

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4829265号
(P4829265)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 T 13/34 (2006.01)

H O 1 T 13/34

H O 1 T 21/02 (2006.01)

H O 1 T 21/02

H O 1 T 13/20 (2006.01)

H O 1 T 13/20

C

H O 1 T 13/20

E

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-75677 (P2008-75677)
 (22) 出願日 平成20年3月24日(2008.3.24)
 (65) 公開番号 特開2009-231076 (P2009-231076A)
 (43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)
 審査請求日 平成21年11月4日(2009.11.4)

(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 110001117
 特許業務法人ばてな
 (72) 発明者 柴田 勉
 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 加藤 了嗣
 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 塚田 淳史
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークプラグの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

貫通孔が軸線方向に形成された絶縁体と、前記貫通孔の先端側に挿入固定された中心電極と、前記貫通孔の後端側に挿入固定された端子電極と、前記貫通孔内で前記中心電極に固着された第1導電性シール材層と、前記貫通孔内で前記端子電極に固着された第2導電性シール材層と、前記貫通孔内で前記第1導電性シール材層と前記第2導電性シール材層との間に介在するように配設され、双方に固着された抵抗体とを備えるスパークプラグの製造方法において、

前記貫通孔の先端側に前記中心電極を挿入した後、前記貫通孔の後端側から、前記第1導電性シール材層となる第1粉末材料と、前記抵抗体となる第2粉末材料と、前記第2導電性シール材層となる第3粉末材料とを所定量この順番で充填して押し固め、さらに、前記貫通孔の後端側から、前記端子電極を前記第3粉末材料に当て止まるまで挿入する第1プロセスと、

前記第1プロセスを終えた前記絶縁体を前記第1～3粉末材料の軟化温度以上に加熱した状態で、前記端子電極を所定の位置まで挿入して、前記第1粉末材料を前記第1導電性シール材層とし、前記第2粉末材料を前記抵抗体とし、前記第3粉末材料を前記第2導電性シール材層とする第2プロセスとを備え、

前記第2プロセスでは、開始から終了までの間において、前記端子電極を挿入する速度が落とされ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】

10

20

前記第 2 プロセスは、開始から終了までの間の時間で前記速度を制御する請求項 1 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 3】

前記第 2 プロセスは、開始から終了までの間における前記端子電極のストローク量で前記速度を制御する請求項 1 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 プロセスは、前記端子電極を挿入する過程における反力に基づいて前記速度を制御する請求項 1 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 5】

前記第 2 プロセスは、前記端子電極を第 1 速度で挿入する第 1 ステップと、前記端子電極を前記第 1 速度より遅い第 2 速度で挿入する第 2 ステップとからなる請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載のスパークプラグの製造方法。

10

【請求項 6】

前記第 2 プロセスは、前記端子電極を第 1 速度で挿入する第 1 ステップと、前記端子電極を前記第 1 速度より遅い第 2 速度で挿入する第 2 ステップとからなり、

前記第 1 ステップから前記第 2 ステップに切り替えるタイミングは、前記端子電極が挿入される過程において、前記第 2 粉末材料が前記軸線方向に圧縮されて前記抵抗体の長さ

【請求項 7】

に到達する時点より前である請求項 2 又は 3 記載のスパークプラグの製造方法。

20

【請求項 8】

前記第 2 プロセスは、前記端子電極を第 1 速度で挿入する第 1 ステップと、前記端子電極を前記第 1 速度より遅い第 2 速度で挿入する第 2 ステップとからなり、

【請求項 9】

前記第 1 ステップから前記第 2 ステップに切り替えるタイミングは、前記第 2 プロセスの開始から終了までの間における前記端子電極のストローク量のうち、半分まで前記端子電極が挿入された時点以降である請求項 2 又は 3 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 ステップから前記第 2 ステップに切り替えるタイミングは、前記端子電極の挿入経過に伴う前記反力の変動形態に基づいて決定される請求項 4 記載のスパークプラグの製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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 には、スパークプラグの製造方法が開示されている。このスパークプラグは、貫通孔が軸線方向に形成された絶縁体と、貫通孔の先端側に挿入固定された中心電極と、貫通孔の後端側に挿入固定された端子電極と、貫通孔内で中心電極に固着された第 1 導電性シール材層と、貫通孔内で端子電極に固着された第 2 導電性シール材層と、貫通孔内で第 1 導電性シール材層と第 2 導電性シール材層との間に介在するように配設されて両導電性シール材層に固着された抵抗体とを備えた構造となっている。

40

【0003】

そして、このスパークプラグは、次の 2 つの工程を経て製造される。まず、第 1 プロセスにおいては、貫通孔の先端側に中心電極を挿入した後、貫通孔の後端側から、第 1 導電性シール材層となる第 1 粉末材料と、抵抗体となる第 2 粉末材料と、第 2 導電性シール材層となる第 3 粉末材料とを所定量この順番で充填して押し固め、さらに、貫通孔の後端側から、端子電極を第 3 粉末材料に当て止まるまで挿入する。

【0004】

この後、第 2 プロセスでは、絶縁体を第 1 ～ 3 粉末材料の軟化温度以上に加熱した状態

50

で、端子電極を所定の位置まで挿入し、これにより、第1粉末材料を第1導電性シール材層とし、第2粉末材料を抵抗体とし、第3粉末材料を第2導電性シール材層とする。

【0005】

【特許文献1】特開2005-340171公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のようにスパークプラグを製造する場合、第2プロセスでは、第1～3粉末材料が端子電極によって圧縮されるため、絶縁体には高い応力が生じることになる。このため、絶縁体が破壊されることが懸念される。近年、スパークプラグの小型化や小径化が求められており、それに伴って、絶縁体の肉厚が薄くなっていることから、この傾向は特に高い。

