

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5503422号  
(P5503422)

(45) 発行日 平成26年5月28日(2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int.Cl.

FO2P 19/02 (2006.01)

F 1

FO2P 19/02 301B

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-133772 (P2010-133772)  
 (22) 出願日 平成22年6月11日 (2010.6.11)  
 (65) 公開番号 特開2011-256822 (P2011-256822A)  
 (43) 公開日 平成23年12月22日 (2011.12.22)  
 審査請求日 平成25年5月13日 (2013.5.13)

(73) 特許権者 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 100111095  
 弁理士 川口 光男  
 (72) 発明者 櫻井 隆行  
 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  
 (72) 発明者 大谷 貴之  
 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  
 審査官 川口 真一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】グローブラグの通電制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

通電によって発熱するとともに、自身の温度変化に応じて自身の抵抗値が変化するグローブラグについて、前記グローブラグの抵抗値が所定の目標抵抗値と一致するように通電を制御する抵抗値制御方式によって、前記グローブラグへの印加電圧を制御するグローブラグの通電制御装置であって、

前記グローブラグの取付けられた内燃機関の駆動中、前記グローブラグを通電加熱する保温通電手段と、

前記保温通電手段による通電後に、前記内燃機関の駆動中において、前記グローブラグへの通電を再開する中間昇温手段とを備え、

前記中間昇温手段は、

前記グローブラグの抵抗値を取得する抵抗値取得手段と、

前記抵抗値取得手段により取得された前記グローブラグの抵抗値と前記目標抵抗値との差分を算出する差分算出手段と、

前記目標抵抗値から、前記差分に対応したオフセット値を減算して、中間目標抵抗値を設定する中間値設定手段と、

前記グローブラグに対する通電時間の経過に伴って前記中間目標抵抗値を徐々に増加させ、最終的に前記中間目標抵抗値を前記目標抵抗値に一致させる中間値更新手段とを備え、

前記グローブラグの抵抗値が前記中間目標抵抗値と一致するように、前記グローブラグ

10

20

への印加電圧を制御することを特徴とするグロープラグの通電制御装置。

【請求項 2】

前記オフセット値は、前記グロープラグの抵抗値と前記目標抵抗値との差分が大きいほど、大きな値に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載のグロープラグの通電制御装置。

【請求項 3】

前記グロープラグの抵抗値、及び、前記目標抵抗値の差分が予め設定された最大差分以上であるとき、前記オフセット値が所定の最大オフセット値とされることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のグロープラグの通電制御装置。

【請求項 4】

前記中間目標抵抗値と前記目標抵抗値との差分が小さいほど、前記中間値更新手段による前記中間目標抵抗値の単位時間当たりの増加量が小さなものとされることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のグロープラグの通電制御装置。

【請求項 5】

前記目標抵抗値は、前記グロープラグに温度変化をもたらす外乱の変化量の情報に基づいて更新されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のグロープラグの通電制御装置。

【請求項 6】

前記グロープラグが使用される環境に応じた環境温度の情報を取得する環境温度取得手段を備えるとともに、前記環境温度の情報に基づいて、前記目標抵抗値が設定され、

20

少なくとも前記グロープラグに対する通電再開の直後から予め設定された所定期間の間ににおいて、前記目標抵抗値は、前記環境温度の情報に基づく変動を除いて、固定値とされることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のグロープラグの通電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディーゼルエンジンの予熱などに使用するグロープラグの通電制御装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、自動車等のエンジンの始動補助や安定駆動等のために、通電によって発熱するグロープラグが用いられている。グロープラグは、例えば、発熱抵抗体（発熱コイルやセラミックヒータなど）、発熱抵抗体へ供給される電力の経路となる制御コイルや中軸、主体金具等を備えて構成される。

【0003】

このようなグロープラグは、通電制御装置により、その発熱が制御される。例えば、エンジンキーがオンとされたときには、エンジンを始動させるのに十分な温度にグロープラグを昇温させるべく、グロープラグに対して短時間に大電力が投入される。このようなグロープラグの急速昇温は、一般にプリグローやプリグローステップと呼ばれる。また、グロープラグが上記温度に到達し、エンジンが始動した後には、所定時間に亘って、グロープラグの温度を所定の温度に維持するように、グロープラグに対して電力が供給される。このようなグロープラグの保温通電は、一般にアフターグローやアフターグローステップと呼ばれる。

【0004】

さらに近年では、燃焼室内が冷えた状態で急にエンジンを高回転や高出力の状態とした場合における黒煙の発生等、アフターグロー後における燃焼室内の温度低下に起因する不具合を防止すべく、アフターグローの終了後、エンジンの駆動中において、グロープラグに対して再通電を行い、グロープラグを再加熱する（中間昇温させる）技術が提案されている（例えば、特許文献 1 等参照）。当該技術について詳述すると、まず、第 1 中間昇温

40

50

手段により、グローブラグの目標温度に対応した目標抵抗値に基づいて、 $Duty$  比が計算され、当該  $Duty$  比によりグローブラグへの通電が PWM 制御される。また、第 1 中間昇温手段に続いて、第 2 中間昇温手段により、バッテリからグローブラグへと印加される電圧値に基づいて、 $Duty$  比が計算され、当該  $Duty$  比によりグローブラグへの通電が PWM 制御される。このような第 1 中間昇温手段と第 2 中間昇温手段とを設けることで、中間昇温の初期段階において、グローブラグを急速に昇温することができ、また、グローブラグの温度が目標温度に近づいた状態では、グローブラグの温度を目標温度に安定して維持することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献 1】特開 2005-240707 号公報

【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、バッテリからグローブラグへと印加される電圧値に基づいて  $Duty$  比を算出するため、エンジン回転数や負荷（スロットル開度）、水温の変化等による外乱に伴ってグローブラグの発熱抵抗体が冷却された場合など、グローブラグが外部からの温度影響を受けた場合に、温度を一定に維持することが難しい。ここで、温度を一定に維持するためには、例えば ECU からエンジンの回転数や負荷等の情報を得るとともに、当該情報に基づいて印加する実効電圧を制御する必要があるが、エンジン回転数や負荷、水温等の各種パラメータの変化に応じて印加すべき実効電圧を算出することは処理負担の増大を招いてしまうおそれがある。これに対して、処理負担の軽減を図るべく、前記各種パラメータ及び目標温度から印加すべき実効電圧を一義的に決定可能なマップを作成し、当該マップに基づいて通電制御をすることが考えられる。ところが、マップとしては、上述した各種パラメータを種々変更させることで、あらゆる状態において実効電圧を一義的に決定可能なものを作成しておく必要がある。そのため、マップ作成に要する処理負担の増大や、工期の長期化等を招いてしまうおそれがある。

20

【0007】

そこで、グローブラグの抵抗値に基づいた制御のみにより、グローブラグの通電制御を行うことが考えられる。ところが、グローブラグの抵抗値として計測される値は、発熱抵抗体の抵抗値だけでなく、発熱抵抗体の抵抗値に、制御コイルや中軸、グローブラグに接続される電力供給用のハーネスの抵抗値、さらに、主体金具の抵抗値をも加えた値となる。また、前記目標抵抗値としては、グローブラグの温度が目標温度にて飽和した際（つまり、制御コイルや中軸等の温度も飽和した際）のグローブラグの抵抗値が設定される。従って、グローブラグの抵抗値がこの目標抵抗値と一致するように抵抗値制御を行った場合、中間昇温の初期段階（制御コイルや中軸等の温度が飽和していない段階）においては、グローブラグの抵抗値に占める発熱抵抗体の抵抗値の割合が比較的大きいため、本来制御コイル等の昇温に用いられるべき電力が発熱抵抗体の加熱に用いられてしまい、発熱抵抗体が一気に加熱されてしまう。そのため、グローブラグ（発熱抵抗体）のオーバーシュート（過昇温）が生じてしまうおそれがある。また、その後には、発熱抵抗体の温度が徐々に制御コイルや中軸等に伝わっていくため、グローブラグの抵抗値に占める発熱抵抗体の抵抗値の割合は減少していく。そのため、目標抵抗値を一定として通電制御を行うと、発熱抵抗体の温度が目標温度よりも低下してしまう。つまり、グローブラグの温度が、一旦過昇温した後、今度は下降することとなり、目標温度付近での温度バラツキが大きくなるとともに、グローブラグの温度が目標温度にて安定するまでに比較的長期間を要してしまうおそれがある。

40

【0008】

本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、グローブラグの抵抗値が所定の目標抵抗値と一致するように通電を制御する抵抗値制御方式により、グローブラ

50

グの通電制御を行うグローブラグの通電制御装置であって、中間昇温時において、グローブラグの急速昇温を可能としつつ、グローブラグの温度バラツキやオーバーシュートの発生をより確実に防止し、グローブラグを短期間で目標温度にて安定して発熱させることができるグローブラグの通電制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以下、上記目的を解決するのに適した各構成につき、項分けして説明する。なお、必要に応じて対応する構成に特有の作用効果を付記する。

【0010】

構成1. 本構成のグローブラグの通電制御装置は、通電によって発熱するとともに、自身の温度変化に応じて自身の抵抗値が変化するグローブラグについて、前記グローブラグの抵抗値が所定の目標抵抗値と一致するように通電を制御する抵抗値制御方式によって、前記グローブラグへの印加電圧を制御するグローブラグの通電制御装置であって、

