

(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2004-130138

(P2004-130138A)

(43) 公開日 平成16年4月30日(2004.4.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

A 6 1 B 8/00

G 0 1 N 29/24

F I

A 6 1 B 8/00

G 0 1 N 29/24

テーマコード (参考)

2 G 0 4 7

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2003-349864 (P2003-349864)  
 (22) 出願日 平成15年10月8日 (2003.10.8)  
 (31) 優先権主張番号 269144  
 (32) 優先日 平成14年10月11日 (2002.10.11)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 Koninklijke Philips Electronics N. V.  
 オランダ国 5621 ペーアー アイン  
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ  
 1  
 Groenewoudseweg 1, 5  
 621 BA Eindhoven, The Netherlands  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

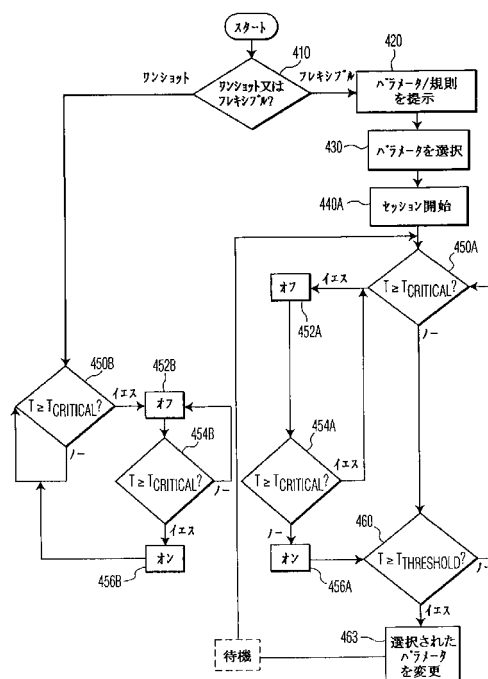
(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ用の操作者により監視された温度制御システム及び方法

## (57) 【要約】

【課題】 トランスデューサを単にオフとせずに、超音波トランスデューサの温度を低下させるシステム及び方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 超音波トランスデューサの熱を制御するシステム及び方法が開示される。現在望ましい実施例では、操作者は、温度が高くなりすぎたとき、又は、操作者の命令があったとき、又はその両方の場合に変更される超音波システムの1つ又はそれ以上の不定システムパラメータを選択する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波トランスデューサシステム中の超音波トランスデューサを冷却する方法であって、

前記超音波トランスデューサシステムの少なくとも 1 つの不定システムパラメータを操作者によって選択する段階と、

前記超音波トランスデューサの温度を決定する段階と、

前記決定された温度に基づいて前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータに適切な変更を行う段階とを含み、前記変更は前記超音波トランスデューサの温度の低下を生じさせる、方法。

10

## 【請求項 2】

操作者が少なくとも 1 つの不定システムパラメータを選択するために、操作者に対して前記超音波トランスデューサシステムの少なくとも 1 つの不定システムパラメータを示す段階を更に含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 3】

操作者によって、前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータの適切な変更を選択する段階を更に含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 4】

前記決定された温度に基づいて前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータに適切な変更を行う段階は、

20

前記決定された温度が閾値温度よりも高いか又は等しいかどうかを判定する段階と、

前記決定された温度が閾値温度よりも高いか又は等しいと判定された場合、少なくとも 1 つの不定システムパラメータの適切な変更を行う段階とを含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 5】

前記操作者によって超音波トランスデューサシステムの少なくとも 1 つの不定システムパラメータを選択する段階は、前記決定された温度が閾値温度よりも高いか又は等しいと判定された後に行われる、請求項 4 記載の方法。

## 【請求項 6】

操作者によって前記閾値温度を選択する段階を更に含む、請求項 4 記載の方法。

## 【請求項 7】

30

前記決定された温度に基づいて前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータに適切な変更を行う段階は、

少なくとも 1 つのシステムパラメータを変更する段階を含み、前記少なくとも 1 つの不定システムパラメータの変更の量は所定の動作温度値からの温度変動の量に基づく、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 8】

前記操作者によって超音波トランスデューサシステムの少なくとも 1 つの不定システムパラメータを選択する段階は、

前記決定された温度に基づいて前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータに適切な変更を行う段階において前記超音波トランスデューサシステムが規則に基づく変更を行うときに用いる規則を選択する段階を含む、請求項 1 記載の方法。

40

## 【請求項 9】

前記超音波トランスデューサの温度を決定する段階は、

前記超音波トランスデューサの患者接触面の温度を決定する段階を含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 10】

前記適切な変更は、

前記決定された温度が所定の動作温度値を上回る又は下回る量、又は、

前記決定された温度が所定の閾値温度値に等しいか又はそれよりも高いかどうか、の少なくとも一方に基づく、請求項 1 記載の方法。

50

**【請求項 1 1】**

前記少なくとも 1 つの不定システムパラメータを元の状態に戻るように再設定する段階を更に含み、前記元の状態は前記適切な変更が行われる前の少なくとも 1 つの不定システムパラメータの状態である、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 1 2】**

前記再設定段階は、

- a) 前記超音波トランスデューサシステムの操作者によって開始されること、
  - b) 前記超音波トランスデューサが十分に冷却されたときに前記超音波トランスデューサシステムによって開始されること、及び、
  - c) 指示された時間期間の後に前記超音波トランスデューサシステムによって開始されること、
- のうちの少なくとも 1 つである、請求項 1 1 記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記超音波トランスデューサシステムによって前記超音波トランスデューサの所定の温度が臨界温度以上であるかどうかを判定する段階と、

前記所定の温度が前記臨界温度以上であると判定された場合に前記超音波トランスデューサをオフとする段階と、

一旦前記超音波トランスデューサがオフとされると、

前記超音波トランスデューサの現在温度を決定し、

前記現在温度が前記臨界温度よりも低いかどうかを判定し、

前記現在温度が前記臨界温度よりも低いと判定された場合は前記超音波トランスデューサを再びオンとする段階とを更に含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 1 4】**

前記少なくとも 1 つの不定システムパラメータは、

超音波トランスデューサが受信種である時間に対する超音波トランスデューサが送信種である時間の関係を示すデューティサイクルと、

前記超音波トランスデューサ中の送信素子への印加電圧と、

超音波の周波数と、

超音波トランスデューサのフレームレートと、

超音波トランスデューサのパルス繰り返し周波数 ( P R F ) と、

超音波トランスデューサの開口と、

超音波トランスデューサの撮像深さと、

超音波トランスデューサのセクタ幅と、

超音波トランスデューサの撮像モードと、

のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 1 5】**

超音波トランスデューサシステム中の超音波トランスデューサを冷却するシステムであって、

表示された少なくとも 1 つの不定システムパラメータから少なくとも 1 つの不定システムパラメータを選択するために操作者が使用しうるユーザインタフェースと、

前記超音波トランスデューサの少なくとも一部の温度を検出する少なくとも 1 つの温度センサと、

前記検出された温度に基づいて前記選択された少なくとも 1 つの不定システムパラメータに適切な変更を行い、前記適切な変更は前記超音波トランスデューサの温度の低下を生じさせる、制御器とを含む、システム。

**【請求項 1 6】**

操作者が少なくとも 1 つの不定システムパラメータを選択するために、操作者に対して前記超音波トランスデューサシステムの少なくとも 1 つの不定システムパラメータを示す手段を更に含む、請求項 1 5 記載のシステム。

**【請求項 1 7】**

操作者によって、前記選択された少なくとも1つの不定システムパラメータの適切な変更を選択する手段を更に含む、請求項15記載のシステム。

【請求項18】

前記少なくとも1つの不定システムパラメータを元の状態に戻すよう再設定する手段を更に含み、前記元の状態は前記適切な変更が行われる前の少なくとも1つの不定システムパラメータの状態である、請求項15記載のシステム。

