

(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 1 月 5 日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/002568 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/04 (2006.01) G01N 15/06 (2006.01)
G01M 15/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/067125
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 8 日(08.06.2016)
- (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 2015-131418 2015 年 6 月 30 日(30.06.2015) JP
特願 2015-168062 2015 年 8 月 27 日(27.08.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 宮川 豪(MIYAGAWA, Go); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 安藤 幸治(ANDO, Kouji); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株

式会社デンソー内 Aichi (JP). 田村 昌之(TAMURA, Masayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 今川 弘勝(IMAGAWA, Hirokatsu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 三島 崇生(MISHIMA, Takao); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 山田 英樹(YAMADA, Hideki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 山本 真宏(YAMAMOTO, Masahiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

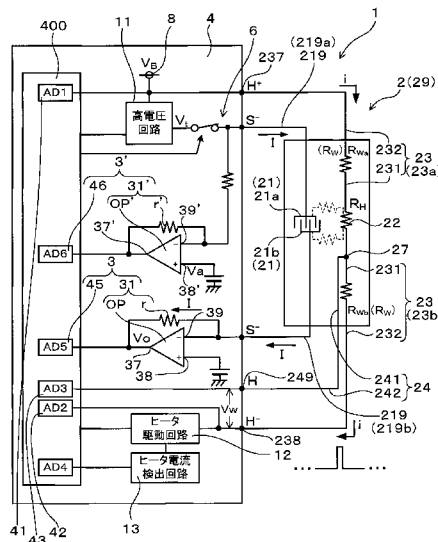
(74) 代理人: 東田 潔(TOHTA, Kiyoshi); 〒1020083 東京都千代田区麹町 4 - 3 - 30 麹町MKビル 3 階 PDI 特許商標事務所 Tokyo (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,

[続葉有]

(54) Title: PARTICULATE MATTER SENSOR AND PARTICULATE MATTER DETECTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 粒子状物質センサ、及び粒子状物質検出システム



11 High-voltage circuit
12 Heater driving circuit
13 Heater current detection circuit

(57) Abstract: Provided is a particulate matter sensor with which it is possible to reduce manufacturing cost and accurately measure the temperature of a heater, and a particulate matter detection system that uses the particulate matter sensor. The particulate matter sensor comprises: a deposited part in which a particulate matter in an exhaust gas is deposited; a pair of mutually separated electrodes provided in the deposited part; a heater that heats the deposited part; and a pair of heater wires that connect to the heater and form a path for current supplied to the heater. A sensing wire for measuring the resistance of the heater wires is connected to at least one heater wire of the pair of heater wires.

(57) 要約: 製造コストを低減でき、かつヒータの温度を正確に測定できる粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムが提供される。粒子状物質センサは、排ガス中の粒子状物質が堆積する被堆積部と、該被堆積部に設けられ、互いに離間した一対の電極と、上記被堆積部を加熱するヒータと、該ヒータに接続し該ヒータに供給する電流の経路をなす一対のヒータ配線とを備える。該一対のヒータ配線のうち少なくとも一方のヒータ配線に、当該ヒータ配線の抵抗を測定するためのセンシング線が接続している。

WO 2017/002568 A1



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

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, 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))

明 細 書

発明の名称： 粒子状物質センサ、及び粒子状物質検出システム 技術分野

[0001] 本発明は、排ガス中の粒子状物質を測定する粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムに関する。

背景技術

[0002] 排ガス中の粒子状物質（PM: Particulate Matter）の量を測定する粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムが知られている（米国特許出願公開第2013/0256296号参照）。粒子状物質センサは、互いに離間した一对の電極と、該電極を加熱するヒータとを備える。また、上記粒子状物質検出システムは、上記粒子状物質センサと、該粒子状物質センサに接続した制御回路部とを有する。

[0003] 制御回路部は、測定モードと燃焼モードとを切り替え制御するよう構成されている。測定モードでは、粒子状物質センサの上記一对の電極間に電圧を加える。このようにすると、静電気力によって粒子状物質が集まり、電極間に電流が流れる。この電流値を測定し、電極間に堆積した粒子状物質の抵抗値を求めることにより、排ガス中の粒子状物質の量を算出するようになっている。また、測定モードを暫く続けると、電極間に多くの粒子状物質が堆積し、電流が飽和する。したがって、この場合には、上記燃焼モードに切り替えて、ヒータを発熱させ、堆積した粒子状物質を燃焼させる。これにより、粒子状物質センサを再生するよう構成されている。

[0004] 近年、ヒータの温度を正確に測定するための開発が行われている。すなわち、粒子状物質の抵抗は温度によって変化するため、測定モードにおいて、ヒータの温度、すなわち粒子状物質の温度を正確に測定できれば、粒子状物質の抵抗の測定値を補正でき、排ガス中の粒子状物質の量を正確に算出することが可能になる。また、燃焼モードにおいて、ヒータの温度を正確に測定できれば、ヒータの温度を正確に制御でき、ヒータの温度が高くなりすぎた

り、低くなりすぎたりすることを抑制できる。そのため、ヒータの温度が高くなりすぎてヒータが劣化したり、温度が低くなりすぎて粒子状物質が燃焼不足になったりする不具合を防止できる。このような理由により、ヒータの温度を正確に測定することが望まれている。

[0005] ヒータの温度を正確に測定するため、上記粒子状物質検出システムでは、ヒータの電気抵抗を測定している。ヒータの温度と抵抗との間には一定の関係がある（図7参照）ため、ヒータの抵抗を測定すれば、ヒータの温度を算出することができる。

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、上記粒子状物質センサでは、ヒータの温度を充分正確に算出できなかった。すなわち、ヒータには一對のヒータ配線が接続しており、このヒータ配線を介して、ヒータに電流を流すようになっている。そのため、ヒータのみの抵抗（ヒータ抵抗）を測定することはできず、ヒータ抵抗と、一對のヒータ配線の抵抗（配線抵抗）とを合わせた抵抗（合計抵抗）しか測定できなかった。そのため、この合計抵抗の測定値を用いて、ヒータの温度を算出せざるを得なかった。配線抵抗は、ヒータ配線の温度によって大きく変化する。また、ヒータ配線の温度は、排ガス等の温度の影響を受けるため、配線抵抗はばらつきやすい。そのため、上記合計抵抗を用いてヒータの温度を算出すると、合計抵抗に含まれる配線抵抗が誤差要因となって、ヒータの温度を正確に算出できない。

[0007] 上記問題を解決するため、粒子状物質センサに専用の温度センサを設け、この温度センサを用いて、ヒータの温度を測定することも考えられる。しかしながら、このようにすると、粒子状物質検出システムの製造コストが上昇する問題が生じる。

[0008] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたもので、製造コストを低減でき、かつヒータの温度を正確に測定できる粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1の態様は、排ガス中の粒子状物質が堆積する被堆積部と、
該被堆積部に設けられ、互いに離間した一对の電極と、
上記被堆積部を加熱するヒータと、
該ヒータに接続し該ヒータに供給する電流の経路をなす一对のヒータ配線とを備え、
該一对のヒータ配線のうち少なくとも一方の上記ヒータ配線に、当該ヒータ配線の抵抗を測定するためのセンシング線が接続していることを特徴とする粒子状物質センサにある。

[0010] また、本発明の第2の態様は、上記粒子状物質センサと、該粒子状物質センサに接続した制御回路部とを備える粒子状物質検出システムであって、
上記制御回路部は、上記一对の電極間に堆積した上記粒子状物質の抵抗を測定し、その測定値を用いて上記排ガス中の上記粒子状物質の量を算出する測定モードと、上記ヒータを発熱させ、上記被堆積部に堆積した上記粒子状物質を燃焼する燃焼モードと、を切り替え制御し、

上記制御回路部は、上記測定モードと上記燃焼モードとの少なくとも一方において、上記センシング線を用いて測定した上記ヒータ配線の抵抗の値を使って、個々の上記ヒータ配線の抵抗の和である配線抵抗を算出すると共に、上記ヒータの抵抗であるヒータ抵抗と上記配線抵抗との合計抵抗を測定し、該合計抵抗から上記配線抵抗を減算することにより上記ヒータ抵抗を算出し、該ヒータ抵抗の算出値を用いて上記ヒータの温度を算出するよう構成されていることを特徴とする粒子状物質検出システムにある。

発明の効果

[0011] 上記粒子状物質センサにおいては、一对のヒータ配線のうち少なくとも一方のヒータ配線に、当該ヒータ配線の抵抗を測定するためのセンシング線が接続している。

そのため、上記センシング線を用いて、ヒータ配線の抵抗を測定することができる。したがって、個々のヒータ配線の抵抗の和である配線抵抗を算出

することが可能になる。また、上記粒子状物質センサにおいては、一對のヒータ配線の間に電圧を加えることにより、ヒータの抵抗であるヒータ抵抗と上記配線抵抗との合計抵抗を測定することができる。上記粒子状物質センサでは、上述したように上記配線抵抗を算出できるため、測定した上記合計抵抗から、算出した配線抵抗を減算することができる。これにより、誤差要因となる配線抵抗を含まない、正確なヒータ抵抗の値を求めることが可能になる。したがって、このヒータ抵抗を用いて、ヒータの温度を正確に測定することができる。そのため、例えば粒子状物質の量を測定する際に、ヒータの温度の測定値を用いて粒子状物質の抵抗値を補正し、これにより排ガス中の粒子状物質の量を正確に算出することができる。また、粒子状物質を燃焼する際に、ヒータの温度を正確に制御することができる。

[0012] 同様に、上記粒子状物質検出システムは、上記制御回路部により、ヒータ抵抗を算出でき、この算出値を用いて、ヒータの温度を正確に算出することができる。

[0013] また、上記粒子状物質センサ及び粒子状物質検出システムは、専用の温度センサを設けなくても、ヒータの温度を測定できる。そのため、製造コストを低減できる。

[0014] 以上のごとく、本発明によれば、製造コストを低減でき、かつヒータの温度を正確に測定できる粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]実施例1における、測定モードでの粒子状物質検出システムの回路図。
[図2]実施例1における、燃焼モードでの粒子状物質検出システムの回路図。
[図3]実施例1における、粒子状物質センサの分解斜視図。
[図4]実施例1における、排気管に取り付けられた粒子状物質センサの断面図。
。
[図5]実施例1における、センサ素子の一部を切り欠いた状態での、粒子状物質センサの拡大平面図。

[図6]図5の等価回路図。

[図7]実施例1における、ヒータ抵抗と、ヒータの温度との関係を表したグラフ。

[図8]実施例1における、粒子状物質の抵抗と、粒子状物質の温度との関係を表したグラフ。

[図9]実施例1における、測定モードでの、ヒータ電流の波形図。

[図10]実施例1における、燃焼モードでの、ヒータ電流の波形図。

[図11]実施例2における、粒子状物質センサの分解斜視図。

[図12]実施例2における、粒子状物質検出システムの回路図。

[図13]実施例3における、粒子状物質センサの分解斜視図。

[図14]実施例3における、粒子状物質センサの斜視図。

[図15]実施例4における、ヒータの温度とヒータ抵抗との関係を表したグラフ。

[図16]実施例4における、粒子状物質検出システムのフローチャート。

[図17]図16に続くフローチャート。

[図18]実施例5における、粒子状物質検出システムのフローチャートの一部。

発明を実施するための形態

[0016] 上記粒子状物質センサ及び上記粒子状物質検出システムは、ディーゼル車に搭載することができる。

実施例

[0017] (実施例1)

上記粒子状物質検出システムに係る実施例について、図1～図10を用いて説明する。図1、図3に示すごとく、本例の粒子状物質センサ2は、被堆積部20と、一对の電極21(21a, 21b)と、ヒータ22と、一对のヒータ配線23(23a, 23b)とを備える。被堆積部20には、排ガス中の粒子状物質が堆積する。二つの電極21は、被堆積部20に設けられており、互いに離間している。ヒータ22は、被堆積部20を加熱する。ヒ-

タ配線 23 は、ヒータ 22 に接続しており、ヒータ 22 に供給する電流 i の経路をなしている。

[0018] 二つのヒータ配線 23 a, 23 b のうち一方（以下、第 2 ヒータ配線 23 b という）には、当該ヒータ配線 23 の抵抗 R_w を測定するためのセンシング線 24 が接続している。

[0019] また、図 1 に示すごとく、本例の粒子状物質検出システム 1 は、粒子状物質センサ 2 と、粒子状物質センサ 2 に接続した制御回路 4 とを備える。

制御回路 4 は、測定モード（図 1 参照）と燃焼モード（図 2 参照）とを選択的に切り替えて動作する。測定モードは、一对の電極 21 間に堆積した粒子状物質の抵抗 R_{PM} を測定し、その測定値を用いて、排ガス中の粒子状物質の量を算出するモードである。また、燃焼モードは、ヒータ 22 を発熱させ、被堆積部 20 に堆積した粒子状物質を燃焼するモードである。

[0020] 制御回路 4 は、燃焼モードと測定モードとの少なくとも一方において、センシング線 24 を用いて測定したヒータ配線 23 b の抵抗 R_w (R_{wb}) の値を使って、個々のヒータ配線 23 a, 23 b の抵抗 R_w の和である配線抵抗 R_{wa} ($= 2 R_{wb}$) を算出する。また、制御回路 4 は、ヒータ 22 の抵抗であるヒータ抵抗 R_H と配線抵抗 R_{wa} との合計抵抗 R_S を測定する。そして、合計抵抗 R_S から配線抵抗 R_{wa} を減算することによりヒータ抵抗 R_H を算出し、該ヒータ抵抗 R_H の算出値を用いて、ヒータ 22 の温度を算出するよう構成されている。

[0021] 粒子状物質センサ 2 及び粒子状物質検出システム 1 は、ディーゼル車に搭載される。図 1 に示すごとく、制御回路 4 は、高電圧回路 11 と、電流測定部 3 と、補助電流測定部 3' と、ヒータ駆動回路 12 と、ヒータ電流検出回路 13 と、スイッチ 6 と、マイコン 400 とを備える。

