

(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
2016年8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/129504 A1

- (51) 国際特許分類:
H01T 13/50 (2006.01) H01T 13/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053408
- (22) 国際出願日: 2016年2月4日(04.02.2016)
- (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 2015-023517 2015年2月9日(09.02.2015) JP
特願 2016-001632 2016年1月7日(07.01.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP). 株式会社プラズマアプリケーションズ(PLASMA APPLICATIONS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4211112 静岡県浜松市西区大人見町12番地の30 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 杉浦 明光(SUGIURA, Akimitsu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 神藤 正士(KANDO, Masashi); 〒4211112 静岡県浜松市西区大人見町12番地の30 株式会社プラズマアプリケーションズ内 Shizuoka (JP). フサリク ヤ

ン(HUSARIK, Jan); 〒4211112 静岡県浜松市西区大人見町12番地の30 株式会社プラズマアプリケーションズ内 Shizuoka (JP). クラールマーティン(KRAL, Martin); 〒4211112 静岡県浜松市西区大人見町12番地の30 株式会社プラズマアプリケーションズ内 Shizuoka (JP). ブラヤン ガブリエル マリウス(BLAJAN, Gabriel Marius); 〒4211112 静岡県浜松市西区大人見町12番地の30 株式会社プラズマアプリケーションズ内 Shizuoka (JP).

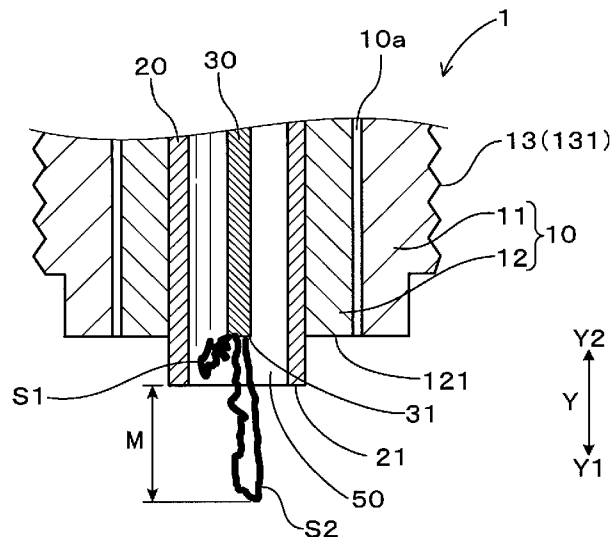
(74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町18番地4 MY Kツ谷 2階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, 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,

[続葉有]

(54) Title: SPARK PLUG FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関用の点火プラグ



(57) Abstract: Provided is a spark plug (1) for an internal combustion engine. The spark plug (1) is provided with a cylindrical external conductor (10), a cylindrical dielectric 20, and a center electrode 30. The cylindrical dielectric 20 is held on the inner side of the external conductor 10, and has a dielectric tip part 21 exposed from the tip of the external conductor 10. The center electrode 30 is held on the inner side of the cylindrical dielectric 20, and has an electrode tip part 31 exposed from the tip of the cylindrical dielectric 20. The spark plug 1 is configured such that a high-frequency voltage is applied to the center electrode 30 and a discharge S2 is formed from the electrode tip part 31 toward the tip side Y1 in the plug axis direction Y. When the high-frequency voltage is applied to the center electrode (30) between the electrode tip part 31 and the dielectric tip part 21, a space 50 is formed separating the electrode tip part 31 and the dielectric tip part 21 so that before the discharge S2, a partial discharge S1 is generated between the electrode tip part 31 and the dielectric tip part 21.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/129504 A1



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))

内燃機関用の点火プラグ(1)が提供される。この点火プラグ(1)は筒状の外部導体(10)、筒状誘電体20、中心電極30を備える。筒状誘電体20は外部導体10の内側に保持され、外部導体10の先端から露出した誘電体先端部21を有する。中心電極30は筒状誘電体20の内側に保持され、筒状誘電体20の先端から露出した電極先端部31を有する。当該点火プラグ1は中心電極30に高周波電圧が印加されて電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて放電S2を形成するように構成されている。そして、電極先端部31と誘電体先端部21との間には、中心電極(30)に高周波電圧が印加されると、上記放電S2に先立って電極先端部31と誘電体先端部21との間に部分放電S1が生じるよう両者を離隔させる空間部50が形成されている。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関用の点火プラグ

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関用の点火プラグに関し、特に高周波電気エネルギーにより点火するように構成された点火プラグである。

背景技術

[0002] 内燃機関の燃焼室に充填された空気燃料混合気に点火する点火プラグとして、高周波電気エネルギーにより点火するものがある。このような点火プラグの例として、特許文献1には、中心電極としての内側導体と、接地電極としての外側導体と、両者の先端において両者の間に設けられる誘電体としてのパッキンを有する同軸導波構造体を備える点火プラグが開示されている。特許文献1に開示の構成では、同軸導波構造体の先端を内燃機関の燃焼室に突出させる。

さらに、同軸導波構造体に高周波電圧を印加して内側導体の先端に電界集中させることにより、当該先端にマイクロ波プラズマからなる自由プラズマが形成される。かかる自由プラズマによって当該同軸導波構造体の先端に放電が形成されることにより、燃焼室内の空気燃料混合気に点火される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4404770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、特許文献1に開示される構成では、マイクロ波による電界集中だけによって放電を形成していることから、高圧力場における放電形成は困難である。例えば、出力が500Wのマイクロ波発振器を用いた場合には、常温での放電形成限界圧力は2気圧程度である。また、アンテナとしての内側導体（すなわち、中心電極）の端部が、高周波による加熱やエンジン

筒内の燃焼による加熱に基づいて高温（例えば、ノック限界の900℃程度）になった場合でも、その放電形成限界圧力は高々8気圧程度である。一方、自動車等の内燃機関における燃焼室の内圧は、高負荷域では20気圧以上であって、上述の放電形成限界圧力よりも大きい。そのため、自動車等の内燃機関において、高負荷域では、マイクロ波の電界集中だけによって放電を形成することは困難である。