前記グローブラグの取付けられた内燃機関の駆動中、前記グローブラグを通電加熱する保温通電手段と、

前記保温通電手段による通電後に、前記内燃機関の駆動中において、前記グローブラグへの通電を再開する中間昇温手段とを備え、

前記中間昇温手段は、

前記グローブラグの抵抗値を取得する抵抗値取得手段と、

前記抵抗値取得手段により取得された前記グローブラグの抵抗値と前記目標抵抗値との差分を算出する差分算出手段と、

前記目標抵抗値から、前記差分に対応したオフセット値を減算して、中間目標抵抗値を設定する中間値設定手段と、

前記グローブラグに対する通電時間の経過に伴って前記中間目標抵抗値を徐々に増加させ、最終的に前記中間目標抵抗値を前記目標抵抗値に一致させる中間値更新手段とを備え、

前記グローブラグの抵抗値が前記中間目標抵抗値と一致するように、前記グローブラグへの印加電圧を制御することを特徴とする。

【0011】

尚、「内燃機関の駆動中」とあるのは、エンジンキー（イグニッション）がオンとされた状態であり、内燃機関が始動していない状態を含む。すなわち、エンジンキーがオンとされ、内燃機関が始動している状態で、保温通電手段等によりグローブラグの通電加熱が行われる場合もあるし、エンジンキーがオンとされた一方で、内燃機関を始動させていない状態で、保温通電手段等によりグローブラグの通電加熱が行われる場合もある。

【0012】

また、「グローブラグの抵抗値」とあるのは、上述の通り、発熱抵抗体の抵抗値のみを示すものではなく、当該抵抗値に、発熱抵抗体への通電経路上に位置する部品（例えば、ハーネスや中軸、制御コイル等）などの抵抗値を加えたものである。加えて、目標抵抗値は、グローブラグの温度が目標温度にて飽和した際（つまり、制御コイルや中軸等の温度も飽和した際）のグローブラグの抵抗値である。

【0013】

上記構成1によれば、中間昇温において、抵抗値制御方式によりグローブラグの通電制御が行われる。そのため、バッテリからグローブラグへの印加電圧に基づいて通電制御を行う場合に懸念される前述の処理負担の増大等を招くことなく、グローブラグを比較的急速に昇温させることができる。

【0014】

一方で、抵抗値制御方式によりグローブラグの通電を制御した場合には、グローブラグの温度バラツキやオーバーシュートや、目標温度にて安定するまでに長期間を要すること等が懸念されるが、上記構成1によれば、まず、目標抵抗値から、グローブラグの抵抗値と目標抵抗値との差分に対応したオフセット値を減算した値が、中間目標抵抗値として設

10

20

30

40

50

定される。そして、通電時間の経過に伴って、最終的に目標抵抗値と一致するように中間目標抵抗値を徐々に増加させつつ、グロープラグの抵抗値と中間目標抵抗値とが一致するようにグロープラグの通電が制御される。すなわち、中間昇温の初期（グロープラグの過昇温が特に懸念される段階）において、本来の目標抵抗値よりも低い抵抗値を中間的な目標抵抗値としてグロープラグの通電制御を行うことで、過昇温の発生をより確実に防止しつつ、グロープラグを急速に昇温させる。そして、グロープラグの温度低下が懸念される段階においては、その中間的な目標抵抗値を徐々に増加させることで、グロープラグの温度低下を招くことなく、グロープラグの温度を最終的に目標温度へと到達させる。このように目標抵抗値よりも低い中間目標抵抗値に基づいて通電制御を行うとともに、徐々にその中間目標抵抗値を増加させることで、グロープラグのオーバーシュートをより確実に防止することができるとともに、目標温度付近におけるグロープラグの温度バラツキを効果的に抑制することができる。その結果、短期間のうちに、グロープラグを目標温度にて安定的に発熱させることができる。

【0015】

尚、一般にグロープラグは、構成部品の製造公差に起因して発熱温度や耐熱温度にバラツキを持ち得る。このバラツキを考慮して、目標温度に対して多少の過熱が生じた際に、グロープラグの温度がグロープラグの耐熱温度を超てしまうことがないよう、グロープラグの目標温度はその耐熱温度以下となる十分に小さな値（例えば、耐熱温度との差が75以上となるよう）に設定される。この点、上記構成1によれば、目標温度（目標抵抗値）を踏まえて中間目標抵抗値を設定するとともに、その中間目標抵抗値を順次増加させる更新を行っているため、昇温速度を過度に低下させてしまうことなく、目標温度付近におけるグロープラグの温度バラツキを抑制することができる。これにより、グロープラグの目標温度をグロープラグの耐熱温度により近づける（例えば、耐熱温度との差が50以内となるように目標温度を設定する）ことができる。このため、グロープラグの有する耐熱温度の極近傍に目標温度を設定することができるようになる。従って、グロープラグ自体を従前のグロープラグよりも高い耐熱温度を有するグロープラグに変更することなく、高い目標温度（例えば、1200以上）を設定して、更なるエミッションの低減を図ることができる。

【0016】

構成2. 本構成のグロープラグの通電制御装置は、上記構成1において、前記オフセット値は、前記グロープラグの抵抗値と前記目標抵抗値との差分が大きいほど、大きな値に設定されることを特徴とする。

【0017】

上記構成2によれば、グロープラグの抵抗値と目標抵抗値との差分が大きいほど、オフセット値として大きな値が設定される。すなわち、目標温度に対するグロープラグの温度の低下量が比較的大きい場合に、中間目標抵抗値として十分に小さな値が設定される。そのため、グロープラグのオーバーシュートをより一層確実に防止することができ、より短期間のうちにグロープラグを目標温度にて一層安定した状態で発熱させることができる。

【0018】

構成3. 本構成のグロープラグの通電制御装置は、上記構成1又は2において、前記グロープラグの抵抗値、及び、前記目標抵抗値の差分が予め設定された最大差分以上であるとき、前記オフセット値が所定の最大オフセット値とされることを特徴とする。

【0019】

上記構成2のように、グロープラグの抵抗値と目標抵抗値との差分が大きいと、グロープラグのオーバーシュートが生じやすい。しかし、グロープラグの抵抗値と目標抵抗値との差分が非常に大きい場合、つまり、グロープラグが目標温度よりも遙かに低温である場合には、グロープラグに大きな電圧を印加したとしても、グロープラグのオーバーシュートは生じにくくなる。

【0020】

この点を鑑みて、上記構成3によれば、グロープラグの抵抗値と目標抵抗値との差分が

10

20

30

40

50

所定の最大差分以上である場合、オフセット値が所定の最大オフセット値とされる。すなわち、グロープラグの温度と目標温度との差が十分に大きく、比較的大きな電圧を印加したとしてもグロープラグのオーバーシュートが生じにくい場合には、中間目標抵抗値が低くされ過ぎることなく、中間目標抵抗値として一定の値が設定される。このため、グロープラグをより急速に昇温させることができ、昇温に要する時間をより短縮することができる。

【0021】

構成4. 本構成のグロープラグの通電制御装置は、上記構成1乃至3のいずれかにおいて、前記中間目標抵抗値と前記目標抵抗値との差分が小さいほど、前記中間値更新手段による前記中間目標抵抗値の単位時間当たりの増加量が小さなものとされることを特徴とする。

10

【0022】

尚、「中間値更新手段による中間目標抵抗値の単位時間当たりの増加量」は、中間目標抵抗値と目標抵抗値との差分の減少に対応して、連続的に小さくなるものであってもよいし、段階的に小さくなるものであってもよい。

【0023】

上記構成4によれば、中間目標抵抗値と目標抵抗値との差分が小さいほど、すなわち、グロープラグの温度が目標温度に近くなるほど、中間目標抵抗値の単位時間当たりの増加量が小さくされる。従って、グロープラグの過昇温を抑制しつつ、目標温度に達した後に、グロープラグをより一層安定的に目標温度にて発熱させることができる。

20

【0024】

また、中間目標抵抗値の更新タイミングは一定間隔とする必要はなく、例えば、前記差分の減少に対応して、連続的に、或いは、段階的に短い間隔としてもよい。この場合には、グロープラグの抵抗値が目標抵抗値に近づくにつれて（換言すれば、オーバーシュートの懸念が高まるにつれて）、中間目標抵抗値の増加量がより細かく設定されることとなり、オーバーシュートをより一層確実に防止することができる。

【0025】

構成5. 本構成のグロープラグの通電制御装置は、上記構成1乃至4のいずれかにおいて、前記目標抵抗値は、前記グロープラグに温度変化をもたらす外乱の変化量の情報に基づいて更新されることを特徴とする。

30

【0026】

燃焼室内においては、スワールや燃料噴射等の外乱の影響によってグロープラグの発熱抵抗体が冷却され得る。そのため、グロープラグをより確実に目標温度に到達させるためには、外乱による影響の分だけグロープラグに対する投入電力を増加させることができが好ましい。

【0027】

この点を鑑みて、上記構成5によれば、目標抵抗値が、グロープラグに温度変化をもたらす外乱の変化量の情報に基づいて更新される（例えば、スワール等の影響による発熱抵抗体の冷却分を補うことができるよう目標抵抗値が増加させられる）。従って、目標抵抗値がより適切に設定されることとなり、グロープラグの温度をより確実に、かつ、より正確に目標温度に到達させることができ、また、グロープラグをより一層安定して目標温度にて発熱させることができる。

40

【0028】

尚、「温度変化をもたらす外乱の変化量の情報」とは、前述のスワールの強さが変化する要因ともなる吸排気バルブの開口タイミング、（エアフローセンサ等によって検出される）空気の流速、燃料噴射量の変化等の、グロープラグの配置された燃焼室に変化を与えるあらゆる外乱のうち、少なくとも1つの外乱の変化量を表す情報を意味する。