[0022] 個々のヒータ配線 23 は、後述するセンサ素子 29 に形成された配線第 1 部分 231 と、該配線第 1 部分 231 に接続した配線第 2 部分 232 とを備える。同様に、センシング線 24 は、センサ素子 29 に形成されたセンシング第 1 部分 241 と、該センシング第 1 部分 241 に接続したセンシング第

2部分242とを備える。

[0023] また、図4に示すごとく、粒子状物質センサ2は、センサ素子29と、該センサ素子29を保持する保持部26と、ハウジング211と、締結部212と、カバー213、214とを備える。保持部26はセラミックからなり、ハウジング211及び締結部212は金属からなる。保持部26は、センサ素子29を取り囲み、センサ素子29を保持している。保持部26によって、センサ素子29とハウジング211との間が絶縁されている。また、締結部212には、雄螺子部233が形成されている。この雄螺子部233を、排気管19に形成された雌螺子部191に螺合してある。これにより、粒子状物質センサ2を排気管19に締結している。

[0024] 図3に示すごとく、センサ素子29は、ヒータ基板28、電極形成板210、絶縁板25、被覆板291を備える。これらヒータ基板28、電極形成板210、絶縁板25、被覆板291は、セラミックからなる。ヒータ基板28の2つの主面281、282のうち、電極21側の主面である第1主面281に、上記ヒータ22と、配線第1部分231と、センシング第1部分241とが形成されている。また、ヒータ基板28の第2主面282には、配線第1部分231またはセンシング第1部分241に導通した、複数のヒータ用接続パッド293（図4参照）が形成されている。

[0025] また、上記電極形成板210には、一对の電極21a、21bが形成されている。電極形成板210とヒータ基板28との間に、上記絶縁板25が存在している。また、被覆板291には、被堆積部20を露出させるための開口部292が形成されている。被覆板291の主面には、電極21a、21bに導通した電極用接続パッド294が形成されている。

[0026] 図4に示すごとく、ヒータ用接続パッド293には、上記配線第2部分232またはセンシング第2部分242が接続している。また、電極用接続パッド294には、電極配線219が接続している。

[0027] 図4に示すごとく、保持部26は、センサ素子29を、被堆積部20を露出させた状態で保持している。被堆積部20は、排気管19内を流れる排ガ

ス g に曝されている。

[0028] また、図 5 に示すごとく、ヒータ 22 は、保持部 26 内に配されていない。センシング線 24 は、ヒータ配線 23 のヒータ 22 側の端部 239 に接続している。センシング線 24 とヒータ配線 23 との接続部 27 は、保持部 26 よりもヒータ 22 側に形成されている。

[0029] 次に、合計抵抗 R_s 及び配線抵抗 R_{wab} の測定方法について説明する。図 2 に示すごとく、制御回路 4 は、複数の電圧測定部 41～46 を備える。一对のヒータ配線 23 のうち、高電位側である第 1 ヒータ配線 23a は、第 1 電圧測定部 41 に接続している。また、低電位側のヒータ配線 23 である第 2 ヒータ配線 23b は、第 2 電圧測定部 42 に接続している。制御回路 4 は、第 1 電圧測定部 41 と第 2 電圧測定部 42 とを用いて、ヒータ配線 23a, 23b の端子 237, 238 間の電圧 V_s を測定する。また、ヒータ電流検出回路 13 を用いて、ヒータ 22 を流れる電流 i を測定する。そして、下記式を用いて、合計抵抗 R_s を算出する。

$$R_s = V_s / i \quad \dots (1)$$

$$= R_H + R_{wab}$$

$$= R_H + R_{wa} + R_{wb} \quad \dots (2)$$

なお、上記式中、 R_{wa} は第 1 ヒータ配線 23a の抵抗であり、 R_{wb} は第 2 ヒータ配線 23b の抵抗である。

[0030] また、図 2 に示すごとく、センシング線 24 は、第 3 電圧測定部 43 に接続している。制御回路 4 は、第 3 電圧測定部 43 と第 2 電圧測定部 42 とを用いて、センシング線 24 の端子 249 と、第 2 ヒータ配線 23b の端子 238 との間の電圧を測定する。センシング線 24 には、電流が殆ど流れない。そのため、センシング線 24 自身による電圧降下は無視できる。したがって、上記 2 つの端子 249, 238 間の電圧は、第 2 ヒータ配線 23b の接続部 27 と、端子 238 との間に加わる電圧 V_w と殆ど等しい。また、制御回路 4 は、ヒータ電流検出回路 13 を用いて、ヒータ 22 を流れる電流 i を測定している。したがって、測定した電圧 V_w と電流 i とから、下記式を用

いて、第2ヒータ配線23bの抵抗 R_{wb} を算出することができる。

$$R_{wb} = V_w / i \quad \dots (3)$$

[0031] 本例では、第1ヒータ配線23aと第2ヒータ配線23bとの長さは、略等しい。そのため、第1ヒータ配線23aと第2ヒータ配線23bとは、抵抗が略等しい。したがって、 $R_{wa} = R_{wb}$ と近似することができる。そのため、上記式(2)は、下記式に変形することができる。

$$R_s = R_H + R_{wab} = R_H + 2 R_{wb}$$

この式から、下記式(4)を得ることができる。

$$R_H = R_s - R_{wab} = R_s - 2 R_{wb} \quad \dots (4)$$

本例では、上記(1)、(3)を用いて R_s 、 R_{wb} を測定し、上記式(4)を用いてヒータ抵抗 R_H を算出している。すなわち、合計抵抗 R_s から配線抵抗 R_{wab} ($= 2 R_{wb}$)を減算することにより、ヒータ抵抗 R_H を算出している。

[0032] 図7に示すごとく、ヒータ22の温度とヒータ抵抗 R_H の間には、一定の関係がある。そのため、ヒータ抵抗 R_H を求めれば、ヒータ22の温度を算出することができる。本例では、上記式(4)を用いて、配線抵抗 R_{wab} を含まない、正確なヒータ抵抗 R_H の値を算出している。そのため、ヒータ22の温度を正確に算出することができる。

[0033] また、本例では、上記測定モード(図1参照)と燃焼モード(図2参照)とにおいて、それぞれヒータ抵抗 R_H を算出し、これを用いて、ヒータ22の温度を算出している。図9に示すごとく、測定モードでは、ヒータ22に流す電流 i のデューティ比を小さくしている。これにより、ヒータ22が大きく発熱して、上記被堆積部20に堆積した粒子状物質が燃焼することを抑制している。測定モードにおける電流 i のデューティ比は、低い方が好ましい。デューティ比が高くなると、測定モードにおいて被堆積部20の温度が上昇しやすくなり、粒子状物質が被堆積部20に集まりにくくなる。すなわち、粒子状物質センサ2を取り付けた排気管19(図4参照)の熱は大気に放熱されるため、排気管19の温度は排ガスgの温度よりも低くなっている。そのため、排気管19に取り付けられた粒子状物質センサ2の温度も

、排ガス g の温度より低い。したがって、温度が高い排ガス中の粒子状物質には、温度が低い粒子状物質センサ 2 の被堆積部 20 に向かう熱泳動力が作用する。測定モードでは、この熱泳動力を利用して、粒子状物質を被堆積部 20 に集めている。そのため、電流 i のデューティ比が高くなり、被堆積部 20 の温度が高くなりすぎると、排ガスと被堆積部 20 との温度差が小さくなり、熱泳動力が小さくなる。そのため、粒子状物質が集まりにくくなる。したがって、測定モードでは、被堆積部 20 の温度が排ガスの温度よりも低くなるように、デューティ比を充分低くすることが好ましい。測定モードにおけるデューティ比は、1%以下にすることが望ましい。また、測定モードでは、ヒータ 22 に全く通電しない場合と比べて、温度が 30°C 以上上昇しないように、デューティ比を低くすることが好ましい。

[0034] 図 8 に示すごとく、粒子状物質の抵抗 R_{PM} と、ヒータ 22 の温度とには一定の関係がある。ヒータ 22 の温度、すなわち粒子状物質の温度が上昇すると、粒子状物質の抵抗 R_{PM} は低下する。制御回路 4 は、測定モードにおいて、電極 21a, 21b 間（図 1 参照）を流れる電流 I を測定し、これを用いて、電極 21a, 21b 間に堆積した粒子状物質の抵抗 R_{PM} を算出している。そして、ヒータ 22 の温度を用いて、抵抗 R_{PM} の測定値を補正し、その補正した値を用いて、排ガス中の粒子状物質の量を算出している。

[0035] また、燃焼モードでは、図 10 に示すごとく、測定モードよりも電流 i のデューティ比を高くする。本例では、燃焼モードにおいてヒータ抵抗 R_H を算出し、これを用いて、ヒータ 22 の温度を算出している。そして、ヒータ 22 の温度が予め定められた範囲内になるように、ヒータ 22 に供給する電流 i の量を制御している。すなわち、電流 i のデューティ比を制御している。

[0036] 次に、測定モードにおいて、電極 21a, 21b 間に堆積した粒子状物質の抵抗 R_{PM} を測定する方法について説明する。本例では図 1 に示すごとく、測定モードにおいて、電流測定部 3 を用いて、電極 21a, 21b 間を流れる電流 I を測定する。そして、この電流 I の測定値と、電極 21a, 21b

間の電圧 ($V_t - V_a$) とを用いて、下記式から、粒子状物質の抵抗 R_{PM} を算出する。

$$R_{PM} = (V_t - V_a) / I$$

なお、上記式中、 V_t は高電圧回路 11 の電圧、すなわち第 1 電極 21 a の電圧であり、 V_a はオペアンプ OP の反転入力端子 39 の電圧、すなわち第 2 電極 21 b の電圧である。

[0037] 電流測定部 3 は、電流電圧変換回路 31 と、電圧測定部 45 とを備える。電流電圧変換回路 31 は、オペアンプ OP と、抵抗 r とによって構成されている。抵抗 r は、オペアンプ OP の反転入力端子 39 と出力端子 37 との間を繋いでいる。オペアンプ OP の非反転入力端子 38 は、一定の電圧 V_a に保持されている。オペアンプ OP の特性であるバーチャルショートにより、反転入力端子 39 の電圧は、非反転入力端子 38 の電圧 V_a と略等しくなる。

[0038] 制御回路 4 は、測定モードでは、スイッチ 6 をオンにする。これにより、第 1 電極 21 a を高電圧回路 11 に接続する。そのため、電極 21 a, 21 b 間に電圧が加わる。したがって、電極 21 a, 21 b 間に粒子状物質が堆積すると、電流 I が流れる。電流 I は、オペアンプ OP の反転入力端子 39 には流れ込まず、抵抗 r を流れる。そのため、オペアンプ OP の出力電圧 V_o は、非反転入力端子 38 の電圧 V_a よりも rI だけ電圧が降下する。つまり、出力電圧 V_o は、下記式で表される値になる。

$$V_o = V_a - rI$$

これから、電流 I は、下記式 (5) によって表されることが分かる。

$$I = (V_a - V_o) / r \quad \dots (5)$$

[0039] 制御回路 4 は、 V_a と r の値を記憶している。そして、電圧測定部 45 を用いて出力電圧 V_o を測定し、上記式 (5) から、電流 I を算出している。そして、この電流 I の値を用いて、電極 21 a, 21 b 間に堆積した粒子状物質の抵抗 R_{PM} を求めている。

[0040] なお、制御回路 4 に形成された補助電流測定部 3' も、電流測定部 3 と同

様の構成になっている。

[0041] 次に、燃焼モードにおける、粒子状物質検出システム 1 の動作について説明する。図 2 に示すごとく、燃焼モードでは、制御回路 4 はスイッチ 6 をオフにし、第 1 電極 2 1 a と高電圧回路 1 1 とを切り離す。そのため、一对の電極 2 1 a, 2 1 b 間の電圧は略 0 V になる。

[0042] 燃焼モードでは、制御回路 4 は、ヒータ駆動回路 1 2 を PWM 制御し、ヒータ 2 2 に電流 i を流す。また、制御回路 4 は上述したように、ヒータ抵抗 R_H を測定し、これを用いてヒータ 2 2 の温度を算出する。そして、ヒータ 2 2 の温度が予め定められた範囲内になるように、ヒータ 2 2 に流す電流 i の量を制御する。

[0043] ヒータ 2 2 が発熱すると、センサ素子 2 9 の絶縁板 2 5 (図 3 参照) の温度が上昇する。そのため、絶縁板 2 5 の抵抗が低下し、ヒータ 2 2 から電極 2 1 a, 2 1 b へ、リーク電流 I_L が流れる。このリーク電流 I_L を、2 つの電流測定部 3, 3' を用いて測定している。制御回路 4 は、測定したリーク電流 I_L の値を用いて、粒子状物質センサ 2 が故障しているか否かを判断する。例えば、電極配線 2 1 9 が断線していない場合は、電流測定部 3, 3' によってリーク電流 I_L が測定されるが、電極配線 2 1 9 が断線すると、リーク電流 I_L が測定されなくなる。そのため、制御回路 4 は、測定されたリーク電流 I_L の値が、予め定められた値よりも低い場合には、電極配線 2 1 9 が断線していると判断する。また、絶縁板 2 5 が劣化した場合には、リーク電流 I_L が流れやすくなる。そのため、制御回路 4 は、リーク電流 I_L が予め定められた値よりも高い場合には、絶縁板 2 5 が劣化していると判断する。

[0044] 次に、本例の作用効果について説明する。粒子状物質センサ 2 においては、一对のヒータ配線 2 3 のうち一方のヒータ配線 2 3 (第 2 ヒータ配線 2 3 b) に、当該ヒータ配線 2 3 の抵抗 R_w (R_{wb}) を測定するためのセンシング線 2 4 が接続している。

