

(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
2021年2月4日(04.02.2021)



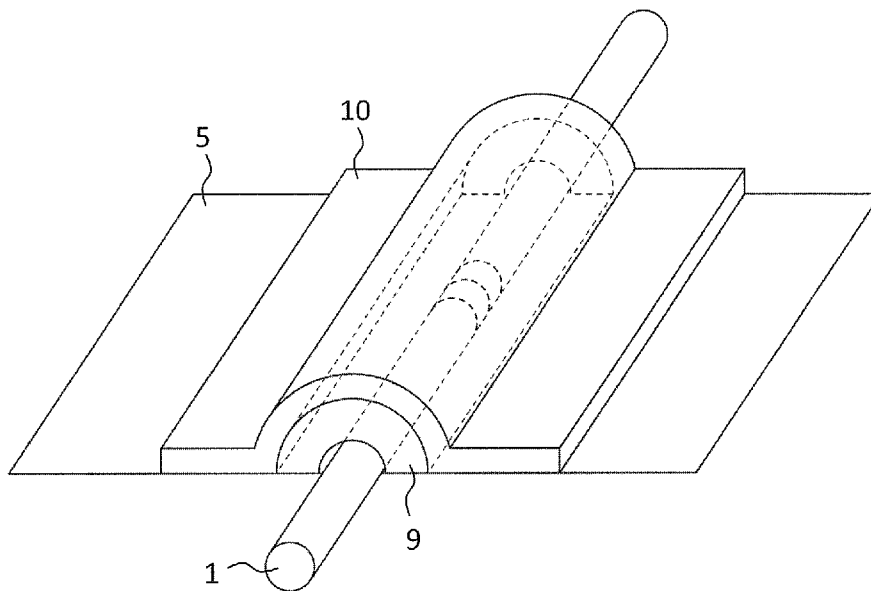
(10) 国際公開番号

WO 2021/019678 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 11/32 (2006.01) *G01K 1/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029799
- (22) 国際出願日: 2019年7月30日(30.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:宮下 雅大 (MIYASHITA, Masahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 関根 一史(SEKINE, Kazushi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 鮫島 壮平(SAMEJIMA, Sohei); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: TEMPERATURE MEASURING SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 温度測定システムおよびその製造方法



(57) Abstract: Provided is a temperature measuring system with which the transmission of distortion generated on a temperature measurement subject to an optical fiber is suppressed and with which the responsiveness of heat transfer from the temperature measurement subject to the optical fiber can be improved. This temperature measuring system is provided with: a temperature measurement subject; an optical fiber provided to the temperature measurement subject; an intermediate member provided to the optical fiber; and a pressing jig that is provided to the temperature measurement subject and presses the optical fiber against the temperature measurement subject with the intermediate member interposed therebetween, wherein extension and contraction of the optical fiber due to a change in the temperature of the optical fiber



WO 2021/019678 A1

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, 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))

is enabled in the longitudinal direction of the optical fiber with respect to the temperature measurement subject and the intermediate member.

(57) 要約 : 温度測定対象に発生した歪みが光ファイバに伝達されることを抑制するとともに、温度測定対象から光ファイバへの熱の伝達の応答性を向上させることができる温度測定システムを得る。この温度測定システムは、温度測定対象と、温度測定対象に設けられた光ファイバと、光ファイバに設けられた中間材と、温度測定対象に設けられ、中間材を介して光ファイバを温度測定対象に押さえる押さえ治具とを備え、温度測定対象および中間材に対して、光ファイバの温度の変化による光ファイバの長手方向についての光ファイバの伸縮が可能となっている。

明 細 書

発明の名称： 温度測定システムおよびその製造方法

技術分野

[0001] この発明は、温度測定対象に設けられた光ファイバを備えた温度測定システムおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、温度測定対象と、光ファイバと、光ファイバが収納される収納チューブと、収納チューブに充填された伝導性粘体とを備え、収納チューブが温度測定対象に固定された温度測定システムが知られている。光ファイバは、伝導性粘体を介して収納チューブに支持されている。これにより、温度測定対象において温度の変化による歪みが発生した場合に、温度測定対象に発生した歪みが光ファイバに伝達されることが抑制される（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-101471号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、光ファイバが伝導性粘体を介して収納チューブに支持されている。これにより、光ファイバと温度測定対象との間の距離が変化する方向について、光ファイバは、収納チューブの内側で移動可能である。したがって、例えば、収納チューブが温度測定対象における下面に固定された場合には、収納チューブが温度測定対象における上面に固定された場合と比較して、光ファイバが重力によって温度測定対象から大きく離れてしまう。この場合に、温度測定対象から光ファイバへの熱の伝達の応答性が悪化するという課題があった。

[0005] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、そ

の目的は、温度測定対象に発生した歪みが光ファイバに伝達されることを抑制するとともに、温度測定対象から光ファイバへの熱の伝達の応答性を向上させることができる温度測定システムおよびその製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る温度測定システムは、温度測定対象と、温度測定対象に設けられた光ファイバと、光ファイバに設けられた中間材と、温度測定対象に設けられ、中間材を介して光ファイバを温度測定対象に押さえる押さえ治具とを備え、温度測定対象および中間材に対して、光ファイバの温度の変化による光ファイバの長手方向についての光ファイバの伸縮が可能となっている。

[0007] この発明に係る温度測定システムの製造方法は、温度測定対象に対して、仮止め部材を用いて光ファイバが仮止めされる仮止め工程と、仮止め工程の後に、押さえ治具が温度測定対象に取り付けられることによって、押さえ治具が中間材を介して光ファイバを温度測定対象に押さえる保持工程と、保持工程の後に、仮止め部材による温度測定対象に対する光ファイバの仮止めを解除する仮止め解除工程とを備え、保持工程では、温度測定対象および中間材に対して、光ファイバの温度の変化による光ファイバの長手方向についての光ファイバの伸縮が可能となる。

発明の効果

[0008] この発明に係る温度測定システムおよびその製造方法によれば、温度測定対象に発生した歪みが光ファイバに伝達されることを抑制するとともに、温度測定対象から光ファイバへの熱の伝達の応答性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]光ファイバを示す構成図である。

[図2]図1のFBGセンサ部を示す構成図である。

[図3]図2のFBGセンサ部において得られる反射スペクトルの特性を示すグ

ラフである。

[図4]図1の光ファイバを備えた温度測定システムを示す構成図である。

[図5]従来の温度測定システムを示す斜視図である。

[図6]図5の温度測定システムにおける熱の伝達の応答性を説明する図である。

[図7]図5の保護管の径方向の寸法を小さくして、保護管に対して光ファイバが径方向に移動しない場合の保護管および光ファイバを示す図である。

[図8]他の従来の温度測定システムを示す斜視図である。

[図9]この発明の実施の形態1に係る温度測定システムを示す斜視図である。

[図10]図9の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。

[図11]この発明の実施の形態1に係る温度測定システムの製造方法を示すフローチャートである。

[図12]図11の仮止め工程を説明する図である。

[図13]図11の保持工程を説明する図である。

[図14]この発明の実施の形態2に係る温度測定システムを示す斜視図である。

[図15]図14の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。

[図16]この発明の実施の形態3に係る温度測定システムを示す斜視図である。

[図17]図16の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。

[図18]この発明の実施の形態4に係る温度測定システムを示す斜視図である。

[図19]図18の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態1.

まず、実施の形態1に係る温度測定システムにおける構成要素の1つである光ファイバについて説明する。図1は、光ファイバを示す構成図である。光ファイバ1には、多点型の光ファイバ1と分布型の光ファイバ1とがある

。多点型の光ファイバ1では、1本の光ファイバ1における設定された複数の点において、温度が測定される。分布型の光ファイバ1では、1本の光ファイバ1において、連続的に温度が測定される。光ファイバ1を用いた温度の測定には、広帯域の周波数の光または散乱光が用いられる。散乱光としては、例えば、レイリー散乱光、ブリルアン散乱光、ラマン散乱光などが挙げられる。

- [0011] 実施の形態1では、FBG (Fiber Bragg Gratings) がセンサ部として用いられた光ファイバ1について説明する。
- [0012] 光ファイバ1は、コア101と、コア101に設けられたFBGセンサ部102と、コア101の外周を覆うクラッド103と、クラッド103の外周を覆う被覆部104とを備えている。FBGセンサ部102は、ブラッグ波長と温度との間の関係を用いて、温度を測定する際に用いられる。FBGセンサ部102は、コア101の内部に配置されている。被覆部104を構成する材料としては、例えば、アクリレート樹脂、ポリイミド樹脂などが挙げられる。
- [0013] 被覆部104には、クラッド103の外周が露出された被覆除去部105が形成されている。被覆除去部105は、光ファイバ1の径方向についてFBGセンサ部102に対応する被覆部104の領域に形成されている。したがって、FBGセンサ部102が配置された光ファイバ1の部分は、光ファイバ1における他の部分と比較して、径方向の寸法が小さくなっている。
- [0014] 光ファイバ1における被覆部104がある部分の径方向の寸法は、250 μm となっている。クラッド103の径方向の寸法は、125 μm となっている。コア101の径方向の寸法は、10 μm となっている。FBGセンサ部102は、光ファイバ1の長手方向について、コア101における5 mm程度の範囲に渡って配置されている。
- [0015] FBGセンサ部102は、コア101に周期的な屈曲率変調部が形成されたものである。FBGセンサ部102において、急峻な反射スペクトル特性が得られる。図2は、図1のFBGセンサ部102を示す構成図である。F

