

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6541548号
(P6541548)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int.Cl. F I
F 2 3 Q 7/00 (2006.01) F 2 3 Q 7/00 6 0 5 M
 F 2 3 Q 7/00 U

請求項の数 4 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-213784 (P2015-213784) (22) 出願日 平成27年10月30日 (2015.10.30) (65) 公開番号 特開2017-83102 (P2017-83102A) (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7日 (2018.8.7)</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 110001058 特許業務法人鳳国際特許事務所 (72) 発明者 岡田 紘文 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</p>
--	---

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】

第1軸線に沿って延び、先端部が閉塞した筒状のチューブと、
 前記チューブ内に配置され、自身の先端が前記チューブの前記先端部に接合されると共に、前記第1軸線の方向の後端側に向かって延びる螺旋状の、タンゲステンを主成分として含む発熱コイルと、

前記発熱コイルの後端が自身の先端に接合された導電性部材と、
 を備えるグロープラグであって、

前記発熱コイルのうちの前記先端から3巻分と前記後端から3巻分とを除いた残りの部分である中間部分について、前記発熱コイルの前記中間部分の軸線である第2軸線を含む平らな断面にて分割した一方側の部分の前記断面にX線を照射してX線透過画像を得た場合に、前記X線透過画像において、前記発熱コイルのうちの前記中間部分を表す複数のコイル部分線のうちの少なくとも1個は、うねった部分を含んでいる、

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、

前記チューブ内には、前記チューブと前記発熱コイルとの間を満たしている絶縁粉末が備えられてなる、

グロープラグ。

【請求項3】

10

20

請求項 1 または 2 に記載のグロープラグであって、
前記 X 線透過画像において、隣り合う前記コイル部分線の間の前記第 2 軸線の方向の間隔の最大値は、前記コイル部分線の前記第 2 軸線の方向の線幅の最小値よりも小さい、
グロープラグ。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のグロープラグであって、
前記 X 線透過画像において、1 個の前記コイル部分線の両端における 2 個の断面部のそれぞれの重心を結ぶ線分に平行な 2 本の直線であって前記コイル部分線の輪郭に接する 2 本の直線で、前記 1 個のコイル部分線の全体を挟む場合に、前記 2 本の直線の間隔は、前記コイル部分線の前記第 2 軸線の方向の線幅の最小値の 2 倍以下である、
グロープラグ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、内燃機関等に利用されるグロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、内燃機関の始動補助などのために、通電によって発熱するヒータを含むグロープラグが利用されている。ヒータとしては、例えば、先端部が閉塞した筒状のチューブと、チューブ内に配置された発熱コイルと、を含む、いわゆるシースヒータが採用される。このようなシースヒータの発熱コイルを、タングステンを主成分とする金属材料により形成する技術が提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2014/206847 号

【特許文献 1】国際公開第 2011/162074 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発熱コイルの材料としてタングステンのように硬度の高い金属が用いられる場合、硬度の低い金属が用いられる場合と比べて、シースヒータの急速昇温時における発熱コイルの熱膨張に対する発熱コイルの強度（例えば、機械的強度）が弱い場合が多い。発熱コイル強度が弱い場合、発熱コイルの熱膨張によって、発熱コイルが変形する場合に発熱コイルが損傷を受ける場合があった（例えば、発熱コイルにクラックが生じる）。また、チューブの熱膨張率（例えば、体積膨張率）が発熱コイルの熱膨張率よりも高い場合には、シースヒータの急速昇温時に、熱膨張するチューブに発熱コイルが引っ張られて、発熱コイルが伸びる場合がある。発熱コイルが硬度の高い金属で形成されている場合、このような伸びによって、発熱コイルが損傷を受ける場合があった。

30

【0005】

本開示は、発熱コイルが損傷を受けることを抑制する技術を開示する。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、例えば、以下の適用例を開示する。

【0007】

[適用例 1]

第 1 軸線の方向に沿って延び、先端部が閉塞した筒状のチューブと、
前記チューブ内に配置され、自身の先端が前記チューブの前記先端部に接合されると共に、前記第 1 軸線の方向の後端側に向かって延びる螺旋状の、タングステンを主成分として含む発熱コイルと、

50

前記発熱コイルの後端が自身の先端に接合された導電性部材と、
を備えるグロープラグであって、

前記発熱コイルのうちの前記先端から3巻分と前記後端から3巻分とを除いた残りの部分である中間部分について、前記発熱コイルの前記中間部分の軸線である第2軸線を含む平らな断面にて分割した一方側の部分の前記断面にX線を照射してX線透過画像を得た場合に、前記X線透過画像において、前記発熱コイルのうちの前記中間部分を表す複数のコイル部分線のうちの少なくとも1個は、うねった部分を含んでいる、

グロープラグ。

【0008】

この構成によれば、タングステンを主成分として含む発熱コイルが変形する場合に、うねった部分が伸びる。これにより、熱膨張によって発熱コイルが変形したとしても、発熱コイルが損傷を受けることを抑制できる。また、熱膨張するチューブに発熱コイルが引っ張られて、発熱コイルが伸びたとしても、発熱コイルが損傷を受けることを抑制できる。

【0009】

[適用例2]

適用例1に記載のグロープラグであって、

前記チューブ内には、前記チューブと前記発熱コイルとの間を満たしている絶縁粉末が備えられてなる、

グロープラグ。

【0010】

この構成によれば、発熱コイルとチューブとの間に隙間があいている場合と比べて、発熱コイルとチューブとの間で熱が伝達しやすいので、昇温後のチューブの規定温度に対して発熱コイルの温度が過剰に高くなることを抑制できる。この結果、熱による発熱コイルの損傷を抑制できる。また、発熱コイルの熱膨張が抑制されるので、変形による発熱コイルの損傷を抑制できる。

【0011】

[適用例3]

適用例1または2に記載のグロープラグであって、

前記X線透過画像において、隣り合う前記コイル部分線の間の前記第2軸線の方向の間隔の最大値は、前記コイル部分線の前記第2軸線の方向の線幅の最小値よりも小さい、

グロープラグ。

【0012】

この構成によれば、発熱コイルのコイル部分線が密に配置されているので、発熱コイルにおける温度分布のバラツキを抑制できる。従って、発熱コイルの一部分の温度が局部的に過剰に高くなることを抑制できるので、発熱コイルが損傷を受けることを抑制できる。

【0013】

[適用例4]

適用例1から3のいずれかに記載のグロープラグであって、

前記X線透過画像において、1個の前記コイル部分線の両端における2個の断面部のそれぞれの重心を結ぶ線分に平行な2本の直線であって前記コイル部分線の輪郭に接する2本の直線で、前記1個のコイル部分線の全体を挟む場合に、前記2本の直線の間隔は、前記コイル部分線の前記第2軸線の方向の線幅の最小値の2倍以下である、

