

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2006/035588

発行日 平成20年5月15日(2008.5.15)

(43) 国際公開日 **平成18年4月6日(2006.4.6)**

(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 30 頁)

出願番号	特願2006-537664 (P2006-537664)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(21) 国際出願番号	PCT/JP2005/016615		大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 国際出願日	平成17年9月9日(2005.9.9)	(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2004-284871 (P2004-284871)	(72) 発明者	福喜多 博 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(32) 優先日	平成16年9月29日(2004.9.29)	Fターム(参考)	4C601 BB03 EE09 GB06 HH22 JB02 JB05 JB08 JB10 JB11 JB37
(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】

複数の電気音響変換素子より構成されたサブアレイが複数個少なくとも2次元に配列されて成る電気音響変換手段と、サブアレイ単位で設けられ、サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して互いに極性の異なる信号を生成し、サブアレイ内の各電気音響変換素子の互いに極性の異なる信号を振幅制御し加算された第1の信号と振幅制御し加算された第2の信号を得、内部に設けられたコンデンサメモリから構成される第1の遅延手段により、第1の信号と第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与え、遅延時間差が与えられた第1の信号と第2の信号を加算するサブビームフォーマと、サブビームフォーマから出力される信号を遅延加算するメインビームフォーマとを備えたものである。これにより、精度良く受信信号を整相することができる超音波診断装置を提供することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電気音響変換素子より構成されたサブアレイが、複数個少なくとも 2 次元に配列されて成る電気音響変換手段と、

前記サブアレイ単位で設けられ、前記電気音響変換手段から出力される信号を遅延加算するサブビームフォーマと、

前記サブビームフォーマから出力される信号を遅延加算するメインビームフォーマとを備え、

前記サブビームフォーマは、

前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して、互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成し、

前記第 1 の極性を有する信号を振幅制御し加算した第 1 の信号と、前記第 2 の極性を有する信号を振幅制御し加算した第 2 の信号とを得、

内部に設けられたコンデンサメモリから構成される第 1 の遅延手段により、前記第 1 の信号と前記第 2 の信号との間に、受信信号の 1 周期の $1/4$ に相当する遅延時間差を与え、

遅延時間差が与えられた第 1 の信号と第 2 の信号とを加算する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記サブビームフォーマは、

前記サブアレイ単位で設けられ、かつ前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成する増幅部と、

前記増幅部から出力される非反転信号及び反転信号を選択的に切り替えて出力するクロスポイントスイッチと、

前記クロスポイントスイッチから出力される非反転信号を振幅制御し加算した第 1 の信号を出力し、前記クロスポイントスイッチから出力される反転信号を振幅制御し加算した第 2 の信号を出力する可変増幅部と、

前記可変増幅部から出力される第 1 の信号および第 2 の信号との間に、受信信号の 1 周期の $1/4$ に相当する遅延時間差を与える遅延部と、

前記遅延部の出力信号と前記可変増幅部の出力信号とを加算する加算部とを備えた請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記コンデンサメモリは、

少なくとも 1 個の N ($N \geq 2$) 進のカウンタと、

前記カウンタから出力されるカウント値を受けて、 N 個の書き込み制御信号を出力する書き込みデコーダと、

前記第 1 の信号を一端で共通に受け、前記 N 個の書き込み制御信号によりそれぞれオン/オフが制御される N 個の書き込みスイッチと、

前記 N 個の書き込みスイッチの他端にそれぞれ一端が接続され、他端が接地電位に接続された N 個のコンデンサと、

前記カウンタから出力されるカウント値を受けて、 N 個の読み出し制御信号を出力する読み出しデコーダと、

前記 N 個のコンデンサの電位をそれぞれ一端で受け、前記 N 個の読み出し制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されて、共通に接続された他端から前記第 1 の信号の遅延信号を出力する N 個の読み出しスイッチと、

前記書き込みデコーダと前記読み出しデコーダの動作に遅延時間差を与える第 2 の遅延手段とを備えた請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記カウンタは、受信信号の周波数に応じて M ($M \leq N$) 進に設定可能である請求項 3 記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記カウンタは、前記書き込みデコーダにカウント値を出力する書き込みカウンタと、前記読み出しデコーダにカウント値を出力する読み出しカウンタから構成され、

前記第2の遅延手段は、前記書き込みカウンタの動作開始タイミングを遅延させる第1の遅延回路である請求項3記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記第2の遅延手段は、前記カウンタの出力端と前記読み出しデコーダの入力端との間、あるいは前記カウンタの出力端と前記書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、前記カウンタから出力されるカウント値を増加あるいは減少させる手段である請求項3記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記第2の遅延手段は、前記カウンタの出力端と前記書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、前記カウンタから出力されるカウント値を遅延させる第2の遅延回路である請求項3記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動子が配列された2次元アレイを有し、被検体を3次元的に走査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は、図4に示すように、振動子101、102から構成されるサブアレイ105と、振動子103、104から構成されるサブアレイ106とが2次元に配列された2次元アレイ107を有する。サブアレイ105を構成する振動子101、102からの受信信号は、それぞれ増幅部108、109に入力され、増幅部108、109は、非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)を出力する。

【0003】

増幅部108から出力される非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)は、クロスポイントスイッチ181を介して、それぞれ可変増幅部110、111に供給される。また、増幅部109から出力される非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)は、クロスポイントスイッチ191を介して、それぞれ可変増幅部112、113に供給される。

【0004】

可変増幅部110から出力される信号と、可変増幅部112から出力される信号は、加算されて、+45度位相シフタ114に入力される。また、可変増幅部111から出力される信号と、可変増幅部113から出力される信号は、加算されて、-45度位相シフタ115に入力される。

【0005】

+45度位相シフタ114と-45度位相シフタ115の出力信号は加算され、メインビームフォーマ118に入力される。

【0006】

以上のように、増幅部108、109と、クロスポイントスイッチ181、191と、可変増幅部110、111、112、113と、+45度位相シフタ114と、-45度位相シフタ115とからサブビームフォーマ116が構成される。

【0007】

また、サブアレイ106を構成する振動子103、104からの受信信号は、サブビームフォーマ117に入力される。なお、サブビームフォーマ117の内部構成は、サブビームフォーマ116の内部構成と同じである。サブビームフォーマ116と117から出力される信号は、メインビームフォーマ118で遅延加算され、信号処理部119へ入力される。信号処理部119へ入力される信号は、信号処理が施されて画像信号に変換され、表示部120において表示される。

10

20

30

40

50

【0008】

上記のサブビームフォーマ116、117の構成において、クロスポイントスイッチ181、191と可変振幅部110～113により受信信号の振幅を制御することで受信信号の位相を制御し、サブアレイ内の振動子からの受信信号の整相を行っている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】米国特許第6,013,032号明細書（第8-10欄、第6図、第7図、第9図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

しかしながら、従来の超音波診断装置においては、受信信号の位相シフトを行うために、2チャンネルの±45度（± $\pi/4$ ）の位相シフトを搭載しているため、各位相シフトにおける位相シフト回路の部品精度のバラツキによって、互いの位相を精度良く調整することが困難である、という問題があった。

【0010】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、精度良く受信信号を整相することが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】

【0011】

20

前記の目的を達成するため、本発明に係る超音波診断装置は、複数の電気音響変換素子より構成されたサブアレイが、複数個少なくとも2次元に配列されて成る電気音響変換手段と、前記サブアレイ単位で設けられ、前記電気音響変換手段から出力される信号を遅延加算するサブビームフォーマと、前記サブビームフォーマから出力される信号を遅延加算するメインビームフォーマとを備え、前記サブビームフォーマは、前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して、互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成し、前記第1の極性を有する信号を振幅制御し加算した第1の信号と、前記第2の極性を有する信号を振幅制御し加算した第2の信号とを得、内部に設けられたコンデンサメモリから構成される第1の遅延手段により、前記第1の信号と前記第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与え、遅延時間差が与えられた第1の信号と第2の信号とを加算するものである。

