

(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2014-180490
(P2014-180490A)

(43) 公開日 平成26年9月29日(2014.9.29)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)

F1
A61B 8/08

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-57744 (P2013-57744)
(22) 出願日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(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 雅誉
(74) 代理人 100127661
弁理士 官坂 一彦
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(72) 発明者 増田 博之
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 新垣 匠
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

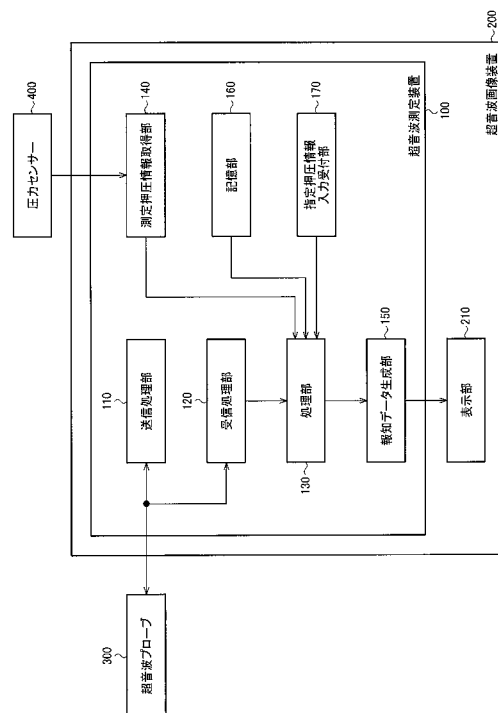
(54) 【発明の名称】 超音波測定装置、超音波画像装置及び超音波測定方法

(57) 【要約】

【課題】 押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が対象物に与えられた状態の少なくとも一方の状態での対象物の寸法情報を出力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の提供。

【解決手段】 超音波測定装置100は、対象物に対し超音波を送信する処理を行う送信処理部110と、送信した超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う受信処理部120と、受信処理部120からの受信信号に対し処理を行い、対象物の寸法情報を求める処理部130と、測定時に超音波プローブにより対象物に対し与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する測定押圧情報取得部140を含む。処理部130は、受信信号と測定押圧情報に基づき対象物に対し押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態での対象物の寸法情報を出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物に対して超音波を送信する処理を行う送信処理部と、
送信した前記超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う受信処理部と、
前記受信処理部からの受信信号に対して処理を行い、前記対象物の寸法情報を求める処理部と、
測定時に超音波プローブにより前記対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する測定押圧情報取得部と、
を含み、
前記処理部は、
前記受信信号と前記測定押圧情報とに基づいて、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記対象物の寸法情報を出力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、
前記処理部により出力された前記対象物の前記寸法情報を表す報知データを生成する報知データ生成部を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、
前記処理部は、
前記測定押圧が前記対象物に与えられた状態での前記対象物の寸法の変化率を求め、
求めた前記変化率に基づいて、前記受信信号から得られる前記対象物の前記寸法情報の補正処理を行って、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び前記所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記寸法情報を求め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、
前記対象物の弾性情報を記憶する記憶部を含み、
前記処理部は、
前記測定押圧情報により表される前記測定押圧と、前記記憶部から取得される前記弾性情報とに基づいて、前記対象物の寸法の前記変化率を求めることを特徴とする超音波測定装置。

30

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 において、
前記処理部は、
前記受信信号から得られる前記対象物の寸法である厚さ又は径 A_x と、前記測定押圧に対する寸法の前記変化率と所与の指定押圧に対する寸法の変化率との差分 X とに基づいて、下式 (1) により、

【数 1】

$$A_{\Delta X} = \frac{A_x}{1 - \Delta X} \quad \dots \quad (1)$$

40

前記所与の指定押圧が与えられた状態での寸法である厚さ又は径 A_x を求めることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記所与の指定押圧を表す指定押圧情報の入力を受け付ける指定押圧情報入力受付部を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、

50

前記寸法情報は、

前記対象物の厚さ又は径を表す情報であることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の超音波測定装置と、

前記対象物の前記寸法情報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。

【請求項 9】

対象物に対して超音波を送信する処理を行い、

送信した前記超音波に対する超音波エコーの受信処理を行い、

測定時に超音波プローブにより前記対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得し、

前記受信信号と前記測定押圧情報とに基づいて、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記対象物の寸法情報を出力することを特徴とする超音波測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波測定装置、超音波画像装置及び超音波測定方法等に関係する。

【背景技術】

【0002】

生体の電気インピーダンスを測定することで体脂肪率を計測する技術が広く普及している。しかし、この手法は起床直後や就寝直前などの身体状態による変化が大きく、測定ばらつきが大きい。

【0003】

これに対して、被検体である人体の内部を検査するために用いる装置として、対象物に向けて超音波を出射し、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する超音波測定装置が知られている。このような超音波測定装置を用いることで、皮下脂肪と筋肉組織を可視化して、各部位における筋肉層や脂肪層の厚さなどを計測することができる。

【0004】

また、筋肉や脂肪を始めとする生体組織は、与えられる圧力の変化によって変性することが知られている。押圧が与えられた時の生体組織の状態を検出する手法としては、例えば特許文献 1 に示すような従来手法がある。特許文献 1 において開示される発明では、測定時において超音波プローブから所与の圧力が与えられた状態での生体組織の硬さに関する弾性情報を得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2012 - 86002 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述した特許文献 1 において開示される発明では、生体組織の厚さ等を表す寸法情報の特定を行うことはできない。

【0007】

さらに、ユーザーが知りたいのは、超音波プローブによって測定押圧が与えられた状態における筋肉層や脂肪層の厚さ等ではなく、押圧が与えられていない状態や所与の指定押圧が与えられた状態の筋肉層や脂肪層の厚さ等である場合がほとんどである。

【0008】

本発明の幾つかの態様によれば、押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が対

10

20

30

40

50

象物に与えられた状態の少なくとも一方の状態での対象物の寸法情報を出力することができる超音波測定装置、超音波画像装置及び超音波測定方法等を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、対象物に対して超音波を送信する処理を行う送信処理部と、送信した前記超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う受信処理部と、前記受信処理部からの受信信号に対して処理を行い、前記対象物の寸法情報を求める処理部と、測定時に超音波プローブにより前記対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する測定押圧情報取得部と、を含み、前記処理部は、前記受信信号と前記測定押圧情報とに基づいて、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記対象物の寸法情報を出力する超音波測定装置に係る。

10

【0010】

本発明の一態様では、対象物に対して超音波を送信する処理を行い、送信した超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う。また、測定時に超音波プローブにより対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する。

【0011】

これにより、受信信号と測定押圧情報とに基づいて、押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が対象物に与えられた状態の少なくとも一方の状態での対象物の寸法情報を出力することが可能となる。

20

【0012】

また、本発明の一態様では、前記処理部により出力された前記対象物の前記寸法情報を表す報知データを生成する報知データ生成部を含んでもよい。

【0013】

これにより、表示部や音声出力部などの報知部を介して、ユーザーに測定結果を報知すること等が可能になる。

【0014】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、前記測定押圧が前記対象物に与えられた状態での前記対象物の寸法の変化率を求め、求めた前記変化率に基づいて、前記受信信号から得られる前記対象物の前記寸法情報の補正処理を行って、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び前記所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記寸法情報を求めてもよい。

