

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 276064

(P2001 - 276064A)

(43)公開日 平成13年10月9日(2001.10.9)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

A 6 1 B 8/00

A 6 1 B 8/00

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 数)

(21)出願番号 特願2000 - 98635(P2000 - 98635)

(22)出願日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(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

(72)発明者 西垣 森雄

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

(72)発明者 福喜多 博

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

(74)代理人 100072604

弁理士 有我 軍一郎

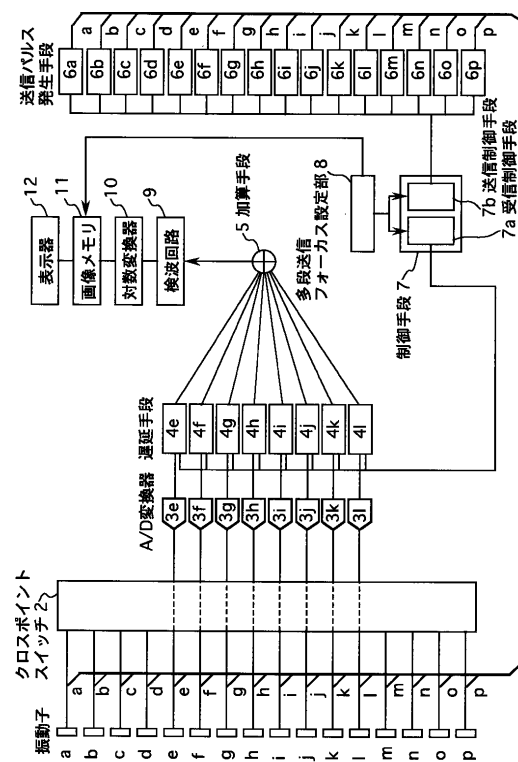
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波診断装置のビームフォーマ

(57)【要約】

【課題】 超音波診断装置の受信ビームフォーマにおいて、少ない回路物量でノイズの発生なしに、浅い部位から深い部位まで細いビーム形状を得る。

【解決手段】 送信パルスを発生する送信パルス発生手段6により、振動子1は駆動され、超音波の送信/受信が行われる。振動子の信号は、クロスポイントスイッチ2を経てA/D変換器3でデジタル変換され、遅延手段4や加算手段5等の処理を経て、画像が表示器12に表示される。受送信は受信制御手段7aおよび送信制御手段7bに制御され、多段送信フォーカスの送信パルスごとに受信フォーカス条件を変えることで、受信回路での切換ノイズの発生を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配列振動子と、配列振動子からの受信エコーを遅延する遅延手段と、配列振動子と遅延手段の接続を行なうスイッチと、遅延手段の出力信号を加算する加算手段と、および、前記配列振動子を駆動し、特定の深さにビームを集束することが可能な送信手段とを有し、送信集束深度を変化させながら送受信を同一方向に複数回行ない、送信の集束深度に合わせて、受信開口径を変化させるようにスイッチの切換と画像メモリ書込みとを行なう受信制御手段を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】 2次元配列振動子と、2次元配列振動子の走査方向と直交する方向の開口を切り換えるためのスイッチと、スイッチを経由したエコー信号を遅延する遅延手段と、遅延したエコーを加算する加算手段と、前記2次元配列振動子を駆動し、特定の深さにビームを集束することが可能な送信手段とを有し、送信集束深度を変化させながら送受信を同一方向に複数回行ない、送信の集束深度に合わせて走査方向と直交する方向の開口径を変化させるようにスイッチの切換と画像メモリ書込みとを行なう送受信制御手段を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】 2次元配列振動子と、2次元配列振動子の走査方向と直交する方向の振動子を遅延加算する遅延加算手段と、前記2次元配列振動子を駆動し、特定の深さにビームを集束することが可能な送信手段とを有し、送信集束深度を変化させながら送受信を同一方向に複数回行ない、送信の集束深度に合わせて走査方向と直交する方向の開口径を変化させるようにスイッチの切換と画像メモリ書込みとを行なう送受信制御手段を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電振動子を1次元配列、もしくは2次元配列した探触子を用い、この振動子から得たエコーからビームを形成する超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来技術とその問題点】超音波診断装置の送受信において複数の振動子から構成される探触子により広い被検深度に対して質の高い画像を得る手法は既に公知のものとなっている。その受信においては所望する被検部位から各振動子までの到達時間を補正し、加算することで分解能の高い信号を得るのが一般的である。時間補正では従来技術においてインダクタとキャパシタによるアナログ遅延線が用いられ、遅延時間をアナログスイッチにより切換えることで実現してきたが、最近ではエコー信号をA/D変換器によりデジタル信号に変換した後、遅延加算を行なう方式が用いられるようになってきている。

【0003】超音波診断装置のビーム集束について、図

6に基いて説明する。図6において、1a～1pは超音波の送信/受信を行なう振動子、3a～3pは振動子1a～1pで受信したエコー信号をA/D変換するA/D変換器、2は振動子1a～1pとA/D変換器3a～3pの接続を決めるクロスポイントスイッチ、4a～4pはA/D変換器3a～3pでデジタル信号に変換されたエコーを遅延する遅延手段、5は遅延手段4a～4pで遅延したデータを加算する加算手段、6a～6pは振動子1a～1pを駆動し、送信パルスが発生するための、送信パルス発生手段、7は制御手段で受信のための制御手段7aと送信のための制御手段7bからなる。9は加算手段5により加算されたエコー信号を包絡線検波する検波回路、10は包絡線検波された信号の振幅を圧縮する対数変換器、11は対数変換器の出力を記憶する画像メモリ、12は表示器である。