30

【0012】

この構成により、受信信号を高精度で整相することができる。

【0013】

また、本発明に係る超音波診断装置において、前記サブビームフォーマは、前記サブアレイ単位で設けられ、かつ前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成する増幅部と、前記増幅部から出力される非反転信号及び反転信号を選択的に切り替えて出力するクロスポイントスイッチと、前記クロスポイントスイッチから出力される非反転信号を振幅制御し加算した第1の信号を出力し、前記クロスポイントスイッチから出力される反転信号を振幅制御し加算した第2の信号を出力する可変振幅部と、前記可変振幅部から出力される第1の信号および第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与える遅延部と、前記遅延部の出力信号と前記可変振幅部の出力信号とを加算する加算部とを含んで構成される。

40

【0014】

また、本発明に係る超音波診断装置において、コンデンサメモリは、少なくとも1個のN（ $N \geq 2$ ）進のカウンタと、カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の書き込み制御信号を出力する書き込みデコーダと、第1の信号を一端で共通に受け、N個の書き込み制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されるN個の書き込みスイッチと、N個の書き込みスイッチの他端にそれぞれ一端が接続され、他端が接地電位に接続されたN個のコンデンサと、カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の読み出し制御信号

50

を出力する読み出しデコーダと、N個のコンデンサの電位をそれぞれ一端で受け、N個の読み出し制御信号によりそれぞれオン／オフが制御されて、共通に接続された他端から第1の信号の遅延信号を出力するN個の読み出しスイッチと、書き込みデコーダと読み出しデコーダの動作に遅延時間差を与える第2の遅延手段とを含んで構成される。

【0015】

この場合、カウンタは、受信信号の周波数に応じてM ($M \leq N$) 進に設定可能であることが好ましい。

【0016】

また、カウンタは、書き込みデコーダにカウント値を出力する書き込みカウンタと、読み出しデコーダにカウント値を出力する読み出しカウンタから構成され、第2の遅延手段は、書き込みカウンタの動作開始タイミングを遅延させる第1の遅延回路（ラッチ）であることが好ましい。 10

【0017】

または、第2の遅延手段は、カウンタの出力端と読み出しデコーダの入力端との間、あるいはカウンタの出力端と書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、カウンタから出力されるカウント値の増加あるいは減少手段（加算器あるいは減算器）であることが好ましい。

【0018】

もしくは、第2の遅延手段は、カウンタの出力端と書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、カウンタから出力されるカウント値を遅延させる第2の遅延回路（ラッチ）であることが好ましい。 20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、2次元に配列された電気音響変換器からの受信信号を高精度で整相することのできる超音波診断装置を提供できる、という格別な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1A】 本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の一構成例を示すブロック図

【図1B】 図1Aの振動子1～4を含む多数の振動子から構成される2次元アレイの構成例を示す模式図 30

【図1C】 図1Aに示す遅延部を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図2】 本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図3】 本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図4】 従来の超音波診断装置の一構成例を示すブロック図

【符号の説明】

【0021】

- 1～4 振動子 40
- 5、6 サブアレイ
- 7 2次元アレイ（電気音響変換手段）
- 8、9 増幅部
- 10～13 可変増幅部
- 14 遅延部（第1の遅延手段）
- 15 加算部
- 16、17 サブビームフォーマ
- 18 メインビームフォーマ
- 21、25 アンプ
- 22 書き込みデコーダ 50

- 2 3 書き込みカウンタ (カウンタ)
- 2 4 ラッチ (第2の遅延手段としての第1の遅延回路)
- 2 6 読み出しデコーダ
- 2 7 読み出しカウンタ (カウンタ)
- 2 8 加算器 (第2の遅延手段としてのカウント値の増加または減少手段)
- 2 9 ラッチ (第2の遅延手段としての第2の遅延回路)

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0023】

(第1の実施の形態)

図1Aは、本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の一構成例を示すブロック図である。

【0024】

図1Aにおいて、振動子1～4は、電気音響変換素子で構成され、音響エコー信号を受信信号に変換する。振動子1と振動子2とでサブアレイ5が、振動子3と振動子4とでサブアレイ6が、サブアレイ5とサブアレイ6とで2次元アレイ7が構成される。なお、図1Aには、振動子1～4しか例示していないが、実際には、図1Bに示すように、多数の振動子が2次元に配列される。

【0025】

増幅部8、9はそれぞれ振動子1、2からの受信信号の、非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)を出力する。可変増幅部10、11は、クロスポイントスイッチ81を介して増幅部8に接続され、可変増幅部12、13は、クロスポイントスイッチ91を介して増幅部9に接続されている。可変増幅部10、12の出力信号は加算され、この加算された信号(第1の信号)は遅延部14(第1の遅延手段)に供給される。また、可変増幅部11、13の出力信号は加算され、この加算された信号(第2の信号)は、加算部15において遅延部14の出力信号と加算される。

【0026】

以上のように、増幅部8、9と、クロスポイントスイッチ81、91と、可変増幅部10、11、12、13と、遅延部14と、加算部15とから、サブビームフォーマ16が

【0027】

また、振動子3、4からの受信信号は、サブビームフォーマ17に入力される。サブビームフォーマ17の内部構成は、サブビームフォーマ16の内部構成と同じである。

【0028】

サブビームフォーマ16、17の出力信号は、メインビームフォーマ18において遅延加算される。メインビームフォーマ18の出力信号は信号処理部19において画像信号として信号処理される。信号処理部19からの画像信号は表示部20に表示される。また、コントローラ31は、クロスポイントスイッチ81及び91に対するスイッチング制御、可変増幅部10、11、12、13における後述の係数を制御する。

【0029】

図1Cは、図1Aに示す遅延部14を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図である。

【0030】

図1Cにおいて、図1Aの可変増幅部10、12から出力され加算された第1の信号は、アンプ21に供給される。アンプ21の出力信号は、N個(本実施の形態ではN=6)の書き込みスイッチWS0～WS5(N=6の場合)の一端に共通に供給される。書き込みスイッチWS0～WS5のオン/オフは、書き込みデコーダ22から出力される書き込み制御信号により制御される。書き込みデコーダ22は、N(N≥2)進のカウントで構成される書き込みカウンタ23から出力されるカウント値により制御される。書き込みカ

10

20

30

40

50

ウンタ23には、設定値(M-1)、クロック、およびラッチ24(第2の遅延手段としての第1の遅延回路)により遅延されたカウント開始信号が入力される。

【0031】

書き込みスイッチWS0~WS5の他端は、それぞれN個(本実施の形態ではN=6)のコンデンサC0~C5の一端に接続され、コンデンサC0~C5の他端は接地電位に接続される。また、コンデンサC0~C5の一端には、それぞれN個(本実施の形態ではN=6)の読み出しスイッチRS0~RS5の一端が接続される。読み出しスイッチRS0~RS5の他端から出力される第1の信号の遅延信号がアンプ25に供給される。読み出しスイッチRS0~RS5のオン/オフは、読み出しデコーダ26から出力される読み出し制御信号により制御される。読み出しデコーダ26は、読み出しカウンタ27から出力されるカウント値により制御される。N(N≧2)進のカウンタで構成される読み出しカウンタ27には、設定値(M-1)、クロック、およびカウント開始信号が入力される。

10

【0032】

次に、以上のように構成された超音波診断装置の動作について、図1Aを参照して説明する。

【0033】

まず、振動子1は、受信信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を発生する。ここで、 t は時間、 $a(t)$ は受信信号の包絡線、 f_1 は受信信号の中心周波数である。

