

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月14日(14.06.2018)



(10) 国際公開番号

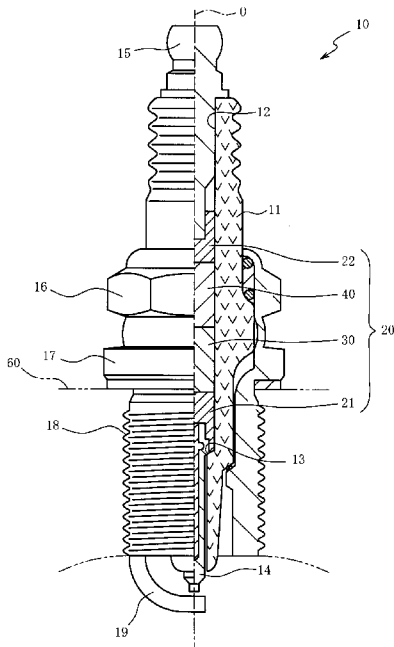
WO 2018/105361 A1

- (51) 国際特許分類:
H01T 13/39 (2006.01) H01T 13/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/041482
- (22) 国際出願日: 2017年11月17日(17.11.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-235725 2016年12月5日(05.12.2016) JP
- (71) 出願人: 日本特殊陶業株式会社(NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 黒澤 和 浩 (KUROSAWA Kazuhiro); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14

番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 高岡 勝哉(TAKAOKA Katsuya); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 田中 邦治(TANAKA Kuniharu); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 黒野 啓一(KURONO Hirokazu); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 上垣 裕則(UEGAKI Hironori); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 横山 広大(YOKOYAMA Kota); 〒4678525 愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).

(54) Title: SPARK PLUG

(54) 発明の名称: スパークプラグ



(57) Abstract: In order to provide a spark plug capable of suppressing radio-wave noise, at least part of a center electrode is inserted into a tip side of a shaft hole in an insulating body and at least part of a terminal fitting is inserted into a rear end side of the shaft hole in the insulating body. A connecting section that connects the terminal fitting and the center electrode, inside the shaft hole, comprises: a first layer including a plurality of first magnetic particles comprising both first particles being ferrite particles and a first conductive substance coating the first particles; and a second layer including a plurality of second magnetic particles comprising both second particles being ferrite particles and a second conductive substance coating the second particles. The second layer including the second particles, which have a lower Curie temperature than the Curie temperature of the first particles, is arranged further on the rear end side than the first layer.

(57) 要約: 電波ノイズを抑制できるスパークプラグを提供すること。絶縁体の軸孔の先端側に中心電極の少なくとも一部が挿入され、絶縁体の軸孔の後端側に端子金具の少なくとも一部が挿入される。端子金具と中心電極とを軸孔内で接続する接続部は、フェライトの粒子である第1粒子と第1粒子を被覆する第1導電性物質とをそれぞれ備える複数の第1磁性粒子を含む第1層と、フェライトの粒子である第2粒子と第2粒子を被覆する第2導電性物質とをそれぞれ備える複数の第2磁性粒子を含む第2層と、を備えている。第1粒子のキュリー温度よりも低いキュリー温度をもつ第2粒子が含まれる第2層を、第1層よりも後端側に配置する。



(74) 代理人: 中 島 浩 貴, 外 (NAKAJIMA Hiroki et al.); 〒4858510 愛知県小牧市大字岩崎 2 8 0 8 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称 : スパークプラグ

技術分野

[0001] 本発明はスパークプラグに関し、特に磁性体を内蔵したスパークプラグに関するものである。

背景技術

[0002] 放電時に発生する電波ノイズを抑えるために、絶縁体に抵抗体を内蔵したスパークプラグがある。また、絶縁体に磁性体を内蔵したスパークプラグも提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開平2－284374号公報
特許文献2：特開昭62－150681号公報
特許文献3：特開昭61－230281号公報
特許文献4：特開昭54－151736号公報
特許文献5：特開昭61－135079号公報
特許文献6：特開昭61－104580号公報
特許文献7：特開昭61－208768号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、上記従来の技術では、磁性体を用いて電波ノイズを抑制する点について十分な工夫がなされていない。
- [0005] 本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、電波ノイズを抑制できるスパーク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] この目的を達成するために本発明のスパークプラグは、絶縁体は先端側から後端側へと軸線方向に延びる軸孔を有する。中心電極は軸孔の先端側に少

なくとも一部が挿入され、端子金具は軸孔の後端側に少なくとも一部が挿入される。接続部は、端子金具と中心電極とを軸孔内で接続する。接続部は、フェライトの粒子である第1粒子と第1粒子を被覆する第1導電性物質とをそれぞれ備える複数の第1磁性粒子を含む第1層と、フェライトの粒子である第2粒子と第2粒子を被覆する第2導電性物質とをそれぞれ備える複数の第2磁性粒子を含む第2層と、を備えている。第1粒子のキュリー温度よりも低いキュリー温度をもつ第2粒子が含まれる第2層が、第1層よりも後端側に配置される。

発明の効果

- [0007] 請求項1記載のスパークプラグによれば、第1粒子のキュリー温度よりも低いキュリー温度をもつ第2粒子が含まれる第2層が、第1層よりも後端側に配置されるので、キュリー温度が同じフェライトで全てが構成される場合と比較して、第1磁性粒子および第2磁性粒子により電波ノイズを効果的に抑制できる効果がある。
- [0008] 即ち、フェライトは、放電電流のうち電波ノイズの原因となる周波数帯を遮断または吸収してノイズ減衰効果を発揮する。また、フェライトは、一般にキュリー温度が低いフェライトほどノイズ減衰効果が高い。しかし、フェライトの温度が上がると次第に磁化が減少し、キュリー温度で磁性を失う。スパークプラグの作動時の接続部の温度は、接続部の先端側よりも後端側の方が低いので、第1粒子のキュリー温度よりも低いキュリー温度をもつ第2粒子が含まれる第2層を第1層よりも後端側に配置することにより、第2磁性粒子によるノイズ減衰効果を効果的に得ることができる。
- [0009] 請求項2記載のスパークプラグによれば、第1粒子はキュリー温度が300℃以上であり、第2粒子はキュリー温度が200℃以上300℃未満である。よって、請求項1の効果に加え、スパークプラグの作動時に得られるノイズ減衰効果の確実性を向上できる効果がある。
- [0010] 請求項3記載のスパークプラグによれば、第1層および第2層は、複数の第1磁性粒子および複数の第2磁性粒子の周囲に、ケイ素、ホウ素およびリン

のうちの少なくとも１種と、アルカリ金属およびアルカリ土類金属のうちの少なくとも１種とを含むセラミック相を備えている。第１磁性粒子および第２磁性粒子を固定するセラミック相にこれらの元素が含まれていない場合に比べて、セラミック相の空隙を少なくできるので、セラミック相の空隙で生じる放電を抑制できる。よって、請求項１又は２の効果に加え、セラミック相で生じる放電による耐久性の低下を抑制できる効果がある。

