

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-152608  
(P2005-152608A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
A61B 8/00

F I  
A61B 8/00

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-302457 (P2004-302457)	(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社
(22) 出願日	平成16年10月18日(2004.10.18)		神奈川県南足柄市中沼2 1 0 番地
(31) 優先権主張番号	特願2003-376388 (P2003-376388)	(74) 代理人	100100413 弁理士 渡部 温
(32) 優先日	平成15年11月6日(2003.11.6)	(74) 代理人	100110777 弁理士 宇都宮 正明
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	佐藤 智夫 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 BB03 EE15 EE30 HH05 HH27 HH28

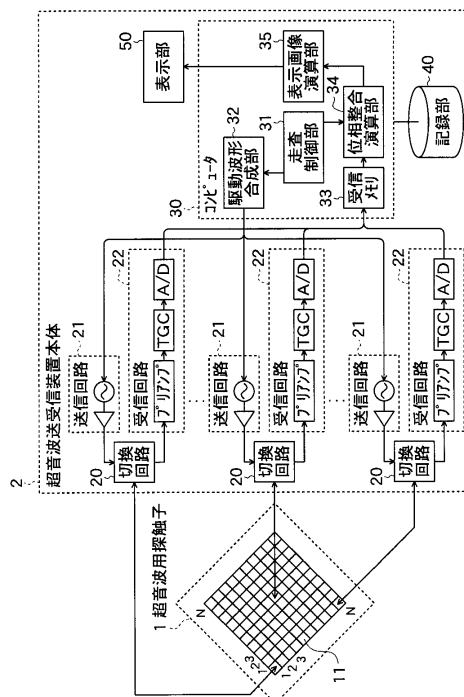
(54) 【発明の名称】 超音波送受信装置

(57) 【要約】

【課題】 マルチビーム送信を行う超音波送受信装置において、送信ビームの数の増加に伴う超音波トランスデューサの耐圧の増加や消費電力の増加を抑える。

【解決手段】 この超音波送受信装置は、超音波用探触子1と、超音波用探触子から複数の異なる方向に同時に複数の超音波ビームを送信させるために、各々の超音波トランスデューサについて複数の駆動波形を合成することによって得られる合成駆動波形に関する情報を生成する駆動波形合成手段32と、駆動波形合成手段によって生成された情報に従って複数の駆動信号を生成する複数の送信回路21と、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して複数種類の最大出力電圧が定められた複数の送信回路21と、超音波エコーを受信した複数の超音波トランスデューサから出力される複数の検出信号をそれぞれ処理する複数の受信回路22とを具備する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の駆動信号に従って超音波ビームを形成して被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して複数の検出信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、

前記超音波用探触子から複数の異なる方向に同時に複数の超音波ビームを送信させるために、各々の超音波トランスデューサについて複数の駆動波形を合成することによって得られる合成駆動波形に関する情報を生成する駆動波形合成手段と、

前記駆動波形合成手段によって生成された情報に従って複数の駆動信号を生成して前記複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する複数の送信回路であって、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して複数種類の最大出力電圧が定められた前記複数の送信回路と、

超音波エコーを受信した前記複数の超音波トランスデューサから出力される複数の検出信号をそれぞれ処理する複数の受信回路と、  
を具備する超音波送受信装置。

10

## 【請求項 2】

前記駆動波形合成手段が、各々の超音波トランスデューサについて、前記超音波用探触子から複数の異なる方向に超音波ビームを個別に送信させるために用いられる複数の駆動波形を重ね合わせることによって、合成駆動波形に関する情報を生成する、請求項 1 記載の超音波送受信装置。

20

## 【請求項 3】

前記複数の送信回路の各々に対する最大供給電圧が、複数組の異なる送信方向について複数の駆動波形を重ね合わせることによって得られる合成駆動波形に対応する駆動信号の最大値を出力するための必要最小限の電圧に設定されており、その値が前記複数の送信回路について複数種類存在する、請求項 2 記載の超音波送受信装置。

## 【請求項 4】

前記駆動波形合成手段が、各々の超音波トランスデューサについて、前記超音波用探触子から複数の異なる方向に超音波ビームを個別に送信させるために用いられる複数の駆動波形を重ね合わせ、その結果得られる駆動波形の振幅が所定の値を超えた場合に、その振幅を所定の値に置き換えることによって、合成駆動波形に関する情報を生成する、請求項 1 記載の超音波送受信装置。

30

## 【請求項 5】

前記駆動波形合成手段が、各々の超音波トランスデューサについて、超音波の送信タイミングが重なる複数の超音波ビームの内の一部について送信タイミングをずらしながら複数の駆動波形を重ね合わせることによって、合成駆動波形に関する情報を生成する、請求項 1 記載の超音波送受信装置。

## 【請求項 6】

前記超音波用探触子から送信される複数の超音波ビームの方向を、予め定められたビーム走査順序に従って変化させるように、前記駆動波形合成手段を制御する走査制御手段をさらに具備する請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の超音波送受信装置。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波を送受信して生体内の臓器等を観察するために用いられる超音波送受信装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、超音波を送受信して 3 次元画像を取得するためには、位置センサ付きの 1 次元トランスデューサアレイを用いて、送受信する超音波を電氣的にステアリングさせて深度方向の断面に関する 2 次元画像を取得し、さらに、この 1 次元トランスデューサアレイを機

50

械的に移動させて取得した複数の２次元画像を合成して３次元画像を作成していた。しかしながら、この手法によれば、１次元トランスデューサアレイの機械的な移動においてタイムラグがあるため、異なる時刻における複数の２次元画像を合成することになるので、合成された画像がぼけたものになってしまう。従って、この手法は、生体のような、動きを伴う被写体のイメージングには適していない。

【０００３】

このような欠点を解消するためには、２次元トランスデューサアレイを用いて３次元画像を取得する方が有利である。下記の特許文献１には、２次元トランスデューサアレイを用いて、１つの領域に超音波ビームを送信し、その領域内の１６の方向から反射される超音波エコーを同時に受信して処理するマルチビーム受信が開示されている。また、下記の特許文献１には、複数の領域に超音波ビームを同時に送信するマルチビーム送信が開示されている。

10

【０００４】

さらに、下記の特許文献２には、１回の送信について周波数帯域の異なる複数の送信信号を発生することにより、周波数帯域及び焦点並びに方向が異なる複数の超音波送信ビームを同時に生成可能な超音波診断装置が開示されている。しかしながら、複数の周波数信号を合成することにより送信信号の最大振幅が増加するので、超音波トランスデューサの耐圧を大きくしたり、送信信号発生回路の最大出力電圧を大きくする必要があり、消費電力も増加してしまう。

