

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4922980号
(P4922980)

(45) 発行日 平成24年4月25日(2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月10日(2012.2.10)

(51) Int.Cl.

H 0 1 T 13/20 (2006.01)

F I

H 0 1 T 13/20

C

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-90118 (P2008-90118)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成20年3月31日 (2008.3.31)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-245716 (P2009-245716A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009.10.22)	(74) 代理人	100105647
審査請求日	平成21年11月2日 (2009.11.2)		弁理士 小栗 昌平
		(74) 代理人	100105474
			弁理士 本多 弘徳
		(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光
		(72) 発明者	鈴木 彰
			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	加藤 友聡
			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

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】

筒状の主体金具と、

当該主体金具の軸方向に沿って貫通孔が内部に形成され、且つ当該主体金具から露出するように前記主体金具の内部に保持された絶縁体と、

前記貫通孔の一端部に挿入固定された中心電極と、

前記貫通孔の他端部に挿入固定された端子金具と、

前記貫通孔内において前記中心電極と前記端子金具との間に設けられ、且つ前記中心電極と前記軸方向で離間配置された抵抗体と、

前記貫通孔内において前記抵抗体と前記中心電極との間に隙間なく設けられた導電性ガラスシール層と、

前記主体金具と電氣的に接続され、且つ自身の先端部と前記中心電極との間に所定の火花放電ギャップが形成されるように配設された接地電極と、
を備えるスパークプラグであって、前記導電性ガラスシール層と前記抵抗体との接合面は、曲面状に形成されているとともに、

前記導電性ガラスシール層の直径Dが1.9～2.9mmであり、且つ、

前記接合面の表面積をS_aとし、前記導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積をS₁としたとき、S_a/S₁が1.1以上である

10

20

ことを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】

前記接合面の表面積を S_a とし、且つ前記導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積を S_1 としたとき、 S_a / S_1 が、 1.5 以上である

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 3】

前記貫通孔は、その径方向断面が円形状になるように形成されており、

前記中心電極と前記端子金具との前記軸方向の離間距離 L が 1.6 mm 以下であり、

前記抵抗体の最大径を D_R とし、且つ前記抵抗体の、前記抵抗体のみが前記貫通孔に隙間なく設けられた部分の前記軸方向の最短の長さを M としたとき、 D_R^2 / M が 2.2 以下である

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のスパークプラグ。

【請求項 4】

前記端子金具と前記抵抗体が離間配置されており、

第 2 の導電性ガラスシール層が、前記貫通孔内において前記端子金具と前記抵抗体との間に隙間なく設けられており、

前記抵抗体と前記第 2 の導電性ガラスシール層の第 2 の接合面は、曲面状に形成されて、その頂部が前記中心電極を向いている

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 5】

前記第 2 の接合面の表面積を S_b とし、且つ前記第 2 の導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積を S_2 としたとき、 S_b / S_2 が、 1.1 以上である

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】

前記第 2 の接合面の表面積を S_b とし、且つ前記第 2 の導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積を S_2 としたとき、 S_b / S_2 が、 1.5 以上である

ことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載のスパークプラグ。

【請求項 7】

前記導電性ガラスシール層は、ガラス粉末及び金属粉末を含む混合物から形成され、前記抵抗体は、ガラス粉末、セラミック粉末、及び非金属導電性粉末を含む混合物から形成され、

前記導電性ガラスシール層に含有される前記ガラス粉末と、前記抵抗体に含有される前記ガラス粉末と、の組成は、互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 8】

相手部材に取り付けるための前記主体金具に形成された取付け用の雄ねじは、 $M10$ 以下である

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 7 のいずれか 1 つ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、内燃機関に使用されるスパークプラグに関し、より詳細には、抵抗体が内部に組み込まれたスパークプラグに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、抵抗体が組み込まれたスパークプラグとしては、筒状の絶縁体を有し、この絶縁体内部にはその軸方向に沿って貫通孔が形成されており、そして、この貫通孔に、その一

10

20

30

40

50

方の端部側から金属性の端子金具を挿入固定し、また他方の端部側には金属性の中心電極が挿入固定されると共に、この貫通孔内において端子金具と中心電極との間に抵抗体が配置される構造のものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。この抵抗体はガラス粉末と、カーボンブラック粉末や金属粉末等の導電性物質との混合物からなるが、金属の含有量がそれほど高くない。このため、金属製の端子金具や中心電極との直接の接合は困難な場合が多く、このため、一般にはそれらの間に、比較的多量の金属粉末とガラス粉末との混合物からなる導電性ガラスシール層を配置して接合力を高めた構成が採用されている。

【0003】

このような抵抗体入りスパークプラグは、次のようにして製造されている。

10

まず、絶縁体の貫通孔に中心電極を挿入固定した後、導電性ガラス粉末を充填し、その後、抵抗体組成物の原料粉末を充填し、更に導電性ガラス粉末を再び充填し、最後に中心電極とは反対側から端子金具を圧入して組立体を作成する。次に、この組立体を加熱炉内に搬入してガラス軟化点以上に加熱し、端子金具をこの端子金具の軸方向に押し込むことにより各層が圧縮される。こうして、中心電極側の導電性ガラスシール層、抵抗体及び端子金具側の導電性ガラスシール層となる。そして端子金具と中心電極とが、それぞれ導電性ガラスシール層を介して抵抗体に接合されると共に絶縁体に固定されることになる（以下、この各層を形成する工程を「層形成工程」とも言う。）。

