

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5788624号
(P5788624)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015. 10. 7)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015. 8. 7)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2015-503710 (P2015-503710)
 (86) (22) 出願日 平成26年5月20日(2014. 5. 20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/063395
 (87) 国際公開番号 W02015/008534
 (87) 国際公開日 平成27年1月22日(2015. 1. 22)
 審査請求日 平成27年1月20日(2015. 1. 20)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-149831 (P2013-149831)
 (32) 優先日 平成25年7月18日(2013. 7. 18)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 江田 弘孝
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

審査官 竹内 あや乃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法および超音波観測装置の作動プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気的な信号である送信駆動波を変換した送信エコーを被検体に対して送信する一方、
 該被検体で反射された受信エコーを受信し、該受信エコーから電気的な信号である受信信
 号へと変換する複数の超音波探触子を有する超音波観測装置において、

各超音波探触子の送信エコーの波形を予め決められた共通の波形とするために、前記複
 数の超音波探触子に共通の送信駆動波を与えることで得られる波形と前記予め決められた
 共通の波形との周波数ごとの信号強度の差分である減衰量を超音波探触子ごとに記憶する
 記憶部と、

前記予め決められた共通の波形の送信エコーを被検体に対し送信するために、前記記憶
 部を参照し、前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波を超音波探触子ごと
 に生成する送信駆動波生成部と、

前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波が変換された送信エコーであっ
 て前記予め決められた共通の波形の送信エコーが前記被検体に対して送信され、該被検体
 で反射された受信エコーが変換された前記受信信号に対して、前記記憶部を参照して、前
 記減衰量を加える補正を周波数ごとに行う受信信号補正部と、

前記受信信号補正部により補正された前記受信信号を用いて画像データを形成する画像
 処理部と、

を備えたことを特徴とする超音波観測装置。

【請求項 2】

10

20

前記超音波探触子は、互いに種類が異なる複数の超音波探触子から選択可能であり、
前記記憶部は、超音波探触子の種類に応じた前記減衰量を記憶することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波観測装置。

【請求項 3】

前記超音波探触子が受信した超音波の周波数を解析することによって周波数スペクトルを算出する周波数解析部と、
前記周波数解析部が算出した周波数スペクトルを近似することによって前記周波数スペクトルから少なくとも 1 つの特徴量を抽出する特徴量抽出部と、
をさらに備え、

前記画像処理部は、前記特徴量抽出部が抽出した特徴量に応じた特徴量画像データを生成する特徴量画像データ生成部を有すること
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波観測装置。

10

【請求項 4】

前記特徴量抽出部は、前記周波数スペクトルの近似処理を行う前または行った後に、超音波の受信深度および周波数に応じて発生する減衰の寄与を削減する減衰補正処理を行うことを特徴とする請求項 3 に記載の超音波観測装置。

【請求項 5】

前記特徴量抽出部は、
回帰分析によって近似対象の周波数スペクトルを多項式で近似することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の超音波観測装置。

20

【請求項 6】

前記特徴量抽出部は、前記近似対象の周波数スペクトルを一次式で近似し、前記一次式の傾き、前記一次式の切片、および前記傾きと前記切片と前記周波数スペクトルの周波数域に含まれる特定の周波数とを用いて定まる強度、の少なくとも 1 つを特徴量として抽出することを特徴とする請求項 5 に記載の超音波観測装置。

【請求項 7】

電気的な信号である送信駆動波を変換した送信エコーを被検体に対して送信する一方、該被検体で反射された受信エコーを受信し、該受信エコーから電気的な信号である受信信号へと変換する複数の超音波探触子を有する超音波観測装置の作動方法であって、

送信駆動波生成部が、前記超音波探触子の種類によらない予め決められた共通の波形の送信エコーを被検体に対し送信するために、各超音波探触子に共通の送信駆動波を与えることで得られる波形と前記予め決められた共通の波形との周波数ごとの信号強度の差分である減衰量を超音波探触子ごとに記憶する記憶部を参照し、前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波を超音波探触子ごとに生成する送信駆動波生成ステップと、

30

受信信号補正部が、前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波が変換された送信エコーであって前記予め決められた共通の波形の送信エコーが前記被検体に対して送信され、該被検体で反射された受信エコーが変換された前記受信信号に対して、前記記憶部を参照して、前記減衰量を加える補正を周波数ごとに行う受信信号補正ステップと、

画像処理部が前記受信信号補正ステップで補正された前記受信信号を用いて画像データを生成する画像処理ステップと、

40

を有することを特徴とする超音波観測装置の作動方法。

【請求項 8】

電気的な信号である送信駆動波を変換した送信エコーを被検体に対して送信する一方、該被検体で反射された受信エコーを受信し、該受信エコーから電気的な信号である受信信号へと変換する複数の超音波探触子を有する超音波観測装置に、

送信駆動波生成部が、前記超音波探触子の種類によらない予め決められた共通の波形の送信エコーを被検体に対し送信するために、各超音波探触子に共通の送信駆動波を与えることで得られる波形と前記予め決められた共通の波形との周波数ごとの信号強度の差分である減衰量を超音波探触子ごとに記憶する記憶部を参照し、前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波を超音波探触子ごとに生成する送信駆動波生成ステップと、

50

受信信号補正部が、前記減衰量を前記共通の送信駆動波に加えた送信駆動波が変換された送信エコーであって前記予め決められた共通の波形の送信エコーが前記被検体に対して送信され、該被検体で反射された受信エコーが変換された前記受信信号に対して、前記記憶部を参照して、前記減衰量を加える補正を周波数ごとに行う受信信号補正ステップと、

画像処理部が前記受信信号補正ステップで補正された前記受信信号を用いて画像データを生成する画像処理ステップと、

を実行させることを特徴とする超音波観測装置の作動プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、超音波を用いて検体の組織を観測する超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法および超音波観測装置の作動プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波に基づく検体の超音波画像を生成する超音波観測装置では、超音波画像を定量評価する際に表示される画像が超音波を送受信する超音波探触子の種類に影響されないことが望ましい。従来、超音波信号に基づく検体の超音波画像を生成する超音波観測装置において、各振動子のばらつきを抑制するために、受信信号を用いて画像を生成する際に、予め記憶していた振動子の周波数特性に基づいて受信信号を補正する技術が開示されている（例えば、特許文献1を参照）。また、各振動子のばらつきを抑制するために、送信駆動信号をモニタし、予め記憶している理想波形データに基づいて送信駆動信号を補正する技術が開示されている（例えば、特許文献2を参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-250080号公報

【特許文献2】特開2005-270247号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

一般に、超音波の検体内における伝播は、非線形伝播であることが知られている。このため、同一の検体に対して異なる送信エコーを送信した場合には、受信信号でいかに補正しても超音波探触子の種類の違いによる影響を排除することができない。

【0005】

また、同一の検体に対して異なる種類の超音波探触子から同一形状の送信エコーを送信した場合、検体による非線形伝播の影響は同じであるものの、超音波探触子によって変換された受信信号は同一ではないため、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除して受信信号を生成することは難しい。

【0006】

このように、上述した従来技術のように送信側または受信側でのみ補正を行っただけでは、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除した超音波画像の観察を実現することは難しかった。

40

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除した超音波画像の観察を実現することができる超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法および超音波観測装置の作動プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波観測装置は、電気的な送信駆動波を超音波の送信エコーに変換し、該送信エコーを検体に対して送信すると

50

ともに、前記検体によって反射された受信エコーを受信して電氣的な受信信号に変換する超音波探触子と、前記超音波探触子の種類に応じた特性を与えるパラメータであって前記送信駆動波の生成および前記受信信号の補正に必要なパラメータを記憶する記憶部と、前記記憶部が記憶する前記パラメータを参照し、前記送信エコーの所定の周波数帯域における周波数スペクトルが前記超音波探触子の種類によらず同じとなるように、前記超音波探触子の種類に応じた前記送信駆動波を生成する送信駆動波生成部と、前記記憶部が記憶する前記パラメータを参照し、前記受信信号に対して前記超音波探触子の種類に応じた補正を行う受信信号補正部と、前記受信信号補正部が補正した前記受信信号を用いて画像データを生成する画像処理部と、を備えたことを特徴とする。

【0009】

10

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記送信駆動波生成部は、前記超音波探触子によって前記送信エコーに変換される際の減衰量が大きい周波数ほど値が大きい周波数スペクトルを有する前記送信駆動波を生成し、前記受信信号補正部は、前記受信信号に対して前記減衰量をもとに周波数ごとの補正を行うことを特徴とする。

【0010】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記記憶部は、前記超音波探触子によって前記送信駆動波または前記受信エコーが変換された場合の周波数スペクトルにおける周波数ごとの減衰量を前記超音波探触子の種類と対応づけて前記パラメータとして記憶し、前記送信駆動波生成部は、前記送信エコーとして出力すべき所定の周波数帯域の周波数スペクトルに対して、前記記憶部が記憶する前記減衰量を周波数ごとに加えることによって前記送信駆動波を生成し、前記受信信号補正部は、前記超音波探触子から受信した受信信号の周波数スペクトルに対して、前記記憶部が記憶する前記減衰量を周波数ごとに加えることによって前記受信信号の補正を行うことを特徴とする。

20

【0011】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記超音波探触子は、互いに種類が異なる複数の超音波探触子から選択可能であることを特徴とする。

