

(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2003 - 10178

( P2003 - 10178A )

(43)公開日 平成15年1月14日 (2003.1.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* ( 参考 )
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
B 0 6 B 1/02		B 0 6 B 1/02	A 5 D 1 0 7
G 0 1 S 7/526		G 0 1 S 15/89	B 5 J 0 8 3
	15/89	7/52	J

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L ( 全 7 数 )

(21)出願番号 特願2001 - 202549(P2001 - 202549)

(22)出願日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 川岸 哲也

栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(72)発明者 佐藤 武史

栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 ( 外 6 名 )

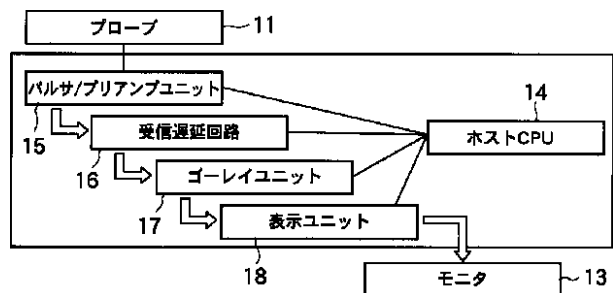
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】位相符合化パルス圧縮方式を採用した超音波診断装置において、レート間の組織の動きに起因するレンジサイドロープの残留を軽減することにある。

【解決手段】第1符合系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第1受信信号を受信し、第1符合系列と相補形をなす第2符合系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第2受信信号を受信するユニット15と、第1受信信号に第2符合系列に応じた波形信号を畳み込み、第2受信信号に第1符合系列に応じた波形信号を畳み込み、これら2つの信号間の位相差を検出する動き推定プロセッサ21と、第1、第2受信信号に第1、第2符合系列をそれぞれ畳み込んだ信号を合成して圧縮信号を生成するもので、位相差に基づいて第1受信信号と第2受信信号との間の位相のずれを補正するように構成されたゴーレイプロセッサ23と、圧縮信号に基づいて画像を生成する検波回路25とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1符号系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第1受信信号を受信し、前記第1符号系列と相補形をなす第2符号系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第2受信信号を受信する手段と、前記第1受信信号に前記第2符号系列に応じた波形信号を畳み込み、前記第2受信信号に前記第1符号系列に応じた波形信号を畳み込み、これら2つの信号間の位相差を検出する手段と、

前記第1受信信号及び前記第2受信信号に前記第1符号系列及び前記第2符号系列をそれぞれ畳み込んだ信号を合成して圧縮信号を生成するものであって、且つ、前記位相差に基づいて前記第1受信信号と前記第2受信信号との間の位相のずれを補正するように構成された信号圧縮手段と、

前記圧縮信号に基づいて画像を生成する手段とを具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 前記第1符号系列と前記第2符号系列とはゴレイコードに従って構成されてい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】 前記位相差を検出する手段の前段に設けられ、前記第1受信信号と前記第2受信信号から基本波成分以外のハーモニック成分を主とする周波数成分を除去する手段をさらに備え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】 前記位相ずれを補正する手段は、前記位相差に基づいて前記第1受信信号と前記第2受信信号との一方の位相を補正す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5】 同一方向に超音波を複数レートで繰り返し送受信して得られた複数の受信信号に基づいて前記方向に関する画像情報を生成する超音波診断装置において、

前記複数レートの中の少なくとも2つのレートでは互いに異なる波形で超音波を送受信し、前記2つのレートで取得した2つの受信信号の各々に対して他方の送信波形の信号を畳み込み、これら畳み込みにより生成した2つの信号に基づいてレート間の位相変化を検出し、前記検出した位相変化に基づいて前記複数の受信信号間の位相ずれを補正することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】 同一方向に超音波を複数レートで繰り返し送受信して得られた複数の受信信号に基づいて前記方向に関する画像情報を生成する超音波診断装置において、

