

(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2018-134226

(P2018-134226A)

(43) 公開日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

F 1

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 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-30656 (P2017-30656)

(22) 出願日 平成29年2月22日 (2017. 2. 22)

(71) 出願人 000001270

コニカミノルタ株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号

(74) 代理人 110001254

特許業務法人光陽国際特許事務所

(72) 発明者 生方 正行

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ

ニカミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE04 EE19 HH05

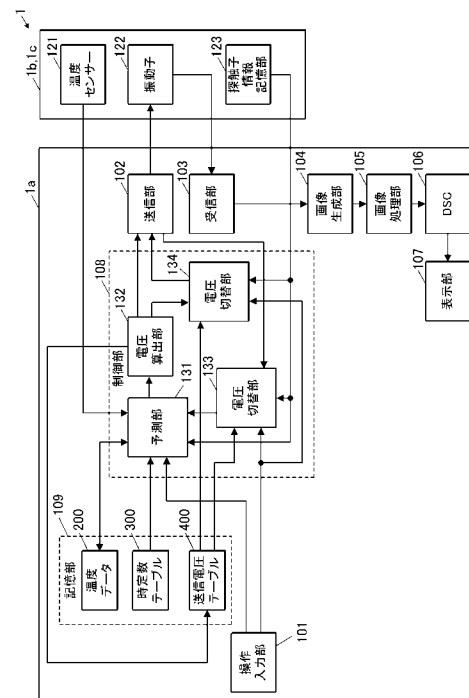
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】超音波探触子の表面温度を目標温度に飽和させる駆動電圧を短時間で取得し、超音波探触子の感度を安定することができる装置を提供する。

【解決手段】超音波診断装置 1 において、予測部 131 は、第 1 の電圧を、駆動電圧が印加されて超音波を送受信する超音波探触子 1b に印加したときの、周囲温度に対する当該超音波探触子の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値を算出する。電圧算出部 132 は、算出した第 1 の電圧における飽和温度上昇値と、第 1 の電圧の値と、周囲温度に対する超音波探触子 1b の表面の目標温度を示す目標温度上昇値とに基づき、目標温度に飽和させるための駆動電圧の値である第 2 の電圧の値を算出して設定する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動電圧が印加されて超音波を送受信する超音波探触子を備える超音波診断装置であって、

第 1 の電圧を前記超音波探触子に印加したときの、周囲温度に対する当該超音波探触子の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値を算出する飽和温度上昇値算出部と、

前記算出した前記第 1 の電圧における飽和温度上昇値と、当該第 1 の電圧の値と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の目標温度を示す目標温度上昇値とに基づき、当該目標温度に飽和させるための駆動電圧の値である第 2 の電圧の値を算出して設定する電圧算出部と、を備える超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記超音波探触子は、交換接続が可能であり、

前記飽和温度上昇値算出部は、超音波探触子の種類を示す探触子情報と、診断モードと、測定条件との少なくとも 1 つに対応する時定数を有する時定数テーブルを参照し、接続中の前記超音波探触子の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する時定数を取得し、当該時定数と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の現在温度を示す現在温度上昇値と、第 1 の電圧印加からの所定の経過時間と、前記周囲温度に対する当該経過時間経過したときの前記超音波探触子の表面温度を示す当該経過時間での温度上昇値とを用いて、前記飽和温度上昇値を算出する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 3】

第 1 の電圧の値、経過時間及び目標温度の入力を受け付ける操作入力部を備え、

前記飽和温度上昇値算出部は、前記入力された第 1 の電圧の値、経過時間を用いて、前記飽和温度上昇値を算出し、

前記電圧算出部は、前記入力された目標温度を用いて、前記第 2 の電圧の値を算出する請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記飽和温度上昇値算出部は、前記時定数 T と、前記現在温度上昇値 ΔT_c と、前記経過時間 t_1 と、前記経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d とを用いて、次式 (1) により前記飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する請求項 2 又は 3 に記載の超音波診断装置。

【数 1】

30

$$\Delta T_s = \Delta T_c + \frac{\Delta T_d - \Delta T_c}{1 - e^{-\frac{t_1}{T}}} \quad \dots (1)$$

【請求項 5】

前記超音波探触子の表面温度を検知する温度検知部を備え、

前記飽和温度上昇値算出部は、前記温度検知部により検知された温度により、前記周囲温度、前記現在温度、前記経過時間での前記超音波探触子の表面温度を取得する請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記飽和温度上昇値算出部は、算出した飽和温度上昇値が所定値より低いかな否かを判別し、低い場合に、前記第 1 の電圧の値を所定量上げ、当該上げた第 1 の電圧を前記超音波探触子に印加して、飽和温度上昇値を再算出する請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 7】

前記電圧算出部は、前記第 1 の電圧の値 V_i と、前記飽和温度上昇値 ΔT_s と、前記目標温度上昇値 ΔT_t とを用いて、次式 (2) により、前記第 2 の電圧の値 V_t を算出する請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【数 2】

$$V_t = V_i * \sqrt{\frac{\Delta T_t}{\Delta T_s}} \quad \dots (2)$$

【請求項 8】

診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、変更直前の駆動電圧の値を変更後の第 1 の電圧の値に設定する第 1 の電圧切替部を備える請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記電圧算出部は、算出した第 2 の電圧の値を、接続中の前記超音波探触子の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応付けて記憶部に記憶し、

診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、前記記憶部を参照し、変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件が前記記憶部に記憶されているか否かを判別し、記憶されている場合に、当該変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する第 2 の電圧の値を当該記憶部から読み出して設定する第 2 の電圧切替部を備える請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

駆動電圧が印加されて超音波を送受信する超音波探触子を備える超音波診断装置のコンピュータを、

第 1 の電圧を前記超音波探触子に印加したときの、周囲温度に対する当該超音波探触子の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値を算出する飽和温度上昇値算出部、

前記算出した前記第 1 の電圧における飽和温度上昇値と、当該第 1 の電圧の値と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の目標温度を示す目標温度上昇値とに基づき、当該目標温度に飽和させるための駆動電圧の値である第 2 の電圧の値を算出して設定する電圧算出部、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断は、超音波探触子を体表から当てるという簡単な操作で心臓の拍動や胎児の動きの様子が超音波画像として得られ、かつ安全性が高いため繰り返して検査を行うことができる。超音波診断を行うために用いられ、超音波画像を生成して表示する超音波診断装置が知られている。

【0003】

超音波診断装置は、所定の駆動電圧（送信電圧）の電気的な駆動信号を超音波探触子内の圧電素子に出力することで超音波を発生し、被検体で反射された反射超音波を含む受信超音波を圧電素子で受信することにより電気的な受信信号を得て、超音波の送受信をスキャンしながら繰り返すことにより超音波画像を生成する。そのとき、電気エネルギー（電圧）と超音波エネルギー（超音波）とを相互に変換するため、エネルギー変換に際して熱を発してしまう。超音波探触子は、操作者や被検体が直接接触れるものであって、過度に表面温度が上昇すると、操作者や被検体の火傷を引き起こすおそれがある。このため、表面温度の上限は、法令や規格で規制されており、表面温度が規制されている温度を超えないように、送信電圧を調整する超音波診断装置が知られている。

【0004】

例えば、超音波探触子の表面温度の温度情報に応じて、超音波探触子へ印加する送信電圧を自動的に変更し、超音波探触子の表面温度を適切な状態に維持することが可能な超音

10

20

30

40

50

波診断装置が知られている（特許文献１参照）。

【０００５】

また、初期電圧印加後の予め操作入力された診断時間内での許容温度を算出して、初期電圧と許容温度とから目標温度となる送信駆動電圧を算出し、所定の診断時間内において、算出した送信駆動電圧を超音波探触子に出力し、診断時間を超えると、送信電圧をデフォルト電圧に下げる超音波診断装置が知られている（特許文献２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００５－２５３７７６号公報

10

【特許文献２】特開２０１１－６２３５９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

駆動電圧を上げるほど、超音波探触子の感度はよくなり表面温度も上昇する。特許文献１の超音波診断装置では、超音波探触子の表面温度が飽和するまで送信電圧を変動しながら調整されるため、送信電圧が調整完了するまでに１０分以上の非常に長い時間がかかる。また、超音波診断は条件設定直後に行うことが多く、送信電圧が調整完了される前に診断してしまうと、感度の再現性がとれない場合がある。

