

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-53493

(P2016-53493A)

(43) 公開日 平成28年4月14日(2016.4.14)

(51) Int.Cl.
G01N 15/06 (2006.01)

F I
G O I N 15/06

テーマコード (参考)

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-178884 (P2014-178884)
(22) 出願日 平成26年9月3日 (2014.9.3)

(71) 出願人 000004547
日本特殊陶業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(74) 代理人 110000291
特許業務法人コスモス特許事務所
(72) 発明者 松岡 俊也
愛知県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

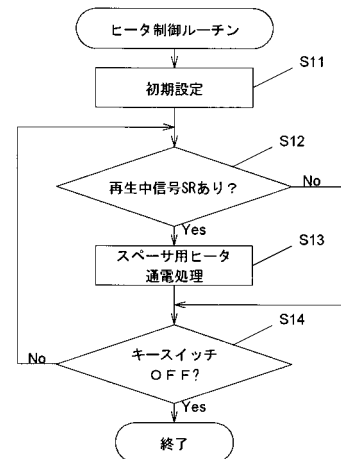
(54) 【発明の名称】 微粒子検知システム

(57) 【要約】

【課題】ヒータの電力を抑えることができる微粒子検知システムを提供する。

【解決手段】微粒子検知システム1は、内燃機関ENGの排気ガスEGが流通する排気部材EP,DPFの、接地電位PVEとされた金属部に装着される微粒子センサ10を備え、微粒子センサ10は、第1電位PV1とされ、排気ガスEGを内部に取り入れるガス取入管25を有する内側金具20、内側金具20の径方向周囲を囲み、接地電位PVEとされる外側金具70、内側金具20と外側金具70の間に介在して両者を電氣的に絶縁し、排気ガスEGに接触するガス接触部101sを有する絶縁スペーサ100、及び、ガス接触部101sを加熱するヒータ105を有する。微粒子検知システム1は、微粒子センサ10に届く排気ガスEGの温度が所定温度以上になると予測できる予測条件が成立したと判定した場合に、ガス接触部101sに付着した付着物SAを燃焼させるべく、ヒータ105に通電し昇温させる。

【選択図】 図 1 0



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気ガスが流通する排気部材の、接地電位とされた金属部に装着される微粒子センサを備え、

上記排気ガス中の微粒子の量を検知する微粒子検知システムであって、

上記微粒子センサは、

上記接地電位とは異なる第 1 電位とされ、上記排気ガスを内部に取り入れるガス取入管を有する内側金具、

上記内側金具の径方向周囲を囲み、上記排気部材に装着されて上記接地電位とされる筒状の外側金具、

上記内側金具と上記外側金具との間に介在して両者を電氣的に絶縁してなり、上記排気部材内を流通する上記排気ガスに接するガス接触部を有する絶縁スペーサ、及び、

上記絶縁スペーサの上記ガス接触部を加熱するヒータ、を有してなり、

上記微粒子検知システムは、

上記ヒータへの通電を制御するヒータ通電制御手段と、

上記微粒子センサに届く上記排気ガスの温度が所定温度以上になると予測できる予測条件が成立したか否かを判定する判定手段と、を備え、

上記ヒータ通電制御手段は、

上記予測条件が成立したと判定した場合に、上記ガス接触部に付着した付着物を燃焼させるべく、上記ヒータに通電し昇温させる通電手段を有する微粒子検知システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の微粒子検知システムであって、

前記排気部材は、前記微粒子センサよりも上流側に、排気浄化フィルタを内部に有する排気浄化装置を備えており、

前記判定手段は、

前記予測条件である、上記排気浄化装置内の上記排気浄化フィルタに捕集されたカーボン粒子を燃焼させて、上記排気浄化フィルタを再生させるフィルタ再生処理中であるかを判定する再生処理判定手段であり、

前記通電手段は、

上記フィルタ再生処理中であると判定された場合に、前記ヒータに通電する再生中通電手段である

微粒子検知システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の微粒子検知システムであって、

前記再生処理判定手段は、

前記内燃機関を制御して、前記排気浄化装置の前記フィルタ再生処理を行わせる内燃機関制御装置から、上記排気浄化装置の上記フィルタ再生処理中であることを示す再生中信号が出力されているか否かを判定する

微粒子検知システム。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の微粒子検知システムであって、

前記ヒータは、

前記微粒子センサに届く前記排気ガスの温度が前記所定温度よりも低い温度のときに、当該ヒータを最大限昇温させるように前記ヒータ通電制御手段で通電制御しても、前記ガス接触部に付着した前記付着物が燃焼する温度まで昇温させ得ない発熱特性を有する補助ヒータである

微粒子検知システム。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の微粒子検知システムであって、

10

20

30

40

50

前記ガス取入管の内部に取り入れられた前記排気ガス中に含まれる前記微粒子に、気中放電で発生させたイオンを付着させて、帯電した帯電微粒子を生成し、前記第1電位と前記接地電位との間に上記帯電微粒子の量に応じて流れる信号電流を用いて、上記排気ガス中の上記微粒子の量を検知する

微粒子検知システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気管内を流通する排気ガス中の微粒子の量を検知する微粒子検知システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来より、微粒子センサが内燃機関の排気管に装着され、排気ガス中の微粒子の量を検知する微粒子検知システムが知られている（例えば、特許文献1）。この微粒子検知システムの微粒子センサは、排気ガスを内部に取り入れるガス取入管を有する内側金具と、この内側金具の径方向周囲を囲む外側金具とを有している。なお、外側金具は、通気管に導通して接地電位とされ、内側金具は、接地電位とは異なる第1電位とされている。また、内側金具と外側金具との間には、絶縁スペーサが介在して、両者を電氣的に絶縁している。また、この絶縁スペーサは、その一部（ガス接触部）が排気管内を流通する排気ガスに接触する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-10099号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような微粒子検知システムでは、微粒子センサの絶縁スペーサのガス接触部に煤などの付着物が付着して、第1電位とされる内側金具と接地電位とされる外側金具との間の絶縁性が低下すると、微粒子を適切に検知できなくなる。そこで、ヒータを設けて、絶縁スペーサのガス接触部に付着した煤などの付着物を燃焼除去することが行われることが考えられる。

30

しかしながら、煤を燃焼除去するには、煤が付着したガス接触部を650以上の高温とする必要がある。このため、ガス接触部を昇温させるための熱量をヒータからの加熱でまかなう場合には、発熱量の大きなヒータが必要な上、消費電力も大きくなる。また、自動車の燃費にも悪影響を与える。

【0005】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであって、微粒子センサの絶縁スペーサのガス接触部に付着した付着物を燃焼させるのに要するヒータの電力を抑えることができる微粒子検知システムを提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

その一態様は、内燃機関の排気ガスが流通する排気部材の、接地電位とされた金属部に装着される微粒子センサを備え、上記排気ガス中の微粒子の量を検知する微粒子検知システムであって、上記微粒子センサは、上記接地電位とは異なる第1電位とされ、上記排気ガスを内部に取り入れるガス取入管を有する内側金具、上記内側金具の径方向周囲を囲み、上記排気部材に装着されて上記接地電位とされる筒状の外側金具、上記内側金具と上記外側金具との間に介在して両者を電氣的に絶縁してなり、上記排気部材内を流通する上記排気ガスに接するガス接触部を有する絶縁スペーサ、及び、上記絶縁スペーサの上記ガス接触部を加熱するヒータ、を有してなり、上記微粒子検知システムは、上記ヒータへの通

50

電を制御するヒータ通電制御手段と、上記微粒子センサに届く上記排気ガスの温度が所定温度以上になると予測できる予測条件が成立したか否かを判定する判定手段と、を備え、上記ヒータ通電制御手段は、上記予測条件が成立したと判定した場合に、上記ガス接触部に付着した付着物を燃焼させるべく、上記ヒータに通電し昇温させる通電手段を有する微粒子検知システムである。

【0007】

この微粒子検知システムでは、排気部材内を流通し、微粒子センサに届く排気ガスの温度が所定温度以上（例えば300以上）になると予測できる予測条件が成立した場合に、ヒータに通電し昇温させる。これにより、ガス接触部に付着した付着物を燃焼させるのに要するヒータの消費電力を抑えることができる。

10

【0008】

なお、このように、微粒子センサに届く排気ガスの温度が所定温度以上になる場合としては、例えば、排気部材が、微粒子センサよりも上流側に、排気浄化フィルタを内部に有する排気浄化装置（DPF）を備えている場合において、排気浄化フィルタに捕集されたカーボン粒子を燃焼させて、排気浄化フィルタを再生させるフィルタ再生処理を行っているために、微粒子センサに届く排気ガスの温度が所定温度以上になる場合が挙げられる。排気浄化装置（排気浄化フィルタ）の出口における排気ガスの温度は、例えば700～900に達する。

