

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-544622

(P2013-544622A)

(43) 公表日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(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 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-543262 (P2013-543262)	(71) 出願人	390020248
(86) (22) 出願日	平成23年12月6日 (2011.12.6)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(85) 翻訳文提出日	平成25年8月6日 (2013.8.6)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/063504	(71) 出願人	507107291
(87) 国際公開番号	W02012/078610		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開日	平成24年6月14日 (2012.6.14)		レイテッド
(31) 優先権主張番号	61/420,068		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
(32) 優先日	平成22年12月6日 (2010.12.6)		-5474 ダラス メール ステーショ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ン 3999 ビーオーボックス 655
(31) 優先権主張番号	13/305,378		474
(32) 優先日	平成23年11月28日 (2011.11.28)	(74) 上記1名の代理人	100098497
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 片寄 恭三
		(72) 発明者	デビッド ピー マギー
			アメリカ合衆国 75013 テキサス州
			アレン, クラム コート 1108
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビームフォーミングにおけるアポダイゼーションのためのダイナミックアパーチャー制御及び正規化

(57) 【要約】

超音波ビームフォーミングのためのアポダイズの方法 (500) が、複数 (k) のデータチャンネル及び所定の数のアクティブチャンネル (N_{act}) における対象組織からのエコーデータを表すフィルタされたデジタルチャンネルデータを提供すること (501) を含む。ソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが、選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いてデジタルチャンネルデータを動的にアポダイズし (502)、 n はサンプル数である。このアルゴリズムは、 $N_{ap}[n] < N_{act}$ である、パラメータ $numApertureChannels$ ($N_{ap}[n]$) を生成することにより、及びビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャンネルを選択することにより、有効口径をつくるようダイナミックアパーチャー制御を適用する。適用されるダイナミックデータスケリングは、正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するため $h[n, k]$ とスケールファクタの間のベクトル内積を用いてデータ正規化を提供する。正規化された

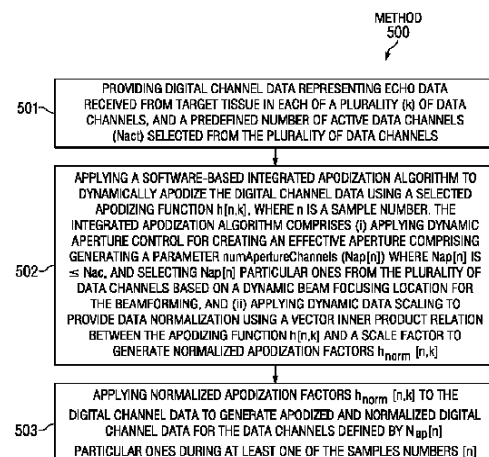


FIG. 5

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波ビームフォーミングのため複数のトランスデューサ要素のうちの異なるトランスデューサ要素に各々関連付けられる複数の (k) のデータチャンネルから受信した超音波信号をアポダイズする方法であって、

前記複数のデータチャンネルの各々、及び前記複数のデータチャンネルから選択される所定の数のアクティブデータチャンネル (N_{act}) における対象組織から受信したエコーデータを表すデジタルチャンネルデータを提供すること、

選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いて前記デジタルチャンネルデータを動的にアポダイズするためにソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを適用することであって、ここで、 n がサンプル数であり、前記統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実装するため、トランジスタを含まない (non-transitory) マシン読み出し可能なストレージを含むコンピューティングシステムを用いることであって、前記統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが、

(i) パラメータ $numApertureChannel$ ($N_{ap}[n]$) を生成することであって、 $N_{ap}[n]$ が N_{act} より小さいこと、及びビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて複数のデータチャンネルから $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャンネルを選択すること、を含む、有効口径をつくるようにダイナミックアパーチャ制御を適用することと、

(ii) 正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するため前記アポダイズ関数 $h[n, k]$ とスケールファクタとの間のベクトル内積関係を用いて、データ正規化を提供するためダイナミックデータスケールリングを適用することと、

を含むこと、及び

前記 $[n]$ の少なくとも 1 つの間前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャンネルにより定義される前記データチャンネルのためのアポダイズされ且つ正規化されたデジタルチャンネルデータを生成するため、前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を前記デジタルチャンネルデータに適用すること、

を含む、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ が、前記複数のデータチャンネルの前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャンネルに限定的にのみ供給される、方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、前記スケールファクタが $K_{rat}[n]$ で表され、前記ベクトル内積関係が、 $0 \leq k \leq N$ の場合に $h_{norm}[n, k] = K_{rat}[n] \cdot h[n, k]$ を含み、 $K_{rat}[n] = N_{act} / N_{ap}[n]$ である、方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、前記選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ がガウス窓関数を含む、方法。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の方法であって、

前記アポダイズされ且つ正規化されたデジタルチャンネルデータが、アポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャンネルデータを含むように、前記複数のデータチャンネルの前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャンネルに対してのみ限定的に前記デジタルチャンネルデータをフィルタすること、

ビームフォーミングされた信号を生成するため、前記アポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャンネルデータを加算すること、

前記ダイナミックビームフォーカシング位置を線に沿って変えること、

複数の前記ビームフォーミングされた信号を生成するため、前記加算すること及び前記変えることを含む前記方法を複数回を反復すること、及び

前記複数のビームフォーミングされた信号から走査線を生成すること、
を更に含む、方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法であって、複数の前記走査線を生成すること、及びディスプレイデバイス上に前記対象組織のイメージを形成するため前記複数の前記走査線を組み合わせることを更に含む、方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記アポダイズされ且つ正規化されたデジタルチャネルデータが、アポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャネルデータを含むように、前記複数のデータチャネルの前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルに対してのみ限定的に前記デジタルチャネルデータをフィルタするために、及び前記フィルタされたデジタルチャネルデータを動的にアポダイズするため前記ソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを適用するために、デジタルシグナルプロセッサ (DSP) を用いること、を更に含む、方法。

【請求項 8】

超音波ビームフォーミングのための超音波イメージングシステムであって、
超音波送信パルスを対象組織に向けて送信するための、及び応答内の前記対象組織からのエコー信号を受信するための複数の (k) のトランスデューサ要素、
前記超音波送信パルスの前記送信のための前記複数のトランスデューサ要素を駆動するための送信部、及び

前記エコー信号に応答して前記複数のトランスデューサにより生成される複数の検知信号を処理するための受信部、
を含み、

前記受信部が、前記複数のトランスデューサ要素のうち異なるデータトランスデューサ要素に各々関連付けられる複数のデータチャネルを定義し、

前記受信部が、

前記複数のデータチャネルの各々における前記エコー信号からのエコーデータを表すデジタルチャネルデータを生成するためのデジタル化ブロック、

前記システムにより用いられる前記複数のデータチャネルの数を設定するための N_{act} ブロックと、有効口径をつくるよう前記複数のデータチャネルの数 $N_{ap}[n]$ を動的に決定するためのダイナミック $numApertureChannels(N_{ap}[n])$ 演算ブロックとを含む、前記デジタル化ブロックの出力に結合されるダイナミックアパーチャー制御ブロック、

