

(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.

F 0 2 P 19/02 (2006. 01)

F I

F 0 2 P 19/02 3 0 1 B

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-133772 (P2010-133772)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成22年6月11日 (2010. 6. 11)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-256822 (P2011-256822A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
(43) 公開日	平成23年12月22日 (2011. 12. 22)	(74) 代理人	100111095
審査請求日	平成25年5月13日 (2013. 5. 13)		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 1 4 番 1 8 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 1 4 番 1 8 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

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、

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】

【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期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

10

20

30

40

50

手段により、グロープ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比によりグロープラグへの通電が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、バッテリーからグロープ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比によりグロープラグへの通電が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、グロープラグを急速に昇温することができ、また、グロープラグの温度が目標温度に近づいた状態では、グロープ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】

【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、バッテリーからグロープ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プラグの発熱抵抗体が冷却された場合など、グロープ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。

【0007】

そこで、グロープラグの抵抗値に基づいた制御のみにより、グロープラグの通電制御を行うことが考えられる。ところが、グロープ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、グロープ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、グロープ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）のグロープラグの抵抗値が設定される。従って、グロープ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、グロープ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、グロープラグ（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、グロープ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、グロープラグの温度が、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、グロープ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。

【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、グロープ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、グロープラ

10

20

30

40

50

グの通電制御を行うグロープラグの通電制御装置であって、中間昇温時において、グロープラグの急速昇温を可能としつつ、グロープ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、グロープ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プ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．本構成のグロープ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プラグについて、前記グロープ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、前記グロープラグへの印加電圧を制御するグロープラグの通電制御装置であって、

前記グロープラグの取付けられた内燃機関の駆動中、前記グロープ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、前記グロープ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、

前記グロープ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プ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、

前記グロープ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、

前記グロープラグの抵抗値が前記中間目標抵抗値と一致するように、前記グロープ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プ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プラグの通電加熱が行われる場合もある。

【0012】

また、「グロープラグの抵抗値」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、グロープ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）のグロープ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プラグの通電制御が行われる。そのため、バッテリーからグロープ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、グロープ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プラグの通電を制御した場合には、グロープ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、グロープ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。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。

10

【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えてしまうことがないように、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。

20

【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。

30

【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。

40

【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遥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

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。

【 0 0 2 1 】

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

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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

【 0 0 2 6 】

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値が冷却され得る。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好ましい。

【 0 0 2 7 】

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値の冷却分を補うことができるように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

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

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（プリグロー）に要する時間と同程度の時間とすることができる。

【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酌される。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くなっている。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制御装置（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】

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。

【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。

【0041】

加えて、チューブ7には、スウェーピ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の後端と電氣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、ゴム製のリング12、樹脂製の絶縁ブッシュ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。

【0043】

次に、本発明の特徴であるグロープラグの制御装置(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1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。

【0045】

GCU21は、バッテリー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

10

20

30

40

50

に構成されている。また、前記CPUの起動時にはイニシャライズ（例えば、内部レジスタやRAM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。

【0047】

加えて、GCU21には、スイッチ39が設けられている。ここで、GCU21によるグロープラグ1への通電制御は、PWM制御により行われ、スイッチ39は、マイクロコンピュータ31からの指示に従い、グロープラグ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。

【0048】

さらに、マイクロコンピュータ31は、グロープラグ1の抵抗値（尚、「グロープラグ1の抵抗値」は、発熱コイル9の抵抗値に、制御コイル10や中軸8、グロープラグ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32を備えている。本実施形態において、グロープラグ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39は、電流検知機能を有するFET（電界効果トランジスタ）を、NPN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、グロープラグ1の電力供給用の端子に対して、分圧抵抗40, 41を介して、マイクロコンピュータ31が接続されている。従って、マイクロコンピュータ31は、FETからグロープラグ1に流れる電流を取得できるとともに、グロープラグ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32は、マイクロコンピュータ31に入力された電圧に基づいてグロープラグ1への印加電圧を算出し、当該印加電圧とグロープラグ1に流れる電流とからグロープラグ1の抵抗値を得ることができる。

【0049】

尚、スイッチ39として、電流検知機能を備えない比較的低廉なFET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39及びグロープラグ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、グロープラグ1の抵抗値を測定することとしてもよい。また、スイッチ39に対して並列に電流検知用の抵抗を設け、グロープラグ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、グロープラグ1の抵抗値を算出することとしてもよい。

