

(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2005-523791

(P2005-523791A)

(43) 公表日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int. Cl.⁷A 6 1 B 8/00
G 0 1 S 15/89

F I

A 6 1 B 8/00
G 0 1 S 15/89

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1
5 J 0 8 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-502027 (P2004-502027)
 (86) (22) 出願日 平成15年4月22日 (2003. 4. 22)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年10月29日 (2004. 10. 29)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2003/001587
 (87) 国際公開番号 W02003/093862
 (87) 国際公開日 平成15年11月13日 (2003. 11. 13)
 (31) 優先権主張番号 0205439
 (32) 優先日 平成14年4月30日 (2002. 4. 30)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

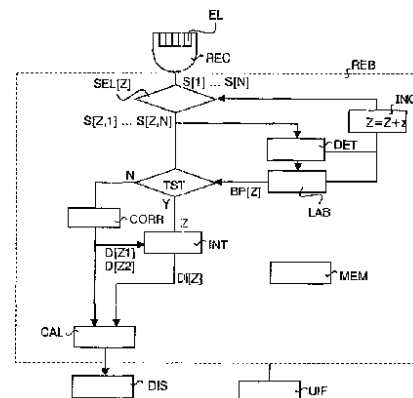
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N. V.
 オランダ国 5621 ペーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 Groenewoudseweg 1, 5
 621 BA Eindhoven, The Netherlands
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横方向分解能の高い超音波イメージングシステム

(57) 【要約】

本発明は、媒体の超音波検査イメージを形成するための超音波イメージングシステムに関する。前記システムは、超音波の送信モードと受信モードで動作する一組のトランスデューサエレメント[EL]と、前記トランスデューサエレメント[EL]が受信した信号[S[1]...S[N]]を基にして超音波検査信号を構成するための構成手段[REB]と、前記超音波検査信号により形成された前記媒体の画像を表示するために、前記構成手段[REB]と結合されたディスプレイ手段[DIS]とを含む。前記構成手段[REB]は、コヒーレントリフレクタが検出され決定手段[DET]により決定されたいわゆる除外ゾーンにおいて、他のゾーンで使用される方法[CORR]以外の方法[INT]で前記受信遅延[D]が推定されるものである。超音波検査信号の計算[CAL]は、その後前記推定された遅延[D[Z], D_i[Z]]に基づき実施される。本発明は、位相収差の修正を可能とし、点コヒーレントリフレクションの場合、やはりすばらしい横方向分解能を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

媒体の超音波検査イメージを形成するための超音波イメージングシステムであって、前記システムは、

超音波の送信モードと受信モードで動作する一組のトランスデューサエレメントと、

前記トランスデューサエレメントが受信した信号を基にして超音波検査信号を構成するための構成手段と、

前記超音波検査信号により形成された前記媒体の画像を表示するために、前記構成手段と結合されたディスプレイ手段とを含み、

前記構成手段は、

少なくとも 1 つのコヒーレントリフレクタが検出されたいわゆる除外ゾーンを決定するための決定手段と、

前記除外ゾーン外のゾーンの受信遅延を推定するための第 1 の推定手段と、

前記除外ゾーン外の前記ゾーンにおいて推定された遅延に基づき前記除外ゾーンの受信遅延を推定するための第 2 の推定手段と、

前記推定遅延に基づいて超音波検査信号を計算する計算手段とを含むことを特徴とするシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記除外ゾーンの信号の受信遅延を推定する前記第 2 の推定手段は、前記除外ゾーン外の前記ゾーンにおいて前記第 1 の推定手段により推定された遅延に基づき、前記除外ゾーン内の遅延の補間を実行することを特徴とするシステム。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシステムであって、

前記トランスデューサエレメントは、前記媒体の励起がフォーカス方向と呼ばれる方向に沿った前記エレメントの 1 つに中心化されたビームの形式で実現されるように、前記放射モードで動作し、

前記除外ゾーン外の前記ゾーンにおいて推定された遅延に基づく前記除外ゾーン内の遅延の前記補間は、深さによる線形補間であることを特徴とするシステム。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 いずれか一項に記載のシステムであって、前記除外ゾーン外の前記ゾーンのエコー信号の受信遅延を推定する前記第 1 の推定手段は前記除外ゾーン外の前記ゾーンで遅延の相関を実行することを特徴とするシステム。

30

【請求項 5】

超音波により媒体を画像化する方法であって、前記方法は、

前記媒体に超音波エネルギーを送信するステップと、

送信された前記超音波エネルギーに応じて超音波をトランスデューサエレメントにより受信するステップと、

前記トランスデューサエレメントにより受信された信号に基づき超音波検査信号を構成するステップと、

前記構成された超音波検査信号により形成された前記媒体の画像を表示するステップとを含み、

40

前記構成するステップは、

点リフレクタが検出された除外ゾーンと呼ばれるゾーンを決定する決定ステップと、

前記除外ゾーン外の前記ゾーンの受信遅延を推定する第 1 の推定ステップと、

前記除外ゾーン外の前記ゾーンで推定された遅延に基づき前記除外ゾーンの受信遅延を推定する第 2 の推定ステップと、

前記推定された遅延に基づき超音波検査信号を計算する計算ステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 6】

