

(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 - 190164

(P2003 - 190164A)

(43)公開日 平成15年7月8日(2003.7.8)

(51)Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 F 0 6 8
G 0 1 B 17/00		G 0 1 B 17/00	C 4 C 3 0 1
G 0 1 S 15/89		G 0 1 S 15/89	B 4 C 6 0 1
			5 J 0 8 3

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 12数)

(21)出願番号 特願2001 - 402093(P2001 - 402093)

(22)出願日 平成13年12月28日(2001.12.28)

特許法第30条第1項適用申請有り 2001年6月28日～30日 社団法人大韓電子工学会開催の「2001年度夏季総合学術大会」において文書をもって発表

(71)出願人 597096909

株式会社 メディソン

株式会社 MEDISON

大韓民国 250 - 870 江原道 洪川郡 南面陽▲徳▼院里 114

(72)発明者 ソン テ キョン

大韓民国 ソウル トクピョルシソチョクザンウォンドン ドンアアパート105ドン1403ホ

(74)代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外 2 名)

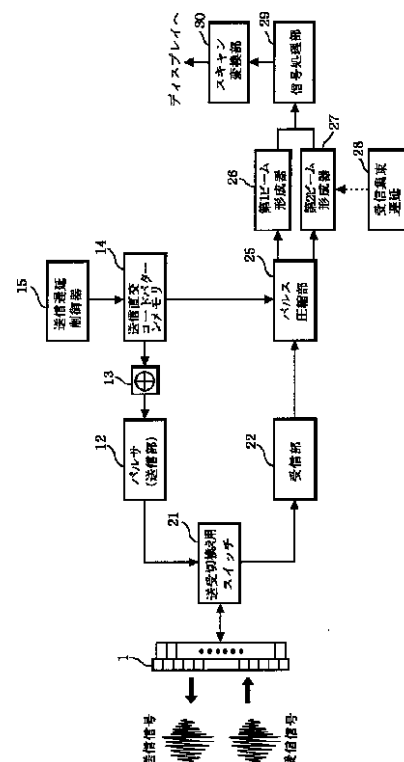
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波撮像装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 重み直交チャープ信号を利用した同時多重送信集束技法を用いて、フレームレートの低下なしに超音波映像の解像度を改善することができる超音波撮像装置及びその方法を提供する。

【解決手段】 互いに直交するN個の直交コードを含む重み直交信号を設け、重み直交信号を超音波送信信号としてオブジェクト内に対応するN個の集束点に同時に送信し、送信した超音波信号に対して対応するN個の集束点から反射された信号を受信し、反射信号から格納されたN個の直交コードを抽出し、各々の直交コードに対してパルス圧縮を行い、パルス圧縮済み信号から受信集束した信号を生成し、受信集束した信号を処理し該処理信号をディスプレイする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オブジェクトに対する超音波映像を形成する超音波撮像装置において、互いに直交する N 個の直交コードを含む重み直交信号を格納する手段と、前記重み直交信号を超音波送信信号として前記オブジェクト内に対応する N 個の集束点に同時に送信する手段と、前記送信した超音波信号に対して前記対応する N 個の集束点から反射された信号を受信する手段と、前記反射信号から前記格納された N 個の直交コードを取出し、各々の直交コードに対してパルス圧縮を行う手段と、前記パルス圧縮済み信号から受信集束した信号を生成する手段と、前記受信集束した信号を処理し、該処理信号をディスプレイするための手段とを含むことを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 2】 前記重み直交信号が、ハニング、ハミング、ブラックマン、カイザの中のいずれか一つによって重み付けられた重みチャープ信号であることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 3】 前記重み直交信号が、低周波から高周波に上昇する第 1 送信チャープ信号と高周波から低周波に減少する第 2 送信チャープ信号とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 4】 前記重み直交信号が、低周波帯域の第 1 信号を前記送信手段及び前記受信手段と近い音場に集束し、高周波帯域の第 2 信号を前記送信手段及び前記受信手段と遠い音場に集束することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 5】 前記パルス圧縮手段が、前記 N 個の直交コード中から奇数番目のコードをパルス圧縮するための第 1 相関器と、前記 N 個の直交コード中から偶数番目のコードをパルス圧縮するための第 2 相関器とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 6】 前記第 1 相関器が、前記奇数番目のコードをパルス圧縮した信号から受信集束信号を生成する第 1 ビーム形成器に接続され、前記第 2 相関器が、前記偶数番目のコードをパルス圧縮した信号から受信集束信号を生成する第 2 ビーム形成器に接続されることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 7】 前記重み直交信号が、前記 N 個の直交コードを用いて同時に複数の走査線を獲得することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 8】 前記同時に複数の走査線を獲得する方式は 1.25D、1.5D、1.75D 及び 2D のトランスデューサ列に適用されることを特徴とする請求項 7 に*

*記載の超音波撮像装置。

【請求項 9】 オブジェクトに対する超音波映像を形成する超音波撮像方法において、互いに直交する N 個の直交コードを含む重み直交信号を設ける段階と、前記重み直交信号を超音波送信信号として前記オブジェクト内に対応する N 個の集束点に同時に送信する段階と、前記送信した超音波信号に対して前記対応する N 個の集束点から反射された信号を受信する段階と、前記反射信号から前記格納された N 個の直交コードを取出し、各々の直交コードに対してパルス圧縮を行う段階と、前記パルス圧縮済み信号から受信集束した信号を生成する段階と、前記受信集束した信号を処理し、該処理信号をディスプレイするための段階とを含むことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 10】 前記重み直交信号が、ハニング、ハミング、ブラックマン、カイザの中のいずれか一つによって重み付けられた重みチャープ信号であることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 11】 前記重み直交信号が、低周波から高周波に上昇する第 1 送信チャープ信号と、高周波から低周波に減少する第 2 送信チャープ信号とを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 12】 前記重み直交信号が、低周波帯域の第 1 信号を前記オブジェクト内の近距離音場に集束し、高周波帯域の第 2 信号を前記オブジェクト内の遠距離音場に集束することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 13】 前記パルス圧縮段階が、前記 N 個の直交コード中から奇数番目のコードをパルス圧縮するための第 1 相関過程と、前記 N 個の直交コード中から偶数番目のコードをパルス圧縮するための第 2 相関過程とを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 14】 前記重み直交信号が、前記 N 個の直交コードを利用して同時に複数の走査線を獲得することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 15】 前記同時に複数の走査線を獲得する方式は 1.25D、1.5D、1.75D 及び 2D のトランスデューサ列に適用されることを特徴とする請求項 14 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 16】 前記第 1 相関過程及び第 2 相関過程によりパルス圧縮処理された各々の信号は、別途に受信集束処理される請求項 13 に記載の超音波撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波撮像装置及びその方法に関し、特に重み直交チャープ信号を利用した同時多重送信集束技法を利用することによって、フレームレートの低下なしに、超音波映像の解像度を改善することができる超音波撮像装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、超音波撮像装置は超音波信号を診断しようとするオブジェクト、例えば人体に向かって送信し、それから反射された超音波信号からオブジェクトの映像を得て、これを表示装置に表示する装置で医療分野で広く用いられている。

