

(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2019-37642

(P2019-37642A)

(43) 公開日 平成31年3月14日(2019.3.14)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)F1
A61B 8/14テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-163347 (P2017-163347)
(22) 出願日 平成29年8月28日(2017.8.28)(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
(74) 代理人 110001380
特許業務法人東京国際特許事務所
(72) 発明者 藤田 文理
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
メディカルシステムズ株式会社内
(72) 発明者 岡田 健吾
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
メディカルシステムズ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 EE21 GB32 JB35 KK31 LL17

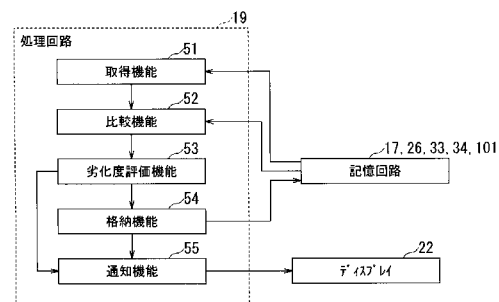
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波プローブの保守装置、超音波プローブ、および超音波プローブの保守プログラム

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブの音響レンズの劣化度合いを容易に自動的に評価することができる超音波診断装置、超音波プローブの保守装置、超音波プローブ、および超音波プローブの保守プログラムを提供する。

【解決手段】実施形態に係る超音波診断装置は、超音波プローブの超音波振動子で測定された、前記超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得する取得部と、前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価する評価部と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波プローブの超音波振動子で測定された、前記超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得する取得部と、

前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価する評価部と、
を備えた超音波診断装置。

【請求項 2】

前記評価部は、

あらかじめ測定された前記反射波伝搬時間の初期値と、前記初期値の測定時よりも後の所定の測定時に測定されて前記取得部により取得された前記反射波伝搬時間と、にもとづいて前記劣化度を評価する、

請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記評価部は、

前記反射波伝搬時間の前記初期値と、前記所定の測定時に測定された前記反射波伝搬時間と、使用許容閾値と、にもとづいて前記劣化度を評価する、

請求項 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記使用許容閾値は、

前記超音波プローブの機種に応じて定められた値である、

請求項 3 記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記反射波伝搬時間は、

前記音響レンズとは異なる物性を有する外部媒質が前記音響レンズの表面で前記音響レンズと接する境界で反射された前記超音波の伝搬時間である、

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記反射波伝搬時間は、

前記超音波の送信後かつ初期ノイズ期間経過後の所定期間を注目期間とし、前記超音波の送信時から受信信号強度が前記注目期間における最大強度の所定割合の強度に前記注目期間において最初に達する時まで、前記超音波の送信時から前記注目期間で最初に前記受信信号強度がゼロになるゼロクロス時まで、または、前記超音波の送信時から前記注目期間における前記最大強度となる時まで、のいずれかの時間である、

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記反射波伝搬時間は、

前記超音波プローブの前記超音波振動子を所定の条件で駆動して前記超音波を送信させ、前記超音波振動子に前記音響レンズの表面で反射された前記超音波を受信させることにより測定された前記超音波の伝搬時間である、

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記所定の条件は、

駆動する前記超音波振動子、前記超音波振動子の駆動電圧、駆動周波数、波数、波形、ゲイン、および駆動時間の少なくとも 1 つを含む、

請求項 7 記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記取得部は、

前記超音波プローブの前記超音波振動子を前記所定の条件で駆動して前記超音波を送信させ、前記超音波振動子に前記音響レンズの表面で反射された前記超音波を受信させて、前記超音波の送信から受信までの伝搬時間を前記反射波伝搬時間として測定することによ

10

20

30

40

50

り前記反射波伝搬時間を取得する、または、あらかじめ前記所定の条件を用いて測定されて記憶部に記憶された前記反射波伝搬時間を記憶部から取得する、

請求項 7 または 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記取得部は、

前記反射波伝搬時間の測定時における前記超音波プローブに設けられた温度センサの出力を取得し、

前記評価部は、

前記温度センサの出力にもとづいて、前記反射波伝搬時間の測定時における前記超音波プローブの内部の前記超音波の伝搬媒質の温度を推定し、推定した前記伝搬媒質の温度を用いて前記反射波伝搬時間を補正して前記劣化度を評価する、

10

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記評価部により評価された前記音響レンズの前記劣化度を、自機に備えられた記憶部、ネットワークを介して自機と接続された外部の記憶部、および前記超音波プローブに備えられた記憶部、の少なくとも 1 つの記憶部に格納させる格納部、

をさらに備えた請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記評価部により評価された前記音響レンズの前記劣化度を示す情報を、表示部に表示させることにより自機のユーザに通知し、またはネットワークを介して自機と接続された外部の情報処理装置に与えることにより前記情報処理装置を介して前記情報処理装置のユーザに通知する通知部、

20

をさらに備えた請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記反射波伝搬時間を複数の測定時で測定することにより得られる前記反射波伝搬時間の経時変化にもとづいて、前記音響レンズに異常が発生しているか否かを診断する原因診断部、

をさらに備えた請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 14】

前記反射波伝搬時間を複数の測定時で測定することにより得られる前記反射波伝搬時間の経時変化にもとづいて、前記音響レンズの使用許容期限を予測する予測部、

30

をさらに備えた請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 15】

複数の前記超音波振動子のそれぞれで測定された前記反射波伝搬時間にもとづいて、前記音響レンズを介して外部に送信される前記超音波プローブの超音波のフォーカス位置を推定し、推定したフォーカス位置から正常なフォーカス位置に補正するための複数の前記超音波振動子のそれぞれの位相遅延の補正值を求める形状補正部、

をさらに備えた請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 16】

超音波プローブの超音波振動子で測定された、前記超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得する取得部と、

40

前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価する評価部と、

を備えた超音波プローブの保守装置。

【請求項 17】

音響レンズと超音波振動子とを含むプローブ本体と、

前記超音波振動子で測定された、前記音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得する取得部と、

前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価する評価部と、

を備えた超音波プローブ。

【請求項 18】

50

コンピュータに、

超音波プローブの超音波振動子で測定された、前記超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得するステップと、

前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価するステップと、
を実行させるための超音波プローブの保守プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波診断装置、超音波プローブの保守装置、超音波プローブ、および超音波プローブの保守プログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、被検体の表面に超音波プローブの音響レンズを接触させ、超音波プローブによる超音波の送受信によってエコー信号を取得し、エコー信号にもとづいて被検体内部の情報を画像化する。この種の超音波診断装置に用いられる超音波プローブの音響レンズは、使用によって摩耗や剥離などの劣化を生じる。音響レンズの劣化が進行すると、被検体を感電させてしまう、あるいは超音波画像の画質が低下してしまう等の不具合がおきてしまう。そこで、ユーザは、たとえば音響レンズの劣化を目視により確認し、必要に応じて音響レンズを交換または修理することによって上記不具合を未然に防ぐようにするとよい。

20

【0003】

しかし、目視による確認では、ユーザは音響レンズの劣化を見過ごしてしまう場合がある。また、音響レンズそのものに加工を施して劣化度合いを評価しやすくすることも考えられるが、この場合、当該加工によってコストが増大してしまうという問題があるほか、音響レンズの音響性能に制限が生じてしまう場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-248860号公報

【発明の概要】

30

【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、超音波プローブの音響レンズの劣化度合いを容易に自動的に評価することができる超音波診断装置、超音波プローブの保守装置、超音波プローブ、および超音波プローブの保守プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態に係る超音波診断装置は、上述した課題を解決するために、超音波プローブの超音波振動子で測定された、前記超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の反射波伝搬時間を取得する取得部と、前記反射波伝搬時間にもとづいて前記音響レンズの劣化度を評価する評価部と、を備えたものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1実施形態に係る超音波診断装置の一構成例を示すブロック図。

【図2】超音波プローブの音響レンズを含むプローブ本体の一例を示す構成図。

【図3】第1実施形態に係る超音波診断装置の処理回路のプロセッサによる実現機能の基本例を示す概略的なブロック図。

【図4】第1実施形態に係る超音波診断装置の処理回路のプロセッサが、TOF測定スキャンによって反射波伝搬時間TOFの初期値T0を取得する際の手順の一例を示すフローチャート。

50

【図 5】T O F 測定スキャンにおける受信信号強度の時間変化を示す波形の一例を示す説明図。

【図 6】反射波伝搬時間 T 0 として定義されうる 3 つのタイミングの具体例を示す説明図。

【図 7】第 1 実施形態に係る超音波診断装置の処理回路のプロセッサが、T O F 測定スキャンによって反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n を取得して音響レンズの劣化度を評価する際の手順の一例を示すフローチャート。

【図 8】反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 と、最新の測定値 T n と、使用許容閾値 T t h との関係を説明するための図。

【図 9】劣化度を示す情報の第 1 表示例を示す説明図。

10

【図 10】劣化度を示す情報の第 2 表示例を示す説明図。

【図 11】図 4 に示す反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を取得する際の手順の変形例を示すフローチャート。

【図 12】図 7 に示す反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n を取得して音響レンズの劣化度を評価する際の手順の変形例を示すフローチャート。

【図 13】図 3 に示す処理回路のプロセッサによる実現機能の第 1 変形例を示す概略的なブロック図。

【図 14】反射波伝搬時間 T O F の経時変化にもとづいて剥離などの突発的な異常が音響レンズに発生しているか否かを診断する際の手順の一例を示すフローチャート。

【図 15】反射波伝搬時間 T O F の経時変化の一例を示す説明図。

20

【図 16】図 3 に示す処理回路のプロセッサによる実現機能の第 2 変形例を示す概略的なブロック図。

【図 17】反射波伝搬時間 T O F にもとづいてフォーカス位置の変化を検知し、フォーカス位置を正常な位置に補正するための位相遅延の補正值を求める際の手順の一例を示すフローチャート。

【図 18】本発明の第 2 実施形態に係る保守装置の一構成例を示すブロック図。

【図 19】本発明の第 3 実施形態に係る超音波プローブの一構成例を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明に係る超音波診断装置、超音波プローブの保守装置、超音波プローブ、および超音波プローブの保守プログラムの実施の形態について、添付図面を参照して説明する。

