

(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2010-233609

(P2010-233609A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-81998(P2009-81998)
(22) 出願日 平成21年3月30日(2009.3.30)(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100110777
弁理士 宇都宮 正明
(74) 代理人 100100413
弁理士 渡部 温
(72) 発明者 西野 智弘
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
富士フイルム株式会社内
(72) 発明者 田辺 剛
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

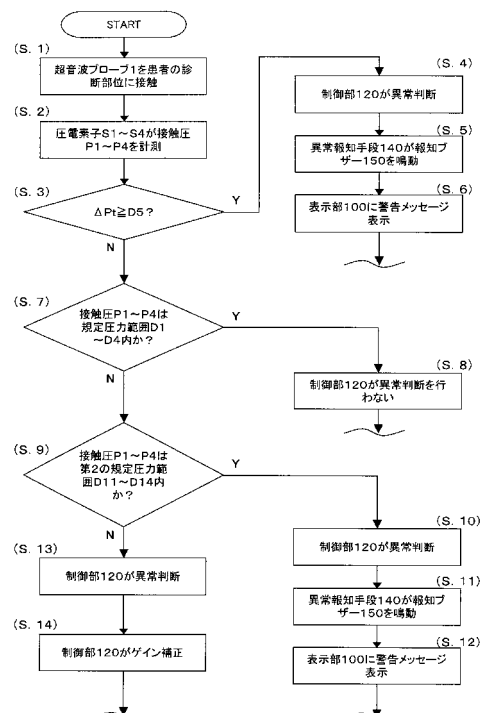
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び接触状態判断方法

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブの診断部位に対する傾斜などの接触状態を計測することができ、診断能力を低下させずに高品質なエコー画像を得ることのできる超音波診断装置及び接触状態判断方法を提供すること。

【解決手段】この超音波診断装置は、接触面から診断部位に対して超音波を送信すると共に診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、超音波エコーに基づき診断部位の超音波エコー画像を生成する画像生成部と、生成された超音波エコー画像を表示する表示部と、を有する超音波診断装置であって、超音波診断装置が、更に、接触面上の第1位置における診断部位に対する第1接触圧を計測する第1圧力計測手段と、接触面上の第1位置と異なる第2位置における診断部位に対する第2接触圧を計測する第2圧力計測手段と、第1接触圧と第2接触圧との圧力差分が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断手段と、を有する。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の診断部位に接触させる接触面を有してその接触面から該診断部位に対して超音波を送信すると共に該診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、

該超音波エコーに基づき前記診断部位の超音波エコー画像を生成する画像生成部と、

該生成された前記超音波エコー画像を表示する表示部と、を有する超音波診断装置であって、該超音波診断装置が、更に、

前記接触面上の第 1 位置における前記診断部位に対する第 1 接触圧を計測する第 1 圧力計測手段と、

前記接触面上の前記第 1 位置と異なる第 2 位置における前記診断部位に対する第 2 接触圧を計測する第 2 圧力計測手段と、

前記第 1 接触圧と前記第 2 接触圧との圧力差分が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断手段と、を有する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記第 1 圧力計測手段が、前記接触面上での異なる 2 つの位置における各々の接触圧を計測する 2 つの圧力計測手段を有すると共に、前記第 2 圧力計測手段が、前記接触面上での異なる 2 つの位置における各々の接触圧を計測する 2 つの圧力計測手段を有し、

前記第 1 接触圧が、前記第 1 圧力計測手段における 2 つの圧力計測手段による各接触圧の合計値であり、かつ前記第 2 接触圧が、前記第 2 圧力計測手段における 2 つの圧力計測手段による各接触圧の合計値である請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

被検体の診断部位に接触させる接触面を有してその接触面から該診断部位に対して超音波を送信すると共に該診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、

該超音波エコーに基づき前記診断部位の超音波エコー画像を生成する画像生成部と、

該生成された前記超音波エコー画像を表示する表示部と、を有する超音波診断装置であって、該超音波診断装置が、更に、

前記接触面上の第 1 位置における前記診断部位に対する第 1 接触圧を計測する第 1 圧力計測手段と、

前記接触面上の前記第 1 位置と異なる第 2 位置における前記診断部位に対する第 2 接触圧を計測する第 2 圧力計測手段と、

前記第 1 接触圧と前記第 2 接触圧との圧力差分と、前記第 1 位置と前記第 2 位置との距離と、の比率である圧力傾斜が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断手段と、を有する超音波診断装置。

【請求項 4】

前記異常判断手段が、

前記第 1 接触圧が所定の第 1 圧力範囲内でない場合、前記第 2 接触圧が所定の第 2 圧力範囲内でない場合及び前記第 1 接触圧と前記第 2 接触圧の合計値が第 3 圧力範囲内でない場合のうち、少なくともいずれかの場合に異常を判断する請求項 1 から請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記異常判断の際に、異常を報知する異常報知手段を更に有する請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記第 1 接触圧及び前記第 2 接触圧に基づき、前記超音波エコー画像における前記第 1 位置に対応する画像部分及び前記第 2 位置に対応する画像部分のうち少なくともいずれか一方をゲイン補正する請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記超音波エコーの受信強度に基づいて、前記第 1 位置及び前記第 2 位置のうち少なくともいずれか一方を設定する位置設定手段、を更に有する請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記第 1 の圧力計測手段及び前記第 2 の圧力計測手段は、圧電素子を有して構成される請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記第 1 圧力範囲及び前記第 2 圧力範囲のうち少なくとも一方が可変である請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

10

被検体の診断部位に接触させる接触面を有してその接触面から該診断部位に対して超音波を送信すると共に該診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、前記診断部位と、の接触状態を判断する接触状態判断方法であって、

前記接触面上の第 1 位置における前記診断部位に対する第 1 接触圧を計測する第 1 圧力計測ステップと、

前記接触面上の前記第 1 位置と異なる第 2 位置における前記診断部位に対する第 2 接触圧を計測する第 2 圧力計測ステップと、

前記第 1 接触圧と前記第 2 接触圧との圧力差分と、前記第 1 位置と前記第 2 位置との距離と、の比率である圧力傾斜が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断ステップと、を有する接触状態判断方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置及び接触状態判断方法に係り、特に、被検者の診断部位に接触する超音波プローブに圧力計測手段を設けて、診断部位との接触状態を計測し得る超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、被検体（被検者）の内部を観察して診断を行うために、様々な撮像技術が開発されている。特に、超音波を送受信することによって被検体の内部情報を取得する超音波撮像は、リアルタイムで画像観察を行うことができる上に、X線写真や R I（radio isotope）シンチレーションカメラ等の他の医用画像技術と異なり、放射線による被曝がない。そのため、超音波撮像は、安全性の高い撮像技術として、産科領域における胎児診断の他、婦人科系、循環器系、消化器系等を含む幅広い領域において利用されている。

30

【0003】

超音波撮像の原理は、次のようなものである。超音波は、被検体内における構造物の境界のように、音響インピーダンスが異なる領域の境界において反射される。そこで、超音波ビームを人体等の被検体内に送信し、被検体内において生じた超音波エコーを受信して、超音波エコーが生じた反射位置や反射強度を求めることにより、被検体内に存在する構造物（例えば、内臓や病変組織等）の輪郭を抽出することができる。

40

【0004】

このような超音波診断装置においては、超音波プローブを被検体（患者）の診断部位に直接接触して患者に超音波を発すると共にその超音波エコーを受信する。超音波エコーの受信レベルは、超音波プローブと診断部位との接触状態に依存する。すなわち、超音波プローブと診断部位との接触状態が良好でないと、良好な超音波エコーを得ることができず、高画質なエコー画像を表示することができない。

【0005】

そのため、超音波プローブに圧力検出手段を設け、その圧力検出手段により超音波プローブと診断部位との接触状態を検出する構成が様々な提案されている（例えば、特許文献

50

1～8を参照。)。。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2006/040967号

【特許文献2】特開2007-222605号公報

【特許文献3】特開2005-66041号公報

【特許文献4】特開2006-238913号公報

【特許文献5】特開2002-224105号公報

【特許文献6】特開2003-230560号公報

【特許文献7】特開2003-225239号公報

【特許文献8】特開平8-33623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、上記の各特許文献に開示の構成は、単に超音波プローブと診断部位との接触圧力を検出し、その圧力値自体を表示したり圧力値自体に基づく警告を行うものである。必ずしも両者の接触状態が良好か否かを検出できない場合がある。例えば、接触圧力値自体は規定範囲内であっても、超音波プローブが大きく傾斜して診断部位に接触している場合は、良好な接触状態とは言えない。しかしながら、上記各特許文献に開示のものは、超音波プローブの傾斜の程度を検出することができない。

【0008】

また、超音波プローブと診断部位との接触圧力が規定範囲外である場合、その検出結果を検出データ又は分布データの態様で表示したり、警告を発したりするが、結果的に再度の診断のやり直しをすることになり、診断能力の低下の要因となる。

【0009】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、超音波プローブの診断部位に対する傾斜などの接触状態を計測することができ、診断能力を低下させずに高品質なエコー画像を得ることのできる超音波診断装置及び接触状態判断方法を提供することを例示的課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するために、本発明の例示的側面としての超音波診断装置は、被検体の診断部位に接触させる接触面を有してその接触面から診断部位に対して超音波を送信すると共に診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、超音波エコーに基づき診断部位の超音波エコー画像を生成する画像生成部と、生成された超音波エコー画像を表示する表示部と、を有する超音波診断装置であって、超音波診断装置が、更に、接触面上の第1位置における診断部位に対する第1接触圧を計測する第1圧力計測手段と、接触面上の第1位置と異なる第2位置における診断部位に対する第2接触圧を計測する第2圧力計測手段と、第1接触圧と第2接触圧との圧力差分が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断手段と、を有する。

【0011】

第1圧力計測手段が、接触面上での異なる2つの位置における各々の接触圧を計測する2つの圧力計測手段を有すると共に、第2圧力計測手段が、接触面上での異なる2つの位置における各々の接触圧を計測する2つの圧力計測手段を有し、第1接触圧が、第1圧力計測手段における2つの圧力計測手段による各接触圧の合計値であり、かつ第2接触圧が、第2圧力計測手段における2つの圧力計測手段による各接触圧の合計値であってもよい。

【0012】

本発明の他の例示的側面としての超音波診断装置は、被検体の診断部位に接触させる接

10

20

30

40

50

触面を有してその接触面から診断部位に対して超音波を送信すると共に診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、超音波エコーに基づき診断部位の超音波エコー画像を生成する画像生成部と、生成された超音波エコー画像を表示する表示部と、を有する超音波診断装置であって、超音波診断装置が、更に、接触面上の第1位置における診断部位に対する第1接触圧を計測する第1圧力計測手段と、接触面上の第1位置と異なる第2位置における診断部位に対する第2接触圧を計測する第2圧力計測手段と、第1接触圧と第2接触圧との圧力差分と、第1位置と第2位置との距離と、の比率である圧力傾斜が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断手段と、を有する。

