

(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2002 - 345814

### (P2002 - 345814A)

(43)公開日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(51) Int.Cl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ド* (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 1 S 7/523		G 0 1 S 15/89	B 5 J 0 6 5
15/89		H 0 3 M 13/19	5 J 0 8 3
H 0 3 M 13/19		G 0 1 S 7/52	F

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 10数)

(21)出願番号 特願2001 - 394487(P2001 - 394487)  
 (22)出願日 平成13年12月26日(2001.12.26)  
 (31)優先権主張番号 2001 - 26650  
 (32)優先日 平成13年5月16日(2001.5.16)  
 (33)優先権主張国 韓国(KR)

(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 ファン ゼ ソブ  
 大韓民国 ソウル トクビョルシドボンク  
 ドボン2ドン サムファンアパート3ドン21  
 3ホ  
 (74)代理人 100082175  
 弁理士 高田 守 (外2名)

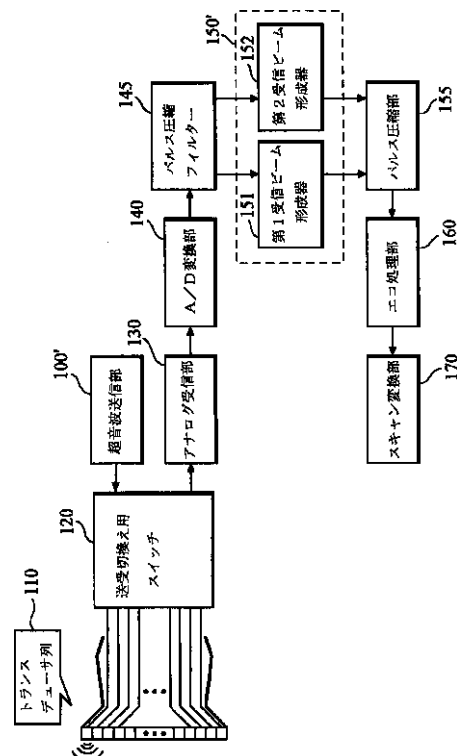
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波撮像装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 被写体の超音波映像を形成する際に、グレーコードの特長である良好なS N R及び軸方向の分解能を保持しつつ、またフレーム率を低下させることもなく、従来よりもS N Rが高く、鮮明な映像を形成する。

【解決手段】 超音波送信部100'で、M個の相補的なコードシーケンスを有し、直交するM個のコード組を用意する。そのM個のコード組に対応する各コードシーケンスを組み合わせて得た信号を、トランスデューサ列110により被写体内の所定の集束点に順次送信する。その集束点から反射される信号をトランスデューサ列110で受信する。パルス圧縮フィルタ145及び受信ビーム形成部150'において、その反射信号からM個のコード組内のM個のコードシーケンスに対応するデータを取り出す。取り出したデータを処理して、被写体に対する超音波映像を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体の超音波映像を形成する超音波撮像装置において、  
 M個の相補的なコードシーケンスを有し、互いに直交するM（Mは正の整数）個のコード組を格納する格納手段と、  
 前記M個のコード組における対応する各コードシーケンスを組み合わせ得たM個の組み合わせ信号を、超音波送信信号として前記被写体内の所定のM個の集束点に順次送信する送信手段と、  
 前記超音波送信信号に対する前記M個の集束点からの反射信号を受信する受信手段と、  
 前記反射信号から、前記格納手段に格納されたM個のコード組内の前記M個のコードシーケンスに対応するデータを取り出し処理して、前記被写体に対する超音波映像を形成する処理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】 前記超音波送信信号が複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点が異なる送信走査線上に存在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3】 前記超音波送信信号が複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点が同一の送信走査線上に存在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4】 前記送信手段が、複数のトランスデューサからなるトランスデューサ列を備え、前記超音波送信信号が前記トランスデューサ列の所定の開口内のトランスデューサによって送信されることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の超音波撮像装置。

【請求項5】 前記超音波送信信号が、前記トランスデューサ列の前記所定の開口内の前記トランスデューサの中心周波数に変調されて送信されることを特徴とする請求項4に記載の超音波撮像装置。

【請求項6】 前記処理手段が、互いに並列接続されており、前記反射信号を受信し、前記反射信号から前記M個のコードシーケンスに対応する前記データを取り出すM個の相関器と、前記M個の相関器の各出力端に接続され、前記取出された各データを順次加算するM個の加算器とを備えることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の超音波撮像装置。

【請求項7】 前記処理手段が、各々が、前記M個の加算器の各出力端に接続され、前記順次加算済みのデータを用いて個別に動的受信集束を行うM個の受信ビーム形成器を、さらに備えることを特徴とする請求項6に記載の超音波撮像装置。

【請求項8】 前記処理手段が、前記M個の加算器の各出力端に共通接続され、前記順次加算済みのデータを用いて動的受信集束を行う単一受信ビーム形成器を、さら

に備えることを特徴とする請求項6に記載の超音波撮像装置。

【請求項9】  $i$ が1、2、...、M、 $L$ が全二相シーケンスの長さで、 $a_{i1}$ 、 $a_{i2}$ 、...、 $a_{iL}$ が-1、0、1のうちから選択された二相シーケンスであるとき、前記M個のコード組の各々が長さLを有し、下式