30

【0009】

本発明の一実施形態に係る超音波診断装置は、超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の伝搬時間 (T O F : Time Of Flight) にもとづいて音響レンズの劣化度を評価する機能を有する。以下、第 1 実施形態では、当該機能を超音波診断装置が有する場合の例を説明する。また、第 2 実施形態では当該機能を保守装置が有する場合の例を、第 3 実施形態では当該機能を超音波プローブが有する場合の例を、それぞれ説明する。

【0010】

また、以下の説明では、超音波プローブの音響レンズの表面で反射された超音波の伝搬時間を、反射波伝搬時間 T O F という。

40

【0011】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る超音波診断装置 10 の一構成例を示すブロック図である。また、図 2 は、超音波プローブ 30 の音響レンズ 42 を含むプローブ本体 40 の一例を示す構成図である。

【0012】

超音波診断装置 10 は、たとえば超音波プローブ 30 が受信した被検体 P からのエコー信号にもとづいて超音波画像を生成する。また、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 10 は、超音波プローブ 30 のプローブ本体 40 の音響レンズ 42 の表面 42 a (図 2 参照) で反射された超音波の反射波伝搬時間 T O F にもとづいて音響レンズ 42 の劣化度を評価

50

する。

【0013】

超音波診断装置10は、入力回路21、ディスプレイ22、および超音波プローブ30と接続されて用いることができる。なお、超音波診断装置10は、入力回路21、ディスプレイ22、および超音波プローブ30の少なくとも1つを備えてもよい。

【0014】

超音波診断装置10は、図1に示すように、送受信回路11、Bモード処理回路12、ドプラ処理回路13、画像生成回路14、画像メモリ15、表示制御回路16、記憶回路17、ネットワーク接続回路18、および処理回路19を有する。

【0015】

送受信回路11は、送信回路および受信回路を有する。送受信回路11は、処理回路19に制御されて、超音波の送受信における送信指向性と受信指向性とを制御する。なお、図1には送受信回路11が超音波診断装置10に設けられる場合の例について示したが、送受信回路11は超音波プローブ30に設けられてもよいし、超音波診断装置10と超音波プローブ30の両方に設けられてもよい。

【0016】

送信回路は、パルス発生器、送信遅延回路およびパルサ回路などを有し、超音波振動子に駆動信号を供給する。パルス発生器は、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。送信遅延回路は、超音波振動子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ごとの遅延時間を、パルス発生器が発生する各レートパルスに対し与える。また、パルサ回路は、レートパルスにもとづくタイミングで、超音波振動子に駆動パルスを印加する。送信遅延回路は、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、圧電振動子面から送信される超音波ビームの送信方向を任意に調整する。

【0017】

受信回路は、アンプ回路、A/D変換器、加算器などを有し、超音波振動子が受信したエコー信号を受け、このエコー信号に対して各種処理を行なってエコーデータを生成する。アンプ回路は、エコー信号をチャンネルごとに増幅してゲイン補正処理を行なう。A/D変換器は、ゲイン補正されたエコー信号をA/D変換し、デジタルデータ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、A/D変換器によって処理されたエコー信号の加算処理を行なってエコーデータを生成する。加算器の加算処理により、エコー信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調される。

【0018】

Bモード処理回路12は、受信回路からエコーデータを受信し、対数増幅、包絡線検波処理などを行なって、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。ドプラ処理回路13は、受信回路から受信したエコーデータから速度情報を周波数解析し、ドプラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度、分散、パワーなどの移動態情報を多点について抽出したデータ(ドプラデータ)を生成する。

【0019】

画像生成回路14は、超音波プローブ30が受信したエコー信号にもとづいて超音波画像データを生成する。たとえば、画像生成回路14は、Bモード処理回路12が生成した2次元のBモードデータから反射波の強度を輝度にて表した2次元Bモード画像データを生成する。また、画像生成回路14は、ドプラ処理回路13が生成した2次元のドプラデータから移動態情報を表す平均速度画像、分散画像、パワー画像、または、これらの組み合わせ画像としての2次元のカラードプラ画像の画像データを生成する。

【0020】

画像メモリ15は、処理回路19が生成した2次元超音波画像を記憶する記憶回路である。

【0021】

表示制御回路16は、GPU(Graphics Processing Unit)およびVRAM(Video RA

10

20

30

40

50

M)などを含み、処理回路19により制御されて、処理回路19から表示出力要求のあった画像をディスプレイ22に表示させる。

【0022】

記憶回路17は、処理回路19に制御されて、レンズ劣化度評価のための反射波伝搬時間T_{OF}の測定条件、反射波伝搬時間T_{OF}の初期値T₀、反射波伝搬時間T_{OF}の任意日時の測定値T_n(ただし、nは何度目の測定かを示す正の整数)、反射波伝搬時間T_{OF}の使用許容閾値T_{th}、反射波伝搬時間T_{OF}の測定値T_nを測定した装置の情報を含み測定情報、劣化度の評価結果などを格納する。

【0023】

この記憶回路17は、磁気的もしくは光学的記録媒体または半導体メモリなどの、プロセッサにより読み取り可能な記録媒体を含んだ構成を有する。記憶回路17の記憶媒体内のプログラムおよびデータの一部または全部は電子ネットワークを介した通信によりダウンロードされてもよいし、光ディスクなどの可搬型記憶媒体を介して記憶回路17に与えられてもよい。

【0024】

また、記憶回路17に記憶される情報の一部または全部は、保守装置25の記憶回路26、外部の記憶回路101、超音波プローブ30の記憶回路33、接続インターフェース32の記憶回路34の少なくとも1つに分散されて記憶され、あるいは複製されて記憶されてもよい。たとえば、記憶回路17に記憶される情報の一部または全部は、外部の記憶回路101に記憶されてネットワーク100を介して処理回路19により取得されて記憶回路17に格納されてもよい。

【0025】

ネットワーク接続回路18は、ネットワークの形態に応じた種々の情報通信用プロトコルを実装する。ネットワーク接続回路18は、この各種プロトコルに従って、超音波診断装置10と、保守装置25、画像サーバなどに含まれる外部の記憶回路101、および情報処理装置102などの他の機器と、を接続する。この接続には、電子ネットワークを介した電氣的な接続などを適用することができる。ここで電子ネットワークとは、電気通信技術を利用した情報通信網全般を意味し、無線/有線の病院基幹LAN(Local Area Network)やインターネット網のほか、電話通信回線網、光ファイバ通信ネットワーク、ケーブル通信ネットワークおよび衛星通信ネットワークなどを含む。

【0026】

また、ネットワーク接続回路18は、非接触無線通信用の種々のプロトコルを実装してもよい。この場合、超音波診断装置10は、たとえば保守装置25や超音波プローブ30と、ネットワークを介さず直接にデータ送受信することができる。

【0027】

処理回路19は、超音波診断装置10を統括制御する機能を実現するほか、記憶回路17に記憶された超音波プローブ保守プログラムを読み出して実行することにより、超音波プローブ30の音響レンズ42の劣化度合いを容易に自動的に評価するための処理を実行するプロセッサである。

【0028】

入力回路21は、たとえばキーボード、タッチパネル、テンキーなどの一般的な入力装置により構成され、ユーザの操作に対応した操作入力信号を処理回路19に出力する。

【0029】

ディスプレイ22は、たとえば液晶ディスプレイやOLED(Organic Light Emitting Diode)ディスプレイなどの一般的な表示出力装置により構成され、処理回路19の制御に従って各種情報を表示する。なお、超音波診断装置10は、入力回路21およびディスプレイ22の少なくとも一方を備えてもよい。

【0030】

保守装置25は、記憶回路26を備え、超音波プローブ30を保守管理するためにサービスマンによって利用される。保守装置25は、送受信回路11を有してもよい。

【 0 0 3 1 】

外部の記憶回路 1 0 1 は、ネットワーク 1 0 0 上に設けられた記憶回路であり、ネットワーク 1 0 0 を介してデータ送受信可能に超音波診断装置 1 0 などの機器と接続される。

【 0 0 3 2 】

情報処理装置 1 0 2 は、ネットワーク 1 0 0 を介してデータ送受信可能に超音波診断装置 1 0 などの機器と接続される。情報処理装置 1 0 2 は、たとえば一般的なパーソナルコンピュータやワークステーション、タブレット端末などの携帯型情報処理端末などにより構成することができる。

【 0 0 3 3 】

超音波診断装置 1 0 は、超音波プローブ 3 0 の音響レンズ 4 2 の劣化度を示す情報を情報処理装置 1 0 2 に通知することができる。具体的な通知方法については図 7 を用いて後述する。たとえば、情報処理装置 1 0 2 は、サービスマンが携帯する携帯型情報処理端末であってもよい。この場合、サービスマンは、情報処理装置 1 0 2 に通知された音響レンズ 4 2 の劣化度を示す情報にもとづいて超音波プローブ 3 0 のメンテナンスの要否を判断し、必要に応じて保守装置 2 5 を用いて超音波プローブ 3 0 のメンテナンス作業を行うことができる。

10

【 0 0 3 4 】

超音波プローブ 3 0 は、ケーブル 3 1 および接続インターフェース 3 2 を介して、超音波診断装置 1 0 と着脱自在に接続される。なお、接続インターフェース 3 2 が超音波プローブ 3 0 の筐体に一体的に設けられている場合は、ケーブル 3 1 は不要である。また、超音波プローブ 3 0 が超音波診断装置 1 0 と無線通信可能な場合は、ケーブル 3 1 と接続インターフェース 3 2 の両者とも用いられなくてもよい。

20

【 0 0 3 5 】

また、図 1 に示すように、超音波プローブ 3 0 および接続インターフェース 3 2 は、それぞれ記憶回路 3 3 および 3 4 を有してもよい。この場合、記憶回路 3 3 および 3 4 は、それぞれ、反射波伝搬時間 $T O F$ の測定条件、反射波伝搬時間 $T O F$ の初期値 $T 0$ 、反射波伝搬時間 $T O F$ の任意日時の測定値 $T n$ 、反射波伝搬時間 $T O F$ の使用許容閾値 $T t h$ 、反射波伝搬時間 $T O F$ の測定値 $T n$ を測定した装置の情報を含む測定情報、劣化度の評価結果などを格納することができる。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、超音波プローブ 3 0 のプローブ本体 4 0 は、ケース 4 1、音響レンズ 4 2、整合層 4 3、複数の超音波振動子（圧電振動子）により構成される振動子群 4 4、圧電振動子から後方への超音波の伝播を防止するバックング材 4 5、フレキシブルプリント基板 4 6、および温度センサ 4 7 を有する。