【0050】

加えて、GCU21は、所定の通信手段（例えば、CAN等）を介して自動車の電子制御装置（ECU）42と接続されている。ECU42には、エンジンENの冷却水の水温を測定する水温センサSEの測定値が入力されており、GCU21は、環境温度の情報としてECU42から冷却水の水温（水温情報）を取得する。尚、GCU21は、ECU42から水温情報を取得することなく、水温センサSE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SEが、本発明における「環境温度取得手段」に相当する。

【0051】

さらに、GCU21は、グロープラグ1の交換を検知する機能を備えている。尚、グロープラグ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ENの停止時において、グロープラグ1側へと短時間（例えば、25ms）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、グロープラグ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）よりも大きいかな否かを比較する。グロープラグ1がエンジンENから取外されている場合には、グロープラグ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、グロープラグ1の抵抗値が交換判定値よりも大きければ、グロープラグ1が取外された、すなわちグロープラグ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、グロープラグ1は交換されていないものと判定される。尚、グロープラグ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、GCU21に対してグロープラグ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。

【 0 0 5 2 】

また、上記のように構成される G C U 2 1 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。

【 0 0 5 3 】

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 E N 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 E N の始動時における温度と同程度に加熱するため、電力の消費量が多い。従って、エンジン E N が駆動され、次いで停止されたとき、つまり、バッテリー V A 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。

【 0 0 5 4 】

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。

【 0 0 5 5 】

また、マイクロコンピュータ 3 1 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 3 1 により、配線等の断線やスイッチ 3 9 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 3 9 の F E T 等）の破損防止を図るべく、スイッチ 3 9 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、G C U 2 1 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。

【 0 0 5 6 】

さらに、マイクロコンピュータ 3 1 は、急速昇温手段 3 3 と、保温通電手段 3 4 と、中間昇温手段 3 5 とを備えている。

【 0 0 5 7 】

急速昇温手段 3 3 は、エンジンキー E K 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、1 2 0 0 ）へと急速に昇温させるものである。

【 0 0 5 8 】

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ける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、その時点における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、グロープラグ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、グロープラグ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、グロープラグ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、グロープラグ1が前記目標温度に到達した後に、所定時間の間、グロープラグ1を目標温度にて維持するように、グロープラグ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。グロープラグ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でき、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。

【0060】

加えて、保温通電においては、グロープラグ1の現在の抵抗値Rと目標抵抗値 R_{TAR} との差分に基づいて、グロープラグ1に対する通電が制御される。尚、「目標抵抗値 R_{TAR} 」は、キャリブレーションにより得られたグロープラグ1の補正前目標抵抗値 R_0 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（ $R_{TAR} - R$ ）に基づいた制御実効電圧 V_1 が設定される。そして、設定された前記制御実効電圧 V_1 と、GCU21からグロープラグ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プラグ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、バッテリー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。

【0061】

本実施形態において、制御実効電圧 V_1 は、「 $V_1 = V_0 + K \times \{ (R_{TAR} - R) + (T_s / T_i) \times (R_{TAR} - R) \}$ 」の式に基づいて設定される（尚、 V_0 は基準実効電圧、Kは比例項係数、 T_i は積分項係数、 T_s 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_i 、及び、時間 T_s 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_0 は、外乱のない状態におけるグロープラグ1の温度と当該温度に到達させるためにグロープラグ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、グロープラグの温度と基準実効電圧 V_0 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。

【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、グロープラグ1の抵抗値が目標抵抗値 R_{TAR} にて飽和するように、グロープラグ1へと電力を投入することとしてもよい。これにより、グロープラグ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、グロープラグ1への再通電を行うことで、グロープラグ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、グロープラグ1の現在の抵抗値Rと後述する中間目標抵抗値 R_{MID} との抵抗値の差分（ $R - R_{MID}$ ）に基づいて、グロープラグ1に印加すべき制御実効電圧 V_1 が算出される。そして、算出された制御実効電圧 V_1 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プラグ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、グロープラグ1の再加熱が必要な場合や、異常発生に伴いグロープラグ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。

【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 T_{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、水温と補正値との関係を示す、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

