

(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2009-531107

(P2009-531107A)

(43) 公表日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/00 (2006.01)F I  
A61B 8/00テーマコード (参考)  
4C601

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2009-502256 (P2009-502256)  
 (86) (22) 出願日 平成19年4月2日 (2007.4.2)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年9月29日 (2008.9.29)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/002115  
 (87) 国際公開番号 W02007/113692  
 (87) 国際公開日 平成19年10月11日 (2007.10.11)  
 (31) 優先権主張番号 60/744,019  
 (32) 優先日 平成18年3月31日 (2006.3.31)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 60/744,020  
 (32) 優先日 平成18年3月31日 (2006.3.31)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

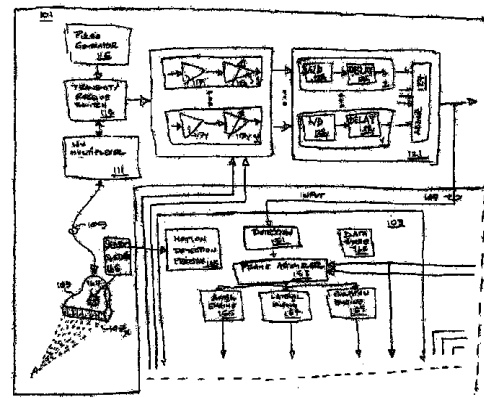
(71) 出願人 390029791  
 アロカ株式会社  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純  
 (72) 発明者 田村 正  
 アメリカ合衆国 コネチカット ノース  
 ヘブン ユニット 5エイチ ハートフォ  
 ード ターンパイク 1298  
 Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 BB06 EE04 EE11  
 GA18 JB13 JB24 JB31 JB41  
 JB45 JB48

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像診断のための方法および装置

## (57) 【要約】

組織内の実際の超音波減衰を使用して、均一画像を作成するために使用される利得補償プロファイルを計算する。軸方向、ラテラル方向、エレベーション方向の利得プロファイルを使用して、各方向の減衰と超音波の差を修正する。更に、自動利得補償の自動活動化が説明される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波画像データから利得補償データを導き出す方法であって、  
画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、  
超音波画像データから、列と行の画像データ値を有し、列がラテラル方向位置を表わし  
行が軸方向位置を表す画像フレームを収集するステップと、  
画像データフレームを複数のセクションに分割するステップと、  
各セクションごとの代表信号値を計算するステップと、  
隣接セクション代表信号値間の利得差を計算するステップと、  
セクション間の利得差から利得差分布を計算するステップと、  
利得差分布から利得差曲線を計算するステップと、  
利得差曲線から利得補償曲線を計算し、補償利得値が位置に対応するようにするステッ  
プと、  
を含む方法。

10

**【請求項 2】**

フレーム内の各画像データ値が、事前に定義された下限と上限から外れた値であるかを  
調べるステップと、  
事前に定義された限度から外れた画像データ値に使用不能のフラグを立てるステップと  
、を含む、請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 3】**

超音波画像診断データが、RFデータ、IFデータ、ベースバンド信号データ、検出さ  
れたベースバンド信号データ、検出されたベースバンド信号の対数圧縮されたデータ、ラ  
インデータ、または画像データによって構成される、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

各セクションの代表信号値が、ヒストグラム、百分位数値、平均、中心値およびモード  
を使用して計算される、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

各セクションは、同じ数の画像データ値、異なる数の画像データ値、または隣接セクシ  
ョンと共用される画像データ値を有することができる、請求項 4 に記載の方法。

30

**【請求項 6】**

デシベルで表された画像データまたは対数スケールもしくは対数圧縮された画像データ  
の隣接セクション代表信号値間の利得差を計算するステップが、更に、  
基準位置として 1 つのセクションを選択するステップと、  
分布方向を選択するステップとを含み、  
分布方向に進む利得差計算では、セクション代表信号値、又は隣接セクションが基準セ  
クションの隣りにある場合には基準位置代表信号値が、基準位置から更に遠い隣接セクシ  
ョン代表信号値から減算され、  
分布方向に進まない利得差計算では、セクション代表信号値が、基準位置に近い隣接セ  
クション代表信号値から減算されるか、隣接セクションが基準セクションの隣りにある場  
合は基準位置代表信号値から減算される、請求項 5 に記載の方法。

40

**【請求項 7】**

利得差分布を計算するステップは、整列された一連の分布級数値であり、更に、  
1 つの利得差分布級数値として基準位置代表信号値を使用するステップと、  
分布方向の場合に前の利得差分布級数値に利得差を加算し、または分布方向でない場合  
に前の利得差分布級数値から利得差を減算することによって、新しい利得差分布級数値を  
作成するステップとを含む、請求項 6 に記載の方法。

**【請求項 8】**

利得差曲線は、整列された利得差分布級数値の曲線フィットまたは補間によって計算さ  
れる、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

50

利得補償曲線は、利得差曲線の極性を変更することにより計算される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

各利得差値の絶対値を所定の限度と比較し、絶対利得差値が所定の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりにゼロを使用するステップを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

各利得差値の絶対値を所定の限度と比較し、絶対利得差値が所定の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりに所定値を使用するステップを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 12】

複数のセクションは、軸方向セクションである、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 13】

複数のセクションは、ラテラル方向セクションである、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 14】

画像データの隣接セクション代表信号値間の利得差を線形スケールで計算するステップが、更に、

基準位置として 1 つのセクションを選択するステップと、

分布方向を選択するステップとを含み、

分布方向に進む利得差計算では、セクション代表信号値、又は隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合は基準位置代表信号値が、基準位置から更に離れた隣接セクション代表信号値に分割され、

分布方向に進まない利得差計算では、セクション代表信号値が、基準位置に近い隣接セクション代表信号値に分割されるか、又は隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合には基準位置代表信号値に分割される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 15】

利得差分布の計算は、整列された一連の分布値であり、更に、

基準位置代表信号値を 1 つの利得差分布級数値として使用するステップと、

新しい利得差分布級数値を、分布方向の場合には利得差に前の利得差分布級数値を乗算することによって作成し、分布方向でない場合には利得差を前の利得差分布級数値に分割することによって作成するステップとを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

利得差曲線は、整列された利得差分布値の曲線フィットまたは補間によって計算される、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

利得補償曲線は、利得差曲線の逆数から計算される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

各利得差値の絶対値を 2 つの所定の限度と比較し、絶対利得差値が、小さい方の所定の限度より小さいかまたは大きい方の所定の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりに 1 を使用するステップを更に含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

各利得差値の絶対値を 2 つの所定の限度を比較し、絶対利得差値が、小さい方の所定の限度より小さいかまたは大きい方の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりに所定値を使用するステップを更に含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

複数のセクションは、軸方向セクションである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 21】

複数のセクションは、ラテラル方向セクションである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

超音波画像ボリュームの利得補償データを導き出す方法であって、

10

20

30

40

50

複数の連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、  
複数の画像スキャンから、三次元の画像データ値を有し、列がラテラル方向位置を表わし、行が軸方向位置を表わし、フレームがエレベーション方向位置を表わす画像ボリュームを収集するステップと、

ボリュームを複数のボリュームセクションに分割するステップと、  
各ボリュームセクションの代表信号値を計算するステップと、  
隣接ボリュームセクション代表信号値間の利得差を計算するステップと、  
ボリュームセクション間の利得差からの利得差分布を計算するステップと、  
利得差分布から利得差曲線を計算するステップと、

利得差曲線から利得補償曲線を計算し、補償利得値が位置に対応するようにするステップとを含む方法。

10

【請求項 2 3】

ボリューム画像内の各画像データ値が、事前に定義された下限と上限から外れた値であることを調べるステップと、

事前に定義された限度から外れた画像データ値に使用不能のフラグを立てるステップとを更に含む、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

超音波画像診断データは、RF データ、IF データ、ベースバンド信号、検出されたベースバンド信号、ラインデータ、または画像データにより構成される、請求項 2 3 に記載の方法。

20

【請求項 2 5】

各ボリュームセクションの代表信号値は、ヒストグラム、百分位数値、平均、中心値およびモードを使用して計算される、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

各ボリュームセクションは、同じ数の画像データ値、異なる数の画像データ値、または隣接ボリュームセクションと共用される画像データ値を有することができる、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

デシベルまたは対数圧縮された画像データの隣接ボリュームセクション代表信号値間の利得差を計算するステップが、

30

1 つのボリュームセクションを基準位置として選択するステップと、

分布方向を選択するステップとを含み、

分布方向に進む利得差計算では、ボリュームセクション代表信号値、または隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合には基準位置代表信号値が、基準位置から更に離れた隣接ボリュームセクション代表信号値から減算され、

分布方向に進まない利得差計算では、ボリュームセクション代表信号値が、基準値に近い隣接ボリュームセクション代表信号値から減算されるか、または隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合は基準位置代表信号値から減算される、請求項 2 6 に記載の方法。

【請求項 2 8】

40

利得差分布の計算は、整列された一連の分布級数値であり、更に、

1 つの利得差分布級数値として基準位置代表信号値を使用するステップと、

新しい利得差分布級数値を、分布方向の場合には前の利得差分布級数値に利得差を追加することによって作成し、分布方向でない場合は前の利得差分布級数値から利得差を減算することによって作成するステップとを含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】

利得差曲線は、整列された利得差分布級数値の曲線フィットによって計算される、請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

利得補償曲線は、利得差曲線の極性を変更することによって計算される、請求項 2 9 に

50

記載の方法。

【請求項 3 1】

各利得差値の絶対値を所定の限度と比較し、絶対利得差値が所定の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりにゼロを使用するステップを更に含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 2】

各利得差値の絶対値を所定の限度と比較し、絶対利得差値が所定の限度より大きい場合に、その利得差値に所定値を代用するステップを更に含む、請求項 2 7 に記載の方法。代用のない別の請求項は有効ではない。

【請求項 3 3】

複数のボリュームセクションが、エレベーション方向ボリュームセクションである、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 4】

複数のボリュームセクションが、軸方向ボリュームセクションである、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 5】

複数のボリュームセクションは、ラテラル方向ボリュームセクションである、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 6】

画像データの隣接ボリュームセクション代表信号値間の利得差を線形スケールで計算するステップが、更に、

1 つのボリュームセクションを基準位置に選択するステップと、

分布方向を選択するステップと、

分布方向に進む利得差計算では、ボリュームセクション代表信号値、または隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合には基準位置代表信号値が、基準位置から更に離れた隣接ボリュームセクション代表信号値に分割され、

分布方向に進まない利得差計算では、ボリュームセクション代表信号値が、基準位置の近くの隣接ボリュームセクション代表信号値に分割されるか、または隣接セクションが基準セクションの隣りにある場合は基準位置代表信号値に分割される、請求項 2 6 に記載の方法。

【請求項 3 7】

利得差分布の計算が、整列された一連の分布級数値であり、更に、

基準位置代表信号値を 1 つの利得差分布級数値として使用するステップと、

新しい利得差分布級数値を、分布方向の場合には利得差を前の利得差分布級数値と乗算することによって作成し、分布方向でない場合には利得差を前の利得差分布級数値に分割することによって作成するステップとを含む、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 3 8】

利得差曲線は、整列された利得差分布値の曲線フィットまたは補間によって計算される、請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 3 9】

利得補償曲線は、利得差曲線の逆数によって計算される、請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 0】

各利得差値の絶対値を 2 つの所定の限度と比較し、絶対利得差値が、小さい方の所定の限度より小さいかまたは大きい方の所定の限度より大きい場合に、その利得差値の代わりに 1 を使用するステップを更に含む、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 1】

各利得差値の絶対値を 2 つの所定の限度と比較し、絶対利得差値が小さい方の所定の限度より小さいかまたは大きい方の所定値より大きい場合に、その利得差値の代わりに所定値を使用するステップを更に含む、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 2】

10

20

30

40

50

複数のボリュームセクションは、エレベーション方向ボリュームセクションである、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 43】

複数のボリュームセクションは、軸方向ボリュームセクションである、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 44】

複数のボリュームセクションが、ラテラル方向ボリュームセクションである、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 45】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法であって、  
連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、  
それぞれの受け取ったスキャンの画像データ間の相関分析を実行するステップとを含み、  
相関分析は、プローブの動きを表す値を返し、検出された変化が所定値より大きい場合に、  
プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される方法。

10

【請求項 46】

相関分析は、相関、絶対差  $D$  の和 ( $SAD$ )、二乗差の和 ( $SSD$ )、三乗差の和、およびべき乗差  $D^q$  の和である、請求項 45 に記載の方法。

【請求項 47】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法であって、  
連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、  
軸方向、ラテラル方向またはエレベーション方向のセクション間の利得差を測定し、  
検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始されるステップとを含む方法。

20

【請求項 48】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法であって、  
連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、  
相関、 $SAD$  または  $SSD$ 、 $SCD$ 、またはべき乗差の和によって動きを検出し、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブが動いたと見なされ新しい利得差を補償する新しい利得補償計算を開始するステップとを含む方法。

30

【請求項 49】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法であって、  
超音波プローブに取り付けられた動きセンサを使用して動きを検出し、動きが所定値より大きい場合に、プローブが動いたと見なされ、新しい利得補償計算を開始するステップとを含む方法。

【請求項 50】

動きセンサが、速度計、加速度計、ジャイロ스코プ、動き追跡装置およびフロックオブバース位置センサである、請求項 49 に記載の方法。

【請求項 51】

超音波画像データを取得しながら  $TGC$  増幅器と、超音波システムの軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の可変利得増幅器の利得を制御する方法であって、

40

超音波画像から軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データを受け取るステップと、

超音波システムから超音波信号を受け取るステップと、

受け取った超音波信号から総利得値を計算するステップと、

前の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データと、受け取った軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データと、総利得データから、 $TGC$ 、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の増幅器利得データを計算するステップと、

$TGC$ 、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の増幅器利得データをそれぞれの増幅器に分配するステップとを含む方法。

50

**【請求項 5 2】**

T G C 増幅器が、固定利得部分と可変利得部分を有する、請求項 5 1 に記載の方法。

**【請求項 5 3】**

前の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データと、受け取った軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の利得補償データから、新しい軸方向、ラテラル方向、エレベーション方向の複合利得データを計算するステップを更に含む、請求項 5 1 に記載の方法。

