

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3865654号
(P3865654)

(45) 発行日 平成19年1月10日(2007.1.10)

(24) 登録日 平成18年10月13日(2006.10.13)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-138842 (P2002-138842)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成14年5月14日 (2002.5.14)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-325509 (P2003-325509A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成15年11月18日 (2003.11.18)	(74) 代理人	100099254
審査請求日	平成15年9月8日 (2003.9.8)		弁理士 役 昌明
		(74) 代理人	100100918
			弁理士 大橋 公治
		(74) 代理人	100105485
			弁理士 平野 雅典
		(74) 代理人	100108729
			弁理士 林 紘樹
		(72) 発明者	西垣 森緒
			神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の振動子と、前記複数の振動子を駆動する電気パルスが発生し送信音響ビームを形成する送信駆動回路と、前記複数の振動子で受信された信号を遅延加算することで受信音響ビームを形成するビームフォーマと、前記送信駆動回路から発生する電気パルスのタイミングおよび前記ビームフォーマにおける遅延時間を計算し制御する制御部とを具備する超音波診断装置において、前記制御部は、前記複数の振動子のそれぞれの振動子を仮想的に複数に分割して信号を受信するように前記ビームフォーマを制御する手段と、前記複数の振動子の各分割面の代表点をフォーカス基準点として、前記遅延時間を算出する手段とを備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記代表点の複数個ごとに対応した受信音響ビームを異なるタイミングで形成するように前記ビームフォーマを制御する手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記代表点の複数個ごとに対応した複数の受信音響ビームを同時に形成するように前記ビームフォーマを制御する手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直線状、平面状、または曲面状などに配列された複数の超音波振動子（以下、「超音波振動子」を「振動子」と略す）を有する超音波探触子により超音波の送受信を行なう超音波診断装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

前記のように配列された複数の振動子（以下、配列振動子という）を同時に用い、送受信信号の位相制御を行うことにより、送受信ビームの収束を行うフォーカシング技術は現在では周知のものとなっている。

【0003】

図11はリニア走査を行う超音波診断装置のブロック図である。この超音波診断装置は、128個の振動子2-1~2-128が配列された探触子1と、探触子1において使用する開口を選択する高耐圧スイッチ3-1~3-64と、送信パルスを発生する送信パルス発生部4と、振動子2-1~2-128で受信され、高耐圧スイッチ3-1~3-64で選択された信号を指定されたレベルに増幅するゲイン可変アンプ5-1~5-64と、ゲイン可変アンプ5-1~5-64の出力信号アナログ→デジタル変換するA/D変換器8-1~8-64と、デジタル化されたデータを遅延加算するビームフォーマ9と、遅延加算されたエコー信号を表示信号に変換する画像処理部11と、前記表示信号を表示する表示部14と、装置全体の制御を行う制御部15と、操作者が操作するための操作部16とから構成されている。

10

【0004】

以上のように構成された超音波診断装置において、制御部15の制御により送信パルス発生部4が発生した送信パルスは高耐圧スイッチ3-1~3-64を経て、振動子2-1~2-128のうち、高耐圧スイッチ3-1~3-64により選択された振動子を駆動し、超音波を発生させる。ここで高耐圧スイッチ3-1~3-64のオン・オフ制御およびオンにした高耐圧スイッチ3-1~3-64のそれぞれに印加する送信パルスのタイミングの設定により、送信される超音波ビームの方向とフォーカス点を設定する。この超音波は生体内へ放射され、その反射波が振動子2-1~2-128で受信される。この受信信号のうち、高耐圧スイッチ3-1~3-64で選択された振動子で受信された信号は高耐圧スイッチ3-1~3-64を通り、ゲイン可変アンプ5-1~5-64でレベル調整を受け、A/D変換器8-1~8-64によりデジタル信号に変換され、ビームフォーマ9に入力される。ビームフォーマ9は、各振動子2-1~2-128の受信信号の遅延時間を設定することにより、所望のフォーカス位置の受信ビームを形成する。ビームフォーマ9で生成された所望の受信ビームの信号は、画像処理部11により表示用信号に変換され、表示部14に表示される。