30

【 0 0 3 7 】

超音波プローブ 3 0 としては、スキャン方向（アジマス方向）に複数の超音波振動子が配列されるとともにレンズ方向（エレベーション方向）にも複数の素子が配列された 2 次元アレイプローブを用いることができる。この種の 2 次元アレイプローブとしては、たとえば 1 . 5 D アレイプローブ、1 . 7 5 D アレイプローブや、2 D アレイプローブなどを用いることができる。

40

【 0 0 3 8 】

通常、超音波画像データを収集するためのスキャン（以下、撮像スキャンという）を実行する場合は、超音波プローブ 3 0 の音響レンズ表面 4 2 a を被検体の体表に当接させた状態で超音波の送受信が行われる。この場合、送受信回路 1 1 は、超音波プローブ 3 0 から被検体に対して超音波を送信させるとともに、超音波プローブ 3 0 が受信した被検体からのエコー信号にもとづいてエコーデータを生成する。

【 0 0 3 9 】

一方、超音波プローブ 3 0 の音響レンズ 4 2 の劣化度を評価するための反射波伝搬時間 $T O F$ を測定するためのスキャン（以下、 $T O F$ 測定スキャンという）を実行する場合は、超音波プローブ 3 0 の音響レンズ表面 4 2 a が、音響レンズ 4 2 とは異なる物性（少な

50

くとも音響インピーダンスを含む)を有する外部媒質(たとえば空気など)に向けられた状態で超音波の送受信が行われる。

【0040】

T OF測定スキャンを実行する場合、送受信回路11は、振動子群44を構成する複数の超音波振動子(圧電振動子)の少なくとも1つから送信された超音波であって、音響レンズ表面42aと外部媒質とが接する界面で反射された超音波を受信する。たとえば、空気と音響レンズ42とでは、音響インピーダンスが大きく異なる。このため、音響レンズ表面42aを空気に向けた状態で超音波振動子から送信された超音波は、大部分が音響レンズ表面42aと空気との境界面で反射する。この反射波の送信から受信までの伝播時間が反射波伝搬時間T OFとして測定される。

10

【0041】

超音波プローブ30は、使用されるにともない、被検体の体表に当接する音響レンズ42が体表との摩擦によって徐々に摩耗していつてしまう。また、超音波プローブ30のユーザの取り扱い方によっては、音響レンズ42が突然剥離してしまうなどの異常が発生してしまう場合もある。

【0042】

摩耗が進行した音響レンズ42には、安全上のリスクや性能上のリスクが存在する。安全上のリスクとしては、被検体感電させてしまうことや、振動子が発生した熱を過度に被検体に伝えてしまうことなどが挙げられる。性能上のリスクとしては、画質が低下して画像診断の精度が低下することが挙げられる。これは、レンズ方向およびスキャン方向の少なくとも一方のレンズ曲率が変化することに起因する。レンズ曲率が変化すると、音響ビームのフォーカス位置が設計上予定されていた位置からずれてしまい、画質が劣化してしまう。

20

【0043】

このため、摩耗が進行し、あるいは剥離が発生するなどして音響レンズ42が劣化してしまった超音波プローブ30は、撮像スキャンでの利用を速やかに取りやめ、補修あるいは交換等する必要がある。したがって、超音波プローブ30は、適切に保守管理されることが好ましい。

【0044】

ここで、整合層43の厚みは、経年劣化によってもほとんど変化しないものと考えられる。このため、音響レンズ42の厚みは、超音波振動子から音響レンズ表面42aまでの距離から容易に求められるといえる。そして、超音波振動子から音響レンズ表面42aまでの距離は、反射波伝搬時間T OFに比例する。

30

【0045】

そこで、本実施形態に係る超音波診断装置10の処理回路19は、超音波プローブ30の音響レンズ表面42aが音響レンズ42とは異なる物性を有する外部媒質に向けられた状態でスキャン(T OF測定スキャン)を行って反射波伝搬時間T OFを測定し、この反射波伝搬時間T OFにもとづいて自動的に音響レンズ42の劣化度を評価する。

【0046】

まず、処理回路19の基本的な機能について説明する。

40

図3は、第1実施形態に係る超音波診断装置10の処理回路19のプロセッサによる実現機能の基本例を示す概略的なブロック図である。

【0047】

第1実施形態に係る超音波診断装置10の処理回路19は、反射波伝搬時間T OFにもとづいて音響レンズ42の劣化度を評価する機能を有する。具体的には、図3に示すように、処理回路19のプロセッサは、取得機能51、比較機能52、劣化度評価機能53、格納機能54、および通知機能55を実現する。これらの各機能51-55は、それぞれプログラムの形態で記憶回路17に記憶されている。

【0048】

取得機能51は、超音波プローブ30の少なくとも1つの超音波振動子で測定された、

50

音響レンズ表面 4 2 a で反射された超音波の反射波伝搬時間 T O F を取得する。

【 0 0 4 9 】

ここで、反射波伝搬時間 T O F の取得とは、取得機能 5 1 が送受信回路 1 1 を介して超音波プローブ 3 0 を制御して反射波伝搬時間 T O F を直接測定することを含む。また、反射波伝搬時間 T O F の取得とは、あらかじめ測定されて記憶回路 1 7、2 6、3 3、3 4、1 0 1 など（以下、記憶回路 1 7 等という）に記憶された反射波伝搬時間 T O F を、事後的に読み出して取得することを含む。事後的に読み出す場合、反射波伝搬時間 T O F の測定は、超音波診断装置 1 0 とは異なる超音波診断装置により実行されてもよいし、超音波プローブ 3 0 が送受信回路および処理回路を備える場合は超音波プローブ 3 0 により実行されてもよい。反射波伝搬時間 T O F を測定した装置の情報は、測定情報として反射波伝搬時間 T O F に関連付けられて記憶されている。

10

【 0 0 5 0 】

また、超音波プローブ 3 0 が温度センサ 4 7 を有する場合、取得機能 5 1 は、温度センサ 4 7 の出力を取得する。温度センサ 4 7 は、たとえばサーミスタにより構成される。

【 0 0 5 1 】

比較機能 5 2 は、反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n を、初期値 T 0 および閾値 T t h と比較する。

【 0 0 5 2 】

劣化度評価機能 5 3 は、反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する。具体的には、劣化度評価機能 5 3 は、比較機能 5 2 の比較結果にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する。

20

【 0 0 5 3 】

格納機能 5 4 は、劣化度評価機能 5 3 により評価された音響レンズ 4 2 の劣化度を記憶回路 1 7、2 6、3 3、3 4、1 0 1（記憶回路 1 7 等）の少なくとも 1 つの記憶部に格納させる

【 0 0 5 4 】

通知機能 5 5 は、劣化度評価機能 5 3 により評価された音響レンズ 4 2 の劣化度を示す情報を、ディスプレイ 2 2 に表示させることにより超音波診断装置 1 0 のユーザに通知し、またはネットワーク 1 0 0 を介して超音波診断装置 1 0 と接続された外部の情報処理装置 1 0 2 に与えることにより情報処理装置 1 0 2 のユーザに通知する。

30

【 0 0 5 5 】

図 4 は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 1 0 の処理回路 1 9 のプロセッサが、T O F 測定スキャンによって反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を取得する際の手順の一例を示すフローチャートである。図 4 において、S に数字を付した符号はフローチャートの各ステップを示す。なお、図 4 には、取得機能 5 1 が送受信回路 1 1 を介して超音波プローブ 3 0 を制御して初期値 T 0 を直接測定する場合の例を示す。

【 0 0 5 6 】

また、図 5 は、T O F 測定スキャンにおける受信信号強度の時間変化を示す波形の一例を示す説明図である。

【 0 0 5 7 】

図 4 に示す手順は、超音波プローブ 3 0 の工場出荷時や、超音波プローブ 3 0 の最初の使用時などに実行されるとよい。また、図 4 に示す手順は、超音波プローブ 3 0 が空中に向けられた状態でスタートとなる。

40

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 において、格納機能 5 4 は、反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を測定した装置の情報として超音波診断装置 1 0 の情報を記憶回路 1 7 等に格納する。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 2 において、取得機能 5 1 は、あらかじめ記憶回路 1 7 等に格納された反射波伝搬時間 T O F の測定条件を取得する。測定条件には、T O F 測定スキャンで駆動する少なくとも 1 つの超音波振動子の情報、超音波振動子の駆動電圧、駆動周波数、駆

50

動波形（たとえば波形は正弦波である、ガウシアンであるなど）、ゲイン、駆動時間、超音波波数（たとえば波数は1波である、連続波であるなど）、測定時温度の少なくとも1つを含む。

【0060】

なお、この測定条件は、超音波プローブ30の機種ごとに、反射波伝搬時間TOFの測定に好ましい条件を設定しておくといよい。たとえば、駆動周波数は、超音波プローブの機種ごとに反射波伝搬時間TOFの測定に好ましい条件を設定しておくことが好ましい。超音波振動子の発振に好適な中心周波数は、超音波プローブの形状等に応じて異なるためである。

【0061】

TOF測定スキャンで駆動される少なくとも1つの超音波振動子は、振動子群44を構成する全ての超音波振動子であってもよいし、一部の超音波振動子であってもよい。一部の超音波振動子を用いる場合は、画質に大きく寄与する中央領域に設けられた超音波振動子を用いるといよい。なお、以下の説明では、1つの超音波振動子が1チャンネルを構成する場合の例を示す。