【請求項19】

少なくとも1つの温度センサは、前記超音波トランスデューサの患者接触面の温度を検出する、請求項15記載のシステム。

【請求項20】

前記少なくとも1つの不定システムパラメータは、  
超音波トランスデューサが受信中である時間に対する超音波トランスデューサが送信中である時間の関係を示すデューティサイクルと、  
前記超音波トランスデューサ中の送信素子への印加電圧と、  
超音波の周波数と、  
超音波トランスデューサのフレームレートと、  
超音波トランスデューサのパルス繰り返し周波数（PRF）と、  
超音波トランスデューサの開口と、  
超音波トランスデューサの撮像深さと、  
超音波トランスデューサのセクタ幅と、  
超音波トランスデューサの撮像モードと、  
のうちの少なくとも1つを含む、請求項15記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して撮像超音波医用トランスデューサ組立体の分野に係り、特にトランスデューサを冷却する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波医用トランスデューサは、患者の内臓を観察するために用いられる。超音波範囲は、本質的にはその下限、即ち人間が聴くことができる略最も高い周波数である20kHzによって示される。医用トランスデューサは、体の中で組織によって反響（即ち反射）し、屈折し、又は吸収される超音波パルスを発する。反射されたエコー（反響）はトランスデューサによって受信され、これらの受信された信号は画像へ変換される。このような変換は、内臓からの反射が隣接する構造との「音響インピーダンス」に従って強度が変化するために可能である。組織の音響インピーダンスはその密度に関連し、2つの隣接する組織間の音響インピーダンスの差が大きければ大きいほど、それらの境界の反射性は高くなる。

【0003】

超音波ビームの周波数は、超音波装置の画像分解能と透過能力の両方に影響を与える。より高い周波数の超音波はより長い近距離音場（即ち音のビームの経路中でトランスデューサからの距離が小さくなればなるほどビーム径が大きくなる領域）を有し、遠距離音場（即ち音のビームの経路中でトランスデューサからの距離が大きくなればなるほどビーム径が大きくなる領域）ではビームの開きが少ない。即ち、より高い周波数の超音波は小さい構造のより高い分解能を可能とする。しかしながら、高い周波数の超音波は、そのエネルギーが軟組織によって吸収され散乱されてしまうため、透過能力はより低い。一方で、より低い周波数の超音波は、透過深さはより深いが、受信した画像はあまりはっきりと示されない。（超音波を用いて）人間の内臓を撮像するための従来の周波数範囲は、一般的には約3MHz乃至約5MHzである。

【0004】

超音波撮像トランスデューサには一般的に２種類の分解能、即ち、方位（lateral）分解能とアキシアル（axial）分解能が適用される。方位分解能は、互いに横に並べられた対象を分解する能力であり、上述のように、周波数により比例的に影響を受ける（周波数が高くなればなるほど、方位分解能は高くなる）。幼児や小児の場合、深い透過はあまり必要ではなく、より大きい方位解像度でより小さい構造を見ることが出来るため、より高い周波数のトランスデューサが用いられる。成人では、内部構造がより大きく、深い透過がより必要とされるため、より低い周波数が用いられる。もちろん、使用されるべき適切な周波数を決定するとき、被検体の年齢よりも見ようとする構造、組織、又は器官（及び撮像の正確な目的）の方が問題となりうる。例えば、成人に対して診断胸部撮像を行うときは、約 7 MHz 以上の周波数を必要とすることがある。

10

#### 【 0 0 0 5 】

アキシアル分解能は、互いに上下に配置される対象を分解する能力である。これは透過深さに関連するため、アキシアル解像度は（患者の大きさに依存して）トランスデューサの周波数に反比例する。大きい患者では、より高い周波数ビームはトランスデューサに最も近い対象によって速く吸収されるため、透過深さ及びアキシアル分解能が低下される。

#### 【 0 0 0 6 】

超音波トランスデューサの合焦は、２つの方法、即ち機械的方法又は電気的方法のうちのいずれかで行われうる。機械的合焦方法は、トランスデューサの表面上に音響レンズを配置すること、又は凹面とともにトランスデューサを用いることによって行われる。１つ又はそれ以上の圧電素子が用いられる。２次元撮像のための掃引ビームを形成するために、単一の素子が前後に振動してもよく、幾つかの素子が回転されてもよく、又は単一の素子が一組の音響ミラーと共に使用されてもよい。この最後の種類の（音響ミラーを有する）トランスデューサは、ミラーがハウジングの中で回転又は振動するときに発生する振動により「ウォブラ（wobbler）」と称される。

20

#### 【 0 0 0 7 】

電子的合焦方法は、配列状に配置された多数の圧電素子がビームを形成し合焦するために順番に刺激（又は「発射」）されるフェーズドアレイと称される処理を用いる。環状配列では、円形又はリング状の素子及び／又は配列が用いられる。線形配列では、ビームを形成し合焦するために一列の素子が用いられる。トランスデューサは、送信素子の配列と、受信素子の同様な配列とを含む。どのようにして線形配列が音のビームを形成し合焦するかの例を図 1 に示す。点 X において合焦させるために、最初に外側素子 1 0 1 及び 1 0 7 が、次に素子 1 0 2 及び 1 0 6 が、その次に素子 1 0 3 及び 1 0 5 が、そして最後に素子 1 0 4 が発射する。図 1 に示すように、結果として得られる波面が合わさって、X が焦点である超音波パルスの半円を形成する。発射の順次的なパターンを変化させることにより、トランスデューサから合焦点 X への距離は変更されうる。更に、発射の順次的なパターンを変化させることは、ビームを操縦（steer）するために使用されうる。操縦は、図 1 中で合焦点 X を左右に動かすために用いられる。一連のビームを左右に高速に操縦することにより、２次元の断面画像が形成される。

30

#### 【 0 0 0 8 】

２次元モードでは、左から右への一回の掃引がフレームであり、一秒間の掃引の数がフレームレート（又は f p s : 一秒間当たりのフレーム数）である。従来のフレームレートは、約 1 2 f p s 乃至約 3 0 f p s の範囲内である。時間が経つにつれて形成されるビームの数は、一秒間当たりのフレームで測定されるパルス繰り返し周波数（PRF）である。殆どの商用の超音波心臓検査法のための PRF の範囲は、一秒間当たり約 2 0 0 乃至約 5 0 0 0 パルスである。PRF は、実行されている撮像の種類によって変化する。各秒に費やされる時間の殆どは、エコーがトランスデューサ中の受信素子へ戻るのを待つために用いられる。言い替えると、ビームが形成された後、ビームが種々の対象へ進み、そのうちの幾らかの音エネルギーが（エコーとして）トランスデューサの受信素子へ戻る間、送信素子は休止状態にある。送信素子が音エネルギーを送信している間の時間は、デューティファクタと称される。殆どのトランスデューサは、約 9 9 % の時間を受信器として動

40

50

作しており、その場合、デューティファクタは 1 ( % ) である。

【 0 0 0 9 】

開口は、トランスデューサアレイのアクティブな送信及び受信部のサイズである。開口は、平方センチメートルで測定され、画像を形成するために同時に使用されるトランスデューサ素子の数の関数である。開口サイズの共通の測定値は F ナンバー又は F # であり、これは開口に対する深さの比率として定義される。これらの値は方位分解能 ( L R ) に関連付けられ、以下の式、

【 0 0 1 0 】

【 数 1 】

$$LR = \lambda * F\# = \lambda * \frac{D}{A}$$

10

で表すことができ、但し、

= 音パルスの波長

D = 走査の深さ

A = 走査の開口

である。

【 0 0 1 1 】

上記の式からわかるように、一定の周波数では、画像全体を通じて均一な方位分解能を保つために、開口の寸法は走査深さが増加するにつれて増加せねばならない。多くの超音波システムは、走査深さ設定に基づいて送信開口を選定し、受信開口を連続的に変化させる。低い F # を達成することが望ましく、このことは、走査深さは所望の被検体の位置によって制限されるため、大きい開口のサイズを求めることと等しい。また、小さい波長を求めることも望ましく、これはより高い周波数を求めることに等しい。