【0013】

超音波診断装置において、第1接触圧が所定の第1圧力範囲内でない場合、第2接触圧が所定の第2圧力範囲内でない場合及び第1接触圧と第2接触圧の合計値が第3圧力範囲内でない場合のうち、少なくともいずれかの場合に異常判断手段が異常を判断してもよい。また、異常判断の際に、異常を報知する異常報知手段を更に有してもよい。第1接触圧及び第2接触圧に基づき、超音波エコー画像における第1位置に対応する画像部分及び第2位置に対応する画像部分のうち少なくともいずれか一方をゲイン補正してもよい。

【0014】

超音波エコーの受信強度に基づいて、第1位置及び第2位置のうち少なくともいずれか一方を設定する位置設定手段、を更に有してもよい。また、第1の圧力計測手段及び第2の圧力計測手段は、圧電素子を有して構成されてもよい。第1圧力範囲及び第2圧力範囲のうち少なくともいずれか一方が可変であってもよい。

【0015】

本発明の更に他の例示的側面としての接触状態判断方法は、被検体の診断部位に接触させる接触面を有してその接触面から診断部位に対して超音波を送信すると共に診断部位からの超音波エコーを受信する超音波診断用の超音波プローブと、その診断部位と、の接触状態を判断する接触状態判断方法であって、接触面上の第1位置における診断部位に対する第1接触圧を計測する第1圧力計測ステップと、接触面上の第1位置と異なる第2位置における診断部位に対する第2接触圧を計測する第2圧力計測ステップと、第1接触圧と第2接触圧との圧力差分と、第1位置と第2位置との距離と、の比率である圧力傾斜が所定範囲内でない場合に異常を判断する異常判断ステップと、を有する。

【0016】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下添付図面を参照して説明される好ましい実施の形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、超音波プローブと診断部位との接触圧力の絶対値でなく、複数位置における接触圧力の差分に基づいて接触状態を判断（接触異常を検知）しているので、単に接触圧力値が高いか低いかという情報だけでなく、超音波プローブの傾斜の程度も含めて異常検知を行うことができる。その結果、従来に比較して一層高品質な超音波エコー画像を得ることができる。

【0018】

また、複数個所における圧力の差分（ ΔP ）と距離（ ΔL ）との比率である圧力傾斜に基づいた接触異常判断や、接触圧力差分と接触圧力絶対値の両方に基づく接触異常判断によっても、高品質な超音波エコー画像の取得を実現している。更に、接触異常の際の報知によって、操作者が接触異常を早期に把握できたり、接触異常の際の画像のゲイン補正によって、超音波エコーの再受信を行うことなく良好なエコー画像を表示したりすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態に係る超音波診断装置の全体構成の概略を示す構成図である。

【図2】図1に示す超音波診断装置の内部構成の概略を示すブロック構成図である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 2 に示す送受信部の第 1 の構成例を示す図である。

【図 4 A】図 3 に示す A D C によるサンプリングを示す波形図である。

【図 4 B】図 3 に示すサンプリング部によるサンプリングを示す波形図である。

【図 5】図 2 に示す送受信部の第 2 の構成例を示す図である。

【図 6】図 2 に示す送受信部の第 3 の構成例を示す図である。

【図 7】図 3 に示す直交サンプリング部の動作を説明するための波形図である。

【図 8】本発明の実施形態における変形例 1 に係る超音波プローブの内部構成の概略を示すブロック構成図である。

【図 9】本発明の実施形態における変形例 2 に係る超音波プローブの内部構成の概略を示すブロック構成図である。

10

【図 10】本発明の実施形態 1 に係る超音波プローブを、接触面側から見た正面図である。

【図 11】図 2 に示す格納部に格納された圧力規定データベースのデータ構造の概略を示すデータ構造図である。

【図 12】本発明の実施形態 2 に係る圧力規定データベースのデータ構造の概略を示すデータ構造図である。

【図 13】圧電素子の接触圧と超音波エコー画像の輝度との関係を示すグラフである。

【図 14】第 1 位置から第 2 位置にかけて接触圧が直線変化の様子を示すグラフである。

【図 15】本発明の実施形態 2 に係る超音波診断装置で撮影した超音波エコー画像であって、(a) は、プローブを適正接触状態として撮影した超音波エコー画像であり、(b) は、画像右側部分において部分的に接触圧を不足させた状態で撮影した超音波エコー画像であり、(c) は、(b) の超音波エコー画像に対してゲイン補正を行った場合の超音波エコー画像である。

20

【図 16】本発明の実施形態 2 における接触状態判断手順及びゲイン補正についてのフローチャートである。

【図 17】本発明の実施形態 2 における接触状態判断手順及びゲイン補正についての他の例を示すフローチャートである。

【図 18】本発明の実施形態 3 に係る超音波プローブを接触面側から見た外観図である。

【図 19】図 18 に示す超音波プローブと診断部位との接触状態を示す図である。

30

【図 20】本発明の他の例に係る超音波プローブを、接触面側から見た正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、説明を省略する。

【0021】

図 1 は、本発明の実施形態に係る超音波診断装置 S の全体構成の概略を示す構成図であり、図 2 は、超音波診断装置 S の内部構成の概略を示すブロック構成図である。図 1 及び図 2 に示すように、この超音波診断装置 S は、本発明の実施形態に係る超音波プローブ（超音波探触子）1 と、装置本体 2 とを有して大略構成される。

40

【0022】

なお、超音波プローブ 1 及び装置本体 2 の電氣的構成及び相互の信号送受信について以下にまず説明し、その後に、この超音波プローブ 1 における接触圧計測に関する構成について説明する。

【0023】

超音波プローブ 1 は、リニアスキャン方式、コンベックスキャン方式、セクタスキャン方式等の体外式プローブでも良いし、ラジアルスキャン方式等の超音波内視鏡用プローブでも良い。図 2 に示すように、超音波プローブ 1 は、1 次元又は 2 次元のトランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサ 10 と、複数チャンネルの送受信部 20 と、シリアル化部 30 と、プローブ側制御部 40 と、伝送回路 50 とを含んでいる。

50

【0024】

複数の超音波トランスデューサ10は、印加される複数の駆動信号に従って超音波を送信すると共に、伝搬する超音波エコーを受信して複数の受信信号を出力する。各超音波トランスデューサは、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb（lead） zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、PVDf（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride）に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極を形成した振動子によって構成される。

【0025】

そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電圧を印加すると、圧電体が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、それらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。それらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

【0026】

複数チャンネルの送受信部20は、プローブ側制御部40の制御の下で複数の駆動信号を生成して、それらの駆動信号を複数の超音波トランスデューサ10に供給すると共に、複数の超音波トランスデューサ10から出力される複数の受信信号に対して直交検波処理等を施して得られたサンプルデータをシリアル化部30に供給する。

【0027】

図3は、図2に示す送受信部の第1の構成例を示す図である。図3に示すように、各チャンネルの送受信部20は、送信回路21と、プリアンプ22と、ローパスフィルタ（LPF）23と、アナログ／デジタル変換器（ADC）24と、直交検波処理部25と、サンプリング部26a及び26bと、メモリ27a及び27bとを含んでいる。ここで、送信回路21～直交検波処理部25は、信号処理手段を構成している。

【0028】

送信回路21は、例えば、パルスによって構成されており、プローブ側制御部40の制御の下で駆動信号を生成して、生成された駆動信号を超音波トランスデューサ10に供給する。図2に示すプローブ側制御部40は、伝送回路50から出力される走査制御信号に基づいて、複数チャンネルの送信回路21の動作を制御する。例えば、プローブ側制御部40は、走査制御信号によって設定された送信方向に応じて、複数の遅延パターンの中から1つのパターンを選択し、そのパターンに基づいて、複数の超音波トランスデューサ10の駆動信号にそれぞれ与えられる遅延時間を設定する。あるいは、プローブ側制御部40は、複数の超音波トランスデューサ10から一度に送信される超音波が被検体の撮像領域全体に届くように遅延時間を設定しても良い。

【0029】

複数チャンネルの送信回路21は、プローブ側制御部40によって選択された送信遅延パターンに基づいて、複数の超音波トランスデューサ10から送信される超音波が超音波ビームを形成するように複数の駆動信号の遅延量を調節して複数の超音波トランスデューサ10に供給し、あるいは、複数の超音波トランスデューサ10から一度に送信される超音波が被検体の撮像領域全体に届くように複数の駆動信号を複数の超音波トランスデューサ10に供給する。

【0030】

プリアンプ22は、超音波トランスデューサ10から出力される受信信号（RF信号）を増幅し、LPF23は、プリアンプ22から出力される受信信号の帯域を制限することにより、A/D変換におけるアライアシングを防止する。ADC24は、LPF23から出力されるアナログの受信信号をデジタルの受信信号に変換する。例えば、超音波の周波数が5MHz程度であるとすれば、40MHzのサンプリング周波数が用いられる。その場合において、生体内での音速を約1530m/secとすると、1サンプルに相当する生体内距離は約0.038mmとなる。したがって、超音波の往復を考慮すると、819

10

20

30

40

50

2 個のサンプルの取得によって、約 15.7 cm の深度までのデータを得ることができる。

【0031】

受信開口における超音波トランスデューサ 10 の数を 64 個とし、超音波診断画像の 1 フレームについて 100 本の超音波受信ライン（音線）が必要であるとすれば、1 フレームの画像を表示するために必要なデータ量は、 $8192 \times 64 \times 100 = 52 \times 10^6$ 個となり、毎秒 10 フレームの画像を表示するためには、約 520×10^6 個／秒のデータ転送が必要となる。ここで、超音波診断画像に必要な分解能は、通常、1 個のデータについて 12 ビット程度であるから、上記のデータを伝送するためには、約 6240 Mbps の伝送ビットレートが必要となる。

10

【0032】

このように、RF 信号のままでデータの直列化を行うと、伝送ビットレートが極めて高くなり、通信速度やメモリの動作速度がそれに追いつかない。一方、複数の超音波トランスデューサ 10 からの RF 信号を合成してビームの位相を整合するビームフォーミング処理の後でデータの直列化を行うと、伝送ビットレートを低減することができる。しかしながら、受信フォーカス処理のための回路は、規模が大きく、超音波探触子の中に組み込むことは困難である。そこで、本実施形態においては、受信信号に対して直交検波処理等を施して受信信号の周波数帯域をベースバンド周波数帯域に落としてからデータの直列化を行うことにより、伝送ビットレートを低減させている。

【0033】

直交検波処理部 25 は、受信信号に対して直交検波処理を施し、複素ベースバンド信号（I 信号及び Q 信号）を生成する。図 3 に示すように、直交検波処理部 25 は、ミキサ（掛算回路）25a 及び 25b と、ローパスフィルタ（LPF）25c 及び 25d とを含んでいる。ミキサ 25a が、ADC 24 によってデジタル信号に変換された受信信号に局部発振信号 $\cos \omega_0 t$ を掛け合わせて、LPF 25c が、ミキサ 25a から出力される信号にローパスフィルタ処理を施すことにより、実数成分を表す I 信号が生成される。一方、ミキサ 25b が、ADC 24 によってデジタル信号に変換された受信信号に位相を $\pi/2$ だけ回転させた局部発振信号 $\sin \omega_0 t$ を掛け合わせて、LPF 25d が、ミキサ 25b から出力される信号にローパスフィルタ処理を施すことにより、虚数成分を表す Q 信号が生成される。