そのため、センシング線 2 4 を用いて、ヒータ配線 2 3 (第 2 ヒータ配線 2 3 b) の抵抗 R_w (R_{wb}) を測定することができる。したがって、個々のヒ

一タ配線 23 a, 23 b の抵抗 R_w (R_{wa} , R_{wb}) の和である配線抵抗 R_{wab} ($= 2 R_{wb}$) を算出することが可能になる。また、本例では、一対のヒータ配線 23 a, 23 b の間に電圧を加えることにより、合計抵抗 R_s を測定することができる。本例の粒子状物質センサ 2 では、上述したように配線抵抗 R_{wab} を算出できるため、測定した上記合計抵抗 R_s から、算出した配線抵抗 R_{wab} を減算することができる。これにより、誤差要因となる配線抵抗 R_{wab} を含まない、正確なヒータ抵抗 R_h の値を求めることが可能になる。したがって、このヒータ抵抗 R_h を用いて、ヒータ 22 の温度を正確に算出することができる。

[0045] 同様に、上記粒子状物質検出システム 1 は、制御回路 4 により、ヒータ抵抗 R_h を算出でき、この算出値を用いて、ヒータ 22 の温度を正確に算出することができる。

[0046] 本例では、図 1 に示すごとく、鉛蓄電池の端子 8 をヒータ配線 23 に接続している。鉛蓄電池の電圧 V_B は 14 V 程度であり、比較的低い。そのため、鉛蓄電池を用いてヒータ 22 を発熱させるためには、十分に電流 i が流れるように、ヒータ 22 の抵抗値を下げる必要がある。したがって、ヒータ配線 23 の抵抗 (配線抵抗 R_{wab}) が、ヒータ 22 の抵抗 (ヒータ抵抗 R_h) と比べて無視できない値になる。そのため、本例のように、合計抵抗 R_s から配線抵抗 R_{wab} を減算して、正確なヒータ抵抗 R_h を算出するようにした効果は大きい。

[0047] また、本例の構成を採用すれば、専用の温度センサを設けなくても、ヒータ 22 の温度を測定できる。そのため、粒子状物質センサ 2 及び粒子状物質検出システム 1 の製造コストを低減できる。

[0048] また、本例では図 5 に示すごとく、センシング線 24 とヒータ配線 23 との接続部 27 を、保持部 26 よりもヒータ 22 側に形成してある。

そのため、接続部 27 が保持部 26 内に配されなくなり、ヒータ 22 の温度をより正確に測定することが可能になる。すなわち、接続部 27 とヒータ 22 との間には、ヒータ配線 23 の一部である介在部 235 が存在している

。上述したようにヒータ抵抗 R_H を算出すると、その算出値には、介在部235の抵抗 R_P （図6参照）が含まれてしまう。そのため、介在部235の温度がヒータ22の温度と大きく乖離すると、介在部235の抵抗 R_P が誤差要因になってしまい、ヒータ22の温度を充分正確に算出しにくくなる。したがって、介在部235の温度は、ヒータ22の温度と殆ど同じにした方が、ヒータ22の温度を正確に算出しやすい。

[0049] 本例では図5に示すごとく、接続部27は保持部26内に配されておらず、接続部27は保持部26よりもヒータ22側に形成されている。したがって、介在部235は保持部26内に配されていない。保持部26は熱容量が大きいので、温度が変化しにくい。これに対して、ヒータ22は、保持部26に囲まれていないため、温度が変化しやすい。そのため、介在部235を、保持部26内に形成せず、保持部26よりもヒータ22側に形成すれば、ヒータ22と介在部235との温度が乖離せず、これらの温度を略等しくすることができる。したがって、介在部235の抵抗 R_P が誤差要因になりにくく、ヒータ22の温度を正確に算出しやすくなる。

[0050] また、本例では、ヒータ22は、一对のヒータ配線23a, 23bのいずれよりも、抵抗が高い。すなわち、 $R_H > R_{wb} \doteq R_{wa}$ となっている。

そのため、ヒータ22の発熱効率を向上できる。なお、上記抵抗とは、ヒータ22とヒータ配線23とが、それぞれ同じ温度である場合の抵抗を意味する。

[0051] また、本例の制御回路4は、測定モードにおいて、ヒータ22の温度を用いて、電極21a, 21b間に堆積した粒子状物質の抵抗 R_{PM} の測定値を補正し、その補正した値を用いて、排ガス中の粒子状物質の量を算出するように構成されている。

図8に示すごとく、粒子状物質の抵抗 R_{PM} は、温度によって変化する。そのため、ヒータ22の温度、すなわち粒子状物質の温度を用いて、粒子状物質の抵抗 R_{PM} を補正すれば、排ガス中の粒子状物質の量を正確に算出することが可能になる。

[0052] また、本例の制御回路4は、燃焼モードにおいて、算出したヒータ22の温度が予め定められた範囲内になるように、ヒータ22に流す電流*i*の量を制御するよう構成されている。

そのため、ヒータ22の温度が高くなりすぎて、ヒータ22の寿命が低下したり、ヒータ22の温度が低くなりすぎて、粒子状物質を充分燃焼できなくなったりする不具合を抑制できる。

[0053] 以上のごとく、本例によれば、製造コストを低減でき、かつヒータの温度を正確に測定できる粒子状物質センサと、該粒子状物質センサを用いた粒子状物質検出システムを提供することができる。

[0054] なお、本例では、粒子状物質センサ2及び制御回路4をディーゼル車に搭載しているが、本発明はこれに限るものではなく、ガソリンエンジン車に搭載してもよい。

[0055] (実施例2)

以下の実施例においては、図面に用いた符号のうち、実施例1において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例1と同様の構成要素等を表す。

[0056] 本例は、粒子状物質センサ2の構造を変更した例である。図11、図12に示すごとく、本例では、一对のヒータ配線23a、23bに、それぞれセンシング線24(24a、24b)を接続してある。制御回路4は、これらのセンシング線24a、24bを用いて、一对のヒータ配線23a、23bの抵抗 R_{wa} 、 R_{wb} をそれぞれ測定している。そして、下記式を用いて、配線抵抗 R_{wab} を算出している。

$$R_{wab} = R_{wa} + R_{wb}$$

すなわち、各ヒータ配線23a、23bの抵抗 R_{wa} 、 R_{wb} の和を、配線抵抗 R_{wab} として算出している。

[0057] また、実施例1と同様に、本例では、上記合計抵抗 $R_s (= R_H + R_{wab})$ を測定している。そして、下記式(6)を用いて、ヒータ抵抗 R_H を算出している。

$$R_H = R_S - R_{Wab} = R_S - R_{Wa} - R_{Wb} \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

このようにすると、第1ヒータ配線23aの抵抗 R_{Wa} と、第2ヒータ配線23bの抵抗 R_{Wb} とが異なっているとしても、ヒータ抵抗 R_H を正確に測定でき、ヒータ22の温度を正確に算出できる。

その他、実施例1と同様の構成および作用効果を備える。

[0058] (実施例3)

本例は、センサ素子29の構造を変更した例である。図13に示すごとく、本例のセンサ素子29は、セラミックからなる複数の絶縁薄板295を備える。これら複数の絶縁薄板295の間に、第1電極21a及び第2電極21bが設けられている。図14に示すごとく、センサ素子29の端面296から、第1電極21a及び第2電極21bが露出している。この端面296に、粒子状物質が堆積するよう構成されている。

[0059] また、図13に示すごとく、本例のセンサ素子29は、実施例1と同様に、ヒータ22と、一对のヒータ配線23a, 23bとを備える。そして、第2ヒータ配線23bにセンシング線24を接続してある。制御回路4は、このセンシング線24を用いて、第2ヒータ配線23の抵抗 R_{Wb} を測定し、これを用いて、配線抵抗 R_{Wab} ($= 2 R_{Wb}$) を算出するよう構成されている。

その他、実施例1と同様の構成および作用効果を備える。

[0060] (実施例4)

本例は、ヒータ22の温度の算出方法を変更した例である。ヒータ22は、長期間使用すると、経年劣化して、ヒータ抵抗 R_H が高くなることが知られている。これは、粒子状物質センサ2を長期間使用すると、ヒータ22の熱によって、ヒータ22を構成するPt等の金属原子が凝集するためと考えられる。

[0061] 図15に、ヒータ22が経年劣化する前後における、ヒータ抵抗 R_H と温度Tとの関係を示す。また、ヒータ22が経年劣化する前後における、ヒータ配線23の抵抗 R_W と温度Tとの関係を、図15に併せて示す。同図に示すごとく、ヒータ抵抗 R_H と温度Tとの関係は、一次関数になっている。ヒータ2

2 が経年劣化する前の関数 A に対して、経年劣化した後の関数 B は、傾きが大きくなっていることがわかる。したがって、ヒータ 2 2 が経年劣化した場合、関数 A を用いてヒータ 2 2 の温度 T を算出すると、正確に算出できなくなる。そのため、ヒータ 2 2 の温度 T を正確に求めるためには、経年劣化後の関数 B を取得し、この関数 B を用いて、温度 T を算出する必要がある。

[0062] 経年劣化後の関数 B を取得する方法について説明する。まず、経年劣化前の関数 A は、以下のように表すことができる。

$$R_{H0} = a + b T$$

上記式において、 R_{H0} は、ヒータ 2 2 が経年劣化する前におけるヒータ抵抗 R_H （ヒータ抵抗初期値 R_{H0} ）であり、 a 、 b は定数である。制御回路 4 は、定数 a 、 b を記憶している。

[0063] ヒータ 2 2 が経年劣化した後の関数 B は、経年劣化前の関数 A に、劣化率 k を乗じたものになる。つまり、

$$R_H = k (a + b T) \quad \cdots (6)$$

である。劣化率 k は、1 より大きな値である。この劣化率 k を取得できれば、関数 B を得ることができ、ヒータ 2 2 の温度を正確に算出することが可能になる。

[0064] 本例では、以下のようにして劣化率 k を算出している。まず、粒子状物質検出システム 1 を製造した直後、すなわちヒータ 2 2 が経年劣化していないときに、ヒータ 2 2 とヒータ配線 2 3 とを同じ温度（例えば温度 T_0 ）にした状態で、ヒータ抵抗初期値 R_{H0} とヒータ配線 2 3 の抵抗 R_W （配線抵抗初期値 R_{W0} ）とを測定する。そして、その測定値を制御回路 4 に記憶しておく。

[0065] 粒子状物質検出システム 1 が車両に取り付けられ、出荷された後、制御回路 4 は定期的に、ヒータ抵抗 R_H と、ヒータ配線 2 3 の抵抗 R_W とを測定する。この際、制御回路 4 は、車両のエンジンを停止し、所定時間を経過した後で、測定を行う。これにより、ヒータ 2 2 とヒータ配線 2 3 とを同じ温度（例えば T_1 ）にした状態で、上記 2 つの抵抗 R_H 、 R_W を測定する。

[0066] 図 1 5 に示すごとく、ヒータ配線 2 3 の抵抗 R_W と温度 T との関数 C は、ヒ

ータ 2 2 が経年劣化しても、殆ど変化しない。これは、粒子状物質センサ 2 の使用中、ヒータ 2 2 は温度が高くなるのに対して、ヒータ配線 2 3 は温度が比較的 low、ヒータ配線 2 3 を構成する金属原子が凝集しにくいためと考えられる。

[0067] 制御回路 4 は、上記 2 つの抵抗 R_H 、 R_W を測定した後、下式 (7) を用いて、劣化率 k を算出する。

$$k = (R_H / R_W) / (R_{H0} / R_{W0}) \quad \dots (7)$$

経年劣化後の抵抗 R_H 、 R_W を測定したときの、ヒータ 2 2 及びヒータ配線 2 3 の温度 T_1 は、経年劣化前に抵抗初期値 R_{H0} 、 R_{W0} を測定したときの温度 T_0 とは異なる可能性がある。しかし、上記式 (7) の分子 R_H / R_W は、測定温度に関わらず略一定である。そのため、上記分子 R_H / R_W を、抵抗初期値 R_{H0} 、 R_{W0} を測定したときと同じ温度 T_0 で測定したとみなしても、 R_H / R_W の値は殆ど変わらない。上述したように、ヒータ配線 2 3 は殆ど経年劣化しないため、同じ温度 T_0 で測定したときの抵抗 R_W 、 R_{W0} は殆ど同じ値になる。したがって、 $R_{W0} / R_W = 1$ となる。そのため、上記式 (7) は、

$$k = (R_H / R_{H0}) \times (R_{W0} / R_W) = R_H / R_{H0}$$

と変形することができる。これから、式 (7) によって算出された劣化率 k は、ヒータ抵抗初期値 R_{H0} に対する、経年劣化後のヒータ抵抗 R_H の、上昇率を表していることが分かる。また、上記式 (7) を用いることにより、経年劣化後の抵抗 R_H 、 R_W の測定温度 T_1 と、経年劣化前の抵抗初期値 R_{H0} 、 R_{W0} の測定温度 T_0 とが異なっても、劣化率 k を算出することが可能であることが分かる。

[0068] なお、仮に、上記式 (7) を用いず、ヒータ抵抗初期値 R_{H0} と、経年劣化後のヒータ抵抗 R_H との測定値を用いて、直接、劣化率 $k (= R_H / R_{H0})$ を算出したとすると、ヒータ抵抗初期値 R_{H0} とヒータ抵抗 R_H とを同じ温度で測定できない可能性があるため、劣化率 k を正確に算出できない可能性が生じる。しかしながら、上記式 (7) を用いれば、測定温度が異なっても、劣化率 k を正確に求めることができる。

