

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2019-136505  
(P2019-136505A)

(43) 公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)

(51) Int.Cl.  
A 6 1 B 8/14 (2006.01)

F I  
A 6 1 B 8/14

テーマコード (参考)  
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2019-19415 (P2019-19415)	(71) 出願人	594164542 キヤノンメディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(22) 出願日	平成31年2月6日(2019.2.6)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	特願2018-20229 (P2018-20229)	(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
(32) 優先日	平成30年2月7日(2018.2.7)	(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100162570 弁理士 金子 早苗

最終頁に続く

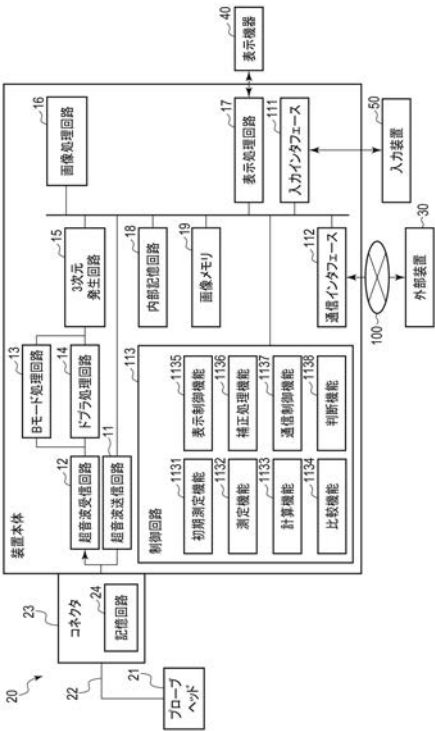
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、プローブ感度管理システム、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 超音波プローブの経時的な劣化を評価すること。

【解決手段】 超音波診断装置は、超音波プローブ、初期測定部、記憶部、管理測定部、及び補正処理部を有する。超音波プローブは、複数の圧電振動子を有する。初期測定部は、第1時点において前記超音波プローブで発生される第1反射波信号を測定する。記憶部は、前記第1反射波信号に係る情報を記憶する。管理測定部は、前記第1時点後の第2時点において、前記超音波プローブで発生される第2反射波信号を測定する。補正処理部は、前記記憶部に記憶されている前記第1反射波信号に係る情報と、前記第2反射波信号に係る情報とに基づき、前記複数の圧電振動子で発生された個々の第2反射波信号間のばらつきを抑制するための補正を行う。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の圧電振動子を有する超音波プローブと、

第 1 時点において前記超音波プローブで発生される第 1 反射波信号を測定する初期測定部と、

前記第 1 反射波信号に係る情報を記憶する記憶部と、

前記第 1 時点後の第 2 時点において、前記超音波プローブで発生される第 2 反射波信号を測定する管理測定部と、

前記記憶部に記憶されている前記第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とに基づき、前記複数の圧電振動子で発生された個々の第 2 反射波信号間のばらつきを抑制するための補正を行う補正処理部と  
を具備する超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とに基づいて補正処理の可否を判断する判断部をさらに具備し、

前記補正処理部は、前記補正処理が必要との判断結果に応じ、前記ばらつきを抑制するための補正を行う請求項 1 記載の超音波診断装置。

**【請求項 3】**

前記補正処理部は、前記第 1 又は第 2 反射波信号に係る情報から算出される基準値に基づき、前記ばらつきを抑制するための補正を行う請求項 2 記載の超音波診断装置。

20

**【請求項 4】**

前記補正処理部は、前記複数の圧電振動子のうち少なくともいずれかの圧電振動子を再分極した後、前記第 1 又は第 2 反射波信号に係る情報から算出される基準値に基づき、前記ばらつきを抑制するための補正を行う請求項 2 記載の超音波診断装置。

**【請求項 5】**

前記補正処理部は、前記第 1 反射波信号に係る情報から算出される基準値に基づき、前記ばらつきを抑制するための補正を行う請求項 1 記載の超音波診断装置。

**【請求項 6】**

前記補正処理部は、前記複数の圧電振動子のうち少なくともいずれかの圧電振動子を再分極した後、前記第 1 反射波信号に係る情報から算出される基準値に基づき、前記ばらつきを抑制するための補正を行う請求項 1 記載の超音波診断装置。

30

**【請求項 7】**

前記第 1 時点において、前記測定した第 1 反射波信号に基づいて第 1 特徴値を算出する計算部をさらに具備し、

前記記憶部は、前記第 1 特徴値を前記第 1 反射波信号に係る情報として記憶し、

前記計算部は、前記第 2 時点において、前記測定した第 2 反射波信号に基づいて第 2 特徴値を算出し、前記第 2 反射波信号に係る情報とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の超音波診断装置。

**【請求項 8】**

前記記憶部は、前記第 1 時点において、前記測定した第 1 反射波信号の波形情報を前記第 1 反射波信号に係る情報として記憶し、

40

前記第 2 時点において、前記記憶部に記憶されている波形情報に基づいて第 1 特徴値を算出して前記第 1 反射波信号に係る情報に含める計算部をさらに具備し、

前記計算部は、前記第 2 時点において、前記測定した第 2 反射波信号に基づいて第 2 特徴値を算出し、前記第 2 反射波信号に係る情報とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の超音波診断装置。

**【請求項 9】**

前記記憶部に記憶されている前記第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とを比較する比較部と、

前記第 1 反射波信号に係る情報と前記第 2 反射波信号に係る情報との比較結果をユーザ

50

に報知する報知部と

をさらに具備する請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記記憶部は、前記第 2 反射波信号に係る情報を記憶し、

前記管理測定部は、前記第 2 時点後の第 3 時点において、前記超音波プローブで発生される第 3 反射波信号を測定し、

前記比較部は、前記記憶部に記憶されている前記第 1 反射波信号に係る情報及び第 2 反射波信号に係る情報のうち少なくともいずれか一方と、前記第 3 反射波信号に係る情報とを比較し、

前記報知部は、前記第 1 反射波信号に係る情報及び第 2 反射波信号に係る情報のうち少なくともいずれか一方と、前記第 3 反射波信号に係る情報との比較結果をユーザに報知する請求項 9 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 11】

前記記憶部は、予め設定される製造基準値を記憶しており、

前記記憶部に記憶されている前記製造基準値と、前記第 2 反射波信号に係る情報とを比較する比較部と、

前記製造基準値と前記第 2 反射波信号に係る情報との比較結果をユーザに報知する報知部と

をさらに具備する請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

20

前記報知部は、前記製造基準値を未達となる時期を報知する請求項 11 に記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とに基づいて前記超音波プローブが劣化したか否かを判断する判断部をさらに具備し、

前記報知部は、前記超音波プローブが劣化しているとの判断結果に応じ、前記比較結果を報知する請求項 9 に記載の超音波診断装置。

【請求項 14】

複数の圧電振動子を有する超音波プローブと、

第 1 時点において前記超音波プローブで発生される第 1 反射波信号を測定する初期測定部と、

30

前記第 1 反射波信号に係る情報を記憶する記憶部と、

前記第 1 時点後の第 2 時点において、前記超音波プローブで発生される第 2 反射波信号を測定する管理測定部と、

前記記憶部に記憶されている前記第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とに基づき、前記複数の圧電振動子で発生された個々の第 2 反射波信号間のばらつきを抑制するための補正を行う補正処理部と

を具備するプローブ感度管理システム。

【請求項 15】

第 1 時点において超音波プローブで発生される第 1 反射波信号を測定する処理と、

40

前記第 1 反射波信号に係る情報を記憶部に記憶する処理と、

前記第 1 時点後の第 2 時点において、前記超音波プローブで発生される第 2 反射波信号を測定する処理と、

前記記憶部に記憶されている第 1 反射波信号に係る情報と、前記第 2 反射波信号に係る情報とに基づき、前記超音波プローブに設けられる複数の圧電振動子で発生された個々の第 2 反射波信号間のばらつきを抑制するための補正を行う処理と

をプロセッサに実施させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明の実施形態は、超音波診断装置、プローブ感度管理システム、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、複数の超音波振動子が配列された超音波プローブにより被検体に対して超音波を放射し、送信した超音波の反射波を超音波プローブにより受信する。

【0003】

超音波振動子には、圧電性を付与するために、極性を生じさせる分極処理が施されている。しかしながら、超音波プローブに設けられる超音波振動子の分極特性は、経時変化等により劣化する。このように、超音波振動子が経時劣化すること等により、超音波プローブの感度が劣化し、超音波診断装置により生成される超音波画像の画質に影響を及ぼすおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-238243号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、超音波プローブの経時的な劣化を評価することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態によれば、超音波診断装置は、超音波プローブ、初期測定部、記憶部、管理測定部、及び補正処理部を有する。超音波プローブは、複数の圧電振動子を有する。初期測定部は、第1時点において前記超音波プローブで発生される第1反射波信号を測定する。記憶部は、前記第1反射波信号に係る情報を記憶する。管理測定部は、前記第1時点後の第2時点において、前記超音波プローブで発生される第2反射波信号を測定する。補正処理部は、前記記憶部に記憶されている前記第1反射波信号に係る情報と、前記第2反射波信号に係る情報とに基づき、前記複数の圧電振動子で発生された個々の第2反射波信号間のばらつきを抑制するための補正を行う。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成を表すブロック図である。

【図2】図2は、図1で示される超音波プローブのプローブヘッドが有する超音波トランスデューサの斜投影図である。

【図3】図3は、図2で示される超音波トランスデューサの断面図である。

【図4】図4は、図1に示される制御回路が超音波プローブの感度についての初期データを取得する際のフローチャートである。

【図5】図5は、図1に示される装置本体が受信する反射波信号を表す図である。

【図6】図6は、初期データとして記憶回路に記憶されるチャンネル毎の感度ピーク値を表す図である。

【図7】図7は、図1に示される制御回路が超音波プローブの感度に関する情報を表示機器に表示させる際のフローチャートである。

【図8】図8は、初期データとしての感度ピーク値と、感度測定の際に取得された特徴値との比較を表す図である。

【図9】図9は、初期データとしての感度ピーク値と、所定のタイミングで取得した特徴値との差分を表す図である。

【図10】図10は、図9に示される特徴値の差分を表示する際の表示機器の表示を表す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】図 1 1 は、図 1 に示される制御回路が超音波プローブの感度を補正する際のフローチャートである。

【図 1 2】図 1 2 は、図 8 に示される比較において補正した超音波プローブの感度を表す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 に示される制御回路が超音波プローブの感度を補正する際のその他のフローチャートである。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 に示される制御回路が超音波振動子の再分極を経て超音波プローブの感度を補正する際のフローチャートである。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 に示される制御回路が波形情報を初期データとして記憶させる際のフローチャートである。

10

【図 1 6】図 1 6 は、図 1 に示される制御回路が超音波プローブの感度に関する情報を表示機器に表示させる際のフローチャートである。

【図 1 7】図 1 7 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置のその他の構成を表すブロック図である。

【図 1 8】図 1 8 は、第 2 の実施形態に係るプローブ感度管理システムの構成を表すブロック図である。

【図 1 9】図 1 9 は、図 1 8 に示される制御回路が超音波プローブの感度に関する情報をディスプレイに表示させる際のフローチャートである。

【図 2 0】図 2 0 は、図 1 8 に示される制御回路が超音波プローブの感度補正を超音波診断装置へ指示する際のフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0009】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 の構成例を表すブロック図である。図 1 に示される超音波診断装置 1 は、装置本体 10、及び超音波プローブ 20 を備える。装置本体 10 は、ネットワーク 100 を介して外部装置 30 と接続される。また、装置本体 10 は、表示機器 40 及び入力装置 50 と接続される。

【0010】

30

超音波プローブ 20 は、プローブヘッド 21、ケーブル 22、及びコネクタ 23 を有する。プローブヘッド 21 は、ケーブル 22 及びコネクタ 23 により装置本体 10 と電氣的に接続されている。コネクタ 23 は、装置本体 10 に対し、着脱自在となるように形成されている。

【0011】

プローブヘッド 21 は、単結晶又は多結晶の圧電材料からなる複数の超音波振動子（圧電振動子）を有している。超音波振動子は、装置本体 10 が有する超音波送信回路 11 から供給される駆動信号に基づき超音波を発生する。超音波振動子により超音波が発生されることで、プローブヘッド 21 から生体へ超音波が送信される。

【0012】

40

プローブヘッド 21 から生体へ超音波が送信されると、送信された超音波は、生体の体内組織における音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、反射波信号としてプローブヘッド 21 の複数の超音波振動子にて受信される。受信される反射波信号の振幅は、超音波が反射される不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。また、送信された超音波パルスが、移動している血流又は心臓壁等の表面で反射された場合の反射波信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向の速度成分に依存して、周波数偏移を受ける。超音波振動子は、反射波信号を電気信号に変換して装置本体 10 へ送信する。

【0013】

また、超音波プローブ 20 は、記憶回路 24 を備えている。記憶回路 24 は、例えば、半導体メモリ等のデータを書き込み可能、かつ、書き込まれたデータを読み出し可能な記

50

憶媒体を含む。記憶回路 24 は、例えば、プローブヘッド 21 及びコネクタ 23 のいずれか 1 つに設けられている。記憶回路 24 には、例えば、測定条件に関する測定条件情報が予め書き込まれている。測定条件は、例えば、超音波プローブ 20 のチャンネル毎の感度を測定するための条件等を含む。測定条件情報は、要求に応じて記憶回路 24 から読み出され、要求元へ出力される。また、測定条件情報は、必要に応じて更新される。

#### 【0014】

なお、本実施形態においては、超音波プローブ 20 は、例えば、複数の超音波振動子が所定の方向に沿って配列された二次元アレイプローブであるとする。しかしながら、当該例に拘泥されず、超音波プローブ 20 は、ボリュームデータを取得可能なものとして、二次元アレイプローブ（複数の超音波振動子が二次元マトリックス状に配列されたプローブ）、又はメカニカル 4D プローブ（超音波振動子列をその配列方向と直交する方向に機械的に煽りながら超音波走査を実行可能なプローブ）であってもよい。