40

【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。

【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、800 m）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、200 m）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PI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PI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閾値 D_1 （本実施形態では、0.13）以上であるとき、単位通電時間あたりに γ_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閾値 D_1 と所定の第2閾値 D_2 （本実施形態では、0.05）との間にあるとき、単位通電時間あたりに γ_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閾値 D_2 未満であるとき、単位通電時間あたりに γ_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閾値 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

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。

【 0 0 7 8 】

次に、G C U 2 1 がグロープラグ 1 に対して行う通電制御の具体例について、図 5 ~ 図 1 0 のフローチャートに従って説明する。図 5 は、G C U 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 E K 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 1 0 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

【 0 0 7 9 】

まず、図 5 に示すように、S 1 において、G C U 2 1 にバッテリー V A が接続され（例えば、車両が組立てられ、G C U 2 1 とバッテリー V A が接続されたときや、グロープラグ 1 の交換時にバッテリー V A を一度取外して再度着け直したときなど）、G C U 2 1 が起動すると、S 2 において、R A M 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 3 1 の初期化処理が行われる。

【 0 0 8 0 】

次いで、S 3 において、マイクロコンピュータ 3 1 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（S 3）においてはグロープラグ 1 の交換検知が行われており、交換が検知された後であって、エンジンキー E K 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、グロープラグ 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

【 0 0 8 1 】

待機モード（S 3）においては、エンジンキー E K 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 3 1 に入力されるまで、その状態が維持される。

【 0 0 8 2 】

エンジンキー E K がオンとされ、マイクロコンピュータ 3 1 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 E K に接続されたマイクロコンピュータ 3 1 の端子電圧から、エンジンキー E K がオンであるか否かが確認される（S 1 1）。このとき、エンジンキー E K がオンに操作されているときには、S 1 2 に進む。

30

【 0 0 8 3 】

そして、S 1 2 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 E K 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 S 1 3, S 1 4）の実行を、エンジンキー E K 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

【 0 0 8 4 】

初回フラグが非成立（0）である場合（S 1 2 ; N o）、次回以降の S 1 2 ではスキップして S 1 5 に進むことができるように、S 1 3 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（S 1 4）。

【 0 0 8 5 】

次いで、グロープラグ 1 への通電を開始してからグロープラグ 1 の温度を所定の目標温度とするまでの間（S 1 5 ; N o）、グロープラグ 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（S 1 6）。

【 0 0 8 6 】

その後 S 1 1 に戻り、急速昇温通電が終了するまでの間、S 1 1 ~ S 1 6 の処理を繰り返す。

50

返して、グロープラグ 1 の急速昇温通電を継続する。尚、S 1 3 において初回フラグが成立されているので、その後 S 1 2 では、S 1 3 , S 1 4 の処理を行うことなく、S 1 5 に進むこととなる。

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態では、S 1 5 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、グロープラグ 1 に投入された積算電力量が所定電力量（例えば約 2 1 4 J）となった場合である。これらの場合には、グロープラグ 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 3 1 によって測定されるグロープラグ 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、グロープラグ 1 への電力の投入が開始された時点でグロープラグ 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、グロープラグの抵抗値 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、グロープラグ 1 の過昇温を防止することができる。

10

【 0 0 8 8 】

S 1 1 ~ S 1 6 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（S 1 5 ; Y e s）、グロープラグ 1 への急速昇温通電が停止される（S 1 7）。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。

20

【 0 0 8 9 】

保温通電においては、上述したように、目標抵抗値 R_{TAR} から得られた制御実効電圧 V_1 と G C U 2 1 からグロープラグ 1 への出力電圧（コントローラ出力電圧）とに基づいて、D u t y 比が計算され、当該 D u t y 比に基づいてグロープラグ 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、S 1 8 が「Y e s」となる）までの間、保温通電（S 1 9）が継続される。

【 0 0 9 0 】

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（S 1 8 ; Y e s）、グロープラグ 1 への電力の投入が停止される（S 2 0）。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、1 8 0 s）が経過したときとすることができる。

30

【 0 0 9 1 】

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（S 2 1 ; Y e s）、グロープラグ 1 を再度発熱させるべく、中間昇温（S 2 2）が行われる。中間昇温については、後に詳述する。