【0034】

増幅部8は、入力される受信信号に基づいて、非反転出力信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ 、反転出力信号 $-a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。

20

【0035】

クロスポイントスイッチ81におけるスイッチの接続状態により、可変増幅部10は、係数 $w(0)$ を非反転出力信号、あるいは反転出力信号に乘じ、 $\pm w(0) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。また、クロスポイントスイッチ81における非反転出力と反転出力の接続状態により、可変増幅部11は、係数 $w(1)$ を非反転出力信号、あるいは反転出力信号に乘じ、 $X_1(t) = \pm w(1) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。可変増幅部10の出力信号は、可変増幅部12(後述する)と加算されて、遅延部14に入力される。

【0036】

30

遅延部14は、受信信号の1周期 $T_1 = 1/f_1$ の1/4の遅延時間 $\Delta T = T_1/4$ の遅延時間を可変増幅部10の出力信号に与え、クロスポイントスイッチ81の接続状態により次式に示す出力信号 $X_0(t)$ を生成する。

【0037】

$$X_0(t) = \pm w(0) \cdot a(t - \Delta T) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot (t - \Delta T)) \quad \dots (1)$$

$2\pi \cdot f_1 \cdot \Delta T = \pi/2$ であり、 $a(t - \Delta T) \doteq a(t)$ と近似すれば、(1)式は、

$$X_0(t) = \pm w(0) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/2) \quad \dots (2)$$

40

と表せる。遅延部14の出力信号 $X_0(t)$ は、可変増幅部11の出力信号と可変増幅部13の出力信号とが加算された出力信号 $X_1(t)$ と、加算部15において加算され、サブビームフォーマ出力信号 $Z_0(t)$ となる。このサブビームフォーマ出力信号は、例えば $w(0) = 0$ 、 $w(1) = 1$ であり、かつ可変増幅部11に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) \quad \dots (3)$$

となる。

【0038】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変増幅部10に増幅部8の非反転出力が接続され、可変増幅部11に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

50

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/4) \quad \dots (4)$$

となる。

【0039】

また、 $w(0) = 1$ 、 $w(1) = 0$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/2) \quad \dots (5)$$

となる。

【0040】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の非反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、 10

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 3\pi/4) \quad \dots (6)$$

となる。

【0041】

また、 $w(0) = 0$ 、 $w(1) = 1$ であり、かつ可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi) \quad \dots (7)$$

となる。

【0042】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、 20

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 5\pi/4) \quad \dots (8)$$

となる。

【0043】

また、 $w(0) = 1$ 、 $w(1) = 0$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 3\pi/2) \quad \dots (9)$$

となる。

【0044】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の非反転出力が接続される場合、 30

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 7\pi/4) \quad \dots (10)$$

となる。

【0045】

このようにして、振動子1の受信信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ の位相 ϕ_a を制御できる。

【0046】

次に、振動子2の受信信号 $b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ に対し、可変振幅部12が係数 $w(2)$ 、可変振幅部13が係数 $w(3)$ を発生し、振動子1の受信信号も考慮した場合、加算部15の出力信号は、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t + \phi_a) + b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t + \phi_b) \quad \dots (11) \quad 40$$

となり、振動子2の受信信号 $b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ の位相 ϕ_b も制御でき、サブアレイ5の振動子1、2の受信信号がサブビームフォーマ16において整相加算できる。なお、(11)式には、位相の制御による整相加算を示したが、実際には遅延部14による受信信号の遅延があるため、より優れた整相加算が行われる。

【0047】

同様にして、サブアレイ6の振動子3、4の受信信号を、サブビームフォーマ17において整相加算することができる。サブビームフォーマ16とサブビームフォーマ17の出力信号は、メインビームフォーマ18において遅延加算される。このようにして、2次元アレイ7の振動子1～4の受信信号がビームフォームされる。 50

【0048】

次に、遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図1Cを参照して説明する。

【0049】

書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27をM ($M \leq N$) 進のカウンタとして動作させるため、設定値(M-1)が供給される。

【0050】

書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27は、M個のカウンタ値、すなわち0~M-1を巡回的に出力する。書き込みカウンタ23は、ラッチ24によりカウンタ開始を1クロック遅らせるため、書き込みカウンタ23が“0”を出力する時、読み出しカウンタ27は“1”を出力する。また、書き込みカウンタ23が“M-1”を出力する時、読み出しカウンタ27は“0”を出力する。

10

【0051】

書き込みカウンタ23から出力されるカウンタ値がiのとき、書き込みデコーダ22は、書き込みスイッチWS_iをオンとし、他のスイッチWS_j ($j \neq i$)をオフとする書き込み制御信号を出力する。同様に、読み出しカウンタ27から出力されるカウンタ値がiのとき、読み出しデコーダ26は、読み出しスイッチRS_iをオンとし、他のスイッチRS_j ($j \neq i$)をオフとする読み出し制御信号を出力する。

【0052】

図1Cは、書き込みスイッチWS₀がオンし、読み出しスイッチRS₁がオンする場合を例示している。書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27の設定値を(M-1)=3とすると、書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27は、M=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC₀~C₃が巡回的に選択される。その結果、第1の信号を増幅した信号に相当するデータがコンデンサC₀に書き込まれたのと同じクロックタイミングで、コンデンサC₁からデータが読み出され、次のクロックタイミングでコンデンサC₂からデータが読み出され、次のクロックタイミングでコンデンサC₃からデータが読み出され、さらに次のクロックタイミングでコンデンサC₀からデータが読み出される。

20

【0053】

このようにして、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。1クロックの時間をT_{ck}、受信信号の1周期の1/4の時間をT_qとすると、次式、

30

$$(M-1) \cdot T_{ck} \doteq T_q \quad \dots (12)$$

の関係を満たせば良いので、最適かつ最小なMの値を選ぶことができる。

【0054】

なお、実際の回路においては、書き込みスイッチWS₀~WS₅および読み出しスイッチRS₀~RS₅のオン抵抗値、コンデンサC₀~C₅の容量値等にはバラツキがあるため、アンプ25には、1周期がM・T_{ck}に相当するノイズが発生する。しかし、このMの値は、受信信号の周波数に応じて(12)式に基づき最小に設定されるため、ノイズの周波数は、受信信号の中心周波数よりも十分に高くすることができるので、フィルタにより容易に除去することが可能であるという利点を有する。

40

【0055】

以上のように、本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置によれば、増幅部8、9と、クロスポイントスイッチ81、91と、可変振幅部10~13と、コンデンサメモリから構成される遅延部14と、加算部15とから構成されるサブビームフォーマ16を設けることにより、高精度に受信信号を整相加算させることができる。

【0056】

なお、受信信号の周波数は、受信信号の基本波の周波数、あるいは高調波の周波数でもよい。

【0057】

50

(第2の実施の形態)

図2は、本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部14を構成するコンデンサメモリのブロック図である。なお、図2において、第1の実施の形態で参照した図1Cと同じ構成および機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図2に示さない他の構成要素は、図1A、図1B、及び図1Cの構成要素と同じである。

【0058】

図2において、カウンタ30から出力されるカウント値は、書き込みデコーダ22に供給される。さらに、カウンタ30からのカウント値は、加算器28（第2の遅延手段としてのカウント値の増加または減少手段）において値“1”が加えられた後、読み出しデコーダ26にも供給される。

