

(11) 特許出願公開番号

特開2007-105360

(P2007-105360A)

(43) 公開日 平成19年4月26日(2007.4.26)

(51) Int.Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-301492 (P2005-301492)

(22) 出願日 平成17年10月17日 (2005.10.17)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人 100109667

弁理士 内藤 浩樹

(74) 代理人 100109151

弁理士 永野 大介

(72) 發明者 西垣 森緒

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE04 GB04 HH14 HH38 JB37
JB41 JB45 JB51

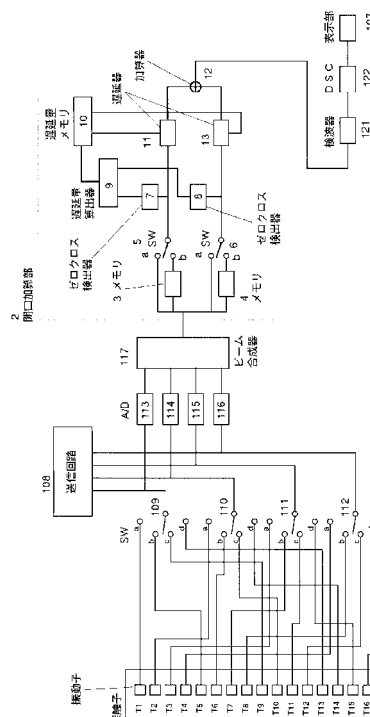
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】合成開口を行なう超音波診断装置において、送受信間における被検体の動きの影響を除去し、良好な画質を得る。

【解決手段】同一の開口中心位置において3回の送受信を行なう。1、2回目において同一の振動子選択により得た受信信号をもとに被検体の動きによる位相のずれを算出する。3回目に異なる振動子選択により得た受信信号と2回目の受信信号について位相補正を行なったから加算すると、同一開口で2回の送受信を行なったデータを用いるため、精度のよい位相補正が可能となる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配列された複数の振動子と、前記振動子で受信した信号のうちビーム形成器に入力する信号を選択するスイッチと、前記スイッチにより選択された信号によりビーム形成を行なうビーム形成器とビーム形成器の出力を一時的に記憶するメモリと、前記メモリおよびビーム形成器の出力を加算する加算器から構成され、複数回の同じ開口を用いた被検体への送受信シーケンスを含む複数回の送受信シーケンスにより 1 つのビーム形成を行なう合成開口方式を用い、同じ開口を用いた複数の送受信シーケンスで得た信号から送受信シーケンス間の被検体の体動による位相のずれを検出する手段および、異なる開口における送受信シーケンスにおいて得た受信信号の位相をそろえる手段を備えたことを特徴とする超音波診断装置。 10

【請求項 2】

前記位相を検出する手段がゼロクロス検出器であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記位相を検出する手段が相関器であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

位相のずれを検出するための同じ開口における送受信シーケンスを毎行行なわないことを特徴とする請求項 2 ないし 3 記載の超音波診断装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は配列振動子により送受信を行なう超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

合成開口走査を行う超音波映像装置が知られている。この超音波映像装置は例えば（非特許文献 1）で知られており、以下、その動作原理について図 7 に示す概略ブロック図を参照しながら説明する。

【0003】

図 4 において、超音波プローブ 1 は振動子 T 1 ～ T 8 で構成されている。振動子 T n は超音波パルスを発生し、被検体中で反射された超音波パルスはエコー超音波として振動子 T n で受信される。振動子 T n で受信された受信信号はマルチプレクサ（MUX）100 を通過し増幅器 102 で増幅された後、A/D 103 でデジタルデータに変換されメモリ 104 に書き込まれる。振動子 T n からの受信信号のメモリ 104 への書き込みが終了すると、次に MUX 100 は振動子 T n とは異なる振動子 T n ' を選択し、振動子 T n の場合と同様に受信信号をメモリ 104 に書き込む。以上のようにして振動子 T 1 ～ T 8 により得られた受信信号をメモリ 104 に書き込む。次に加算器 105 において、メモリ 104 に記憶された振動子 T 1 から T 8 により得られた各受信信号に所定の時間差を与えて加算する。 30 40