#### 【0015】

また、図 1 においては、撮影に用いられる超音波プローブ 20 と装置本体 10 との接続関係のみを例示している。しかしながら、装置本体 10 には、複数の超音波プローブを接続することが可能である。接続された複数の超音波プローブのうちいずれを撮影に使用するかは、切り替え操作によって任意に選択することができる。

#### 【0016】

図 1 に示される装置本体 10 は、超音波プローブ 20 により受信された反射波信号に基づいて超音波画像を生成する装置である。装置本体 10 は、図 1 に示されるように、超音波送信回路 11、超音波受信回路 12、B モード処理回路 13、ドブラ処理回路 14、3 次元データ発生回路 15、画像処理回路 16、表示処理回路 17、内部記憶回路 18、画像メモリ 19（シネメモリ）、入力インタフェース 111、通信インタフェース 112、及び制御回路 113 を有する。

#### 【0017】

超音波送信回路 11 は、超音波プローブ 20 に駆動信号を供給するプロセッサである。超音波送信回路 11 は、例えば、トリガ発生回路、遅延回路、及びパルス回路等により実現される。トリガ発生回路は、所定のレート周波数で、送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。遅延回路は、超音波プローブ 20 から発生される超音波をビーム状に集束して送信指向性を決定するために必要な圧電振動子毎の遅延時間を、トリガ発生回路が発生する各レートパルスに対し与える。パルス回路は、レートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ 20 に設けられる複数の超音波振動子へ駆動信号（駆動電圧）を印加する。例えば、複数の超音波振動子それぞれが送受信チャンネルとして機能するように設定されている場合、パルス回路は、複数の超音波振動子それぞれへ駆動信号を印加する。また、予め設定された数の超音波振動子群が送受信チャンネルとして機能するように設定されている場合、パルス回路は、超音波振動子群毎に駆動信号を印加する。遅延回路により各レートパルスに対し与える遅延時間を変化させることで、圧電振動子面からの送信方向が任意に調整可能となる。

#### 【0018】

超音波受信回路 12 は、超音波プローブ 20 が受信した反射波信号に対して各種処理を施し、受信信号を生成するプロセッサである。超音波受信回路 12 は、例えば、アンプ回路、A/D 変換器、受信遅延回路、及び加算器等により実現される。アンプ回路は、超音波プローブ 20 が受信した反射波信号をチャンネル毎に増幅してゲイン補正処理を行う。A/D 変換器は、ゲイン補正された反射波信号をデジタル信号に変換する。受信遅延回路は、デジタル信号に受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与える。加算器は、遅延時間が与えられた複数のデジタル信号を加算する。加算器の加算処理により、受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調された受信信号が発生する。

#### 【0019】

B モード処理回路 13 は、超音波受信回路 12 から受け取った受信信号に基づき、B モードデータを生成するプロセッサである。B モード処理回路 13 は、超音波受信回路 12

10

20

30

40

50

から受け取った受信信号に対して包絡線検波処理、及び対数増幅処理等を施し、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ（Ｂモードデータ）を生成する。生成されたＢモードデータは、２次元的な超音波走査線上のＢモードＲＡＷデータとして不図示のＲＡＷデータメモリに記憶される。

【００２０】

ドブラ処理回路１４は、超音波受信回路１２から受け取った受信信号に基づき、ドブラ波形、及びドブラデータを生成するプロセッサである。ドブラ処理回路１４は、受信信号から血流信号を抽出し、抽出した血流信号からドブラ波形を生成すると共に、血流信号から平均速度、分散、及びパワー等の情報を多点について抽出したデータ（ドブラデータ）を生成する。生成されたドブラデータは、２次元的な超音波走査線上のドブラＲＡＷデータとして不図示のＲＡＷデータメモリに記憶される。

10

【００２１】

３次元データ発生回路１５は、Ｂモード処理回路１３、及びドブラ処理回路１４により生成されたデータに基づき、３次元画像データを生成するプロセッサである。３次元データ発生回路１５は、例えば、ＲＡＷデータメモリに記憶されたＢモードＲＡＷデータに基づき、ピクセルから構成される２次元画像データ、又は、ボクセルから構成される３次元の画像データ（以下、ボリュームデータと称する。）を生成する。

【００２２】

画像処理回路１６は、２次元画像データ又はボリュームデータに対し、所定の画像処理を施すプロセッサである。所定の画像処理には、例えば、ボリュームレンダリング、多断面変換処理（ＭＰＲ：Multi Planar Reconstruction）、及び最大値投影処理（ＭＩＰ：Maximum Intensity Projection）等が含まれる。また、画像処理回路１６は、ノイズ低減や画像の繋がりを良くすることを目的として、画像処理の後に二次元的なフィルタを挿入し、空間的なスムージングを行う。

20

【００２３】

表示処理回路１７は、画像処理回路１６で生成・処理された各種画像データをビデオ信号へ変換するプロセッサである。具体的には、表示処理回路１７は、画像処理回路１６で生成・処理された各種画像データに対し、ダイナミックレンジ、輝度（ブライトネス）、コントラスト、カーブ補正、及びＲＧＢ変換等の各種処理を実行することで、画像データをビデオ信号に変換する。表示処理回路１７は、ビデオ信号を表示機器４０に表示させる。なお、表示処理回路１７は、操作者が入力インタフェース１１１により各種指示を入力するためのユーザインタフェース（ＧＵＩ：Graphical User Interface）を生成し、ＧＵＩを表示機器４０に表示させてもよい。表示機器４０としては、例えば、ＣＲＴディスプレイや液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、ＬＥＤディスプレイ、プラズマディスプレイ、又は当技術分野で知られている他の任意のディスプレイが適宜利用可能である。

30

【００２４】

内部記憶回路１８は、例えば、磁氣的若しくは光学的記憶媒体、又は半導体メモリ等のプロセッサにより読み取り可能な記憶媒体等を有する。内部記憶回路１８は、超音波送受信を実現するためのプログラム、画像処理を行うためのプログラム、表示処理を行なうためのプログラム、及び超音波プローブ２０の感度を管理するためのプログラム等を記憶している。また、内部記憶回路１８は、診断情報（例えば、患者ＩＤ、医師の所見等）、診断プロトコル、送信条件、受信条件、信号処理条件、画像生成条件、画像処理条件、ボディマーク生成プログラム、表示条件、及び映像化に用いるカラーデータの範囲を診断部位毎に予め設定する変換テーブル等のデータ群を記憶している。なお、上記プログラム、及びデータ群は、例えば、内部記憶回路１８に予め記憶されていてもよい。また、例えば、非一過性の記憶媒体に記憶されて配布され、非一過性の記憶媒体から読み出されて内部記憶回路１８にインストールされてもよい。また、内部記憶回路１８は、装置本体１０を特定可能な識別ＩＤ等の測定装置情報を記憶している。

40

【００２５】

50

また、内部記憶回路 18 は、入力インタフェース 111 を介して入力される記憶操作に従い、3 次元データ発生回路 15 で発生された 2 次元画像データ及びボリュームデータ、画像処理回路 16 で生成・処理された画像データ、並びに、制御回路 113 で生成された画像データを記憶する。内部記憶回路 18 は、記憶しているデータを、通信インタフェース 112 を介して外部装置 30 へ転送することも可能である。

【0026】

また、内部記憶回路 18 は、CD-ROM ドライブ、DVD ドライブ、及びフラッシュメモリ等の可搬性記憶媒体との間で種々の情報を読み書きする駆動装置等であってもよい。内部記憶回路 18 は、記憶しているデータを可搬性記憶媒体へ書き込み、可搬性記憶媒体を介してデータを外部装置 30 に記憶させることも可能である。

10

【0027】

画像メモリ 19 は、例えば、磁氣的若しくは光学的記憶媒体、又は半導体メモリ等のプロセッサにより読み取り可能な記憶媒体等を有する。画像メモリ 19 は、入力インタフェース 111 を介して入力されるフリーズ操作直前の複数フレームに対応する画像データを保存する。画像メモリ 19 に記憶されている画像データは、例えば、連続表示（シネ表示）される。

【0028】

内部記憶回路 18 及び画像メモリ 19 は、必ずしもそれぞれが独立した記憶装置により実現される訳ではない。内部記憶回路 18 及び画像メモリ 19 は単一の記憶装置により実現されても構わない。また、内部記憶回路 18 及び画像メモリ 19 は、それぞれが複数の記憶装置により実現されても構わない。

20

【0029】

入力インタフェース 111 は、入力装置 50 を介して、ユーザからの各種指示を受け付ける。入力装置 50 は、例えば、マウス、キーボード、パネルスイッチ、スライダスイッチ、トラックボール、ロータリーエンコーダ、操作パネル、及びタッチコマンドスクリーン（TCS）である。入力インタフェース 111 は、例えばバスを介して制御回路 113 に接続され、操作者から入力される操作指示を電気信号へ変換し、電気信号を制御回路 113 へ出力する。なお、本実施形態において入力インタフェース 111 は、マウス及びキーボード等の物理的な操作部品と接続するものだけに限られない。例えば、超音波診断装置 1 とは別体に設けられた外部の入力機器から入力される操作指示に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を制御回路 113 へ出力する処理回路も入力インタフェース 111 の例に含まれる。

30

【0030】

通信インタフェース 112 は、ネットワーク 100 等を介して外部装置 30 と接続され、外部装置 30 との間でデータ通信を行う。外部装置 30 は、例えば、各種の医用画像のデータを管理するシステムである PACS（Picture Archiving and Communication System）、医用画像が添付された電子カルテを管理する電子カルテシステム等のデータベースである。また、外部装置 30 は、例えば、X 線 CT（Computed Tomography）装置、及び MRI（Magnetic Resonance Imaging）装置、核医学診断装置、及び X 線診断装置等、本実施形態に係る超音波診断装置 1 以外の各種医用画像診断装置であっても構わない。なお、外部装置 30 との通信の規格は、如何なる規格であっても良いが、例えば、DICOM（digital imaging and communication in medicine）が挙げられる。

40

【0031】

制御回路 113 は、例えば、超音波診断装置 1 の中枢として機能するプロセッサである。制御回路 113 は、内部記憶回路 18 に記憶されているプログラムを実行することで、当該プログラムに対応する機能を実現する。具体的には、例えば、制御回路 113 は、内部記憶回路 18 に記憶されている、超音波プローブ 20 の感度を管理するためのプログラムを実行することで、当該プログラムに対応する機能を実現する。制御回路 113 は、例えば、初期測定機能 1131、管理測定機能 1132、計算機能 1133、比較機能 1134、表示制御機能 1135、及び補正処理機能 1136 を有する。

50



## 【 0 0 3 2 】

初期測定機能 1 1 3 1 は、超音波プローブ 2 0 についての初期データを取得する機能であり、初期測定部の一例である。具体的には、例えば、制御回路 1 1 3 は、超音波診断装置 1 が製造されてから出荷されるまでの間、又は出荷後の所定の時点に初期測定機能 1 1 3 1 を実行する。制御回路 1 1 3 は初期測定機能 1 1 3 1 を実行すると、例えば、超音波プローブ 2 0 の製造時に記憶回路 2 4 に記憶された測定条件情報を読み出す。製造時に記憶された測定条件情報には、例えば、超音波プローブ 2 0 のチャンネル毎の感度を測定するための条件が含まれている。具体的に、ここでの測定条件には、例えば、超音波送信回路 1 1 のパルス回路の駆動電圧が含まれる。また、駆動周波数が含まれてもよい。また、印加波形が含まれてもよい。また、超音波受信回路 1 2 のアンプ回路のゲインが含まれてもよい。また、波形取得区間（ゲート位置）が含まれてもよい。また、超音波プローブ 2 0 を識別するプローブ ID が含まれてもよい。また、超音波プローブ 2 0 におけるチャンネル数が含まれてもよい。また、超音波プローブ 2 0 のプローブノイズデータが含まれてもよい。プローブノイズデータは、超音波プローブに固有のデータであり、表面反射波以外の波形を示すデータである。なお、測定条件に含まれる情報はこれらの限定される訳ではない。

10

## 【 0 0 3 3 】

制御回路 1 1 3 は、読み出した測定条件情報に基づき、超音波送信回路 1 1 を制御する。制御回路 1 1 3 は、取得された測定条件の設定下における、チャンネル毎の反射波信号を取得する。制御回路 1 1 3 は、反射波信号を測定した際の環境を表す情報を、記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に追加する。ここで、測定条件情報に追加される情報としては、例えば、測定年月日及び時刻が含まれる。また、測定を実施した装置本体 1 0 を特定可能な測定装置情報が含まれてもよい。また、超音波プローブ 2 0 内の温度が含まれてもよい。制御回路 1 1 3 は、取得した反射波信号に基づいて計算機能 1 1 3 3 で算出される特徴値を、初期データとして記憶回路 2 4 に記憶する。

20

## 【 0 0 3 4 】

管理測定機能 1 1 3 2 は、超音波プローブ 2 0 の感度を測定する機能であり、管理測定部の一例である。具体的には、例えば、制御回路 1 1 3 は、出荷後の任意のタイミングで管理測定機能 1 1 3 2 を実行する。制御回路 1 1 3 は管理測定機能 1 1 3 2 を実行すると、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に基づき、超音波送信回路 1 1 を制御する。制御回路 1 1 3 は、測定条件の設定下における、チャンネル毎の反射波信号を取得する。

30

## 【 0 0 3 5 】

計算機能 1 1 3 3 は、取得された反射波信号に基づいて特徴値を算出する機能であり、計算部の一例である。具体的には、例えば、制御回路 1 1 3 は、チャンネル毎の反射波信号が取得されると計算機能 1 1 3 3 を実行する。制御回路 1 1 3 は計算機能 1 1 3 3 を実行すると、取得された反射波信号の反射波系を解析することで、特徴値を算出する。特徴値としては、各チャンネルの感度ピーク値、中心周波数、波連長、及び比帯域、並びに、これらの値の各チャンネルにおける平均値又は標準偏差等の代表値等が想定される。制御回路 1 1 3 は、これらの値のうち、少なくとも 1 つ以上の値を特徴値として算出する。