20

30

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

配列振動子を用いた超音波診断装置は、振動子の間隔（チャンネルピッチ）で被検幅が決定される。チャンネルピッチが広ければ被検幅が広がるが、チャンネルピッチをある程度以上に広くするとサイドローブレベルが上昇し、画質が劣化する。また、チャンネルピッチを細かくするとビーム形成に用いる回路の規模が増大するという問題がある。

【0006】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく受信ビームの形状を向上させ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。

40

【0007】

また、本発明は、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく送信ビームの形状を向上させ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。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明に係る第1の超音波診断装置は、複数の振動子と、前記複数の振動子を駆動する送信駆動回路と、前記複数の振動子で受信された信号を遅延加算するビームフォーマとを有

50

する超音波診断装置において、前記ビームフォーマにおける遅延時間をフォーカス点と振動子の振動面との平均距離を用いて算出することを特徴とする。この構成により、算出される遅延時間の精度を上げ、受信ビームの形状を向上させることができる。

【0009】

また、本発明に係る第2の超音波診断装置は、複数の振動子と、前記複数の振動子を駆動する送信駆動回路と、前記複数の振動子で受信された信号を遅延加算するビームフォーマとを有する超音波診断装置において、前記ビームフォーマにおける遅延時間をフォーカス点と振動子の振動面内の複数のフォーカス基準点との距離を用いて複数算出し、前記複数算出された遅延時間に対応して複数の受信ビームの形成を行なうことを特徴とする。この構成により、フォーカス基準点を複数設けることで、受信ビームの形状を向上させること

10

【0010】

さらに、本発明に係る第3の超音波診断装置は、前記本発明に係る第2の超音波診断装置において、前記ビームフォーマは、前記複数の受信ビームを異なるタイミングで形成することを特徴とする。この構成により、複数のフォーカス基準点による複数の遅延加算を時間的な合成により実現し、受信ビームの形状を向上させることができる。

【0011】

そして、本発明に係る第4の超音波診断装置は、前記本発明に係る第2の超音波診断装置において、前記ビームフォーマは、1つの前記振動子あたり複数の遅延加算器を用いることで、前記複数の受信ビームを同時に形成することを特徴とする。この構成により、複数のフォーカス基準点による複数の遅延加算を同時に実現し、受信ビーム形状を向上させること

20

【0012】

また、本発明に係る第5の超音波診断装置は、複数の振動子と、前記複数の振動子を駆動する送信駆動回路と、前記複数の振動子で受信された信号を遅延加算するビームフォーマとを有する超音波診断装置において、フォーカス点から振動子の振動面内の最も近い点と最も遠い点との距離差に応じて、前記複数の振動子で受信された信号のゲイン補正を行うことを特徴とする。この構成により、振動子の幅が広いことに起因するゲインの低下を補うことで、受信ビームの形状を向上させることができる。

【0013】

さらに、本発明に係る第6の超音波診断装置は、複数の振動子と、前記複数の振動子を駆動する送信駆動回路と、前記複数の振動子で受信された信号を遅延加算するビームフォーマとを有する超音波診断装置において、前記送信駆動回路は、フォーカス点と振動子の振動面内の複数のフォーカス基準点との距離に対応させて同一方向へ複数回の送信ビーム集束を行い、前記ビームフォーマは、前記同一方向への複数回の送信ビームに対応する受信信号の合成により受信ビームの形成を行うことを特徴とする。この構成により、広い幅の振動子に複数のフォーカス基準点を設け、この複数のフォーカス基準点による送信を時間的な合成により実現し、送信ビームの形状を向上させることができる。

30

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図10を用いて説明する。

40

【0015】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態における振動子とフォーカス点との位置関係を説明するための図である。なお、本実施の形態の超音波診断装置の構成は図11に示した従来装置と同じであるため、図示と説明を省略する。

【0016】

図1に示すように、振動子2には振動面(超音波が送信および受信される面)の中点A0、一方の端点A1、反対側の端点A2があり、振動面の前方にフォーカス点Fがある。従来から知られている通常の遅延時間計算では、中点A0とフォーカス点Fとの間の距離を

