

(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2006-122683

(P2006-122683A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2005-312986 (P2005-312986)
 (22) 出願日 平成17年10月27日 (2005.10.27)
 (31) 優先権主張番号 623746
 (32) 優先日 平成16年10月29日 (2004.10.29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N. V.
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1
 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

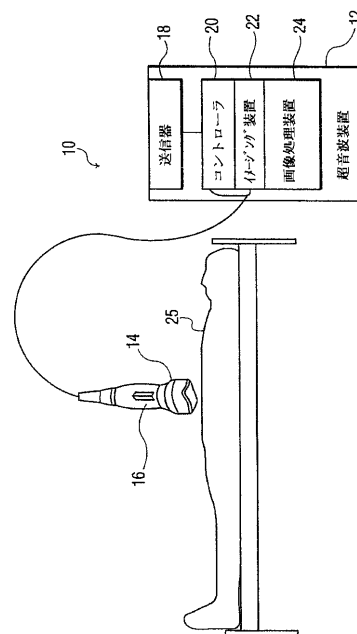
(54) 【発明の名称】 超音波マルチライン画像歪みを削減するアパーチャ・シェーピング推定手法

(57) 【要約】

【課題】超音波イメージング・システムにおいてライン間画像歪みが検査対象におけるオクルージョンの存在によって生じるアパーチャ・シェーピングを推定することによって削減される。

【解決手段】複数の送信ビームが対象に向けてアパーチャを有する超音波送信器を用いて送信される。各送信ビームは対象によって反射される複数の受信ビームに関連付けられる。受信ビームは複数の受信チャンネルを用いて捕集される。受信チャンネル毎に受信データが1つ又は複数の捕集受信ビームから得られ、受信データの絶対値の和が生成される。絶対値の和を受信チャンネル群について平滑化し正規化してオクルージョンによって生じるアパーチャ・シェーピングを特徴付けるシェーピング・アパーチャ関数の推定を生成する。シェーピング・アパーチャ関数は受信データの信号対雑音比を向上させるのに受信アポダイゼーションとして利用する。

【選択図】 図 1 0



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アパーチャを有する超音波イメージング・システムにおけるライン間画像歪みを、検査対象におけるオクルージョンの存在によって生じるアパーチャ・シェーディングを推定することによって削減する方法であって：

複数の送信ビームを対象に向けて前記超音波イメージング・システムを用いて送信する工程を備え；各送信ビームは、前記対象によって反射される複数の受信ビームに関連付けられ；

該複数の受信ビームを複数の受信チャンネルを用いて捕集する工程；

受信データを1つ又は複数の捕集受信ビームから前記複数の受信チャンネル毎に導き出す工程； 10

前記受信データの絶対値の和を前記複数の受信チャンネル毎に生成する工程；

前記絶対値の前記生成される和を平滑化し、正規化して、前記オクルージョンによって生じるアパーチャ・シェーディングを特徴付けるシェーディング・アパーチャ関数の推定を生成する工程；及び

前記シェーディング・アパーチャ関数を受信アポダイゼーション関数として用いて前記受信データの信号対雑音比を向上させる工程を備え、アポダイゼーションは、重み付け関数を用いて複数の受信チャンネル振幅を徐々に減少させる処理を表すことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、前記オクルージョンを： 20

前記シェーディング・アパーチャ関数を用いて前記アパーチャの第 1 の重心を判定する工程と、

前記アパーチャのオクルージョン部分に関連付けられる1つ又は複数の受信チャンネル及び1つ又は複数の送信チャンネルを、前記シェーディング・アパーチャ関数を用いて動作停止させる工程と、

前記アパーチャの第 2 の重心を判定する工程と、

前記第 2 の重心を用いて、動作停止されていない何れかの受信チャンネルの経路を調節する工程とによって補償する工程を更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載の方法であって、前記第 2 の重心を用いて前記受信ビームのうちの1つ又は複数のものの経路を調節する工程が、動作停止されていない複数の相当する受信チャンネルの各々に与える対象の複数の、かかる遅延及び振幅スケールリング因子の各々を判定することによって行われ；動作停止されていない前記複数の受信チャンネルのセンター・フォーカスを規定する中央チャンネルフォーカシング係数が前記第 2 の重心と合わせられるように前記かかる遅延及び増幅スケールリング因子が判定されることを特徴とする方法。 30

【請求項 4】

請求項 3 記載の方法であって、動作停止される対象の1つ又は複数の受信チャンネルは、各前記複数の受信チャンネル上の振幅変調成分の振幅を複数の受信ビームの各々の相対位置の関数として測定することによって判定されることを特徴とする方法。

【請求項 5】 40

請求項 3 記載の方法であって、動作停止される対象の1つ又は複数の受信チャンネルは、各前記複数の受信チャンネル上の振幅変調成分の振幅及び位置を測定することによって判定されることを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 3 記載の方法であって、動作停止される対象の1つ又は複数の受信チャンネルは、各前記複数の受信チャンネル上の振幅変調成分の振幅を測定することによって判定されることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 2 記載の方法であって、前記オクルージョンを補償する工程が、前記送信ビームを再フォーカシングさせる工程を有することを特徴とする方法。 50

【請求項 8】

請求項 2 記載の方法であって、前記オクルージョンを補償する工程が、静的であることを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 2 記載の方法であって、前記オクルージョンを補償する工程が、動的であることを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 2 記載の方法であって、前記オクルージョンを補償する工程が、前記アパーチャの重心を第 1 の位置から第 2 の位置に動かすことによって行われることを特徴とする方法。

10

【請求項 11】

請求項 10 記載の方法であって、前記受信ビームの各々を監視して、オクルージョンによってシェーディングされる何れかの受信ビームを識別する工程を更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載の方法であって、前記超音波イメージング・システムが 1 つ又は複数のアパーチャ素子を有し、各アパーチャ素子は受信チャンネルと関連付けられ、更に、オクルージョンによってシェーディングされる何れかのアパーチャ素子に関連付けられる 1 つ又は複数の受信チャンネルを動作停止させる工程を更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載の方法であって、少なくとも 1 つの受信チャンネルが前記アパーチャの新たな中心と合わせられるように前記受信ビームの焦点を再度合わせる工程を更に備えることを特徴とする方法。

20

【請求項 14】

請求項 12 記載の方法であって、オクルージョンによってシェーディングされる何れかのアパーチャ素子と関連付けられる前記受信チャンネルが、振幅変調成分の量及び位置を前記受信ビームの位置に対して判定することを特徴とする方法。

【請求項 15】

アパーチャの何れかのオクルージョンの程度を推定し、該推定オクルージョンを補償する超音波イメージング装置であって：

30

探触子アレイを備え、該探触子アレイは、該探触子アレイに関連付けられるアパーチャを有し、更に、複数の送信チャンネルを介して音響パルスを発生させ、かつ該パルスのアナログ・エコーを複数の受信チャンネルを介して受信する複数のアパーチャ素子を備え；

更に、前記探触子アレイに結合され、前記アナログ・エコーをデジタル受信データに変換するアナログ・デジタル変換器；

アパーチャ・シェーディング推定に利用する対象の前記デジタル受信データを、低周波数のデエンファシスを行うことによってフィルタリングする帯域通過フィルタ又は高域通過フィルタ；

絶対値を前記フィルタリングされるデジタル受信データから抽出する絶対値抽出器；

前記抽出絶対値を平滑化する平滑化機構；及び

40

前記アパーチャの何れかのオクルージョンの前記程度の推定を、前記探触子アレイによって用いるアポダイゼーション関数の形式で生成して前記受信データの信号対雑音比を向上させるよう、複数の受信チャンネルからの前記平滑化抽出絶対値を正規化する正規化機構を備えることを特徴とする超音波イメージング装置。

【請求項 16】

請求項 15 記載の超音波イメージング装置であって、前記正規化機構は、前記アポダイゼーション関数の重心を判定するよう装備されていることを特徴とする超音波イメージング装置。

【請求項 17】

請求項 16 記載の超音波イメージング装置であって、ビーム形成器を更に備え、受信ビ

50

ームのうちの1つ又は複数のものの経路を調節するよう前記判定される重心を前記ビーム形成器とともに利用して前記オクルージョンを補償することを特徴とする超音波イメージング装置。

【請求項18】

請求項17記載の超音波イメージング装置であって、前記ビーム形成器は：

(a) 前記受信チャンネルの各々を監視して、前記アパーチャの元の中心を新たな中心に動かすオクルージョンの程度を判定する工程；

(b) オクルージョンによって遮断されるかシェーディングされる何れかのアパーチャ素子に関連付けられる受信チャンネルを動作停止させる工程；及び

(c) 中央受信チャンネルが前記アパーチャの前記新たな中心と合わせられるように受信フォーカシングを再び合わせる工程を行うよう装備されることを特徴とする超音波イメージング装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的に超音波イメージングに関し、特に医療診断超音波イメージングにおけるマルチライン画像歪みを削減する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

