

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5608292号  
(P5608292)

(45) 発行日 平成26年10月15日 (2014. 10. 15)

(24) 登録日 平成26年9月5日 (2014. 9. 5)

(51) Int. Cl.

F I

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

F 2 3 Q 7/00 S

**H 0 5 B 3/44 (2006. 01)**

F 2 3 Q 7/00 6 0 5 Z

**H 0 5 B 3/10 (2006. 01)**

H 0 5 B 3/44

H 0 5 B 3/10

A

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-541898 (P2013-541898)  
 (86) (22) 出願日 平成25年4月18日 (2013. 4. 18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/002617  
 (87) 国際公開番号 W02013/157266  
 (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23日 (2013. 9. 23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2012-96331 (P2012-96331)  
 (32) 優先日 平成24年4月20日 (2012. 4. 20)  
 (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 100109298  
 弁理士 青木 昇  
 (74) 代理人 100142686  
 弁理士 中島 浩貴  
 (72) 発明者 杉山 有美  
 日本国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 正木 裕也

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】

軸線方向に沿って延び、先端部が閉塞する筒状のチューブと、  
 螺旋状に巻回された発熱コイルであって、前記チューブと略同軸状に当該チューブ内に  
 配設されるとともに、自身の一端が前記チューブの先端部に結合されてなる発熱コイルと

を備えるグロープラグであって、

前記チューブの中心軸線を含む縦断面を観察したときの前記発熱コイルの各断面コイル  
 領域の 1 つである特定断面領域において、

前記特定断面領域の前記軸線方向に沿った長さを  $a$  (mm) とし、前記特定断面領域の  
 前記軸線と直交する方向に沿った長さを  $b$  (mm) としたとき、 $a > b$  を満たし、

前記特定断面領域の外形線のうち前記中心軸線側に位置する線分を内側外形線とし、当  
 該内側外形線を前記軸線方向に沿って四等分する 3 つの点をとったとき、前記内側外形線  
 は、前記 3 つの点のうちの両端点の間に位置する範囲で、直線状、又は、曲率半径を  $R$  (mm)  
 としたとき、 $R > a / 2$  を満たす前記中心軸線側に凸の湾曲線状とされ、

前記特定断面領域に対して、前記軸線と平行に延びる仮想直線を、前記特定断面領域の  
 うちで前記内側外形線寄りの領域の面積が当該特定断面領域全体の面積の 10 % となる位  
 置に引き、前記内側外形線のうちで前記中心軸線側に最も近接する部位から前記仮想直線  
 までの前記軸線と直交する方向に沿った距離を  $L$  (mm) としたときに、 $0.100 < L / b$   
 $0.144$  を満たす

10

20

ことを特徴とするグロープラグ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のグロープラグであって、

前記特定断面領域における前記内側外形線は、前記両端点の間に位置する範囲で、前記中心軸線側に向けて凸の湾曲線状とされ、

$0.30 \leq a \leq 1.00$ 、 $0.10 \leq b \leq 0.30$ 、及び、 $R \leq 1.00$ を満たすことを特徴とするグロープラグ。

【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、

前記発熱コイルは、体積抵抗率が  $1.0 \mu \cdot m$  以上である

10

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の始動補助等に用いられるグロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンの始動補助等に用いられるため、エンジンのシリンダヘッドに装着されるグロープラグとしては、先端が閉じた筒状をなすチューブ内に、Fe や Ni を主成分とする合金により形成された螺旋状の発熱コイルを、絶縁粉末とともに封入したシースヒータを有するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0003】

ところで、近年では、エミッションの低減等を図るという目的から、シースヒータを急速に昇温させることが求められている。そこで、急速昇温の性能向上を図るべく、所定の通電制御装置により、グロープラグへの通電初期において、発熱コイルに対して大電流（例えば、30 A 程度）を投入することが考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 158431 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、発熱コイルに大電流を投入した場合には、発熱コイルが過昇温してしまい、発熱コイルが溶損してしまうおそれがある。とりわけ、チューブ内に封入された発熱コイルの巻き線自体の断面形状が一般的な円形状（真円形状）であると、大電流が流れた場合に、発熱コイルの内側部分に電流密度が集中しやすく、発熱コイルの過昇温が生じ易い傾向がある。

【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、良好な急速昇温性を実現すべく、発熱コイルに大電流を投入する場合であっても、発熱コイルの溶損を良好に防止することができるグロープラグを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

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関する作用効果を付記する。

【0008】

構成 1．本構成のグロープラグは、軸線方向に沿って延び、先端部が閉塞する筒状のチューブと、

螺旋状に巻回された発熱コイルであって、前記チューブと略同軸状に当該チューブ内に

50

配設されるとともに、自身の一端が前記チューブの先端部に結合されてなる発熱コイルと、  
を備えるグロープラグであって、

前記チューブの中心軸線を含む縦断面を観察したときの前記発熱コイルの各断面コイル領域の1つである特定断面領域において、

前記特定断面領域の前記軸線方向に沿った長さを $a$  (mm)とし、前記特定断面領域の前記軸線と直交する方向に沿った長さを $b$  (mm)としたとき、 $a > b$ を満たし、