【0029】

構成6. 本構成のグロープラグの通電制御装置は、上記構成1乃至5のいずれかにおいて、前記グロープラグが使用される環境に応じた環境温度の情報を取得する環境温度取得

50

手段を備えるとともに、前記環境温度の情報に基づいて、前記目標抵抗値が設定され、少なくとも前記グロープラグに対する通電再開の直後から予め設定された所定期間の間ににおいて、前記目標抵抗値は、前記環境温度の情報に基づく変動を除いて、固定値とされることを特徴とする。

【0030】

尚、「所定期間」は、中間昇温の初期段階において、特にグロープラグにオーバーシュートが生じやすい期間であり、グロープラグや内燃機関の特性に応じて変動し得るが、例えば、内燃機関の停止時から、グロープラグの急速昇温（ブリグロー）に要する時間と同程度の時間とすることができます。

【0031】

上記構成6によれば、目標抵抗値を設定する際に、水温や油温の変化等を示す環境情報が参照される。そのため、目標抵抗値をより一層適切に設定することができ、グロープラグの温度をより一層確実に、かつ、より一層正確に目標温度に到達させることができる。また、グロープラグの温度を目標温度にて一層安定した状態で維持することができる。

【0032】

一方で、グロープラグに対する通電再開の直後から前記所定期間の間は、環境温度の情報に基づく変動を除いて、目標抵抗値が固定値とされている。すなわち、前記所定期間の間ににおいては、上記構成5のような外乱に対する目標抵抗値の補正が行われないようになっている。従って、中間昇温の初期段階（グロープラグの抵抗値が比較的低い場合）において、目標抵抗値ひいては中間目標抵抗値がやや低めに抑えられることとなる。このため、グロープラグのオーバーシュートをより一層確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】GCUによってグロープラグへの通電を制御するシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】水温補正式の例を示すグラフである。

【図3】スワール補正式の例を示すグラフである。

【図4】通電時間の経過に伴う、中間目標抵抗値やグロープラグの抵抗値等の推移を示すグラフである。

【図5】GCU動作プログラムのメインルーチンを示すフローチャートである。

【図6】エンジンキーがオンとされたときに行われる通電制御を示すフローチャートである。

【図7】中間昇温が行われる際の処理を示すフローチャートである。

【図8】中間目標抵抗値の初期値の設定処理を示すフローチャートである。

【図9】目標抵抗値の設定処理を示すフローチャートである。

【図10】中間目標抵抗値の更新処理を示すフローチャートである。

【図11】従来手法により中間昇温を行った際のグロープラグの温度推移を示すグラフである。

【図12】（a）は、グロープラグの一部破断正面図であり、（b）は、グロープラグ先端部の部分拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下に、一実施形態について図面を参照しつつ説明する。通電制御装置としてのグロープラグ装置（GCU）21は、グロープラグ1の通電を制御し、自動車のディーゼルエンジン（以下、「エンジン」と称す）ENの始動補助及び駆動安定性の向上のために用いられるものである。

【0035】

まず、GCU21の説明に先立って、GCU21によって制御されるグロープラグ1の概略構成を説明する。

【0036】

10

20

30

40

50

図12(a), (b)に示すように、グロープラグ1は、筒状の主体金具2と、主体金具2に装着されたシースヒータ3とを備えている。

【0037】

主体金具2は、軸線CL1方向に貫通する軸孔4を有するとともに、その外周面には、エンジンENへの取付用のねじ部5と、トルクレンチ等の工具を係合させるための断面六角形状の工具係合部6とが形成されている。

【0038】

シースヒータ3は、チューブ7と中軸8とが軸線CL1方向に一体化されて構成されている。

【0039】

チューブ7は、鉄(Fe)又はニッケル(Ni)を主成分とする先端部が閉じた筒状チューブであり、前記チューブ7の後端は、中軸8との間で環状ゴム16により封止されている。加えて、前記チューブ7の内側には、チューブ7先端に接合される発熱コイル9と、当該発熱コイル9の後端に直列接続された制御コイル10とが酸化マグネシウム(MgO)粉末等の絶縁粉末11とともに封入されている。

10

【0040】

発熱コイル9は、例えば、Fe-クロム(Cr)-アルミニウム(Al)系合金からなる抵抗発熱線により構成されている。一方で、制御コイル10は、例えばNiを主成分とする抵抗発熱線により構成されている。尚、発熱コイル9、及び、制御コイル10のうち少なくとも発熱コイル9は、自身の温度変化に対して自身の抵抗値が正の相関をもって変化するものである。

20

【0041】

加えて、チューブ7には、スウェーディング加工等によって、その先端部に発熱コイル9等を収容する小径部7aが形成されるとともに、その後端側において小径部7aよりも径の大きな大径部7bが形成されている。そして、この大径部7bが、主体金具2の軸孔4に形成された小径部4aに対し圧入接合されることにより、チューブ7が主体金具2の先端より突出した状態で保持されている。

【0042】

中軸8は、自身の先端がチューブ7内に挿入され、制御コイル10の後端と電気的に接続されるとともに、主体金具2の軸孔4に挿通されている。中軸8の後端は主体金具2の後端から突出しており、この主体金具2の後端部においては、ゴム製等のOリング12、樹脂製等の絶縁ブッシュ13、絶縁ブッシュ13の脱落を防止するための押さえリング14、及び、通電用のケーブル接続用のナット15が先端側からこの順序で中軸8に嵌め込まれた構造となっている。

30

【0043】

次に、本発明の特徴であるグロープラグの制御制御装置(GCU)21について説明する。

【0044】

図1は、GCU21によってグロープラグ1への通電制御を行うシステムの概略構成を示すブロック図である。尚、図1では、グロープラグ1を1つのみ示しているが、実際のエンジンENには複数の気筒が設けられており、各気筒に対応してグロープラグ1や後述のスイッチ39が設けられる。また、GCU21による通電制御は、各グロープラグ1に対して独立で行われるが、制御方法は同一である。従って、以下においては、任意のひとつのグロープラグ1に対してGCU21が行う通電制御について説明する。

40

【0045】

GCU21は、バッテリVAから供給される電力によって動作するものであり、CPUやROM、RAM等を有するマイクロコンピュータ31を備えている。

【0046】

マイクロコンピュータ31は、通電制御プログラム等の各種プログラムを実行するものであり、エンジンキーEKがオン又はオフの状態であることを示す信号が入力されるよう

50

に構成されている。また、前記 C P U の起動時にはイニシャライズ（例えば、内部レジスタや R A M のクリア、各種フラグやカウンタへの初期値の設定など、いわゆる初期化処理）が行われる。

【 0 0 4 7 】

加えて、G C U 2 1 には、スイッチ 3 9 が設けられている。ここで、G C U 2 1 によるグローブラグ 1 への通電制御は、P W M 制御により行われ、スイッチ 3 9 は、マイクロコンピュータ 3 1 からの指示に従い、グローブラグ 1 への通電のオン・オフが切り替えられるようになっている。

【 0 0 4 8 】

さらに、マイクロコンピュータ 3 1 は、グローブラグ 1 の抵抗値（尚、「グローブラグ 1 の抵抗値」は、発熱コイル 9 の抵抗値に、制御コイル 1 0 や中軸 8 、グローブラグ 1 に接続される電力供給用のハーネスの抵抗値、また、主体金具 2 の抵抗値をも加えた値である）を測定するための抵抗値取得手段 3 2 を備えている。本実施形態において、グローブラグ 1 の抵抗値は次のようにして取得される。すなわち、前記スイッチ 3 9 は、電流検知機能を有するF E T（電界効果トランジスタ）を、N P N 型トランジスタ等を介して動作させるように構成されており、また、グローブラグ 1 の電力供給用の端子に対して、分圧抵抗 4 0 , 4 1 を介して、マイクロコンピュータ 3 1 が接続されている。従って、マイクロコンピュータ 3 1 は、F E T からグローブラグ 1 に流れる電流を取得できるとともに、グローブラグ 1 に印加される電圧を分圧した電圧を取得できる。抵抗値取得手段 3 2 は、マイクロコンピュータ 3 1 に入力された電圧に基づいてグローブラグ 1 への印加電圧を算出し、当該印加電圧とグローブラグ 1 に流れる電流とからグローブラグ 1 の抵抗値を得ることができる。

【 0 0 4 9 】

尚、スイッチ 3 9 として、電流検知機能を備えない比較的低廉なF E T を用いることとしてもよい。この場合には、例えば、スイッチ 3 9 及びグローブラグ 1 間にシャント抵抗を設け、当該シャント抵抗を流れる電流を測定することにより、グローブラグ 1 の抵抗値を測定することとしてもよい。また、スイッチ 3 9 に対して並列に電流検知用の抵抗を設け、グローブラグ 1 への通電がオフのときに所定の電流を流し、得られる分圧に基づいて、グローブラグ 1 の抵抗値を算出することとしてもよい。

【 0 0 5 0 】

加えて、G C U 2 1 は、所定の通信手段（例えば、C A N 等）を介して自動車の電子制御装置（E C U ）4 2 と接続されている。E C U 4 2 には、エンジン E N の冷却水の水温を測定する水温センサ S E の測定値が入力されており、G C U 2 1 は、環境温度の情報としてE C U 4 2 から冷却水の水温（水温情報）を取得する。尚、G C U 2 1 は、E C U 4 2 から水温情報を取得することなく、水温センサ S E から水温情報を直接取得することとしてもよい。尚、水温センサ S E が、本発明における「環境温度取得手段」に相当する。