【０００８】

20

また、特許文献２の超音波診断装置では、所定の診断時間を過ぎると超音波探触子の表面温度が許容温度を超えるために送信電圧がデフォルト電圧に変更される。このため、実際の診断中や診断継続後に、送信電圧の変更により超音波探触子の感度が変化するというおそれがあった。

【０００９】

本発明の課題は、超音波探触子の表面温度を目標温度に飽和させる駆動電圧を短時間で取得し、超音波探触子の感度を安定することである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記課題を解決するため、請求項１に記載の発明の超音波診断装置は、
駆動電圧が印加されて超音波を送受信する超音波探触子を備える超音波診断装置であって、

30

第１の電圧を前記超音波探触子に印加したときの、周囲温度に対する当該超音波探触子の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値を算出する飽和温度上昇値算出部と、

前記算出した前記第１の電圧における飽和温度上昇値と、当該第１の電圧の値と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の目標温度を示す目標温度上昇値とに基づき、当該目標温度に飽和させるための駆動電圧の値である第２の電圧の値を算出して設定する電圧算出部と、を備える。

【００１１】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の超音波診断装置において、
前記超音波探触子は、交換接続が可能であり、

40

前記飽和温度上昇値算出部は、超音波探触子の種類を示す探触子情報と、診断モードと、測定条件との少なくとも１つに対応する時定数を有する時定数テーブルを参照し、接続中の前記超音波探触子の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する時定数を取得し、当該時定数と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の現在温度を示す現在温度上昇値と、第１の電圧印加からの所定の経過時間と、前記周囲温度に対する当該経過時間経過したときの前記超音波探触子の表面温度を示す当該経過時間での温度上昇値とを用いて、前記飽和温度上昇値を算出する。

【００１２】

請求項３に記載の発明は、請求項２に記載の超音波診断装置において、

50

第 1 の電圧の値、経過時間及び目標温度の入力を受け付ける操作入力部を備え、
前記飽和温度上昇値算出部は、前記入力された第 1 の電圧の値、経過時間を用いて、前記飽和温度上昇値を算出し、
前記電圧算出部は、前記入力された目標温度を用いて、前記第 2 の電圧の値を算出する。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 又は 3 に記載の超音波診断装置において、
前記飽和温度上昇値算出部は、前記時定数 T と、前記現在温度上昇値 ΔT_c と、前記経過時間 t_1 と、前記経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d とを用いて、次式 (1) により前記飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する。

10

【 数 1 】

$$\Delta T_s = \Delta T_c + \frac{\Delta T_d - \Delta T_c}{1 - e^{-\frac{t_1}{T}}} \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 4 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記超音波探触子の表面温度を検知する温度検知部を備え、

前記飽和温度上昇値算出部は、前記温度検知部により検知された温度により、前記周囲温度、前記現在温度、前記経過時間での前記超音波探触子の表面温度を取得する。

20

【 0 0 1 5 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記飽和温度上昇値算出部は、算出した飽和温度上昇値が所定値より低いかなかを判別し、低い場合に、前記第 1 の電圧の値を所定量上げ、当該上げた第 1 の電圧を前記超音波探触子に印加して、飽和温度上昇値を再算出する。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記電圧算出部は、前記第 1 の電圧の値 V_i と、前記飽和温度上昇値 ΔT_s と、前記目標温度上昇値 ΔT_t とを用いて、次式 (2) により、前記第 2 の電圧の値 V_t を算出する。

30

【 数 2 】

$$V_t = V_i * \sqrt{\frac{\Delta T_t}{\Delta T_s}} \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 7 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

40

診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、変更直前の駆動電圧の値を変更後の第 1 の電圧の値に設定する第 1 の電圧切替部を備える。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の超音波診断装置において、

前記電圧算出部は、算出した第 2 の電圧の値を、接続中の前記超音波探触子の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応付けて記憶部に記憶し、

診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、前記記憶部を参照し、変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件が前記記憶部に記憶されているかなかを判別し、記憶されている場合に、当該変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する第 2 の電圧の値を当該記憶部から読み出して設定する第 2 の電圧切替部を備える。

50

【 0 0 1 9 】

請求項 1 0 に記載の発明のプログラムは、

駆動電圧が印加されて超音波を送受信する超音波探触子を備える超音波診断装置のコンピュータを、

第 1 の電圧を前記超音波探触子に印加したときの、周囲温度に対する当該超音波探触子の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値を算出する飽和温度上昇値算出部、

前記算出した前記第 1 の電圧における飽和温度上昇値と、当該第 1 の電圧の値と、前記周囲温度に対する前記超音波探触子の表面の目標温度を示す目標温度上昇値とに基づき、当該目標温度に飽和させるための駆動電圧の値である第 2 の電圧の値を算出して設定する電圧算出部、

10

として機能させる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、超音波探触子の表面温度を目標温度に飽和させる駆動電圧を短時間で取得でき、当該駆動電圧の印加により超音波探触子の感度を安定できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】本発明の実施の形態の超音波診断装置の外観図である。

【図 2】超音波診断装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 3】(a) は、コンベックス走査方式の超音波探触子の B モード時の表面温度の熱画像を示す図である。(b) は、コンベックス走査方式の超音波探触子の B モード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。

20

【図 4】(a) は、リニア走査方式の超音波探触子の B モード時の表面温度の熱画像を示す図である。(b) は、リニア走査方式の超音波探触子の B モード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。

【図 5】(a) は、リニア走査方式の超音波探触子のカラードブラーモード時の表面温度の熱画像を示す図である。(b) は、リニア走査方式の超音波探触子のカラードブラーモード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。

【図 6】第 1、第 2、第 3 の条件の超音波探触子の表面温度の時間特性を示す図である。

【図 7】時定数テーブルの構成を示す図である。

30

【図 8】送信電圧設定処理を示すフローチャートである。

【図 9】(a) は、超音波探触子の温度上昇値の時間特性を示す図である。(b) は、(a) の超音波探触子の温度上昇値の時間特性の原点付近の拡大図である。

【図 1 0】飽和温度上昇値と電圧の 2 乗との関係を示す図である。

【図 1 1】送信電圧更新処理を示すフローチャートである。

【図 1 2】(a) は、条件変更時の超音波探触子の温度上昇値の時間特性を示す図である。(b) は、(a) の超音波探触子の温度上昇値の時間特性の切片付近の拡大図である。

【図 1 3】飽和温度上昇値と電圧の 2 乗との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

40

添付図面を参照して、本発明に係る実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は、図示例に限定されるものではない。

【 0 0 2 3 】

先ず、図 1 及び図 2 を参照して、本実施の形態の装置構成を説明する。図 1 は、本実施の形態の超音波診断装置 1 の外観図である。図 2 は、超音波診断装置 1 の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 4 】

図 1 及び図 2 に示す本実施の形態の超音波診断装置 1 は、病院などの医療機関に設置されている。超音波診断装置 1 は、超音波診断装置本体 1 a と、超音波探触子 1 b と、を備える。超音波探触子 1 b は、図示しない患者の生体などの被検体に対して超音波（送信超

50

音波)を送信するとともに、この被検体で反射した反射超音波、散乱超音波を含む受信超音波を受信する。超音波診断装置本体1aは、超音波探触子1bのケーブル1cを介して、超音波探触子1bと接続され、超音波探触子1bに電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子1bに被検体に対して送信超音波を送信させる。また、超音波診断装置本体1aは、超音波探触子1bにて受信した被検体内からの受信超音波に応じて超音波探触子1bで生成された電気信号である受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。

【0025】

超音波探触子1bは、交換して超音波診断装置本体1aに接続することが可能である。超音波探触子1bは、温度センサー121と、圧電素子からなる振動子122と、探触子情報記憶部123と、を備える。温度センサー121は、超音波探触子1bの表面温度を検出するセンサーであり、検知した温度情報を超音波診断装置本体1a(後述する予測部131)に出力する。

【0026】

振動子122は、例えば、方位方向に一次元アレイ状に複数配列されている。本実施の形態では、例えば、192個の振動子を備えた超音波探触子1bを用いている。なお、振動子は、二次元アレイ状に配列されたものであってもよい。また、振動子の個数は、任意に設定することができる。また、超音波探触子1bは、電子走査方式あるいは機械走査方式の何れを採用してもよく、また、リニア走査方式、セクタ走査方式あるいはコンベックス走査方式の何れの方式を採用することもできる。