[0011] 請求項４記載のスパークプラグによれば、セラミック相は、第１粒子および第２粒子とは異なるフェライトを含有しているので、第１粒子および第２粒子によるノイズ減衰効果に加え、セラミック相のフェライトによるノイズ減衰効果が得られる。よって、請求項３の効果に加え、ノイズ減衰効果を向上できる効果がある。

[0012] 請求項５記載のスパークプラグによれば、接続部の第１シール部は第１層と中心電極とを接続し、接続部の第２シール部は第２層と端子金具とを接続する。第１層に含まれる第１磁性粒子と第１シール部とが接する位置から、第２層に含まれる第２磁性粒子と第２シール部とが接する位置までの軸線方向の最短の長さは１５ｍｍ以上である。その結果、請求項１から４のいずれかの効果に加え、第１層と第２層とを加えた軸線方向の長さを確保してノイズ減衰効果を向上できる効果がある。

図面の簡単な説明

[0013] [図１]本発明の一実施の形態におけるスパークプラグの片側断面図である。

[図２]接続部の模式図である。

[図３]接続部の模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照して説明する。図１は本発明の一実施の形態におけるスパークプラグ１０の片側断面図である。図１では、紙面下側をスパークプラグ１０の先端側、紙面上側をスパークプラグ１０の後端側という。スパークプラグ１０は、絶縁体１１、中心電極１４及び端子金具１５を備えている。

- [0015] 絶縁体 11 は、機械的特性や高温下の絶縁性に優れるアルミナ等により形成された部材であり、軸線 O に沿って貫通する軸孔 12 が形成されている。軸孔 12 は、先端に向かって内径が次第に小さくなる段部 13 が先端側に設けられている。
- [0016] 中心電極 14 は、軸線 O に沿って延びる棒状の部材であり、銅または銅を主成分とする芯材がニッケル又はニッケル基合金で覆われている。中心電極 14 は、軸孔 12 の段部 13 に係止され、先端が軸孔 12 から露出する。
- [0017] 端子金具 15 は、高圧ケーブル（図示せず）が接続される棒状の部材であり、導電性を有する金属材料（例えば低炭素鋼等）によって形成されている。端子金具 15 は、先端側が軸孔 12 に圧入された状態で、絶縁体 11 の後端に固定されている。
- [0018] 絶縁体 11 は、端子金具 15 と軸線 O 方向に間隔をあけて、外周の先端側に主体金具 16 が加締め固定されている。主体金具 16 は、導電性を有する金属材料（例えば低炭素鋼等）によって形成された略円筒状の部材である。主体金具 16 は、径方向の外側へ鉤状に張り出す座部 17 と、座部 17 より先端側の外周面に形成されたねじ部 18 とを備えている。主体金具 16 は、内燃機関（シリンダヘッド）60 のねじ穴にねじ部 18 を締結して固定される。
- [0019] 接地電極 19 は、主体金具 16 の先端に接合される金属製（例えばニッケル基合金製）の部材である。本実施の形態では、接地電極 19 は棒状に形成されており、先端側が屈曲し中心電極 14 と対向する。接地電極 19 は、中心電極 14 との間に火花ギャップを形成する。
- [0020] 接続部 20 は、中心電極 14 と端子金具 15 とを電氣的に接続する部位であり、軸孔 12 に配置されている。接続部 20 は、磁性体と導電体とを含む第 1 層 30 及び第 2 層 40 と、中心電極 14 と第 1 層 30 とに接触する第 1 シール部 21 と、第 2 層 40 と端子金具 15 とに接触する第 2 シール部 22 とを備えている。
- [0021] 第 1 シール部 21 及び第 2 シール部 22 は、例えば $B_2O_3-SiO_2$ 系、Ba

$\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{BaO}$ 系などのガラス粒子と金属粒子（Cu, Fe等）とを含む組成物で形成されており、導電性を有している。第1層30及び第2層40は放電時に生じる電波ノイズを抑制するための部位である。

[0022] 図2は接続部20の模式図である。接続部20は、第1シール部21、第1層30、第2層40及び第2シール部22が、先端側から後端側へ直列に接続されている。第1層30は、導電性を有する複数の第1磁性粒子31と、第1磁性粒子31を固定するセラミック相35とを備えている。第2層40は、導電性を有する複数の第2磁性粒子41と、第2磁性粒子41を固定するセラミック相45とを備えている。第1層30と第2層40との境界50付近は、第1磁性粒子31と第2磁性粒子41とが混在する。

[0023] 第1層30では第1磁性粒子31が互いに接触し、第2層40では第2磁性粒子41が互いに接触する。いくつかの第1磁性粒子31は第1シール部21に接触し、いくつかの第2磁性粒子41は第2シール部22に接触する。第1層30と第2層40との境界50付近では、第1磁性粒子31と第2磁性粒子41とが接触して、第1シール部21と第2シール部22とを電氣的に接続する3次元的な導電経路を形成する。第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41が形成した導電経路は、セラミック相35, 45によって固定される。

[0024] 図3は接続部20の模式的な断面図である。第1層30に含まれる第1磁性粒子31は、フェライト（軟磁性体）の粒子である第1粒子32と、第1粒子32を被覆する第1導電性物質33とを備えている。第2層40に含まれる第2磁性粒子41は、フェライト（軟磁性体）の粒子である第2粒子42と、第2粒子42を被覆する第2導電性物質43とを備えている。

[0025] 第1粒子32及び第2粒子42は、例えばスピネル型、ガーネット型等のフェライトで形成されている。第1粒子32及び第2粒子42は、フェライトの複数の一次粒子が凝集した二次粒子、フェライトが表面拡散し粒成長した一次粒子等が用いられる。フェライトは、放電時に第1シール部21と第2

シール部22との間を流れる放電電流のうち電波ノイズの原因となる周波数帯を遮断または吸収する。

[0026] フェライトは、例えば $Mn_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Ni_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Cu_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Zn_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Co_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Fe_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Ca_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Mg_xFe_{2-x}O_4$ 、 $Y_3Fe_5O_{12}$ 、 $Dy_3Fe_5O_{12}$ 、 $Lu_3Fe_5O_{12}$ 、 $Yb_3Fe_5O_{12}$ 、 $Tm_3Fe_5O_{12}$ 、 $Er_3Fe_5O_{12}$ 、 $Ho_3Fe_5O_{12}$ 、 $Tb_3Fe_5O_{12}$ 、 $Gd_3Fe_5O_{12}$ 、 $Sm_3Fe_5O_{12}$ 等の単元フェライト、これらの単元フェライトが任意の割合で互いに固溶した $(Mn_{1-x}Zn_x)Fe_2O_4$ 、 $(Ni_{1-x}Zn_x)Fe_2O_4$ 等の複合フェライトが挙げられる。これらのフェライトのうち1種ないしは複数種を適宜選択して用いることができる。

[0027] 第1粒子32及び第2粒子42は、平均粒径が0.5mm～2mm程度のものが好適に用いられる。第1粒子32及び第2粒子42の平均粒径は、SEM画像（加速電圧15kV）を画像処理により2値化して得られる投影面積を用いて算出される球の平均径である。

