

(19)日本国特許庁 (J P)

公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 10181

(P2003 - 10181A)

(43)公開日 平成15年1月14日(2003.1.14)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド [*] (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/22	501	G 0 1 N 29/22	4 C 3 0 1
G 0 1 S 7/524		G 0 1 S 15/89	5 J 0 8 3
7/526		7/52	J
15/89			P
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 11数)			

(21)出願番号 特願2002 - 124861(P2002 - 124861)

(22)出願日 平成14年4月25日(2002.4.25)

(31)優先権主張番号 2001 - 22246

(32)優先日 平成13年4月25日(2001.4.25)

(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 ベ ム ホ

大韓民国 ソウル トクピョルシソンパク
チャンシル6ドン ザンミアパート19ドン8
08ホ

(74)代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外 2 名)

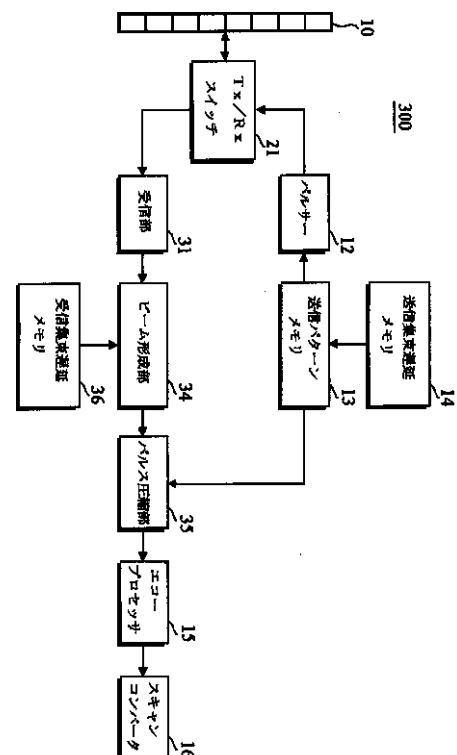
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 直交ゴレーコードを用いる超音波撮像方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 互いに直交する複数のゴレーコードを用いて多重送受信集束を行い、ゴレーコードの使用に伴うフレームレートの低下をもたらすことなく、超音波撮像システムの性能が向上できる超音波撮像方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 各々がM個のコードシーケンスを有するM個のゴレーコードを格納し、このコードシーケンスをM個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して送信集束を行い、所定の各グループに対する送信集束に応じて該送信集束点から反射されてくる各信号を受信し、該受信した各反射信号に対して受信集束を行い、該受信集束した各信号に対してパルス圧縮を行い、該パルス圧縮信号の各々を信号処理してBモード映像を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波撮像方法において、
各々が M 個のコードシーケンスを有する M (M は 2 以上の整数) 個のゴレーコードを格納する第 1 段階であって、該 M 個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該 M 個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該第 1 段階と、
前記コードシーケンスを M 個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループへ順次行われる送信集束を行う第 2 段階と、
前記各グループに対する送信集束に応じて、前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する第 3 段階と、
その受信した各反射信号に対して受信集束を行う第 4 段階と、
その受信集束した各信号に対してパルス圧縮を行う第 5 段階と、
そのパルス圧縮された各信号を信号処理して B モードの映像を形成する第 6 段階とを含むことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 2】 前記第 5 段階が、
前記受信集束信号から、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信集束信号を $k = 1 - M$ まで繰り返し取出す段階と、
前記 M 個の取出し信号を加算する段階とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 3】 前記取出し段階が、前記特定のゴレーコードの k 番目のコードシーケンスをフィルター係数として用い、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信集束信号のフィルターリングを $k = 1 - M$ まで繰り返して行う段階をさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 4】 超音波撮像方法において、
各々が M 個のコードシーケンスを有する M (M は 2 以上の整数) 個のゴレーコードを格納する第 1 段階であって、該 M 個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該 M 個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該第 1 段階と、
前記コードシーケンスを M 個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行う第 2 段階と、
前記各グループに対する送信集束に応じて、前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する第 3 段階と、
相対受信した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行う第 4 段階と、
そのパルス圧縮された各信号に対して受信集束を行う第

5 段階と、
その受信集束された各信号を信号処理して B モード映像を形成する第 6 段階とを含むことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 5】 前記第 4 段階が、
前記受信信号から、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信信号を $k = 1 - M$ まで繰り返し取出す段階と、
前記取出し信号を加算する段階とをさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 6】 前記取出し段階が、前記特定のゴレーコードの k 番目のコードシーケンスをフィルター係数として用い、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信信号のフィルターリングを $k = 1 - M$ まで繰り返して行う段階をさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波撮像方法。

【請求項 7】 超音波撮像装置において、
各々が M 個のコードシーケンスを有する M (M は 2 以上の整数) 個のゴレーコードを格納する格納手段であって、該 M 個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該 M 個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該格納手段と、
前記コードシーケンスを M 個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行い、前記各グループに対する送信集束に応じて前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する複数のトランスデューサと、
その受信した各反射信号に対して受信集束を行う受信集束手段と、

その受信集束した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行うパルス圧縮手段と、
そのパルス圧縮された各信号を信号処理して B モード映像を形成する映像形成手段とを含むことを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 8】 前記パルス圧縮手段が、前記受信集束信号から、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信集束信号を $k = 1 - M$ まで繰り返し取出す手段と、
前記 M 個の取出し信号を加算する手段とを、さらに備え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】 前記取出し手段が、前記特定のゴレーコードの k 番目のコードシーケンスをフィルター係数として用い、前記 M 個のグループのうちの k 番目のグループの送信集束に対応する各受信集束信号のフィルターリングを $k = 1 - M$ まで繰り返して行う手段を、さらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 10】 超音波撮像装置において、

