

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5584370号
(P5584370)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl. F I
F 2 3 Q 7/00 (2006.01) F 2 3 Q 7/00 T

請求項の数 3 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-541533 (P2013-541533) (86) (22) 出願日 平成25年4月10日 (2013.4.10) (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/002422 (87) 国際公開番号 W02013/157223 (87) 国際公開日 平成25年10月24日 (2013.10.24) 審査請求日 平成25年9月20日 (2013.9.20) (31) 優先権主張番号 特願2012-92851 (P2012-92851) (32) 優先日 平成24年4月16日 (2012.4.16) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(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 100109298 弁理士 青木 昇 (74) 代理人 100142686 弁理士 中島 浩貴 (72) 発明者 笠原 圭祐 日本国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 藤原 弘</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グローブラグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線方向に延びる筒状の主体金具と、
 先端が閉じた金属製のチューブ、及び前記チューブ内に収容されたコイルを有し、前記チューブ内に絶縁粉末が充填され、前記主体金具に装着されたヒータと、
 先端側が前記チューブ内にて前記コイルに接続され、後端側が前記チューブの後端から突出した中軸と、
 を備えたグローブラグであって、
 前記コイルは、前記チューブ内の先端側に配置されるNi - Cr合金からなる発熱コイルと、当該発熱コイルの後端側に接続された制御コイルとを有し、常温抵抗値が300mΩ ~ 500mΩ であり、
 通電開始より2秒後までの前記発熱コイルの累積発熱量が400W以下であり、
 前記通電開始時における突入電流値と、前記通電開始より2秒後の電流値の比(突入電流値/通電開始より2秒後の電流値)が1.2以上であり、
 前記制御コイルの温度抵抗係数が5以上であり、
 前記制御コイルの軸線方向の長さをLとしたときに、前記制御コイルの先端からL/2までの部位における抵抗値が25mΩ 以上であることを特徴とするグローブラグ。

【請求項2】

請求項1記載のグローブラグであって、

前記ヒータの前記発熱コイルが存在する部分における単位体積あたりの抵抗値が $3.0 \text{ m} / \text{mm}^3 \sim 5.0 \text{ m} / \text{mm}^3$ である

ことを特徴とするグロープラグ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のグロープラグであって、

前記発熱コイルを構成する線材の断面積が $0.15 \text{ mm}^2 \sim 0.30 \text{ mm}^2$ である

ことを特徴とするグロープラグ。

【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に使用されるグロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ディーゼルエンジンの始動補助等に使用されるグロープラグとして、先端部の閉じた金属製のチューブ（シース管）内に、発熱コイルを収容するとともに MgO 粉末等の絶縁粉末を封入したシースヒータを用いるものが知られている。発熱コイルの材質としては、Fe - Cr - Al 合金や Ni - Cr 合金等が知られている。

【0003】

Fe - Cr - Al 合金は、融点が 1520 と高い。一方、Ni - Cr 合金は、融点が 1370 であり、Fe - Cr - Al 合金と比べて 150 も融点が低い。このため、発熱コイルの材質として Ni - Cr 合金を用いると、急速昇温時に発熱コイルが溶損してしまう可能性がある。そこで、従来は発熱コイルの材質として Fe - Cr - Al 合金を使用するのが一般的であった。また、発熱コイルの急速昇温を可能とし、かつ、過昇温を防止するため、Ni や Fe を主成分とする制御コイルを Fe - Cr - Al 合金からなる発熱コイルに直列に接続した構成としたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 157485 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したように、従来の急速昇温可能なグロープラグでは、Fe - Cr - Al 合金からなる発熱コイルと、Ni や Fe を主成分とする制御コイルを直列に接続し、シース管内に収容した構成となっているものが多い。

【0006】

しかしながら、発熱コイルに Fe - Cr - Al 合金を用いた場合、発熱コイル中の Al が酸化されることによって Al 濃度が徐々に低下し、その抵抗値が低下するため、発熱コイルを流れる電流が次第に増大し、発熱コイルが劣化して断線してしまう（以下、劣化断線という）という問題が発生することが分かった。

【0007】

本発明は、上記従来の事情に対処してなされたものである。本発明は、発熱コイル中の Al 濃度の低下による抵抗値の減少によって発熱コイルの劣化断線が生じることを防止できるとともに、急速昇温時の過昇温による発熱コイルの溶損を防止することができ、断線寿命の長期化を図ることのできるグロープラグを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のグロープラグの一態様は、軸線方向に延びる筒状の主体金具と、先端が閉じた金属製のチューブ、及び前記チューブ内に収容されたコイルを有し、前記チューブ内に絶縁粉末が充填され、前記主体金具に装着されたヒータと、先端側が前記チューブ内にて前