【0059】

次に、本実施の形態における遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図2を参照して説明する。

【0060】

まず、カウンタ30をM進カウンタとして動作させるため、設定値(M-1)が供給される。

【0061】

カウンタ30は、M個のカウント値、すなわち0~M-1を巡回的に出力する。加算器28は、カウンタ30から出力されるカウント値に値“1”を加えて読み出しデコーダ26に供給するため、書き込みデコーダ22に“0”が入力される時、読み出しデコーダ26には“1”が入力される。また、書き込みデコーダ22に“M-1”が入力される時、読み出しデコーダ26には“0”が入力される。図2は、カウンタ30から出力されるカウント値が“0”であり、書き込みスイッチWS0がオンし、他の書き込みスイッチWSj (j≠0)がオフであり、読み出しスイッチRS1がオンし、他の読み出しスイッチRSj (j≠1)がオフである場合を例示している。

【0062】

カウンタ30の設定値が(M-1)=3とすると、カウンタ30はM=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC0~C3が巡回的に選択される。その結果、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。

【0063】

以上のように、本発明の第2の実施の形態の超音波診断装置によれば、遅延部14において、第1の実施の形態における書き込みカウンタ、読み出しカウンタ、ラッチに代えて、カウンタ30と加算器28とを設けることにより、高精度に受信信号を遅延させることができる。

【0064】

なお、上記の説明では、加算器28をカウンタ30と読み出しデコーダ26との間に設けたが、カウンタ30と書き込みデコーダ22との間に減算器を設けても良い。

【0065】

また、カウンタ30としてはアップカウンタを用いたが、ダウンカウンタを使用しても良い。その場合、加算器あるいは減算器を設ける個所はアップカウンタの場合と逆になる。

【0066】

(第3の実施の形態)

図3は、本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部14を構成するコンデンサメモリのブロック図である。なお、図3において、第1の実施の形態で参照した図1Cと同じ構成および機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図3に示さない他の構成要素は、図1A、図1B、および図1Cの構成要素と同じである。

【0067】

図3において、カウンタ30から出力されるカウント値は、ラッチ29（第2の遅延手段としての第2の遅延回路）を介して、書き込みデコーダ22に供給される。さらに、カウンタ30からのカウント値は、読み出しデコーダ26にも供給される。

【0068】

次に、本実施の形態における遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図3を参照して説明する。

【0069】

まず、カウンタ30をM進のカウンタとして動作させるため、カウンタ30には設定値(M-1)が供給される。

10

【0070】

カウンタ30は、M個のカウント値、すなわち0~M-1を巡回的に出力する。ラッチ29は、カウンタ30から出力されるカウント値の1クロック前の値、(M-1)、0、・・・、(M-2)を出力する。従って、書き込みデコーダ22に“0”が入力される時、読み出しデコーダ26には“1”が入力され、書き込みデコーダ22に“M-1”が入力される時、読み出しデコーダ26には“0”が入力される。図3は、カウンタ30から出力されるカウント値が“0”であり、書き込みスイッチWS0がオンし、他の書き込みスイッチWSj(j≠0)がオフであり、読み出しスイッチRS1がオンし、他の読み出しスイッチRSj(j≠1)がオフである場合を例示している。

【0071】

20

カウンタ30の設定値が(M-1)=3とすると、カウンタ30はM=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC0~C3が巡回的に選択される。その結果、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。

【0072】

以上のように、本発明の第3の実施の形態の超音波診断装置によれば、遅延部14において、第1の実施の形態における書き込みカウンタ、読み出しカウンタ、ラッチに代えて、カウンタ30とラッチ29とを設けることにより、高精度に受信信号を遅延することができる。

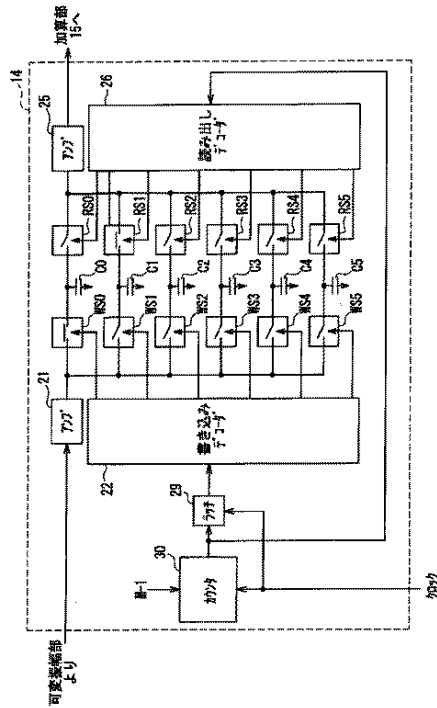
【産業上の利用可能性】

30

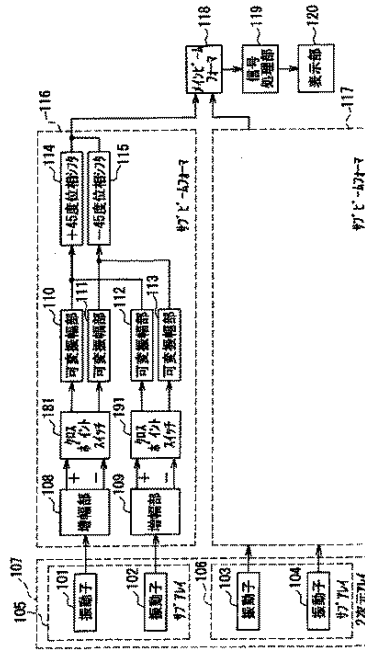
【0073】

本発明に係る超音波診断装置は、2次元に配列された電気音響変換器からの受信信号を高精度で整相できるという利点を有し、2次元アレイを有し、被検体を3次的に走査する超音波診断装置等として有用であり、医療等の用途に適用できる。

【図 3】



【図 4】



【手続補正書】

【提出日】平成18年11月6日(2006.11.6)

【手続補正 1】

【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】

複数の電気音響変換素子より構成されたサブアレイが、複数個少なくとも2次元に配列されて成る電気音響変換手段と、

前記サブアレイ単位で設けられ、前記電気音響変換手段から出力される信号を遅延加算するサブビームフォーマと、

前記サブビームフォーマから出力される信号を遅延加算するメインビームフォーマとを備え、

前記サブビームフォーマは、

前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して、互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成し、

前記第1の極性を有する信号を振幅制御し加算した第1の信号と、前記第2の極性を有する信号を振幅制御し加算した第2の信号とを得、

内部に設けられたコンデンサメモリから構成される第1の遅延手段により、前記第1の信号と前記第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与え、

遅延時間差が与えられた第1の信号と第2の信号とを加算する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記サブビームフォーマは、

前記サブアレイ単位で設けられ、かつ前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成する増幅部と、

前記増幅部から出力される非反転信号及び反転信号を選択的に切り替えて出力するクロスポイントスイッチと、

前記クロスポイントスイッチから出力される非反転信号を振幅制御し加算した第1の信号を出力し、前記クロスポイントスイッチから出力される反転信号を振幅制御し加算した第2の信号を出力する可変振幅部と、

前記可変振幅部から出力される第1の信号および第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与える遅延部と、

前記遅延部の出力信号と前記可変振幅部の出力信号とを加算する加算部とを備えた請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記コンデンサメモリは、

少なくとも1個のN ($N \geq 2$) 進のカウンタと、

前記カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の書き込み制御信号を出力する書き込みデコーダと、

前記第1の信号を一端で共通に受け、前記N個の書き込み制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されるN個の書き込みスイッチと、

前記N個の書き込みスイッチの他端にそれぞれ一端が接続され、他端が接地電位に接続されたN個のコンデンサと、

前記カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の読み出し制御信号を出力する読み出しデコーダと、

前記N個のコンデンサの電位をそれぞれ一端で受け、前記N個の読み出し制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されて、共通に接続された他端から前記第1の信号の遅延信号を出力するN個の読み出しスイッチと、

