

(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
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/104077 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 17/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/084624
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 25 日(25.12.2013)
- (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 2012-285917 2012 年 12 月 27 日(27.12.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森脇 敦(MORIWAKI Atsushi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 田尻 慎介(TAJIRI Shin-suke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 蒲谷 和浩(KAMAYA Kazuhiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 坪内 雅則(TSUBOUCHI Masanori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 齊藤 翼(SAITO Tsubasa); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番

5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山田和広(YAMADA Kazuhiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).

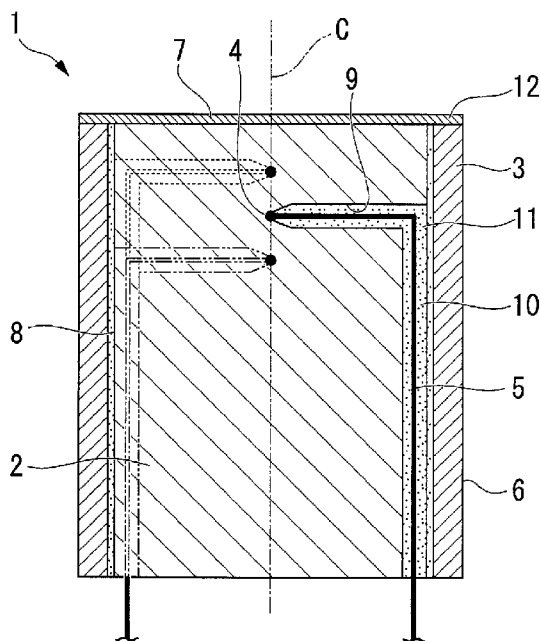
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: HEAT FLUX SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 熱流束センサ及び熱流束センサの製造方法



(57) Abstract: Provided is a heat flux sensor (1) to be attached to a hole part formed in the surface of an object to be measured, the heat flux sensor (1) being provided with a body part (2) having an outer circumferential face (6) that faces the inner circumferential face of the hole part and an exterior end face (7) flush with the surface of the object to be measured, there being a plurality of bored holes (9) formed in the body part (2) and extending from an outer face (8) other than the exterior end face (7) of the body part (2) toward the inside, with each of the tips of the bored holes (9) disposed on the same normal line of the exterior end face (7). The heat flux sensor (1) is further provided with a plurality of heat sensors (4) disposed so as to be in contact with the tips of each of the bored holes (9) and having a wiring (5) leading to the outer face (8) of the body part (2) through the bored holes (9), and a filling material (11) filled in the bored holes (9) to encapsulate the heat sensors (4) inside the bored holes (9).

(57) 要約: 測定対象物の表面に形成された孔部に取り付けられる熱流束センサ (1) であって、孔部の内周面に対向する外周面 (6) と測定対象物の表面と面一な表端面 (7) とを有する本体部 (2) を備え、本体部 (2) に、本体部 (2) の表端面 (7) 以外の外面 (8) から内部に向かって延びて、それぞれ先端が表端面 (7) の同一法線上に配置された複数の穿孔 (9) が形成され、各々の穿孔 (9) の先端に当接するように配置され、配線 (5) が穿孔 (9) を経由して本体部 (2) の外面 (8) に至る複数の熱センサ (4) と、穿孔 (9) に充填され、穿孔 (9) 内に熱センサ (4) を封止する充填材 (11) と、を備える熱流束センサ (1)。

(2) の外面 (8) に至る複数の熱センサ (4) と、穿孔 (9) に充填され、穿孔 (9) 内に熱センサ (4) を封止する充填材 (11) と、を備える熱流束センサ (1)。

WO 2014/104077 A1

WO 2014/104077 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：熱流束センサ及び熱流束センサの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、測定対象部の単位面積を単位時間に横切る熱量である熱流束を測定する熱流束センサ及び熱流束センサの製造方法に関する。

本願は、2012年12月27日に出願された特願2012-285917号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えば超高速で進行する飛翔体の先端は、衝撃波によって空力加熱が発生しており、温度が上昇し高温にさらされることが知られている。このような部位について、設計・開発、燃焼解析、健全性評価等を行う場合には、表面の熱流束を正確に把握することが重要となる。