各々がM個のコードシーケンスを有する(Mは2以上の整数)M個のゴレーコードを格納する格納手段であって、該M個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該M個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該格納手段と、
前記コードシーケンスをM個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行い、前記各グループに対する送信集束に応じて前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する複数のトランスデューサと、
その受信した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行うパルス圧縮手段と、
そのパルス圧縮された各信号に対して受信集束を行う受信集束手段と、
その受信集束した各信号を信号処理してBモード映像を形成する映像形成手段とを含むことを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項11】 前記パルス圧縮手段が、前記受信信号から、前記M個のグループのうちのk番目のグループの送信集束に対応する各受信信号を $k = 1 - M$ まで繰り返し取出す手段と、
前記M個の取出し信号を加算する手段とを、さらに備えることを特徴とする請求項10に記載の超音波撮像装置。

【請求項12】 前記取出し手段が、前記特定のゴレーコードのk番目のコードシーケンスをフィルター係数として用い、前記M個のグループのうちのk番目のグループの送信集束に対応する各受信信号のフィルターリングを $k = 1 - M$ まで繰り返して行う手段を、更に備えることを特徴とする請求項11に記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波撮像装置に関し、特に互いに直交する複数のゴレーコード(Goley code)を用い、多重送受信集束を行う超音波撮像方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】通常、超音波撮像装置は診断したいオブジェクト、例えば人体に向かって超音波信号を送信し、それから反射されてくる超音波信号から該オブジェクトの像を得て、これを表示装置上に表示させる装置であって、医療分野等において幅広く用いられている。

【0003】そのような超音波撮像装置は、複数のトランスデューサよりなり超音波信号を送信するトランスデューサ列と、各トランスデューサを駆動するためのパルスを供給するパルサーとから構成される。各トランスデューサは、パルサーから与えられるパルスに応じて超音

波信号を発生させる。送信時には、トランスデューサ列の各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り、診断領域内のある箇所に超音波が送信集束するようにすることができる。即ち、診断領域内のある箇所に超音波信号が同時に到達するように、パルサーにて各トランスデューサに対して時間遅延を設け、パルスを与えることにより所望の箇所に超音波信号を送信集束する。

【0004】オブジェクトから反射されてくる超音波信号は、トランスデューサ列によって受信される。オブジェクトから反射された超音波信号の各トランスデューサへの到達時間が、各トランスデューサの位置によって異なるため、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が設けられる。このビーム形成器は、各トランスデューサによって受信された反射信号に対して時間遅延を付与し加算することにより、受信集束信号を生成する。

【0005】一方、超音波がゴム又は人体といった高減衰の媒質を通過する場合、その減衰により受信される信号の電力が顕著に減少することになる。このため、前述の超音波撮像装置においては、診断の深さが深い場合、所望の情報を得ることが困難である。現用の殆どの超音波撮像装置においては、トランスデューサに短い持続時間を有するパルスを印加して超音波信号を発生させているが、パルスの尖頭電圧を増加させて、超音波信号の減衰問題を解決することができる。しかし、医療用の超音波撮像装置において、パルス電圧の増加は人体内部の組織に悪影響を及ぼす恐れがあるため、パルスの尖頭電圧の増加には制約がある。

【0006】出力されるパルスの尖頭電圧を増加させる代わりに、平均電力を増加させることにより超音波撮像装置の信号対雑音比(S/N比)を顕著に向上する方法が、レーダー装置で用いられるパルス圧縮技法である。このパルス圧縮技法を用いた超音波撮像装置では、既存の短いパルスの代わりにコード化された長いパルスを用いる。

【0007】既存の短いパルスを用いる診断機の場合には、高圧の短いパルスを用いるため、超音波撮像装置で用いられる超音波トランスデューサのインパルス応答特性に応じて超音波の進行する方向の解像度が決定される。しかし、パルス圧縮方式の超音波撮像装置では、コード化された長いパルスを用いるため、トランスデューサと該パルスとの間の畳み込みにより解像度が決定される。このような超音波撮像装置では、超音波の受信端に相関器をベースにしたパルス圧縮器を設け、短いパルスを送信したような結果が得られる。従って、短いパルス方式の尖頭電圧に比べて低い電圧によっても効率良く信号対雑音比を増加させることができる。

【0008】このようにコード化された長いパルスを用いる超音波撮像装置においては、システムの性能がコー

ドの特性によって大きく左右される。特に、信号受信時に引き出せる映像の品位は前述したように、用いられるコードの周波数特性と超音波トランスデューサの周波数特性との関係によって決定される。また、超音波撮像装置の性能は、コード化された長いパルスを送信しているが短いパルスを送信するような結果を得るために、受信端に設けられる相関器をベースにしたパルス圧縮器の具現方法によって大きく左右される。

【0009】前記のようなコードには、1と-1のみよりなる2相コードと、ある値で表現されるコードとがあり、この中の2相コードは、送信機のハードウェアを簡単に具現できるという長所がある。また、2相コードのうちのゴレーコードは、公知のようにパルス圧縮済みの出力でサイドローブが完全に除去されるという特性があるため、長いパルスを用いる超音波映像装置にこれを適用しようとする多くの試みがあった。

