

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年10月26日(26.10.2017)

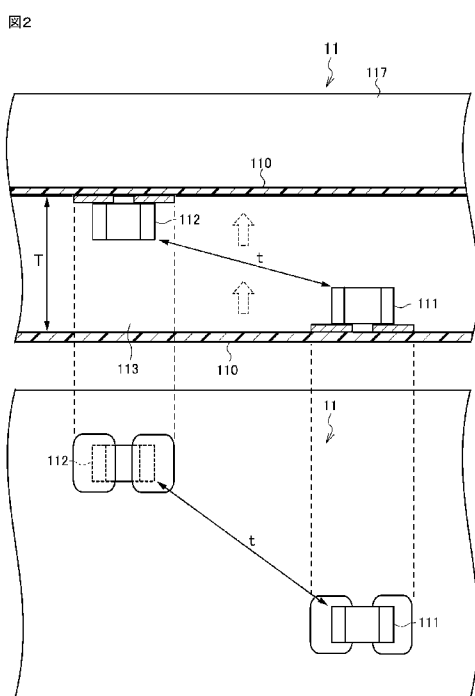


(10) 国際公開番号
WO 2017/183709 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015986
- (22) 国際出願日: 2017年4月21日(21.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-085846 2016年4月22日(22.04.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 土基 博史 (TSUCHIMOTO Hirofumi);
〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 上田 和弘 (UEDA Kazuhiro); 〒1020074 東京都千代田区九段南3丁目7番13号 九段小家ビル7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: DEEP BODY THERMOMETER

(54) 発明の名称: 深部体温計



(57) Abstract: A deep body thermometer (1) is provided with: a thermal resistor (113) having a prescribed thermal resistance value; a first temperature sensor (111) and a second temperature sensor (112) which are disposed in such a way as to sandwich the thermal resistor (113) in the thickness direction thereof; and a temperature information processing unit (50) (deep body temperature acquiring unit (511)) which acquires a deep body temperature on the basis of the thermal resistance value of the thermal resistor (113), the detected temperature from the first temperature sensor (111) and the detected temperature from the second temperature sensor (112). The first temperature sensor (111) and the second temperature sensor (112) are disposed in such a way as not to overlap one another when viewed in the thickness direction of the thermal resistor (113), and in such a way that the distance between the first temperature sensor (111) and the second temperature sensor (112) is greater than the thickness of the thermal resistor (113).

WO 2017/183709 A1

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：深部体温計（1）は、所定の熱抵抗値を有する熱抵抗体（113）と、熱抵抗体（113）を、その厚さ方向から挟むように配置された第1の温度センサ（111）及び第2の温度センサ（112）と、熱抵抗体（113）の熱抵抗値、第1の温度センサ（111）の検出温度、及び第2の温度センサ（112）の検出温度に基づいて、深部体温を取得する温度情報処理ユニット（50）（深部体温取得部（511））とを備えている。第1の温度センサ（111）と第2の温度センサ（112）とは、熱抵抗体（113）の厚み方向から見た場合に互いに重ならないように配置されており、かつ、双方の間の距離が熱抵抗体（113）の厚みよりも大きくなるように配置されている。

明 細 書

発明の名称：深部体温計

技術分野

[0001] 本発明は、深部体温を測定する深部体温計に関し、特に、非加熱型の深部体温計に関する。

背景技術

[0002] 従来から、被検体の深部体温を測定する深部体温計として、熱流検出構造体を有する非加熱型の深部体温計（熱流式深部体温計）が知られている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1に記載されている熱流検出構造体は、所定の熱抵抗体と、該熱抵抗体を挟む第1の温度センサ及び第2の温度センサとから構成されている。第1の温度センサは、被検者の体表面（皮膚）に接する側の温度を検出するものであり、もう一方の第2の温度センサは熱抵抗体を伝播してきた熱を検出するものである。

[0003] 特許文献1に記載された非加熱型の深部体温計では、第1の温度センサで検出された温度と第2の温度センサで検出された温度との差を熱流検出構造体で検出することにより、被検体の深部からの熱流量を求め、深部体温を算出している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-200152号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、非加熱式の深部体温計（熱流式深部体温計）において、精度よく深部体温を測定するためには、第1の温度センサ側から第2の温度センサ側へ（すなわち熱抵抗体の厚み方向に）、熱抵抗体を介して熱流が安定的に流れる（伝播する）ことが必要とされる。

[0006] しかしながら、双方の温度センサの配置によっては、熱流が流れる経路（

熱抵抗体の厚み)と、双方の温度センサの間の距離とが異なることがあり、また、用いられる温度センサの大きさ(物理サイズ)によって、熱流が流れる経路(熱抵抗体の厚み)及び双方の温度センサ間の距離が変化することがあり得る。さらに、熱抵抗体が変形すること(例えば、曲がったり潰れたりすること)によって熱流が流れる経路(熱抵抗体の厚み)が変わることもある。特に、熱抵抗体の変形し、双方の温度センサが接近したような場合には、直接、双方の温度センサを経由して流れる熱流が支配的になる状況も生じ得る。

[0007] そして、これらのように熱流が流れる経路(熱抵抗体の厚み)が変化すると、深部体温の測定値がばらつく要因となり、深部体温の測定精度が悪化するおそれがある。

[0008] 本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、非加熱型の深部体温計において、温度センサの大きさにかかわらず、また、熱抵抗体の変形した場合であっても、安定して精度よく深部体温を検出することが可能な深部体温計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

[0009] 本発明に係る深部体温計は、所定の熱抵抗値を有する熱抵抗体と、該熱抵抗体を、該熱抵抗体の厚さ方向から挟むように配置された第1の温度検出手段及び第2の温度検出手段と、熱抵抗体の熱抵抗値、第1の温度検出手段の検出温度、及び第2の温度検出手段の検出温度に基づいて、深部体温を取得する深部体温取得手段とを備え、第1の温度検出手段と第2の温度検出手段とが、熱抵抗体の厚み方向から見た場合に互いに重ならないように配置されており、かつ、第1の温度検出手段と第2の温度検出手段との間の距離が、熱抵抗体の厚みよりも大きくなるように配置されていることを特徴とする。

[0010] 本発明に係る深部体温計によれば、第1の温度検出手段と第2の温度検出手段とが、熱抵抗体の厚み方向から見た場合に(平面視した場合に)互いに重ならないように配置されており、かつ、第1の温度検出手段と第2の温度検出手段との間の距離(双方の温度検出手段の距離)が熱抵抗体の厚みより

も大きくなるように配置されている。そのため、双方の温度検出手段の大きさ（物理サイズ）によらず熱流が流れる経路（パス）を一定にすることができる。また、熱抵抗体が変形したとしても（例えば、熱抵抗体が曲げられたり潰されたりしたとしても）、直接、双方の温度検出手段間で熱流が流れることが抑制される。よって、熱抵抗体の厚み方向に安定して熱流を流すことができ、深部体温の測定値がばらつくことを抑制することが可能となる。その結果、温度検出手段（温度センサ）の大きさ（物理サイズ）にかかわらず、また、熱抵抗体の変形した場合であっても、安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

[0011] 本発明に係る深部体温計は、第1の温度検出手段と接続された第1の配線パターンと、第2の温度検出手段と接続された第2の配線パターンとをさらに備え、第1の配線パターンと第2の配線パターンとが、熱抵抗体の厚み方向から見た場合に、少なくとも一部が互いに重なるように配置されていることが好ましい。

