

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波撮像装置であって、
駆動信号に従って動作する少なくとも 1 つの超音波トランスデューサによって超音波を被
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する超音波用探触子と
、
所定の符号系列に従って符号系列データを発生する符号発生手段と、
前記符号発生手段において発生された符号系列データを用いてキャリア信号を位相変調す
ることにより駆動信号を発生する送信側信号処理手段と、
超音波エコーの受信によって得られる検出信号の自己相関を取るることにより検出信号に含
まれているパルスを圧縮し、圧縮されたパルスに基づいて被検体に関する画像情報を得る
受信側信号処理手段と、
を具備する超音波撮像装置。 10

【請求項 2】

前記超音波用探触子が、超音波を送信する複数の超音波トランスデューサが直線状に配置
されている 1 次元アレイ、又は、超音波を送信する複数の超音波トランスデューサが 2 次
元マトリックス状に配置される 2 次元アレイを含み、
前記送信側信号処理手段が、超音波を送信する前記複数の超音波トランスデューサの内の
順次選択された 1 つに駆動信号を供給する、請求項 1 記載の超音波撮像装置。 20

【請求項 3】

前記符号発生手段が、バーカ符号系列に従って符号系列データを発生する、請求項 1 又は
2 記載の超音波撮像装置。

【請求項 4】

駆動信号に従って動作する少なくとも 1 つの超音波トランスデューサによって超音波を被
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する超音波用探触子を
用いて、被検体を撮像する超音波撮像方法であって、
所定の符号系列に従って符号系列データを発生するステップ (a) と、
ステップ (a) において発生された符号系列データを用いてキャリア信号を位相変調する
ことにより駆動信号を発生するステップ (b) と、
超音波エコーの受信によって得られる検出信号の自己相関を取るることにより検出信号に含
まれているパルスを圧縮し、圧縮されたパルスに基づいて被検体に関する画像情報を得る
ステップ (c) と、
を具備する超音波撮像方法。 30

【請求項 5】

前記超音波用探触子が、超音波を送信する複数の超音波トランスデューサが直線状に配置
されている 1 次元アレイ、又は、超音波を送信する複数の超音波トランスデューサが 2 次
元マトリックス状に配置される 2 次元アレイを含み、
ステップ (b) が、超音波を送信する前記複数の超音波トランスデューサの内の順次選択
された 1 つに駆動信号を供給することを含む、請求項 4 記載の超音波撮像方法。

【発明の詳細な説明】 40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波を送受信することにより生体内臓器の診断や非破壊検査を行うために用
いられる超音波撮像装置及び超音波撮像方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

超音波診断装置や工業用の探傷装置等の超音波撮像装置においては、通常、超音波の送受
信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子が用いられる。このよ
うな超音波撮像装置においては、複数の超音波の合波による超音波ビームによって被検体
を走査することにより被検体に関する画像情報がサンプリングされ、その画像情報に基づ 50

いて、被検体に含まれる 2 次元又は 3 次元の領域における画像が再現される。

【0003】

例えば、目標方向に対して横並びに線状に配置した複数の指向性送波子によって構成する 1 次元アレイと、これと同様に複数の受波子から構成される 1 次元アレイとを直交させたクロスアレイが使われていた。これら送波子は、1 個ずつ、または数個ずつのグループごとに、位相をずらした送信信号を被検体に向けて目標点（焦点又は音波散乱点）に収斂するように送波し、焦点で反射された位相の異なるそれぞれの受信信号を受波子が受信することによって、画像情報を得ることができる。

【0004】

しかしながら、送波子から送信信号が送信された時刻及び受波子が受信信号を受信する時間に基づいて、焦点の方位、距離及び反射強度は求められるが、これらの計算を行うために使用される電子回路が複雑であるという問題があった。また、受波子が受信信号を受信するまでの間に次の送信を行うことができず、さらに、1 焦点ずつの画像情報を得るため、1 画像、特に 3 次元の画像を得るためには多くの時間を要する必要があるという問題があった。

【0005】

そこで、下記の特許文献 1 には、2 次元的に配置した複数の無指向性の送波子から送信するパルス状の超音波信号をウォルシュ関数等の直交関数から成る変調波によって位相変調し、複数の受信信号と送波信号との相関を求める超音波映像装置が開示されている。この超音波映像装置によれば、各受信信号を送信した送波子を識別することができるため、指向性の送波子によって目標空間内を走査する必要がなく、該空間内に同時に信号を送波することができる、1 画像を得る時間を大幅に短縮することができる。