[0003] 温度状況を計測するための熱流束センサとしては、測定対象となる部位に二つの熱電対を埋め込んだ棒状部材を取り付ける手法が知られている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-274629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、上述した方法で熱流束を測定する場合、二つの熱電対を測定対象部の壁面への固定を正確に行わなければ、熱流束誤差が発生するという課題がある。即ち、壁面の所定位置の同一法線上に二つの熱電対の温接点が配置されず、取り付け位置がずれることによって熱流束の誤差が発生しやすくなる。

しかしながら、上述した熱流束センサのような熱電対を埋め込む方法の場合、二つの熱電対の位置の管理が難しいという課題があった。

[0006] この発明は、温度計側位置のずれによる熱流束誤差の発生を防ぐことができる熱流束センサ及び熱流束センサの製造方法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

[0007] 本発明の第一の態様によれば、熱流束センサは、測定対象物の表面に形成された孔部に取り付けられる熱流束センサであって、前記孔部の内周面に対向する外周面と前記測定対象物の表面と面一な表端面とを有する本体部を備え、前記本体部に、前記本体部の表端面以外の外面から内部に向かって延びて、それぞれ先端が前記表端面の同一法線上に配置された複数の穿孔が形成され、各前記穿孔の先端に当接するように配置され、配線が前記穿孔を経由して前記本体部の外面に至る複数の熱センサと、前記穿孔に充填され、前記穿孔内に前記熱センサを封止する充填材と、を備えることを特徴とする。

[0008] 上記構成によれば、熱センサを予め形成された穿孔に配置し、熱センサを充填材により固定する構成であるため、温度計側位置のずれによる熱流束誤差の発生を防ぐことができる。

また、複数の熱センサを固定された本体部を、測定対象物の孔部に取り付ける構成であるため、熱センサの測定対象物への配置が容易となる。

[0009] 上記熱流束センサにおいて、前記熱センサは、三つ以上設けられている構成としてもよい。

[0010] 上記構成によれば、測定対象物の温度が非定常状態である場合においても、三点以上の温度により熱流束を算出することによって、熱流束誤差を少なくすることができる。

[0011] 上記熱流束センサにおいて、前記本体部は円柱形状をなし、前記熱センサの前記先端は前記本体部の中心軸上に配置されている構成としてもよい。

[0012] 上記構成によれば、穿孔の深さによって熱センサの位置を定めることができるため、熱センサの位置決めが容易となる。

[0013] 上記熱流束センサにおいて、前記孔部との間に充填材が充填されている構成としてもよい。

- [0014] 上記構成によれば、本体部と測定対象物との温度差がより小さくなるため、熱流束誤差を少なくすることができる。
- [0015] 上記熱流束センサにおいて、前記穿孔は、前記本体部の周方向に等間隔に設けられている構成としてもよい。
- [0016] 上記構成によれば、本体部の内部構造における周方向のバランスが向上するため、熱流束誤差をより少なくすることができる。
- [0017] 上記熱流束センサにおいて、前記本体部の外周面を覆うように設けられた円筒状のパイプ部を備え、前記本体部と前記パイプ部との間には、充填材が充填されている構成としてもよい。
- [0018] 上記構成によれば、本体部の外周面に形成される配線用の溝などがパイプ部によって覆われるため、本体部の測定対象物への取り付けが容易となる。
- [0019] 上記熱流束センサにおいて、前記センサ及び前記パイプ部の材質は、前記測定対象物と同一とされている構成としてもよい。
- [0020] 上記構成によれば、測定対象物と、本体部及びパイプ部との熱伝導による誤差影響をより小さくすることができる。
- [0021] 上記熱流束センサにおいて、前記表端面に酸化被膜が形成されている構成としてもよい。
- [0022] 上記構成によれば、本体部の表端面の状態が測定対象物の表面と同様の状態となるため、熱流束の誤差をより少なくすることができる。
- [0023] また、本発明は、測定対象物の表面に孔部を形成する工程と、前記孔部の内周面に対向する外周面と前記測定対象物の表面と面一な表端面とを有する本体部を形成する工程と、前記本体部に、前記本体部の表端面以外の外面から内部に向かって延びて、それぞれ先端が前記表端面の同一法線上に配置される複数の穿孔を形成する工程と、複数の熱センサを各前記穿孔の先端に当接するように配置し、配線を前記穿孔を経由して前記本体部の外面に至るように配線する工程と、前記穿孔内に前記熱センサを封止するように充填材を充填する工程と、を含むことを特徴とする熱流束センサの製造方法を提供する。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、熱センサを予め形成された穿孔に配置し、熱センサを充填材により固定する構成であるため、温度計側位置のずれによる熱流束誤差の発生を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施形態の熱流束センサが取り付けられた飛翔体の先端部を示す概略断面図である。