診断医療超音波検査や診断医療超音波心造影としても呼ばれる超音波は、高周波音波を利用して人体内の構造の画像を生成するイメージング手法である。この画像は、病気の治療を診断し、誘導するのに有用な情報を備える。例えば、超音波は多くの場合、胎児の健康状態及び発育を判定するよう妊娠中に用いる。超音波は、頸部、腹部及び骨盤の器官における健康組織と病的組織との微妙な違いを認識する診断支援としても用いられる。血管における病気の範囲を位置特定し、判定するのにも非常に有用である。超音波心造影、すなわち心臓の超音波イメージングは、多くの心臓状態を診断するのに用いられる。腫瘍の正確な生検及び治療は、腫瘍の近くにある健康組織の画像を備える超音波誘導手順を用いることによって促進される。

20

【0003】

従来、医療超音波検査は、音響エネルギーを人体に伝え、心臓、肝臓や腎臓などの体の組織及び器官によって反射される信号を受信する診断超音波機器を用いて行われる。血液細胞の動きによって、反射信号におけるドップラ周波数シフトが生じる。時間領域では、このドップラ周波数シフトは、反射信号の相互相関関数におけるシフトとして観察される。反射信号は通常、カラー・フロー・イメージングやカラー速度イメージングとして知られている2次元形式で表示される。そのような表示は通常、血流パターンを検査するのに利用される。通常、超音波システムは、パルスを複数の経路を介して発生させ、複数の経路上の物体から受信されるエコーを、超音波画像を表示することが可能な超音波データを生成するのに用いる電気信号に変換する。画像データが生成される生の超音波データを得る処理は通常、「走査」、「スウィーピング」や「ビームをステアリングする」と呼ばれる。

30

40

【0004】

超音波検査は、リアル・タイムで行ってよく、これは、超音波画像を、走査が行われるにつれてすばやく、順次、提示することを表す。走査は通常、ラインにおいて配置され、複数のサイクル・シーケンスの各々について素子毎に1つのパルスである電気パルス群によって励起される（「アレイ」と呼ばれる）探触子素子群を用いて電子的に行われる。パルスは通常、イメージングする対象の診断部位全体にわたるスウィーピング動作を作り出すよう、タイミングがとられる。

【0005】

超音波スキャナにおける信号処理は、アレイの各素子に印加される励起パルスをシェーピングし、遅延させて、少なくとも部分的には人体組織内に伝搬する、フォーカシング、

50

ステアリング及びアポダイゼーションが行われるパルス・ビームを生成することによって始まる。処理は通常、個々の素子レベルで行われるか、1つ又は複数の素子を有するチャンネルのレベルで行われる。アポダイゼーションは、重み付け関数を用いてチャンネル振幅を徐々に減少させる処理を表す。送信音響パルスの特性は、特定のイメージング・モードの設定に相当するよう調節すなわち「シェーピング」してもよい。例えば、パルス・シェーピングは、戻りパルスをBスキャン・モード、パルス・ドブブラ・モード又はカラー・ドブブラ・イメージング・モードの何れにおいて用いるかによってパルス長を調節する工程を備え得る。パルス・シェーピングは、現代の広帯域探触子では広範囲にわたって設定することが可能であり、走査される人体部位によって選択し得るパルス周波数への調節も有し得る。いくつかのスキャナは更に、パルスのエンベロープ（すなわち、ガウシアン・エンベロープ）をシェーピングして発生音響波の伝搬特性を向上させる。

10

【0006】

音波の組織構造による散乱から生じるエコー信号は、探触子アレイ内の素子全てによって受信され、後に処理される。このエコー信号の処理は通常、個々の素子レベルで行われるか、1つ又は複数の素子を備えるチャンネルのレベルで行われる。信号処理は、アポダイゼーション関数、動的フォーカシング、及び遅延のステアリングを適用することから始まる。信号処理において最も重要な構成要素の1つとしては、ビーム形成がある。探触子アレイでは、ビームは、各素子によって送信される音波が、アレイにおける他の素子の全てからの音波の到着と同時に対象焦点に到着することになるように種々の時点で素子の各々を励起することによってフォーカシング及びステアリングが行われる。

20

【0007】

ビームのフォーカシング及びステアリングは、図1を参照することによって更によく分かる。図1は、各々が焦点111から距離 d_1 、 d_2 、 d_3 及び d_4 の位置にある探触子103、105、107及び109を有する探触子アレイ101を表す。この例では、ビームは左方向にフォーカシングし、ステアリングすることとする。探触子アレイ101の探触子素子103までの焦点111からの距離 d_1 は、焦点111から探触子素子109までの距離 d_4 よりも短い。よって、送信中には、各素子によって生成される波が焦点に同時に到達するためには素子109は素子103、105や107よりも前に励起されなければならない。図2は、探触子アレイ101を用いて右方向に焦点113を設定し得る方法を示す。ここでは、探触子アレイ101の素子は送信中に、図1の例に対して逆の順序で励起されなければならない。すなわち、各素子によって生成される波が焦点113に同時に到達するためには素子103は素子105、107や109よりも前に励起されなければならない。探触子素子のファイリングを連携させるこの処理は、「ビーム形成」として表され、この処理を実施する装置は「ビーム形成器」と呼ばれる。

30

【0008】

ビーム形成は通常、(上記)送信中にも受信中にも実施される。受信時のビーム形成は、送信時のビーム形成と概念的に類似している。受信時には、焦点111(図1)などの特定の点から戻るエコーは、これらの素子の焦点111からの距離 d_1 、 d_2 、 d_3 及び d_4 の各々が異なることが理由で異なる時点で探触子アレイ101における素子103、105、107及び109の各々に遭遇する。よって、種々の素子103、105、107及び109から超音波スキャナに入ってくる信号は全て、超音波スキャナに同じ瞬間に「到着」するように遅延させることを要する。素子103、105、107及び109の各々からの信号は次に、お互いに加算して超音波信号を形成し、この超音波信号は後に、超音波スキャナの残りの部分によって処理される。通常、探触子アレイ101は、ビームを形成する32乃至192個の探触子素子を有する1次元アレイを用いて実施される。個々の素子の各々からの信号は、ビームを所望の方向にステアリングするために遅延させる。

40

【0009】

受信信号を出力信号に合成することに加え、ビーム形成器は受信ビームもフォーカシングする。動的フォーカシングがアレイから送信されるパルス毎に用いられる場合には、ビ

50

ーム形成器は、深度をトラッキングし、深度の増加とともに受信ビームをフォーカシングする。受信アパーチャは通常、深度とともに増加させることが可能になるが、それは、このことが、方位分解能が深度に対して一定であることを達成し、イメージングされる媒体における収差に対する感度を効果的に低減させるからである。受信アパーチャが深度とともに増加するためには、受信ビームの形式でエコーを受信するのに用いるアレイにおける素子数を動的に制御することが必要である。アポダイゼーション処理は、重み付け関数を適用して複数のチャンネルの振幅を徐々に減少させる。素子の重みは、深度とともに動的に更新してもよい。

【0010】

多くの超音波スキャナは、並列ビーム形成を行うことができる。並列ビーム形成は、複数の走査ラインの各々での単一の送信ビームから得られる複数の受信ビームをフォーカシングすることによって複数の往復受信ビームを単一の送信ビームから獲得することを表す。並列で動作する複数のビーム形成器は、いくつかの走査ラインを1つの送信パルス後に同時に受信することを備える。送信走査ラインの幅は、例えば4つの受信走査ライン群を収容するのに十分広い。受信走査ラインは電子フォーカシングによって生成され、この電子フォーカシングによって、複数のビーム形成器の各々は、受信ビームのわずかに異なる遅延を受信走査ライン毎に適切に実施する。いくつかの受信走査ラインを同時に生成することによって達成される時間の節減は、画像フレーム・レートを増加させ、特定のフレーム・レートでより多くの走査ラインを可能にすることによって方位分解能を増加させ、各ドップラ走査ラインで寄り多くの時間を可能にすることによってカラー・ドップラ超音波検査におけるフロー速度感度及び分解能を増加させるのに用いることが可能である。

10

20

【0011】

送信ビームは、その単一のフォーカスによって、被写界深度を向上させるよう、通常、アポダイゼーションが行われ、したがって、動的にフォーカスされる複数の受信ビームの各々よりも本質的に幅が広い。受信ビームは、送信ビームに対して軸からずれた位置にある局所音響最大値を有する。並列ビーム形成によって、イメージングされる照射野がより速く走査されることが可能になり、それによって、画像フレームをより速く更新することが可能になる。並列ビーム形成は、集めなければならぬフレーム数が多いことが理由で、3次元イメージングにおいて特に効果的である。

