(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-259775
(P2009-259775A)
(43)公開日　平成21年11月5日(2009.11.5)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01T 13/20	(2006.01)	H01T 13/20	E	5G059
H01T 21/02	(2006.01)	H01T 21/02		

審査請求 有　請求項の数 9　ＯＬ　（全 23 頁）

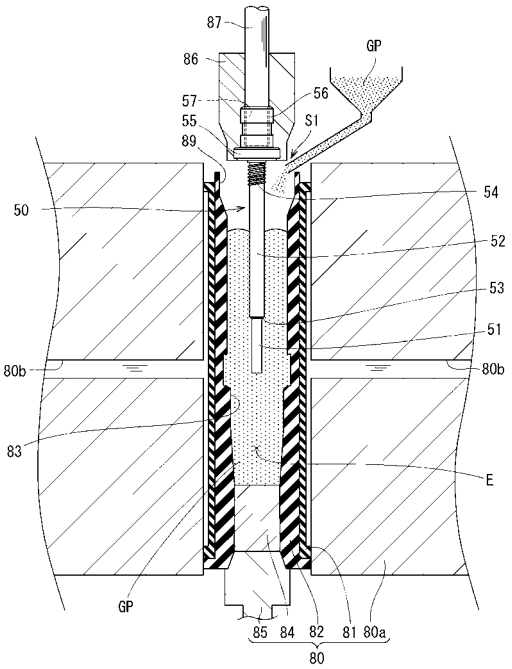
(21)出願番号　特願2008-329107 (P2008-329107)
(22)出願日　平成20年12月25日 (2008.12.25)
(31)優先権主張番号　特願2008-72000 (P2008-72000)
(32)優先日　平成20年3月19日 (2008.3.19)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　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　110000497
特許業務法人グランダム特許事務所
(72)発明者　本田　稔貴
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　水野　貴光
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　桜井　真一
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

Ｆターム(参考)　5G059 AA10　FF14

(54)【発明の名称】スパークプラグ用絶縁体及びスパークプラグの製造方法

(57)【要約】
【課題】細径化しても高い歩留まりを確保可能であり、ひいては製造コストの低廉化を実現可能なスパークプラグ用絶縁体の製造方法を提供する。
【解決手段】スパークプラグ用絶縁体２の製造方法は、プレスピン５０と、軸線方向後端側に開口８９が形成されたキャビティ８３を有する成形型８０とを用意する用意工程と、プレスピン５０を開口８９から軸線方向先端側に移動させることによってキャビティ８３内に配置するプレスピン配置工程と、キャビティ８３内に原料粉末ＧＰを開口８３から投入して充填する粉末充填工程と、開口８９を上ホルダ部８６により塞ぐキャビティ閉塞工程と、キャビティ８３内の原料粉末ＧＰをプレスピン５０とともに加圧し、成形体ＰＣを得る加圧成形工程と、プレスピン５０とともに成形体ＰＣをキャビティ８３から脱型する脱型工程と、成形体ＰＣからプレスピン５０を抜き取るプレスピン除去工程とを備える。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
中心電極及び端子電極を挿入するための貫通孔が軸線方向に形成されたスパークプラグ用絶縁体の製造方法であって、
前記貫通孔を形成するために用いられるプレスピンと、前記軸線方向後端側に開口が形成されたキャビティを有する成形型とを用意する用意工程と、
前記プレスピンを前記開口から前記軸線方向先端側に移動させることによって、前記キャビティ内に前記プレスピンを配置するプレスピン配置工程と、
前記プレスピン配置工程後、前記キャビティ内に原料粉末を前記開口から投入して充填する粉末充填工程と、
前記粉末充填工程後、前記開口を閉塞部材により塞ぐキャビティ閉塞工程と、
前記キャビティ閉塞工程後、前記キャビティ内の前記原料粉末を前記プレスピンとともに加圧し、成形体を得る加圧成形工程と、
前記加圧成形工程後、前記プレスピンとともに前記成形体を前記キャビティから脱型する脱型工程と、
前記脱型工程後、前記成形体から前記プレスピンを抜き取るプレスピン除去工程とを備えていることを特徴とするスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項２】
前記閉塞部材と前記プレスピンとは一体をなし、
前記プレスピン配置工程では、前記軸線方向先端側の最終位置の手前で前記プレスピンを停止させて、前記キャビティ内に前記原料粉末を投入可能な隙間を前記閉塞部材と前記開口との間に確保し、
前記キャビティ閉塞工程では、前記最終位置まで前記プレスピンを移動させて、前記開口を前記閉塞部材により塞ぐ請求項１記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項３】
前記プレスピンは、前記軸線方向先端側に形成された第一軸部と、前記第一軸部より前記軸線方向後端側に形成され、前記第一軸部より大径である第二軸部と、前記第一軸部と前記第二軸部との間に形成された段部とを有し、
前記プレスピン配置工程では、前記軸線方向先端側の最終位置の手前であって、前記第一軸部の前記軸線方向長さより短いストロークを前記最終位置まで残す位置で前記プレスピンを停止し、
前記キャビティ閉塞工程では、前記最終位置まで前記プレスピンを移動させ、同時に又はその後で前記開口を前記閉塞部材により塞ぐ請求項１記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項４】
前記段部はテーパ形状である請求項３記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項５】
前記閉塞部材は前記軸線方向に形成された挿通孔を有し、前記プレスピンは前記挿通孔内を移動可能であり、
前記キャビティ閉塞工程では、前記最終位置まで前記プレスピンを移動させた後、前記閉塞部材を前記軸線方向先端側に移動させる請求項３又は４記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項６】
前記閉塞部材は前記軸線方向に形成された挿通孔を有し、前記プレスピンは前記挿通孔内を移動可能であり、
前記プレスピン配置工程では、前記軸線方向先端側の最終位置まで前記プレスピンを移動させ、
前記キャビティ閉塞工程では、前記閉塞部材を前記軸線方向先端側に移動させる請求項１記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項７】

前記閉塞部材は、複数の分割体が前記プレスピンを囲むように組み付けられてなるものであり、
少なくとも前記閉塞工程では各前記分割体が一体的な環状体を構成する請求項５又は６記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項８】
前記キャビティの前記開口と反対側の底部には、前記プレスピンの先端の径方向位置を位置決めする位置決め部が形成されている請求項１乃至７のいずれか１項記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法。
【請求項９】
請求項１乃至８のいずれか１項記載のスパークプラグ用絶縁体の製造方法によりスパークプラグ用絶縁体を製造する工程と、
製造された前記スパークプラグ用絶縁体と他の構成部材とを組み付ける工程とを備えるスパークプラグの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はスパークプラグ用絶縁体及びスパークプラグの製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１の図２～図６に従来のスパークプラグ用絶縁体の製造方法が開示されている。この製造方法は、中心電極及び端子電極を挿入するための貫通孔が軸線方向に形成されたスパークプラグ用絶縁体の製造方法である。
【０００３】
この製造方法では、まず用意工程として、貫通孔を形成するために用いられるプレスピンと、軸線方向後端側に開口が形成されたキャビティを有する成形型とを用意する。プレスピンの後端には、自己の外周面を螺旋状に回るリブ状のピン側螺旋部が形成されている。
【０００４】
そして、粉末充填工程として、キャビティ内に原料粉末を開口から投入して充填する。次いで、粉末充填工程後、プレスピン配置工程として、プレスピンを開口から軸線方向先端側に移動させることによって、プレスピンをキャビティ内に配置する。プレスピン配置工程後、キャビティ閉塞工程として、開口を閉塞部材により塞ぐ。この後、加圧成形工程として、キャビティ内の原料粉末をプレスピンとともに加圧し、成形体を得る。
【０００５】
加圧成形工程後、脱型工程として、プレスピンとともに成形体をキャビティから脱型する。脱型工程後、プレスピン除去工程として、成形体に対してプレスピンを抜き取る。こうして得られた成形体はスパークプラグ用絶縁体に対応した外形状をなす。この成形体に研削が行われて、未焼成絶縁体が形成される。
【０００６】
その後、未焼成絶縁体は温度１４００～１６５０°Ｃ程度で焼成される。これにより、プレスピンによって形成されたピン孔が貫通孔となる。その後、その焼成体の表面に釉薬が施釉され、仕上焼成されてスパークプラグ用絶縁体となる。このスパークプラグ用絶縁体は、中心電極、端子電極、主体金具、抵抗体等と組み付けられてスパークプラグとされる。このスパークプラグは、主体金具のねじ部によってエンジンに取り付けられ、エンジンの燃焼室に供給される混合気への着火源として使用される。
【０００７】
【特許文献１】特開２０００－３１５５６３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】

ところで、スパークプラグは、省スペース化のために細径化される傾向にあり、スパークプラグ用絶縁体にも一層の細径化が求められている。このため、スパークプラグ用絶縁体の貫通孔を細径化する必要が生じ、細径化したプレスピンを用いてスパークプラグ用絶縁体を製造しなければならなくなる。しかしながら、上記従来の製造方法において、細径化されたプレスピンを用いてスパークプラグ用絶縁体を製造すると、粉末充填工程後のプレスピン配置工程において、プレスピンがキャビティ内の原料粉末から受ける抵抗により曲がってしまうことがある。この場合、成形体のピン孔が軸線方向に真っ直ぐに延びず、スパークプラグ用絶縁体の貫通孔も軸線方向に真っ直ぐに延びないこととなる。このため、スパークプラグ用絶縁体が不良品となったり、プレスピンの交換を頻繁に行ったりしなければならず、製造コストの上昇を招いてしまう。

【０００９】

本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであって、細径化しても高い歩留まりを確保可能であり、ひいては製造コストの低廉化を実現可能なスパークプラグ用絶縁体の製造方法を提供することを解決すべき課題としている。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明のスパークプラグ用絶縁体の製造方法は、中心電極及び端子電極を挿入するための貫通孔が軸線方向に形成されたスパークプラグ用絶縁体の製造方法であって、

前記貫通孔を形成するために用いられるプレスピンと、前記軸線方向後端側に開口が形成されたキャビティを有する成形型とを用意する用意工程と、

前記プレスピンを前記開口から前記軸線方向先端側に移動させることによって、前記キャビティ内に前記プレスピンを配置するプレスピン配置工程と、

前記プレスピン配置工程後、前記キャビティ内に原料粉末を前記開口から投入して充填する粉末充填工程と、

前記粉末充填工程後、前記開口を閉塞部材により塞ぐキャビティ閉塞工程と、

前記キャビティ閉塞工程後、前記キャビティ内の前記原料粉末を前記プレスピンとともに加圧し、成形体を得る加圧成形工程と、

前記加圧成形工程後、前記プレスピンとともに前記成形体を前記キャビティから脱型する脱型工程と、

前記脱型工程後、前記成形体から前記プレスピンを抜き取るプレスピン除去工程とを備えていることを特徴とする（請求項１）。

【００１１】

本発明の製造方法では、粉末充填工程の前にプレスピン配置工程を実施する。このため、プレスピンは曲がり難い。このため、成形体のピン孔は軸線方向に真っ直ぐに延び、スパークプラグ用絶縁体の貫通孔も軸線方向に真っ直ぐに延びることとなる。