【0012】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記超音波探触子が受信した超音波の周波数を解析することによって周波数スペクトルを算出する周波数解析部と、前記周波数解析部が算出した周波数スペクトルを近似することによって前記周波数スペクトルから少なくとも1つの特徴量を抽出する特徴量抽出部と、をさらに備え、前記画像処理部は、前記特徴量抽出部が抽出した特徴量に応じた特徴量画像データを生成する特徴量画像データ生成部を有することを特徴とする。

30

【0013】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記特徴量抽出部は、前記周波数スペクトルの近似処理を行う前または行った後に、超音波の受信深度および周波数に応じて発生する減衰の寄与を削減する減衰補正処理を行うことを特徴とする。

【0014】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記特徴量抽出部は、回帰分析によって近似対象の周波数スペクトルを多項式で近似することを特徴とする。

40

【0015】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記特徴量抽出部は、前記近似対象の周波数スペクトルを一次式で近似し、前記一次式の傾き、前記一次式の切片、および前記傾きと前記切片と前記周波数スペクトルの周波数域に含まれる特定の周波数とを用いて定まる強度、の少なくとも1つを特徴量として抽出することを特徴とする。

【0016】

本発明に係る超音波観測装置の作動方法は、電氣的な送信駆動波を超音波の送信エコーに変換し、該送信エコーを検体に対して送信するとともに、前記検体によって反射された受信エコーを受信して電氣的な受信信号に変換する超音波探触子の種類に応じた特性を与えるパラメータであって前記送信駆動波の生成および前記受信信号の補正に必要なパラメ

50

ータを記憶する記憶部から前記パラメータを参照し、前記超音波探触子の種類に応じた前記送信駆動波を送信駆動波生成部によって生成する送信駆動波生成ステップと、前記記憶部が記憶する前記パラメータを参照し、前記受信信号に対して前記超音波探触子の種類に応じた補正を行う受信信号補正ステップと、前記受信信号補正ステップで補正した前記受信信号を用いて画像データを生成する画像処理ステップと、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る超音波観測装置の作動プログラムは、電気的な送信駆動波を超音波の送信エコーに変換し、該送信エコーを検体に対して送信するとともに、前記検体によって反射された受信エコーを受信して電気的な受信信号に変換する超音波探触子の種類に応じた特性を与えるパラメータであって前記送信駆動波の生成および前記受信信号の補正に必要なパラメータを記憶する記憶部から前記パラメータを参照し、前記超音波探触子の種類に応じた前記送信駆動波を送信駆動波生成部によって生成する送信駆動波生成ステップと、前記記憶部が記憶する前記パラメータを参照し、前記受信信号に対して前記超音波探触子の種類に応じた補正を行う受信信号補正ステップと、前記受信信号補正ステップで補正した前記受信信号を用いて画像データを生成する画像処理ステップと、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除した超音波画像の観察を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波観測装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、信号変換部が送信駆動波を送信エコーに変換した場合の周波数スペクトルの変化を示す図である。

【図 3】図 3 は、送信駆動波生成部が生成する送信駆動波と、超音波探触子の信号変換部が送信駆動波を送信エコーに変換した場合を示す図である。

【図 4】図 4 は、受信信号補正部が行う補正処理の概要（第 1 例）を示す図である。

【図 5】図 5 は、受信信号補正部が行う補正処理の概要（第 2 例）を示す図である。

【図 6】図 6 は、受信信号補正部によって補正された受信信号に対して S T C 補正部が行う増幅処理における受信深度と増幅率との関係を示す図である。

【図 7】図 7 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波観測装置の処理の概要を示すフローチャートである。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】図 9 は、増幅補正部が行う増幅処理における受信深度と増幅率との関係を示す図である。

【図 1 0】図 1 0 は、周波数解析部によって算出される周波数スペクトルの例を示す図である。

【図 1 1】図 1 1 は、超音波探触子を用いた場合の受信信号補正部が補正する前後の周波数スペクトル（第 1 例）を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、超音波探触子を用いた場合の受信信号補正部が補正する前後の周波数スペクトル（第 2 例）を示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 1 および図 1 2 に示す周波数スペクトル曲線の特徴量を特徴量空間でプロットした図である。

【図 1 4】図 1 4 は、減衰補正部が補正した特徴量に対応する直線を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置の処理の概要を示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 6 は、周波数解析部が行う処理の概要を示すフローチャートである。

【図 1 7】図 1 7 は、1 つの音線のデータ配列を模式的に示す図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の別な実施の形態に係る超音波観測装置の減衰補正部が行う減衰補正処理の概要を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、「実施の形態」という）を説明する。

【0021】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波観測装置の構成を示すブロック図である。同図に示す超音波観測装置 1 は、超音波を用いて診断対象である検体を観測するための装置である。超音波観測装置 1 は、外部へ超音波の送信エコーを出力するとともに、外部で反射された超音波の受信エコーを受信して電氣的な受信信号に変換する超音波探触子 2 と、超音波探触子 2 との間で電気信号の送受信を行う送受信部 3 と、受信信号に対応する画像データの生成を行う画像処理部 4 と、キーボード、マウス、タッチパネル等のインタフェースを用いて実現され、各種情報の入力を受け付ける入力部 5 と、液晶または有機 EL 等からなる表示パネルを用いて実現され、画像処理部 4 が生成した画像を含む各種情報を表示する表示部 6 と、超音波探触子 2 の種類に応じた特性を示すパラメータを含む超音波観測に必要な各種情報を記憶する記憶部 7 と、超音波観測装置 1 の動作制御を行う制御部 8 と、を備える。超音波観測装置 1 は、先端部に超音波探触子 2 が設けられるスコープと、スコープの基端が着脱可能に接続され、超音波探触子 2 以外の上記部位が設けられる処理装置（プロセッサ）とによって構成される。

【0022】

超音波探触子 2 は、送受信部 3 から受信した電氣的なパルス信号である送信駆動波を音響パルス信号である送信エコーに変換するとともに、外部の検体で反射されて戻ってきた受信エコーを電氣的な受信信号に変換する信号変換部 2 1 を有する。送信駆動波から送信エコーへの変換および受信エコーから受信信号への変換を行う際、信号変換部 2 1 は、フィルタの機能を果たす。

【0023】

図 2 は、信号変換部 2 1 が送信駆動波を送信エコーに変換した場合の周波数スペクトルの変化を示す図である。図 2（a）では、横軸 f が周波数、縦軸 I が強度を表している。送信駆動波のスペクトル（周波数スペクトル曲線） C_1 は、所定の周波数帯域 $F = \{f \mid f_L \leq f \leq f_H\}$ でゼロでない一定値を取る矩形状をなす。この送信駆動波が信号変換部 2 1 によって送信エコーに変換されると、スペクトルの形状も変化する。図 2（b）および図 2（c）は、互いに種類が異なる超音波探触子 2 の信号変換部 2 1 がそれぞれ生成した送信エコーのスペクトルを示す図である。図 2（b）に示すスペクトル C_2 は、図 2（c）に示すスペクトル C_3 よりも減衰が大きい。

【0024】

スペクトル C_2 において、周波数帯域 F 内の任意の周波数 f_1 ($f_L \leq f_1 \leq f_H$) におけるスペクトル C_1 とスペクトル C_2 との差に相当する減衰量 $\Delta I_1(f_1)$ は、超音波探触子 2 の種類と対応付けて、記憶部 7 が有する超音波探触子情報記憶部 7 1 に記憶されている。同様に、スペクトル C_3 において、周波数帯域 F 内の任意の周波数 f_1 におけるスペクトル C_1 とスペクトル C_3 との差に相当する減衰量 $\Delta I_2(f_1)$ も、超音波探触子 2 の種類と対応付けて超音波探触子情報記憶部 7 1 に記憶されている。なお、ここでは 2 つの超音波探触子 2 を例にとって説明したが、他の種類の超音波探触子 2 についても同様にして超音波探触子情報記憶部 7 1 に記憶させておくことが可能である。

【0025】

以下では、説明の便宜上、図 2（a）に示すスペクトル C_1 を有する送信駆動波に対し、図 2（b）に示すスペクトル C_2 を送信エコーとして出力する超音波探触子 2 を超音波探触子 2 A、図 2（c）に示すスペクトル C_3 を送信エコーとして出力する超音波探触子

2 を超音波探触子 2 B という。また、超音波探触子 2 A の信号変換部 2 1 を信号変換部 2 1 A、超音波探触子 2 B の信号変換部 2 1 を信号変換部 2 1 B という。

【 0 0 2 6 】

超音波探触子 2 は、超音波振動子をメカ的に走査させるものであってもよいし、複数の超音波振動子を電子的に走査させるものであってもよい。本実施の形態 1 では、超音波探触子 2 として、互いに異なる複数種類のいずれかの超音波探触子 2 を選択して使用することが可能である。

【 0 0 2 7 】

送受信部 3 は、超音波探触子 2 と電氣的に接続される。送受信部 3 は、予め設定された波形および送信タイミングに基づいて送信駆動波を生成し、この生成した送信駆動波を超音波探触子 2 へ送信する送信駆動波生成部 3 1 と、超音波探触子 2 から受信した受信信号を超音波探触子 2 の種類に応じた特性の違いによる影響を排除する補正を行う受信信号補正部 3 2 と、受信信号補正部 3 2 が補正した受信信号に対して、受信深度が大きいほど高い増幅率で補正する S T C (Sensitivity Time Control) 補正を行う S T C 補正部 3 3 と、を有する。