50

請求項 1 ないし 4 いずれか一項に記載の装置に組み込まれたプロセッサにより実行されるように意図されたコンピュータプログラムプロダクトであって、前記プログラムプロダクトは請求項 5 に記載の分析方法のステップを実行するための一組の命令を含むことを特徴とするコンピュータプログラムプロダクト。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は媒体の超音波検査イメージを形成するための超音波イメージングシステムに関する。そのシステムは、従来、超音波の送信モードと受信モードで動作する一組のトランスデューサを含む。生物学的媒体内の音速の不均一性によりイメージ品質を劣化させる位相収差が生じる。この収差の修正を可能とする多様な方法が当業者に知られている。これらの方法の 1 つは、超音波検査信号を形成するようにこれらの信号を加算する前に、多様なトランスデューサにより受信した信号を相関関係によりそろえることにある。この方法の欠点の 1 つは、小さなコヒーレントリフレクタのレベルにおいて顕著に横方向分解能のロスにつながるということにある。

【0002】

この方法を用いるシステムは、例えば文献「Phase aberration correction using signals from point reflectors and diffuse scatterers: Basic Principles」, IEEE Transactions on Electronics, Ferroelectrics and Frequency Control, Vol. 35(6), pp. 758-767, 1988 から知ることができる。この引用文献に開示されたシステムは、トランスデューサの各々で受信された信号の相関関係により位相収差の修正をするための方法を用いる。しかし、このシステムは、放射ビーム内にあるがその軸上ではない小さな点リフレクタに敏感である。実際、ビーム軸の外側にある点リフレクタにより散乱された信号は、幾何学的遅延によりトランスデューサエレメントに到達する時間の修正後に保存されるグローバルリニアチルトで、トランスデューサエレメントにより記録される。信号のチルトにより、エレメントが受信した信号の和は、媒体の大振幅応答に帰着はしない。それゆえ、考えられている深さにおける媒体の応答は、このリフレクタの存在によりバイアスはされない。一方、相関が使われるとき、軸を外れたリフレクタから発する信号は再度そろえられるので、超音波検査信号へのこのリフレクタの影響は非常に大きい。

位相収差の修正を可能とする適応的超音波イメージングシステムを提供することが本発明の目的である。

【0003】

本発明の目的は、導入パラグラフに従ったシステムにより達成される。そのシステムは、超音波の送信モードと受信モードで動作する一組のトランスデューサエレメントと、前記トランスデューサエレメントが受信した信号を基にして超音波検査信号を構成するための構成手段と、前記超音波検査信号により形成された前記媒体の画像を表示するために、前記構成手段と結合されたディスプレイ手段とを含み、前記構成手段は、少なくとも 1 つのコヒーレントリフレクタが検出されたいわゆる除外ゾーンを決定するための決定手段と、前記除外ゾーン外のゾーンの受信遅延を推定するための第 1 の推定手段と、前記除外ゾーン外の前記ゾーンにおいて推定された遅延に基づき前記除外ゾーンの受信遅延を推定するための第 2 の推定手段と、前記推定遅延に基づいて超音波検査信号を計算する計算手段とを含むことを特徴とする。

【0004】

よって、本発明によるシステムは、コヒーレントリフレクタが検出されたゾーンにおける相関により遅延の推定を避ける。それにより、媒体中の小さな点リフレクタの微細分析が可能となる。超音波イメージングシステムは、画像化された媒体の性質の機能として適応可能であり、本発明により提供される。有利な実施形態において、前記除外ゾーンの信号の受信遅延を推定する前記第 2 の推定手段は、前記除外ゾーン外の前記ゾーンにおいて

前記第1の推定手段により推定された遅延に基づき、前記除外ゾーン内の遅延の補間を実行する。除外ゾーン内の遅延の計算は、具体的に、除外ゾーン外のゾーンで推定された遅延の、トランスデューサアレイに垂直な方向の線形補間により実現される。

【0005】

本発明は、いかなる超音波装置にも、小さなコヒーレントリフレクタのレベルで位相収差修正を向上する手段を導入することができる。よって、本発明は、好都合にも医用画像化の分野、特に小さな点リフレクタ（微小石灰化）の検出が非常に重要な乳房の超音波画像化の分野で用いることができる。そのアプリケーションの1つに、本発明は、好都合にも画像の重ね合わせまたは空間的合成画像化による画像化にも関する。上記の画像化は、より完全でノイズがより少ない画像を取得するように、異なる方向における媒体の励起と多様な画像の結合とから構成される。相関後に得られる広いピークの加算により合成画像からすべての細部が除去されるので、この方法では点リフレクタについてははっきり定義していない。多様なビーム角度で見たコヒーレントリフレクタにより向上された応答を可能とするため、本発明は点リフレクタの最終画像をより良い空間分解能で取得可能とする。