[0069] また、劣化率 k を算出すれば、図 15 の関数 B 、すなわち上記式 (6) が求まる。そのため、この式 (6) を変形して、下記式 (8) が得られる。

$$T = (R_H / k - a) / b \quad \cdots (8)$$

本例では、上記測定モード及び燃焼モードにおいて、実施例 1 で説明したようにヒータ抵抗 R_H を求め、上記式 (8) を用いて、ヒータ 22 の温度 T を算出している。これにより、ヒータ 22 が経年劣化しても、ヒータ 22 の温度を正確に算出することが可能になる。

[0070] 次に、制御回路 4 のフローチャートについて説明する。図 16 に示すごとく、本例では、劣化率算出モード（ステップ S 1, S 2）と、測定モード（ステップ S 4～S 8）と、燃焼モード（ステップ S 9～S 13）とが実行される。まず、劣化率算出モードに入ると、ステップ S 1 において、制御回路 4 は、まず、エンジンを停止した後、所定時間経過したか否かを判断する。ここで Yes と判断した場合、ステップ S 2 に移る。ステップ S 2 では、ヒータ抵抗 R_H と、ヒータ配線 23 の抵抗 R_W とを測定する。そして、上記式 (7) を用いて、劣化率 k を算出する。

[0071] その後、ステップ S 3 に進み、エンジンを始動する。次いで、ステップ S 4 に移り、粒子状物質センサ 2 を用いて、粒子状物質の抵抗 R_{PM} を測定する。その後、ステップ S 5 に移る。ここでは、ヒータ配線 23 の抵抗 R_W と合計抵抗 R_S とを測定し、合計抵抗 R_S から配線抵抗 R_{Wab} ($= 2 R_W$) を減算して、ヒータ抵抗 R_H を算出する。

[0072] その後、ステップ S 6 に進み、ヒータ抵抗 R_H と劣化率 k とを用いて、上記式 (8) から、ヒータ 22 の温度 T を算出する。次に、ステップ S 7 に進み、ヒータ 22 の温度 T の算出値を用いて、粒子状物質の抵抗 R_{PM} の測定値を補正し、排ガス中の粒子状物質の量を算出する。

[0073] その後、図 17 に示すステップ S 8 に進み、燃焼モードに移行するか否かを判断する。ステップ S 8 では、例えば、粒子状物質センサ 2 の電極 21 間を流れる電流が飽和した場合は、燃焼モードに移行すると判断する。

[0074] ステップ S 8 において Yes と判断した場合は、ステップ S 9 に移る。こ

ここでは、ヒータ 22 を発熱させる。これにより、電極 21 間に堆積した粒子状物質を燃焼させる。次いで、ステップ S 10 に移る。ここでは、ヒータ配線 23 の抵抗 R_w と合計抵抗 R_s とを測定し、合計抵抗 R_s から配線抵抗 R_{wab} ($= 2 R_w$) を減算して、ヒータ抵抗 R_h を算出する。その後、ステップ S 11 に進み、ヒータ抵抗 R_h と劣化率 k とを用いて、上記式 (8) から、ヒータ 22 の温度 T を算出する。

[0075] 次いで、ステップ S 12 に移る。ここでは、ヒータ 22 の温度 T が、予め定められた範囲になるように、ヒータ 22 に流す電流の量を制御する。その後、ステップ S 13 に移り、所定時間ヒータ 22 を発熱させたか否かを判断する。ここで Yes と判断した場合、すなわち、電極 21 間に堆積した粒子状物質が十分に燃焼され、除去できた場合は、ステップ S 4 に戻る。そして、測定モードを再び行う。

[0076] 本例の作用効果について説明する。制御回路 4 は、上述したように劣化率算出モード (ステップ S 1, S 2) を行う。すなわち、制御回路 4 は、エンジンを停止してから所定時間経過した後、ヒータ配線 23 の抵抗 R_w と、ヒータ抵抗 R_h とを測定し、上記式 (7) を用いて、劣化率 k を算出する。そして、測定モード (ステップ S 4 ~ S 8) 及び燃焼モード (ステップ S 9 ~ ステップ S 13) において、制御回路 4 は、ヒータ抵抗 R_h と劣化率 k とを用いて、ヒータ 22 の温度 T を算出する (ステップ S 6, S 11)。

そのため、ヒータ 22 が経年劣化しても、ヒータ 22 の温度 T を正確に算出される。したがって、測定モードにおいて、排ガス中の粒子状物質の量をより正確に測定したり、燃焼モードにおいて、ヒータ 22 の温度をより正確に制御したりすることができる。

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を備える。

[0077] なお、本例では、測定モードと燃焼モードとの両方のモードにおいて、ヒータ抵抗 R_h 及び劣化率 k を用いて、ヒータ 22 の温度 T を算出しているが、本発明はこれに限るものではない。すなわち、測定モードと燃焼モードとの一方のモードだけ、ヒータ 22 の温度 T を算出してもよい。

[0078] (実施例5)

本例は、制御回路4のフローチャートを変更した例である。本例では図18に示すごとく、実施例4と同様に、制御回路4は、劣化率算出モード（ステップS1, S2）を行う。ステップS2を終了した後、ステップS21に移る。ここでは、劣化率 k が、予め定められた閾値を超えたか否かを判断する。ここでYesと判断したときは、ヒータ22が故障していると判断する。そして、ステップS22に移り、ヒータ22が故障していることをユーザ等に報知する。また、ステップS21においてNoと判断したときは、ステップS3（図16参照）に移る。ステップS3～S13は実施例4と同様なので、説明を省略する。

[0079] 本例の作用効果について説明する。本例では、劣化率 k が予め定められた閾値を超えた場合、ヒータ22が故障したことをユーザ等に報知する（ステップS21, S22）。そのため、ヒータ22が故障したことをユーザ等がすぐに認識でき、粒子状物質センサ2を早期に取り換えることが可能になる。

その他、実施例4と同様の構成および作用効果を備える。

[0080] なお、本例では、実施例4と同様に、劣化率 k を用いて、ヒータ22の温度を算出しているが、本発明はこれに限るものではなく、劣化率 k を、ヒータ22の故障判断のみに用いてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 排ガス中の粒子状物質が堆積する被堆積部（20）と、
該被堆積部（20）に設けられ、互いに離間した一对の電極（21）と、
上記被堆積部（20）を加熱するヒータ（22）と、
該ヒータ（22）に接続し該ヒータ（22）に供給する電流の経路をなす一对のヒータ配線（23）とを備え、
該一对のヒータ配線（23）のうち少なくとも一方の上記ヒータ配線（23）に、当該ヒータ配線（23）の抵抗を測定するためのセンシング線（24）が接続していることを特徴とする粒子状物質センサ（2）。
- [請求項2] 請求項1に記載の上記粒子状物質センサ（2）と、該粒子状物質センサ（2）に接続した制御回路部（4）とを備える粒子状物質検出システム（1）であって、
上記制御回路部（4）は、上記一对の電極（21）間に堆積した上記粒子状物質の抵抗（ R_{PM} ）を測定し、その測定値を用いて上記排ガス中の上記粒子状物質の量を算出する測定モードと、上記ヒータ（22）を発熱させ、上記被堆積部（20）に堆積した上記粒子状物質を燃焼する燃焼モードと、を切り替え制御し、
上記制御回路部（4）は、上記測定モードと上記燃焼モードの少なくとも一方において、上記センシング線（24）を用いて測定した上記ヒータ配線（23）の抵抗（ R_w ）の値を使って、個々の上記ヒータ配線（23）の抵抗（ R_w ）の和である配線抵抗（ R_{wab} ）を算出すると共に、上記ヒータ（22）の抵抗であるヒータ抵抗（ R_H ）と上記配線抵抗（ R_{wab} ）との合計抵抗（ R_s ）を測定し、該合計抵抗（ R_s ）から上記配線抵抗（ R_{wab} ）を減算することにより上記ヒータ抵抗（ R_H ）を算出し、該ヒータ抵抗（ R_H ）の算出値を用いて上記ヒータ（22）の温度を算出するよう構成されていることを特徴と

する粒子状物質検出システム（１）。

[請求項3] 上記粒子状物質センサ（２）は、上記被堆積部（２０）と上記電極（２１）と上記ヒータ（２２）と上記ヒータ配線（２３）と上記センシング線（２４）とが形成されたセンサ素子（２９）と、上記被堆積部（２０）を露出させた状態で上記センサ素子（２９）を取り囲み、該センサ素子（２９）を保持する保持部（２６）とを備え、上記ヒータ（２２）は上記保持部（２６）内に配されておらず、上記センシング線（２４）と上記ヒータ配線（２３）との接続部（２７）は、上記保持部（２６）よりも上記ヒータ（２２）側に形成されていることを特徴とする請求項２に記載の粒子状物質検出システム（１）。

[請求項4] 上記ヒータ（２２）は、上記一对のヒータ配線（２３）のいずれよりも抵抗が高いことを特徴とする請求項２又は請求項３に記載の粒子状物質検出システム（１）。

[請求項5] 上記制御回路部（４）は、上記ヒータ（２２）が経年劣化する前において互いに同じ温度で測定された、上記ヒータ抵抗（ R_H ）の値であるヒータ抵抗初期値 R_{H0} と、上記ヒータ配線（２３）の抵抗（ R_W ）の値である配線抵抗初期値 R_{W0} とを記憶しており、

上記制御回路部（４）は、上記排ガスを排出するエンジンを停止してから所定時間経過した後、上記ヒータ配線（２３）の抵抗 R_W と上記ヒータ抵抗 R_H とを測定し、下記式を用いて、上記ヒータ（２２）の劣化率 k を算出する劣化率算出モードを行い、

$$k = (R_H / R_W) / (R_{H0} / R_{W0})$$

上記制御回路部（４）は、上記燃焼モードと上記測定モードとの少なくとも一方において、上記劣化率 k と上記ヒータ抵抗（ R_H ）との算出値を用いて、上記ヒータ（２２）の温度を算出するよう構成されていることを特徴とする請求項２～請求項４のいずれか一項に記載の粒子状物質検出システム（１）。

[請求項6] 上記制御回路部（４）は、上記ヒータ（２２）が経年劣化する前に

において互いに同じ温度で測定された、上記ヒータ抵抗 (R_H) の値であるヒータ抵抗初期値 R_{H0} と、上記ヒータ配線 (23) の抵抗 (R_W) の値である配線抵抗初期値 R_{W0} とを記憶しており、

上記制御回路部 (4) は、上記排ガスを排出するエンジンを停止してから所定時間経過した後、上記ヒータ配線 (23) の抵抗 R_W と上記ヒータ抵抗 R_H とを測定し、下記式を用いて、上記ヒータ (22) の劣化率 k を算出する劣化率算出モードを行い、

$$k = (R_H / R_W) / (R_{H0} / R_{W0})$$

上記制御回路部 (4) は、上記劣化率 k が予め定められた閾値を超えた場合には、上記ヒータ (22) が故障していると判断するように構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5のいずれか一項に記載の粒子状物質検出システム (1)。

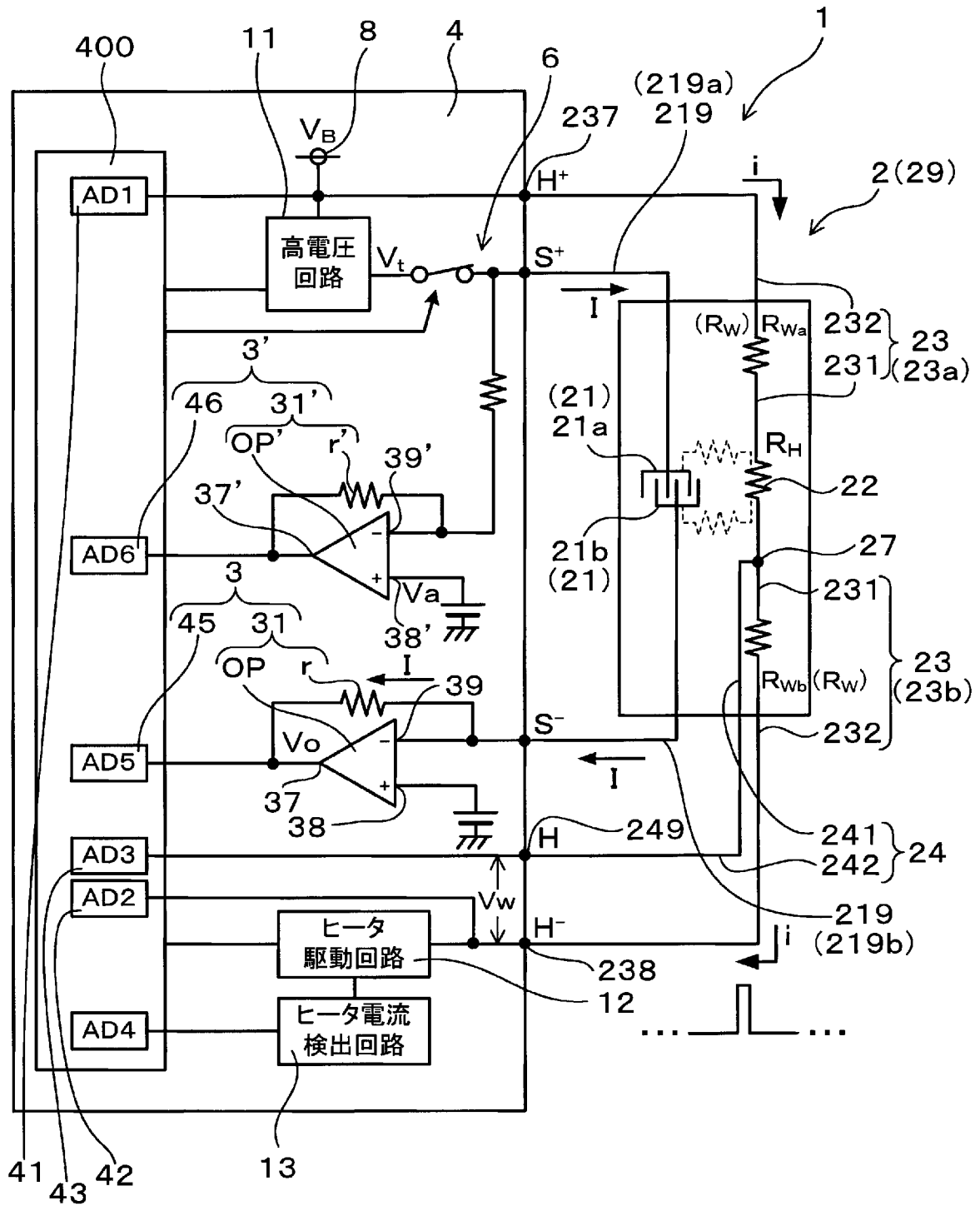
[請求項7]

