

(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
2017年6月8日(08.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/094210 A1

- (51) 国際特許分類:
H01T 13/32 (2006.01) H01T 13/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/004152
- (22) 国際出願日: 2016年9月13日(13.09.2016)
- (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 2015-236307 2015年12月3日(03.12.2015) 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14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 長谷川 征信 (HASEGAWA, Yukinobu); 〒4678525 愛知県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 Aichi (JP). 坂倉 靖 (SAKAKURA, Yasushi); 〒4678525 愛知県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 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 青木 昇, 外 (AOKI, Noboru et al.); 〒4858510 愛知県小牧市大字岩崎2808 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).

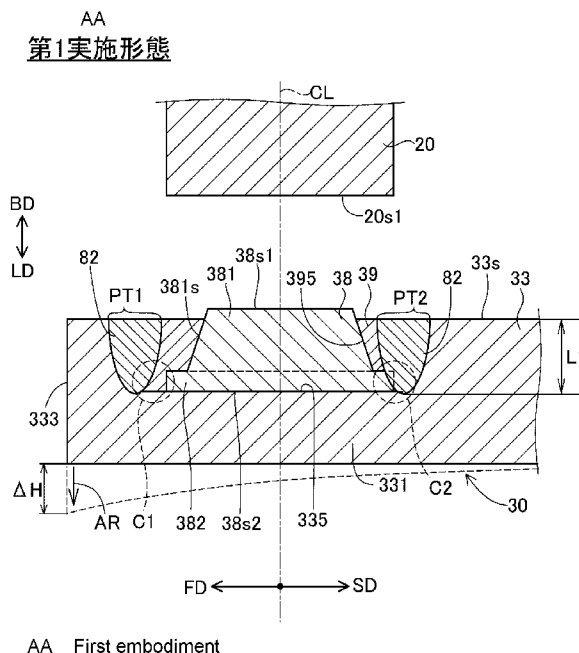
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SPARK PLUG

(54) 発明の名称: 点火プラグ



(57) Abstract: The objective of the invention is to suppress lifting or dropping of an electrode tip. The spark plug comprises: a central electrode; an electrode tip having a discharge surface, and a reverse surface having a larger diameter than the discharge surface, and on the reverse side from the discharge surface; a tip-maintaining portion having a through-hole; a grounding electrode main body having a recessed portion; and a fused portion formed in at least a portion of the boundary between the external side of the tip-maintaining portion and the internal side of the recessed portion. Defined as a first line is a virtual line extending from the axial line of the electrode tip toward the free extremity of the grounding electrode, and defined as a second line is a virtual line extending from the axial line of the electrode tip toward the connected extremity of the grounding electrode. The distance from the center of a first portion, which is in the fused portion and intersects with the first line, to the center of the electrode tip is longer than the distance from the center of a second portion, which is in the fused portion and intersects with the second line, to the center of the electrode tip. In the first portion, the fused portion does not reach the electrode tip. In the second portion, the fused portion reaches the electrode tip.

(57) 要約:

[続葉有]



電極チップの浮き上がりや脱落を抑制する。点火プラグは、中心電極と、放電面と、放電面より大きな径を有し、放電面とは反対側の反対面と、を有する電極チップと、貫通孔を有するチップ保持部と、凹部を有する接地電極本体と、チップ保持部の外側面と、凹部の内側面と、の境界の少なくとも一部に形成された溶融部と、を備える。電極チップの軸線から接地電極の自由端に向かう方向に延びる仮想線を第1の線とし、電極チップの軸線から接地電極の接続端に向かう方向に延びる仮想線を第2の線とする。溶融部のうち、第1の線と交差する第1部分の中心から電極チップの中心までの距離は、溶融部のうち、第2の線と交差する第2部分の中心から電極チップの中心までの距離より長く、第1部分において、溶融部は、電極チップに到達せず、第2部分において、溶融部は、電極チップに到達している。

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] 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、貴金属で形成された電極チップを有する電極が利用されている。特許文献1では、電極チップをチップ保持部に溶接し、チップ保持部を接地電極に溶接する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4705129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、上記の技術では、接地電極とチップ保持部との間の溶接や、チップ保持部と電極チップとの間の溶接について、十分に工夫がされているとは言えなかった。このために、点火プラグの使用時に、点火プラグの接地電極近傍が高温環境下に曝された場合に、これらの溶接部にクラックが発生する不具合を十分に抑制することができない可能性があった。この結果、例えば、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや、脱落を引き起こす可能性があった。

[0005] 本明細書は、チップ保持部を用いて電極チップを接地電極に固定する点火プラグにおいて、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや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

[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、

前記中心電極との間に間隙を形成する放電面と、前記放電面より大きな径を有し、前記放電面とは反対側の反対面と、を有する電極チップと、

前記電極チップのうちの一部分が内部に配置される貫通孔を有するチップ保持部と、

前記チップ保持部と前記電極チップのうちの前記反対面を含む少なくとも一部分とが配置される凹部を有し、一端が主体金具に接続される接続端であり、他端が自由端である接地電極本体と、

前記チップ保持部の外側面と、前記凹部の内側面と、の境界の少なくとも一部に形成された溶融部と、

を備え、

前記反対面から前記放電面に向かう方向を第 1 方向とすると、前記貫通孔の前記第 1 方向の端の径は、前記放電面の径以上、かつ、前記反対面の径より小さく、

前記貫通孔を形成する前記チップ保持部の内面と、前記凹部の底面と、によって前記電極チップが保持される点火プラグであって、

前記接地電極本体の前記第 1 方向側の面において、前記電極チップの軸線から前記自由端に向かう方向に延びる仮想線を第 1 の線とし、前記電極チップの軸線から前記接続端に向かう方向に延びる仮想線を第 2 の線とすると、

前記接地電極本体の前記第 1 方向側の面において、前記溶融部のうち、前記第 1 の線と交差する第 1 部分の中心から前記電極チップの中心までの距離は、前記溶融部のうち、前記第 2 の線と交差する第 2 部分の中心から前記電極チップの中心までの距離より長く、

前記第 1 の線と前記電極チップの軸線とを通る断面において、

前記第 1 部分における前記溶融部の前記第 1 方向の長さは、前記第 1 部

分における前記凹部の前記第 1 方向の長さより長く、

前記第 2 部分における前記溶融部の前記第 1 方向の長さは、前記第 2 部分における前記凹部の前記第 1 方向の長さより長く、

前記第 1 部分において、前記溶融部は、前記電極チップに到達せず、

前記第 2 部分において、前記溶融部は、前記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。

[0008] 溶融部が接地電極の自由端側で、電極チップに到達していても、接地電極の自由端側は、高温になりやすい上に、自由端であるために、熱引きが期待できない。また、溶融部が接地電極の自由端側で、電極チップに到達していると、自由端側は高温になりやすいので、電極チップとチップ保持部との間の熱膨張係数の差に基づく熱応力によって、溶融部にクラックが発生しやすい。一方、接地電極の接続端側では、溶融部が電極チップに到達していると熱引きが向上する。また、接続端側は、自由端側と比較して高温になり難いので、接続端側では、溶融部が電極チップに到達していても、熱応力による溶融部のクラックは発生しがたい。上記構成によれば、自由端側の第 1 部分および接続端側の第 2 部分において、溶融部の第 1 方向の長さは、凹部の第 1 方向の長さより長いので、電極チップを十分な強度で保持できる。さらに、第 1 部分において、溶融部は、電極チップに到達せず、第 2 部分において、溶融部は、電極チップに到達しているので、熱引きを向上しつつ、溶融部にクラックが発生する不具合を抑制できる。したがって、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落を抑制することができる。

[0009] [適用例 2] 適用例 1 に記載の点火プラグであって、

前記溶融部は、前記チップ保持部の外側面と、前記凹部の内側面と、の境界の全周に亘って形成されていることを特徴とする点火プラグ。

[0010] こうすれば、電極チップを保持する強度が向上するので、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落をより効果的に抑制することができる。

[0011] [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、

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 1 方向の反対側に位置し、前記反対面を含む鍔部と、を有し、

前記第 2 部分において、前記溶融部は、前記電極チップの前記鍔部に到達していることを特徴とする、点火プラグ。

[0012] こうすれば、電極チップは、鍔部を有するので、電極チップを確実に接地電極本体に、保持することができる。また、第 2 部分において、溶融部を確実に電極チップに到達させることができる。この結果、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落をより効果的に抑制することができる。

[0013] 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

[0014] [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]後端側から先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]第 1 実施形態のレーザ溶接前の接地電極の先端部の分解図である。

[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]凹部内に電極チップとチップ保持部とが配置された様子を示す図である。

[図7]第 2 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8]第 2 実施形態のレーザ溶接前の接地電極の先端部の分解図である。

[図9]変形例の接地電極の説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] A. 第 1 実施形態：

