

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第4625531号
(P4625531)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl.

F 1

H01T 13/20

(2006.01)

H01T 13/20

B

H01T 13/14

(2006.01)

H01T 13/14

H01T 13/16

(2006.01)

H01T 13/16

F02P 13/00

(2006.01)

F02P 13/00 301J

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2009-202381 (P2009-202381)

(22) 出願日

平成21年9月2日(2009.9.2)

審査請求日

平成22年8月16日(2010.8.16)

(73) 特許権者 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(74) 代理人 100111095

弁理士 川口 光男

(72) 発明者 伴 謙治

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

(72) 発明者 鈴木 彰

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

審査官 森本 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スパークプラグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

棒状の中心電極と、

軸線方向に延びる軸孔を有するとともに、前記中心電極を前記軸孔の先端側に備えた筒状の絶縁体と、

自身の先端面より前記絶縁体の先端部を突出させた状態で、前記絶縁体の周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具とを備え、

前記絶縁体は、

先端部に位置する脚長部と、

当該脚長部の後端から後端側へと延び、後端側へ向けて拡径するテーパ部と、

前記テーパ部の後端から後端側へと延び、前記脚長部よりも大径の中胴部とを具備し、前記主体金具の内周には、

段部と、

前記段部の先端側に位置する先端側内周部とが形成され、

前記段部に対して、前記テーパ部が直接的に又は間接的に係止された状態で、前記主体金具に前記絶縁体が固定されてなるスパークプラグであって、

前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径が3.0mm以下であり、

前記絶縁体のうち、

前記軸線方向に沿った絶縁体先端から後端側に2mmまでの部分の体積をA (mm³)

10

20

とし、

前記テーパ部のうち前記段部に係止される部位の後端から先端側に位置するとともに、前記先端側内周部と自身の外周部分との径差が 1.5 mm 以下の部分の体積を B (mm³) としたとき、

0.12 A / B 0.24

を満たすことを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】

前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径が M14 であり、

12 mm³ A、及び、83 mm³ B 113 mm³ を満たすことを特徴とする請求項 10
1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 3】

前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を 1.7 mm 以上としたことを特徴とする請求項 2 に記載のスパークプラグ。

【請求項 4】

前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径が M12 であり、

6 mm³ A、及び、35 mm³ B 54 mm³ を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 5】

前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を 1.5 mm 以上 2.6 mm 以下としたことを特徴とする請求項 4 に記載のスパークプラグ。

【請求項 6】

前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径が M10 であり、

3.5 mm³ A、及び、20 mm³ B 37 mm³ を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 7】

前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を 1.3 mm 以上 2.1 mm 以下としたことを特徴とする請求項 6 に記載のスパークプラグ。

【請求項 8】

前記主体金具の先端部から延び、先端部が前記中心電極の先端部との間で間隙を形成する接地電極とを備え、

前記中心電極及び前記接地電極のうち少なくとも一方に貴金属チップを設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のスパークプラグ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関等に使用されるスパークプラグに関する。

【背景技術】

【0002】

スパークプラグは、内燃機関（エンジン）等の燃焼装置に取付けられ、燃焼室内の混合気への着火のために用いられるものである。一般的にスパークプラグは、軸孔を有する絶縁体と、当該軸孔に挿通される中心電極と、絶縁体の外周に設けられる主体金具と、主体金具の先端面に設けられ、中心電極との間で火花放電間隙を形成する接地電極とを備える。また、主体金具と絶縁体との組付に際しては、一般的に、主体金具の内周面に設けられる段部と、絶縁体の外周面に設けられるテーパ部とが、金属製の板パッキンを介して係止される。

【0003】

ところで、燃焼室内においては混合気の不完全燃焼等によりカーボンが発生し、これが

10

20

30

40

50

絶縁体表面へ堆積するおそれがある。ここで、絶縁体表面へのカーボンの堆積が進み、絶縁体の先端部表面がカーボンで覆われて汚損してしまうと、火花放電間隙において正常な火花放電が発生することなく、中心電極から主体金具へとカーボンを伝って電流が流れて(リークして)しまうおそれがある。

【0004】

これに対して、耐汚損性の向上を図るべく、絶縁体の表面温度を一気に上昇させることにより、カーボンを焼き切る機能、すなわち「自己清浄機能」を有するスパークプラグが知られている。

【0005】

しかしながら、スパークプラグの先端温度が所定温度(例えば、1100)以上に過熱されてしまうと、過熱されたスパークプラグの先端が着火源となってしまうおそれがある。すなわち、スパークプラグの点火前であるにも関わらず、混合気が着火してしまう、いわゆる「ブレイブニッション」が生じてしまうおそれがある。

【0006】

そこで、前記テーパ部の先端側に位置する部位と主体金具との間の間隙を小さくするとともに、当該間隙の軸線に沿った長さを大きくする技術が提案されている(例えば、特許文献1等参照)。この技術では、前記間隙を小さくすることで、絶縁体から主体金具へ効率よく熱が伝達されるように調整され、耐熱性の向上が図られる。また、前記間隙の軸線に沿った長さを大きくすることで、当該間隙への未燃ガス(カーボン)の侵入が防止され、耐汚損性の向上が図られる。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-183177号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところが、上記技術により耐熱性及び耐汚損性の双方をある程度向上させることができるものの、用いられる燃焼装置等によっては汚損が進行してしまい、電流のリークが発生してしまうおそれがある。

30

【0009】

また近年では、スパークプラグの小径化の要請があり、絶縁体の小径化が要求されている。ここで、絶縁体の小径化にあたっては、耐電圧性能を確保すべく、絶縁体の肉厚を十分に確保する必要があり、結果として、絶縁体の軸孔が小径化される。このとき、軸孔に挿通される中心電極も小径化されるわけであるが、絶縁体の熱は、主として熱伝導性に優れた中心電極から主体金具側へと引かれる。そのため、中心電極の小径化に伴い絶縁体の熱を主体金具側へと伝達する効率が低下してしまい、ひいては絶縁体の耐熱性が低下してしまうおそれがある。

【0010】

本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、小径化された中心電極を有するスパークプラグにおいて、耐汚損性及び耐熱性の双方を向上させることができるスパークプラグを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

以下、上記目的を解決するのに適した各構成につき、項分けして説明する。なお、必要に応じて対応する構成に特有の作用効果を付記する。

【0012】

構成1. 本構成のスパークプラグは、棒状の中心電極と、軸線方向に延びる軸孔を有するとともに、前記中心電極を前記軸孔の先端側に備えた筒状の絶縁体と、

50

自身の先端面より前記絶縁体の先端部を突出させた状態で、前記絶縁体の周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具とを備え、