グロープラグ。

【0014】

この構成によれば、コイル部分線がうねりすぎることで、隣のコイル部分線に意図せずに接触することを抑制できる。

【0015】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、グロープラグ用のシースヒータ、グロープラグ用のシースヒータの製造方法、グロープラグの製造方法、等の態様で実現することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】一実施形態としてのグロープラグを示す断面図である。

【図2】発熱コイル820の説明図である。

【図3】発熱コイル820の変形の説明図である。

【図4】チューブ810の変形と発熱コイル820の変形との説明図である。

【図5】グロープラグの別の実施形態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

A. 第1実施形態：

A1. グロープラグの構成：

図1は、一実施形態としてのグロープラグを示す断面図である。グロープラグ10は、図示しない内燃機関（例えば、ディーゼルエンジン）の始動補助等のための熱源として機能する。図示されたラインAX1は、グロープラグ10の中心軸を示している。以下、中心軸AX1のことを「第1軸線AX1」とも呼び、中心軸AX1と平行な方向を「軸線方向」とも呼ぶ。図中の第1方向D1と第2方向D2とは、第1軸線AX1と平行であり、第2方向D2は、第1方向D1と反対の方向である。後述するように、通電によって発熱するヒータ部材800は、グロープラグ10の第1方向D1側の端部を形成している。以下、このような第1方向D1側を「先端側」とも呼び、第2方向D2側を「後端側」とも呼ぶ。また、グロープラグ10の種々の部材の第1方向D1側の端を「先端」とも呼び、第2方向D2側の端を「後端」とも呼ぶ。

【0018】

グロープラグ10は、主体金具20と、中軸30と、ヒータ部材800と、リング50と、絶縁部材60と、端子部材80と、を含んでいる。主体金具20は、中心軸AX1に沿って延びる貫通孔20xを有する筒状の部材である。また、主体金具20は、第2方向D2側の端部に形成された工具係合部28と、工具係合部28よりも第1方向D1側に設けられた雄ネジ部22と、雄ネジ部22よりも第1方向D1側の部分を形成する胴体部21と、を含んでいる。工具係合部28は、グロープラグ10の脱着時に、図示しない工具と係合する部分である。雄ネジ部22は、図示しない内燃機関の取付孔の雌ネジに螺合するためのネジ山を含んでいる。胴体部21の先端部は、内燃機関の取付孔の内面に密着して、取付孔をシールする。主体金具20は、導電性材料（例えば、炭素鋼等の金属）で形成されている。

【0019】

主体金具20の貫通孔20xには、中軸30が収容されている。中軸30は、丸棒状の部材であり、導電材料（例えば、ステンレス鋼）で形成されている。中軸30の後端部319は、主体金具20の第2方向D2側の開口OP2から第2方向D2に向かって突出している。

【0020】

開口OP2の近傍において、中軸30の外面と、主体金具20の貫通孔20xの内面と、の間には、リング50が設けられている。リング50は、弾性材料（例えば、ゴム）で形成されている。さらに、主体金具20の開口OP2には、リング状の絶縁部材60が装着されている。絶縁部材60は、筒状部62と、筒状部62の第2方向D2側に設けられたフランジ部68と、を含んでいる。筒状部62は、中軸30の外面と、主体金具20の開口OP2の内面と、の間に挟まれている。絶縁部材60は、例えば、樹脂で形成されている。主体金具20は、これらの部材50、60を介して、中軸30を支持している。

【0021】

主体金具20よりも後端側（具体的には、絶縁部材60の第2方向D2側）には、端子部材80が配置されている。端子部材80は、キャップ状の部材であり、導電材料（例えば、ニッケル等の金属）で形成されている。端子部材80と主体金具20の間には、絶

10

20

30

40

50

縁部材 60 のフランジ部 68 が挟まれている。端子部材 80 には、中軸 30 の後端部 319 が挿入されている。端子部材 80 が加締められることによって、端子部材 80 が後端部 319 に固定されている。これにより、端子部材 80 は、後端部 319 に、電氣的に接続される。

【0022】

主体金具 20 の先端部（具体的には、第 1 方向 D1 側の開口 OP1）には、ヒータ部材 800 が圧入されている。ヒータ部材 800 は、本実施形態では、いわゆるシースヒータであり、通電によって発熱する（以下「シースヒータ 800」とも呼ぶ）。ヒータ部材 800 の第 2 方向 D2 側の一部は、貫通孔 20x の開口 OP1 から、貫通孔 20x 内に、圧入されている。ヒータ部材 800 は、螺旋状の発熱コイル 820 と、螺旋状の後端コイル 830 と、絶縁粉末 840 と、リング状のパッキン 850 と、それらの部材 820、830、840、850 を収容するチューブ 810 と、を含む。チューブ 810 は、導電材料（例えば、日本の JIS 規格で定められる NCF601 や、ドイツの DIN 規格で定められる DIN 2.4633（アロイ 602）などの、ニッケル合金）を筒状に形成した部材である。チューブ 810 は、中心軸 AX1 に沿って延びるように、配置されている。チューブ 810 の先端部（「先端部 811」と呼ぶ）は、閉塞しており、チューブ 810 の後端部（「後端部 819」と呼ぶ）は、開口を形成している。

10

【0023】

チューブ 810 の先端部 811 には、発熱コイル 820 の先端 821 が、電氣的に接続されている。発熱コイル 820 の後端 829 には、後端コイル 830 の先端 831 が、電氣的に接続されている。これらの接続は、例えば、溶接または口付である。

20

【0024】

本実施形態では、発熱コイル 820 は、タングステンで形成されている。また、後端コイル 830 は、鉄とクロムとアルミニウム（Fe - Cr - Al）の合金で形成されている。

【0025】

チューブ 810 には、チューブ 810 の第 2 方向 D2 側の開口から、中軸 30 の先端 321 が挿入されている。中軸 30 の先端 321 は、後端コイル 830 の後端 839 に、電氣的に接続されている。例えば、後端コイル 830 のコイル線が中軸 30 の先端 321 に巻き付けられた状態で、この巻き付けられた部分と中軸 30 とが溶接で接合される。後端コイル 830 の後端 839 は、溶接部 837（溶接時に溶融した部分であり、後端コイル 830 の成分と中軸 30 の成分との少なくとも一方を含む部分）を介して、中軸 30 に接合されている。パッキン 850 は、電氣的な絶縁材料（例えば、フッ素ゴム等のゴム）をリング状に形成した部材である。パッキン 850 は、チューブ 810 の後端部 819 と中軸 30 との間に配置されている。絶縁粉末 840 は、電氣的な絶縁材料（例えば、酸化マグネシウム、アルミナなど）の粉末であり、チューブ 810 の内部に充填されている。パッキン 850 と絶縁粉末 840 とは、チューブ 810 と中軸 30 との間を、中心軸 AX1 を囲む全周に亘って、電氣的に絶縁している。また、絶縁粉末 840 は、発熱コイル 820 と後端コイル 830 と中軸 30 とチューブ 810 との間の意図しない電氣的短絡を、抑制している。