20

30

【0034】

サンプリング部 26a 及び 26b は、直交検波処理部 25 によって生成された複素ベースバンド信号（I 信号及び Q 信号）をサンプリング（再サンプリング）することにより、2 チャンネルのサンプルデータをそれぞれ生成する。生成された 2 チャンネルのサンプルデータは、メモリ 27a 及び 27b にそれぞれ格納される。

【0035】

ここで、ベースバンド信号を、ベースバンド周波数帯域の 2 倍の周波数でサンプリングすれば、信号情報は保持される。したがって、サンプリング周波数は、5 MHz であれば十分である。これにより、RF 信号のままでデータの直列化を行う場合と比較して、サンプリング周波数が 40 MHz から 5 MHz に低下するので、データ量は $1/8$ となり、約 15.7 cm の深度までのサンプル数が 1024 個となる。ただし、包絡線検波によって信号情報を維持するためには、位相情報を保持しなければならないので、直交検波処理等によって複素ベースバンド信号（I 信号及び Q 信号）を生成する必要がある、データのチャンネル数が 2 倍となる。

40

【0036】

従って、1 フレームの画像を表示するために必要なデータ量は、 $1024 \times 64 \times 100 \times 2 = 13.1 \times 10^6$ 個となり、毎秒 10 フレームの画像を表示するためには、分解能を 12 ビットとして、約 1572 Mbps の伝送ビットレートが必要となる。また、サンプリング周波数を 2.5 MHz とすれば、約 15.7 cm の深度までのサンプル数が 512 個となり、データ量を更に半分に低減することができるので、伝送ビットレートを

50

約 786 Mbps にすることができる。

【0037】

図 4 A 及び図 4 B は、図 3 に示す ADC によるサンプリングとサンプリング部によるサンプリングとを比較して示す波形図である。図 4 A は、3 つのチャンネル Ch. 1 ~ Ch. 3 について、ADC 24 によるサンプリングを示しており、図 4 B は、3 つのチャンネル Ch. 1 ~ Ch. 3 について、サンプリング部 26 a によるサンプリングを示している。図 4 A に示すように RF 信号をサンプリングしてサンプルデータを伝送する場合と比較して、図 4 B に示すようにベースバンド信号をサンプリングしてサンプルデータを伝送することにより、伝送ビットレートを大幅に低減することができる。

【0038】

図 5 は、図 2 に示す送受信部の第 2 の構成例を示す図である。図 5 に示す第 2 の構成例においては、図 3 に示す第 1 の構成例におけるサンプリング部 26 a 及び 26 b の替わりに時分割サンプリング部 26 c が設けられており、メモリ 27 a 及び 27 b の替わりにメモリ 27 c が設けられている。

【0039】

時分割サンプリング部 26 c は、直交検波処理部 25 によって生成される I 信号及び Q 信号を交互に時分割でサンプリング（再サンプリング）することにより、2 系列のサンプルデータを生成する。例えば、時分割サンプリング部 26 c は、I 信号を $\cos \omega_0 t$ の位相に同期してサンプリングし、Q 信号を $\sin \omega_0 t$ の位相に同期してサンプリングする。生成された 2 系列のサンプルデータは、メモリ 27 c に格納される。これにより、メモリ回路を 1 系統にすることができる。

【0040】

図 6 は、図 2 に示す送受信部の第 3 の構成例を示す図である。図 6 に示す第 3 の構成例においては、図 5 に示す第 2 の構成例におけるミキサ 25 a 及び 25 b の替わりに直交サンプリング部 25 e が設けられている。

【0041】

図 7 は、図 6 に示す直交サンプリング部の動作を説明するための波形図である。直交サンプリング部 25 e は、ADC 24 によってデジタル信号に変換された受信信号を $\cos \omega_0 t$ の位相に同期してサンプリングして第 1 の信号系列を生成すると共に、受信信号を $\sin \omega_0 t$ の位相に同期してサンプリングして第 2 の信号系列を生成する。

【0042】

更に、LPF 25 c が、直交サンプリング部 25 e から出力される第 1 の信号系列にローパスフィルタ処理を施すことにより、実数成分を表す I 信号が生成され、LPF 25 d が、直交サンプリング部 25 e から出力される第 2 の信号系列にローパスフィルタ処理を施すことにより、虚数成分を表す Q 信号が生成される。これにより、図 5 に示すミキサ 25 a 及び 25 b を省略することができる。

【0043】

再び図 2 を参照すると、シリアル化部 30 は、複数チャンネルの送受信部 20 によって生成された並列のサンプルデータを、シリアルサンプルデータに変換する。例えば、シリアル化部 30 は、128 チャンネルの並列のサンプルデータを、1 ~ 4 チャンネルのシリアルサンプルデータに変換する。これにより、超音波トランスデューサ 10 の数と比較して、伝送チャンネル数が大幅に低減される。

【0044】

伝送回路 50 は、装置本体 2 から走査制御信号を受信して、受信した走査制御信号を複数の送受信部 20 に出力すると共に、シリアル化部 30 によって変換されたシリアルサンプルデータを装置本体 2 に送信する。超音波プローブ 1 と装置本体 2 との間の信号伝送は、例えば、ASK (Amplitude Shift Keying)、PSK (Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation) 等の通信方式を用いて、無線で行われる。ASK 又は P

10

20

30

40

50

S Kを用いる場合には、1系統で1チャンネルのシリアルデータを伝送することが可能であり、Q P S Kを用いる場合には、1系統で2チャンネルのシリアルデータを伝送することが可能であり、1 6 Q A Mを用いる場合には、1系統で4チャンネルのシリアルデータを伝送することが可能である。

【0045】

超音波プローブ1の電源電圧は、超音波プローブ1と装置本体2との間の信号伝送が有線で行われる場合には装置本体2から供給され、超音波プローブ1と装置本体2との間の信号伝送が無線で行われる場合にはバッテリー等によって供給される。超音波プローブ1の電源電圧を装置本体2から供給する場合には、超音波プローブ1と装置本体2との間に接続される信号線を利用してファントム給電を行っても良い。

10

【0046】

以上において、直交検波処理部25（図3）、サンプリング部26a及び26b（図3）、時分割サンプリング部26c（図5）、直交サンプリング部25e（図6）、L P F 25c及び25d（図6）、及び、シリアル化部30は、F P G A（F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y：現場でプログラミング可能なゲートアレイ）等のデジタル回路によって構成しても良いし、中央演算装置（C P U）と、C P Uに各種の処理を行わせるためのソフトウェア（プログラム）とによって構成しても良い。

【0047】

汎用回路であるF P G Aを用いる場合には、回路規模を縮小しても、内蔵される電子部品の数には余り影響しない。しかしながら、回路規模が小さくなるとF P G Aの容量が小さくて済むので、より小さな電子部品を使用することが可能となり、実装面積に大きく影響する。あるいは、直交検波処理部25をアナログ回路によって構成することにより、A D C 24を省略しても良い。その場合には、サンプリング部26a及び26b、又は、時分割サンプリング部26cによって、複素ベースバンド信号のA/D変換が行われる。

20

【0048】

一方、図2に示す装置本体2は、伝送回路60と、走査制御部70と、受信フォーカス処理部80と、Bモード画像信号生成部90と、表示部100と、操作部110と、制御部120と、格納部130とを有している。

【0049】

走査制御部70は、超音波ビームの送信方向を順次設定して走査制御信号を生成する。伝送回路60は、走査制御部70によって生成された走査制御信号を超音波プローブ1に送信すると共に、超音波プローブ1からシリアルサンプルデータを受信する。走査制御部70は、超音波エコーの受信方向を順次設定して、受信フォーカス処理部80を制御する。

30

【0050】

受信フォーカス処理部80は、超音波プローブ1から受信したサンプルデータに対して受信フォーカス処理を施すことにより、超音波の受信方向に沿った音線信号を生成する。受信フォーカス処理部80は、メモリ81と、整相加算部82とを含んでいる。メモリ81は、超音波プローブ1から受信したシリアルサンプルデータを順次格納する。整相加算部82は、走査制御部70において設定された受信方向に基づいて、複数の受信遅延パターンの中から1つのパターンを選択し、その受信遅延パターンに基づいて、サンプルデータによって表される複素ベースバンド信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれたベースバンド信号（音線信号）が生成される。

40

【0051】

Bモード画像信号生成部90は、受信フォーカス処理部80によって形成された音線信号に基づいて、被検体内の組織に関する断層画像情報であるBモード画像信号を生成する。Bモード画像信号生成部90は、S T C（s e n s i t i v i t y t i m e c o n t r o l）部91と、D S C（d i g i t a l s c a n c o n v e r t e r：ディジタル・スキャン・コンバータ）92とを含んでいる。S T C部91は、受信フォーカス処

50

理部 80 によって形成された音線信号に対して、超音波の反射位置の深度に応じて、距離による減衰の補正を施す。DSC92 は、STC 部 91 によって補正された音線信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換（ラスタ変換）し、階調処理等の必要な画像処理を施すことにより、B モード画像信号を生成する。表示部 100 は、例えば、LCD 等のディスプレイ装置を含んでおり、B モード画像信号生成部 90 によって生成された B モード画像信号に基づいて超音波診断画像を表示する。

【0052】

制御部 120 は、操作部 110 を用いたオペレータの操作に従って、走査制御部 70 等を制御する。本実施形態においては、走査制御部 70、整相加算部 82、B モード画像信号生成部 90、及び、制御部 120 が、中央演算装置（CPU）と、CPU に各種の処理を行わせるためのソフトウェア（プログラム）とによって構成されるが、それらをデジタル回路やアナログ回路で構成しても良い。上記のソフトウェア（プログラム）は、格納部 130 に格納される。格納部 130 における記録媒体としては、内蔵のハードディスクの他に、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又は、DVD-ROM 等を用いることができる。

【0053】

図 8 は、本発明の実施形態における変形例 1 に係る超音波プローブの内部構成の概略を示すブロック構成図である。図 8 に示す超音波プローブ 1a においては、図 2 に示す超音波プローブ 1 に対し、超音波プローブに設けられている複数の超音波トランスデューサ 10 と送受信部 20 との間の接続関係を切り換える切換回路 11 が追加されている。

【0054】

一般に、リニアスキャン方式やコンベックスキャン方式の超音波プローブにおいては、送受信における開口が順次切り換えられながら被検体の走査が行われる。超音波プローブ 1a に設けられている超音波トランスデューサの数を N とし、同時に使用される超音波トランスデューサの数を M とすると ($M < N$)、切換回路 11 は、 N 個の超音波トランスデューサの中から M 個の超音波トランスデューサを選択し、選択された M 個の超音波トランスデューサを M 個の送受信部 20 にそれぞれ接続する。これにより、図 2 に示す超音波プローブ 1 と比較して、送受信部 20 の数を低減することができる。