前記特定断面領域の外形線のうち前記中心軸線側に位置する線分を内側外形線とし、当該内側外形線を前記軸線方向に沿って四等分する3つの点をとったとき、前記内側外形線は、前記3つの点のうちの両端点の間に位置する範囲で、直線状、又は、曲率半径を $R$  (mm)としたとき、 $R > a / 2$ を満たす前記中心軸線側に凸の湾曲線状とされていることを特徴とする。

10

【0009】

なお、「曲率半径 $R$ 」とあるのは、前記3つの点を通る仮想円の半径を意味する(以下、同様)。

【0010】

大電流の投入時における発熱コイルの溶損について、本願発明者が鋭意検討したところ、発熱コイルのうち特に中心軸線側に位置する部位(内側部分)において、溶損が生じやすいことが分かった。そして、発熱コイルの巻き線自体の断面形状、特に上記した断面コイル領域(特定断面領域)の内側外形線寄りの部位の形状(形態)を適正化することにより、発熱コイルの内側部分における電流密度を低くする(分散する)ことが可能となり、前記内側部分が局所的に過昇温するのを抑制可能であることを見出した。

20

【0011】

この点を鑑みて、上記構成1のグロープラグによれば、コイル断面領域の1つである特定断面領域が、 $a > b$ を満たす形状とされている。従って、特定断面領域全体の面積に対する、断面領域のうち、その最内側部(最も中心軸線に近接する部位)から外側に所定の範囲までの間に位置する部分(内側部分)の面積の割合を比較的大きなものとすることができる。

【0012】

さらに、このグロープラグによれば、内側外形線が、前記3つの点の両端点の間に位置する範囲で、直線状、又は、曲率半径 $4R$ が $a / 2$ よりも大きい軸線側に凸の湾曲形状に構成されている。すなわち、内側外形線は、内側(中心軸線側)に向けて過度に突出するような部分を有する形状ではなく、直線状、又は、なだらかに湾曲する形状とされている。特定断面領域が、このような形状を採ることで、特定断面領域全体に対する前記内側部分の面積割合を十分に大きくすることができ、グロープラグ(発熱コイル)への通電時に、面積割合が大きく確保された発熱コイルの内側部分において、電流密度を低くすることができる。その結果、良好な急速昇温性を実現すべく、発熱コイルに大電流を投入する場合であっても、発熱コイルの溶損を防止することができる。

30

【0013】

さらに、上記構成1のグロープラグは、前記特定断面領域に対して、前記軸線と平行に延びる仮想直線を、前記特定断面領域のうちで前記内側外形線寄りの領域の面積が当該特定断面領域全体の面積の10%となる位置に引き、前記内側外形線のうちで前記中心軸線側に最も近接する部位から前記仮想直線までの前記軸線と直交する方向に沿った距離を $L$  (mm)としたときに、 $0.100 < L / b \leq 0.144$ を満たす。

40

【0014】

このグロープラグによれば、距離 $L$ と長さ $b$ との関係を $0.100 < L / b \leq 0.144$ とすることで、発熱コイルのうち特に中心軸線側に位置する部位(内側部分)の中に、電流経路が極端に短くなる部分が形成されず、通電時の電流の流れ易い部分が、前記内側部分の軸線方向の広範囲に亘って形成されることになる。これにより、特定断面領域の内側外形線の形状を特定形状にした効果と相俟って、グロープラグ(発熱コイル)への通電

50

時に、発熱コイルの前記内側部分において電流密度をより低くすることができる。その結果、発熱コイルに大電流を投入する場合であっても、発熱コイルの溶損をより確実に防止することができる。なお、 $L/b$ を0.100より大きい値に構成することで、電流密度が集中し易い略直角なエッジ部が特定断面領域の内寄り部位に生じず、電流密度を低くすることができる。

#### 【0015】

構成2. 本構成のグロープラグは、上記構成1又は構成2において、前記特定断面領域における前記内側外形線は、前記両端点の間に位置する範囲で、前記中心軸線側に向けて凸の湾曲線状とされ、

0.30  $a$  1.00、0.10  $b$  0.30、及び、 $R$  1.00を満たすとい。

10

#### 【0016】

このグロープラグによれば、電流密度をより効果的に分散させることが可能となり、発熱コイルの溶損を一層確実に防止することができる。

#### 【0017】

さらに、このグロープラグによれば、 $a$  1.00を満たすように構成されているため、発熱コイルの巻き数を比較的大きく確保することができ、発熱コイルの抵抗値を十分に大きくすることができる。その結果、発熱コイルの急速昇温性を高めることができる。加えて、0.10  $b$ を満たすように構成されることで、発熱コイルにおいて良好な機械的な強度を得ることができる。