【００１２】

したがって、本発明の製造方法によれば、スパークプラグ用絶縁体を細径化しても不良品の発生を少なくすることができ、かつプレスピンの交換頻度を低減することができるため、高い歩留まりを確保可能であり、ひいては製造コストの低廉化を実現可能である。

【００１３】

本発明の製造方法において、閉塞部材とプレスピンとは一体をなし、プレスピン配置工程では、軸線方向先端側の最終位置の手前でプレスピンを停止させて、キャビティ内に原料粉末を投入可能な隙間を閉塞部材と開口との間に確保し、キャビティ閉塞工程では、最終位置までプレスピンを移動させて、開口を閉塞部材により塞ぐようにし得る（請求項２）。

【００１４】

この場合、閉塞部材とプレスピンとは一体に移動する。そして、プレスピン配置工程において、プレスピンはキャビティ内の最終位置の手前で停止するので、閉塞部材と成形型の開口との隙間が確保される。ここで、「プレスピンの軸線方向先端側の最終位置」とは、加圧成形工程を行う際に、キャビティ内においてプレスピンが配置されているべき位置

のことである。このため、粉末充填工程において、閉塞部材と成形型の開口との隙間からキャビティ内に原料粉末を投入して充填することが可能である。そして、キャビティ閉塞工程において、軸線方向先端側の最終位置までプレスピンを移動させると、閉塞部材もプレスピンと一体に移動して成形型の開口を塞ぐ。この間、プレスピンは、粉末充填工程の前に大部分がキャビティ内に配置されているので、キャビティ内の原料粉末からの抵抗が小さく、曲がり難い。この製造方法によれば、簡易な構成で本発明の作用効果を実現できる。

【００１５】

「最終位置の手前で停止させる」とは、具体的には、閉塞部材と成形型の開口との間に確保される隙間からキャビティ内に原料粉末を投入可能な範囲で、可能な限りプレスピンを最終位置に近い位置で停止させることをいい、好ましくは、５ｍｍ～２０ｍｍ程度（プレスピンの外径の４倍～１６倍程度）手前で停止させることが好ましい。

【００１６】

なお、閉塞部材とプレスピンとが一体をなすとは、両者が一体品である場合の他、両者が分離可能な別部材であるが、一体に移動する場合を含む。

【００１７】

本発明の製造方法において、プレスピンは、軸線方向先端側に形成された第一軸部と、第一軸部より軸線方向後端側に形成され、第一軸部より大径である第二軸部と、第一軸部と第二軸部との間に形成された段部とを有し得る。そして、プレスピン配置工程では、軸線方向先端側の最終位置の手前であって、第一軸部の軸線方向長さより短いストロークを最終位置まで残す位置でプレスピンを停止し、キャビティ閉塞工程では、最終位置までプレスピンを移動させ、同時に又はその後で開口を閉塞部材により塞ぐようにし得る（請求項３）。

【００１８】

この場合、プレスピン配置工程において、プレスピンは、キャビティ内の最終位置の手前であって、第一軸部の軸線方向長さより短いストロークを最終位置まで残す位置で停止する。この際、閉塞部材は、プレスピンと一体に移動する構成であってもよいし、プレスピンとは独立して移動する構成であってもよい。

【００１９】

閉塞部材がプレスピンと一体に移動する構成である場合、プレスピンは最終位置の手前で停止するので、閉塞部材と成形型の開口との隙間が確保され、その隙間からキャビティ内に原料粉末を投入して充填することが可能である。そして、キャビティ閉塞工程において、軸線方向先端側の最終位置までプレスピンを移動させると、同時に閉塞部材もプレスピンと一体に移動して成形型の開口を塞ぐ。

【００２０】

一方、閉塞部材がプレスピンとは独立して移動する構成である場合、粉末充填工程において、開口からキャビティ内に原料粉末を投入して充填することが可能である。そして、キャビティ閉塞工程において、軸線方向先端側の最終位置までプレスピンを移動させた後、閉塞部材をプレスピンとは独立して移動させて成形型の開口を塞ぐ。

【００２１】

そして、キャビティ閉塞工程において、軸線方向先端側の最終位置までプレスピンを移動させる。プレスピンは第一軸部と段部と第二軸部とを有し、段部は第一軸部の軸線方向長さより短いストロークだけ原料粉末を圧縮しながら軸線方向先端側に移動する。

【００２２】

ここで、上記従来の製造方法では、粉末充填工程後のプレスピン配置工程において、プレスピンを開口から軸線方向先端側に移動させることによって、キャビティ内にプレスピンを配置する。このため、プレスピンが原料粉末を圧縮しながら軸線方向先端側に移動するストロークは、第一軸部の軸線方向長さよりかなり長くなってしまう。発明者らの確認によれば、これによって段部よりも先端側の原料粉末は過度に圧縮され、圧密された凝集体が生じる場合がある。そうすると、その凝集体は、キャビティ内において第一軸部、段

部及び第二軸部の周囲に散在する状態となり、凝集体周辺で原料粉末の充填密度の大きな斑が生じ易い。その結果、加圧成形工程等を経て得られるスパークプラグ用絶縁体には、ピンホール等の欠陥が発生して絶縁性が低下する不具合が生じ得る。より詳細に言えば、第一軸部はスパークプラグ用絶縁体のいわゆる先端小径部内の貫通孔になるピン孔を形成し、第二軸部はスパークプラグ用絶縁体の先端側中径部内及び大径部内並びにこれらより後方側の貫通孔になるピン孔を形成することから、欠陥が先端小径部や先端小径部と先端側中径部との間に生じやすい。スパークプラグ用絶縁体は、先端小径部が薄肉であり、かつ先端小径部と先端側中径部との間も薄肉であることから、これらに生じる欠陥によって絶縁性が損なわれる懸念がある。

【００２３】

この点、上記構成である本発明の製造方法では、段部が原料粉末を圧縮しながら軸線方向先端側に移動するストロークが第一軸部の軸線方向長さより短い。発明者らの確認によれば、これによって段部よりも先端側の原料粉末は過度に圧縮され難く、圧密された凝集体も生じ難い。このため、キャビティ内の第一軸部、段部及び第二軸部の周囲で原料粉末の充填密度の大きな斑が生じ難い。その結果、加圧成形工程等を経て得られるスパークプラグ用絶縁体には、ピンホール等の欠陥が発生し難く、絶縁性が低下する不具合が生じ難い。逆に、本発明の製造方法では、段部が上記ストロークだけ移動する際、第一軸部の周囲の原料粉末が段部により軸線方向に適度に圧縮されて緻密化されるため、スパークプラグ用絶縁体の先端小径部や先端小径部と先端側中径部との間に欠陥が一層生じ難い。

【００２４】

上記の場合において、段部はテーパ形状であることが好ましい（請求項４）。この場合、軸方向先端側に移動する段部が原料粉末から受ける抵抗を緩和できるとともに、第一軸部の周囲にある原料粉末の圧縮の程度を調整し易い。

【００２５】

さらに、上記の場合において、閉塞部材は軸線方向に形成された挿通孔を有し、プレスピンは挿通孔内を移動可能であり、キャビティ閉塞工程では、最終位置までプレスピンを移動させた後、閉塞部材を軸線方向先端側に移動させ得る（請求項５）。これにより、閉塞部材がプレスピンとは独立して移動する構成を容易に実現できる。すなわち、それぞれ別体として構成された閉塞部材とプレスピンとがそれぞれ独立して移動することが可能であり、プレスピンが最終位置に到達した後に閉塞部材は前記キャビティを閉塞し得る位置へ到達するのである。

【００２６】

本発明の製造方法において、閉塞部材は軸線方向に形成された挿通孔を有し、プレスピンは挿通孔内を移動可能であり、プレスピン配置工程では、軸線方向先端側の最終位置までプレスピンを移動させ、キャビティ閉塞工程では、閉塞部材を軸線方向先端側に移動させるようにし得る（請求項６）。

【００２７】

この場合、プレスピンが閉塞部材とは独立して移動し、プレスピン配置工程において、プレスピンは、キャビティ内の最終位置に配置される。「最終位置」とは、上述した通りである。このため、粉末充填工程において、開口からキャビティ内に原料粉末を投入して充填することが可能である。そして、キャビティ閉塞工程において、閉塞部材がプレスピンとは独立して移動し、閉塞部材により成形型の開口を塞ぐ。この間、プレスピンは、原料粉末の抵抗を受けず、確実に曲がり難い。この製造方法によれば、本発明の作用効果を確実に実現できる。

【００２８】

プレスピンが挿通孔内を移動可能に設けられる具体的構成としては、本発明の作用効果を奏するものであればどのようなものを採用してもかまわない。例えば、閉塞部材は、複数の分割体がプレスピンを囲むように組み付けられてなるものであり、少なくとも閉塞工程では各分割体が一体的な環状体を構成するものであり得る（請求項７）。この場合、プレスピンを囲む各分割体がプレスピンの径外方向に離れることにより、挿通孔が拡がる。

このため、プレスピンの外周面の一部が挿通孔より太くなっている場合であっても、プレスピンが問題なく挿通孔内を移動できる。また、キャビティ閉塞工程では、各分割体が一体的な環状体を構成して開口を塞ぐので、キャビティの密封性を高くできる。

【００２９】

上記の閉塞部材の構成は、プレスピンの後端側にピン側螺旋部が形成されている場合に特に有効である。この場合、加圧成形工程により、成形体にピン側螺旋部が転写された成形体側螺旋部が形成される。このため、脱型工程後、プレスピン除去工程として、成形体に対してプレスピンを軸線回りに回転させながら後退させ、成形体からプレスピンを抜き取ることができる。この際、プレスピンのピン側螺旋部は、拡径された挿通孔内を問題なく移動できるので、製造装置の小型化を図ることができる。

【００３０】

本発明の製造方法において、キャビティの開口と反対側の底部には、プレスピンの先端の径方向位置を位置決めする位置決め部が形成されていることが好ましい（請求項８）。位置決め部は、例えば、プレスピンの先端が嵌り込む凹部である。この場合、プレスピンの先端が径方向に変位しないように拘束されるので、プレスピンがより一層曲がり難い。

【００３１】

本発明のスパークプラグの製造方法は、上述のスパークプラグ用絶縁体の製造方法によりスパークプラグ用絶縁体を製造する工程と、製造されたスパークプラグ用絶縁体と他の構成部材とを組み付ける工程とを備え得る（請求項９）。この製造方法により得られるスパークプラグは、本発明のスパークプラグ用絶縁体の製造方法の作用効果を享受できるので、高い歩留まりを確保可能であり、ひいては製造コストの低廉化を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３２】

