

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6280853号
(P6280853)

(45) 発行日 平成30年2月14日 (2018. 2. 14)

(24) 登録日 平成30年1月26日 (2018. 1. 26)

(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 O 5 K

H 0 5 B 3/12 (2006. 01)

F 2 3 Q 7/00 U

H 0 5 B 3/48

H 0 5 B 3/12

A

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-206153 (P2014-206153)
 (22) 出願日 平成26年10月7日 (2014. 10. 7)
 (65) 公開番号 特開2015-99008 (P2015-99008A)
 (43) 公開日 平成27年5月28日 (2015. 5. 28)
 審査請求日 平成29年3月3日 (2017. 3. 3)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-214848 (P2013-214848)
 (32) 優先日 平成25年10月15日 (2013. 10. 15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 八谷 洋介
 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 桜井 利之
 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 瀬川 昌幸
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グロープラグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒状を成す筒状体と、
 前記筒状体の内側に設けられ、通電によって発熱する発熱体と、
 前記筒状体と前記発熱体との間を接続する接続部であって、前記発熱体との溶接によっ
 て形成された溶融部を有する接続部と
 を備えるグロープラグであって、
 前記発熱体は、タングステン (W) またはモリブデン (Mo) から主に成り、
 前記溶融部における前記発熱体との界面から少なくとも 20 μm までの部位は、ニッケ
 ル (Ni) を含有しないことを特徴とするグロープラグ。

【請求項 2】

前記接続部は、鉄 (Fe) から主に成るとともにクロム (Cr) を含有する部位と、ク
 ロム (Cr) から主に成る部位との少なくとも一方の部位を有する、請求項 1 に記載のグ
 ロープラグ。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のグロープラグであって、
 前記筒状体は、ニッケル (Ni) または鉄 (Fe) から主に成るとともに、先端側に位
 置する先端部と、後端側に位置する後端部とを備え、
 前記筒状体の中心軸上に位置する前記先端部の部位のうち、前記筒状体の外側から前記
 中心軸に沿って 100 μm までの部位に含まれるクロム (Cr) の含有量は、13 質量%

以上である、グロープラグ。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載のグロープラグであって、

前記筒状体は、ニッケル (Ni) または鉄 (Fe) から主に成るとともに、先端側に位置する先端部と、後端側に位置する後端部とを備え、

前記筒状体の中心軸上に位置する前記先端部の部位のうち、前記筒状体の外側から前記中心軸に沿って 100 μm までの部位に含まれるクロム (Cr) の含有量は、18 質量% 以上である、グロープラグ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、グロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

グロープラグとしては、シースヒータを用いたシース型グロープラグが知られている。グロープラグのシースヒータは、先端部が閉塞したシースチューブ (筒状体) と、シースチューブの内側に設けられた発熱コイル (発熱体) とを備える。グロープラグのシースチューブには、耐熱性および耐酸化性に優れる材料として、ニッケル (Ni) から主に成るニッケル基合金や、ニッケル (Ni) を含有するステンレス鋼などが、一般的に用いられる。

20

【0003】

グロープラグの発熱コイルには、一般的に、鉄 (Fe) とクロム (Cr) とアルミニウム (Al) とを含有する Fe - Cr - Al 系合金が用いられる。近年、グロープラグの耐熱性を向上させるために、Fe - Cr - Al 系合金よりも高い融点を有する材料として、タングステン (W) またはモリブデン (Mo) から実質的に成る純金属や、ニッケル (Ni) から主に成りタングステン (W) を含有する Ni - W 系合金を、グロープラグの発熱コイルに用いることが提案されている (例えば、特許文献 1, 2 を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献 1】国際公開第 2011/162074 号

【特許文献 2】特開 2012-57820 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 のグロープラグでは、ニッケル (Ni) を含有するシースチューブに対して、タングステン (W) またはモリブデン (Mo) から実質的に成る発熱コイルを溶接する際、シースチューブと発熱コイルとの間に溶接によって形成される溶融部に、W または Mo よりも融点が高い W - Ni 合金または Mo - Ni 合金が生成されるため、溶融部において耐熱性が不足し、その結果、グロープラグの耐久性を十分に確保できないおそれがあった。このような溶融部における耐熱性の不足に起因する課題は、今まで検討されていなかった新規な課題である。特許文献 2 のグロープラグでは、発熱コイルそのものが Ni - W 系合金から成るため、W または Mo から実質的に成る発熱コイルと比較して発熱コイルの耐熱性が不足し、その結果、グロープラグの耐久性を十分に確保できないおそれがあった。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

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。

本発明の一形態によれば、筒状を成す筒状体と；前記筒状体の内側に設けられ、通電に

50

よって発熱する発熱体と；前記筒状体と前記発熱体との間を接続する接続部であって、前記発熱体との溶接によって形成された溶融部を有する接続部とを備えるグロープラグが提供される。このグロープラグにおいて、前記発熱体は、タングステン（W）またはモリブデン（Mo）から主に成り、前記溶融部における前記発熱体との界面から少なくとも20 μmまでの部位は、ニッケル（Ni）を含有しない。この形態によれば、溶融部における耐熱性を向上させることができる。その結果、グロープラグの耐久性を向上させることができる。

【0007】

（1）本発明の一形態によれば、先端部が閉塞した筒状を成す筒状体と；前記筒状体の内側に設けられ、通電によって発熱する発熱体と；前記筒状体の内側に設けられ、前記先端部と前記発熱体との間を接続する接続部であって、前記発熱体との溶接によって形成された第1の溶融部と、前記筒状体との溶接によって形成された第2の溶融部とを有する接続部とを備えるグロープラグが提供される。このグロープラグにおいて、前記発熱体は、タングステン（W）またはモリブデン（Mo）から主に成り、前記第1の溶融部における前記発熱体との界面から少なくとも20 μmまでの部位は、ニッケル（Ni）を含有しない。この形態によれば、第1の溶融部における耐熱性を向上させることができる。その結果、グロープラグの耐久性を向上させることができる。

10

【0008】

（2）上述のグロープラグにおいて、前記接続部は、鉄（Fe）から主になるとともにクロム（Cr）を含有する部位と、クロム（Cr）から主に成る部位との少なくとも一方の部位を有してもよい。この形態によれば、発熱体との界面から少なくとも20 μmまでの部位にニッケル（Ni）を含有しない第1の溶融部を実現できる。

20

【0009】

（3）上述のグロープラグにおいて、前記筒状体は、ニッケル（Ni）または鉄（Fe）から主になるとともに、先端側に位置する先端部と、後端側に位置する後端部とを備え、前記筒状体の中心軸上に位置する前記先端部の部位のうち、前記筒状体の外側から前記中心軸に沿って100 μmまでの部位に含まれるクロム（Cr）の含有量は、13質量%以上であってもよい。この形態によれば、先端部における耐酸化性を十分に確保できる。その結果、グロープラグの耐久性を十分に向上させることができる。