30

【0015】

これにより、各測定押圧のそれぞれに応じた補正処理を行うこと等が可能になる。

【0016】

また、本発明の一態様では、前記対象物の弾性情報を記憶する記憶部を含み、前記処理部は、前記測定押圧情報により表される前記測定押圧と、前記記憶部から取得される前記弾性情報とに基づいて、前記対象物の寸法の前記変化率を求めてもよい。

【0017】

これにより、弾性情報により表される対象物の歪みややすさに関する特性を考慮して、対象物の寸法の変化率を求めること等が可能になる。

40

【0018】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、前記受信信号から得られる前記対象物の寸法である厚さ又は径 A_x と、前記測定押圧に対する寸法の前記変化率と所与の指定押圧に対する寸法の変化率との差分 X とに基づいて、下式(1)により、

【数1】

$$A_{\Delta X} = \frac{A_x}{1 - \Delta X} \quad \dots \quad (1)$$

【0019】

50

前記所与の指定押圧が与えられた状態での寸法である厚さ又は径 A_x を求めてもよい。

【0020】

これにより、簡単な式を用いて、所与の指定押圧が与えられた状態での厚さ又は径を求めること等が可能になる。

【0021】

また、本発明の一態様では、前記所与の指定押圧を表す指定押圧情報の入力を受け付ける指定押圧情報入力受付部を含んでもよい。

【0022】

これにより、他の超音波診断器で測定した際の測定押圧値が既知である場合に、測定条件を揃えて、測定結果を照らし合わせる等が可能になる。

【0023】

また、本発明の一態様では、前記寸法情報は、前記対象物の厚さ又は径を表す情報であってもよい。

【0024】

これにより、例えば対象物が生体組織である場合には、筋肉組織や皮下脂肪組織、血管壁などの厚さを測定したり、血管径などを測定したりすること等が可能になる。

【0025】

また、本発明の他の態様では、前記超音波測定装置と、前記対象物の前記寸法情報を表示する表示部と、を含む超音波画像装置に係する。

【0026】

また、本発明の他の態様では、対象物に対して超音波を送信する処理を行い、送信した前記超音波に対する超音波エコーの受信処理を行い、測定時に超音波プローブにより前記対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得し、前記受信信号と前記測定押圧情報とに基づいて、前記対象物に対して押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における前記対象物の寸法情報を出力する超音波測定方法に係する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本実施形態のシステム構成例。

【図2】図2(A)～図2(C)は、超音波画像装置の具体的な機器構成の一例。

【図3】本実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図4】押圧値に対する組織厚の変化率の説明図。

【図5】筋肉及び皮下脂肪組織の歪み変化の説明図。

【図6】筋肉及び皮下脂肪組織の歪み変化の近似式と弾性指標値の説明図。

【図7】弾性テーブルの説明図。

【図8】画面表示の説明図。

【図9】図9(A)～図9(C)は、超音波トランスデューサー素子の構成例。

【図10】超音波トランスデューサーデバイスの構成例。

【図11】図11(A)、図11(B)は、各チャンネルに対応して設けられる超音波トランスデューサー素子群の構成例。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本実施形態について説明する。まず、本実施形態の概要を説明し、次に本実施形態のシステム構成例について説明する。そして、フローチャートを用いて、本実施形態の手法について詳細に説明する。その後、超音波トランスデューサー素子及び超音波トランスデューサーデバイスの構成例について説明する。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い。また、本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0029】

10

20

30

40

50

1. 概要

被検体である人体の内部を検査するために用いる装置として、対象物に向けて超音波を出射し、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する超音波測定装置が知られている。このような超音波測定装置を用いることで、皮下脂肪と筋肉組織を可視化して、各部位における筋肉層や脂肪層の厚さなどを計測することができる。

【0030】

筋肉や脂肪を始めとする生体組織は、与えられる圧力の変化によって変性する。すなわち、筋肉層や脂肪層の厚さや硬さの測定結果は、生体組織に与えられる圧力によって変わる。前述した特許文献1では、超音波プローブに圧力センサーを導入することにより、生体組織の硬さに関する弾性指標を算出する発明が開示されている。

10

【0031】

一方で、ユーザーが知りたいのは、超音波プローブによって押圧が与えられた状態における筋肉層や脂肪層の厚さ等ではなく、押圧が与えられていない状態の筋肉層や脂肪層の厚さ等である場合がほとんどである。しかし、前述した特許文献1において開示される発明では、測定時において超音波プローブから所与の圧力が与えられた状態での生体組織の硬さに関する弾性情報を得ることができるだけであり、押圧が与えられていない状態での組織厚推定までは行うことはできない。

【0032】

そこで、本実施形態では、超音波プローブによる押圧が与えられていない状態における対象物の厚さ等を表す寸法情報を求め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。

20

【0033】

また、例えば家庭で用いる超音波測定装置による測定結果と、ジムなどで用いる他の超音波測定装置による測定結果は、一致していることが望ましい。しかし、測定時にユーザーの体表に超音波プローブを押し付ける際の適正な測定押圧が、超音波測定装置毎に異なる場合がある。この場合には、測定対象物が同一であっても、超音波測定装置毎に測定結果が異なってしまうことがある。

【0034】

そこで、本実施形態では、例えば他の超音波測定装置における適正な測定押圧等である指定押圧が対象物に与えられた状態での、筋肉層や脂肪層の厚さを求め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。

30

【0035】

2. システム構成例

次に、本実施形態の超音波測定装置100及びこれを含む超音波画像装置200の構成例を図1に示す。

【0036】

超音波測定装置100は、送信処理部110と、受信処理部120と、処理部130と、測定押圧情報取得部140と、報知データ生成部150と、記憶部160と、指定押圧情報入力受付部170と、を含む。また、超音波画像装置200は、超音波測定装置100と、表示部210とを含む。なお、超音波測定装置100及びこれを含む超音波画像装置200は、図1の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。さらに、本実施形態の超音波測定装置100及びこれを含む超音波画像装置200の一部又は全部の機能は、通信により接続されたサーバーにより実現されてもよい。

40

【0037】

次に各部で行われる処理について説明する。

【0038】

まず、送信処理部110は、対象物に対して超音波を送信する処理を行う。例えば送信処理部110は、送信パルス発生器と、送信遅延回路とを含む。送信パルス発生器は、送

50

信パルス電圧を印加させ、超音波プローブ300を駆動させる。また、送信遅延回路は、送波ビームをフォーカシングする。そのために、送信遅延回路は、送信パルス電圧の印加タイミングに関して、チャンネル間で時間差を与え、複数の振動素子から発生した超音波を集束させる。このように、遅延時間を変化させることにより、焦点距離を任意に変化させることが可能である。

【0039】

次に、受信処理部120は、送信した超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う。例えば受信処理部120は、受信遅延回路と、フィルター回路とを含む。受信遅延回路は、受波ビームをフォーカシングする。ある反射体からの反射波は球面上に広がるため、受信遅延回路は、各振動子に到達する時間が同じになるように遅延時間を与え、遅延時間を考慮して反射波を加算する。また、フィルター回路は、受信信号に対して帯域通過フィルターによりフィルター処理を行い、雑音を除去する。

10

【0040】

そして、処理部130は、受信処理部120からの受信信号に対して処理を行い、対象物の寸法情報（ディメンション情報）を求める。処理部130が行う処理の詳細については後述する。

【0041】

さらに、測定押圧情報取得部140は、測定時に超音波プローブ300により対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する。測定押圧情報取得部140は、例えば通信部であり、その場合には無線又は有線の少なくとも一方を含むネットワークを介して、圧力センサー400から測定押圧情報を受信する。