[0005] かかる高負荷域でのマイクロ波の電界集中による放電形成を容易にするには、第1の方法として高出力のマイクロ波発振器を用いて電界強度を高めることや、第2の方法として火花放電、レーザなどの放電形成アシストを併用することが考えられる。しかし、第1の方法では、電界強度は入力電力の平方根に比例するため、電界強度を高めるには消費エネルギーの大幅な増大を招く。また、高出力のマイクロ波発振器を使用することに伴う部品コストなどのコストの増加及び体格の大型化を招く。また、第2の方法では、点火システムの複雑化、装置全体の大型化、部品点数の増加に伴う高コスト化を招く。そのため、いずれも自動車等に備えられる内燃機関で使用するのには適していない。

[0006] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたもので、自動車等に備えられる内燃機関においても十分に放電することができる、内燃機関用の点火プラグを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様は、筒状の外部導体（10）と、上記外部導体（10）の内側に保持されるとともに、上記外部導体におけるプラグ軸方向（Y）の先端側（Y1）に露出した誘電体先端部（21、210、211、212）を有する筒状誘電体（20、200、201、202）と、上記筒状誘電体の内側に保持されるとともに、上記筒状誘電体におけるプラグ軸方向の先端側に露出した電極先端部（31、310、311）を有する中心電極（30、300、301）と、を備え、上記中心電極に高周波電圧が印加されて上記電極先端部からプラグ軸方向の先端側に向けて放電を形成するように構成さ

れた内燃機関用の点火プラグ（１）であって、上記電極先端部と上記誘電体先端部との間には、上記中心電極に高周波電圧が印加されたときに、上記放電に先立って上記電極先端部と上記誘電体先端部との間において上記電極先端部から部分放電が生じるように両者を離隔させる空間部（５０、５００、５０１、５０２、５０３、５０４、５０５）が形成されていることを特徴とする内燃機関用の点火プラグ（１）にある。

発明の効果

[0008] 上記内燃機関用の点火プラグにおいては、中心電極に高周波電圧が印加されると、まず、中心電極が加熱されて、中心電極と筒状誘電体との間に形成された空間部における気体密度が低下することとなる。これにより、当該空間部における放電開始電圧が低下するため、当該空間部において部分放電が発生しやすくなる。さらに、高周波電圧が印加されることにより、電極先端部から当該空間部内に部分放電が形成される。形成された部分放電は、高周波電圧の印加によって中心電極の電極先端部から放出された高周波エネルギーを吸収することにより電極先端部からプラグ軸方向の先端側に向かって伸長して、電極先端部から先端側に向けて放電が形成されることとなる。

[0009] すなわち、上述の部分放電が中心電極の電極先端部からプラグ軸方向の先端側に向けて形成される放電のトリガ放電となり、より小さなエネルギー（すなわち、低い電界強度）で電極先端部から先端側に向かって放電形成が可能となる。これにより、例えば、２０気圧以上の高圧力条件においても高周波電圧の印加に基づく電界集中による放電形成が容易となる。その結果、内燃機関における高 Exhaust Gas Recirculation EGR 条件下での着火限界（いわゆる、EGR 限界）や、希薄燃料条件（すなわち、リーン燃焼）の着火限界（いわゆる、リーン限界）を改善して内燃機関における熱効率の向上を図ることができ、燃費の向上に寄与することができる。

[0010] さらに、上記内燃機関用の点火プラグにおいては、高出力のマイクロ波発振器を使用する必要がない。このため、消費エネルギーの低減、部品コストなどの低下を避けることができる。さらに、体格の大型化を避けることができ

るので、構造の簡単化によって点火システムの設計や製造を容易化にすることができる。そのため、自動車用等の内燃機関により一層、搭載し易くなり、かつ確実な放電をさせることで、車両には適した点火プラグとなる。

[0011] 以上のごとく、上記態様によれば、自動車用等の内燃機関に使用することにおいては十分に放電することができる。そのため、内燃機関に搭載し易く、かつ内燃機関用としてより適した点火プラグを提供することができる。なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、後述する実施例に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

図面の簡単な説明

[0012] 添付図面において：

[図1]第1の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの斜視図、

[図2]第1の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図3]第1の実施形態における、内燃機関用の点火プラグでの放電形成を示す模式図、

[図4]第1の実施形態における、内燃機関用の点火プラグでの放電形成を示す図、

[図5]第1の実施形態における、放電試験の結果を示す図、

[図6]第2の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの斜視図、

[図7]第2の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図8]第2の実施形態における、内燃機関用の点火プラグでの放電形成を示す模式図、

[図9]第3の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図10]第4の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図11]第5の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図12]第6の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、

[図13]第7の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図、及び、

[図14]第8の実施形態における、内燃機関用の点火プラグの先端断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の内燃機関用の点火プラグは、自動車等に備えられる内燃機関における着火手段として用いることができる。上記内燃機関用の点火プラグにおいて、燃焼室へ挿入される側を先端側とし、先端側の端部を先端というものとする。また先端側の反対側を基端側とし、基端側の端部を基端というものとする。また、本明細書において、プラグ軸方向とは、点火プラグの軸方向を意味する。また、本明細書において、上記空間部は、電極先端部と誘電体先端部との間に空気層を介在させるものであって、電極先端部の外側縁部と誘電体先端部の内側縁部とを結ぶ仮想線分を含む空間として規定されるものである。

実施形態

[0014] (第1の実施形態)

上記内燃機関用の点火プラグの実施形態について、図1～図3を用いて説明する。第1の実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、図1、図2に示すように、外部導体10、筒状誘電体20及び中心電極30を備える。外部導体10は、筒状を成している。筒状誘電体20は、外部導体10の内側に保持されるとともに、外部導体10におけるプラグ軸方向Yの先端側Y1に露出した誘電体先端部21を有する。中心電極30は、筒状誘電体20の内側に保持されるとともに、筒状誘電体20におけるプラグ軸方向Yの先端側Y1に露出した電極先端部31を有する。さらに、内燃機関用の点火プラグ1は、図3に示すように、中心電極30に高周波電圧が印加されて電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて放電S2を形成するように構成されている。電極先端部31と誘電体先端部21の間には、中心電極30に高周波電圧が印加されたときに、電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向かって形成される放電S2に先立って電極先端部31と誘電体先端部21の間において電極先端部31から部分放電S1が生じるよう