30

40

【0026】

A2. 発熱コイル 820 の構成：

図 2 は、発熱コイル 820 の説明図である。図 2(A) は、第 1 軸線 AX1 に垂直な方向を向いて見たヒータ部材 800 の概略図である。図中には、発熱コイル 820 の外観と、後端コイル 830 のうちの先端 831 を含む一部分の外観と、溶接部 823、824 の外観と、チューブ 810 のうちの先端部 811 を含む一部分の断面（第 1 軸線 AX1 を含む平らな面による断面）と、が示されている。絶縁粉末 840 の図示は、省略されている。発熱コイル 820 の後端 829 と後端コイル 830 の先端 831 とは、溶接部 823（溶接時に溶融した部分であり、発熱コイル 820 の成分と後端コイル 830 の成分との少なくとも一方を含む部分）を介して接合されている。発熱コイル 820 の先端 821 とチ

50

チューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 とは、溶接部 8 2 4 (溶接時に溶融した部分であり、発熱コイル 8 2 0 の成分とチューブ 8 1 0 の成分との少なくとも一方を含む部分) を介して接合されている。

【 0 0 2 7 】

図中の第 2 軸線 A X 2 は、発熱コイル 8 2 0 の軸線 (すなわち、中心軸) である。発熱コイル 8 2 0 の螺旋形状は、この第 2 軸線 A X 2 を中心に、形成されている。なお、図示するように、第 2 軸線 A X 2 が、第 1 軸線 A X 1 に一致していない場合がある。このような軸線のずれは、製造誤差などによって生じ得る。また、後述するように、このような軸線のずれが、意図的に設けられる場合がある。いずれの場合も、第 2 軸線 A X 2 が第 1 軸線 A X 1 に厳密には一致していない場合であっても、第 2 軸線 A X 2 は、第 1 軸線 A X 1 と、おおよそ同じである。例えば、第 1 軸線 A X 1 に平行に先端側に向かう方向と、第 2 軸線 A X 2 に平行に先端側に向かう方向と、のなす角度は、30 度以下である。発熱コイル 8 2 0 は、第 1 軸線 A X 1 の方向の先端側から後端側に向かって伸びている、といえる。

10

【 0 0 2 8 】

図 2 (B) は、発熱コイル 8 2 0 の X 線透過画像である。この X 線透過画像は、発熱コイル 8 2 0 を第 2 軸線 A X 2 を含む平らな断面にて分割した一方側の部分の断面に X 線を照射した場合に、発熱コイル 8 2 0 を透過した X 線によって表される画像である。このような X 線透過画像は、断面にて分割された発熱コイル 8 2 0 の一方側の部分を、断面に平行な投影面上に、断面に垂直な方向に沿って投影した場合の投影図を表している。図 2 (B) には、図 2 (A) の発熱コイル 8 2 0 のうちの紙面の奥側の半分の部分が示されている。図中には、第 2 軸線 A X 2 に沿って並ぶ互いに分離した複数のコイル部分線 C L が示されている。1 個のコイル部分線 C L は、第 2 軸線 A X 2 の周囲を周回するコイル線の略半周分の部分を示している。図中でハッチングが付された領域 C S は、発熱コイル 8 2 0 のコイル線の断面を X 線透過画像上に重ねて示したものである。X 線透過画像上の断面 C S は、X 線透過画像の取得のために分割された発熱コイル 8 2 0 の断面を表す画像を、その断面におけるコイル線の断面が X 線透過画像の対応するコイル部分線 C L の端部に重なるように、X 線透過画像に重ねることによって、特定される。各コイル部分線 C L は、第 2 軸線 A X 2 から見て一方側 (図中の上側) の断面 C S から他方側 (図中の下側) の断面 C S まで、第 2 軸線 A X 2 に交差して延びている。このように、1 個のコイル部分線 C L は、互いに離れた 2 個の断面 C S を接続する形態をなしている。

20

30

【 0 0 2 9 】

また、図 2 (A) に示すように、発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 を含む第 1 部分 8 2 2 では、チューブ 8 1 0 との接続のために、コイル径とコイルのピッチとが、第 2 軸線 A X 2 に平行な方向の位置に応じて大きく変化し得る。同様に、発熱コイル 8 2 0 の後端 8 2 9 を含む第 2 部分 8 2 8 では、後端コイル 8 3 0 との接続のために、コイル径とコイルのピッチとが、第 2 軸線 A X 2 に平行な方向の位置に応じて大きく変化し得る。このような両端部 8 2 2、8 2 8 を除いた残りの中間部分 8 2 0 m では、コイル径とコイルのピッチとが、おおよそ一定である。本実施形態では、第 1 部分 8 2 2 として、発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 から 3 巻に相当する部分を採用する。3 巻に相当する部分としては、第 2 軸線 A X 2 からの距離 (すなわち、コイル径) に拘わらずに、第 2 軸線 A X 2 の周囲を 3 周する部分を採用すればよい。また、第 2 部分 8 2 8 として、発熱コイル 8 2 0 の後端 8 2 9 から 3 巻に相当する部分を採用する。図 2 (B) の X 線透過画像においては、先端側の 3 個のコイル部分線 C L が、第 1 部分 8 2 2 に相当し、後端側の 3 個のコイル部分線 C L が、第 2 部分 8 2 8 に相当する。このように、X 線透過画像では、複数のコイル部分線 C L のうち、先端側の 3 個のコイル部分線 C L と後端側の 3 個のコイル部分線 C L とを除いた残りを、中間部分 8 2 0 m に相当するコイル部分線 C L として用いることができる。

40

【 0 0 3 0 】

図 2 (C) は、図 2 (B) の X 線透過画像中の 1 個のコイル部分線 C L の拡大図である。このコイル部分線 C L は、中間部分 8 2 0 m に含まれるコイル部分線 C L である。図中