20

【0042】

また、報知データ生成部150は、処理部130により出力された対象物の寸法情報を表す報知データを生成する。なお、処理部130及び報知データ生成部150の機能は、各種プロセッサ（CPU等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

【0043】

次に、記憶部160は、対象物の弾性情報を記憶したり、処理部130及び報知データ生成部150等のワーク領域となったりするもので、その機能はRAM等のメモリやHDD（ハードディスクドライブ）などにより実現できる。

30

【0044】

そして、指定押圧情報入力受付部170は、所与の指定押圧を表す指定押圧情報の入力を受け付ける。指定押圧情報入力受付部170は、例えばユーザーによる操作を受け付けるI/F部であり、さらに具体的にはキーボードやタッチパネル、操作ボタン等である。

【0045】

ここで、本実施形態の超音波画像装置200（広義には電子機器）の具体的な機器構成の例を図2（A）～図2（C）に示す。図2（A）はハンディタイプの超音波画像装置200の例であり、図2（B）は据置タイプの超音波画像装置200の例である。図2（C）は超音波プローブ300が本体に内蔵された一体型の超音波画像装置200の例である。

40

【0046】

図2（A）、図2（B）の超音波画像装置200は、超音波測定装置100（広義には電子機器本体）と超音波プローブ300を含み、超音波プローブ300と超音波測定装置100はケーブル310により接続される。超音波プローブ300の先端部分には、プローブヘッド320が設けられており、超音波画像装置200には、画像を表示する表示部210が設けられている。図2（C）では、表示部210を有する超音波画像装置200に超音波プローブ300が内蔵されている。図2（C）の場合、超音波画像装置200は、例えばスマートフォンなどの汎用の携帯情報端末により実現できる。

【0047】

また、表示部210は、対象物の寸法情報を表示する。表示部210は、例えば液晶デ

50

ディスプレイや有機ELディスプレイ、電子ペーパーなどにより実現できる。

【0048】

そして、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を含む。

【0049】

超音波トランスデューサーデバイスは、走査面に沿って対象物をスキャンしながら、対象物に対して超音波ビームを送信すると共に、超音波ビームによる超音波エコーを受信する。圧電素子を用いるタイプを例にとれば、超音波トランスデューサーデバイスは、複数の超音波トランスデューサー素子（超音波素子アレイ）と、複数の開口がアレイ状に配置された基板とを有する。そして、超音波トランスデューサー素子としては、薄手の圧電素子と金属板（振動膜）を貼り合わせたモノモルフ（ユニモルフ）構造を用いたものを用いる。超音波トランスデューサー素子（振動素子）は、電気的な振動を機械的な振動に変換するものであるが、この場合には、圧電素子が面内で伸び縮みすると貼り合わせた金属板（振動膜）の寸法はそのままであるため反りが生じる。

10

【0050】

また、超音波トランスデューサーデバイスでは、近隣に配置された数個の超音波トランスデューサー素子で一つのチャンネルを構成し、1回に複数のチャンネルを駆動しながら、超音波ビームを順次移動させるものであってもよい。

【0051】

なお、超音波トランスデューサーデバイスとしては、圧電素子（薄膜圧電素子）を用いるタイプのトランスデューサーを採用できるが、本実施形態はこれに限定されない。例えばc M U T（Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducers）などの容量性素子を用いるタイプのトランスデューサーを採用してもよいし、バルクタイプのトランスデューサーを採用してもよい。超音波トランスデューサー素子及び超音波トランスデューサーデバイスのさらに詳細な説明については、後述する。

20

【0052】

また、圧力センサー400は、超音波プローブ300が対象物に対して与える力を測定できるものであればよい。例えば、公知の歪みセンサーを用いることができる。

【0053】

3. 処理の詳細

本実施形態の超音波測定装置100は、圧力センサー400を有する超音波プローブ300を用いることで測定時の押圧値（測定押圧値）を受信し、その測定押圧値を元に、記憶部160に格納された弾性情報から組織変化量を算出し、最終的に組織厚の数値に反映させるものである。

30

【0054】

この超音波測定装置100は、測定部位や年齢、性別、身長、体重などをパラメータとする弾性テーブル、もしくは以前の測定時において保持した弾性指標を記憶部160に保持し、この弾性情報を元に測定押圧下における組織変形量を推定する。そして、この推定した組織変化量を超音波の受信信号より算出された組織境界検出データに適応することによって、所与の指定押圧下における組織厚を算出し、表示部210に測定結果を表示させる。

40

【0055】

具体的に、本実施形態の処理の流れを図3のフローチャートを用いて説明する。

【0056】

まず、送信処理部110が超音波プローブ300へ駆動信号を送信し、駆動信号に基づいて超音波プローブ300が超音波を対象物に対して送信する（S101）。

【0057】

そして、送信した超音波に対する超音波エコーの受信信号を、超音波プローブ300を介して受信処理部120が受信する（S102）。ある反射体からの反射波は球面上に広がるため、この際には、受波ビームのフォーカシング処理、すなわち各振動子に到達する時間が同じになるように遅延時間を与え、遅延時間を考慮して反射波を加算する処理を行

50

う。

【0058】

一方で、測定押圧情報取得部140が、超音波の送受信時に圧力センサー400において取得される測定押圧値を取得する(S103)。

【0059】

次に、処理部130が、受信信号に基づいて組織境界を算出し(S104)、算出した組織境界に基づいて組織厚を算出する(S105)。

【0060】

具体的に、ステップS104では、Bモード画像データを生成し、生成したBモード画像データに基づいて、組織境界を算出する。Bモード画像データとは、Aモード波形における振幅を点の明るさ(輝度)として表した画像データのことをいう。

【0061】

さらに、Bモード画像データは、例えば以下のような処理を行うことにより生成される。まず、受信信号に対して帯域通過フィルターによりフィルター処理を行い、雑音を除去する。

【0062】

そして、雑音処理後の信号に対して絶対値(整流)処理を行い、絶対値処理後の信号に対して、低域通過フィルターをかけて、非変調信号を抽出する。

【0063】

さらに、非変調信号に対してLog圧縮を行い、受信信号の信号強度の最大部分と最小部分を同時に確認しやすいように、表現形式を変換し、信号強度及び関心領域を調整するために、ゲイン調整処理及びダイナミックレンジ調整処理を行う。具体的に、ゲイン調整処理では、Log圧縮後の入力信号に対して、直流成分を加える。また、ダイナミックレンジ調整処理では、Log圧縮後の入力信号に対して、任意の数を乗算する。

【0064】

次に、深さに応じて増幅度(明るさ)を補正し、画面全体で一様な明るさの画像を取得する。そして、Bモード画像データに走査変換処理を行う。例えば、バイリニアなどの補間処理により、ライン信号を画像信号に変換する。

【0065】

このようにして得られたBモード画像データに基づいて、組織境界を算出する。

【0066】

また、ステップS105で、組織厚を算出する際には、ステップS104において検出した組織境界の間の距離を組織厚として算出する。具体的には、Bモード画像データにおいて2点間の距離を計測して、組織境界間の距離を算出してもよいし、受信信号の振幅強度が所与の閾値よりも大きい点を組織境界として特定し、ある組織境界で反射した受信信号を受信したタイミングから、隣の組織境界で反射した受信信号を受信したタイミングまでの時間差を算出し、算出した時間差から組織境界間の距離を算出してもよい。