20

#### 【0018】

構成3. 本構成のグロープラグは、上記の構成1～構成3のいずれかにおいて、前記発熱コイルは、体積抵抗率が $1.0 \mu \cdot m$ 以上であるとよい。

#### 【0019】

このグロープラグによれば、発熱コイルの体積抵抗率が $1.0 \mu \cdot m$ 以上とされているため、発熱コイルへの通電時における電流密度をより小さくすることができ、大電流を投入した場合であっても発熱コイルの溶損を効果的に抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

30

【図1】(a)は、第1実施形態におけるグロープラグの一部破断正面図であり、(b)は、第1実施形態におけるグロープラグの先端部の拡大断面図である。

【図2】第1実施形態におけるグロープラグのシースヒータ先端部(チューブの小径部の先端側部位)の拡大断面図(縦断面)である。

【図3】第1実施形態における、発熱コイルのコイル断面領域(特定断面領域)を示す拡大断面図である。

【図4】曲率半径 $R$ を説明するための特定断面領域の拡大断面図である。

【図5】距離 $L$ を説明するための特定断面領域の拡大断面図である。

【図6】第2実施形態におけるグロープラグの先端部(シースヒータ43の先端側部位)の拡大断面図である。

40

【図7】距離 $L$ 等を説明するためのコイル断面領域(特定断面領域)を示す拡大断面図である。

【図8】曲率半径 $R$ を説明するための特定断面領域の拡大断面図である。

【図9】別形態におけるコイル断面領域(特定断面領域)を示す拡大断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0021】

以下に、実施形態について図面を参照しつつ説明する。

#### [第1実施形態]

図1(a)は、シースヒータ3を有するグロープラグ1の断面図(一部破断正面図)であり、図1(b)は、グロープラグ1先端部の部分拡大断面図である。なお、図1におい

50

て、図（紙面）の下側をグロープラグ 1（シースヒータ 3）の先端側、上側を後端側として説明する。

【0022】

グロープラグ 1 は、所定の金属により形成された筒状のハウジング 2 と、当該ハウジング 2 の内周に装着されたシースヒータ 3 とを備えている。

【0023】

ハウジング 2 は、軸線 C L 1 方向に貫通する貫通孔 4 を有するとともに、その外周面には、ディーゼルエンジンのシリンダヘッド等への取付け用のねじ部 5 と、トルクレンチ等の工具に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、チューブ 7 と中軸 8 とが軸線 C L 1 方向に一体化されて構成されている。

【0025】

チューブ 7 は、鉄（Fe）又はニッケル（Ni）を主成分とする金属から形成された端部が閉じた筒状をなしており、その先端側に、スウェーピング加工により細径とされた小径部 7 a を備え、後端側に小径部 7 a の外径よりも大径とされた大径部 7 b を備えている。また、チューブ 7（小径部 7 a）内には、所定の金属（例えば、Ni - クロム（Cr）合金や Fe - Cr 合金など）からなる、発熱を主目的とした発熱コイル 9 が設けられており、当該発熱コイル 9 の先端部はチューブ 7 の先端部に接合されている。さらに、チューブ 7 内のうち、発熱コイル 9 の後端部に接合される（直列に接続される）ようにして、温度上昇とともに自己の抵抗値が増加することで発熱コイル 9 に流す電流を制限することを主目的とした制御コイル 16 が設けられている。

【0026】

また、チューブ 7 内においては、発熱コイル 9 及び制御コイル 16 の周囲に、絶縁粉末 10（例えば、MgO 粉末）が充填されている。そのため、発熱コイル 9 は、その先端においてチューブ 7 と導通しているが、発熱コイル 9 の外周面とチューブ 7 の内周面との間は、絶縁粉末 10 の介在により絶縁された状態となっている。制御コイル 16 についても、絶縁粉末 10 の介在によりチューブ 7 との絶縁が図られている。

【0027】

さらに、前記チューブ 7 の後端部は、中軸 8 との間で環状のシール部 11 により封止されており、チューブ 7 の内側は水密状に封止されている。

【0028】

また、貫通孔 4 には、その先端部に大径部 4 a が形成されるとともに、大径部 4 a の後端側には小径部 4 b が形成されている。チューブ 7 は、貫通孔 4 の小径部 4 b に対して圧入固定されることで、ハウジング 2 の先端部よりも突出した状態で保持されている。

【0029】

中軸 8 は、ハウジング 2 の貫通孔 4 に挿通されるとともに、その先端がチューブ 7 内に挿入され、前記制御コイル 16 の後端に接続されている。また、中軸 8 の後端部は、ハウジング 2 の後端から突出しており、このハウジング 2 の後端部においては、ゴム等からなるリング 12、樹脂等からなる絶縁ブッシュ 13 の部材が中軸 8 の外周に配置されている。さらに、絶縁ブッシュ 13 の後端に載置される形態で、通電用のケーブルを接続するための端子 14 が中軸 8 の後端部に被せられて、中軸 8 に加締め固定されている。