【0006】

また、下記の特許文献 2 には、アダマール・マトリクス等の直交した符号化マトリクスの逆マトリクスを用いることにより、ディジタル信号を復号して復号データ組を形成し、該復号データ組からビーム形成されたデータ組を形成し、データ組の関数に基づいて画像を得る超音波イメージング・システムが開示されている。

【0007】

しかしながら、2 次元的に配置される複数の送波子及び受波子から構成される送受波アレイの正面から外れる超音波散乱点について観察される干渉波は、複数の送波子において同時に送信された送信信号が互いに異なる経路で伝播するために、生体のような周波数依存減衰を有する媒質では、受波子が受信する各受信信号の合波の直交性が崩れ、疑像が現れ易くなり、正しい画像情報を得ることが困難になるという問題があった。

【0008】

そこで、下記の特許文献 3 には、特許文献 1 と同様に超音波映像装置の送波方法を構成し、各送波子から得られる直交性が失われた受波信号を受波子で複数回受信し、複数回受信した受信信号を合波して超音波散乱点の分布を演算することにより、疑像の発生を防止し、超音波散乱点の存在確率分布を鋭くして鮮明な画像を得ることのできる超音波映像装置が開示されている。

【0009】

一例として、図 14 に、複数の送波子を円状に配置する送波子アレイ及び送波子アレイから送信される正弦波パルスを変調するためのウォルシュ符号を示す。図 14 に示すように、円状に配置された送波子 $V(0) \sim V(7)$ は、ウォルシュ関数から成る変調波によって位相変調されたパルス状の超音波信号を送信する。ここで、各送波子が発信する超音波信号の位相変調パターンは、1 送波子ずつ時計回りに移動している。

【0010】

ウォルシュ関数による変調は、次式に示すような「+1」と「-1」で構成される S 型アダマール行列の行を正弦波と同期したクロック信号により読み出し、これを正弦波に乗算して行われる。

【数 1】

10

20

30

40

50

$$H_0 = 1, H_N = \begin{pmatrix} H_{N-1} & H_{N-1} \\ H_{N-1} & -H_{N-1} \end{pmatrix} \cdots (1)$$

このアダマール行列における J 行 K 列の要素（以下においては、ウォルシュ符号ともいう）を W (J, K) とする。

【0011】

クロック信号の周期 ΔT は、正弦波の周期 $1/f_0$ の整数倍と等しくする。アダマール行列のサイズを $N \times N$ とし、上記のアダマール行列における列の番号を 1、2、 $\dots$ 、N とすると、第 I 番目 ($I = 0, 1, \dots, 7$) の送波子 $V(I)$ から M 回目 ($M = 1, 2, \dots, 8$) に放射される音響波形 $U_{I,M}(t)$ は、次式で表される。 10

【数2】

$$U_{I,M}(t) = \sum_{K=0}^{N-1} W(I+M,K) \cdot f(t-k\Delta t) \cdots (2)$$

ここで、 $f(t)$ は、周波数 f_0 の正弦波パルスであり、次式で表される。

【数3】

$$f(t) = \begin{cases} \exp(j2\pi f_0 t) & (0 \leq t \leq \Delta t) \\ 0 & (t > \Delta t) \end{cases} \cdots (3)$$

20

【0012】

このように、各送波子から送信する正弦波パルスを変調するウォルシュ関数のパターンを送信の度に移動させることにより、複数の送波子において同時に送信された送信信号が互いに異なる経路で伝播するために直交性が崩れて疑像が現れ易くなることを防ぐための経路差の補償を行っている。

【0013】

しかしながら、複数の送波子において同時に送信信号を送信しているため、受信信号が位相整合された場合に、信号に寄与しない成分が送波子数分増加し、ノイズフロアが上昇し、コントラストの低下を引き起こすといった問題がある。また、各受波子の受信する超音波エコーのダイナミックレンジは、複数の送波子から同時に送信信号を送信しているために送波子数倍になり、受信系フロントエンド（プリアンプ等のアナログ回路及び A/D コンバータ）に求められる仕様が厳しくなるという問題がある。 30

【0014】

一方、無指向性の微小素子から広帯域パルス（短パルス）の球面波を送信し、開口内の全素子で受信し、受信フォーカスによって撮像する方法も考えられる。しかしながら、この方法によれば、球面波を送信するために送信エネルギーが空間に拡散するので、受信に必要なエコー強度が得られないこともあって、医療用超音波画像診断装置としては実用化されていない。 40