フィルタされたデジタルチャネルデータを生成するため前記デジタルチャネルデータをフィルタするため前記 $N_{ap}[n]$ 演算ブロックの出力に結合されるフィルタブロック、

前記フィルタブロックに結合されるアポダイゼーションブロック、

前記フィルタブロック、前記アポダイゼーションブロック、及び前記ダイナミックアパーチャー制御ブロックを制御するように結合されるコントローラ及び関連するメモリであって、

前記コントローラが、選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いて前記フィルタされたデジタルチャネルデータを動的にアポダイズするためソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実行し、ここで、 n がサンプル数であり、トランジスタを含まないマシン読み出し可能なストレージを含む前記統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実装するためのコンピューティングシステムを備え、前記統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが、

(i) 前記ビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて前記複数のデータチャネルから $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルを選択することを含む、前記有効口径をつくるよう前記ダイナミックアパーチャー制御ブロックを制御するためのダイナミックアパーチャー制御と、

(ii) 正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するため前記アポダイ

ズ関数 $h[n, k]$ とスケールファクタ $K_{rat}[n]$ との間のベクトル内積関係を用いてデータ正規化を提供するためのダイナミックデータスケーリングと、

を含み、

前記 $[n]$ の少なくとも 1 つの間、アポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャネルデータを生成するため、前記フィルタされたデジタルチャネルデータを処理するため前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を前記アポダイゼーションブロックに提供する、前記コントローラ、

ビームフォーミングされた信号を形成するため前記アポダイゼーションブロックの出力に結合される加算のための加算器、

ディスプレイ信号を生成するため前記ビームフォーミングされた信号を受け取るように及び処理するように結合されるバックエンドイメージングディスプレイプロセッサであって、前記ディスプレイ信号がディスプレイデバイスにイメージを生成させるために適している、前記バックエンドイメージングディスプレイプロセッサ、及び

前記ディスプレイ信号を受信するため及び前記イメージを生成するためのディスプレイデバイス、

を含む、超音波イメージングシステム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の超音波イメージングシステムであって、前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ が、前記複数のデータチャネルのうち前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルに限定的にのみ提供される、超音波イメージングシステム。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の超音波イメージングシステムであって、前記スケールファクタが $K_{rat}[n]$ で表され、前記ベクトル内積関係が、 $0 \leq k \leq N$ の場合に $h_{norm}[n, k] = K_{rat}[n] \cdot h[n, k]$ を含み、 $K_{rat}[n] = N_{act} / N_{ap}[n]$ である、超音波イメージングシステム。

【請求項 11】

請求項 8 に記載の超音波イメージングシステムであって、前記システムが前記ダイナミックビームフォーカシング位置を線に沿って変えるように、及び複数の前記ビームフォーミングされた信号を生成するため、前記加算すること及び前記変えることを複数回を反復するように動作可能である、超音波イメージングシステム。

【請求項 12】

請求項 8 に記載の超音波イメージングシステムであって、前記フィルタブロック、前記アポダイゼーションブロック、前記ダイナミックアパーチャ制御ブロック、前記コントローラ、及び前記加算器を実装するためにデジタルシグナルプロセッサ (DSP) を用いることを更に含む、超音波イメージングシステム。

【請求項 13】

超音波信号処理のためのデジタルシグナルプロセッサ (DSP) 集積回路 (IC) であって、

半導体表面を有する基板、

複数のトランスデューサ要素のうち異なるトランスデューサ要素に各々関連付けられる複数のデータチャネルの各々においてエコー信号からのエコーデータを表すデジタルチャネルデータを提供するデジタル化ブロックの出力に結合されるダイナミックアパーチャ制御ブロックであって、

用いられる前記複数のデータチャネルの最大数を設定するための N_{act} ブロックと、有効口径をつくるよう前記複数のデータチャネルの数 $N_{ap}[n]$ を動的に決定するためのダイナミック $numApertureChannels(N_{ap}[n])$ 演算ブロックとを含む、前記ダイナミックアパーチャ制御ブロック、

フィルタされたデジタルチャネルデータを生成するため、前記デジタルチャネルデータをフィルタするために前記 $N_{ap}[n]$ 演算ブロックの出力に結合されるフィルタブロック、

10

20

30

40

50

前記フィルタブロックに結合されるアポダイゼーションブロック、

前記フィルタブロック、前記アポダイゼーションブロック、及び前記ダイナミックアパーチャ制御及び正規化ブロックを制御するように結合されるコントローラ及び関連するメモリであって、

前記コントローラが、選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いて前記フィルタされたデジタルチャネルデータを動的にアポダイズするためソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実行し、ここで、 n がサンプル数であり、前記統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実行することが、

(i) 前記ビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて複数のデータチャネルから $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルを選択することを含む、有効口径をつくるよう前記ダイナミックアパーチャ制御及び正規化ブロックを制御するためのダイナミックアパーチャ制御と、

(ii) 正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するため前記アポダイズ関数 $h[n, k]$ とスケールファクタ $K_{rat}[n]$ との間のベクトル内積関係を用いてデータ正規化を提供するためのダイナミックデータスケーリングと、

を含み、

前記 $[n]$ の少なくとも 1 つの間アポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャネルデータを生成するために前記フィルタされたデジタルチャネルデータを処理するため、前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を前記アポダイゼーションブロックに提供する、前記コントローラ、及び

ビームフォーミングされた信号を形成するため前記アポダイゼーションブロックの出力に結合される加算のための加算器、

を含む、DSP IC。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の DSP IC であって、前記正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ が、前記複数のデータチャネルのうち前記 $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルに限定的にのみ供給される、DSP IC。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の DSP IC であって、前記選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ がガウス窓関数を含む、DSP IC。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示される実施例は、超音波のためのビームフォーマ及び関連するビームフォーミングアルゴリズム、及び開示されるビームフォーミングアルゴリズムを実装する集積回路 (IC)、及びそこからの超音波システムに関連する。

【背景技術】

【0002】

ビームフォーミングは、指向性信号送信又は受信のためセンサアレイにおいて用いられる信号処理技術である。適合性又は固定の受信／送信ビームパターンを用いることによって空間的選択性が達成される。

【0003】

ビームフォーミングを用いる 1 つのメディカルアプリケーションは、超音波診断である。超音波エネルギーが、送信ビームフォーマにより対象組織にフォーカスされ、及び対象組織により変調され及び戻される超音波エネルギーが受信ビームフォーマによりフォーカスされる。受信ビームフォーマは、対象組織を表す B モードイメージ、カラードップラー又はスペクトルドップラー情報、又はそれらの組み合わせの生成のための信号を提供し得る。このようなビームフォーミングシステムは、人間の体組織又は別の対象の組織の実時間の断面 (断層) 2D イメージを提供することができる。