【 0 0 9 2 】

エンジンキー E K がオフに操作され、エンジン E N の駆動が停止されると（S 1 1 ; N o）、次のエンジン E N の駆動時に S 1 3 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（S 2 3）。そして、エンジンキー E K がオフとされたときに、グロープラグ 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（S 2 4 ; Y e s）、グロープラグ 1 への通電が停止され（S 2 5）、マイクロコンピュータ 3 1 が待機モード（省電力モード）へと移行する。

40

【 0 0 9 3 】

次いで、中間昇温における通電制御について説明する。

【 0 0 9 4 】

中間昇温においては、図 7 に示すように、まず、S 3 1 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_{MD} 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。

50

【 0 0 9 5 】

中間昇温初回フラグが非成立 (0) である場合 (S 3 1 ; N o)、次回以降の S 3 1 ではスキップして S 3 7 に進むことができるように、S 3 2 で中間昇温初回フラグが 1 にセットされる。次いで、グロープラグ 1 の抵抗値 R が取得される (S 3 3) とともに、目標抵抗値 R_{TAR} が設定される (S 3 4)。このとき、中間昇温の開始から所定期間 T_1 が経過していないものと考えられるため、目標抵抗値 R_{TAR} としては、補正前目標抵抗値 R_0 に水温変化分補正值 R_1 を合算したものが設定される。

【 0 0 9 6 】

その後、グロープラグ 1 の抵抗値 R と設定された目標抵抗値 R_{TAR} との差分 X が算出される (S 3 5)。そして、S 3 6 において、得られた差分 X に基づいて、中間目標抵抗値 R_{MID} の初期値が設定される。

10

【 0 0 9 7 】

すなわち、図 8 に示すように、差分 X が前記最大差分 X_{MAX} 以上である場合には (S 3 6 1 ; Y e s)、中間目標抵抗値 R_{MID} の初期値として目標抵抗値 R_{TAR} から最大オフセット値 R_{OFFMAX} を減じた値が設定される (S 3 6 2)。一方で、差分 X が最大差分 X よりも小さい場合には (S 3 6 1 ; N o)、中間目標抵抗値 R_{MID} の初期値として目標抵抗値 R_{TAR} から前記差分 X に対応するオフセット値 R_{OFF} だけ減じた値が設定される (S 3 6 3)。

【 0 0 9 8 】

次いで、S 3 7 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_{TAR} 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_1 が経過するまでの間 (S 3 7 1 ; N o) は、補正前目標抵抗値 R_0 に対して水温変化分補正值 R_1 を合算した値が、目標抵抗値 R_{TAR} として設定される (S 3 7 2)。一方で、中間昇温の開始から予め設定された所定期間 T_1 が経過したときには (S 3 7 1 ; Y e s)、補正前目標抵抗値 R_0 に対して、水温変化分補正值 R_1 とスワール分補正值 R_2 とを加えた値が、目標抵抗値 R_{TAR} として設定される (S 3 7 3)。

20

【 0 0 9 9 】

次いで、S 3 8 において、通電時間の経過に伴って中間目標抵抗値 R_{MID} が徐々に増加させられることで、中間目標抵抗値 R_{MID} 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_{TAR} と中間目標抵抗値 R_{MID} との差分が前記第 1 閾値 D_1 よりも大きい場合には (S 3 8 1 ; Y e s)、中間目標抵抗値 R_{MID} が、前記 α_1 (m / s) に、今回の更新時において計測された通電時間 t_n と、前回の更新時において計測された通電時間 t_{n-1} との差分 (Δt) を乗じた値だけ増加された値に更新される (S 3 8 2)。

30

【 0 1 0 0 】

目標抵抗値 R_{TAR} と中間目標抵抗値 R_{MID} との差分が前記第 1 閾値 D_1 以下である場合 (S 3 8 1 ; N o)、目標抵抗値 R_{TAR} と中間目標抵抗値 R_{MID} との差分が前記第 2 閾値 D_2 以上であるか否かがチェックされる (S 3 8 3)。ここで、前記差分が第 2 閾値 D_2 以上である場合 (S 3 8 3 ; Y e s) には、中間目標抵抗値 R_{MID} が、前記 α_2 (m / s) に Δt を乗じた値だけ増加された値に更新される (S 3 8 4)。

