

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6590521号  
(P6590521)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H05B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	3/00	320Z
<b>F23Q</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F23Q	7/00	V
<b>F02P</b>	<b>19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F23Q	7/00	605Z
			F02P	19/02	321Z

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2015-100775 (P2015-100775)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成27年5月18日(2015.5.18)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2016-219173 (P2016-219173A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成28年12月22日(2016.12.22)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成30年4月2日(2018.4.2)		特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	菅 洋平
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	大坪 将憲
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		審査官	土屋 正志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加熱装置、ヒータ状態推定装置およびヒータの状態の推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電体と、通電によって発熱する発熱体と、前記導電体および前記発熱体を互いに隔離した状態で内部に埋設して保持するセラミック製の基体と、を備え、前記基体が外表面をなすヒータと、

前記発熱体に通電することによって、前記ヒータを発熱させる通電部と、  
を備える加熱装置であって、  
前記導電体と前記発熱体との間の前記基体の電気抵抗値を検出する検出部と、  
所定の条件で前記発熱体に通電したときに前記検出部により検出された前記電気抵抗値に基づき、前記ヒータの状態を推定する推定部と、  
を備えることを特徴とする加熱装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の加熱装置であって、  
前記推定部は、前記電気抵抗値が所定の範囲外の値である場合に、前記ヒータに異常があると推定することを特徴とする加熱装置。

【請求項3】

請求項2に記載の加熱装置であって、  
前記推定部は、前記電気抵抗値が前記所定の範囲を上回る場合に、前記ヒータの異常として、前記発熱体に異常があると推定することを特徴とする加熱装置。

【請求項4】

20

請求項 2 または請求項 3 に記載の加熱装置であって、  
前記推定部は、前記電気抵抗値が前記所定の範囲を下回る場合に、前記ヒータの異常として、前記基体が消耗していると推定することを特徴とする加熱装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の加熱装置であって、  
前記通電部は、前記所定の条件として、所定の電圧で通電することを特徴とする加熱装置。

【請求項 6】

導電体と、通電によって発熱する発熱体と、前記導電体および前記発熱体を互いに隔離した状態で内部に埋設して保持するセラミック製の基体と、を有し、前記基体が外表面をなすヒータの状態を推定するヒータ状態推定装置であって、

前記導電体と前記発熱体との間の前記基体の電気抵抗値を検出する検出部と、  
前記発熱体への所定の条件での通電時に前記検出部により検出された前記電気抵抗値に基づき、前記ヒータの状態を推定する推定部と、  
を備えることを特徴とするヒータ状態推定装置。

【請求項 7】

導電体と、通電によって発熱する発熱体と、前記導電体および前記発熱体を互いに隔離した状態で内部に埋設して保持するセラミック製の基体と、を備え、前記基体が外表面をなすヒータの状態の推定方法であって、

( a ) 所定の条件で前記発熱体に通電する工程と、  
( b ) 前記工程 ( a ) の実行中に、前記導電体と前記発熱体との間の前記基体の電気抵抗値を検出する工程と、  
( c ) 前記工程 ( b ) により検出された前記電気抵抗値に基づき、前記ヒータの状態を推定する工程と、  
を含むことを特徴とする、ヒータの状態の推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒータの状態の推定に関する。

【背景技術】

【0002】

グロープラグは、発熱体と発熱体を内部に保持する基体とを備えるヒータを有し、圧縮着火方式による内燃機関（例えばディーゼルエンジン等）の補助熱源として使用される。グロープラグの高温での使用に伴い、発熱体にクラック等の異常が発生することがある。このような異常により発熱体の抵抗値が増加し、ヒータの温度が上昇しにくくなるため、エンジンの始動性が悪化したり排気ガス中の煤成分が増加するおそれがある。特許文献 1 には、発熱体の抵抗値の増加に基づき、発熱体の異常を検出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 7 8 0 0 5 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発熱体に異常が発生した場合の発熱体の抵抗値は、正常な状態の抵抗値と比較して、僅かにしか増加しない。このため、特許文献 1 の技術では、発熱体の抵抗値の極僅かな変動に基づいて発熱体の異常を検出することとなり、検出精度が悪く、発熱体の僅かな異常を検出することができなかった。それゆえ、発熱体の異常の検出精度を向上させる技術が求められていた。また、基体は、燃焼室内部等の雰囲気(注)に晒されるため、燃料およびオイルに含まれる成分との化学反応による腐食や、高圧の燃料噴射およびエンジン内のスワール

10

20

30

40

50

による侵食を受けて、消耗することがある。基体の消耗が進行すると、細径化により強度が低下してヒータが折損するおそれがある。このため、基体の消耗を検出したいという要請があった。このように、発熱体の異常および基体の消耗等の、ヒータの状態の推定精度を向上させる技術が求められていた。このような課題は、グロープラグに限らず、発熱体および基体を有するヒータにおいて共通する課題であった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明は以下の形態として実現することが可能である。

本発明の一形態によれば、加熱装置が提供される。この加熱装置は、導電体と、通電によって発熱する発熱体と、前記導電体および前記発熱体を互いに隔離した状態で内部に埋設して保持するセラミック製の基体と、を備え、前記基体が外表面をなすヒータと、前記発熱体に通電することによって、前記ヒータを発熱させる通電部と、を備える加熱装置であって、前記導電体と前記発熱体との間の前記基体の電気抵抗値を検出する検出部と、所定の条件で前記発熱体に通電したときに前記検出部により検出された前記電気抵抗値に基づき、前記ヒータの状態を推定する推定部と、を備えることを特徴とする。