[図2]本発明の実施形態の熱流束センサを示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態の熱流束センサを示す上面図である。

[図4]図3のA-A矢視図である。

[図5]本発明の実施形態の熱流束センサを用いた熱流束の算出方法を説明する概略図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1に示すように、本発明の実施形態に係る熱流束センサ1は、測定対象物である飛翔体50の外郭である飛翔体シュラウド51の先端付近に取り付けられ、飛翔体シュラウド51への熱流束を計測するセンサである。熱流束センサ1は、飛翔体シュラウド51の壁の温度を計測するために、複数の熱電対を備えている。なお、所望の複数の箇所に取り付けられているが、数量は特に限定されることはない。

[0027] 飛翔体シュラウド51の表面の測定箇所には、断面円形の孔部52が形成されており、熱流束センサ1は、この孔部52に取り付けられている。

熱流束センサ1は円柱形状とされており、孔部52の孔径は、孔部52の内周面と、この内周面と対向する熱流束センサ1の外周面6との間に所定の隙間が生じるような寸法に形成されている。

また、飛翔体シュラウド51の孔部52は、熱流束センサ1の中心軸C（図2参照）が飛翔体シュラウド51の取り付け箇所の表面に対して直交するように形成されている。

[0028] 図2、図3、及び図4に示すように、熱流束センサ1は、円柱形状の本体部2と、本体部2の本体部外周面8（外面）に装着されるように形成された円筒形状のパイプ部3と、配線5を有する複数の熱センサ4と、を有している。熱センサ4は、本体部2の内部に固定されており、配線5は、熱流束センサ1の表端面7とは反対側の端部から延出している。

[0029] 本体部2は、その軸方向長さが、測定対象物である飛翔体シュラウド51の厚さと略同一とされ、軸方向の第一方向の端面である表端面7は、飛翔体シュラウド51の孔部52に取り付けられた際に、飛翔体シュラウド51の表面と面一となる。即ち、熱流束センサ1は、取り付け箇所において熱流束センサ1の表端面7と飛翔体シュラウド51との間に段差がなく、フラットな状態となるように取り付けられている。

[0030] パイプ部3も同様に、その軸方向長さが、測定対象物である飛翔体シュラウド51の厚さと略同一とされており、本体部2の本体部外周面8とパイプ部3の内周面との間に所定の隙間が生じるような寸法に形成されている。また、パイプ部3の外周面は即ち熱流束センサ1の外周面6をなしている。

また、本体部2とパイプ部3は、飛翔体シュラウド51と同一の材質、例えばステンレス鋼によって形成されている。

[0031] 本体部2には、本体部2の本体部外周面8から本体部2の中心軸Cに向かって延び、表端面7からの距離が異なる三つの穿孔9が形成されている。穿孔9は、熱センサ4の配線5を通すのに適した孔径とされている。各々の穿孔9は本体部2の本体部外周面8より本体部2の中心軸Cまで形成されており、軸方向からみて等間隔に形成されている。具体的には、穿孔9は、その先端が本体部2の中心軸Cに配置されるように形成されている。換言すれば、各々の穿孔9の先端は、表端面7の同一法線上に配置されている。また、穿孔9の先端には後述する熱センサ4が先端に当接するように配置される。

また、熱センサ4の表端面7からの距離は、熱流束を計測するために最適な位置、例えば、表端面7近傍とされており、各々の穿孔9の軸方向位置は熱センサ4の位置に対応している。