10

本発明は、添付した図面を参照して以下に詳しく説明される。

【0006】

以下の説明は、当業者が本発明を実行し使用できるようにするために与えられる。好ましい方法の多様な代替は当業者には明らかであり、ここに開示したように本発明の一般的原理は他の実施形態にも適用可能である。よって、本発明は、ここに説明された実施形態に限定されると解すべきではなく、以下に説明された原理と特徴にしたがってより広い範囲を有すると解すべきである。

20

【0007】

図1は、本発明に従った超音波信号の受信を示す図である。超音波により励起された媒体MIDは、信号SIGを返す。媒体の中身との遅延の相関を適応させるために、媒体中のコヒーレントリフレクタの存在を検出することがまず可能でなければならない。本発明のこの最初の部分は、例えば、コヒーレントリフレクタの存在をシグナルする媒体の二値画像を、トランスデューサの各々で受信された信号に基づき提供するために、出願人の名の下にされた以前のフランス特許出願No.0106747で開示された方法を用いる。

30

【0008】

図1にしたがって、信号は、エレメントのアレイRECにある所定数N個のエレメントで従来の方法で受信される。一般的に言って、同一のアレイRECは送信にも使われる。従来、有限個数のエレメントのアレイRECは送信モードで使用され、直線に沿ってそろったビームに波をフォーカスするようにそのエレメントが励起される。媒体がそれに沿って励起される直線は、図1に示したようにエレメントのアレイELに垂直に伸びていてもよい。または同じエレメントのアレイELに対して任意の角度をなしていてもよい。異なる角度の励起が、例えば、いわゆる合成法により画像を形成するために使用される。その励起は、同じゾーンのいくつかの異なる方向で連続的に起こる。その後取得された画像は結合される。

40

【0009】

本発明により提案されるシステムと方法は、受信した一組の信号を分析することにより点リフレクタが検出されたとき、いわゆる除外ゾーンを決定する。本発明による方法の長所は、超音波の受信遅延の計算を除外ゾーン外のゾーンについて第1の方法で、除外ゾーンについて第2の方法で行うことである。その後、本発明による方法は、技術常識から知られる従来の方法に従って計算された遅延に基づき画像の形成を可能とする。コヒーレントリフレクタによる超音波の拡散は、エレメントのアレイELにより受信される反射信号SIGを生じる。反射された信号は、異なる瞬間にアレイRECの各エレメントに到達する。信号は、受信モードにおいて励起されたエレメントと同じ数の信号を意味する一組の受信信号S[i]、この場合S[1]からS[N]を規定する。Zと同じ深さDEPでの反射は、エレメントiにおける信号S[i]を生じる。ここでiは区間[1,N]に含まれている。図1において、N個のエレ

50

メントELは、受信のため起動される。従来の分析は、この一組の信号に基づく画像の形成に帰着する。受信モードにおいて、ビームがエレメントのアレイから外れたときはいつも、受信された一組の信号のフォーカスをする。その後、各ビームの位置について再構成された超音波検査の振幅に基づき画像が構成される。この動作は2つのステップにより構成される：異なる時刻に受信された信号の時間シフト（この現象は受信モードにおいてリフレクタに対するエレメントの位置の違いによる）（幾何学的修正）。超音波検査信号を再構成するために多様なエレメント上でシフトされた信号を加算する。

【0010】

図2は、本発明により解決される問題を示す図である。図2aと図2bは、媒体MIDが励起されているビームBEAを概略示している。図2aにおいて、コヒーレントリフレクタCOHはビームに対して中心に位置している。よって、到達時に幾何学的修正GCが適用されたとき、同じ深さについてすべてのエレメントについて同一である、修正された信号SGAが取得される。すべての受信エレメントについて信号を加算すると、超音波検査信号は大きな値となる。図2bにおいて、ビームBEAの位置は、コヒーレントリフレクタCOHがビームBEAに対して中心にない。よって、幾何学的修正GCが実行されると、一組の信号SGBは位相が合わなくなる。これは多様なエレメントにより受信された信号が幾何学的修正後にはそろっていないということであると、図によって解釈できる。すべての受信エレメントについての信号の加算は、超音波検査信号の値を小さくしてしまう。超音波検査信号の外観は、曲線WOEにより表されるように見える。媒体中の音速の不均一性による位相収差を修正するために、従来は、幾何学的遅延によりシフトした信号の相関CORRを用いていた。相関の後、すべてのエレメントについて信号を加算し、ビームの位置について超音波検査の振幅が取得される。ビームの横方向の位置の関数として点拡散体の深さにおけるエコーの振幅を示すグラフにプロットすることにより、トランスデューサのエレメントの数の関数としてエコーの振幅の曲線が得られる。その曲線は曲線WCEのように見える。上記の方法の弱点は、コヒーレントリフレクタを表すピークが広がることである。よって、横方向の解像度のレベルが失われる。本発明の目的は、横方向の分解能の減少という欠点をなくすることである。