10

【0007】

絶縁体の破壊を回避する手段としては、端子電極の挿入速度を一律に低下させることが考えられるが、そうすると、歩留まりの低下は回避できるものの、第2プロセスに要する時間が長くなるため、生産性が低下してしまうことになる。

【0008】

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、歩留まりの低下と生産性の低下とを同時に回避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】

20

【0009】

本発明は、貫通孔が軸線方向に形成された絶縁体と、前記貫通孔の先端側に挿入固定された中心電極と、前記貫通孔の後端側に挿入固定された端子電極と、前記貫通孔内で前記中心電極に固着された第1導電性シール材層と、前記貫通孔内で前記端子電極に固着された第2導電性シール材層と、前記貫通孔内で前記第1導電性シール材層と前記第2導電性シール材層との間に介在するように配設され、双方に固着された抵抗体とを備えるスパークプラグの製造方法において、

前記貫通孔の先端側に前記中心電極を挿入した後、前記貫通孔の後端側から、前記第1導電性シール材層となる第1粉末材料と、前記抵抗体となる第2粉末材料と、前記第2導電性シール材層となる第3粉末材料とを所定量この順番で充填して押し固め、さらに、前記貫通孔の後端側から、前記端子電極を前記第3粉末材料に当て止まるまで挿入する第1プロセスと、

30

前記第1プロセスを終えた前記絶縁体を前記第1～3粉末材料の軟化温度以上に加熱した状態で、前記端子電極を所定の位置まで挿入して、前記第1粉末材料を前記第1導電性シール材層とし、前記第2粉末材料を前記抵抗体とし、前記第3粉末材料を前記第2導電性シール材層とする第2プロセスとを備え、

前記第2プロセスでは、開始から終了までの間において、前記端子電極を挿入する速度が落とされるところに特徴を有する。

【0010】

本発明の製造方法は、第1～3粉末材料を端子電極で圧縮する第2プロセスにおいては、工程の終期に近づくほど、第1～3粉末材料の圧縮度が高くなって、絶縁体に作用する荷重が増大していくという点に着目し、第2プロセスの開始から終了までの間に端子電極を挿入する速度を落とすようにした。つまり、粉末材料の圧縮度が低い間は、絶縁体に作用する荷重が小さくて破壊の虞がないので、端子電極の挿入速度を速めることによって生産性の低下を抑えるようにし、圧縮工程が進んで粉末材料の圧縮度が高くなると、端子電極の挿入速度を低下させることにより、絶縁体に作用する荷重の増大を抑え、絶縁体の破壊を回避している。

40

【0011】

このように本発明によれば、歩留まりの低下と生産性の低下を同時に回避することができる。特に、スパークプラグの小型化や小径化が図られた場合には、絶縁体の肉厚が薄く

50

なって機械的強度の低下が懸念されることから、本願発明の製造方法は有効である。

【0012】

尚、前記第2プロセスにおける端子電極の挿入速度を制御する形態としては、開始から終了までの間の時間で前記速度を制御するようにしてもよく、開始から終了までの間における前記端子電極のストローク量で前記速度を制御するようにしてもよい。

【0013】

また、第2プロセスにおいて端子電極の挿入速度を低下させる形態としては、比較的高速の第1速度で挿入させた後、第1速度よりも低速の第2速度で挿入させる形態の他に、速度を3段階以上で順次に低下させていってもよく、また、第2プロセスの開始から終了まで速度を連続的に低下させてもよい。この他、速度が一定のステップと、速度が連続的に低下するステップとを組み合わせてもよい。

10

【0014】

前記第2プロセスにおける端子電極の挿入速度を、開始から終了までの間の時間又は前記端子電極のストローク量で制御する場合において、前記第2プロセスを、前記端子電極を第1速度で挿入する第1ステップと、前記端子電極を前記第1速度より遅い第2速度で挿入する第2ステップとからなる工程とした上で、前記第1ステップから前記第2ステップに切り替えるタイミングを、前記端子電極が挿入される過程において、前記第2粉末材料が前記軸線方向に圧縮されて前記抵抗体の長さに到達する時点より前としてもよい。

【0015】

同じく、前記第2プロセスにおける端子電極の挿入速度を、開始から終了までの間の時間又は前記端子電極のストローク量で制御する場合において、前記第2プロセスを、前記端子電極を第1速度で挿入する第1ステップと、前記端子電極を前記第1速度より遅い第2速度で挿入する第2ステップとからなる工程とした上で、前記第1ステップから前記第2ステップに切り替えるタイミングを、前記第2プロセスの開始から終了までの間における前記端子電極のストローク量のうち、半分まで前記端子電極が挿入された時点以降としてもよい。

20

【0016】

さらに、前記第2プロセスにおける速度の別の制御形態としては、前記端子電極を挿入する過程における反力に基づいて前記速度を制御するようにしてもよい。

【0017】

この場合、前記第2プロセスを、前記端子電極を第1速度で挿入する第1ステップと、前記端子電極を前記第1速度より遅い第2速度で挿入する第2ステップとからなる工程とした上で、前記第1ステップから前記第2ステップに切り替えるタイミングを、前記端子電極の挿入経過に伴う前記反力の変動形態に基づいて決定してもよい。

30

【0018】

また、端子電極を貫通孔内に挿入するための駆動機構としては、サーボモータの回転力をボールネジ機構を用いて直線運動に変換してプレスピンに伝達する構造や、サーボモータにより回転駆動されるカムの外周でプレスピンを直接的に又は間接的に押圧する構造や、油圧シリンダのロッドの進退運動をプレスピンに伝達する構造等を用い、これらの構造によって、プレスピンを介して端子電極を直線的に進退移動させることができる。