【0030】

ここで、本第 1 実施形態のグロープラグ 1 では、図 2 及び図 3 に示すように、チューブ 7 の中心軸線 C L 2 を含む縦断面を観察したときに、発熱コイル 9 の各断面コイル領域の 1 つである特定断面領域 21 において、特定断面領域 21 の軸線 C L 1 方向に沿った長さを a（mm）とし、特定断面領域 21 の軸線 C L 1 と直交する方向に沿った長さを b（mm）としたとき、 $a > b$  の関係を満たすように構成させている。

【0031】

さらに、図 4 に示すように、特定断面領域 21 を形成する発熱コイル 9 の外形線 22 の

10

20

30

40

50

うち、チューブ7の中心軸線CL2側に位置する線分を内側外形線22I(図4中、太線で示す部位)とし、当該内側外形線22Iを軸線CL1方向に沿って四等分する3つの点P1, P2, P3のうちの両端点P1, P3の間に位置する範囲で、曲率半径をR(mm)としたとき、 $R > a/2$ を満たす、中心軸線CL2側に凸の湾曲線状とされている。なお、曲率半径Rは、中点CPのもと前記各点P1, P2, P3を通る仮想円VCの半径を意味する。また、特定断面領域21の内側外形線22Iは、前記両端点P1, P3の間に位置する範囲で、チューブ7の中心軸線CL2に最も接近するように構成されている。

#### 【0032】

加えて、図5に示すように、軸線CL1と平行に延びる仮想直線VLを、特定断面領域21のうちで内側外形線22I寄りの領域21B(図5中、散点模様を付した部位)の面積が当該特定断面領域21全体の面積の10%となる位置に引く。このとき、特定断面領域21のうち中心軸線CL2に最も近接する部位NPから前記仮想直線VLまでの軸線CL1と直交する方向に沿った距離をL(mm)としたとき、 $0.100 < L/b \leq 0.144$ の関係を満たすように構成されている。

#### 【0033】

さらに、本第1実施形態のグロープラグ1の特定断面領域21では、 $0.30 \leq a \leq 1.00$ 、 $0.10 \leq b \leq 0.30$ 、及び、 $R \geq 1.00$ の関係を満たすように構成されている。加えて、発熱コイルは、その体積抵抗率が $1.0 \mu \cdot m$ 以上とされている。

#### 【0034】

次いで、上述したグロープラグ1の製造方法について説明する。なお、特に明記しない部位については、従来公知の方法が採用される。

#### 【0035】

まず、コイル中間体形成工程において、Ni又はFeを主成分とする断面円形状の抵抗発熱線を螺旋状に巻回し、発熱コイル9となるべき第1コイル中間体を製造しておく。それとは別に、制御コイル16となるべき第2コイル中間体も製造しておく。また、NiやFeを主成分とする金属材料により、チューブ7となるべき、先端の閉じていない筒状のチューブ中間体を製造しておく。

#### 【0036】

次いで、第1コイル中間体と第2コイル中間体とを溶接し、第2コイル中間体と棒状の中軸8とを溶接する。そして、チューブ中間体の内部に中軸8と接続された各コイル中間体を挿入し、その上で、アーク溶接等により、チューブ中間体の先端部を溶融し、チューブ中間体の先端部と発熱コイル9となるべき第1コイル中間体の先端部とを接合する。その後、チューブ中間体内に絶縁粉末10を充填し、チューブ中間体の後端部開口と中軸8との間にシール部11を配置する。

#### 【0037】

次に、スウェーjing工程において、チューブ中間体の外周面全体にスウェーjing加工を施し、チューブ中間体を縮径化して絶縁粉末10の充填密度を高めつつ、先端側に小径部7aを具備するチューブ7を形成する。このようにして、シースヒータ3が得られる。なお、スウェーjing加工に伴い、発熱コイル9となるべき第1コイル中間体は径方向内側に向けた圧縮力を受ける訳だが、本第1実施形態では、このスウェーjing加工の条件を事前に適宜調整しておくことにより、スウェーjing工程後に得られる発熱コイル9において、上述した特定断面領域21が得られる(形成される)ようにしている。つまり、発熱コイルにおいて上述した特定断面領域を得るにあたっては、スウェーjing加工の条件を適宜設定したり、スウェーjing工程に供される発熱コイルとなるべきコイル中間体の断面形状を適宜設定したりしておくことにより実現することができる。

#### 【0038】

そして、このようにして得たシースヒータ3をハウジング2の貫通孔4に圧入するとともに、ハウジング2の後端部分において、前記リング12や絶縁ブッシュ13等を配置、組み付けることにより、グロープラグ1が得られる。

#### 【0039】

10

20

30

40

50

以上詳述したように、本第1実施形態のグローブラグ1によれば、 $a > b$ の関係を満たすように構成されているため、特定断面領域21の全体に対する、その内側部分（特定断面領域21のうち、その最内側部から外側に所定の範囲までに間に位置する部分）の面積割合を十分に大きくすることができる。