【数1】

$$A_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}]$$

10 を満たす二相シーケンスの組 $A_i$ からなり、 $k$ が0、1、...、 $L-1$ であり、 $(k)$ がディラック関数を表すとき、前記二相シーケンスの組が下式

【数2】

$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} a_{i,l+k}^* = ML\delta(k)$$

を満たす相補的な二相シーケンスの組であることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の超音波撮像装置。

【請求項10】 被写体の超音波映像を形成する超音波撮像方法において、

M個の相補的なコードシーケンスを有し、互いに直交するM（Mは正の整数）個のコード組を用意する第1段階と、

前記M個のコード組における対応する各コードシーケンスを組み合わせ得たM個の組み合わせ信号を、超音波送信信号として前記被写体内の所定のM個の集束点に順次送信する第2段階と、

前記超音波送信信号に対する前記M個の集束点からの反射信号を受信する第3段階と、

前記反射信号から、前記M個のコード組内の前記M個のコードシーケンスに対するデータを取り出し処理して、前記被写体に対する超音波映像を形成する第4段階とを含むことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項11】 前記超音波送信信号が複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点が異なる送信走査線上に存在する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】 前記超音波送信信号が複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点が同一の送信走査線上に存在する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13】 前記超音波送信信号が、複数のトランスデューサを有するトランスデューサ列の所定の開口内のトランスデューサによって送信されることを特徴とする請求項10から12のいずれかに記載の超音波撮像方法。

【請求項14】 前記超音波送信信号が、前記トランスデューサ列の前記所定の開口内の前記トランスデューサの中心周波数に変調されて送信されることを特徴とする

請求項 13 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 15】 前記第 4 段階が、前記反射信号から前記 M 個のコードシーケンスに対する前記データを取り出す M 回の取り出し段階と、前記取り出し段階にて取り出したデータを順次加算する M 回の加算段階を含むことを特徴とする請求項 10 から 14 のいずれかに記載の超音波撮像方法。

【請求項 16】 前記第 4 段階が、前記 M 回の加算段階によって順次加算済みのデータを用いて個別に動的受信集束を行う M 回の受信ビーム形成段階を、さらに含むことを特徴とする請求項 15 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 17】 前記第 4 段階が、前記 M 回の加算段階によって順次加算済みのデータを用いて動的受信集束を行う単一受信ビーム形成段階を、さらに備えることを特徴とする請求項 15 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 18】  $i$  が 1、2、...、M、 $L$  が全二相シーケンスの長さで、 $a_{i1}$ 、 $a_{i2}$ 、...、 $a_{iL}$  が -1、0、1 のうちから選択された二相シーケンスであるとき、前記 M 個のコード組の各々が長さ  $L$  を有し、下式

【数 3】 
$$A_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}]$$

を満たす二相シーケンスの組  $A_i$  からなり、 $k$  が 0、1、...、 $L - 1$  であり、 $(k)$  がディラック関数を表すとき、前記二相シーケンスの組が下式

【数 4】 
$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} a_{i,l+k}^* = ML\delta(k)$$

を満たす相補的な二相シーケンスの組であることを特徴とする請求項 10 から 17 のいずれか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、直交性のゴレーコードの組を用いて超音波映像を形成する超音波撮像装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】通常、超音波撮像装置は、着目する被写体へ超音波信号を放射し、その被写体から反射される信号を取り扱って、リアルタイムにて、その被写体に対する平面像を提供するものであり、医療機器等の分野で広く用いられている。

【0003】超音波撮像装置で用いる超音波は、その強さが大きいほど被写体内の媒質から散乱または反射によって受信される超音波の強さが大きくなり、優れた信号対雑音比 (SNR) を得ることができる。従って、できるだけ大きい振幅の超音波、即ち高電圧の送信波を用いることが有利である。つまり、大きい振幅及び短いパル

ス長さの超音波の送信が望ましい。

【0004】しかし、超音波撮像装置を人体に用いる場合に人体に及ぼす影響及びシステムのハードウェア構成上の制約等によって、信号の強さの大きい超音波を用いるには制限がある。このような制限を克服するための方法として、多様なコード形式の超音波信号を用いる方法が提案されていた。コード形式の超音波信号を用いれば、長さのより長い超音波を送信できるようになるため、瞬間超音波の強さを適宜調節しながらより多くのエネルギーを送って優れた SNR を得ることが可能となる。この際、受信信号は、適切な信号処理によって、軸方向の分解能が向上するような長さに圧縮される。

【0005】このようなコードとしては大別して、1及び -1 よりなる二相コードと、任意の値よりなる任意のシーケンスコードとがある。二相シーケンスコードを用いれば、超音波送信器のハードウェアを容易に構成することができる。二相シーケンスコードの中では、ゴレーコード (Golay code) は理論的に最も理想的な圧縮が可能であると知られている。

【0006】このゴレーコードは相補的な二相シーケンスの組から構成される。ここで、長さ  $L$  の M 個のシーケンスを有する所定の二相シーケンス組  $A_i$  は、次の通り表現することができる。

【数 5】 
$$A_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}] \dots \text{式 (1)}$$

ここで、 $i$  は 1、2、...、M、 $L$  は全二相シーケンスの長さ、 $a_{i1}$ 、 $a_{i2}$ 、...、 $a_{iL}$  は二相シーケンスである。