【0027】

探触子情報記憶部123は、例えば、ケーブル1cのコネクター内に設けられ、超音波探触子1bの種類(型番など)情報を記憶する。操作者により、超音波診断の走査内容に応じて、適切な種類の超音波探触子1bが選択されて、超音波診断装置本体1aに接続される。

【0028】

図2に示すように、超音波診断装置本体1aは、例えば、操作入力部101と、送信部102と、受信部103と、画像生成部104と、画像処理部105と、DSC(Digital Scan Converter)106と、表示部107と、制御部108と、記憶部109と、を備える。

【0029】

操作入力部101は、例えば、被検体の検査開始の指示などの各種コマンドや、後述する診断モード、測定条件、被検体情報などのデータの入力などを行うための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス、キーボードなどを備えており、操作入力に応じた操作情報を制御部108に出力する。また、操作入力部101は、初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、目標温度 T_t の入力を受け付ける構成としてもよい。

【0030】

ここで、診断モードとは、超音波の送受信による診断のモードであり、B(Brightness)モードや、パルスドプラーモード、カラードプラーモード、A(Amplitude)モード、M(Motion)モードなどがある。Bモードは、受信超音波の強さを明るさの強弱に変換(輝度変調)して、被検体の断層画像を表示するモードである。パルスドプラーモードは、目的となる部位にサンプルゲートを設け、そのサンプリング位置からドプラーシフト周波数を取り出して、被検体の体内の血流速度を測定し、画面に表示するモードである。カラードプラーモードは、被検体の生体内血行動態に色を付け、Bモード画像上に重ね合わせてリアルタイムに表示し、広範囲に血流の方向と速度を色表示するモードである。なお、診断モードには、Aモード、Mモードなど、他のモードを含める構成としてもよい。

【0031】

測定条件とは、PRF(Pulse Repetition Frequency:パルス繰り返し周波数)、素子開口などである。PRFは、超音波を送信させるための電気信号である駆動信号のパルスの繰り返し周波数である。素子開口とは、超音波探触子1bの全ての振動子122のうち

10

20

30

40

50

の一度のスキャンで超音波を出力させる連続した振動子 122 の数である。本実施の形態では、測定条件が、PRF 及び素子開口であるものとして説明するが、これに限定されるものではない。

【0032】

初期電圧 V_i は、超音波探触子 1b に印加する初期の所定の駆動電圧である。駆動電圧は、電源電圧であって、送信部 102 に入力する電気信号である駆動信号がとり得る最大の電圧である。経過時間 t_1 は、初期電圧 V_i を超音波探触子 1b に印加する所定の時間である。目標温度 T_t は、超音波探触子 1b の飽和し安定させる目標の表面温度であり、例えば、法令や規格で規制されている上限の表面温度以下に設定される。

【0033】

送信部 102 は、制御部 108 からの駆動電圧（駆動電圧値）にしたがって、当該駆動電圧に対応する駆動信号を生成して超音波探触子 1b にケーブル 1c を介して供給し、送信超音波を発生させる回路である。このように、超音波探触子 1b は、送信部 102 により印加された駆動電圧の駆動信号に応じて、超音波送受信の動作を行う。

【0034】

また、送信部 102 は、例えば、クロック発生回路、遅延回路、パルス発生回路を備えている。クロック発生回路は、駆動信号の送信タイミングや送信周波数を決定するクロック信号を発生させる回路である。遅延回路は、駆動信号の送信タイミングを振動子毎に対応した個別経路毎に遅延時間を設定し、設定された遅延時間だけ駆動信号の送信を遅延させて送信超音波によって構成される送信ビームの集束を行うための回路である。パルス発生回路は、所定の周波数（測定条件としての PRF）で駆動信号としてのパルス信号を発生させるための回路である。上述のように構成された送信部 102 は、例えば、超音波探触子 1b に配列された複数（例えば、192 個）の振動子 122 のうちの連続する一部（例えば、64 個）を駆動して送信超音波を発生させる。この連続する一部の振動子 122 の数（チャンネル数）が、測定条件としての素子開口である。そして、送信部 102 は、送信超音波を発生させる毎に駆動する振動子を方位方向にずらすことで走査（スキャン）を行う。

【0035】

受信部 103 は、制御部 108 の制御にしたがって、超音波探触子 1b からケーブル 1c を介して電気信号である受信信号を受信する回路である。受信部 103 は、例えば、増幅器、A/D（Analog to Digital）変換回路、整相加算回路を備えている。増幅器は、受信信号を、振動子毎に対応した個別経路毎に、予め設定された増幅率で増幅させるための回路である。A/D 変換回路は、増幅された受信信号を A/D 変換するための回路である。整相加算回路は、A/D 変換された受信信号に対して、振動子毎に対応した個別経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成するための回路である。

【0036】

画像生成部 104 は、制御部 108 の制御にしたがって、受信部 103 からの音線データに対して包絡線検波処理や対数増幅などを実施し、ダイナミックレンジやゲインの調整を行って輝度変換することにより、B（Brightness）モード画像データを生成する。すなわち、B モード画像データは、受信信号の強さを輝度によって表したものである。画像生成部 104 は、診断モードが B モードの B モード画像データ他、A（Amplitude）モード、M（Motion）モード、パルスドブラー法、カラードブラー法など、他の診断モードの超音波画像データが生成可能である。

【0037】

画像処理部 105 は、DRAM（Dynamic Random Access Memory）などの半導体メモリによって構成された画像メモリー部（図示略）を備える。画像処理部 105 は、制御部 108 の制御にしたがって、画像生成部 104 から出力された B モード画像データをフレーム単位で画像メモリー部に記憶する。画像メモリー部に記憶されたフレームの画像データは、制御部 108 の制御にしたがって、DSC 106 に出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

D S C 1 0 6 は、制御部 1 0 8 の制御にしたがって、画像処理部 1 0 5 から入力されたフレームの画像データに座標変換などを施して画像信号に変換し、表示部 1 0 7 に出力する。

【 0 0 3 9 】

表示部 1 0 7 は、L C D (Liquid Crystal Display)、C R T (Cathode-Ray Tube) ディスプレイ、有機 E L (Electronic Luminescence) ディスプレイ、無機 E L ディスプレイ及びプラズマディスプレイなどの表示装置が適用可能である。表示部 1 0 7 は、制御部 1 0 8 の制御にしたがって、D S C 1 0 6 から出力された画像信号にしたがって表示画面上に画像の表示を行う。

10

【 0 0 4 0 】

制御部 1 0 8 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory) を備えて構成され、R O M に記憶されているシステムプログラムなどの各種処理プログラムを読み出して R A M に展開し、展開したプログラムにしたがって超音波診断装置 1 の各部を制御する。R O M は、半導体などの不揮発メモリなどにより構成され、超音波診断装置 1 に対応するシステムプログラム及び該システムプログラム上で実行可能な各種処理プログラムや、ガンマテーブルなどの各種データなどを記憶する。これらのプログラムは、コンピュータが読み取り可能なプログラムコードの形態で格納され、C P U は、当該プログラムコードに従った動作を逐次実行する。各種処理プログラムには、後述する送信電圧設定プログラム、送信電圧更新プログラムが含まれる。R A M は、C P U により実行される各種プログラム及びこれらプログラムに係るデータを一時的に記憶するワークエリアを形成する。

20

【 0 0 4 1 】

制御部 1 0 8 は、その一部を、飽和温度上昇値算出部としての予測部 1 3 1、電圧算出部 1 3 2、第 1 の電圧切替部としての電圧切替部 1 3 3、第 2 の電圧切替部としての電圧切替部 1 3 4 として機能する。予測部 1 3 1 は、初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、診断モード、測定条件、超音波探触子 1 b の種類 (探触子情報) と、温度センサー 1 2 1 からの現在温度 T_c と、経過時間 t_1 での温度 T_d とに応じて、飽和温度上昇値 ΔT_s を算出して電圧算出部 1 3 2 に出力する。

【 0 0 4 2 】

現在温度 T_c は、温度センサー 1 2 1 により検知された超音波探触子 1 b の現在の表面温度である。経過時間 t_1 での温度 T_d は、超音波探触子 1 b への初期電圧 V_i の経過時間 t_1 印加時に、温度センサー 1 2 1 により検知された超音波探触子 1 b の表面温度である。飽和温度上昇値 ΔT_s は、超音波探触子 1 b に初期電圧 V_i を十分長い時間印加し表面温度が飽和したときの周囲温度 T_a に対する飽和温度 T_s (差分) である。周囲温度 T_a は、超音波探触子 1 b の周囲温度であり、駆動電圧 0 [V] を超音波探触子 1 b に印加したときの、温度センサー 1 2 1 により検知された超音波探触子 1 b の表面温度とする。