【0004】

このようにして T 1 ～ T 8 までの振動子による送受信シーケンスを 1 つ 1 つ行ない、信号を統合することで、8 つの振動子で同時に受信したのと同じ効果を得る。

【0005】

振動子 T 1 ～ T 8 による受信期間中に被検体が静止していると仮定すれば、超音波プローブ 1 に対して被検体中で収束、偏向等の受信指向性を与えることができる。以上のようにして加算器 105 で加算された受信信号は信号処理器 106 で検波等信号処理され表示部 107 に表示される。

【0006】

しかしながら、上記従来の合成開口部を有する超音波診断装置では振動子 T 1 ～ T 8 に 50

よる受信期間中に被検体が運動した場合に正確な合成開口が行えないという問題があった。

【0007】

図8を用いて被検体が運動した場合の改善方法について説明する。

【0008】

図8において探触子1は振動子T1～T16により構成されている。スイッチ109～112は4：1のスイッチであり送信回路108の駆動パルス信号をスイッチ109～112で選択して4つの振動子に送り込む。例えばスイッチ109～112がすべてaに接続されたとすると、振動子T1～T4が選択される。この状態でスイッチ109がbに切り替わると振動子T2～T5が選択される。このようにスイッチ109～112を順次切り替えて開口位置を変えて送受信を繰り返すことにより2次元走査を行なう。 10

【0009】

選択された振動子から放射され、図示されない被検体内で反射された超音波は同じ振動子で電気信号に変換され、スイッチ109～112を経てA/D変換器113～116でデジタル信号に変換され、ビーム合成器117で遅延加算されたあと、開口合成部2を経て検波器121で検波され、デジタルスキャンコンバータ(DSC)122で走査変換されて、表示部107に表示される。

【0010】

合成開口時の動作について図9を用いて説明する。

【0011】

図9は開口中心をT6とT7の間に位置されたときの送受信の例を示している。 20

【0012】

この開口中心に対し、送受信シーケンスを2回行う。送信は1回目、2回目ともに振動子T5～T8を用いて行なう。図8においてスイッチ109～112はすべてbに接続されている。

【0013】

1回目の受信には振動子T5～T8を用いる（これを中の開口と呼ぶ）。スイッチ109～112はすべてbに接続されたままである。2回目の送信の直後、スイッチ109, 110をcに、スイッチ111, 112をaに接続を変更する。これにより2回目の受信においては、振動子T3, T4, T9, T10を用いる（これを外の開口と呼ぶ）。 30

【0014】

このようにして、同じ開口中心に2回ずつの送受信を行ない、受信開口を中と外に切り替えることで、開口合成を実現する。

【0015】

図8において1回目の受信信号の遅延加算された信号は、開口加算部2のメモリ3に記憶され、2回目の受信の際にメモリ3から出力され2回目の受信信号の遅延加算信号と、加算器12において加算される。

【0016】

上記のようにこの方法においては、合成開口の送受信シーケンスが2回で行なわれるために、前記従来例の第1の合成開口の例に比べ、被検体の運動の影響は少ない。 40

【非特許文献1】P.D.Corl, et al."A digital synthetic imaging system for NDE",Proc IEEE Ultrasonics Symp.,Sept. 1978

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

しかしながら従来例の第2の方法においても被検体の運動速度が1回目の送受信と2回目の送受信で信号の位相が異なり打ち消しあい画像に影響が出る程度に大きい場合には運動の影響で画質が劣化するという問題がある。

