

(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2008-168129

(P2008-168129A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/00 (2006.01)F1  
A61B 8/00テーマコード (参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-1610 (P2008-1610)  
(22) 出願日 平成20年1月8日(2008.1.8)  
(31) 優先権主張番号 10-2007-0001924  
(32) 優先日 平成19年1月8日(2007.1.8)  
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 597096909  
株式会社 メディソン  
MEDISON CO., LTD.  
大韓民国 250-870 江原道 洪川  
郡 南面陽▲徳▼院里 114  
114 Yangdukwon-ri, N  
am-myun, Hongchun-gu  
n, Kangwon-do 250-87  
0, Republic of Korea  
(74) 代理人 100071526  
弁理士 平田 忠雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断用プローブの表面温度予測方法

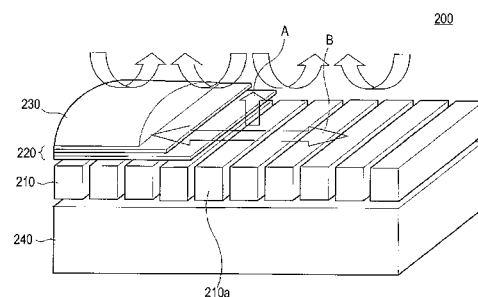
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ある変換素子の駆動による超音波診断用プローブ表面の温度上昇をプローブの熱伝導特性を用いて計算し、これを用いてプローブで超音波信号の生成時にプローブ表面の温度を迅速かつ正確に予測できる超音波診断用プローブの表面温度予測方法を提供する。

【解決手段】複数の変換素子で構成された配列型変換器を備え、超音波診断用プローブの表面温度予測方法は、  
a) 前記プローブの熱伝導特性を決定する段階と、  
b) 前記複数の変換素子のうち一つの変換素子を選択する段階と、  
c) 送信パルス信号を前記選択した変換素子に1回印加する段階と、  
d) 前記選択した変換素子を中心に前記プローブ表面の多数の位置で温度上昇を測定する段階と、  
e) 前記熱伝導特性及び前記測定された温度上昇に基づいて前記プローブ表面の温度上昇関数を決定する段階と、  
f) 前記温度上昇関数に基づいて前記プローブの表面温度(温度上昇)を予測する段階とを備える。

【選択図】図2

図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の変換素子で構成された配列型変換器を備え、超音波信号を送受信する超音波診断用プローブの表面温度予測方法であって、

- a) 前記プローブの熱伝導特性を決定する段階と、
  - b) 前記複数の変換素子のうち一つの変換素子を選択する段階と、
  - c) 送信パルス信号を前記選択した変換素子に 1 回印加する段階と、
  - d) 前記選択した変換素子を中心に前記プローブ表面の多数の位置で温度上昇を測定する段階と、
  - e) 前記熱伝導特性及び前記測定された温度上昇に基づいて前記プローブ表面の温度上昇関数を決定する段階と、
  - f) 前記温度上昇関数に基づいて前記プローブの表面温度を予測する段階と
- を備える超音波診断用プローブの表面温度予測方法。

10

## 【請求項 2】

前記熱伝導特性は、前記変換素子の配列方向及び前記プローブ表面への熱伝導、そしてプローブの外部への熱放出によって決定される、請求項 1 に記載の超音波診断用プローブの表面温度予測方法。

## 【請求項 3】

前記 f) 段階で、前記プローブの表面温度は、前記温度上昇関数から計算された温度上昇に、前記変換素子に印加される前記送信パルス信号の印加回数を乗算して予測される、請求項 2 に記載の超音波診断用プローブの表面温度予測方法。

20

## 【請求項 4】

前記 f) 段階で、前記プローブの表面温度は、各変換素子に対する温度上昇を重畳して予測される、請求項 3 に記載の超音波診断用プローブの表面温度予測方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波映像診断システムに関し、より詳細には、超音波映像診断システムに用いられる超音波診断用プローブの駆動に起因するプローブ表面温度（温度上昇）を予測する方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に超音波映像診断システムは、対象体に超音波信号を送信した後、対象体から反射された超音波エコー信号を受信して電氣的な受信信号に変換し、受信信号に対して所定の映像処理をして超音波映像を提供する。このように超音波映像診断システムで提供される超音波映像の解像度を高めながら速い時間に超音波映像を獲得するための研究が着実に進められている。最近の超音波映像診断システムは、多数の変換素子で構成された配列型変換器を備える超音波診断用プローブを用いて超音波信号を送受信し、解像度の高い超音波映像を獲得している。

