

(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
2019年4月11日(11.04.2019)



(10) 国際公開番号

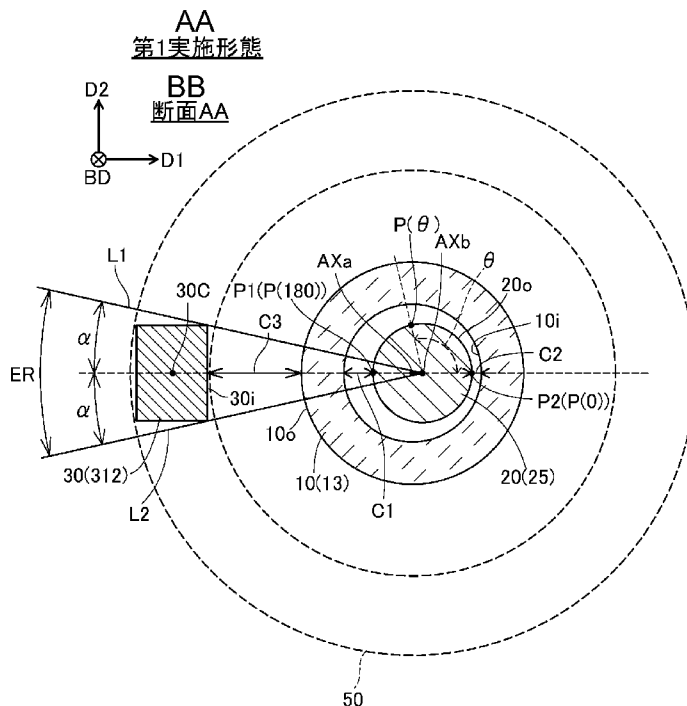
WO 2019/069640 A1

(51) 国際特許分類:
H01T 13/20 (2006.01) *H01T 13/34* (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/033608
(22) 国際出願日: 2018年9月11日(11.09.2018)
(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 2017-196257 2017年10月6日(06.10.2017) 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
古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 弓野 次郎(KYUNO Jiro); 〒4678525 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 Aichi (JP). 鈴木 か
おり(SUZUKI Kaori); 〒4678525 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 Aichi (JP). 今井 奨(IMAI Susumu);
〒4678525 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 Aichi
(JP). 大西 悠介(ONISI Yusuke); 〒4678525 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 Aichi (JP).
(74) 代理人: 特 許 業 務 法 人 鳳 国 際
特 許 事 務 所 (TOKKYO GYOMUHOJIN
OHTORI INTERNATIONAL PATENT FIRM);

(54) Title: IGNITION PLUG

(54) 発明の名称: 点火プラグ



AA Embodiment 1
BB Cross section AA

(57) **Abstract:** This ignition plug comprises: a cylindrical insulator; a center electrode, the rear end side of which is disposed inside a shaft hole, and the tip end side of which protrudes more toward the tip end side than the insulator; a main body metal fitting disposed on the outer periphery of the insulator; and a ground electrode comprising a connection end which is connected to a tip of the main body metal fitting, and a free end which forms a gap with the center electrode and faces the gap. In a cross section perpendicular to the axis and including the ground electrode and the insulator, when

〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内二丁目 1
8 番 1 0 号丸の内アネクスビル 8 階 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, JP, 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))

defining the position in the circumferential direction where the distance between the outer peripheral surface of the center electrode and the inner peripheral surface of the insulator is greatest as the first position, and the position in the circumferential direction where the distance between the outer peripheral surface of the center electrode and the inner peripheral surface of the insulator is smallest as the second position, and the range in the circumferential direction between two tangents drawn from the center of the center electrode to the ground electrode as the ground electrode range, then the first position is positioned inside the ground electrode range, the second position is positioned outside the ground electrode range, and the shortest distance between the inner peripheral surface of the ground electrode and the outer peripheral surface of the insulator is 1mm or less.

(57) 要約：点火プラグは、筒状の絶縁体と、後端側が軸孔内に配置され、先端側が絶縁体より先端側に突出した中心電極と、絶縁体の外周に配置される主体金具と、主体金具の先端に接続された接続端部と、中心電極との間に間隙を形成して対向する自由端部と、を備える接地電極と、を備える。軸線と垂直で接地電極と絶縁体とが含まれる断面において、中心電極の外周面と絶縁体の内周面との間の距離が最大となる周方向の位置を第1の位置とし、中心電極の外周面と絶縁体の内周面との間の距離が最小となる周方向の位置を第2の位置とし、中心電極の中心から接地電極に対して引かれた2本の接線の間の周方向の範囲を接地電極範囲とすると、第1の位置は、接地電極範囲内に位置し、第2の位置は、接地電極範囲外に位置し、接地電極の内周面と絶縁体の外周面との間の最短距離は、1mm以下である。

明 細 書

発明の名称： 点火プラグ

技術分野

[0001] 本明細書は、内燃機関等において燃料ガスに点火するための点火プラグに関する。

背景技術

[0002] 内燃機関に用いられる点火プラグとして、主体金具に接続された接地電極と、中心電極と、の間に電圧が印加されることによって、中心電極の先端部と接地電極の先端部との間に形成されたギャップに、放電を発生させる。

[0003] 内燃機関の設計の自由度を確保する観点から、点火プラグの小径化が求められている。点火プラグが小径化するほど、主体金具も小径化するため、中心電極と主体金具との間の径方向の距離を確保することが困難になる。このために、点火プラグが小径化するほど、中心電極と、接地電極と主体金具との接続部の近傍と、の間に、絶縁体の表面を介して、放電が発生する不具合（横飛火とも呼ぶ）が発生しやすくなる。このような放電は、本来のギャップにおける放電とは異なる位置で発生するので、本来の着火性能を発揮できない。

[0004] 特許文献1には、主体金具の内周面と、絶縁体の外周面と、を同心円からずらして配置することで、横飛火の発生を抑制できる点火プラグが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-286612号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本明細書は、点火プラグにおいて、上述した横飛火の発生を抑制できる新たな技術を開示する。

課題を解決するための手段

[0007] 本明細書に開示される技術は、以下の適用例として実現することが可能である。

- [0008] [適用例 1] 軸線方向に延びる軸孔を有する筒状の絶縁体と、
前記軸線方向に延び、後端側が前記軸孔内に配置され、先端側が前記絶縁体より先端側に突出した中心電極と、
前記絶縁体の外周に配置される主体金具と、
前記主体金具の先端に接続された接続端部と、前記接続端部とは反対側で、前記中心電極との間に間隙を形成して対向する自由端部と、を備える接地電極と、
を備える点火プラグであって、
前記絶縁体の先端は、前記主体金具の先端よりも先端側に位置し、
前記軸線と垂直な断面であって、前記接地電極と前記絶縁体とが含まれる断面において、
前記中心電極の外周面と前記絶縁体の内周面との間の距離が最大となる周方向の位置を第 1 の位置とし、
前記第 1 の位置とは異なる周方向の位置であり、前記中心電極の外周面と前記絶縁体の内周面との間の距離が最小となる周方向の位置を第 2 の位置とし、
前記中心電極の中心から前記接地電極に対して引かれた 2 本の接線の間の周方向の範囲であり、前記接地電極が位置する範囲を、接地電極範囲とするとき、
前記第 1 の位置は、前記接地電極範囲内に位置し、
前記第 2 の位置は、前記接地電極範囲外に位置し、
前記接地電極の内周面と前記絶縁体の外周面との間の最短距離は、1 mm 以下であることを特徴とする、点火プラグ。
- [0009] 上記断面において、接地電極と絶縁体との距離が、1 mm 以下である場合には、中心電極と、接地電極の接続端部や主体金具の先端と、の間に、絶縁

体の表面を介して、放電が発生する不具合（横飛火）が発生しやすくなる。上記構成によれば、上記断面において、中心電極と絶縁体との距離が最大となる第1の位置が、接地電極範囲内に位置し、中心電極と絶縁体との距離が最小となる第2の位置が、接地電極範囲外に位置する。この結果、上記断面において、接地電極と絶縁体との距離が1 mm以下であっても、横飛火の発生を抑制することができる。