10

その他、本発明は、以下のような形態として実現することも可能である。

(1) 本発明の一形態によれば、導電体と、通電によって発熱する発熱体と、前記導電体および前記発熱体を互いに隔離した状態で内部に埋設して保持するセラミック製の基体と、を備えるヒータと；前記発熱体に通電することによって、前記ヒータを発熱させる通電部と；を備える加熱装置が提供される。この加熱装置は、前記導電体と前記発熱体との間の前記基体の電気抵抗値を検出する検出部と；所定の条件で前記発熱体に通電したときに前記検出部により検出された前記電気抵抗値に基づき、前記ヒータの状態を推定する推定部と；を備えることを特徴とする。この形態の加熱装置によれば、ヒータの温度変化に対して大きく変化する基体の電気抵抗値に基づいてヒータの状態を推定するので、ヒータの状態の推定精度を向上できる。

20

【0006】

(2) 上記加熱装置において、前記推定部は、前記電気抵抗値が所定の範囲外の値である場合に、前記ヒータに異常があると推定してもよい。この形態の加熱装置によれば、判定基準が明確なので、判定精度の低下を抑制でき、ヒータの状態の推定精度を向上できる。

【0007】

(3) 上記加熱装置において、前記推定部は、前記電気抵抗値が前記所定の範囲を上回る場合に、前記ヒータの異常として、前記発熱体に異常があると推定してもよい。この形態の加熱装置によれば、発熱体の異常を精度よく推定できる。

30

【0008】

(4) 上記加熱装置において、前記推定部は、前記電気抵抗値が前記所定の範囲を下回る場合に、前記ヒータの異常として、前記基体が消耗していると推定してもよい。この形態の加熱装置によれば、基体の消耗を精度よく推定できる。

【0009】

(5) 上記加熱装置において、通電部は、前記所定の条件として、所定の電圧で通電してもよい。この形態の加熱装置によれば、基体の電気抵抗値を検出するための回路が複雑化することを抑制でき、基体の電気抵抗値を容易に検出できる。

40

【0010】

本発明は、種々の態様で実現することも可能である。例えば、ヒータ状態推定装置、ヒータの状態の推定方法、グロープラグの異常検出装置等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態としての加熱装置の概略構成を示す説明図である。

【図2】グロープラグ1の詳細構成を示す部分断面図である。

【図3】グロープラグ1の先端部の構成を示す拡大断面図である。

【図4】基体抵抗値 $R_{11}$ とヒータ10の温度との関係を示すグラフである。

50

【図5】ヒータ10の状態の違いによる基体抵抗値 $R_{11}$ の一例を示す説明図である。

【図6】ヒータ状態推定処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】比較例として、通電発熱体2の電気抵抗値とヒータ10の温度との関係を示すグラフである。

【図8】変形例2におけるヒータ状態推定処理の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

A.実施形態：

A-1.装置構成：

図1は、本発明の一実施形態としての加熱装置の概略構成を示す説明図である。本実施形態の加熱装置100は、ディーゼルエンジン車に搭載され、ディーゼルエンジン600のインジェクタ459から噴射される燃料の着火を補助するため、ディーゼルエンジン600の燃焼室610を加熱する。

10

【0013】

加熱装置100は、グロープラグ1と、制御部50とを備える。グロープラグ1は、セラミックグロープラグである。グロープラグ1は、先端部を燃焼室610に露出させた状態で、ディーゼルエンジン600のシリンダヘッド620に装着される。グロープラグ1の詳細な構成は、後述する。

【0014】

制御部50は、ECU(Electronic Control Unit)52と、第1のグローリレー53と、バッテリー54と、第2のグローリレー531と、リレー55と、直流電源51と、抵抗521と、電位差計522とを備える。ECU52は、内部にCPUとRAMとROMとを備えるマイクロコンピュータにより構成され、グロープラグ1の発熱を制御する。ECU52は、抵抗検出部60と状態推定部70とを備える。抵抗検出部60は、後述する基体の電気抵抗値を検出する。状態推定部70は、後述するヒータ状態推定処理において、基体の電気抵抗値に基づきヒータの状態を推定する。

20

【0015】

第1のグローリレー53は、バッテリー54の正極と、グロープラグ1に備えられた外部リード線233との間に配置されている。バッテリー54の負極は、第2のグローリレー531を介してシリンダヘッド620に接続されており、第2のグローリレー531がオンの場合、シリンダヘッド620に導通する。シリンダヘッド620の電位は接地電位なので、第2のグローリレー531がオンの場合、バッテリー54の負極は接地される。ECU52は、第1のグローリレー53及び第2のグローリレー531をオンにすることで、外部リード線233を介してバッテリー54の電力をグロープラグ1に給電し、グロープラグ1を発熱させる。ECU52は、第1のグローリレー53のオン時間とオフ時間との割合を制御することで、グロープラグ1の発熱を制御する。第2のグローリレー531は、加熱が実行される間は常にオンにされ、加熱が停止された場合にオフにされる。

30

【0016】

リレー55は、抵抗521と、グロープラグ1に備えられた外部リード線333との間に配置されている。リレー55は、直流電源51からグロープラグ1への給電のオン、オフを切り替える。直流電源51の負極は、シリンダヘッド620に接続されることで、接地されている。抵抗521は、直流電源51の正極に接続されている。電位差計522は、抵抗521において降下する電圧値(降下電圧)を測定する。

40

【0017】

ECU52は、外部の水溫センサ525および回転数センサ526と、それぞれ電氣的に接続されている。水溫センサ525は、エンジン冷却水の温度を測定する。回転数センサ526は、エンジン回転数を測定する。ECU52は、これらの値を取得し、グロープラグ1の発熱の制御に利用する。

