

(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2017-10830
(P2017-10830A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 3/48 (2006.01)	H05B 3/48	3K092
F23Q 7/00 (2006.01)	F23Q 7/00	V
	F23Q 7/00	605M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-126354 (P2015-126354)
(22) 出願日 平成27年6月24日 (2015.6.24)

(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 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72) 発明者 榊原 邦啓
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) 3K092 PP16 QA01 QB08 QB13 QB24
QB71 RA02 RB08 RB21 VV35

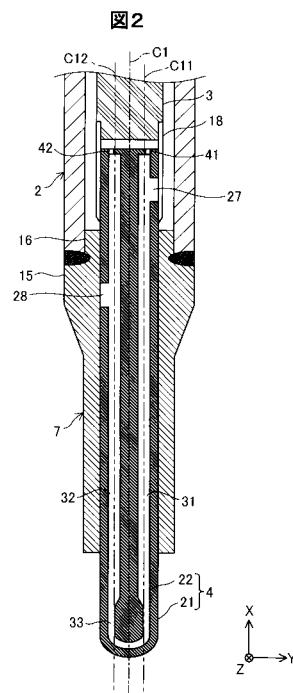
(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ及びその製造方法、並びにグロープラグ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 焼成後のセラミックヒータの中間成形体の加工の際にクラックが生じることを抑制する。

【解決手段】 基体と、2つのリード部及び2つのリード部の一方の端部同士を接続する連結部を含む導電部と、を有するセラミックヒータの製造方法は、(a) 2つの焼成前リード部と焼成前連結部と導電端部とを備える導電部の中間成形体の作成工程と、(b) セラミックヒータの中間成形体の作製工程と、(c) セラミックヒータの中間成形体の焼成工程と、(d) 焼成後のセラミックヒータの中間成形体を加工してセラミックヒータを作製する工程と、を備え、工程(b)は、工程(c)後のセラミックヒータの中間成形体のうち、導電端部の2つのリード部と接続する接続部位近傍における導電端部の2つの断面部間の最小距離が0.7mm以下となるようにセラミックヒータの中間成形体を作製してなる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁性セラミックを含有し、軸線方向に延設する基体と、前記基体の内部に埋設され、導電性セラミックを含有する導電部であり、互いに前記軸線方向に沿って延設された2つのリード部、及び前記2つのリード部の一方の端部同士を接続する連結部、を含む導電部と、を有するセラミックヒータの製造方法であって、

(a) 2つの焼成前リード部と、焼成前連結部と、前記2つの焼成前リード部において前記焼成前連結部が配置されている側とは反対側の端部同士を接続する折り返し形状の導電端部と、を備える前記導電部の中間成形体を作成する工程と、

(b) 前記導電部の中間成形体が前記基体の中間成形体に埋設された前記セラミックヒータの中間成形体を作製する工程と、

(c) 前記セラミックヒータの中間成形体を焼成する工程と、

(d) 前記焼成後の前記セラミックヒータの中間成形体を加工することにより、前記セラミックヒータを作製する工程と、

を備え、

前記工程(b)は、前記工程(c)後の前記セラミックヒータの中間成形体のうち、前記導電端部の前記2つのリード部と接続する接続部位近傍における前記軸線方向に垂直な断面を見たときに、前記断面に現われる前記導電端部の2つの断面部の間の最小距離が0.7mm以下となるように、前記セラミックヒータの中間成形体を作製してなることを特徴とする、セラミックヒータの製造方法。

【請求項 2】

請求項1に記載のセラミックヒータの製造方法において、

前記工程(a)は、前記断面を見たときに、前記2つの断面部の形状が、長手方向と前記長手方向に直交する短手方向とを有する形状となるように、前記導電部の中間成形体を作製してなることを特徴とする、セラミックヒータの製造方法。

【請求項 3】

請求項1または請求項2に記載のセラミックヒータの製造方法において、

前記工程(b)は、前記断面を見たときの前記2つの断面部のそれぞれの重心同士を結ぶ方向が、前記セラミックヒータの中間成形体の前記2つのリード部のそれぞれの軸線を結ぶ方向と交差するように、前記セラミックヒータの中間成形体を作製してなることを特徴とする、セラミックヒータの製造方法。