【 0 0 5 1 】

さらに、G C U 2 1 は、グローブラグ 1 の交換を検知する機能を備えている。尚、グローブラグ 1 の交換は、次のようにして検知される。すなわち、エンジン E N の停止時において、グローブラグ 1 側へと短時間（例えば、2 5 m s ）ごとに通電を行い、そのときに印加された電圧と流された電流とから、グローブラグ 1 側の抵抗値を定期的に取得する。そして、取得された抵抗値が所定の閾値（交換判定値）よりも大きいか否かを比較する。グローブラグ 1 がエンジン E N から取外されている場合には、グローブラグ 1 が存在しないため、電流は流れず、その結果、取得された抵抗値が非常に大きなものとなる。従って、グローブラグ 1 の抵抗値が交換判定値よりも大きければ、グローブラグ 1 が取外された、すなわちグローブラグ 1 が交換されたものと判定され、交換フラグが成立される。一方で、通電抵抗値が交換判定値以下の場合には、グローブラグ 1 は交換されていないものと判定される。尚、グローブラグ 1 の交換検知手法はこれに限定されるものではなく、他の手法（例えば、利用者が所定の入力手段により、G C U 2 1 に対してグローブラグ 1 が交換されたことを示す信号を入力する手法など）を用いることとしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0052】

また、上記のように構成されるGCU21においては、グロープラグ1への通電制御を行う上で、グロープラグ1の温度と抵抗値との相関関係に対し、キャリブレーション（補正／調整）を行って、グロープラグ1についての補正前目標抵抗値 $R_0$ を得ている。尚、「補正前目標抵抗値 $R_0$ 」は、後述するグロープラグ1の通電制御において、グロープラグ1の目標温度に対応するグロープラグ1の抵抗値（目標抵抗値 $R_{TAR}$ ）を算出する上で、そのもととなる抵抗値をいう。

## 【0053】

グロープラグ1のキャリブレーションは、グロープラグ1の交換が検知された場合や、補正前目標抵抗値 $R_0$ がクリアである場合に行われる。そして、燃焼室内で生じるスワールや燃料噴射による冷却などの外乱の影響を避けるため、エンジンENの非駆動時に行われる。また、キャリブレーションでは、グロープラグ1をエンジンENの始動時における温度と同程度に加熱するため、電力の消費量が大きい。従って、エンジンENが駆動され、次いで停止されたとき、つまり、バッテリVAの充電がなされたことが見込まれるときにキャリブレーションが行われるようになっている。

## 【0054】

また、キャリブレーションは次のようにして行われる。すなわち、個々のグロープラグ1の抵抗値には、諸要因によるばらつきがあり、同一品番のものであっても、温度と抵抗値との関係は、そのばらつきの影響を受けるが、投入電力の積算量と発熱量との関係は、グロープラグ1の発熱抵抗体（発熱コイル9）の材質によるものであり、ばらつきが比較的小さい。そこで、基準となる発熱抵抗体に通電し、その温度上昇を、制御目標とする温度（目標温度）で飽和するように通電し、そのときの投入電力の積算量（積算電力量）を予め求めておく。そして、キャリブレーションにおいては、この積算電力量を、キャリブレーションの対象とするグロープラグ1に投入し、このとき（前記積算電力量を投入したとき）のグロープラグ1の抵抗値を各グロープラグ1ごとに補正前目標抵抗値 $R_0$ として求めている。それぞれの補正前目標抵抗値 $R_0$ に基づいて各グロープラグ1の抵抗値制御を行えば、複数のグロープラグ1同士の固体間のバラツキが無くなるように補正されることとなる。尚、本実施形態では、こうして求めた抵抗値を補正前目標抵抗値 $R_0$ として用いているが、キャリブレーションの方法はこの方法のみに限定されるものではない。

## 【0055】

また、マイクロコンピュータ31には、配線等の断線や過電流等の異常を検知する機能が設けられている。そして、マイクロコンピュータ31により、配線等の断線やスイッチ39に流れる電流が非常に大きい場合等の異常が検知された場合には、構成部品（例えば、スイッチ39のFET等）の破損防止を図るべく、スイッチ39が制御され、グロープラグ1に対する通電が停止されるようになっている。尚、GCU21の回路構成により、断線等の異常を検知する機能を実現することとしてもよい。

## 【0056】

さらに、マイクロコンピュータ31は、急速昇温手段33と、保温通電手段34と、中間昇温手段35とを備えている。

## 【0057】

急速昇温手段33は、エンジンキーEKがオンとされたときに、グロープラグ1に大電力を供給し、グロープラグ1を所定の目標温度（本実施形態では、1200）へと急速に昇温させるものである。

## 【0058】

この急速昇温通電では、グロープラグ1に投入する電力と経過時間との関係を示す曲線を、予め作成した基準となる曲線に一致させることで、グロープラグ1の特性によらずグロープラグ1を急速に（例えば約2.0秒で）目標温度まで昇温させる。具体的には、予め定めた上記基準とする曲線を示す関係式又はテーブルを用い、通電開始からの経過時間に応じた各時点においての投入すべき電力を求める。グロープラグ1に流れる電流と、その時点においての投入すべき電力の値との関係から、グロープラグ1に印加すべき電圧を

10

20

30

40

50

求め、PWM制御により、グローブラグ1に印加する電圧を制御する。これにより、基準とする曲線と同じカーブを描くようにして電力の投入が行われ、昇温過程の各時点までに投入された電力の積算量に応じ、グローブラグ1が発熱する。従って、上記基準とする曲線に沿った電力の投入が完了すれば、グローブラグ1は基準曲線通りの時間で目標温度に到達する。

【0059】

保温通電手段34は、グローブラグ1が前記目標温度に到達した後に、所定時間の間、グローブラグ1を目標温度にて維持するように、グローブラグ1に対する保温通電（アフターグローとも呼ばれる）を行うものである。グローブラグ1の保温通電を行うことで、エンジンENの始動前においては、エンジンENをいつでも始動可能な状態とすることが可能である。また、エンジンENの始動後においては、エンジンの燃焼室内の暖気が促進されるため、ディーゼルノックの発生を防止でき、騒音や白煙の発生、HC成分の排出抑制を図ることができる。10

【0060】

加えて、保温通電においては、グローブラグ1の現在の抵抗値Rと目標抵抗値R<sub>TAR</sub>との差分に基づいて、グローブラグ1に対する通電が制御される。尚、「目標抵抗値R<sub>TAR</sub>」は、キャリブレーションにより得られたグローブラグ1の補正前目標抵抗値R<sub>0</sub>に対して、水温の変動やスワール等の外乱の影響を補正したものである。本実施形態における保温通電では、PI制御により、前記差分（R<sub>TAR</sub> - R）に基づいた制御実効電圧V<sub>1</sub>が設定される。そして、設定された前記制御実効電圧V<sub>1</sub>と、GCU21からグローブラグ1への出力電圧（コントローラ出力電圧）とにに基づいて、Duty比が計算され、当該Duty比に基づいてグローブラグ1への通電が制御される。尚、Duty比を算出するに当たっては、GCU21からの出力電圧に代えて、バッテリVAの供給電圧を用いてDuty比を計算することとしてもよい。20

【0061】

本実施形態において、制御実効電圧V<sub>1</sub>は、「 $V_1 = V_0 + K \times \{ (R_{TAR} - R) + (T_s / T_1) \times (R_{TAR} - R) \}$ 」の式に基づいて設定される（尚、V<sub>0</sub>は基準実効電圧、Kは比例項係数、T<sub>1</sub>は積分項係数、T<sub>s</sub>はサンプリング時間であり、本実施形態では、前記係数K、T<sub>1</sub>、及び、時間T<sub>s</sub>が所定の数値に予め設定されている）。また、基準実効電圧V<sub>0</sub>は、外乱のない状態におけるグローブラグ1の温度と当該温度に到達するためにグローブラグ1へと印加すべき実効電圧との関係式（電圧温度関係式）から、設定された目標温度に基づいて取得される。尚、電圧温度関係式は、グローブラグの温度と基準実効電圧V<sub>0</sub>についてほぼ一次の相関を有するものであり、本実施形態では予め用意されている。30

【0062】

尚、急速昇温通電後、保温通電前において、所定期間（例えば、20秒）後に、グローブラグ1の抵抗値が目標抵抗値R<sub>TAR</sub>にて飽和するように、グローブラグ1へと電力を投入することとしてもよい。これにより、グローブラグ1の温度をより安定して目標温度にて維持することができる。

【0063】

中間昇温手段35は、エンジンENの駆動中において、グローブラグ1への再通電を行うことで、グローブラグ1を再度昇温させる（中間昇温を行う）ものである。中間昇温においては、前記保温通電と同様に、PI制御により、グローブラグ1の現在の抵抗値Rと後述する中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との抵抗値の差分（R - R<sub>MID</sub>）に基づいて、グローブラグ1に印加すべき制御実効電圧V<sub>1</sub>が算出される。そして、算出された制御実効電圧V<sub>1</sub>と前記コントローラ出力電圧とによりDuty比が計算され、当該Duty比に基づいてグローブラグ1への通電が制御される。尚、中間通電は、保温通電手段34による通電後、グローブラグ1の再加熱が必要な場合や、異常発生に伴いグローブラグ1への通電を停止した状態において、異常状態から復帰し、通電を再開する場合に行われる。40

【0064】

前記中間昇温手段35は、差分算出手段36と、中間値設定手段37と、中間値更新手段38とを備えている。

【0065】

差分算出手段36は、抵抗値取得手段32により得られたグロープラグ1の抵抗値Rと目標抵抗値 $R_{TAR}$ との差分Xを算出するものである。当該差分Xは、いわばグロープラグ1の温度が目標温度に対してどの程度低いものとなっているかを示すものである。

