

(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
2012年9月13日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/120757 A1

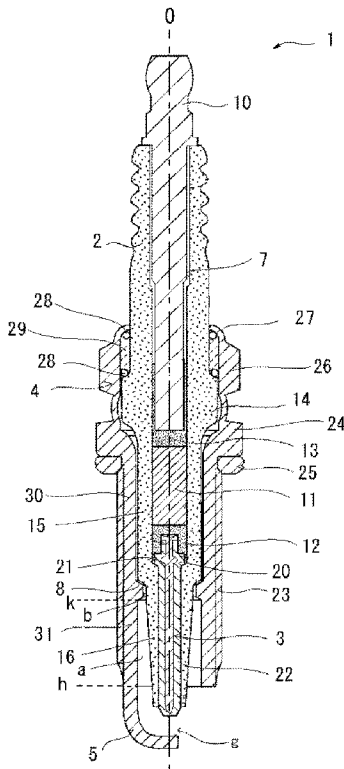
- (51) 国際特許分類:
H01T 13/60 (2011.01) H01T 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/000145
- (22) 国際出願日: 2012年1月12日(12.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-047261 2011年3月4日(04.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本特殊陶業株式会社(NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 廣瀬 一道 (HIROSE, Kazumichi) [JP/JP]; 〒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). 黒野 啓一 (KURONO, Hirokazu) [JP/JP]; 〒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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: SPARK PLUG MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: スパークプラグの製造方法

[図1]



(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide a spark plug manufacturing method that allows, by detecting the presence of a defect of an insulator, a spark plug with an insulator that exhibits a withstand voltage performance to be provided. This spark plug manufacturing method is characterized by involving a step in which an assembly comprising a center electrode, a main metal fitting, and the insulator is placed inside a pressure-resistant container; the pressure inside the pressure-resistant container is brought to an ambient pressure higher than the barometric pressure; and a potential difference is created between the center electrode and the main metal fitting with an insulating oil being present inside a space where the insulating oil is allowed to be present, which being a space surrounded by a packing, the main metal fitting, the insulator, and a virtual plane including the front end surface of the main metal fitting, at least at the position where the distance between a shelf section and the insulator becomes the minimum in order to determine whether or not a defect is present in the insulator.

(57) 要約: 絶縁体の欠陥の有無を判別することにより、耐電圧性能を有する絶縁体を備えたスパークプラグを提供することのできるスパークプラグの製造方法を提供することを課題とする。この発明のスパークプラグの製造方法は、前記中心電極と前記主体金具と前記絶縁体とが組み付けられた組付体を耐圧容器の内部に配置し、前記耐圧容器内の圧力が大気圧よりも高圧雰囲気とされるとともに、絶縁油の存在可能とする空間が前記パッキンと前記主体金具と前記絶縁体の先端面を含む仮想平面とで囲まれる空間であって、少なくとも前記棚部と前記絶縁体との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在する状態下に、前記中心電極と前記主体金具との間に電位差を生じさせて、前記絶縁体の欠陥の有無を判別する欠陥判別工程を備えることを特徴とする。

WO 2012/120757 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：スパークプラグの製造方法

技術分野

[0001] この発明は、内燃機関の点火に用いられるスパークプラグの製造方法に関し、特に耐電圧性能を有する絶縁体を備えたスパークプラグの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車エンジン等の内燃機関の点火用に使用されているスパークプラグは、一般に、筒状の主体金具と、この主体金具の内孔に配置される筒状の絶縁体と、この絶縁体の先端側軸孔に配置される中心電極と、他端側軸孔に配置される端子金具と、主体金具の先端側に一端が接合され、他端が中心電極と対向して火花放電間隙を形成する接地電極とを備える。中心電極と主体金具との間に高電圧が印加されると、中心電極と接地電極との間に火花放電が生じ、この火花放電により燃焼室内の燃料に着火される。

[0003] このとき、絶縁体に微小な孔等の欠陥が存在していると、中心電極と主体金具との間で、この欠陥を通して電流のリーク（以下において貫通放電と称することがある。）が生じてしまい、正常な火花放電が行なわれなくなってしまうおそれがある。

[0004] 特許文献1には、絶縁碍子の欠陥を容易でかつ確実に検出できる方法を提供することを課題として、「中空部が内部に形成されるとともに、該中空部の一端が開口された絶縁碍子を保持し、前記絶縁碍子の中空部に挿入された第1電極と前記絶縁碍子の近傍に設けられた第2電極との間に火花放電を生じさせ、前記第1および前記第2電極間に電圧差を生じさせた時に生じる火花放電が、前記絶縁碍子の前記中空部の開口を通過したかどうかを認識し、前記中空部の開口を通過の有無によって、前記絶縁碍子の良否を判別することを特徴とする絶縁碍子の欠陥検出方法。」（請求項5）が記載されている。この方法によると、絶縁碍子の中空部の開口を通過して、第1電極と第2電

極との間で火花放電が生じた場合には、絶縁碍子に欠陥が存在しないと判定される。一方、絶縁碍子の中空部の開口を通過することなく、第1電極と第2電極との間で火花放電が生じた場合には、絶縁碍子の欠陥を通過して貫通放電が生じたのであるから、絶縁碍子に欠陥が存在していると判定される。

[0005] ところで、前記欠陥検出方法において、絶縁碍子のより微小な欠陥を検出するためには、第1および第2電極間により高電圧の電位差を印加するのが効果的である。絶縁体に欠陥がある場合において、当該欠陥を通過して貫通放電が起こりやすくなるからである。そこで、前記欠陥検出方法を採用した上で、第1および第2電極間の電位差を増大させることが考えられる。ところが、印加電圧を増大させたとしても、所定の電圧値に到達した時点で、前記中空部の開口を通過する火花放電が発生してしまう。このため、当該所定電圧値以上の電圧を印加することは無意味であって、単に高電圧を印加することだけでは絶縁碍子に存在する微小な欠陥の検出精度の向上を図る上で限界がある。

[0006] このような課題に対し、特許文献2には、「・・前記耐圧容器内を大気圧よりも高圧のエアで封止し、前記第1電極および第2電極間に電位差を生じさせて、前記第1電極および第2電極間に流れる漏れ電流を検出し、前記漏れ電流の電流値が所定の値よりも大きいか否かにより、前記絶縁碍子の欠陥を判別することを特徴とする絶縁碍子の欠陥検査方法。」（請求項1）が記載されている。この発明では、耐圧容器内を大気圧よりも高圧のエアで封止することにより、第1電極および第2電極間の空気中の火花放電を抑制し、前記中空部を通過する火花放電の発生に要する電位差を増大させることが考えられている。これにより、前記中空部を通過する火花放電の発生を抑制しつつ、両電極間の電位差を増大させることができ、その結果、絶縁碍子に存在する微小な欠陥の検出精度の向上が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第2550790号公報