【 0 0 2 8 】

送信駆動波生成部 3 1 は、後述する記憶部 7 の超音波探触子情報記憶部 7 1 が記憶する情報に基づいて、超音波探触子 2 の特性をふまえた波形を送信駆動波として生成する。図 3 は、送信駆動波生成部 3 1 が生成する送信駆動波と、超音波探触子 2 の信号変換部 2 1 が送信駆動波を送信エコーに変換した場合を示す図である。送信駆動波生成部 3 1 は、超音波探触子 2 の種類毎に異なる送信駆動波を生成する。具体的には、送信駆動波生成部 3 1 は、超音波探触子 2 の種類に応じた特性を超音波探触子情報記憶部 7 1 から読み出して、図 3 (a)、(b) にそれぞれ示すような矩形のスペクトル C_4 、 C_5 を有する送信駆動波を生成する。ここでいう超音波探触子 2 の特性とは、図 2 (b)、(c) にそれぞれ示した減衰量 $\Delta I_1(f)$ 、 $\Delta I_2(f)$ (ただし $f < F$) と超音波探触子 2 の種類を含む個々の超音波探触子 2 に固有の情報を意味する。なお、本実施の形態 1 および後続する実施の形態 2 において、曲線および直線は、離散的な点の集合からなる。

【 0 0 2 9 】

送信駆動波生成部 3 1 は、生成する送信エコーのスペクトルと、超音波探触子 2 の特性とに基づいて、超音波探触子 2 の種類に応じた送信駆動波を生成する。ここで、送信駆動波生成部 3 1 は、送信エコーの所定の周波数帯域における周波数スペクトルが前記超音波探触子の種類毎に異なる送信駆動波を生成する。図 3 (a) に示す送信駆動波のスペクトル C_4 は、超音波探触子 2 A に対するものであり、図 3 (b) に示す送信駆動波のスペクトル C_5 は、超音波探触子 2 B に対するものである。スペクトル C_4 は、送信エコーのスペクトル C_6 に対して、超音波探触子 2 A が変換する際の減衰量 $\Delta I_1(f)$ ($f < F$) を加えた形状をなしている。同様に、スペクトル C_5 は、送信エコーのスペクトル C_6 に対して、超音波探触子 2 B が変換する際の減衰量 $\Delta I_2(f)$ ($f < F$) を加えた形状をなしている。

【 0 0 3 0 】

受信信号補正部 3 2 は、送受信部 3 が超音波探触子 2 から受信した受信信号に対して、超音波探触子の種類に応じた補正を加える。図 4 は、受信信号補正部 3 2 が行う補正処理の概要を示す図であり、具体的には超音波探触子 2 A から送られてくる受信信号に対する補正処理の概要を示す図である。図 4 (a) に示すスペクトル C_7 は、超音波探触子 2 A の信号変換部 2 1 A が受信エコーを変換して生成した受信信号の周波数スペクトルである。受信信号補正部 3 2 は、スペクトル C_7 に対して超音波探触子 2 A が変換する際の減衰量 $\Delta I_1(f)$ ($f < F$) を加えることによって受信信号を補正する。これにより、図 4 (b) に示すスペクトル C_8 が得られる。このスペクトル C_8 は、超音波探触子 2 A の影響を排除したスペクトルである。

【 0 0 3 1 】

図5は、受信信号補正部32が行う補正処理の概要を示す図であり、具体的には超音波探触子2Bから送られてくる受信信号に対する補正処理の概要を示す図である。図5(a)に示すスペクトル C_9 は、超音波探触子2Bの信号変換部21Bが受信エコーを変換して生成した受信信号の周波数スペクトルである。受信信号補正部32は、スペクトル C_9 に対して超音波探触子2Bが変換する際の減衰量 $\Delta I_2(f)(f \rightarrow F)$ を加えることによって受信信号を補正する。これにより、図5(b)に示すスペクトル C_8 が得られる。このスペクトル C_8 は、超音波探触子2Bの影響を排除したスペクトルであり、超音波探触子2Aが変換した受信信号に対して補正を行った結果得られるスペクトルと同じである(図4(b)を参照)。換言すると、スペクトル C_8 は、受信エコーのスペクトルに他ならない。

10

【0032】

図6は、受信信号補正部32によって補正された受信信号に対してSTC補正部33が行う増幅処理における受信深度と増幅率との関係を示す図である。図6に示す受信深度 z は、超音波の受信開始時点からの経過時間に基づいて算出される量である。図6に示すように、増幅率 β (dB)は、受信深度 z が閾値 z_{th} より小さい場合、受信深度 z の増加に伴って β_0 から $\beta_{th}(>\beta_0)$ へ線型に増加する。また、増幅率 β は、受信深度 z が閾値 z_{th} 以上である場合、一定値 β_{th} をとる。閾値 z_{th} の値は、検体から受信する超音波信号がほとんど減衰してしまい、ノイズが支配的になるような値である。より一般に、増幅率 β は、受信深度 z が閾値 z_{th} より小さい場合、受信深度 z の増加に伴って単調増加すればよい。

20

【0033】

送受信部3は、STC補正部33によって増幅されたエコー信号に対してフィルタリング等の処理を施した後、A/D変換することによって時間ドメインのデジタルRF信号を生成して出力する。なお、超音波探触子2が複数の超音波振動子を電子的に走査させるものである場合、送受信部3は、複数の超音波振動子に対応したビーム合成用の多チャンネル回路を有する。

【0034】

画像処理部4は、受信信号からBモード画像データを生成するBモード画像データ生成部41を有する。

Bモード画像データ生成部41は、デジタル信号に対してバンドパスフィルタ、対数変換、ゲイン処理、コントラスト処理等の公知の技術を用いた信号処理を行うとともに、表示部6における画像の表示レンジに応じて定まるデータステップ幅に応じたデータの間引き等を行うことによってBモード画像データを生成する。

30

【0035】

記憶部7は、超音波探触子情報記憶部71と、増幅率情報記憶部72と、窓関数記憶部73とを有する。

超音波探触子情報記憶部71は、上述したように、超音波探触子2の種類と、その超音波探触子2が送信駆動波を送信エコーに変換したり受信エコーを受信信号に変換したりする際にスペクトルに生じる減衰量とを関連付けたものをパラメータとして記憶する。

増幅率情報記憶部72は、STC補正部33が増幅処理を行う際に参照する増幅率と受信深度との関係(例えば、図2に示す関係)を増幅率情報として記憶する。

40

窓関数記憶部73は、Hamming、Hanning、Blackmanなどの窓関数のうち少なくともいずれか1つの窓関数を記憶する。

【0036】

記憶部7は、超音波観測装置1の作動プログラムや所定のOSを起動するプログラム等が予め記憶されたROM、および各処理の演算パラメータやデータ等を記憶するRAM等を用いて実現される。

【0037】

制御部8は、接続されている超音波探触子2の種類を判定する超音波探触子判定部81を有する。超音波探触子判定部81の判定結果は超音波探触子情報記憶部71に記憶され

50

、信号変換部 2 1、送信駆動波生成部 3 1、および受信信号補正部 3 2 が処理を行う際に参照される。超音波探触子判定部 8 1 が判定を行うために、超音波探触子 2 を備えたスコープには、後段の処理装置との接続部分に超音波探触子 2 の種類を処理装置に判別させるための接続ピンを設けておけばよい。これにより、処理装置側に設けられる超音波探触子判定部 8 1 は、接続されたスコープの接続ピンの形状に応じて超音波探触子 2 の種類を判定することができる。

【 0 0 3 8 】

制御部 8 は、演算および制御機能を有する CPU を用いて実現される。制御部 8 は、記憶部 7 が記憶、格納する情報および超音波観測装置 1 の作動プログラムを含む各種プログラムを記憶部 7 から読み出すことにより、超音波観測装置 1 の作動方法に関連した各種演算処理を実行することによって超音波観測装置 1 を統括して制御する。

10

【 0 0 3 9 】

なお、超音波観測装置 1 の作動プログラムは、ハードディスク、フラッシュメモリ、CD-ROM、DVD-ROM、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して広く流通させることも可能である。各種プログラムの記録媒体等への記録は、コンピュータまたは記録媒体を製品として出荷する際に行ってもよいし、通信ネットワークを介したダウンロードにより行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、以上の構成を有する超音波観測装置 1 の処理の概要を示すフローチャートである。なお、超音波観測装置 1 が備える超音波探触子 2 の種類は、超音波探触子判定部 8 1 が予め判定しているものとする。

20

図 7 において、送信駆動波生成部 3 1 は送信駆動波を生成して超音波探触子 2 へ出力する（ステップ S 1）。この送信駆動波のスペクトルは、例えば超音波探触子 2 A の場合には、図 3（a）に示すスペクトル C₄である。また、超音波探触子 2 B の場合、送信駆動波のスペクトルは、図 3（b）に示すスペクトル C₅である。

【 0 0 4 1 】

続いて、送信駆動波を受信した超音波探触子 2 では、信号変換部 2 1 が送信駆動波を送信エコーに変換し、変換した送信エコーを生成して出力する（ステップ S 2）。この送信エコーのスペクトルは、例えば図 3（c）のスペクトル C₆である。図 3 を参照して説明したように、送信エコーは超音波探触子 2 の種類によらず同じスペクトルを有している。