40

## 【 0 0 3 6 】

比較機能 1 1 3 4 は、異なる二つの時点で取得された特徴値同士を比較する機能であり、比較部の一例である。具体的には、例えば、制御回路 1 1 3 は、比較機能 1 1 3 4 を実行すると、記憶回路 2 4 に記憶されている初期データに含まれる特徴値と、測定により得られた特徴値とを比較する。なお、比較対象となる時点はこれらに限られない。制御回路 1 1 3 は、入力インタフェース 1 1 1 から入力される指示に応じた 2 時点の特徴値を比較してもよい。例えば、制御回路 1 1 3 は、ある時点で取得された特徴値と、それ以後に取得された特徴値とを比較してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

表示制御機能 1 1 3 5 は、特徴値の比較結果をユーザへ報知する報知部の一例であり、

50

比較結果を表示機器 40 に表示させる機能である。具体的には、例えば、制御回路 113 は、表示制御機能 1135 を実行すると、表示処理回路 17 を制御し、特徴値の比較結果を表示機器 40 に表示させる。

【0038】

補正処理機能 1136 は、超音波プローブ 20 が有する超音波振動子間の感度のばらつきを抑制するための補正をする機能であり、補正処理部の一例である。具体的には、例えば、制御回路 113 は、補正処理機能 1136 を実行すると、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 20 に設けられる超音波振動子の感度のばらつきを補正する。例えば、制御回路 113 は、測定により得られた特徴値が所定の基準値に対する要件を満たすように、超音波送信回路 11 のパルサ回路の駆動電圧を変更する。制御回路 113 は、パルサ回路の変更後の駆動電圧を、記憶回路 24 に記憶されている測定条件情報に記憶する。

10

【0039】

なお、超音波振動子の感度のばらつきを補正するための処理は、パルサ回路の駆動電圧の変更に限定されない。制御回路 113 は、基準値に基づき、超音波受信回路 12 のアンプ回路のゲインを変更しても構わない。

【0040】

また、制御回路 113 は、超音波振動子を再分極することで超音波振動子の感度のばらつきを補正してもよい。例えば、制御回路 113 は、超音波送信回路 11 のパルサ回路から超音波振動子へ、所定の大きさの直流又は交流電圧を、予め設定された期間負荷するようにパルサ回路を制御する。

20

【0041】

図 2 及び図 3 は、図 1 で示される超音波プローブ 20 のプローブヘッド 21 が有する超音波トランスデューサの構成例を表す図である。図 2 は超音波トランスデューサの斜投影図の例を表し、図 3 は図 2 の切断線 A - A における超音波トランスデューサの断面図の例を表す。なお、図 2 の例では、超音波トランスデューサが模式的に示されており、図 3 で表されるフレキシブル配線板 215、基板 216、及び音響レンズ 217 等の図示は省略されている。

【0042】

図 2 及び図 3 の例に示すように、超音波トランスデューサは、複数の超音波振動子 211、音響整合層 212、背面負荷材（バッキング材）214、フレキシブル配線板 215、基板 216、及び音響レンズ 217 を有する。

30

【0043】

本実施形態において、超音波振動子 211 は、背面負荷材 214 の所定の面に、1 次元状に配列されて設けられている。超音波振動子 211 の超音波が放射される側の面（超音波の放射面）には、第一の電極 211a が設けられている。また、超音波振動子 211 の超音波の放射面側とは反対側の面（背面）には、第一の電極とは独立した電位を持つことができる第二の電極 211b が設けられている。超音波振動子 211 は、基板 216 に設けられる送受信回路 216a からの駆動信号によって駆動されて、超音波を放射する。また、超音波振動子 211 は、反射波を受信すると、受信した反射波を反射波信号に変換し、変換した反射波信号を出力する。

40

【0044】

第二の電極 211b の面のうち超音波振動子 211 側と反対側の面は、背面負荷材 214 の導電性の導電膜 214a と電氣的に接続されている。

【0045】

第一の電極 211a の超音波振動子 211 側とは反対側の面には、音響整合層 212 が設けられている。音響整合層 212 は、少なくとも 1 層以上の音響整合層である。音響整合層 212 は、超音波振動子 211 から放射される超音波が生体内に効率よく入射されるように、超音波振動子 211 と被検体との間の音響インピーダンスの不整合を緩和する。

【0046】

音響整合層 212 の超音波振動子 211 側とは反対側の面には、フレキシブル配線板 2

50

１５が電氣的に接続される。フレキシブル配線板２１５は、可撓性を有する配線板の一例である。フレキシブル配線板２１５は、例えば、両面ＦＰＣ（Flexible printed circuits）又は片面ＦＰＣである。フレキシブル配線板２１５には、複数の超音波振動子２１１のそれぞれに接続される配線パターンが設けられている。それぞれの配線パターンは、接続される対象の超音波振動子２１１に電氣的に接続された音響整合層２１２と接続する。これにより、音響整合層２１２及びフレキシブル配線板２１５を介して、超音波振動子２１１の第一の電極２１１ａと送受信回路２１６ａとが電氣的に接続される。

【００４７】

なお、図２及び図３では、フレキシブル配線板２１５に設けられた配線パターンが音響整合層２１２と接続する場合を例に説明した。しかしながら、２１４ａをフレキシブルプリント基板とし、フレキシブル配線板２１５を設けないように超音波トランスデューサを設計しても構わない。

【００４８】

フレキシブル配線板２１５の背面側の面には、配線パターン２１５ａが露出した状態で設けられている。配線パターン２１５ａは、電位が所定の基準電位であるグランドパターンである。フレキシブル配線板２１５は、背面負荷材２１４の側面と略平行になるように、折り曲げられている。

【００４９】

配線パターン２１５ａと背面負荷材２１４の導電膜２１４ａとは、電氣的に接続されている。配線パターン２１５ａと導電膜２１４ａとが接続されていることにより、配線パターン２１５ａと導電膜２１４ａとを介して、超音波振動子２１１の第二の電極２１１ｂと送受信回路２１６ａとが電氣的に接続される。

【００５０】

背面負荷材２１４は、超音波振動子２１１から背面方向（後方）への超音波の伝播を抑制する。背面負荷材２１４は、タングステン等の金属やアルミナ、酸化亜鉛等の金属酸化物を充填した樹脂（例えば、エポキシ樹脂）、又は、ゴム等を含む非導電体である。背面負荷材２１４の表面には、メッキ等の手段により、導電性を有する導電膜２１４ａが形成されている。

【００５１】

基板２１６は、送受信回路２１６ａを有する。送受信回路２１６ａは、基板２１６上に設けられた配線パターン（図示せず）に接続されている。送受信回路２１６ａに接続された配線パターンは、フレキシブル配線板２１５に超音波振動子２１１ごとに設けられた配線パターンに電氣的に接続されている。さらに、送受信回路２１６ａに接続された配線パターンは、配線パターン２１５ａに電氣的に接続されている。これにより、送受信回路２１６ａと、超音波振動子２１１の第一の電極２１１ａ及び第二の電極２１１ｂとは電氣的に接続される。

【００５２】

送受信回路２１６ａは、超音波振動子２１１と各種の信号の送受信を行う。例えば、送受信回路２１６ａは、装置本体１０から送信された駆動信号を受信すると、受信した駆動信号を、駆動対象の超音波振動子２１１に対して送信する。これにより、駆動対象の超音波振動子２１１の両電極（第一の電極２１１ａ及び第二の電極２１１ｂ）間に、駆動信号の振幅に応じた電圧が印加される。超音波振動子２１１の両電極間に電圧が印加されることにより、超音波振動子２１１が駆動され、超音波が放射される。

【００５３】

また、送受信回路２１６ａは、複数の超音波振動子２１１から出力された反射波信号を受信すると、受信した反射波信号に対して公知の束ね処理を施して、束ね処理が施された反射波信号を装置本体１０の超音波受信回路１２へ送信する。

【００５４】

音響レンズ２１７は、超音波を集束させる。音響レンズ２１７は、フレキシブル配線板２１５の、超音波が放射される方向側の面に設けられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

なお、図 2 及び図 3 では、超音波トランスデューサに送受信回路 2 1 6 a が設けられる場合を例に説明したが、これに限定されない。超音波トランスデューサに送受信回路 2 1 6 a が設けられず、装置本体 1 0 の超音波送信回路 1 1 から送信される駆動信号が超音波振動子 2 1 1 へ供給されるようにしても構わない。

## 【 0 0 5 6 】

また、送受信回路 2 1 6 a は、更に、装置本体 1 0 の超音波送信回路 1 1、及び超音波受信回路 1 2 の各種の機能を有するようにしてもよい。この場合、装置本体 1 0 から、超音波送信回路 1 1、及び超音波受信回路 1 2 が省かれることになる。

## 【 0 0 5 7 】

次に、以上のように構成された超音波診断装置 1 の動作を説明する。

## 【 0 0 5 8 】

( 初期データの取得 )

図 4 は、図 1 に示される制御回路 1 1 3 が超音波プローブ 2 0 の感度についての初期データを取得する際のフローチャートの例を表す。

## 【 0 0 5 9 】

まず、超音波診断装置 1 が製造されてから出荷されるまでの間において、超音波プローブ 2 0 のコネクタ 2 3 が装置本体 1 0 に接続される。なお、このとき、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 には、超音波プローブ 2 0 のチャンネル毎の感度を測定するための測定条件情報が記憶されている。超音波診断装置 1 の製造者は、例えば、初期データを取得する旨の指示を、入力インタフェース 1 1 1 から入力する。超音波診断装置 1 の制御回路 1 1 3 は、初期データを取得する旨の指示が入力されると、初期測定機能 1 1 3 1 を実行する。初期測定機能 1 1 3 1 を実行すると制御回路 1 1 3 は、測定装置としての装置本体 1 0 を特定可能な測定装置情報を内部記憶回路 1 8 から読み出し、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 に記憶させる ( ステップ S 4 1 ) 。

## 【 0 0 6 0 】

続いて、制御回路 1 1 3 は、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報を読み出す ( ステップ S 4 2 ) 。制御回路 1 1 3 は、読み出した測定条件情報に基づき、チャンネル毎の反射波信号を取得する ( ステップ S 4 3 ) 。

## 【 0 0 6 1 】

具体的には、制御回路 1 1 3 は、測定条件情報に記憶されている、例えば、超音波送信回路 1 1 のパルサ回路の駆動電圧に基づき、超音波送信回路 1 1 に駆動電圧を発生させる。このとき、制御回路 1 1 3 は、算出する特徴値に応じ、駆動電圧の印加波形及び駆動周波数を設定している。超音波送信回路 1 1 により発生された駆動電圧が超音波プローブ 2 0 の送受信回路 2 1 6 a を介して超音波振動子 2 1 1 へ供給されることで、超音波振動子 2 1 1 が駆動され、超音波が発生する。

## 【 0 0 6 2 】

発生した超音波は、音響レンズ 2 1 7 表面と空気との界面 S F で反射する。反射した反射波は、超音波振動子 2 1 1 群へ到達し、それぞれで受信される。超音波振動子 2 1 1 は、受信した反射波を、超音波プローブ 2 0 の送受信回路 2 1 6 a を介して反射波信号として装置本体 1 0 へ出力する。

## 【 0 0 6 3 】

図 5 は、図 1 に示される装置本体 1 0 が受信する反射波信号の例を表す模式図である。なお、図 5 は、超音波プローブ 2 0 の中心周波数に応じた駆動周波数の駆動信号が超音波振動子 2 1 1 へ供給された際の反射波信号を表している。反射波信号は、チャンネル毎に収集される。反射波信号には、送信波形 W a、多重反射及び不要振動波形 W b、第 1 反射波 W 1、及び第 2 反射波 W 2 が含まれている。本実施形態において第 1 反射波 W 1 は、超音波が超音波振動子 2 1 1 と界面 S F との間で往復した一往復目の反射波を表す。本実施形態において第 2 反射波 W 2 は、超音波が超音波振動子と界面 S F との間で往復した二往復目の反射波を表す。送受信感度測定のための表面反射波としては、第 1 反射波 W 1 又は

10

20

30

40

50

第 2 反射波 W 2 が用いられる。第 1 反射波 W 1 と第 2 反射波 W 2 とのどちらが用いられるかは、超音波プローブ 20 の機種ごとに予め定められている。ここでは、第 1 反射波 W 1 が用いられる例について説明する。

【 0 0 6 4 】

制御回路 1 1 3 は、測定条件情報に含まれる波形取得区間 T 1 に基づき、第 1 反射波 W 1 を特定する。制御回路 1 1 3 は、反射波信号のうち、波形取得区間 T 1 に含まれる信号を抽出することで、第 1 反射波 W 1 を特定する。

【 0 0 6 5 】

なお、制御回路 1 1 3 が第 1 反射波 W 1 を取得する手法は上記に限定されない。制御回路 1 1 3 は、反射波信号から、測定条件情報に含まれているプローブノイズデータを差し引くことで、第 1 反射波 W 1 を取得してもよい。

10

【 0 0 6 6 】

制御回路 1 1 3 は、反射波信号における第 1 反射波 W 1 が取得されると、計算機能 1 1 3 3 を実行する。計算機能 1 1 3 3 を実行すると制御回路 1 1 3 は、取得した第 1 反射波 W 1 に基づき、特徴値を算出する（ステップ S 4 4）。例えば、制御回路 1 1 3 は、特徴値として感度ピーク値を算出する。具体的には、制御回路 1 1 3 は、第 1 反射波 W 1 の内の最大振幅値（ $V_{p-p}$ ）を求める。制御回路 1 1 3 は、チャンネル毎に感度ピーク値を取得する。

【 0 0 6 7 】

制御回路 1 1 3 は、取得した感度ピーク値を初期データとして超音波プローブ 20 の記憶回路 2 4 に記憶する。また、制御回路 1 1 3 は、超音波プローブ 20 の送受信感度を測定した際の測定年月日及び時刻、並びに超音波プローブ 20 内の温度等を、記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に追加して記憶し（ステップ S 4 5）、処理を終了させる。図 6 は、初期データとして記憶回路 2 4 に記憶される、チャンネル毎の感度ピーク値の例を表す図である。