【0055】

図 9 は、本発明の実施形態における変形例 2 に係る超音波プローブの内部構成の概略を示すブロック構成図である。図 9 に示す超音波プローブ 1b においては、図 8 に示す超音波プローブ 1a に対し、超音波受信時において 2 個の超音波トランスデューサ 10 から出力される受信信号を加算する加算回路 12 が追加されている。超音波送信時においては、加算回路 12 は、送受信部 20 から供給される駆動信号を 2 個の超音波トランスデューサ 10 に並列的に供給する。

【0056】

一般に、リニアスキャン方式やコンベックスキャン方式の超音波プローブにおいては、送受信方向が超音波トランスデューサの配列面に対して垂直とされるので、送受信における遅延量は、超音波ビームに対して対称となる。したがって、 M 個の超音波トランスデューサによって形成される送受信開口において、第 1 番目の超音波トランスデューサと第 M 番目の超音波トランスデューサとについては遅延量が等しいので、受信信号 R_1 と受信信号 R_M とを加算することができる。同様に、第 2 番目の超音波トランスデューサと第 ($M-1$) 番目の超音波トランスデューサとについては遅延量が等しいので、受信信号 R_2 と受信信号 $R_{(M-1)}$ とを加算することができる。これにより、図 7 に示す超音波プローブ 1a と比較して、送受信部 20 の数を半分にすることができ、また、超音波プローブ 1b と超音波診断装置本体 2 との間の伝送ビットレートを半分にすることができる。

【0057】

<超音波プローブの接触圧計測に関連する構成の説明>

[実施形態 1]

図 10 は、この実施形態 1 に係る超音波プローブ 1 を、その接触面 3 側から見た正面図

である。接触面 3 は、被検体の診断部位に直接接触する面である。この接触面 3 と被検体の診断部位とが良好に密着状態となって、診断部位の良好な超音波エコー画像を得ることができる。

【0058】

接触面 3 には、複数の超音波トランスデューサ 10 の端面が列状に配置されている。そして、その超音波トランスデューサ 10 を囲む四隅に圧電素子 S 1, S 2, S 3, S 4 が配置されている。ここで、圧電素子（第 1 の圧力計測手段）S 1 の配置位置が第 1 位置 L 1 であり、圧電素子（第 2 の圧力計測手段）S 2 の配置位置が第 2 位置 L 2 であり、圧電素子（第 3 の圧力計測手段）S 3 の配置位置が第 3 位置 L 3 であり、圧電素子（第 4 の圧力計測手段）S 4 の配置位置が第 4 位置 L 4 である。

10

【0059】

圧電素子 S 1 ~ S 4 は、接触面 3 の診断部位への接触圧を計測するための素子である。圧電素子 S 1 ~ S 4 は、各々の配置位置における接触圧（第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4）をそれぞれ電圧に変換し、その電圧値を数値化（A/D 変換）してプローブ側制御部 40 へと送信する。例えば、接触圧が静的な圧力である場合には、その圧力がバイアス電圧に変換され、その電圧値が数値化されてプローブ側制御部 40 へと送信される。プローブ側制御部 40 は、受信した接触圧（第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4）の計測値をシリアル化部 30 及び伝送回路 50, 60 を介して装置本体 2 側の制御部 120 へと送信する。

【0060】

装置本体 2 の格納部 130 内には、圧力規定データベース D が格納されている。図 11 は、圧力規定データベース D のデータ構造の概略を示すデータ構造図である。この圧力規定データベース D は、第 1 接触圧 P 1、第 2 接触圧 P 2、第 3 接触圧 P 3 及び第 4 接触圧 P 4 の規定圧力範囲 D 1, D 2, D 3, D 4 と、圧力差分 ΔP_t の規定値 D 5 を有して構築されている。ここで、圧力差分 ΔP_t は、例えば、

20

$$\Delta P_t = |(P_1 + P_2) - (P_3 + P_4)|$$

で定義される。これらの規定値 D 1 ~ D 5 は、第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4 に基づいて、制御部 120 が超音波プローブ 1 と診断部位との接触状態の異常を判断する際の判断基準となる。

【0061】

制御部 120 は、異常判断手段として機能し、超音波プローブ 1 と診断部位との接触状態の異常を判断する。すなわち、受信した第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4 と格納部 130 内の規定圧力データベース D 内に格納された規定圧力範囲 D 1 ~ D 4 とを比較し、第 1 接触圧 P 1 が規定圧力範囲 D 1 外であるか（つまり、 $P_1 < 5 \text{ kPa}$ 又は $25 \text{ kPa} < P_1$ ）、第 2 接触圧 P 2 が規定圧力範囲 D 2 外であるか、第 3 接触圧 P 3 が規定圧力範囲 D 3 外であるか、第 4 接触圧 P 4 が規定圧力範囲 D 4 外である場合に、接触状態の異常を判断する。

30

【0062】

第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4 がいずれも規定圧力範囲 D 1 ~ D 4 内である場合には、超音波プローブ 1 と診断部位との接触状態が良好であるものとして異常判断を行わないが、第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4 のうちいずれか 1 つでも対応する規定圧力範囲 D 1 ~ D 4 外となった場合には、制御部 120 は（いずれかの接触位置において、超音波プローブ 1 と診断部位との接触圧が過小又は過大であるとして）異常判断を行い、異常信号を異常報知手段 140 に向けて送信する。異常報知手段 140 は、報知ブザー 150 を鳴動させて異常を報知すると共に、表示部 100 に向けて「プローブの接触状態が不良（圧力不足／圧力過大）です。」との警告メッセージを表示させる。

40

【0063】

更に、第 1 接触圧 P 1 ~ 第 4 接触圧 P 4 がすべて規定圧力範囲 D 1 ~ D 4 の範囲内であっても、圧力差分 ΔP_t が圧力差分規定値 D 5 以上である場合に、制御部 120 は、（超音波プローブ 1 の診断部位への接触が傾斜しているとして）接触状態の異常を判断する。この接触状態の異常を判断した場合にも、制御部 120 は異常信号を異常報知手段 140

50

に向けて送信し、異常報知手段 140 が報知ブザー 150 を鳴動させて異常を報知する。そして、異常報知手段 140 は、表示部 100 に向けて「プローブの接触状態が不良（傾き）です。」との警告メッセージを表示させる。

【0064】

このように、接触面 3 上の各位置 L1～L4 における接触圧 P1～P4 の絶対値だけでなく、各接触圧同士の圧力差分 ΔP_t にも基づいて接触異常を判断することにより、たとえば接触圧自体が許容範囲内であっても、超音波プローブ 1 の傾斜によって接触状態が不良となっていることを検知することができる。また、異常報知手段 140 の機能に基づいて、接触圧 P1～P4 の絶対値が規定圧力範囲外であることに基づく接触状態不良か、圧力差分 ΔP_t が圧力差分規定値以上であることに基づく接触状態不良かを表示部 100 の表示により容易に判別することができる。

10

【0065】

もちろん、判断の順序としては、以下のいずれであってもよい。すなわち、接触圧 P1～P4 の絶対値が許容範囲内であるか否かを判断した後に各接触圧同士の圧力差分 ΔP_t が許容範囲内であるか否かを判断するものであっても、各接触圧同士の圧力差分 ΔP_t が許容範囲内であるか否かを判断した後に接触圧 P1～P4 の絶対値が許容範囲内であるか否かを判断するものであってもよい。

【0066】

なお、上記説明においては、圧力規定データベース D が 1 つの圧力差分規定値 D5 を有し、圧力差分 ΔP_t と圧力差分規定値 D5 とに基づいて超音波プローブ 1 の傾斜の程度を判断している。しかしながら、例えば、圧力規定データベース D が 2 つの圧電素子（S1～S2、S2～S3、S3～S4、S4～S1）間の圧力差分 $|P1 - P2|$ 、 $|P2 - P3|$ 、 $|P3 - P4|$ 、 $|P4 - P1|$ に各々対応する 4 つの圧力差分規定値を有し、各圧力差分とそれに対応する圧力差分規定値とに基づき超音波プローブの傾斜の程度を判断してもよい。それにより、第 1 位置 L1～第 2 位置 L2 間の傾斜、第 2 位置 L2～第 3 位置 L3 間の傾斜等、2 箇所の位置間における傾斜の程度を個別に判断することができる。

20

【0067】

〔実施形態 2〕

この実施形態 2 においては、超音波プローブ 1 の構成は実施形態 1 の場合と同様であるが、装置本体 2 側の格納部 130 内の圧力規定データベース D が、図 12 に示すように、規定圧力範囲 D1～D4 に加え、第 2 の規定圧力範囲 D11～D14 を有して構築されている。この第 2 の規定圧力範囲 D11～D14 は、各々第 1 接触圧 P1～第 4 接触圧に対応する規定圧力範囲であるが、規定圧力範囲 D1～D4 よりも緩和された条件範囲となっている。例えば、規定圧力範囲 D1 が、 $5 \text{ kPa} \leq P1 \leq 25 \text{ kPa}$ であるのに対し、第 2 の規定圧力範囲 D11 が、 $3 \text{ kPa} \leq P1 \leq 30 \text{ kPa}$ と設定されている。

30

【0068】

ここで、例えば、第 1 接触圧 P1 が規定圧力範囲 D1 外となり、 $3 \text{ kPa} \leq P1 < 5 \text{ kPa}$ となった場合は、上記実施形態 1 の場合と同様に、制御部 120 が接触状態の異常を判断し、異常報知手段 140 に向けて異常信号を送信する。しかしながら、第 1 接触圧 P1 が更に第 2 の規定圧力範囲 D11 外となり、 $P1 < 3 \text{ kPa}$ となった場合は、制御部 120 はゲイン補正手段としても機能する。そして制御部 120 は、異常報知手段 140 に対して異常信号を送信すると共に、B モード画像信号生成部（画像生成部）に向けてゲイン補正信号を送信する。

40

【0069】

そのゲイン補正は、図 13 に示すグラフに基づいて行われる。図 13 は、圧電素子の接触圧（すなわち、接触面 3 の診断部位に対する接触圧）と超音波エコー画像の輝度との関係を示すグラフである。図 13 に示すように、接触圧が臨界圧力 P_c 未満となると、超音波エコー画像の輝度が急激に低下し、画像の劣化が激しくなる。したがって、圧電素子の接触圧が臨界圧力 P_c 未満となった場合には、ゲイン補正信号に基づくゲイン補正を行い

50

、その圧電素子の位置に対応する部分の超音波エコー画像の輝度を上昇させる必要がある。

【0070】

例えば、第1位置L1に配置された圧電素子S1による第1接触圧P1が3kPa未満である場合、この第1位置L1を含む一定領域に対応する超音波エコー画像のゲインを補正し、画像の劣化を防止することが有効である。この第1接触圧P1における輝度B1が臨界圧力Pc以上の接触圧に対応する飽和輝度Bsの約1/2である場合、第1位置L1に対応する超音波エコー画像のゲインを約2倍に補正する必要がある。