50

振動子 2 からフォーカス点 F までの距離として、計算を行う。つまり、振動面の中点 A 0 をフォーカス基準点としている。

【 0 0 1 7 】

しかし、1 2 8 個の振動子全体で見ると、この距離計算法では誤差が生じている。図 2 にフォーカス点から振動面の中心までの距離と、フォーカス点から振動面までの距離の平均値との差を示す。図 2 において横軸が探触子 1 の開口における位置で、図の左端が開口の端部、右端が開口の反対側の端部である。ビームの偏向は行っていない。この図に示すように、開口の中心では、フォーカス点から振動面の中心までの距離と、フォーカス点から振動面までの平均距離との差が大きいことが分かる

【 0 0 1 8 】

そこで、本実施の形態では、ビームフォーマ 9 は、図 3 に示すような手順でビーム集束データを計算する。図 3 において (a) が従来例、(b) が本実施の形態である。本実施の形態では、フォーカス点 F と振動子 2 との距離を、フォーカス点 F と振動子 2 の振動面全面の距離の平均として計算する。これにより、フォーカス点から振動子の振動面までの平均距離との差をなくし、算出される遅延時間の精度を高められるので、受信ビームの収束性が向上し、良好な画質を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

このように、本実施の形態の超音波診断装置によれば、ビームフォーマ 9 における遅延時間をフォーカス点 F と振動子 2 の振動面との平均距離を用いて算出することにより、遅延時間を算出するときに使用する距離と、フォーカス点 F から振動子 2 の振動面までの平均距離との差をなくし、受信ビームの形状を向上させることができる。

【 0 0 2 0 】

(第 2 の実施の形態)

図 4 は本発明の第 2 の実施の形態における振動子とフォーカス点との位置関係を説明するための図であり、図 5 は本発明の第 2 の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図 5 において、図 1 1 と同一または対応する構成要素には、図 1 1 で使用した符号を付した。

【 0 0 2 1 】

第 1 の実施の形態において、フォーカス点 F から振動子 2 の振動面の中点 A 0 までの距離と、フォーカス点 F から振動面全体に対する平均距離とが異なることを説明した。中点 A 0 までの距離と平均距離の差があることも問題であるが、振動面上の位置によりフォーカス点 F までの距離に差があることも問題であり、特に振動子の幅が広い場合に顕著となる。例えば、図 1 において、振動子 2 の一方の端点 A 1 からフォーカス点 F までの距離と他方の端点 A 2 からフォーカス点 F までの距離では、前者の方が短い。この振動面上の位置によるフォーカス点 F までの距離の差は、開口の端部において大きくなる。そこで、本実施の形態では、1 つの幅の広い振動子をあたかも分割された 2 つの振動子として扱うことで、サイドローブの低減を図るものである。

【 0 0 2 2 】

本実施の形態では、図 4 に示すように、振動子 2 において、振動面の中点 A 0 、一方の端部と中点 A 0 との中点 A 3 、および他方の端部と中点 A 0 との中点 A 4 を考える。そして、受信を 2 回に分けて行う。すなわち、1 回目の受信では振動子 2 のフォーカス基準点を A 3 としてビーム形状を決定し、遅延加算を行い、2 回目の受信では振動子 2 のフォーカス基準点を A 4 として受信ビームの形成を行う。そして、これら 2 回の遅延加算信号を合成し、1 つの受信ビームを形成する。

【 0 0 2 3 】

図 5 に示すように、本実施の形態の超音波診断装置は、図 1 1 に示した従来装置におけるビームフォーマ 9 の出力側と画像処理部 11 の入力側との間に、メモリ 12 と加算器 13 とを付加したものである。そして、まず 1 回目の受信ではビームフォーマ 9 がフォーカス基準点を A 3 としてビーム形成を行ったデータをメモリ 12 に蓄積する。次に 2 回目の受信ではビームフォーマ 9 がフォーカス基準点を A 4 としてビーム形成を行ったデータと、メモリ 12

10

20

30

40

50

から読み出された1回目のデータとを加算器13で加算し、1つの受信ビームを形成する。

【0024】

このように、本実施の形態によれば、幅の広い振動子を仮想的に2つに分割することで、ビーム形状を向上させることができる。なお、以上の説明では、分割数を2としたが、分割数を3以上にしても良い。