20

【 0 0 1 2 】

超音波トランスデューサの動作には多数のモードがある。基本的なモードは、A モード、B モード、M モード、及び 2 D モードである。A モードは、信号が反射音エネルギーの振幅に依存するスパイクとして表示される振幅モードである。B モードは、信号が反射音エネルギーの振幅に依存する輝度を有する種々の点として表示される輝度モードである。M モードは、B モードが適用され、帯状記録紙レコーダが深さ及び時間の関数として構造を視覚化することを可能とする運動モードである。2 D モードは、構造が深さ及び幅の関数として見られるよう B モードが ( 上述のように ) ビームを掃引することによって空間的に適用される二次元 ( 撮像 ) モードである。

30

【 0 0 1 3 】

2 D モードは、最も基本的な、基本波撮像モードを示す。やはり 2 つの次元 ( 幾つかの新しい技術では 3 つの次元 ) で撮像する他の撮像モードがあるが、これらは通常は画像を生成するのに用いられる技術 / 方法論に基づくそれら自身の名称で呼ばれる。これらの他の撮像モードのうちの幾つかについて以下に説明する。2 D モードという用語が用いられる場合、これは基本的な空間的に適応された B モードのみを示し、全ての二次元撮像モードを示すわけではない。

40

【 0 0 1 4 】

より高い周波数・より大きい分解能・より小さい透過深さと、より低い周波数・より低い分解能・より大きい透過深さの問題に対しては、種々の解決策がある。1 つの解決策は、高調波撮像である。従来の撮像では、超音波システムは特別な周波数 ( 「基本」周波数 ) の音響パルスを送信し受信する。上述のように、音響パルスの一部は、基本周波数の反射した音が処理されるトランスデューサへ反射して戻る。高調波撮像では、トランスデューサは基本周波数については聴いていないが、他の周波数、特に基本周波数の 2 倍の「高調波」周波数 ( これは「第一高調波」と称されることがある ) を聴いている。技術的により正確に述べると、トランスデューサは、基本波及び高調波を含む多数の周波数からなる

50

信号を受信し、高調波周波数（省略して「高調波」）で信号を分離する。一旦分離されると、高調波は画像を生成するために処理される。

【 0 0 1 5 】

高調波は、人間の介在により支援されて、又は支援されずに、撮像されるべき対象によって生成される。支援されている場合、高調波は患者の体に注入される超音波「造影剤」によって生成される。これらの造影剤は、一般的にはパルスが当たったときに２種類のエコーを生じさせる微小なバブルを含む。最初に、従来のエコーは基本周波数に基づいて反射して戻る。しかし、次にバブルが（パルスに応答して）振動し、それにより高調波信号が発生する。これらの造影剤は（拍子木で叩いたときの鐘のような）高調波エコーを作る目的で作られるため、高調波周波数で非常に強いエコーが発生し、それにより非常に優れた高コントラストの画像を生成する。

10

【 0 0 1 6 】

造影剤に頼らないとき、高調波撮像は、体自体の組織によって発生される高調波（超音波パルスによって「鳴らされた」もの）を用いる。明らかに、これらの高調波は造影剤からの高調波ほどは明瞭な画像を発生しない。組織中に高調波を作る能力は、超音波ビームの視野中での組織の位置に依存する。最も顕著な撮像効果は、超音波ビームの焦点又はその付近（即ち中距離音場）に位置する高調波からのものである。近距離音場中の組織からは高調波は発生されず、遠距離音場中で発生される高調波は、生成された後に急速に減衰する。

【 0 0 1 7 】

20

高調波撮像は多数の利点を有する。高調波周波数で形成されるビームはより狭く、より低いサイドローブを有し、それによりグレースケールコントラスト分解能をかなり改善する。更に、高調波は体の内部で発生されるため、脂肪層を二回通過するのではなく一回だけ通過する。

【 0 0 1 8 】

幾つかの他の撮像モードは、近づく物体からの音の周波数がより高い周波数を有し、その逆に、遠ざかる物体からの音はより低い周波数を有する現象であるドップラー効果に依存する。超音波システムでは、この効果は被検体中の血流の速度及び方向を決定するのに用いられる。ドップラー技術は、連続波モード（即ちトランスデューサアレイの一部が送信している間に同時にトランスデューサアレイの他の部分が受信している）で動作する超音波トランスデューサとともに使用されうる。

30

【 0 0 1 9 】

パルス波ドップラー効果技術は、血流の研究では非常に正確であることが分かっている。しかしながら、測定されている血流の速度がナイキスト限界（PRFの半分）を超えると、超音波読み取りは不正確となる。殆どのドップラー技術は、この効果を避けるために出来る限り高いPRFを達成しようと試みる。１つの種類の撮像、即ち、カラーフロー撮像又はCFIは、例えば層流から乱流への遷移といった流れの乱れを検出するために（「エイリアシング」と称される）この効果を用いる。CFIでは、方向及び速度流れデータのため色マッピングを用いて多数のサンプル体積が検出され表示される。共通のマッピングフォーマットは、BART（Blue Away, Red Towards）、RABT（Red Away, Blue Towards）、又は、彩度が乱れ／加速度を示し、色強度がより高い速度を示すエンハンスド／分散流れマップである。幾つかのマップは、加速する速度及び乱れを示すために第三の色である緑を用いる。

40

【 0 0 2 0 】

超音波システムは、（上述の理由により）最も高い周波数及び最大の音響強度で動作することが望ましい。音響強度を最大化することにより、透過深さを増加させ信号対雑音比（SNR）を最大化することにより撮像のパフォーマンスが高まる。しかしながら、より高い周波数とより大きい音響強度は、超音波トランスデューサを加熱させ、被検体に対して相互作用しているときは超音波プローブの表面温度に法的制限（及び実用上の制限）がある。特に、超音波トランスデューサの患者接触面についての温度の上限は一般的には、

50

約 4 1、或いは、周囲温度よりも 1 6 高い温度であると考えられている。

【 0 0 2 1 】

トランスデューサ表面の熱は、トランスデューサの圧電素子中で生ずる電気音響エネルギー変換処理と、トランスデューサ材料（及び患者自身）を通過する及び／又は隣接する音響エネルギーの両方によって生成される。加熱問題を扱うために異なる方法及びシステムが開発され、これらは 2 つの種類、即ち能動型と受動型に分けられる。受動型の解決策は、受動冷却機構、即ち放散される熱を出来るだけ大きい外部トランスデューサ表面積へ広げるものを用いるものである。一般的には、トランスデューサアレイによって発せられる熱は、固体熱導体によって吸収され、この取得された熱は熱対流によってトランスデューサの外部ケースへ移動され、そこで大気中へ放散される。理想的には、外部熱対流表面積は、トランスデューサの外部表面積全体からなる。

10

【 0 0 2 2 】

受動的な熱放散システムの 1 つの例は、ここに参照として組み入れられる特許文献 1 に記載されている。図 2 は、特許文献 1 のトランスデューサの外観を示す図である。ヒートシンク装置（トランスデューサの内部にあるため図示されていない）は、トランスデューサ 1 0 の内部に、トランスデューサ 1 0 のヘッド 1 2 上の面 1 4（即ち患者接触面）の中の圧電素子の後ろに配置される。ヒートシンクは、トランスデューサの長さ全体に亘って延び、熱を面 1 4 から遠ざかるようヘッド 1 2 を通じてハンドル 1 5 及び電源ケーブル 1 8 の側へ伝導する。熱伝導性エポキシは、ヒートシンクをトランスデューサ筐体に取り付けるために、及び、ヒートシンクからトランスデューサ筐体へ熱を導電するために用いられる。

20

【 0 0 2 3 】

受動的な放熱システムの他の例は、ここに参照として組み入れられる特許文献 2 に記載されている。特許文献 2 は、トランスデューサアレイの前の音響レンズ材料にアルミニウム箔を埋め込むことにより内視鏡超音波トランスデューサに熱の放散を適用する。熱は、プローブの患者接触面から距離を置いて配置されたヒートシンクへアルミニウム箔によって伝導される。ここに参照として組み入れられる特許文献 3 は、プローブの面から遠ざかるように熱を発散させるために一束の同軸ケーブルを用いる受動的な熱放散システムを記載している。