30

【 0 0 4 2 】

この後、超音波探触子 2 は、送信エコーが生体で反射されて戻ってきた受信エコーを受信する（ステップ S 3）。

【 0 0 4 3 】

受信エコーを受信した信号変換部 2 1 は、受信エコーを受信信号に変換して送受信部 3 へ出力する（ステップ S 4）。この受信信号のスペクトルは、例えば超音波探触子 2 A の場合には、図 4（a）に示すスペクトル C₇である。また、超音波探触子 2 B の場合、受信信号のスペクトルは、図 5（a）に示すスペクトル C₉である。

【 0 0 4 4 】

超音波探触子 2 から受信信号を受信した受信信号補正部 3 2 は、周波数スペクトルの補正を行う（ステップ S 5）。この受信信号のスペクトルは、超音波探触子 2 の種類によらず同じスペクトルとなる（図 4（b）および図 5（b）のスペクトル C₈を参照）。

40

【 0 0 4 5 】

続いて、STC 補正部 3 3 は、受信信号補正部 3 2 によってスペクトルが補正された受信信号に対して STC 補正を行う（ステップ S 6）。ここで、STC 補正部 3 3 は、例えば図 6 に示す増幅率と受信深度との関係に基づいて STC 補正を行う。

【 0 0 4 6 】

この後、B モード画像データ生成部 4 1 は、STC 補正部 3 3 が増幅したエコー信号を用いて B モード画像データを生成する（ステップ S 7）。表示部 6 は、B モード画像データ生成部 4 1 が生成した B モード画像に対応する B モード画像を表示する（ステップ S 8

50

）。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 8 の後、超音波観測装置 1 は、一連の処理を終了する。なお、超音波観測装置 1 が、ステップ S 1 ~ S 8 の処理を周期的に繰り返すようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

以上説明した本発明の実施の形態 1 によれば、送信駆動波と受信信号の両方に対して超音波探触子の種類に応じた影響を排除するための処理を行っているため、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除した超音波画像の観察を実現することができる。

【 0 0 4 9 】

また、本実施の形態 1 によれば、超音波探触子によって送信エコーに変換される際の減衰量が大きい周波数ほど値が大きい周波数スペクトルを有する前記送信駆動波を生成し、受信信号に対してその減衰量をもとに周波数ごとの補正を行うため、超音波探触子の種類に応じた特性の違いの影響を確実に排除することができる。

【 0 0 5 0 】

(実施の形態 2)

図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置の構成を示すブロック図である。同図に示す超音波観測装置 1 1 は、超音波探触子 2 と、送受信部 3 と、入力部 5 と、表示部 6 と、制御部 8 と、電気的な受信信号に対して所定の演算を施す演算部 1 2 と、電気的なエコー信号に対応する画像データの生成を行う画像処理部 1 3 と、記憶部 1 4 と、を備える。なお、上述した超音波観測装置 1 が有する構成要素と同様の機能を有する構成要素

【 0 0 5 1 】

演算部 1 2 は、送受信部 3 が出力したデジタル R F 信号に対して受信深度によらず増幅率を一定とする増幅補正を行う増幅補正部 1 2 1 と、増幅補正を行ったデジタル R F 信号に高速フーリエ変換 (F F T) を施して周波数解析を行うことにより周波数スペクトルを算出する周波数解析部 1 2 2 と、周波数解析部 1 2 2 が算出した各箇所の周波数スペクトルに対し、回帰分析に基づく近似処理および超音波が伝播する際に該超音波の受信深度および周波数に応じて発生する減衰の寄与を削減する減衰補正処理を行うことにより、検体の特徴量を抽出する特徴量抽出部 1 2 3 と、を有する。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、増幅補正部 1 2 1 が行う増幅処理における受信深度と増幅率との関係を示す図である。図 9 に示すように、増幅補正部 1 2 1 が行う増幅処理における増幅率 β (d B) は、受信深度 z がゼロのとき最大値 $\beta_{th} - \beta_0$ をとり、受信深度 z がゼロから閾値 z_{th} に達するまで線型に減少し、受信深度 z が閾値 z_{th} 以上のときゼロである。このように定められる増幅率によって増幅補正部 1 2 1 がデジタル R F 信号を増幅補正することにより、S T C 補正部 3 3 における S T C 補正の影響を相殺し、一定の増幅率 β_{th} の信号を出力することができる。なお、増幅補正部 1 2 1 が行う受信深度 z と増幅率 β の関係は、S T C 補正部 3 3 における受信深度と増幅率の関係に応じて異なることは勿論である。

【 0 0 5 3 】

このような増幅補正を行う理由を説明する。S T C 補正は、アナログ信号波形の振幅を全周波数帯域にわたって均一に増幅させる補正である。このため、超音波の振幅を利用する B モード画像を生成する際には、S T C 補正を行うことによって十分な効果を得ることができる一方で、超音波の周波数スペクトルを算出するような場合には、超音波の伝播に伴う減衰の影響を正確に排除できるわけではない。この問題を解決するには、B モード画像を生成する際に S T C 補正を施した受信信号を出力する一方、周波数スペクトルに基づいた画像を生成する際に、B モード画像を生成するための送信とは異なる新たな送信を行い、S T C 補正を施していない受信信号を出力することが考えられる。ところがこの場合には、受信信号に基づいて生成される画像データのフレームレートが低下してしまうという問題がある。そこで、本実施の形態 2 では、生成される画像データのフレームレートを維持しつつ、B モード画像用に S T C 補正を施した信号に対して一度 S T C 補正の影響を

排除するために、増幅補正部 1 2 1 によって増幅率の補正を行っている。

【 0 0 5 4 】

周波数解析部 1 2 2 は、各音線（ラインデータ）に対し、所定のデータ量からなる F F T データ群を高速フーリエ変換することによって音線上の複数の箇所（データ位置）における周波数スペクトルを算出する。周波数解析部 1 2 2 による算出結果は複素数で得られ、記憶部 1 4 に記憶される。

【 0 0 5 5 】

一般に、周波数スペクトルは、検体の組織性状によって異なる傾向を示す。これは、周波数スペクトルが、超音波を散乱する散乱体としての検体の大きさ、密度、音響インピーダンス等と相関を有しているためである。なお、本実施の形態 2 において、「組織性状」とは、例えば癌、内分泌腫瘍、粘液性腫瘍、正常組織、脈管などのいずれかである。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 は、周波数解析部 1 2 2 によって算出される周波数スペクトルの例を示す図である。具体的には、F F T データ群を高速フーリエ変換することによって得られた周波数スペクトルを、周波数 f および受信深度を z の関数として、強度 $I(f, z)$ と位相 $\phi(f, z)$ によって表現したときの強度 $I(f, z)$ のスペクトルを示している。ここでいう「強度」とは、電圧、電力、音圧、音響エネルギー等のパラメータのいずれかを指す。図 1 0 では、横軸 f が周波数、縦軸 I が強度であり、受信深度 z は一定である。図 1 0 に示すスペクトル C_{11} において、周波数スペクトルの下限周波数 f_L および上限周波数 f_H は、超音波探触子 2 の周波数帯域、送受信部 3 が送信するパルス信号の周波数帯域などをもとに決定されるパラメータであり、例えば $f_L = 3 \text{ MHz}$ 、 $f_H = 10 \text{ MHz}$ である。

【 0 0 5 7 】

特徴量抽出部 1 2 3 は、周波数解析部 1 2 2 が算出した周波数スペクトルの近似式を回帰分析によって算出する近似部 1 2 4 と、近似部 1 2 4 が算出した近似式に対し、超音波の受信深度および周波数に依存する超音波の減衰の寄与を削減する減衰補正処理を施すことによって周波数スペクトルの特徴量を抽出する減衰補正部 1 2 5 と、を有する。

【 0 0 5 8 】

近似部 1 2 4 は、回帰分析によって周波数スペクトルを一次式（回帰直線）で近似することにより、この近似した一次式を特徴付ける減衰補正前の特徴量（以下、補正前特徴量という）を抽出する。具体的には、近似部 1 2 4 は、一次式の傾き a_0 および切片 b_0 を補正前特徴量として抽出する。図 1 0 に示す直線 L_{10} は、近似部 1 2 4 が近似した一次式に相当する直線である。なお、近似部 1 2 4 は、傾き a_0 および切片 b_0 以外の補正前特徴量として、周波数帯域（ $f_L < f < f_H$ ）の中心周波数 $f_M = (f_L + f_H) / 2$ における強度（Mid-band fit とともいう） $c_0 = a_0 f_M + b_0$ を算出してもよい。

【 0 0 5 9 】

3 つの特徴量のうち、傾き a_0 は、超音波の散乱体の大きさと相関を有し、一般に散乱体が大きいほど傾きが小さな値を有すると考えられる。また、切片 b_0 は、散乱体の大きさ、音響インピーダンスの差、散乱体の密度（濃度）等と相関を有している。具体的には、切片 b_0 は、散乱体が大きいほど大きな値を有し、音響インピーダンスが大きいほど大きな値を有し、散乱体の密度（濃度）が大きいほど大きな値を有すると考えられる。中心周波数 f_M における強度（以下、単に「強度」という） c_0 は、傾き a_0 と切片 b_0 から導出される間接的なパラメータであり、有効な周波数帯域内の中心におけるスペクトル強度を与える。このため、強度 c_0 は、散乱体の大きさ、音響インピーダンスの差、散乱体の密度に加えて、B モード画像の輝度とある程度の相関を有していると考えられる。なお、特徴量抽出部 1 2 3 が算出する近似多項式は一次式に限定されるわけではなく、二次以上の近似多項式を用いることも可能である。