【0025】

(第3の実施の形態)

図6は本発明の第3の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図である。この図において、図11と同一または対応する構成要素には、図11で使用した符号を付した。

10

【0026】

本実施の形態の超音波診断装置は、図11に示した従来装置におけるゲイン可変アンプ5-1~5-64とA/D変換器8-1~8-64との間に、電圧-電圧変換アンプ10-1~10-64、クロスポイントスイッチ6、および電流-電圧変換アンプ7-1~7-64を付加したものである。

【0027】

以上のように構成された本実施の形態の超音波診断装置では、高耐圧スイッチ3-1~3-64で選択された開口の信号がクロスポイントスイッチ6により任意に加算される。クロスポイントスイッチ6における加算方法を図7に示す。この図に示すように、開口のうち、端部の1~16チャンネルおよび49~64チャンネルは用いられず、中心部の17~48チャンネルの信号がそれぞれビームフォーマ9の2つの入力に接続されている。これにより、ビームフォーマ9は、1、3、5...63チャンネルからなる第1のビームフォーマ、および2、4、6...64チャンネルからなる第2のビームフォーマの2つのビームフォーマとして動作する。第1のビームフォーマは図4の点A3を、第2のビームフォーマは点A4をフォーカス基準点としたビーム形成を行ない、2つの遅延加算信号はビームフォーマ9内で加算され1つに合成される。

20

【0028】

このように、本実施の形態は、第2の実施の形態を時分割で行うことなく実施するものであり、幅の広い振動子を仮想的に2つに分割することで、ビーム形状を向上させることができる。

30

【0029】

(第4の実施の形態)

図8は本発明の第4の実施の形態の超音波診断装置の動作原理を説明するための図であり、図9は本実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図9において、図11と同一または対応する構成要素には、図11で使用した符号を付した。

【0030】

図8において横軸は開口位置であり、図8の左端が開口の一端、右端が他端である。縦軸は振動子の振動面において、フォーカス点までの距離が最も短い点と、フォーカス点までの距離が最も長い点の、フォーカス点までの距離差を表したものである。図8から、開口端部において距離差が大きいことが分かる。同一の振動子において距離差が大きいということは、位相差が大きいということになる。このため、位相が異なる信号が加算されることになり、振動子から得られる信号の振幅は小さくなる。本実施の形態では、振幅を補償することで、ビーム形状を向上させる。

40

【0031】

図9に示すように、本実施の形態の超音波診断装置は、図11に示した従来装置における制御部15内にゲイン補正演算部15-1を設け、前述した位相差による振幅の低下を補うような制御信号を発生する。これにより、全ての振動子2-1~2-128より得られた信号は同一の振幅に補正され、ビーム形状を向上させることができる。

【0032】

このように、本実施の形態の超音波診断装置によれば、フォーカス点から振動子の振動面

50

内の最も近い点と最も遠い点との距離差に応じて、複数の振動子 2 -1 ~ 2 -128 で受信される信号のゲイン補正を行うことにより、全ての振動子 2 -1 ~ 2 -128 より得られた信号は同一の振幅に補正されるので、振動子の幅が広いことに起因するゲインの低下を補い、受信ビームの形状を向上させることができる

【 0 0 3 3 】

(第5の実施の形態)

図10は本発明の第5の実施の形態における送信ビームの形成方法を説明するための図である。本実施の形態の超音波診断装置の構成は図5に示した第2の実施の形態と同一であるため、図示と説明を省略する。

【 0 0 3 4 】

本実施の形態では、送信パルス発生部4は同じ方向へ送信パルスを2回発生する。図10において(a)が1回目の送信、(b)が2回目の送信である。1回目の送信と2回目の送信とで、仮想的にフォーカス基準点を移動させる。移動手法は図4に示した方法と同一である。1回目の送信と2回目の送信のそれぞれの受信信号は第2の実施の形態と同じ方法で合成される。このようにすることで、幅の広い振動子 2 -1 ~ 2 -128 の各々を送信時にも仮想的に分割して使用することが可能であり、送信ビームの形状を向上させることができる。

