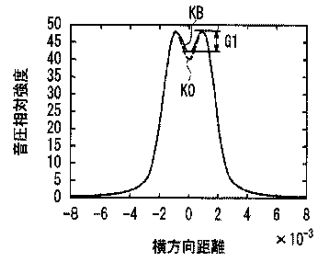
【図 12】



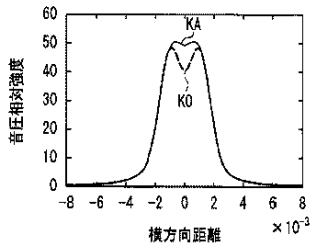
【図 1 3】



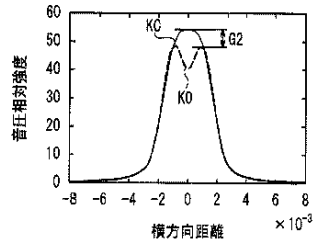
【図 1 4 B】



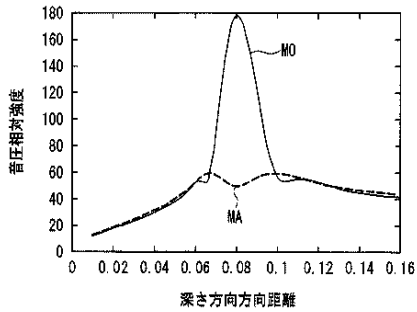
【図 1 4 A】



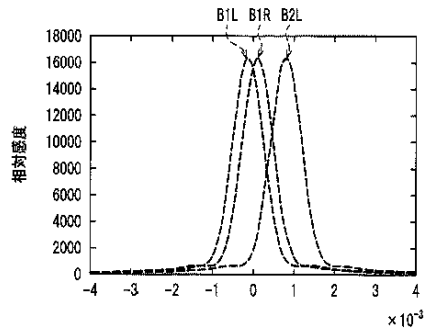
【図 1 4 C】



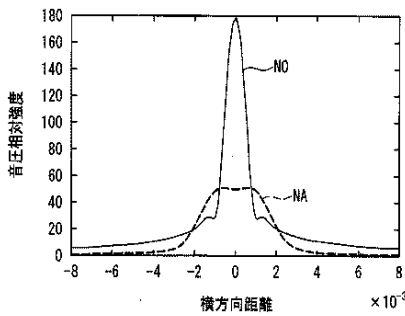
【図 1 5】



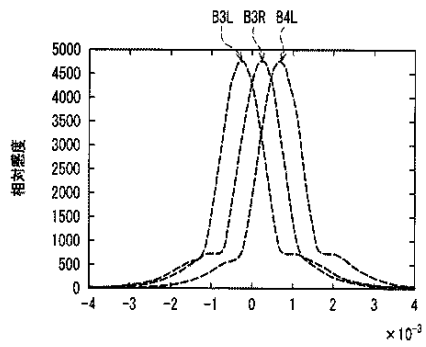
【図 1 7】



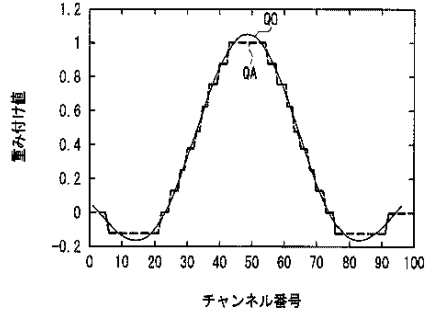
【図 1 6】



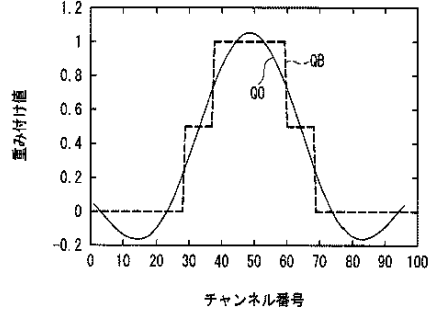
【図 1 8】



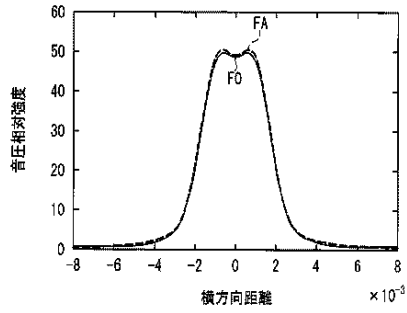
【図 1 9】



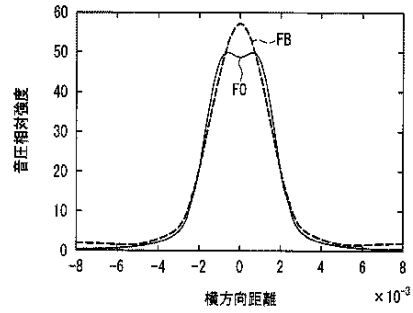
【図 2 1】



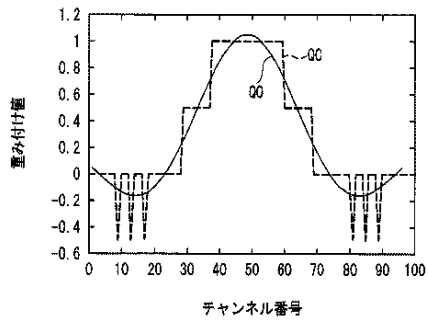
【図 2 0】



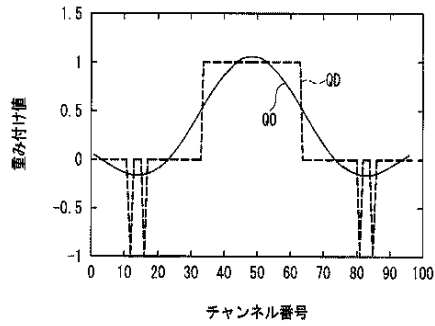
【図 2 2】



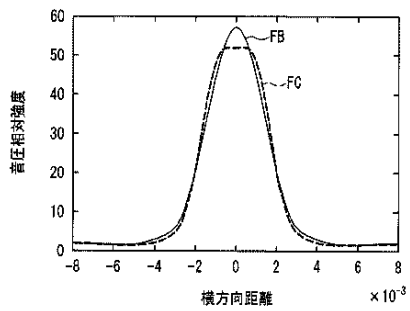
【図 2 3】



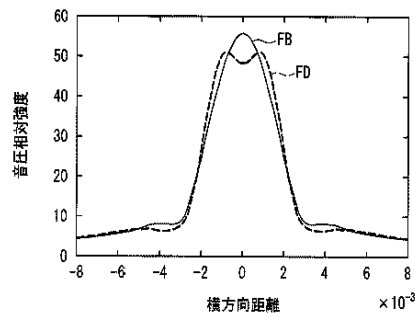
【図 2 5】



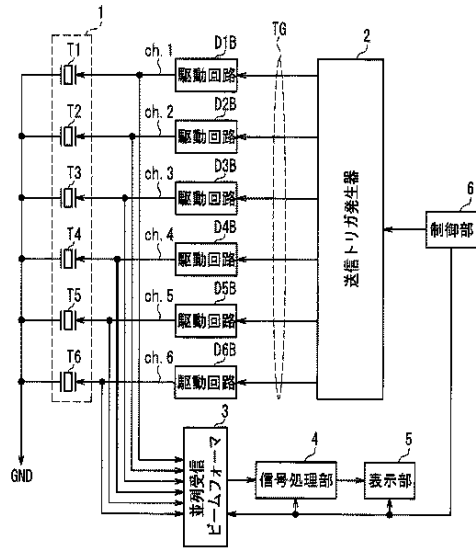
【図 2 4】



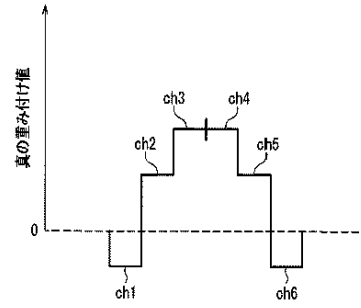
【図 2 6】



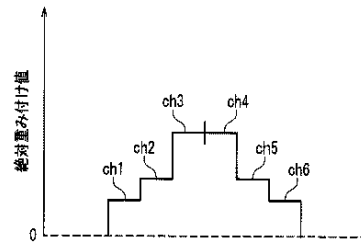
【図 27】



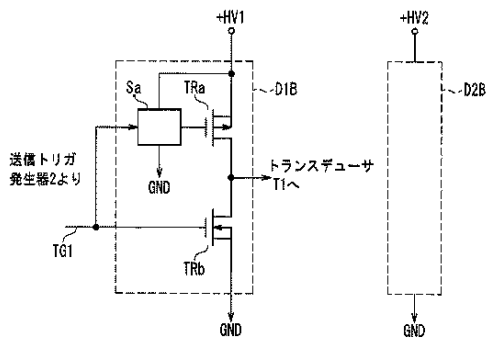
【図 28 A】



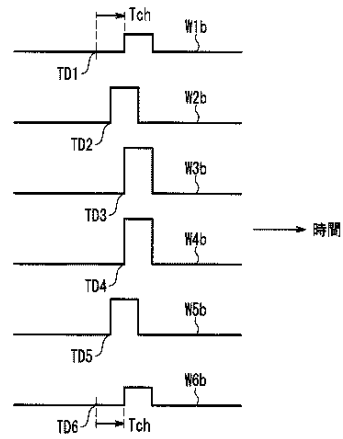
【図 28 B】



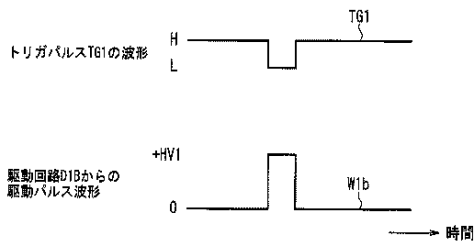
【図 29】



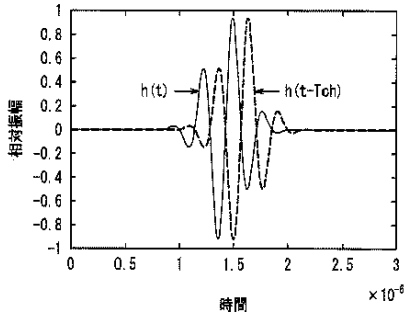
【図 31】



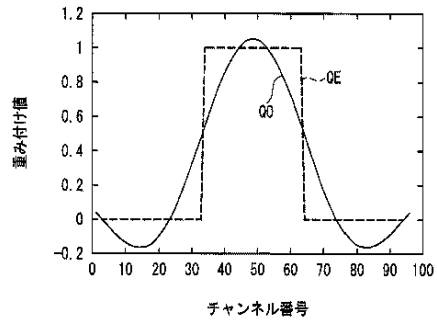
【図 30】



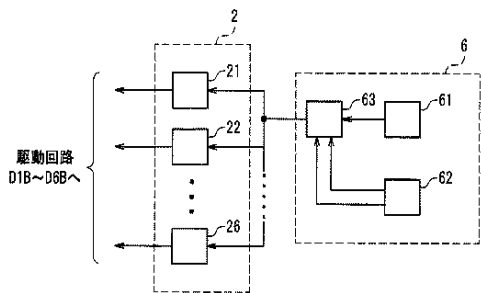
【図 3 2】



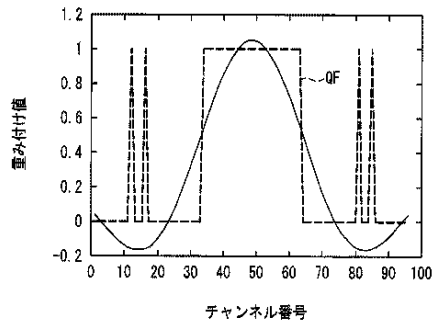
【図 3 4】



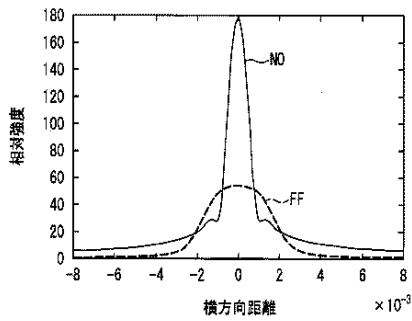
【図 3 3】



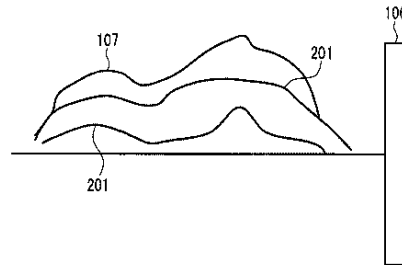
【図 3 5】



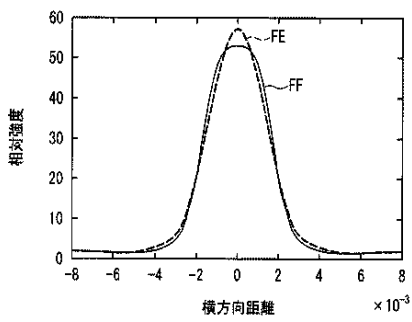
【図 3 6】



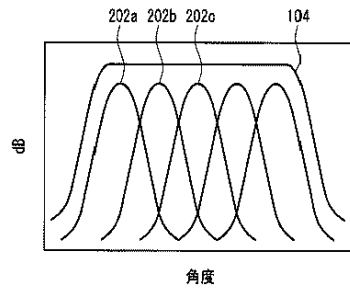
【図 3 8】



【図 3 7】



【図 3 9】



【手続補正書】

【提出日】平成22年2月24日(2010.2.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】超音波診断装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、データを取得するレートを高めることを可能とする、平坦な送信ビームと複数の受信ビームを使用する超音波診断装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の超音波診断装置において、超音波ビームの空間エネルギープロファイルの中央部を、対象物の位置において実質的に平坦にすることが知られている(例えば特許文献1参照)。そのためには、例えば図38に示すように、いずれのトランスデューサ素子から出射される波形の最終形状は、少なくとも2つの所定の成分波形201を結合させることにより決定される複合波形107である。

【0003】

好適には、各々のチャンネルにおける複合波形107は、全て同一ではなく、図39に示すように、同一の期間に実質的に所定領域の全てに超音波照射される、複数の別個の超音波ビーム202a、202b、202c・・・に対応するそれぞれ異なる成分波形201として構成される。それらの成分波形201の重畳により、ファットTXビーム104(以後、台形送信ビームと呼ぶ)が形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【特許文献1】特表2006-506158号公報(段落0014、0033、0043、図2、図3、図21)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の超音波診断装置においては、台形送信ビームを形成するためには、トランスデューサ素子から出射された波形の最終形状は、少なくとも2つの異なる所定の波形を結合させて得る必要がある。このためには、トランスデューサ素子を駆動する高電圧の駆動回路を線形増幅器で構成する必要がある。従って、パルス増幅器に比べコストが高く、消費電力も大きいという問題があった。

【0005】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、複数の並列受信ビームを使用してデータ取得レートを向上させるための台形送信ビームを、低コストで形成することのできる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の超音波診断装置は、超音波を送信するための複数個のトランスデューサ素子が配列された配列振動子と、前記トランスデューサ素子をそれぞれ駆動するための送信チャンネル毎に設けられた複数の駆動回路と、前記駆動回路を制御するトリガパルスを生成する送信トリガ発生器と、前記トランスデューサ素子からの受信信号を処理する並列受信ビームフォーマと、前記並列受信ビームフォーマの出力信号を処理する信号処理部と、前記送信トリガ発生器、前記並列受信ビームフォーマ、及び前記信号処理部を制御する制御

部とを備える。前記送信トリガ発生器は、前記トリガーパルスの幅を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記駆動回路から、前記配列振動子の送信開口の前記各送信チャンネルの出力振幅に対する所定の重み付け値を近似する駆動パルスを出力させる。

【発明の効果】

【0007】