【0004】次に図6の動作について説明する。図6において、制御手段7内の送信制御手段7bの制御により、送信パルス発生手段より送信パルスが発生し、振動子1a～1pを駆動し、図示されない体内に超音波パルスは放射される。この際に、被検部において、各振動子から発生するパルスの時相が合うように、制御手段7内の送信制御手段7bで、各送信パルス発生器でのパルス発生タイミングを制御する。

【0005】体内で反射したエコー信号は、振動子1a～1pで超音波信号に変換され、クロスポイントスイッチ2を通過し、A/D変換器3a～3pでデジタル信号に変換、遅延手段4a～4pに入力する。遅延手段4a～4pの遅延量は、被検部から各振動子への到達時間を補正するように、制御手段7内の受信制御手段7aにより設定される。送信パルス発生直後は浅い部位からの反射信号が受信され、時間を経るにつれ、受信される信号の反射部位が深いところに移動していくため、ビームの集束位置をリアルタイムに変化させていく方式が一般的である（これをダイナミックフォーカシングと呼ぶ）。

【0006】遅延手段4a～4pの出力は、加算手段5において加算され、検波回路8で検波された後、対数変換器6で振幅が圧縮され、画像メモリ10に記憶され、走査変換されて、表示器11に表示される。

【0007】上記に述べたビーム集束方法は、1次元に並べた振動子を用いたもので、振動子の整列方向（以下、長軸方向と呼ぶ）と直交する方向（以下、短軸方向と呼ぶ）に関しては、音響レンズを用いることでビームを集束するものが一般的である。

【0008】この方式では、長軸方向のビーム集束はダイナミックフォーカシングであるため、浅い部位から深い部位まで、細いビームが得られるが、短軸方向は、音響レンズが固定焦点であるために、その焦点付近では細いビームが得られるものの、これより浅い、あるいは深い部位では、ビームが太くなってしまい、分解能が劣化

する。

【0009】これに対し、最近、2次元配列振動子を用い、短軸方向についてもビームを動的に変化させる方式が考案されている。図7に基づいて、この方式を説明する。

【0010】図7は2次元アレイ振動子を用いた超音波診断装置の受信系のブロック図である。図7において、107a～fはアレイ系振動子で2次元配列された振動子のうち、短軸方向に並んだ6つを示している。108a～cはアレイ系振動子であって107a～fで受信したエコー信号を増幅するアンプ、109a～cはアンプ108a～cで受信した信号を後段に伝える／伝えないの切換を行なう電子スイッチ、110a～cは探触子から本体に信号を伝送する同軸ケーブル、111a～cは同軸ケーブル110a～cで伝送されてきた信号をA/D変換するA/D変換器、112a～cはデジタル化された信号を遅延する遅延手段、113は遅延された信号を加算する加算手段である。114は加算された信号を対数圧縮する対数変換器、115は包絡線検波を行なう検波回路、116は検波された信号を記憶する画像メモリ、117は画像メモリの内容を表示する表示器である。119は制御手段であり、受信系を制御する119aおよび送信系を制御する119bから構成される。

【0011】つぎに従来例の動作について説明する。

【0012】この構成は、開口径が深くなるにつれ、開口径を広くすることで、深度によらない均一なビーム形状を得るものである。図7において中心の107cと107dの振動子のみを使用した場合の開口をD1、振動子107b～107eまでを使用した場合をD2、107a～fまで全てを使用した場合をD3とする。浅い部位では、開口をD1として、深くなるにつれて、開口をD2、D3と広げていくことで、浅い部位から深い部位まで細いビームを実現することができる。

【0013】焦点深度の変更を可変開口でなく、可変集束による例を図8に示す。図8において、121a～cは各振動子からのエコー信号を遅延する遅延線、122a～cは遅延量を切り換える電子スイッチである。他の部分については、図7と同じである。

【0014】この例では、制御手段119の制御により、焦点深度を浅い部位から深い部位になるように遅延量の設定を切り換えることができるようにしておき、送信パルス発生後は浅い部位とし、中間の部位、深い部位と切り換えることで、浅い部位から深い部位まで、細いビームを実現する。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上で述べた従来例のうち、第1の従来例での問題点は次のようである。受信部のビーム集束は、使用する振動子の数だけのA/D変換器、遅延手段が必要であるが、この部分の物量およびコストは診断装置の中で占めるウエイトは大きい。

【0016】A/D変換器、遅延手段を少なくするには、使用する振動子の数を減らせればよい。この場合、振動子の間隔をそのままにして、減らす場合と、間隔を広げながら数を減らす場合の2つが考えられる。使用するチャンネル数が限定されている場合、浅い部位では狭い開口径で受信することが望ましいが、この条件では深い部位においてビームの集束が十分に行なえない。