50

の第1断面CS1と第2断面CS2とは、1個のコイル部分線CLの両端に位置する2個の断面CSである。図中には、2本の仮想直線La、Lbが示されている。これらの仮想直線La、Lbは、第1断面CS1の輪郭と第2断面CS2の輪郭との両方に接触する直線であって、2個の断面CS1、CS2を間に挟む2本の直線である。

【0031】

図示するように、コイル部分線CLは、これらの仮想直線La、Lbで挟まれる領域の外にはみ出るように湾曲している。このように、コイル部分線CLは、断面CS1、CS2を結ぶ直線と比べて、うねった部分(すなわち、仮想直線La、Lbで挟まれる領域の外にはみ出るように湾曲した部分)を含んでいる。このように、本実施形態では、発熱コイル820を形成するコイル線は、第1軸線AX1の回りを周回しつつ、さらに、うねっ

10

【0032】

なお、うねった部分を含む発熱コイル820の上述した第2軸線AX2は、中間部分820mを用いて特定される。例えば、中間部分820mの内周側を貫通する仮の軸線に垂直な投影面上に、中間部分820mを仮の軸線に平行な方向に沿って投影する。投影面上では、中間部分820mは、リング状の領域によって表される。この投影された中間部分820mの面積が最小となるような仮の軸線方向を、第2軸線AX2の方向として採用すればよい。そして、投影された中間部分820mを表すリング状の領域の重心位置を、第2軸線AX2の位置として採用すればよい。この重心位置は、リング状の領域内に質量が均一に分布していると仮定した場合の重心の位置である。このような重心位置は、リング状の領域の内周側の孔の中に位置する。

20

【0033】

図3は、発熱コイル820の変形の説明図である。発熱コイル820は、通電による急速昇温時に、発熱コイル820の熱膨張によって変形し得る。図3(A)は、実施形態のX線透過画像のコイル部分線CLが変形する様子を示している。左部は変形前を示し、右部は変形後を示している。コイル部分線CLには、発熱コイル820の他の部分の熱膨張に起因して、コイル部分線CLを伸ばすような力Fが印加され得る。図2(C)で説明したように、実施形態では、コイル部分線CLがうねっている。従って、うねったコイル部分線CLが直線に近づくように変形することによって、コイル部分線CLは伸びることができる。

30

【0034】

図3(B)は、参考例の発熱コイルの同じX線透過画像のコイル部分線CLrが変形する様子を示している。左部は変形前を示し、右部は変形後を示している。参考例の発熱コイルは、図2(C)で説明した実施形態のようにならぬ、X線透過画像のコイル部分線CLrは、断面CS1、CS2を結ぶ直線である。このように、参考例では、コイル部分線CLrが直線状であるので、力Fを受けたコイル部分線CLrは、伸びることができない。この結果、図3(B)の右部に示すように、コイル部分線CLr(すなわち、コイル線)に、クラックCRが発生する場合がある。特に、発熱コイルの材料が、タングステンのように硬度の高い金属を含む場合、コイル線の機械的強度が弱い場合が多い。このような場合、コイル部分線CLrが力Fに応じて柔軟に変形することができないので、クラックCRが生じ易い。図3(A)の実施形態では、コイル部分線CLのうねった部分が伸びることによって、そのようなクラックCRが生じることを抑制できる。

40

【0035】

図4は、チューブ810の変形と発熱コイル820の変形との説明図である。図4には、図2(A)と同じヒータ部材800の概略図が示されている。急速昇温時には、発熱コイル820に加えて、チューブ810も熱膨張により変形し得る。例えば、図4中で点線で示すように、チューブ810は、図示しない主体金具20から見て、第1軸線AX1に略平行に、第1方向D1に向かって伸びる。ここで、チューブ810の熱膨張率が、発熱コイル820の熱膨張率よりも大きい場合には、伸びるチューブ810によって、発熱コ

50

イル 8 2 0 が、第 1 方向 D 1 に引っ張られる。例えば、N C F 6 0 1 や D I N 2 . 4 6 3 3 (アロイ 6 0 2) などのニッケル合金の熱膨張率は、タングステンの熱膨張率よりも大きい。従って、チューブ 8 1 0 がそのようなニッケル合金で形成されている場合には、チューブ 8 1 0 の熱膨張によって、発熱コイル 8 2 0 が第 1 軸線 A X 1 に沿って引っ張られる。

【 0 0 3 6 】

実施形態では、図 3 (A) 等で説明したように、うねっているコイル部分線 C L が伸びるように変形することができる。従って、発熱コイル 8 2 0 がチューブ 8 1 0 によって第 1 方向 D 1 に引っ張られる場合に、螺旋状の発熱コイル 8 2 0 のピッチが拡がることに加えて、コイル線のうねった部分が伸びることができる。従って、発熱コイル 8 2 0 は、損傷を受せずに、伸びることができる。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 (B) で説明した参考例では、コイル部分線 C L r がうねっていないので、コイル部分線 C L r は、実施形態のコイル部分線 C L のように伸びることができない。従って、参考例の発熱コイルがチューブ 8 1 0 によって第 1 方向 D 1 に引っ張られる場合に、螺旋状の発熱コイル 8 2 0 のピッチが拡がり得るものの、コイル部分線 C L r (すなわち、コイル線) は、うねっていないので伸びることができない。従って、図 3 (B) で説明したようなクラック C R が生じ易い。図 3 (A) の実施形態では、コイル部分線 C L のうねった部分が伸びることによって、そのようなクラック C R を抑制できる。

【 0 0 3 8 】

20

A 3 . 製造方法 :

上記の発熱コイル 8 2 0 を備えるグロープラグ 1 0 は、種々の方法で製造可能である。シースヒータ 8 0 0 を作成する場合、製造者は、例えば、金属板を筒状に加工することによってチューブ 8 1 0 を作成する。金属板からチューブ 8 1 0 を作成する方法としては、例えば、金属板を丸めてアーク溶接する方法、金属板を深絞りする方法などがある。また、製造者は、発熱コイル 8 2 0 と後端コイル 8 3 0 との溶接と、後端コイル 8 3 0 と中軸 3 0 との溶接と、を行って、発熱コイル 8 2 0 と後端コイル 8 3 0 と中軸 3 0 とを一体化する。製造者は、中軸 3 0 と一体化された後端コイル 8 3 0 および発熱コイル 8 2 0 を、チューブ 8 1 0 の内側に配置する。その後、製造者は、チューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 と発熱コイル 8 2 0 とを溶接する。例えば、チューブ 8 1 0 の外からのアーク溶接によって、チューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 と発熱コイル 8 2 0 の先端 8 2 1 とが接合される。その後、製造者は、チューブ 8 1 0 の内側に絶縁粉末 8 4 0 を充填する。これにより、仮の形状のシースヒータ 8 0 0 が作成される。

