

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-81150

(P2005-81150A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

A61B 8/00

G01S 15/89

F I

A61B 8/00

G01S 15/89

B

テーマコード (参考)

4C601

5J083

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-256635 (P2004-256635)  
(22) 出願日 平成16年9月3日 (2004.9.3)  
(31) 優先権主張番号 60/501,784  
(32) 優先日 平成15年9月9日 (2003.9.9)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(31) 優先権主張番号 10/679,542  
(32) 優先日 平成15年10月6日 (2003.10.6)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 300019238  
ジーイー・メディカル・システムズ・グロー  
ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル  
エルシー  
アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53  
188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ  
ュー・ブルバード・ダブリュー・710  
・3000  
(74) 代理人 100093908  
弁理士 松本 研一  
(74) 代理人 100105588  
弁理士 小倉 博  
(74) 代理人 100106541  
弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自然発生的 (組織) 復号型符号化励起による組織高調波撮像の方法及び装置

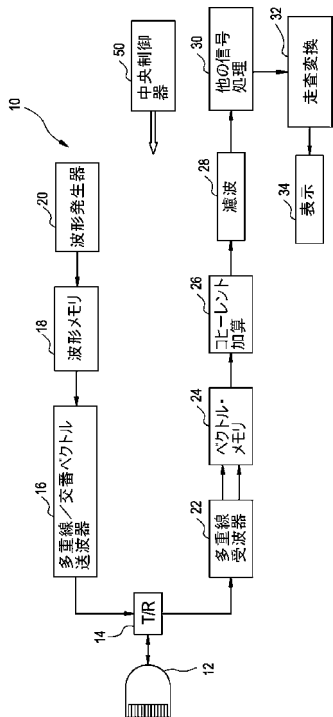
(57) 【要約】

【課題】 高調波撮像において、復号フィルタを用いずに、近距離音場での高調波性能を高め、フレーム・レート、透過力及び信号対雑音比を保ちつつ分解能を高める。

【解決手段】 超音波機械を用いて組織高調波撮像を提供する方法 (200、300、400、500) 及び装置 (10) に関する。時間 - 帯域幅が1よりも大きい符号化パルス (210、310、410、510) 及びこれら符号化パルスの位相反転形態 (230、330、430、530) を組織内に送波する。後方散乱エコー (220、240、320、340、420、440、520、540) を受波して、コヒーレント加算の前又は後に濾波する。符号化パルスの受波エコーの復号 / 圧縮は、特定の目的をもって設計された超広帯域 (> 80%) 波形の組織内での伝播及びパルス反転を通じて自然発生的に具現化される。高価な復号 / 圧縮フィルタは不要である。

【選択図】

図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに高調波撮像を行なう方法（２００、３００、４００、５００）であって、

時間・帯域幅積が約１よりも大きい符号化パルス（２１０、３１０、４１０、５１０）及び該符号化パルスの位相反転形態（２３０、３３０、４３０、５３０）を送波するステップと、

前記符号化パルスの１以上の後方散乱エコー（２２０、３２０、４２０、５２０）及び前記符号化パルスの前記位相反転形態の１以上の後方散乱エコー（２４０、３４０、４４０、５４０）を受波するステップと、

前記符号化パルスの前記１以上の後方散乱エコー（２２０、３２０、４２０、５２０）を前記符号化パルスの前記位相反転形態の前記１以上の後方散乱エコー（２４０、３４０、４４０、５４０）とコヒーレントに加算するステップ（２５０、３５０、４５０、５５０）と、

を備えた方法。

## 【請求項 2】

前記符号化パルスの前記後方散乱エコー（２２０、３２０、４２０、５２０）及び前記符号化パルスの前記位相反転形態の前記後方散乱エコー（２４０、３４０、４４０、５４０）を復号するステップを含んでおり、該復号は、

（Ａ）少なくとも前記符号化パルス（２２０、３２０、４２０、５２０）及び前記符号化パルスの前記位相反転形態（２４０、３４０、４４０、５４０）の組織内での伝播、並びに

（Ｂ）前記符号化パルスの前記後方散乱エコー（２２０、３２０、４２０、５２０）の前記符号化パルスの前記位相反転形態の前記後方散乱エコー（２４０、３４０、４４０、５４０）との前記コヒーレント加算（２５０、３５０、４５０、５５０）

を通じて自然発生的に生ずる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記コヒーレント加算（２５０、３５０、４５０、５５０）の前又は後に、１以上の選択された周波数を通過させ１以上の他の周波数を遮断するフィルタ（２８）を用いて、前記符号化パルスの前記後方散乱エコー（２２０、３２０、４２０、５２０）及び前記符号化パルスの前記位相反転形態の前記後方散乱エコー（２４０、３４０、４４０、５４０）を濾波するステップをさらに含んでいる請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記フィルタ（２８）は、帯域通過フィルタ、ベースバンド低域通過フィルタ及びミスマッチド・フィルタの１以上を含んでいる、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

少なくとも前記符号化パルス（２１０、３１０、４１０、５１０）は、帯域幅が約 80 % よりも大きい 1 以上の超広帯域周波数変調型パルスを含んでいる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記 1 以上のパルスの中心周波数は、プローブ（１２、７０５、８０５、９０５）の所定の帯域幅の範囲内に収まる中心周波数を有する第二高調波信号が発生されるように選択される、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

自然発生的復号型符号化励起を用いて、且つマッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに、組織の組織高調波撮像を行なう超音波装置（１０）であって、

１以上の符号化パルス（２１０、３１０、４１０、５１０）及び該符号化パルスの位相反転形態（２３０、３３０、４３０、５３０）を組織の内部に送波して、組織から後方散乱した前記符号化パルスの１以上のエコー（２２０、３２０、４２０、５２０）及び前記符号化パルスの前記位相反転形態の１以上のエコー（２４０、３４０、４４０、５４０）

10

20

30

40

50

に応答して 1 以上の受波信号を発生するように構成されているプローブ ( 1 2、7 0 5、8 0 5、9 0 5 ) と、

前記符号化パルスの前記後方散乱エコー ( 2 2 0、3 2 0、4 2 0、5 2 0 ) の 1 以上を前記符号化パルスの前記位相反転形態の前記後方散乱エコー ( 2 4 0、3 4 0、4 4 0、5 4 0 ) の 1 以上とコヒーレントに加算して、1 以上のコヒーレント和を形成するように構成されているコヒーレント加算モジュール ( 2 6 ) と、を備えた超音波装置 ( 1 0 )

【請求項 8】

少なくとも前記コヒーレント加算モジュール ( 2 6 ) に結合されており、1 以上の選択された周波数を通過させ 1 以上の他の周波数を遮断するように構成されている濾波モジュール ( 2 8 ) をさらに含んでいる請求項 7 に記載の装置。 10

【請求項 9】

1 本のビーム経路及び複数のビーム経路の少なくとも一方に沿って少なくとも複数のパルスを送波するように構成されている 1 以上の多重線送波器 ( 1 6 ) をさらに含んでいる請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

1 本のビーム経路又は複数のビーム経路に沿って送波パルスの 1 以上のエコー又は複数のエコーを受波するように構成されている 1 以上の多重線受波器 ( 2 2 ) をさらに含んでいる請求項 7 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本出願は一般的には、超音波機械を用いた撮像に関する。本出願は具体的には、超音波機械を用いた組織高調波撮像 ( ハーモニック・イメージング ) に関する。

【背景技術】

【0002】

組織高調波撮像は、超音波機械において用いられる公知の撮像方法である。かかる撮像は、後方散乱信号が高調波に豊富に存在する音響造影剤の実効性を高める必要性が認知されたことに基づき始まった。一旦、臨床現場に導入されると、造影剤の導入を行わずに画像を得ることができ、さらにこれらの画像は画像の鮮明さの向上を示すことが明らかになってきた。従って、組織高調波撮像は一つの撮像モードとして独自の地位を確立した。従来、組織高調波撮像を行なう際には二つの方法が広く用いられており、すなわちかかる方法は単一ファイアリング ( 発射 ) を行なう帯域通過濾波及び多数回発射を行なうパルス反転 / 位相反転を含んでいる。 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