【0071】

また、例えば、第2位置L2に配置された圧電素子S2によって計測された第2接触圧P2から第1位置L1に配置された圧電素子S1によって計測された第1接触圧P1にかけての圧力変化に応じてゲイン補正を行ってもよい。例えば、図14にグラフで示すように、第1位置L1における第1接触圧P1から第2位置L2における第2接触圧P2にかけて圧力が直線変化していると仮定して第1位置L1～第2位置L2間の特定位置Liにおける推定接触圧Piを推定し、その推定接触圧Piに対応する輝度の情報Biを図13に示すグラフから求め、その輝度Biと飽和輝度Bsとの比率からゲイン補正量を算出してもよい。

【0072】

なお、リニアプローブ（L10-5、富士フイルム株式会社製、断面積4.5cm×0.8cm）、ファントム（Model 539、ATS社製）、第1～第4の圧力計測手段として圧力センサ（WGA-650B、KYOWA社製）を用い、プローブを適正接触状態として撮影した超音波エコー画像（図15（a））、部分的に接触圧を不足させた状態で撮影した超音波エコー画像（図15（b）における画像右側部分の接触圧が不足している。）、図15（b）の超音波エコー画像に対してゲイン補正を行った場合の超音波エコー画像（図15（c））を各々示す。図15（a）～（c）から明らかなように、部分的にプローブの接触圧が不足していても、ゲイン補正により、適正接触圧で撮影した画像と略同様の良好画像を得ることができる。

【0073】

なお、上記においては第1位置L1における圧電素子S1の接触圧P1についての説明を主に行ったが、他の位置L2～L4における圧電素子S2～S4の接触圧P2～P4が各々第2の規定圧力範囲D12～D14外となった場合についても同様である。また、圧電素子の接触圧が不足して第2の規定圧力範囲外となった場合についてのゲイン補正について説明したが、接触圧が過大となって第2の規定圧力範囲外となった場合については、状況に応じて輝度を低減するゲイン補正を行ってもよいし、ゲイン補正を行わずに異常報知のみを行ってもよい。

【0074】

なお、図16に、この実施形態2における接触状態判断手順及びゲイン補正についてのフローチャートを示す。操作者が超音波プローブ1を患者の診断部位に接触させる（S. 1）。すると、圧電素子S1～S4が接触圧P1～P4を計測する（S. 2）。圧力差分 ΔPt と圧力差分規定値D5とを比較し（S. 3）、 $\Delta Pt \geq D5$ である場合には、超音波プローブ1の傾斜が強いと判断し、制御部120が異常判断する（S. 4）。そして、異常報知手段140が報知ブザー150を鳴動させる（S. 5）と共に、表示部100に「プローブの接触状態が不良（傾き）です。」との警告メッセージを表示する（S. 6）。

【0075】

$\Delta Pt < D5$ である場合には、接触圧P1～P4と規定圧力範囲D1～D4とを各々比較し（S. 7）、接触圧が規定圧力範囲内である場合には、制御部120が異常判断を行わない（S. 8）。したがって、報知ブザー150や表示部100における異常報知が行われず。一方、接触圧が規定圧力範囲外である場合には（S. 7）、更に接触圧P1～P4と第2の規定圧力範囲D11～D14とを各々比較する（S. 9）。そして、接触圧

が第2の規定圧力範囲内である場合には、制御部120が異常判断し（S. 10）、異常報知手段140が報知ブザー150を鳴動させる（S. 11）と共に、表示部100に「プローブの接触状態が不良（圧力不足／圧力過大）です。」との警告メッセージを表示する（S. 12）。

【0076】

しかしながら、接触圧が第2の規定圧力範囲外である場合には（S. 9）、制御部120が異常判断（S. 13）と共にゲイン補正を行い（S. 14）、ゲイン補正信号をBモード画像信号生成部90に向けて送信する。このとき、異常報知手段140が、報知ブザー150や表示部100において異常報知を行ってもよいし、異常報知が行われずに制御部120によるゲイン補正が行われてもよい。

10

【0077】

ここにおいて、まず圧力差分 ΔP_t が規定圧力差分値D5以下であるか否かを判断した上で（S. 3）、その後に、接触圧P1～P4が規定圧力範囲D1～D4内か否かの判断（S. 7）、及び接触圧P1～P4が第2の規定圧力範囲D11～D14内か否かの判断（S. 9）を行っている。しかしながら、まず接触圧P1～P4が規定圧力範囲D1～D4内か否かの判断を行い（S. 7）、その後に接触圧P1～P4が第2の規定圧力範囲D11～D14内か否かの判断を行い（S. 9）、その後に圧力差分 ΔP_t が規定圧力差分値D5以下であるか否かの判断（S. 3）を行ってもよい。

【0078】

圧力差分 ΔP_t に基づく判断の前に、接触圧P1～P4の絶対値に基づく判断を行うので、すべての接触圧データにおいて圧力差分 ΔP_t の演算処理を行う必要がなく、演算処理速度の向上に寄与することができる。

20

【0079】

なお、この圧力差分 ΔP_t に基づく判断の前に、接触圧P1～P4の絶対値に基づく判断を行う手順について、図17のフローチャートに例示する。図16に示す手順においては、 $\Delta P_t \geq D5$ である場合には（S. 3）、必ず表示部100に「プローブの接触状態が不良（傾き）です。」との警告メッセージが表示されるが（S. 6）、図17に示す他の例に係る手順においては、接触圧P1～P4が規定圧力範囲D1～D4内であって（S. 7）、かつ $\Delta P \geq D5$ の場合（S. 3）に、表示部100に「プローブの接触状態が不良（傾き）です。」との警告メッセージが表示される（S. 6）。すなわち、 $\Delta P \geq D5$ であったとしても、接触圧P1～P4が規定圧力範囲D1～D4外である場合には（S. 7）、ゲイン補正が行われるか（S. 14）、表示部100に「プローブの接触状態が不良（圧力不足／圧力過大）です。」との警告メッセージが表示される（S. 12）ようになっている。

30

【0080】

〔実施形態3〕

図18は、この発明の実施形態3に係る超音波プローブ1を接触面3側から見た外観図である。この超音波プローブ1はコンベックスキャン方式のプローブであって、接触面3がコンベックス形状とされている。そして、その接触面3上に圧電フィルム4が設けられている。この圧電フィルム4は、フィルム状の圧電センサーの集合体であり、公知のものを適用することができる。この圧電フィルム4を接触面3上に設けることにより、接触面3上での各座標位置における接触圧を計測できるようになっている。そして、この圧電フィルム4からの位置データと接触圧データとがプローブ側制御部4を介して装置本体2側の制御部120へと送信されるようになっており、制御部120側では、接触面3上のどの位置がどの程度の接触圧かを把握できるようになっている。

40

【0081】

したがって、接触面3上での異なる2点（第1位置L1及び第2位置L2）間の距離 ΔL と、第1位置L1における第1接触圧P1と第2位置L2における第2接触圧P2との圧力差分 $\Delta P = |P1 - P2|$ とに基づき、制御部120において圧力傾斜 $P_s (= \Delta P / \Delta L)$ を算出することができる。この圧力傾斜 P_s は、圧力差分 ΔP だけでなく2点間

50

の距離 ΔL の情報も含んでいるので、超音波プローブ 1 の傾き状態をより一層的確に反映している。圧力規定データベース D が、圧力傾斜規定値 D 6 を有していれば、算出された圧力傾斜 P_s と圧力傾斜規定値 D 6 との比較を行うことができ、 $P_s \geq D_6$ の場合に制御部 120 が異常判断を行うことができる。

【0082】

なお、この超音波診断装置 S においては、接触面 3 上に配列された複数の超音波トランスデューサ 10 からの超音波エコーの受信に基づき表示部 100 にエコー画像を表示するが、超音波プローブ 1 と診断部位との接触状態が良好でないと、一部の超音波トランスデューサ 10 からの超音波エコーの受信ができない又は受信強度が非常に弱い場合がある。

【0083】

この場合に、超音波エコーの受信強度に基づいて、接触圧を計測する位置（第 1 位置及び第 2 位置）を制御部（位置設定手段）120 が設定してもよい。例えば、図 19 に示すように、コンベックスキャン方式の超音波プローブ 1 と診断部位 T とは、接触面 3 の全体で接触せず、その中央部分近傍 W においてのみ接触する場合がある。この場合において、その中央部分近傍 W では接触が良好で、超音波診断が適正に行われていても、接触面 3 の両端近傍 X においては圧電フィルム 4 によって接触圧が略 0 として計測されてしまう。

【0084】

したがって、この超音波プローブ 1 では、超音波エコーの受信強度が一定強度未満である超音波トランスデューサ 10 の配置位置に対応する位置（両端近傍 X）においては、接触圧の計測を行わず、超音波エコーの受信強度が一定強度以上である超音波トランスデューサ 10 の配置位置に対応する位置（中央部分近傍 X）においては、接触圧の計測を行う。接触圧を計測する第 1 位置 L 1 及び第 2 位置 L 2 を、中央部分近傍 X 内に設定することにより、実際に診断部位 T に接触している部分における超音波プローブ 1 の接触状態を把握することができる。

【0085】

もちろん、例えばリニアスキャン方式の超音波プローブにおいて、超音波エコーの受信強度が一定未満である超音波トランスデューサの配置位置に対応する位置に第 1 位置及び第 2 位置を設定することも考えられる。これにより、略平面状の接触面 3 において、接触状態が良好でなく超音波エコーの受信状態が良好でない位置において圧力計測に基づく接触異常の判断を行うことができる。

【0086】

以上、本発明の好ましい実施の形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、その要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

【0087】

例えば、圧力規定データベース内に格納される規定圧力範囲 D 1 ~ D 4、第 2 の規定圧力範囲 D 11 ~ D 14、圧力差分規定値 D 5、圧力傾斜規定値 D 6 などの設定値は、操作部 110 からの操作に基づき適宜変更可能であってもよい。それにより、B モード診断の場合やエラストグラフィモードの場合など、異なる診断モードにおいて各々適切な規定値設定とすることができる。また、操作者の診断技量によっては、超音波プローブ 1 と診断部位 T との密着を良好に行える場合とそうでない場合とがあるので、そのような診断技量に応じて適宜圧力規定値を設定変更可能であることが望ましい。

【0088】

また、例えば図 20 に示すように、超音波プローブ 1 の接触面 3 を 4 つの領域 A 1 ~ A 4（図中斜線部分）に分けて、各々の領域に第 1 ~ 第 4 の圧力センサー s 1 ~ s 4 を配置し、第 1 ~ 第 4 の圧力センサー s 1 ~ s 4 からの計測値に基づき、接触面 3 の長手方向（図中 X a 方向）及びその直交方向（図中 Y a 方向）の傾斜や全体の圧力（全圧）の良否を判断してもよい。

【0089】

なお、第 1 ~ 第 4 の圧力センサー s 1 ~ s 4 の配置位置は各々第 1 ~ 第 4 位置 L 1 ~ L 4 であり、第 1 ~ 第 4 位置 L 1 ~ L 4 は、それぞれ長方形の各頂角に略対応する位置に配