【0067】

次に、処理部130は、取得した測定押圧値に対応する弾性指標を、記憶部160にあらかじめ記憶されている弾性テーブルから読み出し、取得した弾性指標と測定押圧値に基づいて、組織厚の変化率を算出する(S106)。なお、組織厚の変化率を算出する際には、生体組織に押圧が与えられていない状態を基準とする。

【0068】

ここで、押圧値 $F(gf)$ に対する組織変化率 $X(\%)$ をプロットした結果とその近似線を図4に示す。なお、図4のグラフにおいて、ひし形の点が皮下脂肪のデータを表し、四角形の点が筋肉のデータを表す。

【0069】

また、各部位(大胸筋、腹直筋、大腿直筋及び上腕二頭筋)の筋肉および皮下脂肪への圧力 $F(gf)$ と歪み変化率 $X(\%)$ との関係を図5のグラフに示す。

【0070】

10

20

30

40

50

図4及び図5に示すように、押圧値Fに対する組織厚の変化率Xには相関があり、近似式を作成することができる。例えば、皮下脂肪組織は、フックの法則に従った線形近似により近似することができ、皮下脂肪組織の厚さの変化率Xと押圧値Fとの関係は下式(2)のように表現できる。なお、式(2)において、kは皮下脂肪組織の弾性指標を表す。

【数2】

$$X = \frac{1}{k} \cdot F \quad \dots \quad (2)$$

【0071】

一方、筋肉組織は押圧に対して組織厚が線形に変化しない。これは押圧によって組織の硬度が増す、ひずみ硬化と呼ばれる現象のためである。そのため、筋肉組織の厚さの変化率Xと押圧値Fとの関係は、下式(3)のように対数近似を用いて表現できる。なお、式(3)において、k'は筋肉組織の弾性指標を表す。なお、弾性指標の近似は、線形近似や対数近似に限らず多項式近似でも良い。

10

【数3】

$$X = \frac{1}{k'} \cdot \ln(F) \quad \dots \quad (3)$$

【0072】

また、図5のグラフから求められる近似式と、近似式により得られる弾性指標値を図6に示す。この結果より、同じ筋肉組織であっても、部位毎に弾性指標が異なり、さらに皮下脂肪組織と筋肉組織とではその弾性指標に優位な差があることが確認できる。実際の組織変化推定では、この近似によって得られる弾性指標を記憶部160に保持しておくことで推定を行う。

20

【0073】

なお、実際に測定を行う際には、これらの弾性指標の算出や、弾性指標を用いた組織厚の推定の測定条件を毎回揃えることが望ましい。例えば、生体組織の中でも筋肉は疲労によってその硬さや弾性が変わることが知られており、これらが推定精度にも影響を与える。そのため、実際の測定ではトレーニングなど筋肉に負荷がかかる前に測定を行うことが望ましい。

30

【0074】

以上のような近似によって得られた弾性指標を、記憶部160にテーブルまたは関数として保持しておくことで、後述する指定押圧値に対する組織の変化率Xを算出することが可能となる。

【0075】

具体的に、弾性テーブルは例えば図7に示すようなテーブルであって、下式(5)に示す式で表すことができる。

【数5】

$$k_t = \text{TABLE}(A, B, C) \quad \dots \quad (5)$$

40

【0076】

図7の弾性テーブルでは、性別、年齢、身長、体重及び人種などの個人情報パラメータAや、測定部位や測定時の姿勢などの測定条件パラメータBなどの他に、測定時に得られる押圧値、組織厚、組織の質などの計測結果パラメータCなどの情報を代入することにより弾性指標k_tが算出される。

【0077】

例えば、個人情報パラメータAについては、やせ形、標準、肥満などの体型に関する分類結果を代入し、測定条件パラメータBについては、各測定部位や組織種類や組織状態などに関する分類結果を代入し、計測結果パラメータCについては、筋肉脂肪の割合や質などに関する分類結果を代入して、それらの組み合わせに対応する弾性指標k_tを得

50

る。なお、弾性テーブルは、測定部位や年齢、性別、身長、体重、筋質などといった項目により分けられたテーブルであっても良い。

【0078】

本実施形態では、この弾性指標をあらかじめ記憶しておくことで、測定時の押圧に対する組織厚の変化率を算出する。すなわち、測定時の圧力および記憶した弾性指標を代入することで変化率 X を算出し、算出された変化率 X を下式(4)に代入することで組織ひずみのない非押圧下の組織厚 (A_0) 算出が可能となる。

【数4】

$$A_0 = \frac{A_x}{1-X} \quad \dots \quad (4)$$

10

【0079】

次に、指定押圧情報入力受付部170が、指定押圧値を取得する(S107)。

【0080】

そして、処理部130が、ステップS105において算出した組織厚を補正して、指定押圧値が与えられた時の組織厚を求める(S108)。

【0081】

具体的に、所与の指定押圧下での組織厚算出としては、図4に示すように変化率の差分 X を求めて、逆算することができる。すなわち、測定時の押圧値 F_1 に対応する組織変化率 X_1 と、指定押圧値 F_2 に対応する組織変化率 X_2 を、弾性近似式に基づいてそれぞれ算出する。そして、組織変化率 X_1 と組織変化率 X_2 との差分 X を算出し、この差分 X を下式(1)に代入することにより、所与の指定押圧下での組織厚を求めることができる。

20

【数1】

$$A_{\Delta X} = \frac{A_x}{1-\Delta X} \quad \dots \quad (1)$$

【0082】

最後に、補正後の組織厚を表示部210に表示して(S109)、処理を終了する。具体的には、図8に示すような画像を表示部210に表示する。図8には、測定押圧が与えられた状態における測定結果をAR1の領域に表示しており、指定押圧が与えられた状態における測定結果をAR2の領域に表示している。領域AR1に表示する補正前断面画像は、測定時の実際の対象物の断面を表すものであり、領域AR2に表示する補正後断面画像は、所与の指定押圧が与えられた場合の対象物の断面を表すものである。補正後断面画像は、補正前断面画像に対して画像処理を行って、伸縮することにより生成することができる。

30

【0083】

なお、どの内容を表示するかをユーザーが選択可能であってもよい。また、補正結果は数値で表示しても良い。さらに、弾性指標を表示する際には、近似式で得られる弾性指標値に対して、表示桁数を変更したり、積算する定数を設けたりするなどして、ユーザーに数値変化をイメージしやすくするように演算しても良い。

40

【0084】

次に、本実施形態の手法についてまとめる。

【0085】

以上の本実施形態の超音波測定装置100は、対象物に対して超音波を送信する処理を行う送信処理部110と、送信した超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う受信処理部120と、受信処理部120からの受信信号に対して処理を行い、対象物の寸法情報を求める処理部130と、測定時に超音波プローブ300により対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報取得部140と、を含む。そして、処理部130は、受信信号と測定押圧情報とに基づいて、対象物に対して押圧が与えら

50

れていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における対象物の寸法情報を出力する。

【0086】

本実施形態では、対象物に対して超音波を送信する処理を行い、送信した超音波に対する超音波エコーの受信処理を行う。そして、測定時に超音波プローブにより対象物に対して与えられる測定押圧を表す測定押圧情報を取得する。

【0087】

これにより、受信信号と測定押圧情報とに基づいて、押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が対象物に与えられた状態の少なくとも一方の状態での対象物の寸法情報を出力することが可能となる。