【0018】

図2は、グロープラグ1の詳細構成を示す部分断面図である。図3は、グロープラグ1

50

の先端部の構成を示す拡大断面図である。図3は、グロープラグ1がシリンダヘッド620に装着された状態を示している。図2および図3では、グロープラグ1の軸線OLを一点鎖線で示している。以下の説明では、グロープラグ1において、後述するヒータ10が配置されている側を「先端側」と呼び、外部リード線233, 333が配置されている側を「後端側」と呼ぶ。

【0019】

図2に示すように、グロープラグ1は、ハウジング4と、ゴムブッシュ421と、ヒータ10と、2つの端子部23, 31と、2つの外部リード線233, 333と、2つの接続端子232, 332と、2つの内部リード線33, 231とを備える。

【0020】

ハウジング4は、グロープラグ1の外郭を構成し、主体金具47と、保護筒42と、外筒41とを有する。主体金具47は、軸線OLに沿って延びる略筒状の外観形状を有し、ハウジング4において先端側に位置している。主体金具47の先端側の外周面には、雄ねじ部43が形成されている。雄ねじ部43は、ディーゼルエンジン600のシリンダヘッド620に形成された図示しない雌ねじ部と螺合する。保護筒42は、軸線OLに沿って延びる略円筒状の外観形状を有し、ハウジング4において後端側に位置している。保護筒42は、先端側および後端側に開口部を有する。保護筒42の先端側開口部は、主体金具47の後端部に装着されている。保護筒42の後端側開口部は、ゴムブッシュ421により塞がれている。ゴムブッシュ421は、略円柱状の外観形状を有し、ゴムにより形成されている。ゴムブッシュ421が保護筒42に挿入されることで、ゴムブッシュ421よりも先端側が封止される。外筒41は、リング状の外観形状を有し、金属により形成され、主体金具47の先端部に配置されている。

【0021】

ヒータ10は、先端部が半球状であり、軸線OLに沿って延びる略棒状の外観形状を有する。ヒータ10は、後端側がハウジング4に収容され、先端側がハウジング4から露出するように、外筒41によって固定されている。図3に示すように、ヒータ10は、基体11と、通電発熱体2と、電極3と、2つのリード線21, 22とを有する。

【0022】

基体11は、通電発熱体2および電極3を、互いに隔離した状態で内部に埋設して保持している。本実施形態において、基体11は、窒化ケイ素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )を主成分として含有するセラミックにより形成され、高い絶縁性を有する。

【0023】

通電発熱体2は、U字形の外観形状を有し、ヒータ10の先端部に埋設されている。通電発熱体2は、導電性を付与した窒化ケイ素系のセラミックにより形成され、通電によって発熱する。通電発熱体2の電気抵抗値は、基体11の電気抵抗値よりも小さい。U字形の通電発熱体2の両端部には、各リード線21, 22が接続されている。各リード線21, 22は、基体の内部に埋設されている。通電発熱体2の一端は、リード線21を介して端子部23に接続されている。通電発熱体2の他端は、リード線22を介して外筒41に接続されている。

【0024】

電極3は、軸線OLに沿った方向に延びる棒状の外観形状を有し、一端が端子部31に接続され、他端が通電発熱体2の先端付近に配置されている。電極3は、基体11の電気抵抗値を検出するために用いられ、導電性セラミックにより形成されている。

【0025】

端子部23は、ハウジング4の内周面と隙間が設けられた状態で、基体11の外周面に配置されている。端子部23は、ヒータ10および外筒41を介して、ハウジング4に導通している。端子部31は、ヒータ10の後端部に接して配置されている。

【0026】

図2に示すように、外部リード線233, 333は、ゴムブッシュ421を貫通し、グロープラグ1の内部に通じている。外部リード線233は、接続端子232と内部リード

10

20

30

40

50

線 2 3 1 とを介して、端子部 2 3 に接続されている。外部リード線 3 3 3 は、接続端子 3 3 2 と内部リード線 3 3 とを介して、端子部 3 1 に接続されている。

【 0 0 2 7 】

本実施形態において、通電発熱体 2 は請求項における発熱体の下位概念に、電極 3 は請求項における導電体の下位概念に、制御部 5 0 は請求項における通電部の下位概念に、抵抗検出部 6 0 は請求項における検出部の下位概念に、状態推定部 7 0 は請求項における推定部の下位概念に、それぞれ相当する。

【 0 0 2 8 】

A - 2 . 基体の電気抵抗値の検出 :

図 1 に示すように、ハウジング 4 は、シリンダヘッド 6 2 0 に装着されているので、接地電位のシリンダヘッド 6 2 0 に導通している。このため、グローリレー 5 3 , 5 3 1 がオンになると閉回路が形成され、バッテリー 5 4 の電圧が通電発熱体 2 に印加され、通電発熱体 2 に電流が流れてヒータ 1 0 が加熱される。また、リレー 5 5 がオンになり、直流電源 5 1 と電極 3 とが導通すると、電極 3 と通電発熱体 2 との間に電位差が発生する。この電位差に基づいて基体 1 1 の電気抵抗値 (以下、「基体抵抗値  $R_{11}$ 」とも呼ぶ) が検出される。本実施形態において、基体抵抗値  $R_{11}$  とは、通電発熱体 2 と電極 3 との間の基体 1 1 の電気抵抗値を意味する。

【 0 0 2 9 】

基体 1 1 は、高い絶縁性を有するセラミックにより形成されているので、高い電気抵抗値を有する。しかしながら、基体 1 1 の電気抵抗値は有限なので、電極 3 に高電圧を印加すると、僅かな電流が基体 1 1 内を流れる。この電流は、基体 1 1 内に埋設されている導電体、および基体 1 1 に接触している導電体に流れ、最終的にはシリンダヘッド 6 2 0 へと流れる。基体 1 1 内に埋設されている導電体には、通電発熱体 2 と、各リード線 2 1 , 2 2 とが該当する。基体 1 1 に接触している導電体には、各端子部 2 3 , 3 1 と、外筒 4 1 とが該当する。