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CLは、点火プラグ100の軸線CLを示している。図示された断面は、軸線CLを含む断面である。以下、軸線CLと平行な方向を「軸線方向」とも呼ぶ。軸線CLと平行な方向のうち、図1における下方向を先端方向LDと呼び、上方向を後端方向BDとも呼ぶ。先端方向LDは、後述する端子金具40から電極20、30に向かう方向である。また、中心軸を中心とする円の径方向を、単に「径方向」とも呼び、中心軸を中心とする円の円周方向を「周方向」とも呼ぶ。先端方向LDの端を、単に、先端とも呼び、後端方向BDの端を、単に、後端とも呼ぶ。

- [0016] 点火プラグ100は、絶縁体10と、中心電極20と、接地電極30と、端子金具40と、主体金具50と、導電性の第1シール部60と、抵抗体70と、導電性の第2シール部80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。
- [0017] 絶縁体10は、軸線CLに沿って延びて絶縁体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、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10は、先端方向LD側（以下、単に先端側とも呼ぶ）から後端方向BDに向かって順番に並ぶ、脚部13と、第1縮外径部15と、第1胴部17と、鰐部19と、第2縮外径部11と、第2胴部18と、を有している。第1縮外径部15の外径は、後端方向BD側（以下、単に、後端側と呼ぶ）から先端方向LDに向かって、徐々に小さくなる。絶縁体10の第1縮外径部15の近傍（図1の例では、第1胴部17）には、後端側から先端方向LDに向かって内径が徐々に小さくなる縮内径部16が形成されている。第2縮外径部11の外径は、先端側から後端方向BDに向かって、徐々に小さくなる。
- [0018] 絶縁体10の軸孔12の先端側には、軸線CLに沿って延びる棒状の中心電極20が挿入されている。中心電極20は、先端側から後端方向BDに向かって順番に並ぶ、脚部25と、鰐部24と、頭部23と、を有している。

脚部 25 の先端側の部分は、絶縁体 10 の先端側で、軸孔 12 の外に露出している。中心電極 20 の他の部分は、軸孔 12 内に配置されている。鰐部 24 の先端側の面は、絶縁体 10 の縮内径部 16 によって、支持されている。また、中心電極 20 は、電極母材 21 と、電極母材 21 の内部に埋設された芯材 22 と、を有している。電極母材 21 は、例えば、ニッケル (Ni) またはニッケルを主成分として含む合金 (例えば、インコネル (「INCONEL」は、登録商標)) 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)。含有率としては、重量パーセントで表される値が、採用される。芯材 22 は、電極母材 21 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。

[0019] 絶縁体 10 の軸孔 12 の後端側には、端子金具 40 が挿入されている。端子金具 40 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 40 は、後端側から先端方向 LD に向かって順番で並ぶ、キャップ装着部 41 と、鰐部 42 と、脚部 43 と、を有している。キャップ装着部 41 は、絶縁体 10 の後端側で、軸孔 12 の外に露出している。脚部 43 は、絶縁体 10 の軸孔 12 に挿入されている。

[0020] 絶縁体 10 の軸孔 12 内において、端子金具 40 と中心電極 20 との間には、電氣的なノイズを抑制するための、円柱状の抵抗体 70 が配置されている。抵抗体 70 と中心電極 20 との間は、導電性の第 1 シール部 60 が配置され、抵抗体 70 と端子金具 40 との間には、導電性の第 2 シール部 80 が配置されている。中心電極 20 と端子金具 40 とは、抵抗体 70 とシール部 60、80 とを介して、電氣的に接続される。シール部 60、80 を用いることによって、積層される部材 20、60、70、80、40 間の接触抵抗が安定し、中心電極 20 と端子金具 40 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 70 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、

C u) と、を用いて形成されている。

[0021] 主体金具 5 0 は、軸線 C L に沿って延びて主体金具 5 0 を貫通する貫通孔 5 9 を有する略円筒状の部材である。主体金具 5 0 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 5 0 の貫通孔 5 9 には、絶縁体 1 0 が挿入されている。主体金具 5 0 は、絶縁体 1 0 の径方向の周囲に配置された状態で、絶縁体 1 0 に固定されている。主体金具 5 0 の先端側では、絶縁体 1 0 の先端側の端部（本実施形態では、脚部 1 3 の先端側の部分）が、貫通孔 5 9 の外に露出している。主体金具 5 0 の後端側では、絶縁体 1 0 の後端側の端部（本実施形態では、第 2 胴部 1 8 の後端側の部分）が、貫通孔 5 9 の外に露出している。

[0022] 主体金具 5 0 は、先端側から後端方向 B D に向かって順番に並ぶ、胴部 5 5 と、座部 5 4 と、変形部 5 8 と、工具係合部 5 1 と、加締部 5 3 と、を有している。座部 5 4 は、錨状の部分である。胴部 5 5 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 5 2 が形成されている。座部 5 4 とネジ部 5 2 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。

[0023] 主体金具 5 0 は、変形部 5 8 よりも先端側に配置された、縮内径部 5 6 を有している。縮内径部 5 6 の内径は、後端側から先端方向 L D に向かって、徐々に小さくなる。主体金具 5 0 の縮内径部 5 6 と、絶縁体 1 0 の第 1 縮外径部 1 5 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）。

[0024] 工具係合部 5 1 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 5 1 の後端側には、加締部 5 3 が設けられている。加締部 5 3 は、絶縁体 1 0 の第 2 縮外径部 1 1 よりも後端側に配置され、主体金具 5 0 の後端側の端を形成する。加締部 5 3 は、径方向の内側に向かって屈曲されている。

[0025] 主体金具 5 0 の後端側では、主体金具 5 0 の内周面と、絶縁体 1 0 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。

[0026] 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。

[0027] 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、電極本体３３と、電極チップ３８と、チップ保持部３９と、を有している。本実施形態では、電極本体３３は、棒状の部材である。電極本体３３の一端は、主体金具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。電極本体３３の他端は、自由端３３３である。電極本体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、電極本体３３は、軸線ＣＬと垂直な方向に延びて自由端３３３に至る。電極本体３３のうち、軸線ＣＬと垂直な方向に延びる部分を先端部３３１とも呼ぶ。先端部３３１の後端側の面上には、電極チップ３８と、チップ保持部３９と、が固定されている。電極チップ３８は、中心電極２０の先端面２０ｓ１（先端側の表面）との間で間隙（ギャップ）ｇを形成

する。電極本体 33 は、電極本体 33 の表面を形成する母材 35 と、母材 35 内に埋設された芯部 36 と、を有している。母材 35 は、例えば、Ni または Ni を主成分として含む合金（例えば、インコネル）を用いて形成されている。芯部 36 は、母材 35 よりも熱伝導率が高い材料（例えば、純銅）を用いて形成されている。

[0028] 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。図 3 は、後端側から先端方向 LD 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 の分解図である。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。

[0029] 図 2、図 4 に示すように、電極チップ 38 は、後端側の放電面 38s1 と、放電面 38s1 とは反対側（すなわち、先端側）の反対面 38s2 と、を有している。放電面 38s1 は、中心電極 20 の先端面 20s1 との間に、間隙 g を形成する面である。電極チップ 38 は、放電面 38s1 を含むチップ本体 381 と、反対面 38s2 を含み、チップ本体 381 より先端側に位置する鏝部 382 と、を有している。チップ本体 381 の外径は、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、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。鏝部 382 の外径は、チップ本体 381 の先端および後端の径より大きい。電極チップの軸線 CL は、点火プラグ 100 の軸線 CL と同じである。この説明から解るように、反対面 38s2 の径 R2（図 4）は、放電面 38s1 の径 R1（図 4）より大きい。

[0030] 電極チップ 38 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

ウムである。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 を主成分として含む合金を用いて、電極チップ38を形成することが好ましい。

[0031] 図4に示すように、チップ保持部39は、円柱状の外形を有している。チップ保持部39には、貫通孔395が、形成されている。貫通孔395の軸線CLは、点火プラグ100の軸線CLと同じである。貫通孔395の軸線CLと、チップ保持部39の円柱状の外形の軸線Coと、は、互いに平行である。チップ保持部39の円柱状の外形の軸線Coは、貫通孔395の軸線CLに対して、自由端方向FDにずれている。したがって、図4に示すように、接地電極30に溶接される前のチップ保持部39の外側面391のうち、軸線CLから見て自由端方向FDに位置する部分と、軸線CLと、の間の距離Lf（図4）は、チップ保持部39の外側面391のうち、軸線CLから見て接続端方向CDに位置する部分と、軸線CLと、の間の距離Lcより長い。