【0010】

30

（4）上述のグロープラグにおいて、前記筒状体は、ニッケル（Ni）または鉄（Fe）から主になるとともに、先端側に位置する先端部と、後端側に位置する後端部とを備え、前記筒状体の中心軸上に位置する前記先端部の部位のうち、前記筒状体の外側から前記中心軸に沿って100 μmまでの部位に含まれるクロム（Cr）の含有量は、18質量%以上であってもよい。この形態によれば、先端部における耐酸化性をいっそう確保できる。その結果、グロープラグの耐久性をいっそう向上させることができる。

【0011】

本発明は、グロープラグ以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、上述のグロープラグを備える内燃機関、上述の筒状体と発熱体とを備える発熱装置、上述のグロープラグを製造する製造方法などの形態で実現することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】グロープラグの構成を示す説明図である。

【図2】グロープラグにおけるシースヒータの詳細構成を示す説明図である。

【図3】シースヒータにおける接続部の詳細構成を示す説明図である。

【図4】後端側溶融部の部分断面を示す説明図である。

【図5】変形例のシースヒータを示す説明図である。

【図6】グロープラグの製造方法を示す工程図である。

【図7】グロープラグを製造する様子を示す説明図である。

【図8】タングステン（W）から主に成る発熱コイルを備えるグロープラグの耐久性を評

50

価した結果を示す表である。

【図 9】モリブデン（Mo）から主に成る発熱コイルを備えるグロープラグの耐久性を評価した結果を示す表である。

【図 10】変形例のシースヒータを示す説明図である。

【図 11】変形例のシースヒータを示す説明図である。

【図 12】変形例のシースヒータを示す説明図である。

【図 13】変形例のシースヒータを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

A．実施形態

10

A1．グロープラグの構成

図 1 は、グロープラグ 10 の構成を示す説明図である。図 1 には、グロープラグ 10 の中心軸 SC を境界として、紙面右側にグロープラグ 10 の外観形状が図示され、紙面左側にグロープラグ 10 の断面形状が図示されている。本実施形態の説明では、グロープラグ 10 における図 1 の紙面下側を「先端側」といい、図 1 の紙面上側を「後端側」という。

【0014】

グロープラグ 10 は、ディーゼルエンジンを始めとする内燃機関（図示しない）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、中軸 200 と、主体金具 500 と、シースヒータ 800 とを備える。本実施形態では、グロープラグ 10 の中心軸 SC は、中軸 200、主体金具 500、およびシースヒータ 800 の各部材における中心軸でもある。

20

【0015】

グロープラグ 10 の中軸 200 は、主体金具 500 の内側に設けられた導体である。本実施形態では、中軸 200 は、中心軸 SC を中心とする円柱状を成す金属製の導体である。中軸 200 は、シースヒータ 800 へと電力を中継する。

【0016】

中軸 200 は、先端側に設けられた先端部 210 と、後端側に設けられた後端部 290 とを備える。中軸 200 の先端部 210 は、主体金具 500 の先端側に接合されたシースヒータ 800 の内側に挿入されている。中軸 200 の後端部 290 は、主体金具 500 の後端側から突出する。本実施形態では、後端部 290 には、雄ネジが形成されており、後端部 290 には、絶縁樹脂製の環状部材であるリング 110 と、絶縁樹脂製の筒状部材である絶縁ブッシュ 120 と、金属製の筒状部材であるリング 130 と、金属製のナット 140 とが、順に組み付けられている。

30

【0017】

グロープラグ 10 の主体金具 500 は、中心軸 SC を中心とする円筒状を成す金属製の導体である。本実施形態では、主体金具 500 は、ニッケルめっきが施された低炭素鋼である。他の実施形態では、主体金具 500 は、亜鉛めっきが施された低炭素鋼であっても良いし、めっきが施されていない低炭素鋼であっても良い。

【0018】

主体金具 500 は、軸孔 510 と、工具係合部 520 と、ネジ部 540 とを備える。主体金具 500 の軸孔 510 は、中心軸 SC を中心とする貫通孔である。軸孔 510 の先端側には、シースヒータ 800 が圧入によって接合されている。軸孔 510 の内径は、中軸 200 の外形よりも大きい。軸孔 510 の内側には、中軸 200 が保持されている。中軸 200 と軸孔 510 との間には、空隙が形成されている。主体金具 500 の工具係合部 520 は、グロープラグ 10 の取り付けおよび取り外しに用いられる工具（図示しない）に係り合う外周形状（例えば、六角形）を有する部位である。主体金具 500 のネジ部 540 は、内燃機関（図示しない）に対して嵌り合う雄ネジが外周に形成された部位である。

40

【0019】

図 2 は、グロープラグ 10 におけるシースヒータ 800 の詳細構成を示す説明図である。シースヒータ 800 は、熱を発生させる発熱装置である。シースヒータ 800 は、シー

50

スチューブ 810 と、接続部 830 と、発熱コイル 850 と、絶縁粉末 870 とを備える。

【0020】

シースヒータ 800 のシースチューブ 810 は、先端側が閉塞した筒状を成す筒状体である。シースチューブ 810 は、先端側に位置する先端部 811 と、後端側に位置する後端部 819 とを備える。シースチューブ 810 の先端部 811 は、閉塞した端部である。先端部 811 の内側には、接続部 830 を介して、発熱コイル 850 が接続されている。シースチューブ 810 の後端部 819 は、開放した端部である。後端部 819 の内側には、中軸 200 が挿入されている。中軸 200 と後端部 819 との間は、絶縁樹脂製の筒状部材であるパッキン 600 によって電氣的に絶縁される。後端部 819 の外側は、軸孔 510 を有する主体金具 500 の内側に接触する。

10

【0021】

本実施形態では、シースチューブ 810 の外径は、3.5 mm (ミリメートル) である。本実施形態では、シースチューブ 810 の先端部 811 および側面における肉厚は、約 0.5 mm である。

【0022】

本実施形態では、シースチューブ 810 は、ニッケル (Ni) から主に成り、Ni は、シースチューブ 810 に占める割合が最も多い成分 (好ましくは、50 質量%以上) である。具体的には、シースチューブ 810 の材料は、ニッケル (Ni) を主成分として、23 質量%のクロム (Cr) と、14 質量%の鉄 (Fe) と、1.4 質量%のアルミニウム (Al) とを含有するニッケル基合金 (インコネル 601 (「インコネル」は登録商標)) である。