以下、本発明を具体化した実施例１～３を図面を参照しつつ説明する。なお、各図（図１０を除く。）において、上下方向を軸線方向と規定し、スパークプラグ１００、プレスピン５０、２５０、キャビティ８３及びスパークプラグ用絶縁体２のそれぞれの下方を先端側と規定し、同様にそれぞれの上方を後端側と規定する。

【００３３】

（実施例１）

実施例１の製造方法は、スパークプラグ用絶縁体の具体的態様である絶縁体２を製造する方法である。絶縁体２は、スパークプラグ１００を構成するものであるので、まずスパークプラグ１００の全体構成について説明する。

【００３４】

スパークプラグ１００は、筒状の主体金具１、先端が突出するようにその主体金具１の内側に嵌め込まれた絶縁体２、先端を突出させた状態で絶縁体２の内側に設けられた中心電極３、及び主体金具１に一端が溶接等により結合されるとともに他端側が側方に曲げ返されて、その側面が中心電極３の先端部と対向するように配置された接地電極４等を備えている。

【００３５】

接地電極４と中心電極３との間には火花放電ギャップｇが形成されている。主体金具１は、低炭素鋼等の金属により円筒状に形成されており、スパークプラグ１００のハウジングを構成するとともに、その外周面には、ねじ部７と工具係合部１ｅとが形成されている。ねじ部７は、スパークプラグ１００を図示しないエンジンに取り付けるためのものである。工具係合部１ｅは、六角状の軸断面形状を有しており、主体金具１を取り付ける際に、スパナやレンチ等の工具が係合される。また、中心電極３及び接地電極４はＮｉ合金等で構成され、必要に応じて放熱促進のためのＣｕあるいはＣｕ合金等の芯材３ａが埋設される。

【００３６】

絶縁体２は、アルミナ等を主体とする絶縁材料により構成されるものであり、中心電極３及び端子電極１３を挿入するための貫通孔６が軸線方向に形成されている。貫通孔６の

先端側には、中心電極３が挿入・固定され、貫通孔６の後端側には、端子電極１３が挿入・固定されている。また、貫通孔６内において、端子電極１３と中心電極３との間には、抵抗体１５が配置されている。この抵抗体１５の両端部は、導電性ガラスシール層１６、１７を介して中心電極３と端子電極１３とにそれぞれ電気的に接続されている。なお、抵抗体１５は、ガラス粉末と導電材料粉末（及び必要に応じてガラス以外のセラミック粉末）とを混合して、ホットプレス等により焼結して得られる抵抗体組成物として形成される。

【００３７】

中心電極３の軸断面径は、抵抗体１５の軸断面径よりも小さく設定されている。そして、貫通孔６は、中心電極３を挿通させる円断面孔状の第一部分６ａと、その第一部分６ａの後方側（図面上方側）においてこれよりも大径に形成される円断面孔状の第二部分６ｂとを有している。端子電極１３と抵抗体１５とは第二部分６ｂ内に収容され、中心電極３は第一部分６ａ内に挿通されている。中心電極３の後端部には、その外周面から外向きに突出する電極固定用凸部３ｂが形成されている。そして、上記貫通孔６の第一部分６ａと第二部分６ｂとの接続位置には、中心電極３の電極固定用凸部３ｂを受けるための凸部受け面６ｃがテーパ面あるいはアール面状に形成されている。

【００３８】

貫通孔６の第二部分６ｂの内周面は、後述するプレスピン５０を抜き取りやすくするため、軸線方向において後方側に向かうほど大径となる抜きテーパ（例えば５／１０００～５／１００程度）が付与されている。他方、第一部分６ａの内周面は、第二部分６ｂよりは小角度の抜きテーパが付与されているか、あるいは抜きテーパが実質的に付与されない形となっている。

【００３９】

なお、絶縁体２の外形状の具体的寸法を例示するとすれば、絶縁体２の全長は例えば、３０～７５ｍｍ程度であり、貫通孔６の第二部分６ｂの平均内径は例えば、２～５ｍｍ程度であり、同じく第一部分６ａの平均内径は例えば、１～３．５ｍｍ程度である。そして、絶縁体２は、スパークプラグ１００の省スペース化や発熱特性等の性能向上のため、一層の細径化が図られている。

【００４０】

次に、絶縁体２の製造方法について説明する。上述の絶縁体２は、用意工程と、プレスピン配置工程と、粉末充填工程と、キャビティ閉塞工程と、加圧成形工程と、脱型工程と、プレスピン除去工程とをこの順番で実施する本発明の製造方法により製造される。以下、各工程毎に説明する。

【００４１】

＜用意工程＞

用意工程では、プレスピン５０と、成形型８０とを用意する。

【００４２】

プレスピン５０は、図２に示すように、貫通孔６を形成するために用いられる金属製の軸体である。より詳しくは、プレスピン５０には、先端側に図１の貫通孔６の第一部分６ａを形成するための第一軸部５１と、その第一軸部５１の後方側に続く形で、貫通孔６の第二部分６ｂを形成するための第二軸部５２とが形成されている。また、第一軸部５１と第二軸部５２との間には、図１の貫通孔６の凸部受け面６ｃに対応する段部５３が形成されている。

【００４３】

第二軸部５２の外周面は、軸線方向において後方側に向かうほど大径となる抜きテーパ（第二部分６ｂの抜きテーパに対応する。例えば、５／１０００～５／１００程度）が付与されている。他方、第一軸部５１の外周面は、第二軸部５２よりは小角度の抜きテーパ（第一部分６ａの抜きテーパに対応する。）が付与されているか、あるいは抜きテーパが実質的に付与されない形となっている。なお、第一軸部５１の平均外径は第一部分６ａの平均内径に対応し、第二軸部５２の平均外径は貫通孔６の第二部分６ｂの平均内径に対応

している。プレスピン５０の寸法は、作成する絶縁体の種類に応じて選択すればよいが、特に細いものでは第二軸部５２の寸法で、２．５ｍｍ～３．６ｍｍ程度の細径のものが使用され得る。

【００４４】

プレスピン５０は、このように非常に細い軸体であるため、例えば、加圧成形工程等の際に折れ曲がり等の不具合を生じないように、全体が剛性の高い材質、例えば超硬合金や合金工具鋼等で構成されている。

【００４５】

プレスピン５０の第二軸部５２の後端側には、後述する成形体ＰＣの後端側端面を形成するフランジ状の端面形成部５５が一体に形成され、そのさらに後方側には、軸線方向に雌ねじ部５７が形成された頭部５６が一体に形成されている。図３等に示すように、この頭部５６の外側に上ホルダ部８６が回転可能に嵌め込まれている。

【００４６】

図２に示すように、第二軸部５２の後端側外周面には、リブ状のピン側螺旋部５４が形成されている。なお、ピン側螺旋部５４の螺旋巻方向は、雌ねじ部５７の螺旋巻方向と逆になっている。

【００４７】

成形型８０は、図３～図６に示すように、一般に「ラバープレス」と呼ばれる成形を行う装置である。「ラバープレス」とは、ゴム型内にセラミックス材料等の粉体を充填し、その外周から高い液圧を加えて均質な成形体を製造する成形方法のことである。

【００４８】

より詳しくは、成形型８０は、成形型本体８０ａ内に配置された円筒状の外ゴム型８１内に、内部に軸線方向に貫通するキャビティ８３を有する円筒状の内ゴム型８２が略同心的に配置された構成である。キャビティ８３の下方（軸線方向先端側）の開口部は底蓋８４及び下ホルダ部８５により塞がれている。他方、キャビティ８３の上方（軸線方向後端側）には、開口８９が形成されている。この開口８９は、後述するキャビティ閉塞工程において、図５に示すように、上ホルダ部８６が一体化されたプレスピン５０の後端側が嵌め込まれることによって塞がれ、その結果として、キャビティ８３内が密封状態とされるようになっている。

【００４９】

＜プレスピン配置工程＞

プレスピン配置工程では、図３に示すように、雌ねじ部５７に回転軸８７の先端が螺合されるとともに、頭部５６の外側に上ホルダ部８６が嵌め込まれた状態のプレスピン５０を、開口８９から軸線方向先端側に移動させることによってキャビティ８３内に配置する。ここで、図５に示す加圧成形工程を行う際に、キャビティ８３内においてプレスピン５０が配置されているべき位置を「最終位置」と規定する。また、図３～６には、プレスピン５０が最終位置に配置された状態における軸線方向先端の位置を最終位置Ｅとして表示する。実施例１では、プレスピン配置工程において、プレスピン５０を軸線方向先端側の最終位置Ｅの手前（例えば、５ｍｍ～２０ｍｍ程度）で停止させて、上ホルダ部８６とキャビティ８３の開口８９との間に、上下方向の隙間Ｓ１を形成する。この状態では、プレスピン５０の先端は、プレスピン５０が最終位置Ｅに配置された場合より、隙間Ｓ１に対応する長さ分だけ上方に持ち上がっている。

【００５０】

＜粉末充填工程＞

粉末充填工程では、図４に示すように、上ホルダ部８６とキャビティ８３の開口８９との隙間Ｓ１から、キャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して充填する。

【００５１】

ここで、原料粉末ＧＰは、具体的には下記のようにして準備される。まず、アルミナ粉末（平均粒径１～５μｍ）と、焼結助剤となるＳｉ成分、Ｃａ成分、Ｍｇ成分、Ｂａ成分あるいはＢ成分等の添加元素系原料を所定の比率で配合し、親水性結合剤（例えばＰＶＡ

やアクリルアミド系結合剤）と水とを添加・混合して成形用素地スラリーを作る。なお、各添加元素系原料は、例えばＳｉ成分はSiO_2粉末、Ｃａ成分は$CaCO_3$粉末、Ｍｇ成分はＭｇＯ粉末、Ｂａ成分が$BaCO_3$粉末、Ｂ成分がH_3BO_3粉末（あるいは水溶液でもよい）の形で配合できる。そして、成形用素地スラリーをスプレードライ法等により噴霧乾燥することにより、成形用素地造粒物としての原料粉末ＧＰが製造される。

【００５２】

こうして製造される原料粉末ＧＰは、噴霧乾燥時の条件調整（例えば乾燥温度や噴霧速度等）により、１．５重量％以下の範囲内にて水分を含有するものとなるように調整される。水分配合により、造粒粒子中の粉末粒子の結合力を弛め、プレス時における造粒粒子の解砕を促進することと、成形用素地に配合されている親水性バインダを膨潤させて粘結性を有効に引き出し、成形体ＰＣの強度を高めることが、その主な目的である。

【００５３】

原料粉末ＧＰの水分含有量の下限値は、原料粉末ＧＰの粒度分布等に応じて異なるが、上記効果が不足しない程度に適宜設定される。なお、水分量が１．５重量％を超えると、造粒物の流動性が悪化して扱い難くなる場合がある。この水分量は、より望ましくは１．３重量％以下の範囲で調整するのがよい。