前記書き込みデコーダと前記読み出しデコーダの動作に遅延時間差を与える第2の遅延手段とを備えた請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記カウンタは、受信信号の周波数に応じてM ($M \leq N$) 進に設定可能である請求項3記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記カウンタは、前記書き込みデコーダにカウント値を出力する書き込みカウンタと、前記読み出しデコーダにカウント値を出力する読み出しカウンタから構成され、

前記第2の遅延手段は、前記書き込みカウンタの動作開始タイミングを遅延させる第1の遅延回路である請求項3記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記第2の遅延手段は、前記カウンタの出力端と前記読み出しデコーダの入力端との間、あるいは前記カウンタの出力端と前記書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、前記カウンタから出力されるカウント値を増加あるいは減少させる手段である請求項3記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記第2の遅延手段は、前記カウンタの出力端と前記書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、前記カウンタから出力されるカウント値を遅延させる第2の遅延回路である請求項3記載の超音波診断装置。

【手続補正2】

【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】

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、振動子が配列された2次元アレイを有し、被検体を3次元的に走査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は、図4に示すように、振動子101、102から構成されるサブアレイ105と、振動子103、104から構成されるサブアレイ106とが2次元に配列された2次元アレイ107を有する。サブアレイ105を構成する振動子101、102からの受信信号は、それぞれ増幅部108、109に入力され、増幅部108、109は、非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)を出力する。

【0003】

増幅部108から出力される非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)は、クロスポイントスイッチ181を介して、それぞれ可変増幅部110、111に供給される。また、増幅部109から出力される非反転出力信号(+)および反転出力信号(-)は、クロスポイントスイッチ191を介して、それぞれ可変増幅部112、113に供給される。

【0004】

可変増幅部110から出力される信号と、可変増幅部112から出力される信号は、加算されて、+45度位相シフタ114に入力される。また、可変増幅部111から出力される信号と、可変増幅部113から出力される信号は、加算されて、-45度位相シフタ115に入力される。

【0005】

+45度位相シフタ114と-45度位相シフタ115の出力信号は加算され、メインビームフォーマ118に入力される。

【0006】

以上のように、増幅部108、109と、クロスポイントスイッチ181、191と、可変増幅部110、111、112、113と、+45度位相シフタ114と、-45度位相シフタ115とからサブビームフォーマ116が構成される。

【0007】

また、サブアレイ106を構成する振動子103、104からの受信信号は、サブビームフォーマ117に入力される。なお、サブビームフォーマ117の内部構成は、サブビームフォーマ116の内部構成と同じである。サブビームフォーマ116と117から出力される信号は、メインビームフォーマ118で遅延加算され、信号処理部119へ入力される。信号処理部119へ入力される信号は、信号処理が施されて画像信号に変換され、表示部120において表示される。

【0008】

上記のサブビームフォーマ116、117の構成において、クロスポイントスイッチ181、191と可変増幅部110~113により受信信号の振幅を制御することで受信信号の位相を制御し、サブアレイ内の振動子からの受信信号の整相を行っている(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】米国特許第6,013,032号明細書(第8-10欄、第6図、第7図、第9図)

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

しかしながら、従来の超音波診断装置においては、受信信号の位相シフトを行うために、2チャンネルの±45度(±π/4)の位相シフタを搭載しているため、各位相シフタにおける位相シフト回路の部品精度のバラツキによって、互いの位相を精度良く調整する

ことが困難である、という問題があった。

【0010】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、精度良く受信信号を整相することが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】

【0011】

前記の目的を達成するため、本発明に係る超音波診断装置は、複数の電気音響変換素子より構成されたサブアレイが、複数個少なくとも2次元に配列されて成る電気音響変換手段と、前記サブアレイ単位で設けられ、前記電気音響変換手段から出力される信号を遅延加算するサブビームフォーマと、前記サブビームフォーマから出力される信号を遅延加算するメインビームフォーマとを備え、前記サブビームフォーマは、前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して、互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成し、前記第1の極性を有する信号を振幅制御し加算した第1の信号と、前記第2の極性を有する信号を振幅制御し加算した第2の信号とを得、内部に設けられたコンデンサメモリから構成される第1の遅延手段により、前記第1の信号と前記第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与え、遅延時間差が与えられた第1の信号と第2の信号とを加算するものである。

【0012】

この構成により、受信信号を高精度で整相することができる。

【0013】

また、本発明に係る超音波診断装置において、前記サブビームフォーマは、前記サブアレイ単位で設けられ、かつ前記サブアレイ内の電気音響変換素子からの受信信号に対して互いに極性の異なる非反転信号及び反転信号を生成する増幅部と、前記増幅部から出力される非反転信号及び反転信号を選択的に切り替えて出力するクロスポイントスイッチと、前記クロスポイントスイッチから出力される非反転信号を振幅制御し加算した第1の信号を出力し、前記クロスポイントスイッチから出力される反転信号を振幅制御し加算した第2の信号を出力する可変振幅部と、前記可変振幅部から出力される第1の信号および第2の信号との間に、受信信号の1周期の1/4に相当する遅延時間差を与える遅延部と、前記遅延部の出力信号と前記可変振幅部の出力信号とを加算する加算部とを含んで構成される。

【0014】

また、本発明に係る超音波診断装置において、コンデンサメモリは、少なくとも1個のN ($N \geq 2$) 進のカウンタと、カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の書き込み制御信号を出力する書き込みデコーダと、第1の信号を一端で共通に受け、N個の書き込み制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されるN個の書き込みスイッチと、N個の書き込みスイッチの他端にそれぞれ一端が接続され、他端が接地電位に接続されたN個のコンデンサと、カウンタから出力されるカウント値を受けて、N個の読み出し制御信号を出力する読み出しデコーダと、N個のコンデンサの電位をそれぞれ一端で受け、N個の読み出し制御信号によりそれぞれオン/オフが制御されて、共通に接続された他端から第1の信号の遅延信号を出力するN個の読み出しスイッチと、書き込みデコーダと読み出しデコーダの動作に遅延時間差を与える第2の遅延手段とを含んで構成される。

【0015】

この場合、カウンタは、受信信号の周波数に応じてM ($M \leq N$) 進に設定可能であることが好ましい。

【0016】

また、カウンタは、書き込みデコーダにカウント値を出力する書き込みカウンタと、読み出しデコーダにカウント値を出力する読み出しカウンタから構成され、第2の遅延手段は、書き込みカウンタの動作開始タイミングを遅延させる第1の遅延回路(ラッチ)であることが好ましい。

【0017】

または、第2の遅延手段は、カウンタの出力端と読み出しデコーダの入力端との間、あるいはカウンタの出力端と書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、カウンタから出力されるカウント値の増加あるいは減少手段（加算器あるいは減算器）であることが好ましい。

【0018】

もしくは、第2の遅延手段は、カウンタの出力端と書き込みデコーダの入力端との間に設けられ、カウンタから出力されるカウント値を遅延させる第2の遅延回路（ラッチ）であることが好ましい。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、2次元に配列された電気音響変換器からの受信信号を高精度で整相することのできる超音波診断装置を提供できる、という格別な効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0021】

（第1の実施の形態）

図1Aは、本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の一構成例を示すブロック図である。

【0022】

図1Aにおいて、振動子1～4は、電気音響変換素子で構成され、音響エコー信号を受信信号に変換する。振動子1と振動子2とでサブアレイ5が、振動子3と振動子4とでサブアレイ6が、サブアレイ5とサブアレイ6とで2次元アレイ7が構成される。なお、図1Aには、振動子1～4しか例示していないが、実際には、図1Bに示すように、多数の振動子が2次元に配列される。