【0015】

【特許文献1】

特開平2-114189号公報（第3-6頁、第2図）

【特許文献2】

特開平11-155867号公報（第4-6頁、第2図）

【特許文献3】

特許第2676014号公報（第5-7頁、第7図）

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

50

そこで、上記の点に鑑み、本発明の目的は、1つの超音波トランスデューサから超音波を送信しても超音波エコーの受信時に十分な信号強度を得ることができ、ノイズフロアを低く抑えて高コントラストの画像情報を得ることが可能な超音波撮像装置及び超音波撮像方法を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、本発明に係る超音波撮像装置は、駆動信号に従って動作する少なくとも1つの超音波トランスデューサによって超音波を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する超音波用探触子と、所定の符号系列に従って符号系列データを発生する符号発生手段と、符号発生手段において発生された符号系列データを用いてキャリア信号を位相変調することにより駆動信号を発生する送信側信号処理手段と、超音波エコーの受信によって得られる検出信号の自己相関を取ることに検出信号に含まれているパルス圧縮し、圧縮されたパルスに基づいて被検体に関する画像情報を得る受信側信号処理手段とを具備する。

10

【0018】

また、本発明に係る超音波撮像方法は、駆動信号に従って動作する少なくとも1つの超音波トランスデューサによって超音波を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する超音波用探触子を用いて、被検体を撮像する超音波撮像方法であって、所定の符号系列に従って符号系列データを発生するステップ(a)と、ステップ(a)において発生された符号系列データを用いてキャリア信号を位相変調することにより駆動信号を発生するステップ(b)と、超音波エコーの受信によって得られる検出信号の自己相関を取ることに検出信号に含まれているパルス圧縮し、圧縮されたパルスに基づいて被検体に関する画像情報を得るステップ(c)とを具備する。

20

【0019】

上記のように構成した本発明によれば、所定の符号系列に従って発生された符号系列データを用いてキャリア信号を位相変調することにより超音波を送信し、超音波エコーの受信によって得られる検出信号の自己相関を取ることに検出信号に含まれているパルスを圧縮するので、1つの超音波トランスデューサから超音波を送信しても超音波エコーの受信時に十分な信号強度を得ることができ、ノイズフロアを低く抑えて高コントラストの画像情報を得ることが可能となる。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。尚、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、本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置の主要構成を示すブロック図である。この超音波撮像装置は、例えば、人体等の診断用の超音波診断装置として、又は、工業用の探傷装置として用いられる。

図1に示すように、この超音波撮像装置は、被検体に当接させて用いられる超音波探触子(プローブ)11を含んでいる。超音波探触子11は、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを有している。

40

【0021】

図2は、図1に示す超音波探触子の正面図である。図2に示すように、この超音波探触子11は、無指向性の送信素子である超音波トランスデューサ $V(i)$ ($i=1\sim 8$)を使用している。超音波トランスデューサ $V(1)\sim V(8)$ は、円周上に等間隔に配置されている。一方、無指向性の受信素子である超音波トランスデューサは、超音波トランスデューサ $V(1)\sim V(8)$ によって囲まれる円内において、グレーティングローブが発生しないための条件を満たすピッチで配置され、2次元アレイを構成している。受信素子は、密に2次元アレイ上の全ての点に配置されるのが望ましいが、一部にしか配置されていない疎な(スペース)アレイとしても良い。

【0022】

50

図 2 に示した超音波探触子においては、円状に配置された送信素子内に、複数の円状に受信素子を配置しているが、図 3 に示すように、格子状に配列された受信アレイの外接円上に送信素子を配置しても良い。この場合に、送信素子は、2 次元アレイの中心に対して等角度間隔に配置する。また、図 4 に示すように、格子状に配置された 2 次元アレイの中央を中心とした円上の素子を送信素子の候補として、その他の素子を受信素子としても良い。この場合に、円は最大半径の大接円でなくても良いが、大きい方が望ましい。さらに、図 5 に示すように、2 次元アレイの外周に内接する円上に等角度間隔で配置された素子を送信素子として用い、円内の素子を受信素子として用いても良い。この場合に、送受信兼用の素子が生じてても良い。なお、これら超音波トランスデューサは、被写体方向を示す Z 軸方向と垂直な X-Y 平面上に配置されている。

10

【0023】

ここで、送信素子数を N_T 、受信素子数を N_R とし、次式のような関係を用いる。

【数 4】

$$\frac{1}{\sqrt{N_T}} \times \frac{1}{\sqrt{N_R}} \leq \frac{1}{\sqrt{N}} \cdots (4)$$