20

【0023】

他の実施形態では、シースチューブ 810 は、鉄 (Fe) から主に成るとともにニッケル (Ni) を含有してもよく、Fe は、シースチューブ 810 に占める割合が最も多い成分 (好ましくは、50 質量%以上) であってもよい。具体的には、シースチューブ 810 の材料は、鉄 (Fe) を主成分として、26 質量%のクロム (Cr) と、22 質量%のニッケル (Ni) とを含有するステンレス鋼 (SUS 310s) であってもよい。

【0024】

シースヒータ 800 の発熱コイル 850 は、シースチューブ 810 の内側に設けられ、通電によって発熱する発熱体である。発熱コイル 850 は、先端側に位置する先端部 851 と、後端側に位置する後端部 859 とを備える。発熱コイル 850 の先端部 851 は、接続部 830 を介して、シースチューブ 810 の先端部 811 へと接続されている。発熱コイル 850 の後端部 859 は、中軸 200 に接続されている。

30

【0025】

発熱コイル 850 は、ニッケル (Ni) を実質的に含有しない。本実施形態では、発熱コイル 850 は、タングステン (W) から主に成り、W は、発熱コイル 850 に占める割合が最も多い成分 (好ましくは、99 質量%以上) である。すなわち、発熱コイル 850 は、タングステン (W) から実質的に成る。具体的には、発熱コイル 850 の材料は、タングステン (W) の純金属である。

40

【0026】

他の実施形態では、発熱コイル 850 は、モリブデン (Mo) から主に成ってもよく、Mo は、発熱コイル 850 に占める割合が最も多い成分 (好ましくは、99 質量%以上) であってもよい。すなわち、発熱コイル 850 は、モリブデン (Mo) から実質的に成ってもよい。具体的には、発熱コイル 850 の材料は、モリブデン (Mo) の純金属であってもよい。

【0027】

シースヒータ 800 の絶縁粉末 870 は、電気絶縁性を有する粉末である。本実施例では、絶縁粉末 870 は、酸化マグネシウム (MgO) から主に成る。絶縁粉末 870 は、シースチューブ 810 の内側に充填され、中軸 200 と、シースチューブ 810 と、接続

50

部 8 3 0 と、発熱コイル 8 5 0 との各隙間を電氣的に絶縁する。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、シースヒータ 8 0 0 における接続部 8 3 0 の詳細構成を示す説明図である。接続部 8 3 0 は、シースチューブ 8 1 0 の内側に設けられ、シースチューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 と、発熱コイル 8 5 0 の先端部 8 5 1 との間を接続する。接続部 8 3 0 は、後端側溶融部 8 3 1 と、先端側溶融部 8 3 2 と、線材部 8 3 5 とを備える。接続部 8 3 0 の後端側溶融部 8 3 1 は、接続部 8 3 0 の元となる線材と発熱コイル 8 5 0 との溶接によって形成された第 1 の溶融部である。接続部 8 3 0 の先端側溶融部 8 3 2 は、接続部 8 3 0 の元となる線材とシースチューブ 8 1 0 との溶接によって形成された第 2 の溶融部である。接続部 8 3 0 の線材部 8 3 5 は、接続部 8 3 0 の元となる線材のうち、シースチューブ 8 1 0 および発熱コイル 8 5 0 との各溶接時に溶融することなく残された部位である。

10

【 0 0 2 9 】

接続部 8 3 0 の元となる線材は、ニッケル (N i) を実質的に含有しない。本実施形態では、接続部 8 3 0 の元となる線材の材質は、鉄 (F e) から主に成るとともにクロム (C r) を含有する合金である。他の実施形態では、接続部 8 3 0 の元となる線材の材質は、クロム (C r) から主になる合金であってもよいし、クロム (C r) の純金属であってもよい。

【 0 0 3 0 】

接続部 8 3 0 は、元となる線材の材質に起因して、鉄 (F e) から主に成るとともにクロム (C r) を含有する部位と、クロム (C r) から主に成る部位との少なくとも一方の部位を有する。本実施形態では、後端側溶融部 8 3 1 の先端寄りの部分、先端側溶融部 8 3 2 の後端寄りの部分、および、線材部 8 3 5 の全域は、鉄 (F e) から主に成るとともにクロム (C r) を含有する部位である。他の実施形態では、後端側溶融部 8 3 1 の先端寄りの部分、先端側溶融部 8 3 2 の後端よりの部分、および、線材部 8 3 5 の全域は、クロム (C r) から主に成る部位であってもよい。

20

【 0 0 3 1 】

図 3 の距離 D t m は、中心軸 S C に沿ったシースチューブ 8 1 0 の先端 A から後端側溶融部 8 3 1 までの距離である。本実施形態では、距離 D t m は、約 1 . 0 m m である。

【 0 0 3 2 】

接続部 8 3 0 の先端側溶融部 8 3 2 は、シースチューブ 8 1 0 における先端部 8 1 1 の少なくとも一部を構成する。シースチューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 および接続部 8 3 0 の先端側溶融部 8 3 2 は、タンゲステン (W) およびモリブデン (M o) を実質的に含有しない。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 の位置 B は、中心軸 S C 上に位置する先端部 8 1 1 の部位のうち、シースチューブ 8 1 0 の外側である先端 A から、中心軸 S C に沿って 1 0 0 μ m 離れた位置を示す。中心軸 S C 上に位置する先端 A から位置 B までの部位に含まれるクロム (C r) の含有量 C T _ C r は、1 3 質量 % 以上であることが好ましく、1 8 質量 % 以上であることがさらに好ましい。この含有量 C T _ C r は、中心軸 S C に沿って切断したシースチューブ 8 1 0 における先端 A から位置 B までの間に 1 μ m 刻みで設定された合計 1 0 0 箇所の分析領域 (径 1 μ m) から、波長分散型 X 線分光器 (W D S : Wavelength Dispersive X-ray Spectrometer) を利用する電子線マイクロアナライザ (E P M A : Electron Probe MicroAnalyzer) を用いて検出されるクロム含有量の平均値である。

40

【 0 0 3 4 】

図 4 は、後端側溶融部 8 3 1 の部分断面を示す説明図である。接続部 8 3 0 と発熱コイル 8 5 0 との界面 8 3 9 は、接続部 8 3 0 と発熱コイル 8 5 0 との溶接時に溶融した後に凝固した部位である接続部 8 3 0 の後端側溶融部 8 3 1 と、接続部 8 3 0 と発熱コイル 8 5 0 との溶接時に溶融することなく残された発熱コイル 8 5 0 の先端部 8 5 1 との間に存在する。図 4 に示す例では、界面 8 3 9 は、位置 C と位置 D との間にわたって存在する。図 4 の仮想線 L 1 は、後端側溶融部 8 3 1 における界面 8 3 9 から 2 0 μ m (マイクロメ