[0032] また、本体部２の本体部外周面８には、各々の熱センサ４の配線５を埋め込むための複数の溝条１０が形成されている。溝条１０は、穿孔９の外周側端部より、軸方向の第一方向の反対側の第二方向（表端面７とは反対側）に延在している。

[0033] 熱センサ４は、金属保護管（シース）の内部に熱電対素線を封入することによって配線５としたシース熱電対である。熱センサ４は温接点が穿孔９の先端に当接するように取り付けられている。即ち、熱センサ４の先端である温接点は、穿孔９の先端が熱流束センサ１の本体部２の中心軸に配置されていることによって、本体部２の中心軸Ｃ上に配置される。

配線５は、穿孔９及び溝条１０を経由して本体部２の軸方向の第二方向の側から延出するように延ばされ、所定の測定機器に接続される。

[0034] また、穿孔９には充填材としてニッケル蠟１１が充填されている。ニッケル蠟１１は、可能な限り隙間が生じないように穿孔９を埋めている。即ち、穿孔９に敷設された熱センサ４の配線５は、ニッケル蠟１１によって封止されている。

同様に、溝条１０に配置された配線５もニッケル蠟１１によって固定されている。溝条１０に適用されるニッケル蠟１１も可能な限り隙間が生じないように溝条１０を埋めている。溝条１０に盛られたニッケル蠟１１は、本体部２の本体部外周面８と面一となるように加工されている。即ち、本体部２の本体部外周面８とニッケル蠟１１による充填材との間に段差がなく、フラットな状態となるように形成されている。

[0035] パイプ部３は、熱センサ４が配線され、ニッケル蠟１１によって固定された状態の本体部２を覆うように配置されている。本体部２とパイプ部３との間の所定の隙間には、ニッケル蠟１１が充填されている。

また、熱流束センサ１の表端面７及びパイプ部３の軸方向の第一方向の側の面には、酸化被膜１２が形成されている。

[0036] 以上のような構成の熱流束センサ１は、飛翔体シュラウド５１における所望の測定箇所に形成された孔部５２に取り付けられる。その際、熱流束セン

サ 1 と孔部 5 2 との間には、ニッケル蠟 1 1 からなる充填材が充填される。

なお、上述した実施形態においては、各所に充填される充填材としてニッケルからなる蠟材を採用したが、充填材はこれに限ることはなく、空隙（隙間）による誤差を極力小さくし、かつ、充填作業に適した素材であればよい。

[0037] 次に、本実施形態の熱流束センサ 1 を用いた熱流束の算出方法について説明する。

図 5 に示すように、本実施形態の熱流束センサ 1 には、三つの温度設定点が設定されており、これら三つの温度設定点には、熱センサ 4 の温接点が配置されている。温度設定点、即ち熱センサ 4 の表端面 7 からの距離 x をそれぞれ x_1 , x_2 , x_3 とする。

[0038] [1] まず、熱センサ 4 によって、各点の温度 $T(x_1)$, $T(x_2)$, $T(x_3)$ が計測される。

[2] 次いで、計測された温度 T を用いて、表端面 7 からの距離 x と温度 T との関係式を回帰分析により導出する。即ち、下記式 (1) の係数 a , b , c を導出する。本実施形態では温度設定点が三点であるので、関係式は二次方程式となる。

$$T(x) = ax^2 + bx + c \quad \cdots (1)$$

[0039] [3] 次いで、表端面 $x = 0$ における熱伝導率、即ち表面熱伝導率 λ を、式 (1) から算出する。即ち、表面温度 $T(0) = c$ から表面熱伝導率 λ を算出する。

[4] 同様に、表端面 $x = 0$ における温度勾配、即ち、表面温度勾配を式 (1) から算出する。即ち、表端面 $x = 0$ における表面温度勾配 dT/dx は、 $dT/dx = b$ となる。

(5) 熱流束 $q = \lambda \cdot dT/dx$ の関係式、及び上記 [3] 及び [4] より表端面 $x = 0$ における熱流束 q を算出する。