【０００５】

一方、下記の特許文献３には、特別のドライバ等を必要とせずに、複数の送信ビームを同時に形成する超音波診断装置が開示されている。この超音波診断装置は、１回の送信で複数の送信ビームを形成するために、複数の振動素子を複数の送信グループに分け、送信グループ毎に異なる送信周波数の送信信号を供給する複数の送信回路を含んでいる。

20

【０００６】

同様に、下記の特許文献４には、円形の振動面が別々に複数配置できるにもかかわらず、占有面積が大きくなりすぎない超音波送受波器を具備する超音波水中探知機が開示されている。この超音波水中探知機においては、複数の超音波振動子を、その振動面が全て水平面に沿って第１の円内に位置するように並べて送受波器を構成している。これらの超音波振動子を、第１の円に内接し第１の円より小さい同一直径の第２～第５の円で第１～第６の超音波振動子群にグループ化し、これら超音波振動子群を適宜選択的に駆動することにより、超音波振動子の振動面の占有面積を小さくしつつ、所望のビームを形成することができる。

30

【０００７】

しかしながら、特許文献３及び特許文献４に開示されているように、複数の振動子を複数のグループに分けてマルチビーム送信を行うと、各送信ビームの強度が低下してしまうという問題がある。

【非特許文献１】リチャード・Ｅ・ダビッドセン (Richard E. Davidsen) 等「リアルタイム体積測定撮像のための２次元ランダムアレイ (TWO-DIMENSIONAL RANDOM ARRAYS FOR REAL TIME VOLUMETRIC IMAGING)」、ULTRASONIC IMAGING、Vol. 16 (米国) アカデミックプレス (Academic Press) 社、1994年、p. 143 - 163

40

【特許文献１】米国特許第6179780号明細書 (コラム2、図3)

【特許文献２】特開平8-38473号公報 (第1頁、図1)

【特許文献３】特許第3356996号公報 (第2頁、図1)

【特許文献４】特許第3255815号公報 (第2頁、図1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、マルチビーム送信を行う超音波送受信装置において、送信ビームの数の増加に伴う超音波トランスデューサの耐圧の増加や消費電力の増加

50

を抑えることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明に係る超音波送受信装置は、複数の駆動信号に従って超音波ビームを形成して被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して複数の検出信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、超音波用探触子から複数の異なる方向に同時に複数の超音波ビームを送信させるために、各々の超音波トランスデューサについて複数の駆動波形を合成することによって得られる合成駆動波形に関する情報を生成する駆動波形合成手段と、駆動波形合成手段によって生成された情報に従って複数の駆動信号を生成して複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する複数の送信回路であって、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して複数種類の最大出力電圧が定められた複数の送信回路と、超音波エコーを受信した複数の超音波トランスデューサから出力される複数の検出信号をそれぞれ処理する複数の受信回路とを具備する。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によるマルチビーム送信を行う超音波送受信装置によれば、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して、複数の送信回路について複数種類の最大出力電圧を定めることにより、送信ビームの数の増加に伴う超音波トランスデューサの耐圧の増加や消費電力の増加を抑えることができる。なお、本願においては、トランスデューサアレイを構成する1エレメント分のトランスデューサを、「超音波トランスデューサ」という。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図1は、本発明の一実施形態に係る超音波送受信装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、この超音波送受信装置は、被検体に当接させて用いられる超音波用探触子(プローブ)1と、超音波用探触子1に接続された超音波送受信装置本体2とによって構成される。

30

【0012】

超音波用探触子1は、2次元マトリックス状に配列された $N^2$ 個の超音波トランスデューサ11を含むトランスデューサアレイ(「アレイトランスデューサ」ともいう)を内蔵している。これらの超音波トランスデューサ11は、信号線を介して、超音波送受信装置本体2に接続される。

【0013】

各々の超音波トランスデューサ11は、例えば、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛:Pb(lead) zirconate titanate)に代表される圧電セラミックや、PVDf(ポリフッ化ビニリデン:polyvinylidene difluoride)に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料(圧電素子)の両端に電極を形成した振動子によって構成される。また、近年において、超音波トランスデューサの感度及び帯域向上に寄与するとして期待が寄せられているPZNT(鉛、亜鉛、ニオブ、チタンを含む酸化物)単結晶を含む圧電素子を用いても良い。

40

【0014】

このような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電素子が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の検出信号として出力される。

【0015】

50

超音波送受信装置本体 2 は、複数の切換回路 2 0 と、複数の送信回路 2 1 と、複数の受信回路 2 2 と、コンピュータ 3 0 と、記録部 4 0 と、表示部 5 0 とを含んでいる。

複数の切換回路 2 0 は、超音波の送信時において、超音波用探触子 1 に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ 1 1 を複数の送信回路 2 1 にそれぞれ接続し、超音波の受信時において、超音波用探触子 1 に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ 1 1 を複数の受信回路 2 2 にそれぞれ接続する。

【0016】

複数の送信回路 2 1 の各々は、信号発生器と、A 級パワーアンプとを含んでいる。信号発生器は、コンピュータ 3 0 から供給される駆動波形に関する情報に従って、それぞれの超音波トランスデューサ 1 1 の配置等に対応する遅延量を有する駆動信号を生成する。パワーアンプは、この駆動信号を増幅して、超音波用探触子 1 に供給する。

10

【0017】

複数の受信回路 2 2 の各々は、プリアンプと、TGC (time gain compensation: タイム・ゲイン・コンペンセーション) 増幅器と、A/D (アナログ/デジタル) 変換器とを含んでいる。各々の超音波トランスデューサ 1 1 から出力される検出信号は、プリアンプによって増幅され、TGC 増幅器によって、被検体内において超音波が到達した距離による減衰の補正が施される。

【0018】

TGC 増幅器から出力される検出信号は、A/D 変換器によってデジタル信号に変換される。なお、A/D 変換器のサンプリング周波数としては、少なくとも超音波の周波数の 10 倍程度の周波数が必要であり、超音波の周波数の 16 倍以上の周波数が望ましい。また、A/D 変換器の分解能としては、10 ビット以上が望ましい。

20

【0019】

コンピュータ 3 0 は、記録部 4 0 に記録されているソフトウェア (制御プログラム) に基づいて超音波の送受信を制御する。記録部 4 0 としては、ハードディスク、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又は DVD-ROM 等の記録媒体を用いることができる。コンピュータ 3 0 とソフトウェアとによって、走査制御部 3 1 と、駆動波形合成部 3 2 と、位相整合演算部 3 4 と、表示画像演算部 3 5 とが、機能ブロックとして実現される。また、コンピュータ 3 0 は、受信メモリ 3 3 を有している。