#### 【0040】

また、特定断面領域21の内側外形線22Iが、両端点P1, P3の間に位置する範囲で、曲率半径Rが $a/2$ より大きい中軸軸線CL2側に凸の湾曲線状に構成されるとともに、 $L/b = 0.144$ の関係を満たし、且つ、内側外形線22Iが、点P1, P3の間に位置する範囲で中心軸線CL2に最も接近するように構成されている。従って、グローブラグ1（発熱コイル9）への通電時に、面積割合が大きく確保された前記内側部分において、電流密度を低くすることができる。その結果、良好な急速昇温を実現すべく、グローブラグ1（発熱コイル9）に大電流を投入する場合であっても、発熱コイル9の溶損をより確実に防止することができる。

10

#### 【0041】

さらに、本第1実施形態のグローブラグ1では、 $0.30 < a$ を満たすように構成されているため、特定断面領域21の内側部分の面積をより増大させることができ、また、 $b = 0.30$ 及び $R = 1.00$ を満たすように構成されており、電流密度をより効果的に分散させることが可能となり、発熱コイル9の溶損を一層確実に防止することができる。

#### 【0042】

また、 $a = 1.00$ を満たすように構成されているため、発熱コイル9の巻き数を十分に確保することができ、発熱コイル9の抵抗値を十分に小さくすることができる。その結果、発熱コイル9の急速昇温性を高めることができる。さらに、 $0.10 < b$ を満たすことで、発熱コイル9において良好な機械的な強度を確保することができる。

20

#### 【0043】

#### 〔第2実施形態〕

次いで、第2実施形態のグローブラグについて、上記第1実施形態との相違点を中心に説明する。上記第1実施形態では、断面円形状の抵抗発熱線により、発熱コイル9となるべき第1コイル中間体が形成されているが、本第2実施形態では、コイル中間体形成工程において、断面矩形状をなす金属製の帯材を、その断面の長辺側が内側を向くように螺旋状に巻回させることで、発熱コイル19となるべきコイル中間体（第1コイル中間体）が形成されている。

30

#### 【0044】

また、スウェーピング工程では、上記第1実施形態と同様に第1コイル中間体、第2コイル中間体、中軸8の一部をチューブ中間体の内部に配置した上で、チューブ中間体の外周面全体にスウェーピング加工を施す。これにより、先端側に小径部7aを具備するチューブ7を形成し、シースヒータ43を得る。また、スウェーピング加工により第1コイル中間体が内側に向かって圧縮力を受けることにより、発熱コイル19となるべき断面矩形状をなす第1コイル中間体は、その断面形状が膨張するようにして変形する。その結果、本第2実施形態では、スウェーピング工程を経て得られたシースヒータ43に対して、チューブ7の中心軸線CL2を含む縦断面を観察したとき、発熱コイル19の断面コイル領域の1つである特定断面領域49のうち、中心軸線CL2側に位置する面は、中心軸線CL2側に向けて凸の湾曲面状とされる。図6に、完成後における、第2実施形態のグローブラグ（シースヒータ43の先端側部位）の拡大断面図を示す。また、図7に、発熱コイル19の特定断面領域49を示す拡大断面図を示すとともに、図8に曲率半径Rを説明する特定断面領域49を示す拡大断面図を示す。

40

#### 【0045】

また、本第2実施形態のグローブラグでは、スウェーピング工程において、発熱コイル19の上記特定断面領域49において、上記第1実施形態の各関係（すなわち、 $a > b$ 、 $R > a/2$ 、及び、 $0.100 < L/b = 0.144$ ）を満たすとともに、内側外形線61I（図8中、太線で示す部位）が、両端点P1, P3の間に位置する範囲で中心軸線C

50

L 2 に最も接近するように、発熱コイル 19 となるべき第 1 コイル中間体に対する加工が施されている。

【 0 0 4 6 】

以上、第 2 実施形態のグロープラグによれば、上述した第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【 0 0 4 7 】

次いで、上記実施形態によって奏される作用効果を確認すべく、前記長さ  $a$  ,  $b$  (mm) や曲率半径  $R$  (mm)、距離  $L$  (mm)、発熱コイルの体積抵抗率 ( $\mu \cdot m$ ) を種々変更した発熱コイルを有するグロープラグのサンプルを複数作製し、各サンプルに対して耐久性評価試験を行った。なお、発熱コイルと接続される制御コイルや中軸については、各サンプルに対して同じものを用いている。耐久試験の概要は次の通りである。

10

【 0 0 4 8 】

チューブのうちその先端から後端側に 2 mm の部位 (最も高温となる部位) が 1 . 5 秒間で 1 0 0 0 となるように発熱コイルをチューブ内に配置するとともに急速昇温させ、次いで徐冷することを繰り返し行った。その後、グロープラグを解体して発熱コイルを観察し、発熱コイルに溶損が生じているか否かを確認した。ここで、発熱コイルに溶損が生じていなかった場合には、発熱コイルの溶損を極めて効果的に防止することができるとして「 $\square$ 」の評価を下すこととした。