【0004】

10

20

30

40

50

従来の超音波イメージングシステムにおいて、カスタム特定用途向け集積回路（ASIC）デバイスがビームフォーマ演算を実行する。ソフトウェアビームフォーミング解決策の一部として、各データチャネルにおける入力信号を整形するために、各データチャネル（各々専用トランスデューサ要素を含む）に適切な利得を適用することに関与するアポダイゼーションが必要とされる。この整形により、横圧力振幅変動及びトランスデューサ要素スペーシングから起こる、ビームフォーミングされた信号におけるグレーティングサイドロープの影響が低減される。

【0005】

ダイナミックアパーチャ制御及びデータ正規化を含む信号処理データ経路では他の特徴が望ましい。ダイナミックアパーチャ制御は、アクティブトランスデューサ要素の数を動的に調節することにより超音波走査線全体にわたって所望のアパーチャを維持するように機能する。正規化に関しては、各サンプル数 n （各サンプル数 n が異なる時間インスタンスに対応する）で異なる数のトランスデューサ要素を用いることができるため、正規化は、ビームフォーミングされた信号に対し一定の信号レベルを維持するためこのスケールリング効果を構成することができる。

【0006】

大抵のASICビームフォーマシステム設計において、アパーチャ制御は、所望のアパーチャの関数としてデータのチャネルの特定の組み合わせの選択を可能にするアナログスイッチを介して対処される。図1は、対象組織を画像化するための従来の超音波ビームフォーマシステム100の簡略化されたブロック図を示す概略図であり、対象から戻るエコーからの受信したエコー信号14のスイッチベースの時間遅延ステアリング及びフォーカシングを含む。システム100が、線形アレイとして構成されて図示する複数のトランスデューサ要素11を含む、受信アレイ10を含む。

【0007】

ダイナミックアパーチャ制御がレシーバチャネルスイッチ16a～16eの複数の対として図1で概略で示されており、これらは、アパーチャ制御回路17によるエコー受信期間の間、シーケンスにおいて閉じている。アパーチャ制御回路17は、任意の所与のサンプル時間（インスタンス）でアクティブトランスデューサ要素であるトランスデューサ要素11を動的に選択する。各アクティブトランスデューサ要素11では、受信モードにおいて、対象データをトランスデューサ要素11からビームフォーマ内の信号処理要素へ移動するためデータチャネルが確立される。受信チャネルスイッチ16a～16eは、アナログ電子的スイッチである。データチャネルはスイッチ16a、16b、16c、16d及び16eの各々に関連付けられる。

【0008】

各データチャネル内のそれぞれのアクティブトランスデューサ要素11からのデータは、受信した信号エコーを動的にフォーカスするように動作するエコー受信期間の間、図1に示すステアリング遅延及びフォーカス遅延を含むそれぞれの処理チャネル時間遅延により遅延される。チャネル時間遅延の適用に続いて、図1には図示していないが、それぞれの遅延されたチャネル信号は、各受信したチャネル信号が、上述のように後に形成されるビームフォーミングされた信号におけるグレーティングサイドロープの影響を低減するためにアポダイズ関数を用いて所望の値でスケールリングされるように、アポダイズされ得る。アポダイズされた信号はその後、増幅器15で加算することにより加算され、図1において「フォーカスされたエコー信号」として示す、ビームフォーミングされた信号を生成する。走査線を形成するため複数のフォーカスされたエコー信号を用いることができ、適切なディスプレイデバイス上に対象組織のイメージを形成するために複数の走査線が組み合わせられ得る。

【0009】

図示していないが、加算増幅器15により、フォーカスされたエコー信号出力はその後、任意で各サンプル時間 n に正規化され得る。正規化は、サンプルインスタンス n にわたる全走査線にわたって平均信号レベルを実質的に同一の（一定）に保つために用いること

10

20

30

40

50

ができる。

【0010】

従来の超音波ビームフォーマシステム100により実装されるダイナミックアパーチャ制御のタイプは、特に、その実装アナログである場合、アクティブチャネルの数及びサンプル時間に関して同期化することが難しくなり得る。その結果、この同期化が困難性であるため、サンプル時間の関数として全走査線に沿って平均信号レベルを同じ（一定）に保つために必要とされるデータ正規化を決定することは、概してより一層困難となる。

【発明の概要】

【0011】

開示される方法は、超音波ビームフォーミングのためのアポダイゼーションの方法、ここからの超音波イメージングシステム、フィルタブロック、アポダイゼーションブロック、ダイナミックアパーチャ制御ブロック、コントローラ、及び加算器を含む超音波イメージングブロック及び機能を実装するためデジタルシグナルプロセッサ（DSP）などのハードウェアを含む。複数（ k ）のデータチャネル及び複数のデータチャネルから選択される所定の数（ $< k$ ）のアクティブチャネル（ N_{act} ）における対象組織からのエコーデータを表すデジタルチャネルデータが提供される。

【0012】

ソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが、選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いてデジタルチャネルデータを動的にアポダイズする。統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、パラメータ $numApertureChannels$ （ $N_{ap}[n]$ ）を生成することであって、ここで、 $N_{ap}[n]$ が $\leq N_{act}$ であることにより、及び超音波ビームフォーミングのためダイナミックビームフォーミング位置に基づいて、データチャネルのうち $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルを選択することにより、有効口径をつくるようにダイナミックアパーチャ制御を適用する。適用されるダイナミックデータスケーリングは、正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するため $h[n, k]$ とスケールファクタとの間のベクトル内積を用いてデータ正規化を提供する。

【0013】

正規化されたアポダイズ関数は、アポダイズされ且つ正規化されたデジタルチャネルデータを生成するため、 $N_{ap}[n]$ 特定のデータチャネル内のデジタルチャネルデータのみ適用され得る。ダイナミックアポダイゼーションの前又は後に、 $N_{ap}[n]$ 特定のデータチャネル内のチャネルデータにフィルタリングも適用される。アポダイゼーション及びフィルタリングは、各サンプル数 n （時間インスタンス）でアパーチャを形成するために用いられる $N_{ap}[n]$ 特定のデータチャネル内のデータにのみ適用され得るため、システム内の全てのデータチャネルからのデータをアポダイズ及びフィルタする配置とは対照的にデータ処理効率が著しく向上する（例えば、サイクルがより少ない）。

【0014】

開示される実施例は、超音波ビームフォーマシステムのためのスケーリングされたビームフォーミングされたデータを生成するダイナミックアパーチャ制御及び正規化の両方を実行するソフトウェアベースのアプローチを提供することにより統合されたアポダイゼーション手法に対する満たされていないニーズを解決する。開示される実施例は、正規化／スケーリングがベクトル内部製品を用いて対処され、そのため、データチャネル間で切り替える必要性を回避するため、データチャネルのスイッチングなしのアポダイゼーションを可能にする。

【0015】

アパーチャチャネルとデータ正規化の関係は、各サンプル数（ n ）で既知であるため、一層タイミングが正確な統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが部分的に提供される。ソフトウェアベースであるため、開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、任意の所望のアポダイゼーション関数に対して用いることができる。開示される統合されたアポダイゼーション方法は更に、それが、同等の数値的結果を生成するため