前記複数レートの中の少なくとも2つのレートでは同一波形で超音波を送受信し、前記複数の受信信号の中の前記2つのレートで取得した2つの受信信号に基づいてレート間の位相変化を検出し、前記検出した位相変化に基づいて前記複数の受信信号間の位相ずれを補正することを特徴とする超音波診断装置。

\*【請求項7】 第1符号系列に応じて位相変調を加えた超音波を送信して、その第1受信信号を受信し、前記第1符号系列に対して相補形をなす第2符号系列に応じて位相変調を加えた超音波を送信して、その第2受信信号を受信し、前記第1受信信号に前記第2符号系列に応じた波形信号を畳み込み、前記第2受信信号に前記第1符号系列に応じた波形信号を畳み込み、

これら畳み込みにより生成した2つの信号間の位相差を検出し、

前記位相差に基づいて前記第1受信信号と前記第2受信信号との間の位相ずれを補正し、

前記位相ずれを補正された第1受信信号と第2受信信号とを前記第1符号系列と前記第2符号系列とに従ってそれぞれ圧縮し、

これら圧縮信号を加算し、

この加算信号に基づいて画像を生成することを特徴とする超音波診断方法。

## 20 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パルス圧縮技術を応用して超音波を送受信する超音波診断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パルス圧縮技術は、レーダの分野で発展した技術である。せん頭送信電力に制約のあるパルスレーダで、探知距離を延長するには、送信パルス幅を長くする必要があり、その一方で、距離分解能を向上するには、送信パルス幅を短くする必要がある。これら本質的に相反する課題を共に解決するための技術がパルス圧縮であり、パルス内に特殊な変調を施したパルス幅の長い送信パルスを用い、受信後の処理において、その復調を施して短いパルス幅に変換することを基本としている。

【0003】このパルス圧縮には、主に、直線的に周波数が変化するよう周波数変調をかけたいわゆるチャープ信号を送信し、受信信号を、送信周波数変調に対して逆向きに相当する周波数/遅延時間特性を持つ回路に通すことで、分散されていた周波数成分を一点に集中させる直線状周波数変調パルス圧縮方式と、離散値をとる符号系列(1, -1の系列)に従って離散的に位相変調

(0, )をかけて送信し、受信信号に対して送信符号系列と逆の位相で処理して重ね合わせる位相符合化パルス圧縮方式とがある。

【0004】しかし、周知のとおり、パルス圧縮後の波形は、理論上、単一パルスにはならず、時間軸上で中心パルスの前後にレンジサイドローブと呼ばれる小パルスが連なる。このレンジサイドローブを低減する手段の1つとして、ゴレイコード(Golay Code)と呼ばれる符号系列が発見されている。ゴレイコードは、互いに相補系をなす一対の符号系列(図8(a)、図8(b))が

らなり、その一方の符号系列(図8(a))に従って位相変調をかけた信号を送信し、受信信号(図8(c))を取得し、そして同様に次のレートで他方の符号系列(図8(b))に従って位相変調をかけた信号を送信し、受信信号(図8(d))を取得し、受信信号各々を自己相関、つまり受信信号各々にそれぞれの符号系列信号を畳み込み(図8(e)、図8(f))、この2つの畳み込み信号を加算することにより、図8(g)に示すように、理論上、レンジサイドローブを低減することができる。

【0005】上述したパルス圧縮技術、特にゴレイコードを使った位相符合化パルス圧縮方式を、高ペネトレーション(高い深部到達度)と広帯域とを両立することを目的として、超音波診断装置に適用することが検討されている。

【0006】しかし、それは、超音波診断独自の原因により阻まれている。その原因の最大のもは、組織(反射・散乱体)の動き(モーション)であり、2レート間で組織が動いていると、その組織の動きに応じた位相差が2レートの信号間に生じ、その位相差によりパルス圧縮後にレンジサイドローブが残留してしまう。