このため、この場合には、排気浄化装置のフィルタ再生中であることが、予測条件となる。従って、例えば、内燃機関制御装置（ECU）から、排気浄化装置のフィルタ再生中であることを示す信号が出力されているか否かによって、予測条件が成立したか否かを判定しても良い。

20

【0009】

また、微粒子センサに届く排気ガスの温度が所定温度以上になる他の場合としては、長い坂を登坂する時など、内燃機関が高負荷高回転で所定時間、継続して運転され、高温の排気ガスが継続して排出される場合も挙げられる。従って、内燃機関の運転条件が高負荷高回転であり、これが所定時間（例えば5秒間）継続した場合には、以降も高負荷高回転で運転されると予測できる。そこで、ECUから取得する内燃機関の回転数やアクセル開度などを含む内燃機関の運転条件が、所定時間にわたり高負荷高回転の運転条件を示していることを予測条件とすることができる。

30

【0010】

そのほか、微粒子センサの上流側または下流側の排気部材に、排気ガスの温度を検知する温度センサを備えている場合において、この温度センサが検知する排気ガスの検知温度が、所定時間継続して高温であるときは、微粒子センサに届く排気ガスの温度が所定温度（例えば300）以上になると予測できる。そこで、例えば、温度センサが検知する検知温度が、所定時間（例えば5秒間）にわたり所定検知温度（例えば400）以上であることを、予測条件とすることができる。

【0011】

さらに、上述の微粒子検知システムであって、前記排気部材は、前記微粒子センサよりも上流側に、排気浄化フィルタを内部に有する排気浄化装置を備えており、前記判定手段は、前記予測条件である、上記排気浄化装置内の上記排気浄化フィルタに捕集されたカーボン粒子を燃焼させて、上記排気浄化フィルタを再生させるフィルタ再生処理中であるか否かを判定する再生処理判定手段であり、前記通電手段は、上記フィルタ再生処理中であると判定された場合に、前記ヒータに通電する再生中通電手段である微粒子検知システムとすると良い。

40

【0012】

この微粒子検知システムでは、微粒子センサの上流側に設けた排気浄化装置内の排気浄化フィルタを再生させるフィルタ再生処理中である場合に、ヒータに通電する。フィルタ再生処理では、排気浄化フィルタに捕集されたカーボン粒子を燃焼させるので、再生処理中の排気浄化装置からは非常に高温（例えば700～900）の排気ガスが排出され

50

続ける。このため、このような排気ガスが届いた微粒子センサの絶縁スペーサのガス接触部も所定温度以上の温度となる。従って、ヒータの発熱量が小さくても、絶縁スペーサのガス接触部に付着した付着物を燃焼させることができる。

【0013】

さらに、上述の微粒子検知システムであって、前記再生処理判定手段は、前記内燃機関を制御して、前記排気浄化装置の前記フィルタ再生処理を行わせる内燃機関制御装置から、上記排気浄化装置の上記フィルタ再生処理中であることを示す再生中信号が出力されているか否かを判定する微粒子検知システムとすると良い。

【0014】

この微粒子検知システムでは、フィルタ再生処理中であることを容易かつ確実に判定することができる。

10

【0015】

さらに、上述のいずれかの微粒子検知システムであって、前記ヒータは、前記微粒子センサに届く前記排気ガスの温度が前記所定温度よりも低い温度のときに、当該ヒータを最大限昇温させるように前記ヒータ通電制御手段で通電制御しても、前記ガス接触部に付着した前記付着物が燃焼する温度まで昇温させ得ない発熱特性を有する補助ヒータである微粒子検知システムとすると良い。

【0016】

この微粒子検知システムでは、ガス接触部を加熱するヒータとして補助ヒータを用いている。即ち、発熱量の小さい小型のヒータを用いている。これにより、ヒータさらには微粒子センサの小型化やコストダウンを図ることができる。

20

【0017】

さらに、上述のいずれかの微粒子検知システムであって、前記ガス取入管の内部に取り入れられた前記排気ガス中に含まれる前記微粒子に、気中放電で発生させたイオンを付着させて、帯電した帯電微粒子を生成し、前記第1電位と前記接地電位との間に上記帯電微粒子の量に応じて流れる信号電流を用いて、上記排気ガス中の上記微粒子の量を検知する微粒子検知システムとすると良い。

【0018】

この微粒子検知システムでは、上述の帯電微粒子の量に応じて流れる信号電流を用いて排気ガス中の微粒子の量を検知するが、信号電流の大きさは、数 μ A以下の微小な値となる。これに対し、この微粒子検知システムでは、ヒータに通電して、絶縁スペーサのガス接触部に付着した付着物を燃焼させることにより、第1電位とされる内部金具と接地電位とされる外側金具との間に介在する絶縁スペーサの絶縁性の低下を効果的に抑制することができる。このため、第1電位と接地電位との間に流れる漏れ電流が抑制され、微小な信号電流の検知に誤差を生じにくくなり、排気ガス中の微粒子の量を適切に検知することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施形態に係り、車両に搭載したエンジンの排気管に微粒子検知システムを適用した状態を説明する説明図である。

40

【図2】実施形態に係る微粒子検知システムのうち、微粒子センサの縦断面図である。

【図3】実施形態に係る微粒子検知システムのうち、微粒子センサの構造を示す分解斜視図である。

【図4】実施形態に係る微粒子検知システムのうち、回路部の概略構成を示す説明図である。

【図5】実施形態に係る第1絶縁スペーサの斜視図に関し、(a)は基端側から見た斜視図、(b)は先端側から見た斜視図である。

【図6】実施形態に係るセラミック素子の斜視図である。

【図7】実施形態に係るセラミック素子の分解斜視図である。

【図8】実施形態に係る微粒子検知システムの電氣的機能及び動作と、排気ガスの取り入

50

れ及び排出の様子を模式的に示した説明図である。

【図 9】実施形態に係る微粒子検知システムのうち、微粒子検知の処理を行う微粒子検知ルーチンを実行するマイクロプロセッサの動作を示すフローチャートである。

【図 10】実施形態に係る微粒子検知システムのうち、ヒータ通電の処理を行うヒータ制御ルーチンを実行するマイクロプロセッサの動作を示すフローチャートである。

【図 11】第 1 の変形形態に係るヒータ制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 12】第 2 の変形形態に係るヒータ制御ルーチン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】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態に係る微粒子検知システム 1（以下、単にシステム 1 ともいう）は、図 1 に示すように、センサ本体をなす微粒子センサ 10 と、回路部 200 とから構成され、車両 AM に搭載したエンジン ENG（内燃機関）の排気管 EP（排気部材）に、微粒子センサ 10 が装着され、排気管 EP（排気部材）内を流通する排気ガス EG 中の微粒子 S（煤など）の量を検知する。 10

このシステム 1 は、エンジン ENG を制御するエンジン制御ユニット ECU（内燃機関制御装置）と CAN バスを通じて接続されている。また、微粒子センサ 10 よりも上流側には、排気浄化フィルタ PF を内部に有する排気浄化装置 DPF（排気部材）が設けられている。

なお、図 2 及び図 3 に、システム 1 のうち微粒子センサ 10 の構成を示し、図 4 に、システム 1 のうち回路部 200 の構成を示す。 20

【0021】

まず、図 2 及び図 3 を参照して、微粒子センサ 10 について説明する。

微粒子センサ 10 は、ガス取入管 25 を有する内側金具 20、外側金具 70、第 1 絶縁スペーサ 100、第 2 絶縁スペーサ 110、セラミック素子 120、5 本の電線 161、163、171、173、175 等から構成される。なお、図 2 において、微粒子センサ 10 の長手方向 GH のうち、ガス取入管 25 が配置された側（図中、下方）を先端側 GS とし、これと反対側の電線 161、163 等が延出する側（図中、上方）を基端側 GK とする。

【0022】

この微粒子センサ 10 は、接地電位 PVE（車両 AM のシャーシ GND）とされた金属製の排気管 EP（排気部材の金属部）に、金属製の取付用ボス BO を介して装着される（図 2 参照）。これにより、外側金具 70 は、接地電位 PVE とされる。また、内側金具 20 の先端側部分をなすガス取入管 25 が、排気管 EP に設けられた取付開口 EPO を通じて排気管 EP 内に配置される。そして、ガス取入口 65c からガス取入管 25 内に取り入れた取入ガス EGI 中の微粒子 S に、イオン CP を付着させて帯電微粒子 SC とし、取入ガス EGI と共にガス排出口 60e から排気管 EP へ排出する（図 8 参照）。 30

【0023】

このうち、内側金具 20 は、後述する回路部 200 のうち第 1 電位 PV1 とされる内側回路ケース 250 等に、後述する電線 161、163 の内側外部導体 161g1、163g1 を介して導通しており、接地電位 PVE とは異なる第 1 電位 PV1 とされる。この内側金具 20 は、主体金具 30 と、内筒 40 と、内筒接続金具 50 と、ガス取入管 25（内側プロテクタ 60 及び外側プロテクタ 65）とから構成される。 40