【0007】上記のシーケンス組が次式を満たせば、それは相補的な二相シーケンス組であり、ゴレーコードとして用いることが可能となる。

【数 6】 
$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} a_{i,l+k}^* = ML\delta(k) \dots \text{式 (2)}$$

ここで、 $k$  は 0、1、...、 $L - 1$  であり、 $(k)$  は通常のディラック関数であって、 $k = 0$  の場合は 1、 $k \neq 0$  の場合には 0 である。

【0008】以下、通常のゴレーコードを用いる超音波撮像装置について説明する。

【0009】図 1 は、従来のゴレーコードを用いる超音波撮像装置の概略的なブロック図である。同図において、従来の超音波撮像装置は超音波送信部 100、トランスデューサ列 110、送受切換え用スイッチ 120、アナログ受信部 130、A/D 変換部 140、受信ビーム形成部 150、パルス圧縮部 155、エコ処理部 160 及びスキャン変換部 170 からなっている。

【0010】超音波送信部 100 は、トランスデューサ列 110 に電圧パルスを与え、そのうちの各トランスデ

ューサから超音波信号が出力されるようにする。詳記すると、各トランスデューサはパルサー(図示せず)から印加されたパルスに応じて超音波信号を発生する。超音波送信の際、トランスデューサ列の各トランスデューサにおいて超音波信号を発生するタイミングを調整することによって、診断領域内の所定の位置に超音波信号が送信集束されることが可能となる。即ち、その超音波信号が診断領域内の希望の位置上に同時に至るように、パルサーから各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所望の診断位置に超音波信号を送信集束する。各トランスデューサに対する超音波送信遅延のパターンを決定する方法として、超音波パルスのエネルギーを目標被写体内の所定の位置に集束させる固定集束技法が用いられてきた。また、近年にはその固定集束技法を用いることによる分解能の制限を避けるべく、合成開口技法が提案されている。

【0011】送受切換え用スイッチ120は、超音波送信部100から出射される高電圧からアナログ受信部130を守る働きを果たす。即ち、送受切換え用スイッチ120はトランスデューサが送信及び受信を交互に行う間、超音波送信部100とアナログ受信部130との間の切換えを適切に行う。

【0012】トランスデューサ列110は複数(例えば128個)のトランスデューサから構成され、各トランスデューサは超音波送信部100からの電圧に応じて超音波パルスを出力する。そのような送信技法として、上述した固定集束技法また合成開口技法が用いられ得る。一回の超音波送信において、複数のトランスデューサ内から一部のトランスデューサだけが用いられる。固定集束技法では、例えば128個のトランスデューサを備えている撮像装置であっても、一回の送信時には選択開口内の64個のトランスデューサのみが超音波信号を目標被写体に送信して一つの走査線を形成する。

【0013】アナログ受信部130は、トランスデューサ列110の各トランスデューサから出力された超音波パルスに対して、その被写体から反射される信号を受信し、受信した反射信号を後段のA/D変換部140に伝送する。

【0014】このA/D変換部140はアナログ受信部130から受取った信号に対して増幅、エイリアシング現象及び雑音成分の除去、超音波が身体内部を通過しながら生じる減衰の補正などの処理を行う。またA/D変換部140はアナログ受信部130から受取ったアナログ信号をデジタル信号に変換し、それを後段の受信ビーム形成部150に供給する。

【0015】この受信ビーム形成部150はA/D変換部140から受取った各信号に対して、受信集束の位置によって変わる様々な遅延量を加えて動的受信集束を行うと共に、遅延した信号を合成する。

【0016】パルス圧縮部155は、受信ビーム形成部

150から受信した信号に対して短パルス方式の超音波撮像装置と同様な分解能を得るべくパルス圧縮を行う。ゴレーコードのような長いコードを用いる超音波撮像装置では、受信ビーム形成部150からの信号はそのサイドローブが非常に大きいため映像を形成するのに不適である。このため、パルス圧縮を行う必要がある。

【0017】エコ処理部160はパルス圧縮部155によるパルス圧縮信号を基底帯域信号に変換し、直交復調器によって包絡線を取り出して、一つの走査線データを得る。

【0018】スキャン変換部170はエコ処理部160からのデータをメモリ(図示せず)に格納し、格納されたデータの走査方向をモニタの画素方向と一致させ、そのデータをモニタ上の該当画素位置に写像させる。

【0019】図2は、図1の従来の超音波撮像装置における超音波送信過程を説明する模式図である。説明の便宜上、同図では、長さL、 $M=2$ のコードシーケンス組 $A_1, A_2$ を有するゴレーコードを用い、一つの集束点Pに集束して送信する例を示す。

【0020】一つのパルス繰り返し間隔(PRI)での第1超音波送信の際、トランスデューサ列110の所定の開口内の全てのアレー要素 $1a \sim 1h$ は、第1コードシーケンス $A_1$ において集束点Pが得られるように超音波に遅延量を加えて被写体の方へ発射し、被写体から反射される信号を受信する。

【0021】続いて、次のPRIでの第2超音波送信の際、同様にアレー要素 $1a \sim 1h$ の全ては、第2コードシーケンス $A_2$ において集束点Pが得られるように超音波に遅延量を加えて被写体の方へ発射し、被写体から反射された信号を受信する。