に両者を離隔させる空間部 50 が形成されている。なお、本実施形態では、プラグ軸方向 Y の先端の方向を先端側 Y1 とし、先端側 Y1 と反対側を基端側 Y2 とする。

[0015] 以下、本実施形態の内燃機関用の点火プラグ 1（以下、単に「点火プラグ 1」ともいう）について、詳述する。図 1 に示すように、本実施形態では、外部導体 10 は、円筒状の第 1 外部導体 11 と、第 1 外部導体 11 の内側に中心軸を共有するように設けられた円筒状の第 2 外部導体 12 とからなる。第 1 外部導体 11 と第 2 外部導体 12 との間には、隙間 10a が形成されている。第 1 外部導体 11 は、点火プラグ 1 のハウジング 13 も兼ねており、ハウジング 13 の外周面には内燃機関に螺合するための取付ネジ部 131 が形成されている。

[0016] 図 2 に示すように、筒状誘電体 20 は第 1 外部導体 11 及び第 2 外部導体 12 と中心軸を共有するように第 2 外部導体 12 の内側に設けられている。筒状誘電体 20 の先端側 Y1 の先端である誘電体先端部 21 は、第 2 外部導体 12 の先端側 Y1 の端部である外部導体先端部 121 よりも先端側 Y1 に位置している。すなわち、筒状誘電体 20 の誘電体先端部 21 は先端側 Y1 に突出している。筒状誘電体 20 の材料として、電極先端部 31 の電界強度を向上する材料を採用することが好ましい。電極先端部 31 の電界強度を向上することにより、電極先端部 31 と誘電体先端部 21 との間に部分放電が形成されやすくなるからである。電極先端部 31 の電界強度を向上する筒状誘電体 20 の材料として、誘電率の高い材質（例えばアルミナ）を用いることができる。

[0017] 中心電極 30 は円柱形状を有しており、筒状誘電体 20 と中心軸を共有するように筒状誘電体 20 の内側に設けられている。中心電極 30 の外径は筒状誘電体 20 の内径よりも小さくなっており、中心電極 30 の外周面 31b と、筒状誘電体 20 の内周面 21b とは離隔している。中心電極 30 の先端側 Y1 の端部である電極先端部 31 は、誘電体先端部 21 よりも基端側 Y2 に位置している。さらに、第 2 外部導体 12 の外部導体先端部 121 と、プ

ラグ軸方向Yにおける位置が同一となっている。

[0018] 中心電極30の材料として、中心電極30の電極先端部31が加熱され易いようにするために、比較的導電率の低い材料又は当該材料を一部に含む材料を用いることができる。このような材料として、例えば銅よりも導電率の低い材料を用いることができる。なお、電極先端部31のみがこのような材料からなることとしてもよい。この場合にも電極先端部31が加熱され易いようにすることができる。

[0019] また、中心電極30の材料として、中心電極30の電極先端部31が加熱され易いようにするために、高周波エネルギーを吸収しやすい材料又は当該材料を一部に含む材料を用いることができる。あるいは、中心電極30の外周面31b又は筒状誘電体20の内周面21bに高周波エネルギーを吸収しやすい材料をコーティングすることにより、中心電極30の電極先端部31が加熱され易いようにしてもよい。高周波エネルギーを吸収しやすい材料として、例えばカーボンを用いることができる。高周波エネルギーを吸収しやすい材料を一部に含む材料として、例えばステンレス鋼（SUS）を用いることができる。

[0020] 空間部50は、図2に示すように、筒状誘電体20の内周面21bと中心電極30の電極先端部31及び外周面31bとによって囲まれた空間として形成されている。空間部50は、電極先端部31の外側縁部31aと誘電体先端部21の内側縁部21aとを結ぶ仮想線分Lを示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部50により電極先端部31と誘電体先端部21とが隔離している。なお、外部導体10、筒状誘電体20及び中心電極30からなる同軸管のプラグ軸方向Yの長さは、電極先端部31の電界強度が最大となる大きさにすることができ、例えば、印加される高周波の波長の $1/4$ の大きさにすることができる。

[0021] 点火プラグ1は、図示しない高周波（例えば、マイクロ波）発生器に接続されており、高周波発生器から出力された高周波電力が中心電極30に入力されるように構成されている。

[0022] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1においては、中心電極30に高周波電圧が印加されると、まず、中心電極30が加熱されて、当該電極先端部31と誘電体先端部21との間に形成された空間部50における気体密度が低下することとなる。これにより、放電開始電圧が低下するため、当該空間部50において部分放電が発生しやすくなる。そして、高周波電圧が印加されると、図3に示すように、電極先端部31から当該空間部50内に部分放電S1が生じる。当該部分放電S1は、高周波電圧の印加によって中心電極30の電極先端部31から放出された高周波（例えば、マイクロ波）エネルギーが入力されることにより電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に伸長して開放電極すなわちアンテナを形成し、電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて放電S2を形成する。これにより、中心電極30から高周波エネルギーが空間部50に放射されることとなる。

[0023] すなわち、上述の部分放電S1が中心電極30からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向かう放電S2のトリガ放電となり、より小さなエネルギー（すなわち、低い電界強度）で中心電極30からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向かう放電S2の形成が可能となる。これにより、例えば、20気圧以上の高圧力条件においても高周波電圧の印加に基づく放電形成が容易となる。その結果、内燃機関における高EGR条件下での着火限界（いわゆる、EGR限界）や、希薄燃料条件下での燃焼（すなわち、リーン燃焼）の着火限界（いわゆる、リーン限界）を改善して内燃機関における熱効率の向上を図ることができる。燃費の向上に寄与することができる。

