(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
2017年12月28日(28.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/221541 A1

(51) 国際特許分類:
H01T 13/20 (2006.01) *H01T 21/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/016253

(22) 国際出願日： 2017年4月25日(25.04.2017)

(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 2016-123876 2016年6月22日(22.06.2016) JP
特願 2017-059596 2017年3月24日(24.03.2017) JP

(71) 出願人: 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).

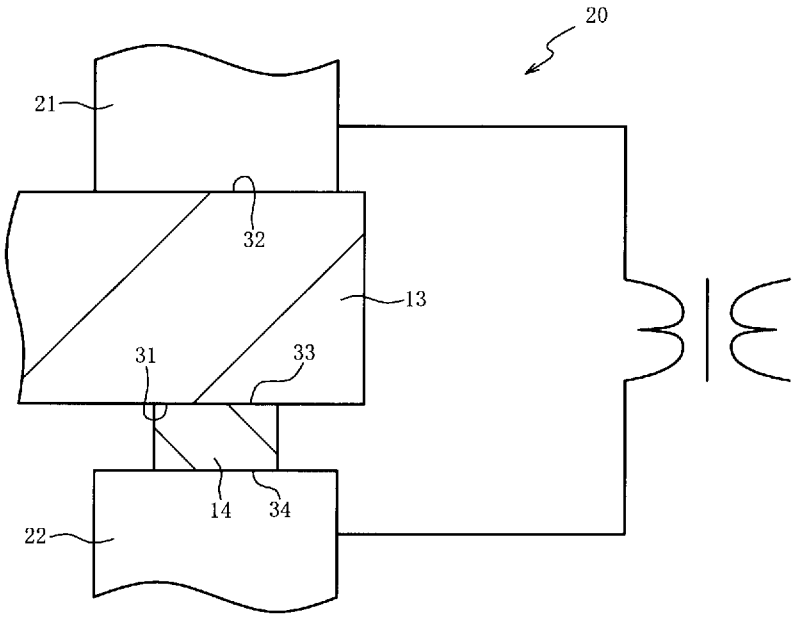
(72) 発明者: 嶋 村 拓 也 (**SHIMAMURA Takuya**); 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

(54) **Title:** SPARK PLUG PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称： スパークプラグの製造方法



(57) **Abstract:** The objective of the invention is to provide a spark plug production method such that variation in the welding between an electrode matrix and a tip is less likely to occur. The method comprises steps of: preparing, on an electrode matrix, a first surface with a surface area equal to or larger than the surface area to be in contact with the tip by polishing and/or grinding; preparing, on the electrode matrix, a second surface with a surface area equal to or larger than the surface area to be in contact with a first electrode by polishing or the like; bringing the tip into contact with the first surface of the electrode matrix; bringing the first electrode into contact with the second surface of the electrode matrix; and, after establishing a tip-to-second-electrode contact, allowing a current to flow between the first electrode and the

WO 2017/221541 A1

[続葉有]

RO, RS, RU, RW, SA, 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.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

second electrode to perform resistance welding.

(57) 要約:電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くできるスパークプラグの製造方法を提供すること。チップと接触する面積以上の広さの第１面が、研磨および研削の少なくとも一方により電極母材に作られ、第１電極と接触する面積以上の広さの第２面が、研磨等により電極母材に作られる。電極母材の第１面とチップとを接触させ、電極母材の第２面に第１電極を接触させ、且つ、チップ第２電極を接触させた後に、第１電極と第２電極との間に電流を流し抵抗溶接が行われる。

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] 本発明はスパークプラグの製造方法に関し、特に電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くできるスパークプラグの製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 貴金属を含有するチップが電極母材に接合された接地電極、及び、火花ギャップを介して接地電極と対向する中心電極を備えるスパークプラグが知られている。電極母材とチップとを接合する手段の一つに抵抗溶接がある。抵抗溶接は、互いに重ねた電極母材およびチップに第１電極および第２電極をそれぞれ接触させ、第１電極と第２電極との間に電流を流して行われる。特許文献１には、電極母材の表面を研削した後、研削した面にチップを重ねて抵抗溶接を行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００４－１８６１５２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら上述した従来の技術では、抵抗溶接は電極母材とチップとの間の接触抵抗に生じるジュール熱で互いを溶融し接着するので、電極母材と第１電極との間の接触抵抗やチップと第２電極との間の接触抵抗にばらつきが生じると、電極母材とチップとの溶接にばらつきが生じるという問題点がある。

[0005] 本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くできるスパークプラグの製造方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] この目的を達成するために請求項１記載のスパークプラグの製造方法は、第１電極と第２電極との間に電流を流す抵抗溶接によって、貴金属を含有するチップを電極母材に接合し接地電極を得るものである。第１工程により、チップと接触する面積以上の広さの第１面が、研磨および研削の少なくとも一方により電極母材に作られ、第２工程により、第１電極と接触する面積以上の広さの第２面が、研磨および研削の少なくとも一方により電極母材に作られる。

[0007] 溶接工程により、電極母材の第１面とチップとを接触させ、電極母材の第２面に第１電極を接触させ、且つ、チップに第２電極を接触させた後に、第１電極と第２電極との間に電流を流し抵抗溶接が行われる。その結果、電極母材と第１電極との間の接触抵抗やチップと第２電極との間の接触抵抗にばらつきを生じ難くできるので、電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くできる効果がある。

[0008] そして、第１面の算術平均粗さは第２面の算術平均粗さ以上である。溶接時にチップ及び電極母材を溶融するジュール熱は電極母材の第１面とチップとの接触抵抗に依存するので、第１面の算術平均粗さを第２面の算術平均粗さ以上にすることによって、電極母材の第１面とチップとの接触抵抗を確保できる。チップと電極母材との間に生じるジュール熱を確保できるので、電極母材とチップとの接合強度を確保できる効果がある。

[0009] 請求項２記載のスパークプラグの製造方法によれば、電極母材の第１面および第２面の算術平均粗さは２～４μｍであり、チップの第３面および第４面の算術平均粗さは０．４～０．８μｍである。その結果、電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くしつつ電極母材とチップとの接合強度をさらに向上できる効果がある。また、請求項３記載のスパークプラグの製造方法によれば、接地電極が接合された筒状の主体金具と筒状の絶縁体とを組付ける組付け工程を備え、組付け工程の後に、電極母材調整工程が行われる。その結果、電極母材とチップとの接合強度をさらに向上できる効果がある。