[0010] [適用例2] 適用例1に記載の点火プラグであって、

前記絶縁体の先端と、前記主体金具の先端と、の間の前記軸線方向の距離は、0.5 mm以上であることを特徴とする、点火プラグ。

[0011] 主体金具の先端は、局所的な電界強度が高いので、主体金具の先端と、中心電極と、の間に、横飛火が発生しやすい。上記構成によれば、主体金具の先端と中心電極との間における絶縁体の沿面経路を十分に長くすることができるので、横飛火の発生をさらに抑制することができる。

[0012] [適用例3] 適用例1または2に記載の点火プラグであって、

前記断面において、

前記第1の位置における前記絶縁体の内周面と前記中心電極の外周面との間の距離を、第1の距離とし、

前記第2の位置における前記絶縁体の内周面と前記中心電極の外周面との間の距離を、第2の距離とするとき、

前記第1の距離は前記第2の距離の3倍以上であることを特徴とする、点火プラグ。

[0013] 上記構成によれば、第1の位置における第1の距離は、第2の位置における第2の距離の3倍以上であるので、接地電極範囲内において横飛火が発生する際の通電の経路を十分に長くすることができる。この結果、横飛火の発生をさらに抑制することができる。

[0014] なお、本明細書に開示される技術は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、点火プラグや点火プラグを用いた点火装置、その点火プラグを搭載する内燃機関や、その点火プラグを用いた点火装置を搭載する内燃機

関、点火プラグの電極等の態様で実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本実施形態の点火プラグ100の断面図である。
- [図2]点火プラグ100の先端近傍の拡大断面図である。
- [図3]第1実施形態の断面AAを示す図である。
- [図4]第1評価試験の評価結果を示すグラフである。
- [図5]第2評価試験の評価結果を示すグラフである。
- [図6]第2実施形態の点火プラグの先端近傍の拡大断面図である。
- [図7]第3実施形態の点火プラグの断面AAを示す図である。

発明を実施するための形態

- [0016] A. 実施形態：

A-1. スパークプラグの構成：

図1は本実施形態の点火プラグ100の断面図である。図2は、点火プラグ100の先端近傍の拡大断面図である。図1、図2の一点破線は、点火プラグ100の軸線AXaを示している。軸線AXaと平行な方向（図1、図2の上下方向）を軸線方向とも呼ぶ。軸線AXaを中心とし、軸線AXaと垂直な面上の円の径方向を、単に「径方向」とも呼び、当該円の周方向を、単に「周方向」とも呼ぶ。図1における下方向を先端方向FDと呼び、上方向を後端方向BDとも呼ぶ。図1、図2における下側を、点火プラグ100の先端側と呼び、図1、図2における上側を点火プラグ100の後端側と呼ぶ。

- [0017] 点火プラグ100は、内燃機関に取り付けられ、内燃機関の燃焼室内の燃焼ガスに着火するために用いられる。点火プラグ100は、絶縁体10と、中心電極20と、接地電極30と、端子電極40と、主体金具50と、抵抗体70と、導電性のシール部材60、80と、を備える。

- [0018] 絶縁体10は、軸線方向に延び、絶縁体10を貫通する貫通孔である軸孔12を有する略円筒状の部材である。絶縁体10は、例えば、アルミナ等のセラミックスを用いて形成されている。絶縁体10は、鰐部19と、後端側

胴部 18 と、先端側胴部 17 と、縮外径部 15 と、脚長部 13 と、を備えている。

[0019] 鰐部 19 は、絶縁体 10 における軸線方向の略中央に位置する部分である。後端側胴部 18 は、鰐部 19 より後端側に位置し、鰐部 19 の外径より小さな外径を有している。先端側胴部 17 は、鰐部 19 より先端側に位置し、後端側胴部 18 の外径より小さな外径を有している。脚長部 13 は、先端側胴部 17 より先端側に位置し、先端側胴部 17 の外径よりも小さな外径を有している。脚長部 13 の外径は、先端側ほど縮径され、点火プラグ 100 が内燃機関（図示せず）に取り付けられた際には、その燃焼室に曝される。縮外径部 15 は、脚長部 13 と先端側胴部 17 との間に形成され、後端側から先端側に向かって外径が縮径した部分である。

[0020] 絶縁体 10 は、内周側の構成の観点でみると、後端側に位置する大内径部 12 L と、大内径部 12 L よりも先端側に位置し、大内径部 12 L よりも内径が小さな小内径部 12 S と、縮内径部 16 と、を備えている。縮内径部 16 は、大内径部 12 L と小内径部 12 S との間に形成され、後端側から先端側に向かって内径が縮径した部分である。縮内径部 16 の軸線方向の位置は、本実施形態では、先端側胴部 17 の先端側の部分の位置である。

[0021] 主体金具 50 は、導電性の金属材料（例えば、低炭素鋼材）で形成され、内燃機関のエンジンヘッド（図示省略）に点火プラグ 100 を固定するための円筒状の金具である。主体金具 50 には、軸線 A X a に沿って貫通する貫通孔 59 が形成されている。主体金具 50 は、絶縁体 10 の径方向の周囲（すなわち、外周）に配置されている。すなわち、主体金具 50 の貫通孔 59 内に、絶縁体 10 が挿入・保持されている。絶縁体 10 の先端は、主体金具 50 の先端より先端側に突出している。絶縁体 10 の後端は、主体金具 50 の後端より後端側に突出している。

[0022] 主体金具 50 は、スパークプラグレンチが係合する六角柱形状の工具係合部 51 と、内燃機関に取り付けるための取付ネジ部 52 と、工具係合部 51 と取付ネジ部 52 との間に形成された鰐状の座部 54 と、を備えている。取

付ネジ部５２の呼び径は、例えば、Ｍ８～Ｍ１４である。

[0023] 主体金具５０の取付ネジ部５２と座部５４との間には、金属製の環状のガスケット５が嵌挿されている。ガスケット５は、点火プラグ１００が内燃機関に取り付けられた際に、点火プラグ１００と内燃機関（エンジンヘッド）との隙間を封止する。

[0024] 主体金具５０は、さらに、工具係合部５１の後端側に設けられた薄肉の加締部５３と、座部５４と工具係合部５１との間に設けられた薄肉の圧縮変形部５８と、を備えている。主体金具５０における工具係合部５１から加締部５３に至る部位の内周面と、絶縁体１０の後端側胴部１８の外周面と、の間に形成される環状の領域には、環状の線パッキン６、７が配置されている。当該領域における２つの線パッキン６、７の間には、タルク（滑石）９の粉末が充填されている。加締部５３の後端は、径方向内側に折り曲げられて、絶縁体１０の外周面に固定されている。主体金具５０の圧縮変形部５８は、製造時において、絶縁体１０の外周面に固定された加締部５３が先端側に押圧されることにより、圧縮変形する。圧縮変形部５８の圧縮変形によって、線パッキン６、７およびタルク９を介し、絶縁体１０が主体金具５０内で先端側に向け押圧される。環状の板パッキン８を介して、主体金具５０の内周で取付ネジ部５２の位置に形成された段部５６（金具側段部）によって、絶縁体１０の縮外径部１５（絶縁体側段部）が押圧される。この結果、内燃機関の燃焼室内のガスが、主体金具５０と絶縁体１０との隙間から外部に漏れることが、板パッキン８によって防止される。

[0025] 中心電極２０は、軸線方向に沿って延びる棒状の中心電極本体２１と、中心電極チップ２９と、を備えている。中心電極本体２１は、絶縁体１０の軸孔１２の内部の先端側の部分に保持されている。すなわち、中心電極２０の後端側（中心電極本体２１の後端側）は、軸孔１２内に配置されている。中心電極本体２１は、耐腐食性と耐熱性が高い金属、例えば、ニッケル（Ni）またはNiを主成分とする合金（例えば、NCF600、NCF601）を用いて形成されている。中心電極本体２１は、NiまたはNi合金で形成

された母材と、該母材の内部に埋設された芯部と、を含む２層構造を有しても良い。この場合には、芯部は、例えば、母材よりも熱伝導性に優れる銅または銅を主成分とする合金で形成される。