## 【0003】

40

図 1 に示すように、超音波診断用プローブ 100 は、複数の変換素子 110 で構成された配列型変換器、整合層 120、レンズ 130 及び吸音層 140 を備える。変換素子 110 は、PZT (Lead Zirconate Titanate) などのような圧電セラミックを用いて形成され、送信パルス信号に応答して超音波信号を生成し、対象体から反射された超音波信号を受信して電氣的信号に変換する。整合層 120 は、変換素子 110 と対象体との間のインピーダンス差によって超音波信号が反射されることを抑制するために用いられ、多数の層で構成され得る。レンズ 130 は、超音波信号を集束させる役割をし、吸音層 140 は、送信パルスの印加による変換素子の振動を最大限速く抑制し、短い超音波信号を生成するために用いられる。

## 【0004】

50

電氣的信号である送信パルス信号が変換素子 1 1 0 に印加されたとき、変換素子 1 1 0 の振動による超音波信号の生成以外にも熱に変換される音響損失が発生する。送信パルス信号に応答して発生する熱によるプローブ表面の温度上昇を正確に予測できない場合、対象体の表面に直接接触して用いるプローブで発生した熱によって対象体に損傷を与える場合が発生し得る。従って、超音波映像診断システムで提供する多様な映像を得るための多様な映像獲得モードに対してプローブの表面温度をリアルタイムで予測及び制御することが必要である。しかし、プローブが複雑に構成されており、各構成要素に関する物性データの不足などのためプローブの熱的解析に困難があり、プローブの表面温度を予測するのに困難がある。

#### 【 0 0 0 5 】

最近では前述した困難により超音波映像診断システムで設定される診断映像モード、駆動電圧、送信パルス信号の周波数などの全ての駆動条件でプローブの表面温度を測定して得られた実験式を用い、プローブの表面温度を予測している。しかし、このような方法は、プローブの表面温度を予測するための実験式を得るまで多くの量を測定しなければならないので、かなりの時間が要される問題がある。また、プローブの表面温度を予測のために実施された測定で考慮されていない駆動条件については、信頼性のある温度予測が不可能である。

#### 【 発明の開示 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 0 6 】

従って、本発明は、前述した問題を解決するために、ある変換素子の駆動による超音波診断用プローブ表面の温度上昇をプローブの熱伝導特性を用いて計算し、これを用いてプローブで超音波信号の生成時にプローブ表面の温度を迅速かつ正確に予測できる超音波診断用プローブの表面温度予測方法を提供する。

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 0 7 】

前述した目的を達成するために、本発明による、複数の変換素子で構成された配列型変換器を備え、超音波信号を送受信する超音波診断用プローブの表面温度予測方法は、a) 前記プローブの熱伝導特性を決定する段階と、b) 前記複数の変換素子のうち一つの変換素子を選択する段階と、c) 送信パルス信号を前記選択した変換素子に 1 回印加する段階と、d) 前記選択した変換素子を中心に前記プローブ表面の多数の位置で温度上昇を測定する段階と、e) 前記熱伝導特性及び前記測定された温度上昇に基づいて前記プローブ表面の温度上昇関数を決定する段階と、f) 前記温度上昇関数に基づいて前記プローブの表面温度（温度上昇）を予測する段階とを含む。

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 0 8 】

前述したように、本発明によってある変換素子の駆動による超音波診断用プローブ表面の温度上昇をプローブでの熱伝導特性を用いて計算することにより、温度予測が正確であるだけでなく、温度予測を速やかに行うことができる。

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 0 9 】

図 2 は、プローブに備えられた配列型変換器である変換素子で発生した熱が放出される方向を概略的に示す図面である。図 2 に示すように、プローブ 2 0 0 は、多数の変換素子を備える配列型変換器 2 1 0、整合層 2 2 0、音響レンズ 2 3 0 及び吸音層 2 4 0 を備える。本発明では、配列型変換器を構成する各変換素子を発熱体とみなし、変換素子で発生した熱の伝導性を用いてプローブ表面の温度を予測する。