40

【0019】

また、端子電極を挿入するための駆動機構としては、複数のプレスピンを有し、1台で同時に複数のスパークプラグの製造を行えるようにしたものであってもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

<実施形態1>

以下、本発明を具体化した実施形態1を図1乃至図5を参照して説明する。図1に示す本実施形態のスパークプラグ10は、主体金具11、絶縁体12、中心電極13、接地電極14、端子電極15、第1導電性シール材層16、抵抗体17、第2導電性シール材層18を備えて構成されている。尚、以下の説明において、スパークプラグ10の上下の向

50

きについては、図 1 における下端を先端といい、上端を後端ということにする。

【 0 0 2 1 】

主体金具 1 1 は上下に貫通した形態の筒状をなし、その外周には、スパークプラグ 1 0 を図示しないエンジンブロックに取り付けるための雄ネジ部 1 9 が形成されている。主体金具 1 1 内には、絶縁体 1 2 がその先端部を主体金具 1 1 から突出させた形態で収容されている。絶縁体 1 2 は、上下に貫通した形態であり、アルミナ質セラミックスからなる。絶縁体 1 2 の外周にはフランジ部 2 0 が形成され、絶縁体 1 2 の内部には貫通孔 2 1 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

貫通孔 2 1 内の下端側領域には、先端の発火部 2 2 を絶縁体 1 2 から突出させた形態で中心電極 1 3 が設けられている。中心電極 1 3 は、後端側から貫通孔 2 1 内に挿入され、上端部の拡径部 2 3 を貫通孔 2 1 の段差状受け部 2 4 に対して上から係止させることにより、下方（先端側）への抜けを規制された状態で位置決めされている。接地電極 1 4 は、主体金具 1 1 の下端に溶接により固着されている。接地電極 1 4 の先端部に屈曲して形成された発火部 2 4 と、中心電極 1 3 の発火部 2 2 とは、火花放電ギャップと称される隙間を空けて上下に対向している。

【 0 0 2 3 】

貫通孔 2 1 の略上半分領域内には、端子電極 1 5 が収容されている。端子電極 1 5 は、後端側から貫通孔 2 1 内に挿入され、外周の鍔部 2 5 を絶縁体 1 2 の後端面に係止させることにより、先端側への相対移動（貫通孔 2 1 への挿入動作）を規制された状態で位置決めされている。

【 0 0 2 4 】

絶縁体 1 2 の貫通孔 2 1 における中心電極 1 3 の後端（図 1 における上端）と端子電極 1 5 の先端（図 1 における下端）との間の空間内には、第 1 導電性シール材層 1 6 と抵抗体 1 7 と第 2 導電性シール材層 1 8 とが先端側から順に充填されている。

【 0 0 2 5 】

第 1 導電性シール材層 1 6 は中心電極 1 3 に対して電氣的に導通可能に固着され、第 2 導電性シール材層 1 8 は端子電極 1 5 に対して電氣的に導通可能に固着されている。第 1 導電性シール材層 1 6 の一部は、貫通孔 2 1 の内周と中心電極 1 3 の後端部外周との隙間に侵入することにより、シール機能を発揮し、第 2 導電性シール材層 1 8 の一部は、貫通孔 2 1 の内周と端子電極 1 5 の先端部外周との隙間に侵入することにより、シール機能を発揮している。また、第 1 導電性シール材層 1 6 と第 2 導電性シール材層 1 8 との間に介在する抵抗体 1 7 の先端部は、第 1 導電性シール材層 1 6 を介して中心電極 1 3 に電氣的に接続され、抵抗体 1 7 の後端部は、第 2 導電性シール材層 1 8 を介して端子電極 1 5 に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 6 】

第 1 導電性シール材層 1 6 は、図 2 に示すように、ガラス粉末と導電性フィラー（例えば 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）との混合粉末である第 1 粉末材料 1 6 P を原料とし、後述のガラスシール工程においてこれを加熱・プレスすることにより形成されている。図 1 に示すように、抵抗体 1 7 は、図 2 に示す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）との混合粉末である第 2 粉末材料 1 7 P を原料とし、ガラスシール工程においてこれを加熱・プレスすることにより形成されている。図 1 に示すように、第 2 導電性シール材層 1 8 は、図 2 に示す第 1 導電性シール材層 1 6 と同様、ガラス粉末と導電性フィラー（例えば 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）との混合粉末である第 2 粉末材料 1 8 P を原料とし、ガラスシール工程においてこれを加熱・プレスすることにより形成されている。

【 0 0 2 7 】

次に、図 3 及び図 3 に示すように、絶縁体 1 2 に対して後端側から中心電極 1 3 及び端子電極 1 5 を組み付けて、抵抗体 1 7 及び両導電性シール材層 1 6 , 1 8 の形成を行うた

10

20

30

40

50

めのガラスシール工程について説明する。ガラスシール工程は、加熱・プレスする前の第1プロセスと、この第1プロセス後に加熱・プレスを行う第2プロセスとによって構成される。図2は第1プロセスにおいて端子電極15を挿入する直前の状態を表し、図3は第2プロセスが終了した状態を表す。

【0028】

第1プロセスは、図2に示すように(1)絶縁体12の貫通孔21に中心電極13を挿入し、(2)第1粉末材料16Pを貫通孔21内に充填して予備圧縮することにより押し固め、(3)第2粉末材料17Pを充填して予備圧縮することにより押し固め、(4)第3粉末材料18Pを充填して予備圧縮することにより押し固め、(5)端子電極15を、第3粉末材料18Pの後端に当て止まる所定のプレス開始位置まで挿入する、という手順で行われる。第1プロセスが完了すると、第1粉末材料16P、第2粉末材料17P及び第3粉末材料18Pが、先端側から順に積層された状態となる。