10

20

30

40

50

置されている。また、ここでは第1の圧力センサーs1と第4の圧力センサーs4とが第1圧力計測手段を構成し、第2の圧力センサーs2と第3の圧力センサーs3とが第2圧力計測手段を構成するものと概念することができる。

【0090】

例えば、図20に示す、第1～第4の圧力センサーs1～s4の各々の計測値が第1～第4接触圧P1～P4である場合において、

$$\text{全圧 } AP = P1 + P2 + P3 + P4$$

$$\text{圧力差分 } \Delta P_{xa} = |(P2 + P3) - (P1 + P4)|$$

$$\text{圧力差分 } \Delta P_{ya} = |(P1 + P2) - (P3 + P4)|$$

$$\text{圧力差分 } \Delta P_{xy} = |(P1 + P3) - (P2 + P4)|$$

と定義すると、全圧APは接触面3の診断部位に対する押し付け圧力の合計値、圧力差分 ΔP_{xa} は接触面3の診断部位に対するXa方向における傾斜、 ΔP_{ya} は接触面3の診断部位に対するYa方向における傾斜、 ΔP_{xy} は接触面3の診断部位に対する斜め方向（すなわち、領域A1から領域A3にかけての、又は領域A2から領域A4にかけての）における傾斜の程度を表す。したがって、これらの全圧AP、圧力差分 ΔP_{xa} 、 ΔP_{ya} 、 ΔP_{xy} についての各規定値（ここで、全圧APについての規定値が第3圧力範囲である。）を圧力規定データベースDが有していれば、その各規定値とこれらの全圧AP、圧力差分 ΔP_{xa} 、 ΔP_{ya} 、 ΔP_{xy} との比較によって、超音波プローブ1の接触状態の良否判断（警告表示を行うか否か、ゲイン補正を行うか否か等）を行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明は、超音波を送受信することにより生体内の臓器等の撮像を行って、診断のために用いられる超音波診断画像を生成する超音波診断装置に利用することが可能である。

【符号の説明】

【0092】

A1～A4：領域

AP：全圧（全体の圧力）

B1：第1接触圧における輝度

Bi：推定接触圧Piに対応する輝度

Bs：飽和輝度

D：圧力規定データベース

D1～D4：規定圧力範囲

D5：圧力差分規定値

D6：圧力傾斜規定値

D11～D14：第2の規定圧力範囲

L1～L4：第1～第4位置

P1～P4：第1～第4接触圧

Pc：臨界圧力

Pi：推定接触圧

Ps：圧力傾斜

ΔP 、 ΔPt ：圧力差分

ΔP_{xa} 、 ΔP_{ya} 、 ΔP_{xy} ：圧力差分

S：超音波診断装置

S1～S4：圧電素子（第1～第4の圧力計測手段）

s1～s4：第1～第4の圧力センサー

T：診断部位

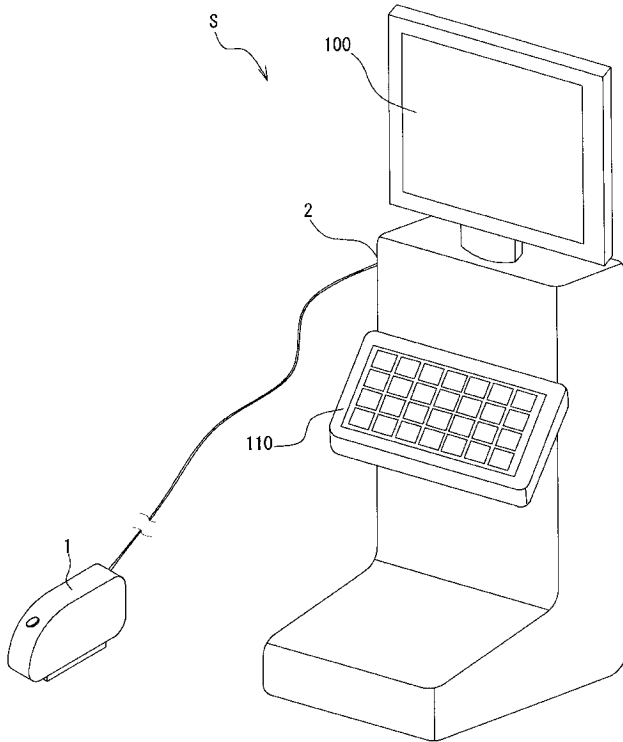
W：中央部分近傍

X：両端近傍

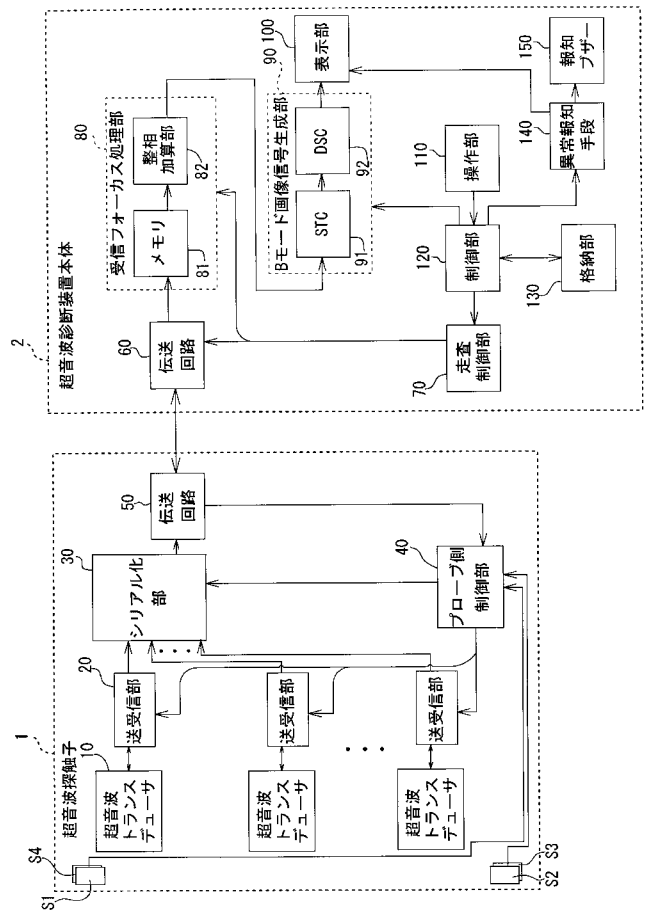
Xa：長手方向

Y a : 長手方向の直交方向	
1 : 超音波プローブ (超音波探触子)	
2 : 装置本体	
3 : 接触面	
4 : 圧電フィルム (第 1 及び第 2 の圧力計測手段)	
1 0 : 超音波トランスデューサ	
1 1 : 切換回路	
1 2 : 加算回路	
2 0 : 送受信部	
2 1 : 送信回路	10
2 2 : プリアンプ	
2 3 : L P F	
2 4 : A D C	
2 5 : 直交検波処理部	
2 5 a、2 5 b : ミキサ	
2 5 c、2 5 d : L P F	
2 5 e : 直交サンプリング部	
2 6 a、2 6 b : サンプリング部	
2 6 c : 時分割サンプリング部	
2 7 a ~ 2 7 c : メモリ	20
3 0 : シリアル化部	
4 0 : プローブ側制御部	
5 0 : 伝送回路	
6 0 : 伝送回路	
7 0 : 走査制御部	
8 0 : 受信フォーカス処理部	
8 1 : メモリ	
8 2 : 整相加算部	
9 0 : Bモード画像信号生成部 (画像生成部)	
9 1 : S T C	30
9 2 : D S C	
1 0 0 : 表示部	
1 1 0 : 操作部	
1 2 0 : 制御部 (異常判断手段、位置設定手段)	
1 3 0 : 格納部	
1 4 0 : 異常報知手段	
1 5 0 : 報知ブザー	