【0017】また、深い部位では振動子のピッチを広げることで開口径を広くし、ビームを細く絞ることが可能であるが、この条件では浅い部位において、振動子の幅が広いことによりサイドローブの増大などが問題となる。また、使用する振動子の数、つまりチャンネル数を増やすことで浅い部位でも深い部位でも細いビーム形状を得ることが可能であるが、物量の増大を招く。また、浅い部位においては、図9のように振動子と遅延手段を1対1で接続し、深い部位においては、図10のように複数の振動子を1つの遅延手段に接続する方法も考えられるが、接続の切換において、ノイズが発生する。

【0018】第2の従来例では、浅い部位、深い部位で開口径をそれぞれに最適な状態に変化させるとき、スイッチの切換が必要となり、不要なノイズが発生し、画像が劣化する。

【0019】第3の従来例でも、浅い部位、深い部位で集束位置をそれぞれに最適な状態に変化させるとき、スイッチの切換が必要となり、不要なノイズが発生し、画像が劣化する。

【0020】本発明はこの問題を解決し、少ない物量でノイズによる画質の劣化なしに、浅い部位から深い部位まで受信ビームを集束することができる優れた画質の超音波診断装置を提供することを目的とするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】多段送信フォーカスモードは、送信フォーカス深度を変えつつ同一方向に数回、送受信を行ない、複数の受信データのうちから送信ビームが絞れている部分のみを集めて1つのビームに合成するものであって、公知の技術である。

【0022】本発明は、多段送信フォーカスモードを用い、送信フォーカス位置に合わせて、長軸方向の振動子と遅延手段の接続方法や短軸方向の開口径あるいはビーム集束深度を変えることにより、切換ノイズによる画質の劣化を解消することができる。本発明では、更に、送信フォーカスの深度に連動して長軸方向の振動子と遅延手段とが適切に接続するように為し、しかも画像メモリの書込みを、後述する図3のように、規制することにより、受信制御手段が動作し、高画質の画像が得られる点に特徴がある。

【0023】

【発明の実施の形態】請求項1の発明は、多段送信フォーカスを用い、送信フォーカスの深度に合わせて、長軸方向の振動子と遅延手段の接続を変えることで、切換ノ

イズによる画質の劣化を防ぐものである。この発明は、送信フォーカスの深度に連動して長軸方向の振動子と遅延手段とが適切に接続するように受信制御手段が動作する。

【0024】請求項2の発明は、多段送信フォーカスを用い、送信フォーカスの深度に合わせて、短軸方向の開口径を切り換えることで、切換ノイズによる画質の劣化を防ぐものである。

【0025】請求項3の発明は、多段送信フォーカスを用い、送信フォーカスの深度に合わせて、短軸方向の焦点深度を切り換えることで、切換ノイズによる画質の劣化を防ぐものである。

【0026】以下、本発明の実施について、図1～図5を用いて説明する。

【0027】(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ビームフォーマの説明図である。図1において、1a～1pは超音波の送信/受信を行なう振動子、3a～3pは振動子1a～1pで受信したエコー信号をA/D変換するA/D変換器、2は振動子1a～1pとA/D変換器3a～3pの接続を決めるクロス
ポイントスイッチ、4a～4pはA/D変換器3a～3pでデジタル信号に変換されたエコーを遅延する遅延手段、5は遅延手段4a～4pで遅延したデータを加算する加算手段、6a～6pは振動子1a～1pを駆動し、送信パルスを発生するための、送信パルス発生手段、7は制御手段で受信のための制御手段7aと送信のための制御手段7bからなる。8は多段送信フォーカスのための制御手段である。

【0028】次に図1の動作について説明する。

【0029】図1の構成は、制御手段7に多段送信フォーカス設定部8が付き、その制御が送信制御手段7b、画像メモリ11だけでなく、受信制御手段7aにも及ぶところに特徴を有する。

【0030】ここでは、送信の多段フォーカスが2段である場合について説明する。多段送信フォーカス制御手段により、送信フォーカスが浅い部位に設定されているときは、受信回路のクロスポイントスイッチ2は、振動子1eとA/D変換器3e、振動子1fとA/D変換器3f、というように、振動子と遅延手段を1対1で接続する。この場合、エレメントピッチが狭くなり、近距離での受信に適した設定が可能である。このとき、多段フォーカス制御手段8は、画像メモリ11に対して、浅い部位のデータのみの書き込みを行なわせる。

【0031】次に同一方向に関して再度、送受信を行なうが、送信フォーカスが深い部位に設定され、受信回路のクロスポイントスイッチは、複数の振動子と1つの遅延手段を接続する。これによりエレメントピッチは広くなるが、開口径が広がるため、深い部位に対して、ビームの集束をより強力に行なうことができ、S/N比も向上させることができる。このとき、多段フォーカス制

御手段8は、画像メモリ11に対して、深い部位のデータのみの書き込みを行なわせる。

【0032】このように、クロスポイントスイッチ2の設定は、送信パルスごとに变化させ、受信の間には变化させないので、切換ノイズが入ることがなく、優れた画質の装置を少ない物量で実現することが可能である。