【 0 0 3 5 】

このように、本実施の形態の超音波診断装置によれば、送信パルス発生部4は、フォーカス点Fと振動子2の振動面内の複数のフォーカス基準点との距離に対応させて同一方向へ2回の送信ビーム集束を行い、ビームフォーマ9は、前記同一方向への複数回の送信ビームに対応する受信信号の合成により受信ビームの形成を行うことにより、幅の広い振動子 2 -1 ~ 2 -128 の各々を送信時にも仮想的に分割して使用することが可能となり、送信ビームの形状を向上させることができる。

【 0 0 3 6 】**【発明の効果】**

以上のように、請求項1に記載の発明は、ビームフォーマにおける遅延時間をフォーカス点と振動子の振動面との平均距離を用いて算出することにより、遅延加算の精度を上げることができ、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく受信ビームの形状を向上させることができるという優れた効果を有する超音波診断装置を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

また、請求項2に記載の発明は、ビームフォーマにおける遅延時間をフォーカス点と振動子の振動面内の複数のフォーカス基準点との距離を用いて複数算出し、この複数算出された遅延時間に対応して複数の受信ビームの形成を行なうことにより、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく受信ビームの形状を向上させることができるという優れた効果を有する超音波診断装置を提供することができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、請求項5に記載の発明は、フォーカス点から振動子の振動面内の最も近い点と最も遠い点との距離差に応じて、複数の振動子で受信される信号のゲイン補正を行うことにより、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく受信ビームの形状を向上させることができるという優れた効果を有する超音波診断装置を提供することができる。

【 0 0 3 9 】

そして、請求項6に記載の発明は、フォーカス点と振動子面内の複数のフォーカス基準点との距離に対応させて同一方向へ複数回の送信ビーム集束を行い、その同一方向への複数回の送信ビームの受信信号の合成により受信ビームの形成を行うことにより、チャンネルピッチが広い場合にも回路の規模を増大させることなく送信ビームの形状を向上させることができるという優れた効果を有する超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の第1の実施の形態における振動子とフォーカス点との位置関係を説明するための図、