特許文献2：特開2004-108817号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、従来の絶縁体の欠陥を検出する方法では、絶縁体を主体金具等に組み付ける前の絶縁体単体に対して行なわれていたので、絶縁体単体では欠陥が検出されなかったとしても、その後中心電極、主体金具、絶縁体等の個々の部品が組み付けられる等、スパークプラグが完成するまでの様々な工程を経る中で、何らかの要因により絶縁体に欠陥が生じることがあった場合に、工程中に発生した欠陥を検出することができなかった。そこで、スパークプラグが完成するまでの工程の中でもできるだけ完成品に近い中間部品に対して、絶縁体の欠陥の有無を判別するのが望ましいと考えられる。

[0009] ただし、少なくとも絶縁体と中心電極と主体金具とが組み付けられたスパークプラグの中間部品に高電圧を印加すると、接地電極が設けられる側を先端側として、中心電極と接地電極との間での正規の火花放電や中心電極の先端と主体金具の先端との間及び中心電極の先端とパッキンとの間等での漏電による火花放電（以下においてフラッシュオーバーと称することがある。）が生じてしまう。絶縁体の欠陥を通る貫通放電が発生する前に、前記フラッシュオーバーが発生してしまうと、絶縁体の欠陥を検出することができない。そこで、耐圧容器内に前記中間部品を設置して、耐圧容器内を大気圧よりも高圧雰囲気にする事で前記フラッシュオーバーの発生を抑制することが考えられるが、スパークプラグが内燃機関で使用された場合に印加される可能性のある最高電圧を印加したときに、前記フラッシュオーバーの発生を抑制するには、耐圧容器内の雰囲気をかなり高圧にする必要がある。そのため、加圧機の大型化及び管理の煩雑化が避けられない。

[0010] この発明は、絶縁体の欠陥の有無を判別することにより、耐電圧性能を有する絶縁体を備えたスパークプラグを提供することのできるスパークプラグの製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 前記課題を解決するための手段として、(1) 軸線方向に延びる軸孔を有する絶縁体と、前記軸孔内に挿設される中心電極と、前記絶縁体の外周に配置され、自身の内側に突出する棚部を備える主体金具と、前記主体金具の先端部に接合され、前記中心電極との間でギャップを形成する接地電極と、前記主体金具において前記ギャップが形成される側を前記主体金具の先端側としたときに、前記棚部の後端側の面と前記絶縁体との間に配置されるパッキンと、を備えるスパークプラグの製造方法であって、前記中心電極と前記主体金具と前記絶縁体とが組み付けられた組付体を耐圧容器の内部に配置し、前記耐圧容器内の圧力が大気圧よりも高圧雰囲気とされるとともに、絶縁油の存在可能とする空間が前記パッキンと前記主体金具と前記絶縁体と前記主体金具の先端面を含む仮想平面とで囲まれる空間であって、少なくとも前記棚部と前記絶縁体との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在する状態下に、前記中心電極と前記主体金具との間に電位差を生じさせて、前記絶縁体の欠陥の有無を判別する欠陥判別工程を備えることを特徴とする、スパークプラグの製造方法であり、
- [0012] 前記(1)の好ましい態様は、(2) 前記絶縁油の存在可能とする空間が、前記パッキンと前記主体金具と前記絶縁体と前記棚部の先端を含む前記軸線に直交する仮想平面とで囲まれる第2空間であり、(3) 前記絶縁油の比誘電率が5以下であり、(4) 前記耐圧容器内の雰囲気の圧力が5 MPa未満であり(5) 前記接地電極を曲げることにより前記ギャップを形成する工程の前に、前記欠陥判別工程を行うことを特徴とする。

発明の効果

- [0013] この発明のスパークプラグの製造方法は、少なくとも前記中心電極と前記主体金具と前記絶縁体とが組み付けられた組付体を使用して欠陥判別工程を行うので、絶縁体製造時に生じた欠陥だけでなく、組み付け等の製造工程中における種々の要因で発生し得る絶縁体の欠陥も検出することができる。また、大気圧よりも高圧雰囲気に維持された耐圧容器内に組付体を設置しておき

、前記空間に絶縁油が存在する状態下に中心電極と主体金具との間に電位差を生じさせて、絶縁体の欠陥の有無を判別するので、中心電極から絶縁体の表面に沿ってパッキンに向って放電する、フラッシュオーバーの一つである沿面放電を抑制することができる。その結果、内燃機関で使用されるときに要求耐電圧と同等の電圧をかけても沿面放電を発生させることなく、絶縁体に欠陥がある場合には、この欠陥内を通過する貫通放電を発生させることができるので、絶縁体の欠陥の有無を簡単な設備で確実に判別することができる。したがって、この発明の製造方法によると、欠陥のない絶縁体を備えたスパークプラグを提供することができる。

[0014] この発明のスパークプラグの製造方法によると、前記絶縁油の存在可能とする空間が前記第2空間という狭い空間に限定されるので、中心電極と主体金具との間に電位差を生じさせたときに絶縁油中に気泡が発生し、この気泡に起因して欠陥のない絶縁体を欠陥のある絶縁体であると誤って判別するのを防止することができる。

[0015] この発明のスパークプラグの製造方法によると、前記絶縁油の比誘電率が5以下であるので、欠陥判別工程において絶縁体にかかる電圧を小さくすることができ、絶縁体への負荷を抑えることができる。

[0016] この発明のスパークプラグの製造方法によると、耐圧容器内の雰囲気圧力が5 MPa未満であるので、加圧機の大型化及び管理の煩雑化を抑制することができる。

[0017] この発明のスパークプラグの製造方法によると、前記接地電極を曲げることにより前記ギャップを形成する工程の前に、前記欠陥判別工程を行うので、前記欠陥判別工程中に前記中心電極と前記接地電極との間で火花放電が生じることを、より一層抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、この発明のスパークプラグの製造方法により製造されるスパークプラグの一例を示すスパークプラグの断面全体説明図である。

[図2]図2は、図1に示したスパークプラグの要部断面説明図である。

[図3]図3は、耐圧容器の一例を示す耐圧容器の断面説明図である。

[図4]図4は、耐圧容器内の雰囲気圧力とフラッシュオーバーが発生した時の電圧との関係を示す図である。

[図5]図5は、絶縁油の有無の違いを示す、耐圧容器内の雰囲気圧力とフラッシュオーバーが発生した時の電圧との関係を示す図である。

[図6]図6は、絶縁油の注入量の違いを示す、耐圧容器内の雰囲気圧力とフラッシュオーバーが発生した時の電圧との関係を示す図である。

[図7]図7は、比誘電率の異なる絶縁油の絶縁体へ与える負荷の影響を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] この発明のスパークプラグの製造方法により製造されるスパークプラグ1は、図1及び図2に示すように、軸線O方向に延びる軸孔7を有する絶縁体2と、前記軸孔7内に挿設される中心電極3と、前記絶縁体2の外周に配置され、自身の内側に突出する棚部8を備える主体金具4と、前記主体金具4の先端部に接合され、前記中心電極3との間でギャップgを形成する接地電極5と、前記主体金具4において前記ギャップgが形成される側を前記主体金具4の先端側としたときに、前記棚部8の後端側の第1面9と前記絶縁体2との間に配置されるパッキン6と、を備える。

