

(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2017-111982

(P2017-111982A)

(43) 公開日 平成29年6月22日(2017.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 T 13/32 (2006.01)	H O 1 T 13/32	5 G 0 5 9
H O 1 T 13/39 (2006.01)	H O 1 T 13/39	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-245619 (P2015-245619)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成27年12月16日 (2015.12.16)		日本特殊陶業株式会社
		(74) 代理人	110001058
			特許業務法人鳳国際特許事務所
		(72) 発明者	長谷川 征信
			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
		(72) 発明者	坂倉 靖
			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
		Fターム(参考)	5G059 AA04 CC01 EE04 EE11 EE15 EE24

(54) 【発明の名称】 点火プラグ

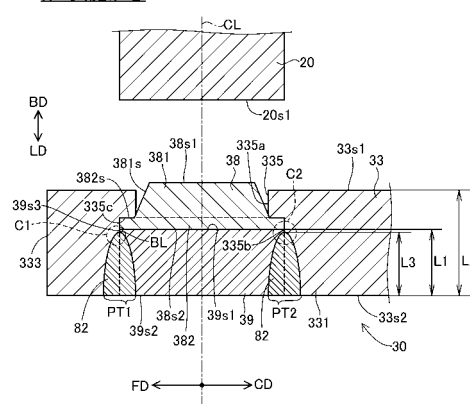
(57) 【要約】

【課題】接地電極母材からの接地電極チップの脱落を抑制する。

【解決手段】点火プラグは、中心電極と、第1面と第2面とを有すると共に第1面から第2面まで貫通する貫通孔を有する接地電極母材と、放電面と放電面の裏面である大径面とを有し、大径面を含む一部が貫通孔内に配置され、放電面が貫通孔から中心電極側に露出する接地電極チップと、大径面から放電面に向かう方向を第1方向とし、その反対方向を第2方向としたとき、貫通孔内における大径面より第2方向側の部分に配置される固定部材と、を備える。固定部材のうち貫通孔内に配置された部分の第1方向に沿った最大長さは、固定部材の中心軸を通り、かつ、第1方向に沿う断面において、接地電極母材と固定部材との境界における溶融部の第1方向の端から第2面までの第1方向の長さは、固定部材のうち貫通孔内に配置された部分の第1方向に沿った最大長さの50%以上である。

【選択図】 図2

第1実施形態



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

中心電極と、

前記中心電極に面する第 1 面と前記第 1 面の裏面である第 2 面とを有すると共に、前記第 1 面から前記第 2 面まで貫通し、前記第 2 面における第 2 の径が前記第 1 面における第 1 の径より大きな貫通孔を有する接地電極母材と、

前記中心電極との間に間隙を形成し、前記第 1 の径より小さな径を有する放電面と、前記第 1 の径より大きく、前記第 2 の径より小さな径を有すると共に、前記放電面の裏面である大径面と、を有し、前記大径面を含む一部が前記貫通孔内に配置され、前記放電面が前記貫通孔から前記中心電極側に露出する接地電極チップと、

10

前記大径面から前記放電面に向かう方向を第 1 方向とすると共に、その反対方向を第 2 方向としたとき、前記貫通孔内における前記大径面より前記第 2 方向側の部分に配置される固定部材と、

を備え、

前記貫通孔を形成する前記接地電極母材の内面と、前記固定部材の前記第 1 方向側の面と、によって前記接地電極チップが保持される点火プラグであって、

前記固定部材のうち前記貫通孔内に配置された部分の、前記第 1 方向に沿った最大長さは、前記接地電極母材の前記貫通孔が形成されている部分の前記第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上であり、

前記固定部材の中心軸を通り、かつ、前記第 1 方向に沿う断面において、前記接地電極母材と前記固定部材とを跨ぐように設けられた溶融部を有し、

20

前記断面において、前記接地電極母材と前記固定部材との境界における前記溶融部の第 1 方向側の端から、前記第 2 面までの前記第 1 方向に沿った長さは、前記固定部材のうち前記貫通孔内に配置された部分の、前記第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上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、

前記接地電極チップは、前記放電面を含むチップ本体と、前記チップ本体の径より大きな径を有し、前記チップ本体より前記第 2 方向側に位置し、前記大径面を含む鏝部と、を有し、

30

前記貫通孔は、前記放電面より大きく、かつ、前記鏝部より小さな径を有する小径部分と、前記小径部分より前記第 2 方向側に位置し、前記鏝部より大きな径を有する大径部分と、を含み、

前記接地電極母材には、前記貫通孔内における前記小径部分と前記大径部分との間に位置する段部が形成され、

前記鏝部の前記第 1 方向側の面は、前記段部によって支持されることを特徴とする、点火プラグ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の点火プラグであって、

前記鏝部の径に対する前記チップ本体の前記第 2 方向の端の径の比率は、76 % 以上、かつ、95 % 以下であることを特徴とする、点火プラグ。

40

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の点火プラグであって、

前記中心電極を保持する絶縁体と、

前記絶縁体の径方向の周囲に配置された主体金具と、

を有し、

前記接地電極母材は、前記主体金具に接続された端である接続端を有し、

前記接地電極チップの中心から前記接続端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置における前記溶融部は、前記接地電極チップに到達していることを特徴とする、点火プラグ。

50

【請求項 5】

請求項 4 に記載の点火プラグであって、

前記接地電極母材は、前記接続端とは反対側に、前記主体金具に接続されない端である自由端を有し、

前記接地電極チップの中心から前記自由端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置における前記溶融部は、前記接地電極チップに到達していないことを特徴とする、点火プラグ。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の点火プラグであって、

前記接地電極チップは、イリジウム、および、イリジウム合金のうちのいずれかであることを特徴とする、点火プラグ。

10

【発明の詳細な説明】

【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】

従来から、内燃機関に、点火プラグが用いられている。点火プラグは、間隙（ギャップ）を形成する接地電極を有している。接地電極には、例えば、接地電極母材と、接地電極母材に固定された貴金属製の接地電極チップと、を備える電極が利用されている。例えば、特許文献 1 には、接地電極母材の先端部に、チップ固定用の孔を設け、チップ固定用の孔内に接地電極チップを配置する技術が開示されている。この技術では、チップ固定用の孔において、接地電極チップの放電面とは反対側に固定部材を配置し、固定部材を接地電極母材に固定することによって、接地電極チップを接地電極母材に固定している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 62 - 268079 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、上記の技術では、固定部材を接地電極母材に固定する具体的な構成について、十分な工夫がされているとは言えなかった。このために、固定部材を接地電極母材に十分な強度で固定することができず、接地電極チップが接地電極母材から脱落する可能性があった。

【0005】

本明細書は、接地電極チップを接地電極母材に固定するための固定部材を備える点火プラグにおいて、固定部材が接地電極母材に固定される強度を向上して、接地電極母材からの接地電極チップの脱落を抑制する技術を開示する。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

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。

【0007】

[適用例 1] 中心電極と、

前記中心電極に面する第 1 面と前記第 1 面の裏面である第 2 面とを有すると共に、前記第 1 面から前記第 2 面まで貫通し、前記第 2 面における第 2 の径が前記第 1 面における第 1 の径より大きな貫通孔を有する接地電極母材と、

前記中心電極との間に間隙を形成し、前記第 1 の径より小さな径を有する放電面と、前記第 1 の径より大きく、前記第 2 の径より小さな径を有すると共に、前記放電面の裏面である大径面と、を有し、前記大径面を含む一部が前記貫通孔内に配置され、前記放電面が

50

前記貫通孔から前記中心電極側に露出する接地電極チップと、

前記大径面から前記放電面に向かう方向を第 1 方向とすると共に、その反対方向を第 2 方向としたとき、前記貫通孔内における前記大径面より前記第 2 方向側の部分に配置される固定部材と、

を備え、

前記貫通孔を形成する前記接地電極母材の内面と、前記固定部材の前記第 1 方向側の面と、によって前記接地電極チップが保持される点火プラグであって、

前記固定部材のうち前記貫通孔内に配置された部分の、前記第 1 方向に沿った最大長さは、前記接地電極母材の前記貫通孔が形成されている部分の前記第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上であり、