【0033】(実施の形態2)図2は、本発明の第2の実施の形態における2次元アレイ振動子を用いた超音波診断装置の受信系のブロック図である。図2において、107a～fはアレイ系振動子で2次元配列された振動子のうち、短軸方向に並んだ6つを示している。108a～cはアンプであって、アレイ系振動子107a～fで受信したエコー信号を増幅する。109a～cはアンプ108a～cで受信した信号を後段に伝える/伝えないの切換を行なう電子スイッチ、110a～cは探触子から本体に信号を伝送する同軸ケーブル、111a～cは同軸ケーブル110a～cで伝送されてきた信号をA/D変換するA/D変換器、112a～cはデジタル化された信号を遅延する遅延手段、113は遅延された信号を加算する加算手段である。114は加算された信号を対数圧縮する対数変換器、115は包絡線検波を行なう検波回路、116は検波された信号を記憶する画像メモリ、117は画像メモリの内容を表示する表示器である。119は制御手段であり、受信系の制御を行なう受信制御手段119aと送信系の制御を行なう送信制御手段119bからなる。120は多段フォーカスモードにおいて送信のフォーカス位置を設定する多段送信フォーカス設定部である。

【0034】次に本実施の形態の動作について説明する。本実施の形態は、送信の多段フォーカスモードを用いて従来例における問題を解決するもので、第2の従来例と比較して、多段送信フォーカス設定部が設けられ、設定部が受信制御手段119a、送信制御手段119b、画像メモリ116を同時に制御する点が異なっている。

【0035】本実施の形態における動作を図3を用いて説明する。図3は、送信パルス、受信開口設定、画像メモリの書き込みのタイミングを示したものである。送信パルスは、この例では同一方向に対し、3回ずつ出力されるが、図2の多段送信フォーカス設定部120の設定に従い、フォーカス位置が浅い部位、中間の部位、深い部位と変化する。また、受信開口設定も多段送信フォーカス設定部120の設定に従い送信フォーカスが浅い部位では、開口径が狭いD1に、送信フォーカスが中間の部位では、開口径が中くらいのD2に、送信フォーカスが深い部位では、開口径が大きいD3に設定される。

【0036】画像メモリ116への書き込みは、それぞれの送信/受信条件で最もビーム形状が優れた部分を抜き出す形で行なわれる。すなわち、送信パルスがnearで受信開口がD1では浅い部位の書き込み、送信パルスが

midで受信開口がD2では中間の部位の書込み、送信パルスがfarで受信開口がD3では深い部位の書込み、がそれぞれ行なわれ、3回の書込みにより1本の音線分の情報が得られる。(実施の形態3)図4は、本発明の第3の実施形態における2次元アレイ振動子を用いた超音波診断装置の受信系のブロック図である。図4において、107a~fはアレイ系振動子で2次元配列された振動子のうち、短軸方向に並んだ6つを示している。

【0037】108a~cはアレイ系振動子107a~fで受信したエコー信号を増幅するアンプ、121a~cはエコー信号に遅延を与える遅延線、122a~cは遅延線121a~cによる遅延時間を切り換えるスイッチ、110a~cは探触子から本体に信号を伝送する同軸ケーブル、111a~cは同軸ケーブル110a~cで伝送されてきた信号をA/D変換するA/D変換器、112a~cはデジタル化された信号を遅延する遅延手段、113は遅延された信号を加算する加算手段である。114は加算された信号を対数圧縮する対数変換器、115は包絡線検波を行なう検波回路、116は検波された信号を記憶する画像メモリ、117は画像メモリの内容を表示する表示器である。119は制御手段であり、受信系の制御を行なう受信制御手段119aと送信系の制御を行なう送信制御手段119bからなる。120は多段フォーカスモードにおいて送信のフォーカス位置を設定する多段送信フォーカス設定部である。

【0038】次に本実施の形態の動作について説明する。

【0039】本実施の形態は、送信の多段フォーカスモードを用いて従来例における問題を解決するもので、第3の従来例と比較して、多段送信フォーカス設定部120が設けられ、設定部120が受信制御手段119a、送信制御手段119b、画像メモリ116を同時に制御する点が異なっている。

【0040】図5を参照して本実施の形態における動作を説明する。図5は、送信パルス、受信フォーカス設定および画像メモリの書込みのタイミングを示したものである。

【0041】送信パルスは、この例では同一方向に対し、3回づつ出力されるが、図4の多段送信フォーカス設定部120の設定に従い、フォーカス位置が浅い部位、中間の部位、深い部位と変化する。また、受信フォーカス設定も多段送信フォーカス設定部120の設定に従って、送信フォーカスが浅い部位では受信フォーカスも浅い部位に、送信フォーカスが中間の部位では受信フォーカスも中間の部位に、送信フォーカスが深い部位では受信フォーカスも深い部位に、それぞれ設定される。

【0042】画像メモリ116の書込みは、それぞれの送信/受信条件で最もビーム形状が優れた部分を抜き出す形で行なわれる。すなわち、送信および受信フォーカ

*スが浅い部位の設定では浅い部位の書込み、送信および受信フォーカスが中間の部位の設定では中間の部位の書込み、送信および受信フォーカスが深い部位の設定では深い部位の書込みが行なわれ、3回の書込みにより1本の音線分の情報が得られる。

