

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6587501号
(P6587501)

(45) 発行日 令和1年10月9日 (2019. 10. 9)

(24) 登録日 令和1年9月20日 (2019. 9. 20)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 3 Q 7/00 (2006. 01)

F 2 3 Q 7/00 S

H 0 5 B 3/48 (2006. 01)

F 2 3 Q 7/00 6 0 5 D

H 0 5 B 3/48

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-214663 (P2015-214663)
 (22) 出願日 平成27年10月30日 (2015. 10. 30)
 (65) 公開番号 特開2017-83129 (P2017-83129A)
 (43) 公開日 平成29年5月18日 (2017. 5. 18)
 審査請求日 平成30年8月9日 (2018. 8. 9)

(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 1 4 番 1 8 号
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 石黒 智貴
 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 吉澤 伸幸

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】

軸線方向に延びる側面部と、前記側面部の先端側に接続され、前記側面部の先端側を閉じてなる先端部と、を有するシース管と、

前記シース管内に前記軸線方向に延びるように配置され、自身の先端部が前記シース管の先端部と接続された発熱コイルと、を備えるグローブラグであって、

前記発熱コイルの先端部は、前記シース管の先端部に取り囲まれつつ埋め込まれてなり、

前記シース管の先端部と前記発熱コイルとの間の前記シース管を構成する金属と前記発熱コイルを構成する金属との合金からなる合金部の厚さは 1 0 (μ m) 以下であり、

前記軸線方向において、前記発熱コイルが配置された部位に対応する前記シース管の側面部の厚さのうち、最小の厚さ A と、

前記シース管の先端から前記発熱コイルの先端までの前記軸線方向における距離 B と、前記シース管の先端部の前記軸線方向における最大の厚さ C と、は、

$$B > A$$

$$C / A \geq 2.5$$

の関係を満たすことを特徴とする、
 グローブラグ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のグローブラグであって、

10

20

前記発熱コイルの先端部は、直線状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 に記載のグロープラグであって、

前記発熱コイルの先端部は、螺旋状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、グロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

軸線方向に延びるシース管と、シース管内に配置され、先端がシース管の先端部に接続された発熱コイルと、を備えるグロープラグが知られている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2014 / 206847 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 119 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、発熱コイルの先端と、シース管の先端と、の距離が短い場合には、シース管の先端が劣化した際に、シース管の先端から発熱コイルの先端が露出して、グロープラグの耐久性が確保できない場合があった。一方、距離が長い場合には、シース管の先端部の熱容量が大きくなるために、比較的短時間で所望の温度にまでグロープラグを昇温させる、急速昇温性を確保することが困難な場合があった。そのため、このようなグロープラグにおいて、耐久性と急速昇温性とを確保可能な技術が求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

（1）本発明の一形態によれば、軸線方向に延びる側面部と、前記側面部の先端側に接続され、前記側面部の先端側を閉じてなる先端部と、を有するシース管と、前記シース管内に前記軸線方向に延びるように配置され、自身の先端部が前記シース管の先端部と接続された発熱コイルと、を備えるグロープラグが提供される。このグロープラグでは、前記発熱コイルの先端部は、前記シース管の先端部に取り囲まれつつ埋め込まれてなり；前記シース管の先端部と前記発熱コイルとの間の前記シース管を構成する金属と前記発熱コイルを構成する金属との合金からなる合金部の厚さは 10（ μm ）以下であり；前記軸線方向において、前記発熱コイルが配置された部位に対応する前記シース管の側面部の厚さのうち、最小の厚さ A と；前記シース管の先端から前記発熱コイルの先端までの前記軸線方向における距離 B と；前記シース管の先端部の前記軸線方向 O D における最大の厚さ C と、は、

$$B > A \cdots \text{式 (1)}$$

$$C / A \geq 2.5 \cdots \text{式 (2)}$$

の関係を満たすことを特徴とする。このような形態のグロープラグであれば、グロープラグの耐久性と急速昇温性とを確保することができる。

【0007】

（2）上記形態のグロープラグにおいて、前記発熱コイルの先端部は、直線状であってもよい。このような形態のグロープラグであれば、先端部の長さを調整しやすいので、上述の式（1）、式（2）の関係を満たしながら、厚さ C の値を小さくすることができる。そ

10

20

30

40

50

のため、シース管先端部の熱容量を小さくすることができるので、急速昇温に適したグロープラグを提供することができる。

【 0 0 0 8 】

(3) 上記形態のグロープラグにおいて、前記発熱コイルの先端部は、螺旋状であってもよい。このような形態のグロープラグであれば、発熱コイルの先端部とシース管の先端部とをより強固に接続することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述したグロープラグとしての形態以外にも、例えば、グロープラグの製造方法や、シースヒータ、グロープラグを備える制御装置など、種々の形態で実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の一実施形態としてのグロープラグ制御装置を示すブロック図。