10

前記固定部材の中心軸を通り、かつ、前記第 1 方向に沿う断面において、前記接地電極母材と前記固定部材とを跨ぐように設けられた溶融部を有し、

前記断面において、前記接地電極母材と前記固定部材との境界における前記溶融部の第 1 方向側の端から、前記第 2 面までの前記第 1 方向に沿った長さは、前記固定部材のうち前記貫通孔内に配置された部分の、前記第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上であることを特徴とする点火プラグ。

【0008】

上記構成によれば、固定部材のうち貫通孔内に配置された部分の、第 1 方向に沿った最大長さは、接地電極母材の第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上であり、接地電極母材と固定部材との境界における溶融部の第 1 方向の端から、接地電極母材の第 2 面までの第 1 方向に沿った長さは、固定部材のうち貫通孔内に配置された部分の、第 1 方向に沿った最大長さの 50 % 以上である。この結果、溶融部の第 1 方向に沿った長さを十分に確保できるので、固定部材が接地電極母材に固定される強度を向上することができる。したがって、接地電極母材からの接地電極チップの脱落を抑制することができる。

20

【0009】

[適用例 2] 適用例 1 に記載の点火プラグであって、

前記接地電極チップは、前記放電面を含むチップ本体と、前記チップ本体の径より大きな径を有し、前記チップ本体より前記第 2 方向側に位置し、前記大径面を含む鍔部と、を有し、

前記貫通孔は、前記放電面より大きく、かつ、前記鍔部より小さな径を有する小径部分と、前記小径部分より前記第 2 方向側に位置し、前記鍔部より大きな径を有する大径部分と、を含み、

30

前記接地電極母材には、前記貫通孔内における前記小径部分と前記大径部分との間に位置する段部が形成され、

前記鍔部の前記第 1 方向側の面は、前記段部によって支持されることを特徴とする、点火プラグ。

【0010】

上記構成によれば、鍔部の第 1 方向側の面は、段部によって支持されるので、接地電極チップが接地電極母材に対して固定される強度を向上することができる。また、接地電極チップの放電面と中心電極との間に形成される間隙が、点火プラグの使用中等に変動することを抑制することができる。

40

【0011】

[適用例 3] 適用例 2 に記載の点火プラグであって、

前記鍔部の径に対する前記チップ本体の前記第 2 方向の端の径の比率は、76 % 以上、かつ、95 % 以下であることを特徴とする、点火プラグ。

【0012】

上記構成によれば、鍔部の径に対するチップ本体の第 2 方向の端の径の比率が、76 % 以上であることによって、放電面の径が確保できるので、耐消耗性を向上できる。一方、鍔部の径に対するチップ本体の第 2 方向の端の径の比率が、95 % 以下であることによって、鍔部の径方向の幅が確保できるので、接地電極チップが接地電極母材に対して固定さ

50

れる強度をより向上することができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 4] 適用例 1 から 3 のいずれか一項に記載の点火プラグであって、
前記中心電極を保持する絶縁体と、
前記絶縁体の径方向の周囲に配置された主体金具と、
を有し、
前記接地電極母材は、前記主体金具に接続された端である接続端を有し、
前記接地電極チップの中心から前記接続端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置
における前記溶融部は、前記接地電極チップに到達していることを特徴とする、点火プラグ。

10

【 0 0 1 4 】

接地電極母材の接続端側は、接続端が主体金具に接続されているので、熱引きが良い。
上記構成によれば、接続端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置における溶融部は、
接地電極チップに到達しているので、火花や火花によって着火される燃料ガスによって
高温になった接地電極チップから接地電極母材の接続端側への熱引きをさらに向上すること
ができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 5] 適用例 4 に記載の点火プラグであって、
前記接地電極母材は、前記接続端とは反対側に、前記主体金具に接続されない端である
自由端を有し、
前記接地電極チップの中心から前記自由端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置
における前記溶融部は、前記接地電極チップに到達していないことを特徴とする、点火プラグ。

20

【 0 0 1 6 】

接地電極母材の自由端側は、自由端が主体金具に接続されていないので、熱引きが悪く、
高温になりがちである。高温になりがちな自由端に近い溶融部が、接地電極チップに到達
していると、熱応力によって溶融部にクラックが発生しやすい。上記構成によれば、自
由端に向かう方向に延びる仮想線と交差する位置における溶融部は、接地電極チップに到達
していないので、熱応力によって溶融部にクラックが発生することを抑制できる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 6] 適用例 1 から 5 のいずれか一項に記載の点火プラグであって、
前記接地電極チップは、イリジウム、および、イリジウム合金のうちのいずれかである
ことを特徴とする、点火プラグ。

30

【 0 0 1 8 】

なお、本発明は、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等の態様で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の点火プラグの一例の断面図である。
【 図 2 】 第 1 実施形態の接地電極の先端部の近傍を拡大して示す部分断面図である。
【 図 3 】 先端側から後端方向を向いて見た接地電極の先端部の近傍の概略図である。
【 図 4 】 レーザ溶接前の接地電極の先端部の断面図である。
【 図 5 】 点火プラグの製造方法の一例を示すフローチャートである。
【 図 6 】 接地電極 30 の製造方法の説明図である。
【 図 7 】 第 2 実施形態の点火プラグの接地電極の先端部の近傍を拡大して示す部分断面図
である。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

A . 第 1 実施形態 :

50

A - 1 . 点火プラグの構成 :

図 1 は、第 1 実施形態の点火プラグの一例の断面図である。図示されたライン C L は、点火プラグ 1 0 0 の軸線 C L (中心軸 C L と呼ぶ) を示している。図示された断面は、軸線 C L を含む断面である。以下、軸線 C L と平行な方向を「軸線方向」とも呼ぶ。軸線 C L と平行な方向のうち、図 1 における下方向を先端方向 L D と呼び、上方向を後端方向 B D と呼ぶ。先端方向 L D は、後述する端子金具 4 0 から電極 2 0、3 0 に向かう方向である。また、軸線 C L を中心とし、軸線 C L と垂直な面上に位置する円の径方向を、単に「径方向」とも呼び、当該円の円周方向を、単に「周方向」とも呼ぶ。先端方向 L D の端を、単に、先端とも呼び、後端方向 B D の端を、単に、後端とも呼ぶ。

【 0 0 2 1 】

点火プラグ 1 0 0 は、絶縁体 1 0 と、中心電極 2 0 と、接地電極 3 0 と、端子金具 4 0 と、主体金具 5 0 と、導電性の第 1 シール部 6 0 と、抵抗体 7 0 と、導電性の第 2 シール部 8 0 と、第 1 パッキン 8 と、タルク 9 と、第 2 パッキン 6 と、第 3 パッキン 7 と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

絶縁体 1 0 は、軸線 C L に沿って延びて絶縁体 1 0 を貫通する貫通孔である軸孔 1 2 を有する略円筒状の部材である。絶縁体 1 0 は、アルミナを焼成して形成されている (他の絶縁材料も採用可能である)。絶縁体 1 0 は、後端方向 B D に向かって順番に並ぶ、脚部 1 3 と、第 1 縮外径部 1 5 と、第 1 胴部 1 7 と、鰐部 1 9 と、第 2 縮外径部 1 1 と、第 2 胴部 1 8 と、を有している。第 1 縮外径部 1 5 の外径は、先端方向 L D に向かって、徐々に小さくなる。絶縁体 1 0 の第 1 縮外径部 1 5 の近傍 (図 1 の例では、第 1 胴部 1 7) の内部には、先端方向 L D に向かって内径が徐々に小さくなる縮内径部 1 6 が形成されている。第 2 縮外径部 1 1 の外径は、後端方向 B D に向かって、徐々に小さくなる。

【 0 0 2 3 】

絶縁体 1 0 の軸孔 1 2 の先端側には、軸線 C L に沿って延びる棒状の中心電極 2 0 が挿入されている。中心電極 2 0 は、先端側から後端方向 B D に向かって順番に並ぶ、脚部 2 5 と、鰐部 2 4 と、頭部 2 3 と、を有している。脚部 2 5 の先端側の部分は、絶縁体 1 0 の先端側で、軸孔 1 2 の外に露出している。中心電極 2 0 の他の部分は、軸孔 1 2 内に配置されている。鰐部 2 4 の先端側の面は、絶縁体 1 0 の縮内径部 1 6 によって、支持されている。また、中心電極 2 0 は、電極母材 2 1 と、電極母材 2 1 の内部に埋設された芯材 2 2 と、を有している。電極母材 2 1 は、例えば、ニッケル (N i) またはニッケルを主成分として含む合金 (例えば、N C F 6 0 0、N C F 6 0 1) を用いて形成されている。ここで、「主成分」は、含有率が最も高い成分を意味している (以下、同様)。芯材 2 2 は、電極母材 2 1 よりも熱伝導率が高い材料 (例えば、銅を含む合金) で形成されている。