[0012] この場合、第1の配線パターンと第2の配線パターンとが、熱抵抗体の厚み方向から見た場合（平面視した場合）に、少なくとも一部が互いに重なるように配置されている。ここで、熱流は熱抵抗のより小さい経路を通して流れようとするため、主として、互いに重なるように配置された第1の配線パターンと第2の配線パターンとの間を通して熱流が安定的に流れる（熱が安定して伝導する）こととなる。また、熱抵抗体の側面方向への熱流の流れを抑制することができるため、外乱（例えば外気温など）による影響を小さくすることができる。その結果、温度センサの大きさ（物理サイズ）にかかわらず、また、熱抵抗体の変形した場合であっても、より安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

[0013] 本発明に係る深部体温計では、第1の配線パターン及び第2の配線パターンそれぞれが、基板に形成されたランドパターン又は電源パターンであることが好ましい。

[0014] このようにすれば、基板に形成されたランドパターン又は電源パターン

を利用して上記第1の配線パターン及び第2の配線パターンを形成することができる。

[0015] 本発明に係る深部体温計では、上記第1の配線パターンと第2の配線パターンとが、面積が異なるように形成されており、熱抵抗体の厚み方向から見た場合に、一方の配線パターンが他方の配線パターンの内側に収まるように配置されていることが好ましい。

[0016] この場合、互いの面積が異なるように、第1の配線パターンと第2の配線パターンとが形成されており、熱抵抗体の厚み方向から見た場合（平面視した場合）に、一方の配線パターンが他方の配線パターンの内側に収まるように配置されている。そのため、例えば製造時等に第1の配線パターンと第2の配線パターンとの位置ずれ（実装位置ばらつきや組み立てばらつき等）が発生した場合であっても、双方の配線パターンの重なる領域（エリア）の面積が変化することを抑制することができる。よって、例えば製造時等において第1の配線パターンと第2の配線パターンとの位置ずれが生じたとしても、より安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

[0017] 本発明に係る深部体温計は、少なくとも上記熱抵抗体、第1の温度検出手段、及び第2の温度検出手段を有して構成されるセンシング部を2組備え、それぞれのセンシング部を構成する熱抵抗体は熱抵抗値が同一であり、深部体温取得手段が、熱抵抗体の熱抵抗値、それぞれのセンシング部を構成する第1の温度検出手段の検出温度の平均値、及び第2の温度検出手段の検出温度の平均値に基づいて、深部体温を取得することが好ましい。

[0018] この場合、同一の熱抵抗値を有する熱抵抗体を用いたセンシング部を2組備えているため、例えば、局所的な温度のばらつき（不均一）が発生したとしても、双方のセンシング部の検出温度を平均化することにより、安定した深部温度を取得することが可能となる。

[0019] 本発明に係る深部体温計は、少なくとも上記熱抵抗体、第1の温度検出手段、及び第2の温度検出手段を有して構成されるセンシング部を2組備え、それぞれのセンシング部を構成する熱抵抗体は熱抵抗値が互いに異なり、深

部体温取得手段が、それぞれのセンシング部を構成する熱抵抗体の熱抵抗値、それぞれのセンシング部を構成する第1の温度検出手段の検出温度、及び第2の温度検出手段の検出温度に基づいて、深部体温を取得することが好ましい。

[0020] この場合、異なる熱抵抗値を有する熱抵抗体を用いたセンシング部を2組備えているため、すなわち、熱抵抗体の熱抵抗値が異なる2組の熱流系が形成されるため、人体の熱抵抗の項をキャンセルすることができ、人体の熱抵抗が未知であっても深部体温を取得することが可能となる。よって、人体の熱抵抗を仮定するとなく深部体温を取得することができるため、各使用者（被験者）の熱抵抗が異なる場合であっても、深部体温をより精度よく取得することができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、非加熱型の深部体温計において、温度センサの大きさ（物理サイズ）にかかわらず、また、熱抵抗体が変形した場合であっても、安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]第1実施形態に係る深部体温計の機能構成を示すブロック図である。
[図2]第1実施形態に係る深部体温計を構成するセンシング部の縦断面図（上段）、及び各温度センサの配置を説明するための図（下段）である。
[図3]第2実施形態に係る深部体温計を構成するセンシング部の縦断面図（上段）、及び、各温度センサ並びに配線パターンの配置を説明するための図（下段）である。
[図4]第3実施形態に係る深部体温計を構成するセンシング部の縦断面図（上段）、及び、各温度センサ並びに配線パターンの配置を説明するための図（下段）である。
[図5]第3実施形態の第1変形例に係る深部体温計を構成する2組のセンシング部における各温度センサ及び配線パターンの配置を説明するための図である。

[図6]第3実施形態の第2変形例に係る深部体温計を構成する2組のセンシング部における各温度センサ及び配線パターンの配置を説明するための図である。

[図7]温度センサ間距離を変えた場合の、各温度センサの検出温度及び双方の検出温度の差を示すグラフである。

[図8]温度センサ間距離を変えた場合の、温度センサの実装位置ばらつきに対する深部体温推定値偏差を示す表である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図中、同一又は相当部分には同一符号を用いることとする。また、各図において、同一要素には同一符号を付して重複する説明を省略する。

[0024] (第1実施形態)

まず、図1、図2を併せて用いて、第1実施形態に係る非加熱型の深部体温計1の構成について説明する。図1は、深部体温計1の機能構成を示すブロック図である。図2は、深部体温計1を構成するセンシング部11の縦断面図(上段)、及び各温度センサ111、112の配置を説明するための図(下段)である。

[0025] 深部体温計1は、センシング部11を構成する第1の温度センサ111及び第2の温度センサ112により検出された温度の差に基づいて、使用者(被検者)の深部からの熱流量を求め、深部体温を取得する非加熱型の深部体温計である。特に、深部体温計1は、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112の大きさ(物理サイズ)にかかわらず、また、熱抵抗体113が変形した場合であっても、安定して精度よく深部体温を検出する機能を有する深部体温計である。

[0026] そのため、深部体温計1は、主として、体表面に貼り付けられて温度を検出するセンシング部11、及びセンシング部11により検出された温度に基づいて深部体温を取得する温度情報処理ユニット50を備えて構成されている。ここで、センシング部11は、主として、フレキシブル基板110、第

1の温度センサ111、第2の温度センサ112、及び熱抵抗体113を有して構成されている。また、温度情報処理ユニット50は、主として、MCU51（深部体温取得部511）、無線通信モジュール52、及びバッテリー53を有して構成されている。以下、各構成要素について詳細に説明する。

[0027] センシング部11は、使用者の体表面に貼り付けられて該使用者の体表面等の温度を検出する。そのため、センシング部11は、所定の熱抵抗値を有する熱抵抗体113と、例えば可撓性を有するフレキシブル基板（フィルム基板）110に実装され、熱抵抗体113を、その厚さ方向から挟むように配置された一对の温度センサ、すなわち、第1の温度センサ111（請求の範囲に記載の第1の温度検出手段に相当）及び第2の温度センサ112（第2の温度検出手段に相当）とを有して構成されている。また、センシング部11は、熱抵抗体113及び第2の温度センサ112を覆うように配置された、シート状の断熱部材117をさらに備えている。

[0028] 熱抵抗体113は、例えば、所定の厚みを有する、矩形の薄いシート状に形成されている。なお、熱抵抗体113の形状は、矩形に限られることなく、例えば、円形などであってもよい。熱抵抗体113は、断熱性を有する素材、例えば、ポリエチレン発泡体やウレタン発泡体などによって形成される。また、熱抵抗体113は、体表面の形状や動きに沿うように、柔軟性を有している。ここで、断熱性及び柔軟性を考慮し、熱抵抗体113の厚みは、例えば、0.1mm～数mm程度であることが好ましい。