【0003】超音波撮像装置は、オブジェクトに超音波信号を送信するために複数のトランスデューサを含むトランスデューサ列と、各々のトランスデューサを立ち上げるパルスを提供するパルサーを含む。各々のトランスデューサはパルサーに印加するパルスに応じて超音波信号を発生する。超音波信号の送信時にはトランスデューサ列の各々のトランスデューサから超音波信号を発生させるタイミングを調節することによって、診断領域内の任意の個所に超音波が送信集束されるようにする。即ち、診断領域内の任意の個所に超音波信号が同時に到達するようにパルサーにおいて各々のトランスデューサに時間遅延を置いてパルスを印加することによって、望みの個所に超音波信号を送信集束させる。

【0004】超音波信号がオブジェクト内から反射された信号はトランスデューサ列によって受信される。超音波がオブジェクトから反射された信号が各トランスデューサに到達する時間が各トランスデューサの位置によって異なるので、このような到達時間の差を補償するために、ビーム形成器は各トランスデューサを通じて受信された反射信号に対して時間遅延を印加して加算することによって、受信集束した信号を生成する。

【0005】超音波撮像装置のいろいろな映像技術中から最も基本的なものは、二次元断面映像を提供するBモード走査法であり、この重要な性能変数には解像度、対照度、フレームレート等がある。この中から解像度は超音波映像の品位を決定する最も重要な指標であり、その種類としてビームが進行する方向と直交する方向であって走査線が移動する方向である側方向の解像度、ビームが伝播する方向である軸方向の解像度、及び二つの方向がなす平面と直交する方向である高さ方向の解像度がある。

【0006】1980年代以後に、このような解像度を改善させるためにトランスデューサ列を用いて超音波を送受信し、信号処理過程によって超音波の集束を行う電子式走査方式が用いられた。図1は線形トランスデューサ列を用いて二次元映像を構成する方法を示している。トランスデューサ列1を用いる場合、チャンネル数が大きくなるほど、即ち活用する開口の大きさが大きくなる

ほど集束点での側方向の解像度は改善される。しかし、集束点でない所での解像度は開口が大きくなるほど悪くなるので、高い解像度の映像を全像点でなすための受信動的集束技法が開発された。しかし、受信動的集束技法は超音波映像の解像度を画期的に改善したが、送信時にはある一つの深さに対してのみ超音波を集束するので、送信集束点で遠くなるほど解像度が低下する送信固定集束の限界がある。

【0007】このような送信固定集束の問題点を解決する方法であって、走査線毎に集束位置を異にして、複数回送受信して得た映像を距離によって組合せて一つの映像に合成する多重送信集束方法(multiple zone focusing method)が提案されたが、この方法は各走査線を構成するために使用される送信集束点数だけの送受信過程が必要であるので、フレームレートが低下するという短所がある。

【0008】送信固定集束の問題点を解決するための他の方法として、送受信の両方向動的集束が可能な合成開口技法が研究開発されていた。しかし、合成開口技法は、一つの走査線を得るために複数回の送受信過程を経なければならないので、データ獲得時間が長くなり、その結果、オブジェクトの動きによる位相歪み現象が現れやすい。また単一素子を用いて送信する場合に信号対雑音比(SNR)が低いという短所を有している。

【0009】一般的な多重送信集束方式では、映像を深さ方向にいろいろな領域に分け、全ての走査線に対して領域数だけ超音波を送受信する。図2はこのような一般的な多重送信集束技法を説明するためのものであって、映像を二つの領域に分けた場合を示す。先ず、図2

(a)において第1集束点(集束点1)に超音波が集束されるようにトランスデューサ列から超音波を送信して第1領域の映像を構成した後、次の送受信過程で図2(b)の第2集束点(集束点2)に超音波が集束されるようにトランスデューサ列から超音波を送信して第2領域の映像を構成する。以後に、図2(c)で示すように、第1領域と第2領域の映像を合成して最終映像を得ることによって、全体的にビームパターンを改善させて側方向の解像度が向上する。しかし、この方法は各走査線毎に集束点数だけ超音波を送受信しなければならないので、フレームレートが低下するという短所がある。

【0010】また、従来の超音波撮像装置はスペckルパターンを減らすために周波数複合方法(frequency compounding method)を用いる。図3は、このような従来の周波数複合方法を示した図面である。図3で示すように、従来の周波数複合方法は第1中心周波数 f_1 を有する第1パルス信号1stを送受信した値と第2中心周波数 f_2 を有する第2パルス信号2ndを送受信した値を得て、これを加算平均してスペckルパターンを減らす。

【0011】スペckルは実際の人体軟組織に対する超

音波 B モード映像に含まれた小さい粒状のパターンであり、媒質を通過する送信信号の波長より小さい複数のスクランブルにより発生する干渉現象である。スペckルパターンは、一般にシステム内にランダムに分布する雑音とは異なる性質を有しており、走査線別に生成される形態が同一であるので、走査線別に信号の加算平均を取ってもスペckルパターンが減らない。従って、このようなスペckルパターンを減らすための従来の方法として、図 3 に示した周波数複合方法が用いられたが、既存の周波数複合方法は互いに異なる中心周波数を有するパルス信号を複数回送受信して得た各信号を加算平均することによって、スペckルを減らす。しかし、図 3 に示した従来の周波数複合方法は送受信回数によってフレームレートの低下が引き起こされるという問題点がある。

【0012】図 4 は、従来の超音波撮像装置において走査線獲得方法を示した図面である。従来の超音波撮像装置は一回の送受信で一つの走査線を形成するが、図 4 では、例えば三回の送受信で三つの走査線を形成する過程を示した。図 4 で示すように、従来の超音波撮像装置では走査線の個数によって送受信回数が増加するようになって、前述の通りフレームレートが低下する。

