

(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2013-188412

(P2013-188412A)

(43) 公開日 平成25年9月26日 (2013.9.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	5 D 0 1 9

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2012-58103 (P2012-58103)
 (22) 出願日 平成24年3月15日 (2012.3.15)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (71) 出願人 594164542
 東芝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 110000866
 特許業務法人三澤特許事務所
 (72) 発明者 青木 稔
 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

最終頁に続く

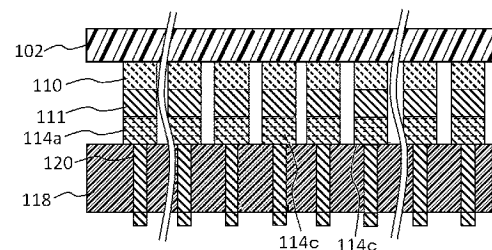
(54) 【発明の名称】 超音波プローブおよび超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波の送受信における音響特性への影響を及ぼしにくく、かつ圧電振動子による超音波プローブの温度変化の検出精度を確保することが可能な超音波プローブおよびそれを有する超音波診断装置を提供する。

【解決手段】 超音波プローブは、圧電振動子が複数配列されて構成される圧電振動子群を備える。また、圧電振動子群は、第1の素子群とそれ以外の第2の素子群とを含んで構成される。第1の素子群は、圧電振動子の配列の端部側に位置する圧電振動子によって構成される。また、第2の素子群に属する圧電振動子の一部は、温度検出用の焦電素子として用いられる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電振動子が複数配列されてなり、当該配列の端部側に位置する第 1 の素子群と、それ以外の第 2 の素子群とを含んで構成される圧電振動子群を備え、

前記第 2 の素子群に属する圧電振動子の一部は、温度検出用の焦電素子として用いられる

ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記複数の圧電振動子が 1 以上の無効素子を含み、かつ 2 次元的に配列されており、

前記無効素子の少なくとも一部が前記焦電素子である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

【請求項 3】

超音波の送受信にかかる送受信回路と、

温度検出用の検出回路と、を更に備え、

前記焦電素子は、前記検出回路に接続可能である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記焦電素子の接続先が前記送受信回路と前記検出回路とに切り替え可能である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の超音波プローブ。

20

【請求項 5】

前記焦電素子は、前記第 2 の素子群の配列における中央部に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記圧電振動子それぞれには、電極が設けられており、

前記電極に接続され、超音波送信用配線および温度検出用配線が設けられたフレキシブル配線基板を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

複数の前記焦電素子が設けられ、

外部の温度検出用検出回路と前記複数の焦電素子との間に設けられたスイッチと、

前記スイッチを制御し、前記外部の温度検出用検出回路に対して接続される前記焦電素子を切り替える制御部と、を更に備えた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

30

【請求項 8】

複数の前記焦電素子が設けられ、

温度検出用の検出回路と、

前記検出回路と前記複数の焦電素子との間に設けられたスイッチと、

前記スイッチを制御し、前記検出回路に対して接続される前記焦電素子を切り替える制御部と、を更に備えた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記焦電素子から受けた検出信号に基づいて温度を求める算出部と、

前記算出された前記温度が所定の閾値を超えるか判断し、超えると判断されたときに超音波の送信を停止させるための信号を出力する制御部とを更に備えた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

40

【請求項 10】

前記焦電素子から受けた検出信号に基づいて温度を求める算出部と、

前記算出された前記温度が所定の閾値を超えるか判断し、超えると判断されたときに超音波の送信条件を変更させるための信号を出力する制御部とを更に備えた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

50

前記制御部は、前記送信条件の変更として、前記圧電振動子に対する印加電圧を所定値だけ低下させる

ことを特徴とする請求項 10 に記載の超音波プローブ。

【請求項 12】

前記制御部は、前記送信条件の変更として、前記圧電振動子を駆動するための信号の波形を変更する

ことを特徴とする請求項 10 に記載の超音波プローブ。

【請求項 13】

請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載の超音波プローブを備え、

前記超音波プローブによる超音波の送受信により得られた信号に基づいて被検体の画像を生成する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 14】

請求項 7 に記載の超音波プローブと、

前記超音波プローブによる超音波の送受信にかかる送受信回路と、

請求項 7 に記載の温度検出用の検出回路とを備え、

前記超音波プローブによる超音波の送受信により得られた信号に基づいて被検体の画像を生成する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 15】

請求項 1, 2, 5, 6 および 9 ～ 12 のいずれかに記載の超音波プローブと、

温度検出用の検出回路と、

前記検出回路と前記超音波プローブの複数の焦電素子との間に設けられたスイッチと、

前記スイッチを制御し、前記検出回路に対して接続される前記焦電素子を切り替える制御部とを備え、

前記超音波プローブによる超音波の送受信により得られた信号に基づいて被検体の画像を生成する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明の実施形態は超音波プローブおよび超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブを介して被検体を走査することにより得られた生体情報に基づいて被検体内の状態を画像化するものである。すなわち、超音波診断装置は、超音波プローブに対し超音波の走査に関する制御信号を送り、超音波プローブを介して被検体に超音波を送信する。また、超音波診断装置は、超音波プローブを介して被検体からの反射波を受けることにより、被検体の内部の状態に基づく生体情報を取得する。超音波診断装置は、この生体情報に基づいて超音波画像を生成する。

【0003】

超音波プローブには、被検体との間で超音波を送受信するための超音波探触子が設けられる。超音波探触子は、圧電振動子を備えている。この圧電振動子は、超音波の放射方向側の前面および背面に電極が設けられる。また、この電極を介して圧電振動子に電圧を印加することにより、圧電振動子が振動して、超音波が発生する。

【0004】

また、超音波プローブには超音波を収束させる音響レンズが設けられている。この音響レンズは、表面部分が被検体に接触する。また、上記のように圧電振動子に電圧を印加して超音波を発生させると、超音波探触子の温度が上昇する。超音波発生部としての超音波探触子は、この音響レンズの近傍に配置される。音響レンズは、被検体と接触する部分で

10

20

30

40

50

あるため、過度の温度上昇を抑制する必要がある。

【0005】

このため、超音波プローブには温度センサが設けられることがある。例えば、超音波探触子の近傍にサーミスタを設け、そのサーミスタから受けた信号に基づき、超音波プローブ内の温度を監視する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-287755

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述のようなサーミスタを超音波プローブ内に設ける場合、超音波探触子により送受信する超音波の音響特性に影響を及ぼしにくい位置を選択する必要がある。このようなサーミスタの配置場所は、圧電振動子からみて超音波の放射方向と反対側に配置される背面材のさらに後方が考えられる。

【0008】

しかしながら、サーミスタを背面材のさらに後方へ配置すると、振動に伴う熱源、すなわち圧電振動子から離れ、さらに被検体との接触面である音響レンズからも離れてしまう。したがって、サーミスタによる温度検出を行っても、温度変化の検出精度を確保することが困難である。

20

【0009】

またサーミスタの配置位置が背面材の後方でなく、音響特性に影響を及ぼしにくい他の位置であっても、温度変化の検出精度を確保することが困難である。

【0010】

この実施形態は、超音波の送受信における音響特性への影響を及ぼしにくく、かつ圧電振動子による超音波プローブの温度変化の検出精度を確保することが可能な超音波プローブおよびそれを有する超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

30

この実施形態にかかる超音波プローブは、圧電振動子が複数配列されて構成される圧電振動子群を備える。また、圧電振動子群は、第1の素子群とそれ以外の第2の素子群とを含んで構成される。第1の素子群は、圧電振動子の配列の端部側に位置する圧電振動子によって構成される。また、第2の素子群に属する圧電振動子の一部は、温度検出用の焦電素子として用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態にかかる超音波プローブを示す概略斜視図である。

【図2】第1実施形態にかかる超音波プローブの超音波探触子を示す概略斜視図である。

【図3】第1実施形態にかかる超音波プローブの概略端面図である。

40

【図4】第1実施形態にかかる超音波プローブの超音波探触子を示す概略上面図である。

【図5】第1実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブおよび本体部を示す概略ブロック図である。

【図6】第1実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図7】第1実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図8】第1実施形態の第1変形例にかかる超音波プローブの概略上面図である。

【図9】第1実施形態の第2変形例にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

50

【図 1 0】第 1 実施形態の第 2 変形例にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 1】第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブおよび本体部を示す概略ブロック図である。

【図 1 2】第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 3】第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 4】第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブおよび本体部を示す概略ブロック図である。

【図 1 5】第 3 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 6】第 3 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 7】第 4 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブおよび本体部を示す概略ブロック図である。

【図 1 8】第 5 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【図 1 9】第 5 実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 3】

[第 1 実施形態]

(超音波プローブの概略構成)

図 1～図 5 を参照して第 1 実施形態における超音波プローブ 1 0 および超音波探触子 1 0 0 の概要について説明する。図 1 は、実施形態にかかる超音波プローブ 1 0 を示す概略斜視図である。図 2 は、第 1 実施形態にかかる超音波プローブの超音波探触子 1 0 0 を示す概略斜視図である。

【0 0 1 4】

なお図 1 に示される超音波プローブ 1 0 は、一例であって、他の種類の超音波プローブであってもよい。また、図 2 において示される超音波探触子 1 0 0 の圧電振動子 1 1 4 の配列数は概念上示されるものである。また図 2 において示された素子配列全体がなす形状、例えば圧電振動子 1 1 4 の配列における行数と列数の比についても一例に過ぎず、その他の構成を適用することも可能である。また、図 3 においては、図 2 において省略された背面材 1 1 8 および音響レンズ 1 0 2 を図示している。

【0 0 1 5】

また、以下の説明において背面材 1 1 8 から第 1 音響整合層 1 1 0 へ向かう方向を「前方」と記載し、前方と反対側の方向を「後方」と記載する。また超音波探触子 1 0 0 における各構成部分（圧電振動子 1 1 4、背面材 1 1 8 等）における前方側の面を「前面」と記載し、後方側の面を「背面」と記載する。

【0 0 1 6】

以下、第 1 実施形態にかかる超音波プローブ 1 0 の概略構成について説明する。図 1 に示すように、超音波プローブ 1 0 は、被検体接触面である音響レンズ 1 0 2 を支持するプローブケース 1 0 3 と、プローブケース 1 0 3 における音響レンズ 1 0 2 と反対側に接続されたケーブル 1 0 4 とを含んで構成される。また超音波プローブ 1 0 の内部は、図 2 に示されるように、圧電振動子 1 1 4 等を有する超音波探触子 1 0 0 が設けられている。

【0 0 1 7】

図 2 に例示される本実施形態の超音波探触子 1 0 0 は、第 1 音響整合層 1 1 0、第 2 音響整合層 1 1 1、圧電振動子 1 1 4、背面材 1 1 8 等を含んで構成される。また図 3 の例において、圧電振動子 1 1 4 は 2 次元的に配列されている。また各圧電振動子 1 1 4 の前

10

20

30

40

50

面側に第2音響整合層111が設けられている。さらに第2音響整合層111における前面側に第1音響整合層110が設けられる。また、圧電振動子114における背面側には背面材118が設けられる。なお、図3のような構造に限らず圧電振動子114と背面材118との間に中間層、背面基板（共に不図示）を設けてもよい。

【0018】

＜音響レンズ＞

音響レンズ102（図3）は、送受信される超音波を収束してビーム状に整形するものである。音響レンズ102の素材としては、音響インピーダンスが生体に近いシリコンなどが使用される。

【0019】

＜圧電振動子＞

圧電振動子114は、背面電極および前面電極に印加された電圧を超音波パルスに変換する。この超音波パルスは被検体へ送波される。また、圧電振動子114は、被検体からの反射波を受け、電圧に変換する。圧電振動子114の材料としては、一般にPZT（チタン酸ジルコン酸鉛／ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ）、チタン酸バリウム（ BaTiO_3 ）、PZNT（ $\text{Pb}(\text{Zn}1/3\text{Nb}2/3)\text{O}_3-\text{PbTiO}_3$ ）単結晶、PMNT（ $\text{Pb}(\text{Mg}1/3\text{Nb}2/3)\text{O}_3-\text{PbTiO}_3$ ）単結晶等を用いることが可能である。圧電振動子114の音響インピーダンスは、例えば30Mrayl程度にすることができる。また圧電振動子114の厚さを、超音波の波長の $\lambda/4$ の厚さとすることにより、背面側の影響を受けにくくすることが可能である。なお、図2または図3に示す圧電振動子114は単一層によって構成されているが、これは一例であり、複数層の圧電振動子114を構成することも可能である。