【0043】

【発明の効果】本発明は上記実施の形態より明らかなように、多段送信フォーカスと受信回路の振動子と遅延手段の結線状況の切換を連動させることで、受信の結線状況の切換によるノイズの発生を抑えることができ、切換ノイズの問題が解決でき、更に分解能に優れた画質が得られるという効果を有する。

【0044】また、2次元配列振動子の短軸方向の開口径の切換を多段送信フォーカスと連動させることで、受信開口径切換に伴うノイズの発生を解決するという効果を有する。

【0045】更に、2次元配列振動子の短軸方向におけるフォーカスの切換を多段送信フォーカスと連動させることで、受信フォーカス位置、切換に伴うノイズの発生を解決するという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における超音波診断装置のブロック図の例。

【図2】本発明の第2の実施形態における超音波診断装置のブロック図の例。

【図3】本発明の第2の実施形態における送信/受信制御のタイミングを示す説明図。

【図4】本発明の第3実施の形態における超音波診断装置のブロック図の例。

【図5】本発明の第3実施の形態における送信/受信制御のタイミングを示す説明図である。

【図6】本発明の第1の従来例における超音波診断装置のブロック図の例である。

【図7】本発明の第2の従来例における超音波診断装置のブロック図の例。

【図8】本発明の第3の従来例における超音波診断装置のブロック図の例。

【図9】本発明の第1の従来例における超音波診断装置のマルチプレクサの接続を示す説明図(その1)。