20

【 0 0 6 8 】

（超音波プローブ 20 の送受信感度の劣化の管理：表示）

図 7 は、図 1 に示される制御回路 1 1 3 が超音波プローブ 20 の感度に関する情報を表示機器 40 に表示させる際のフローチャートの例を表す。

【 0 0 6 9 】

30

まず、制御回路 1 1 3 は、任意のタイミングで管理測定機能 1 1 3 2 を実行する。任意のタイミングとは、例えば、ユーザ又はサービスマンが保守点検を実施する際に入力する指示信号を受信したタイミングを含む。また、任意のタイミングは、予め設定した時間であっても構わない。例えば、深夜等の超音波プローブ 20 の使用時間外が設定される。また、任意のタイミングは、超音波プローブ 20 が装置本体 10 に接続されたタイミングであってもよい。また、任意のタイミングは、ネットワーク 100 経由でサービスマンが入力する遠隔的な測定の指示信号を受信したタイミングであってもよい。

【 0 0 7 0 】

管理測定機能 1 1 3 2 を実行すると制御回路 1 1 3 は、記憶回路 2 4 に記憶される測定条件情報を読み出す（ステップ S 7 1）。制御回路 1 1 3 は、読み出した測定条件情報に含まれる、初期データを測定した測定装置情報と、装置本体 10 の内部記憶回路 1 8 に記憶されている測定装置情報とを照合し、測定条件の補正が必要か否かを判断する（ステップ S 7 2）。この判断には一般的な技術が援用されてよい。例えば、制御回路 1 1 3 は、装置本体 10 の超音波送信回路 1 1 の出力特性に応じて測定条件の補正をするか判断する。なお、測定条件情報の照合は必須ではない。

40

【 0 0 7 1 】

測定条件の補正が不要である場合（ステップ S 7 2 の N o）、制御回路 1 1 3 は、読み出した測定条件に従い、超音波プローブ 20 の送受信感度を測定する（ステップ S 7 3）。具体的には、制御回路 1 1 3 は、測定条件情報に記憶されている、例えば、超音波送信回路 1 1 のパルサ回路の駆動電圧、及び駆動周波数に基づき、超音波送信回路 1 1 に駆動

50

電圧を発生させる。制御回路 113 は、駆動電圧により発生した超音波の、音響レンズ 217 表面と空気との界面 S F での反射波についての反射波信号を受信する。制御回路 113 は、測定条件情報に記憶されている、例えば、波形取得区間、又はプローブノイズデータに基づき、反射波信号から所望の信号を抽出する。

#### 【0072】

ステップ S 73 において送受信感度を測定するチャンネルは任意のチャンネルで構わない。例えば、制御回路 113 は、全チャンネルについての送受信感度を測定してもよい。また、制御回路 113 は、送受信感度を測定するチャンネルを選択してもよい。このとき、選択するチャンネルは、例えば、画質に大きく寄与するチャンネルである。チャンネルを選択して送信感度を測定することで、送受信感度の測定時間が短縮されることになる。

10

#### 【0073】

測定条件の補正が必要である場合（ステップ S 72 の Yes）、制御回路 113 は、読み出した測定条件を、例えば、装置本体 10 の超音波送信回路 11 の出力特性に基づいて補正し（ステップ S 74）、処理をステップ S 73 へ進める。

#### 【0074】

ステップ S 73 において送受信感度を測定すると、制御回路 113 は、計算機能 1133 を実行する。計算機能 1133 を実行すると制御回路 113 は、ステップ S 73 で取得した信号に基づき、初期データにおいて記憶されている特徴値と同様の種類の特徴値を算出する（ステップ S 75）。例えば、初期データにおいて感度ピーク値が特徴値として記憶されている場合、制御回路 113 は、感度ピーク値を算出する。制御回路 113 は、算出した特徴値、及び特徴値を取得した際の測定条件情報を記憶回路 24 に記憶させる。ここで記憶回路 24 に記憶した特徴値、及び測定条件情報は、後の時点における超音波プローブ 20 の送受信感度の評価測定で利用され得る。なお、後の時点における評価測定では、初期データにおける特徴値を基準としてもよいし、出荷後の所定時点において取得された特徴値を基準としてもよい。

20

#### 【0075】

続いて、制御回路 113 は、比較機能 1134 を実行する。比較機能 1134 を実行すると制御回路 113 は、初期データを記憶回路 24 から読み出す。制御回路 113 は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較する（ステップ S 76）。図 8 は、初期データとしての感度ピーク値と、感度測定の際に取得された特徴値との比較例を表す図である。図 8 において、破線が初期データとしてのチャンネル毎の感度ピーク値を表し、実線が所定のタイミングで取得したチャンネル毎の特徴値を表す。

30

#### 【0076】

制御回路 113 は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較することで、特徴値間の差異が表される指標値を算出してもよい。特徴値間の差が表される指標値には、例えば、差分値、及び変化率等が挙げられる。図 9 は、初期データとしての感度ピーク値と、所定のタイミングで取得した特徴値との差分の例を表す図である。

#### 【0077】

制御回路 113 は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、表示制御機能 1135 を実行する。表示制御機能 1135 を実行すると制御回路 113 は、特徴値の比較結果に関する画像を表示機器 40 に表示させるように、表示処理回路 17 を制御する（ステップ S 77）。具体的には、例えば、制御回路 113 は、比較結果を表示機器 40 の所定の位置に表示させた画像データを生成する。制御回路 113 は、生成した画像データを表示処理回路 17 へ出力し、画像データに基づく画像を表示機器 40 に表示させる。表示機器 40 に表示される比較結果は、図 8 に示されるような、経時変化の可視化、すなわち 2 時点の特徴値であってもよいし、特徴値間の差異を表す指標値（差分又は変化率等）であってもよい。図 10 は、図 9 に示される特徴値の差分を表示する際の表示機器 40 の表示例を表す図である。

40

#### 【0078】

なお、表示機器 40 に表示される比較結果は、2 時点の特徴値の比較結果に限定されず

50

、3時点以上の複数の時点の特徴値の比較結果であってもよい。制御回路113は、初期データにおける特徴値、及び出荷後の任意の時点で取得された特徴値を記憶回路24から読み出す。制御回路113は、読み出した特徴値と、算出した特徴値とを比較する。

【0079】

また、制御回路113が表示機器40に表示させる画像は、比較結果に限定されない。制御回路113は、比較結果と共に、記憶回路24に記憶されている測定条件を、表示機器40に表示させてもよい。また、制御回路113は、比較結果と共に、感度測定を実施した過去の時点から現時点までの超音波プローブ20の使用履歴を表示機器40に表示させてもよい。超音波プローブ20の使用履歴とは、例えば、駆動時刻、モード、送信出力、温度の履歴等であり、例えば、記憶回路24に記憶されている。

10

【0080】

また、制御回路113は、比較結果の代わりに、比較結果が存在することを表し、かつ、この比較結果の表示要求を入力するための入力アイコンを表す画像データを生成し、この画像データに基づく画像を表示機器40に表示させてもよい。制御回路113は、入力インタフェース111を介して入力アイコンから表示要求が入力されると、比例結果を表す画像を表示機器40に表示させる。

【0081】

また、比較結果及び測定条件の少なくともいずれか1つを外部へ報知する手法は、表示機器40への表示のみに限られない。制御回路113は、比較結果及び測定条件の少なくともいずれか1つを、通信インタフェース112を介し、外部装置30へ出力しても構わない。このとき、制御回路113は、内部記憶回路18に記憶されている、超音波プローブ20の感度を管理するためのプログラムを実行することで、報知部のさらなる一例である通信制御機能1137を実現する。通信制御機能1137は、特徴値の比較結果等を外部装置30へ出力する機能である。

20

【0082】

例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、通信制御機能1137を実行する。通信制御機能1137を実行すると制御回路113は、特徴値の比較結果等に関するデータを外部装置30へ出力するように、通信インタフェース112を制御する。

【0083】

また、制御回路113が超音波プローブ20の感度に関する情報を表示機器40に表示させる際のフローチャートは、図7に限定されない。例えば、制御回路113は、記憶回路24から読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると（ステップS76）、表示制御機能1135を実行する前に、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断しても構わない。このとき、制御回路113は、内部記憶回路18に記憶されている、超音波プローブ20の感度を管理するためのプログラムを実行することで、判断機能1138を実現する。判断機能1138は、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断する機能であり、判断部の一例である。

30

【0084】

例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、判断機能1138を実行する。判断機能1138を実行すると制御回路113は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断する。

40

【0085】

具体的には、例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値との差異を表す指標値（差分又は変化率等）が所定の要件を満たすか否かを判断することで、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断する。例えば、制御回路113は、指標値が差分である場合、特徴値間の差分が予め設定した値以上であるチャンネルが所定数以上あるか否かを判断する。また、制御回路113は、例えば、指標値が変化率である場合、変化率が予め設定した値以上であるチャンネルが所定数以上

50

あるか否かを判断する。

【0086】

また、例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値に基づいて取得される基準値と、算出した特徴値との差異が所定の要件を満たすか否かを判断することで、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断してもよい。ここで、特徴値に基づいて取得される基準値とは、例えば、特徴値の平均値、中央値、最小値、又は最大値等である。制御回路113は、例えば、基準値と、算出した特徴値との差が予め設定した値以上であるチャンネルが所定数以上あるか否かを判断する。

【0087】

制御回路113は、超音波プローブ20の感度が劣化していると判断すると、表示制御機能1135を実行する。一方、制御回路113は、超音波プローブ20の感度が劣化していないと判断すると、例えば、表示制御機能1135を実行せず、比較結果を表示しない。

10

【0088】

(超音波プローブ20の送受信感度の劣化の管理：補正)

図11は、図1に示される制御回路113が超音波プローブ20の感度を補正する際のフローチャートの例を表す。

【0089】

制御回路113は、図7のステップS76で示されるように、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、補正処理機能1136を実行する。補正処理機能1136を実行すると制御回路113は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ20に設けられる超音波振動子211の感度のばらつきを補正するための処理を実施する。

20

【0090】

具体的には、制御回路113は、記憶回路24から読み出した初期データに含まれる特徴値から基準値を算出する(ステップS111)。ここで、算出される基準値とは、例えば、特徴値の平均値、中央値、最小値、又は最大値等である。なお、特徴値が中心周波数等である場合、基準値は、例えば、平均スペクトラム又は特定の周波数等である。

【0091】

制御回路113は、例えば、測定により得られた特徴値が、算出した基準値と略一致するように、超音波振動子211の感度のばらつきを補正する(ステップS112)。制御回路113は、補正後の情報を、記憶回路24に記憶されている測定条件情報に記憶し(ステップS113)、処理を終了させる。具体的には、例えば、制御回路113は、超音波送信回路11のパルサ回路の駆動電圧を基準値に基づいてチャンネル毎に変更し、パルサ回路の駆動電圧についての変更値を、記憶回路24に記憶されている測定条件情報に記憶する。

30

【0092】

図12は、図8に示される比較例において補正した超音波プローブ20の感度の例を表す図である。図12において、破線が初期データとしてのチャンネル毎の感度ピーク値を表し、実線が所定のタイミングで取得したチャンネル毎の特徴値を表し、太い実線が感度を補正した後のチャンネル毎の感度ピーク値を表す。

40

【0093】

なお、制御回路113が超音波プローブ20の感度を補正する際のフローチャートは、図11に限定されない。例えば、制御回路113は、記憶回路24から読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると(ステップS76)、補正処理機能1136を実行する前に、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否か、すなわち、補正処理を実施する必要があるか否かを判断しても構わない。

【0094】

図13は、図1に示される制御回路113が超音波プローブ20の感度を補正する際のその他のフローチャートの例を表す。

50



## 【0095】

制御回路113は、図7のステップS76で示されるように、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、判断機能1138を実行する。判断機能1138を実行すると制御回路113は、特徴値の比較結果に基づき、超音波振動子211についての補正処理の要否を判断する（ステップS131）。

## 【0096】

具体的には、例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値との差異を表す指標値（差分又は変化率等）が所定の要件を満たすか否かを判断することで、超音波振動子211についての補正処理の要否を判断する。例えば、制御回路113は、指標値が差分である場合、特徴値間の差分が予め設定した値以上である超音波振動子211に対し、補正処理が必要であると判断する。また、制御回路113は、例えば、指標値が変化率である場合、変化率が予め設定した値以上である超音波振動子211に対し、補正処理が必要であると判断する。

10

## 【0097】

また、例えば、制御回路113は、読み出した初期データに含まれる特徴値に基づいて基準値を算出し、算出した基準値と、算出した特徴値との差異が所定の要件を満たすか否かを判断することで、超音波振動子211についての補正処理の要否を判断してもよい。例えば、制御回路113は、基準値と、算出した特徴値との差が予め設定した値以上である超音波振動子211に対し、補正処理が必要であると判断する。

## 【0098】

制御回路113は、補正処理が必要な超音波振動子211があると判断すると、補正処理機能1136を実行する。

20

## 【0099】

具体的には、制御回路113は、記憶回路24から読み出した初期データに含まれる特徴値から基準値を算出する（ステップS132）。なお、ステップS131で基準値が既に算出されていれば、このステップは不要である。制御回路113は、補正処理が必要と判断した超音波振動子211に対し、例えば、測定により得られた特徴値を、算出した基準値と略一致させるための補正処理を実施する（ステップS133）。制御回路113は、補正後の情報を、記憶回路24に記憶されている測定条件情報に記憶し（ステップS134）、処理を終了させる。具体的には、例えば、制御回路113は、補正処理が必要と判断した超音波振動子211へ供給する駆動電圧を基準値に基づいて変更し、駆動電圧についての変更値を、記憶回路24に記憶されている測定条件情報に記憶する。

30

## 【0100】

なお、ステップS132において、基準値は、例えば、計算機能1133により算出した特徴値に基づいて算出されても構わない。例えば、制御回路113は、算出した特徴値の平均値、中央値、最小値、又は最大値等を基準値としてもよい。また、特徴値が中心周波数等である場合、基準値は、例えば、平均スペクトラム又は特定の周波数等である。