【0024】

主体金具 30 は、長手方向 GH に延びる円筒状でステンレス製の部材である。この主体金具 30 は、径方向外側に膨出する円環状のフランジ部 31 を有する。主体金具 30 の内部には、カップ状の金属カップ 33 が配置されている。この金属カップ 33 の底部には孔が形成されており、この孔に後述するセラミック素子 120 が挿通されている。また、主体金具 30 の内部には、セラミック素子 120 の周囲に、先端側 GS から基端側 GK に向けて順に、円筒状でアルミナからなるセラミックホルダ 34 と、滑石粉末を圧縮して構成した第 1 粉末充填層 35 及び第 2 粉末充填層 36 と、円筒状でアルミナからなるセラミッ 50

クスリーブ37とが配置されている。なお、セラミックホルダ34及び第1粉末充填層35は、金属カップ33内に位置している。更に、主体金具30のうち最も基端側GKの加締部30kkは、径方向内側に加締められて、加締リング38を介してセラミックスリーブ37を先端側GSに押圧している。

【0025】

内筒40は、長手方向GHに延びる円筒状でステンレス製の部材である。内筒40の先端部は、径方向外側に突出する円環状のフランジ部41となっている。内筒40は、主体金具30の基端側部30kに外嵌され、フランジ部41をフランジ部31に重ねた状態で、基端側部30kにレーザ溶接されている。

内筒40の内部には、先端側GSから基端側GKに向けて順に、絶縁ホルダ43と、第1セパレータ44と、第2セパレータ45とが配置されている。このうち絶縁ホルダ43は、円筒状で絶縁体からなり、セラミックスリーブ37に基端側GKから当接している。この絶縁ホルダ43には、セラミック素子120が挿通されている。

また、第1セパレータ44は、絶縁体からなり、挿通孔44cを有する。この挿通孔44c内には、セラミック素子120が挿通されると共に、放電電位端子46の先端側部分が収容されている。そして、この挿通孔44c内において、セラミック素子120の後述する放電電位パッド135（図6及び図7参照）に、放電電位端子46が接触している。

【0026】

一方、第2セパレータ45は、絶縁体からなり、第1挿通孔45c及び第2挿通孔45dを有する。第1挿通孔45c内に収容された放電電位端子46の基端側部分と後述する放電電位リード線162の先端部とは、この第1挿通孔45c内で接続されている。また、第2挿通孔45d内には、セラミック素子120の素子基端部120kが配置されているほか、補助電位端子47、第2-1ヒータ端子48及び第2-2ヒータ端子49が互いに絶縁された状態で収容されている。そして、この第2挿通孔45d内において、セラミック素子120の補助電位パッド147に補助電位端子47が接触し、セラミック素子120の第2-1ヒータパッド156に第2-1ヒータ端子48が接触し、セラミック素子120の第2-2ヒータパッド158に第2-2ヒータ端子49が接触している（図6及び図7も参照）。更に、第2挿通孔45d内には、後述する補助電位リード線164、第2-1ヒータリード線174及び第2-2ヒータリード線176の先端部がそれぞれ配置されている。そして、第2挿通孔45d内において、補助電位端子47と補助電位リード線164が接続され、第2-1ヒータ端子48と第2-1ヒータリード線174が接続され、第2-2ヒータ端子49と第2-2ヒータリード線176が接続されている。

【0027】

内筒接続金具50は、ステンレス製の部材で、第2セパレータ45の基端側部分を包囲しつつ、内筒40の基端部40kに外嵌され、内筒接続金具50の先端部50sが内筒40の基端部40kにレーザ溶接されている。この内筒接続金具50には、電線171を除く、4本の電線161, 163, 173, 175がそれぞれ挿通されている。このうち、後述する三重同軸ケーブルの電線161, 163の内側外部導体161g1, 163g1は、この内筒接続金具50に接続されている。

【0028】

ガス取入管25は、内側プロテクタ60と外側プロテクタ65とから構成される。内側プロテクタ60は、有底円筒状でステンレス製の部材であり、外側プロテクタ65は、円筒状でステンレス製の部材である。外側プロテクタ65は、内側プロテクタ60の径方向周囲に配置されている。これら内側プロテクタ60及び外側プロテクタ65は、主体金具30の先端部30sに外嵌され、その先端部30sにレーザ溶接されている。ガス取入管25は、主体金具30から先端側GSに突出するセラミック素子120の先端側部分を径方向外側から包囲しており、セラミック素子120を水滴や異物から保護する一方、排気ガスEGをセラミック素子120の周囲に導く。

【0029】

外側プロテクタ65の先端側部分には、排気ガスEGを外側プロテクタ65の内部に取

10

20

30

40

50

り入れるための矩形状のガス取入口 65c が複数形成されている。また、内側プロテクタ 60 には、外側プロテクタ 65 内に取り入れた取入ガス EGI を更に内側プロテクタ 60 の内部に導入するため、その基端側部分に円形の第 1 内側導入孔 60c が複数形成されている。また、内側プロテクタ 60 の先端側部分にも、三角形の第 2 内側導入孔 60d が複数形成されている。更に、内側プロテクタ 60 の底部には、取入ガス EGI を排気管 EP へ排出するための円形のガス排出口 60e が形成されており、このガス排出口 60e を含む先端部 60s は、外側プロテクタ 65 の先端開口部 65s から先端側 GS に突出している。

【0030】

ここで、微粒子センサ 10 の使用時における内側プロテクタ 60 及び外側プロテクタ 65 への排気ガス EG の取り入れ及び排出について説明する（図 8 参照）。図 8 において、排気ガス EG は、排気管 EP 内を、図中、左から右に向けて流通している。この排気ガス EG が、外側プロテクタ 65 及び内側プロテクタ 60 の周囲を通ると、その流速が内側プロテクタ 60 のガス排出口 60e の外側で上昇し、いわゆるベンチュリ効果により、ガス排出口 60e 付近に負圧が生じる。

10

【0031】

すると、この負圧により内側プロテクタ 60 内に取り入れられた取入ガス EGI が、ガス排出口 60e から排気管 EP へ排出される。これと共に、外側プロテクタ 65 のガス取入口 65c 周囲の排気ガス EG が、このガス取入口 65c から外側プロテクタ 65 内に取り入れられ、更に、内側プロテクタ 60 の第 1 内側導入孔 60c を通じて、内側プロテクタ 60 内に取り入れられる。そして、内側プロテクタ 60 内の取入ガス EGI は、ガス排出口 60e から排出される。このため、内側プロテクタ 60 内には、破線矢印で示すように、基端側 GK の第 1 内側導入孔 60c から先端側 GS のガス排出口 60e に向けて流れる取入ガス EGI の気流が生じる。

20

【0032】

次に、外側金具 70 について説明する。この外側金具 70 は、円筒状で金属からなり、内側金具 20 の径方向周囲を内側金具 20 とは離間した状態で囲むと共に、接地電位 PVE（車両 AM のシャーシ GND）とされた排気管 EP に装着されて接地電位 PVE とされる。外側金具 70 は、取付金具 80 と外筒 90 とから構成される。

【0033】

取付金具 80 は、長手方向 GH に延びる円筒状でステンレス製の部材である。この取付金具 80 は、内側金具 20 のうち、主体金具 30 及び内筒 40 の先端側部分の径方向周囲に、これらとは離間して配置されている。この取付金具 80 は、径方向外側に膨出して外形六角形状をなすフランジ部 81 を有する。また、取付金具 80 の内側には、段状をなす段状部 83 が設けられている。また、取付金具 80 のうちフランジ部 81 よりも先端側 GS の先端側部 80s の外周には、排気管 EP への固定に用いる雄ネジ（不図示）が形成されている。微粒子センサ 10 は、この先端側部 80s の雄ネジによって、排気管 EP に別途固定された金属製の取付用ボス BO に取り付けられ、この取付用ボス BO を介して排気管 EP に固定される。

30

【0034】

取付金具 80 と内側金具 20 との間には、後述する第 1 絶縁スペーサ 100 及び第 2 絶縁スペーサ 110 が配置されている。更に、取付金具 80 と内側金具 20 との間には、後述するヒータ接続金具 85 と、これに接続する電線 171 の第 1 - 1 ヒータリード線 172 の先端部 172s が配置されている。取付金具 80 のうち最も基端側 GK の加締部 80kk は、径方向内側に加締められて、線パッキン 87 を介して第 2 絶縁スペーサ 110 を先端側 GS に押圧している。

40

【0035】

外筒 90 は、長手方向 GH に延びる筒状でステンレス製の部材である。この外筒 90 の先端部 90s は、取付金具 80 の基端側部 80k に外嵌され、この基端側部 80k にレーザ溶接されている。外筒 90 のうち基端側 GK に位置する小径部 91 の内部には、外筒接