【0020】

図2に示されるように本実施形態の一例において、圧電振動子114は2次元的に配列されている。この圧電振動子114の全素子における、端部側を除いた圧電振動子114のうちの一部（例えば図3・114c）は、焦電素子114cとして用いられる。これについての詳細は後述する。

【0021】

＜音響整合層＞

第1音響整合層110および第2音響整合層111は、圧電振動子114と被検体の間で音響インピーダンスを整合させるものである。そのために第1音響整合層110および第2音響整合層111は、圧電振動子114と音響レンズ102の間に配置される（図3参照）。また、音響レンズ102と圧電振動子114の間には、圧電振動子114の前面電極を引き出す配線基板が設けられる場合がある。この第1音響整合層110および第2音響整合層111には、それぞれ互いに音響インピーダンスの異なる材料が用いられる。例えば第1音響整合層110の音響インピーダンスは、例えば4～7Mrayl程度である。第2音響整合層111の音響インピーダンスは、例えば9～15Mrayl程度である。このような構成によれば圧電振動子114と音響レンズ102との間で段階的に音響インピーダンスを変化させて、被検体との間で音響的な整合をとることが可能である。また第1音響整合層110、第2音響整合層111は、圧電振動子114の前面電極と当該前面電極から引き出される配線基板との間を導通させるため、導電性を有する材料によって構成されるか、または導通路が形成される。

【0022】

このような条件を備える第1音響整合層110の材料の一例として、例えば、カーボン（等方性黒鉛やグラファイト）を用いることができる。また、第2音響整合層111の例として、マシナブルガラス、マシナブルセラミックス、エポキシと酸化金属粉末の混合体、エポキシと金属粉末の混合体などを用いることができる。また第2音響整合層111の厚さ（前後方向の長さ）は、例えば150 μm ～200 μm である。

【0023】

＜背面材＞

背面材 118 は、超音波パルスの送波の際に超音波の照射方向と反対側（後方）に放射される超音波パルスを吸収し、各圧電振動子 114 の余分な振動を抑える。背面材 118 により、振動時における各圧電振動子 114 の背面からの反射が抑制されるため、超音波パルスの送受信に悪影響を及ぼすことを回避することが可能である。なお、背面材 118 としては、音響減衰、音響インピーダンス等の観点から、PZT 粉末やタングステン粉末等を含むエポキシ樹脂、ポリ塩化ビニールやフェライト粉末を充填したゴムあるいは多孔質のセラミックにエポキシ等の樹脂を含漬したもの等、任意の材料を用いることができる。背面材 118 の音響インピーダンスは、例えば 2 Mrayl ~ 7 Mrayl 程度にすることができる。

【0024】

< 背面基板 >

図 3 に示す本実施形態の一例において、背面基板 120 は背面材 118 に埋設されて設けられている。また、この例において背面基板 120 は FPC (Flexible Printed Circuit) によって構成される。図 3 の例において、背面基板 120 の一端は、圧電振動子 114 (焦電素子 114c を含む) の背面に接している。また背面基板 120 は背面材 118 内を後方へ向かって貫通し、かつ他端が背面材 118 から突出される。また背面材 118 から突出された背面基板 120 の他端は、それぞれ送受信回路または温度検出回路等の後段回路まで至る長さを有している。また背面基板 120 には、図示しない配線パターンが設けられている。なお、背面基板 120 に限らず、後段回路と圧電振動子 114 の電極とを針状のリード線を介して接続してもよい。

【0025】

(焦電素子の配置)

次に、図 1 ~ 図 4 を参照して超音波探触子 100 の焦電素子 114c について説明する。図 4 は、第 1 実施形態にかかる超音波プローブ 10 の超音波探触子 100 を示す概略上面図である。なお、図 4 において示される超音波探触子 100 の圧電振動子 114 の配列数は概念上示されるものである。また図 4 において示された素子配列全体がなす形状、例えば圧電振動子 114 の配列における行数と列数の比についても一例に過ぎず、その他の構成を適用することも可能である。

【0026】

図 4 に示すように、超音波探触子 100 において焦電素子 114c を含む圧電振動子 114 は 2 次元的に配列されている。以下、焦電素子 114c の配置を説明するにあたり、当該配列の端部側に位置する圧電振動子 114 それぞれを「第 1 の素子 114a」として、それ以外の圧電振動子 114 と区別して記載することがある。同様に、当該配列の中央および中央近傍に位置する圧電振動子 114 それぞれを「第 2 の素子 114b」として、それ以外の圧電振動子 114 と区別して記載することがある。さらに、第 1 の素子 114a と第 2 の素子 114b との間に位置する圧電振動子 114 それぞれを「第 3 の素子 114d」と記載することがある。また、複数の圧電振動子 114 の集合を「圧電振動子群」と記載することがある。この圧電振動子群については、特に範囲を明記しない限り、圧電振動子 114 の集合の全体を示すものとする。また、第 2 の素子 114b および第 3 の素子 114d は、「第 2 の素子」の一例に該当する。

【0027】

本実施形態における焦電素子 114c は、圧電振動子 114 の全配列（圧電振動子群）における端部側以外の位置に配置される。すなわち図 4 に例示された配列のように、第 2 の素子 114b および第 3 の素子 114d に属する圧電振動子 114 の一部が、焦電素子 114c として割り当てられる。また焦電素子 114c は、1 以上設けられる。なお、超音波プローブ 10 によって送受信される超音波の音響特性へ悪影響を及ぼさない程度において、焦電素子 114c を可能な限り多く設けることにより、後述の温度検出の精度を向上させることができる場合がある。

【0028】

また、2 次元的に配列された圧電振動子 114 のうち、超音波の送信に用いられない素

10

20

30

40

50

子、すなわち音響的に無効な素子がある場合は、その圧電振動子 114 を焦電素子 114c とすることができる。次に述べる送受信回路と接続される圧電振動子 114 は超音波の送受信に用いられるため、それ以外の素子を温度検出用の回路に接続することで、焦電素子 114c を設けたことによる音響特性への影響を抑制することができる。

【0029】

（背面基板の種別）

次に、図 3 および図 5 を参照して超音波プローブ 10 における機能および背面基板 120 の種別について説明する。図 5 は、第 1 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブ 10、および本体部 200 を示す概略ブロック図である。図 5 に示すように、超音波診断装置は、超音波プローブ 10 と本体部 200 を有する。また超音波プローブ 10 は、
10
圧電振動子 114 を含む超音波探触子 100 と、送受信回路 121、温度検出回路 122 と、I/F (Interface) 123 を含んで構成される。

【0030】

＜送受信回路＞

送受信回路 121 は、背面基板 120 に設けられた超音波送受信用配線パターン（不図示）を介して圧電振動子 114 と接続されている。送受信回路 121 は I/F 123 を介し、後述の本体部 200 から超音波探触子 100 の駆動制御にかかる電気信号を受ける。また、送受信回路 121 は、この電気信号に基づき圧電振動子 114 に所定のタイミングで所定の電圧を印加する。すなわち、送受信回路 121 は、背面基板 120 の超音波送受信用配線パターンを介して圧電振動子 114 の電極に電圧を印加する。このようにして超音波が被検体に送信される。
20

【0031】

また、超音波探触子 100 が被検体からの反射波を受けると、圧電振動子 114 が電圧に変換する。送受信回路 121 は、背面基板 120 等を介して、圧電振動子 114 が変換した電圧に基づくエコー信号を受ける。送受信回路 121 はこのエコー信号に所定の処理（遅延加算、増幅等）を行い、さらに I/F 123 を介して本体部 200 へエコー信号を送信する。このエコー信号を基に本体部 200 は、超音波画像を生成する。

【0032】

＜温度検出回路－概略＞

温度検出回路 122 は、背面基板 120 に設けられた温度検出用配線パターン（不図示）を介して焦電素子 114c と接続されている。言い換えると、本実施形態においては、温度検出回路 122 と接続された圧電振動子 114 が焦電素子 114c としての機能を有することになる。なお、温度検出回路 122 を焦電素子 114c の数に応じて設けてもよい。したがって、超音波プローブ 10 において温度検出回路 122 が複数設けられる場合もある。
30

【0033】

上述のように送受信回路 121 が超音波の送受信制御を繰り返すことにより、超音波プローブ 10 が被検体を走査し、被検体内の情報を取得する。圧電振動子 114 は、送受信回路 121 からの印加電圧を超音波に変換するときの内部損失に起因して発熱する。焦電素子 114c は、超音波の送受信を行う圧電振動子 114 の周囲に配置されているため、
40
超音波の送受信にともなう生じる熱を受ける。さらに焦電素子 114c は、この熱（温度変化）により、分極方向に焦電電圧（または焦電電流）を生じる（焦電効果；Pyroelectric Effect）。例えば、周囲の圧電振動子 114 によって焦電素子 114c に「n℃」の温度上昇があった場合、焦電素子 114c は焦電効果により、「n℃」の温度変化に対応する焦電電圧に変換する。

【0034】

焦電素子 114c により熱から変換された焦電電圧（または焦電電流）に基づく電気信号は、背面基板 120 等における温度検出用配線パターン（不図示）を介して、温度検出回路 122 に送られる。温度検出回路 122 は、焦電素子 114c から受けた焦電電圧（または焦電電流）に基づく電気信号を受け、焦電電圧値または焦電電流値を求める。温度
50

検出回路 1 2 2 は、求めた焦電電圧値または焦電電流値に基づき、これらの値から予測される焦電素子 1 1 4 c（またはその周囲。以下、同様）の温度変化または温度を求める。

【0035】

＜温度検出回路－処理例 1＞

温度検出回路 1 2 2 の構成の一例として、焦電電圧値または焦電電流値と、温度変化とが対応付けられたテーブルを記憶している構成とすることができる。この例において温度検出回路 1 2 2 は、焦電素子 1 1 4 c から焦電電圧または焦電電流に基づく電気信号を受けると、焦電電圧値または焦電電流値を求める。さらに温度検出回路 1 2 2 は、テーブルを参照して、求めた焦電電圧値または焦電電流値に対応する温度変化の数値データ（温度上昇値）を取得する。温度検出回路 1 2 2 は、このようにして取得した当該数値データを、I/F 1 2 3 やケーブル 1 0 4 を介して本体部 2 0 0 へ送る。なお、以下において焦電電圧値または焦電電流値を、単に「焦電電圧値等」と記載することがある。

10

【0036】

この例において温度検出回路 1 2 2 がさらに基準温度のデータを記憶していてもよい。温度検出回路 1 2 2 は、テーブルを参照することにより変化した温度の数値データを取得し、さらに基準温度を読み出して、これらを加算する。温度検出回路 1 2 2 は、この加算された温度を現在の温度として本体部 2 0 0 に送る。例えば、基準温度が「30℃」、温度変化が「+10℃」である場合、温度検出回路 1 2 2 は「40℃」を、焦電素子 1 1 4 c における現在の温度、または焦電素子 1 1 4 c の周囲における現在の温度として本体部 2 0 0 へ送る。

20

【0037】

＜温度検出回路－処理例 2＞

また、温度検出回路 1 2 2 の他の例としては、温度検出回路 1 2 2 が焦電素子 1 1 4 c から受けた焦電電圧値等の閾値を記憶する構成を採ることも可能である。この例において温度検出回路 1 2 2 は、焦電素子 1 1 4 c から焦電電圧または焦電電流に基づく電気信号を受けると、その電気信号に基づき焦電電圧値等を求める。さらに温度検出回路 1 2 2 は、求めた焦電電圧値等と閾値とを比較することにより、焦電電圧値等が閾値に到達したか、または閾値を超えたかについて判断する。この閾値は、焦電電圧値等から予測される焦電素子 1 1 4 c の温度変化が高くなりすぎないように、予め設定される。つまり温度検出回路 1 2 2 は、当該閾値処理により、焦電電圧値等から予測される焦電素子 1 1 4 c の温度変化が所定範囲内であるかを判断することが可能である。

30

【0038】

例えばユーザが、焦電素子 1 1 4 c の温度上昇の許容範囲を「+20℃」とした場合、温度検出回路 1 2 2 に記憶される閾値は、「+20℃」の温度変化に対応する焦電電圧値等となる。温度検出回路 1 2 2 は、焦電素子 1 1 4 c から受けた焦電電圧値等と、閾値、すなわちこの例における「『+20℃』の温度変化に対応する焦電電圧値等」とを比較する。比較の結果、温度検出回路 1 2 2 は、焦電電圧値等が閾値に到達したか、または閾値を超えたかについて判断する。言い換えれば、温度検出回路 1 2 2 は、焦電素子 1 1 4 c の温度上昇が「+20℃」に到達したか、または「+20℃」を超えたかについて判断することになる。さらに温度検出回路 1 2 2 は I/F 1 2 3 を介して本体部 2 0 0 へ当該判断結果を送る。