[0028] 第1導電性物質33は第1粒子32の表面を被覆する導電体であり、第2導電性物質43は第2粒子42の表面を被覆する導電体である。第1導電性物質33及び第2導電性物質43は、例えばNi、Cu、Sn、Fe、インコネル（INCONELは登録商標）等の金属、 $LaMnO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $SrCrO_3$ 等の導電性または半導性の複合酸化物、炭素、 Cr_3C_2 、TiC等の炭素化合物等が用いられる。これらの導電性物質のうち1種ないしは複数種を適宜選択して用いることができる。第1導電性物質33及び第2導電性物質43の導電体は同じ種類でも良いし、異なる種類でも良い。

[0029] 第1粒子32及び第2粒子42の表面をそれぞれ第1導電性物質33及び第2導電性物質43で覆う手段としては、公知の手段を適宜採用できる。例えば、第1導電性物質33や第2導電性物質43の粒子を第1粒子32や第2粒子42と共に混合・攪拌して機械的に第1粒子32や第2粒子42の表面に付着させたり、バインダ等を用いて第1導電性物質33や第2導電性物質

4 3 の粒子を第 1 粒子 3 2 や第 2 粒子 4 2 の表面に付着させたり、無電解メッキによって第 1 導電性物質 3 3 や第 2 導電性物質 4 3 を第 1 粒子 3 2 や第 2 粒子 4 2 の表面に析出させたりする手段が挙げられる。

[0030] 第 1 磁性粒子 3 1 や第 2 磁性粒子 4 1 は、隣り合う第 1 磁性粒子 3 1 や第 2 磁性粒子 4 1 との間で、第 1 導電性物質 3 3 や第 2 導電性物質 4 3 同士が接する導電層部 3 4, 4 4 を形成する。導電層部 3 4, 4 4 は、第 1 導電性物質 3 3 や第 2 導電性物質 4 3 が単に接触している形態、第 1 導電性物質 3 3 や第 2 導電性物質 4 3 が融着している形態など、導電経路を形成する任意の形態が含まれる。第 1 磁性粒子 3 1 や第 2 磁性粒子 4 1 が導電層部 3 4, 4 4 で接続され、第 1 シール部 2 1 と第 2 シール部 2 2 とを電氣的に接続する 3 次元の導電経路が第 1 層 3 0 及び第 2 層 4 0 に形成される。

[0031] 放電時に第 1 層 3 0 及び第 2 層 4 0 に流れる放電電流は、第 1 磁性粒子 3 1 及び第 2 磁性粒子 4 1 の第 1 導電性物質 3 3、第 2 導電性物質 4 3 及び導電層部 3 4, 4 4 を通る。第 1 導電性物質 3 3、第 2 導電性物質 4 3 及び導電層部 3 4, 4 4 を流れる電流のうち電波ノイズの原因となる周波数帯の電流は、第 1 粒子 3 2 及び第 2 粒子 4 2 を構成するフェライトのインピーダンスや磁気損失等によって遮断または吸収される。その結果、電波ノイズを抑制できる。

[0032] ここで、第 2 粒子 4 2 のフェライトは、第 1 粒子 3 2 のフェライトのキュリー温度よりもキュリー温度の低いものが選択される。ところで、フェライトは温度が上がると次第に磁化が減少し、キュリー温度で磁性を失う。一方で、一般にキュリー温度が低いフェライトの方が、ノイズ減衰効果が高い。内燃機関 6 0 (図 1 参照) に装着されたスパークプラグ 1 0 の作動時の接続部 2 0 の温度は、内燃機関 6 0 から離れた接続部 2 0 の先端側よりも後端側の方が低いので、第 1 粒子 3 2 のキュリー温度よりも低いキュリー温度をもつ第 2 粒子 4 2 が含まれる第 2 層 4 0 を第 1 層 3 0 よりも後端側に配置することにより、第 2 磁性粒子 4 1 によるノイズ減衰効果を効果的に得ることができる。

- [0033] つまり、本発明では、第2粒子42を第2層40に配置することで、第2粒子42よりキュリー温度の高い第1粒子32を第2層40に配置する場合に比べて、ノイズ減衰効果を向上できる。さらに、スパークプラグ10の作動時に第2層40よりも温度が上がる第1層30に、第2粒子42のキュリー温度よりも高いキュリー温度をもつ第1粒子32が配置されるので、第1磁性粒子31によるノイズ減衰効果も得られる。よって、第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41により電波ノイズを抑制できる。具体的には、キュリー温度が300℃以上のフェライトを第1粒子32とし、キュリー温度が200℃以上300℃未満のフェライトを第2粒子42とするのが好ましい。スパークプラグ10の作動時の接続部20の温度による第1粒子32及び第2粒子42の磁化の減少を抑制して、ノイズ減衰効果の確実性を向上するためである。
- [0034] なお、第1粒子32及び第2粒子42をスピネル型フェライトとし、格子点のA位置（8a点）、B位置（16d点）及び32c点に入る原子を制御することにより、第1粒子32及び第2粒子42の特性をコントロールできる。 $M^{2+}Fe_2^{3+}O_4^{2-}$ （ M^{2+} は2価の金属イオン）の分子式で表されるスピネル型フェライトは、 M^{2+} 及び Fe^{3+} の入る位置にA位置およびB位置の2種類があり、 O^{2-} は32c点に入る。
- [0035] 第1粒子32及び第2粒子42のフェライトのMは、Zn、Cdの両方またはいずれか一方と、Ni、Mn、Cu、Fe、Mg、Coの1種以上（以下「他の金属」と称す）とを含むことが好ましい。第1粒子32及び第2粒子42のフェライトは、他の金属を同じにする。この状態で、第1粒子32におけるZn及びCdの総量の割合（mol%）を、第2粒子42におけるZn及びCdの総量の割合（mol%）よりも少なくすることにより、ノイズ減衰に適した第1粒子32及び第2粒子42にコントロールできる。
- [0036] この理由は以下のとおりである。上述したスピネル型フェライトにおいて、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} はA位置に入り、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+}

$^{2+}$, Co^{2+} の1種以上からなる他の金属イオンはB位置に入る。 Zn^{2+} , Cd^{2+} がA位置に入り他の金属イオンがB位置に入ると、フェライトの飽和磁化が増加してノイズ減衰効果が向上する。一方、 Zn^{2+} , Cd^{2+} のいずれかがA位置に入ると、キュリー温度は低下する。従って、第1粒子32のZn及びCd (mol%)を第2粒子42のZn及びCd (mol%) よりも少なくすることによって、第1粒子32のキュリー温度を第2粒子42のキュリー温度よりも高くできる一方で、第2粒子42のノイズ減衰効果を向上できる。即ち、第1粒子32及び第2粒子42の特性をコントロールできる。

[0037] 図3に示すように、第1層30に含まれる第1磁性粒子31と第1シール部21とは、複数の位置51, 52で接する。第2層40に含まれる第2磁性粒子41と第1磁性粒子31とは、複数の位置53, 54で接する。第2磁性粒子41と第2シール部22とは、複数の位置55, 56で接する。