【 0 0 2 4 】

受動的なヒートシンクは効果的であるが、トランスデューサの全体的な熱放散抵抗を高める。基本的な制限は、殆どのトランスデューサにおいて、熱が外部筐体面上に均一に広がったとしても、数ワットのトランスデューサの駆動電力でトランスデューサの平均表面温度が患者又は超音波撮影者に関して許容可能でなくなることである。これらの場合、特に小さい表面積を有する小さいトランスデューサでは、過剰な温度により、許容可能な音響強度制限で動作することが出来ないことがあるであろう。

30

【 0 0 2 5 】

一方で、能動的な解決策は、例えば循環冷媒システムといった能動冷却手段を用いる。1 つの例として、ここに参照として組み入れられる特許文献 4 は、ポンプ又は予圧手段が、その一部がトランスデューサアレイの近傍にあるケーブル中で気体又は液体の冷媒を循環させる熱放散システムを記載している。システムは、シングルパス、マルチパス、又は閉ループの循環システムでありえ、冷媒は熱交換器、熱パイプ、熱電式冷却器、蒸発装置／凝縮装置システム、及び／又は相変化材料を通りうる。

40

【 0 0 2 6 】

フィードバック制御を用いる超音波トランスデューサ冷却システムは、ここに参照として組み入れられる特許文献 5 に示されている。特許文献 5 は、患者の体の中の部位への治療上の処置として超音波エネルギー（及びおそらく薬剤）を与えるカテーテルに関するものである。従って、特許文献 5 では、撮像又は検出は超音波トランスデューサによっては行われぬ。温度センサは、カテーテルの外面上の温度の測定値を与えるために超音波トランスデューサに並んでカテーテルの表面コーティング中に配置される。この測定値は超

50



音波トランスデューサの電源回路用のフィードバック制御信号として使用される。ユーザが所定の温度を設定した後、電源回路は、測定された温度が所定の温度よりも上であるか下であるのと同じく比例して電力を減少又は増加させる。

【0027】

特許文献5に記載の装置はまた、温度センサにおける温度がいつ安全閾値を超えたかを検出する安全制御論理部を含む。これが生ずると、電源回路は超音波トランスデューサへの電力の供給を停止する。しかしながら、このようなフィードバック制御システムは、超音波撮像/測定適用には不適切でありうる。

【0028】

超音波治療セッション中に突然電力を切断することは損傷を与えるものではないかもしれないが、撮像/測定セッション中に突然電力を切断することは潜在的に危険であり得る（例えば外科的処置中に突然停電が生ずることとなる）。危険でない場合も、画像をオフとすることにより、診断及び画像データの解析が困難となる。従って、トランスデューサを単にオフとするのではなく、一般的に超音波トランスデューサの、また特に患者接触面の温度を低下させるシステム及び方法が必要とされる。更に、従来の能動的な又は受動的な熱放散システムの代替物として、またはそれらの付属物として付加的に作用しうるシステム及び方法が必要とされる。

【特許文献1】米国特許第5,213,103号明細書

【特許文献2】米国特許第5,555,887号明細書

【特許文献3】米国特許第5,721,463号明細書

【特許文献4】米国特許第5,560,362号明細書

【特許文献5】米国特許第6,210,356号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0029】

本発明は、トランスデューサを単にオフとするのではなく、一般的に超音波トランスデューサの、また特に患者接触面の温度を低下させるシステム及び方法を提供することの一つの目的とする。

【0030】

本発明は、従来の能動的な又は受動的な熱放散システムの代替物として、またはそれらの付属物として付加的に作用しうる撮像用超音波トランスデューサの温度を低下させるためのシステム及び方法を提供することを他の目的とする。

【0031】

本発明の他の目的は、撮像超音波トランスデューサシステムの操作者が、超音波トランスデューサを冷却するために超音波トランスデューサシステムがどのようにしてパラメータを変更するかを制御しうるシステム及び方法を提供することを更なる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0032】

上述の及び他の目的は、操作者が不定システムパラメータを変更することにより超音波トランスデューサの温度を制御する本発明によるシステム及び方法を提供することによって達成される。操作者は、温度が高くなりすぎるか、操作者の命令があったとき、又はその両方のときに変化する超音波システムの1つ又はそれ以上の不定システムパラメータを選択する。

【0033】

本発明の他の目的及び特徴は、添付の図面とともに以下の詳細な説明から明らかとなる。しかしながら、図面は単に図示の目的のために示されるものであって、添付の請求の範囲に記載の本発明の限定事項を定義するものと理解されてはならない。また、図面は必ずしも縮尺通りに示されておらず、特に示さない限り、単に本願に記載の構造及び手順を概念的に示すためのものである。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 3 4 】

本発明は、超音波トランスデューサの患者接触面からの輻射熱を制御する新規なシステム及び方法に係る。実施の詳細は異なる実施例ごとに異なりうるが、本発明は、内部的又は外部的に使用されることといった超音波トランスデューサの特定の種類や、撮像及び／又はデータ解析の特定のモードに限られない。本発明の現在の望ましい実施例は、操作者が操作システムパラメータを変更することによりトランスデューサ面の温度を制御することを可能とする。異なる実施例では、どの不定システムパラメータが変更されるか、選択された不定システムパラメータがいつ変更されるか、及び不定システムパラメータがどのようにして変更されるか、のうちのいずれか１つ（又はそれ以上）は操作者の制御下にある。

10

## 【 0 0 3 5 】

１つの望ましい実施例では、操作者は超音波セッションが開始する前に不定システムパラメータ（及び変更の種類及び量）を選択する。他の実施例では、操作者は超音波セッション中に不定システムパラメータ（及び変更の種類及び量）を選択する。

## 【 0 0 3 6 】

図３に、本発明の望ましい実施例における機能モジュールのブロック図を示す。各機能モジュールは、名称が付けられた機能又は機能の組合せの抽象化として理解されるべきであり、夫々は、特定の実施例を実施するために必要のように組み合わせられるか又は更に分割されうる。これらの機能は、ソフトウェア、ハードウェア、又はその２つの組合せの中で実施されうる。

20

## 【 0 0 3 7 】

図３中、マイクロプロセッサの形をとりうる制御器３０１は、超音波装置の全体の機能を制御する。制御器３０１は、温度センサ３１０からの測定信号を受信する。考えられうる温度センサは、例えばサーミスタ、熱電対、抵抗温度検出器（ＲＴＤ）、サーマルクロミック（thermalchromic）液晶を用いる光ファイバ温度センサ等の任意の公知の従来の温度センサを含みうる。１つ又はそれ以上の温度センサ３１０があってもよく、超音波システム内でのそれらの適切な配置は、当業者によって知られているようにシステムの用途と種類に依存する。望ましい実施例では、温度センサ３１０の適切な配置は、超音波トランスデューサの患者接触面３９０の表面温度を確かめるための最も適した位置である。

30

## 【 0 0 3 8 】

制御器３０１の制御下の電源３２０は、超音波システムの種々の構成要素へ電力を供給する。例えば、制御器３０１は、超音波トランスデューサ３３０へ送られる電力の量を制御する。超音波トランスデューサ３３０もまた、制御器３０１の制御下にある。本発明は、特定の種類の撮像超音波システムに限られるものではなく、また、特定の撮像又は非撮像モードに限られるものでもない。ユーザインタフェース３４０は、ユーザが超音波システムの状態を監視すること及び／又は超音波システムと相互作用することを可能とし、キーボード（及びマウス）、マイクロホン（及び音声認識ソフトウェア）、手持ち式入力装置、又は、本発明と互換性のある任意の形式の入力装置を含みうる。プレゼンテーション手段３５０は、システムパラメータを示すためのものであって、実行されている超音波テストの結果を見るために使用されることがあり、また使用されないこともある。プレゼンテーション手段３５０は、ディスプレイモニタ、スピーカ（音声合成又は予め記録された音声のいずれかを有する）、又はシステムパラメータの状態を示し及び／又はユーザが超音波システムと対話することを可能とする任意の他の手段を含みうる。

40

## 【 0 0 3 9 】

かならずしも必要ではないが、本発明による超音波システムはまた、能動的又は受動的な熱放散システムを含みうる。本発明の幾つかの実施例では、本発明自体が超音波トランスデューサのための唯一の熱放散システムとして作用する。