【図10】本発明の第1の従来例における超音波診断装置のマルチプレクサの接続を示す説明図(その2)。

【符号の説明】

1a~1p:振動子

2:クロスポイントスイッチ

3a~3p:A/D変換器

4a~4p:遅延手段

5:加算手段

6a~6p:送信パルス発生手段

7:制御手段

7a:受信制御手段

7 b : 送信制御手段

8 : 多段フォーカス設定部

9 : 検波回路

10 : 対数変換器

11 : 画像メモリ

12 : 表示器

107 a ~ f : 振動子

108 a ~ c : アンプ

109 a ~ c : 電子スイッチ

110 a ~ c : 同軸ケーブル

111 a ~ c : A / D変換器

112 a ~ c : 遅延手段

* 113 : 加算手段

114 : 対数変換器

115 : 検波回路

116 : 画像メモリ

117 : 表示器

119 : 制御手段

119 a : 受信制御手段

119 b : 送信制御手段

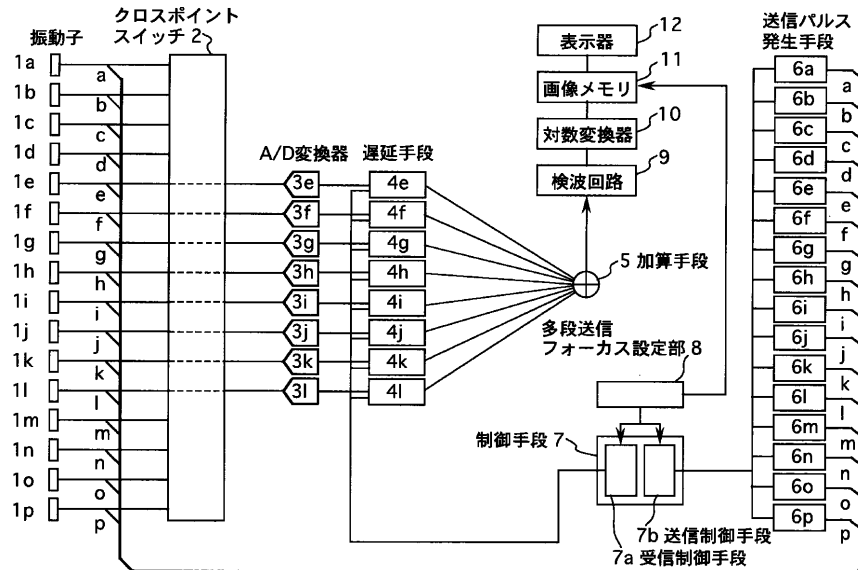
120 : 多段フォーカス設定部

10 121 a ~ c : 遅延線

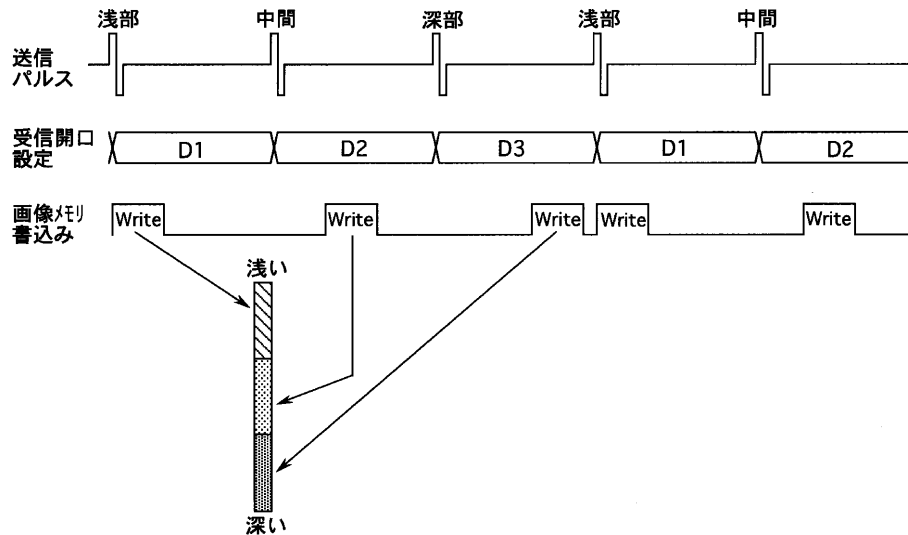
122 a ~ c : 電子スイッチ

*

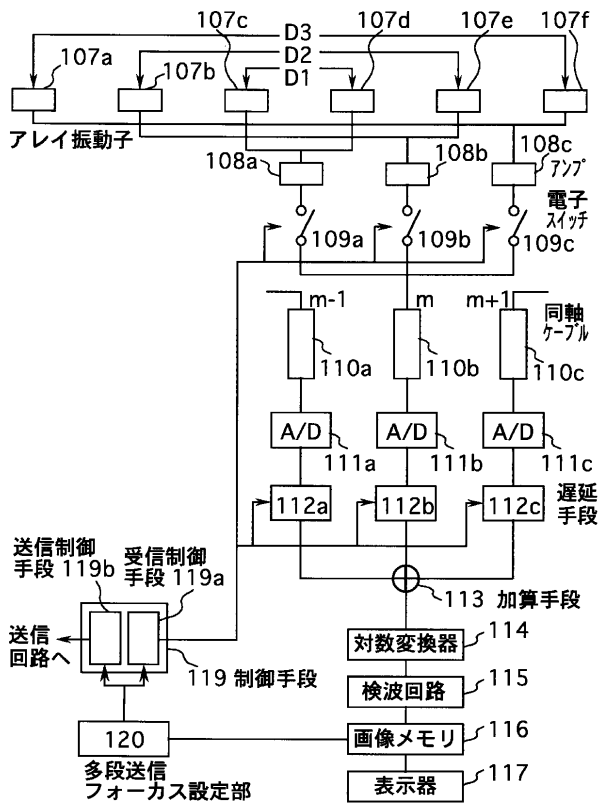
【図1】



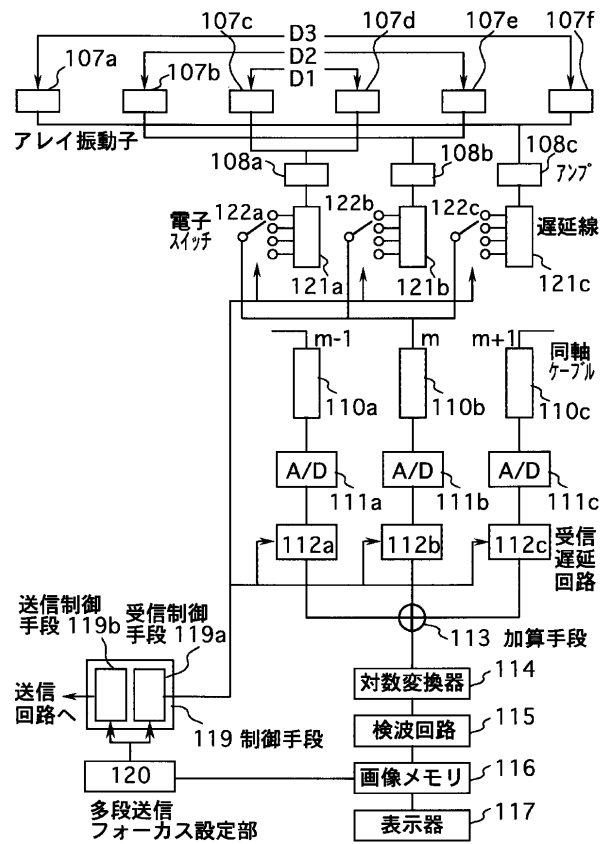
【図3】



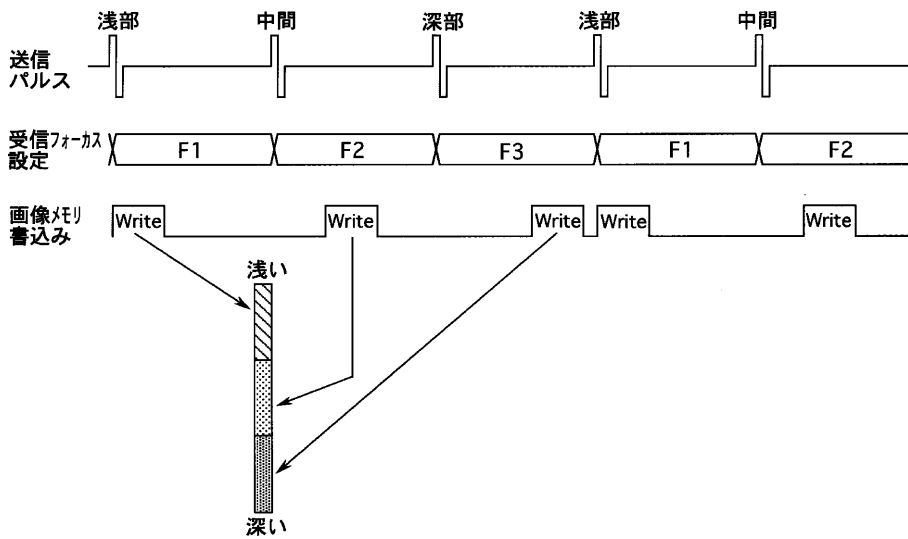
【圖 2】