【0013】一方、図 5 (a) のように一般的な 1D トランスデューサを用いる超音波撮像装置において高さ方向の解像度の場合に機械的なレンズを用いるので、レンズの曲率に該当する集束点を外した地点では、送受信の両方向固定集束により解像度の質が顕著に落ちる。この時、高さ方向に対しても側方向のようにトランスデューサ列を用いるようになれば、2D トランスデューサ列になって映像の質は明確に改善できるが、システムの複雑性が大きく増大して実際に具現し難い。しかし、図 5 (b) に示した通り、高さ方向に小さい個数の配列トランスデューサで分けた 1.5D トランスデューサ列を用いれば、ハードウェア的な複雑性を大きく減らしながら送信集束点を変化させることができ、受信動的集束が可能になり映像の解像度を向上させることができる。しかし、このような方法も送信時に固定集束された集束面を外した領域では高さ方向への解像度が低下するという問題点がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、重み直交チャープ信号を利用した同時多重送信集束技法を用いることによって、フレームレートの低下なしに超音波映像の解像度を改善することができる超音波撮像装置及びその方法を提供することにある。

【0015】本発明の他の目的は、重み直交チャープ信号を利用して同時に複数の走査線を獲得することによって、フレームレートを向上させることができる超音波撮像装置及びその方法を提供することにある。

【0016】本発明のもう他の目的は、重み直交チャープ信号を利用した同時多重送信技法を用いることによ

て、フレームレートの低下なしに周波数複合方法を適用できる超音波撮像装置及びその方法を提供することにある。

【0017】本発明のもう他の目的は、周波数帯域分割方式を用いて重みチャープ信号を設計するにおいて、隣接した重みチャープ信号の時間による周波数変化率が交互になるように配置し、隣接した重みチャープ信号間の帯域が所定幅だけ重なるようにすることによって、直交特性を有するようにした超音波撮像装置及びその方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の一好適実施例は、オブジェクトに対する超音波映像を形成する超音波撮像装置であって、互いに直交する N 個の直交コードを含む重み直交信号を格納する手段と、前記重み直交信号を超音波送信信号として前記オブジェクト内に対応する N 個の集束点に同時に送信する手段と、前記送信した超音波信号に対して前記対応する N 個の集束点から反射された信号を受信する手段と、前記反射信号から前記格納された N 個の直交コードを取出し、各々の直交コードに対してパルス圧縮を行う手段と、前記パルス圧縮済み信号から受信集束した信号を生成する手段と、前記受信集束した信号を処理し、該処理信号をディスプレイするための手段とを含む。

【0019】また、本発明の他の好適実施例は、オブジェクトに対する超音波映像を形成する超音波撮像方法であって、互いに直交する N 個の直交コードを含む重み直交信号を設ける段階と、前記重み直交信号を超音波送信信号として前記オブジェクト内に対応する N 個の集束点に同時に送信する段階と、前記送信した超音波信号に対して前記対応する N 個の集束点から反射された信号を受信する段階と、前記反射信号から前記格納された N 個の直交コードを取出し、各々の直交コードに対してパルス圧縮を行う段階と、前記パルス圧縮済み信号から受信集束した信号を生成する段階と、前記受信集束した信号を処理し、該処理信号をディスプレイするための段階とを含む。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適実施例について、添付図面を参照しながらより詳しく説明する。

【0021】本発明はフレームレートの低下なしに改善された解像度を得ることができる方案であって、図 6 に示したような同時多重送信集束技法を用いる。同時多重送信集束技法は、短いパルスを用いる既存の方法とは異なり、長いコードを用いるパルス圧縮技法を基盤として、いろいろな送信集束点（例えば、図 6 の集束点 1 及び集束点 2）に互いに独立して集束される直交チャープ信号を同時に送信し、受信時にこれを集束位置別に分離して集束位置の付近の狭い幅の側方向ビームパターンを組合せてビームパターン（図 6 の太線）を形成すること

によって、映像の解像度を改善する。即ち、一般的な多重送信集束技法をフレームレートの低下なしに一度の送受信で行うものである。

【0022】この時、送信時と同時にいろいろな位置にビームを集束するために用いられたチャープ信号は、周波数帯域で分割されて互いに直交特性を有するように設計され、以下それに対して詳記する。

【0023】チャープ信号はパルス圧縮技法に用いられるいろいろな信号中の一つとして、相関器を通じて短いパルスでパルス圧縮が可能であり、特に制限された帯域幅を有する超音波トランスデューサの周波数スペクトラムとよく整合される特性がある。チャープ信号は線形周波数変調信号ともいい、式(1)に示したように各周波数 ω が $\omega = \omega_0 + \mu t$ のように時間によって線形的に変わる信号である。

【0024】

【数1】

$$s(t) = A\omega(f)e^{j(\omega_0 t + \frac{\mu}{2}t^2)} \quad \text{式(1)}$$

ここで、Aは任意の振幅であり、 ω_0 はチャープ信号の中心角周波数であり、 μ は角周波数の変化率を示し、 $\omega(t)$ は送信されるチャープ信号の包絡線を決定するウィンドウ関数を示す。

【0025】図7は、重みチャープ信号の特性を示したものであって、図7(a)と7(b)は四角ウィンドウ
ここで、 S_i と S_j は各々i番目とj番目の信号を意味し、 $\otimes$ は時間畳み込みを

意味し、*は複素共役を示す。即ち、式(2)は S_i と S_j の相関過程を意味するが、二つの信号が同一である場合は相関結果がデルタ関数であって、理想的な圧縮特性を示し、二つの信号が異なる場合は相関結果が0になって完全な直交特性を示すようになる。

【0028】図8は超音波トランスデューサの制限された周波数帯域幅内で互いに直交特性を有するチャープ信号の設計方法を概念的に示したものである。図8で示すように、実線で表記された各チャープ信号を重ねないように配置して互いに直交する信号を設計する。図8で S_i はi番目チャープ信号の周波数スペクトラムを示す。全てのチャープ信号はハニングウィンドウ関数を利用して重み付けられ、超音波トランスデューサの周波数応答(点線)を四角関数として表示した。

【0029】図8で制限された周波数帯域を多く分け過ぎて信号を設計すると、各信号が有する周波数帯域は相対的に減るようになり、減った周波数帯域によって相関器を通じて圧縮された信号のメインローブの幅が増加するようになる。これは超音波映像の軸方向の解像度によくない影響を与えるので、実際に多くの数の信号を用いることができない。