30

【 0 0 4 3 】

電圧算出部 1 3 2 は、目標温度 T_t 、初期電圧 V_i と、予測部 1 3 1 からの飽和温度上昇値 ΔT_s とに応じて、送信電圧 V_t を算出し、送信部 1 0 2 又は電圧切替部 1 3 4 に出力して送信部 1 0 2 に設定し、送信電圧 V_t を条件 (診断モード、測定条件、探触子情報) に対応付けて記憶部 1 0 9 の送信電圧テーブル 4 0 0 に記憶する。

40

【 0 0 4 4 】

電圧切替部 1 3 3 は、診断モード、測定条件の少なくとも 1 つが変更され、変更後の診断モード、測定条件、探触子情報の条件が記憶部 1 0 9 の送信電圧テーブル 4 0 0 に記憶されていない場合に、超音波探触子 1 b への変更前の駆動信号の送信電圧 V_t を初期電圧 V_i とする。電圧切替部 1 3 4 は、診断モード、測定条件の少なくとも 1 つが変更され、変更後の診断モード、測定条件、探触子情報の条件が送信電圧テーブル 4 0 0 に記憶されている場合に、変更後の診断モード、測定条件、探触子情報に対応する送信電圧 V_t を送信電圧テーブル 4 0 0 から読み出して、直接送信部 1 0 2 に出力して設定する。

50

【 0 0 4 5 】

記憶部 1 0 9 は、例えば、H D D (Hard Disk Drive) などの大容量記録媒体によって構成されており、画像処理部 1 0 5 で生成された超音波画像データや、温度データ 2 0 0、時定数テーブル 3 0 0、送信電圧テーブル 4 0 0などを記憶する。

【 0 0 4 6 】

温度データ 2 0 0 は、温度センサー 1 2 1 により検知された温度としての周囲温度 T_a である。

【 0 0 4 7 】

時定数テーブル 3 0 0 は、超音波探触子 1 b の表面温度上昇の時定数 T を、超音波探触子 1 b (探触子情報)、診断モード、測定条件の条件に対応付けて記憶するテーブルである。

10

【 0 0 4 8 】

ここで、図 3 (a) ~ 図 7 を参照して、時定数を説明する。図 3 (a) は、コンベックス走査方式の超音波探触子 1 b の B モード時の表面温度の熱画像を示す図である。図 3 (b) は、コンベックス走査方式の超音波探触子 1 b の B モード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。図 4 (a) は、リニア走査方式の超音波探触子 1 b の B モード時の表面温度の熱画像を示す図である。図 4 (b) は、リニア走査方式の超音波探触子 1 b の B モード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。図 5 (a) は、リニア走査方式の超音波探触子 1 b のカラーモード時の表面温度の熱画像を示す図である。図 5 (b) は、リニア走査方式の超音波探触子 1 b のカラーモード時の方位方向の表面温度特性を示す図である。図 6 は、条件 1 , 2 , 3 の超音波探触子 1 b の表面温度の時間特性を示す図である。図 7 は、時定数テーブル 3 0 0 の構成を示す図である。

20

【 0 0 4 9 】

時定数 T は、超音波探触子 1 b の表面温度が、所定の駆動電圧を印加した飽和温度 T_s を 1 0 0 % として、飽和温度 T_s の約 6 2 . 3 % の温度に達するまでの時間を示す。例えば、1 番目の条件として、超音波探触子 1 b の種類がコンベックス走査方式であり、診断モードが B モードである場合の送信電圧を印加した超音波探触子 1 b の表面温度特性を考える。条件 1 における超音波探触子 1 b の表面温度の熱画像は、例えば図 3 (a) に示す分布となる。図 3 (a) において、横方向が方位方向であり、縦方向が超音波探触子 1 b の厚み方向であり、温度が高いほどより白く表れ、温度が低いほどより黒く表れ、図 4 (a)、図 5 (a) も同様である。条件 1 における超音波探触子 1 b の方位方向の表面温度特性は、例えば図 3 (b) に示す特性となる。図 3 (b) において、横軸が超音波探触子 1 b の振動子 1 2 2 のデータ数であり、縦軸が超音波探触子 1 b の表面温度 [] であり、図 4 (b)、図 5 (b) も同様である。

30

【 0 0 5 0 】

同様に、2 番目の条件として、超音波探触子 1 b の種類がリニア走査方式であり、診断モードが B モードである場合の送信電圧を印加した超音波探触子 1 b の表面温度の熱画像、方位方向の温度特性は、例えば図 4 (a)、図 4 (b) に示すものとなる。3 番目の条件として、超音波探触子 1 b の種類がリニア走査方式であり、診断モードがカラーモードである場合の送信電圧を印加した超音波探触子 1 b の表面温度の熱画像、方位方向の温度特性は、例えば図 5 (a)、図 5 (b) に示すものとなる。

40

【 0 0 5 1 】

条件 1 では、超音波探触子 1 b の発熱面積が大きく、中心の素子 (振動子 1 2 2) が周りの素子の温度に影響されやすい。条件 3 では、超音波探触子 1 b の発熱面積が小さく、中心の素子 (振動子 1 2 2) が周りの素子の温度に影響されにくい。条件 2 は、条件 1 と条件 3 との間の特性となっている。

【 0 0 5 2 】

図 6 において、条件 1 の超音波探触子 1 b の表面温度の時間特性を破線で表し、条件 2 の表面温度の時間特性を一点鎖線で表し、条件 3 の曲線を表面温度の時間特性を実線で表す。このように、探触子情報、診断モード、測定条件によって温度分布が異なるため、時

50

間によって温度の上がりやすさが異なる。例えば、図 6 に示すように、条件 1 では、時間経過とともに超音波探触子 1 b の表面温度が緩やかに上昇しており、条件 3 では、時間経過とともに超音波探触子 1 b の表面温度が急峻に上昇しており、条件 2 では、条件 1 と条件 3 との間の上昇特性となっている。このように条件によって異なるので時定数 T で表すことができ、条件 1、条件 2、条件 3 の順に時定数 T が小さくなる。

【 0 0 5 3 】

条件 1、2、3 に対応する時定数テーブルは、例えば、図 7 に示す時定数テーブル 3 0 0 となる。時定数テーブル 3 0 0 は、超音波探触子 3 1 0、診断モード 3 2 0、PRF 3 3 0、素子開口 3 4 0、時定数 3 5 0 のフィールドを有する。超音波探触子 3 1 0 は、超音波探触子 1 b の種類を示す情報である。診断モード 3 2 0 は、診断モードを示す情報である。PRF 3 3 0 は、PRF [kHz] を示す情報である。素子開口 3 4 0 は、超音波探触子 1 b の素子開口部分の連続する振動子 1 2 2 のチャンネル数である。時定数 3 5 0 は、超音波探触子 3 1 0、診断モード 3 2 0、PRF 3 3 0、素子開口 3 4 0 の条件に対応する時定数である。

【 0 0 5 4 】

送信電圧テーブル 4 0 0 は、超音波探触子 1 b に実際に設定した送信電圧の値を、超音波探触子 1 b (探触子情報)、診断モード、測定条件の条件に対応付けて記憶するテーブルである。

【 0 0 5 5 】

超音波診断装置 1 が備える各部について、各々の機能ブロックの一部又は全部の機能は、集積回路などのハードウェア回路として実現することができる。集積回路とは、例えば LSI (Large Scale Integration) であり、LSI は集積度の違いにより、IC (Integrated Circuit)、システム LSI、スーパー LSI、ウルトラ LSI と呼称されることもある。また、集積回路化の手法は LSI に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよいし、FPGA (Field Programmable Gate Array) や LSI 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してよい。また、各々の機能ブロックの一部又は全部の機能をソフトウェアにより実行するようにしてもよい。この場合、このソフトウェアは一つ又はそれ以上の ROM などの記憶媒体、光ディスク、又はハードディスクなどに記憶されており、このソフトウェアが演算処理器により実行される。