【0010】図1は、ゴレーコードを用いた従来の超音波撮像装置における超音波パルス送信過程を説明する模式図であって、送信コードパターンが互いに相補関係にある一対の2相コードシーケンスを有するゴレーコードであり、一つの集束点Pに送信集束して送信する例を示す。第1送信において、トランスデューサ列11は、先ず一対の2相コードシーケンスのうちの第1コードシーケンス A_1 に対する超音波パルス信号を人体などのオブジェクトに向けて送信し、その後該オブジェクトから反射されてくる信号を受信する。第1コードシーケンス A_1 に対する反射信号を受信した後、第2送信において、トランスデューサ列11は第2コードシーケンス A_2 に対する超音波パルス信号を送信し、再びこのパルス信号に対する反射信号を受信する。

【0011】従って、図1でのように、従来の2相ゴレーコードを用いて一つの集束点に送信集束して送信する場合、一つのゴレーコードに含まれたコードシーケンスの数、即ちM回だけ送信しなければならないため、従来の短いパルスを用いる場合に比べ、フレームレートが1/M分減少するようになる。即ち、ゴレーコードを用いる従来の超音波映像装置では、ゴレーコードのシーケンス数だけ送信し、それから反射された信号を用いて超音波映像を形成するため、結果的にフレームレートが減少するという問題がある。

【0012】

【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、互いに直交する複数のゴレーコードを用いて多重送受信集束を行い、ゴレーコードの使用に伴うフレームレートの低下をもたらすことなく、超音波撮像システムの性能が向上できる超音波撮像方法及びその装置を提供することにある。

【0013】

【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、本発明の一実施例は超音波撮像方法であって、各

々がM個のコードシーケンスを有するM(Mは2以上の整数)個のゴレーコードを格納する第1段階であって、該M個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該M個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該第1段階と、前記コードシーケンスをM個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループへ順次行われる送信集束を行う第2段階と、前記各グループに対する送信集束に応じて、前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する第3段階と、その受信した各反射信号に対して受信集束を行う第4段階と、その受信集束した各信号に対してパルス圧縮を行う第5段階と、そのパルス圧縮された各信号を信号処理してBモードの映像を形成する第6段階とを含む。

【0014】また、本発明の他の実施例は超音波撮像方法であって、各々がM個のコードシーケンスを有するM(Mは2以上の整数)個のゴレーコードを格納する第1段階であって、該M個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該M個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該第1段階と、前記コードシーケンスをM個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行う第2段階と、前記各グループに対する送信集束に応じて、前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する第3段階と、相対受信した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行う第4段階と、そのパルス圧縮された各信号に対して受信集束を行う第5段階と、その受信集束された各信号を信号処理してBモード映像を形成する第6段階とを含む。

【0015】また、本発明のさらに他の実施例は超音波撮像装置であって、各々がM個のコードシーケンスを有するM(Mは2以上の整数)個のゴレーコードを格納する格納手段であって、該M個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該M個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該格納手段と、前記コードシーケンスをM個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行い、前記各グループに対する送信集束に応じて前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する複数のトランスデューサと、その受信した各反射信号に対して受信集束を行う受信集束手段と、その受信集束した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行う

パルス圧縮手段と、そのパルス圧縮された各信号を信号処理して B モード映像を形成する映像形成手段とを含む。

【0016】また、本発明のさらに他の実施例は超音波撮像装置であって、各々が M 個のコードシーケンスを有する (M は 2 以上の整数) M 個のゴレーコードを格納する格納手段であって、該 M 個のゴレーコードのうちの一つのゴレーコードの各コードシーケンスが、該 M 個のゴレーコードのうちの他のゴレーコードに対応する各コードシーケンスと互いに直交する、該格納手段と、前記コードシーケンスを M 個のグループに分け、各グループに含まれる各コードシーケンスを超音波パルス信号に変換し、所定の送信集束点に対して、各グループに対して順次行われる送信集束を行い、前記各グループに対する送信集束に応じて前記送信集束点から反射されてくる各信号を受信する複数のトランスデューサと、その受信した各信号に対して、前記格納された各ゴレーコードと関連して一回ずつ行われるパルス圧縮を行うパルス圧縮手段と、そのパルス圧縮された各信号に対して受信集束を行う受信集束手段と、その受信集束した各信号を信号処理* 20

$$\sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} a_{i,j+k}^* = ML \delta(k), \quad k=0,1,\dots,L-1$$

ここで、(k) は、k = 0 の場合 1 の関数で、k = 0 の場合は 0 の関数である。

【0020】以下、本発明で利用しようとするコードの直交性について説明すると次の通りである。

【0021】上記式 (1) で定義した相補関係を満たす*

$$x(k) = \sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L-k} a_{il} b_{i,j+k}^* = 0, \quad k=0,1,\dots,L-1$$

【0022】次式は、M = 2、L = 32 のゴレーコード 30 の例を示す。

$$A_1 = [1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1]$$

$$A_2 = [1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1]$$

式 (3)

【0023】このとき、上記式 (3) のコードシーケンスの各々と直交関係を有するシーケンスは次の通りである。

$$B_1 = [1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, -1]$$

$$B_2 = [1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, -1]$$

式 (4)

【0024】上記式 (1) を参照すると、上記式 (3) 及び (4) における両コードは、自己相関関数を取るとき、同一のメインローブを有し、サイドローブでは各々の極性が反対である特性を有している。従って、二つの自己相関関数を加算すると、メインローブの大きさは二倍に増加し、サイドローブは互いに打ち消される。

【0025】また、上記式 (2) で表したように、上記

*して B モード映像を形成する映像形成手段とを含む。

【0017】

【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。

【0018】本発明の超音波撮像装置は、超音波の送信時、短いパルスの代わりに長いコードであるゴレーコードを用い、特に互いに直交する複数のゴレーコードを同時に送信して超音波映像を形成することにより、フレームレートを増加させることができる。