【0030】従って、信号を設計する時、各信号の帯域幅をできるだけ最大にし、信号間の相関度も最小にして互いに分離できるようにすることが最も重要である。

関数によって重み付けられた重みチャープ信号の瞬時周波数と波形を各々示しており、図7(c)は図7(b)の四角ウィンドウ関数によって重み付けられた重みチャープ信号を相関器を利用して圧縮した波形を示したものである。相関器を通過させて圧縮させたチャープ信号のメインローブの幅は変化する周波数の帯域幅に反比例し、メインローブとサイドローブは重みウィンドウの種類によって変わるようになる。従って、周波数の帯域幅と重みウィンドウ関数の選択は信号を設計するのに重要な要素となる。

【0026】送信時に同時に各集束点に集束された信号を分離するためには、用いられた信号が互いに直交特性を有しなければ可能でない。本発明では良い圧縮特性と直交特性とを有するチャープ信号を送信信号として用いるが、チャープ信号は制限された帯域幅を有する超音波トランスデューサの周波数スペクトラムとよく整合される特性を有しており、望みの周波数帯域を有するように信号を設計できるという特性がある。本発明では、整合過程を通過した信号が次の式(2)のような特性を有するように送信信号を設計する。

【0027】

【数2】

$$s(t) \otimes s_j^*(-t) = \begin{cases} \delta(t), & i=j \\ 0, & i \neq j \end{cases} \quad \text{式(2)}$$

【外1】

の信号を意味し、 $\otimes$ は時間畳み込みを

【0031】このために、本発明では周波数領域で隣接した二つの送信信号ができるだけ広い周波数帯域を共有するようにして、与えられた帯域幅内に多くの送信信号を設計したが、二つの信号間の相互相関値が各信号の自己相関の最大値に比べて最小40dB以下になるようにした。また、隣接した二つの送信信号の共有された周波数領域、即ち帯域重ねの程度は信号の帯域幅と用いられた重みウィンドウ関数とによって変わるが、本発明に適用されたハニングウィンドウ関数の場合には30dB帯域幅の25%程度の帯域幅重ねはパルス圧縮器を通じた信号の出力から医療用の撮像システムで要求される-40dB以下のサイドローブが得ることができ、このような帯域幅重複が適用された隣接した重み直交チャープ信号等の設計方法を図9に示す。

【0032】図9は隣接した二つのチャープ信号の時間による周波数変化率の符号が互いに異なる場合を示すが、一つの信号(即ち、チャープ1)は時間によって周波数が増加する信号であり、他の信号(即ち、チャープ2)は時間によって周波数が減少する信号である。図9で示すように、トランスデューサの周波数帯域を二つの部分に分けて上の二つの信号(即ち、チャープ1及びチャープ2)を生成したが、各周波数帯域を-40dB以下のサイドローブを得ることができる限度内で一部分を重ね合せて各々が有する帯域幅を増加させる。

【0033】このように設計されたチャープ信号は互いに異なる周波数帯域を有するようになって映像の解像度に影響を与えるようになるが、超音波映像において側方向の解像度を決定するメインローブの幅 x は次の式

(3) のようである

【0034】

$$x = 2 \frac{\lambda z}{d} = 2 \left(\frac{v}{f} \right) \frac{z}{d} \quad \text{式 (3)}$$

【0035】ここで、 λ は波長を、 z は進行する深さを、 D はトランスデューサの開口の大きさを、 v は超音波の速度を、 f は周波数を各々意味する。式 (3) において、メインローブの幅 x は周波数 f と進行する深さ z とにより影響を受ける。即ち、ある周波数帯域を有するチャープ信号をどの位置に用いるかによって側方向の解像度が変わるようになる。

【0036】メインローブの幅は周波数と反比例し、深さに比例するので、高周波であるほどかつ深さが浅いほど、側方向の解像度はさらに良くなる。従って、本発明では深さによって映像の側方向の解像度の質を一定に維持するために、低周波成分を近距離音場に、高周波成分を遠距離音場に集束する方式を用いる。これは本発明では重みチャープ信号を用いたパルス圧縮方法が用いられるので、一般的なパルス集束映像に比べて非常に高い信号対雑音比を得ることができるので、高い周波数信号を用いる場合にも、深い所で低い周波数を用いたパルス集束方法が提供する SNR を得ることができるからである。しかし、使用者の必要によって上記と反対に低周波成分を遠距離音場に、高周波成分を近距離音場に集束する方式を使用してもよい。

【0037】次に、本発明で具現しようとする同時多重送信集束技法を具現するための超音波撮像装置を図 10 を参照して詳察する。本発明では超音波送受信時に一般的な線形チャープ信号の代りにハニングウィンドウ関数によって重み付けられた重みチャープ信号をパルス圧縮信号として用いる。本発明ではチャープ信号がハニングウィンドウ関数によって重み付けられたが、他のウィンドウ関数により重み付けられてもよい。例えば、ハニングウィンドウ関数の以外にもハミングウィンドウ関数、ブラックマンウィンドウ関数、カイザーウィンドウ関数などが用いられる。

【0038】図 10 は、本発明の実施例による同時多重送信集束技法を具現するための超音波撮像装置を概略的なブロック図であって、図 11 は図 10 の送信直交コードパターンメモリ 14 に格納された複数のコードパターンを概念的に示したものであり、図 12 は図 10 のパルス圧縮部 25 における相関器の構造を概念的に示したものであり、図 13 は送信集束点に対する直交コードを分離して圧縮するために、第 1 相関器 31 と第 2 相関器 32 とに印加される係数の変化を図式的に示した図面であ

る。

【0039】前述した図面を参照しながら本発明による超音波撮像装置の各構成要素を詳細に説明すれば次の通りである。

【0040】超音波送信部としてのパルサー 12 は、送信直交コードパターンメモリ 14 に格納された送信信号のパターンの入力を受け、これを増幅してトランスデューサ列 1 に伝達する働きを果たす。このパルサー 12 は任意の信号を線形的に増幅させる働きを果たすように具現してもよい。送信直交コードパターンメモリ 14 には送信信号パターンとして重み直交チャープ信号が格納され、これは図 11 に示したように N 個の直交コードの形態で格納され、第 1 コード C_1 と第 2 コード C_2 、及び第 3 コード C_3 と第 4 コード C_4 は相互直交するコードとして図 9 に示したような周波数特性を有している。即ち、例えば、第 1 コード C_1 が低周波から高周波に上昇するチャープ信号であれば、第 2 コード C_3 はこれに直交するように高周波から低周波に減少するチャープ信号として設定される。