[0029] 熱抵抗体113を、その厚さ方向から挟むように配置された第1の温度センサ111と第2の温度センサ112とは、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合に（平面視した場合に）互いに重ならないように配置されており、かつ、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112との間の距離（双方の温度センサ間の距離）は、熱抵抗体113の厚みよりも大きくなるように配置されている。

[0030] より詳細には、上下層に配置された第1の温度センサ111と第2の温度センサ112が、図2に示されるように、「双方のセンサ間距離 $t >$ 熱抵抗

体 1 1 3 の厚み T 」となる位置までずらして配置される。

[0031] ところで、熱流は熱抵抗の小さい経路（パス）に多く流れ込むため、双方のセンサ間距離 t が熱抵抗体 1 1 3 の厚み T よりも小さいと、双方のセンサ間を直線距離で結ぶ経路の熱抵抗が熱抵抗体 1 1 3 の厚み方向の熱抵抗よりも小さくなり、熱流がこの経路（双方のセンサ間）を通ることにより、設計パラメータである熱抵抗体 1 1 3 の厚み T と層間温度差との相関が劣化してしまう。しかしながら、上述したように第 1 の温度センサ 1 1 1 と第 2 の温度センサ 1 1 2 を配置することにより、熱抵抗体 1 1 3 の熱抵抗を定義する際に、第 1、第 2 の温度センサ 1 1 1、1 1 2 の物理サイズに起因する各層の温度、及び、熱抵抗体 1 1 3 の厚み T における第 1、第 2 の温度センサ 1 1 1、1 1 2 の温度差を正確に定義できるようになり、熱抵抗の値（熱抵抗と厚み T の積から求められる）の誤差が小さくなる。

[0032] 第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 としては、例えば、温度によって抵抗値が変化するサーミスタや測温抵抗体などが好適に用いられる。なお、第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 は、応答性を高める観点から、できるだけ熱容量が小さいことが好ましい。よって、第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 としては例えばチップサーミスタが好適に用いられる。第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 それぞれは、プリント配線を介して、温度情報処理ユニット 5 0 (MCU 5 1) と電氣的に接続されており、温度に応じた電気信号（電圧値）が温度情報処理ユニット 5 0 (MCU 5 1) で読み込まれる。

[0033] 温度情報処理ユニット 5 0 は、主として、MCU (Micro Control Unit) 5 1、無線通信モジュール 5 2、及びバッテリー 5 3 等を有して構成されている。

[0034] 上述したように、第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 は、温度情報処理ユニット 5 0 (MCU 5 1) に接続されており、第 1 の温度センサ 1 1 1、第 2 の温度センサ 1 1 2 から出力された検出信号（温度情報）は温度情報処理ユニット 5 0 (MCU 5 1) に入力される。

[0035] 温度情報処理ユニット50は、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112により検出された温度情報に基づいて、深部体温を求める。そのため、温度情報処理ユニット50は、深部体温取得部511を機能的に備えている。温度情報処理ユニット50では、ROM等に記憶されているプログラムがMCU51によって実行されることにより、深部体温取得部511の機能が実現される。

[0036] 深部体温取得部511は、予め記憶されている熱抵抗体113の熱抵抗値、第1の温度センサ111の検出温度、及び第2の温度センサ112の検出温度に基づいて、深部体温を求める。すなわち、深部体温取得部511は、請求の範囲に記載の深部体温取得手段として機能する。

[0037] より詳細には、人体の深部体温を T_{core} 、第1の温度センサ111で検出された温度を T_1 、第2の温度センサ112で検出された温度を T_2 とし、人体深部から体表面までの等価的な熱抵抗を R_{core} 、熱抵抗体113の厚さ方向の等価的な熱抵抗を R_1 とした場合、熱平衡状態に達した状態での深部体温 T_{core} は、次式(1)のように表現することができる。

[数1]

$$T_{core} = T_2 + \{R_1 / (R_{core} + R_1)\} (T_1 - T_2) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0038] よって、人体の熱抵抗 R_{core} が既知の場合、又は人体の熱抵抗 R_{core} として例えば一般的な(標準的な)熱抵抗値を設定することにより、第1の温度センサ111で検出された温度 T_1 、及び第2の温度センサ112で検出された温度 T_2 から深部体温 T_{core} を求めることができる。なお、深部体温取得部511により取得された深部体温 T_{core} は、無線通信モジュール52に出力される。

[0039] 無線通信モジュール52は、取得された深部体温情報を外部の情報端末(例えばスマートフォン等)に送信する。ここで、無線通信モジュール52は、例えば13.56MHzなどの交流電磁界、又はBT(Bluetooth(登録商標))などの無線を経由して、外部の情報端末に深部体温を送信

する。

[0040] また、温度情報処理ユニット50には、その内部に、薄型のバッテリー53が収納されている。バッテリー53は、MCU51や無線通信モジュール52などに電力を供給する。

[0041] ここで、深部体温計1を構成するセンシング部11の製造方法（センシング部11における第1の温度センサ111及び第2の温度センサ112の配置方法）について説明する。センシング部11が製造される際には、まず、可撓性を有するフレキシブル基板110に第1の温度センサ111及び第2の温度センサ112等が実装される。次に、シート状の熱抵抗体113を挟むように、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112等が実装されたフレキシブル基板110が折り曲げられる。その際に、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112とが、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合に（平面視した場合に）互いに重ならないように配置され、かつ、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112との間の距離 t が熱抵抗体113の厚み T よりも大きくなるように配置される。このようにして、センシング部11が製造される。

[0042] ここで、熱抵抗体113の厚み T を固定し、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112との間の距離（温度センサ間距離又は素子間距離） t を変化させたときの、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112それぞれの検出温度 T_1 、 T_2 と、双方の検出温度の温度差（ $T_1 - T_2$ ）をシミュレーションを用いて評価した。シミュレーション結果を図7に示す。図7は、温度センサ間距離 t を変えた場合の各温度センサ111、112の検出温度 T_1 、 T_2 及び双方の検出温度の差（ $T_1 - T_2$ ）を示すグラフである。図7の横軸は温度センサ間距離 t （mm）であり、縦軸は検出温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）及び温度差（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。

[0043] ここで、シミュレーションで用いた条件を列記する。

外気温 T_a ： 20°C

断熱部材117（上部断熱材）：縦 $25 \times$ 横 $25 \times$ 厚み 1.4 （mm）

のウレタン材

第2の温度センサ112：縦1.0×横0.5×高さ0.5 (mm) のチップサーミスタ

熱抵抗体113 (下部断熱材)：縦2.5×横2.5×厚み1.4 (mm) のウレタン材

第1の温度センサ111：縦1.0×横0.5×高さ0.5 (mm) のチップサーミスタ

生体表面温度 $T_{b_surface}$ ：35℃

[0044] 図7に示されるように、温度センサ間距離 t が熱抵抗体113の厚み T (1.4 mm) よりも大きい領域において、各温度センサ111, 112の検出温度 T_1 , T_2 が安定するとともに、双方の検出温度の温度差 ($T_1 - T_2$) を最も大きくとれることが確認された。また、温度センサ間距離 t をそれ以上広げても温度差 ($T_1 - T_2$) はそれ以上大きくならないことが確認された。

[0045] 続いて、温度センサ間距離 t を変化させた場合の、温度センサ111, 112の実装位置ばらつき (0.2 mm) に対する深部体温推定値の偏差 (ばらつき) をシミュレーションにより評価した。シミュレーション結果を図8に示す。図8は、温度センサ間距離 t を変えた場合の、温度センサ111, 112の実装位置ばらつきに対する深部体温推定値偏差を示す表である。