【0020】

走査制御部 3 1 は、超音波ビームの送信方向及び超音波エコーの受信方向を順次設定する。例えば、走査制御部 3 1 は、超音波用探触子 1 から送信される複数の超音波ビームの方向を、予め定められた走査方法に従って一定のオフセット量で、又は予め定められたビーム走査順序に従って変化させるように、駆動波形合成部 3 2 を制御する。駆動波形合成部 3 2 は、走査制御部 3 1 の制御の下で、各々の超音波トランスデューサ 1 1 について複数の駆動波形を合成した合成駆動波形に関する情報を生成する。この情報に基づいて、送信回路 2 1 が複数の駆動信号を生成することにより、送信フォーカス処理が行われて、超音波用探触子 1 から複数の異なる方向に向けて複数の超音波ビームが同時に送信される。

30

【0021】

受信メモリ 3 3 は、複数の受信回路 2 2 の A/D 変換器から出力されるデジタルの検出信号を、超音波トランスデューサごとに時系列に記憶する。位相整合演算部 3 4 は、走査制御部 3 1 において設定された受信方向に基づいて、記録部 4 0 に記録されている複数の受信遅延パターンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて複数の検出信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線データが形成される。なお、受信フォーカス処理は、A/D 変換の前、又は、TGC 増幅器による補正の前に行うようにしても良い。

40

【0022】

表示画像演算部 3 5 は、位相整合演算部 3 4 によって形成された音線データに基づいて、画像データを生成する。表示部 5 0 は、例えば、CRT や LCD 等のディスプレイ装置

50

を含んでおり、表示画像演算部 35 によって生成された画像データに基づいて、超音波画像を表示する。

【0023】

次に、本発明の特徴であるマルチビーム送信における駆動電圧の低減について説明する。本発明の考え方の前提として、図 2 に示すような送受信の 2 次元トランスデューサアレイを例として説明する。この例においては、超音波トランスデューサ（素子）の数を 42 素子 × 42 素子としており、トランスデューサアレイの四隅を除く略円形の部分が、超音波の送受信に使用される。素子ピッチ  $d$  は 0.35 mm であり、超音波の周波数  $f_c$  を 2.5 MHz（波長 = 0.6 mm）とすると、素子ピッチは約 0.58 に相当する。従って、超音波用探触子 1 の開口は、0.35 mm × 42 素子 = 14.7 mm 以上の直径を有する円形となる。

10

【0024】

図 3 は、2 次元トランスデューサアレイから走査範囲内のある点に超音波ビームが送信される様子を表す模式図である。A 点及び B 点は、それぞれ超音波ビームによりセクター走査される空間領域の焦点位置となる。ここで、方位角  $\theta$  と仰角  $\phi$  を用いて、空間領域における焦点の方向を  $(\theta, \phi)$  で表すと、A 点及び B 点の方向は、それぞれ  $(0^\circ, 0^\circ)$  及び  $(30^\circ, 30^\circ)$  で表される。この例においては、超音波の走査範囲を、 $-30^\circ \sim 30^\circ$ 、 $-30^\circ \sim 30^\circ$  とする。また、同時に 16 本の超音波ビームを送信するものとし、これらの超音波ビーム間の角度差  $\Delta\theta$  及び  $\Delta\phi$  を、それぞれ  $15^\circ$  とする。これらの超音波ビームは、走査ステップ  $\Delta\theta = \Delta\phi = 1^\circ$  で順次ステアリングされる。図 4 に、最初の送信方向に向けられた 16 本の超音波ビームと、ある走査ステップだけ下方にステアリングされた 16 本の超音波ビームとを、模式的に示す。

20

【0025】

図 5 は、複数の超音波トランスデューサに印加される駆動波形と、それによって発生する超音波ビームとの関係を示す図である。図 5 の (a) は、位相の異なる複数の駆動信号をそれぞれの超音波トランスデューサに印加することにより、方位角  $\theta = -15^\circ$  に向けて超音波ビームが送信されることを示している。図 5 の (b) は、位相の揃った複数の駆動信号をそれぞれの超音波トランスデューサに印加することにより、方位角  $\theta = 0^\circ$  に向けて超音波ビームが送信されることを示している。図 5 の (c) は、図 5 の (a) 及び (b) に示す駆動信号を合成することにより、方位角  $\theta = -15^\circ$  に向けた超音波ビームと方位角  $\theta = 0^\circ$  に向けた超音波ビームとが同時に送信されることを示している。

30

【0026】

図 5 の (c) に示すように、2 種類の駆動波形を合成することにより、2 本の超音波ビームを同時に送信することができる。しかしながら、駆動波形のピークが重なる部分においては、ピークの高さが倍増されてしまう。一般に、M 本の超音波ビームを同時に送信するためには、駆動波形のピークの高さが M 倍になる可能性があるため、超音波トランスデューサの耐圧を高くしたり、送信回路の最大出力電圧を大きくしたりする必要がある。特に、送信回路において A 級パワーアンプを使用する場合には、駆動信号を出力しないときにも電力を消費するので、最大出力電圧に比例して消費電力が大きくなってしまふという問題があった。そこで、本発明に係る超音波送受信装置は、M 本の超音波ビームを同時に送信する場合においても、駆動波形のピークの高さを M 倍よりも極力小さくすることを特徴としている。

40

【0027】

次に、本発明の裏付けとなるシミュレーションについて説明する。このシミュレーションにおいては、各超音波トランスデューサから焦点までの距離に基づいて駆動信号に与える遅延量を求め、16 本の超音波ビームを 16 個の焦点に向けて同時に送信するために、16 種類の駆動信号を重ね合わせたときの最大振幅（片側振幅（ゼロ・ツー・ピーク振幅）の最大値）を計算している。ここでは、駆動信号として、波連長が 2 であるバースト信号を想定し、駆動信号に与える遅延量の精度を 10 ns としている。

【0028】

50

x - y 平面を送信面とする 2 次元トランスデューサアレイを考え、このトランスデューサアレイの送信面の中心を原点とし、原点から焦点までの距離を r とする。このトランスデューサアレイの位置 (x, y, 0) における超音波トランスデューサから、位置 (x<sub>FOCUS</sub>, y<sub>FOCUS</sub>, z<sub>FOCUS</sub>) における焦点に向けて超音波ビームを送信するために、駆動信号に与えるべき遅延量 は次式で表される。ただし、被検体内における音速を c とする。

【数 1】

$$\tau = r - \sqrt{\{(x_{\text{FOCUS}} - x)^2 + (y_{\text{FOCUS}} - y)^2 + z_{\text{FOCUS}}^2\}} / c$$

10

【0029】

また、焦点の位置を、方位角 と仰角 を用いて表すと、次のようになる。

$$\begin{aligned} x_{\text{FOCUS}} &= r \cdot \cos \theta \sin \alpha \\ y_{\text{FOCUS}} &= r \cdot \sin \theta \sin \alpha \\ z_{\text{FOCUS}} &= r \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