【0022】そのような2回の超音波送信によって受信した信号を用いて、走査線の映像を表示することができる。詳記すると、アレー要素 $1a \sim 1h$ の各々から受信した信号はパルス圧縮され、その後、遅延量が選択的に加えられる。また、受信信号に遅延量を選択的に加えた後、その結果信号に対してパルス圧縮を行ってもよい。

【0023】前述のように、従来の二相ゴレーコードを用いて一つの集束点に超音波送信集束が得られた場合、一つの走査線を形成するためには、一つのゴレーコードに含まれたシーケンスの数の数倍、即ちM回の送信が行われなければならない。これによって、一般のパルス圧縮技法に比べてフレーム率が $1/M$ 分減少する。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主な目的は、直交性のゴレーコードの組を用いて、ゴレーコードの特長である良好なSNR及び軸方向の分解能を保持し、且つフレーム率の減少を防ぐ超音波撮像装置及びその方法を提供することにある。

【0025】

【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によれば、被写体の超音波映像を形成する超音波撮像装置において、M個の相補的なコードシーケンスを有し、互いに直交するM（Mは正の整数）個のコード組を格納する格納手段と、前記M個のコード組における対応する各コードシーケンスを組み合わせて得たM個の組合わせ信号を、超音波送信信号として前記被写体内の所定のM個の集束点に順次送信する送信手段と、前記超音波送信信号に対する前記M個の集束点からの反射信号を受信する受信手段と、前記反射信号から、前記格納手段に格納されたM個のコード組内の前記M個のコードシーケンスに対応するデータを取出し処理して、前記被写体に対する超音波映像を形成する処理手段とを含むことを特徴とする超音波撮像装置が提供される。

【0026】本発明の他の好適実施例によれば、被写体の超音波映像を形成する超音波撮像方法において、M個の相補的なコードシーケンスを有し、互いに直交するM（Mは正の整数）個のコード組を用意する第1段階と、前記M個のコード組における対応する各コードシーケンスを組み合わせて得たM個の組合わせ信号を、超音波送信信号として前記被写体内の所定のM個の集束点に順次送信する第2段階と、前記超音波送信信号に対する前記M個の集束点からの反射信号を受信する第3段階と、前記反射信号から、前記M個のコード組内の前記M個のコードシーケンスに対するデータを取出し処理して、前記被写体に対する超音波映像を形成する第4段階とを含むことを特徴とする超音波撮像方法が提供される。

【0027】上記装置および方法では、前記超音波送信信号が、複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点異なる送信走査線上に存在するようにする形態と、前記超音波送信信号が複数の送信走査線を形成し、前記M個の集束点同一の送信走査線上に存在するようにする形態が考えられる。

【0028】また、送信手段は、複数のトランスデューサからなるトランスデューサ列を備え、前記超音波送信信号が前記トランスデューサ列の所定の開口内のトランスデューサによって送信されることが好ましい。

【0029】また、前記超音波送信信号は、前記トランスデューサ列の前記所定の開口内の前記トランスデューサの中心周波数に変調されて送信されることが好ましい。

【0030】前記処理手段は、互いに並列接続されており、前記反射信号を受信し、前記反射信号から前記M個のコードシーケンスに対応する前記データを取出すM個の相関器と、前記M個の相関器の各出力端に接続され、前記取出された各データを順次加算するM個の加算器とを備えることが好ましい。

【0031】また、前記処理手段は、各々が、前記M個の加算器の各出力端に接続され、前記順次加算済みのデータをを用いて個別に動的受信集束を行うM個の受信ビー

\*ム形成器を、さらに備えることが好ましい。あるいは、前記処理手段は、前記M個の加算器の各出力端に共通接続され、前記順次加算済みのデータを用いて動的受信集束を行う単一受信ビーム形成器を、さらに備えるものであってもよい。

【0032】iが1、2、...、M、Lが全二相シーケンスの長さで、 $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}$ が-1, 0, 1のうちから選択された二相シーケンスであるとき、前記M個のコード組の各々が長さLを有し、下式

【数7】 
$$A_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}]$$

を満たす二相シーケンスの組 $A_i$ からなり、kが0、1、...、L-1であり、 $(k)$ がディラック関数を表すとき、前記二相シーケンスの組が下式

【数8】 
$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} a_{i,l+k}^* = ML\delta(k)$$

を満たす相補的な二相シーケンスの組であることが好ましい。

【0033】**【発明の実施の形態】**以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して説明する。各図中、図1及び図2に示したものと同一のものには、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0034】まず、本発明で用いられるグレーコードの直交性について説明する。上記式(2)のように、相補的なコードシーケンス組 $A_1, A_2$ に対して、その組と直交関係にある相補的なコードシーケンス組 $B_1, B_2$ がある。次式(3)を満たすコードシーケンス組はM個存在する。

【数9】 
$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} b_{i,l+k}^* = 0 \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、Kは0、1、...、L-1である。

【0035】本発明は、上述のように相互に直交する相補的なコードシーケンス組を用いて、超音波映像の形成を行う。

【0036】第1の実施の形態：図3に、本発明の第1の実施の形態に係る超音波撮像装置の概略図を示す。同図において、図1に示したものと同一のものには、同一の符号を付し、説明を省略する。以下、本発明の特徴部分である、超音波送信部100、パルス圧縮フィルター145及び受信ビーム形成部150について詳細に説明する。