**【請求項 5 4】**

新しい軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データに第 1 の重みと第 2 の重みを印加するステップを更に含む、第 1 の重みは、新しい軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データからの T G C 増幅器利得成分を示し、第 2 の重みは、それぞれの軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得成分を示す、請求項 5 3 に記載の方法。

10

**【請求項 5 5】**

軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の増幅器利得データとして、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得成分を出力するステップを更に含む、請求項 5 4 に記載の方法。

**【請求項 5 6】**

T G C 増幅器固定利得成分と同期させるために、第 1 の重み付けされたラテラル方向とエレベーション方向の新しい複合利得データを遅延させるステップを更に含む、請求項 5 4 に記載の方法。

20

**【請求項 5 7】**

第 1 の重み付けされた軸方向の新しい複合利得データの平均を計算するステップを更に含む、請求項 5 6 に記載の方法。

**【請求項 5 8】**

軸方向の平均と、遅延されたラテラル方向とエレベーション方向の新しい複合利得データとから第 1 の和を作成するステップを更に含む、請求項 5 7 に記載の方法。

**【請求項 5 9】**

第 1 の和と総利得値から第 2 の和を作成するステップを更に含む、請求項 5 8 に記載の方法。

30

**【請求項 6 0】**

固定 T G C 増幅器利得データとして第 2 の和を出力するステップを更に含む、請求項 5 9 に記載の方法。

**【請求項 6 1】**

第 1 の重み付けされた軸方向の新しい複合利得データと軸方向平均の差を、可変 T G C 増幅器利得データとして出力するステップを更に含む、請求項 6 0 に記載の方法。

**【請求項 6 2】**

第 1 の重みは、優先的に決定される、請求項 5 4 に記載の方法。

**【請求項 6 3】**

第 1 の重みは、第 1 の軸方向、第 1 のラテラル方向、および第 1 のエレベーション方向の重みである、請求項 5 4 に記載の方法。

40

**【請求項 6 4】**

第 2 の重みは、第 2 の軸方向、第 2 のラテラル方向、および第 2 のエレベーション方向の重みである、請求項 6 3 に記載の方法。

**【請求項 6 5】**

総利得値は、ヒストグラム、百分位数値、平均、中心値およびモードを使用して計算される、請求項 5 1 に記載の方法。

**【請求項 6 6】**

総利得値は、画像輝度を設定する、請求項 5 1 に記載の方法。

**【請求項 6 7】**

50

第 1 の重みと第 2 の重みの和が 1 である、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 6 8】

超音波画像データを取得しながら受信信号の利得を調整するように構成された増幅器を有する超音波システムの利得補償データを導き出すための自動利得補償システムにおいて、

画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取り、  
 超音波画像データから、列と行の画像データ値を有し列がラテラル方向位置を表し行が軸方向位置を表す画像フレームを収集し、  
 画像データフレームを複数のセクションに分割し、  
 各セクションの代表信号値を計算し、  
 隣接セクション代表信号値間の利得差を計算し、  
 セクション間の利得差から利得差分布を計算し、  
 利得差分布から利得差曲線を計算し、  
 利得差曲線から利得補償曲線を計算して、補償利得値が位置に対応するように構成された自動利得プロセッサを含むシステム。

10

【請求項 6 9】

超音波画像データを取得しながら受信信号の利得を調整するように構成された増幅器を有する超音波システム用の利得補償データを導き出す自動利得補償システムにおいて、

複数の連続画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取り、  
 複数の画像スキャンから、三次元の画像データ値を有し、列がラテラル方向位置を表わし、行が軸方向位置を表わし、フレームがエレベーション方向位置を表わす画像ボリュームを収集し、  
 ボリュームを複数のボリュームセクションに分割し、  
 各ボリュームセクションの代表信号値を計算し、  
 隣接ボリュームセクション代表信号値間の利得差を計算し、  
 ボリュームセクション間の利得差から利得差分布を計算し、  
 利得差分布から利得差曲線を計算し、  
 利得差曲線から利得補償曲線を計算し、補償利得値が位置と一致するように構成された自動利得プロセッサを含むシステム。

20

【請求項 7 0】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムであって、  
 連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段と、  
 受け取った各スキャンの画像データ間の相関分析を実行し、相関分析は、プローブの動きを表す値を返し、検出された変化が所定値より大きい場合に、プローブが動いたと見なされ、新しい利得補償計算を開始する手段とを含むシステム。

30

【請求項 7 1】

相関分析は、相関、絶対差  $D$  の和 ( $SAD$ )、二乗差の和 ( $SSD$ )、三乗差の和、およびべき乗差  $D^q$  の和である、請求項 7 0 に記載のシステム。

【請求項 7 2】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムであって、  
 連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段を有し、  
 軸方向、ラテラル方向またはエレベーション方向のセクション間の利得差を測定し、検出された変化が所定値より大きい場合にプローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始されるシステム。

40

【請求項 7 3】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムであって、  
 連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段を有し、  
 相関、 $SAD$  または  $SSD$ 、 $SCD$ 、またはべき乗差の和によって動きを検出し、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得差を補償するために新しい利得補償計算を開始する手段を含むシステム。

50



## 【請求項 7 4】

超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムであって、  
超音波プローブに取り付けられた動きセンサを使って動きを検出し、動きが所定値より大きい場合にプローブが動いたと見なし、新しい利得補償計算を開始する手段を含むシステム。

## 【請求項 7 5】

動きセンサは、速度計、加速度計、ジャイロ스코プ、動き追跡装置、および位置センサである、請求項 7 4 に記載のシステム。

## 【請求項 7 6】

超音波画像データを取得しながら T G C 増幅器と、超音波システムの軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の可変利得増幅器の利得を制御するシステムであって、

超音波画像から軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データを受け取るステップと、

超音波システムから超音波信号を受け取るステップと、

受け取った超音波信号から総利得値を計算するステップと、

前の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データと、受け取った軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の利得補償データおよび総利得データから、T G C、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得データを計算するステップと、

T G C、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の増幅器利得データをそれぞれの増幅器に分配するステップとを含むシステム。

## 【請求項 7 7】

T G C 増幅器は、固定利得部分と可変利得部分を有する、請求項 7 6 に記載のシステム。

## 【請求項 7 8】

プロセッサは、更に、前の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データと、受け取った軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の利得補償データから、新しい軸方向、ラテラル方向、エレベーション方向の複合利得データを計算するように構成された、請求項 7 6 に記載のシステム。

## 【請求項 7 9】

プロセッサは、更に、新しい軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データに第 1 の重みと第 2 の重みを印加するように構成され、第 1 の重みは、新しい軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の複合利得データからの T G C 増幅器利得成分を示し、第 2 の重みは、それぞれの軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得成分を示す、請求項 7 8 に記載のシステム。

## 【請求項 8 0】

プロセッサは、更に、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得データとして、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得成分を出力するように構成された、請求項 7 9 に記載のシステム。

## 【請求項 8 1】

プロセッサは、更に、T G C 増幅器固定利得成分と同期するために第 1 の重み付けされたラテラル方向とエレベーション方向の新しい複合利得データを遅延させるように構成された、請求項 7 9 に記載のシステム。

## 【請求項 8 2】

プロセッサは、更に、第 1 の重み付けされたラテラル方向の新しい複合利得データの平均を計算するように構成された、請求項 8 1 に記載のシステム。

## 【請求項 8 3】

プロセッサは、更に、軸方向の平均と遅延されたラテラル方向とエレベーション方向の複合利得データから第 1 の和を作成するように構成された、請求項 8 2 に記載のシステム。

。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8 4】

プロセッサは、更に、第 1 の和と総利得値から第 2 の和を作成するように構成された、請求項 8 3 に記載のシステム。

## 【請求項 8 5】

プロセッサは、更に、固定 T G C 増幅器利得データとして第 2 の和を出力するように構成された、請求項 8 4 に記載のシステム。

## 【請求項 8 6】

プロセッサは、更に、可変 T G C 増幅器利得データとして第 1 の重み付けされたラテラル方向の新しい複合利得データと軸方向の平均の差を出力するように構成された、請求項 8 5 に記載のシステム。

10

## 【請求項 8 7】

第 1 の重みは、優先的に決定される、請求項 7 9 に記載のシステム。

## 【請求項 8 8】

第 1 の重みは、第 1 の軸方向、第 1 のラテラル方向、および第 1 のエレベーション方向の重みである、請求項 7 9 に記載のシステム。

## 【請求項 8 9】

第 2 の重みは、第 2 の軸方向、第 2 のラテラル方向、および第 2 のエレベーション方向の重みである、請求項 8 8 に記載のシステム。

## 【請求項 9 0】

総利得値は、ヒストグラム、百分位数値、平均、中心値およびモードを使用して計算される、請求項 7 6 に記載のシステム。

20

## 【請求項 9 1】

総利得値は、画像輝度を設定する、請求項 7 6 に記載のシステム。

## 【請求項 9 2】

第 1 の重みと第 2 の重みの和が 1 である、請求項 7 9 に記載のシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波画像診断に関する。より具体的には、本発明は、超音波画像診断を行うときの受信した超音波信号の利得の自動調整に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

関連出願の相互参照

本願は、2006 年 3 月 31 日に提出された米国仮出願第 60 / 744, 019 号および 2006 年 3 月 31 日に提出された米国仮出願第 60 / 744, 020 号の利益を主張し、これらの出願は、参照により全体が本明細書に組み込まれる。

## 【0003】

超音波は、例えば胎児、心臓、肝臓、腎臓、他の器官などの様々な医学的状态を診断するために人体を画像化するために使用される。超音波は、超音波振動子 (ultrasound transducer) によって皮膚を通して人体内の組織に送られる。超音波は、超音波散乱体によって散乱され、超音波振動子によって受け取られる。受け取った超音波は、超音波振動子によって電気信号に変換され処理されて組織の画像が作成される。

40

## 【0004】

超音波は、ヒト組織内では約 0.5 dB / MHz / cm の割合で減衰する。超音波ビームの強度は、組織に浸透するほど低下する。従って、異なる深度にある 2 つの同一の標的は異なるエコーを生成し、近い方の標的によって生成されるエコーは、他方よりも大きい。この問題は、受信信号増幅器の利得を深度 (時間) の関数として大きくして減衰によるエネルギーの損失を補償する時間利得補償 (T G C : time-gain compensation) を使用することにより回避されることがある。これまで様々な形の時間利得補償が使用されてきた。現代のスキャナでは、画像またはアプリケーションを最適にするために T G C 形状を都

50

合良く調整することができる。

【 0 0 0 5 】

従来の超音波画像診断システムは、通常、このタイプの減衰を補償するために T G C を備えている。一方、ほとんどのシステムは、固定 T G C かオペレータが調整可能な T G C のいずれかを使用する。受け取った超音波信号が補償されないと、得られる超音波画像は、浅い深度で明るくなり深い深度で暗くなり、その結果画像が不均一になる。

【 0 0 0 6 】

患者の身体内での減衰は患者により異なるので、固定 T G C は、すべての画像化に、最適でないあらかじめ決められた減衰曲線を使用する。調整可能な T G C は、制御コンソールのポテンショメータをスライドさせることによりオペレータによって制御される。代表的な超音波システムには、均一な画像を提供する減衰補償曲線を作成するためにオペレータが調節するいくつかのポテンショメータがある。オペレータは、すべての患者ごとに、画像化する人体のすべての場所に関して、T G C ポテンショメータを設定しなければならない。T G C 設定が適正に設定されていないと、診断品質が低下することがある。

10

【 0 0 0 7 】

オペレータが調整可能な T G C は、時間がかかり、患者の診断に悪影響を及ぼすことがある。患者からの信号を使用して各超音波画像ごとに T G C を自動的に調整することが必要である。

【 発明の開示 】

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 0 8 】

発明者は、次に、実際の超音波組織減衰を使用して、表示用の均一な画像を修正し作成するために補償として用いられる利得補償プロファイルを計算するシステムおよび方法を有することが望ましいことを発見した。利得を修正し且つ画像全体にわたるむらを減らすために、軸方向利得プロファイル、ラテラル ( lateral ) 方向利得プロファイル、エレベーション ( elevation ) 方向利得プロファイル ( ボリューム画像化のため ) 、および複合利得プロファイルが使用される。

【 0 0 0 9 】

利得補償を提供する他に、利得補償の自動的な稼動を提示する。一実施形態では、プローブの動きを検出しかつ利得補償システムを稼動するために動きセンサが使用される。別の実施形態では、動きは、超音波画像によって検出される。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の 1 つの態様は、超音波画像データから利得補償データを導き出す方法を提供する。本発明のこの態様による方法は、画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、超音波画像データから、列がラテラル方向位置を表し行が軸方向位置を表す画像データ値の列と行を有する画像フレームを収集するステップと、画像データフレームを複数のセクションに分割するステップと、各セクションの代表信号値を計算するステップと、隣接セクション代表信号値の間の利得差を計算するステップと、セクション間の利得差から利得差分布を計算するステップと、利得差分布から利得差曲線を計算するステップと、利得差曲線から利得補償曲線を計算するステップとを含み、ここで補償利得値は位置に対応する。

40

【 0 0 1 1 】

別の態様は、超音波画像診断データが、R F データ、I F データ、ベースバンド信号データ、検出したベースバンド信号データ、検出されたベースバンド信号の対数圧縮されたデータ、ラインデータまたは画像データにより構成されることである。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の態様は、超音波画像ボリュームのための利得補償データを得る方法を提供する。本発明のこの態様による方法は、複数の連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、複数の画像スキャンから、列がラテラル方向位置を表わし行が軸方向位置を表し、フレームがエレベーション方向位置を表す三次元画像データ値

50

を有する画像ボリュームを収集するステップと、ボリュームを複数のボリュームセクションに分割するステップと、各ボリュームセクションの代表信号値を計算するステップと、隣接ボリュームセクション代表信号値の間の利得差を計算するステップと、ボリュームセクション間の利得差から利得差分布を計算するステップと、利得差分布から利得差曲線を計算するステップと、利得差曲線からの利得補償曲線を計算するステップとを含み、ここで補償利得値は位置に対応する。

【0013】

本発明の別の態様は、超音波システムのための自動利得補償データシステムを稼働させる方法を提供する。この態様による方法は、連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、それぞれの受け取ったスキャンの画像データ間の相関分析  
10  
を実行するステップとを含み、相関分析は、プローブ運動を表す値を返し、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。