【0030】

図 6 の (a) は、16 本の超音波ビームの中で基準となる超音波ビームを方向 (0°, 0°) に送信する場合を示しており、斜線の領域は、基準となる超音波ビームによって走査される走査領域を示している。図 6 の (b) ~ (d) は、その際に、例として 3 つの超音波トランスデューサに印加される駆動信号の波形を示している。また、図 7 の (a) は、16 本の超音波ビームの中で基準となる超音波ビームを方向 (0°, 14°) に送信する場合を示しており、図 7 の (b) ~ (d) は、その際に、例として 3 つの超音波トランスデューサに印加される駆動信号の波形を示している。

20

【0031】

図 8 の (a) は、16 本の超音波ビームの中で基準となる超音波ビームを方向 (14°, 0°) に送信する場合を示しており、図 8 の (b) ~ (d) は、その際に、例として 3 つの超音波トランスデューサに印加される駆動信号の波形を示している。また、図 9 の (a) は、16 本の超音波ビームの中で基準となる超音波ビームを方向 (7°, 7°) に送信する場合を示しており、図 9 の (b) ~ (d) は、その際に、例として 3 つの超音波トランスデューサに印加される駆動信号の波形を示している。

30

【0032】

図 10 は、16 本の超音波ビームを送信するために各超音波トランスデューサに印加される駆動信号の最大振幅を示すヒストグラムである。図 10 のヒストグラムにおいては、横軸に最大振幅をとり、縦軸に出現頻度をとっている。ここで、最大振幅は、1 本の超音波ビームを送信するための最大振幅に対する相対値で表している。また、横軸の各々の最大振幅の値における 4 本の棒は、図 6 ~ 図 9 に示すそれぞれの場合に対応している。これを表にしたのが、図 11 である。

【0033】

図 10 及び図 11 に示すように、16 本の超音波ビームをどの方向に送信する場合においても、最大振幅が 12 を超える状態は出現しない。複数の送信回路の最大出力電圧は、このシミュレーション結果に基づいて、それぞれの超音波トランスデューサに印加される最大振幅 1 ~ 12 に対応して複数種類のランクに分けて設定すれば良いことが分る。このようにして、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して複数種類の最大出力電圧を複数の送信回路について設定することにより、マルチビーム送信における消費電力を低減することができる。

40

【0034】

さらに、16 本の超音波ビームをどの方向に送信する場合においても、最大振幅が 8 以上となる頻度は極めて小さい。このことから、最大振幅が 8 以上となる場合に、最大振幅

50

を7に置き換えても、ほとんど送信ビームに影響を与えることはないと言える。あるいは、各々の超音波トランスデューサ11について、超音波の送信タイミングが重なる複数の超音波ビームの内の一部について送信タイミングをずらしながら複数の駆動波形を重ね合わせるにより、1つの駆動波形に関する情報を生成するようにしても良い。このようにして複数の駆動波形を合成することにより、マルチビーム送信における消費電力をさらに低減することができる。

【0035】

図12は、マルチビーム送信における消費電力低減の例を説明するための図である。この例においては、駆動信号の最大振幅が1又は2のときに送信回路の最大出力を2とし、駆動信号の最大振幅が3又は4のときに送信回路の最大出力を4とし、駆動信号の最大振幅が5～7のいずれかのときに送信回路の最大出力を7とし、駆動信号の最大振幅が12のときに送信回路の最大出力を12としている。送信回路の消費電力が最大出力電圧の自乗に比例すると仮定し、簡単のために比例定数を1とすると、送信回路の消費電力は、次のように求められる。

$$2^2 \times (128 + 627) + 4^2 \times (378 + 191) + 7^2 \times (16 + 33 + 19) + 12^2 \times 4 = 1.60 \times 10^4$$

一方、全ての送信回路の最大出力を12とした場合には、送信回路の消費電力は、次のように求められる。

$$12^2 \times 1396 = 2.01 \times 10^5$$

従って、消費電力の低減効果は、次のようになる。

$$1.60 \times 10^4 / 2.01 \times 10^5 = 8\%$$

以上において、駆動信号の最大振幅が7を超えた場合に、送信回路の最大出力を7とすれば、さらに消費電力を低減することができる。

【0036】

次に、駆動波形の最大振幅を所定の最大振幅に置き換えたときの駆動波形の一例について、図13～図15を参照して説明する。ここでは、 $4 \times 4 = 16$ 本の送信ビームを同時に送信することにより、 $15 \times 15$ 回の送信で $60^\circ \times 60^\circ$ の空間を走査する場合を考える。また、図15の(a)～(d)の縦軸は各素子の駆動波形の相対振幅を示しており、1方向のみに送信する場合の振幅を1としている。さらに、図15の(a)～(d)の破線は振幅=4を示す線である。

【0037】

例えば、 $15 \times 15$ 回の全送信期間中における2次元トランスデューサアレイの各素子(超音波トランスデューサ11)の駆動波形の最大振幅の頻度を求めた結果が、図13の(a)に示すような結果になったとする。この場合には、最大振幅が5以上となる頻度が最大振幅が4以下となる頻度よりも極端に少ないので、図13の(b)に示すように、最大振幅が5以上となった各素子の駆動波形の最大振幅を4に置き換える。

【0038】

図2に示した $4 \times 4$ 素子からなる2次元トランスデューサアレイの各素子の位置を、図14に示すように、アジマス方向をx軸としエレベーション方向をy軸としたときの座標(x, y)で表す。このとき、座標(20, 1)に位置する素子の駆動波形は図15の(a)の左側に示すように最大振幅が4以下であるため、この素子の駆動波形については同図右側に示すように最大振幅の置き換えは行わない。これに対して、座標(14, 22)、座標(15, 16)及び座標(21, 21)にそれぞれ位置する3つの素子の駆動波形は図15の(b)～(d)の左側に示すように最大振幅が4を超えるため、これらの素子の駆動波形は、図15の(b)～(d)の右側に示すように最大振幅を4と置き換えた駆動波形に修正する。具体的には、最大振幅が4を超えた駆動波形に対しては、この駆動波形の最大振幅maxを求め、この駆動波形の振幅に係数(=4/max)を掛けることにより、最大振幅を4と置き換えた駆動波形に修正する。