【0066】

尚、目標抵抗値 $R_{TAR}$ は、保温通電時と同様に、グロープラグ1の補正前目標抵抗値 $R_0$ に対して、水温変化による影響の分や、スワール等の外乱の影響の分だけ補正された値が設定される。

10

【0067】

ここで、水温変化に対する補正は、次のようにして行われる。すなわち、水温と補正值との関係を示す、予め設定された補正式（水温補正式）に基づいて、水温センサSEにより計測された水温とキャリブレーション時に保存された水温との差分から水温変化分補正值 $R_1$ を導出する。そして、導出した水温変化分補正值 $R_1$ を補正前目標抵抗値 $R_0$ に対して合算することで、水温変化の影響が補正された目標抵抗値 $R_{TAR}$ が得られる。尚、水温補正式は、各型式のエンジンごとに特定可能であり（換言すれば、プラグの種類によっては変化しないものであり）、例えば、図2に示すように、水温と水温変化分補正值とが所定の一次の相関を有するものである。

【0068】

20

また、本実施形態において、スワール等の外乱に対する補正は次のように行われる。すなわち、予め設定されたスワール補正式に基づいて、所定時間内においてグロープラグ1に印加された実効電圧の平均値（平均実効電圧）と、グロープラグ1を目標温度にするにあたり、印加すべき実効電圧としてグロープラグの種類（品番）ごとに設定された標準実効電圧との差分から、スワール分補正值 $R_2$ を導出する。そして、導出したスワール分補正值 $R_2$ を補正前目標抵抗値 $R_0$ に対して合算することで、スワール等の外乱の影響が補正された目標抵抗値 $R_{TAR}$ が得られる。

【0069】

尚、スワール補正式は、机上試験において、エンジン回転数や負荷、水温等を種々変更してエンジン単体を駆動させることで予め求められており、図3に示すように、平均実効電圧から標準実効電圧を減じて得た差分（実効電圧差分）と、当該差分に対応するスワール分補正值 $R_2$ （つまり、エンジン駆動時のグロープラグの抵抗値と、エンジン非駆動時のグロープラグの抵抗値との差分に相当する）との関係式である。特に本実施形態では、実効電圧差分とスワール分補正值 $R_2$ とがほぼ一次の相関を有するものと経験的に認められることを鑑みて、平均実効電圧が標準実効電圧と等しいときにスワール分補正值 $R_2$ が0となる点を基準点とした上で、エンジン回転数や負荷等を変更して得られた実効電圧差分とスワール分補正值 $R_2$ との関係を示す数点の座標を用いて一次式を導出し、当該一次式を補正式として用いている。尚、当該補正式は、各グロープラグ1の通電制御を行うにあたって共通に用いられる。また、本実施形態では、標準実効電圧として、グロープラグ1の種類に対応した値が予め設定されている。

30

【0070】

また、本実施形態では、中間昇温の開始から予め設定された所定期間 $T_1$ （例えば、2.0秒）が経過するまでの間、補正前目標抵抗値 $R_0$ に対して、スワール等の外乱に対する補正が行われず、水温変化に対する補正のみが行われる。そして、前記所定期間 $T_1$ の経過後に、補正前目標抵抗値 $R_0$ に対して、水温変化に対する補正に加えて、スワール等の外乱に対する補正が行なわれる。

40

【0071】

前記中間値設定手段37は、差分算出手段36により算出された差分Xに基づいて、中間昇温において、グロープラグ1を抵抗値制御する際の目標となる抵抗値である中間目標抵抗値 $R_{MID}$ の初期値を設定する。中間目標抵抗値 $R_{MID}$ の初期値は、前記差分Xに対

50

応したオフセット値  $R_{OFF}$  を目標抵抗値  $R_{TAR}$  から減算することで得られる。

【0072】

ここで、オフセット値  $R_{OFF}$  は、差分  $X$  ごとに予め設定されており、本実施形態では、差分  $X$  が大きいほど（すなわち、グロープラグ 1 の温度が目標温度から離れているほど）大きな値が設定されている。但し、差分  $X$  が、予め設定された所定の最大差分  $X_{MAX}$ （例えば、800m）よりも大きい場合、前記オフセット値  $R_{OFF}$  は、所定の最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$ （例えば、200m）とされている。

【0073】

尚、最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  は、次のようにして決められている。すなわち、グロープラグ 1 の抵抗値  $R$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分がある一定値以上のものとなると、グロープラグ 1 を P I 制御した際に、 $Duty$  比が最大（100%；尚、過昇温等の防止を図るべく、 $Duty$  比の最大が 98% 程度に制限されることもある）となる。換言すれば、グロープラグ 1 の抵抗値  $R$  が、目標抵抗値  $R_{TAR}$  に対してある一定値以上離れている場合には、 $Duty$  比を最大としても、グロープラグ 1 にオーバーシュート（過昇温）を生じさせることなく、グロープラグ 1 を加熱できる。

【0074】

この点を考慮して、本実施形態では、 $Duty$  比を最大とする前記差分のうち、最も小さな値（前記ある一定値）が最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  とされている。このように最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  を設定することで、目標抵抗値  $R_{TAR}$  から当該最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  を減じて得た中間目標抵抗値  $R_{MID}$  に基づいてグロープラグ 1 を P I 制御したときに、グロープラグ 1 への投入電力が、グロープラグ 1 にオーバーシュートが生じない程度に抑制されることとなる。

【0075】

一方で、最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  は、前記差分のうち最小の値とされているため、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の最小値（ $R_{TAR} - R_{OFFMAX}$ ）は比較的大きな値となる。そのため、中間昇温の初期段階であって、グロープラグ 1 の温度と目標温度との差が比較的大きな場合において、グロープラグ 1 の急速昇温性を向上させることができる。尚、最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  は、制御するグロープラグの種類（例えば、発熱コイル 9 や制御コイル 10 を構成する素材の相違）や、エンジンの種類（例えば、エンジン動作中における冷却量の相違）等に基づいて個別的に設定することができる。

【0076】

中間値更新手段 38 は、通電時間の経過に伴って、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を徐々に増加させ、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を更新するものである。本実施形態では、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分が小さくなるほど、単位時間当たりの中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の増加量が段階的に小さくなるように構成されている。

【0077】

具体的には、図 4 のグラフ 1, 2（尚、図 4 において、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を太線にて示す）に示すように、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$ （例えば、1.2）との差分が、予め設定された所定の第 1 闘値  $D_1$ （本実施形態では、0.13）以上であるとき、単位通電時間当たりに  $1 (m / s)$  の割合（本実施形態では、通電時間 50 ms ごとに 1 m の割合）で中間目標抵抗値  $R_{MID}$  が増加させられる。また、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分が、前記第 1 闘値  $D_1$  と所定の第 2 闘値  $D_2$ （本実施形態では、0.05）との間にあるとき、単位通電時間当たりに  $2 (m / s)$  の割合（本実施形態では、通電時間 80 ms ごとに 1 m ずつの割合）で中間目標抵抗値  $R_{MID}$  が増加させられる。さらに、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分が、前記第 2 闘値  $D_2$  未満であるとき、単位通電時間当たりに  $3 (m / s)$  の割合（本実施形態では、通電時間 500 ms ごとに 1 m ずつの割合）で中間目標抵抗値  $R_{MID}$  が増加させられる。そして最終的に、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R$  との差分が極めて小さくなったとき（前記差分が予め設定された所定の第 3 闘値  $D_3$  以下となったとき）、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  が目標抵抗値  $R_{TAR}$  と等しい値に設定される。尚、中間昇温開始からの通電

10

20

30

40

50

時間  $t_n$  は図示しないタイマによって計測される。また、図 4 のグラフ 1, 2 は、目標抵抗値  $R_{TAR}$  を一定とした場合における中間目標抵抗値  $R_{MID}$  などの推移を示しており、目標抵抗値  $R_{TAR}$  の変動に従って中間目標抵抗値  $R_{MID}$  などの推移は変化する。尚、本実施形態において、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の更新は、一定間隔で行われるようになっている。

#### 【0078】

次に、GCU21 がグローブラグ 1 に対して行う通電制御の具体例について、図 5 ~ 図 10 のフローチャートに従って説明する。図 5 は、GCU動作プログラムのメインルーチンであり、図 6 は、エンジンキー EK がオンのときに割り込んで行われる通電制御を示すフローチャートである。また、図 7 は、中間昇温が行われる際の処理を示すフローチャートである。加えて、図 8 は、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の初期値の設定処理を示すフローチャートであり、図 9 は、目標抵抗値  $R_{TAR}$  の設定処理を示すフローチャートである。さらに、図 10 は、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の更新処理を示すフローチャートである。

10

#### 【0079】

まず、図 5 に示すように、S1において、GCU21 にバッテリ VA が接続され（例えば、車両が組立てられ、GCU21 とバッテリ VA が接続されたときや、グローブラグ 1 の交換時にバッテリ VA を一度取外して再度着け直したときなど）、GCU21 が起動すると、S2において、RAM のリセットや補正前目標抵抗値  $R_0$  のリセット等、マイクロコンピュータ 31 の初期化処理が行われる。

#### 【0080】

次いで、S3において、マイクロコンピュータ 31 が待機モード（省電力モード）に設定される。この待機モード（S3）においてはグローブラグ 1 の交換検知が行われてあり、交換が検知された後であって、エンジンキー EK がオンからオフとされたときに、キャリブレーションが行われ、グローブラグ 1 の補正前目標抵抗値  $R_0$  が得られるようになっている。尚、本実施形態では、キャリブレーションが既に行われ、補正前目標抵抗値  $R_0$  が取得されているものとする。

