

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-107419
(P2019-107419A)

(43) 公開日 令和1年7月4日(2019.7.4)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)

F1
A61B 8/14

テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-244257 (P2017-244257)
(22) 出願日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(71) 出願人 000000376
オリンパス株式会社
東京都八王子市石川町2951番地
(74) 代理人 110002147
特許業務法人酒井国際特許事務所
(72) 発明者 鱈田 知弘
東京都八王子市石川町2951番地 オリ
ンパス株式会社内
Fターム(参考) 4C601 EE21 GB03 JB34 JB35 JB48
KK02 KK24 KK31 LL17

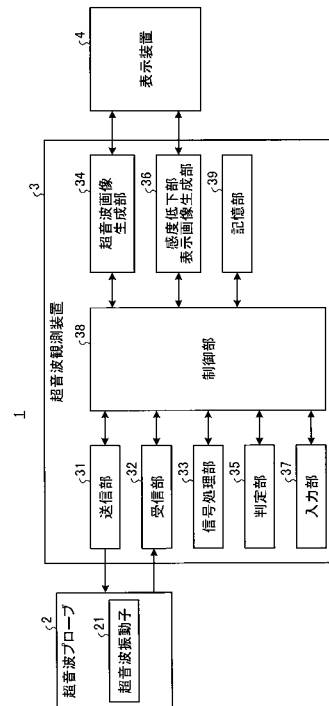
(54) 【発明の名称】 超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法および超音波観測装置の作動プログラム

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブが有する素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することを可能にする。

【解決手段】超音波観測装置3は、複数の素子がそれぞれ受信するエコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定部35と、判定部35が感度低下素子であると判定した素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成部36と、を備えた。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音波観測装置であって、

前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定部と、

前記判定部が感度低下素子であると判定した素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成部と、

を備えたことを特徴とする超音波観測装置。

【請求項 2】

前記判定部は、

1 または複数の素子の感度情報を取得し、該感度情報に基づいて各素子が感度低下素子であるか否かを判定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】

前記判定部は、

感度低下素子の候補となる候補素子を抽出し、該候補素子の近傍領域内に位置している所定数の素子の感度情報の統計値を用いて該候補素子が感度低下素子であるか否かを判定することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波観測装置。

【請求項 4】

前記所定数は、前記超音波振動子の送信開口数または受信開口数に関連した数である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】

前記所定数は、前記超音波が到達する深度に応じて異なることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波観測装置。

【請求項 6】

前記感度情報は、前記エコー信号の振幅に基づいて得られる感度値、または前記エコー信号を画像化したときの輝度値であることを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか一項に記載の超音波観測装置。

【請求項 7】

前記判定部は、

前記超音波が到達する深度に応じて異なる感度情報の基準に基づいた判定を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波観測装置。

【請求項 8】

前記判定部は、

接続された超音波プローブの種類ごとに定められる条件に基づいて各素子の感度低下の有無を判定することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の超音波観測装置。

【請求項 9】

前記判定部は、

前記超音波プローブの接続を検知した場合に判定を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の超音波観測装置。

【請求項 10】

前記デジタル信号は、前記超音波画像のデータを生成するための信号であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の超音波観測装置。

【請求項 11】

超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音

10

20

30

40

50

波観測装置の作動方法であって、

判定部が、前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定ステップと、

感度低下部表示画像生成部が、前記判定ステップにおいて感度低下素子であると判定された素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成ステップと、

を含むことを特徴とする超音波観測装置の作動方法。

【請求項 1 2】

超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音波観測装置の作動プログラムであって、

判定部が、前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定ステップと、

感度低下部表示画像生成部が、前記判定ステップにおいて感度低下素子であると判定された素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成ステップと、

を実行す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】

本発明は、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】

超音波プローブを用いた診断を行う超音波診断システムにおいては、超音波プローブを超音波観測装置に接続するたびに、超音波プローブが備える超音波振動子の状態をユーザに報知することが求められつつある。

【0003】

電子走査型の超音波プローブでは、超音波振動子が備える複数の素子を一度に駆動して音線のデータを取得している。そのため、一つの素子に感度低下が発生しても、画像への影響が小さく、ユーザが画像を見て感度低下を判断するのが難しい。

【0004】

このような状況の下、例えば特許文献 1 には、超音波プローブの送受信チャンネルごとに異常状態を検出する回路を有し、異常状態が検出されたとき、診断の可否を判断して判断結果を表示する技術が開示されている。この技術では、異常状態にあるチャンネルの情報を文字により表示してユーザに報知する。

【0005】

また、特許文献 2 には、超音波プローブの所定の評価用振動素子から得られる受信信号に基づいて評価用振動素子の感度特性が正常であるか否かを判定し、この判定結果に基づいて複数の振動素子の感度特性の分布を示す特性分布データを生成し、診断の可否を判定する技術が開示されている。この技術では、表示部が、異常と判定された振動素子を正常な振動素子と識別可能に表示することによって超音波プローブの異常箇所をユーザに報知する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 9 - 5 2 7 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2009-178262号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した従来技術では、感度低下が発生したチャンネルや振動素子を特定できるものの、超音波画像における影響箇所をユーザが直観的に把握することはできなかった。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、超音波プローブが有する素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することを可能に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を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音波観測装置であって、前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定部と、前記判定部が感度低下素子であると判定した素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成部と、を備えたことを特徴とする。

20

【0010】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記判定部は、1または複数の素子の感度情報を取得し、該感度情報に基づいて各素子が感度低下素子であるか否かを判定することを特徴とする。

【0011】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記判定部は、感度低下素子の候補となる候補素子を抽出し、該候補素子の近傍領域内に位置している所定数の素子の感度情報の統計値を用いて該候補素子が感度低下素子であるか否かを判定することを特徴とする。

30

【0012】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記所定数は、前記超音波振動子の送信開口数または受信開口数に関連した数であることを特徴とする。

【0013】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記所定数は、前記超音波が到達する深度に応じて異なることを特徴とする。

【0014】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記感度情報は、前記エコー信号の振幅に基づいて得られる感度値、または前記エコー信号を画像化したときの輝度値であ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、前記判定部は、前記超音波が到達する深度に応じて異なる感度情報の基準に基づいた判定を行うことを特徴とする。

【0016】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記判定部は、接続された超音波プローブの種類ごとに定められる条件に基づいて各素子の感度低下の有無を判定することを特徴とする。