[0024] さらに、上記内燃機関用の点火プラグ1においては、高出力のマイクロ波発振器を使用する必要がないため、消費エネルギーの低減、分品などのコスト低減が可能となり、体格の大型化を抑制することができる。また、点火システムの容易化をはかることができる。そのため、自動車等に備えられる内燃機関に、搭載し易く、かつ内燃機関用として、より適した点火プラグ1を提供することができる。

[0025] また、本実施形態では、電極先端部 31 は、誘電体先端部 21 よりも基端側 Y2 に位置している。これにより、空間部 50 が筒状誘電体 20 の内側に形成されることとなる。これにより、空間部 50 を十分確保することができ、部分放電の形成を促すことができる。また、当該空間部 50 内に形成された部分放電が内燃機関の燃焼室内における混合ガスの気流の影響を受けにくくなり、当該部分放電が高周波エネルギーの入力により伸長することを促すことができる。その結果、より小さなエネルギー、すなわちより低い電界強度で中心電極 30 からプラグ軸方向 Y の先端側 Y1 に向かう放電 S2 の形成が可能となる。そのため、自動車等に備えられる内燃機関に搭載し易く、かつ内燃機関用として、より適した点火プラグ 1 となる。

[0026] また、本実施形態では、電極先端部 31 は、プラグ軸方向 Y において、外部導体 10 の先端側 Y1 の端部 121 と同じ位置に位置している。これにより、電極先端部 31 が外部導体 10、筒状誘電体 20 及び中心電極 30 からなる同軸管の開放端に位置することとなり、電極先端部 31 と筒状誘電体 20 との間の空間における電極先端部 31 近傍の電界強度を最大にすることが可能となり、両者間での部分放電が発生しやすくなる。

[0027] また、本実施形態では、筒状誘電体 20 の誘電体先端部 21 が、第 2 外部導体 12 の先端部 121 から先端側 Y1 に突出している。これにより、空間部 50 を十分確保することができ、部分放電の形成を促すことができる。その結果、中心電極 30 からプラグ軸方向 Y の先端側 Y1 に向かう放電 S2 の形成を促進することができ、自動車等に備えられた内燃機関に搭載し易く、かつ内燃機関用としてより適した点火プラグ 1 となる。

[0028] 以上のごとく、本実施形態によれば、自動車等に備えられた内燃機関に搭載しやすく、かつ内燃機関用としてより適した点火プラグ 1 を提供することができる。

[0029] (放電試験)

次に第 1 の実施形態の内燃機関用の点火プラグ 1 について放電試験を行った。

点火プラグ1を設置した燃焼室内における空気燃料混合気の圧力（以下、雰囲気圧力という）を0.6 MPa～5 MPaまで変化させて、電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて形成される放電S2の放電長さを観測した。なお、本試験では図3に示すように、プラグ軸方向Yにおける、誘電体先端部21から放電S2の先端側Y1の端部までの長さを放電S2の放電長さMとする。

[0030] 図4（1）に示すように、雰囲気圧力0.6 MPaにおいて、中心電極30への高周波電圧の印加から0.55 ms経過後に、電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて放電S2が形成され始めた。そして、図4（2）に示す0.75 ms経過後の状態、図4（3）に示す1.06 ms経過後の状態を経て、図4（4）に示す2.95 ms経過後において、当該放電S2が十分長く形成されることが確認された。そして、図5に示すように、雰囲気圧力0.6 MPaにおける放電S2の長さMは6.0 mmであった。また、放電S2の長さMは、雰囲気圧力1.0 MPaにおいて6.0 mm、雰囲気圧力2.0 MPaにおいて3.8 mm、雰囲気圧力3.0 MPaにおいて2.6 mm、雰囲気圧力4.0 MPaにおいて1.8 mm、雰囲気圧力5.0 MPaにおいて1.4 mmであった。

[0031] 以上のように、第1の実施形態の内燃機関用の点火プラグ1において、中心電極30への高周波電圧の印加後、電極先端部31からプラグ軸方向Yの先端側Y1に向けて十分に長い放電S2が形成されることが確認された。

[0032] （第2の実施形態）

第2の実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、図6、図7、図8に示すように、接地電極40を備えている。接地電極40は、外部導体10から延設されるとともに、電極先端部31との間にギャップを形成している。そして、本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、図8に示すように、中心電極30に高周波電圧が印加されて電極先端部31と接地電極40との間に放電S2を形成するように構成されている。電極先端部31と誘電体先端部21との間には、中心電極30に高周波電圧が印加されたときに、電極先端部

31と接地電極40との間の放電に先立って電極先端部31と誘電体先端部21との間において電極先端部31から部分放電S1が生じるように両者を離隔させる空間部50が形成されている。その他の構成は、第1の実施形態の場合と同一である。

[0033] 本実施形態によれば、上述の第1の実施形態の場合と同等の作用効果を奏する。そして、本実施形態では、第1外部導体11から延設されるとともに、中心電極30の電極先端部31との間にギャップを形成する接地電極40を備え、該ギャップに放電S2が形成されるように構成されている。これにより、部分放電S1の形成後に、接地電極40に向けて、放電S2の形成を促すことが期待できる。

[0034] 本実施形態によれば、第1の実施形態の場合と同様に、自動車用等に備えられた内燃機関に搭載しやすく、かつ内燃機関用としてより適した点火プラグ1を提供することができる。

[0035] (第3の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、第2の実施形態における中心電極30(図7)に替えて、図9に示す中心電極300を備える。その他の構成要素は第2の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第2の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0036] 中心電極300は円柱形状を有しており、図9に示すように、筒状誘電体20と中心軸を共有するように筒状誘電体20の内側に設けられている。中心電極300の先端側Y1の端部である電極先端部310は、誘電体先端部21よりも基端側Y2に位置しているとともに、第2外部導体12の外部導体先端部121よりも基端側Y2に位置している。

[0037] 筒状誘電体20の内周面21bと中心電極300の電極先端部310及び外周面310bとによって囲まれた空間として空間部500が形成されている。空間部500は、電極先端部310の外側縁部310aと誘電体先端部21の内側縁部21aとを結ぶ仮想線分Lを示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部500により電極先端部310と誘電体先端部21とが離隔