【0041】送信のための遅延パターンは、送信遅延制御器 15 によって決定されるが、送信遅延制御器 15 は使用者が選択した図 13 に示したような多様な送信集束点に対する遅延値を計算し、 N 個の直交コードが格納された送信直交コードパターンメモリ 14 から各送信直交コード $C_1 \sim C_n$ を読取って加算器 13 に出力する。この時、各直交コードは各々に対応される送信集束点に対する遅延時間を考慮して加えられ、パルサー 12 を経てトランスデューサ列 1 を通じてオブジェクトに送信される。

【0042】図 10 においてトランスデューサ列 1 は、 k 個のトランスデューサからなって超音波を送受信する。すべての直交コードを含む受信信号はトランスデューサ列 1 を通過した後、送受切換え用スイッチ 21 を経て各チャンネル別に時間利得補償器 (TGC) とアナログ - デジタル変換器 (ADC) とで構成された受信部 22 に伝えられる。送受切換え用スイッチ 21 はパルサー 12 から放出される高圧の電力が受信部 22 に影響を与えないようにするディプレクサの働きを果たす。即ち、トランスデューサ列 1 が送信及び受信を交互に行う時、送信部としてのパルサー 12 と受信部 22 とをトランスデューサ列 1 に適切にスイッチングする働きを果たす。受信部 22 は直交コードを含む受信信号をパルス圧縮部 25 に伝達する。

【0043】第 1 及び第 2 ビーム形成器 26、27 は、パルス圧縮部 25 からパルス圧縮済み信号の入力を受けて、受信集束遅延部 28 からの遅延値を参照して受信集束を行う。信号処理部 29 は包絡線検波、ログ圧縮などを行い、B モード映像を構成できる信号を生成する働きを果たす。スキャン変換部 30 は B モード映像信号を実際モニタに表示され得る形態に変換する働きを果たす。

前述した構成要素の中から本発明の特徴は、パルス圧縮部 25 の内部構造と動作にあるので、以下にパルス圧縮部 25 を詳細に説明するようにする。

【0044】パルス圧縮部 25 は、長いコード信号を短いパルス信号に圧縮するために、受信した重み直交チャープ信号を図 12 に示した第 1 及び第 2 相関器 31、32 を各々通過させる。従って、第 1 コード C1 及び第 3 コード C3 などの奇数番目のコードは第 1 相関器 31 によってパルス圧縮処理され、これに直交する第 2 コード C2 及び第 4 コード C4 などの偶数番目のコードは第 2 相関器 32 によってパルス圧縮処理される。

【0045】図 10 に示した超音波撮像装置は、隣接した二つの送信集束点に対して各々一つの相関器と一つのビーム形成器とを備える。従って、本発明では図 10 及び図 12 に示したように二つの相関器 31、32 と二つのビーム形成器 26、27 とを用いて同時多重送信集束が具現される。

【0046】図 13 は、すべての送信集束点に対する直交コードを分離して圧縮するために第 1 相関器 31 と第 2 相関器 32 とに印加される係数の変化を図式的に示す。同図において、受信信号は各チャンネル別に相関器 31、32 を通じて圧縮されるとともに分離される。この時、第 1 相関器 31 の係数は第 1 集束点に対して送信信号 C1 を用い、第 2 集束点に対して送信信号 C3 を用い、第 2 相関器 32 の係数は第 1 相関器 31 と交互になるように第 2 集束点に対して送信信号 C2 を用い、第 4 集束点に対して送信信号 C4 を用いる。各相関器によってチャンネル別に圧縮されて分離された各信号は、二つのビーム形成器 26、27 によって各々受信動的集束される。このように集束された各送信集束点に対する各信号はエコー処理過程によって距離により区間別に選択され、一つの信号として組合せられる。このように相関器と集束器とを二対にしておいて、第 1 相関器 31 と第 2 相関器 32 との相関領域を重ね合うことによって、二つの映像をエラーなくスムーズに合成することができる。

【0047】図 14 は、本発明に適用された二つの重みチャープ信号の波形と周波数特性とを示したものであって、図 14 (a) 及び図 14 (b) は、第 1 送信チャープ信号 C1 と第 2 送信チャープ信号 C2 との時間領域における波形を示し、図 14 (c) 及び図 14 (d) は、二つのチャープ信号 C1、C2 の周波数特性を各々示す。第 1 送信チャープ信号 C1 は、低周波成分のチャープ信号として図 14 (d) で実線で示されており、第 2 送信チャープ信号 C2 は第 1 送信チャープ信号 C1 に直交する高周波成分のチャープ信号として図 14 (d) で点線で示されている。

【0048】図 14 に示した各々のチャープ信号を独立して送信して得るデータの特性を図 15 に示した。図 15 (a) 及び図 15 (b) は、各々二つのチャープ信号 C1、C2 に対する受信信号の時間波形であり、図 15

(c) 及び図 15 (d) は二チャープ信号 C1、C2 の周波数特性を各々示す。

【0049】図 15 で第 1 送信チャープ信号 C1 に対する受信信号の 30 dB の帯域幅が第 2 送信チャープ信号 C2 に対する受信信号の帯域幅より減少されて、トランスデューサ周波数帯域幅の両端部分で損失されたことが分かる。また、低周波成分の第 1 送信チャープ信号 C1 より高周波成分の第 2 送信チャープ信号 C2 で信号の帯域幅がさらに多く減ったが、これは高周波成分に対する減衰がさらに激しいためである。図 15 (c) 及び 15 (d) には各チャープ信号 C1、C2 が有する基本周波数成分の他に中心周波数の 2 倍になる周波数帯域に高調波成分が示されている。高調波成分は信号が媒質を進行する時、媒質の非線形特性によって発生するが、本発明では高調波成分が二つの信号間の相互相関結果と共に他の信号に相互干渉として作用されるために、できるだけ高調波成分の生成を制限する。即ち、送信信号のピーク電圧を低く維持するか、高調波成分の周波数帯域が相関係数の周波数帯域と重ならないように設計する。その上、高調波成分の周波数帯域がトランスデューサの周波数帯域を外したら、受信時のトランスデューサによってフィルターリングされて除去されることができる。