【0023】

増幅部8、9はそれぞれ振動子1、2からの受信信号の、非反転出力信号（+）および反転出力信号（-）を出力する。可変増幅部10、11は、クロスポイントスイッチ81を介して増幅部8に接続され、可変増幅部12、13は、クロスポイントスイッチ91を介して増幅部9に接続されている。可変増幅部10、12の出力信号は加算され、この加算された信号（第1の信号）は遅延部14（第1の遅延手段）に供給される。また、可変増幅部11、13の出力信号は加算され、この加算された信号（第2の信号）は、加算部15において遅延部14の出力信号と加算される。

【0024】

以上のように、増幅部8、9と、クロスポイントスイッチ81、91と、可変増幅部10、11、12、13と、遅延部14と、加算部15とから、サブビームフォーマ16が構成される。

【0025】

また、振動子3、4からの受信信号は、サブビームフォーマ17に入力される。サブビームフォーマ17の内部構成は、サブビームフォーマ16の内部構成と同じである。

【0026】

サブビームフォーマ16、17の出力信号は、メインビームフォーマ18において遅延加算される。メインビームフォーマ18の出力信号は信号処理部19において画像信号として信号処理される。信号処理部19からの画像信号は表示部20に表示される。また、コントローラ31は、クロスポイントスイッチ81及び91に対するスイッチング制御、可変増幅部10、11、12、13における後述の係数を制御する。

【0027】

図1Cは、図1Aに示す遅延部14を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図である。

【0028】

図1Cにおいて、図1Aの可変振幅部10、12から出力され加算された第1の信号は、アンプ21に供給される。アンプ21の出力信号は、N個（本実施の形態ではN=6）の書き込みスイッチWS0~WS5（N=6の場合）の一端に共通に供給される。書き込みスイッチWS0~WS5のオン/オフは、書き込みデコーダ22から出力される書き込み制御信号により制御される。書き込みデコーダ22は、N（N≥2）進のカウンタで構成される書き込みカウンタ23から出力されるカウント値により制御される。書き込みカウンタ23には、設定値（M-1）、クロック、およびラッチ24（第2の遅延手段としての第1の遅延回路）により遅延されたカウント開始信号が入力される。

【0029】

書き込みスイッチWS0~WS5の他端は、それぞれN個（本実施の形態ではN=6）のコンデンサC0~C5の一端に接続され、コンデンサC0~C5の他端は接地電位に接続される。また、コンデンサC0~C5の一端には、それぞれN個（本実施の形態ではN=6）の読み出しスイッチRS0~RS5の一端が接続される。読み出しスイッチRS0~RS5の他端から出力される第1の信号の遅延信号がアンプ25に供給される。読み出しスイッチRS0~RS5のオン/オフは、読み出しデコーダ26から出力される読み出し制御信号により制御される。読み出しデコーダ26は、読み出しカウンタ27から出力されるカウント値により制御される。N（N≥2）進のカウンタで構成される読み出しカウンタ27には、設定値（M-1）、クロック、およびカウント開始信号が入力される。

【0030】

次に、以上のように構成された超音波診断装置の動作について、図1Aを参照して説明する。

【0031】

まず、振動子1は、受信信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を発生する。ここで、 t は時間、 $a(t)$ は受信信号の包絡線、 f_1 は受信信号の中心周波数である。

【0032】

増幅部8は、入力される受信信号に基づいて、非反転出力信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ 、反転出力信号 $-a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。

【0033】

クロスポイントスイッチ81におけるスイッチの接続状態により、可変振幅部10は、係数 $w(0)$ を非反転出力信号、あるいは反転出力信号に乘じ、 $\pm w(0) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。また、クロスポイントスイッチ81における非反転出力と反転出力の接続状態により、可変振幅部11は、係数 $w(1)$ を非反転出力信号、あるいは反転出力信号に乘じ、 $X_1(t) = \pm w(1) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ を出力する。可変振幅部10の出力信号は、可変振幅部12（後述する）と加算されて、遅延部14に入力される。

【0034】

遅延部14は、受信信号の1周期 $T_1 = 1/f_1$ の1/4の遅延時間 $\Delta T = T_1/4$ の遅延時間を可変振幅部10の出力信号に与え、クロスポイントスイッチ81の接続状態により次式に示す出力信号 $X_0(t)$ を生成する。

【0035】

$$X_0(t) = \pm w(0) \cdot a(t - \Delta T) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot (t - \Delta T)) \quad \dots (1)$$

$2\pi \cdot f_1 \cdot \Delta T = \pi/2$ であり、 $a(t - \Delta T) \cong a(t)$ と近似すれば、(1)式は、

$$X_0(t) = \pm w(0) \cdot a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/2) \quad \dots (2)$$

と表せる。遅延部14の出力信号 $X_0(t)$ は、可変振幅部11の出力信号と可変振幅部13の出力信号とが加算された出力信号 $X_1(t)$ と、加算部15において加算され、サブビームフォーマ出力信号 $Z_0(t)$ となる。このサブビームフォーマ出力信号は、例えば $w(0) = 0$ 、 $w(1) = 1$ であり、かつ可変振幅部11に増幅部8の非反転出力が接

続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) \quad \dots (3)$$

となる。

【0036】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の非反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/4) \quad \dots (4)$$

となる。

【0037】

また、 $w(0) = 1$ 、 $w(1) = 0$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi/2) \quad \dots (5)$$

となる。

【0038】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の非反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 3\pi/4) \quad \dots (6)$$

となる。

【0039】

また、 $w(0) = 0$ 、 $w(1) = 1$ であり、かつ可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - \pi) \quad \dots (7)$$

となる。

【0040】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 5\pi/4) \quad \dots (8)$$

となる。

【0041】

また、 $w(0) = 1$ 、 $w(1) = 0$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 3\pi/2) \quad \dots (9)$$

となる。

【0042】

また、 $w(0) = 0.71$ 、 $w(1) = 0.71$ であり、かつ可変振幅部10に増幅部8の反転出力が接続され、可変振幅部11に増幅部8の非反転出力が接続される場合、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t - 7\pi/4) \quad \dots (10)$$

となる。

【0043】

このようにして、振動子1の受信信号 $a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ の位相 ϕ_a を制御できる。

【0044】

次に、振動子2の受信信号 $b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ に対し、可変振幅部12が係数 $w(2)$ 、可変振幅部13が係数 $w(3)$ を発生し、振動子1の受信信号も考慮した場合、加算部15の出力信号は、

$$Z_0(t) \doteq a(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t + \phi_a) + b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t + \phi_b) \quad \dots (11)$$

となり、振動子2の受信信号 $b(t) \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ の位相 ϕ_b も制御でき、サブアレイ5の振動子1、2の受信信号がサブビームフォーマ16において整相加算できる。なお、(11)式には、位相の制御による整相加算を示したが、実際には遅延部14

による受信信号の遅延があるため、より優れた整相加算が行われる。

【0045】

同様に、サブアレイ6の振動子3、4の受信信号を、サブビームフォーマ17において整相加算することができる。サブビームフォーマ16とサブビームフォーマ17の出力信号は、メインビームフォーマ18において遅延加算される。このようにして、2次元アレイ7の振動子1～4の受信信号がビームフォームされる。

【0046】

次に、遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図1Cを参照して説明する。

【0047】

書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27をM ($M \leq N$) 進のカウンタとして動作させるため、設定値(M-1)が供給される。

【0048】

書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27は、M個のカウンタ値、すなわち0～M-1を巡回的に出力する。書き込みカウンタ23は、ラッチ24によりカウンタ開始を1クロック遅らせるため、書き込みカウンタ23が“0”を出力する時、読み出しカウンタ27は“1”を出力する。また、書き込みカウンタ23が“M-1”を出力する時、読み出しカウンタ27は“0”を出力する。