[0026] 中心電極本体２１は、図２に示すように、軸線方向の所定の位置に設けられた鰐部２４と、鰐部２４よりも後端側の部分である頭部２３（電極頭部）と、鰐部２４よりも先端側の部分である脚部２５（電極脚部）と、を備えている。鰐部２４は、絶縁体１０の縮内径部１６によって、先端側から支持されている。すなわち、中心電極本体２１は、縮内径部１６に係止されている。脚部２５の先端側、すなわち、中心電極本体２１の先端は、絶縁体１０の先端１０Ａより先端側に突出している。

[0027] 中心電極チップ２９は、例えば、略円柱形状を有する部材であり、中心電極本体２１の先端（脚部２５の先端）に、例えば、レーザ溶接を用いて、接合されている。中心電極チップ２９の先端面は、後述する接地電極チップ３９との間で火花ギャップを形成する第１放電面２９５である。中心電極チップ２９は、例えば、イリジウム（Ir）や白金（Pt）などの高融点の貴金属や、当該貴金属を主成分とする合金が用いて、形成されている。

[0028] 端子電極４０は、軸線方向に延びる棒状の部材である。端子電極４０は、絶縁体１０の軸孔１２に後端側から挿通され、軸孔１２内において、中心電極２０よりも後端側に位置している。端子電極４０は、導電性の金属材料（例えば、低炭素鋼）で形成され、端子電極４０の表面には、例えば、防食のために、Niなどのめっきが形成されている。

[0029] 端子電極４０は、軸線方向の所定位置に形成された鰐部４２（端子顎部）と、鰐部４２より後端側に位置するキャップ装着部４１と、鰐部４２より先端側の脚部４３（端子脚部）と、を備えている。端子電極４０のキャップ装着部４１は、絶縁体１０より後端側に露出している。端子電極４０の脚部４３は、絶縁体１０の軸孔１２に挿入されている。キャップ装着部４１には、高圧ケーブル（図示外）が接続されたプラグキャップが装着され、放電を発生するための高電圧が印加される。

[0030] 抵抗体 70 は、絶縁体 10 の軸孔 12 内において、端子電極 40 の先端と中心電極 20 の後端との間に、配置されている。抵抗体 70 は、例えば、1 K Ω 以上の抵抗値（例えば、5 K Ω ）を有し、火花発生時の電波ノイズを低減する機能を有する。抵抗体 70 は、例えば、主成分であるガラス粒子と、ガラス以外のセラミック粒子と、導電性材料と、を含む組成物で形成されている。

[0031] 軸孔 12 内における、抵抗体 70 と中心電極 20 との隙間は、導電性のシール部材 60 によって埋められている。抵抗体 70 と端子電極 40 との隙間は、シール部材 80 によって埋められている。すなわち、シール部材 60 は、中心電極 20 と抵抗体 70 とにそれぞれ接触し、中心電極 20 と抵抗体 70 とを離間している。シール部材 80 は、抵抗体 70 と端子電極 40 にそれぞれ接触し、抵抗体 70 と端子電極 40 とを離間している。このように、シール部材 60、80 は、中心電極 20 と端子電極 40 とを、抵抗体 70 を介して、電氣的、かつ、物理的に、接続している。シール部材 60、80 は、導電性を有する材料、例えば、例えば、 $B_2O_3-SiO_2$ 系等のガラス粒子と金属粒子（Cu、Fe など）とを含む組成物で形成されている。

[0032] 接地電極 30（接地電極本体 31）は、図 2 に示すように、断面が四角形の棒状体である。接地電極本体 31 は、両端部として、接続端部 312 と、接続端部 312 の反対側に位置する自由端部 311 と、を有している。接続端部 312 は、主体金具 50 の先端 50A に、例えば、抵抗溶接によって、接合されている。これによって、主体金具 50 と接地電極本体 31 とは、電氣的および物理的に接続される。接地電極本体 31 の接続端部 312 の近傍は、軸線 AXa の方向に延びており、自由端部 311 の近傍は、軸線 AXa と垂直な方向に延びている。棒状の接地電極本体 31 は、中央部分において、約 90 度だけ湾曲している。

[0033] 接地電極本体 31 は、耐腐食性と耐熱性が高い金属、Ni または Ni を主成分とする合金（例えば、NCF600、NCF601）を用いて形成されている。接地電極本体 31 は、中心電極本体 21 と同様に、母材と、母材よ

り熱伝導性が高い金属（例えば、銅）を用いて形成され、母材に埋設された芯部と、を含む２層構造を有しても良い。

[0034] 自由端部３１１には、中心電極２０の第１放電面２９５との間に間隙Ｇを形成して対向する第２放電面３９５を有する接地電極チップ３９が接合されている。接地電極チップ３９は、例えば、円柱形状や四角柱形状を有している。第１放電面２９５と第２放電面３９５との間の間隙Ｇは、放電が発生するいわゆる火花ギャップである。接地電極チップ３９は、中心電極チップ２９と同様に、例えば、貴金属、または、貴金属を主成分とする合金を用いて形成される。

[0035] ここで、図２に示すように、絶縁体１０の先端１０Ａ（脚長部１３の先端）は、主体金具５０の先端５０Ａよりも先端側に位置している。絶縁体１０の先端１０Ａと、主体金具５０の先端５０Ａと、の間の軸線方向の距離を、突出量Ｈとする。

[0036] 図３は、絶縁体１０のうち、主体金具５０の先端５０Ａよりも先端側の部分を通り、軸線ＡＸａと垂直な断面ＡＡを示す図である。図２には、断面ＡＡが破線で示されている。

[0037] 図３に示すように、断面ＡＡには、接地電極３０（接続端部３１２）と、中心電極２０（脚部２５）と、絶縁体１０（脚長部１３）と、を含んでいる。断面ＡＡには、主体金具５０は含まれない。図３の破線は、軸線ＡＸａに沿って先端側から見た場合の主体金具５０の位置を示している。

[0038] 断面ＡＡにおいて、接地電極３０の内周面３０ｉと絶縁体１０の外周面１０ｏとの間の最短距離をＣ３とする。点火プラグ１００は、比較的小径のスパークプラグであるので、最短距離Ｃ３は、１．２ｍｍ以下である。

[0039] 図２、図３に示すように、絶縁体１０（脚長部１３）の軸線（中心軸）と、主体金具５０の軸線とは、点火プラグ１００の軸線ＡＸａである。そして、中心電極２０のうち、中心電極本体２１の頭部２３および鍔部２４の軸線は、同様に、点火プラグ１００の軸線ＡＸａである。これに対して、中心電極本体２１の脚部２５および中心電極チップ２９の軸線、すなわち、中心電

極 20 のうち、鏑部 24 よりも先端側の軸線は、軸線 A X a とは異なる軸線 A X b である。また、接地電極 30 の接地電極チップ 39 の軸線も、軸線 A X a とは異なる軸線 A X b である。

[0040] ここで、図 3 の断面 A A において、接地電極 30（接続端部 312）の中心 30C から、点火プラグ 100 の軸線 A X a に向かう方向（図 3 の右方向）を第 1 方向 D 1 とする。断面 A A において、第 1 方向 D 1 と垂直な方向（図 3 の上方向）を第 2 方向 D 2 とする。軸線 A X b は、軸線 A X a から見て第 1 方向 D 1 にある。すなわち、断面 A A において、主体金具 50 および絶縁体 10 の軸線 A X a に対して、中心電極 20（脚部 25）の軸線 A X b は、第 1 方向 D 1 にずれている。

[0041] このために、断面 A A において、絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離は、中心電極 20 の軸線 A X b から見た周方向の位置によって、異なる。ここで、絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離 C が、最大となる周方向の位置を、第 1 の位置 P 1 とする。また、絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離 C が、最小となる周方向の位置を、第 2 の位置 P 2 とする。図 3 から明らかなように、第 1 の位置 P 1 と第 2 の位置 P 2 とは異なる。そして、第 1 の位置 P 1 における絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離を、第 1 の距離 C 1（最大クリアランス C 1 と呼ぶ）とし、第 2 の位置 P 2 における絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離を、第 2 の距離 C 2（最小クリアランス C 2 と呼ぶ）とする。