20

#### 【0081】

待機モード（S3）においては、エンジンキー EK がオンとされたことによる割り込み信号がマイクロコンピュータ 31 に入力されるまで、その状態が維持される。

#### 【0082】

エンジンキー EK がオンとされ、マイクロコンピュータ 31 に割り込み信号が入力されると、通常モードに移行し、図 6 に示すように、エンジンキー EK に接続されたマイクロコンピュータ 31 の端子電圧から、エンジンキー EK がオンであるか否かが確認される（S11）。このとき、エンジンキー EK がオンに操作されているときには、S12 に進む。

30

#### 【0083】

そして、S12において、初回フラグのチェックが行われる。「初回フラグ」は、通電制御プログラムにおいて、エンジンキー EK がオンの場合に繰り返し実行される一連の処理の中で、特定の初期設定処理（後述する S13, S14）の実行を、エンジンキー EK がオフからオンとされた時にのみ実行させるため、その判定条件に用いられるフラグである。初回フラグは初期状態では 0 とされている。

40

#### 【0084】

初回フラグが非成立（0）である場合（S12；No）、次回以降の S12 ではスキップして S15 に進むことができるよう、S13 で初回フラグが 1 にセットされる。そして、補正前目標抵抗値  $R_0$  の読み出し（値の参照）が行われる（S14）。

#### 【0085】

次いで、グローブラグ 1 への通電を開始してからグローブラグ 1 の温度を所定の目標温度とするまでの間（S15；No）、グローブラグ 1 の温度を速やかに上昇させるための通電（急速昇温通電）が行われる（S16）。

#### 【0086】

その後 S11 に戻り、急速昇温通電が終了するまでの間、S11 ~ S16 の処理を繰り

50

返して、グローブラグ1の急速昇温通電を継続する。尚、S13において初回フラグが成立されているので、その後S12では、S13, S14の処理を行うことなく、S15に進むこととなる。

#### 【0087】

また、本実施形態では、S15における急速昇温通電の終了時期が以下の3つの条件のうち、いずれかが成立した場合とされている。1つ目は、急速昇温通電の開始からの経過時間が所定時間（例えば3.3秒）に達した場合である。2つ目は、グローブラグ1に投入された積算電力量が所定電力量（例えば約214J）となった場合である。これらの場合には、グローブラグ1の温度が目標温度に到達していると考えられるため、急速昇温通電を終了する。3つ目は、マイクロコンピュータ31によって測定されるグローブラグ1の抵抗値Rが、所定の抵抗値となった場合である。すなわち、グローブラグ1への電力の投入が開始された時点でグローブラグ1の温度が既にある程度高い場合（例えば、前回の通電停止後、十分に冷却されることなく再度の通電が行われた場合など）には、グローブラグの抵抗値Rが所定の抵抗値に達したときに電力の投入が停止される。これにより、グローブラグ1の過昇温を防止することができる。

#### 【0088】

S11～S16が繰り返されて急速昇温通電が継続されるうちに、上述した終了条件のいずれが満たされ、急速昇温通電が終了したと判断された場合（S15；Yes）、グローブラグ1への急速昇温通電が停止される（S17）。急速昇温通電後、本実施形態では、保温通電（いわゆるアフターグロー）が行われる。

#### 【0089】

保温通電においては、上述したように、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>から得られた制御実効電圧V<sub>1</sub>とGCU21からグローブラグ1への出力電圧（コントローラ出力電圧）とに基づいて、Duty比が計算され、当該Duty比に基づいてグローブラグ1への通電が制御される。以降、保温通電の終了条件が満たされる（すなわち、S18が「Yes」となる）までの間、保温通電（S19）が継続される。

#### 【0090】

保温通電が継続された後、保温通電が終了したと判断された場合（S18；Yes）、グローブラグ1への電力の投入が停止される（S20）。尚、保温通電の終了条件としては、例えば、保温通電の開始から所定時間（例えば、180s）が経過したときとすることができる。

#### 【0091】

保温通電（アフターグロー通電）の終了後、中間昇温信号が入力されると（S21；Yes）、グローブラグ1を再度発熱させるべく、中間昇温（S22）が行われる。中間昇温については、後に詳述する。

#### 【0092】

エンジンキーEKがオフに操作され、エンジンENの駆動が停止されると（S11；No）、次回のエンジンENの駆動時にS13等の処理が行われるように、初回フラグがリセットされる（S23）。そして、エンジンキーEKがオフとされたときに、グローブラグ1に対する急速昇温通電、保温通電、又は、中間昇温が行われている最中であった場合には（S24；Yes）、グローブラグ1への通電が停止され（S25）、マイクロコンピュータ31が待機モード（省電力モード）へと移行する。

#### 【0093】

次いで、中間昇温における通電制御について説明する。

#### 【0094】

中間昇温においては、図7に示すように、まず、S31において、中間昇温初回フラグがチェックされる。「中間昇温初回フラグ」は、中間昇温において、中間目標抵抗値R<sub>M1</sub>の初期値の設定を、中間昇温の初回時にのみ実行させるため、その判定条件に用いられるフラグである。中間昇温初回フラグは初期状態では0とされている。

10

20

30

40

50

## 【0095】

中間昇温初回フラグが非成立(0)である場合(S31; No)、次回以降のS31ではスキップしてS37に進むことができるよう、S32で中間昇温初回フラグが1にセットされる。次いで、グローブラグ1の抵抗値Rが取得される(S33)とともに、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>が設定される(S34)。このとき、中間昇温の開始から所定期間T<sub>1</sub>が経過していないものと考えられるため、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>としては、補正前目標抵抗値R<sub>0</sub>に水温変化分補正値R<sub>1</sub>を合算したものが設定される。

## 【0096】

その後、グローブラグ1の抵抗値Rと設定された目標抵抗値R<sub>TAR</sub>との差分Xが算出される(S35)。そして、S36において、得られた差分Xに基づいて、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>の初期値が設定される。

10

## 【0097】

すなわち、図8に示すように、差分Xが前記最大差分X<sub>MAX</sub>以上である場合には(S361; Yes)、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>の初期値として目標抵抗値R<sub>TAR</sub>から最大オフセット値R<sub>OFFMAX</sub>を減じた値が設定される(S362)。一方で、差分Xが最大差分Xよりも小さい場合には(S361; No)、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>の初期値として目標抵抗値R<sub>TAR</sub>から前記差分Xに対応するオフセット値R<sub>OFF</sub>だけ減じた値が設定される(S363)。

## 【0098】

次いで、S37において、中間昇温の開始からの経過時間に応じた目標抵抗値R<sub>TAR</sub>が設定される。すなわち、図9に示すように、中間昇温の開始から予め設定された所定期間T<sub>1</sub>が経過するまでの間(S371; No)は、補正前目標抵抗値R<sub>0</sub>に対して水温変化分補正値R<sub>1</sub>を合算した値が、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>として設定される(S372)。一方で、中間昇温の開始から予め設定された所定期間T<sub>1</sub>が経過したときには(371; Yes)、補正前目標抵抗値R<sub>0</sub>に対して、水温変化分補正値R<sub>1</sub>とスワール分補正値R<sub>2</sub>とを加えた値が、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>として設定される(S373)。

20

## 【0099】

次いで、S38において、通電時間の経過に伴って中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が徐々に増加させられることで、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が更新される。すなわち、図10に示すように、設定された目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との差分が前記第1閾値D<sub>1</sub>よりも大きい場合には(S381; Yes)、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が、前記<sub>1</sub>(m/s)に、今回の更新時において計測された通電時間t<sub>n</sub>と、前回の更新時において計測された通電時間t<sub>n-1</sub>との差分(t)を乗じた値だけ増加された値に更新される(S382)。

30

## 【0100】

目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との差分が前記第1閾値D<sub>1</sub>以下である場合(S381; No)、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との差分が前記第2閾値D<sub>2</sub>以上であるか否かがチェックされる(S383)。ここで、前記差分が第2閾値D<sub>2</sub>以上である場合(S383; Yes)には、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が、前記<sub>2</sub>(m/s)にtを乗じた値だけ増加された値に更新される(S384)。

## 【0101】

40

目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との差分が第2閾値D<sub>2</sub>未満である場合(S383; No)、前記差分が前記第3閾値D<sub>3</sub>以下であるか否かがチェックされる(S385)。ここで、前記差分が第3閾値D<sub>3</sub>よりも大きい場合には(S385; No)、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が、前記<sub>3</sub>(m/s)にtを乗じた値だけ増加された値に更新される(S386)。

## 【0102】

一方で、目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>との差分が第3閾値D<sub>3</sub>以下である場合(S385; Yes)、中間目標抵抗値R<sub>MID</sub>が目標抵抗値R<sub>TAR</sub>と等しい値に設定される(S387)。

## 【0103】

50

中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の更新後、S 3 9において、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  とグローブラグ 1 の抵抗値  $R$  とに基づいて、グローブラグ 1 に印加すべき制御実効電圧  $V_1$  が設定される。そして、制御実効電圧  $V_1$  と G C U 2 1 からグローブラグ 1 に対する出力電圧（コントローラ出力電圧）とに基づいて、D u t y 比が計算され（S 4 0）、当該 D u t y 比に従ってグローブラグ 1 への通電が制御される。以降、中間通電信号の入力がなくなる（S 2 1 が「No」となる）まで、又は、エンジンキー E K がオフとなるまで（S 1 1 が「No」となるまで）の間、中間昇温が行われる。