公知の単一発射方法では、高調波成分は、受波信号に帯域通過フィルタを適用することにより抽出される。しかしながら、帯域通過濾波を用いると帯域幅が制限される場合がある。例えば、送波信号及び帯域通過フィルタの帯域幅は、基本周波数スペクトルと高調波帯域とを分離するように制限されなければならない。高調波信号の損失と基本周波数スペクトルの混入との間に代償関係があるため、フィルタ遮断周波数を選択しなければならない。プローブ帯域幅の制限から、狭い送波基本周波数帯域を用いることを余儀なくされる。帯域幅が狭くなると、送波パルス及びフィルタ・インパルス応答を長くする必要があり、延いては、軸方向分解能の劣化を招く可能性がある。 40

【0004】

公知の単一発射による高調波帯域通過濾波の制限は、1998 年 1 月 13 日に付与された米国特許第 5,706,819 号 ( 特許文献 1 ) に開示されているようなパルス ( 位相 ) 反転を用いて大部分克服された。公知の位相反転方法は、同じ経路に沿って走行しているが極性が反転している 2 以上の連続パルスを用いる。これらの発射の結果として得られ 50

る後方散乱信号のコヒーレント和は、奇数高調波成分（基本成分を含む）を消去するが画像を形成するのに用いられる偶数高調波成分（第二高調波を含む）を保存する。位相反転撮像は広帯域パルスを可能にし、従って高調波撮像について空間分解能を保つことを可能にする。しかしながら、正則パルス（レギュラー・パルス）の場合には、広帯域はパルス長が短いことを意味しているため、第二高調波信号が基本周波数信号よりも約 20 dB 小さいような高調波撮像では特に透過力損失が生ずる。さらに、同じビーム経路に沿って発射を 2 回又は多数回行なう必要があるため、位相反転の場合にはフレーム・レートが低下する。

#### 【0005】

単一発射型高調波撮像に関連するフレーム・レート、透過力及び信号対雑音比（あるいは「SNR」とも呼ぶ）を保ちつつパルス反転高調波撮像に関連する分解能を提供できると有利である。しかしながら、幾つかの大きな問題点が考えられる。第一に、良好な分解能を保ちつつ十分な透過力及び向上した SNR を得ることは常に困難である。基本周波数による撮像の場合には、時間・帯域幅積を大きくして周波数変調型信号（例えばチャープ）を用いている。このアプローチは、適正な復号を行なった後に、従来のパルスと同じ帯域幅でより大きな透過力及び向上した SNR を得て、大きなレンジ・ローブを回避すると共に良好な軸方向分解能を保つことができる。2001 年 4 月 10 日に付与された米国特許第 6,213,947 B1 号（特許文献 2）では、周波数ノ「非線形位相」変調型の符号化励起について最高の SNR を達成するように設計されているマッチド・フィルタの利用を開示している。複素フィルタ係数を用いて、極めて高いサンプリング周波数を有する RF 信号又は復調後の RF 信号に復号フィルタを適用することができる。いずれの例でも、復号フィルタは極めて大きく、また高価である。経費の問題から、現在の超音波関連各社の殆どが、自社の最高級型超音波機械であっても周波数ノ非線形位相変調型の符号化励起を具現化することができないでいる。また、たとえ経費が許容可能であっても、マッチド型設計の復号フィルタは、特に高調波撮像の場合には時間の殆どで設計通りに動作しない可能性がある。このことは、高調波撮像では、基本周波数撮像に比べて位相が時間の関数として 2 倍の早さで変化するため圧縮復元が一層困難になること、及び全体的に様々な成分から成る組織を介した組織高調波の発生は複雑であることから常に理想的な状況に基づいて設計されているマッチド型圧縮濾波の実効性が著しく損なわれることによる。結果として、レンジ・サイド・ローブ・レベルが極めて高くなる可能性があり、超音波撮像の実応用には無意味になる。SNR を幾分犠牲にしてレンジ・サイド・ローブ・レベルを低下させることを目標とした mismatched フィルタ（T. X. Misaridis 及び J. A. Jensen による “An Effective Coded Excitation Scheme Based On A Predistorted FM Signal And An Optimized Digital Filter” と題された論文に開示されているものと同様のもの）が復号に役立つ可能性はある。

#### 【0006】

高調波撮像のもう一つの問題点は近距離音場での高調波性能である。組織の高調波信号は伝播の間に次第に発生されるものであるため、マイクロバブルの局所的な非線形性とは異なる。このため、至近距離音場（例えば約 2 cm 未満）では、組織に発生される高調波成分が十分でない可能性がある。一般的には、このことから、特に高周波の場合には過大ゲインでの低い第二高調波信号の飽和又は基本周波数信号の漏れのいずれかに起因して、細い線が厚いブロックとして現われるようなじみ（blooming）様画像特性が生ずる。この現象から、高周波プローブによる小部位及び表層構造のような近距離音場の構造での高調波応用が著しく制限される。

#### 【0007】

第三の問題点はフレーム・レートである。位相反転手法は一般的には、ビーム位置当たり多数回の発射を必要とするため、フレーム・レートが犠牲になる。例えば 2002 年 8 月 20 日に付与された米国特許第 6,436,046 B1 号（特許文献 3）及び 2000 年 5 月 23 日に付与された米国特許第 6,066,099 号（特許文献 4）のような幾つの特許がフレーム・レートの改善を開示している。これらの特許文献は例えば、多重線

取得（複数の受波ビームを送波ビームの１本に関連付ける）、位相反転ベクトルの空間的隣接型送波、及び同時多重線送波等を含んでいる。

【０００８】

このため、これらの問題点を解決しながら視野の全体にわたって高品質の高調波撮像性能を提供する必要性が存在している。

【特許文献１】米国特許第５，７０６，８１９号

【特許文献２】米国特許第６，２１３，９４７Ｂ１号

【特許文献３】米国特許第６，４３６，０４６Ｂ１号

【特許文献４】米国特許第６，０６６，０９９号

【課題を解決するための手段】

10

【０００９】

本発明の一実施形態は、超音波機械を用いた組織高調波撮像に関する。本発明の少なくとも一つの実施形態は、高調波撮像について時間・帯域幅積が約１よりも大きい広帯域（約８０％よりも広いＢＷ）符号化励起送波信号を用いる。少なくとも一つの実施形態では、基本周波数信号を除去するためにパルス反転を用い、さらに、多重線取得法、空間内位相交番法及び多重線送波法の１以上（又はかかる方法の２以上の組み合わせ）を用いて、従来提供されていた２回発射によるフレーム・レートの低下を回避する。広帯域送波信号は、正則パルス（時間・帯域幅積＝１）を用いる通常のパルス反転法に比べて至近距離音場での高調波撮像性能を高めると同時に透過力及びＳＮＲを高める。受波信号の復号は、符号化パルスの組織内での伝播及びパルス反転を通じて自然発生的に（naturally）具現化される。

20

【００１０】

本発明の実施形態は、単一発射型帯域通過濾波による高調波撮像方法に比べて画像分解能を大幅に高めつつ単一発射型高調波撮像と同等又はこれよりもさらに高い透過力及びＳＮＲを保つことができ、正則パルス反転による高調波撮像の透過力を大幅に凌駕するものと考えられている。

【００１１】

また、本発明の実施形態は、多重線取得法、空間内位相交番法及び多重線送波法の１以上（又はかかる方法の２以上の組み合わせ）による送波方法を用いることが考えられている。結果として、単一発射型帯域通過濾波による高調波撮像に比べての遥かに高い分解能という利点と引き換えにフレーム・レートを犠牲にする必要がなくなる。