[0042] ここで、断面 A A において、中心電極 20 の軸線 A X b から、接地電極 30 に対して引かれた 2 本の接線を、接線 L 1、L 2 とする。2 本の接線に挟まれた周方向の範囲であり、接地電極 30 が位置する範囲を、接地電極範囲 E R とする。

[0043] 図 3 に示すように、第 1 の位置 P 1 は、接地電極範囲 E R 内に位置している。具体的には、第 1 の位置は、軸線 A X b から見て、第 1 方向 D 1 とは反

対方向の位置である。第2の位置P2は、接地電極範囲ER外に位置している。具体的には、第2の位置P2は、軸線AXbから見て第1方向D1に向かう位置である。

[0044] ここで、図3に示すように、断面AAにおいて、断面AAの軸線AXbからみて第1方向D1（図3の右方向）の位置、すなわち、図3の位置P(0)を基準の位置とする($\theta = 0$)。断面AAにおける周方向の位置P(θ)は、断面AAにおいて、軸線AXbと位置P(θ)とを結ぶ線分と、軸線AXbと基準の位置P(0)とを結ぶ線分と、の間の角度 θ で表される。例えば、図3では、最大クリアランスC1の位置P1は、位置P(180)にあり、最小クリアランスC2の位置P2は、位置P(0)にある。接地電極範囲ERは、位置P(180)を中心とした角度($2 \times \alpha$)の範囲、すなわち、位置P($180 - \alpha$)から位置P($180 + \alpha$)の範囲である。 α は、例えば、約10度である。位置P(180)は、断面AAにおいて、中心電極20の軸線AXbから接地電極30の中心30Cに向かう周方向の位置である。

[0045] ここで、最短距離C3が、1.2mm以下である場合には、最短距離C3が1.2mmより大きい場合と比較して、いわゆる横飛火が発生しやすくなる。横飛火は、中心電極20と、接地電極30の接続端部312や主体金具50の先端50Aと、の間に、絶縁体10の表面を介して、放電が発生する不具合である。

[0046] 本実施形態での点火プラグ100では、最短距離C3が1.2mm以下であるが、図3の断面AAにおいて、上述した第1の位置P1は、接地電極範囲ER内に位置し、第2の位置P2は、接地電極範囲ER外に位置している。この結果、最短距離C3が1.2mm以下であっても、横飛火の発生を抑制することができる。

[0047] より詳しく説明する。横飛火は、図2に示す経路FTを通る横飛火のように、中心電極20から接地電極範囲ER内の方向（例えば、図2、図3の第1方向D1の反対方向）に向かう経路上で発生しやすい。主体金具50の先

端 10A の全周のうちでも、接地電極 30 の接続端部 312 が接続されている部分は、特に、電界強度が高いためである。換言すれば、横飛火は、断面 AA において、中心電極 20 の軸線 AXb から見た周方向の位置によって、発生しやすさが異なる。具体的には、接地電極範囲 ER 内の位置では、接地電極範囲 ER 外の位置よりも横飛火が発生しやすい。

[0048] 本実施形態では、第 1 の位置 P1 は、接地電極範囲 ER 内に位置し、第 2 の位置 P2 は、接地電極範囲 ER 外に位置しているから、接地電極範囲 ER 内における絶縁体 10 の内周面 10i と中心電極 20 の外周面 20o との間の距離を、接地電極範囲 ER 外における絶縁体 10 の内周面 10i と中心電極 20 の外周面 20o との間の距離よりも長くできる。したがって、接地電極範囲 ER 内における絶縁体 10 の内周面 10i と中心電極 20 の外周面 20o との間の絶縁抵抗を、接地電極範囲 ER 外における絶縁体 10 の内周面 10i と中心電極 20 の外周面 20o との間の絶縁抵抗よりも大きくできる。この結果、横飛火が発生しやすい接地電極範囲 ER 内の位置において、横飛火の発生を抑制できる。従って、最短距離 C3 が 1.2 mm 以下であっても、横飛火の発生を抑制することができる。

[0049] さらに、本実施形態では、絶縁体 10 の先端 10A と、主体金具 50 の先端 50A と、の間の軸線方向の間の距離、すなわち、図 2 の突出量 H は、0.5 mm 以上であることが好ましい。軸線方向の位置としては、主体金具 50 の先端 50A では、局所的に電界強度が高い。このために、図 2 に示す経路 FT のように、主体金具 50 の先端 10A と、中心電極 20 と、の間で、横飛火が発生しやすい。上記構成によれば、主体金具 50 の先端 50A と中心電極 20 との間における沿面経路 ST を十分に長くすることができるので、横飛火の発生をさらに抑制することができる。沿面経路 ST は、絶縁体 10 の表面（例えば、外周面 10o）に沿う経路であり、例えば、図 2 の経路 FT のうち、破線で示す部分である。

[0050] さらに、本実施形態では、図 3 の断面 AA において、接地電極 30 の内周面 30i と絶縁体 10 の外周面 10o との間の最短距離 C3 は、1 mm 以下

であることが好ましい。断面 A A において、最短距離 C 3 が、1 mm 以下である場合には、特に、横飛火が発生しやすくなる。上記構成によれば、上記断面 A A において、最短距離 C 3 が 1 mm 以下であっても、横飛火の発生を抑制することができる。

[0051] さらに、本実施形態では、図 3 の断面 A A において、第 1 の位置 P 1 における絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離 C 1 を、第 1 の距離 C 1 とし、第 2 の位置 P 2 における絶縁体 10 の内周面 10 i と中心電極 20 の外周面 20 o との間の距離 C 2 を、第 2 の距離 C 2 とするとき、第 1 の距離 C 1 は第 2 の距離 C 2 の 3 倍以上であることが好ましい。上記構成によれば、接地電極範囲 E R 内において横飛火が発生する際の通電の経路（例えば、図 2 の経路 F T）を十分に長くすることができる。この結果、横飛火の発生をさらに抑制することができる。

[0052] A-2：第 1 評価試験

第 1 評価試験では、点火プラグについて、図 3 の最短距離 C 3 が 1 mm である 12 種類のサンプル S A と、最短距離 C 3 が 1.2 mm である 12 種類のサンプル S B と、最短距離 C 3 が 1.4 mm である 12 種類のサンプル S C と、の合計 36 種類のサンプルを作成した。なお、最短距離 C 3 は、主体金具 50 の先端 50 A 近傍の内径を変更することで、1.0 mm、1.2 mm、1.4 mm のいずれかに調整されている。