上記制御回路部 (4) は、上記測定モードにおいて、算出した上記ヒータ (22) の温度を用いて、上記粒子状物質の抵抗 (R_{PM}) の測定値を補正し、その補正した値を用いて、上記粒子状物質の量を算出するように構成されていることを特徴とする請求項2～請求項6のいずれか一項に記載の粒子状物質検出システム (1)。

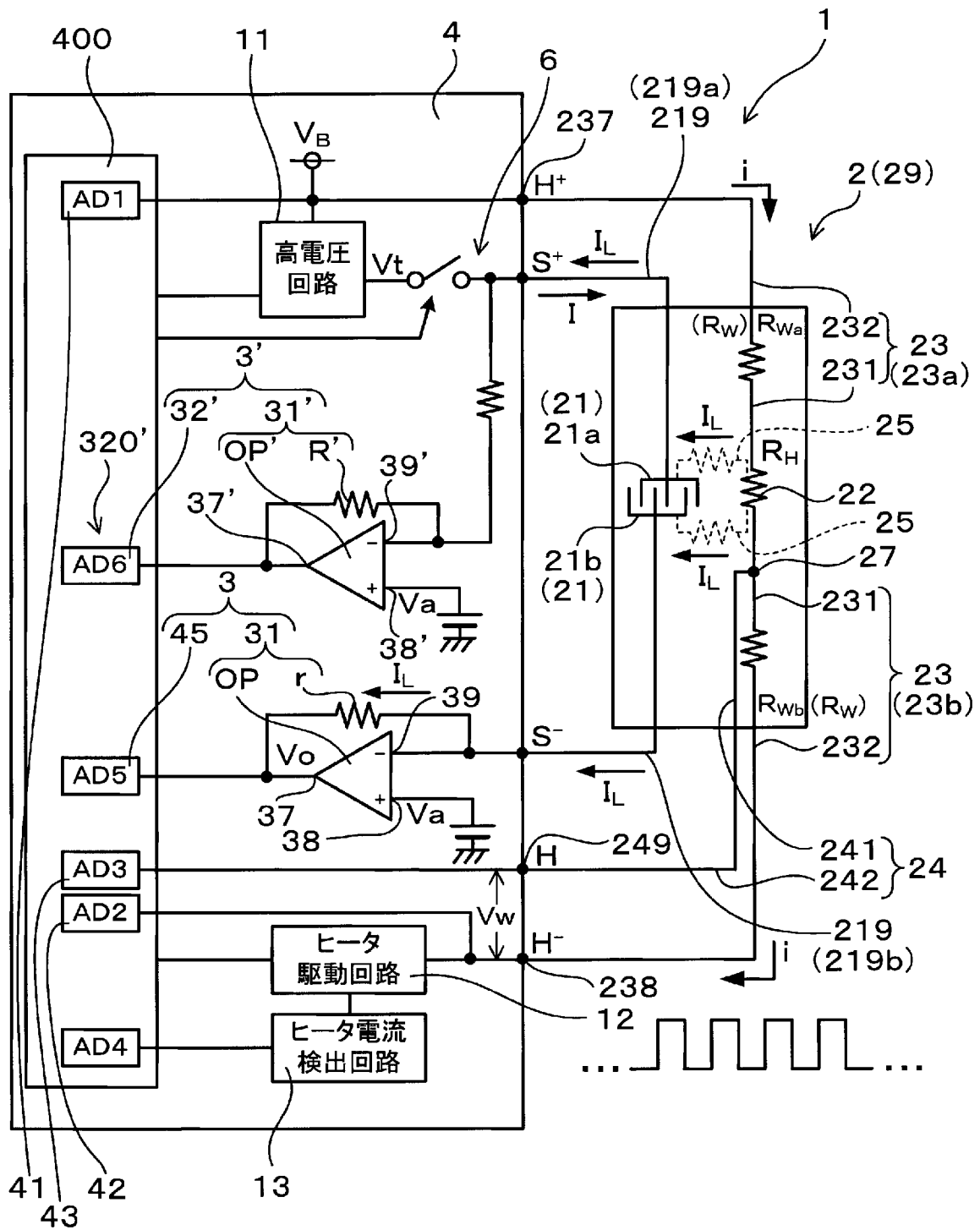
[請求項8]

上記制御回路部 (4) は、上記燃焼モードにおいて、算出した上記ヒータ (22) の温度が予め定められた範囲内になるように、上記ヒータ (22) に流す電流の量を制御するように構成されていることを特徴とする請求項2～請求項7のいずれか一項に記載の粒子状物質検出システム (1)。

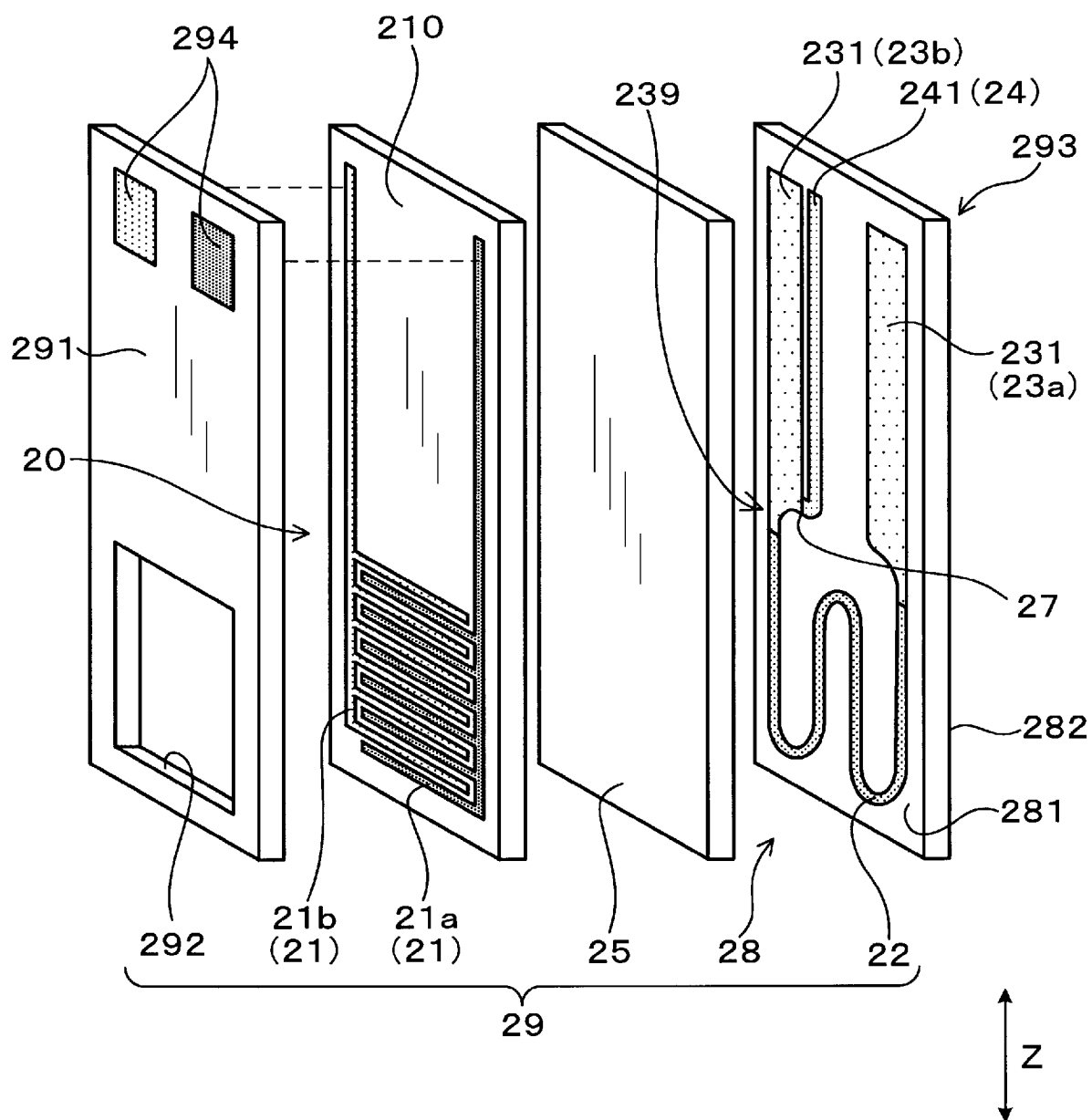
[図1]



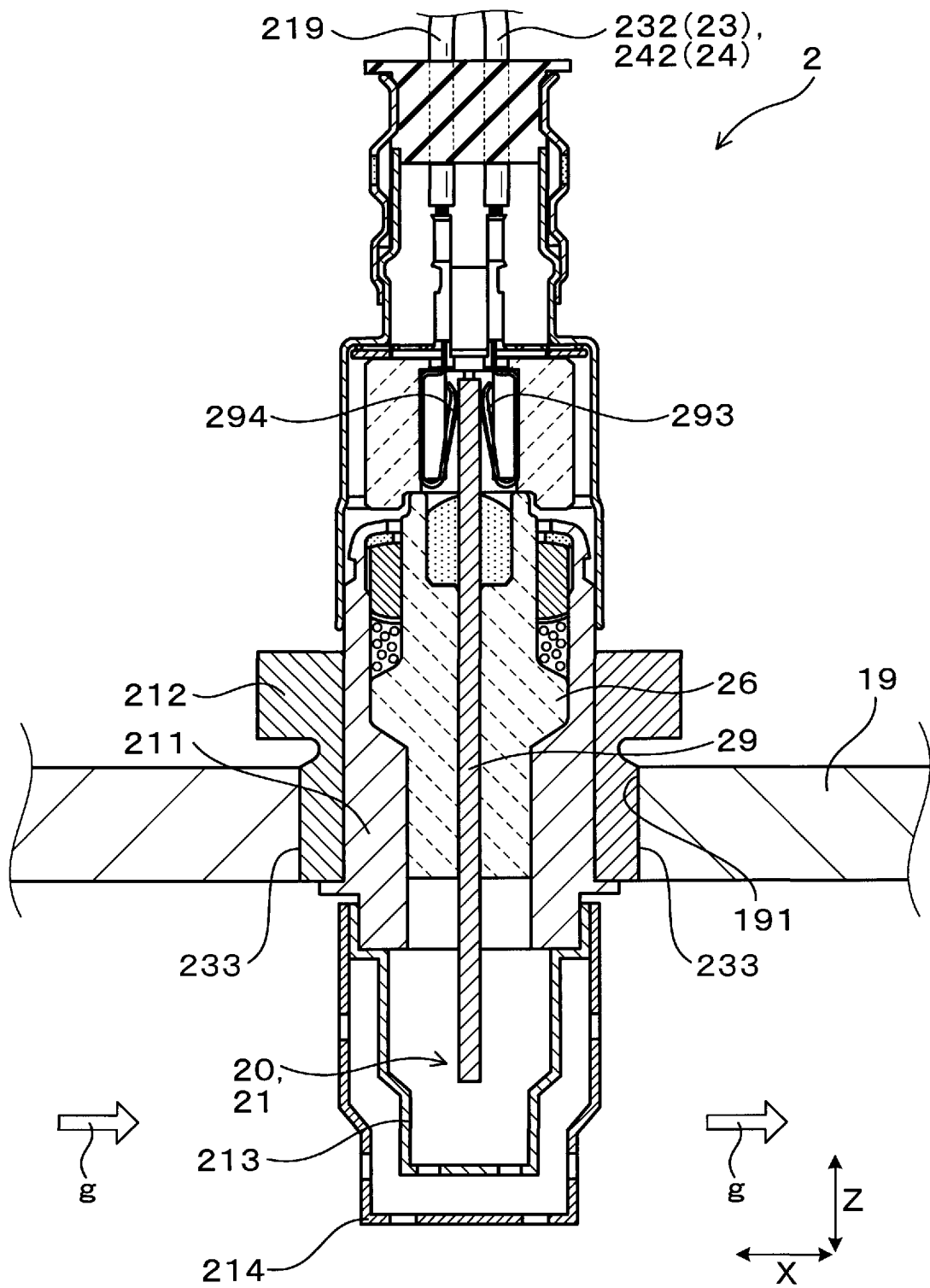
[図2]