【 0 1 0 1 】

40

目標抵抗値 R_{TAR} と中間目標抵抗値 R_{MID} との差分が第 2 閾値 D_2 未満である場合 (S 3 8 3 ; N o)、前記差分が前記第 3 閾値 D_3 以下であるか否かがチェックされる (S 3 8 5)。ここで、前記差分が第 3 閾値 D_3 よりも大きい場合には (S 3 8 5 ; N o)、中間目標抵抗値 R_{MID} が、前記 α_3 (m / s) に Δt を乗じた値だけ増加された値に更新される (S 3 8 6)。

【 0 1 0 2 】

一方で、目標抵抗値 R_{TAR} と中間目標抵抗値 R_{MID} との差分が第 3 閾値 D_3 以下である場合 (S 3 8 5 ; Y e s)、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 (S 3 8 7)。

【 0 1 0 3 】

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} とグロープラグ 1 の抵抗値 R とに基づいて、グロープラグ 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 $GCU21$ からグロープラグ 1 に対する出力電圧（コンローラ出力電圧）とに基づいて、 $Duty$ 比が計算され（S 4 0）、当該 $Duty$ 比に従ってグロープラグ 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 EK 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プラグ 1 の通電制御が行われる。そのため、グロープラグ 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、グロープラグ 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プラグ 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、グロープラグ 1 の温度が過昇温した後に、今度は低下に転じ、グロープラグ 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、グロープラグ 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、グロープラグ 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プラグ 1 の通電が制御される。すなわち、グロープラグ 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} としてグロープラグ 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、グロープラグ 1 を急速に昇温させる。そして、グロープラグ 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、グロープラグ 1 の温度低下を招くことなく、グロープラグ 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、グロープラグ 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。その結果、短期間のうちに、グロープラグ 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プラグ 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、グロープラグ 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、グロープラグ 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プラグ 1 の温度の低下量が大きく、グロープラグ 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、グロープラグ 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、グロープラグ 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、グロープラグ 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プラグ 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、グロープラグ 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。

【 0 1 0 9 】

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、グロープラグ 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、グロープラグ 1 の過昇温を抑制しつつ、目標温度に達した後に、グロープラグ 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。

【 0 1 1 0 】

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、グロープラグ 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、グロープラグ 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、グロープラグ 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

【 0 1 1 1 】

一方で、中間昇温においては、グロープラグ 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} の補正が行われなくなっている。従って、中間昇温の初期段階（グロープラグ 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、グロープラグ 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。

【 0 1 1 2 】

20

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。

【 0 1 1 3 】

(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、通電時間やグロープラグ 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。

【 0 1 1 4 】

(b) 上記実施形態において、 $GCU21$ は、水温情報と、グロープラグ 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

【 0 1 1 5 】

(c) 上記実施形態において、 $GCU21$ は、発熱コイル 9 を有するグロープラグ 1（メタルグロープラグ）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、グロープラグとしてもメタルグロープ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プ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

【 0 1 1 6 】

(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。

【 0 1 1 7 】

(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} 以上となる場合は、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。

【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。

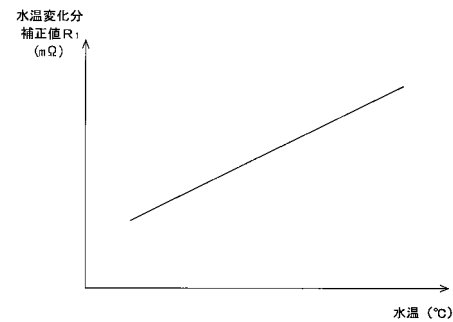
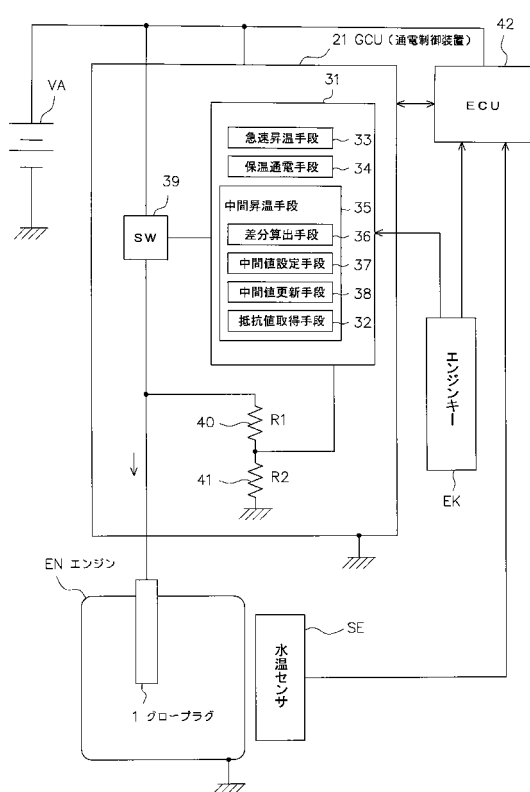
【符号の説明】