10

20

30

40

50

記コイルに接続され、後端側が前記チューブの後端から突出した中軸と、を備えたグロープラグであって、前記コイルは、前記チューブ内の先端側に配置されるNi-Cr合金からなる発熱コイルと、当該発熱コイルの後端側に接続された制御コイルとを有し、常温抵抗値が $300\text{ m} \sim 500\text{ m}$ であり、通電開始より2秒後までの前記発熱コイルの累積発熱量が 400 W 以下であり、前記通電開始時における突入電流値と、前記通電開始より2秒後の電流値の比(突入電流値/通電開始より2秒後の電流値)が1.2以上であり、前記制御コイルの温度抵抗係数が5以上であり、前記制御コイルの軸線方向の長さをLとしたときに、前記制御コイルの先端からL/2までの部位における抵抗値が 25 m 以上であることを特徴とする。

【0009】

上記構成の本発明のグロープラグでは、Ni-Cr合金からなる発熱コイルを用いることによって、発熱コイル中のAl濃度の低下による抵抗値の減少によって発熱コイルの劣化断線が生じることを防止することができる。また、ヒータを構成するコイルは、発熱コイルの後端側に制御コイルが直列に接続された構成とされ、常温抵抗値が $300\text{ m} \sim 500\text{ m}$ 、通電開始より2秒後までの発熱コイルの累積発熱量が 400 W 以下、通電開始時における突入電流値と、通電開始より2秒後の電流値の比(突入電流値/通電開始より2秒後の電流値)が1.2以上、制御コイルの温度抵抗係数(1000 の抵抗値/ 20 の抵抗値)が5以上、制御コイルの先端からL/2までの部位における抵抗値が 25 m 以上となっており、これによって、通電開始より2秒後の温度が略 1000 となる急速昇温が可能で、かつ、急速昇温時の過昇温によって発熱コイルが溶損することを防止することができる。その結果、断線寿命の長期化を図ることができる。

【0010】

上記のように常温抵抗を $300\text{ m} \sim 500\text{ m}$ とするのは、以下のような理由による。すなわち、常温抵抗は突入電流値に大きく影響を与え、例えば、 11 V で2秒間電圧を印加した際に、常温抵抗が 300 m 未満であると、突入電流値が大きくなり過ぎて発熱コイルへの負担が大きくなり、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損するからである。また、常温抵抗が 500 m を超えた場合、例えば、 11 V の電圧を印加した時の突入電流値が小さくなり過ぎ、急速昇温が難しくなるからである。

【0011】

また、上記のように通電開始より2秒後までの発熱コイルの累積発熱量を 400 W 以下とするのは、発熱コイルの累積発熱量が 400 W を超えた場合、発熱コイルへの負担が大きくなり、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損するからである。なお、本発明では、通電開始から2秒後のチューブ表面の温度を略 1000 以上とすることを前提としている。

【0012】

さらに、通電開始より2秒後の電流値の比を1.2以上とするのは、この比が1.2未満であると急速昇温時に制御コイルの抵抗値が大きくなり、発熱コイルの負荷が大きくなり、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損するからである。

【0013】

さらにまた、制御コイルの温度抵抗係数を5以上とするのは、制御コイルの温度抵抗係数が5未満であると、通電開始より2秒後の電流値が大きくなり、発熱コイルの負荷が大きくなって、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損するからである。

【0014】

さらに、制御コイルの先端からL/2までの部位における抵抗値が 25 m 以上とするのは、制御コイルの先端からL/2までの部位における抵抗値が 25 m 未満であると、通電開始より2秒後の電流値が大きくなり、発熱コイルの負荷が大きくなって、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損するからである。

【0015】

上記構成のグロープラグでは、ヒータの発熱コイルが存在する部分における単位体積あたりの抵抗値を $3.0\text{ m} / \text{mm}^3 \sim 5.0\text{ m} / \text{mm}^3$ とすることが好ましい。これは

10

20

30

40

50

、単位体積あたりの抵抗値が $3.0 \text{ m} / \text{mm}^3$ 未満であると、急速昇温させてシース（チューブ）表面を所定温度にするために、発熱コイルの単位体積あたりの発熱量を大きくする必要が生じ発熱コイルの負荷が大きくなるからである。一方、単位体積あたりの抵抗値が $5.0 \text{ m} / \text{mm}^3$ を超える場合は、コイルの巻き線間隔が狭くなりすぎて、隣り合うコイルが互いの発熱の影響を受けるため、発熱コイルが過昇温して発熱コイルの負荷が大きくなるためである。