30

【００１２】

本発明の一実施形態は、マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに高調波撮像を行なう方法に関する。この実施形態は、時間・帯域幅積が約１よりも大きい符号化パルス及びこの符号化パルスの位相反転形態を送波するステップと、符号化パルスの１以上の後方散乱エコー及び符号化パルスの位相反転形態の１以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。符号化パルスの１以上の後方散乱エコーと、符号化パルスの位相反転形態の１以上の後方散乱エコーとをコヒーレントに加算する。

【００１３】

本発明のもう一つの実施形態は、マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに、超音波機械を用いて高調波撮像を行なう方法に関する。この方法の実施形態は、時間・帯域幅積が約１よりも大きい１以上の符号化パルスを送波ビーム経路に沿って送波するステップと、送波ビーム経路の両側に沿って、送波された符号化パルスの２以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。この方法はさらに、１以上の符号化パルスの１以上の位相反転形態を形成するステップと、１以上の符号化パルスの１以上の位相反転形態を送波するステップと、送波ビーム経路の両側に沿って符号化パルスの１以上の位相反転形態の２以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。符号化パルスの２以上の後方散乱エコーと、符号化パルスの位相反転形態の２以上の後方散乱エコーとをコヒーレントに加算する。

40

【００１４】

50

本発明のさらにもう一つの実施形態は、マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに、超音波機械を用いて高調波撮像を行なう方法に関する。この方法の実施形態は、時間 - 帯域幅積が約 1 よりも大きい 1 以上の符号化パルスで第一のビーム経路に沿って送波するステップと、送波した符号化パルスの 1 以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。この方法はさらに、1 以上の符号化パルスの 1 以上の位相反転形態を形成するステップと、1 以上の符号化パルスの 1 以上の位相反転形態を第二のビーム経路に沿って送波するステップと、符号化パルスの 1 以上の位相反転形態の 1 以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。符号化パルスの 1 以上の後方散乱エコーと符号化パルスの位相反転形態の 1 以上の後方散乱エコーとをコヒーレントに加算して、第一及び第二のビーム経路と隔離した関係にある第三のビーム経路に沿って 1 以上の受波エコーを形成する。

10

#### 【0015】

本発明のさらにもう一つの方法は、マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに、超音波機械を用いて高調波撮像を行なう方法に関する。この方法の実施形態は、時間 - 帯域幅積が約 1 よりも大きい 2 以上の符号化パルスを 2 本の別個のビーム経路に沿って同時に送波するステップと、送波した二つの符号化パルスの 2 以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。この方法はさらに、符号化パルスの 2 以上の位相反転形態を形成するステップと、符号化パルスの二つの位相反転形態を 2 本のビーム経路に沿って同時に送波するステップと、符号化パルスの二つの位相反転形態の 2 以上の後方散乱エコーを受波するステップとを含んでいる。符号化パルスの 2 以上の後方散乱エコー及び符号化パルスの二つの位相反転形態の 2 以上の後方散乱エコーをコヒーレントに加算して、2 本のビーム経路に沿って 2 以上の加算エコーを形成する。

20

#### 【0016】

以上に述べた方法の少なくとも一つの実施形態はさらに、1 以上の選択された周波数を通過させ 1 以上の他の周波数を遮断するフィルタを用いて濾波するステップを含んでいてもよい。かかる濾波は、コヒーレント加算の前に生じてもよいし後に生じてもよいと考えられている。少なくとも一つの実施形態は、後方散乱エコーの 1 以上のコヒーレント和を復号するステップとを含んでおり、かかる復号は、1 以上の符号化パルス及び符号化パルスの 1 以上の位相反転形態の組織内での伝播、並びに符号化パルスの 1 以上の後方散乱エコーと符号化パルスの位相反転形態の 1 以上の後方散乱エコーとのコヒーレント加算を通じて自然発生的に生ずる。さらに他の実施形態は、プローブの所定の帯域幅の範囲内に収まる中心周波数を有する第二高調波信号が発生されるように 1 以上のパルスの中心周波数を選択するステップを含んでいてよい。

30

#### 【0017】

本発明の一実施形態は、マッチド型復号及び圧縮フィルタを用いずに、自然発生的復号型符号化励起を用いて組織の組織高調波撮像を行なう超音波装置を含んでいる。この装置の実施形態は、1 以上の符号化パルス及びこの符号化パルスの位相反転形態を組織内に送波し、組織から後方散乱した符号化パルス及び符号化パルスの位相反転形態の 1 以上のエコーに応答して 1 以上の受波信号を発生するように構成されているプローブを含んでいる。この装置はさらに、符号化パルスの後方散乱エコーの 1 以上と符号化パルスの位相反転形態の後方散乱エコーの一つとをコヒーレントに加算して 1 以上のコヒーレント和を形成するように構成されているコヒーレント加算モジュールを含んでいる。

40

#### 【0018】

この装置の少なくとも一つの実施形態は、少なくともコヒーレント加算モジュールに結合されており、1 以上の選択された周波数を通過させ 1 以上の他の周波数を遮断するように構成されている濾波モジュールを含んでいる。濾波モジュールは、帯域通過フィルタ、ベースバンド低域通過フィルタ及びミスマッチド・フィルタの 1 以上又はこれらの加算的組み合わせを含んでいてよいと考えられている。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

50

以上に述べた本発明の概要、及び以下に述べる本発明の幾つかの実施形態の詳細な説明は、添付図面と共に参照するとさらに十分に理解されよう。本発明を説明する目的で、幾つかの実施形態を図面に示す。但し、本発明は図面に示す構成及び手段に限定されていないことを理解されたい。

【0020】

説明の目的のみのために、以下の詳細な説明は超音波機械、装置又は機器の実施形態を参照する。しかしながら、本発明を他の装置又はイメージング・システムと共に用いてよいことが理解されよう。

【0021】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、現在の組織高調波撮像の具現化形態に関して従来議論されていた次の三つの問題点を解決する試みである。(1)透過力とS N Rと分解能との間の代償関係、(2)近距離音場での高調波性能、及び(3)分解能を高めるための多数回発射によるフレーム・レートの低下。本発明の実施形態は、波形が約1よりも大きい時間・帯域幅積及び約80%よりも大きい帯域幅を有するようにして、周波数変調型符号化励起パルスをパルス反転と併用してこれらの問題点を解決する。復号に高価なマッチド型復号/圧縮フィルタを用いないことが考えられている。

【0022】

図1は、本発明の実施形態に従って全体的に参照番号10を付した超音波装置、機器又は機械を示す。プローブ/トランスデューサ12は、電気的なアナログ信号を超音波エネルギーへ変換することにより1以上の超音波パルス波(例えば符号化パルス及び/又は符号化パルスの位相反転形態)を被検体(例えば生体組織)の体内に送波する。少なくとも一つの実施形態では、プローブ/トランスデューサ12は、超音波エネルギーをアナログ電気信号へ変換することにより、1以上の後方散乱した超音波エコー(例えば符号化パルスのエコー及び/又は符号化パルスの位相反転形態のエコー)を被検体から受波する。

【0023】

少なくとも一つの実施形態では、超音波装置10は、少なくともプローブ/トランスデューサ12に結合されておりこれと通信する送受波(T/R)スイッチ14を含んでいる。送受波スイッチ14は、超音波装置10及びプローブ/トランスデューサ12が送波モードと受波モードとの間で切り換わることを可能にするように構成されている。例えばこのスイッチを用いて、プローブ/トランスデューサ12が適宜1以上の超音波パルス波を送波して1以上の後方散乱エコーを受波することを可能にする。

【0024】

1以上の多重線/交番型ベクトル送波器装置又はモジュール16が、少なくとも送受波スイッチ14に結合されておりこれと通信するように図示されている。送波器モジュール16は、後述する本発明の実施形態に従って1本以上の線又はビーム経路に沿って1以上のパルス(パルス及びパルスの位相反転形態の両方を含む)を送波するように構成されている。図1はさらに、少なくとも送波器モジュール16及び波形発生器20に結合されておりこれらと通信する1以上の波形メモリ18を示している。本発明の一実施形態によれば、波形発生器20は1以上の超音波パルス波及びパルス波の1以上の位相反転形態を発生し、送波前にこれらのパルス波を波形メモリ18に保存して記憶することができる。

