

(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2014-176544
(P2014-176544A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード(参考)

4 C 6 O 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号

特願2013-53229 (P2013-53229)

(22) 出願日

平成25年3月15日 (2013.3.15)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅善

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(74) 代理人 100116665

弁理士 渡辺 和昭

(72) 発明者 林 正樹

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 渡邊 亮基

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

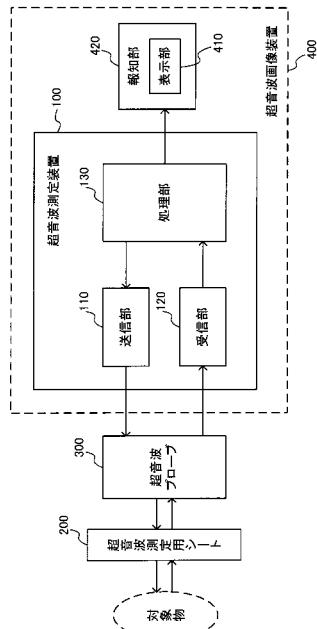
(54) 【発明の名称】超音波測定装置及び超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブの傾き情報を取得し、超音波プローブが傾いている場合に、ユーザーに対して報知することができる超音波測定装置及び超音波画像装置等を提供すること。

【解決手段】超音波測定装置100は、超音波の送信処理を行う送信部110と、超音波エコーの受信処理を行う受信部120と、超音波測定の制御処理を行う処理部130とを含む。処理部130は、被検体と超音波測定用シート200との境界面からの超音波エコー又は超音波測定用シート200からの超音波エコーによる受信信号に基づいて、超音波プローブ300の傾き情報を取得する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波の送信処理を行う送信部と、
超音波エコーの受信処理を行う受信部と、
超音波測定の制御処理を行う処理部と、
を含み、
前記処理部は、
被検体と超音波測定用シートとの境界面からの超音波エコー又は前記超音波測定用シートからの超音波エコーによる受信信号に基づいて、超音波プローブの傾き情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。

10

【請求項 2】

請求項 1において、
前記処理部は、
前記受信信号に基づいて、前記境界面の超音波測定における深度情報を取得し、前記深度情報に基づいて前記傾き情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 3】

請求項 2において、
前記処理部は、
前記深度情報と前記超音波測定用シートの基準厚み情報との比較処理を行って、前記傾き情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。

20

【請求項 4】

請求項 3において、
前記深度情報は、前記超音波測定用シートの前記超音波プローブに対向する面から前記超音波測定用シートと前記被検体との前記境界面までの、超音波の出射方向における深度情報をすることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 5】

請求項 3又は 4において、
前記処理部は、
前記受信信号に基づく A モード波形における振幅値又は前記受信信号に基づく B モード画像における輝度値を、所定のしきい値と比較する処理を行うことによって、前記境界面を特定することを特徴とする超音波測定装置。

30

【請求項 6】

請求項 3又は 4において、
前記処理部は、
前記受信信号に基づく B モード画像における各深度での輝度の分散を算出し、算出した前記輝度の分散に基づいて、前記超音波測定用シートと前記被検体との前記境界面を特定することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 7】

請求項 3乃至 6 のいずれかにおいて、
前記処理部は、
前記受信信号に基づいて、前記超音波測定用シートに記録されたコード情報の解析処理を行い、前記コード情報に基づいて前記超音波測定用シートの前記基準厚み情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。

40

【請求項 8】

請求項 3乃至 6 のいずれかにおいて、
前記処理部は、
前記受信信号に基づいて、前記超音波測定用シートに記録されたコード情報を取得する処理を行い、取得した前記コード情報に基づいて、前記超音波測定用シートに対する前記超音波プローブのスキャン場所を特定し、
前記受信信号に基づいて、特定された前記スキャン場所における前記超音波プローブの

50

前記傾き情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 において、
前記超音波測定用シートは、
超音波透過媒体と、
前記超音波透過媒体に埋め込まれた複数の反射体と、
を有し、

前記複数の反射体の反射率、個数、形状、サイズのうちの少なくとも 1 つにより前記コード情報が記録され、

前記受信部は、前記複数の反射体からの超音波エコーを受信する処理を行って受信信号を前記処理部に対して出力し、

前記処理部は、前記受信部からの前記受信信号に基づいて、前記コード情報の解析処理を行うことを特徴とする超音波測定装置。 10

【請求項 10】

請求項 1 において、
前記超音波測定用シートは、
超音波透過媒体と、
前記超音波透過媒体に配列された複数の反射体と、
を有し、

前記受信部は、前記複数の反射体からの超音波エコーを受信する処理を行って受信信号を前記処理部に対して出力し、

前記処理部は、前記受信信号に基づいて前記複数の反射体による反射回数を解析し、前記反射回数に基づいて前記超音波プローブの前記傾き情報を取得することを特徴とする超音波測定装置。 20

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、
前記処理部は、
取得した前記傾き情報をに基づいて、前記超音波プローブが傾いていると判断した場合に、前記超音波プローブが傾いていることを報知する報知データを生成して出力することを特徴とする超音波測定装置。 30

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の超音波測定装置と、
表示用画像データを表示する表示部と、
を含むことを特徴とする超音波画像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波測定装置及び超音波画像装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

対象物に向けて超音波を照射し、対象物内部における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信して対象物の画像等を取得するための装置として、超音波測定装置、或いは超音波画像装置がある。これらの装置を用いて、皮下脂肪の厚さ又は筋肉の厚さなどを計測することができる。 40

【0003】

例えば特許文献 1 には、超音波プローブを手動で被検体表面に沿って移動させ、平行移動量および回転量を光学式位置センサーおよび角速度センサーで検出することによって B モード画像を取得し、皮下脂肪の厚さを決定する手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0004】

【特許文献1】特開2009-77754号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながらこの手法では、腕や脚といった曲面が多い部分を測定する場合に、被検体に対して超音波プローブが傾きやすく、正確な測定が難しいなどの問題がある。

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、超音波プローブの傾き情報を取得し、超音波プローブが傾いている場合に、ユーザーに対して報知することができる超音波測定装置及び超音波画像装置等を提供できる。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、超音波の送信処理を行う送信部と、超音波エコーの受信処理を行う受信部と、超音波測定の制御処理を行う処理部と、を含み、前記処理部は、被検体と超音波測定用シートとの境界面からの超音波エコー又は前記超音波測定用シートからの超音波エコーによる受信信号に基づいて、超音波プローブの傾き情報を取得する超音波測定装置に関係する。

【0008】

本発明の一態様によれば、処理部が超音波プローブの傾き情報を取得することができるから、超音波プローブの傾きの有無をユーザーに対して報知することができる。その結果、ユーザーは超音波プローブを被検体に対して傾きのない状態に保持して測定することができる。

20

【0009】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号に基づいて、前記境界面の超音波測定における深度情報を取得し、前記深度情報に基づいて前記傾き情報を取得してもよい。

【0010】

このようにすれば、処理部は、被検体と超音波測定用シートとの境界面の超音波測定における深度情報を取得することで、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。

30

【0011】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記深度情報と前記超音波測定用シートの基準厚み情報を比較処理を行って、前記傾き情報を取得してもよい。

【0012】

このようにすれば、処理部は、深度情報及び超音波測定用シートの基準厚み情報に基づいて、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。

【0013】

また本発明の一態様では、前記深度情報は、前記超音波測定用シートの前記超音波プローブに対向する面から前記超音波測定用シートと前記被検体との前記境界面までの、超音波の出射方向における深度情報であってもよい。

40

【0014】

このようにすれば、超音波プローブが被検体に対して傾いている場合には、深度情報に基づく深度は超音波測定用シートの基準の厚さより大きくなるから、処理部は、深度情報と超音波測定用シートの基準厚み情報を比較することで、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。

【0015】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号に基づくAモード波形における振幅値又は前記受信信号に基づくBモード画像における輝度値を、所定のしきい値と比較する処理を行うことによって、前記境界面を特定してもよい。

【0016】

50

このようにすれば、処理部は、境界面からの超音波エコーによるAモード波形又はBモード画像に基づいて、被検体と超音波測定用シートとの境界面を特定することができるから、境界面の超音波測定における深度情報を取得することができる。

【0017】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号に基づくBモード画像における各深度での輝度の分散を算出し、算出した前記輝度の分散に基づいて、前記超音波測定用シートと前記被検体との前記境界面を特定してもよい。

【0018】

このようにすれば、処理部は、Bモード画像の輝度の分散に基づいて、被検体と超音波測定用シートとの境界面を特定することができるから、境界面からの超音波エコーが弱い場合であっても、境界面の超音波測定における深度情報を取得することができる。

10

【0019】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号に基づいて、前記超音波測定用シートに記録されたコード情報の解析処理を行い、前記コード情報に基づいて前記超音波測定用シートの前記基準厚み情報を取得してもよい。

【0020】

このようにすれば、処理部は、コード情報の解析処理を行って、使用する超音波測定用シートに対応する適正な基準厚み情報を取得することができるから、適正な基準厚み情報を用いて、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。

20

【0021】

また本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号に基づいて、前記超音波測定用シートに記録されたコード情報を取得する処理を行い、取得した前記コード情報に基づいて、前記超音波測定用シートに対する前記超音波プローブのスキャン場所を特定し、前記受信信号に基づいて、特定された前記スキャン場所における前記超音波プローブの前記傾き情報を取得してもよい。

20

【0022】

このようにすれば、処理部は、超音波プローブの超音波測定用シートに対するスキャン場所を特定し、特定されたスキャン場所における超音波プローブの傾き情報を取得することができる。その結果、超音波測定装置の操作に慣れていないユーザーでも、超音波プローブを適正なスキャン場所で傾きのない状態で保持して超音波測定を行うことなどができる。

30

【0023】

また本発明の一態様では、前記超音波測定用シートは、超音波透過媒体と、前記超音波透過媒体に埋め込まれた複数の反射体と、を有し、前記複数の反射体の反射率、個数、形状、サイズのうちの少なくとも1つにより前記コード情報が記録され、前記受信部は、前記複数の反射体からの超音波エコーを受信する処理を行って受信信号を前記処理部に対して出力し、前記処理部は、前記受信部からの前記受信信号に基づいて、前記コード情報の解析処理を行ってもよい。