【0050】本発明では、直交特性を有する多様なチャープ信号を時間遅延を考慮して加えた後、同時に送信してこれを受信時に完全に分離することができる。図 16 はこのような同時送信した後、信号の完全分離の可能性を説明するための図面であって、二つのチャープ信号 C1、C2 を時間遅延なしで加えて送信した後、受信信号の波形と周波数特性、そして相関関数の時間波形と包絡線の特性を示したものである。

【0051】図 16 (a) の時間波形において各チャープ信号の形態を区分することができないが、図 16 (b) ~ 16 (c) の受信信号の周波数特性を詳察すれば、各チャープ信号の周波数帯域成分が維持されている。図 16 (d) は、第 1 送信チャープ信号 C1 による相関関数の時間波形を示し、図 16 (f) は第 1 送信チャープ信号 C1 による相関関数の周波数の特性を示す。図 16 (e) は第 2 送信チャープ信号 C2 による相関関数の時間波形を示し、図 16 (g) は第 2 送信チャープ信号 C2 による相関関数の周波数の特性を示す。図 16 (d) ~ 16 (g) から、第 1 送信チャープ信号 C1 と第 2 送信チャープ信号 C2 を図 12 の各々の相関器 31、32 を通じて完全に分離できることがわかる。

【0052】図 17 は、第 1 送信チャープ信号 C1 に時間遅延を有する第 2 送信チャープ信号 C2 を加えて送信した場合の受信信号の波形、周波数特性、各信号に対する相関関数の時間波形と周波数特性とを示したものである。図 17 (a) は受信信号の波形を示したものであり、図 17 (b) は受信信号の周波数特性を示したものであり、図 17 (c) は受信信号の周波数特性をログス

ケール [dB] で示したものであり、図 17 (d) は第 2 送信チャープ信号 C2 の周波数特性を示したものであり、図 17 (e) は第 1 送信チャープ信号 C1 の周波数特性をログスケール [dB] で示したものであり、図 17 (f) は第 2 送信チャープ信号 C2 の周波数特性をログスケール [dB] で示したものである。図 17 から、互いに時間遅延を有する二つのチャープ信号を加えて送信した場合にも、図 12 の相関器 31、32 によって完全に分離できることが分かる。

【0053】一方、図 10 に示した超音波撮像装置の他の実施例として、各チャンネル別に時間利得補償器と A/D 変換器とを経た各受信信号を一つのビーム形成器によって動的集束した後、直交コードのための二つの相関器を通じて深さによって各直交コード別に分離して短い信号で圧縮する方法も提案できる。このような構成は、図 10 と比較して超音波映像の質は落ちるが、相関器とビーム形成器との順序を置き換えることによって一対の集束器と二つのみの相関器だけが要求されるので、受信部のハードウェアが簡単になる効果がある。

【0054】結論的に、図 14 ~ 図 17 から、複数の集束点に各々集束される各送信信号を一度に送信し、受信時に各信号を分離できることが分かり、これによってフレームレートの低下がなくても解像度が改善される効果がある。

【0055】図 18 は、本発明において重み直交チャープ信号を用いて同時多重送信集束方法を用いた周波数複合方法を示したものである。図 18 で分かるように、本発明による重み直交チャープ信号を用いた同時多重送信集束方法によれば、周波数帯域分割方法によって設計された相異なる周波数帯域の直交チャープ信号を同時に所望の領域に集束して送信した後、受信した信号を各相関器を通じて分離し圧縮して、各々分離された異なる周波数帯域の各信号の平均値を取ることによってスペックルパターンを減らすことができる。従って、本発明では一回の送受信でこのような結果が得られるため、フレームレートは低下しない。

【0056】図 19 は、直交コードを同時多重送信して一度の送受信で多様な走査線を獲得する方法を示したものである。図 19 は、一例として三つの直交コードを用いて三つの走査線を得ることを示したが、これに限らず、それ以上の個数の直交コードと走査線を用いることができる。図 19 から分かるように、各走査線に対して異なる直交コードを同時に送信し、受信時に各信号を相関器によって分離し、各独立したコードによる走査線を獲得することによってフレームレートを向上させることができる。この時、各直交コードは対応する走査線に対して送信遅延を有し、受信時に動的集束される過程でも各々のコードに対して獲得された走査線に対する受信遅延を異なって適用する必要がある。

【0057】上記において、本発明の好適な実施の形態

*について説明したが、本発明の請求範囲を逸脱することなく、当業者は種々の改変をなし得る。

【0058】

【発明の効果】従って、本発明によれば、重み直交チャープ信号を用いた同時多重送信集束技法を用いることによって、フレームレートの低下なしで超音波映像の解像度を改善させることができる。即ち、各走査線毎に集束点数だけ超音波を送受信する必要がなく、複数の集束点に各々集束される各送信信号を一度に送信し、受信時に各信号を分離することができ、フレームレートの低下なしで解像度が改善される。

【0059】また、このような同時多重送信集束技法を図 3 (b) に示したような 1.5 D トランスデューサ列に適用することによって、既存の固定集束された集束面を外した領域で高さ方向への解像度の低下を防止することができる。トランスデューサ列は 1.5 D トランスデューサに限らず、1.25 D、1.5 D、1.75 D、2 D トランスデューサも用いることができる。

【0060】また、本発明によれば、重み直交チャープ信号を用いた同時多重送信技法を用いることによって、フレームレートの低下なしで周波数複合方法を適用することができる。

【0061】また、周波数帯域分割方式を用いて重みチャープ信号を設計するにおいて、隣接した重みチャープ信号の時間による周波数変化率を交互になるように配置し、隣接した重みチャープ信号間の帯域が所定の幅ほど重なるようにすることによって、良好な直交特性を有する信号の設計ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】線形トランスデューサ列を用いて二次元映像を構成する方法を示す模式図である。

【図 2】一般的な多重送信集束技法を説明するため模式図である。

【図 3】従来の周波数複合方法を示した模式図である。

【図 4 a】従来の超音波撮像装置において走査線獲得方法を示した模式図である。

【図 4 b】従来の超音波撮像装置において走査線獲得方法を示した模式図である。

【図 5】高さ方向ヘレンズによる集束を行う 1 D トランスデューサ (a) と、7 個のトランスデューサからなる 1.5 D のトランスデューサ列 (b) を示した模式図である。