前記絶縁体は、

先端部に位置する脚長部と、

当該脚長部の後端から後端側へと延び、後端側へ向けて拡径するテーパ部と、

前記テーパ部の後端から後端側へと延び、前記脚長部よりも大径の中胴部とを具備し、前記主体金具の内周には、

段部と、

前記段部の先端側に位置する先端側内周部とが形成され、

前記段部に対して、前記テーパ部が直接的に又は間接的に係止された状態で、前記主体金具に前記絶縁体が固定されてなるスパークプラグであって、

前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径が 3.0 mm 以下であり、

前記絶縁体のうち、

前記軸線方向に沿った絶縁体先端から後端側に 2 mm までの部分の体積を A (mm³) とし、

前記テーパ部のうち前記段部に係止される部位の後端から先端側に位置するとともに、前記先端側内周部と自身の外周部分との径差が 1.5 mm 以下の部分の体積を B (mm³) としたとき、

0.12 A / B 0.24

10

を満たすことを特徴とする。

【0013】

尚、「前記テーパ部のうち段部に係止される部位の後端から先端側に位置するとともに前記先端側内周部と自身の外周部分との径差が 1.5 mm 以下の部分（以下、「絶縁体根元部」と称す）」とあるのは、テーパ部のうち段部に係止される部位の後端から、当該後端より先端側に向けて先端側内周部と絶縁体の外周部分との径差が初めて 1.5 mm を超える部位の直後端までの間の領域を意味する。従って、先端側内周部と絶縁体の外周部分との径差が 1.5 mm を超えた部位から先端側に、径差が 1.5 mm 以下の部位が存在していたとしても、当該部位については絶縁体根元部の対象とはならない。

【0014】

20

上記構成 1 によれば、絶縁体のうち、軸線方向に沿った絶縁体先端から後端側に 2 mm までの部分（「絶縁体先端部」と称す）の体積を A (mm³) とし、絶縁体根元部の体積を B (mm³) としたとき、0.12 A / B 0.24 を満たすように、絶縁体先端部及び絶縁体根元部の体積がそれぞれ設定されている。

【0015】

ここで、絶縁体先端部の体積の大小は、当該部位の昇温特性を表しており、絶縁体先端部の体積が大きいほど、当該部位は昇温しにくく、高温となりにくい一方で、絶縁体先端部の体積が小さいほど、当該部位は昇温しやすく、高温となりやすい。

【0016】

30

そこで、本構成 1 では、この要素を勘案して、0.12 A / B とすること（換言すれば、絶縁体先端部の体積が極端に小さくなってしまうことを防止すること）により、絶縁体先端部の過昇温を防止し、耐熱性の向上が図られている。一方で、A / B 0.24 とすること（換言すれば、絶縁体先端部の体積の極端な増大を防止すること）で、使用時ににおいて絶縁体先端部を比較的高温とすることができる、耐汚損性の向上が図られている。

【0017】

また、絶縁体根元部の体積の大小は、熱伝導性に優れた中心電極から主体金具（燃焼装置）側への熱伝達の経路の大小、つまり、中心電極を介した絶縁体先端部から主体金具側への熱の引かれやすさを表しているが、本構成 1 によれば、絶縁体根元部の体積 B が、A / 0.24 B A / 0.12 を満たすように構成されている。すなわち、絶縁体先端部の体積（絶縁体先端部に溜まり得る熱量）に合わせて、十分な熱引き性能を確保すること

40

50

ができる一方で、絶縁体先端部の熱を過度に引きすぎない程度に絶縁体根元部の体積が設定されている。このため、中心電極のうち脚長部内に配置される部位の最大外径が3.0 mm以下と比較的小径化され、絶縁体の耐熱性低下が懸念されるスパークプラグにおいても、上述のように絶縁体先端部の体積を設定したことによる耐熱性及び耐汚損性の向上という作用効果が損なわれることなく、むしろより確実、かつ、より効果的に耐熱性及び耐汚損性の向上を図ることができる。

【0018】

構成2. 本構成のスパークプラグは、上記構成1において、前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径がM14であり、 12 mm^3 A、及び、 83 mm^3 B 113 mm^3 を満たすことを特徴とする。

10

【0019】

上記構成2によれば、ねじ部のねじ径がM14とされたスパークプラグにおいて、絶縁体先端部の体積Aが 12 mm^3 以上とされる。このため、絶縁体先端部が十分な大きさ(厚さ)を有することとなり、絶縁体先端部における耐電圧性能を十分に維持することができる。

【0020】

また、絶縁体根元部の体積Bが 83 mm^3 以上とされるため、絶縁体根元部が十分な大きさ(厚さ)を有し、絶縁体根元部において優れた耐電圧性能を確保することができる。一方で、絶縁体の挿通される主体金具の内孔の拡径にも限界があることから、絶縁体の外径を大きくすることにも限界がある。従って、本構成2のように、ねじ径がM14のスパークプラグにおいては、絶縁体根元部の体積Bを 113 mm^3 以下とすることが望ましい。

20

【0021】

尚、絶縁体のうち、主体金具の先端側内周部と自身の外周部分との径差が 1.5 mm 以下となる部分を軸線に沿ってより長くすることで絶縁体根元部の体積Bをより増大させることも可能ではある。ところが、この場合には、絶縁体の脚長部のうち主体金具の内周面との間である程度大きな間隙を有する部位が相対的に減少してしまうため、比較的少量のカーボンが堆積しただけで電流のリークが発生してしまうおそれがある。従って、この点を考慮しても、絶縁体根元部の体積Bを 113 mm^3 以下とすることが望ましいといえる。

30

【0022】

構成3. 本構成のスパークプラグは、上記構成2において、前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を 1.7 mm 以上としたことを特徴とする。

【0023】

上記構成3によれば、中心電極のうち脚長部内に配置される部位の最大外径が 1.7 mm 以上とされる。そのため、ねじ部のねじ径がM14とされ、絶縁体先端部の体積が比較的大きくされる場合であっても、中心電極を介して絶縁体先端部や中心電極先端部の熱を主体金具側へと効率よく伝達することができる。その結果、耐熱性の更なる向上を図ることができる。

【0024】

構成4. 本構成のスパークプラグは、上記構成1において、前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径がM12であり、 6 mm^3 A、及び、 35 mm^3 B 54 mm^3 を満たすことを特徴とする。

40

【0025】

上記構成4によれば、ねじ部のねじ径がM12とされたスパークプラグにおいて、絶縁体先端部の体積Aが 6 mm^3 以上とされる。このため、絶縁体先端部の厚みが十分に大きなものとなり、絶縁体先端部において優れた耐電圧性能を実現することができる。さらに、絶縁体根元部の体積Bが 35 mm^3 以上とされるため、絶縁体根元部においても優れた耐電圧性能を確保することができる。

【0026】

50

尚、ねじ径がM 1 2とされた主体金具の内孔の大きさ等を考慮して、絶縁体根元部の体積Bについては54mm³以下とすることが望ましい。

【0027】

構成5. 本構成のスパークプラグは、上記構成4において、前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を1.5mm以上2.6mm以下としたことを特徴とする。