【0018】

本発明はこれらの問題を解決し、被検体の運動が速い場合においても良好な画質を提供 50

することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、合成開口の複数の送受信の間における、被検体の運動による信号の差異をなくすことで、画質の優れた超音波診断装置を実現するものである。

【0020】

請求項1の発明においては、配列された複数の振動子と、前記振動子で受信した信号のうちビーム形成器に入力する信号を選択するスイッチと、前記スイッチにより選択された信号によりビーム形成を行なうビーム形成器とビーム形成器の出力を一時的に記憶するメモリと、前記メモリおよびビーム形成器の出力を加算する加算器から構成され、複数回の同じ開口を用いた被検体への送受信シーケンスを含む複数回の送受信シーケンスにより1つのビーム形成を行なう合成開口方式を用い、同じ開口を用いた複数の送受信シーケンスで得た信号から送受信シーケンス間の被検体の体動による位相のずれを検出する手段および、異なる開口における送受信シーケンスにおいて得た受信信号の位相をそろえる手段を備えることで、位相差を解消し画質の劣化を防止することができる。

【0021】

請求項2の発明においては、2つの信号の位相差を検出する手段として信号の振幅がゼロを横切り正から負へ、あるいは負から正へ変わるタイミングを検出することにより簡単に位相差の補正を行なうことができる。

【0022】

請求項3の発明においては、2つの信号の位相差を検出する手段として相関器を用いることで、簡単に精度良く位相差の補正を行なうことができる。

【0023】

請求項4の発明においては、位相のずれを検出するための同じ開口における送受信シーケンスを毎回行なわないことで、フレームレートの低下を抑えつつ、位相差の補正を行なうことができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明の超音波診断装置によれば、合成開口を行なう場合において、各回の送受信による受信信号の位相を検出し揃えることで、被検体が動いた際に生ずる位相差による信号の打ち消し合いを防ぎ、画質の良好な画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施について、図1～図6を用いて説明する。

【0026】

(実施の形態1)

図1は本発明の第1の実施の形態における合成開口方式を行なう超音波診断装置の概略ブロック図の一例である。以下、図1をもとに本発明の内容を説明する。

【0027】

本発明においては、開口加算部2は、1回目および2回目の送受信による信号を記憶するメモリ3、4、ビーム合成器117の出力を用いるか、メモリ3、4に記憶させたデータを用いるかを選択するスイッチ5、6、1回目および2回目の送受信による受信信号における信号の振幅がゼロを横切り正から負へ、あるいは負から正へ変わるタイミングを検出するゼロクロス検出部6、7、2つのゼロクロス検出部の出力からどちらの信号にどれだけの遅延がかかったかを算出する遅延量算出器8、遅延量算出器8で算出した遅延量を一時的に記憶させるメモリ9、遅延量算出器8で算出した遅延量をもとに、各信号に遅延をかける遅延器10、11、遅延器10、11により遅延をかけた2つの信号を加算する加算器12から構成される。

【0028】

以上のような構成により次のような動作を行なう。送受信は3回行ない、最初の2回は

同じ開口で、最後の 1 回は別の開口で受信を行なう。

【0029】

まず 1 回目の送受信を行ない、受信信号をメモリ 4 に蓄積させる。次に 2 回目の送受信を行ない、受信信号を得るが、このときメモリ 3 に信号を記憶させる。同時にスイッチ 5 を a に接続しこの受信信号はゼロクロス検出器 7 により受信信号が正から負へ、あるいは負から正へ変化するタイミングを検出する。かつそれと同時にメモリ 4 から 1 回目の送受信による受信信号を読みだし、ゼロクロス検出器 8 により受信信号が正から負へ、あるいは負から正へ変化するタイミングを検出する。これら 2 つのゼロクロス検出器 7、8 により検出された情報は遅延量算出器 9 により、どちらがどれだけ進んでいるか（あるいは遅れているか）を算出し、遅延量メモリ 10 に記憶させる。