【0025】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、送受波スイッチ14に結合されておりこれと通信する1以上の多重線受波器22を含んでいる。受波器22は、後述する本発明の実施形態に従って、1以上のエコー又は送波パルスのエコー・ビーム(パルスのエコー及びパルスの位相反転形態のエコーを含む)を1本以上の線又は経路に沿って受波するように構成されている。多重線受波器22はさらに、ベクトル・メモリ24に結合されておりこれと通信するように図示されている。本実施形態では、ベクトル・メモリは、1以上のエコー(パルスの1以上のエコー及びパルスの位相反転形態の1以上のエコーを含む)を受波し、保存して記憶するように構成されている。

【0026】

コヒーレント加算モジュール又は装置 26 が、少なくともベクトル・メモリ 24 に結合されておりこれと通信するように図示されている。モジュール又は装置 26 は、後述するようにパルスの 1 以上の後方散乱エコーをパルスの位相反転形態の 1 以上の後方散乱エコーとコヒーレントに加算するように構成されている。コヒーレント加算モジュール 26 は、濾波モジュール又は装置 28 (例えば帯域通過フィルタ) に結合されておりこれと通信するように図示されている。本発明の少なくとも一つの実施形態では、濾波モジュール 28 は、少なくともパルスの後方散乱エコーとパルスの位相反転形態の後方散乱エコーとのコヒーレント和を、選択された周波数を通過させ他の周波数を阻止する 1 以上のフィルタを用いて濾波する。モジュール 26 及びモジュール 28 は、具現化形態に応じて各々の後方散乱エコーの濾波がコヒーレント加算の前に起こり得るような状態に切り換わり得ることが理解されよう。また、濾波モジュール 28 は、マッチド型復号/圧縮復元フィルタを用いずにかかる濾波を達成すると考えられている。さらに、濾波モジュール 28 はレンジ・サイド・ローブ・レベルを改善するためにミスマッチド・フィルタを用いてよいと考えられている。

10

#### 【0027】

図 1 はさらに、少なくとも濾波モジュール 28 に結合されておりこれと通信する他の信号処理モジュール又は装置 30 を示している。他の信号処理モジュール又は装置 30 は、その他任意の所要又は所望の信号処理を提供し又は実行するように構成され则认为られている。他の信号処理モジュール又は装置 30 は、走査変換装置 32 に結合されておりこれと通信するように図示されており、走査変換装置 32 は表示器 34 に結合されておりこれと通信するように図示されている。走査変換装置 32 は一実施形態では、走査変換作用、カラー・マッピング作用及び組織/流動調整作用を提供するように構成されており、データを表示用フォーマットにする。表示器 32 は走査変換装置 32 からデータを受け取って、得られた画像を表示する。

20

#### 【0028】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、中央制御器又は制御プロセッサ 50 を含んでおり、中央制御器 50 は、超音波機械 10 の主要の中心的なプロセッサを構成して、超音波機械 10 のその他様々な構成要素との接続インタフェースを成すことができる。中央制御器 50 は、様々な撮像モード及び診断モードのための様々なデータ・アルゴリズム及び作用を実行する。デジタル・データ及び命令は、中央制御器 50 と、超音波機械 10 の構成要素の 1 以上との間で授受され得る。代替的な構成としては、中央制御器 50 によって実行される作用を多数のプロセッサ又はこれらの組み合わせによって実行してもよい。さらに代替的な構成としては、中央制御器 50 の作用を単一の PC バックエンドに統合してもよい。

30

#### 【0029】

図示していないが、本発明の少なくとも一つの実施形態は、ユーザ・インタフェースを含んで操作者が超音波機械 10 に利用者命令を入力することを可能にすることが考えられている。かかるユーザ・インタフェースは、様々な装置の中でもキーボード、マウス、スイッチ、つまみ、ボタン、トラックボール、フット・ペダル、音声命令を入力するためのマイクロフォン及び画面上メニューを含んでいてよい。

40

#### 【0030】

本発明の少なくとも一つの実施形態では、超広帯域符号化波形を位相反転と共に用いる。かかる超広帯域波形は、組織の内部での伝播及び位相反転を通じて自然発生的に復号される。さらに、符号化波形の 1 以上が線形又は非線形の周波数変調型信号であってよいと考えられている。少なくとも一つの実施形態では、符号化波形の 1 以上が線形周波数変調型信号であり、他の符号化された波形の 1 以上が非線形周波数変調型信号であってよい。本発明の少なくとも一つの実施形態は、公知の組織高調波撮像方法に存在する従来から開示されていた問題点を解決する。

#### 【0031】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、送波波形設計を用いる。少なくとも一つの実施

50



形態では、送波波形設計は、典型的には1よりも大きい時間-帯域幅積を約80%を上回る分数帯域幅（代替的には「BW」とも呼ぶ）と共に含んでいる。本実施形態では、波形は振幅変調型であってもよいし周波数変調型であってもよい。振幅変調は、例えばガウス陰影のような窓関数の形態で適用することができる。周波数変調は、線形（例えばチャープの場合等）であってもよいし非線形であってもよい。パルスを中心周波数は、発生される第二高調波信号の中心周波数がプローブの-12dB帯域幅の範囲内に収まるように選択される。本発明の実施形態は周波数変調型符号化励起パルスをパルス反転と併用しており、波形の時間-帯域幅積は約1よりも大きく、帯域幅は約80%よりも大きい。また、波形の帯域幅は、実際の応用課題に応じて80%よりも大きくななくてもよいと考えられている。

10

#### 【0032】

図2は、本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起（図1に示すものと同様の超音波機械又は装置を用いる）での組織高調波撮像を行なう方法を示す全体的に参照番号200を付した高レベル流れ図である。少なくとも一つの実施形態では、特定の目的をもって設計された波形（パルス反転を用いて）を用いて組織高調波撮像を行なう。さらに明確に述べると、方法200は、時間-帯域幅積が約1よりも大きい符号化パルス（例えば帯域幅が約80%よりも大きい超広帯域パルス）の1以上を送波することを含むステップ210を含んでいる。

#### 【0033】

ステップ220は、符号化パルスの後方散乱エコーの1以上を受波する（例えば同じビーム経路に沿って）ことを含んでいる。ステップ230は、符号化パルスの1以上の位相反転形態を送波する（例えば同じビーム経路に沿って）ことを含んでいる。ステップ240は、符号化パルスの位相反転形態の1以上の後方散乱エコーを受波する（例えば同じビーム経路に沿って）ことを含んでいる。少なくとも一つの実施形態では、方法200はさらに、符号化パルスの後方散乱エコーの1以上を符号化パルスの位相反転形態の後方散乱エコーの1以上とコヒーレントに加算して1以上のコヒーレント和を形成することを含むステップ250を含んでいる。少なくとも一つの実施形態では、コヒーレント加算した符号化パルスの1以上の後方散乱エコー及び符号化パルスの位相反転形態の後方散乱エコーの1以上を濾波する（例えば帯域通過フィルタを用いて）ことが考えられている。もう一つの実施形態では、コヒーレント加算する前に、符号化パルスの後方散乱エコーの1以上及び符号化パルスの位相反転形態の後方散乱エコーの1以上を濾波することが考えられている。少なくとも一つの実施形態では、少なくとも符号化パルスは、周波数線形変調型パルス及び周波数非線形変調型パルスの少なくとも一方を含んでいる。さらに、符号化パルスは振幅変調型であってもよいし周波数変調型であってもよい。さらに、1以上のパルスの中心周波数は、第二高調波信号が中心周波数をプローブの所定の帯域幅の範囲内に収めた状態で発生されるように選択されることが考えられている。