【0019】ゴレーコードは、相補的な 2 相シーケンス組で構成されたコードである。ある 2 相シーケンス組を次の通りに、

【外 1】

$$A_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iL}] \quad i=1, 2, \dots, M$$

表現するとき、このシーケンス組が次式を満たせば、相補的な 2 相シーケンス組であり、これはゴレーコードとして用いられる。

【数 1】

式 (1)

*M 個のシーケンスを有するシーケンス組であり、対応するシーケンス同士で相互直交する、即ち次式を満たす M 個のシーケンス組が存在する。

【数 2】

式 (2)

【数 3】

【数 4】

式 (3) で表した各コードシーケンスと上記式 (4) で表した該コードシーケンスとの x(k) は 0 であるので、直交関係を成す。

【0026】図 2 (a) 及び (b) は、ゴレーコードを用いた本発明の超音波撮像装置における超音波の送信 (M = 2 の場合) を説明するための模式図である。同図において、送信コードパターンは、相補的な 2 相コード

シーケンス A_1 、 A_2 を有する第 1 ゴレーコードと第 1 ゴレーコードの各シーケンスと直交する 2 相コードシーケンス B_1 、 B_2 を有する第 2 ゴレーコードである。図 2 a は、同一のスキャンライン上に位置した二つの集束点 P 及び Q に対して送信集束して送信する例で、図 2 b は相異なる二つのスキャンライン上に位置した二つの集束点 P 及び Q に対して送信集束して送信する例である。

【0027】図 2 (a) 及び (b) において、第 1 送信時、人体などのオブジェクトに向けて、トランスデューサ列 10 の奇数番目の各トランスデューサは第 1 ゴレーコードの第 1 コードシーケンス A_1 に対応する超音波パルス信号を各々集束点 P に送信集束し、偶数番目の各トランスデューサは第 2 ゴレーコードの第 1 コードシーケンス B_1 に対応する超音波パルス信号を集束点 Q に送信集束し、その後該オブジェクトから反射されてくる信号を受信する。

【0028】次に、第 2 送信時、同じオブジェクトに向けて、トランスデューサ列 10 の偶数番目の各トランスデューサは第 1 ゴレーコードの第 2 コードシーケンス A_2 に対応する超音波パルス信号を集束点 P に対して送信集束し、奇数番目の各トランスデューサは第 2 ゴレーコードの第 2 コードシーケンス B_2 に対応する超音波パルス信号を集束点 Q に対して送信集束し、その後、該オブジェクトから反射されてくる信号を受信する。

【0029】前述のように、第 1 送信時及び第 2 送信時に、該当ゴレーコードに対してトランスデューサを変えて用いる理由は、格子ローブ (grating lobe) を減らすためである。この格子ローブとは、トランスデューサ列の全トランスデューサから同相の超音波信号を送信するとき、所望する進行方向でない他の方向で超音波信号が補強され生じるビームパターンのピークであって、一般にトランスデューサをスキップしつつ集束を行うと、トランスデューサ列の幅に比べて各トランスデューサ間のインターバルが大きく増加し、格子ローブが甚だしく発生する。従って、第 1 送信時及び第 2 送信時に用いるトランスデューサを変えると、全てのトランスデューサから送信する効果があるため、トランスデューサ間のインターバルの増加によりひどくなる格子ローブを減らすことができる。

【0030】図 3 は、本発明によるパルス圧縮方式の超音波撮像装置のブロック図である。同図で、超音波撮像装置 300 はトランスデューサ列 10、パルサー 12、送信パターンメモリ 13、送信集束遅延メモリ 14、送受信 (Tx/Rx) スイッチ 21、受信部 31、ビーム形成部 34、パルス圧縮部 35、受信集束遅延メモリ 36、エコープロセッサ 15 及びスキャンコンバータ 16 を含む。

【0031】トランスデューサ列 10 は前述のように、超音波パルスを生成してオブジェクト (図示せず) に向けて送信する複数のトランスデューサで構成されてい

る。送信集束遅延メモリ 14 は、トランスデューサ列 10 の各トランスデューサの位置に応じて異なる、超音波のオブジェクトへの到達時間を補償するための超音波パルスの遅延パターンを格納している。送信パターンメモリ 13 は、ゴレーコードのシーケンスに対応する各送信信号パターンを格納している。例えば、送信パターンメモリ 13 には第 1 ゴレーコードのシーケンス A_1 、 A_2 と、第 2 ゴレーコードのシーケンス B_1 、 B_2 に対応する各送信信号パターンを格納している。送信パターンメモリ 13 は第 1 送信のため、 A_1 と B_1 に対応する各送信信号パターンを、トランスデューサ列の奇数番目の各トランスデューサに対応する送信集束遅延メモリ 14 に格納された遅延パターンに応じて適切に遅延させ、それをパルサー 12 に伝達する。次に、送信パターンメモリ 13 は第 2 送信のため、 A_2 と B_2 に対応する各送信信号パターンを、トランスデューサ列の偶数番目の各トランスデューサに対応する送信集束遅延メモリ 14 に格納された遅延パターンに応じて適切に遅延させ、それをパルサー 12 に伝達する。本明細書では、送信集束遅延メモリ 14 及び送信パターンメモリ 13 を例示して説明したが、この代わりに任意の他のデバイス回路又はソフトウェアプログラムを、遅延された送信信号パターンを提供するために用いてもよい。