【0028】

上記構成5によれば、ねじ径をM 1 2とした際の絶縁体先端部の大きさに対応して、中心電極のうち脚長部内に配置される部位の最大外径が1.5mm以上とされるため、絶縁体先端部や中心電極先端部の熱を主体金具側へと効率よく伝達することができ、耐熱性の更なる向上を図ることができる。一方で、中心電極のうち脚長部内に配置される部位の最大外径が2.6mm以下とされるため、絶縁体の薄肉化を防止することができ、耐電圧性能のより一層の向上を図ることができる。

【0029】

構成6. 本構成のスパークプラグは、上記構成1において、前記主体金具は、燃焼装置の取付孔に螺合するためのねじ部を有するとともに、当該ねじ部のねじ径がM 1 0であり、3.5mm³ A、及び、20mm³ B 37mm³を満たすことを特徴とする。

【0030】

上記構成6によれば、ねじ部のねじ径がM 1 0とされたスパークプラグにおいて、絶縁体先端部及び絶縁体根元部の双方において優れた耐電圧性能を実現することができる。

【0031】

構成7. 本構成のスパークプラグは、上記構成6において、前記中心電極のうち前記脚長部内に配置される部位の最大外径を1.3mm以上2.1mm以下としたことを特徴とする。

【0032】

上記構成7によれば、ねじ部のねじ径をM 1 0とスパークプラグにおいて、耐熱性及び耐電圧性能の更なる向上を図ることができる。

【0033】

構成8. 本構成のスパークプラグは、上記構成1乃至7のいずれかにおいて、前記主体金具の先端部から延び、先端部が前記中心電極の先端部との間で間隙を形成する接地電極とを備え、

前記中心電極及び前記接地電極のうち少なくとも一方に貴金属チップを設けたことを特徴とする。

【0034】

上記構成8によれば、中心電極及び接地電極のうち少なくとも一方に貴金属チップが接合されるため、耐消耗性の向上、ひいては長寿命化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】スパークプラグの構成を示す一部破断正面図である。

【図2】スパークプラグの先端部の構成を示す一部破断拡大正面図である。

【図3】ブレイブニッショングリフティング試験の結果を示すグラフである。

【図4】中心電極径と温度差との関係を示すグラフである。

【図5】別の実施形態における、スパークプラグの構成を示す一部破断正面図である。

【図6】別の実施形態における、スパークプラグの先端部の構成を示す一部破断拡大正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下に、一実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、スパークプラグ1を示す一部破断正面図である。尚、図1では、スパークプラグ1の軸線CL1方向を図面における上下方向とし、下側をスパークプラグ1の先端側、上側を後端側として説明する。

10

20

30

40

50

【0037】

スパークプラグ1は、筒状をなす絶縁体としての絶縁碍子2、これを保持する筒状の主体金具3などから構成されるものである。

【0038】

絶縁碍子2は、周知のようにアルミナ等を焼成して形成されており、その外形部において、後端側に形成された後端側胴部10と、当該後端側胴部10よりも先端側において径方向外向きに突出形成された大径部11と、当該大径部11よりも先端側においてこれよりも細径に形成された中胴部12と、当該中胴部12よりも先端側においてこれより細径に形成された脚長部13とを備えている。加えて、絶縁碍子2のうち、大径部11、中胴部12、及び、大部分の脚長部13は、主体金具3の内部に収容されている。また、脚長部13と中胴部12との連接部にはテーパ部14が形成されており、当該テーパ部14にて絶縁碍子2が主体金具3に係止されている。

10

【0039】

さらに、絶縁碍子2には、軸線CL1に沿って軸孔4が貫通形成されており、当該軸孔4の先端側には中心電極5が挿入、固定されている。当該中心電極5は、銅又は銅合金からなる内層5Aと、ニッケル(Ni)を主成分とするNi合金からなる外層5Bとにより構成されている。また、中心電極5は、全体として棒状(円柱状)をなし、その先端面が平坦に形成されるとともに、絶縁碍子2の先端から突出している。さらに、中心電極5の先端部には、貴金属合金(例えば、イリジウム合金)により形成された円柱状の貴金属チップ31が接合されている。

20

【0040】

また、軸孔4の後端側には、絶縁碍子2の後端から突出した状態で、端子電極6が挿入、固定されている。

【0041】

さらに、軸孔4の中心電極5と端子電極6との間には、円柱状の抵抗体7が配設されている。当該抵抗体7の両端部は、導電性のガラスシール層8, 9を介して、中心電極5と端子電極6とにそれぞれ電気的に接続されている。

【0042】

加えて、前記主体金具3は、低炭素鋼等の金属により筒状に形成されており、その外周面にはスパークプラグ1を内燃機関等の燃焼装置に取付けるためのねじ部(雄ねじ部)15が形成されている。また、ねじ部15の後端側の外周面には座部16が形成され、ねじ部15後端のねじ首17にはリング状のガスケット18が嵌め込まれている。さらに、主体金具3の後端側には、スパークプラグ1を燃焼装置に取付ける際にレンチ等の工具を係合させるための断面六角形状の工具係合部19が設けられるとともに、後端部において絶縁碍子2を保持するための加締め部20が設けられている。

30

【0043】

また、主体金具3の内周面には、絶縁碍子2を係止するためのテーパ状の段部21が設けられている。そして、絶縁碍子2は、主体金具3の後端側から先端側に向かって挿入され、自身のテーパ部14が主体金具3の段部21に係止された状態で、主体金具3の後端側の開口部を径方向内側に加締めること、つまり上記加締め部20を形成することによって固定される。尚、絶縁碍子2のテーパ部14及び主体金具3の段部21の間には、円環状の板パッキン22が介在されている。これにより、燃焼室内の気密性を保持し、燃焼室内に晒される絶縁碍子2の脚長部13と主体金具3の内周面との隙間に入り込む燃料空気が外部に漏れないようになっている。

40

【0044】

さらに、加締めによる密閉をより完全なものとするため、主体金具3の後端側においては、主体金具3と絶縁碍子2との間に環状のリング部材23, 24が介在され、リング部材23, 24間にはタルク(滑石)25の粉末が充填されている。すなわち、主体金具3は、板パッキン22、リング部材23, 24及びタルク25を介して絶縁碍子2を保持している。

50

【0045】

また、主体金具3の先端部26には、自身の略中間が曲げ返されて、その側面が中心電極5の先端部と対向する接地電極27が接合されている。接地電極27のうち、前記中心電極5の先端部（貴金属チップ31）と対向する部位には、貴金属合金（例えば、白金合金等）からなる貴金属チップ32が接合されている。そして、前記貴金属チップ31, 32の間には、間隙としての火花放電間隙33が形成されており、当該火花放電間隙33において、前記軸線CL1にはほぼ沿った方向で火花放電が行われるようになっている。