【 0 0 2 4 】

絶縁体 1 0 の軸孔 1 2 の後端側には、端子金具 4 0 が挿入されている。端子金具 4 0 は、導電材料 (例えば、低炭素鋼等の金属) を用いて形成されている。端子金具 4 0 は、先端方向 L D に向かって順番に並ぶ、キャップ装着部 4 1 と、鰐部 4 2 と、脚部 4 3 と、を有している。キャップ装着部 4 1 は、絶縁体 1 0 の後端側で、軸孔 1 2 の外に露出している。脚部 4 3 は、絶縁体 1 0 の軸孔 1 2 に挿入されている。

【 0 0 2 5 】

絶縁体 1 0 の軸孔 1 2 内において、端子金具 4 0 と中心電極 2 0 との間には、電気的なノイズを抑制するための、円柱状の抵抗体 7 0 が配置されている。抵抗体 7 0 と中心電極 2 0 との間は、導電性の第 1 シール部 6 0 が配置され、抵抗体 7 0 と端子金具 4 0 との間には、導電性の第 2 シール部 8 0 が配置されている。中心電極 2 0 と端子金具 4 0 とは、抵抗体 7 0 とシール部 6 0、8 0 とを介して、電氣的に接続される。シール部 6 0、8 0 を用いることによって、積層される部材 2 0、6 0、7 0、8 0、4 0 間の接触抵抗が安定し、中心電極 2 0 と端子金具 4 0 との間の電気抵抗値を安定させることができる。なお、抵抗体 7 0 は、例えば、主成分であるガラス粒子 (例えば、 B_2O_3 - SiO_2 系のガラ

10

20

30

40

50

ス)と、セラミック粒子(例えば、 TiO_2)と、導電性材料(例えば、 Mg)と、を用いて形成されている。シール部60、80は、例えば、抵抗体70と同様のガラス粒子と、金属粒子(例えば、 Cu)と、を用いて形成されている。

【0026】

主体金具50は、軸線CLに沿って延びて主体金具50を貫通する挿入孔59を有する略円筒状の部材である。主体金具50は、低炭素鋼材を用いて形成されている(他の導電材料(例えば、金属材料)も採用可能である)。主体金具50の挿入孔59には、絶縁体10が挿入されている。主体金具50は、絶縁体10の径方向の周囲に配置された状態で、絶縁体10に固定されている。主体金具50の先端側では、絶縁体10の先端側の端部(本実施形態では、脚部13の先端側の部分)が、挿入孔59の外に露出している。主体

10

【0027】

主体金具50は、後端方向BDに向かって順番に並ぶ、胴部55と、座部54と、変形部58と、工具係合部51と、加締部53と、を有している。座部54は、鏝状の部分である。胴部55の外周面には、内燃機関(例えば、ガソリンエンジン)の取付孔に螺合するためのネジ部52が形成されている。座部54とネジ部52との間には、金属板を折り曲げて形成された環状のガスケット5が嵌め込まれている。

【0028】

主体金具50は、変形部58よりも先端側に配置された、縮内径部56を有している。縮内径部56の内径は、先端方向LDに向かって、徐々に小さくなる。主体金具50の縮内径部56と、絶縁体10の第1縮外径部15と、の間には、第1パッキン8が挟まれている。第1パッキン8は、鉄製のOリングである(他の材料(例えば、銅等の金属材料)も採用可能である)。

20

【0029】

工具係合部51の形状は、点火プラグレンチが係合する形状(例えば、六角柱)である。工具係合部51の後端側には、加締部53が設けられている。加締部53は、絶縁体10の第2縮外径部11よりも後端側に配置され、主体金具50の後端側の端を形成する。加締部53は、径方向の内側に向かって屈曲されている。

【0030】

主体金具50の後端側では、主体金具50の内周面と、絶縁体10の外周面と、の間に、環状の空間SPが形成されている。本実施形態では、この空間SPは、主体金具50の加締部53および工具係合部51と、絶縁体10の第2縮外径部11および第2胴部18と、に囲まれた空間である。この空間SP内の後端側には、第2パッキン6が配置されている。この空間SP内の先端側には、第3パッキン7が配置されている。本実施形態では、これらのパッキン6、7は、鉄製のCリングである(他の材料も採用可能である)。空間SP内における2つのパッキン6、7の間には、タルク(滑石)9の粉末が充填されている。

30

【0031】

点火プラグ100の製造時には、加締部53が内側に折り曲がるように加締められる。そして、加締部53が先端側に押圧される。これにより、変形部58が変形し、パッキン6、7とタルク9とを介して、絶縁体10が、主体金具50内で、先端側に向けて押圧される。第1パッキン8は、第1縮外径部15と縮内径部56との間で押圧され、そして、主体金具50と絶縁体10との間をシールする。以上により、内燃機関の燃焼室内のガスが、主体金具50と絶縁体10との間を通過して外に漏れることが、抑制される。また、主体金具50が、絶縁体10に、固定される。

40

【0032】

接地電極30は、主体金具50の先端側の端に接合されている。接地電極30は、接地電極母材33と、接地電極チップ38と、固定部材39と、を有している。本実施形態では、接地電極母材33は、棒状の部材である。接地電極母材33の一端は、主体金具50

50

の先端側の端に、電氣的に導通するように、例えば、抵抗溶接によって、接続されている接続端 332 である。接地電極母材 33 の他端は、自由端 333 である。接地電極母材 33 は、主体金具 50 に接続された接続端 332 から先端方向 LD に向かって延び、軸線 CL に向かって曲がっている。そして、接地電極母材 33 は、軸線 CL と垂直な方向に延びて自由端 333 に至る。

【0033】

接地電極母材 33 のうち、軸線 CL と垂直な方向に延びる部分を先端部 331 と呼ぶ。先端部 331 には、接地電極チップ 38 と、固定部材 39 と、が固定されている。接地電極チップ 38 は、中心電極 20 の放電面 20s1 (先端側の表面) との間で間隙 (ギャップ) g を形成する。接地電極母材 33 は、例えば、Ni 又は Ni を主成分として含む合金 (例えば、NCF600、NCF601) を用いて形成されている。なお、接地電極母材 33 は、表面を形成する表面部と、表面部に埋設された芯部と、を含む二層構造を有していても良い。この場合には、表面部は、例えば、Ni 又は Ni を主成分として含む合金を用いて形成され、芯部は、表面部よりも熱伝導率が高い材料 (例えば、純銅) を用いて形成される。

【0034】

図 2 は、第 1 実施形態の接地電極 30 の先端部 331 の近傍を拡大して示す部分断面図である。この断面は、固定部材 39 の軸線 CL を通り、かつ、軸線方向に沿う断面である。図 3 は、先端側から後端方向 BD を向いて見た接地電極 30 の先端部 331 の近傍の概略図である。図 4 は、第 1 実施形態のレーザ溶接前の接地電極 30 の先端部 331 の断面図である。図 2 に示すように、上述した先端部 331 は、軸線 CL と垂直な方向に延びている。ここで、軸線 CL と垂直な方向であって、軸線 CL から自由端 333 に向かう方向を、自由端方向 FD と呼ぶ。また、軸線 CL と垂直な方向であって、自由端方向 FD とは反対方向、すなわち、軸線 CL から接続端 332 に向かう方向を、接続端方向 CD と呼ぶ。

【0035】

図 2、4 に示すように、接地電極母材 33 の先端部 331 は、後端側に位置する第 1 面 33s1、すなわち、中心電極 20 と面する第 1 面 33s1 と、第 1 面 33s1 の裏面である第 2 面 33s2、すなわち、先端側に位置する第 2 面 33s2 と、を有している。先端部 331 の中心電極 20 の放電面 20s1 と対向する位置には、第 1 面 33s1 から第 2 面 33s2 まで貫通する貫通孔 335 が形成されている。図 4 に示すように、貫通孔 335 は、第 1 の径 R1 を有する小径部分 335a と、小径部分 335a より先端側に位置し、第 1 の径 R1 より大きな第 2 の径 R2 を有する大径部分 335b と、を有している。そして、接地電極母材 33 には、貫通孔 335 内における小径部分 335a と大径部分 335b との間に位置する段部 335c が形成されている。このように、貫通孔 335 では、第 2 面 33s2 における第 2 の径 R2 (図 4) が、第 1 面 33s1 における第 1 の径 R1 (図 4) より大きい。