【0024】

このようにすれば、処理部は、複数の反射体の反射率、個数、形状、サイズのうちの少なくとも1つにより記録されたコード情報を解析して、超音波測定用シートの基準厚み情報を取得し、或いは超音波プローブのスキャン場所を特定することができる。

40

【0025】

また本発明の一態様では、前記超音波測定用シートは、超音波透過媒体と、前記超音波透過媒体に配列された複数の反射体と、を有し、前記受信部は、前記複数の反射体からの超音波エコーを受信する処理を行って受信信号を前記処理部に対して出力し、前記処理部は、前記受信信号に基づいて前記複数の反射体による反射回数を解析し、前記反射回数に基づいて前記超音波プローブの前記傾き情報を取得してもよい。

【0026】

このようにすれば、処理部は、複数の反射体を有する超音波測定用シートを用いて、複

50

数の反射体による反射回数を解析することで、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。

【0027】

また本発明の一態様では、前記処理部は、取得した前記傾き情報に基づいて、前記超音波プローブが傾いていると判断した場合に、前記超音波プローブが傾いていることを報知する報知データを生成して出力してもよい。

【0028】

このようにすれば、ユーザーは超音波プローブの傾きの有無を認識することができるから、超音波プローブを被検体に対して傾きのない状態に保持して測定することができる。その結果、例えば被検体の脂肪層の厚さや筋肉層の厚さなどを正確に測定することなどが可能になる。

【0029】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の超音波測定装置と、表示用画像データを表示する表示部と、を含む超音波画像装置に関係する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】超音波測定装置及び超音波画像装置の基本的な構成例。

【図2】図2(A)、図2(B)は、超音波プローブの基本的な構成例。

【図3】図3(A)、図3(B)は、第1の構成例による深度情報の取得を説明する図。

【図4】図4(A)、図4(B)は、第1の構成例による超音波プローブの傾きがある場合の深度情報の取得を説明する図。

【図5】超音波プローブの傾きの角度の検出を説明する図。

【図6】第1の構成例による超音波プローブの傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例。

【図7】図7(A)、図7(B)は、第2の構成例による深度情報の取得を説明する図。

【図8】第2の構成例による超音波プローブの傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例。

【図9】図9(A)、図9(B)は、第3の構成例と共に用いる超音波測定用シートの構成例。

【図10】図10(A)、図10(B)は、第3の構成例による超音波プローブの傾き情報の取得を説明する図。

【図11】複数の反射体による反射回数を説明する図。

【図12】複数の反射体からの超音波エコーによる超音波画像の一例。

【図13】第3の構成例による超音波プローブの傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例。

【図14】図14(A)、図14(B)は、第4の構成例と共に用いる超音波測定用シートの構成例。

【図15】図15(A)は、コード情報の一例。図15(B)は、輝度テーブルの一例。

【図16】反射体群の超音波画像の例。

【図17】第4の構成例によるコード情報の解析処理のフローチャートの一例。

【図18】第5の構成例と共に用いる超音波測定用シートの構成例。

【図19】図19(A)、図19(B)は、超音波画像装置の具体的な構成例。図19(C)は、超音波プローブの具体的な構成例。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0032】

1 - (1) 基本的な構成例

図1に本実施形態の超音波測定装置100及び超音波画像装置400の基本的な構成例を示す。本実施形態の超音波測定装置100は、送信部110、受信部120及び処理部130を含む。また、本実施形態の超音波画像装置400は、超音波測定装置100、表示部410(広義には報知部420)を含む。なお、本実施形態の超音波測定装置100及び超音波画像装置400は図1の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0033】

送信部110は、超音波の送信処理を行う。具体的には、送信部110が超音波プローブ300に対して電気信号である送信信号(駆動信号)を出力し、超音波プローブ300が超音波測定用シート200を介して超音波を対象物に送信する。超音波プローブ300は超音波トランスデューサーデバイス(図示せず)を含み、超音波トランスデューサーデバイスが電気信号である送信信号を超音波に変換する。

10

【0034】

受信部120は、超音波エコーの受信処理を行う。具体的には、超音波プローブ300が有する超音波トランスデューサーデバイスが対象物(被検体)及び超音波測定用シート200からの超音波エコーを電気信号に変換する。受信部120は、超音波トランスデューサーデバイスからの電気信号である受信信号(アナログ信号)に対して増幅、検波、A/D変換、位相合わせなどの受信処理を行い、受信処理後の信号である受信信号(デジタルデータ)を処理部130に対して出力する。

20

【0035】

処理部130は、超音波測定の制御処理を行う。具体的には、送信部110及び受信部120の制御処理や受信部120からの受信信号に基づいて超音波画像データを生成する処理を行う。処理部130は、例えばFPGA(Field-Programmable Gate Array)で実現することができる。

30

【0036】

また、処理部130は、被検体と超音波測定用シート200との境界面からの超音波エコー、又は超音波測定用シート200からの超音波エコーによる受信信号に基づいて、超音波プローブ300の傾き情報を取得する。具体的には、処理部130は、受信信号に基づいて、被検体と超音波測定用シート200との境界面の超音波測定における深度情報を取得し、深度情報と超音波測定用シート200の基準厚み情報を比較する処理を行って、傾き情報を取得する。

30

【0037】

深度情報は、超音波測定用シート200の超音波プローブ300に対向する面から超音波測定用シート200と被検体との境界面までの、超音波の出射方向における深度(深さ)についての情報である。具体的には、例えば超音波測定によって得られたBモード画像において境界面に対応する位置の深度方向のピクセル値である。

40

【0038】

傾き情報は、超音波プローブ300の軸方向が被検体表面の法線方向に対して傾いているか否かの情報である。或いは、超音波プローブ300の軸方向が超音波測定用シート200と被検体との境界面の法線方向に対して傾いているか否かの情報である。超音波プローブ300の軸方向とは、スキャン方向及びスライス方向に垂直な方向である。超音波プローブ300が傾いている状態とは、超音波プローブ300の軸方向が被検体表面(又は上記境界面)の法線方向に平行でない状態である。超音波プローブ300が傾いていない状態とは、超音波プローブ300の軸方向が被検体表面(又は上記境界面)の法線方向に平行である状態である。

【0039】

或いは、傾き情報は、被検体表面(又は上記境界面)と超音波プローブ300のスキャン面との成す角度をとした場合に、 $\theta = 90^\circ - \alpha$ で与えられる角度である。超音波

50

プローブ300が傾いている状態とは、 $\theta > 0^\circ$ である状態であって、超音波プローブ300が傾いていない状態とは $\theta = 0^\circ$ である状態をいう。

【0040】

超音波測定用シート200の基準厚み情報は、超音波測定用シート200の厚さ（深さ方向の長さ）についての情報であって、処理部130による傾き情報を取得する処理において、境界面の深度情報から超音波プローブ300の傾き情報を取得するための基準として用いられる厚さの情報である。

【0041】

処理部130は、超音波プローブ300が傾いていると判断した場合に、超音波プローブ300が傾いていることを報知する報知データを生成して出力する。処理部130による深度情報の取得及び傾き情報の判断の詳細については、後述する。

10

【0042】

報知データは、表示部410に表示させるための表示用画像データの他、スピーカーから出力させるための音声データなどを含んでもよい。具体的には、報知データは、超音波プローブ300が傾いていることを表示する画像（イメージ）、或いは超音波プローブ300が傾いていることを知らせる音声メッセージのデータである。或いは、報知データは、ビープ音のピッチ又は音量を変化させる制御信号、或いはLEDを発光・点滅させる制御信号、或いはバイブレーターを振動させる制御信号などについてのデータである。

【0043】

また、処理部130は、複数の反射体を有する超音波測定用シート200を用いて超音波測定を行う場合に、受信信号に基づいて複数の反射体による反射回数を解析し、反射回数に基づいて超音波プローブ300の傾き情報を取得することもできる。反射回数に基づく傾き情報の判断の詳細については、後述する。

20

【0044】

報知部420は、例えば液晶ディスプレイ等の表示部410、或いはスピーカー（図示せず）等であって、処理部130からの報知データをユーザーに対して報知する。表示部410は、例えば液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等の表示装置であって、処理部130からの表示用画像データを表示する。報知部420は、例えばビープ音を発生するビーパー、又は発光・点滅するLED、又は振動するバイブレーターなどであってよい。

30

【0045】

超音波測定用シート200は、超音波測定の際に超音波プローブ300と被検体との間の音響整合（音響インピーダンスマッチング）を確保するために超音波プローブ300と被検体との間に設けられるシートである。超音波測定用シート200は、音響インピーダンスが被検体に近く、超音波を透過する超音波透過媒体で構成され、超音波測定の際に被検体表面に貼付される。

【0046】

また、超音波測定用シート200は、超音波透過媒体と異なる音響インピーダンスを有する材料で形成される複数の反射体を含んでもよい。複数の反射体からの超音波エコーによる受信信号に基づいて、処理部130は、超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。或いは、超音波測定用シート200に記録されたコード情報を解析して、超音波測定用シート200の基準厚み情報又は超音波プローブ300のスキャン場所情報を取得することができる。超音波測定用シート200の反射体及びコード情報については、後述する。

40

【0047】

本実施形態の超音波測定装置100によれば、処理部130が、被検体と超音波測定用シート200との境界面からの超音波エコー、又は超音波測定用シート200からの超音波エコーによる受信信号に基づいて、超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。そして処理部130が、超音波プローブ300が傾いていると判断した場合には、超音波プローブ300が傾いていることを報知する報知データを生成して出力すること

50

ができる。このようにすることで、ユーザーは超音波プローブ300の傾きの有無を認識することができるから、超音波プローブ300を被検体表面に対して垂直に保持して測定することができる。その結果、被検体の脂肪層の厚さや筋肉層の厚さなどを正確に測定することなどが可能になる。

【0048】

図2(A)、図2(B)に、本実施形態の超音波測定装置100と共に用いる超音波プローブ300の基本的な構成例を示す。超音波プローブ300は、超音波トランスデューサーデバイス310を含む。なお、超音波プローブ300は図2(A)、図2(B)の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