50

ートル)離れた位置を示す。

【0035】

後端側溶融部831における発熱コイル850との界面839から少なくとも20μmまでの部位は、ニッケル(Ni)を含有しないことが好ましい。この「ニッケル(Ni)を含有しない」とは、後端側溶融部831における界面839から仮想線L1までの間に1μm刻みで設定された合計20箇所の分析領域(径1μm)から、WDSを利用するEPMAを用いて検出されるニッケル含有量の平均値が0.1at%(原子パーセント)以下であり、実質的にNiを含有しないことを意味する。

【0036】

図5は、変形例のシースヒータ800Bを示す説明図である。変形例のシースヒータ800Bは、接続部830に代えて接続部830Bを備える点を除き、上述した実施形態のシースヒータ800と同様である。接続部830Bは、後端側溶融部831と先端側溶融部832とが隣接する点を除き、上述した実施形態の接続部830と同様である。図5に示す例では、後端側溶融部831と先端側溶融部832との間に、線材部835が存在しない。他の変形例では、後端側溶融部831と先端側溶融部832との間に、線材部835が部分的に存在してもよい。

【0037】

A2. グロープラグの製造方法

図6は、グロープラグ10の製造方法を示す工程図である。図7は、グロープラグ10を製造する様子を示す説明図である。

【0038】

グロープラグ10を製造する際には、製造者は、グロープラグ10を構成する各種部材を用意する(工程P110)。本実施形態では、製造者は、シースヒータ800の部材として、先端側に開口811hを有するシースチューブ810と、接続部830の元となる線材835pと、他の部材と接合されていない発熱コイル850とを用意する。

【0039】

各種部材を用意した後(工程P110)、製造者は、線材835pを発熱コイル850の先端側に溶接する(工程P120)。これによって、線材835pと発熱コイル850との間には、後端側溶融部831が形成される(図7(A)を参照)。

【0040】

線材835pを発熱コイル850に溶接した後(工程P120)、製造者は、線材835pを溶接した発熱コイル850を、シースチューブ810の後端側からシースチューブ810の内側に挿入する(工程P130)。これによって、シースチューブ810の開口811hから、線材835pが突出する(図7(B)を参照)。

【0041】

シースチューブ810に発熱コイル850を挿入した後(工程P130)、製造者は、シースチューブ810の先端側に線材835pを溶接する(工程P140)。これによって、シースチューブ810の先端側では、シースチューブ810の開口811hが閉塞しながら、先端側溶融部832が形成され、これに伴って、シースチューブ810の先端部811が形成される(図7(C)を参照)。

【0042】

シースチューブ810に線材835pを溶接した後(工程P140)、製造者は、シースチューブ810の内側に絶縁粉末870を充填する(工程P150)。これらの工程を経て、シースヒータ800が完成する。

【0043】

シースチューブ810に絶縁粉末870を充填した後(工程P150)、製造者は、シースヒータ800に各種部材(例えば、中軸200および主体金具500など)を取り付ける(工程P160)。これらの工程を経て、グロープラグ10が完成する。

【0044】

A3. グロープラグの評価

10

20

30

40

50

図 8 は、タングステン (W) から主に成る発熱コイル 8 5 0 を備えるグロープラグの耐久性を評価した結果を示す表である。図 9 は、モリブデン (M o) から主に成る発熱コイル 8 5 0 を備えるグロープラグの耐久性を評価した結果を示す表である。

【 0 0 4 5 】

試験者は、タングステン (W) から主に成る発熱コイル 8 5 0 を備えるグロープラグとして 6 種の試料 A 1 ~ A 6 を用意するとともに、モリブデン (M o) から主に成る発熱コイル 8 5 0 を備えるグロープラグとして 6 種の試料 B 1 ~ B 6 を用意した。試料 A 1 ~ A 6 および試料 B 1 ~ B 6 において、シースチューブ 8 1 0 の材料は、ニッケル合金 (インコネル 6 0 1) である。

【 0 0 4 6 】

試料 A 1 ~ A 6 および試料 B 1 ~ B 6 において、接続部 8 3 0 の元となる線材 8 3 5 p の材質は、次のとおりである。

- ・試料 A 1 , B 1 : 鉄 (F e) を主成分として、1 8 質量 % のクロム (C r) を含有するステンレス鋼 (S U S 4 3 0)
- ・試料 A 2 , B 2 : 鉄 (F e) を主成分として、1 8 質量 % のクロム (C r) と、3 質量 % のアルミニウム (A l) を含有するステンレス鋼 (S U H 2 1)
- ・試料 A 3 , B 3 : 鉄 (F e) を主成分として、1 2 質量 % のクロム (C r) を含有するステンレス鋼 (S U S 4 0 3)
- ・試料 A 4 , B 4 : 鉄 (F e) を主成分として、1 0 質量 % のクロム (C r) を含有するステンレス鋼
- ・試料 A 5 , B 5 : ニッケル (N i) を主成分として、2 3 質量 % のクロム (C r) と、1 4 質量 % の鉄 (F e) と、1 . 4 質量 % のアルミニウム (A l) とを含有するニッケル基合金 (インコネル 6 0 1)
- ・試料 A 6 , B 6 : 鉄 (F e) を主成分として、2 6 質量 % のクロム (C r) と、2 2 質量 % のニッケル (N i) を含有するステンレス鋼 (S U S 3 1 0 s)

【 0 0 4 7 】

試験者は、各試料における接続部 8 3 0 の後端側溶融部 8 3 1 から発熱コイル 8 5 0 の先端部 8 5 1 にわたる部分を切断し、後端側溶融部 8 3 1 における発熱コイル 8 5 0 との界面 8 3 9 から 1 0 μ m までの部位に含まれるニッケル (N i) の含有量 C T _ N i 1 0 と、後端側溶融部 8 3 1 における発熱コイル 8 5 0 との界面 8 3 9 から 2 0 μ m までの部位に含まれるニッケル (N i) の含有量 C T _ N i 2 0 とを測定した。含有量 C T _ N i 1 0 は、後端側溶融部 8 3 1 における界面 8 3 9 から 1 0 μ m までの間に 1 μ m 刻みで設定された合計 1 0 箇所分析領域 (径 1 μ m) から、W D S を利用する E P M A を用いて検出されるニッケル含有量の平均値である。含有量 C T _ N i 2 0 は、後端側溶融部 8 3 1 における界面 8 3 9 から 2 0 μ m までの間に 1 μ m 刻みで設定された合計 2 0 箇所分析領域 (径 1 μ m) から、W D S を利用する E P M A を用いて検出されるニッケル含有量の平均値である。含有量 C T _ N i 1 0 および含有量 C T _ N i 2 0 の測定に際し、試験者は、ニッケル含有量の平均値が 0 . 1 a t % 以下である場合、測定対象である後端側溶融部 8 3 1 の部位からニッケル (N i) が検出されない (不検出) 、すなわち、測定対象である後端側溶融部 8 3 1 の部位はニッケル (N i) を含有しない、と判断した。