【0062】

次に、ステップS3において、取得機能51は、取得した測定条件で、送受信回路11を介して超音波プローブ30を制御し、反射波伝搬時間TOFの初期値T0を測定する。

【0063】

図5に示すように、TOF測定スキャンの受信信号強度波形は、超音波送信時 $t = 0$ の直後の期間（初期ノイズ期間）では、送信にともなうノイズ波形WaおよびWbが支配的である。反射波伝搬時間TOFの初期値T0の測定時は、音響レンズ表面42aで反射された超音波が戻ってくる時間 $t = T0$ は、プローブ本体40の音響レンズ42や整合層43の厚みなどの設計値から予測可能である。このため、取得機能51は、超音波の送信から初期ノイズ期間経過後の所定期間を注目期間D1とし、この注目期間D1内の波形w1から初期値T0を測定するといよい。

【0064】

図6は、反射波伝搬時間TOFとして定義されうる3つのタイミング例を示す説明図である。図6は、図5の注目期間D1を拡大した図である。

【0065】

反射波伝搬時間TOFは、超音波の送信時 $t = 0$ から、注目期間D1における最大強度Vpの所定割合Rth（たとえば0.1など）の強度 $Vp \times Rth$ の絶対値に、受信信号強度が注目期間D1で最初に達する時までとするとよい（図6の「ピークの所定割合」参照）。

【0066】

また、反射波伝搬時間TOFは、超音波の送信時 $t = 0$ から、注目期間D1で最初に受信信号強度がゼロになるゼロクロス時までとしてもよい（図6の「ゼロクロス」参照）。また、反射波伝搬時間TOFは、超音波の送信時 $t = 0$ から、注目期間D1における最大強度Vpとなる時までとしてもよい（図6の「ピーク」参照）。

【0067】

ただし、注目期間D1の最初のゼロクロス時を用いる場合は、ピーク時を用いる場合よりも超音波送信時 $t = 0$ に近いために理論的にはノイズの影響を受けづらいという利点がある一方で、最初のゼロクロス時は波形の振幅が小さいためにゼロクロス時点を正確に求めることが難しいという欠点がある。また、ピーク時を用いる場合は、最初のゼロクロス時を用いる場合よりも正確にピーク時点を特定できるという利点がある一方で、最初のゼロクロス時よりも超音波送信時 $t = 0$ から遠くなるためにノイズの影響を受けやすいという欠点がある。

【0068】

ピークの所定割合時を用いる場合は、ピーク時を用いる場合よりも超音波送信時 $t = 0$ に近いためにノイズの影響を受けづらいとともに、正確に到達時点を特定できる。したが

10

20

30

40

50

って、これら 3 つのタイミングでは、ピークの所定割合時を用いることが最も好ましい。

【0069】

なお、反射波伝搬時間 T O F とするタイミングは、図 6 に示した 3 つのタイミングに限られず、たとえば V p と V - p を含む 1 波長が最初にゼロクロスするタイミングなどを用いることができる。

【0070】

このように、図 4 のステップ S 3 において、取得機能 5 1 は、これらのいずれかのタイミングを反射波伝搬時間 T O F として、反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を測定する。

【0071】

反射波伝搬時間 T O F とするタイミングは、劣化度を評価する日時における測定値 T n とで、同一のタイミングとする。このタイミングの情報は、測定条件として記憶回路 1 7 等にあらかじめ記憶させておくとよい。

【0072】

そして、ステップ S 4 において、格納機能 5 4 は、初期値 T 0 を記憶回路 1 7 等に記憶させる。

【0073】

以上の手順により、超音波プローブ 3 0 の反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を測定し記憶回路 1 7 等に格納することができる。

【0074】

図 7 は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 1 0 の処理回路 1 9 のプロセッサが、T O F 測定スキャンによって反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n を取得して音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する際の手順の一例を示すフローチャートである。ただし、n は何度目の測定かを示す正の整数である。なお、図 7 には、取得機能 5 1 が送受信回路 1 1 を介して超音波プローブ 3 0 を制御して測定値 T n を直接測定する場合の例を示す。また、図 7 には、測定される値が現在の値（最新の値）である場合の例を示した。

【0075】

この手順は、図 4 に示す手順によって初期値 T 0 が記憶回路 1 7 等に格納されてスタートとなる。すなわち、図 7 に示す手順は、図 4 に示す初期値 T 0 の測定時よりも後の所定の測定時に実行される。

【0076】

まず、ステップ S 1 1 において、取得機能 5 1 は、記憶回路 1 7 等から反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を測定した装置の情報を含む測定情報を取得し、今から n 回目の反射波伝搬時間 T O F を測定する装置の情報と照合する。そして、取得機能 5 1 は、反射波伝搬時間 T O F の n 回目の測定値を測定した装置の情報として超音波診断装置 1 0 の情報を記憶回路 1 7 等に格納する。

【0077】

この測定装置の情報は、超音波プローブ 3 0 の保守管理を担当するサービスマンによって事後的に利用される。たとえば、サービスマンは、劣化度評価機能 5 3 による超音波プローブ 3 0 の劣化度の評価に疑問を持ったとき、測定装置の情報をを用いることで、この評価が測定装置に生じていたトラブルによって影響を受けたものか否かを容易に切り分けることができる。

【0078】

次に、ステップ S 1 2 において、取得機能 5 1 は、図 4 のステップ S 2 と同様に、あらかじめ記憶回路 1 7 等に格納された反射波伝搬時間 T O F の測定条件を取得する。

【0079】

次に、ステップ S 1 3 において、取得機能 5 1 は、図 4 のステップ S 3 と同様に、取得した測定条件で、送受信回路 1 1 を介して超音波プローブ 3 0 を制御し、n 回目の反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n（たとえばリアルタイムに現在測定している場合は現在の値）を測定する。このとき、図 4 のステップ S 4 と同様に、格納機能 5 4 は、測定値 T n を記憶回路 1 7 等に記憶させるとよい。

【 0 0 8 0 】

この結果、取得機能 5 1 は、たとえ初期値 T_0 が異なる装置で測定されていたとしても、初期値 T_0 の測定時と同一の測定条件で測定値 T_n を測定することができる。

【 0 0 8 1 】

次に、ステップ S 1 4 において、比較機能 5 2 は、初期値 T_0 と測定値 T_n とを比較する。このとき、比較機能 5 2 は、記憶回路 1 7 等のいずれかから初期値 T_0 を読み出して利用する。たとえば、超音波プローブ 3 0 の記憶回路 3 3 に初期値 T_0 が記憶されていれば、たとえ初期値 T_0 が異なる装置で測定されていたとしても、超音波プローブ 3 0 を超音波診断装置 1 0 に有線または無線で接続するだけで、比較機能 5 2 は、超音波プローブ 3 0 の記憶回路 3 3 から初期値 T_0 を読み出すことができる。

10

【 0 0 8 2 】

図 8 は、反射波伝搬時間 TOF の初期値 T_0 と、最新の測定値 T_n と、使用許容閾値 T_{th} との関係を説明するための図である。

【 0 0 8 3 】

図 8 に示すように、音響レンズ 4 2 が摩耗すると、反射波伝搬時間 TOF の測定値 T_n は、摩耗量に応じて初期値 T_0 から徐々に小さくなっていく。したがって、初期値 T_0 と測定値 T_n とを比較することにより、測定値 T_n の測定時における音響レンズ 4 2 の厚みや、初期値 T_0 の測定時の厚みに対する音響レンズ 4 2 の摩耗量を求めることができる。そこで、ステップ S 1 4 において、比較機能 5 2 は、初期値 T_0 と測定値 T_n とを比較する。より具体的には、比較機能 5 2 は、初期値 T_0 と測定値 T_n とを比較し、たとえば測定値 T_n の測定時における音響レンズ 4 2 の厚みや、初期値 T_0 の測定時の厚みに対する音響レンズ 4 2 の摩耗量、または初期値 T_0 と測定値 T_n との比などを求め、劣化度評価機能 5 3 に与える。

20

【 0 0 8 4 】

また、上述したように、摩耗が進行した音響レンズ 4 2 には、安全上のリスクや性能上のリスクが存在する。そこで、ステップ S 1 4 において、比較機能 5 2 は、安全上のリスクまたは性能上のリスクを考慮してあらかじめ決定された使用許容閾値 T_{th} と測定値 T_n とを比較する（図 8 参照）。

【 0 0 8 5 】

なお、使用許容閾値 T_{th} は、あらかじめ記憶回路 1 7 等に格納される。また、使用許容閾値 T_{th} は、超音波プローブ 3 0 の機種に応じて設定されるとよい。

30

【 0 0 8 6 】

次に、ステップ S 1 5 において、劣化度評価機能 5 3 は、比較機能 5 2 の比較結果にもとづいて、音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する。格納機能 5 4 は、劣化度評価機能 5 3 が評価した音響レンズ 4 2 の劣化度の評価結果を記憶回路 1 7 等に格納する。

【 0 0 8 7 】

そして、ステップ S 1 6 において、通知機能 5 5 は、劣化度評価機能 5 3 が評価した音響レンズ 4 2 の劣化度を示す情報を、ディスプレイ 2 2 に表示させ、もしくは図示しないスピーカを介して音声やビープ音により出力させることにより、超音波診断装置 1 0 のユーザに通知する。このとき、通知機能 5 5 は、劣化度を示す情報を、ネットワーク 1 0 0 を介して超音波診断装置 1 0 と接続された外部の情報処理装置 1 0 2 に与えることにより情報処理装置 1 0 2 のユーザ（サービスマンなど）に通知してもよい。

40

【 0 0 8 8 】

図 9 は、劣化度を示す情報の第 1 表示例を示す説明図である。また、図 1 0 は、劣化度を示す情報の第 2 表示例を示す説明図である。なお、図 9 および図 1 0 において、異なるハッチングは異なる色であることを示す。また、図 1 0 においてハッチングで示す領域は、音響レンズ 4 2 を模した領域である。

【 0 0 8 9 】

たとえば、通知機能 5 5 は、劣化度を示す情報として、測定値 T_n の測定時の音響レンズ 4 2 の厚みをバーの長さで示したバー画像 6 1 をディスプレイ 2 2 に表示させてもよい