[0046] ところで、深部体温 T_{core} を測定 (推定) する場合、温度センサ111, 112の設計位置 (設計値) に対する実装位置のずれが測定値のばらつきの主要因として挙げられる。これに対し、図8に示されるように、温度センサ111, 112の実装位置が実装ばらつき等により設計値に対して±0.2 mmずれると仮定した場合、温度センサ間距離 $t >$ 熱抵抗体113の厚み T の範囲では、深部体温推定値偏差が0.1℃以内となり安定することが確認された。

[0047] さらに、温度センサ間距離 $t <$ 熱抵抗体113の厚み T であっても、 $1.5t > T$ の範囲では深部体温推定値偏差が0.2℃以内であることが確認さ

れた。すなわち、 $1.5t > T$ の条件を満たす場合には、温度センサ111、112の実装位置が0.2mmずれたとしても、測定値のばらつきを $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以内に抑えられることが確認された。よって、設計上、 $t > 0.67 \times T$ を満足することで、深部体温を安定して測定（推定）できることが確認された。

[0048] 以上、詳細に説明したように、本実施形態によれば、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112とが、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合に（平面視した場合に）互いに重ならないように配置されており、かつ、第1の温度センサ111と第2の温度センサ112との間の距離が熱抵抗体113の厚みよりも大きくなるように配置されている。そのため、双方の温度センサ111、112の大きさ（物理サイズ）によらず熱流が流れる経路を一定にすることができる。また、熱抵抗体113が変形したとしても（例えば、熱抵抗体113が曲げられたり潰されたりしたとしても）、直接、双方の温度センサ111、112間で熱流が流れることが抑制される。よって、熱抵抗体113の厚み方向に安定して熱流を流すことができ、深部体温の測定値がばらつくことを抑制することが可能となる。その結果、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112の大きさ（物理サイズ）にかかわらず、また、熱抵抗体113が変形した場合であっても、安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

[0049] （第2実施形態）

次に、図3を用いて、第2実施形態に係る深部体温計2について説明する。ここでは、上述した第1実施形態と同一・同様な構成については説明を簡略化又は省略し、異なる点を主に説明する。図3は、深部体温計2を構成するセンシング部12の縦断面図（上段）、及び、各温度センサ111、112並びに配線パターン124、125の配置を説明するための図（下段）である。なお、図3において第1実施形態と同一又は同等の構成要素については同一の符号が付されている。

[0050] 深部体温計2は、センシング部12が、第1の温度センサ111と接続さ

れた第1の配線パターン124、及び第2の温度センサ112と接続された第2の配線パターン125をさらに備えている点で、上述した第1実施形態に係る深部体温計1と異なっている。なお、その他の構成は、上述した深部体温計1と同一又は同様であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0051] 第1の配線パターン124及び第2の配線パターン125それぞれは、フレキシブル基板110に形成されたランドパターン（又は電源パターン）を好適に利用することができる。第1の配線パターン124と第2の配線パターン125とは、図3に示されるように、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合（平面視した場合）に、（少なくとも一部が）互いに重なるように配置されている。第1の配線パターン124及び第2の配線パターン125は、熱抵抗の小さな導電性材料、例えば銅やアルミニウムの薄膜などにより形成される。なお、図3の例では、第1の配線パターン124、第2の配線パターン125それぞれの形状を矩形としたが、その形状は矩形には限られない。

[0052] 本実施形態によれば、第1の配線パターン124と第2の配線パターン125とが、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合に互いに重なるように配置されている。ここで、熱流は熱抵抗のより小さい経路を通して流れようとするため、主として、互いに重なるように配置された第1の配線パターン124と第2の配線パターン125との間（熱抵抗体113の厚み方向）を通して熱流が安定的に流れる（熱が安定して伝導する）こととなる。また、熱抵抗体113の側面方向への熱流の流れを抑制することができるため、外乱（例えば外気温など）による影響を小さくすることができる。その結果、第1温度センサ111、第2温度センサ112の大きさ（物理サイズ）にかかわらず、また、熱抵抗体113が変形した場合であっても、より安定して精度よく深部体温を検出することが可能となる。

[0053] （第3実施形態）

次に、図4を用いて、第3実施形態に係る深部体温計3について説明する。ここでは、上述した第2実施形態と同一・同様な構成については説明を簡

略化又は省略し、異なる点を主に説明する。図4は、深部体温計3を構成するセンシング部13の縦断面図（上段）、及び、各温度センサ111、112並びに配線パターン134、135の配置を説明するための図（下段）である。なお、図4において第2実施形態と同一又は同等の構成要素については同一の符号が付されている。

[0054] 深部体温計3は、センシング部13を構成する第1の配線パターン134と第2の配線パターン135とが、面積が異なるように形成される（図4の例では、第1の配線パターン134の面積>第2の配線パターン135の面積）とともに、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合（平面視した場合）に、一方の配線パターン（図4の例では第2の配線パターン135）が他方の配線パターン（図4の例では第1の配線パターン134）の内側に収まるように配置されている点で、上述した第2実施形態に係る深部体温計2と異なっている。なお、第1の配線パターン134と第2の配線パターン135の大小関係は逆であってもよい。

[0055] また、図4の例では、第1の配線パターン134、第2の配線パターン135それぞれの形状を円形としたが、その形状は円形には限られない。その他の構成は、上述した深部体温計2と同一又は同様であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0056] 本実施形態によれば、互いの面積が異なるように、第1の配線パターン134と第2の配線パターン135とが形成されており、熱抵抗体113の厚み方向から見た場合（平面視した場合）に、第2の配線パターン135が第1の配線パターン134の内側に収まるように配置されている。そのため、例えば製造時等において、第1の配線パターン134と第2の配線パターン135との位置ずれ（実装位置のばらつきや組み立てばらつき等）が発生した場合であっても、双方の配線パターン134、135の重なる領域（エリア）の面積が変化することを抑制することができる。よって、例えば製造時等において第1の配線パターン134と第2の配線パターン135との位置ずれが生じたとしても、より安定して精度よく深部体温を検出することが可

能となる。

[0057] (第3実施形態の第1変形例)

次に、図5を用いて、第3実施形態の第1変形例に係る深部体温計3Aについて説明する。ここでは、上述した第3実施形態と同一・同様な構成については説明を簡略化又は省略し、異なる点を主に説明する。図5は、深部体温計3Aを構成する2組のセンシング部13、13における各温度センサ111、112及び配線パターン134、135の配置を説明するための図である。なお、図5において第3実施形態と同一又は同等の構成要素については同一の符号が付されている。

[0058] 深部体温計3Aは、熱抵抗体113、第1の温度センサ111、第2の温度センサ112、第1の配線パターン134、及び第2の配線パターン135を有して構成されるセンシング部13（上述した第3実施形態に係る深部体温計3を構成するセンシング部13と同一）を2組備えている点で、上述した第3実施形態に係る深部体温計3と異なっている。なお、それぞれのセンシング部13、13を構成する熱抵抗体113の熱抵抗値は同一に設定されている。

[0059] 深部体温計3Aでは、温度情報処理ユニット50（深部体温取得部511）が、熱抵抗体113の熱抵抗値、それぞれのセンシング部13、13を構成する第1の温度センサ111、111の検出温度の平均値、及び第2の温度センサ112、112の検出温度の平均値に基づいて、深部体温を求める。なお、その他の構成は、上述した深部体温計3と同一又は同様であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0060] 本変形例によれば、同一の熱抵抗値を有する熱抵抗体113を用いたセンシング部13を2組備えているため、例えば、局所的な温度のばらつき（不均一）が発生したとしても、双方のセンシング部13、13（第1の温度センサ111、111及び第2の温度センサ112、112）の検出温度を平均化することにより、安定した深部温度を取得することが可能となる。