【0017】

50

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記判定部は、前記超音波プローブの接続を検知した場合に判定を行うことを特徴とする。

【0018】

本発明に係る超音波観測装置は、上記発明において、前記デジタル信号は、前記超音波画像のデータを生成するための信号であることを特徴とする。

【0019】

本発明に係る超音波観測装置の作動方法は、超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音波観測装置の作動方法であって、判定部が、前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定ステップと、感度低下部表示画像生成部が、前記判定ステップにおいて感度低下素子であると判定された素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成ステップと、を含むことを特徴とする。

10

【0020】

本発明に係る超音波観測装置の作動プログラムは、超音波を発生する複数の素子を有する超音波振動子を備えた超音波プローブを接続可能であり、接続された前記超音波プローブに超音波を発生させる送信信号を送信する一方、前記超音波プローブから受信したエコー信号をもとに超音波画像のデータを生成する超音波観測装置の作動プログラムであって、判定部が、前記複数の素子がそれぞれ受信する前記エコー信号に対応するデジタル信号のデータを用いて各素子が感度低下を有する感度低下素子であるか否かを判定する判定ステップと、感度低下部表示画像生成部が、前記判定ステップにおいて感度低下素子であると判定された素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成する感度低下部表示画像生成ステップと、を実行することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、超音波プローブが有する超音波素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【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を備えた超音波診断システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1に係る超音波観測装置の判定部が行う判定処理の概要を示す図である。

【図3】図3は、表示装置が表示する感度低下部表示画像の表示例を示す図である。

【図4】図4は、表示装置が表示する感度低下部表示画像の別な表示例を示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施の形態1に係る超音波観測装置が行う素子感度判定処理の概要を示すフローチャートである。

40

【図6】図6は、本発明の実施の形態2に係る超音波観測装置が行う素子感度判定処理の概要を示すフローチャートである。

【図7】図7は、近傍領域を説明する図である。

【図8】図8は、近傍領域の設定方法の一例を示す図である。

【図9】図9は、候補素子の近傍領域を深さに応じて変化させることを説明する図である。

【図10】図10は、本発明の実施の形態2の変形例1における感度低下部表示画像の表示例を示す図である。

【図11】図11は、近傍領域の設定方法の別な例を示す図である。

【図12】図12は、本発明の実施の形態2の変形例2における判定部の処理の概要を示

50

す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波観測装置が行う素子判定処理の概要を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

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。

【0024】

（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を備えた超音波診断システムの構成を示すブロック図である。同図に示す超音波診断システム 1 は、観測対象である被検体へ超音波を送信し、該被検体で反射された超音波を受信する超音波プローブ 2 と、超音波プローブ 2 が取得した超音波信号に基づいて超音波画像を生成する超音波観測装置 3 と、超音波観測装置 3 が生成した超音波画像を表示する表示装置 4 と、を備える。

10

【0025】

超音波プローブ 2 は、その先端部に、超音波観測装置 3 から受信した電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号（超音波信号）に変換して出力する超音波振動子 2 1 を有する。超音波振動子 2 1 は、アレイ状に並べられた複数の素子を有する電子走査型である。素子は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、チタン酸鉛（PT）、またはニオブ酸鉛等の圧電体を用いて構成され、機械的エネルギーと電気的エネルギーとの変換を行うことによって超音波を送受信する。以下の説明では、ラジアル型の超音波振動子 2 1 の場合を説明するが、これは一例に過ぎず、コンベックス型やリニア型であってもよい。

20

【0026】

超音波プローブ 2 は、撮像光学系および撮像素子をさらに有する超音波内視鏡でもよいし、光学系を有しない細径のミニチュアプローブでもよい。また、超音波プローブ 2 は、被検体の体内に挿入するタイプのみならず、被検体の体表から超音波を照射する体外式であってもよい。

【0027】

超音波観測装置 3 は、送信部 3 1 と、受信部 3 2 と、信号処理部 3 3 と、超音波画像生成部 3 4 と、判定部 3 5 と、感度低下部表示画像生成部 3 6 と、入力部 3 7 と、制御部 3 8 と、記憶部 3 9 と、を備える。

30

【0028】

送信部 3 1 は、超音波プローブ 2 と電気的に接続され、送信信号（パルス信号）を超音波振動子 2 1 へ送信する。送信部 3 1 が送信するパルス信号の周波数帯域は、超音波振動子 2 1 におけるパルス信号の超音波パルスへの電気音響変換の線型応答周波数帯域をほぼカバーする広帯域にするとよい。送信部 3 1 は、一つの音線を構成する複数の素子に対して、各素子への送信タイミングを制御しながら送信信号を送信する。このようにして送信信号を受信した複数の素子は、超音波ビームを照射する。送信部 3 1 は、制御部 3 8 が出力する各種制御信号を超音波プローブ 2 に対して送信する。なお、感度が低下している素子（感度低下素子）を検出する際に送信部 3 1 が送信する送信信号のパワーを、検査時の送信信号のパワーに比して強くしてもよい。

40

【0029】

受信部 3 2 は、超音波振動子 2 1 から電気的な受信信号であるエコー信号を受信して、A/D変換することによってデジタルの高周波（RF: Radio Frequency）信号のデータ（以下、RFデータという）を生成する。また、受信部 3 2 は、超音波プローブ 2 から識別用のIDを含む各種情報を受信する機能も有する。

【0030】

信号処理部 3 3 は、受信部 3 2 から受信したRFデータをもとにデジタルの超音波画像

50

用受信データを生成する。具体的には、信号処理部 33 は、複数の RF データの位相を調整して加算するデジタルビームフォーミング (DBF) 処理、包絡線検波処理、および対数変換処理等の公知の処理を施し、デジタルの超音波画像用受信データを生成する。超音波画像用受信データは、超音波パルスの反射の強さを示すエコー信号の振幅または強度が、超音波パルスの送受信方向 (深度方向) に沿って並んだ複数のラインデータ (音線データ) からなる。信号処理部 33 は、生成した 1 フレーム分の超音波画像用受信データを、超音波画像生成部 34 へ出力する。