【 0 0 6 0 】

ここで、図 1 1 ~ 図 1 3 を参照して、補正前特徴量の値が超音波探触子 2 の種類によらず同じであることを説明する。なお、図 1 1 ~ 図 1 3 では、2 つの異なる種類の超音波探触子 2 A、2 B を用いた場合を説明するため、実施の形態 1 において参照した周波数ス

クトルを使用する。また、ここでは、補正前特徴量として切片 b_0 および強度 c_0 を用いて説明する。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、超音波探触子 2 A を用いた場合の受信信号補正部 3 2 が補正する前後の周波数スペクトルを示す図である。具体的には、スペクトル C_7 が受信信号補正前であり、スペクトル C_8 が受信信号補正後のものである。図 1 1 において、スペクトル C_7 の補正前特徴量は、 $b_0 = b_1$ (直線 L_1 の切片)、 $c_0 = c_1$ (直線 L_1 の強度) である。また、スペクトル C_8 の補正前特徴量は、 $b_0 = b_3$ (直線 L_3 の切片)、 $c_0 = c_3$ (直線 L_3 の強度) である。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 は、超音波探触子 2 B を用いた場合の受信信号補正部 3 2 が補正する前後の周波数スペクトルを示す図である。具体的には、スペクトル C_9 が受信信号補正前であり、スペクトル C_8 が受信信号補正後のものである。図 1 2 において、スペクトル C_9 の補正前特徴量は、 $b_0 = b_2$ (直線 L_2 の切片)、 $c_0 = c_2$ (直線 L_2 の強度) である。ここで、一般に $b_2 \neq b_1, b_3$ であるとともに、 $c_2 \neq c_1, c_3$ である。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 は、図 1 1 および図 1 2 に示すスペクトル $C_7 \sim C_9$ の特徴量の組を特徴量空間 (b_0, c_0) でそれぞれプロットした図である。図 1 3 に示すように、受信信号補正前のスペクトル C_7 の補正前特徴量の組である点 A (b_1, c_1) と受信信号補正前のスペクトル C_9 の補正前特徴量の組である点 B (b_2, c_2) は、一般に特徴量空間上の異なる点である。また、受信信号補正部 3 2 が補正した後のスペクトルは、補正前のスペクトルによらず同じスペクトル C_8 となるため、補正後の特徴量の組 (b_0, c_0) は、補正前のスペクトルによらず点 C (b_3, c_3) となる。

【 0 0 6 4 】

このように、受信信号の周波数スペクトルの補正前特徴量が一致するのは、送信駆動波生成部 3 1 が送信駆動波を生成する際に超音波探触子 2 の機種に依存した周波数スペクトルの影響を排除するとともに、受信信号補正部 3 2 が受信信号に対して超音波探触子 2 の機種に依存した周波数スペクトルの影響を排除したためである。この点につき、従来技術のように、送信駆動波または受信信号のいずれか一方のみの補正を行うだけでは、補正を行わない他方において超音波探触子 2 の種類の違いの影響を排除することができないため、受信信号の周波数スペクトルが超音波探触子 2 の種類に応じて異なるものになってしまう。したがって、本実施の形態 2 によれば、超音波探触子 2 の種類の違いによる影響を確実に排除することが可能となり、より正確な特徴量の抽出を実現することができる。

【 0 0 6 5 】

次に、減衰補正部 1 2 5 が行う補正について説明する。一般に、超音波の減衰量 $A(f, z)$ は、

$$A(f, z) = 2 \alpha z f \quad \cdots (1)$$

と表される。ここで、 α は減衰率であり、 z は超音波の受信深度であり、 f は周波数である。式 (1) から明らかなように、減衰量 $A(f, z)$ は、周波数 f に比例している。減衰率 α の具体的な値は、観察対象が生体である場合、 $0.0 \sim 1.0$ (dB/cm/MHz)、より好ましくは $0.3 \sim 0.7$ (dB/cm/MHz) であり、生体の部位に応じて定まる。例えば、観察対象が脾臓である場合には、 $\alpha = 0.6$ (dB/cm/MHz) と定めることがある。なお、本実施の形態において、減衰率 α の値を入力部 5 からの入力によって設定または変更可能な構成としてもよい。

【 0 0 6 6 】

減衰補正部 1 2 5 は、近似部 1 2 4 が抽出した補正前特徴量 (傾き a_0 , 切片 b_0 , 強度 c_0) を、以下のように減衰補正することによって特徴量を抽出する。

$$a = a_0 + 2 \alpha z \quad \cdots (2)$$

$$b = b_0 \quad \cdots (3)$$

$$c = c_0 + 2 \alpha z f_M (= a f_M + b) \quad \cdots (4)$$

式(2)、(4)からも明らかなように、減衰補正部125は、超音波の受信深度 z が大きいほど、補正量が大きい補正を行う。また、式(3)によれば、切片に関する補正は恒等変換である。これは、切片が周波数0(Hz)に対応する周波数成分であって減衰の影響を受けないためである。

【0067】

図14は、減衰補正部125が補正した特徴量に対応する直線を示す図である。直線 L_{11} の式は、

$$I = a f + b = (a_0 + 2 \alpha z) f + b_0 \quad \cdots (5)$$

で表される。この式(5)からも明らかなように、直線 L_{11} は、直線 L_{10} と比較して、傾きが大きく、かつ切片が同じである。

10

【0068】

画像処理部13は、Bモード画像データ生成部41と、特徴量抽出部123が抽出した特徴量に対応する情報を複数の表示方法のいずれかにしたがって表示する特徴量画像データを生成する特徴量画像データ生成部131と、を有する。

【0069】

特徴量画像データ生成部131は、特徴量画像データにおいて各画素に割り当てられる情報は、周波数解析部122が周波数スペクトルを算出する際のFFTデータ群のデータ量に応じて定められる。具体的には、例えば1つのFFTデータ群のデータ量に対応する画素領域には、そのFFTデータ群から算出される周波数スペクトルの特徴量に対応する情報が割り当てられる。なお、本実施の形態2において、特徴量画像データを生成する際に使用する特徴量の数は任意に設定することが可能である。

20

【0070】

記憶部14は、超音波探触子情報記憶部71、増幅率情報記憶部72、窓関数記憶部73に加えて、補正情報記憶部141を有する。

増幅率情報記憶部72は、STC補正部33が増幅処理を行う際に参照する増幅率と受信深度との関係(例えば、図6に示す関係)および増幅補正部121が増幅補正処理を行う際にそれぞれ参照する増幅率と受信深度との関係(例えば、図9に示す関係)を増幅率情報として記憶する。

補正情報記憶部141は、式(1)を含む減衰補正に関連した情報を記憶する。

【0071】

30

記憶部14は、超音波観測装置11の作動プログラムや所定のOSを起動するプログラム等が予め記憶されたROM、および各処理の演算パラメータやデータ等を記憶するRAM等を用いて実現される。

【0072】

図15は、以上の構成を有する超音波観測装置11の処理の概要を示すフローチャートである。図15において、ステップS11~S17の処理は、図7に示すフローチャートのステップS1~S7に順次対応している。以下、ステップS18以降の処理を説明する。

【0073】

ステップS18において、増幅補正部121は、送受信部3から出力された信号に対して受信深度によらず増幅率が一定となる増幅補正を行う(ステップS18)。ここで、増幅補正部121は、例えば図9に示す増幅率と受信深度との関係に基づいて増幅補正を行う。

40

【0074】

その後、周波数解析部122は、FFT演算による周波数解析を行うことによって周波数スペクトルを算出する(ステップS19)。

【0075】

ここで、周波数解析部122が行う処理(ステップS19)について、図16に示すフローチャートを参照して詳細に説明する。まず、周波数解析部122は、解析対象の音線を識別するカウンタ k を k_0 とする(ステップS31)。

50

【0076】

続いて、周波数解析部122は、FFT演算用を取得する一連のデータ群（FFTデータ群）を代表するデータ位置（受信深度に相当） $Z^{(k)}$ の初期値 $Z^{(k)}_0$ を設定する（ステップS32）。図17は、1つの音線のデータ配列を模式的に示す図である。同図に示す音線 SR_k において、白または黒の長方形は、1つのデータを意味している。音線 SR_k は、送受信部3が行うA/D変換におけるサンプリング周波数（例えば50MHz）に対応した時間間隔で離散化されている。図17では、音線 SR_k の1番目のデータ位置を初期値 $Z^{(k)}_0$ として設定した場合を示しているが、初期値の位置は任意に設定することができる。

【0077】

10

その後、周波数解析部122は、データ位置 $Z^{(k)}$ のFFTデータ群を取得し（ステップS33）、取得したFFTデータ群に対し、窓関数記憶部73が記憶する窓関数を作作用させる（ステップS34）。このようにFFTデータ群に対して窓関数を作作用させることにより、FFTデータ群が境界で不連続になることを回避し、アーチファクトが発生するのを防止することができる。

【0078】

続いて、周波数解析部122は、データ位置 $Z^{(k)}$ のFFTデータ群が正常なデータ群であるか否かを判定する（ステップS35）。ここで、FFTデータ群は、2のべき乗のデータ数を有している必要がある。以下、FFTデータ群のデータ数を 2^n （ n は正の整数）とする。FFTデータ群が正常であるとは、データ位置 $Z^{(k)}$ がFFTデータ群で前から 2^{n-1} 番目の位置であることを意味する。換言すると、FFTデータ群が正常であるとは、データ位置 $Z^{(k)}$ の前方に $2^{n-1} - 1$ （ $= N$ とする）個のデータがあり、データ位置 $Z^{(k)}$ の後方に 2^{n-1} （ $= M$ とする）個のデータがあることを意味する。図17に示す場合、FFTデータ群 F_2 、 F_3 はともに正常である。なお、図17では $n = 4$ （ $N = 7$ ， $M = 8$ ）の場合を例示している。