50

続金具 95 が配置され、更にその基端側 GK には、フッ素ゴム製のグロメット 97 が配置されている。これら外筒接続金具 95 及びグロメット 97 には、後述する 5 本の電線 161, 163, 171, 173, 175 がそれぞれ挿通されている。これらのうち、後述する三重同軸ケーブルの電線 161, 163 の外側外部導体 161g2, 163g2 は、それぞれ外筒接続金具 95 に接続されている。この外筒接続金具 95 は、外筒 90 の小径部 91 と共に加締めによって径方向内側に縮径され、これにより外筒接続金具 95 及びグロメット 97 は、外筒 90 の小径部 91 内に固定されている。

【0036】

次に、第 1 絶縁スペーサ 100 について説明する（図 5 も参照）。この第 1 絶縁スペーサ 100 は、長手方向 GH に延びる円筒状でアルミナ製の部材である。第 1 絶縁スペーサ 100 は、内側金具 20 と外側金具 70 との間に介在して両者を電氣的に絶縁する。具体的には、内側金具 20 のうち主体金具 30 及び内筒 40 の先端側部分と、外側金具 70 のうち取付金具 80 との間に配置されている。この第 1 絶縁スペーサ 100 は、先端側 GS に位置する径小なスペーサ先端側部 101 と、基端側 GK に位置する径大なスペーサ基端側部 103 と、これらの間を結ぶスペーサ中間部 102 とからなる。

10

【0037】

このうちスペーサ先端側部 101 の先端部は、微粒子センサ 10 を排気管 EP に装着した状態で、排気管 EP 内に露出し（排気管 EP 内を臨み）、排気管 EP 内を流通する排気ガス EG に接するガス接触部 101s となっている。

また、スペーサ中間部 102 は、先端側 GS を向く外側段面 102s と、基端側 GK を向く内側段面 102k とを有する。これら外側段面 102s 及び内側段面 102k は、いずれも第 1 絶縁スペーサ 100 の周方向に延びる円環状をなす。外側段面 102s は、取付金具 80 の段状部 83 に、基端側 GK から全周にわたり当接している。一方、内側段面 102k には、主体金具 30 のフランジ部 31 が基端側 GK から当接している。

20

【0038】

この第 1 絶縁スペーサ 100 は、ガス接触部 101s を加熱するスペーサ用ヒータ 105 を、第 1 絶縁スペーサ 100 の内部に有する。具体的には、このスペーサ用ヒータ 105 は、タングステンからなる発熱抵抗体 106 と、この発熱抵抗体 106 の両端に導通する一对の第 1 - 1 ヒータ端子 107 及び第 1 - 2 ヒータ端子 108 とを有する。このうち発熱抵抗体 106 は、スペーサ先端側部 101 の部材内部に、蛇行状をなしながら全周にわたり形成されている。また、第 1 - 1 ヒータ端子 107 は、スペーサ中間部 102 の外側段面 102s に形成されており、取付金具 80 に導通している。具体的には、この第 1 - 1 ヒータ端子 107 は、外側段面 102s の全面に、第 1 絶縁スペーサ 100 の周方向に延びる円環状に形成されており、全周にわたり取付金具 80 の段状部 83 に当接している。

30

【0039】

一方、第 1 - 2 ヒータ端子 108 は、スペーサ基端側部 103 の内周面 103n の基端側部分に、第 1 絶縁スペーサ 100 の周方向に延びる円筒状に形成されている。スペーサ基端側部 103 の径方向内側には、円筒状のヒータ接続金具 85 が配置されており、スペーサ基端側部 103 の内周面 103n の第 1 - 2 ヒータ端子 108 に接触している。このヒータ接続金具 85 には、後述する電線 171 の第 1 - 1 ヒータリード線 172 の先端部 172s が接続されている。この電線 171 は、ヒータ接続金具 85 から、内側金具 20 と外側金具 70 との間を基端側 GK に延び、更に外側金具 70 の外部に延出している。

40

【0040】

次に、第 2 絶縁スペーサ 110 について説明する。この第 2 絶縁スペーサ 110 は、長手方向 GH に延びる筒状でアルミナ製の部材である。第 2 絶縁スペーサ 110 は、内側金具 20 と外側金具 70 との間に介在して両者を電氣的に絶縁する。具体的には、第 2 絶縁スペーサ 110 は、内側金具 20 のうち内筒 40 の先端側部分と、外側金具 70 のうち取付金具 80 との間に配置されている。この第 2 絶縁スペーサ 110 は、先端側 GS に位置する先端側部 111 と、基端側 GK に位置する基端側部 113 とからなる。

50

【0041】

このうち先端側部111は、基端側部113よりも外径が小さく肉薄とされている。この先端側部111は、第1絶縁スペーサ100のスペーサ基端側部103と内筒40との間に配置されている。また、この先端側部111の外周面111mには、第2絶縁スペーサ110の周方向に延びる凹溝111vが全周にわたり形成されており、この凹溝111vには、前述のヒータ接続金具85が配置されている。一方、基端側部113は、第1絶縁スペーサ100のスペーサ基端側部103よりも基端側GKに位置し、取付金具80と内筒40との間に配置されている。

【0042】

前述のように、取付金具80の加締部80kkは、線バッキン87を介して第2絶縁スペーサ110を先端側GSに押圧している。これにより、第2絶縁スペーサ110の先端側部111は、内筒40のフランジ部41及び主体金具30のフランジ部31を先端側GSに押圧する。更にこれらのフランジ部41, 31は、第1絶縁スペーサ100のスペーサ中間部102を先端側GSに押圧して、このスペーサ中間部102が、取付金具80の段状部83に係合する。かくして、第1絶縁スペーサ100及び第2絶縁スペーサ110が、内側金具20（主体金具30及び内筒40の先端側部分）と外側金具70（取付金具80）との間に固定されている。

【0043】

次に、セラミック素子120について説明する（図6, 図7も参照）。このセラミック素子120は、長手方向GHに延びる板状でアルミナからなる絶縁性のセラミック基体121を有しており、このセラミック基体121内に、放電電極体130、補助電極体140及び素子用ヒータ150が埋設されて一体焼結されている。具体的には、セラミック基体121は、アルミナグリーンシート由来のアルミナからなる3つのセラミック層122, 123, 124を積層してなり、これらの層間には印刷により形成されたアルミナからなる2つの絶縁被覆層125, 126がそれぞれ介在している。このうちセラミック層122及び絶縁被覆層125は、セラミック層123, 124及び絶縁被覆層126よりも、先端側GS及び基端側GKでそれぞれ長手方向GHに短くされている。そして、絶縁被覆層125とセラミック層123の間に放電電極体130が配置されている。また、セラミック層123と絶縁被覆層126の間に補助電極体140が配置され、絶縁被覆層126とセラミック層124の間に素子用ヒータ150が配置されている。

【0044】

放電電極体130は、長手方向GHに延びる形態を有しており、先端側GSに位置する針状の針状電極部131と、基端側GKに位置する放電電位パッド135と、これらの間を結ぶリード部133とからなる。針状電極部131は、白金線からなる。一方、リード部133及び放電電位パッド135は、パターン印刷されたタンゲステンからなる。放電電極体130のうち、針状電極部131の基端側部131kとリード部133の全体は、セラミック基体121内に埋設されている。一方、針状電極部131のうち先端側部131sは、セラミック基体121のうち、セラミック層122よりも先端側GSで、セラミック基体121から突出している。また、放電電位パッド135は、セラミック基体121のうち、セラミック層122よりも基端側GKで露出している。この放電電位パッド135には、前述したように、第1セパレータ44の挿通孔44c内で放電電位端子46が接触する。

【0045】

補助電極体140は、長手方向GHに延びる形態を有しており、パターン印刷により形成されて、その全体がセラミック基体121内に埋設されている。この補助電極体140は、先端側GSに位置し、矩形状をなす補助電極部141と、この補助電極部141に接続し基端側GKに延びるリード部143とからなる。リード部143の基端部143kは、絶縁被覆層126の貫通孔126cを通じて、セラミック層124の一方の主面124aに形成された導通パターン145に接続している。更に、この導通パターン145は、セラミック層124に貫通形成されたスルーホール導体146を通じて、セラミック層1

10

20

30

40

50

24の他方の主面124bに形成された補助電位パッド147に接続している。この補助電位パッド147には、前述したように、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で補助電位端子47が接触する。

【0046】

素子用ヒータ150は、パターン印刷により形成されて、その全体がセラミック基体121内に埋設されている。素子用ヒータ150は、先端側GSに位置しこのセラミック素子120を加熱する発熱抵抗体151と、この発熱抵抗体151の両端に接続し基端側GKに延びる一对のヒータリード部152, 153とからなる。一方のヒータリード部152の基端部152kは、セラミック層124に貫通形成されたスルーホール導体155を介して、セラミック層124の他方の主面124bに形成された第2-1ヒータパッド156に接続している。この第2-1ヒータパッド156には、前述したように、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で第2-1ヒータ端子48が接触する。また、他方のヒータリード部153の基端部153kは、セラミック層124に貫通形成されたスルーホール導体157を介して、セラミック層124の他方の主面124bに形成された第2-2ヒータパッド158に接続している。この第2-2ヒータパッド158には、前述したように、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で第2-2ヒータ端子49が接触する。