【００５４】

また、原料粉末ＧＰ中の親水性バインダの配合量は０．５～３．０重量％の範囲で調整するのがよい。親水性バインダの配合量が０．５重量％未満になると、成形体ＰＣの強度が不足して取り扱いが困難となり、割れや欠け等が発生しやすくなる場合がある。また、３．０重量％を超えると、焼成時の脱バインダ処理時間が長くなり、絶縁体の製造能率の低下につながるほか、絶縁体中のバインダに由来する不純物成分（例えば炭素）の残留量が増え、性能（例えば絶縁耐電圧）の低下につながる場合がある。

【００５５】

上記の状態に調整された原料粉末ＧＰは、図４に示すように、キャビティ８３内に配置されたプレスピン５０を避けるようにして、上ホルダ部８６とキャビティ８３の開口８９との隙間Ｓ１からキャビティ８３内に投入されて、キャビティ８３内の下方から上方に向けて堆積していく。そして、所定量の原料粉末ＧＰがキャビティ８３内に充填されると、次の工程に移行する。

【００５６】

＜キャビティ閉塞工程＞

キャビティ閉塞工程では、図５に示すように、キャビティ８３内において最終位置Ｅの手間で停止された状態のプレスピン５０を最終位置Ｅまで挿入する。そうすると、開口８９は、上ホルダ部８６が一体化されたプレスピン５０の後端側が嵌め込まれることによって塞がれ、その結果として、キャビティ８３内が密封状態とされる。ここで、原料粉末ＧＰは上述の通り、水分含有量が所定の範囲となるように調整されているので、乾燥したサラサラな状態ではない。このため、原料粉末ＧＰ内でプレスピン５０を軸線方向先端側に移動させると、プレスピン５０は、原料粉末ＧＰから有る程度の大きさの抵抗を受けることとなる。しかしながら、実施例１では、キャビティ閉塞工程の際のプレスピン５０の挿入距離は、隙間Ｓ１に対応する非常に短い距離となっている。このため、キャビティ閉塞工程の際にプレスピン５０が原料粉末ＧＰから受ける抵抗を大幅に小さくすることができる。ここでは、上ホルダ部８６が、開口８９を塞ぐ閉塞部材に相当する。

【００５７】

＜加圧成形工程＞

加圧成形工程では、図５に示すように、キャビティ８３内の原料粉末ＧＰをプレスピン５０とともに加圧し、成形体ＰＣを得る。

【００５８】

より詳しくは、成形型本体８０ａに形成された加圧液体通路８０ｂを介して、液圧ＦＰを外ゴム型８１の外周面に対し半径方向内向きに作用させる。そうすると、外ゴム型８１及び内ゴム型８２が縮径するように弾性変形し、キャビティ８３も縮小する。このため、

キャビティ８３内に充填された原料粉末ＧＰは、外ゴム型８１及び内ゴム型８２を介して、間接的に液圧ＦＰが付与されることにより加圧・圧縮される。その結果、キャビティ８３の原料粉末ＧＰはプレスピン５０と一体化された形で固化し、成形体ＰＣが得られる。

【００５９】

この際、液圧ＦＰは、３０～１５０ＭＰａの範囲で調整するのがよい。液圧ＦＰが３０ＭＰａ未満になると、成形体ＰＣの強度が不足して取り扱いが困難となり、割れや欠け等が発生しやすくなる場合がある。他方、１５０ＭＰａを超えると、外ゴム型８１及び内ゴム型８２の寿命が短くなり、コストアップにつながる場合がある。

【００６０】

＜脱型工程＞

脱型工程では、図６に示すように、プレスピン５０とともに成形体ＰＣをキャビティ８３から脱型する。より詳しくは、液圧ＦＰの付与を解除すると、外ゴム型８１及び内ゴム型８２が弾性復帰して原形状に戻り、縮小していたキャビティ８３も原形状に戻る。これにより、圧縮成形された成形体ＰＣの外周面とキャビティ８３の内周面とが離反して、双方の間に空間が形成される。そして、回転軸８７及び上ホルダ部８６と一体とされたプレスピン５０を外ゴム型８１及び内ゴム型８２に対し軸線方向後端側に引き上げることにより、成形体ＰＣは、プレスピン５０についた状態でキャビティ８３から引き抜かれる。

【００６１】

＜プレスピン除去工程＞

プレスピン除去工程では、図７に示すように、成形体ＰＣからプレスピン５０を抜き取る。より詳しくは、ピン側螺旋部５４が形成されたプレスピン５０を用いて成形を行うと、プレスピン５０の第二軸部５２に対面する成形体ＰＣの内筒面の後端側には、ピン側螺旋部５４を反転した形状の（すなわち溝状の）成形体側螺旋部２０ａが形成される。なお、この成形体側螺旋部２０ａは切削等により除去されることが多いが、もし除去しなければ、図１に示すように、焼成後の絶縁体２において、螺旋部２０として残留する。

【００６２】

図７に示すように、キャビティ８３から引き上げられた成形体ＰＣを図示しないエアチャックで保持した状態で、プレスピン５０の雌ねじ孔５７に螺合させた回転軸８７を、図示しないモータ等の駆動源により雌ねじ孔５７に締め込む向きに回転させる。そうすると、プレスピン５０は成形体ＰＣに対して軸線周りに回転し、ピン側螺旋部５４と成形体側螺旋部２０ａとのかみ合いによるねじ作用に基づき、プレスピン５０が螺進して抜き取り方向に上昇する。

【００６３】

すなわち、ねじの螺進作用により、プレスピン５０が回転しながらゆっくりと上昇するので、プレスピン５０と、プレスピン５０の外周面に対面する成形体ＰＣの内筒面との間に無理な摩擦力が生じ難くなり、ひいては成形体ＰＣを痛めることなくスムーズにプレスピン５０を抜き取ることができる。また、プレスピン５０の第二軸部５２には抜きテーパが施されているので、プレスピン５０を少し上昇させるだけで、成形体ＰＣの内筒面に対して隙間を確保でき、容易にプレスピン５０を離型させることができる。なお、プレスピン５０の外周面に硬質炭素系離型被膜等の離型層を形成することにより、プレスピン５０の抜き取りがさらに容易になるようにしてもよい。

【００６４】

上記の各工程を終了し、プレスピン５０が抜き取られた成形体ＰＣは、図８に示すように、外面がグラインダ切削等により加工されて、絶縁体２に対応した外形状に仕上げられ、次いで温度１４００～１６５０℃で焼成される。これにより、プレスピン５０の外周面に対面していた成形体ＰＣの内筒面は、貫通孔６となる。その後、さらに釉薬をかけて仕上焼成され、図１に示す絶縁体２が完成する。こうして得られた絶縁体２が主体金具１等の他の構成部材と組み付けられることにより、スパークプラグ１００が完成する。このスパークプラグ１００は、そのねじ部７においてエンジンに取り付けられ、燃焼室に供給される混合気への着火源として使用される。

【００６５】
ここで、実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法は、上述した通り、粉末充填工程の前にプレスピン配置工程を実施して、隙間Ｓ１を確保しつつプレスピン５０をキャビティ８３内に配置する。次に、粉末充填工程において、キャビティ８３内に配置されたプレスピン５０を避けるようにして、隙間Ｓ１からキャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して、キャビティ８３内に充填する。このため、その後のキャビティ閉塞工程において、プレスピン５０を最終位置Ｅまで挿入する距離は、隙間Ｓ１に対応する非常に短い距離となり、キャビティ閉塞工程の際にプレスピン５０が原料粉末ＧＰから受ける抵抗を大幅に小さくすることができる。このため、プレスピン５０は曲がり難くなり、プレスピン５０の外周面に対面する成形体ＰＣの内筒面は軸線方向に真っ直ぐに延びるように成形される。その結果として、絶縁体２の貫通孔６も軸線方向に真っ直ぐに延びることとなる。

【００６６】
したがって、実施例１の製造方法によれば、細径化した絶縁体２の製造において、不良品の発生を少なくし、かつプレスピン５０の交換頻度を低減することができる。その結果、この製造方法は、絶縁体２について高い歩留まりを確保でき、ひいてはスパークプラグ１００の製造コストの低廉化を実現できる。

【００６７】
なお、実施例１の製造方法において、閉塞部材としての上ホルダ部８６とプレスピン５０とは一体をなしている。そして、プレスピン配置工程では、プレスピン５０を最終位置Ｅの手前で停止させて、キャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入可能な隙間Ｓ１を上ホルダ部８６と開口８９との間に確保し、その隙間Ｓ１からキャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して充填する。さらに、キャビティ閉塞工程では、プレスピン５０を最終位置Ｅまで移動させると、上ホルダ部８６もプレスピン５０と一体に移動して開口８９を塞ぐ。このように簡易な構成であるこの製造方法は、本発明の作用効果を容易に得ることができる。

【００６８】
（実施例２）
実施例２の製造方法は、実施例１と同様に、絶縁体２を製造する方法であるが、実施例１のプレスピン５０及び上ホルダ部８６の代わりに、プレスピン２５０及び上ホルダ部２８６を採用している。このため、それらの部材の構成の相違に起因して、上述の各工程も相違点を有する。以下、実施例１の製造方法との相違点を重点的に説明し、実施例１の各工程と同様な工程については、説明を省略又は簡略する。また、実施例１と同一の構成についても、同一の符号を付して説明を省略する。

【００６９】
以下、実施例２の絶縁体２の製造方法について、図９～図１３を参照しつつ、説明する。

【００７０】
＜用意工程＞
用意工程では、図９に示すように、プレスピン２５０と、成形型８０とを用意する。成形型８０は、実施例１と同様であるので説明を省く。

【００７１】
プレスピン２５０には、実施例１のプレスピン５０と同様に、第一軸部５１、段部５３、第二軸部５２及びピン側螺旋部５４が形成されている。但し、プレスピン２５０には、実施例１のプレスピン５０における端面形成部５５及び頭部５６が形成されていない。その代わり、プレスピン２５０には、第二軸部５２の後端から軸線方向後側に長く延在する円柱軸状の回転軸部２８７が一体に形成されている。回転軸部２８７は、実施例１の回転軸８７に相当するものであり、図示しないモータ等の駆動源により回転するようになっている。

【００７２】
回転軸部２８７の外周側には、図９等に示すように、上ホルダ部２８６が配設されてい

る。上ホルダ部２８６は、図１０に示すように、扇型断面を有する３つの分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃにより構成され、回転軸部２８７の外周面を囲むように配設されている。分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃで囲まれた中心の空間は、回転軸部２８７を挿通させる挿通孔２８６ｄとなっている。