10

【0030】

3 回目の送受信で得た信号はスイッチ 6 を a に切り替えメモリ 4 を経由せずに遅延器 10 に入力する。同時にスイッチ 5 を b に接続し、メモリ 3 に記憶された 2 回目の送受信シーケンスの信号を読み出して、遅延器 9 に入力される。

【0031】

遅延器 11、13 に入力された信号は遅延メモリ 10 の出力の制御により遅延され、被検体の動きによる位相のずれが補正され、加算器 12 により加算され 1 つの信号として出力される。このことで、被検体の運動により画質の劣化が起こるのをふせぐことができる。

【0032】

ゼロクロス検出器 7、8 の内部構成の例とその動作説明図を図 2 に示す。ゼロクロス検出器の内部は図 2（a）に示すように比較器 20 とデータレート 1 つ分の信号遅延器 21、NOT ゲート 22、AND ゲート 23 から構成される。比較器 20 の入力信号 IN1 がしきい値 IN2（ここではゼロ）より大きくなると、出力 OUT が 0 から 1 に変化する。遅延器 21 および NOT ゲート 22、AND ゲート 23 により、出力信号を生成する。

20

【0033】

動作は図 2（b）のようになり、出力信号は入力信号が負から正に切り替わった後、1 クロック分だけ 1 となる。

【0034】

この動作を 1 回目の受信信号、2 回目の受信信号について行ない、図 2（c）の出力信号 1 と 2 を得る。

30

【0035】

図示されたようなクロック信号を用い、遅延時間カウント信号が 1 になる時間をカウンタ（図示なし）でカウントすることで、遅延量を算出する。

【0036】

この遅延量のデータを図 1 の遅延量メモリ 10 に記憶させ、遅延器 11、13 を制御し 2 つの信号のタイミングを合わせる。

【0037】

遅延器 11、13 は例えば FIFO メモリのようなものであり、入力信号を一定タイミングで書き込み、出力信号のタイミングを遅延量メモリ 10 の制御により遅延する。

40

【0038】

本実施の形態においては、同じ開口により得た受信信号を用いて被検体の動きによる位相のずれを計算している。この方法によれば、例えば、1 回目で中側の、2 回目で外側の開口を用いて得た受信信号から位相ずれを算出する方法では被検体内で反射した信号の振動子までの経路が異なることによる影響がなく、精度を向上させることができる。

【0039】

音響線を逐次変化させ 2 次元画像を得るための送受信シーケンスを図 2 および（表 1）を用いて説明する。

【0040】

【表 1】

送受No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
送受位置	a	a	a	b	b	b	c	c	c	d	d	d
受信開口	中	中	外	中	中	外	中	中	外	中	中	外
位相検出に使用	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○	×
合成に使用	×	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○

10

【0041】

音響線は図3のように配列振動子1に対し、a、b、c・・・というように少しずつ変化させ2次元画像を構成する。この原理に関しては公知の超音波診断装置と同様である。本実施の形態では、それぞれの音響線に対し、送受信シーケンスを3回ずつ行なう。表1には1回目から12回目までの送受信シーケンスがどのように行なわれるかを示している。1～3回目には開口中心位置はaで送受信を行なう。受信開口は1、2回目が中、3回目は外である。位相検出には1、2回目の送受信シーケンスを、開口合成には2、3回目の送受信シーケンスを用いる。

20

【0042】

以下、4～6回目、7～9回目、10～12回目でそれぞれ開口位置b、c、dについての開口合成を行なう。

【0043】

(表2)に本実施の形態における別の送受信シーケンスの例を示す。この例においては、送受位置がa、c、eの場合においてのみ被検体の動きを検出し、開口b、dにおいては位相変化の検出を行わず、隣接した開口における位相変化のデータを流用する。例えば開口位置bでは開口位置aの位相変化のデータを流用する。これにより1枚の画像を得るための送受信シーケンスの回数を低減でき、高いフレームレートを得ることができる。