30

【 0 0 3 9 】

チューブ 8 1 0 に絶縁粉末 8 4 0 を充填し、そして、チューブ 8 1 0 の後端側にパッキン 8 5 0 を嵌め込んだ後、製造者は、チャックおよび回転ダイスを備えるスウェーピング装置を用いて、シースヒータ 8 0 0 に対してスウェーピング加工を施すことによって、シースヒータ 8 0 0 の径を調整する。スウェーピング加工では、製造者は、シースヒータ 8 0 0 に固定された中軸 3 0 をチャックに把持した後、チャックを移動させることによってシースヒータ 8 0 0 を中心軸 A X 1 に沿って移動させながら、回転ダイスによってチューブ 8 1 0 の周囲に打撃を加える。これによって、シースヒータ 8 0 0 の径は、所定の径に調整される。これにより、シースヒータ 8 0 0 が完成する。

40

【 0 0 4 0 】

製造者は、完成したシースヒータ 8 0 0 を用いて、グロープラグ 1 0 を組み立てる。具体的には、製造者は、中軸 3 0 が固定されたシースヒータ 8 0 0 を、主体金具 2 0 の貫通孔 2 0 x に圧入することによって固定する。そして、製造者は、主体金具 2 0 の後端側の開口 O P 2 に、Oリング 5 0 と絶縁部材 6 0 とを嵌め込む。そして、製造者は、端子部材 8 0 を加締めることによって、端子部材 8 0 を中軸 3 0 の後端部 3 1 9 に固定する。以上により、グロープラグ 1 0 が完成する。

【 0 0 4 1 】

50

なお、図2(B)、図2(C)で説明したうねった部分を含む発熱コイル820の製造方法としては、種々の方法を採用可能である。例えば、シースヒータ800の上記のスウェーピング加工において、発熱コイル820、820aの第2軸線AX2を、意図的に、チューブ810の中心軸AX1からずらしてもよい。すなわち、発熱コイル820を、チューブ810内における第2軸線AX2が中心軸AX1から外れるような位置に、配置する方法を採用してもよい。チューブ810に打撃が加えられると、絶縁粉末840を通じて、発熱コイル820にも力が加えられる。これにより、発熱コイル820も変形する。ここで、発熱コイル820の第2軸線AX2がチューブ810の中心軸AX1から外れている場合には、発熱コイル820とチューブ810の内周面との間の間隙の距離が、均一ではない。チューブ810の外表面のうち、間隙が小さい部分に打撃が加えられる場合には、発熱コイル820のうち打撃位置に近い部分に、強い力が印加される。チューブ810の外表面のうち、間隙が大きい部分に打撃が加えられる場合には、発熱コイル820のうち打撃位置に近い部分に、弱い力が印加される。このように、発熱コイル820に印加される力の強さは、均一ではなく、発熱コイル820上の位置に応じて異なっている。従って、発熱コイル820は、いびつな形に変形する。この結果、図2(B)、図2(C)で説明したうねった部分を含む発熱コイル820が形成される。

10

【0042】

なお、第2軸線AX2が第1軸線AX1から外れた位置に発熱コイルを配置する方法としては、種々の方法を採用可能である。例えば、図2(A)の実施形態では、発熱コイル820の後端829と後端コイル830の先端831との溶接位置を調整することによって、第2軸線AX2を第1軸線AX1から外すことができる。また、図5の実施形態では、発熱コイル820aの後端829aと中軸30との溶接位置を調整することによって、第2軸線AX2を第1軸線AX1から外すことができる。

20

【0043】

また、第2軸線AX2が第1軸線AX1に一致しているか否かに関わらずに、チューブ810の外表面上に不均一に配置された複数の打撃位置に、打撃を加えることとしてもよい。これによれば、発熱コイル820は、不均一に配置された複数の位置で力を受けるので、いびつな形に変形する。この結果、図2(B)、図2(C)で説明したうねった部分を含む発熱コイル820が形成される。

【0044】

また、シースヒータ800のスウェーピング加工を用いる方法に代えて、他の方法を採用してもよい。例えば、予めうねっているように波状に加工された線材を螺旋状に巻くことによって、うねった部分を含む発熱コイル820を形成してもよい。

30

【0045】

なお、グロープラグ10の製造方法としては、上述した方法に代えて、他の方法を採用してもよい。

【0046】

以上のように、本実施形態では、図2(B)で説明したX線透過画像において、発熱コイル820の中間部分820mを表す複数のコイル部分線CLが、うねった部分を含んでいる(図2(C))。従って、図3(A)、図4等で説明したように、発熱コイル820が変形する場合に、うねった部分が伸びる。熱膨張によって発熱コイル820が変形したとしても、発熱コイル820が損傷を受けることを抑制できる。また、熱膨張するチューブ810に発熱コイル820が引っ張られて、発熱コイル820が伸びたとしても、発熱コイル820が損傷を受けることを抑制できる。

40

【0047】

また、うねった部分が発熱コイル820の損傷を抑制しているため、発熱コイル820の材料として、タングステンという硬度の高い材料を採用できる。タングステンの融点は、およそ摂氏3400度であり、他の金属と比べて高いので、高い温度まで発熱コイルを昇温できる。従って、シースヒータの高い規定温度(すなわち、昇温後の温度)を実現することができる。

50

【 0 0 4 8 】

また、図 1 で説明したように、チューブ 8 1 0 内には、絶縁粉末 8 4 0 が配置され、絶縁粉末 8 4 0 は、チューブ 8 1 0 と発熱コイル 8 2 0 との間を満たしている。従って、発熱コイル 8 2 0 とチューブ 8 1 0 との間に隙間があいている場合と比べて、発熱コイル 8 2 0 とチューブ 8 1 0 との間で熱が伝達しやすい。これにより、昇温後のシースヒータ 8 0 0 の規定温度（チューブ 8 1 0 の温度と同じ）に対して発熱コイル 8 2 0 の温度が過剰に高くなることを抑制できる。この結果、熱による発熱コイル 8 2 0 の損傷を抑制できる。また、発熱コイル 8 2 0 の熱膨張が抑制されるので、変形による発熱コイル 8 2 0 の損傷を抑制できる。