現在のリニア型の超音波探触子と同程度のコントラスト分解能を持つ画像を撮像するためには、少なくとも $N > 16$ である必要があり、出来れば $N > 48$ 、望ましくは $N > 100$ が良い。

20

【0024】

超音波トランスデューサとしては、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）や PVDf（フッ化ビニリデン樹脂）を材料とする圧電素子を用いることができる。本発明は、超音波トランスデューサから送信される超音波に、時間領域における自己相関係数が高くてサイドローブの低い符号系列を乗せることにより実現されるが、本実施形態においては、バーカ符号（Baker Code）に基づいてパルス正弦波を位相変調した超音波を送信する。バーカ符号に基づく正弦波の位相変調については、後で詳しく説明する。

【0025】

再び図 1 を参照すると、システム制御部 14 の制御の下で、バーカ符号発生部 13 は、バーカ符号による変調を行うためのバーカ符号データを発生し、この制御データをトランスデューサ駆動回路 12 に供給する。トランスデューサ駆動回路 12 は、パルス状の駆動信号を発生するパルス発生回路（パルサ回路）12b と、パルサ回路 12b におけるパルスの発生又は出力を制御するための制御信号を出力する出力制御回路 12c と、システム制御部 14 の制御の下で、パルサ回路 12b から発生する駆動信号を複数の超音波トランスデューサ V(1)～V(8) のいずれかに供給するためのマルチプレクサ 12a とを含んでいる。トランスデューサ駆動回路 12 は、供給されるバーカ符号データに基づいて駆動信号を生成し、この駆動信号を複数の超音波トランスデューサ V(1)～V(8) のいずれかに供給する。駆動信号が供給された超音波トランスデューサ V(i) は、供給された駆動信号に従って超音波を送信する。ここで、送信後、可視化したい最大深度から超音波が得られる時間までは、次の送信は行わない。

30

40

【0026】

一方、超音波の受信時において、複数の超音波トランスデューサから出力された複数の検出信号は、それぞれに対応する複数の前置増幅器 15 及び TGC（Time Gain Compensation：タイムゲインコンペンセーション）増幅器 16 においてアナログ処理を施される。このアナログ処理により、これらの検出信号のレベルが、A/D 変換器 17 の入力信号レベルに整合される。複数の TGC 増幅器 16 から出力されたアナログ信号は、複数の A/D 変換器 17 によってそれぞれデジタル信号（検出データ）に変換される。ここで、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

50

い。また、A/D変換器の垂直分解能としては、10ビット以上が望ましく、8ビットのA/D変換器を用いた場合には適正なゲイン補正を行うことが望ましい。

【0027】

複数のA/D変換器17から出力された検出データは、メモリ（トランジェントメモリ）24に一旦記憶された後、自己相関部30においてバーカ符号を用いた自己相関処理が施され、データ処理部25において検出波形の検波や所定の信号処理が施された後、DSC（Digital Scan Converter：デジタルスキャンコンバータ）26において走査フォーマットの変換を行うことにより画像データに変換される。尚、3次元画像の表示を行う場合には、メモリ24とDSC26との間に3次元画像構成部27を組み込んでも良い。3次元画像構成部27は、メモリ24に蓄積された複数枚の断層データから、ある体積についてのデータであるボクセルデータ（voxel data）を生成する。DSC26によって走査フォーマットが変換された画像データは、D/A変換器28においてアナログ信号に変換され、画像表示部29に表示される。

10

【0028】

次に、バーカ符号に基づく正弦波の位相変調及び自己相関について、図6及び図7を参照しながら詳しく説明する。

バーカ符号とは、「+1」と「-1」で構成され、次式を満たす符号系列である。

【数5】

$$\phi(K) = \sum_{L=1}^{N-K} x_L \cdot x_{L+K} = \begin{cases} N & (K=0) \\ 0, \pm 1 & (K=1, 2, \dots, N-1) \\ 0 & (K \geq N) \end{cases} \dots (5)$$

20

図6に、バーカ符号を用いた位相変調の例を示す。バーカ符号による位相変調は、「+1」と「-1」で構成される符号系列を正弦波に同期したクロック信号により読み出し、これを正弦波に乗算して行われる。符号系列の一例として、図6(a)に、特殊な性質をもつ11個の「+」及び「-」で構成される符号系列を示す。この符号系列を構成する各符号をB(J)とする。

【0029】

クロック信号の周期ΔTは、キャリア信号の周期1/f₀の整数倍と等しくする。図6(a)において左から順に各符号をB(0)～B(10)とすると、その音響波形U(t)は、次式で表される。