上記構成によれば、パルス増幅器を用いて、低コストで台形送信ビームを形成する回路を構成することが可能であり、複数の並列受信ビームを使用してデータ取得レートを向上させることが容易である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】 本発明の実施の形態1における超音波診断装置のブロック図

【図2】 同超音波診断装置に含まれる駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図3】 同駆動回路の構成を示すブロック図

【図4A】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの一例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図4B】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの他の例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図4C】 同駆動回路に入力されるトリガーパルスの他の例と駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図5】 実施の形態1における超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図

【図6A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図6B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図7】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図8A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図8B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図9】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図10】 同超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図

【図11A】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図11B】 同超音波診断装置の駆動パルス波形の例を示す図

【図12】 同超音波診断装置のサブシステムの出力波形の例を示す図

【図13】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図

【図14A】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図14B】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図14C】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図15】 同超音波診断装置の音圧相対強度の深さ方向依存の例を示す図

【図16】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図17】 従来例の超音波診断装置の重み付け値が一定の場合の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す図

【図18】 本発明の実施の形態1における超音波診断装置の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す図

【図19】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図

【図20】 同超音波診断装置の図19の重み付け値の場合のビーム形状を示す図

【図21】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図

【図22】 同超音波診断装置の図21の重み付け値の場合のビーム形状を示す図

【図23】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図

【図24】 同超音波診断装置の図23の重み付け値の場合のビーム形状を示す図

【図25】 同超音波診断装置の重み付け値が量子化された例を示す図

【図26】 同超音波診断装置の図25の重み付け値の場合のビーム形状を示す図

【図 2 7】 本発明の実施の形態 2 における超音波診断装置のブロック図

【図 2 8 A】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図

【図 2 8 B】 同超音波診断装置の重み付け値の例を示す図

【図 2 9】 同超音波診断装置の駆動回路のブロック図

【図 3 0】 同超音波診断装置の駆動回路に入力されるトリガーパルスと駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図 3 1】 同超音波診断装置の駆動回路からの駆動パルス波形を示す図

【図 3 2】 同超音波診断装置のサブシステムのインパルス応答例を示す図

【図 3 3】 同超音波診断装置の制御部のブロック図

【図 3 4】 同超音波診断装置の送信開口の重み付け値の例を示す図

【図 3 5】 同超音波診断装置の送信開口の重み付け値の例を示す図

【図 3 6】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図 3 7】 同超音波診断装置のビーム形状の例を示す図

【図 3 8】 従来例の超音波診断装置のトランスデューサ素子から出射された波形を示す図

【図 3 9】 従来例の超音波診断装置のビーム形状を示す図

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の超音波診断装置は、上記構成を基本として、以下のような態様を採ることができる。

【0010】

すなわち、前記配列振動子の送信開口の中央部及び辺縁部に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅よりも、前記中央部と前記辺縁部の中間領域に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅が狭いことが好ましい。この構成により、より正確な台形送信ビームを形成することが可能である。

【0011】

また、前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスのサイクル数を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御することができる。この構成により、カラードプラモードのようにトリガーパルスのサイクル数が比較的多いシステムにおいて、より正確な台形送信ビームを形成することが可能である。