【0004】

特許文献1に記載のスパークプラグは、端子金具の導電性ガラスシール層と接する部分の表層領域に、特定材質の金属層を設けて、端子金具と導電性ガラスシール層との接合力を高めて接合状態の劣化等の不具合を防止している。

20

【0005】

【特許文献1】特開平11-339925号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年、エンジンの高出力化や高効率化に対応できるように、バルブ径の拡大、冷却水の増大可能なウォータージャケットの自由な取り回し等、余裕を持ったエンジン設計を可能にするため、或いは、エンジン自体を小型化して省スペース化を図るため、スパークプラグの小径化が自動車の設計の観点から強く求められている。これを実現するためには、絶縁体の小径化が不可避となる。

30

一方、絶縁体に要求される機能である耐電圧性能、機械的強度を確保するには、所定の径方向厚さ寸法が必要であり、このため絶縁体の貫通孔、換言すれば、抵抗体及び導電性ガラスシール層の直径も細くせざるを得ない。

【0007】

しかし、絶縁体の貫通孔の直径が細くなると、導電性ガラス粉末の充填が十分に行い難く、加えて、抵抗体及び導電性ガラスシール層、特に抵抗体と導電性ガラスシール層との接合部の機械的強度が不足する傾向があり、エンジンからの振動や衝撃がスパークプラグに作用すると、貫通孔の直径が略3.9mmである従来のスパークプラグでは問題が発生することのなかった抵抗体と導電性ガラスシール層の接合面に剥離が生じる場合があり、電氣的導通が取り難くなる問題があった。

40

【0008】

特許文献1に記載のスパークプラグは、端子金具の表層領域に、特定材質の金属層を設け、端子金具と導電性ガラスシール層との接合力を高めて、接合状態の劣化や、端子金具の脱落等の防止を図ったものであり、スパークプラグの小径化を目的とする本発明とは異なる技術である。

【0009】

本発明は、前述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、抵抗体と導電性ガラスシール層との密着性を強化して、耐振動性能及び抵抗体負荷寿命特性に優れ、且つ小

50

径化されたスパークプラグを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の上記目的は、下記構成のスパークプラグにより達成される。

(1) 筒状の主体金具と、

当該主体金具の軸方向に沿って貫通孔が内部に形成され、且つ当該主体金具から露出するように前記主体金具の内部に保持された絶縁体と、

前記貫通孔の一端部に挿入固定された中心電極と、

前記貫通孔の他端部に挿入固定された端子金具と、

前記貫通孔内において前記中心電極と前記端子金具との間に設けられ、且つ前記中心電極と前記軸方向で離間配置された抵抗体と、

前記貫通孔内において前記抵抗体と前記中心電極との間に隙間なく設けられた導電性ガラスシール層と、

前記主体金具と電氣的に接続され、且つ自身の先端部と前記中心電極との間に所定の火花放電ギャップが形成されるように配設された接地電極と、

を備えるスパークプラグであって、

前記導電性ガラスシール層と前記抵抗体との接合面は、曲面状に形成されているとともに、

前記導電性ガラスシール層の直径Dが1.9～2.9mmであり、且つ、

前記接合面の表面積をS_aとし、前記導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積をS₁としたとき、S_a/S₁が1.1以上である

ことを特徴とするスパークプラグ。

(2) 前記接合面の表面積をS_aとし、且つ前記導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積をS₁としたとき、S_a/S₁が、1.5以上である

ことを特徴とする上記(1)のスパークプラグ。

(3) 前記貫通孔は、その径方向断面が円形状になるように形成されており、

前記中心電極と前記端子金具との前記軸方向の離間距離Lが16mm以下であり、

前記抵抗体の最大径をD_Rとし、且つ前記抵抗体の、前記抵抗体のみが前記貫通孔に隙間なく設けられた部分の前記軸方向の最短の長さをMとしたとき、D_R²/Mが2.2以下である

ことを特徴とする上記(1)又は(2)のスパークプラグ。

(4) 前記端子金具と前記抵抗体が離間配置されており、

第2の導電性ガラスシール層が、前記貫通孔内において前記端子金具と前記抵抗体との間に隙間なく設けられており、

前記抵抗体と前記第2の導電性ガラスシール層の第2の接合面は、曲面状に形成されて、その頂部が前記中心電極を向いている

ことを特徴とする上記(1)～(3)のいずれか1つのスパークプラグ。

(5) 前記第2の接合面の表面積をS_bとし、且つ前記第2の導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積をS₂としたとき、S_b/S₂が、1.1以上である

ことを特徴とする上記(4)のスパークプラグ。

(6) 前記第2の接合面の表面積をS_bとし、且つ前記第2の導電性ガラスシール層の、前記軸方向と直交すると共に当該接合面の縁部を含む断面の断面積をS₂としたとき、S_b/S₂が、1.5以上である

ことを特徴とする上記(4)又は(5)のスパークプラグ。

(7) 前記導電性ガラスシール層は、ガラス粉末及び金属粉末を含む混合物から形成され、前記抵抗体は、ガラス粉末、セラミック粉末、及び非金属導電性粉末を含む混合物から形成され、