【図 2】グロープラグ制御装置の備えるグロープラグを示す図。

【図 3】シースヒータの詳細な構成を示す断面図。

【図 4】シース管の先端部付近の断面図。

【図 5】グロープラグの製造方法を示すフローチャート。

【図 6】ステップ S 2 0 における溶接工程を示す説明図。

【図 7】実験の結果を示す図。

【図 8】第 2 実施形態におけるグロープラグのシース管の先端部付近の断面図。

【図 9】第 2 実施形態における溶接工程を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

A . 第 1 実施形態 :

A 1 . グロープラグ制御装置の構成 :

図 1 は、本発明の一実施形態としてのグロープラグ制御装置 2 1 を示すブロック図である。グロープラグ制御装置 2 1 は、グロープラグ 1 0 と、制御部 3 2 と、スイッチ 3 3 と、を備えている。なお、図 1 では、グロープラグ 1 0 を 1 つのみ示しているが、実際のエンジン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 0 やスイッチ 3 3 が設けられる。

【 0 0 1 2 】

制御部 3 2 は、CPU や ROM、RAM 等を有するマイクロコンピュータとして構成されている。制御部 3 2 は PWM (P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n) 制御によりグロープラグ 1 0 への通電を制御する。制御部 3 2 は、入力された電圧に基づいてグロープラグ 1 0 からの印加電圧を算出することができる。スイッチ 3 3 は、制御部 3 2 からの指示に従い、バッテリー V A からグロープラグ 1 0 に対する通電のオン・オフを切り替える。スイッチ 3 3 は、電流検知機能を有する FET (F i e l d E f f e c t T r a n s i s t o r) 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、制御部 3 2 は、印加電圧と、スイッチ 3 3 によって測定されるグロープラグ 1 0 に流れる電流と、から、グロープラグ 1 0 の抵抗値を得る。さらに、本実施形態では、制御部 3 2 は、エンジンキーがオンされた際に、グロープラグ 1 0 を急速昇温させるプリグロー通電と、プリグロー通電の後に、グロープラグ 1 0 を所定時間に亘って所定温度において維持するアフターグロー通電と、を行うことが可能である。

【 0 0 1 3 】

プリグロー通電では、制御部 3 2 は、グロープラグ 1 0 に 1 1 V の電圧を印加することにより、印加開始から 3 秒以内で、グロープラグ 1 0 のシース管の先端 (後述) から軸線方向 O D の後端側に 2 mm の位置における表面温度を 1 0 0 0 以上に到達させる、急速昇温を行う。このプリグロー通電では、制御部 3 2 は、グロープラグ 1 0 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 0 を急速に目標温度まで昇温させる。具体的には、予め定めた基準とする曲

10

20

30

40

50

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。制御部 32 は、グロープラグ 10 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 10 に印加すべき電圧を求め、PWM 制御により、グロープラグ 10 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 10 が発熱する。したがって、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 10 は基準曲線通りの時間で目標温度に到達する。

【0014】

また、アフターグロー通電においては、比較的長期間（例えば、180 秒程度）の間、グロープラグ 10 のシース管の表面温度が 1000 以上になるように、グロープラグ 10 に対する供給電力が調節される。このアフターグロー通電では、制御部 32 は、グロープラグ 10 の抵抗値が、グロープラグ 10 を目標の温度とした際の抵抗値（目標抵抗値）と一致するように、グロープラグ 10 に対する通電を制御する。具体的には、制御部 32 は、グロープラグ 10 の現在の抵抗値と目標抵抗値との差分から、例えば、PI（Proportional-Integral）制御により、グロープラグ 10 に印加すべき実行電圧を算出し、算出された実行電圧に基づいてパルス幅をパルス周期で割ったデューティ比を設定して、通電を制御する。

【0015】

A2. グロープラグの構成：

図 2 は、グロープラグ制御装置 21 の備えるグロープラグ 10 を示す図である。グロープラグ 10 は、熱を発生させるシースヒータ（発熱装置）800 を備え、ディーゼルエンジンを始めとする内燃機関（図示せず）の始動時における点火を補助する熱源として機能する。グロープラグ 10 は、シースヒータ 800 の他、中軸 200 と、主体金具 500 とを備える。これらグロープラグ 10 を構成する部材は、グロープラグ 10 の軸線方向 OD に沿って組み付けられている。図 2 では、軸線 O から紙面右側に外観構成を図示し、軸線 O から紙面左側に断面構成を図示した。なお、本明細書では、グロープラグ 10 におけるシースヒータ 800 側を「先端側」と呼び、係合部材 100 側を「後端側」と呼ぶ。

【0016】

主体金具 500 は、炭素鋼を筒状に成形した部材である。主体金具 500 は、先端側の端部においてシースヒータ 800 を保持する。また、主体金具 500 は、後端側の端部において絶縁部材 410 及び O（オー）リング 460 を介して中軸 200 を保持する。絶縁部材 410 の軸線 O に沿った位置は、絶縁部材 410 の後端に接するリング 300 が中軸 200 に加締められることで固定される。さらに、主体金具 500 の軸孔 510 内には、絶縁部材 410 からシースヒータ 800 に至る中軸 200 の部位が配置される。軸孔 510 は、軸線 O に沿って形成された貫通孔であり、中軸 200 よりも大きな径を有する。軸孔 510 に中軸 200 が位置決めされた状態で、軸孔 510 と中軸 200 との間には、両者を電氣的に絶縁する空隙が形成される。また、軸孔 510 の先端側には、シースヒータ 800 が圧入されて接合されている。さらに、主体金具 500 は、工具係合部 520 と、雄ネジ部 540 とを備える。主体金具 500 の工具係合部 520 は、グロープラグ 10 の取り付け及び取り外しに用いられる工具（図示せず）に係合する。雄ネジ部 540 は、内燃機関（図示せず）に形成された雌ネジに嵌り合う。