【0046】

ところで、本実施形態では、主体金具3のねじ部15のねじ径がM14とされている。そこで、主体金具3のうち絶縁碍子2の挿通される内孔の内径は、前記ねじ部15のサイズに合わせた大きさのものとされており、また、前記主体金具3の内孔の大きさに対応して絶縁碍子2の大きさ（外径）や軸孔4の内径が設定されている。そして、本実施形態においては、絶縁碍子2の軸孔4の内径に合わせて、中心電極5のうち前記脚長部13内に配置される部位の最大外径が1.7mm以上3.0mm以下とされている。

10

【0047】

加えて、図2に示すように、絶縁碍子2のうち、軸線CL1方向に沿った絶縁碍子2先端から後端側に2mmまでの部分（以下、「絶縁体先端部」と称す）41の体積をAとしたとき、 $A = 12 \text{ mm}^3$ を満たすように、絶縁体先端部41の形状等が設定されている。

【0048】

一方で、絶縁碍子2において、テープ部14のうち前記段部21（板パッキン22）に係止される部位の後端から先端側に位置する部分であって、主体金具3の内周のうち前記段部21よりも先端側に位置する先端側内周部51との径差Dが1.5mm以下（すなわち、 $D / 2 = 0.75 \text{ mm}$ ）の部分（以下、「絶縁体根元部」と称す）42の体積をBとしたとき、 $83 \text{ mm}^3 \leq B \leq 113 \text{ mm}^3$ となるように絶縁体根元部42の外径等が設定されている。

20

【0049】

また、絶縁体先端部41の体積A及び絶縁体根元部42の体積Bについては、 $0.12 \leq A / B \leq 0.24$ の関係を満たすように、それぞれの体積A, Bが設定されている。

【0050】

尚、上述した絶縁体先端部41の体積A、及び、絶縁体根元部42の体積Bの数値範囲は、ねじ部15のねじ径がM14とされている場合のものであって、ねじ部15のねじ径を変更することによって、それらも変更されることとなる。

30

【0051】

すなわち、ねじ部15のねじ径がM12とされる場合には、絶縁体先端部41の体積A、及び、絶縁体根元部42の体積Bについて、それぞれ $A = 6 \text{ mm}^3$ 、及び、 $35 \text{ mm}^3 \leq B \leq 54 \text{ mm}^3$ とされる。また、ねじ部15の小径化に伴い、絶縁碍子2及びこれに挿通される中心電極5も小径化されることとなる。そこで、ねじ部15のねじ径がM12である場合には、中心電極5のうち前記脚長部13内に配置される部位の最大外径が1.5mm以上2.6mm以下とされる。

【0052】

40

また、ねじ部15のねじ径がM10とされる場合には、絶縁体先端部41の体積A、及び、絶縁体根元部42の体積Bについて、それぞれ $A = 3.5 \text{ mm}^3$ 、及び、 $20 \text{ mm}^3 \leq B \leq 37 \text{ mm}^3$ とされる。加えて、ねじ部15のねじ径をM10とした場合には、中心電極5のうち脚長部13内に配置される部位の最大外径が1.3mm以上2.1mm以下とされる。

【0053】

但し、ねじ部15のねじ径を種々変更した場合であっても、 A / B については、 $0.12 \leq A / B \leq 0.24$ を満たすものとされる。

【0054】

次に、上記のように構成されてなるスパークプラグ1の製造方法について説明する。

50

【0055】

まず、主体金具3を予め加工しておく。すなわち、円柱状の金属素材（例えばS17CやS25Cといった鉄系素材やステンレス素材）を冷間鍛造加工により貫通孔を形成し、概形を製造する。その後、切削加工を施すことで外形を整え、主体金具中間体を得る。

【0056】

続いて、主体金具中間体の先端面に、Ni合金からなる直棒状の接地電極27を抵抗溶接する。当該溶接に際してはいわゆる「ダレ」が生じるので、その「ダレ」を除去した後、主体金具中間体の所定部位にねじ部15が転造によって形成される。これにより、接地電極27の溶接された主体金具3が得られる。また、接地電極27の溶接された主体金具3には、亜鉛メッキ或いはニッケルメッキが施される。尚、耐食性向上を図るべく、その表面に、さらにクロメート処理が施されることとしてもよい。メッキ処理が施された後、接地電極27先端部のメッキが除去される。

【0057】

一方、前記主体金具3とは別に、絶縁碍子2を成形加工しておく。例えば、アルミナを主体としバインダ等を含む原料粉末を用い、成型用素地造粒物を調製し、これを用いてラバープレス成形を行うことで、筒状の成形体が得られる。尚、中心電極5が挿通される絶縁碍子2の軸孔4は、棒状（針状）のプレスピング成型用素地造粒物に対して挿入した状態で、ラバープレス成形を行うことで形成される。そのため、前記プレスピングの外径は、軸孔4に挿通される中心電極5のサイズや絶縁碍子2の体積等に合わせて変更されることとなる。

【0058】

また、得られた成形体に対し、研削加工が施され外形が整形される。このとき、次述する焼成加工の後において、絶縁体先端部41の体積Aや絶縁体根元部42の体積B等が上述の数値範囲となるように成形体への研削加工が施される。次いで、研削加工後の成形体に焼成加工を施すことで絶縁碍子2が得られる。

【0059】

また、前記主体金具3、絶縁碍子2とは別に、中心電極5を製造しておく。すなわち、中央部に放熱性向上を図るための銅合金を配置したNi合金を鍛造加工することで、中心電極5を作製する。次に、中心電極5の先端部に対して貴金属チップ31がレーザ溶接等により接合される。

【0060】

そして、上記のようにして得られた絶縁碍子2及び中心電極5と、抵抗体7と、端子電極6とが、ガラスシール層8,9によって封着固定される。ガラスシール層8,9としては、一般的にホウ珪酸ガラスと金属粉末とが混合されて調製されており、当該調製されたものが抵抗体7を挟むようにして絶縁碍子2の軸孔4内に注入された後、後方から前記端子電極6が押圧された状態で、焼成炉内にて焼き固められる。尚、このとき、絶縁碍子2の後端側胴部10の表面には釉薬層が同時に焼成されることとしてもよいし、事前に釉薬層が形成されることとしてもよい。

【0061】

その後、上記のようによぞぞれ作製された中心電極5及び端子電極6を備える絶縁碍子2と、接地電極27を備える主体金具3とが組付けられる。より詳しくは、比較的薄肉に形成された主体金具3の後端側の開口部を径方向内側に加締めること、つまり上記加締め部20を形成することによって固定される。

【0062】

この際、絶縁碍子2の先端が主体金具3の先端面から軸線CL1に沿って1.5mm~3.5mmほど先端側に位置するように絶縁碍子2と主体金具3とが組付けられる。

【0063】

次いで、メッキ除去された接地電極27の先端部に貴金属チップ32が抵抗溶接等により接合される。そして最後に、接地電極27の略中間部分を屈曲させることで、前記火花放電間隙33の大きさを調整する加工が実施され、上述のスパークプラグ1が得られる。

