

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4860844号
(P4860844)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

G O 1 N 29/24 (2006.01)

G O 1 N 29/24

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-243445 (P2001-243445)
 (22) 出願日 平成13年8月10日(2001.8.10)
 (65) 公開番号 特開2003-52693 (P2003-52693A)
 (43) 公開日 平成15年2月25日(2003.2.25)
 審査請求日 平成20年6月16日(2008.6.16)

(73) 特許権者 390029791
 日立アロカメディカル株式会社
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 宮本 一夫
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
 カ株式会社内

審査官 五関 統一郎

(56) 参考文献 特開平10-118069 (JP, A)
 特開平08-056942 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送受波面が生体に当接され、超音波の送受波を行う超音波探触子と、
 前記超音波探触子における温度参照位置に設けられ、参照位置温度を検出する参照位置温度センサと、

前記参照位置温度センサによって検出された前記参照位置温度及び送信条件を構成する送信条件値に基づいて、実測方式及び推定方式の組み合わせにより前記超音波探触子の送受波面の温度を推定温度として推定する温度推定手段と、

前記推定温度に基づいて送信制限を実行する温度制御手段と、
 を含むことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の装置において、
前記送信条件値には送信電圧及び送信繰り返し周期が含まれる、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】

請求項1記載の装置において、
前記超音波探触子が前記生体に当接していない状態において前記送受波面の実温度を検出する実温度センサを含む、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項3記載の装置において、

20

前記推定された推定温度と前記検出された実温度とを比較して推定エラーを判定する推定エラー判定手段を含む、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 記載の装置において、

前記推定された推定温度と前記検出された参照位置温度とを比較して検出エラーを判定する検出エラー判定手段を含む、ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は超音波診断装置に関し、特に超音波探触子（プローブ）の表面温度管理に関する。

10

【0002】

【従来の技術及びその課題】

超音波診断装置においては、超音波探触子の送受面（通常、音響レンズ表面）が生体表面に当接され、その状態で超音波が送受波される。超音波探触子の内部には、電気音響変換素子としての超音波振動子が設けられ、その超音波振動子によって超音波の送波及び受波がなされる。超音波振動子は、単振動子及びアレイ振動子などによって構成される。

【0003】

超音波振動子には、送信パルスが送信繰り返し周期ごとに間欠的に供給され、超音波振動子において電氣的な送信パルスが超音波パルスに変換される。その場合の変換効率は例えば 10 ~ 20 % 程度であり、変換によるエネルギー損失は熱エネルギーとなる。つまり、超音波パルスの送信を継続的に行うと、超音波振動子が発熱し、それを収容している超音波探触子自体も発熱する。

20

【0004】

法令、業界規格などによって、安全性の観点から、生体表面に当接される超音波探触子の温度（送受波面の温度）の上限が定められており、このため超音波の送受波に当たっては、送受波面の温度がその上限を越えない範囲で送信制御がなされる。具体的には、超音波探触子の温度が上限に到達した場合には、送信電力（送信電圧）を強制的に下げる、送信を停止させる、といった制御である。

【0005】

30

上記の送信制御に当たっては、超音波探触子の送受波面に直接的に温度センサを設けるのが理想的であるが、そのような構成の場合には、どうしても温度センサが超音波の伝搬上の障害となる。これに対し、温度センサを送受波面以外の例えば超音波探触子の側面に設け、そこでの検出温度をもって送受波面の温度とみなすと、実際の送受波面の温度に対して誤差が生じやすい。ちなみに、そのような温度センサを設けることなく、送信条件（送信電圧、送信パルスの幅、送信繰り返し周期、送信開始からの経過時間など）から、温度推定式によって、送受波面の温度を推定することも可能である。しかし、その場合には、装置ごとに一律不変の温度推定式が利用されるため、超音波振動子の特性のバラツキ、超音波振動子の経年変化（変換効率の低下）、といった諸条件を十分に加味できず、結果として、満足のいく温度推定精度を確保できないという問題がある。

40

【0006】

本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、超音波探触子における送受波面（生体接触面）に直接的に温度センサを設けることなく、送受波面の実際の温度を高精度に推定し、これによって最適な送信制御を実現できるようにすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る超音波診断装置は、送受波面が生体に当接され、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子における温度参照位置に設けられ、参照位置温度を検出する参照位置温度センサと、前記参照位置温度センサによって検出された前記参照位置温度及び送信条件を構成する送信条件値に基づいて、実測方式及び推定方式の組み合わせに