【0037】超音波送信部100は、メモリ(図示せず)に格納された第1コードシーケンス組 $A_1, A_2$ 及び第2シーケンスコード組 $B_1, B_2$ を用いて被写体に

10

20

30

40

50

向けて超音波を送信する。第1コードシーケンス組  $A_1$ 、 $A_2$  は  $n$  番目の走査線を形成し、第2コードシーケンス組  $B_1$ 、 $B_2$  は  $n+1$  番目の走査線を形成する(後述)。

【0038】図4は、 $M=2$ 、 $L=32$  の場合、第1コードシーケンス組  $A_1$ 、 $A_2$  及び第2コードシーケンス組  $B_1$ 、 $B_2$  のコードパターンの一例を示す波形図である。

【0039】通常、これらのコードをトランスデューサに直送すると、送信効率が低下する恐れがある。そのため、トランスデューサの中心周波数に変調されたコードを用いることが有利である。図5中の(a)~(d)はトランスデューサの中心周波数に変調されたコードパターンの一例を示した波形図である。

【0040】超音波送信部100'は、トランスデューサ列110の選択された開口内の各トランスデューサ1a~1hに対して、第1送信時にてパルス信号  $X(A_1+B_1)$  を、第2送信時にはパルス信号  $Y(A_2+B_2)$  を与える。ここで、パルス信号  $X(A_1+B_1)$  は第1コードシーケンス  $A_1$  とそれに直交する第1直交コードシーケンス  $B_1$  との和を示し、パルス信号  $Y(A_2+B_2)$  は第2コードシーケンス  $A_2$  とそれに直交する第2直交コードシーケンス  $B_2$  との和を示す。即ち、従来のゴレーコードに基づいた技法とは異なり、本発明の超音波送信部100'はマルチレベルの超音波信号を送信する。詳記すると、従来の超音波送信部100が{+1, -1}といった2レベルの高電圧パルスによって駆動されるのに対し、本発明の超音波送信部100'は遅延量が相異なり、互いに直交する二つのコードシーケンス  $A_1$  及び  $B_1$  または  $A_2$  及び  $B_2$  の和を示す、{+2, +1, 0, -1, -2}といったマルチレベルの高電圧パルスによって駆動される。 $M=1$  の場合、レベルは  $2M+1$  に相当することとなる。このような高電圧パルスがトランスデューサの中心周波数に変調された一例を図5の(e)、(f)に示す。

【0041】パルス圧縮フィルター145は、A/D変換部140と受信ビーム形成部150'との間に接続され、送信パルス信号  $X(A_1+B_1)$  及び  $Y(A_2+B_2)$  に対して被写体から各々反射された受信パルス信号  $X'(A_1+B_1)$  及び  $Y'(A_2+B_2)$  から、 $n$  番目の走査線及び  $n+1$  番目の走査線を形成するのに必要なデータをフィルターリングする。詳記すると、任意の選択されたトランスデューサから送信された信号が  $n$  番目の走査線に対応するデータ(即ち、 $A_1$ 、 $A_2$ )と  $n+1$  番目の走査線に対応するデータ(即ち、 $B_1$ 、 $B_2$ )とを有するため、パルス圧縮フィルター145は各走査線に対応するデータを弁別してから、そのデータを受信ビーム形成部150'へ与える。

【0042】図6は、図3中のパルス圧縮フィルター145の詳細なブロック図である。同図において、パルス

圧縮フィルター145は物理的に並列接続された  $M$  個の相関器を備える。この実施例では、 $M=2$  の場合に対して、2つの相関器146、148が例示されている。相関器146の出力端には加算器147が、相関器148の出力端には加算器149が各々接続されている。第1相関器146は、受信パルス信号  $X'(A_1+B_1)$  から  $A_1$  を取出し、受信パルス信号  $Y'(A_2+B_2)$  から  $A_2$  を取出して、それを第1加算器147に供給する。第1加算器147は第1相関器146から受取った  $A_1$  と  $A_2$  とを加算し、その結果を  $n$  番目の走査線に対応するRFデータとして受信ビーム形成部150'の第1受信ビーム形成器151に供給する。同様に、第2相関器148は受信パルス信号  $X'(A_1+B_1)$  から  $B_1$  を取出し、受信パルス信号  $Y'(A_2+B_2)$  から  $B_2$  を取出して、その結果を第2加算器149に供給する。第2加算器149は第2相関器148から受取った  $B_1$  と  $B_2$  とを加算し、その結果を  $n+1$  番目の走査線に対応するRFデータとして受信ビーム形成部150'の第2受信ビーム形成器152に供給する。

【0043】受信ビーム形成部150'は、パルス圧縮フィルター145からのRFデータを用いて動的受信集束を行う。 $n$  番目及び  $n+1$  番目の両走査線に対応するRFデータを同時に処理するために、前述のように受信ビーム形成部150'は2つの受信ビーム形成器151、152を組み込んでいる。第1受信ビーム形成器151は、第1加算器147から受取った  $n$  番目の走査線のRFデータに対して、集束点Pに対する動的受信集束を行う。同様に、第2受信ビーム形成器152は第2加算器148から受取った  $n+1$  番目の走査線のRFデータに対して、集束点Qに対する動的受信集束を行う。この場合、デュアルビーム受信機能を追加しようとするならば、4つの受信ビーム形成器を備えればよい。