40

【0039】

この例において温度検出回路 1 2 2 がさらに複数段階の閾値を記憶していてもよい。例えば、第 1 段階である第 1 の閾値と、当該第 1 の閾値が示す温度変化より高い第 2 段階の温度変化を示す第 2 の閾値と、当該第 2 の閾値が示す温度変化よりさらに高い第 3 段階の温度変化を示す第 3 の閾値とが設定されていてもよい。つまり、ユーザに注意を促す第 1 段階に到達したかを示す第 1 の閾値、ユーザに警告を促す第 2 段階に到達したかを示す第 2 の閾値と、許容される温度変化の上限を示す第 3 の閾値とが設定されていてもよい。この例において、温度検出回路 1 2 2 は、比較の結果、求めた焦電電圧値が、上記第 1 段階の前にあるか、第 1～第 3 段階のいずれかにあるかを判断する。さらに温度検出回路 1 2

50

2 は I / F 1 2 3 を介して本体部 2 0 0 へ当該判断結果を送る。

【0040】

一般的に、超音波プローブ 1 0 においては、端部側に位置する圧電振動子 1 1 4 よりも、内側にある圧電振動子 1 1 4 が超音波の送受信に使用される頻度が高くなる傾向にある。使用される頻度が高い圧電振動子 1 1 4 は、より発熱する可能性が高いので、音響レンズ 1 0 2 もその圧電振動子 1 1 4 の位置に対応する部分の温度が上昇しやすい。この点、本実施形態における超音波プローブ 1 0 においては、圧電振動子群における第 2 の素子 1 1 4 b、第 3 の素子 1 1 4 d に属する圧電振動子 1 1 4 の一部が焦電素子 1 1 4 c として機能する。すなわち、端部側に配列された第 1 の素子 1 1 4 a 以外の圧電振動子 1 1 4 の一部が焦電素子 1 1 4 c となる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度またはそれに関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 1 0 2 の温度上昇を精度よく検知することができる。

10

【0041】

(本体部)

次に、図 5 を参照して超音波プローブ 1 0 と接続される超音波診断装置の本体部 2 0 0 について説明する。図 5 に示すように、この実施形態にかかる本体部 2 0 0 は、制御部 2 0 1 と、送信部 2 0 2 と、受信部 2 0 3 と、信号処理部 2 0 4 と、画像生成部 2 0 5 と、表示制御部 2 0 6 と、ユーザインターフェース 2 0 7 とを有する。

【0042】

<制御部 2 0 1>

制御部 2 0 1 は、超音波診断装置の各部の動作を制御する。例えば、制御部 2 0 1 は、送信部 2 0 2 および受信部 2 0 3 による超音波の送受信を制御する。

20

【0043】

<送信部 2 0 2>

送信部 2 0 2 は、超音波プローブ 1 0 に電気信号（圧電振動子 1 1 4 を駆動させる制御信号（送信信号）等）を供給して所定の焦点にビームフォームした（つまり送信ビームフォームした）超音波を送信させる。すなわち、送信部 2 0 2 は当該電気信号をケーブル 1 0 4 を介して超音波プローブ 1 0 に送る。超音波プローブ 1 0 は、送信部 2 0 2 から受けた電気信号を I / F 1 2 3 を介して受け、送受信回路 1 2 1 に送る。送受信回路 1 2 1 は当該電気信号に所定の処理を施して、圧電振動子 1 1 4 の電極に電圧を印加する。

30

【0044】

<受信部 2 0 3>

受信部 2 0 3 は、超音波プローブ 1 0 からエコー信号を受ける。受信部 2 0 3 は、超音波プローブ 1 0 により受信されたエコー信号を受けると、そのエコー信号に適宜処理を行う。例えば、受信部 2 0 3 は、そのエコー信号に対して遅延処理を行うことにより、アナログのエコー信号を整相された（つまり受信ビームフォームされた）デジタルのデータに変換する。

【0045】

受信部 2 0 3 は、例えば図示しないプリアンプ回路と、A / D 変換器と、受信遅延回路と、加算器とを有する。プリアンプ回路は、超音波プローブ 1 0 の各超音波振動子から出力されるエコー信号を受信チャンネルごとに増幅する。A / D 変換器は、増幅されたエコー信号をデジタル信号に変換する。受信遅延回路は、デジタル信号に変換されたエコー信号に、受信指向性を決定するため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エコー信号を加算する。その加算によって、受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調される。受信部 2 0 3 から出力される受信信号は、信号処理部 2 0 4 に出力される。ただし、超音波プローブ 1 0 により各種信号処理が行われる場合、少なくとも受信部 2 0 3 の一部の機能を、超音波プローブ 1 0 の送受信回路 1 2 1 が実行する。

40

【0046】

<信号処理部 2 0 4>

信号処理部 2 0 4 は B モード処理部を有する。B モード処理部は受信信号を受信部 2 0

50

3から受けて、受信信号の振幅情報の映像化を行う。具体的には、Bモード処理部は、受信信号に対してバンドパスフィルタ処理を行い、その後、出力信号の包絡線を検波し、検波されたデータに対して対数変換による圧縮処理を施す。

【0047】

信号処理部204はCFM (Color Flow Mapping) 処理部を有していてもよい。CFM処理部は血流情報の映像化を行う。血流情報には、速度、分布、又はパワーなどの情報があり、血流情報は2値化情報として得られる。

【0048】

信号処理部204はドブラ処理部を有していてもよい。ドブラ処理部は受信信号を位相検波することによりドブラ偏移周波数成分を取り出し、FFT処理を施すことにより血流速度を表すドブラ周波数分布を生成する。

【0049】

信号処理部204は、信号処理が施された受信信号（超音波ラスタデータ）を画像生成部205に出力する。

【0050】

<画像生成部205>

画像生成部205は、信号処理部204から出力された信号処理後の受信信号（超音波ラスタデータ）に基づいて超音波画像データを生成する。画像生成部205は、例えばDSC (Digital Scan Converter: デジタルスキャンコンバータ) を有する。画像生成部205は、走査線の信号列で表される信号処理後の受信信号を、直交座標系で表される画像データに変換する（スキャンコンバージョン処理）。例えば、画像生成部205は、Bモード処理部によって信号処理が施された受信信号にスキャンコンバージョン処理を施すことにより、被検体の組織の形態を表すBモード画像データを生成する。画像生成部205は、超音波画像データを表示制御部206に出力する。

【0051】

<表示制御部>

表示制御部206は、超音波画像データを画像生成部205から受けて、超音波画像データに基づく超音波画像をユーザインターフェース207の表示部に表示させる。また表示制御部206は、超音波プローブ10において温度検出回路122が求めた温度の情報、温度変化の情報または温度検出回路122の判断結果を受け、超音波画像とともに当該情報をユーザインターフェース207の表示部に表示させる。また表示制御部206は、当該情報を超音波画像とともに表示させず別途表示させてもよい。また、表示制御部206が受けた情報が温度変化または温度に関する数値データであれば、これらの経時変化（グラフ等）を表示させてもよい。

【0052】

<ユーザインターフェース>

ユーザインターフェース207は、図示しない表示部と操作部とを含んで構成される。表示部は、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイや、LCD (Liquid Crystal Display) 等の任意の形態の表示デバイスによって構成される。表示部は、表示制御部206の制御を受けて各種の設定画面（閾値の設定等）、超音波画像や温度検出回路122の処理結果等を表示する。

【0053】

操作部は、キーボード、マウス、トラックボール、ジョイスティック、フットペダル、コントロールパネル等の任意の形態の操作デバイスや入力デバイスによって構成される。制御部201は、実施された操作に基づいて操作部が出力する操作信号を受けて、この操作内容に対応する制御や演算を実行する。なお、表示部と操作部とを一体としたタッチパネル式のLCDやペンタブレット等を用いることも可能である。また、操作部は、ネットワークやメディアを介して信号や情報の入力を受ける機能を有していてもよい。

【0054】

（動作）

10

20

30

40

50

次に、この実施形態における超音波診断装置の動作について図6および図7を参照して説明する。図6および図7は、第1実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。なお、以下の説明は本実施形態の一例である。すなわち温度検出回路122の処理が、焦電電圧の値に基づき行われるものとして説明する。また、温度検出回路122が求めた焦電電圧値に基づき、テーブルを参照して温度変化の数値データを取得する例について説明する。

【0055】

(ステップ01)

ユーザにより、ユーザインターフェース207を介してスキャン開始の指示がなされると、制御部201は、送信部202に超音波の送信開始の指示を送る。送信部202は、ケーブル104を介して超音波プローブ10に超音波の送信にかかる制御信号を送る。

10

【0056】

(ステップ02)

超音波プローブ10において送受信回路121は、I/F123を介して本体部200から超音波の送信にかかる制御信号を受ける。送受信回路121は、送受信回路121に接続された圧電振動子114に対し、本体部200から受けた制御信号に基づく、所定の走査方式および所定の波形によるパルス電圧を圧電振動子114に印加する。これにより圧電振動子114の電極には、背面基板120を介して送受信回路121から受けた電圧が印加される。圧電振動子114は、この印加電圧を超音波に変換する。このようにして超音波プローブ10から超音波が送信される。このとき、圧電振動子114の内部損失により温度変化が生じる場合がある。

20

【0057】

(ステップ03)

圧電振動子114は、被検体からの反射波を受け電圧に変換する。この電圧に基づく電気信号は、背面基板120を介して送受信回路121に送られる。送受信回路121は、当該電気信号に所定の処理、例えば、遅延、整相加算、フィルタリング、増幅等の任意の処理を行う。さらに送受信回路121は、所定の処理を施した当該エコー信号（受信信号）をI/F123およびケーブル104を介して本体部200に送る。

【0058】

ただし、本体部200の受信部203が上記エコー信号の処理を行う構成とする場合、上記処理のうちの少なくとも一部は、送受信回路121の代わりに本体部200の受信部203が行う。

30

【0059】

(ステップ04)

温度検出回路122は、焦電素子114cから焦電電圧に基づく電気信号を受けたかについて判断する。すなわち、温度検出回路122は電気信号の受信の有無によって焦電素子114cまたはその周囲に温度変化があったか判断する。

【0060】

温度検出回路122は、温度変化がなかったと判断した場合は(S04; No)、S02、S03の処理と並行してステップ04の判断を繰り返す。なお、ステップ04の処理は、説明の便宜上ステップ03の処理の後に記載したが、実際にはS02、S03の処理と並行して行われるものである。

40

【0061】

(ステップ05)

ステップ02またはステップ03の時点で、圧電振動子114に温度変化が生じていれば、当該温度変化に基づく焦電効果により、その周囲の焦電素子114cには温度変化に対応する焦電電圧が生じる。この焦電電圧は電気信号として背面基板120の温度検出用配線パターンを介して温度検出回路122に送られる。温度検出回路122は当該電気信号の受信により温度変化があったと判断する(S04; Yes)。この場合、温度検出回路122は、当該電気信号に基づき、焦電電圧値を求める。

50

【0062】

(ステップ06)

さらに温度検出回路122の一例においては、あらかじめ記憶しているテーブルを参照して、求めた焦電電圧値に対応する、温度変化の数値データを取得する。

【0063】

(ステップ07)

超音波プローブ10は、温度検出回路122により取得された当該数値データを、I/F123やケーブル104を介して本体部200へ送る。なお、温度検出回路122により温度変化がなかったと判断された場合(S04; No)には、この数値データの本体部200への送信は行われない。

10

【0064】

(ステップ08)

本体部200は、受信部203が受けたエコー信号に信号処理を行い、さらにそのエコー信号に基づいて超音波画像を生成する。さらに超音波画像と数値データを表示制御部206に送る。

【0065】

(ステップ09)

表示制御部206は、超音波プローブ10において求められた数値データを受け、超音波画像とともに当該情報をユーザインターフェース207の表示部に表示させる。

20

【0066】

(作用・効果)

以上説明した第1実施形態にかかる超音波探触子100および超音波プローブ10、ならびにこの超音波プローブを有する超音波診断装置の作用および効果について説明する。

【0067】

第1実施形態の超音波診断装置では、超音波プローブ10の圧電振動子群における第2の素子114b、第3の素子114dに属する圧電振動子114の一部が焦電素子114cとして機能する。すなわち、端部側に配列された第1の素子114a以外の圧電振動子114が焦電素子114cとなる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ102の温度上昇を精度よく検知することができる。