30

【0012】

並列ビーム形成は注目すべき効果を多く有している一方、その適用は解剖学的特徴によってかなり複雑となる。例えば、心筋組織のイメージング中に、フェーズド・アレイ探触子のアパーチャは多くの場合、肋骨によって部分的に遮断され、それによってアパーチャの一部分にシェーディングが生じてしまう。よって、発生送信ビームは、送信焦点を支点到回転して、位置においてシフトする一方、受信ビームは、全ての深度で引き続きフォーカシングされるのでその元のビーム位置をトラッキングし続ける。この作用によって、往復ビーム・パターンは送信焦点深度以外の深度全てで振幅を喪失してしまう。更に、並列ビーム形成中には、アパーチャ・シェーディングは、(並列往復ビームの各々が特定のラインを表す)並列往復ビームの各々に、違ったふうに影響を及ぼし、それによって画像における「ライン間」振幅変調歪みが生じる。この歪みは、「アーチファクト」とも呼ばれ、ビームが横に並んで配置される場合に、気になる横筋が画像の端から端まで走っているように見える、画像輝度の変動をもたらす。従来イメージング手法では、この問題は、ライン間の振幅差を低減させるラテラル・ブレンディング(ハイブリダイゼーション)・フィルタを用いて輝度をより一様にするによって部分的に改善される。しかし、この手法によって、画像分解能がかなり劣化する。

40

【0013】

シェーディングされるアパーチャの重心は、複数の受信ビームの相対平均振幅を測定し、受信ビームの経路をアパーチャのシェーディング部分によってシフトさせるようビーム形成器を制御することによって推定することが可能である。シェーディングされていると認めら

50

れる1つ又は複数の受信チャネルは、非ディセーブル受信チャネルの信号対雑音比を向上させるようディセーブルされる。アパーチャ・シェーディング補償は、ビーム形成器で適用され、シェーディングされるアパーチャの重心は、受信データの形式によるフィードバックから推定される。以下に更に詳細に説明するように、推定されるのはシェーディングされるアパーチャの重心ではなく、直前の推定における現時の誤差である。フィードバックは受信ビームの経路がビーム形成器によってシフトされた後に獲得されるので、そのようなフィードバックによってビーム形成器が不安定にならないようにする対応策を講じなければならぬ。

【0014】

受信ビームの相対平均振幅を測定することによってアパーチャ・シェーディングを推定する手順は、複雑なものである。複数の送信焦点深度の各々で、複数の送信ビーム毎に、複数の受信ビームからのデータの重心を、複数の送信ビームのセンター・フォーカスに対して計算する。この計算については、画像を生成するのに用いる送信ビーム全ての平均がとられ、その送信焦点深度のセンター・フォーカスに対する角誤差に変換される。角誤差は、センター・フォーカスからの距離に等しい重み付けを用いて、深度範囲にわたって加重平均して総合角誤差を得る。これによって事実上、送信フォーカスを軸に回転する直線を平均受信重心誤差に受信焦点深度の関数として合わせる。

10

【0015】

シェーディングされるアパーチャの誤差重心は、総合角誤差及び送信焦点深度から計算される。残念ながら、この手法によって多くの誤差ソースが備えられる。アパーチャ・シェーディング関数の詳細形状は推定されず、その重心における現時の、直前の推定からの仮定位置に対する誤差しか推定されない。よって、アパーチャ・シェーディング関数は、非ディセーブル受信チャネルの信号対雑音比を向上させるよう受信アポダイゼーションとして適用するためには仮定又は推測しなければならない。更に、受信データ重心には、イメージングされる構造が一様でないという理由、更には、スペックル及び雑音の理由で、避けることのできないバイアス及び偏差が存在する。これらの誤差は一般的に、送信フォーカスを通してアパーチャまでもう一度投影される場合に拡大される。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

よって、「ライン間」振幅変調画像歪みや他の画像歪みを、画像分解能を犠牲にすることなく、効果的に削減又は除去する方法に対する必要性が当該技術分野において存在する。統計的又は動的に用いることが可能なそのような方法に対する必要性も当該技術分野において存在する。これらや他の必要性は、本明細書及び特許請求の範囲開示の方法論及び装置によって満たされる。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

超音波イメージング・システムでは、ライン間画像歪みは、検査対象においてオクルージョンが存在することによってもたらされるアパーチャ・シェーディングを推定することによって削減される。更に、補償手法が、存在するオクルージョンを補償する。

40

【0018】

本発明の一実施例に従って、複数の送信ビームが対象に向けて、アパーチャを有する超音波送信器を用いて送信される。各送信ビームは、対象によって反射される複数の受信ビームと関連付けられる。受信ビームは複数の受信チャネルを用いて捕集される。受信チャネル毎に、受信データが1つ又は複数の捕集受信ビームから導き出され、受信データの絶対値の和が生成される。絶対値の和は、受信チャネル毎に平滑化し、正規化して、オクルージョンによってもたらされるアパーチャ・シェーディングを特徴付けるシェーディング・アパーチャ関数の推定を生成する。シェーディング・アパーチャ関数は、受信アポダイゼーション関数として利用して受信データの信号対雑音比を向上させる。アポダイゼーションは、重み付け関数を用いて受信チャネル振幅を徐々に減少させる処理を表す。

50

【0019】

本発明の更なる実施例は、シェーディング・アパーチャ関数を用いてアパーチャの第1の重心を判定することによってオクルージョンを補償する。シェーディング・アパーチャ関数に基づいて、アパーチャのオクルージョン部分に関連付けられる1つ又は複数の受信チャンネル及び1つ又は複数の送信チャンネルの動作を停止させる。受信チャンネルは、ビーム形成及びイメージングについては動作が停止されるが、アパーチャ・シェーディング推定には使用され続ける。次に、アパーチャの第2の重心が判定される。第2の重心を用いて、動作が停止されていない何れかの受信チャンネルの経路が、複数の相当する受信チャンネルの各々に与えられる対象の複数の当該振幅スケーリング因子及び遅延の各々を判定することによって調節される。当該振幅スケーリング因子及び遅延は、動作が停止されていない受信チャンネルのセンター・フォーカスを規定する中央チャンネルフォーカシング係数が第2重心に合わせられるように判定される。上記手順は統計的又は動的に行われる。任意的には、動作が停止される対象の1つ又は複数のチャンネルは、各受信チャンネル上の振幅変調成分の振幅及び位置を受信ビームの位置の関数として測定すること、各受信ビームを監視すること及び/又は1つ若しくは複数の校正ビームを送信することによって判定される。

10

【0020】

本発明の別の更なる実施例に従えば、オクルージョンを補償する工程は、アパーチャの重心を第1の位置から第2の位置に動かすことによって行われる。受信チャンネルの各々は好ましくはリアル・タイムで監視してオクルージョンによってシェーディングされる何れかのアパーチャ素子を識別する。オクルージョンによってシェーディングされる何れかのアパーチャ素子と関連付けられる受信チャンネルは、ビーム形成及びイメージングについて動作が停止され(、一方で、アパーチャ・シェーディング推定を引き続き行うのになお用いられ)、受信ビームの焦点は、少なくとも1つの受信チャンネルが第1の位置と合わせられるように再度合わせられる。任意的には、振幅変調成分の受信ビームの位置に対する量及び位置が、アパーチャ・シェーディングの量及び位置の表示子として用いられる。

20

【0021】

本発明の別の実施例に従えば、アパーチャの何れかのオクルージョンの程度を推定し、更に推定オクルージョンを補償する超音波イメージング装置が備えられる。イメージング装置は、探触子アレイ、アナログ・デジタル変換器、帯域通過フィルタ若しくは高域通過フィルタ、絶対値抽出器、平滑化機構、システム制御機構、チャンネル正規化機構及び受信ビーム形成器を備える。探触子アレイは、それと関連付けられるアパーチャを有し、音響パルスを複数の送信チャンネルを介して発生させ、このパルスのアナログ・エコーを複数の受信チャンネルを介して受信する。探触子アレイは、アナログ・エコーをデジタル受信データに変換するアナログ・デジタル変換器に結合される。アパーチャ・シェーディング推定に用いるデジタル受信データは帯域通過フィルタ又は高域通過フィルタによってフィルタリングして低周波のデエンファシスを行い、その後、絶対値抽出器が、フィルタリングされるデジタル受信データの絶対値を抽出する。抽出絶対値は、平滑化機構によって平滑化される。正規化機構は、複数の受信チャンネルからの平滑化抽出絶対値を正規化して、アパーチャの何れかのオクルージョンの程度の推定をアポダイゼーションの形式で生成する。アポダイゼーション関数は、受信データの信号対雑音比を向上させる。正規化機構は次に、アポダイゼーション関数の重心を判定する。重心は、1つ又は複数の受信ビームの経路を調節してオクルージョンを補償するよう、ビーム形成器とともに利用される。

30

40

【0022】

ビーム形成器は、(a)受信チャンネルの各々を監視して、アパーチャの元の中心を新たな中心に動かす何れかのオクルージョンの程度を判定し、(b)オクルージョンによって遮断される何れかのアパーチャ素子に関連付けられる受信チャンネルの動作を停止させ、かつ(c)中央受信チャンネルがアパーチャの新たな中心と合わせられるように受信フォーカシングを再度合わせるように形成し得る。