#### 【 0 0 1 0 】

図 2 に示すように、駆動中の任意の変換素子 2 1 0 a で発生した熱は、プローブの表面方向 A 及び変換素子の配列方向 B に伝導される。吸音層 2 4 0 の方向に伝導される熱は、一般に吸音層 2 4 0 がゴムやエポキシなどで構成されて熱伝導度が低いため、本発明の実

10

20

30

40

50

施例では吸音層 2 4 0 の方向に伝導される熱は考慮しない。図 3 a は、プローブ表面の温度を予測するための座標系の例を示している。ここで、変換素子の配列方向を x 軸に、各変換素子の長手方向を y 軸に、プローブの表面方向を z 軸に設定する。任意の変換素子を選択して所定の周波数を有する送信パルス信号を印加して駆動するとき、d x の幅を有する微小検査体積 3 0 0 に流入する熱と放出される熱の流れは、図 3 b に示すように表示できる。微小検査体積 3 0 0 で熱平衡を適用すれば、式 1 が得られる。

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

$$0 = -k_x A \left( \frac{\partial T_i}{\partial x} \Big|_x - \frac{\partial T_i}{\partial x} \Big|_{x+dx} \right) dx - q_z (l dx) + q_e \delta(x - x_e) dx \quad \dots \dots \dots \text{式 1}$$

10

【 0 0 1 2 】

ここで、 $k_x$  は x 軸方向への有効熱伝達係数、 $A$  は有効熱伝達断面積、 $T_i$  はプローブの内部温度、 $q_z$  はプローブの表面に向かって単位時間に単位面積で放出される熱量、 $l$  は微小体積の y 軸方向への長さ、 $q_e$  は駆動中の変換素子で発熱される熱量、 $x_e$  は配列型変換素子の中心を基準に駆動中の変換素子の位置、 $\delta(x - x_e)$  はディラックデルタ関数 (D i r a c d e l t a f

20

u n c t i o n) をそれぞれ示す。 $-k_x A \frac{\partial T_i}{\partial x} \Big|_x$  は周辺部から微小検査体積 3

0 0 に流入する熱、 $-k_x A \frac{\partial T_i}{\partial x} \Big|_{x+dx}$  は微小検査体積 3 0 0 から周辺部に放出される熱、 $q_e \delta(x - x_e) dx$  は d x の幅に対して変換素子で発生する熱及び  $q_z (l dx)$  は微小検査体積からプローブ表面に放出される熱をそれぞれ示す。

30

【 0 0 1 3 】

一方、プローブの表面に伝導される熱量  $q_z$  は対流を通じて空気中に放出される熱量と等しくなければならないので、これを式で表わせば式 2 の通りである。

40

【 0 0 1 4 】

【 数 2 】

$$q_z = -k_z \left( \frac{T_s - T_i}{d} \right) = h (T_s - T_\infty) \quad \dots \dots \dots \text{式 2}$$

【 0 0 1 5 】

ここで、 $k_z$ は整合層 2 2 0 及び音響レンズ 2 3 0 の  $z$  軸方向への有効熱伝達係数、 $T_s$ はプローブ表面の温度、 $d$ は整合層及び音響レンズの総厚さ、 $h$ は空気の対流係数、 $T_\infty$ は空気温度をそれぞれ示す。

【 0 0 1 6 】

式 1 と式 2 を合成して整理すれば、次の式 3 のような熱伝達方程式が得られる。

【 0 0 1 7 】

【 数 3 】

$$\frac{\partial^2 \Delta T_e}{\partial x^2} = \alpha^2 \Delta T_e - \beta \delta(x - x_e) \quad \dots \dots \dots \text{式 3}$$

【 0 0 1 8 】

ここで、 $\Delta T_e = T_s - T_\infty$ はプローブ表面で上昇した温度、 $\alpha = \sqrt{\left(\frac{lh}{k_x A}\right) / \left(1 + \frac{dh}{k_z}\right)}$ 、 $\beta = \left(\frac{q_c}{k_x A}\right) / \left(1 + \frac{dh}{k_z}\right)$ をそれぞれ示す。 $\alpha$ 及び $\beta$ は、プローブの構成要素及び空気の物性、そして駆動条件などによって定められるモデリングパラメータである。特に、 $\alpha$ は  $x$  軸方向への温度分布の幅、 $\beta$ は各変換素子の発熱程度と関連がある。