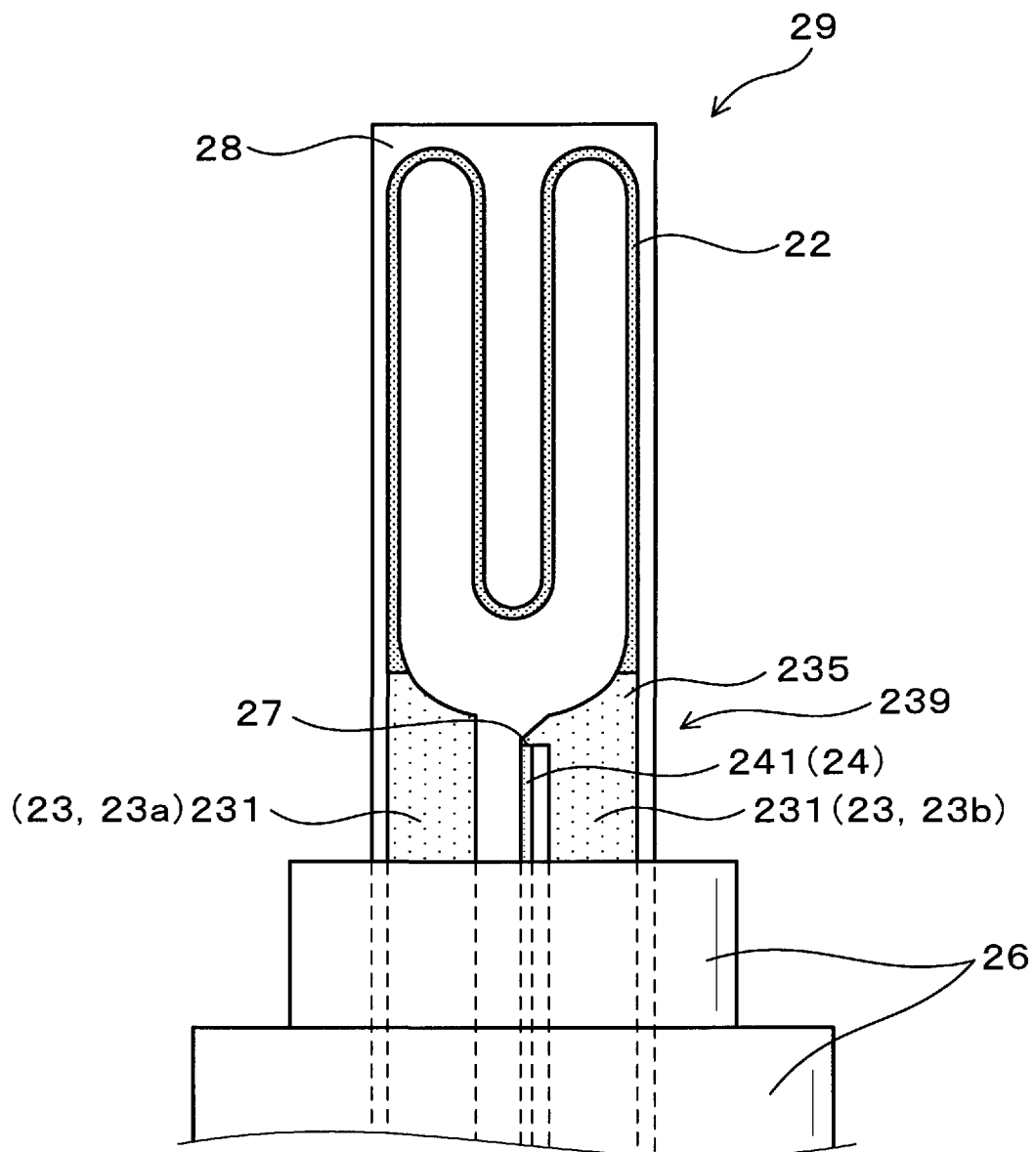
[図3]



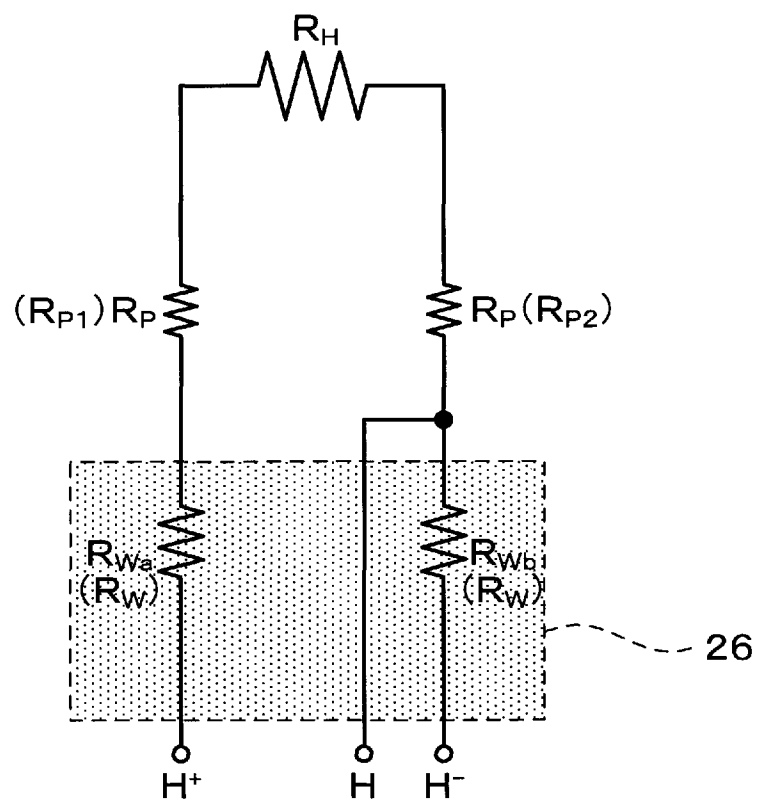
[図4]



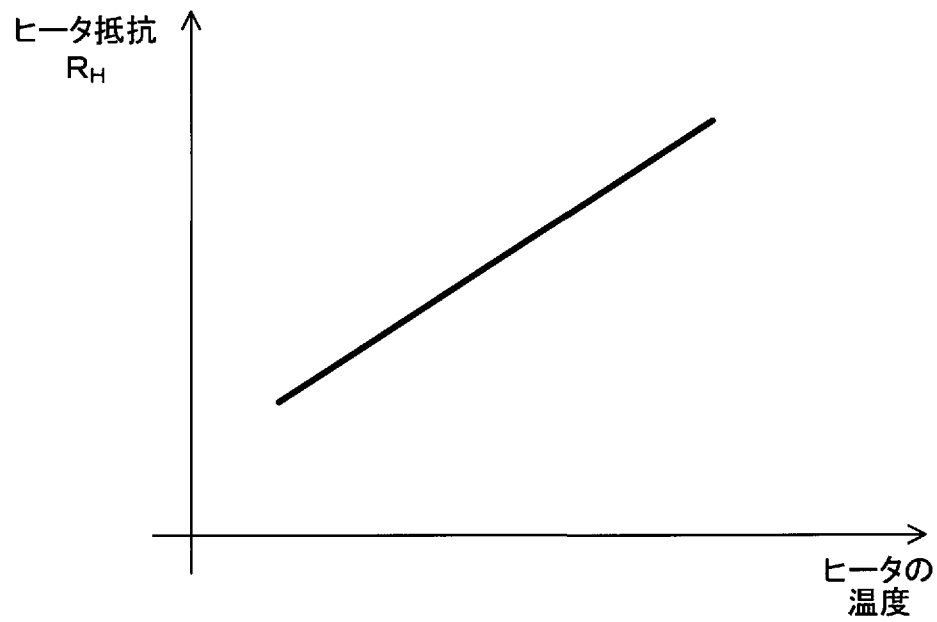
[図5]



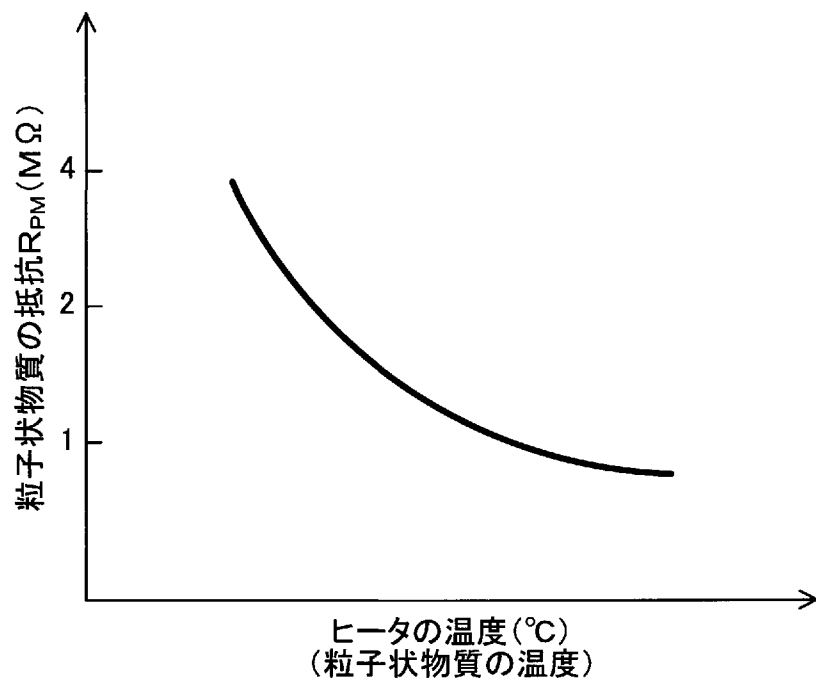
[図6]



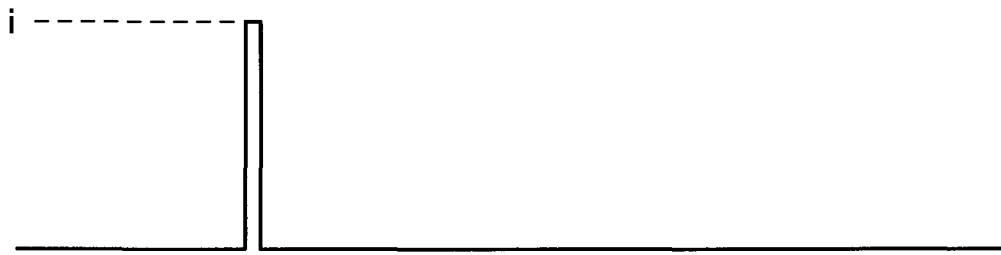
[図7]



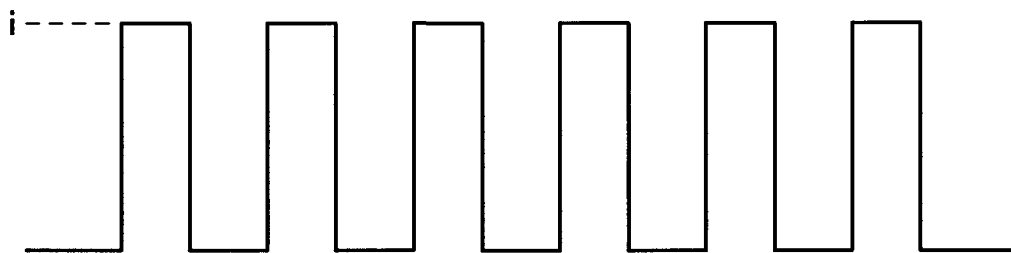
[図8]



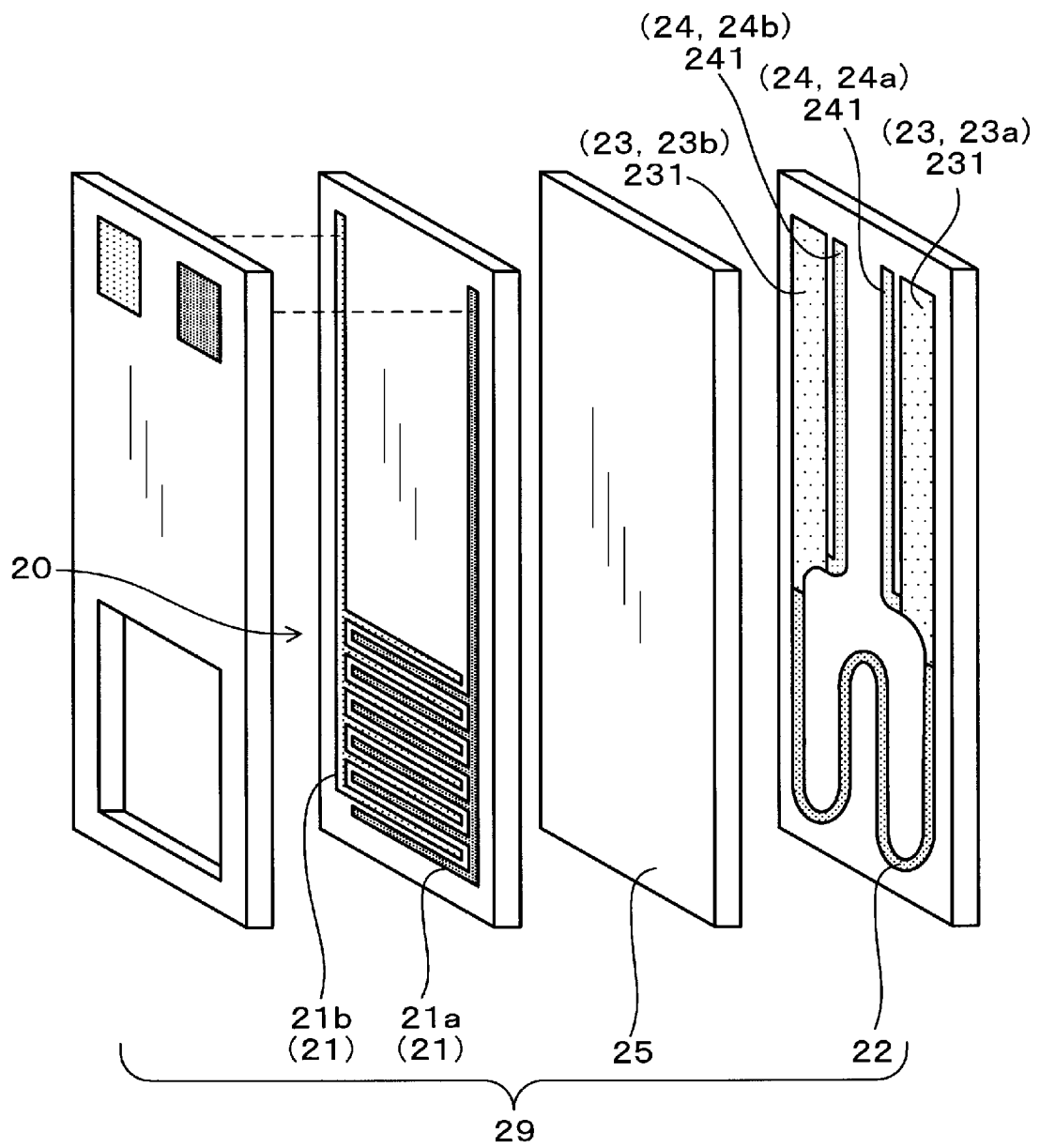
[図9]