[0040] 以上に示すような工程によって算出される熱流束 q は、熱流束センサ 1 に接続された計測機器に搭載された計算装置（コンピュータ）によって計算す

ることができる。

[0041] 次に、本実施形態の熱流束センサ１の製造方法について説明する。

まず、熱流束センサ１の基本寸法を設定する。円柱形状をなす熱流束センサ１の軸方向の長さを、測定対象部である飛翔体シュラウド５１の面厚と同一となるように設定する。次いで、熱流束センサ１の本体部２の直径、及びパイプ部３の管厚を設定する。

次いで、測定対象部である飛翔体シュラウド５１に、円柱形状をなす熱流束センサ１の直径より僅かに大きい孔部５２を形成する。この際、孔部５２の中心軸が飛翔体シュラウド５１の表面と直交するように孔部５２を形成する。

[0042] 次いで、本体部２に穿孔９及び溝条１０を形成する。穿孔９は、本体部２の本体部外周面８から、本体部２の中心軸Ｃに直交する方向に、例えばドリルを用いて穿削を行うことによって形成する。本実施形態においては、三つの熱センサ４に対応して、三つの穿孔９を形成する。この際、穿孔９の周方向位置が、周方向に等間隔になるように形成する。即ち、三つの穿孔９を形成する場合は、１８０°間隔とする。また、穿孔９は、その先端が本体部２の中心軸Ｃと一致するように形成する。

溝条１０は、穿孔９の外周側端部より、熱流束センサ１の本体部２の軸方向の第二方向の側に向かって、例えばフライス盤を用いて加工を行うことによって形成する。

[0043] 次いで、穿孔９に熱センサ４を挿入する。この際、熱センサ４が穿孔９の先端に当接するまで挿入を行う。そして、熱センサ４が穿孔９の先端に当接した状態で、穿孔９をニッケル蠟１１によって充填・封止する。この際、ニッケル蠟１１は穿孔９の内部に空隙が生じないように充填する。

さらに、穿孔９の外周側端部より露出した配線５を溝条１０の内部に沿わせ、配線５をニッケル蠟１１によって固定する。この際、溝条１０に盛られたニッケル蠟１１が、本体部２の本体部外周面８と面一となるように追加工を行う。即ち、溝条１０に盛られたニッケル蠟１１とパイプ部３とが干渉し

ないように、ニッケル蠟 11 を切削する。

[0044] 次いで、熱センサ 4 が取り付けられた本体部 2 を覆うようにパイプ部 3 を取り付け、本体部 2 とパイプ部 3 との間にニッケル蠟 11 を充填する。この際も、本体部 2 とパイプ部 3 との間に空隙が設けられないように、十分に充填を行う。

[0045] 次いで、熱流束センサ 1 の表端面 7 に酸化被膜 12 を形成する。酸化被膜 12 は、パイプ部 3 が取り付けられた本体部 2 を収納容器する雰囲気温度と同様の条件にさらすことによって形成する。

最後に、熱流束センサ 1 を飛翔体シュラウド 51 の孔部 52 に挿入し、熱流束センサ 1 の外周面 6 と孔部 52 の内周面との間にニッケル蠟 11 を充填する。

[0046] 上記実施形態によれば、熱センサ 4 を予め形成された穿孔 9 に配置し、熱センサ 4 をニッケル蠟 11 からなる充填材により固定する構成であるため、温度計側位置のずれによる熱流束誤差の発生を防ぐことができる。また、穿孔 9 の深さによって熱センサ 4 の位置を定めることができるため、熱センサ 4 の位置決めが容易となる。

また、複数の熱センサ 4 を固定された本体部 2 を、測定対象物の孔部 52 に取り付ける構成であるため、熱センサ 4 の測定対象物への配置が容易となる。

[0047] また、測定対象物の温度が非定常状態である場合においても、三点以上の温度により熱流束を算出することによって、熱流束誤差を少なくすることができる。

また、熱流束センサ 1 の外周面 6 と孔部 52 の内周面との間にニッケル蠟 11 が充填されていることによって、本体部 2 と測定対象物との温度差がより小さくなるため、熱流束誤差を少なくすることができる。

[0048] また、本体部 2 の穿孔 9 が、本体部 2 の周方向に等間隔に設けられていることによって、本体部 2 の内部構造における周方向のバランスが向上するため、熱流束誤差をより少なくすることができる。