に關与するサイクルが（著しく乗算器インテンシブである従来のアルゴリズムに比べて）より少ないため、ハードウェアで実装するのに効率的である。開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、所定の（単一の）走査線に対し、又は超音波イメージ全体の全ての走査線に対し、データ正規化を実行するために用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、対象組織を画像化するための従来の超音波ビームフォーマシシステムの簡略化したブロック図を概略的に示し、このシステムは、トランスデューサ要素の受信アレイからの受信したエコー信号のスイッチベースの時間遅延ステアリング及びフォーカシングを含む。

10

【0017】

【図2】図2は、例示の一実施例に従った、対象組織を画像化するための超音波ビームフォーマシシステムの簡略化したブロック図を概略的に示し、このシステムは、開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を含む。

【0018】

【図3】図3は、図2に示す破線内の全てのシステム要素を実装することができる、本発明の一実施例に従ったDSP ICの簡略化したブロック図を示す。

【0019】

【図4】図4は、例示の一実施例に従った、開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を実装することができる例示の超音波システムのブロック図である。

20

【0020】

【図5】図5は、例示の一実施例に従った、ダイナミックアパーチャ制御及び正規化を含む超音波信号をアポダイズする方法のためのフローチャートである。

【0021】

【図6】図6は、例示の一実施例に従った、テキサス・インスツルメンツ・インコーポレーテッドのDSPのアーキテクチャのC64+で動作するハニング窓に基づいた、統合されたアポダイゼーションアルゴリズムのためのソフトウェアパイプライン情報を提供する。

【発明を実施するための形態】

【0022】

30

上述のように、図1に示す従来の超音波ビームフォーマシシステム100などの従来の超音波システムは、アナログチャンネルスイッチを用いるダイナミックアパーチャ制御、チャンネルデータのアポダイゼーション（実装される場合）、及びビームフォーマシシステム内の個別の位置（例えば、個別のデータ処理ブロックとして）の全走査線の平均信号レベルを同じ（一定）にするためスケーリングするための加算されたチャンネルデータの正規化（実装される場合）を実行する。信号処理の一部がアナログで実行され得（例えば、アパーチャ制御17）、一部がデジタルで実行され得る（実装される場合アポダイゼーション）。それに対し、開示される統合されたアポダイゼーション方法は、ソフトウェアベースのアプローチを提供し、このアプローチは、ダイナミックアパーチャ制御及び正規化を実行し、そのため、別々のデータ処理オペレーションを予め組み合わせて単一のオペレーションにして、データのスケーリング精度を保証し、さらに、スイッチの必要性もなくす。

40

【0023】

開示されるソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、ASIC、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、及びDSPなどのICで実装可能である。以下に説明するようにスケーリングはベクトル内部製品で対処されるため、スイッチの必要性がなくなる。また、ダイナミックアパーチャ正規化に用いられるそれぞれのデータチャンネル間の関係は各サンプル数 n （時間インスタンス）で既知であるため、データは各サンプル数 n で正確にスケーリングされ得る。

【0024】

50

ダイナミックアパーチャ制御及びデータ正規化の両方をより正確に及び決定的に実装するため、例示のソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーション方法が下記に開示される。一般に、アポダイゼーションプロセスの離散時間実装は、数学的に下記のように表すことができる。

$$y[n, k] = h[n, k] \times x[n, k] \quad (1)$$

ここで、 $h[n, k]$ は、サンプル数 n に対する k 番目のデータチャネルのためのアポダイゼーション関数であり、 $x[n, k]$ はサンプル数 n で k 番目のデータチャネルから受信した信号であり、 $y[n, k]$ はサンプル数 n で k 番目のデータチャネルからフィルタされた受信信号である。単純なユニティゲインアポダイゼーション関数 $h[n, k]$ では、アポダイゼーション関数 $h[n, k]$ は下記のように定義することができる。

10

【数 1】

$$h[n, k] = \begin{cases} 0 & \text{for } k \notin K_{ap}[n], n \geq 0 \\ 1 & \text{for } k \in K_{ap}[n], n \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $K_{ap}[n]$ は、サンプル数 n の関数としたアパーチャチャネルインデックスのセットを定義し、ここで、各 n が、特定の時間インスタンスに対応する。より複雑なアポダイゼーション関数 $h[n, k]$ では、このような特定のガウス窓関数は業界ではハンギング窓と呼び、アポダイゼーション関数は下記表現となる。

20

【数 2】

$$h[n, k] = \begin{cases} 0 & \text{for } k \notin K_{ap}[n], n \geq 0 \\ \frac{1}{2} \left(1 - \cos \left(\frac{2\pi(k+1)}{N_{ap}[n]+1} \right) \right) & \text{for } k \in K_{ap}[n], n \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 $\cos()$ はコサイン関数であり、 $N_{ap}[n]$ はサンプル数 n の関数としてアパーチャチャネル（アクティブデータチャネル）の数（ N ）を定義する。

【0025】

本明細書において N_{act} と称する、所定のサンプル数 n （時間インスタンス）でアクティブのアパーチャチャネルの数を決定するため、アパーチャに対する $f\#$ （即ち、 f 値）は、トランスデューサパラメータの観点で定義される。 N_{act} は概してユーザーにより特定され、ビームフォーミングに用いられるべきデータチャネル（各々トランスデューサに関連付けられ）の最大数の選択に関与し、ここで、 N_{act} は、ビームフォーミングシステムにおけるデータチャネル／トランスデューサ要素の数より少ない。光学において、 $f\#$ は、レンズの焦点距離（ R_{fp} ）とレンズの直径（ D ）の比と定義され、下記のように数学的に書くことができる。

30

$$f\# = R_{fp} / D \quad (4)$$

【0026】

大抵のアプリケーションにおいて、 $f\#$ が 1 に等しいとき良好なフォーカシングが達成される。しかし、開示される実施例は、1 に等しくない $f\#$ を含む。

40

【0027】

$f\#$ は、下記のように超音波トランスデューサパラメータの観点で表現され得る。

$$f\# = R_{fp} / (N_{ap}[n] \times \text{elemPitch}) \quad (5)$$

ここで、 R_{fp} はレンズ焦点までのラジアル距離であり、 elemPitch はそれぞれのトランスデューサ要素間のスペーシングである。式（5）は、増加される複雑性とともに一定でない要素ピッチを構成するように書くことができる。ビームフォーマの目的は、離散時間システムの各サンプル数 n で焦点を動的に調節することであるため、レンズまでの焦点距離 R_{fp} は、下記のように書くことができ、

【数 3】

$$R_{fp} = \frac{c}{2 \cdot f_s} \cdot n \quad (6)$$

ここで、 c は対象の組織内の音の速度であり、 f_s は離散時間信号処理システムのサンプリングレートである。式 (6) を式 (5) に代入することで、データチャネル $N_{ap} [n]$ の数を記載する下記関係が得られ、これは、良好なフォーカスを達成するため、所定のサンプル数 n で所望のアパーチャーをつくるために必要とされるアクティブチャネル N_{act} から選択されるアパーチャーチャネルの数を定義する。