[0032] 貫通孔395は、後端側の孔395aと、後端側の孔395aより先端側に位置し、後端側の孔395aの径より大きな径を有する先端側の孔395bと、を含んでいる。後端側の孔395aの形状は、電極チップ38のチップ本体381の先端側の一部分の形状に対応しており、先端側から後端側に向かって、直線的に縮径している。先端側の孔395bの形状は、電極チップ38の鏑部382の形状に対応しており、鏑部382の外形とほぼ等しい径を有している。そして、後端側の孔395aと、先端側の孔395bと、の間には、段部395cが形成される。貫通孔395の後端の径R3（図4）は、放電面38s1の径R1（図4）以上、かつ、反対面38s2の径R2より小さい。この結果、図2に示すように、電極チップ38のうち、反対面38s2を含む一部分（鏑部382の全体と、チップ本体381の後端側の一部）は、貫通孔395に嵌合する。そして、段部395cが、鏑部382の後端側の面382s（図4）に当接することによって、電極チップ38の浮き上がりや脱落が適切に抑制される。

[0033] 図2、4に示すように、電極本体33の表面のうち、中心電極20の先端面20s1と対向する位置には、先端方向LDに向かって凹む凹部335が形成されている。図4に示すように、チップ保持部39が溶接される前の凹部335の形状は、略円柱形状である。凹部335の略円柱形状の軸線C_oは、チップ保持部39の円柱状の外形の軸線C_oと、同じである。凹部335は、電極本体33の母材35の部分に形成されている。チップ保持部39が溶接される前の凹部335は、内側面335s1と、底面335s2と、を有している。凹部335の内部には、電極チップ38のうちの反対面38s2を含む先端側の一部分と、電極チップ38を囲むチップ保持部39と、が配置される。

[0034] 図3に示すように、チップ保持部39の外側面と、凹部335の内側面と、の境界には、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、電極本体33の後端側の表面33sに露出している部分である。溶融部82は、表面33sに対して垂直な方向に、レーザを照射することによって形成されている。溶融部82の軸線方向の長さ（深さ）L1（図2）は、全周において、チップ保持部39の軸線方向の長さL2より長い。また、溶融部82の軸線方向の長さL1（図2）は、全周において、凹部335の軸線方向の長さ（深さ）L3より長い。チップ保持部39の軸線方向の長さL2と、凹部335の軸線方向の長さL3とは、略同一である。

[0035] チップ保持部39が、電極本体33に対して、レーザ溶接されている結果、貫通孔395を形成するチップ保持部39の内面と、凹部335の底面335s2と、によって電極チップ38が電極本体33において保持されている。

[0036] ここで、図3に示すように、電極本体33の表面33sにおいて、電極チップ38の軸線CLから自由端方向FDに延びる仮想線を第1の線VL1とし、電極チップ38の軸線CLから接続端方向CDに上る仮想線を第2の線VL2とする。このときに、電極本体33の表面33sにおいて、図3にお

いてハッチングで示す溶融部 82 のうち、第 1 の線 VL 1 と交差する部分を第 1 部分 PT 1 とし、溶融部 82 のうち、第 2 の線 VL 2 と交差する部分を第 2 部分 PT 2 とする。第 1 部分 PT 1 の中心 CP 1 から電極チップ 38 の中心（すなわち、軸線 CL）までの距離 Df は、第 2 部分 PT 2 の中心 CP 2 から電極チップ 38 の中心までの距離 Dc より長い。これは、上述したように、チップ保持部 39 の円柱状の外形の軸線 Co は、貫通孔 395 の軸線 CL に対して、自由端方向 FD にずれているために、図 4 に示すように、溶接される前のチップ保持部 39 の外側面 391 のうち、軸線 CL から見て自由端方向 FD に位置する部分と、軸線 CL と、の間の距離 Lf は、溶接される前のチップ保持部 39 の外側面 391 のうち、軸線 CL から見て接続端方向 CD に位置する部分と、軸線 CL と、の間の距離 Lc より長いからである。

[0037] ここで、図 2 は、電極チップ 38 の軸線 CL と、第 1 の線 VL 1 と、第 2 の線 VL 2 と、を含む面で、接地電極 30 および中心電極 20 を切断した断面図とすることができる。この断面図には、溶融部 82 のうち、上述した第 1 部分 PT 1 の断面と、第 2 部分 PT 2 の断面と、が現れている。図 2 に示すように、第 1 部分 PT 1 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 に到達していない。すなわち、円 C 1 で示すように、第 1 部分 PT 1 において、溶融部 82 と、電極チップ 38 とは、離れている。そして、図 2 に示すように、第 2 部分 PT 2 において、溶融部 82 は、電極チップ 38（具体的には、電極チップ 38 の鏝部 382）に到達している。すなわち、円 C 2 で示すように、第 2 部分 PT 2 において、電極チップ 38 の鏝部 19 の一部は、レーザ溶接によって溶解して、溶融部 82 の一部分となっている。このために、円 C 2 で示すように、第 2 部分 PT 2 において、電極チップ 38 の鏝部 382 と、溶融部 82 とは、接触している。

[0038] なお、上述したように、溶融部 82 の軸線方向の長さ L1（図 2）は、全周において、凹部 335 の軸線方向の長さ L3 より長い。したがって、第 1 部分 PT 1 においても、第 2 部分 PT 2 においても、溶融部 82 の軸線方向

の長さ L_1 は、凹部335の軸線方向の長さ L_3 より長い。

[0039] 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。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の電極本体33の屈曲と、電極本体33上への電極チップ38とチップ保持部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100×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100×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、直線状の電極本体33×が、曲げる前の電極本体33として、接合されている。なお、図中では、電極本体33×の母材35と芯部36との図示が省略されている。後述する他の図でも、母材35と芯部36の図示を省略する場合がある。また、組立体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。

[0040] ステップS130では、接地電極30の電極本体33×に、凹部335が形成される。凹部335の形状は、図4を参照して説明した通りである。凹部335は、曲げる前の電極本体33×に、例えば、ドリル等の切削工具を用いて、形成される。

[0041] ステップS140では、形成済の凹部335内に、電極チップ38とチップ保持部39とが配置される。図6は、凹部335内に、電極チップ38とチップ保持部39とが配置された様子を示す図である。具体的には、チップ保持部39の貫通孔395内に、電極チップ38が配置される。そして、その状態のチップ保持部39と電極チップ38とが、凹部335に嵌合される。

[0042] ステップS150では、チップ保持部39が、凹部335内にレーザ溶接される。図6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、凹部335の内側面335s1とチップ保持部3

9の外側面391との境界BL上に、電極本体33の表面33sに対して垂直に照射される。なお、レーザLZの照射は、凹部335の内側面335s1とチップ保持部39の外側面391との境界BLの全周に亘って行われる。例えば、レーザLZの照射は、24カ所に、12Hz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。溶融部82は、互いに溶融した、電極本体33（母材35）の成分と、チップ保持部39の成分と、を含む部分である。電極本体33と、チップ保持部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、電極本体33とチップ保持部39とを接合する接合部とも言うこともでき、電極本体33とチップ保持部39とを接合するビードとも言うことができる。

[0043] また、溶融部82は、電極本体33とチップ保持部39とが、互いに同じ材料（例えば、インコネル600）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、電極本体33やチップ保持部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の断面を露出させた上で、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、電極本体33とチップ保持部39と溶融部82との境界は明確に特定することができる。

[0044] ステップS160では、電極本体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の先端面20s1と、電極チップ38の放電面38s1とが、互いに対向するように、電極本体33xが中心電極20に向かって曲げられる。

[0045] A-3. 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。評価試験では、表1に示すように、5種類の点火プラグ100のサンプル1～5を作成した。各サンプルに共通な寸法は、以下の通りである。

電極チップ38の放電面38s1の外径R1（図4）：2.5mm

電極チップ38の反対面38s2の外径R2（図4）：2.8mm

電極チップ 38 の軸線方向の長さ L 4 (図 4) : 0.6 mm

鰐部 382 の軸線方向の長さ L 5 (図 4) : 0.1 mm

チップ保持部 39 の外径 R 4 (図 4) : 3.6 mm

チップ保持部 39 の軸線方向の長さ L 2 (図 4) : 0.4 mm

電極本体 33 の軸線方向の長さ L 6 (図 4) : 1.5 mm

電極本体 33 の幅 L 7 (図 3) : 4.4 mm

溶融部 82 の軸線方向の長さ L 1 (図 2) : 0.5 mm

[0046] [表1]

サンプル 番号	オフセット量 OF(mm)	チップ 接合性	熱伝導 性	電極 変形	溶融部 外観	総合 評価
1	0	C	B	C	A	C
2	0.1	A	A	A	A	A
3	0.2	A	A	A	B	A
4	0.3	A	A	A	B	A
5	0.4	A	A	A	C	C