【 0 0 4 8 】

試験者は、各試料におけるシースチューブ 8 1 0 を中心軸 S C に沿って切断し、シースチューブ 8 1 0 における中心軸 S C 上に位置する先端 A から位置 B までの部位に含まれるクロム (C r) の含有量 C T _ C r を測定した。含有量 C T _ C r は、先端 A から位置 B までの間に 1 μ m 刻みで設定された合計 1 0 0 箇所分析領域 (径 1 μ m) から、W D S を利用する E P M A を用いて検出されるクロム含有量の平均値である。

【 0 0 4 9 】

評価試験では、試験者は、次の手順 1 ~ 3 を 1 サイクルとして各試料に対して繰り返し実施することによって、各試料の接続部 8 3 0 が断線するサイクル数 (断線サイクル数) を確認した。

(手順1) シースチューブ810の外側表面における先端Aから中心軸SCに沿って2mmの位置MLが1200 になるように、試料であるグロープラグに通電

(手順2) シースチューブ810の位置MLが1200 になった後、グロープラグに対する通電を継続することによって、シースチューブ810の位置MLが1200 となる状態を10分間維持

(手順3) シースチューブ810の位置MLが1200 となる状態を10分間維持した後、グロープラグに対する通電を遮断し、送風によってシースチューブ810を2分間冷却

【0050】

試験者は、次の評価基準に基づいて各試料の耐久性を評価した。

10

(優) : 10000 断線サイクル

(良) : 8000 断線サイクル < 10000

(可) : 6000 断線サイクル < 8000

× (不可) : 断線サイクル < 6000

【0051】

発熱コイル850の材質がタングステン(W)である試料A1~A4と試料A5, A6との対比によれば、後端側溶融部831における界面839から20μmまでの部位からニッケル(Ni)が検出されなければ、グロープラグの耐久性を十分に確保できることが分かる。試料A5, A6では、タングステン(W)よりも融点が高いタングステン(W) - ニッケル(Ni)合金が後端側溶融部831に存在することに起因して、後端側溶融部831における融点が1500 未満にまで低下するため、試料A1~A4と比較してグロープラグの耐久性が低下すると考えられる。

20

【0052】

試料A1~A4の対比によれば、グロープラグの耐久性を向上させる観点から、シースチューブ810におけるクロム(Cr)の含有量CT_{Cr}は、13質量%以上が好ましく、18質量%以上がさらに好ましい。この結果は、鉄(Fe) - Cr(クロム)合金から成る線材835pに由来する先端側溶融部832の耐酸化性がクロム(Cr)によって確保されることに起因すると考えられる。

【0053】

発熱コイル850の材質がモリブデン(Mo)である試料B1~B4と試料B5, B6との対比によれば、後端側溶融部831における界面839から20μmまでの部位からニッケル(Ni)が検出されなければ、グロープラグの耐久性を十分に確保できることが分かる。試料B5, B6では、モリブデン(Mo)よりも融点が高いモリブデン(Mo) - ニッケル(Ni)合金が後端側溶融部831に存在することに起因して、後端側溶融部831における融点が1500 未満にまで低下するため、試料B1~B4と比較してグロープラグの耐久性が低下すると考えられる。

30

【0054】

試料B1~B4の対比によれば、グロープラグの耐久性を向上させる観点から、シースチューブ810におけるクロム(Cr)の含有量CT_{Cr}は、13質量%以上が好ましく、18質量%以上がさらに好ましい。この結果は、鉄(Fe) - Cr(クロム)合金から成る線材835pに由来する先端側溶融部832の耐酸化性がクロム(Cr)によって確保されることに起因すると考えられる。

40

【0055】

A4. 効果

以上説明した実施形態によれば、発熱コイル850は、タングステン(W)またはモリブデン(Mo)から主に成り、後端側溶融部831における発熱コイル850との界面839から少なくとも20μmまでの部位は、ニッケル(Ni)を含有しないため、後端側溶融部831における耐熱性を向上させることができる。その結果、グロープラグ10の耐久性を向上させることができる。

【0056】

50

また、接続部 830 は、鉄 (Fe) から主に成るとともにクロム (Cr) を含有する部位と、クロム (Cr) から主に成る部位との少なくとも一方の部位を有するため、発熱コイル 850 との界面 839 から少なくとも 20 μ m までの部位にニッケル (Ni) を含有しない後端側溶融部 831 を実現できる。

【0057】

また、シースチューブ 810 は、ニッケル (Ni) または鉄 (Fe) から主に成り、シースチューブ 810 の先端部 811 におけるクロム (Cr) の含有量 CT_Cr が 13 質量% 以上である場合、先端部 811 における耐酸化性を十分に確保できる。その結果、グロープラグ 10 の耐久性を十分に向上させることができる。さらに、シースチューブ 810 の先端部 811 におけるクロム (Cr) の含有量 CT_Cr が 18 質量% 以上である場合、先端部 811 における耐酸化性をいっそうに確保できる。その結果、グロープラグ 10 の耐久性をいっそう向上させることができる。

【0058】

B. 他の実施形態

本発明は、上述の実施形態や実施例、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、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部または全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部また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。

【0059】

図 10 は、変形例のシースヒータ 800C を示す説明図である。変形例のシースヒータ 800C は、接続部 830 に代えて接続部 830C を備える点を除き、上述した実施形態のシースヒータ 800 と同様である。接続部 830C は、シースチューブ 810 と発熱コイル 850 との間を接続する。接続部 830C は、後端側溶融部 831C と、先端側溶融部 832C と、鉸材部 835C とを備える。接続部 830C の元となる鉸材は、円盤状である点を除き、上述した実施形態における接続部 830 の元となる線材と同様である。

【0060】

接続部 830C の後端側溶融部 831C は、接続部 830C の元となる鉸材と発熱コイル 850 との溶接によって形成された第 1 の溶融部である点を除き、上述した実施形態の後端側溶融部 831 と同様である。後端側溶融部 831C は、円盤状を成す鉸材部 835C における後端側の端面の中央に形成されている。