10

【0049】

図2(A)、図2(B)に示すように、スキャン方向をX方向、スライス方向をY方向、深さ方向をZ方向とする。図2(A)は超音波プローブ300をY方向に沿って見た図(正面図)であり、図2(B)は超音波プローブ300をX方向に沿って見た図(側面図)である。

【0050】

超音波トランスデューサーデバイス310は、複数の超音波トランスデューサー素子(図示せず)を含む。超音波トランスデューサーデバイス310は、電気信号である送信信号を超音波に変換し、また対象物(被検体)及び超音波測定用シート200からの超音波エコーを電気信号に変換する。超音波トランスデューサー素子は、例えば薄膜圧電型超音波トランスデューサー素子やバルク圧電型超音波トランスデューサー素子であってもよいし、或いは容量性微細加工超音波トランスデューサー素子(CMUT:Capacitive Micro machined Ultrasonic Transducer)であってもよい。

20

【0051】

1 - (2) 第1の構成例

図3(A)、図3(B)は、本実施形態の超音波測定装置100の第1の構成例による深度情報の取得を説明する図である。第1の構成例では、処理部130は、受信信号に基づくAモード波形における振幅値、又は受信信号に基づくBモード画像における輝度値を所定のしきい値と比較することによって、被検体と超音波測定用シート200との境界面BSを特定することができる。

30

【0052】

図3(A)に示すように、超音波プローブ300の傾きが無い場合、即ち被検体と超音波測定用シート200との境界面BSに直交する面(X-Z平面)と超音波プローブ300のスキャン面との成す角度が0°である場合には、超音波測定用シート200の超音波プローブに対向する面から境界面BSまでの、超音波の出射方向における深度は、超音波測定用シート200の厚さDAと同一になる。

【0053】

図3(B)は、超音波プローブ300の傾きが無い場合の超音波画像(Bモード画像)の一例である。図3(B)に示すように、Bモード画像の境界面BSに対応する部分は、境界面BSからの反射波により輝度が高くなる。処理部130は、Bモード画像の輝度値と所定のしきい値とを比較することによって、境界面BSの深度を特定し、境界面BSの深度情報を取得することができる。具体的には、処理部130は、深度情報として境界面BSに対応する輝度の高い部分の深さ方向の座標値bzを取得する。深さ方向の座標値bzは、具体的には、画像のピクセル(画素)を単位として表すことができる。図3(B)の場合には、境界面BSに対応する部分の深さ方向の座標値bzは、超音波測定用シート200の厚さDAに相当するピクセル値daになる。なお、以下の説明においては、深さ方向の座標値(ピクセル値)bzを深度bzとも呼ぶ。

40

【0054】

図4(A)、図4(B)は、本実施形態の超音波測定装置100の第1の構成例による超音波プローブ300の傾きがある場合の深度情報の取得を説明する図である。

50

【0055】

図4(A)に示すように、超音波プローブ300の傾きがある場合には、超音波測定用シート200の超音波プローブに対向する面から境界面BSまでの、超音波の出射方向における深度DXは、超音波測定用シート200の厚さDAよりも大きくなる。そして図4(B)に示すように、処理部130がBモード画像の輝度値と所定のしきい値とを比較することによって得られる深度bzは、超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daよりも大きい深度dxになる。従って、処理部130は、Bモード画像から得られた境界面BSの深度dx(広義には深度情報)と超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daとを比較することで、超音波プローブ300の傾きの有無を判断することができる。

10

【0056】

図5は、本実施形態の超音波測定装置100の第1の構成例による超音波プローブ300の傾きの角度の検出を説明する図である。図5に示すように、超音波測定用シート200の超音波プローブに対向する面から境界面BSまでの、超音波の出射方向における深度DXと、超音波測定用シート200の厚さDAとを用いて、超音波プローブ300の傾きの角度は以下の式により求めることができる。

$$= \arccos(DA / DX) \quad (1)$$

【0057】

従って、処理部130は、Bモード画像から得られた境界面BSの深度dxと、超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daとに基づいて、式(1)を用いて超音波プローブ300の傾きの角度を算出することができる。

20

【0058】

図6は、本実施形態の超音波測定装置100の第1の構成例による超音波プローブ300の傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例である。図6に示すフローは、処理部130により実行される。

30

【0059】

最初に、処理部130は、Bモード画像において輝度値の比較を行う対象となるピクセルのスキャン方向の座標値bxを画像の中心のスキャン方向の座標値に設定する(ステップS11)。スキャン方向の座標値bxは、具体的には、画像のピクセルを単位として表すことができる。なお、輝度値の比較を行う対象となるピクセルの座標値bxは、画像の中心のスキャン方向の座標値でなくてもよい。

30

【0060】

次に、処理部130は、輝度値の比較を行う対象となるピクセルの深さ方向の座標値bz(深度bz)を0に設定する(ステップS12)。

【0061】

次に、処理部130は、スキャン方向の座標値bx、深度bzに対応するピクセルの輝度値L(bx, bz)と所定のしきい値Lthとを比較する(ステップS13)。所定のしきい値Lthは、例えば境界面BSに対応するピクセルの輝度値よりも小さく、超音波測定用シート200に対応するピクセルの輝度値よりも大きい値である。

40

【0062】

輝度値L(bx, bz)が所定のしきい値Lthより大きい場合には、処理部130は、対象とするピクセルが境界面BSに対応するピクセルであると判断する(ステップS14)。即ち、処理部130は、対象とするピクセルの深度bzが境界面BSの深度であると判断する。

【0063】

一方、輝度値L(bx, bz)が所定のしきい値Lth以下である場合には、処理部130は深度bzをインクリメントする、即ちbz = bz + 1とする(ステップS15)。そしてステップS13に戻って輝度値の比較を繰り返す。このようにして、処理部130は、深度bzをインクリメントしながら、輝度値L(bx, bz)がしきい値Lthよりも大きくなるまでステップS13、S15を繰り返す。

50

【0064】

ステップS14に続くステップS16では、境界面BSの深度bzと超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daとの差分の絶対値abs(bz - da)が誤差の許容値err以下であるか否かを判断する。この誤差の許容値errは、例えば超音波測定用シート200の厚さDAのばらつきに対応する値よりも大きく、超音波プローブ300の傾きの有無を精度良く判断するために許容される値よりも小さい値である。

【0065】

差分の絶対値abs(bz - da)が誤差の許容値err以下である場合には、処理部130は、超音波プローブ300の傾きはないと判断する(ステップS17)。

【0066】

一方、差分の絶対値abs(bz - da)が誤差の許容値errより大きい場合には、処理部130は、超音波プローブ300の傾きがあると判断する(ステップS18)。そして処理部130は、超音波プローブ300が傾いていることを報知する報知データを生成して、報知部420に対して出力する(ステップS19)。

【0067】

図6に示すフローは、処理部130がBモード画像における輝度値に基づいて境界面BSを特定するものであるが、処理部130は、Aモード波形における振幅値に基づいて境界面BSを特定してもよい。具体的には、処理部130は、受信信号の振幅値を所定のしきい値と比較し、超音波が出射されるタイミングから振幅値が所定のしきい値より大きくなるタイミングまでの時間(遅延時間)を検出する。そして処理部130は、その遅延時間に基づいて境界面BSを特定することができる。即ち、境界面BSの深度(広義には深度情報)を取得することができる。

【0068】

このように本実施形態の超音波測定装置100の第1の構成例によれば、処理部130は、Aモード波形の振幅値、又はBモード画像の輝度値を所定のしきい値と比較することで超音波測定用シート200と被検体との境界面BSを特定することができる。そして処理部130は、境界面BSの深度情報と超音波測定用シート200の基準厚み情報を比較する処理を行って、超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。

【0069】

1 - (3) 第2の構成例

図7(A)、図7(B)は、本実施形態の超音波測定装置100の第2の構成例による深度情報の取得を説明する図である。第2の構成例では、処理部130は、受信信号に基づくBモード画像における各深度での輝度の分散を算出し、算出した輝度の分散に基づいて、超音波測定用シート200と被検体との境界面BSを特定することができる。

【0070】

超音波測定用シート200と被検体との音響インピーダンスが同一又はほとんど同一である場合には、境界面BSにおける超音波の反射が弱くなり、Bモード画像において境界面BSに対応する部分の輝度が高くならないことがある。このような場合には、上述した第1の構成例の超音波測定装置100では、境界面BSを特定することが難しくなるが、第2の構成例の超音波測定装置100によれば、輝度の分散に基づいて境界面BSを特定することができる。

【0071】

図7(A)は、超音波測定用シート200と被検体との音響インピーダンスが同一又はほとんど同一である場合、即ち境界面BSで超音波の反射が生じない場合の超音波画像(Bモード画像)の一例である。

【0072】

図7(A)に示すように、境界面BSで超音波の反射がないために、境界面BSに対応する部分の輝度は高くない。また、超音波測定用シート200は均一な音響インピーダンスを有する超音波透過媒体により形成されているから、超音波測定用シート200の内部からの反射波はほとんどない。従って、Bモード画像において超音波測定用シート200

10

20

30

40

50

に対応する部分の輝度は低く且つ均一である。一方、被検体（例えば人体）は様々な組織を含んでいるので、その音響インピーダンスは均一でない。従って、Bモード画像において、被検体に対応する部分の輝度は均一でない。そこで、処理部130は、Bモード画像における各深度での輝度の分散を算出し、算出した輝度の分散に基づいて、超音波測定用シート200と被検体との境界面BSを特定することができる。

【0073】

図7(B)は、処理部130による各深度での輝度の分散の算出を説明する図である。図7(B)に示すように、処理部130は、Bモード画像においてスキャン方向の座標値 $bx = 0 \sim N$ (Nは自然数)、深度 $bz = 0$ の $N + 1$ 個のピクセルについて輝度の分散 $Lvar(0)$ を求める。次に $bx = 0 \sim N$ 、 $bz = 1$ の $N + 1$ 個のピクセルについて輝度の分散 $Lvar(1)$ を求める。そして処理部130は、 $bz = 2, 3, 4, \dots$ について輝度の分散 $Lvar(2), Lvar(3), Lvar(4), \dots$ を求める。