【0121】

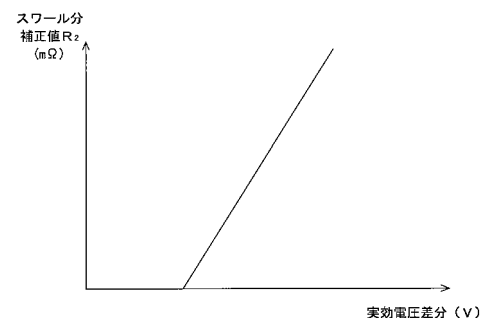
1...グロープラグ、21...GCU (通電制御装置)、32...抵抗値取得手段、34...保温通電手段、35...中間昇温手段、36...差分算出手段、37...中間値設定手段、38...中間値更新手段、EN...エンジン、SE...水温センサ (環境温度取得手段)。

【図1】

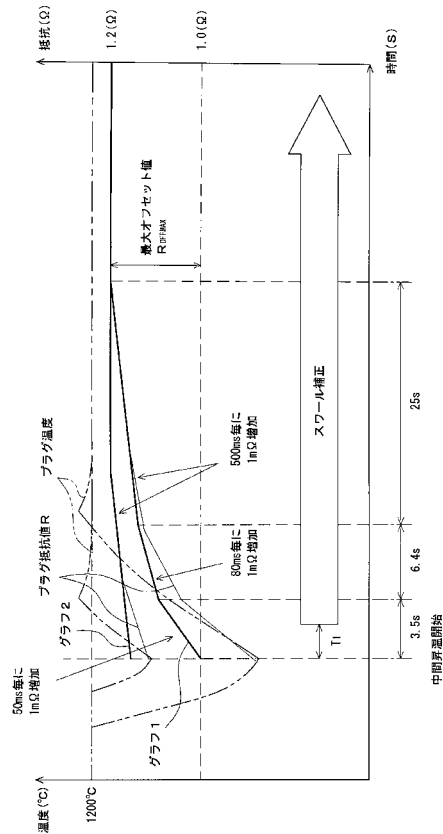
【図2】



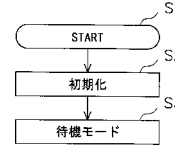
【図3】



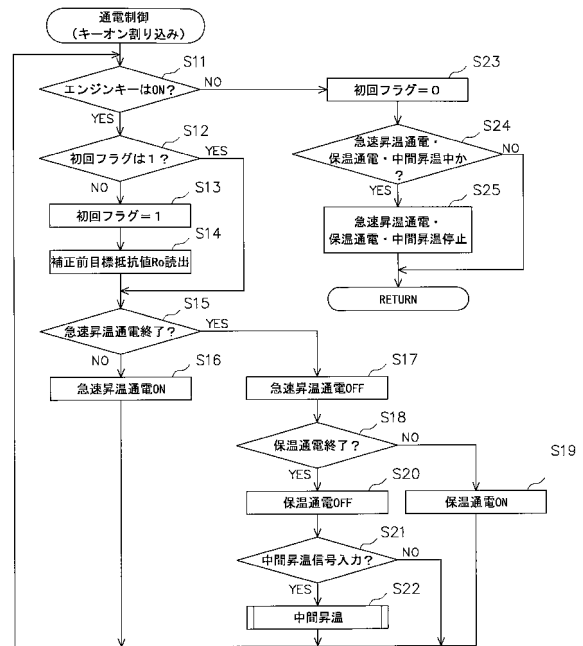
【図4】