【0007】この問題を解決するには、レート間の組織の動きによる位相変化を求め、位相補正をかける必要がある。この手法としては代表的なのはドブラ技術を応用したものであり、少なくとも2レートで送受信を繰り返す、その一方のレートの信号の各深さでの複素数値に、他方のレートの信号の対応する深さの複素数値を乗算し、乗算結果から位相偏角を求める。複素レート間で同様の処理をして複素ベクトル積をとったものが、自己相関法であり、これは、データ数が2の自己相関法の特別な場合としてとらえることができる。求めた位相偏角を2で規格化し、基本波を代表する重心周波数の波長との積をとれば、2レート間での組織の変位を求めることができる。

【0008】しかし、この位相補正(動き補正)技術は、ゴレイコードを使った位相符合化パルス圧縮方式には適用することができない。つまり、送信波形が相違するので、散乱体が同じであっても、レート間で受信信号の波形は異なるので、信号間の各部分で散乱体の動きによる位相差だけを取り出すことはできない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ゴレイコードを使った位相符合化パルス圧縮方式を採用した超音波診断装置において、レート間の組織の動きに起因するレンジサイドローブの残留を軽減することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による超音波診断装置は、第1符合系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第1受信信号を受信し、前記第1符合系列と

相補形をなす第2符合系列に応じて変調を加えた超音波を送信し、その第2受信信号を受信する手段と、前記第1受信信号に前記第2符合系列に応じた波形信号を畳み込み、前記第2受信信号に前記第1符合系列に応じた波形信号を畳み込み、これら2つの信号間の位相差を検出する手段と、前記第1受信信号及び前記第2受信信号に前記第1符合系列及び前記第2符合系列をそれぞれ畳み込んだ信号を合成して圧縮信号を生成するものであって、且つ、前記位相差に基づいて前記第1受信信号と前記第2受信信号との間の位相のずれを補正するように構成された信号圧縮手段と、前記圧縮信号に基づいて画像を生成する手段とを具備する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、ゴレイコードを用いた映像化での本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1には、本発明の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示している。図2には図1のゴレイユニット17の構成を示している。超音波プローブ11は、一次元または二次元的に配列された複数の振動素子を備えている。各振動素子にパルサ/プリアンプユニット15のパルサから送信パルス電圧が供給される。パルサは、配列された複数の振動素子に印加する送信パルス電圧に対して遅延時間を与えて超音波ビームの方向及び集束を二次元または三次元的に制御する機能とともに、ホストCPU14の制御のもとで、送信パルス電圧信号を符号系列にしたがって位相変調する機能を備えている。

【0012】装置本体12に接続された超音波プローブ11から、生体内に超音波が送信され、生体組織の非線形性により、超音波パルスの伝搬とともに、様々なハーモニック成分が発生する。基本波成分とそのハーモニック成分は、体内組織の音響インピーダンスの境界、又は微小散乱体により後方散乱され、同じ超音波プローブ11で受信される。このエコー信号は、パルサ/プリアンプユニット15のプリアンプ、受信遅延回路16を介して、受信信号として、ゴレイユニット17に送られる。受信遅延回路16は受信の際のビームフォーミングを行いビームの方向・集束を制御するためのものであり、複数のビームを形成し並列同時受信するために複数の回路セットから構成されていても良い。ビーム形成後は、AD変換され、受信信号は信号処理に適したサンプリング周波数でサンプリングされ、デジタル信号となる。

【0013】パルサ/プリアンプユニット15による超音波の送受信及びゴレイユニット17の処理は、ゴレイコードを使った位相符合化パルス圧縮方式に従って行われる。ゴレイコードは、互いに相補形をなす2種類(一対)の符号系列(“1”,“-1”の系列)からなる。当該方式のもとでの超音波送受信は、各方向(各超音波走査線)に対して少なくとも2回づつ繰り返され

