

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-145990
(P2017-145990A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 3 Q 7/00 (2006.01)	F 2 3 Q 7/00 6 0 5 L	3 K 0 9 2
H 0 5 B 3/48 (2006.01)	H 0 5 B 3/48	
H 0 5 B 3/10 (2006.01)	H 0 5 B 3/10 C	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-27107 (P2016-27107)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成28年2月16日 (2016.2.16)		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
		(72) 発明者	杉山 有美
			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
		(72) 発明者	岡田 紘文
			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
		F ターム (参考)	3K092 PP16 QA01 QB02 RA02 RB04 RB05 RB19

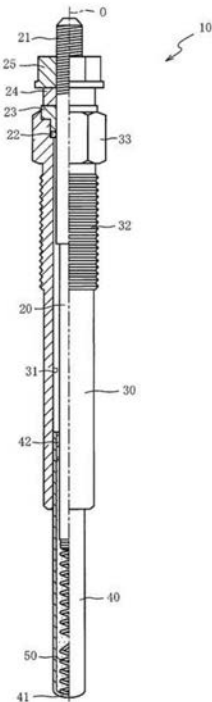
(54) 【発明の名称】 グロープラグ

(57) 【要約】

【課題】発熱体からチューブへ熱を伝わり易くできるグロープラグを提供すること。

【解決手段】金属製の中軸の先端に発熱体が電氣的に接続され、先端が閉じた金属製のチューブは発熱体および中軸の先端側を収容する。発熱体はチューブに電氣的に接続される。絶縁粉末はチューブ内に充填される。絶縁粉末のうち発熱体と対向する位置に配置された粒子群は、レーザ回折法により測定される体積基準の粒度分布において、粒径 1 2 μm 以上の範囲に頻度 6 % 以上の少なくとも 1 つの極大値を有し、粒径 4 ~ 8 μm の頻度が 2 . 5 ~ 6 % である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属製の中軸と、
前記中軸の先端に電氣的に接続される発熱体と、
前記発熱体および前記中軸の先端側を収容する、前記発熱体が電氣的に接続される先端が閉じた金属製のチューブと、
前記チューブと前記中軸との間に介在するシール材と、
前記シール材で前記中軸との間が密閉される前記チューブ内に充填される絶縁粉末とを備え、
前記絶縁粉末のうち前記発熱体と対向する位置に配置された粒子群は、レーザ回折法により測定される体積基準の粒度分布において、粒径 $12\text{ }\mu\text{m}$ 以上の範囲に頻度 6 % 以上の少なくとも 1 つの極大値を有し、粒径 $4\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ の頻度が $2.5\sim 6\%$ であることを特徴とするグロープラグ。

10

【請求項 2】

前記粒子群は、前記粒度分布において、粒径 $34\text{ }\mu\text{m}$ 以上の頻度の積算が $4\sim 26\%$ であることを特徴とする請求項 1 記載のグロープラグ。

【請求項 3】

前記粒子群は、前記粒度分布において、粒径 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下の頻度の積算が $0.1\sim 5\%$ であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のグロープラグ。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明はグロープラグに関し、特に発熱体からチューブへ熱を伝わり易くできるグロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

グロープラグは、圧縮着火方式によるディーゼルエンジン等の内燃機関の補助熱源として用いられる。グロープラグは、金属製の中軸と、中軸の先端に電氣的に接続される発熱体と、発熱体および中軸の先端側を収容する先端が閉じた金属製のチューブと、チューブ内に充填される絶縁粉末とを備えている。発熱体はチューブに電氣的に接続されるので、中軸とチューブとの間に通電すると発熱体が発熱し、絶縁粉末を伝って熱がチューブへ移動する。絶縁粉末の流動性や発塵性を改善するため、特許文献 1 や特許文献 2 に開示される技術がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 63 - 21706 号公報

【特許文献 2】特公平 2 - 18560 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかし、内燃機関の始動性を向上させるために、グロープラグを短時間で所定温度に昇温させること（以下「急速昇温性」と称す）、及び、所定温度を高い温度にすること（以下「発熱温度の高温化」と称す）が必要となった。そして、急速昇温性を確保しつつ発熱温度の高温化を図るために、発熱体からチューブへ熱をより伝わり易くする必要がある。

【0005】

本発明は上述した要求に応えるためになされたものであり、発熱体からチューブへ熱を伝わり易くできるグロープラグを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

この目的を達成するために請求項 1 記載のグロープラグは、金属製の中軸の先端に発熱体が電氣的に接続され、先端が閉じた金属製のチューブは発熱体および中軸の先端側を收容する。発熱体はチューブに電氣的に接続される。チューブと中軸との間にシール材が介在し、シール材は中軸とチューブとの間を密閉する。絶縁粉末はチューブ内に充填される。絶縁粉末のうち発熱体と対向する位置に配置された粒子群は、レーザ回折法により測定される体積基準の粒度分布において、粒径 $12\text{ }\mu\text{m}$ 以上の範囲に頻度 6 % 以上の少なくとも 1 つの極大値を有し、粒径 $4\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ の頻度が $2.5\sim 6\%$ である。