【0011】

図3は、本発明による方法を示す機能図である。この方法の目的は、超音波により励起された媒体から受信した超音波検査超音波信号S[i]に基づき超音波検査画像を形成することである。本発明の特定のバージョンについて説明する。このバージョンによると、本発明はトランスデューサの1D（1次元の）ネットワークを用いるが、1.5D、1.75D、2Dのトランスデューサネットワークを用いて本方法を実施することもできる。本発明による方法は、受信エレメントのアレイで超音波検査用超音波S[i]を受信する受信ステップRECを含む。エレメントのアレイで受信された波S[i]は、一組の受信信号S[1]...S[N]を規定する。受信信号の到達時点は幾何学的遅延により修正される。この修正は、エレメントのアレイで受信モードの通例のやり方で実施されるので、ここでは詳細には説明しない。本発明による方法は、データを到達時に従って処理する。この到達時は各瞬間において深さZに対応する。図3において、この深さの進行は、本発明のアイデアの説明を簡単にするために、深さZを選択する選択ステップSELにより表されている。実際、与えられた深さZに対応する信号は、S[Z,N]...S[Z,N]として表されている。信号S[i]は、与えられた期間の間に受信され、これらの信号S[Z,i]の一部のみが平均深さZにあるゾーンにより反射されたエコーに対応する。これらの信号は、その後、超音波検査信号REBの構成のためのステップで用いられる。超音波検査信号REBの構成のためのそのステップの間、点リフレクタが一組の受信信号S[i]の分析により検出されたいわゆる除外ゾーンを決定するための決定ステップDETの開始において、これらの信号が特に提示される。除外ゾーンは、コヒーレントリフレクタが検出されたときに決定される。よって、除外ゾーンの決定はコヒーレントリフレクタの検出に基づく。媒体中にコヒーレントリフレクタが必ず存在するわけではないので、除外ゾーンがまったく無いと判断されることもある。本発明の目的のため、コヒーレントリフレクタが検出された場合を説明する。（例えば、点リフレクタが無いライ

10

20

30

40

50

ン上で) コヒーレントリフレクタがとにかく検出されない場合、本発明の方法は上で説明した方法と一致し、信号 $S[i]$ の修正が各線上で実行される。例えば、除外ゾーンを決定するための決定ステップDETは、フランス特許出願No.0106747で説明された方法により実施される。このステップは、例えば、図4を参照して説明した方法を用いる。

【0012】

図4は、除外ゾーンの決定のためのステップDETの1バージョンの例を示す機能図である。この例は、コヒーレントリフレクタがある場合、深さ Z についてその検出においてエレメント上に到達したときに信号 $S[Z,1]$ から $S[Z,N]$ を用いることを提案する。この例は、信号 $S[Z,i]$ の相関関係を提案する。この例は、信号 $S[1]$ から $S[N]$ が幾何学的修正により時間シフトされた後、すなわち上記の最初のフォーカスおよび受信動作のステップの後、その信号を便利に用いる。幾何学的修正は、理論的には受信信号の位相をそろえ、コヒーレントリフレクタがビームの中心にあるときに波端を水平とすることが可能である。よって、与えられた深さに対応する信号部分 $S[Z,i]$ をマークすることがより容易となる。コヒーレントリフレクタにより返される信号は相関の最大値となる。この最大値は一般に隣接する超音波検査信号間で大きい。前記最大値は、遠くの受信エレメントから放射される信号についても見るができる。一方、ノイズが多いデータ(小斑点ゾーン)に対応する信号の最大相関値は、受信エレメントからの距離の関数として線形に減少し、最後にキャンセルされる。これはVan Cittert Zernicke定理である。除外ゾーンを決定する方法の例は、ノイズが多いデータに生じる媒体内のコヒーレントリフレクタを検出するために前記相関の最大値の分析を提案する。提案された例に従って、信号 $S[Z,1]$ から $S[Z,N]$ は、ステップCOR[Z,i,j]において2つずつ相関がとられる。ここで、 i と j は区間 $[1,N]$ を表す。前記ステップCOR[Z,i,j]は、深さ Z におけるエレメント i と j から発する信号間の相関を提供する。相関の最大値DC[Z,i,j]の値は、エレメント i と j で受信された信号間で形成された相関COR[Z,i,j]の各々について取得される。前記相関の最大値は、線上にコヒーレントリフレクタの存在を検出するように、ステップANAでその後分析される。分析ステップANAは、例えば相関の最大値を閾値と比較する。例えば、2つのエレメント i と j について計算した相関の最大値がこの閾値を超えているとき、コヒーレントリフレクタの存在が相関ステップにより確認される。この閾値は、Van Cittert Zernicke定理、よってエレメント i と j の距離を考慮して決定される。この分析ステップの結果に応じて、コヒーレントリフレクタが検出されたとき(Yの場合)、この情報が生じるゾーンは、ステップLABにおいてレベルをつけられ、その後、ステップINCにおいてインクリメントされた平均深さ $Z=Z+z$ に対応する他のゾーンを分析する。分析ステップANAにおいてコヒーレントリフレクタがまったく検出されなかったとき(Nの場合)、プロセスはインクリメントステップにおいて深さ Z を直接インクリメントする。このインクリメントは、媒体を多少洗練されたやり方で調べるには多少大きくてもよい。その後、次の深さで分析が実施され、本方法は媒体のすべての深さに適用可能となる。媒体の全部のラインを分析することができる。ラベリングステップLABは、コヒーレントリフレクタが検出されたゾーンと、コヒーレントリフレクタがまったく検出されなかったゾーン間の差別化を可能とする。例えば、媒体(または励起された媒体のライン)の2値画像を、例えばコヒーレントリフレクタがまったく検出されなかった位置を0、1つ以上のコヒーレントリフレクタが検出された位置を1として、形成することができる。図4は、単なる例として与えられており、媒体内のコヒーレントリフレクタをマーキングするいかなる他の方法を用いてもよい。例えば、与えられた数のエレメント(例えば、10個)のうちの2つの離れたトランスデューサの信号間の相関を計算してもよい。相関の最大値が上と同様に閾値と比較される。この場合、点リフレクタをマーキングする他のいかなる方法を用いてもよい。例えば、画像強度の分析、ユーザによるゾーンの選択等である。