BGセンサ部102では、コア101の屈折率が周期 Λ で変化する。

[0016] 図3は、図2のFBGセンサ部102において得られる反射スペクトルの特性を示すグラフである。FBGセンサ部102において、急峻な反射スペクトルが得られる。得られる反射スペクトルの中心波長において、光強度が最も大きくなる。反射スペクトルの中心波長をブラッグ波長 λ_b とする。

[0017] ブラッグ波長 λ_b と、周期 Λ と、屈折率 n との関係は、下記の式(1)で表される。

$$[0018] \quad \lambda_b = 2n\Lambda \quad (1)$$

[0019] 屈折率 n は、光ファイバ1の温度によって変化する。周期 Λ は、光ファイバ1の温度および温度測定対象から光ファイバ1に伝達される歪みによって変化する。したがって、温度測定対象の歪みが光ファイバ1に伝達されない場合には、ブラッグ波長 λ_b と温度との関係を予め測定し、測定された関係とブラッグ波長 λ_b とを用いて、温度測定対象の温度が測定される。

[0020] 次に、温度測定システムについて説明する。図4は、図1の光ファイバ1を備えた温度測定システムを示す構成図である。温度測定システムは、光ファイバ1と、光サーキュレータ2と、ASE (Amplified Spontaneous Emission) 光源3と、スペクトラムアナライザ4とを備えている。

[0021] 光ファイバ1の長手方向端部には、光サーキュレータ2が接続されている。光サーキュレータ2は、光サーキュレータ2を通る光路を変換する。

[0022] ASE光源3は、比較的広帯域の周波数の光を発する。光サーキュレータ2には、ASE光源3が接続されている。ASE光源3から発せられた光は、光サーキュレータ2に入力される。

[0023] スペクトラムアナライザ4は、波長測定装置である。光サーキュレータ2には、スペクトラムアナライザ4が接続されている。スペクトラムアナライザ4には、光サーキュレータ2を介して光が入力される。

[0024] 温度測定システムは、スペクトラムアナライザ4がブラッグ波長 λ_b を測定することによって、温度測定対象の温度を測定する。

- [0025] 次に、従来の温度測定システムにおける課題について説明する。図5は、従来の温度測定システムを示す斜視図である。従来の温度測定システムは、温度測定対象5と、光ファイバ1と、保護管6と、伝導性粘体7とを備えている。
- [0026] 光ファイバ1は、保護管6に収納されている。保護管6には、伝導性粘体7が充填されている。これにより、光ファイバ1の周囲には、伝導性粘体7が配置されている。保護管6は、温度測定対象5に固定されている。
- [0027] 図6は、図5の温度測定システムにおける熱の伝達の応答性を説明する図である。図6では、保護管6が温度測定対象5の上面に固定された場合と、温度測定対象5の下面に固定された場合とが示されている。
- [0028] 保護管6が温度測定対象5の上面に固定された場合と比較して、温度測定対象5の下面に固定された場合には、光ファイバ1に作用する重力によって、光ファイバ1が温度測定対象5から大きく離れてしまう。その結果、保護管6が温度測定対象5の上面に固定された場合と比較して、温度測定対象5の下面に固定された場合では、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達の応答性が悪化する。言い換えれば、温度測定システムにおける熱の伝達の応答性が悪化する。
- [0029] 温度測定システムにおける熱の伝達の応答性の悪化を抑制するために、保護管6の径方向の寸法を小さくして、保護管6に対して光ファイバ1が径方向に移動しないようにすることが考えられる。図7は、図5の保護管6の径方向の寸法を小さくして、保護管6に対して光ファイバ1が径方向に移動しない場合の保護管6および光ファイバ1を示す図である。保護管6に対して光ファイバ1が径方向に移動しない場合には、保護管6が屈曲することによって、保護管6の屈曲部において光ファイバ1が拘束される。これにより、FBGセンサ部102には、温度測定対象5から歪みが伝達される。その結果、温度測定システムの温度測定精度が悪化する。
- [0030] 図8は、他の従来の温度測定システムを示す斜視図である。他の従来の温度測定システムは、温度測定対象5と、光ファイバ1と、筐体8と、伝導性

粘体とを備えている。

[0031] 光ファイバ1は、筐体8に収納されている。筐体8には、伝導性粘体が充填されている。これにより、光ファイバ1の周囲には、伝導性粘体が配置されている。筐体8は、温度測定対象5に固定されている。

[0032] 光ファイバ1は、筐体8の内部において、 Ω 形状に撓んで配置されている。筐体8には、光ファイバ1が挿入される入口部81および出口部82が形成されている。入口部81および出口部82において、光ファイバ1は、筐体8に対して固定されている。筐体8の内部では、光ファイバ1は、筐体8に対して固定されていない。したがって、温度測定対象5からの歪みが光ファイバ1には伝達されない。

[0033] しかしながら、光ファイバ1が Ω 形状に撓んでいることによって、温度測定対象5における温度が測定される部分が限られる。言い換えれば、温度測定対象5における光ファイバ1が配置されないスペースが大きくなる。その結果、温度測定システムによる温度が測定される部分の密度が低下する。

[0034] なお、従来の温度測定システムでは、ブリルアン散乱光と温度との関係を予め測定し、測定された関係を用いて、新たなブリルアン散乱光から温度測定対象5の温度が測定されるようになっている。

[0035] 以上の考察を踏まえて、本発明者は、従来の温度測定システムにおいて、熱の伝達の応答性を悪化させることなく、高精度かつ高密度に温度を測定することができないという課題に着目した。

[0036] 実施の形態1では、上述したような新しく着目された課題を解決すべく、熱の伝達の応答性を悪化させることなく自由に光ファイバ1を配線でき、高精度および高密度に温度を測定することができる温度測定システムおよびその製造方法を提供する。

[0037] 次に、実施の形態1に係る温度測定システムについて説明する。図9は、この発明の実施の形態1に係る温度測定システムを示す斜視図である。図9では、光ファイバ1が直線上に配置された場合の温度測定システムが示されている。温度測定システムは、光ファイバ1と、温度測定対象5と、中間材

9と、押さえ治具10とを備えている。

- [0038] 光ファイバ1は、温度測定対象5に設けられている。図9では、光ファイバ1は、温度測定対象5の上面に設けられているが、温度測定対象5の下面に設けられてもよい。光ファイバ1は、温度および歪みの両方についての感度を有している。
- [0039] 中間材9は、温度測定対象5に設けられている。中間材9は、光ファイバ1に接触している。中間材9は、光ファイバ1が温度測定対象5から離れる方向について光ファイバ1が移動することを制限する。
- [0040] 押さえ治具10は、温度測定対象5に設けられている。押さえ治具10は、温度測定対象5に固定されている。押さえ治具10は、中間材9を介して、光ファイバ1を保持している。言い換えれば、押さえ治具10は、光ファイバ1および中間材9が温度測定対象5から離れないように、光ファイバ1および中間材9を保持する。また、押さえ治具10は、中間材9を介して、光ファイバ1を温度測定対象5に押さえる。したがって、光ファイバ1は、温度測定対象5に向かって押し付けられている。
- [0041] 押さえ治具10は、温度測定対象5に対して固く固定される必要がある。押さえ治具10を温度測定対象5に対して固定する方法としては、例えば、粘着剤、接着剤、ねじ、ボルトを用いる方法が挙げられる。
- [0042] 中間材9は、光ファイバ1の長手方向について温度測定対象5および中間材9に対して光ファイバ1が自由に伸縮可能となるように、光ファイバ1に接触している。言い換えれば、温度測定対象5および中間材9に対して、光ファイバ1の温度の変化による光ファイバ1の長手方向についての光ファイバ1の伸縮が可能となっている。
- [0043] 中間材9は、押さえ治具10よりも軟らかい材料から構成されている。したがって、温度測定対象5に発生する歪みが光ファイバ1に伝達されることが抑制される。中間材9を構成する材料としては、例えば、スポンジ、発泡材、緩衝材、繊維状物質が挙げられる。繊維状物質としては、例えば、綿が挙げられる。