【0017】

中軸 200 は、導電材料で円柱状（棒状）に成形された部材である。中軸 200 は、主体金具 500 の軸孔 510 に挿入された状態で軸線 O に沿って組み付けられる。中軸 200 は、先端側に形成された先端部 210 と、後端側に設けられた雄ネジ部 290 とを備える。先端部 210 は、シースヒータ 800 の内部に挿入される。雄ネジ部 290 は、主体金具 500 から後端側に突出している。雄ネジ部 290 には、係合部材 100 が嵌り合う。

【0018】

10

20

30

40

50

図3は、シースヒータ800の詳細な構成を示す断面図である。シースヒータ800は、シースヒータ800の内部に中軸200の先端部210が挿入された状態で、主体金具500の軸孔510内に圧入され接合されている。シースヒータ800は、シース管810と、発熱コイル820と、後端コイル830と、絶縁体870とを備える。発熱コイル820のことを「先端コイル」とも呼ぶ。

【0019】

シース管810は、軸線方向ODに延び、先端が閉じられた筒状部材である。シース管810は、発熱コイル820と、後端コイル830と、絶縁体870と、を内包する。シース管810は、軸線方向ODに延びる側面部814と、側面部814の先端側に接続し、外側に向けて丸く形成された先端部813と、先端部813とは反対側に開口した端部である後端部819とを備える。この後端部819からシース管810の内部に中軸200の先端部210が挿入されている。シース管810は、パッキン600及び絶縁体870によって中軸200と電氣的に絶縁される。一方、シース管810は、主体金具500と接触して電氣的に接続されている。シース管810は、例えば、鉄(Fe)とクロム(Cr)と炭素(C)とを含有するオーステナイト系ステンレス材料や、インコネル601(「INCONEL」は登録商標)、Alloy 602(ドイツ工業規格(DIN)で規定されたDIN 2.4633合金に相当)といったニッケル(Ni)基合金によって形成されている。

【0020】

絶縁体870は、電気絶縁性を有する絶縁材料の粉末により形成されている。絶縁体870としては、例えば、酸化マグネシウム(MgO)の粉末が用いられる。絶縁体870は、シース管810が中軸200、発熱コイル820、及び後端コイル830を内包することによって、シース管810内に形成された隙間に充填(配置)され、その隙間を電氣的に絶縁する。

【0021】

発熱コイル820は、シース管810の内側に軸線方向ODに沿って配置され、通電によって発熱する。発熱コイル820は、先端側のコイル端部である先端部822と、後端側のコイル端部である後端部829とを備える。先端部822は、シース管810の先端部813内に位置しており、シース管810と電氣的に接続される。後端部829は、発熱コイル820と後端コイル830とが溶接されることによって形成された接続部840を介して、後端コイル830と電氣的に接続される。発熱コイル820の主成分は、タングステン(W)や、モリブデン(Mo)であることが好ましい。なお、主成分とは、含有率(質量%)が50質量%以上の物質をいう。また、発熱コイル820の主成分は、タングステン(W)であり、発熱コイル820におけるタングステン(W)の含有率は、99質量%以上であることがより好ましい。本実施形態では、発熱コイル820の主成分は、タングステン(W)であり、発熱コイル820におけるタングステン(W)の含有率は、99質量%以上である。

【0022】

後端コイル830は、先端側のコイル端部である先端部831と、後端側のコイル端部である後端部839とを備える。先端部831は、発熱コイル820の後端部829に溶接されることにより発熱コイル820と電氣的に接続される。後端部839は、中軸200の先端部210に接合されることにより中軸200と電氣的に接続される。後端コイル830は、例えば、ニッケル(Ni)-クロム(Cr)合金や、鉄(Fe)-クロム(Cr)-アルミニウム(Al)合金により形成されている。

【0023】

なお、急速昇温性を確保する観点から、グロープラグ10の20における抵抗値 R_{20} は、0.6()以下であることが好ましい。グロープラグ10の20における抵抗値 R_{20} とは、本実施形態では、発熱コイル820の20における抵抗値と、後端コイル830の20における抵抗値との合計値である。本実施形態では、グロープラグ10の20における抵抗値 R_{20} は、0.4()である。また、本実施形態では、発熱コ