[0061] (第3実施形態の第2変形例)

次に、図6を用いて、第3実施形態の第2変形例に係る深部体温計3Bについて説明する。ここでは、上述した第3実施形態の第1変形例と同一・同様な構成については説明を簡略化又は省略し、異なる点を主に説明する。図6は、深部体温計3Bを構成する2組のセンシング部（センシング部13及びセンシング部13B）における各温度センサ111、112及び配線パターン134、135の配置を説明するための図である。なお、図6において第3実施形態の第1変形例と同一又は同等の構成要素については同一の符号が付されている。

[0062] 深部体温計3Bは、2組のセンシング部13に代えて、センシング部13及びセンシング部13Bを備えている点で、上述した第3実施形態の第1変形例に係る深部体温計3Aと異なっている。ここで、センシング部13Bを構成する熱抵抗体13B3の熱抵抗値は、センシング部13を構成する熱抵抗体113の熱抵抗値と異なるように設定されている。なお、熱抵抗体13B3の熱抵抗値は、例えば、熱抵抗体の厚み等を変更することにより調節することができる。

[0063] 深部体温計3Bでは、温度情報処理ユニット50（深部体温取得部511）が、センシング部13Aを構成する熱抵抗体113の熱抵抗値、第1の温度センサ111の検出温度、並びに第2の温度センサ112の検出温度、及び、センシング部13Bを構成する熱抵抗体13B3の熱抵抗値、第1の温度センサ111の検出温度、並びに第2の温度センサ112の検出温度に基づいて、深部体温を求める。なお、その他の構成は、上述した深部体温計3Aと同一又は同様であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0064] 本変形例によれば、異なる熱抵抗値を有する熱抵抗体113、13B3を用いた2組のセンシング部13、13Bを備えているため、すなわち、熱抵抗値が異なる2系統の熱流系が形成されるため、人体の熱抵抗 R_{core} の項をキャンセルすることができ、人体の熱抵抗 R_{core} が未知であっても深部体温を求めることが可能となる。よって、人体の熱抵抗 R_{core} を仮定するとなく深部体温を取得することができるため、各使用者（被験者）の

熱抵抗 R_{core} が異なる場合であっても、深部体温をより精度よく取得することができる。なお、人体の熱抵抗 R_{core} のキャンセル方法は公知の方法を用いることができる。

[0065] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、上述した第1の温度センサ111、第2の温度センサ112の配置、及び、熱抵抗体113、13B3、第1の配線パターン124、134、第2の配線パターン125、135の形状や、大きさ、配置等は、上記実施形態に限られることなく、例えば精度等の要件にしたがって任意に設定することができる。

[0066] また、温度情報処理ユニット50の構成は、上記実施形態に限られることなく、例えば、表示部を有し、取得された深部体温を表示する構成としてもよい。

[0067] さらに、上述した第3実施形態の第1変形例、第2変形例の構成を、第3実施形態に係る深部体温計3に代えて、第1実施形態に係る深部体温計1又は第2実施形態に係る深部体温計2に対して適用することもできる。

符号の説明

- [0068] 1, 2, 3, 3A, 3B 深部体温計
11, 12, 13, 13B センシング部
110 フレキシブル基板
111 第1の温度センサ
112 第2の温度センサ
113, 13B3 熱抵抗体
117 断熱部材
124, 134 第1の配線パターン
125, 135 第2の配線パターン
50 温度情報処理ユニット
51 MCU
511 深部体温取得部

5 2 無線通信モジュール

5 3 バッテリ

請求の範囲

- [請求項1] 所定の熱抵抗値を有する熱抵抗体と、
前記熱抵抗体を、該熱抵抗体の厚さ方向から挟むように配置された第1の温度検出手段及び第2の温度検出手段と、
前記熱抵抗体の熱抵抗値、前記第1の温度検出手段の検出温度、及び前記第2の温度検出手段の検出温度に基づいて、深部体温を取得する深部体温取得手段と、を備え、
前記第1の温度検出手段と前記第2の温度検出手段とは、前記熱抵抗体の厚み方向から見た場合に互いに重ならないように配置されており、かつ、前記第1の温度検出手段と前記第2の温度検出手段との間の距離が、前記熱抵抗体の厚みよりも大きくなるように配置されていることを特徴とする深部体温計。
- [請求項2] 前記第1の温度検出手段と接続された第1の配線パターンと、
前記第2の温度検出手段と接続された第2の配線パターンと、をさらに備え、
前記第1の配線パターンと前記第2の配線パターンとは、前記熱抵抗体の厚み方向から見た場合に、少なくとも一部が互いに重なるように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の深部体温計。
- [請求項3] 前記第1の配線パターン及び前記第2の配線パターンそれぞれは、基板に形成されたグランドパターン又は電源パターンであることを特徴とする請求項2に記載の深部体温計。
- [請求項4] 前記第1の配線パターンと前記第2の配線パターンとは、面積が異なるように形成されており、前記熱抵抗体の厚み方向から見た場合に、一方の配線パターンが他方の配線パターンの内側に収まるように配置されていることを特徴とする請求項2又は3に記載の深部体温計。
- [請求項5] 少なくとも前記熱抵抗体、前記第1の温度検出手段、及び前記第2の温度検出手段を有して構成されるセンシング部を2組備え、
それぞれの前記センシング部を構成する熱抵抗体は熱抵抗値が同一

であり、

前記深部体温取得手段は、前記熱抵抗体の熱抵抗値、それぞれの前記センシング部を構成する第1の温度検出手段の検出温度の平均値、及び第2の温度検出手段の検出温度の平均値に基づいて、深部体温を取得することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の深部体温計。

[請求項6]

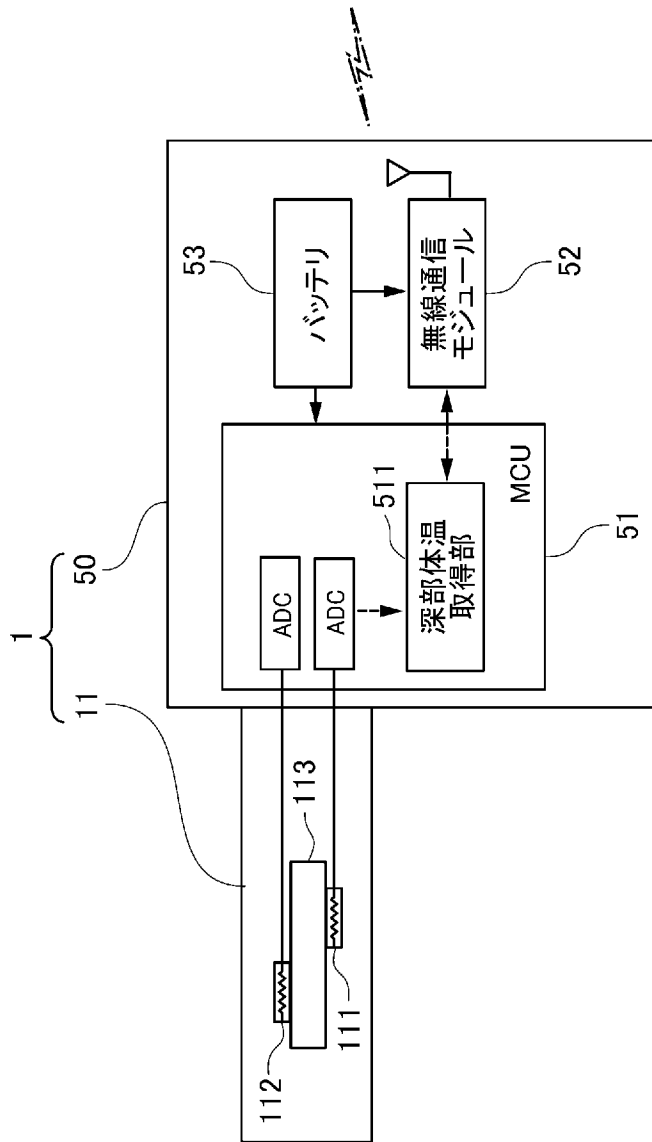
少なくとも前記熱抵抗体、前記第1の温度検出手段、及び前記第2の温度検出手段を有して構成されるセンシング部を2組備え、