また、請求項４記載のスパークプラグの製造方法によれば、第３面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことによりチップに作る第３工程と、第４面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことによりチップに作る第４工程と、を備える。その結果、チップの第３面および第４面の算術平均粗さを容易に調整することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施の形態におけるスパークプラグの断面図である。

[図2]溶接工程で使われる抵抗溶接機の模式図である。

[図3]チップ及び電極母材の斜視図である。

[図4]実効値の標準偏差の測定結果である。

[図5]冷熱試験の合格数のヒストグラムである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照して説明する。図１は本発明の一実施の形態におけるスパークプラグ１０の中心軸Ｏを含む面で切断した断面図である。図１に示すようにスパークプラグ１０は、主体金具１１、接地電極１２、絶縁体１５、中心電極１７及び端子金具１８を備えている。

[0012] 主体金具１１は、内燃機関のねじ穴（図示せず）に固定される略円筒状の部材である。接地電極１２は、主体金具１１の先端に接合される金属製（例えばニッケル基合金製）の電極母材１３と、電極母材１３の先端に接合されるチップ１４とを備えている。電極母材１３は、中心軸Ｏと交わるように中心軸Ｏへ向かって屈曲する棒状の部材である。チップ１４は、白金、イリジウム、ルテニウム、ロジウム等の貴金属またはこれらを主成分とする合金によって形成される板状の部材であり、抵抗溶接によって接合されている。

[0013] 絶縁体１５は、機械的特性や高温下の絶縁性に優れるアルミナ等により形成された略円筒状の部材であり、中心軸Ｏに沿って軸孔１６が貫通し、外周に主体金具１１が固定される。中心電極１７は、軸孔１６に挿入されて絶縁体１５に保持される棒状の電極であり、火花ギャップを介して接地電極１２

のチップ１４と対向する。端子金具１８は、高圧ケーブル（図示せず）が接続される棒状の部材であり、先端側が絶縁体１５内に配置される。

[0014] スパークプラグ１０は、例えば、以下のような方法によって製造される。まず、絶縁体１５の軸孔１６に中心電極１７を挿入する。中心電極１７は、先端が軸孔１６の先端から外部に露出するように配置される。軸孔１６に端子金具１８を挿入し、端子金具１８と中心電極１７との導通を確保した後、予め接地電極１２が接合された主体金具１１を絶縁体１５の外周に組み付ける。抵抗溶接によって、接地電極１２の電極母材１３にチップ１４を接合した後、チップ１４が中心電極１７と軸方向に対向するように電極母材１３を屈曲して、スパークプラグ１０を得る。

[0015] 図２及び図３を参照して、電極母材１３とチップ１４との溶接方法について説明する。図２は溶接工程で使われる抵抗溶接機２０の模式図である。図２は電極母材１３の長手方向の図示が省略されている。

[0016] 図２に示すように抵抗溶接機２０は、トランスが接続された第１電極２１及び第２電極２２を備えている。電極母材１３とチップ１４との溶接は、電極母材１３とチップ１４とを接触させ、電極母材１３に第１電極２１を接触させ、且つ、チップ１４に第２電極２２を接触させた後、第１電極２１と第２電極２２との間に電流を流す抵抗溶接によって行われる。

[0017] 電極母材１３は、第１面３１が、チップ１４の第３面３３に接触する。電極母材１３の第２面３２に第１電極２１の接触面２１ａを接触させ、チップ１４の第４面３４に第２電極２２の接触面２２ａを接触させる。

[0018] 本実施の形態では、電極母材１３を重ねたチップ１４を第２電極２２に載せ、電極母材１３の第２面３２に第１電極２１を押し付けながら第１電極２１と第２電極２２との間に電流を流す。電極母材１３の第１面３１とチップ１４の第３面３３との接触抵抗に生じるジュール熱で、第１面３１及び第３面３３が溶融し接着される。

[0019] 図３はチップ１４及び電極母材１３の斜視図である。図３は電極母材１３の長手方向の図示が省略されている。図３は抵抗溶接を行う前の状態を示し

ている。

[0020] 図３に示すように電極母材１３は、第２面３２と、第２面３２とは異なる第１面３１が作られている。第２面３２は、第１電極２１の接触面２１ａと接触する面積３５以上の広さの面であり、研磨および研削の少なくとも一方を電極母材１３に行うことにより作られる。第１面３１は、チップ１４の第３面３３と接触する面積以上の広さの面であり、研磨および研削の一方を電極母材１３に行うことにより作られる。本実施の形態では、第１面３１は第２面３２の裏面に設けられている。

[0021] チップ１４は第３面３３の裏に第４面３４がある。第３面３３は、電極母材１３の第１面３１と接触する面積以上の広さの面であり、第４面３４は、第２電極２２の接触面２２ａと接触する面積以上の広さの面である。なお、第３面３３および第４面３４は、所定の表面粗さを有する板材を所定の大きさに打ち抜くことで形成しても良いし、研磨および研削の少なくとも一方をチップ１４に行うことにより形成してもよい。

[0022] 本実施の形態では、電極母材１３の第２面３２は、第１電極２１の接触面２１ａが第２面３２以外の面３６（研削や研磨が行われていない面）に接触しない大きさに作られる。その結果、第２面３２の全体を第１電極２１の接触面２１ａに接触させ易くできる。但し、第１電極２１の接触面２１ａの直径は電極母材１３の幅より大きいので、電極母材１３に電極面２１ａを接触させると、接触面２１ａは電極母材１３の幅方向にはみ出す。

[0023] 電極母材１３の第１面３１は、面積が、チップ１４の第３面３３の面積よりも大きくされる。そのため、チップ１４の第３面３３の全体を第１面３１に接触させ易くできる。

[0024] 第２電極２２の接触面２２ａは、面積が、チップ１４の第４面３４の面積よりも大きくされる。そのため、チップ１４の第４面３４の全体を第２電極２２の接触面２２ａに接触させ易くできる。