- [0044] 図10は、図9の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。図10では、光ファイバ1が屈曲した場合の温度測定システムが示されている。また、図10では、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体となっている。図10に示された温度測定システムにおいても、中間材9および押さえ治具10の役割は、図9に示された温度測定システムにおける中間材9および押さえ治具10の役割と同様である。
- [0045] 図9および図10に示す温度測定システムでは、光ファイバ1は、温度測定対象5に対して固定されていない。したがって、温度測定対象5に温度の変化が発生し、温度測定対象5に伸縮が発生した場合であっても、温度測定対象5に発生した熱による歪みが光ファイバ1に伝達されない。また、光ファイバ1は、温度測定対象5に対して押さえ付けられている。したがって、光ファイバ1が温度測定対象5の上面および下面の何れに配置された場合であっても、温度測定システムによる温度の測定の感度が悪化しない。
- [0046] 次に、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体である場合の温度測定システムのメリットについて説明する。ハニカムサンドイッチ構造体は、一般的に、繊維強化プラスチックから構成された表皮材とハニカムコアとから構成される。これにより、ハニカムサンドイッチ構造体は、軽量かつ高剛性な構造となっている。太陽光による入熱、搭載機器からの発熱などによって、ハニカムサンドイッチ構造体には、熱変形が発生する。したがって、人工衛星に搭載されたカメラ、アンテナなどのミッション機器における地球指向軸角度が変化する。地球から約36000Km離れて配置された静止衛星では、地球指向軸角度がわずかに変化するることによって、地球観測の精度および測位の精度が著しく低下する。したがって、ヒータなどを用いた熱制御によって、ハニカムサンドイッチ構造体の温度を可能な限り均一に維持し、ハニカムサンドイッチ構造体の熱変形を抑制することが重要である。
- [0047] 図10に示すように、温度測定対象5であるハニカムサンドイッチ構造体における一对の表皮材の両方に対して、光ファイバ1を配線することによって、高密度かつ高精度に、ハニカムサンドイッチ構造体の温度の測定が可能

となる。その結果、緻密な熱制御によって、ハニカムサンドイッチ構造体に発生する熱変形を抑制することができる。

[0048] 次に、温度測定システムの製造方法について説明する。ここでは、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体である場合の温度測定システムの製造方法について説明する。図11は、この発明の実施の形態1に係る温度測定システムの製造方法を示すフローチャートである。まず、ステップS101において、仮止め工程が行われる。図12は、図11の仮止め工程を説明する図である。仮止め工程では、温度測定対象5であるハニカムサンドイッチ構造体の表皮材に光ファイバ1が配線され、仮止め部材であるテープ11を用いて、光ファイバ1がハニカムサンドイッチ構造体に対して仮止めされる。また、仮止め工程では、光ファイバ1が屈曲しており、光ファイバ1における屈曲部がテープ11を用いてハニカムサンドイッチ構造体に対して仮固定される。

[0049] その後、図11に示すように、ステップS102において、保持工程が行われる。図13は、図11の保持工程を説明する図である。保持工程では、押さえ治具10が中間材9を介して光ファイバ1を保持し、押さえ治具10が中間材9を介して光ファイバ1を温度測定対象5に押さえるように、押さえ治具10が温度測定対象5に取り付けられる。保持工程では、温度測定対象5および中間材9に対して、光ファイバ1の温度の変化による光ファイバ1の長手方向についての光ファイバ1の伸縮が可能となる。

[0050] その後、図11に示すように、ステップS103において、仮止め解除工程が行われる。仮止め解除工程では、図10に示すように、光ファイバ1および温度測定対象5からテープ11を除去する。これにより、テープ11による温度測定対象5に対する光ファイバ1の仮止めが解除される。以上により、温度測定システムの製造が終了する。

[0051] 以上説明したように、この発明の実施の形態1に係る温度測定システムは、温度測定対象5と、温度測定対象5に設けられ、温度および歪みの両方の感度を有する光ファイバ1とを備えている。また、この温度測定システムは

、光ファイバ1に接触する中間材9と、中間材9を介して光ファイバ1を保持し、中間材9を介して光ファイバ1を温度測定対象5に押させる押さえ治具10とを備えている。温度測定対象5および中間材9に対して、光ファイバ1の温度の変化による光ファイバ1の長手方向についての光ファイバ1の伸縮が可能となっている。これにより、温度の測定の感度を悪化させることなく、自由に光ファイバ1を配線することができ、かつ、高精度および高密度に温度測定対象5の温度を測定することができる。言い換えれば、温度測定対象5に発生した歪みが光ファイバ1に伝達されることを抑制するとともに、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達の応答性を向上させることができる。

[0052] なお、実施の形態1では、FBGセンサ部102を備えた光ファイバ1の構成について説明した。しかしながら、これに限定されず、他の多点型の光ファイバ1、分布型の光ファイバ1であってもよい。

[0053] また、実施の形態1の変形例では、温度測定対象5として、ハニカムサンドイッチ構造体を例に説明した。しかしながら、これに限定されず、温度測定対象5は、その他の衛星搭載機器に適用することができる。

[0054] 実施の形態2.

図14は、この発明の実施の形態2に係る温度測定システムを示す斜視図である。実施の形態1では、FBGセンサ部102が押さえ治具10に覆われる構成について説明した。これに対して、実施の形態2では、光ファイバ1が短尺の一对の押さえ治具10によって保持されている。FBGセンサ部102は、押さえ治具10に覆われていない。これにより、温度測定システムの構成が簡素化される。

[0055] 図15は、図14の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。図15では、光ファイバ1が屈曲した場合の温度測定システムが示されている。また、図15では、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体となっている。

[0056] 実施の形態1に係る温度測定システムでは、光ファイバ1のFBGセンサ

部102の全体が押さえ治具10に覆われている。一方、図14および図15に示す温度測定システムでは、光ファイバ1が温度測定対象5から離れない程度に、一对の押さえ治具10によって、光ファイバ1が保持されている。実施の形態2に係る温度測定システムでは、実施の形態1に係る温度測定システムと比較して、中間材9および押さえ治具10の体積が小さくなっている。その他の構成は、実施の形態1と同様である。

[0057] 以上説明したように、この発明の実施の形態2に係る温度測定システムによれば、一对の押さえ治具10のそれぞれが中間材9を介して光ファイバ1を保持している。これにより、実施の形態1と同様の効果を得ることができるとともに、実施の形態1と比較して、温度測定システムの構成の簡素化を図ることができる。

[0058] 実施の形態3.

図16は、この発明の実施の形態3に係る温度測定システムを示す斜視図である。実施の形態1では、温度測定対象5と中間材9との間に光ファイバ1が配置された構成について説明した。これに対して、実施の形態3では、光ファイバ1の周囲にペースト状物質12が設けられている。したがって、光ファイバ1と中間材9との隙間および温度測定対象5と中間材9との隙間にペースト状物質12が設けられている。ペースト状物質12は、温度測定対象5、光ファイバ1および中間材9に付着している。

[0059] ペースト状物質12としては、NLGI稠度番号が00号以上5号以下のものが用いられている。ペースト状物質12が温度測定対象5および光ファイバ1に付着する付着工程は、仮止め工程の後であって、保持工程の前に行われる。保持工程によって、ペースト状物質12が中間材9に付着する。

[0060] 図17は、図16の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。図17では、光ファイバ1が屈曲した場合の温度測定システムが示されている。また、図17では、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体となっている。

[0061] 実施の形態1に係る温度測定システムでは、温度測定対象5と中間材9と

の間に光ファイバ1が配置されている。したがって、実施の形態1に係る温度測定システムでは、温度測定対象5と光ファイバ1と中間材9とによって形成される隙間が発生する場合がある。一方、図16および図17に示す温度測定システムでは、光ファイバ1の周囲にペースト状物質12が設けられている。ペースト状物質12は、温度測定対象5、光ファイバ1および中間材9に付着している。これにより、温度測定対象5に対する光ファイバ1の保持が強固となり、かつ、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達が容易となる。その他の構成は、実施の形態1と同様である。なお、その他の構成は、実施の形態2と同様であってもよい。

[0062] 以上説明したように、この発明の実施の形態3に係る温度測定システムは、温度測定対象5および光ファイバ1に付着したペースト状物質12を備えている。これにより、温度測定対象5に対する光ファイバ1の保持が強固になるとともに、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達が容易となる。

[0063] 実施の形態4.