[0047] 5種類のサンプル 1～5では、電極チップ 38 の軸線 C L に対するチップ保持部 39 の軸線 C o の自由端方向 F D へのずれ量をオフセット量 OF とする(図 3、図 4)。5種類のサンプル 1～5では、オフセット量 OF が、それぞれ異なり、0、0.1 mm、0.2 mm、0.3 mm、0.4 mm とされている。なお、サンプル 1 は、オフセット量 OF が 0 であるので、実施形態の点火プラグ 100 のサンプルではなく、比較用のサンプルである。なお、各サンプルにおいて、電極チップ 38 は、イリジウム合金を用いて形成され、電極本体 33 およびチップ保持部 39 は、ニッケル合金であるインコネル 600 を用いて形成された。

[0048] なお、比較用のサンプル 1 では、上述した第 1 部分 P T 1、第 2 部分 P T 2 の両方において、溶融部 82 は、電極チップ 38 の鰐部 382 に到達している。また、実施形態の点火プラグ 100 のサンプル 2～5 では、上述した第 1 部分 P T 1 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 の鰐部 382 に到

達せず、第２部分PT2において、溶融部82は、電極チップ38の鍔部382に到達している。

[0049] まず、サンプル１～５の溶融部82の外観の評価を行った。溶融部82が、電極チップ38の側面への付着（いわゆる溶融だれの昇り）が見られないサンプルの評価を「A」とし、電極チップ38の側面への付着が僅かに見られるサンプルの評価を「B」とし、電極チップ38の側面への付着が明らかに発生しているサンプルの評価を「C」とした。

[0050] さらに、サンプル１～５について、冷熱試験を行った。冷熱試験では、各サンプルの接地電極30の電極チップ38の近傍に対して、加熱と冷却とのサイクルを1000回繰り返した。1回のサイクルでは、高周波ヒータを用いて、2分間に亘って摂氏950～100度に2分間に亘って加熱し、その後1分間に亘って空气中で自然冷却を行った。

[0051] その後、チップ接合性の評価を行った。具体的には、電極チップ38の浮き上がりや脱落の発生の有無を確認した。確認は、目視と、軸線方向と垂直な方向から見た電極チップ38の外形をトレースした結果を試験の前後にて比較することによって行われた。電極チップ38の浮き上がりや脱落が見られないサンプルの評価を「A」とし、電極チップ38の浮き上がりや脱落が見られたサンプルの評価を「C」とした。

[0052] さらに、熱伝導性の評価を行った。具体的には、冷熱試験において2分間の加熱終了後から1分間の冷却による電極チップ38の温度の低下量 ΔT を、熱電対を用いて測定した。そして、低下量 ΔT の平均値が、100度以上であるサンプルの評価を「A」とし、低下量 ΔT の平均値が、50度以上100度未満であるサンプルの評価を「B」とし、低下量 ΔT の平均値が、50度未満であるサンプルの評価を「C」とした。

[0053] さらに、接地電極30の変形の評価を行った。具体的には、電極本体33の自由端333が、試験の後に、図2の矢印ARで示す方向（すなわち、電極チップ38の軸線CLに沿った先端方向LD）に変形した変形量 ΔH を測定した。変形量 ΔH が0であるサンプルの評価を「A」とし、変形量 ΔH が

1 mm未満であるサンプルの評価を「B」とし、変形量 ΔH が1 mm以上であるサンプルの評価を「C」とした。

[0054] さらに、総合評価を行った。上記の4個の評価項目に、1個でも「C」評価があるサンプルの評価を「C」とし、上記の4個の評価項目のうち、「C」評価がなく、「A」評価が2個以上あるサンプルの評価「A」とし、それ以外のサンプルの評価を「B」とした。総合評価では、オフセット量OFが0、および、0.4 mmであるサンプル1、5の評価は、「C」であり、オフセット量OFが0.1 mm以上0.3 mm以下であるサンプル2、3、4の評価は、「A」であった。

[0055] 熔融部82の外観評価では、オフセット量OFが0および0.1 mmであるサンプル1、2の評価は、「A」であり、オフセット量OFが0.2 mm、0.3 mmであるサンプル3、4の評価は、「B」であり、オフセット量OFが0.4 mmであるサンプル5の評価は、「C」であった。オフセット量OFが大きくなるほど、接続端方向CD側で、チップ保持部39の外側面391と、電極チップ38の外側面381sと、の距離が近くなるために、熔融部82と電極チップ38とが近づく。このために、熔融部82が電極チップ38に付着しやすくなっているためであると考えられる。

[0056] チップ接合性の評価では、オフセット量OFが0であるサンプル1の評価は、「C」であり、オフセット量OFが0.1 mm以上0.4 mm以下であるサンプル2～5の評価は、「A」であった。この理由は、以下の通りである。接地電極30のうち、接続端方向CD側は、熱引きによって温度が低下するが、自由端方向FD側は、熱引きがないので、温度が低下し難い。このために、接地電極30のうち、自由端方向FD側の温度は、接続端方向CD側の温度より高い。このために、電極チップ38と、チップ保持部39とは、材質が異なるので、熱膨張係数が互いに異なる。具体的には、ニッケル合金製のチップ保持部39の熱膨張係数は、貴金属製の電極チップ38の熱膨張係数より大きい。このために、高温となる自由端方向FD側の第1部分PT1で、熔融部82が電極チップ38に到達していると、この部分において

、比較的大きな熱応力が発生する。この結果、熱応力に起因して溶融部 8 2 にクラックが発生しやすい。この結果、自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 で、電極チップ 3 8 の浮き上がりや脱落が発生しやすい。このように、オフセット量 O F が 0 であるサンプル 1 では、より高温の自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 において、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達しているために、電極チップ 3 8 の浮き上がりや脱落が発生しやすい。一方、オフセット量 O F が 0 でないサンプル 2 ～ 5 では、高温の自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 において、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達していないために、電極チップ 3 8 の浮き上がりや脱落が発生し難い。

[0057] 接地電極 3 0 の変形の評価では、チップ接合性の評価と同様に、オフセット量 O F が 0 であるサンプル 1 の評価は、「C」であり、オフセット量 O F が 0.1 mm 以上 0.4 mm 以下であるサンプル 2 ～ 5 の評価は、「A」であった。この理由は、以下の通りである。上述したように、より高温となる自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 で、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達していると、比較的大きな熱応力が発生する。この熱応力に起因して電極本体 3 3 が変形すると考えられる。このように、オフセット量 O F が 0 であるサンプル 1 では、より高温の自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 において、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達しているために、電極本体 3 3 の変形が発生しやすい。一方、オフセット量 O F が 0 でないサンプル 2 ～ 5 では、高温の自由端方向 F D 側の第 1 部分 P T 1 において、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達していないために、電極本体 3 3 の変形が発生し難い。

[0058] 熱伝導性の評価では、オフセット量 O F が 0 であるサンプル 1 の評価は、「B」であり、オフセット量 O F が 0.1 mm 以上 0.4 mm 以下であるサンプル 2 ～ 5 の評価は、「A」であった。この理由は、以下のように考えられる。接続端方向 C D 側の第 2 部分 P T 2 で、溶融部 8 2 が電極チップ 3 8 に到達していると、第 2 部分 P T 2 で、電極チップ 3 8 と電極本体 3 3 とが、溶融部 8 2 を介して接合される。このために、電極チップ 3 8 と電極本体 3 3 とが単に接触しているだけである場合と比較して、電極チップ 3 8 から

電極本体 33 への熱引きが効率的に行われる。オフセット量 OF が 0 であるサンプル 1 では、接続端方向 CD 側の第 2 部分 PT 2 の近傍において、熔融部 82 が電極チップ 38 に到達している面積が、オフセット量 OF が 0 でないサンプル 2～5 と比較して小さい。このために、オフセット量 OF が 0 であるサンプル 1 は、オフセット量 OF が 0 でないサンプル 2～5 と比較して、熱引き性能（すなわち、熱伝導性）が劣ると考えられる。

[0059] 以上の結果から、チップ接合性、熱伝導性、接地電極 30 の変形の観点からは、オフセット量 OF を設けて、第 1 部分 PT 1 において、熔融部 82 は、電極チップ 38 に到達せず、第 2 部分 PT 2 において、熔融部 82 は、電極チップ 38 に到達していることが好ましいことが解った。そして、熔融部 82 の外観の観点からは、オフセット量 OF が過度に大きいことは好ましくない。総合的には、オフセット量 OF は、0.1 mm 以上 0.3 mm 以下が好ましいことが解った。