【図2】本発明の第1の実施の形態におけるフォーカス点から振動面の中心までの距離と、フォーカス点から振動面までの距離の平均値との差を示す図、

【図3】本発明の第1の実施の形態におけるビーム集束データを計算する方法を示すフローチャート、

【図4】本発明の第2の実施の形態における振動子とフォーカス点との位置関係を説明するための図、

【図5】本発明の第2の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図、

【図6】本発明の第3の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図、

【図7】本発明の第3の実施の形態におけるクロスポイントスイッチの動作を説明するための図、

【図8】本発明の第4の実施の形態における振動子内での遅延時間差を説明するための図、

【図9】本発明の第4の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図、

【図10】本発明の第5の実施の形態における送信ビーム形成方法を説明するための図、

【図11】従来の超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 探触子

2、2-1~2-128 振動子

3-1~3-64 高耐圧スイッチ

4 送信パルス発生部

5-1~5-64 ゲイン可変アンプ

6 クロスポイントスイッチ

7-1~7-64 電流 - 電圧変換アンプ

8-1~8-64 A / D変換器

9 ビームフォーマ

10-1~10-64 電圧 - 電流変換アンプ

11 画像処理部

12 メモリ

13 加算器

14 表示部

15 制御部

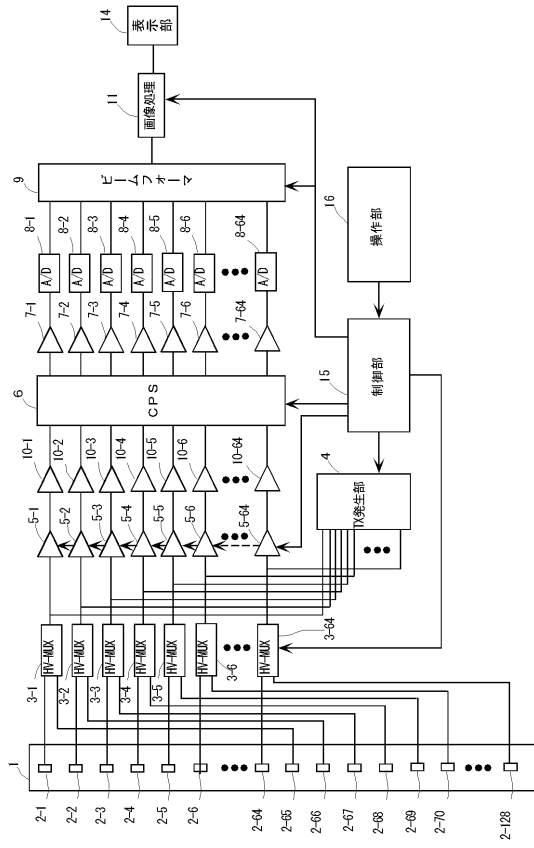
16 操作部

10

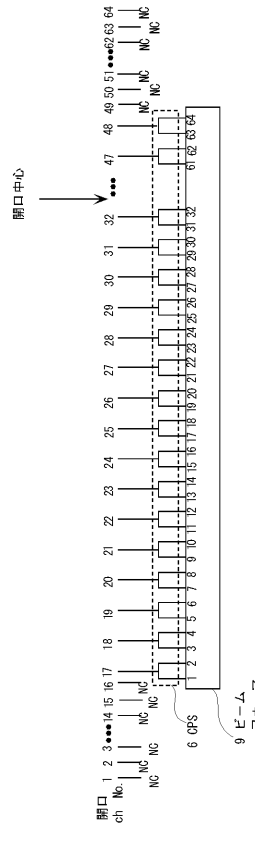
20

30

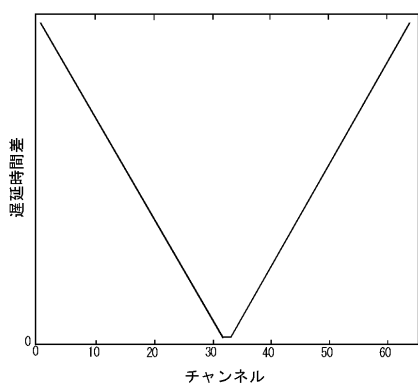
【 図 6 】



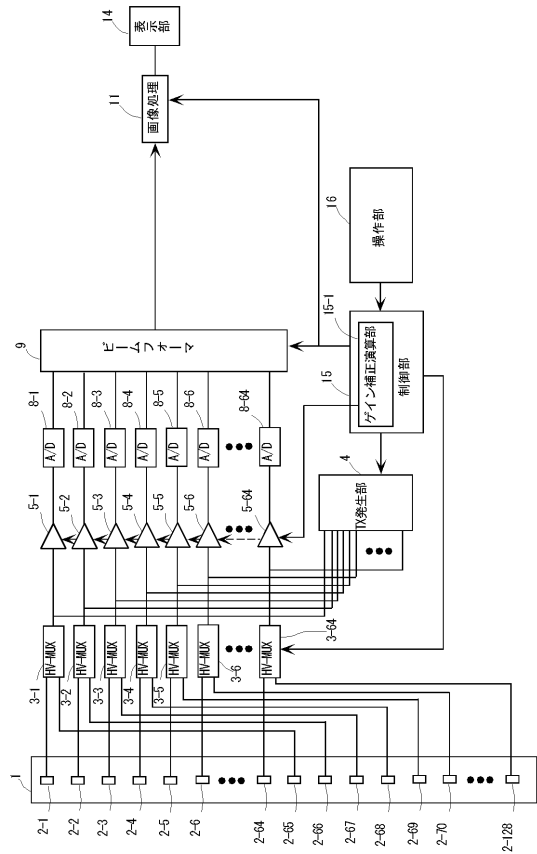
【 図 7 】



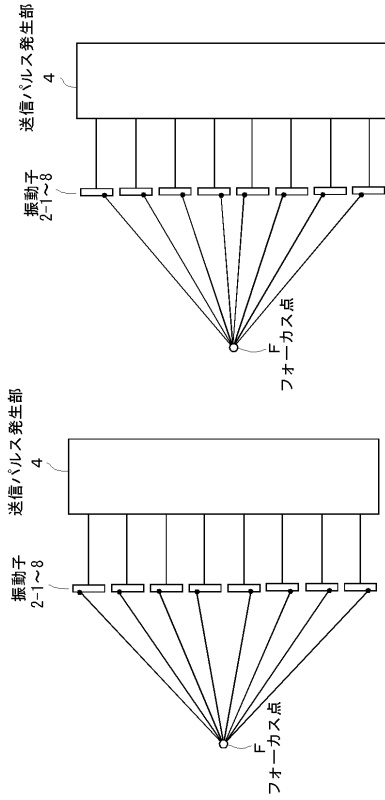
【 図 8 】



【 図 9 】



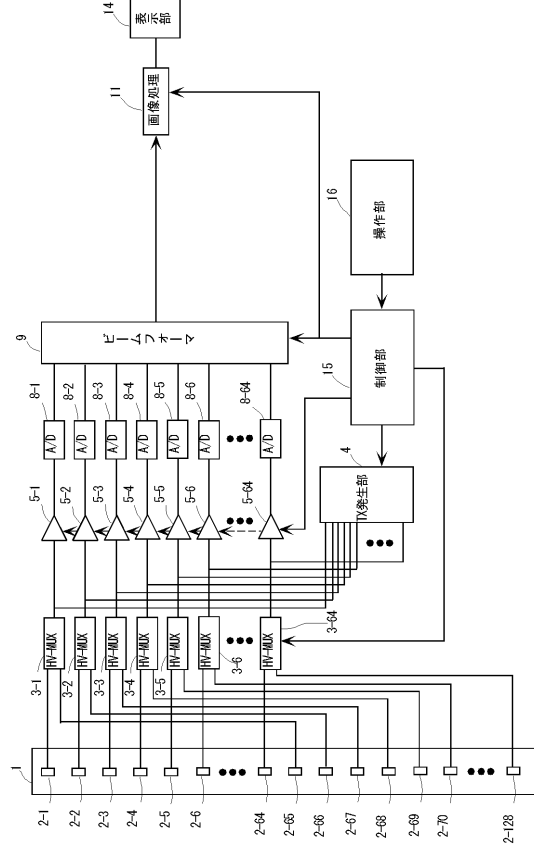
【図 10】



(b) 2回目の送信

(a) 1回目の送信

【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 隆夫

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開平04-193268(JP,A)