【0014】

別の態様は、相関分析が、相関、絶対差  $D$  の和 ( $SAD$ )、二乗差の和 ( $SSD$ )、三乗差の和、およびべき乗差  $D^q$  の和であることである。

【0015】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法を提供する。この態様による方法は、連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、軸方向セクション、ラテラル方向セクションまたはエレベーション方向セクション間の利得差を測定するステップとを含み、検出した変化が所定値より  
20  
大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。

【0016】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法を提供する。この態様による方法は、連続画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取るステップと、相関、 $SAD$  もしくは  $SSD$ 、 $SCD$  またはべき乗差の和によって動きを検出するステップとを含み、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得差を補償するために新しい利得補償計算が開始される。

【0017】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させる方法を提供する。この態様による方法は、超音波プローブに取り付けられた動きセンサを使用して動きを検出するステップを含み、動きが所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。  
30

【0018】

本発明の別の態様は、超音波画像データを取得しながら超音波システムの  $TGC$  増幅器と、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の可変利得増幅器の利得を制御する方法を提供する。この態様による方法は、超音波画像から軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データを受け取るステップと、超音波システムから超音波信号を受け取るステップと、受け取った超音波信号から総利得値を計算するステップと、以前の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の複合利得データと、受け取った軸  
40  
方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データ、ならびに総利得データから、 $TGC$ 、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得データを計算するステップと、 $TGC$ 、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の増幅器利得データをそれぞれの増幅器に分配するステップとを含む。

【0019】

本発明の別の態様は、超音波画像データを取得しながら受信信号の利得を調整するように構成された増幅器を有する、超音波システム用の利得補償データを導き出すための自動利得補償システムである。この態様によるシステムは、画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取り、超音波画像データから、列と行の画像データ値を有し列がラテラル方向位置を表し行が軸方向位置を表す画像フレームを収集し、画像データフレームを複数  
50

のセクションに分割し、各セクションの代表信号値を計算し、隣接セクション代表信号値の間の利得差を計算し、セクション間の利得差から利得差分布を計算し、利得差分布から利得差曲線を計算し、利得差曲線から利得補償曲線を計算し、補償利得値が位置に対応するように構成された自動利得プロセッサを含む。

【0020】

本発明の別の態様は、超音波画像データを取得しながら受信信号の利得を調整するように構成された増幅器を有する、超音波システム用の利得補償データを導き出すための自動利得補償システムである。この態様によるシステムは、複数の連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取り、複数の画像スキャンから、列がラテラル方向位置を表し行が軸方向位置を表しフレームがエレベーション方向位置を表す三次元の画像データ値を有する画像ボリュームを収集し、ボリュームを複数のボリュームセクションに分割し、各ボリュームセクションの代表信号値を計算し、隣接ボリュームセクション代表信号値の間の利得差を計算し、ボリュームセクション間の利得差から利得差分布を計算し、利得差分布から利得差曲線を計算し、利得差曲線から利得補償曲線を計算し、補償利得値が位置に対応するように構成された自動利得プロセッサを含む。

10

【0021】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムである。この態様によるシステムは、連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段と、それぞれの受け取ったスキャンの画像データ間の相関分析を実行する手段とを含み、相関分析は、プローブの動きを表す値を返し、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。

20

【0022】

システムの別の態様は、相関分析が、相関、絶対差  $D$  の和 ( $SAD$ )、二乗差の和 ( $SSD$ )、三乗差の和、およびべき乗差  $D^q$  の和であることである。

【0023】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムである。この態様によるシステムは、連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段と、軸方向セクション、ラテラル方向セクションまたはエレベーション方向セクション間の利得差を測定する手段とを含み、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブが動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。

30

【0024】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムである。この態様によるシステムは、連続する画像スキャンに対応する超音波画像データを受け取る手段と、相関、 $SAD$  または  $SSD$ 、 $SCD$  またはべき乗差の和によって動きを検出する手段とを含み、検出した変化が所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得差を補償するために新しい利得補償計算が開始される。

【0025】

本発明の別の態様は、超音波システム用の自動利得補償データシステムを稼働させるシステムである。この態様によるシステムは、超音波プローブに取り付けられた動きセンサを使用して動きを検出する手段を有し、動きが所定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、新しい利得補償計算が開始される。

40

【0026】

システムの別の態様において、運動センサは、速度計、加速度計、ジャイロ스코ープ、動き追跡装置、および位置センサである。

【0027】

本発明の別の態様は、超音波画像データを取得しながら超音波システムの  $TGC$  増幅器、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の可変利得増幅器の利得を制御するシステムである。この態様によるシステムは、超音波画像から軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データを受け取り、超音波システムから超音波信号を受け取り、受け取った超音波信号から総利得値を計算し、前の軸方向、ラテラル方向およびエ

50

レベーション方向の複合利得データ、受け取った軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の利得補償データ、ならびに総利得データから、TGC、軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の増幅器利得データを計算し、TGC、軸方向、ラテラル方向データおよびエレベーション方向の増幅器利得データをそれぞれの増幅器に分配するように構成されたプロセッサを含む。

【0028】

本発明の1つまたは複数の実施形態の詳細は、添付の図面と以下の説明で示される。本発明の他の特徴、目的および利点は、説明と図面および特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

本発明の実施形態は、全体にわたって類似の番号が類似の要素を示す添付図面を参照して説明される。本発明の実施形態を詳細に説明する前に、本発明の適用が、以下の説明で述べまたは図に示した例の詳細に限定されないことを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、また様々な用途と様々な方法で実施し又は実行することができる。また、本明細書で使用される語法と用語は、説明のためのものであり、限定として解釈されるべきでないことを理解されたい。本明細書において「含む (including, comprising)」若しくは「有する (having)」またはその変形は、その後列挙される要素及びその等価物並びに追加の要素を含むように意図される。用語「取り付け (mounted)」、「接続する (connected)」および「結合する (coupled)」は、広義に使用され、直接的、間接的な両方の取り付け、接続および結合を含む。さらに、「接続 (connected)」と「結合 (coupled)」は、物理的または機械的な接続または結合に制限されない。

【0030】

本発明が、説明し又は図に暗示した如何なる特定のソフトウェア言語にも限定されないことに注意されたい。当業者は、本発明を実施するために様々な代替のソフトウェア言語を使用することができることを理解するであろう。また、構成要素と要素のいくつかは、当該技術分野内の慣例のように、ハードウェア要素であるかのように示し説明することを理解されたい。しかしながら、当業者は、この詳細な説明の解釈に基づいて、少なくとも一実施形態では、方法およびシステムの構成要素が、ソフトウェアで実施されてもよくハードウェアで実施されてもよいことを理解するであろう。

【0031】

本発明の実施形態は、リアルタイムの画像診断用途のために超音波画像データを軸方向、ラテラル (lateral) 方向およびエレベーション (elevation) 方向の利得補償曲線に効率的に変換する、コンピュータが読み取り可能な命令を記憶する方法、システムおよびコンピュータが利用できる媒体を提供する。本発明は、1つの超音波画像データフレームからのデータ、あるいはボリュームの場合は複数の画像データフレームを効率的に分析し、各画像次元ごとの利得補償プロファイルまたは曲線を導き出す。本発明は、モジュール型フレームワークであり、搭載電源を備えた筐体内にあるハードウェアとして、またはプロセッサで実行するためにプログラム記憶装置上に有形に実装されたアプリケーションプログラムとして実施されてもよい。実行用のアプリケーションコードは、複数の異なるタイプのコンピュータが読み取り可能な媒体上にあってもよい。

【0032】

背景として、超音波検査法 (sonography) は、1つまたは複数の音響的な変換器を内蔵するプローブを使用して音響的なパルスを物質に送り込む。音波は、一般に、プローブ内に収容された圧電振動子のアレイから短く強力な音響パルスを作成することによって生成される。医療用画像化に使用される周波数は、一般に、中域から高域の超音波周波数である1~20 MHzの範囲であり、振動子 (transducer) によって放射されるすべての個別パルスの合計から単一の集束音波を生成することができる。周波数が高いほど波長は短くなり、画像の空間分解能が高くなる。超音波診断法は、基本周波数を利用するシステムも基本周波数の高調波を利用するシステムも使用することがある。

## 【 0 0 3 3 】

音波が、異なる音響インピーダンスを有する物質に遭遇したとき、音波の一部が反射され、振動子はそれをエコーとして検出する。戻された音波は、複数の振動素子 (transducer's elements) を振動させ、その振動を電気パルスに変換し、この電気パルスがプローブからプロセッサに送られ、そこで処理されて画像に変換される。エコーがプローブまで戻るのにかかる時間が測定され、その時間が、エコーを発生させる組織界面の深さを計算するために使用される。

## 【 0 0 3 4 】

二次元画像を生成するために、超音波ビームは、アレイ振動子 (例えば、フェイズドアレイ、リニアアレイ、コンベックスアレイ等) を使用して電子的に走査される。代替として、単一素子の振動子または環状アレイ振動子を使用し機械的にスキャンして二次元画像を作成することもできる。受け取った RF データが更に処理され、超音波画像を構成するために使用される。アレイ振動子は、三次元画像化のボリュームデータを得ることができるよう、アレイの電子的走査の他に振動子の機械的走査を可能にする機械式スキャン装置を備える場合がある。

## 【 0 0 3 5 】

超音波システムは、約  $1540 \text{ m/s}$  の一定の音速の場合、超音波の測定した移動時間に基づいて器官または標的組織の位置を決定することができる。画像内で大きいエコー信号は明るく見え、小さなエコー信号は暗く見えることになる。

## 【 0 0 3 6 】

受信データは、RF データ値と呼ばれ、その表現は、マトリクスと類似している。例えば、 $i$  が軸方向の行を示し、 $j$  がラテラル方向の列を示し、 $i = 1, 2, 3, \dots, M$ 、 $j = 1, 2, 3, \dots, N$  とする。RF データ値  $a_{i,j}$  は、一般に、両極性 ( $\pm$ ) のマルチビット値である。例えば、 $2048 \times 128$  の RF データフレームは、 $262, 144$  個の画像データ値  $a_{i,j}$  を有する。

## 【 0 0 3 7 】

図 1 に、代表的な超音波システム 101 と、自動利得補償システム 103 の例示的实施形態を示す。自動利得補償システム 103 は、任意の超音波画像診断システム 101 と共に使用することができる。

## 【 0 0 3 8 】

超音波システム 101 は、複数の振動素子  $107_x \sim 107_x$  を含む振動子アレイを有するプローブ 105 を含み、ここで、 $X$  は、リニアアレイとして 1 列に配列された長方形素子の数、二次元配列として行と列で配列された正方形素子の数、または環状アレイとして同心的に配列された環状素子の数である。プローブ 105 は、一般に  $X$  本の同軸ケーブルを有する微小同軸ケーブル 109 に結合される。

## 【 0 0 3 9 】

ケーブル 109 は、ハードウェアの複雑さを軽減するために高電圧マルチプレクサ 111 に結合されてもよく、高伝送電圧パルス 115 を阻止する送信 / 受信スイッチ 113 に直接結合されてもよい。送信 / 受信スイッチ 113 の出力は、複数のチャネル  $Y$  に結合される。各チャネルは、時間利得補償 (TGC) 増幅器  $119_y$  に結合された低雑音前置増幅器  $117_y$  を含んでもよい。各 TGC 増幅器  $119_y$  は、軸方向の固定利得を生成することができる可変利得増幅器セクションとプログラム可能利得増幅器セクションを含む。

## 【 0 0 4 0 】

すべてのチャネル  $Y$  ( $119_y - 119_y$ ) の出力は、複数の個別のチャネル  $y$  の出力を導き 1 本のビームに集束するデジタルビームフォーマ 121 に結合される。ビームフォーマ 121 は、FIFO や位相回転器などの可変遅延機構  $125_y \sim 125_y$  にそれぞれ結合された複数の A/D コンバータ  $123_y \sim 123_y$  を含んでもよい。遅延されたチャネルは、デジタル加算器 127 で結合されて出力される。

## 【 0 0 4 1 】

ビームフォーマ 121 からの出力は、カスケード型増幅器セクション 129 に結合され

10

20

30

40

50

、この増幅器セクション 129 は、後段の利得および画像処理の前に検波およびダイナミックレンジを圧縮する対数増幅器 131 を含んでもよい。検波および対数増幅器 131 は、可変利得ラテラル方向増幅器 135 に結合された可変利得軸方向増幅器 133 に結合される。増幅器セクション 129 は、B モード画像化処理のための画像プロセッサ 137 と、可変利得エレベーション方向増幅器 143 と三次元スキャンコンバータ 145 を含むボリュウムプロセッサ 142 とに結合される。プロセッサ 137、139 とコンバータ 145 の出力は、表示装置 141 に結合される。プロセッサ 137、139 とコンバータ 145 は、画像フレーム値と組み立てられた画像フレームを記憶する。

#### 【0042】

前述のように、アレイプローブ 105 は、送信用の素子に進む信号を適切に遅延させ且つ受信後に信号を遅延させる ( $125_y$ ) ことによってフォーカスされステアリングされる 32 ~ 300 個の振動素子  $107_x$  を含むことができる。フォーカスの目的は、ラテラル方向の画像解像度を改善することである。プローブ 105 の中心素子を励起するパルス 115 は、すべての振動素子  $107_x$  のパルスが、組織内の合焦ポイント P に同時に到達するように、プローブ 105 の周囲の素子を刺激するパルス 115 よりもある期間遅延される。受信時、振動素子  $107_x$  は、浅い領域から深い領域まで連続的にフォーカスされてもよい。

#### 【0043】

受信する際、プローブ 105 の複数の振動素子  $107_x$  からの超音波信号が、ビームフォーマ 121 によって 1 つのビームに収束され導かれる。このプロセスは繰り返され、最終位置に達するまで前のビームの隣りに別のビームが形成される。32 ~ 300 個の振動素子  $107_x$  から、フォーカスとステアリングによって 50 ~ 500 本のラテラル方向ビームが作成され、各ビームは、軸方向に約 100 ~ 1,000 個の画像データ値  $a_{i,j}$  を含む。複数のビームおよび画像データ値は、スキャンコンバート後に 1 つの二次元画像データフレームを形成する。