10

【数 4】

$$N_{ap} [n] = \frac{c}{2 \cdot f_s \cdot f_{\#} \cdot elemPitch} \cdot n \quad (7)$$

【0028】

$N_{ap} [n]$ のための式 (7) により、ハニング又はハミングアポダイゼーション窓などのガウス窓関数など、選択されたアポダイゼーション関数がデータチャネルのうち $N_{ap} [n]$ 個の特定のデータチャネルのみに適用され得、そのため、データ処理リソースを節約するように、各サンプル数 n でアパーチャーをつくるために必要とされるインデックスのセット（即ち、 $K_{ap} [n]$ ）の決定が可能となる。 $K_{ap} [n]$ は上記式 2 に示されている。

20

【0029】

例えば、フェーズドアレイトランスデューサのためのビームフォーカシング位置は、トランスデューサを構成するトランスデューサ要素の中間（中央）に位置する。その結果、所望のアパーチャーは、トランスデューサのほぼ中間に集中する $N_{ap} [n]$ 個のチャネルを用いることによりつくられる。しかし、線形アレイトランスデューサでは、線形アレイトランスデューサのためのビームフォーカシング位置は、トランスデューサの面に沿って移動される。その結果、所望のアパーチャーは、ダイナミックビームフォーカシング位置辺りの $N_{ap} [n]$ 個のチャネルを用いることによりつくられる。

30

【0030】

アポダイゼーションがチャネルデータに適用されると、アポダイズされたチャネルデータは、平均信号レベルをサンプル数 n にわたって全走査線に沿って同じ（効果的に一定）に保つように正規化され得る。正規化を達成するためのスケールファクタ $K_{rat} [n]$ は、本明細書において下記のように書くことができる正規化スケールファクタ $K_{rat} [n]$ を指す。

$$K_{rat} [n] = N_{act} / N_{ap} [n] \quad (8)$$

ここで、上述のように N_{act} はアクティブトランスデューサチャネルの数である。このスケールファクタ $K_{rat} [n]$ の最大値のための値が、0 で 1 を除する場合を対処するように、及び所定の超音波イメージ内の全ての走査線に対する正規化を対処するように、特定されるべきであることに注意されたい。そのため、正規化スケールファクタ $K_{rat} [n]$ のための可能な値の範囲は下記のように表すことができる。

40

$$1 \leq K_{rat} [n] \leq K_{max} \quad (9)$$

【0031】

(8、9) におけるこの正規化スケールファクタ $K_{rat} [n]$ 及び (7) におけるアパーチャーチャネル $N_{ap} [n]$ の数についての関係を用いて、(10) として下記に示すように下記一般的な内積関係が、生成され得、任意の選択されたアポダイゼーション関数 $h [n, k]$ に対する正規化されたアポダイゼーション実装 $h_{norm} [n, k]$ を演算するために用いられ得る。

50

$0 \leq k \leq N$ の場合に $h_{n o r m} [n, k] = K_{r a t} [n] \cdot h [n, k]$ (10)
【0032】

ここで、 $h [n, k]$ は所望のアポダイゼーション関数であり、 $h_{n o r m} [n, k]$ は所望のアポダイゼーション関数の正規化されたバージョンである。

【0033】

図2は、例示の一実施例に従った、対象組織を画像化するための超音波ビームフォーミングシステム200の簡略化したブロック図を概略的に示し、このシステムは、開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を含む。典型的な実施例において、ビームフォーミングシステム200は、遅延及び加算超音波ビームフォーミングシステムである。

【0034】

図2は線形形式で配されるトランスデューサ要素と共に示されているが、幾つかのフェーズドアレイスキヤニングシステムのように、開示される実施例は、曲線状、円筒状などの他の構成だけでなく、2D（即ち、二次元）及び3D（即ち、三次元）配置に配されたトランスデューサ要素にも用いられ得る。また、開示される実施例は、曲線状又はカーブしたトランスデューサ、円筒状トランスデューサ、環状アレイトランスデューサ、及び矩形アレイトランスデューサを含む、他の種類のアレイトランスデューサにも適用可能である。

【0035】

ビームフォーミングシステム200が、要素112₁～112₈として示す複数(k)のトランスデューサ要素を含むトランスデューサアレイ112を含み、これらの要素は各々データチャネルを定義し、データチャネルは対象組織105によりエコーされた音波を電氣的検知信号に変換する圧電性トランスデューサを含む。トランスデューサ要素112₁～112₈はそのため、以下に説明するようにトランスデューサ要素112₁～112₈からnumActiveChannel(N_{act})ブロック120aまで延びる8つの別々のデータチャネル1～8（データチャネル毎に1トランスデューサ）内の第1の要素を形成する。

【0036】

トランスデューサアレイ112におけるそれぞれのトランスデューサは、各々電圧制御増幅器(VCA)116に結合され、その後、増幅されたトランスデューサ信号のデジタル変換のためアナログデジタルコンバータ(ADC)117に結合される。図2のADC117は、図示するコントローラ241により制御される図示されるダイナミックアパーチャ制御ブロック120のN_{act}として示されるブロック120aに結合される。N_{act}は、ビームフォーミングシステム200により用いられるk個のデータチャネルの最大数を設定し、これは概して、ユーザー入力提供され、メモリにストアされるなど、所定及び一定に保たれる。N_{act}は下記制約を有する。

$0 \leq N_{act} \leq \text{numChannel}$ （図2に示すようにnumChannel=8である）

【0037】

N_{act}ブロック120aは、図2に示す可能な8つのデータチャネルのうち6つが選択される例で図2に示されている。ダイナミックアパーチャ制御ブロック120は更に、numApertureChannel(N_{ap})演算ブロック120bを含む。上記で開示されるようなダイナミックN_{ap}[n]演算が、コントローラ241による制御下のN_{ap}演算ブロック120bにより実装されて示されている。N_{ap}[n]演算ブロック120bは、有効口径をつくるために用いられる特定のデータチャネルを動的に決定するように動作し得る。N_{ap}[n]は下記制約を有する。

$0 \leq N_{ap} \leq N_{act}$

【0038】

N_{ap}演算ブロック120bによって提供された出力は、対象組織105とそれぞれのトランスデューサ要素との間のパス長さの差に起因する異なるエコー到達時間を補償するため、適切な時間遅延を適用する複数のフィルタを含むフィルタブロック118に結合さ

10

20

30

40

50

れる。フィルタブロック 118 内のフィルタは、アポダイゼーション利得ブロック 119 内のアポダイゼーションブロックに結合され、アポダイゼーション利得ブロック 119 は、ビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて選択された複数のデータチャネルからの $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルにおけるデータに対し、アポダイズされ且つ正規化されたチャネルデータを生成する。アポダイゼーション利得ブロック 119 はそのため、提供されたそれぞれのデータチャネル信号のスケール（即ち、重み付け）を提供する。アポダイゼーション利得ブロック 119 によってそれぞれの $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルに提供されるアポダイゼーション利得は、上述のように所望のアポダイゼーション関数 $h_{norm}[n, k]$ の正規化されたバージョンに基づき、これらはそのためサンプル毎（ n 毎）に変更される。