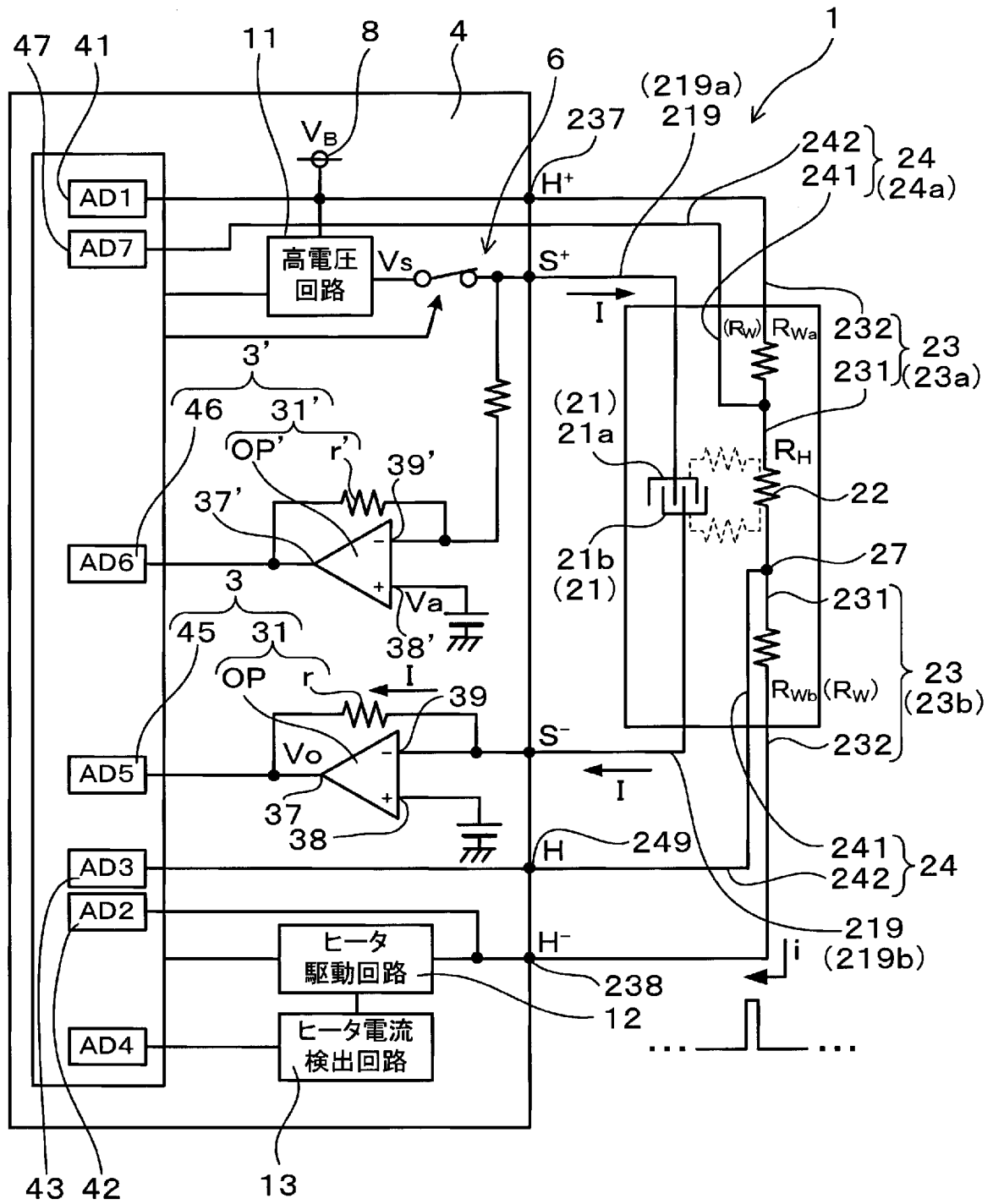
[図10]

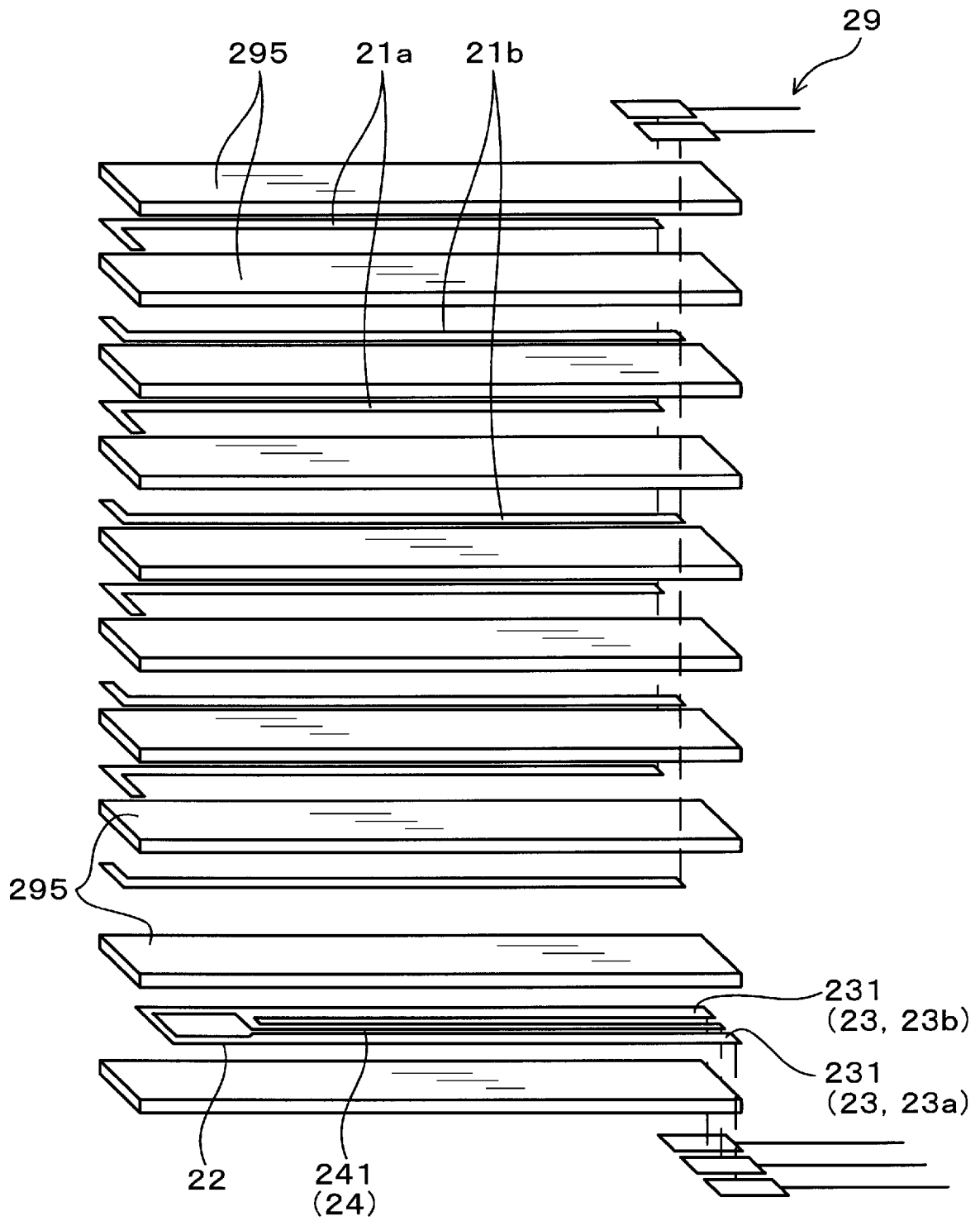


[図11]

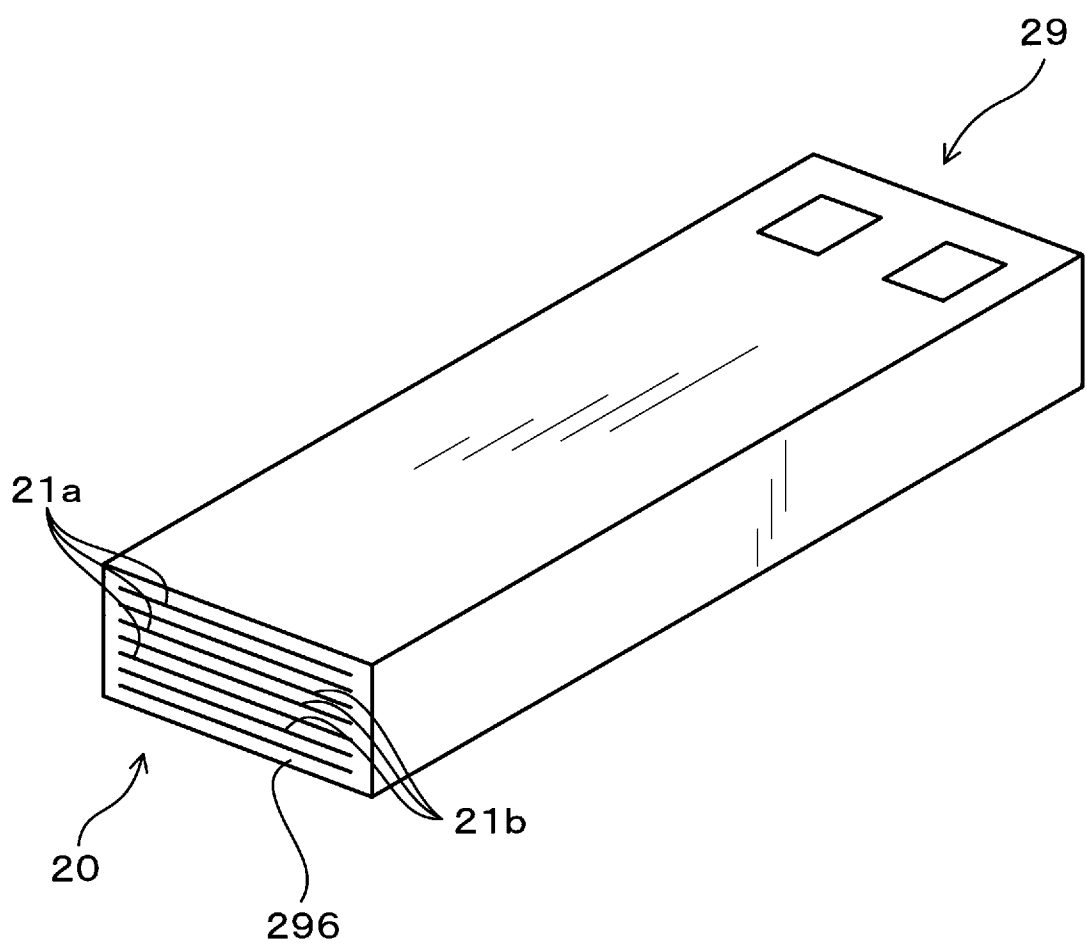


[図12]