30

【0044】

【表 2】

送受No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
送受位置	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	e	e
受信開口	中	中	外	中	外	中	中	外	中	外	中	中
位相検出に使用	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	○	○
合成に使用	×	○	○	○	○	×	○	○	○	○	×	○

40

【0045】

(実施の形態2)

図4は本発明の第2の実施の形態における合成開口方式を行なう超音波診断装置の概略ブロック図の一例である。以下、図4をもとに本発明の内容を説明する。

【0046】

探触子1を用いて同じ開口位置において3回の送受信を行ない被検体の動き検出および中の開口と外の開口の合成を行なうところは第1の実施の形態と同様である。

【0047】

50

本実施の形態では、被検体の動きを相関器により検出する。

【0048】

まず1回目の送受信を行ない、受信信号をメモリ4に蓄積させる。次に2回目の送受信を行ない、受信信号を得るが、このときメモリ3に信号を記憶させる。同時にスイッチ5をaに接続しこの受信信号を相関器14に入力させる。かつそれと同時にメモリ4から1回目の送受信による受信信号を読みだし、相関器14に入力させる。相関器14はこれら2回分の受信信号の相関を取り、位相差を求め、位相メモリ15に記憶させる。

【0049】

3回目の送受信で得た信号はスイッチ6をaに切り替えメモリ4を経由せずに加算器12に inputs する。同時にスイッチ5をbに接続し、メモリ3に記憶された2回目の送受信シーケンスの信号を読み出して、移相器15に inputs する。 10

【0050】

移相器15では、位相メモリ15のデータをもとに、被検体の動きによる位相のずれが補正され、3回目の受信信号と位相が同一となるように入力信号の位相を制御する。このことで、被検体の運動により画質の劣化が起こるのをふせぐことができる。

【0051】

本実施の形態における相関器の内部構成について図5を用いて説明する。相関器は直交検波器および相互相関器より構成される。

【0052】

図5(a)が直交検波器の構成である。乗算器24、25とローパスフィルタ26、27より構成されている。乗算器24、25には送信パルスの中心周波数とほぼ等しい周波数の参照信号が inputs されており、乗算器24、25では参照信号の位相が90度異なる。 20

【0053】

乗算器24、25で入力信号は参照信号を乗算され、ローパスフィルタ26、27において高調波成分が除去される。出力信号をI、Qとする。

【0054】

1回目の送受信における深さnの直交検波出力I1nとQ1n、2回目の送受信における同じ深さの直交検波出力I2nとQ2nを図5(b)のように相関器28に inputs する。

【0055】

相関器28は図5(c)に示したようなベクトル演算により、1回目と2回目の信号の位相差 θ_n を計算し、出力する。 30

【0056】

本実施の形態における移相器の内部構成を図6に示す。移相器は位相を90度回転させるオールパスフィルタ29とゲイン可変アンプ30、31、加算器32から構成されている。

【0057】

オールパスフィルタ29で90度位相が異なる信号と原信号を、ゲイン可変アンプ30、31において適当な振幅比で加算する。ゲイン可変アンプ30、31のゲインは移相出力の振幅が inputs に等しくなり、任意の位相回転が得られるように設定される。ゲイン範囲は-1~1である。 40

【0058】

なお、実施の形態1と同様に本実施の形態においても全ての開口位置において位相検出を行なうことなく、隣接した開口位置での位相情報を流用して補正を行なうことができる。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明にかかる超音波診断装置は合成開口を行なう場合において、各回の送受信による受信信号の位相を検出し揃えることで、被検体が動いた際に生ずる位相差による信号の打ち消し合いを防ぎ、画質の良好な画像を得ることが可能となるので超音波診断装置等として有用である。 50

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の第1の実施の形態における合成開口を行う超音波診断装置の概略ブロック図