[0020] 前記絶縁体2は、機械的強度、熱的強度、電気的強度等を有する材料、例えば、アルミナを主体とするセラミック焼結体により形成され、略円筒形状であって軸線O方向に延在する軸孔7を有する。軸孔7内の一端側には略円柱状の中心電極3が保持され、軸孔7内の他端側に略円柱状の端子金具10が保持されている。軸孔7内における中心電極3と端子金具10の間には、電波雑音の発生を抑制するために必要に応じて抵抗体11が設けられ、抵抗体11の両端に導電性のガラスシール層12、13が設けられて、中心電極3と端子金具10とが電氣的に接続される。絶縁体2の軸線O方向における略中央部分には、径方向外側に突出する鏢状のフランジ部14が形成され、該フランジ部14から先端側に該フ

ランジ部 14 より小径の中胴部 15 が形成され、該中胴部 15 より先端側に該中胴部 15 より小径であって、緩やかに縮径して延在する脚長部 16 が形成されている。中胴部 15 の外周面 17 と脚長部 16 の外周面 18 とはテーパ状に形成される段面 19 で連結され、この段面 19 と後述する主体金具 4 の棚部 8 の後端側の第 1 面 9 との間にパッキン 6 が配置されて、絶縁体 2 が主体金具 4 に対して保持されている。

[0021] 前記中心電極 3 は、熱伝導性及び機械的強度等を有する材料、例えば、インコネル（商標名）600等のNi基合金で形成される。中心電極 3 は、絶縁体 2 の軸孔 7 内に形成された、中胴部 15 の内周面と該中胴部 15 より内径の小さい脚長部 16 の内周面との間を連結するテーパ状の段差 20 に支持される頭部 21 と該頭部から先端方向に延在し、該頭部より外径の小さい胴部 22 とを有し、この胴部 22 の先端部が絶縁体 2 の先端面から突出した状態で主体金具 4 に対して絶縁保持されている。

[0022] 前記主体金具 4 は、低炭素鋼等の導電性の鉄鋼材料により形成され、略円筒形状を有しており、絶縁体 2 を収容して保持するように形成されている。主体金具 4 における先端方向の外周面にはネジ部 23 が形成されており、このネジ部 23 を利用して図示しない内燃機関のシリンダヘッドにスパークプラグが装着される。ネジ部 23 の後端側にはフランジ状のガスシール部 24 が形成され、このガスシール部 24 とネジ部 23 との間にはガスケット 25 がはめ込まれている。ガスシール部 24 の後端側にはスパナやレンチ等の工具を係合させる工具係合部 26 が形成され、工具係合部 26 の後端側には加締め部 27 が形成されている。加締め部 27 及び工具係合部 26 の内周面と絶縁体 2 の外周面との間に形成される環状の空間にはリング状パッキン 28 及び滑石 29 が配置され、絶縁体 2 が主体金具 4 に対して固定されている。ガスシール部 24 より先端側に絶縁体 2 の中胴部 15 を取囲む中筒部 30 が形成され、該中筒部 30 より先端側に径方向内側に突出する棚部 8 が形成され、該棚部 8 より先端側に絶縁体 2 の脚長部 16 を取囲む前筒部 31 が形成されている。前記棚部 8 は、径方向内側に最も突出している面であって、通常

、前記絶縁体 2 の脚長部 1 6 の外周面 1 8 との距離が最短となる円筒状の棚部内周面 3 2 と、該棚部内周面 3 2 の後端と該棚部内周面 3 2 より内径の大きい中胴部内周面 3 3 とを連結するテーパ状の第 1 面 9 (棚部 8 の後端側の面) と、該棚部内周面 3 2 の先端と該棚部内周面 3 2 より内径の大きい前筒部内周面 3 4 とを連結するテーパ状の第 2 面 3 5 とを有する。

[0023] 前記接地電極 5 は、例えば、略角柱体に形成されてなり、一端が主体金具 4 の先端面に接合され、途中で略 L 字に曲げられて、その先端部が中心電極 3 の先端部との間にギャップ g を介して対向するように、その形状及び構造が設計されている。接地電極 5 は、中心電極 3 を形成する材料と同様の材料により形成される。

[0024] 次に、この発明のスパークプラグの製造方法について説明する。まず、この発明の課題を達成するために重要である、絶縁体の欠陥判別工程から説明する。

[0025] この発明のスパークプラグの製造方法における欠陥判別工程は、少なくとも前記中心電極 3 と前記主体金具 4 と前記絶縁体 2 とが組み付けられた組付体を耐圧容器の内部に配置し、前記耐圧容器内が大気圧よりも高圧雰囲気とされるとともに、絶縁油の存在可能とする空間が前記パッキン 6 と前記主体金具 4 と前記絶縁体 2 と前記主体金具 4 の先端面を含む仮想平面 h とで囲まれる第 1 空間 a であって、少なくとも前記棚部 8 と前記絶縁体 2 との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在する状態下に、前記中心電極 3 と前記主体金具 4 との間に電位差を生じさせて、前記絶縁体 2 の欠陥の有無を判別する。

[0026] この発明のスパークプラグの製造方法は前記欠陥判別工程を有することにより、スパークプラグが内燃機関で使用されたときに絶縁体 2 に印加される可能性のある最高電圧が印加されたときに、貫通放電を発生させる絶縁体 2 の欠陥の有無を確実に判別することができる。印加される可能性のある最高電圧は、スパークプラグが内燃機関で使用される際にスパークプラグに印加される電圧に加え、偶発的にスパークプラグに印加され得る電圧を加味した電

圧（以下において要求耐電圧と称することがある。）である。この要求耐電圧が印加されたときに貫通放電を発生しない絶縁体 2 は耐電圧性能を有すると判断することができる。この発明のスパークプラグの製造方法は前記欠陥判別工程を有するので、要求耐電圧が印加されたときに貫通放電を発生させる可能性のある欠陥の存在しない絶縁体 2 を備えたスパークプラグ、すなわち耐電圧性能を有する絶縁体 2 を備えたスパークプラグを提供することができる。