[0038] 位置51, 52から位置55, 56までの軸線O方向の最短の長さ（軸線Oに平行な線分の長さ）は、位置52から位置56までの軸線O方向の長さである。この長さを第1層30及び第2層40の軸方向の全長とする。この全長は15mm以上とするのが好ましい。第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41によるノイズ減衰効果を安定して得るためである。

[0039] 位置52から位置53, 54までの軸線O（図1参照）方向の長さ（軸線Oに平行な線分の長さ）のうち、位置52から位置53までの軸線O方向の長さを、第1層30の軸方向の長さとする。この長さは7mm以上とするのが好ましい。第1磁性粒子31によるノイズ減衰効果を安定して得るためである。

[0040] 位置56から位置53, 54までの軸線O方向の最長の長さ（軸線Oに平行な線分の長さ）のうち、位置56から位置54までの軸線O方向の長さを、第2層40の軸方向の長さとする。この長さは7mm以上とするのが好ましい。第2磁性粒子41によるノイズ減衰効果を安定して得るためである。

[0041] なお、位置51～56は軸線Oと平行な断面から求められる。第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41は3次的に繋がる導電経路を形成するので、軸

線Oと直交する深さ方向に位置（深さ）の異なる複数の断面を作り、各断面に存在する第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41を観察して位置51～56を特定できる。

[0042] 図1に戻って説明する。本実施の形態においては、第1層30はねじ部18の後端よりも後端側に存在する。ねじ部18の後端は、ねじ部18の座部17側の端部（首下部）であって、完全ねじ部の端をいう。主体金具16はねじ部18によって内燃機関60に接続されるので、主体金具16は、スパークプラグ10の作動時の絶縁体11の熱をねじ部18から内燃機関60に放散する。ねじ部18の後端よりも後端側に第1層30が存在するので、ねじ部18の後端よりも先端側に第1層30が存在する場合に比べて、第1層30の温度を低くできる。第1層30に含まれる第1粒子32の温度が上昇することによる第1粒子32の磁化の減少を抑制できるので、第1磁性粒子31によるノイズ減衰効果を向上できる。

[0043] セラミック相35, 45は第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41を第1層30及び第2層40に固定するための部分である。セラミック相35, 45は、高温下の強度や絶縁性のある程度確保できれば、任意の材質を採用できる。セラミック相35, 45は、例えば SiO_2 , Al_2O_3 等が用いられる。また、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラス等の結晶化ガラスをセラミック相35, 45に用いることも可能である。

[0044] なお、セラミック相35, 45は、ケイ素（Si）、ホウ素（B）及びリン（P）のうちの少なくとも1種と、アルカリ金属およびアルカリ土類金属のうちの少なくとも1種と、を含むと好ましい。セラミック相35, 45の軟化点を低下させセラミック相35, 45をガラス化できるので、第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41を強固に固定することができ、耐衝撃性を確保できるからである。

[0045] セラミック相35, 45は空隙が多く存在すると、スパーク時にセラミック相35, 45の空隙の部分で放電が生じる可能性がある。空隙の部分で生じる放電は、セラミック相35, 45を劣化させる可能性があり、また電波ノ

イズの原因となる可能性がある。セラミック相 35, 45 をガラス化させることにより、スパーク時にセラミック相 35, 45 で生じる可能性のある放電を抑制することができる。その結果、放電によるセラミック相 35, 45 の劣化を抑制できると共に、セラミック相 35, 45 の放電が原因の電波ノイズを抑制できる。また、空隙が少ないとセラミック相 35, 45 による第 1 磁性粒子 31 及び第 2 磁性粒子 41 の固定を強固にできるので、耐衝撃性を向上できる。

[0046] セラミック相 35, 45 は、フェライトを含有するのが好ましい。第 1 磁性粒子 31 及び第 2 磁性粒子 41 によるノイズ減衰効果に加え、セラミック相 35, 45 が含有するフェライトによるノイズ減衰効果が得られるからである。

[0047] セラミック相 35, 45 が含有するフェライトは、第 1 粒子 32 及び第 2 粒子 42 を構成するフェライトと同様に、例えば $Mn_xFe_{2-x}O_4$, $Ni_xFe_{2-x}O_4$, $Cu_xFe_{2-x}O_4$, $Zn_xFe_{2-x}O_4$, $Co_xFe_{2-x}O_4$, $Fe_xFe_{2-x}O_4$, $Ca_xFe_{2-x}O_4$, $Mg_xFe_{2-x}O_4$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Dy_3Fe_5O_{12}$, $Lu_3Fe_5O_{12}$, $Yb_3Fe_5O_{12}$, $Tm_3Fe_5O_{12}$, $Er_3Fe_5O_{12}$, $Ho_3Fe_5O_{12}$, $Tb_3Fe_5O_{12}$, $Gd_3Fe_5O_{12}$, $Sm_3Fe_5O_{12}$ 等の単元フェライト、これらの単元フェライトが任意の割合で互いに固溶した $(Mn_{1-x}Zn_x)Fe_2O_4$, $(Ni_{1-x}Zn_x)Fe_2O_4$ 等の複合フェライトが挙げられる。これらのフェライトのうち 1 種ないしは複数種を適宜選択して用いることができる。セラミック相 35, 45 が含有するフェライトは、第 1 粒子 32 及び第 2 粒子 42 を構成するフェライトと同じ種類のものや違う種類のものを適宜選択できる。

[0048] 第 2 層 40 のセラミック相 45 に含まれるフェライトのキュリー温度を、第 1 層 30 のセラミック相 35 に含まれるフェライトのキュリー温度よりも低くすることにより、セラミック相 35, 45 に含まれるフェライトによるノイズ減衰効果を向上できる。この理由は、第 2 粒子 42 のキュリー温度を第 1 粒子 32 のキュリー温度よりも低くする理由と同じである。

- [0049] 特に、キュリー温度が300℃以上のフェライトを第1層30のセラミック相35に配置し、キュリー温度が200℃以上300℃未満のフェライトを第2層40のセラミック相45に配置するのが好ましい。スパークプラグ10の作動時の接続部20の温度によるフェライトの磁化の減少を抑制して、ノイズ減衰効果の確実性を向上するためである。
- [0050] スパークプラグ10は、例えば、以下のような方法によって製造される。まず、絶縁体11の軸孔12に中心電極14を挿入し、中心電極14を段部13で係止する。次に、第1シール部21の原料粉末を軸孔12から入れて、中心電極14の周りに充填する。圧縮用棒材（図示せず）を用いて、軸孔12に充填した第1シール部21の原料粉末を予備圧縮する。
- [0051] 成形された第1シール部21の原料粉末の成形体の上に、セラミック相35の原料粉末と第1磁性粒子31とを混合した第1層30の原料粉末を充填する。第1磁性粒子31は、フェライトの一次粒子が凝集した二次粒子（第1粒子32）に、バインダを用いて第1導電性物質33の粒子を付着させたり、無電解メッキによって第1導電性物質33を析出させたりして得られる。軸孔12に充填した第1層30の原料粉末を、圧縮用棒材（図示せず）を用いて予備圧縮する。
- [0052] 次に、第1層30の原料粉末の上に、セラミック相45の原料粉末と第2磁性粒子41とを混合した第2層40の原料粉末を充填する。第2磁性粒子41は、フェライトの一次粒子が凝集した二次粒子（第2粒子42）に、バインダを用いて第2導電性物質43の粒子を付着させたり、無電解メッキによって第2導電性物質43を析出させたりして得られる。軸孔12に充填した第2層40の原料粉末を、圧縮用棒材（図示せず）を用いて予備圧縮する。
- [0053] 次に、第2層40の原料粉末の上に、第2シール部22の原料粉末を充填する。圧縮用棒材（図示せず）を用いて、軸孔12に充填した第2シール部22の原料粉末を予備圧縮する。
- [0054] 次に、第1シール部21、第1層30、第2層40及び第2シール部22