10

20

30

40

50

イル 8 2 0 の 2 0 での抵抗値 R_{120} に対する 1 0 0 0 での抵抗値 R_{11000} の比である抵抗比 R_1 と、後端コイル 8 3 0 の 2 0 での抵抗値 R_{220} に対する 1 0 0 0 での抵抗値 R_{21000} の比である抵抗比 R_2 とは、 $R_1 > R_2$ の関係にある。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 付近の断面図である。図 4 の断面は、軸線 O を通る位置でシースヒータ 8 0 0 を切断した断面であり、軸線 O を通る位置において切断された発熱コイル 8 2 0 の螺旋部分 8 2 3 及び先端部 8 2 2 と、シース管 8 1 0 と、絶縁体 8 7 0 と、が示されている。本実施形態では、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 は、軸線 O 上において、軸線 O に沿った直線状である。図 4 に示すように、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 は、シース管 8 1 0 の先端 8 1 1 とシース管 8 1 0 の先端側内壁面 8 1 2 との間に位置しており、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 に取り囲まれつつ埋め込まれている。また、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 と発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 との間に、シース管 8 1 0 を構成する金属と発熱コイル 8 2 0 を構成する金属との合金が形成された場合、その合金からなる合金部の厚さは 1 0 (μm) 以下である。合金部は、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 とシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 との境界付近を例えば E P M A (E l e c t r o n P r o b e M i c r o A n a l y s e r) などによって分析することにより検出して、厚さを算出することができる。なお、本実施形態のグロープラグ 1 0 には、合金部は形成されていない。そのため、図 4 には合金部は示されていない。

【 0 0 2 5 】

図 4 には、さらに、厚さ A と、距離 B と、厚さ C と、が示されている。厚さ A は、軸線方向 O D において、発熱コイル 8 2 0 が配置された部位に対応するシース管 8 1 0 の側面部 8 1 4 の厚さのうち、最小の厚さである。距離 B は、シース管 8 1 0 の先端 8 1 1 から発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 までの軸線方向 O D における距離である。厚さ C は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 の軸線方向 O D における最大の厚さである。なお、側面部 8 1 4 の厚さ A は、グロープラグ 1 0 に対する通電のオンとオフとを 1 サイクルとして通電を繰り返した場合に、シース管 8 1 0 (側面部 8 1 4) が例えば酸化などにより消耗した場合であっても、少なくとも所望のサイクル数までグロープラグ 1 0 を使用可能なように、あらかじめ定められた厚さである。厚さ A と、距離 B と、厚さ C とは、以下の式 (1)、(2) を満たしている。以下、厚さ C と厚さ A との比「 C / A 」のことを、「厚さ比」という。

【 0 0 2 6 】

$$B > A \cdots \text{式 (1)}$$

$$C / A \geq 2.5 \cdots \text{式 (2)}$$

【 0 0 2 7 】

なお、グロープラグ 1 0 に対する通電を繰り返した場合における、シース管 8 1 0 (側面部 8 1 4) の消耗を考慮すると、厚さ A は、0.4 (mm) 以上であることが好ましい。厚さ A が 0.4 (mm) 以上であれば、グロープラグ 1 0 を十分なサイクル数まで使用することができる。また、グロープラグ 1 0 の急速昇温性を考慮すると、厚さ A は、0.7 (mm) 以下であることが好ましい。厚さ A が 0.7 (mm) 以下であれば、シース管 8 1 0 の内壁から表面までの距離が長くなりすぎないため、グロープラグ 1 0 の急速昇温性を確保することができる。

【 0 0 2 8 】

A 3 . グロープラグ 1 0 の製造方法 :

図 5 は、グロープラグ 1 0 の製造方法を示すフローチャートである。グロープラグ 1 0 の製造では、まず、発熱コイル 8 2 0 と中軸 2 0 0 と、が溶接される (ステップ S 1 0) 。具体的には発熱コイル 8 2 0 と後端コイル 8 3 0 とが溶接され、さらに、後端コイル 8 3 0 の後端部 8 3 9 と、中軸 2 0 0 の先端部 2 1 0 と、が溶接される。次に、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 と、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 と、が溶接される (ステップ S 2 0) 。ステップ S 2 0 を「溶接工程」とも呼ぶ。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、ステップ S 2 0 における溶接工程を示す説明図である。この工程では、まず、開口 8 1 5 を有する先端部 8 1 3 p を備え、この開口 8 1 5 に向かって次第に縮径する形状に成形されたシース管 8 1 0 p を用意する。用意されたシース管 8 1 0 p の先端部 8 1 3 p 内（開口 8 1 5 内）に、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 を挿入して配置する（図 6（a））。次に、先端部 8 1 3 p の外側から、例えばアーク溶接によって先端部 8 1 3 p を溶融して凝固させることにより開口 8 1 5 を閉塞させつつ、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 とシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 とを溶接する（図 6（b））。こうすることにより、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 がシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 に取り囲まれて埋め込まれる。溶接工程では、用意されるシース管 8 1 0 p の先端部 8 1 3 p の体積や、開口 8 1 5 内に配置される発熱コイル 8 2 0 の長さ（先端部 8 2 2 の長さ）や、溶接機器の出力や、溶接時間などを調整することにより、厚さ A と、距離 B と、厚さ C と、が上述の式（1）及び（2）を満たすようにする。また、溶接工程において、発熱コイル 8 2 0 の融点より低く、シース管 8 1 0 の融点より高い温度で発熱コイル 8 2 0 とシース管 8 1 0 とが溶接されるように、溶接機器の出力や、溶接時間などを調整することにより、合金部の厚さが 1 0（ μm ）以下となるようにする。