## 【 0 0 4 0 】

本発明による超音波トランスデューサシステムでは、超音波システムの操作者は、患者

50

接触面における過剰な温度を回避するために、システムが変更するシステムパラメータ（「不定システムパラメータ」）を選択しうる。1つの望ましい実施例では、操作者は、患者とのセッションを開始する前に、セッションの初期段階において不定システムパラメータを選択する。他の望ましい実施例では、超音波システムは、操作者に対してセッション中に温度が危険なほど過剰な状態に近いことを警告し、患者接触面上の温度を低下させるために操作者に対して1つ又はそれ以上の不定システムパラメータを変更することを選択するよう指示する。

#### 【0041】

超音波トランスデューサの温度を低下させるために変更されうる不定システムパラメータは、以下のものを含むが、以下のものに限られるものではない。

10

デューティサイクル：システムは各送信・受信サイクル中に送信する圧電素子が動作している時間を減少させる。

印加電圧：システムは送信素子に印加される電圧を減少させ、それにより強度（及び温度）の低下が生ずる。

（撮像）モード：システムはより高いパワーの撮像モードからより低いパワーの撮像モードへ切り替わり、即ち、高調波撮像から2D（基本波）撮像へ、3D撮像から2D又は高調波撮像へ、2DモードからMモードへ等に切り替わる。

周波数：システムは超音波の周波数を低下させる。

フレームレート：システムはフレームレート（1秒間当たりの掃引の数）を低下させる。

パルス繰り返し周波数（PRF）：システムは1秒間当たりに形成されるビームの数を減少させる。

20

開口：システムは開口の寸法を減少させる。

（撮像）深さ：システムは走査深さを減少させる。

セクタ幅：システムは走査されているゾーンの幅を減少させる。

#### 【0042】

不定システムパラメータが操作者によって選択されるとき、パラメータの量又は種類の変更もまた操作者によって選択される。これは、3つの基本的な形式でなされうる。即ち、システムは、選択すべき特定の値を提供してもよく、操作者に特定の値を入力することを許可してもよく、又はその両方を行ってもよい。更に、不定システムパラメータが変更する態様は規則に従うものであってもよく、例えば操作者は、選択されたシステムパラメータが変更する間に1つ又はそれ以上のシステムパラメータが一定であることを望みうる（従ってシステムに対して他の選択されていない不定システムパラメータを変更することを要求する）。例えば、セッション中にF#が一定に維持されることが望まれうる。従って、開口が不定システムパラメータとして選ばれた場合、システムはF#が一定の値に維持されることを確実にするために深さも変更する必要がある。規則は、はるかに複雑なものであってもよい。例えば、規則は、 $\text{システムパラメータ } X \text{ が状態 } A \text{ にあるときは、パラメータ } Y \text{ を } Q \text{ の量だけ変化させるが、（} Z \text{ が } A \text{ であるとともに）パラメータ } Z \text{ が状態 } B \text{ にあれば、パラメータ } W \text{ を設定値 } V \text{ へ変化させる}$ といった形をとりうる。望ましい実施例では、システムは既にプログラムされた規則フォーマットを有し、例えば`< if - then >`フォーマット又は`< 他のパラメータを変化させることによりこのパラメータを一定に保つ >`規則フォーマットは、操作者が選択する選択肢であり、次に操作者は空欄を埋める。

30

40

#### 【0043】

他の例として、非常に正確な画像を維持するよりも現在のカラーフローの一定の画像を維持することの方が望ましいことがある。この場合、不定システムパラメータのリストが操作者によって入力されてもよく、リストは好みによる降順とされている。リスト上の第1の不定システムパラメータは、印加電圧、又は送信パワーでありえ、第2の不定システムパラメータはフレームレートでありうる。システムは、一定の限界、例えば通常の送信パワーの50%に達するまで送信電力を低下させ続けうる。その後、システムはリスト上の第2の項目であるフレームレートへ移り、それを減少させ始める。

50

## 【 0 0 4 4 】

望ましい実施例では、選択された不定システムパラメータが一旦変更されると（即ち通常の送信パワーの50%へ変更されると）、温度が安全レベルまで低下するか否かにかかわらず、セッションの残りの間には変更されたままである。他の実施例では、高い温度のために不定システムパラメータが変更された後、システムは温度が適切なレベルまで低下されたかを調べるためにチェックを行う。温度が適切に低下されていれば、システムは変更された不定システムパラメータをその元の状態へ徐々に戻す。更なる他の実施例では、操作者は、システムが再設定するか否か、するのであればいつするかを制御する。各実施例は、これらの再設定方法のいずれか又は組み合わせを使用しうる。

## 【 0 0 4 5 】

図4は、セッションが開始する前に、操作者が超音波システムの不定システムパラメータ及び/又は規則ベースの意思決定プロセスを選択する1つの望ましい実施例を示す。超音波システムが始動した後、操作者はステップ410において過熱を回避するためにどの方法を使用すべきかを選択せねばならない。即ち、臨界温度 $T_{critical}$ に達したときに単に超音波トランスデューサをオフとするワンショット法、又は、閾値温度 $T_{threshold}$ に達したときに不定システムパラメータが変更されるフレキシブル法のいずれかを選択せねばならない。この文脈では、臨界温度 $T_{critical}$ と閾値温度 $T_{threshold}$ は異なり、即ち、臨界温度 $T_{critical}$ では、患者を傷つけることを防止するためにトランスデューサはオフとされねばならず、一方、閾値温度 $T_{threshold}$ （臨界温度 $T_{critical}$ よりも低い）では、臨界温度 $T_{critical}$ に達するのを防止するために1つ又はそれ以上の不定システムパラメータが低下されねばならない。

## 【 0 0 4 6 】

操作者がフレキシブル過熱防止法を選択した場合、超音波システムは、ステップ420において不定システムパラメータ及び/又はシステムパラメータに関連する可能な規則に関係なく1つ又はそれ以上の選択肢のメニューを示す。望ましい実施例では、これは、超音波システムのイメージングディスプレイを用いて操作者によってナビゲートされうる一連のメニュー及びサブメニューとして構造化される。操作者は、マウスといったポインタによって制御されるオンスクリーンカーソルを含むがこれに限られないオンスクリーンナビゲーション用の任意の適切なツールを使用しうる。例えば、第1のメニューページは、<どのシステムパラメータか？>と質問し、そのシステム用の全ての不定システムパラメータ（あるいはおそらくはその特定のセッションのシステムの使用に対する不定パラメータ）のリストを与えうる。

## 【 0 0 4 7 】

操作者は、ステップ430においてパラメータを選択する。実施例により、選択段階はシステムが操作者に対して、選択されたパラメータに基づく規則を入力したいか、又は閾値温度 $T_{threshold}$ に達したときにそのパラメータの所望の変更を単に入力したいかを質問することを含みうる。更に、システムは、不定システムパラメータの優先順位が付けられたリストを作成するオプションを示しうる。幾つかの実施例では、操作者はまた閾値温度 $T_{threshold}$ 及び/又は臨界温度 $T_{critical}$ を選択しうる。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ440において、超音波セッションが開始する。操作者がステップ410においてワンショットオプションを選択している場合、処理はこのステップへジャンプしているはずである。続くステップにおいて、システムがフレキシブルモードにあるかワンショットモードにあるかに関わらず、各ステップにおいて同じ動作が行われていることを示すために、添え字「A」及び「B」を特定のステップに加える。ここで、セッションが開始しているため、システムは、ステップ450A/450Bにおいて温度が臨界温度 $T_{critical}$ 以上であるかを判定するために温度センサを監視する。温度センサからのフィードバックの使用は、本願と略同時に発願され同一の出願人に譲渡された「Ultrasonic Transducer Temperature Control System and Method using Feedback」なる名称の米国特許出願明細書

10

20

30

40

50

に記載されている。上述の特許出願明細書は、ここに参照として組み入れられる。

【0049】

ステップ450A / 450Bにおいて温度が臨界温度 $T_{critical}$ 以上であれば、ステップ452A / 452Bにおいてシステムは超音波トランスデューサをオフとする。システムは、ステップ454A / 454Bにおいて、温度がまだ臨界温度 $T_{critical}$ 以上であるかを調べるため、温度を監視し続ける。まだ熱すぎる場合は、超音波トランスデューサはオフのままとされる。もはや熱すぎなければ、ステップ456A / 456Bにおいて超音波トランスデューサは再びオンとする。ワンショットモードでは、システムは、ステップ456Bにおいて超音波トランスデューサをオンとした後、ステップ450Bにおける温度の監視へ戻る。