10

【0047】

次に、電線161, 163, 171, 173, 175について説明する。これら5本の電線のうち、2本の電線161, 163は、三重同軸ケーブル(トライアキシャルケーブル)であり、残り3本の電線171, 173, 175は、細径で単芯の絶縁電線である。

20

このうち電線161は、芯線(中心導体)として放電電位リード線162を有し、この放電電位リード線162は、前述のように、第2セパレータ45の第1挿通孔45c内で放電電位端子46に接続している。また、電線163は、芯線(中心導体)として補助電位リード線164を有し、この補助電位リード線164は、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で補助電位端子47に接続している。また、これらの電線161, 163の同軸二重の外部導体のうち、内側の内側外部導体161g1, 163g1は、内側金具20の内筒接続金具50に接続しており、第1電位PV1とされる。一方、外側の外側外部導体161g2, 163g2は、外側金具70に導通する外筒接続金具95に接続しており、接地電位PVEとされる。

30

【0048】

また、電線171は、芯線として第1-1ヒータリード線172を有する。この第1-1ヒータリード線172は、前述のように、取付金具80の内部でヒータ接続金具85に接続している。また、電線173は、芯線として第2-1ヒータリード線174を有する。この第2-1ヒータリード線174は、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で第2-1ヒータ端子48に接続している。また、電線175は、芯線として第2-2ヒータリード線176を有する。この第2-2ヒータリード線176は、第2セパレータ45の第2挿通孔45d内で第2-2ヒータ端子49に接続している。

【0049】

次に、回路部200について説明する(図4参照)。この回路部200は、微粒子センサ10の電線161, 163, 171, 173, 175に接続されており、微粒子センサ10を駆動すると共に、後述する信号電流Isを検知する回路を有する。回路部200は、イオン源電源回路210と、補助電極電源回路240と、計測制御回路220とを有する。

40

【0050】

このうちイオン源電源回路210は、第1電位PV1とされる第1出力端211と、第2電位PV2とされる第2出力端212とを有する。第2電位PV2は、第1電位PV1に対して、正の高電位とされる。

補助電極電源回路240は、第1電位PV1とされる補助第1出力端241と、補助電極電位PV3とされる補助第2出力端242とを有する。この補助電極電位PV3は、第

50

1 電位 P V 1 に対して、正の直流高電位であるが、第 2 電位 P V 2 のピーク電位よりも低い電位とされる。

【 0 0 5 1 】

計測制御回路 2 2 0 は、信号電流検知回路 2 3 0 と、第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 と、第 2 ヒータ通電回路 2 2 5 とを有する。このうち信号電流検知回路 2 3 0 は、第 1 電位 P V 1 とされる信号入力端 2 3 1 と、接地電位 P V E とされる接地入力端 2 3 2 とを有する。なお、接地電位 P V E と第 1 電位 P V 1 とは、互いに絶縁されており、信号電流検知回路 2 3 0 は、信号入力端 2 3 1 (第 1 電位 P V 1) と接地入力端 2 3 2 (接地電位 P V E) との間を流れる信号電流 I_s を検知する回路である。

【 0 0 5 2 】

また、第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 は、P W M 制御により第 1 絶縁スペーサ 1 0 0 のスペーサ用ヒータ 1 0 5 に通電してこれを加熱する回路であり、電線 1 7 1 の第 1 - 1 ヒータリード線 1 7 2 に接続される第 1 - 1 ヒータ通電端 2 2 3 a と、接地電位 P V E とされる第 1 - 2 ヒータ通電端 2 2 3 b とを有する。

【 0 0 5 3 】

なお、スペーサ用ヒータ 1 0 5 の第 1 - 1 ヒータ端子 1 0 7 は、ヒータ接続金具 8 5 及び電線 1 7 1 の第 1 - 1 ヒータリード線 1 7 2 を介して、第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 の第 1 - 1 ヒータ通電端 2 2 3 a に導通している。また、スペーサ用ヒータ 1 0 5 の第 1 - 2 ヒータ端子 1 0 8 は、外側金具 7 0 及び外筒接続金具 9 5 を介して、接地電位 P V E とされる第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 の第 1 - 2 ヒータ通電端 2 2 3 b に導通している。

【 0 0 5 4 】

このため、第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 から、スペーサ用ヒータ 1 0 5 の第 1 - 1 ヒータ端子 1 0 7 と第 1 - 2 ヒータ端子 1 0 8 との間に所定のヒータ通電電圧を印加すると、スペーサ用ヒータ 1 0 5 の発熱抵抗体 1 0 6 が通電により発熱する。これにより、第 1 絶縁スペーサ 1 0 0 のスペーサ先端側部 1 0 1 を加熱して、スペーサ先端側部 1 0 1 のガス接触部 1 0 1 s に付着した煤などの付着物 S A (図 2 参照) を燃焼させる。

【 0 0 5 5 】

但し、本実施形態のスペーサ用ヒータ 1 0 5 は、発熱量の小さい小型のヒータ (補助ヒータ) であり、ガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A (煤など) を適切に燃焼させるためには、微粒子センサ 1 0 に届く排気ガス E G の温度 (ガス接触部 1 0 1 s が接する排気ガス E G の温度) が所定温度以上 (本実施形態では、3 0 0 以上) になる場合に、スペーサ用ヒータ 1 0 5 に通電し昇温させる必要がある。即ち、発熱量の小さい補助ヒータであるスペーサ用ヒータ 1 0 5 は、微粒子センサ 1 0 に届く排気ガス E G の温度が、所定温度 (= 3 0 0) よりも低い温度のときに通電し昇温させても、ガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A が燃焼する温度まで燃焼する温度まで昇温させ得ない発熱特性を有する。

【 0 0 5 6 】

また、第 2 ヒータ通電回路 2 2 5 は、P W M 制御によりセラミック素子 1 2 0 の素子用ヒータ 1 5 0 に通電してこれを加熱する回路であり、電線 1 7 3 の第 2 - 1 ヒータリード線 1 7 4 に接続される第 2 - 1 ヒータ通電端 2 2 5 a と、電線 1 7 5 の第 2 - 2 ヒータリード線 1 7 6 に接続されて接地電位 P V E とされる第 2 - 2 ヒータ通電端 2 2 5 b とを有する。

【 0 0 5 7 】

なお、素子用ヒータ 1 5 0 の第 2 - 1 ヒータパッド 1 5 6 は、第 2 - 1 ヒータ端子 4 8 及び電線 1 7 3 の第 2 - 1 ヒータリード線 1 7 4 を介して、第 2 ヒータ通電回路 2 2 5 の第 2 - 1 ヒータ通電端 2 2 5 a に導通している。また、素子用ヒータ 1 5 0 の第 2 - 2 ヒータパッド 1 5 8 は、第 2 - 2 ヒータ端子 4 9 及び電線 1 7 5 の第 2 - 2 ヒータリード線 1 7 6 を介して、第 2 ヒータ通電回路 2 2 5 の第 2 - 2 ヒータ通電端 2 2 5 b に導通している。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

このため、第2ヒータ通電回路225から、素子用ヒータ150の第2-1ヒータパッド156と第2-2ヒータパッド158との間に所定のヒータ通電電圧を印加すると、素子用ヒータ150の発熱抵抗体151が通電により発熱する。これにより、セラミック素子120を加熱して、セラミック素子120に付着した水滴や煤等の異物を除去する。

【0059】

また、回路部200において、イオン源電源回路210及び補助電極電源回路240は、第1電位PV1とされる内側回路ケース250に包囲されている。また、この内側回路ケース250は、絶縁トランス270の二次側鉄心271bを収容して包囲すると共に、電線161, 163のうち、第1電位PV1とされる内側外部導体161g1, 163g1に導通している。絶縁トランス270は、その鉄心271が、一次側コイル272を捲回した一次側鉄心271aと、電源回路側コイル273及び補助電極電源側コイル274を捲回した二次側鉄心271bとに、分離して構成される。このうち一次側鉄心271aは、接地電位PVEに導通し、二次側鉄心271bは、第1電位PV1に導通している。

10

【0060】

更に、イオン源電源回路210、補助電極電源回路240、内側回路ケース250、及び計測制御回路220は、接地電位PVEとされる外側回路ケース260に包囲されている。また、この外側回路ケース260は、絶縁トランス270の一次側鉄心271aを収容して包囲すると共に、電線161, 163のうち、接地電位PVEとされる外側外部導体161g2, 163g2に導通している。