【0012】

また、前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの時相を前記送信チャンネル毎に独立に逆転制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御することができる。

【0013】

また、前記配列振動子における駆動される複数個の前記トランスデューサ素子が 3 個のグループに分割され、前記送信開口の中央のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相に対して、前記中央のグループの両側の辺縁のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相が逆転している構成とすることができる。

【0014】

また、前記駆動回路は 3 値出力であり、前記トリガーパルスの幅、前記トリガーパルスのサイクル数、及び前記トリガーパルスの時相の少なくとも 1 つを、前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記重み付け値を近似する構成とすることができる。

【0015】

また、前記配列振動子における配列の中心を原点とする相対座標を X に対して、前記所定の重み付け値 $w(X)$ を、下記の式により設定することができる。

【0016】

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C$$

但し、 $-1 \leq X \leq 1$ 、 $0.02 \leq C \leq 0.08$

また、前記重み付け値 $w(X)$ を、量子化単位値 q (但し、 $1/8 \leq q \leq 1$) により離散化する構成とすることができる。

【0017】

この構成により、比較的高い送信周波数において、トリガパルス幅の制御が困難になり送信の重み付け値の精度が低下する場合にも台形送信ビームを形成することが可能である。

【0018】

また、前記離散化された重み付け値が隣接する複数の前記送信チャンネルに亘り零となる場合に、前記重み付け値が零となる前記隣接送信チャンネルの一部について、前記量子化単位値を最小単位として重み付け値を変更することが好ましい。

【0019】

また、超音波の送信周波数が高くなる程、前記所定の重み付け値の離散化の間隔が大きく設定されることが好ましい。

【0020】

また、前記所定の重み付け値の符号が正である場合と負である場合では、前記駆動パルスのタイミングを $1/2$ 周期に相当する時間量シフトさせる構成とすることができる。

【0021】

この場合、前記駆動回路が2値出力である構成とすることができる。この構成により、簡易な駆動回路で台形送信ビームを形成することが可能である。

【0022】

また、前記駆動パルスのタイミングを指定する遅延データに対して、前記所定の重み付け値の符号に応じて、 $1/2$ 周期に相当する時間量データを加算、または減算する構成とすることができる。

【0023】

また、前記所定の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に応じて前記各送信チャンネルの出力を制御する構成とすることができる。

【0024】

また、前記所定の重み付け値の絶対値を量子化し、量子化された絶対重み付け値が零となる前記送信チャンネルの一部について、量子化の最小単位により前記絶対重み付け値を変更することが好ましい。

【0025】

以下、本発明の実施の形態の超音波診断装置について、図面を用いて説明する。

【0026】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1における超音波診断装置を図1に示す。図1において、配列振動子1は、複数のトランスデューサ素子 $T1 \sim T6$ を配列して構成される。配列振動子1の配列形状はリニアアレイ、コンベックスアレイ、あるいは2次元以上に配列されたマトリックスアレイ等でも良い。トランスデューサ素子 $T1 \sim T6$ はそれぞれ、(送信)チャンネル $ch.1 \sim ch.6$ を経由して駆動回路 $D1A \sim D6A$ により駆動され、超音波ビームを出射する。駆動回路 $D1A \sim D6A$ は、トリガ信号線群 TG を経由して送信トリガ発生器2から供給されるトリガパルスにより制御される。

【0027】

トランスデューサ素子 $T1 \sim T6$ による受信信号は、並列受信ビームフォーマ3に入力される。並列受信ビームフォーマ3の出力は信号処理部4で信号処理され、信号処理部4の出力信号による画像が表示部5に表示される。制御部6は送信トリガ発生器2、並列受信ビームフォーマ3、信号処理部4、表示部5を制御する。

【0028】

以上のように構成された超音波診断装置の基本的な動作について、図1～図4Cを参照して説明する。

【0029】

まず、図2に、トランスデューサ素子T1～T6を外した状態での、駆動回路D1A～D6Aから出力される駆動パルスW1a～W6aの波形を示す。駆動パルスW1a～W6aにおけるTD1～TD6は、駆動パルスW1a～W6aの送信の遅延時間を表わす。送信の遅延時間TD1～TD6を、互いに所定の状態に異ならせることにより、トランスデューサ素子T1～T6から送信された送信ビームを収束させることができる。

【0030】

配列振動子1の中央のチャンネルch. 3、ch. 4からの駆動パルスW3a、W4aに比べ、それらの辺縁(中間領域)に位置するch. 2、ch. 5からの駆動パルスW2a、W5aのパルス幅は狭くなっている。更に辺縁に位置するチャンネルch. 1、ch. 6からの駆動パルスW1a、W6aのパルス幅は、駆動パルスW2a、W5aに比べ広がっている。一方、チャンネルch. 1、ch. 6からの駆動パルスW1a、W6aの位相は、チャンネルch. 2～ch. 5からの駆動パルスW2a～W5aに対し反転している。

【0031】

図3は、駆動回路D1A～D6Aの構成の1例を示す。但し、駆動回路D1A～D6Aの構成は同一であるので、駆動回路D1Aのみを具体的に示す。駆動回路D1A～D6Aは、送信トリガ発生器2から供給されるトリガパルスにより、上述のような駆動パルスW1a～W6aを形成するように構成される。

【0032】

駆動回路D1Aは、レベルシフト回路Sa、Sbと、PMOSトランジスタTRa、NMOSトランジスタTRbと、負荷L1とから構成される。駆動回路D1Aには、送信トリガ発生器2からのトリガ信号線群TGのうちの2本がそれぞれ、レベルシフト回路Sa、Sbに接続されて、トリガパルスTG1a、TG1bが供給される。レベルシフト回路Saの一端は正の電源+HVに接続され、レベルシフト回路Sbの一端は負の電源-HVに接続されている。レベルシフト回路Sa、Sbの接続点は、GND(接地電位)に接続されている。

【0033】

レベルシフト回路Sa、Sbの出力はそれぞれ、PMOSトランジスタTRa、およびNMOSトランジスタTRbのゲートに入力される。レベルシフト回路Sa、Sbは、低電圧の送信トリガ発生器2の出力であるトリガパルスTG1a、TG1bを、高電圧のPMOSトランジスタTRa、NMOSトランジスタTRbに適合するようにレベルシフトする。

【0034】

PMOSトランジスタTRaのソースは正の電源+HVに接続され、NMOSトランジスタTRbのソースは負の電源-HVに接続されている。PMOSトランジスタTRaとNMOSトランジスタTRbのドレインは互いに接続され、トランスデューサ素子T1に接続されるとともに、負荷L1の一端に接続されている。負荷L1の他端はGNDに接続されている。

【0035】

次に、図4A～図4Cを参照して、駆動回路D1A～D3Aの各々に供給されるトリガパルスに基づく、駆動回路D1A～D3Aからの駆動パルスW1a～W3aについて説明する。

【0036】

図4Aは、駆動回路D1AのPMOSトランジスタTRaおよびNMOSトランジスタTRbに供給されるゲート波形を生成するためのトリガパルスTG1a、TG1bと、駆動回路D1Aからの駆動パルスW1aの関係を示す。

【0037】

図4Aにおいて、まずトリガパルスTG1bがLからHに遷移するとNMOSトランジスタTRbはオンして、駆動回路D1Aからの駆動パルスW1aは-HVになる。次に、

トリガパルスTG1bがHからLに遷移すると、NMOSトランジスタTRbはオフする。同時にトリガパルスTG1aがHからLに遷移すると、PMOSトランジスタTRaはオンして、駆動回路D1Aからの駆動パルスW1aは+HVになる。次に、ゲート波形TG1aがLからHに遷移するとPMOSトランジスタTRaはオフして、駆動回路D1Aからの駆動パルスW1aはゼロとなる。

【0038】

図4Bは、駆動回路D2Aに供給されるトリガパルスTG2a、TG2bと、駆動回路D2Aからの駆動パルスW2aの関係を示す。図4Bにおいて、まずトリガパルスTG2aがHからLに遷移するとPMOSトランジスタTRaはオンし、駆動回路D2Aからの駆動パルスW2aは+HVになる。

【0039】

次に、トリガパルスTG2aがLからHに遷移すると、PMOSトランジスタTRaはオフして、駆動回路D2Aからの駆動パルスW2aはゼロになる。次に、トリガパルスTG2bがLからHに遷移するとNMOSトランジスタTRbはオンし、駆動回路D2Aからの駆動パルスW2aは-HVになる。次に、トリガパルスTG2bがHからLに遷移すると、NMOSトランジスタTRbはオフして、駆動回路D2Aからの駆動パルスW2aはゼロとなる。

【0040】

図4Cは、駆動回路D3Aに供給されるトリガパルスTG3a、TG3bと、駆動回路D3Aからの駆動パルスW3aの関係を示す。図4Cにおいて、まずトリガパルスTG3aがHからLに遷移するとPMOSトランジスタTRaはオンし、駆動回路D3Aからの駆動パルスW3aは+HVになる。

【0041】

次に、トリガパルスTG3aがLからHに遷移するとPMOSトランジスタTRaはオフする。同時にトリガパルスTG3bがLからHに遷移すると、NMOSトランジスタTRbはオンし、駆動回路D3Aからの駆動パルスW3aは-HVになる。次に、トリガパルスTG3bがHからLに遷移するとNMOSトランジスタTRbはオフし、駆動回路D3Aからの駆動パルスW3aはゼロとなる。