50

より前記超音波探触子の送受波面の温度を推定温度として推定する温度推定手段と、前記推定温度に基づいて送信制限を実行する温度制御手段と、を含む。望ましくは、前記送信条件値には送信電圧及び送信繰り返し周期が含まれる。望ましくは、超音波診断装置が、前記超音波探触子が前記生体に当接していない状態において前記送受波面の実温度を検出する実温度センサを含む。望ましくは、超音波診断装置が、前記推定された推定温度と前記検出された実温度とを比較して推定エラーを判定する推定エラー判定手段を含む。望ましくは、超音波診断装置が、前記推定された推定温度と前記検出された参照位置温度とを比較して検出エラーを判定する検出エラー判定手段を含む。

【 0 0 0 8 】

上記構成によれば、超音波探触子における温度参照位置（送受波面とは異なるリファレンス計測位置）に温度センサが設けられ、それによる検出温度（リファレンス温度）を利用して、例えば、送信条件を加味した温度推定式を利用することによって、送受波面の実際の温度を高精度に推定することが可能となる。上記構成は、実測方式と推定方式の組み合わせとして位置づけられる。推定された送受波面の温度が温度上限に到達した場合あるいは温度上限に近づいた場合には、送信パワーダウンなどの従来同様の送信制御がなされ、これによって、送受波面の温度が上限以下に維持される。本発明によれば、従来装置において、温度推定誤差に起因する過剰な送信パワー制限を回避でき、また信頼性ある温度管理を実現できる。

【 0 0 0 9 】

なお、望ましくは、更に、超音波探触子において超音波の送受波を行っている状態において当該超音波探触子の送受波面に接触してその送受波面の実温度を検出する実温度センサを設け、その送受波面の実温度を利用して、超音波診断の合間などに、温度検出や温度推定が正常であることを確認するようにしてもよい。その場合には、送受波面の実温度と温度参照位置の参照温度とを比較して温度検出エラーを判定する手段や、送受波面の実温度と推定温度とを比較して推定エラーを判定する手段などが設けられ、そのような手段を併設することによって、装置の信頼性及び安全性をより一層向上できる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 には、本発明に係る超音波診断装置の全体構成がブロック図として示されている。

【 0 0 1 2 】

図 1 において、超音波診断装置は、大別して、装置本体 1 2 と、超音波探触子 1 0 と、操作パネル 1 4 と、表示装置 1 6 とによって構成される。超音波探触子 1 0 はケーブル 1 8 によって装置本体 1 2 に接続されている。具体的には、超音波探触子 1 0 の一端側から引き出されたケーブルの端部にはコネクタ 2 0 A が設けられ、そのコネクタ 2 0 A は、装置本体 1 2 に設けられたコネクタ 2 0 B に連結される。ケーブル 1 8 は複数の信号線からなる多芯ケーブルであって、そのケーブル 1 8 内には本実施形態において後述する温度センサ 3 0 から引き出された信号線が含まれる。なお、その温度センサ 3 0 からの信号線については、ケーブル 1 8 内に含ませず、別途、超音波探触子 1 0 から装置本体 1 2 へ引き回すようにしてもよい。超音波探触子 1 0 内には、複数の振動素子からなるアレイ振動子 2 2 が設けられている。このアレイ振動子 2 2 は超音波の送受波を行うものであり、このアレイ振動子 2 2 によって超音波ビームが形成される。アレイ振動子 2 2 の背面側にはバックリング層 2 4 が設けられ、アレイ振動子 2 2 の生体側には整合層 2 6 及び音響レンズ 3 0 が設けられている。音響レンズ 3 0 の表面は送受波面 2 9 A を構成し、その送受波面 2 9 A は生体表面 1 0 0 に当接される。

【 0 0 1 3 】

したがって、生体表面 1 0 0 に対しては、送受波面 2 9 A を介してアレイ振動子 2 2 にて発生した熱が伝達され、すなわち、送受波面 2 9 A の温度管理が重要となる。このため、本実施形態においては、超音波探触子 1 0 のケース内の所定位置（送受波面とは異なるが

10

20

30

40

50

その近傍であるのが望ましい) 温度センサ 30 が埋設されており、送受波面 29 A の温度が間接的に検出されている。具体的には、温度センサ 30 が設けられた位置 (温度参照位置) における温度が検出され、その温度を示す信号が装置本体 12 へ送られている。

【0014】

装置本体 12 において、送信部 32 は、アレイ振動子を構成する複数の振動素子に対して送信信号を供給し、これによって送信ビームを形成する送信ビームフォーマーとして機能するものである。受信部 36 は、アレイ振動子を構成する複数の振動素子から出力された受信信号に対して整相加算処理を実行し、これによって受信ビームを電子的に形成する受信ビームフォーマーとして機能する。