の原料粉末を順に充填した絶縁体 1 1 を炉内に移送し、例えば第 1 シール部 2 1 及び第 2 シール部 2 2 の各原料粉末に含まれるガラス成分の軟化点より高い温度まで加熱する。加熱後、絶縁体 1 1 の軸孔 1 2 に端子金具 1 5 を圧入し、端子金具 1 5 の先端によって第 1 シール部 2 1、第 1 層 3 0、第 2 層 4 0 及び第 2 シール部 2 2 の原料粉末を軸方向へ圧縮する。この結果、各原料粉末が圧縮・焼結され、絶縁体 1 1 の内部に第 1 シール部 2 1、第 1 層 3 0、第 2 層 4 0 及び第 2 シール部 2 2 が形成される。

[0055] 次に絶縁体 1 1 を炉外へ移送し、絶縁体 1 1 の外周に主体金具 1 6 を組み付ける。接地電極 1 9 を主体金具 1 6 に接合した後、接地電極 1 9 の先端が中心電極 1 4 と対向するように接地電極 1 9 を屈曲して、スパークプラグ 1 0 を得る。

[0056] セラミック相 3 5、4 5 の気孔率は、第 1 層 3 0 及び第 2 層 4 0 の原料粉末を軸方向へ圧縮するときの荷重によって調整できる。また、第 1 シール部 2 1 及び第 2 シール部 2 2 を軟化させるときの温度を変えたり、セラミック相 3 5、4 5 の原料粉末に含まれるガラス成分の種類を変えたりしても気孔率を調整できる。

実施例

[0057] 本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

[0058] 実施の形態で説明したスパークプラグのサンプルを作成し、放電試験前後の放電電流のレベルを評価した。表 1 に、作成したサンプル 1 ～ 2 8 の第 1 粒子 3 2、第 1 導電性物質 3 3（表には「第 1 物質」と表記した）、第 2 粒子 4 2、第 2 導電性物質 4 3（表には「第 2 物質」と表記した）、キュリー温度（ T_c ）、各層の軸方向の長さ及び全長、フェライトの組成差、セラミック相 3 5、4 5 の Al_2O_3 以外の含有物（元素）及びセラミック相 3 5、4 5 に含まれるフェライトの組成を示す。

[0059]

[表1]

No	第1層				第2層				全長 (mm)	組成差 (mol%)	セラミック相		
	第1磁性粒子		長さ (mm)	第2磁性粒子		長さ (mm)							
	第1粒子	第1物質		第2粒子	第2物質								
							T _c (°C)	T _c (°C)					
1	NiFe ₂ O ₄	Cu	597	7	MnFe ₂ O ₄	Cu	295	7	12	-	-	-	フェライト
2	CuFe ₂ O ₄	Cu	455	8	NiZnFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	-	-	-	-
3	CoFe ₂ O ₄	Ni	496	10	CoZnFe ₂ O ₄	Ni	230	10	14	-	-	-	-
4	NiZnFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	250	8	14	-	-	-	-
5	CoZnFe ₂ O ₄	Au	300	7	CoCdFe ₂ O ₄	Au	240	7	14	0.1	-	-	-
6	NiZnFe ₂ O ₄	Cu	340	7	NiZnFe ₂ O ₄	Cu	220	7	14	0.08	-	-	-
7	CoZnFe ₂ O ₄	Cu	360	7	CoZnFe ₂ O ₄	Cu	270	7	14	0.08	-	-	-
8	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	0.1	-	-	-
9	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	280	7	14	0.05	-	-	-
10	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	300	7	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	230	7	14	0.07	-	-	-
11	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	300	7	MgZnCdFe ₂ O ₄	Cu	220	7	14	0.03	-	-	-
12	CoZnFe ₂ O ₄	Cu	360	7	CoZnFe ₂ O ₄	Cu	270	7	14	0.08	Si, Na	-	-
13	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	0.1	Si, B, Ca	-	-
14	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	0.1	B, P, K	-	-
15	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	270	7	14	0.02	Si, Na	MgZnFe ₂ O ₄	
16	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	360	7	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	0.08	Si, B, K	CoCdFe ₂ O ₄	
17	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	350	7	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	200	7	14	0.11	B, P, Ca	MnZnFe ₂ O ₄	
18	MnCdFe ₂ O ₄	Cu	320	7	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	240	7	14	0.07	Si, P, Li	MnZnFe ₂ O ₄	
19	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	350	8	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	270	8	15	0.02	Si, Na	MgZnFe ₂ O ₄	
20	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	360	9	MgCdFe ₂ O ₄	Cu	200	9	18	0.08	Si, B, K	CoCdFe ₂ O ₄	
21	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	350	10	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	200	10	19	0.11	B, P, Ca	MnZnFe ₂ O ₄	
22	MnCdFe ₂ O ₄	Cu	320	10	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	240	10	17	0.07	Si, P, Li	MnZnFe ₂ O ₄	
23	NiFe ₂ O ₄	Cu	597	10	-	Cu	-	-	10	-	-	-	-
24	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	230	12	-	Cu	-	-	12	-	-	-	-
25	CoFe ₂ O ₄	Cu	455	5	-	Cu	-	-	5	-	-	-	-
26	FeFe ₂ O ₄	Cu	575	7	-	Cu	-	-	7	-	-	-	-
27	MnZnFe ₂ O ₄	Cu	200	7	MgFe ₂ O ₄	Cu	440	7	14	-	-	-	-
28	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	200	7	MgZnFe ₂ O ₄	Cu	350	9	16	-0.05	-	-	-

第1粒子32及び第2粒子42の組成は、SEM-EDS（エネルギー分散

型X線分光法)により算出し特定した。第1導電性物質33及び第2導電性物質43の組成は、E P M A (Electron Probe Micro Analyzer)によって特定した。第1粒子32、第2粒子42、第1導電性物質33及び第2導電性物質43には、製造工程で混入する微量(例えば1 p p m程度)の種々の不純物が含まれ得る。

[0060] 第1粒子32及び第2粒子42のキュリー温度は、S E M-E D Sを用いて算出し特定したフェライトと同じ組成のテストピースを作成し、V S M (Vibrating Sample Magnetometer)により測定して求めた。