## 【0101】

また、基準値は、算出した特徴値の最小値に基づいて算出されてもよい。例えば、制御回路113は、超音波振動子211へ供給される駆動電圧を段階的に複数回増加させ、駆動電圧を増加させる度に特徴値を算出する。このとき、劣化している超音波振動子211について算出される特徴値は、駆動電圧を増加させても初期の特徴値には戻らず、初期の特徴値よりも小さい所定の特徴値までしか戻らない。制御回路113は、例えば、駆動電圧を増加させた超音波振動子211について算出した特徴値のうち、最小の値を基準値とする。

40

## 【0102】

また、超音波振動子211の感度のばらつきを補正するための処理は、基準値に基づく補正に限定されない。制御回路113は、例えば、超音波振動子211の再分極を経て超音波振動子211の感度のばらつきを補正しても構わない。

## 【0103】

50

図 1 4 は、図 1 に示される制御回路 1 1 3 が超音波振動子 2 1 1 の再分極を経て超音波プローブ 2 0 の感度を補正する際のフローチャートの例を表す。

【 0 1 0 4 】

制御回路 1 1 3 は、図 7 のステップ S 7 6 で示されるように、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、判断機能 1 1 3 8 を実行する。判断機能 1 1 3 8 を実行すると制御回路 1 1 3 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波振動子 2 1 1 についての再分極の要否を判断する（ステップ S 1 4 1）。このとき、例えば、指標値に基づいて再分極の要否が判断される場合、指標値についての閾値は、ステップ S 1 3 1 における閾値よりも大きい。また、例えば、初期データに含まれる特徴値から算出される基準値に基づいて再分極の要否が判断される場合、基準値と特徴値との差異についての閾値は、

10

【 0 1 0 5 】

再分極が必要な超音波振動子 2 1 1 があると判断すると、制御回路 1 1 3 は、補正処理機能 1 1 6 を実行する。補正処理機能 1 1 6 を実行すると制御回路 1 1 3 は、再分極が必要と判断した超音波振動子 2 1 1 を再分極する（ステップ S 1 4 2）。具体的には、制御回路 1 1 3 は、再分極が必要と判断した超音波振動子 2 1 1 へ、例えば、予め設定された大きさの直流又は交流電圧を、予め設定された期間負荷する。

【 0 1 0 6 】

続いて、制御回路 1 1 3 は、先に読み出した測定条件情報に基づき、再分極した後の超音波プローブ 2 0 の送受信感度を測定する（ステップ S 7 3）。送受信感度を測定すると、制御回路 1 1 3 は、計算機能 1 1 3 3 により、測定で取得した信号に基づいて特徴値を算出する（ステップ S 7 5）。

20

【 0 1 0 7 】

続いて、制御回路 1 1 3 は、比較機能 1 1 3 4 により、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較する（ステップ S 7 6）。制御回路 1 1 3 は、特徴値同士を比較すると、補正処理機能 1 1 3 6 により、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 に設けられる超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正するための処理（ステップ S 1 1 1 ~ ステップ S 1 1 3）を実施し、処理を終了させる。

【 0 1 0 8 】

なお、制御回路 1 1 3 が超音波振動子 2 1 1 の再分極を経て超音波プローブ 2 0 の感度を補正する際のフローチャートは、図 1 4 に限定されない。例えば、制御回路 1 1 3 は、記憶回路 2 4 から読み出した初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると（ステップ S 7 6）、補正処理機能 1 1 3 6 を実行する前に、超音波振動子 2 1 1 についての補正処理を実施する必要があるか否かを判断しても構わない。

30

【 0 1 0 9 】

なお、図 1 1、図 1 3、及び図 1 4 の説明では、初期データに含まれる特徴値に基づく基準値を利用して超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正する場合を例に示した。しかしながら、基準値を算出する際に用いる特徴値は、初期データに含まれるものに限定されない。例えば、制御回路 1 1 3 は、出荷後の所定時点で取得された特徴値と、算出した特徴値とを比較する。そして、制御回路 1 1 3 は、出荷後の所定時点で取得された特徴値に基づき、基準値を算出してもよい。

40

【 0 1 1 0 】

以上のように第 1 の実施形態では、超音波診断装置 1 の制御回路 1 1 3 は、製造出荷時又は製造出荷後の所定時点である第 1 時点に、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 に、反射波信号に係る情報を記憶する。反射波信号に係る情報には、例えば、超音波プローブ 2 0 の送受信感度に係る特徴値と、この特徴値を取得した際の測定条件とが含まれる。制御回路 1 1 3 は、第 1 時点後の任意のタイミング（第 2 時点）で記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件に基づいて超音波プローブ 2 0 の送受信感度に係る特徴値を取得する。そして、制御回路 1 1 3 は、記憶回路 2 4 に記憶されている初期の特徴値と、新たに取得した特徴値との比較結果をユーザに報知するようにしている。これにより、超音波診断装置 1

50

は、出荷後、所定の期間が経過した後の超音波プローブ 20 の送受信感度の変化を、ユーザへ知らせることが可能となる。また、現行の構成を変更する必要がないため、音響特性に制限が生じない。また、設計変更によるコスト増も生じない。

【0111】

また、第 1 の実施形態では、制御回路 113 は、超音波プローブ 20 の感度が劣化しているか否かを判断し、劣化している場合、初期の特徴値と、新たに取得した特徴値との比較結果をユーザに報知するようにしている。これにより、超音波プローブ 20 の送受信感度が劣化した場合にのみ、比較結果がユーザへ報知されることになるため、ユーザは超音波プローブ 20 の送受信感度が劣化したことを直感的に認識することが可能となる。

【0112】

また、第 1 の実施形態では、制御回路 113 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 20 に設けられる超音波振動子 211 の感度のばらつきを抑制するための補正を行うようにしている。これにより、超音波プローブ 20 の感度が基準とする時点の感度と同等程度に回復すると共に、超音波振動子 211 の感度のばらつきを抑えることが可能となる。

【0113】

また、第 1 の実施形態では、制御回路 113 は、2 時点で取得された特徴値を比較することで、超音波振動子 211 に対する補正処理が必要であるか否かを判断する。そして、必要である場合、制御回路 113 は、超音波振動子 211 の感度のばらつきを補正するようにしている。これにより、第 1 時点から第 2 時点までの間で送受信感度が劣化した超音波プローブ 20 に対し、超音波振動子 211 の感度のばらつきを補正することになるため、制御回路 113 の処理負担を抑えることが可能となる。

【0114】

なお、第 1 の実施形態では、制御回路 113 が、超音波診断装置 1 の製造出荷時又は製造出荷後の所定時点に取得した特徴値を記憶回路 24 に記憶させる場合を説明した。超音波診断装置 1 の製造出荷時又は製造出荷後の所定時点に記憶回路 24 に記憶されるデータは、所定の特徴値に限定されない。制御回路 113 は、特徴値の代わりに反射波信号の波形情報を記憶回路 24 に記憶させても構わない。すなわち、反射波信号に係る情報に、特徴値に代えて波形情報が含まれていても構わない。

【0115】

図 15 は、図 1 に示される制御回路 113 が波形情報を初期データとして記憶させる際のフローチャートの例を表す。

【0116】

超音波診断装置 1 の制御回路 113 は、図 4 に示されるステップ S41 ~ ステップ S43 を実施することで、超音波プローブ 20 のチャンネル毎の反射波信号を取得する。制御回路 113 は、取得した反射波信号についての波形情報を取得し（ステップ S151）、取得した波形情報を初期データとして記憶回路 24 に記憶する。また、制御回路 113 は、波形情報を取得した際の測定年月日及び時刻、並びに超音波プローブ 20 内の温度等を、記憶回路 24 に記憶されている測定条件情報に追加して記憶する（ステップ S152）。なお、制御回路 113 は、反射波信号から所望の信号を抽出し、抽出した信号についての波形情報を取得しても構わない。

【0117】

図 16 は、図 1 に示される制御回路 113 が超音波プローブ 20 の感度に関する情報を表示機器 40 に表示させる際のフローチャートのその他の例を表す。

【0118】

ステップ S72 において、測定条件の補正が不要である場合、制御回路 113 は、初期データとしての波形情報を記憶回路 24 から読み出し、計算機能 1133 を実行する。計算機能 1133 を実行すると制御回路 113 は、読み出した波形情報に基づいて特徴値を算出する（ステップ S161）。

【0119】

特徴値を算出すると、制御回路 1 1 3 は、記憶回路 2 4 から読み出した測定条件に従い、超音波プローブ 2 0 の送受信感度を測定することで、反射波信号を取得する（ステップ S 7 3）。制御回路 1 1 3 は、取得した反射波信号についての波形情報を取得する（ステップ S 1 6 2）。制御回路 1 1 3 は、取得した波形情報、及び超音波プローブ 2 0 の送受信感度を測定した際の測定条件情報を記憶回路 2 4 に記憶させる。ここで記憶回路 2 4 に記憶した波形情報、及び測定条件情報は、後の時点における超音波プローブ 2 0 の送受信感度の測定で利用され得る。

【 0 1 2 0 】

制御回路 1 1 3 は、ステップ S 7 5 で、取得した波形情報に基づいて特徴値を算出すると、ステップ S 7 6、及びステップ S 7 7 の処理を経て特徴値の比較結果を表示機器 4 0 に表示させる。

10

【 0 1 2 1 】

このように、波形情報を記憶回路 2 4 に記憶しておくことで、任意のタイミングで波形情報に基づく特徴値を算出することが可能となる。

【 0 1 2 2 】

なお、記憶回路 2 4 に波形情報が記憶されている場合、表示機器 4 0 に表示される情報は特徴値の比較結果に限られない。表示機器 4 0 には、所定の時点の波形情報と、任意のタイミングで受信された反射波信号の波形情報との比較結果が表示されてもよい。

【 0 1 2 3 】

また、第 1 の実施形態では、記憶回路 2 4 に初期データ及び測定条件情報が記憶される場合を例に説明した。記憶回路 2 4 に記憶される情報はこれらに限定されない。記憶回路 2 4 には、製造出荷基準として定められた種々の値がさらに記憶されてもよい。種々の値には、例えば、感度ピーク値、中心周波数、波連長、及び比帯域等が含まれる。

20

【 0 1 2 4 】

記憶回路 2 4 に製造出荷基準で定められた値が記憶されている場合、制御回路 1 1 3 は、例えば、比較機能 1 1 3 4 において、製造出荷基準で定められた値と、測定により得られた特徴値とを比較してもよい。

【 0 1 2 5 】

また、記憶回路 2 4 に製造出荷基準で定められた値が記憶されている場合、制御回路 1 1 3 は、例えば、表示制御機能 1 1 3 5 において、製造出荷基準で定められた値と、特徴値との比較結果を表示機器 4 0 に表示させてもよい。また、制御回路 1 1 3 は、超音波プローブ 2 0 の感度の劣化傾向を取得し、この劣化傾向が維持された場合、取得される特徴値が、製造出荷基準で定められた値を未達となる時期を表示機器 4 0 に表示させてもよい。

30

【 0 1 2 6 】

また、記憶回路 2 4 に製造出荷基準で定められた値が記憶されている場合、制御回路 1 1 3 は、補正処理機能 1 1 3 6 において、製造出荷基準で定められた値になるように超音波プローブ 2 0 の感度を補正してもよい。なお、制御回路 1 1 3 は、法規上許容される最大出力になるように超音波プローブ 2 0 の感度を補正してもよい。

【 0 1 2 7 】

また、記憶回路 2 4 に製造出荷基準で定められた値が記憶されている場合、制御回路 1 1 3 は、判断機能 1 1 3 8 において、製造出荷基準で定められた値と、特徴値との比較結果に基づいて超音波プローブ 2 0 の感度が劣化しているか否かを判断してもよい。

40

【 0 1 2 8 】

また、第 1 の実施形態では、記憶回路 2 4 が超音波プローブ 2 0 のプローブヘッド 2 1 又はコネクタ 2 3 のいずれかに設けられている場合を例に説明した。しかしながら、これに限定されない。超音波プローブ 2 0 に記憶回路 2 4 は設けられず、外部装置 3 0 に設けられる記憶回路に初期データ、及び測定条件情報等が記憶されてもよい。また、装置本体 1 0 に設けられる内部記憶回路 1 8 に初期データ、及び測定条件情報等が記憶されてもよい。

50

## 【 0 1 2 9 】

## ( 変形例 )

第 1 の実施形態では、超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラムが装置本体 1 0 の制御回路 1 1 3 により実行される場合を例に説明した。しかしながら、これに限定されない。超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラムは、超音波プローブ 2 0 a の制御回路 2 5 により実行されても構わない。図 1 7 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 a の構成例を表すブロック図である。制御回路 2 5 は、内部記憶回路 1 8 に記憶されている、超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラムを実行することで、当該プログラムに対応する機能を実現する。制御回路 2 5 は、例えば、初期測定機能 2 5 1、管理測定機能 2 5 2、計算機能 2 5 3、比較機能 2 5 4、補正処理機能 2 5 5 を有する。また、制御回路 2 5 は、通信制御機能 2 5 6 及び判断機能 2 5 7 を有してもよい。

10

## 【 0 1 3 0 】

初期測定機能 2 5 1 は、超音波プローブ 2 0 についての初期データを取得する機能である。初期測定機能 2 5 1 を実行すると制御回路 2 5 は、例えば、超音波プローブ 2 0 の製造時に記憶回路 2 4 に記憶された測定条件情報を読み出す。制御回路 2 5 は、読み出した測定条件情報に基づき、送受信回路 2 1 6 a を制御する。制御回路 2 5 は、取得された測定条件の設定下における、チャンネル毎の反射波信号を取得する。制御回路 2 5 は、反射波信号を測定した際の測定条件情報と、反射波信号に基づく初期データとを記憶回路 2 4 に記憶する。

20

## 【 0 1 3 1 】

管理測定機能 2 5 2 は、超音波プローブ 2 0 の感度を測定する機能である。管理測定機能 2 5 2 を実行すると制御回路 2 5 は、超音波プローブ 2 0 の記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に基づき、送受信回路 2 1 6 a を制御する。制御回路 2 5 は、測定条件の設定下における、チャンネル毎の反射波信号を取得する。