【0031】

超音波画像生成部 34 は、信号処理部 33 から受信した超音波画像用受信データに基づいて超音波画像データを生成する。超音波画像生成部 34 は、超音波画像用受信データを表示装置 4 の表示方式に従ったデータに変換するデジタルスキャンコンバータ (DSC) を有する。超音波画像生成部 34 は、さらにゲイン処理、コントラスト処理等の公知の信号処理を行うことにより、超音波画像データを生成する。この超音波画像データは、いわゆる B モード画像データである。B モード画像は、色空間として RGB 表色系を採用した場合の変数である R (赤)、G (緑)、B (青) の値を一致させたグレースケール画像である。

10

【0032】

判定部 35 は、受信部 32 から受信した RF データを解析することによって超音波振動子 21 が有する素子が感度低下素子であるか否かを判定する。判定部 35 は、RF データの振幅を感度値として検出した後、この感度値を所定の閾値と比較し、閾値よりも小さい感度値を有する素子を感度低下がある素子 (以下、感度低下素子という) と判定する。判定部 35 は、例えば感度低下素子と判定した素子を 1 とし、それ以外の素子は 0 とする感度情報を記憶部 39 に書き込んで記憶させる。

20

【0033】

図 2 は、判定部 35 の判定処理の概要を示す図である。図 2 では、超音波振動子 21 が有する N 個 (N: 整数) の素子の感度値をそれぞれ示している。図 2 に示す場合、素子番号 $n = 10$ 、20 の素子が感度の閾値 T_h を下回っている。したがって、図 2 に示す場合、判定部 35 は素子番号 10 の素子 (以下、素子 10 という) と素子番号 20 (素子 20 という) の素子を感度低下素子と判定する。この判定処理は、超音波診断システム 1 による被検体の検査を行う前に各素子が感度低下素子であるか否かを判定することを目的としている。この判定処理は、ユーザが超音波プローブ 2 を超音波観測装置 3 に接続した後、超音波プローブ 2 の先端部を空気中で保持した状態で行う。超音波プローブ 2 の先端部が空気中にある場合、送信部 31 が送信した送信信号に対して受信部 32 が受信するエコー信号は、超音波振動子 21 と空気との境界面で反射して戻ってきたエコー信号である。

30

【0034】

感度低下部表示画像生成部 36 は、記憶部 39 が記憶する素子毎の感度情報を用いて、超音波画像に対応する座標への座標変換等の処理を行うことにより、感度低下素子の位置を示す感度低下部表示画像のデータを生成する。感度低下部表示画像は、超音波振動子 21 における素子の位置が超音波画像と同じ画像である。

【0035】

図 3 は、表示装置 4 が表示する感度低下部表示画像の表示例を示す図である。同図に示す感度低下部表示画像 100 は、図 2 に示した検出結果に対応して生成された画像であり、判定部 35 が感度低下素子と判定した二つの素子の位置にそれぞれ対応する感度低下部 101、102 を表示している。なお、感度低下部表示画像 100 を超音波画像に合わせて、図 3 で白黒を逆転させて表示してもよい。また、感度低下部 101、102 を黒以外の所定の色によって表示してもよい。

40

【0036】

図 4 は、表示装置 4 が表示する感度低下部表示画像の別な表示例を示す図である。同図に示す感度低下部表示画像 200 は、図 2 に示した検出結果に対応して生成された画像であり、判定部 35 が感度低下素子と判定した二つの素子からの影響が及ぶ領域を感度低下

50

部 201、202として表示している。なお、感度低下部表示画像200を超音波画像に合わせて、図4で白黒を逆転させて表示してもよい。また、感度低下部201、202を所定の色で塗りつぶして表示してもよいし、所定のパターンで塗りつぶして表示してもよい。

【0037】

図3に示すように感度低下部を線で表示する場合であっても、隣接する複数の素子が感度低下素子である場合には、それらの線がつながって、図4に示すような領域と同様の表示になることがある。

【0038】

感度低下部表示画像100または200を見たユーザは、超音波画像における感度低下部の位置を直感的に把握することができる。

10

【0039】

入力部37は、キーボード、ボタン、マウス、トラックボール、タッチパネル、タッチパッド等のユーザインタフェースを用いて構成され、各種操作信号の入力を受け付ける。各種操作信号の一つとして、超音波振動子21の素子の感度判定処理の開始を指示する信号が含まれる。

【0040】

制御部38は、記憶部39が記憶、格納する情報を記憶部39から読み出し、超音波観測装置3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3を含む超音波診断システム1の動作を統括して制御する。

20

【0041】

記憶部39は、判定部35が判定する際に参照する感度値の閾値や、判定部35が素子ごとに判定した結果等の情報を記憶する。記憶部39が記憶する感度値の閾値は、超音波プローブ2の種類によって異なってもよい。記憶部39は、超音波診断システム1を動作させるための各種プログラム、および超音波診断システム1の動作に必要な各種パラメータ等を含むデータ等を記憶する。各種プログラムには、超音波診断システム1の作動方法を実行するための作動プログラムが含まれる。各種プログラムは、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憶媒体に記憶して広く流通させることも可能である。また、各種プログラムは、通信ネットワークを介してダウンロードすることによって取得することも可能である。ここでいう通信ネットワークは、例えば既存の公衆回線網、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network)等によって実現されるものであり、有線、無線を問わない。

30

【0042】

以上の構成を有する超音波観測装置3は、CPU (Central Processing Unit)等の汎用プロセッサ、またはASIC (Application Specific Integrated Circuit)もしくはFPGA (Field Programmable Gate Array)等の特定の機能を実行する専用の集積回路等、各種プログラム等が予めインストールされたROM (Read Only Memory)、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 (Random Access Memory)等を用いて実現される。

40

【0043】

表示装置4は、映像ケーブルを介して超音波観測装置3が生成した超音波画像および感度低下部表示画像のデータ信号を受信して表示する。表示装置4は、液晶または有機EL (Electro Luminescence)等のモニタを用いて構成される。

【0044】

図5は、以上の構成を有する超音波観測装置3が行う素子感度判定処理の概要を示すフローチャートである。以下に示すフローチャートにおいては、超音波観測装置3の電源が入った状態にあるものとする。

【0045】

超音波観測装置3のコネクタに超音波プローブ2が接続され、受信部32が超音波プロ

50

ープ 2 からの信号を受信して制御部 38 が超音波プローブ 2 の接続を検知した場合（ステップ S 101 : Yes）、制御部 38 は表示装置 4 に素子感度判定処理の開始メッセージを表示させる（ステップ S 102）。この開始メッセージは、例えば「超音波プローブの素子の素子感度判定処理を開始します。超音波プローブの先端部を空气中に保った状態で OK ボタンを押してください。」という内容である。制御部 38 が超音波プローブ 2 の接続を検知しない場合（ステップ S 101 : No）、超音波観測装置 3 はステップ S 101 を繰り返す。