【0042】

図4AのトリガパルスTG1a、TG1bの時相に対し、図4Bと図4CのトリガパルスTG2a、TG2bおよびトリガパルスTG3aとTG3bの時相は逆転している。

【0043】

このようにして、トリガパルスの幅、時相をチャンネル毎に独立に制御することにより、図2に示した波形W1a~W6aを生成することが出来る。

【0044】

次に、以上のような駆動パルスW1a~W6aが、トランスデューサ素子T1~T6のような帯域通過特性を有するサブシステムを通過した場合の出力の変化について、以下に説明する。並列受信ビームフォーマ3や信号処理部4のようなサブシステムも通常、帯域通過特性を有している。

【0045】

図5は、比帯域幅0.6の帯域通過特性を有するサブシステムのインパルス応答の1例を示す。このようなインパルス応答を有するサブシステムに、種々の波形の駆動パルスを印加した場合のシステムの出力をシミュレートする。

【0046】

まず、図6A、図6Bに示す駆動パルスの例についてのシミュレート結果を説明する。図6Bの駆動パルスの幅は、図6Aの駆動パルスの幅の1/21である。この場合のサブシステムの出力を図7に示す。図7に実線で示す出力波形E1Aは、図6Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E1Bは、図6Bの駆動パルスに対応する。出力波形E1Bの振幅は、出力波形E1Aの振幅の約1/12となっている。

【0047】

次に、図8A、図8Bに示す駆動パルスの例についてのシミュレート結果を説明する。図8Bの駆動パルスの幅は、図8Aの駆動パルスの幅の1/3である。この場合のサブシステムの出力を図9に示す。図9に実線で示す出力波形E2Aは図8Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E2Bは図8Bの駆動パルスに対応する。出力波形E2Bの振幅は、出力波形E2Aの振幅の約1/2となっている。このようにしてパルスの幅を変化させることにより、サブシステムの出力の振幅を制御することが出来る。

【0048】

次に、図10は、比帯域幅0.2を有するサブシステムのインパルス応答の1例を示す。このようなインパルス応答を有するサブシステムに、図11A、図11B示す駆動パルスを印加した場合について説明する。図11Bの駆動パルスの幅は、図11Aの駆動パルスの幅の1/2である。更に、図11Bの駆動パルスは2サイクルであり、図11Aの駆動パルスは4サイクルである。

【0049】

この場合のサブシステムの出力を図12に示す。図12に実線で示す出力波形E3Aは、図11Aの駆動パルスに対応し、破線で示す出力波形E3Bは、図11Bの駆動パルスに対応する。出力波形E3Bの振幅は、出力波形E3Aの振幅の約1/2.5となっている。

【0050】

カラードプラモードのように信号処理部4の比帯域が狭い場合には、このようにトリガーパルスのサイクル数を変化させることにより、サブシステムの出力の振幅をより細かく変化させることが可能である。

【0051】

次に、配列振動子1の場合を例にとり、各トランスデューサ素子T1、T2・・・の出力振幅と、送信ビームの焦点面におけるビームの音圧相対強度の横方向分布（以後、ビーム形状と呼ぶ）について示す。配列振動子1の送信開口の各チャンネルの出力振幅には、所定の重み付けが設定される。この送信開口の各チャンネルの出力振幅の重み付け値（以後、「送信開口の重み付け値」と呼ぶ）の分布のフーリエ変換がビーム形状となること、あるいは逆に、ビーム形状の逆フーリエ変換が送信開口の重み付け値となることが良く知られている。したがって矩形のビーム形状を得ようとする場合には、送信開口の重み付け値 $w_0(X)$ を、式(1)のように設定し、トランスデューサ素子の出力を、この重み付け値 $w_0(X)$ に比例させればよい。

【0052】

$$w_0(X) = \sin(2\pi X) / 2\pi X \quad \dots \dots \dots (1)$$

但し、Xは配列振動子1の中心から測定した、トランスデューサ素子の相対座標である。

【0053】

しかし、式(1)はXの無限の範囲に関して非ゼロであり、配列振動子1の寸法が有限であることに対応するためには、Xの値の範囲を限定しなければならない。一方、Xの値を限定すると、ビーム形状は矩形ではなくなる。そこで、本実施の形態では、送信開口の重み付け値 $w(X)$ を、次式のように設定する。

【0054】

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C \quad \dots \dots \dots (2)$$

但し、 $\text{SINC}(2X) = \sin(2\pi X) / 2\pi X$

$$X = x/a$$

x：配列振動子の各トランスデューサ素子の位置座標

2a：配列振動子の最大幅

である。従って、

$$-1 \leq X \leq 1, \quad \dots \dots \dots (3)$$

とし、更に、定数Cを、

$$0.02 \leq C \leq 0.08, \quad \dots \dots \dots (4)$$

とする。

【0055】

図13は、チャンネル数96の送信開口の重み付け値の例を示し、 $-1 \leq X \leq 1$ である。破線J0は式(1)、すなわち式(2)において $C=0$ とした場合、実線JAは $C=0.05$ とした場合である。図14Aは、図13に示した送信開口の重み付け値に対応する配列振動子の送信の焦点面におけるビーム形状を示す。破線K0は、図13の破線J0に、実線KAは図13の実線JAに対応する。図14Aから明らかなように、 $C=0.05$ とした実線KAの場合には、より台形に近いビーム形状が得られており、並列受信に適している。

【0056】

図14Bの実線KBは、 $C=0.02$ の場合、図14Cの実線KCは、 $C=0.08$ の場合のビーム形状を示す。式(1)、すなわち式(2)において $C=0$ とした場合に生じる破線K0で示すビーム中央での相対音圧強度の減少に比べ、図14Bにおける相対音圧強度の減少量G1の方が少なく、また、図14Cにおける強度の増加量G2の方がより少なく、望ましいビーム形状が得られている。

【0057】

図15～図18は、送信開口の重み付けの効果を示す図であり、重み付けが無く各チャンネルの振幅が一定である場合と、式(2)の重み付けがある場合の比較結果を示す。

【0058】

図15は、送信ビーム中心における相対音圧強度の深さ依存を示す図である。実線M0は、重み付けが無く各チャンネルの振幅が一定の場合を示し、破線MAは、式(2)の重み付けがある場合を示す。実線M0で示す重み付けが無い場合の相対音圧強度に比べ、破線MAで示す重み付けがある場合のほうが深さ依存が少なく、焦点で音圧が急激に大きくなる状態にはならない。したがって広い深度範囲にわたりビーム形状の変化が少ない状態が得られることになり、望ましい。図16は、送信の焦点面におけるビーム形状を示す。実線N0で示す重み付けが無い場合に比べ、破線NAで示す重み付けがある場合のほうが、ビームが太く台形状になっている。

【0059】

図17は、重み付けが無い場合の2並列受信の送受指向性の相対感度を示す。第1の送信ビームに対応する図面左側の送受指向性B1Lと、図面右側のB1Rの間隔に比べ、第2の送信ビームに対応する送受指向性B2Lの間隔が等間隔ではない。この結果、得られる断層像に格子状のパターンが現れるといった問題が発生する。

【0060】

図18は、式(2)の重み付けがある場合の2並列受信の送受指向性を示す。第3の送信ビームに対応する図面左側の送受指向性B3Lと、図面右側のB3Rの間隔に比べ、第4の送信ビームに対応する送受指向性B4Lの間隔が等間隔である。この結果、得られる断層像においては格子状のパターンは大幅に減る。このような重み付けをし、ビーム形状を台形状の幅の広い、かつ広い深度範囲にわたり変化が少ないことは、並列受信を行う上で望ましい。

【0061】

次に、重み付け値を量子化単位値 q で量子化した場合の影響について、図19～図22を参照して説明する。量子化した場合の重み付け値を、式(5)に基づいて設定する。

【0062】

$$wq(x) = \text{round}(w(x)/q) * q \dots \dots \dots (5)$$

但し、関数 $\text{round}()$ は、 $()$ 内の引数を四捨五入する演算を意味する。

【0063】

図19は、チャンネル数96の開口の場合であって、実線Q0は式(2)において重み付け値を量子化しない場合の重み付け値、破線QAは量子化単位値 $q=1/8$ とした場合の重み付け値を示す。

【0064】

図20は、図19に対応するビーム形状である。実線F0は、図19に実線Q0で示し

た量子化が無い場合、破線F Aは、破線Q Aで示した量子化がある場合を示す。実線F 0で示す量子化が無い場合と、破線F Aで示す量子化がある場合の差は殆ど見られない。

【0065】

図19に示す送信開口の重み付け値を得るには、次のようにすればよい。まず、配列振動子の開口の中央部においてトリガーパルスの幅が広く、開口の辺縁部に向ってトリガーパルスの幅が狭くなり、重み付け値が負となる辺縁部よりも更なる辺縁部においてトリガーパルスの幅を再び広くなるように設定する。更に、配列振動子のうちの駆動される振動子を3つのグループに分割し、送信開口の中央のグループの振動子の駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相を状態Aとし、中央のグループに隣接し、重み付け値が負となる辺縁のグループの振動子の駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相を状態Bとして、状態Aのトリガーパルスと状態Bのトリガーパルスの時相を逆転させる。

【0066】

図21の破線Q Bは、式(5)において $q = 0.5$ とした場合の重み付け値を示す。重み付け値が負である複数のチャンネル部分の重み付け値は、ゼロに丸められている。図22の破線F Bは、図21の破線Q Bで示す量子化された重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られていない。