【 0 0 1 9 】

式 3 の熱伝達方程式と共に考慮されるべき境界条件として、プローブの外部ケースは、合成樹脂などを用いて形成されるため、熱伝導度が相対的に非常に低いので、プローブの両端では断熱となると仮定する。変換素子の配列方向、即ち、 $x$  軸方向にプローブの全長を  $L$  とすると、プローブの両端  $x = \pm L/2$  での断熱条件は次の式 4 の通り表現される。

【 0 0 2 0 】

【 数 4 】

$$\frac{\partial \Delta T_e}{\partial x} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{式 4}$$

【 0 0 2 1 】

熱伝達方程式（式 3）と断熱境界条件（式 4）を満たす解をラプラス変換を用いて求めれば次の通りである。

【 0 0 2 2 】

【数 5】

$$\Delta T_e = \frac{\beta}{2\alpha} \left\{ \left[ \frac{e^{\alpha x_c} + e^{-\alpha(x_c+L)}}{e^{\alpha L} - e^{-\alpha L}} \right] e^{\alpha x} + \left[ \frac{e^{-\alpha x_c} + e^{\alpha(x_c-L)}}{e^{\alpha L} - e^{-\alpha L}} \right] e^{-\alpha x} + e^{-\alpha|x-x_c|} \right\} \quad \dots \text{式 5}$$

【0023】

プローブの構成要素と空気の物性及び変換素子の駆動条件などによって  
 決定されるモデリングパラメータ $\alpha$ 及び $\beta$ は実験的に測定して決定される。  
 図4に示すように、多数の温度測定センサ410をプローブ表面に装着す  
 る。本発明の実施例では、温度測定センサで熱電対410を用いることが  
 できる。その後、多数の変換素子のうち一つの変換素子（例えば、中央に  
 位置した変換素子）を選択し、所定の周波数及び振幅を有する送信パルス  
 信号を選択した変換素子にのみ伝達させて駆動させる。多数の変換素子の  
 うち一つの変換素子を選択してシステムから伝達される送信パルス信号を  
 印加するためにマルチプレクサ420を用いることができる。一つの変換  
 素子の駆動時に各温度測定センサの位置で温度を測定し、温度分布データ  
 を獲得する。図5aは、各変換素子の駆動頻度数を示しており、図5bは、  
 一つの変換素子の駆動時に獲得した温度分布データ（小さな○で表示）の  
 例を示している。図5bに示すように、駆動された変換素子を中心として  
 左右に所定間隔で設置した温度測定センサによって測定したプローブ表面  
 の温度上昇分布を示す。所定間隔で得た温度上昇分布データを式5で最小  
 二乗近似（least-square fit）をすれば、モデリングパ  
 ラメータ $\alpha$ 及び $\beta$ が決定される。

【0024】

一方、プローブの変換素子駆動によって熱的に線状であるシステムと仮定するとき、一  
 つの変換素子の駆動によるプローブ表面の温度上昇を求めれば、図6a及び図6bに示す  
 ように、多数の変換素子の駆動時に発生する熱によるプローブ表面の温度上昇を重ねの原  
 理を用いて予測することができる。即ち、各変換素子の駆動頻度による温度上昇を予測す  
 ることができ、式6で表現される。

【0025】

【数 6】

$$\Delta T = \sum_c W_c \times \Delta T_c \quad \dots \dots \dots \text{式 6}$$

【0026】

ここで、 $\Delta T$ はプローブ表面の温度上昇分を示し、 $W_c$ は各変換素子の駆動回数を示す。ドップラー映像などを獲得するための非走査モードの場合に  $W_c$ は一つの走査線に沿って超音波信号を送信するために駆動される変換素子の駆動回数を示し、B-mode (Brightness-mode) 映像などを獲得するための走査モードの場合に、 $W_c$ は一つのフレームをスキニングする間に各変換素子が駆動する回数を示す。 $\Delta T_c$ は式5から得られた各変換素子の駆動による温度上昇を示す。

10

20

【0027】

図7a及び図7bは、本発明の実施例によって非走査モードでプローブ表面の温度上昇を予測したグラフと非走査モード時に駆動される変換素子と駆動頻度数を示すグラフをそれぞれ示す。図8a及び8bは、本発明の実施例によって走査モードでプローブ表面の温度上昇を予測したグラフと走査モードで駆動される変換素子の駆動頻度数を示すグラフをそれぞれ示す。