10

20

30

40

50

前記導電性ガラスシール層に含有される前記ガラス粉末と、前記抵抗体に含有される前記ガラス粉末と、の組成は、互いに異なる

ことを特徴とする上記（1）～（6）のいずれか1つのスパークプラグ。

（8） 相手部材に取り付けるための前記主体金具に形成された取付け用の雄ねじは、M10以下である

ことを特徴とする上記（1）～（7）のいずれか1つのスパークプラグ。

【0011】

上記（1）の構成によれば、抵抗体と中心電極とが、その間に設けられた導電性ガラスシール層により接合される。抵抗体と接合する導電性ガラスシール層の直径Dは1.9～2.9mmの範囲にあり、抵抗体との接合面が曲面状に形成されているので、導電性ガラスシール層の直径Dが細くなっても、導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の面積を広くすることができる。これにより、接合面の接合力を従来と同等、あるいはそれ以上に高めて、スパークプラグに加わる振動や衝撃等による接合面での剥離や、導通不良等の不具合の発生を防止して、スパークプラグの信頼性を高めることができる。また、スパークプラグの小径化により、エンジン設計の自由度を高めると共に、小型化が可能になる。なお、接合面が、曲面状に形成されていればよく、例えばお椀形状の曲面、或いは複数の凹凸を有した曲面、波形状の曲面等を含むことができる。

また、導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の表面積をSaとし、且つ導電性ガラスシール層の断面積をS1としたとき、 $Sa/S1$ が、1.1以上（ $Sa/S1 \geq 1.1$ ）であるので、導電性ガラスシール層の直径Dを小径としたにも係わらず、導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の面積を広くことができ、接合力を従来と同等、あるいはそれ以上に高めることができる。更に接合力を高めるには、上記（2）の構成である、 $Sa/S1$ が、1.5以上（ $Sa/S1 \geq 1.5$ ）となる構成とするとよい。これにより、接合部での剥離や導通不良等の不具合の発生を防止して信頼性の高いスパークプラグを提供することができる。

上記（3）の構成によれば、抵抗体の最大径をDRとし、且つ抵抗体の軸方向の最短の長さ（抵抗体のみが隙間なく設けられている部分）をMとしたとき、 DR^2/M が2.2以下（ $DR^2/M \leq 2.2$ ）であるので、従来、電極間での高電圧スパークに伴って発生していた電波ノイズに対し、この電波ノイズの発生自体を抵抗体により抑制して、ラジオ等の音響機器や、車両に搭載されるコンピュータ等に与える影響を抑制することができる。また、中心電極と端子金具との軸方向離間距離Lが16mm以下（ $L \leq 16\text{mm}$ ）であるので、例えば、抵抗体の直径が3mm以下に小径化されたスパークプラグにおいても、スパークプラグの振動や衝撃による導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面への影響を長期間にわたって防止して、小型且つ長寿命のスパークプラグを提供することができる。

上記（4）の構成によれば、抵抗体と第2の導電性ガラスシール層との第2の接合面が曲面状に形成されているので、第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との第2の接合面の面積を広くすることができる。これにより、第2の導電性ガラスシール層の直径を小径としても、第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合力を従来と同等、あるいはそれ以上に高めて、スパークプラグに加わる振動や衝撃等による第2の接合部での剥離や導通不良等の不具合の発生を防止してスパークプラグの信頼性を高めることができる。

上記（5）の構成によれば、第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との第2の接合面の表面積をSbとし、且つ第2の導電性ガラスシール層の断面積をS2としたとき、 $Sb/S2$ が、1.1以上（ $Sb/S2 \geq 1.1$ ）であるので、第2の導電性ガラスシール層の直径を小径としたにも係わらず、第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との第2の接合面の面積が広く、接合面における接合力を従来と同等、あるいはそれ以上に高めることができる。更に接合力を高めるには、上記（6）の構成である、 $Sb/S2$ が、1.5以上（ $Sb/S2 \geq 1.5$ ）となる構成とするとよい。これにより、接合部での剥離や導通不良等の不具合の発生を防止して信頼性の高いスパークプラグを提供することができる。

上記（7）の構成によれば、導電性ガラスシール層がガラス粉末及び金属粉末を含む混合物から形成され、抵抗体がガラス粉末、セラミック粉末、及び非金属導電性粉末を含む

混合物から形成されている。更に、導電性ガラスシール層に含有されるガラス粉末と、抵抗体に含有されるガラス粉末の組成が互いに異なるので、導電性ガラスシール層と抵抗体とを強固に接合することができ、耐振動性、耐衝撃性の優れた長寿命のスパークプラグを提供することができる。

上記（８）の構成によれば、例えばエンジン等の相手部材に取り付けるため主体金具に形成された取付け用の雄ねじがM10以下であるので、絶縁体、電極、抵抗体、及び導電性ガラスシール層が小径化された本発明のスパークプラグの効果が顕著に発揮されることになる。

【発明の効果】

【0012】

10

本発明によれば、抵抗体と導電性ガラスシール層との密着性を強化して、耐振動性能及び抵抗体負荷寿命特性に優れ、且つ小径化されたスパークプラグを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明に係るスパークプラグの好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明のスパークプラグの断面図である。図2は、図1におけるスパークプラグの要部拡大図である。

【0014】

20

図1及び図2に示すように、本発明に係るスパークプラグ100は、筒状の主体金具11と、この主体金具11の軸方向に沿って貫通孔16が内部に形成され、且つ両端部12a、12bが主体金具11から露出されるようにこの主体金具11の内部に嵌め込まれて保持された絶縁体12と、先端部13aが露出されるように貫通孔16の一端部（図中下方）16aに挿入固定された中心電極13と、後端部17aが露出されるように貫通孔16の他端部（図中上方）16bに挿入固定された端子金具17と、貫通孔16内において中心電極13と端子金具17との間に設けられ、且つ中心電極13及び端子金具17のそれぞれに対し軸方向で離間配置された抵抗体18と、貫通孔16内において抵抗体18と中心電極13との間に隙間なく設けられた第1の導電性ガラスシール層19と、貫通孔16内において抵抗体18と端子金具17との間に隙間なく設けられた第2の導電性ガラスシール層20と、主体金具11に一端部（基部）14aが抵抗溶接等により結合され、且つ中間部14cが曲げられて他端部14bが中心電極13の先端部13aに対向配置された略L字形の接地電極14と、を備えている。