10

【 0 0 3 0 】

ステップ S 2 0 における溶接工程が完了すると、次に、シース管 8 1 0 の内に絶縁体 8 7 0 が充填される（ステップ S 3 0）。絶縁体 8 7 0 が、発熱コイル 8 2 0 と、後端コイル 8 3 0 と、中軸 2 0 0 とを内包することによってシース管 8 1 0 内に形成された空隙に充填されて、シースヒータ 8 0 0 の組み立てが完了する。

20

【 0 0 3 1 】

シースヒータ 8 0 0 が組み立てられると、シースヒータ 8 0 0 に対し、スウェーijing 加工が施される（ステップ S 4 0）。スウェーijing 加工とは、シースヒータ 8 0 0 に対して打撃力を加えてシースヒータ 8 0 0 を縮径させ、シース管 8 1 0 内に充填した絶縁体 8 7 0 を緻密化させる加工である。スウェーijing に伴ってシースヒータ 8 0 0 に打撃力が加えられると、打撃力がシースヒータ 8 0 0 内部に伝えられることにより、絶縁体 8 7 0 が緻密化される。

【 0 0 3 2 】

シースヒータ 8 0 0 にスウェーijing 加工が施されると、シースヒータ 8 0 0 と主体金具 5 0 0 とが組み付けられて、グロープラグ 1 0 が組み立てられ（ステップ S 5 0）、グロープラグ 1 0 が完成する。具体的には、中軸 2 0 0 が一体化されたシースヒータ 8 0 0 を主体金具 5 0 0 の軸孔 5 1 0 に圧入して固定すると共に、主体金具 5 0 0 の後端部分において、オーリング 1 1 0 や絶縁部材 1 2 0 を中軸 2 0 0 に嵌め込み、係合部材 1 4 0 を主体金具 5 0 0 の後端に設けられた中軸 2 0 0 の雄ネジ部 2 9 0 に締め付ける。また、ステップ S 5 0 では、グロープラグ 1 0 に対してエージング処理が施される。具体的には、組み立てられたグロープラグ 1 0 に通電することによって、シースヒータ 8 0 0 を発熱させて、シースヒータ 8 0 0 の外表面に酸化膜を形成させる。

30

【 0 0 3 3 】

以上のように構成された本実施形態のグロープラグ 1 0 によれば、厚さ A と距離 B とが上述の式（1）を満たすため、グロープラグ 1 0 を所望のサイクル数まで使用した場合であっても、発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 がシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 から露出することを抑制できるので、グロープラグ 1 0 の耐久性を確保することができる。

40

【 0 0 3 4 】

また、厚さ A と厚さ C とは、上述の式（2）を満たすため、グロープラグ 1 0 の急速昇温性を確保することができる。

【 0 0 3 5 】

また、合金部の厚さは 1 0（ μm ）以下であるため、合金部が厚く形成されることによって距離 B が短くなることを抑制することができる。そのため、グロープラグ 1 0 の耐久性の低下を抑制することができる。

50

【 0 0 3 6 】

さらに、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 は直線状であるため、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 内における発熱コイル 8 2 0 の長さ（先端部 8 2 2 の長さ）を短くすることができるので、上述の式（ 1 ）及び式（ 2 ）の関係を満たしながら、厚さ C の値を小さくすることができる。そのため、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 の熱容量を小さくすることができるので、急速昇温に適したグロープラグ 1 0 を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

以下では、上述の式（ 2 ）を満たすようにすることでグロープラグ 1 0 の急速昇温性を確保することができる根拠について、実験結果に基づいて説明する。

【 0 0 3 8 】

10

B . 実験内容及びその実験結果：

図 7 は、厚さ比の最適な範囲を求めるために行った実験の結果を示す図である。図 7 には、厚さ A と、厚さ C と、厚さ比（ C / A ）と、急速昇温性の判定と、が示されている。この実験では、厚さ A と、厚さ C と、の組合せが異なるサンプル 1 ～ 9 を用意した。なお、いずれのサンプルにおいても、厚さ A と距離 B とが上述の式（ 1 ）を満たし、かつ、合金部の厚さが 1 0（ μm ）以下となるようにシースヒータ 8 0 0 を作製した。本実験では、発熱コイル 8 2 0 としてタングステン（W）を用い、後端コイル 8 3 0 として鉄（Fe）-クロム（Cr）-アルミニウム（Al）合金を用いた。