10

20

30

40

50

【0064】

以上詳述したように、本実施形態によれば、0.12 A / B とすること（換言すれば、絶縁体先端部41の体積Aが極端に小さくなってしまうことを防止すること）により、絶縁体先端部41の過昇温を防止し、耐熱性の向上が図られている。一方で、A / B 0.24 とすること（換言すれば、絶縁体先端部41の体積Aの極端な増大を防止すること）で、使用時において絶縁体先端部41を比較的高温とすることができます、耐汚損性の向上が図られている。

【0065】

また、絶縁体根元部42の体積Bの大小は、熱伝導性に優れた中心電極5から主体金具3（燃焼装置）側への熱伝達の経路の大小、つまり、中心電極5を介した絶縁体先端部41の熱の引かれやすさを表しているが、本実施形態によれば、絶縁体根元部の体積Bが、A / 0.24 B A / 0.12 を満たすように構成されている。すなわち、絶縁体先端部41の体積A（絶縁体先端部41に溜まり得る熱量）に合わせて、十分な熱引き性能を確保することができる一方で、絶縁体先端部41の熱を過度に引きすぎない程度に絶縁体根元部42の体積Bが設定されている。このため、中心電極5のうち脚長部13内に配置される部位の最大外径が3.0 mm以下と比較的小径化され、絶縁碍子2の耐熱性低下が懸念されるスパークプラグ1においても、上述のように絶縁体先端部41の体積Aを設定したことによる耐熱性及び耐汚損性の向上という作用効果が損なわれることなく、むしろより確実、かつ、より効果的に耐熱性及び耐汚損性の向上を図ることができる。

【0066】

加えて、本実施形態のように、ねじ部のねじ径がM14とされたスパークプラグ1において、絶縁体先端部41の体積Aが12 mm³以上とされる。このため、絶縁体先端部41が十分な大きさ（厚さ）を有することとなり、絶縁体先端部41における耐電圧性能を十分に維持することができる。

【0067】

さらに、絶縁体根元部42の体積Bが83 mm³以上とされるため、絶縁体根元部42が十分な大きさ（厚さ）を有し、絶縁体根元部42において優れた耐電圧性能を確保することができる。

【0068】

加えて、中心電極5のうち脚長部13内に配置される部位の最大外径が1.7 mm以上とされるため、中心電極5を介して絶縁体先端部41から主体金具3側へと効率よく熱を伝達することができ、耐熱性の更なる向上を図ることができる。

【0069】

また、中心電極5及び接地電極27の双方に貴金属チップ31, 32が接合されているため、火花放電に対する耐消耗性の向上、ひいては長寿命化を図ることができる

次いで、上記実施形態によって奏される作用効果を確認すべく、絶縁体根元部の体積Bに対する絶縁体先端部の体積Aの比（A / B）を種々変更したスパークプラグのサンプルを作製し、各サンプルについて、JIS D 1606に基づくブレイグニッショントライを実行した。

【0070】

尚、ブレイグニッショントライの概要は次の通りである。すなわち、各サンプルを排気量1.6 L、4気筒DOHCエンジンに取付けた上で、点火時期を正規の点火時期から所定角度ずつ進角させた状態で、各点火時期ごとに2分間運転を継続させた。そして、サンプルに印加される電流の波形に基づいて、ブレイグニッショントライが発生した点火時期（ブレイグニッショントライ発生進角）を特定した。尚、ブレイグニッショントライ発生進角が大きいほど、ブレイグニッショントライが発生しにくい、すなわち耐熱性に優れることを意味する。図3に、ブレイグニッショントライ試験の結果を示す。尚、各サンプルのねじ部のねじ径はそれぞれM14とした。

【0071】

図3に示すように、A / Bを0.12未満としたサンプルは、ブレイグニッショントライ発生

10

20

30

40

50

進角が比較的小さく、耐熱性が不十分であることが明らかとなった。これは、絶縁体先端部の体積Aが過度に小さすぎたため、絶縁体先端部が過熱されてしまったこと等に起因すると考えられる。

【0072】

さらに、A / B が 0.27 を超えるサンプルについても、ブレイグニッション発生進角が小さく、耐熱性に劣ることがわかった。これは、絶縁体先端部の体積Aが過度に大きかったり、絶縁体根元部Bの体積が過度に小さかったりしたため、絶縁体先端部の熱が主体金具側へと十分に引かれなかつたことによると考えられる。

【0073】

これに対して、0.12 A / B 0.27 を満たすサンプルは、ブレイグニッション発生進角が 40° 程度まで増加し、優れた耐熱性を有することが明らかとなった。これは、絶縁体先端部の体積、及び、絶縁体根元部の体積の双方がバランスよく設定されたことにより、絶縁体先端部の熱を絶縁体根元部を介して効率よく主体金具側へと引くことができたことに起因すると考えられる。

【0074】

以上より、耐熱性の向上を図るという点から、絶縁体先端部の体積A及び絶縁体根元部の体積Bについて、0.12 A / B 0.27 を満たすように設定することが好ましいといえる。

【0075】

次いで、A / B を種々変更したスパークプラグのサンプルについて、JIS D 1606に基づく耐汚損性評価試験を行った。

【0076】

尚、耐汚損性評価試験の概要は次の通りである。すなわち、低温試験室内 (-10°) のシャシダイナモーテ上に排気量 1.6 L の4気筒DOHCエンジンを有する試験用自動車を置き、当該試験用自動車のエンジンに各サンプルを組み付ける。そして、空吹かしを3回行った後、3速 35 km/h で 40 秒間走行し、90 秒間のアイドリングを挟んで、再度 3 速 35 km/h で 40 秒間走行する。その後、エンジンを一度停止・冷却させる。次いで、空吹かしを3回行った後、1速 15 km/h で 20 秒間走行することを、30 秒間のエンジン停止を挟みつつ、合計 3 度行い、その後エンジンを停止させる。この一連のテストパターンを 1 サイクルとして、10 サイクル繰り返した後、サンプルの絶縁抵抗値を測定した。ここで、サンプルの絶縁抵抗値が 10 MΩ 未満であった場合には、耐汚損性が不十分であるとして「×」の評価を下すこととし、一方で、絶縁抵抗値が 10 MΩ 以上であった場合には、耐汚損性に優れるとして「○」の評価を下すこととした。表 1 に、耐汚損性評価試験の結果を示す。尚、各サンプルのねじ部のねじ径はそれぞれ M14 とした。また、各サンプルの試験前の絶縁抵抗値は $10^4 M$ よりも大きなものであった。