30

なお、以下の説明において、主体金具11の軸方向において中心電極13が配置される側を前方側、これと反対側（端子金具が配置される側）を後方側として説明する。

【0015】

主体金具11は炭素鋼等で形成されており、主体金具11の外周面には、例えばエンジン等の内燃機関のシリンダヘッド（相手部材）に取り付けられるための取付け用の雄ねじ15が周方向にわたって形成されている。また、この雌ねじ15は小径化を図るためにM10以下とされている。

40

絶縁体12はアルミナ等のセラミックス焼成体から形成されている。

【0016】

貫通孔16は、径方向断面が軸方向にわたって略均一な円形状になるように形成されており、この貫通孔16の内径は、1.9mm以上且つ3.3mm以下の範囲に設定されている。これにより、第1及び第2の導電性ガラスシール層19、20の直径Dが、1.9mm以上且つ3.3mm以下の範囲に設定されることになる（即ち、 $1.9\text{ mm} \leq D \leq 3.3\text{ mm}$ ）。

なお、貫通孔16の前方側の部分のみ、段部を有して縮径されている（図中では、この部分の内径をd1として示している（図2参照）。）。

【0017】

50

また、貫通孔 16 内において端子金具 17 と中心電極 13 との間には、抵抗体 18 が配置されていると共に、抵抗体 18 の両端部には第 1 及び第 2 の導電性ガラスシール層 19, 20 がそれぞれ配置されているので、抵抗体 18 は、第 1 及び第 2 の導電性ガラスシール層 19, 20 を介して中心電極 13 及び端子金具 17 に電氣的に接続されることになる。これら導電性ガラスシール層 19, 20 及び抵抗体 18 は、導電性の結合層を形成するものであり、その組成等については後述する。

【0018】

中心電極 13 は、インコネル (Inconel: 商標名) 等の耐熱性及び耐食性に優れた Ni 合金により円柱状に構成されており、この中心電極 13 の先端には、例えば、イリジウムを主成分として 5 質量%の白金を含有する合金 (Ir-5Pt) からなる円柱状の貴金属チップ 21 がレーザ溶接等により固着されている。また、絶縁体 12 の貫通孔 16 の内径 (縮径部分の内径) d_1 は、中心電極 13 の外径 D_1 より僅かに大きく、中心電極 13 と貫通孔 16 との間には、例えば、0.1~0.5mm の径方向隙間 C が設けられている。この径方向隙間 C は、中心電極 13 と絶縁体 12 の異なる熱膨張率による熱膨張量の差を回避するための隙間として設けられている。

【0019】

接地電極 14 は、耐熱性及び耐食性に優れた Ni 合金により略角柱状に形成されており、中心電極 13 の貴金属チップ 21 に対向する位置に、例えば、主成分として白金、副成分として Rh や Ir を含有する Pt 合金からなる円柱状の貴金属チップ 22 が、レーザ溶接等により固着されている。また、主体金具 11 に、接地電極 14 の基部 14a が結合されることにより、主体金具 11 と接地電極 14 とが電氣的に接続される。

【0020】

これにより、中心電極 13 の貴金属チップ 21 と、接地電極 14 の貴金属チップ 22 との間には、火花放電ギャップ g が軸方向に形成されることになる。この火花放電ギャップ g の距離は、例えば、略 0.9mm 程度として設定されているとよい。そして、その状態で接地電極 14 と中心電極 13 との間に高電圧を印加することにより、火花放電ギャップ g に火花放電させて、本発明に係るスパークプラグ 100 がエンジン等の内燃機関の着火源として機能することになる。

【0021】

また、端子金具 17 は、例えば、低炭素等で形成されており、その表面に Ni 系金属層がメッキ等により形成されており、端子金具 17 と中心電極 13 との軸方向の離間距離 L は、1.6mm 以下 ($L \leq 1.6\text{mm}$) に設定されている。

【0022】

抵抗体 18 は、ガラス粉末、セラミック粉末、及び非金属導電性粉末等を所定量配合して、例えば前述の層形成工程により焼結して形成されており、その抵抗値は例えば、略 5k Ω である。

【0023】

そして、このガラス粉末としては、例えば、 SiO_2 、 B_2O_5 、 Na_2O 、 BaO 等が適量配合されたホウケイ酸ソーダガラスが例示される。また、セラミック粉末としては、例えば、 ZrO_2 が例示され、非金属導電性粉末としては、例えば、カーボンブラックやグラファイトが例示される。また、Zn, Sb, Sn, Ag, Ni 等の金属粉末や、デキストリン等の有機バインダ等を含有することもできる。

【0024】

第 1 及び第 2 の導電性ガラスシール層 19, 20 は、Cu 及び Fe 等の金属成分の 1 種又は 2 種以上を主体とする金属粉末、及び上記のホウケイ酸ソーダガラス等のガラス粉末を所定量配合して、例えば前述の層形成工程により焼結して形成される。また、必要に応じて TiO_2 等の半導体性の無機化合物粉末を適量配合することもできる。