【 0 0 3 0 】

ところで、通電発熱体 2 は、ヒータ 1 0 の先端部に埋設された状態で発熱する。このため、基体 1 1 において、通電発熱体 2 に隣接する先端側の温度は、後端側よりも上昇する。一般に、絶縁性セラミックは、温度が高いほど電気抵抗値が減少して電流が流れやすくなり、温度が低いほど電気抵抗値が増加して電流が流れにくくなる性質を有する。したがって、基体 1 1 内を流れる上記の電流の大部分は、電極 3 の先端付近から通電発熱体 2 の先端付近へと流れる。

【 0 0 3 1 】

そこで、基体抵抗値  $R_{11}$  の検出においては、電極 3 以外に流れる電流を無視するものとする。さらに、通電発熱体 2 の電気抵抗値は、基体抵抗値  $R_{11}$  に比べて極めて小さいので無視するものとする。すなわち、通電発熱体 2 は、本実施形態では導電体として扱うものとする。

【 0 0 3 2 】

上記を前提にした場合、基体抵抗値  $R_{11}$  は、下記式 ( 5 ) によって求められる。下記式 ( 1 ) ~ ( 5 ) において、 $V_{11}$  は通電発熱体 2 と電極 3 との電位差、 $I$  は抵抗 5 2 1 を流れる電流値、 $V_0$  は直流電源 5 1 の電圧、 $V_{521}$  は抵抗 5 2 1 の降下電圧、 $R_{521}$  は抵抗 5 2 1 の電気抵抗値を示す。

【 0 0 3 3 】

$$R_{11} = V_{11} / I \quad \dots (1)$$

$$V_{11} = V_0 - V_{521} \quad \dots (2)$$

$$I = V_{521} / R_{521} \quad \dots (3)$$

式 ( 1 ) に式 ( 2 ) および式 ( 3 ) を代入すると、式 ( 4 ) になる。

$$R_{11} = (V_0 - V_{521}) / (V_{521} / R_{521}) \quad \dots (4)$$

本実施形態では、 $V_{521} = V_0$  なので、式 ( 4 ) を変形すると、式 ( 5 ) になる。

$$R_{11} = V_0 \times R_{521} / V_{521} \quad \dots (5)$$

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

図 4 は、基体抵抗値  $R_{11}$  とヒータ 10 の温度との関係を示すグラフである。縦軸は、基体抵抗値  $R_{11}$  ( ) を或る値 A に対する対数で示し、横軸は、ヒータ 10 の温度 ( ) を示している。或る値 A としては、例えば、10 k 等を例示することができる。本実施形態において、ヒータ 10 の温度とは、基体 11 の表面温度のうちの最高値を意味する。基体 11 の表面温度は、部位によって異なり、通常、通電発熱体 2 の先端付近が最高値を呈する。図 4 に示すように、基体抵抗値  $R_{11}$  は、ヒータ 10 の温度の上昇に伴って減少し、ヒータ 10 の温度の低下に伴って増加する。

## 【 0 0 3 5 】

通電発熱体 2 にクラック等の異常が発生すると、通電発熱体 2 の電気抵抗値が増加し、場合によっては断線する。また、通電発熱体 2 に耐熱温度を大幅に超えるような通電がされた場合、マイグレーション効果によって通電発熱体 2 の元素が拡散し、通電発熱体 2 がポーラス化することで通電発熱体 2 の電気抵抗値が増加する。このような異常が発生した状態で通電発熱体 2 に電圧を印加すると、通電発熱体 2 の温度が上昇しにくいいため、ヒータ 10 の温度は、正常な状態に比べて低くなる。このため、図 4 に示す関係から、基体抵抗値  $R_{11}$  は、正常の場合よりも増加する。

10

## 【 0 0 3 6 】

他方、通電発熱体 2 は正常な状態であり、且つ、基体 11 が消耗した状態で通電発熱体 2 に電圧を印加すると、ヒータ 10 の温度は、基体 11 の細径化により上昇しやすく、正常な状態に比べて高くなる。このため、図 4 に示す関係から、基体抵抗値  $R_{11}$  は、正常の場合よりも低下する。

20

## 【 0 0 3 7 】

図 5 は、ヒータ 10 の状態の違いによる基体抵抗値  $R_{11}$  の一例を示す説明図である。図 5 では、正常な状態のヒータ 10 における基体抵抗値  $R_{11}$  の基準抵抗値を B ( ) とし、通電発熱体 2 に異常があるヒータ 10 と、基体 11 が消耗したヒータ 10 とにおけるそれぞれの基体抵抗値  $R_{11}$  を、B に対する比率で示している。図 5 では、通電発熱体 2 に一定の電圧 (7 V) を印加したときに検出された基体抵抗値  $R_{11}$  を、ヒータ 10 の温度と共に示している。

## 【 0 0 3 8 】

図 5 に示すように、通電発熱体 2 に異常がある場合におけるヒータ 10 の温度は、正常の場合よりも低い。このため、基体抵抗値  $R_{11}$  は、正常の場合よりも増加している。また、基体 11 が消耗した場合におけるヒータ 10 の温度は、正常の場合よりも高い。このため、基体抵抗値  $R_{11}$  は、正常の場合よりも低下している。本実施形態の加熱装置 100 では、後述するヒータ状態推定処理を実行することにより、基体抵抗値  $R_{11}$  に基づいて、通電発熱体 2 の異常および基体 11 の消耗等の、ヒータ 10 の状態を推定することができる。

30

## 【 0 0 3 9 】

A - 3 . ヒータ状態推定処理 :

