

(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
2015 年 4 月 2 日(02.04.2015)



(10) 国際公開番号

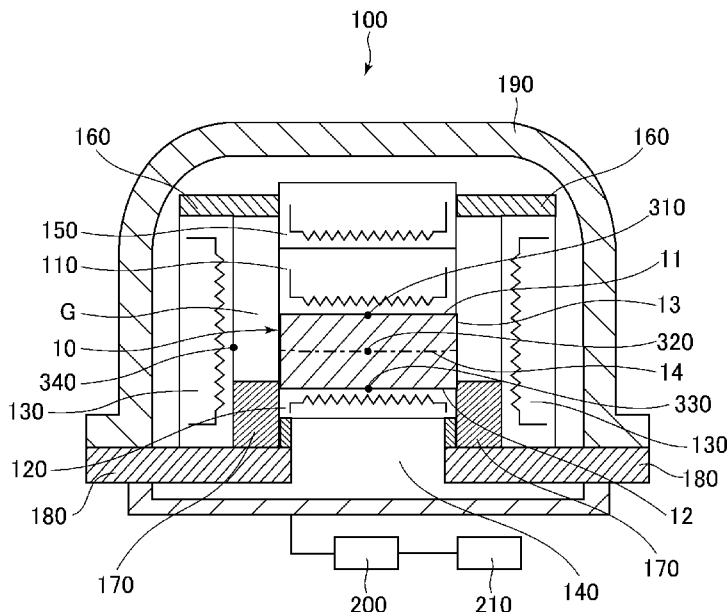
WO 2015/046546 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 25/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/075969
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 29 日(29.09.2014)
- (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 2013-205355 2013 年 9 月 30 日(30.09.2013) JP
- (71) 出願人: ニチアス株式会社(NICHIA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048555 東京都中央区八丁堀一丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大村 高弘(OMURA, Takahiro); 〒1048555 東京都中央区八丁堀一丁目 6 番 1 号 ニチアス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人はるか国際特許事務所(HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1600023 東京都新宿区西新宿三丁目 1 番 4 号 ウエル新都心ビル 4 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, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR MEASURING THERMAL DIFFUSIVITY

(54) 発明の名称: 熱拡散率を測定する方法

[図3]



(57) Abstract: This invention provides a method that makes it possible to measure thermal diffusivity with high precision. This method for measuring thermal diffusivity via cyclic heating includes the following: causing thermal waves to propagate from a cyclic-heating surface (11) of a specimen (10) towards a thermal-wave absorption surface (12) thereof; measuring a first thermal wave at said cyclic-heating surface; measuring a second thermal wave at a prescribed position (14) inside the specimen between the cyclic-heating surface and the thermal-wave absorption surface; and obtaining the thermal diffusivity of the specimen from the amplitude ratio or phase difference between the first thermal wave and the second thermal wave. The first and second thermal waves are measured with the temperature of a surrounding heater (130) for controlling the temperature of the side surfaces (13) of the specimen controlled to within $\pm 5^{\circ}\text{C}$ of a prescribed temperature.

(57) 要約: 高い精度で熱拡散率を測定することができる方法を提供する。本発明に係る周期加熱法により熱拡散

率を測定する方法は、試験体 (10) の周期加熱面 (11) から温度波吸収面 (12) に向けて温度波を伝播させること; 前記周期加熱面における第一温度波を測定すること; 前記周期加熱面と前記温度波吸収面との間の前記試験体の内部の所定位置 (14) における第二温度波を測定すること; 前記第一温度波と前記第二温度波との振幅比又は位相差から前記試験体の熱拡散率を得ること; を含み、前記試験体の側面 (13) の温度を調節するための周囲ヒータ (130) の温度を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節した状態で、前記第一温度波及び前記第二温度波を測定する。

明 細 書

発明の名称：熱拡散率を測定する方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱拡散率を測定する方法に関し、特に、周期加熱法により熱拡散率を測定する方法に関する。

背景技術

[0002] 試験体の熱伝導率を測定するための方法としては、定常法である保護熱板（Guarded Hot Plate：GHP）法や熱流計法の他に、非定常法である周期加熱法がある。

[0003] 周期加熱法においては、試験体の表面から内部に、一次元方向に温度波を伝播させ、当該表面で測定される温度波と、当該内部で測定される温度波と、の振幅比又は位相差から、当該試験体の熱拡散率を求め、さらに、当該熱拡散率と、別途測定された当該試験体の密度及び比熱とから当該試験体の熱伝導率を求める（特許文献1、特許文献2、非特許文献1、非特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-227010号公報

特許文献2：特開2000-055846号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：大村高弘；熱物性，21(2)，2007，86-96

非特許文献2：大村高弘、坪井幹憲；熱物性，13(4)，1999，264-270

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来の周期加熱法においては、十分に高い精度で熱拡散率を測定することが難しかった。

[0007] すなわち、試験体の側面の温度を所定の一定値に維持するためには、当該

側面に対向して配置されたヒータの出力を増減させて当該側面の加熱を調節する。

[0008] しかしながら、この場合、ヒータの出力が大きく増加し又は大きく低下することによって、試験体の側面の温度が所定の一定値を大きく上回り、又は大きく下回り、その結果、当該側面の温度を安定して当該所定の一定値に維持することが難しくなることがあった。

[0009] 本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであって、高い精度で熱拡散率を測定することができる方法を提供することをその目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するための本発明の一実施形態に係る方法は、周期加熱法により熱拡散率を測定する方法であって、試験体の周期加熱面から温度波吸収面に向けて温度波を伝播させること；前記周期加熱面における第一温度波を測定すること；前記周期加熱面と前記温度波吸収面との間の前記試験体の内部の所定位置における第二温度波を測定すること；前記第一温度波と前記第二温度波との振幅比又は位相差から前記試験体の熱拡散率を得ること；を含み、前記試験体の側面の温度を調節するための周囲ヒータの温度を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節した状態で、前記第一温度波及び前記第二温度波を測定することを特徴とする。本発明によれば、高い精度で熱拡散率を測定する方法を提供することができる。

[0011] また、前記方法において、出力が所定値 $\pm 0.1\%$ の範囲内に制限された前記周囲ヒータを使用して、前記周囲ヒータの温度を前記所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節することとしてもよい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、高い精度で熱拡散率を測定する方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]周期加熱法により試験体の熱拡散率を測定する原理を示す説明図である。