10

【0029】

第2プロセスは、図3に示すように(6)絶縁体12及び貫通孔21内の第1～第3粉末材料16P、17P、18Pを、図示しない加熱炉内に収容して、第1～第3粉末材料16P、17P、18の軟化温度よりも高い温度(例えば、700～950)で加熱し、(7)図4に示すプレス装置30により、プレス開始位置にある端子電極15を、その鍔部25が絶縁体12の後端面に突き当たる所定のプレス完了位置まで挿入する、という手順で行われる。端子電極15をプレス開始位置からプレス完了位置まで挿入する間に、軟化温度まで加熱されている第1～第3粉末材料16P、17P、18Pは、中心電極13と端子電極15との間で上下方向(スパークプラグ10の軸線方向)に圧縮され、第1粉末材料16Pが第1導電性シール材層16となり、第2粉末材料17Pが抵抗体17となり、第3粉末材料18Pが第2導電性シール材層18となる。

20

【0030】

ここで、第2プロセスで用いられるプレス装置30において、フレーム31の下端部には、出力軸33を上向きに突出させたサーボモータ32が固定されている。出力軸33には、軸線を上下方向に向けた雄ネジ棒34が、カプラ35を介して一体的に回転するように連結されている。雄ネジ棒34には、内部にボール(図示せず)とボールの循環経路(図示せず)とが設けられたナット36が螺合されている。この雄ネジ棒34とナット36とにより、ボールネジ機構37が構成されている。ナット36は、雄ネジ棒34と平行なガイドレール38により回転を規制され、雄ネジ棒34の回転に伴い上下方向に平行移動するようになっている。ナット36には、ロッド39の下端部が一体に上下動し得るように固着され、ロッド39は、ガイド部40によって上下方向に移動し得るように案内されている。

30

【0031】

フレーム31の上端部には、軸線を水平に向けた揺動軸41を支点としてシーソー状に揺動するアーム42が設けられている。アーム42の一方の端部には、ロッド39の上端部が連結ピンと長孔との係合による連結機構によって連結され、アーム42の他方の端部には、上下方向に長いプレスピン43の上端部が連結ピンと長孔との係合による連結機構によって連結されている。プレスピン43は、フレーム31のガイド孔44に貫通されることにより、上下方向の移動のみを可能に案内されている。プレスピン43の下端面は、端子電極15の後端面(図2における上端面)を押圧するための押圧面45となっている。プレスピン43の下方にはターンテーブル46が設けられ、ターンテーブル46の上にはホルダ47が設けられている。ホルダ47には、絶縁体12が、その先端部を下向きにした姿勢でフランジ部20をホルダ47の上端面に係止させた状態で保持される。ターンテーブル46が回転すると、絶縁体12は、プレスピン43の真下のプレス位置と、プレス位置から外れた退避位置との間で移動するようになっている。

40

【0032】

第2プロセスの工程(6)において加熱された絶縁体12は、ホルダ47にセットされた後、ターンテーブル46の回転によりプレス位置へ移動し、その後、工程(7)が実行

50

される。工程（７）では、サーボモータ３２が作動して雄ネジ棒３４を回転させることにより、ナット３６とロッド３９とが上動し、アーム４３を介してプレスピン４３が下動し、このプレスピン４３が、プレス開始位置の端子電極１５をプレス完了位置まで押し下げる。工程（７）が完了した後は、サーボモータ３２が上記とは逆向きに回転し、ナット３６とロッド３９とが下降して、プレスピン４３が上動する。この後、ターンテーブル４６が回転して絶縁体１２が退避位置へ移動し、絶縁体１２がホルダ４７から取り出され、絶縁体１２に主体金具１１と中心電極１３とが組み付けられてスパークプラグ１０が完成する。

【００３３】

この第２プロセスでは、その開始から終了に至るまでの間に、端子電極１５の下降速度、即ち貫通孔２１内に挿入する速度が落とされる。つまり、プレスピン４３は、第２プロセスの前半の第１ステップでは比較的速い一定の第１速度で端子電極１５を押し下げ、第２プロセスの後半の第２ステップでは第１速度よりも遅い一定の第２速度で端子電極１５を押し下げる。

【００３４】

表１には、第１ステップ及び第２ステップにおける端子電極１５の挿入速度と挿入ストローク量とを種々変化させて実験した結果を、実施例Ａ～Ｅ及び比較例ａ～ｃとしてあらわすとともに、各例における、タクトタイム（第１ステップと第２ステップに要した合計時間、即ち、端子電極１５が移動して第１～第３粉末材料１６Ｐ，１７Ｐ，１８Ｐを圧縮する工程が完了するのに要する時間）と、歩留（プレス工程において絶縁体１２が破壊されずに良品のまま残存する割合）とを判定した結果をあらわす。尚、いずれの例においても、端子電極１５の挿入ストローク量は１０ｍｍとしている。

【００３５】

【表１】

		第１ステップ			第２ステップ			タクトタイム		歩留	
		速度 (mm/sec)	ストローク (mm)	時間 (sec)	速度 (mm/sec)	ストローク (mm)	時間 (sec)				
実施例	A	100	8	0.08	10	2	0.20	0.28	○	100%	○
	B	200	8	0.04	10	2	0.20	0.24	○	100%	○
	C	100	8	0.08	50	2	0.04	0.12	○	100%	○
	D	100	5	0.05	10	5	0.50	0.55	○	100%	○
	E	200	5	0.025	10	5	0.50	0.53	○	100%	○
比較例	a	100	10	0.10	-	-	-	0.10	○	98%	×
	b	10	10	1.00	-	-	-	1.00	×	100%	○
	c	100	2	0.020	10	8	0.80	0.82	△	100%	○