[0060] 以上の評価試験からも解るように、熔融部 82 が接地電極 30 の自由端 33 3 側で、電極チップ 38 に到達していても、接地電極 30 の自由端 33 3 側は、高温になりやすい上に、自由端であるために、熱引きが期待できない。また、熔融部 82 が接地電極 30 の自由端 33 3 側で、電極チップ 38 に到達していると、自由端 33 3 側は高温になりやすいので、電極チップ 38 とチップ保持部 39 との間の熱膨張係数の差に基づく熱応力によって、熔融部 82 にクラックが発生しやすい。一方、接地電極 30 の接続端 33 2 側では、熔融部 82 が電極チップ 38 に到達していると熱引きが向上する。また、接続端 33 2 側は、自由端 33 3 側と比較して高温になり難いので、接続端 33 2 側では、熔融部 82 が電極チップ 38 に到達していても、熱応力による熔融部 82 のクラックは発生しがたい。このことから、上記実施形態の点火プラグ 100 によれば、自由端 33 3 側の第 1 部分 PT 1 および接続端 33 2 側の第 2 部分 PT 2 において、熔融部 82 の軸線方向の長さ L1 は、凹部 33 5 の軸線方向の長さ L3 より長いので、電極チップ 38 を十分な強度で保持できる。さらに、第 1 部分 PT 1 において、熔融部 82 は、電極チ

ップ３８に到達せず、第２部分ＰＴ２において、溶融部８２は、電極チップ３８に到達しているため、熱引きを向上しつつ、溶融部８２にクラックが発生する不具合を抑制できる。したがって、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落を抑制することができる。

[0061] また、上記実施形態の点火プラグ１００では、溶融部８２は、チップ保持部３９の外側面と、凹部３３５の内側面と、の境界の全周に亘って形成されている。この結果、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落をより効果的に抑制することができる。

[0062] さらに、電極チップ３８は、チップ本体３８１と、鍔部３８２と、を有しており、第２部分ＰＴ２において、溶融部８２は、電極チップ３８の鍔部３８２に到達している。このように、電極チップ３８は、鍔部３８２を有するので、電極チップ３８を確実に電極本体３３に、保持することができる。また、第２部分ＰＴ２において、溶融部８２を確実に電極チップに到達させることができる。この結果、高温環境下にて、電極チップ３８の浮き上がりや脱落をより効果的に抑制することができる。

[0063] さらに、上記実施形態の点火プラグ１００では、チップ保持部３９の軸線Ｃｏは、電極チップ３８の軸線ＣＬに対して、自由端方向ＦＤにずれている。この結果、第１部分ＰＴ１において、溶融部８２が、電極チップに到達せず、第２部分ＰＴ２において、溶融部８２が、電極チップに到達している構成を、容易に実現することができる。

[0064] B. 第２実施形態

図７は、第２実施形態の接地電極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８は、第２実施形態のレーザ溶接前の接地電極３０ｂの先端部３３１ｂの分解図である。図８に示すように、第２実施形態では、チップ保持部３９ｂの形状が、第１実施形態のチップ保持部３９と異なっている。また、第２実施形態では、電極本体３３ｂに形成された凹部３３５ｂの形状が、第１実施形態の凹部３３５と異なっている。第２実施形態の電極チップ３８は、第１実施形態の電極チップ３８と同じである。

[0065] 図8に示すように、第2実施形態のチップ保持部39bは、円柱状の外形を有している。第2実施形態のチップ保持部39bは、第1実施形態のチップ保持部39（図4）の後端側の孔395aを、貫通孔として有している。そして、第2実施形態のチップ保持部39bは、第1実施形態のチップ保持部39（図4）の先端側の孔395bを有していない。このために、第2実施形態のチップ保持部39bの軸線方向の長さL2bは、第1実施形態のチップ保持部39の軸線方向の長さL2より短い。

[0066] 第2実施形態の凹部335bは、電極チップ38の鏑部382が嵌合する略円柱形状の先端側部分335b1と、先端側部分335b1より後端側に位置し、先端側部分335b1より大きな径を有する後端側部分335b2と、を有している。後端側部分335b2は、チップ保持部39bが嵌合する略円柱形状を有している。先端側部分335b1の軸線CLは、電極チップ38の軸線CL、および、チップ保持部39bの貫通孔395aの軸線CLと同じである。後端側部分335b2の軸線Coは、チップ保持部39bの円柱状の外形の軸線Coと、同じである。したがって、後端側部分335b2の軸線Coは、先端側部分335b1の軸線CLに対して、自由端方向FDにずれている。後端側部分335b2の軸線方向の長さL3b2は、チップ保持部39bの軸線方向の長さL2bと等しい。また、先端側部分335b1の軸線方向の長さL3b1は、電極チップ38の鏑部382の軸線方向の長さL5と等しい。

[0067] 図7に示すように、チップ保持部39bが、電極本体33bに対して、レーザー溶接されている結果、貫通孔395aを形成するチップ保持部39bの内面と、凹部335bの底面335b4（すなわち、先端側部分335b1の底面）によって電極チップ38が電極本体33bにおいて保持されている。また、チップ保持部39bは、先端側部分335b1と、後端側部分335b2と、の間に形成された段部335b3によって、支持されている。

[0068] そして、第1実施形態と同様に、溶融部82のうち、自由端方向FD側の第1部分PT1の中心CP1から電極チップ38の中心（すなわち、軸線C

L) までの距離 D_f は、接続端方向 CD 側の第 2 部分 PT_2 の中心 CP_2 から電極チップ 38 の中心までの距離 D_c より長い。

[0069] そして、第 1 実施形態と同様に、溶融部 82 の軸線方向の長さ L_1 (図 7) は、全周において、凹部 335 の軸線方向の長さ L_3 ($L_{3b1} + L_{3b2}$) より長い。

[0070] そして、第 1 実施形態と同様に、図 7 において、円 C_1 で示すように、第 1 部分 PT_1 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 に到達していない。また、図 7 において、円 C_2 で示すように、第 2 部分 PT_2 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 (具体的には、電極チップ 38 の鏝部 382) に到達している。

[0071] 第 2 実施形態においても、第 1 実施形態と同様に、第 1 部分 PT_1 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 に到達せず、第 2 部分 PT_2 において、溶融部 82 は、電極チップ 38 に到達しているので、熱引きを向上しつつ、溶融部 82 にクラックが発生する不具合を抑制できる。したがって、高温環境下にて、電極チップの浮き上がりや脱落を抑制することができる。

[0072] 1. 変形例：

(1) 上記第 1 実施形態では、溶融部 82 は、チップ保持部 39 の外側面と、凹部 335 の内側面と、の境界の全周に亘って形成されている。これに限らず、溶融部は、凹部 335 の内側面と、の境界の一部に形成されていても良い。図 9 は、変形例の接地電極 30c の説明図である。図 9 では、図 3 と同様に、後端側から先端方向 LD を向いて見た接地電極 30c の先端部 331c の近傍の概略が示されている。

[0073] 図 9 の接地電極 30c では、溶融部は、自由端方向 FD 側に位置する第 1 溶融部 82c1 と、接続端方向 CD 側に位置する第 2 溶融部 82c2 と、を備えている。そして、図 9 の接地電極 30c の溶融部以外の構成は、第 1 実施形態と同じである。第 1 溶融部 82c1 は、上述した第 1 の線 VL_1 と交差する第 1 部分 PT_1 を含み、第 2 溶融部 82c2 は、上述した第 2 の線 VL_2 と交差する第 2 部分 PT_2 を含んでいる。図 9 の接地電極 30c では、

電極チップ38の軸線CLから見て、上述した第1の線VL1や第2の線VL2と直交する方向には、溶融部は形成されていない。

[0074] なお、図9において、第2溶融部82c2のうちの第2部分PT2を中心とした周方向の角度 θ の範囲内において、第2溶融部82c2は、電極チップ38に到達している。周方向の角度 θ の範囲外において、第2溶融部82c2は、電極チップ38に到達していない。この電極チップ38に到達している溶融部の範囲を示す角度 θ は、例えば、160度未満であることが好ましく、30度以上120度未満であることが、さらに、好ましい。

[0075] (2) 電極チップ38の形状とチップ保持部39、39bの形状としては、上記各実施形態で説明した形状に限らず、他の種々の形状を採用可能である。例えば、電極チップは、鏑部382を備えず、チップ本体381のみを備える構成であっても良い。また、電極チップは、先端方向LDから後端方向BDに向かって、ステップ状に外形が、小さくなっても良い。

[0076] また、チップ保持部39は、後端側から先端方向LD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、チップ保持部39は、後端側から先端方向LDを向いて見た形状が、自由端方向FDの長さが、自由端方向FDと直交する方向の長さより長い楕円であっても良い。また、チップ保持部39は、インコネル600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、インコネル600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。

[0077] (3) 上記各実施形態では、溶融部は、電極本体33の表面33sに対して直交する方向に延びている。すなわち、上記各実施形態のレーザ溶接では、電極本体33の表面33sに対して直交する方向にレーザが照射されている。これに代えて、溶融部は、電極本体33の表面33sに対して斜めに延びていても良い。たとえば、溶融部は、電極本体33の表面33sから離れた位置ほど（すなわち、深い位置ほど）、電極チップ38の軸線CLに近づくように、斜めに傾斜していても良い。逆に、溶融部は、電極本体33の表面33sから離れた位置ほど（すなわち、深い位置ほど）、電極チップ38の