図 6 は、ヒータ状態推定処理の手順を示すフローチャートである。ヒータ状態推定処理は、ディーゼルエンジン 600 の始動の際に、通電発熱体 2 に所定の電圧が印加されてグロープラグ 1 の通電が実施され、ディーゼルエンジン 600 がアイドル状態になると実施される。

40

## 【 0 0 4 0 】

ECU 52 は、電位差計 522 を用いて抵抗 521 における降下電圧  $V_{521}$  を取得する (ステップ S105)。抵抗検出部 60 は、上述の式 (5) に基づいて、基体抵抗値  $R_{11}$  を検出する (ステップ S110)。状態推定部 70 は、基体抵抗値  $R_{11}$  が基準範囲を上回るか (上限値を越えているか) 否かを判定する (ステップ S115)。

## 【 0 0 4 1 】

基体抵抗値  $R_{11}$  の基準範囲は、予め実験により取得されたデータに基づいて設定されている。例えば、正常な状態のヒータ 10 における基体抵抗値  $R_{11}$  の基準範囲を、正常

50

な状態のヒータ10における基体抵抗値 $R_{11}$ の基準抵抗値を $B(\quad)$ としたときに、 $B \times 0.5(\quad) \sim B \times 2.5(\quad)$ 等と設定することができる。本実施形態において、「正常な状態のヒータ10」とは、発熱に支障がない状態のヒータ10を意味する。また、「通電発熱体2の異常」とは、通電発熱体2にクラック等が所定の度合い以上発生した状態（例えば、所定の大きさのクラックが所定数以上発生した状態）を意味する。かかる状態は、例えば、ヒータ10の発熱に支障を与える程度の状態と言い換えることもできる。また、「基体11の消耗」とは、基体11が所定の度合い以上（例えば、基体11の全体積のうち所定の割合の体積以上）摩耗している状態を意味する。かかる状態も、例えば、ヒータ10の発熱に支障を与える程度の状態と言い換えることができる。

【0042】

基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲を上回ると判定された場合（ステップS115：YES）、状態推定部70は、通電発熱体2に異常があると推定し（ステップS120）、後述するステップS135に進む。他方、基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲を上回らないと判定された場合（ステップS115：NO）、状態推定部70は、基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲を下回るか（下限値未満か）否かを判定する（ステップS125）。

【0043】

基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲を下回ると判定された場合（ステップS125：YES）、状態推定部70は、基体11が消耗していると推定する（ステップS130）。ステップS120およびステップS130の後、状態推定部70は、ヒータ10に異常があると推定し（ステップS135）、ヒータ状態推定処理は終了する。

【0044】

他方、基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲を下回らないと判定された場合（ステップS125：NO）、基体抵抗値 $R_{11}$ が基準範囲内であるため、状態推定部70は、ヒータ10に異常が無いと推定し（ステップS140）、ヒータ状態推定処理は終了する。

【0045】

本実施形態では、上述のヒータ状態推定処理の結果、ヒータ10に異常があると推定された場合、ECU52は、ヒータ10の異常をユーザーに通知する。

【0046】

以上説明した本実施形態の加熱装置100では、基体抵抗値 $R_{11}$ が所定の範囲外の値である場合に、ヒータ10に通電発熱体2の異常および基体11の消耗等の異常があると推定する。図4に示すように、基体抵抗値 $R_{11}$ は、ヒータ10の温度変化に対して指数関数的に変化する。このため、基体抵抗値 $R_{11}$ に基づいてヒータ状態推定処理を実施することで、ヒータ10の状態の推定精度を向上できる。加えて、ヒータ10の異常を検出してユーザーに通知することで、ユーザーが適切な対応（例えば、グロープラグ1の交換等）をすることができる。したがって、通電発熱体2の異常に起因する、エンジンの始動性の悪化および排気ガス中の煤成分の増加を抑制できる。加えて、基体11の消耗に起因する、ヒータ10の強度低下による折損を抑制できる。また、基体抵抗値 $R_{11}$ が所定の範囲外の値であるかの判定基準が明確なので、判定精度の低下を抑制でき、ヒータ10の状態の推定精度を向上できる。

【0047】

基体抵抗値 $R_{11}$ の検出は、略一定の条件下で行なわれることが好ましい。本実施形態の加熱装置100において、ヒータ状態推定処理は、ディーゼルエンジン600がアイドル状態になると実施される。このため、エンジン冷却水の温度およびエンジン回転数等の、ヒータ10の温度に影響を与えるパラメータが比較的安定しているため、基体抵抗値 $R_{11}$ の検出誤差を低減でき、ヒータ10の状態の推定精度を向上できる。また、或る程度、定期的にヒータ状態推定処理が実施され得るので、徐々に発生する通電発熱体2の異常および基体11の消耗を推定でき、ユーザーの利便性を向上できる。

【0048】

抵抗検出部60は、通電発熱体2に所定の電圧を印加したときの基体抵抗値 $R_{11}$ を検出するので、検出のための回路が複雑化することを抑制でき、基体抵抗値 $R_{11}$ を容易に

10

20

30

40

50

検出できる。加えて、エンジン冷却水の温度およびエンジン回転数等の条件が同様である場合、通電発熱体 2 に所定の電圧を印加したときの、ヒータ 10 の温度の誤差は小さい。このため、所定の電圧を印加したときの基体抵抗値  $R_{11}$  を検出することにより、基体抵抗値  $R_{11}$  の検出誤差を低減でき、ヒータ 10 の状態の推定精度を向上できる。

【0049】

状態推定部 70 は、予め設定された基体抵抗値  $R_{11}$  の基準範囲と、抵抗検出部 60 により検出された基体抵抗値  $R_{11}$  とを比較して判定することにより、ヒータ 10 の状態を推定する。このように、絶対的な値に基づいて判定を行なうので、ECU 52 の負荷を低減できる。