10

【0050】

図4中のフレキシブルモードでは、ステップ456Aにおいて超音波トランスデューサが再びオンとされた後、又はステップ450Aにおいて温度が臨界温度 $T_{critical}$ よりも低い場合、システムは、ステップ460において現在温度 $T$ が閾値温度 $T_{threshold}$ 以上かどうかを判定する。閾値温度 $T_{threshold}$ 以上であれば、システムは、ステップ430において操作者によって選択された方法で、選択された不定システムパラメータをステップ463において変更する。これは、上述のように規則に基づく意思決定プロセスの形をとりうる。更に、システムが一定の時間期間内に多数回ステップ463へ戻れば、システムは不定システムパラメータが指定された限界に達すると量を変えることにより不定システムパラメータを変更させうる。例えば、操作者は、セッションが開始したときの全パワーの50%に達するまで、現在の全パワーの逡増する割合で(5%、10%、20%等)送信パワーを減少させるようシステムに命令しうる。他の実施例では、ステップ460は、現在温度 $T$ が所望の目標温度よりも上であるか又は下であるかを判定し、ステップ463は目標温度に達するために不定システムパラメータを減少させるか増加させる。

20

【0051】

選択された動作がステップ463において行われた後、システムはステップ450Aにおける温度の監視へ戻る。システムが再び温度を調べ始める前に、選択された動作が温度に対して影響を与えるよう、ステップ463とステップ450Aへの戻り路の間に待機ステップが追加されてもよい。同じ流れに、不定システムパラメータを再び調整する前に温度が低下し始めることを可能とするよう所定の期間に亘ってカウントダウンするタイマが追加されてもよい。ステップ460において現在温度 $T$ が閾値温度 $T_{threshold}$ 以上でなければ、システムはステップ450Aにおける温度の監視に戻る。上述のように、他の実施例では、監視されている温度が一定の時間に亘って閾値温度 $T_{threshold}$ よりも下のままであれば、システムに変更された不定システムパラメータをその元の状態に戻らせることを可能とする更なるステップが追加される。

30

【0052】

図5中、操作者がセッション中に超音波システムの不定システムパラメータ及び/又は規則に基づく意思決定プロセスを選択する他の望ましい実施例が示されている。図5中、図4と同様のステップに対しては同じ参照番号を用いる。ステップ440において、超音波セッションが開始し、ステップ505においてシステムはターンカウンタを0に設定する。ターンカウンタは、現在選択されている不定パラメータが変えられた回数を数えるためのものである。あまりにも多くの回数変えられている場合(数 $x$ )、操作者は他のパラメータを選択するよう求められる。明らかに、 $x$ は幾つかの実施例では不確定であり(従ってステップ515及び517を削除し)、或いは他の実施例では1である(従ってステップ505、510、515、517及び520を削除する)。ステップ450では、システムは、温度が臨界温度 $T_{critical}$ 以上であるかどうかを判定するため温度センサを監視する。そうであれば、システムはステップ452において超音波トランスデューサをオフとする。システムは、ステップ454においてまだ臨界温度 $T_{critical}$ 以上であるかどうかを調べるために温度を監視し続ける。まだ熱すぎる場合、超音波トランスデューサはオフのままである。もはや熱くなければ、ステップ456において超音波トランスデュー

40

50

サは再びオンとされる。

【0053】

図5中、ステップ450において温度が臨界温度 $T_{critical}$ よりも低ければ（又はステップ456において超音波トランスデューサがオンに戻された後）、システムはステップ460において現在温度 $T$ が閾値温度 $T_{threshold}$ 以上であるかどうかを判定する。ステップ460において閾値温度 $T_{threshold}$ 以上であれば、システムはステップ510においてターンカウンタが0の値を有するか否かを判定する。ステップ510においてターンカウンタが0であれば（従って初めて閾値温度 $T_{threshold}$ に達したことを示す場合は）、システムはステップ420において操作者に対して不定システムパラメータ及び/又はシステムパラメータに関する可能な規則を示す。ステップ510においてターンカウンタが0でなければ、システムは、ステップ515においてターンカウンタが $x$ よりも大きい  
10  
かどうかを判定する。

【0054】

ステップ515においてターンカウンタが $x$ よりも低ければ、システムはステップ463へ進み、以前に選ばれている選択された不定システムパラメータがステップ430において操作者によって選ばれた方法で変えられる。ステップ515においてターンカウンタが $x$ であれば（従って以前に選ばれているパラメータに対する以前の変更が無効であることを示す場合）、システムはステップ517においてターンカウンタを0に戻し、ステップ420において操作者に対して不定システムパラメータ及び/又はシステムパラメータに関する可能な規則を示す。次に、操作者はステップ430においてパラメータを選択する。ステップ430の後、システムは閾値温度 $T_{threshold}$ に達していること又は超過し  
20  
ていると既に判定しているため（ステップ460）、システムはステップ463へ進み、選択されたシステムパラメータをステップ430において操作者によって選ばれた方法で変える。

【0055】

図5中、システムは、ステップ463において不定システムパラメータを変えた後、ステップ520においてターンカウンタに1を加える。この後、システムはステップ450における温度の監視へ戻る。システムが再び温度を調べ始める前に、選択された動作が温度に対して影響を与えるよう、ステップ520とステップ450への戻り路の間に待機ステップが加えられてもよい。  
30

【0056】

図4及び図5の2つの望ましい実施例は、他の実施例では互いに組み合わされてもよい。例えば、操作者はセッションが開始する前に規則を決定し、次にセッションが始まってから特定の不定システムパラメータを決定してもよい。更に、1つの実施例で示される変形は、他の実施例にも適用されうる（例えば図4の説明で述べられた目標温度は、同様に図5の実施例にも適用されうる）。超音波システムが安定したより低い温度に達した後に、不定システムパラメータを元の状態へ戻すよう変更させるために、いずれの実施例にも更なるステップが追加されうる。更に、操作者はより高い加熱動作モードとより低い加熱動作モードの間でサイクルを繰り返すようタイマを設定してもよく、これにより、現在温度とは無関係にモードは切り換わる。  
40

【0057】

本発明による様々な実施例では、超音波トランスデューサの現在の状態は操作者のディスプレイ上に示されうる。例えば、患者接触面の現在温度 $T$ 又は現在の加熱率（又は任意の現在のシステムパラメータ）がディスプレイ上に表示されうる。この情報は、例えばゲージアイコン、デジタル読み出し値、ヒストグラム、又は画面上に量を示す任意の他の方法といった種々の方法で表示されうる。

【0058】

図6に示す他の望ましい実施例では、ユーザは超音波システムの温度及び他のパラメータを監視し、温度が臨界点に達する前に1つ又はそれ以上のシステムパラメータを変えるためにシステムに対して直接相互作用を行う。ユーザはこれをセッション中の任意の点に  
50

おいて行うことができるため、図 6 ではシステムはユーザがパラメータを変更しようとしているかどうかを連続的に調べるとして示されている。これは、これらの例示的な望ましい実施例における全ての他のステップと同様、多くの方法で実施されうる。例えば、ユーザが不定システムパラメータを変えることを望むことを示した場合、システムは実際には定期的には「チェック」を行っていないくともよい。正しいサブプログラムへの呼び出し又はトラップを生じさせる物理的なボタン又はディスプレイ上に表示される（そしてインタフェースを用いてクリックされる）仮想ボタンがあってもよい。