軸線ＣＬから離れるように、斜めに傾斜していても良い。

[0078] (4) 上記実施例の電極チップ３８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（Pt）、ロジウム（Rh）が採用され得る。

[0079] (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２０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ある。また、中心電極２０の芯材２２が省略されてもよい。

[0080] 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

[0081] 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…電極、２０…中心電極、２０ｓ１…先端面、２１…電極母材、２２…芯材、２３…頭部、２４…鍔部、２５…脚部、３０、３０ｂ、３０ｃ…接地電極、３３、３３ｂ…電極本体、３５…母材、３６…芯部、３８…電極チップ、３８ｓ１…放電面、３８ｓ２…反対面、３９、３９ｂ…チップ保持部、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

、 3 3 1、 3 3 1 b、 3 3 1 c...先端部、 3 3 2...接続端、 3 3 3...自由
端、 3 3 5、 3 3 5 b...凹部、 3 8 1...チップ本体、 3 8 2...鍔部

請求の範囲

[請求項1]

中心電極と、

前記中心電極との間に間隙を形成する放電面と、前記放電面より大きな径を有し、前記放電面とは反対側の反対面と、を有する電極チップと、

前記電極チップのうちの一部分が内部に配置される貫通孔を有するチップ保持部と、

前記チップ保持部と前記電極チップのうちの前記反対面を含む少なくとも一部分とが配置される凹部を有し、一端が主体金具に接続される接続端であり、他端が自由端である接地電極本体と、

前記チップ保持部の外側面と、前記凹部の内側面と、の境界の少なくとも一部に形成された溶融部と、

を備え、

前記反対面から前記放電面に向かう方向を第1方向とするとき、前記貫通孔の前記第1方向の端の径は、前記放電面の径以上、かつ、前記反対面の径より小さく、

前記貫通孔を形成する前記チップ保持部の内面と、前記凹部の底面と、によって前記電極チップが保持される点火プラグであって、

前記接地電極本体の前記第1方向側の面において、前記電極チップの軸線から前記自由端に向かう方向に延びる仮想線を第1の線とし、前記電極チップの軸線から前記接続端に向かう方向に延びる仮想線を第2の線とするとき、

前記接地電極本体の前記第1方向側の面において、前記溶融部のうち、前記第1の線と交差する第1部分の中心から前記電極チップの中心までの距離は、前記溶融部のうち、前記第2の線と交差する第2部分の中心から前記電極チップの中心までの距離より長く、

前記第1の線と前記電極チップの軸線とを通る断面において、

前記第1部分における前記溶融部の前記第1方向の長さは、前記

第 1 部分における前記凹部の前記第 1 方向の長さより長く、

前記第 2 部分における前記溶融部の前記第 1 方向の長さは、前記第 2 部分における前記凹部の前記第 1 方向の長さより長く、

前記第 1 部分において、前記溶融部は、前記電極チップに到達せず、

前記第 2 部分において、前記溶融部は、前記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。

[請求項2]

請求項 1 に記載の点火プラグであって、

前記溶融部は、前記チップ保持部の外側面と、前記凹部の内側面と、の境界の全周に亘って形成されていることを特徴とする点火プラグ。

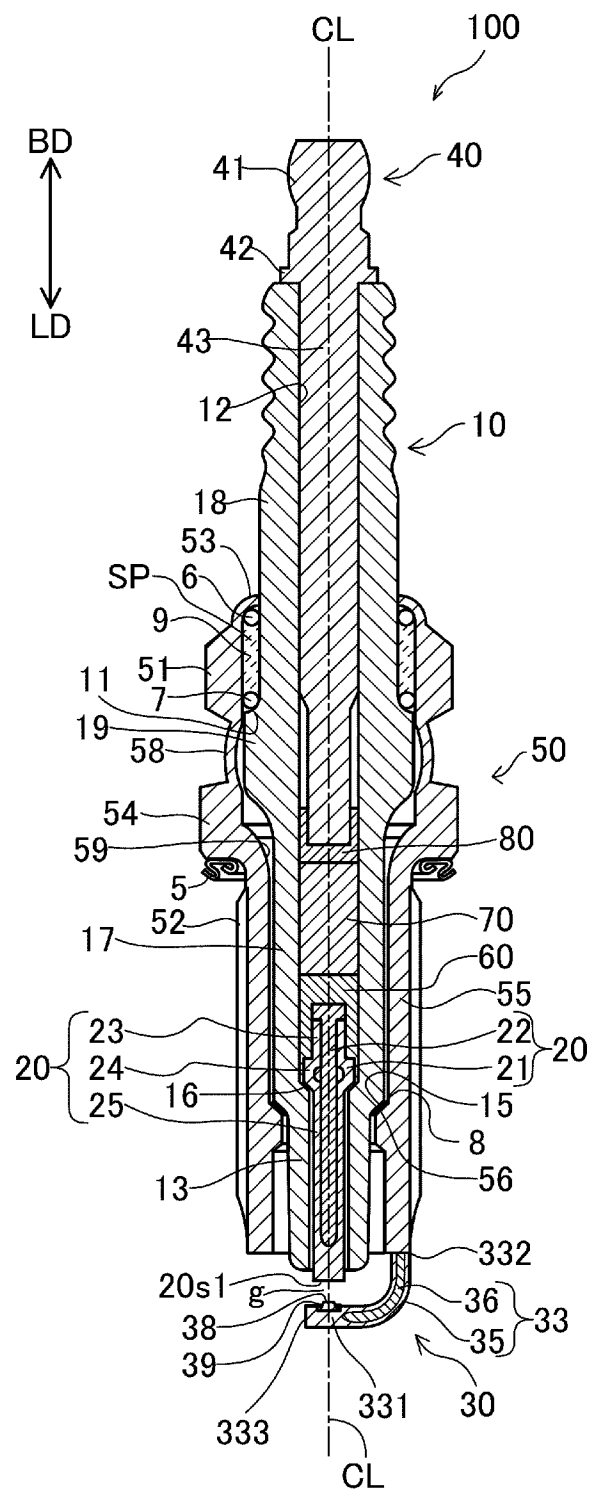
[請求項3]

請求項 1 または 2 に記載の点火プラグであって、

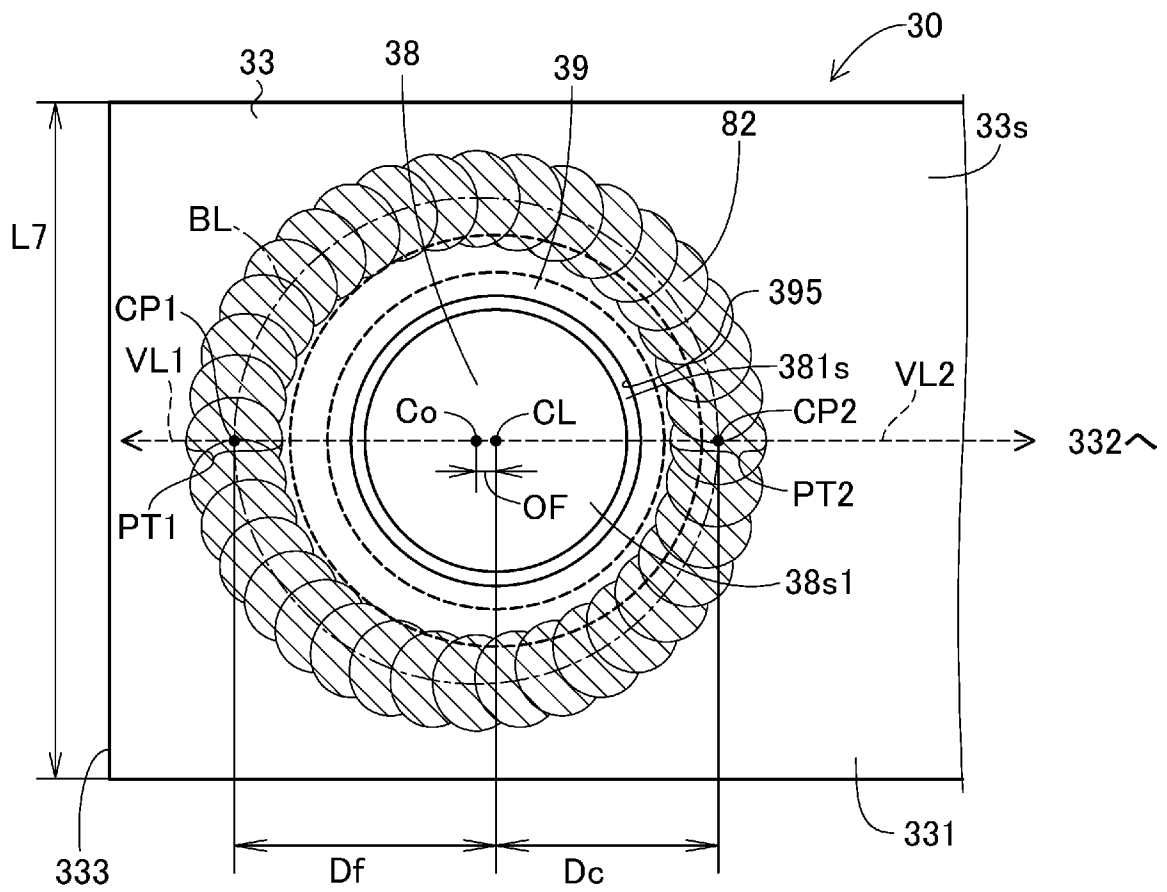
電極チップは、前記放電面を含むチップ本体と、前記チップ本体の径より大きな径を有し、前記チップ本体より前記第 1 方向の反対側に位置し、前記反対面を含む鍔部と、を有し、