【0061】

接続部 830C の先端側溶融部 832C は、接続部 830C の元となる鉸材とシースチューブ 810 との溶接によって形成された第 2 の溶融部である点を除き、上述した実施形態の先端側溶融部 832 と同様である。先端側溶融部 832C は、円盤状を成す鉸材部 835C における外周面の全域にわたって形成されている。

【0062】

接続部 830C の鉸材部 835C は、接続部 830C の元となる鉸材のうち、シースチューブ 810 および発熱コイル 850 との各溶接時に溶融することなく残された部位である。鉸材部 835C は、円盤状を成し、鉸材部 835C における先端側の端面は、外部に露出している。

【0063】

図 10 の変形例によれば、上述した実施形態と同様に、グロープラグ 800C の耐久性を向上させることができる。

【0064】

図 11 は、変形例のシースヒータ 800D を示す説明図である。変形例のシースヒータ 800D は、接続部 830 に代えて接続部 830D を備える点を除き、上述した実施形態のシースヒータ 800 と同様である。接続部 830D は、シースチューブ 810 と発熱コ

10

20

30

40

50

イル 8 5 0 との間を接続する。接続部 8 3 0 D は、後端側溶融部 8 3 1 D と、先端側溶融部 8 3 2 D と、鋸材部 8 3 5 D とを備える。接続部 8 3 0 D の元となる鋸材は、先端側が細く後端側が太い段付きの円柱状である点を除き、上述した実施形態における接続部 8 3 0 の元となる線材と同様である。

【 0 0 6 5 】

接続部 8 3 0 D の後端側溶融部 8 3 1 D は、接続部 8 3 0 D の元となる鋸材と発熱コイル 8 5 0 との溶接によって形成された第 1 の溶融部である点を除き、上述した実施形態の後端側溶融部 8 3 1 と同様である。後端側溶融部 8 3 1 D は、段付きの円柱状を成す鋸材部 8 3 5 D における後端側の側面に形成されている。

【 0 0 6 6 】

接続部 8 3 0 D の先端側溶融部 8 3 2 D は、接続部 8 3 0 D の元となる鋸材とシースチューブ 8 1 0 との溶接によって形成された第 2 の溶融部である点を除き、上述した実施形態の先端側溶融部 8 3 2 と同様である。先端側溶融部 8 3 2 D は、段付きの円柱状を成す鋸材部 8 3 5 D における先端側の外周面の全域にわたって形成されている。

【 0 0 6 7 】

接続部 8 3 0 D の鋸材部 8 3 5 D は、接続部 8 3 0 D の元となる鋸材のうち、シースチューブ 8 1 0 および発熱コイル 8 5 0 との各溶接時に溶融することなく残された部位である。鋸材部 8 3 5 D は、段付きの円柱状を成し、鋸材部 8 3 5 D における先端側の端面は、外部に露出している。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 の変形例によれば、上述した実施形態と同様に、グローブラグ 8 0 0 D の耐久性を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

図 1 2 は、変形例のシースヒータ 8 0 0 E を示す説明図である。変形例のシースヒータ 8 0 0 E は、接続部 8 3 0 に代えて接続部 8 3 0 E を備える点を除き、上述した実施形態のシースヒータ 8 0 0 と同様である。接続部 8 3 0 E は、シースチューブ 8 1 0 と発熱コイル 8 5 0 との間を接続する。接続部 8 3 0 E は、後端側溶融部 8 3 1 E と、先端側溶融部 8 3 2 E と、鋸材部 8 3 5 E とを備える。接続部 8 3 0 E の元となる鋸材は、図 1 1 の変形例における接続部 8 3 0 D の元となる鋸材と同様である。

【 0 0 7 0 】

接続部 8 3 0 E の後端側溶融部 8 3 1 E は、図 1 1 の変形例における接続部 8 3 0 D の後端側溶融部 8 3 1 D と同様である。

【 0 0 7 1 】

接続部 8 3 0 E の先端側溶融部 8 3 2 E は、接続部 8 3 0 E の元となる鋸材における先端側の中心部にまで形成されている点を除き、図 1 1 の変形例における接続部 8 3 0 D の先端側溶融部 8 3 2 D と同様である。

【 0 0 7 2 】

接続部 8 3 0 E の鋸材部 8 3 5 E は、接続部 8 3 0 E の元となる鋸材のうち、シースチューブ 8 1 0 および発熱コイル 8 5 0 との各溶接時に溶融することなく残された部位である。鋸材部 8 3 5 E は、段付きの円柱状を成し、鋸材部 8 3 5 D の先端側は、先端側溶融部 8 3 2 E に隣接する。

【 0 0 7 3 】

図 1 2 の変形例によれば、上述した実施形態と同様に、グローブラグ 8 0 0 E の耐久性を向上させることができる。

【 0 0 7 4 】

図 1 3 は、変形例のシースヒータ 8 0 0 F を示す説明図である。変形例のシースヒータ 8 0 0 F は、接続部 8 3 0 に代えて接続部 8 3 0 F を備える点を除き、上述した実施形態のシースヒータ 8 0 0 と同様である。接続部 8 3 0 F は、シースチューブ 8 1 0 と発熱コイル 8 5 0 との間を接続する。接続部 8 3 0 F は、後端側溶融部 8 3 1 F と、先端側溶融部 8 3 2 F と、鋸材部 8 3 5 F とを備える。接続部 8 3 0 F の元となる鋸材は、図 1 1 の

10

20

30

40

50

変形例における接続部 8 3 0 D の元となる鋳材と同様である。

【 0 0 7 5 】

接続部 8 3 0 F の後端側溶融部 8 3 1 F は、図 1 1 の変形例における接続部 8 3 0 D の後端側溶融部 8 3 1 D と同様である。

【 0 0 7 6 】

接続部 8 3 0 F の先端側溶融部 8 3 2 F は、接続部 8 3 0 F の元となる鋳材における先端側の中心部から先端側と後端側との間の段差を超えて形成されている点を除き、図 1 1 の変形例における接続部 8 3 0 D の先端側溶融部 8 3 2 D と同様である。

【 0 0 7 7 】

接続部 8 3 0 F の鋳材部 8 3 5 F は、接続部 8 3 0 F の元となる鋳材のうち、シースチューブ 8 1 0 および発熱コイル 8 5 0 との各溶接時に溶融することなく残された部位である。鋳材部 8 3 5 F は、円柱状を成し、鋳材部 8 3 5 D の先端側は、先端側溶融部 8 3 2 E に隣接する。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 3 の変形例によれば、上述した実施形態と同様に、グローブラグ 8 0 0 F の耐久性を向上させることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