それぞれの前記センシング部を構成する熱抵抗体は熱抵抗値が互いに異なり、

前記深部体温取得手段は、それぞれの前記センシング部を構成する熱抵抗体の熱抵抗値、それぞれの前記センシング部を構成する第1の温度検出手段の検出温度、及び第2の温度検出手段の検出温度に基づいて、深部体温を取得することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の深部体温計。

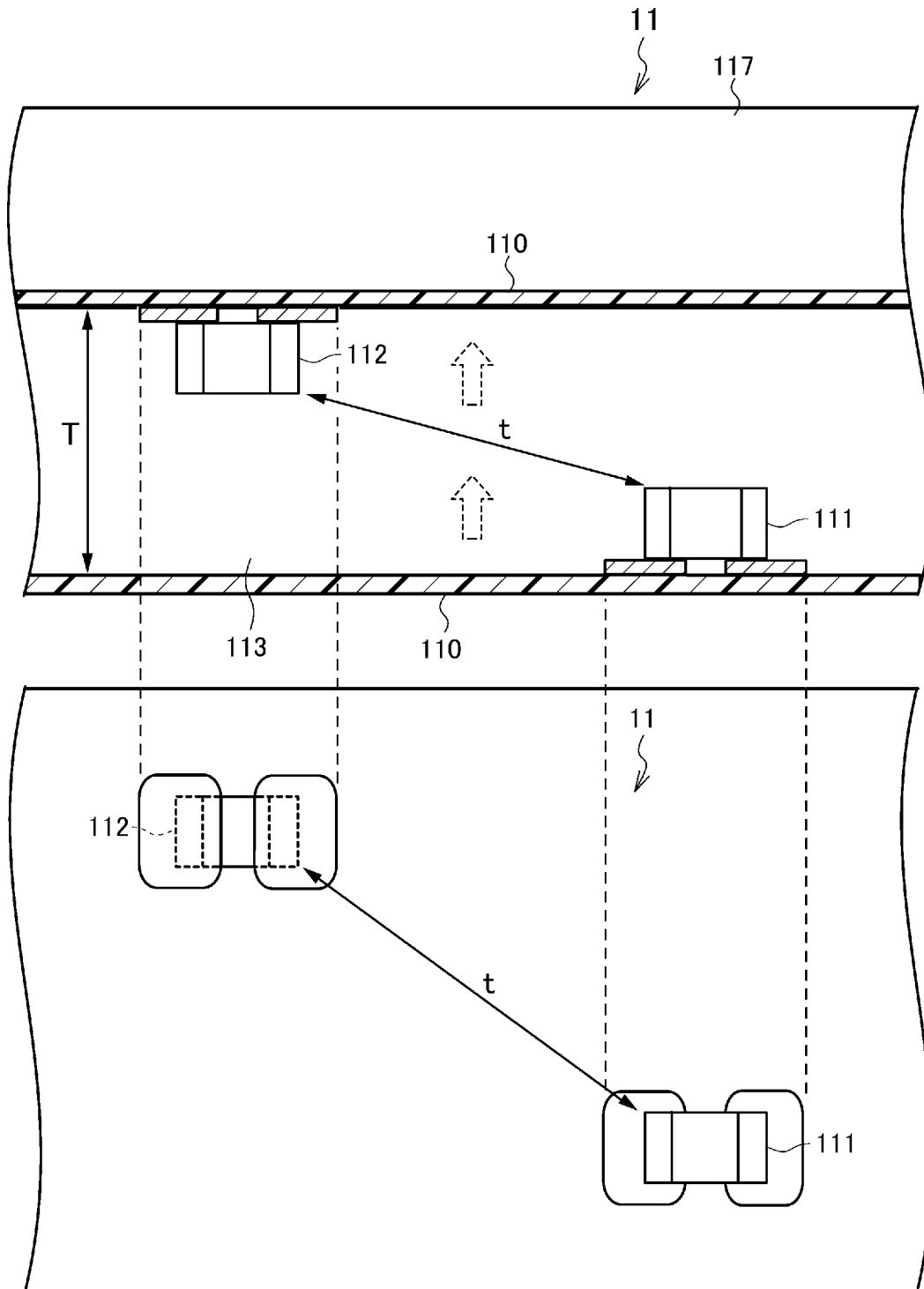
[図1]

図1



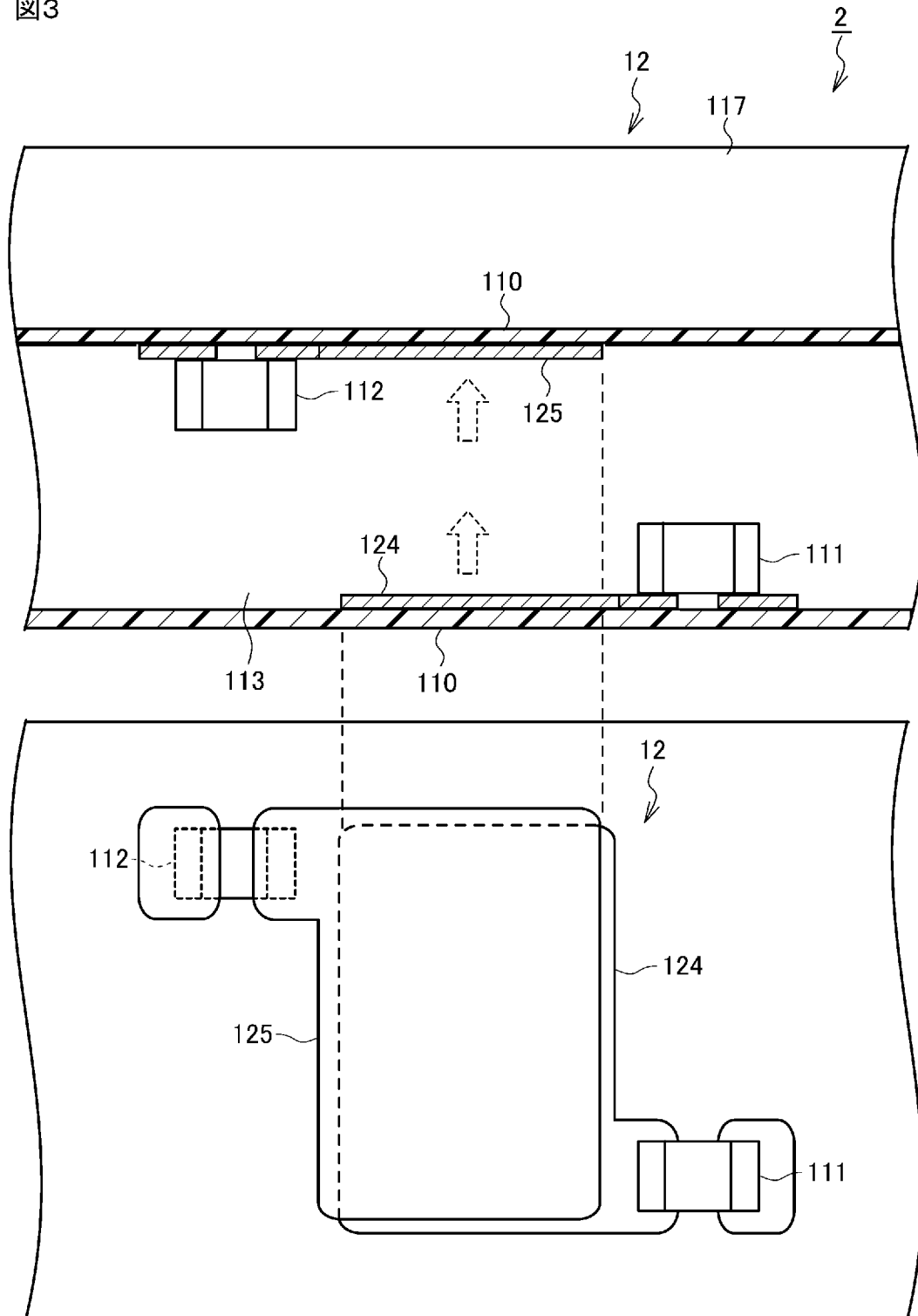
[図2]