20

【0061】

計測制御回路220は、レギュレータ電源PSを内蔵している。このレギュレータ電源PSは、電源配線BCを通じて外部のバッテリーBTで駆動される。レギュレータ電源PSを通じて計測制御回路220に入力された電力の一部は、絶縁トランス270を介して、イオン源電源回路210及び補助電極電源回路240に分配される。また、計測制御回路220は、マイクロプロセッサ221を有し、通信線CCを介して(具体的には、図1に示すようにCANバスを通じて)エンジン制御ユニットECU(以下、単にECUともいう)と通信可能となっており、前述した信号電流検知回路230の測定結果(信号電流Isの大きさ)などの信号を、ECUに送信可能となっている。

【0062】

次いで、微粒子検知システム1の電気的機能及び動作について説明する(図8, 図4参照)。セラミック素子120の放電電極体130は、電線161の放電電位リード線162を介して、イオン源電源回路210の第2出力端212に接続、導通しており、第2電位PV2とされる。一方、セラミック素子120の補助電極体140は、電線163の補助電位リード線164を介して、補助電極電源回路240の補助第2出力端242に接続、導通しており、補助電極電位PV3とされる。更に、内側金具20は、電線161, 163の内側外部導体161g1, 163g1を介して、内側回路ケース250等に接続、導通しており、第1電位PV1とされる。加えて、外側金具70は、電線161, 163の外側外部導体161g2, 163g2を介して、外側回路ケース260等に接続、導通しており、接地電位PVEとされる。

30

【0063】

ここで、放電電極体130の針状電極部131に、回路部200のイオン源電源回路210から、電線161の放電電位リード線162、放電電位端子46、及び放電電位パッド135を通じて、正の高電圧(例えば、1~2kV)の第2電位PV2を印加する。すると、この針状電極部131の針状先端部131ssと、第1電位PV1とされた内側プロテクタ60との間で、気中放電、具体的にはコロナ放電を生じ、針状先端部131ssの周囲でイオンCPが生成される。前述したように、ガス取入管25の作用により、内側プロテクタ60内には、排気ガスEGが取り入れられ、セラミック素子120付近において、基端側GKから先端側GSに向かう取入ガスEGIの気流が生じている。このため、生成されたイオンCPは、取入ガスEGI中の微粒子Sに付着する。これにより、微粒子Sは、正に帯電した帯電微粒子SCとなって、取入ガスEGIと共に、ガス排出口60e

40

50

に向けて流れ、排気管 E P へ排出される。

【 0 0 6 4 】

一方、補助電極体 1 4 0 の補助電極部 1 4 1 には、回路部 2 0 0 の補助電極電源回路 2 4 0 から、電線 1 6 3 の補助電位リード線 1 6 4、補助電位端子 4 7、及び補助電位パッド 1 4 7 を通じて、所定の電位（例えば、1 0 0 ~ 2 0 0 V の正の直流電位）とされた補助電極電位 P V 3 を印加する。これにより、生成したイオン C P のうち、微粒子 S に付着しなかった浮遊イオン C P F に、補助電極部 1 4 1 からその径方向外側の内側プロテクタ 6 0（捕集極）に向かう斥力を与える。そして、浮遊イオン C P F を、捕集極（内側プロテクタ 6 0）の各部に付着させて捕集を補助する。かくして、確実に浮遊イオン C P F を捕集することができ、浮遊イオン C P F までもがガス排出口 6 0 e から排出されるのを防止する。

10

【 0 0 6 5 】

そして、この微粒子検知システム 1 では、ガス排出口 6 0 e から排出された帯電微粒子 S C に付着していた排出イオン C P H の電荷量に対応する信号（信号電流 I s）を、信号電流検知回路 2 3 0 で検知する。これにより、排気ガス E G 中に含まれる微粒子 S の量（濃度）を検知できる。

【 0 0 6 6 】

ところで、第 1 絶縁スペーサ 1 0 0 のガス接触部 1 0 1 s に煤などの付着物 S A が付着して、第 1 電位 P V 1 とされる内側金具 2 0 と接地電位 P V E とされる外側金具 7 0 との間の絶縁性が低下すると、数 μ A 以下となる微小な信号電流 I s の検知に誤差を生じ、微粒子 S を適切に検知できなくなる。このため、スペーサ用ヒータ 1 0 5 に通電して、ガス接触部 1 0 1 s を加熱し昇温させることにより、ガス接触部 1 0 1 s に付着した煤などの付着物 S A を、定期的に燃焼除去する必要がある。

20

【 0 0 6 7 】

しかしながら、煤を燃焼除去するには、煤が付着したガス接触部 1 0 1 s を 6 5 0 以上の高温に昇温させる必要がある。この昇温のための熱量をスペーサ用ヒータ 1 0 5 からの加熱でまかなう場合には、スペーサ用ヒータ 1 0 5 を発熱量の大きなヒータとする必要があり、消費電力も大きくなる。

【 0 0 6 8 】

そこで、本実施形態のシステム 1 では、スペーサ用ヒータ 1 0 5 を、発熱量の小さい小型のヒータ（補助ヒータ）としているが、前述したように、ガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A を適切に燃焼させるためには、微粒子センサ 1 0 に届く排気ガス E G の温度（ガス接触部 1 0 1 s が接する排気ガス E G の温度）が所定温度（= 3 0 0 ）以上になる場合に、スペーサ用ヒータ 1 0 5 に通電し昇温させる必要がある。

30

【 0 0 6 9 】

一方、微粒子センサ 1 0 よりも排気管 E P の上流側には、排気浄化装置 D P F が設けられている。この排気浄化装置 D P F は、排気ガス E G 中のカーボン粒子を、排気浄化装置 D P F 内に設けられた排気浄化フィルタ P F に捕集する。これにより、排気浄化フィルタ P F を通過した排気ガス E G からカーボン粒子が除去される。そして、排気浄化装置 D P F は、排気浄化フィルタ P F に捕集されたカーボン粒子を酸化燃焼させて、排気浄化フィルタ P F を再生させるフィルタ再生処理を、E C U からの指示により、車両 A M の走行距離などに応じて定期的に行う。

40

【 0 0 7 0 】

なお、この排気浄化装置 D P F の排気浄化フィルタ P F を再生させるフィルタ再生処理中には、付着したカーボン粒子が燃焼し、7 0 0 ~ 9 0 0 の排気ガス E G が排出される。即ち、フィルタ再生処理中には、高温の排気ガス E G が、排気浄化装置 D P F から排出され続ける。

【 0 0 7 1 】

また、システム 1 は、排気浄化装置 D P F のフィルタ再生処理中であることを示す再生中信号 S R を、通信線 C C（具体的には C A N バス）を介して E C U から受け取る（図 4

50

参照)。即ち、フィルタ再生処理中であるか否かを、ECUから再生中信号SRが出力されているか否かにより判定する。

そこで、本実施形態のシステム1では、スぺーサ用ヒータ105を発熱量の小さい補助ヒータとする一方、フィルタ再生処理中である場合(即ち、ECUから再生中信号SRが出力されている場合)に、排気ガスEGが所定温度(=300)以上になると予測できる予測条件が成立したと判定して、このフィルタ再生処理中である場合に、スぺーサ用ヒータ105に通電し、ガス接触部101sを昇温させて、付着物SAを燃焼させる。

【0072】

上述したように、フィルタ再生処理中は、排気浄化装置DPFから非常に高温(700~900)の排気ガスEGが排出され続ける。このため、この排気ガスEGが届いた微粒子センサ10の第1絶縁スぺーサ100のガス接触部101sも高温となる。

このため、微粒子センサ10に届いた排気ガスEGが所定温度(=300)以上になると予測できる予測条件である、フィルタ再生処理中であると判定された場合に、スぺーサ用ヒータ105に通電することにより、スぺーサ用ヒータ105が発熱量の小さい補助ヒータであっても、ガス接触部101sに付着した付着物SAを燃焼させることが可能になる。また、このようにすることで、スぺーサ用ヒータ105の発熱量を抑えて、省電力化を図ることができる。

【0073】

以下、本実施形態のシステム1のうち、微粒子検知の処理及びスぺーサ用ヒータ105へのヒータ通電の処理を実行するマイクロプロセッサ221の動作について、図9に示す微粒子検知ルーチンのフローチャート及び図10に示すヒータ制御ルーチンのフローチャートを参照して説明する。なお、マイクロプロセッサ221は、これら微粒子検知ルーチン及びヒータ制御ルーチンを、並行して実行する。

まず、図9に示す微粒子検知ルーチンについて説明する。

エンジンENGのキースイッチ(図示しない)がONにされると、本システム1(計測制御回路220のマイクロプロセッサ221)が起動され、まず、ステップS1で、微粒子検知に必要な初期設定がなされる。その後、ステップS2において、ECUからの微粒子検知開始の指示信号ST(図4参照)の有無を検知する。

【0074】

ECUからの微粒子検知開始の指示信号STが無い場合(No)には、ステップS2を繰り返して、ECUからの微粒子検知開始の指示信号STの入力を待つ。そして、ECUからの微粒子検知開始の指示信号STを検知した場合(Yes)には、ステップS3に進む。