る(2レート)。1レート目では、2種類の符号系列の一方に従って送信パルス電圧信号に離散的に位相変調をかけ、それに応じた波形で超音波が送信される。例えば符号“1”に対しては位相変調をかけず(0°の位相変調)、符号“-1”に対しては位相変調を 度かける。2レート目では、2種類の符号系列の他方に従って送信パルス電圧信号に離散的に位相変調(0、 )をかけ、それに応じた波形で超音波が送信される。

【0014】ゴーレイユニット17のゴーレイプロセッサ23では、この2レートで取得した2つの受信信号に対してそれぞれ対応する符号系列の波形信号を畳み込み(パルス圧縮)、それら圧縮した2つの信号を加算することでレンジサイドローブが軽減された信号(この加算信号を圧縮信号と称する)を発生する(ゴーレイ処理)。この信号を検波処理回路25で検波して画像情報を生成する。この画像情報は、表示ユニット18で直交座標系に変換され、そしてビデオ方式でモニタ13に出力される。

【0015】上記ゴーレイ処理では、2レートの時間差の間に、組織の動き(モーション)が起ると、それが受信信号間に位相差を生じさせる。そのためにレンジサイドローブの軽減が効果的に行われないのは従来技術で説明したとおりである。

【0016】2つの信号間の位相差を求める手法としては、現在、様々な方法が開発されている。本実施形態では、そのいずれの方法でも採用することができる。ここでは一例としてその中で代表的なドブラ技術を応用した方法を説明する。少なくとも2レートで送受信を繰り返し、その一方のレートの信号の各深さでの複素数値に、他方のレートの信号の対応する深さの複素数値を乗算し、乗算結果から位相偏角を求める。複数レート間で同様の処理をして複素ベクトル積をとったものが、自己相関法であり、これは、データ数が2の自己相関法の特別な場合としてとらえることができる。求めた位相偏角を2で規格化し、基本波を代表する重心周波数の波長との積をとれば、2レート間での組織の変位を求めることができる。生体内の実際の変位は、ここで求まる変位の半分である。

【0017】このように2つの受信信号間の位相差を各\*

$$\begin{aligned} \text{受信信号 } A a b &= \text{受信信号 } A * \text{送信波形 } b \\ &= \text{散乱体分布} * \text{送信波形 } a * \text{送信波形 } b \\ \text{受信信号 } B b a &= \text{受信信号 } B * \text{送信波形 } a \\ &= \text{散乱体分布} * \text{送信波形 } b * \text{送信波形 } a \end{aligned}$$

となり、畳み込まれた部分は原理的に両信号間で同一又はほぼ同一になる。

【0021】従って、位相差以外で等価になったことから、受信信号A a bと受信信号B b aとの間の位相差を、深さ毎に求めることにより、2レート間の組織の動きを推定することができる(S4)。図5(f)に深さ方向の位相差の変化を示している。

\*深さで検出する手法は多く存在する。しかしそれらが有効なのは、2つの受信信号が同じ波形を持っていることを前提としている。上述したようにゴーレイコードは、互いに相補形をなす2種類の符号系列を使って、2レート間で異なる送信波形を発生させている。従って、そのままでは、動き等の散乱体分布の変化と送信波形の変化を分離することができず、受信信号間の組織の動きに起因して生じる位相差を求めることはできない。

【0018】本実施形態では、この問題を動き推定プロセッサ21で解決する。まず、図3に示すように、動き推定精度、つまり位相差検出の精度を向上するために、ステップS1で取得した2レートの受信信号各々から、ハーモニック成分除去フィルタ20で不安定なハーモニック成分を除去する(S2)。図4(a)には1レート目に一方の符号系列aに従って取得した受信信号(RF受信信号)Aと2レート目に他方の符号系列bに従って取得した受信信号Bそれぞれの波形を示している。これらRF受信信号は回路16で直交検波(I/Q)を受け、これにより実数部と虚数部とが得られるが、ここでは説明の便宜上、絶対値波形として説明する。図4(b)には受信信号Aの包絡線、図4(c)には受信信号Bの包絡線を示している。