【0036】

図 2、図 4 に示すように、接地電極チップ 38 は、後端側の放電面 38s1 と、放電面 38s1 の裏面である (すなわち、先端側の面である) の大径面 38s2 と、を有している。大径面 38s2 から放電面 20s1 に向かう方向 (本実施形態では、後端方向 BD) を第 1 方向とも呼び、その反対方向 (本実施形態では、先端方向 LD) を第 2 方向とも呼ぶ。

【0037】

放電面 38s1 は、中心電極 20 の放電面 20s1 との間に、間隙 g を形成する面である。接地電極チップ 38 は、放電面 38s1 を含むチップ本体 381 と、大径面 38s2 を含み、チップ本体 381 より先端側に位置する鍔部 382 と、を有している。チップ本体 381 の径は、中心電極 20 に向かって、すなわち、先端側から後端側に向かって、径 R5 から径 R4 まで直線的に縮径している。すなわち、チップ本体 381 は、いわゆるテーパ状の外側面 381s を有する円錐台形状を有している。鍔部 382 の径は、チップ本

10

20

30

40

50

体 3 8 1 の先端の径 R 5 および後端の径 R 4 より大きい。電極チップの軸線 C L は、点火プラグ 1 0 0 の軸線 C L と同じである。この説明から解るように、大径面 3 8 s 2 の径 R 3 (図 4) は、放電面 3 8 s 1 の径 R 4 (チップ本体 3 8 1 の後端の径 R 4) より大きい。そして、放電面 3 8 s 1 の径 R 4 は、貫通孔 3 3 5 の第 1 面 3 3 s 1 における第 1 の径 R 1 (小径部分 3 3 5 a の径) より小さい。大径面 3 8 s 2 の径 R 3 は、貫通孔 3 3 5 の第 1 面 3 3 s 1 における第 1 の径 R 1 より大きく、第 2 面 3 3 s 2 における第 2 の径 R 2 (大径部分 3 3 5 b の径 R 2) より僅かに小さい。

【 0 0 3 8 】

ここで、鍔部 3 8 2 の後端の径 (放電面 3 8 s 1 側の径) を R 7 とする。なお、本実施形態では、鍔部 3 8 2 は、軸線方向に沿った位置によって径が変化しない円柱形状を有している。10
鍔部 3 8 2 の後端の径 R 7 は、鍔部 3 8 2 の先端の径 R 3 (大径面 3 8 s 2 の径 R 3) と、等しい。鍔部 3 8 2 の径 R 7 に対するチップ本体 3 8 1 の先端の径 R 5 の比率は、7 6 % 以上、かつ、9 6 % 以下である。図 2、図 4 の例では、径 R 7 に対するチップ本体 3 8 1 の先端の径 R 5 の比率は、約 8 0 % である。チップ本体 3 8 1 の先端の径 R 5 は、貫通孔 3 3 5 の小径部分 3 3 5 a の径 R 1 と、ほぼ等しい。

【 0 0 3 9 】

接地電極チップ 3 8 は、火花消耗性に優れた貴金属を主成分として含む合金を用いて、形成されている。本実施形態では、主成分となる貴金属は、イリジウム (I r) である。20
なお、I r は、貴金属の中でも融点が高く、そして、耐火花消耗性に優れている。従って、I r、または、I r を主成分とするイリジウム合金を用いて、接地電極チップ 3 8 を形成することが好ましい。

【 0 0 4 0 】

図 2 に示すように、接地電極チップ 3 8 のうち、大径面 3 8 s 2 を含む一部は、貫通孔 3 3 5 内に配置され、放電面 2 0 s 1 は、貫通孔 3 3 5 から中心電極 2 0 側に露出している。具体的には、接地電極チップ 3 8 の鍔部 3 8 2 の全体は、貫通孔 3 3 5 の大径部分 3 3 5 b 内の後端側に位置し、チップ本体 3 8 1 の先端側の大部分は、貫通孔 3 3 5 の小径部分 3 3 5 a 内に位置している。そして、チップ本体 3 8 1 の放電面 3 8 s 1 を含む後端側の一部は、貫通孔 3 3 5 から後端側に突出している。鍔部 3 8 2 の後端面 3 8 2 s は、貫通孔 3 3 5 内の段部 3 3 5 c に当接しており、段部 3 3 5 c によって後端側から支持されている。30

【 0 0 4 1 】

図 2、図 4 に示すように、固定部材 3 9 は、略円柱状の外形を有している。接地電極チップ 3 8、貫通孔 3 3 5、固定部材 3 9 の軸線 C L は、点火プラグ 1 0 0 の軸線 C L と同じである。固定部材 3 9 は、貫通孔 3 3 5 の大径部分 3 3 5 b 内において、接地電極チップ 3 8 の大径面 3 8 s 2 より先端側の部分に配置されている。固定部材 3 9 の後端面 3 9 s 1 は、接地電極チップ 3 8 の大径面 3 8 s 2 に当接している。すなわち、固定部材 3 9 は、接地電極チップ 3 8 (鍔部 3 8 2) を先端側から支持している。固定部材 3 9 の先端面 3 9 s 2 は、接地電極母材 3 3 の第 2 面 3 3 s 2 と、ほぼ同じ平面上に位置している。なお、レーザ溶接前の固定部材 3 9 の径 R 6 は、貫通孔 3 3 5 の大径部分 3 3 5 b の径 R 2 と、ほぼ同じである。40

【 0 0 4 2 】

以上の説明から解るように、接地電極チップ 3 8 は、貫通孔 3 3 5 を形成する接地電極母材 3 3 の内面と、固定部材 3 9 の後端側の面と、によって保持されている。

【 0 0 4 3 】

図 2 に示すように、固定部材 3 9 のうち、貫通孔 3 3 5 内に配置された部分の軸線方向に沿った最大長さ L 1 は、接地電極母材 3 3 の貫通孔 3 3 5 が形成されている部分 (すなわち、先端部 3 3 1) の軸線方向に沿った最大長さ L 2 の 5 0 % 以上である。図 2 の例では、最大長さ L 1 は、最大長さ L 2 の約 6 0 % である。なお、最大長さ L 1 は、最大長さ L 2 の 6 0 % 以上であることが、より好ましく、7 0 % 以上であることが、さらに、好ましい。最大長さ L 2 に対する最大長さ L 1 の比率が高いほど、固定部材 3 9 の接合強度を50

向上することができる。なお、最大長さ L_1 は、必ず最大長さ L_2 の100%未満であり、接地電極チップ38の厚みを考慮すれば、最大長さ L_2 の90%未満である。

【0044】

図2の例では、固定部材39のほぼ全体が、貫通孔335内に配置されているので、最大長さ L_1 は、固定部材39の軸線方向に沿った長さにほぼ等しい。仮に、固定部材39の一部分が、第2面33s2より先端側に突出している場合には、固定部材39のうち、当該突出した部分を除いた部分の軸線方向に沿った最大長さが、最大長さ L_1 とされる。最大長さ L_1 は、固定部材39の後端から、接地電極母材33の先端部331の第2面33s2までの軸線方向に沿った最大長さ（距離）ということもできる。

【0045】

接地電極母材33の貫通孔335が形成されている部分（すなわち、先端部331）の軸線方向に沿った最大長さ L_2 は、先端部331の第1面33s1から第2面33s2までの軸線方向に沿った最大長さ（距離）ということもできる。

【0046】

図3に示すように、固定部材39の外側面39s3と、貫通孔335の大径部分335bを形成する接地電極母材33の内側面と、の境界 BL には、全周に亘って、溶融部82が形成されている。図3において、ハッチングされた部分は、溶融部82のうち、接地電極母材33の第2面33s2に露出している部分である。溶融部82は、接地電極母材33の第2面33s2に対して垂直に、レーザを照射することによって形成されている。

【0047】

図2に示すように、溶融部82は、図2の断面において、固定部材39の外側面39s3と、貫通孔335の大径部分335bを形成する接地電極母材33の内側面と、の境界 BL を跨ぐように設けられている。