図18は、この発明の実施の形態4に係る温度測定システムを示す斜視図である。実施の形態3では、ペースト状物質12が光ファイバ1の周囲に付着した後に、中間材9が光ファイバ1に設けられる構成について説明した。これに対して、実施の形態4では、中間材9には、ペースト状物質がしみ込んでいる。実施の形態4のペースト状物質は、実施の形態3のペースト状物質と同様である。

[0064] 図19は、図18の温度測定システムの変形例を示す斜視図である。図19では、光ファイバ1が屈曲した場合の温度測定システムが示されている。また、図19では、温度測定対象5がハニカムサンドイッチ構造体となっている。

[0065] 実施の形態3に係る温度測定システムでは、温度測定対象5および光ファイバ1にペースト状物質12が付着して、光ファイバ1が中間材9を介して押さえ治具10に保持されている。一方、図18および図19に示す温度測

定システムでは、光ファイバ1の周囲が、ペースト状物質がしみ込んだ中間材9に覆われている。ペースト状物質がしみ込んだ中間材9によって、温度測定対象5に対する光ファイバ1の保持が強固となり、かつ、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達が容易となる。その他の構成は、実施の形態3と同様である。

[0066] 以上説明したように、この発明の実施の形態4に係る温度測定システムによれば、中間材9には、ペースト状物質がしみ込んでいる。これにより、温度測定対象5に対する光ファイバ1の保持が強固になるとともに、温度測定対象5から光ファイバ1への熱の伝達が容易となる。

符号の説明

[0067] 1 光ファイバ、2 光サーキュレータ、3 ASE光源、4 スペクトラムアナライザ、5 温度測定対象、6 保護管、7 伝導性粘体、8 筐体、9 中間材、10 押さえ治具、11 テープ、12 ペースト状物質、81 入口部、82 出口部、101 コア、102 FBGセンサ部、103 クラッド、104 被覆部、105 被覆除去部。

請求の範囲

- [請求項1] 温度測定対象と、
前記温度測定対象に設けられた光ファイバと、
前記光ファイバに設けられた中間材と、
前記温度測定対象に設けられ、前記中間材を介して前記光ファイバを前記温度測定対象に押さえる押さえ治具と
を備え、
前記温度測定対象および前記中間材に対して、前記光ファイバの温度の変化による前記光ファイバの長手方向についての前記光ファイバの伸縮が可能となっている温度測定システム。
- [請求項2] 前記中間材は、前記押さえ治具よりも軟らかい材料から構成されている請求項1に記載の温度測定システム。
- [請求項3] 前記押さえ治具は、粘着剤、接着剤、ねじまたはボルトを用いて前記温度測定対象に固定されている請求項1または請求項2に記載の温度測定システム。
- [請求項4] 前記温度測定対象および前記光ファイバに付着したペースト状物質をさらに備えた請求項1から請求項3までの何れか一項に記載の温度測定システム。
- [請求項5] 前記中間材には、ペースト状物質がしみ込んでいる請求項1から請求項3までの何れか一項に記載の温度測定システム。
- [請求項6] 前記ペースト状物質のNLGI稠度番号は、00号以上5号以下である請求項4または請求項5に記載の温度測定システム。
- [請求項7] 前記温度測定対象は、ハニカムサンドイッチ構造体である請求項1から請求項6までの何れか一項に記載の温度測定システム。
- [請求項8] 温度測定対象に対して、仮止め部材を用いて光ファイバが仮止めされる仮止め工程と、
前記仮止め工程の後に、押さえ治具が前記温度測定対象に取り付けられることによって、前記押さえ治具が中間材を介して前記光ファイ

バを前記温度測定対象に押さえる保持工程と、

前記保持工程の後に、前記仮止め部材による前記温度測定対象に対する前記光ファイバの仮止めを解除する仮止め解除工程と

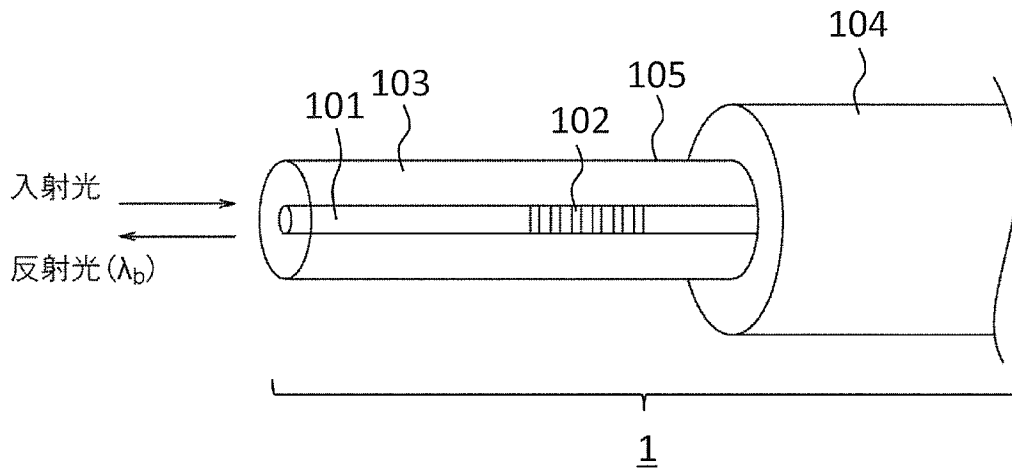
を備え、

前記保持工程では、前記温度測定対象および前記中間材に対して、前記光ファイバの温度の変化による前記光ファイバの長手方向についての前記光ファイバの伸縮が可能となる温度測定システムの製造方法。

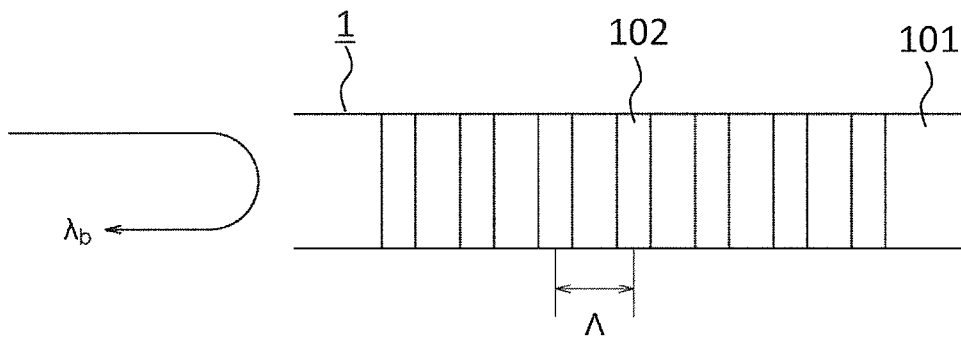
[請求項9] 前記保持工程の前に、前記温度測定対象および前記光ファイバにペースト状物質が付着する付着工程をさらに備えた請求項8に記載の温度測定システムの製造方法。

[請求項10] 前記中間材には、ペースト状物質がしみ込んでいる請求項8に記載の温度測定システムの製造方法。

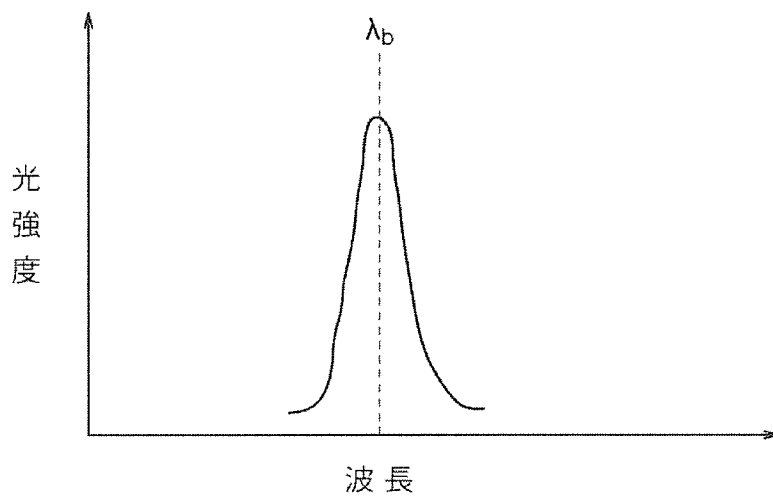
[圖1]



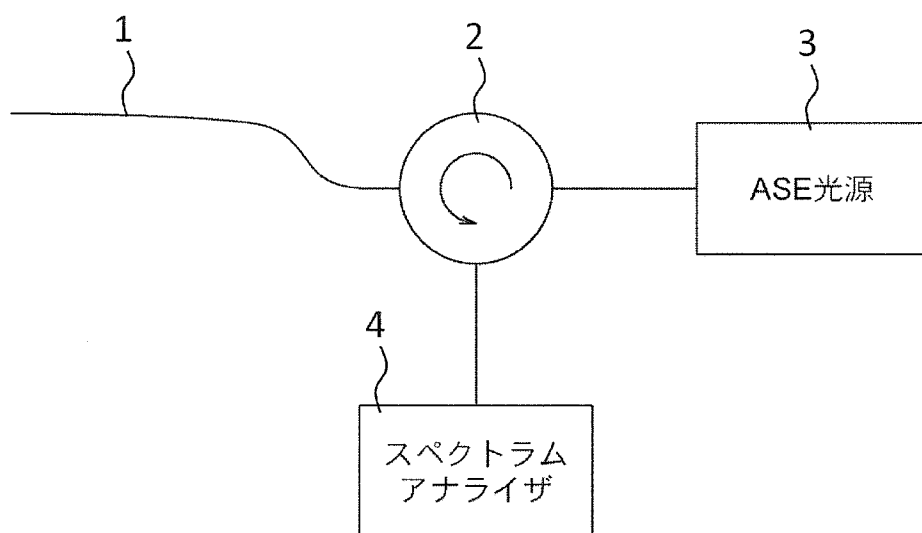
[圖2]