[0053] 各サンプルに共通な寸法は、以下の通りである。

突出量 H：1.5 mm

断面 A A における絶縁体 10 の外径： ϕ 2.8 mm

断面 A A における絶縁体 10 の内径： ϕ 1.8 mm

断面 A A における中心電極 20 の外径： ϕ 1.6 mm

断面 A A における最大クリアランス C 1：0.15 mm

断面 A A における最小クリアランス C 2：0.05 mm

接地電極範囲 E R の範囲の幅 ($2 \times \alpha$)：40 度

間隙 G（火花ギャップ）：0.7 mm

- [0054] なお、各サンプルの寸法は、断面A Aは、主体金具50の先端50Aから先端側に、1.0mm離れた位置の断面にて測定された。
- [0055] ここで、12種類のサンプルS Aは、最大クリアランスC 1が位置する周方向の位置P 1（第1の位置P 1）、および、最小クリアランスC 2が位置する周方向の位置P 2（第2の位置）がそれぞれ異なる。第1の位置P 1、および、第2の位置P 2以外の構成は、各サンプルにおいて同一である。
- [0056] 具体的には、12種類のサンプルS Aの第1の位置P 1および第2の位置P 2は、30度ずつずれている。12種類のサンプルS Aの第1の位置P 1を示す角度 θ は、それぞれ、0、30、60、90、120、150、180、210、240、270、300、330である。12種類のサンプルS Bおよび12種類のサンプルS Cについても同様である。12種類のサンプルS Aの第1の位置P 1を示す角度 θ を用いて、各サンプルS A、S B、S Cを、サンプルS A (θ)、S B (θ)、S C (θ)とも表す。なお、全てのサンプルにおいて、第2の位置P 2は、第1の位置P 1に対して、軸線A X bを挟んだ反対側にある。
- [0057] 例えば、サンプルS A (180)、S B (180)、S C (180)は、図3の実施形態の点火プラグ100であり、第1の位置P 1は、位置P (180)であり、第2の位置P 2は、位置P (0)である。サンプルS A (180)、S B (180)、S C (180)では、第1の位置P 1は、接地電極範囲E R内に位置しており、第2の位置P 2は、接地電極範囲E R外に位置している。これに対して、サンプルS A (0)、S B (0)、S C (0)のサンプルでは、第1の位置P 1は、接地電極範囲E R外に位置しており、第2の位置P 2は、接地電極範囲E R内に位置している。そして、これら6個のサンプルS A (180)、S B (180)、S C (180)、サンプルS A (0)、S B (0)、S C (0)以外のサンプルでは、第1の位置P 1および第2の位置P 2は、ともに、接地電極範囲E R外に位置している。
- [0058] 第1評価試験では、各サンプルについて、1秒間に20回の火花放電を発生させる放電試験を、間隙Gが初期値の0.7mmから0.9mmまで摩耗

するまで実行した。その後、各サンプルについて、カメラで間隙Gの部分撮影しながら、さらに、100回の放電を行った。そして、カメラでの撮影結果に基づいて、100回の放電のうち、横飛火が発生した割合を、横飛火発生率（単位は％）としてカウントした。

[0059] 図4は、第1評価試験の評価結果を示すグラフである。図4のグラフの周方向の位置は、各サンプルの第1の位置P1（最大クリアランスC1が位置する周方向の位置）を示す。グラフの径方向の軸に、横飛火発生率がプロットされている。

[0060] 最短距離C3が1mmであるサンプルSAでは、第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）にあるサンプルSA（180）の横飛火発生率が最も低く、4％であった。そして、第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）から30度離れたサンプルSA（150）、SA（210）の横飛火発生率は、サンプルSA（180）と同程度に低く、5％であった。また、第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）から60度離れたサンプルSA（120）、SA（240）では、サンプルSA（180）と比較して、若干、横飛火発生率が高く、10％であった。

[0061] 第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）から90度以上離れたサンプルSAでは、位置P（180）から60度離れたサンプルSA（120）、SA（240）と比較して、大幅に横飛火発生率が高くなった。例えば、サンプルSA（270）、SA（90）の横飛火発生率は、30％、25％であり、サンプルSA（300）、SA（60）の横飛火発生率は、36％であった。

[0062] さらに、第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）から150度離れたサンプルでは、さらに、大幅に横飛火発生率が高くなった。例えば、サンプルSA（330）、SA（30）の横飛火発生率は、60％であった。そして、第1の位置P1が、接地電極30の位置P（180）から最も離れたサンプルSA（0）では、横飛火発生率は、最大となり、72％であった。

- [0063] 最短距離C3が1.2mmであるサンプルSBでは、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)にあるサンプルSB(180)の横飛火発生率が最も低く、4%であった。そして、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から30度離れたサンプルSB(150)、SB(210)の横飛火発生率は、サンプルSB(180)と同程度に低く、5%であった。また、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から60度離れたサンプルSB(120)、SB(240)では、サンプルSB(180)と比較して、若干、横飛火発生率が高く、10%であった。
- [0064] 第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から90度以上離れたサンプルSBでは、位置P(180)から60度離れたサンプルSB(120)、SB(240)と比較して、大幅に横飛火発生率が高くなった。例えば、サンプルSB(270)、SB(90)の横飛火発生率は、25%であり、サンプルSB(300)、SB(60)の横飛火発生率は、30%であった。
- [0065] さらに、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から150度離れたサンプルでは、さらに、大幅に横飛火発生率が高くなった。例えば、サンプルSB(330)、SB(30)の横飛火発生率は、50%であった。そして、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から最も離れたサンプルSB(0)では、横飛火発生率は、最大となり、60%であった。
- [0066] 最短距離C3が1.4mmであるサンプルSCでは、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)にあるサンプルSC(180)の横飛火発生率が最も低く、4%であった。そして、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から30度離れたサンプルSC(150)、SC(210)の横飛火発生率は、サンプルSC(180)と同程度に低く、5%であった。また、第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から60度離れたサンプルSC(120)、SC(240)では、サンプルSC(180)と比較して、若干、横飛火発生率が高く、10%であった。

- [0067] 第1の位置P1が、接地電極30の位置P(180)から90度以上離れたサンプルSCでは、サンプルSC(120)、SC(240)と同程度の横飛火発生率であった。すなわち、サンプルSC(90)、SC(60)、SC(30)、SC(0)、SC(270)、SC(300)、SC(330)の横飛火発生率は、10%~12%であった。
- [0068] 以上の結果から、最短距離C3が1.2mm以下である場合には、第1の位置P1を、接地電極範囲ER内(例えば、 $\theta = 180$ 度の位置)に配置することで、第1の位置P1を、接地電極範囲ER外(例えば、 $\theta = 90 \sim 270$ 度の位置)に配置する場合と比較して、大幅に横飛火の発生を抑制できることが確認できた。特に、最短距離C3が1.0mmである場合には、横飛火の発生を抑制できる効果が高いことが確認できた。
- [0069] また、最短距離C3が1.4mmである場合には、第1の位置P1を、接地電極範囲ER内(例えば、 $\theta = 180$ 度の位置)に配置することで、第1の位置P1を、接地電極範囲ER外(例えば、 $\theta = 90 \sim 270$ 度の位置)に配置する場合と比較して、僅かに横飛火の発生を抑制できるが、抑制できる程度は、僅かであることが確認できた。これは、最短距離C3が1.4mmである場合には、第1の位置P1が、接地電極範囲ER外に配置されても、あまり横飛火が発生しないためである。
- [0070] また、上述のとおり、各サンプルの第1の距離C1(0.15mm)は、第2の距離C2(0.05mm)の3倍に設定されている。このように、本評価試験によって、第1の距離C1が第2の距離C2の3倍である場合には、第1の位置P1を、接地電極範囲ER内(例えば、 $\theta = 180$ 度の位置)に配置することで、第1の位置P1を、接地電極範囲ER外(例えば、 $\theta = 90 \sim 270$ 度の位置)に配置する場合と比較して、大幅に横飛火の発生を抑制できることが確認できた。これは、第1の距離C1が第2の距離C2の3倍であると、接地電極範囲ER内において横飛火が発生する際の通電の経路(例えば、図2の経路FT)が十分に長くなるからである。このために、第1の距離C1が第2の距離C2の3倍以上である場合には、大幅に横飛火

の発生を抑制できると考えられる。

[0071] A-3：第2評価試験

第2評価試験では、突出量Hがそれぞれ異なる9種類のサンプルが準備された。9種類のサンプルの突出量Hは、それぞれ、 -0.2 mm 、 0 mm 、 0.2 mm 、 0.5 mm 、 1 mm 、 2 mm 、 3 mm 、 4 mm 、 5 mm である。これらのサンプルの突出量H以外の構成は、第1評価試験で用いたサンプルSB(180)と同じである。負の値の突出量Hは、絶縁体10の先端10Aが、主体金具50の先端50Aよりも後端側に位置することを意味する。

[0072] 第2評価試験では、第1評価試験と同様に、各サンプルについて、1秒間に20回の火花放電を発生させる放電試験を、間隙Gが初期値の 0.7 mm から 0.9 mm まで摩耗するまで実行した。その後、各サンプルについて、さらに、100回の放電を行い、100回の放電のうち、横飛火が発生した割合を、横飛火発生率（単位は%）としてカウントした。