している。

[0038] 本実施形態の点火プラグ1においても、第2の実施形態の場合において誘電体先端部21がプラグ軸方向Yにおいて、外部導体先端部121と同じ位置にあることによる作用効果を除いて、第2の実施形態と同様の作用効果を奏する。なお、本実施形態では接地電極40が備えられた構成としているが、これに替えて、第1の実施形態の場合と同様に接地電極40が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果を奏する。

[0039] (第4の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、第3の実施形態における筒状誘電体20(図9)に替えて、図10に示す筒状誘電体200を備える。図10に示すように、筒状誘電体200の先端側Y1の端部である誘電体先端部210は、プラグ軸方向Yにおける位置が第2外部導体12の先端側Y1の端部である外部導体先端部121と同一となっている。すなわち、筒状誘電体200の誘電体先端部210はプラグ軸方向Yにおいて外部導体先端部121と面一となっている。

[0040] 図10に示すように、筒状誘電体200の内周面210bと中心電極300の電極先端部310及び外周面310bとによって囲まれた空間として空間部501が形成されている。空間部501は、電極先端部310の外側縁部310aと誘電体先端部210の内側縁部210aとを結ぶ仮想線分Lを示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部501により電極先端部310と誘電体先端部210とが離隔している。その他の構成要素は第2の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第2の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0041] 本実施形態の点火プラグ1においても、第3の実施形態の場合と同様の作用効果を奏する。なお、本実施形態では接地電極40が備えられた構成としているが、これに替えて、第1の実施形態の場合と同様に接地電極40が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果

を奏する。

[0042] (第5の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、図11に示すように、第2の実施形態における筒状誘電体20(図7)に替えて、第4の実施形態における筒状誘電体200(図10)を備える。すなわち、本実施形態では、筒状誘電体200の誘電体先端部210、中心電極30の電極先端部31及び外部導体10(すなわち、本実施形態における第2外部導体12)の先端部121は面一となっている。

[0043] 図11に示すように、筒状誘電体200の内周面210bと中心電極30の外周面31bとによって囲まれた空間として空間部502が形成されている。空間部502は、電極先端部31の外側縁部31aと誘電体先端部210の内側縁部210aとを結ぶ仮想線分Lを示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部502により電極先端部31と誘電体先端部210とが離隔している。

その他の構成要素は第3の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第3の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0044] 本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1によれば、第2の実施形態の場合において電極先端部31が誘電体先端部21よりも基端側Y2に位置していることによる作用効果及び、筒状誘電体20の誘電体先端部21が第2外部導体12の先端部121から先端側Y1に突出していることによる作用効果を除いて、第2の実施形態と同様の作用効果を奏する。なお、本実施形態では接地電極40が備えられた構成としているが、これに替えて、第1の実施形態の場合と同様に接地電極40が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果を奏する。

[0045] (第6の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、第5の実施形態の中心電極30(図11)に対して、図12に示すように、電極先端部311が誘電体先端部210よりも先端側Y1に突出した中心電極301を備えている。

[0046] 図12に示すように、中心電極301の外周面311bと筒状誘電体200の内側縁部210aの間の空間として空間部503が形成されている。空間部503は、電極先端部311の外側縁部311aと誘電体先端部210の内側縁部210aとを結ぶ仮想線分Lを示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部503により電極先端部311と誘電体先端部210とが離隔している。その他の構成要素は第5の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第5の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。

[0047] 本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1によれば、図7に示す第2の実施形態の場合において電極先端部31が誘電体先端部21よりも基端側Y2に位置していることによる作用効果と、電極先端部31がプラグ軸方向Yにおいて第2外部導体12の先端部121と同じ位置に位置していることによる作用効果と、筒状誘電体20の誘電体先端部21が第2外部導体12の先端部121から先端側Y1に突出していることによる作用効果とを除いて、第2の実施形態と同様の作用効果を奏する。なお、本実施形態では接地電極40が備えられた構成としているが、これに替えて、第1の実施形態の場合と同様に接地電極40が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果を奏する。

[0048] (第7の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ1は、第5の実施形態の筒状誘電体200(図11)に替えて、図13に示すように、筒状誘電体201を備えている。筒状誘電体201の内径は、中心電極30の外径と略同一であって、筒状誘電体201の内周面211bは中心電極30の外周面31bに接している。

[0049] 図13に示すように、筒状誘電体201の先端側Y1には、中心電極30を中心とする円錐状に形成された切り欠き部221が形成されている。そして、切り欠き部221の壁面221aと中心電極30の外周面31bとによって囲まれた空間として空間部504が形成されている。空間部504は、

電極先端部 31 の外側縁部 31a と誘電体先端部 211 の内側縁部 211a とを結ぶ仮想線分 L を示す長さを持つ空間である。すなわち、空間部 504 により電極先端部 31 と誘電体先端部 211 とが離隔している。

[0050] その他の構成要素は第 5 の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第 5 の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。本実施形態の点火プラグ 1 においても、第 5 の実施形態の場合と同様の作用効果を奏する。

[0051] なお、本実施形態では、切り欠き部 221 を円錐状に形成したが、これに限らず、中心電極 30 の電極先端部 31 の周囲に、部分放電の形成が可能な程度の空間からなる空間部が形成されていればよい。また、本実施形態では接地電極 40 が備えられた構成としているが、これに替えて、第 1 の実施形態の場合と同様に接地電極 40 が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果を奏する。

[0052] (第 8 の実施形態)

本実施形態の内燃機関用の点火プラグ 1 は、第 7 の実施形態の筒状誘電体 201 (図 13) に替えて、図 14 に示すように、筒状誘電体 202 を備えている。筒状誘電体 202 の内径は、中心電極 30 の外径と略同一であって、筒状誘電体 201 の内周面 212b と中心電極 30 の外周面 31b とが接している。筒状誘電体 202 の誘電体先端部 212 は、中心電極 30 の電極先端部 31 及び外部導体 10 (第 2 外部導体 12) の先端部 121 よりも先端側 Y1 に位置している。