【００７３】

そして、図１０（ａ）に示すように、各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃが回転軸部２８７から径外方向に離反すれば、挿通孔２８６ｄは拡径される。このため、回転軸部２８７は、挿通孔２８６ｄ内において軸線方向に相対的に移動可能となる。

【００７４】

他方、図１０（ｂ）に示すように、各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃが回転軸部２８７に接近すれば、挿通孔２８６ｄは回転軸部２８７と密着し、分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃが一体的に組み合わさって環状体を構成する。このような状態となって各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃは、後述するキャビティ閉塞工程において開口８９を塞ぎ、キャビティ８３内を密封状態とするようになっている。

【００７５】

また、プレスピン２５０には、図９に示すように、第一軸部５１から軸線方向先端側に略円錐状に突出する突出部２５１ａが形成されている。そして、突出部２５１ａに対応して、底蓋８４の上面中央には、突出部２５１ａの先端が嵌り込む凹部２８４ａが形成されている。

【００７６】

＜プレスピン配置工程＞

プレスピン配置工程では、図９に示すように、まず、プレスピン２５０と上ホルダ部２８６とを成形型８０の開口８９の上方に配置する。そして、上ホルダ部２８６の各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃを回転軸部２８７から径外方向に離反させて、挿通孔２８６ｄを拡径した状態とする。この際、上ホルダ部２８６と開口８９との間に上下方向の隙間Ｓ２が形成されるようにする。実施例２では、プレスピン２５０と上ホルダ部２８６とが各々独立して軸線方向に移動可能となっているので、実施例１における隙間Ｓ１より大きな隙間Ｓ２を形成することが可能となっている。

【００７７】

次に、挿通孔２８６ｄ内において、回転軸部２８７を軸線方向先端側に移動させることにより、プレスピン２５０を開口８９からキャビティ８３内に挿入し、軸線方向先端側の最終位置まで移動させる。ここで、図１２に示す加圧成形工程を行う際に、キャビティ８３内においてプレスピン２５０が配置されているべき位置を「最終位置」と規定する。実施例１と異なり、実施例２では、図１１に示すように、プレスピン配置工程の段階で、プレスピン２５０が最終位置に配置される。この際、突出部２５１ａの先端は、底蓋８４の凹部２８４ａに嵌り込む。このため、プレスピン２５０の先端は拘束されて、軸線に直交する方向（径方向）に変位し難くなる。この凹部２８４ａがプレスピン２５０の先端の径方向位置を位置決めする位置決め部に相当する。

【００７８】

＜粉末充填工程＞

粉末充填工程では、図１１に示すように、上ホルダ部２８６とキャビティ８３の開口８９との隙間Ｓ２から、プレスピン２５０を避けるようにして、キャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して充填する。

【００７９】

＜キャビティ閉塞工程＞

キャビティ閉塞工程では、図１１に示すように、挿通孔２８６ｄが拡径された状態の上ホルダ部２８６を軸線方向先端側に移動させる。そして、図１２に示すように、上ホルダ部２８６の先端側をキャビティ８３の開口８９に嵌め込んで開口８９を塞ぐ。この際、各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃは、図１０（ｂ）に示すように、互いに密着して一体的な環状体を構成して開口８９を塞ぐので、キャビティ８３内を確実に密封状態とする

。ここで、実施例１のキャビティ閉塞工程と異なり、実施例２のキャビティ閉塞工程では、プレスピン２５０が移動しないので、プレスピン２５０が原料粉末ＧＰから抵抗を受けない。ここでは、上ホルダ部２８６が開口８９を塞ぐ閉塞部材に相当する。

【００８０】

＜加圧成形工程＞

加圧成形工程では、図１２に示すように、キャビティ８３内の原料粉末ＧＰをプレスピン２５０とともに加圧し、成形体ＰＣを得る。詳細は、実施例１と同様であるので説明は省く。

【００８１】

＜脱型工程＞

脱型工程では、図１２に示す状態で液圧ＦＰの付与を解除することにより、縮小していたキャビティ８３を原形状に復帰させ、圧縮成形された成形体ＰＣの外周面とキャビティ８３の内周面とを離反させる。そして、上ホルダ部２８６の各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃが密着した状態のプレスピン２５０を外ゴム型８１及び内ゴム型８２に対し軸線方向上側に引き上げる。これにより、成形体ＰＣは、プレスピン２５０についた状態でキャビティ８３から引き抜かれる。

【００８２】

＜プレスピン除去工程＞

プレスピン除去工程では、図１３に示すように、成形体ＰＣからプレスピン２５０を抜き取る。より詳しくは、図１０（ａ）に示すように、上ホルダ部２８６の各分割体２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃを回転軸部２８７から径外方向に離反させて、挿通孔２８６ｄを拡径した状態とする。そして、図１３に示すように、キャビティ８３から引き上げられた成形体ＰＣを図示しないエアチャックで保持した状態で、プレスピン２５０の回転軸部２８７を、図示しないモータ等の駆動源により、反時計回りに回転させる。そうすると、プレスピン２５０は成形体ＰＣに対して軸線周りに回転し、上述の通り、ピン側螺旋部５４と成形体側螺旋部２０ａとのかみ合いによるねじ作用に基づき、成形体ＰＣから抜き取られる。この際、プレスピン２５０のピン側螺旋部５４は、拡径された挿通孔２８６ｄ内を問題なく移動できるので、絶縁体２の製造装置の小型化を図ることが可能となっている。

【００８３】

上記の各工程を終了し、プレスピン２５０が抜き取られた成形体ＰＣは、実施例１の場合と同様に、切削加工・焼成されて絶縁体２となり、スパークプラグ１００に組み付けられる。

【００８４】

ここで、実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法では、閉塞部材としての上ホルダ部２８６の挿通孔２８６ｄを拡径することにより、プレスピン２５０を挿通孔２８６ｄ内で移動させることができる。このため、この製造方法は、上述した通り、粉末充填工程の前に実施するプレスピン配置工程において、プレスピン２５０を上ホルダ部２８６とは独立してキャビティ８３内の最終位置まで移動させて、上ホルダ部２８６と開口８９との間に隙間Ｓ２を確保することを容易に実施できる。

【００８５】

そして、この製造方法は、粉末充填工程において、キャビティ８３内の最終位置に配置されたプレスピン２５０を避けるようにして、隙間Ｓ２からキャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して、キャビティ８３内に充填する。その後、キャビティ閉塞工程において、上ホルダ部２８６がプレスピン２５０とは独立して移動し、上ホルダ部２８６により開口８９を塞ぐ。このため、キャビティ閉塞工程において、プレスピン２５０は移動せず、原料粉末ＧＰから抵抗を受けることがない。このため、プレスピン２５０は一層曲がり難くなる。

【００８６】

したがって、実施例２の製造方法は、実施例１の製造方法と同様の作用効果を、実施例１の製造方法よりも確実に奏することができる。

【００８７】
また、この製造方法では、成形型８０の底蓋８４に形成された位置決め部としての凹部２８４ａにより、プレスピン２５０の先端がキャビティ８３内で拘束される。このため、加圧成形工程において、キャビティ８３が縮小する際にプレスピン２５０に軸直角方向の圧縮力が作用しても、プレスピン２５０の先端の径方向位置は変位し難い。このため、プレスピン２５０は、一層曲がり難くなっている。
【００８８】
（実施例３）
実施例３の製造方法は、実施例１と同様に、絶縁体２を製造する方法であるが、実施例１のプレスピン配置工程（図３に示す）及び粉末充填工程（図４に示す）を図１４及び図１５に示すように変更している。以下、実施例１の製造方法との相違点を重点的に説明し、実施例１の各工程と同様な工程については、説明を省略又は簡略する。また、実施例１と同一の構成についても、同一の符号を付して説明を省略する。
【００８９】
＜用意工程＞
用意工程では、実施例１と同様に、プレスピン５０と、成形型８０とを用意する。実施例１の用意工程で説明した通り、プレスピン５０は、軸線方向先端側に形成された第一軸部５１と、第一軸部５１より軸線方向後端側に形成され、第一軸部５１より大径である第二軸部５２と、第一軸部５１と第二軸部５２との間に形成された段部５３とを有している。図２に示すように、段部５３は、外径の異なる第一軸部５１と第二軸部５２とを連結するようにテーパ形状とされている。
【００９０】
＜プレスピン配置工程＞
プレスピン配置工程では、図１４に示すように、雌ねじ部５７に回転軸８７の先端が螺合されるとともに、頭部５６の外側に上ホルダ部８６が嵌め込まれた状態のプレスピン５０を、開口８９から軸線方向先端側に移動させることによってキャビティ８３内に配置する。ここで、実施例１と同様に、図５に示す加圧成形工程を行う際に、キャビティ８３内においてプレスピン５０が配置されているべき位置を「最終位置」と規定する。また、図１４及び図１５には、プレスピン５０が最終位置に配置された状態における軸線方向先端の位置を最終位置Ｅとして表示する。実施例３では、プレスピン配置工程において、軸線方向先端側の最終位置Ｅの手前であって、第一軸部５１の軸線方向長さＴより短いストロークＦを最終位置Ｅまで残す位置でプレスピン５０を停止させる。これにより、上ホルダ部８６とキャビティ８３の開口８９との間に、上下方向の隙間Ｓ３を形成する。この状態では、プレスピン５０の先端は、プレスピン５０が最終位置Ｅに配置された場合より、ストロークＦだけ上方に持ち上がっている。
【００９１】
＜粉末充填工程＞
粉末充填工程では、図１５に示すように、キャビティ８３内に配置されたプレスピン５０を避けるようにして、上ホルダ部８６とキャビティ８３の開口８９との隙間Ｓ３から原料粉末ＧＰをキャビティ８３内に投入する。
【００９２】
実施例１の粉末充填工程で説明した通り、原料粉末ＧＰは、成形用素地スラリーをスプレードライ法等により噴霧乾燥することにより製造されるので、噴霧乾燥時の条件調整（例えば乾燥温度や噴霧速度等）により、１．５重量％以下の範囲内にて水分を含有するものとなるように調整されている。このため、原料粉末ＧＰが過度に圧縮されれば、圧密された凝集体が生じ易い。
【００９３】
投入された原料粉末ＧＰがキャビティ８３内の下方から上方に向けて堆積していき、所定量の原料粉末ＧＰがキャビティ８３内に充填されると、次の工程に移行する。
【００９４】

＜キャビティ閉塞工程＞
キャビティ閉塞工程では、実施例１と同様、図５に示すように、プレスピン５０を最終位置Ｅまで挿入する。そうすると、開口８９は、上ホルダ部８６が一体化されたプレスピン５０の後端側が嵌め込まれることによって塞がれ、その結果として、キャビティ８３内が密封状態とされる。ここで、原料粉末ＧＰは上述の通り、水分含有量が所定の範囲となるように調整されているので、乾燥したサラサラな状態ではない。このため、原料粉末ＧＰ内でプレスピン５０を軸線方向先端側に移動させると、プレスピン５０は、原料粉末ＧＰから有る程度の大きさの抵抗を受けることとなる。この際、段部５３はストロークＦだけ原料粉末ＧＰを圧縮しながら軸線方向先端側に移動する。