[0073] 図5は、第2評価試験の評価結果を示すグラフである。図5のグラフでは、横軸を突出量Hとし、縦軸を横飛火発生率として、評価結果がプロットされている。突出量Hが、 0.5 mm 以上のサンプルの横飛火発生率は、20%以下であった。すなわち、突出量Hが、 0.5 mm 、 1 mm 、 2 mm 、 3 mm 、 4 mm 、 5 mm であるサンプルの横飛火発生率は、それぞれ、5%、4%、4%、10%、15%、20%であった。これに対して、突出量Hが、 0.5 mm より小さなサンプルの横飛火発生率は、40%以上であった。具体的には、突出量Hが、 -0.2 mm 、 0 mm 、 0.2 mm であるサンプルの横飛火発生率は、40%、55%、40%であった。第2評価試験によって、図2の突出量Hは、 0.5 mm 以上である場合には、より横飛火の発生を抑制できることが確認できた。

[0074] B. 第2実施形態

図6は、第2実施形態の点火プラグの先端近傍の拡大断面図である。第2実施形態の点火プラグは、第1実施形態の点火プラグ100の中心電極20

(図2)とは異なる中心電極20Bを備えている。第2実施形態の点火プラグのうち、中心電極20Bを除いた部分の構成は、第1実施形態の点火プラグ100の構成と同一である。

[0075] 中心電極20Bのうち、頭部23と鏑部24との構成は、第1実施形態の中心電極20と同一である。第2実施形態では、中心電極20Bのうち、脚部25Bの構成が、第1実施形態の中心電極20とは異なる。

[0076] 中心電極20Bの脚部25Bは、後端側の第1脚部26Bと、先端側の第2脚部27Bと、を備えている。第1脚部26Bの軸線は、頭部23および鏑部24の軸線と同様に、点火プラグの軸線AXaである。これに対して、第2脚部27Bの軸線は、軸線AXaとは異なる軸線AXbである。軸線AXbは、接地電極30の接地電極チップ39の軸線でもある。第1実施形態と同様に、主体金具50および絶縁体10の軸線AXaに対して、第2脚部27Bの軸線AXbは、第1方向D1にずれている。このために、第1実施形態と同様に、断面AAにおいて、最大クリアランスC1の位置(第1の位置P1)は、中心電極20Bの軸線AXbから見て第1方向D1とは反対側に位置している。すなわち、第1の位置P1は、接地電極30が位置する側(接地電極範囲ER内)に位置する。そして、最小クリアランスC2の位置(第2の位置P2)は、中心電極20Bの軸線AXbから見て第1方向D1に位置する。すなわち、第2の位置P2は、接地電極範囲ER外に位置する。この結果、第2実施形態の点火プラグも、第1実施形態の点火プラグ100と同様に、横飛火を抑制することができる。

[0077] C. 第3実施形態

図7は、第3実施形態の点火プラグの断面AAを示す図である。第3実施形態の点火プラグは、第1実施形態の点火プラグ100の中心電極20(図2)とは異なる中心電極20Cを備えている。第3実施形態の点火プラグのうち、中心電極20Cを除いた部分の構成は、第1実施形態の点火プラグ100の構成と同一である。図7の断面AAは、第1実施形態の点火プラグ100の断面AA(図3)と同様に、絶縁体10のうち、主体金具50の先端

50Aよりも先端側の部分を通り、軸線AXaと垂直な断面を示す。

[0078] 中心電極20Cは、第1実施形態の中心電極20の脚部25とは異なる脚部25Cを備える。中心電極20Cのその他の構成は、第1実施形態の中心電極20と同一である。図7に示すように、脚部25Cの軸線AXaと垂直な方向の断面は、円ではない。断面AAにおいて、脚部25Cの外周面20C_oは、円弧状の第1部分21_oと、直線状の第2部分22_oと、を含んでいる。軸線AXaから見て接地電極30側には、第2部分22_oが位置しており、軸線AXaから見て接地電極30とは反対側（第1方向D1側）は、第1部分21_oが位置している。軸線AXaから第2部分22_o上の点までの距離は、軸線AXaから第1部分21_o上の点までの距離よりも短い。このために、最大クリアランスC1の位置（第1の位置P1）は、第2部分22_oが位置する側に位置する。すなわち、第1の位置P1は、接地電極30が位置する側（接地電極範囲ER内）に位置する。そして、最小クリアランスC2の位置（第2の位置P2）は、接地電極30とは反対側（接地電極範囲ER外）に位置している。この結果、第3実施形態の点火プラグも、第1実施形態の点火プラグ100と同様に、横飛火を抑制することができる。

[0079] D. 変形例：

（1）上記各実施形態において、最小クリアランスC2は、0であっても良い。すなわち、例えば、第1実施形態において、脚部25は、第2の位置P2（P（0））において、絶縁体10（脚長部13）の内周面10_iと接触していても良い。

[0080] （2）上記各実施形態の中心電極20、20B、20Cは、チップを備えていても良いし、チップを備えていなくても良い。同様に、接地電極30は、チップを備えていても良いし、チップを備えていなくても良い。

[0081] （3）上記第1実施形態において、中心電極20の脚部25の軸線AXbを、点火プラグ100の軸線AXaに対してずらすことによって、最大クリアランスC1の位置と、最小クリアランスC2の位置と、を形成している。これに代えて、絶縁体10の厚さを、接地電極30側の位置において、接地電

極 30 とは反対側の位置よりも薄くすることによって、最大クリアランス C1 の位置と、最小クリアランス C2 の位置と、を形成しても良い。

[0082] (4) 上記各実施形態において、中心電極 20、20B、20C の構成を中心に説明してきたが、他の要素、例えば、主体金具 50、端子電極 40、接地電極 30 などの材質や寸法などは、様々に変更可能である。例えば、主体金具 50 の材質は、亜鉛やニッケルなどでめっきされた低炭素鋼でも良いし、これらのめっきがなされていない低炭素鋼でも良い。また、また、接地電極 30 は、中心電極の先端部分と軸線方向と垂直な方向に対向して、軸線方向と垂直な方向の火花ギャップを形成しても良い。

[0083] 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。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明は、点火プラグに好適に利用できる。

符号の説明

[0085] 5…ガスケット、6…線パッキン、8…板パッキン、9…タルク、10…絶縁体、12…軸孔、13…脚長部、15…縮外径部、16…縮内径部、17…先端側胴部、18…後端側胴部、19…鍔部、20、20B、20C…中心電極、20B…中心電極、21…中心電極本体、23…頭部、24…鍔部、25…脚部、25B…脚部、25C…脚部、26B…第1脚部、27B…第2脚部、29…中心電極チップ、30…接地電極、31…接地電極本体、39…接地電極チップ、40…端子電極、41…キャップ装着部、42…鍔部、43…脚部、50…主体金具、51…工具係合部、52…取付ネジ部、53…加締部、54…座部、56…段部、58…圧縮変形部、59…貫通孔、60…シール部材、70…抵抗体、80…シール部材、100…点火プラグ、311…自由端部、312…接続端部、G…間隙、H…突出量、C…

距離、P 1…第 1 の位置、C 1…最大クリアランス、P 2…第 2 の位置、C 2…最小クリアランス、C 3…最短距離、A A…断面、E R…接地電極範囲、A X a…軸線、A X b…軸線

請求の範囲

[請求項1]

軸線方向に延びる軸孔を有する筒状の絶縁体と、
前記軸線方向に延び、後端側が前記軸孔内に配置され、先端側が前記絶縁体より先端側に突出した中心電極と、
前記絶縁体の外周に配置される主体金具と、
前記主体金具の先端に接続された接続端部と、前記接続端部とは反対側で、前記中心電極との間に間隙を形成して対向する自由端部と、
を備える接地電極と、
を備える点火プラグであって、
前記絶縁体の先端は、前記主体金具の先端よりも先端側に位置し、
前記軸線と垂直な断面であって、前記接地電極と前記絶縁体とが含まれる断面において、
前記中心電極の外周面と前記絶縁体の内周面との間の距離が最大となる周方向の位置を第1の位置とし、
前記第1の位置とは異なる周方向の位置であり、前記中心電極の外周面と前記絶縁体の内周面との間の距離が最小となる周方向の位置を第2の位置とし、
前記中心電極の中心から前記接地電極に対して引かれた2本の接線の間の周方向の範囲であり、前記接地電極が位置する範囲を、接地電極範囲とすると、
前記第1の位置は、前記接地電極範囲内に位置し、
前記第2の位置は、前記接地電極範囲外に位置し、
前記接地電極の内周面と前記絶縁体の外周面との間の最短距離は、1 mm以下であることを特徴とする、点火プラグ。