【0039】

次に、超音波の送信タイミングが重なる複数の超音波ビームの内の一部について送信タ

10

20

30

40

50

イミングをずらしたときの駆動波形の一例について、図 16 ~ 図 17 を参照して説明する。ここでは、図 16 の ( a ) に示すように、各送信ビームを、小分割した各送信ビームの走査領域の中心に向けるものとする。また、図 16 の ( b ) ~ ( e ) に示すように、エレベーション方向の 4 本の送信ビームを 1 セットとして、2.5  $\mu$ s 間隔の 4 回の送信に分けた場合を考える。すなわち、時刻  $t = 0$  において図 16 の ( b ) の左端のエレベーション方向の 4 本の送信ビームを 1 セットとして送信した後、2.5  $\mu$ s 間隔でアジマス方向を変えながら 4 回に分けてエレベーション方向の 4 本の送信ビームを 1 セットとして送信する。

#### 【0040】

図 2 に示した 42 素子  $\times$  42 素子からなる 2 次元トランスデューサアレイの各素子 ( 超音波トランスデューサ ) の位置を図 14 に示したような座標 (  $x, y$  ) で表す。このとき、座標 ( 20, 1 )、座標 ( 14, 22 )、座標 ( 15, 16 ) 及び座標 ( 21, 21 ) にそれぞれ位置する 4 つの素子の駆動波形の送信タイミングを図 17 の ( a ) ~ ( d ) の左側に示す送信タイミングから右側に示す送信タイミングにそれぞれずらすことにより、各素子の駆動波形の最大振幅を小さくする。なお、図 17 の ( a ) ~ ( d ) の横軸はクロック数を示しており、横軸の数字に 100 ns を掛けることにより、実際の時間が求まる。また、図 17 の ( a ) ~ ( d ) の縦軸は各素子の駆動波形の相対振幅を示しており、1 方向のみに送信する場合の振幅を 1 としている。さらに、図 17 の ( a ) ~ ( d ) の破線は振幅 4 を示す線である。

10

#### 【0041】

再び図 1 を参照すると、駆動波形合成部 32 は、各々の超音波トランスデューサ 11 について、超音波用探触子 1 から複数の異なる方向に超音波ビームを個別に送信させるために用いられる複数の駆動波形を重ね合わせることにより、合成駆動波形に関する情報を生成する。さらに、駆動波形合成部 32 は、その結果得られる駆動波形の振幅が所定の値を超えた場合に、その振幅を所定の値に置き換えることにより、合成駆動波形に関する情報を生成するようにしても良い。

20

#### 【0042】

また、複数の送信回路 21 においては、それぞれの超音波トランスデューサに供給される駆動信号の最大電圧に対応して、複数種類の最大出力電圧が設定されている。これにより、これらの送信回路 21 における消費電力が削減される。ところで、各送信回路 21 の最大出力電圧は、その送信回路 21 に供給される電源電圧によって決定される。従って、複数種類の電源電圧が必要となるが、これらの電源電圧は、複数の電源の足し合わせによって作り出すことができる。

30

#### 【0043】

例えば、各送信回路 21 に対する最大供給電圧を、複数組の異なる送信方向について複数の駆動波形を重ね合わせることによって得られる合成駆動波形に対応する駆動信号の最大値を出力するための必要最小限の電圧に設定すれば、その値が複数の送信回路 21 について複数種類存在することになり、最大供給電圧が小さい値に設定された送信回路 21 における消費電力が削減される。

#### 【産業上の利用可能性】

40

#### 【0044】

本発明は、超音波を送受信して生体内の臓器等を観察するために用いられる超音波送受信装置において利用することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0045】

【図 1】本発明の一実施形態に係る超音波送受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の超音波送受信装置において用いられる送受信の 2 次元トランスデューサアレイを例として示す図である。

【図 3】2 次元トランスデューサアレイから走査範囲内のある点に超音波ビームが送信される様子を表す模式図である。

50

【図4】2次元トランスデューサアレイから送信されるマルチビームを模式的に示す図である。

【図5】複数の超音波トランスデューサに印加される駆動波形と、それによって発生する超音波ビームとの関係を示す図である。

【図6】(a)は、基準となる超音波ビームを方向(0°, 0°)に送信する場合における走査領域及び焦点の位置を示す図であり、(b)~(d)は、基準となる超音波ビームを方向(0°, 0°)に送信する場合における駆動信号の波形を示す図である。

【図7】(a)は、基準となる超音波ビームを方向(0°, 14°)に送信する場合における走査領域及び焦点の位置を示す図であり、(b)~(d)は、基準となる超音波ビームを方向(0°, 14°)に送信する場合における駆動信号の波形を示す図である。

10

【図8】(a)は、基準となる超音波ビームを方向(14°, 0°)に送信する場合における走査領域及び焦点の位置を示す図であり、(b)~(d)は、基準となる超音波ビームを方向(14°, 0°)に送信する場合における駆動信号の波形を示す図である。

【図9】(a)は、基準となる超音波ビームを方向(7°, 7°)に送信する場合における走査領域及び焦点の位置を示す図であり、(b)~(d)は、基準となる超音波ビームを方向(7°, 7°)に送信する場合における駆動信号の波形を示す図である。

【図10】16本の超音波ビームを送信するために各超音波トランスデューサに印加される駆動信号の最大振幅を示すヒストグラムである。

【図11】16本の超音波ビームを送信するために各超音波トランスデューサに印加される駆動信号の最大振幅を示す表である。

20

【図12】マルチビーム送信における消費電力低減の例を説明するための図である。

【図13】(a)は、各素子(超音波トランスデューサ)の駆動波形の最大振幅の頻度を求めた結果の一例を示す図であり、(b)は、(a)に示した5以上の最大振幅を4に置き換えたときの各素子の駆動波形の最大振幅の頻度を示す図である。