20

【0079】

ステップS35における判定の結果、データ位置 $Z^{(k)}$ のFFTデータ群が正常である場合（ステップS35：Yes）、周波数解析部122は、後述するステップS37へ移行する。

【0080】

30

ステップS35における判定の結果、データ位置 $Z^{(k)}$ のFFTデータ群が正常でない場合（ステップS35：No）、周波数解析部122は、不足分だけゼロデータを挿入することによって正常なFFTデータ群を生成する（ステップS36）。ステップS35において正常でないと判定されたFFTデータ群は、ゼロデータを追加する前に窓関数が作用されている。このため、FFTデータ群にゼロデータを挿入してもデータの不連続は生じない。ステップS36の後、周波数解析部122は、後述するステップS37へ移行する。

【0081】

ステップS37において、周波数解析部122は、FFTデータ群を用いてFFT演算を行うことにより、複素数からなる周波数スペクトルを得る（ステップS37）。この結果、例えば図10に示すようなスペクトル C_{11} が得られる。

40

【0082】

続いて、周波数解析部122は、データ位置 $Z^{(k)}$ をステップ幅 D で変化させる（ステップS38）。ステップ幅 D は、記憶部14が予め記憶しているものとする。図17では、 $D = 15$ の場合を例示している。ステップ幅 D は、Bモード画像データ生成部41がBモード画像データを生成する際に利用するデータステップ幅と一致させることが望ましいが、周波数解析部122における演算量を削減したい場合には、そのデータステップ幅より大きい値を設定してもよい。

【0083】

その後、周波数解析部122は、データ位置 $Z^{(k)}$ が音線 SR_k における最大値 $Z^{(k)}_{max}$

50

より大きいかなかを判定する（ステップS 3 9）。データ位置 $Z^{(k)}$ が最大値 $Z^{(k)}_{\max}$ より大きい場合（ステップS 3 9：Y e s）、周波数解析部 1 2 2 はカウンタ k を 1 増加させる（ステップS 4 0）。一方、データ位置 $Z^{(k)}$ が最大値 $Z^{(k)}_{\max}$ 以下である場合（ステップS 3 9：N o）、周波数解析部 1 2 2 はステップS 3 3 へ戻る。このようにして、周波数解析部 1 2 2 は、音線 SR_k に対して、 $[\{ (Z^{(k)}_{\max} - Z^{(k)}_0) / D \} + 1]$ 個の F F T データ群に対する F F T 演算を行う。ここで、 $[X]$ は、 X を超えない最大の整数を表す。

【 0 0 8 4 】

ステップS 4 0 の後、周波数解析部 1 2 2 は、カウンタ k が最大値 $k_{\max}$ より大きいかなかを判定する（ステップS 4 1）。カウンタ k が $k_{\max}$ より大きい場合（ステップS 4 1：Y e s）、周波数解析部 1 2 2 は一連の F F T 処理を終了する。一方、カウンタ k が $k_{\max}$ 以下である場合（ステップS 4 1：N o）、周波数解析部 1 2 2 はステップS 3 2 に戻る。

【 0 0 8 5 】

このようにして、周波数解析部 1 2 2 は、 $(k_{\max} - k_0 + 1)$ 本の音線の各々について複数回の F F T 演算を行う。

【 0 0 8 6 】

なお、ここでは、周波数解析部 1 2 2 が超音波信号を受信したすべての領域に対して周波数解析処理を行うことを前提としているが、あらかじめ入力部 5 によって特定の関心領域の設定入力を受け付けて、その関心領域内においてのみ周波数解析処理を行うようにしてもよい。

【 0 0 8 7 】

以上説明したステップS 1 9 の周波数解析処理に続いて、近似部 1 2 4 は、近似処理として周波数解析部 1 2 2 が算出した周波数スペクトルを回帰分析することにより、補正前特徴量を抽出する（ステップS 2 0）。具体的には、近似部 1 2 4 は、周波数スペクトル周波数帯域 $f_L < f < f_H$ の周波数スペクトルの強度 $I(f, z)$ を近似する一次式を回帰分析によって算出することにより、この一次式を特徴づける傾き a_0 、切片 b_0 （、強度 c_0 ）を補正前特徴量として抽出する。図 1 0 に示す直線 L_{10} は、このステップS 2 0 において、スペクトル C_{11} に対して補正前特徴量抽出処理を行うことによって得られる回帰直線の一例である。

【 0 0 8 8 】

この後、減衰補正部 1 2 5 は、近似部 1 2 4 が抽出した補正前特徴量に対して減衰補正処理を行う（ステップS 2 1）。例えば、データのサンプリング周波数が 5 0 M H z である場合、データのサンプリングの時間間隔は 2 0 (n s e c) である。ここで、音速を 1 5 3 0 (m / s e c) とすると、データのサンプリング距離間隔は、 $1 5 3 0 (m / s e c) \times 2 0 (n s e c) / 2 = 0 . 0 1 5 3 (m m)$ となる。処理対象の F F T データ群のデータ位置までの音線の 1 番目のデータからのデータステップ数が n であるとする、そのデータ位置 Z は、データステップ数 n とデータステップ幅 D とを用いて $0 . 0 1 5 3 n D (m m)$ となる。減衰補正部 1 2 5 は、このようにして求まるデータ位置 Z の値を上記した式 (2) ~ (4) の受信深度 z へ代入することにより、周波数スペクトルの特徴量である傾き a 、切片 b （、強度 c ）を算出する。このように算出される特徴量に相当する直線の一例として、図 1 4 に示す直線 L_{11} を挙げることができる。

【 0 0 8 9 】

以上説明したステップS 2 0 および S 2 1 は、特徴量抽出部 1 2 3 が周波数スペクトルを近似することによってその周波数スペクトルから少なくとも 1 つの特徴量を抽出する特徴量抽出ステップを構成する。

【 0 0 9 0 】

この後、特徴量画像データ生成部 1 3 1 は、特徴量抽出ステップ（ステップS 2 0 , S 2 1）で抽出した特徴量を用いて特徴量画像データを生成する（ステップS 2 2）。

【 0 0 9 1 】

10

20

30

40

50

続いて、表示部 6 は、B モード画像データ生成部 4 1 が生成した B モード画像および / または特徴量画像データ生成部 1 3 1 が生成した特徴量画像を表示する (ステップ S 2 3)。この際、表示部 6 は、B モード画像および特徴量画像のいずれか一方を表示してもよいし、B モード画像と特徴量画像を並べて表示してもよいし、B モード画像と特徴量画像を重畳して表示してもよい。B モード画像と特徴量画像を重畳して表示する際には、B モード画像と特徴量画像との混合比率を入力部 5 からの入力によって変化させることができるようにしてもよい。

【 0 0 9 2 】

このようにして、特徴量画像を B モード画像とともに表示部 6 で表示することにより、医師等のユーザは、B モード画像による情報とあわせて検体の組織性状を判別することが可能となり、より高精度の診断を行うことが可能となる。

10

【 0 0 9 3 】

ステップ S 2 3 の後、超音波観測装置 1 1 は、一連の処理を終了する。なお、超音波観測装置 1 1 が、ステップ S 1 1 ~ S 2 3 の処理を周期的に繰り返すようにしてもよい。

【 0 0 9 4 】

以上説明した本発明の実施の形態 2 によれば、送信駆動波と受信信号の両方に対して超音波探触子の種類に応じた影響を排除するための処理を行っているため、実施の形態 1 と同様に、超音波探触子の種類の違いによる影響を排除した超音波画像の観察を実現することができる。

20

【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態 2 によれば、超音波探触子によって送信エコーに変換される際の減衰量が大きい周波数ほど値が大きい周波数スペクトルを有する送信駆動波を生成し、受信信号に対してその減衰量をもとに周波数ごとの補正を行うため、超音波探触子の種類に応じた特性の違いの影響を確実に排除することができる。

【 0 0 9 6 】

また、本実施の形態 2 においては、周波数解析を行って特徴量の抽出を行っているが、この特徴量には超音波探触子の種類に応じた特性の違いが排除されている。したがって、本実施の形態 2 によれば、超音波画像の定量的な評価を行う場合であっても、超音波探触子の種類に影響されることがない。

30

【 0 0 9 7 】

(その他の実施の形態)

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は、上述した一実施の形態によってのみ限定されるべきものではない。例えば、本発明において、特徴量抽出部 1 2 3 が、周波数スペクトルの減衰補正を行ってから、補正後の周波数スペクトルの近似式を算出するようにしてもよい。図 1 8 は、減衰補正部 1 2 5 が行う減衰補正処理の概要を模式的に示す図である。図 1 8 に示すように、減衰補正部 1 2 5 は、スペクトル C_{11} に対し、帯域内のすべての周波数 f ($f_L < f < f_H$) における強度 $I(f, z)$ に式 (1) の減衰量 $A(f, z)$ をそれぞれ加える補正 ($I(f, z) \rightarrow I(f, z) + A(f, z)$) を行う。これにより、超音波の伝播に伴う減衰の寄与を削減した新たなスペクトル C_{12} が得られる。近似部 1 2 4 は、スペクトル C_{12} に対して回帰分析を行うことにより、特徴量を抽出する。この場合に抽出される特徴量は、図 1 8 に示す直線 L_{11} の傾き a 、切片 b (、強度 c) である。この直線は、図 1 4 に示す直線 L_{11} と同じである。