【 0 0 3 9 】

本実験では、厚さ比による急速昇温性を評価するために、サンプル 1 ～ 9 に 1 1 V の電圧を印加して、シース管 8 1 0 の先端 8 1 1 から軸線方向 O D 後端側に 2 mm の位置におけるシース管 8 1 0 の表面温度が、印加を開始してから 1 0 0 0 に到達するまでの時間を測定した。シース管 8 1 0 の表面温度は、熱電対により測定した。急速昇温性は、以下の基準により判定した。なお、印加を開始した温度は、常温（約 2 0 ）である。印加開始から 3 秒以内で 1 0 0 0 に到達するサンプル（判定が「☐」又は「☐」のサンプル）では、十分な急速昇温性が確保されているといえる。

20

【 0 0 4 0 】

急速昇温性 ☐：印加開始から、2 秒以内で 1 0 0 0 に到達

急速昇温性 ☐：印加開始から、2 秒より長く 3 秒以内で 1 0 0 0 に到達

急速昇温性 ☐：印加開始から、3 秒より長く 3 . 5 秒以内で 1 0 0 0 に到達

30

急速昇温性 ☐：印加開始から、3 . 5 秒より長い時間で 1 0 0 0 に到達

【 0 0 4 1 】

実験の結果、厚さ比が 2 . 5 以下のサンプル 1 ～ 6 では、急速昇温性の判定が「☐」又は「☐」であり、十分な急速昇温性が確保されていた。特に、厚さ比が 1 . 9 以下であるサンプル 1、2 では、急速昇温性の判定が「☐」であり、より急速に昇温が可能であった。

【 0 0 4 2 】

以上の実験結果より、上述の式（ 2 ）を満たすようにすることでグロープラグ 1 0 の急速昇温性を確保することができることが示された。発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 がシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 から露出することによる耐久性の低下を抑制するためには、距離 B を長くすればよいが、距離 B が長くなるとシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 の熱容量が大きくなるためにグロープラグ 1 0 の急速昇温性が低下する。しかし、厚さ C と厚さ A とが上述の式（ 2 ）を満たすようにすることで、すなわち厚さ C の上限を厚さ A の 2 . 5 倍とすることで、耐久性と急速昇温性とを確保することができると考えられる。

40

【 0 0 4 3 】

C . 第 2 実施形態：

C 1 . グロープラグ 1 0 a の構成：

図 8 は、第 2 実施形態におけるグロープラグ 1 0 a のシース管 8 1 0 先端部 8 1 3 付近の断面図である。図 8 の断面は、軸線 O を通る位置でシースヒータ 8 0 0 を切断した断面であり、軸線 O を通る位置において切断された発熱コイル 8 2 0 a の螺旋部分 8 2 3 a と

50

先端部 8 2 2 a と、シース管 8 1 0 と、絶縁体 8 7 0 と、が示されている。本実施形態では、発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a は、螺旋状である。図 8 に示す破線 S は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 と発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a との間に合金部 8 6 0 が形成された場合における、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 の一部を、拡大して模式的に示している。図 8 には、さらに、厚さ A と、距離 B と、厚さ C と、が示されている。厚さ A は、軸線方向 O D において、発熱コイル 8 2 0 a が配置された部位に対応するシース管 8 1 0 の側面部 8 1 4 の厚さのうち、最小の厚さである。距離 B は、シース管 8 1 0 の先端 8 1 1 から発熱コイル 8 2 0 a の先端 8 2 1 a までの軸線方向 O D における距離である。厚さ C は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 の O D における最大の厚さである。本実施形態においても、厚さ A と距離 B とは上述の式 (1) を満たし、厚さ A と厚さ C とは上述の式 (2) を満たす。本実施形態におけるグロープラグ 1 0 a のその他の構成は、上述の第 1 実施形態におけるグロープラグ 1 0 の構成と同様であるため、説明を省略する。

10

【 0 0 4 4 】

C 2 . グロープラグ 1 0 a の製造方法

本実施形態におけるグロープラグ 1 0 a の製造方法では、まず、螺旋状の先端部 8 2 2 a を有する発熱コイル 8 2 0 が用意されて、発熱コイル 8 2 0 a と中軸 2 0 0 と、が溶接される (図 5 、ステップ S 1 0) 。次に、上述の第 1 実施形態と同様に、発熱コイル 8 2 0 a とシース管 8 1 0 a とが溶接される溶接工程が実施される (図 5 、ステップ S 2 0)

。

【 0 0 4 5 】

20

図 9 は、第 2 実施形態における溶接工程を示す説明図である。溶接工程では、シース管 8 1 0 p の先端部 8 1 3 p 内 (開口 8 1 5 内) に、発熱コイル 8 2 0 a の螺旋状の先端部 8 2 2 a を挿入して配置する (図 9 (a)) 。次に、先端部 8 1 3 p の外側から、例えばアーク溶接によって先端部 8 1 3 p を溶融して凝固させることにより開口 8 1 5 を閉塞させつつ、発熱コイル 8 2 0 a の螺旋状の先端部 8 2 2 a とシース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 とを溶接する (図 9 (b)) 。こうすることにより、発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a は、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 に取り囲まれつつ埋め込まれる。本実施形態におけるその他のグロープラグ 1 0 a の製造方法は、上述の第 1 実施形態におけるグロープラグ 1 0 の製造方法と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 4 6 】