[図2]周期加熱法において試験体を伝播する温度波の例を示す説明図である。

[図3]本実施形態に係る熱拡散率測定装置の一例について、その主な構成を断面視で示す説明図である。

[図4]本実施形態に係る実施例において熱伝導率を測定した結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本発明の一実施形態について説明する。なお、本発明は、本実施形態に限られるものではない。

[0015] まず、本実施形態に係る熱拡散率測定方法（本方法）及び熱拡散率測定装置（本装置）の概要について説明する。図1は、周期加熱法により試験体の熱拡散率を測定する原理を示す説明図である。図2は、周期加熱法において試験体を伝播する温度波の一例を示す説明図である。図3は、本装置の一例の主な構成を断面視で示す説明図である。

[0016] 本方法は、周期加熱法により熱拡散率を測定する方法であって、試験体10の周期加熱面11から温度波吸収面12に向けて温度波を伝播させること；当該周期加熱面11における第一温度波T1を測定すること；当該周期加熱面11と当該温度波吸収面12との間の当該試験体10の内部の所定位置14における第二温度波T2を測定すること；当該第一温度波T1と当該第二温度波T2との振幅比又は位相差から当該試験体10の熱拡散率を得ること；を含む。

[0017] 本装置100は、周期加熱法により熱拡散率を測定するための装置であって、試験体10の周期加熱面11から温度波吸収面12に向けて温度波を伝播させるために、当該周期加熱面11に対向して配置される周期加熱ヒータ110；当該試験体10の当該温度波吸収面12の温度を所定の一定値に維持するために、当該温度波吸収面12に対向して配置される温度波吸収ヒータ120；当該周期加熱面11における第一温度波T1を測定するための第一温度センサ310；当該周期加熱面11と当該温度波吸収面12との間の当該試験体10の内部の所定位置14における第二温度波T2を測定するた

めの第二温度センサ 320；当該温度波吸収面 12 の温度を測定するための第三温度センサ 330；を有する。

[0018] ここで、周期加熱法について説明する。周期加熱法においては、試験体 10 の周期加熱面 11 から内部に、一次元方向（図 1 に示す矢印 D の指す方向）に温度波を伝播させ、当該周期加熱面 11 で測定される第一温度波 T_1 （図 2 に示す $\theta_0 \sin(\omega t)$ で近似される温度波）と、当該内部の所定の位置 14 で測定される第二温度波 T_2 （図 2 に示す $\theta_1 \sin(\omega t + \phi)$ で近似される温度波）との振幅比 $A (= \theta_1 / \theta_0$ ：振幅の減衰率を示す比率）又は位相差 ϕ から、当該試験体 10 の熱拡散率を求める。なお、試験体 10 の内部を伝播する温度波は、次第に減衰するため、第二温度波 T_2 の振幅 θ_1 は、第一温度波 T_1 の振幅 θ_0 より小さい。

[0019] また、試験体 10 の周期加熱面 11 と反対側の温度波吸収面 12（温度波が伝播する一次元方向における周期加熱面 11 と反対側の試験体 10 の表面）の温度 T_3 は、図 2 に示すように、所定の一定値 θ_2 に維持されていると仮定する。

[0020] すなわち、周期加熱法においては、試験体 10 の周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 への一次元方向の熱流を仮定する。具体的に、例えば、図 1 に示すように、この一次元方向（矢印 D の指す方向）に x 軸を設定し、試験体 10 の厚さ（周期加熱面 11 と温度波吸収面 12 との距離）が d であるとすると、当該 x 軸の原点（ $x = 0$ ）の位置に当該試験体 10 の温度波吸収面 12 が配置され、 $x = d$ の位置に当該試験体 10 の周期加熱面 11 が配置される。

[0021] ここで、原点の温度（温度波吸収面 12 の温度）は所定の一定値に維持され、 $x = d$ の位置の温度（周期加熱面 11 の温度）は、 $\sin(\omega t + \eta)$ で表される周期（ ω は角振動数 [s^{-1}]、 t は時間 [s]、 η は任意の位相 [rad] である。）で変化していると仮定する。

[0022] そして、上述のとおり、試験体 10 の周期加熱面 11 に第一温度波 T_1 が与えられ、当該試験体 10 の内部の所定位置 14 に第二温度波 T_2 が到達し

、当該試験体 10 の温度波吸収面 12 の温度は所定の一定値 θ_2 に維持されるという条件の下で一次元の熱伝導方程式を解くと、 $x = d$ の位置（周期加熱面 11）で測定される第一温度波 T1 と、任意の位置 $x = x_m$ ($d > x_m > 0$)（例えば、試験体 10 の内部の所定位置 14）で測定される第二温度波 T2 と、の振幅比 $A (= \theta_1 / \theta_0)$ (θ_0 は第一温度波 T1 の振幅であり、 θ_1 は第二温度波 T2 の振幅である。) 及び位相差 ϕ は、それぞれ下記の式 (I) 及び式 (II) により求められる。

[数1]

$$A = \left| \frac{\sinh kx_m(1+i)}{\sinh kd(1+i)} \right| = \left\{ \frac{\cosh 2kx_m - \cos 2kx_m}{\cosh 2kd - \cos 2kd} \right\}^{1/2} \quad \dots (I)$$

[数2]

$$\phi = \arg \left\{ \frac{\sinh kx_m(1+i)}{\sinh kd(1+i)} \right\} \quad \dots (II)$$

[0023] 上記式 (I)、(II) において、 k は下記の式 (III) で表され、 i は虚数単位である。また、下記式 (III) において、 ω は、下記の式 (IV) で表される角振動数であり、 κ は熱拡散率 [m^2/s] である。また、下記式 (IV) において、 f は周期 [s] である。

[数3]

$$k = \sqrt{\frac{\omega}{2\kappa}} \quad \dots (III)$$

[数4]

$$\omega = 2\pi/f \quad \dots (IV)$$

[0024] こうして、試験体 10 の周期加熱面 11 における第一温度波 T1 と、当該試験体 10 の内部の所定位置 14 における第二温度波 T2 とを比較することにより得られた振幅比 A 又は位相差 ϕ に基づき、当該試験体 10 の熱拡散率 κ が求められる。

[0025] すなわち、まず振幅比 A を上記式 (I) に代入して k を求め、次いで当該 k の値を上記式 (I I I) に代入して、試験体 10 の熱拡散率 κ [m^2/s] が得られる。同様に、位相差 ϕ [rad] を上記式 (I I) に代入して k を求め、当該 k の値を上記式 (I I I) に代入して、試験体 10 の熱拡散率 κ [m^2/s] が得られる。