10

【0074】

輝度の分散 $Lvar(bz)$ は、次式で与えられる。

【数1】

$$Lvar(bz) = \frac{1}{(N+1)} \sum_{bx=0}^N (L(bx, bz) - AL(bz))^2 \quad (2)$$

ここで $AL(bz)$ は、深度 bz の $N + 1$ 個のピクセルについての輝度の平均値であり、次式で与えられる。

20

【数2】

$$AL(bz) = \frac{1}{(N+1)} \sum_{bx=0}^N L(bx, bz) \quad (3)$$

【0075】

超音波測定用シート200に対応する部分の輝度は均一であるから、輝度の分散は小さい。一方、被検体に対応する部分の輝度は均一でないから、輝度の分散は超音波測定用シート200に対応する部分よりも大きくなる。従って、処理部130は、各深度 bz における輝度の分散に基づいて、超音波測定用シート200と被検体との境界面BSを特定することができる。具体的には、処理部130は、各深度 bz における輝度の分散が所定のしきい値より大きい場合には、その深度 bz を境界面BSの深度であると判断することができる。

30

【0076】

図8は、本実施形態の超音波測定装置100の第2の構成例による超音波プローブ300の傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例である。図8に示すフローは、処理部130により実行される。

40

【0077】

最初に、処理部130は、輝度の分散を算出するピクセルの深度 bz を0に設定する(ステップS21)。次に、処理部130は、 $bx = 0 \sim N$ の $N + 1$ 個のピクセルについて輝度の分散 $Lvar(bz)$ を算出する(ステップS22)。

40

【0078】

次に、処理部130は、輝度の分散 $Lvar(bz)$ と所定のしきい値 $Lvar_th$ より大きいか否かを判断する(ステップS23)。所定のしきい値 $Lvar_th$ は、例えばBモード画像において超音波測定用シート200に対応する部分の輝度の分散より大きく、被検体に対応する部分の輝度の分散より小さい値である。

【0079】

輝度の分散 $Lvar(bz)$ が所定のしきい値 $Lvar_th$ より大きい場合には、処理部130は、深度 bz が境界面BSの深度であると判断する(ステップS24)。

50

【0080】

一方、輝度の分散 $L_{var}(b_z)$ が所定のしきい値 L_{var_th} 以下である場合には、処理部 130 は、深度 b_z をインクリメントする、即ち $b_z = b_z + 1$ とする（ステップ S25）。そしてステップ S22、S23 を繰り返す。このようにして、処理部 130 は、深度 b_z をインクリメントしながら、輝度の分散 $L_{var}(b_z)$ が所定のしきい値 L_{var_th} より大きくなるまでステップ S22、S23、S25 を繰り返す。

【0081】

ステップ S24 に続くステップ S26 では、境界面 BS の深度 b_z と超音波測定用シート 200 の厚さ DA に相当する深度 da との差分の絶対値 abs($b_z - da$) が誤差の許容値 err 以下であるか否かを判断する。

10

【0082】

ステップ S26～S29 は、既に説明した構成例 1 によるフロー（図 6）と同じであるから、ここでは詳細な説明を省略する。

【0083】

このように本実施形態の超音波測定装置 100 の第 2 の構成例によれば、処理部 130 は、B モード画像における各深度での輝度の分散を算出し、算出した輝度の分散に基づいて、超音波測定用シート 200 と被検体との境界面 BS を特定することができる。そして処理部 130 は、境界面 BS の深度情報と超音波測定用シート 200 の基準厚み情報とを比較する処理を行って、超音波プローブ 300 の傾き情報を取得することができる。

20

【0084】

1 - (4) 第 3 の構成例

図 9 (A)、図 9 (B) に、本実施形態の超音波測定装置 100 の第 3 の構成例と共に用いる超音波測定用シート 200 の構成例を示す。超音波測定用シート 200 は、超音波透過媒体 210、複数の反射体 222 を含む。図 9 (A) は超音波測定用シート 200 の上面図であり、図 9 (B) は超音波測定用シート 200 の断面図である。超音波測定用シート 200 の一辺に平行な方向を X 方向とし、X 方向に垂直でシート面に平行な方向を Y 方向とする。また、シート面に垂直な方向、即ちシートの厚み方向を Z 方向とする。

【0085】

超音波透過媒体 210 は、超音波を透過し、音響インピーダンスが被検体に近く、減衰が少ない材料で形成されることが望ましい。例えば、オイルゲル、アクリルアミド、ハイドロゲルなどで形成される。そして、この超音波透過媒体 210 は、被検体に密着して使用される。

30

【0086】

複数の反射体 220 は、各反射体が細い円柱形状を有し、超音波透過媒体 210 と異なる音響インピーダンスを有する材料で形成され、長手方向が Z 方向になるように超音波透過媒体 210 に設けられる。各反射体は、X-Y 平面において等間隔に配列される。複数の反射体 222 は超音波透過媒体 210 と異なる音響インピーダンスを有するから、超音波測定用シート 200 に入射した超音波の一部が反射される。反射体 222 の材料として、例えばゴムを用いることができる。なお、複数の反射体 220 の形状は細い円柱形状に限定されるものではなく、例えば細い角柱形状であってもよい。

40

【0087】

図 10 (A)、図 10 (B) は、本実施形態の超音波測定装置 100 の第 3 の構成例による超音波プローブ 300 の傾き情報の取得を説明する図である。図 10 (A) は、超音波プローブ 300 の傾きが無い場合であり、図 10 (B) は、超音波プローブ 300 の傾きが有る場合である。

【0088】

図 10 (A) に示すように、超音波プローブ 300 の傾きが無い場合には、超音波プローブ 300 から出射された超音波は、複数の反射体 222 のいずれにも反射されずに超音波測定用シート 200 を透過するか、或いは、複数の反射体 222 のうちのいずれか 1 つにより、超音波の一部が反射される。

50

【0089】

一方、超音波プローブ300の傾きが有る場合には、図10(B)に示すように、超音波プローブ300から出射された超音波は、複数の反射体222のうちの2つ以上の反射体によって超音波の一部が反射される。従って、処理部130は、複数の反射体222からの超音波エコーによる受信信号に基づいて複数の反射体222による反射回数を解析し、反射回数に基づいて超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。

【0090】

図11は、複数の反射体222による反射回数を説明する図である。複数の反射体222の各反射体の長手方向の長さをLAとし、反射体間のスペースをSAとする。図11のB1～B5に示す超音波の出射方向(スキャン面)について、反射回数を説明する。

10

【0091】

超音波プローブ300の傾きが無い場合には、スキャン面は図11のB1又はB2に示すようになる。図11のB1の場合には、超音波は反射体222に反射されることなく透過するから、反射回数は0である。また、図11のB2の場合には、超音波は1つの反射体222の一端と他端で反射されるから、反射回数は2である。

【0092】

超音波プローブ300の傾きが有る場合には、スキャン面は例えば図11のB3、B4、B5に示すようになる。図11のB3の場合には、1つの反射体222の一端(超音波プローブ側)と隣接する反射体222の他端(被検体側)とで反射されるから、反射回数は2である。さらに超音波プローブ300の傾きが大きい図11のB4の場合には、1つの反射体222で2回反射し、隣接する反射体222で1回反射されるから、反射回数は3である。そしてさらに超音波プローブ300の傾きが大きい図11のB5の場合には、1つの反射体222で1回反射し、隣接する反射体222で2回反射され、さらに別の隣接する反射体222で1回反射されるから、反射回数は4である。図示していないが、さらに超音波プローブ300の傾きが大きくなると、反射回数は5、又はそれ以上になる。

20

【0093】

このように、超音波プローブ300の傾きが大きくなるほど、反射回数は増加する。従って、処理部130が複数の反射体222からの超音波エコーによる受信信号に基づいて反射回数を解析することで、超音波プローブ300の傾きの有無を判断することができる。具体的には、図11に示したように、反射回数が3以上である場合に、処理部130は超音波プローブ300の傾きが有ると判断することができる。

30

【0094】

図11のB2、B3の場合には、共に反射回数が2となって、両者を区別することができない。しかし、反射体222の長さLAをスペースSAよりも十分に大きく(例えばLA=10×SA)することで、図11のB3の場合の超音波プローブ300の傾きを無視できる程度に小さくすることができるから、実用上の問題はない。

30

【0095】

図12に、本実施形態の超音波測定装置100の第3の構成例による、複数の反射体222からの超音波エコーによる超音波画像(Bモード画像)の一例を示す。図12には、反射回数が0である場合(図11のB1の場合)、反射回数が2の場合(図11のB2、B3の場合)、反射回数が3の場合(図11のB4の場合)及び反射回数が4の場合(図11のB5の場合)について、Bモード画像の一例を示す。

40

【0096】

図12に示すように、超音波測定装置100の第3の構成例によれば、Bモード画像における輝度が所定のしきい値より高い部分の個数を深さ方向に向かってカウントすることで、複数の反射体222による反射回数を解析することができる。

【0097】

図13は、本実施形態の超音波測定装置100の第3の構成例による超音波プローブ300の傾き情報を取得する処理のフローチャートの一例である。図13に示すフローは、処理部130により実行される。

50

【0098】

最初に、処理部130は、Bモード画像において輝度値の比較を行う対象となるピクセルのスキャン方向の座標値 b_x を0に設定する(ステップS31)。

【0099】

次に、処理部130は、輝度値の比較を行う対象となるピクセルの深度 b_z を0に設定し、反射回数のカウント値 n を0に設定する(ステップS32)。

【0100】

次に、処理部130は、スキャン方向の座標値 b_x 、深度 b_z に対応するピクセルの輝度値 L (b_x, b_z)と所定のしきい値 L_{th} とを比較する(ステップS33)。所定のしきい値 L_{th} は、例えば反射体222に対応するピクセルの輝度値よりも小さく、超音波測定用シート200の反射体以外の部分に対応するピクセルの輝度値よりも大きい値である。

10

【0101】

輝度値 L (b_x, b_z)が所定のしきい値 L_{th} より大きい場合には、処理部130は、反射回数のカウント値 n をインクリメントする(ステップS34)。一方、輝度値 L (b_x, b_z)が所定のしきい値 L_{th} 以下である場合には、処理部130は、反射回数のカウント値 n をインクリメントしない。