【 0 0 4 9 】

また、図 2 (B) には、最大間隔 D_g と最小線幅 D_c とが示されている。最大間隔 D_g は、図 2 (B) の X 線透過画像において、中間部分 8 2 0 m を表す複数のコイル部分線 C_L のうちの隣り合う 2 個のコイル部分線 C_L の間の第 2 軸線 $A_X 2$ の方向の間隔の最大値である。最小線幅 D_c は、中間部分 8 2 0 m を表す複数のコイル部分線 C_L の第 2 軸線 $A_X 2$ の方向の線幅の最小値である。本実施形態では、 $D_g < D_c$ である。すなわち、複数のコイル部分線 C_L の間の隙間は、コイル部分線 C_L の線幅よりも小さい。このように、発熱コイル 8 2 0 のコイル部分線 C_L (すなわち、コイル線) が密に配置されているので、発熱コイル 8 2 0 における温度分布のバラツキを抑制できる。従って、発熱コイル 8 2 0 の一部分の温度が局所的に過剰に高くなることを抑制できるので、発熱コイル 8 2 0 が局所的な熱や局所的な変形によって損傷を受けることを抑制できる。なお、本実施形態では、 $D_g < D_c$ としたが、 $D_g \geq D_c$ であってもよい。

【 0 0 5 0 】

図 2 (D) は、コイル部分線 C_L のうねりの大きさの説明図である。図中には、図 2 (C) と同じ 1 個のコイル部分線 C_L が示されている。以下、この 1 個のコイル部分線 C_L を、対象コイル部分線 C_L とも呼ぶ。図中の第 1 重心 G_{c1} は、第 1 断面 $C_S 1$ の重心である。この第 1 重心 G_{c1} は、第 1 断面 $C_S 1$ 内に質量が均一に分布していると仮定した場合の重心の位置である。第 2 重心 G_{c2} は、第 2 断面 $C_S 2$ の重心である。仮想線分 L_{g_c} は、これらの重心 G_{c1} 、 G_{c2} を結ぶ仮想的な線分である。X 線透過画像における重心 G_{c1} 、 G_{c2} は、例えば、X 線透過画像のコイル部分線 C_L の端部における部分輪郭線 $P_L 1$ 、 $P_L 2$ (図 2 (D)) を用いて特定できる。部分輪郭線 $P_L 1$ 、 $P_L 2$ は、コイル部分線 C_L の輪郭線のうちコイル部分線 C_L の端部に対応する部分である。このような部分輪郭線 $P_L 1$ 、 $P_L 2$ は、断面 $C_S 1$ 、 $C_S 2$ の輪郭線の一部に対応する。そこで、この部分輪郭線 $P_L 1$ 、 $P_L 2$ の円弧を延長し、円形状にすることで断面 $C_S 1$ 、 $C_S 2$ を特定することができる。ここで、コイル線の断面形状は、例えばコイル線を切断することによって、容易に特定でき、通常は、コイル線の外径と同じ直径を有する円形状である。このことから上述の方法を採用することで、得られた円形状が断面 $C_S 1$ 、 $C_S 2$ に相応する。そして、得られた第 1 断面 $C_S 1$ の重心位置 (例えば円形状の中心の位置) が、第 1 重心 G_{c1} に対応する。第 2 断面 $C_S 2$ と第 2 重心 G_{c2} についても、同様に、特定される。このように、X 線透過画像において、コイル部分線 C_L のうちの断面 $C_S 1$ 、 $C_S 2$ に対応する部分と残りの部分との境界が明確ではない場合であっても、重心 G_{c1} 、 G_{c2} を容易に特定できる。また、X 線透過画像の取得のために分割された発熱コイル 8 2 0 の断面を表す画像を、X 線透過画像上に重ねることによって、重心 G_{c1} 、 G_{c2} を特定してもよい。この場合も、X 線透過画像に対する発熱コイル 8 2 0 の断面を表す画像の位置を、コイル線の断面の輪郭線が X 線透過画像の部分輪郭線 $P_L 1$ 、 $P_L 2$ に重なる位置に決定すればよい。

【 0 0 5 1 】

図中の 2 本の仮想直線 L_1 、 L_2 は、仮想線分 L_{g_c} に平行、かつ、対象コイル部分線 C_L の輪郭に接する直線であり、対象コイル部分線 C_L の全体を挟む直線である。間隔 d_L は、これらの 2 本の仮想直線 L_1 、 L_2 の間の間隔であり、2 本の仮想直線 L_1 、 L_2 に垂直な方向の仮想直線 L_1 、 L_2 間の距離である。つまり、この間隔 d_L が大きい場合

10

20

30

40

50

に、対象コイル部分線 C L のうねりが大きいということができる。

【 0 0 5 2 】

大きな間隔 d L を有するコイル部分線 C L、すなわち、大きいうねりを有するコイル部分線 C L は、隣のコイル部分線 C L に接触しやすい。このような意図しない短絡を抑制するためには、間隔 d L が小さいことが好ましい。本実施形態では、中間部分 8 2 0 m を表す複数のコイル部分線 C L の各間隔 d L (すなわち、最大の間隔 d L) は、図 2 (B) で説明した最小線幅 D c の 2 倍以下である。これにより、意図しない短絡を抑制できる。なお、本実施形態では、最大の間隔 d L が最小線幅 D c の 2 倍以下としたが、中間部分 8 2 0 m には、間隔 d L が最小線幅 D c の 2 倍を超える部分が設けられていてもよい。

【 0 0 5 3 】

また、発熱コイル 8 2 0 の損傷を抑制するためには、コイル部分線 C L のうねり、すなわち、間隔 d L が大きいことが好ましい。本実施形態では、中間部分 8 2 0 m を表す複数のコイル部分線 C L の各間隔 d L (すなわち、最小の間隔 d L) は、最小線幅 D c の 1 . 1 倍以上である。これにより、うねった部分が伸びることによって、発熱コイル 8 2 0 の損傷を抑制できる。なお、本実施形態では、最小の間隔 d L が最小線幅 D c の 1 . 1 倍以上としていたが、中間部分 8 2 0 m における最小の間隔 d L が最小線幅 D c の 1 . 1 倍未満であってもよい。

【 0 0 5 4 】

B . 第 2 実施形態 :

図 5 は、グロープラグの別の実施形態を示す断面図である。図中では、グロープラグ 1 0 a のうちのシースヒータ 8 0 0 a を含む部分のみが示されている。図 1 の実施形態との差異は、後端コイル 8 3 0 が省略され、この代わりに、タングステンで形成され延長された発熱コイル 8 2 0 a が設けられている点だけである。第 2 実施形態のグロープラグ 1 0 a の他の部分の構成は、第 1 実施形態のグロープラグ 1 0 の対応する部分の構成と同じである (同じ要素には、同じ符号を付して、説明を省略する)。