【0007】

請求項 2 記載のグロープラグは、請求項 1 において、粒子群は、前記粒度分布において、粒径 $34\text{ }\mu\text{m}$ 以上の頻度の積算が $4\sim 26\%$ である。

10

【0008】

請求項 3 記載のグロープラグは、請求項 1 又は 2 において、粒子群は、前記粒度分布において、粒径 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下の頻度の積算が $0.1\sim 5\%$ である。

【発明の効果】

【0009】

請求項 1 から 3 に記載のグロープラグによれば、粒子群の充填性を向上できるので、発熱体からチューブへ熱を伝わり易くできる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】グロープラグの片側断面図である。

20

【図 2】一部を拡大したグロープラグの断面図である。

【図 3】絶縁粉末の粒度分布の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の好ましい実施の形態について添付図面を参照して説明する。図 1 及び図 2 を参照して本発明の一実施の形態におけるグロープラグ 10 について説明する。図 1 はグロープラグ 10 の片側断面図であり、図 2 は一部を拡大したグロープラグ 10 の断面図である。図 1 及び図 2 では、紙面下側をグロープラグ 10 の先端側、紙面上側をグロープラグ 10 の後端側という。

【0012】

30

図 1 に示すようにグロープラグ 10 は中軸 20、主体金具 30、チューブ 40 及び発熱体 50 を備えている。これらの部材はグロープラグ 10 の中心軸 0 に沿って組み付けられている。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（図示せず）の始動時などに用いられる補助熱源である。

【0013】

中軸 20 は円柱形状の金属製の導体であり、発熱体 50 に電力を供給するための部材である。中軸 20 は先端に発熱体 50 が電氣的に接続されている。中軸 20 は、後端が主体金具 30 から突出した状態で主体金具 30 に挿入されている。

【0014】

40

中軸 20 は、本実施の形態では、後端に雄ねじからなる接続部 21 が形成されている。中軸 20 は、後端に、先端側から順に絶縁ゴム製のリング 22、合成樹脂製の筒状部材である絶縁体 23、金属製の筒状部材であるリング 24、金属製のナット 25 が組み付けられている。接続部 21 は、バッテリー等の電源から電力を供給するケーブルのコネクタ（図示せず）が接続される部位である。ナット 25 は、接続されたコネクタ（図示せず）を固定するための部材である。

【0015】

主体金具 30 は炭素鋼等により形成される略円筒形状の部材である。主体金具 30 は、中心軸 0 に沿って貫通する軸孔 31 と、ねじ部 32 と、ねじ部 32 より後端側に形成された工具係合部 33 とを備えている。軸孔 31 は中軸 20 が挿入される貫通孔である。軸孔 31 の内径は中軸 20 の外径より大きいので、中軸 20 と軸孔 31 との間に空隙が形成さ

50

れる。ねじ部 3 2 は、内燃機関（図示せず）に嵌まり合う雄ねじである。工具係合部 3 3 は、ねじ部 3 2 を内燃機関のねじ穴（図示せず）に嵌めたり外したりするときに用いる工具（図示せず）が関わり合う形状（例えば六角形）をなす部位である。

【0016】

主体金具 3 0 は、軸孔 3 1 の後端側において、リング 2 2 及び絶縁体 2 3 を介して中軸 2 0 を保持する。絶縁体 2 3 にリング 2 4 が接した状態で中軸 2 0 にリング 2 4 が加締められることで、絶縁体 2 3 は軸方向の位置が固定される。絶縁体 2 3 によって主体金具 3 0 の後端側とリング 2 4 とが絶縁される。主体金具 3 0 は、軸孔 3 1 の先端側にチューブ 4 0 が固定されている。

【0017】

チューブ 4 0 は先端 4 1 が閉じた金属製の筒状体である。チューブ 4 0 は軸孔 3 1 に圧入されることで、主体金具 3 0 に固定される。チューブ 4 0 の材料は、例えばニッケル基合金、ステンレス鋼などの耐熱合金が挙げられる。

【0018】

チューブ 4 0 は中軸 2 0 の先端側が挿入されている。チューブ 4 0 の内径は中軸 2 0 の外径より大きいので、中軸 2 0 とチューブ 4 0 との間に空隙が形成される。シール材 4 2 は、中軸 2 0 の先端側とチューブ 4 0 の後端との間に挟まれた円筒形状の絶縁部材である。シール材 4 2 は中軸 2 0 とチューブ 4 0 との間隔を維持し、中軸 2 0 とチューブ 4 0 との間を密閉する。