【0044】次に、図7を参照して、本発明の第1実施例に係る超音波送信過程を説明する。第1送信の際、トランスデューサ列110の所定の開口内のトランスデューサ1a~1hの各々は、第1コードシーケンス  $A_1$  に送信集束遅延を加えて  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点Pに送信集束すると同時に、第1直交コードシーケンス  $B_1$  に送信集束遅延を加えて  $n+1$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点Qに送信集束するべく、遅延量が相異し互いに直交する二つのコードシーケンス  $A_1$  と  $B_1$  とを加算した信号  $X(A_1+B_1)$  を被写体に送信する。

【0045】第2送信時、第1送信の際に用いられた同トランスデューサ1a~1hの各々は、第2コードシーケンス  $A_2$  に送信集束遅延を加えて  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点Pに送信集束すると同時に、第2直交コードシーケンス  $B_2$  に送信集束遅延を加えて  $n+1$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点Qに送信集束するべく、遅延量が相異し互いに直交する二つ

のコードシーケンス  $A_2$  及び  $B_2$  を加算した信号  $Y (A_2 + B_2)$  を、その被写体に送信する。

【0046】受信時において、 $X (A_1 + B_1)$  及び  $Y (A_2 + B_2)$  に対する反射信号としての  $X' (A_1 + B_1)$  及び  $Y' (A_2 + B_2)$  から  $A_1$  及び  $A_2$  と  $B_1$  及び  $B_2$  とを各々取出して、 $n$  番目及び  $n + 1$  番目の走査線の両方を形成するためのデータを求める。

【0047】本発明の、第1の実施の形態によれば、一回の送信時、相互に直交する2つのコードシーケンス  $A_1$  と  $B_1$  または  $A_2$  と  $B_2$  からなるゴレーコード組  $X (A_1 + B_1)$  または  $Y (A_2 + B_2)$  を送信するため、2回の送信によって、両走査線に対する超音波映像データを得ることができる。これによって、通常のパルシング技法に比べてフレーム率は低下しなくなる。

【0048】なお、選択された開口内の全てのトランスデューサが用いられているため、ゴレーコードのSNRが悪化することはない。即ち、本発明によれば、従来技法と同レベルの分解能を保ちつつ、ゴレーコードの長さ  $L$  あたりのSNRを改善することができる。

【0049】第2の実施の形態：次に、図8を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る超音波送信過程を説明する。第2の実施の形態は、2つの送信集束点  $P$ 、 $Q$  が同じ走査線上に存在する点で、上記の第1の実施の形態と異なる。これによって、第1の実施の形態とは異なり、複数の受信ビーム形成器は必要なくなる。

【0050】第1送信の際、トランスデューサ列  $110$  の所定の開口内の全てのトランスデューサ  $1a \sim 1h$  は、第1コードシーケンス  $A_1$  に送信集束遅延を加えて  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点  $P$  に送信集束すると同時に、第1直交コードシーケンス  $B_1$  に送信集束遅延を加えて同  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点  $Q$  に送信集束するべく、遅延量が相異し相互に直交する2つのコードシーケンス  $A_1$  と  $B_1$  を加算した信号  $X (A_1 + B_1)$  を被写体に送信する。

【0051】第2送信の際、第1送信の際に用いられた同トランスデューサ  $1a \sim 1h$  は、第2コードシーケンス  $A_2$  に送信集束遅延を加えて  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点  $P$  に送信集束すると同時に、第2直交コードシーケンス  $B_2$  に送信集束遅延を加えて同  $n$  番目の走査線上の送信集束位置である集束点  $Q$  に送信集束するべく、遅延量が相異し相互に直交する2つのコードシーケンス  $A_2$  と  $B_2$  を加算した信号  $Y (A_2 + B_2)$  を被写体に送信する。

【0052】これによって、2回の送信によって2つの送信集束点に対するデータが得られるため、従来のパルシング技法に比べてフレーム率は低下しなくなる。とりわけ、安価の超音波撮像装置において、本発明の上記した送信技法を用いて二つの相関器を加えるだけで、従来の受信技法をそのまま採用することができる。信号の集束、続いて信号の圧縮が行われたら、従来の非コーディ

\*ング・パルシング技法に比べて、フレーム率の低下を防止できる。

【0053】また、本実施の形態によれば、一つの集束点を有する従来のパルシング技法に比べてフレーム率は  $1/M$  位低下するが、多重送信集束点によってSNRが高く、より一層正確な映像を得ることができる。

【0054】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。例えば、本発明では  $M = 2$  の場合を例示したが、 $M > 2$  の場合にも適用できる。例えば、 $M = 3$  の場合であれば、1つのゴレーコードとこれに直交する2つの直交コードとを用い、3つの集束点に集束すればよい。

【0055】なお、本発明では1次元(1D)アレイについて説明したが、トランスデューサ列が2次元平面(または曲面)上に配設される2Dアレイと、その2Dアレイと同様な構成を有し、垂直方向の上でトランスデューサ列の大きさを減らしてトランスデューサの総数を少なくした1.75Dアレイと、その1.75Dアレイをより簡略化したもので、垂直方向に対称位置にあるトランスデューサ同士が電氣的に互いに結ばれている1.5Dアレイとにも適用できることは勿論である。

【0056】  
【発明の効果】本発明によれば、直交性のゴレーコードを用いて同時に様々なコードを送信することによって、音場特性は同じく維持し、フレーム率の低下もなく、従来に比べてSNRが高く、より一層正確な映像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のゴレーコードを用いる超音波撮像装置の概略的なブロック図である。