40

【 0 0 9 8 】

また、本発明において、制御部 8 が、増幅補正部 1 2 1 による増幅補正処理と減衰補正部 1 2 5 における減衰補正処理とを一括して行わせるようにしてもよい。この処理は、図 1 5 のステップ S 1 8 における増幅補正処理を行わず、図 1 5 のステップ S 2 1 における減衰補正処理の減衰量の定義を次式 (6) のように変更して行うことと等価である。

$$A' = 2 \alpha z f + \gamma(z) \quad \cdots (6)$$

ここで、右辺の $\gamma(z)$ は、受信深度 z における増幅率 β と β_0 との差であり、

$$\gamma(z) = - \{ (\beta_{th} - \beta_0) / z_{th} \} z + \beta_{th} - \beta_0 \quad (z < z_{th}) \quad \cdots (7)$$

50

$$y(z) = 0 \quad (z > z_{th}) \quad \cdots (8)$$

と表される。

【0099】

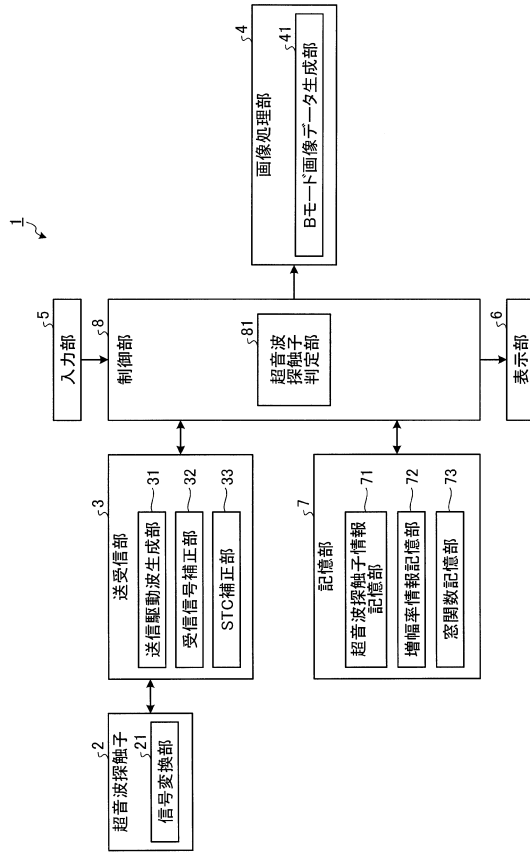
このように、本発明は、特許請求の範囲に記載した技術的思想を逸脱しない範囲内において、様々な実施の形態を含みうるものである。

【符号の説明】

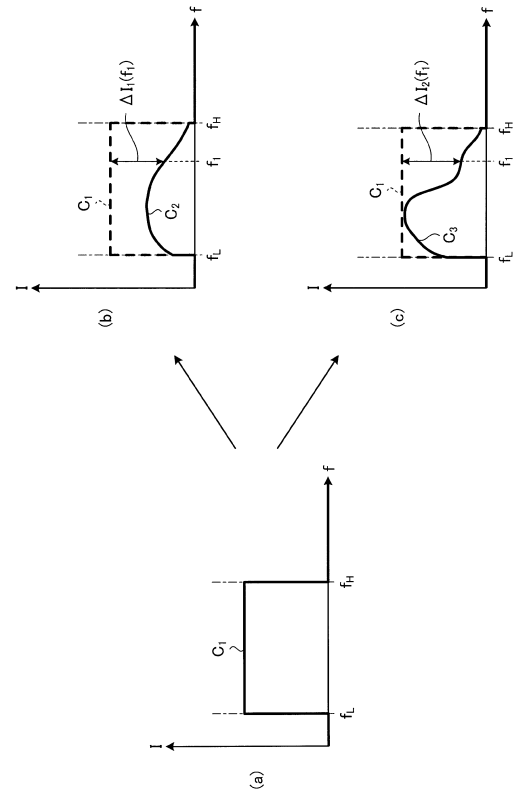
【0100】

- | | | |
|------|--------------|----|
| 1、11 | 超音波観測装置 | |
| 2 | 超音波探触子 | |
| 3 | 送受信部 | 10 |
| 4、13 | 画像処理部 | |
| 5 | 入力部 | |
| 6 | 表示部 | |
| 7 | 記憶部 | |
| 8 | 制御部 | |
| 12 | 演算部 | |
| 14 | 記憶部 | |
| 21 | 信号変換部 | |
| 31 | 送信駆動波生成部 | |
| 32 | 受信信号補正部 | 20 |
| 33 | STC補正部 | |
| 41 | Bモード画像データ生成部 | |
| 71 | 超音波探触子情報記憶部 | |
| 72 | 増幅率情報記憶部 | |
| 73 | 窓関数記憶部 | |
| 81 | 超音波探触子判定部 | |
| 121 | 増幅補正部 | |
| 122 | 周波数解析部 | |
| 123 | 特徴量抽出部 | |
| 124 | 近似部 | 30 |
| 125 | 減衰補正部 | |
| 131 | 特徴量画像データ生成部 | |
| 141 | 補正情報記憶部 | |