前記第 2 部分において、前記溶融部は、前記電極チップの前記鍔部に到達していることを特徴とする、点火プラグ。

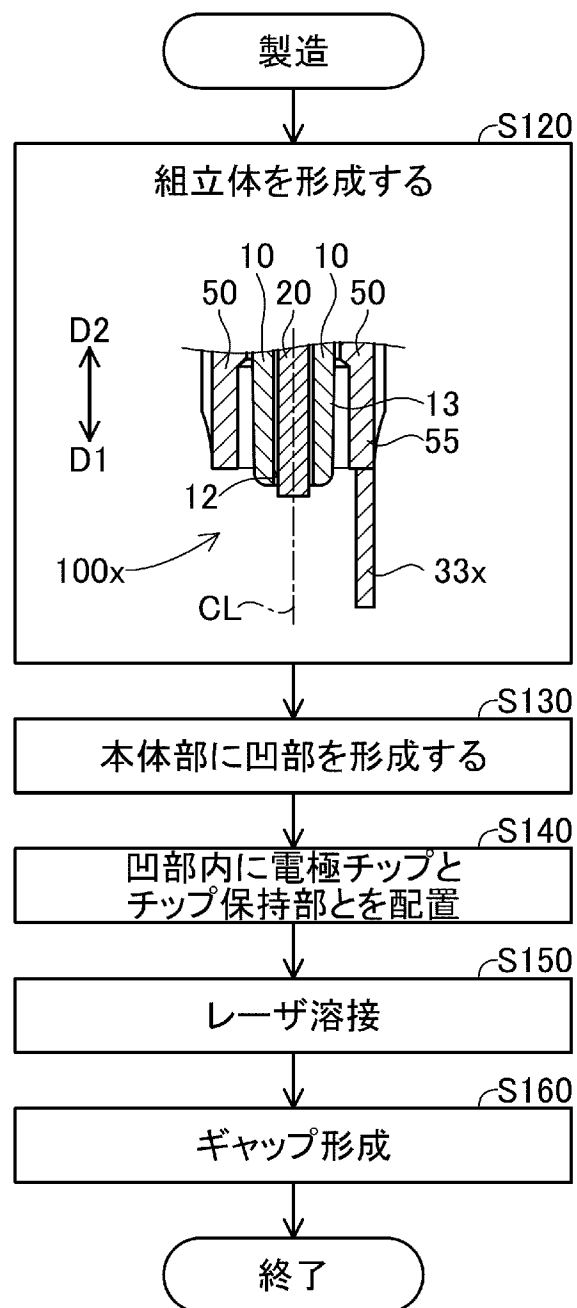
[図1]



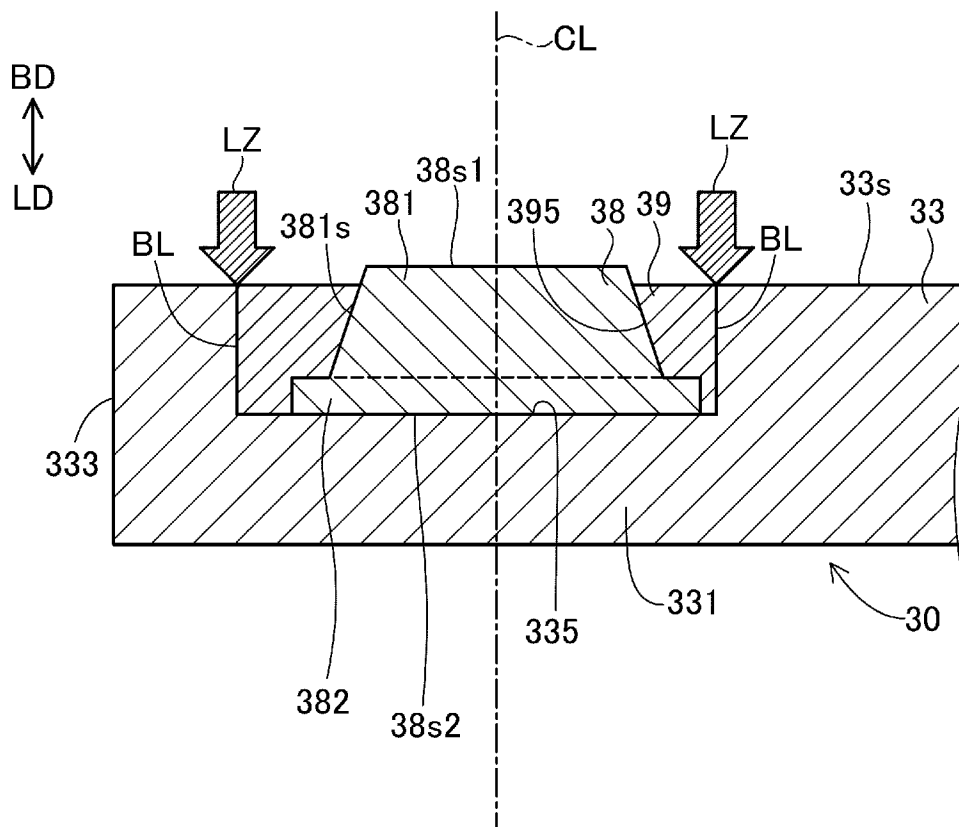
[図3]

第1実施形態

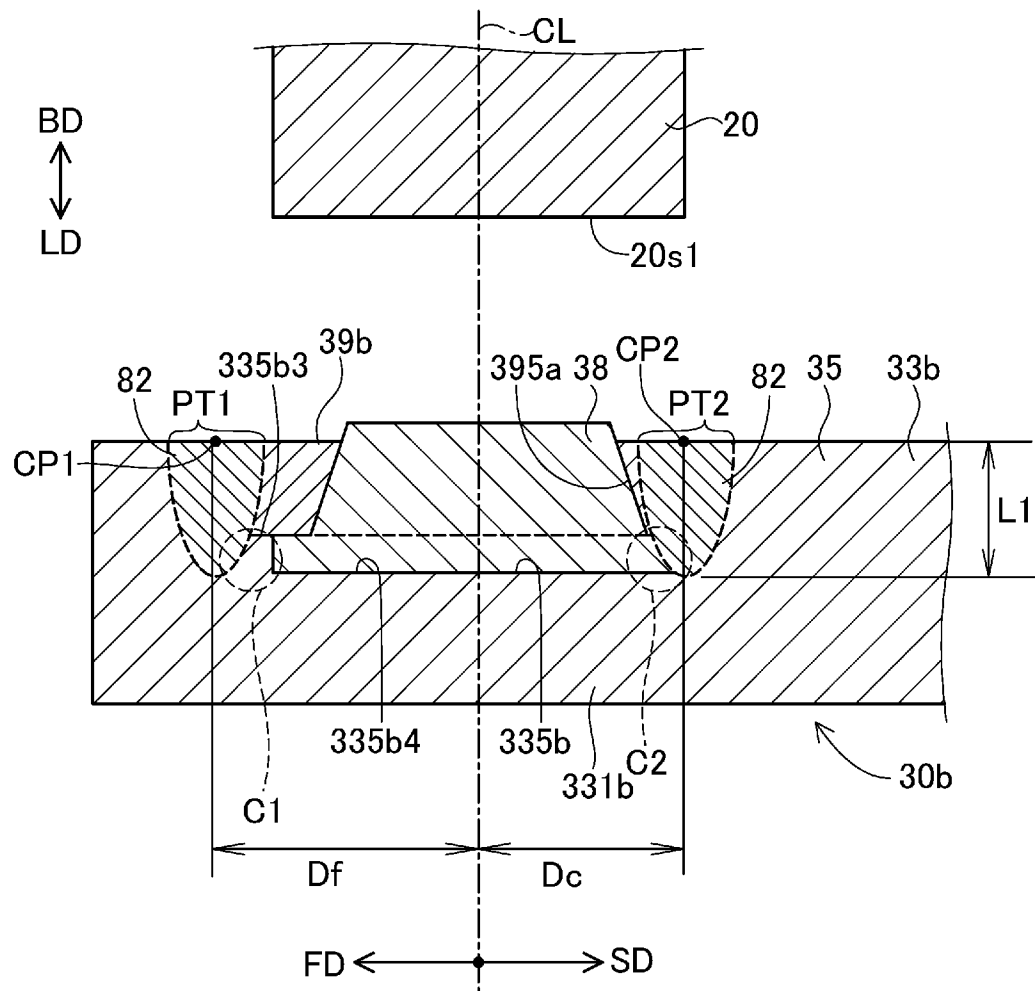
[図5]