30

【0068】

また、上述の超音波プローブ10においては、焦電素子114cとして音響的に無効な素子が割り当てられるので、焦電素子114cを設けたことによる音響特性への影響を抑制することができる。

【0069】

(第1変形例)

次に、第1実施形態の第1変形例について図8を参照して説明する。図8は、第1実施形態の第1変形例にかかる超音波プローブ10の概略上面図である。なお、図8において示される超音波探触子100の圧電振動子114の配列数は概念上示されるものである。また、図8において示された素子配列全体がなす形状、例えば圧電振動子114の配列における行数と列数の比についても一例に過ぎず、その他の構成を適用することも可能である。

40

【0070】

図4に例示された配列のように、上述の超音波プローブ10においては、第2の素子114bおよび第3の素子114dに属する圧電振動子114が、焦電素子114cとして割り当てられる。つまり圧電振動子群の配列の端部側に属する第1の素子114a以外の素子(第2の素子114b、第3の素子114d)の一部が焦電素子114cとして割り当てられる。しかしながら、焦電素子114cに割り当てる圧電振動子114の位置を、図8に示すように第2の素子114bの範囲に集中させることも可能である。言い換え

50

ば、圧電振動子群の配列の中央側に位置する圧電振動子 1 1 4 を焦電素子 1 1 4 c として割り当てることが可能である。なお図 8 に示すように、この変形例においても、焦電素子 1 1 4 c は、1 以上設けられる。また、第 2 の素子 1 1 4 b は、「第 2 の素子群の配列における中央部」の一例に該当する。

【0071】

一般的に、超音波によって被検体を走査するとき、圧電振動子群における各圧電振動子 1 1 4 のうち、配列の中央側に属する圧電振動子 1 1 4 の駆動される頻度が最も高くなる傾向にある。この点、第 1 変形例の超音波プローブ 1 0 においては、圧電振動子群の配列の中央側に位置する圧電振動子 1 1 4 を焦電素子 1 1 4 c として割り当てて、したがって、このような構成においては、温度上昇が高くなる傾向が強い部分の温度変化を精度よく検出することができる。

10

【0072】

(第 2 変形例)

次に、第 1 実施形態の第 2 変形例について図 9 および図 1 0 を参照して説明する。図 9 および図 1 0 は、第 1 実施形態の第 2 変形例にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。なお、以下においては、温度検出回路 1 2 2 が、焦電電圧値に基づいて処理を行う場合について説明する。また温度検出回路 1 2 2 が焦電電圧値等と閾値とを比較することにより、焦電電圧値等が閾値に到達したか、または閾値を超えたかを判断する例について説明する。

【0073】

20

(ステップ 1 1 ~ 1 5)

第 1 実施形態の第 2 変形例にかかる超音波診断装置においても、超音波プローブ 1 0 への制御信号の送信 (S 1 1)、超音波の送受信 (S 1 2、S 1 3)、温度変化があったかの判断 (S 1 4)、焦電電圧値の算出 (S 1 5) までの処理は、第 1 実施形態の S 0 1 ~ S 0 5 までの同様である。したがって、これらの処理については説明を割愛する。

【0074】

(ステップ 1 6)

第 2 変形例における温度検出回路 1 2 2 は、あらかじめ記憶している第 1 の閾値と求めた焦電電圧値等とを比較することにより、焦電電圧値等が第 1 の閾値に到達したか、または第 1 の閾値を超えたかについて判断する。ステップ 1 6 の判断の結果、温度検出回路 1 2 2 により焦電電圧値が第 1 の閾値に到達していないと判断された場合 (S 1 6 ; N o)、超音波プローブ 1 0 は、ステップ 1 2 ~ ステップ 1 5 の処理を繰り返す。

30

【0075】

(ステップ 1 7)

ステップ 1 6 の判断の結果、温度検出回路 1 2 2 により焦電電圧値が第 1 の閾値に到達した、または第 1 の閾値を超えたと判断された場合 (S 1 6 ; Y e s)、温度検出回路 1 2 2 は、あらかじめ記憶している第 2 の閾値と求めた焦電電圧値とをさらに比較することにより、焦電電圧値が第 2 の閾値に到達したか、または第 2 の閾値を超えたかについて判断する。

【0076】

40

(ステップ 1 8)

ステップ 1 7 の判断の結果、温度検出回路 1 2 2 により焦電電圧値等が第 2 の閾値に到達した、または第 2 の閾値を超えたと判断した場合 (S 1 7 ; Y e s)、温度検出回路 1 2 2 は、あらかじめ記憶している第 2 の閾値と求めた焦電電圧値等とをさらに比較することにより、焦電電圧値等が第 3 の閾値に到達したか、または第 3 の閾値を超えたかについて判断する。

【0077】

(ステップ 1 9)

ステップ 1 7 の判断の結果、温度検出回路 1 2 2 が焦電電圧値が第 2 の閾値に到達していないと判断した場合 (S 1 7 ; N o)、温度検出回路 1 2 2 は、温度変化が第 1 段階、

50

例えばユーザに注意を促す段階に到達していると判断する。

【0078】

(ステップ20)

ステップ18の判断の結果、温度検出回路122が焦電電圧値が第3の閾値に到達していないと判断した場合(S18; No)、温度検出回路122は、温度変化が第2段階、例えばユーザに警告を促す段階に到達していると判断する。

【0079】

(ステップ21)

ステップ18の判断の結果、温度検出回路122が焦電電圧値が第3の閾値に到達している、または第3の閾値を超えたと判断した場合(S18; Yes)、温度検出回路122は、温度変化が第3段階、例えば許容される温度変化の上限に到達または上限を超えたと判断する。

【0080】

(ステップ22)

超音波プローブ10は、温度検出回路122のステップ19、20または21の判断結果を、I/F123やケーブル104を介して本体部200へ送る。なお、温度検出回路122により温度変化がなかったと判断された場合(S14; No)には、この判断結果の本体部200への送信は行われない。また、温度検出回路122により温度変化が第1段階の前である判断された場合(S16; No)にも、この判断結果の本体部200への送信は行われない。

【0081】

(ステップ23)

本体部200は、受信部203が受けたエコー信号に信号処理を行い、さらにそのエコー信号に基づいて超音波画像を生成する。さらに超音波画像と上記ステップ19、20または21の判断結果を表示制御部206に送る。

【0082】

(ステップ24)

表示制御部206は、超音波プローブ10の温度検出回路122による上記ステップ19、20または21の判断結果に基づいて、ユーザに上記段階に応じた警告表示、アラーム等を超音波画像とともに表示、または出力する。

【0083】

第1実施形態の第2変形例にかかる超音波診断装置においても、端部側に配列された第1の素子114a以外の圧電振動子114が焦電素子114cとなるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ102の温度上昇を精度よく検知することができる。また、焦電素子114cとして音響的に無効な素子が割り当てられるので、焦電素子114cを設けたことによる音響特性への影響を抑制することができる。さらに第2変形例においては、焦電電圧値と複数段階の閾値とを比較することにより、超音波探触子100の温度変化を段階に応じてユーザに認知させる手段を有するので、ユーザが温度変化の状態を容易に把握することが可能である。

【0084】

(第3変形例)

次に、第1実施形態の第3変形例について説明する。上記説明した超音波探触子100においては、圧電振動子114の背面側に隣接して背面材118が設けられている。しかしながら、このような構成に限らず、圧電振動子114と背面材118との間に中間層を設けてもよい。

【0085】

中間層は、圧電振動子114や背面材118より音響インピーダンスが高く構成されるものであり、その厚さ(すなわち超音波の放射方向Eにおける長さ)は、例えば超音波探触子100により放射される超音波の波長の略1/4程度である。また、中間層の材料としては、金、鉛、タングステン、水銀、サファイア等を用いることができる。このような

10

20

30

40

50

中間層によれば、圧電振動子 1 1 4 の背面側に放射される超音波を前面側（音響レンズ 1 0 2 側）へ反射させて音響特性の向上を図ることが可能となる。

【0086】

背面基板 1 2 0 における配線パターンは、中間層を介して圧電振動子 1 1 4（焦電素子 1 1 4 c を含む）における背面電極と導通されている。例えば、中間層の周面または内部を貫通して設けられた導通路を介して配線パターンと背面電極とが電氣的に接続される。または、導電性を有する中間層を用いることにより、中間層自体を介して配線パターンと背面電極とが電氣的に接続されてもよい。

【0087】

第 1 実施形態の第 3 変形例にかかる超音波診断装置においても、端部側に配列された第 1 の素子 1 1 4 a 以外の圧電振動子 1 1 4 が焦電素子 1 1 4 c となるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 1 0 2 の温度上昇を精度よく検知することができる。また、焦電素子 1 1 4 c として音響的に無効な素子が割り当てられるので、焦電素子 1 1 4 c を設けたことによる音響特性への影響を抑制することができる。さらに第 3 変形例においては、中間層を設ける構成とすることで音響特性への影響を向上させることが可能である。

【0088】

〔第 2 実施形態〕

次に、図 1 1 ～図 1 3 を参照して第 2 実施形態における超音波プローブ 1 0 および超音波探触子 1 0 0 の概要について説明する。図 1 1 は、第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブ 1 0 および本体部 2 0 0 を示す概略ブロック図である。なお、第 2 実施形態については、第 1 実施形態と異なる部分を主として説明し、その他重複する部分については説明を割愛する。また図 1 1 においては、便宜上、焦電素子 1 1 4 c が圧電振動子 1 1 4 より多く示されているが、実際には多数の圧電振動子 1 1 4 のうちの一部が焦電素子 1 1 4 c として割り当てられる。

【0089】

（スイッチ回路）

第 2 実施形態にかかる超音波プローブ 1 0 においては、背面基板 1 2 0 と温度検出回路 1 2 2 との間にスイッチ回路 1 2 4 が設けられる。例えば図 1 1 に示すようにスイッチ回路 1 2 4 において、一方側が温度検出回路 1 2 2 に接続され、他方側は各焦電素子 1 1 4 c のいずれかと接続されている。またスイッチ回路 1 2 4 は、図示しない切替制御部を備えており、スイッチ回路 1 2 4 において温度検出回路 1 2 2 と、焦電素子 1 1 4 c とを選択的に接続させる制御を行う。

【0090】

また第 2 実施形態では、本体部 2 0 0 においてスイッチ回路 1 2 4 の切替制御に関する第 1 の設定情報があらかじめ設定されている。本体部 2 0 0 は、超音波プローブ 1 0 におけるスキャン開始の指示とともに、この第 1 の設定情報をケーブル 1 0 4 および I / F 1 2 3 等を介して超音波プローブ 1 0 に送る。超音波の送受信が開始されると、スイッチ回路 1 2 4 は、この第 1 の設定情報に基づいて温度検出回路 1 2 2 と、スイッチ回路 1 2 4 に接続された焦電素子 1 1 4 c のいずれかとを接続させる。

【0091】

この第 1 の設定情報とは、例えば切替の時間間隔についての情報である。この例においては、あらかじめ第 1 の設定情報としてスイッチ回路 1 2 4 の切替制御を第 1 の設定情報に基づく時間間隔ごとに行う。一例として第 1 の設定情報において、スイッチ回路 1 2 4 における切替動作を 1 0 秒間隔で行うように設定されている場合、スイッチ回路 1 2 4 は、超音波プローブ 1 0 において超音波の送信が開始されると、温度検出回路 1 2 2 の接続先となる各焦電素子 1 1 4 c を 1 0 秒ごとに切替える。また、本体部 2 0 0 のユーザインターフェース 2 0 7 等を介して、この切替制御に関する第 1 の設定情報を任意に変更する構成としてもよい。

【0092】

10

20

30

40

50

なお、複数素子を1チャンネルとして温度検出回路122と接続する場合、スイッチ回路124は、温度検出回路122と各チャンネルとを選択的に接続する。また、スイッチ回路124を複数設ける構成としてもよい。

【0093】

(温度検出回路)

第1実施形態と同様に焦電素子114cにより熱から変換された焦電電圧(または焦電電流)に基づく電気信号は、背面基板120等における温度検出用配線パターン(不図示)を介して、温度検出回路122に送られる。ただし第2実施形態において、温度検出回路122は、スイッチ回路124と接続されている焦電素子114cから焦電電圧等に基づく電気信号を受ける。言い換えると、スイッチ回路124と接続されている焦電素子114c以外の焦電素子114cが熱を焦電電圧等に変換しても、当該変換された焦電電圧に基づく電気信号は温度検出回路122に送られない。