【図 6】同時多重送信集束技法のビームパターンを示す模式図である。

【図 7】重みチャープ信号の特性を示す模式図である。

【図 8】超音波トランスデューサの制限された周波数帯域幅内で互いに直交特性を有するチャープ信号の設計方法を概念的に示した模式図である。

【図 9】隣接した二つのチャープ信号の時間による周波数変化率の符号が互いに異なる場合を示す模式図であ

る。

【図10】本発明の実施例による同時多重送信集束技法を具現するための超音波撮像装置を概略的なブロック図である。

【図11】図10中の送信直交コードパターンメモリに格納された複数のコードパターンを概念的に示した模式図である。

【図12】図10中のパルス圧縮部における相関器の構造を概念的に示した模式図である。

【図13】送信集束点に対する直交コードを分離して圧縮するために、第1相関器と第2相関器とに印加される係数の変化を図式的に示した図面である。

【図14】本発明に適用された二つの重みチャープ信号の波形と周波数特性を示した模式図である。

【図15】(a)及び(b)は、各々二つのチャープ信号C1、C2に対する受信信号の時間波形であり、(c)及び(d)は二チャープ信号C1、C2の周波数特性を各々示す図面である。

【図16】(a)乃至(g)よりなり、同時送信した後、信号の完全分離の可能さを説明するための図面である。

*【図17】(a)乃至(g)よりなり、第1送信チャープ信号C1に時間遅延を有する第2送信チャープ信号C2を加えて送信した場合の受信信号の波形、周波数特性、各信号に対する相関関数の時間波形と周波数特性とを示した図面である。

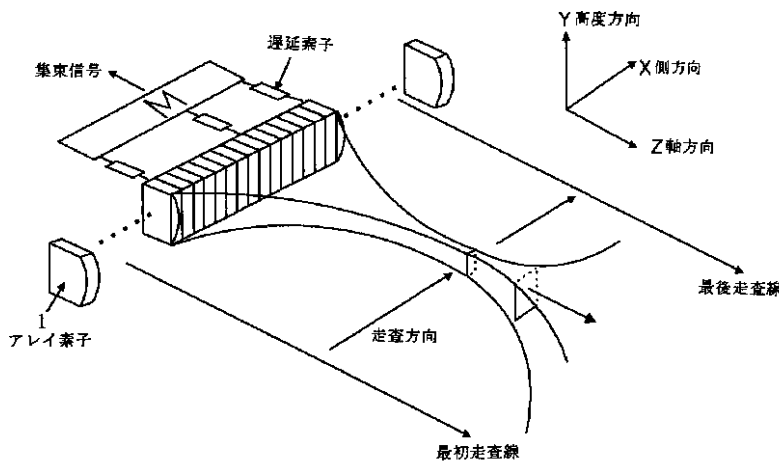
【図18】本発明において重み直交チャープ信号を用いて同時多重送信集束方法を用いた周波数複合方法を示した模式図である。

【図19】直交コードを同時多重送信して一度の送受信で多様な走査線を獲得する方法を示した模式図である。

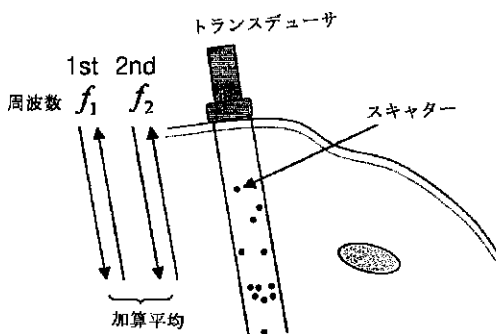
【符号の説明】

- 1 トランスデューサ列
- 12 パルサー
- 14 送信直交コードパターンメモリ
- 15 送信遅延制御器
- 25 パルス圧縮部
- 26 第1ビーム形成器
- 27 第2ビーム形成器
- 28 受信集束遅延部
- 31 第1相関器
- 32 第2相関器