【0019】動き推定プロセッサ21は、ハーモニック成分が除去された2レートの受信信号に対して、それぞれ相手方の符号系列の波形信号を畳み込む。つまり、1レート目に符号系列aのもとで取得した受信信号Aに対して、2レート目を使った他方の符号系列bの波形信号を畳み込み(図4(d))、また2レート目に符号系列bのもとで取得した受信信号Bに対して、1レート目を使った符号系列aの波形信号を畳み込む(図4(e))。

【0020】これにより2レート目の符号系列bの波形信号を畳み込まれた1レート目の受信信号A a bには、散乱体分布成分が、1レート目の符号系列aの波形成分と2レート目の符号系列bの波形成分とを畳み込まれ、同様に、1レート目の符号系列aの波形信号を畳み込まれた2レート目の受信信号B b aには、散乱体分布成分が、2レート目の符号系列bの波形成分と1レート目の符号系列aの波形成分とを畳み込まれている。つまり、

【0022】次に、ゴーレイプロセッサ23において、求めた位相差に基づいて、1レート目の受信信号Aと2レート目の受信信号Bとの間の組織の動きに起因する位相変化を補正する。図3では、2レート目の受信信号Bの位相を補正しているが(S5)、位相補正はこれに限定されず、1レート目の受信信号Aの位相を補正してもよいし、両信号を補正するようにしてもよい。図5

(g)に、位相補正した2レート目の受信信号B'を示している。

【0023】次にゴレイの基本的な処理、つまり1レート目の受信信号Aに符号系列aの波形信号を畳み込み(圧縮処理)、同様に2レート目の補正した受信信号B'に符号系列bの波形信号を畳み込む(S6)。

【0024】最後に、2つの畳み込んだ信号を加算して、圧縮信号を得る(S7)。これによりレンジサイドローブが解消又は許容程度にまで軽減された受信信号が生成される。この信号波形を図5(i)に示している。なお、図5(h)には比較例として位相補正しないで圧縮及び加算により生成した信号波形を示している。レンジサイドローブが解消又は軽減されるだけでなく、メイン成分が増強されているのが分かる。

【0025】なお、上述では、S6の畳み込み前に位相補正を行っているが、図6に示すように、加算処理S10において、各深さで位相差に応じて時間をずらして加算するようにしてもよい。

【0026】また、異なる符号系列に従って位相変調した超音波を3以上のレートで送信するケースがある。図7には、異なる4種類の符号系列に従って位相変調した4種類の超音波を4レートで送信するケースを示している。そのようなケースでは、上述の方法よりも簡易的な方法で、レート間の組織の動きによる位相差を検出し、それに基づいて位相補正をかけることが可能になる。この方法はもちろん上記方法にも適用することができる。4種類の符号系列のいずれかを使ったレート、好ましくは最初のレート1と同じ符号系列に従って位相変調した超音波を図7では5番目の最後のレートとして送信する。それにより最初のレート1の送信波形と最後のレートの送信波形とは同一になるので、この最初のレート1の受信信号と最後のレート5の受信信号との位相差を求めることで、最初のレート1から最後のレート5までの間の組織の動きを推定することができる。そして、連続する2つのレート間の組織の動きに起因する位相差は、最初のレート1の受信信号と最後のレート5の受信信号との位相差を、レート数-1、図7では4(=5-1)で割

\*り算することで、推定することができる。推定した位相差に基づいて上述と同様に位相補正をかければよい。

【0027】その他、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。

【0028】  
【発明の効果】本発明によれば、ゴレイコードを使った位相符合化パルス圧縮方式を採用した超音波診断装置において、レート間の組織の動きに起因するレンジサイドローブの残留を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明による実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図。