【図14】図2に示した42素子×42素子からなる2次元トランスデューサアレイの各素子の位置を座標(x, y)で表すことを説明するための図である。

【図15】各素子の駆動波形の最大振幅を所定の最大振幅に置き換えたときの駆動波形の一例を示す図である。

【図16】エレベーション方向の4本の送信ビームを1セットとして2.5μs間隔で送信するときの送信方法を説明するための図である。

30

【図17】送信タイミングをずらしたときの各素子の駆動波形の一例を示す図である。

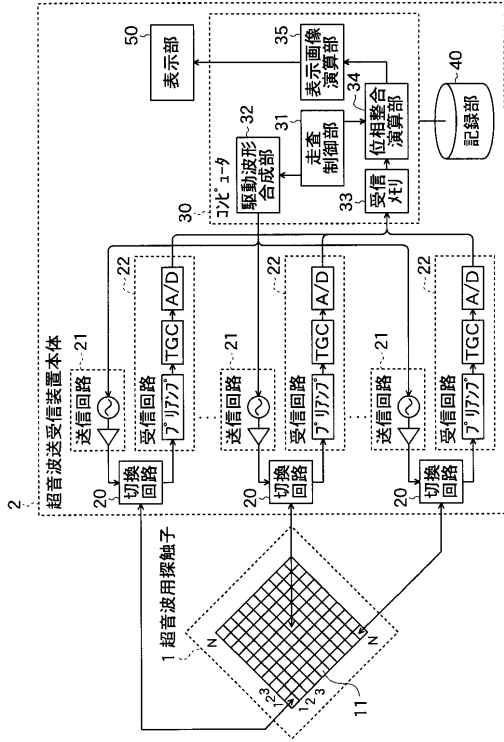
【符号の説明】

【0046】

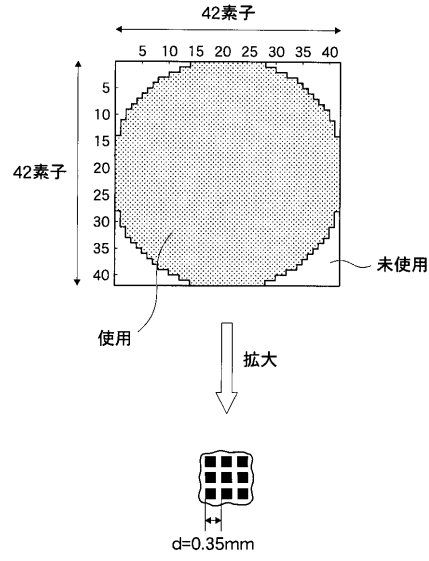
- 1 超音波用探触子
- 2 超音波送受信装置本体
  - 11 超音波トランスデューサ
  - 20 切換回路
  - 21 送信回路
  - 22 受信回路
- 30 コンピュータ
  - 31 走査制御部
  - 32 駆動波形合成部
  - 33 受信メモリ
  - 34 位相整合演算部
  - 35 表示画像演算部
- 40 記録部
- 50 表示部