また、このとき、抵抗体 18 と導電性ガラスシール層 19, 20 とを強固に接合するため、抵抗体 18 と導電性ガラスシール層 19, 20 に含まれるガラス粉末の組成は、互いに異なっているとよい。

10

20

30

40

50

【0025】

第1及び第2の導電性ガラスシール層19、20は、ガラス軟化点以上に加熱されると共に端子金具17が軸方向に押し込まれることにより、中心電極13と貫通孔16の隙間、及び端子金具17と貫通孔16の隙間に充填されて、これら隙間を埋めてシールする。また、このとき、第1の導電性ガラスシール層19は、中心電極13及び抵抗体18にそれぞれ接合し、同様に、第2の導電性ガラスシール層20は、抵抗体18及び端子金具17にそれぞれ接合することになる。

【0026】

また、第1の導電性ガラスシール層19の直径Dは、前述したように、 1.9 mm 以上、且つ 2.9 mm 以下 ($1.9\text{ mm} \leq D \leq 2.9\text{ mm}$) の範囲にされている。

10

【0027】

更に、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23は、頂部23aが中心電極13側を向いたお椀形状（曲面状）に形成されており、この接合面23の表面積をS_aとし、且つ第1の導電性ガラスシール層19の断面積（軸方向と直交すると共に接合面23の縁部23bを含む断面）をS₁としたとき、 S_a/S_1 は、1.1以上 ($S_a/S_1 \geq 1.1$) になるように、前述した材料を充填し圧縮する。

なお、この S_a/S_1 を、1.5以上 ($S_a/S_1 \geq 1.5$) にすると更に好適である。

【0028】

このように、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23をお椀形状に形成することにより、第1の導電性ガラスシール層19の直径Dが細くなっても、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23の接合面積を広くすることができる。これにより、接合面23における第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18の接合力を、従来と同等、或いはそれ以上に高めて、スパークプラグ100に加わる振動や衝撃等による接合面23での剥離や、導通不良等の不具合の発生を防止して、スパークプラグ100の信頼性を高めることができる。

20

【0029】

ここで、貫通孔16と中心電極13との間には、例えば0.1～0.5 mm程度の僅かな隙間Cが存在するので、スパークプラグ100にエンジン等から振動や衝撃が伝達されると、絶縁体12に対し中心電極13が相対的に振動してしまうおそれがある。しかしながら、本実施形態では、中心電極13は、第1の導電性ガラスシール層19を介して広い面積S_aで、即ち、大きい接合力で抵抗体18と接合しているので、接合面23での剥離発生を防止することができる。

30

【0030】

一方、第2の導電性ガラスシール層20と抵抗体18との接合面24も、第1の導電性ガラスシール層19と同様に、頂部24aが中心電極13側を向いたお椀形状（曲面状）に形成されており、この接合面24の表面積S_bとし、且つ第2の導電性ガラスシール層20の断面積（軸方向に直交すると共に接合面24の縁部24bを含む断面）をS₂としたとき、 S_b/S_2 は、1.1以上 ($S_b/S_2 \geq 1.1$) になるように、前述した材料を充填し圧縮する。

40

なお、この S_b/S_2 が、1.5以上 ($S_b/S_2 \geq 1.5$) になっていると更に好適である。

【0031】

このように、第2の導電性ガラスシール層20と抵抗体18との接合面24をお椀形状に形成することにより、第2の導電性ガラスシール層20の直径が細くなっても、第2の導電性ガラスシール層20と抵抗体18との接合面24の接合面積を広くすることができる。これにより、接合面24における第2の導電性ガラスシール層20と抵抗体18の接合力を、従来と同等、或いはそれ以上の接合力にすることができる。これにより、この接合部24での剥離や導通不良等の不具合の発生を防止して信頼性の高いスパークプラグ100を提供することができる。

50

【0032】

また、第2の導電性ガラスシール層20は、振動や衝撃が直接的に作用する中心電極13から離間配置されており、第2の導電性ガラスシール層20と抵抗体18との接合面24に作用する振動や衝撃力は第1の接合面23ほど大きくはなく、したがって、第1の接合面23と同等の面積比である $S_b/S_2 \geq 1.1$ （好ましくは、 $S_b/S_2 \geq 1.5$ ）にすることにより、確実にこの接合面24での剥離発生を防止することができる。

【0033】

そして、抵抗体18（抵抗体18のみが貫通孔16に隙間なく設けられた部分、即ち図中では接合面23の縁部23bと接合面24の頂部24aとの軸方向距離）の軸方向の最短の長さをMとし、且つ抵抗体18の最大径（直径）をDRとしたとき、 DR^2/M が2.2以下（ $DR^2/M \leq 2.2$ ）になるように形成されている。

10

【0034】

これは、発明者の鋭意検討の結果、 $DR^2/M \leq 2.2$ の関係を満足させることにより、従来、電極間での高電圧スパークに伴って発生していた電波ノイズに対し、この電波ノイズの発生自体を抵抗体18により抑制できることがわかったことによる。これにより、本発明のスパークプラグ100を採用することにより、ラジオ等の音響機器や、車両に搭載されるコンピュータ等に与える電波ノイズの影響が防止される。

なお、図2に示す本実施形態においては、 $DR = D$ であるので、 $D^2/M \leq 2.2$ となる。

【0035】

20

(実施例)

次に、前述した第1の導電性ガラスシール層19の直径D、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23の表面積 S_a 、及び中心電極13と端子金具17の軸方向離間距離Lの数値範囲について、評価試験結果を示す図面及び表を参照しながら、更に詳細に説明する。