[0025] 第１面３１、第２面３２は、研削砥石、研磨材、研磨布、研磨紙、研磨ディスク、研磨ベルト、研磨スリーブ、研磨ホイール、研磨ブラシ等を用いた

機械的手段によって作られる。研削は表面を削りとり物理的に表面を落とす操作であり、研磨は表面を磨き、表面粗さを小さくする操作である。電極母材１３に研削および研磨の両方を行うことができ、研削または研磨のいずれか一方だけを行うこともできる。

[0026] 電極母材１３に研削または研磨のいずれか一方を行う場合には、研磨が好適に行われる。研磨は、研削に比べて表面を削りとる量を少なくできるので、電極母材１３の寸法精度の低下を防ぎながら表面粗さを小さくすることができ、さらに表面に付着した酸化膜や油膜等を除去できるからである。なお、研削後や研磨後に乾燥させたり付着物を除去したりする操作を不要にできる乾式研削や乾式研磨が好適に用いられる。

[0027] 電極母材１３とチップ１４とを重ねて第１電極２１と第２電極２２との間に電流を流すと、電極母材１３の第１面３１とチップ１４の第３面３３との接触抵抗によってジュール熱が生じ、第１面３１及び第３面３３が溶融し接着される。電極母材１３に第１面３１及び第２面３２が作られているので、電極母材１３の第２面３２と第１電極２１との接触抵抗や、チップ１４の第４面３４と第２電極２２との接触抵抗にばらつきを生じ難くできる。その結果、電極母材１３の第１面３１とチップ１４の第３面３３との接触抵抗にばらつきを生じ難くできる。生じるジュール熱のばらつきを抑制できるので、電極母材１３とチップ１４との溶接にばらつきを生じ難くできる。

[0028] 電極母材１３に研削または研磨の少なくとも一方を行うことによって作られる第１面３１及び第２面３２は、第１面３１の算術平均粗さを、第２面３２の算術平均粗さ以上に設定する。即ち、チップ１４及び電極母材１３に生じるジュール熱は、電極母材１３の第１面３１とチップ１４の第３面３３との接触抵抗に依存する。第１面３１の算術平均粗さを第２面３２の算術平均粗さ以上にすることによって、チップ１４や第１電極２１の表面粗さにもよるが、チップ１４と電極母材１３との接触抵抗を第１電極２１と電極母材１３との接触抵抗よりも大きくできる。電極母材１３の第１面３１とチップ１４との接触抵抗を確保できるので、チップ１４と電極母材１３との間に生じ

るジュール熱を確保できる。その結果、電極母材１３とチップ１４との接合強度を確保できる。

[0029] なお、算術平均粗さＲａは、ＪＩＳ Ｂ０６０１（１９９４年版）に準拠して測定される。算術平均粗さＲａの測定は、非接触式の形状測定レーザマイクロスコープＶＫ－Ｘ１１０／Ｘ１００（キーエンス社製）を用いて行われる。

[0030] 電極母材１３の第１面３１及び第２面３２の算術平均粗さは２μｍ～４μｍである。チップ１４の第３面３３及び第４面３４の算術平均粗さは０．４μｍ～０．８μｍである。チップ１４の第３面３３及び第４面３４の算術平均粗さが０．４～０．８μｍのときに、電極母材１３の第１面３１及び第２面３２の算術平均粗さが４μｍよりも大きいか２μｍよりも小さいと、電極母材１３とチップ１４との接合強度が低下する傾向がみられる。算術平均粗さが４μｍよりも大きいか２μｍよりも小さいと、第１面３１及び第２面３２が溶融する面積が小さくなり、溶接部の断面積が低下して接合強度（特に電極母材１３の熱膨張による剪断力に抗する強度）が低下するものと推察される。

実施例

[0031] 本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

[0032] （実施例１）

幅２．７ｍｍ、厚さ１．３ｍｍの矩形板状の電極母材と、直径１ｍｍ、厚さ０．４ｍｍの円板状のチップとを各３０個準備した。電極母材はニッケル基合金製であり、チップは白金ニッケル合金製である。研磨ベルトを用いて電極母材の表面と裏面とを乾式研磨し、長さ６ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第１面および第２面を電極母材の表面および裏面にそれぞれ作った。チップも同様に表面および裏面を乾式研磨し、第３面および第４面を作った。

[0033] 次に、形状測定レーザマイクロスコープＶＫ－Ｘ１１０／Ｘ１００（キーエンス社製）を用い、各３０個のチップ及び電極母材について、非接触で第

１面、第２面、第３面および第４面の算術平均粗さＲａを測定した。電極母材の第１面および第２面の算術平均粗さは、第１面および第２面のうち２．７×１ｍｍの矩形の範囲を測定することにより求めた。測定の結果、第１面および第２面の算術平均粗さは２．８～３．５μｍの範囲であり、第３面および第４面の算術平均粗さは０．４５～０．８μｍの範囲であった。

[0034] 測定後、直ちに抵抗溶接機（電源方式は単相交流式）の第２電極に第４面が接触するようにチップを載せ、チップの第３面と電極母材の第１面とを重ね、電極母材の第２面に第１電極を押し付けた。第１電極と第２電極とを押圧してチップ及び電極母材の厚さ方向に３３０Ｎの荷重を加え、第１電極と第２電極との間に通電し（通電サイクルを７、通電電流の立ち上がりであるスロープを２とし）抵抗溶接を行った。第１電極および第２電極は直径５ｍｍの円柱状の電極であった。

[0035] 電極母材は幅２．７ｍｍであり、直径５ｍｍの第１電極と接触させるために電極母材に作られた第２面は６×２．７ｍｍの大きさなので、実施例１は、第２面以外の面に第１電極が接触しないようにできた。抵抗溶接機の電源の出力を固定して、各３０個のチップと電極母材とを溶接し、溶接時の電流の実効値（Ａ）の標準偏差を測定した。

[0036] （比較例１）

研磨ベルトを用いて電極母材の表面と裏面とを乾式研磨し、長さ３ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第１面および第２面を電極母材の表面および裏面にそれぞれ作った以外は実施例１と同様にして、３０回の溶接時の電流の実効値（Ａ）の標準偏差を測定した。比較例１は、第１電極の直径よりも第２面の長さが短い点が、実施例１と異なる。