10

【0094】

温度検出回路122は、そのとき接続されている焦電素子114cから受けた焦電電圧(または焦電電流)に基づく電気信号を受け、焦電電圧値または焦電電流値を求める。温度検出回路122は、求めた焦電電圧値または焦電電流値に基づき、これらの値から予測される焦電素子114c(またはその周囲。以下、同様)の温度変化または温度を求める。温度変化の算出等は第1実施形態と同様である。

【0095】

また、温度検出回路122はI/F123を介して当該求めた温度変化等の情報を、本体部200へ送る。さらに温度検出回路122は、求めた温度変化等の情報に、接続先の焦電素子114cの位置情報を付加して送信してもよい。

20

【0096】

なお、本実施形態においても温度検出回路122が焦電電圧値等と閾値とを比較することにより、焦電電圧値等が閾値に到達したか、または閾値を超えたかを判断する構成を採用することが可能である。ただし、この例についての説明は、第1実施形態と同様であるため説明を割愛する。

【0097】

(動作)

次に、この実施形態における超音波診断装置の動作について図12および図13を参照して説明する。図12および図13は、第2実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。なお、以下の説明は本実施形態の一例である。すなわち、温度検出回路122の処理が焦電電圧の値に基づき行われるものとして説明する。また、温度検出回路122が求めた焦電電圧値に基づき、テーブルを参照して温度変化の数値データを取得する例について説明する。

30

【0098】

(ステップ31)

ユーザにより、ユーザインターフェース207を介してスキャン開始の指示がなされると、制御部201は、送信部202に超音波の送信開始の指示を送る。送信部202は、ケーブル104を介して超音波プローブ10に超音波の送信にかかる制御信号を送る。さらに本体部200は、制御部201によってあらかじめ設定された第1の設定情報(切り替え制御の時間情報等)を上記制御信号とあわせて超音波プローブ10に送る。

40

【0099】

(ステップ32)

超音波プローブ10において送受信回路121は、I/F123を介して本体部200から超音波の送信にかかる制御信号を受ける。送受信回路121は、制御信号に基づくパルス電圧を圧電振動子114に印加する。これにより圧電振動子114は、この印加電圧を超音波に変換する。このようにして超音波プローブ10から超音波が送信される。

【0100】

(ステップ33)

50

圧電振動子 114 は、被検体からの反射波を受けて電圧に変換する。この電圧に基づく電気信号は、背面基板 120 を介して送受信回路 121 に送られる。送受信回路 121 は、当該電気信号に所定の処理を行う。さらに送受信回路 121 は、所定の処理を施した当該エコー信号（受信信号）を I/F 123 およびケーブル 104 を介して本体部 200 に送る。ただし、本体部 200 の受信部 203 がこれらの処理を行う場合、これらの処理のうちの少なくとも一部は、送受信回路 121 の代わりに受信部 203 が行う。

【0101】

（ステップ 34）

温度検出回路 122 は、接続先の焦電素子 114c から焦電電圧に基づく電気信号を受けたかについて判断する。すなわち、温度検出回路 122 は、スイッチ回路 124 を介して選択的に接続された焦電素子 114c からの電気信号の受信の有無によって、当該焦電素子 114c またはその周囲に温度変化があったか判断する。

【0102】

温度検出回路 122 は、接続先の焦電素子 114c に温度変化がなかったと判断した場合は（S34；No）、ステップ 32、ステップ 33 の処理と並行して、ステップ 34 の判断を繰り返す。なおステップ 34 の処理は、説明の便宜上、ステップ 33 の処理の後に記載したが、実際にはステップ 32、ステップ 33 の処理と並行して行われるものである。

【0103】

（ステップ 35）

ステップ 32 またはステップ 33 の時点で、接続先の焦電素子 114c の周囲の圧電振動子 114 に温度変化が生じていれば、当該焦電素子 114c は温度変化に対応する焦電電圧を生じる。この焦電電圧は電気信号として背面基板 120 の温度検出用配線パターンおよびスイッチ回路 124 を介して温度検出回路 122 に送られる。温度検出回路 122 は当該電気信号の受信により温度変化があったと判断する（S34；Yes）。この場合、温度検出回路 122 は、当該電気信号に基づき、焦電電圧値を求める。

【0104】

（ステップ 36）

さらに温度検出回路 122 の一例においては、あらかじめ記憶しているテーブルを参照して、求めた焦電電圧値に対応する、温度変化の数値データを取得する。

【0105】

（ステップ 37）

超音波プローブ 10 は、温度検出回路 122 により取得された当該数値データを、接続先の焦電素子 114c の位置情報とともに、I/F 123 やケーブル 104 を介して本体部 200 へ送る。なお、温度検出回路 122 により温度変化がなかったと判断された場合（S34；No）には、この数値データ等の本体部 200 への送信は行われない。

【0106】

（ステップ 38）

スイッチ回路 124 は、本体部 200 から受けた第 1 の設定情報に基づき、例えば設定された時間が経過したかについて判断する。スイッチ回路 124 は、所定時間が経過していないと判断した場合（S38；No）、ステップ 38 の当該判断を繰り返す。なお、ステップ 38 の判断は、説明の便宜上ステップ 37 の処理の後に記載したが、実際にはステップ 32～ステップ 37 の処理と並行して行われるものである。

【0107】

（ステップ 39）

スイッチ回路 124 により、所定時間が経過したと判断された場合（S38；Yes）、スイッチ回路 124 における切替制御部（不図示）は、それまで接続していた焦電素子 114c とは別の焦電素子 114c に切り替える。これにより、温度検出回路 122 の接続先の焦電素子 114c が変更される。なお、ステップ 39 の処理も、実際にはステップ 32～ステップ 37 の処理と並行して行われるものである。

【0108】

(作用・効果)

以上説明した第2実施形態にかかる超音波探触子100および超音波プローブ10、ならびにこの超音波プローブを有する超音波診断装置の作用および効果について説明する。

【0109】

第2実施形態の超音波診断装置では、超音波プローブ10の圧電振動子群における第2の素子114b、第3の素子114dに属する圧電振動子114の一部が焦電素子114cとして機能する。すなわち、端部側に配列された第1の素子114a以外の圧電振動子114が焦電素子114cとなる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ102の温度上昇を精度よく検知することができる。

10

【0110】

また、第2実施形態の超音波プローブ10においては、温度検出回路122と複数の焦電素子114cのいずれかを選択的に接続させるスイッチ回路124が設けられている。したがって、焦電素子114cを複数設けても、温度検出処理による温度検出回路122にかかる負荷が軽減される。また、焦電素子114cを複数設けても、温度検出回路122が多くなることによって超音波プローブ10内の構造が複雑化してしまう事態を回避することが可能である。

【0111】

20

また、上述の超音波プローブ10においては、焦電素子114cとして音響的に無効な素子が割り当てられるので、焦電素子114cを設けたことによる音響特性への影響を抑制することができる。

【0112】

なお、第1実施形態における第1変形例～第3変形例は、第2実施形態に適用が可能である。

【0113】

[第3実施形態]

次に、図14～図16を参照して第3実施形態における超音波プローブ10および超音波探触子100の概要について説明する。図14は、第3実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブ10および本体部200を示す概略ブロック図である。なお、第3実施形態については、第1実施形態と異なる部分を主として説明し、その他重複する部分については説明を割愛する。また、図14においては、焦電素子114cが1つのみ示されているが、実際には焦電素子114cを複数設けることが可能である。その場合、焦電素子114cに応じてスイッチ回路125を複数設けてもよい。

30

【0114】

(スイッチ回路)

第3実施形態にかかる超音波プローブ10においては、背面基板120と、各回路(送受信回路121、温度検出回路122)との間にスイッチ回路125が設けられる。例えば図14に示すようにスイッチ回路125において、一方側が圧電振動子群におけるいずれかの圧電振動子114と接続されており、他方側は温度検出回路122または送受信回路121のいずれかに選択的に接続されている。またスイッチ回路125は、図示しない切替制御部を備えており、スイッチ回路125において特定の圧電振動子114の接続先を、温度検出回路122と焦電素子114cとのいずれかに選択的に接続させる制御を行う。

40

【0115】

また第3実施形態では、本体部200においてスイッチ回路125の切替制御に関する第2の設定情報があらかじめ設定されている。本体部200は、超音波プローブ10におけるスキャン開始の指示とともに、この第2の設定情報をケーブル104およびI/F123等を介して超音波プローブ10に送る。超音波の送信が開始されると、スイッチ回路

50

125は、この第2の設定情報に基づいて圧電振動子群における特定の圧電振動子114と、送受信回路121または温度検出回路122とを選択的に接続させる。

【0116】

すなわち第3実施形態においては、特定の圧電振動子114がスイッチ回路125に接続されている。また、スイッチ回路125の切替制御部により、当該特定の圧電振動子114の接続先が、送受信回路121または温度検出回路122のいずれかに切り替えられる。当該特定の圧電振動子114が温度検出回路122に接続されているとき、その素子は、焦電素子114cとして機能する。また当該特定の圧電振動子114は、送受信回路121に接続されているとき、その素子は、送受信回路121から印加電圧を受けて超音波の送受信を行う。

10

【0117】

また第2の設定情報とは、例えば切替の時間間隔についての情報である。この例においては、あらかじめ第2の設定情報としてスイッチ回路125の切替制御を第2の設定情報に基づく時間間隔ごとに行う。一例として第2の設定情報において、スイッチ回路125における切替動作を10秒間隔で行うように設定されている場合、スイッチ回路125は、超音波プローブ10において超音波の送信が開始されると、スイッチ回路125と接続された圧電振動子114の接続先は、10秒ごとに送受信回路121と温度検出回路122とに切替わる。

【0118】

なお、第2の設定情報において、スイッチ回路125の切替制御として送受信回路121に接続されている時間より、温度検出回路122に接続されている時間を短くするようにしてもよい。すなわちスイッチ回路125と接続されている圧電振動子114は、スイッチ回路125により、30秒間だけ送受信回路121に接続され、30秒経過後は、温度検出回路122に5秒間だけ接続され、以後その制御を繰り返すように設定されている。また、本体部200のユーザインターフェース207等を介して、この切替制御に関する第2の設定情報を任意に変更する構成としてもよい。

20

【0119】

なお、複数素子を1チャンネルとしてスイッチ回路125と接続する場合、スイッチ回路125は、1チャンネルに属する素子と、送受信回路121または温度検出回路122とを選択的に接続する。また、スイッチ回路125を複数設ける構成としてもよい。

30

【0120】

(温度検出回路)

第1実施形態と同様に焦電素子114cにより熱から変換された焦電電圧(または焦電電流)に基づく電気信号は、背面基板120等における温度検出用配線パターンおよびスイッチ回路125を介して、温度検出回路122に送られる。ただし第3実施形態において、温度検出回路122はスイッチ回路125と接続されているときに圧電振動子114(焦電素子114c)から焦電電圧等に基づく電気信号を受ける。言い換えると、スイッチ回路125と接続された圧電振動子114が送受信回路121と接続されている場合、焦電素子114cが熱を焦電電圧等に変換しても、当該変換された焦電電圧に基づく電気信号は温度検出回路122に送られない。

40

【0121】

温度検出回路122は、そのとき接続されている焦電素子114cから受けた焦電電圧(または焦電電流)に基づく電気信号を受け、焦電電圧値または焦電電流値を求める。温度検出回路122は、求めた焦電電圧値または焦電電流値に基づき、これらの値から予測される焦電素子114c(またはその周囲。以下、同様)の温度変化または温度を求める。温度変化の算出等は第1実施形態と同様である。

【0122】

また、温度検出回路122はI/F123を介して当該求めた温度変化等の情報を、本体部200へ送る。さらに温度検出回路122は、求めた温度変化等の情報に、接続先の焦電素子114cの位置情報を付加して送信してもよい。

50

【0123】

なお、本実施形態においても温度検出回路122が焦電電圧値等と閾値とを比較することにより、焦電電圧値等が閾値に到達したか、または閾値を超えたかを判断する構成を採用することが可能である。ただし、この例についての説明は、第1実施形態において該当する説明と同様であるため説明を割愛する。

【0124】

(動作)

次に、この実施形態における超音波診断装置の動作について図15および図16を参照して説明する。図15および図16は、第1実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。なお、以下の説明は本実施形態の一例である。すなわち、温度検出回路122の処理が焦電電圧値に基づき行われるものとして説明する。また、温度検出回路122が求めた焦電電圧値に基づき、テーブルを参照して温度変化の数値データを取得する例について説明する。

10

【0125】

(ステップ41)