特開平06-277220(JP,A)

特開昭53-095091(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00-8/15

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP3865654B2	公开(公告)日	2007-01-10
申请号	JP2002138842	申请日	2002-05-14
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	西垣森緒 鈴木隆夫		
发明人	西垣 森緒 鈴木 隆夫		
IPC分类号	A61B8/00 B06B3/04 H04R3/00		
FI分类号	A61B8/00 B06B3/04 H04R3/00.330		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/EE07 4C301/EE15 4C301/GB02 4C301/HH01 4C301/HH24 4C301/HH33 4C301/HH37 4C301/JB03 4C301/JB11 4C301/JB29 4C301/LL05 4C601/EE04 4C601/EE12 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB21 4C601/HH04 4C601/HH21 4C601/JB01 4C601/JB03 4C601/JB11 4C601/JB19 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/LL01 4C601/LL05 5D019/FF04 5D107/AA12 5D107/AA14 5D107/BB07 5D107/CC12 5D107/CC13 5D107/CD01 5D107/CD03 5D107/FF01		
代理人(译)	役 昌明		
其他公开文献	JP2003325509A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：即使在超声波诊断装置中使用具有宽通道间距的探头，也要获得具有良好形状的吸收波束。 解决方案：其中布置有多个换能器2的探头1，用于选择探头1中使用的开口的高击穿电压开关3，用于产生发射脉冲的发射脉冲发生单元4，以及多个增益放大器5用于放大由换能器2接收并由高耐压开关3选择的信号，A/D转换器8用于增益可变放大器5的输出信号的模数转换，以及数字化数据，用于将延迟相加的回波信号转换为显示信号的图像处理单元11，用于显示显示信号的显示单元14，用于控制整个装置的控制单元15，以及操作单元16。波束形成器9将焦点F和换能器2的整个振动表面之间的平均距离设置为在延迟计算中使用的焦点和换能器2之间的距离。

【 図 1 】