【0019】

図 2 に示すように、発熱体 5 0（発熱コイル）は中心軸 0 に沿ってチューブ 4 0 に収容されており、先端が溶接によりチューブ 4 0 の先端 4 1 に接合されている。発熱体 5 0 は、通電により発熱する螺旋状のコイルである。発熱体 5 0 の材料としては、Fe, Ni, Mo, W 及び Co 等の金属、並びにこれらの元素のいずれかを主成分とする合金が挙げられる。発熱体 5 0 は、後端が溶接によって制御コイル 5 1 に接合されている。発熱体 5 0 と制御コイル 5 1 との間に、溶接で溶融した後に凝固した溶融部 5 2 が形成されている。

【0020】

制御コイル 5 1 は溶融部 5 2 を介して発熱体 5 0 と直列に接続される部材である。制御コイル 5 1 は、発熱体 5 0 に供給する電力を制御して発熱体 5 0 の過昇温を防止する。制御コイル 5 1 は、比抵抗の温度係数が、発熱体 5 0 を形成する材料の比抵抗の温度係数より大きい導電材料で形成されている。制御コイル 5 1 の材料としては、例えば純 Ni、Ni 合金、Co 合金などが挙げられる。制御コイル 5 1 は中心軸 0 に沿ってチューブ 4 0 に収容されており、後端が溶接により中軸 2 0 の先端に接合されている。中軸 2 0 は制御コイル 5 1 及び発熱体 5 0 を介してチューブ 4 0 と電氣的に接続される。

【0021】

絶縁粉末 6 0 は電気絶縁性を有し、且つ、高温下で熱伝導性を有する粉末であり、発熱体 5 0 とチューブ 4 0 との間、制御コイル 5 1 とチューブ 4 0 との間、中軸 2 0 とチューブ 4 0 との間、制御コイル 5 1 及び発熱体 5 0 の内側に充填される。絶縁粉末 6 0 は、発熱体 5 0 からチューブ 4 0 へ熱を移動させる機能、発熱体 5 0 及び制御コイル 5 1 とチューブ 4 0 との短絡を防ぐ機能、発熱体 5 0 及び制御コイル 5 1 を振動し難くして断線を防ぐ機能がある。

【0022】

絶縁粉末 6 0 としては、例えば MgO、Al₂O₃ 等の酸化物粉末が挙げられる。絶縁粉末 6 0 は、これらの酸化物粉末のうちの少なくとも一種を含有するのが好ましく、これらの酸化物粉末のうち所望の熱伝導率を維持することができる点で MgO 粉末を含有するのがより好ましい。絶縁粉末 6 0 は、MgO 粉末を絶縁粉末 6 0 の全質量に対して 85 質量%以上 100 質量%以下含有するのが好ましく、99 質量%以上 100 質量%未満含有するのがより好ましく、残部として Al₂O₃ 粉末または他の物質が含有されてもよい。他の物質としては、CaO、ZrO₂ 及び SiO₂ 等の各粉末が挙げられる。

【0023】

10

20

30

40

50

絶縁粉末 60 (第 1 粒子群 61) に含まれる成分およびその含有率は、次のようにして求めることができる。まず、第 1 粒子群 61 を粉末 X 線回折法等によって定性分析を行うことにより、第 1 粒子群 61 に含まれる成分を把握する。次いで、ICP 発光分光法により、第 1 粒子群 61 に含まれる元素を定量分析する。第 1 粒子群 61 に含まれる成分が、定性分析により酸化物であることが分かっている場合には、定量分析によって得られた元素の含有率を酸化物換算して、酸化物の含有率として求めることができる。なお、定性分析により第 1 粒子群 61 の主成分が MgO であることが分かっている場合には、MgO 以外の成分について ICP 発光分光法により分析を行い、MgO の含有率はその残分として求めることができる。

【0024】

絶縁粉末 60 は第 1 粒子群 61 と第 2 粒子群 62 とからなる。第 1 粒子群 61 は、発熱体 50 と対向する位置に配置された複数の粒子であって、具体的には、発熱体 50 とチューブ 40 との間、及び、発熱体 50 の内側に充填された複数の粒子である (図 2 の破線 D より下)。第 2 粒子群 62 は、制御コイル 51 とチューブ 40 との間、中軸 20 とチューブ 40 との間、及び、制御コイル 51 の内側に充填された複数の粒子である (図 2 の破線 D より上)。

【0025】

第 1 粒子群 61 (粒子群) は、発熱体 50 からチューブ 40 へ熱を伝えるための複数の粒子である。第 1 粒子群 61 は、レーザ回折法により測定される体積基準の粒度分布が規定されている。図 3 を参照して第 1 粒子群 61 の粒度分布について説明する。図 3 は、レーザ回折式粒度分布測定装置 (HORIBA LA-750、株式会社堀場製作所製) を用いて測定した絶縁粉末 60 (第 1 粒子群 61) の体積基準の粒度分布の一例である。図 3 は粒径 (μm) を横軸とし、頻度 (%) を縦軸としてプロットされている。