【0046】

その後、入力部 37 が開始指示信号の入力を受け付けた場合（ステップ S 103 : Yes）、制御部 38 はカウンタ i を初期値 1 にセットする（ステップ S 104）。続いて、送信部 31 は、超音波振動子 21 が有する複数の素子のうち素子番号 i の素子（以下、素子 i という）を選択し、素子 i に送信信号を送信する（ステップ S 105）。なお、ここでは入力部 37 が開始指示信号の入力を受け付けたときに送信部 31 が送信信号を素子 1 に送信する場合を説明したが、制御部 38 が超音波プローブ 2 の接続を検知したときに送信部 31 が自動的に素子 1 に送信信号を送信し始めるようにしてもよい。

10

【0047】

続いて、受信部 32 は、超音波振動子 21 からエコー信号を受信して、A/D 変換することによって RF データを生成し、判定部 35 に出力する（ステップ S 106）。

【0048】

判定部 35 は、受信部 32 から受信した RF データを用いて素子 i が感度低下素子であるか否かを判定して判定結果に応じた感度情報を記憶部 39 に記憶させる（ステップ S 107）。判定部 35 は、RF データの振幅から素子 i の感度値を算出し、その感度値が閾値よりも低い場合、素子 i を感度低下素子と判定する。図 2 に示す場合、判定部 35 は二つの素子 10、20 を感度低下素子と判定する。

20

【0049】

この後、制御部 38 は、カウンタ i が素子の数 N より小さいか否かを判定する（ステップ S 108）。カウンタ i が N より小さい場合（ステップ S 108 : Yes）、すべての素子に対する判定処理が終了していないため、制御部 38 はカウンタ i を 1 増やし（ステップ S 109）、ステップ S 105 に戻る制御を行う。一方、カウンタ i が N より小さくない場合（ステップ S 108 : No）、すべての素子に対する判定処理が終了したため、制御部 38 はステップ S 110 へ移行する制御を行う。

30

【0050】

ステップ S 110 以降の処理を説明する。判定部 35 による判定の結果、感度低下素子があった場合（ステップ S 110 : Yes）、感度低下部表示画像生成部 36 は、記憶部 39 を参照して、感度低下部表示画像のデータを生成する（ステップ S 111）。続いて、制御部 38 は、感度低下部表示画像を表示装置 4 に表示させる（ステップ S 112）。表示装置 4 は、例えば図 3 に示す感度低下部表示画像 100 または図 4 に示す感度低下部表示画像 200 を表示する。この際、制御部 38 は、感度低下部表示画像とともに、感度低下素子があることを報知するメッセージを表示装置 4 に表示させてもよい。ステップ S 112 の後、超音波観測装置 3 は一連の処理を終了する。

40

【0051】

なお、ステップ S 112 の後、入力部 37 が感度低下部表示画像の消去を指示する信号の入力を受け付けた場合、制御部 38 は表示装置 4 に感度低下部表示画像の表示を終了させるようにしてもよい。また、表示装置 4 が感度低下部表示画像を表示を開始してから所定時間が経過した後、制御部 38 が表示装置 4 に感度低下部表示画像の表示を終了させるようにしてもよい。

【0052】

判定部 35 による判定の結果、感度低下素子がなかった場合（ステップ S 110 : No）、制御部 38 は、感度低下素子がないことを報知するメッセージを表示装置 4 に表示させる（ステップ S 113）。なお、この場合には表示装置 4 にメッセージを表示させる代

50

わりに、音声を出力する手段やランプを点滅させる手段を用いて感度低下素子がないことを報知するようにしてもよい。ステップ S 1 1 3 の後、超音波観測装置 3 は一連の処理を終了する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 3 において、入力部 3 7 が開始指示信号の入力を受け付けない場合（ステップ S 1 0 3 : N o ）において、開始メッセージの表示を開始してから所定時間が経過したとき（ステップ S 1 1 4 : Y e s ）、超音波観測装置 3 は一連の処理を終了する。ステップ S 1 1 4 で所定時間が経過していないとき（ステップ S 1 1 4 : N o ）、超音波観測装置 3 はステップ S 1 0 3 に戻る。

【 0 0 5 4 】

以上説明した本発明の実施の形態 1 によれば、感度低下を有する感度低下素子であると判定した素子の位置をもとに超音波画像中において感度が低下した領域を表示する感度低下部表示画像のデータを生成するため、超音波プローブが有する超音波素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することが可能になる。

【 0 0 5 5 】

（実施の形態 2 ）

本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置は、判定部における素子感度判定処理が実施の形態 1 と異なる。本実施の形態 2 に係る超音波診断システムの構成は、実施の形態 1 と同様である。以下、超音波診断システムの構成要素には、実施の形態 1 と同じ符号を付して説明する。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、本実施の形態 2 に係る超音波観測装置が行う素子感度判定処理の概要を示すフローチャートである。ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 6 の処理は、実施の形態 1 で説明したステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 6 の処理にそれぞれ対応している。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 0 7 において、判定部 3 5 は受信部 3 2 から受信した R F データを用いて素子 i の感度値を算出して記憶部 3 9 に記憶させる（ステップ S 2 0 7 ）。この後、制御部 3 8 は、カウンタ i が素子の数 N より小さいか否かを判定する（ステップ S 2 0 8 ）。カウンタ i が N より小さい場合（ステップ S 2 0 8 : Y e s ）、制御部 3 8 はカウンタ i を 1 増やし（ステップ S 2 0 9 ）、ステップ S 2 0 5 に戻る制御を行う。一方、カウンタ i が N より小さくない場合（ステップ S 2 0 8 : N o ）、制御部 3 8 はステップ S 2 1 0 へ移行する制御を行う。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 1 0 において、判定部 3 5 は各素子の感度値を閾値 T_h と比較し、閾値 T_h よりも小さい感度値を有する素子を、感度低下素子の候補となる候補素子として抽出する（ステップ S 2 1 0 ）。判定部 3 5 が候補素子を抽出した場合（ステップ S 2 1 1 : Y e s ）、判定部 3 5 は、候補素子の近傍領域の素子の感度値を記憶部 3 9 から読み出し、読み出した素子および候補素子の感度値の平均を算出する（ステップ S 2 1 2 ）。