10

【0039】

それぞれのアポダイゼーション利得ブロック 119 の出力は、加算器 121 に結合され、加算器 121 は、アポダイゼーション利得ブロック 119 により出力されたアポダイズされ且つ正規化された信号を加算して、 $z[n]$ として示す所望のビームフォーミングされた信号を生成する。 $z[n]$ はフォーカスされ及び正規化されたエコー信号を表す。走査線を形成するため、フォーカスされ及び正規化された複数のエコー信号 $z[n]$ を用いることができ、また、適切なディスプレイデバイス上に対象組織 105 のイメージを形成するため複数の走査線が組み合わされ得る。

【0040】

システム 200 は更に、コンピューティング構造 246 を含むコントローラ 241 を含む。コントローラ 241 は、1 つ又は複数の DSP、FPGA、又は ASIC を含むデバイスによって提供され得る。例えば、DSP が、図 2 に示す破線内のシステム 200 の全ての構成要素を提供することができる。システム 200 は、開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズム及びビームフォーミングの間のサンプルカウント（数）データを含むデータをストアするためのメモリ 248 を含み、メモリ 248 はコントローラ 241 に結合される。コントローラ 241 は、処理のためメモリ 248 からデータをロードするように動作し得る。

20

【0041】

コントローラ 241 は、フィルタブロック 118 及びアポダイゼーションブロック 119 両方を制御するように結合されるべきであることがわかる。アポダイゼーション利得ブロック 119 内のそれぞれのデータチャネルに提供される重み付け関数は、 (10) として上述した選択されたアポダイゼーション関数 $h[n, k]$ に対し、正規化されたアポダイゼーション実装 $h_{norm}[n, k]$ に基づき、これも下記のように写される。

30

$0 \leq k \leq N$ の場合に $h_{norm}[n, k] = K_{rat}[n] \cdot h[n, k]$ (10)
ここで、 $h[n, k]$ は所望のアポダイゼーション関数であり、 $h_{norm}[n, k]$ は所望のアポダイゼーション関数の正規化されたバージョンである。

【0042】

図 3 は、図 2 に示す破線内の全てのシステム要素を実装することができる、本発明の一実施例に従った、DSP IC 300 の簡略化したブロック図を示す。DSP IC 300 は、上部半導体表面（例えば、シリコン基板）を有する基板 310 上に形成されて示されており、開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を実装するため制御信号を生成するように動作し得る積和演算（MAC）ユニット 320 を含む。DSP IC 300 は概して、揮発性メモリ（例えば、RAM）325 及び不揮発性メモリ（例えば、ROM）330 を含む。本発明の実施例に従ったアルゴリズムが、不揮発性メモリ 330 にストアされ得る。DSP IC 300 は、入力及び出力、カウンタ／タイマー 345、メモリコントローラ 350、及びバス 355 のためのインタフェースポート 340 を含んで示されている。

40

【0043】

従来の DSP のように、DSP IC 300 は、1 つ又は複数のデジタル信号処理アルゴリズム又はプロセスを実装するための命令を実行できる。例えば、命令データは種々の

50

係数及び命令を含み得、これらは、ロードされDSP IC300内に初期化されると、DSP IC300に異なるデジタル信号処理アルゴリズム又はプロセスを実装させることができる。DSP IC300は、図2に示すADC117からデータを受信することができ、及びその後その現在の構成に従ってアルゴリズムをデータに適用することができる。

【0044】

MACユニット320は概して、遅延され、アポダイズされ、且つ正規化されたデジタル超音波検知信号を形成するために、デジタル化された超音波検知信号を処理するための遅延及びアポダイズ回路要素を含む。MACユニット320ユニットは更に、コントローラ241及びコンピューティング構造246を提供することもできる。揮発性メモリ325は、必要とされる任意のメモリを提供することができる。

10

【0045】

図4は、例示の一実施例に従った、開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を実装することができる例示の超音波システム400のブロック図である。システム400は、送信(Tx)ビームフォーマ525を含む送信セクション520、及び受信(Rx)ビームフォーマ545を含む受信部540を含み、これらのセクションは、トランスデューサ550の共通のアレイを共有する。

【0046】

システム400は、Txビームフォーマ525及びRxビームフォーマ545両方に結合されるビームフォーマ中央制御ユニット510を含む。ビームフォーマ中央制御ユニット510は、図2に示す超音波ビームフォーマシステム200によって提供される上述で開示されるダイナミックアパーチャ制御及び正規化を実装するため、図3に関して上述したDSP IC300などの、DSPとして具現化され得る。受信部540のRxビームフォーマ545は、バックエンドイメージングDSP560に結合される。バックエンドイメージングDSP560はディスプレイ570に結合される。

20

【0047】

図5は、例示の一実施例に従った、超音波ビームフォーミングのための複数のトランスデューサ要素のうちの異なるトランスデューサ要素に各々関連付けられる、複数(k)のデータチャネルから受信した超音波信号をアポダイズする方法500のためのフローチャートである。ステップ501が、複数のデータチャネルの各々、及び複数のデータチャネルからの所定の数のアクティブデータチャネル(N_{act})における対象組織から受信したエコーデータを表すデジタルチャネルデータを提供することを含む。

30

【0048】

ステップ502が、選択されたアポダイズ関数 $h[n, k]$ を用いてデジタルチャネルデータを動的にアポダイズするため、ソフトウェアベースの統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを適用することを含み、ここで、nがサンプル数であり、開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実装するため、コンピューティングシステム(図2に示すコンピューティング構造246を含むコントローラ241など)がトランジスタを含まない(non-transitory)マシン読み出し可能なストレージ(図2に示すメモリ248など)を含む。統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、(i)パラメータ $N_{aperture\ Channel}$ ($N_{ap}[n]$)を生成することであって、ここで、 $N_{ap}[n]$ が N_{act} より小さいことと、ビームフォーミングのためダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて複数のデータチャネルから $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルを選択することとを含む、有効口径をつくるためのダイナミックアパーチャ制御を適用すること、及び(ii)正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ を生成するためアポダイズ関数 $h[n, k]$ とスケールファクタとの間のベクトル内積関係を用いて、ダイナミックデータスケールリングを提供するためデータ正規化を適用することを含む。

40

【0049】

ステップ503が、サンプル数[n]の少なくとも1つの間、 $N_{ap}[n]$ 個の特定の

50

データチャネルにより定義されるデータチャネルに対し、アポダイズされ且つ正規化されたデジタルチャネルデータを生成するため、正規化されたアポダイズ関数 $h_{norm}[n, k]$ をデジタルチャネルデータに適用することを含む。方法 500 は更に、異なるエコー到達時間を補償するため、適切な時間遅延をそれぞれのデータチャネルに適用するフィルタリングを含む。フィルタリングは、データ処理フローにおいてアポダイズの前又は後に実装され得る。数学的フィルタリングは、アポダイズに続くことができるが、実際にはアポダイズに続くフィルタリングは、フィルタリングが（図 2 のシステム 200 に示すような）アポダイズに先行するデータ処理フローに比べて、多いデータ値（例えば、より多いより多い乗算を要する）のアポダイズとなり得る。ビームフォーミングのためのダイナミックビームフォーカシング位置に基づいて選択された $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネルからのアポダイズされ且つ正規化されたフィルタされたデジタルチャネルデータがその後、所望のビームフォーミングされた信号（図 2 において $z[n]$ として示す）を生成するために用いられ得、これはフォーカスされ及び正規化されたエコー信号を表す。