[0061] 第1層30及び第2層40の軸方向の長さ及び全長は、S E Mを用いて軸線と平行な第1層30及び第2層40の研磨断面を複数観察し、その複数の断面から第1磁性粒子31及び第2磁性粒子41と第1シール部21及び第2シール部22とが接する位置を3次的に特定し、それらの軸方向の距離を算出して求めた。

[0062] 組成差は、第2粒子42におけるZ n及びC dの総量の割合(m o l %)から第1粒子32におけるZ n及びC dの総量の割合(m o l %)を減じた値である。第1粒子32及び第2粒子42は $M^{2+}F e_2^{3+}O_4^{2-}$ (M^{2+} は2価の金属イオン)の分子式で表されるスピネル型フェライトであり、Mは、Z n, C dの両方またはいずれか一方と、N i, M n, C u, F e, M g, C oの1種以上(他の金属)とを含むものにおいて、第1粒子32及び第2粒子42の他の金属を同じにしたサンプル5~22, 28について組成差を算出した。

[0063] セラミック相35, 45の $A l_2 O_3$ 以外の含有物(元素)は、セラミック相35, 45の原料粉末から特定した。I C P, E P M A等を用いてセラミック相35, 45の断面を分析して含有物(元素)を特定しても良い。表1に含有物(元素)が示されていないサンプルのセラミック相35, 45は $A l_2 O_3$ であった。なお、表1には、ケイ素、ホウ素、リン、アルカリ金属およびアルカリ土類金属に該当する元素のみを示した。

[0064] アルカリ金属やアルカリ土類金属のセラミック相35, 45における含有率

(ICPによる分析結果)は0.1～9wt%の範囲であった。この含有率は、アルカリ金属やアルカリ土類金属の量をアルカリ金属やアルカリ土類金属の酸化物に換算して得られる含有率である。セラミック相35, 45には、製造工程で混入する微量(例えば1ppm程度)の種々の不純物が含まれる。

[0065] セラミック相35, 45に含まれるフェライトの組成はSEM-EDSにより特定した。フェライトのセラミック相35, 45における含有率は5～50wt%の範囲であった。

[0066] 放電試験は、各サンプルの中心電極14と接地電極19との火花ギャップの距離を0.9mm±0.01mmに調整し、400℃のチャンバー内に各サンプルを保管した状態で、25kVの電圧を端子金具15と主体金具16との間に印加して放電させる試験であった。毎秒60回の割合で放電させる試験を100時間行った後、試験後の放電電流のレベルと、試験前の放電電流のレベルと、を測定した。

[0067] 放電電流のレベルは、JASO D002-2(2004年)「自動車-電波雑音特性-第2部:防止器の測定方法 電流法」に従って測定した。具体的には、各サンプルの中心電極14と接地電極19との火花ギャップの距離を0.9mm±0.01mmに調整し、13kVから16kVの範囲内の電圧を端子金具15と主体金具17との間に印加して放電させた。電流プローブを用いて放電時に端子金具15を流れる電流を測定し、30MHz, 100MHz, 250MHz, 500MHzにおける放電電流のレベル(所定の基準に対する換算値(単位: dB))を算出し、その4つの平均値を求めた。また、試験前の平均値に対する試験後の平均値の変化率(%)を算出した。表2に結果を示す。

[0068]

[表2]

No	放電電流のレベル(dB)											変化率 (%)
	放電試験前					放電試験後						
	30MHz	100MHz	250MHz	500MHz	平均	評価	30MHz	100MHz	250MHz	500MHz	平均	
1	75	73	72	70	72.5	△	83	81	78	78	80	10
2	75	74	71	71	72.8	△	82	82	80	80	81	11
3	72	70	69	69	70.0	△	80	80	78	78	79	13
4	71	73	75	70	72.3	△	79	78	80	83	80	11
5	72	71	68	68	69.8	○	83	84	82	82	83	19
6	64	63	60	60	61.8	○	75	74	74	76	75	21
7	62	60	58	59	59.8	○	76	75	78	75	76	27
8	61	63	65	59	62.0	○	74	74	76	75	75	21
9	60	60	58	57	58.8	○	71	73	72	71	72	22
10	63	61	60	60	61.0	○	83	82	80	77	81	32
11	62	60	59	59	60.0	○	81	80	78	74	78	30
12	62	60	57	59	59.5	○	63	61	57	60	60	1
13	61	63	64	60	62.0	○	62	65	66	63	64	3
14	60	61	59	62	60.5	○	62	63	61	65	63	4
15	57	55	56	54	55.5	◎	58	56	56	55	56	1
16	56	54	56	55	55.3	◎	57	56	55	56	56	1
17	55	56	54	52	54.3	◎	55	56	53	51	54	-1
18	56	55	54	55	55.0	◎	56	55	54	56	55	0
19	51	52	53	51	51.8	○○	53	52	53	51	52	1
20	52	50	50	48	50.0	○○	52	50	50	49	50	1
21	53	52	48	49	50.5	○○	52	55	50	50	52	2
22	51	50	47	49	49.3	○○	52	50	48	51	50	2
23	80	83	82	81	81.5	×	86	86	89	89	88	7
24	85	84	81	80	82.5	×	90	90	88	85	88	7
25	86	84	85	80	83.8	×	89	89	90	86	89	6
26	84	81	80	85	82.5	×	92	90	88	87	89	8
27	81	83	81	81	81.5	×	93	90	88	86	89	10
28	87	85	82	79	83.3	×	89	92	90	87	90	8

評価は、放電電流のレベルの平均値が52.0dB未満を「○○：特に優れる」、52.0dB以上56.0dB未満を「◎：優れる」、56.0dB以上70.0dB未満を「○：良い」、70.0dB以上80.0dB未満を「△：満足できる」、80.0dB以上を「×：劣る」とした。

[0069] 表1及び表2に示す放電試験前の結果をみると、第1層30及び第2層40

を備え、且つ、第1粒子32のキュリー温度が第2粒子42のキュリー温度よりも高いサンプル1～22は、第2層40をもたないサンプル23～26、第1粒子32のキュリー温度が第2粒子42のキュリー温度よりも低いサンプル27、28に比べて、放電電流のレベルを小さくすることができた。サンプル1～22は電波ノイズの原因となる高周波数帯の電流のレベルを小さくできるので、電波ノイズを抑制できることが明らかである。

[0070] サンプル1～22は、第1層30及び第2層40の軸方向の長さがそれぞれ7mm以上であった。放電電流のレベルを小さくするには、第1層30の軸方向の長さ及び第2層40の軸方向の長さを7mm以上とするのが望ましいことが確認された。

[0071] サンプル5～22は、 $M^{2+}Fe_2^{3+}O_4^{2-}$ (M^{2+} は2価の金属イオン)の分子式で表されるスピネル型フェライトを第1粒子32及び第2粒子42に用いたサンプルであり、Zn、Cdの両方またはいずれか一方と、Ni、Mn、Cu、Fe、Mg、Coの1種以上の同じ金属イオンと、を第1粒子32及び第2粒子42に含むサンプルである。サンプル5～22は、第2粒子42におけるZn及びCdの総量の割合(mol%)から第1粒子32におけるZn及びCdの総量の割合(mol%)を減じた組成差 >0 の条件を満たすので、第1粒子32のキュリー温度を第2粒子42のキュリー温度よりも高くできる一方で、第2粒子42のノイズ減衰効果を向上できたと考えられる。その結果、サンプル5～22は、サンプル1～4に比べて、放電電流のレベルを小さくすることができたと推察される。