ユーザにより、ユーザインターフェース207を介してスキャン開始の指示がなされると、制御部201は、送信部202に超音波の送信開始の指示を送る。送信部202は、ケーブル104を介して超音波プローブ10に超音波の送信にかかる制御信号を送る。さらに本体部200は、制御部201によってあらかじめ設定された第2の設定情報(切り替え制御の時間情報等)を上記制御信号とあわせて超音波プローブ10に送る。

20

【0126】

(ステップ42)

超音波プローブ10において送受信回路121は、I/F123を介して本体部200から超音波の送信にかかる制御信号を受ける。送受信回路121は、制御信号に基づくパルス電圧を圧電振動子114に印加する。これにより圧電振動子114は、この印加電圧を超音波に変換する。このようにして超音波プローブ10から超音波が送信される。

【0127】

ここで、スイッチ回路125と接続されている圧電振動子114それぞれについては、送受信回路121と接続されている場合、当該圧電振動子114それぞれからも超音波が送信される。当該圧電振動子114それぞれが温度検出回路122と接続されている場合は、当該圧電振動子114にパルス電圧が印加されず、当該圧電振動子114は超音波を送信しない。

30

【0128】

(ステップ43)

圧電振動子114は、被検体からの反射波を受けて電圧に変換する。この電圧に基づく電気信号は、背面基板120を介して送受信回路121に送られる。送受信回路121は、当該電気信号に所定の処理を行う。さらに送受信回路121は、所定の処理を施した当該エコー信号(受信信号)をI/F123およびケーブル104を介して本体部200に送る。ただし、本体部200の受信部203がこれらの処理を行う場合、これらの処理のうちの少なくとも一部は、送受信回路121の代わりに受信部203が行う。

40

【0129】

(ステップ44)

温度検出回路122は、スイッチ回路125により圧電振動子114に接続されているかについて判断する。温度検出回路122は、スイッチ回路125の接続先の圧電振動子114と接続されていないと判断した場合は(S44; No)、ステップ42、ステップ43の処理と並行してステップ44の判断を繰り返す。

【0130】

(ステップ45)

温度検出回路122は、スイッチ回路125の接続先の圧電振動子114と接続されていると判断した場合(S44; Yes)、温度検出回路122は、焦電素子114cとし

50

て機能する接続先の圧電振動子 1 1 4 から焦電電圧に基づく電気信号を受けたかについて判断する。すなわち、温度検出回路 1 2 2 は、焦電素子 1 1 4 c からの電気信号の受信の有無によって、当該焦電素子 1 1 4 c またはその周囲に温度変化があったか判断する。

【0 1 3 1】

温度検出回路 1 2 2 は、接続先の焦電素子 1 1 4 c に温度変化がなかったと判断した場合は (S 4 5 ; N o)、ステップ 4 2、ステップ 4 3 の処理と並行してステップ 4 4 の判断を繰り返す。なお、ステップ 4 4 の処理は、説明の便宜上ステップ 4 3 の処理の後に記載したが、実際にはステップ 4 2、ステップ 4 3 の処理と並行して行われるものである。

【0 1 3 2】

(ステップ 4 6)

ステップ 4 2 またはステップ 4 3 の時点で、接続先の焦電素子 1 1 4 c の周囲の圧電振動子 1 1 4 に温度変化が生じていれば、当該焦電素子 1 1 4 c は温度変化に対応する焦電電圧を生じる。この焦電電圧は電気信号として背面基板 1 2 0 の温度検出用配線パターンおよびスイッチ回路 1 2 5 を介して温度検出回路 1 2 2 に送られる。温度検出回路 1 2 2 は当該電気信号の受信により温度変化があったと判断する (S 4 5 ; Y e s)。この場合、温度検出回路 1 2 2 は、当該電気信号に基づき、焦電電圧値を求める。

【0 1 3 3】

(ステップ 4 7)

さらに温度検出回路 1 2 2 の一例においては、あらかじめ記憶しているテーブルを参照して、求めた焦電電圧値に対応する、温度変化の数値データを取得する。

【0 1 3 4】

(ステップ 4 8)

超音波プローブ 1 0 は、温度検出回路 1 2 2 により取得された当該数値データを、接続先の焦電素子 1 1 4 c の位置情報とともに、I / F 1 2 3 やケーブル 1 0 4 を介して本体部 2 0 0 へ送る。あわせて超音波プローブ 1 0 は、送受信回路 1 2 1 により処理されたエコー信号を、I / F 1 2 3 やケーブル 1 0 4 を介して本体部 2 0 0 へ送る。なお、温度検出回路 1 2 2 により温度変化がなかったと判断された場合 (S 4 5 ; N o) には、この数値データの本体部 2 0 0 への送信は行われない。

【0 1 3 5】

(ステップ 4 9)

スイッチ回路 1 2 5 は、本体部 2 0 0 から受けた第 2 の設定情報に基づき、例えば設定された時間が経過したかについて判断する。スイッチ回路 1 2 5 は、所定時間が経過していないと判断した場合 (S 4 9 ; N o)、ステップ 4 9 の当該判断を繰り返す。なお、ステップ 4 9 の判断は、説明の便宜上ステップ 4 8 の処理の後に記載したが、実際にはステップ 4 2 ~ ステップ 4 8 の処理と並行して行われるものである。

【0 1 3 6】

(ステップ 5 0)

スイッチ回路 1 2 5 が、所定時間が経過したと判断した場合 (S 4 9 ; Y e s)、スイッチ回路 1 2 5 は、接続されている圧電振動子 1 1 4 の接続先を送受信回路 1 2 1 に切り替える。これにより、圧電振動子 1 1 4 は超音波の送受信を行う素子としてその機能が変更される。なお、ステップ 4 9 の処理も、実際には S 4 2 ~ S 4 8 の処理と並行して行われるものである。

【0 1 3 7】

(ステップ 5 1)

スイッチ回路 1 2 5 に接続されている圧電振動子 1 1 4 には、送受信回路 1 2 1 からパルス電圧が印加され、当該圧電振動子 1 1 4 から超音波が送信される。また送受信回路 1 2 1 は、当該圧電振動子 1 1 4 が変換した被検体からの反射波に基づくエコー信号を、背面基板 1 2 0 およびスイッチ回路 1 2 5 を介して受信する。

【0 1 3 8】

本実施形態においては、スイッチ回路 1 2 5 の接続先の回路を切り替えることにより、

10

20

30

40

50

超音波の送受信を行う圧電振動子 1 1 4 を、焦電素子 1 1 4 c としても機能させる。すなわち、所定時間ごとに当該焦電素子 1 1 4 c が、超音波の送受信の圧電振動子 1 1 4 として機能するように切り替わる。したがって、圧電振動子群の一部を焦電素子 1 1 4 c として機能させたとしても、一時的であるので、音響的な影響を軽減させる事が可能である。

【0 1 3 9】

その結果、圧電振動子群の配列の内側にある圧電振動子 1 1 4 を焦電素子 1 1 4 c と機能させることによる問題、例えば超音波スキャンに支障（グレーティングローブ等）が出てしまう事態を抑制することが可能である。このような構成においては 1 次元アレイの超音波探触子 1 0 0 を有する超音波プローブ 1 0 であっても、圧電振動子群の一部を焦電素子 1 1 4 c として一時的に機能させることが可能である。

10

【0 1 4 0】

（作用・効果）

以上説明した第 3 実施形態にかかる超音波探触子 1 0 0 および超音波プローブ 1 0、ならびにこの超音波プローブを有する超音波診断装置の作用および効果について説明する。

【0 1 4 1】

第 3 実施形態の超音波診断装置では、超音波プローブ 1 0 の圧電振動子群における第 2 の素子 1 1 4 b、第 3 の素子 1 1 4 d に属する圧電振動子 1 1 4 の一部が焦電素子 1 1 4 c として機能する。すなわち、端部側に配列された第 1 の素子 1 1 4 a 以外の圧電振動子 1 1 4 が焦電素子 1 1 4 c となる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 1 0 2 の温度上昇を精度よく検知することができる。

20

【0 1 4 2】

なお、第 3 実施形態における第 1 変形例～第 3 変形例は、第 3 実施形態に適用が可能である。

【0 1 4 3】

〔第 4 実施形態〕

次に、図 1 7 を参照して第 4 実施形態における超音波プローブ 1 0 および超音波探触子 1 0 0 の概要について説明する。図 1 7 は、第 4 実施形態にかかる超音波診断装置の超音波プローブ 1 0 および本体部 2 0 0 を示す概略ブロック図である。なお、第 4 実施形態については、第 1 実施形態と異なる部分を主として説明し、その他重複する部分については説明を割愛する。

30

【0 1 4 4】

（温度検出回路）

図 1 7 に示すように第 4 実施形態にかかる超音波プローブ 1 0 においては、温度検出回路 2 2 2 が、超音波プローブ 1 0 でなく、本体部 2 0 0 に設けられる。温度検出回路 2 2 2 は、ケーブル 1 0 4 および超音波プローブ 1 0 の I / F 1 2 3 を介して第 2 の素子 1 1 4 b および第 3 の素子 1 1 4 d の一部と接続されている。本実施形態においては、温度検出回路 2 2 2 と接続されている圧電振動子 1 1 4 が焦電素子 1 1 4 c として機能する。超音波プローブ 1 0 により超音波の送信が開始され、焦電素子 1 1 4 c に温度変化が生じると、焦電素子 1 1 4 c は、温度変化に基づいて焦電電圧または焦電電流に変換する。温度検出回路 2 2 2 は、超音波プローブ 1 0 の I / F 1 2 3 およびケーブル 1 0 4 等を介して、焦電電圧等に基づく電気信号を受ける。

40

【0 1 4 5】

温度検出回路 2 2 2 は、当該電気信号に基づいて、温度変化または温度の算出、もしくは閾値処理等を行う。温度検出回路 2 2 2 の処理結果は、表示制御部 2 0 6 に送られる。この点については、第 1 実施形態～第 3 実施形態における温度検出回路 1 2 2 と同様である。

【0 1 4 6】

50

(表示制御部)

表示制御部 206 は、画像生成部 205 から超音波画像データを受けて、超音波画像データに基づく超音波画像をユーザインターフェース 207 の表示部に表示させる。また表示制御部 206 は、温度検出回路 222 が求めた温度の情報、温度変化の情報または温度検出回路 222 の判断結果を受け、超音波画像とともに当該情報をユーザインターフェース 207 の表示部に表示させる。また表示制御部 206 は、当該情報を超音波画像とともに表示させず別途表示させてもよい。

【0147】

(作用・効果)

以上説明した第 4 実施形態にかかる超音波探触子 100 および超音波プローブ 10、ならびにこの超音波プローブを有する超音波診断装置の作用および効果について説明する。

【0148】

第 4 実施形態の超音波診断装置では、超音波プローブ 10 の圧電振動子群における第 2 の素子 114b、第 3 の素子 114d に属する圧電振動子 114 の一部が焦電素子 114c として機能する。すなわち、端部側に配列された第 1 の素子 114a 以外の圧電振動子 114 が焦電素子 114c となる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 102 の温度上昇を精度よく検知することができる。

【0149】

なお、第 1 実施形態における第 1 変形例～第 3 変形例は、第 4 実施形態に適用が可能である。また、上記第 4 実施形態の説明においては第 1 実施形態を基準としているが、第 2 実施形態との組み合わせ、第 3 実施形態との組み合わせによる構成を採ることも可能である。

【0150】

(変形例)

次に、第 4 実施形態の変形例について説明する。この変形例においては第 2 実施形態のように、焦電素子 114c が複数設けられる。また、本体部 200 には、第 2 実施形態のようなスイッチ回路（不図示）が設けられる。すなわち、このスイッチ回路は、本体部 200 の温度検出回路 222 に接続される。またスイッチ回路は、図示しない切替制御部を備えており、複数の焦電素子 114c のうちのいずれかと温度検出回路 222 とを選択的に接続させる制御を行う。例えば、スイッチ回路は、ケーブル 104 および I/F 123 を介して焦電素子 114c のいずれかと接続されるように切替制御部に制御される。一例として、スイッチ回路は、超音波プローブ 10 における焦電素子 114c の 1 つを指定する。超音波プローブ 10 は、I/F 123 に接続された各焦電素子 114c のうち、指定された焦電素子 114c から焦電電圧等に基づく電気信号を受け、本体部 200 に送る。

【0151】

この変形例においても、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 102 の温度上昇を精度よく検知することができる。