#### 【0044】

例示的な超音波システム 101 は、デジタルビームフォーマ 121 を使用する。しかしながら、他の実施形態では、アナログ遅延構成要素を使用するアナログビームフォーマが使用されてもよい。更に、フォーカスのために音響レンズを使用し、機械式スキャンされる単一素子の振動子 107 を使用する超音波システムを使用してもよい。

#### 【0045】

自動利得補償システム 103 は、入力として、ビームフォーマ 121 からの画像データ 147 出力、可変利得ラテラル方向増幅器 129 からの画像データ 148 出力、および可変利得エレベーション方向増幅器 143 からの画像データ 149 出力を受け取る。自動利得補償システム 103 は、制御信号を、可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub>、可変利得軸方向増幅器 133、可変利得ラテラル方向増幅器 135 および可変利得エレベーション方向増幅器 143 に出力する。

#### 【0046】

自動利得補償システム 103 は、ビームフォーマ 121 から出力された RF 信号を圧縮し処理するためにフレームアセンブラ 153 に結合された検出器 / 対数増幅器 151 を含んでもよい。可変利得ラテラル方向増幅器 135 と可変利得エレベーション方向増幅器 143 からの画像データ 148、149 出力は、フレームアセンブラ 153 に結合される。画像データは、振幅 ( $p$ )、電力 ( $p^2$ )、( $p^3$ )、( $p^4$ )、( $p^q$ )、または振幅または電力から導き出された任意の信号を含み、ここで、 $q$  は実数である。一実施形態では、フレームアセンブラ 153 には、並列処理をするように構成された軸方向利得差エンジン 155、ラテラル方向利得差エンジン 157、およびエレベーション方向利得差エンジン 159 が結合される。代替として、軸方向エンジン、ラテラル方向エンジンおよびエレベーション方向エンジンの機能が、1 つのエンジンに統合され、直列に処理されてもよい。3 つのエンジン 155、157 および 159 は、可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub>、可変利得軸方向増幅器 133、可変利得ラテラル方向増幅器 135 および可変利得エレベ

10

20

30

40

50



ン方向増幅器 1 4 3 に補償データを配分するディレクタ (director) 1 6 1 に結合された補償データを出力して、1 つまたは複数の方向の信号利得差を補償する。

【 0 0 4 7 】

利得補償データ計算を行うために、自動利得補償システム 1 0 3 は、動き検出によってユーザによって起動されてもよい。動きの検出のために、プロセッサ 1 6 5 は、検出器 1 5 1 とフレームアセンブラ 1 5 3 に結合される。動きプロセッサ 1 6 5 は、ビームフォーマ 1 2 1 から出力された R F 信号を使用するか、フレームアセンブラ 1 5 3 からのベースバンド、ラインデータまたは画像データを使用して、超音波プローブ 1 0 5 がある位置から別の位置に何時移動したかを感知する。フレーム間または動きの前後で相関付けが行われてもよい。

【 0 0 4 8 】

【 数 1 】

$$\rho(S^1, S^2, X, Y) = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - \overline{S^1})(S^2_{x+X, y+Y} - \overline{S^2})}{\sqrt{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - \overline{S^1})^2 \cdot \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^2_{x+X, y+Y} - \overline{S^2})^2}}$$

10

20

【 0 0 4 9 】

代替として、プロセッサ 1 6 5 は、次のような絶対差の和 (S A D : sum of absolute differences)

【 0 0 5 0 】

【 数 2 】

$$SAD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X, y+Y}|,$$

30

【 0 0 5 1 】

または、次のような二乗差の和 (S S D : sum of square differences)

【 0 0 5 2 】

【 数 3 】

$$SSD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - S^2_{x+X, y+Y})^2,$$

40

【 0 0 5 3 】

または、次のような三乗差の和 (S C D : sum of cubic differences) を使用してもよい。

【 0 0 5 4 】

【 数 4 】

$$SCD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X, y+Y}|^3.$$

【 0 0 5 5 】

更に、次のようなべき乗差の和 (S P D : sum of powered differences) を使用してもよく、

【 0 0 5 6 】

50

【数 5】

$$SPD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X, y+Y}|^q$$

【0057】

ここで、 $S^1_{x,y}$ は、第1フレームの $x, y$ における超音波信号であり、 $S^2_{x+X, y+Y}$ は、第2のフレームの $x+X, y+Y$ における超音波信号であり、 $q$ は実数であり、 $m$ と $n$ は、相関ウィンドサイズを定義し、 $S^1$ と $S^2$ は、第1と第2のフレームのウィンドウの平均である。一実施形態では、これらの式は、動き( $X, Y$ )を得るために超音波信号を追跡する最小値を求めるために使用されてもよい。相関の場合は、動きを得るために最大値の相関性が求められる。動きが所定値より大きい場合、プローブは動いたと見なされ、自動利得補償システム103が起動される。代替として、これらの式を $X=0, Y=0$ で使用して、2つのフレーム間の全体の相関性を計算して静止画像の品質を示すことができる。相関性(1)以外のこれらの値が既定値より大きい場合に、プローブは動いたと見なされ、自動利得補償システム103が起動される。(1)の相関の場合には、相関性が既定値より小さい場合に、プローブは動いたと見なされ、自動利得補償システム103が起動される。

10

【0058】

TGC増幅器119<sub>y</sub>、軸方向増幅器133、ラテラル方向増幅器135、およびエレベーション方向増幅器143の起動は、利得補償データが変化したときに実行されてもよい。軸方向エンジン155、ラテラル方向エンジン157またはエレベーション方向エンジン159からの利得差データは、動きプロセッサ165によって監視されてもよい。第1の組織領域は、別の組織領域と比べて、超音波信号を大きく変化させてプローブの動きを示し、それにより新しい利得差データが必要とされる。検出した動きが事前に定義された値よりも大きい場合、プローブ105は動いたと見なされ、新しい利得補償曲線を使って増幅器の利得を設定することを含む利得補償が開始される。代替の実施形態では、利得の変化と補償の計算は、動きが検出されたときだけ開始される。新しい利得補償によって、増幅器に適用された以前の利得が修正される。

20

【0059】

また、動きは、プローブ105に取り付けられた動きセンサ167を使用することによって検出されてもよい。速度計、加速度計、ジャイロスコープ若しくは動き追跡デバイスなどの動きセンサ、またはアセンションテクノロジー(Ascension Technology)社のフロックオブバーズ(flock of birds)センサなどの位置センサが、動きセンサシステム166を介して動き検出プロセッサ165に結合されてもよい。動き、速度または加速度が、事前定義された値より大きい場合、プローブは動いたと見なされ、利得補償計算が実行される。別の実施形態では、自動利得補償システム103は、例えば所定の時間間隔で定期的に作動されてもよい。

30

【0060】

軸方向エンジン155、ラテラル方向エンジン157およびエレベーション方向エンジン159は、DSP、ASIC(特定用途向け集積回路)、FPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)、汎用プロセッサ、メモリ、加算器、乗算器、除算器および他のデバイス等の個別デバイス、あるいはコンポーネントタイプの組み合わせでよい。自動利得補償システム103は、DSP、ASIC、FPGA、汎用プロセッサまたは、個別デバイス、またはコンポーネントタイプの組み合わせで構成されてもよい。自動利得補償システム103は、入力画像データとしてラインデータ、ベースバンドデータまたはRF信号データを受け入れることができる。代替の実施形態では、システム103は、通常の超音波Bモード(グレイスケール)ラインデータなど、プロセッサ137から出力される超音波画像データを使用してよい。ラインデータは、利得補償曲線を計算するために使用されてもよい。ビーム成形されたRFデータ147が使用される場合、システム103は

40

50

、検出器 151 を実行して信号の振幅を得る。検出器 151 は、直交検波器、混合器（乗算器）、ローパスフィルタリング、ヒルベルト変換（Hilbert transform）、または振幅検出を使用して実行されてもよい。

#### 【0061】

自動利得補償システム 103 は、画像データ値のいくつかの異なる分析を実行してもよい。その分析は、1つの画像フレームに関する軸方向利得分析および/またはラテラル方向利得分析を含むことができる。一方または両方の利得補償が、後の画像スキャンから受け取ったデータ信号に適用されてもよい。三次元またはボリューム画像化には、事前に定義された一連の画像フレームが必要である。ボリューム画像化は、フレーム間またはフレーム群間で利得を決定するエレベーション方向ボリューム利得分析、軸方向ボリューム分析および/またはラテラル方向ボリューム分析を含んでもよい。3つの分析のうちのどの組み合わせを次の受け取ったボリュームに適用してもよい。

10

#### 【0062】

本発明の利得補償方法を含むソフトウェアは、データ記憶装置 163 にロードされ、利得差および利得補償曲線の計算を実行するために様々なエンジン 155, 157, 159 で実行されてもよい。利得差曲線は、実際の患者の超音波データに基づいて計算されるので、チャンネル TGC 増幅器 119<sub>y</sub> は、一般に、補償後に次の画像スキャンを実行するのが最良であり、最良のダイナミックレンジと信号対雑音比（SNR）が得られる。

#### 【0063】

軸方向またはラテラル方向の利得補償曲線を導出するには、所望の分析に従ってフレーム画像データ値  $a_{i,j}$  を分割しなければならない。

20

#### 【0064】

図 2 に、例示的な画像データフレーム 201 を示す。図 3 は、本発明の方法を示す。簡単にするために、例示的なフレームは、それぞれ 15 個の画像値  $M = 15$  を有する 15 本のビーム  $N = 15$  から組み立てられ、画像値  $a_{i,j}$  の合計は 225 個である（ステップ 305, 310）。各画像データ値  $a_{i,j}$  は、例えば 255（ $2^n - 1$ 。ここで  $n = 8$ ）の画像レベルを表わす 8 ビットを含むマルチビット値でよい。

#### 【0065】

下限  $limit_{lower}$  と上限  $limit_{upper}$  が決定され、フレーム内の各画像データ  $a_{i,j}$  値に適用されてもよい。血液や他の流体から返された超音波信号は、健康な軟組織からの超音波信号より低い信号振幅を示す。これにより、下限より低い振幅を有する信号（ $a_{i,j} < limit_{lower}$ ）は、識別されフラグが立てられる。これと対照的に、器官境界または骨から返された超音波は、極めて高い信号振幅を示す。上限より大きい振幅を有する信号（ $a_{i,j} > limit_{upper}$ ）は、そのような信号が軟組織を表わさないので、不使用として識別されフラグが立てられる。フラグが立てられた画像データ値は、有効な値（ $limit_{lower} < a_{i,j} < limit_{upper}$ ）と見なされず、利得差曲線計算には含まれない（ステップ 315）。従って、例示的な画像データフレーム 201 には、225 個より少ない有効画像値がある可能性がある。

30

#### 【0066】

この方法は、二次元の軸方向および/またはラテラル方向分析が必要かどうかに応じて、または三次元のエレベーション方向、軸方向および/またはラテラル方向分析が必要な場合に、画像データフレームをセクションに分割する。

40

#### 【0067】

図 4 は、図 2 の例示的な画像データフレームの軸方向分割を示す。簡単にするために、フレームは、5つの等しい軸方向セクション（AS）A、B、C、D、および E に分割され、それぞれの軸方向セクションは、二次元分析のために3つの固有の行を有する（ステップ 325）。各セクションは、最大 45 個の有効画像データ値  $a_{i,j}$  を含むことができる。しかしながら、フレームは、1セクション当たり同じ数または異なる数の有効画像データ値を有する任意数のセクションに分割されてもよい。他の変形例では、いくつかのセクションは、有効画像データ値  $a_{i,j}$  を共用する他のセクションと重なってもよい。すべ

50

ての有効画像データ値が使用されるとは限らないので、セクションは、別々の円または楕円や、交差する円または楕円など、任意の別々の形状として表わされてもよい。定義された軸方向セクション内の有効画像データ値  $a_{i,j}$  が使用される。

#### 【0068】

軸方向エンジン155は、各セクション内の有効画像データ値  $a_{i,j}$  を使用して、それぞれ画定された軸方向セクションASA、ASB、ASC、ASDおよびASEの代表信号値(I)を計算する。セクション信号分析は、ヒストグラム、百分位数値(percentile value)、平均、中心値、モードなどの方法を使用して実行されてもよい。この例では、セクション代表信号値を導き出すためにヒストグラムと百分位数値が使用される。

#### 【0069】

各ヒストグラムごとに、セクションの有効画像データ  $a_{i,j}$  値 ( $\text{limit}_{\text{lower}} < a_{i,j} < \text{limit}_{\text{upper}}$ ) がその値に対応してマップされる。ヒストグラムは、単に、ピンとして知られる様々な値(または、ばらばらのカテゴリ)に分類される測定値または出現値の数(この場合は、画像データ値  $a_{i,j}$ ) をカウントするマッピングである。

#### 【0070】

画像データ値  $a_{i,j}$  が8ビットの2進数の場合、それぞれの値は、0から255の数をとることがある。ヒストグラムは、強度分布を形成する。得られたヒストグラム分布の百分位数が得られ、その数とそのセクションの代表信号値になる。ヒストグラムから百分位数値(例えば、70%)を得ることができる。70%の百分位数値は、そのセクションに使用される画像データ値  $a_{i,j}$  の70%パーセントが入るしきい値である。百分位数50%は中心値である。

#### 【0071】

各軸方向セクション(ステップ330)ASA、ASB、ASC、ASDおよびASEごとに計算された代表信号値が、隣りの軸方向セクション代表信号値と比較される。ASA、ASB、ASC、ASDおよびASEの軸方向セクション代表信号値は、デシベル(dB)でない場合にはデシベルに変換され、対数圧縮されていない場合は対数圧縮信号に変換されてもよい。

#### 【0072】

線形スケールの電力利得係数を処理するとき、総利得は、個々の利得の積であり、量と量を乗算する必要がある。総利得を計算するとき、一部分で総利得が減少する場合には、乗算だけでなく除算も必要になり、厄介なことがある。デジタル形式で実行される乗算は、一般に、加算器などの他の算術演算と比べて非能率的で高価である。

#### 【0073】

数を乗算せずに、それらの対数を加算してもよく、2つの数を乗算する場合の積を求めるには和の逆対数がとられる。数学的には、 $\log(A \times B) = \log A + \log B$ 。ある数を別の数に割るときは、除数の対数が被除数の対数から減算される。 $\log(A / B) = \log A - \log B$