[0053] 図 14 に示すように、筒状誘電体 202 の内周面 212b と中心電極 30 の電極先端部 31 とによって囲まれた空間として空間部 505 が形成されている。空間部 505 は、電極先端部 31 の外側縁部 31a と誘電体先端部 212 の内側縁部 212a とを結ぶ仮想線分 L を示す長さを持つ空間である。

[0054] その他の構成要素は第 7 の実施形態の場合と同様であり、本実施形態においても第 7 の実施形態の場合と同一の符号を用いてその説明を省略する。本実施形態の点火プラグ 1 においても、第 7 の実施形態の場合と同様の作用効

果を奏する。なお、本実施形態では接地電極 40 が備えられた構成としているが、これに替えて、第 1 の実施形態の場合と同様に接地電極 40 が備えられていない構成としてもよい。この場合も本実施形態と同等の作用効果を奏する。

[0055] 本発明は上記各実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の実施例に適用することが可能である。

符号の説明

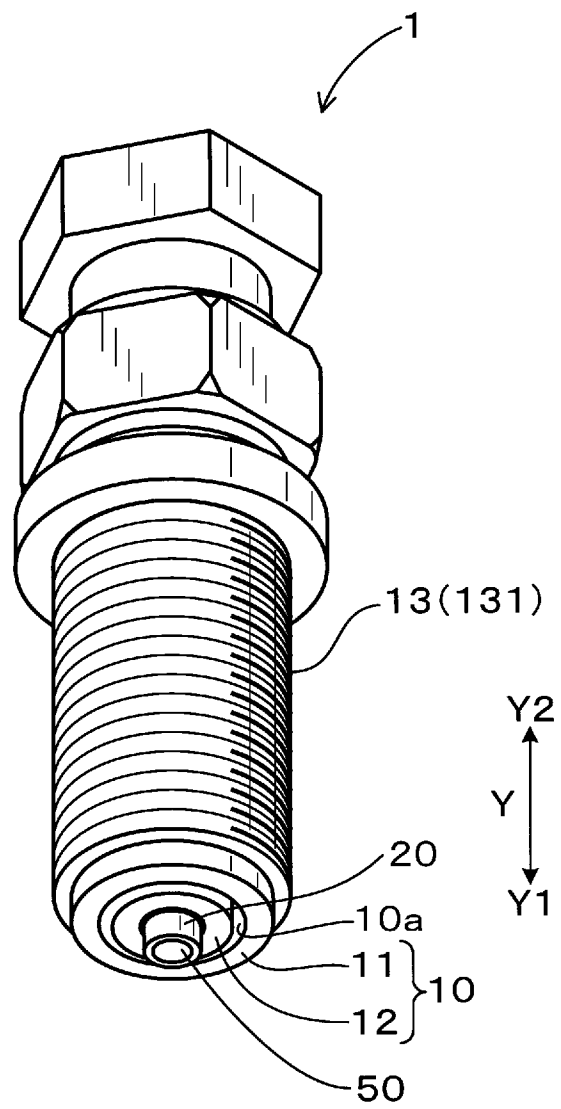
- [0056] 1 内燃機関用の点火プラグ
- 10 外部導体
- 20、200、201、202 筒状誘電体
- 21、210、211、212 誘電体先端部
- 30、300、301 中心電極
- 31、310、311 電極先端部
- 40 接地電極
- 50、500、501、502、503、504、505 空間部

請求の範囲

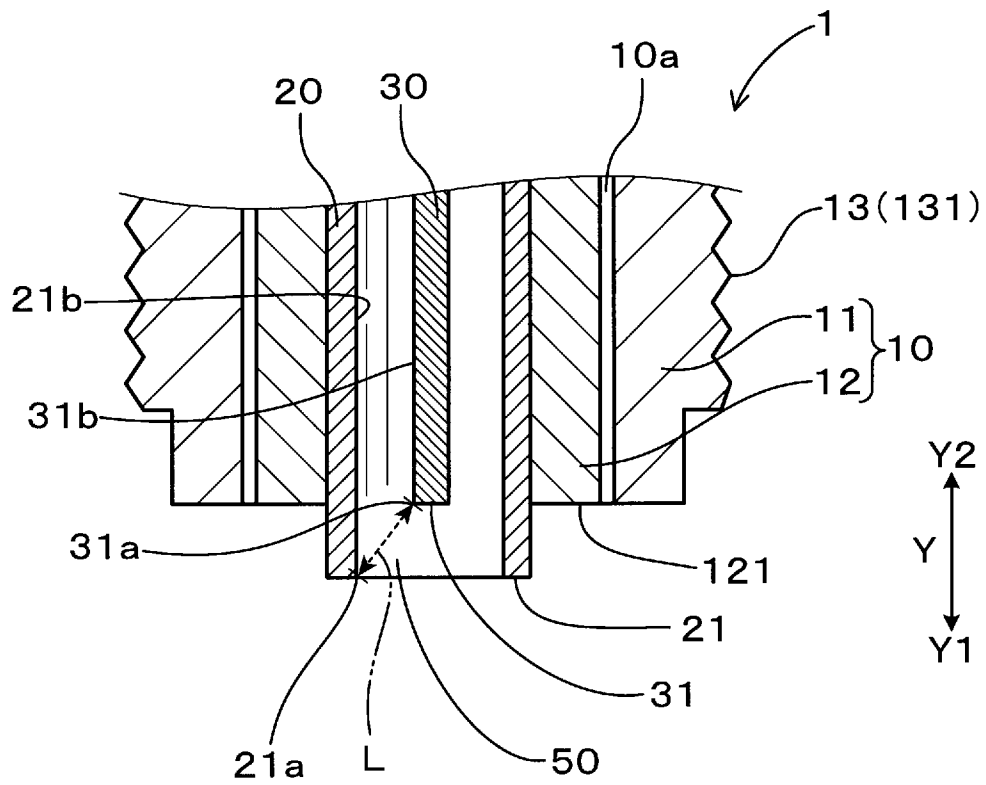
- [請求項1] 筒状の外部導体（１０）と、上記外部導体（１０）の内側に保持されるとともに、上記外部導体におけるプラグ軸方向（Ｙ）の先端側（Ｙ１）に露出した誘電体先端部（２１、２１０、２１１、２１２）を有する筒状誘電体（２０、２００、２０１、２０２）と、上記筒状誘電体の内側に保持されるとともに、上記筒状誘電体におけるプラグ軸方向の先端側に露出した電極先端部（３１、３１０、３１１）を有する中心電極（３０、３００、３０１）と、を備え、上記中心電極に高周波電圧が印加されて上記電極先端部からプラグ軸方向の先端側に向けて放電を形成するように構成された内燃機関用の点火プラグ（１）であって、上記電極先端部と上記誘電体先端部との間には、上記中心電極に高周波電圧が印加されたときに、上記放電に先立って上記電極先端部と上記誘電体先端部との間において上記電極先端部から部分放電が生じるように両者を離隔させる空間部（５０、５００、５０１、５０２、５０３、５０４、５０５）が形成されていることを特徴とする内燃機関用の点火プラグ（１）。
- [請求項2] 上記電極先端部は、上記誘電体先端部よりもプラグ軸方向の基端側（Ｙ２）に位置していることを特徴とする請求項１に記載の内燃機関用の点火プラグ。
- [請求項3] 上記電極先端部は、プラグ軸方向において、上記外部導体の先端側の端部（１２１）と同じ位置に位置していることを特徴とする請求項１又は２に記載の内燃機関用の点火プラグ。
- [請求項4] 上記誘電体先端部は、上記外部導体におけるプラグ軸方向の先端側の端部よりも上記先端側に位置していることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の内燃機関用の点火プラグ。
- [請求項5] 上記外部導体から延設されるとともに、上記電極先端部との間にギャップを形成する接地電極（４０）を備え、該ギャップに上記放電が形成されるように構成されていることを特徴とする請求項１～４のい