【0013】

図3を再び参照して、その後、超音波の受信遅延の計算をする2つの別々のステップが実施される。第1のステップCORRは前記除外ゾーン外のゾーンについて遅延を計算し、第2のステップINTは除外ゾーンについて遅延を計算する。取得した遅延は、超音波画像を

10

20

30

40

50

形成する従来の方法により、超音波検査画像と最終画像の計算のためにステップCALで使
用される。最後に、表示ステップDISが実施される。ここに示した図において、テストス
テップTSTは、深さZについて遅延計算ステップの1つを選択可能とする。このステップTS
Tは、選択された深さZに、コヒーレントリフレクタCOHを含む除外ゾーンまたは領域のラ
ベルBP[Z]がついているか否かをテストする。そのゾーンが除外ゾーンに属さないとき（N
の場合）、遅延は第1のステップCORRにより推定される。そのゾーンが除外ゾーンに属し
ているとき（Yの場合）、図5、より詳細には図5を拡大した図6aを参照して、観察さ
れた深さZは分析されたビーム上の除外ゾーンを規定する区間[Z1;Z2]に含まれる。遅延は
、第2の遅延推定ステップINTにより計算される。この場合、区間[Z1;Z2]に含まれる深さ
以外の深さについて、第1の遅延推定ステップCORRにより推定される。

10

【0014】

本発明の有利なバージョンにおいて、除外ゾーン内の遅延を推定する第2の遅延推定ス
テップINTは、前記除外ゾーン外にあるゾーン内で計算された遅延を用いる。好ましいバ
ージョンにおいて、除外ゾーン内の遅延は、深さの関数として遅延を補間したものである
。この補間は、好ましいバージョンにおいては線形であることが好ましい。線形補間は、
図6aの点線に沿って実施される。この例は、エレメントのアレイに垂直な励起につい
てのものであるが、しかし媒体の励起には他のいかなる角度でも利用できる。除外ゾ
ーン外のゾーンについての第1の遅延推定ステップは多様なトランスデューサエレメントで受信
された信号の相関を用いる。この第1のステップは、以前にも見たとおり、媒体中の音速
の不均一性に起因する位相収差の修正を可能とする。少なくとも、除外ゾーンIDE（すな
わち、深さZ1とZ2）の前にある2つの点についての相関により推定された遅延は、除外ゾ
ーンIDE内の点線上の補間による遅延の計算の基準となる。これらの点の近傍において計
算された遅延も補間に用いることができる。

20

【0015】

図6bは、図6aに示したビームの位置に対応する遅延のチャートの一部を示す。ゾ
ーンIDEの中で、遅延は、遅延が相関により推定されたゾーンDELからゾーンIDEを分離する
2つの直線上の相関によって計算された遅延に基づき、線形に補間される。これら2つの
ラインは、前述の説明による深さZ1とZ2に対応する。一般的に言って、補間は、この後説
明するように、深さZの関数として実施される。本発明の好ましいバージョンにおいて、
深さZ1とZ2にある励起線上にある点において第1のステップにより推定された遅延D[Z1]
とD[Z2]は、除外ゾーン内、すなわち深さZ1とZ2の間の遅延

30

【0016】

【数1】

$$D_i[Z, ZC[Z1, Z2]]$$

の線形補間を実現するため、本発明により使用される。よって、線形補間の場合、

【0017】

【数2】

$$ZC[Z1, Z2]:$$

40

について

【0018】

【数3】

$$D_i[Z] = \frac{Z2 \cdot D[Z1] - Z1 \cdot D[Z2]}{Z2 - Z1} + Z \frac{(D[Z2] - D[Z1])}{Z2 - Z1}.$$