50

。このとき、初期値 T_0 の測定時の厚みを 100%としてもよい(図9参照)。また、このとき、使用許容閾値 T_{th} に対応する厚みを 0%としてもよい。

【0090】

また、図10に示すように、通知機能55は、劣化度を示す情報として、測定値 T_n の測定時の音響レンズ42の厚みに応じた模擬画像62をディスプレイ22に表示させてもよい。また、通知機能55は、測定値 T_n が使用許容閾値 T_{th} よりも大きく超音波プローブ30が使用可能状態か(図10のOK参照)、 T_{th} 以下で超音波プローブ30が使用不可状態か(図10のNG参照)を示す文字情報63をディスプレイ22に表示させてもよい。バー画像61、模擬画像62、文字情報63は、任意に組み合わせて同時に表示させてもよい。

10

【0091】

なお、振動子群44を構成する全ての超音波振動子で測定値 T_n を測定した場合は、通知機能55は、測定値 T_n の測定時の音響レンズ42の形状に忠実な模擬画像62を生成することができる。一方、振動子群44を構成する一部の超音波振動子のみ(たとえば1つのみなど)で測定値 T_n を測定した場合は、通知機能55は、当該一部の超音波振動子の測定結果にもとづいて、測定値 T_n の測定時の音響レンズ42の形状を推定して模擬画像62を生成すればよい。

【0092】

図7に示した以上の手順により、超音波プローブ30の反射波伝搬時間 TOF の測定値 T_n を取得して、測定値 T_n の測定時における音響レンズ42の劣化度を自動的に評価し、ユーザやサービスマンに通知することができる。このため、安全上のリスクや性能上のリスクを犯してしまうことによる不都合を容易に未然に防ぐことができる。

20

【0093】

なお、測定値 T_n の測定は、たとえば超音波プローブ30のユーザや超音波プローブ30の保守管理を行なうサービスマンが保守点検するタイミングで行われてもよいし、深夜などの超音波プローブ30の使用時間外と考えられる時間などのあらかじめ設定された時間および周期で自動的に行われてもよい。また、サービスマンが、情報処理装置102を介して超音波診断装置10の処理回路19に指示を与えることにより、遠隔から測定値 T_n を測定させてもよい。

【0094】

また、劣化度を示す情報をサービスマンが利用する情報処理装置102に与える場合は、通知機能55は、ディスプレイ22に表示させる情報や図示しないスピーカを介して出力させる音声やピープ音と同様の情報を、情報処理装置102のディスプレイやスピーカを介して出力させるように、情報処理装置102の処理回路と連携してもよい。また、劣化度を示す情報を情報処理装置102に与える場合は、劣化度を示す情報を内容とする電子メールを生成して情報処理装置102に送信してもよい。

30

【0095】

この結果、情報処理装置102を利用するサービスマンは、情報処理装置102に通知された音響レンズ42の劣化度を示す情報にもとづいて超音波プローブ30のメンテナンスの要否を判断し、必要に応じて保守装置25を用いて超音波プローブ30のメンテナンス作業を行うことができる。

40

【0096】

また、通知機能55は、劣化度の評価結果に応じて情報処理装置102への通知動作を変更してもよい。たとえば、通知機能55は、超音波プローブ30が使用可能状態との評価結果の場合にはメール送信にとどめる一方、使用不可状態の場合にはその旨の画像を表示させ、その旨の音声やピープ音を出力させ、その旨のメールを送信するよう情報処理装置102の処理回路と連携してもよい。

【0097】

続いて、超音波プローブ30の内部の超音波伝搬媒質の温度を考慮して劣化度を評価する方法について説明する。

50

【 0 0 9 8 】

超音波プローブ 30 の内部の超音波伝搬媒質は、その温度に応じて超音波の伝搬速度が異なる。このため、反射波伝搬時間 T O F は、超音波伝播物質の温度に応じて補正することが好ましい。

【 0 0 9 9 】

図 1 1 は、図 4 に示す反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を取得する際の手順の変形例を示すフローチャートである。この手順は、初期値 T 0 の測定時における超音波プローブ 30 の内部の超音波伝搬媒質の温度（以下、測定時温度の初期値 t e m p 0 という）を推定し記憶回路 17 等に格納しておく点で図 4 に示す手順と異なる。図 4 と同等のステップには同一符号を付し、重複する説明を省略する。

10

【 0 1 0 0 】

超音波プローブ 30 が温度センサ 47 を有する場合、ステップ S 2 1 において、取得機能 5 1 は、反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 の測定時における温度センサ 47 の出力を取得する。劣化度評価機能 5 3 は、この温度センサ 47 の出力にもとづいて、初期値 T 0 の測定時における超音波プローブ 30 の内部の超音波伝搬媒質の温度（測定時温度の初期値 t e m p 0 ）を推定する。格納機能 5 4 は、測定時温度の初期値 t e m p 0 を記憶回路 17 等に記憶させる。

【 0 1 0 1 】

以上の手順により、超音波プローブ 30 の反射波伝搬時間 T O F の初期値 T 0 を測定し記憶回路 17 等に格納することができるとともに、初期値 T 0 の測定時における測定時温度 t e m p 0 を推定し記憶回路 17 等に格納しておくことができる。

20

【 0 1 0 2 】

図 1 2 は、図 7 に示す反射波伝搬時間 T O F の測定値 T n を取得して音響レンズ 42 の劣化度を評価する際の手順の変形例を示すフローチャートである。この手順は、初期値 T 0 の測定時温度 t e m p 0 と測定値 T n の測定時温度 t e m p n を考慮して劣化度を評価する点で図 7 に示す手順と異なる。図 7 と同等のステップには同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 3 1 において、取得機能 5 1 は、温度センサ 47 の出力を取得する。劣化度評価機能 5 3 は、温度センサ 47 の出力にもとづいて、測定値 T n の測定時温度 t e m p n を推定する。

30

【 0 1 0 4 】

ステップ S 3 2 において、比較機能 5 2 は、初期値 T 0 の測定時温度 t e m p 0 と測定値 T n の測定時温度 t e m p n とにもとづいて、測定値 T n を補正して補正測定値 T n a を求めるとともに、使用許容閾値 T t h を補正して補正閾値 T t h a を求める。

【 0 1 0 5 】

次に、ステップ S 3 3 において、比較機能 5 2 は、初期値 T 0 と補正測定値 T n a と補正閾値 T t h a とを比較する。

【 0 1 0 6 】

以上の手順により、初期値 T 0 の測定時温度 t e m p 0 と測定値 T n の測定時温度 t e m p n を考慮して、測定値 T n の測定時における音響レンズ 42 の劣化度を評価することができる。図 1 2 に示す手順は、図 7 に示す手順に比べ、超音波伝搬媒質の温度の変化に応じた超音波の伝搬速度の変化を考慮することができるため、より正確に劣化度を評価することができる。

40

【 0 1 0 7 】

なお、図 1 2 のステップ S 3 1 において、測定値 T n の測定時温度 t e m p n と初期値 T 0 の測定時温度 t e m p 0 との差が所定の差より大きい場合は、劣化度評価機能 5 3 は、反射波伝搬時間 T O F の測定に不適切であると判断し、反射波伝搬時間 T O F の測定を行わずに、一連の手順を終了してもよい。

【 0 1 0 8 】

50

続いて、反射波伝搬時間 T O F の経時変化を用いて超音波プローブ 3 0 の保守管理を支援する方法について説明する。

【 0 1 0 9 】

図 1 3 は、図 3 に示す処理回路 1 9 のプロセッサによる実現機能の第 1 変形例を示す概略的なブロック図である。反射波伝搬時間 T O F の経時変化を用いて超音波プローブ 3 0 の保守管理を支援する場合、処理回路 1 9 のプロセッサは、図 3 に示す各機能 5 1 - 5 5 のほか、原因診断機能 5 6 および予測機能 5 7 を実現する。これらの機能 5 6 - 5 7 もまた、機能 5 1 - 5 5 と同様に、それぞれプログラムの形態で記憶回路 1 7 に記憶されている。

【 0 1 1 0 】

原因診断機能 5 6 は、反射波伝搬時間 T O F を複数の測定時で測定することにより得られる複数の測定値 T_0 、 T_1 、 $\dots$ 、 T_n の経時変化にもとづいて、剥離などの突発的な異常が音響レンズ 4 2 に発生しているか否かを診断する。

【 0 1 1 1 】

予測機能 5 7 は、反射波伝搬時間 T O F の複数の測定値 T_0 、 T_1 、 $\dots$ 、 T_n の経時変化にもとづいて、音響レンズ 4 2 の使用許容期限を予測する。

【 0 1 1 2 】

図 1 4 は、反射波伝搬時間 T O F の経時変化にもとづいて剥離などの突発的な異常が音響レンズ 4 2 に発生しているか否かを診断する際の手順の一例を示すフローチャートである。また、図 1 5 は、反射波伝搬時間 T O F の経時変化の一例を示す説明図である。図 1 5 には、 k 回目の測定時と $k + 1$ 回目の測定時との間に剥離などの突発的な異常が音響レンズ 4 2 に発生した場合の例を示した。

【 0 1 1 3 】

まず、ステップ S 4 1 において、原因診断機能 5 6 は、記憶回路 1 7 等から、複数の測定時で測定することにより得られた反射波伝搬時間 T O F の測定値を読み出す。読み出す測定値には初期値 T_0 を含んでもよいし、直近の数回分の測定値のみを読み出してもよい。

【 0 1 1 4 】

次に、ステップ S 4 2 において、原因診断機能 5 6 は、記憶回路 1 7 等から読み出した測定値 T_n の経時変化を近似する直線または曲線 7 0 を最小 2 乗法などにより求める（図 1 5 参照）。

【 0 1 1 5 】

次に、ステップ S 4 3 において、原因診断機能 5 6 は、測定値 T_n の経時変化曲線 7 0 の変化が連続的か否かを判定する。連続的と判定した場合は（ステップ S 4 3 の Y E S）、原因診断機能 5 6 は、通常使用による摩耗であり突発的な異常はないと判定する（ステップ S 4 4）。一方、図 1 5 に示す例における T O F の測定値 T_k と T_{k+1} のように、経時変化曲線 7 0 から逸脱した測定値があり経時変化曲線 7 0 の変化が不連続と判定した場合は（ステップ S 4 3 の N O）、原因診断機能 5 6 は、突発的なレンズ剥がれ等の異常が音響レンズ 4 2 に発生したと判定する（ステップ S 4 5）。