【図2】図1のゴレイプロセッサの構成を示すブロック図。

【図3】本実施形態の動作手順を示す図。

【図4】図3の動作手順の前半に関連した信号波形を示す図。

【図5】図3の動作手順の後半に関連した信号波形を示す図。

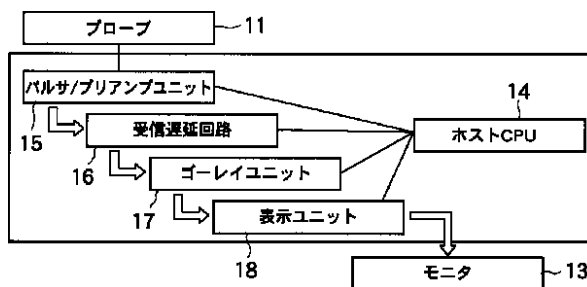
【図6】本実施形態の他の動作手順を示す図。

【図7】本実施形態の変形例を示す図。

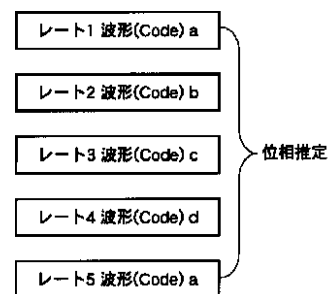
【図8】ゴレイコードを用いた位相符合化パルス圧縮方式の説明図。

- 【符号の説明】
- 11...超音波プローブ、
  - 12...装置本体、
  - 13...モニタ、
  - 14...ホストCPU、
  - 15...パルサ/プリアンプユニット、
  - 16...受信遅延回路、
  - 17...ゴレイユニット、
  - 18...表示ユニット、
  - 20...ハーモニック成分除去フィルタ、
  - 21...動き推定プロセッサ、
  - 23...ゴレイプロセッサ、
  - 25...検波処理回路。