【0050】

本実施形態の加熱装置 100 では、ヒータ 10 の異常として、通電発熱体 2 の異常と基体 11 の消耗とを区別して推定できる。このため、ヒータ 10 の異常原因の特定が容易であり、ユーザーの利便性を向上できる。

【0051】

B．比較例：

図 7 は、比較例として、通電発熱体 2 の電気抵抗値とヒータ 10 の温度との関係を示すグラフである。縦軸は、通電発熱体 2 の電気抵抗値（以下、「発熱体抵抗値  $R_2$ 」とも呼ぶ）（ ）を示し、横軸は、ヒータ 10 の温度（ ）を示している。縦軸における或る値 C としては、例えば、3 等を例示することができる。

【0052】

通電発熱体 2 に異常が発生した場合の発熱体抵抗値  $R_2$  は、正常な状態の発熱体抵抗値  $R_2$  と比較して、僅かにしか増加しない。このため、図 7 に示すように、ヒータ 10 の温度変化に対する発熱体抵抗値  $R_2$  の変化率は、極めて小さい。したがって、発熱体抵抗値  $R_2$  に基づいて通電発熱体 2 の異常を検出する構成では、検出精度が悪く、通電発熱体 2 に発生した僅かなクラック等の、僅かな異常を検出することができない。これに対して、上述した本実施形態の加熱装置 100 は、ヒータ 10 の温度変化に対して指数関数的に大きく変化する基体抵抗値  $R_{11}$  に基づいてヒータ 10 の状態を推定するので、ヒータ 10 の状態の推定精度を向上できる。さらに、通電発熱体 2 の異常に加えて、基体 11 が消耗していることも推定することができる。

【0053】

C．変形例：

なお、この発明は上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0054】

C - 1．変形例 1：

上記実施形態では、通電発熱体 2 に所定の電圧を印加したときの基体抵抗値  $R_{11}$  に基づいてヒータ 10 の状態を推定していたが、本発明はこれに限定されるものではない。基体抵抗値  $R_{11}$  は、予め基準範囲として設定された基体抵抗値  $R_{11}$  の検出と同じ通電条件で検出されるのであれば、他の任意の通電条件で検出されてもよい。例えば、基体抵抗値  $R_{11}$  を検出する際の通電条件として、通電発熱体 2 を所定の電力で発熱させてもよく、所定の電流値となるように発熱させてもよく、通電発熱体 2 の電気抵抗値が所定の値となるように発熱させてもよい。このような構成によっても、実施形態の加熱装置 100 と同様な効果を奏する。

【0055】

C - 2．変形例 2：

上記実施形態において、状態推定部 70 は、通電発熱体 2 の異常と基体 11 の消耗とを区別して推定していたが、通電発熱体 2 の異常と基体 11 の消耗とを区別せずにヒータ 10 の状態を推定してもよい。

【0056】

10

20

30

40

50

図8は、変形例2におけるヒータ状態推定処理の手順を示すフローチャートである。変形例2におけるヒータ状態推定処理は、ステップS115に代えてステップS115aが実行される点と、ステップS120～S130が省略される点において、図6に示す実施形態のヒータ状態推定処理と異なる。変形例2におけるヒータ状態推定処理におけるその他のステップおよび加熱装置100の構成は、上記実施形態と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

#### 【0057】

状態推定部70は、基体抵抗値 $R_{11}$ が所定の範囲内か否かを判定し(ステップS115a)、所定の範囲内でないと判定された場合(ステップS115a:NO)、ヒータ10に異常があると推定し(ステップS135)、所定の範囲内であると判定された場合(ステップS115a:YES)、ヒータ10に異常が無いと推定(ステップS140)してもよい。かかる構成によっても、実施形態の加熱装置100と同様な効果を奏する。

10

#### 【0058】

##### C-3. 変形例3:

上記実施形態の加熱装置100において、ヒータ状態推定処理は、ディーゼルエンジン600がアイドル状態になると実施されていたが、本発明はこれに限定されるものではない。ヒータ状態推定処理は、基体抵抗値 $R_{11}$ が予め基準範囲として設定された基体抵抗値 $R_{11}$ の検出と同じ条件で検出されるのであれば、他の任意のタイミングで実施されてもよい。例えば、アイドルストップの際に実施されてもよく、フェールカットの際に実施されてもよく、エンジン停止時に実施されてもよい。また、あるタイミングから所定の時間が経過した後に実施されてもよい。例えば、グロープラグ1の通電開始から所定時間経過後に実施されてもよい。また、エンジン冷却水の温度およびエンジン回転数等のパラメータが、所定の範囲内であるか否かが判定された後に、ヒータ状態推定処理が実施されてもよい。このような構成によっても、上記実施形態の加熱装置100と同様な効果を奏する。

20

#### 【0059】

##### C-4. 変形例4:

上記実施形態において、状態推定部70は、予め設定された基体抵抗値 $R_{11}$ の基準範囲を用いてヒータ10の状態を推定していたが、本発明はこれに限定されるものではない。ECU52が基体抵抗値 $R_{11}$ の初期値をメモリすることにより、基体抵抗値 $R_{11}$ の初期値と検出された基体抵抗値 $R_{11}$ との差分を算出し、かかる差分に基づいて推定を行なってもよい。例えば、基体抵抗値 $R_{11}$ の初期値と検出された基体抵抗値 $R_{11}$ との差分の絶対値が、正常な状態のヒータ10における基体抵抗値 $R_{11}$ の初期値を $D(\quad)$ としたときに、 $D \times 0.5(\quad) \sim D \times 2.5(\quad)$ の範囲外である場合に、ヒータ10に異常があると推定してもよい。かかる構成によれば、相対的な値に基づいて推定を行なうので、グロープラグ1の個体差による基体抵抗値 $R_{11}$ のばらつきの影響を低減でき、ヒータ10の状態の推定精度を向上できる。