【００９５】

＜加圧成形工程＞
加圧成形工程では、実施例１と同様、図５に示すように、キャビティ８３内の原料粉末ＧＰをプレスピン５０とともに加圧し、成形体ＰＣを得る。

【００９６】

＜脱型工程＞
脱型工程では、実施例１と同様、図６に示すように、プレスピン５０とともに成形体ＰＣをキャビティ８３から脱型する。

【００９７】

＜プレスピン除去工程＞
プレスピン除去工程では、実施例１と同様、図７に示すように、成形体ＰＣからプレスピン５０を抜き取る。

【００９８】

上記の各工程を終了し、プレスピン５０が抜き取られた成形体ＰＣは、実施例１の場合と同様に、切削加工・焼成されて絶縁体２となり、スパークプラグ１００に組み付けられる。

【００９９】

ここで、実施例３のスパークプラグ用絶縁体の製造方法において、プレスピン５０は、上述した構成である第一軸部５１と、第二軸部５２と、段部５３とを有している。そして、上述した通り、粉末充填工程の前にプレスピン配置工程を実施して、隙間Ｓ３を確保しつつプレスピン５０をキャビティ８３内に配置する。次に、粉末充填工程において、キャビティ８３内に配置されたプレスピン５０を避けるようにして、隙間Ｓ３からキャビティ８３内に原料粉末ＧＰを投入して、キャビティ８３内に充填する。このため、その後のキャビティ閉塞工程において、プレスピン５０を最終位置Ｅまで挿入する距離は、非常に短いストロークＦとなり、キャビティ閉塞工程の際にプレスピン５０が原料粉末ＧＰから受ける抵抗を大幅に小さくすることができる。

【０１００】

したがって、実施例３の製造方法も、実施例１の製造方法と同様の作用効果を奏することができる。

【０１０１】

また、この製造方法では、段部５３が原料粉末ＧＰを圧縮しながら軸線方向先端側に移動するストロークＦが第一軸部５１の軸線方向長さＴより短い。これによって、段部５３よりも先端側の原料粉末ＧＰは過度に圧縮され難く、圧密された凝集体も生じ難い。このため、キャビティ８３内の第一軸部５１、段部５３及び第二軸部５２の周囲で原料粉末ＧＰの充填密度の大きな斑が生じ難い。その結果、加圧成形工程等を経て得られる絶縁体２には、ピンホール等の欠陥が発生し難く、絶縁性が低下する不具合が生じ難い。逆に、実施例３の製造方法では、段部５３がストロークＦだけ移動する際、第一軸部５１の周囲の原料粉末ＧＰが段部５３により軸線方向に適度に圧縮されて緻密化されるため、絶縁体２の先端小径部２ａ（図１に示す。）や、先端小径部２ａと先端側中径部２ｂ（図１に示す。）との間に欠陥が一層生じ難い。先端小径部２ａは、絶縁体２の軸方向先端側に位置し、テーパー付き薄肉円筒形状とされている。先端小径部２ａの内周側には、中心電極３が

配置される。先端側中径部２ｂは、絶縁体２において先端小径部２ａより軸線方向後端側に位置し、先端小径部２ａより大径である厚肉円筒形状とされている。先端側中径部２ｂの内周側には、中心電極３の軸線方向後端と抵抗体１５とが配置される。先端小径部２ａと先端側中径部２ｂとの間は屈曲しており、肉厚が局所的に大きく変化している。このような構成である絶縁体２の先端小径部２ａや先端小径部２ａと先端側中径部２ｂとの間に欠陥が一層生じ難くなることにより、絶縁体２の絶縁性を一層向上させることができる。

【０１０２】

また、この製造方法では、テーパ形状とされた段部５３のテーパ角度を適宜調整することにより、キャビティ閉塞工程において、軸方向先端側に移動する段部５３が原料粉末ＧＰから受ける抵抗を緩和できるとともに、第一軸部５１の周囲にある原料粉末ＧＰの圧縮の程度を調整し易くなっている。段部５３のテーパ角度は、具体的には、２０°～７０°程度であることがより好ましい。

【０１０３】

ここで、実施例３の作用効果を確認する試験例を下記の通り実施した。

【０１０４】

（試験例）

試験例では、原料粉末ＧＰが圧密されてなる凝集体を用意した。原料粉末ＧＰの粒径が約５０～１６０μｍであるのに対して、用意した凝集体の粒径は約２～５ｍｍである。そして、粉末充填工程において、キャビティ８３内に充填する原料粉末ＧＰに意図的に凝集体を混入させた。その後、上記の各工程を実施して、絶縁体２としての試験品１－１、１－２をそれぞれ５本づつ得た。この際、試験品１－１では、絶縁体２の先端側中径部２ｂに対応するキャビティ８３内の領域に凝集体を混入させた。試験品１－２では、絶縁体２の大径部２ｃ（図１に示す。）に対応するキャビティ８３内の領域に凝集体を混入させた。大径部２ｃは、絶縁体２において先端側中径部２ｂより軸線方向後端側に位置し、先端側中径部２ｂより大径であるフランジ形状とされている。また、粉末充填工程において原料粉末ＧＰに凝集体を混入させない標準品である試験品１－３も１０本用意した。

【０１０５】

次に、上記の試験品１－１～１－３について、先端小径部２ａにおける貫通電圧を測定した。具体的には、中心電極３や端子電極１３を組み付けず、また、表面には釉薬層を形成していない絶縁体２に対し、その貫通孔６へ試験用の棒状の電極を挿入するとともに、先端小径部２ａの外周側に円環状の電極（金属板に先端小径部２ａが挿通される程度の孔を穿設したもの）を配置して双方の間に高電圧を印加して電圧を低電圧側から高電圧側へ変更し、先端小径部２ａによる絶縁が破壊される電圧（すなわち絶縁体の貫通電圧）を測定した。測定して得た電圧値は、試験品１－１の５本及び試験品１－２の５本の合計１０本について図１６に「凝集体有り」（左側）としてその平均の電圧値と振れ幅を示し、試験品１－３の１０本については同図に「標準（凝集体なし）」（右側）として、同様にその平均の電圧値と振れ幅を示した。

【０１０６】

その結果、図１６に示すように、標準品である試験品１－３は１０本の貫通電圧の平均値を基準としたときに、貫通電圧の振れ幅は±５％程度に収まっていた。これに対して、凝集体が混入された試験品１－１、１－２では、貫通電圧の平均値が標準品の平均値に対して４％程度低いものであり、また、貫通電圧の低い方への振れ幅も標準品の平均値を基準としたときに約－１０％であり、かなり低かった（なお、貫通電圧の最も高いものは標準品と同等であった）。

【０１０７】

この試験例の結果からも明らかであるが、絶縁体２の製造過程において凝集体が混入したものでは、絶縁体２としての貫通電圧が低いものが製造され得る。これに対して、実施例３の製造方法であればその原因たる凝集体が混入され難く、結果として貫通孔６が真っ直ぐに形成されつつも絶縁性が低くなることを回避した絶縁体が形成されることに加え、プレスピンの曲がりが生じ難く、ひいては高い歩留まりを確保することができるのである

。
【０１０８】
以上において、本発明を実施例１～３に即して説明したが、本発明は上記実施例１～３に制限されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更して適用できることはいうまでもない。
【０１０９】
例えば、実施例３の製造方法において、プレスピン５０及び上ホルダ部８６の代わりに、実施例２のプレスピン２５０及び上ホルダ部２８６を採用してもよい。図示は省略するが、この場合、プレスピン配置工程において、軸線方向先端側の最終位置Ｅの手前であって、第一軸部５１の軸線方向長さＴより短いストロークＦを最終位置Ｅまで残す位置でプレスピン２５０を停止させる。この際、上ホルダ部２８６と開口８９との間に上下方向の隙間Ｓ２が形成されるようにする。キャビティ閉塞工程では、プレスピン２５０を最終位置Ｅまで挿入し、その後、上ホルダ部２８６により開口８９を塞ぐ。このような製造方法も、実施例３の製造方法と同様の作用効果を奏することができる。
【産業上の利用可能性】
【０１１０】
本発明はスパークプラグに利用可能である。
【図面の簡単な説明】
【０１１１】
【図１】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体が適用されるスパークプラグの正面図（部分断面図）である。
【図２】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、プレスピンの正面図である。
【図３】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図４】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図５】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図６】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図７】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図８】実施例１のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図９】実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１０】実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、（ａ）及び（ｂ）は、図９のＸ－Ｘ断面を示す断面図である。
【図１１】実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１２】実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１３】実施例２のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１４】実施例３のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１５】実施例３のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、絶縁体の製造工程を示す説明図である。
【図１６】実施例３のスパークプラグ用絶縁体の製造方法に係り、試験例を説明するグラ

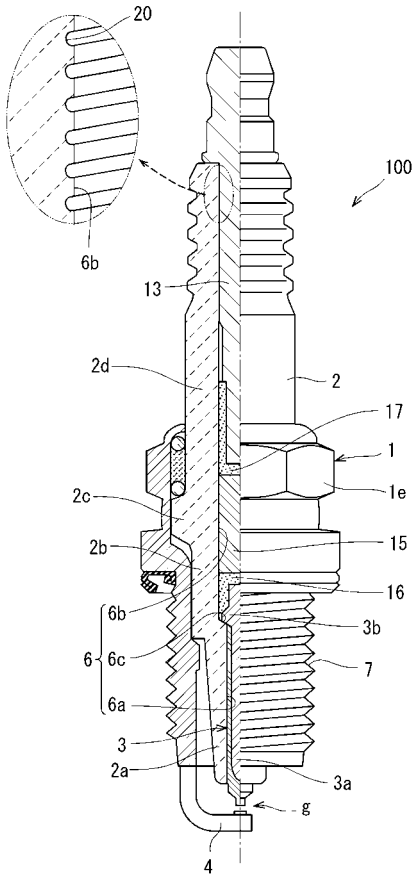
フである。

【符号の説明】

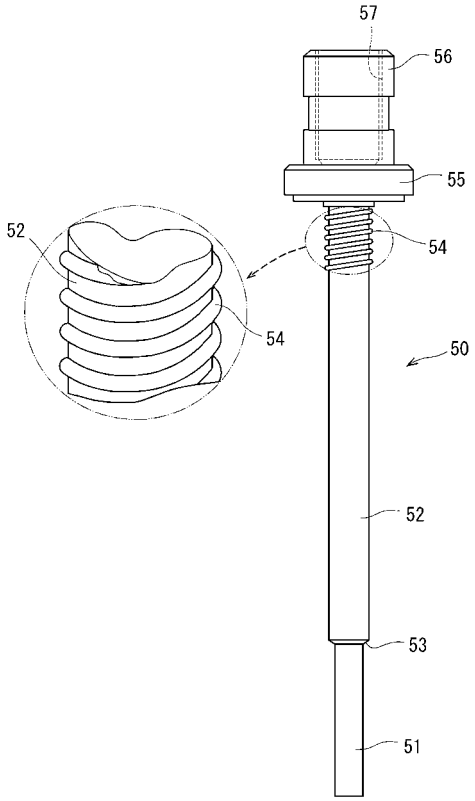
【０１１２】

３…中心電極
６…貫通孔
１３…端子電極
２…スパークプラグ用絶縁体（絶縁体）
５０、２５０…プレスピン
５１…第一軸部
５２…第二軸部
５３…段部
８０…成形型
８３…キャビティ
８６、２８６…閉塞部材（上ホルダ部）
８９…開口
１００…スパークプラグ
２８４ａ…位置決め部（凹部）
２８６ａ、２８６ｂ、２８６ｃ…分割体
２８６ｄ…挿通孔
ＧＰ…原料粉末
ＰＣ…成形体
Ｓ１、Ｓ２、Ｓ３…キャビティ内に原料粉末を投入可能な隙間
Ｅ…最終位置
Ｆ…第一軸部の軸線方向長さより短いストローク
Ｔ…第一軸部の軸線方向長さ