【 0 0 5 5 】

チューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 には、発熱コイル 8 2 0 a の先端 8 2 1 a が、接合されている。中軸 3 0 の先端 3 2 1 には、発熱コイル 8 2 0 a の後端 8 2 9 a が、接合されている。これらの接合は、例えば、溶接である。本実施形態では、発熱コイル 8 2 0 a の先端 8 2 1 a とチューブ 8 1 0 の先端部 8 1 1 とは、溶接部 8 2 4 a (溶接時に溶融した部分であり、発熱コイル 8 2 0 a の成分とチューブ 8 1 0 の成分との少なくとも一方を含む部分) を介して接合されている。また、発熱コイル 8 2 0 a の後端 8 2 9 a に関しては、発熱コイル 8 2 0 a のコイル線が中軸 3 0 の先端 3 2 1 に巻き付けられた状態で、この巻き付けられた部分と中軸 3 0 とが溶接で接合されている。発熱コイル 8 2 0 a の後端 8 2 9 a は、溶接部 8 2 7 a (溶接時に溶融した部分であり、発熱コイル 8 2 0 a の成分と中軸 3 0 の成分との少なくとも一方を含む部分) を介して、中軸 3 0 に接合されている。

【 0 0 5 6 】

図中の中間部分 8 2 0 a m は、発熱コイル 8 2 0 a のうち、先端 8 2 1 a から 3 巻に相当する部分 8 2 2 a と、後端 8 2 9 a から 3 巻に相当する部分 8 2 8 a と、を除いた残りの部分である。図示を省略するが、第 2 実施形態においても、発熱コイル 8 2 0 a の図 2 (B) と同じ方法で得られる X 線透過画像において、発熱コイル 8 2 0 a の中間部分 8 2 0 a m を表す複数のコイル部分線のそれぞれが、うねった部分を含んでいる。従って、図 3 (A)、図 4 の第 1 実施形態と同様に、発熱コイル 8 2 0 a が変形する場合に、うねった部分が伸びることによって、発熱コイル 8 2 0 a が損傷を受けることを抑制できる。

【 0 0 5 7 】

また、図 5 に示すように、チューブ 8 1 0 内には、絶縁粉末 8 4 0 が配置され、絶縁粉末 8 4 0 は、チューブ 8 1 0 と発熱コイル 8 2 0 a との間を満たしている。従って、第 1 実施形態と同様に、発熱コイル 8 2 0 a とチューブ 8 1 0 との間で熱が伝達しやすい。これにより、昇温後のシースヒータ 8 0 0 の規定温度に対して発熱コイル 8 2 0 a の温度が過剰に高くなることを抑制できる。この結果、熱による発熱コイル 8 2 0 a の損傷を抑制

10

20

30

40

50

できる。また、発熱コイル 820 a の熱膨張が抑制されるので、変形による発熱コイル 820 a の損傷を抑制できる。

【0058】

また、本実施形態においても、図 2 (B) で説明した最大間隔 D_g が最小線幅 D_c 未満である。このように、発熱コイル 820 a のコイル部分線（すなわち、コイル線）が密に配置されているので、発熱コイル 820 における温度分布のバラツキを抑制できる。従って、発熱コイル 820 の一部分の温度が局所的に過剰に高くなることを抑制できるので、発熱コイル 820 が局所的な熱や局所的な変形によって損傷を受けることを抑制できる。

【0059】

なお、本実施形態においても、図 2 (D) で説明したように、X 線透過画像の中間部分 820 a m を表す複数のコイル部分線の最大の間隔 d_L は、最小線幅 D_c の 2 倍以下であることが好ましい。また、最小の間隔 d_L は、最小線幅 D_c の 1.1 倍以上であることが好ましい。

【0060】

C. 変形例：

(1) 発熱コイル（例えば、図 1 の発熱コイル 820、図 5 の発熱コイル 820 a）の材料としては、タングステンに限らず、タングステンを主成分として含む種々の材料を採用可能である。ここで、「主成分」は、含有率（単位は、重量パーセント）が最も高い成分を意味している。タングステンの融点は、およそ摂氏 3400 度であり、他の金属と比べて高い。従って、タングステンを主成分として含む材料を用いれば、他の材料を用いる場合と比べて、高い温度まで発熱コイルを昇温できる。この結果、昇温後のシースヒータの高い規定温度を実現することができる。なお、タングステンを主成分として含む材料としては、例えば、純タングステンや、タングステンとニッケルと銅との合金や、タングステンとニッケルと鉄との合金を採用してもよい。いずれの場合も、高い規定温度を実現するためには、タングステンの含有率は、50 wt % 以上であることが好ましく、90 wt % 以上であることが特に好ましく、99 wt % 以上であることが最も好ましい。

【0061】

(2) 発熱コイルのうねった部分は、図 2 (B) で説明した X 線透過画像において中間部分（例えば、図 2 (B) の中間部分 820 m、図 5 の中間部分 820 a m）を表す複数のコイル部分線のうちの一部のコイル部分線だけに設けられていてもよい。一般的には、X 線透過画像において中間部分を表す複数のコイル部分線のうちの少なくとも 1 個がうねった部分を含むことが好ましい。この構成によれば、うねった部分が伸びることによって、発熱コイルが損傷を受けることを抑制できる。

【0062】

なお、コイル線の適切な伸びを実現するためには、図 2 (C) で説明した 1 個のコイル部分線 CL が、一方の仮想直線 La 側と他方の仮想直線 Lb 側との両方にはみ出るように湾曲していることが好ましい。ただし、1 個のコイル部分線 CL が、一方の仮想直線 La 側と他方の仮想直線 Lb 側とのうちの一方側のみにはみ出てもよい。

【0063】

(3) チューブ 810 の材料は、NCF601 と DIN 2.4633 (アロイ 602) とは異なる他のニッケル合金であってもよく、ニッケル合金とは異なる金属（例えば、ステンレス鋼）であってもよい。いずれの場合も、チューブ 810 の熱膨張率が、発熱コイルの熱膨張率よりも小さくてもよい。

【0064】

(4) グロープラグの構成としては、上述した構成に代えて、他の種々の構成を採用可能である。例えば、コイル 820 a、830 は、中軸 30 の先端 321 に巻き付けずに、中軸 30 の先端 321 に接合されてもよい（例えば、溶接、または、口付）。また、中軸 30 の後端部 319 の外周面には、雄ねじが形成され、端子部材 80 には、雌ねじが形成され、端子部材 80 を中軸 30 の後端部 319 にねじ込むことによって、中軸 30 に端子部材 80 が固定されてもよい。ここで、端子部材 80 としては、キャップ状の部材に代え