[0026] さらに、試験体 10 の熱伝導率 λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] は、上述のようにして得られた熱拡散率 κ [m^2/s] と、別途測定された当該試験体 10 の密度 ρ [kg/m^3] 及び比熱 c [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$] とを下記の式 (V) に代入することにより求められる。

[数5]

$$\lambda = \rho c \kappa \quad \dots (V)$$

[0027] 本装置 100 は、上述のような周期加熱法により試験体 10 の熱拡散率を測定する本方法において好ましく使用される。本装置 100 は、図 3 に示すように、周期加熱ヒータ 110 及び温度波吸収ヒータ 120 を有している。周期加熱ヒータ 110 は、試験体 10 の周期加熱面 11 に温度波を与えるよう当該周期加熱面 11 を加熱する。

[0028] 図 3 に示す例において、周期加熱ヒータ 110 には、直流電源 200 と、ファンクションジェネレーター 210 とが接続されている。直流電源 200 は、周期加熱ヒータ 110 に直流電流を供給する。ファンクションジェネレーター 210 は、周期加熱ヒータ 110 が発生させる温度波の周期及び振幅を設定する装置である。周期加熱ヒータ 110 は、ファンクションジェネレーター 210 によって設定された周期及び振幅を有する温度波を、直流電源 200 を介して発生させる。

[0029] 温度波吸収ヒータ 120 は、試験体 10 の温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値 θ_2 に維持されるよう当該温度波吸収面 12 の加熱を調節する。

[0030] また、本装置 100 は、試験体 10 の側面 13 (図 1 及び図 3 に示すように、周期加熱面 11 と温度波吸収面 12 とをつなぐ試験体 10 の表面) の温

度を所定範囲内に維持するために、当該側面 13 に対向して配置される周囲ヒータ 130 を有している。周囲ヒータ 130 は、試験体 10 の側面 13 の温度が所定範囲内に維持されるよう当該側面 13 の加熱を調節する。

[0031] 周囲ヒータ 130 の配置は、当該周囲ヒータ 130 が側面 13 に対向して配置されれば特に限られないが、図 3 に示す例において、当該周囲ヒータ 130 は、隙間 G を介して当該側面 13 に対向して配置されている。この隙間 G は、気体（例えば、空気）が充填された空間であることとしてもよいし、真空であることとしてもよい。周囲ヒータ 130 の形状は特に限られないが、当該周囲ヒータ 130 は、例えば、試験体 10 の側面 13 を囲む筒状のヒータ（例えば、円筒ヒータ）であることとしてもよい。

[0032] 周期加熱ヒータ 110、温度波吸収ヒータ 120 及び周囲ヒータ 130 は、それぞれ試験体 10 の周期加熱面 11、温度波吸収面 12 及び側面 13 を加熱できるヒータであれば特に限られないが、例えば、電熱ヒータ、ランプヒータ又はレーザー照射装置である。

[0033] また、本装置 100 は、第一温度センサ 310、第二温度センサ 320 及び第三温度センサ 330 を有している。第一温度センサ 310、第二温度センサ 320 及び第三温度センサ 330 は、図 1 及び図 3 に示すように、温度波が伝播される一次元方向において直線的に配置されることが好ましい。

[0034] すなわち、第一温度センサ 310、第二温度センサ 320 及び第三温度センサ 330 は、例えば、周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に引いた仮想的な垂線上に配置されることが好ましく、当該垂線を中心とする半径 5 mm 以下の当該周期加熱面 11 に平行な仮想的な円内に配置されることがとしてもよい。

[0035] 温度波吸収ヒータ 120 は、第三温度センサ 330 による温度波吸収面 12 の温度の測定結果に基づいて、当該温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値に維持されるよう、当該温度波吸収面 12 の加熱を調節する。

[0036] また、図 3 に示す例において、本装置 100 は、周囲ヒータ 130 による加熱を調節するための第四温度センサ 340 を有している。この例において

、第四温度センサ340は、試験体10の側面13に対向する、周囲ヒータ130の表面と接触して配置されている。周囲ヒータ130は、第四温度センサ340による温度の測定結果に基づいて、当該周囲ヒータ130の出力（当該周囲ヒータ130による加熱）を調節する。

[0037] 第一温度センサ310、第二温度センサ320、第三温度センサ330及び第四温度センサ340は、例えば、熱電対又は白金抵抗体である。

[0038] なお、第一温度センサ310、第二温度センサ320、第三温度センサ330及び第四温度センサ340の厚さが、試験体10の厚さに比べて無視できないくらい大きい場合には、当該温度センサを介した熱損失によって温度波が歪み、測定の誤差が生じる。このため、第一温度センサ310、第二温度センサ320、第三温度センサ330及び第四温度センサ340の厚さは、例えば、試験体10の厚さdの10分の1以下であることが好ましい。

[0039] すなわち、例えば、第一温度センサ310、第二温度センサ320、第三温度センサ330及び第四温度センサ340が、筐体を有する熱電対である場合には、当該筐体の厚さ（熱電対が円筒状の筐体を有する場合には、当該筐体の直径）が試験体10の厚さdの10分の1以下であることが好ましい。

[0040] また、図3に示す例において、本装置100は、温度波吸収ヒータ120の試験体10と反対側に配置された冷却装置140を有する。冷却装置140は、温度波が温度波吸収面12に効率よく吸収されるように、温度波吸収ヒータ120を冷却する。冷却装置140は、例えば、冷媒を含む冷却タンクである。

[0041] また、図3に示す例において、本装置100は、周期加熱ヒータ110の試験体10と反対側に配置された補助ヒータ150を有する。補助ヒータ150は、周期加熱ヒータ110からの熱損失を低減させるよう当該周期加熱ヒータ110を保温する。補助ヒータ150は、例えば、電熱ヒータである。

[0042] また、図3に示す例において、本装置100は、周囲ヒータ130と補助

ヒータ 150 との間に配置された断熱材 160 を有する。この断熱材 160 は、試験体 10 の周囲の熱的安定性を確保する。また、図 3 に示す例において、本装置 100 は、冷却装置 140 の周囲に配置された断熱材 170 を有する。この断熱材 170 は、試験体 10 の周囲の熱的安定性を確保する。また、図 3 に示す例においては、上述した測定系が金属板 180（例えば、ステンレス板）の上に配置されるとともに、筐体 190（例えば、ベルジャー）により覆われている。