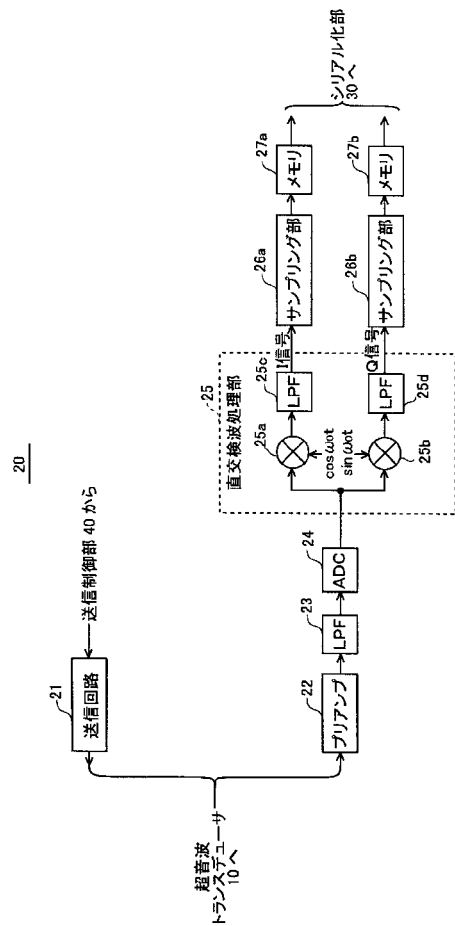
【図 1】



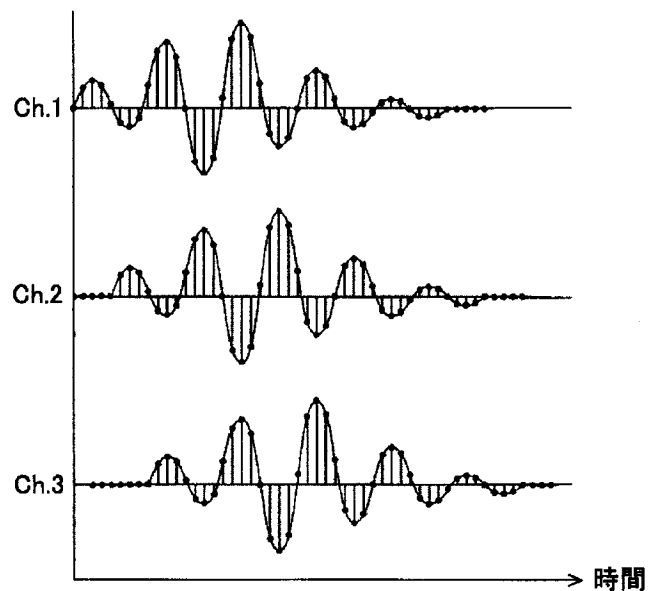
【図 2】



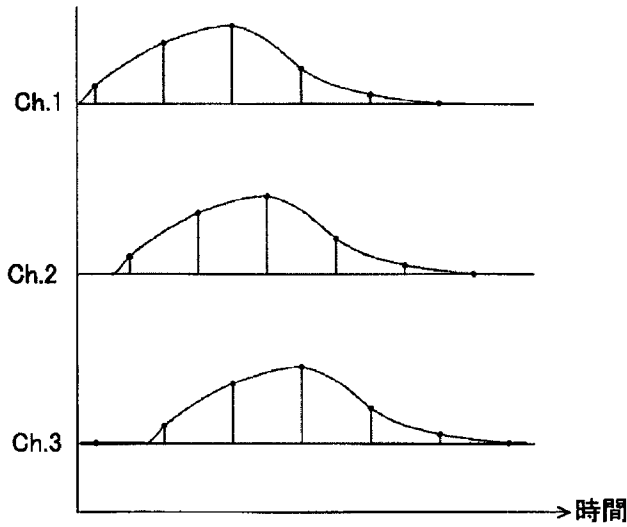
【図 3】



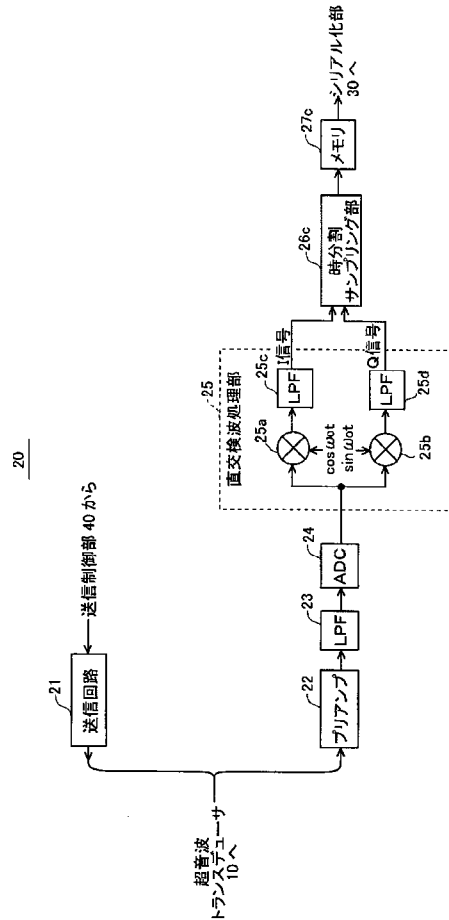
【図 4 A】



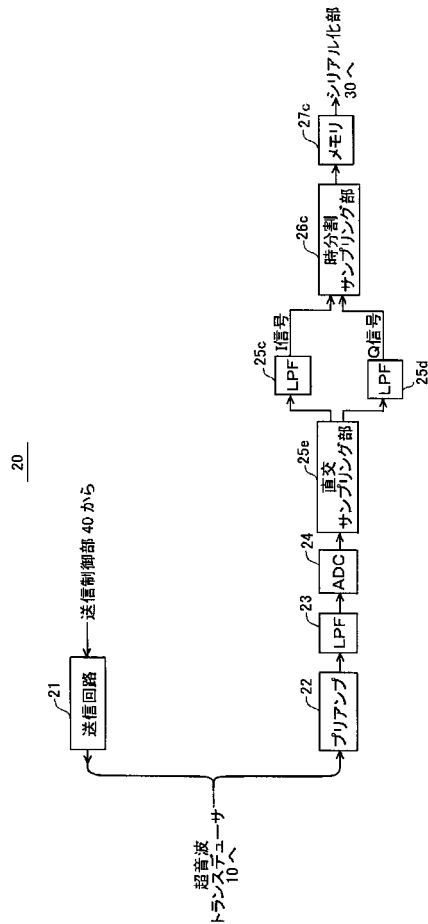
【図 4 B】



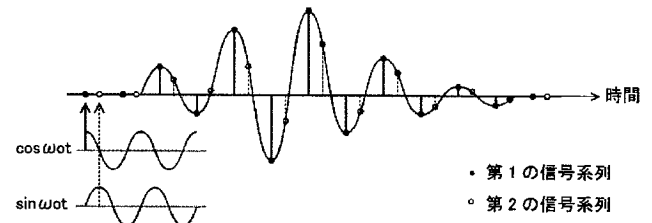
【図 5】



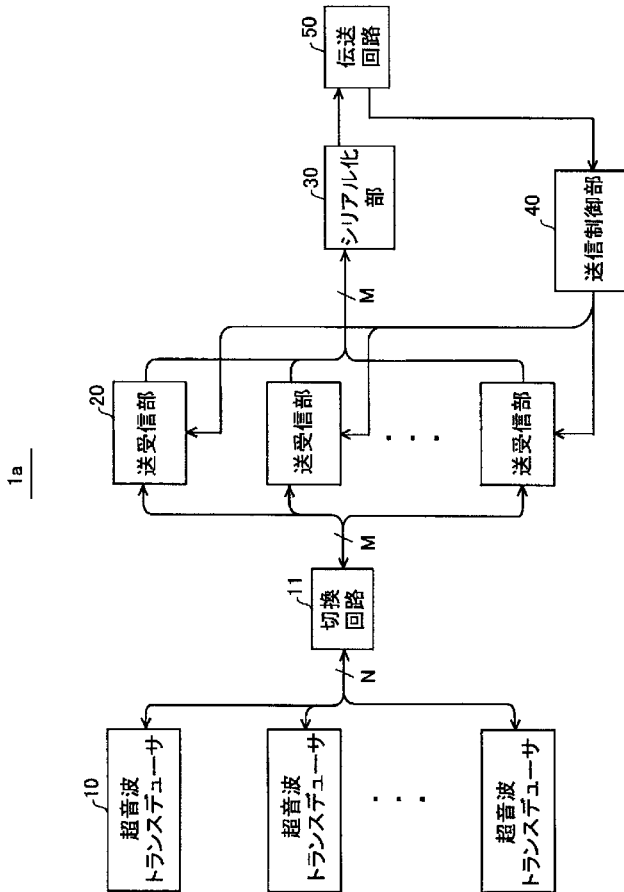
【図 6】



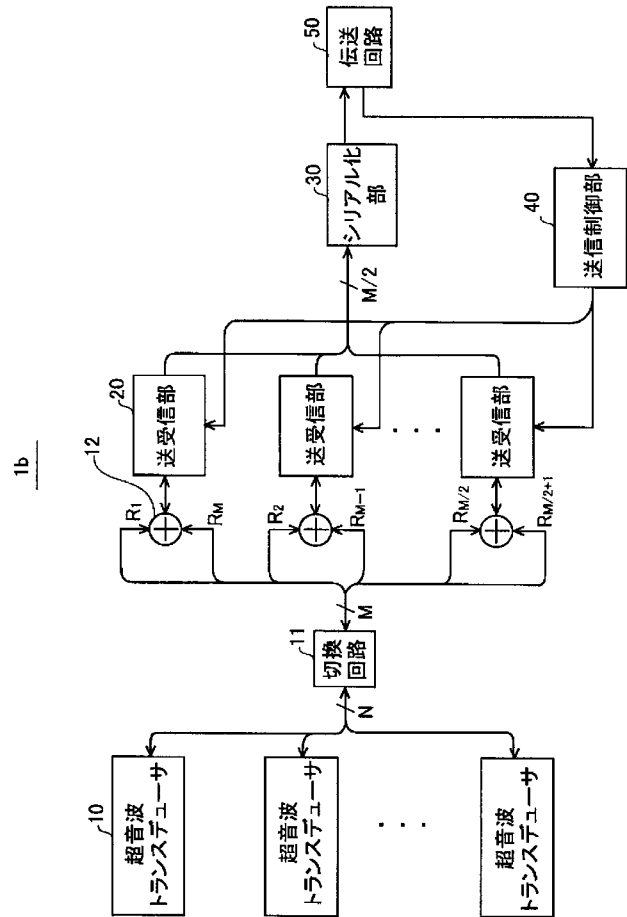
【図 7】



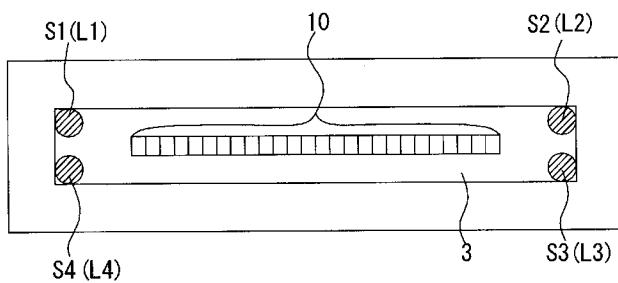
【図 8】



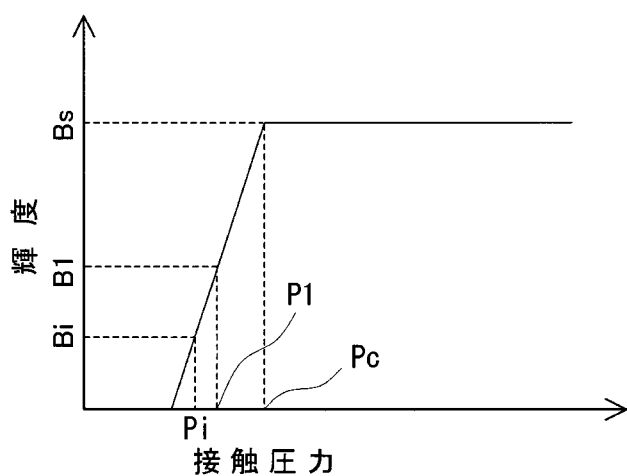
【図 9】



【図 10】



【図 13】



【図 11】

圧力規定データベース (D)

圧力値	規定値
第1接触圧 P1	$5 \text{ kPa} \leq P1 \leq 25 \text{ kPa}$
第2接触圧 P2	$5 \text{ kPa} \leq P2 \leq 25 \text{ kPa}$
第3接触圧 P3	$5 \text{ kPa} \leq P3 \leq 25 \text{ kPa}$
第4接触圧 P4	$5 \text{ kPa} \leq P4 \leq 25 \text{ kPa}$
圧力差分 ΔP_t	$\Delta P_t \geq 3 \text{ kPa}$

D1
D2
D3
D4
D5

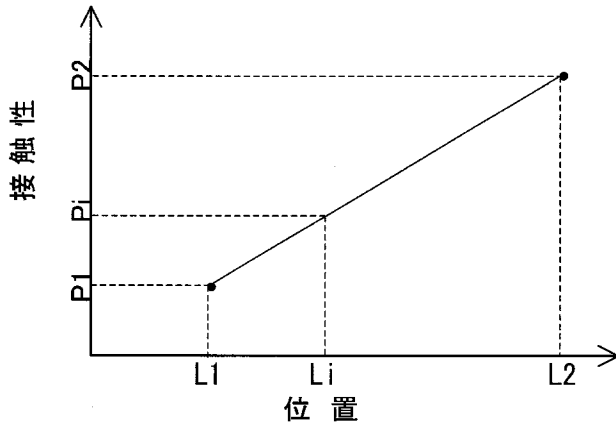
【図 12】

圧力規定データベース (D)