【請求項 4】

請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載のセラミックヒータの製造方法において、

前記工程(a)は、前記断面を見たときの前記2つの断面部のそれぞれの重心間の距離が、前記セラミックヒータの中間成形体の前記2つのリード部のそれぞれの軸線間の距離よりも長くなるように、前記導電部の中間成形体を作製してなることを特徴とする、セラミックヒータの製造方法。

【請求項 5】

絶縁性セラミックを含有し、軸線方向に延設する基体と、

前記基体の内部に埋設され、導電性セラミックを含有する導電部であり、互いに前記軸線方向に沿って延設された2つのリード部、及び、前記2つのリード部の一方の端部同士を接合する連結部、を含む導電部と、

を備えるセラミックヒータであって、

前記導電部は、さらに前記2つのリード部において前記連結部が配置されている側とは反対側の端部にそれぞれ自身の一端が接続され、自身の他端のそれぞれが前記基体の外表面に露出している2つの導電突出部を有し、

前記2つの導電突出部の間の前記外表面に沿った最小距離は、0.7mm以上であることを特徴とする、セラミックヒータ。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

請求項 5 に記載のセラミックヒータを備えることを特徴とする、グロープラグ。

【請求項 7】

セラミックヒータを有するグロープラグの製造方法であって、

前記セラミックヒータは、請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載のセラミックヒータである、グロープラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セラミックヒータ及びその製造方法、並びにセラミックヒータを備えるグロープラグ及びその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、内燃機関における点火補助に用いられるグロープラグとして、絶縁性セラミックからなる基体内部に導電性セラミックからなる導電部が配置されたセラミックヒータ（以下、単に「ヒータ」とも呼ぶ）を備えたグロープラグが用いられている。導電部は、互いに略平行に配置された棒状の 2 つのリード部と、これら 2 つのリード部の一方の端部同士を接続する略 U 字形状の連結部と、各リード部から基体の外周表面に向けて突出する電極部とを有し、電極部を介して連結部に通電されることにより、ヒータが発熱する。

【0003】

また、ヒータの製造過程における焼成前の導電部の搬送や取り回しの便宜のため、焼成前の導電部に、2 つのリード部における連結部とは反対側の端部同士を接続する略 U 字形状の部位（以下、「導電端部」と呼ぶ）が設けられることがある（特許文献 1 参照）。このような焼成前の導電部の周りを焼成前の基体が覆うようにしてヒータの中間成形体を製作する工程と、かかる中間成形体が焼成される工程と、焼成により得られた成形体に対する切削や研磨等の工程とを経て、ヒータが完成する。このうち、切削や研磨等の工程において、導電端部が除去され、2 つのリード部間の絶縁が確保される。なお、かかる工程により、導電端部のうち、全ての部分がヒータから除去されることや、リード部に接する近傍部分を除くその他の部分がヒータから除去されることがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 240080 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

基体を構成する絶縁性セラミックと、導電部および導電端部を構成する導電性セラミックとの熱膨張率の差に起因し、ヒータの中間成形体を切削および研磨等の加工する際に、導電端部近傍においてクラックが生じる問題がある。特に、近年のグロープラグの小径化傾向により、リード部と導電端部との接合部分近傍の断面を見たときに、導電端部において各リード部に接する 2 つの部位の間の断面に沿った最小距離は非常に小さい。このため、基体のうち、上記 2 つの部位に挟まれた部分において、熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点が近接してクラックが発生し易いという問題がある。そこで、このような焼成後のヒータの中間成形体の加工の際にクラックが生じることを抑制する技術が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