30

【数6】

$$U(t) = \sum_{J=0}^{10} B(J) \cdot f(t - J\Delta t) \dots (6)$$

ここで、f(t)は、周波数f₀の正弦波の一部（幅11ΔT）であり、(3)式に示すものと同一である。図6(b)に、送信される音響波形U(t)を示す。ここで、正弦波をキャリア信号とする場合には、1つの符号に対して、キャリア信号の周期の整数倍（例えば2周期程度）が位相変調される。ここで、1つの符号系列によって位相変調された超音波をM回目（M=1、2、・・・、8）に送信する際には、M番目の超音波トランスデューサV(M)が使用される。

40

【0030】

超音波の受信時においては、複数の超音波トランスデューサから出力された検出信号をデータ処理部25において位相同期検波することにより、図6(c)に示すように、正弦波を位相変調する際に用いた符号系列を復調する。

【0031】

次に、復調された符号系列に含まれているパルスをデータ処理部25内の自己相関部30

50

に入力する。図 7 に、自己相関部 30 の構成を示す。図 7 に示すように、自己相関部 30 は、入力パルスを遅延させるパルス遅延部 31 と、パルス遅延部 31 から出力されたパルスの位相を 180° 偏移するパルス偏移部 32 と、パルス遅延部 31 及びパルス偏移部 32 から出力されるパルスを合成するパルス合成部 33 とを含んでいる。自己相関部 30 は、入力パルスを $0 \sim 10 \Delta t$ だけ遅延し、遅延されたパルスに位相変位を与えて合成することにより、合成パルスを出力する。

【0032】

図 8 に、自己相関部 30 における各部のパルスの状態を示す。図 8 に示すように、入力パルスは、パルス遅延部 31 において遅延され、さらに、所定のものについては、パルス偏移部 32 において位相が 180° (π) だけ偏移される。このようにして、パルス合成部 33 には、パルス $P_0 \sim P_{10}$ が入力される。パルス合成部 33 は、入力されたパルス $P_0 \sim P_{10}$ を加算して合成パルス P を生成する。

10

【0033】

次に、図 9 に、パルス合成部において合成された合成パルスの波形を示す。図 9 に示すように、パルス合成部 33 において合成されたパルスは、パルス遅延部 31 における遅延及びパルス偏移部 32 における位相偏移の結果、クロック信号の 1 周期 ΔT において強いピークを有する圧縮パルスとなる。強いピークを有する圧縮パルスが得られるので、SN 比を向上させることができる。このように強いピークを有する圧縮パルスが得られるのは、時間領域における自己相関係数が高くてサイドローブの低いバーカ符号のような符号系列を用いたことによるものである。

20

【0034】

このように、本実施形態においては、1 つの超音波トランスデューサ $V(i)$ が超音波を送信しても、そのエコーを受信することにより強いピークを有する圧縮パルスが得られるので、超音波トランスデューサ $V(i)$ が超音波を送信した時間と、受信した超音波から得られた合成パルスに強いピークが現れた時間とに基づいて、被検体における超音波の反射位置を解析することができ、ピークの大きさによりエコーの強度を求めることができる。

【0035】

次に、本実施形態に係る超音波撮像装置の動作について、図 1 及び図 10 を参照しながら説明する。図 10 は、本実施形態に係る超音波撮像方法を示すフローチャートである。まず、ステップ S1 において、超音波トランスデューサからの送信回数を表す変数 M を 1 とする。ステップ S2 において、バーカ符号発生部 13 が、超音波トランスデューサから出力する超音波の位相変調に用いられるバーカ符号データを出力する。ステップ S3 において、出力制御回路 12c は、バーカ符号データに基づいて、パルサ回路 12b を制御する制御信号を出力する。ステップ S4 において、パルサ回路 12b は、制御信号に基づいて、バーカ符号データに基づいて位相変調された超音波を超音波トランスデューサから送信するための駆動信号を出力する。ステップ S5 において、マルチプレクサ 12a は、 M 回目の超音波の送信に用いる超音波トランスデューサを選択し、駆動信号を供給する。ステップ S6 において、駆動信号が供給された超音波トランスデューサが、超音波を送信する。

30

40

【0036】

次に、ステップ S7 において、超音波トランスデューサから送信され、被検体において散乱された超音波を、複数の超音波トランスデューサにおいて受信する。ステップ S8 において、増幅器 15、TGC 16 及び A/D 変換器 17 で所定の処理をされた検出信号が、検出データとしてメモリ 24 に保存される。