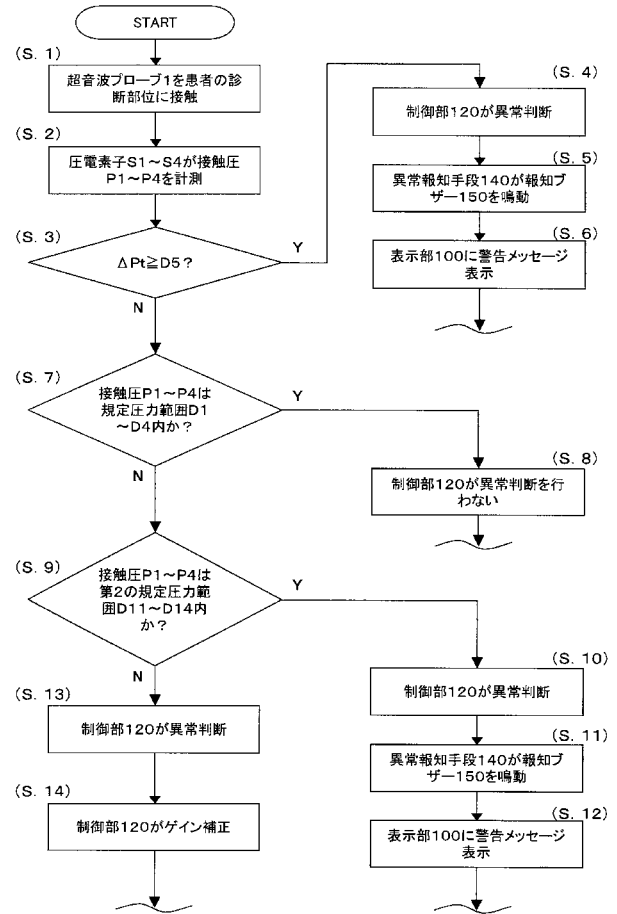
圧力値	規定値
第1接触圧 P1	$3 \text{ kPa} \leq P1 \leq 30 \text{ kPa}$
第2接触圧 P2	$3 \text{ kPa} \leq P2 \leq 30 \text{ kPa}$
第3接触圧 P3	$3 \text{ kPa} \leq P3 \leq 30 \text{ kPa}$
第4接触圧 P4	$3 \text{ kPa} \leq P4 \leq 30 \text{ kPa}$
圧力差分 ΔP_t	$\Delta P_t \geq 3 \text{ kPa}$

D1
D2
D3
D4
D5
D11
D12
D13
D14

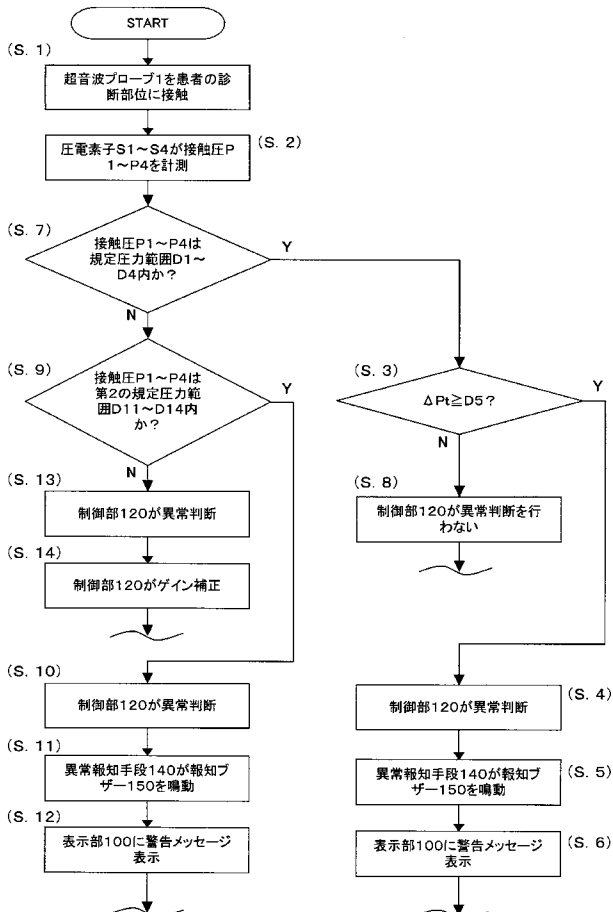
【図14】



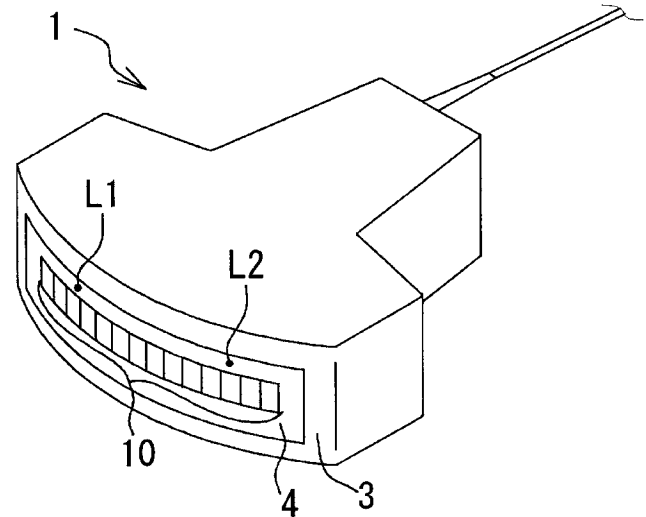
【図16】



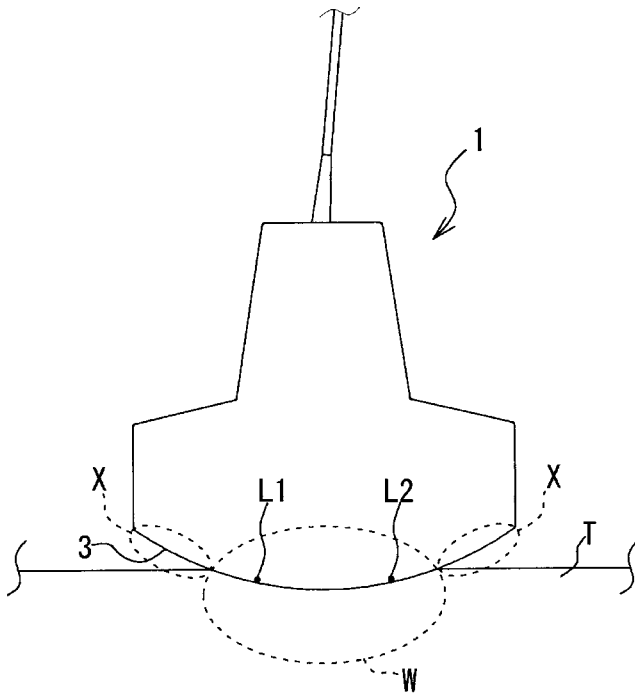
【図17】



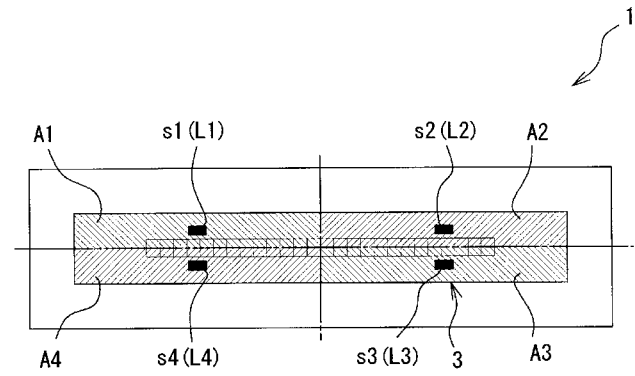
【図18】



【図 19】

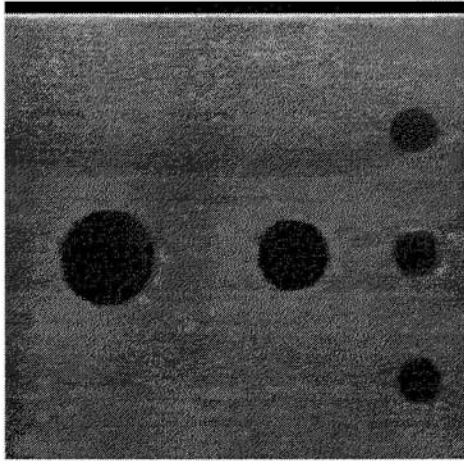


【図 20】

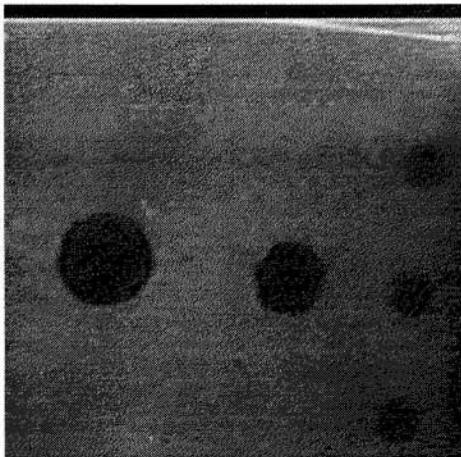


【図 15】

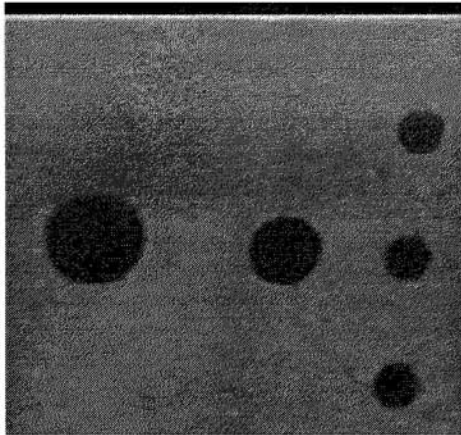
超音波エコー画像（適正接触圧力）



超音波エコー画像（画像右側接触圧不足）



超音波エコー画像（画像右側ゲイン補正後）



フロントページの続き

(72)発明者 杉田 由紀夫

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE04 EE11 GA01 GA40 GB03 GB18 GD04 GD06 JB04 JB24

KK31

专利名称(译)	超声诊断设备和接触状态确定方法		
公开(公告)号	JP2010233609A	公开(公告)日	2010-10-21
申请号	JP2009081998	申请日	2009-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	西野智弘 田辺剛 杉田由紀夫		
发明人	西野 智弘 田辺 剛 杉田 由紀夫		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE11 4C601/GA01 4C601/GA40 4C601/GB03 4C601/GB18 4C601/GD04 4C601/GD06 4C601/JB04 4C601/JB24 4C601/KK31		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供超声波诊断装置和确定接触状态的方法，能够测量接触状态，例如倾斜到超声波探头的诊断区域，并且能够获得高质量的回波图像而不会恶化诊断能力。ŽSOLUTION：超声波诊断装置包括用于超声波诊断的超声波探头，用于将超声波从接触表面发送到诊断区域并从诊断区域接收超声波回波;图像生成部分，用于基于超声回波生成诊断区域的超声回波图像;显示部分，用于显示产生的超声回波图像。超声诊断设备还包括第一压力测量装置，用于测量在接触表面上的第一位置处的诊断区域上的第一接触压力;第二压力测量装置，用于在不同于接触表面上的第一位置的第二位置处测量诊断区域上的第二接触压力;如果第一接触压力和第二接触压力之间的压力差超出规定范围，则异常确定装置用于确定异常。Ž