【0023】

本発明を特徴付ける、新規性を有する種々の特徴は、本特許請求の範囲記載の請求項に

50

おける特色によって指摘している。本発明、その作用効果、及びそれを用いることによって達成される特定の目的が更によく分かるよう、本発明の好ましい実施例を示し、説明する添付図面及び記載事項を参照することとする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明やその効果がより徹底的に分かるよう、次に、添付図面とともに検討することとする以下の記載を参照することとする。添付図面では、同じ参照数字は、同じ特徴を示す。

本発明の種々の好ましい実施例やその効果は、図1乃至図13を参照することによって最もよく分かる。同じ部分や相当する部分には種々の図面を通して同じ数字を用いる。

10

【0025】

超音波イメージング・システムでは、ライン間画像歪みは、検査対象においてオクルージョンが存在することによってもたらされるアパーチャ・シェージングを推定することによって削減される。更に、補償手法がオクルージョンの存在を補償する。

【実施例】

【0026】

図12A及び図12Bは、本発明の好ましい実施例による、アパーチャ・オクルージョンの補償を推定し、備える動作シーケンスを表す。シーケンスはブロック201から始まり、ブロック201では、複数の送信ビームが検査対象に向けて、アパーチャを有する超音波イメージング・システムを用いて送信される。各送信ビームは、対象によって反射される複数の受信ビームに関連付けられる。ブロック203では、これらの受信ビームは複数の受信チャンネルを用いて捕集される。複数の受信チャンネル毎に、受信データが1つ又は複数の捕集受信ビームから導き出され(ブロック204)、受信データの絶対値の和が生成される(ブロック205)。

20

【0027】

絶対値の和は受信チャンネル毎に平滑化され、正規化されて(ブロック207)、オクルージョンがアパーチャをシェージング又は遮断する程度を特徴付けるシェージング・アパーチャ関数の推定が生成される。シェージング・アパーチャ関数は受信アポダイゼーション関数として利用して受信データの信号対雑音比を向上させる(ブロック209)。アポダイゼーションは、重み付け関数を用いてチャンネル振幅を徐々に減少させる処理を表す。

30

【0028】

オクルージョンの補償は、シェージング・アパーチャ関数を用いてアパーチャの第1の重心を判定することによって備えられる(ブロック211)。シェージング・アパーチャ関数に基づいて、アパーチャのオクルージョン部分に関連付けられる1つ又は複数の受信チャンネル及び1つ又は複数の送信チャンネルの動作が停止される(ブロック213)。動作が停止される受信チャンネルは、ビーム形成にも画像形成にも用いないが、アパーチャ・シェージング推定に使用し続ける。次に、アパーチャの第2の重心が判定される(ブロック215)。第2の重心を用いて、動作が停止されていない1つ又は複数の受信チャンネルの経路が、複数の相当する受信チャンネルの各々から得られる受信データに与える対象の複数の当該第1の遅延及び第1の振幅スケール因子の各々を判定し、それによって、第1の画素群にフォーカシングすることによって調節される(ブロック217)。当該遅延及び振幅スケール因子は、動作が停止されていない受信チャンネルのセンター・フォーカスを規定する中央チャンネルフォーカシング係数がアパーチャの第2の重心と合わせられるように判定される。複数の受信チャンネルの各々から得られる受信データが時間シフトされ、スケールされた(ブロック217)後、データを加算して第1の画素群の画像データを生成する(ブロック219)。

40

【0029】

第2の重心を用いて、動作が停止されていない1つ又は複数の受信チャンネルの経路が、複数の相当する受信チャンネルの各々から得られる受信データに与える対象の複数の当該第2の遅延及び第2の振幅スケール因子の各々を判定し、それによって、第2の画素群

50

にフォーカシングすることによって調節される（ブロック 2 2 1）。当該遅延及び振幅スケールリング因子は、動作が停止されていない受信チャンネルのセンター・フォーカスを規定する中央チャンネルフォーカシング係数がアパーチャの第 2 の重心と合わせられるように判定される。複数の受信チャンネルの各々から得られる受信データが時間シフトされ、スケールリングされた（ブロック 2 2 1）後、データを加算して第 2 の画素群の画像データを生成する（ブロック 2 2 3）。

【 0 0 3 0 】

第 2 の重心を用いて、動作が停止されていない 1 つ又は複数の受信チャンネルの経路が、複数の相当する受信チャンネルの各々から得られる受信データに与える対象の複数の当該 N 番目の遅延及び N 番目の振幅スケールリング因子の各々を判定し、それによって、N 番目の画素群にフォーカシングすることによって調節される（ブロック 2 2 5）。当該遅延及び振幅スケールリング因子は、動作が停止されていない受信チャンネルのセンター・フォーカスを規定する中央チャンネルフォーカシング係数がアパーチャの第 2 の重心と合わせられるように判定される。複数の受信チャンネルの各々から得られる受信データが時間シフトされ、スケールリングされた（ブロック 2 2 5）後、データを加算して N 番目の画素群の画像データを生成する（ブロック 2 2 7）。

【 0 0 3 1 】

超音波画像は、ブロック 2 1 9、2 2 3 及び 2 2 7 で判定される第 1 の画素群と第 2 の画素群と N 番目の画素群との各々について画像データを用いて組み立てられる。基本的には、図 1 2 A 及び図 1 2 B の方法は、種々の画素群に順次フォーカシングすることによって超音波画像を組み立てる。受信チャンネル上の探触子アレイから獲得される受信データを時間シフトし、スケールリングする概念は、検査対象におよぶ走査部位における画素群に「フォーカシング」する機能を備える。並列走査手順に従えば、第 1 の画素群は、画像における複数のラインを有し得る。

【 0 0 3 2 】

図 1 3 は、図 1 2 の動作シーケンスを行う例示的な装置のハードウェア構成図である。第 1 の探触子 3 5 1 及び第 2 の探触子 3 5 2 を例示する目的で示しているが、図 1 3 の構成は、何れかの 3 次元イメージング処理において用いる 2 次元の探触子素子アレイに形成し得る。図 1 3 の構成は、何れかの 2 次元イメージング処理において用いる 1 次元の探触子素子アレイにも形成し得る。更に、図 1 3 の構成を用いて、探触子素子アレイの何れかの部分に対してビーム形成を、個々の素子又は素子群とともに実施し得る。第 1 の探触子素子 3 5 1 が受け取る音響エネルギーは第 1 のチャンネル 3 4 1 によって処理され、第 2 の探触子素子 3 5 2 が受け取る音響エネルギーは第 2 のチャンネル 3 4 2 によって処理される。

【 0 0 3 3 】

第 1 の探触子素子 3 5 1 の出力は、時間利得補償を備えている第 1 のプリアンプ 3 5 3 によって受信され、第 2 の探触子素子 3 5 2 の出力は、時間利得補償を備えている第 2 のプリアンプ 3 5 4 によって受信される。時間利得補償は、検査対象における深度が累進的に深くなる場所からのエコーの振幅が減少することを補償するのに用いられる。第 1 のアナログ・デジタル変換器 3 5 5 は、時間利得補償 3 5 3 を備えている第 1 のプリアンプから受信されるアナログ信号をデジタル化信号に変換する。第 2 のアナログ・デジタル変換器 3 5 6 は時間利得補償 3 5 4 を備えている第 2 のプリアンプから受信されるアナログ信号をデジタル化信号に変換する。第 1 のアナログ・デジタル変換器 3 5 5 からのデジタル化信号は第 1 の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ 3 5 7 によってフィルタリングされ、第 2 のアナログ・デジタル変換器 3 5 6 からのデジタル化信号は、第 2 の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ 3 5 8 によってフィルタリングされる。

【 0 0 3 4 】

ほとんど全ての超音波イメージング・システムは、受信経路の周波数応答を、一般的に、低周波数エコーを減衰させること及び / 又は高周波数エコーを増大させることによってシェーピングする特定の種類のフィルタを有する。従来技術の手法に従えば、そのようなフィルタはビーム形成後に適用される。本明細書及び特許請求の範囲開示の、本発明の好

10

20

30

40

50

ましい実施例は、アパーチャ・シェーディングを推定するのに用いるデータに別の、通常ずっと単純なフィルタをビーム形成前に用い、それによって、効果的に、アパーチャ・シェーディング推定にバイアスが生じないようにする。このバイアスは、画像に影響を及ぼさない低周波エコーへの応答が大きすぎることによって生じる。第1の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ357と、第2の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ358は各々、第1のアナログ・デジタル変換器355と第2のアナログ・デジタル変換器356との各々

から受信されるデジタル化信号に適用する対象の1次逐次差分アルゴリズムを用いて実施される。1次逐次差分アルゴリズムは、デジタル化信号からの低周波成分を大いに減衰させる効果を有する。あるいは、デジタル化信号を短い期間、増減させる周期パターンを利用するアルゴリズムを、第1の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ357及び第2の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ358を実施して、それによって周波数帯を通過させるフィルタを備えるよう使い得る。第1の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ357及び第2の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ358は、何れかの後に利用される画像フィルタリング・アルゴリズムに一致しなくてよい単純なアルゴリズムを用いて実施することが可能である。