【図2】図1の従来の超音波撮像装置における超音波送信過程を説明する模式図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る超音波撮像装置の概略図である。

【図4】 $M = 2$ 、 $L = 32$  の場合、第1コードシーケンス組  $A_1$ 、 $A_2$  及び第2コードシーケンス組  $B_1$ 、 $B_2$  のコードパターンの一列を示す波形図である。

【図5】トランスデューサの中心周波数に変調されたコードパターンの一列を示した波形図である。

【図6】図3中のパルス圧縮フィルターの詳細なブロック図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る超音波送信過程を説明する図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る超音波送信過程を説明する図である。

【符号の説明】

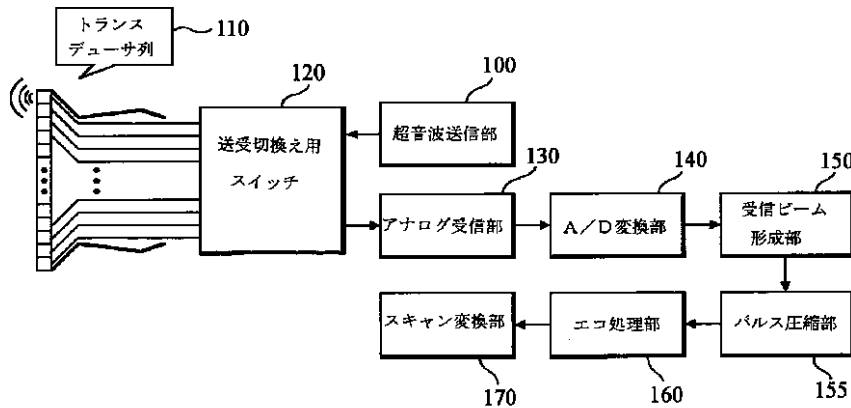
- 100、100' 超音波送信部
- 110 トランスデューサ列
- 120 送受切換え用スイッチ

- 130 アナログ受信部
- 140 A/D変換部
- 145 パルス圧縮フィルタ
- 150、150' 受信ビーム形成部

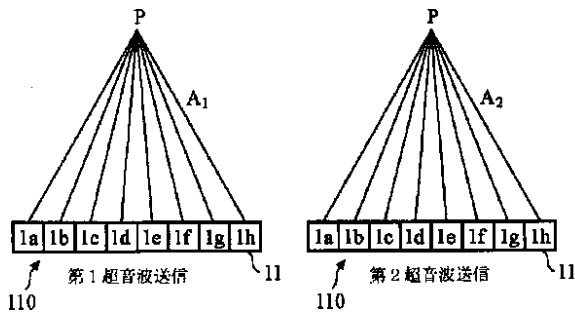
- \*155 パルス圧縮部
- 160 エコ処理部
- 170 スキャン変換部