【 0 0 5 6 】

次に、図 8 ~ 図 1 3 を参照して、超音波診断装置 1 の動作を説明する。図 8 は、送信電圧設定処理を示すフローチャートである。図 9 (a) は、超音波探触子 1 b の温度上昇値の時間特性を示す図である。図 9 (b) は、図 9 (a) の超音波探触子 1 b の温度上昇値の時間特性の原点付近の拡大図である。図 1 0 は、飽和温度上昇値 ΔT_s と電圧の 2 乗との関係を示す図である。図 1 1 は、送信電圧更新処理を示すフローチャートである。図 1 2 (a) は、条件変更時の超音波探触子 1 b の温度上昇値の時間特性を示す図である。図 1 2 (b) は、図 1 2 (a) の超音波探触子 1 b の温度上昇値の時間特性の切片付近の拡大図である。図 1 3 は、飽和温度上昇値 ΔT_s と電圧の 2 乗との関係を示す図である。

【 0 0 5 7 】

図 8 ~ 図 1 0 を参照して、超音波診断装置 1 で実行される送信電圧設定処理を説明する。送信電圧設定処理は、超音波探触子 1 b の表面温度を適正にするための送信電圧を設定する処理である。超音波診断装置 1 において、被検体の超音波画像を表示する超音波診断を行う前に、例えば操作者 (医師、技師など) により超音波診断装置 1 の電源がオンされたことをトリガとして、制御部 1 0 8 は、ROM に記憶された送信電圧設定プログラムにしたがって、送信電圧設定処理を実行する。

【 0 0 5 8 】

図 8 に示すように、まず、予測部 1 3 1 は、電圧算出部 1 3 2 を介して送信部 1 0 2 に駆動電圧 = 0 [V] を設定し、温度センサー 1 2 1 から検知された温度情報を取得し、取得した温度情報を周囲温度 T_a とし、周囲温度 T_a を記憶部 1 0 9 の温度データ 2 0 0 に

10

20

30

40

50

記憶する（ステップ S 1 1）。そして、予測部 1 3 1 は、初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、目標温度 T_t を取得して設定する（ステップ S 1 2）。ステップ S 1 2 では、例えば、デフォルトの初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、目標温度 T_t が記憶部 1 0 9 に記憶され、予測部 1 3 1 は、デフォルトの初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、目標温度 T_t を記憶部 1 0 9 から読み出して設定する。また、ステップ S 1 2 では、予測部 1 3 1 は、操作入力部 1 0 1 を介して操作者から初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 、目標温度 T_t の入力を受け付けて設定することとしてもよい。

【0059】

そして、予測部 1 3 1 は、操作入力部 1 0 1 を介して操作者から B モードなどの診断モード、測定条件（PRF、素子開口）の入力を受け付けて設定する（ステップ S 1 3）。 10

【0060】

そして、予測部 1 3 1 は、探触子情報記憶部 1 2 3 から、超音波診断装置本体 1 a に接続中の超音波探触子 1 b の種類を示す探触子情報を取得する（ステップ S 1 4）。そして、予測部 1 3 1 は、ステップ S 1 3 で入力された診断モード、測定条件（診断モード 3 2 0、PRF 3 3 0、素子開口 3 4 0）と、ステップ S 1 4 で取得した探触子情報（超音波探触子 3 1 0）とに対応する時定数（時定数 3 5 0）を記憶部 1 0 9 に記憶されている時定数テーブル 3 0 0 から読み出して決定する（ステップ S 1 5）。

【0061】

そして、予測部 1 3 1 は、温度センサー 1 2 1 から検知された温度情報を取得し、取得した温度情報を現在温度 T_c とし、電圧算出部 1 3 2 を介して送信部 1 0 2 に直前のステップ S 1 2 又は S 1 8 で設定された初期電圧 V_i を設定する。また、予測部 1 3 1 は、超音波探触子 1 b への設定された初期電圧 V_i 印加からステップ S 1 2 で設定された経過時間 t_1 経過したときに温度センサー 1 2 1 から検知された温度情報を取得し、取得した温度情報を経過時間 t_1 での温度 T_d とし、現在温度上昇値 ΔT_c 、経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d を算出し、飽和温度上昇値 ΔT_s を算出して予測する（ステップ S 1 6）。現在温度上昇値 ΔT_c は、周囲温度 T_a に対する現在温度 T_c （差分）である。経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d は、周囲温度 T_a に対する経過時間 t_1 での温度 T_d （差分）である。 20

【0062】

また、ステップ S 1 6 では、予測部 1 3 1 は、ステップ S 1 1 で算出された周囲温度 T_a []、現在温度 T_c []、経過時間 t_1 での温度 T_d [] を用いて、次式（0）により、現在温度上昇値 ΔT_c []、経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d [] を算出する。 30

$$\Delta T = T_1 - T_a \quad (T_1 = T_c, T_d, T_t) \quad \dots (0)$$

【0063】

また、予測部 1 3 1 は、ステップ S 1 2 で入力された経過時間 t_1 [s]、算出された現在温度上昇値 ΔT_c []、経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d []、ステップ S 1 5 で決定された時定数 [s] を用いて、次式（1）により、飽和温度上昇値 ΔT_s [] を算出する。 40

【数 3】

$$\Delta T_s = \Delta T_c + \frac{\Delta T_d - \Delta T_c}{1 - e^{-\frac{t_1}{T}}} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\Delta T_s < 0$ の場合、 $\Delta T_s = 0$ とする。

【0064】

具体例としては、図 9（a）の、初期電圧印加後の超音波探触子 1 b の温度上昇値 [] の時間 [s] 特性に示すように、飽和温度上昇値 = 16.5 []（破線）、飽和温度上昇値 = 20 []（一点鎖線）、飽和温度上昇値 = 23.5 []（実線）があるものとする。図 9（a）の図の原点付近の拡大図を図 9（b）に示す。例えば、図 9（b）に示すように、現在温度 $T_c = 23.0$ []、周囲温度 $T_a = 23.0$ []、初期電圧 50

V_i = 仮に $50 [V]$ 、初期電圧 V_i を印加した経過時間 $t_1 = 10 [s]$ での温度上昇値 $\Delta T_d = 2.5 []$ であった場合、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5 []$ と算出されて予測できる。

【0065】

そして、予測部 131 は、ステップ S 16 で算出された飽和温度上昇値 ΔT_s が所定閾値よりも低いか（例えば $0.5 []$ よりも低いか）否かを判別する（ステップ S 17）。飽和温度上昇値 ΔT_s が所定閾値よりも低い場合（ステップ S 17；YES）、予測部 131 は、初期電圧 V_i を所定量上げ（ステップ S 18）、ステップ S 16 に移行する。所定量は、予め設定された電圧値とするが、操作入力部 101 を介する操作者からの入力に応じた所定量を設定することとしてもよい。

10

【0066】

飽和温度上昇値 ΔT_s が所定閾値よりも低くない場合（ステップ S 17；NO）、予測部 131 は、飽和温度上昇値 ΔT_s を、直前のステップ S 16 で算出された飽和温度上昇値 ΔT_s に決定する（ステップ S 19）。そして、電圧算出部 132 は、ステップ S 12 で設定された目標温度 T_t を用いて、式（0）により目標温度上昇値 ΔT_t を算出し、算出した目標温度上昇値 ΔT_t 、直前の初期電圧 V_i 、ステップ S 19 で決定された飽和温度上昇値 ΔT_s を用いて、次式（2）により、送信電圧 V_t を算出する（ステップ S 20）。

【数 4】

$$V_t = V_i * \sqrt{\frac{\Delta T_t}{\Delta T_s}} \quad \dots (2)$$

20

【0067】

目標温度上昇値 ΔT_t は、周囲温度 T_a に対する目標温度 T_t （差分）である。また、式（2）は、温度上昇値と電圧との関係が、温度が電圧の 2 乗と比例することを利用して

【0068】

ステップ S 20 において、具体的には、図 10 の、初期電圧印加後の超音波探触子 1b の温度上昇値 $[]$ の電圧² $[V^2]$ 特性があるものとする。例えば、初期電圧 $V_i = 50 [V]$ 、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5 []$ 、のときの目標温度上昇値 $\Delta T_t = 23.5 []$ の送信電圧 V_t は、図 10 から、初期電圧 $V_i^2 = 2500 [V^2]$ （初期電圧 $V_i = 50 [V]$ ）のとき、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5 []$ となるので、目標温度上昇値 $\Delta T_t = 23.5 []$ は、送信電圧 $V_t^2 = 3561 [V^2]$ となり、送信電圧 $V_t = 59.7 [V]$ が得られる。