【0035】

第1の絶対値抽出器359は、第1のフィルタリングされるデジタル化信号を第1の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ357から受信する。第2の絶対値抽出器360は、第2のフィルタリングされるデジタル化信号を第2の高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ358から受信する。第1の絶対値抽出器359は第1のフィルタリングされるデジタル化信号内に有するデータから絶対値を抽出し、第2の絶対値抽出器360は第2のフィルタリングされるデジタル化信号内に有するデータから絶対値を抽出する。

【0036】

第1の平滑化及び加算の機構361は、絶対値を第1の絶対値抽出器359から受信する。第2の平滑化及び加算の機構362は、絶対値を第2の絶対値抽出器360から受信する。第1の平滑化及び加算の機構361と、第2の平滑化及び加算の機構362は各々、無限インパルス応答(IIR)低域通過フィルタを用いて実施してよく、このフィルタは、より前に蓄積された値が最終的には廃棄されるように、蓄積された絶対値を加算する機構として事実上機能する。

【0037】

システム制御機構363は、第1の探触子素子351及び第2の探触子素子352が超音波信号を送信した後、所定の時間量が経過した後、第1の平滑化及び加算の機構361と第2の平滑化及び加算の機構362における絶対値の蓄積を可能にしない。更に、システム制御機構363は、第1の探触子素子351及び第2の探触子素子352による超音波信号の直後の送信の前に第1の平滑化及び加算の機構361と第2の平滑化及び加算の機構362とをディセーブルする。説明の目的では、システム制御機構363は、システム制御機構及びビーム形成器が同じ特殊用途向集積回路(ASIC)によって実施されるように受信ビーム形成器365と組み合わせてもよいが、そうしなくてもよい。第1の探触子素子351及び第2の探触子352がディセーブルされている間、これらの探触子素子によって受信される何れの絶対値も蓄積されないことになる。しかし、第1の平滑化及び加算の機構361と第2の平滑化及び加算の機構362は、ディセーブルされている間にそれらの現時の蓄積値を保持することになる。

【0038】

第1の平滑化及び加算の機構361と第2の平滑化及び加算の機構362における蓄積絶対値の総合振幅は、第1の探触子素子351及び第2の探触子素子352によって受信される超音波エコーの強度によって変わってくる。蓄積絶対値は、データの統計的特性によって一定の偏差を表すことになる。チャンネル間の平滑化及び正規化の機構364は、蓄積絶対値を第1の平滑化及び加算の機構361と第2の平滑化及び加算の機構362から受信する。第1のチャンネル341と第2のチャンネル342との各々について、チャンネル間

10

20

30

40

50

の平滑化及び正規化の機構 364 は蓄積絶対値をチャンネル毎アポダイゼーション値群に変換する。チャンネル毎アポダイゼーション値は、約 1.0 の最大値を有するような方法で判定される。実際に、探触子アレイ上の隣接したチャンネルを用いて判定されるアポダイゼーション値間の差異は比較的小さい。チャンネル毎アポダイゼーション値はアパーチャ・シェーディングの推定を構成する。

【0039】

チャンネル毎アポダイゼーション値は乗算器 367 に入力され、この乗算器は、第 1 のアナログ・デジタル変換器 355 及び第 2 のアナログ・デジタル変換器 356 から受信されるデジタル化データ内に備えられる受信データによってアポダイゼーション値を乗算する。この乗算工程はビーム形成前に行って、第 1 のアナログ・デジタル変換器 355 及び第 2 のアナログ・デジタル変換器 356 からのデジタル化データの信号対雑音比を向上させる。チャンネル間の平滑化及び正規化の機構 364 によって行われるチャンネル間処理は、システム制御機構 363 から受信される更新信号の制御の下で周期的に実施し得る。

10

【0040】

チャンネル間の平滑化及び正規化の機構 364 は、アパーチャ・シェーディング推定の重心を計算する。重心は受信ビーム形成器 365 に転送され、それから、ビーム形成器は重心を用いて、探触子アレイの受信焦点を第 1 の位置から第 2 の位置にシフトさせる。このようにして、複数の連続してフォーカシングされる受信ビームを、シェーディング送信ビームと実質的に同様に発生させ、ステアリングして、オクルージョンが探触子アレイのアパーチャをシェーディングする場合における複数受信ビーム間の感度の不均衡状態を大いに軽減させることになる。重心を推定する上記方法は、ビーム形成器によって処理されるデータを用いる従来技術の手法よりも直接的でありかつ正確である。

20

【0041】

図 12 及び図 13 に関して前述した方法及びシステムは、図 3 乃至図 7 を参照しながら更に分かり得る。図 3 乃至図 7 は、4 ウェイ並列ビーム形成の動作環境におけるアパーチャ・シェーディング及び発生往復ビーム・プロファイルの 5 つの説明用ケースを表す。ケース毎に、ビーム・プロットが 8 cm の深度で 4 cm の送信フォーカスによってとられ、大きなアポダイゼーションが行われるアパーチャが、送信ビームの幅を広げて、4 ウェイ並列ビーム形成を可能にするのに用いられた。(以下の)表 1 は、4 つのインテロゲーション角度の各々と、5 つの別々の、アパーチャ・シェーディング(又はアパーチャ遮断)状態とについて往復ビーム強度に対する影響を示す。図 5 に表すケース 3 は、アパーチャ遮断と何ら関連付けられない、予想される「中心に対して対称である」パターンを表す。表 1 に要約し、図 3 乃至図 7 に示す影響は、送信フォーカスを超える複数の深度にわたる総合的な測定によって更に明白になる。

30

【0042】

【表 1】

【表1】 アパーチャ遮断/シェーディングの影響

ケース	図	遮断される物理アパーチャ部分	遮断されるアクティブ・アパーチャ部分	Rec. 1 ピーク 振幅 (ボルト)	Rec. 2 ピーク 振幅 (ボルト)	Rec. 3 ピーク 振幅 (ボルト)	Rec. 4 ピーク 振幅 (ボルト)
1	3	右 1/3	1/6	18	24	28	29*
2	4	右 1/4	1/8	24	29	31*	30
3	5	なし	なし	28	31*	31*	28
4	6	左 1/4	1/8	30	32*	29	24
5	7	左 1/3	1/6	29*	28	24	19

*送信ビーム最大値の位置を表す

表 1 において表す結果を図 3 乃至図 7 とともに検討することから明らかであるように、肋骨によるアクティブ・アパーチャのオクルージョンによって受信ビームの振幅変調もたらされる。オクルージョンの特性が判定されると、動的補正手法も静的補正手法も備える種々の補正手法を用いてオクルージョンの存在を補償することが可能である。

1. 静的補正手法

本明細書及び特許請求の範囲記載の教示によって用い得る 1 つの静的な補正手法に従えば、オクルージョンの程度が判定された後、システムは、オクルージョンされていると判定される受信チャネルも送信チャネルもオフ状態にする。更に、受信フォーカシング・パラメータは、中央チャネルフォーカシング係数がアパーチャの新たな中心と合わせられるように調節される。よって、アクティブ・アパーチャの一部がオクルージョンされていると判定される場合、元のアクティブ・アパーチャの非オクルージョン部分を中心に再センタリングされるようにアクティブ・アパーチャを平行移動させることが可能であり、その後走査を再開させることが可能である。この処理によって事実上、適切なステアリング角度調節を行うことによってアクティブ・アパーチャを再定義し、送信ビームが新たなアクティブ・アパーチャからフォーカシングされる。表 2 は、前述し、図 3 乃至図 7 に示した 5 つの検出ケースについてそのような処理を実施し得る方法を示す。

【 0 0 4 3 】

【表 2】

【表2】 静的補正手法

ケース	図	状態にされるチャネル	再アラインメントの方向	再アラインメントの程度 (チャネル位置数)
1	3	85-127	左	10
2	4	96-127	左	5
3	5	なし	なし	なし
4	6	0-31	右	5
5	7	0-41	右	10

10

20

30

40

50

アクティブ・アパーチャの再アラインメントを行うことによって、「ライン間」振幅変動アーチファクトが除去されるが、それは、修正受信ビームがこの場合、送信ビームを正しくトラッキングするからである。よって、画像輝度の一様性はずっと高くなる。更に、分解能における何れかの降下は、アパーチャ・オクルージョン自体に起因するものであり、フォーカスの再アラインメントに起因するものでない。よって、この補正手法自体は、画像分解能の更なる喪失を何らもたらさない。対照的に、ラテラル・ブレンディング・フィルタを用いてライン間の振幅差を低減させ（、それによって、輝度の一様性がより高い画像を生成し、画像の横筋を除去する）従来の手法によって、画像分解能の喪失を、オクルージョン自体によって生じる喪失に加えてもたらす。

2. 動的補正手法

上記方法では、補正手法は静的なものである。すなわち、イメージングする対象の領域上にプローブが配置され、オクルージョンが存在する場合に調節が行われる。この調節は自動的に行われてもよく、（例えば、プローブ上のボタンを押すことによる）適切なプロンプトによって行ってもよい。しかし、多くの場合、動的な手法が必要である。例えば、超音波検査者は通常、検査中にある程度連続して探触子アレイを移動させるので、完全に開状態にある音響ウィンドウ（すなわち、オクルージョンなし）から部分的に遮断されている音響ウィンドウまでの動きを処理し、更に、完全に開状態にある音響ウィンドウまで戻る動き又は遮断がより大きな音響ウィンドウまでの動きを処理できることが望ましい。