【0077】

【表1】

A/B	評価
0.09	○
0.12	○
0.15	○
0.18	○
0.21	○
0.24	○
0.27	×
0.30	×

10

表1に示すように、A / Bを0.24よりも大きくしたサンプルは、絶縁抵抗値が大きく低下してしまい、耐汚損性が不十分となってしまうことがわかった。これは、絶縁体先端部の体積Aが過大であった等の理由により、絶縁体先端部が十分に昇温せず、ひいてはカーボンを十分に焼き切れなかったためであると考えられる。

【0078】

20

一方で、A / Bを0.24以下としたサンプルは、絶縁抵抗値の低下が抑制され、優れた耐汚損性を有することがわかった。これは、絶縁体先端部が比較的小さかったこと等から、カーボンを焼き切り可能な程度まで絶縁体先端部が十分に加熱されたことに起因すると考えられる。

【0079】

以上、両試験の結果を勘案して、耐熱性及び耐汚損性の双方を向上させるという観点から、0.12 A / B 0.24を満たすように、絶縁体先端部の体積A及び絶縁体根元部の体積Bを設定することが好ましいといえる。

【0080】

30

次に、ねじ部のねじ径をM14、M12、又は、M10とした上で、絶縁体先端部の体積Aを種々変更したスパークプラグのサンプルを5本ずつ作製し、各サンプルについて、実機耐電圧評価試験を行った。

【0081】

尚、実機耐電圧評価試験の概要は、次の通りである。すなわち、各サンプルを排気量0.66Lの4気筒DOHCエンジンに組付けた上で、回転量3200rpmで10分に亘ってエンジンを動作させた。そして、5本中いずれかのサンプルにおいて、絶縁体先端部に放電による貫通が確認された場合には、耐電圧性能が不十分であるとして「×」の評価を下し、一方、5本中全てのサンプルで絶縁体先端部における貫通が確認されなかった場合には、耐電圧性能に優れるとして「○」の評価を下すこととした。

【0082】

40

さらに、ねじ部のねじ径をM14、M12、又は、M10とした上で、絶縁体根元部Bの体積Bを種々変更したスパークプラグのサンプルを5本ずつ作製し、各サンプルについて油中耐電圧評価試験を行った。

【0083】

尚、油中耐電圧評価試験の概要は次の通りである。すなわち、各サンプルの先端部を、絶縁碍子のテーパ部が浸る程度に所定温度(20℃)のシリコンオイル等の液状絶縁媒体中に入れ、絶縁碍子と主体金具との間を液状絶縁媒体で満たして絶縁した。その上で、ねじ径M14のサンプルには35kV、ねじ径M12のサンプルには30kV、ねじ径M10のサンプルには25kVの電圧をそれぞれ印加し、絶縁体根元部における放電による貫通の有無を確認した。そして、5本中いずれかのサンプルにおいて、絶縁体根元部での貫

50

通が確認された場合には、耐電圧性能が劣るとして「×」の評価を下すこととし、5本中全てのサンプルで貫通が確認されなかった場合には、優れた耐電圧性能を有するとして「○」の評価を下すこととした。

【0084】

ねじ径をM14としたサンプルにおける、実機耐久評価試験の試験結果を表2に示し、油中耐電圧評価試験の試験結果を表3に示す。また、ねじ径をM12としたサンプルについて、表4に実機耐久評価試験の試験結果を示し、表5に油中耐電圧評価試験の試験結果を示す。さらに、ねじ径をM12としたサンプルについて、表6に実機耐久評価試験の試験結果を示し、表7に油中耐電圧評価試験の試験結果を示す。尚、各表におけるカッコ内の数値は、絶縁体先端部の最後端部の外径、或いは、絶縁体根元部の最先端部の外径を示す。また、各サンプルは、火花放電間隙において放電が生じないように接地電極を除去した。

【0085】

【表2】

A (mm ³)	評価
8	×
10(Φ3.7)	×
12(Φ3.8)	○

10

20

【0086】

【表3】

B (mm ³)	評価
77	×
80(Φ6.4)	×
83(Φ6.5)	○

30

【0087】

【表4】

A (mm ³)	評価
4	×
5(Φ2.8)	×
6(Φ3.0)	○

40

【0088】

【表5】

B (mm ³)	評価
35	×
41(Φ 5.2)	×
46(Φ 5.6)	○

【0089】

10

【表6】

A (mm ³)	評価
2.5	×
3(Φ 2.55)	×
3.5(Φ 2.6)	○

【0090】

20

【表7】

B (mm ³)	評価
20	×
24(Φ 3.9)	×
28(Φ 4.2)	○

表2及び表3に示すように、ねじ径をM14としたサンプルについて、絶縁体先端部の体積Aを12mm³未満としたものや、絶縁体根元部の体積Bを83mm³未満としたものは、耐電圧性能が不十分となってしまうことがわかった。これは、絶縁体の体積の減少により、絶縁碍子が過度に薄くなってしまったためであると考えられる。

30

【0091】

これに対して、絶縁体先端部の体積を12mm³以上としたものや、絶縁体根元部の体積Bを83mm³以上としたものは、優れた耐電圧性能が実現されていることが明らかとなつた。

【0092】

また、表4及び表5に示すように、ねじ径をM12としたサンプルについては、絶縁体先端部の体積Aを6mm³以上とし、絶縁体根元部の体積Bを46mm³以上としたものが耐電圧性能に優れ、表6及び表7に示すように、ねじ径をM10としたサンプルについては、絶縁体先端部の体積Aを3.5mm³以上とし、絶縁体根元部の体積Bを28mm³以上としたものが耐電圧性能に優ることがわかった。

40

【0093】

以上、上記試験の結果を鑑みて、耐電圧性能の向上を図るという観点から、ねじ部のねじ径をM14としたスパークプラグにあっては、絶縁体先端部の体積を12mm³以上とし、絶縁体根元部の体積Bを83mm³以上とすることが好ましいといえる。また、ねじ部のねじ径をM12としたスパークプラグにあっては、絶縁体先端部の体積を6mm³以上とし、絶縁体根元部の体積Bを46mm³以上とすることが好ましく、ねじ部のねじ径をM10としたスパークプラグにあっては、絶縁体先端部の体積を3.5mm³以上とし

50

、絶縁体根元部の体積 B を 28 mm^3 以上とすることが好ましいといえる。

【0094】

尚、優れた耐電圧性能を実現するという面から、絶縁体先端部の体積 A や絶縁体根元部の体積 B の上限は特に限定されるものではないが、主体金具のサイズ（特に、絶縁碍子が挿通される内孔のサイズ）を鑑みると、ねじ径 M14 のスパークプラグにあっては、絶縁体根元部の体積 B を 113 mm^3 以下とすることが好ましく、ねじ径 M12 のスパークプラグにあっては、絶縁体根元部の体積 B を 54 mm^3 以下とすることが好ましく、ねじ径 M10 のスパークプラグにあっては、絶縁体根元部の体積 B を 37 mm^3 以下とすることが好ましいといえる。