【 0 0 4 9 】

一方で、発熱コイルに溶損が生じていた場合には、長さ  $a$  ,  $b$  等を同一としたサンプルを用いて、昇温時間を 1 . 5 秒間から 1 . 7 秒間に変更した上で、前記最も高温となる部位が 1 0 0 0 となるように発熱コイルを急速昇温させ、次いで徐冷することを繰り返し行った。その後、発熱コイルにおける溶損の有無を確認し、発熱コイルに溶損が生じていなかった場合には、発熱コイルの溶損を十分に防止することができるとして「 $\square$ 」の評価を下すこととした。また、昇温時間を 1 . 7 秒間に変更しても発熱コイルに溶損が生じた場合には、長さ  $a$  ,  $b$  等を同一としたサンプルを用いて、昇温時間を 1 . 7 秒間から 1 . 9 秒間に変更した上で、前記最も高温となる部位が 1 0 0 0 となるように発熱コイルを急速昇温させ、次いで徐冷することを繰り返し行った。その後、発熱コイルにおける溶損の有無を確認し、発熱コイルに溶損が生じていなかった場合には、発熱コイルの溶損を防止可能として「 $\square$ 」の評価を下すこととした。なお、昇温時間を 1 . 9 秒間とした場合においても、発熱コイルに溶損が生じていた場合には、発熱コイルの溶損がやや生じやすいとして「 $\times$ 」の評価を下すこととした。

20

30

【 0 0 5 0 】

表 1 に、耐久試験の試験結果を示す。なお、チューブの温度は、放射温度計により計測した。また、体積抵抗率は、発熱コイルの構成材料を変更することにより変更した。さらに、各サンプルともに、内側外形線のうち前記両端点の間に位置する部位を、チューブの中心軸線側に凸の湾曲線状とし、且つ、前記中心軸線側に最も接近させた。

【 0 0 5 1 】

【表 1】

No.	a (mm)	b (mm)	R (mm)	a/2 (mm)	L (mm)	L/b	体積抵抗率 ( $\mu\Omega\cdot m$ )	評価
1	0.25	0.10	1.00	0.125	0.0121	0.121	1.42	○
2	0.90	0.40	1.50	0.450	0.0575	0.144	1.42	○
3	0.40	0.25	0.50	0.200	0.0357	0.143	1.42	○
4	0.45	0.30	3.00	0.225	0.0321	0.107	0.61	○
5	0.45	0.30	3.00	0.225	0.0321	0.107	1.42	◎
6	0.60	0.30	1.00	0.300	0.0421	0.140	1.42	◎
7	1.00	0.30	3.00	0.500	0.0412	0.137	1.42	◎
8	0.30	0.60	1.00	0.150	0.0631	0.105	1.42	×
9	0.30	0.28	0.14	0.150	0.0395	0.141	1.42	×
10	1.00	0.30	1.00	0.500	0.0508	0.169	1.42	△
11	0.64	0.36	0.54	0.320	0.0561	0.156	1.42	△
12	0.69	0.47	0.48	0.345	0.0745	0.157	1.42	△

10

## 【0052】

表1に示すように、 $a > b$ 、 $R > a/2$ 、及び、 $L/b = 0.144$ を満たすサンプル（サンプル1～7）は、発熱コイルの溶損を効果的に抑制できることが確認された。これは、次の（1）及び（2）が相乗的に作用したことで、グロープラグへの通電時に発熱コイルに流れる電流が分散して流れたためであると考えられる。

20

（1） $a > b$ としたことで、発熱コイルの上記特定断面領域の全体に対する、その内側部分の面積割合が十分に大きなものとなったこと。

（2） $R > a/2$ 及び $L/b = 0.144$ としたことで、前記内側部分の中に、電流経路が極端に短くなる部分が形成されないようになったこと（換言すれば、通電時に電流の流れ易い部分が、前記内側部分の軸線方向に沿った広範囲に亘って形成されたこと）。

さらに、表1に示すように、 $a > b$ 、 $R > a/2$ を満たすサンプル（サンプル10～12）についても、昇温時間が2.0秒間を下回る1.9秒間の条件下にて、発熱コイルの溶損を抑制できる効果が得られることが確認された。

30

## 【0053】

また、体積抵抗率を同一としたサンプル（サンプル1～3、5～7）のうち、 $a$ を0.30mm以上とし、 $b$ を0.30mm以下とし、さらに、 $R$ を1.00mm以上としたサンプル（サンプル5～7）は、昇温時間を1.5秒間とし、極めて短い時間に大電流が流れる条件であっても、発熱コイルの溶損を防止できることが判明した。これは、0.30

$a$ としたことにより、特定断面領域の内側部分の面積をより増大させることができたこと、並びに、 $b = 0.30$ 及び $R = 1.00$ としたことにより、特定断面領域のうち中心軸線側に位置する部位（面）の当該中心軸線側への膨出がより確実に抑制され、電流密度を効果的に分散させることができたことに起因すると考えられる。

## 【0054】

40

さらに、長さ $a$ 、 $b$ 等を同一とし、体積抵抗率のみが異なるものとしたサンプル（サンプル4、5）に着目してみると、体積抵抗率を $1.0\mu\Omega\cdot m$ 以上としたサンプル（サンプル5）は、発熱コイルの溶損防止効果により優れることが分かった。