10

【0088】

具体的に、寸法情報は、対象物の厚さ又は径を表す情報であってもよい。

【0089】

これにより、例えば対象物が生体組織である場合には、筋肉組織や皮下脂肪組織、血管壁などの厚さを測定したり、血管径などを測定したりすること等が可能になる。

【0090】

また、本実施形態の超音波測定装置100は、処理部130により出力された対象物の寸法情報を表す報知データを生成する報知データ生成部150を含んでもよい。

【0091】

例えば、報知データは、図8に示すような画像データであってもよいし、文字データであつてもよいし、音声データであつてもよい。

20

【0092】

これにより、表示部や音声出力部などの報知部を介して、ユーザーに測定結果を報知すること等が可能になる。

【0093】

また、処理部130は、測定押圧が対象物に与えられた状態での対象物の寸法の変化率を求め、求めた変化率に基づいて、受信信号から得られる対象物の寸法情報の補正処理を行って、対象物に対して押圧が与えられていない状態及び所与の指定押圧が与えられた状態の少なくとも一方の状態における寸法情報を求めてもよい。

【0094】

これにより、各測定押圧のそれぞれに応じた補正処理を行うこと等が可能になる。

30

【0095】

具体的に、処理部130は、受信信号から得られる対象物の寸法である厚さ又は径 A_x と、測定押圧に対する寸法の変化率と所与の指定押圧に対する寸法の変化率との差分 X とに基づいて、上式(1)により、所与の指定押圧が与えられた状態での寸法である厚さ又は径 A_x を求めてもよい。

【0096】

これにより、簡単な式を用いて、所与の指定押圧が与えられた状態での厚さ又は径を求めること等が可能になる。

【0097】

また、本実施形態の超音波測定装置100は、対象物の弾性情報を記憶する記憶部160を含んでもよい。そして、処理部130は、測定押圧情報により表される測定押圧と、記憶部160から取得される弾性情報とに基づいて、対象物の寸法の変化率を求めてもよい。

40

【0098】

さらに具体的には、上式(2)又は上式(3)等により、対象物の寸法の変化率を求めてもよい。

【0099】

これにより、弾性情報により表される対象物の歪みやすさに関する特性を考慮して、対象物の寸法の変化率を求めること等が可能になる。

50

【0100】

また、本実施形態の超音波測定装置100は、所与の指定押圧を表す指定押圧情報の入力を受け付ける指定押圧情報入力受付部170を含んでもよい。

【0101】

これにより、他の超音波診断器で測定した際の測定押圧値が既知である場合に、測定条件を揃えて、測定結果を照らし合わせることも等が可能になる。

【0102】

以上の結果として、微小な押圧調整を行いながら測定をする必要がなくなり、また測定時において治具の導入を行うことなく、疑似的に押圧条件を一定にした条件下においての組織厚の算出を行うことが可能となる。

10

【0103】

したがって、これらの効果により筋肉・脂肪厚測定の精度や測定再現性を向上させることが可能になる

4. 超音波トランスデューサー素子

図9(A)~図9(C)に、超音波トランスデューサーデバイスの超音波トランスデューサー素子10の構成例を示す。この超音波トランスデューサー素子10は、振動膜(メンブレン、支持部材)50と圧電素子部とを有する。圧電素子部は、第1電極層(下部電極)21、圧電体層(圧電体膜)30、第2電極層(上部電極)22を有する。

【0104】

図9(A)は、基板(シリコン基板)60に形成された超音波トランスデューサー素子10の、素子形成面側の基板60に垂直な方向から見た平面図である。図9(B)は、図9(A)のA-A'に沿った断面を示す断面図である。図9(C)は、図9(A)のB-B'に沿った断面を示す断面図である。

20

【0105】

第1電極層21は、振動膜50の上層に例えば金属薄膜で形成される。この第1電極層21は、図9(A)に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子10に接続される配線であってもよい。

【0106】

圧電体層30は、例えばPZT(ジルコン酸チタン酸鉛)薄膜により形成され、第1電極層21の少なくとも一部を覆うように設けられる。なお、圧電体層30の材料は、PZTに限定されるものではなく、例えばチタン酸鉛($PbTiO_3$)、ジルコン酸鉛($PbZrO_3$)、チタン酸鉛ランタン($(Pb,La)TiO_3$)などを用いてもよい。

30

【0107】

第2電極層22は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体層30の少なくとも一部を覆うように設けられる。この第2電極層22は、図9(A)に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子10に接続される配線であってもよい。

【0108】

振動膜(メンブレン)50は、例えば SiO_2 薄膜と ZrO_2 薄膜との2層構造により開口40を塞ぐように設けられる。この振動膜50は、圧電体層30及び第1、第2電極層21、22を支持すると共に、圧電体層30の伸縮に従って振動し、超音波を発生させることができる。

40

【0109】

開口(空洞領域)40は、シリコン基板60の裏面(素子が形成されない面)側から反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)等によりエッチングすることで形成される。この空洞領域40の形成によって振動可能になった振動膜50のサイズによって超音波の共振周波数が決定され、その超音波は圧電体層30側(図9(A)において紙面奥から手前方向)に放射される。

【0110】

超音波トランスデューサー素子10の下部電極(第1電極)は、第1電極層21により

50

形成され、上部電極（第2電極）は、第2電極層22により形成される。具体的には、第1電極層21のうちの圧電体層30に覆われた部分が下部電極を形成し、第2電極層22のうちの圧電体層30を覆う部分が上部電極を形成する。即ち、圧電体層30は、下部電極と上部電極に挟まれて設けられる。

【0111】

5. 超音波トランスデューサーデバイス

図10に、超音波トランスデューサーデバイス（素子チップ）の構成例を示す。本構成例の超音波トランスデューサーデバイスは、複数の超音波トランスデューサー素子群UG1～UG64、駆動電極線DL1～DL64（広義には第1～第nの駆動電極線。nは2以上の整数）、コモン電極線CL1～CL8（広義には第1～第mのコモン電極線。mは2以上の整数）を含む。なお、駆動電極線の本数（n）やコモン電極線の本数（m）は、図10に示す本数には限定されない。

10

【0112】

複数の超音波トランスデューサー素子群UG1～UG64は、第2の方向D2（スキャン方向）に沿って64列に配置される。UG1～UG64の各超音波トランスデューサー素子群は、第1の方向D1（スライス方向）に沿って配置される複数の超音波トランスデューサー素子を有する。

【0113】

図11(A)に、超音波トランスデューサー素子群UG（UG1～UG64）の例を示す。図11(A)では、超音波トランスデューサー素子群UGは第1～第4の素子列により構成される。第1の素子列は、第1の方向D1に沿って配置される超音波トランスデューサー素子UE11～UE18により構成され、第2の素子列は、第1の方向D1に沿って配置される超音波トランスデューサー素子UE21～UE28により構成される。第3の素子列（UE31～UE38）、第4の素子列（UE41～UE48）も同様である。これらの第1～第4の素子列には、駆動電極線DL（DL1～DL64）が共通接続される。また、第1～第4の素子列の超音波トランスデューサー素子にはコモン電極線CL1～CL8が接続される。

20

【0114】

そして、図11(A)の超音波トランスデューサー素子群UGが、超音波トランスデューサーデバイスの1チャンネルを構成する。即ち、駆動電極線DLが1チャンネルの駆動電極線に相当し、送信回路からの1チャンネルの送信信号は駆動電極線DLに入力される。また駆動電極線DLからの1チャンネルの受信信号は駆動電極線DLから出力される。なお、1チャンネルを構成する素子列数は図11(A)のような4列には限定されず、4列よりも少なくてもよいし、4列よりも多くてもよい。例えば図11(B)に示すように、素子列数は1列であってもよい。