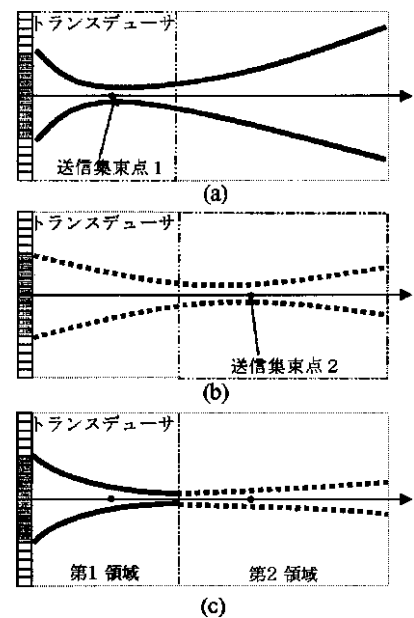
【図1】



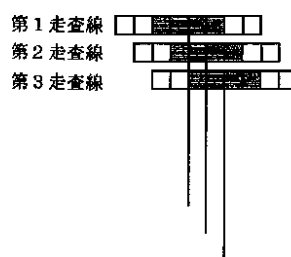
【図3】



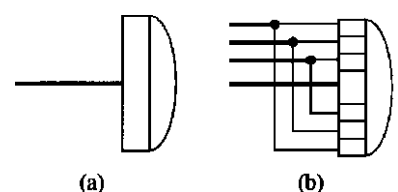
【図2】



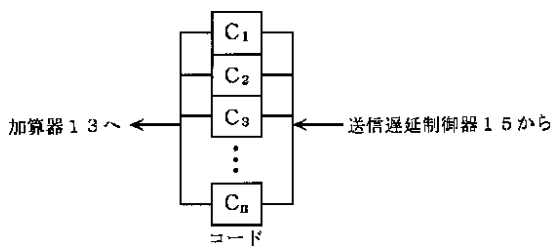
【図4a】



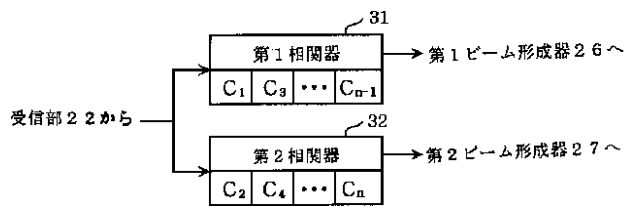
【図5】



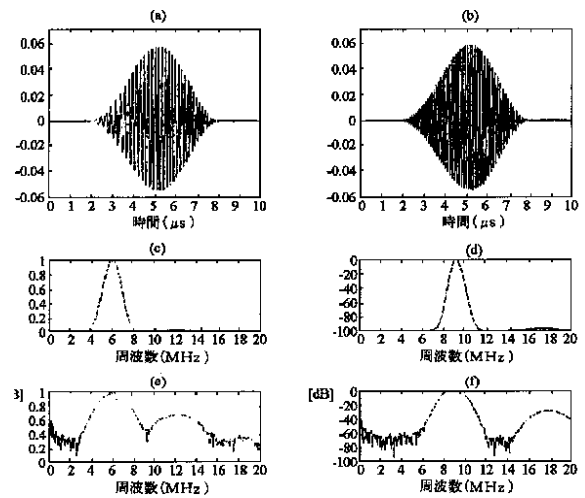
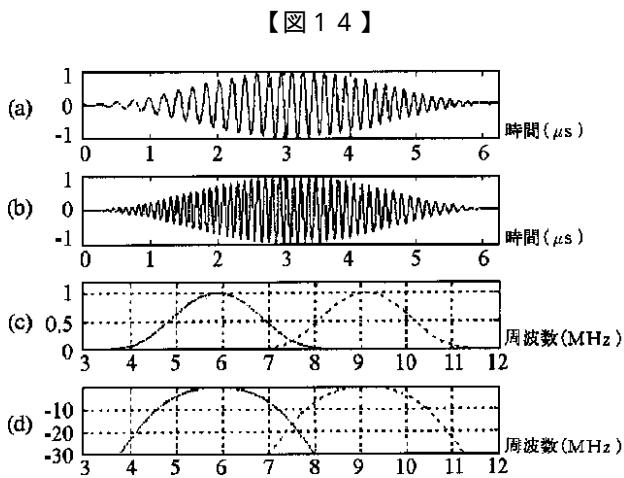
【図11】



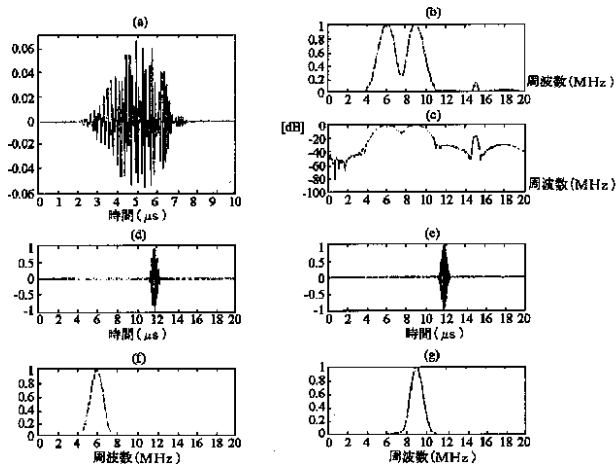
【図12】



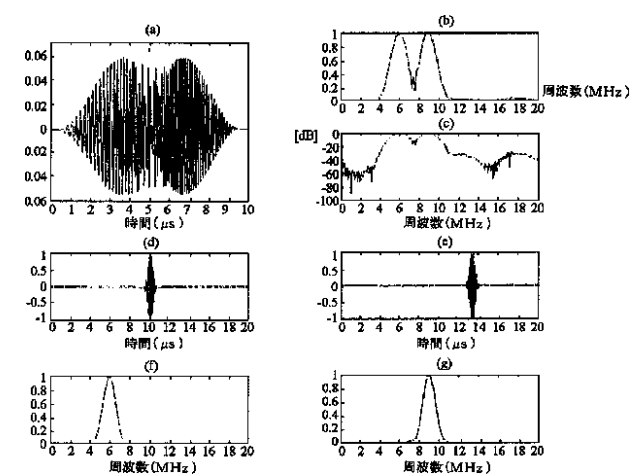
【図15】



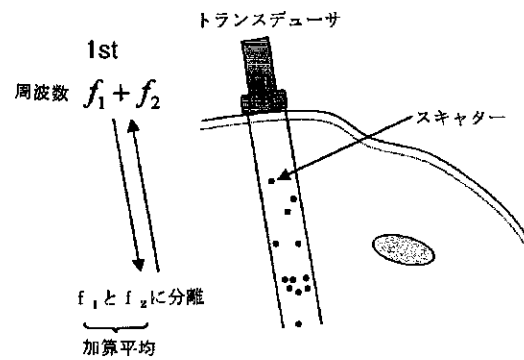
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン ヨン グァン
大韓民国 ソウル トクビョルシジョンロ
クシンヨンドン 247ドン 1ホ

Fターム(参考) 2F068 AA39 CC07 DD04 FF05 FF13
FF14 GG01 KK17 KK18 LL04
PP12
4C301 EE02 EE03 JB50
4C601 EE01 JB60
5J083 AA02 AB17 AC28 AC29 AC30
AD04 AD13 BA03 BE08 BE49
BE58 CB15 DC05

专利名称(译)	超声波成像设备和方法		
公开(公告)号	JP2003190164A	公开(公告)日	2003-07-08
申请号	JP2001402093	申请日	2001-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	三星麦迪森株式会社 株式会社MEDISON		
申请(专利权)人(译)	株式会社 メディソン 株式会社MEDISON		
[标]发明人	ソンテキヨン ジョンヨンガン		
发明人	ソン テ キヨン ジョン ヨン ガン		
IPC分类号	G01B17/00 A61B8/00 G01B17/06 G01S15/89		
FI分类号	A61B8/00 G01B17/00.C G01S15/89.B G01B17/06		
F-TERM分类号	2F068/AA39 2F068/CC07 2F068/DD04 2F068/FF05 2F068/FF13 2F068/FF14 2F068/GG01 2F068/KK17 2F068/KK18 2F068/LL04 2F068/PP12 4C301/EE02 4C301/EE03 4C301/JB50 4C601/EE01 4C601/JB60 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC28 5J083/AC29 5J083/AC30 5J083/AD04 5J083/AD13 5J083/BA03 5J083/BE08 5J083/BE49 5J083/BE58 5J083/CB15 5J083/DC05 4C601/HH01 4C601/KK41		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过使用加权正交线性调频信号的同时多路传输聚焦技术，能够在不降低帧频的情况下提高超声图像分辨率的超声成像设备和方法。提供包括彼此正交的N个正交码的加权正交信号，并且将加权正交信号作为超声波发送信号同时发送到被摄体中的相应N个聚焦点，并且所发送的超声波信号是 另一方面，接收从相应的N个聚焦点反射的信号，从反射的信号中提取所存储的N个正交码，对每个正交码执行脉冲压缩，并且接收脉冲压缩信号。生成聚焦信号，处理接收到的聚焦信号并显示处理后的信号。