【0032】パルサー 12 は 2 極性パルサーであって、送信パターンメモリ 13 から遅延された送信信号パターンを入力とし、これを予め定められた大きさの電圧を有する 2 極性パルスに増幅した後、 Tx/Rx スイッチ 21 を通じてトランスデューサ列 10 に与える。トランスデューサ列 10 は Tx/Rx スイッチ 21 を介してパルサー 12 から与えられた 2 極性パルスの電圧に応じて超音波パルスを生成し、オブジェクト (図示せず) に向けて送信する。図 2 a 及び図 2 b を参照して述べたように、トランスデューサ列 10 は、第 1 送信及び第 2 送信時にゴレーコードに対応するトランスデューサの位置を変えて超音波を送信する。

【0033】超音波パルスの送信後、トランスデューサ列 10 はそのオブジェクトから反射されてくる信号を受信し、 Tx/Rx スイッチ 21 を通じて受信部 31 に与える。この Tx/Rx スイッチ 21 は、パルサー 12 から出力される高圧の電力が受信部 31 に影響を及ぼさないようにするデプレクサーの機能を果たす。詳記すると、 Tx/Rx スイッチ 21 はトランスデューサ列 10 が送信及び受信を交互に行うとき、送信部としてのパルサー 12 と受信部 31 とをトランスデューサ列 10 に適切に切換える。

【0034】受信部 31 は、トランスデューサ列 10 から Tx/Rx スイッチ 21 を介して与えられた RF 信号の反射信号を増幅した後、これをデジタル信号に変換する。受信部 31 は、例えば図示していない前置増幅器、超音波が人体の内部を通過しつつ生じる減衰を補償する

ための時間利得補償 (TGC) ユニット及びアナログ - デジタル変換器 (ADC) から構成されている。

【0035】受信集束遅延メモリ36は、各トランスデューサの位置に応じて異なる、オブジェクトから反射される超音波信号の到達時間を補償するために各トランスデューサを介して受信した反射信号に適用する遅延値を格納している。ビーム形成部34は、受信部31からのデジタル信号を入力とし、受信集束遅延メモリ36からの遅延値を参照して、各トランスデューサから受信した反射信号を遅延させ、それを加算して受信集束を行う。図2aに示した超音波送信方法を用いる場合、ビーム形成部34は1つのビーム形成器を含んで具現でき、図2bに示した超音波送信方法を用いる場合は、ビーム形成部34は2つのビーム形成器を含んで具現できる。

【0036】一方、ゴレーコードのように長いコードを用いる超音波撮像装置においては、受信部31で受信した信号はサイドローブが非常に大きく、映像を構成するのに適合していない。このため、このサイドローブが大きい信号を処理して短いパルス方式の超音波撮像装置と類似した解像度を得るために、パルス圧縮を行わなければならない。このために、パルス圧縮部35はビーム形成部34で受信集束した信号に対してパルス圧縮を行う。これによってパルス圧縮された信号はエコープロセッサ15に与えられ、包絡線検波、ログ圧縮等、公知の信号処理が行われ、Bモード映像信号として生成される。

【0037】エコープロセッサ15は、パルス圧縮部35からのパルス圧縮信号を基底帯域信号に変化させ、直交復調器を用いて包絡線を検波し、一つの走査線データを得る。

【0038】スキャンコンバータ16は、エコープロセッサ15から出力されるデータをそのメモリ (図示せず) に格納し、その格納したデータの走査方向をモニターの画素方向と一致させると共に、そのデータをモニターの対応画素位置に合わせる。

【0039】図4は、図3中の本発明によるパルス圧縮部35の詳細なブロック図である。

【0040】同図において、パルス圧縮部35は第1ゴレーコードに対するパルス圧縮を行う第1FIRフィルター351及び第1加算器353と、第2ゴレーコードに対するパルス圧縮を行う第2FIRフィルター352及び第2加算器354とを備える。

【0041】詳記すると、ビーム形成部34によって得られる受信集束信号は、先ず第1及び第2FIRフィルター351及び352に同時に与えられる。第1FIRフィルター351及び第1加算器353は、この受信集束信号に対して第1ゴレーコードに対するパルス圧縮を行う。詳記すると、第1FIRフィルター351は、先ず送信パターンメモリ13から受取った第1ゴレーコードの第1コードシーケンスをフィルター係数として用

い、第1送信後に受信され、受信集束された信号に対してフィルターリングを行った後、これを第1加算器353に格納する。その後、第1FIRフィルター351は、送信パターンメモリ13から受取った第1ゴレーコードの第2コードシーケンスをフィルター係数として用い、第2送信後に受信され、受信集束された信号に対してフィルターリングを行った後、これを第1加算器353に格納する。この際、第1ゴレーコードと第2ゴレーコードとの対応シーケンスの各々は互いに直交関係にあるため、第2ゴレーコードのシーケンスに対する信号は第1FIRフィルター351から取り除かれる。第1加算器353は、第1FIRフィルター351から受取ったフィルターリング済信号の各々を加算し、これをエコープロセッサ15に供給する。

【0042】同様に、第2FIRフィルター352及び第2加算器354は、受信集束信号に対して第2ゴレーコードに対するパルス圧縮を行う。詳記すると、第2FIRフィルター352は、先ず送信パターンメモリ13から受取った第2ゴレーコードの第1コードシーケンスをフィルター係数として用い、第1送信後に受信され、受信集束された信号に対してフィルターリングを行い、該フィルターリング済信号を第2加算器354に格納する。次に、第2FIRフィルター352は、送信パターンメモリ13から受取った第2ゴレーコードの第2コードシーケンスをフィルター係数として用い、第2送信後に受信され、受信集束された信号に対してフィルターリングを行い、該フィルターリング済信号を第2加算器354に与える。第2FIRフィルター352によるフィルターリング過程において、第1ゴレーコードと対応する第2ゴレーコードの各シーケンスが互いに直交関係であるため、第1ゴレーコードのシーケンスに対する信号は取り除かれる。第2加算器354は、第2FIRフィルター352から受取ったフィルターリング済信号の各々を加算し、これを信号処理部 (図示せず) に供給する。