【００３６】

タクトタイムにおける判定結果の「○」は、生産性の観点から良好であることを示し、「×」は生産性の観点から望ましくないことを示し、「△」は生産性の観点からあまり良好とは言えないことを示す。また、歩留における判定結果の「○」は良好であることを示し、「×」は不良であることを示す。実施例Ａ～Ｅでは、タクトタイム及び歩留の双方において「○」の判定結果が得られたのに対し、比較例ａ～ｄでは、タクトタイムと歩留のいずれかにおいて「△」または「×」の判定であった。

【００３７】

より詳細に検討すれば、実施例Ａでは、第１ステップにおいて端子電極１５を１００ｍｍ／ｓｅｃの第１速度（表１では「速度」と標記している。以下、同様）で８ｍｍ挿入し、第２ステップにおいて端子電極１５を１０ｍｍ／ｓｅｃの第２速度で２ｍｍ挿入した。第１ステップと第２ステップとを比較すると、第１速度と第２速度との比を１０：１とし

、挿入ストローク量（表 1 では「ストローク量」と標記している）の比を 4 : 1 とし、所要時間の比を 2 : 5 としている。その結果、タクトタイムは、0 . 2 8 s e c となり、歩留は 1 0 0 % となった。

【 0 0 3 8 】

一方、第 2 プロセスの開始から完了まで一定の速い速度 1 0 0 m m / s e c で端子電極 1 5 を挿入する比較例 a では、タクトタイムが 0 . 1 0 s e c と短いのであるが、歩留は 9 8 % と低いという結果となっており、実施例 A は比較例 a に比べて歩留の点で優れている。また、比較例 b では、第 2 プロセスの開始から完了まで一定の遅い速度 1 0 m m / s e c で端子電極 1 5 を挿入しているため、歩留は 1 0 0 % と良好であるものの、タクトタイムが 1 . 0 0 s e c と長く、この比較例 b に比べると、実施例 A はタクトタイムが大幅に短縮されている。

10

【 0 0 3 9 】

尚、比較例 c では、第 1 ステップと第 2 ステップとの挿入速度（即ち、第 1 速度と第 2 速度）を実施例 A と同じとし、第 1 ステップと第 2 ステップの挿入ストローク量を実施例 A とは逆にしている。つまり、比較例 c では、高速で挿入を行う第 1 ステップの挿入ストローク量を短くし、低速で挿入を行う第 2 ステップの挿入ストローク量を長くしており、その分、タクトタイムが実施例 A よりも長く、判定結果は「」に留まっている。

【 0 0 4 0 】

実施例 B では、実施例 A において第 1 ステップの挿入速度を 2 倍にしており、その分、実施例 A に比べると、タクトタイムが短縮されている。第 1 ステップでは第 1 ~ 第 3 粉末材料 1 6 P , 1 7 P , 1 8 P に対する圧縮度、即ち絶縁体 1 2 に作用する荷重が小さいため、挿入速度を速くしても絶縁体 1 2 が破壊される虞がなく、歩留の判定結果は「○」である。

20

【 0 0 4 1 】

実施例 C では、実施例 A において絶縁体 1 2 に作用する荷重が増大する第 2 ステップの挿入速度を 5 倍にしているのであるが、第 2 ステップでは端子電極 1 5 の挿入ストローク量が 2 m m と短いので、第 2 ステップの所要時間は 0 . 0 4 s e c と極めて短く、絶縁体 1 2 に荷重が作用するのは一瞬だけである。したがって、この程度の荷重及び時間であれば、絶縁体 1 2 が破壊に至る虞はない。

【 0 0 4 2 】

30

実施例 D では、実施例 A において、挿入速度の速い第 1 ステップの挿入ストローク量を 8 m m から 5 m m と短くし、挿入速度の遅い第 2 ステップの挿入ストローク量を 2 m m から 5 m m と長くしているので、その分、タクトタイムが実施例 A に比べて約 2 倍となっている。しかし、第 2 プロセスの開始から完了まで速度を変化させずに 1 0 m m / s e c という遅い定速度で挿入を行う比較例 b や、挿入速度の速い第 1 ステップの挿入ストローク量よりも、挿入速度の遅い第 2 ステップの挿入ストローク量を長くした比較例 c に比べると、実施例 D のタクトタイムは、ほぼ半分という短い時間で済んでいる。

【 0 0 4 3 】

実施例 E では、実施例 D において、第 1 ステップの挿入速度を 2 倍の 2 0 0 m m / s e c としており、この速度アップの分だけ、実施例 D に比べてタクトタイムが短縮されている。

40

【 0 0 4 4 】

次に、第 1 ステップと第 2 ステップとで端子電極 1 5 の挿入速度を変化させるための制御方法について説明する。

【 0 0 4 5 】

第 1 の制御方法としては、第 2 プロセスの開始から終了に至るまでの経過時間に基づいて、挿入速度を切り換えることができる。その一例としては、プレスピン 4 3 が、その下端の押圧面 4 5 を端子電極 1 5 の後端面（上端面）に当接させる高さまで下降した時点で、図示しない制御装置の第 1 ステップ用のカウンターの作動を開始し、この時点から所定の時間が経過したところで、サーボモータ 3 2 の作動速度（即ち、出力軸 3 3 及び雄ネジ

50

棒 3 4 の回転速度) を低速に切り換えるようにする。そして、低速に切り換えた時点で、第 2 ステップ用のカウンターの作動を開始し、この時点から所定の時間が経過したところでサーボモータ 3 2 を停止して、端子電極 1 5 の挿入を停止させる。この時間の経過に基づく制御の具体例として、例えば表 1 の実施例 A の場合には、第 1 ステップが開始してから 0 . 0 8 s e c が経過した時点で、挿入速度を 1 0 0 m m / s e c から 1 0 m m / s e c に切り換える。