## 【0055】

上記耐久試験の結果より、発熱コイルの溶損を防止するためには、 $a > b$ 、且つ、特定断面領域の内側外形線のうち前記両端点の間に位置する部位を、 $R > a/2$ を満たす凸の湾曲線状をなす発熱コイルを適用するとよいことがわかる。また、上記耐久試験の結果より、電流密度の集中による発熱コイルの溶損をより確実に防止するためには、 $a > b$ 、及び、 $L/b = 0.144$ を満たすとともに、特定断面領域の内側外形線のうち前記両端点の間に位置する部位を、 $R > a/2$ を満たす凸の湾曲線状をなす発熱コイルを適用するこ

50

とが好ましいといえる。また、発熱コイルの溶損を一層効果的に抑制するためには、 $0.30 \leq a, b \leq 0.30$ 、及び、 $R \geq 1.00$ を満たすように発熱コイル（特定断面領域）を構成したり、発熱コイルの体積抵抗率を  $1.0 \mu \cdot m$  以上としたりすることが好ましいといえる。

【0056】

なお、本発明は、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、変形例も当然可能である。

【0057】

（a）上記第1実施形態において、発熱コイル9の特定断面領域21の内側外形線22 Iは、点P1，P3の間に位置する範囲で凸の湾曲線状とされているが、図9に示すように、内側外形線22 Iを、点P1，P3の間に位置する範囲で、直線状に構成してもよい（換言すれば、曲率半径Rを極めて大きなものとしてもよい）。この場合においても、上記実施形態と同様に、グロープラグに大電流を投入した場合にも、発熱コイル9の溶損を防止することができる。

【0058】

（b）グロープラグ1の形状等は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば、チューブ7を、その外径が略一定のストレート形状としてもよい。また、貫通孔4の大径部4aを省略し、軸線CL1方向にストレート形態となった貫通孔4を有するハウジング2に対して、チューブ7を圧入固定することとしてもよい。

【0059】

（c）上記実施形態のグロープラグでは、発熱コイルと中軸との間に制御コイルを介在させた構成を採ったが、制御コイルを省略し、発熱コイルと中軸とを直接接続する構成を採ってもよい。

【符号の説明】

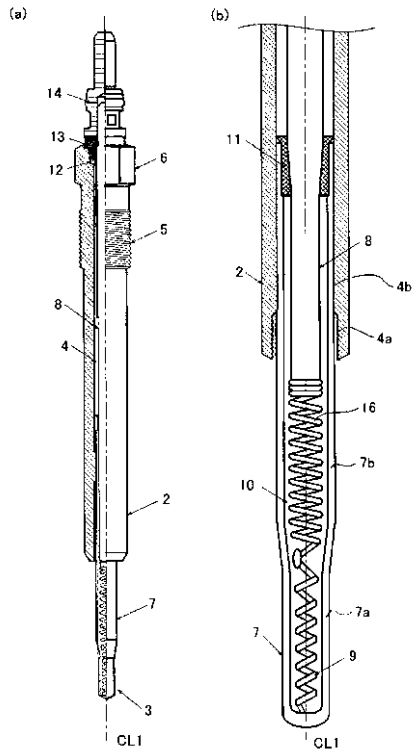
【0060】

1...グロープラグ、2...ハウジング、3，43...シースヒータ、7...チューブ、8...中軸、9，19...発熱コイル、10...絶縁粉末、16...制御コイル、21，49...特定断面領域、22 I，61 I...内側外形線、CL1...軸線、CL2...（チューブの）中軸軸線、VL...仮想直線。