【 0 1 1 6 】

次に、ステップ S 4 6 において、格納機能 5 4 は、原因診断機能 5 6 の判定結果を記憶回路 1 7 等に格納する。また、通知機能 5 5 は、原因診断機能 5 6 の判定結果を示す情報を、ディスプレイ 2 2 に表示させ、もしくは図示しないスピーカを介して音声やピープ音により出力させることにより、超音波診断装置 1 0 のユーザに通知する。また、通知機能 5 5 は、原因診断機能 5 6 の判定結果を示す情報を、ネットワーク 1 0 0 を介して超音波診断装置 1 0 と接続された外部の情報処理装置 1 0 2 に与えることにより情報処理装置 1 0 2 のユーザ（サービスマンなど）に通知してもよい。

【 0 1 1 7 】

以上の手順により、反射波伝搬時間 T O F の経時変化にもとづいて、剥離などの突発的な異常が音響レンズ 4 2 に発生しているか否かを診断することができ、診断結果を超音波

10

20

30

40

50

プローブ 30 のユーザやサービスマンに通知することができる。

【0118】

また、経時変化曲線 70 は予測機能 57 にも利用される。具体的には、予測機能 57 は、経時変化曲線 70 を外挿することにより、閾値 T_{th} に到達する日時を求め、この時を使用許容期限と予測する。この場合、格納機能 54 は、使用許容期限の予測日時を記憶回路 17 等に格納する。また、通知機能 55 は、使用許容期限の予測日時を示す情報を、ディスプレイ 22 に表示させ、もしくは図示しないスピーカを介して音声やビープ音により出力させることにより、超音波診断装置 10 のユーザに通知する。また、通知機能 55 は、使用許容期限の予測日時を示す情報を、ネットワーク 100 を介して超音波診断装置 10 と接続された外部の情報処理装置 102 に与えることにより情報処理装置 102 のユーザ（サービスマンなど）に通知してもよい。

10

【0119】

続いて、反射波伝搬時間 TOF にもとづいて超音波のフォーカス位置を補正する方法について説明する。

【0120】

図 16 は、図 3 に示す処理回路 19 のプロセッサによる実現機能の第 2 変形例を示す概略的なブロック図である。第 2 変形例では、処理回路 19 のプロセッサは、図 3 に示す各機能 51 - 55 のほか、形状補正機能 58 を実現する。この機能 58 もまた、機能 51 - 55 と同様に、それぞれプログラムの形態で記憶回路 17 に記憶されている。また、処理回路 19 のプロセッサは、図 13 に示した原因診断機能 56 および予測機能 57 をさらに実現してもよい。

20

【0121】

反射波伝搬時間 TOF にもとづいて超音波のフォーカス位置を補正する場合は、取得機能 51 は、一度の測定時に複数の超音波振動子のそれぞれで測定された反射波伝搬時間 TOF の初期値 T_0 および測定値 T_n を取得する。

【0122】

形状補正機能 58 は、複数の超音波振動子のそれぞれで測定された反射波伝搬時間 TOF にもとづいて、音響レンズ 42 を介して外部に送信される超音波プローブ 30 の超音波の、測定値 T_n の測定時におけるフォーカス位置を推定する。形状補正機能 58 は、推定したフォーカス位置から正常なフォーカス位置に補正するための位相遅延の補正值を、複数の超音波振動子のそれぞれについて求める。

30

【0123】

図 17 は、反射波伝搬時間 TOF にもとづいてフォーカス位置の変化を検知し、フォーカス位置を正常な位置に補正するための位相遅延の補正值を求める際の手順の一例を示すフローチャートである。なお、図 17 には、1つの超音波振動子が 1 チャンネルを構成する場合の例を示した。また、図 17 には、一度の測定でスキャン方向において複数の超音波振動子の反射波伝搬時間 TOF が測定されており、スキャン方向における音響レンズ 42 の厚みの分布または音響レンズ表面 42a の曲率（以下、厚み分布または曲率という）が算出可能である場合の例を示した。

【0124】

まず、ステップ S51 において、形状補正機能 58 は、記憶回路 17 等から、一度の測定時に複数の超音波振動子のそれぞれで測定された反射波伝搬時間 TOF の初期値 T_0 および測定値 T_n を取得する。

40

【0125】

次に、ステップ S52 において、形状補正機能 58 は、測定値 T_n の測定時における音響レンズ 42 の厚みの分布を推定する。たとえば、一度の測定で、スキャン方向において複数の超音波振動子の反射波伝搬時間 TOF が測定されていれば、スキャン方向の厚み分布または曲率を求めることができる。同様に、一度の測定で、レンズ方向において複数の超音波振動子の反射波伝搬時間 TOF が測定されていれば、レンズ方向の厚み分布または曲率を求めることができる。

50

【 0 1 2 6 】

次に、ステップ S 5 3 において、形状補正機能 5 8 は、厚み分布または曲率にもとづいて測定値 T_n の測定時におけるフォーカス位置を求める。そして、形状補正機能 5 8 は、測定値 T_n の測定時におけるフォーカス位置を、超音波プローブ 3 0 の設計上予定されていた正常なフォーカス位置に補正するための位相遅延の補正値を、複数の超音波振動子のそれぞれについて求める。

【 0 1 2 7 】

次に、ステップ S 5 4 において、格納機能 5 4 は、形状補正機能 5 8 が求めた位相遅延の補正値を記憶回路 1 7 等に格納する。この補正値は、撮像スキャンにおいて超音波診断装置 1 0 により利用される。

10

【 0 1 2 8 】

以上の手順により、複数の超音波振動子のそれぞれで測定された反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ表面 4 2 a の曲率を求め、求めた曲率にもとづいてフォーカス位置の変化を検知することができる。同時に、フォーカス位置を正常な位置に補正するための位相遅延の補正値を求めることができる。形状補正機能 5 8 が求めた位相遅延の補正値は、撮像スキャンにおいて超音波診断装置 1 0 により利用される。このため、超音波診断装置 1 0 は、音響レンズ表面 4 2 a の最新の曲率にもとづいて補正されたフォーカス位置で撮像を行なうことができ、摩耗した超音波プローブ 3 0 を用いる場合であっても正確な超音波画像を生成することができる。したがって、レンズ摩耗によりフォーカス位置がずれた状態で撮像された超音波画像を用いた診断よりも、はるかに信頼性の高い診断を行なうことができる。

20

【 0 1 2 9 】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態では、保守装置 2 5 M が反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有する。

【 0 1 3 0 】

図 1 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る保守装置 2 5 M の一構成例を示すブロック図である。この第 2 実施形態に示す保守装置 2 5 M は、反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有する点で第 1 実施形態に示す保守装置 2 5 と異なる。図 1 8 に示した他の構成および作用については図 1 に示した構成と実質的に異なるため、同じ構成には同一符号を付して説明を省略する。

30

【 0 1 3 1 】

保守装置 2 5 M は、送受信回路 1 1 M、ネットワーク接続回路 1 8 M、記憶回路 2 6 M、入力回路 2 7 M、ディスプレイ 2 8 M、および処理回路 2 9 M を有する。送受信回路 1 1 M およびネットワーク接続回路 1 8 M は、第 1 実施形態に係る送受信回路 1 1 およびネットワーク接続回路 1 8 とそれぞれ同等の構成を有する。また、記憶回路 2 6 M、入力回路 2 7 M、ディスプレイ 2 8 M、および処理回路 2 9 M は、第 1 実施形態に係る記憶回路 1 7、入力回路 2 1、ディスプレイ 2 2、および処理回路 1 9 と同等の構成を有する。

【 0 1 3 2 】

図 1 8 に示すように、反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能は、保守装置 2 5 M が有している場合であっても、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 1 0 が有している場合と同様の効果を奏する。

40

【 0 1 3 3 】

なお、第 2 実施形態において、超音波診断装置 1 0 は、反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有さずともよい。

【 0 1 3 4 】

(第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態では、超音波プローブ 3 0 P が反射波伝搬時間 TOF にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有する。

【 0 1 3 5 】

50

図 19 は、本発明の第 3 実施形態に係る超音波プローブ 30 P の一構成例を示すブロック図である。この第 3 実施形態に示す超音波プローブ 30 P は、反射波伝搬時間 T O F にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有する点で第 1 実施形態に示す超音波プローブ 30 と異なる。図 19 に示した他の構成および作用については図 1 に示した構成と実質的に異ならないため、同じ構成には同一符号を付して説明を省略する。

【 0 1 3 6 】

超音波プローブ 30 P は、音響レンズ 4 2 などを含むプローブ本体 4 0 (図 2 参照) のほか、送受信回路 1 1 P、ネットワーク接続回路 1 8 P、記憶回路 3 3 P、および処理回路 1 9 P を有する。送受信回路 1 1 P およびネットワーク接続回路 1 8 P は、第 1 実施形態に係る送受信回路 1 1 およびネットワーク接続回路 1 8 とそれぞれ同等の構成を有する。なお、図 19 には、超音波プローブ 30 P が、超音波診断装置 1 0 および保守装置 2 5 と非接触無線通信が可能である場合の例を示してある。また、記憶回路 3 3 P および処理回路 1 9 P は、第 1 実施形態に係る記憶回路 1 7 および処理回路 1 9 と同等の構成を有する。

10

【 0 1 3 7 】

図 19 に示すように、反射波伝搬時間 T O F にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能は、超音波プローブ 30 P が有している場合であっても、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 1 0 が有している場合と同様の効果を奏する。

【 0 1 3 8 】

なお、第 3 実施形態において、第 3 実施形態において、第 2 実施形態に係る保守装置 2 5 M を組み合わせてもよい。このとき、超音波診断装置 1 0 は、反射波伝搬時間 T O F にもとづいて音響レンズ 4 2 の劣化度を評価する機能を有さずともよい。

20

【 0 1 3 9 】

また、第 3 実施形態に係る超音波プローブ 30 P は、送受信回路 1 1 P を備えずともよい。この場合、プローブ本体 4 0 の振動子群 4 4 は、たとえば超音波診断装置 1 0 の送受信回路 1 1 により駆動される。この場合、処理回路 1 9 P は、超音波診断装置 1 0 と接続されていないときには反射波伝搬時間 T O F を直接測定することはできないものの、記憶回路 3 3 P に記憶された、またはネットワーク 1 0 0 を介して反射波伝搬時間 T O F を取得して利用することができる。