また、本体部２の本体部外周面８を覆うようにパイプ部３を設けたことによって、本体部２の本体部外周面８に形成される配線５用の溝条１０などがパイプ部３によって覆われるため、本体部２の測定対象物への取り付けが容易となる。

[0049] また、本体部２及びパイプ部３の材質を測定対象物と同一とすることによって、測定対象物と、本体部２及びパイプ部３との熱伝導による誤差影響をより小さくすることができる。

また、熱流束センサ１の表端面７に酸化被膜１２が形成されていることによって、表端面７の状態が測定対象物の表面と同様の状態となるため、熱流束の誤差をより少なくすることができる。

[0050] なお、本発明の技術範囲は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、上述した実施形態で挙げた構成等は一例であり、適宜変更が可能である。

例えば、上記実施形態においては、穿孔９を本体部２の本体部外周面８から形成する構成としたが、穿孔９は本体部２の表端面７以外から形成すればよく、本体部２の表端面７とは反対側の端面から形成する構成を採用することもできる。

また、穿孔９は、軸方向からみて周方向に等間隔に形成する例を示したが、これに限ることはなく、穿孔９の周方向の間隔を不均一、あるいは、軸方向からみて同じ位置に形成してもよい。

[0051] また、熱センサ４の数は三つに限ることはなく、二つ、あるいは四つ以上としてもよい。四つ以上とする場合、温度計測点の温度の算出式の精度が向上するため、より好ましい。

また、上記実施形態においては、溝条１０を本体に形成したが、パイプ部３の側に溝条を形成してもよい。

また、製造の容易性より、熱流束センサ１は円柱形状としたが、多角形形状などを採用することも可能である。さらに、パイプ部３を用いずに本体部

2のみで熱流束センサ1を構成してもよい。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明は、測定対象物の表面に形成された孔部に取り付けられる熱流束センサに適用可能であって、温度計側位置のずれによる熱流束誤差の発生を防ぐことができる。

符号の説明

- [0053]
- 1 熱流束センサ
 - 2 本体部
 - 3 パイプ部
 - 4 熱センサ
 - 5 配線
 - 6 外周面
 - 7 表端面
 - 8 本体部外周面（外面）
 - 9 穿孔
 - 10 溝条
 - 11 ニッケル蠟
 - 50 飛翔体
 - 51 飛翔体シュラウド
 - 52 孔部

請求の範囲

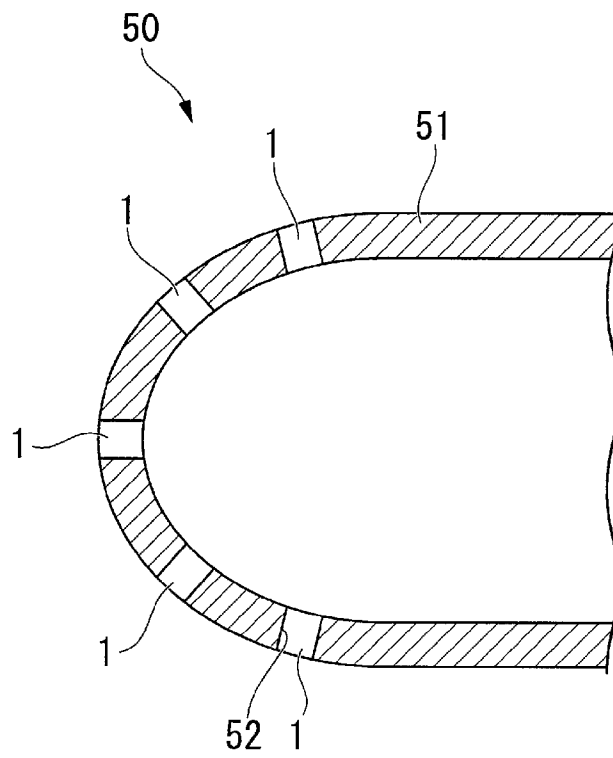
- [請求項1] 測定対象物の表面に形成された孔部に取り付けられる熱流束センサであって、
- 前記孔部の内周面に対向する外周面と前記測定対象物の表面と面一な表端面とを有する本体部を備え、
- 前記本体部に、前記本体部の表端面以外の外面から内部に向かって延びて、それぞれ先端が前記表端面の同一法線上に配置された複数の穿孔が形成され、
- 各前記穿孔の先端に当接するように配置され、配線が前記穿孔を経由して前記本体部の外面に至る複数の熱センサと、
- 前記穿孔に充填され、前記穿孔内に前記熱センサを封止する充填材と、を備えることを特徴とする熱流束センサ。
- [請求項2] 前記熱センサは、三つ以上設けられていることを特徴とする請求項1に記載の熱流束センサ。
- [請求項3] 前記本体部は円柱形状をなし、前記熱センサの前記先端は前記本体部の中心軸上に配置されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の熱流束センサ。
- [請求項4] 前記孔部との間に充填材が充填されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の熱流束センサ。
- [請求項5] 前記穿孔は、前記本体部の周方向に等間隔に設けられていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の熱流束センサ。
- [請求項6] 前記本体部の外周面を覆うように設けられた円筒状のパイプ部を備え、
- 前記本体部と前記パイプ部との間には、充填材が充填されていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の熱流束センサ。
- [請求項7] 前記本体部及び前記パイプ部の材質は、前記測定対象物と同一とさ