[0043] 測定の対象となる試験体 10 は、周期加熱ヒータ 110 と温度波吸収ヒータ 120 との間に配置されるものであれば特に限られない。具体的に、試験体 10 は、例えば、断熱材、断熱材と他の部材との積層体、プラスチック、金属、木材、石膏ボード及びセメントからなる群より選択されることとしてもよい。より具体的に、断熱材は、例えば、繊維質断熱材、多孔質断熱材又は真空断熱材であることとしてもよい。

[0044] 繊維質断熱材は、例えば、ロックウール断熱材、グラスウール断熱材、アルミナ系繊維質断熱材（例えば、アルミナファイバーウール断熱材）、及びアルミナシリカ系繊維質断熱材からなる群より選択されることとしてもよい。

[0045] 多孔質断熱材は、例えば、無機多孔質断熱材（例えば、ケイ酸カルシウム断熱材）又は発泡樹脂断熱材（例えば、発泡ゴム成形体、発泡ポリウレタン成形体又は発泡スチロール成形体）からなる群より選択されることとしてもよい。

[0046] 断熱材と他の部材との積層体は、例えば、当該断熱材と、当該断熱材に積層された金属部材及び／又はガラス部材とを有する積層体であることとしてもよい。

[0047] また、本方法においては、後述のとおり、比較的高い温度（例えば、80℃以上）で比較的低い熱伝導率を示す試験体 10 の熱拡散率を高い精度で測定することができる。そこで、例えば、試験体 10 は、例えば、1000℃において $0.5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下の熱伝導率を有することとしてもよく

、 1000°C において $0.3\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下の熱伝導率を有することとしてもよく、 1000°C において $0.2\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下の熱伝導率を有することとしてもよい。なお、試験体10の熱伝導率の下限値は特に限られないが、例えば、当該試験体10は、 1000°C において $0.01\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上の熱伝導率を有することとしてもよい。

[0048] 試験体10の形状は、周期加熱ヒータ110と温度波吸収ヒータ120との間に配置されるものであれば特に限られないが、例えば、平板状であることが好ましい。試験体10が平板状である場合には、周期加熱面11と温度波吸収面12とは略平行に配置される。

[0049] 試験体10は、1つの試験体からなることとしてもよいし、温度波が伝播する方向に積層された2つ以上の同質の試験体からなることとしてもよい。すなわち、試験体10は、例えば、1つの板状断熱材であることとしてもよいし、2つ以上の同一種類の板状断熱材が積層してなる積層体であることとしてもよい。

[0050] 試験体10が2つ以上の試験体を積層してなる場合、隣接する2つの試験体の間に隙間が形成されると、当該2つの試験体の間に気体（空気）の層が形成され、測定結果が気体の熱伝導率の影響を受け、誤差が生じる。

[0051] このため、試験体10が2つ以上の試験体を積層してなる場合、温度波が伝播する方向に隣接する一对の当該試験体において、一方の試験体の表面と、当該表面に対向する他方の試験体の表面との間には、例えば、 0.5 mm 以上の隙間を形成しないことが好ましい。

[0052] そして、本方法においては、まず、試験体10の周期加熱面11から温度波吸収面12に向けて温度波を伝播させる。すなわち、周期加熱面11に対向する周期加熱ヒータ110によって、所定の周期及び所定の振幅を有する温度波を発生させる。その結果、試験体10の周期加熱面11には、周期加熱ヒータ110が発生させた温度波に対応する温度波が与えられる。

[0053] 本方法において、周期加熱面11に与えられ、試験体10の内部を伝播する温度波は、完全に減衰することではなく、温度波吸収面12に到達する。す

なわち、周期加熱ヒータ 110 は、試験体 10 の温度波吸収面 12 に到達する温度波を、当該試験体 10 の周期加熱面 11 に与える。

[0054] また、周期加熱ヒータ 110 は、振幅の中心が所定温度である温度波を発生させる。振幅の中心の温度は、特に限られないが、例えば、 -190°C ～ 1500°C の範囲内の所定温度であることとしてもよく、 25°C ～ 1500°C の範囲内の所定温度であることとしてもよく、 700°C ～ 1500°C の範囲内の所定温度であることとしてもよく、 800°C ～ 1500°C の範囲内の所定温度であることとしてもよい。本方法においては、このような比較的高い温度（例えば、 700°C ～ 1500°C 又は 800°C ～ 1500°C ）においても、試験体 10 の熱拡散率を高い精度で測定することができる。

[0055] なお、例えば、試験体 10 の 1000°C における熱拡散率を測定する場合には、周期加熱面 11 における温度波の振幅の中心温度と、温度波吸収面 12 における所定の一定温度との算術平均値が 1000°C となるような条件で測定を行う。

[0056] また、温度波の振幅が大きすぎる場合には、例えば、試験体 10 の周囲の気体（試験体 10 の側面 13 と接している気体（隙間 G に充填されている気体））、当該気体と接している周囲ヒータ 130、熱損失を防ぐために配置されている断熱材 160、170 等の他の部材の温度が周期的に変化して別の温度波が形成されてしまう。

[0057] そして、この別の温度波が試験体 10 の側面 13 から当該試験体 10 の内部へ侵入し、周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて伝播している本来の温度波と重なり、測定誤差が生じる。

[0058] このため、周期加熱ヒータ 110 で発生させる温度波の振幅は、例えば、 1°C ～ 10°C の範囲内の所定値であることが好ましく、 1°C ～ 5°C の範囲内の所定値であることがより好ましく、 2°C ～ 4°C の範囲内の所定値であることが特に好ましい。

[0059] また、周期加熱ヒータ 110 で発生させる温度波は、例えば、所定温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内で変化することが好ましく、所定温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内で変化

することが好ましく、所定温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲内で変化することが好ましい。

[0060] 温度波の振幅が上記の適切な範囲内であることにより、試験体10に温度波を適切に伝播させることができ、測定精度を高めることができる。なお、例えば、温度波の振幅の中心の温度が 1000°C であり、当該振幅が 5°C である場合、当該温度波は、 $1000 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内（ $995^{\circ}\text{C} \sim 1005^{\circ}\text{C}$ ）で周期的に変化する。