【0067】

図23の破線Q Cは、式(5)において $q = 0.5$ とし、さらにチャンネル番号9、13、17、81、85、89については、量子化の最小値に基づき重み付け値を -0.5 に変更した場合の重み付け値を示す。図24の破線F Cは、図23の破線Q Cの重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られている。

【0068】

このように、配列振動子の送信の重み付け値を離散化し、離散化された重み付け値が隣接する複数チャンネルに亘り零となる場合に、重み付け値がゼロとなる隣接チャンネルの一部について、量子化の最小値により重み付け値を変更する。それにより、台形状のビーム形状を得ることが出来る。図23の破線Q Cの重み付け値は、 $+1$ 、 $+0.5$ 、 0 、 -0.5 （位相反転）であり、これは図8A、図8Bに示すような駆動パルス波形を用いて近似することが出来る。

【0069】

図25の破線Q Dは、式(5)において $q = 1$ とし、さらにチャンネル番号12、16、81、85について重み付け値を -1 とした場合の重み付け値を示す。図26の破線F Dは、図25の破線Q Dで示す重み付け値を用いて得られた送信ビーム形状であり、台形のビーム形状が得られている。図25の破線Q Dの重み付け値は、出力状態が 1 、 0 、 -1 （位相反転）である3値の駆動回路で実現できる。

【0070】

以上のように、式(2)のように重み付け値の絶対値の最大値が約1となる場合において、重み付け値の量子化単位値 q を、 $1/8 \leq q \leq 1$ とし、量子化単位値 q で量子化した重み付け値がゼロとなる隣接チャンネルの一部について量子化の最小値により重み付け値を変更することにより、台形状のビーム形状を得ることが出来る。また、高周波になるとパルス幅の狭い駆動パルスを得ることが難しくなり、量子化単位値 q を小さくすることが困難になる。このため、送信周波数が高くなるにつれ送信の重み付け値の離散化の間隔を大きくするのは、好ましい実施の形態である。

【0071】

以上のとおり、本実施の形態の超音波診断装置によれば、配列振動子の駆動回路に入力されるトリガーパルスの幅を送信チャンネル毎に独立に制御して、配列振動子の送信の重み付け値を近似することにより、台形送信ビームを形成することが可能である。それにより、複数の受信ビームを使用してデータを取得するレートを上げることが容易になる。

【0072】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態2における超音波診断装置を図27に示す。本実施の形態における

超音波診断装置は、基本的には図1に示した実施の形態1における超音波診断装置と同様の構成を有する。従って、図1の装置と同様の構成要素については、同一の参照符号を付して、説明の繰り返しを避ける。

【0073】

本実施の形態における超音波診断装置が実施の形態1と相違する構成は、駆動回路D1B～D6Bが零～正の2値出力であることである。そのため、送信トリガ発生器2からトリガパルスを供給するトリガ信号線群TGは、駆動回路D1B～D6Bの各々に対して1本のみが接続されている。

【0074】

以上のように構成された超音波診断装置について、図27～図29を参照してその動作を説明する。まず、図28Aは、トランスデューサ素子T1～T6の出力の真の重み付け値を示す。トランスデューサ素子T2～T5に対応する真の重み付け値が正であるのに対し、トランスデューサ素子T1、T6に対応する真の重み付け値は負となっている。「真の重み付け値」とは、例えば式(2)により算出された所定の重み付け値を意味する。

【0075】

駆動回路D1B～D6Bの出力は零～正の2値出力であり、出力を負に切替ることが出来ないため、このままでは真の重み付け値に対応するトランスデューサ素子T1、T6の出力を得ることが出来ない。この問題を解決するため、まず駆動回路D1B～D6Bの出力レベルを、図28Bに示すように、真の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に比例させる。図28Bの例では、絶対重み付け値が正となっているので、2値出力の駆動回路D1B～D6Bで対応することが出来る。図29は、2値出力の駆動回路D1B、D2Bの1例を示す。

【0076】

図29において、送信トリガ発生回路2からのトリガ信号線群のうち1本が、レベルシフト回路Sa、およびNMOSトランジスタTRbのゲートに接続されて、トリガパルスTG1が供給される。レベルシフト回路Saの出力は、PMOSトランジスタTRaのゲートに供給される。レベルシフト回路Saは、低電圧の送信トリガ発生器2の出力を、高電圧のPMOSトランジスタTRaに適合するようにレベルシフトする。

【0077】

PMOSトランジスタTRaのソースは正の電源+HV1に接続され、NMOSトランジスタTRbのソースはGNDに接続されている。PMOSトランジスタTRaのドレインとNMOSトランジスタTRbのドレインは互いに接続され、トランスデューサT1に接続されている。駆動回路D2Bは、正の電源+HV1とは異なる正の電源+HV2に接続されている。このように、駆動回路D1B～D6Bはそれぞれ、正の電源+HV1～+HV6に接続されている。正の電源+HV1～+HV6の電圧値は、絶対重み付け値に比例する。

【0078】

図30は、レベルシフト回路SaおよびNMOSトランジスタTRbのゲートに供給されるトリガパルスTG1の波形と、駆動回路D1Bから出力される駆動パルスW1bの関係を示す。

【0079】

図30において、まずトリガパルスTG1がHの状態では、PMOSトランジスタTRaはオフであり、NMOSトランジスタTRbはオンであり、駆動回路D1Bの出力はゼロである。次に、トリガパルスTG1がLの状態になると、PMOSトランジスタTRaはオンとなり、NMOSトランジスタTRbはオフとなり、駆動回路D1Bの出力は略+HV1になる。さらに、トリガパルスTG1がHの状態に戻ると、PMOSトランジスタTRaはオフとなり、NMOSトランジスタTRbはオンとなり、駆動回路D1Bの出力はゼロとなる。

【0080】

駆動回路D2B～D6Bの動作も同様である。このようにして駆動回路D1B～D6B

からは、出力レベルが正の電源HV1～HV6に相当する2値の駆動パルスを発生することが出来る。なお、駆動パルスとしては零～負の2値出力であってもよい。駆動回路D1B～D6Bの各出力レベルの制御は、トリガーパルスのパルス幅の制御により、駆動回路D1B～D6Bの出力のパルス幅を制御すること等によっても可能である。

【0081】

図31は、駆動回路D1B～D6Bからの駆動パルスW1b～W6bの遅延時間関係を示す。図31に示すように、駆動パルスW1b～W6bの遅延時間TD1～TD6のうち、真の重み付け値が負となっているチャンネルch.1、ch.6については、遅延時間TD1、TD6を時間Tchだけシフトさせる。ここで時間Tchは、配列振動子1の送信周波数の1周期の半分に相当する時間である。配列振動子1から送出される超音波は比較的狭帯域のパルスであり、図32に示すようにパルス $h(t)$ に対し、時間Tch分遅延したパルス $h(t-Tch)$ により、パルス $h(t)$ の符号を反転したものを近似することが出来る。

【0082】

図33は、送信の遅延データを変更するための回路の1例である。この回路を構成する遅延パルス発生器21～26は送信トリガ発生器2に含まれ、遅延データ発生器61、遅延データ補正器62、及び加算器63は制御回路6に含まれる。

【0083】

遅延データ発生器61は、送信ビームを収束させるための遅延データを発生する。遅延データ補正器62は、真の遅延データの符号と、時間Tchを発生する。加算器63は、遅延データ補正器62が発生する遅延データの符号が正の場合は、対応する遅延データを変更しない。一方、遅延データ補正器62が発生する遅延データの符号が負の場合は、対応する遅延データに時間Tchを加えることにより変更する。

【0084】

加算器63が出力する補正された遅延データは、遅延パルス発生器21～26に供給される。それに基づき、遅延パルス発生器21～26はトリガーパルスを発生し、駆動回路D1B～D6Bに供給する。

【0085】

図34～図37は、絶対重み付け値と駆動パルスのタイミングのシフトの効果を示す図である。図34は、チャンネル数96の送信開口の重み付け値の例である。図34において、実線Q0は真の重み付け値であり、正負の値をとっている。破線QEは、真の重み付け値の絶対値を量子化単位1で量子化した値を示す。送信開口の中央部のチャンネルの重み付け値が1となっている。

【0086】

図35の破線QFは、図34における量子化した絶対重み付け値がゼロとなるチャンネルのうち、チャンネル番号12、16、81、85について、重み付け値を、量子化の最小単位の1に変更した場合を示す。図35の場合には、駆動回路の電源を全て同一の値とすることができる。さらに、チャンネル番号12、16、81、85については、遅延時間をTchシフトさせる。

【0087】

図36の破線FFは、図35に破線QFで示すようにして得られた送信ビームの焦点面における断面の強度分布の形状であり、台形送信ビームが得られる。さらにそのビームの半値幅bw1は、実線N0で示す重み付けをしない場合の送信ビームの半値幅bw2よりも広く、並列受信に適している。

【0088】

図37は、図34の破線QEで示す絶対重み付け値と、図35の破線QFで示す絶対重み付け値の送信ビーム形状の比較である。破線QEで示す絶対重み付け値に対応する送信ビーム形状は破線FEで示され、破線QFで示す絶対重み付け値に対応する送信ビーム形状は実線FFで示される。図35の破線QFのように、重み付け値を量子化の最小単位で変更し、遅延時間をTchシフトさせた場合の方が、より台形送信ビームに近い送信ビー

ムが得られ、並列受信に適していることが判る。

【0089】

以上の説明では量子化の単位を1としたが、量子化の単位としてより小さな値を選ぶことにより、台形送信ビームの形状が改善される。なお、配列振動子が発生する超音波ビームの強度分布の深さ方向の変動が少なく、かつ超音波ビームの断面の強度分布が台形状となり、並列受信に適した真の重み付け値の例としては、配列振動子が構成する送信開口が矩形の場合にはSINC関数、円形開口の場合にはベッセル関数などが知られている。