【0028】

本発明が望ましい実施例を通じて説明されて例示されたが、当業者であれば、添付した請求の範囲の思想及び範疇を逸脱することなく、様々な変形及び変更がなされ得ることが分かるだろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】プローブの構成を概略的に示す図面である。

【図2】プローブの変換素子で発生した熱の伝達方向を概略的に示す図面である。

【図3a】図3aはプローブにx、y、z軸を設定した例を示す例示図である。

【図3b】図3bは駆動される変換素子での熱が伝導される例を示す例示図である。

【図4】プローブ表面の温度を測定する例を示す例示図である。

【図5a】図5aは各変換素子の駆動頻度数を示す図面である。

【図5b】図5bは一つの変換素子の駆動時に獲得した温度分布データ（小さな○で表示）の例を示す例示図である。

40

【図6a】図6aは3つの変換素子の駆動時にプローブ表面の温度上昇を示す例示図である。

【図6b】図6bは図6aの温度上昇からプローブ表面温度の温度上昇を予測した例示図である。

【図7a】図7aは本発明の実施例によって非走査モードでプローブ表面の温度上昇を予測したグラフである。

【図7b】図7bは非走査モード時に駆動される変換素子と駆動頻度数を示すグラフである。

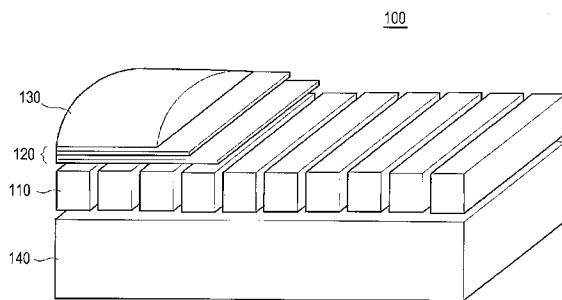
【図8a】図8aは本発明の実施例によって走査モードでプローブ表面の温度上昇を予測したグラフである。