20

30

#### 【0034】

図3は、本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起（図1に示すものと同様の超音波機械又は装置を用いる）での組織高調波撮像を行なう方法を示す全体的に参照番号300を付した流れ図である。一実施形態では、特定の目的をもって設計された波形（パルス反転を用いて）を用いて組織高調波撮像を行なう。少なくとも一つの実施形態では、方法300は、時間-帯域幅積が約1よりも大きい1以上の符号化パルス（例えば帯域幅が約80%よりも大きい超広帯域パルス）を送波することを含むステップ310を含んでいる。ステップ320は、送波された符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビームを送波ビーム経路の両側（例えば右側及び左側）に沿って受波することを含んでいる。

40

#### 【0035】

ステップ330は、1以上の符号化パルスの1以上の位相反転形態を形成して、これら1以上の符号化パルスの1以上の位相反転形態を送波する（例えば同じビーム経路に沿って）ことを含んでいる。ステップ340は、符号化パルスの1以上の位相反転形態の2以

50

上の後方散乱エコー・ビームを送波ビーム経路の両側（例えば右側及び左側）に沿って受波することを含んでいる。

【0036】

方法300はさらに、符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビームと符号化パルスの位相反転形態の2以上の後方散乱エコー・ビームとをコヒーレントに加算して2以上のコヒーレント和を形成するステップ350を含んでいる。少なくとも一つの実施形態では、符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビームと符号化パルスの位相反転形態の2以上の後方散乱エコー・ビームとのコヒーレント加算を濾波する（例えば帯域通過フィルタを用いて）ことが考えられている。また、コヒーレントに加算する前に、符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビーム及び符号化パルスの位相反転形態の2以上の後方散乱エコー・ビームを濾波することも考えられている。少なくとも一つの実施形態では、方法300ではさらに、少なくとも符号化パルスは周波数線形変調型パルス及び周波数非線形変調型パルスであり、振幅変調型パルスであっても周波数変調型パルスであってもよい。

10

【0037】

図4は、本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起（図1に示すものと同様の超音波機械又は装置を用いる）での組織高調波撮像を行なう方法を示す全体的に参照番号400を付した流れ図である。一実施形態では、特定の目的をもって設計された波形（パルス反転を用いて）を用いて組織高調波撮像を行なう。少なくとも一つの実施形態では、方法400は、時間・帯域幅積が約1よりも大きい1以上の符号化パルス（例えば帯域幅が約80%よりも大きい超広帯域パルス）を第一のビーム経路に沿って送波することを含むステップ410を含んでいる。ステップ420は、送波された符号化パルスの1以上の後方散乱エコー・ビームを受波する（例えば同じビーム経路に沿って）ことを含んでいる。

20

【0038】

方法400はさらに、1以上の符号化パルスの1以上の位相反転形態を形成して、1以上の符号化パルスの1以上の位相反転形態を第二のビーム経路（第二のビーム経路は例えば第一のビーム経路に空間的に隣接している又は隣り合っている）に沿って送波することを含むステップ430を含んでいる。ステップ440は符号化パルスの1以上の位相反転形態の1以上の後方散乱エコー・ビームを受波することを含んでいる。

30

【0039】

少なくとも一つの実施形態では、方法400は、符号化パルスの1以上の後方散乱エコー・ビームを符号化パルスの位相反転形態の1以上の後方散乱エコーとコヒーレントに加算して、第三のビーム経路に沿った受波エコー・ビームを形成することを含むステップ450を含んでいる。一実施形態では、第三のビーム経路は、第一及び第二のビーム経路の両方と離隔した関係に位置する（例えば隣り合った第一及び第二のビーム経路の間）。少なくとも一つの実施形態では、受波エコー・ビームを濾波する（例えば帯域通過フィルタを用いて）ことが考えられている。もう一つの実施形態では、コヒーレントに加算する前に、符号化パルスの1以上の後方散乱エコー・ビーム及び符号化パルスの位相反転形態の1以上の後方散乱エコーを濾波することが考えられている。少なくとも一つの実施形態では、方法400ではさらに、少なくとも符号化パルスは周波数線形変調型パルス及び周波数非線形変調型パルスであり、振幅変調型パルスであっても周波数変調型パルスであってもよい。

40

【0040】

図5は、本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起（図1に示すものと同様の超音波機械又は装置を用いる）での組織高調波撮像を行なう方法を示す全体的に参照番号500を付した流れ図である。一実施形態では、特定の目的をもって設計された波形（パルス反転を用いて）を用いて組織高調波撮像を行なう。少なくとも一つの実施形態では、方法500は、時間・帯域幅積が約1よりも大きい2以上の符号化パルス（例えば帯域幅が約80%よりも大きい超広帯域パルス）を2本の別個のビーム経路に沿って同時に送波することを含むステップ510を含んでいる。これら2本の別個のビーム経路

50

は、音響クロストークを回避するのに十分なだけ離隔している。

#### 【0041】

ステップ520は、二つの送波された符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビームを受波する（例えば2本の別個のビーム経路に沿って）ことを含んでいる。ステップ530は、符号化パルスの2以上の位相反転形態を形成して、符号化パルスの二つの位相反転形態を同時に送波する（例えば同じ2本のビーム経路に沿って）ことを含んでいる。ステップ540は、符号化パルスの二つの位相反転形態の2以上の後方散乱エコー・ビームを受波する（例えば同じ2本の別個のビーム経路に沿って）ことを含んでいる。

#### 【0042】

少なくとも一つの実施形態では、方法500は、符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビームを符号化パルスの位相反転形態の2以上の後方散乱ビームとコヒーレントに加算する（例えば同じ2本のビーム経路に沿って二つの加算されたエコー・ビームを形成する）ことを含むステップ550を含んでいる。少なくとも一つの実施形態では、二つの加算されたエコー・ビームを濾波する（例えば帯域通過フィルタを用いて）。もう一つの実施形態では、コヒーレントに加算する前に、符号化パルスの2以上の後方散乱エコー・ビーム及び符号化パルスの位相反転形態の2以上の後方散乱エコー・ビームを濾波する。少なくとも一つの実施形態では、符号化パルスの各々について符号化パルスの1以上の位相反転形態が形成される。さらに、2本のビーム経路は空間的に離隔されていると考えられている。

#### 【0043】

図6は、同じ持続時間及び同じ中心周波数を有する超広帯域パルス及び振幅変調型正則パルスのスペクトルの一例を示す。超広帯域設計の送波スペクトル（図6で参照番号610を付した実線）を本発明の幾つかの実施形態に従って示す。超広帯域の設計された送波スペクトル610との比較のために同じ持続時間を有する正則パルスのスペクトルを示す（参照番号612を付した一点鎖線として示す）。参照番号614を付した破線は、プロープの帯域幅を示す。

#### 【0044】

少なくとも一つの実施形態では、2回発射（すなわちパルス反転）を用いる。このような例では、フレーム・レートの低下は重大な問題である。フレーム・レート低下に対処するために本発明と共に用いられる送波方法の三つの異なる実施形態を図7～図9に示す。

#### 【0045】

図7は、本発明の少なくとも一つの実施形態に従って多重線取得法を用いることを示している。全体的に参照番号700を付した図示の実施形態は、送波ビーム当たり多数（2以上）の受波ビームを用いる。図7は、左側及び右側（送波ビーム経路714に対してそれぞれ参照番号710及び712を付す）に二つのビームを有するプロープ705を示す。この実施形態は、フレーム当たりの送波ベクトルを2分の1以上減少させて、従来のビーム形成と同じ受波線密度に達し得ると考えられている。多重線取得法をパルス反転と組み合わせると（正の送波及び負の〔位相反転されている〕送波の両方で、1本のビームに対応して1本のビームを受波するのではなく多重ビームを受波することを含む）、パルス反転高調波の利点を保ちつつ、フレーム・レートを従来の単一発射高調波帯域通過濾波に関連したフレーム・レートにまで復元するのに役立つ。