ずれか一項に記載の内燃機関用の点火プラグ。

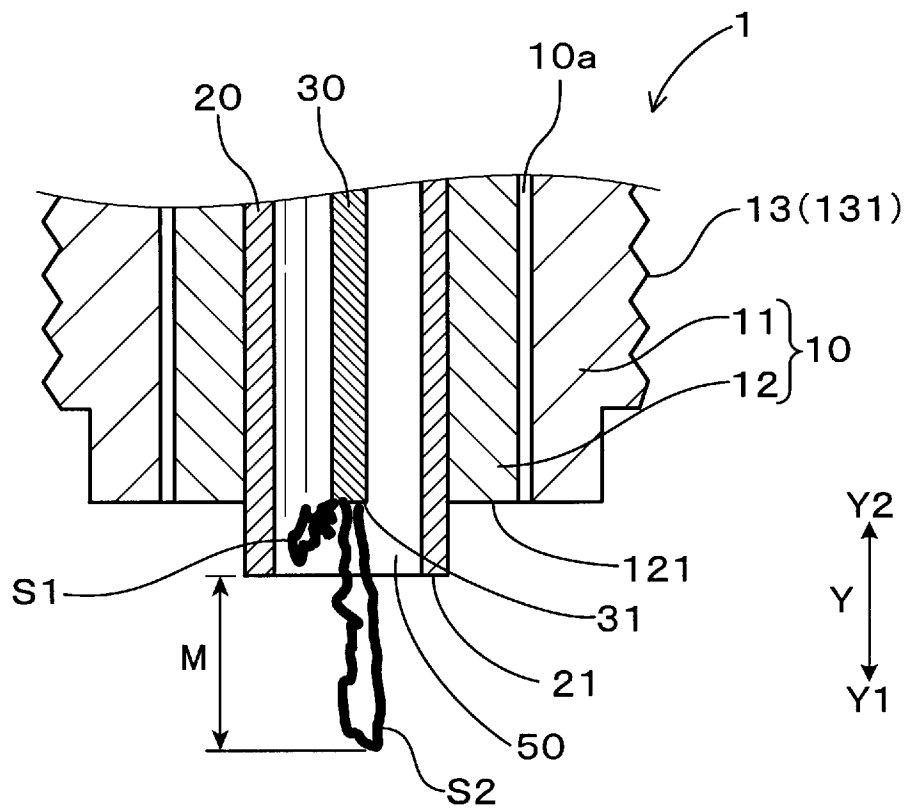
[図1]