50

【図 8 b】図 8 b は走査モードで駆動される変換素子の駆動頻度数を示すグラフである。

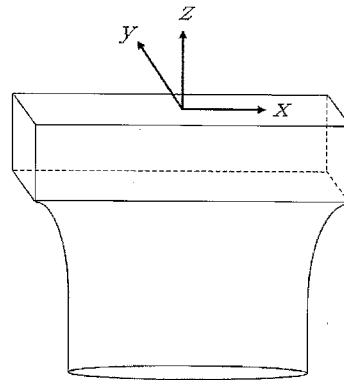
【図 1】

図 1



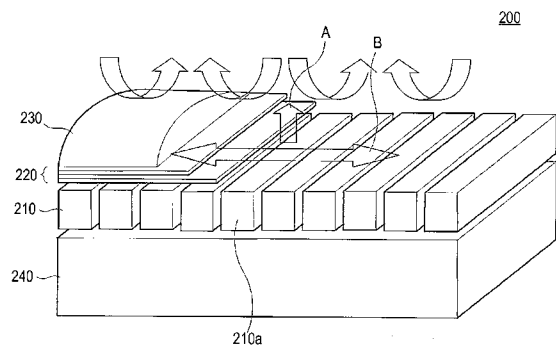
【図 3 a】

図 3 a



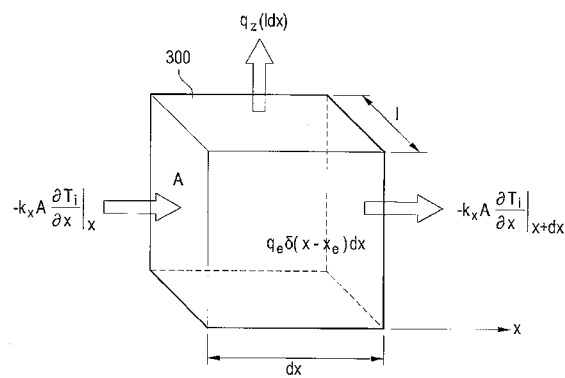
【図 2】

図 2



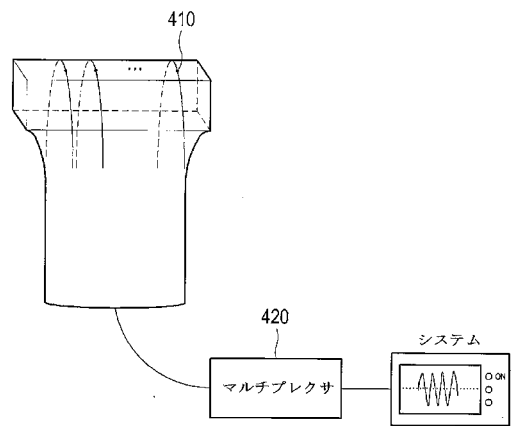
【図 3 b】

図 3 b



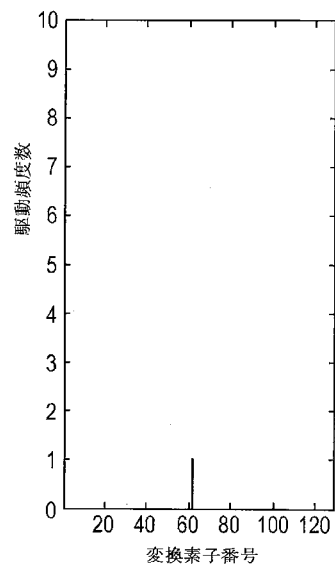
【図 4】

図 4



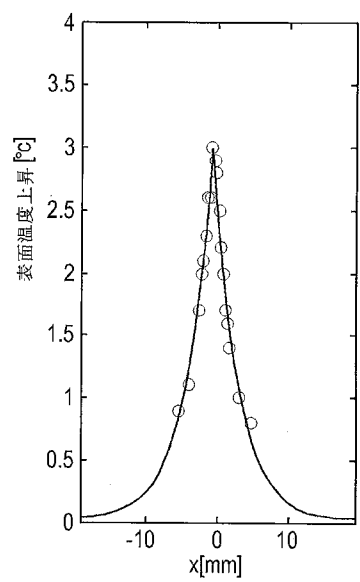
【図 5 a】

図 5 a



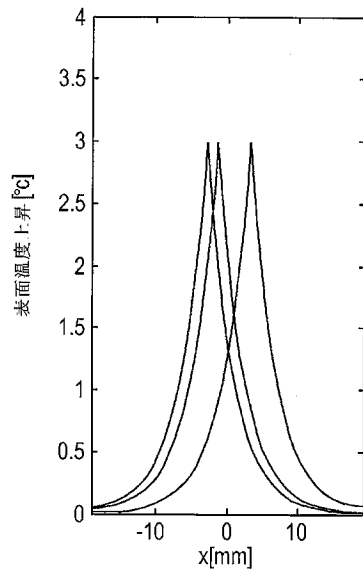
【図 5 b】

図 5 b



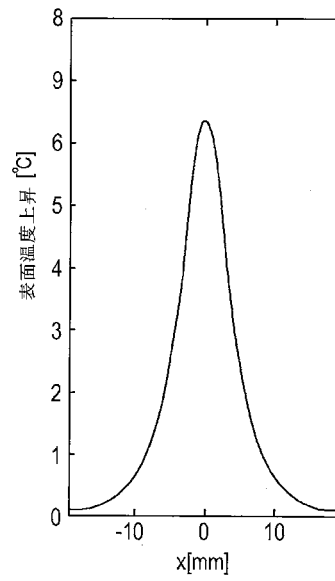
【図 6 a】

図 6 a



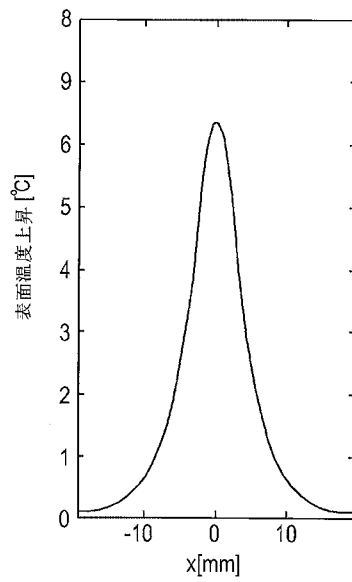
【図 6 b】

図 6 b



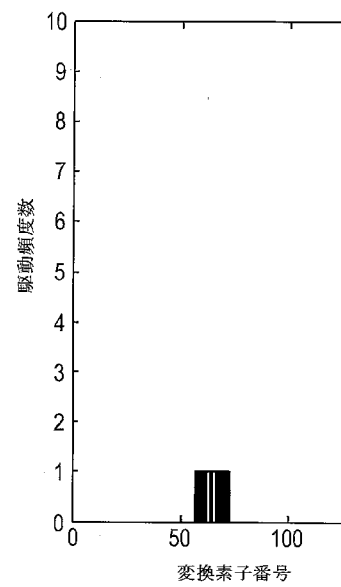
【図 7 a】

図 7 a



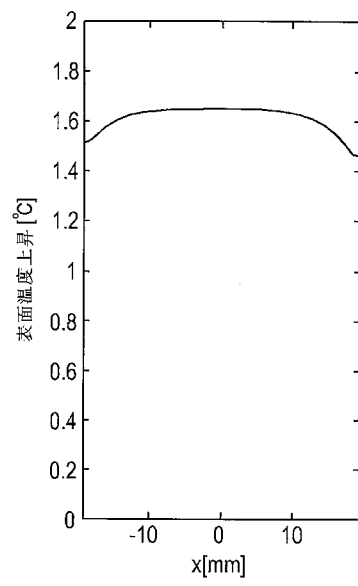
【図 7 b】

図 7 b



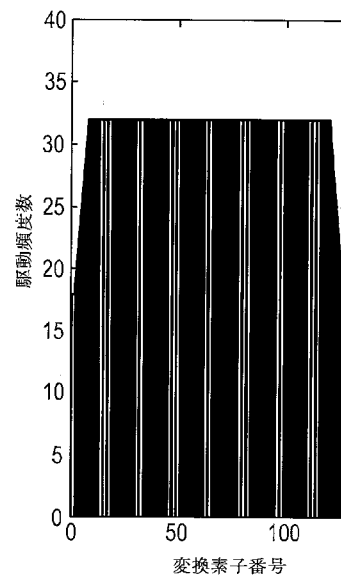
【図 8 a】

図 8 a



【図 8 b】

図 8 b



---

フロントページの続き

(72)発明者 嚴 元 石

大韓民国 ソウル特別市江南区大峙洞 1 0 0 3 ディスカサアンドメディソンビル、3階 株式会社  
社メディソン R & D センター

(72)発明者 金 正 煥

大韓民国 ソウル特別市江南区大峙洞 1 0 0 3 ディスカサアンドメディソンビル、3階 株式会  
社メディソン R & D センター

(72)発明者 金 銀 鐵

大韓民国 ソウル特別市江南区大峙洞 1 0 0 3 ディスカサアンドメディソンビル、3階 株式会  
社メディソン R & D センター

Fターム(参考) 4C601 EE19 GB04 HH04 HH13 JB45 JB47 LL40

|                |                                                                              |         |            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 预测超声诊断探头表面温度的方法                                                              |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2008168129A</a>                                                | 公开(公告)日 | 2008-07-24 |