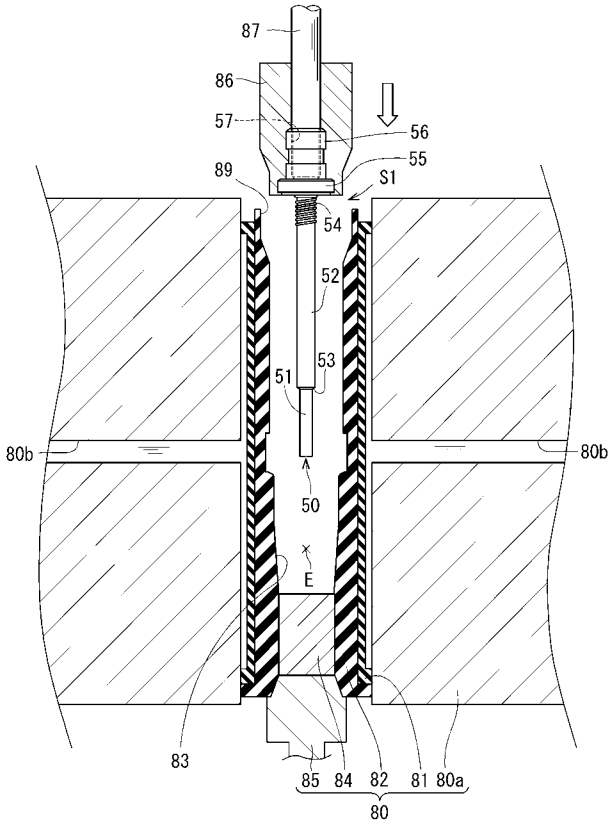
【図１】



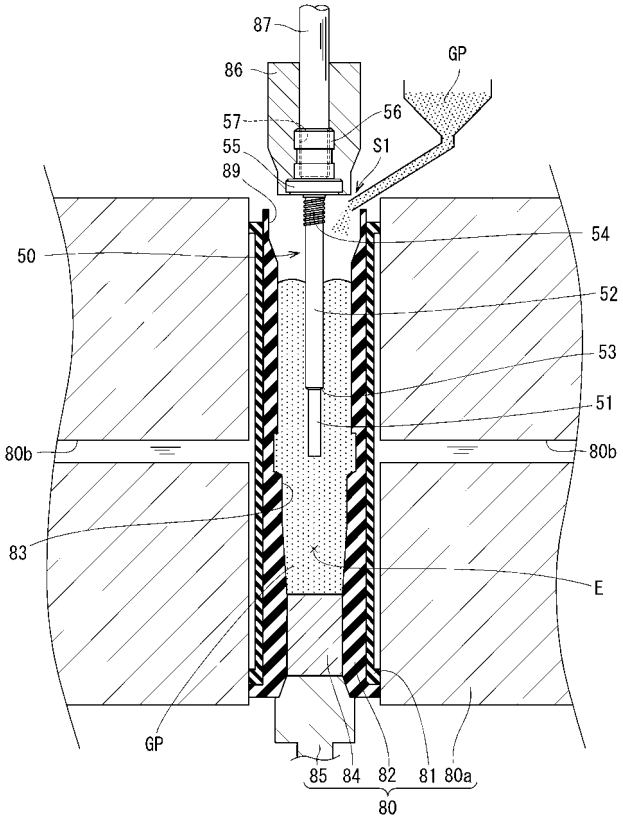
【図２】



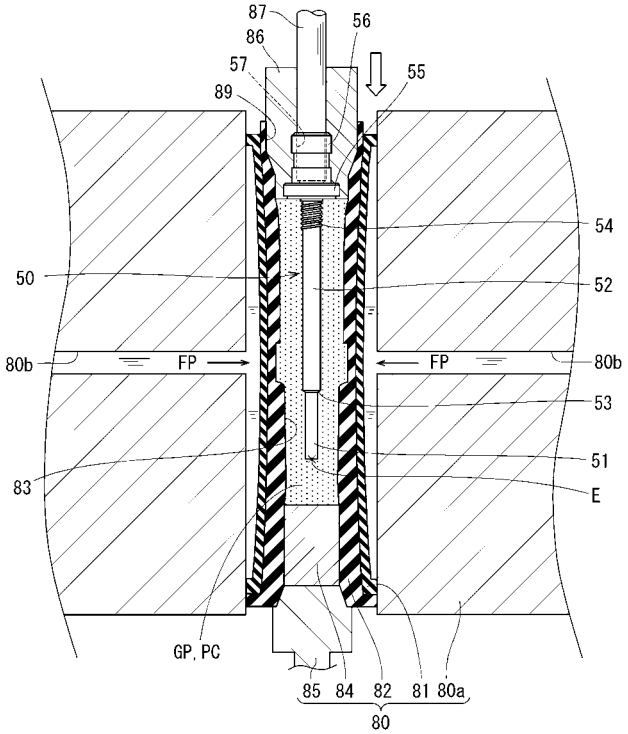
【図３】


87
86
57
56
55
89
S1
54
52
53
51
80b
80b
50
E
83
85 84 82 81 80a
80

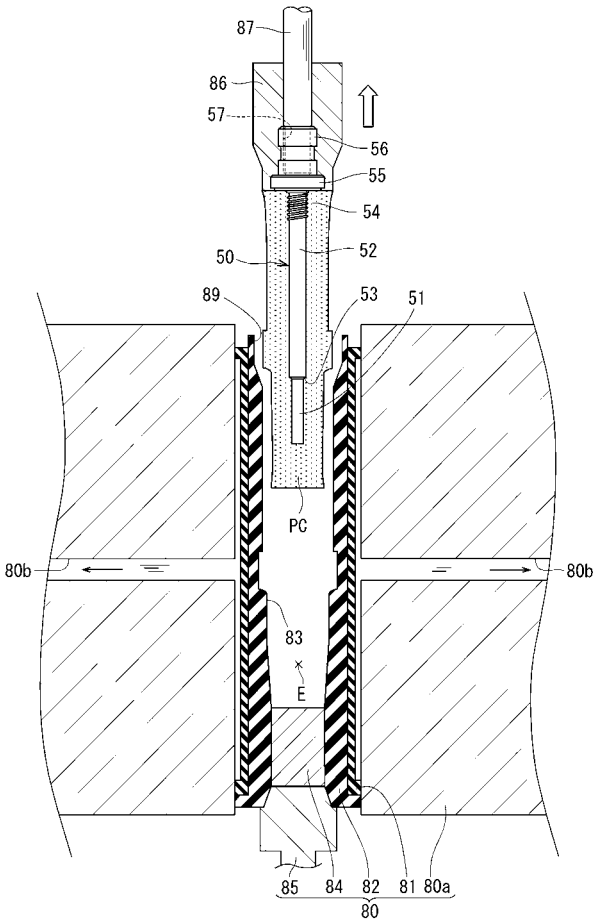
【図４】


87
GP
86
57
56
55
S1
89
54
50
52
53
51
80b
80b
83
E
GP
85 84 82 81 80a
80

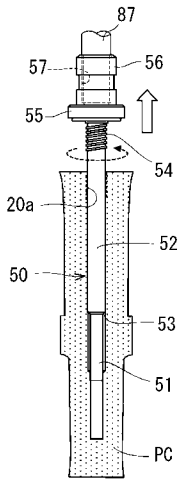
【図５】


87
56
86
57
55
89
54
50
52
80b
FP
FP
80b
53
51
83
E
GP, PC
85 84 82 81 80a
80

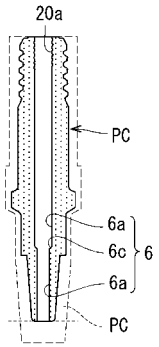
【図６】


87
86
57
56
55
54
50
52
89
53
51
PC
80b
80b
83
E
85 84 82 81 80a
80

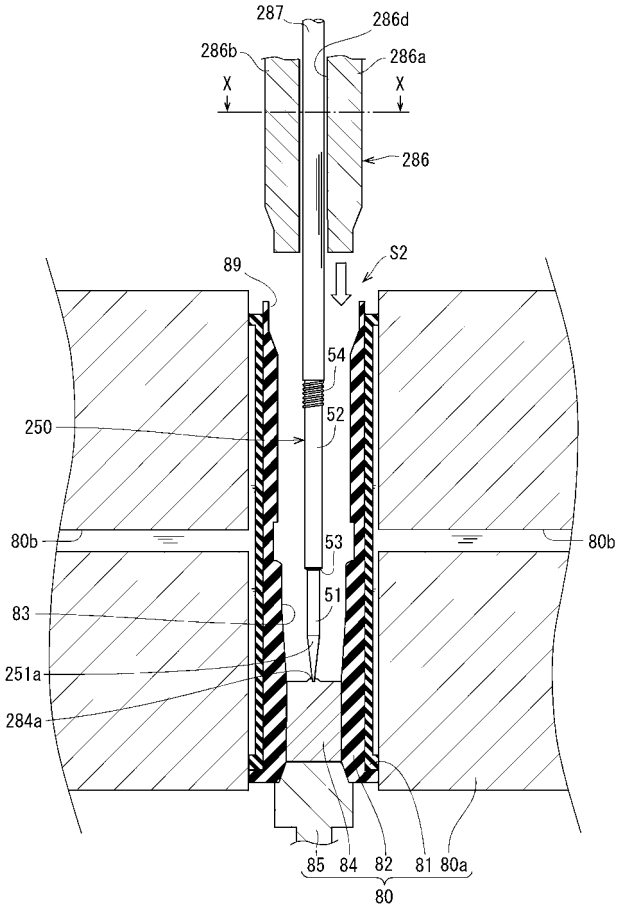
【図７】


87
57
56
55
54
20a
52
50
53
51
PC