図3には、第1の導電性ガラスシール層の直径D、接合面23の形状を変化させたときの、接合面23の表面積 S_a 及び数値 S_a/S_1 を比較したものが示されている。

なお、図3(a)～(n)に示す導電性ガラスシール層の直径Dは、3.3, 3.0, 2.8, 2.5mmであり、接合面23のお椀形状の窪み深さが深くなるに従って接合面23の表面積 S_a が大きくなっていることがわかる。また、接合面23の形状は、接合面23の表面積 S_a を大きくできるものであれば、お椀形状に限定されるものではなく、図3(g)に示すように、円錐台形とすることも有効であり、或いは図示しない複数の凹凸を有した曲面、波形状の曲面等をすることもできる。なお、図3中では接合面23の形状について示しているが、接合面24の表面積 S_b についても同様に考えられる。

30

【0036】

以下に、この評価試験の内容を示す。

第1の導電性ガラスシール層19の直径Dを1.5mm～3.9mmに変化させると共に、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23の表面積 S_a と断面積 S_1 とにより求められる数値（ S_a/S_1 ）を1.02～3.00に変化させた複数のスパークプラグサンプルを製作した。

40

このスパークプラグサンプルを、JIS B8031:2006（内燃機関—スパークプラグ）に規定された耐衝撃性試験に基づいて、振動振幅22mm、衝撃回数400回/分の条件で、1時間及び2時間（JISの規定では10分であるが、より厳しい条件設定にして過酷試験として行った）の評価試験を行った。

更に、この耐衝撃性試験の後、同じくJIS B8031:2006に規定された抵抗体負荷寿命試験に基づいて、 20 ± 5 kVの高電圧をかけて 1.3×10^7 回火花を発生させ、1時間放置後の抵抗値変化を測定した。

なお、端子金具17と中心電極13の軸方向離間距離Lは11mmに設定して一定とした。また、直径D=3.9mmは従来のスパークプラグと同一径のものであり、本発明と比較するために同様の試験を行った。

50

【0037】

1時間の耐衝撃性試験後、抵抗体負荷寿命試験を行ったスパークプラグサンプルの抵抗値変化の評価試験結果を表1に、また、2時間の耐衝撃性試験後、抵抗体負荷寿命試験を行ったスパークプラグサンプルの抵抗値変化の評価試験結果を表2にそれぞれ示す。

【0038】

【表 1】

Sa/S	シール層径D [mm]		3.9	3.3	2.9	2.7	2.5	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.5
	シール層断面Sa [mm]		11.95	8.55	6.61	5.73	4.91	4.15	3.46	3.14	2.84	2.54	1.77
1.02			A	B	C	C	C	C	C	C	C	C	D
1.05			A	B	C	C	C	C	C	C	C	C	D
1.10			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
1.30			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
1.50			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
1.80			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
2.10			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
2.40			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
2.70			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
3.00			A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C

10

20

30

40

10

20

30

40

50

ここでは試験前後における抵抗値変化が $\pm 15\%$ 以内のものをA、 $\pm 25\%$ 以内のものをB、 $\pm 30\%$ 以内のものをC、そして $\pm 30\%$ 以外のものをDとして判定した。

なお、JIS B8031:2006では、耐衝撃性試験後の抵抗値変化は±10%以内、抵抗体負荷寿命試験後の抵抗値変化は±30%以内と規定されている。また、本試験では、JIS B8031:2006と比較してより厳しい条件設定でおこなっており、本試験でC又はDに判定されたものであっても製品品質上問題があるわけではない。

【0041】

表1に示すように、1時間の耐衝撃性試験と抵抗体負荷寿命試験を行った結果、直径 $D = 1.8\text{ mm}$ 、 1.5 mm 、及び $S_a/S = 1.02$ 、 1.05 のスパークプラグサンプルに大きな抵抗値変化が見られたが、それ以外のスパークプラグサンプルの抵抗値変化は±15%以内と良好であった。この結果から、直径 D が 1.9 mm 以上、且つ 2.9 mm 以下 ($1.9\text{ mm} \leq D \leq 2.9\text{ mm}$) の範囲にあり、 S_a/S_1 が 1.1 以上 ($S_a/S \geq 1.1$) であれば、本発明の目的（小径化時の接合力の強化）を達成し得る良好な結果を得ることがわかる。

10

なお、直径 $D = 3.9\text{ mm}$ は、従来のスパークプラグと同じ直径であるので、小径化を目的とする本発明の範囲から除外した。

【0042】

また、表2に示すように、2時間の耐衝撃性試験と抵抗体負荷寿命試験を行った結果、直径 $D = 1.8\text{ mm}$ 、 1.5 mm 、及び $S_a/S_1 = 1.30$ 以下のスパークプラグサンプルに大きな抵抗値変化が見られたが、それ以外のスパークプラグサンプルの抵抗値変化は±15%以内と良好であった。この結果から、直径 D が 1.9 mm 以上、且つ 2.9 mm 未満 ($1.9\text{ mm} \leq D < 2.9\text{ mm}$) の範囲にあり、 S_a/S_1 が 1.5 以上 ($S_a/S \geq 1.5$) であれば、本発明の目的（小径化時の接合力の強化）を更に達成し得る良好な結果を得ることがわかる。