【 0 1 4 0 】

以上説明した少なくとも 1 つの実施形態によれば、超音波プローブ 30 の音響レンズ 4 2 の劣化度合いを容易に自動的に評価することができる。

30

【 0 1 4 1 】

なお、本実施形態における処理回路 1 9 の取得機能 5 1、劣化度評価機能 5 3、格納機能 5 4、通知機能 5 5、原因診断機能 5 6、予測機能 5 7、および形状補正機能 5 8 は、それぞれ特許請求の範囲における取得部、評価部、格納部、通知部、原因診断部、予測部、および形状補正部の一例である。

【 0 1 4 2 】

なお、上記実施形態において、「プロセッサ」という文言は、たとえば、専用または汎用の C P U (Central Processing Unit)、G P U (Graphics Processing Unit)、または、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit : A S I C)、プログラマブル論理デバイス (たとえば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device : S P L D)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device : C P L D)、および F P G A) 等の回路を意味するものとする。プロセッサは、記憶媒体に保存されたプログラムを読み出して実行することにより、各種機能を実現する。

40

【 0 1 4 3 】

また、上記実施形態では処理回路の単一のプロセッサが各機能を実現する場合の例について示したが、複数の独立したプロセッサを組み合わせることで処理回路を構成し、各プロセッサが各機能を実現してもよい。また、プロセッサが複数設けられる場合、プログラムを記

50

憶する記憶媒体は、プロセッサごとに個別に設けられてもよいし、1つの記憶媒体が全てのプロセッサの機能に対応するプログラムを一括して記憶してもよい。

【0144】

なお、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。これら新規な実施形態は、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ともに、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。

【符号の説明】

10

【0145】

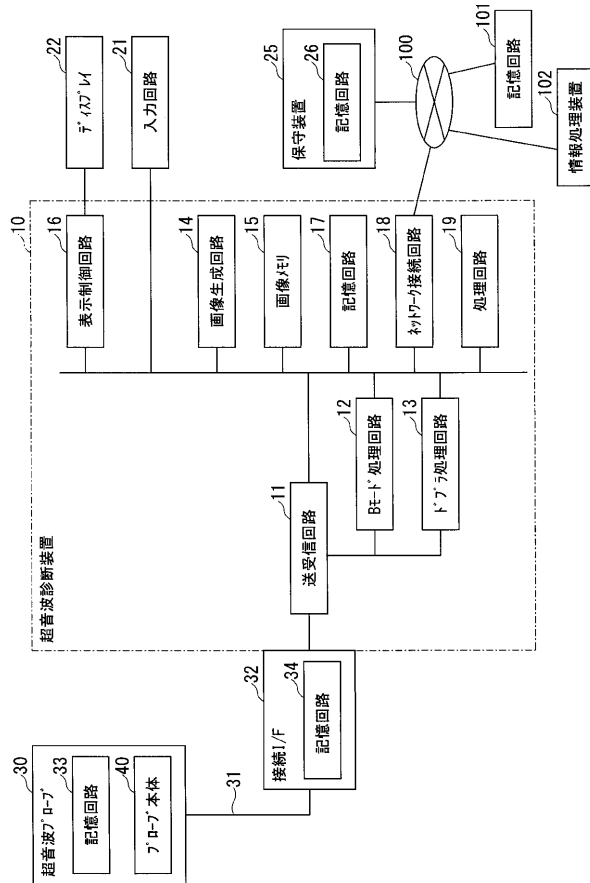
10 ... 超音波診断装置
 11、11M、11P ... 送受信回路
 17、26、33、34、101、26M、33P ... 記憶回路
 19、19P、29M ... 処理回路
 22、28M ... ディスプレイ
 25、25M ... 保守装置
 30、30P ... 超音波プローブ
 40 ... プローブ本体
 42 ... 音響レンズ
 42a ... 音響レンズ表面
 44 ... 振動子群
 47 ... 温度センサ
 51 ... 取得機能
 53 ... 劣化度評価機能
 54 ... 格納機能
 55 ... 通知機能
 56 ... 原因診断機能
 57 ... 予測機能
 58 ... 形状補正機能
 70 ... 経時変化曲線
 100 ... ネットワーク
 102 ... 情報処理装置
 D1 ... 注目期間
 Rth ... 所定割合
 T0 ... 初期値
 TOF ... 反射波伝搬時間
 Tth ... 使用許容閾値
 Vp ... 最大強度
 temp0 ... 初期値T0の測定時温度
 tempn ... 測定値Tnの測定時温度