【0044】

種々の動的適応型アルゴリズムを本発明及び特許請求の範囲記載の教示によって用いて、そのような状態におけるオクルージョンの存在を補償することが可能である。これらの動的アルゴリズムのうちの一部は、本明細書及び特許請求の範囲記載の静的手法を改造したものである。

【0045】

例えば、図3乃至図7に示す4ウェイのケースでは、補正アルゴリズムは、（静的補正手法の）1つのケースから別のものに、連続した、閉ループ形式で移ることにそれ自体を拘束するに過ぎない。特定のヒステリシスを用いてイメージングが平滑になるようにしてもよい。よって、そのような手法における定常状態は、振幅が光軸に対して対称である、図3に示すケースになる。

【0046】

静的補正手法でも動的補正手法でも、推定アパーチャ・シェーディングに相当して、受信チャンネルがオフ状態にされる場合、チャンネルは、信号経路における点でアパーチャ・シェーディング推定後にオフ状態にされる。よって、受信チャンネルは全て、受信チャンネル部分集合しかビーム形成及び画像構築に用いない場合にもアパーチャ・シェーディング推定に用いられる。

3. 非並列システムへの拡張

送信ビームと受信ビームとの同様なミスアラインメントは、非並列のケース（すなわち、複数の受信ビームが並列に配置されないケース）でも生じるが、並列ビーム形成器を用いる場合に画像に生じる「ライン間」アーチファクト自体は通常現れない。その代わりに、ミスアラインメントは、送信フォーカスから離れた往復ビームの振幅における降下として現れ、非対称サイドローブ・パターンの生成によって現れる。この作用は図8に示す。

【0047】

アパーチャ・シェーディング推定及び補償は、ビーム形成データではなく、送信チャンネル及び受信チャンネルを処理するので、その処理は、並列受信ビーム形成が存在しているか否かによって影響を受けるものでない。

4. マトリックス探触子を備えている3次元イメージングへの拡張

本明細書及び特許請求の範囲開示の方法は主に、2次元イメージングを参照しながら説明した。しかし、この方法は、3次元イメージングに容易に形成し得る。そうするには、検出手法は、肋骨の配置を2次元でトラッキングしなければならないことになり、補正手法も、2次元における受信器フォーカスの中心をシフトさせなければならないことになり

10

20

30

40

50

。

【0048】

図9は、3次元イメージングに用いることが可能な4ウェイ並列パターン301を示す。ビーム・パターンは、送信ビーム303と、受信ビーム305、307、309及び311を有する。アパーチャ・シェーディング推定及び補償は、ビーム形成データではなく送信チャンネル及び受信チャンネルを処理するので、その処理はビームが2次元でステアリングされるか3次元でステアリングされるかによって影響を受けない。しかし、アパーチャ・シェーディング推定のチャンネル間平滑化は、チャンネルが配置されているアレイが1次元か2次元かを考慮に入れることを要する。大半の他の点では、3次元環境において用いられる静的補正手法又は動的補正手法は、2次元環境において用いられる手法と概念的に同様となる。

10

【0049】

図10は、本明細書及び特許請求の範囲開示の方法論の実施に用い得る1つの考えられる超音波イメージング・システム10の簡易構成図を示す。図10に示す超音波イメージング・システム10及び以下に説明するその動作が、そのようなシステムを概念的に表すことを意図しており、何れかの特定のシステムが図10に示すものとは、特にそのようなシステムの構成の詳細とそのようなシステムの動作とにおいてかなり異なり得るということは当業者が分かるものである。そういうものとして、超音波イメージング・システム10は、本明細書及び特許請求の範囲記載の方法論並びに装置に関して説明的でありかつ例示的であるものとしてみなすこととし、限定的でないものとしてみなすこととする。

20

【0050】

超音波イメージング・システム10は一般的に、超音波装置12と、接続されている探触子14とを備える。探触子14は、空間位置特定受信器16を備える。超音波装置12はその中に、空間位置特定送信器18と、関連付けられているコントローラ20とを一体化させている。コントローラ20はタイミング及び制御の機能を備えることによってシステムの全体制御を備える。制御ルーチンは、受信器16の動作を修正して、視聴及び解析を行うよう、3次元超音波画像をライブのリアル・タイム画像、先行して記録された画像、又はポーズ若しくはフリーズされた画像として生成する種々のルーチンを備える。

【0051】

超音波装置12には、超音波の送受信を制御するイメージング装置22及びモニタ上に表示を生成する画像処理装置24が備えられる(図11参照。)。画像処理装置24は、3次元画像をレンダリングするルーチンを備える。送信器18は好ましくは、受信器16へのクリアな送信を得るよう超音波装置12の上部に配置される。特に示していないが、本明細書及び特許請求の範囲記載の超音波装置はカート形態において構成してもよい。

30

【0052】

フリーハンド・イメージングの間に、技術者は探触子14を対象25の上に制御された動きで移動させる。超音波装置12は、イメージング装置22によって生成される画像データをコントローラ20によって生成される位置データと合成して、モニタ上でレンダリングするのに適切なデータ・マトリックスを生成する(図11参照。)。超音波イメージング・システム10は、画像レンダリング処理を画像処理機能と、汎用プロセッサと、P

40

【0053】

図11は、本明細書及び特許請求の範囲開示の方法論の実施において用い得る超音波システムの構成図30である。図11に示す超音波イメージング・システムは、パルス生成器回路を用いるのに構成されるが、任意の波形処理にも同様に構成し得る。超音波イメージング・システム10は、標準的なパーソナル・コンピュータ(「PC」)型の構成部分を組み入れるのに適切な集中アーキテクチャを用いており、超音波ビームを公知の方法で送信器28からの信号に基づいて一定の角度で走査する。後方散乱される信号又はエコーは探触子14によって検知され、受信/送信スイッチ32によって信号コンディショナ3

50

4に入力され、同様にビーム形成器36に入力される。探触子14は、ステアリング可能な、2次元のアレイとして好ましくは構成される素子を有する。信号コンディショナ34は後方散乱超音波信号を受信し、ビーム形成器36に入力される前に増幅回路及び形成回路によってこの信号をコンディショニングする。ビーム形成器36内では、超音波信号は、デジタル値に変換され、超音波ビームのアジマスに沿った点からの後方散乱信号の振幅によってデジタル・データ値の「ライン」に構成される。

【0054】

ビーム形成器36は、モニタ40に供給されるビデオ表示により適した形式にデジタル値を変換するのに必要な主要処理モジュールを組み入れた特殊用途向集積回路(A S I C)にデジタル値を供給する。フロント・エンド・データ・コントローラ42は、デジタル・データ値のラインをビーム形成器36から受信し、受信されるとともに各ラインをバッファ44の領域にバッファリングする。デジタル・データ値のラインを蓄積した後、フロント・エンド・データ・コントローラ42は、バス46を介して割り込み信号を共有中央処理装置(C P U)48に送り出す。C P U 48は、A S I C 38内の処理モジュールの各々の個々の、非同期の動作をイネーブルするよう動作する手順を有する制御手順50を実行する。特に、割り込み信号を受信すると、C P U 48は、一体化された共有メモリを構成するランダム・アクセス・メモリ(R A M)54に記憶するよう、バッファ42に入っているデジタル・データ値のラインをランダム・アクセス・メモリ(R A M)コントローラ52に供給する。R A M 54は、デジタル・データ値ライン及びA S I C 38における個々のモジュール間で転送されるデータを有する、C P U 48用の命令及びデータも全てR A Mコントローラ52の制御の下で記憶する。

10

20

【0055】

前述のように、探触子14は、送信器28とともに動作して位置情報を生成する受信器16を組み入れている。位置情報は、コントローラ20に供給され(るかコントローラ20によって生成され)、コントローラ20は位置データを公知の方法で出力する。位置データは(C P U 48の制御の下で)R A M 54に、デジタル・データ値を記憶するとともに記憶される。

【0056】

制御手順50は、タイミング信号を送信器28、信号コンディショナ34、ビーム形成器36及びコントローラ20に出力して、それらの動作と、A S I C 38内のモジュールの動作との同期をとるようフロント・エンド・タイミング・コントローラ45を制御する。フロント・エンド・タイミング・コントローラ45は更に、A S I C 38内のバス46や種々の他の機能の動作を制御するタイミング信号を出す。

30

【0057】

前述のように、制御手順50は、デジタル・データ値のラインと位置情報とをR A Mコントローラ52にフロント・エンド・コントローラ44が移動させることを可能にするようC P U 48を構成し、その場合、デジタル・データ値のラインと位置情報は更に、R A M 54に記憶される。C P U 48は、デジタル・データ値のラインの転送を制御するので、画像フレーム全体がR A M 54に記憶された時点を検知する。この時点で、C P U 48は、制御手順50によって構成され、走査コンバータ58によって動作するようデータが利用可能であるということ認識する。したがってこの時点で、C P U 48は、処理するよう、データのフレームをR A M 54からアクセスすることが可能である旨を走査コンバータ58に通知する。