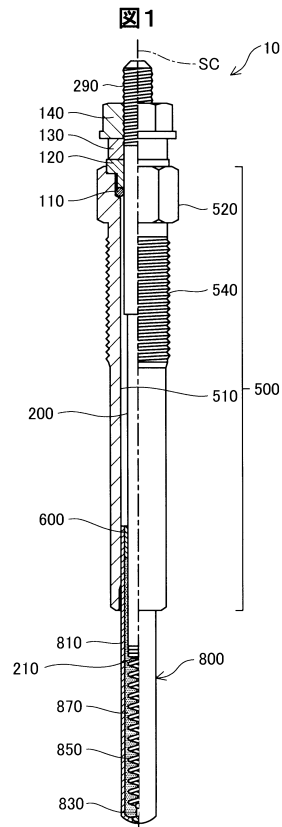
- 1 0 ... グローブラグ
- 1 1 0 ... オリング
- 1 2 0 ... 絶縁ブッシュ
- 1 3 0 ... リング
- 1 4 0 ... ナット
- 2 0 0 ... 中軸
- 2 1 0 ... 先端部
- 2 9 0 ... 後端部
- 5 0 0 ... 主体金具
- 5 1 0 ... 軸孔
- 5 2 0 ... 工具係合部
- 5 4 0 ... ネジ部
- 6 0 0 ... パッキン
- 8 0 0 , 8 0 0 B ~ 8 0 0 F ... シースヒータ
- 8 1 0 ... シースチューブ
- 8 1 1 ... 先端部
- 8 1 1 h ... 開口
- 8 1 9 ... 後端部
- 8 3 0 , 8 3 0 B ~ 8 3 0 F ... 接続部
- 8 3 1 , 8 3 1 C ~ 8 3 1 F ... 後端側溶融部
- 8 3 2 , 8 3 2 C ~ 8 3 2 F ... 先端側溶融部
- 8 3 5 ... 線材部
- 8 3 5 C ~ 8 3 5 F ... 鋳材部
- 8 3 5 p ... 線材
- 8 3 9 ... 界面
- 8 5 0 ... 発熱コイル
- 8 5 1 ... 先端部
- 8 5 9 ... 後端部
- 8 7 0 ... 絶縁粉末

20

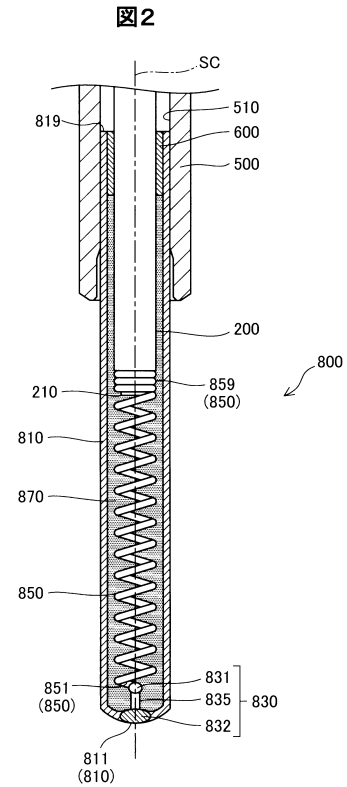
30

40

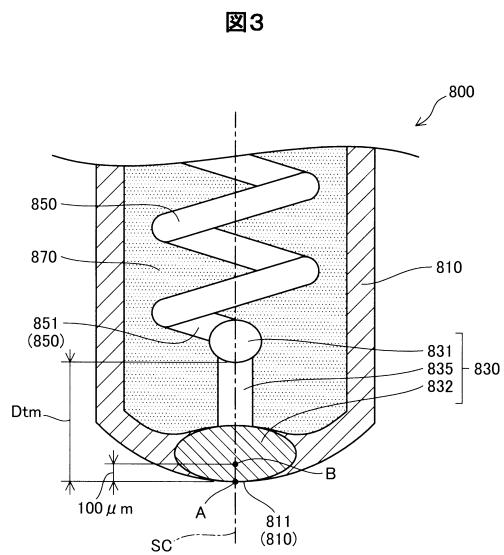
【図 1】



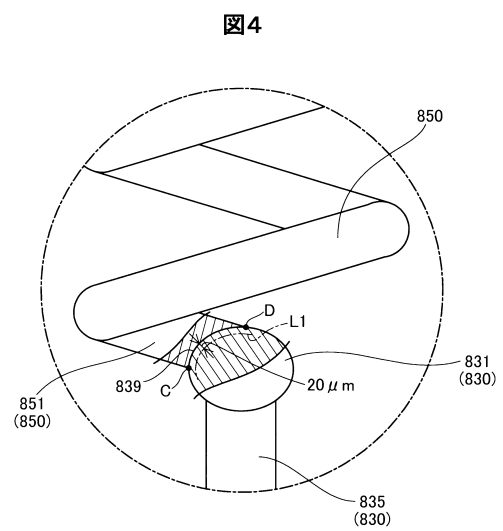
【図 2】



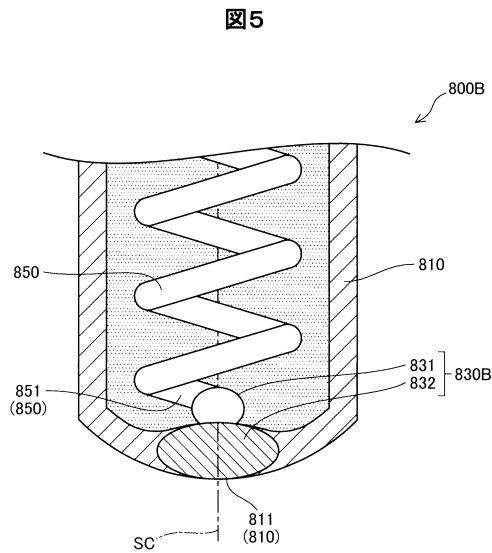
【図 3】



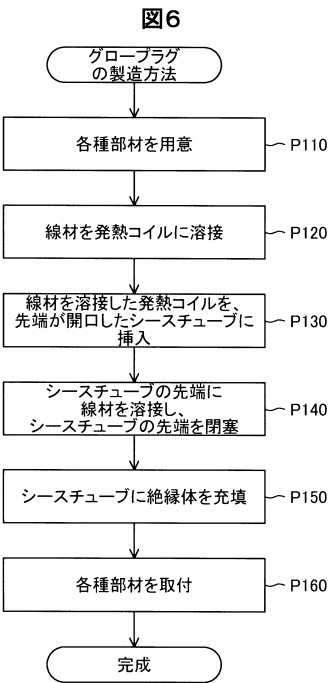
【図 4】



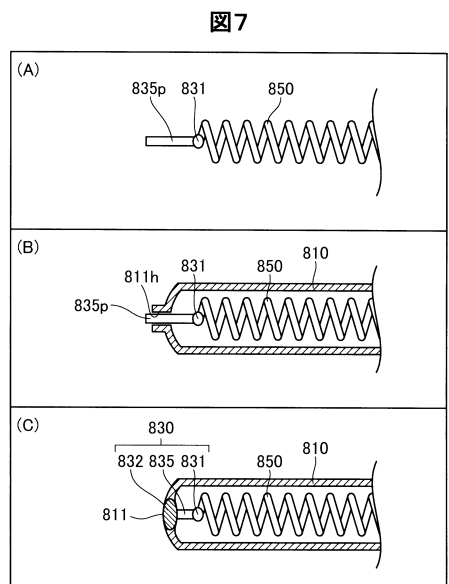
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