【0152】

また、焦電素子 114c を複数設けても、焦電素子 114c のいずれかと温度検出回路 222 とを選択的に接続するので、温度検出処理による温度検出回路 222 にかかる負荷が軽減される。また、焦電素子 114c を複数設けても、温度検出回路 122 が多くなることによって超音波プローブ 10 内の構造が複雑化してしまう事態を回避することが可能である。

【0153】

[第 5 実施形態]

次に、図 18 および図 19 を参照して第 5 実施形態における超音波プローブ 10 および超音波探触子 100 の概要について説明する。なお、第 5 実施形態については、第 1 実施

10

20

30

40

50

形態～第4実施形態と異なる部分を主として説明し、その他重複する部分については説明を割愛する。

【0154】

(制御部)

第5実施形態にかかる本体部200は、温度検出回路122（または温度検出回路222／以下同じ）から、温度の情報、温度変化の情報または温度検出回路222の判断結果を受ける。一例として制御部201が温度変化の情報を受ける場合について説明する。制御部201はあらかじめ温度変化の閾値を記憶している。この閾値は、温度変化の許容範囲の上限値等に基づいて設定される。例えばユーザが温度上昇の許容範囲を「+20℃」と設定した場合、制御部201には、温度検出回路122から受信する温度変化の数値データの閾値として「+20℃」があらかじめ記憶される。

10

【0155】

制御部201は、超音波プローブ10におけるI／F123およびケーブル104等を介して温度検出回路122から受けた温度変化の情報を受け、上記閾値と比較する。比較の結果、制御部201により、温度変化が閾値に到達した、または閾値を超えたと判断された場合、送信部202に超音波の送受信の停止指示を送る。送信部202は、当該指示に基づき超音波プローブ10における超音波の送信にかかる制御信号の送信を停止する。

【0156】

なお、制御部201の他の例として、制御部201は、超音波プローブ10におけるI／F123およびケーブル104等を介して温度検出回路122から、温度検出回路122による判断結果を受ける。判断結果の例としては、温度検出回路122により焦電素子114cの温度変化が閾値に到達したまたは閾値を超えたことを示す判断結果等が該当する。

20

【0157】

制御部201は、例えば温度変化が閾値に到達したこと、または閾値を超えたことを示す判断結果を受け、送信部202に超音波の送受信の停止指示を送る。送信部202は、当該指示に基づき超音波プローブ10における超音波の送信にかかる制御信号の送信を停止する。

【0158】

(動作)

30

次に、図18～図19を参照して、本実施形態にかかる超音波診断装置の動作について説明する。図18および図19は、第5実施形態にかかる超音波診断装置の動作の概略を示すフローチャートである。なお、以下の説明は本実施形態の一例である。すなわち、温度検出回路122の処理が焦電電圧値に基づき行われるものとして説明する。また、温度検出回路122が求めた焦電電圧値に基づき、テーブルを参照して温度変化の数値データを取得する例について説明する。

【0159】

(ステップ61～67)

第5実施形態にかかる超音波診断装置においても、超音波プローブ10への制御信号の送信(S61)、超音波の送受信(S62、S63)、温度変化の有ったかの判断(S64)、焦電電圧値の算出(S65)、温度変化の数値データの取得(S66)、数値データおよびエコー信号の送信(S67)までの処理は、第1実施形態のS01～S07までの同様である。したがって、これらの処理については説明を割愛する。

40

【0160】

(ステップ68)

制御部201は、超音波プローブ10のI／F123およびケーブル104等を介して温度検出回路122から受けた温度変化の数値データと、設定された閾値と比較する。制御部201はこの比較により、温度変化が閾値に到達したか、または温度変化が閾値を超えたかについて判断する。制御部201は、閾値に到達していない（または超えていない）と判断した場合(S68；No)、ステップ68の当該判断を繰り返す。なお、ステッ

50

ブ 6 8 の判断は、説明の便宜上ステップ 6 7 の処理の後に記載したが、実際にはステップ 6 2 ～ステップ 6 7 の処理と並行して行われるものである。

【0161】

(ステップ 6 9)

制御部 2 0 1 は、閾値に到達した（または超えた）と判断した場合（S 6 8 ; Y e s）、制御部 2 0 1 は、送信部 2 0 2 に超音波の送信停止の指示を送る。送信部 2 0 2 は、超音波プローブ 1 0 への超音波の送信信号の送信を停止する。

【0162】

(作用・効果)

以上説明した第 5 実施形態にかかる超音波探触子 1 0 0 および超音波プローブ 1 0、ならびにこの超音波プローブを有する超音波診断装置の作用および効果について説明する。

【0163】

第 5 実施形態の超音波診断装置では、超音波プローブ 1 0 の圧電振動子群における第 2 の素子 1 1 4 b、第 3 の素子 1 1 4 d に属する圧電振動子 1 1 4 の一部が焦電素子 1 1 4 c として機能する。すなわち、端部側に配列された第 1 の素子 1 1 4 a 以外の圧電振動子 1 1 4 が焦電素子 1 1 4 c となる。したがって、より発熱しやすい熱源に近い位置で温度または圧電振動子の温度変化に関する情報を得ることができるので、超音波プローブ内の温度上昇や、被検体に最も近い音響レンズ 1 0 2 の温度上昇を精度よく検知することができる。

【0164】

さらに、第 5 実施形態においては、焦電素子 1 1 4 c または焦電素子 1 1 4 c の周囲の圧電振動子 1 1 4 の温度変化に応じて超音波の送信を停止させる。すなわち、超音波プローブ 1 0 の音響レンズ 1 0 2 の過度な温度上昇が生じると、温度上昇の要因となる圧電振動子 1 1 4 の駆動を停止させる。したがって、被検体との接触部分である音響レンズ 1 0 2 が高温となった状態で当該部分を接触し続ける事態を回避することが可能となる。

【0165】

なお、第 1 実施形態における第 1 変形例～第 3 変形例は、第 5 実施形態に適用が可能である。また、上記第 5 実施形態の説明においては第 1 実施形態を基準としているが、第 2 実施形態～第 4 実施形態のいずれかとの組み合わせによる構成を採ることも可能である。

【0166】

例えば、制御部 2 0 1 が本体部 2 0 0 の温度検出回路 2 2 2 からの情報に基づき、送信部 2 0 2 に超音波の送信停止の指示を送るための判断を行ってもよい。

【0167】

(変形例)

次に、第 5 実施形態における変形例について説明する。上記第 5 実施形態においては、本体部 2 0 0 の制御部 2 0 1 が、超音波プローブ 1 0 の温度変化に応じて超音波プローブ 1 0 による超音波の送信を停止させる構成である。しかしながらこれに限らず、例えば次のような構成を採ることが可能である。制御部 2 0 1 は、温度変化の閾値とともに、閾値に到達した（または閾値を超えた）ときに、圧電振動子 1 1 4 に印加する電圧値を所定値だけ下げるための設定値を記憶している。

【0168】

この変形例においても制御部 2 0 1 は、温度検出回路 1 2 2 から温度変化の数値データを受ける。また制御部 2 0 1 は、温度変化が閾値に到達した（または閾値を超えた）かについて判断する。制御部 2 0 1 は温度変化が閾値に到達した（または閾値を超えた）と判断すると、送信部 2 0 2 に印加電圧の変更指示を送る。送信部 2 0 2 は、当該指示を受け、超音波プローブ 1 0 に送信する送信指示に関する信号を変更し、圧電振動子 1 1 4 に印加する電圧値を所定値だけ下げる。

【0169】

なおこの変形例においても、制御部 2 0 1 が本体部 2 0 0 の温度検出回路 2 2 2 からの情報に基づき、送信部 2 0 2 に超音波の印加電圧の変更指示を送るための判断を行っても

10

20

30

40

50

よい。

【0170】

また、制御部201の変形例の他の例として、次のような構成を採ることが可能である。制御部201は温度変化が閾値に到達した（または閾値を超えた）と判断すると、送信部202に圧電振動子114を駆動するための信号の波形の変更指示を送る。送信部202は、当該指示を受け、超音波プローブ10に送信する送信指示に関する信号を変更し、圧電振動子114を駆動するための信号の波形を指示に応じて変更する。

【0171】

なおこの変形例の他の例においても、制御部201が本体部200の温度検出回路222からの情報に基づき、送信部202に圧電振動子114を駆動するための信号の波形の変更指示を送るための判断を行ってもよい。

10

【0172】

この発明の実施形態を説明したが、上記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を意図していない。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】

【0173】

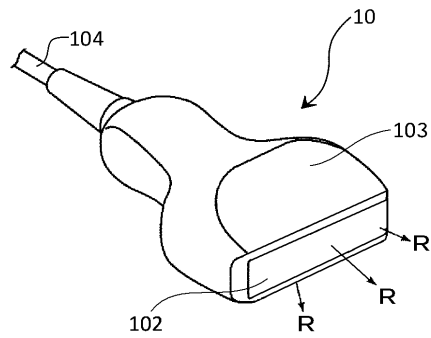
- 10 超音波プローブ
- 100 超音波探触子
- 102 音響レンズ
- 103 プローブケース
- 104 ケーブル
- 110 第1音響整合層
- 111 第2音響整合層
- 114 圧電振動子
- 114a 第1の素子
- 114b 第2の素子
- 114c 焦電素子
- 114d 第3の素子
- 116 中間層
- 118 背面材
- 120 背面基板
- 121 送受信回路
- 122 温度検出回路
- 123 I/F
- 124 スイッチ回路
- 125 スイッチ回路
- 200 本体部
- 201 制御部
- 202 送信部
- 203 受信部
- 204 信号処理部
- 205 画像生成部
- 206 表示制御部
- 207 ユーザーインターフェース
- 222 温度検出回路