\*

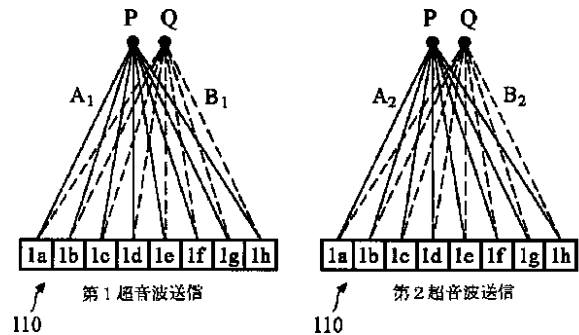
【図1】



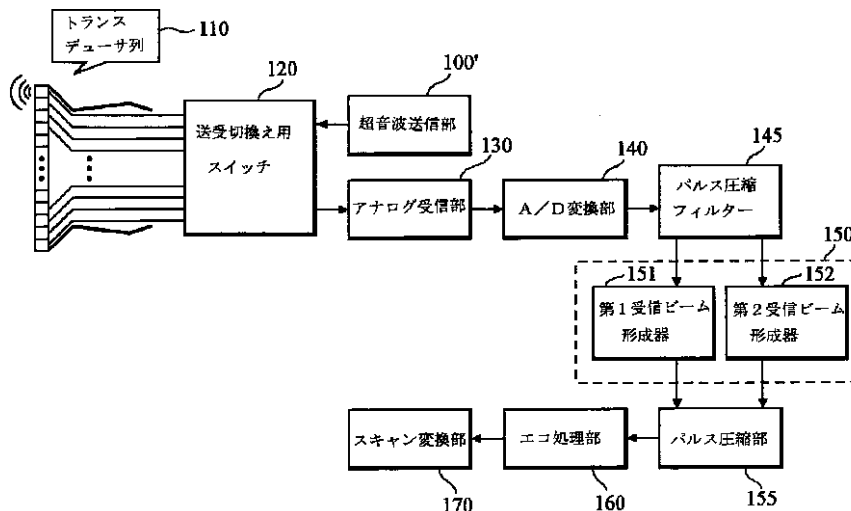
【図2】



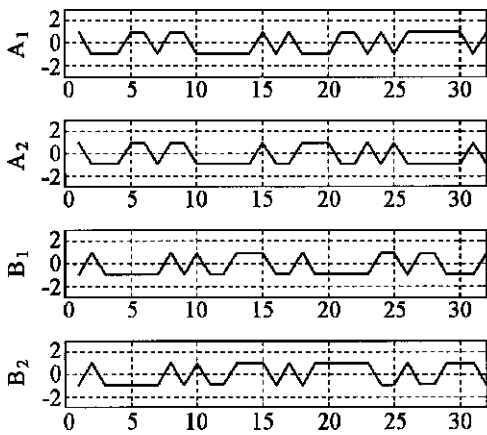
【図7】



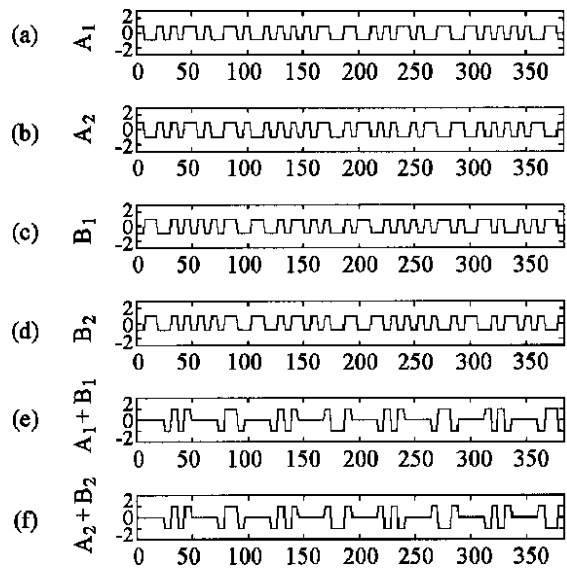
【図3】



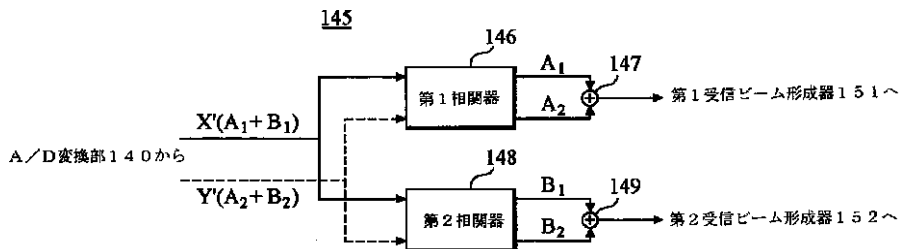
【図4】



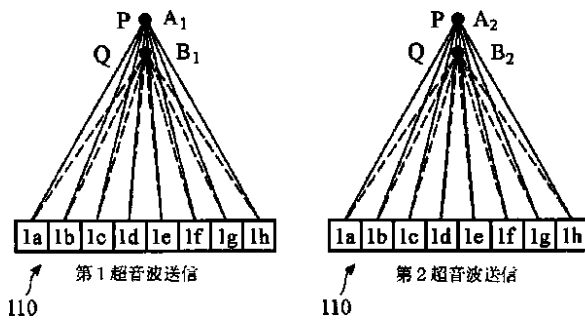
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ファン ゼ ソブ  
 大韓民国 ソウル トクビョルシドボンク  
 ドボン2ドン サムファンアパート3ドン  
 213ホ

(72)発明者 ソン テ キョン  
 大韓民国 ソウル トクビョルシソチョク  
 ザンウォンドン ドンアアパート105ドン  
 1403ホ

F ターム(参考) 4C301 CC02 EE04 EE10  
5J065 AA01 AB01 AC04 AH02 AH08  
AH18  
5J083 AA02 AB17 AC18 AC28 AC29  
AD13 AE08 BA10 BE08 BE28  
CA01 CA12

专利名称(译)	超声波成像设备和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2002345814A</a>	公开(公告)日	2002-12-03
申请号	JP2001394487	申请日	2001-12-26
[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	ファンゼソプ ソンテキョン		
发明人	ファン ゼ ソプ ソン テ キョン		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S7/523 G01S15/89 H03M13/19		
CPC分类号	G01S7/52093 G01S7/52047 G01S15/8915 G01S15/8918 G01S15/8959 G01S15/8961		
FI分类号	A61B8/00 G01S15/89.B H03M13/19 G01S7/52.F A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/CC02 4C301/EE04 4C301/EE10 5J065/AA01 5J065/AB01 5J065/AC04 5J065/AH02 5J065/AH08 5J065/AH18 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC18 5J083/AC28 5J083/AC29 5J083/AD13 5J083/AE08 5J083/BA10 5J083/BE08 5J083/BE28 5J083/CA01 5J083/CA12 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/EE07 4C601/HH11 4C601/HH27 4C601/KK12 4C601/LL31		
优先权	1020010026650 2001-05-16 KR		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：要形成物体的超声图像，同时保持良好的SNR和轴向分辨率（这是Golay码的特征），并且在不降低帧频的情况下，SNR会比以前更高且更清晰。形成完美的形象。解决方案：超声发射单元100；准备具有M个互补码序列的M个正交码集。通过组合与M个代码集相对应的代码序列而获得的信号被换能器阵列110依次发送到被摄体中的预定焦点。换能器阵列110接收从焦点反射的信号。在脉冲压缩滤波器145和接收波束形成单元150中，从反射信号中提取与M个代码集中的M个代码序列相对应的数据。处理检索到的数据以形成对象的超声图像。