【0026】

図 3 に示すように第 1 粒子群 61 は、レーザ回折法により測定される体積基準の粒度分布において、粒径 $12\mu\text{m}$ 以上の範囲 71 に頻度 6% 以上の少なくとも 1 つの極大値 72 を有し、粒径 $4\sim 8\mu\text{m}$ の頻度が全て 2.5~6% の範囲 73 内にある。これにより第 1 粒子群 61 の充填密度を高め、空隙率を低下させることができる。チューブ 40 の先端側 (発熱体 50 と対向する部分) の熱伝導率を高めることができるので、熱伝導および熱伝達により発熱体 50 からチューブ 40 へ熱を伝わり易くできる。チューブ 40 の先端側の発熱量を増加できるので、急速昇温性を確保しつつ発熱温度の高温化を図ることができる。発熱体 50 に大電流を流すことなくチューブ 40 の表面温度をより高い温度まで急速昇温できるので、特に、始動性の向上が求められる内燃機関に好適である。

【0027】

ここで、粒径 $12\mu\text{m}$ 以上の範囲 71 に頻度 6% 以上の極大値が存在しない場合には、粒径 $12\mu\text{m}$ 未満の粒子の割合 (全体を 100% とする相対粒子量) が多いため、発熱体 50 とチューブ 40 との間に存在する粒子の数が多くなる。粒子同士が接触する粒子間の境界面は熱伝導の障壁になるので、発熱体 50 とチューブ 40 との間に存在する粒子の数が多くなることにより、粒子の数が少ない (障壁が少ない) 場合に比べ、熱伝導によって熱が伝わり難くなる傾向がみられる。第 1 粒子群 61 の粒度分布を規定することにより、これを防止して熱を伝わり易くできる。

【0028】

極大値 72 は、図 3 に示すようなシャープなピークである必要はなく、ブロードなピークであっても良い。極大値 72 は範囲 71 内に少なくとも 1 つあれば良いので、範囲 71 内に複数のブロードなピークが存在しても構わない。いずれの場合も粒径 $12\mu\text{m}$ 以上の粒子の割合を確保できるからである。

【0029】

範囲 71 は、粒径の上限を $40\mu\text{m}$ (即ち粒径 $12\sim 40\mu\text{m}$) とすることが好ましい。粒径 $40\mu\text{m}$ を超える範囲に頻度 6% 以上の極大値が存在する場合には、粒径の大きな粒子の割合が多いため、充填された粒子間の隙間が増えて第 1 粒子群 61 の充填密度が低

10

20

30

40

50

下する可能性がある。第1粒子群61の充填密度が低下すると発熱体50が振動し易くなるので、発熱体50が断線し易くなるおそれがある。粒径12～40 μm の範囲に頻度6%以上の極大値を存在させることにより、熱を伝わり易くしつつ発熱体50の断線を防止できる。

【0030】

範囲71は、頻度の上限を9%（即ち頻度6～9%）とすることが好ましい。粒径12 μm 以上の範囲に頻度9%を超える極大値が存在する場合も、粒径の大きな粒子の割合が多いので、充填された粒子間の隙間が増えて第1粒子群61の充填密度が低下する可能性がある。この場合も発熱体50が振動し易くなって、発熱体50が断線し易くなるおそれがある。粒径12 μm 以上の範囲に頻度6～9%の極大値を存在させることにより、熱を伝わり易くしつつ発熱体50の断線を防止できる。

10

【0031】

粒径12 μm 以上の範囲71に頻度6%以上の少なくとも1つの極大値72を有としても、粒径4～8 μm の頻度の少なくとも一部が2.5%未満である場合には、粒径4～8 μm 未満の粒径の小さい粒子の割合が増加する、若しくは、粒径12 μm 以上の粒径の大きい粒子の割合が増加することになる。前者の場合には、粒径12 μm 以上の粒子が充填されて生じた粒子間の隙間を埋める粒子の粒径が小さくなるので、発熱体50とチューブ40との間に存在する粒子の数が多くなり、熱伝導によって熱が伝わり難くなる。後者の場合には、粒径が大きな粒子の割合が多くなるので、充填された粒子間の隙間が増えて第1粒子群61の充填密度が低下する可能性がある。第1粒子群61の充填密度が低下すると発熱体50が振動し易くなるので、発熱体50が断線し易くなるおそれがある。

20

【0032】

粒径12 μm 以上の範囲71に頻度6%以上の少なくとも1つの極大値72を有としても、粒径4～8 μm の頻度の少なくとも一部が6%を超える場合には、粒径4～8 μm 未満の粒径の小さな粒子の割合が減少する、若しくは、粒径12 μm 以上の粒径の大きい粒子の割合が減少することになる。前者の場合には、粒径12 μm 以上の粒子が充填されて生じた粒子間の隙間が埋められ難くなるので、第1粒子群61の充填密度が低下する可能性がある。第1粒子群61の充填密度が低下すると発熱体50が振動し易くなるので、発熱体50が断線し易くなるおそれがある。後者の場合には、発熱体50とチューブ40との間に存在する粒子の数が多くなり、熱伝導によって熱が伝わり難くなる。