【0102】

次に、処理部130は、深度 b_z をインクリメント、即ち $b_z = b_z + 1$ とし(ステップS35)、深度 b_z が超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daより大きいか否かを判断する(ステップS36)。

20

【0103】

深度 b_z がda以下である場合には、処理部130はステップS33に戻り、輝度値 L (b_x, b_z)と所定のしきい値 L_{th} とを比較する。そして輝度値 L (b_x, b_z)が所定のしきい値 L_{th} より大きい場合には、処理部130は、反射回数のカウント値 n をインクリメントする(ステップS34)。このようにして、処理部130は、深度 b_z が超音波測定用シート200の厚さDAに相当する深度daより大きくなるまで、反射回数をカウントする。

【0104】

深度 b_z がdaより大きい場合には、処理部130は、反射回数のカウント値 n が3以上であるか否かを判断する(ステップS37)。反射回数のカウント値 n が3以上である場合には、処理部130は、超音波プローブ300の傾きが有ると判断する(ステップS38)。そして処理部130は、超音波プローブ300が傾いていることを報知する報知データを生成して、報知部420に対して出力する(ステップS39)。

30

【0105】

一方、反射回数のカウント値 n が3より小さい場合には、処理部130は、スキャン方向の座標値 b_x をインクリメント、即ち $b_x = b_x + 1$ とし(ステップS40)、座標値 b_x がスキャン幅widthより小さいか否かを判断する(ステップS41)。スキャン幅widthは、例えばBモード画像におけるスキャン方向に沿ったピクセル数に対応する値である。

40

【0106】

座標値 b_x がスキャン幅widthより小さい場合には、処理部130は、ステップS32に戻って、ステップS32～S37の反射回数のカウント処理を繰り返す。このようにして、処理部130は、反射回数のカウント値 n が3以上になるまで、或いは反射回数のカウント値 n が3以上にならない場合にはスキャン方向の座標値 b_x がスキャン幅width以上になるまで、反射回数のカウント処理を繰り返す。

【0107】

反射回数のカウント値 n が3以上になることがなく、スキャン方向の座標値 b_x がスキャン幅width以上になった場合には、処理部130は、超音波プローブ300の傾きはないと判断する(ステップS42)。

50

【0108】

図13に示すフローは、処理部130がBモード画像における輝度値に基づいて反射回数をカウントするものであるが、処理部130は、Aモード波形における振幅値に基づいて反射回数をカウントしてもよい。具体的には、処理部130は、超音波が射出されるタイミングから所定の遅延時間内における受信信号の振幅値を所定のしきい値と比較し、所定のしきい値より大きい振幅値を有する信号パルスの個数をカウントすることで、反射回数をカウントすることができる。

【0109】

このように本実施形態の超音波測定装置100の第3の構成例によれば、処理部130は、受信信号に基づいて超音波測定用シート200が有する複数の反射体222による反射回数を解析し、反射回数に基づいて超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。

10

【0110】

1 - (5) 第4の構成例

図14(A)、図14(B)に、本実施形態の超音波測定装置100の第4の構成例と共に用いる超音波測定用シート200の構成例を示す。図14(A)は超音波測定用シート200の上面図であり、図14(B)は超音波測定用シート200の断面図である。超音波測定用シート200は、超音波透過媒体210及び複数の反射体220(220-1～220-4)を含む。

20

【0111】

図14(A)、図14(B)に示す超音波測定用シート200は、複数の反射体220によりコード情報を記録することができる。超音波透過媒体210については、図9で説明したので、ここでは詳細な説明を省略する。

30

【0112】

複数の反射体220は、超音波透過媒体210と異なる音響インピーダンスを有する材料で形成され、超音波透過媒体210に埋め込まれる。複数の反射体220は超音波透過媒体210と異なる音響インピーダンスを有するから、超音波が反射される。反射体220の材料として、例えばゴムを用いることができる。複数の反射体220の反射率、個数、形状、サイズのうちの少なくとも1つによりコード情報が記録される。具体的には、反射率、個数、形状、サイズのうちの少なくとも1つを所定の値に設定することで、コード情報が記録される。例えば反射体220の反射率を予め定めた複数の反射率のうちのいずれかに設定することで、コード情報を記録することができる。

30

【0113】

超音波透過媒体210の音響インピーダンスを Z_1 とし、反射体220の音響インピーダンスを Z_2 とすると、反射体220の反射率 R は、次式で与えられる。

$$R = (Z_2 - Z_1) / (Z_1 + Z_2) \quad (4)$$

また、音響インピーダンス Z は、次式で与えられる。

$$Z = \rho \times c \quad (5)$$

ここで、 ρ は媒質の密度、 c は媒質中での音速である。

40

【0114】

従って、反射体220の材質を変化させることで、その音響インピーダンス Z_2 を可変に設定することができる。例えば反射体220の材料としてシリコーン系ゴム等を基材とし、金属等の充填剤を混合することで、反射体220の音響インピーダンス Z_2 を変化させることができる。具体的には、充填剤の割合を4段階に変えることで、反射体220の反射率 R を4段階に設定することができる。充填剤を多くするほど、充填剤の音響インピーダンスへと近づいていく。

【0115】

超音波測定用シート200は、複数の反射体220として、超音波透過媒体210に配列された複数の反射体群230を含んでもよい。複数の反射体群230の各反射体群は、超音波測定用シート200の深さ方向(Z 方向)に沿って配列される第1の反射体～第 p

50

(pは2以上の整数)の反射体を含む。図14(B)に示す反射体群230では、例として第1～第4の反射体220-1～220-4を含む。1つの反射体群230は、それが含む第1～第4の反射体220-1～220-4によりコード情報を記録することができる。処理部130は、第1～第4(広義には第p)の反射体220-1～220-4により記録されたコード情報の解析処理を行う。

【0116】

複数の反射体群230の各反射体群により、同一のコード情報が記録されてもよい。例えば図14(A)に示す複数の反射体群230により、全て同一のコード情報が記録されてもよい。処理部130は、複数の反射体群230のうちの少なくとも1つの反射体群により記録されたコード情報の解析処理を行う。こうすることで、処理部130は超音波プローブ300が超音波測定用シート200のどの部分に接触しても、処理部130は同一のコード情報を取得することができる。

10

【0117】

図15(A)に、反射体220の反射率により記録されるコード情報の一例を示す。図15(A)は、4個の反射体220から構成される反射体群230の超音波画像(Bモード画像)である。各反射体220の反射率は4段階の反射率R1、R2、R3、R4(R1 < R2 < R3 < R4)のうちのいずれかに設定されている。反射率R4が最も大きく、反射率R1が最も小さい。Bモード画像では対象物の反射率が大きいほど輝度が高い画像が得られるから、反射率R1の反射体220の画像は最も輝度が低く、反射率がR2、R3、R4と大きくなるほど反射体220の画像の輝度は高くなる。処理部130は、超音波画像データから各反射体220の輝度を求めて、反射体群230により記録されたコード情報を解析することができる。

20

【0118】

処理部130は、反射体220の画像の輝度(輝度情報)が4つの輝度レベルのうちのどれに相当するかを判定する。そして判定結果に基づいて、各反射体220について輝度レベルdを求める。この輝度レベルdは0、1、2、3のうちのいずれかの値をとる。次に、処理部130は、各反射体220の輝度レベルdからコード情報を求める。

20

【0119】

図15(B)に、輝度レベルdと画像の輝度との対応を示す輝度テーブルの一例を示す。図15(B)では、反射体220の輝度の最大値を100として相対値で表している。例えば、ある反射体220の輝度が21～40の範囲にある場合には、その反射体220の輝度レベルdは0である。また、ある反射体220の輝度が61～80の範囲にある場合には、その反射体220の輝度レベルdは2である。このようにして、処理部130は、各反射体220について輝度レベルdをそれぞれ求めることができる。

30

【0120】

図15(A)に示す例では、反射体群230に含まれる4個の反射体220の輝度レベルd1～d4は、b z方向(深さ方向)に沿って順にd1=0、d2=1、d3=2、d4=3である。処理部130は、次式によりコード情報を求める。

$$= 4^3 \times d1 + 4^2 \times d2 + 4 \times d3 + d4 \quad (6)$$

例えば、図15(A)の場合では、コード情報は=27である。このように、図15(A)に示す反射体群230にはコード情報=27が記録される。

40

【0121】

図16に、コード情報=0～15が記録された反射体群230の超音波画像の例を示す。各反射体群230は、図15(A)と同様に4個の反射体220を含む。

【0122】

4個の反射体220の輝度レベルdを、b z方向(深さ方向)に沿って順にd1、d2、d3、d4とすると、例えばコード情報=0の場合にはd1=d2=d3=d4=0であり、コード情報=7の場合にはd1=d2=0、d3=1、d4=3であり、またコード情報=10の場合にはd1=d2=0、d3=d4=2である。4個の反射体220の各々を4段階の反射率のいずれかに設定することで、4^4=256通りのコード情

50

報、即ち $b_x = 0 \sim 255$ を記録することができる。

【0123】

このように反射体群を有する超音波測定用シート200によれば、反射体群230に含まれる反射体220の反射率を所定の値に設定することで、コード情報 を記録することができる。そして処理部130は、反射体群230の超音波画像の輝度（輝度情報）に基づいて解析処理を行って、コード情報 を取得することができる。

【0124】

本実施形態の超音波測定装置100の第4の構成例では、処理部130は、受信信号に基づいて超音波測定用シート200に記録されたコード情報の解析処理を行い、コード情報 に基づいて超音波測定用シートの基準厚み情報DAを取得することができる。そして処理部130は、受信信号に基づいて被検体と超音波測定用シート200との境界面BSの超音波測定における深度情報を取得し、深度情報と超音波測定用シート200の基準厚み情報DAとを比較する処理を行って、超音波プローブ300の傾き情報を取得することができる。

10

【0125】

図15、図16で説明したように、1つの反射体群230が4個の反射体220を含む場合には、コード情報 として $b_x = 0 \sim 255$ を記録することができる。このコード情報 と超音波測定用シートの基準厚み情報DAとを対応させる参照テーブルを予め超音波測定装置100の記憶部に記憶させておき、処理部130が受信信号に基づいてコード情報を解析し、参照テーブルに基づいて、解析したコード情報 と対応する基準厚み情報DAを取得することができる。