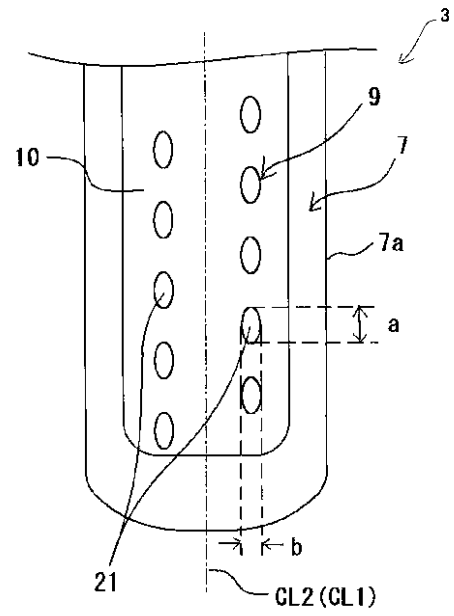
10

20

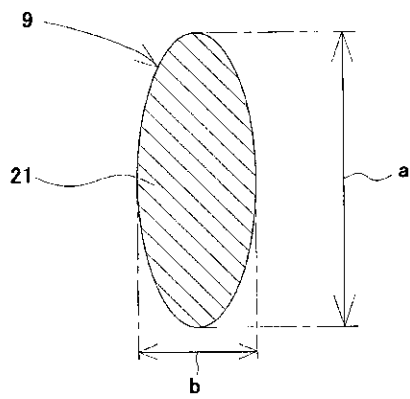
【図 1】



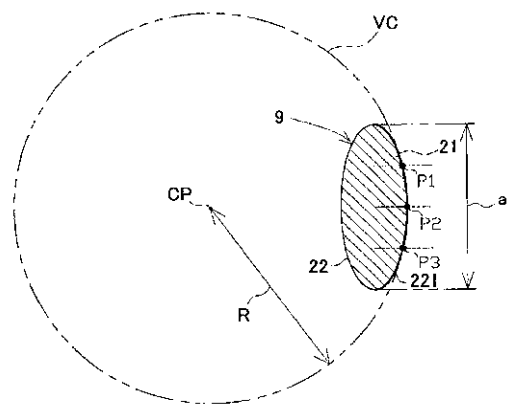
【図 2】



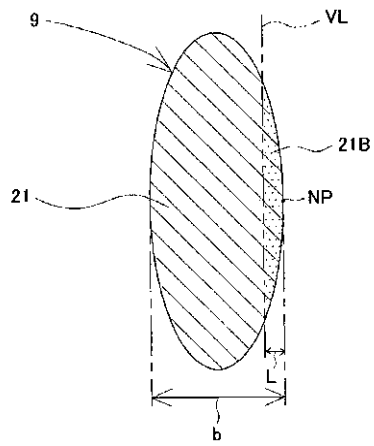
【図 3】



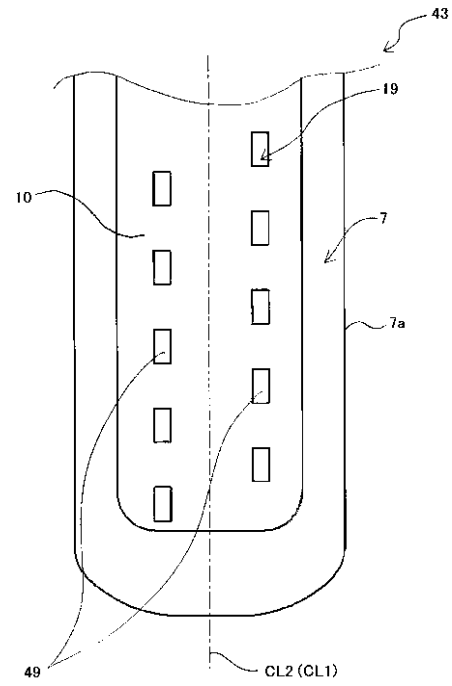
【図 4】



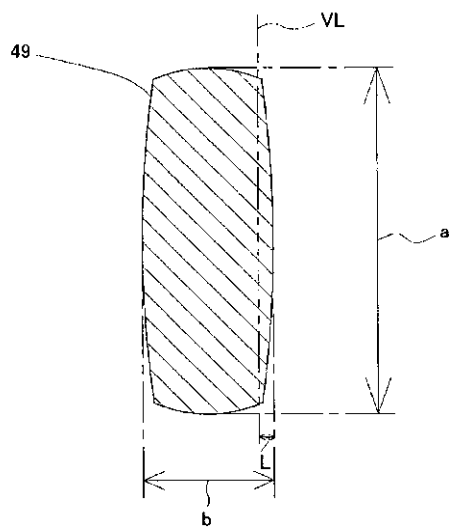
【図 5】



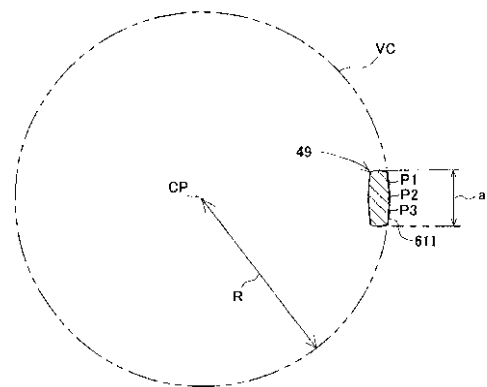
【図 6】



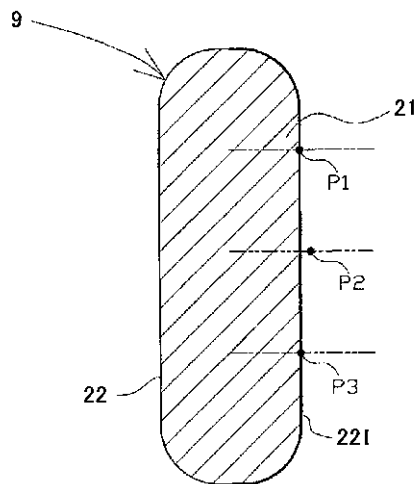
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-259914(JP,A)  
特開2011-012898(JP,A)  
特開2000-220828(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F23Q 7/00  
H05B 3/10  
H05B 3/44