30

以上のように構成された本実施形態のグロープラグ 1 0 a によれば、合金部 8 6 0 の厚さ D が 1 0 (μm) 以下であり、厚さ A と距離 B とが上述の式 (1) を満たし、厚さ A と厚さ (C) とが上述の式 (2) を満たすため、上述の第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 7 】

さらに、発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a は螺旋状であるため、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 が直線状の場合と比較して、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 内に取り囲まれる発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a の表面積 (体積) が大きい。そのため、シース管 8 1 0 の先端部 8 1 3 と発熱コイル 8 2 0 a の先端部 8 2 2 a とをより強固に接続することができる。

40

【 0 0 4 8 】

D . 変形例 :

・変形例 1 :

上述の第 1 実施形態では、発熱コイル 8 2 0 の先端部 8 2 2 は軸線 O 上において、軸線 O に沿った直線状である。これに対し、直線状の先端部 8 2 2 は、軸線 O 上に位置していてもよく、また、軸線 O と交差していてもよい。さらに、発熱コイルの先端部 8 2 2 , 8 2 2 a は、直線状や、螺旋状以外の形状であってもよい。

【 0 0 4 9 】

・変形例 2 :

上述の種々の実施形態では、グロープラグ 1 0 、 1 0 a は、発熱コイル 8 2 0 、 8 2 0

50

aと後端コイル830とを備えている。これに対し、グロープラグ10、10aは、発熱コイル820、820aの後端部819が中軸200の先端部210に接続された、1つのコイルにより構成されていてもよい。また、グロープラグ10、10aの後端コイル830は、複数のコイルが接続されることにより構成されていてもよい。

【0050】

・変形例3：

上述の種々の実施形態では、シース管の先端部813pと発熱コイルの先端部822、822aとの溶接工程において、アーク溶接を用いている。これに対し、溶接工程では、レーザ溶接など、他の溶接方法を用いてもよい。

【0051】

・変形例4：

上述の実施形態では、グロープラグ制御装置21は、グロープラグ10と、制御部32と、スイッチ33と、を備えている。これに対し、グロープラグ制御装置21は、グロープラグ10と、制御部32と、を備える構成であってもよい。

【0052】

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

【符号の説明】

【0053】

- 10、10a ... グロープラグ
- 21 ... グロープラグ制御装置
- 32 ... 制御部
- 33 ... スイッチ
- 100 ... 係合部材
- 110 ... オーリング
- 120 ... 絶縁部材
- 140 ... 係合部材
- 200 ... 中軸
- 210 ... 先端部
- 290 ... 雄ネジ部
- 300 ... リング
- 410 ... 絶縁部材
- 460 ... リング
- 500 ... 主体金具
- 510 ... 軸孔
- 520 ... 工具係合部
- 540 ... 雄ネジ部
- 600 ... インコネル
- 800 ... シースヒータ
- 810、810a ... シース管
- 810p ... シース管
- 811 ... 先端
- 812 ... 先端側内壁面
- 813、813a ... 先端部
- 813p ... 先端部
- 814 ... 側面部

10

20

30

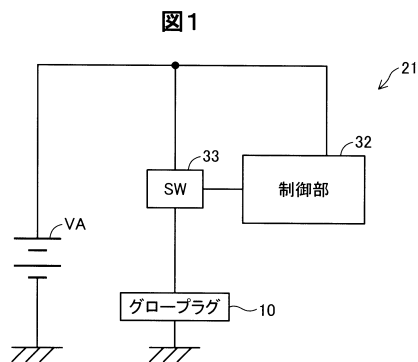
40

50

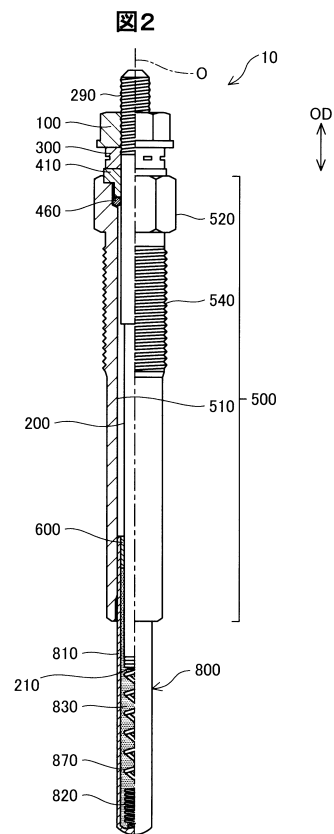
8 1 5 ... 開口
 8 1 9 ... 後端部
 8 2 0、8 2 0 a ... 発熱コイル
 8 2 1、8 2 1 a ... 先端
 8 2 2、8 2 2 a ... 先端部
 8 2 3、8 2 3 a ... 螺旋部分
 8 2 9 ... 後端部
 8 3 0 ... 後端コイル
 8 3 1 ... 先端部
 8 3 9 ... 後端部
 8 4 0 ... 接続部
 8 6 0 ... 合金部
 8 7 0 ... 絶縁体
 O ... 軸線
 O D ... 軸線方向
 V A ... バッテリ