[0027] 前記欠陥判別工程では、耐圧容器の内部に絶縁体 2 のみではなく、少なくとも前記中心電極 3 と前記主体金具 4 と前記絶縁体 2 とが組み付けられた組付体が配置される。耐圧容器の内部に配置されるのは、この欠陥判別工程を経た後に完成品となるスパークプラグの中間部品であってもよいし、この組付体にさらに後述する工程を経て得られる各工程終了時に得られる中間部品であってもよい。欠陥判別工程が絶縁体 2 単体に対して行なわれると、絶縁体 2 単体では欠陥が検出されなかったとしても、その後に中心電極 3、主体金具 4、絶縁体 2 等の個々の部品が組み付けられる等、スパークプラグが完成するまでの様々な工程を経る中で、何らかの要因により絶縁体 2 に欠陥が生じることがあった場合に、工程中に発生した欠陥を検出することはできない。そこで、少なくとも前記組付体が得られる工程を経た後に得られる中間部品に対して、望ましくはできるだけ完成品に近い中間部品に対して欠陥判別工程を行うことにより、工程中に発生した欠陥を確実に検出することができる。ただし、接地電極 5 を曲げることによりギャップ g を形成する工程を経た後の中間部品は、欠陥判別工程中にギャップ g において正規の火花放電が発生し易くなり、絶縁体 2 の貫通放電を検知し難くなるおそれがあるので、接地電極 5 を曲げる工程の前に欠陥判別工程を行うのが好ましい。以下においては、耐圧容器に中心電極 3 と端子金具 10 と主体金具 4 と絶縁体 2 とを組み付けられた組付体を配置して欠陥判別工程を行う場合について説明する。

[0028] 前記欠陥判別工程は、絶縁体 2 に要求耐電圧を印加したときに絶縁体 2 に貫

通放電が生じるか否かを検出することにより、絶縁体 2 の欠陥の有無を判別する。貫通放電が発生したことは、たとえば、印加した電流を測定したときの波形により検出することができる。近年求められる要求耐電圧は、従来よりも高くなっており、たとえば絶縁体は 40 kV における耐電圧性能が求められる。大気圧下において、絶縁体 2 単体に対してではなく、組付体に対して、40 kV の高電圧を印加すると、絶縁体 2 の欠陥を通過する貫通放電が発生する前に中心電極 3 の先端と主体金具 4 の先端との間等でフラッシュオーバーが発生してしまい、絶縁体 2 の欠陥の有無を判別することができない。そこで、耐圧容器内を大気圧よりも高圧雰囲気にするこゝで、空気中の火花放電をある程度抑制することができる。しかし、40 kV の電圧を印加したときに貫通放電が発生する前にフラッシュオーバーが発生するのを抑制するためには、耐圧容器内の雰囲気の圧力を後述するように 7 MPa 以上にする必要がある。このような高圧環境を設定するには、大型の加圧機を要し、さらに管理も煩雑となる。

[0029] ところで、組付体に高電圧を印加すると、中心電極 3 の先端と主体金具 4 の先端との間、端子金具 10 の後端と主体金具 4 の加締め部 27 との間、及び中心電極 3 の先端とパッキン 6 との間でフラッシュオーバーが発生する可能性がある。これらの中でも、中心電極 3 の先端とパッキン 6 との間で発生するフラッシュオーバーは、中心電極 3 の先端から絶縁体 2 の表面に沿ってパッキン 6 に向って放電する沿面放電であるので、空気を介してフラッシュオーバーが発生する他の部位よりもフラッシュオーバーが発生し易い。

[0030] 前記欠陥判別工程では、耐圧容器内の雰囲気の圧力が火花放電の生じ難い高圧雰囲気に維持されるとともに、前記第 1 空間 a に絶縁油が存在可能とされ、少なくとも前記棚部 8 と前記絶縁体 2 との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在する状態下に、前記中心電極 3 と前記主体金具 4 との間に電位差を生じさせるので、絶縁体 2 の表面に沿って生じる沿面放電の発生を抑制することができる。前記第 1 空間 a における絶縁油の存在により、最も発生し易いフラッシュオーバーの発生を抑制することができるので、耐圧容器内の

雰囲気圧力を7 MPaまで上げることなく、要求耐電圧と同等の電圧を印加することにより、絶縁体2の欠陥の有無を確実に判別することができる。耐圧容器内の雰囲気圧力は、大気圧より大きく、好ましくは1.5 MPaより大きく、加圧機の大型化及び管理の煩雑化の観点から5 MPa未満であるのが好ましい。なお、前記圧力は絶対圧である。

[0031] 前記絶縁油は、80℃における体積抵抗率が 1.0×10^8 ($\Omega \cdot \text{cm}$)以上の液体であり、例えば、JIS C 2320に記載されている、鉱油、アルキルベンゼン、ポリブテン、アナキルナフタレン、アルキルジフェニルアルカン、シリコン油等の電気絶縁油を挙げることができる。

[0032] 前記絶縁油は、少なくとも前記棚部8と前記絶縁体2との距離が最短となる部位に存在すればよく、前記絶縁油は前記第1空間aに存在可能である。前述したように、絶縁体2の表面に沿って発生する沿面放電が最も生じ易く、この沿面放電が発生する前記第1空間に体積抵抗率の高い絶縁油が存在すると、電流が流れ難くなり、沿面放電の発生を抑制することができる。少なくとも前記棚部8と前記絶縁体2との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在すると、該部位で絶縁破壊が生じてフラッシュオーバーが発生するのを抑制することができる。

[0033] 前記絶縁油の存在可能とする空間は、前記パッキン6と前記主体金具4と前記絶縁体2と前記棚部8の先端を含む前記軸線に直交する仮想平面kとで囲まれる第2空間bであるのが好ましい。絶縁体2と主体金具4とに囲まれる空間における絶縁油の存在可能な量を必要最小限とすることで、欠陥のない絶縁体2を欠陥があると誤って判別するのを防ぐことができる。例えば、前記第1空間aに絶縁油が満たされた状態で中心電極3と主体金具4との間に電位差を生じさせると、絶縁油中に気泡が発生することがある。この気泡に起因して電流の波形に変化が生じることにより、絶縁体2に欠陥があると誤って判別するおそれがある。よって、絶縁油の存在可能な空間を前記第2空間bとすることで、誤った判別を防ぐことができる。なお、前記棚部8の先端は、第2面35と前筒部内周面34との境界であって、径方向に突出する

棚部 8 の先端側基端部である。

[0034] 前記絶縁油の比誘電率は、5 以下であるのが好ましい。絶縁油の比誘電率が 5 以下であると、絶縁体 2 にかかる電圧を小さくすることができるので、この欠陥判別工程による絶縁体 2 への負荷を抑制することができる。

[0035] 前記絶縁油としては、欠陥判別工程後に揮発して消失する沸点を有する絶縁油が好ましい。欠陥判別工程後に絶縁油が揮発して消失してしまえば、特別な処理をすることなく、次の工程に速やかに移行することができる。

[0036] 前記耐圧容器 50 は、例えば図 3 に示すように、耐圧性を有する容器 40 と、その内部に設けられた、組付体 41 を配置するための金属製の固定板 42 とを有する。前記固定板 42 は、例えば複数の円形の穴を有し、この穴に接地電極 46 の設けられている側が上になるようにして組付体 41 が配置される。耐圧容器 50 には、配管を介してコンプレッサが接続される（図示せず）。また、組付体 41 の端子金具 43 は接続ケーブル 44 を介して電源（図示せず）に電氣的に接続されるように構成される。電源は、接続ケーブル 44

に接続された端子金具 43 と固定板 42 との間に流れる電流値が測定できるように構成される。なお、組付体 41 に端子金具 43 が組み付けられていない場合には、接続ケーブル 44 の電源に接続される側とは反対側の端部に金属製の棒が接続され、この棒と中心電極 45 とが電氣的に接続されるように構成される。