【 0 0 5 9 】

図 7 は、近傍領域を説明する図である。図 7 では、図 2 と同様に超音波振動子 2 1 が有する N 個の素子の感度値をそれぞれ示しており、素子 1 0 と素子 2 0 の感度値が閾値 T_h を下回っている場合を示している。この場合、判定部 3 5 は、素子 1 0 と素子 2 0 を候補素子として抽出し、各候補素子を中心として所定数の素子が含まれる領域を近傍領域として、その近傍領域内の素子の感度値の平均を算出する。図 7 に示す場合、素子 1 0 の近傍領域 D_1 の感度値は、素子 2 0 の近傍領域 D_2 の感度値よりも相対的に高い。したがって、近傍領域 D_1 内の素子の感度値の平均は、近傍領域 D_2 内の素子の感度値の平均よりも大きい。

【 0 0 6 0 】

近傍領域に含まれる素子の数は、例えば超音波画像を生成するために設定される送信開口数としてもよいし、送信開口数に近い数としてもよい。このような数は、送信開口数の

10

20

30

40

50

関数として与えられる。なお、近傍領域に含まれる素子は、領域内のすべての素子でなくてもよく、例えばその領域内で所定間隔で間引いてもよいし、その領域内でランダムに所定数だけ選択してもよい。また、候補素子の感度値を平均に含めなくてもよい。

【0061】

続いて、判定部35は、算出した近傍領域内の素子の平均が第2閾値よりも小さい候補素子を感度低下素子と判定する(ステップS213)。このときの第2閾値は、閾値Thと同じでもよいし、異なってもよい。

【0062】

判定の結果、感度低下素子があった場合(ステップS214: Yes)、感度低下部表示画像生成部36は感度低下部表示画像のデータを生成する(ステップS215)。図7に示す場合に、例えば近傍領域D₁内の素子の感度値の平均は第2閾値よりも大きい一方、近傍領域D₂内の素子の感度値の平均は第2閾値よりも小さい場合、判定部35は、二つの候補素子のうち、素子20のみを感度低下素子と判定する。

10

【0063】

その後、制御部38は、感度低下部表示画像を表示装置4に表示させる(ステップS216)。図7において、素子20のみが感度低下素子と判定された場合の感度低下部表示画像の表示例は、図3に示す感度低下部表示画像100から感度低下部101を削除した画像、および図4に示す感度低下部表示画像200から感度低下部201を削除した画像である。ステップS216の後、超音波観測装置3は一連の処理を終了する。

20

【0064】

なお、ステップS216の後、入力部37が感度低下部表示画像の消去を指示する信号の入力を受け付けた場合、制御部38は表示装置4に感度低下部表示画像の表示を終了させるようにしてもよい。また、表示装置4が感度低下部表示画像を表示してから所定時間経過した後、制御部38が表示装置4に感度低下部表示画像の表示を終了させるようにしてもよい。

【0065】

判定部35による判定の結果、感度低下素子がなかった場合(ステップS214: No)、制御部38は、感度低下素子がないことを報知するメッセージを表示装置4に表示させる(ステップS217)。ステップS217の後、超音波観測装置3は一連の処理を終了する。

30

【0066】

ステップS211において、判定部35が候補素子を抽出しなかった場合(ステップS211: No)、制御部38はステップS217へ移行する制御を行う。

【0067】

ステップS203において、入力部37が開始指示信号の入力を受け付けない場合(ステップS203: No)、開始メッセージの表示を開始してから所定時間が経過したとき(ステップS218: Yes)、超音波観測装置3は一連の処理を終了する。ステップS218で所定時間が経過していないとき(ステップS218: No)、超音波観測装置3はステップS203に戻る。

40

【0068】

以上説明した実施の形態2によれば、実施の形態1と同様に、超音波プローブが有する超音波素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することが可能になる。

【0069】

また、本実施の形態2によれば、感度低下素子の候補素子に対して近傍領域に含まれる素子の感度情報も含めてその素子が感度低下素子であるか否かを判定するため、超音波画像に影響が生じる感度低下部をよりの確に検出することができる。

【0070】

なお、判定部35が判定する近傍領域の感度値の平均に代えて、近傍領域における感度値の和、分散、最頻値等の統計値を算出してもよい。この場合には、その統計値に応じた

50

第2 閾値を設定すればよい。また、第2 閾値の値は、母集団を構成する素子の数によって変化させてもよい。これにより、使用開口数が少ない超音波振動子2 1の端部においても、画像に影響を与える感度低下部を的確に検出することが可能となる。

【0071】

(実施の形態2の変形例1)

超音波画像を生成する際の受信開口数に応じて近傍領域を設定してもよい。図8に示すように、超音波が到達する深度が大きいほど受信開口数を大きく設定することができる。このため、深度が大きいほど近傍領域の素子数を大きく設定してもよい。図9は、候補素子の近傍領域を深さに応じて変化させることを説明する図である。本変形例1では、判定部35が判定に使用する第2 閾値を深度に応じて設定してもよい。

10

【0072】

図10は、変形例1における感度低下部表示画像の表示例を示す図である。同図に示す感度低下部表示画像300は、二つの感度低下部301、302を表示している。感度低下部301と感度低下部302は、線の長さが異なっている。これは、感度低下部302は、感度低下部301よりも深度が大きい領域まで感度低下の影響が及んでいることを示している。ユーザは、感度低下部表示画像300を見ることにより、感度低下位置に加えて感度低下が及んでいる深度方向の範囲も把握することができる。

【0073】

以上説明した変形例1によれば、深度に応じて近傍領域を設定し、感度低下の有無を深度ごとに判定するため、より詳細かつ高精度の感度低下情報を提供することができる。

20

【0074】

なお、受信開口数と送信開口数との大小関係に基づいて近傍領域を設定してもよい。図11に示すように、超音波画像生成時には、送信開口数を一定とし、受信開口数を深度に応じて変化させることがある。このような場合には、送信開口数と受信開口数のうち小さい方の値を用いて深度ごとの近傍領域を設定するようにしてもよい。

【0075】

(実施の形態2の変形例2)