[0037] 第１電極の直径は５ｍｍであり、電極母材に作られた第２面は３×２．７ｍｍの大きさなので、比較例１は、第２面以外の未研磨の面にも第１電極が接触した。なお、チップは、電極母材に作られた第１面に第３面の全てが接触した。

[0038] （比較例２）

研磨ベルトを用いて電極母材を乾式研磨し、長さ３ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第２面を電極母材に作った以外は実施例１と同様にして、３０回の溶接時の電流の実効値（Ａ）の標準偏差を測定した。比較例２は、第１電極の直径よりも第２面の長さが短い点、電極母材に第１面を作らない点が、実施例１と異なる。

[0039] 第１電極の直径は５ｍｍであり、電極母材に作られた第２面は３×２．７ｍｍの大きさなので、比較例２は、第２面以外の未研磨の面にも第１電極が接触した。また、電極母材に第１面が作られていないので、チップは電極母材の未研磨の面に接触した。

[0040] （比較例３）

電極母材を研磨しない以外は実施例１と同様にして、３０回の溶接時の電流の実効値（Ａ）の標準偏差を測定した。比較例３は、電極母材に第１面および第２面を作らない点が、実施例１と異なる。なお、研磨を行わない電極母材の表面および裏面の算術平均粗さを実施例１と同様に測定したところ、算術表面粗さは２．５～３．０μｍであった。比較例３は、電極母材に第１面および第２面が作られていないので、チップ及び第１電極は、電極母材の未研磨の面に接触した。

[0041] 図４は実効値（Ａ）の標準偏差の測定結果である。図４に示すように、標準偏差は比較例３、比較例２、比較例１の順に小さくなること、実施例１は最も標準偏差を小さくできることがわかった。

[0042] 比較例１は、第２面以外の未研磨の面にも第１電極が接触する点が実施例１と異なる。第２面以外の未研磨の面に第１電極が接触すると、未研磨の面に付着した油膜や不純物等の異物によって、第１電極と電極母材との接触抵抗のばらつきが大きくなるものと推察される。その影響で、溶接時の実効値のばらつきが大きくなったと考えられる。溶接時の実効値の標準偏差が小さいほど、溶接によって得られる接地電極の個体差を少なくできるので、実施例１によれば電極母材とチップとの溶接にばらつきを生じ難くできる。

[0043] （実施例２）

実施例１と同様に、幅２．７ｍｍ、厚さ１．３ｍｍの矩形板状の電極母材（ニッケル基合金製）と、直径１ｍｍ、厚さ０．４ｍｍの円板状のチップ（白金ニッケル合金製）とを準備した。研磨ディスクを用いて電極母材の表面と裏面とを乾式研磨し、長さ６ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第１面および第２面を電極母材の表面および裏面にそれぞれ作った。チップも同様に表面および裏面を乾式研磨し、第３面および第４面を作った。

[0044] レーザマイクロスコープ（ＶＫ－Ｘ１１０／Ｘ１００）によって電極母材の第１面および第２面の算術平均粗さＲａを測定し（測定範囲は２．７×１ｍｍの矩形の範囲）、算術平均粗さ０．７５μｍ～５．７５μｍ（階級幅０．５μｍ）の１０階級のサンプルに層別した（各階級のサンプルは１０個）。チップは、第３面および第４面の算術平均粗さが０．４５～０．８μｍのものを１００個準備した。

[0045] サンプルの層別後、実施例１で使用した抵抗溶接機（電源方式は単相交流式）を用い、第１電極および第２電極によりチップ及び電極母材の厚さ方向に３３０Ｎの荷重を加えながら電流（目標実効値１０００Ａ）を通電し（通電サイクルを７、通電電流の立ち上がりであるスロープを２とし）、抵抗溶接を行った。溶接後、チップの根元の温度が１０００℃になるように２分間バーナで加熱した後、１分間かけて放冷することを１サイクルとして、１０００サイクルをサンプルに加える冷熱試験を行った。

[0046] 冷熱試験後、チップの中心軸を含む研磨断面を作成した。金属顕微鏡を用いて研磨断面を観察し、電極母材とチップとの間に存在する酸化スケール（チップが剥離した部分）の長さＬを測定した。長さＬ（ｍｍ）をチップの直径（１ｍｍ）で除した値が０．５以下を合格、０．５を超えたものを不合格とした。

[0047] 図５は冷熱試験の合格数のヒストグラムである。図５に示すように、階級値が２～４μｍのときに合格数を５以上にできることがわかった。階級値４．５μｍ以上や階級値１．５μｍ以下になると、抵抗溶接によってチップ及び電極母材が溶融する面積が小さくなり、冷熱試験で生じる電極母材の熱膨

張による剪断力に抗する強度が低下するものと推察される。

[0048] （実施例３）

実施例１と同様に、幅２．７ｍｍ、厚さ１．３ｍｍの矩形板状の電極母材（ニッケル基合金製）と、直径１ｍｍ、厚さ０．４ｍｍの円板状のチップ（白金ニッケル合金製）とを準備した。研磨ディスクを用いて電極母材の表面と裏面とを乾式研磨し、長さ６ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第１面および第２面を電極母材の表面および裏面にそれぞれ作った。チップも同様に表面および裏面を乾式研磨し、第３面および第４面を作った。

[0049] レーザマイクロスコープ（ＶＫ－Ｘ１１０／Ｘ１００）によって電極母材の第１面および第２面の算術平均粗さＲａを測定し（測定範囲は２．７×１ｍｍの矩形の範囲）、種々の算術平均粗さの第１面（チップ側の面）及び第２面（第１電極側の面）をもつサンプル１～３に層別した。階級幅は０．５μｍ、サンプルは各１０個とした。チップは、第３面および第４面の算術平均粗さが０．４５～０．８μｍのものを３０個準備した。

[0050] サンプルの層別後、実施例１で使用した抵抗溶接機（電源方式は単相交流式）を用い、第１電極および第２電極によりチップ及び電極母材の厚さ方向に３３０Ｎの荷重を加えながら電流（目標実効値１０００Ａ）を通電し（通電サイクルを７、通電電流の立ち上がりであるスロープを２とし）、抵抗溶接を行った。溶接後は実施例２と同じ冷熱試験を行い、試験後、チップの中心軸を含む研磨断面を作成した。