30

【0069】

そして、電圧算出部 132 は、設定する送信電圧をステップ S 20 で算出された送信電圧 V_t に決定し、決定した送信電圧 V_t を送信部 102 に設定する。また、電圧算出部 132 は、送信電圧 V_t を、ステップ S 13 で取得された診断モード、測定条件、ステップ S 14 で取得された探触子情報に対応付けて記憶部 109 の送信電圧テーブル 400 に記憶し（ステップ S 21）、送信電圧設定処理を終了する。

40

【0070】

次いで、図 11 ~ 図 13 を参照して、超音波診断装置 1 で実行される送信電圧更新処理を説明する。超音波診断装置 1 において、送信電圧設定処理の後に、設定された診断モード、測定条件、探触子情報の超音波探触子 1b 及び送信電圧 V_t を用いて、被検体の超音波画像を生成して表示部 107 に表示する超音波診断処理がなされる。送信電圧更新処理は、送信電圧設定処理の後の超音波診断処理において、診断モード、測定条件の少なくとも 1 つの変更があった場合に、送信電圧を更新する処理である。超音波探触子 1b の種類（探触子情報）の変更があった場合は、図 8 の処理になる。

【0071】

50

超音波診断装置 1 において、例えば操作入力部 101 を介して操作者から変更後の診断モード、測定条件の少なくとも 1 つの入力を受け付けたことをトリガとして、制御部 108 は、ROM に記憶された送信電圧更新プログラムにしたがって、送信電圧更新処理を実行する。このように、診断モード、測定条件の少なくとも 1 つが変更されたものとする。

【0072】

図 11 に示すように、先ず、電圧切替部 133, 134 は、入力された変更後の診断モード及び / 又は測定条件を設定する (ステップ S31)。そして、電圧切替部 133, 134 は、探触子情報記憶部 123 から、超音波診断装置本体 1a に接続中の超音波探触子 1b の種類を示す探触子情報を取得する (ステップ S32)。ステップ S32 において、ステップ S33 の同一条件が否かを判別するため探触子情報の取得は必要である。そして、電圧切替部 133, 134 は、記憶部 109 の送信電圧テーブル 400 を参照し、変更後の診断モード、測定条件、探触子情報と同一の条件が記憶されているか否かを判別する (ステップ S33)。

10

【0073】

同一の条件が記憶されていない場合 (ステップ S33; NO)、電圧切替部 133 は、送信部 102 から現在設定中の送信電圧を取得して初期電圧 V_i として予測部 131 に出力し、予測部 131 は、送信電圧設定処理のステップ S12 と同様に、電圧切替部 133 から入力された初期電圧 V_i と、経過時間 t_1 、目標温度 T_t とを設定する (ステップ S34)。ステップ S35 ~ S39 は、送信電圧設定処理のステップ S15 ~ S19 と同様の処理である。

20

【0074】

ステップ S36 の具体例としては、図 12 (a) の、初期電圧印加後の超音波探触子 1b の温度上昇値 [] の時間 [s] 特性に示すように、飽和温度上昇値 = 9.5 [] (破線)、飽和温度上昇値 = 13 [] (一点鎖線)、飽和温度上昇値 = 16.5 [] (実線) があるものとする。図 12 (a) の図の切片付近の拡大図を図 12 (b) に示す。例えば、図 12 (b) に示すように、現在温度上昇値 $\Delta T_c = 23.5$ []、初期電圧 $V_i =$ 現在電圧 59.7 [V]、初期電圧 V_i 印加後の経過時間 $t_1 = 10$ [s] での温度上昇値 $\Delta T_d = 22.8$ [] であった場合、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5$ [] と算出されて予測できる。

30

【0075】

ステップ S40 は、送信電圧設定処理のステップ S20 と同様の処理であるが、予測部 131 は、記憶部 109 の温度データ 200 から周囲温度 T_a を読み出して用いる。なお、ステップ S40 において、送信電圧設定処理のステップ S11 と同様に、新たに周囲温度 T_a を再度取得することとしてもよい。ステップ S40 において、具体的には、図 13 の、初期電圧印加後の超音波探触子 1b の温度上昇値 [] の電圧² [V²] 特性があるものとする。例えば、初期電圧 $V_i = 59.7$ [V]、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5$ []、のときの目標温度上昇値 $\Delta T_t = 23.5$ [] の送信電圧 V_t は、図 13 から、初期電圧 $V_i^2 = 3561$ [V²] (初期電圧 $V_i = 59.7$ [V]) のとき、飽和温度上昇値 $\Delta T_s = 16.5$ [] となるので、目標温度上昇値 $\Delta T_t = 23.5$ [] は、送信電圧 $V_t^2 = 5076$ [V²] となり、送信電圧 $V_t = 71.2$ [V] が得られる。

40

【0076】

そして、電圧算出部 132 は、設定する更新後の送信電圧をステップ S40 で算出された送信電圧 V_t に決定し、電圧切替部 134 を介して、決定した送信電圧 V_t を送信部 102 に設定し、決定した送信電圧 V_t を、ステップ S31 で入力された診断モード、測定条件、ステップ S32 で取得された探触子情報に対応付けて記憶部 109 の送信電圧テーブル 400 に記憶し (ステップ S41)、送信電圧更新処理を終了する。ステップ S41 において、電圧切替部 134 は、同一の条件が記憶されていない場合に、設定する送信電圧を電圧算出部 132 から入力される送信電圧 V_t に切り替え、当該入力された送信電圧 V_t を送信部 102 に出力する。

50

【 0 0 7 7 】

同一の条件が記憶されている場合（ステップ S 3 3 ; Y E S ）、電圧切替部 1 3 4 は、変更後の診断モード、測定条件、探触子情報と同一の条件の送信電圧を記憶部 1 0 9 の送信電圧テーブル 4 0 0 から読み出す（ステップ S 4 2 ）。そして、電圧切替部 1 3 4 は、設定する送信電圧をステップ S 4 2 で読み出された送信電圧 V_t に切り替えて決定し、決定した送信電圧 V_t を送信部 1 0 2 に設定し（ステップ S 4 3 ）、送信電圧更新処理を終了する。

【 0 0 7 8 】

以上、本実施の形態によれば、超音波診断装置 1 において、超音波探触子 1 b は、駆動電圧が印加されて超音波を送受信する。予測部 1 3 1 は、初期電圧 V_i を超音波探触子 1 b に印加したときの、周囲温度 T_a に対する超音波探触子 1 b の表面の飽和温度を示す飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する。電圧算出部 1 3 2 は、算出した初期電圧 V_i における飽和温度上昇値 ΔT_s と、初期電圧 V_i と、周囲温度 T_a に対する超音波探触子 1 b の表面の目標温度 T_t を示す目標温度上昇値 ΔT_t とに基づき、目標温度 T_t に飽和させるための駆動電圧である送信電圧 V_t を算出して設定する。

【 0 0 7 9 】

このため、超音波探触子 1 b の表面温度を目標温度 T_t に飽和させる送信電圧 V_t を短時間で算出して取得できる。さらに、送信電圧 V_t を変更することなく超音波探触子 1 b に印加させることにより、表面温度が目標温度 T_t を超えることなく安定し超音波探触子 1 b の感度を高く安定できる。

【 0 0 8 0 】

また、超音波探触子 1 b は、交換接続が可能である。予測部 1 3 1 は、時定数テーブル 3 0 0 を参照し、接続中の超音波探触子 1 b の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する時定数 T を取得する。予測部 1 3 1 は、時定数 T と、周囲温度 T_a に対する超音波探触子 1 b の表面の現在温度を示す現在温度上昇値 ΔT_c と、初期電圧 V_i 印加からの所定の経過時間 t_1 と、周囲温度 T_a に対する経過時間 t_1 での温度 T_d を示す経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d とを用いて、飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する。このため、接続中の超音波探触子 1 b の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する適切な時定数を用いて、適切な飽和温度上昇値 ΔT_s を算出できる。

【 0 0 8 1 】

また、超音波診断装置 1 は、初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 及び目標温度 T_t の入力を受け付ける操作入力部 1 0 1 を備える。予測部 1 3 1 は、入力された初期電圧 V_i 及び経過時間 t_1 を用いて、飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する。電圧算出部 1 3 2 は、入力された目標温度 T_t を用いて、送信電圧 V_t を算出する。このため、操作者が初期電圧 V_i 、経過時間 t_1 及び目標温度 T_t を自在に設定できる。