【 0 0 4 6 】

第 2 の制御方法としては、第 2 プロセスの開始から終了までの間において端子電極 1 5 のプレス開始位置からの挿入ストローク量に基づいて、挿入速度を切り換えることができる。その一例としては、プレスピン 4 3 の高さを検出するセンサ (例えば、リミットスイッチ等) を設け、このセンサからの検出信号に基づいて、サーボモータ 3 2 の速度を低速に切り換えるようにすればよい。この端子電極 1 5 の挿入ストローク量の経過に基づく制御の具体例として、例えば表 1 の実施例 A の場合には、第 1 ステップが開始してからプレスピン 4 3 及び端子電極 1 5 が 8 m m 下降したところで、センサからの検出信号に基づいて、挿入速度を 1 0 0 m m / s e c から 1 0 m m / s e c に切り換える。

【 0 0 4 7 】

第 3 の制御方法としては、スパークプラグ 1 0 の軸線方向 (図 1 及び図 4 における上下方向) に圧縮された第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法 (上下方向の寸法) が、抵抗体 1 7 の長さ寸法 (上下方向の寸法) に到達するより前の時点で、挿入速度を切り換えることができる。

【 0 0 4 8 】

図 5 のグラフは、第 2 プロセスにおいて、端子電極 1 5 の挿入ストローク量 (横軸) と、中心電極 1 3 の後端面 (上端面) から端子電極 1 5 の先端面 (下端面) までの電極間寸法 (縦軸) 及び抵抗体 1 7 の原料である第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法 (縦軸) との関係を示しており、同グラフにおいて破線は電極間寸法を示し、実線は第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法を示している。このグラフにおける電極間寸法と第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法との寸法差は、圧縮された第 1 粉末材料 1 6 P と第 3 粉末材料 1 8 P との合計寸法に相当する。

【 0 0 4 9 】

このグラフに示すように、第 2 プロセスでは、その開始から終了に至るまで、電極間寸法は徐々に減少していく。これに対し、第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法は、第 2 プロセスの開始から徐々に減少していくが、第 2 プロセスが終了に至るより前に (図 5 のグラフにおける端子電極 1 5 の挿入ストローク量が S に到達した時点で) 寸法の減少が止まり、これ以後は、端子電極 1 5 の挿入が進んでも、第 2 プロセスの終了に至るまで圧縮寸法が一定の寸法 (即ち、抵抗体 1 7 の長さ寸法と同じ寸法) に保たれる。また、第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法が減少せずに一定である間も、第 1 粉末材料 1 6 P と第 3 粉末材料 1 8 P との合計寸法は、端子電極 1 5 の挿入が進むのに伴って減少していく。

【 0 0 5 0 】

第 2 プロセスの開始から終了に至るまでの間、第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法に比べると、第 1 粉末材料 1 6 P と第 3 粉末材料 1 8 P の合計寸法は相当に小さいので、圧縮寸法の減少が停止した後 (即ち、圧縮寸法が抵抗体 1 7 の長さ寸法に達した後) は、第 1 粉末材料 1 6 P と第 3 粉末材料 1 8 P との合計寸法の減少の割合が大きくなるのであるが、このことは、絶縁体 1 2 に作用する荷重が急激に増大することを意味する。この点に鑑み、第 3 の制御方法では、第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法が抵抗体 1 7 の長さ寸法と同じ寸法になるより前に、端子電極 1 5 の挿入速度を高速から低速に切り換えるようにしている。これにより、絶縁体 1 2 に作用する荷重の軽減が図られる。

【 0 0 5 1 】

尚、第 2 粉末材料 1 7 P は絶縁体 1 2 の内部に収容されているため、第 2 粉末材料 1 7 P の圧縮寸法を絶縁体 1 2 の外部から直接検出することはできない。そこで、端子電極 1 5 の挿入ストローク量と圧縮寸法との関係を把握するために、端子電極 1 5 の挿入を途中

10

20

30

40

50

で止めた状態で絶縁体 12 の一部を切除したカットモデルを、挿入ストローク量を変えて複数作成し、そのカットモデルにおける第 2 粉末材料 17 P の圧縮寸法と挿入ストローク量とを測定する。そして、このようにして得られた測定結果に基づき、端子電極 15 の挿入速度を切り換えるための好適な挿入ストローク量を決定する。

【0052】

本実施形態 1 においては、端子電極 15 を絶縁体 12 内の所定位置まで挿入することにより第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P を圧縮する第 2 プロセスにおいては、工程の終期に近づくほど、第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P の圧縮度が高くなって、絶縁体 12 に作用する荷重が増大していくという点に着目し、第 2 プロセスの開始から終了までの間に端子電極 15 を挿入する速度を落とすようにした。つまり、第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P の圧縮度が低い間は、絶縁体 12 に作用する荷重が小さくて破壊の虞がないので、端子電極 15 の挿入速度を速めることによって生産性の低下を抑えるようにし、圧縮工程が進んで第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P の圧縮度が高くなると、端子電極 15 の挿入速度を低下させることにより、絶縁体 12 に作用する荷重の増大を抑え、絶縁体 12 の破壊を回避している。これにより、絶縁体 12 の破壊に起因する歩留まりの低下と生産性の低下とを回避することが実現されている。第 1 ステップにおける挿入速度としては、80 mm/sec 以上が好ましく、第 2 ステップにおける挿入速度としては、50 mm/sec 以下が好ましい。

【0053】

< 実施形態 2 >

次に、本発明を具体化した実施形態 2 を図 6 及び図 7 を参照して説明する。本実施形態 2 は、第 1 ステップと第 2 ステップとで端子電極 15 の挿入速度を高速から低速に切り換えるための制御を実施形態 1 とは異なる方法で行うとともに、この制御方法に合わせてプレス装置 50 を実施形態 1 のプレス装置 30 とは異なる構成としたものである。その他の構成については上記実施形態 1 と同じであるため、同じ構成については、同一符号を付し、構造、作用及び効果の説明は省略する。