30

【0115】

図10に示すように、駆動電極線DL1～DL64（第1～第nの駆動電極線）は、第1の方向D1に沿って配線される。駆動電極線DL1～DL64のうちの第j（jは1～j～nである整数）の駆動電極線DLj（第jのチャンネル）は、第jの超音波トランスデューサー素子群UGjの超音波トランスデューサー素子が有する第1の電極（例えば下部電極）に接続される。

40

【0116】

超音波を出射する送信期間には、送信信号VT1～VT64が駆動電極線DL1～DL64を介して超音波トランスデューサー素子に供給される。また、超音波エコー信号を受信する受信期間には、超音波トランスデューサー素子からの受信信号VR1～VR64が駆動電極線DL1～DL64を介して出力される。

【0117】

コモン電極線CL1～CL8（第1～第mのコモン電極線）は、第2の方向D2に沿って配線される。超音波トランスデューサー素子が有する第2の電極は、コモン電極線CL1～CL8のうちのいずれかに接続される。具体的には、例えば図10に示すように、コ

50

モン電極線 C L 1 ~ C L 8 のうちの第 i (i は $1 \leq i \leq m$ である整数) のコモン電極線 C L i は、第 i 行に配置される超音波トランスデューサー素子が有する第 2 の電極 (例えば上部電極) に接続される。

【 0 1 1 8 】

コモン電極線 C L 1 ~ C L 8 には、コモン電圧 V C O M が供給される。このコモン電圧 V C O M は一定の直流電圧であればよく、0 V、即ちグランド電位 (接地電位) でなくてもよい。

【 0 1 1 9 】

そして、送信期間では、送信信号電圧とコモン電圧との差の電圧が超音波トランスデューサー素子に印加され、所定の周波数の超音波が放射される。

10

【 0 1 2 0 】

なお、超音波トランスデューサー素子の配置は、図 1 0 に示すマトリックス配置に限定されず、いわゆる千鳥配置等であってもよい。

【 0 1 2 1 】

また、図 1 1 (A) ~ 図 1 1 (B) では、1 つの超音波トランスデューサー素子が送信素子及び受信素子の両方に兼用される場合について示したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば送信素子用の超音波トランスデューサー素子、受信素子用の超音波トランスデューサー素子を別々に設けて、アレイ状に配置してもよい。

【 0 1 2 2 】

なお、本実施形態の超音波測定装置、超音波画像装置及び超音波測定方法等は、その処理の一部または大部分をプログラムにより実現してもよい。この場合には、C P U 等のプロセッサがプログラムを実行することで、本実施形態の超音波測定装置、超音波画像装置及び超音波測定方法等が実現される。具体的には、情報記憶媒体に記憶されたプログラムが読み出され、読み出されたプログラムを C P U 等のプロセッサが実行する。ここで、情報記憶媒体 (コンピュータにより読み取り可能な媒体) は、プログラムやデータなどを格納するものであり、その機能は、光ディスク (D V D 、 C D 等) 、 H D D (ハードディスクドライブ)、或いはメモリー (カード型メモリー、R O M 等) などにより実現できる。そして、C P U 等のプロセッサは、情報記憶媒体に格納されるプログラム (データ) に基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち、情報記憶媒体には、本実施形態の各部としてコンピュータ (操作部、処理部、記憶部、出力部を備える装置) を機能させるためのプログラム (各部の処理をコンピュータに実行させるためのプログラム) が記憶される。

20

30

【 0 1 2 3 】

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、超音波測定装置及び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。

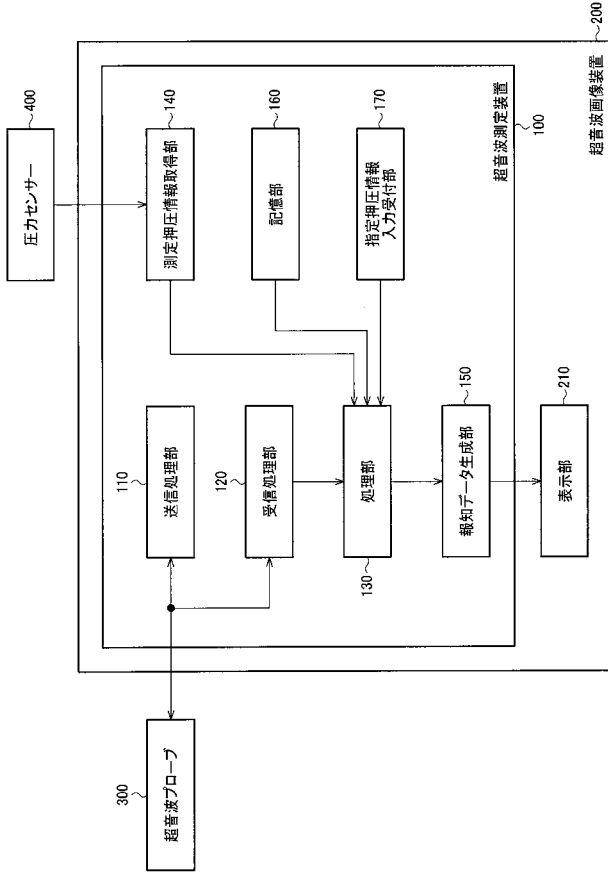
40

【 符号の説明 】

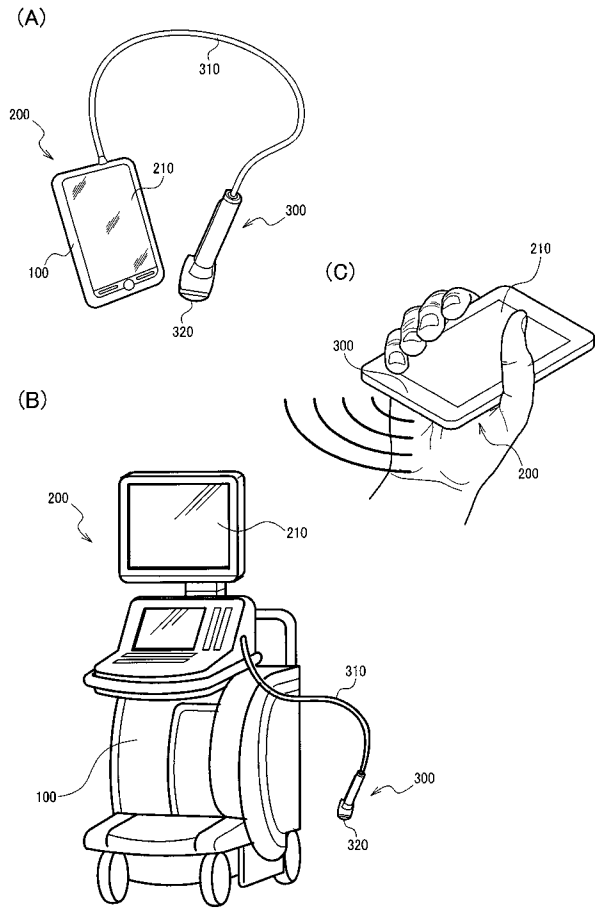
【 0 1 2 4 】

1 0 0 超音波測定装置、 1 1 0 送信処理部、 1 2 0 受信処理部、 1 3 0 処理部、
 1 4 0 測定押圧情報取得部、 1 5 0 報知データ生成部、 1 6 0 記憶部、
 1 7 0 指定押圧情報入力受付部、 2 0 0 超音波画像装置、 2 1 0 表示部、
 3 0 0 超音波プローブ、 3 1 0 ケーブル、 3 2 0 プローブヘッド、
 4 0 0 圧力センサー