| 申请号            | JP2008001610                                                                 | 申请日     | 2008-01-08 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三星麦迪森株式会社                                                                    |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 株式会社 メディソン                                                                   |         |            |
| [标]发明人         | 嚴元石<br>金正煥<br>金銀鐵                                                            |         |            |
| 发明人            | 嚴元石<br>金正煥<br>金銀鐵                                                            |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00                                                                     |         |            |
| CPC分类号         | G01K1/143 G01K7/42 G01K13/00                                                 |         |            |
| FI分类号          | A61B8/00                                                                     |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/EE19 4C601/GB04 4C601/HH04 4C601/HH13 4C601/JB45 4C601/JB47 4C601/LL40 |         |            |
| 代理人(译)         | 平田忠雄                                                                         |         |            |
| 优先权            | 1020070001924 2007-01-08 KR                                                  |         |            |
| 其他公开文献         | JP5063375B2                                                                  |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                    |         |            |

# 摘要(译)

解决的问题：通过使用探针的热传导特性来驱动特定转换元件来计算用于超声诊断的探针表面的温升，从而在探针产生超声波信号时快速而准确地确定探针表面的温度。一种预测可以预测的超声诊断探头表面温度的方法。解决方案：一种超声诊断探针的表面温度预测方法，其包括由多个转换元件组成的阵列型换能器，包括以下步骤：a) 确定探针的导热特性；选择转换元件之一，c) 将发射脉冲信号一次施加到所选择的转换元件，以及d) 在探针表面上围绕所选择的转换元件的多个位置。测量温度升高，e) 基于传热特性和测得的温度升高确定探头表面的温度升高函数，以及f) 基于温度升高函数的探头温度。预测表面温度（温度上升）。[选择图]图2