[請求項2]

請求項1に記載の点火プラグであって、
前記絶縁体の先端と、前記主体金具の先端と、の間の前記軸線方向の距離は、0.5 mm以上であることを特徴とする、点火プラグ。

[請求項3]

請求項1または2に記載の点火プラグであって、

前記断面において、

前記第 1 の位置における前記絶縁体の内周面と前記中心電極の外周面との間の距離を、

第 1 の距離とし、

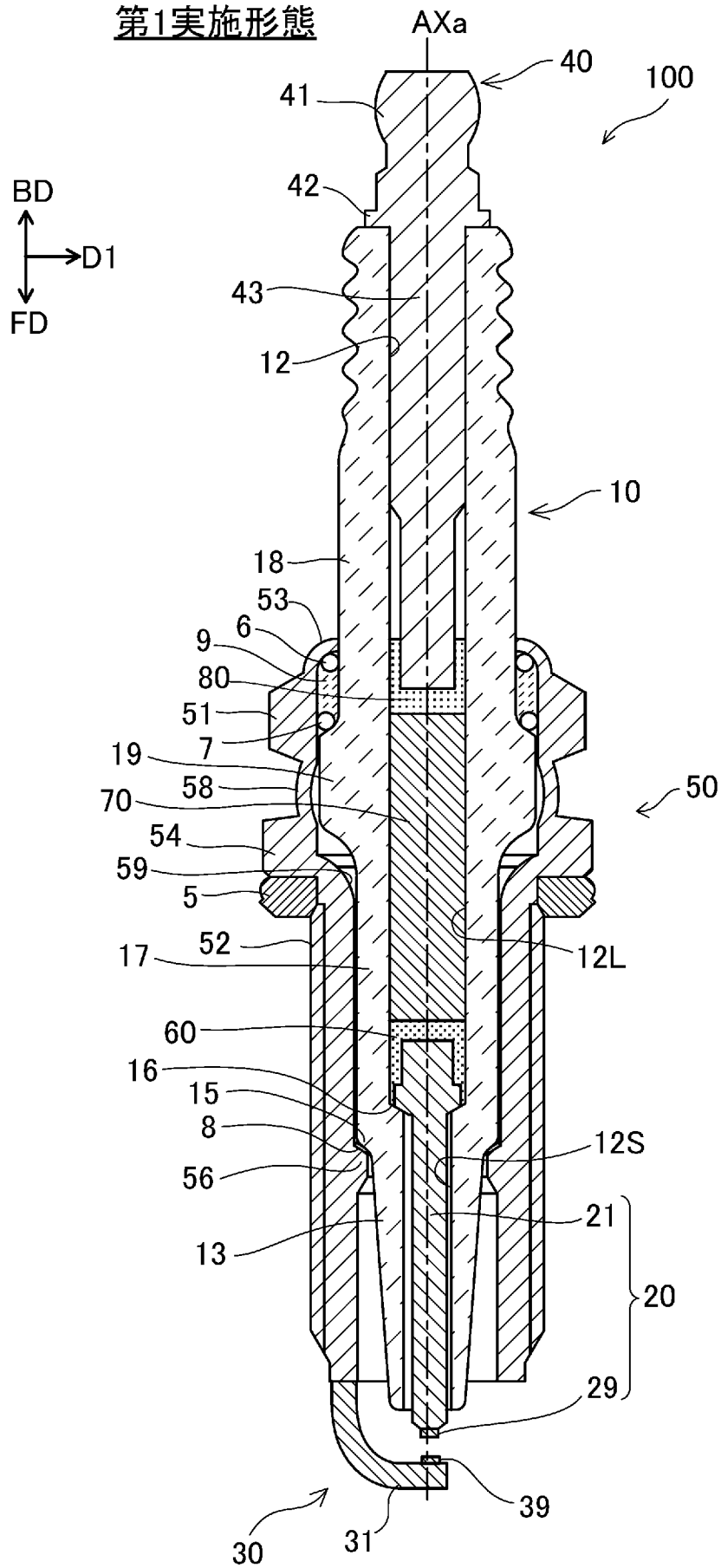
前記第 2 の位置における前記絶縁体の内周面と前記中心電極の外周面との間の距離を、

第 2 の距離とするとき、

前記第 1 の距離は前記第 2 の距離の 3 倍以上であることを特徴とする、点火プラグ。

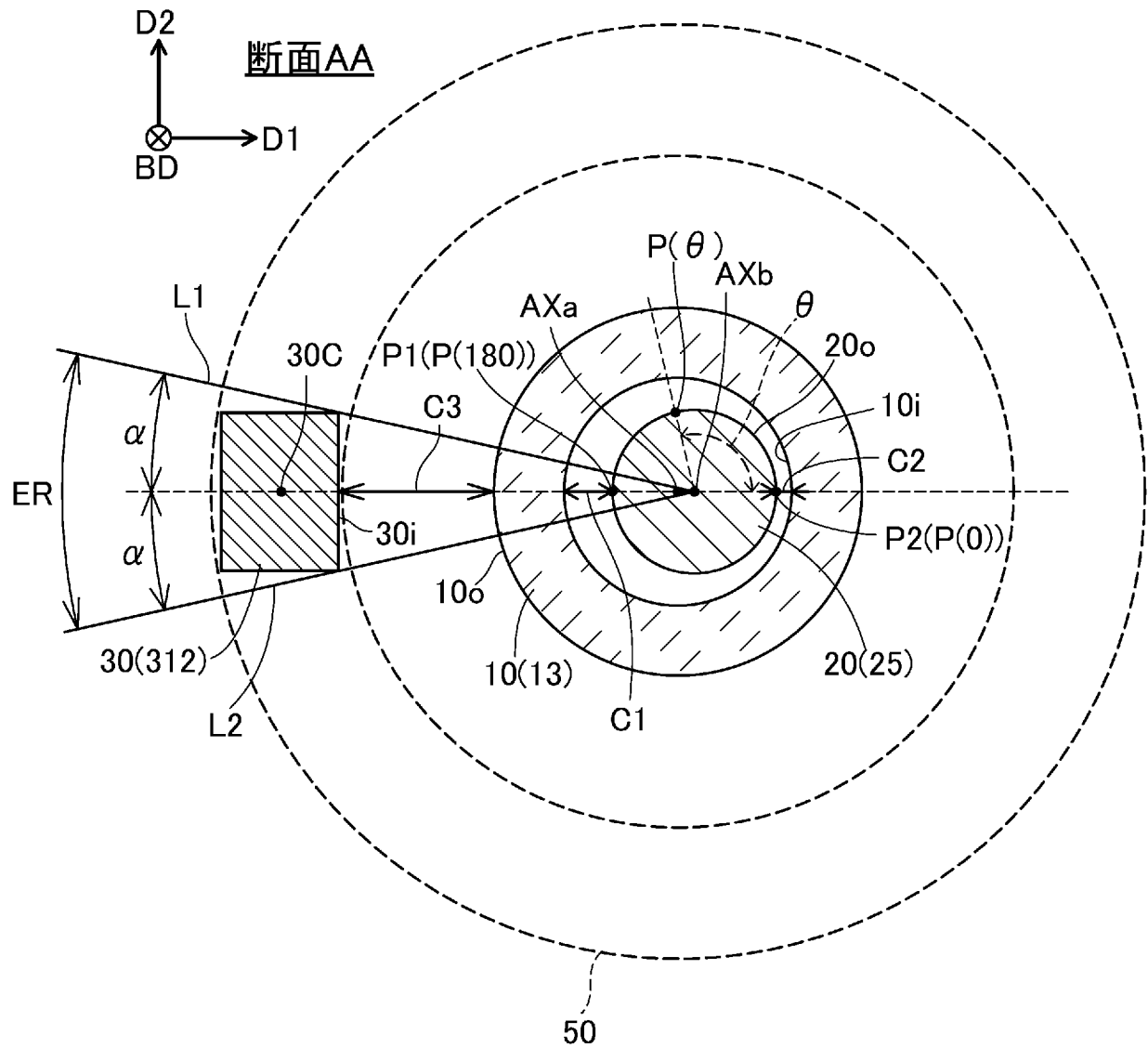
[図1]