である。

50

【0019】

システムの構成により必要であるなら、他のいかなるタイプの補間を用いてもよい（例えば、その構成で遅延が線形でないとき、角を形成する励起．．．）。リアルタイムで、すなわち超音波による各「励起」について補間を実現してもよいし、一旦除外ゾーンを含む媒体の画像を形成してから、その後補間を実現してもよい。

【0020】

よって、本発明は媒体により反射された音波に適用された遅延の修正への適応と、それゆえ媒体の分析の関数として、受信モードにおいてビームの形成への適応により構成される。例えば、本方法のさらに別のバージョンにしたがって、まず2（またはそれ以上）次元の2値画像が媒体全体について決定されることについては注意すべきである。この2値画像において、コヒーレントリフレクタCOHがある除外ゾーンEXAが決定される。その後、この2値画像は超音波検査データとともに最終画像を形成するために用いられる。前に説明したバージョンとは逆に、この場合は、図5と6aで示したような除外ゾーンが2値画像全体について知られている。

【0021】

図7は、本発明の結果とその長所を示す図である。図7中のグラフは、トランスデュースエレメントの数と、それゆえエレメントのレイ上の放射ビームの位置の関数として点リフレクタのレベルで取得されたエコーの振幅を含む。図7の曲線は、点リフレクタからの反射に対応する。曲線TSは拡散体の超音波検査応答に対応する。媒体中の真の音速は既知である。しかし、実際の媒体においては、音速は均一ではなく、媒体中には位相収差がある。これにより、幾何学的修正、すなわち仮定された音速によりもっぱら修正された遅延により取得した結果である曲線WSが得られる。この曲線ではコヒーレントリフレクタの位置を好適に特定できない。画像の形成のために相関を使用すると曲線CSが得られる。相関により真の音速で得られたピークについて振幅が見つかることに注意すべきである。しかし、横方向の解像度は、真の音速TSに対応する曲線に関して良くも悪くもない。曲線CVSは、本発明が使用されたときに、同じコヒーレントリフレクタについて得られるエコーの振幅を表す。ビームのすべての位置とすべての深さについて相関が用いられた曲線CSに対する横方向の解像度が非常に向上したことが明らかに示されている。現に、ビームがコヒーレントリフレクタの中心にある位置に対応して、ビームがエレメント16の中心に位置しているとき、遅延は相関の影響は受けず、常に正しい。それゆえ、得られたピークは厳密である。ピークの幅が広がることにより引き起こされる問題は、ビームがリフレクタの中心に位置しているビーム位置の近傍のビーム位置だけに存する。本発明によると、点リフレクタの近傍の遅延値は、除外ゾーンの形成によりコヒーレントリフレクタが検出されなかったゾーン内にある点についての遅延値に基づき計算される。これらの遅延はリフレクタから遠くにあるゾーンに対応し、ビーム内の点リフレクタの存在の効果を仮定してはいない。それゆえ、曲線CVSは、真の音速に対応するピークに近いはっきりしたピークを有する。

【0022】

図8は、本発明による方法が実施されるシステムの概略図である。このシステムは、超音波検査信号RECの受信のためのプローブを含む。このプローブは受信エレメントELを含む。このプローブRECは、従来手段により、超音波検査画像の構成をする手段REBに接続されている。構成手段REBは、超音波画像化で通常用いられるデータ処理手段により補完することができる。上記の従来手段は、超音波検査信号の構成手段と単純に並べられている。すなわち、一般に超音波検査信号の構成手段とインターアクションしないか、または超音波検査信号の構成手段REBの以下の説明で説明するように、本発明の原理には影響しないインターアクションをする。上記の従来手段についてはここでは説明しない。これらの従来手段は、都合がよいことに、幾何学的修正によりプローブRECのエレメントELにより受信された信号S[1]からS[N]をシフトする手段を含む。一般的に言って、このステップは、メディアのエコーのその後の再構成を可能とするために、すべての超音波装置で実施される。本発明によると、超音波検査信号の構成手段REBは、深さZの関数として（また