[0061] また、温度波の周期が長すぎる場合、試験体10の温度が、当該試験体10内の当該温度波が伝播する方向における全ての位置でほぼ均一に変化してしまい、当該試験体10の内部を当該温度波が伝播するという状態を形成することができなくなり、測定誤差が生じる。一方、温度波の周期が短すぎる場合、当該温度波が試験体10の内部を伝播する間に、当該温度波が途中で完全に減衰して消滅してしまい、測定誤差が生じる。

[0062] このため、周期加熱ヒータ110で発生させる温度波の周期は、例えば、1分～120分の範囲内の所定値であることが好ましく、15分～100分の範囲内の所定値であることがより好ましく、30分～60分の範囲内の所定値であることが特に好ましい。温度波の周期が上記の適切な範囲内であることにより、試験体10に温度波を適切に伝播させることができ、測定精度を高めることができる。

[0063] また、温度波の振幅の中心の温度が一定とならず、時間の経過とともに上昇又は下降する場合（温度波がドリフトする場合）には、当該温度波が歪んでしまうため、周期加熱面11における第一温度波T1と、試験体10の内部の所定位置14における第二温度波T2との振幅比又は位相差を正確に測定できなくなり、測定誤差が生じる。

[0064] このため、例えば、試験体10を伝播する、連続する3周期分の温度波（例えば、第一温度センサ310及び／又は第二温度センサ320により測定される）において、各1周期分の温度波の振幅の中心温度の平均値と、当該3周期分の温度波の振幅の中心温度の平均値との差分が、 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内であることが好ましく、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内であることがより好ましく、 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以内で

あることが特に好ましい。

[0065] また、例えば、試験体 10 を伝播する、連続する 3 周期分の温度波において、各 1 周期分の温度波の振幅の中心温度の平均値の、当該 3 周期分の振幅の中心温度の平均値に対する変化率（当該各 1 周期分の平均値から当該 3 周期分の平均値を減じた値を、当該 3 周期分の平均値で除して得られた値に、100 を乗じて算出される変化率）が、 $\pm 2\%$ 以内であることが好ましく、 $\pm 0.5\%$ 以内であることがより好ましく、 $\pm 0.2\%$ 以内であることが特に好ましい。このように温度波のドリフトを抑制することにより、温度波の振幅比又は位相差を正確に測定することができ、熱拡散率の測定精度を高めることができる。

[0066] また、本方法においては、試験体 10 の周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて温度波を伝播させている間、当該温度波吸収面 12 の温度を、所定の一定値となるよう調節する。

[0067] すなわち、温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値となるよう、温度波吸収ヒータ 120 による当該温度波吸収面 12 の加熱を調節する。このとき、温度波吸収ヒータ 120 は、第三温度センサ 330 による温度波吸収面 12 の温度の測定結果に基づき、温度波吸収面 12 の加熱を調節する。

[0068] 具体的に、温度波吸収ヒータ 120 は、温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値を下回った場合には、その出力を上げて当該温度波吸収面 12 の加熱を強め、当該温度波吸収面 12 の温度を上昇させる。

[0069] また、温度波吸収ヒータ 120 は、温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値を上回った場合には、その出力を下げて当該温度波吸収面 12 の加熱を弱め、当該温度波吸収面 12 の温度を低下させる。なお、温度波吸収面 12 の加熱を弱める場合、上述した冷却装置 140 を作動させて、温度波吸収ヒータ 120 を冷却することとしてもよい。

[0070] 温度波吸収面 12 の温度が調節されるべき所定の一定値は、例えば、周期加熱面 11 における温度波の振幅の中心温度より、 $0^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値だけ低い又は高い温度であることとしてもよく、当該振幅の中心温度

より、 $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値だけ低い又は高い温度であることとしてもよく、当該振幅の中心温度より、 $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値だけ低い又は高い温度であることとしてもよい。すなわち、温度波吸収面12の温度が調節されるべき所定の一定値は、例えば、周期加熱面11における温度波の振幅の中心温度 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定の一定値であることとしてもよく、当該中心温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定の一定値であることとしてもよく、中心温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定の一定値であることとしてもよい。

[0071] また、本方法においては、上述のとおり、上記式(1)～(111)を使って熱拡散率 κ を求める。この測定原理は、試験体10の一方の表面(周期加熱面11)の温度を周期的に変化させ、且つその反対側の表面(温度波吸収面12)の温度を一定にするという条件で熱伝導方程式を解いて得られる解を使うというものであるが、実際には、温度波吸収面12の温度を完全に一定にすることは不可能である。このため、温度波吸収面12における温度の変動をどの程度まで抑えることができるかが、測定精度に大きく影響する。

[0072] この点、温度波吸収面12の温度は、所定の一定値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することが好ましく、所定の一定値 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することがより好ましく、所定の一定値 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することが特に好ましい。温度波吸収面12の温度を上記のように所定の一定値又はその極近傍の温度に維持することにより、測定精度を高めることができる。

[0073] また、温度波吸収面12と温度波吸収ヒータ120との間に他の部材を配置すると、周期加熱面11から伝播してきた温度波が、当該温度波吸収面12で効率よく吸収されず(消滅せず)、測定誤差が生じることがある。

[0074] そこで、温度波吸収面12と温度波吸収ヒータ120の間には他の部材を配置せず、当該温度波吸収面12と温度波吸収ヒータ120とを接触させることとしてもよい。なお、温度波吸収面12の温度を測定するための第三温度センサ330は、例えば、当該温度波吸収面12と接触して配置される

こととしてもよい。この場合、第三温度センサ 330 は、温度波吸収ヒータ 120 と接触することなく配置されることとしてもよい。

[0075] また、本方法においては、試験体 10 の周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて温度波を伝播させている間、当該試験体 10 の側面 13 の温度を、所定範囲内となるよう調節する。

[0076] すなわち、試験体 10 の側面 13 の温度が所定範囲内となるよう、周囲ヒータ 130 による当該側面 13 の加熱を調節する。このとき、周囲ヒータ 130 は、第四センサ 340 が温度を測定した結果に基づき、試験体 10 の側面 13 の加熱を調節する。

[0077] 具体的に、周囲ヒータ 130 は、測定温度が所定範囲を下回った場合には、その出力を上げて当該側面 13 の加熱を強め、当該側面 13 の温度を上昇させる。また、周囲ヒータ 130 は、測定温度が所定範囲を上回った場合には、その出力を下げて当該側面 13 の加熱を弱め、当該側面 13 の温度を低下させる。