20

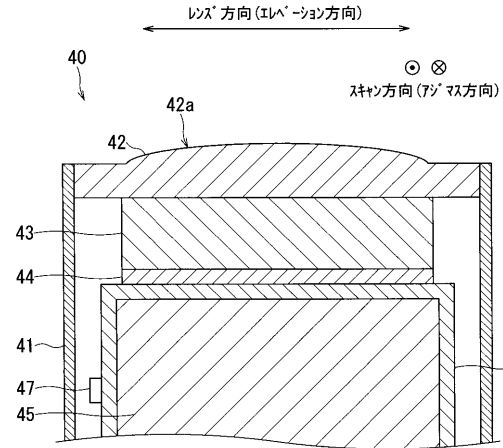
30

40

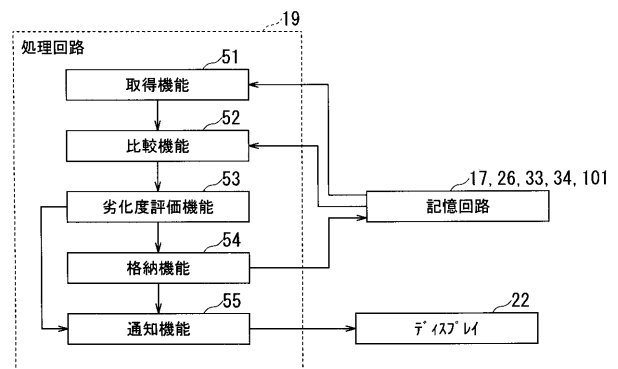
【 図 1 】



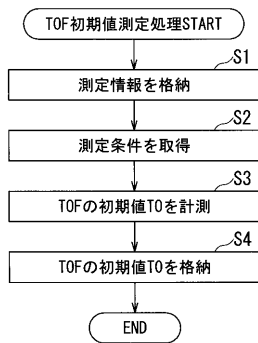
【 図 2 】



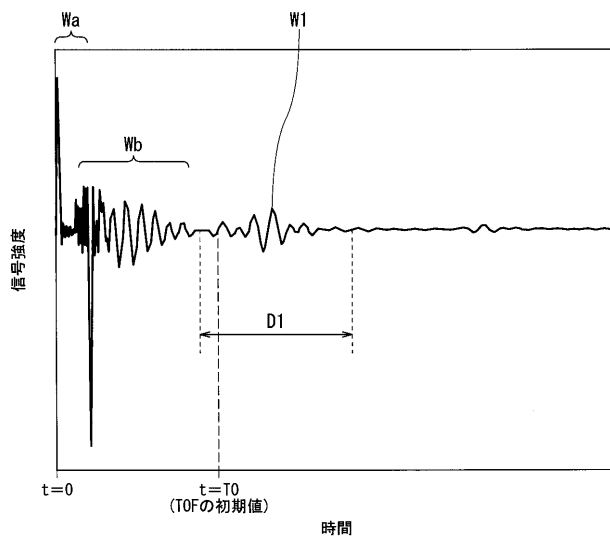
【 図 3 】



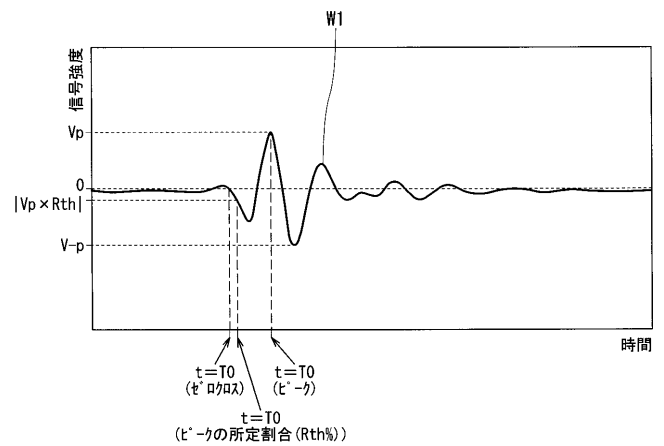
【 図 4 】



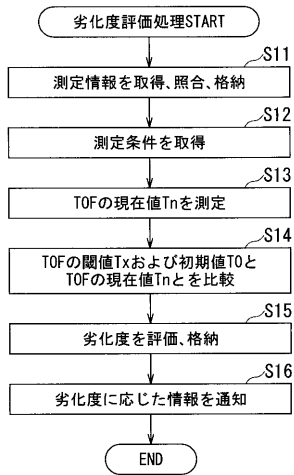
【 図 5 】



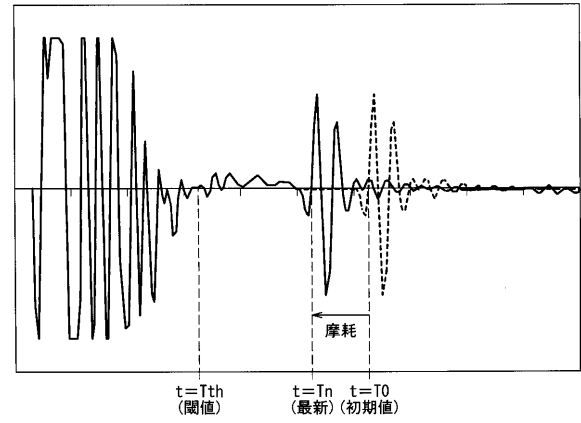
【 図 6 】



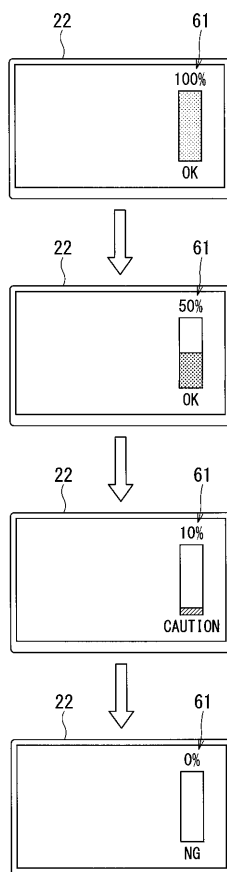
【図 7】



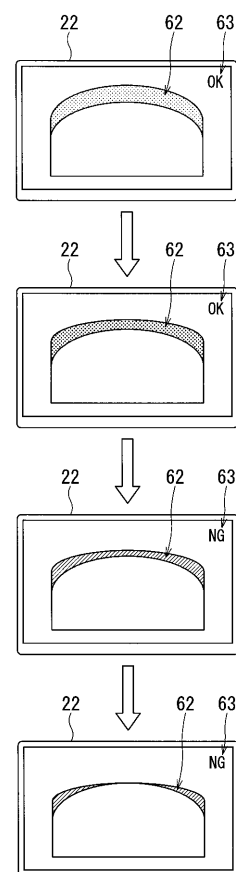
【図 8】



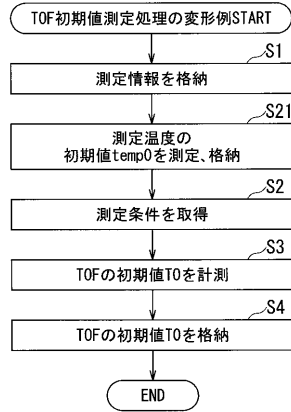
【図 9】



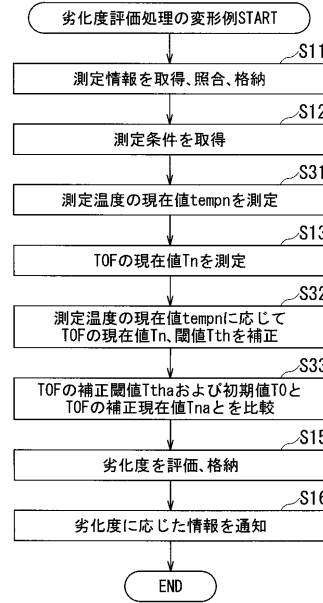
【図 10】



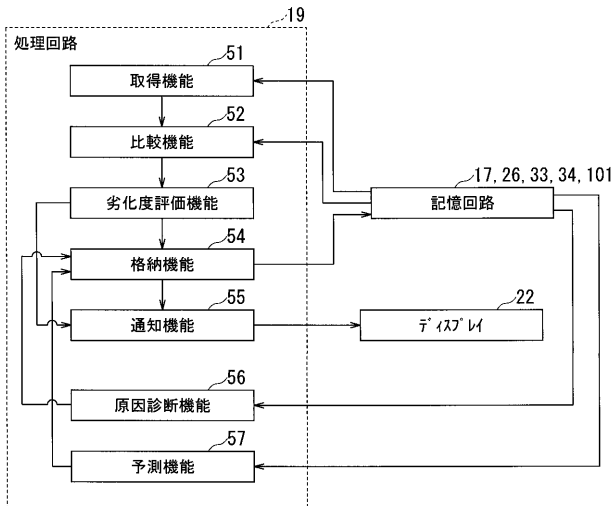
【図 1 1】



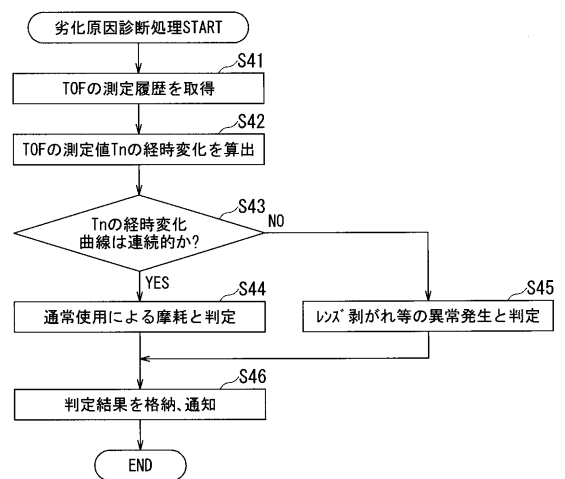
【図 1 2】



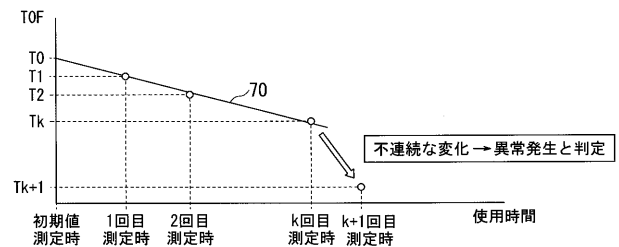
【図 1 3】



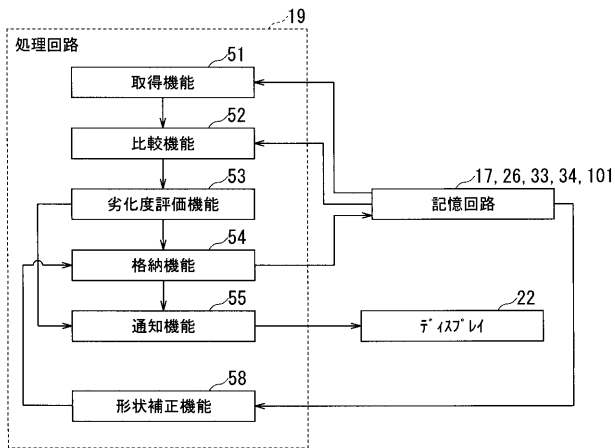
【図 1 4】



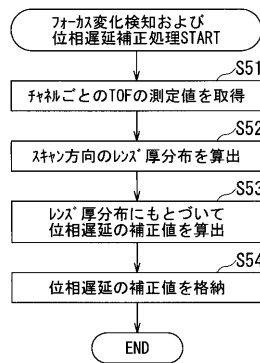
【図 1 5】



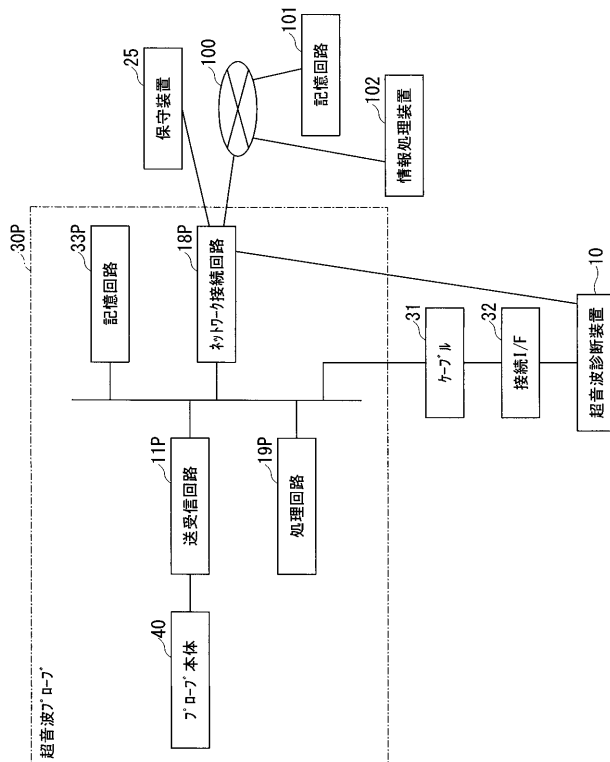
【図 16】



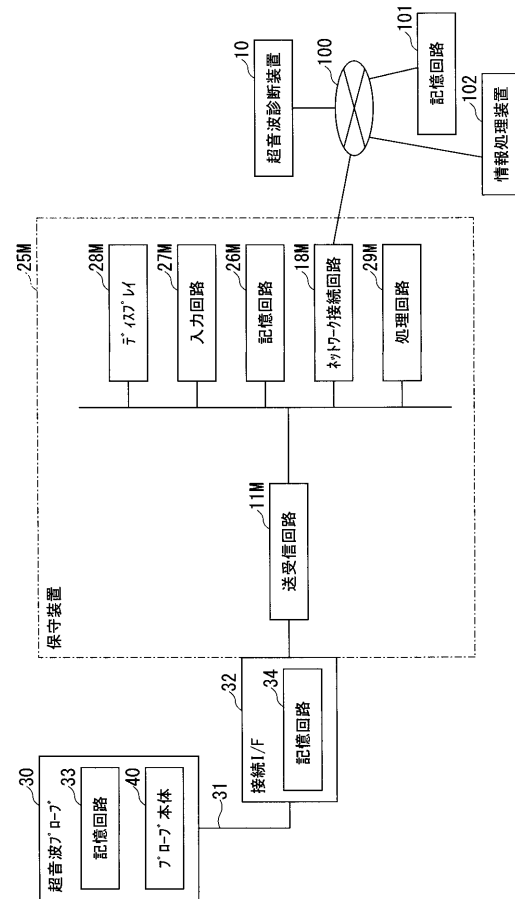
【図 17】



【図 19】



【図 18】



专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波探头维护装置，超声波探头，超声波探头维护程序		
公开(公告)号	JP2019037642A	公开(公告)日	2019-03-14
申请号	JP2017163347	申请日	2017-08-28
[标]发明人	藤田文理 岡田健吾		
发明人	藤田 文理 岡田 健吾		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE21 4C601/GB32 4C601/JB35 4C601/KK31 4C601/LL17		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波诊断装置，超声波探头维持装置，超声波探头以及超声波探头维持程序，能够自动且容易地评价超声波探头的声透镜的劣化程度。根据实施例的超声诊断设备获取由超声探头的声透镜的表面反射的超声波的反射波传播时间，其由超声探头的超声换能器测量。获取单元和评估单元，其基于反射波传播时间评估声透镜的劣化程度。[选中图]图3