【0048】

溶融部82は、互いに溶融した、接地電極母材33の成分と、固定部材39の成分と、を含む部分である。接地電極母材33と、固定部材39と、は、溶融部82を介して接合されている。したがって、溶融部82は、接地電極母材33と固定部材39とを接合する接合部とも言うこともでき、接地電極母材33と固定部材39とを接合するビードとも言うことができる。

【0049】

また、溶融部82は、接地電極母材33と固定部材39とが、同じ材料（例えば、NCF600）で形成されていたとしても、高温で溶融されて形成されていることによって、溶融部82は、接地電極母材33や固定部材39とは、例えば、粒径等の微細な構造が異なっている。このために、例えば、接地電極30を切断して、図2の断面を露出させて、当該断面にエッチング処理を施した後に観察することで、接地電極母材33と固定部材39と溶融部82との境界は明確に特定することができる。

【0050】

図2の断面において、溶融部82の軸線方向に沿った長さ（深さ） L_3 は、固定部材39のうち、貫通孔335内に配置された部分の軸線方向に沿った最大長さ L_1 の50%以上である。ここで、溶融部82の軸線方向に沿った長さ（深さ） L_3 は、接地電極母材33と固定部材39との境界 BL における溶融部82の後端端から、接地電極母材33の先端部331の第2面33s2までの軸線方向に沿った長さ、と定義できる。

【0051】

図2に波線の円 C_1 、 C_2 で囲んだ部分から解るように、図2の例では、接地電極母材33と固定部材39との境界 BL は、僅かしか残っていない。溶融部82の軸線方向に沿った長さ L_3 は、固定部材39の上述した最大長さ L_1 の約95%である。なお、長さ L_3 は、最大長さ L_1 の70%以上であることが、より好ましく、80%以上であることが、さらに、好ましく、90%以上であることが特に好ましい。最大長さ L_1 に対する長さ L_3 の比率が高いほど、固定部材39の接合強度を向上することができる。なお、第1実施形態では、波線の円 C_1 、 C_2 で囲んだ部分から解るように、溶融部82は、固定部材

10

20

30

40

50

39と接地電極母材33との境界BLの全周に亘って、接地電極チップ38の鍔部382に到達していない。すなわち、溶融部82の後端は、全周に亘って、接地電極チップ38の大径面38s2より先端側に位置している。換言すれば、最大長さL1に対する長さL3の比率は、100%未満である。

【0052】

以上説明した第1実施形態の点火プラグ100によれば、固定部材39のうち、貫通孔335内に配置された部分の軸線方向に沿った最大長さL1は、接地電極母材33の貫通孔335が形成されている部分の軸線方向に沿った最大長さL2の50%以上であり、かつ、接地電極母材33と固定部材39との境界BLにおける溶融部82の後端側の端から、接地電極母材33の先端部331の第2面33s2までの軸線方向に沿った長さL3は、固定部材39のうち、貫通孔335内に配置された部分の軸線方向に沿った最大長さL1の50%以上である。この結果、溶融部82の軸線方向に沿った長さを十分に確保できるので、固定部材39が接地電極母材33に固定される強度を向上することができる。特に、固定部材39が位置する点火プラグ100の先端は、燃焼室内の高温となる部分に最も近いために、点火プラグ100の使用時には極めて高温となるので、溶融部82や固定部材39が損傷を受けやすい。第1実施形態の点火プラグ100では、溶融部82の軸線方向に沿った長さを十分に確保することで、特に、高温環境下での強度を向上することができる。

【0053】

さらには、接地電極チップ38の鍔部382の後端面382sは、貫通孔335内の段部335cによって支持されている。この結果、鍔部382の後端面382sと段部335cとが面で接触するので、接地電極チップ38が接地電極母材33に対して固定される強度を向上することができる。また、接地電極チップ38の放電面38s1と中心電極20の放電面20s1との間に形成される間隙（ギャップ）が、点火プラグ100の使用中に変動することを抑制することができる。

【0054】

さらに、鍔部382の径R7に対するチップ本体381の先端の径R5の比率（ $R5/R7$ ）は、76%以上、かつ、95%以下である。これによって、点火プラグ100の耐消耗性を向上できるとともに、接地電極チップ38が接地電極母材33に対して固定される強度をより向上することができる。具体的には、比率（ $R5/R7$ ）が76%以上であることによって、放電面20s1の径R4が過度に小さくなることを抑制して、放電面20s1の径R4を確保できるので、点火プラグ100の耐消耗性を向上できる。また、比率（ $R5/R7$ ）が95%以下であることによって、鍔部382の径方向の幅（鍔部382の後端面382sの幅）を確保できるので、接地電極チップ38が接地電極母材33に対して固定される強度をより向上することができる。

【0055】

さらに、第1実施形態の点火プラグ100では、接地電極チップ38は、イリジウム、および、イリジウム合金のうちのいずれかである。このように、高温環境下で使用されるイリジウムやイリジウム合金が用いられる点火プラグ100において、接地電極チップ38が接地電極母材33に対して固定される強度をより向上することができる。

【0056】

A-2. 点火プラグの製造方法：

図5は、点火プラグの製造方法の一例を示すフローチャートである。図6は、接地電極30の製造方法の説明図である。ステップS120では、組立体が形成される。組立体は、図1に示す点火プラグ100の製造工程のうち、接地電極30の接地電極母材33の屈曲と、接地電極母材33上への接地電極チップ38と固定部材39との取り付けを行う前の状態のものである。図5のステップS120を示す箱の中には、組立体100xの中心電極20の近傍を示す部分断面図が示されている。組立体100xは、絶縁体10と、絶縁体10に固定された主体金具50と、絶縁体10の軸孔12に挿入された中心電極20と、を有している。また、主体金具50には、直線状の接地電極母材33xが、曲げる前

の接地電極母材 33 として、接合されている。組立体 100x を形成する方法としては、公知の種々の方法を採用可能であり、詳細な説明を省略する。

【0057】

ステップ S130 では、接地電極 30 の接地電極母材 33x に、貫通孔 335 が形成される。貫通孔 335 の形状は、図 4 を参照して説明した通りである。貫通孔 335 は、曲げる前の接地電極母材 33x に、例えば、ドリル等の切削工具を用いて、形成される。

【0058】

ステップ S140 では、図 6 (A) に示すように、形成済の貫通孔 335 内に、接地電極チップ 38 と固定部材 39 とが、この順序で、貫通孔 335 の先端側 (図 6 (A) の上側) から、配置される。このとき、貫通孔 335 より後端側 (図 6 (A) の下側) に、接地電極チップ 38 のチップ本体 381 が突出するので、接地電極母材 33x は、凹部 HL が形成された支持台 ST 上に配置された状態で、接地電極チップ 38 と固定部材 39 の配置が行われる。

10

【0059】

S150 では、ハンドプレス HP によって、固定部材 39 の先端面 39s2 が後端方向 BD に向かってプレスされる。これによって、固定部材 39 の後端面 39s1 と、貫通孔 335 内の段部 335c とによって、鍔部 382 が挟持される位置まで、固定部材 39 が後端方向 BD に押し込まれる。この位置まで固定部材 39 が押し込まれた状態で、固定部材 39 の先端面 39s2 は、接地電極母材 33 の先端部 331 の第 2 面より先端側に僅か (例えば、0.1 mm) だけ突出した状態になるように、固定部材 39 の軸線方向に沿った長さが決められている。これにより、ハンドプレス HP によって、固定部材 39 を所定の位置まで精度良く押し込むことができる。

20

【0060】

ステップ S160 では、固定部材 39 と接地電極母材 33 とがレーザ溶接によって接合される。図 6 (B) の矢印 LZ は、レーザ溶接のためのレーザの照射を概念的に示している。レーザ LZ は、貫通孔 335 の内側面と固定部材 39 の外側面 39s3 との境界 BL 上に、接地電極母材 33 の第 2 面 33s2 に対して垂直に照射される。なお、レーザ LZ の照射は、図 3 に示すように、接地電極母材 33 と固定部材 39 との境界 BL の全周に亘って行われる。例えば、レーザ LZ が、24 カ所に、12 Hz の速度で照射されることで、境界 BL の全周に亘って、溶融部 82 が形成される。この結果、図 2、図 3 の溶融部 82 が形成される。