図2



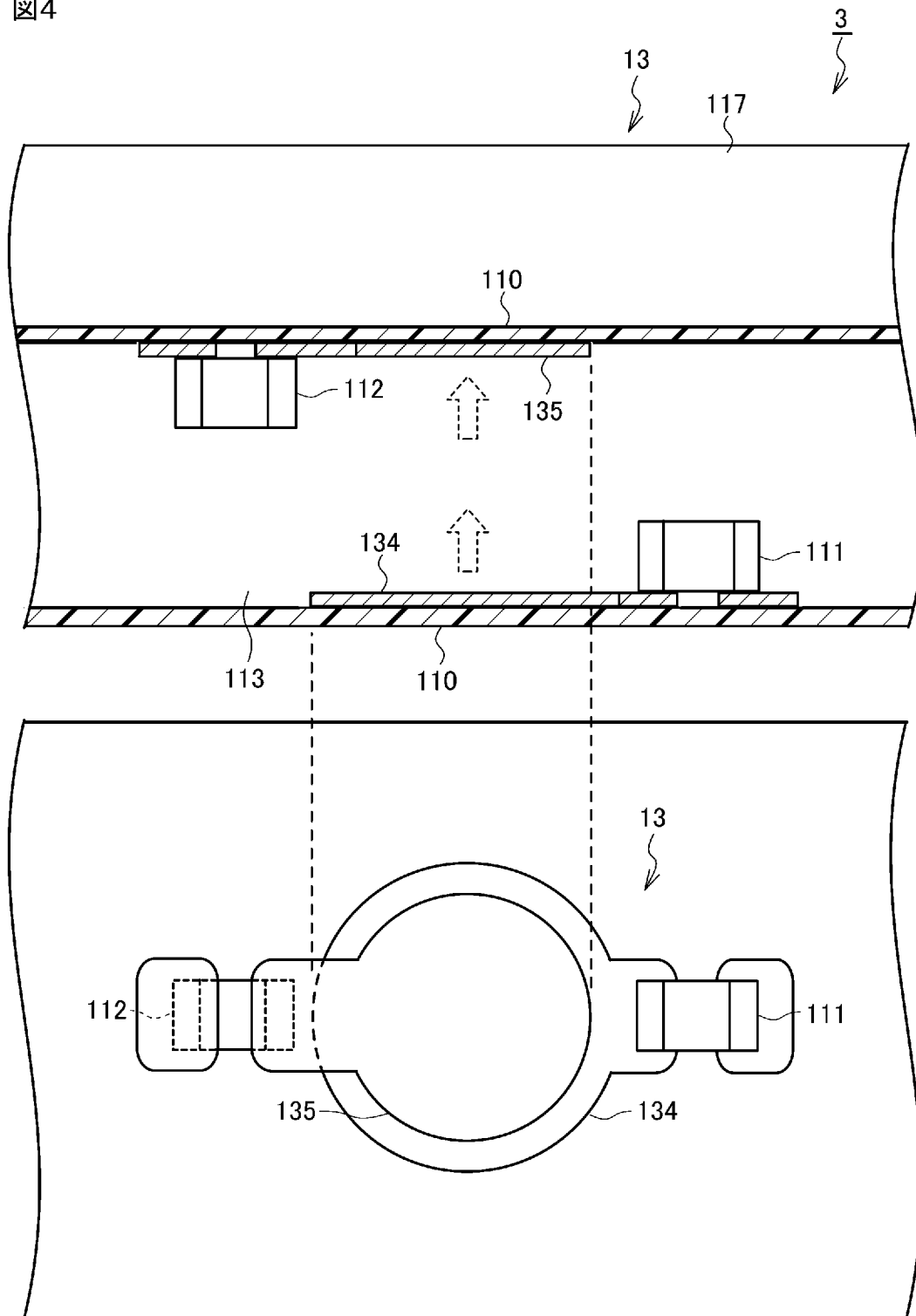
[図3]

図3



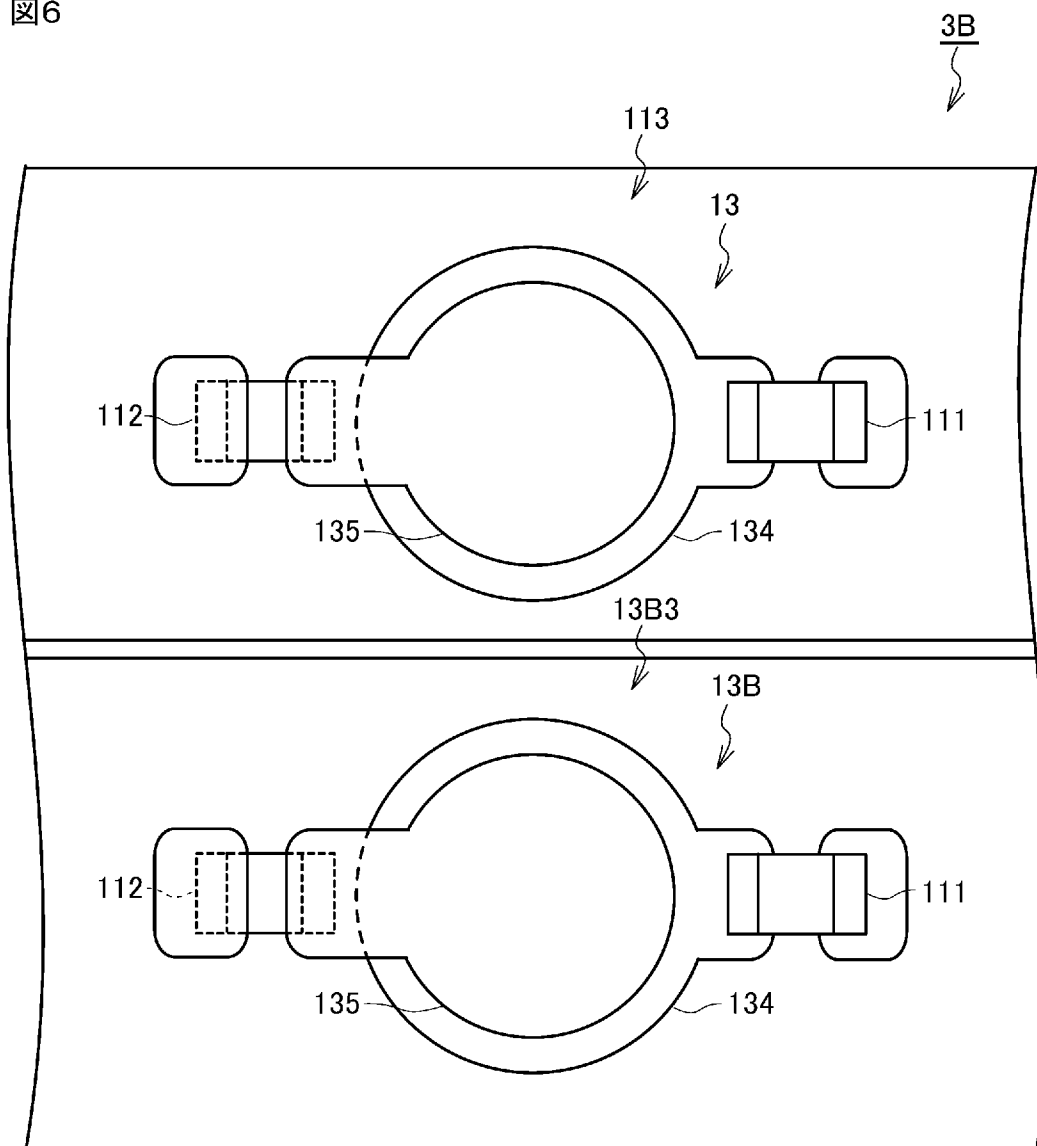
[図4]