【0037】

次に、ステップ S9 において、送信回数が 8 回 ($M=8$) になったか否かを判別する。送信回数が 8 回未満 ($M<8$) の場合には、ステップ S10 において、送信回数を 1 だけ増加させ ($M=M+1$)、ステップ S2～S9 を繰り返す。送信回数が 8 回の場合には、ステップ S11 に移行する。

50

【0038】

ここで、運動や薬物により心拍数を120回／分程度に上昇させたと仮定し、動いている心臓を撮像する場合を考える。120回／分（1周期0.5秒）の繰り返し周期で動いている心臓の静止画像を鮮明に撮影するためには、その1／100程度のサンプリング期間が必要であるため、1画面の撮像時間を5m秒以内にする必要がある。また、体内における超音波の伝播速度は約1500m／秒であり、20cmの深さまで撮像するには、20cmの深さを超音波が往復するために、1回の送受信当たり約250μ秒の時間が必要である。したがって、1画面の撮像時間5m秒内に超音波を送受信できる回数は、次式で表される。

$$5 \text{ [m秒]} / 250 \text{ [μ秒/回]} = 20 \text{ [回]} \cdots (7)$$

10

本実施形態においては、複数の超音波トランスデューサを用いて各超音波トランスデューサごとに送信期間をずらして送信された複数の超音波エコーに基づいて1画面を得ているため、超音波の送信に用いられる超音波トランスデューサの数は、20個以下（ $M \leq 20$ ）であることが望ましい。

【0039】

次に、ステップS11において、自己相関部30が、メモリ24に記憶されている検出データの自己相関処理を行う。ここで、メモリ24に記憶されている検出データは、送信素子－反射体－受信素子の空間的な位置関係によって与えられる遅延量で補正された後に加算される。ステップS12において、データ処理部25は、検出データによって表される検出波形を検波し、検波信号の大きさに応じた輝度値を求める信号処理を施す。また、DSC26は、走査フォーマットの変換を行うことにより、走査空間の検出データを物理空間の画像データに変換する。さらに、D/A変換器28は、画像データをアナログ画像信号に変換する。ステップS13において、画像信号に基づいてディスプレイ等に超音波画像が表示される。

20

【0040】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

図11は、本発明の第2の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられる探触子の正面図である。図11に示すように、この超音波探触子11は、無指向性の送受信素子である複数の超音波トランスデューサをY軸方向に配置した1次元トランスデューサアレイを有している。その他の構成については、第1の実施形態と同様である。なお、これらの超音波トランスデューサは、グレーティングローブが発生しないための条件を満たすピッチで配置されている。また、本実施形態においては、Y軸方向に配置した1次元アレイを用いているが、被写体方向であるZ軸と垂直なX－Y平面内で1列に配置されていれば良い。

30

【0041】

図12は、本実施形態において、バーカ符号に基づいて位相変調された正弦波を送信する超音波トランスデューサを説明するための図である。図12において、黒く塗りつぶされた超音波トランスデューサが送信に用いられ、その他の超音波トランスデューサが受信に用いられる。なお、黒く塗りつぶされた超音波トランスデューサを受信に用いても良い。図12に示すように、毎回異なる超音波トランスデューサが超音波を送信しており、被写体によって反射された超音波を、受信用の超音波トランスデューサによって受信している。

40

【0042】

図13に、本実施形態において、超音波を送信する超音波トランスデューサを選択する方法を示す。図13(a)に示すように、 $(2N+1)$ 個の超音波トランスデューサの内の2つを使用して超音波を送信する場合には、最も離れた1ch及び $(2N+1)$ chの超音波トランスデューサを用いることが望ましい。一方、 $(2N+1)$ 個の超音波トランスデューサの内の3つを使用して超音波を送信する場合には、最も離れた1ch及び $(2N+1)$ chの超音波トランスデューサと、1次元アレイのほぼ中央に配置された $(N+1)$ chの超音波トランスデューサを用いることが望ましい。

50

【0043】

また、図13(b)に示すように、 $(2N+1)$ 個の超音波トランスデューサの内の5つを使用して超音波を送信する場合には、3回の送信の場合に用いられる隣り合う超音波トランスデューサのほぼ中央に配置された超音波トランスデューサを追加することが望ましい。同様に、送信に用いる複数の超音波トランスデューサは、互いに最も離れた場所に位置するように選択することが望ましい。

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、1つの超音波トランスデューサから超音波を送信しても超音波エコーの受信時に十分な信号強度を得ることができ、ノイズフロアを低く抑えて高コントラストの画像情報を得ることが可能となる。 10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置の主要構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す超音波探触子の正面図である。