10

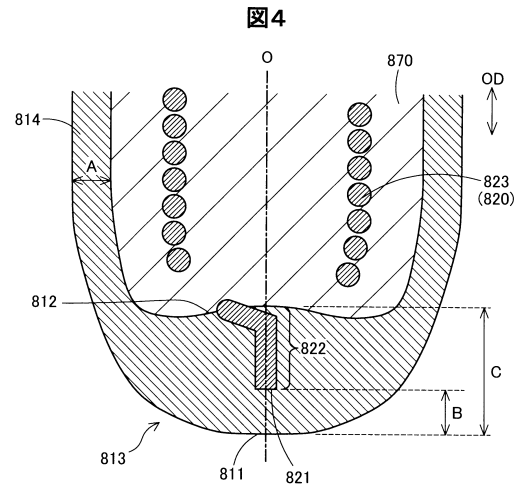
【図 1】



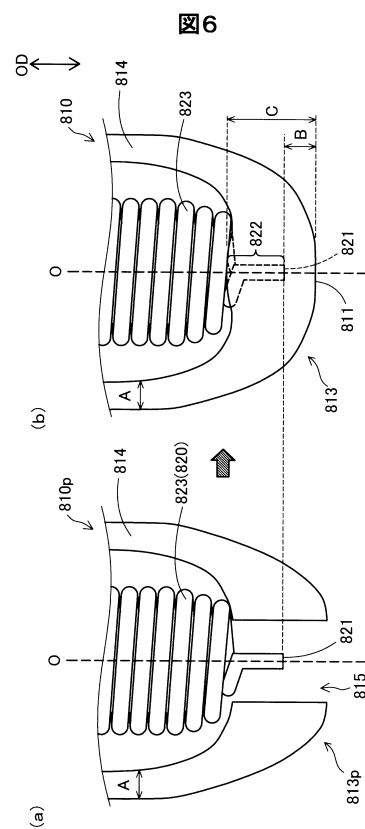
【図 2】



【 図 4 】



【 図 6 】



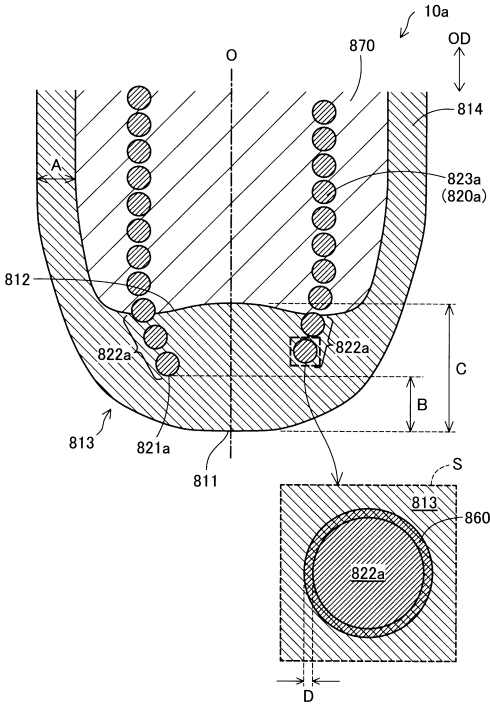
【図 7】

図 7

サンプル	A (mm)	C (mm)	C/A	判定 (急速昇温性)
1	0.41	0.74	1.8	◎
2	0.41	0.78	1.9	◎
3	0.41	0.80	2.0	○
4	0.41	0.92	2.2	○
5	0.41	0.95	2.3	○
6	0.41	1.04	2.5	○
7	0.41	1.05	2.6	△
8	0.41	1.20	2.9	△
9	0.41	1.40	3.4	×

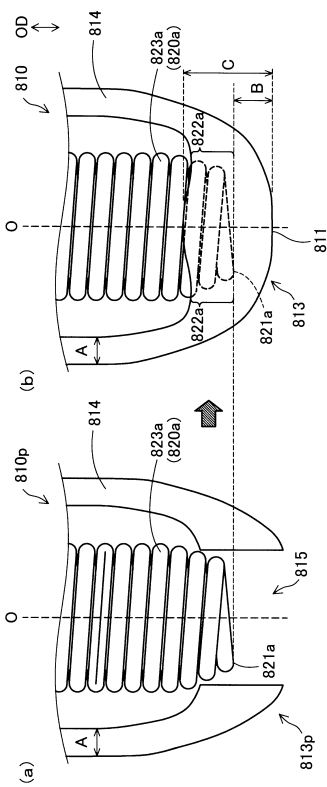
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-156560(JP,A)
特開2009-168304(JP,A)
特開2015-099008(JP,A)
国際公開第2009/084453(WO,A1)
特開2015-078784(JP,A)
特開2014-137169(JP,A)
特開2014-137170(JP,A)
特開2001-330249(JP,A)
特開2015-096786(JP,A)
特開2015-117930(JP,A)
特開昭62-000731(JP,A)
特開2007-263495(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23Q	7/00
H05B	3/48