【0049】

書き込みカウンタ23から出力されるカウンタ値がiのとき、書き込みデコーダ22は、書き込みスイッチWSiをオンとし、他のスイッチWSj ($j \neq i$) をオフとする書き込み制御信号を出力する。同様に、読み出しカウンタ27から出力されるカウンタ値がiのとき、読み出しデコーダ26は、読み出しスイッチRSiをオンとし、他のスイッチRSj ($j \neq i$) をオフとする読み出し制御信号を出力する。

【0050】

図1Cは、書き込みスイッチWS0がオンし、読み出しスイッチRS1がオンする場合を例示している。書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27の設定値を(M-1)=3とすると、書き込みカウンタ23および読み出しカウンタ27は、M=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC0～C3が巡回的に選択される。その結果、第1の信号を増幅した信号に相当するデータがコンデンサC0に書き込まれたのと同じクロックタイミングで、コンデンサC1からデータが読み出され、次のクロックタイミングでコンデンサC2からデータが読み出され、次のクロックタイミングでコンデンサC3からデータが読み出され、さらに次のクロックタイミングでコンデンサC0からデータが読み出される。

【0051】

このようにして、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。1クロックの時間をTck、受信信号の1周期の1/4の時間をTqとすると、次式、

$$(M-1) \cdot Tck = Tq \quad \dots (12)$$

の関係を満たせば良いので、最適かつ最小なMの値を選ぶことができる。

【0052】

なお、実際の回路においては、書き込みスイッチWS0～WS5および読み出しスイッチRS0～RS5のオン抵抗値、コンデンサC0～C5の容量値等にはバラツキがあるため、アンプ25には、1周期がM・Tckに相当するノイズが発生する。しかし、このMの値は、受信信号の周波数に応じて(12)式に基づき最小に設定されるため、ノイズの周波数は、受信信号の中心周波数よりも十分に高くすることができるので、フィルタにより容易に除去することが可能であるという利点を有する。

【0053】

以上のように、本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置によれば、増幅部8、9と、クロスポイントスイッチ81、91と、可変振幅部10～13と、コンデンサメモリか

ら構成される遅延部14と、加算部15とから構成されるサブビームフォーマ16を設けることにより、高精度に受信信号を整相加算させることができる。

【0054】

なお、受信信号の周波数は、受信信号の基本波の周波数、あるいは高調波の周波数でもよい。

【0055】

(第2の実施の形態)

図2は、本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部14を構成するコンデンサメモリのブロック図である。なお、図2において、第1の実施の形態で参照した図1Cと同じ構成および機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図2に示さない他の構成要素は、図1A、図1B、及び図1Cの構成要素と同じである。

【0056】

図2において、カウンタ30から出力されるカウント値は、書き込みデコーダ22に供給される。さらに、カウンタ30からのカウント値は、加算器28(第2の遅延手段としてのカウント値の増加または減少手段)において値“1”が加えられた後、読み出しデコーダ26にも供給される。

【0057】

次に、本実施の形態における遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図2を参照して説明する。

【0058】

まず、カウンタ30をM進カウンタとして動作させるため、設定値(M-1)が供給される。

【0059】

カウンタ30は、M個のカウント値、すなわち0~M-1を巡回的に出力する。加算器28は、カウンタ30から出力されるカウント値に値“1”を加えて読み出しデコーダ26に供給するため、書き込みデコーダ22に“0”が入力される時、読み出しデコーダ26には“1”が入力される。また、書き込みデコーダ22に“M-1”が入力される時、読み出しデコーダ26には“0”が入力される。図2は、カウンタ30から出力されるカウント値が“0”であり、書き込みスイッチWS0がオンし、他の書き込みスイッチWSj(j≠0)がオフであり、読み出しスイッチRS1がオンし、他の読み出しスイッチRSj(j≠1)がオフである場合を例示している。

【0060】

カウンタ30の設定値が(M-1)=3とすると、カウンタ30はM=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC0~C3が巡回的に選択される。その結果、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。

【0061】

以上のように、本発明の第2の実施の形態の超音波診断装置によれば、遅延部14において、第1の実施の形態における書き込みカウンタ、読み出しカウンタ、ラッチに代えて、カウンタ30と加算器28とを設けることにより、高精度に受信信号を遅延させることができる。

【0062】

なお、上記の説明では、加算器28をカウンタ30と読み出しデコーダ26との間に設けたが、カウンタ30と書き込みデコーダ22との間に減算器を設けても良い。

【0063】

また、カウンタ30としてはアップカウンタを用いたが、ダウンカウンタを使用しても良い。その場合、加算器あるいは減算器を設ける個所はアップカウンタの場合と逆になる。

【0064】

(第3の実施の形態)

図3は、本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部14を構成するコンデンサメモリのブロック図である。なお、図3において、第1の実施の形態で参照した図1Cと同じ構成および機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図3に示さない他の構成要素は、図1A、図1B、および図1Cの構成要素と同じである。

【0065】

図3において、カウンタ30から出力されるカウント値は、ラッチ29（第2の遅延手段としての第2の遅延回路）を介して、書き込みデコーダ22に供給される。さらに、カウンタ30からのカウント値は、読み出しデコーダ26にも供給される。

【0066】

次に、本実施の形態における遅延部14を構成するコンデンサメモリの動作について、図3を参照して説明する。

【0067】

まず、カウンタ30をM進のカウンタとして動作させるため、カウンタ30には設定値(M-1)が供給される。

【0068】

カウンタ30は、M個のカウント値、すなわち0~M-1を巡回的に出力する。ラッチ29は、カウンタ30から出力されるカウント値の1クロック前の値、(M-1)、0、・・・、(M-2)を出力する。従って、書き込みデコーダ22に“0”が入力される時、読み出しデコーダ26には“1”が入力され、書き込みデコーダ22に“M-1”が入力される時、読み出しデコーダ26には“0”が入力される。図3は、カウンタ30から出力されるカウント値が“0”であり、書き込みスイッチWS0がオンし、他の書き込みスイッチWSj (j≠0)がオフであり、読み出しスイッチRS1がオンし、他の読み出しスイッチRSj (j≠1)がオフである場合を例示している。

【0069】

カウンタ30の設定値が(M-1)=3とすると、カウンタ30はM=4進のカウンタとなり、4個のコンデンサC0~C3が巡回的に選択される。その結果、アンプ21とアンプ25との間で、3クロック相当の遅延時間を得ることができ、この遅延時間が受信信号の1周期の1/4に相当すれば良いことになる。

【0070】

以上のように、本発明の第3の実施の形態の超音波診断装置によれば、遅延部14において、第1の実施の形態における書き込みカウンタ、読み出しカウンタ、ラッチに代えて、カウンタ30とラッチ29とを設けることにより、高精度に受信信号を遅延することができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明に係る超音波診断装置は、2次元に配列された電気音響変換器からの受信信号を高精度で整相できるという利点を有し、2次元アレイを有し、被検体を3次的に走査する超音波診断装置等として有用であり、医療等の用途に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1A】本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の一構成例を示すブロック図

【図1B】図1Aの振動子1~4を含む多数の振動子から構成される2次元アレイの構成例を示す模式図

【図1C】図1Aに示す遅延部を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部を構成するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置における受信部の遅延部を構成

するコンデンサメモリの詳細なブロック図

【図4】従来の超音波診断装置の一構成例を示すブロック図

【符号の説明】

【0073】

- 1～4 振動子
- 5、6 サブアレイ
- 7 2次元アレイ（電気音響変換手段）
- 8、9 増幅部
- 10～13 可変振幅部
- 14 遅延部（第1の遅延手段）
- 15 加算部
- 16、17 サブビームフォーマ
- 18 メインビームフォーマ
- 21、25 アンプ
- 22 書き込みデコーダ
- 23 書き込みカウンタ（カウンタ）
- 24 ラッチ（第2の遅延手段としての第1の遅延回路）
- 26 読み出しデコーダ
- 27 読み出しカウンタ（カウンタ）
- 28 加算器（第2の遅延手段としてのカウンタ値の増加または減少手段）
- 29 ラッチ（第2の遅延手段としての第2の遅延回路）