#### 【0059】

図 6 中、システムはステップ 610 においてトランスデューサの温度  $T$  を監視している。この測定された温度はディスプレイ上に表示され、それにより操作者は温度を監視し、温度が高くなりすぎる前に不定システムパラメータを変えるよう動作しうる。操作者の注意が逸れていた場合のために、ステップ 620 においてこの温度  $T$  が閾値温度  $T_{threshold}$  に達したかどうか（トランスデューサが臨界温度に達する前にいつ操作者が行動せねばならないかを示す）判定される。温度がこの閾値に達した場合、ステップ 630 において警告が発せられる。この警告は、任意の形を取りうるものであり、例えばディスプレイ上の明るい赤の点滅する印として現れうる。ステップ 620 において温度  $T$  が閾値温度  $T_{threshold}$  よりも下である場合、ステップ 640 においてシステムはユーザが不定システムパラメータを変えることを望むかどうかを確かめるためのチェックを行う。上述のように、「パラメータを変えるか？」とラベル付けされた仮想ボタンは、ディスプレイ画面の隅に常に表示されユーザがそれをクリックするのを待っていてもよい。

#### 【0060】

ユーザがパラメータを変えることを望む場合（又はステップ 630 において警告が鳴った場合）、システムはステップ 641 において操作者に対して不定システムパラメータを示す。システムのチェックステップ 610 と同様に、これは多くの方法で行われうる。幾つかの実施例では、ディスプレイ画面（イメージング画面の一部でありうる）は、幾つかのスクリーンアイコンの形で幾つかのシステムパラメータの現在状態を示し、ユーザがアイコン上をクリックすると、ユーザに対して、ユーザがシステムパラメータを変えようとしていること、及び、ユーザがどの不定システムパラメータを変えようとしているのかが示される。不定システムパラメータの現在の状態を示すスクリーンアイコンは、例えばゲージアイコン、デジタル読み出し値、ヒストグラム、又は画面上に量を示す任意の他の方法といった種々の方法で表示されうる。実際はどの不定システムパラメータの状態もこのようにして試みる（従って操作者によって監視されること）ができる。幾つかの例は、印加電圧、システムの特定のイメージングモード、フレームレート、セクタ幅等を含む。更に、ディスプレイは、操作者が不定システムパラメータを変え始める正しい時間を正しく決定しうるよう、トランスデューサが臨界温度に達するまでに残された時間を示してもよい。

#### 【0061】

本発明の望ましい実施例では、画面上に少なくとも 2 つのアイコン、即ちプローブ温度と電力放散が示される。これらの各アイコンは、操作者がパラメータの変更の効果又は必要性を効果的に評価しうるよう、＜最小＞長さ（最小の量を示す）から＜最大＞長さ（最大の量を示す）まで大きさが変更するバーによってこれらの量を示す。

#### 【0062】

ステップ 643 において、ステップ 641 において選択された不定システムパラメータは、超音波トランスデューサの温度を低下させるためにシステムによって変更される。ユーザが、更に熱を生じさせるような方法で不定システムパラメータを変更させることが許容可能であると決定した場合、又は、ユーザが以前に温度を低下させるためにパラメータを変更しており今はそれを戻そうとしている場合、ステップ 641 において選択された不定システムパラメータはステップ 643 においてシステムによって変更されてもよいが、これは温度の低下ではなく上昇を生じさせる。この後、システムはステップ 610 へ戻る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 3 】

上述の説明は、一般的に、閾値温度  $T_{\text{threshold}}$  に達したときに、不定システムパラメータが単に減少されるのではなく「変更される」ことを示す。これは、本発明はシステムパラメータに対する単なる減少に加えて種々の「変更」に適用されうることを示す。例えば、本発明の他の望ましい実施例では、不定システムパラメータは撮像モードであり、過熱防止方法は、全体の送信パワー（従って加熱）が減少されよう、高いパワーの撮像モードをより低いパワーの撮像モードと切り換えること又は「混合」することからなる。これがどのように行われるかは、本願と略同時に出版され同じ譲受人に譲渡された「Imaging Ultrasound Transducer System and Method」なる名称の米国特許出願に記載されている。上述の特許出願は、ここに参照として組み入れられる。

10

## 【 0 0 6 4 】

このような実施例では（図 4、図 5 又は図 6 のいずれとも適合性がある）、超音波トランスデューサは、例えば高調波撮像といったより高いパワーの撮像モードと例えば基本（2D）撮像といったより低いパワーの撮像モードの間で切り換わる（又はサイクルを繰り返す）ことにより動作するものである。この切り換えの種々のパラメータ、例えば各モードに対する時間、各モードに対する送信パワー等は、操作者によって選択されるか、システム自体によって設定される。操作者には、3つの異なるディスプレイ形式の選択肢、即ち、交互フレーム、交互走査線、又は合成画像が与えられる。交互フレーム形式では、ディスプレイは、高調波撮像に基づく画像と基本波撮像に基づく画像との間でフレームを交互とする。この混合形式は、フリッカの出現を生じさせ、このことは画像の全体の効果はこれが異なる光源によって照明されているかのようなため（単に交互の明るい照明と暗い照明ではないため）、あまり注意を反らすものではない。この混合モードは、高調波画像の明るさを基本波画像の明るさに自動的に調整することによって支援されうる。

20

## 【 0 0 6 5 】

交互走査線形式では、走査平面上の交互の線は高調波画像で走査される。結果として得られる組み合わせられた画像は、走査線を平滑化して埋めるために用いられる通常のディスプレイ平均を用いて表示される。この平均化により、画像の見かけが平滑化される。合成画像形式では、合成画像は限られた幅の中央高調波画像を表示し、より低いパワーの基本波モード画像でセクタのエッジを描くことによって形成される。

30

## 【 0 0 6 6 】

図 4、図 5 及び図 6 を参照して上述された望ましい実施例は例示的なものであり、当業者によって知られているように変更され、組み合わせられ、いずれかに含まれる段階が除去されてもよい。1つの実施例に記載された変形例は、他の実施例にも適用されうる（例えば図 4 の説明に記載された目標温度は、図 5 の実施例にも適用されうる）。上述のように、超音波システムが安定したより低い温度に達した後不定システムパラメータがその元の状態に戻るよう変えるために、いずれの実施例にも追加的な段階が加えられ得る。更に、操作者又はシステムは、どれだけの時間に亘ってシステムが変更されていない状態を維持するかについてのタイマを設定してもよく、その後、システムは、現在の温度とは無関係に再設定される。

40

## 【 0 0 6 7 】

このシステムは、超音波トランスデューサを冷却するときに、操作者に対して超音波トランスデューサシステムパラメータを正確に制御する可能性を与える。従って、操作者は、システムパラメータの変更を実行されている特定の撮像の種類に対して調整することができる。

## 【 0 0 6 8 】

従って、本発明の望ましい実施例に適用されるように本発明の基本的な新規な特徴について説明し指摘したが、当業者によれば本発明の趣旨を逸脱することなく説明された装置及びそれらの動作の形式及び詳細に関して様々な省略、置換、及び変更がなされうることが理解されよう。例えば、同じ結果を達成するための略同じ方法で略同じ機能を実行する

50



要素及び／又は方法段階の全ての組み合わせは、本発明の範囲内にいることが意図される。更に、本発明のいずれの開示された形状又は実施例に関して図示及び／又は説明された構造及び／又は要素及び／又は方法段階は、一般的な設計上の選択事項として任意の他の開示された又は説明された又は提案された形式又は実施例に組み込まれうる。従って、本発明は添付の請求の範囲によってのみ限定されることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】典型的な超音波ビームがどのようにして圧電素子の線形配列によって形成されるかを示す図である。

【図2】従来技術の超音波トランスデューサプロブを示す図である。

10

【図3】本発明の望ましい実施例による超音波トランスデューサシステムの機能モジュールを示すブロック図である。

【図4】本発明による1つの望ましい実施例の過熱防止方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明による他の望ましい実施例の過熱防止方法を示すフローチャートである。