40

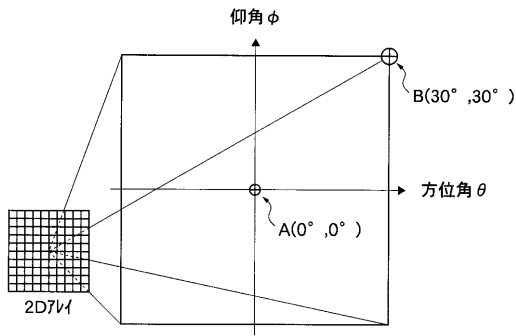
【 図 1 】



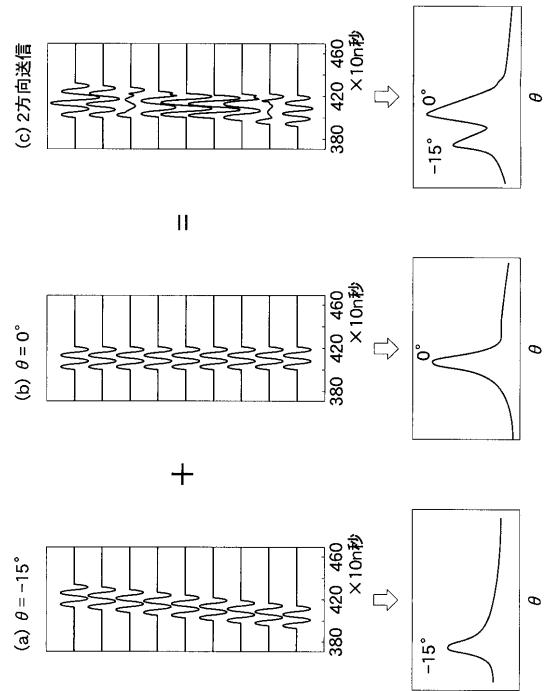
【 図 2 】



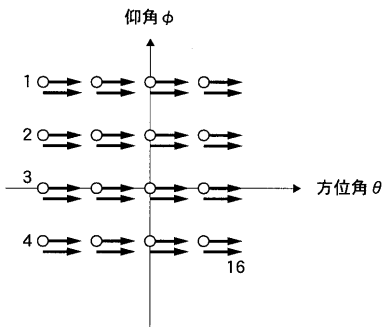
【 図 3 】



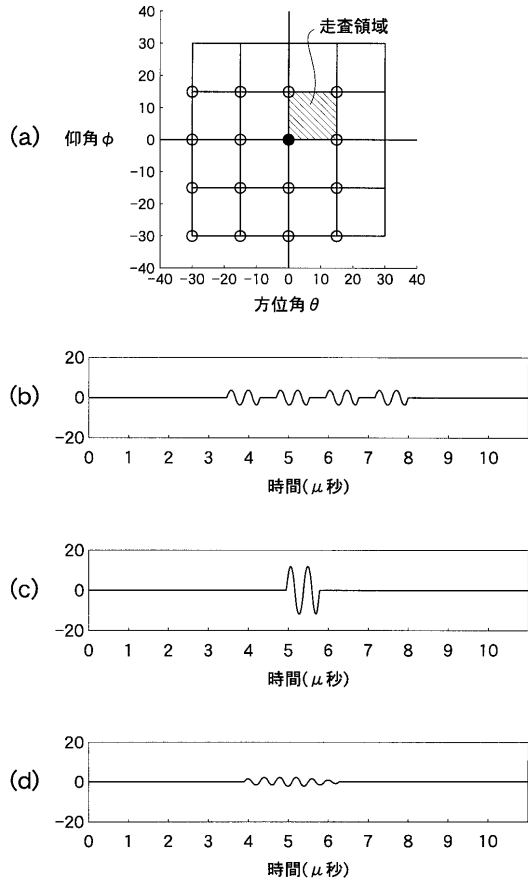
【 図 5 】



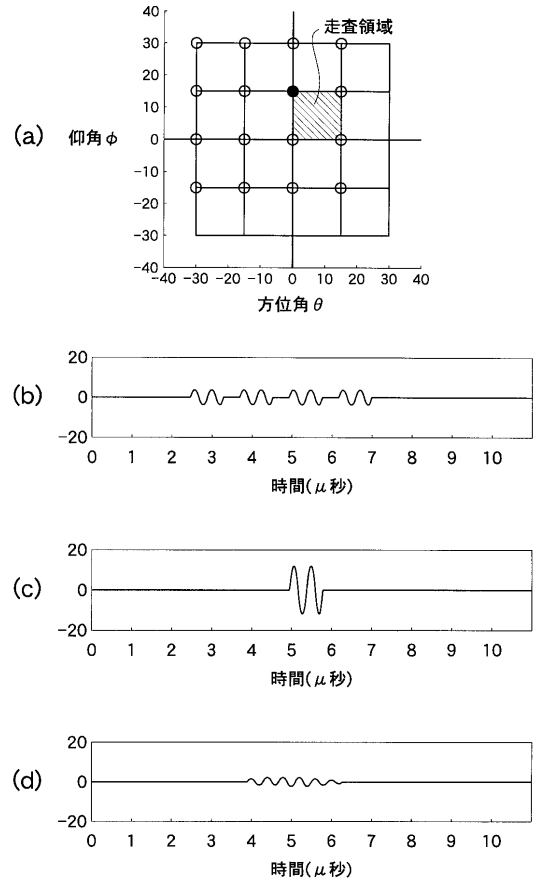
【 図 4 】



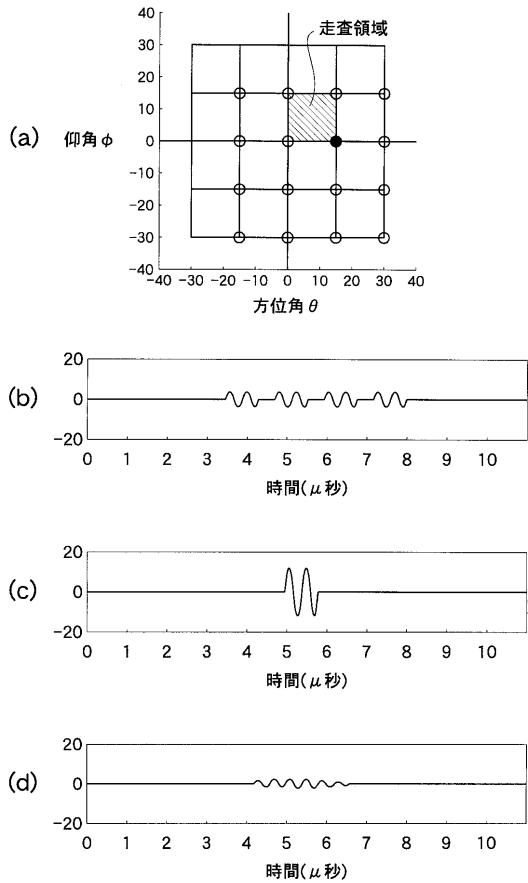
【 図 6 】



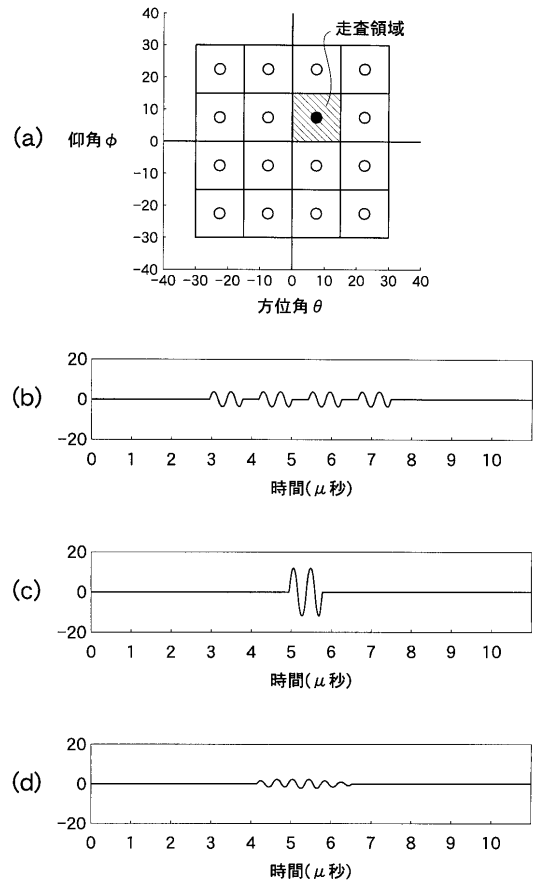
【 図 7 】



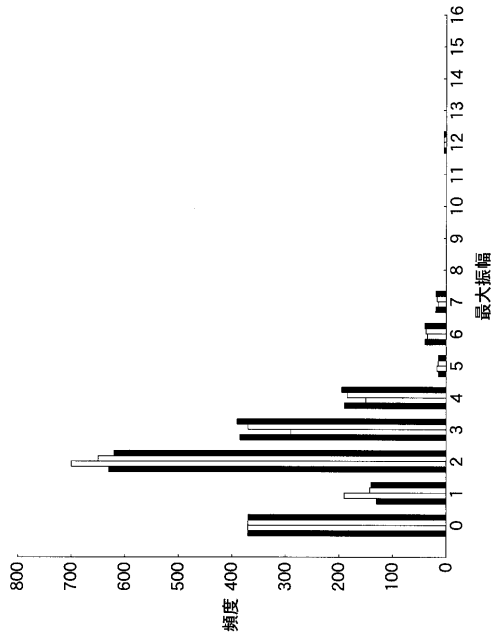
【 図 8 】



【 図 9 】



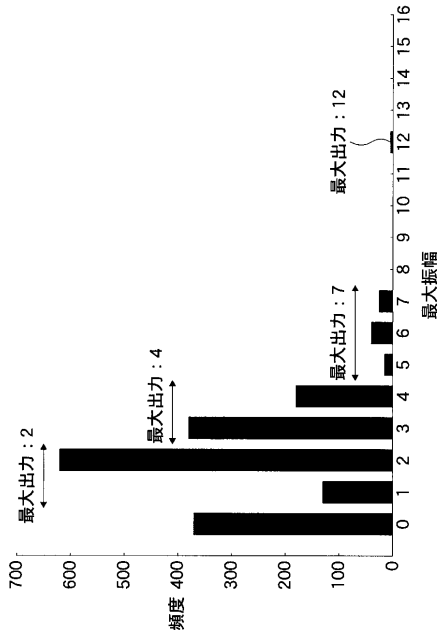
【 図 1 0 】



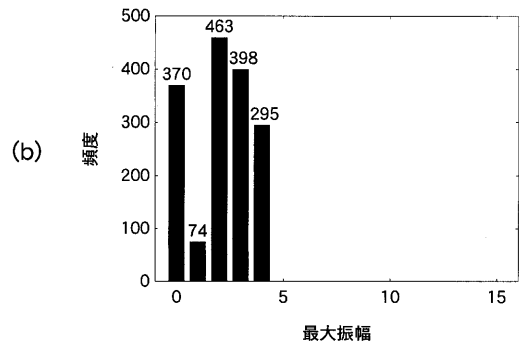
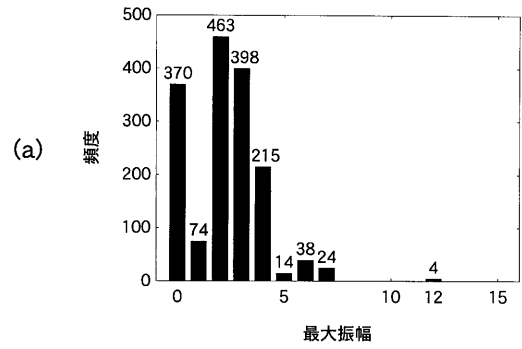
【 図 1 1 】