【0015】

受信部 36 から出力される整相加算後の受信信号は、画像形成部 40 に入力され、この画像形成部 40 において、受信信号に基づいて、超音波画像、例えば B モード画像などが形成され、その画像データが表示処理部 42 に送られた後、必要な処理を経て、当該画像データが表示装置 16 へ出力される。表示装置 16 上においては、超音波画像が表示される。ちなみに、表示処理部 42 は例えばデジタルスキャンコンバータ (DSC) などからなるものである。

【0016】

制御部 34 は、送信部 32 及び受信部 36 の動作制御を行っている。特に、制御部 34 は送信部 32 における送信条件、具体的には、送信パワー (送信電圧)、送信周波数、送信繰り返し周期、送信パルス幅、送信時間、などの条件設定を行っている。それらの送信条件データ 200 は、別途、温度推定部 38 にも出力されている。

【0017】

温度推定部 38 は、上記の送受波面 29 A の温度 T を推定する演算部であって、その温度推定に当たっては、温度センサ 30 によって検出された参照温度 T' がパラメータとして利用される。具体的には、温度推定部 38 は、温度推定関数を有し、その温度推定関数内における 1 つのパラメータとして参照温度 T' が含まれている。ここで、温度推定関数は、例えば、 $T = f(a, b, c, \dots, T')$ と表すことができ、ここにおいて、 $a, b, c, \dots$ はそれぞれ送信条件データ 200 を構成する各条件値に相当している。

【0018】

すなわち、温度推定部 38 は、従来の推定方式と同様に、送信条件に従って温度推定演算式を用いて送受波面の温度を推定するが、その際において、補正パラメータとして、実測された参照温度 T' が利用されており、すなわち温度推定と温度実測との組み合わせをもって、より確からしい送受波面 29 A の温度 (推定温度) T が推定されている。

【0019】

制御部 34 は、後に図 2 を用いて説明するように、その推定温度 T が温度上限 α を超えた場合に、送信部 32 に与える送信条件を調整し、具体的には送信パワーダウンになるように送信条件を修正する。このようなフィードバック制御によって、送受波面 29 A の温度は常に温度上限 α 以下に維持され、その範囲内において超音波の送受波が継続的に実行されることになる。

【0020】

操作パネル 14 は、制御部 34 に対して各種のユーザー設定を行うための入力手段である。また、表示装置 16 は超音波画像が表示されるディスプレイとして構成されるものである。装置本体 12 には、プローブホルダ 50 が設けられ (図 1 においてはそのプローブホルダ 50 が概念的に示されている)、そのプローブホルダ 50 内には、超音波探触子 10 を生体表面 100 に当接していない非超音波診断時において超音波探触子 10 が収容保持される。本実施形態の変形例としては、そのプローブホルダ 50 内に温度センサ 52 が設けられ、その温度センサ 52 によって、超音波の送受波を継続的に行っている超音波探触子について、その送受波面 29 A の実際の温度 (実温度) T_a が実測される。

【0021】

図 2 には、図 1 に示した制御部 34 の送信制限制御がフローチャートとして示されている

10

20

30

40

50

。まず、S 1 0 1において、超音波探触子 1 0において超音波の送受波が開始されると、S 1 0 2では、その超音波の送受波を終了させるか否かが判断され、超音波の送受波が継続される場合には、S 1 0 3において温度センサ 3 0によって参照温度 T' が検出され、S 1 0 4では、温度推定部 3 8において、各種の送信条件及び参照温度 T' に基づいて、送受波面 2 9 Aについての温度（推定温度） T が求められる。S 1 0 5では、その推定温度 T が温度上限 α 以上であるか否かが判断され、推定温度 T が温度上限 α 以上である場合には、S 1 0 6において送信条件が修正され、すなわち送信パワーがダウンされる。これによって、超音波探触子に供給されるエネルギーが削減されるため、そこで生ずる発熱量も削減されることになる。

【 0 0 2 2 】

10

よって、以上の実施形態によれば、単なる温度推定や単なる間接的な温度検出に比べてより高精度に送受波面 2 9 Aの温度を推定することができ、それに基づいて、的確な送信制御を行って、超音波診断装置の動作信頼性及び安全性を高めることができる。