#### 【0046】

図8は、本発明のもう一つの実施形態を示す。この実施形態は、空間内位相交番法を用いることを含んでいる。さらに具体的には、全体的に参照番号800を付したこの実施形態は、空間的送波ベクトルの1以上の波形の極性位相を交番させるプロープ805を含んでいる。さらに具体的には、図8は、2種類の波形 $T_x(n)$ （参照番号810で示されており正極性を有する）及び $T_x(n+1)$ （参照番号812で示されており負極性を有する）を示している。2種類だけの波形を示しているが、2種類よりも多い波形が考えられることが理解されよう。さらに、 $T_x(n)$  810が負極性を有しており $T_x(n+1)$  812が正極性を有していてもよいと考えられている。少なくとも一つの実施形態では

10

20

30

40

50

、基本周波数成分は、フレーム間で二つのビームのコヒーレント移動平均を実行することにより相殺することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

図 9 は、本発明のさらにもう一つの実施形態を示す。この実施形態は、多重線送波を含んでいる。さらに具体的には、全体的に参照番号 9 0 0 を付したこの実施形態は、上に掲げた図 7 に示す多重線取得法に類似している。本実施形態では、プローブ 9 0 5 は撮像視野に 1 以上の別個のパルスと同時に送波する。少なくとも一つの実施形態では、パルスの後方散乱エコーを同じビーム経路（図示されていない）に沿って受波し、濾波して（例えばフィルタを用いて）、メモリに保存する。図示の実施形態では、参照番号 9 1 0 を付したベクトル  $T_x(n)$  及び参照番号 9 1 2 を付したベクトル  $T_x(n+k)$  の二つの別個のベクトルを時刻  $t_i$  に送波する。後方散乱エコーは、受波され、濾波されて（例えば帯域通過フィルタを用いて）、記憶されているパルスとコヒーレントに加算される。本発明の少なくとも一つの実施形態を用いると、パルス反転に関連するフレーム・レート低下を回避することができると考えられている。 $T_x(n)$  及び  $T_x(n+k)$  は、音響クロストークを回避するのに十分なだけ離隔している。

10

#### 【 0 0 4 8 】

また、本発明の実施形態は、単一発射帯域通過濾波方法が対応可能であるよりも高速のフレーム・レートに対応可能であると考えられている。例えば、前述の各実施形態の 1 以上を組み合わせることでフレーム・レートを高めてよい。例えば、図 7 に示す多重線取得法の実施形態を図 9 に示す多重線送波法の実施形態と組み合わせることで、フレーム・レートを倍増させることができる。

20

#### 【 0 0 4 9 】

本発明の少なくとも一つの実施形態では、約 8 0 % を上回る B W を有するパルスの超広帯域設計によって、送波パルスの低周波成分を大きくして、透過力及び S N R の両方を大幅に改善することができる。音響減衰は周波数に比例しており、対数減衰すなわち d B 単位での  $atten(r)$  を次のようにモデル化することができる。

#### 【 0 0 5 0 】

$$atten(r) = 2far$$

ここで、 $f$  は周波数を表わし、 $2$  は往復を表わし、 $r$  は伝播距離を表わし、 $a$  は減衰係数を表わす。このように、パルスの周波数が低いほどパルスは反対にさらに深いレンジまで同じ減衰で例えば組織を透過する。低周波成分を増大させると、少なくとも 2 種類の方法での透過を可能にする。すなわち (a) より深部への送波が前掲の式によって記述されるようにして達成され得る、及び (b) 発生される第二高調波信号がプローブの実効帯域幅の範囲内に収まるスペクトルを有するため、受波側での S N R 及び透過力が向上する。S N R が向上するとコントラスト分解能を高めるのに役立つ。

30

#### 【 0 0 5 1 】

本発明の一実施形態は、単一発射法及び正則パルス反転法に比べて画像分解能（空間分解能及びコントラスト分解能）が改善されている。少なくとも一つの実施形態では、パルス反転を用いて超広帯域信号（約 8 0 % よりも大きい B W ）を送波することを可能にする。また、時間・帯域幅積を慎重に設計することにより、高調波撮像での点拡散関数を単一発射帯域通過濾波の場合に比べて大幅に緊密且つ滑らかにすることも考えられている。さらに、第二高調波信号において向上した S N R によって、基本周波数信号の漏れを凌ぐのに役立ち、延いては、正則パルス反転に比べてコントラスト分解能及び空間分解能を高めることができる。

40

#### 【 0 0 5 2 】

超広帯域送波は、送波時により多くの高周波成分を含んでおり、近距離音場での高調波撮像性能を可能にすることが理解されよう。かかる近距離音場での高調波撮像性能は、単一周波数発生源からの無損失平面波解の第二高調波発生を有する組織での高調波発生を検討することにより理解することができる。単一周波数発生源からの無損失平面波解の第二高調波発生を有する組織でのかかる高調波発生は、M. F. Hamilton 及び D. T. Blackstock によ

50

る“Nonlinear Acoustics”に開示されているような次式によって表わすことができる。

$$P_2 = \left( \frac{\rho_0^2}{2} \frac{1}{c^3} \right) x \sin(2\pi f t)$$

式中、 $P_2$ は第二高調波成分を表わし、 $x$ は深さを表わし、 $\rho_0$ は伝播組織の密度を表わし、 $c$ は音速を表わし、 $p_0$ は発生源での音圧を表わし、 $\beta$ は非線形係数を表わし、 $f$ は送波角周波数を表わす。上の式から、距離と周波数との積( $x$ )が $P_2$ の強さに比例していることが分かる。このため、送波周波数を高めると、近距離音場での第二高調波発生が大きくなる。トランスデューサ(すなわちプローブ)表面への距離が近くなるにつれて、送波周波数を高くする必要がある。

#### 【0053】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、1以上の選択された周波数を通過させつつ他の周波数を遮断又は阻止することのできるフィルタを用いるだけでよく、高価なマッチド型復号及び圧縮フィルタは用いられない。

#### 【0054】

復号は、符号化パルスの組織の内部での伝播及びパルス反転を通じて自然発生的に生ずる。第一に、近距離音場では、波形の低周波部分は高調波応答を殆ど発生せず、高周波部分のみが相当の高調波エコーを発生する。このため、高調波信号の持続時間が短縮される。低周波部分はパルス反転を用いて相殺され、高周波部分によって発生される短い持続時間の高調波信号のみが画像に寄与する。

#### 【0055】

第二に、送波時には、周波数が極めて高い成分は減衰によってより速やかに散逸し、音波が組織を通じて伝播するにつれて短くなるパルスを発生する。図10は、送波時の超広帯域信号に対するパルスの短縮(すなわち減衰効果)の一例を示す。同図は、深さが増すにつれてパルス持続時間が高周波成分の減衰によって短縮することを示している。このことは、近距離音場領域及び遠距離音場領域での点拡散関数を緊密にする助けとなる。

#### 【0056】

第三に、高調波撮像は基本周波数による撮像に対して本質的に緊密で且つ滑らかな点拡散関数を有する。基本周波数による撮像では、透過力を最大限に高めるように符号化励起波形を設計する。このため、一般的には、符号化励起手法(例えばチャープ)は極めて長い送波波形及び復号フィルタを用いる。しかしながら、本発明の少なくとも一つの実施形態では、送波信号の符号化励起波形を極めて長くする必要がないため、パルス反転及び以上に述べた効果と組み合わせると、復号が不要になる。但し、復号は不要でよいが、レンジ・サイド・ローブ・レベルを改善するために設計されたミスマッチド・フィルタを受波エコーに依然適用してよいことが理解されよう。ここで、ミスマッチド・フィルタは、S/NRを最高にするという観点から送波符号と整合しない点でマッチド・フィルタと異なる。