れていることを特徴とする請求項 6 に記載の熱流束センサ。

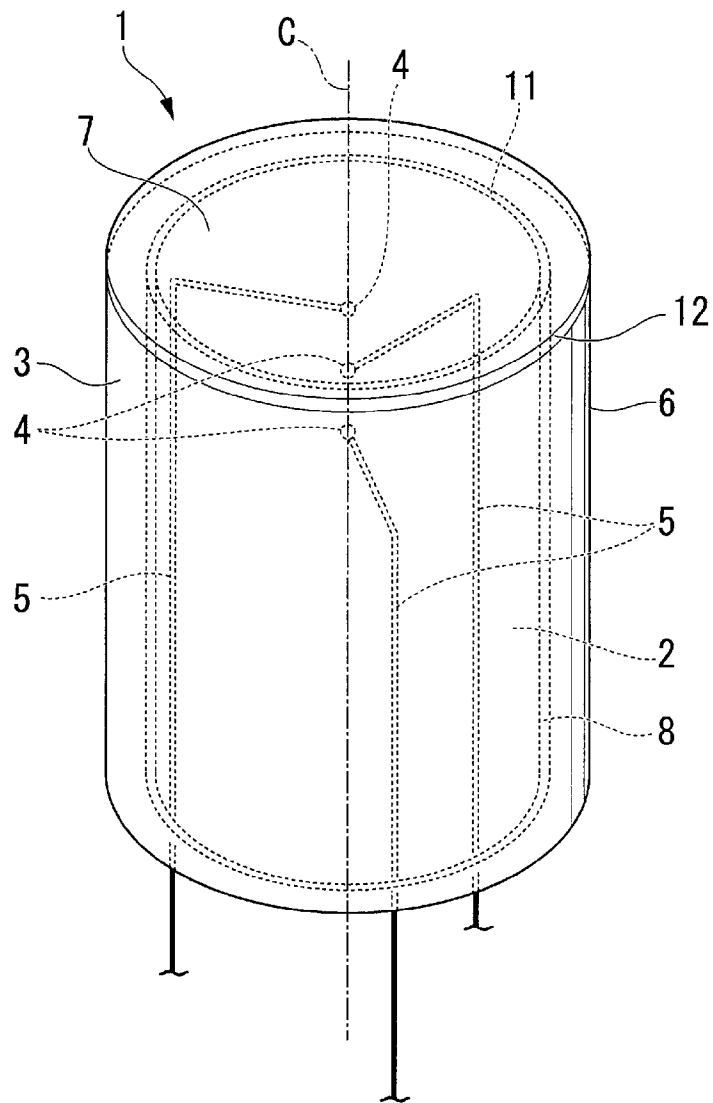
[請求項 8] 前記表端面に酸化被膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の熱流束センサ。