図8

シースチューブの材質: Ni-23%Cr-14%Fe-1.4%Al(インコネル601) 発熱コイルの材質: W					
試料	線材の材質	後端側の溶融部から界面から20μmまでのNi含有量	後端側の溶融部から界面から10μmまでのNi含有量	シースチューブ先端部のCr含有量	断線サイクル数
A1	Fe-18%Cr (SUS430)	不検出	不検出	18質量%	13427
A2	Fe-18%Cr-3%Al (SUH21)	不検出	不検出	20質量%	15230
A3	Fe-12%Cr (SUS403)	不検出	不検出	13質量%	8931
A4	Fe-10%Cr	不検出	不検出	10質量%	6459
A5	Ni-23%Cr-14%Fe-1.4%Al (インコネル601)	42質量%	不検出	23質量%	5324
A6	Fe-26%Cr-22%Ni (SUS310s)	12質量%	不検出	24質量%	4390
					判定
					◎
					◎
					○
					△
					×
					×

【 図 9 】

シースチューブの材質：Ni-23%Cr-14%Fe-1.4%Al(インコネル601) 発熱コイルの材質：Mo						
試料	線材の材質	後端側 溶融部の 界面から 20μmまでの Ni含有量	後端側 溶融部の 界面から 10μmまでの Ni含有量	シース チューブ 先端部の Cr含有量	断線 サイクル数	判定
B1	Fe-18%Cr (SUS430)	不検出	不検出	18質量%	13209	◎
B2	Fe-18%Cr-3%Al (SUH21)	不検出	不検出	20質量%	12438	◎
B3	Fe-12%Cr (SUS403)	不検出	不検出	13質量%	8472	○
B4	Fe-10%Cr	不検出	不検出	10質量%	6823	△
B5	Ni-23%Cr-14%Fe-1.4%Al (インコネル601)	37質量%	不検出	23質量%	4220	×
B6	Fe-76%Cr-22%Ni (SUS310s)	15質量%	不検出	24質量%	4824	×

図9

【 図 1 0 】

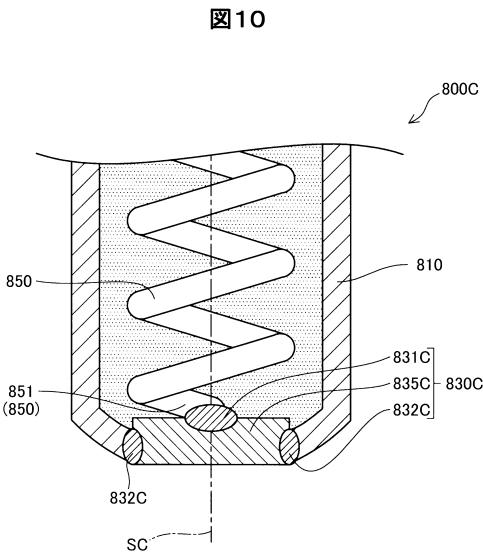


図10

【 図 1 1 】

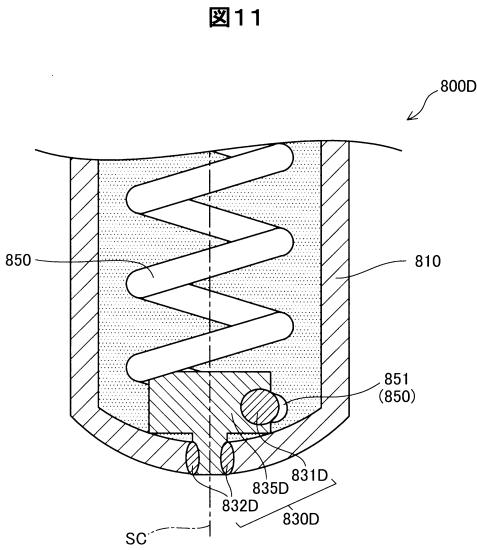


図11

【 図 1 2 】

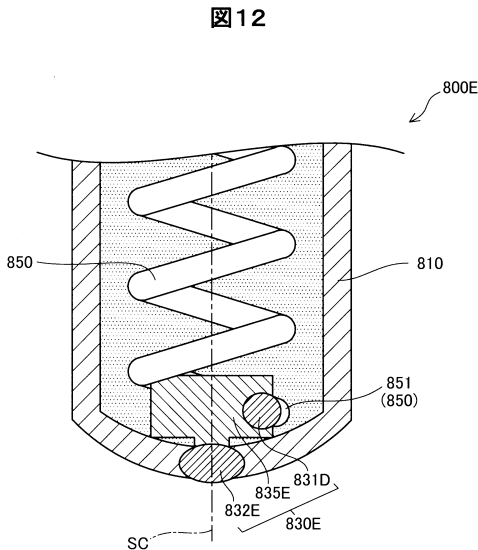
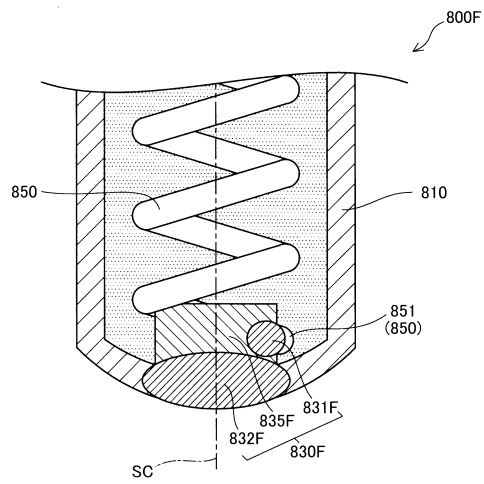


図12

图13



フロントページの続き

(72)発明者 田中 智雄

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 柳本 幸雄

(56)参考文献 国際公開第2011/162074(WO, A1)

特開昭48-016034(JP, A)

米国特許第05251589(US, A)

特開2009-158431(JP, A)

特開平06-213440(JP, A)

特開2006-317145(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23Q 7/00

H05B 3/12

H05B 3/48