#### 【0057】

要約すると、本発明の少なくとも一つの実施形態は、高調波撮像について時間・帯域幅積が約1よりも大きい広帯域(約80%よりも大きいBW)符号化励起送波信号を導入する。少なくとも一つの実施形態は、基本周波数の重なり効果を除去するためにパルス反転を用いており、さらに、多重線取得法、空間内位相交番法及び多重線送波法の1以上(又はかかる方法の2以上の組み合わせ)を用いて、前述したような2回発射によって生ずるフレーム・レートの低下を回避する。広帯域送波信号は、至近距離音場での高調波撮像性能を高めると同時に、正則パルス(時間・帯域幅積=1)を用いた通常のパルス反転法に比べて透過力及びS/NRを増大させる。受波信号の復号は、組織伝播及びパルス反転を通じて自然発生的に具現化される。

#### 【0058】

本発明の実施形態は、単一発射型帯域通過濾波による高調波撮像方法に比べて画像分解能を大幅に高めつつ単一発射型高調波撮像と同等又はこれよりもさらに高い透過力及びS/NRを保つことができ、正則パルス反転による高調波撮像の透過力を大幅に凌駕するものと考えられている。

## 【 0 0 5 9 】

また、本発明の実施形態は、多重線取得法、空間内位相交番法及び多重線送波法の1以上（又はかかる方法の2以上の組み合わせ）を用いることが考えられている。結果として、単一発射帯域通過濾波による高調波撮像に比べての遥かに高い分解能という利点と引き換えにフレーム・レートを犠牲にする必要がない。

## 【 0 0 6 0 】

さらにもう一つの実施形態では、本発明は、超広帯域波形、位相反転及び組織減衰を組み合わせ、結果として受波高調波信号の自然発生的な圧縮を行ない、近距離音場での高調波撮像性能の改善、よりよいS/N及びよりよい透過力のために符号化励起からの利点を享受して、高価な復号フィルタの必要性を回避することができる。

10

## 【 0 0 6 1 】

幾つかの実施形態を参照して本発明を説明したが、当業者であれば本発明の範囲から逸脱せずに様々な変形を施した均等構成を置換し得ることが理解されよう。加えて、本発明の範囲から逸脱せずに具体的な状況又は材料を本発明の教示に合わせる多くの改変を施してよい。従って、本発明は、開示された具体的な実施形態に限定されず、特許請求の範囲内に属する全ての実施形態を包含するものとする。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 2 】

【 図 1 】 本発明の幾つかの実施形態に従って構成されている超音波機械の実施形態のブロック図である。

20

【 図 2 】 本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起を用いて超音波機械又は装置（図1に示すものと同様のもの）を用いて組織高調波撮像を行なう方法を示す流れ図である。

【 図 3 】 本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起を用いて超音波機械又は装置（図1に示すものと同様のもの）を用いて組織高調波撮像を行なうもう一つの方法を示す流れ図である。

【 図 4 】 本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起を用いて超音波機械又は装置（図1に示すものと同様のもの）を用いて組織高調波撮像を行なうさらにもう一つの方法を示す流れ図である。

【 図 5 】 本発明の幾つかの実施形態による自然発生的復号型符号化励起を用いて超音波機械又は装置（図1に示すものと同様のもの）を用いて組織高調波撮像を行なうさらにもう一つの方法を示す流れ図である。

30

【 図 6 】 本発明の幾つかの実施形態に従って設計された送波スペクトルの一例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の幾つかの実施形態に従ってビームを送波する一方法を示すブロック図である。

【 図 8 】 本発明の幾つかの実施形態に従ってビームを送波するもう一つの方法を示すブロック図である。

【 図 9 】 本発明の幾つかの実施形態に従ってビームを送波するさらにもう一つの方法を示すブロック図である。

40

【 図 1 0 】 本発明の幾つかの実施形態による送波時のパルス短縮の実例を示す図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 3 】

1 0 超音波装置

1 2 プローブ/トランスデューサ

2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0 本発明の方法の流れ図

6 1 0 超広帯域設計の送波スペクトル

6 1 2 正則パルスのスペクトル

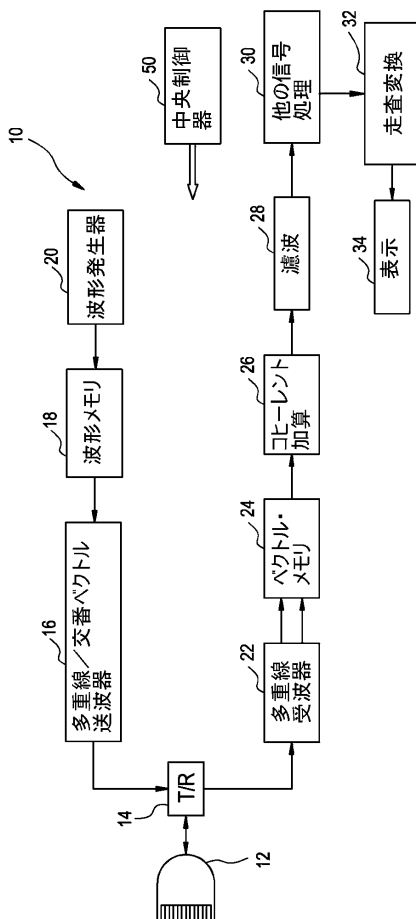
6 1 4 プローブの帯域幅

7 0 0 多重線取得法による実施形態

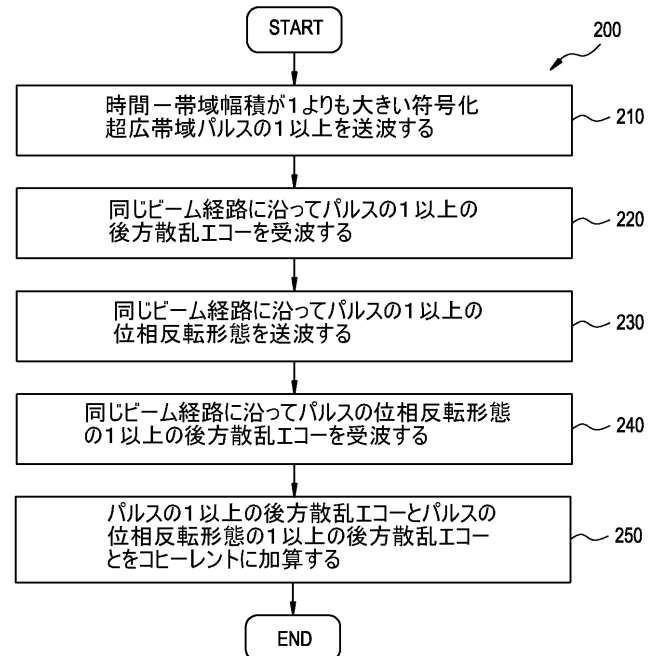
50

- 705、805、905 プローブ  
 710、712 送波ビーム経路の左右のビーム  
 714 送波ビーム経路  
 800 空間内位相交番法による実施形態  
 810 正極性の波形  
 812 負極性の波形  
 900 多重線送波による実施形態  
 910、912 二つの別個のベクトル