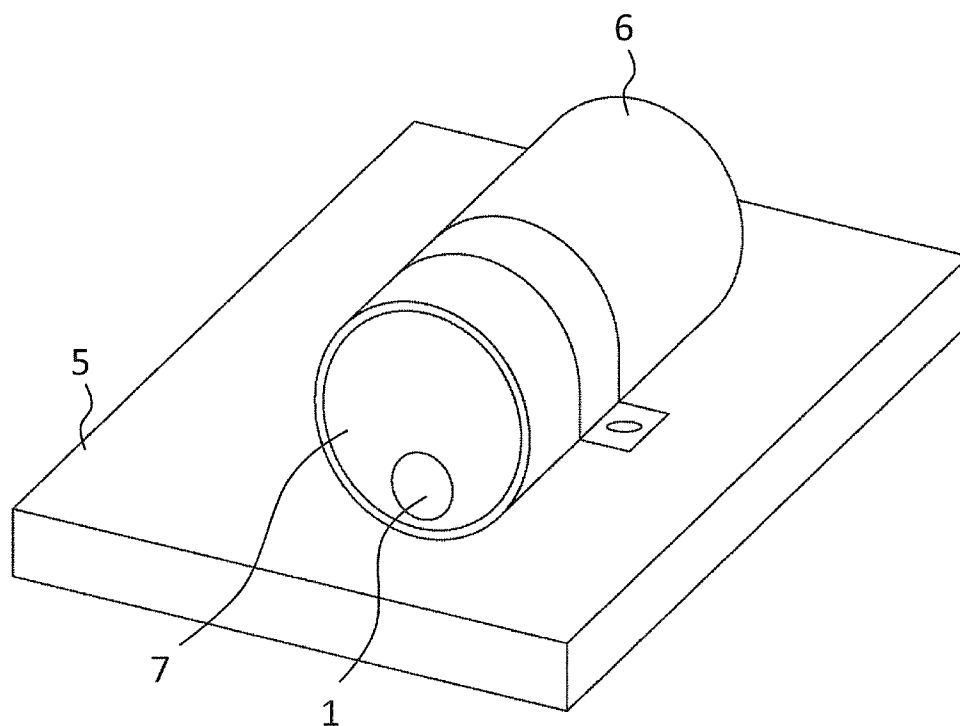
[圖3]



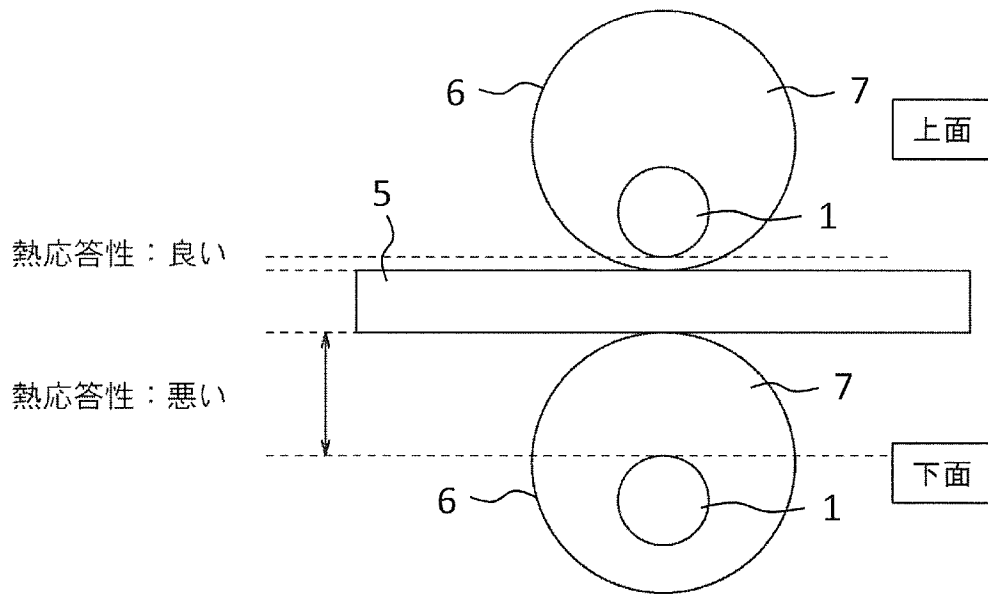
[図4]



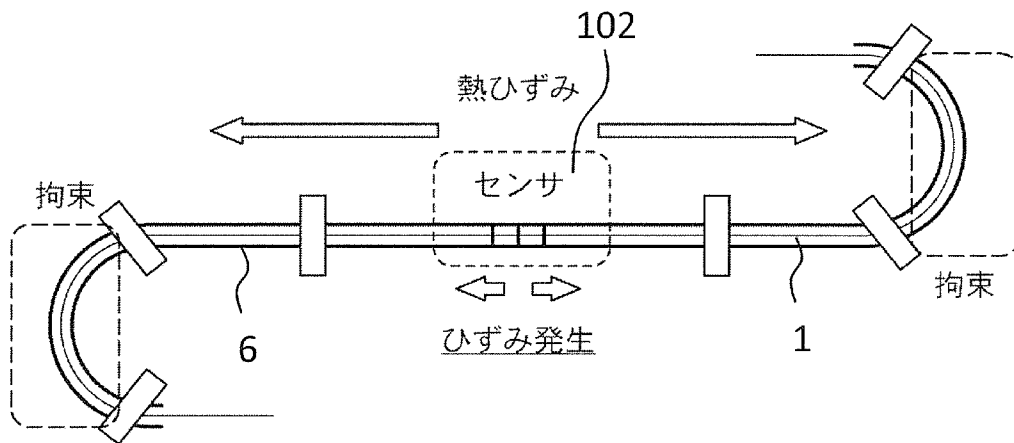
[図5]



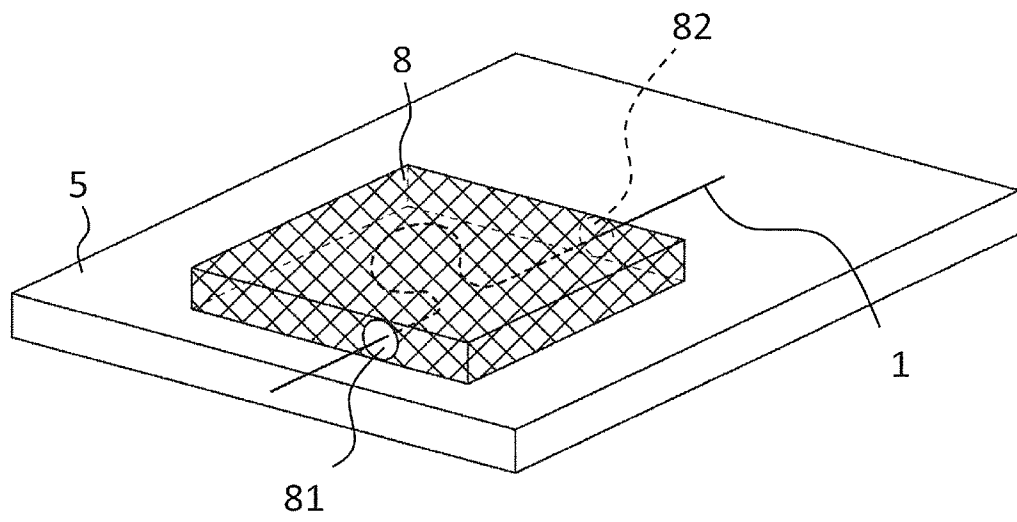
[図6]