【図2】本発明の第1の実施の形態における送受信シーケンスの説明図

【図3】本発明の第1の実施の形態におけるゼロクロス検出および遅延の説明図

【図4】本発明の第2の実施の形態における合成開口を行なう超音波診断装置の概略ブロック図

【図5】本発明の第2の実施の形態における相関器による位相検出の説明図

【図6】本発明の第2の実施の形態における移相の説明図

10

【図7】本発明の第1の従来例における合成開口を行なう超音波診断装置の概略ブロック図

【図8】従来の超音波診断装置の概略ブロック図

【図9】従来の超音波診断装置の別の概略ブロック図

【符号の説明】

【0061】

1 探触子

T1～T16 振動子

2 開口合成部

3, 4 メモリ

20

5, 6 スイッチ

7, 8 ゼロクロス検出器

9 遅延量算出器

10 遅延量メモリ

11, 13 遅延器

12 加算器

14 相関器

15 位相メモリ

16 移相器

20 比較器

30

21 信号遅延器

22 NOT

23 AND

24, 25 乗算器

26, 27 ローパスフィルタ

28 相関器

29 オールパスフィルタ

30, 31 ゲイン可変アンプ

32 加算器

100 マルチプレクサ (MUX)

40

101, 108 送信回路

102 増幅器

103, 113～116 A/D変換器

104 メモリ

105 加算器

106 信号処理器

107 表示部

109～112 スイッチ

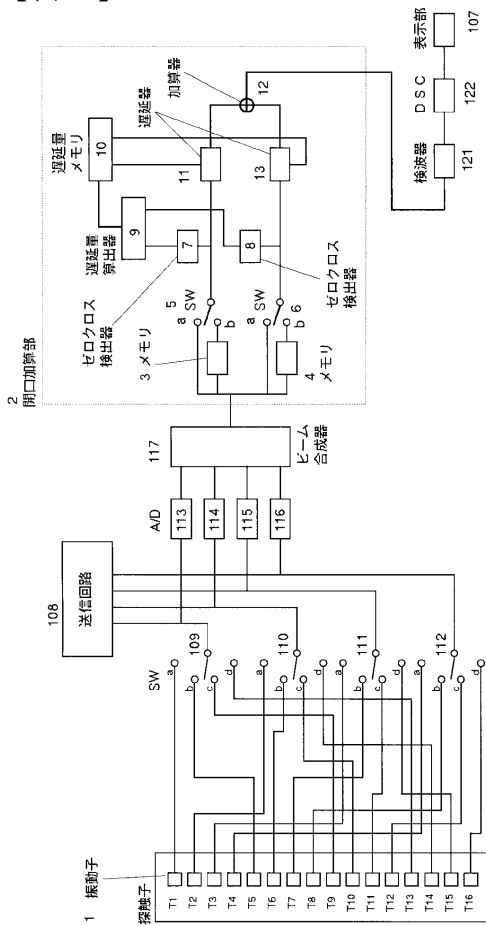
117 ビーム形成器

121 検波器

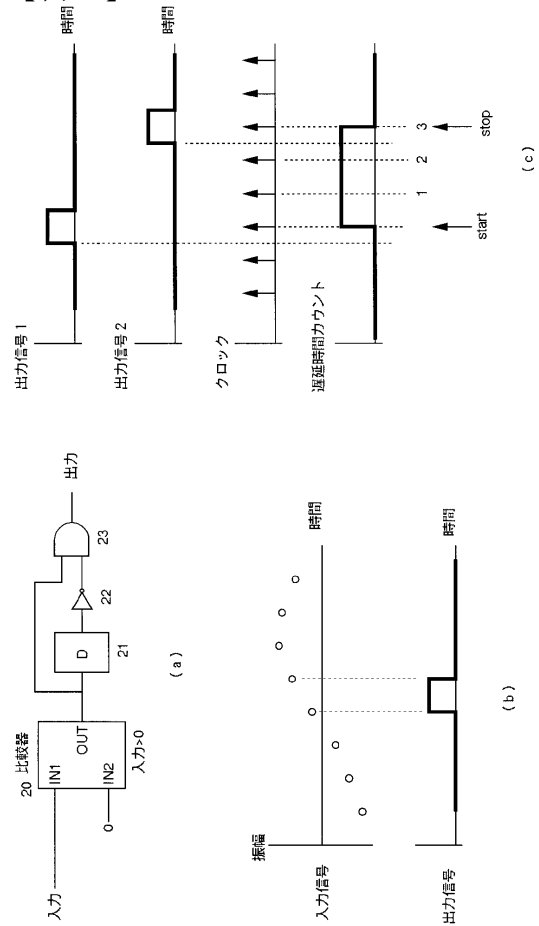
50

1 2 2 デジタルスキャンコンバータ (D S C)