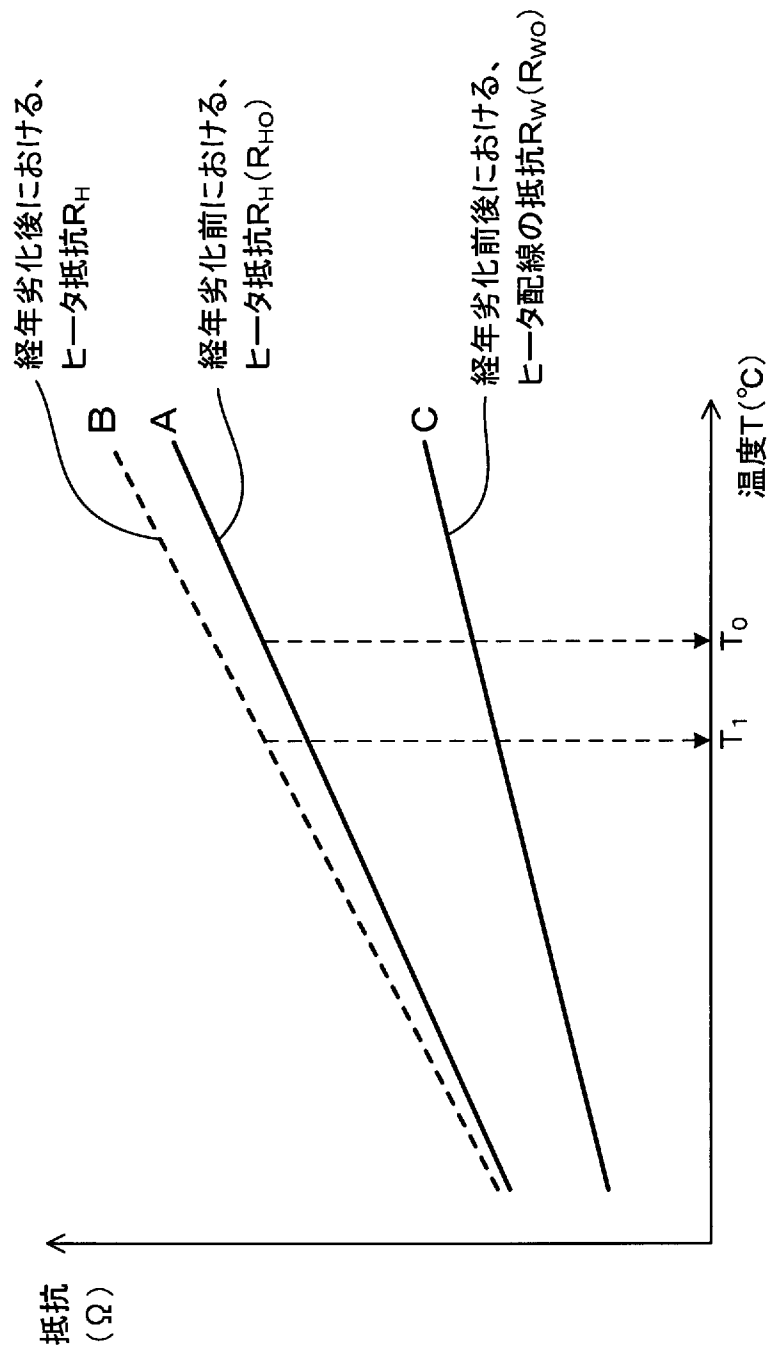




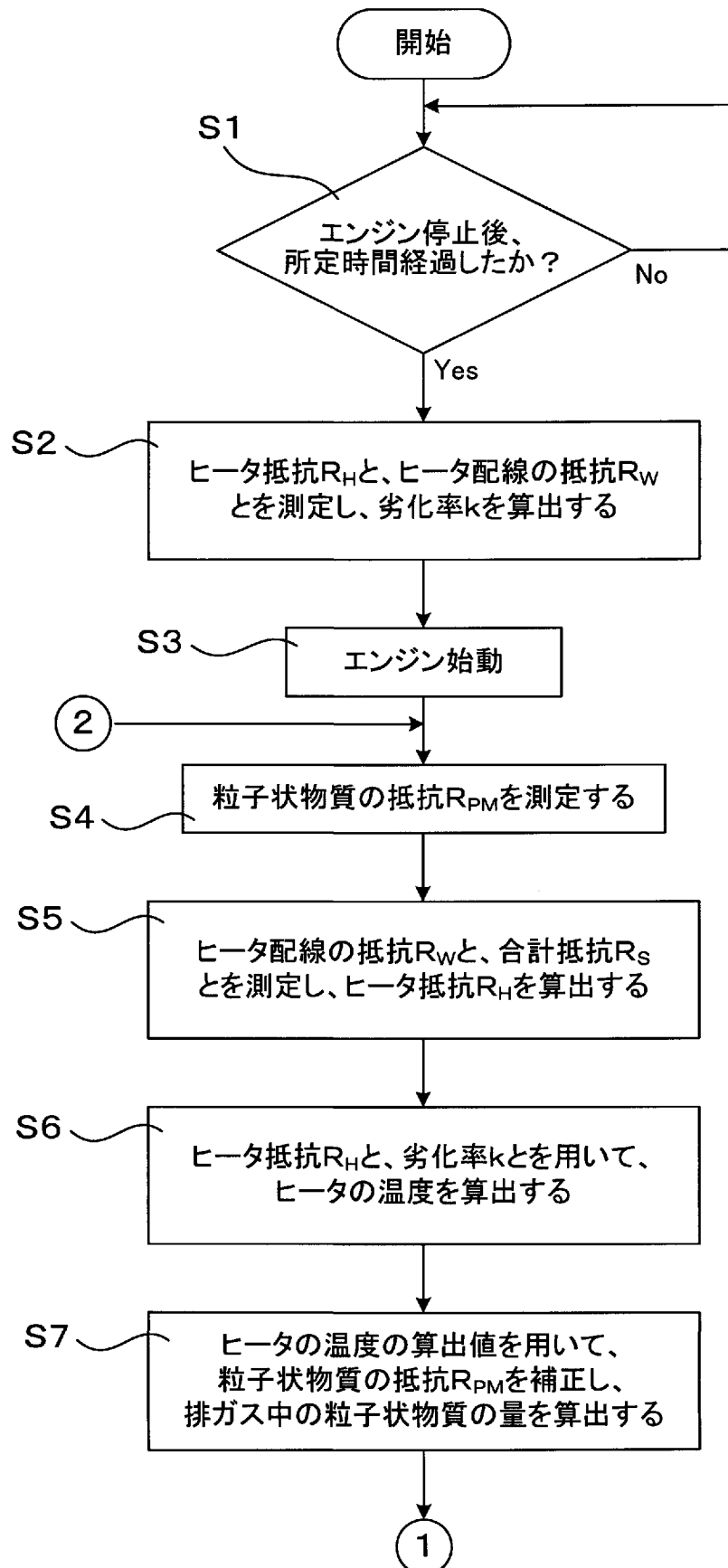
[図14]



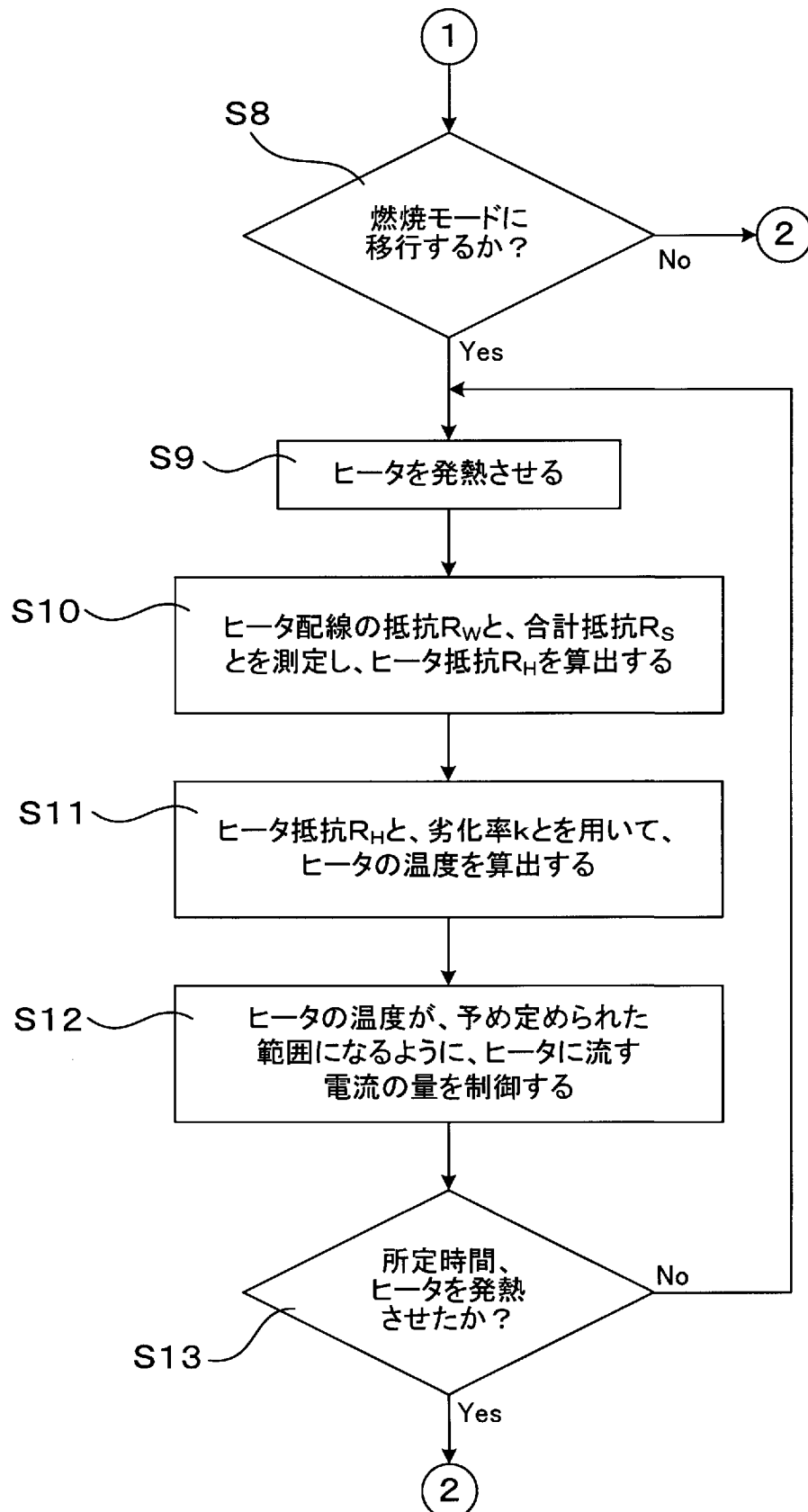
[図15]



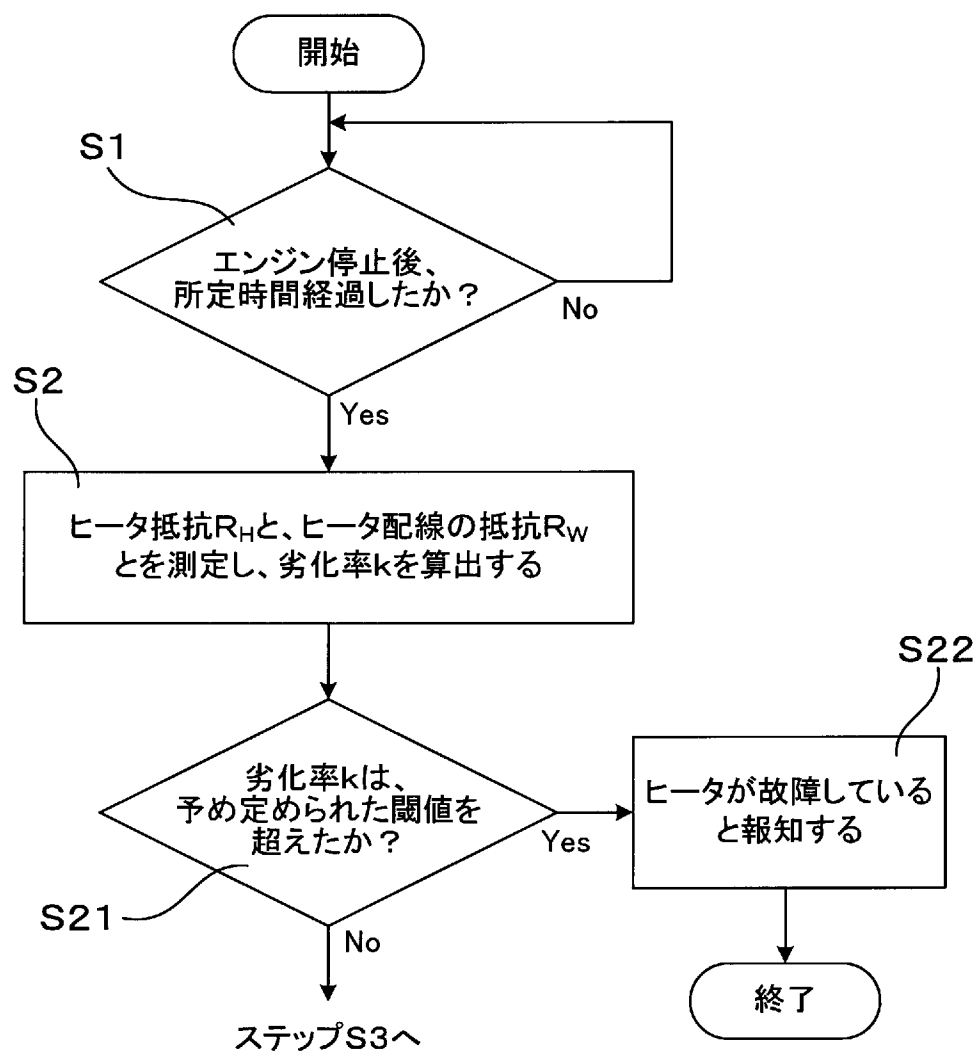
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/067125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/04(2006.01)i, G01M15/10(2006.01)i, G01N15/06(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)

G01N27/00-27/49, F01N3/00-3/38, F01N9/00-11/00, G01N15/00-15/14

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 1996-2016

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2011-226832 A (NGK Insulators, Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraphs [0009], [0026] to [0063]; fig. 1A to 2D & US 2011/0252865 A1 paragraphs [0011], [0028] to [0065]; fig. 1A to 2D	1 2-4, 7, 8 5, 6
Y	JP 2006-284223 A (NGK Insulators, Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), paragraph [0066]; fig. 4 (Family: none)	2-4, 7, 8
Y	JP 2004-325218 A (Riken Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraph [0036]; fig. 1 (Family: none)	2-4, 7, 8



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

08 August 2016 (08.08.16)

Date of mailing of the international search report

16 August 2016 (16.08.16)

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/JP2016/067125

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 2012-150028 A (Denso Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraph [0051]; fig. 12 & US 2012/0186330 A1 paragraph [0066]; fig. 12 & DE 102012200763 A	7
A	WO 2013/121524 A1 (Toyota Motor Corp.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text; all drawings & US 2014/0346041 A1 entire text; all drawings & CN 104105961 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N27/04(2006.01)i, G01M15/10(2006.01)i, G01N15/06(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. G01N27/00-27/49, F01N3/00-3/38, F01N9/00-11/00, G01N15/00-15/14

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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/JST7580 (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
X Y A	JP 2011-226832 A (日本碍子株式会社) 2011.11.10, 段落 [0009]、[0026] - [0063]、図1A-2D & US 2011/0252865 A1, 段落 [0011]、[0028] - [0065]、図1A-2D	1 2-4, 7, 8 5, 6
Y	JP 2006-284223 A (日本碍子株式会社) 2006.10.19, 段落 [0066]、図4 (ファミリーなし)	2-4, 7, 8
Y	JP 2004-325218 A (株式会社リケン) 2004.11.18, 段落 [0036]、図1 (ファミリーなし)	2-4, 7, 8

☒ 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

0 8 . 0 8 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

佐々木 龍

2 W

5 3 6 1

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2012-150028 A (株式会社デンソー) 2012.08.09, 段落 [0051]、図12 & US 2012/0186330 A1, 段落 [0066]、図12 & DE 102012200763 A	7
A	WO 2013/121524 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2013.08.22, 全文、全図 & US 2014/0346041 A1, 全文、全図 & CN 104105961 A	1-8