【0007】

(1) 本発明の一形態によれば、絶縁性セラミックを含有し、軸線方向に延設する基体と

50

、前記基体の内部に埋設され、導電性セラミックを含有する導電部であり、互いに前記軸線方向に沿って延設された2つのリード部、及び前記2つのリード部の一方の端部同士を接続する連結部、を含む導電部と、を有するセラミックヒータの製造方法が提供される。このセラミックヒータの製造方法は：(a)2つの焼成前リード部と、焼成前連結部と、前記2つの焼成前リード部において前記焼成前連結部が配置されている側とは反対側の端部同士を接続する折り返し形状の導電端部と、を備える前記導電部の中間成形体を作成する工程と；(b)前記導電部の中間成形体が前記基体の中間成形体に埋設された前記セラミックヒータの中間成形体を作製する工程と；(c)前記セラミックヒータの中間成形体を焼成する工程と；(d)前記焼成後の前記セラミックヒータの中間成形体を加工することにより、前記セラミックヒータを作製する工程と；を備え、前記工程(b)は、前記工程(c)後の前記セラミックヒータの中間成形体のうち、前記導電端部の前記2つのリード部と接続する接続部位近傍における前記軸線方向に垂直な断面を見たときに、前記断面に現われる前記導電端部の2つの断面部の間の最小距離が0.7mm以下となるように、前記セラミックヒータの中間成形体を作製してなることを特徴とする。

10

この形態のセラミックヒータの製造方法によれば、工程(c)後、すなわち焼成後のセラミックヒータの中間成形体のうち、導電端部の2つのリード部と接続する接続部位近傍における軸線方向に垂直な断面を見たときに、断面に現われる導電端部の2つの断面部の間の最小距離が0.7mm以下となるように、セラミックヒータの中間成形体を作製してなるので、工程(c)および(d)を実行する際に、2つの断面部の間の距離を、比較的大きくできる。このため、2つの断面部に挟まれた部分において、熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点が近接することを抑制でき、工程(d)において焼成後のセラミックヒータの中間成形体を加工する際にクラックが生じることを抑制できる。

20

【0008】

(2)上記形態のセラミックヒータの製造方法において、前記工程(a)は、前記断面を見たときに、前記2つの断面部の形状が、長手方向と前記長手方向に直交する短手方向とを有する形状となるように、前記導電部の中間成形体を作製してなることを特徴としてもよい。この形態のセラミックヒータの製造方法によれば、2つの断面部の形状を長手方向とそれと直行する短手方向とを有する形状にできる。このため、例えば、2つの断面部の短手方向が2つの断面部に挟まれた部分を介して略平行となるように配置した場合に、断面部が真円形状を有する構成に対して、断面部の断面積を大きくして成形体強度を向上させることと、2つの断面部の間の距離を比較的大きくしてクラック発生を抑制することとを両立できる。

30

【0009】

(3)上記形態のセラミックヒータの製造方法において、前記工程(b)は、前記断面を見たときの前記2つの断面部のそれぞれの重心同士を結ぶ方向が、前記セラミックヒータの中間成形体の前記2つのリード部のそれぞれの軸線を結ぶ方向と交差するように、前記セラミックヒータの中間成形体を作製してなることを特徴としてもよい。この形態のセラミックヒータの製造方法によれば、断面を見たときの2つの断面部のそれぞれの重心同士を結ぶ方向が2つのリード部のそれぞれの軸線を結ぶ方向と交差するようにセラミックヒータの中間成形体を作製されるので、2つの断面部のそれぞれの重心同士を結ぶ方向が2つのリード部のそれぞれの軸線を結ぶ方向と一致する場合に比べて、工程(c)および(d)を実行する際に、2つの断面部の間の距離を比較的大きくできる。

40

【0010】

(4)上記形態のセラミックヒータの製造方法において、前記工程(a)は、前記断面を見たときの前記2つの断面部のそれぞれの重心間の距離が、前記セラミックヒータの中間成形体の前記2つのリード部のそれぞれの軸線間の距離よりも長くなるように、前記導電部の中間成形体を作製してなることを特徴としてもよい。この形態のセラミックヒータの製造方法によれば、2つの断面部のそれぞれの重心間の距離が、セラミックヒータの中間成形体の2つのリード部のそれぞれの軸線間の距離よりも長くなるので、2つの導電端部を2つのリード部よりもより離間させることができ、工程(c)および(d)を実行する