30

【0033】

よって、粒径4～8 μm の頻度を2.5～6%とすることにより、熱を伝わり易くしつつ発熱体50の断線を防止できる。

【0034】

第1粒子群61は、さらに、粒径34 μm 以上の頻度の積算74が4～26%である。粒径の大きな粒子の割合をこのような所定の量とすることで、発熱体50とチューブ40との間に存在する粒子の数が増加したり減少したりすることを防止できる。よって、発熱体50とチューブ40との間に存在する粒子の数を減らすことによって熱の障壁の数を減らし、発熱体50からチューブ40へ熱が伝わり難くなることを防止できる。また、第1粒子群61の空隙率（隙間割合）を低下させることができるので、発熱体50の断線を防止できる。

40

【0035】

第1粒子群61は、粒径1.0 μm 以下の頻度の積算75が0.1～5%である。粒径1.0 μm 以下の粒子の割合をこのような所定の量とすることで、第1粒子群61の空隙率を低下させることができ、発熱体50の断線を防止できる。また、発熱体50とチューブ40との間に存在する粒子の数を減らすことによって熱の障壁を減らし、発熱体50からチューブ40へ熱が伝わり難くなることを防止できる。

【0036】

第1粒子群61のD50（50%粒子径またはメジアン径）は、10～20 μm であることが好ましい。第1粒子群61のD50が10～20 μm であれば、第1粒子群61の

50

極大値 7 2、範囲 7 3 及び積算 7 4、7 5 が特定した所定値となる場合に、発熱体 5 0 からチューブ 4 0 へ熱をより伝わり易くできるからである。なお、第 1 粒子群 6 1 の粒径 8 μm から極大値までの頻度は 2.5 % 以上であることが好ましい。発熱体 5 0 からチューブ 4 0 へ熱がより伝わり易くなるからである。

【0037】

第 2 粒子群 6 2 は、第 1 粒子群 6 1 の粒度分布と同じ粒度分布である粒子群を用いることができる。第 2 粒子群 6 2 は、第 1 粒子群 6 1 の粒度分布とは異なる粒度分布である粒子群を用いて良い。第 2 粒子群 6 2 は制御コイル 5 1 の周囲に充填される粒子群なので、チューブ 5 0 へ熱を移動させる機能の要求が低いからである。

【0038】

第 1 粒子群 6 1 の粒度分布はレーザ回折式粒度分布測定装置 (H O R I B A L A - 7 5 0) を用いて、以下のように測定できる。まず、グローブラグ 1 0 から絶縁粉末 6 0 (第 1 粒子群 6 1) を取り出し、測定用試料を準備する。具体的には、まず、中心軸 O に直交し、且つ、溶融部 5 2 付近を含む面でチューブ 4 0 を切断する。チューブ 4 0 を切断後、先端 4 1 側のチューブ 4 0 の内側にある発熱体 5 0 をチューブ 4 0 から引き抜き、発熱体 5 0 に衝撃を加え、発熱体 5 0 (発熱コイル) の内側に詰まった粒子 (第 1 粒子群 6 1) を取り出す。同様に、チューブ 4 0 に衝撃を加え、チューブ 4 0 内の粒子 (第 1 粒子群 6 1) を取り出す。

【0039】

取り出した粒子 (第 1 粒子群 6 1) は凝集して塊状になっているので、すり鉢ですって塊を砕く。粒子は硬いので、すり鉢と手に持ったすり棒とを用いて第 1 粒子群 6 1 をすっても粒子 (一次粒子) は粉碎されず、測定結果に影響を与えないことが確認されている。すり鉢ですった後の粒子 (第 1 粒子群 6 1) を拡大鏡で観察しながら不純物を取り除く。このようにして、1 回の測定につき、第 1 粒子群 6 1 の試料を 0.35 g 以上準備する。

【0040】

次いで、準備した第 1 粒子群 6 1 の試料 (例えばスパチュラ 2 ~ 4 杯分) を分散媒 (例えばヘキサメタリン酸ナトリウム 0.2 質量 % 溶液 150 cc) に分散する。試料の分散方法としては、例えば、外部ホモジナイザーで 3 分攪拌した後に、レーザ回折式粒度分布測定装置に内蔵されている超音波プローブで 2 分攪拌する方法を挙げることができる。レーザ回折式粒度分布測定装置を用いて、分散媒に分散させた試料の粒度分布を測定し、粒径 0.1 ~ 100 μm の頻度分布、粒径 34 μm 以上の積算分布 (フルイ上)、粒径 1 μm 以下の積算分布 (フルイ下) を求める。粒度分布の測定は 3 回行い、求める値は、3 回の測定の平均値である。

【0041】

第 1 粒子群 6 1 は、粒子が一次粒子として存在する場合や、二次粒子として存在する場合がある。第 1 粒子群 6 1 は、一次粒子および二次粒子のいずれの形態で存在してもよいが、一次粒子で存在するのが好ましい。第 1 粒子群 6 1 に含まれる粒子が二次粒子として存在する場合、二次粒子中に多数の空隙が存在するので、この空隙が断熱層 (障壁) となって第 1 粒子群 6 1 の熱移動性が低下するおそれがある。MgO は、通常、二次粒子を形成せず一次粒子として存在する。従って、この点においても第 1 粒子群 6 1 を構成する粒子は MgO 粉末であるのが好ましい。