#### 【0074】

本発明を教示するために使用される計算は、単純と効率のために、デシベル、対数圧縮または対数スケールで表された信号である。代替として、前述の数学演算を使用する線形スケールの電力利得係数が使用されてもよい。

#### 【0075】

軸方向セクションの代表信号値の間の利得差が計算される。利得差を計算するために、複数のセクションからの1つのセクションが基準位置として選択され、分布方向が選択される。選択された分布方向に進む利得差計算では、セクション代表信号値が、基準位置から更に遠くにある隣接セクション代表信号値から減算される。選択された分布方向に進まない利得差計算では、セクション代表信号値が、基準位置により近い隣接セクション代表信号値から減算される。これらの計算は、基準位置用の代表信号値を含む(ステップ335)。

#### 【0076】

10

20

30

40

50

利得差 と共に、各軸方向セクション A S A、A S B、A S C、A S D および A S E の代表信号値が、隣接軸方向セクション代表信号値と比較され、事前に定義された  $limit 1$  と比較される (ステップ 3 4 0)。

【 0 0 7 7 】

|  $ASB - ASA$  | >  $limit 1$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

|  $ASC - ASB$  | >  $limit 1$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

|  $ASD - ASC$  | >  $limit 1$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

|  $ASE - ASD$  | >  $limit 1$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

【 0 0 7 8 】

あるセクション代表信号値とその隣りのセクション代表信号値の絶対差が、事前に定義された  $limit 1$  より大きい場合は、その利得差 の値 (  $ASB - ASA$  ,  $ASC - ASB$  ,  $ASD - ASC$  および  $ASE - ASD$  , または  $ASD - ASE$  ,  $ASC - ASD$  ,  $ASB - ASC$  および  $ASB - ASA$  ) を使用する代わりに、その利得差 値にゼロまたは事前に定義された値を使用する。この代用は、分布の全体のゆがみを防ぐ。代替の実施形態では、比較および代用プロセスが行われない場合がある。 10

【 0 0 7 9 】

利得差 A からいくつかの利得差分布級数値 (distribution series value) が計算される。基準位置セクション代表信号値は、分布級数値の 1 つとして使用される。新しい分布級数値は、分布方向の場合は前の利得差分布級数値に利得差 を加算することによって計算され、分布方向でない場合は前の利得差分布級数値から利得差 を減算することにより計算される。一連の分布級数値全体が順序正しく配列される (ステップ 3 4 5)。 20

【 0 0 8 0 】

上から下の分布方向の場合の基準位置として最も浅い軸方向セクション A S A を使用する。

【 0 0 8 1 】

$I_{ASA}$  = 軸方向利得差距離 1

$I_{ASA} + ASB - ASA$  = 軸方向利得差距離 2

$I_{ASA} + ASB - ASA + ASC - ASB$  = 軸方向利得差距離 3

$I_{ASA} + ASB - ASA + ASC - ASB + ASD - ASC$  = 軸方向利得差距離 4

$I_{ASA} + ASB - ASA + ASC - ASB + ASD - ASC + ASE - ASD$  = 軸方向利得差距離 5 30

【 0 0 8 2 】

上から下の分布方向の場合の基準位置として最も深い軸方向セクション A S E を使用する。

【 0 0 8 3 】

$I_{ASE}$  = 軸方向利得差距離 5

$I_{ASE} + ASD - ASE$  = 軸方向利得差距離 4

$I_{ASE} + ASD - ASE + ASC - ASD$  = 軸方向利得差距離 3

$I_{ASE} + ASD - ASE + ASC - ASD + ASB - ASC$  = 軸方向利得差距離 2

$I_{ASE} + ASD - ASE + ASC - ASD + ASB - ASC + ASA - ASB$  = 軸方向利得差距離 1

【 0 0 8 4 】 40

上から下の分布方向の場合の基準位置として中間の深さの軸方向セクション A S C を使用する。

【 0 0 8 5 】

$I_{ASC} - ASC - ASB - ASB - ASA$  = 軸方向利得差距離 1

$I_{ASC} - ASC - ASB$  = 軸方向利得差距離 2

$I_{ASC}$  = 軸方向利得差距離 3

$I_{ASC} + ASD - ASC$  = 軸方向利得差距離 4

$I_{ASC} + ASD - ASC + ASE - ASD$  = 軸方向利得差距離 5

【 0 0 8 6 】

順序 1、2、3、4 および 5 の一連の分布級数値全体は、線形や三次スプラインなどの 50

補間関数を使用することによって、連続利得差曲線（ステップ 350）として組み立てられる。軸方向利得補償曲線は、利得差曲線の極性（即ち、プラスまたはマイナス）を変更することによって利得差曲線から導き出される。値が線形スケールで表される場合、利得補償曲線は、利得差曲線の逆数である（ステップ 355）。図 5 に、軸方向に 20 個のセクションに分割された画像データフレームからの例示的な軸方向利得補償曲線を示す。

#### 【0087】

軸方向エンジン 155 によって出力されディレクタ（director）161 によって配分される利得補償曲線データを用いて可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub> と可変利得軸方向増幅器 133 を介した到着信号を補償するために、軸方向利得補償曲線が使用される。位置（軸方向深度）に対する軸方向補償曲線からの利得の大きさが配分されてもよい。可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の利得に負荷をかけ過ぎる可能性ないように、利得を可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub> と可変利得軸方向増幅器 133 に配分してもよい。軸方向利得補償は、次の受け取った画像データフレームに適用されてもよい（ステップ 360）。

10

#### 【0088】

図 6 は、10 個の軸方向セクションに分割された実際の超音波画像を示す。各セクションの横にそれぞれのヒストグラムが示されている。図 7 は、軸方向利得補償後の同じ超音波画像を示す。軸方向利得補償後に、同じセクションを分析し、示したヒストグラムを得た。補償後の画像が垂直方向に均一な強度を有することが分かる。同様に、補償後のヒストグラムは、各セクションの均一な強度分布を示す。

#### 【0089】

20

同じプロセスは、ラテラル方向利得補償曲線を得るために使用される。ラテラル方向利得補償曲線を導出するために、画像データフレームがラテラル方向に分割される。図 8 には、図 2 に示した画像フレームの例示的なラテラル方向分割を示す。この例では、フレームは、二次元分析のために 3 つの固有の列をそれぞれ有する 5 つの等しいラテラル方向セクション（LS）F、G、H、I および J に分割される（ステップ 325）。各ラテラル方向セクションは、最大 45 個の有効画像データ値  $a_{i,j}$  を含むことができる。しかしながら、軸方向分析に関して前に述べたように、フレームは、任意の数の有効画像データ値  $a_{i,j}$  を有し且つ様々な形状の任意の数のラテラル方向セクションに分割されてもよい。いくつかのセクションは、有効画像データ値を共用する他のセクションと重なってもよい。

30

#### 【0090】

ラテラル方向エンジン 157 は、各セクション内の有効画像データ値  $a_{i,j}$  を使用して、それぞれの定義されたラテラル方向セクション LSF、LSG、LSH、LSI および LSJ の代表信号値（I）を計算する。各ラテラル方向セクションごとに計算された代表信号値は、隣りのラテラル方向セクションと比較される。ラテラル方向セクション LSF、LSG、LSH、LSI および LSJ の代表信号値は、デシベルでない場合にはデシベルに変換され、前に対数圧縮されていない場合は対数圧縮されてもよい。代表信号値計算は、前に列挙した方法のうちのいずれを使用して実行されてもよい。

#### 【0091】

ラテラル方向セクション代表信号値の間の利得差は、所望の分布方向に基づいて計算される（ステップ 335）。

40

#### 【0092】

利得差と共に、各ラテラル方向セクション LSF、LSG、LSH、LSI および LSJ の代表信号値が、隣りのラテラル方向セクション代表信号値と比較され、また事前に定義された  $limit2$  と比較される（ステップ 340）。

#### 【0093】

| LSF-LSG| >  $limit2$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 | LSG-LSH| >  $limit2$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 | LSH-LSI| >  $limit2$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 | LSI-LSJ| >  $limit2$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

50

## 【 0 0 9 4 】

あるセクションの代表信号値とその隣りのセクション代表信号値との絶対差が、事前に定義された  $limit 2$  より大きい場合は、その利得差 値 (  $LSG-LSF$  ,  $LSH-LSG$  ,  $LSI-LSH$  , および  $LSJ-LSI$  , または  $LSI-LSJ$  ,  $LSH-LSI$  ,  $LSG-LSH$  ,  $LSF-LSG$  ) の代わりに、ゼロまたは事前に定義された値がその利得差 値に代用される。この代用は、分布の全体的なゆがみを防ぐ。代替の実施形態では、比較および代用プロセスは実行されないことがある。

## 【 0 0 9 5 】

ラテラル方向セクションの利得差分布は、ラテラル方向の累積級数である。この級数は、すべてのラテラル方向利得差 値の検討が完了するまで続く ( ステップ 3 4 5 ) 。

10

## 【 0 0 9 6 】

右から左の分布方向の場合の基準位置として右端ラテラル方向セクション  $LSF$  を使用する。

## 【 0 0 9 7 】

$I_{LSF}$  = ラテラル方向利得差距離 1

$I_{LSF} + LSG-LSF$  = ラテラル方向利得差距離 2

$I_{LSF} + LSG-LSF + LSH-LSG$  = ラテラル方向利得差距離 3

$I_{LSF} + LSG-LSF + LSH-LSG + LSI-LSH$  = ラテラル方向利得差距離 4

$I_{LSF} + LSG-LSF + LSH-LSG + LSI-LSH + LSJ-LSI$  = ラテラル方向利得差距離 5

## 【 0 0 9 8 】

左から右の分布方向の場合の基準位置として左端ラテラル方向セクション  $LSJ$  を使用する。

20

## 【 0 0 9 9 】

$I_{LSJ}$  = ラテラル方向利得差距離 5

$I_{LSJ} + LSI-LSJ$  = ラテラル方向利得差距離 4

$I_{LSJ} + LSI-LSJ + LSH-LSI$  = ラテラル方向利得差距離 3

$I_{LSJ} + LSI-LSJ + LSH-LSI + LSG-LSH$  = ラテラル方向利得差距離 2

$I_{LSJ} + LSI-LSJ + LSH-LSI + LSG-LSH + LSF-LSG$  = ラテラル方向利得差距離 1

## 【 0 1 0 0 】

順序 1、2、3、4 および 5 の一連の分布級数値全体は、補間関数を使用して連続利得差曲線 ( ステップ 3 5 0 ) として組み立てられる。ラテラル方向利得補償曲線は、利得差曲線の極性 ( 即ち、プラスまたはマイナス ) を変更することにより利得差曲線から導き出される。値が線形スケールで表される場合、利得補償曲線は、利得差曲線の逆数である ( ステップ 3 5 5 ) 。図 9 に、12 個のセクションにラテラル方向に分割された画像データフレームからの例示的なラテラル方向利得補償曲線が示されている。

30

## 【 0 1 0 1 】

ラテラル方向エンジン 1 5 7 およびディレクタ ( director ) 1 6 1 から出力されたラテラル方向利得補償曲線データを用いて可変利得  $TGC$  増幅器 1 1 9<sub>y</sub> と可変利得ラテラル方向増幅器 1 3 5 を介して到着する信号を補償するために、ラテラル方向利得補償曲線が使用される。ラテラル方向補償曲線からの利得の大きさは、増幅器間で配分されてもよい。高速の  $TGC$  増幅器を使用することにより、ラテラル方向利得補償曲線は、すべての受け取った超音波信号に関して  $TGC$  増幅器に適用され、ラテラル方向利得補償が達成される。一般に、可変利得ラテラル方向利得増幅器 1 3 5 は、ラテラル方向利得差を補償するために使用される。可変利得  $TGC$  増幅器 1 1 9<sub>y</sub> の利得に負担をかけすぎないように、利得は、可変利得  $TGC$  増幅器 1 1 9<sub>y</sub> と可変利得ラテラル方向増幅器 1 3 5 の間に配分されてもよい。ラテラル方向補償は、1 つまたは複数の入ってくる画像データフレームに適用されてもよい ( ステップ 3 6 0 ) 。

40

## 【 0 1 0 2 】

図 1 0 は、4 つのラテラル方向セクションに分割された実際の超音波画像を示し、それぞれのセクションごとに得られたヒストグラムを横に示す。図 1 1 は、ラテラル方向利得

50

補償の後の同じ超音波画像を示す。ラテラル方向利得補償後に、同じセクションを分析し、示したヒストグラムを得た。処理後の画像が均一な水平強度を有することが分かる。ヒストグラムは、同様に、セクションごとに均一の強度分布を示す。

#### 【0103】

ボリウムの画像化にエレベーション方向利得補償曲線の計算が使用されるので、一連のフレームが必要である（ステップ320, 365）。図12に、一連の5つの連続する超音波画像フレームa、b、c、dおよびeの例示的なエレベーション計算を示す。一般に、50～100個以上のフレームがボリウムを構成することがある。下限  $limit_{lower}$  と上限  $limit_{upper}$  が、各画像データ値  $limit_{lower} < a_{i,j} < limit_{upper}$ 、 $limit_{lower} < b_{i,j} < limit_{upper}$ 、 $limit_{lower} < c_{i,j} < limit_{upper}$ 、 $limit_{lower} < d_{i,j} < limit_{upper}$ 、および  $limit_{lower} < e_{i,j} < limit_{upper}$  に適用されて、有効なフレーム画像データ値が決定される（ステップ315）。

#### 【0104】

エレベーション方向エンジン159は、個別のフレーム（ESa, ESb, ESC, ESdおよびESE）または一組のフレーム（ES1 = フレームa + フレームb, ES2 = フレームc、およびES3 = フレームd + フレームe）のそれぞれ定義されたエレベーション方向セクション（ES）ごとの代表信号値（I）を計算する（ステップ375）。フレームの組は、50～100個のフレームからなるボリウムを検討するときの計算費用を削減する。各エレベーション方向セクションごとに計算された代表信号値が、隣りのエレベーション方向セクション代表信号値と比較される。エレベーション方向セクション代表信号値は、デシベルまたは対数圧縮信号に変換されてもよい。