[0072] セラミック相35、45にフェライトを含有するサンプル15～22は、セラミック相35、45にフェライトを含有しないサンプル1～14に比べ、放電電流のレベルを小さくすることができた。サンプル15～22は、セラミック相35、45のフェライトによって、電波ノイズの原因となる高周波数帯の電流のレベルをさらに小さくできるので、電波ノイズの抑制効果をさらに向上できることが明らかである。

[0073] また、第1層30及び第2層40の軸方向の全長(最短の長さ)が15mm

以上あるサンプル１９～２２は、放電電流のレベルをさらに小さくできた。従って、サンプル１９～２２はノイズ減衰効果をさらに向上できることが明らかである。サンプル１９～２２は、第１層３０の軸方向の長さ及び第２層４０の軸方向の長さもそれぞれ７ｍｍ以上あるので、ノイズ減衰効果を確保できたと推察される。

[0074] 放電試験前後の変化率によれば、Ｓｉ，Ｂ，Ｐのうちの少なくとも１種と、アルカリ金属およびアルカリ土類金属のうちの少なくとも１種とをセラミック相３５，４５に含むサンプル１２～２２は、変化率が小さく、耐久性に優れることが確認された。

[0075] この理由は、サンプル１２～２２は、Ｓｉ，Ｂ，Ｐ等を含むセラミック相３５，４５がガラス化したからであると推察される。ガラス化して空隙が減少したセラミック相３５，４５は、スパーク時に空隙で生じる可能性のある放電を抑制できる。その結果、放電によるセラミック相３５，４５の劣化を抑制できると共に、セラミック相３５，４５の放電が原因の電波ノイズを抑制できると推察される。

[0076] 以上、実施の形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態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。

[0077] 上記実施の形態では、第１層３０及び第２層４０において、セラミック相３５，４５によって第１磁性粒子３１及び第２磁性粒子４１が固定化される場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。セラミック相３５，４５を省略して、軸孔１２に第１磁性粒子３１及び第２磁性粒子４１を充填しても、フェライトによる電波ノイズの抑制効果は得られる。従って、セラミック相３５，４５は当然に省略できる。

[0078] 上記実施の形態では、スパークプラグ１０の製造方法として、第１シール部２１、第１層３０、第２層４０及び第２シール部２２の原料粉末を軸孔１２に充填した絶縁体１１を炉内で加熱する場合を例示したが、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、成形型を用いて第１層３０及び第２層４０

の原料粉末を円柱状に成形し、その成形体を焼成して予め第１層３０及び第２層４０を形成することが可能である。その場合には、第１シール部２１の原料粉末、焼成された第１層３０及び第２層４０、第２シール部２２の原料粉末を順に絶縁体１１の軸孔１２に充填し、絶縁体１１を炉内で加熱した状態で端子金具１５を軸孔１２に圧入して、接続部２０を形成する。

[0079] 上記実施の形態では、中心電極１４の先端に接地電極１９が対向するスパークプラグ１０について説明したが、スパークプラグの構造は必ずしもこれに限られるものではない。スパークプラグの他の構造としては、例えば、中心電極１４の側面に接地電極１９が対向するスパークプラグ、主体金具１７に複数の接地電極１９を接合した多極のスパークプラグが挙げられる。