【0042】

グローブラグ 1 0 は、例えば、次のようにして製造される。まず、所定の組成を有する抵抗発熱線をコイル状に加工し、発熱体 (発熱コイル) 5 0 及び制御コイル 5 1 をそれぞれ製造する。次いで、発熱体 5 0 と制御コイル 5 1 との端部同士をアーク溶接等により接合し、コイル部材とする。次いで、コイル部材のうち制御コイル 5 1 を中軸 2 0 の先端に接合する。

【0043】

一方、所定の組成を有する金属鋼管をチューブ 4 0 の最終寸法よりも大径に形成し、かつ、その先端を他の部分よりも減径させて、先端が開口した先窄まり状のチューブ前駆体

10

20

30

40

50

を製造する。チューブ前駆体の内部に中軸 20 と一体となったコイル部材を挿入し、チューブ前駆体の先窄まり状の開口部に発熱体 50 の先端を配置する。チューブ前駆体の開口部と発熱体 50 の先端部分とをアーク溶接等によって溶融し、チューブ前駆体の先端部分を閉塞し、内部にコイル部材が収容されたヒータ前駆体を形成する。

【0044】

次いで、ヒータ前駆体のチューブ 40 内に絶縁粉末 60 を充填した後、チューブ 40 の後端の開口部と中軸 20 との間にシール材 42 を挿入して、チューブ 40 を封止する。次に、チューブ 40 が所定の外径になるまでチューブ 40 にスウェーijing加工を施す。チューブ 40 内に充填された絶縁粉末 60 は、スウェーijing加工を経ることにより破碎されて粒度が変化する。従って、スウェーijing加工を施す際のチューブ 40 の外径の減少率等を考慮して、発熱体 50 の周囲に配置される第 1 粒子群 61 がスウェーijing加工後（スウェーijingによる粒子の破碎後）に所定の粒度分布になるように、チューブ 40 に絶縁粉末 60 を充填する。

10

【0045】

次に、スウェーijing加工後のチューブ 40 を主体金具 30 の軸孔 31 に圧入固定し、中軸 20 の後端から主体金具 30 と中軸 20 との間に O リング 22 及び絶縁体 23 を嵌め込む。リング 24 で中軸 20 を加締めてグローブラグ 10 を得る。

【実施例】

【0046】

< グローブラグの製造および第 1 粒子群の分析 >

20

図 1 に示すグローブラグ 10 と同様の構造を有するグローブラグを前述のとおりに製造し、実験例 1 ~ 16 におけるグローブラグを得た。実験例 1 ~ 16 におけるグローブラグは MgO 粉末を絶縁粉末 60 とした。各実験例の（充填後の）第 1 粒子 61 の粒度は、チューブ 40 内に充填する（充填前の）絶縁粉末 60 の粒度分布の調製、及び、グローブラグ 10 の製造工程におけるスウェーijing加工前後のチューブ 40 の外径の減少率の調整によって調製した。

【0047】

レーザ回折式粒度分布測定装置（HORIBA LA-750）を用いて、各実験例のチューブ 40 内に充填されている第 1 粒子群 61 の体積基準の粒度分布を前述のとおりに測定し、極大値、粒径 4 ~ 8 μm の頻度、粒径 1.0 μm 以下の頻度の積算、粒径 3.4 μm 以上の頻度の積算を求めた。なお、第 1 粒子群 61 の試料を分析するときの分散媒としては、ヘキサメタリン酸ナトリウム 0.2 質量% 溶液 150 cc を用いた。試料の分散は、外部ホモジナイザーで 3 分攪拌した後に、レーザ回折式粒度分布測定装置に内蔵されている超音波プローブで 2 分攪拌することによって行った。試料の粒度分布の測定は 3 回行い、得られた 3 回の測定値の平均値を求めた。

30

【0048】

なお、実験例 1 ~ 16 におけるグローブラグについて、第 1 粒子群 61 に含まれる成分およびその含有率を、粉末 X 線回折法および ICP 発光分光法により、前述のとおりに測定した。いずれも主成分として MgO を 99.4 質量% 含有し、CaO, ZrO_2 , SiO_2 を合計で 0.6 質量% 含有していた。また、第 1 粒子群 61 を走査型顕微鏡で観察したところ（1000 倍）、一次粒子として粒子が存在していることが観察された。

40

【0049】

< 通電試験 >

第 1 粒子群 61 の熱移動性（熱の伝わり易さ）は、発熱体 50 の温度（以下「T1」と称す）とチューブ 40 の表面温度（以下「T2」と称す）との差（T1 - T2）に基づいて評価した。具体的には、通電してから 2 秒後に T2 が 1000 になるように中軸 20 と主体金具 30 との間に電圧を印加し、通電してから 2 秒後の T1 と T2 との温度差が 100 以下を「○：優れている」、T1 と T2 との温度差が 100 より大きく 120 以下を「○：良い」、T1 と T2 との温度差が 120 より大きいときを「×：劣っている」とした。