30

【0061】

ステップ S170 では、接地電極母材 33x が曲げられて、間隙 g が形成される。すなわち、図 2 に示すように、中心電極 20 の放電面 20s1 と、接地電極チップ 38 の放電面 38s1 とが、互いに対向するように、接地電極母材 33x が中心電極 20 に向かって曲げられる。

【0062】

A - 3 . 評価試験 :

A - 3 - 1 . 第 1 評価試験

点火プラグ 100 のサンプルを用いて評価試験が行われた。第 1 評価試験では、表 1 に示すように、6 種類の点火プラグのサンプル 1 ~ 6 が作製された。このサンプルでは、接地電極チップ 38 を取り付けず、接地電極母材 33 に固定部材 39 だけが溶接された。各サンプルに共通な寸法は、以下の通りである。

40

鍔部 382 の軸線方向の長さ L5 : 0.2 mm

固定部材 39 の外径 R6 : 3.3 mm

接地電極母材 33 の第 1 面 33s1 から第 2 面 33s2 までの長さ L2 : 1.5 mm

固定部材 39 の材質 : NCF600

接地電極母材 33 の材質 : NCF600

【0063】

【表 1】

番号	1	2	3	4	5	6
L1(mm)	1.2	1.1	1	0.9	0.75	0.6
L1/L2(%)	80	73.3	66.7	60	50	40
高温強度	A	A	A	A	A	B

【0064】

6種類のサンプル1～6では、固定部材39の軸線方向に沿った長さ、貫通孔335の大径部分335bの軸線方向に沿った長さとは、それぞれ、1.2mm、1.1mm、1mm、0.9mm、0.75mm、0.6mmとされた。これによって、6種類のサンプル1～6では、表1に示すように、固定部材39のうち、貫通孔335内に配置された部分の軸線方向に沿った最大長さL1が、それぞれ、1.2mm、1.1mm、1mm、0.9mm、0.75mm、0.6mmとされた。なお、溶融部82の軸線方向に沿った長さL3は、長さL1の50%に調整された。

10

【0065】

6種類のサンプル1～6では、上記のように、最大長さL1が調整されることで、長さL2に対する長さL1の比率(L1/L2)が、それぞれ、80%、73.3%、66.7%、60%、50%、40%に調整されている。

【0066】

サンプル1～6について、高温強度試験を行った。高温強度試験では、各サンプルの固定部材39の近傍が、高周波加熱装置を用いて摂氏1050度まで加熱された。そして、加熱された状態で、金属棒を用いて、固定部材39の後端面39s1に対して、先端方向LDに向かって1000N(ニュートン)の荷重を負荷した。

20

【0067】

その後、各サンプルを接地電極母材33の第2面33s2側から観察して、溶融部82に破断が生じているか否かが確認された。溶融部82の破断が生じているサンプルの評価を「B」とし、溶融部82の破断が生じていないサンプルの評価を「A」とした。

【0068】

評価の結果は、表1に示すとおりである。長さL2に対する長さL1の比率(L1/L2)が、50%未満であるサンプル、すなわち、(L1/L2)が40%であるサンプル6の評価は、「B」であった。(L1/L2)が、50%以上であるサンプル、すなわち、(L1/L2)が50%、60%、66.7%、73.3%、80%であるサンプル1～5の評価は、「A」であった。(L1/L2)を50%以上とすることによって、固定部材39と接地電極母材33との境界BLの軸線方向の長さを長くすることができ、これによって溶融部82の軸線方向の長さを長くすることができる。これによって、接地電極母材33に対して固定部材39が接合される強度を向上することができるためであると考えられる。

30

【0069】

A-3-2. 第2評価試験

第2評価試験では、表2に示すように、第1評価試験のサンプル4(L1=0.9mm)について、溶融部82の軸線方向に沿った長さL3を変更することで、5種類の点火プラグのサンプル7～11が作製された。

40

【0070】

【表 2】

番号	7	8	9	10	11
L3(mm)	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9
L3/L1(%)	33.3	50	66.7	83.3	100
曲げ強度	B	A	A	A	A

【0071】

50

表 2 に示すように、5 種類のサンプル 7 ~ 11 では、溶融部 82 の軸線方向に沿った長さ L3 は、0.3 mm、0.45 mm、0.6 mm、0.75 mm、0.9 mm とされた。これによって、5 種類のサンプル 7 ~ 11 では、長さ L1 に対する長さ L3 の比率 ($L3/L1$) が、それぞれ、33.3%、50%、66.7%、83.3%、100% に調整されている。これらのサンプルの他の部分の構成は、第 1 評価試験のサンプル 4 と同じである。

【0072】

サンプル 7 ~ 11 について、接地電極母材 33 の先端部 331 の第 2 面 33s2 が凸状に曲率 $R = 2.0$ mm で曲がるように、接地電極母材 33 を曲げる曲げ試験を行った。この曲げ試験は、常温で行われた。

10

【0073】

その後、各サンプルを接地電極母材 33 の第 2 面 33s2 側から観察して、溶融部 82 に破断が生じているか否かが確認された。溶融部 82 の破断が生じているサンプルの評価を「B」とし、溶融部 82 の破断が生じていないサンプルの評価を「A」とした。

【0074】

評価の結果は、表 2 に示すとおりである。長さ L1 に対する長さ L3 の比率 ($L3/L1$) が、50% 未満であるサンプル、すなわち、($L3/L1$) が 33.3% であるサンプル 7 の評価は、「B」であった。($L3/L1$) が、50% 以上であるサンプル、すなわち、($L3/L1$) が 50%、66.7%、83.3%、100% であるサンプル 8 ~ 11 の評価は、「A」であった。($L3/L1$) を 50% 以上とすることによって、溶融部 82 の軸線方向の長さを長くすることができる。これによって、接地電極母材 33 に対して固定部材 39 が接合される強度を向上することができるためであると考えられる。

20

【0075】

第 1 評価試験と第 2 評価試験から、固定部材 39 のうち貫通孔 335 内に配置された部分の、軸線方向に沿った最大長さ L1 は、接地電極母材 33 の先端部 331 の軸線方向に沿った最大長さ L2 の 50% 以上であり、かつ、接地電極母材 33 と固定部材 39 との境界における溶融部 82 の後端から、接地電極母材 33 の第 2 面 33s2 までの軸線方向に沿った長さ L3 は、固定部材 39 のうち、貫通孔 335 内に配置された部分の、軸線方向に沿った最大長さ L1 の 50% 以上であることが、強度向上の観点から好ましいことが確認できた。

30

【0076】

A-3-3. 第 3 評価試験

第 3 評価試験では、鐳部 382 の径 R7 が共通の値 3.3 mm であり、表 3 に示すように、チップ本体 381 の先端の径 R5 が、それぞれ、2 mm、2.3 mm、2.5 mm、2.7 mm、2.9 mm、3.15 mm、3.2 mm とされた 7 種類の接地電極チップ 38 のサンプル 12 ~ 18 が作製された。なお、チップ本体 381 の軸線方向に沿った長さは、各サンプルで共通の値 0.4 mm とされた。

【0077】

7 種類のサンプル 12 ~ 18 では、上記のように、チップ本体 381 の先端の径 R5 が調整されることで、鐳部 382 の径 R7 に対するチップ本体 381 の先端の径 R5 の比率 ($R5/R7$) が、それぞれ、61%、70%、76%、82%、88%、95%、97% に調整されている。

40

【0078】

【表 3】

番号	12	13	14	15	16	17	18
R5(mm)	2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.15	3.2
R5/R7(%)	61	70	76	82	88	95	97
強度	A	A	A	A	A	A	B
耐消耗性	B	B	A	A	A	A	A

【0079】

50

これらの接地電極チップ 38 のサンプル 12 ~ 18 について、強度試験と、耐消耗性試験と、がそれぞれ行われた。

【0080】

強度試験では、接地電極チップ 38 の各サンプルを、対応する形状の貫通孔 335 が形成された接地電極母材 33 に嵌合させた状態で、金属棒を用いて、各サンプル（接地電極チップ 38）の大径面 38s2 に対して、後端方向 BD に向かって 150 N（ニュートン）の荷重を負荷した。