[0078] 試験体 10 の側面 13 の温度が調節されるべき所定範囲は、例えば、周期加熱面 11 における温度波の振幅の中心温度と温度波吸収面 12 の所定の一定温度との算術平均値 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ の範囲であることが好ましく、当該算術平均値 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ の範囲であることがより好ましく、当該算術平均値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲であることが特に好ましい。

[0079] また、本方法においては、試験体 10 の周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて温度波を伝播させている間、当該試験体 10 の側面 13 の温度を調節するための周囲ヒータ 130 の温度を、所定の範囲内となるよう調節することとしてもよい。

[0080] すなわち、上述のとおり、周囲ヒータ 130 の温度が周期的に変化すると、周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて伝播している本来の温度波と異なる別の温度波が形成され、測定誤差が生じる。

[0081] このため、周囲ヒータ 130 の温度の変化は可能な限り抑えることが好ましい。そこで、周囲ヒータ 130 の温度を、所定の範囲内、すなわち所定の

一定値及びその近傍に維持する。

[0082] 具体的に、図3に示すように、第四温度センサ340を、試験体10の側面13に対向する、周囲ヒータ340の表面に配置し、当該第四温度センサ340による温度の測定結果に基づき、当該測定される温度が所定の範囲内となるよう、当該周囲ヒータ130の出力（当該周囲ヒータ130による加熱）を調節する。

[0083] 周囲ヒータ130の温度が調節されるべき所定範囲は、例えば、周期加熱面11における温度波の振幅の中心温度と温度波吸収面12の所定の一定温度との算術平均値 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ の範囲であることが好ましく、当該算術平均値 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ の範囲であることがより好ましく、当該算術平均値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲であることが特に好ましい。

[0084] 次に、本方法においては、試験体10の周期加熱面11における第一温度波T1と、当該試験体10の内部の所定位置14における第二温度波T2とを測定する。すなわち、周期加熱ヒータ110から周期加熱面11に与えられた温度波T1を第一温度センサ310によって測定するとともに、当該周期加熱面11から試験体10の内部の所定位置14に伝播された第二温度波T2を第二温度センサ320によって測定する。

[0085] そして、本方法においては、上述のようにして測定された第一温度波T1と第二温度波T2との振幅比又は位相差から試験体10の熱拡散率を得る。すなわち、上述のとおり、第一温度波T1の振幅 θ_0 と、第二温度波T2の振幅 θ_1 とから振幅比 $A (= \theta_1 / \theta_0)$ を求め、上記の式(1)と式(111)とから熱拡散率 κ を求める。また、第一温度波T1と第二温度波T2との位相のずれから位相差 ϕ を求め、上記の式(11)と式(111)とから熱拡散率 κ を求める。

[0086] ここで、本実施形態において特徴的なことの一つは、本方法において、試験体10の側面13の温度を調節するための周囲ヒータ130の温度を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節した状態で、第一温度波T1及び第二温度波T2を測定することである。

- [0087] すなわち、試験体 10 の周期加熱面 11 から当該試験体 10 の内部に温度波を伝播させる間において、周囲ヒータ 130 の温度が周期的に大きく変化する場合には、別の温度波が形成されてしまう。この場合、この別の温度波が試験体 10 の側面 13 から当該試験体 10 の内部へ侵入し、周期加熱面 11 から温度波吸収面 12 に向けて伝播している本来の温度波と重なり、測定誤差が生じる。
- [0088] これに対し、本方法においては、周囲ヒータ 130 の温度（より具体的には、試験体 10 の側面 13 に対向する、当該周囲ヒータ 130 の表面の温度）を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節することにより、上述のような別の温度波の形成を効果的に回避することができ、測定精度を高めることができる。さらに、周囲ヒータ 130 の温度は、所定値 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することが好ましく、所定値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することがより好ましい。
- [0089] ここで、周囲ヒータ 130 の温度が調節されるべき所定値は、例えば、周期加熱面 11 における温度波の振幅の中心温度と温度波吸収面 12 の所定の一定温度との算術平均値 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値であることが好ましく、当該算術平均値 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値であることがより好ましく、当該算術平均値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内の所定値であることが特に好ましい。
- [0090] また、本方法においては、出力が所定値 $\pm 0.1\%$ の範囲内に制限された周囲ヒータ 130 を使用して、当該周囲ヒータ 130 の温度（より具体的には、当該周囲ヒータ 130 の当該側面 13 に対向する表面の温度）を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節することとしてもよい。
- [0091] すなわち、周囲ヒータ 130 の出力の範囲が制限されていないと、当該周囲ヒータ 130 の出力が大きくなり過ぎ又は小さくなり過ぎることにより、上述した別の温度波が形成されて、測定誤差が生じる。
- [0092] この点、本発明の発明者は、周囲ヒータ 130 の温度を制御する技術的手段について鋭意検討を重ねた結果、意外にも、当該周囲ヒータ 130 の出力を所定の狭い範囲に制限することにより、当該周囲ヒータ 130 の温度を高い精度で所定の一定値又はその近傍の温度に維持できることを見出した。

- [0093] すなわち、周囲ヒータ 130 の出力を上述の狭い範囲内に制限した上で、当該周囲ヒータ 130 による加熱を調節することにより、当該周囲ヒータ 130 の温度を高い精度で制御することができる。なお、直流電源を使用することにより、出力が所定値に制限された周囲ヒータ 130 を使用することとしてもよい。
- [0094] また、本方法においては、出力が所定値 $\pm 0.1\%$ の範囲内に制限された周囲ヒータ 130 を使用することとしてもよく、所定値 $\pm 0.05\%$ の範囲内に制限された周囲ヒータ 130 を使用することとしてもよい。
- [0095] また、上述のように出力が制限された周囲ヒータ 130 を使用する場合も、当該周囲ヒータ 130 の温度は、所定値 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することが好ましく、所定値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に維持することがより好ましい。
- [0096] 周囲ヒータ 130 の出力が調節されるべき所定値は、例えば、周期加熱ヒータ 110 で温度波を発生させる前に、当該周期加熱ヒータ 110、温度波吸収ヒータ 120 及び周囲ヒータ 130 による加熱を開始し、その後、試験体 10 の周期加熱面 11、その内部の所定位置 14 及び温度波吸収面 12 の温度が所定の一定値に安定した時点における当該周囲ヒータ 130 の出力値として決定される。
- [0097] また、図 3 に示すように、第四温度センサ 340 を、試験体 10 の側面 13 に対向する、周囲ヒータ 130 の表面に接触して配置し、当該第四温度センサ 340 により測定される温度（当該周囲ヒータ 130 の温度）に基づき、当該周囲ヒータ 130 の温度を所定値 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内、所定値 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲内、又は所定値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節することとしてもよい。この場合、周期ヒータ 130 の出力を所定値 $\pm 0.1\%$ の範囲内、又は所定値 $\pm 0.05\%$ の範囲内に制限することとしてもよい。
- [0098] 次に、本実施形態に係る具体的な実施例について説明する。