[0037] 前記欠陥判別工程では、まず耐圧容器 50 に組付体 41 が配置される。耐圧容器 50 に組付体 41 が配置された後に、前記棚部と前記絶縁体との距離が最短となる部位を少なくとも含む、前記第 1 空間 a 又は前記第 2 空間 b に絶縁油が注入される。次いで、コンプレッサにより耐圧容器 50 内が所定の圧力に維持され、電源により所定の電圧が所定時間、接続ケーブル 44 を介して印加される。このとき、端子金具 43 と固定板 42 との間を流れる電流を測定し、電流の波形によって絶縁体 2 の欠陥の有無を判別する。

[0038] 次に、欠陥判別工程以外のスパークプラグの製造工程の一例を説明する。

まず、中心電極 3 及び接地電極 5 は、例えば、真空溶解炉を用いて、所望の組成を有する合金の溶湯を調製し、真空鑄造にて各溶湯から鑄塊を調製した後、この鑄塊を、塑性加工等して、所定の形状及び所定の寸法に適宜調整して、中心電極 3 及び接地電極 5 を作製することができる。なお、カップ状に形成した外材に内材を挿入し、押し出し加工等の塑性加工にて中心電極 3 を形成することもできる。

- [0039] 次いで、所定の形状に塑性加工等によって形成した主体金具 4 の先端面に、接地電極 5 の一端部を電気抵抗溶接又はレーザ溶接等によって接合する。
- [0040] 次いで、必要に応じて、所望の組成を有するチップ材料を溶解して得られる溶解材を、板材に加工し、この板材を熱間打ち抜き加工により予定のチップ形状に打ち抜いて、貴金属チップを作製し、この貴金属チップを中心電極 3 及び接地電極 5 に抵抗溶接及び／又はレーザ溶接等により溶融固着する。
- [0041] 一方、セラミック等を所定の形状に焼成することによって絶縁体 2 を作製し、この絶縁体 2 の軸孔 7 内に貴金属チップが接合された中心電極 3 を挿設し、ガラスシール層 1 2 を形成するガラス粉末、抵抗体 1 1 を形成する抵抗体組成物、前記ガラス粉末をこの順に前記軸孔 7 内に予備圧縮しつつ充填する。次いで前記軸孔 7 内の端部から端子金具 1 0 を圧入しつつ抵抗体組成物及びガラス粉末を圧縮加熱する。こうして抵抗体組成物及びガラス粉末が焼結して抵抗体 1 1 及びガラスシール層 1 2, 1 3 が形成される。次いで接地電極 5 が接合された主体金具 4 の棚部 8 にパッキン 6 を配置して、この中心電極 3 等が固定された絶縁体 2 を組み付けて組付体とする。この組付体に対して前述した欠陥判別工程を行う。
- [0042] 最後に接地電極 5 の先端部を中心電極 3 側に折り曲げて、接地電極 5 の一端と中心電極 3 の先端部との間にギャップ g が形成されるようにして、スパークプラグが製造される。
- [0043] 欠陥判別工程は、少なくとも中心電極 3 と主体金具 4 と絶縁体 2 とが組み付けられた組付体が形成された後に行なわれる。前記製造工程においては、中心電極 3 と抵抗体 1 1 と端子金具 1 0 とが組み付けられた絶縁体 2 を主体金

具4に組み付けているが、これらの組み付ける順番は特に制限が無く、主体金具4に絶縁体2を組み付けた後に中心電極3を組み付けてもよい。この場合、抵抗体11及び端子金具10を絶縁体2に組み付ける前に欠陥判別工程を行ってもよい。また、前記製造工程においては、接地電極5が接合された主体金具4に絶縁体2を組み付けているが、全ての部品が組み付けられた後に接地電極5を接合してもよい。

[0044] この発明に係るスパークプラグの製造方法により製造されたスパークプラグは、自動車用の内燃機関例えばガソリンエンジン等の点火栓として使用され、内燃機関の燃焼室を区画形成するヘッド（図示せず）に設けられたネジ穴に前記ネジ部23が螺合されて、所定の位置に固定される。

[0045] この発明に係るスパークプラグの製造方法は、前記した実施例に限定されることはなく、本願発明の目的を達成することができる範囲において、種々の変更が可能である。

実施例

[0046] <組付体の作製> 前述した製造工程にしたがって、中心電極と抵抗体と端子金具と絶縁体と主体金具と接地電極とが組み付けられた組付体を製造した。なお、この組付体は、接地電極が曲げられていないので、中心電極と接地電極との間でギャップgが形成されていない。また、ネジ径はM12であり、絶縁体の中胴部の厚みは3mmであった。

[0047] <評価方法>（実施例1） 接地電極が接合されている側を上側にして前記組付体を図3に示す耐圧容器に配置し、耐圧容器内の雰囲気圧力を大気圧から10MPaまでの間の所定の圧力に維持した状態で、端子金具に電圧を印加して、中心電極と主体金具との間に電位差を生じさせた。このとき、電圧値をゆっくりと上げつつ端子金具と固定板との間に流れる電流を測定し、その波形からフラッシュオーバーが発生したときの電圧を測定した。なお、各圧力について3回試験を行い、測定された電圧の平均値を算出した。結果を図4に示す。

[0048]（実施例2） 耐圧容器内の雰囲気圧力を大気圧から2MPaまでの所定

の圧力にし、パッキンと主体金具と絶縁体と主体金具の先端面を含む仮想平面とで囲まれる第1空間aに絶縁油を注入したこと以外は、実施例1と同様にして試験を行った。結果を図5に示す。なお、絶縁油1の比誘電率は2.0、80℃における体積抵抗率は、 $1.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ であり、絶縁油2の比誘電率は1.5、80℃における体積抵抗率は、 $2.0 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ であった。

[0049] (実施例3) 絶縁油1を使用して、絶縁油の量を変化させたこと以外は、実施例2と同様にして試験を行った。結果を図6に示す。なお、図6において、液面1は棚部内周面における軸線O方向の中心を含む液面まで絶縁油を注入した場合であり、液面2は棚部の先端を含む液面まで絶縁油を注入した場合であり、液面3は棚部の先端と主体金具の先端との軸線方向長さの中心を含む液面まで絶縁油を注入した場合である。

[0050] (実施例4) 80℃における体積抵抗率が 1.0×10^{13} であり、比誘電率が1~7の範囲にある絶縁油を7種類準備して、これらの絶縁油を絶縁油(1)~絶縁油(7)とした。これらの絶縁油を使用して、耐圧容器内の雰囲気圧力を1.5MPaとして、40kVの電圧を10分間印加したこと以外は、実施例2と同様にして試験を行った。次いで、耐圧容器から組付体を取り出し、絶縁体の先端に絶縁体が破断するまで圧力(p)をかけた。圧力をかけた点から破断面までの距離(d)を測定し、以下の式にしたがって、破断モーメント(m)を算出し、破断モーメントで絶縁体の強度を評価した。破断モーメント(m) = 圧力(p) × 距離(d) なお、絶縁油の種類毎に3回試験を行った。結果を図7に示す。また、絶縁体の強度は、以下の基準にしたがって評価し、その評価結果を表1に示す。◎:破断モーメントの下限値が5.8以上 ○:破断モーメントの下限値が5.6以上5.8未満 △:破断モーメントの下限値が5.4以上5.6未満