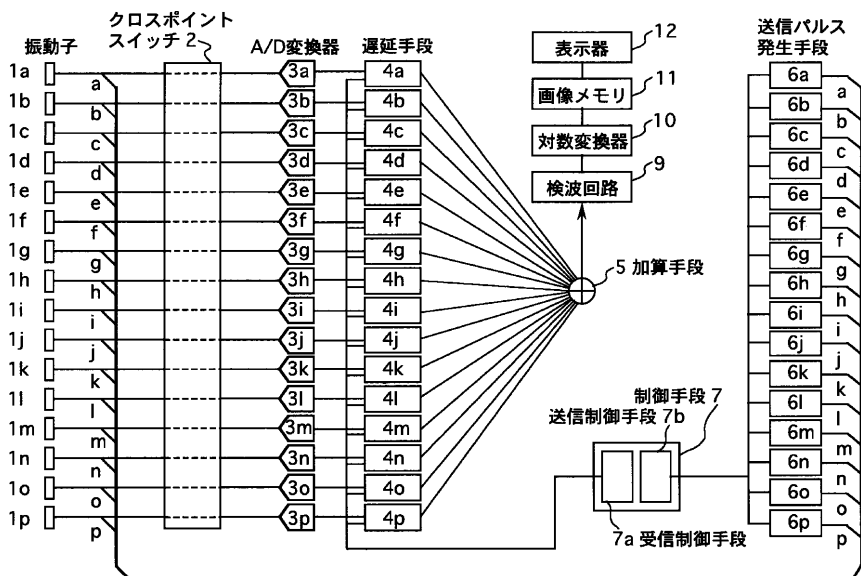
【図 4】



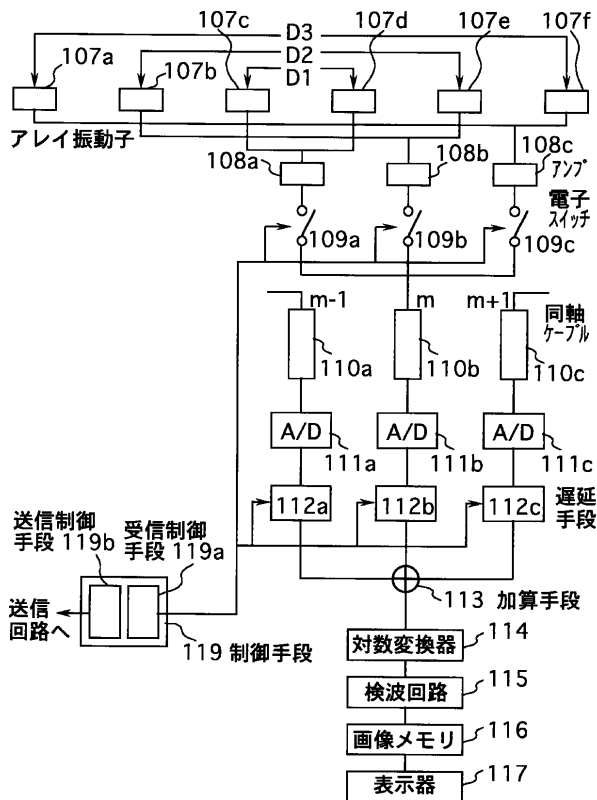
【図 5】



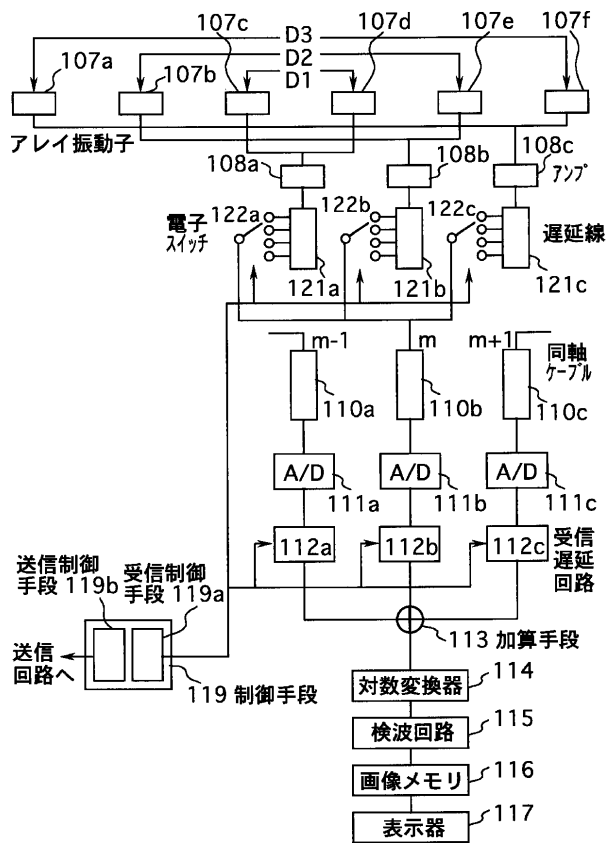
【图 6】



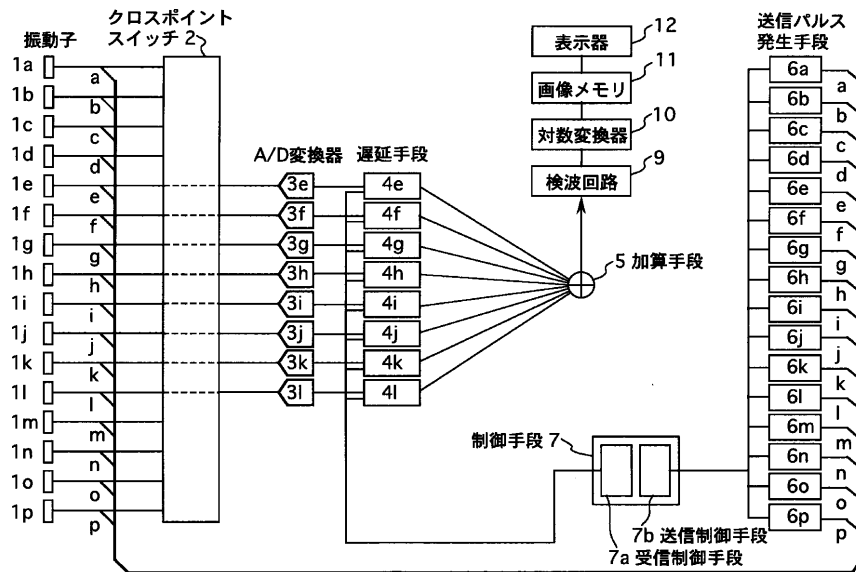
【圖 7】



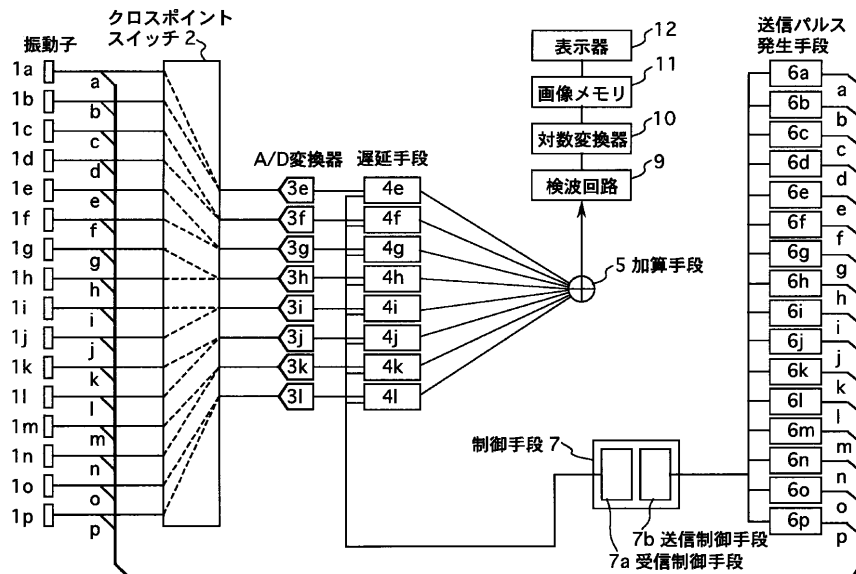
【圖 8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C301 AA02 EE04 EE07 EE15 EE17
GB03 GB09 HH15 HH25 HH32
HH33 HH37 HH52 JB03 JB29
JB50 LL02

专利名称(译)	超声波诊断设备的光束成形器		
公开(公告)号	JP2001276064A	公开(公告)日	2001-10-09
申请号	JP2000098635	申请日	2000-03-31
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	西垣森雄 福喜多博		
发明人	西垣 森雄 福喜多 博		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S15/8927		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/EE04 4C301/EE07 4C301/EE15 4C301/EE17 4C301/GB03 4C301/GB09 4C301/HH15 4C301/HH25 4C301/HH32 4C301/HH33 4C301/HH37 4C301/HH52 4C301/JB03 4C301/JB29 4C301/JB50 4C301/LL02 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/EE12 4C601/EE14 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB21 4C601/HH14 4C601/HH21 4C601/HH22 4C601/HH24 4C601/HH30 4C601/JB01 4C601/JB02 4C601/JB03 4C601/JB19 4C601/JB21 4C601/JB22 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JB60 4C601/LL01 4C601/LL02 4C601/LL28		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：在具有少量电路物体且不产生噪声的情况下，在超声诊断设备的接收波束形成器中获得从浅部到深部的细波束形状。 解决方案：换能器1由发射脉冲产生装置6驱动，该装置产生发射脉冲，并发射/接收超声波。振荡器的信号由AD转换器3通过交叉点开关2进行数字转换，并由延迟装置4，加法装置5等处理，并且图像显示在显示器12上。接收和发送由接收控制装置7a和发送控制装置7b控制，并且针对多级发送焦点的每个发送脉冲改变接收焦点条件，从而防止在接收电路中产生开关噪声。