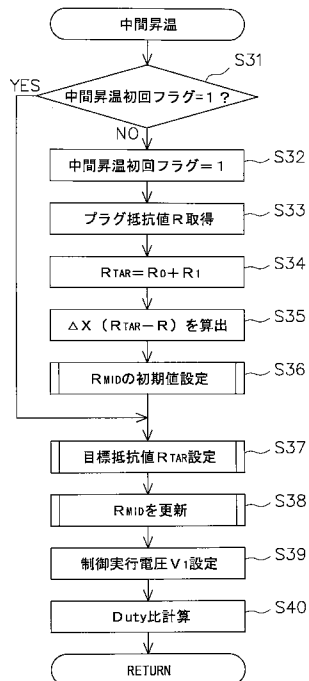
【図5】



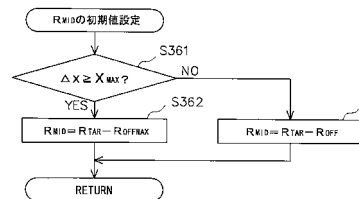
【図6】



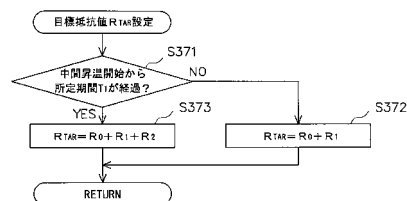
【図7】



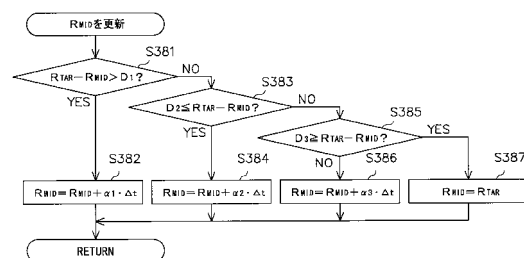
【図8】



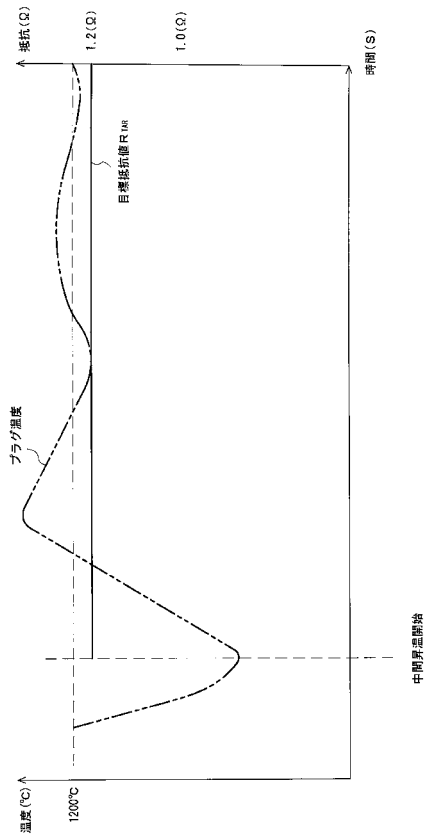
【図9】



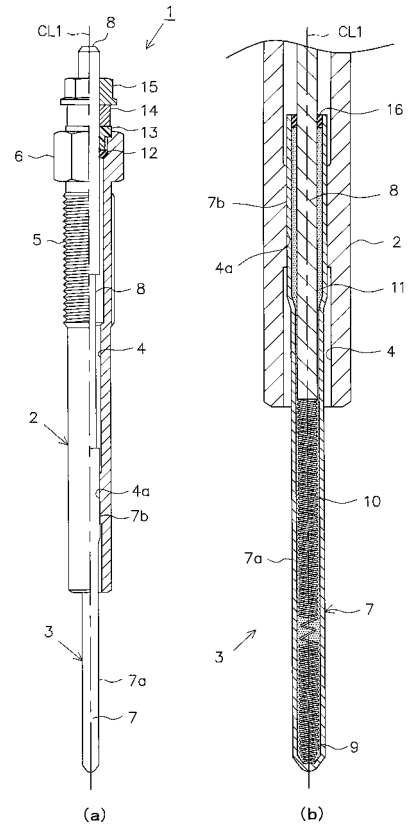
【図10】



【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