【0043】一方、図2bでのように、二つの異なるスキャンライン上の二つの集束点に送信集束して送信する場合、超音波撮像装置100のビーム形成部34は受信集束を行うために2つのビーム形成器 (図示せず) を備え、パルス圧縮部35は、同一のスキャンラインの二つの集束点に送信集束して送信するのに用いられた図4の各構成要素と同一のものからなる。

【0044】詳記すると、二つのビーム形成器を備え、二つの受信集束信号に対して各々パルス圧縮を行う以外には、図4の構成及び動作と類似する。従って、二つのビーム形成器からパルス圧縮部35の第1及び第2FIRフィルター351及び352に各々与えられ、パルス圧縮される過程についての説明は略す。

【0045】図5は、本発明によるパルス圧縮方式の超音波撮像装置の他の例を示すブロック図である。

【0046】同図において、超音波撮像装置500のパルス圧縮部38は受信部31からのRF信号に対するパルス圧縮を行い、ビーム形成部39はそのパルス圧縮された信号に対して受信集束を行い、その結果をエコープロセッサ15に与える。図5のように受信集束の前にパルス圧縮を行うと、受信集束の後にパルス圧縮を行う場合に近距離音長内で超音波の進行方向に沿って発生するサイドローブを除去することができ、メインローブの幅が増えることも防止できる。

【0047】図5の超音波撮像装置500は、パルス圧縮部38がビーム形成部39の前に設けられていることを除いては、図3の超音波撮像装置100と同一であるため、その他のブロックへの詳細は略す。

【0048】図6は、図5中のパルス圧縮部38の詳細なブロック図である。

【0049】同図において、超音波撮像装置500のパルス圧縮部38は、第1FIRフィルター381、第2FIRフィルター382、第1加算器383及び第2加算器384を備える。また、ビーム形成部39は、二つのビーム形成器（図示せず）を備えるものと仮定して説明する。

【0050】パルス圧縮部38の第1及び第2FIRフィルター381及び382には、図2a又は図2bの第1及び第2送信と同様に送信して、受信される反射信号が受信部31を通じて与えられる。

【0051】まず、第1及び第2FIRフィルター381及び382は、各々送信パターンメモリ13から受取った第1ゴレーコードの第1コードシーケンス及び第2ゴレーコードの第1コードシーケンスをフィルター係数として各々用い、受信部31から与えられた第1送信に対する反射信号をフィルターリングし、該フィルターリング済信号を各々第1及び第2加算器383及び384に供給する。

【0052】次に、第1及び第2FIRフィルター381及び382は、送信パターンメモリ13から受取った第1ゴレーコードの第2コードシーケンス及び第2ゴレーコードの第2コードシーケンスをフィルター係数として用い、受信部31から与えられた第2送信に対する反射信号をフィルターリングし、該フィルターリング済信号を各々第1及び第2加算器383及び384に与える。第1及び第2加算器383及び384は各々、格納されている第2送信に係るフィルターリング値と第1送信に係るフィルターリング値とを加算し、それをビーム形成部39の第1及び第2ビーム形成器（図示せず）に各々与える。

【0053】これらの第1及び第2ビーム形成器は、各々第1及び第2加算器383及び384から与えられたパルス圧縮信号を受信集束遅延メモリ36からの遅延値を参照して受信集束し、該受信集束信号を各々エコープロセッサ15に与える。

*【0054】本明細書では、1次元トランスデューサ列に対する実施例を挙げて説明したが、これに限られるものではない。例えば、本発明は、超音波を横方向のみならず、高さ方向にも自由にステアリングできるように、サイズの小さいトランスデューサを2次元平面又は曲面上に分布させた2次元トランスデューサ列に適用してもよい。このような2次元トランスデューサ列に本発明を適用する場合、一度に送信するトランスデューサを様々な方式にてグループに分けて超音波を送信することができる。例えば、トランスデューサをランダムにM個のグループに分けるか、又は平面上の同心円或いは多角形内に含まれるトランスデューサ同士でM個のグループに分けることができる。

【0055】また、本発明によれば、高さ方向にトランスデューサのサイズが大きく、高さ方向に集束は可能であるが、トランスデューサをM個のグループに分けて送信することにより、ステアリングが制限される1.75次元トランスデューサ列にも適用できる。

【0056】同様に、本発明は、高さ方向に対称位置のトランスデューサ同士で電氣的に連結され、高さ方向への集束は可能であるが、ステアリングは不可能な1.5次元トランスデューサ列にも適用できる。

【0057】また、本明細書では、M=2のゴレーコードを用いる実施例について説明しているが、これに限られるものではない。詳記すると、M>2の場合、送信時毎にM個の送信集束点に集束することができる。この際、図2のように奇偶に交互に送信する代わりに、送信時毎に各ゴレーコードのシーケンスを送信するトランスデューサの位置をMを法とする方式にて交互に送信し、一つの集束点に全てのトランスデューサが送信するようにする。

【0058】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であろう。

【0059】

【発明の効果】従って、本発明によれば、トランスデューサ列の各トランスデューサが互いに直交する複数のゴレーコードを同時に送信することにより、ゴレーコードの使用に伴うフレームレートの減少を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ゴレーコードを用いた従来の超音波撮像装置における超音波パルス送信過程を説明する模式図である。