50

【 0 0 5 0 】

発熱体 5 0 の温度 (T 1) は、発熱体 5 0 に対応する位置に配置した熱電対によって測定した。熱電対は、各実験例におけるグロープラグを製造するとき (チューブ 4 0 に発熱体 5 0 を挿入する前) に発熱体 5 0 の内部に配置した。熱電対の配置位置は、発熱体 5 0 の中心軸 O 上であって先端 4 1 から中心軸 O 方向に 2 . 0 mm 離れた位置である。

チューブ 4 0 の表面温度 (T 2) は、チューブ 4 0 に取り付けした熱電対によって測定した。熱電対は、各実験例におけるグロープラグを製造した後にチューブ 4 0 に取り付けした。熱電対の取り付け位置は、チューブ 4 0 の先端 4 1 から中心軸 O 方向に 2 . 0 mm 離れた位置である。

【 0 0 5 1 】

実験例 1 ~ 1 6 におけるグロープラグの第 1 粒子群 6 1 の分析および通電試験の結果を表 1 に示す。表 1 には、第 1 粒子群 6 1 の分析結果として、「極大値の粒径、頻度および判定結果」、「粒径 4 μ m の頻度、粒径 8 μ m の頻度および粒径 4 ~ 8 μ m の頻度の判定結果」、「粒径 1 . 0 μ m 以下の頻度の積算の判定結果」、「粒径 3 4 μ m 以上の頻度の積算の判定結果」が記されている。

【 0 0 5 2 】

【表 1】

	極大値			4~8 μ mの頻度(%)			1 μ m以下	34 μ m以上	通電試験
	粒径(μ m)	頻度(%)	判定	4 μ m	8 μ m	判定	積算	積算	
実験例1	20	8.0	OK	3.0	3.8	OK	OK	OK	◎
実験例2	15	7.2	OK	3.2	5.1	OK	OK	OK	◎
実験例3	15	7.2	OK	2.6	3.0	OK	OK	OK	◎
実験例4	15	7.2	OK	5.8	6.0	OK	OK	OK	◎
実験例5	15	7.2	OK	3.7	5.6	OK	OK	<4%	○
実験例6	20	6.7	OK	3.0	3.2	OK	>5%	OK	○
実験例7	26	6.4	OK	2.6	3.0	OK	OK	>26%	○
実験例8	13	6.9	OK	4.2	5.5	OK	<0.1%	<4%	○
実験例9	20	5.9	NG	2.6	4.0	OK	OK	OK	×
実験例10	11	7.5	NG	4.2	5.8	OK	OK	OK	×
実験例11	15	7.2	OK	2.1	2.3	NG	OK	<4%	×
実験例12	15	7.2	OK	1.1	1.0	NG	<0.1%	OK	×
実験例13	15	7.2	OK	6.1	6.3	NG	OK	<4%	×
実験例14	15	7.2	OK	6.2	6.2	NG	<0.1%	OK	×
実験例15	15	7.2	OK	2.3	3.7	NG	OK	OK	×
実験例16	15	7.2	OK	4.7	6.3	NG	OK	OK	×

【 0 0 5 3 】

表 1 において、極大値の判定結果は、粒径 1 2 μ m 以上、且つ、頻度 6 % 以上の極大値が存在する場合は O K、粒径 1 2 μ m 未満、又は、頻度 6 % 未満の極大値が存在する場合は N G が記されている。粒径 4 ~ 8 μ m の頻度の判定結果は、粒径 4 ~ 8 μ m の頻度が 2 . 5 ~ 6 % の範囲にある場合は O K、頻度がその範囲から外れる場合は N G が記されている。粒径 1 . 0 μ m 以下の頻度の積算の判定結果は、積算値が 0 . 1 ~ 5 % の範囲に存在する場合は O K、積算値がその範囲から外れる場合は積算値がどちら側にあるか (< 0 . 1 %、又は、> 5 %) が記されている。粒径 3 4 μ m 以上の頻度の積算の判定結果は、積算値が 4 ~ 2 6 % の範囲に存在する場合には O K、積算値がその範囲から外れる場合は積算値がどちら側にあるか (< 4 %、又は、> 2 6 %) が記されている。

【 0 0 5 4 】

表 1 に示すように第 1 粒子群 6 1 の粒度分布において、粒径 1 2 μ m 以上の範囲に頻度 6 % 以上の極大値が存在し、且つ、粒径 4 ~ 8 μ m の頻度が 2 . 5 ~ 6 % である実験例 1 ~ 8 は、通電試験の結果が「 : 優れている」又は「○ : 良い」であった (温度差 (T 1 - T 2) は 1 2 0 以下)。特に実験例 1 ~ 8 のうち、粒径 1 . 0 μ m 以下の頻度の積算