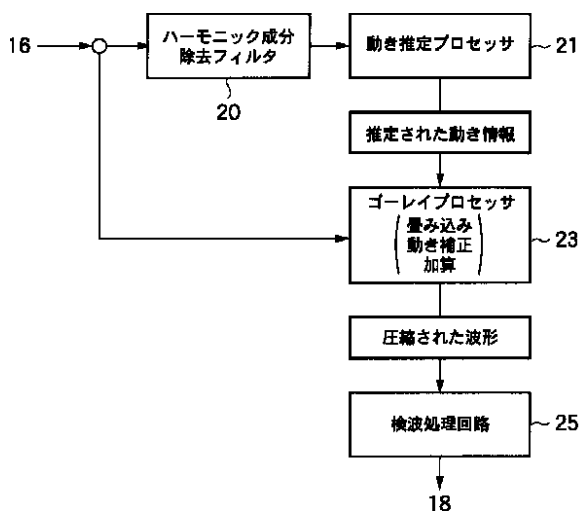
【図1】



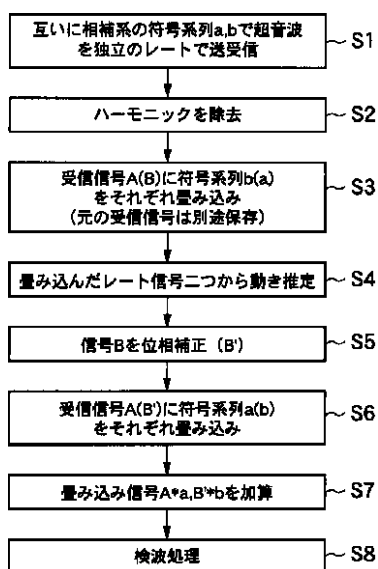
【図7】



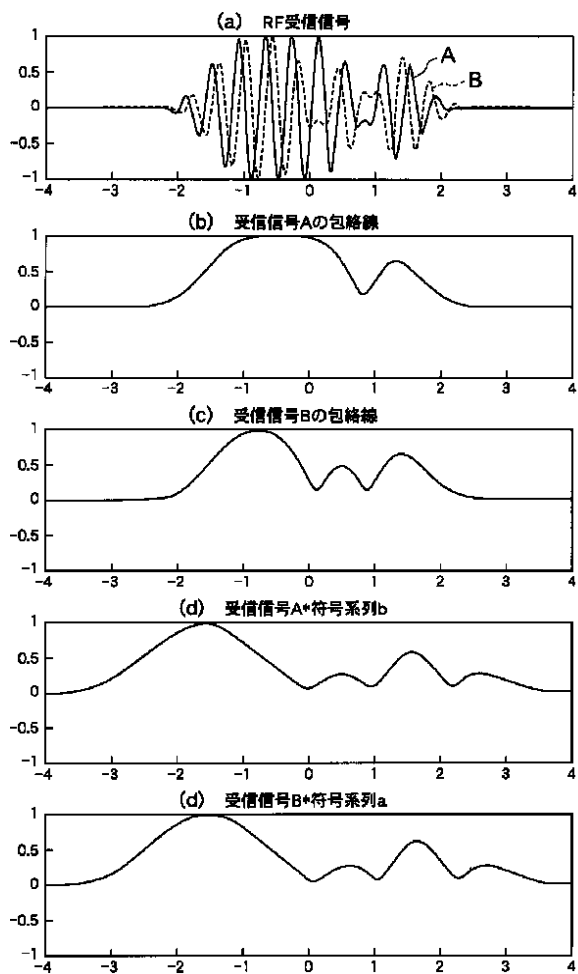
【図2】



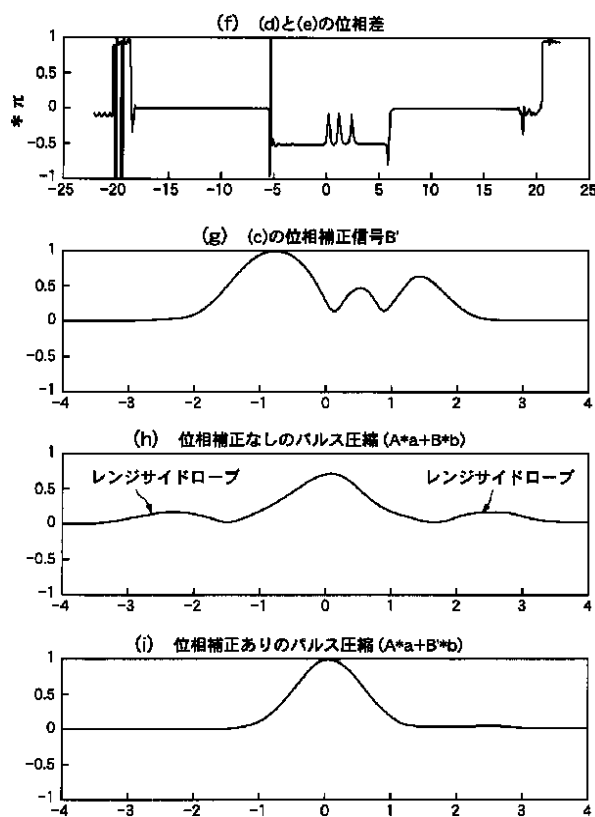
【図3】



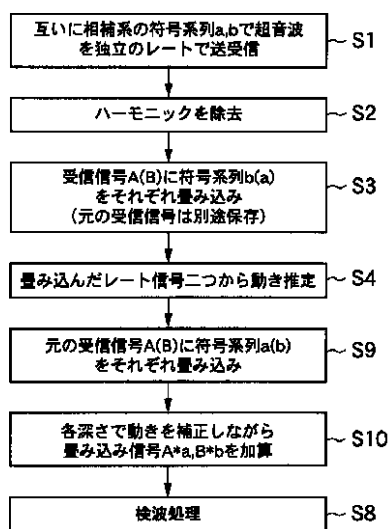
【図4】



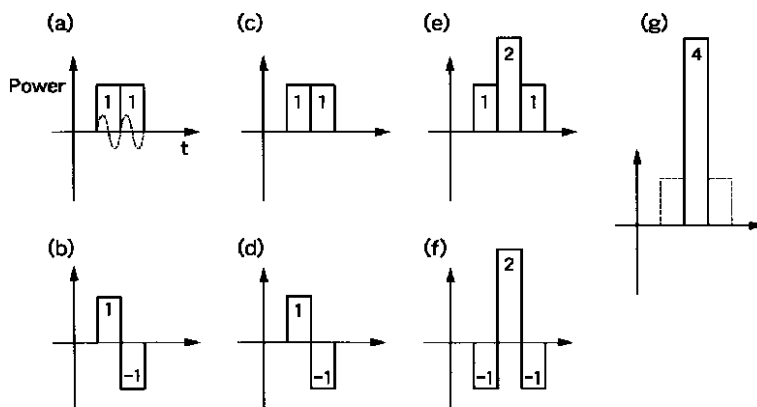
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 嶺 喜隆  
 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1  
 株式会社東芝那須工場内

Fターム(参考) 4C301 AA02 BB13 BB23 EE04 EE20  
 GB03 GB09 HH01 HH24 HH37  
 HH38 HH54 JB17 JB29 JB35  
 JB50  
 5D107 AA16 BB07 CC12 CC13 CD01  
 CD04  
 5J083 AC07 AC15 AC28 BA01

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2003010178A</a>	公开(公告)日	2003-01-14
申请号	JP2001202549	申请日	2001-07-03
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	川岸 哲也 佐藤 武史 嶺 喜隆		
发明人	川岸 哲也 佐藤 武史 嶺 喜隆		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/08 B06B1/02 G01S7/526 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8961 A61B8/08 G01S15/8959		