【図2】(a)及び(b)よりなり、各々はゴレーコードを用いた本発明の超音波撮像装置における超音波の送信(M=2の場合)を説明するための模式図である。

【図3】本発明によるパルス圧縮方式の超音波撮像装置のブロック図である。

【図4】図3中の本発明によるパルス圧縮部の詳細なブロック図である。

【図5】本発明によるパルス圧縮方式の超音波撮像装置の他の例を示すブロック図である。

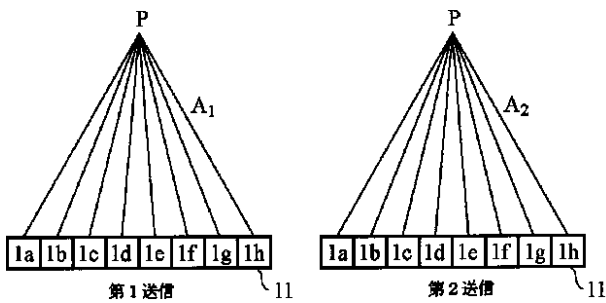
【図6】図5中のパルス圧縮部の詳細なブロック図である。

【符号の説明】

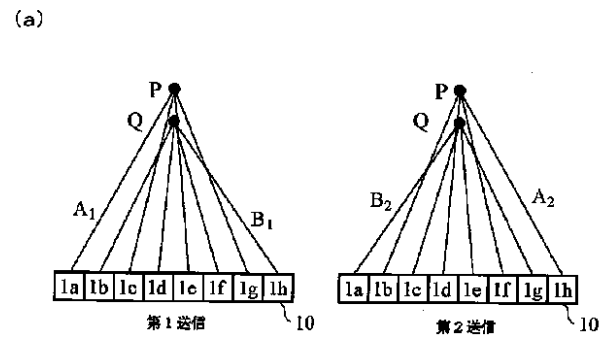
10 トランスデューサ列
12 パルサー
13 送信パターンメモリ
14 送信集束遅延メモリ
15 エコープロセッサ
16 スキャンコンバータ

21 送受信 (Tx/Rx) スイッチ
31 受信部
34、39 ビーム形成部
35、38 パルス圧縮部
36 受信集束遅延メモリ
300 超音波撮像装置
351、381 第1 FIR フィルター
352、382 第2 FIR フィルター
353、383 第1 加算器
10 354、384 第2 加算器

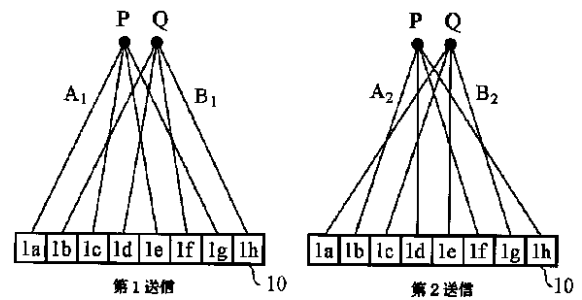
【図1】



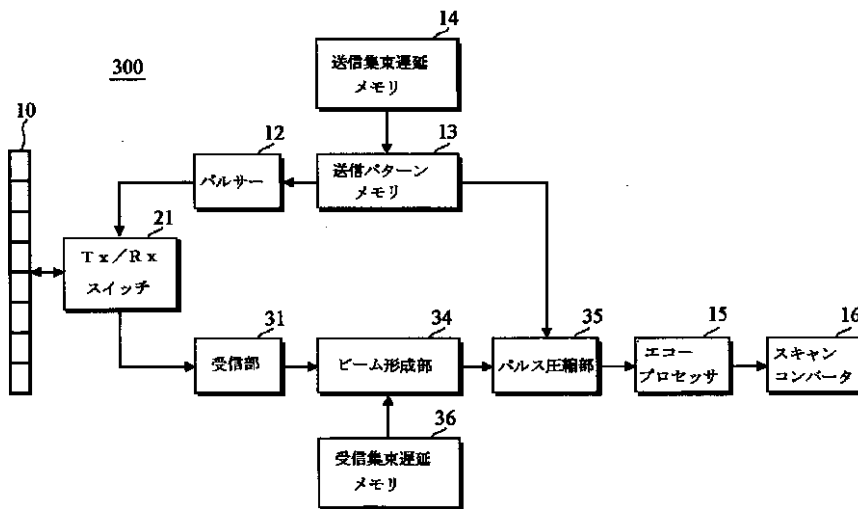
【図2】



(b)