実施例

- [0099] 試験体 10 としてアルミナ-シリカ系繊維質断熱材を使用して、当該試験体 10 の側面 13 と対向して配置される周囲ヒータ 130 の温度を、出力レ

ベルの範囲が0～100%に設定された（出力レベル範囲が制限されていない）周囲ヒータ130を使用して調節した場合と、出力レベルの範囲が所定値 $\pm 0.05\%$ に制限された周囲ヒータ130を使用して調節した場合とで、当該試験体10の400℃及び600℃における熱拡散率を測定し、当該熱拡散率から当該試験体10の熱伝導率を求めた。

[0100] 具体的に、まず、周期加熱ヒータ110で温度波を発生させる前に、当該周期加熱ヒータ110、温度波吸収ヒータ120及び周囲ヒータ130による加熱を開始した。その後、試験体10の周期加熱面11、内部の所定位置14及び温度波吸収面12の温度が所定の一定値に安定した時点における周囲ヒータ130の出力値を所定値に決定した。

[0101] そして、周囲ヒータ130の表面に接触して配置された第四温度センサ340により測定される温度が所定値 $\pm 5^\circ\text{C}$ の範囲内となるよう、出力が上記所定値 $\pm 0.05\%$ に制限された周囲ヒータ130、又は出力が制限されていない周囲ヒータ130を使用して、当該周囲ヒータ130の温度を調節しながら、試験体10の熱拡散率を測定した。

[0102] 図4には測定結果を示す。図4に示すように、周囲ヒータ130の出力を制限しない場合には、当該周囲ヒータ130の出力を制限する場合に対して、数%程度の差が生じてしまうことが確認された。

符号の説明

[0103] 10 試験体、11 周期加熱面、12 温度波吸収面、13 側面、14 試験体内部の所定位置、100 熱拡散率測定装置、110 周期加熱ヒータ、120 温度波吸収ヒータ、130 周囲ヒータ、140 冷却装置、150 補助ヒータ、160, 170 断熱材、180 金属板、190 筐体、200 直流電源、210 ファンクションジェネレータ、310 第一温度センサ、320 第二温度センサ、330 第三温度センサ、340 第四温度センサ。

請求の範囲

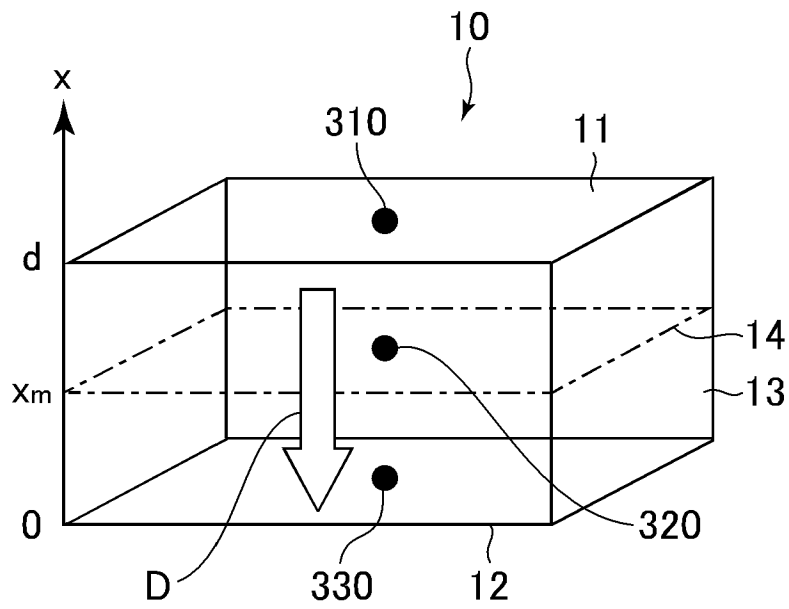
[請求項1]

周期加熱法により熱拡散率を測定する方法であって、
試験体の周期加熱面から温度波吸収面に向けて温度波を伝播させる
こと；
前記周期加熱面における第一温度波を測定すること；
前記周期加熱面と前記温度波吸収面との間の前記試験体の内部の所
定位置における第二温度波を測定すること；
前記第一温度波と前記第二温度波との振幅比又は位相差から前記試
験体の熱拡散率を得ること；
を含み、
前記試験体の側面の温度を調節するための周囲ヒータの温度を所定
値±5℃の範囲内に調節した状態で、前記第一温度波及び前記第二温
度波を測定する
ことを特徴とする方法。

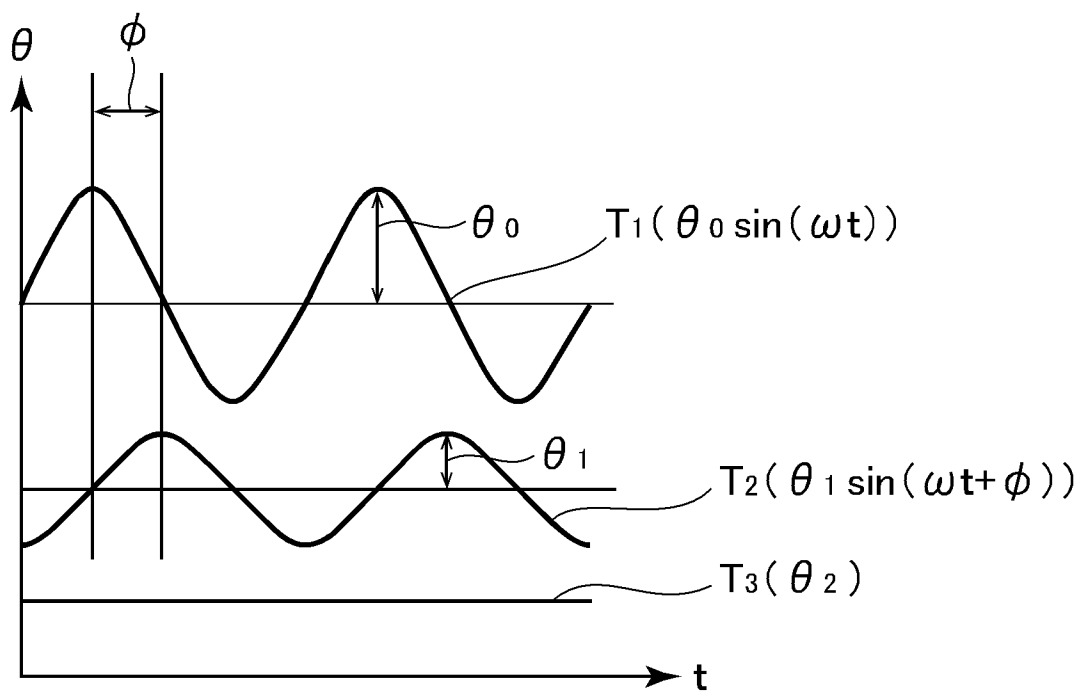
[請求項2]