【 0 0 2 3 】

次に、図 3 及び図 4 を用いて上記実施形態の変形例について説明する。

【 0 0 2 4 】

図 3 には、図 1 に示した装置本体に設けられるプローブホルダ 5 0 の概念が示されている。プローブホルダ 5 0 は、上述したように超音波探触子 1 0 を受け入れる凹部を有し、その底面 5 0 A には、温度センサ 5 2 が設けられている。この温度センサ 5 2 は、収容された超音波探触子 1 0 の送受波面 2 9 A に接触し、その表面温度（実温度） T_a を直接的に検出するためのものである。超音波探触子 1 0 がプローブホルダ 5 0 に収容されている状態においても、通常は超音波の送受波が繰り返し実行されており、すなわち発熱の継続状態にある。よって、例えば超音波診断の合間に超音波探触子 1 0 がプローブホルダ 5 0 内に収容された時点で、送受波面 2 9 A の実際の温度 T_a を検出することができる。

20

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、その検出された実温度 T_a は温度推定部 3 8 に送られ、温度推定部 3 8 は以下に詳述するようなエラー判定を実行する。

【 0 0 2 6 】

図 4 には、温度推定部 3 8 の構成例が示されている。推定演算部 6 0 は、上述した温度推定関数に従って、参照温度 T' から推定温度 T を求める回路である。減算器 6 2 は、参照温度 T' から実温度 T_a を減算し、その差分値である $\Delta T 1$ を出力する。絶対値演算器 6 6 では、その差分値 $\Delta T 1$ の絶対値が演算され、その演算結果が検出エラー判定器 7 0 において、所定の判定値 $K 1$ と比較される。差分値 $\Delta T 1$ の絶対値が判定値 $K 1$ よりも大きくなった場合には、例えば温度センサ 3 0 についての動作不良などが考えられるため、検出エラーと判定される。

30

【 0 0 2 7 】

一方、減算器 6 4 においては、実温度 T_a から推定温度 T が減算され、その差分値が $\Delta T 2$ が出力される。絶対値演算器 6 8 では、その差分値 $\Delta T 2$ の絶対値が演算され、その演算結果が推定エラー判定器 7 2 において所定の判定値 $K 2$ と比較される。ここで、差分値 $\Delta T 2$ の絶対値が判定値 $K 2$ よりも大きい場合には、温度推定部 3 8 における温度推定演算などに誤差が大きいものと判断されるため、推定エラーと判定される。

40

【 0 0 2 8 】

上記の検出エラーや推定エラーが判断された場合、制御部 3 4 によって、必要に応じて表示装置 6 0 にエラー表示がなされ、あるいは所定のエラー信号が出力される。

【 0 0 2 9 】

以上の変形例によれば、温度センサ 3 0 や温度推定に関し、常にその動作の適正さを監視することができ、何らかの異常が生じた場合にはエラー判定を行って、それをユーザーに報知することができるので、超音波診断装置の動作信頼性や安全性をより一層高めることができるという利点がある。

【 0 0 3 0 】

50

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、超音波探触子の温度管理をより適正に行えるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】 温度管理を行う場合の動作を示すフローチャートである。