第1実施形態

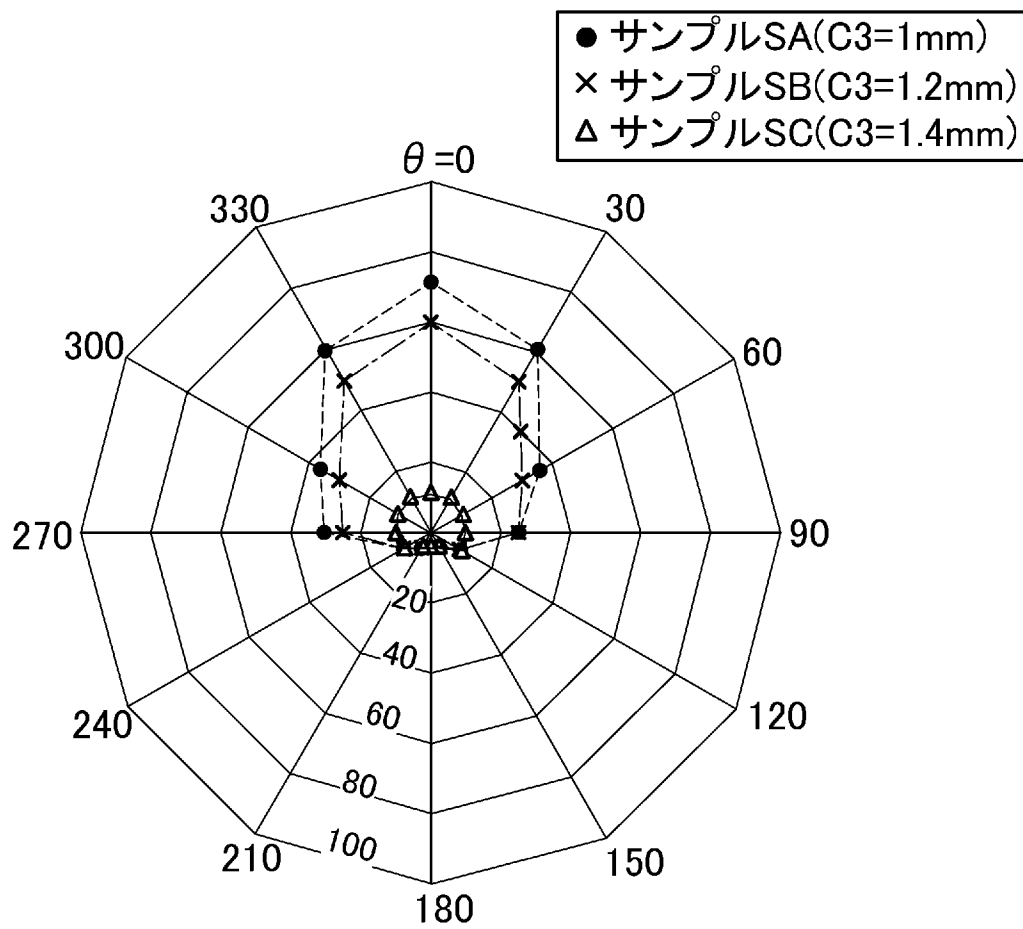


[図3]

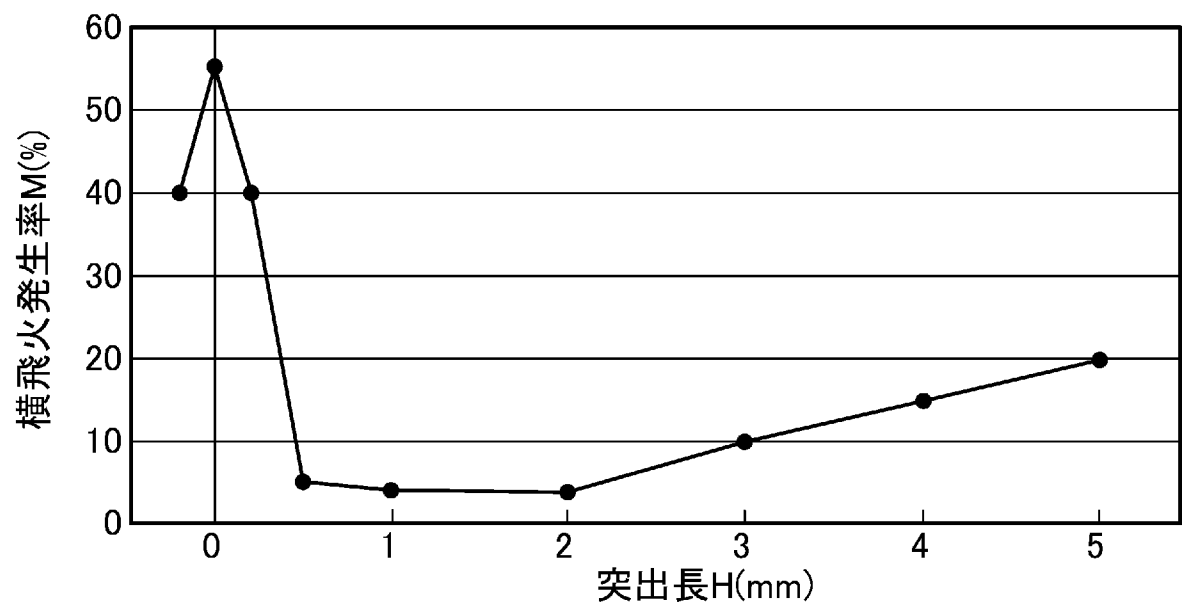
第1実施形態



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033608

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01T13/20 (2006.01) i, H01T13/34 (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. H01T13/20, H01T13/34

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
X	Microfilm of the specification and drawings	1, 3
Y	annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 27662/1984 (Laid-open No. 140391/1985) (TOYOTA MOTOR CORP.) 17 September 1985, description, page 4, line 2, to page 7, line 11, fig. 1-4 (Family: none)	2
Y	JP 2010-62160 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 18 March 2010, paragraph [0032], fig. 1, 2 & US 2010/0117507 A1, paragraph [0028], fig. 1, 2 & WO 2009/034989 A1 & EP 2190084 A1 & KR 10-2009-0125854 A & CN 101682174 A	2



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

“T” 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
11.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033608

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-34959 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 17 February 2011, paragraphs [0040]-[0059], [0076]- [0079], fig. 1, 2, 8 & CN 101944707 A	1-3
Y	JP 2013-55022 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 21 March 2013, paragraphs [0021]-[0025], fig. 2 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01T13/20(2006.01)i, H01T13/34(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. H01T13/20, H01T13/34

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	日本国実用新案登録出願 59-27662 号(日本国実用新案登録出願公開 60-140391 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) 1985.09.17, 明細書第 4 ページ第 2 行-第 7 ページ第 11 行, 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1, 3 2
Y	JP 2010-62160 A (日本特殊陶業株式会社) 2010.03.18, 段落[0032], 図 1-2 & US 2010/0117507 A1 段落[0028], 図 1-2 & WO 2009/034989 A1 & EP 2190084 A1 & KR 10-2009-0125854 A & CN 101682174 A	2

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

11.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

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)

太田 義典

3 T

6106

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

C (続き) . 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
Y	JP 2011-34959 A (日本特殊陶業株式会社) 2011.02.17, 段落 [0040]-[0059], [0076]-[0079], 図 1-2, 8 & CN 101944707 A	1-3
Y	JP 2013-55022 A (日本特殊陶業株式会社) 2013.03.21, 段落[0021] -[0025], 図 2 (ファミリーなし)	1-3