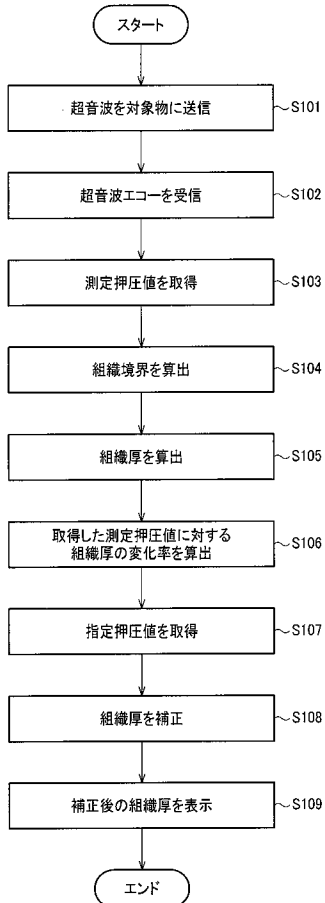
【図1】



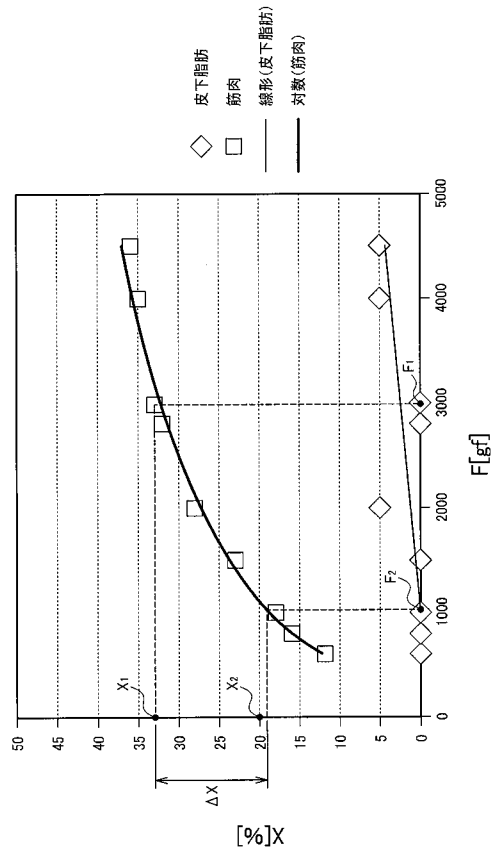
【図2】



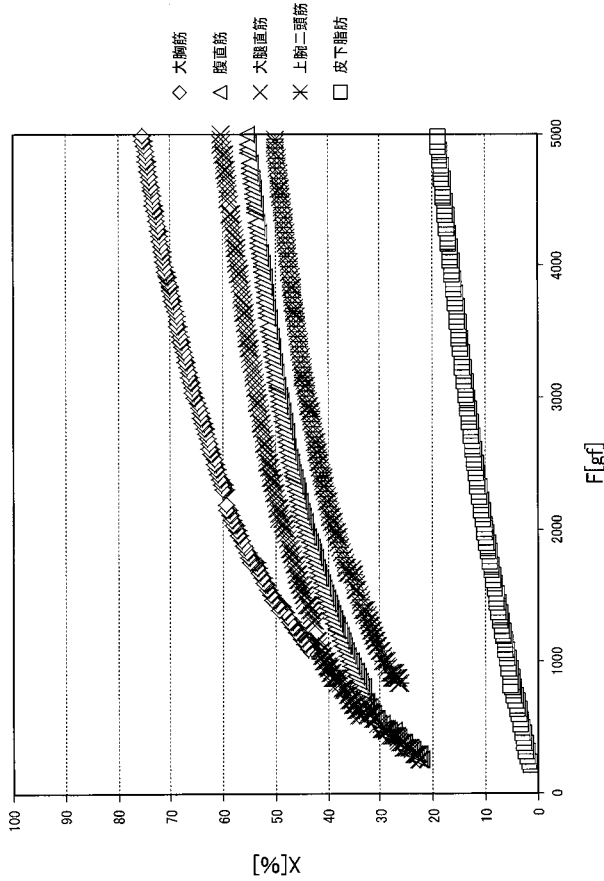
【図3】



【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】

	近似式	弾性指標値(k)
大胸筋	$y=0.2004\ln(x)-0.9539$	4.99002
大腿直筋	$y=0.1326\ln(x)-0.5238$	7.541478
腹直筋	$y=0.1178\ln(x)-0.447$	8.488964
上腕二頭筋	$y=0.1346\ln(x)-0.6403$	7.429421
皮下脂肪	$Y=4E-05x$	2.50E+04

【 図 7 】

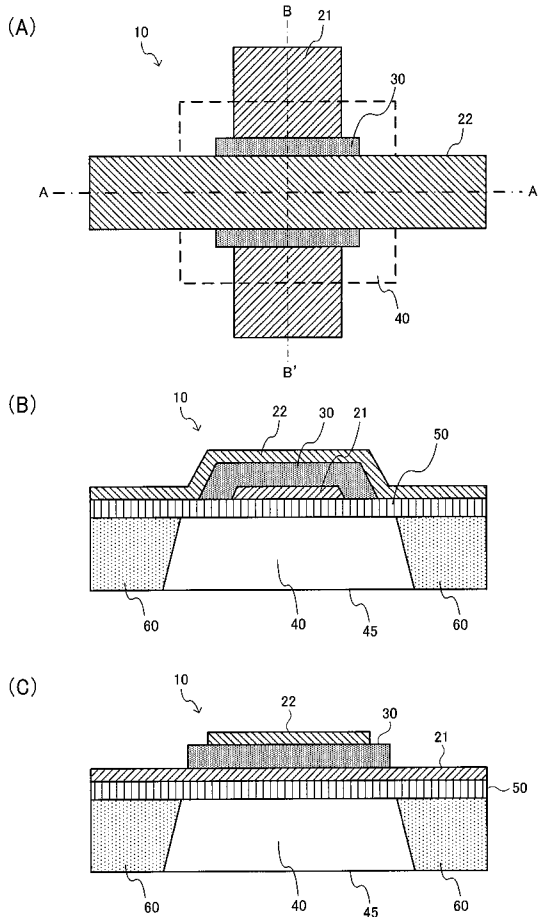
B	A		1	2	3	4	...
	C						
1	1	20000	23000	25000	26000	...	...
	2	30000	33000	35000	37000	...	...
	3	40000	45000	48000	50000	...	...

2	1	4.0	4.4	4.8	5.3	...	...
	2	4.7	5.3	5.9	6.4	...	...
	3	5.3	6.1	6.5	7.0	...	...