30

#### 【0060】

##### C-5. 変形例5:

上記実施形態において、状態推定部70は、予め設定された基体抵抗値 $R_{11}$ の1つの基準範囲を用いてヒータ10の状態を推定していたが、2つ以上の基準範囲を用いてヒータ10の状態を推定してもよい。例えば、正常な状態のヒータ10における基体抵抗値 $R_{11}$ の基準抵抗値を $B(\quad)$ としたときに、第1の基準範囲を $B \times 0.5(\quad) \sim B \times 2.5(\quad)$ と設定し、第2の基準範囲を $B \times 0.75(\quad) \sim B \times 2(\quad)$ 等と設定することによって、ヒータ10の状態を2段階で推定してもよい。かかる構成によれば、例えば、第1の基準範囲を満たし、かつ、第2の基準範囲を満たさない場合に、印加電圧を変更することによってヒータ10を所望の温度にすることができる。

40

#### 【0061】

##### C-6. 変形例6:

上記実施形態における加熱装置100の構成はあくまでも一例であり、種々変更可能で

50

ある。例えば、基体 1 1 は、窒化ケイ素系セラミックに代えて、二酸化チタンやアルミナやサイロン等の、他の任意の絶縁性セラミックにより形成されてもよい。また、電極 3 は、導電性セラミックに代えて金属材料により形成されてもよい。このような構成によっても、上記実施形態の加熱装置 1 0 0 と同様な効果を奏する。

【 0 0 6 2 】

また、上記実施形態では、ECU 5 2 がヒータ状態推定処理を実施していたが、本発明はこれに限定されるものではない。ECU 5 2 とは別に、グロープラグ 1 の制御を専ら行なうグローコントロールユニットを配置し、かかるグローコントロールユニットがヒータ状態推定処理を実施してもよい。この構成において、グローコントロールユニットは、エンジン冷却水の温度およびエンジン回転数等を ECU 5 2 から受信してもよい。かかる構成によっても、上記実施形態の加熱装置 1 0 0 と同様な効果を奏する。

10

【 0 0 6 3 】

また、基体抵抗値  $R_{11}$  を検出するための回路構成を変更してもよい。例えば、1 対の外部リード線 2 3 3 , 3 3 3 の間に電圧を印加して、電流値を測定するように構成してもよい。かかる構成によれば、通電発熱体 2 と電極 3 との間に印加される電圧の把握が容易となり、基体抵抗値  $R_{11}$  の検出精度を向上できる。

【 0 0 6 4 】

C - 7 . 変形例 7 :

上記実施形態では、グロープラグ 1 を備える加熱装置 1 0 0 に本発明を適用したが、グロープラグ 1 に代えて、他の任意のセラミックヒータに本発明を適用してもよい。例えば、暖房器具、ハンダゴテ用熱源、温水便座、半導体製造装置用熱源、測定機器用熱源、理化機器部品等に本発明を適用してもよい。

20

【 0 0 6 5 】

本発明は、上述の実施形態および変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する本実施形態および変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【 符号の説明 】

30

【 0 0 6 6 】

- 1 ... グロープラグ
- 2 ... 通電発熱体
- 3 ... 電極
- 4 ...ハウジング
- 1 0 ... ヒータ
- 1 1 ... 基体
- 2 1 ... リード線
- 2 2 ... リード線
- 2 3 ... 端子部
- 3 1 ... 端子部
- 3 3 ... 内部リード線
- 4 1 ... 外筒
- 4 2 ... 保護筒
- 4 3 ... 雄ねじ部
- 4 7 ... 主体金具
- 5 0 ... 制御部
- 5 1 ... 直流電源
- 5 3 ... 第 1 のグローリレー
- 5 4 ... バッテリ

40

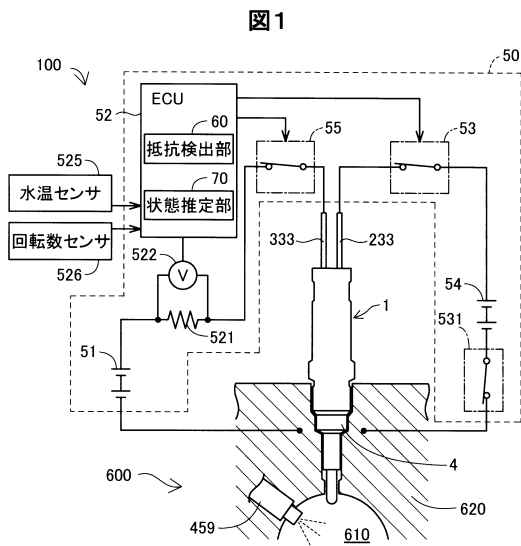
50

- 5 5 ... リレー
- 6 0 ... 抵抗検出部
- 7 0 ... 状態推定部
- 1 0 0 ... 加熱装置
- 2 3 1 ... 内部リード線
- 2 3 2 ... 接続端子
- 2 3 3 ... 外部リード線
- 3 3 2 ... 接続端子
- 3 3 3 ... 外部リード線
- 4 2 1 ... ゴムブッシュ
- 4 5 9 ... インジェクタ
- 5 2 1 ... 抵抗
- 5 2 2 ... 電位差計
- 5 2 5 ... 水温センサ
- 5 2 6 ... 回転数センサ
- 5 3 1 ... 第2のグローリレー
- 6 0 0 ... ディーゼルエンジン
- 6 1 0 ... 燃焼室
- 6 2 0 ... シリンダヘッド
- A ... 基体抵抗値の或る値
- B ... 基体抵抗値の基準抵抗値
- C ... 発熱体抵抗値の或る値
- D ... 基体抵抗値の初期値
- O L ... 軸線