FI分类号	A61B8/00 B06B1/02.A G01S15/89.B G01S7/52.J G01S7/526.J		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/BB13 4C301/BB23 4C301/EE04 4C301/EE20 4C301/GB03 4C301/GB09 4C301/HH01 4C301/HH24 4C301/HH37 4C301/HH38 4C301/HH54 4C301/JB17 4C301/JB29 4C301/JB35 4C301/JB50 5D107/AA16 5D107/BB07 5D107/CC12 5D107/CC13 5D107/CD01 5D107/CD04 5J083/AC07 5J083/AC15 5J083/AC28 5J083/BA01 4C601/BB03 4C601/BB05 4C601/BB06 4C601/BB07 4C601/DE08 4C601/DE09 4C601/DE12 4C601/DE13 4C601/DE14 4C601/DE15 4C601/EE02 4C601/EE30 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/HH04 4C601/HH06 4C601/HH11 4C601/HH31 4C601/JB01 4C601/JB21 4C601/JB23 4C601/JB24 4C601/JB28 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JB51 4C601/JB60 4C601/LL27		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：为了减少由采用相位编码脉冲压缩方法的超声波检查中的组织运动引起的范围旁瓣的剩余部分。解决方案：该超声波检查仪具有单元15，用于通过发送根据第一符号系列调制的超声波接收第一接收信号，并通过发送根据第二符号系列调制的超声波接收第一接收信号，从而强制互补形状。第一符号系列，运动估计处理器21根据第一接收信号中的第二符号系列折叠波形信号，根据第二接收信号中的第一符号系列折叠波形信号，并检测这两者之间的相位差信号，命令处理器23，用于通过合成分别折叠第一和第二接收信号中的第一和第二符号系列的信号产生压缩信号，并且构成为校正第一接收信号和第二接收信号之间的相移基于相位差的信号和用于形成 $\alpha$ 的检测电路25基于压缩信号的图像。