【0081】

当該荷重を負荷した結果、鍔部 382 に破断が生じたサンプルの評価を「B」とし、鍔部 382 に破断が生じないサンプルの評価を「A」とした。

10

【0082】

評価の結果は、表 3 に示すとおりである。鍔部 382 の径 R7 に対するチップ本体 381 の先端の径 R5 の比率（ $R5 / R7$ ）が、95%より大きいサンプル、すなわち、（ $R5 / R7$ ）が 97%であるサンプル 18 の評価は、「B」であった。（ $R5 / R7$ ）が、95%以下であるサンプル、すなわち、（ $R5 / R7$ ）が 61%、70%、76%、82%、88%、95%であるサンプル 12 ~ 17 の評価は、「A」であった。（ $R5 / R7$ ）を 95%以下とすることによって、鍔部 382 が破断して接地電極チップ 38 が脱落することを抑制して、接地電極母材 33 に対して接地電極チップ 38 が固定される強度を向上することができるためであると考えられる。

【0083】

20

耐消耗性試験では、接地電極チップ 38 の各サンプルを用いて、点火プラグ 100 を組み立てた。そして、気圧 0.6 MPa の窒素ガス雰囲気内のチャンバにて、各サンプルの点火プラグを 1 秒間に 60 回の頻度で点火する試験が、500 時間に亘って実施された。なお、各サンプルでは、初期のギャップは、0.3 mm とされた。

【0084】

試験後に、接地電極チップ 38 の各サンプルにおいて、初期の放電面 38s1 の全体が消耗のために残存していないサンプルの評価を「B」とし、初期の放電面 38s1 の少なくとも一部が消耗せずに残存しているサンプルの評価を「A」とした。

【0085】

30

評価の結果は、表 3 に示すとおりである。（ $R5 / R7$ ）が、76%未満であるサンプル、すなわち、（ $R5 / R7$ ）が 61%、70%であるサンプル 12、13 の評価は、「B」であった。（ $R5 / R7$ ）が、76%以上であるサンプル、すなわち、（ $R5 / R7$ ）が 76%、82%、88%、95%、97%であるサンプル 14 ~ 18 の評価は、「A」であった。（ $R5 / R7$ ）を 76%以上とすることによって、放電面 38s1 の径が過度に小さくなることを抑制して、対消耗性を向上できるためであると考えられる。

【0086】

第 3 評価試験から、鍔部 382 の径 R7 に対するチップ本体 381 の後端の径 R5 の比率は、76%以上、かつ、95%以下であることが強度向上と耐消耗性向上の観点から好ましいことが確認できた。

【0087】

40

B. 第 2 実施形態

図 7 は、第 2 実施形態の点火プラグの接地電極 30b の先端部 331b の近傍を拡大して示す部分断面図である。図 7 の部分断面図は、図 2 と同様に、固定部材 39 の軸線 CL を通り、かつ、軸線方向に沿う断面である。第 1 実施形態では、溶融部 82 は、固定部材 39 と接地電極母材 33 との境界 BL の全周に亘って、接地電極チップ 38 の鍔部 382 に到達していない。第 2 実施形態では、溶融部 82 は、固定部材 39 と接地電極母材 33 との境界 BL の一部において、接地電極チップ 38 の鍔部 382 に到達しており、他の一部において、接地電極チップ 38 の鍔部 382 に到達していない。その他の第 2 実施形態の構成は、第 1 実施形態と同一である。以下、さらに、詳しく説明する。

【0088】

50

ここで、図 3 に示すように、接地電極母材 3 3 の第 2 面 3 3 s 2 において、電極チップ 3 8 の軸線 C L から自由端方向 F D に延びる仮想線を第 1 の線 V L 1 とし、電極チップ 3 8 の軸線 C L から接続端方向 C D に上る仮想線を第 2 の線 V L 2 とする。このときに、接地電極母材 3 3 の第 2 面 3 3 s 2 において、図 3 においてハッチングで示す溶融部 8 2 のうち、第 1 の線 V L 1 と交差する部分を第 1 部分 P T 1 とし、溶融部 8 2 のうち、第 2 の線 V L 2 と交差する部分を第 2 部分 P T 2 とする。

【 0 0 8 9 】

第 1 実施形態では、第 1 部分 P T 1 および第 2 部分 P T 2 を含む溶融部 8 2 のいずれの部分においても、溶融部 8 2 は、接地電極チップ 3 8 の鏝部 3 8 2 に到達していない（図 2）。第 2 実施形態では、図 7 の破線の円 C 1 で囲んだ部分から解るように、第 1 部分 P T 1 において溶融部 8 2 は、第 1 実施形態と同様に、接地電極チップ 3 8 の鏝部 3 8 2 に到達していない。そして、第 2 実施形態では、図 7 の破線の円 C 2 で囲んだ部分から解るように、第 2 部分 P T 2 において溶融部 8 2 は、第 1 実施形態とは異なり、接地電極チップ 3 8 の鏝部 3 8 2 に到達している。換言すれば、第 2 実施形態では、第 1 部分 P T 1 において溶融部 8 2 の後端は、接地電極チップ 3 8 の大径面 3 8 s 2 より先端側に位置し、第 2 部分 P T 2 において溶融部 8 2 の後端は、接地電極チップ 3 8 の大径面 3 8 s 2 より後端側に位置している。

10

【 0 0 9 0 】

さらに、詳しく述べると、図 3 において、溶融部 8 2 のうちの第 2 部分 P T 2 を中心とした周方向の角度 θ の範囲内において、溶融部 8 2 は、電極チップ 3 8 の鏝部 3 8 2 に到達している。周方向の角度 θ の範囲外において、溶融部 8 2 は、電極チップ 3 8 の鏝部 3 8 2 に到達していない。この電極チップ 3 8 に到達している溶融部 8 2 の範囲を示す角度 θ は、例えば、0 度を超え 1 6 0 度未満であることが好ましく、3 0 度以上 1 2 0 度未満であることが、さらに、好ましい。

20

【 0 0 9 1 】

なお、図 7 の第 2 部分 P T 2 における溶融部 8 2 のように、溶融部 8 2 の後端が、固定部材 3 9 の後端面 3 9 s 1 より後端側に達している場合には、その部分では、固定部材 3 9 と接地電極母材 3 3 との境界 B L が、全て溶融して消滅している。このような部分では、溶融部 8 2 の軸線方向に沿った長さ L 3 b（図 7）は、固定部材 3 9 の最大長さ L 1 の 1 0 0 % を越えている、とすることができる。すなわち、第 2 実施形態では、上述した最大長さ L 1 に対する長さ L 3 b の比率（ $L 3 b / L 1$ ）は、1 0 0 % を越えている。例えば、図 7 の例では、最大長さ L 1 に対する長さ L 3 b の比率（ $L 3 b / L 1$ ）は、1 0 0 % を越え、1 2 0 % 未満である。

30

【 0 0 9 2 】

ここで、接地電極母材 3 3 の接続端 3 3 2 側は、接続端 3 3 2 が主体金具 5 0 に接続されているので、熱引きが良い。第 2 実施形態によれば、上述したように、接地電極チップ 3 8 の中心から接続端 3 3 2 に向かう接続端方向 C D に延びる第 1 の線 V L 1 と交差する位置における溶融部 8 2 は、接地電極チップ 3 8 に到達している。このために、火花や火花によって着火される燃料ガスによって高温になった接地電極チップ 3 8 から、溶融部 8 2 を介して、接地電極母材 3 3 の接続端 3 3 2 側へ熱が伝わり易くなる。例えば、仮に、接続端 3 3 2 側において、接地電極チップ 3 8 と接地電極母材 3 3 とが接合されていないと、接地電極チップ 3 8 と接地電極母材 3 3 との界面において、熱伝導性が低下して、第 2 実施形態と比べて、接地電極チップ 3 8 から接地電極母材 3 3 の接続端側へ熱が伝わりにくくなる。このように、第 2 実施形態によれば、点火プラグ 1 0 0 の熱引き性能が向上して、接地電極チップ 3 8 が過度に高温になることを抑制できる。この結果、例えば、接地電極チップ 3 8 は高温になるほど、耐消耗性が悪化するところ、第 2 実施形態によれば、接地電極チップ 3 8 の耐消耗性を向上することができる。

40

【 0 0 9 3 】

ここで、接地電極母材 3 3 の自由端 3 3 3 側は、自由端 3 3 3 が主体金具に接続されていないので、熱引きが悪く、高温になりがちである。高温になりがちな自由端 3 3 3 に近