【0016】

また、上記構成のグロープラグでは、発熱コイルを構成する線材の断面積を $0.15 \text{ mm}^2 \sim 0.30 \text{ mm}^2$ とすることが好ましい。

【0017】

上記のように、発熱コイルを構成する線材の断面積を $0.15 \text{ mm}^2 \sim 0.30 \text{ mm}^2$ とするのは、以下のような理由による。すなわち、線材の断面積が 0.30 mm^2 を超えると巻線間隔が狭くなり、発熱コイルの負荷が大きくなるためである。一方、線材の断面積が 0.15 mm^2 未満となるとシース（チューブ）表面を所定温度にするために、発熱コイルの負荷が大きくなるからである。なお、ヒータ中心軸を含む任意断面における線材の断面形状は、有効発熱部において、軸線方向に長軸、径方向に短軸をもつ楕円形状とすることが好ましい。これによって、効率良くシース（チューブ）の表面の温度を上昇させることができ、急速昇温性を高めることができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、発熱コイル中のAl濃度の低下による抵抗値の減少を防止できるとともに、急速昇温時の過昇温による発熱コイルの溶融断線を防止することができ、断線寿命の長期化を図ることのできるグロープラグを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態に係るグロープラグの概略構成を示す図。

【図2】図1のグロープラグの断面概略構成を示す図。

【図3】図1のグロープラグの要部断面概略構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の詳細を、図面を参照して実施形態について説明する。

【0021】

図1は、本発明の一実施形態に係るグロープラグ1の全体概略構成を示す図であり、図2はグロープラグ1の縦断面概略構成を示す図であり、図3グロープラグ1の要部縦断面概略構成を示す図である。

【0022】

図1、図2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とを備えており、軸線 C_1 方向に延びている。

【0023】

主体金具2には、軸線 C_1 方向に貫通する軸孔4が形成されている。また、主体金具2の外周面には、ディーゼルエンジン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。

【0024】

シースヒータ3は、シース管7を具備している。図3に示すように、シース管7は、先端部が閉じた金属製、例えばニッケル基合金等からなる筒状のチューブから構成されている。

【0025】

シース管7の内側には、シース管7の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とからなるコイル20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。シース管7と発熱コイル9とは

10

20

30

40

50

、先端部において接合されている。

【0026】

さらに、シース管7の後端は、中軸8との間で環状ゴム17により封止されている。加えて、前述のように、発熱コイル9は、その先端においてシース管7と導通しているが、発熱コイル9及び制御コイル10の外周面とシース管7の内周面とは、絶縁粉末11の介在により絶縁された状態となっている。

【0027】

発熱コイル9は、例えば、ニッケル(Ni)-クロム(Cr)合金の抵抗発熱線により構成されている。また、制御コイル10は、発熱コイル9の材質よりも電気比抵抗の温度係数が大きい材質、例えば、コバルト(Co)-ニッケル(Ni)-Fe系合金等に代表されるCo又はNiを主成分とする抵抗発熱線により構成されている。発熱コイル9は、通電によって発熱し、シース管7の表面温度を所定の温度まで昇温させ、制御コイル10は、発熱コイル9の過昇温を生じ難くする。このように、本実施形態のグロープラグ1では、Ni-Cr合金からなる発熱コイル9を用いることによって、発熱コイル9中のAl濃度の低下による抵抗値の減少によって、発熱コイルの劣化断線が生じることを防止することができる。

【0028】

また、ヒータを構成するコイル20は、発熱コイル9の後端側に制御コイル10が直列に接続された構成とされ、常温抵抗値が300mΩ～500mΩ、通電開始より2秒後までの発熱コイル9の累積発熱量が400W以下、通電開始時における突入電流値と、通電開始より2秒後の電流値の比(突入電流値/通電開始より2秒後の電流値)が1.2以上、制御コイル10の温度抵抗係数(1000Ωの抵抗値/20Ωの抵抗値)が5以上、制御コイル10の先端T1からL/2までの部位Sにおける抵抗値が25mΩ以上とされている。なお、「制御コイル10の軸線C₁方向の長さL」とは、図3に示すように、発熱コイル9と溶接された制御コイル10の先端T1から、中軸8と溶接された制御コイル10の後端T2までの長さのことを指す。そして、部位Sは、図3に示すように、制御コイル10の先端からL/2までの部位(図3では、先端からL/2の位置を点線で示す)のことを指す。このような発熱コイル9、制御コイル10の構成を採用することによって、通電開始より2秒後の温度が略1000℃となる急速昇温が可能で、かつ、急速昇温時の過昇温によって発熱コイル9が溶損することを防止することができる。その結果、断線寿命の長期化を図ることができる。