20

【0126】

図17は、本実施形態の超音波測定装置100の第4の構成例による、コード情報の解析処理のフローチャートの一例である。図17に示すフローは、処理部130により実行される。

【0127】

最初に、処理部130は、スキャン方向の座標値 b_x を初期値 $b_x = 0$ に設定する（ステップS41）。

【0128】

次に、処理部130は、画像データからスキャン方向の座標値 b_x 、深度 $b_z 1$ に対応するピクセルの輝度 $L(b_x, b_z 1)$ を求める。そして輝度 $L(b_x, b_z 1)$ が規定値以上であるか否かを判断する（ステップS42）。ここで $b_z 1$ は最も浅い位置にある反射体220に対応する深度 b_z である。輝度 $L(b_x, b_z 1)$ が規定値以上である場合には、ステップS43に進む。ここで規定値とは、例えば反射体220の画像の輝度の最小値であって、具体的には例えば図15（B）に示した輝度（相対値）の最小値21である。

30

【0129】

ステップS43では、処理部130は、スキャン方向の座標値 b_x が同じで深度 b_z が異なる4つの反射体220の輝度 $L(b_x, b_z 1)$ 、 $L(b_x, b_z 2)$ 、 $L(b_x, b_z 3)$ 、 $L(b_x, b_z 4)$ を求める。ここで $b_z 1 < b_z 2 < b_z 3 < b_z 4$ である。

40

【0130】

続いて処理部130は、4つの反射体220の輝度 $L(b_x, b_z 1)$ 、 $L(b_x, b_z 2)$ 、 $L(b_x, b_z 3)$ 、 $L(b_x, b_z 4)$ に対応する輝度レベル d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 を求め、さらに輝度レベル d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 からコード情報を求める（ステップS44）。

【0131】

一方、輝度 $L(b_x, b_z 1)$ が規定値未満である場合には、反射体220の画像ではないから、処理部130はスキャン方向の座標値 b_x をインクリメントする、即ち $b_x = b_x + 1$ とする（ステップS45）。そしてインクリメントされた b_x がスキャン幅 w_i

50

$d_t h$ より小さいか否かを判断する(ステップ S 4 6)。スキャン幅 $w_i d_t h$ は、例えば超音波画像におけるスキャン方向に沿ったピクセル数に対応する値である。

【0132】

インクリメントされた b_x がスキャン幅 $w_i d_t h$ より小さい場合には、ステップ S 4 2 に戻って、処理部 130 は、輝度 $L(b_x, b_z 1)$ が規定値以上であるか否かを判断する。ここで再び輝度が規定値未満である場合には、処理部 130 はさらに b_x をインクリメントする。このようにして、処理部 130 は、輝度 $L(b_x, b_z 1)$ が規定値以上になるまで b_x をインクリメントして、対象とするピクセルをスキャン方向に移動していく。

【0133】

こうしてインクリメントされた b_x がスキャン幅 $w_i d_t h$ 以上となった場合には、処理部 130 は、反射体 220 の画像を見出すことができなかったので、コード情報の解析処理を行わずに終了する。

10

【0134】

処理部 130 による超音波プローブ 300 の傾き情報の取得処理は、上述した第 1、第 2 の構成例と同じであるから。ここでは詳細な説明を省略する。

【0135】

このように本実施形態の超音波測定装置 100 の第 4 の構成例によれば、処理部 130 は、コード情報の解析処理を行って、使用する超音波測定用シート 200 に対応する適正な基準厚み情報を取得することができる。そして適正な基準厚み情報を用いて、超音波プローブの傾き情報を取得することができる。その結果、誤った基準厚み情報を用いることによる誤った傾き情報の取得を防止することができる。

20

【0136】

1 - (6) 第 5 の構成例

図 18 に、本実施形態の超音波測定装置 100 の第 5 の構成例と共に用いる超音波測定用シート 200 の構成例を示す。図 18 は超音波測定用シート 200 の上面図である。超音波測定用シート 200 は、超音波透過媒体 210 及び複数の反射体群 230 を含む。超音波透過媒体 210 については、図 9 で説明したので、ここでは詳細な説明を省略する。

30

【0137】

反射体群 230 は、図 15、図 16 で説明したように、コード情報 を記録することができる。各反射体群 230 に記録されるコード情報 は、超音波測定用シート 200 のシート座標 (x, y) と対応させることができる。

【0138】

例えば図 18 に示すように、各反射体群 230 に記録されたコード情報 とシート座標 (x, y) とを対応させることができる。シート座標は、超音波測定用シート 200 のシート面における各反射体群 230 の配置位置を表す座標であって、例えば図 18 に示すように、コード情報 = 0 が記録された反射体群 230 の配置位置を (0, 0) とする x 座標値及び y 座標値で表す。

40

【0139】

図 18 に示す超音波測定用シート 200 は、6 行 6 列のマトリックス状に配置された反射体群 230 を含む。これらの反射体群 230 により、図 18 に示すようにシート座標 (x, y) に対応するコード情報 = 0 ~ 35 が記録されている。例えば、コード情報 = 27 が記録された反射体群 230 のシート座標は (3, 4) である。

【0140】

本実施形態の超音波測定装置 100 の第 5 の構成例によれば、処理部 130 は、コード情報の解析処理によって取得したコード情報 から、解析対象とした反射体群 230 の配置位置のシート座標 (x, y) を求めることができる。具体的には、処理部 130 は、予め各反射体群 230 のコード情報 とシート座標 (x, y) との対応関係を参照テーブルとして記憶しておくことで、超音波画像データから取得したコード情報 に対応するシート座標 (x, y) を求めることができる。そしてこのようにして得られたシート座標 (x

50

, y)に基づいて、超音波プローブ 300 が接触している場所、即ち超音波測定用シート 200 に対するスキャン場所を特定することができる。

【0141】

例えばスキャン場所が図 18 の SC1 に示す場所である場合には、処理部 130 は、B モード画像に基づくコード情報解析処理によってコード情報 = 0, 1, 2, 3 を取得する。そして処理部 130 は、予め記憶された参照テーブルに基づいて、コード情報 = 0, 1, 2, 3 に対応するシート座標 (0, 0)、(1, 0)、(2, 0)、(3, 0) を取得する。このようにして、処理部 130 は、図 18 に示すスキャン場所 SC1 を特定することができる。

【0142】

また例えばスキャン場所が図 18 の SC2 に示す場所である場合には、処理部 130 は、B モード画像に基づくコード情報解析処理によってコード情報 = 20, 15, 10 を取得する。そして処理部 130 は、予め記憶された参照テーブルに基づいて、コード情報 = 20, 15, 10 に対応するシート座標 (2, 3)、(3, 2)、(4, 1) を取得する。このようにして、処理部 130 は、図 18 に示すスキャン場所 SC2 を特定することができる。

【0143】

処理部 130 によるコード情報解析処理のフローについては、図 17 に示したものと同じであるから、ここでは詳細な説明を省略する。また、処理部 130 による超音波プローブ 300 の傾き情報の取得処理は、上述した第 1、第 2 の構成例と同じであるから。ここでは詳細な説明を省略する。

【0144】

このように本実施形態の超音波測定装置 100 の第 5 の構成例によれば、処理部 130 は、超音波測定用シート 200 に記録されたコード情報を解析して、超音波プローブ 300 の超音波測定用シート 200 に対するスキャン場所を特定することができる。そして特定されたスキャン場所における超音波プローブ 300 の傾き情報を取得することができる。その結果、超音波測定装置の操作に慣れていないユーザーでも、超音波プローブ 300 を適正なスキャン場所において被検体表面に対して傾きのない状態に保持して超音波測定を行うことができる。

【0145】

2. 超音波画像装置

図 19 (A)、図 19 (B) に、本実施形態の超音波画像装置 400 の具体的な構成例を示す。図 19 (A) は携帯型の超音波画像装置 400 を示し、図 19 (B) は据置型の超音波画像装置 400 を示す。

【0146】

携帯型及び据置型の超音波画像装置 400 は共に、超音波測定装置 100、超音波プローブ 300、ケーブル 350 及び表示部 410 を含む。超音波プローブ 300 は、超音波トランスデューサーデバイス 310 を含み、ケーブル 350 により超音波測定装置 100 に接続される。表示部 410 は、表示用画像データを表示する。

【0147】

超音波測定装置 100 が有する送信部 110、受信部 120 及び処理部 130 の少なくとも一部を超音波プローブ 300 に設けることもできる。

【0148】

図 19 (C) に、本実施形態の超音波プローブ 300 の具体的な構成例を示す。超音波プローブ 300 はプローブヘッド 315 及びプローブ本体 320 を含み、図 19 (C) に示すように、プローブヘッド 315 はプローブ本体 320 と脱着可能である。

【0149】

プローブヘッド 315 は、超音波トランスデューサーデバイス 310、プローブ基体 311、プローブ筐体 312、プローブヘッド側コネクター 313 を含む。

【0150】

10

20

30

40

50

プローブ本体320は、プローブ本体側コネクター323を含む。プローブ本体側コネクター323は、プローブヘッド側コネクター313と接続される。プローブ本体320は、ケーブル350により超音波測定装置100に接続される。なお、超音波測定装置100が有する送信部110、受信部120の少なくとも一部をプローブ本体320に設けることもできる。

【0151】

なお、以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また超音波測定装置、超音波画像装置の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