#### 【0105】

前のセクション化方法と同じように、すべての有効画像データ値が必要とは限らない。例えば、1つのフレームまたは1組のフレーム全体にわたるサンプリングが実行されてもよく、各フレームまたは1組のフレーム内の画像データ値を捕捉する事前に定義されたパターンが使用されてもよい。エレベーション方向セクションは、互いに有効画像データ値（重複）を共用してもよくしなくてもよい。定義されたエレベーション方向セクション内の有効画像データ値が使用される。代表信号値の計算は、前に列挙した方法のどれを使用して実行されてもよい。

#### 【0106】

隣り合ったエレベーション方向セクション代表信号値間の利得差 が、所望の分布方向に基づいて計算される（ステップ380）。

#### 【0107】

エレベーション方向利得差 と共に、各エレベーション方向セクション代表信号値は、隣りのエレベーション方向セクション代表信号値と比較され、また事前に定義された  $limit_3$  と比較される（ステップ385）。

#### 【0108】

$|ES_1 - ES_2| > limit_3$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

$|ES_2 - ES_3| > limit_3$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

#### 【0109】

あるエレベーション方向セクション代表信号値とその隣りのエレベーション方向セクション代表信号値との絶対差が、事前に定義された値  $limit_3$  より大きい場合は、その利得差 値（ $ES_1 - ES_2$  と  $ES_2 - ES_3$ 、または  $ES_3 - ES_2$  と  $ES_2 - ES_1$ ）の代わりに、その利得差 値にゼロまたは事前に定義された値が代用される。代替の実施形態では、比較および代用プロセスは実行されなくてもよい。

#### 【0110】

エレベーション方向セクションの利得差分布は、エレベーション方向の累積級数である。この級数は、すべてのエレベーション方向セクション利得差 値の検討が完了するまで続く（ステップ390）。



## 【 0 1 1 1 】

前から後ろの分布方向の場合の基準位置として前面エレベーション方向セクション E S 1 を使用する。

## 【 0 1 1 2 】

$I_{ES1}$  = エレベーション方向利得差距離 1

$I_{ES1} + ES2 - ES1$  = エレベーション方向利得差距離 2

$I_{ES1} + ES2 - ES1 + ES3 - ES2$  = エレベーション方向利得差距離 3

## 【 0 1 1 3 】

後ろから前の分布方向の場合の基準位置として後面エレベーション方向セクション E S 3 を使用する。

## 【 0 1 1 4 】

$I_{ES3}$  = エレベーション方向利得差距離 3

$I_{ES3} + ES2 - ES3$  = エレベーション方向利得差距離 2

$I_{ES3} + ES2 - ES3 + ES1 - ES2$  = エレベーション方向利得差距離 1

## 【 0 1 1 5 】

順序 1、2 および 3 の一連の分布級数値全体は、補間関数を使用して連続利得差曲線（ステップ 3 9 5）として組み立てられる。エレベーション方向利得補償曲線は、利得差曲線の極性（即ちマイナスのプラス）を変更することによって利得差曲線から得られる。値が線形スケールで表された場合、利得補償曲線は、利得差曲線の逆数である（ステップ 3 9 7）。図 1 3 に、例示的なエレベーション方向補償曲線を示す。

## 【 0 1 1 6 】

エレベーション方向エンジン 1 5 9 とディレクタ (director) 1 6 1 によって出力されたエレベーション方向利得補償曲線データを用いて、可変利得 T G C 増幅器 1 1 9<sub>y</sub> と可変利得エレベーション方向増幅器 1 4 3 を使用して到着信号を補償するために、エレベーション方向利得補償曲線が使用される。エレベーション方向補償は、ボリューム内の次の級数のフレームに適用されてもよい（ステップ 3 6 0）。

## 【 0 1 1 7 】

図 1 4 に、5 つの画像フレームの例示的な軸方向セクション化を示す。軸方向ボリューム利得補償のために、軸方向エンジン 1 5 5 は、ボリューム全体にわたって同じ軸方向セクションの代表信号値を計算する（ステップ 3 6 5 , 3 7 0）。

## 【 0 1 1 8 】

軸方向ボリュームセクション (A V S) は、フレーム b、c、d および e 全体にわたって、フレーム a 内の画像データ値の同じ領域でもよい。ボリュームは、同じ数または異なる数の画像データ値を有する任意数の軸方向セクションに分割されてもよい。前述のように、セクションとしてボリュームの全体にわたって、円筒、楕円円筒または他の形状のサンプリングが使用されてもよい。更に、いくつかのセクションが、他のセクションと重なってもよい。定義されたセクション内の有効画像データ値が使用される。

## 【 0 1 1 9 】

軸方向エンジン 1 5 5 は、それぞれ定義された軸方向ボリュームセクション（ステップ 3 7 0）A V S A、A V S B、A V S C、A V S D および A V S E の代表信号値 (I) を計算し、この値が、隣りの軸方向ボリュームセクション代表信号値と比較される。軸方向ボリュームセクション A V S A、A V S B、A V S C、A V S D および A V S E 代表信号値は、デシベルでない場合はデシベルに変換されてもよく、対数圧縮信号に変換されてもよい。前述のように、代表信号値分析は、いくつかの異なる方法を使用して実行することができる。

## 【 0 1 2 0 】

隣り合った軸方向ボリュームセクション間の利得差 は、望みの分布方向に基づいて計算される（ステップ 3 7 5）。

## 【 0 1 2 1 】

利得差 と共に、各軸方向ボリュームセクション A V S A、A V S B、A V S C、A V

10

20

30

40

50

S DおよびA V S Eの代表信号値は、隣りの軸方向ボリュームセクション代表信号値と比較され、また事前に定義された  $limit\ 4$  と比較される（ステップ385）。

【0122】

|  $AVSA - AVSB$  | >  $limit\ 4$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 |  $AVSB - AVSC$  | >  $limit\ 4$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 |  $AVSC - AVSD$  | >  $limit\ 4$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
 |  $AVSD - AVSE$  | >  $limit\ 4$  の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

【0123】

ある軸方向ボリュームセクション代表信号値とその隣りの軸方向ボリュームセクション代表信号値との絶対差が、事前に定義された  $limit\ 4$  より大きい場合は、その利得差値（ $AVSB - AVSA$  ,  $AVSC - AVSB$  ,  $AVSD - AVSC$  , および  $AVSE - AVSD$  , あるいは  $AVSA - AVSB$  ,  $AVSB - AVSC$  ,  $AVSC - AVSD$  , および  $AVSD - AVSE$  ）を使用する代わりに、その利得差値にゼロまたは事前に定義された値が代用される。この代用により分布の全体的なゆがみが防止される。代替の実施形態では、比較および置換プロセスは実行されなくてもよい。

10

【0124】

軸方向ボリュームセクションの利得差分布は、軸方向の累積級数である。この級数は、すべての軸方向ボリューム利得差値が検討されるまで続く（ステップ390）。

【0125】

上から下の分布方向の場合の基準位置として最も浅い軸方向ボリュームセクションA V S Aを使用する。

20

【0126】

$I_{AVSA}$  = 軸方向ボリューム利得差距離1

$I_{AVSA} + AVSB - AVSA$  = 軸方向ボリューム利得差距離2

$I_{AVSA} + AVSB - AVSA + AVSC - AVSB$  = 軸方向ボリューム利得差距離3

$I_{AVSA} + AVSB - AVSA + AVSC - AVSB + AVSD - AVSC$  = 軸方向ボリューム利得差距離4

$I_{AVSA} + AVSB - AVSA + AVSC - AVSB + AVSD - AVSC + AVSE - AVSD$  = 軸方向ボリューム利得差距離5

【0127】

下から上の分布方向の場合の基準位置として最も深い軸方向ボリュームセクションA V S Eを使用する。

30

【0128】

$I_{AVSE}$  = 軸方向ボリューム利得差距離5

$I_{AVSE} + AVSD - AVSE$  = 軸方向ボリューム利得差距離4

$I_{AVSE} + AVSD - AVSE + AVSC - AVSD$  = 軸方向ボリューム利得差距離3

$I_{AVSE} + AVSD - AVSE + AVSC - AVSD + AVSB - AVSC$  = 軸方向ボリューム利得差距離2

$I_{AVSE} + AVSD - AVSE + AVSC - AVSD + AVSB - AVSC + AVSA - AVSB$  = 軸方向ボリューム利得差距離1

【0129】

順序1、2、3、4および5の一連の分布級数値全体は、補間を使用して連続的な軸方向ボリューム利得差曲線（ステップ395）として組み立てられる。軸方向ボリューム利得補償曲線は、軸方向ボリューム利得差の極性（即ち、プラスまたはマイナス）を変更することによって、軸方向ボリューム利得差曲線から計算される（ステップ397）。値が線形スケールで表される場合は、利得補償曲線は、利得差曲線の逆数である。図15に例示的な軸方向ボリューム補償曲線を示す。

40

【0130】

軸方向エンジン155によって出力されディレクタ(director)161によって配分される軸方向ボリューム利得補償曲線データを用いて、可変利得TGC増幅器119<sub>y</sub>と可変利得軸方向増幅器133を介した到着信号を補償するために軸方向ボリューム利得補償曲線が使用される。軸方向ボリューム補償は、次のボリュームに適用されてもよい（ステ

50

ップ 3 6 0 )。

【 0 1 3 1 】

図 1 6 に、5 画像データフレームボリユームの例示的なラテラル方向ボリユームセクション化を示す。ラテラル方向ボリユーム利得補償のために、ラテラル方向エンジン 1 5 7 は、ボリユーム全体にわたって同じラテラル方向ボリユームセクションの代表信号値を計算する (ステップ 3 6 5 )。

【 0 1 3 2 】

ラテラル方向ボリユームセクション ( L V S ) は、フレーム b、c、d および e 全体にわたって、フレーム a 内の画像データ値の同じ領域でよい。ボリユームは、同じ数または異なる数の画像データ値を有する任意数のラテラル方向セクションに分割されてもよい。軸方向ボリユーム分析と同じように、ボリユーム全体にわたってセクションとして円筒や他の形状のサンプリングを使用することができる。いくつかのセクションは、他のセクションと重なってもよい。定義されたセクション内の有効画像データ値が使用される。

【 0 1 3 3 】

ラテラル方向エンジン 1 5 7 は、各定義されたラテラル方向ボリユームセクション L V S F、L V S G、L V S H、L V S I および L V S J の代表信号値 ( I ) を計算し、次に、これらのセクションが、隣りのラテラル方向ボリユームセクションと比較される。ラテラル方向ボリユームセクション L V S F、L V S G、L V S H、L V S I および L V S J の代表信号値は、デシベルでない場合はデシベルに変換されてもよく、対数圧縮信号に変換されてもよい。代表信号値の計算は、前に列挙した方法のどれを使用して実行されてもよい。

【 0 1 3 4 】

隣り合ったラテラル方向ボリユームセクション間の利得差 は、所望の方向に基づいて計算される (ステップ 3 8 0 )。

【 0 1 3 5 】

利得差 と共に、各ラテラル方向ボリユームセクション L V S F、L V S G、L V S H、L V S I および L V S J の代表信号値は、隣りのラテラル方向ボリユームセクション代表信号値と比較され、事前に定義された l i m i t 5 と比較される (ステップ 3 8 5 )。

【 0 1 3 6 】

| L V S F - L V S G | > l i m i t 5 の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
| L V S G - L V S H | > l i m i t 5 の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
| L V S H - L V S I | > l i m i t 5 の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する  
| L V S I - L V S J | > l i m i t 5 の場合は、ゼロまたは事前定義された値を代用する

【 0 1 3 7 】

あるラテラル方向ボリユームセクション代表信号値とその隣のラテラル方向ボリユームセクション代表信号値との絶対差が、事前に定義された l i m i t 5 より大きい場合は、その利得差 値 ( L V S F - L V S G , L V S G - L V S H , L V S H - L V S I , および L V S I - L V S J , あるいは L V S G - L V S F , L V S H - L V S G , L V S I - L V S H , および L V S I - L V S J ) を使用する代わりに、その利得差 値の代わりにゼロまたは事前に定義された値が代用される。この代用は、分布における全体のゆがみを防ぐ。代替の実施形態では、比較および代用プロセスは実行されなくてもよい。

【 0 1 3 8 】

ラテラル方向ボリユームセクションの利得差分布は、ラテラル方向の累積級数である。この級数は、すべてのラテラル方向ボリユーム利得差 値の検討が完了するまで続く (ステップ 3 9 7 )。

【 0 1 3 9 】

右から左の分布方向の場合の基準位置として右端ラテラル方向ボリユームセクション L V S F を使用する。

【 0 1 4 0 】

I L V S F = ラテラル方向ボリユーム利得差距離 1

10

20

30

40

50

$I_{LVSF} + LVSG - LVSF =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 2

$I_{LVSF} + LVSG - LVSF + LVSH - LVSG =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 3

$I_{LVSF} + LVSG - LVSF + LVSH - LVSG + LVSI - LVSH =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 4

$I_{LVSF} + LVSG - LVSF + LVSH - LVSG + LVSI - LVSH + LV SJ - LVSI =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 5

【0141】

右から左の分布方向の場合の基準位置として左端ラテラル方向ポリウムセクション  $LV SJ$  を使用する。

【0142】

$I_{LV SJ} =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 5

$I_{LV SJ} + LVSI - LV SJ =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 4

$I_{LV SJ} + LVSI - LV SJ + LVSH - LVSI =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 3

$I_{LV SJ} + LVSI - LV SJ + LVSH - LVSI + LVSG - LVSH =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 2

$I_{LV SJ} + LVSI - LV SJ + LVSH - LVSI + LVSG - LVSH + LVSF - LVSG =$  ラテラル方向ポリウム利得差距離 1

【0143】

順序 1、2、3、4 および 5 の一連の分布級数値全体は、補間関数を使用して連続的なラテラル方向ポリウム利得差曲線（ステップ 395）として組み立てられる。利得差曲線の極性（即ちプラスまたはマイナス）を変更することにより、利得差曲線からラテラル方向ポリウム利得差曲線が導き出される。値が線形スケールで表される場合、利得補償曲線は、利得差曲線の逆数である（ステップ 397）。図 17 に、例示的なラテラル方向ポリウム利得差補償曲線を示す。