[0051] 金属顕微鏡を用いて研磨断面を観察し、電極母材とチップとの間に存在する酸化スケール（チップが剥離した部分）の長さＬを測定した。サンプル１０個のうち、長さＬ（ｍｍ）をチップの直径（１ｍｍ）で除した値が０．３を超えたものが５個以上存在するサンプルを不合格（×）、そうでないサンプルを合格（○）とした。

[0052]

[表1]

	階級値(μm)		判定
	第1面	第2面	
サンプル1	2	4	×
サンプル2	3	3	○
サンプル3	4	2	○

表１は試験結果の一覧表である。表１に示すように、第１面（チップ側の面）の算術平均粗さが第２面（第１電極側の面）の算術平均粗さ以上のサンプル２及び３は合格、第１面の算術平均粗さが第２面の算術平均粗さより小さいサンプル１は不合格であった。サンプル２及び３は、第１面の算術平均粗さが第２面の算術平均粗さ以上なので、電極母材の第１面とチップとの接触抵抗を確保できたと推察される。その結果、抵抗溶接時のジュール熱を確保することができ、電極母材とチップとの接合強度を確保し、冷熱試験に合格したと推察される。

[0053] （実施例４）

スパークプラグのサンプルを以下の方法によって製造した。まず、絶縁体の軸孔に中心電極を挿入した後、軸孔に挿入した端子金具と中心電極との導通を確保した。次に、予め接地電極の電極母材が接合された主体金具を絶縁体の外周に組み付けた。次いで、研磨ブラシで電極母材を乾式研磨した後、乾式研磨したチップを抵抗溶接によって電極母材に接合し、１０個のサンプルを得た。

[0054] 実施例１と同様に、幅２．７ｍｍ、厚さ１．３ｍｍの矩形板状の電極母材（ニッケル基合金製）と、直径１ｍｍ、厚さ０．４ｍｍの円板状のチップ（白金ニッケル合金製）とを用いた。乾式研磨によって長さ６ｍｍ、幅２．７ｍｍの矩形状の第１面および第２面を電極母材の表面および裏面にそれぞれ

作った。チップも同様に乾式研磨によって第３面および第４面を作った。

[0055] レーザマイクロスコープ（ＶＫ－Ｘ１１０／Ｘ１００）によって測定された第１面および第２面の算術平均粗さ（測定範囲は２．７×１ｍｍの矩形の範囲）は３μｍであった。同様に測定された第３面および第４面の算術平均粗さは０．４５～０．８μｍであった。抵抗溶接後、電極母材の第４面（チップの反対側の面）にノッチを入れ、電極母材を９０度折り曲げたところ、１０個のサンプルのうち２個のサンプルのチップと電極母材との間に剥離が生じた。

[0056] （実施例５）

接地電極の電極母材を主体金具に接合した後、研磨ブラシで電極母材を乾式研磨し、その後に主体金具を絶縁体に組み付け、組み付けた後にチップと電極母材とを抵抗溶接した以外は実施例４と同様にして、実施例５におけるサンプルを１０個作成した。実施例４と同様に、電極母材の第４面（チップの反対側の面）にノッチを入れ、電極母材を９０度折り曲げたところ、１０個のサンプルのうち４個のサンプルのチップと電極母材との間に剥離が生じた。

[0057] 実施例４と実施例５とを比較すると、剥離が生じた数が少ないので、実施例４の方が、チップと電極母材との密着性が安定していた。実施例５は、主体金具を絶縁体に組み付ける前に接地電極の電極母材を研磨したので、研磨してから抵抗溶接を行うまでの間に電極母材の表面に酸化膜等の異物が付着したものと推察される。これに対し、実施例４は主体金具を絶縁体に組み付けた後に接地電極の電極母材を研磨したので、研磨してから抵抗溶接を行うまでの間に電極母材の表面に酸化膜等の異物が生じ難いと推察される。その結果、実施例４はチップの密着強度にばらつきを生じ難くできたと推察される。

[0058] 以上、実施の形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。例えば、電極母

材１３及びチップ１４の形状や寸法などは一例であり適宜設定できる。

[0059] 上記実施の形態では、電源方式が単相交流式の抵抗溶接機を用いる場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。当然のことながら、単相直流式、インバータ式、コンデンサ式等の電源方式を適宜設定できる。

[0060] 上記実施の形態では、電極母材１３の第１面３１の裏に第２面３２を作り、第１電極２１と第２電極２２とを同一直線上に配置する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。第２電極２２との間で電極母材１３とチップ１４とを押圧する押圧部材（図示せず）を第２電極２２と同一直線上に設け、押圧部材とは別に、通電用の第１電極２１を設けて電極母材１３に接触させることは当然可能である。この場合は、第１電極２１が電極母材１３に接触する任意の位置に第２面を作ることができる。

符号の説明

[0061] １０ スパークプラグ

１２ 接地電極

１３ 電極母材

１４ チップ

２１ 第１電極

２２ 第２電極

３１ 第１面

３２ 第２面

３３ 第３面

３４ 第４面

請求の範囲

[請求項1] 第１電極と第２電極との間に電流を流す抵抗溶接によって、貴金属を含有するチップを電極母材に接合し接地電極を得るスパークプラグの製造方法であって、

前記チップと接触する面積以上の広さの第１面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことにより前記電極母材に作る第１工程と、前記第１電極と接触する面積以上の広さの第２面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことにより前記電極母材に作る第２工程と、を有する電極母材調整工程と、

前記電極母材の前記第１面と前記チップとを接触させ、前記電極母材の前記第２面に前記第１電極を接触させ、且つ、前記チップに前記第２電極を接触させた後に、前記第１電極と前記第２電極との間に電流を流し抵抗溶接を行う溶接工程と、を備え、

前記電極母材調整工程では、前記第１面の算術平均粗さが、前記第２面の算術平均粗さ以上となるようにす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] 前記チップのうち、前記電極母材と接触する面を第３面とし、前記第２電極と接触する面を第４面としたとき、

前記電極母材の前記第１面および前記第２面の算術平均粗さは２～４μｍであり、前記チップの前記第３面および前記第４面の算術平均粗さは０．４～０．８μｍ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] 筒状の絶縁体の外周に、前記接地電極が接合された筒状の主体金具を組付ける組付け工程を備え、