20

また、比較のために試験した直径 $D = 3.9\text{ mm}$ の従来のスパークプラグは、いずれの評価試験でも全く問題のない結果が得られた。

【0043】

表1及び表2の試験結果をふまえ、直径 $D = 2.9\text{ mm}$ に絞り、端子金具17と中心電極13の軸方向離間距離 L を $4\text{ mm} \sim 22\text{ mm}$ まで変化させると共に、第1の導電性ガラスシール層19と抵抗体18との接合面23の表面積 S_a と断面積 S_1 とに基づいて求められる数値 (S_a/S_1) を $1.5 \sim 3.00$ に変化させ、JIS B8031:2006に基づいて、2時間の耐衝撃性試験を行った後、抵抗体負荷寿命試験を行った。この試験後における抵抗値変化の測定結果を表3に示す。

30

なお、判定基準は、表1及び表2と同様とし、またこの場合においても、JIS B8031:2006と比較してより厳しい条件設定で評価試験を行っているため、本試験でC又はDに判定されたものであっても製品品質上問題があるわけではない。

【0044】

【表 3】

Sa/S L寸法	1.5	1.8	2.1	2.4	2.1	2.7	3.0
4	A	A	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	A	A
8	A	A	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	A	A
12	A	A	A	A	A	A	A
14	A	A	A	A	A	A	A
16	A	A	A	A	A	A	A
18	C	C	B	B	B	B	C
20	C	C	C	C	C	C	C
22	C	C	C	C	C	C	C

【0045】

表3に示すように、端子金具17と中心電極13の軸方向離間距離Lが18mmを越えると、大きな抵抗値変化が見られたが、 $L = 16\text{ mm}$ 以下での抵抗値変化は $\pm 15\%$ 以内と良好であった。これは、端子金具17と中心電極13の軸方向離間距離Lが長くなると、製造時における抵抗体組成物の原料粉末（ガラス粉末、セラミック粉末、及び非金属導電性粉末等）や、導電性ガラスシール層の原料粉末（ガラス粉末、金属粉末等）の焼け締まりが十分に行えなくなるためと考えられる。この結果から、端子金具17と中心電極13の軸方向離間距離Lを、 16 mm 以下にした。

なお、この前述した評価試験の結果は、第2の導電性ガラスシール層20の直径、接合面24の表面積Sbについても言えることはいうまでもない。

【0046】

更に、前述した、抵抗体18（図中では接合面23の縁部23bと接合面24の頂部24aとの軸方向距離）の軸方向長さMとし、且つ抵抗体18の直径をDRとしたときの、 DR^2/M の数値の数値範囲について、評価試験結果を示す表を参照しながら、更に詳細に説明する。

【0047】

以下に、この評価試験の内容を示す。

抵抗体18の直径DR、即ち第1の導電性ガラスシール層19の直径Dを2.0, 2.5, 3.3の値にそれぞれ変化させ、且つこの各数値それぞれに対して抵抗体18の軸方向長さMを変化させた（表4参照）複数のスパークプラグサンプルを製作した。そして、このスパークプラグサンプルを、JASO:D002-2:2004に規定された電流法に基づいて評価試験を行った。

この評価試験結果を表4に示す。

【0048】

【表 4】

D	M	D ² /M	判定
3.3	4.6	2.37	B
3.3	4.3	2.53	B
3.3	5	2.18	A
3.3	5.2	2.09	A
3.3	5.5	1.98	A
2.5	2	3.13	B
2.5	2.5	2.50	B
2.5	2.9	2.16	A
2.5	3	2.08	A
2.5	3.2	1.95	A
2.0	1.5	2.67	B
2.0	1.7	2.35	B
2.0	1.9	2.11	A
2.0	2.1	1.90	A

【0049】

ここでは、静電容量が影響する500MHzで、従来品である比較例（D＝3.9，M＝6.9mm， $D^2/M=2.2$ ，抵抗値5kΩ）と比較して減衰量が同等又はそれ以上のものをA、それ以下のものについてはBとして判定した。

【0050】

表4に示すように、 D^2/M が2.2を超えると減衰量が少ないが、一方、 $D^2/M=2.2$ 以下の減衰量は良好であった。この結果から、 D^2/M を、2.2以下の範囲とした。この場合には、従来、電極間での高電圧スパークに伴って発生する電波ノイズに対し、この電波ノイズの発生自体を抵抗体により抑制して、ラジオ等の音響機器や、車両に搭載されるコンピュータ等に与える影響を抑制することがわかる。

【0051】

以上説明したように、本実施形態のスパークプラグ100によれば、抵抗体18と導電性ガラスシール層19、20との密着性を強化して、耐振動性能及び抵抗体負荷寿命特性に優れ、且つ小径化されたスパークプラグ100とすることができ、小型であるにも係わらず、従来の大径品と同等以上の性能を有し、振動や高熱等が作用する厳しい環境で使用可能な信頼性の高いスパークプラグ100を提供することができる。

【0052】

なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明のスパークプラグの断面図である。

【図2】図1におけるスパークプラグの要部拡大図である。

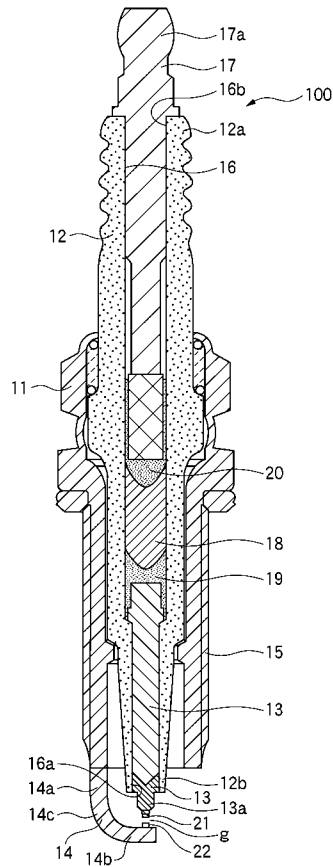
【図3】導電性ガラスシール層の直径、接合面の形状を変化させたときの接合面の表面積 S_a と断面積 S_a とにより求められる S_a/S の数値を比較して示す概念図である。