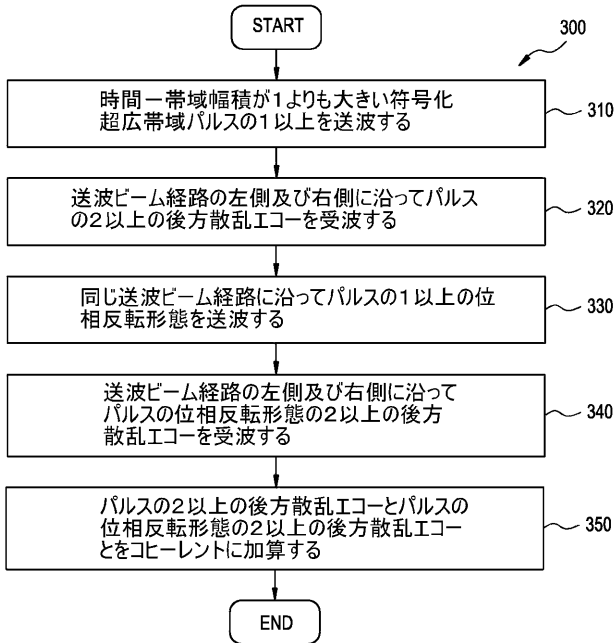
【図1】



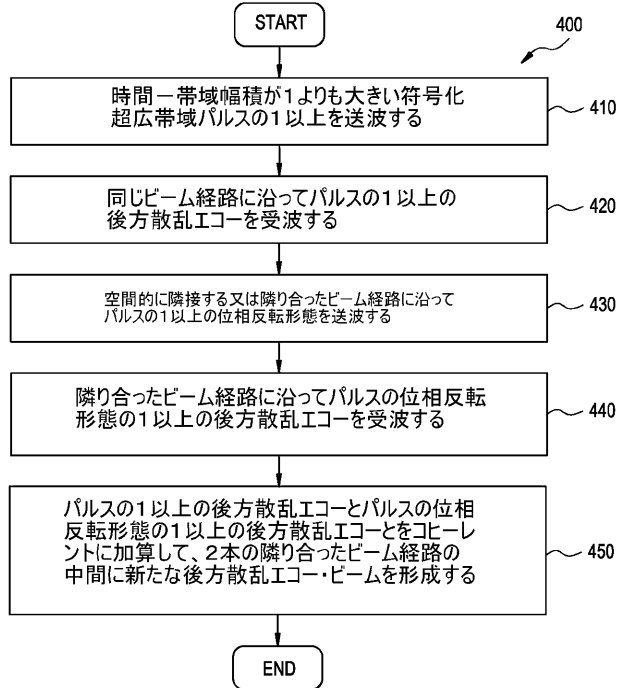
【図2】



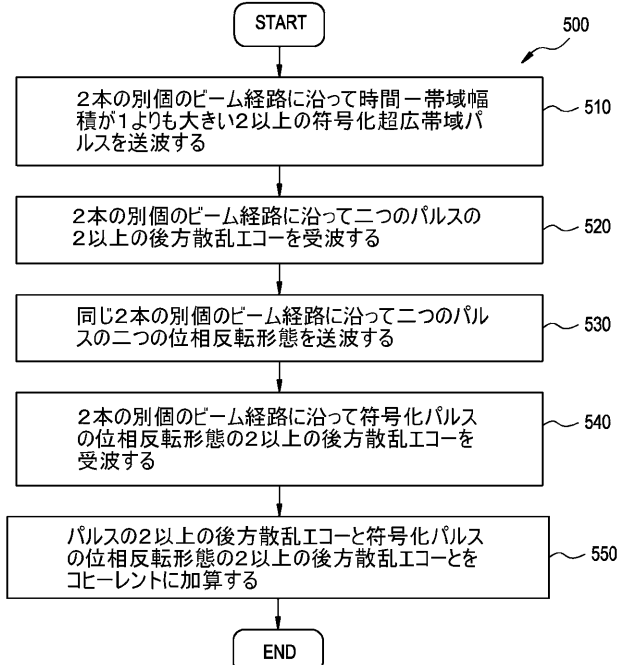
【図 3】



【図 4】

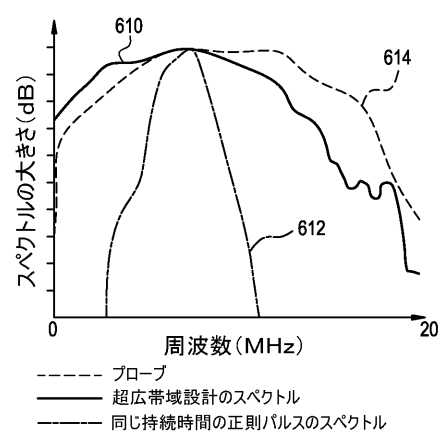


【図 5】

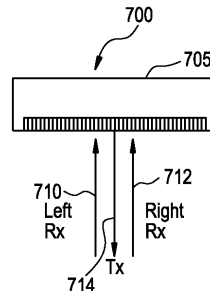


【図 6】

同じ持続時間及び中心周波数を有する超広帯域パルス及び正則パルスのスペクトル

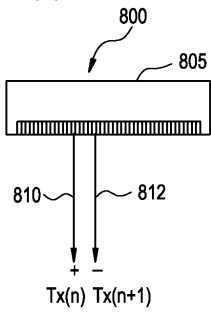


【図 7】

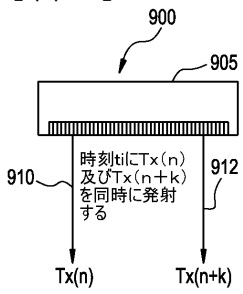




【図 8】

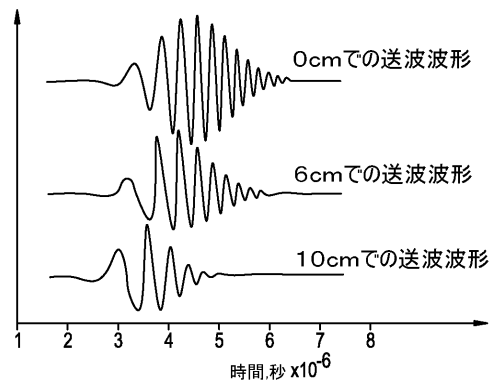


【図 9】



【図 10】

超広帯域送波信号に対する減衰の効果



---

フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 シャオホイ・ハオ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、アパートメント・エー、カムデン・ウェイ、  
1 3 0 1 番

(72)発明者 リチャード・チャオ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、メノモニー・フォールズ、プレイリー・ドーン、エヌ 5 3 ・  
ダブリュ 1 6 7 4 9 番

(72)発明者 スティーブン・ミラー

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、アスペンウッド・レーン、ダブリュ 2 2 6  
エヌ 2 5 7 2 番

(72)発明者 ヤトン・リー

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、ナンバー 3 6 3、コリーナ・ブールヴァール  
、 1 1 0 番

F ターム(参考) 4C601 DE09 DE14 EE01 EE02 EE08 HH02 HH11 HH27 HH28 JB31

5J083 AA02 AB17 AC18 AC28 AC30 AD13 AE08 BA04 BA10 BC02

BE53 BE54 CA01 CA12 DC06

【外国語明細書】

2005081150000001.pdf

专利名称(译)	通过自发（组织）解码型激发进行组织谐波成像的方法和装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005081150A</a>	公开(公告)日	2005-03-31
申请号	JP2004256635	申请日	2004-09-03
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	シャオホイハオ リチャードチャオ スティーブンミラー ヤトンリー		
发明人	シャオホイハオ リチャードチャオ スティーブンミラー ヤトンリー		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8959 G01S7/52038 G01S7/52093 G01S7/52095 G01S15/8963		
FI分类号	A61B8/00 G01S15/89.B		
F-TERM分类号	4C601/DE09 4C601/DE14 4C601/EE01 4C601/EE02 4C601/EE08 4C601/HH02 4C601/HH11 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/JB31 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC18 5J083/AC28 5J083/AC30 5J083/AD13 5J083/AE08 5J083/BA04 5J083/BA10 5J083/BC02 5J083/BE53 5J083/BE54 5J083/CA01 5J083/CA12 5J083/DC06		
代理人(译)	松本健一 小仓 博 伊藤亲		
优先权	60/501784 2003-09-09 US 10/679542 2003-10-06 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

解决的问题：在谐波成像中不使用解码滤波器的情况下提高近场的谐波性能，并在保持帧速率，穿透功率和信噪比的同时提高分辨率。一种用于使用超声机提供组织谐波成像的方法（200、300、400、500）和设备（10）。时间带宽大于1的编码编码脉冲（210、310、410、510）和这些编码脉冲的相位反转形式（230、330、430、530）被传输到组织中。在相干求和之前或之后接收并过滤反向散射回波（220、240、320、340、420、440、520、540）。通过为特定目的设计的超宽带（> 80%）波形的组织中的传播和脉冲反转，可以自发实现对编码脉冲的接收回波的解码/压缩。不需要昂贵的解码/压缩滤波器。[选型图]图1