【0144】

ラテラル方向エンジン 157 によって出力されディレクタ (director) 161 によって配分されたラテラル方向ポリウム利得補償曲線データを用いて可変利得 TGC 増幅器 119<sub>y</sub> と可変利得ラテラル方向増幅器 135 を介した到着信号を補償するために、ラテラル方向ポリウム利得補償曲線が使用される。ラテラル方向補償は、次のポリウムに適用されてもよい（ステップ 355）。

【0145】

二次元の軸方向および / またはラテラル方向利得補償曲線の場合と同じように、エレベーション方向および軸方向および / またはラテラル方向のポリウム分割を組み合わせることによって、3 つのポリウム利得補償曲線が得られる。各曲線は、次のポリウムに適用されてもよい。

【0146】

エレベーション方向、軸方向およびラテラル方向の利得補償の任意の組み合わせは、次の入って来る画像フレームに適用されてもよい。新しく計算された利得補償曲線は、各増幅器 119<sub>y</sub>、133、135、143 の利得を制御するために出力を提供した前の増幅器利得曲線との差を示す。導き出された利得補償曲線は、既存の利得曲線を修正する。

【0147】

図 1 に戻ると、軸方向エンジン 155、ラテラル方向エンジン 157 およびエレベーション方向エンジン 159 からの出力はディレクタ (director) 161 に入力され、そこで利得補償曲線が処理される。

【0148】

新しい利得補償曲線は、前に計算された利得補償曲線を更新または修正するので、各ディレクタ 161 の軸方向、ラテラル方向およびエレベーション方向の入力は、対応する利得加算器 169 a、b、c に結合される。各加算器 169 a、b、c の出力は、メモリ 170 a、b、c に結合された対応する遅延 171 a、b、c に結合される。メモリ 170 a、b、c は、初期化時に前の利得補償曲線を記憶し、その後で、更新された利得の組み

10

20

30

40

50

合わせを記憶する。利得加算器 169 a、b、c は、新しく計算された利得補償曲線と前の利得または更新された利得の組み合わせである利得を出力する。

【0149】

軸方向遅延機構 171 a は、TGC 増幅器利得曲線と軸方向増幅器利得曲線を加えたものを（即ち、TGC 増幅器利得と軸方向増幅利得の組み合わせは、軸方向複合利得（axial combination gain）と呼ばれる）を 1 フレーム遅延させるために使用され、その結果、前のフレームの軸方向複合利得曲線は、メモリ 170 a に記憶され、新しい軸方向補償曲線に追加されて新しい軸方向複合利得曲線が得られる。

【0150】

同様に、ラテラル方向遅延 171 b は、TGC 増幅器利得曲線とラテラル方向増幅器利得曲線を加えたものを（即ち、TGC 増幅器利得とラテラル方向増幅器利得の組み合わせは、ラテラル方向複合利得と呼ばれる）1 フレーム遅延させるために使用され、その結果、前のフレームのラテラル方向複合利得曲線が、メモリ 170 b に記憶され、新しいラテラル方向補償曲線に追加されて新しいラテラル方向複合利得曲線が得られる。

【0151】

エレベーション方向遅延 171 c は、TGC 増幅器利得曲線とエレベーション方向増幅器利得曲線の合わせたものを（即ち、TGC 増幅器利得とエレベーション方向増幅器利得の組み合わせは、エレベーション方向複合利得（elevation combination gain）と呼ばれる）1 ボリューム遅延させるために使用され、その結果、前のボリュームのラテラル方向複合利得曲線が、メモリ 170 c に記憶され、新しいエレベーション方向補償曲線に追加されて新しいエレベーション方向複合利得曲線が得られる。

【0152】

利得加算器 169 a、b、c の出力は、第 1 の重み乗算器 173 a、b、c と第 2 の重み乗算器 175 a、b、c に結合される。第 1 の重み乗算器 173 a、b、c は、配分重み（軸方向）、（ラテラル方向）および（エレベーション方向）に結合され、第 2 の重み乗算器 175 a、b、c は、配分重み 1 - 177 a、1 - 177 b および 1 - 177 c に結合される。

【0153】

重み、およびは、時間 t におけるそれぞれの利得補償値が、それぞれの軸方向可変利得増幅器 133、ラテラル方向可変利得増幅器 135、エレベーション方向可変利得増幅器 143、および TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の可変利得セクションの間でどのように配分されるかを決定する。重み、およびは、それぞれの重み、およびを最適化する配分プロセッサ 179 を使用して導き出される。重み、およびを決定する最適化プロセスの考察は、この開示の範囲に含まれない。

【0154】

第 2 の重み乗算器 175 a、b、c からの出力は、対応する軸方向可変利得増幅器 133、ラテラル方向可変利得増幅器 135 およびエレベーション方向可変利得増幅器 143 に出力される。

【0155】

軸方向重み乗算器 173 a からの出力は、加算器 179 と平均計算器 181 に結合される。平均計算器 181 は、軸方向重み乗算器 173 a の出力から減算され共通加算器 183 に結合された軸方向乗算器 173 a から出力の平均を求める。加算器 179 は、TGC 利得曲線から TGC 利得曲線平均を減算し、その結果、TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の固定利得セクションに一定の利得が適用され、TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の可変利得セクションに曲線利得だけが適用される。この操作は、TGC 増幅器のダイナミックレンジを維持する。代替の実施形態では、平均と減算が使用されないことがある。

【0156】

軸方向複合利得曲線は、利得曲線の一部分が TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の可変利得セクションに適用されるように、が乗算される。加算器 179 の出力は、必要に応じて DAC（デジタルアナログ変換器）185 に結合され、TGC 増幅器 119<sub>y</sub> の可変利得セクショ

10

20

30

40

50

ンに出力される。

【0157】

メモリ170bからのラテラル方向複合利得は、ラテラル方向利得曲線の作用を達成するためにビームごとに更新され、且つ利得曲線の一部がTGC増幅器119<sub>y</sub>の可変利得に適用されるように が掛けられる。すべての利得曲線を同期させるためにラテラル方向遅延187が使用される。

【0158】

メモリ170cからのエレベーション方向複合利得は、エレベーション方向利得曲線の作用を達成するようにフレームごとに更新され、利得曲線の一部がTGC増幅器119<sub>y</sub>可変利得に適用されるように が掛けられる。全ての利得曲線を同期させるためにエレベーション方向遅延189が使用される。

10

【0159】

遅延187, 189の出力と平均計算器181の出力は、共通加算器183に結合される。加算器183は、すべてのTGC増幅器119<sub>y</sub>の固定利得部分を組み合わせる。組み合わせられた利得は、別の加算器191に出力され、利得計算器193によって出力された総利得と組み合わせられる。

【0160】

三次元画像化の場合のラテラル方向増幅器135またはエレベーション方向増幅器143の出力は、ヒストグラム、百分位数、平均、モード、中間を使用して総利得を得るために総利得計算器193に結合される。dBまたは対数スケールで表された総利得は、極性（マイナスまたはプラス）が変更され、既定値に加えられて最終的な画像輝度がその既定値に設定される。この操作によって、全体的な画像輝度が、ほとんどのユーザが好む事前に設定された輝度値に設定される。

20

【0161】

加算器191からの組み合わせ出力は、TGC増幅器119<sub>y</sub>の固定利得部分である。TGC増幅器119<sub>y</sub>の固定利得部分は、TGC増幅器119<sub>y</sub>チップ内の固定されているかまたはプログラム可能な利得増幅器に結合される。

【0162】

以上のオペレーションによって、軸方向、ラテラル方向、およびエレベーション方向の利得差は補償され、画像利得全体が、ユーザが好む事前に設定された画像輝度に設定される。本発明は、すべての画像寸法全体に均一性を提供する。

30

【0163】

本発明の1つまたは複数の実施形態を説明した。しかしながら、本発明の精神および範囲から逸脱することなく様々な修正を行うことができることを理解されたい。従って、他の実施形態は、添付の特許請求の範囲内にある。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】自動利得補償システムを有する代表的な超音波システムの例示的实施形態の図である。

【図1A】自動利得補償システムを有する代表的な超音波システムの例示的实施形態の図である。

40

【図1B】自動利得補償システムを有する代表的な超音波システムの例示的实施形態の図である。

【図1C】自動利得補償システムを有する代表的な超音波システムの例示的实施形態の図である。

【図2】例示的な画像データフレームの図である。

【図3】例示的な方法の図である。

【図3A】例示的な方法の図である。

【図3B】例示的な方法の図である。

【図4】図2に示した画像データフレームの例示的な軸方向セクション化を示す図である

50

。

【図 5】例示的な軸方向利得補償曲線の図である。

【図 6】10 個の軸方向セクションヒストグラムを含む、軸方向利得補償前の超音波画像の図である。

【図 7】より均一な垂直強度分布を示す 10 個の軸方向ヒストグラムを含む軸方向利得補償後の図 6 に示した超音波画像の図である。

【図 8】図 2 に示した画像データフレームの例示的なラテラル方向セクション化の図である。

【図 9】例示的なラテラル方向利得補償曲線の図である。

【図 10】4 つのラテラル方向セクションヒストグラムを含むラテラル方向利得補償前の超音波画像の図である。

【図 11】より均一な水平強度分布を示す 4 つのラテラル方向ヒストグラムを含むラテラル方向利得補償後の図 10 に示した超音波画像である。

【図 12】5 画像データフレームボリュームの例示的なエレベーションセクション化の図である。

【図 13】例示的なエレベーション方向利得補償曲線の図である。

【図 14】5 画像データフレームボリュームの例示的な軸方向セクション化の図である。

【図 15】例示的な軸方向ボリューム利得補償曲線の図である。

【図 16】5 画像データフレームボリュームの例示的なラテラル方向セクション化の図である。

【図 17】例示的なラテラル方向ボリューム利得補償曲線の図である。

【符号の説明】

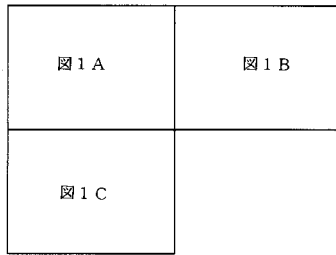
【0165】

111 高電圧マルチプレクサ、113 送信 / 受信スイッチ、115 パルス発生器、125<sub>1</sub> 遅延機構、125<sub>y</sub> 遅延機構、127 加算器、151 検出機構、153 フレームアセンブラ、158 エレベーション方向エンジン、164 ラテラル方向エンジン、165 軸方向エンジン、166 センサシステム、166 動き検出プロセッサ、168 データ記憶機構。

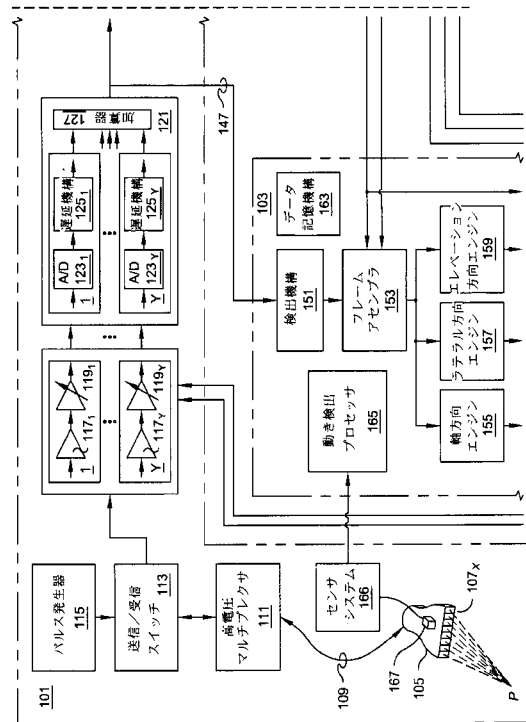
10

20

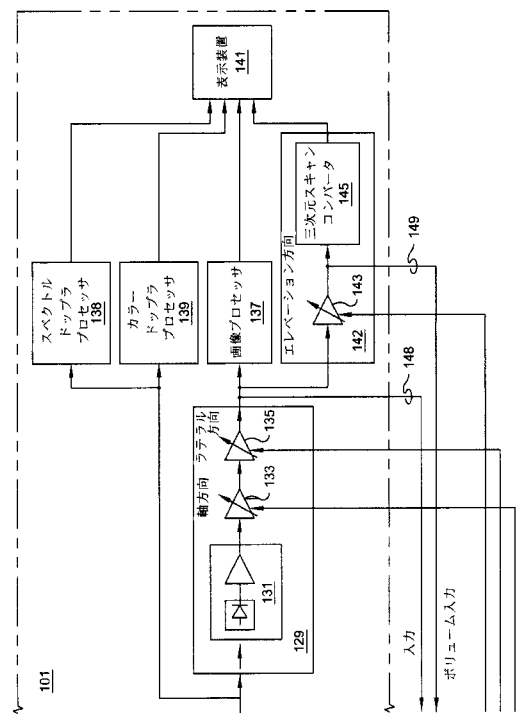
【図 1】



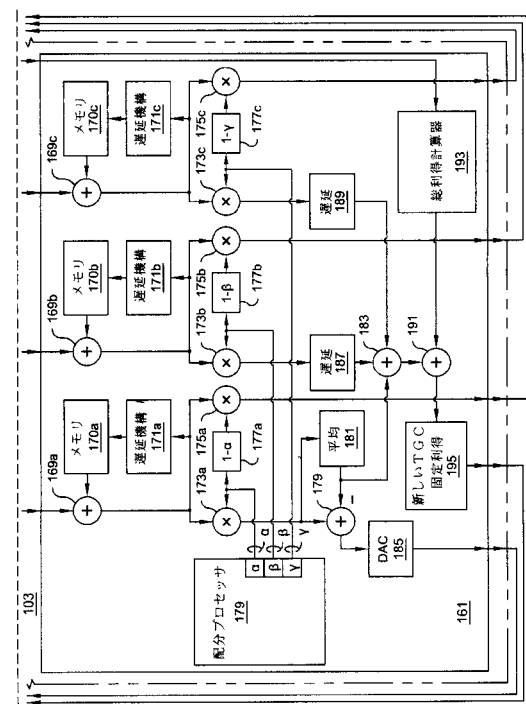
【図 1 A】



【図 1 B】



【図 1 C】





【図 2】

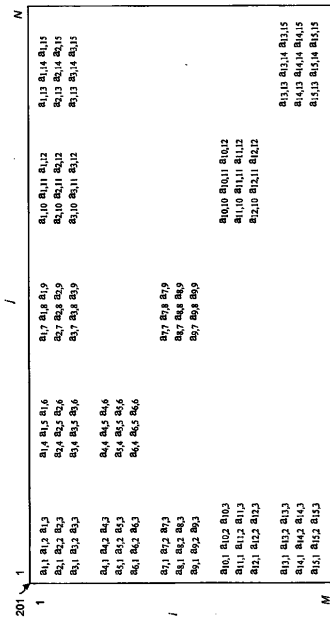
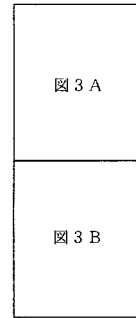
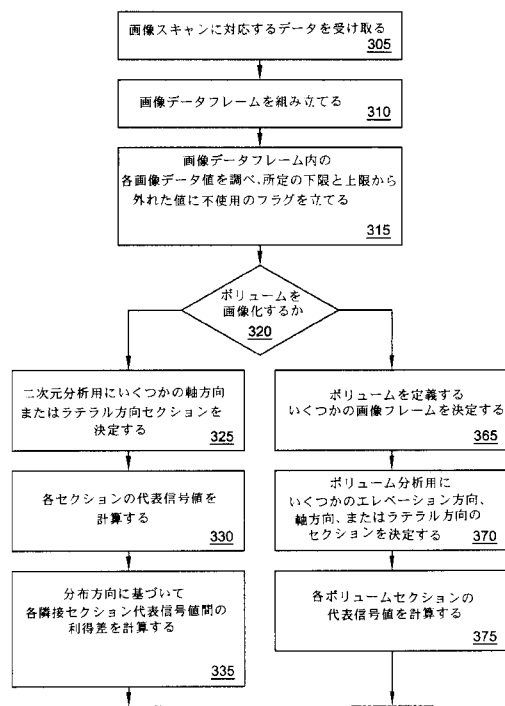