【図3】格子状に配列された受信アレイの外接円上に送信素子を配置した超音波探触子の正面図である。

【図4】格子状に配置された2次元アレイの中央を中心とした円上に送信素子を配置した超音波探触子の正面図である。

【図5】2次元アレイの外周に内接する円上に送信素子を配置した超音波探触子の正面図である。 20

【図6】本発明の第1の実施形態におけるバーカ符号を用いた位相変調の例を示す図である。

【図7】図1に示す自己相関部の構成を示す図である。

【図8】図1に示す自己相関部における各部のパルスの状態を示す図である。

【図9】図1に示すパルス合成部において合成された合成パルスの波形を示す図である。

【図10】本実施形態に係る超音波撮像方法を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第2の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられる超音波探触子の正面図である。

【図12】本発明の第2の実施形態において、バーカ符号に基づいて位相変調された正弦波を送信する超音波トランスデューサを説明するための図である。 30

【図13】本発明の第2の実施形態において、超音波を送信する超音波トランスデューサを選択する方法を示す図である。

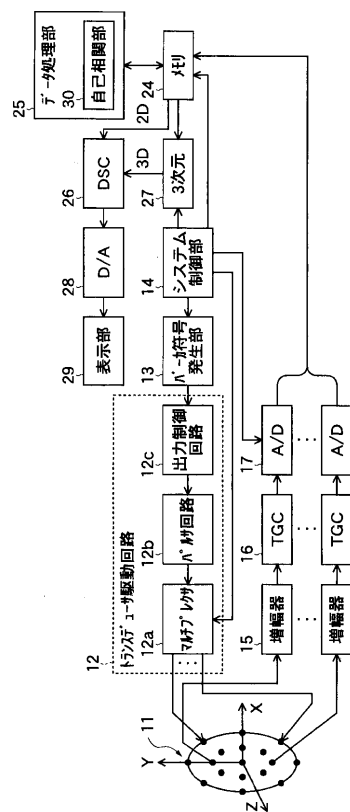
【図14】複数の送波子を円状に配置された送波子アレイと送波子アレイから送信される正弦波パルスの変調に用いられるウォルシュ関数との対応を示す図である。

【符号の説明】

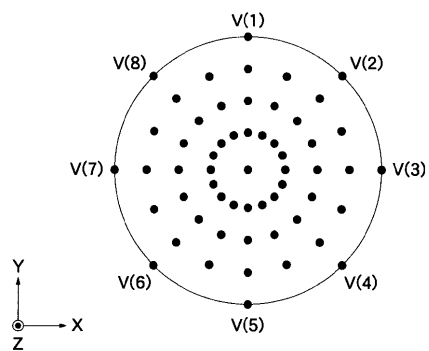
- 11 超音波探触子
- 12 トランスデューサ駆動回路
- 12a マルチプレクサ
- 12b パルス発生回路（パルサ回路）
- 12c 出力制御回路
- 13 バーカ符号発生部
- 14 システム制御部
- 15 増幅器
- 16 TGC増幅器
- 17 A/D変換器
- 24 メモリ
- 25 データ処理部
- 26 DSC
- 28 D/A変換器