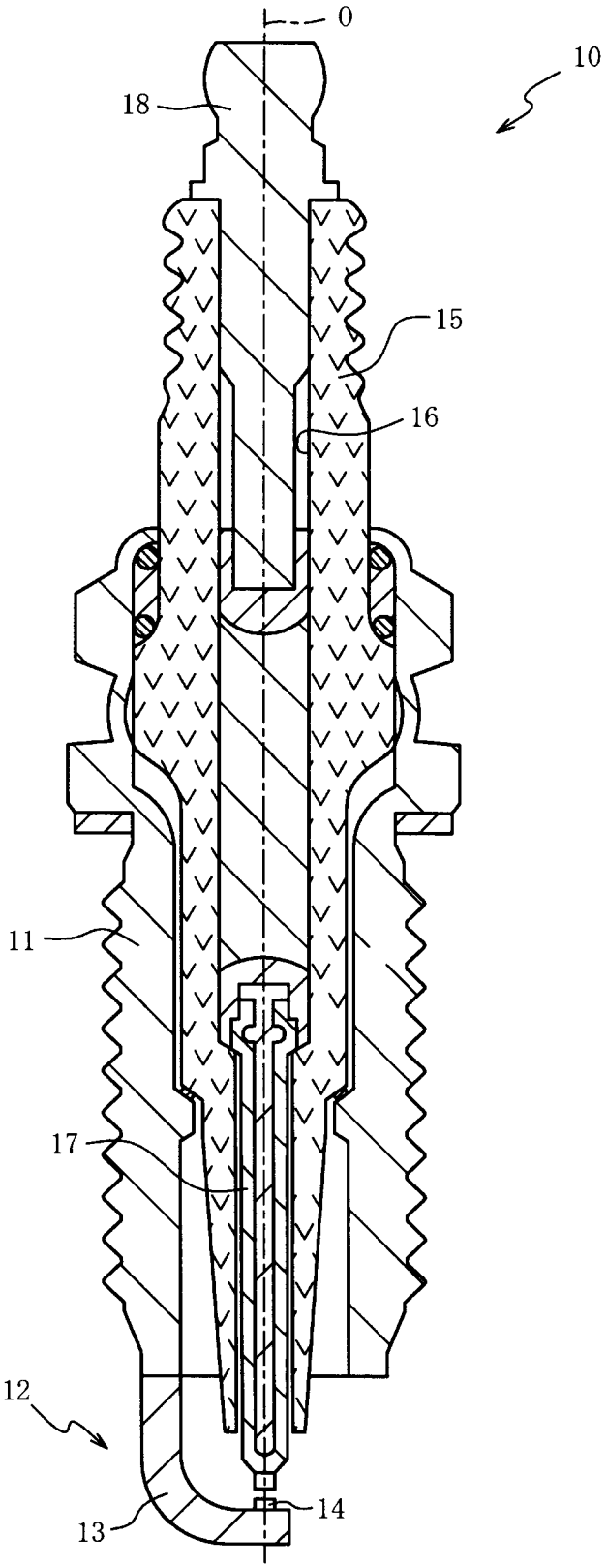
前記組付け工程の後に、前記電極母材調整工程が行われることを特徴とする請求項１又は２に記載のスパークプラグの製造方法。

[請求項4] 前記第３面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことにより前記チップに作る第３工程と、

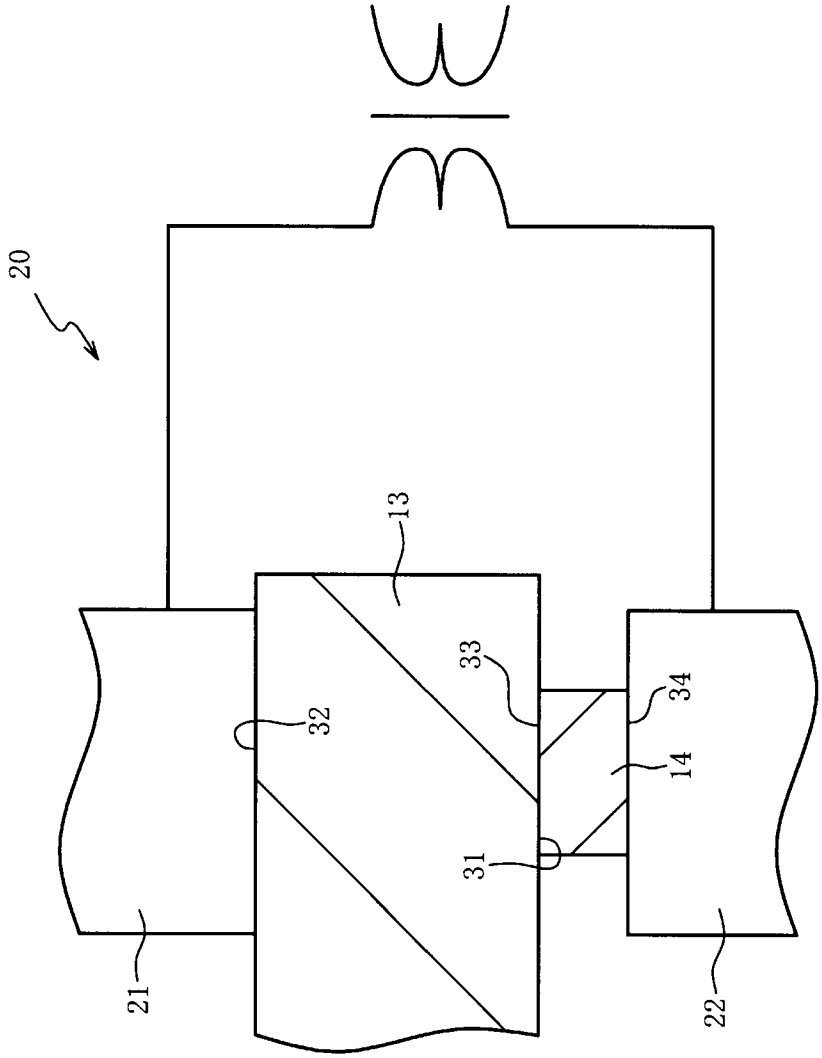
前記第４面を、研磨および研削の少なくとも一方を行うことにより前記チップに作る第４工程と、