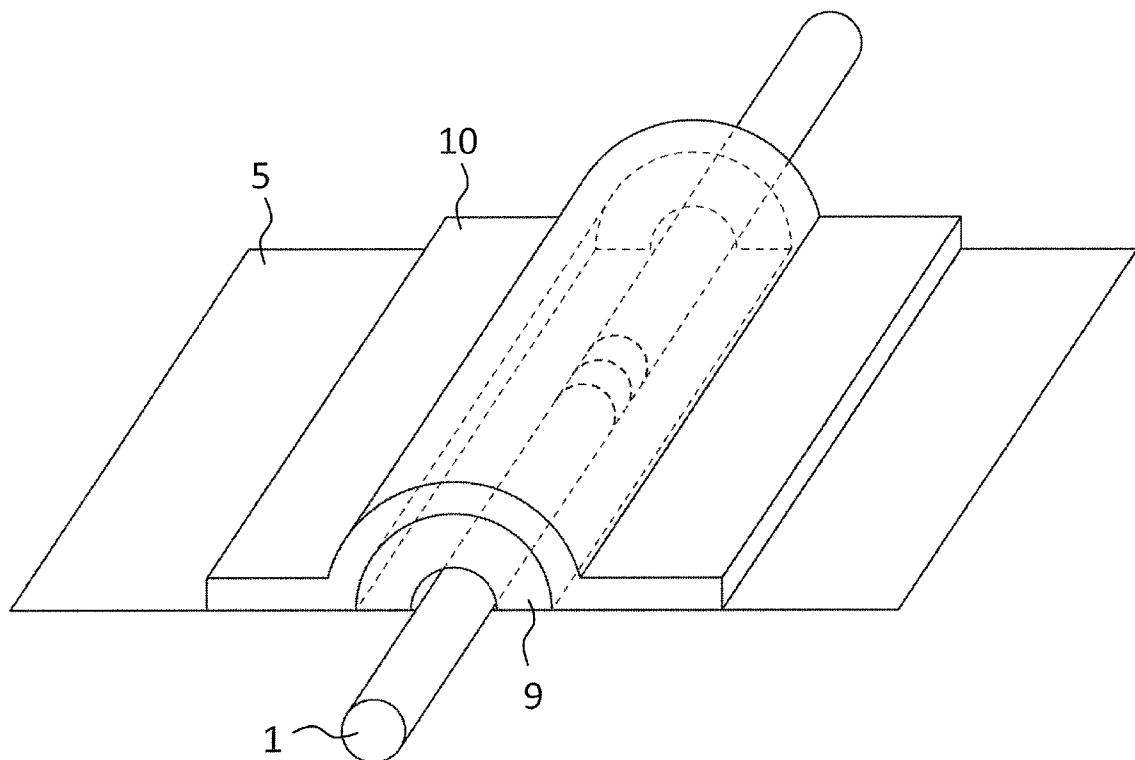
[図7]



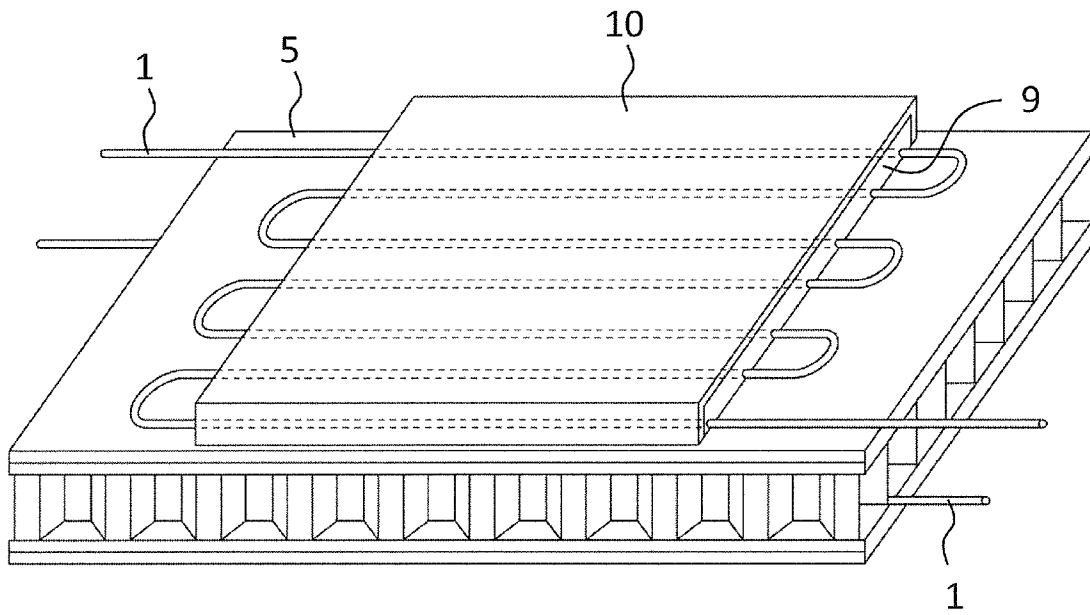
[図8]



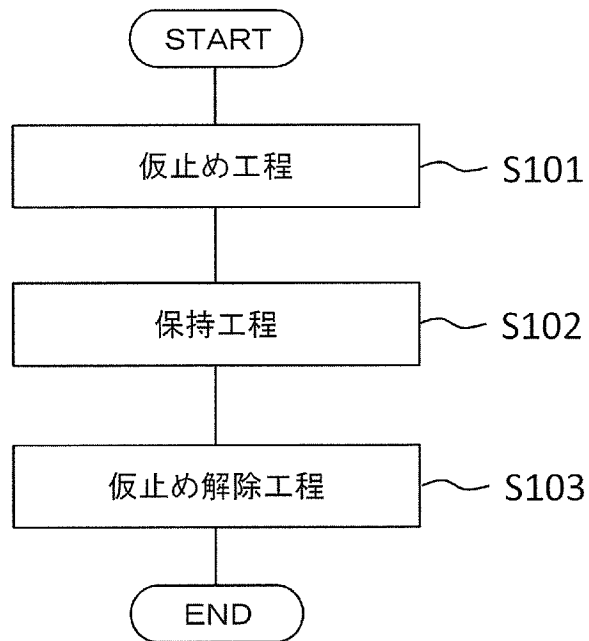
[図9]



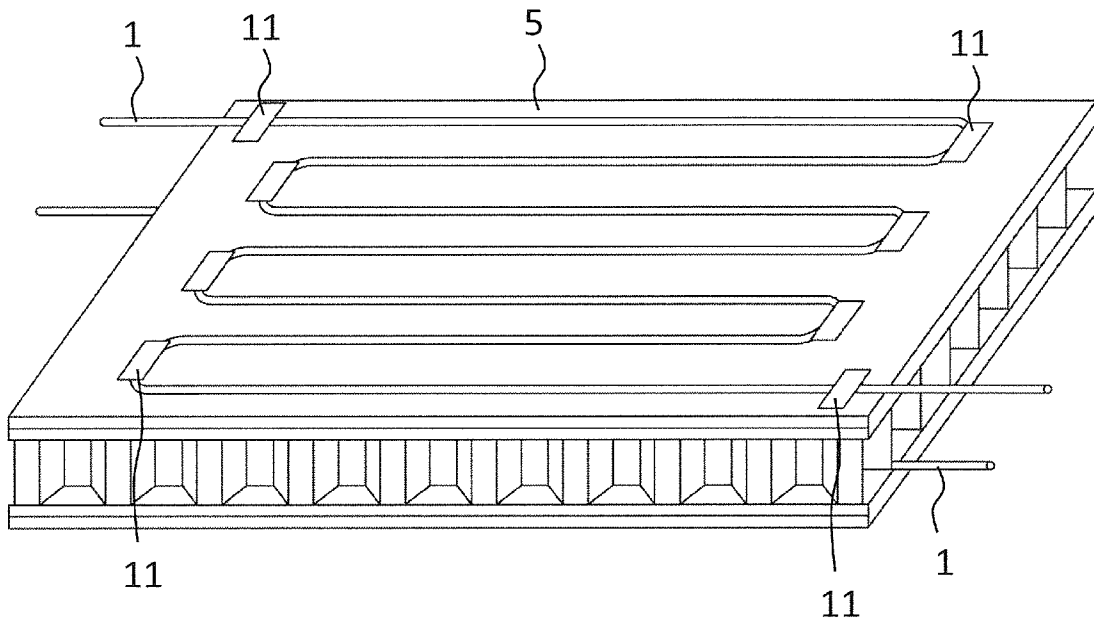
[図10]