【0054】

本実施形態 2 のプレス装置 50 は、図 6 に示すように、プレスピン 43 の下端にロードセル 51 を取り付け、このロードセル 51 の下端の押圧面 52 で端子電極 15 の上端面（後端面）を押圧するようになっている。ロードセル 51 の押圧作用により端子電極 15 を絶縁体 12 内に挿入して第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P を圧縮していくと、この第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P からの反力が、端子電極 15 を介してロードセル 51 の押圧面 52 に作用する。ロードセル 51 は、その押圧面 52 に作用する荷重と対応する電気信号を出力し、この電気信号に基づいてサーボモータ 32 の作動、即ちロードセル 51 の下降速度が制御されるようになっている。

【0055】

図 7 のグラフは、ロードセル 51 の下降ストローク量（横軸）とロードセル 51 に作用する荷重（縦軸）との関係の一例をあらわしている。ロードセル 51 が原点位置から 104 mm 下降すると、ロードセル 51 の押圧面 52 が端子電極 15 の後端面に当接し、これ以降は、ロードセル 51 と端子電極 15 とが一体的に下降して、第 1 ～ 第 3 粉末材料 16 P, 17 P, 18 P を圧縮し、下降ストローク量が 115 mm に達したところで、ロードセル 51 と端子電極 15 の下降が終了する。したがって、端子電極 15 の挿入開始から挿入完了までの挿入ストローク量は 11 mm である。

【0056】

ロードセル 51 の下降ストローク量が 104 ～ 108 mm の間は荷重が僅かに増大していき、下降ストローク量が 108 ～ 110 mm の間は約 0.04 kN という一定の低い荷重が維持される。ここまでは、絶縁体 12 に作用する負荷は比較的小さい。そして、下降ストローク量が 11 mm を超えるとロードセル 51 に作用する荷重、即ち絶縁体 12 に作用する負荷が急激に増大する。この点に鑑みると、端子電極 15 の挿入速度の切り換えは、ロードセル 51 に作用する荷重が急増する前に行うことが好ましい。具体例としては、

ロードセル 5 1 に作用する荷重が、例えば 0 . 1 k M に達した時点で速度を切り換えればよい。

【 0 0 5 7 】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態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。その一例としては、実施形態 2 のロードセル 5 1 を用い、ロードセル 5 1 から取得した反力の履歴に応じて端子電極 1 5 の挿入速度を変更することが考えられる。この反力の履歴に応じた速度変更の具体的方法としては、端子電極 1 5 を挿入する過程で所定時間毎に反力を取得し、その取得した反力の値を積分（又は微分）して、その積分値（又は微分値）と予め設定した基準値とを比較し、積分値（又は微分値）が基準値を超えたことを条件として端子電極 1 5 の挿入速度を切り換えることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 8 】