【0075】

ステップS3では、イオン源電源回路210で生成した高電圧を、セラミック素子120の放電電極体130に印加して、コロナ放電によりイオンCPを生成し、排出イオンCPHの電荷量に対応する信号電流Isを信号電流検知回路230で検知するなど、所定の微粒子検知の処理を行う。

【0076】

続くステップS4では、エンジンENGのキースイッチがOFFになったか否かを判断する。そして、エンジンENGのキースイッチがOFFになっていない場合(No)には、ステップS3に戻り、微粒子検知の処理を継続する。一方、エンジンENGのキースイッチがOFFになった場合(Yes)には、微粒子検知の処理を終了する。

【0077】

次いで、図10に示すヒータ制御ルーチンについて説明する。

マイクロプロセッサ221が起動されると、まず、ステップS11で、スぺーサ用ヒータ105へのヒータ通電に必要な初期設定がなされる。

【0078】

次いで、ステップS12では、ECUから出力された再生中信号SRがCANバスを通じて入力されるのを検知する。これにより、排気浄化装置DPFのフィルタ再生処理中で

10

20

30

40

50

あるか否かを判定する。そして、再生中信号 S R が入力されていない場合 (N o)、即ち、フィルタ再生処理中でない場合には、ステップ S 1 3 のヒータ通電処理をスキップしてステップ S 1 4 に進む。

【 0 0 7 9 】

一方、再生中信号 S R が入力されている場合 (Y e s)、即ち、フィルタ再生処理中である場合には、ステップ S 1 3 に進み、第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 により、スぺーサ用ヒータ 1 0 5 への通電処理を行う。具体的には、 P W M 制御したパルス電圧をスぺーサ用ヒータ 1 0 5 に印加して、第 1 絶縁スぺーサ 1 0 0 のガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A (煤など) が燃焼可能な温度 (6 5 0 程度) まで昇温させる。

その後、ステップ S 1 4 に進み、エンジン E N G のキースイッチが O F F になったか否かを判断する。そして、エンジン E N G のキースイッチが O F F になっていない場合 (N o) には、ステップ S 1 2 に戻り、再度、再生中信号 S R の入力を検知して、ヒータ通電の処理を継続する。一方、エンジン E N G のキースイッチが O F F になった場合 (Y e s) には、ヒータ通電の処理を終了する。

【 0 0 8 0 】

本実施形態において、 E C U からの再生中信号 S R の入力を検知している計測制御回路 2 2 0 のマイクロプロセッサ 2 2 1 (即ち、ステップ S 1 2 を実行しているマイクロプロセッサ 2 2 1) が、判定手段及び再生処理判定手段に相当する。また、再生中信号 S R に従ってスぺーサ用ヒータ 1 0 5 に通電する計測制御回路 2 2 0 のマイクロプロセッサ 2 2 1 (即ち、ステップ S 1 3 を実行しているマイクロプロセッサ 2 2 1) 及び計測制御回路 2 2 0 の第 1 ヒータ通電回路 2 2 3 が、ヒータ通電制御手段、通電手段及び再生中通電手段に相当する。

【 0 0 8 1 】

このように、本実施形態のシステム 1 では、微粒子センサ 1 0 の上流側に設けた排気浄化装置 D P F 内の排気浄化フィルタ P F を再生させるフィルタ再生処理中である場合に、スぺーサ用ヒータ 1 0 5 に通電させる。フィルタ再生処理中には、排気浄化装置 D P F から非常に高温の排気ガス E G が排出され続けるため、微粒子センサ 1 0 の第 1 絶縁スぺーサ 1 0 0 のガス接触部 1 0 1 s も高温となる。

【 0 0 8 2 】

即ち、本実施形態のシステム 1 では、微粒子センサ 1 0 に届く排気ガス E G の温度が所定温度 (= 3 0 0) 以上になると予測できる予測条件である、フィルタ再生処理中であると判定された場合に、スぺーサ用ヒータ 1 0 5 に通電する。

これにより、ガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A を燃焼させるのに要するスぺーサ用ヒータ 1 0 5 の消費電力を抑えることができる。さらには、エンジン E N G (内燃機関) の燃費への影響も抑制できる。

【 0 0 8 3 】

さらに、本実施形態のシステム 1 では、 E C U から排気浄化装置 D P F のフィルタ再生処理中であることを示す再生中信号 S R を受け取り、再生中信号 S R が出力されているか否かを判定するので、フィルタ再生処理中であるか否かを簡易かつ確実に判定することができる。

【 0 0 8 4 】

さらに、本実施形態のシステム 1 では、ガス接触部 1 0 1 s を加熱するスぺーサ用ヒータ 1 0 5 として、発熱量の小さい小型の補助ヒータを用いている。これにより、微粒子センサ 1 0 のコストダウンを図ることができる。

【 0 0 8 5 】

さらに、本実施形態のシステム 1 では、スぺーサ用ヒータ 1 0 5 に通電して、第 1 絶縁スぺーサ 1 0 0 のガス接触部 1 0 1 s に付着した付着物 S A を燃焼させることにより、第 1 電位 P V 1 とされる内側金具 2 0 と接地電位 P V E とされる外側金具 7 0 との間に介在する第 1 絶縁スぺーサ 1 0 0 の絶縁性の低下を効果的に抑制することができる。このため、第 1 電位 P V 1 と接地電位 P V E との間に流れる漏れ電流が抑制され、微小な信号電流

10

20

30

40

50

Isの検知に誤差を生じにくくなるので、排気ガスEG中の微粒子Sの量を適切に検知することができる。

【0086】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

例えば、実施形態では、判定手段が、ECUから排気浄化装置DPFのフィルタ再生処理中であることを示す再生中信号SRが出力されているか否かを判定する再生処理判定手段であり、フィルタ再生処理中にスペース用ヒータ105に通電する例を示した。しかし、微粒子センサ10に届く排気ガスEGの温度が所定温度以上（例えば300以上）になると予測できる予測条件が成立する場合は、フィルタ再生処理中に限られない。

10

【0087】

例えば、長い坂を登坂する時など、エンジンENG（内燃機関）が所定時間継続して高負荷高回転で運転され、高温の排気ガスEGが継続して排出される場合も挙げられる。そこで、ECUから取得するエンジンENGの回転数やアクセル開度などを含むエンジンENGの運転条件から、所定時間（例えば5秒間）にわたり高負荷高回転の運転条件を示している場合に、予測条件が成立したと判定して、スペース用ヒータ105に通電するようにしても良い。

そして、この場合には、図10のステップS12では、再生中信号SRが入力されているか否かを判定していたのに代えて、図11に示すヒータ制御ルーチンのステップS12Aにおいて、予測条件である、エンジンENGの運転条件が、所定時間継続して高負荷高回転の運転条件を示しているか否かを判定すれば良い。そして、エンジンENGの運転条件が、所定時間継続して高負荷高回転の運転条件を示し、予測条件が成立した場合（Yes）に、ステップS13に進み、スペース用ヒータ105への通電処理を行う。

20

【0088】

なお、一旦、エンジンENGの運転条件が予測条件を満たして、スペース用ヒータ105の通電処理を開始した後に、エンジンENGの運転条件が高負荷高回転でなくなった場合（ステップS12AでNo）には、通電処理をそのまま所定時間（例えば60秒）継続しても良いが、図11で破線で示すように、ステップS15Aで、通電処理を停止するようにしても良い。

30

【0089】

そのほか、微粒子センサ10の上流側または下流側の排気管EP（排気部材）に、排気ガスEGの温度を検知する温度センサ（例えば、図1に破線で示す温度センサ301あるいは302）を備えている場合には、この温度センサの検知する検知温度が、所定時間（例えば5秒間）にわたり所定検知温度（例えば400）以上である場合も、予測条件とすることができる。

そして、この場合には、図12に示すヒータ制御ルーチンのステップS12Bにおいて、予測条件である、温度センサが検知する検知温度が、所定時間継続して所定検知温度以上であるか否かを判定すれば良い。そして、温度センサが検知する検知温度が、所定時間継続して所定温度以上となり、予測条件が成立した場合（Yes）に、ステップS13に進み、スペース用ヒータ105への通電処理を行う。

40

【0090】

なお、この場合にも、一旦、スペース用ヒータ105の通電処理を開始した後に、温度センサが検知する検知温度が所定検知温度よりも低くなり、予測条件が成立しなくなった場合（ステップS12BでNo）には、通電処理をそのまま所定時間（例えば60秒）継続しても良いが、図12で破線で示すように、ステップS15Bで、通電処理を停止するようにしても良い。