10

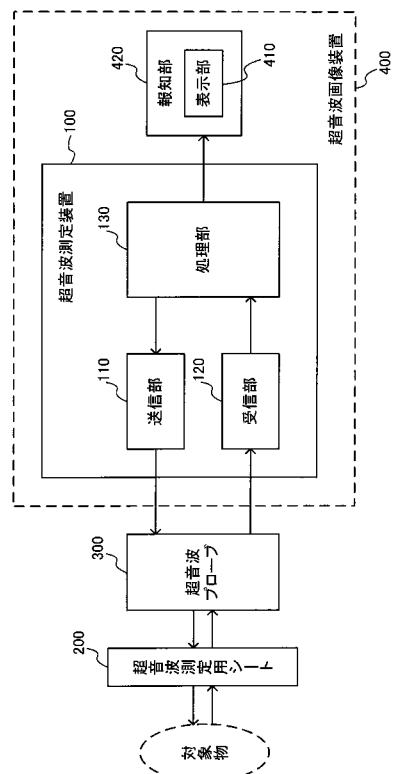
【符号の説明】

【0152】

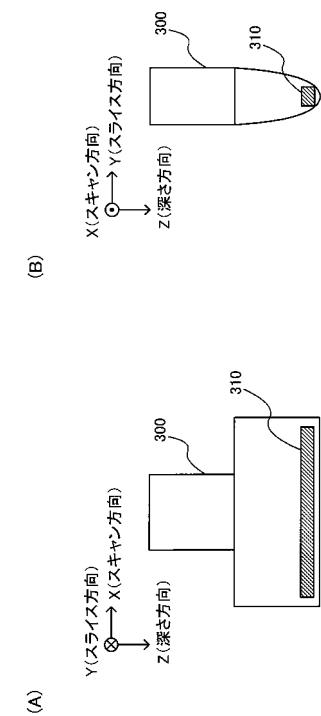
100 超音波測定装置、110 送信部、120 受信部、130 処理部、
 140 記憶部、200 超音波測定用シート、210 超音波透過媒体、
 220、222 反射体、230 反射体群、300 超音波プローブ、
 310 超音波トランスデューサーデバイス、311 プローブ基体、
 312 プローブ筐体、313 プローブヘッド側コネクター、
 315 プローブヘッド、320 プローブ本体、323 プローブ本体側コネクター、
 350 ケーブル、400 超音波画像装置、410 表示部、420 報知部

20

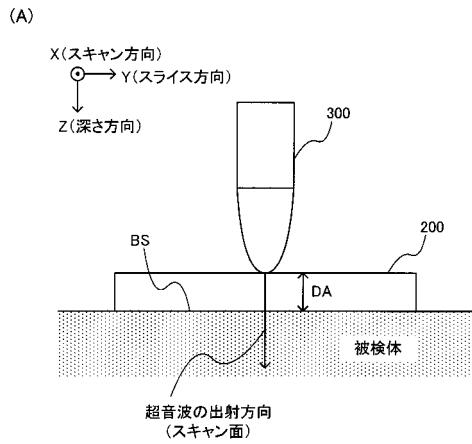
【図1】



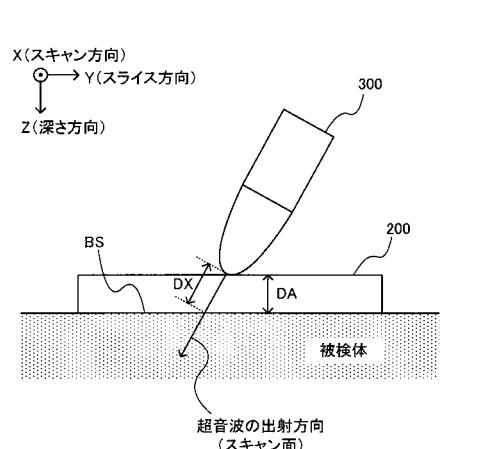
【図2】



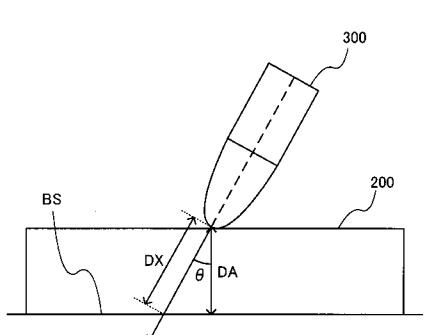
【図3】



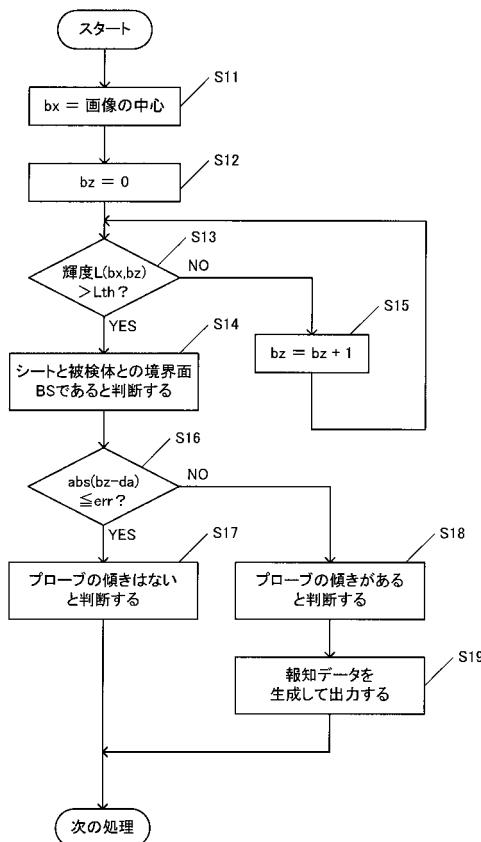
【図4】



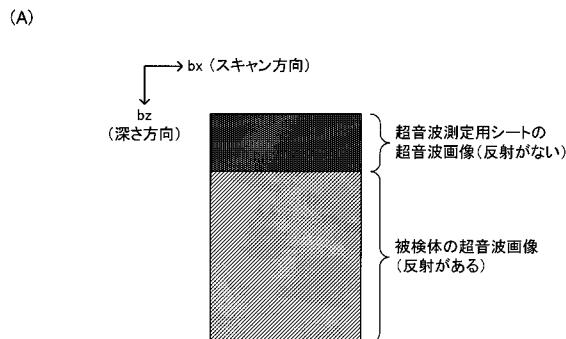
【図5】



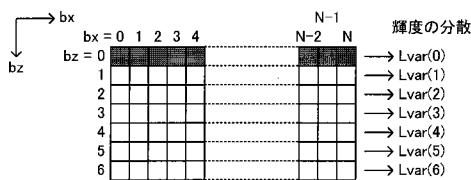
【図6】



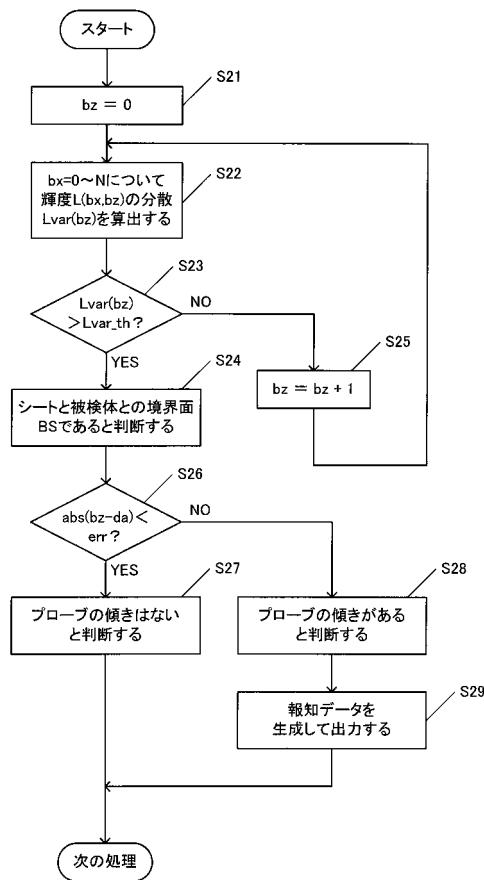
【図7】



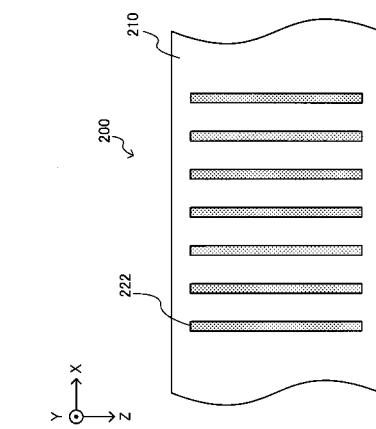
(B)



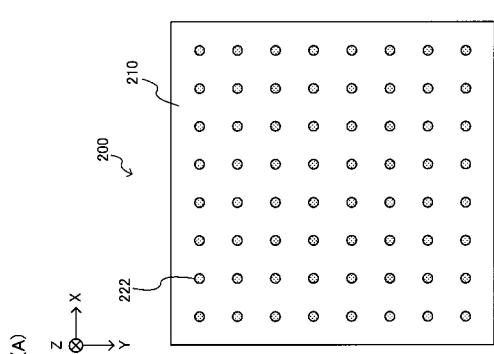
【図8】



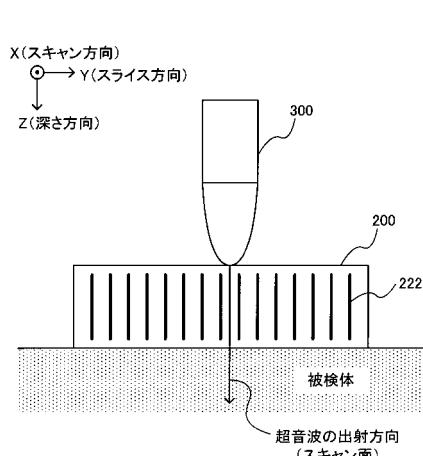
【図9】



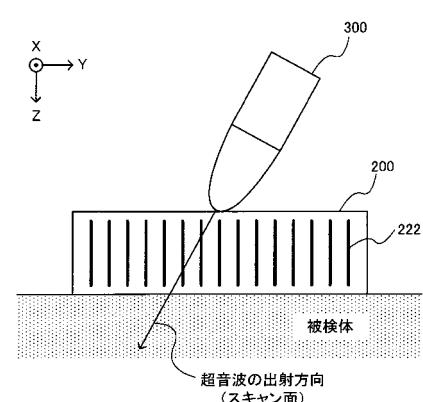
(B)