【図 1】実施形態 1 におけるスパークプラグの断面図

【図 2】スパークプラグの製造工程における第 1 プロセスをあらわす断面図

【図 3】スパークプラグの製造工程において第 2 プロセスが終了した状態をあらわす断面図

【図 4】端子電極を挿入するためのプレス装置をあらわす断面図

【図 5】端子電極の挿入ストローク量と、第 2 粉末材料の圧縮寸法及び端子電極と中心電極との間の電極間寸法との関係をあらわすグラフ

20

【図 6】実施形態 2 において端子電極を挿入するためのプレス装置をあらわす断面図

【図 7】端子電極を挿入するためのロードセルの下降ストローク量とロードセルに作用する荷重との関係をあらわすグラフ

【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

1 0 ... スパークプラグ

1 2 ... 絶縁体

1 3 ... 中心電極

1 5 ... 端子電極

1 6 ... 第 1 導電性シール材層

30

1 6 P ... 第 1 粉末材料

1 7 ... 抵抗体

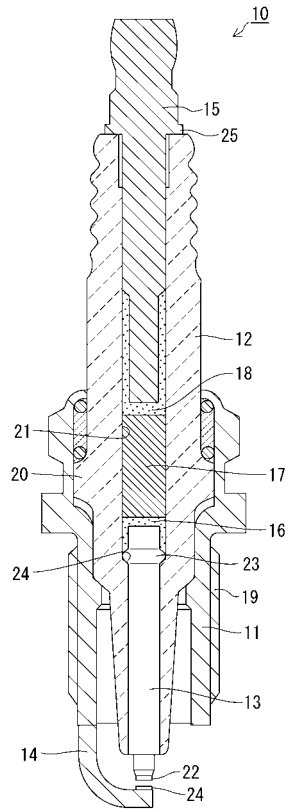
1 7 P ... 第 2 粉末材料

1 8 ... 第 2 導電性シール材層

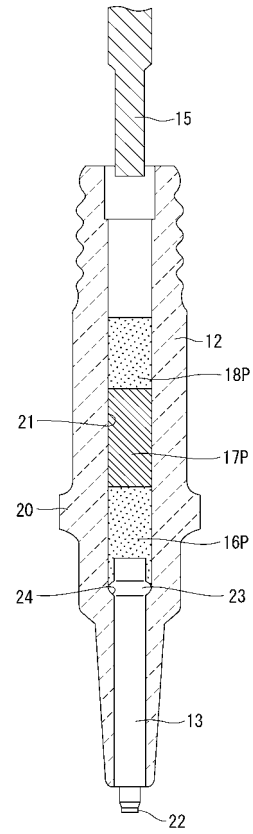
1 8 P ... 第 3 粉末材料

2 1 ... 貫通孔

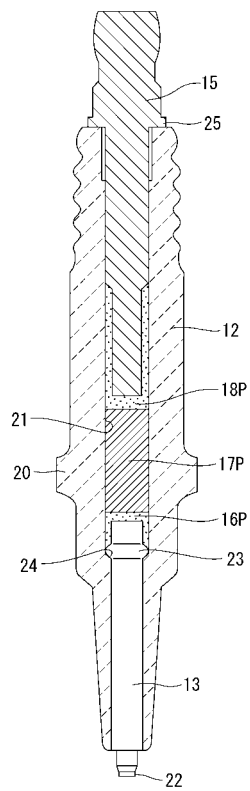
【図 1】



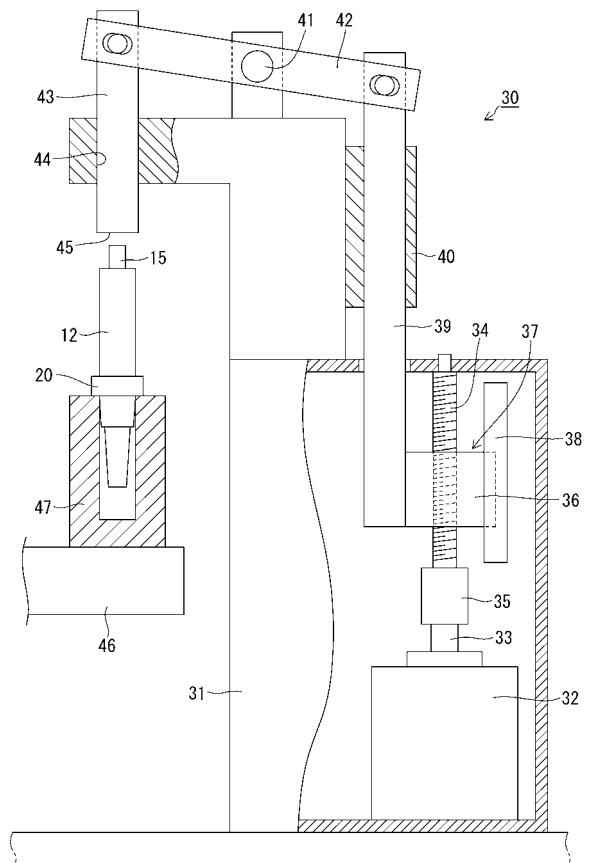
【図 2】



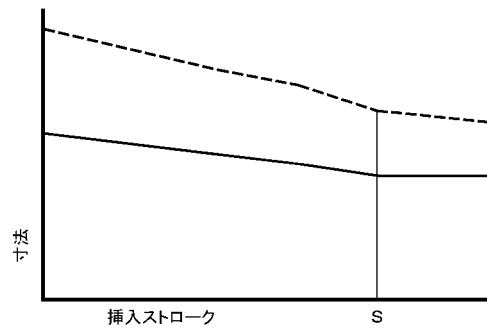
【図 3】



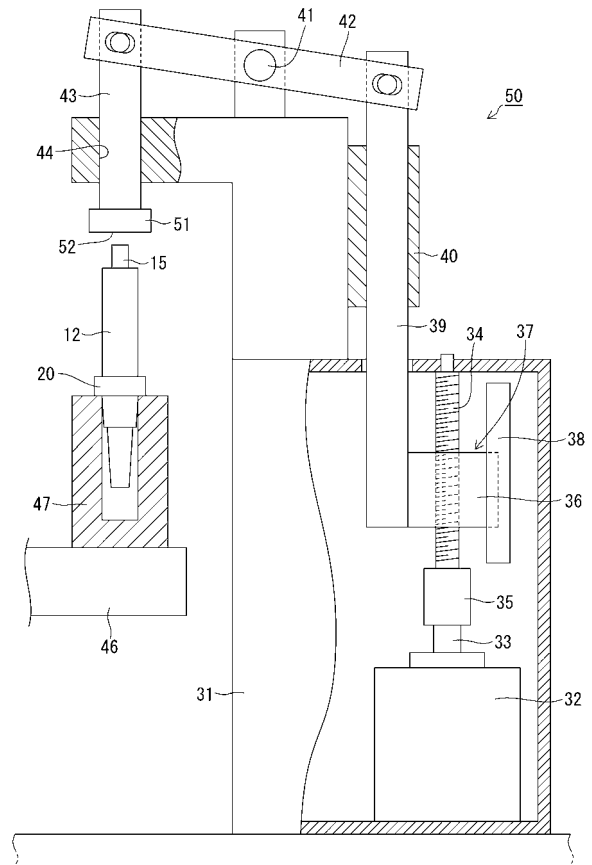
【図 4】



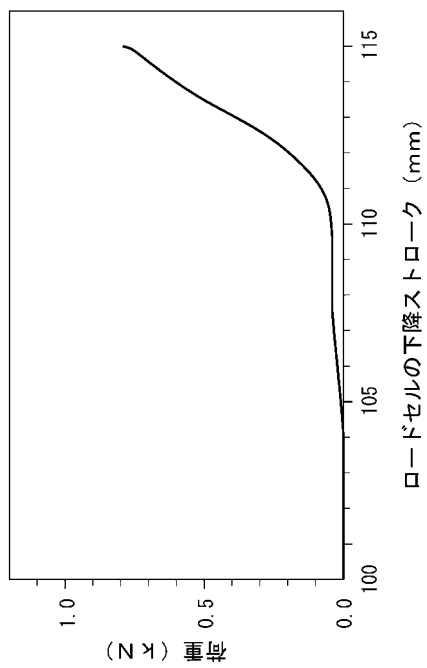
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 高橋 学

(56)参考文献 特開平11-339925(JP,A)
特表2007-512662(JP,A)
国際公開第2004/105203(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01T 13/00-13/60
H01T 21/02