FIG. 2

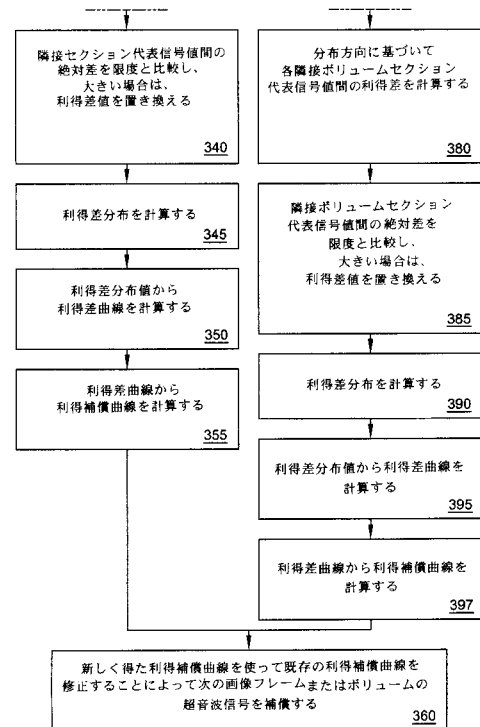
【図 3】



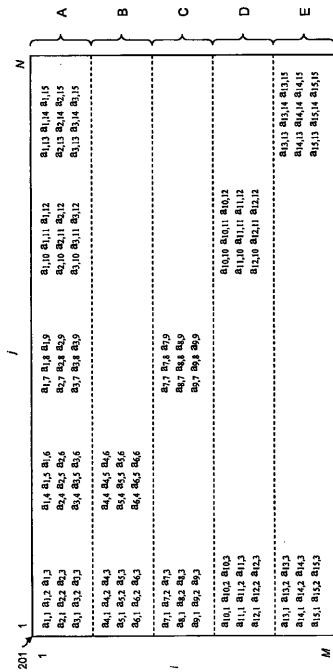
【図 3 A】



【図 3 B】

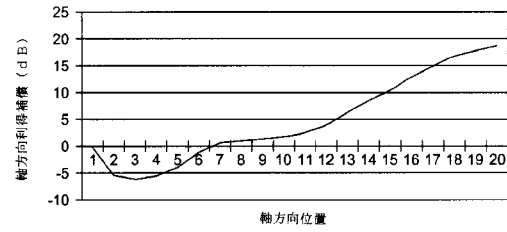


【 図 4 】



**FIG. 4**

【 図 5 】



【 図 6 】

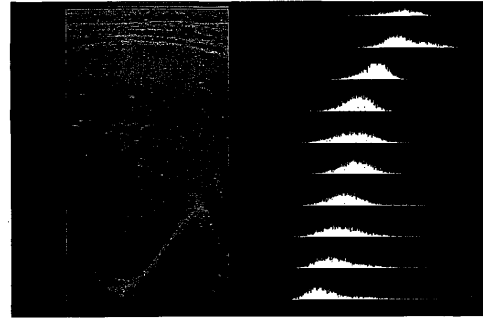


FIG. 6

【 圖 7 】

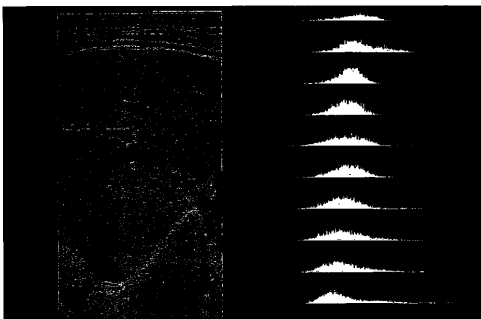
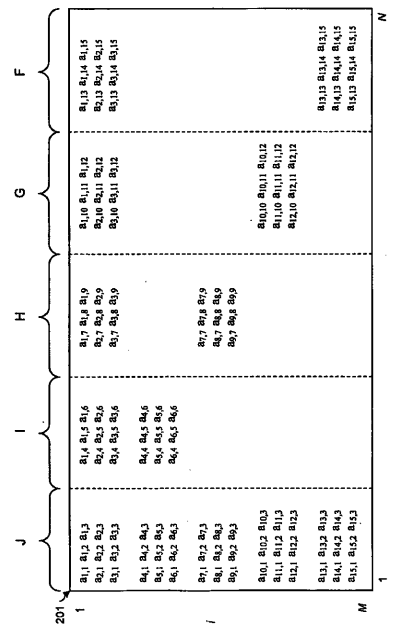


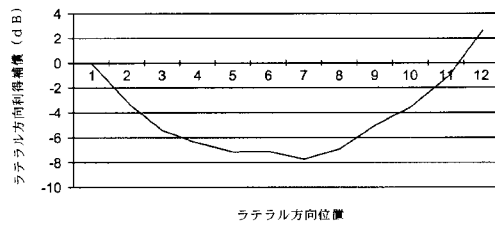
FIG. 7

【 図 8 】



**FIG. 8**

【図 9】



【図 10】

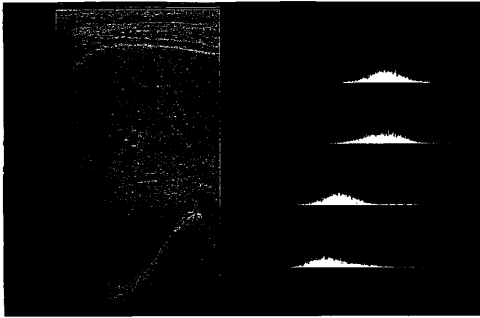


FIG. 10

【図 11】

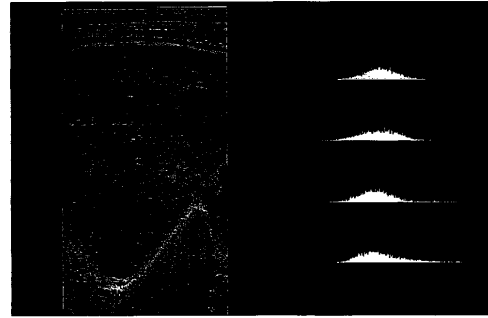
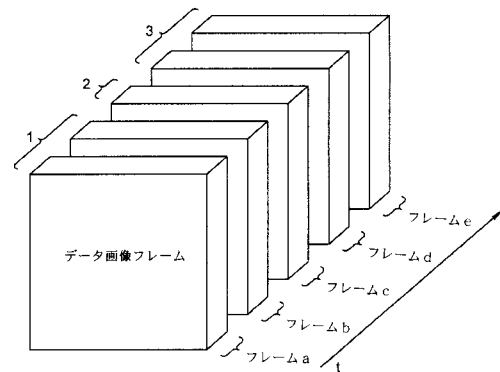
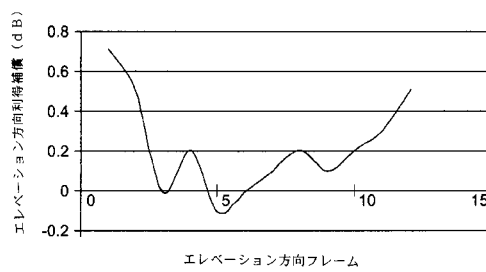


FIG. 11

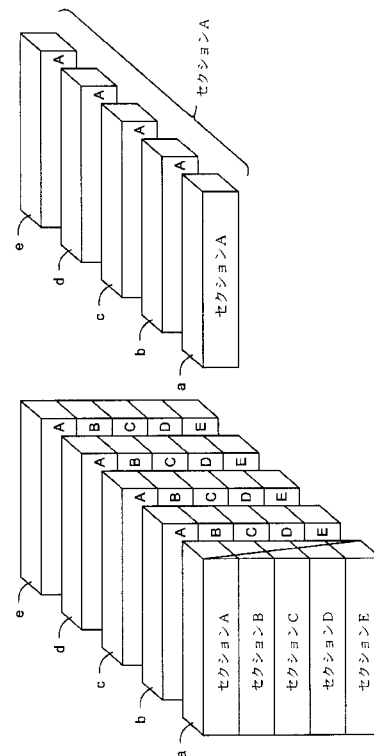
【図 12】



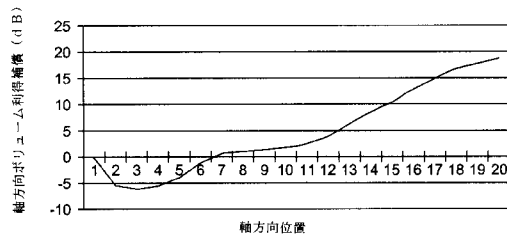
【図 13】



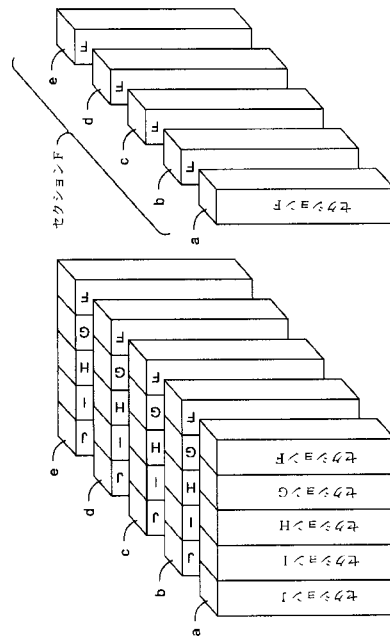
【図 14】



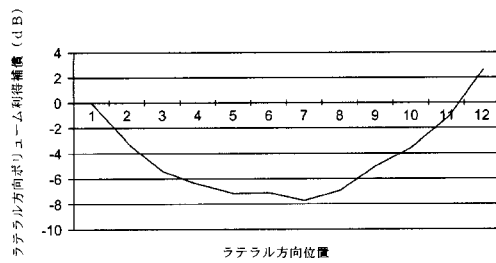
【図 15】



【図 16】



【図 17】



## 【国際調査報告】

60900050033



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2007/002115

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
Int.Cl. A61B8/00 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl. A61B8/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2008 Registered utility model specifications of Japan 1996-2008 Published registered utility model applications of Japan 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 63-240842 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 1988.10.06 page 2, lower right column, line 20 to page 3, upper left column, line 9 page 4, upper left column, line 4 to 17 page 4, upper right column, line 4 to 15 (Family: none)	1-5, 68
X	JP 63-302837 A (SHIMADZU CORPORATION) 1988.12.09 page 3, lower right column, line 4 to 12 page 4, lower left column, line 2 to 10 (Family: none)	1-5, 68
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 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 11.01.2008		Date of mailing of the international search report 22.01.2008
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office</b> 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer <b>MIGITAKA Takayuki</b> Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3292

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2007/002115

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-54849 A (FUJITSU LIMITED) 1994.03.01 column 4, line 24 to 49 (Family: none)	1, 68
X	JP 6-114060 A (HITACHI MEDICAL CORPORATION) 1994.04.26 column 5, line 25 to column 6, line 37 (Family: none)	1, 68
A	JP 62-117536 A (SHIMADZU CORPORATION) 1987.05.29 page 3, upper left column, line 7 to 20 (Family: none)	6-21

3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/IB2007/002115**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
The subject matter of claim 5 is disclosed in the document JP 63-240842 A.  
Then, that is not "Special Technical Features" (hereafter, abbreviated to STF).  
Therefore, the first STF is the subject matter of claim 6, the second is that of claim 22, and the third is that of claim 45.  
It is as follows when it divides by that manner.  
claim 1-21, 68 (2D)  
claim 22-44, 51-67, 69, 76-92 (3D)  
claim 45-50, 70-75 (probe movement)  
Consequently, this application contains 3 groups of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-21, 68

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, 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, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, 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, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW



专利名称(译)	用于超声诊断成像的方法和设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009531107A</a>	公开(公告)日	2009-09-03
申请号	JP2009502256	申请日	2007-04-02
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	田村正		
发明人	田村 正		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52033 A61B8/4254 G01S7/52036 G01S15/8993		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE04 4C601/EE11 4C601/GA18 4C601/JB13 4C601/JB24 4C601/JB31 4C601/JB41 4C601/JB45 4C601/JB48		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
优先权	60/744019 2006-03-31 US 60/744020 2006-03-31 US		
其他公开文献	JP5185921B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

组织中的实际超声衰减用于计算用于产生均匀图像的增益补偿曲线。轴向，横向，仰角增益曲线用于校正每个方向的衰减和超声波变化。另外，描述了自动增益补偿的自动激活。