#### 【0104】

以上詳述したように、本実施形態によれば、中間昇温において、抵抗値制御方式によりグローブラグ 1 の通電制御が行われる。そのため、グローブラグ 1 への印加電圧に基づいて通電制御を行う場合に懸念される処理負担の増大等を招くことなく、グローブラグ 1 を比較的急速に昇温させることができる。

#### 【0105】

また、図 1 1 に示すように、中間昇温の初期からグローブラグ 1 の抵抗値を目標抵抗値  $R_{TAR}$  と一致するように通電制御した際には、グローブラグ 1 の温度が過昇温した後に、今度は低下に転じ、グローブラグ 1 が目標温度にて安定して発熱するまでに比較的長期間を有するところ、本実施形態では、まず、目標抵抗値  $R_{TAR}$  から、グローブラグ 1 の抵抗値  $R$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分  $X$  に対応したオフセット値  $R_{OFF}$  を減算した値が、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  として設定される。そして、通電時間の経過に伴って、最終的に目標抵抗値  $R_{TAR}$  と一致するように中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を徐々に増加させつつ、グローブラグ 1 の抵抗値  $R$  と中間目標抵抗値  $R_{MID}$  とが一致するようにグローブラグ 1 の通電が制御される。すなわち、グローブラグ 1 の過昇温が懸念される段階においては、本来の目標抵抗値  $R_{TAR}$  よりも低い抵抗値を中間的な目標抵抗値  $R_{MID}$  としてグローブラグ 1 の通電制御を行うことで、過昇温の発生をより確実に防止しつつ、グローブラグ 1 を急速に昇温させる。そして、グローブラグ 1 の温度低下が懸念される段階においては、その中間的な目標抵抗値  $R_{MID}$  を徐々に増加させることで、グローブラグ 1 の温度低下を招くことなく、グローブラグ 1 の温度を最終的に目標温度へと到達させる。このように目標抵抗値  $R_{TAR}$  よりも低い中間目標抵抗値  $R_{MID}$  に基づいて通電制御を行うとともに、徐々に中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を増加させることで、グローブラグ 1 のオーバーシュートをより確実に防止することができるとともに、目標温度付近におけるグローブラグ 1 の温度バラツキを効果的に抑制することができる。その結果、短期間のうちに、グローブラグ 1 を目標温度にてより安定的に発熱させることができる。

#### 【0106】

また、目標温度付近におけるグローブラグ 1 の温度バラツキを抑制することができるため、本実施形態では、グローブラグ 1 の目標温度をより高温（1200 以上）に設定することができる。その結果、エミッションの更なる低減を図ることができる。

#### 【0107】

さらに、グローブラグ 1 の抵抗値  $R$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分  $X$  が大きいほど、オフセット値  $R_{OFF}$  として大きな値が設定される。すなわち、目標温度に対するグローブラグ 1 の温度の低下量が大きく、グローブラグ 1 のオーバーシュートがより生じやすい場合には、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  として十分に小さな値が設定される。そのため、グローブラグ 1 のオーバーシュートをより一層確実に防止することができる。

#### 【0108】

一方で、グローブラグ 1 の抵抗値  $R$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分  $X$  が所定の最大差分  $X_{MAX}$  以上である場合には、オフセット値  $R_{OFF}$  が所定の最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  とされる。すなわち、グローブラグ 1 の温度と目標温度との差が十分に大きく、比較的大きな電圧を印加したとしてもグローブラグ 1 のオーバーシュートが生じにくい場合には、中間目標抵抗値  $R_{TAR}$  が低くされ過ぎることなく、中間目標抵抗値  $R_{TAR}$  として一定の値が設定される。このため、グローブラグ 1 をより急速に昇温させることができ、昇温に要する時間をより短縮することができる。

10

20

30

40

50

## 【0109】

また、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分が小さいほど、すなわち、グローブラグ 1 の温度が目標温度に近くなるほど、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の単位時間当たりの増加量が小さくされる。従って、グローブラグ 1 の過昇温を抑制しつつ、目標温度に達した後に、グローブラグ 1 をより一層安定的に目標温度にて発熱させることができる。

## 【0110】

さらに、目標抵抗値  $R_{TAR}$  が、水温の変化等を示す環境情報と、グローブラグ 1 に温度変化をもたらす外乱の変化量の情報とに基づいて更新される。従って、目標抵抗値  $R_{TAR}$  をより適切に設定することができ、グローブラグ 1 の温度をより確実に、かつ、より正確に目標温度に到達させることができる。また、グローブラグ 1 の温度をより一層安定して目標温度にて維持することができる。 10

## 【0111】

一方で、中間昇温においては、グローブラグ 1 に対する通電再開の直後から前記所定期間  $T_1$  の間は、環境温度の情報に基づく変動を除いて、目標抵抗値  $R_{TAR}$  が固定値とされている。すなわち、前記所定期間  $T_1$  の間においては、外乱に対する目標抵抗値  $R_{TAR}$  の補正が行われないようになっている。従って、中間昇温の初期段階（グローブラグ 1 の抵抗値  $R$  が比較的低い場合）において、目標抵抗値  $R_{TAR}$  ひいては中間目標抵抗値  $R_{MID}$  をやや低く抑えることができ、グローブラグ 1 のオーバーシュートをより一層確実に防止することができる。 20

## 【0112】

尚、上記実施形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施してもよい。勿論、以下において例示しない他の応用例、変更例も当然可能である。

## 【0113】

（a）上記実施形態では、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  が段階的に増加するように構成されているが、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を連続的に増加させる（通電時間に対して曲線状に変化させる）こととしてもよい。また、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の更新は、一定間隔で行われているが、通電時間やグローブラグ 1 の現在の抵抗値  $R$  に基づいて、更新タイミングを変化させることとしてもよい。

## 【0114】

（b）上記実施形態において、GCU21は、水温情報と、グローブラグ 1 に温度変化をもたらす外乱の変化量の情報とに基づいて、目標抵抗値  $R_{TAR}$  ひいては中間目標中間値  $R_{MID}$  を設定している。これに対して、環境温度の情報や外乱の変化量の情報を用いることなく、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を設定することとしてもよい。この場合には、処理負担の低減を図ることができるとともに、マイクロコンピュータ31が水温センサSE等から情報を得るための通信手段等を設ける必要がなく、製造コストの抑制を図ることができる。 30

## 【0115】

（c）上記実施形態において、GCU21は、発熱コイル9を有するグローブラグ 1（メタルグローブラグ）の通電を制御するように構成されているが、GCU21による制御の対象は、これに限定されるものではない。例えば、各部材の寸法やコイルの組成等は、GCU21で制御しやすいものに適宜変更可能である。また、グローブラグとしてもメタルグローブラグに限定されるものではない。従って、GCU21が、セラミックヒータを有するセラミックグローブラグの通電を制御するように構成することとしてもよい。 40

## 【0116】

（d）上記実施形態では、環境温度取得手段として水温センサSEが示されているが、環境温度取得手段は、水温センサSEのみに限定されるものではない。従って、例えば、吸気温度を測定するセンサや油温センサ等を環境温度取得手段として設け、これらセンサからの情報に基づいて、目標抵抗値  $R_{TAR}$  を設定することとしてもよい。

## 【0117】

（e）上記実施形態では、GCU21及びECU42が個別に設けられているが、ECU42が、前記GCU21の機能を有するように構成し、ECU42の有するGCUの機 50

能によりグロープラグ1の通電制御を行うこととしてもよい。

【0118】

(f) 上記実施形態では、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の初期値を設定する際 (S36) に、目標抵抗値  $R_{TAR}$  とグロープラグ1の抵抗値  $R$  との差分  $X$  が最大差分  $X_{MAX}$  以上となるときは、目標抵抗値  $R_{TAR}$  から最大オフセット値  $R_{OFFMAX}$  を減じた値が、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の初期値として設定されている。これに対して、差分  $X$  と最大差分  $X_{MAX}$  とを比較することなく、差分  $X$  に対応するオフセット値  $R_{OFF}$  を目標抵抗値  $R_{TAR}$  から減ずることで、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の初期値を設定することとしてもよい。

【0119】

(g) 上記実施形態では、S37における目標抵抗値  $R_{TAR}$  の設定に際して、中間昇温の開始からの経過時間によって、スワール分補正值  $R_2$  を合算するか否かの場合分けがされているが、このような場合分けを設けることなく、目標抵抗値  $R_{TAR}$  の設定を行うこととしてもよい。従って、例えば、中間昇温開始からの経過時間によることなく、スワール分補正值  $R_2$  を合算したものを、目標抵抗値  $R_{TAR}$  として設定することとしてもよい。

10

【0120】

(h) 上記実施形態では、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を更新する際に (S38) 、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  と目標抵抗値  $R_{TAR}$  との差分が小さいほど、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の単位時間当たりの増加量が小さくなるように設定されているが、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  の更新方法はこれに限定されるものではない。従って、例えば、単位時間当たりの増加量を変動させることなく、中間目標抵抗値  $R_{MID}$  を一定の割合で増加させることとしてもよい。