は、等価な方法で、受信した時間の関数として）データを処理する。図8の概略図において、値Zの関数としてのこのデータ処理は、平均深さZを持つ媒体の与えられたゾーンに対応する信号の一部を選択可能とする選択手段SELにより実行される。信号は、発生する深さにより特徴付けられる： $S[N,1] \dots S[Z,N]$ 。超音波検査信号の構成手段は、少なくとも1つの点コヒーレントリフレクタが検出された除外ゾーンを決定する決定手段DETを含む。その決定手段DETは、例えば、図4を参照して説明した方法に従って動作し、一般的にデータ処理をするソフトウェア手段を用いる。顕著にも、深さINCをインクリメントするステップは、超音波ビームにより励起された媒体の深さ全体にわたって、除外ゾーンの決定を可能とする。決定手段DETは、受信したエコーに対応する励起ライン上の深さZのゾーンにラベルBP[Z]を割り当てるゾーンラベリング手段LABにより実際には補完される。そのゾーンラベリング手段は、処理されている励起ライン上の深さZの性質をテスト手段TSTがテスト可能とする。ゾーンが除外ゾーンであると類別されないようなラベルBP[Z]であるとき、遅延は、例えば隣接するエレメントにより受信された信号の修正を用いる第1の遅延推定手段CORRにより推定される。これらの手段は、技術水準から知られる方法により動作する。ゾーンが除外ゾーンとして類別されるようなラベルBP[Z]であるとき、遅延は、例えば除外ゾーン外のゾーンで第1の推定手段CORRにより推定された遅延に基づく遅延の補間を用いる第2の遅延推定手段INTにより推定される。最後に、超音波検査信号を計算する手段CALが、超音波検査信号を取得し画像を形成するために2つの推定手段により計算された遅延を用いる。その画像はその後、従来の表示手段DIS上に表示される。計算は、放射ビームの与えられた位置のトランスデューサエレメント上で取得される信号の加算を特に含む。上記の加算は、当業者には知られている従来の手段により実行される。超音波検査信号を計算する手段CALは、技術水準から知られる原理に従って動作してもよい。本発明によると、遅延の推定のみが変化し、その遅延の使用は技術水準から知られるものと同一である。推定手段と計算手段は、好都合にも、メモリMEMと関係して動作する。そのメモリMEMは、中間結果を記憶し、受信したデータを媒体の励起ラインの多様な深さと多様な位置について保存することを可能とする。ユーザインターフェイスUIFは、好都合にも、これらの手段とそのパラメータを制御するために、超音波検査信号の構成をする手段REBに接続されている。例えば、ユーザは決定手段DETの閾値の変更ができ、同様に、深さをインクリメントする値、検出の精度を決定する値等も変更することができる。

【0023】

本発明は、ノイズが多い信号（小斑点）が得られる均一な媒体内のコヒーレントリフレクタの拡張された検出を提供できる。上記の信号において、既知の手段によってコヒーレントリフレクタを検出することは一般に困難である。さらにまた、本発明によると、これらの点リフレクタについて非常に高い横方向の解像度が得られる。

【0024】

本発明による方法のステップの機能を実施する上記手段は、従来の超音波装置に付加アプリケーションとして統合されてもよく、本発明による機能を実施するために従来の超音波装置に接続されることを意図した独立した装置に実装されてもよい。当業者が利用可能なソフトウェアおよび／またはハードウェアの手段により、本発明による方法のステップの機能を実現する多くの方法がある。それゆえ、図面は概略的な形式でのみ示した。結果として、図は異なるブロックにより実現される異なる機能を示していても、単一のソフトウェアおよび／またはハードウェア手段によりいくつかの機能を実装することができる。これは、1つの機能の実現を可能とするソフトウェアおよび／またはハードウェア手段の組み合わせを除外するものではない。本発明は提示された実施形態を参照して説明されたが、当業者は説明した実施形態について別のバージョンがあり、それらのバージョンは依然として本発明の範囲内にあることを直ちに認めるであろう。よって、当業者は、請求項に明確に記載した範囲から逸脱することなく多数の変更を実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明による媒体からの信号の受信を示す図である。