【0095】

10

次いで、ねじ部のねじ径を M14 とした上で、中心電極のうち脚長部内に配置される部位の内径（中心電極径）を種々変更したスパークプラグのサンプルを作製し、各サンプルを排気量 1.6 L, 4 気筒 DOHC エンジンに組付けた上で、所定の動作条件でエンジンを動作させた。そして、エンジン動作時における中心電極先端部の温度を測定し、当該温度と、中心電極径を 2.3 mm としたものを同様の条件で加熱したときの温度（基準温度）との温度差を算出した。図 4 に、中心電極径と温度差との関係を表すグラフを示す。

【0096】

図 4 に示すように、中心電極径を 1.7 mm 未満としたサンプルは、温度差が急激に増大してしまい、中心電極の熱引きが悪化してしまうことがわかった。従って、耐熱性の向上を図るという観点から、ねじ部のねじ径を M14 としたスパークプラグについては、中心電極径を 1.7 mm 以上とすることが好ましいといえる。

20

【0097】

但し、中心電極の拡径化は、相対的に絶縁碍子の薄肉化を招いてしまう。従って、耐電圧性能を十分に確保するという観点から、ねじ部のねじ径を M14 としたスパークプラグにおいては、中心電極径を 3.0 mm 以下とすることが好ましいといえる。

【0098】

また、同様の試験をねじ部のねじ径を M12、又は、M10 としたスパークプラグのサンプルに対して行ったところ、ねじ径を M12 としたサンプルについては、中心電極径を 1.5 mm 未満としたときに、ねじ径を M10 としたサンプルについては、中心電極径を 1.3 mm 未満としたときに、それぞれ温度差が急激に増大してしまった。

30

【0099】

従って、耐熱性の一層の向上を図るという観点から、ねじ径を M12 としたスパークプラグにおいては、中心電極径を 1.5 mm 以上とすることが好ましく、ねじ径を M10 としたスパークプラグでは、中心電極径を 1.3 mm 以上とすることが好ましいといえる。

【0100】

但し、絶縁体の肉厚を十分に確保し、十分な耐電圧性能を実現するという観点から、ねじ径を M12 としたスパークプラグにあっては、中心電極径を 2.6 mm 以下とすることが望ましく、ねじ径を M10 としたスパークプラグにおいては、中心電極径を 2.1 mm 以下とすることが望ましいといえる。

【0101】

40

尚、上記実施形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施してもよい。勿論、以下において例示しない他の応用例、変更例も当然可能である。

【0102】

(a) 本発明の技術思想を適用可能なスパークプラグの構成は、上記実施形態に示すものに限定されるわけではなく、例えば、図 5 及び図 6 に示すように、絶縁碍子 62 の中胴部 72 及び脚長部 73 の間に位置するテーパ部 74 が、主体金具 63 の座部 76 に対して軸線 CL1 方向に沿って同位置又はそれよりも後端側に位置する段部 81 に対して板バッキン 82 を介して係止されるとともに、先端側内周部 111 が先端側に向けて徐々に縮径する縮径部 112 を有するようにして形成されたスパークプラグ 61 に対して、本発明の技術思想を適用することとしてもよい。このようなスパークプラグ 61 であっても、絶縁

50

碍子 6 2 のうち、その先端から後端側に 2 mm までに位置する絶縁体先端部 1 0 1 の体積 A、及び、テーパ部 7 4 のうち段部 8 1 に係止される部位の後端から先端側に位置するとともに、先端側内周部 1 1 1 と自身の外周部分との径差 D が 1.5 mm 以下（つまり、D / 2 0.75 mm）の部分である絶縁体根元部 1 0 2 の体積 B について、0.12 A / B 0.24 を満たすように設定することで、耐熱性及び耐消耗性の双方を向上させることができる。

【0103】

（b）上記実施形態では、板パッキン 2 2 を介してテーパ部 1 4 が段部 2 1 に対して間接的に係止されているが、板パッキン 2 2 を省略し、テーパ部 1 4 を段部 2 1 に対して直接係止することとしてもよい。

10

【0104】

（c）上記実施形態では、中心電極 5 や接地電極 2 7 の先端部に貴金属チップ 3 1, 3 2 が設けられているが、貴金属チップ 3 1, 3 2 の双方、又は、いずれか一方を省略して構成することとしてもよい。尚、貴金属チップ 3 1, 3 2 の双方を省略して構成した場合には、中心電極 5 の先端部と接地電極 2 7 の先端部との間に火花放電間隙 3 3 が形成されることとなる。また、一方の電極 5 (2 7) の貴金属チップ 3 1 (3 2) を省略して構成した場合には、一方の電極 5 (2 7) の先端部と、他方の電極 2 7 (5) に設けられた貴金属チップ 3 2 (3 1) との間に火花放電間隙 3 3 が形成されることとなる。

（d）上記実施形態においては、ねじ部 1 5 のねじ径が M 1 4 以下とされているが、ねじ部 1 5 のねじ径は特に限定されるものではない。

20

【0105】

（e）上記実施形態では、主体金具 3 の先端部 2 6 に、接地電極 2 7 等が接合される場合について具体化しているが、主体金具の一部（又は、主体金具に予め溶接してある先端金具の一部）を削り出すようにして接地電極を形成する場合についても適用可能である（例えば、特開 2006-236906 号公報等）。

【0106】

（f）上記実施形態では、工具係合部 1 9 は断面六角形状とされているが、工具係合部 1 9 の形状に関しては、このような形状に限定されるものではない。例えば、Bi-HEX（変形 12 角）形状 [ISO 22977:2005 (E)] 等とされていてもよい。

30

【符号の説明】

【0107】

- 1, 6 1 ... スパークプラグ
- 2, 6 2 ... 絶縁碍子（絶縁体）
- 3, 6 3 ... 主体金具
- 4 ... 軸孔
- 5 ... 中心電極
- 1 2, 7 2 ... 中胴部
- 1 3, 7 3 ... 脚長部
- 1 4, 7 4 ... テーパ部
- 1 5 ... ねじ部
- 2 1, 8 1 ... 段部
- 2 6 ... (主体金具の) 先端部
- 2 7 ... 接地電極
- 3 1, 3 2 ... 貴金属チップ
- 3 3 ... 火花放電間隙（間隙）
- 4 1, 1 0 1 ... 絶縁体先端部
- 4 2, 1 0 2 ... 絶縁体根元部
- 5 1, 1 1 1 ... 先端側内周部
- C L 1 ... 軸線