20

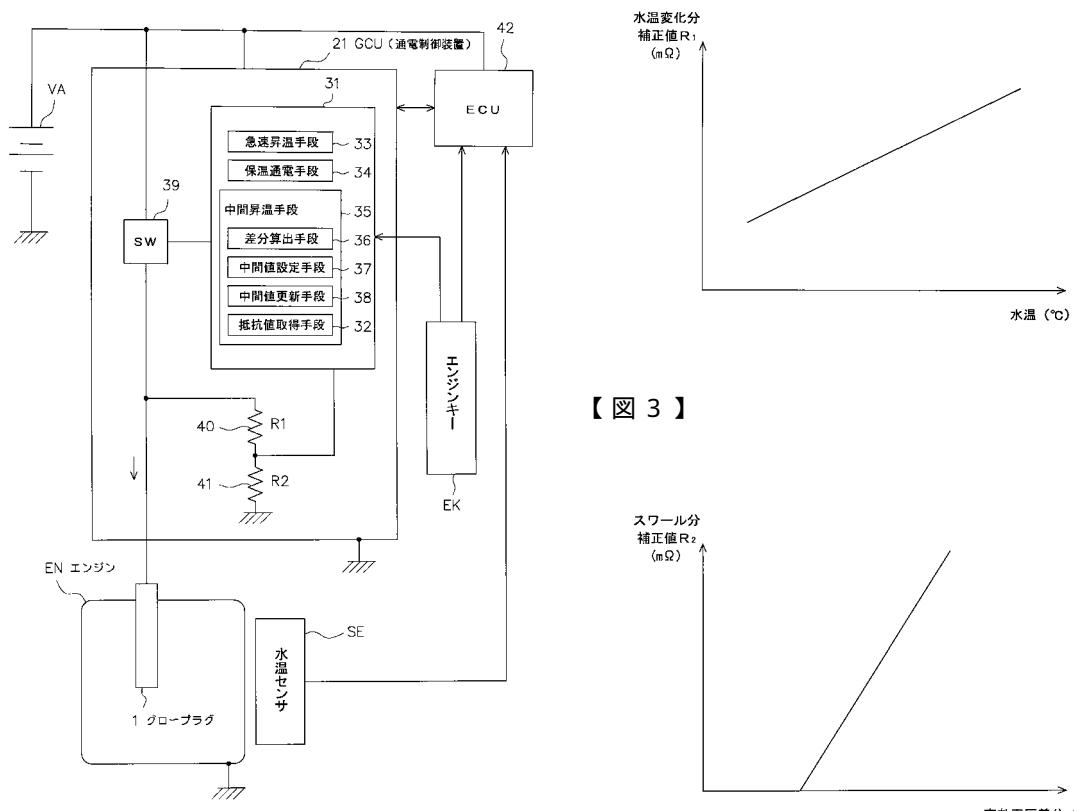
【符号の説明】

【0121】

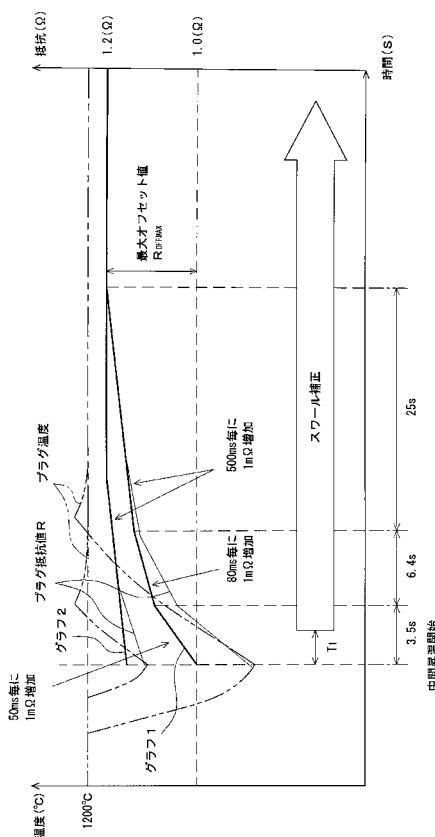
1…グロープラグ、21…GCU (通電制御装置)、32…抵抗値取得手段、34…保温通電手段、35…中間昇温手段、36…差分算出手段、37…中間値設定手段、38…中間値更新手段、EN…エンジン、SE…水温センサ (環境温度取得手段)。

【図1】

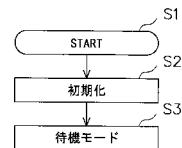
【図2】



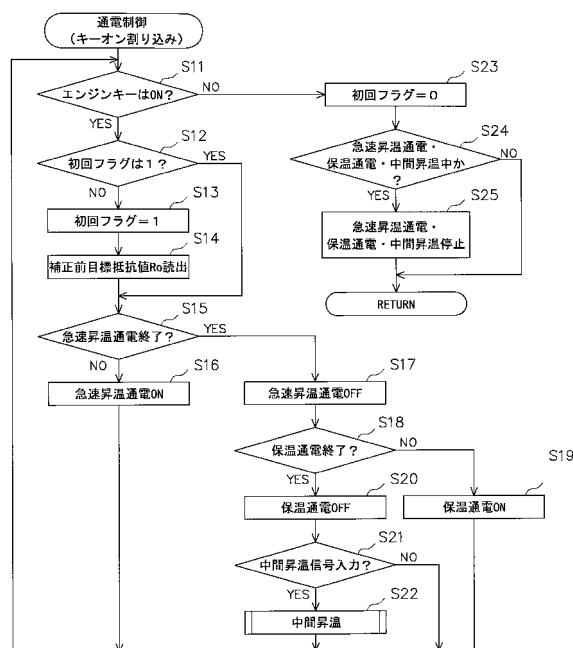
【図4】



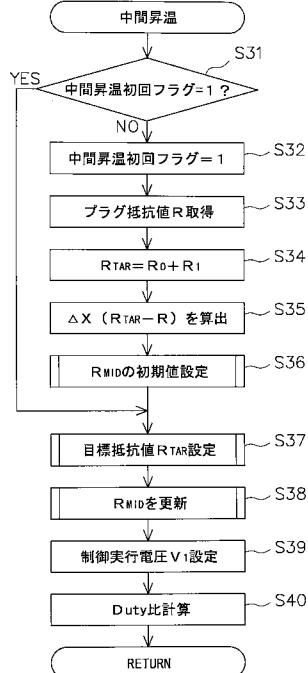
【図5】



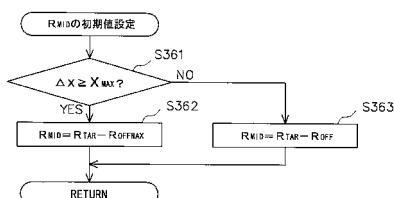
【図6】



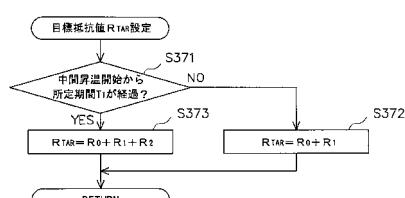
【図7】



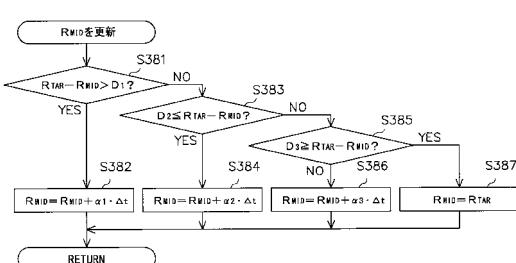
【図8】



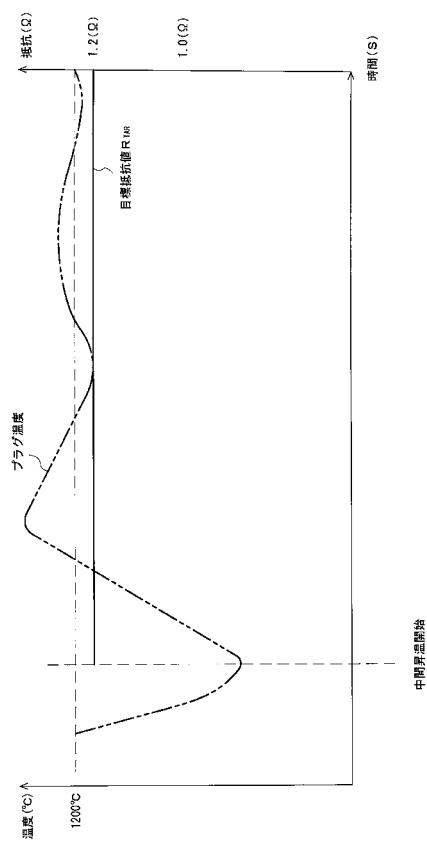
【図9】



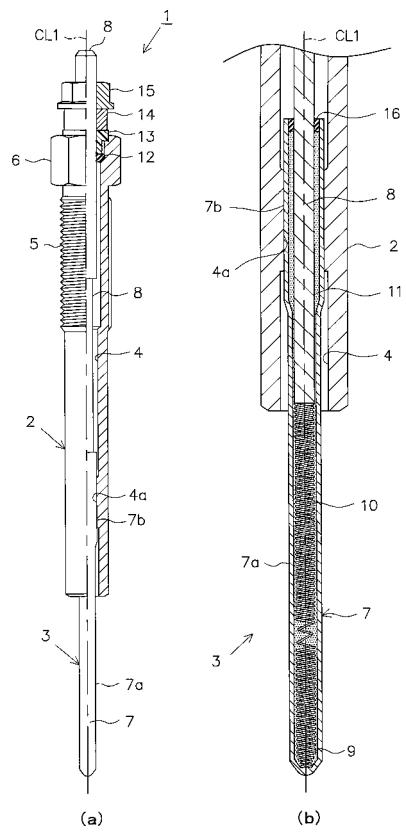
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-44579(JP,A)  
特開平8-312515(JP,A)  
特開2005-240707(JP,A)  
特開2004-108189(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02P 19/02