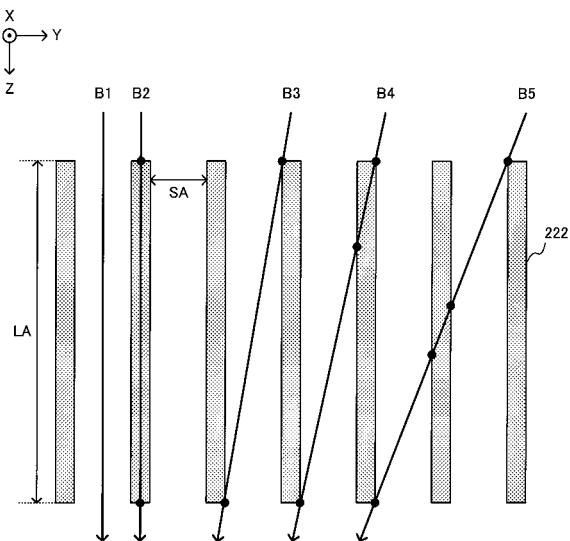
【図10】



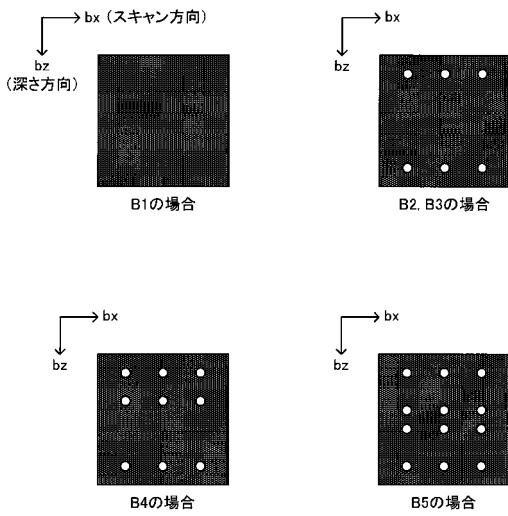
(B)



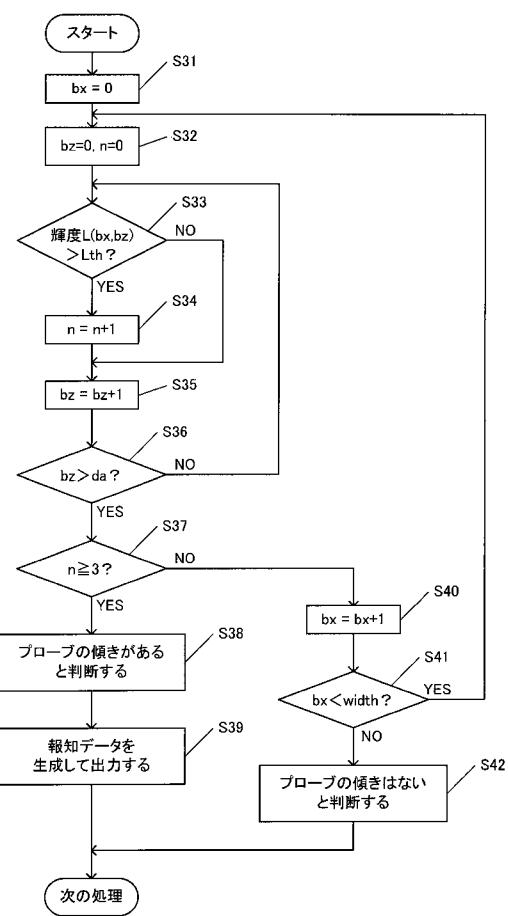
【図 1 1】



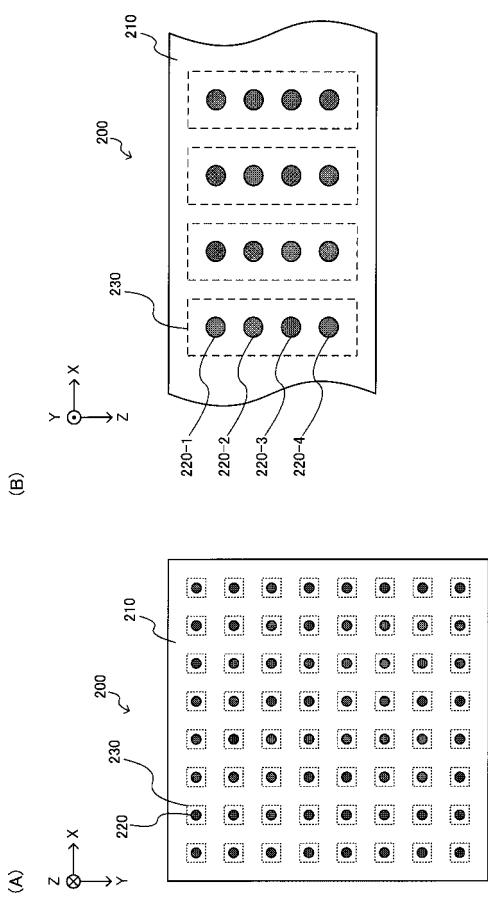
【図 1 2】



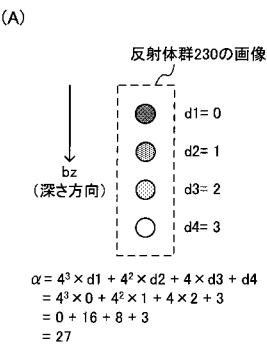
【図 1 3】



【図 1 4】



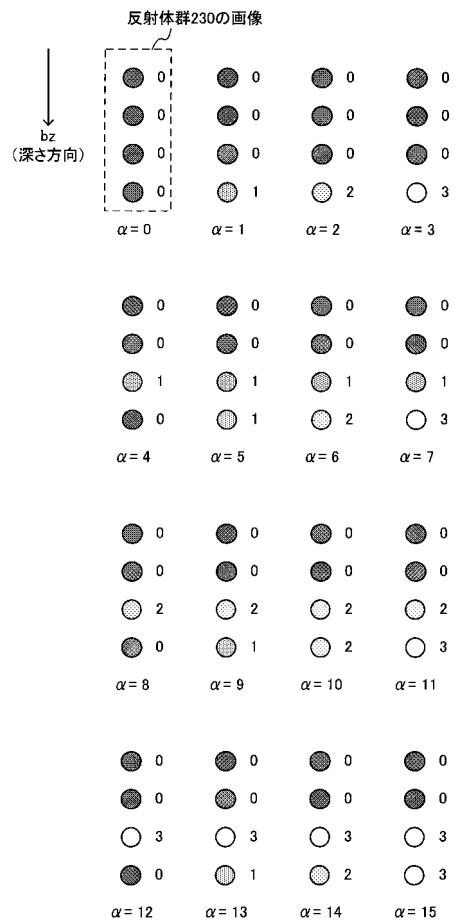
【図15】



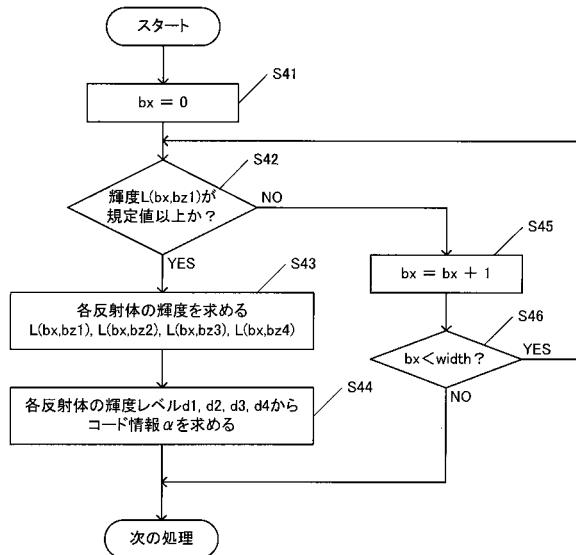
(B)

輝度		
d1~d4	最小値	最大値
0	21	40
1	41	60
2	61	80
3	81	100

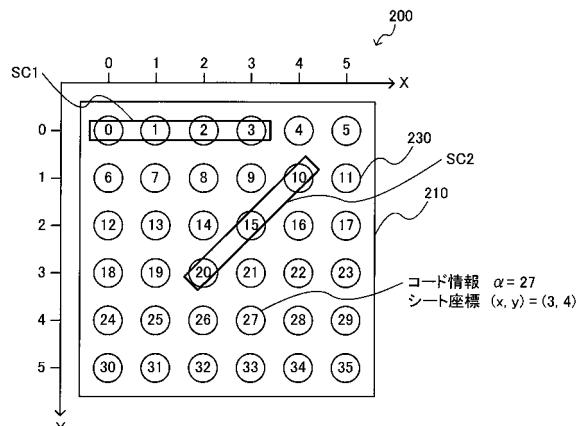
【図16】



【図17】

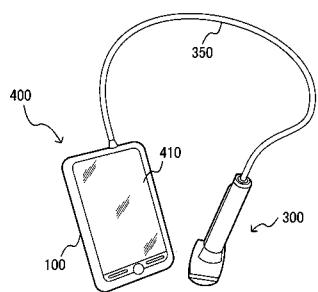


【図18】

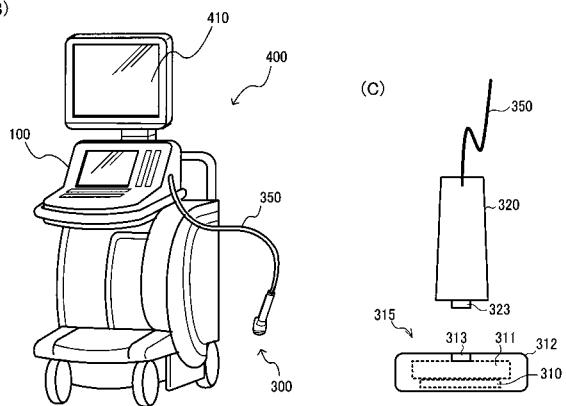


【図 1 9 】

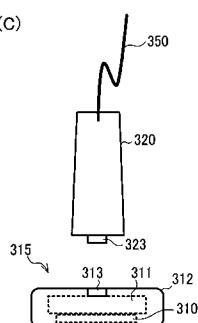
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C601 BB17 DD02 EE09 GA21 GC03 JB38 LL19