【0090】

以上のとおり、本実施の形態の超音波診断装置によれば、正負の値を有する真の重み付け値に対し、絶対重み付け値で駆動回路の出力振幅を制御し、更に真の重み付け値の符号により駆動回路の遅延時間を送信周波数の1周期の半分に相当する時間時間 T_{ch} だけシフトさせる。それにより、台形送信ビームを形成することが可能であり、複数の受信ビームを使用してデータを取得するレートを上げることが容易になる。

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明の超音波診断装置は、パルス増幅器を用いて低コストで台形送信ビームを形成する回路を構成することが可能であり、データ取得レートを向上させるために複数の並列受信ビームを使用する装置として有用である。

【符号の説明】

【0092】

- 1 配列振動子
- 2 送信トリガ信号発生器
- 3 並列受信ビームフォーマ
- 4 信号処理部
- 5 表示部
- 6 制御部

21～26 遅延パルス発生器

61 遅延データ発生器

62 遅延データ補正器

63 加算器

D1A～D6A、D1B～D6B 駆動回路

T1～T6 トランスデューサ素子

TD1～TD6 送信の遅延時間

TG トリガ信号線群

TG1、TG1a、TG1b、TG2a、TG2b、TG3a、TG3b トリガパルス

ス

W1a～W3a、W1b～W3b 駆動パルス波形

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を送信するための複数のトランスデューサ素子が配列された配列振動子と、前記トランスデューサ素子をそれぞれ駆動するための送信チャンネル毎に設けられた複数の駆動回路と、

前記駆動回路を制御するトリガパルスを生成する送信トリガ発生器と、

前記トランスデューサ素子からの受信信号を処理する並列受信ビームフォーマと、

前記並列受信ビームフォーマの出力信号を処理する信号処理部と、

前記送信トリガ発生器、前記並列受信ビームフォーマ、及び前記信号処理部を制御する制御部とを備え、

前記送信トリガ発生器は、前記トリガーパルスの幅を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記駆動回路から、前記配列振動子の送信開口の前記各送信チャンネルの出力振幅に対する所定の重み付け値を近似する駆動パルスを出力させることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記配列振動子の送信開口の中央部及び辺縁部に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅よりも、前記中央部と前記辺縁部の中間領域に対応する前記送信チャンネル用の前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの幅が狭い請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスのサイクル数を前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記駆動回路に入力される前記トリガーパルスの時相を前記送信チャンネル毎に独立に逆転制御することにより、前記各送信チャンネルの出力振幅の重み付けを制御する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記配列振動子における駆動される複数個の前記トランスデューサ素子が 3 個のグループに分割され、前記送信開口の中央のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相に対して、前記中央のグループの両側の辺縁のグループの前記駆動回路に入力されるトリガーパルスの時相が逆転している請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記駆動回路は 3 値出力であり、前記トリガーパルスの幅、前記トリガーパルスのサイクル数、及び前記トリガーパルスの時相の少なくとも 1 つを、前記送信チャンネル毎に独立に制御することにより、前記重み付け値を近似する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記配列振動子における配列の中心を原点とする相対座標を X に対して、前記所定の重み付け値 $w(X)$ を、下記の式により設定する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

$$w(X) = \text{SINC}(2X) + C$$

但し、 $-1 \leq X \leq 1$ 、 $0.02 \leq C \leq 0.08$

【請求項 8】

前記重み付け値 $w(X)$ を、量子化単位値 q (但し、 $1/8 \leq q \leq 1$) により離散化する請求項 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記離散化された重み付け値が隣接する複数の前記送信チャンネルに亘り零となる場合に、前記重み付け値が零となる前記隣接送信チャンネルの一部について、前記量子化単位値を最小単位として重み付け値を変更する請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

超音波の送信周波数が高くなる程、前記所定の重み付け値の離散化の間隔が大きく設定される請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記所定の重み付け値の符号が正である場合と負である場合では、前記駆動パルスのタイミングを $1/2$ 周期に相当する時間量シフトさせる請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記駆動回路が 2 値出力である請求項 11 に記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記駆動パルスのタイミングを指定する遅延データに対して、前記所定の重み付け値の

符号に応じて、1/2周期に相当する時間量データを加算、または減算する請求項11に記載の超音波診断装置。

【請求項14】

前記所定の重み付け値の絶対値に対応する絶対重み付け値に応じて前記各送信チャンネルの出力を制御する請求項11に記載の超音波診断装置。

【請求項15】

前記所定の重み付け値の絶対値を量子化し、量子化された絶対重み付け値が零となる前記送信チャンネルの一部について、量子化の最小単位により前記絶対重み付け値を変更する請求項11に記載の超音波診断装置。

【手続補正3】

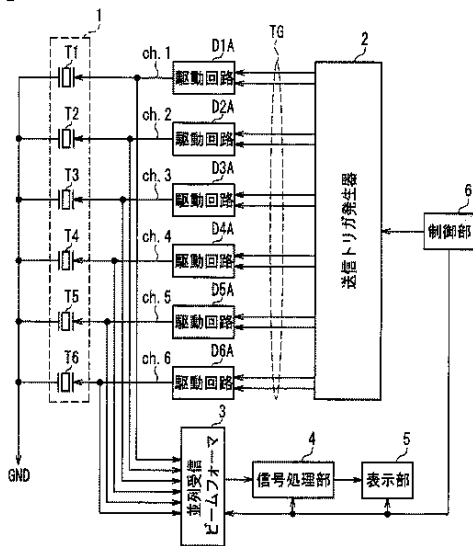
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 全図