を備えることを特徴とする請求項２に記載のスパークプラグの製造方法。

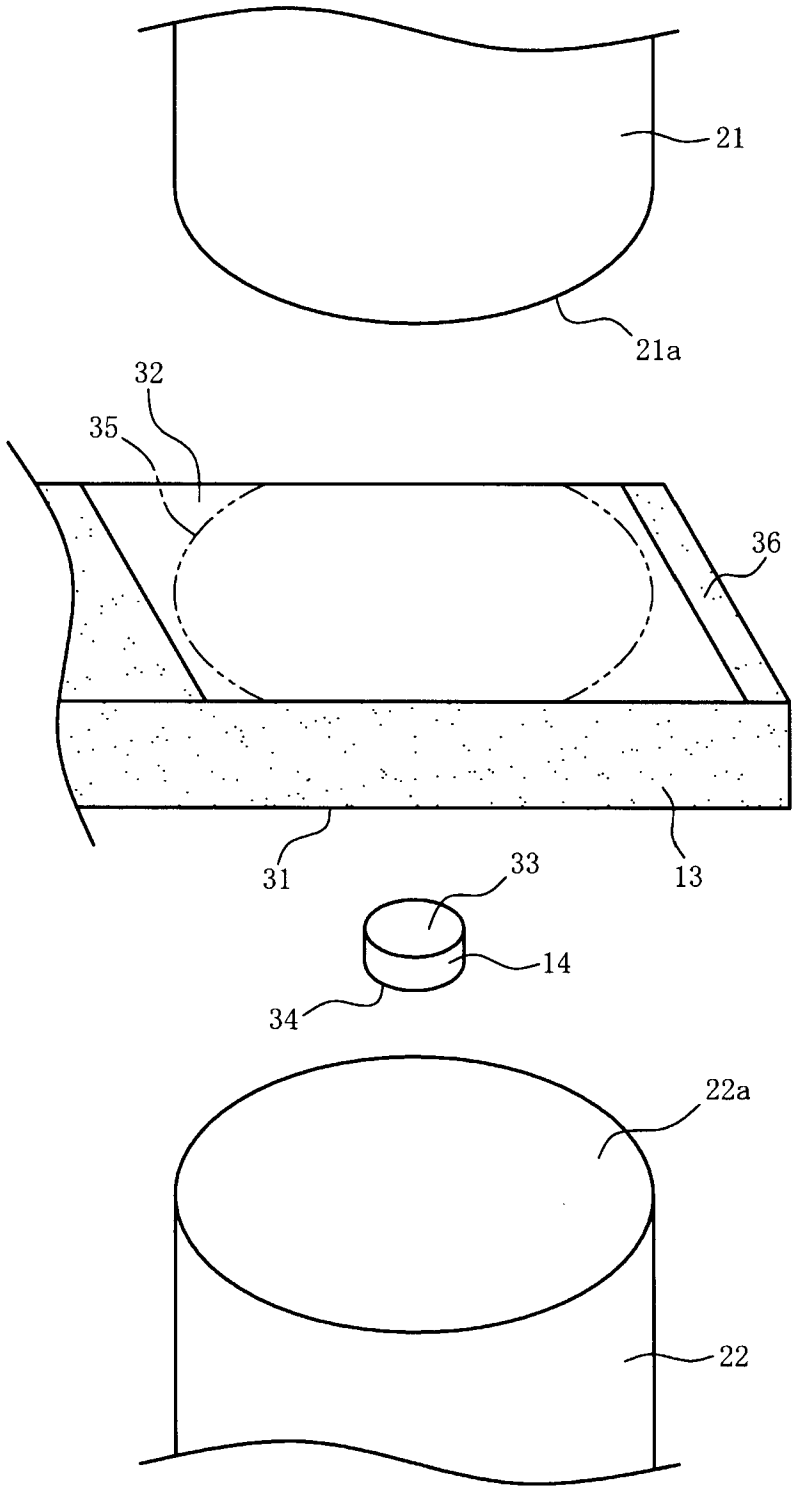
[図1]



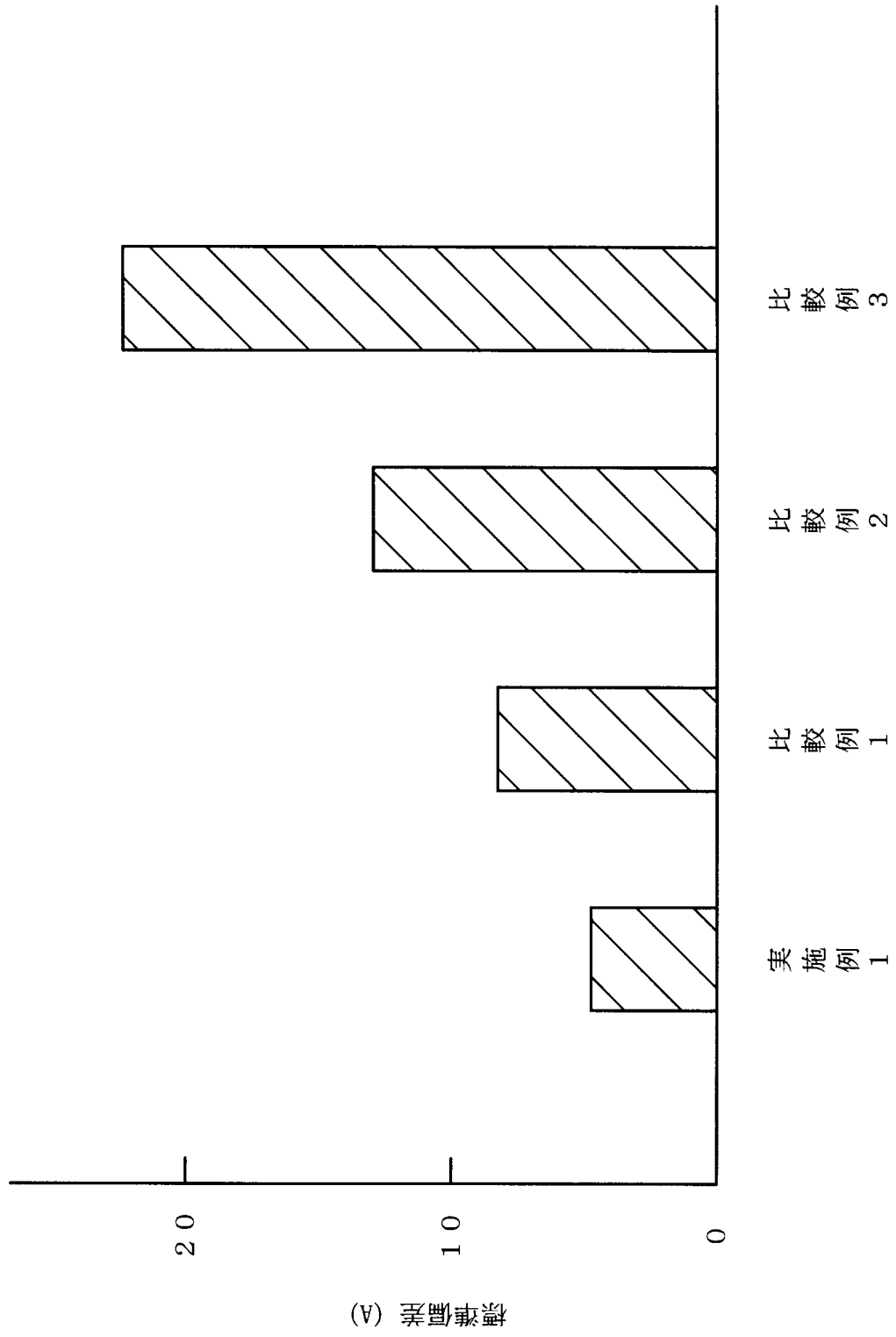
[図2]