[0051]

[表1]

絶縁油の種類	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
比誘電率	1	2	3	4	5	6	7
評価	◎	◎	◎	◎	◎	○	△

[0052] 図4に示すように、耐圧容器内の雰囲気の圧力が高くなる程、フラッシュオーバーの発生が抑制され、フラッシュオーバーが発生するときの電圧が高くなった。実施例1により、要求耐電圧として必要とされる40kVでフラッシュオーバーを発生させないようにするには、耐圧容器内の雰囲気の圧力を少なくとも7MPaとする必要があることが示された。

[0053] 図5に示すように、絶縁体と主体金具との間に絶縁油が存在すると、フラッシュオーバーの発生する電圧が高くなった。また、耐圧容器内の雰囲気の圧力が高くなる程、フラッシュオーバーの発生する電圧が高くなった。実施例2により、絶縁油が存在し、圧力が少なくとも1.5MPaのとき、要求耐電圧をかけたときにフラッシュオーバーが発生しないことが示された。

[0054] 図6に示すように、絶縁体の注入量の違いによりフラッシュオーバーの発生する電圧に大きな違いはなく、少なくとも液面1まで絶縁油が注入されていれば、フラッシュオーバーの発生が抑制されることが示された。

[0055] 図7に示すように、比誘電率が5以下の絶縁油を使用した場合には、絶縁体の破断モーメントの値に大きな違いがなく、絶縁体に高電圧が印加されても絶縁体への負荷が抑制された。

符号の説明

- [0056] 1 スパークプラグ
 2 絶縁体
 3, 4 5 中心電極
 4 主体金具
 5, 4 6 接地電極
 6 パッキン

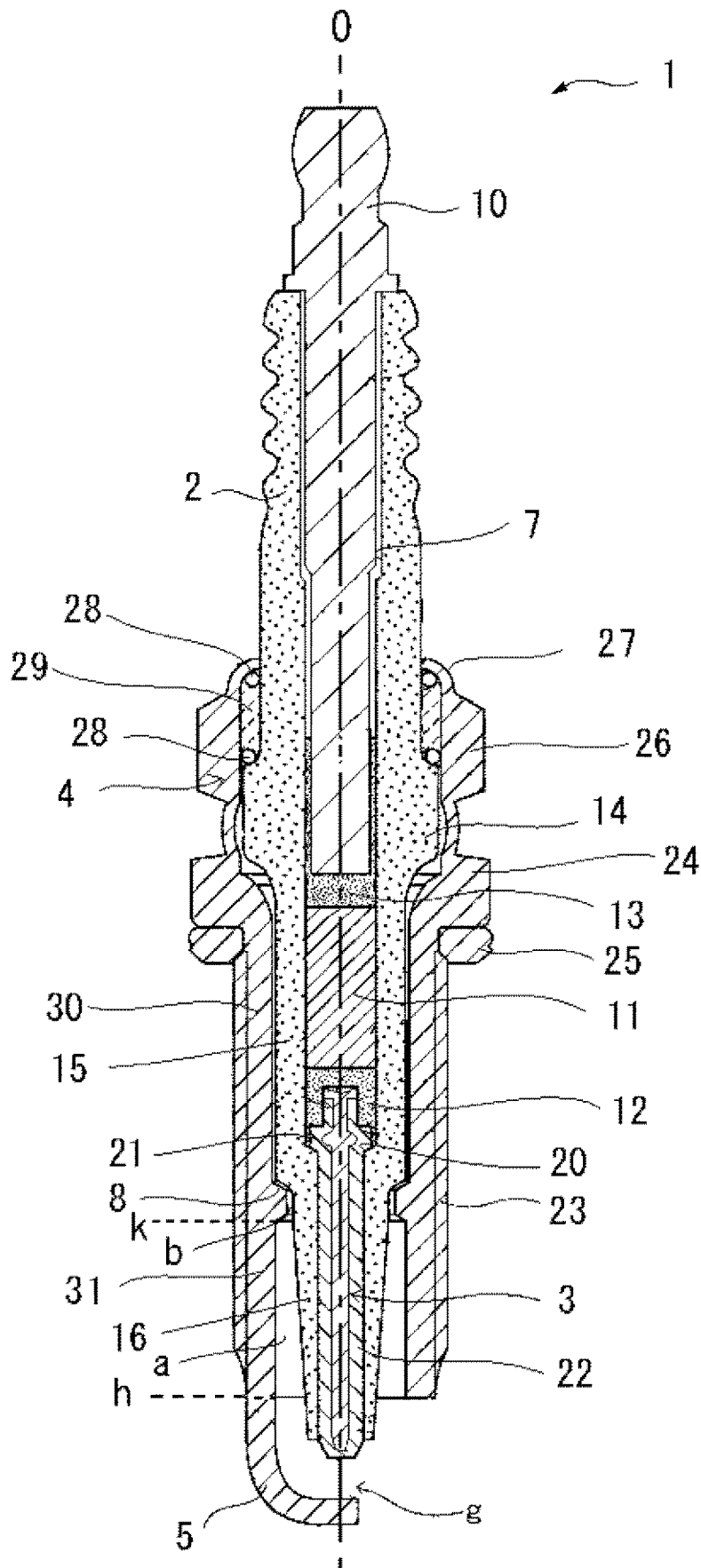
- 7 軸孔
- 8 棚部
- 9 第1面
- 10, 43 端子金具
- 11 抵抗体
- 12, 13 ガラスシール層
- 14 フランジ部
- 15 中胴部
- 16 脚長部
- 17 外周面
- 18 外周面
- 19 段面
- 20 段差
- 21 頭部
- 22 胴部
- 23 ネジ部
- 24 ガスシール部
- 25 ガスケット
- 26 工具係合部
- 27 加締め部
- 28 リング状パッキン
- 29 滑石
- 30 中筒部
- 31 前筒部
- 32 棚部内周面
- 33 中胴部内周面
- 34 筒部内周面
- 35 第2面