[図6]

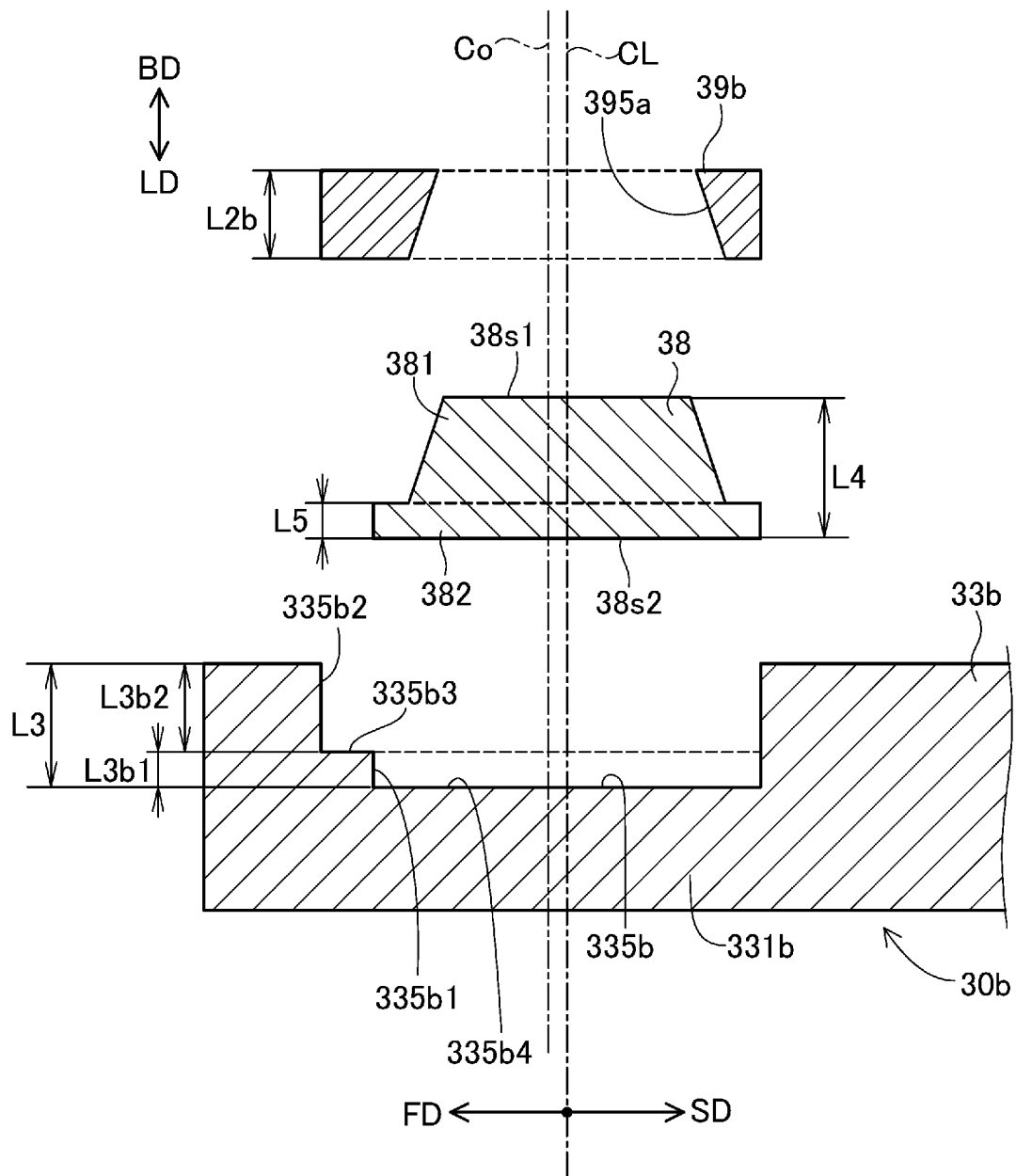


[図7]

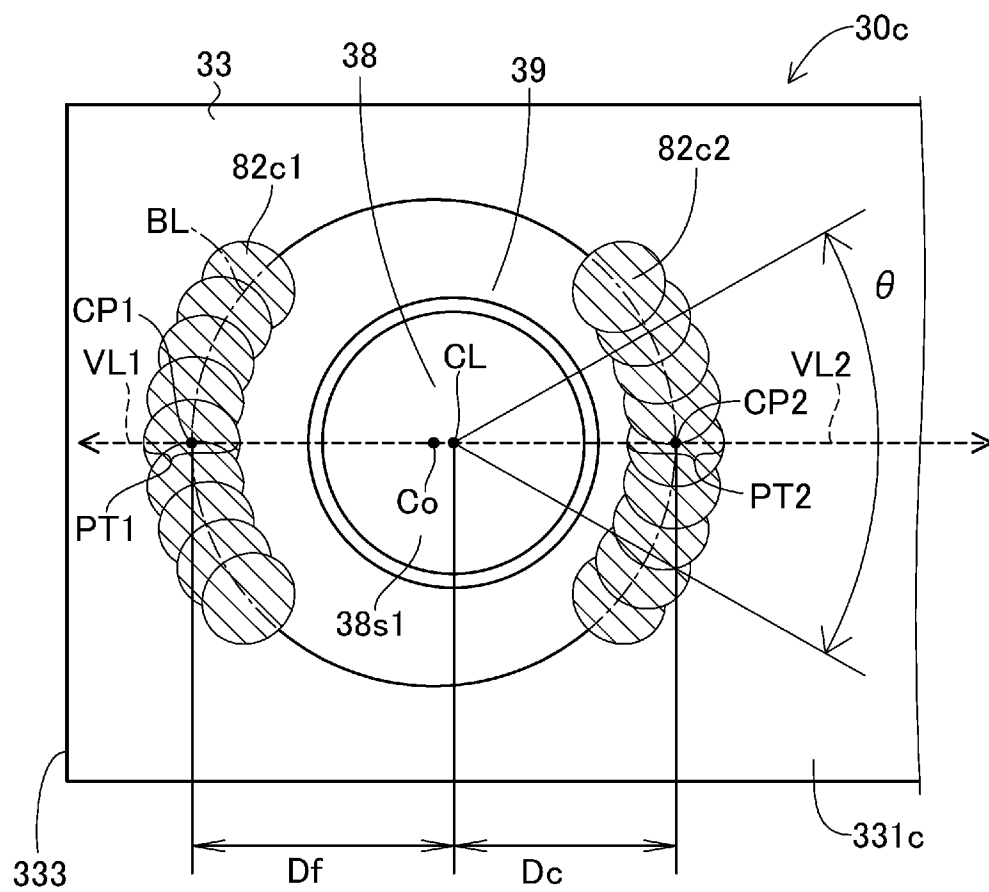
第2実施形態

[図8]

第2実施形態



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/004152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01T13/32(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)

H01T13/32, H01T13/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015-118910 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 25 June 2015 (25.06.2015), paragraphs [0129] to [0158]; fig. 20 to 23 & US 2015/0130345 A1 paragraphs [0179] to [0208]; fig. 20 to 23 & EP 2871728 A1 & CN 104638520 A	1-3
A	JP 2009-283262 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 03 December 2009 (03.12.2009), entire text; all drawings & US 2009/0289539 A1 & EP 2124301 A2	1-3

☐ 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
04 November 2016 (04.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

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. H01T13/32(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. H01T13/32, 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2015-118910 A（日本特殊陶業株式会社）2015.06.25, 段落 [0129]-[0158], 図 20-23 & US 2015/0130345 A1, 段落[0179]-[0208], 図 20-23 & EP 2871728 A1 & CN 104638520 A	1-3
A	JP 2009-283262 A（日本特殊陶業株式会社）2009.12.03, 全文, 全図 & US 2009/0289539 A1 & EP 2124301 A2	1-3

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

04.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

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）

出野 智之

3 T

3325

電話番号 03-3581-1101 内線 3368