40

【0058】

R A M 54におけるデータを(R A Mコントローラ52を介して)アクセスするよう、走査コンバータ58は、データ・フレームのラインをR A M 54から要求するようC P U 48に割り込む。そのようなデータは、走査コンバータ58と関連付けられるバッファ60に更に送信され、X-Y座標系に基づいたデータに変換される。このデータがコントローラ20からの位置データと結合されると、X-Y-Z座標系におけるデータ・マトリックスが生じる。4次元マトリックスは、4次元(X-Y-Z-時間)データに用い得る。

50

この処理は、RAM 54からの画像フレームの、後のデジタル・データ値について繰り返される。結果として生じる処理データはRAMコントローラ52を介してRAM 54に表示データとして戻される。表示データは通常、ビーム形成器36によって生成されるデータとは別個に記憶される。CPU 48及び制御手順50は、上記割りこみ手順を介して、走査コンバータ58の動作の完了を検知する。ビデオ・プロセッサ64はCPU 48に割り込み、CPU 48は、ビデオ・プロセッサ64に関連付けられるバッファ62にRAM 54からのビデオ・データのラインを供給することによって応答する。ビデオ・プロセッサ64は、ビデオ・データを用いて、3次元超音波画像をモニタ40上の2次元画像としてレンダリングする。

【0059】

本発明の上記記載は説明的なものであり、限定的であることを意図するものでない。よって、種々の追加、置換及び修正を上記実施例に対して本発明の範囲から逸脱することなく行い得るといことが分かるものである。よって、本発明の範囲は、本特許請求の範囲記載の請求項を参照してのみ解されることとする。

【0060】

よって、本発明の、その好ましい実施例に適用された、新規性を有する基本的な特徴を示し、説明し、かつ指摘した一方、示した装置の形態及び詳細と、その動作とにおける種々の省略、置換及び変更を当業者によって本発明の趣旨から逸脱することなく行い得るといことが分かるものである。例えば、実質的に同様な機能を実質的に同様な方法において行って同様な結果を達成する、構成要素及び/又は方法工程の全ての組み合わせは本発明の範囲内に収まるといことがはっきりと意図されている。更に、本発明の何れかの開示形態及び開示実施例に関して提示及び/又は説明した構造及び/若しくは構成要素並びに/又は方法工程は、何れかの他の開示若しくは説明又は示唆した、形態又は実施例において企図するうえでの一般的な設計的事項として組み入れ得るといことを認識することとする。したがって、本特許請求の範囲記載の請求項の範囲によって示すものとしてのみ限定されることとするを意図する。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】超音波診断システムにおける探触子アレイの素子と焦点との間の距離における差異を補償する時間遅延に対する必要性を示す図である。

【図2】超音波診断システムにおける探触子アレイの素子と焦点との間の距離における差異を補償する時間遅延に対する必要性を示す別の図である。

【図3】肋骨が物理アパーチャ全体のうちの右1/3を遮断する、4ウェイ並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図4】肋骨が物理アパーチャ全体のうちの右1/4を遮断する、4ウェイ並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図5】肋骨による遮断がない、4ウェイ並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図6】肋骨が物理アパーチャ全体のうちの左1/4を遮断する、4ウェイ並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図7】肋骨が物理アパーチャ全体のうちの左1/3を遮断する、4ウェイ並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図8】送信フォーカスから離れた往復ビームの振幅における降下と、非対称サイドローブ・パターンの形成とを示す、非並列の場合の往復ビーム・プロファイルである。

【図9】受信側での4ウェイ並列ビーム・パターンを示す図である。

【図10】本明細書及び特許請求の範囲開示の方法論を実施するのに用い得る超音波装置を示す図である。

【図11】図10に表す類の装置の機能的な構成要素を示す略図である。

【図12A】本発明の好ましい実施例による、アパーチャ・オクルージョンの補償を推定し、備える動作シーケンスを表す図である。

10

20

30

40

50

【図12B】本発明の好ましい実施例による、アパーチャ・オクルージョンの補償を推定し、備える動作シーケンスを表す別の図である。

【図13】図12の動作シーケンスを行う例示的な装置のハードウェア構成図である。

【符号の説明】

【0062】

d 距離

10 超音波イメージング・システム

12 超音波装置

14 探触子

16 空間位置特定受信器

18 空間位置特定送信器

20 コントローラ

22 イメージング装置

24 画像処理装置

25 対象

28 送信器

30 超音波システム

32 受信/送信スイッチ

34 信号コンディショナ

36 ビーム形成器

38 ASIC

40 モニタ

42 フロント・エンド・データ・コントローラ

44 バッファ

45 フロント・エンド・タイミング・コントローラ

46 バス

50 制御手順

52 RAMコントローラ

54 RAM

58 走査コンバータ

60 バッファ

62 バッファ

64 ビデオ・プロセッサ

101 探触子アレイ

103 探触子

105 探触子

107 探触子

109 探触子

111 焦点

113 焦点

201 ブロック

203 ブロック

204 ブロック

205 ブロック

207 ブロック

209 ブロック

211 ブロック

213 ブロック

215 ブロック

217 ブロック

10

20

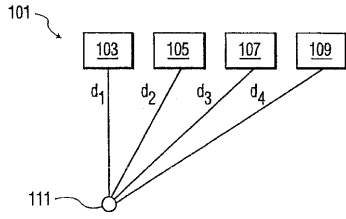
30

40

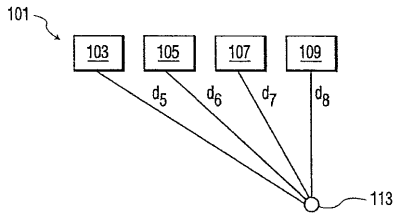
50

2 1 9	ブロック	
2 2 1	ブロック	
2 2 3	ブロック	
2 2 5	ブロック	
2 2 7	ブロック	
2 2 9	ブロック	
3 0 1	ビーム・パターン	
3 0 3	送信ビーム	
3 0 5	受信ビーム	
3 0 7	受信ビーム	10
3 0 9	受信ビーム	
3 1 1	受信ビーム	
3 4 1	チャンネル	
3 4 2	チャンネル	
3 5 1	探触子素子	
3 5 2	探触子素子	
3 5 3	プリアンプ	
3 5 4	プリアンプ	
3 5 5	アナログ・デジタル変換器	
3 5 6	アナログ・デジタル変換器	20
3 5 7	高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ	
3 5 8	高域通過フィルタ又は帯域通過フィルタ	
3 5 9	絶対値抽出器	
3 6 0	絶対値抽出器	
3 6 1	平滑化及び加算の機構	
3 6 2	平滑化及び加算の機構	
3 6 3	システム制御機構	
3 6 4	チャンネル間の平滑化及び正規化の機構	
3 6 5	受信ビーム形成器	
3 6 7	乗算器	30