- 4 0 容器
- 4 1 組付体
- 4 2 固定板
- 4 4 接続ケーブル
- 5 0 耐圧容器

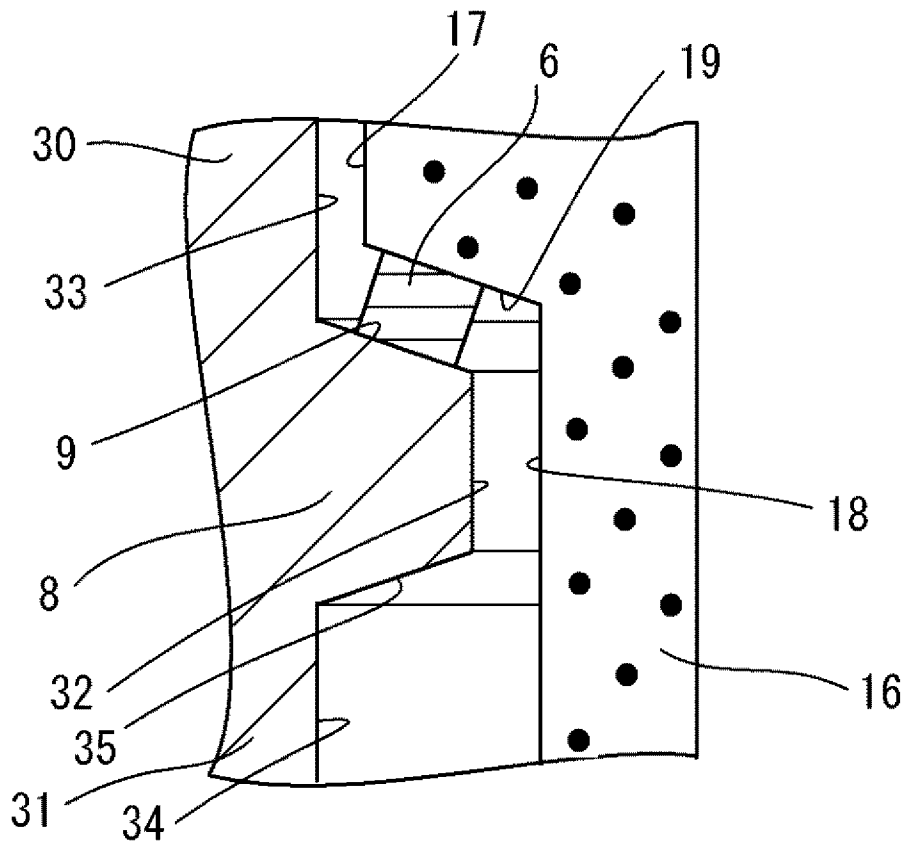
請求の範囲

- [請求項1] 軸線方向に延びる軸孔を有する絶縁体と、前記軸孔内に挿設される中心電極と、前記絶縁体の外周に配置され、自身の内側に突出する棚部を備える主体金具と、前記主体金具の先端部に接合され、前記中心電極との間でギャップを形成する接地電極と、前記主体金具において前記ギャップが形成される側を前記主体金具の先端側としたときに、前記棚部の後端側の面と前記絶縁体との間に配置されるパッキンと、を備えるスパークプラグの製造方法であって、前記中心電極と前記主体金具と前記絶縁体とが組み付けられた組付体を耐圧容器の内部に配置し、前記耐圧容器内が大気圧よりも高圧雰囲気とされるとともに、絶縁油の存在可能とする空間が前記パッキンと前記主体金具と前記絶縁体と前記主体金具の先端面を含む仮想平面とで囲まれる空間であって、少なくとも前記棚部と前記絶縁体との距離が最短となる部位に前記絶縁油が存在する状態下に、前記中心電極と前記主体金具との間に電位差を生じさせて、前記絶縁体の欠陥の有無を判別する欠陥判別工程を備えることを特徴とする、スパークプラグの製造方法。
- [請求項2] 前記絶縁油の存在可能とする空間が、前記パッキンと前記主体金具と前記絶縁体と前記棚部の先端を含む前記軸線に直交する仮想平面とで囲まれる第2空間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の製造方法。
- [請求項3] 前記絶縁油の比誘電率が5以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載のスパークプラグの製造方法。
- [請求項4] 前記耐圧容器内の雰囲気圧力が5 MP a未満であ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スパークプラグの製造方法。
- [請求項5] 前記接地電極を曲げることにより前記ギャップを形成する工程の前に、前記欠陥判別工程を行うことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のスパークプラグの製造方法。

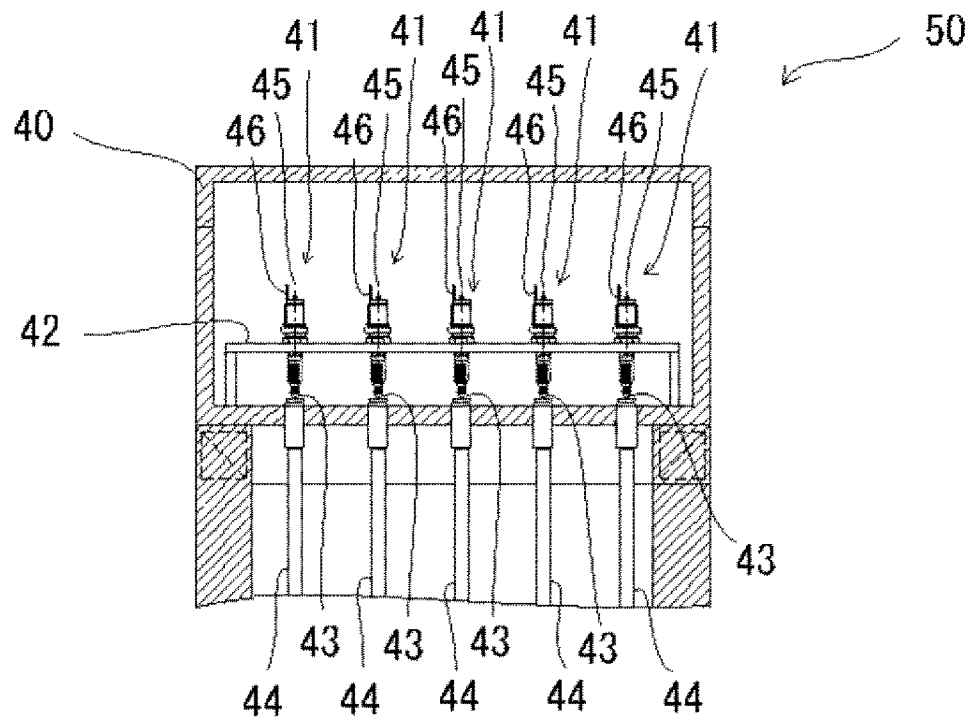
[図1]



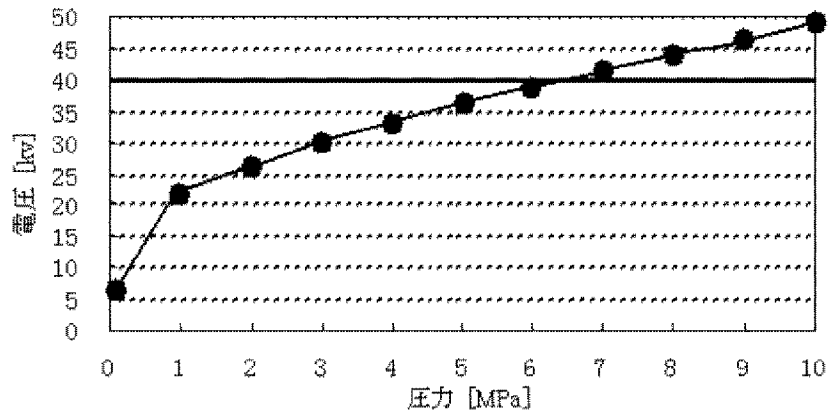
[図2]