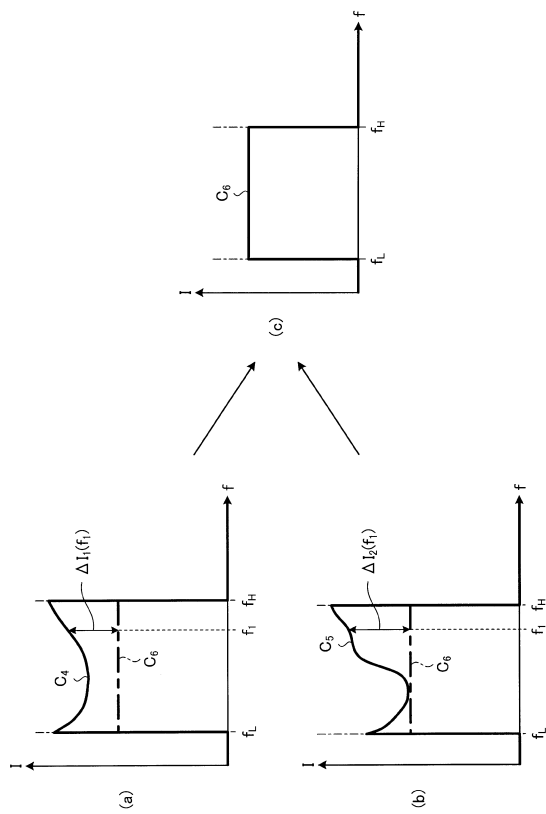
【図 1】



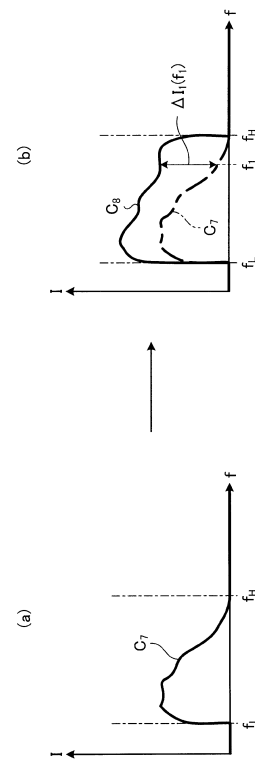
【図 2】



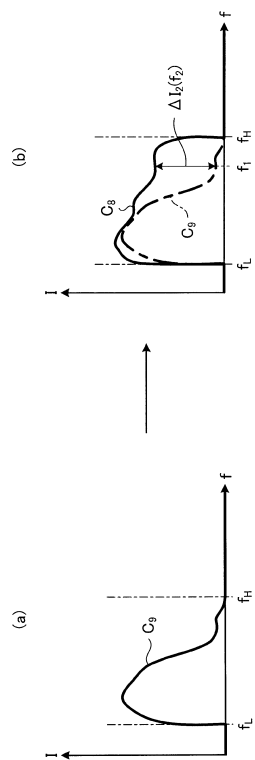
【図 3】



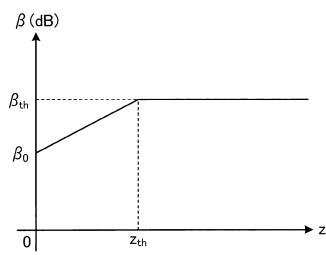
【図 4】



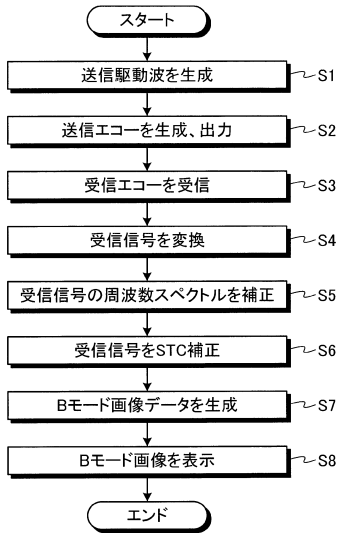
【図 5】



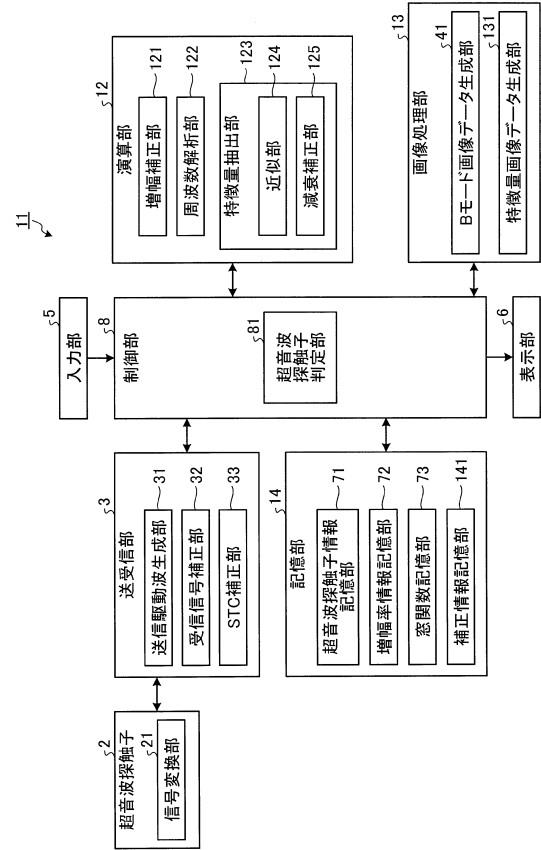
【図 6】



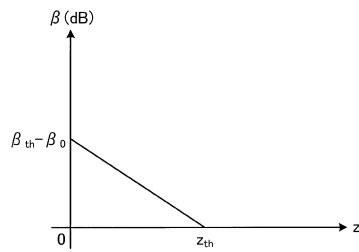
【図 7】



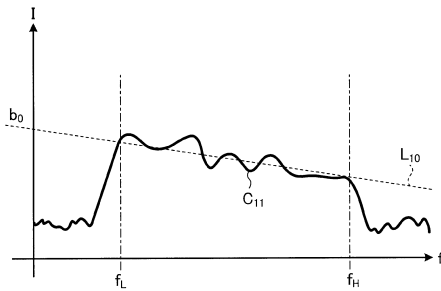
【図 8】



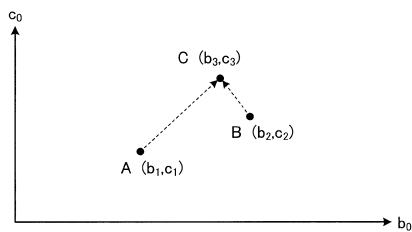
【図 9】



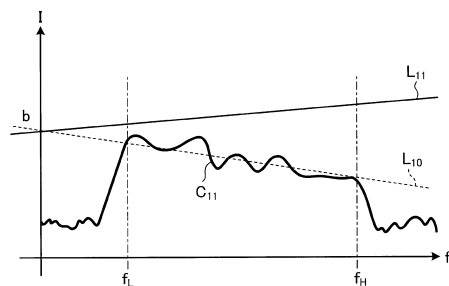
【図 10】



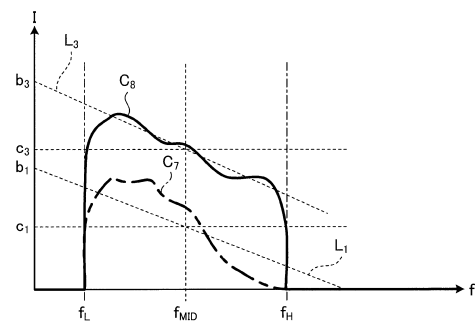
【図 13】



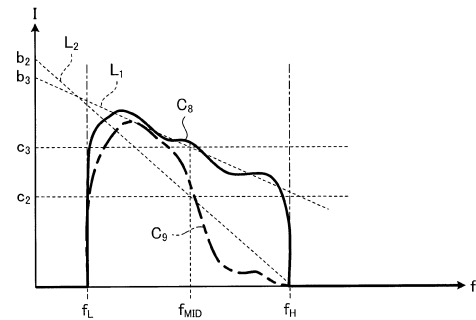
【図 14】



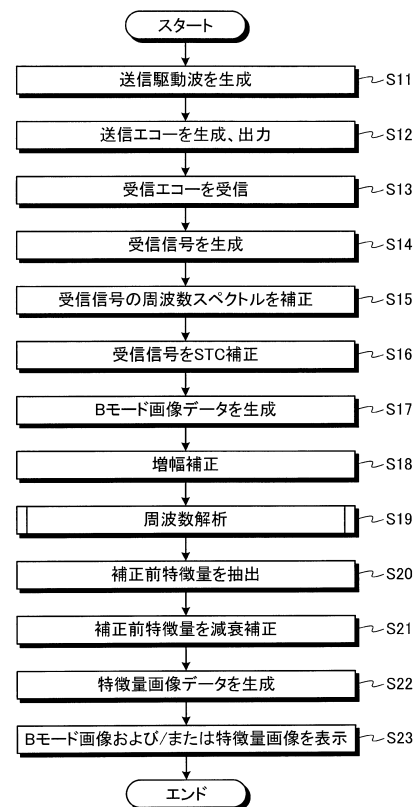
【図 11】



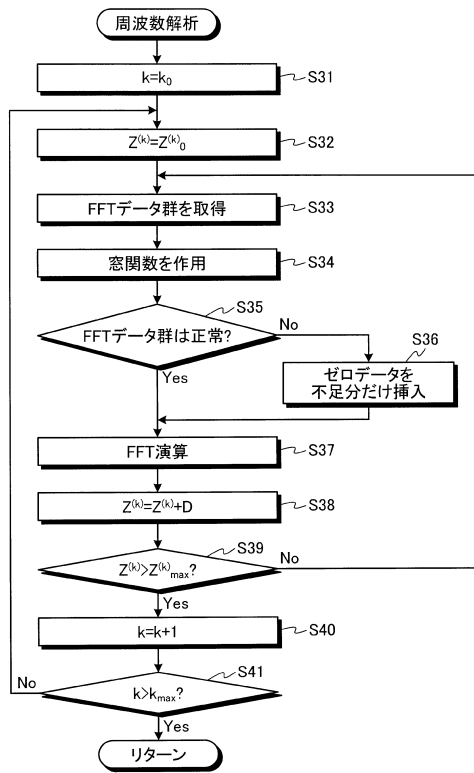
【図 12】



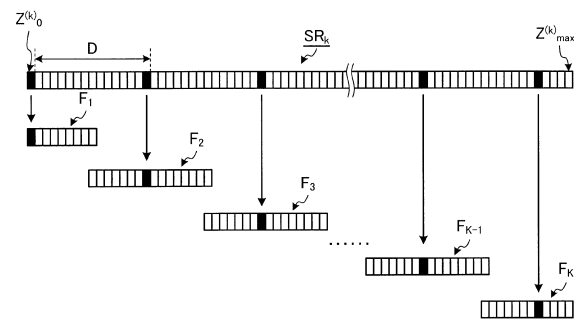
【図 15】



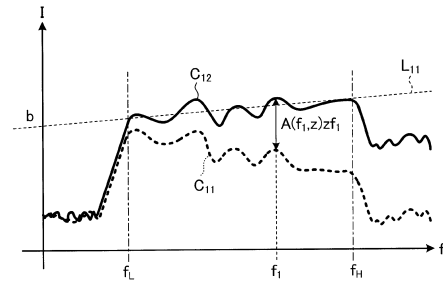
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-325506(JP,A)
特開2000-279408(JP,A)
実開平06-015605(JP,U)
特開平02-279145(JP,A)
国際公開第2012/063929(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声波观察装置，超声波观测装置的操作方法，超声波观察装置的操作程序		
公开(公告)号	JP5788624B2	公开(公告)日	2015-10-07
申请号	JP2015503710	申请日	2014-05-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	江田弘孝		
发明人	江田 弘孝		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/145 A61B8/4438 A61B8/4477 A61B8/5207 A61B8/54 B06B1/0207 G01S7/52033 G01S7/5205 G01S15/895		
FI分类号	A61B8/14		
代理人(译)	酒井宏明		
优先权	2013149831 2013-07-18 JP		
其他公开文献	JPWO2015008534A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种超声波观察装置，包括：超声波探头，被配置为将电传输驱动波转换为超声波的发送回波，将发送回波发送到样本，接收从样本反射的接收回波，并转换接收回声到电接收信号;存储单元，被配置为存储指示取决于超声探头的类型的特性的参数，并且是生成发送驱动波和校正接收信号所需的;传输驱动波生成单元，被配置为参考存储在存储单元中的参数，根据超声探头的类型生成传输驱动波，使得预定频带中的传输回波的频谱是恒定的，而不管超声探头的类型;接收信号校正单元，被配置为参考存储在存储单元中的参数，根据超声波探头的类型校正接收信号;图像处理单元，被配置为使用由接收信号校正单元校正的接收信号来生成图像数据。

(21) 出願番号	特願2015-503710 (P2015-503710)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成26年5月20日 (2014. 5. 20)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/063395		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(87) 国際公開番号	WO2015/008534	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成27年1月22日 (2015. 1. 22)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成27年1月20日 (2015. 1. 20)	(72) 発明者	江田 弘孝
(31) 優先権主張番号	特願2013-149831 (P2013-149831)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内
(32) 優先日	平成25年7月18日 (2013. 7. 18)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
早期審査対象出願		審査官	竹内 あや乃

[最終頁に続く](#)