【 0 0 8 2 】

また、予測部 1 3 1 は、時定数 T と、現在温度上昇値 ΔT_c と、経過時間 t_1 と、経過時間 t_1 での温度上昇値 ΔT_d とを用いて、式（ 1 ）により飽和温度上昇値 ΔT_s を算出する。このため、飽和温度上昇値 ΔT_s を容易かつ短時間に算出できる。

【 0 0 8 3 】

また、超音波診断装置 1 は、超音波探触子 1 b の表面温度を検知する温度センサー 1 2 1 を備える。予測部 1 3 1 は、温度センサー 1 2 1 により検知された温度により、周囲温度 T_a 、現在温度 T_c 、経過時間 t_1 での温度 T_d を取得する。このため、周囲温度 T_a 、現在温度 T_c 、経過時間 t_1 での温度 T_d を容易かつ正確に取得できる。

【 0 0 8 4 】

また、予測部 1 3 1 は、算出した飽和温度上昇値 ΔT_s が所定値より低いかな否かを判別し、低い場合に、初期電圧 V_i の値を所定量上げ、上げた初期電圧 V_i を超音波探触子 1 b に印加して、飽和温度上昇値 ΔT_s を再算出する。このため、超音波探触子 1 b への初期電圧 V_i 印加後の経過時間 t_1 における表面温度が上がりやすくなり、飽和温度上昇値 ΔT_s を容易に算出して予測できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

また、電圧算出部 1 3 2 は、初期電圧 V_i と、飽和温度上昇値 ΔT_s と、目標温度上昇値 ΔT_t とを用いて、式 (2) により、送信電圧 V_t を算出する。このため、送信電圧 V_t を容易かつ短時間に算出できる。

【 0 0 8 6 】

また、超音波診断装置 1 は、診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、変更直前の駆動電圧の値を変更後の初期電圧 V_i に設定する電圧切替部 1 3 3 を備える。このため、接続中の前記超音波探触子の探触子情報、診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、変更後の初期電圧 V_i を用いて、送信電圧 V_t を容易かつ適切に算出できる。

10

【 0 0 8 7 】

また、電圧算出部 1 3 2 は、算出した送信電圧 V_t を、接続中の超音波探触子 1 b の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応付けて記憶部 1 0 9 の送信電圧テーブル 4 0 0 に記憶する。電圧切替部 1 3 4 は、診断モード及び測定条件の少なくとも 1 つが変更された場合に、送信電圧テーブル 4 0 0 を参照し、変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件が記憶されているか否かを判別し、当該条件が記憶されている場合に、変更後の探触子情報、診断モード及び測定条件に対応する送信電圧 V_t を送信電圧テーブル 4 0 0 から読み出して設定する。このため、過去の送信電圧 V_t を利用でき、制御部 1 0 8 (予測部 1 3 1、電圧算出部 1 3 2) の送信電圧 V_t 算出の負担を低減できる。

【 0 0 8 8 】

なお、上記実施の形態における記述は、本発明に係る好適な超音波診断装置の一例であり、これに限定されるものではない。

20

【 0 0 8 9 】

また、上記実施の形態では、周囲温度 T_a は一定である構成としたが、これに限定されるものではない。周囲温度 T_a は時間とともに変化することがある。このため、例えば、診断が長時間中断される場合や、長時間フリーズされてから超音波探触子の表面温度が完全に下がったときに、温度センサー 1 2 1 により温度を取得し、当該取得した温度で周囲温度 T_a を更新する構成としてもよい。

【 0 0 9 0 】

また、以上の実施の形態における超音波診断装置 1 を構成する各部の細部構成及び細部動作に関して本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

30

【 符号の説明 】

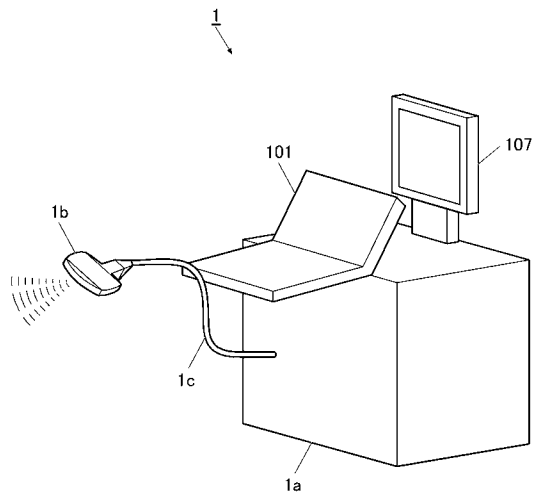
【 0 0 9 1 】

- 1 超音波診断装置
- 1 a 超音波診断装置本体
- 1 0 1 操作入力部
- 1 0 2 送信部
- 1 0 3 受信部
- 1 0 4 画像生成部
- 1 0 5 画像処理部
- 1 0 6 D S C
- 1 0 7 表示部
- 1 0 8 制御部
- 1 3 1 予測部
- 1 3 2 電圧算出部
- 1 3 3 電圧切替部
- 1 3 4 電圧切替部
- 1 0 9 記憶部
- 1 b 超音波探触子
- 1 c ケーブル