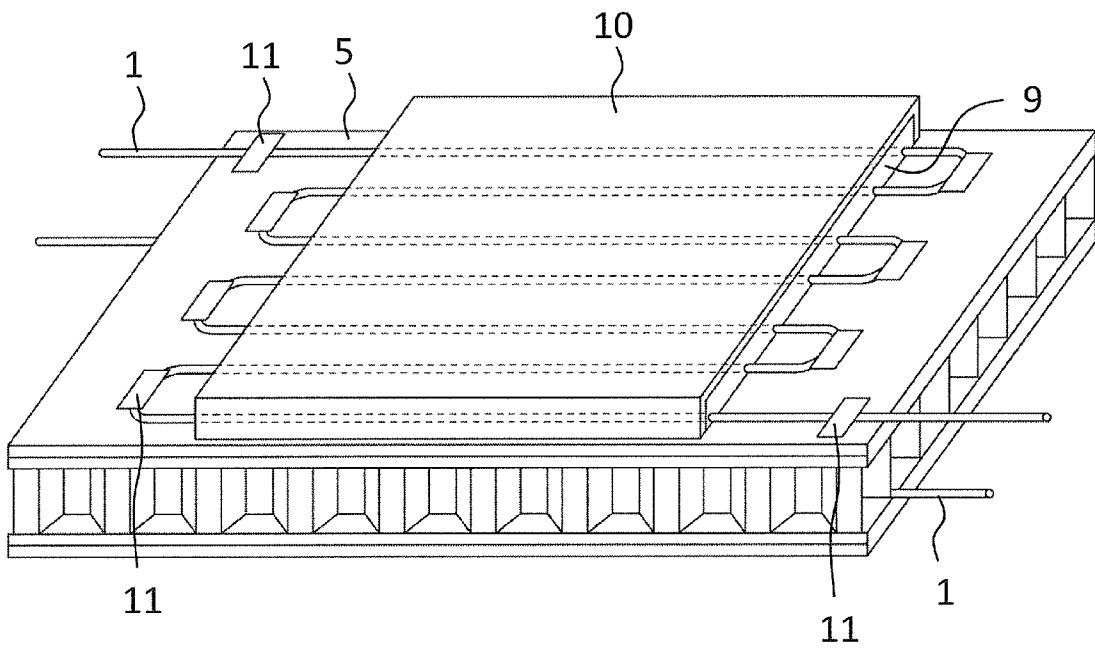
[図11]



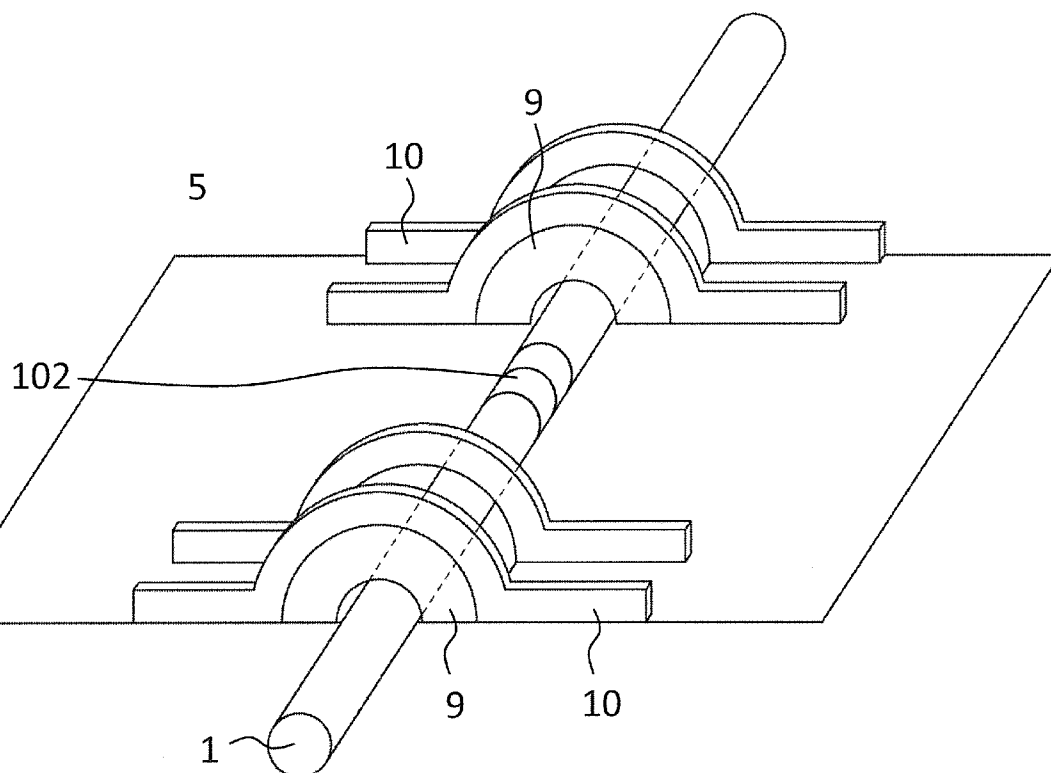
[図12]



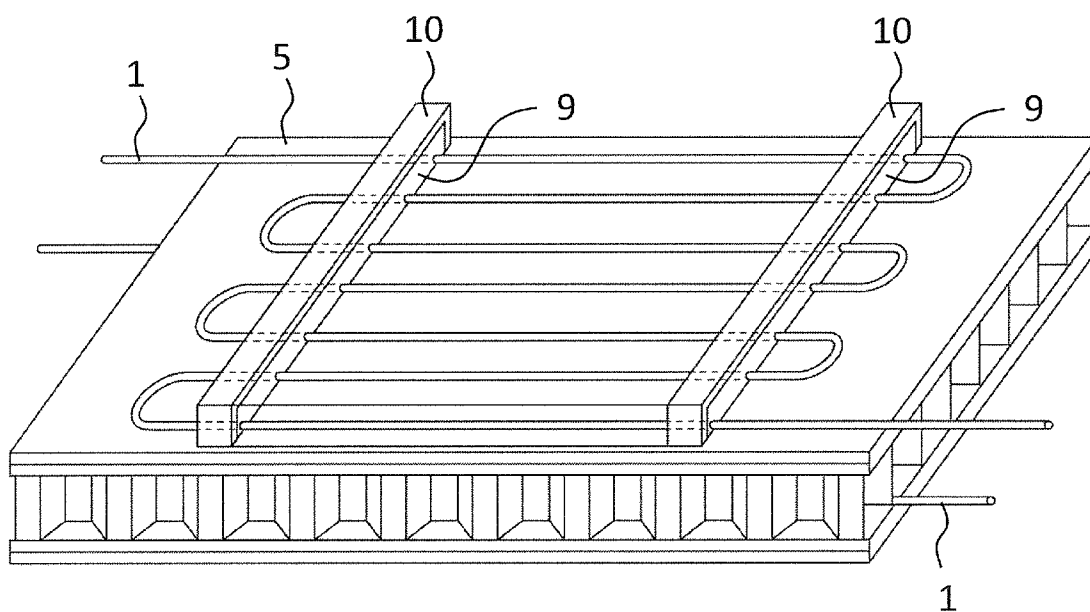
[図13]



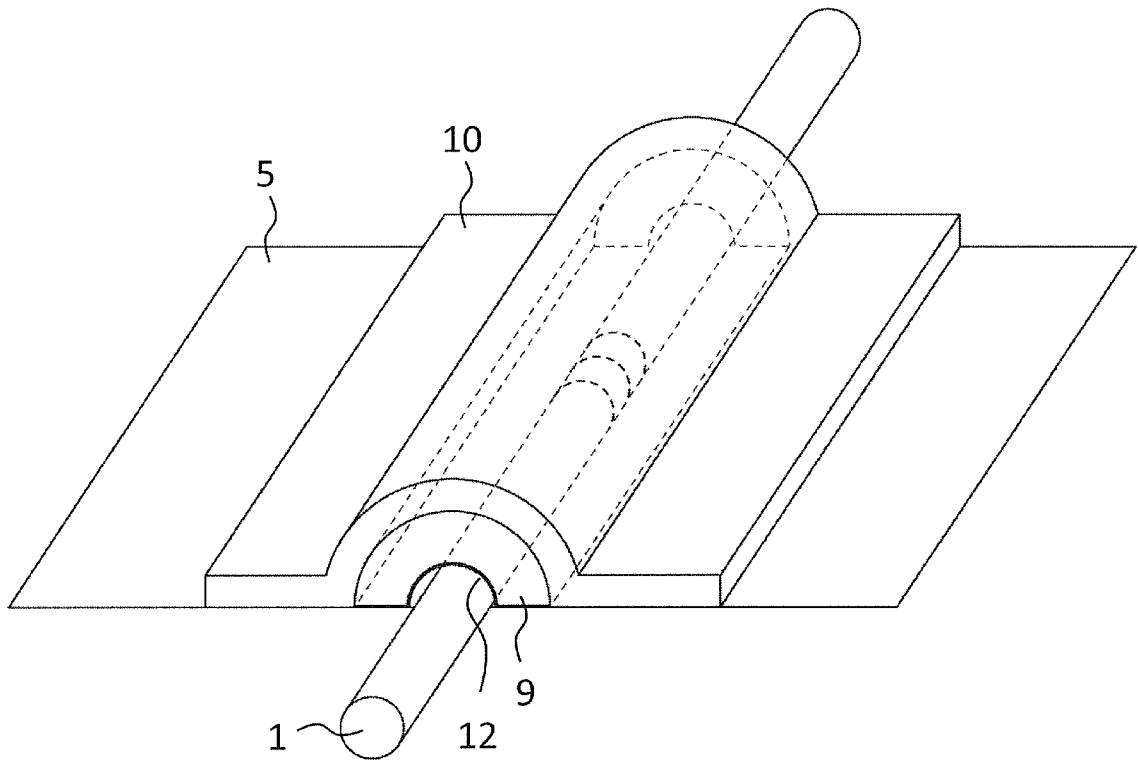
[図14]