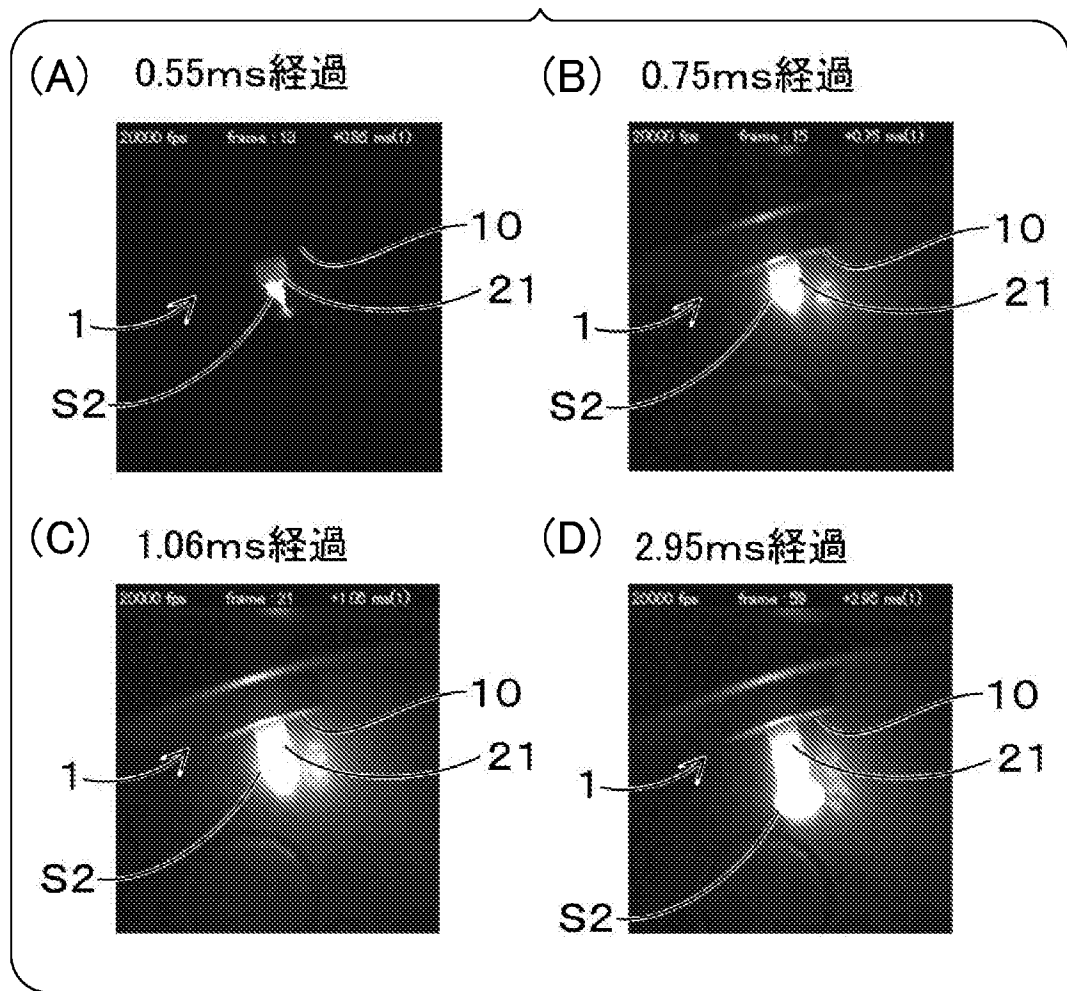
[図2]



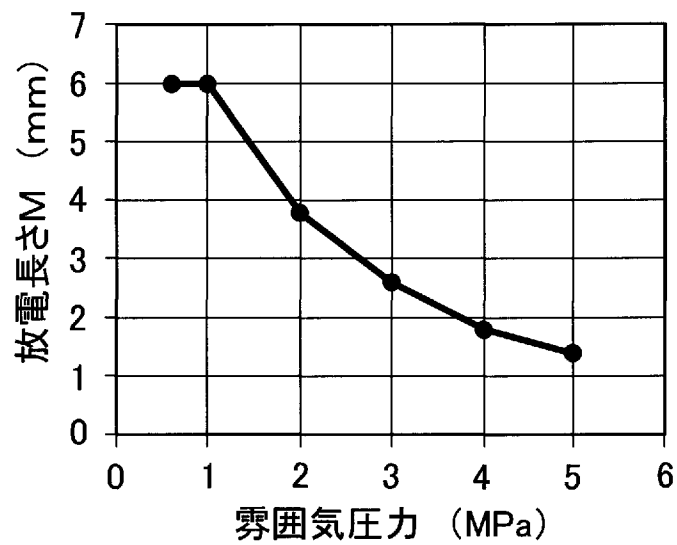
[図3]



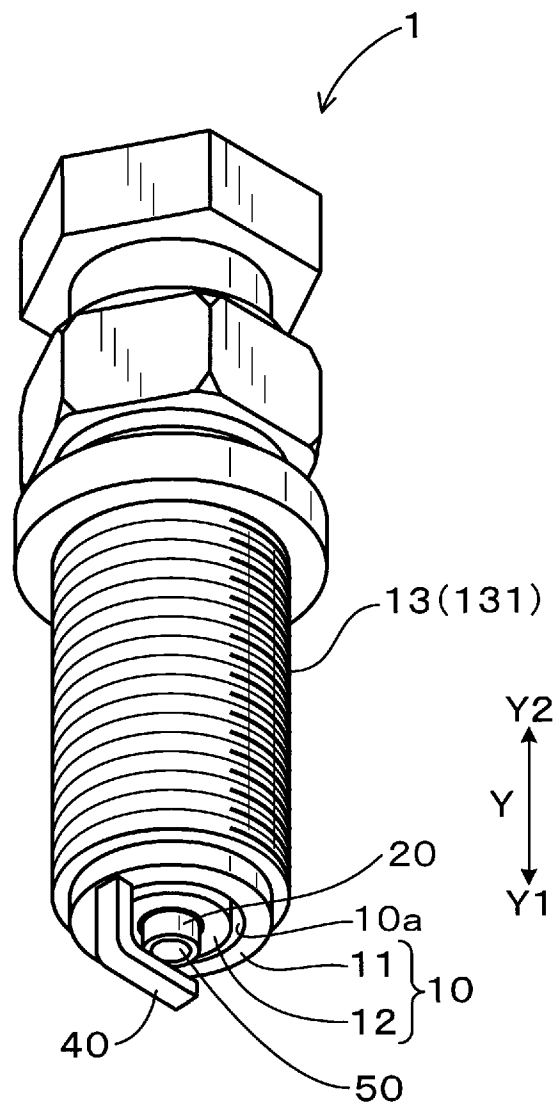
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01T13/50(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)

H01T13/50, 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.
X	WO 2015/016337 A1 (Imagineering, Inc.), 05 February 2015 (05.02.2015), entire text; fig. 1, 3, 6 (Family: none)	1-5
A	JP 57-015381 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 January 1982 (26.01.1982), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

"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
25 April 2016 (25.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

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. H01T13/50(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. H01T13/50, 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
X	W0 2015/016337 A1（イマジニアリング株式会社）2015.02.05, 全文, 図1、3、6（ファミリーなし）	1-5
A	JP 57-015381 A（日産自動車株式会社）1982.01.26, 全文, 全図（フ ァミリーなし）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

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）

段 吉享

3 T

3824

電話番号 03-3581-1101 内線 3368