図4



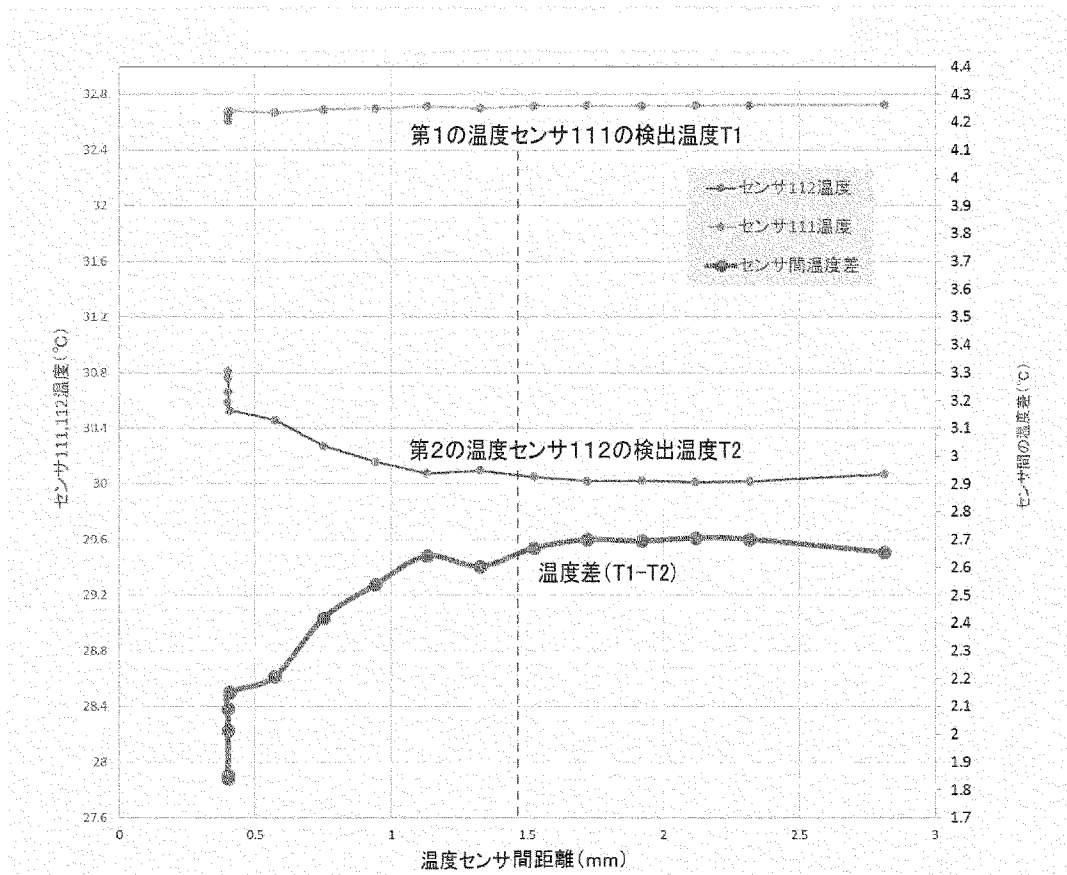
[図6]

図6



[図7]

図7



[図8]

図8

T(層厚み)		1.4														単位	
h(センサ間距離)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.406	0.57	0.75	0.94	1.13	1.327	1.524	1.72	1.919	2.118	2.315	2.812mm
第2センサ温度T1	30.763	30.813	30.66	30.587	30.529	30.461	30.276	30.16	30.16	30.075	30.096	30.049	30.021	30.024	30.014	30.02	30.07°C
第1センサ温度T2	32.613	32.653	32.673	32.678	32.681	32.688	32.693	32.697	32.697	32.716	32.7	32.719	32.721	32.719	32.72	32.722	32.725°C
センサ間温度差(T1 - T2)	1.85	1.8	2.013	2.091	2.152	2.207	2.417	2.537	2.537	2.641	2.604	2.67	2.7	2.695	2.706	2.702	2.655°C
X座標_offset	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3.3mm
実装位置ずれ最大0.2m m に対する(T1 - T2)温度最大偏差	0.050	0.173	0.173	0.078	0.061	0.210	0.210	0.120	0.120	0.104	0.066	0.066	0.030	0.011	0.011	0.004	0.047°C
Tcore推定値偏差	0.111	0.382	0.348	0.151	0.115	0.386	0.351	0.191	0.191	0.158	0.102	0.099	0.045	0.016	0.016	0.006	0.071°C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01K7/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01K1/00-19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-513911 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text; fig. 1e & WO 2008/078271 A1 entire text; fig. 1e & EP 2095081 A1 & CN 101568814 A & KR 10-2009-0103883 A	1, 6 2-5
Y A	JP 2013-200152 A (Terumo Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 (Family: none)	1, 6 2-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 July 2017 (14.07.17)	Date of mailing of the international search report 25 July 2017 (25.07.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015986

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-61232 A (Seiko Epson Corp.), 04 April 2013 (04.04.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2012-237670 A (Wakayama University), 06 December 2012 (06.12.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2007-315917 A (Terumo Corp.), 06 December 2007 (06.12.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2010/0121217 A1 (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 13 May 2010 (13.05.2010), entire text; all drawings & WO 2008/068665 A1 entire text; all drawings & EP 2092283 A1 & CN 101548164 A & KR 10-2009-0097153 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K1/00-19/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2010-513911 A（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）2010.04.30, 全文, 図1 e & WO 2008/078271 A1, 全文, 図1 e & EP 2095081 A1 & CN 101568814 A & KR 10-2009-0103883 A	1, 6 2-5
Y A	JP 2013-200152 A（テルモ株式会社）2013.10.03, 段落 [0016] - [0030], 図1（ファミリーなし）	1, 6 2-5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 14.07.2017	国際調査報告の発送日 25.07.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 平野 真樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3216
	2 F 4631

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-61232 A (セイコーエプソン株式会社) 2013. 04. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2012-237670 A (国立大学法人 和歌山大学) 2012. 12. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2007-315917 A (テルモ株式会社) 2007. 12. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	US 2010/0121217 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V.) 2010. 05. 13, 全文, 全図 & WO 2008/068665 A1, 全文, 全図 & EP 2092283 A1 & CN 101548164 A & KR 10-2009-0097153 A	1 - 6