## 【 0 1 3 2 】

計算機能 2 5 3 は、取得された反射波信号に基づいて特徴値を算出する機能である。計算機能 2 5 3 を実行すると制御回路 2 5 は、取得された反射波信号の反射波系を解析することで、特徴値を算出する。

## 【 0 1 3 3 】

比較機能 2 5 4 は、異なる二つの時点で取得された特徴値同士を比較する機能である。制御回路 2 5 は比較機能 2 5 4 を実行すると、記憶回路 2 4 に記憶されている初期データに含まれる特徴値と、測定により得られた特徴値とを比較する。比較結果は、装置本体 1 0 へ出力され、装置本体 1 0 の制御回路 1 1 3 により、表示機器 4 0 に表示される。

30

## 【 0 1 3 4 】

補正処理機能 2 5 5 は、超音波プローブ 2 0 が有する超音波振動子 2 1 1 間の感度のばらつきを補正する機能である。補正処理機能 2 5 5 を実行すると制御回路 2 5 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 に設けられる超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正する。例えば、制御回路 2 5 は、測定により得られた特徴値が所定の基準値に対する要件を満たすように、送受信回路 2 1 6 a の駆動電圧を変更する。制御回路 2 5 は、送受信回路 2 1 6 a の変更後の駆動電圧を、記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に記憶する。

40

## 【 0 1 3 5 】

なお、超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正するための処理は、送受信回路 2 1 6 a の駆動電圧の変更に限定されない。制御回路 2 5 は、基準値に基づき、送受信回路 2 1 6 a のゲインを変更しても構わない。

## 【 0 1 3 6 】

また、制御回路 2 5 は、送受信回路 2 1 6 a から超音波振動子 2 1 1 へ、所定の大きさの直流又は交流電圧を、予め設定された期間負荷することで、超音波振動子 2 1 1 を再分極させてもよい。

50

## 【 0 1 3 7 】

通信制御機能 2 5 6 は、特徴値の比較結果等を外部装置 3 0 へ出力する機能である。通信制御機能 2 5 6 を実行すると制御回路 2 5 は、特徴値の比較結果等に関するデータを、例えば無線で、外部装置 3 0 へ出力する。

## 【 0 1 3 8 】

判断機能 2 5 7 は、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化しているか否かを判断する機能である。判断機能 2 5 7 を実行すると制御回路 2 5 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化しているか否かを判断する。

## 【 0 1 3 9 】

( 第 2 の実施形態 )

第 1 の実施形態では、超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラムが超音波診断装置 1 の制御回路 1 1 3 , 2 5 により実行される場合を例に説明した。第 2 の実施形態では、このプログラムが、例えば、サービスマンが保持する管理装置 6 0 の制御回路 6 5 により実行される場合を説明する。

## 【 0 1 4 0 】

図 1 8 は、第 2 の実施形態に係るプローブ感度管理システムの構成例を表すブロック図である。図 1 8 に示されるプローブ感度管理システムは、超音波診断装置 1 b、及び管理装置 6 0 を備える。

## 【 0 1 4 1 】

管理装置 6 0 は、サービスマンが保守点検を実施する際に超音波診断装置 1 b と無線、又は有線により接続し、超音波診断装置 1 に備えられる超音波プローブ 2 0 の感度を管理する。管理装置 6 0 は、記憶回路 6 1、ディスプレイ 6 2、入力インタフェース 6 3、通信インタフェース 6 4、及び制御回路 6 5 を備える。

## 【 0 1 4 2 】

記憶回路 6 1 は、例えば、磁氣的若しくは光学的記憶媒体、又は半導体メモリ等のプロセッサにより読み取り可能な記憶媒体等を有する。記憶回路 6 1 は、超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラム等を記憶している。

## 【 0 1 4 3 】

入力インタフェース 6 3 は、ユーザからの各種指示を受け付ける、マウス、キーボード、パネルスイッチ、及び操作パネル等である。入力インタフェース 6 3 は、例えばバスを介して制御回路 6 5 に接続され、操作者から入力される操作指示を電気信号へ変換し、電気信号を制御回路 6 5 へ出力する。

## 【 0 1 4 4 】

通信インタフェース 6 4 は、無線、又は有線により装置本体 1 0 b と接続され、装置本体 1 0 b との間でデータ通信を行う。

## 【 0 1 4 5 】

制御回路 6 5 は、例えば、管理装置 6 0 の中枢として機能するプロセッサである。制御回路 6 5 は、記憶回路 6 1 に記憶されている、超音波プローブ 2 0 の感度を管理するためのプログラムを実行することで、当該プログラムに対応する機能を実現する。制御回路 6 5 は、例えば、測定制御機能 6 5 1、計算機能 6 5 2、比較機能 6 5 3、表示制御機能 6 5 4、及び補正制御機能 6 5 5 を有する。

## 【 0 1 4 6 】

測定制御機能 6 5 1 は、超音波診断装置 1 b に超音波プローブ 2 0 の感度を測定させる機能である。具体的には、例えば、制御回路 6 5 は、超音波プローブ 2 0 の感度管理の開始指示が入力されると、測定制御機能 6 5 1 を実行する。測定制御機能 6 5 1 を実行すると制御回路 6 5 は、装置本体 1 0 b に対し、超音波プローブ 2 0 の感度を測定させる。

## 【 0 1 4 7 】

計算機能 6 5 2 は、超音波診断装置 1 b で取得された反射波信号に基づいて特徴値を算出する機能である。具体的には、例えば、制御回路 6 5 は、超音波診断装置 1 b から、チャンネル毎の反射波信号が出力されると計算機能 6 5 2 を実行する。制御回路 6 5 は計算

10

20

30

40

50

機能 6 5 2 を実行すると、反射波信号の反射波系を解析することで、特徴値を算出する。

【 0 1 4 8 】

比較機能 6 5 3 は、異なる二つの時点で取得された特徴値同士を比較する機能である。具体的には、例えば、制御回路 6 5 は、比較機能 6 5 3 を実行すると、超音波診断装置 1 b から読み出した特徴値と、測定により得られた特徴値とを比較する。

【 0 1 4 9 】

表示制御機能 6 5 4 は、特徴値の比較結果を、報知部の一例であるディスプレイ 6 2 に表示させる機能である。具体的には、例えば、制御回路 6 5 は、表示制御機能 6 5 4 を実行すると、特徴値の比較結果をディスプレイ 6 2 に表示させる。

【 0 1 5 0 】

補正制御機能 6 5 5 は、超音波プローブ 2 0 が有する超音波振動子 2 1 1 間の感度のばらつきの補正を制御する機能である。具体的には、例えば、補正制御機能 6 5 5 を実行すると制御回路 6 5 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 に設けられる超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正するように超音波診断装置 1 b へ指示を出す。超音波診断装置 1 b の制御回路 1 1 3 は、管理装置 6 0 から出力された指示に基づき、超音波プローブ 2 0 に設けられる超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正する。

【 0 1 5 1 】

図 1 9 は、図 1 8 に示される制御回路 6 5 が超音波プローブ 2 0 の感度に関する情報をディスプレイ 6 2 に表示させる際のフローチャートの例を表す。

【 0 1 5 2 】

まず、超音波診断装置 1 b のサービスマンは、超音波診断装置 1 b の保守点検の際、管理装置 6 0 の入力インタフェース 6 3 を介し、超音波プローブ 2 0 の感度を管理する処理の開始指示を入力する。管理装置 6 0 の制御回路 6 5 は、開始指示が入力されると、測定制御機能 6 5 1 を実行する。測定制御機能 6 5 1 を実行すると制御回路 6 5 は、超音波プローブ 2 0 の感度を測定する指示を装置本体 1 0 b へ出力する（ステップ S 1 9 1 ）。

【 0 1 5 3 】

装置本体 1 0 b の制御回路 1 1 3 は、管理装置 6 0 から測定指示を受けると、管理測定機能 1 1 3 2 を実行する。管理測定機能 1 1 3 2 を実行すると制御回路 1 1 3 は、記憶回路 2 4 に記憶される測定条件情報に従い、超音波プローブ 2 0 の任意のチャンネルの送受信感度を測定する。装置本体 1 0 b は、測定により得られた反射波信号の波形情報、及び記憶回路 2 4 に記憶される初期データを管理装置 6 0 へ出力する。

【 0 1 5 4 】

管理装置 6 0 の制御回路 6 5 は、装置本体 1 0 b から出力される波形情報及び初期データを受信する（ステップ S 1 9 2 ）。波形情報及び初期データを受信すると制御回路 6 5 は、計算機能 6 5 2 を実行する。計算機能 6 5 2 を実行すると制御回路 6 5 は、波形情報に基づき、初期データとして記憶されている特徴値と同様の種類の特徴値を算出する（ステップ S 1 9 3 ）。制御回路 6 5 は、算出した特徴値を超音波診断装置 1 b へ出力し、超音波診断装置 1 b の記憶回路 2 4 に、この特徴値と、この特徴値を取得した際の測定条件情報を記憶させる。ここで記憶回路 2 4 に記憶させた特徴値、及び測定条件情報は、後の時点における超音波プローブ 2 0 の送受信感度の測定で利用され得る。なお、後の時点における評価測定では、初期データにおける特徴値を基準としてもよいし、出荷後の所定時点において取得された特徴値を基準としてもよい。

【 0 1 5 5 】

続いて、制御回路 6 5 は、比較機能 6 5 3 を実行する。比較機能 6 5 3 を実行すると制御回路 6 5 は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較する（ステップ S 1 9 4 ）。制御回路 6 5 は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、表示制御機能 6 5 4 を実行する。表示制御機能 6 5 4 を実行すると制御回路 6 5 は、特徴値の比較結果に関する画像をディスプレイ 6 2 に表示させる（ステップ S 1 9 5 ）。

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

50

なお、ディスプレイ 6 2 に表示される比較結果は、2 時点の特徴値の比較結果に限定されず、3 時点以上の複数の時点の特徴値の比較結果であってもよい。制御回路 6 5 は、初期データに含まれる特徴値、及び出荷後の任意の時点で取得された特徴値を記憶回路 2 4 から読み出す。制御回路 6 5 は、読み出した特徴値と、算出した特徴値とを比較する。

【0157】

また、制御回路 6 5 がディスプレイ 6 2 に表示させる画像は、比較結果に限定されない。制御回路 6 5 は、超音波診断装置 1 b から測定条件情報を読み出し、読み出した測定条件を比較結果と共にディスプレイ 6 2 に表示させてもよい。また、制御回路 6 5 は、比較結果と共に、感度測定を実施した過去の時点から現時点までの超音波プローブ 2 0 の使用履歴をディスプレイ 6 2 に表示させてもよい。

10

【0158】

また、制御回路 6 5 は、比較結果をディスプレイ 6 2 へ表示するのみでなく、比較結果情報として通信インタフェース 6 4 を介して装置本体 1 0 b へ出力してもよい。装置本体 1 0 b の制御回路 1 1 3 は、管理装置 6 0 から出力された比較結果情報を内部記憶回路 1 8 に記憶する。

【0159】

また、制御回路 6 5 が超音波プローブ 2 0 の感度に関する情報をディスプレイ 6 2 に表示させる際のフローチャートは、図 1 9 に限定されない。例えば、制御回路 6 5 は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると（ステップ S 1 9 4）、表示制御機能 6 5 4 を実行する前に、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化しているか否かを判断しても構わない。制御回路 6 5 は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、判断機能 6 5 6 を実行する。判断機能 6 5 6 を実行すると制御回路 6 5 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化しているか否かを判断する。制御回路 6 5 は、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化していると判断すると、表示制御機能 6 5 4 を実行し、比較結果をディスプレイ 6 2 に表示する。一方、制御回路 6 5 は、超音波プローブ 2 0 の感度が劣化していないと判断すると、劣化していない旨をディスプレイ 6 2 に表示する。

20

【0160】

図 2 0 は、図 1 8 に示される制御回路 6 5 が超音波プローブ 2 0 の感度補正を超音波診断装置 1 b へ指示する際のフローチャートの例を表す。

30

【0161】

制御回路 6 5 は、図 1 9 のステップ S 1 9 4 で示されるように、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、補正制御機能 6 5 5 を実行する。補正制御機能 6 5 5 を実行すると制御回路 6 5 は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ 2 0 に設けられる超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正するように超音波診断装置 1 b へ指示を出す。

【0162】

具体的には、制御回路 6 5 は、超音波診断装置 1 b から読み出した初期データに含まれる特徴値から基準値を算出する（ステップ S 2 0 1）。制御回路 6 5 は、例えば、測定により得られた特徴値、及び算出した基準値と共に、超音波プローブ 2 0 の感度を補正する旨の指示を超音波診断装置 1 b へ出力する（ステップ S 2 0 2）。

40

【0163】

装置本体 1 0 b の制御回路 1 1 3 は、管理装置 6 0 から補正の指示を受信すると、補正処理機能 1 1 3 6 を実行する。補正処理機能 1 1 3 6 を実行すると制御回路 1 1 3 は、測定により得られた特徴値が、算出した基準値と略一致するように、超音波振動子 2 1 1 の感度のばらつきを補正する。制御回路 1 1 3 は、補正後の情報を、記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に記憶する。具体的には、制御回路 1 1 3 は、例えば、超音波送信回路 1 1 のパルサ回路の駆動電圧を基準値に基づいてチャンネル毎に変更し、パルサ回路の駆動電圧についての変更値を、記憶回路 2 4 に記憶されている測定条件情報に記憶する。

50



## 【0164】

なお、制御回路65が超音波プローブ20の感度補正を超音波診断装置1bへ指示する際のフローチャートは、図20に限定されない。例えば、制御回路65は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると(ステップS194)、補正制御機能655を実行する前に、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否か、すなわち、補正処理を実施する必要があるか否かを判断しても構わない。例えば、制御回路65は、初期データに含まれる特徴値と、算出した特徴値とを比較すると、判断機能656を実行する。判断機能656を実行すると制御回路65は、特徴値の比較結果に基づき、超音波振動子211についての補正処理の要否を判断する。制御回路65は、補正処理を必要とする超音波振動子211に対し、補正制御機能655を実行する。

10

## 【0165】

また、超音波振動子211の感度のばらつきを補正するための処理は、基準値に基づく補正に限定されない。制御回路113は、例えば、超音波振動子211の再分極を経て超音波振動子211の感度のばらつきを補正しても構わない。