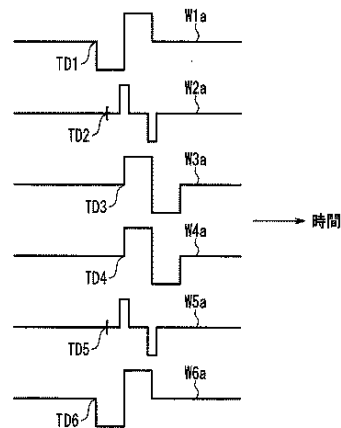
【補正方法】 変更

【補正の内容】

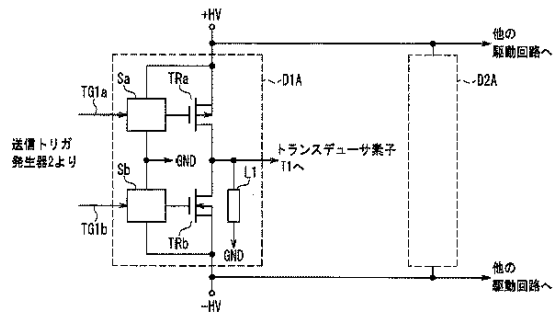
【図1】



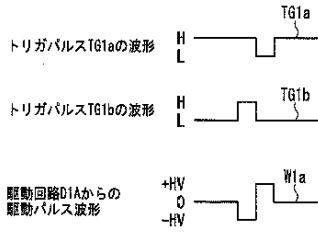
【図2】



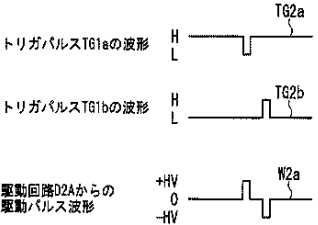
【図3】



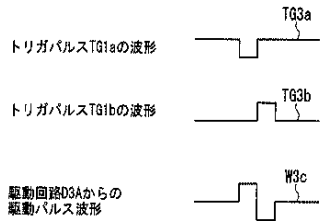
【図 4 A】



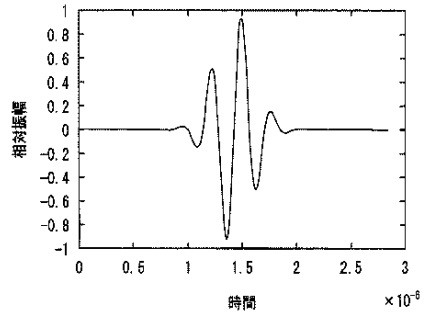
【図 4 B】



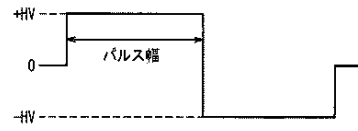
【図 4 C】



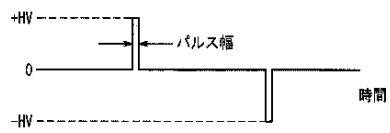
【図 5】



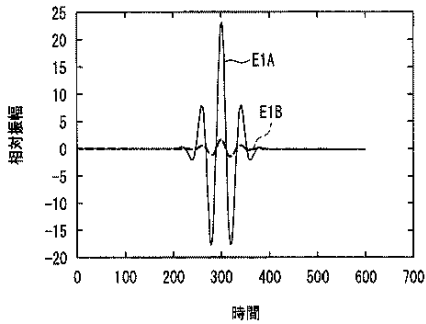
【図 6 A】



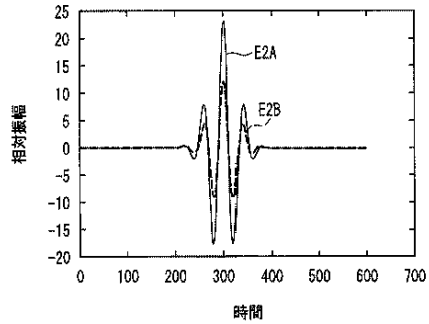
【図 6 B】



【図 7】



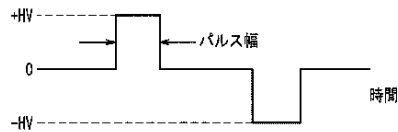
【図 9】



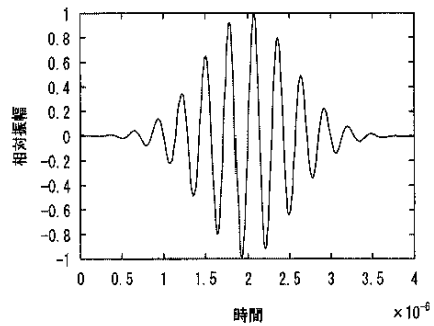
【図 8 A】



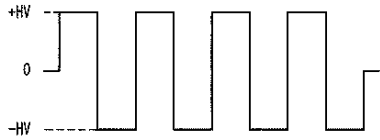
【図 8 B】



【図 10】



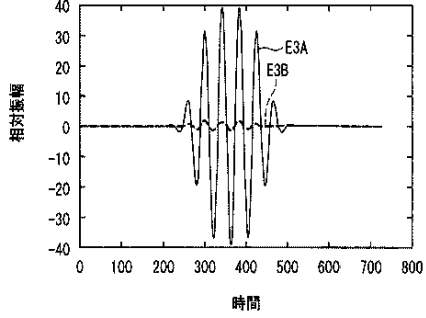
【図 1 1 A】



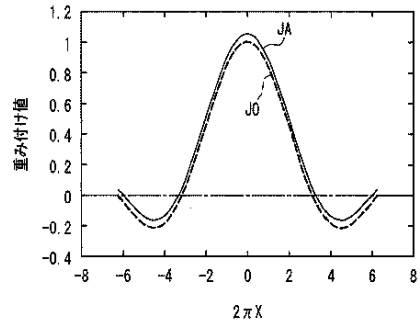
【図 1 1 B】



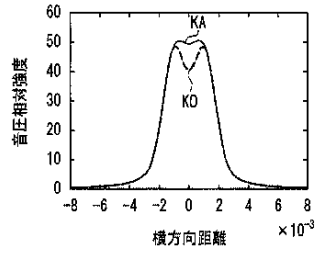
【図 1 2】



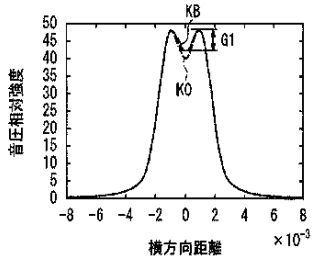
【図 1 3】



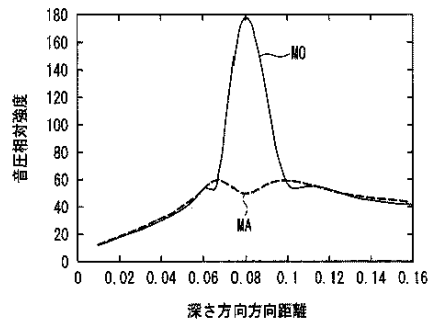
【図 1 4 A】



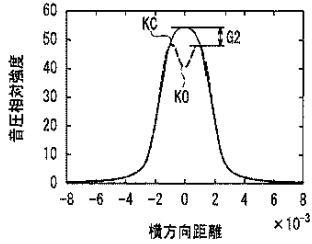
【図 1 4 B】



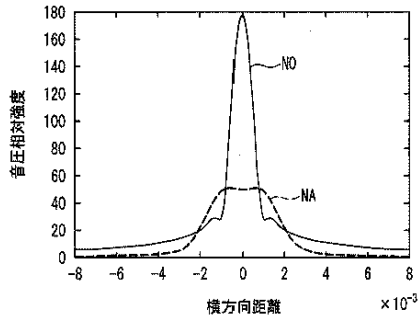
【図 1 5】



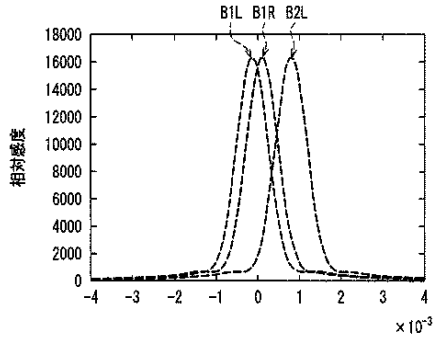
【図 1 4 C】



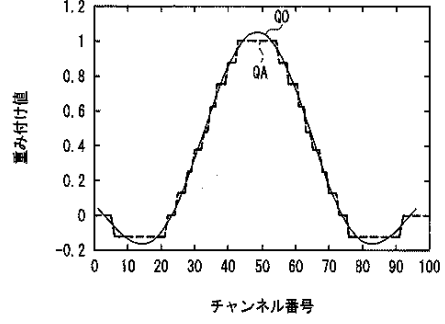
【図 1 6】



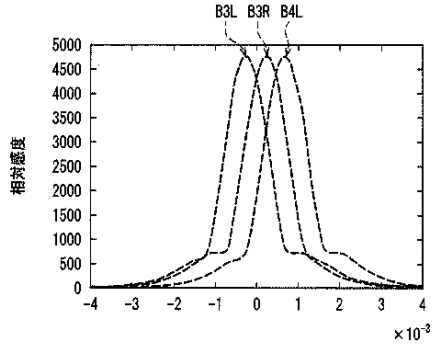
【図 17】



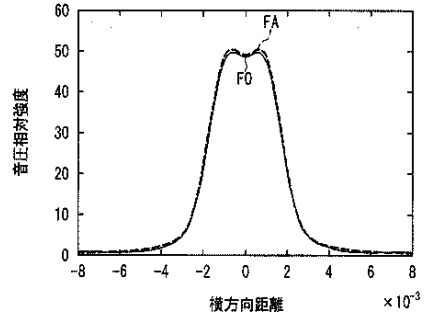
【図 19】



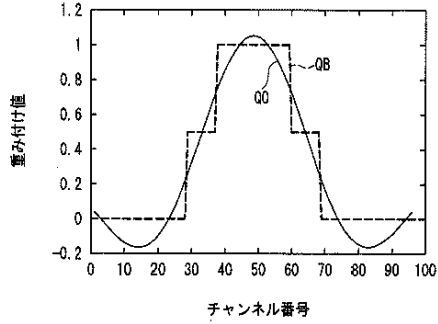
【図 18】



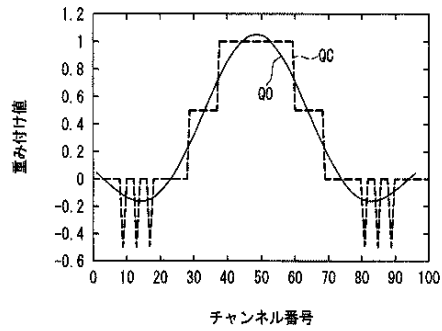
【図 20】



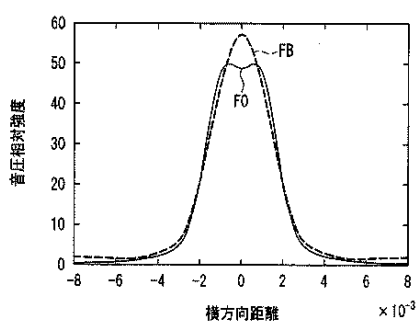
【図 21】



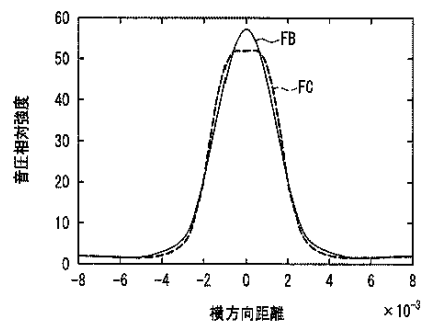
【図 23】



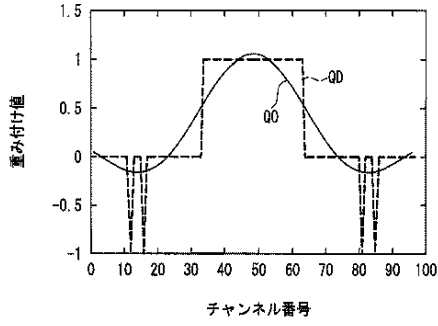
【図 22】



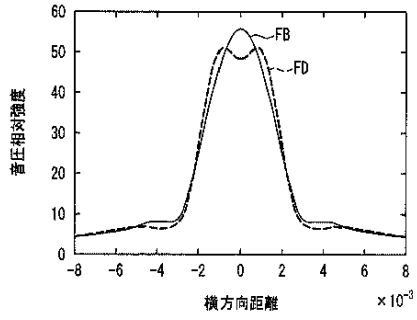
【図 24】



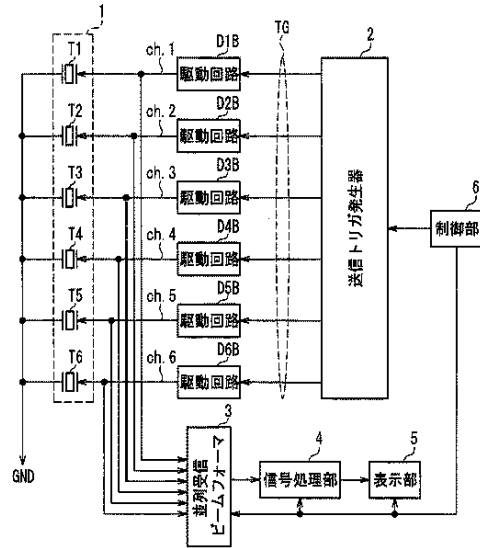
【図 25】



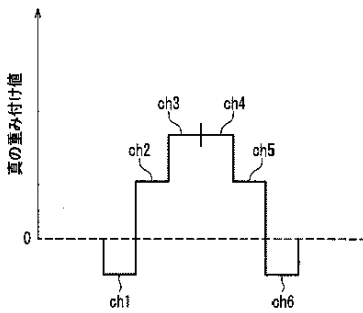
【図 26】



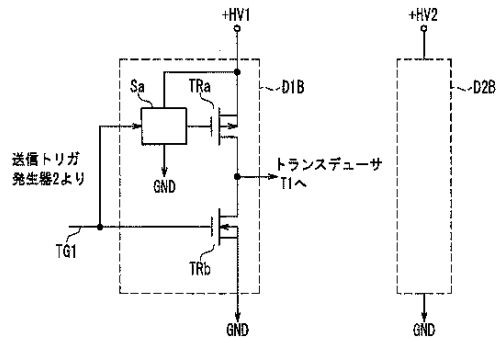
【図 27】



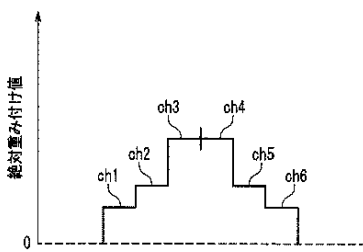
【図 28 A】



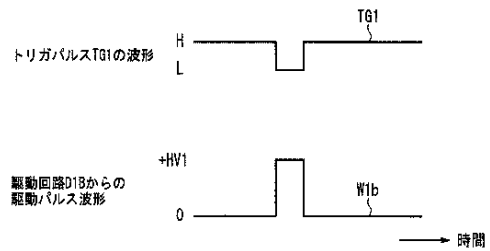
【図 29】



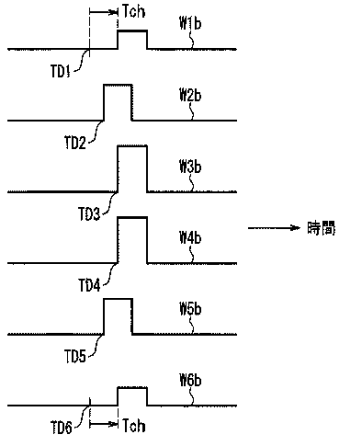
【図 28 B】



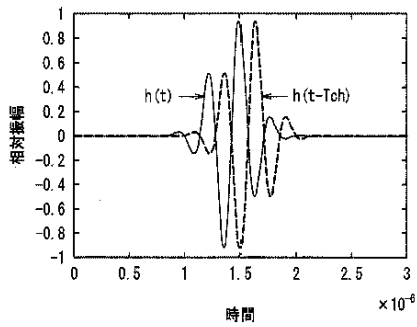
【図 30】



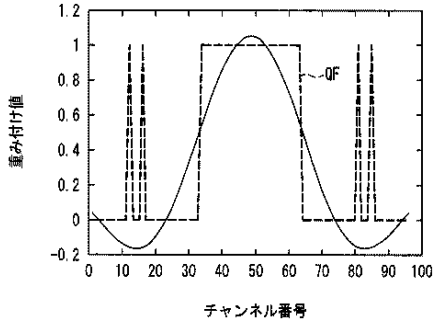
【図 3 1】



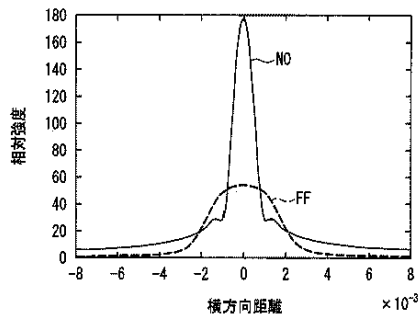
【図 3 2】



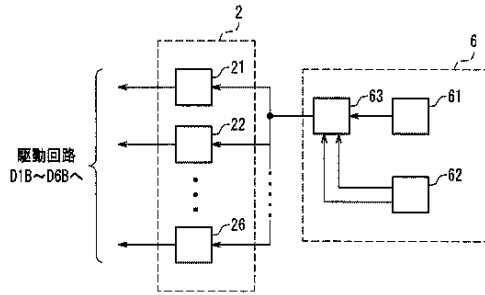
【図 3 5】



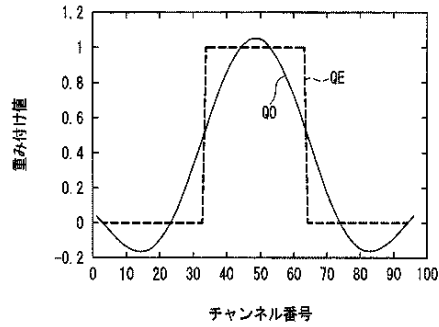
【図 3 6】



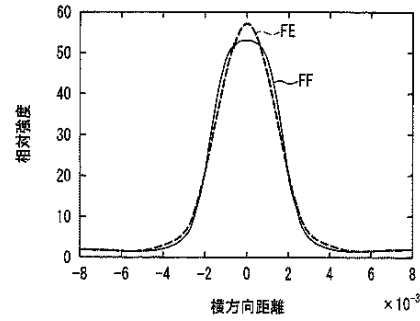
【図 3 3】



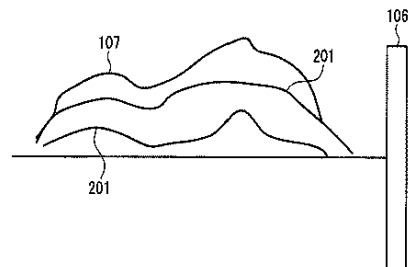
【図 3 4】



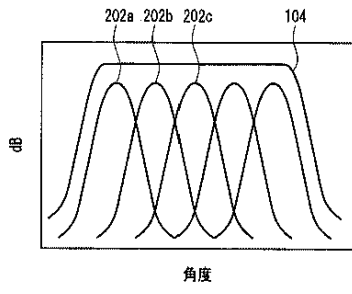
【図 3 7】



【図 3 8】



【図 39】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2008/003896
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/00(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) A61B8/00		
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 1996-2009 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009		
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.
Y	JP 2007-68979 A (Toshiba Corp.), 22 March, 2007 (22.03.07), Full text; all drawings & US 2007/0038091 A1 & CN 1911177 A	1-15
Y	JP 2007-244638 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 September, 2007 (27.09.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2006-506158 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 23 February, 2006 (23.02.06), Full text; all drawings & US 6585648 B1 & EP 1573357 A & WO 2004/046751 A1 & CN 1711482 A	1-15