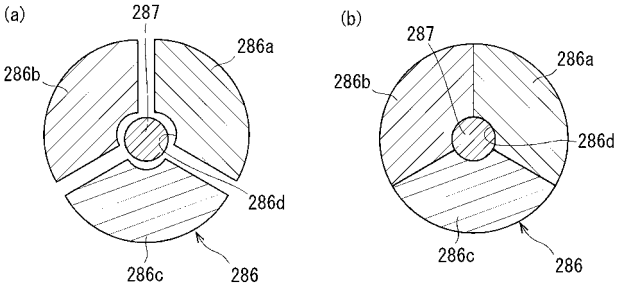
【図８】


20a
PC
6a
6c
6
6a
PC

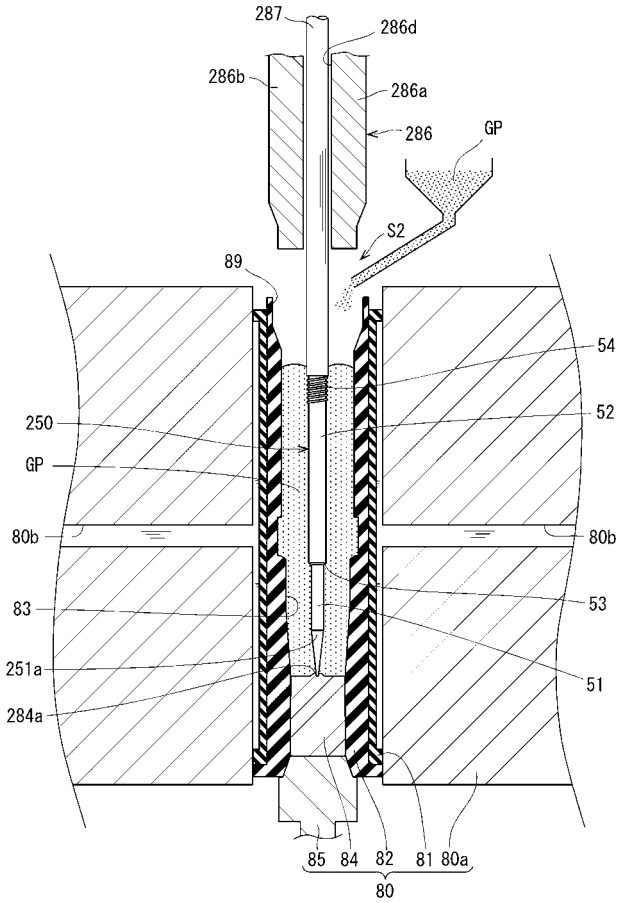
【図９】


287
286d
286b
286a
X
X
286
89
S2
54
52
250
80b
53
80b
51
83
251a
284a
85
84
82
81
80a
80

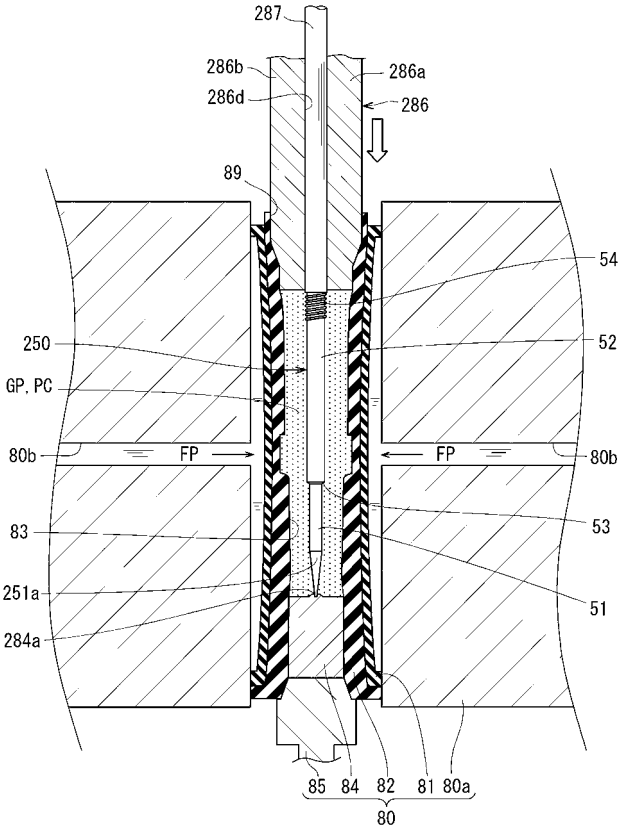
【図１０】


(a)
287
286a
286b
286d
286c
286
(b)
287
286a
286b
286d
286c
286

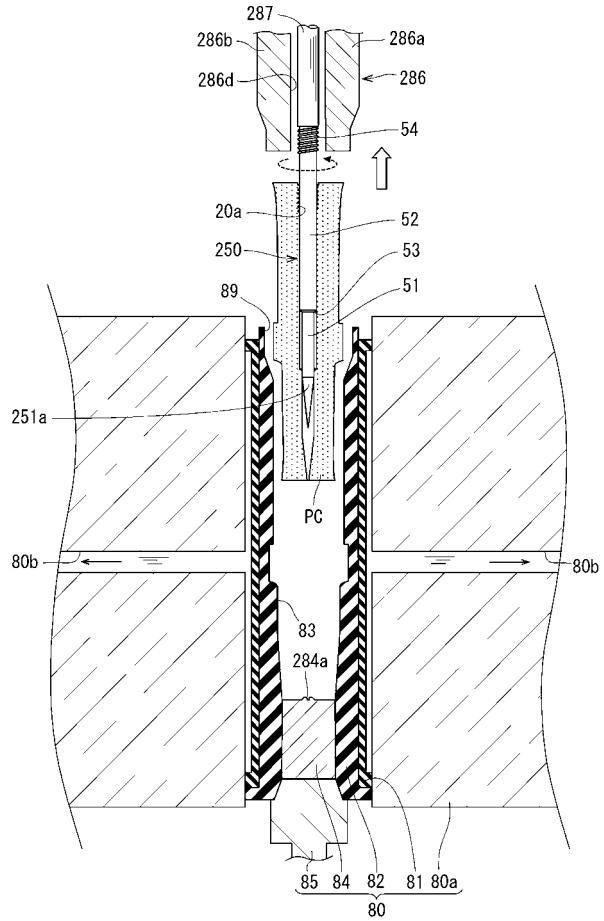
【図１１】



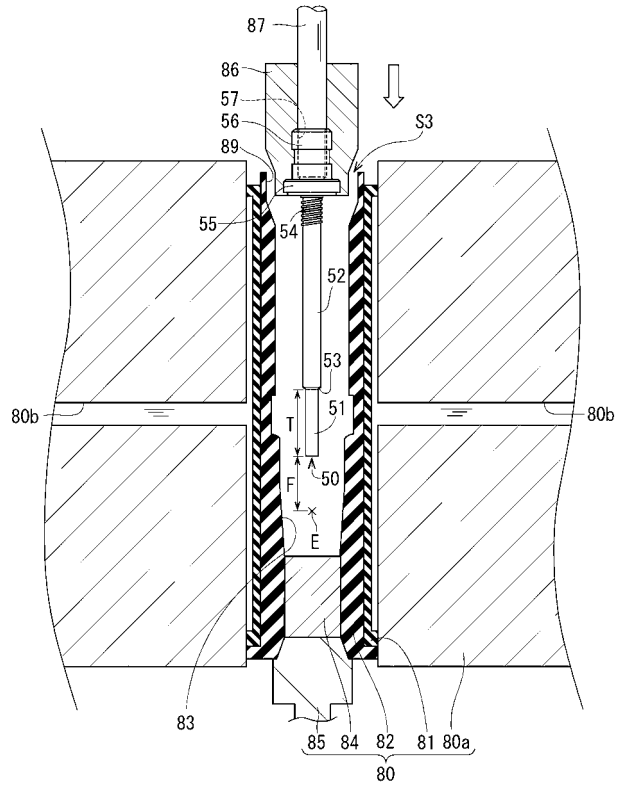
【図１２】



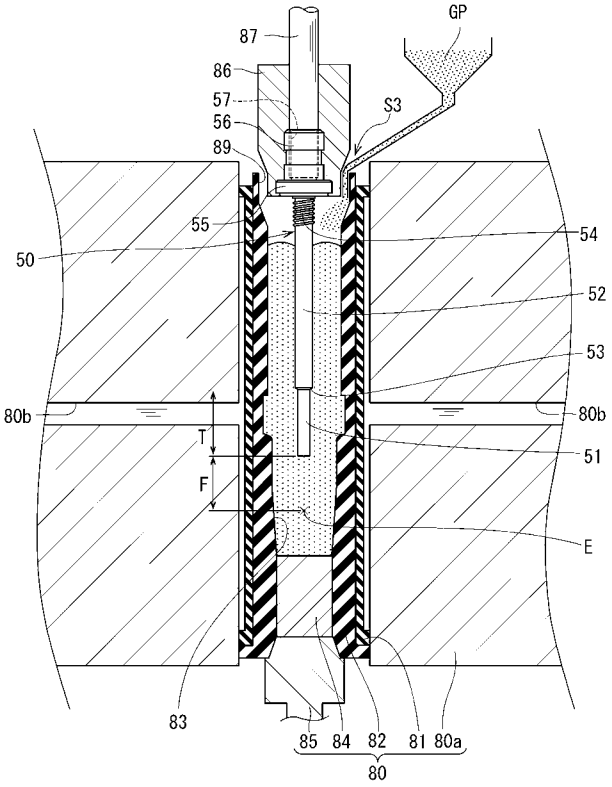
【図１３】



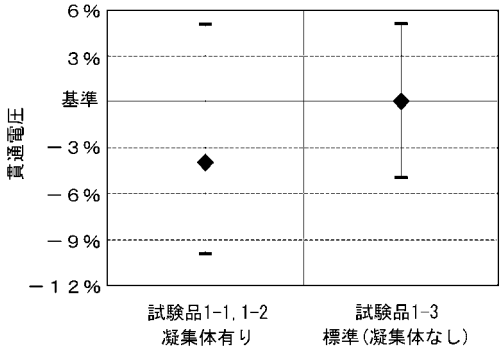
【図１４】



【図１５】


GP
87
86
57
56
89
S3
55
54
50
52
53
80b
80b
T
F
51
E
83
85
84
82
81
80a
80

【図１６】


６％
３％
基準
－３％
－６％
－９％
－１２％
貫通電圧
試験品1-1, 1-2
凝集体有り
試験品1-3
標準（凝集体なし）