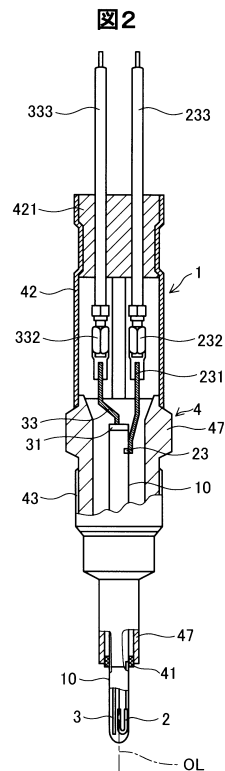
10

20

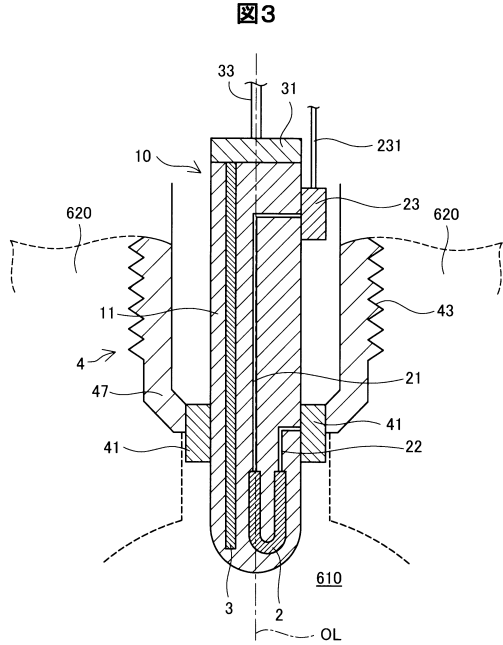
【図1】



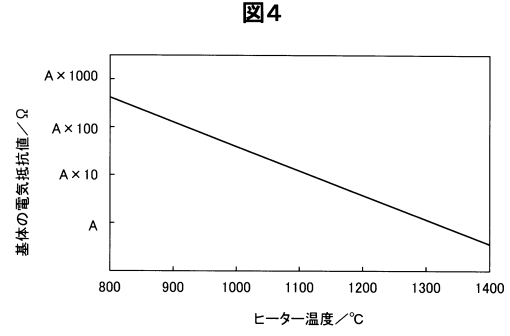
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

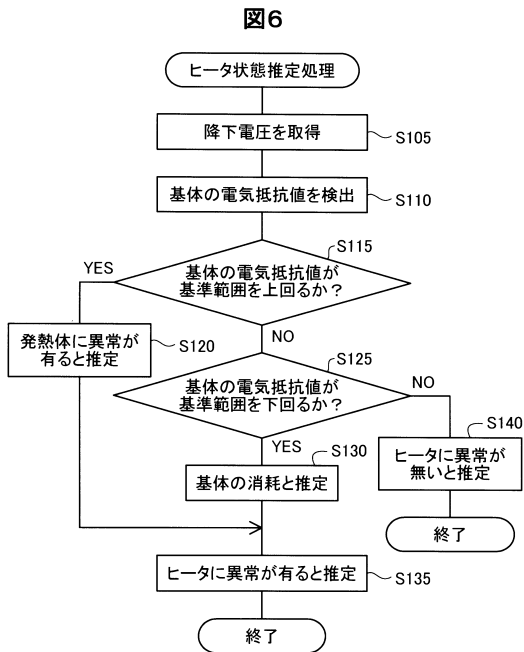


【 図 5 】

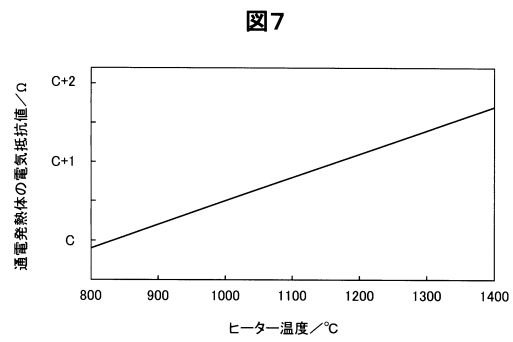
図5

	印加電圧 (V)	ヒーター温度 (°C)	基体抵抗値 (Ω)
正常	7	1140	B
通電発熱体の異常	7	1030	B × 3
基体の消耗	7	1240	B × 0.3

【 図 6 】

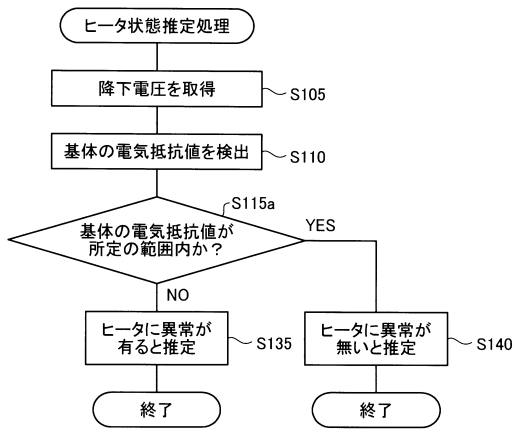


【 図 7 】



【 図 8 】

図8



---

フロントページの続き

(56)参考文献 独国特許出願公開第03742102(DE, A1)  
実開平02-027695(JP, U)  
特開2009-036092(JP, A)  
国際公開第03/092330(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B	3/00
F02P	19/02
F23Q	7/00