20

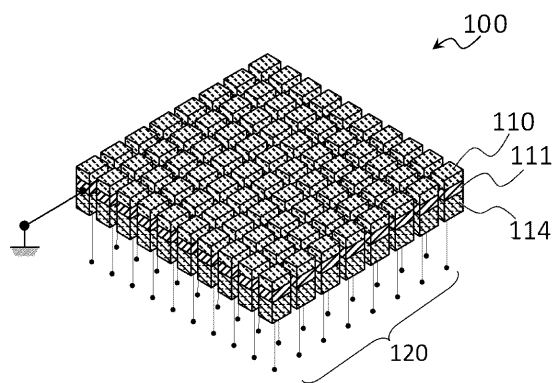
30

40

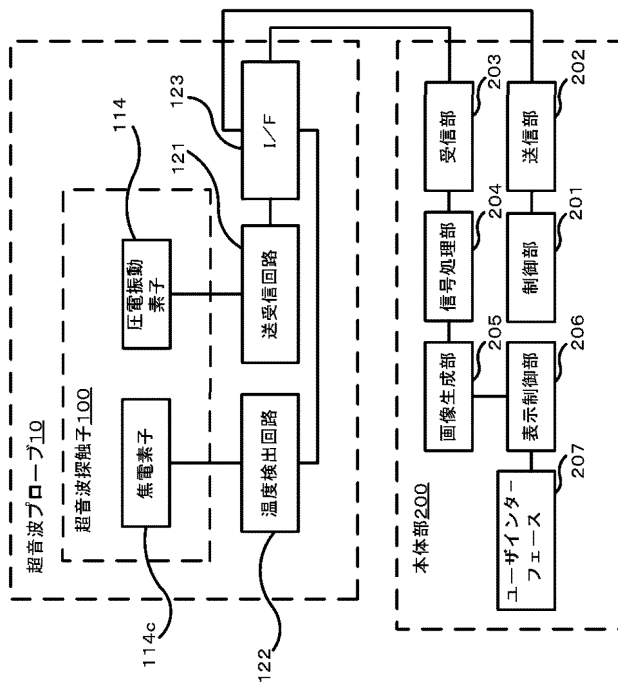
【図 1】



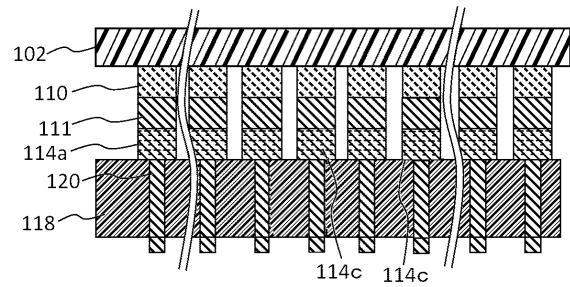
【図 2】



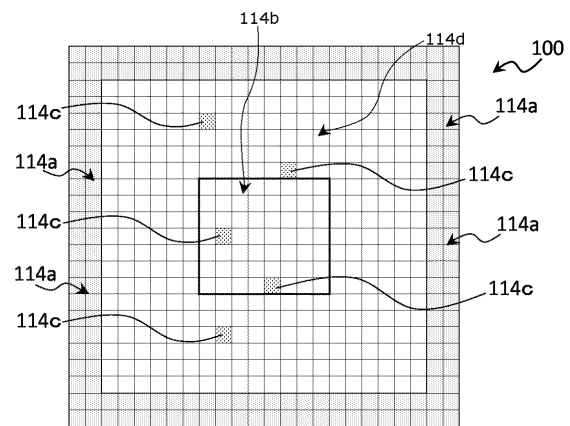
【図 5】



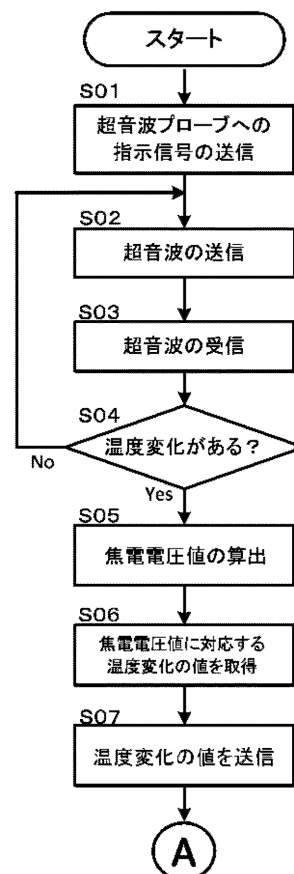
【図 3】



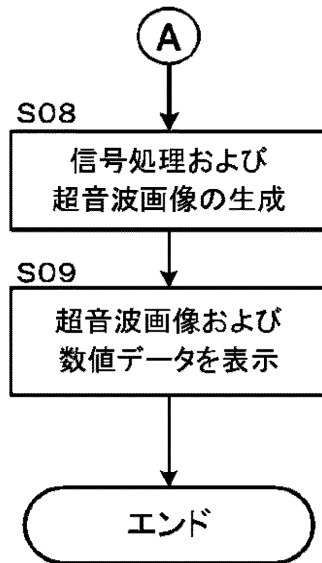
【図 4】



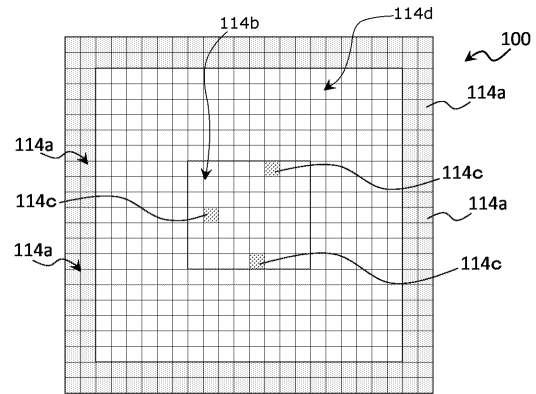
【図 6】



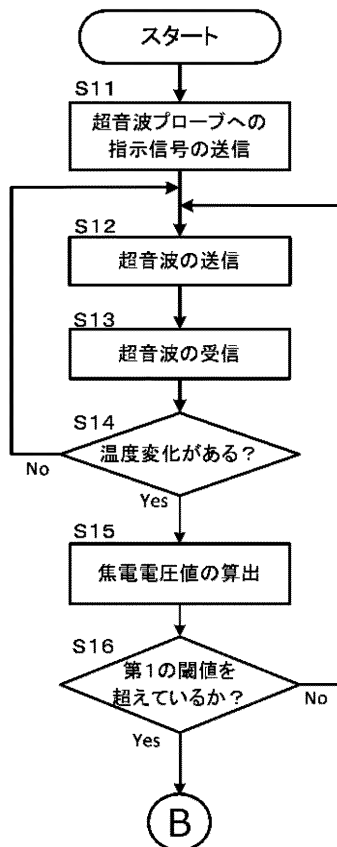
【図 7】



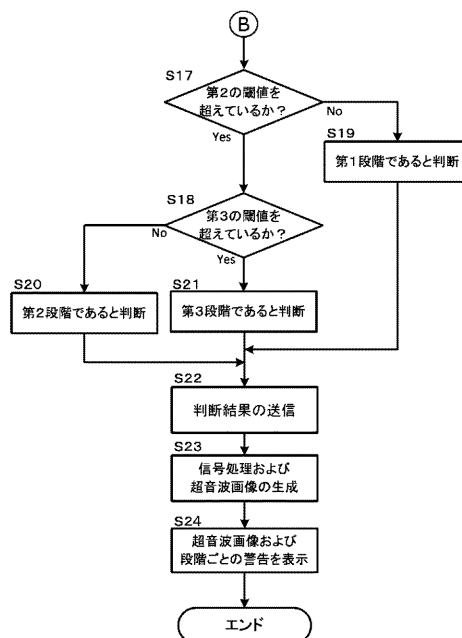
【図 8】



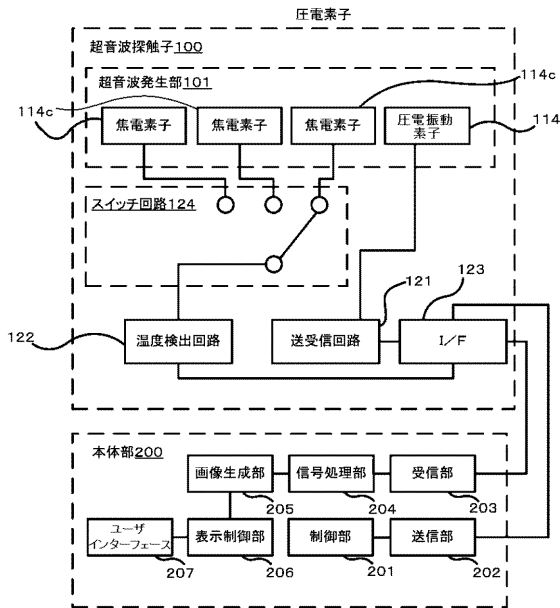
【図 9】



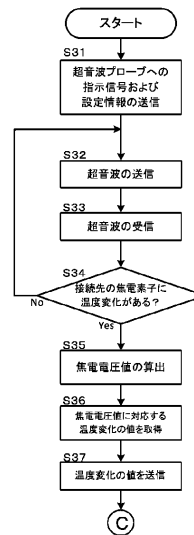
【図 10】



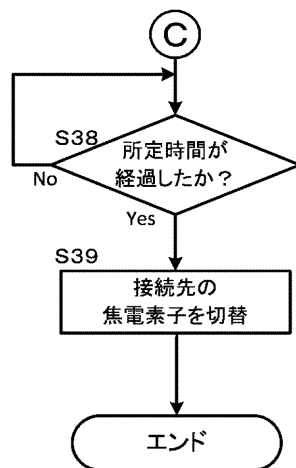
【図 1 1】



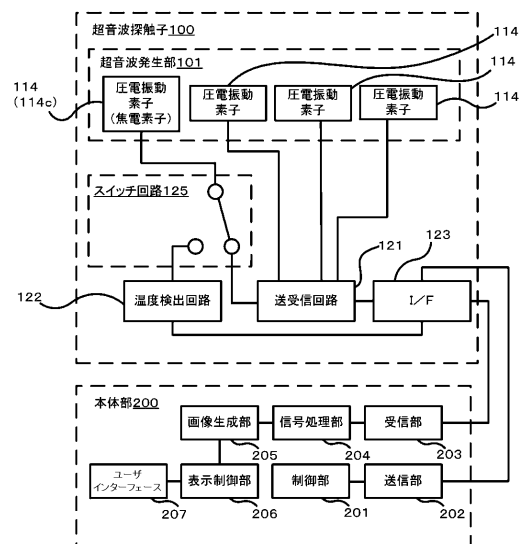
【図 1 2】



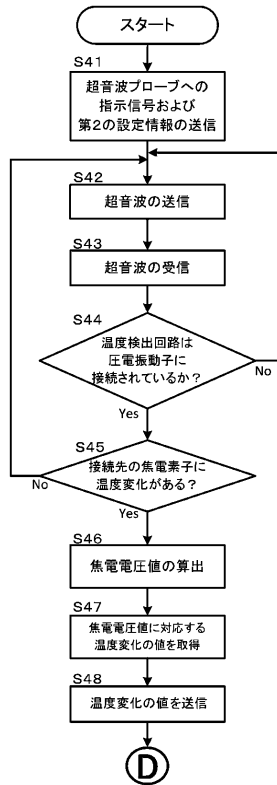
【図 1 3】



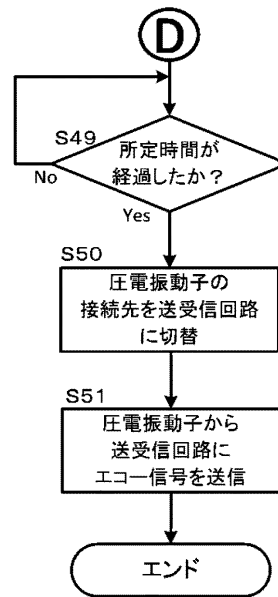
【図 1 4】



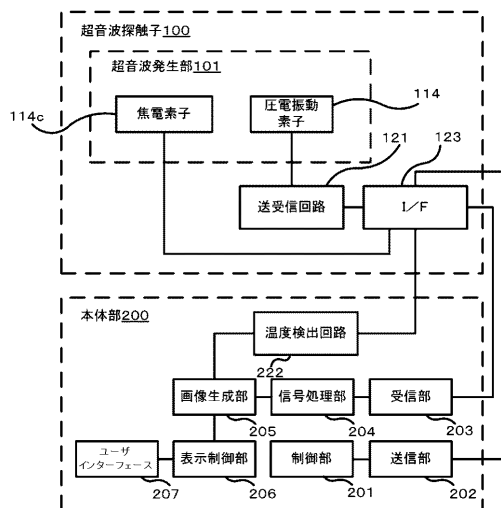
【図 15】



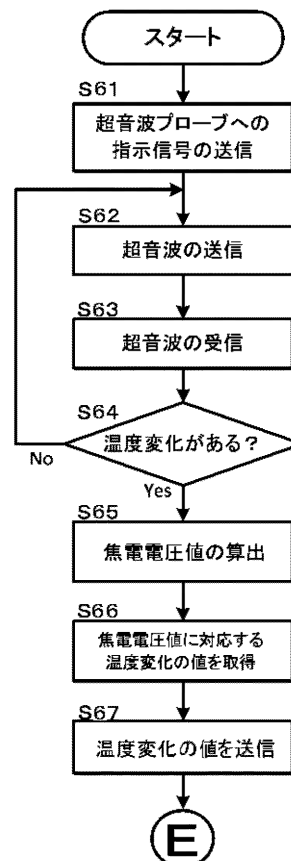
【図 16】



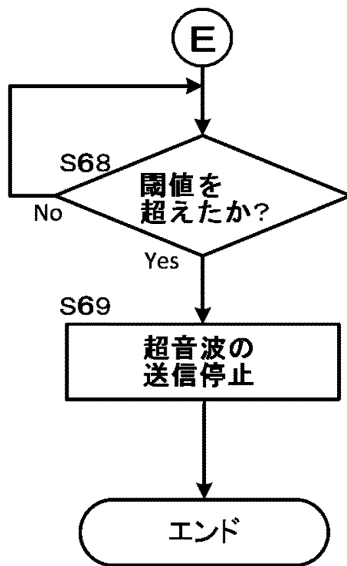
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 尾名 康裕

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 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 EE09 EE19 EE30 GB06 GB19 GB20 GB21 GB25 GB26 GB28

GB31 GB33 GB44 JB40 KK31 KK34

5D019 AA17 BB19 FF04 GG11

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2013188412A	公开(公告)日	2013-09-26
申请号	JP2012058103	申请日	2012-03-15
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	青木 稔 冈田 健吾 尾名 康裕		
发明人	青木 稔 冈田 健吾 尾名 康裕		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/EE09 4C601/EE19 4C601/EE30 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB21 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB31 4C601/GB33 4C601/GB44 4C601/JB40 4C601/KK31 4C601/KK34 5D019/AA17 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG11		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种能够在超声波的发送/接收中容易地影响声学特性的超声波探头，并且能够确保超声波探头的温度变化的检测精度。以及具有该超声诊断设备的超声诊断设备解决方案：超声波探头包括压电换能器组，其中布置有多个压电换能器。压电传感器组包括第一元件组和除第一元件组之外的第二元件组。第一元件组由位于压电换能器布置的端侧的压电换能器组成。属于第二元件组的部分压电换能器用作温度检测的热电元件。