出力が所定値±0.1%の範囲内に制限された前記周囲ヒータを使
用して、前記周囲ヒータの温度を前記所定値±5℃の範囲内に調節す
る
ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

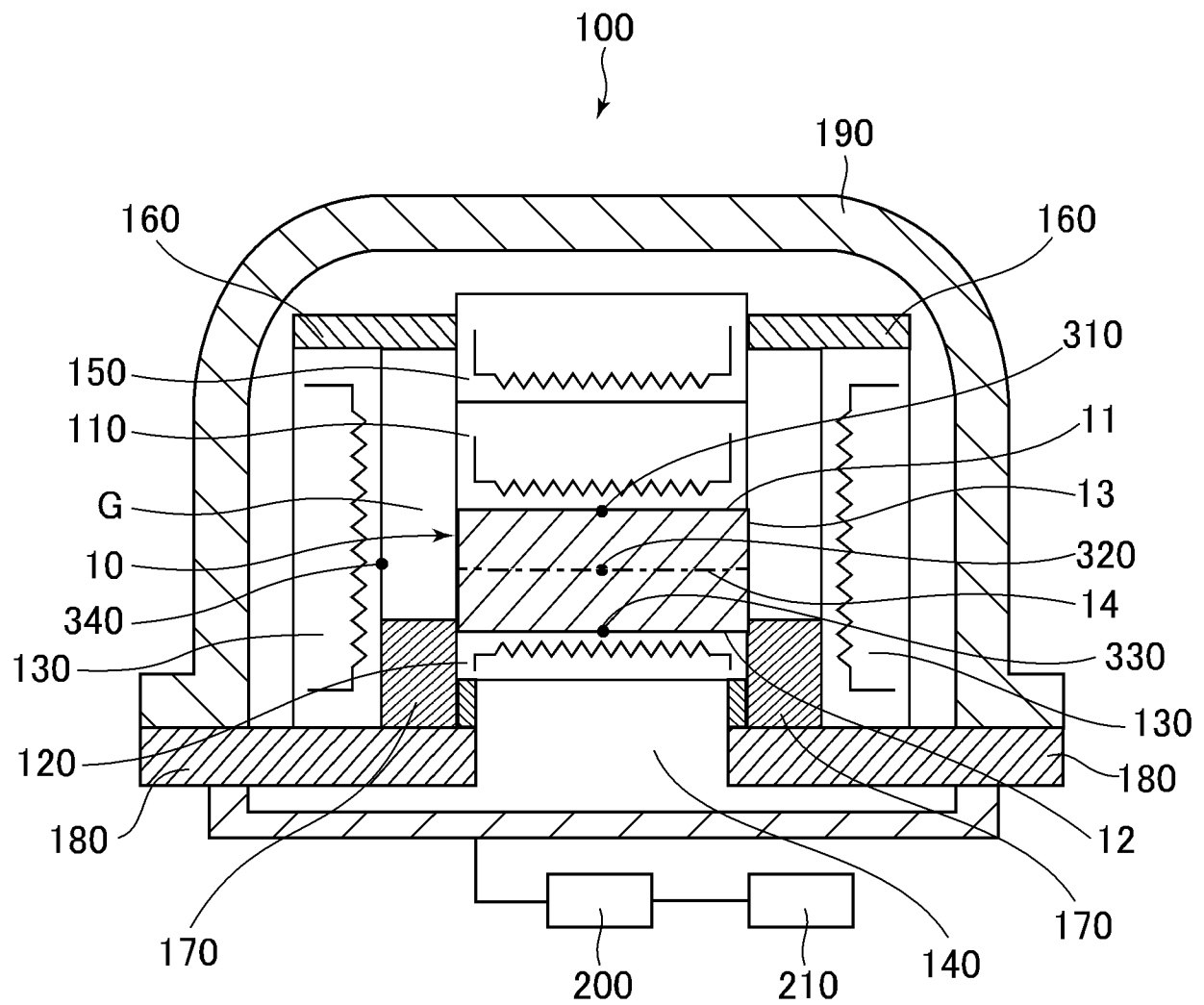
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

測定温度[°C]	熱伝導率 [W/(m·K)]	
	ヒータ出力 0~100%	ヒータ出力 ±0.05%
400	0.0822	0.0853
600	0.0985	0.0953

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/075969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N25/18(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)

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)

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-227010 A (Nichias Corp.), 25 August 2005 (25.08.2005), paragraphs [0019] to [0024], [0030]; fig. 1 (Family: none)	1-2
Y	JP 7-103921 A (Shinku-Riko, Inc.), 21 April 1995 (21.04.1995), paragraph [0025] (Family: none)	1-2
Y	JP 10-54813 A (Shimadzu Corp.), 24 February 1998 (24.02.1998), paragraph [0018] (Family: none)	2

☐ 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
28 November, 2014 (28.11.14)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2014 (09.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N25/18(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. 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）

JSTPlus(JDreamIII)

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 2005-227010 A（ニチアス株式会社）2005.08.25, 【0019】－【0024】、【0030】、【図1】 （ファミリーなし）	1-2
Y	JP 7-103921 A（真空理工株式会社）1995.04.21, 【0025】（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 10-54813 A（株式会社島津製作所）1998.02.24, 【0018】（ファミリーなし）	2

☐ 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

2 8 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 2 . 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）

東松 修太郎

2 J

5 2 6 1

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