- 2 9 画像表示部
- 3 0 自己相関部
- 3 1 パルス遅延部
- 3 2 パルス偏移部
- 3 3 パルス合成部

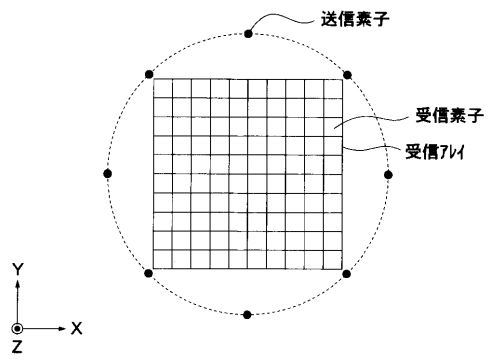
【図 1】



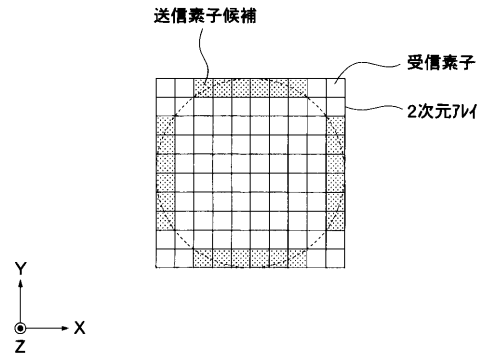
【図 2】



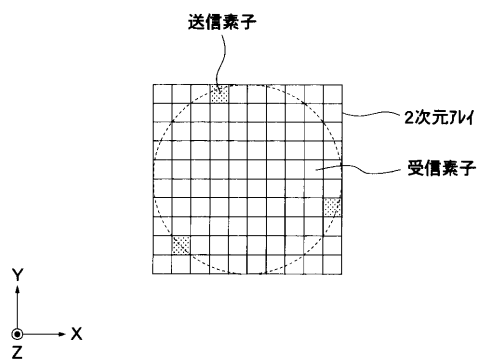
【図 3】



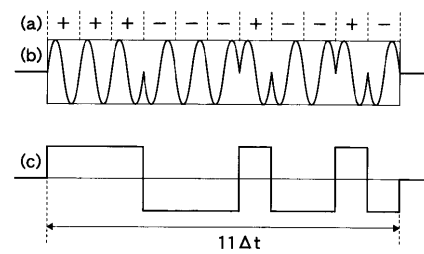
【図 4】



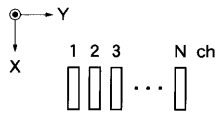
【図 5】



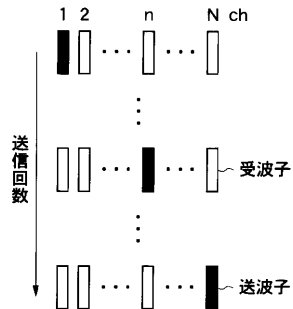
【図 6】



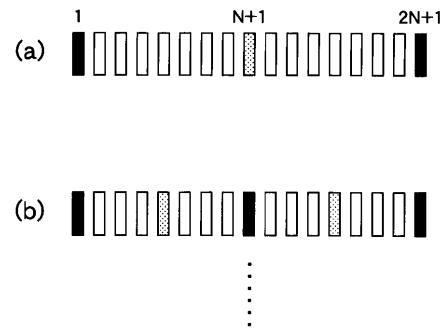
【図 1 1】



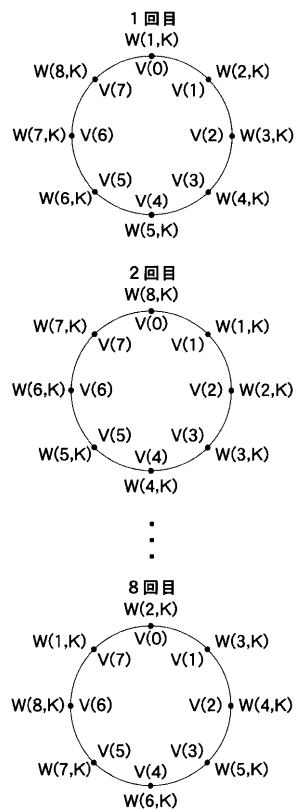
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 BB05 BB06 EE03 EE04 GB01 GB03 GB04 GB06 HH04 JB34
JB35 JB37 JB41

专利名称(译)	超音波撮像装置及び超音波撮像方法		
公开(公告)号	JP2004113693A	公开(公告)日	2004-04-15
申请号	JP2002284997	申请日	2002-09-30
[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	G01N29/44 A61B8/00 G01N29/22 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8959		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.501		
F-TERM分类号	2G047/BA03 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/EA04 2G047/EA05 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GF08 2G047/GF12 2G047/GG29 2G047/GG36 4C301/AA02 4C301/BB22 4C301/EE06 4C301/EE07 4C301/GB03 4C301/GB09 4C301/HH01 4C301/JB24 4C301/JB28 4C601/BB05 4C601/BB06 4C601/EE03 4C601/EE04 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/HH04 4C601/JB34 4C601/JB35 4C601/JB37 4C601/JB41 4C601/LL28		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：即使在从一个超声波换能器发送超声波的情况下，也能够接收超声波回波时获得足够的信号强度，并且能够将本底噪声抑制到较低水平，从而获得超对比度图像信息。提供了一种声波成像装置。超声成像装置通过至少一个根据驱动信号进行操作的超声换能器向对象发送超声波，并接收从对象反射的超声回波。孩子11，代码生成装置13，用于根据预定的代码序列生成代码序列数据，以及发送侧信号，用于通过使用由代码生成装置生成的代码序列数据对载波信号进行相位调制来生成驱动信号。处理装置12和接收侧用于通过获取通过接收超声波回波而获得的检测信号的自相关来压缩包含在检测信号中的脉冲，并且基于压缩后的脉冲来获得关于被摄体的图像信息。信号处理装置25。

[选型图]图1