10

【0050】

ダイナミックアパーチャ制御及び正規化を含む、開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズムが、Cコードに実装されており、テキサス・インスツルメンツ・インコーポレーテッドにより製造される TMS320C6474DSP で実証されている。ハニングアポダイゼーションは、TI DSP C64+アーキテクチャに向けられたソフトウェアに実装されている。C64+アーキテクチャで動作する統合されたアポダイゼーションアルゴリズムのためのソフトウェアパイプライン情報を図 6 に示す。

20

【0051】

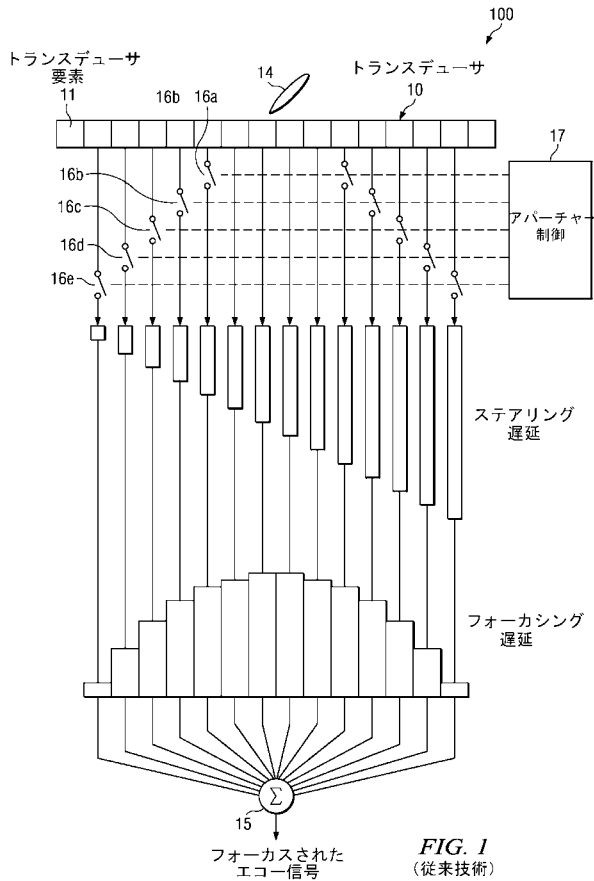
特定の統合されたアポダイゼーションアルゴリズムは、ダイナミックアパーチャ制御及び正規化両方を実装するための各アポダイゼーション値を演算するために 15 サイクルを要することが分かっている。開示される統合されたアポダイゼーションアルゴリズムを実装することに関与するアーキテクチャは、乗算器（M ユニット）制限ではなく、代わりにシフト／ロード（L、S、D ユニット）制限であることに注意されたい。L、S、D ユニット制限である利点は、データ処理がよりデータインテンシブでないことである。開示されるアルゴリズムは、オフラインで演算され、テーブルにストアされ、パイプラインドスケジュールを、示された 11 サイクルの理想的な範囲まで低減するために参照される、アポダイゼーションテーブルによりサポートされ得る。

30

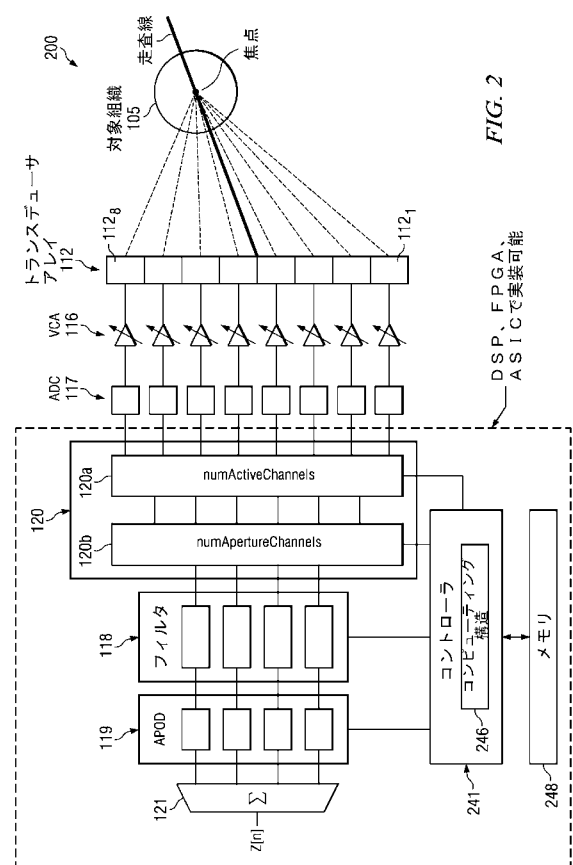
【0052】

開示されるダイナミックアパーチャ制御（正規化は送信ビームフォーミングに必要とされないため）は、送信超音波ビームフォーミングに用いることができる。また、開示されるビームフォーミングは、超音波アプリケーションを超えて拡張され得る。当業者であれば、例示の実施例に変形が成され得ること、及び本発明の特許請求の範囲内で他の実施例を実装し得ることが分かるであろう。

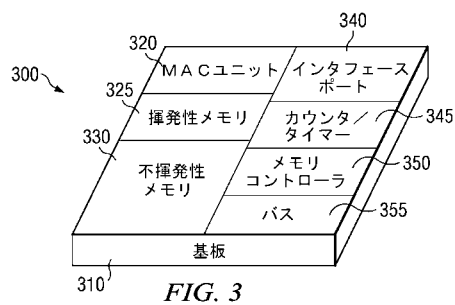
【図 1】



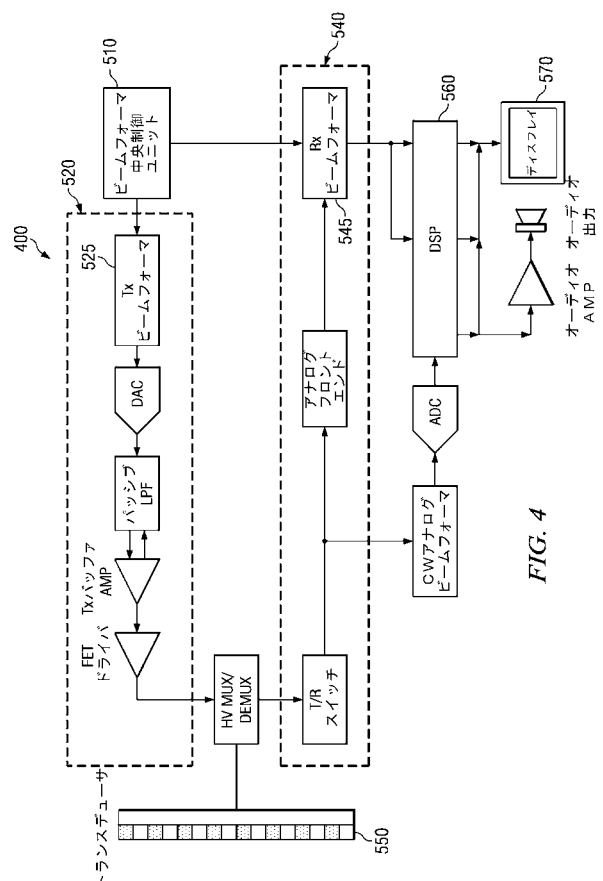
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