最大振幅	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
方向(0°, 0°)	368	128	627	378	191	16	33	19	0	0	0	0	4	0	0	0	0
方向(0°, 14°)	368	189	703	285	151	17	31	16	0	0	0	4	0	0	0	0	0
方向(14°, 0°)	368	135	646	359	184	16	35	17	0	0	0	4	0	0	0	0	0
方向(7°, 7°)	368	131	620	380	193	16	33	19	0	0	0	4	0	0	0	0	0

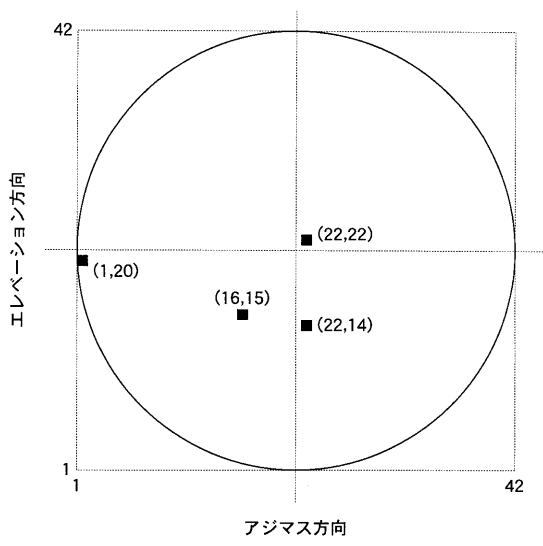
【 図 1 2 】



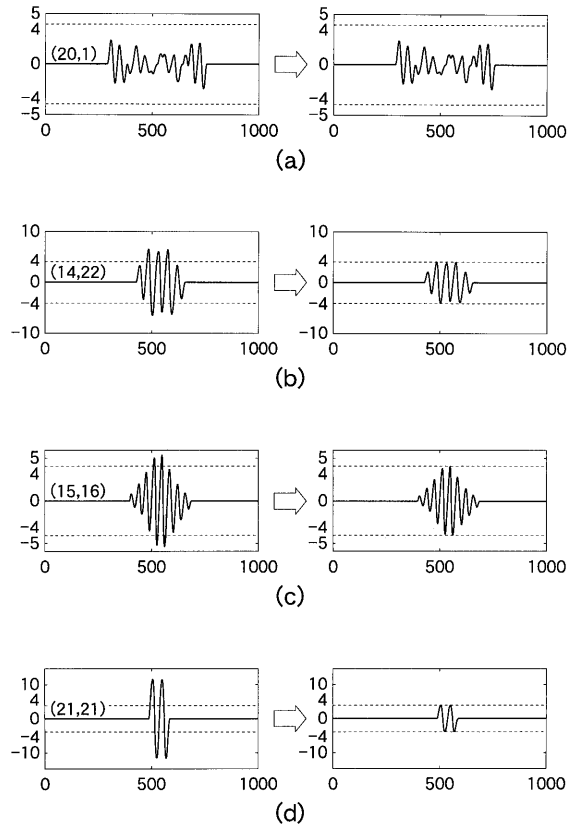
【 図 1 3 】



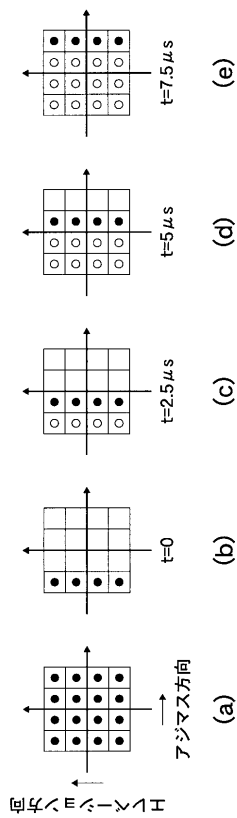
【 図 1 4 】



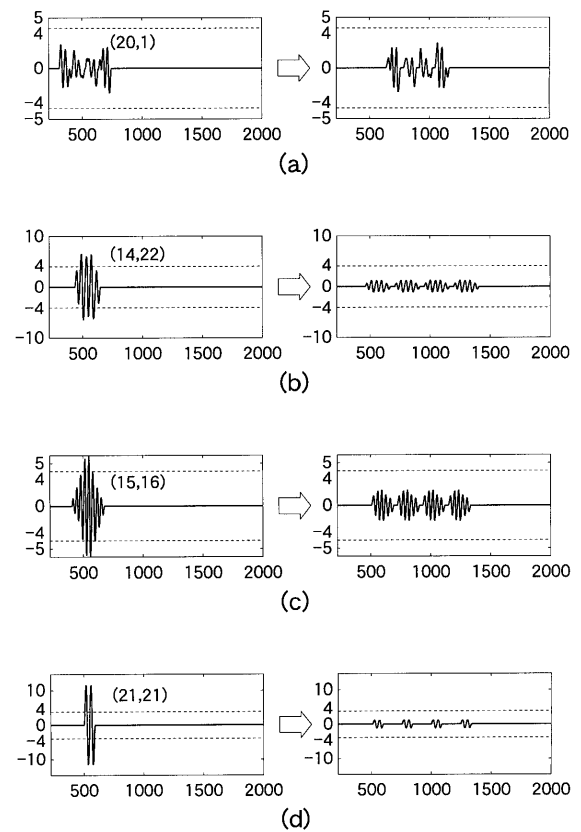
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



专利名称(译)	超声波送受信装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005152608A</a>	公开(公告)日	2005-06-16
申请号	JP2004302457	申请日	2004-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE15 4C601/EE30 4C601/HH05 4C601/HH27 4C601/HH28		
代理人(译)	宇都宫正明		
优先权	2003376388 2003-11-06 JP		
其他公开文献	JP4468136B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：抑制由于执行多束发射的超声发射器/接收器设备中发射束数增加而引起的超声换能器的耐压增加和功耗增加。 解决方案：为每个超声换能器提供此超声发送/接收设备，以同时从多个超声探头沿多个不同方向传输一个超声探头1和多个超声束。 驱动波形合成装置32，用于生成关于通过合成多个驱动波形而获得的合成驱动波形的信息；以及多个发送电路，用于根据由驱动波形合成装置生成的信息来生成多个驱动信号。 从多个传输电路21中输出，其中确定了与提供给每个超声换能器的驱动信号的最大电压相对应的多种类型的最大输出电压，以及接收超声回波的多个超声换能器。 以及多个接收电路22，分别用于处理多个检测信号。 [选型图]图1