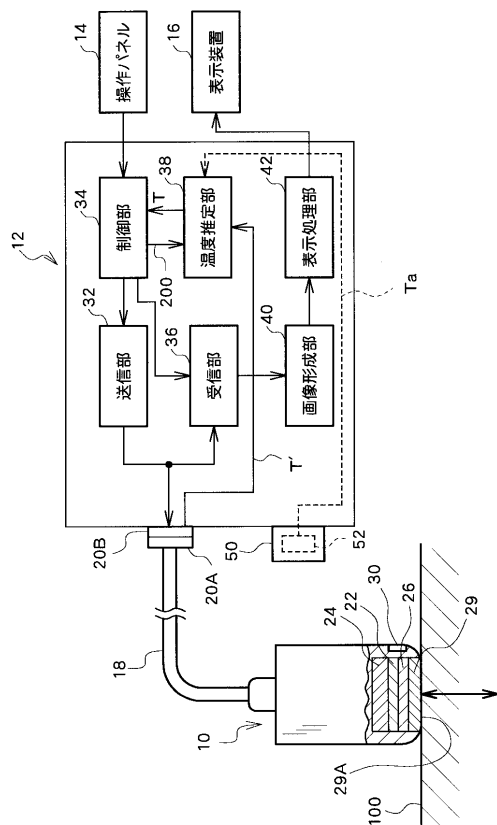
【図 3】 変形例の構成を示す図である。

【図 4】 変形例の信号処理内容を示す図である。

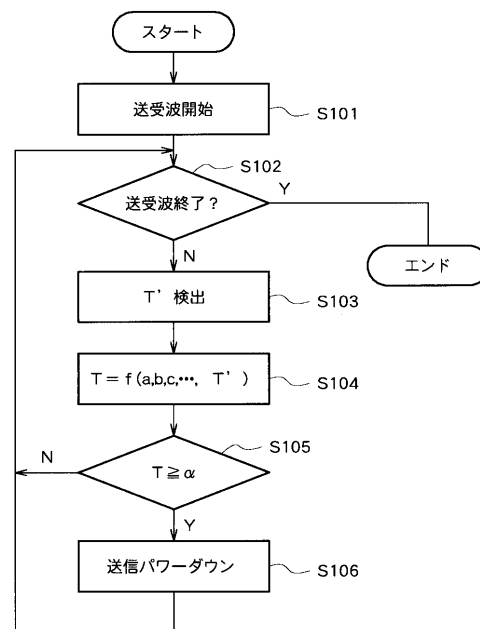
【符号の説明】

10 超音波探触子、12 装置本体、14 操作パネル、16 表示装置、18 ケーブル、22 アレイ振動子、30 温度センサ、34 制御部、38 温度推定部、40 画像形成部、42 送信部、50 受信部、52 温度推定部、54 温度推定部、56 温度推定部、58 温度推定部、60 温度推定部、62 温度推定部、64 温度推定部、66 温度推定部、68 温度推定部、70 温度推定部、72 温度推定部、74 温度推定部、76 温度推定部、78 温度推定部、80 温度推定部、82 温度推定部、84 温度推定部、86 温度推定部、88 温度推定部、90 温度推定部、92 温度推定部、94 温度推定部、96 温度推定部、98 温度推定部、100 温度推定部。

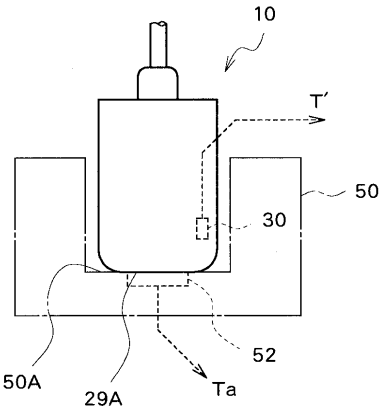
【図 1】



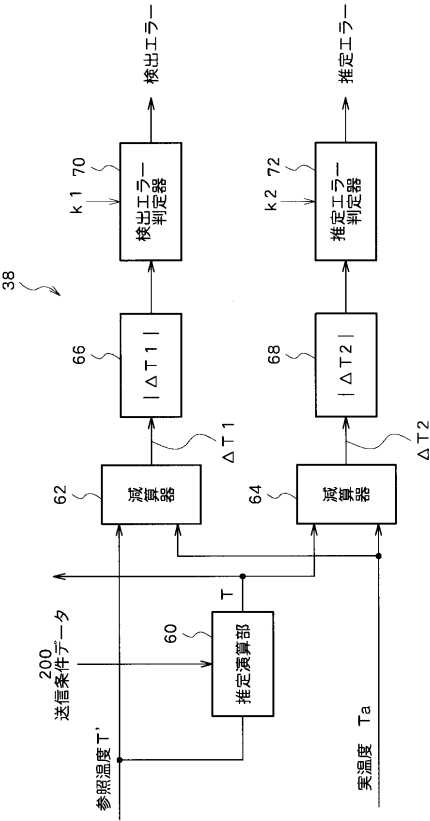
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 8/00

G01N 29/24

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP4860844B2	公开(公告)日	2012-01-25
申请号	JP2001243445	申请日	2001-08-10
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	宮本一夫		
发明人	宮本 一夫		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/CA01 2G047/EA10 2G047/EA11 2G047/EA19 2G047/GA01 2G047/GB02 2G047/GF09 2G047/GF10 2G047/GF11 2G047/GG43 4C301/EE11 4C301/EE12 4C301/EE19 4C301/GA01 4C301/GB01 4C301/GB03 4C301/HH01 4C301/HH02 4C301/HH04 4C301/JB18 4C601/EE09 4C601/EE10 4C601/EE16 4C601/EE19 4C601/GA01 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/HH13 4C601/JB51 4C601/JB52		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP2003052693A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过在超声波检查仪中准确估计探头的波发射/接收表面的温度来实现传输控制。解决方案：超声波探头10设置有温度传感器30并且基于由此实际测量的估计温度 T 和从控制部分34输出的发送条件数据，温度估计部件38估计波发送的温度 T 。接收表面29A。当估计温度 T 高于温度的上限和 α 时，控制部分34执行发送功率等的降低的控制。

【 図 2 】