符号の説明

[0080] １０ スパークプラグ

１１ 絶縁体 １２ 軸孔

１４ 中心電極

１５ 端子金具

２０ 接続部

２１ 第１シール部

２２ 第２シール部

３０ 第１層

３１ 第１磁性粒子

３２ 第１粒子

３３ 第１導電性物質

３５ セラミック相

４０ 第２層

４１ 第２磁性粒子

４２ 第２粒子

４３ 第２導電性物質

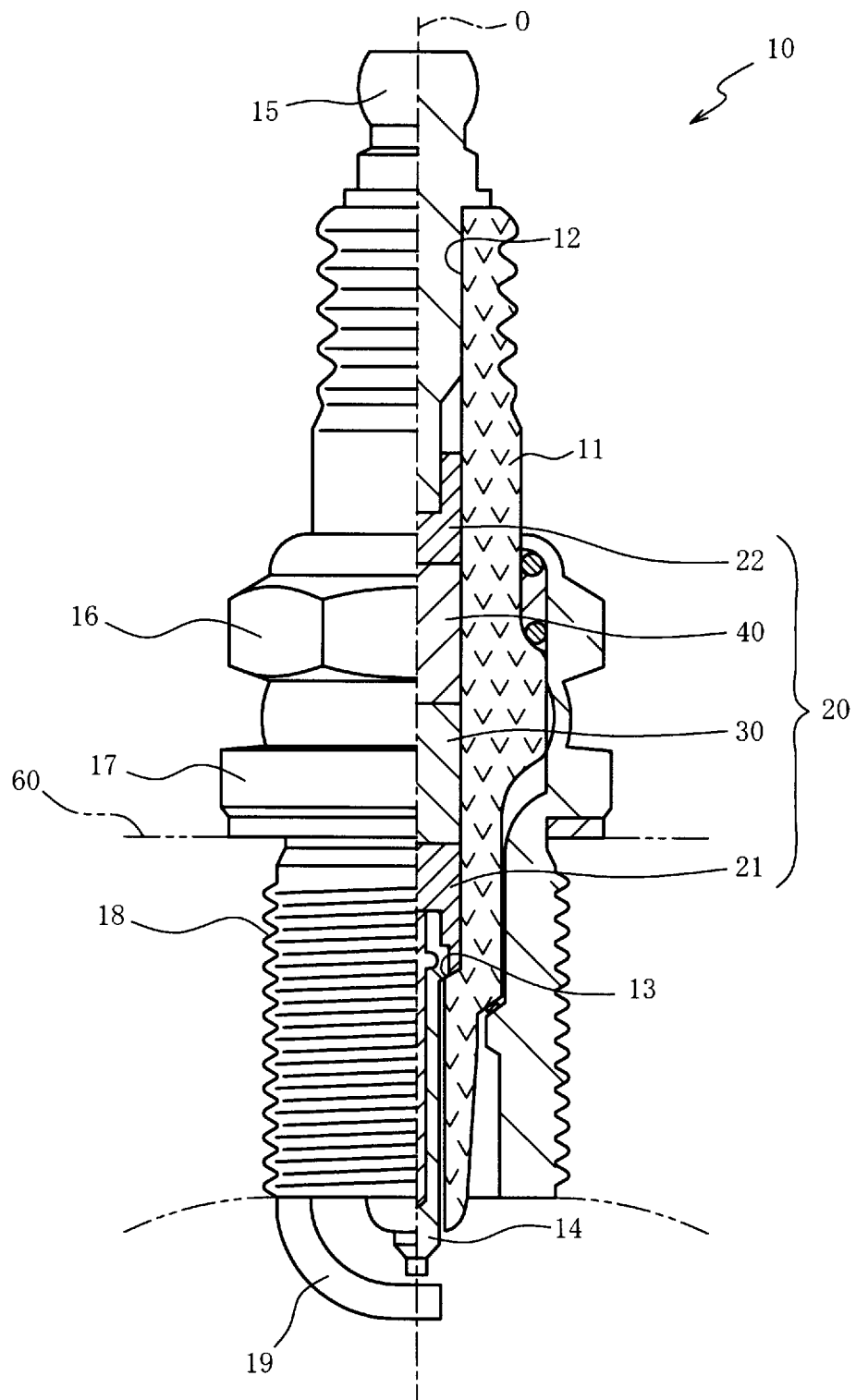
４５ セラミック相

請求の範囲

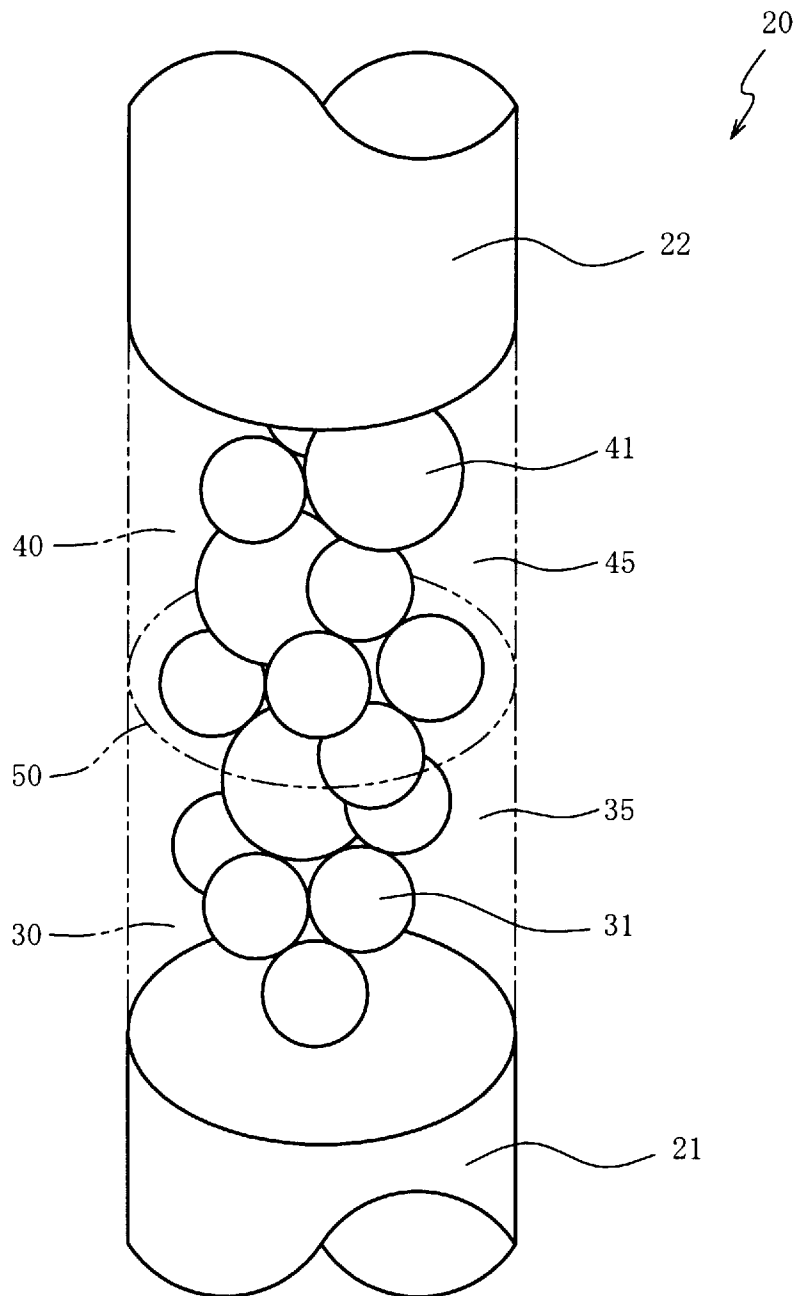
- [請求項1] 先端側から後端側へと軸線の方に延びる軸孔を有する絶縁体と、
前記軸孔の先端側に少なくとも一部が挿入された中心電極と、
前記軸孔の後端側に少なくとも一部が挿入された端子金具と、
前記端子金具と前記中心電極とを前記軸孔内で接続する接続部と、
を備えるスパークプラグであって、
前記接続部は、フェライトの粒子である第1粒子と、前記第1粒子を被覆する第1導電性物質と、をそれぞれ備える複数の第1磁性粒子を含む第1層と、
前記第1層よりも後端側に配置され、前記第1粒子のフェライトよりもキュリー温度が低いフェライトの粒子である第2粒子と、前記第2粒子を被覆する第2導電性物質と、をそれぞれ備える複数の第2磁性粒子を含む第2層と、を備えていることを特徴とするスパークプラグ。
- [請求項2] 前記第1粒子はキュリー温度が300℃以上であり、前記第2粒子はキュリー温度が200℃以上300℃未満であることを特徴とする請求項1記載のスパークプラグ。
- [請求項3] 前記第1層および前記第2層は、前記複数の第1磁性粒子および前記複数の第2磁性粒子の周囲に、ケイ素、ホウ素およびリンのうちの少なくとも1種と、アルカリ金属およびアルカリ土類金属のうちの少なくとも1種とを含むセラミック相を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載のスパークプラグ。
- [請求項4] 前記セラミック相は、前記第1粒子および前記第2粒子とは異なるフェライトを含有していることを特徴とする請求項3記載のスパークプラグ。
- [請求項5] 前記接続部は、前記第1層と前記中心電極とを接続する第1シール部と、
前記第2層と前記端子金具とを接続する第2シール部とを備え、

前記第 1 層に含まれる前記第 1 磁性粒子と前記第 1 シール部とが接する位置から、前記第 2 層に含まれる前記第 2 磁性粒子と前記第 2 シール部とが接する位置までの軸線方向の最短の長さは 1.5 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のスパークプラグ。

[図1]



[図2]



20

11

22

41 { 42 43

44

45

53

35

50

54

32 { 31 33

34

30

21

51

52

55

56

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01T13/39(2006.01)i, H01T13/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01T13/39, H01T13/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 54-158541 A (NIPPONDENSO CO., LTD.) 14 December 1979, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 56-086475 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 14 July 1981, entire text, all drawings & US 4400643 A	1-5

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 November 2017 (30.11.2017)

Date of mailing of the international search report
12 December 2017 (12.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01T13/39(2006.01)i, H01T13/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01T13/39, H01T13/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 54-158541 A (日本電装株式会社) 1979.12.14, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-5
A	JP 56-086475 A (日本特殊陶業株式会社) 1981.07.14, 全文, 全図 & US 4400643 A	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

30.11.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

段 吉享

3 T

3824

電話番号 03-3581-1101 内線 3368