40

【要約】

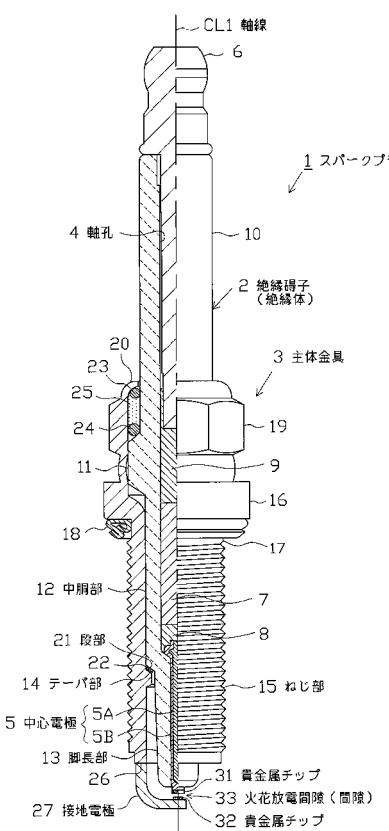
50

【課題】小径化された中心電極を有するスパークプラグにおいて、耐汚損性及び耐熱性の向上を図る。

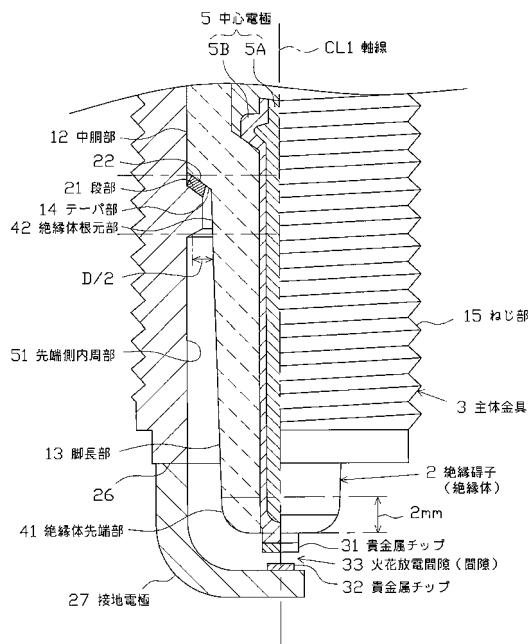
【解決手段】スパークプラグ 1 は、中心電極 5、絶縁碍子 2、及び、主体金具 3 を備え、絶縁碍子 2 は、脚長部 13、テーパ部 14、及び、中胴部 12 を具備する。中心電極 5 のうち脚長部 13 内に配置される部位の最大外径が 3.0 mm 以下とされる。主体金具 3 の内周には、段部 21 と先端側内周部 51 とが形成され、段部 21 にテーパ部 14 が係止される。絶縁碍子 2 のうち、軸線 CL1 方向に沿った絶縁碍子 2 先端から後端側に 2 mm までの部分の体積を A (mm³)、テーパ部 14 のうち段部 21 に係止される部位の後端から先端側に位置するとともに、先端側内周部 51 と自身の外周部分との径差が 1.5 mm 以下の部分の体積を B (mm³) としたとき、 $0.12 \leq A / B \leq 0.24$ を満たす。 10

【選択図】 図 2

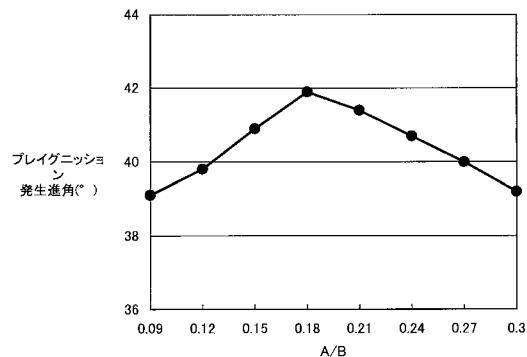
【図 1】



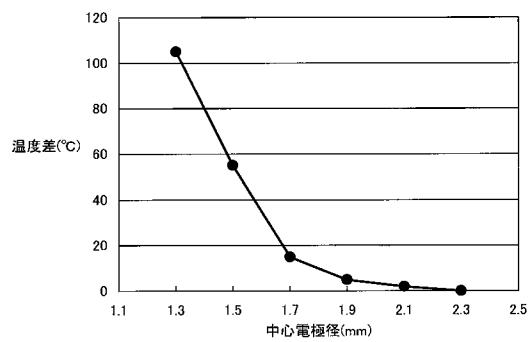
【図 2】



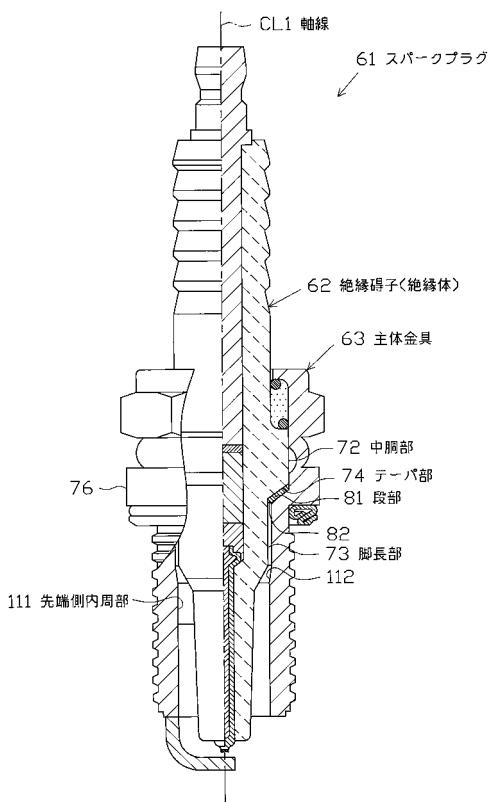
【図3】



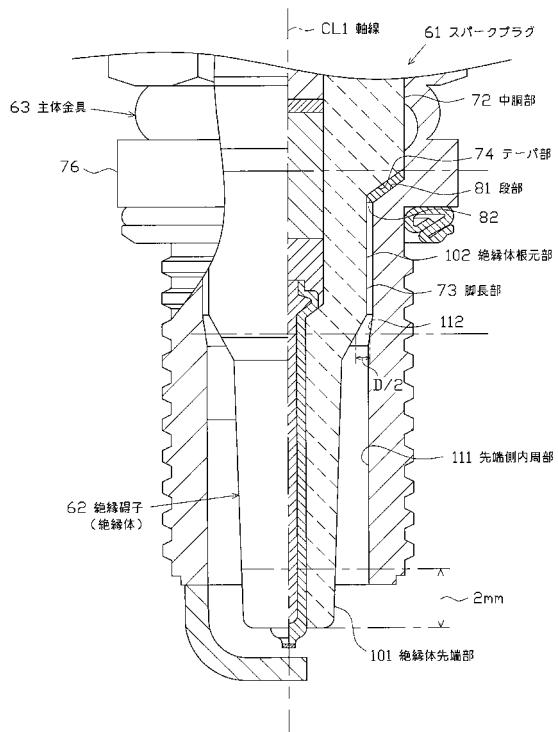
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-49207(JP, A)
国際公開第2009/034989(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 T 13/00 - 13/56

F 02 P 13/00