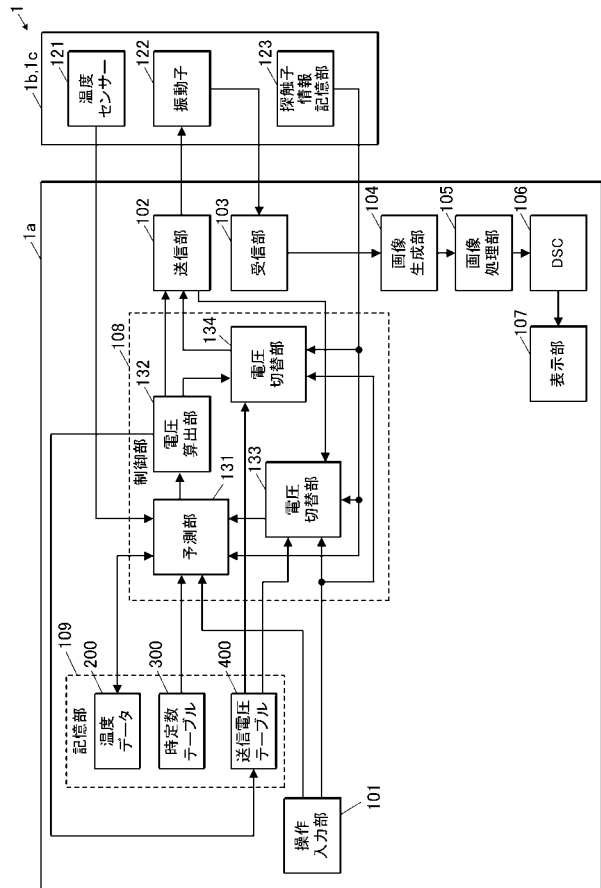
40

50

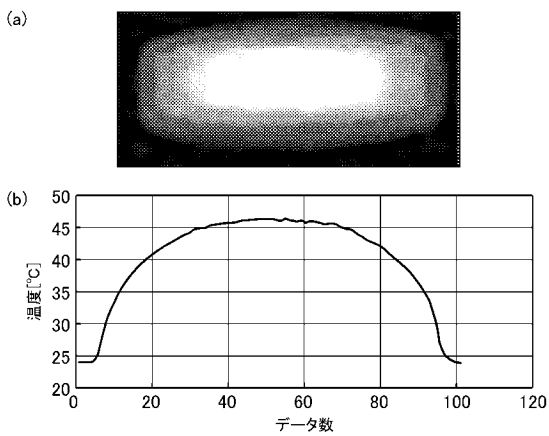
【 図 1 】



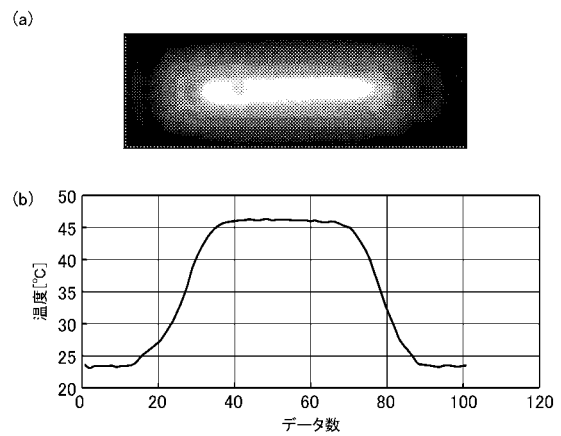
【 図 2 】



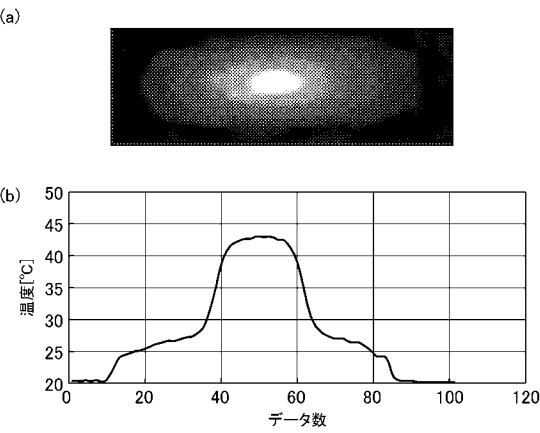
【 図 3 】



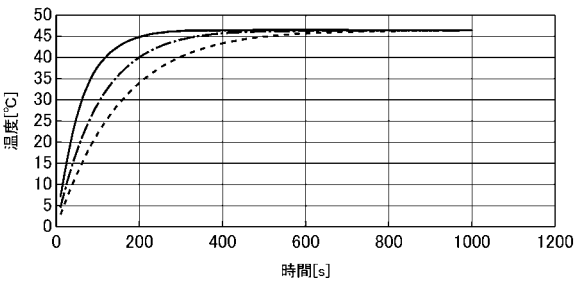
【 図 4 】



【 図 5 】



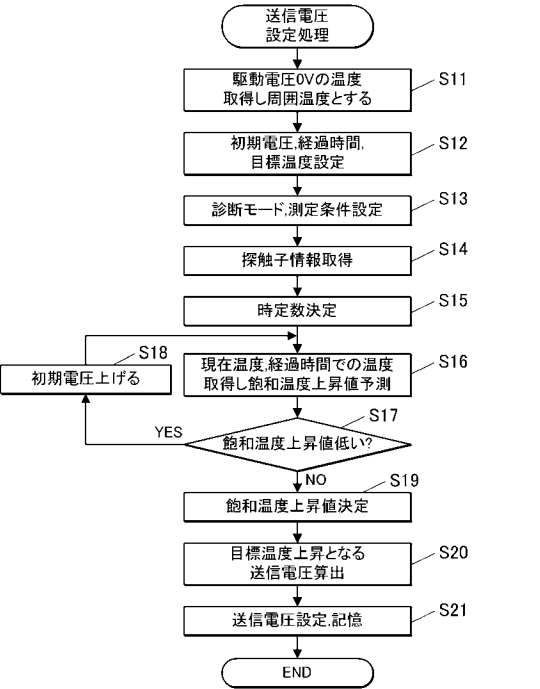
【 図 6 】



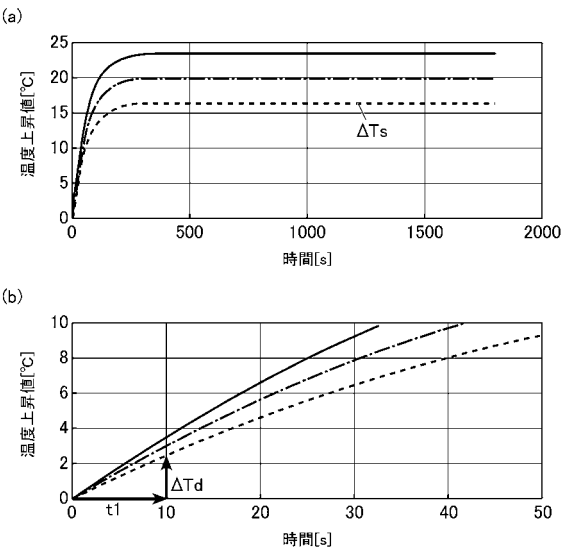
【 図 7 】

	310	320	330	340	350
超音波探触子	コンベックス	診断モード	PRF[kHz]	素子開口	時定数
1	コンベックス	B	20	88	150
2	リニア	B	20	86	100
3	リニア	カラードプラー	12	80	60
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

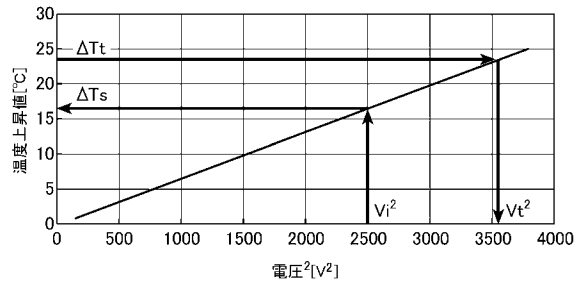
【 図 8 】



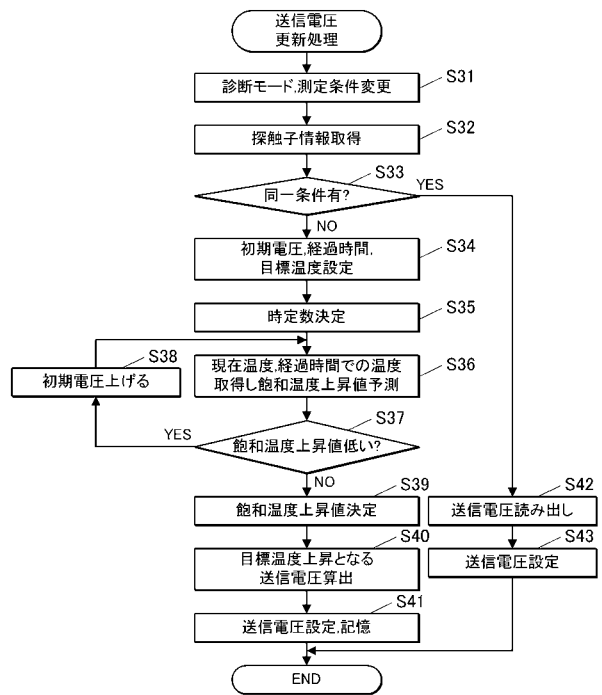
【 図 9 】



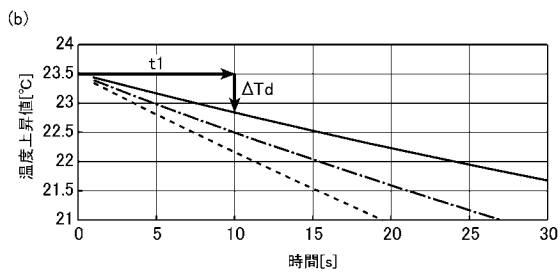
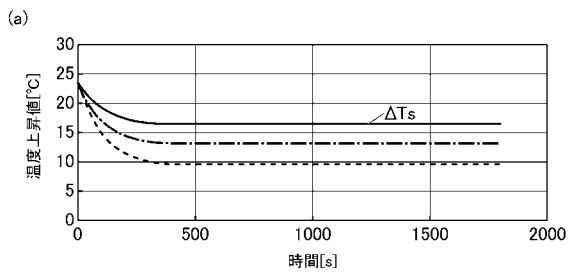
【図 10】



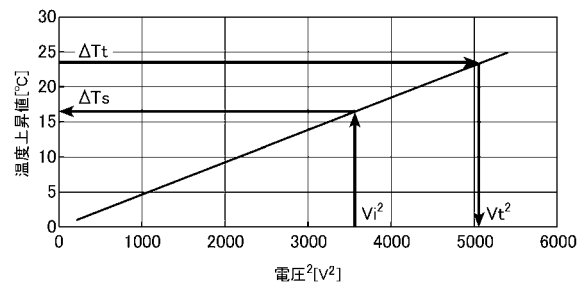
【図 11】



【図 12】



【図 13】



在很短的时间获取的一个的驱动电压施加到所述超声波探头的表面温度饱和到目标温度，以提供能稳定的超声波探头的灵敏度的装置。解决方案：在超声诊断设备1中，预测单元131计算当第一电压施加到超声探头1b时相对于环境温度的第一电压，超声探头1b在施加驱动电压时发射和接收超声波计算表示声波探测器表面的饱和温度的饱和温度上升值。基于计算出的第一电压下的饱和温度上升值，第一电压的值，以及表示超声波探头1b的表面的目标温度相对于环境温度的目标温度上升值并且，计算并设定第二电压的值，该第二电压是用于饱和到目标温度的驱动电压的值。