## 【0166】

以上のように第2の実施形態では、超音波診断装置1bの制御回路113は、製造出荷時又は製造出荷後の所定時点である第1時点に、超音波プローブ20の記憶回路24に、反射波信号に係る情報を記憶する。反射波信号に係る情報には、例えば、超音波プローブ20の送受信感度に係る特徴値と、この特徴値を取得した際の測定条件とが含まれる。管理装置60は、第1時点後の保守点検等のタイミング(第2時点)で超音波診断装置1bと接続する。管理装置60の制御回路65は、超音波診断装置1bと接続すると、記憶回路24に記憶されている測定条件に基づいて超音波プローブ20の送受信感度に係る特徴値を取得する。そして、制御回路65は、記憶回路24に記憶されている初期の特徴値と、新たに取得した特徴値との比較結果をディスプレイ62に表示するようにしている。これにより、管理装置60は、出荷後、所定の期間が経過した後の超音波プローブ20の送受信感度の変化を、即座に操作者へ知らせることが可能となる。このため、操作者は、超音波プローブ20の劣化に迅速に対応可能となり、サービス性が向上することになる。

20

## 【0167】

また、第2の実施形態では、制御回路65は、超音波プローブ20の感度が劣化しているか否かを判断し、劣化している場合には比較結果をディスプレイ62に表示し、劣化していない場合にはその旨をディスプレイ62に表示するようにしている。これにより、操作者は、超音波プローブ20の送受信感度が劣化したか否かを容易に判断することが可能となる。

30

## 【0168】

また、第2の実施形態では、制御回路65は、特徴値の比較結果に基づき、超音波プローブ20に設けられる超音波振動子211の感度のばらつきを、超音波診断装置1bに補正させるようにしている。これにより、超音波プローブ20の感度が基準とする時点の感度と同等程度に回復すると共に、超音波振動子211の感度のばらつきを抑えることが可能となる。

## 【0169】

また、第2の実施形態では、制御回路65は、2時点で取得された特徴値を比較することで、超音波振動子211に対する補正処理が必要であるか否かを判断する。そして、必要である場合、制御回路65は、超音波振動子211の感度のばらつきを、超音波診断装置1bに補正させるようにしている。これにより、第1時点から第2時点までの間で送受信感度が劣化した超音波プローブ20に対し、超音波振動子211の感度のばらつきを補正することになるため、超音波診断装置1bの処理負担を抑えることが可能となる。

40

## 【0170】

なお、第2の実施形態においても、制御回路113は、製造出荷時又は製造出荷後の所定時点に受信した反射波信号の波形情報を記憶回路24に記憶させても構わない。また、超音波プローブ20の記憶回路24は、装置本体10bに設けられる内部記憶回路18で

50

代用されても構わないし、外部装置 30 に設けられる記憶回路で代用されても構わない。

#### 【0171】

したがって、上記実施形態に係る超音波診断装置 1、1a 及びプローブ感度管理システムによれば、超音波プローブの経時的な劣化を補正できる。また、超音波診断装置 1、1a 及びプローブ感度管理システムによれば、超音波プローブの経時的な劣化を評価できる。

#### 【0172】

実施形態の説明において用いた「プロセッサ」という文言は、例えば、CPU (central processing unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、或いは、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス (例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array: FPGA)) 等の回路を意味する。プロセッサは記憶回路に保存されたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、記憶回路にプログラムを保存する代わりに、プロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むよう構成しても構わない。この場合、プロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、上記各実施形態の各プロセッサは、プロセッサ毎に単一の回路として構成される場合に限らず、複数の独立した回路を組み合わせることで 1 つのプロセッサとして構成し、その機能を実現するようにしてもよい。さらに、上記各実施形態における複数の構成要素を 1 つのプロセッサへ統合してその機能を実現するようにしてもよい。

#### 【0173】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

#### 【符号の説明】

#### 【0174】

1、1a、1b ... 超音波診断装置  
 10、10b ... 装置本体  
 11 ... 超音波送信回路  
 12 ... 超音波受信回路  
 13 ... Bモード処理回路  
 14 ... ドブラ処理回路  
 16 ... 画像処理回路  
 17 ... 表示処理回路  
 18 ... 内部記憶回路  
 19 ... 画像メモリ  
 20、20a ... 超音波プローブ  
 21 ... プローブヘッド  
 22 ... ケーブル  
 23 ... コネクタ  
 24 ... 記憶回路  
 25 ... 制御回路  
 251 ... 初期測定機能  
 252 ... 管理測定機能  
 253 ... 計算機能  
 254 ... 比較機能

10

20

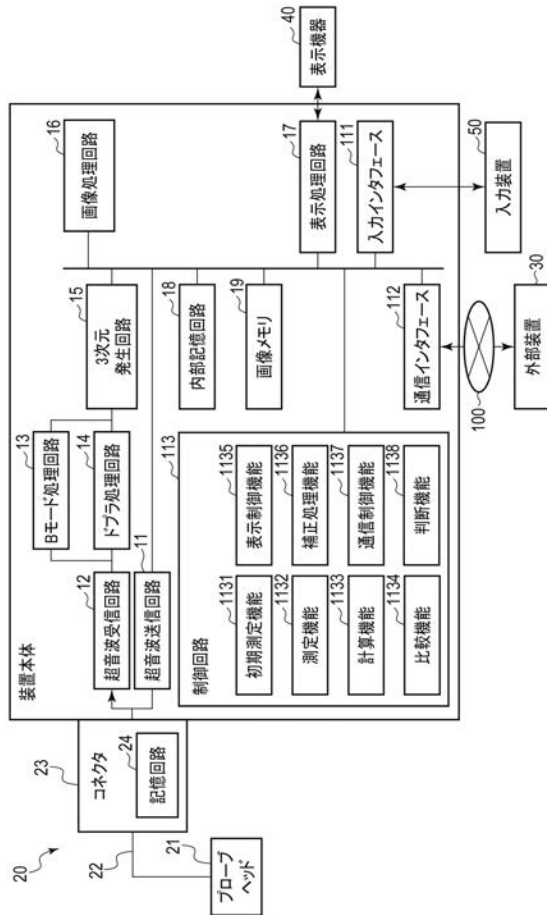
30

40

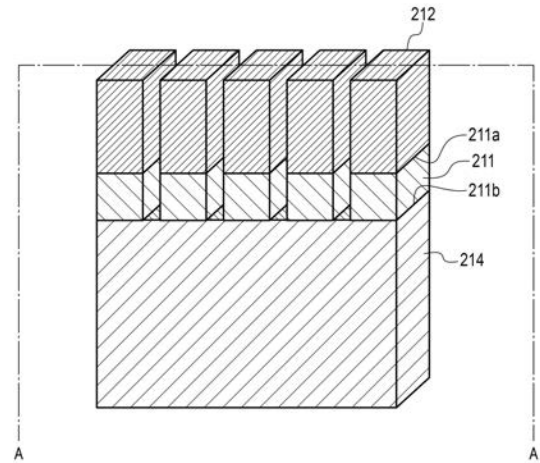
50

2 5 5 ... 補正処理機能	
2 5 6 ... 通信制御機能	
2 5 7 ... 判断機能	
3 0 ... 外部装置	
4 0 ... 表示機器	
5 0 ... 入力装置	
6 0 ... 管理装置	
6 1 ... 記憶回路	
6 2 ... ディスプレイ	
6 3 ... 入力インタフェース	10
6 4 ... 通信インタフェース	
6 5 ... 制御回路	
6 5 1 ... 測定制御機能	
6 5 2 ... 計算機能	
6 5 3 ... 比較機能	
6 5 4 ... 表示制御機能	
6 5 5 ... 補正制御機能	
6 5 6 ... 判断機能	
1 0 0 ... ネットワーク	
1 1 1 ... 入力インタフェース	20
1 1 2 ... 通信インタフェース	
1 1 3 ... 制御回路	
1 1 3 1 ... 初期測定機能	
1 1 3 2 ... 管理測定機能	
1 1 3 3 ... 計算機能	
1 1 3 4 ... 比較機能	
1 1 3 5 ... 表示制御機能	
1 1 3 6 ... 補正処理機能	
1 1 3 7 ... 通信制御機能	
1 1 3 8 ... 判断機能	30
1 1 6 ... 補正処理機能	
2 1 1 ... 超音波振動子	
2 1 1 a ... 第一の電極	
2 1 1 b ... 第二の電極	
2 1 2 ... 音響整合層	
2 1 4 ... 背面負荷材	
2 1 4 a ... 導電膜	
2 1 5 ... フレキシブル配線板	
2 1 5 a ... 配線パターン	
2 1 6 ... 基板	40
2 1 6 a ... 送受信回路	
2 1 7 ... 音響レンズ	