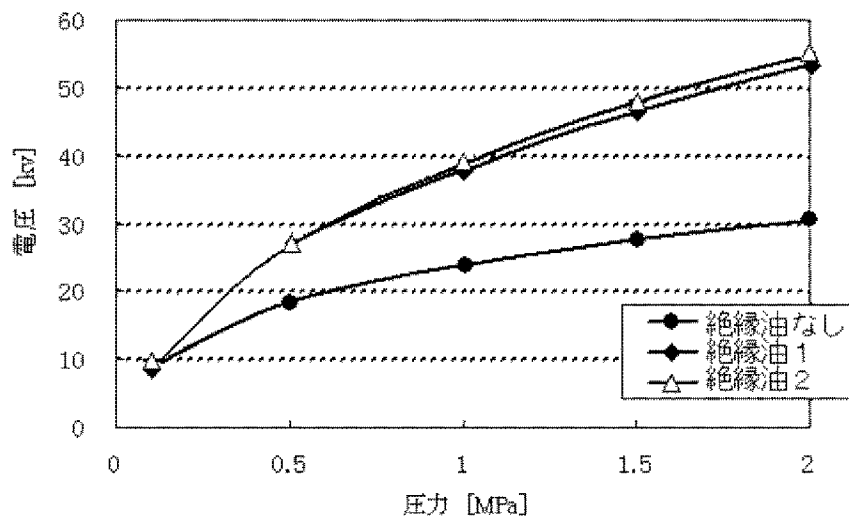
[図3]



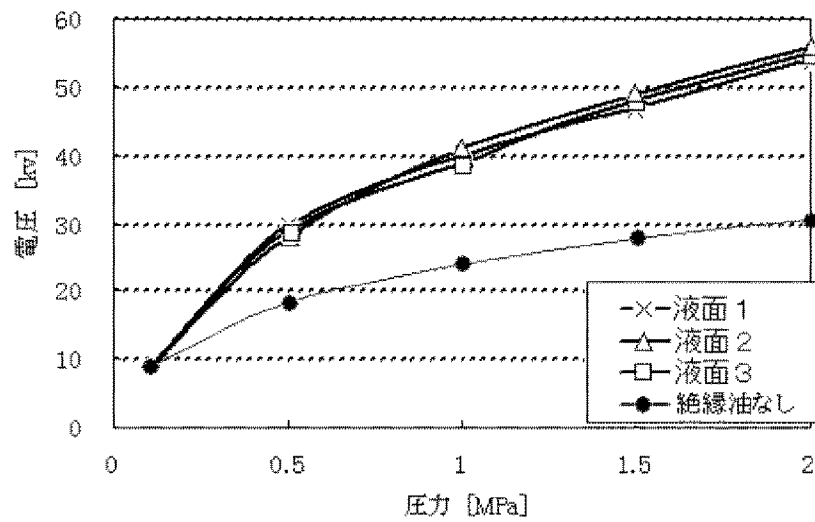
[図4]



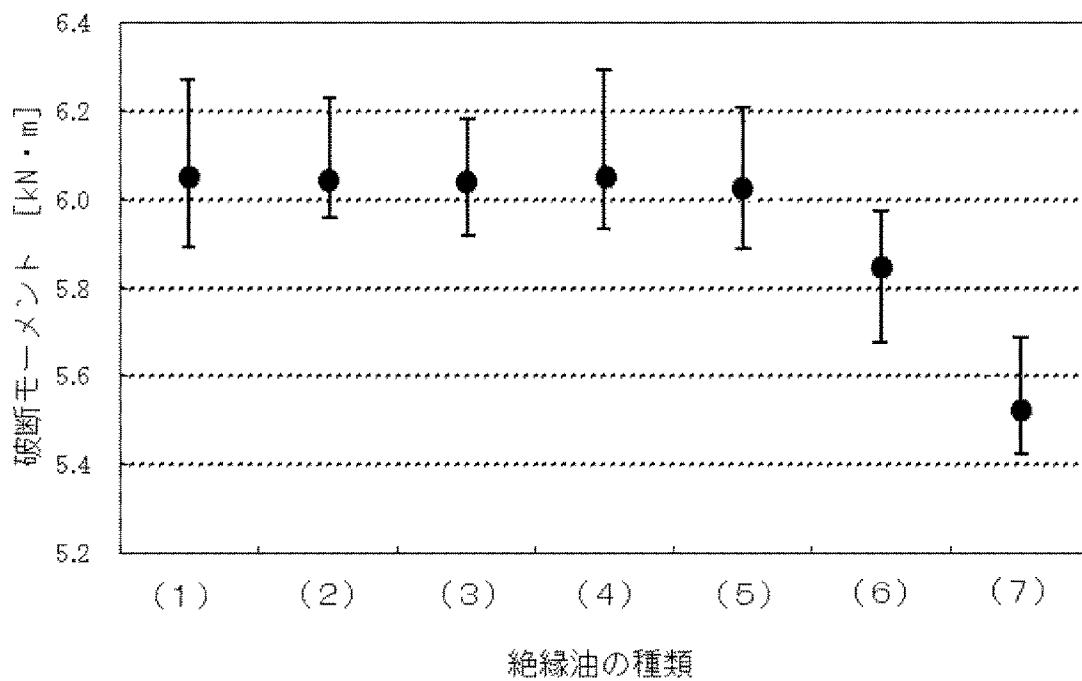
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/000145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01T13/60 (2011.01) i, H01T21/02 (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)
 H01T13/00-13/60, H01T21/02

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 1996-2012
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 39-20383 B1 (Hitachi, Ltd.), 18 September 1964 (18.09.1964), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2009-238667 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 15 October 2009 (15.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2004-108817 A (Denso Corp.), 08 April 2004 (08.04.2004), entire text; all drawings & US 2004/0051537 A1	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 07 March, 2012 (07.03.12)	Date of mailing of the international search report 19 March, 2012 (19.03.12)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/000145

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102007024407 A1 (Robert Bosch GmbH), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01T13/60(2011.01)i, H01T21/02(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. H01T13/00-13/60, H01T21/02

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 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 39-20383 B1 (株式会社日立製作所) 1964.09.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2009-238667 A (日本特殊陶業株式会社) 2009.10.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-108817 A (株式会社デンソー) 2004.04.08, 全文, 全図 & US 2004/0051537 A1	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 07.03.2012	国際調査報告の発送日 19.03.2012
--------------------------	--------------------------

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) 高橋 学	3 X	9 1 4 2
	電話番号 03-3581-1101 内線 3372		

C (続き) . 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	DE 102007024407 A1 (Robert Bosch GmbH) 2008.11.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 5