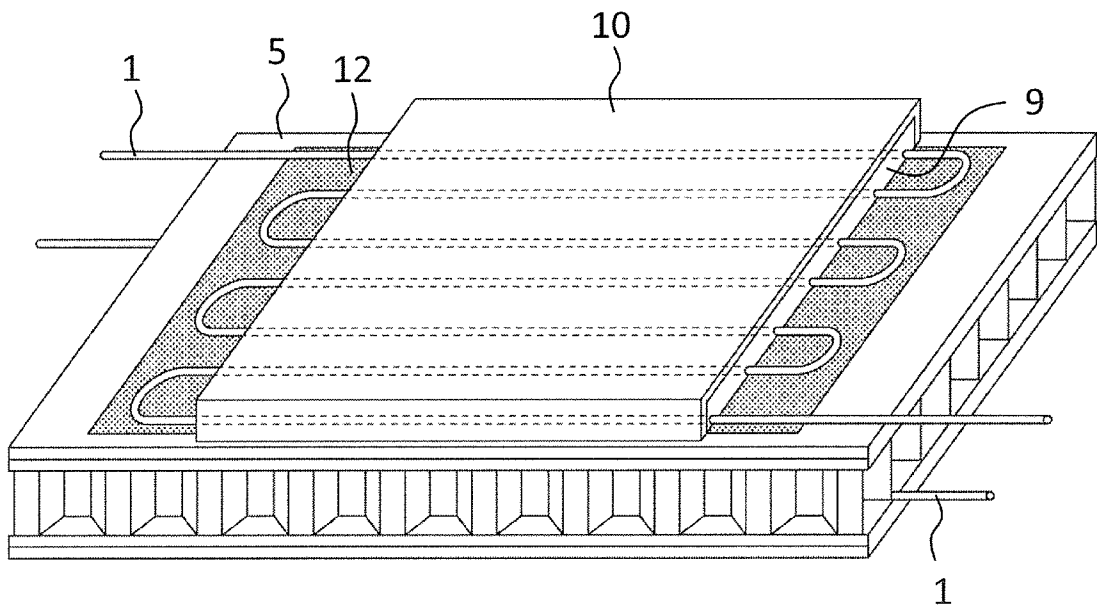
[図15]



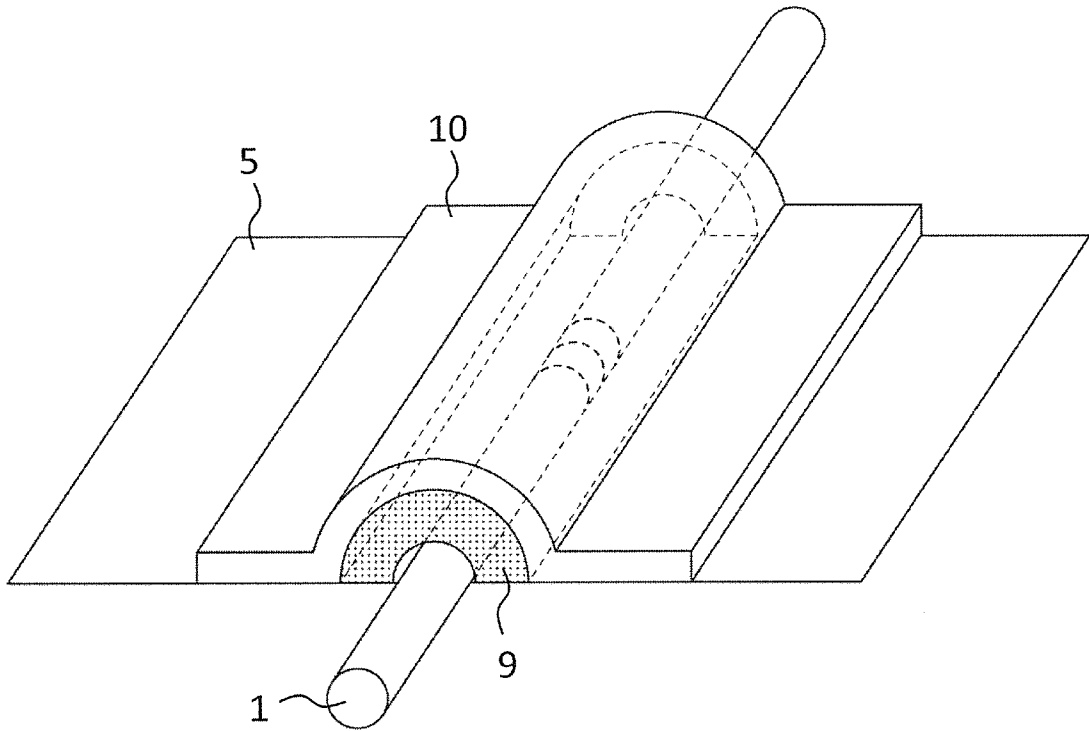
[図16]



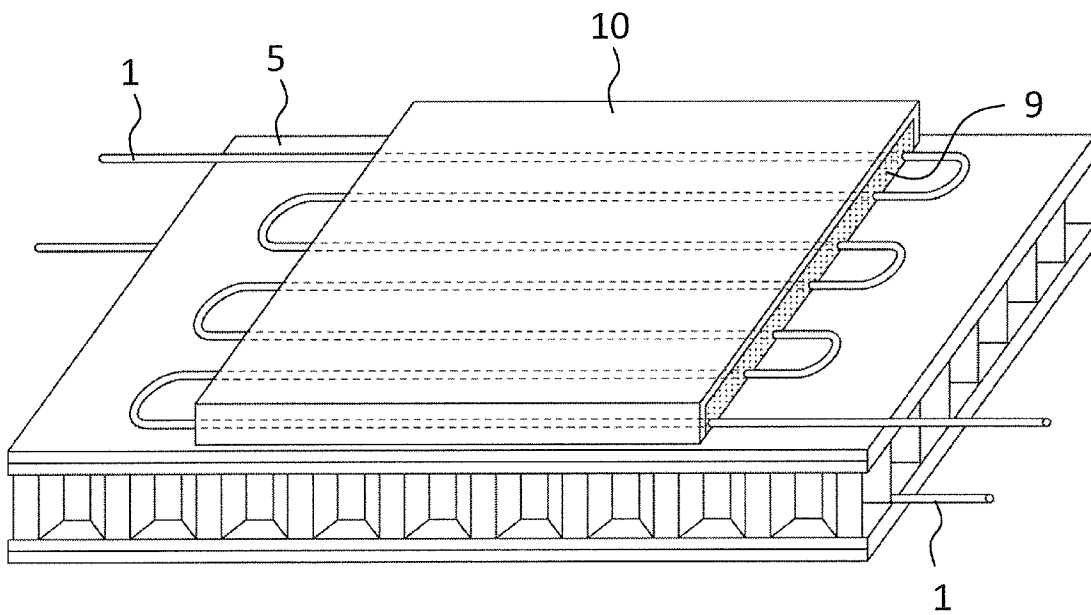
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01K11/32 (2006.01) i, G01K1/14 (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)

Int.Cl. G01K11/32, G01K1/14, G01D5/353

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	JP 6265213 B2 (FUJITSU LIMITED) 24 January 2018, claim 1, paragraphs [0008], [0034], fig. 1, 4 & US 2016/0169807 A1, paragraph [0089], fig. 1, 4 & WO 2015/044998 A1	1-3 4-10
Y	JP 2019-109057 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 04 July 2019, paragraph [0079] (Family: none)	4-7, 9-10
Y	JP 2016-13667 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 28 January 2016, fig. 1 (Family: none)	7

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“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 17.10.2019	Date of mailing of the international search report 29.10.2019
---	--

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/JP2019/029799

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-317451 A (DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO., LTD.) 31 October 2002, paragraph [0003] (Family: none)	8-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01K11/32(2006.01)i, G01K1/14(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. G01K11/32, G01K1/14, G01D5/353

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y	JP 6265213 B2 (富士通株式会社) 2018.01.24, 請求項 1, 段落[0008], [0034], 図 1, 4 & US 2016/0169807 A1, 段落[0089], 図 1, 4 & WO 2015/044998 A1	1-3 4-10
Y	JP 2019-109057 A (株式会社豊田中央研究所) 2019.07.04, 段落[0079] (ファミリーなし)	4-7, 9-10
Y	JP 2016-13667 A (三菱電機株式会社) 2016.01.28, 図 1 (ファミリーなし)	7

☑ 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 17.10.2019	国際調査報告の発送日 29.10.2019
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
Y	JP 2002-317451 A (第一高周波工業株式会社) 2002. 10. 31, 段落[0003] (ファミリーなし)	8-10