【0029】

なお、シースヒータ3の発熱コイル9が存在する部分における単位体積あたりの抵抗値を3.0mΩ/mm³～5.0mΩ/mm³とすることが好ましい。また、発熱コイル9を構成する線材の断面積を0.15mm²～0.30mm²とすることが好ましい。さらに、シースヒータ3の中心軸を含む断面における発熱コイル9を構成する線材の断面形状は、有効発熱部において、軸線方向に長軸、径方向に短軸をもつ楕円形状とすることが好ましい。

【0030】

シース管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よりも径の大きい大径部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、シース管7が主体金具2の先端より突出した状態で保持される。

【0031】

中軸8は、自身の先端がシース管7内に挿入され、制御コイル10の後端T2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、ゴム製等のリング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、通電ケーブル接続用のナット15がこの順序で中軸8に嵌め込まれた構造

10

20

30

40

50

となっている（図2参照）。

【0032】

次いで、グロープラグ1の製造方法について説明する。まず、シーズヒータ3を製造する際には、まず、Ni-Cr合金の抵抗発熱線をコイル形状に加工し、発熱コイル9を得る。

【0033】

次いで、Co-Ni-Fe系合金等の抵抗発熱線をコイル形状に加工し、制御コイル10を得る。そして、発熱コイル9の後端部分と、制御コイル10の先端部分とを、接合部位22においてアーク溶接等によって接合する。さらに、制御コイル10の後端側に、中軸8をアーク溶接等によって接合する。

10

【0034】

一方、先端が閉じておらず、先端に開口を有し、最終寸法より加工代分だけ大径に形成された円筒状のチューブ素材を準備する。そして、このチューブ素材の中に、中軸8の先端部分と、当該中軸8と一体となった発熱コイル9及び制御コイル10からなるコイル20を配置する。

【0035】

そして、外側からアーク溶接等を行うことによって、チューブ素材の先端部分の開口を閉塞させるとともに、チューブ素材の先端部分と発熱コイル9の先端部分とを接合する。

【0036】

次に、チューブ素材内に絶縁粉末を充填した後、当該チューブ素材にスウェーijing加工を施す。これにより、小径部7aを有するシーズ管7が形成されるとともに、当該シーズ管7が中軸8と一体となってシーズヒータ3が完成する。

20

【0037】

そして、上記のように形成されたシーズヒータ3が主体金具2の軸孔4に圧入固定されるとともに、主体金具2の後端部分において、リング12や絶縁ブッシュ13等が中軸8に嵌め込まれることで、グロープラグ1が完成する。

【0038】

次に、実施例及び比較例について説明する。表1に示すように、発熱コイルの材質がNi-Cr合金からなる実施例1～5及び比較例3～7、発熱コイルの材質がFe-Cr-Alからなる比較例1、2のグロープラグを作成した。これらの実施例1～5及び比較例1～7のグロープラグのコイルの常温抵抗値（ m ）、通電開始より2秒後の発熱コイルの累積発熱量（W）、突入電流値と通電開始より2秒後の電流値との比（突入電流/2秒時電流）、制御コイルの温度抵抗係数、制御コイルの先端から $L/2$ までの部位における抵抗値（ m ）、ヒータの発熱コイルが存在する部分における単位体積あたりの抵抗値（ m/mm^3 ）、発熱コイルを構成する線材の有効発熱部の断面積（ mm^2 ）は、夫々表1に示す値となっていた。なお、表1に示す各実施例1～5及び比較例1～7の測定は、以下のようにして行った。

30

【0039】

常温抵抗値は、常温（25）でのグロープラグの抵抗値を計測した。

発熱コイルの累積発熱量は、グロープラグに通電し、突入時～2秒時までの電流値を常に計測し、 $W = R I^2$ にて累積を計測した（発熱コイルの抵抗値Rは発熱コイルの温度を温測プラグで確認して、発熱コイルの温度抵抗係数を掛け合わせることで算出した。）。

40

通電開始より2秒後の電流値の比（突入電流/2秒時電流）は、通電開始後2秒で略1000となるように通電した際の突入電流値及び2秒時の電流値を夫々計測してその比を求めた。