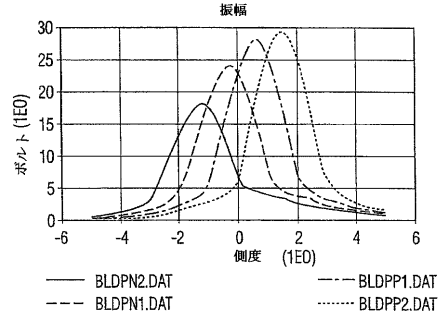
【 図 1 】



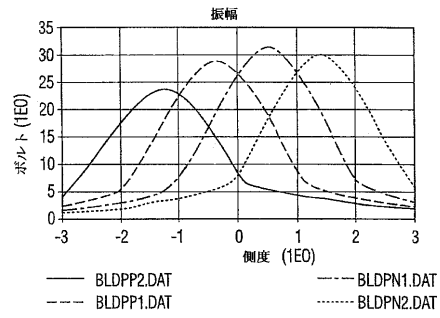
【 図 2 】



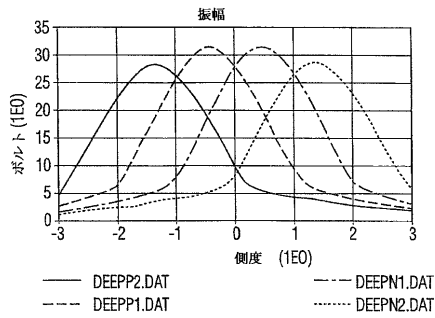
【 図 3 】



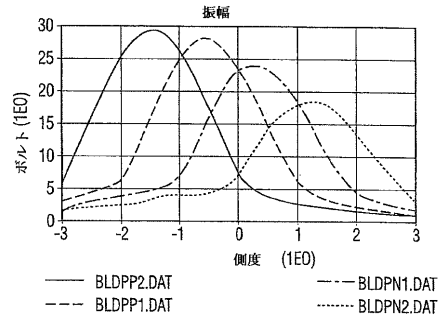
【 図 4 】



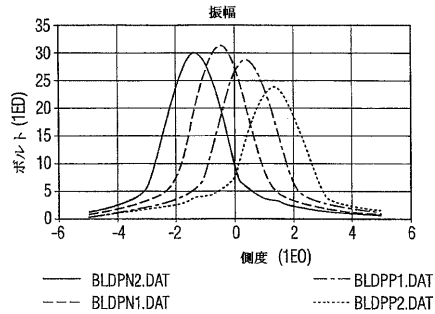
【 図 5 】



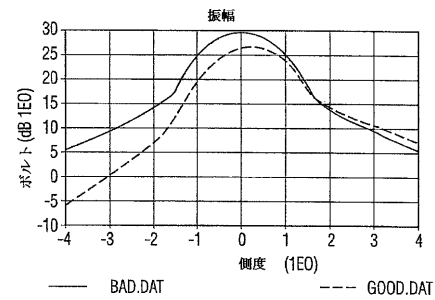
【 図 7 】



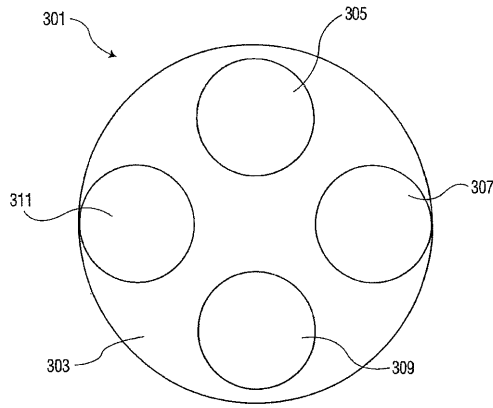
【 図 6 】



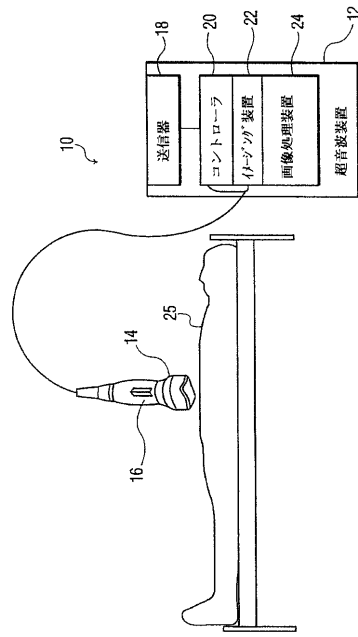
【 図 8 】



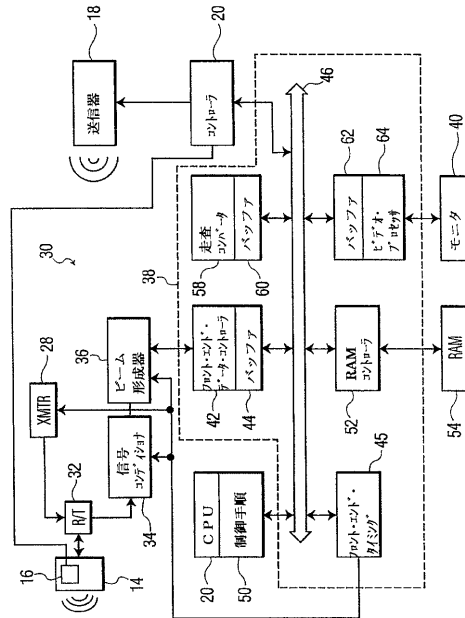
【図9】



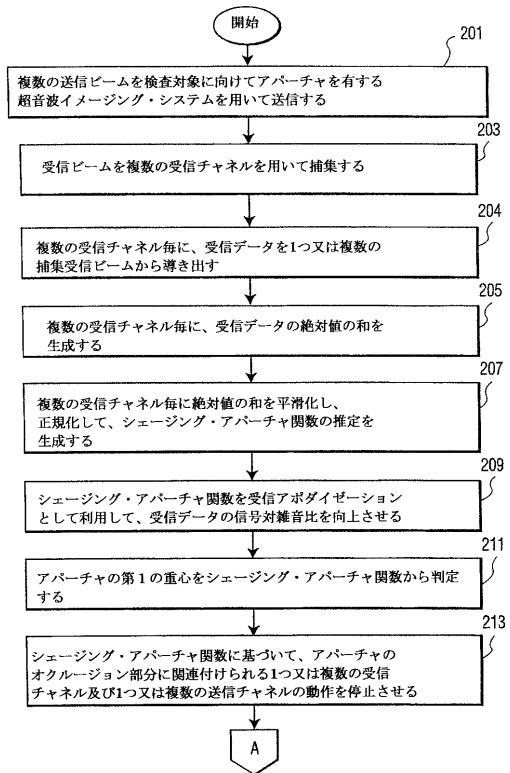
【図10】



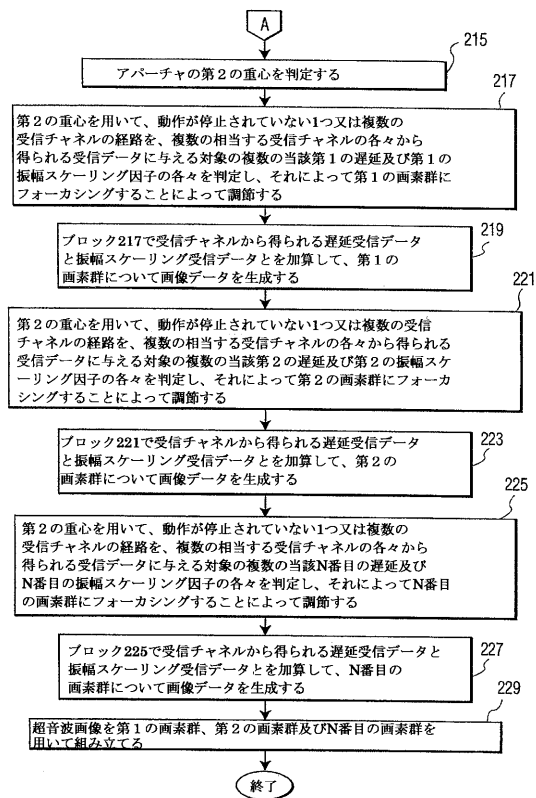
【図11】



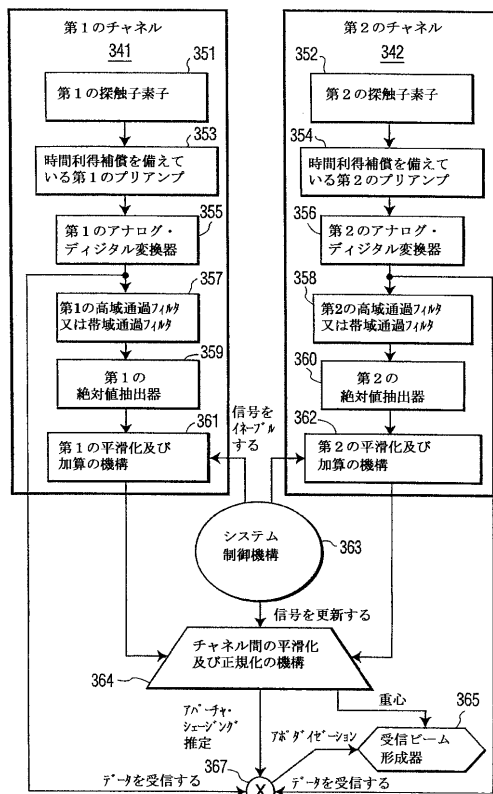
【図12A】



【図12B】



【図13】



フロントページの続き

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 デイヴィッド ダブリュー クラーク

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー ピー・オー
・ボックス 3001

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 BB06 EE01 EE04 EE09 EE22 GB06 HH05 HH22
HH25 HH26 HH29 JB03 JB36 JB45 JB48 JB53 JC26 KK21

专利名称(译)	孔径和分片估计方法减少超声多线图像失真		
公开(公告)号	JP2006122683A	公开(公告)日	2006-05-18
申请号	JP2005312986	申请日	2005-10-27
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	デイヴィッドダブリュークラーク		
发明人	デイヴィッド ダブリュー クラーク		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/06 G01S7/52046		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/EE22 4C601/GB06 4C601/HH05 4C601/HH22 4C601/HH25 4C601/HH26 4C601/HH29 4C601/JB03 4C601/JB36 4C601/JB45 4C601/JB48 4C601/JB53 4C601/JC26 4C601/KK21		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	10/623746 2004-10-29 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在超声成像系统中，通过估计由检查对象中的闭塞的存在引起的孔径阴影来减少线到线图像失真。使用具有朝向目标的孔径的超声波发射器发射多个发射波束。每个发射波束与由物体反射的多个接收波束相关联。使用多个接收通道收集接收波束。对于每个接收信道，从一个或多个收集的接收波束获得接收数据，并且生成接收数据的绝对值之和。平滑和归一化接收的信道组的绝对值之和，以产生表征由遮挡引起的孔径阴影的阴影孔径函数的估计。阴影孔径函数用作接收变迹以改善接收数据的信噪比。The 10