[請求項 9] 測定対象物の表面に孔部を形成する工程と、
前記孔部の内周面に対向する外周面と前記測定対象物の表面と面一な表端面とを有する本体部を形成する工程と、
前記本体部に、前記本体部の表端面以外の外面から内部に向かって延びて、それぞれ先端が前記表端面の同一法線上に配置される複数の穿孔を形成する工程と、
複数の熱センサを各前記穿孔の先端に当接するように配置し、配線を前記穿孔を経由して前記本体部の外面に至るように配線する工程と、
前記穿孔内に前記熱センサを封止するように充填材を充填する工程と、
を含むことを特徴とする熱流束センサの製造方法。

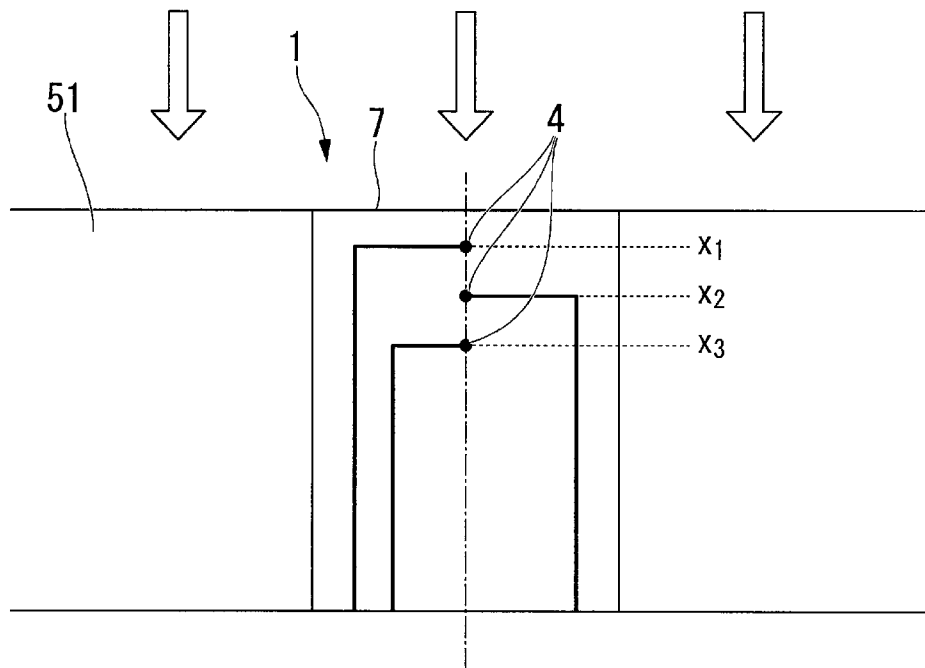
[図1]



[図2]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/084624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K17/16(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, G01N25/18

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 7-146189 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 June 1995 (06.06.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9
Y	JP 2003-130737 A (Sukegawa Electric Co., Ltd.), 08 May 2003 (08.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "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)
 "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

"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
 "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
 "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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 March, 2014 (31.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/084624

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 118109/1972 (Laid-open No. 74274/1974) (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 27 June 1974 (27.06.1974), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9
Y	JP 5-164626 A (Kawasaki Steel Corp.), 29 June 1993 (29.06.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 43189/1989 (Laid-open No. 133640/1990) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 November 1990 (06.11.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 201120/1986 (Laid-open No. 105853/1988) (Toyota Motor Corp.), 08 July 1988 (08.07.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01K17/16(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（I P C））

Int.Cl. G01K1/00-19/00, G01N25/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 7-146189 A（三菱重工業株式会社）1995.06.06, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5, 8, 9
Y	JP 2003-130737 A（助川電気工業株式会社）2003.05.08, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5, 8, 9
Y	日本国実用新案登録出願47-118109号（日本国実用新案登録出願公開49-74274号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（住友金属工業株式会社）1974.06.27, 全文、全図	1-5, 8, 9

☒ 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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 1 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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

2 F

4 6 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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
	(ファミリーなし)	
Y	JP 5-164626 A (川崎製鉄株式会社) 1993. 06. 29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 8, 9
Y	日本国実用新案登録出願 1-43189 号(日本国実用新案登録出願公開 2-133640 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1990. 11. 06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 8, 9
A	日本国実用新案登録出願 61-201120 号(日本国実用新案登録出願公開 63-105853 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) 1988. 07. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9