制御コイルの先端から $L/2$ までの部位における抵抗値は、グロープラグのシーズ管7を取り外し、制御コイルの先端と $L/2$ までの部位とに端子を接触させて抵抗測定機で測定した。

単位当たりの抵抗値は、発熱コイル部分に相当するシーズ管の体積（シーズ管の厚みを含む）と、発熱コイルの抵抗値から算出した。

50

【 0 0 4 0 】

【表 1】

	発熱コイル材質	常温抵抗値	発熱コイルの累積発熱量	突入電流／2秒時電流	制御コイルの温度抵抗係数	制御コイル先端からL/2までの部位の抵抗値	単位体積あたりの抵抗値	断面積
実施例1	Ni - Cr	375	360	1.36	6.00	29	4.10	0.17
実施例2	Ni - Cr	422	375	1.33	6.00	27	4.90	0.09
実施例3	Ni - Cr	370	390	1.33	6.00	28	3.10	0.35
実施例4	Ni - Cr	366	388	1.40	6.00	25	2.50	0.23
実施例5	Ni - Cr	375	390	1.22	6.00	30	6.00	0.15
比較例1	Fe - Cl - Al	478	430	1.11	6.00	22	4.20	0.16
比較例2	Fe - Cl - Al	350	400	1.36	6.00	25	3.80	0.18
比較例3	Ni - Cr	250	400	1.42	6.00	26	3.20	0.18
比較例4	Ni - Cr	551	350	1.25	6.00	29	3.30	0.15
比較例5	Ni - Cr	355	425	1.17	6.00	17	3.50	0.19
比較例6	Ni - Cr	400	450	1.08	2.00	24	3.20	0.18
比較例7	Ni - Cr	400	418	1.18	6.00	16	3.30	0.18

10

20

【 0 0 4 1 】

そして、上記の各実施例 1 ~ 5 及び比較例 1 ~ 7 について、抵抗値低下、急速昇温性、断線寿命の試験を行いその評価を行った。この評価結果を表 2 に示す。

30

【 0 0 4 2 】

【表 2】

	抵抗値低下	急速昇温性	断線寿命
実施例1	○	◎	◎
実施例2	○	◎	○
実施例3	○	◎	○
実施例4	○	○	○
実施例5	○	○	○
比較例1	×	○	×
比較例2	×	○	×
比較例3	○	×	-
比較例4	○	×	-
比較例5	○	×	-
比較例6	○	×	-
比較例7	○	×	-

10

20

【0043】

上記の抵抗値低下については、以下のようにして試験を行い評価した。机上耐久試験により、

1 サイクル：通電開始 2 秒時（シース管温度 1000 ） その電流値でそのまま通電飽和温度 1100 を 180 秒 120 秒冷却

上記の試験を 2000 サイクル行った時の常温抵抗値の低下が初期の常温抵抗値に対して 5% 未満を ○、5% 以上を × とした。

【0044】

急速昇温性については、以下のようにして試験を行い評価した。グロープラグへの初期通電で判断した。なお、温度の測定はチューブの先端から 2 mm の位置にて熱電対等を用いて計測した。

11 V の電圧を 2 秒印加した時の温度が 950 以上 1050 以下であれば ○。

11 V の電圧を 2 秒印加した時の温度が 900 以上 950 未満、又は 1050 を超え 1100 以下であれば ×。

11 V の電圧を 2 秒印加した時の温度が 900 未満、又は 1100 を超えた場合は ×。

【0045】

断線寿命については、上記の抵抗値低下と同様の机上耐久試験を行い以下のように評価した。なお、急速昇温性が所定の評価が × となったグロープラグについては、断線寿命の評価を行わなかった。

断線サイクル数が 8000 以上が ○。

断線サイクル数が 5000 以上 8000 未満が △。

断線サイクル数が 5000 未満が ×。

【0046】

表 2 の評価結果に示されるように、発熱コイルの材質が Fe - Cr - Al からなる比較例 1、2 のグロープラグでは、通電を繰り返すうちに 5% 以上の抵抗値低下が生じた。これに対して、実施例 1 ~ 5、比較例 1 ~ 7 の発熱コイルの材質を Ni - Cr としたグロープラグでは、抵抗値低下は 5% 未満であった。