判定部35が近傍領域の感度値の平均等の統計値を算出する際に、素子の指向性を加味して重み付けをしてもよい。図12は、変形例2における判定部35の処理の概要を示す図である。判定部35は、近傍領域の感度値に重み係数を乗算し、この乗算した結果に対して平均等の統計値を算出する。重み係数Wは、近傍領域の中心部すなわち候補素子付近が大きく、候補素子から遠くなるほど小さい値を有する。

30

【0076】

以上説明した変形例2によれば、重み付けした感度値を用いて感度低下素子の判定を行うため、近傍領域に含まれる素子の寄与を反映した判定を行うことができる。

【0077】

(実施の形態3)

本発明の実施の形態3に係る超音波観測装置は、超音波画像を生成する際に照射する超音波ビームを用いて各素子が感度低下素子であるか否かの判定処理を行う。本実施の形態3に係る超音波診断システムの構成は、実施の形態1と同様である。以下、超音波診断システムの構成要素には、実施の形態1と同じ符号を付して説明する。

40

【0078】

図13は、本実施の形態3に係る超音波観測装置が行う素子判定処理の概要を示すフローチャートである。ステップS301~S304の処理は、実施の形態1で説明したステップS101~S104の処理にそれぞれ対応している。

【0079】

ステップS305において、送信部31は、超音波振動子21に超音波ビームを出力させるために、素子iを中心とする送信開口数分の複数の素子に対して送信タイミングを制御しながら送信信号を送信する(ステップS305)。

【0080】

50

続いて、受信部 3 2 は、超音波振動子 2 1 からエコー信号を受信して、A / D 変換することによって R F データを生成し、判定部 3 5 に出力する（ステップ S 3 0 6）。

【 0 0 8 1 】

判定部 3 5 は、受信部 3 2 から受信した R F データを用いて複数の素子の感度値を算出し、それらの感度値の平均を算出して記憶部 3 9 に記憶させる（ステップ S 3 0 7）。

【 0 0 8 2 】

この後、判定部 3 5 は、感度値の平均と閾値とを比較することによって素子 i が感度低下素子であるか否かを判定し、判定結果を記憶部 3 9 に記憶させる（ステップ S 3 0 8）。

【 0 0 8 3 】

続いて、制御部 3 8 は、カウンタ i が素子の数 N より小さいか否かを判定する（ステップ S 3 0 9）。カウンタ i が N より小さい場合（ステップ S 3 0 9 : Y e s）、制御部 3 8 はカウンタ i を 1 増やし（ステップ S 3 1 0）、ステップ S 3 0 5 に戻る制御を行う。一方、カウンタ i が N より小さくない場合（ステップ S 3 0 9 : N o）、制御部 3 8 はステップ S 3 1 1 へ移行する制御を行う。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 3 1 1 ~ S 3 1 5 の処理は、実施の形態 1 で説明したステップ S 1 1 0 ~ S 1 1 4 にそれぞれ対応している。

【 0 0 8 5 】

本実施の形態 3 において、感度低下部表示画像の表示態様は、実施の形態 1 で説明した感度低下部表示画像 1 0 0（図 3 を参照）と同様である。ただし、本実施の形態 3 の場合、感度低下部 1 0 1、1 0 2 は、超音波画像の音線に相当している。

【 0 0 8 6 】

以上説明した本発明の実施の形態 3 によれば、実施の形態 1 と同様に、超音波プローブが有する超音波素子の感度低下に起因した超音波画像への影響を、ユーザが直観的に把握することが可能になる。

【 0 0 8 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、判定部 3 5 は、R F データを用いて感度値を算出する代わりに、R F データを超音波画像と同様の処理によって画像化した後の各画素の輝度値の平均を算出し、この平均を感度情報として用いることによって素子の感度低下の有無を判定するようにしてもよい。

【 0 0 8 8 】

また、超音波診断システム 1 を用いて検査を行っている最中に感度低下部を表示できるようにしてもよい。例えば、検査中に入力部 3 7 が感度低下部の表示を指示する信号の入力を受け付けると、感度低下部表示画像生成部 3 6 は記憶部 3 9 を参照して感度低下素子を特定し、超音波画像の表示に合わせて感度低下部表示画像のデータを生成する。超音波画像がスクロールされた場合、感度低下部表示画像生成部 3 6 は、そのスクロールに応じて感度低下部表示画像の表示形態も変更する。制御部 3 8 は、表示装置 4 に感度低下部表示画像を超音波画像と並べて表示させる。なお、制御部 3 8 は、表示装置 4 に対し、感度低下部表示画像を超音波画像よりも小さく表示させてもよい。この後、入力部 3 7 が感度低下部の表示を削除する信号の入力を受け付けた場合、制御部 3 8 は、表示装置 4 に感度低下部表示画像の表示を終了させる。

【 0 0 8 9 】

また、超音波観測装置が、超音波画像と感度低下部表示画像を重畳した重畳画像のデータを生成する重畳画像生成部をさらに備えてもよい。この場合には、検査中に入力部 3 7 が感度低下部の表示指示入力を受け付けたとき、感度低下部表示画像生成部 3 6 が上記同様に感度低下部表示画像のデータを生成した後、重畳画像生成部がこのデータを超音波画像のデータに重畳して重畳画像のデータを生成する。重畳画像は、感度低下部に色、彩度

10

20

30

40

50

、明度、模様またはパターン等の視覚情報を付与して表示してもよいし、感度低下部の透過度を高くして半透明にして表示してもよい。

【0090】

このように検査中も感度低下部を表示する機能を具備することにより、ユーザは検査中にも感度低下部を把握して、検査や診断の際に役立てることができる。

【符号の説明】

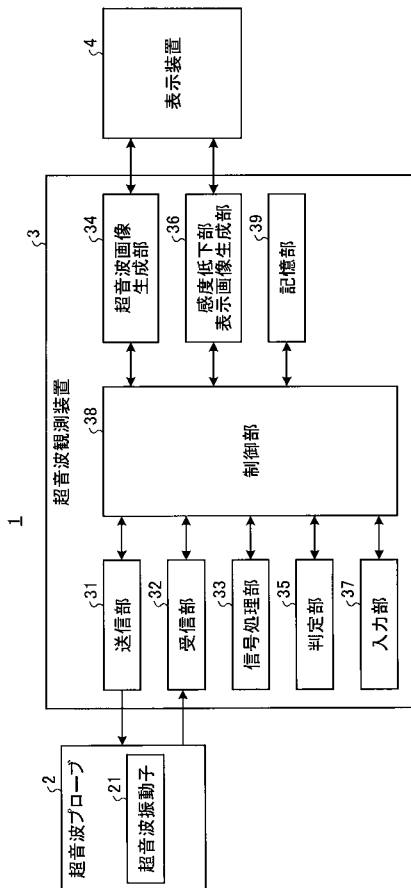
【0091】

- 1 超音波診断システム
- 2 超音波プローブ
- 3 超音波観測装置
- 4 表示装置
- 21 超音波振動子
- 31 送信部
- 32 受信部
- 33 信号処理部
- 34 超音波画像生成部
- 35 判定部
- 36 感度低下部表示画像生成部
- 37 入力部
- 38 制御部
- 39 記憶部
- 100、200、300 感度低下部表示画像
- 101、102、201、202、301、302 感度低下部
- D₁、D₂ 近傍領域
- W 重み係数