が 0.1 ~ 5 % であり、且つ、粒径 3.4 μm 以上の頻度の積算が 4 ~ 26 % である実験例 1 ~ 4 は、通電試験の結果が「 : 優れている」であった (温度差 (T1 - T2) は 100 以下)。

【0055】

一方、粒径 1.2 μm 以上、且つ、頻度 6 % 以上の極大値が存在しない (粒径 1.2 μm 未満、又は、頻度 6 % 未満の極大値が存在する) 実験例 9, 10 及び粒径 4 ~ 8 μm の頻度が 2.5 ~ 6 % の範囲から外れている実験例 11 ~ 16 は、通電試験の結果が「× : 劣っている」であった (温度差 (T1 - T2) は 120 より大きい)。

【0056】

この実施例によれば、第 1 粒子群 61 の体積基準の粒度分布において、粒径 1.2 μm 以上の範囲に頻度 6 % 以上の極大値が存在し、且つ、粒径 4 ~ 8 μm の頻度が 2.5 ~ 6 % であると、第 1 粒子群 61 の熱移動性が良好になることから、発熱体 50 に大電流を流すことなく、チューブ 40 の表面温度をより高い温度まで急速に昇温できることが分かる。

【0057】

第 1 粒子群 61 の体積基準の粒度分布において、粒径 1.2 μm 以上の範囲に頻度 6 % 以上の極大値が存在し、且つ、粒径 4 ~ 8 μm の頻度が 2.5 ~ 6 % であり、さらに、粒径 1.0 μm 以下の頻度の積算が 0.1 ~ 5 % であり、且つ、粒径 3.4 μm 以上の頻度の積算が 4 ~ 26 % であると、第 1 粒子群 61 の熱移動性がより一層良好になることから、発熱体 50 に大電流を流すことなく、チューブ 40 の表面温度をより一層高い温度まで急速に昇温できることが分かる。

【0058】

以上、実施の形態および実施例に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。例えば、チューブ 40 の形状は筒状である限り特に限定されず、中心軸 O に直交する断面が円形状、楕円形状、多角形状等であってもよい。

【0059】

上記実施の形態では、螺旋状のコイルで発熱体 50 が作られる場合を説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。発熱体 50 は、通電により発熱する抵抗体であれば形状は特に限定されない。

【0060】

上記実施の形態では、発熱体 50 の過昇温を防止する制御コイル 51 が発熱体 50 と中軸 20 との間に介在するものを説明した。しかし、必ずしもこれに限られるものではなく、制御コイル 51 を省略して、中軸 20 に発熱体 50 を直接に接合することは当然可能である。また、制御コイル 51 に代えて、発熱体 50 と中軸 20 との間に後端コイルを直列に接続することは当然可能である。後端コイルの材料として、Fe - Cr - Al や Ni - Cr 等を用いることができる。この場合も発熱体 50 と対向する位置に第 1 粒子群 61 が配置される。

【符号の説明】

【0061】

- 10 グローブラグ
- 20 中軸
- 40 チューブ
- 42 シール材
- 50 発熱体
- 60 絶縁粉末
- 61 第 1 粒子群 (粒子群)
- 71 範囲
- 72 極大値
- 74, 75 積算

10

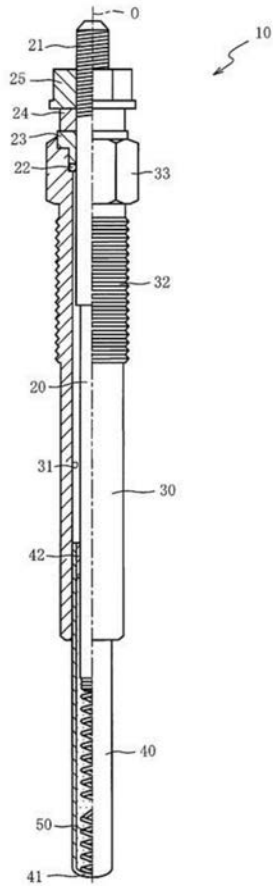
20

30

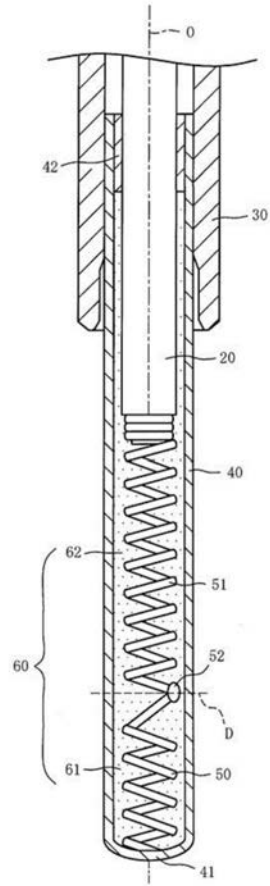
40

50

【図 1】



【図 2】



【図 3】