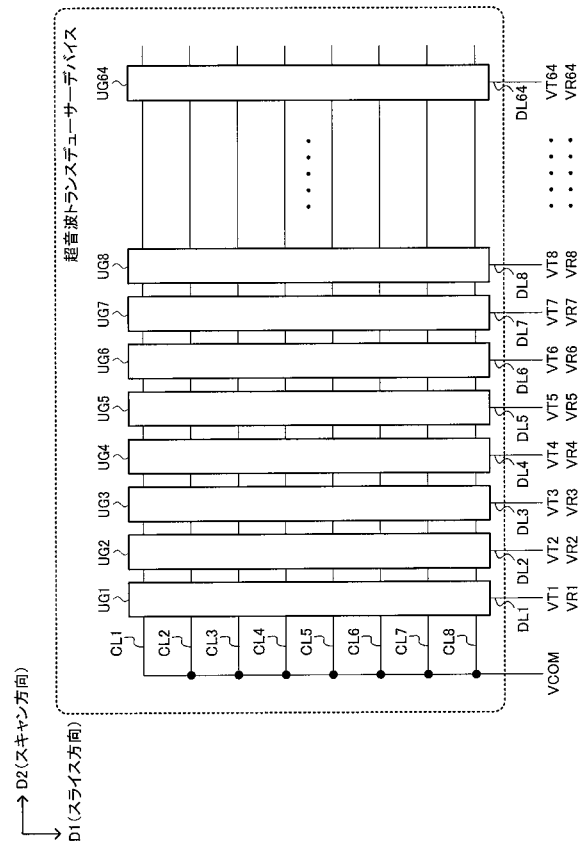
3	1	6.2	6.9	7.5	8.1	...	...
	2	6.4	7.7	8.7	9.4	...	...
	3	7.1	8.3	9.5	10.6	...	...

...	1	...	...	...	...	...	...
	2	...	...	...	...	...	...
	3	...	...	...	...	...	...

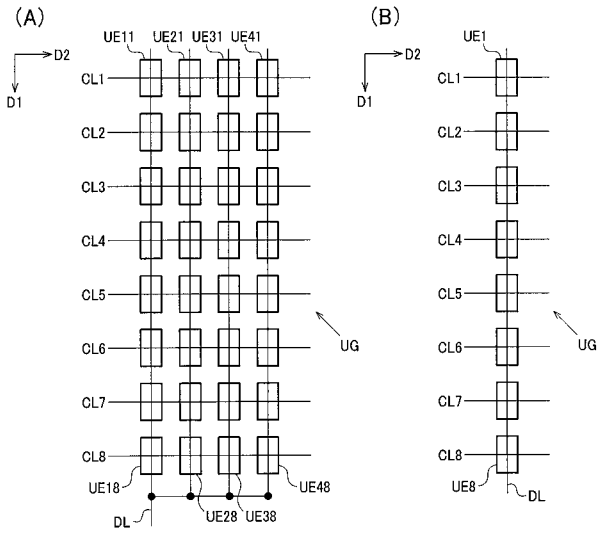
【 図 9 】



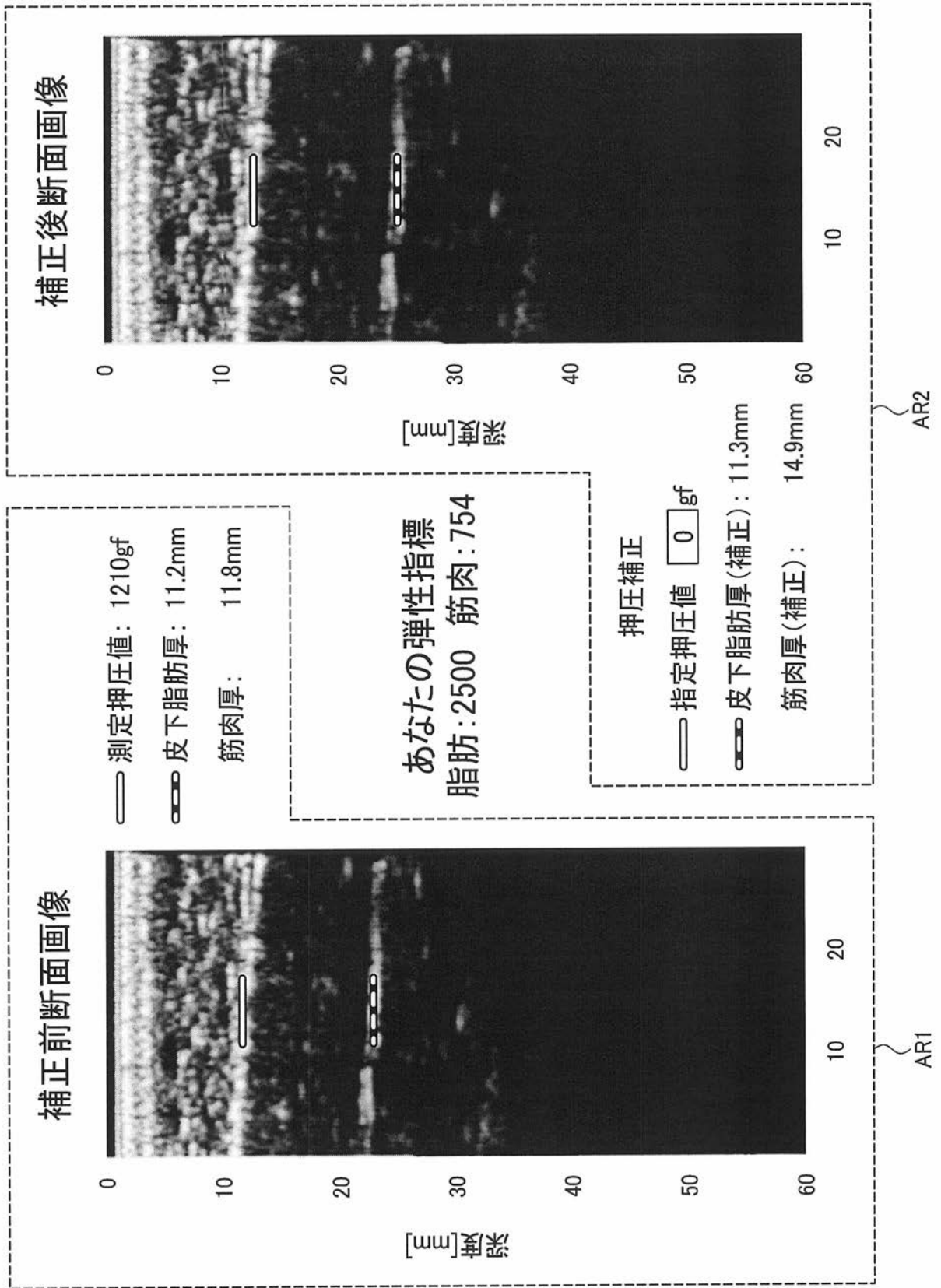
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【図 8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 DD02 DD19 DD23 GA17 GA40 JB51 KK28

专利名称(译)	超声波测定装置、超声波画像装置及び超声波测定方法		
公开(公告)号	JP2014180490A	公开(公告)日	2014-09-29
申请号	JP2013057744	申请日	2013-03-21
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	增田博之 新垣匠		
发明人	增田 博之 新垣 匠		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD02 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/GA17 4C601/GA40 4C601/JB51 4C601/KK28		
代理人(译)	宫坂和彦 渡边和明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波测量装置和超声波成像装置等，其能够在未施加按压力的状态和给定指定按压力的状态中的至少一种状态下输出物体的尺寸信息。 解决方案：超声波测量装置100包括：发送处理单元110，用于执行将超声波发送到对象的处理。接收处理单元120，用于对所发送的超声波进行超声波回波的接收处理。处理单元130，对来自接收处理单元120的接收信号进行处理，以获得物体的尺寸信息；测量压力信息获取单元140，用于获取测量压力信息，该测量压力信息表示测量时由超声探头施加到物体上的测量压力。处理单元130基于接收到的信号和测量的按压力信息，在未施加按压力的状态和给定的按压力指定的按压力的状态中的至少一种状态下输出物体的尺寸信息。 宾语。