【0047】

30

40

50

また、常温抵抗値が $300\text{ m} \sim 500\text{ m}$ 、通電開始より2秒後までの発熱コイルの累積発熱量が 400 W 以下、突入電流値と、通電開始より2秒後の電流値の比（突入電流 / 2秒時電流）が1.2以上、制御コイルの温度抵抗係数が5以上である実施例1～5では、急速昇温性、断線寿命とも良好な結果となった。

【0048】

さらに、発熱コイルが存在する部分における単位体積あたりの抵抗値が $3.0\text{ m} / \text{m}^3 \sim 5.0\text{ m} / \text{m}^3$ である実施例1～3では、急速昇温性がさらに良好であった。さらにまた、実施例1～3のうち、発熱コイルの線材の断面積が $0.15\text{ mm}^2 \sim 0.30\text{ mm}^2$ の範囲である実施例1では、断線寿命がさらに良好であった。

【0049】

これに対して、常温抵抗値が 300 m 未満の比較例3、常温抵抗値が 500 m を超える比較例4、通電開始より2秒後までの累積発熱量が 400 W を超える比較例5～7、通電開始より2秒後の電流値の比（突入電流 / 2秒時電流）が1.2未満の比較例5～7、制御コイルの温度抵抗係数が5未満の比較例6、制御コイルの先端から $L/2$ までの部位における抵抗値が 25 m 未満の比較例5、7では、急速昇温性を満たすことができなかった。

【0050】

比較例3、比較例5、比較例6、比較例7の場合、 11 V の電圧を2秒印加した時の温度が 1100 を超えてしまった。このように、 11 V の電圧を2秒印加した時の温度が 1100 を超えてしまうと、発熱コイルへの負担が大きくなり、急速昇温時の過昇温によって、発熱コイルが溶損してしまう。他方、比較例4の場合、 11 V の電圧を2秒印加した時の温度が 900 未満であった。このように、 11 V の電圧を2秒印加した時の温度が 900 未満であると、急速昇温が困難となる。

【0051】

また、発熱コイルの材質が $\text{Fe} - \text{Cr} - \text{Al}$ からなる比較例1、2では、断線寿命を満たすことができなかった。これは、発熱コイル中の Al が酸化されることによって Al 濃度が徐々に低下し、その抵抗値が低下するため、発熱コイルを流れる電流が次第に増大し、発熱コイルが劣化断線し、その結果、断線寿命が短くなってしまうからである。

【0052】

以上本発明の詳細を実施形態及び実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されるものではなく、各種の変形が可能であることは勿論である。

【符号の説明】

【0053】

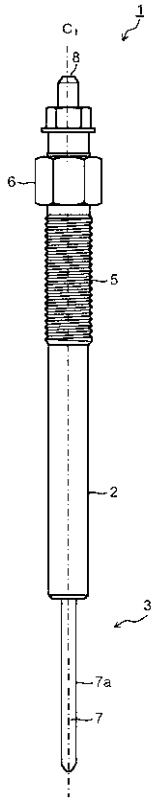
1 グロープラグ、2 主体金具、3 シーズヒータ、7 シーズ管（チューブ）、8 中軸、9 発熱コイル、10 制御コイル、20 コイル。

10

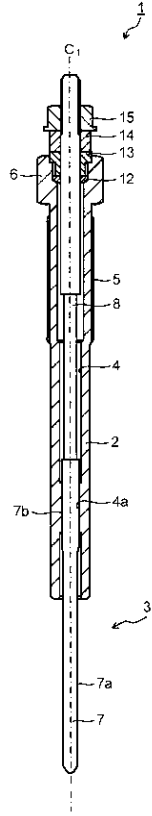
20

30

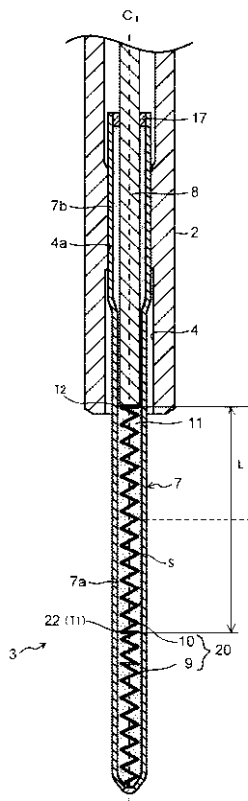
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 61828 (JP, A)
特開2004 - 340562 (JP, A)
特開2005 - 300046 (JP, A)
特開2011 - 32944 (JP, A)
国際公開第2011 / 162074 (WO, A1)
特表2006 - 503256 (JP, A)
特開2004 - 44579 (JP, A)
特開平11 - 294768 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23Q 7/00
F02P 19/02