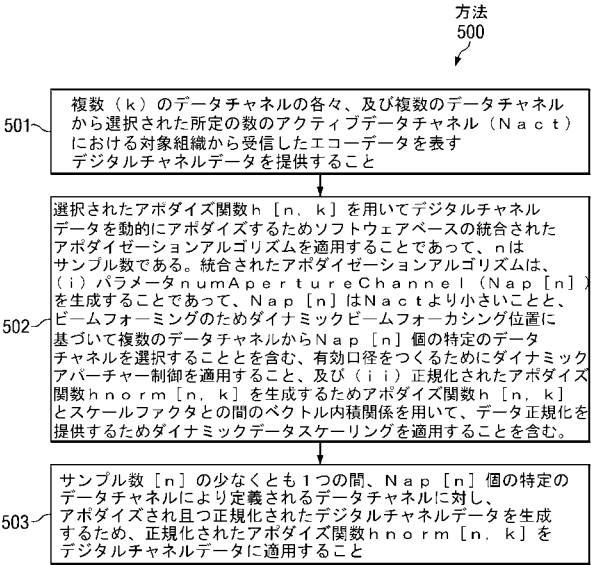


FIG. 5

【図 6】

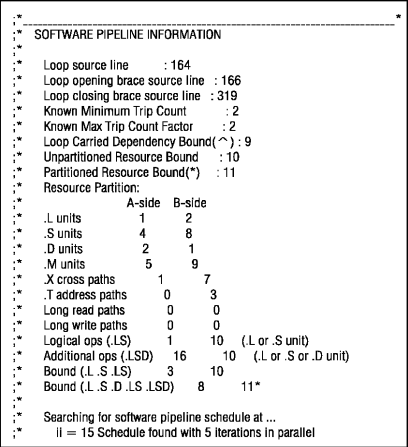


FIG. 6

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2011/063504
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>A61B 8/00(2006.01)i, G01N 29/24(2006.01)i, G06F 19/00(2011.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 8/00; A61B 8/13		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: ultrasonic, apodization, and beamforming		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009-0326375 A1 (MAGEE DAVID P) 31 December 2009 See the abstract; figs. 1-7; paragraphs [0032]-[0057].	1-16
A	US 2006-0173313 A1 (LIU et al.) 03 August 2006 See the abstract; figs. 1-2; paragraphs [0013]-[0049].	1-16
A	US 05647365 A (ABBOUD; WILLIAM J.) 15 July 1997 See the abstract; figs. 1-6; column 4, line 66 - column 10, line 8.	1-16
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 JULY 2012 (31.07.2012)		Date of mailing of the international search report 31 JULY 2012 (31.07.2012)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Lee, Sang Ho Telephone No. 82-42-481-8221 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/063504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009-0326375 A1	31.12.2009	None	
US 2006-0173313 A1	03.08.2006	CN 1817309 A	16.08.2006
		CN 1817309 C0	16.08.2006
		EP 1686393 A2	02.08.2006
		JP 2006-204923 A	10.08.2006
		KR 10-2006-0086821 A	01.08.2006
US 05647365 A	15.07.1997	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 BB06 EE09 HH23 HH24 HH25 HH30 JB05 JB15
JB28 JB36 JB47 LL05 LL38

【要約の続き】

アポダイズ関数は、アポダイズ及び正規化されたデジタルチャネルデータを生成するため $N_{ap}[n]$ 個の特定のデータチャネル内のデジタルチャネルデータに適用される(503)。

专利名称(译)	波束形成中变迹的动态光圈控制和归一化		
公开(公告)号	JP2013544622A	公开(公告)日	2013-12-19
申请号	JP2013543262	申请日	2011-12-06
[标]申请(专利权)人(译)	德州仪器公司		
申请(专利权)人(译)	德州仪器日本有限公司 德州仪器 (TI)		
[标]发明人	デビッドピーマギー		
发明人	デビッド ピー マギー		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4488 A61B8/486 A61B8/5207 A61B8/54 G01S7/52047		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE09 4C601/HH23 4C601/HH24 4C601/HH25 4C601/HH30 4C601/JB05 4C601/JB15 4C601/JB28 4C601/JB36 4C601/JB47 4C601/LL05 4C601/LL38		
代理人(译)	片 寄 乔 三		
优先权	61/420068 2010-12-06 US 13/305378 2011-11-28 US		
其他公开文献	JP2013544622A5 JP5911506B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波束形成的切趾方法 (500) 描述了过滤后的数字通道数据, 该数据表示来自多个 (k) 数据通道和预定数量的活动通道 (N 行动) 中目标组织的回波数据。包括提供 (501)。一种基于软件的集成变迹算法, 利用选定的变迹函数 $h[n, k]$ 动态地变迹数字通道数据 (502), 其中 n 是样本数。该算法为 $N_{ap}[n]$ 根据动态波束聚焦位置选择 $N_{ap}[n]$ 个特定数据通道以进行波束成形, 并通过生成参数 $numApertureChannels (N_{ap}[n])$ 来进行操作。应用动态光圈控制以创建有效光圈。应用的动态数据缩放使用 $h[n, k]$ 和比例因子之间的矢量点积提供数据归一化, 以生成归一化的切趾函数 $h_{norm}[n, k]$ 。将归一化的切趾函数应用于 (N) $ap[n]$ 个特定数据通道内的数字通道数据, 以产生切趾和归一化的数字通道数据。

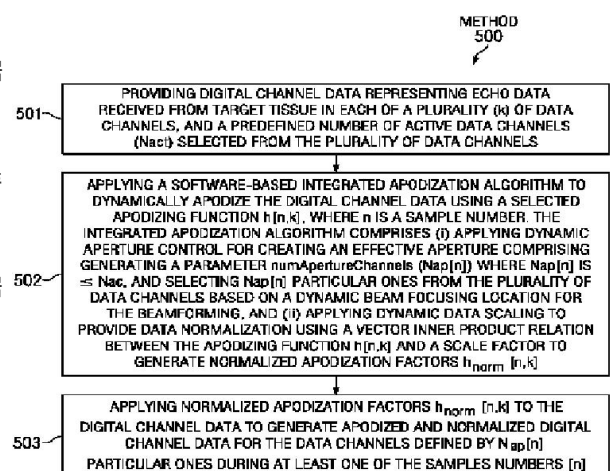


FIG. 5