【図6】本発明による他の望ましい実施例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0070】

410 ワンショット又はフレキシブル

420 パラメータ／規則を示す

430 パラメータを選択

440 A セッション開始

450 A / 440 B 温度が臨界温度以上か？

452 A / 452 B オフ

454 A / 454 B 温度が臨界温度以上か？

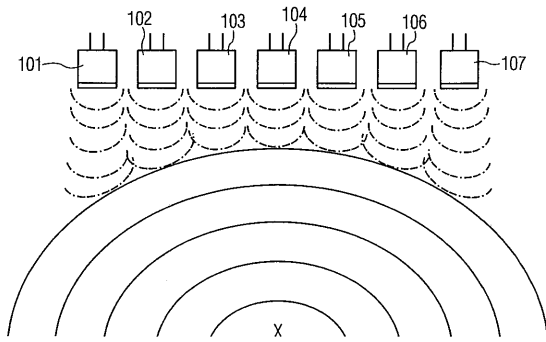
456 A / 456 B オン

460 温度が閾値温度以上か？

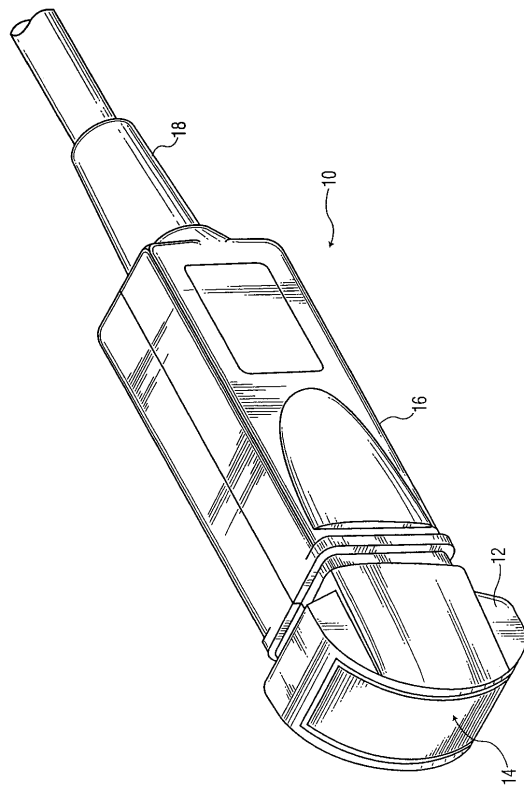
463 選択されたパラメータを変更

20

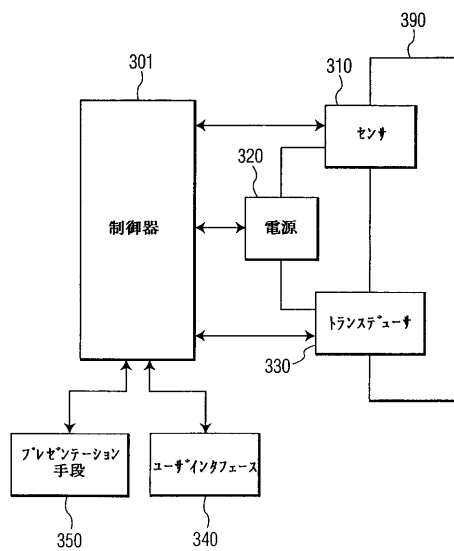
【図 1】



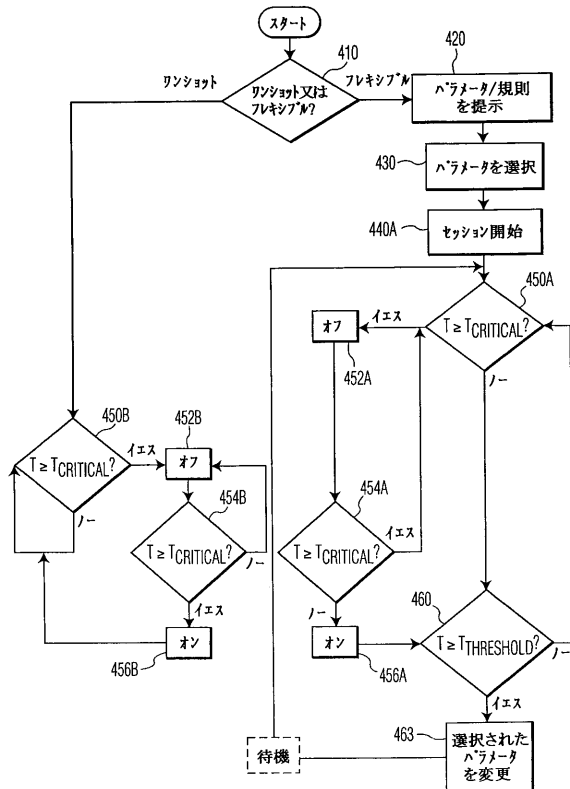
【図 2】



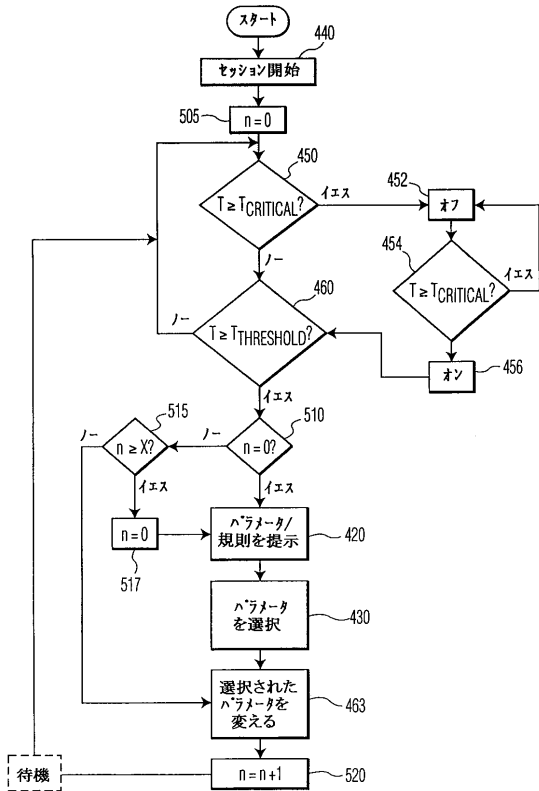
【図 3】



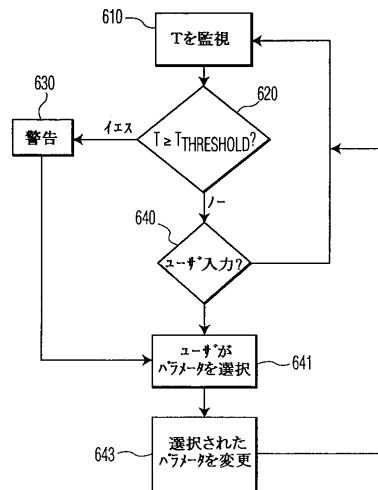
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 デイヴィッド ミラー

アメリカ合衆国，マサチューセッツ州 0 1 8 0 1 ，ウーバン，レイク・アヴェニュー 3 4 ，ア  
パートメント ビー

(72)発明者 イヴァン サルゴ

アメリカ合衆国，マサチューセッツ州 0 1 8 1 0 ，アンドーヴァー，ブルックサイド・ドライブ  
5 0 0

(72)発明者 マイケル ペジンスキー

アメリカ合衆国，マサチューセッツ州 0 1 9 5 0 ，ニューベリーポート，ウィルソン・ウェイ  
4

F ターム(参考) 2G047 EA11 GA10 GF10 GF11 GF20 GG06

4C601 EE10 EE19 EE22 GA17 HH05 HH07 HH22

专利名称(译)	用于超声换能器的操作者监控的温度控制系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2004130138A</a>	公开(公告)日	2004-04-30
申请号	JP2003349864	申请日	2003-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	デイヴィッドミラー イヴァンサルゴ マイケルペジンスキー		
发明人	デイヴィッド ミラー イヴァン サルゴ マイケル ペジンスキー		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/546		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/EA11 2G047/GA10 2G047/GF10 2G047/GF11 2G047/GF20 2G047/GG06 4C601/EE10 4C601/EE19 4C601/EE22 4C601/GA17 4C601/HH05 4C601/HH07 4C601/HH22 4C601/KK41		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	10/269144 2002-10-11 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

要解决的问题：提供一种无需简单关闭换能器即可降低超声换能器温度的系统和方法。公开了用于控制超声换能器的热量的系统和方法。在当前的优选实施例中，当温度变得太高时，或在操作者的命令下，或在这两者之间，操作者可以改变一个或多个超声系统的不确定系统。选择参数。[选择图]图4