10

20

30

40

50

て、ナットを採用してもよい。

【0065】

(5) 上述のグロープラグは、内燃機関の始動補助のために利用されるグロープラグに限らず、種々のグロープラグに適用可能である。例えば、排気ガスを昇温するための排気ガスヒータ装置や、触媒やディーゼル粒子フィルタ(DPF: Diesel Particulate Filter)を再活性化するためのバーナーシステムや、冷却水を昇温するためのウォータヒータ装置等の種々の装置に利用されるグロープラグに、上記実施形態のグロープラグを適用可能である。

【0066】

以上、実施形態、変形例に基づき本発明について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれる。

【符号の説明】

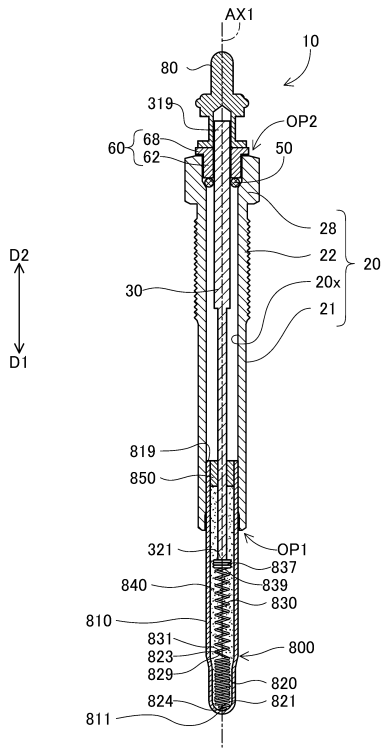
【0067】

10、10a...グロープラグ、20...主体金具、20x...貫通孔、21...胴体部、22...雄ネジ部、28...工具係合部、30...中軸、321...先端、319...後端部、50...リング、60...絶縁部材、62...筒状部、68...フランジ部、80...端子部材、800、800a...シースヒータ(ヒータ部材)、810...チューブ、811...先端部、819...後端部、820、820a...発熱コイル、820m、820am...中間部分、821、821a...先端、829、829a...後端、822、822a...第1部分(端部)、828、828a...第2部分(端部)、823、824、824a、827a...溶接部、830...後端コイル、831...先端、837...溶接部、839...後端、840...絶縁粉末、850...パッキン、D1...第1方向、D2...第2方向、CL...コイル部分線、dL...間隔、CL、CLr...コイル部分線、CR...クラック、CS...断面、CS1...第1断面、CS2...第2断面、L1、L2、La、Lb...仮想直線、Dc...最小線幅、Dg...最大間隔、OP1...開口、OP2...開口、AX1...第1軸線(中心軸)、AX2...第2軸線、Gc1...第1重心、Gc2...第2重心、Lgc...仮想線分

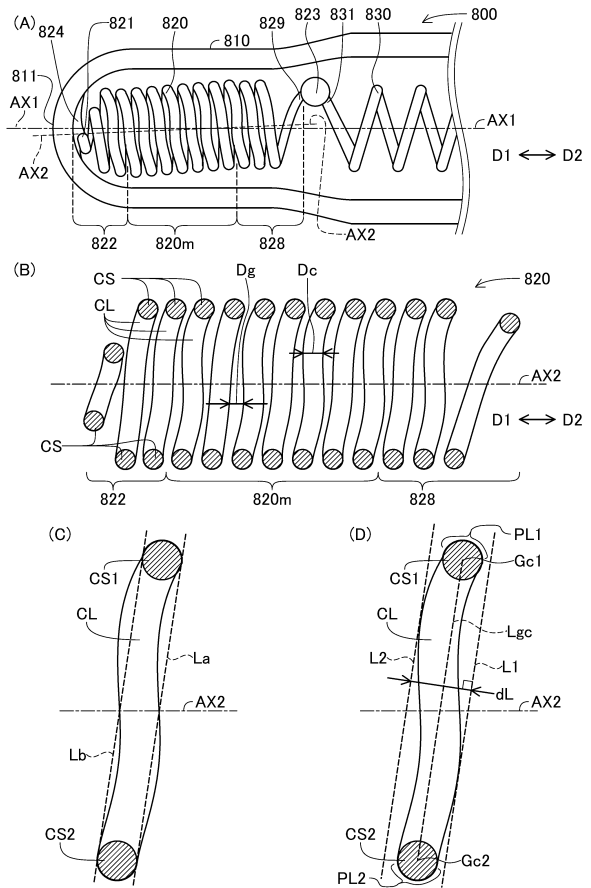
10

20

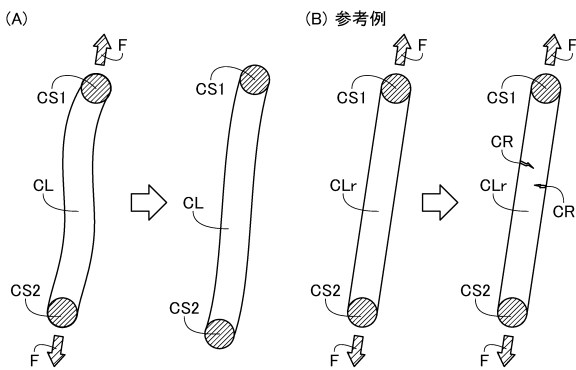
【 図 1 】



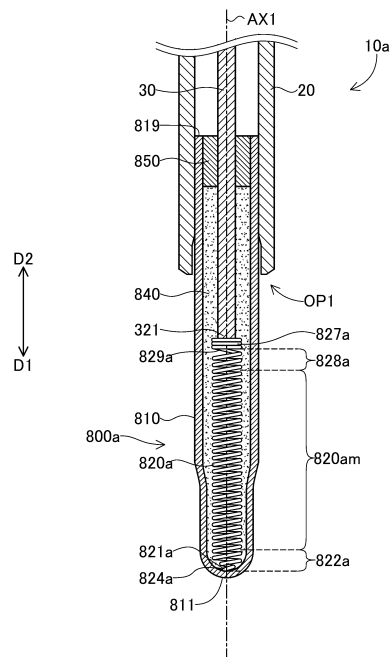
【 図 2 】



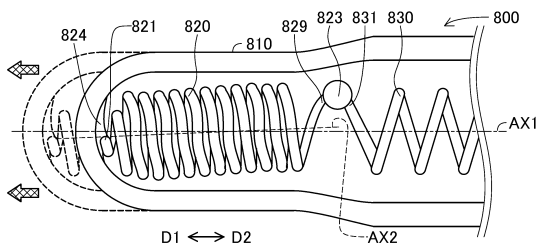
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-104648(JP,A)
特開2005-61828(JP,A)
特開2014-164979(JP,A)
国際公開第2012/115082(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23Q 7/00