【手続補正3】

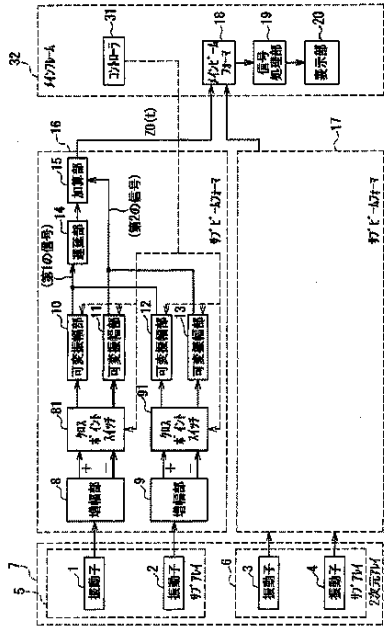
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 全図

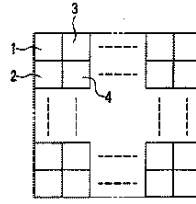
【補正方法】 変更

【補正の内容】

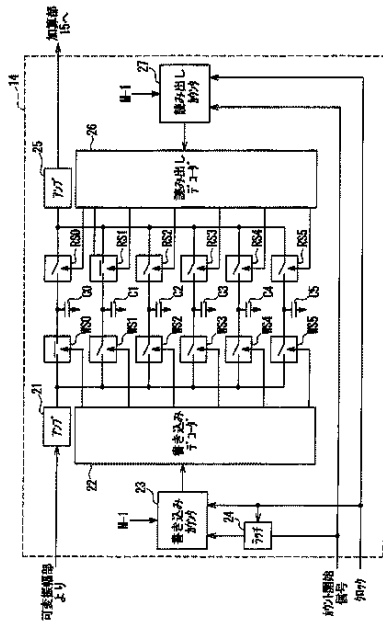
【図1A】



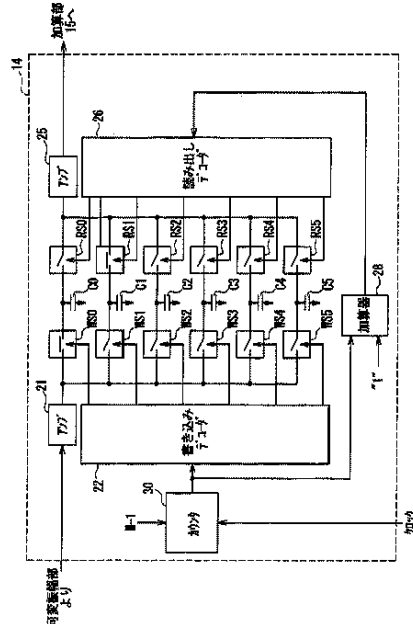
【図1B】



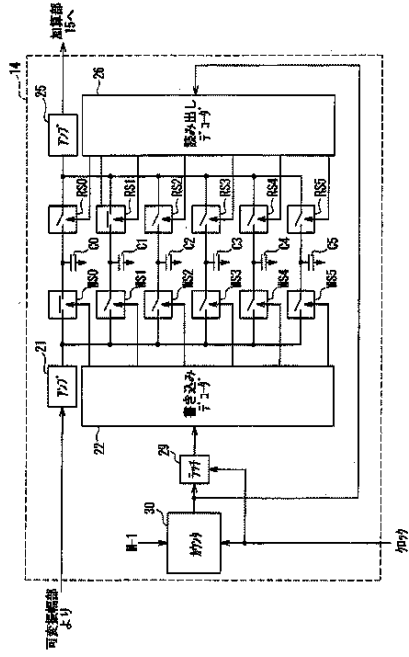
【図1C】



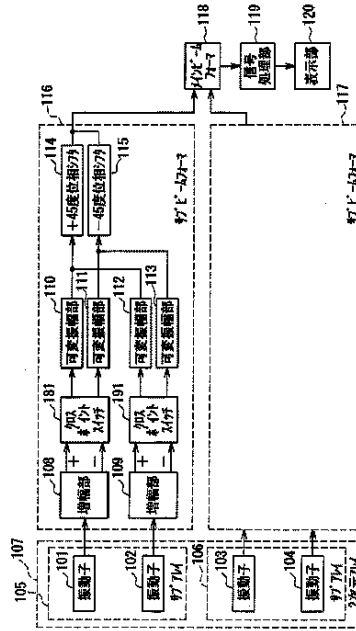
【図2】



【図 3】



【図 4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/016615
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/00 (2006.01) 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 (2006.01) 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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 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 A	US 6013032 A (HEWLETT-PACKARD CO.), 11 January, 2000 (11.01.00), Column 8, lines 14 to 24; column 9, line 63 to column 10, line 2; Figs. 5, 6, 9 (Family: none)	1-3, 6, 7 4, 5
Y	JP 4-161878 A (Hitachi, Ltd.), 05 June, 1992 (05.06.92), Page 2, upper right column, lines 2 to 13; page 2, lower right column, lines 15 to 20; Fig. 2 (Family: none)	1-3, 6, 7
<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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 December, 2005 (06.12.05)		Date of mailing of the international search report 20 December, 2005 (20.12.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-506498 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 04 March, 2004 (04.03.04), Page 12, lines 15 to 39; Figs. 16, 17 & WO 02/17298 A1	1-3, 6, 7

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2005/016615									
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)											
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 (2006.01)											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005年										
国際調査で使用了電子データベース (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 A	US 6013032 A (HEWLETT-PACKARD COMPANY) 2000.01.11 8欄14-24行目、9欄63行目-10欄2行目、図5、6、9 (ファミリーなし)	1-3, 6, 7 4, 5									
Y	JP 4-161878 A (株式会社日立製作所) 1992.06.05 2頁右上欄2-13行目、2頁右下欄15-20行目、図2 (ファミリーなし)	1-3, 6, 7									
<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		の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 06.12.2005		国際調査報告の発送日 20.12.2005									
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) 右高 孝幸	2Q 9808								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3290								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/016615

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
Y	JP 2004-506498 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) 2004.03.04 12頁15-39行目、図16, 17 & WO 02/17298 A1	1-3, 6, 7

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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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	JPWO2006035588A1	公开(公告)日	2008-05-15
申请号	JP2006537664	申请日	2005-09-09
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	福喜多博		
发明人	福喜多博		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S15/8927 G01S15/8925 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE09 4C601/GB06 4C601/HH22 4C601/JB02 4C601/JB05 4C601/JB08 4C601/JB10 4C601/JB11 4C601/JB37		
优先权	2004284871 2004-09-29 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种电声转换装置，其中，由多个电声转换元件构成的多个子阵列以至至少二维和一个子阵列单元布置，并且相对于来自子阵列中的电声转换元件的接收信号相互存在极性。在子阵列中的电声换能器中，具有不同极性的信号通过幅度控制来生成以获取相加的第一信号，并且通过幅度控制来生成以获取相加的第二信号。通过由电容器存储器构成的第一延迟装置，在第一信号和第二信号之间给出与接收信号的一个周期的1/4相对应的延迟时间差，并且给出该延迟时间差。副光束形成器将第一信号和第二信号相加，而主光束形成器将从副光束形成器输出的信号延迟相加。结果，可以提供一种可以对接收信号进行准确相位调整的超声波诊断装置。

【图 2】