50

い溶融部 8 2 が、接地電極チップ 3 8 に到達していると、熱応力によって溶融部 8 2 にクラックが発生しやすい。接地電極チップ 3 8 と接地電極母材 3 3 とは、材料が互いに異なるので、互いに線膨張係数が異なるために、高温環境下では、接合部分に熱応力が発生するからである。第 2 実施形態の点火プラグでは、接地電極チップ 3 8 の中心から自由端 3 3 3 に向かう方向に延びる第 2 の線 V L 2 と交差する位置における溶融部 8 2 は、接地電極チップ 3 8 に到達していない。この結果、熱応力によって溶融部 8 2 にクラックが発生することを抑制できる。この結果、例えば、点火プラグの高温環境下での耐久性を向上することができる。

【0094】

I. 変形例：

(1) 上記各実施形態では、溶融部 8 2 は、固定部材 3 9 と接地電極母材 3 3 との境界 B L の全周に亘って形成されている。これに限らず、溶融部は、固定部材 3 9 と接地電極母材 3 3 との境界 B L の周方向の一部に形成され、他の一部に形成されていなくても良い。例えば、溶融部 8 2 は、固定部材 3 9 と接地電極母材 3 3 との境界 B L の周方向に沿って、所定角度の間隔（例えば、30 度間隔や、60 度間隔）を空けて、複数個に分かれていても良い。

【0095】

(2) 上記各実施形態に示す接地電極チップ 3 8 の形状は、一例であり、これに限られない。例えば、接地電極チップ 3 8 の鍔部 3 8 2 は、無くても良く、接地電極チップ 3 8 は、テーパ形状（円錐台形状）を有するチップ本体 3 8 1 だけであっても良い。この場合には、例えば、貫通孔 3 3 5 の小径部分 3 3 5 a は、チップ本体 3 8 1 の外形に対応して、先端側から後端方向 B D に向かって縮径していれば良い。

【0096】

また、鍔部 3 8 2 がある場合には、チップ本体 3 8 1 は、テーパ形状ではなく、円柱形状であっても良い。

【0097】

(3) 上記各実施形態に示す固定部材 3 9 の形状は、一例であり、これに限られない。例えば、固定部材 3 9 の形状は、先端側から後端方向 B D に向かって縮径するテーパ形状を有していても良い。この場合には、貫通孔 3 3 5 の大径部分 3 3 5 b の形状は、固定部材 3 9 の形状に対応して、テーパ形状を有していれば良い。また、溶融部 8 2 は、テーパ形状を有する固定部材 3 9 と大径部分 3 3 5 b との境界に対応して、接地電極母材 3 3 の第 2 面 3 3 s 2 に対して斜めに延びるように、形成されていても良い。

【0098】

固定部材 3 9 は、後端側から先端方向 L D を向いて見た形状が、円でなくても良く、他の形状であっても良い。例えば、固定部材 3 9 は、後端側から先端方向 L D を向いて見た形状が、自由端方向 F D の長さが、自由端方向 F D と直交する方向の長さより長い楕円であっても良い。

【0099】

また、固定部材 3 9 は、N C F 6 0 0 や N C F 6 0 1 を用いて形成されているが、他の耐熱性を有する材料、例えば、N C F 6 0 0 や N C F 6 0 1 とは異なる耐熱ニッケル合金を用いて形成されてもよい。

【0100】

(4) 上記各実施形態では、接地電極チップ 3 8 は、イリジウム合金で形成されているが、イリジウムとは異なる貴金属、あるいは、該貴金属を主成分とする合金で形成されても良い。イリジウムとは異なる貴金属としては、たとえば、白金（P t）、ロジウム（R h）が採用され得る。

【0101】

(5) 点火プラグの構成としては、図 1 で説明した構成に限らず、種々の構成を採用可能である。例えば、中心電極 2 0 のうちの間隙 g を形成する部分に、電極チップを設けても良い。電極チップの材料としては、イリジウムや白金等の貴金属を含む合金を採用可能で

10

20

30

40

50

ある。また、中心電極 20 の芯材 22 が省略されてもよい。

【0102】

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】

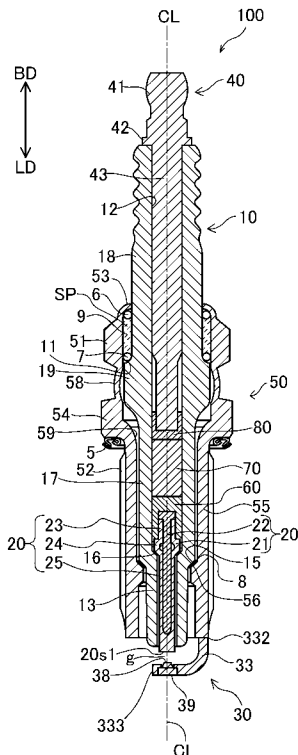
【0103】

5...ガスケット、6...第2パッキン、7...第3パッキン、8...第1パッキン、9...タルク、10...絶縁体、11...第2縮外径部、12...軸孔、13...脚部、15...第1縮外径部、16...縮内径部、17...第1胴部、18...第2胴部、19...鍔部、20...中心電極、20s1...放電面、21...電極母材、22...芯材、23...頭部、24...鍔部、25...脚部、30、30b...接地電極、33...接地電極母材、33x...接地電極母材、33s1...第1面、33s2...第2面、38...接地電極チップ、38s1...放電面、38s2...大径面、39...固定部材、39s1...後端面、39s2...先端面、39s3...外側面、40...端子金具、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...ネジ部、53...加締部、54...座部、55...胴部、56...縮内径部、58...変形部、59...貫通孔、60...第1シール部、70...抵抗体、80...第2シール部、82...溶融部、100...点火プラグ、331、331b...先端部、332...接続端、333...自由端、335...貫通孔、335a...小径部分、335b...大径部分、335c...段部、381...チップ本体、381s...外側面、382...鍔部、g...間隙、LD...先端方向、BD...後端方向、FD...自由端方向、CD...接続端方向、BL...境界、CL...軸線、HL...凹部、PT1...第1部分、PT2...第2部分

10

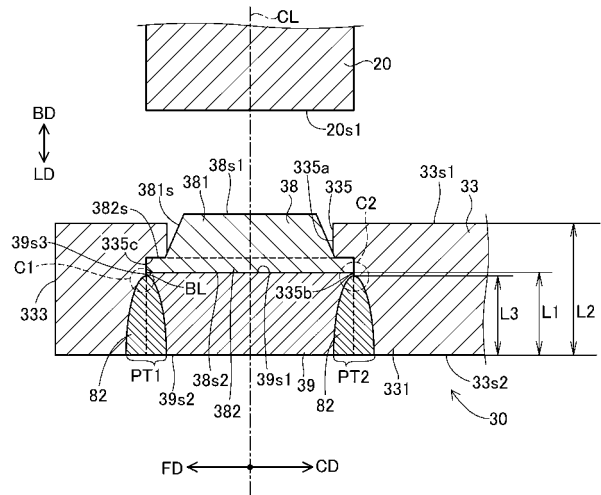
20

【図1】

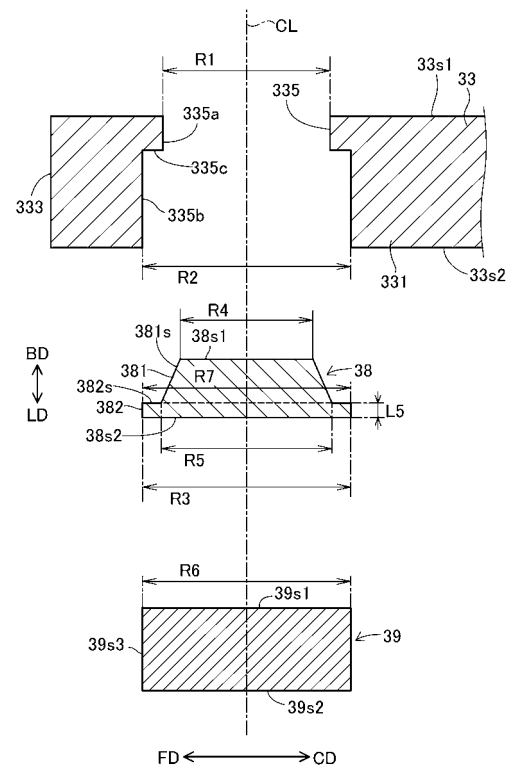


【図2】

第1実施形態



【 図 4 】



【 図 6 】