【符号の説明】

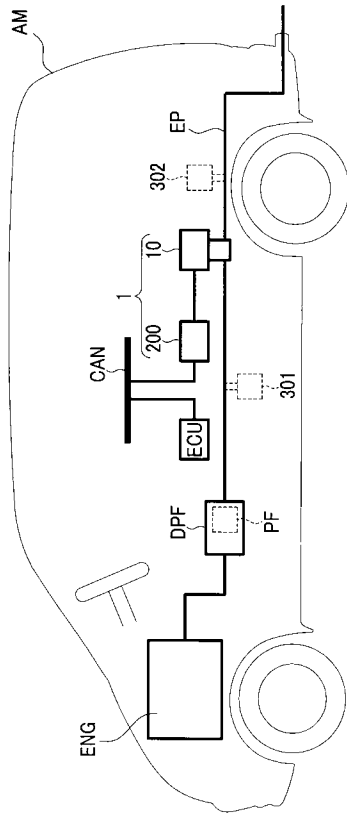
【0091】

1 微粒子検知システム

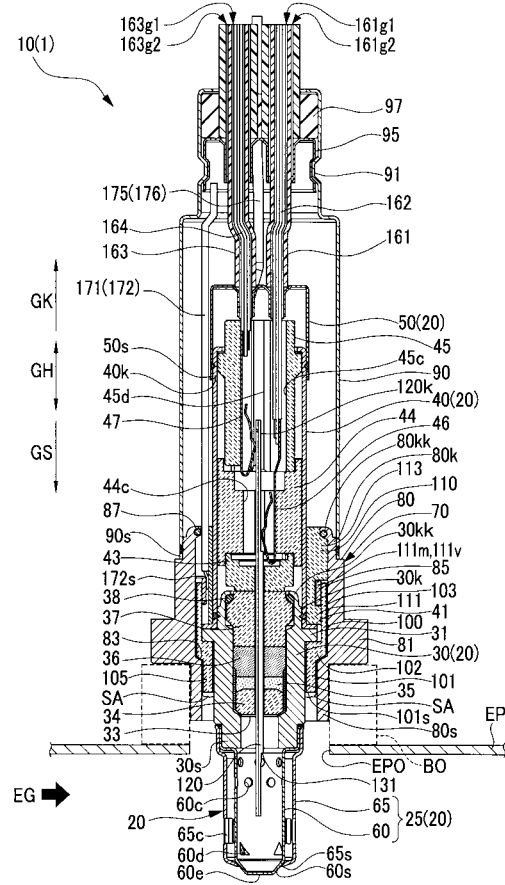
50

1 0	微粒子センサ	
2 0	内側金具	
2 5	ガス取入管	
3 0	主体金具	
4 0	内筒	
5 0	内筒接続金具	
6 0	内側プロテクタ	
6 0 e	ガス排出口	
6 5	外側プロテクタ	
6 5 c	ガス取入口	10
7 0	外側金具	
8 0	取付金具	
9 0	外筒	
1 0 0	第 1 絶縁スペーサ (絶縁スペーサ)	
1 0 1	スペーサ先端側部	
1 0 1 s	ガス接触部	
1 0 5	スペーサ用ヒータ (ヒータ)	
1 0 6	発熱抵抗体	
1 0 7	第 1 - 1 ヒータ端子	
1 0 8	第 1 - 2 ヒータ端子	20
1 2 0	セラミック素子	
1 3 0	放電電極体	
1 4 0	補助電極体	
2 0 0	回路部	
2 1 0	イオン源電源回路	
2 2 0	計測制御回路	
2 2 1	マイクロプロセッサ	
2 2 3	第 1 ヒータ通電回路 (ヒータ通電制御手段 , 再生中通電手段 , 通電手段)	
2 2 5	第 2 ヒータ通電回路	
2 3 0	信号電流検知回路	30
2 4 0	補助電極電源回路	
A M	車両	
E N G	エンジン (内燃機関)	
E P	排気管 (排気部材)	
E G	排気ガス	
E G I	取入ガス	
S	微粒子	
E C U	エンジン制御ユニット (内燃機関制御装置)	
D P F	排気浄化装置 (排気部材)	
P F	排気浄化フィルタ	40
3 0 1 , 3 0 2	温度センサ	
P V E	接地電位	
P V 1	第 1 電位	
S A	付着物	
S R	再生中信号	
S 1 2	再生処理判定手段 , 判定手段	
S 1 3	ヒータ通電制御手段 , 再生中通電手段 , 通電手段	

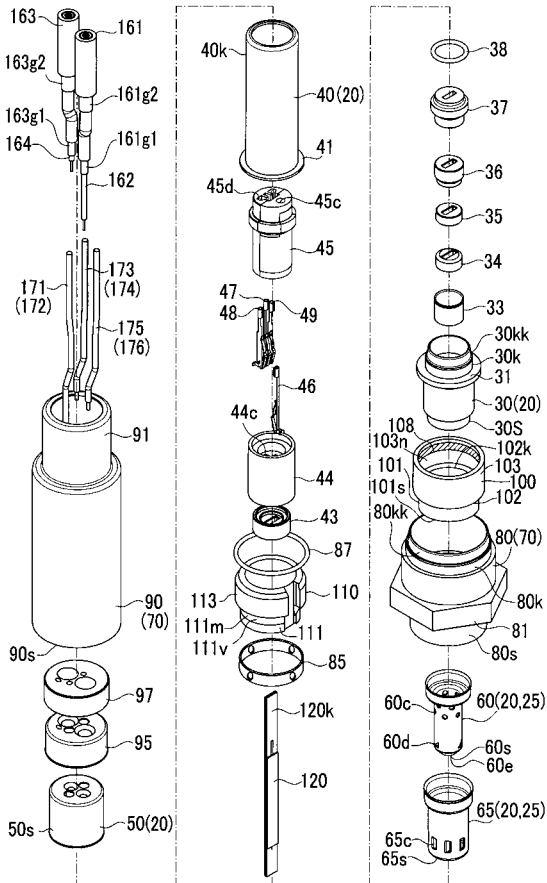
【 図 1 】



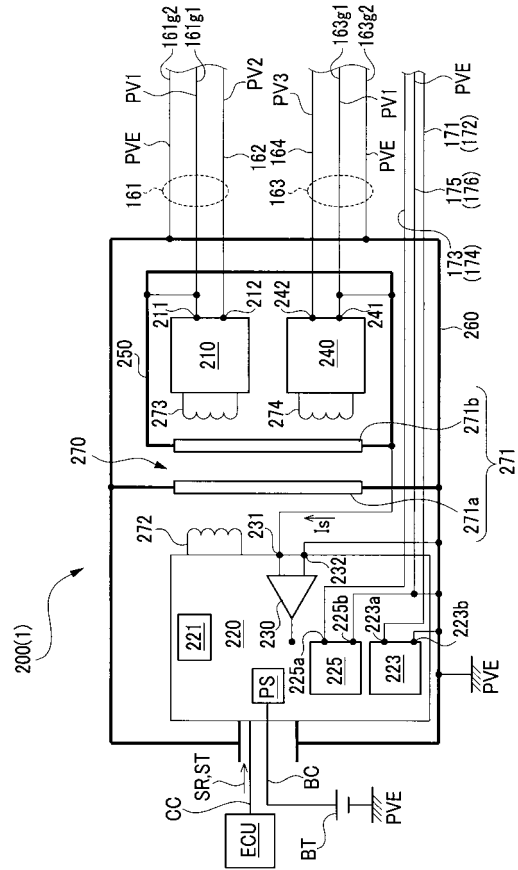
【 図 2 】



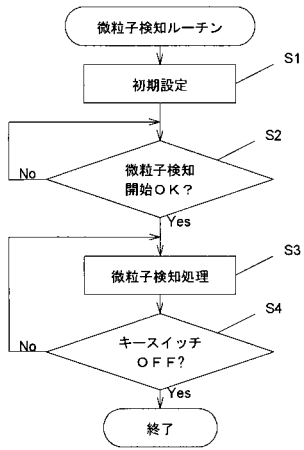
【 図 3 】



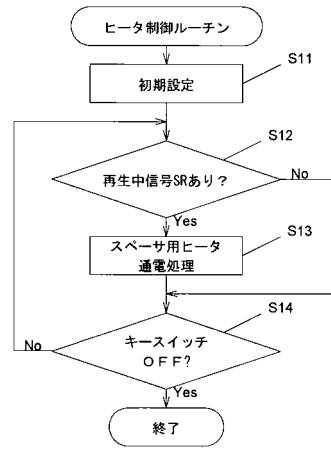
【 図 4 】



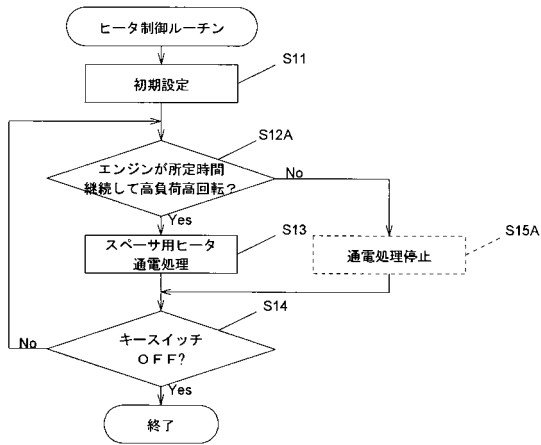
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