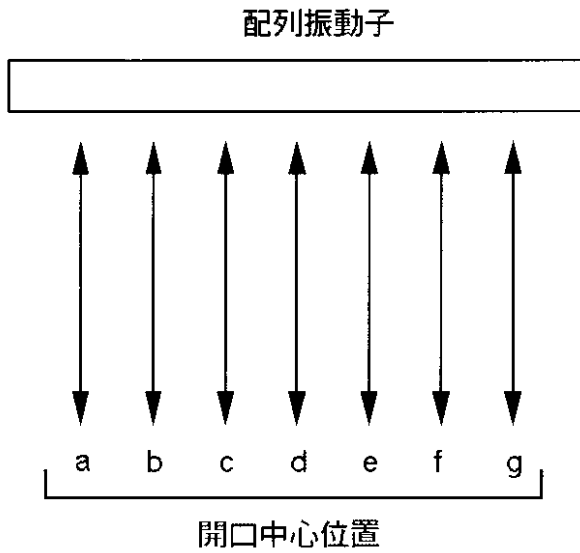
【図 1】



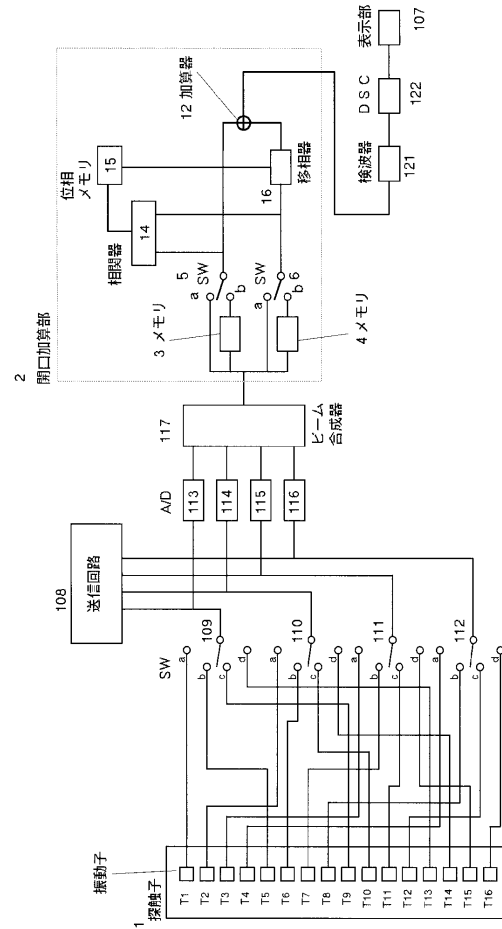
【図 2】



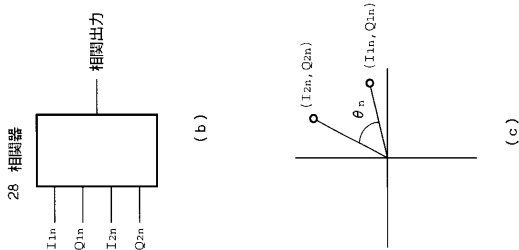
【図 3】



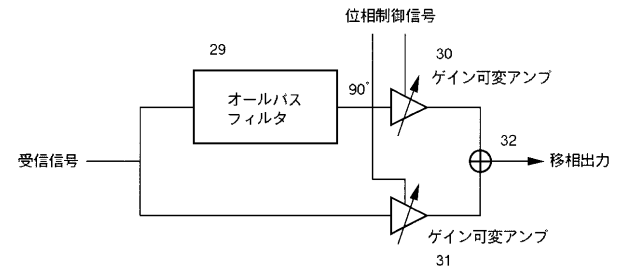
【図 4】



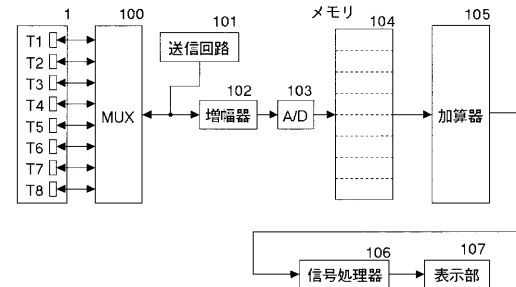
【図 5】



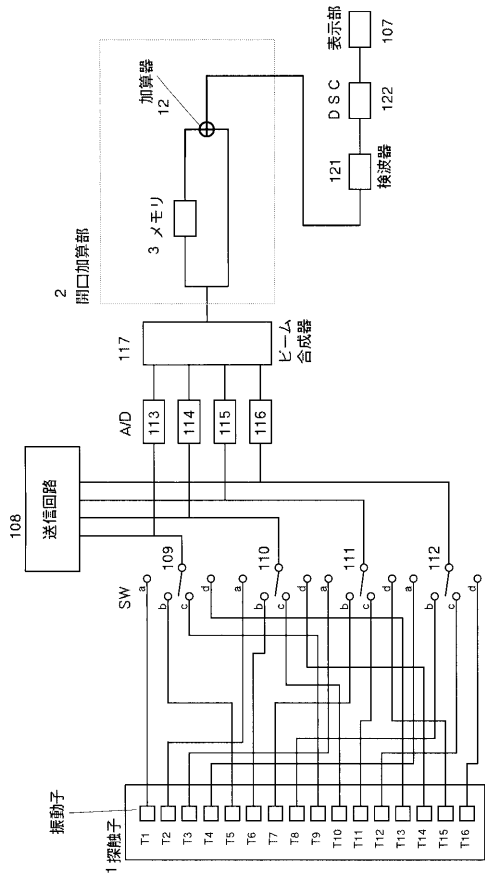
【図 6】



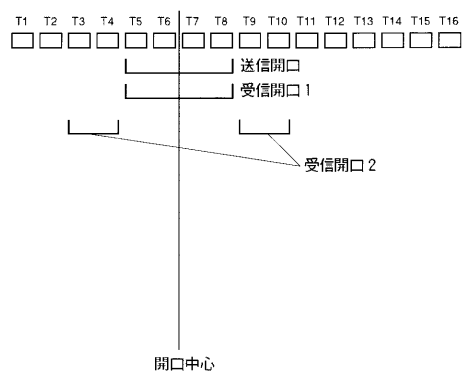
【図 7】



【図 8】



【図 9】



要解决的问题：通过在执行合成孔径的超声诊断设备中消除患者在发送和接收之间的移动的影响来获得令人满意的图像。ZSOLUTION：在同一光圈的中心位置进行三次发射和接收。基于通过第一次和第二次选择相同的振动器而获得的接收信号，计算由于患者的运动引起的相移。当在相位校正之后添加通过第三时间选择不同的振动器而在第二时间选择接收的信号而获得的接收信号时，使用由相同孔径进行两次发送和接收的数据，从而可以进行精确的相位校正。Z