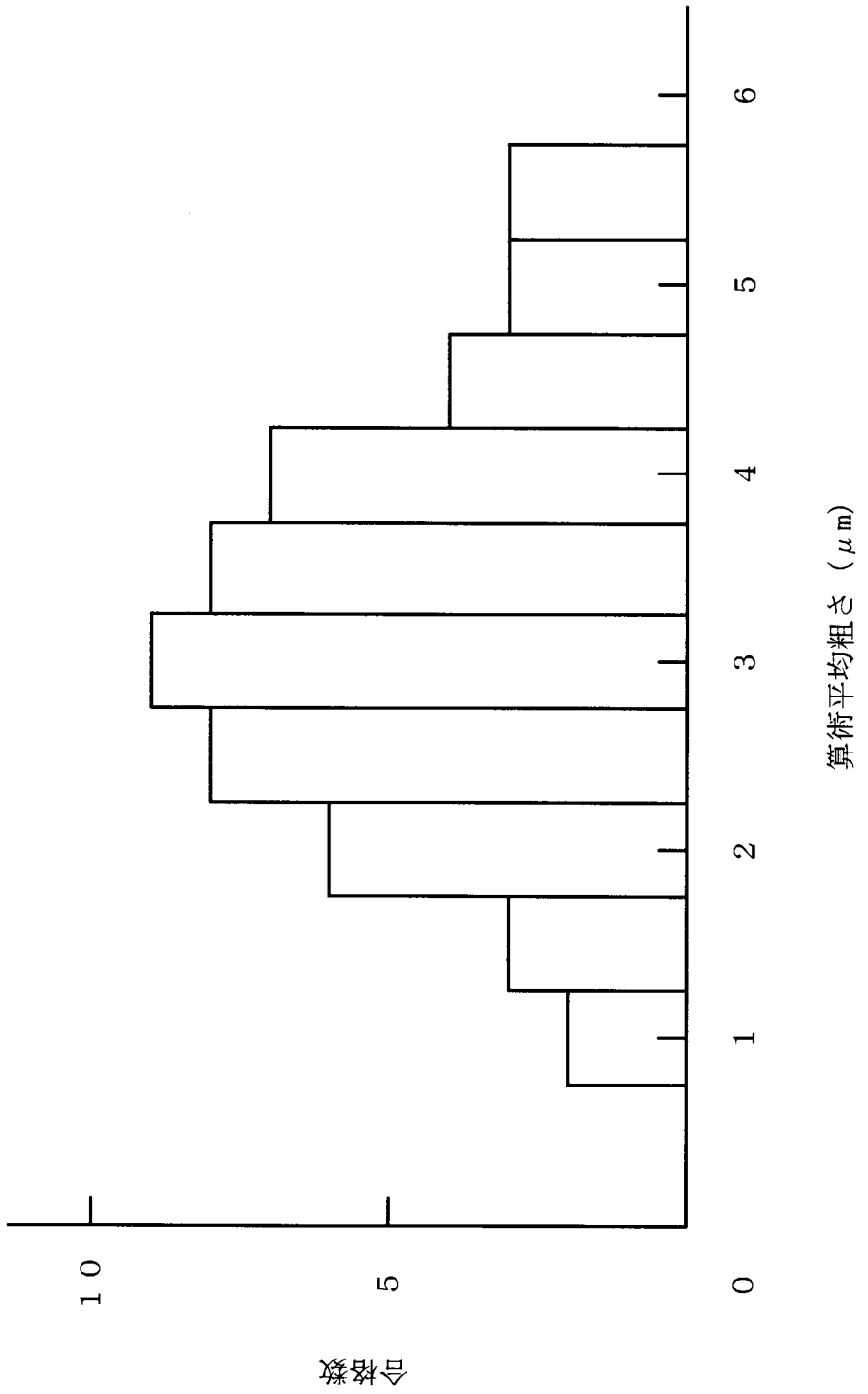
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/016253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01T13/20(2006.01)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)
H01T13/20, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2015-153724 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 24 August 2015 (24.08.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2003-123937 A (Denso Corp.), 25 April 2003 (25.04.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)	13 June 2017 (13.06.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１６２５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01T13/20(2006.01)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.　H01T13/20, 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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2015-153724 A（日本特殊陶業株式会社）2015.08.24, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2003-123937 A（株式会社デンソー）2003.04.25, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4

☐　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の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	国際調査報告の発送日
３０．０５．２０１７	１３．０６．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｔ　３８２４
段　吉享
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６８