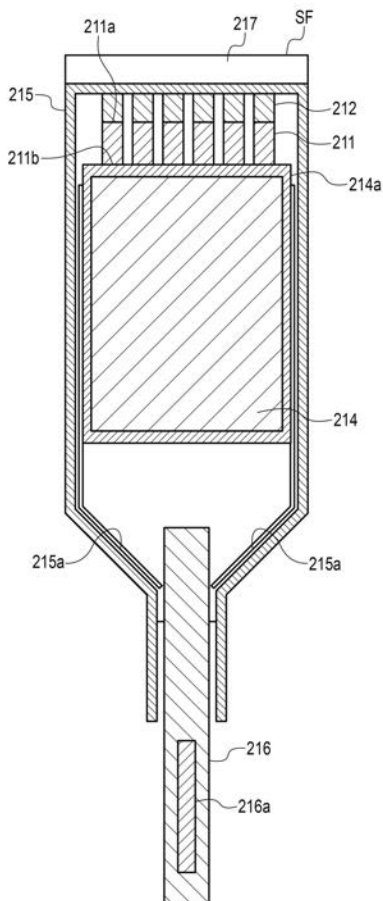
【図 1】



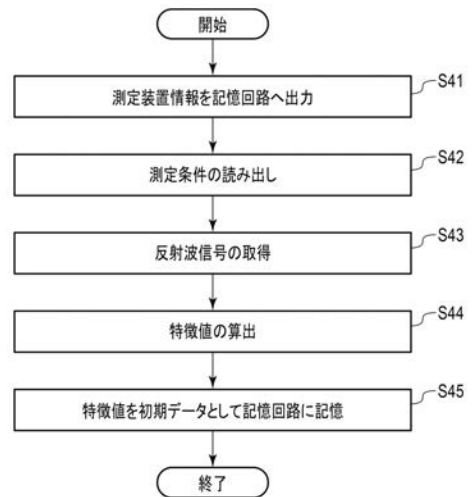
【図 2】



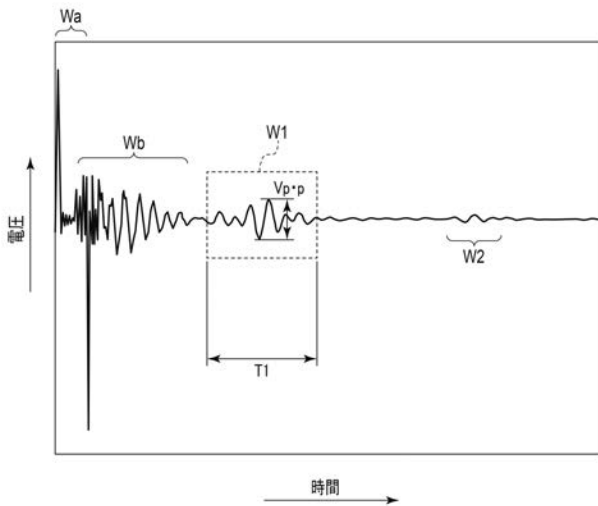
【図 3】



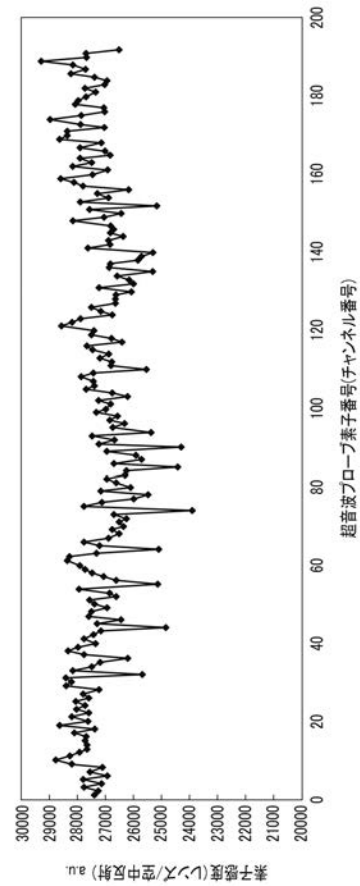
【図 4】



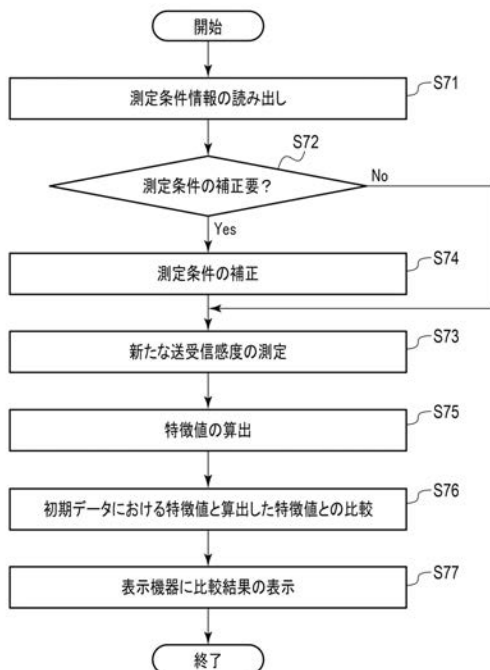
【図 5】



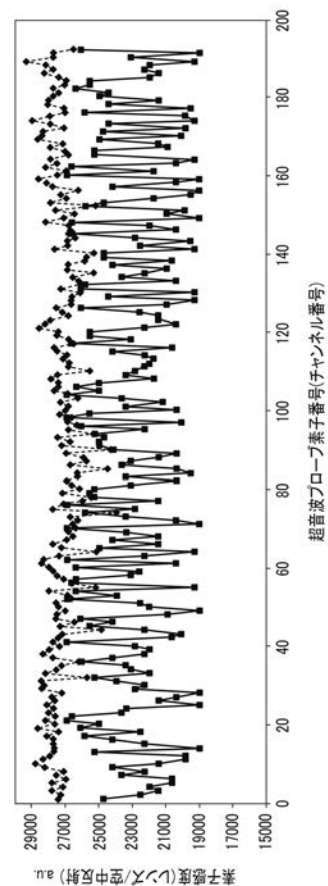
【図 6】



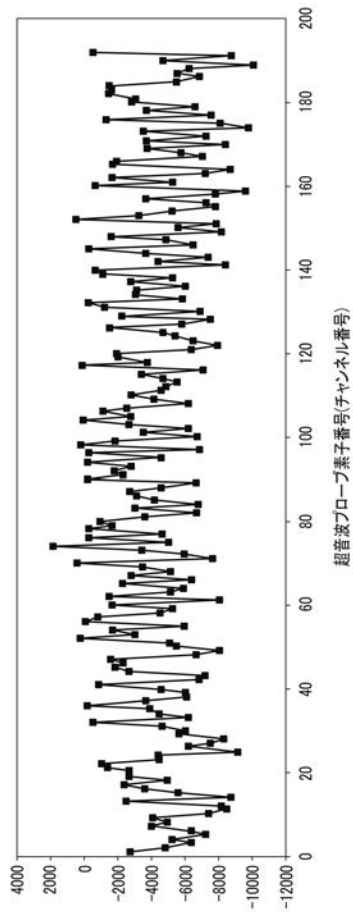
【図 7】



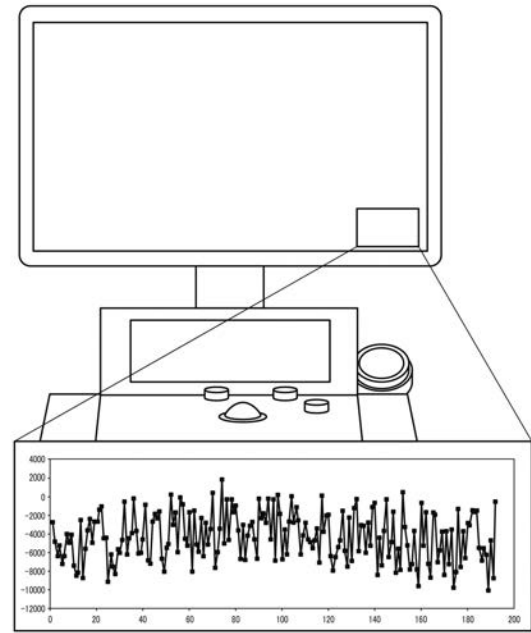
【図 8】



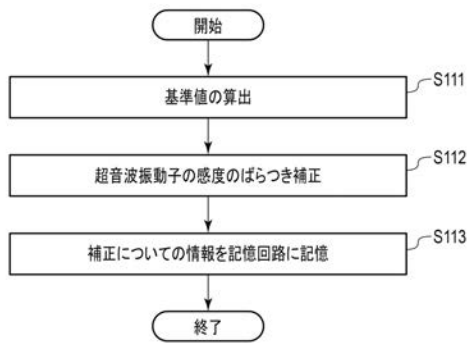
【図 9】



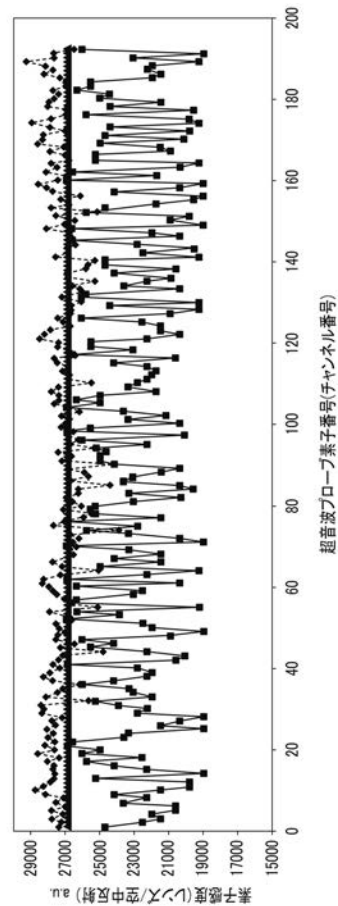
【図 10】



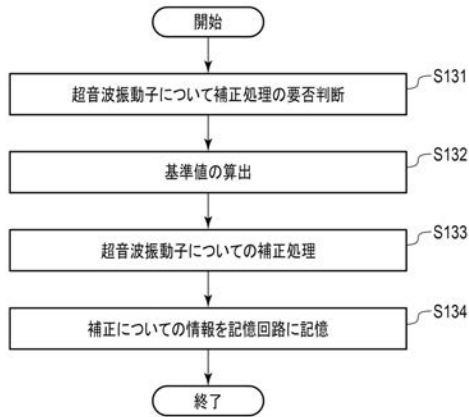
【図 11】



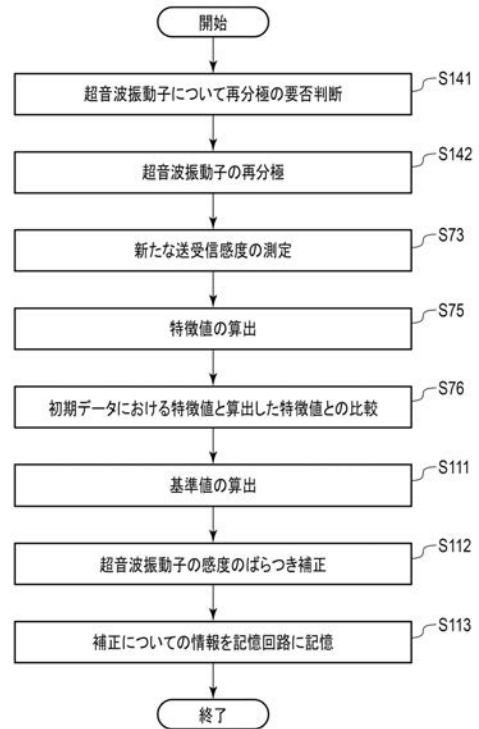
【図 12】



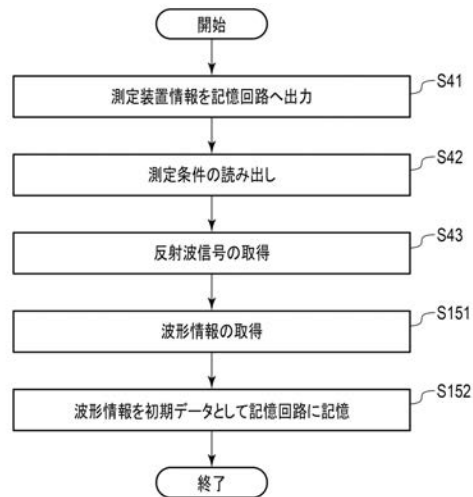
【図 13】



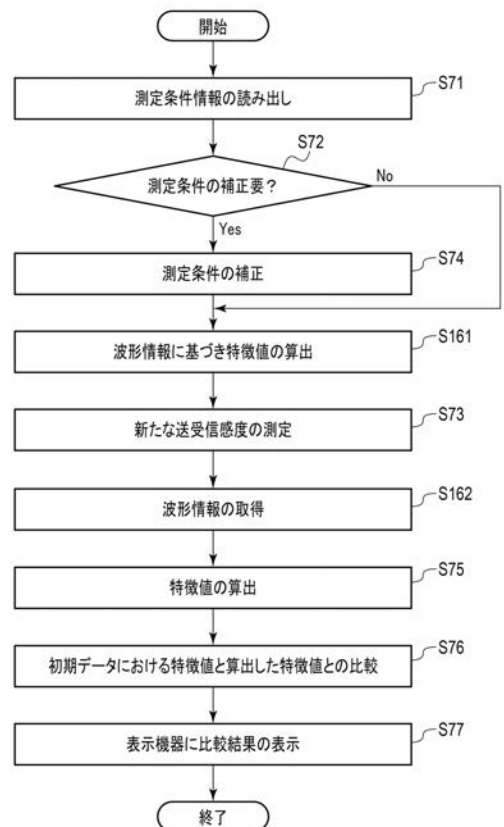
【図 14】



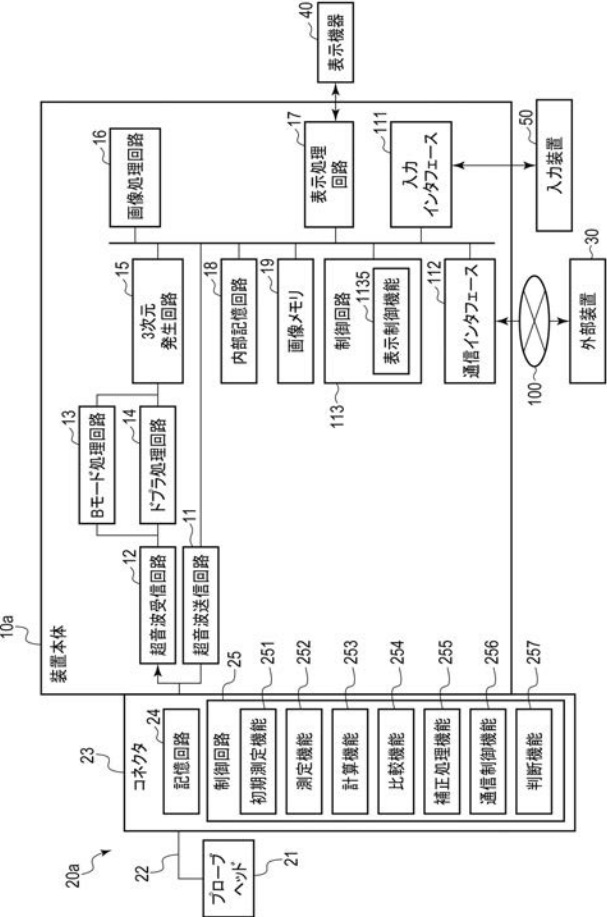
【図 15】



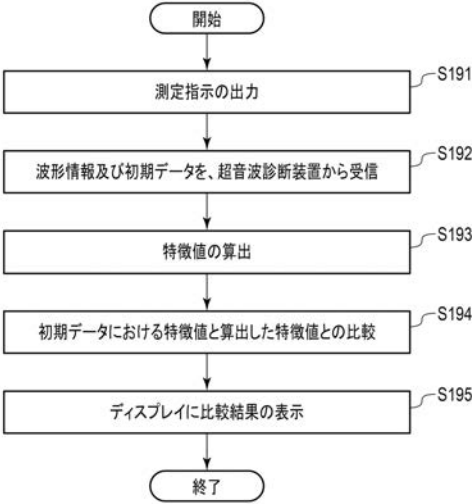
【図 16】



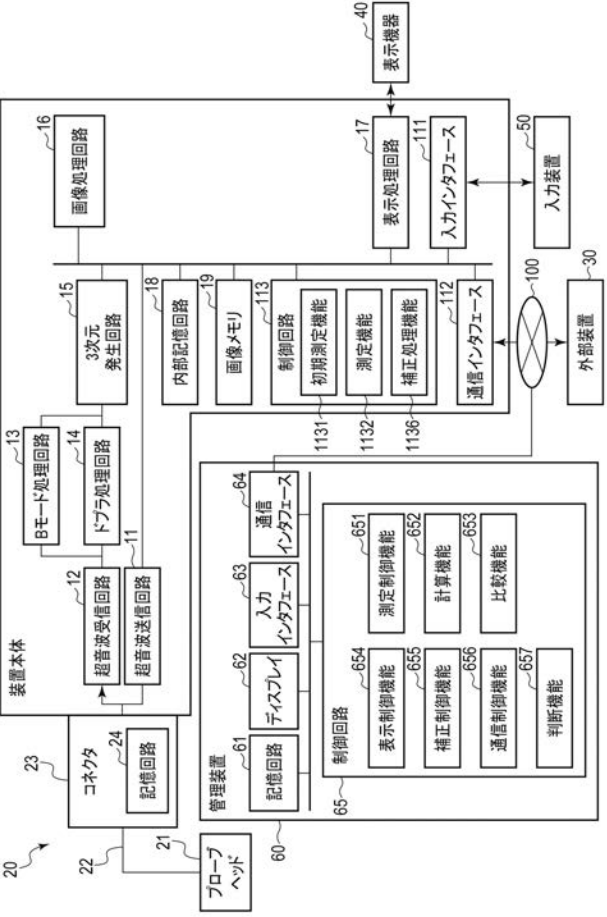
【図 17】



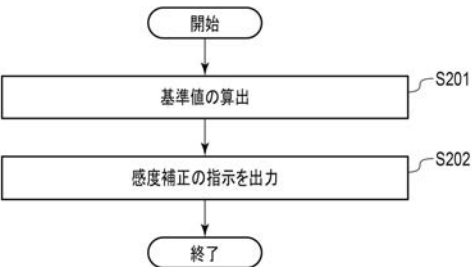
【図 19】



【図 18】



【図 20】





---

フロントページの続き

(72)発明者 岡田 健吾

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノンメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 藤田 文理

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノンメディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 4C601 EE10 EE21 GA17 GB04 GB40 JB34 JB35 JB45 JB51 LL01

要解决的问题：评估超声波探头随时间的老化。超声诊断设备具有超声探头，初始测量单元，存储单元，管理测量单元和校正处理单元。超声波探头具有多个压电振动器。初始测量单元在第一时间点测量由超声探头产生的第一反射波信号。存储单元存储与第一反射波信号有关的信息。管理测量单元在第一时间点之后的第二时间点测量由超声探头产生的第二反射波信号。校正处理单元基于由多个压电振动器首先生成的个体，基于与存储在存储单元中的第一反射波信号有关的信息以及与第二反射波信号有关的信息。2进行校正以抑制反射波信号之间的变化。[选型图]图1