【符号の説明】

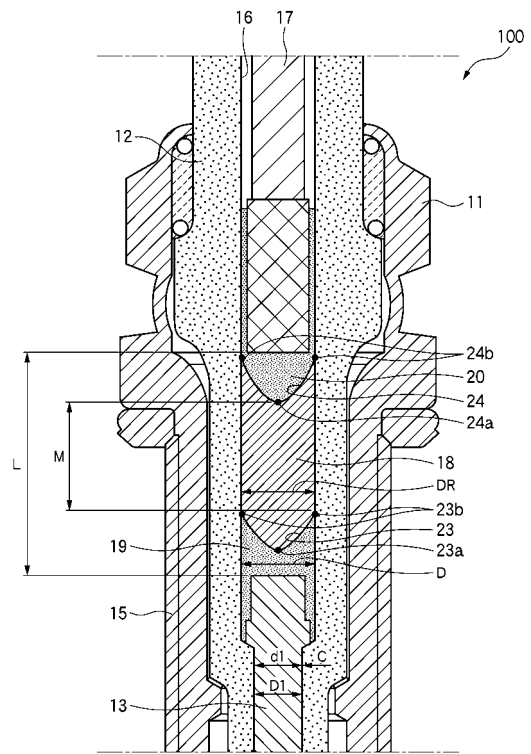
【0054】

1 1	主体金具	
1 2	絶縁体	
1 2 a, 1 2 b	絶縁体の両端部	
1 3	中心電極	
1 3 a	中心電極の先端部	
1 4	接地電極	
1 4 a	接地電極の一端部	
1 4 b	接地電極の他端部	
1 4 c	接地電極の中間部	10
1 5	雄ねじ	
1 6	貫通孔	
1 6 a	貫通孔の一端部	
1 6 b	貫通孔の他端部	
1 7	端子金具	
1 7 a	端子金具の先端部	
1 8	抵抗体	
1 9	第1の導電性ガラスシール層	
2 0	第2の導電性ガラスシール層	
2 3	第1の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面	20
2 3 a	第1の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の頂部	
2 3 b	第1の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の縁部	
2 4	第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面（第2の接合面）	
2 3 a	第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の頂部	
2 3 b	第2の導電性ガラスシール層と抵抗体との接合面の縁部	
1 0 0	スパークプラグ	
D	導電性ガラスシール層の直径	
D R	抵抗体の直径	
L	中心電極と端子金具との軸方向離間距離	
M	抵抗体の、抵抗体のみが貫通孔に隙間なく設けられた部分の軸方向の長さ	30
S a	第1の導電性ガラスシール層と抵抗体の接合面の表面積	
S b	第2の導電性ガラスシール層と抵抗体の接合面の表面積（第2の接合面の表面積）	
S 1	第1の導電性ガラスシール層の、軸方向と直交すると共に接合面の縁部を含む断面の断面積	
S 2	第2の導電性ガラスシール層の、軸方向と直交すると共に接合面の縁部を含む断面の断面積	
g	火花放電ギャップ	

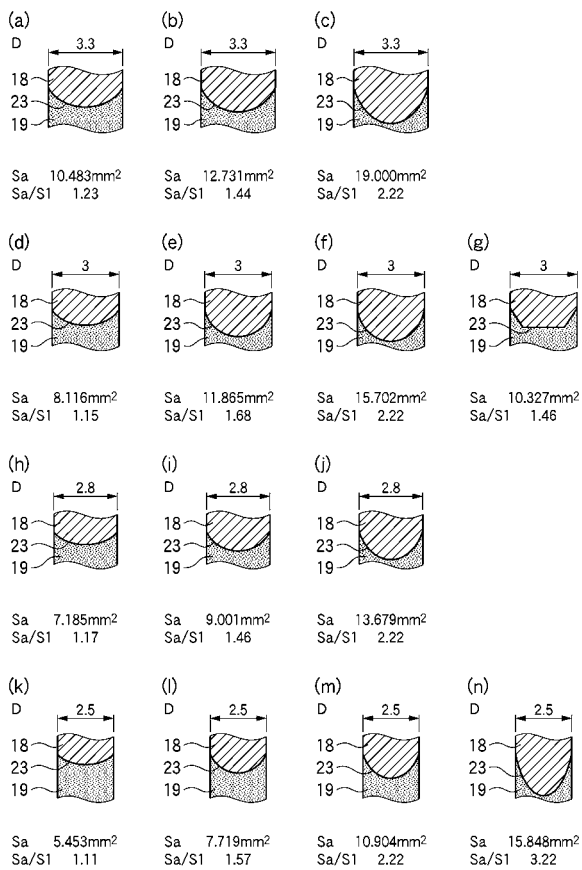
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 柴田 勉
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 無笹 守
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 高橋 学

- (56)参考文献 特開2006-066086 (JP, A)
特開昭57-017587 (JP, A)
特開平02-126584 (JP, A)
特開2005-340171 (JP, A)
特開2005-327743 (JP, A)
特開2006-049207 (JP, A)
特開2005-108821 (JP, A)
特開2001-313148 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01T 13/00-13/60