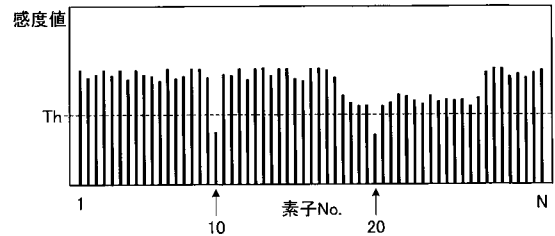
10

20

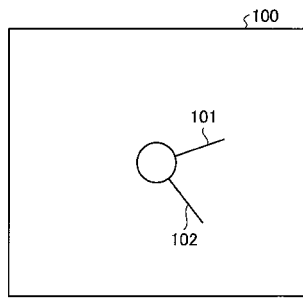
【図1】



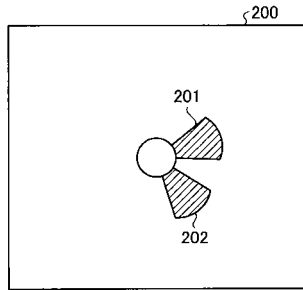
【図2】



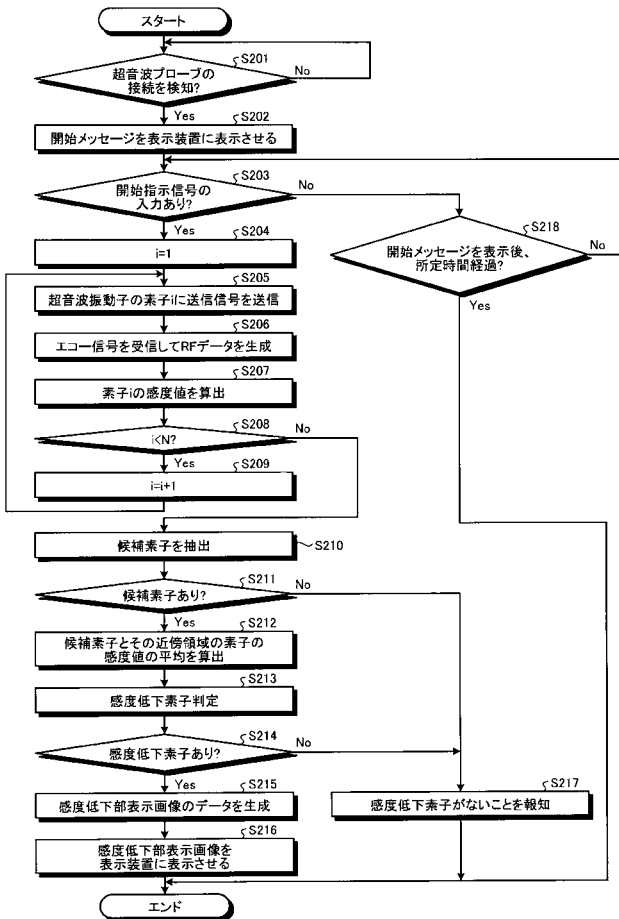
【 図 3 】



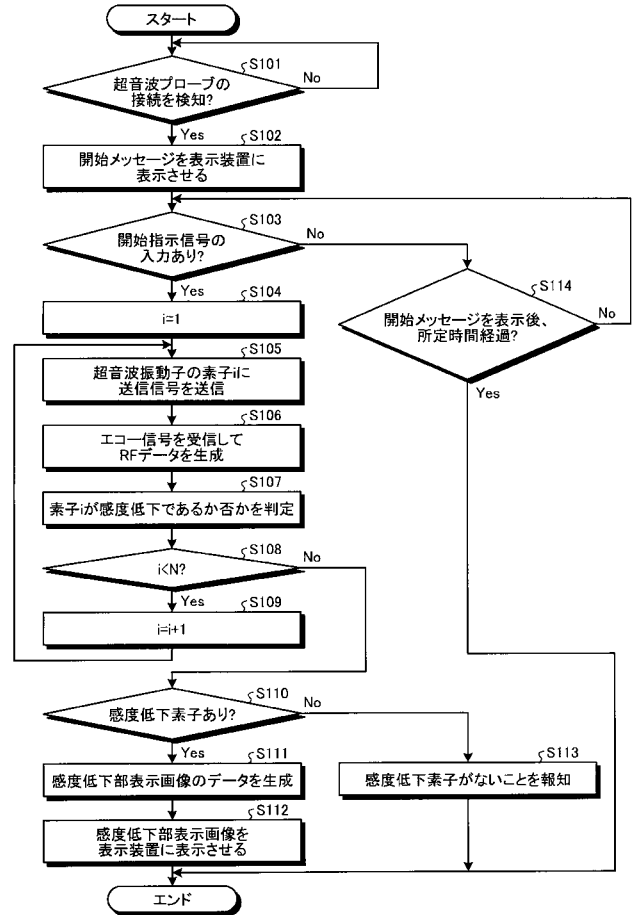
【 図 4 】



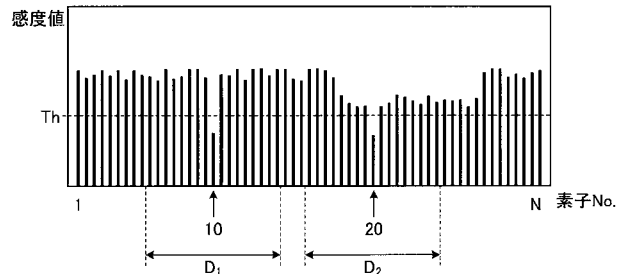
【 図 6 】



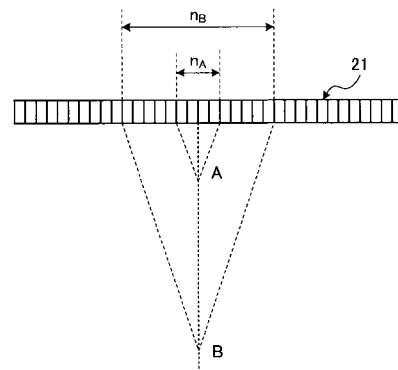
【 図 5 】



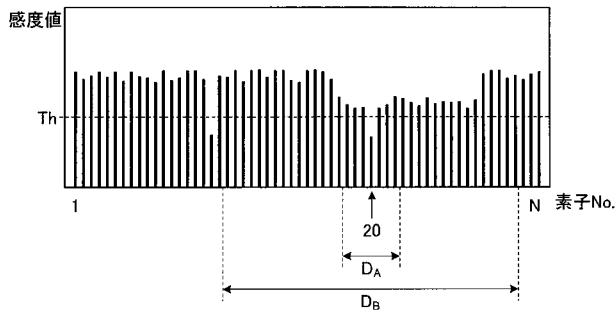
【 図 7 】



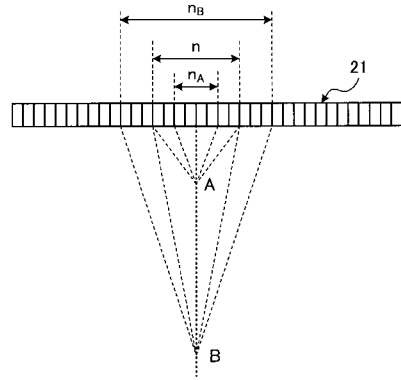
【 図 8 】



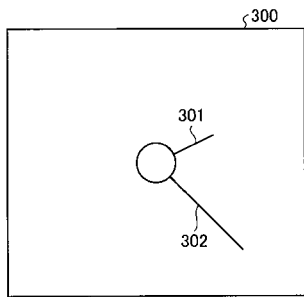
【 図 9 】



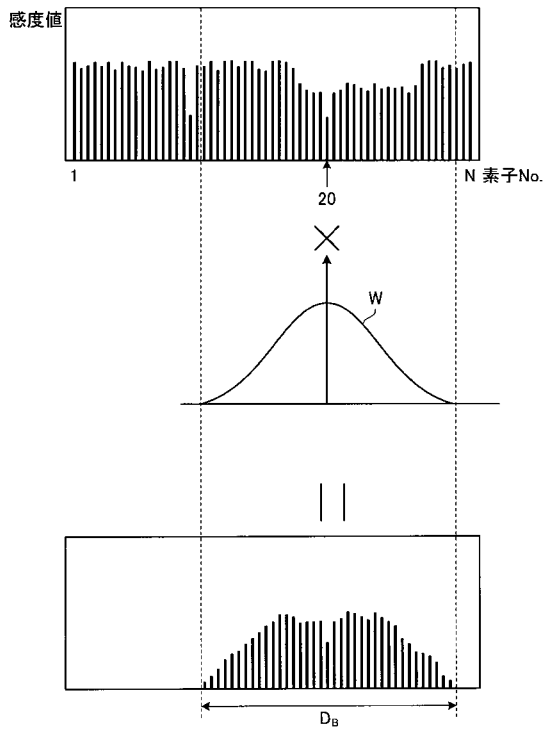
【 図 1 1 】



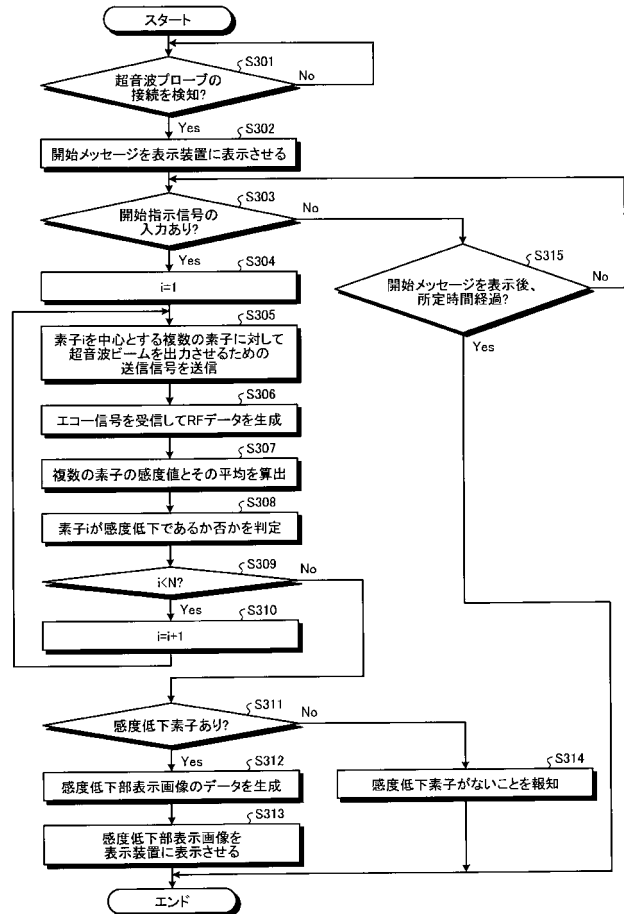
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



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	JP2019107419A	公开(公告)日	2019-07-04
申请号	JP2017244257	申请日	2017-12-20
[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		
[标]发明人	鯖田知弘		
发明人	鯖田 知弘		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE21 4C601/GB03 4C601/JB34 4C601/JB35 4C601/JB48 4C601/KK02 4C601/KK24 4C601/KK31 4C601/LL17		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明使用户能够直观地掌握由超声波探头中包含的元件的灵敏度降低引起的对超声波图像的影响。超声波观测装置3使用与分别由多个元件接收的回波信号对应的数字信号的数据，确定每个元件是否是具有灵敏度降低的灵敏度降低元件。灵敏度降低部分显示图像的灵敏度降低部分显示图像，其基于由确定部分35确定的作为灵敏度降低元件35的元件的位置，在超声图像中显示灵敏度降低的区域。和生成单元36。[选图]图1