【図 2】 本発明により解決される技術的問題を示す図である。

【図 3】 本発明による方法を示す機能図である。

【図 4】 除外ゾーンを決定するステップを実行する手続きの例を示す機能図である。

【図 5】 本発明の効果を示す図である。

【図 6】 図 6 a と 6 b は、好ましいバージョンで本発明の効果をより厳密に示した図である。

【図 7】 点リフレクタのエコーの振幅における本発明の効果を示す図である。

【図 8】 本発明による超音波イメージングシステムの概略表示である。

【図 1】

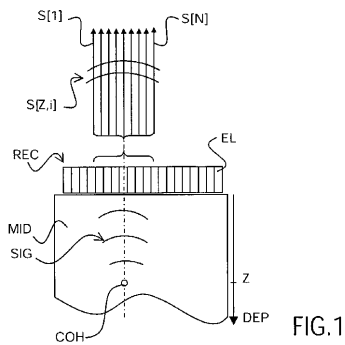


FIG.1

【図 2】

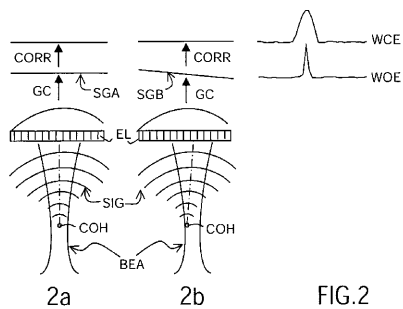


FIG.2

【図 3】

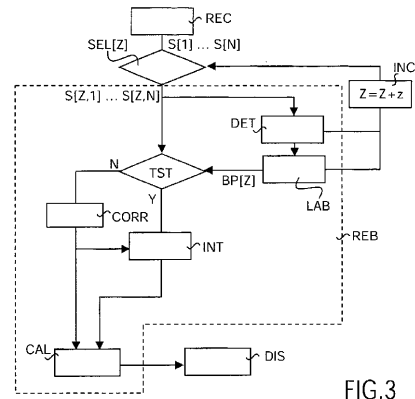


FIG.3

【図 4】

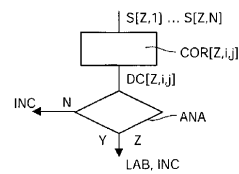


FIG.4

【図 5】

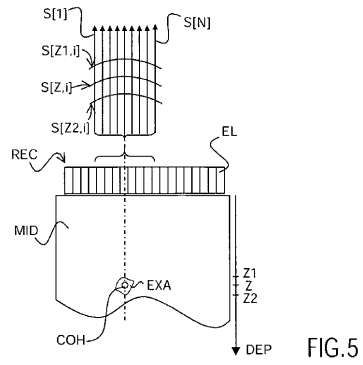


FIG.5

【図 6】

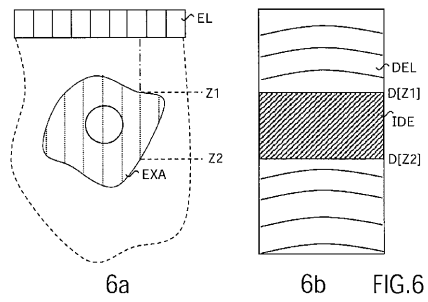


FIG.6

【図 7】

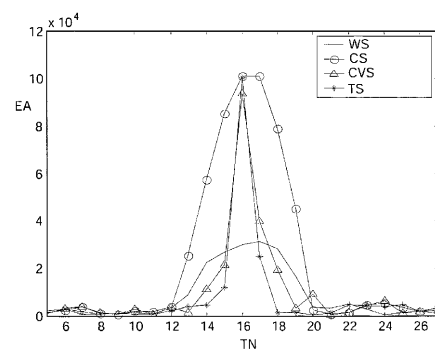


FIG.7

【図 8】

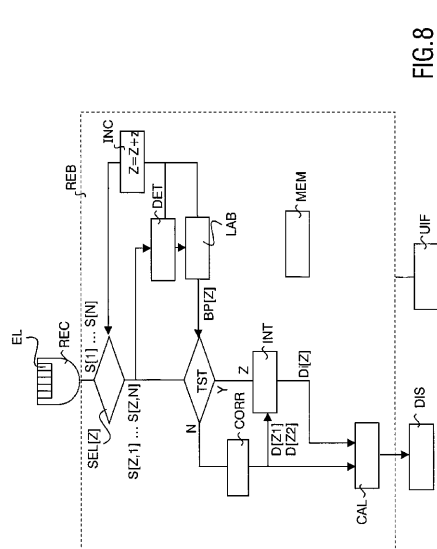


FIG.8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/IB 03/01587
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 601S7/52		
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) IPC 7 G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 120 450 A (LI YUE) 19 September 2000 (2000-09-19) abstract column 6, line 50 -column 21, line 19 figures 1,4,6,8-10,13 ---	1-6
A	FLAX S W ET AL: "Phase-aberration correction using signals from point reflectors and diffuse scatterers: basic principles", IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, NOV. 1988, USA, VOL. 35, NR. 6, PAGE(S) 758 - 767 XP002229375 ISSN: 0885-3010 cited in the application page 758 -page 767 --- -/--	1,4-6
☒ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in 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 document 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 another 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 30 June 2003		Date of mailing of the international search report 04/07/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Jacobs, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatl	Application No
PCT/IB	03/01587

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 184 623 A (MALLART RAOUL) 9 February 1993 (1993-02-09) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internet	Application No
PCT/IB	03/01587

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6120450	A	19-09-2000	AU 718764 B2
			20-04-2000
			AU 4475096 A
			14-08-1996
			WO 9623387 A1
			01-08-1996
			JP 11503927 T
			06-04-1999
			US 6027447 A
			22-02-2000
US 5184623	A	09-02-1993	FR 2662815 A1
			06-12-1991
			DE 69106049 D1
			02-02-1995
			DE 69106049 T2
			06-07-1995
			EP 0459583 A1
			04-12-1991
			IL 98279 A
			11-11-1994
			JP 3352098 B2
			03-12-2002
			JP 4231033 A
			19-08-1992

フロントページの続き

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

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 ルヴリエ, クレール

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6

(72)発明者 コーエン・バクリ, クロード

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6

(72)発明者 ヴィラン, ニコラ

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6

(72)発明者 ラグランジュ, ジャン・ミシェル

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6

(72)発明者 アントレカン, ロバート

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6

F ターム(参考) 4C601 BB02 DD08 EE01 EE09 GB04 HH29 JB04 JB05 JB42 JB51

LL05 LL38

5J083 AA02 AB17 AC29 AD01 AE10 BC13 BC18 BE08