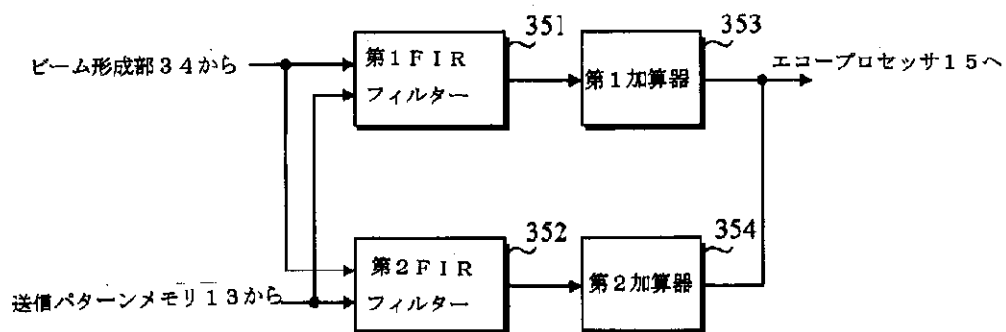


【図3】

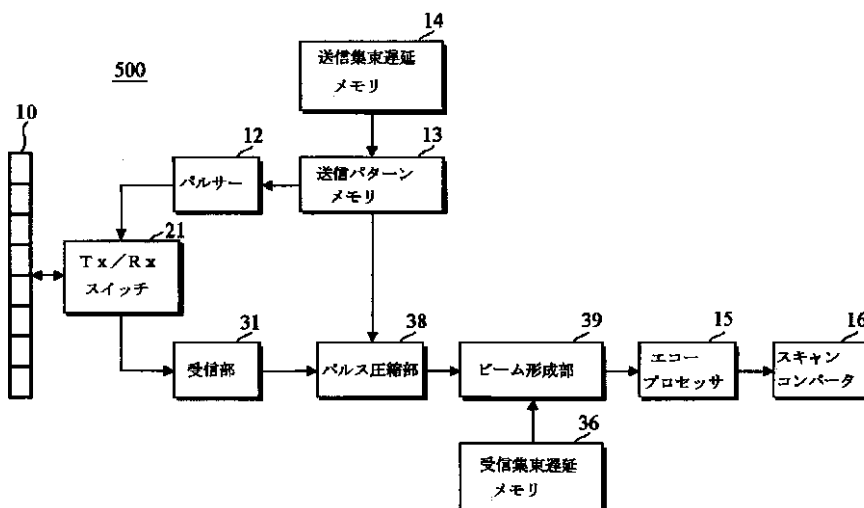


【図4】

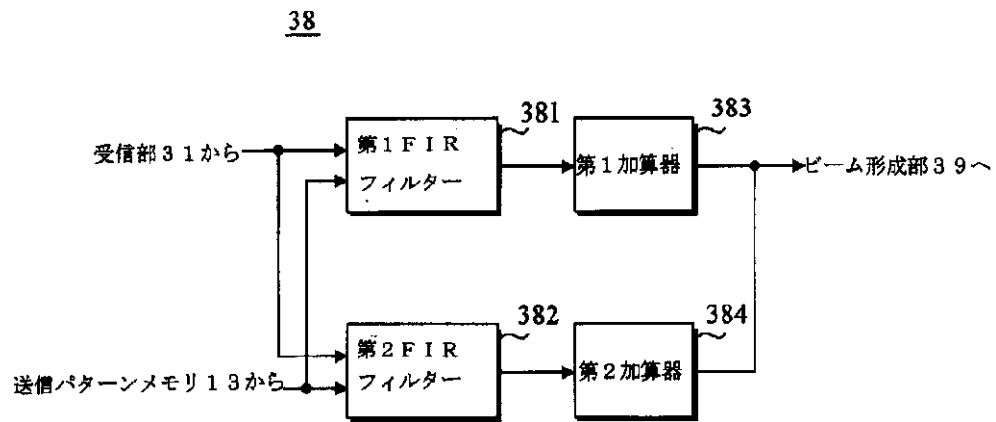
35



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G047 EA04 EA09 EA10 GB02 GB17
 GF01 GF08 GF12 GF15 GF18
 GG17 GG34 GG36
 4C301 EE04 EE10 GB10 HH01 HH02
 HH11 HH26 HH27 JB28 JB29
 JB42
 5J083 AA02 AB17 AC18 AC30 AD13
 AE08 BA10 BC02 BC18 BE08
 BE53 CA01 CA12 DC05 EA14

专利名称(译)	使用正交Golay码的超声成像方法和装置		
公开(公告)号	JP2003010181A	公开(公告)日	2003-01-14
申请号	JP2002124861	申请日	2002-04-25
[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	ベムホ		
发明人	ベムホ		
IPC分类号	G01N29/44 A61B8/00 G01S7/52 G01S7/524 G01S7/526 G01S15/89 G01N29/22		
CPC分类号	G01S7/52093 G01S7/52025 G01S7/52047 G01S15/8927 G01S15/8959 G01S15/8961		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.501 G01S15/89.B G01S7/52.J G01S7/52.P G01S7/524.Z G01S7/526.J		
F-TERM分类号	2G047/EA04 2G047/EA09 2G047/EA10 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GF01 2G047/GF08 2G047/GF12 2G047/GF15 2G047/GF18 2G047/GG17 2G047/GG34 2G047/GG36 4C301/EE04 4C301/EE10 4C301/GB10 4C301/HH01 4C301/HH02 4C301/HH11 4C301/HH26 4C301/HH27 4C301/JB28 4C301/JB29 4C301/JB42 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC18 5J083/AC30 5J083/AD13 5J083/AE08 5J083/BA10 5J083/BC02 5J083/BC18 5J083/BE08 5J083/BE53 5J083/CA01 5J083/CA12 5J083/DC05 5J083/EA14 4C601/BB07 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/EE07 4C601/EE08 4C601/EE22 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB12 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/HH11 4C601/HH14 4C601/HH27 4C601/JB28 4C601/JB33 4C601/JB34 4C601/JB41 4C601/JB44 4C601/JB45		
优先权	1020010022246 2001-04-25 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声成像方法和设备，该方法和设备能够通过使用彼此正交的多个Golay码执行多路传输/接收聚焦，从而在不因使用Golay码而导致帧频降低的情况下改善超声成像系统的性能。要做。解决方案：存储每个具有M个代码序列的M个Golay代码，将这些代码序列分为M个组，将每个组中包含的每个代码序列转换为超声脉冲信号，并预先确定在发送焦点上进行发送聚焦，并根据每个预定组的发送焦点接收从发送焦点反射的信号，并在接收到的每个反射信号上进行接收聚焦。对每个接收到的聚焦信号执行脉冲压缩，并对每个脉冲压缩信号进行处理以形成B模式图像。