<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 15 January, 2009 (15.01.09)	Date of mailing of the international search report 27 January, 2009 (27.01.09)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003896

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-187054 A (General Electric Co.), 10 July, 2001 (10.07.01), Full text; all drawings & US 6282963 B1 & DE 10050366 A & DE 10050366 A1	1-15

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2008/003896	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/00(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. A61B8/00			
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 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009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 請求の範囲の番号	
Y	JP 2007-68979 A (株式会社東芝) 2007.03.22, 全文, 全図 & US 2007/0038091 A1 & CN 1911177 A	1-15	
Y	JP 2007-244638 A (松下電器産業株式会社) 2007.09.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15	
A	JP 2006-506158 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2006.02.23, 全文, 全図 & US 6585648 B1 & EP 1573357 A & WO 2004/046751 A1 & CN 1711482 A	1-15	
<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 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「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 「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) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 15.01.2009		国際調査報告の発送日 27.01.2009	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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	2Q 9208
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2008/003896

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 請求の範囲の番号
A	JP 2001-187054 A (ゼネラル・エレクトリックカンパニー) 2001.07.10, 全文, 全図 & US 6282963 B1 & DE 10050366 A & DE 10050366 A1	1-15

フロントページの続き

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

(注) この公表は、国際事務局（W I P O）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)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JPWO2009081569A1	公开(公告)日	2011-05-06
申请号	JP2009546945	申请日	2008-12-22
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	福喜多博 伊藤嘉彦		
发明人	福喜多 博 伊藤 嘉彦		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/56 A61B8/00 G01S7/5202 G01S7/52046 G01S15/8906		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE08 4C601/EE14 4C601/HH07 4C601/HH08 4C601/HH25 4C601/HH28		
优先权	2007332082 2007-12-25 JP 2008028808 2008-02-08 JP 2008042480 2008-02-25 JP		
其他公开文献	JP4975829B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种超声波诊断设备，包括：换能器阵列1，由用于发射超声波的阵列换能器元件T1至T6组成；驱动电路D1A至D6A分别设置用于驱动每个换能器元件的传输通道。传输触发发生器2，用于产生触发脉冲以控制每个驱动电路；并行接收波束形成器3，用于处理来自换能器元件的接收信号；信号处理器4，用于处理并行接收波束形成器的输出信号；控制单元5，用于控制发送触发发生器，并行接收波束形成器和信号处理器。传输触发发生器针对每个传输通道独立地控制触发脉冲的宽度，以使驱动电路输出驱动脉冲，该驱动脉冲近似于分配给每个传输通道的输出振幅的预定加权值，该预定加权值在驱动通道的传输孔中。换能器阵列。通过使用脉冲放大器，可以以低成本配置用于形成梯形发射束以通过使用并行接收束来提高数据获取率的电路。