50

際に、2つの断面部の間の距離を比較的大きくできる。

【0011】

(5)本発明の他の形態によれば、セラミックヒータが提供される。このセラミックヒータは、絶縁性セラミックを含有し、軸線方向に延設する基体と、前記基体の内部に埋設され、導電性セラミックを含有する導電部であり、互いに前記軸線方向に沿って延設された2つのリード部、及び、前記2つのリード部の一方の端部同士を接合する連結部、を含む導電部と、を備えるセラミックヒータであり：前記導電部は、さらに前記2つのリード部において前記連結部が配置されている側とは反対側の端部にそれぞれ自身の一端が接続され、自身の他端のそれぞれが前記基体の外表面に露出している2つの導電突出部を有し；前記2つの導電突出部の間の前記外表面に沿った最小距離は、0.7mm以上であることを特徴とする。

10

この形態のセラミックヒータによれば、2つの導電突出部の間の前記外表面に沿った最小距離は、0.7mm以上であるので、セラミックヒータの製造時においてセラミックヒータの中間成形体を加工する際に、2つの導電突出部に挟まれた部分において、熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点が近接することを抑制でき、かかる部分においてクラックが生じることを抑制できる。

【0012】

本発明は、セラミックヒータの製造方法、およびセラミックヒータ以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、グロープラグや、グロープラグの製造方法等の形態で実現することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態としてのセラミックヒータを適用したグロープラグの構成を示す説明図である。

【図2】図1に示すヒータを中心としたグロープラグの部分拡大断面図である。

【図3】ヒータ4の後端側端面を示す説明図である。

【図4】本発明の一実施形態としてのセラミックヒータの製造方法を含むグロープラグ100の製造手順を示す工程表である。

【図5】工程S115において作製される導電部の中間成形体300を示す平面図である。

30

【図6】工程S120において作製される半割り基体の中間成形体400を示す平面図である。

【図7】工程S130完了後におけるヒータの中間成形体500の構成を示す分解斜視図である。

【図8】本焼成後のヒータの中間成形体500を模式的に示す説明図である。

【図9】各試料についての突出部間距離、断面部の短軸の長さ、断面部の長軸の長さ、断面部の面積、および評価試験結果を示す説明図である。

【図10】各試料についての突出部間距離 d_a と残留応力との関係を示すグラフである。

【図11】各試料についての断面部の面積と残留応力の関係を示すグラフである。

【図12】変形例1におけるヒータ4aの後端側端面を示す説明図である。

40

【図13】変形例1のヒータ4aの製造方法における工程S125が実行される様子を模式的に示す断面図である。

【図14】変形例2におけるヒータ4bの後端近傍の構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

A.実施形態：

A1.装置構成：

図1は、本発明の一実施形態としてのセラミックヒータを適用したグロープラグの構成を示す説明図である。グロープラグ100は、棒状の外観形状を有し、主体金具2と、中軸3と、絶縁部材5と、ピン端子8と、外筒7と、ヒータ4と、電極リング18とを備え

50

ている。なお、図 1 では、グロープラグ 100 の軸線 C 1 と平行に X 軸が設定され、X 軸と垂直に Y 軸および Z 軸が設定されている。以降では、グロープラグ 100 において軸線 C 1 に沿ってヒータ 4 が設けられている側（- X 方向側）を、「先端側」と呼び、軸線 C 1 に沿って中軸 3 が配置されている側（+ X 方向側）を、「後端側」と呼ぶ。

【0015】

主体金具 2 は、軸孔 9 を備えた略円筒状の外観形状を有する金属製の部材である。主体金具 2 の外周面において、後端に工具係合部 12 が、中央部分に雄ねじ部 11 が、それぞれ形成されている。工具係合部 12 は、所定の工具と係合可能な外観形状（例えば、六角形状）を有しており、グロープラグ 100 が図示しないエンジンのシリンダヘッド等に取り付けられる際に、所定の工具と係合される。雄ねじ部 11 は、グロープラグ 100 を図示しないエンジンのシリンダヘッドに取り付けるために用いられる。

10

【0016】

中軸 3 は、金属製の丸棒状の部材であり、後端側の一部が主体金具 2 の後端から突出するように、主体金具 2 の軸孔 9 に収容されている。中軸 3 の先端側には、電極リング 18 の一端が嵌めこまれており、電極リング 18 を介してヒータ 4 と電氣的に接続されている。

【0017】

絶縁部材 5 は、後端にフランジ部 6 を有する筒状の外観形状を有し、絶縁性材料により形成されている。絶縁部材 5 の先端側は、主体金具 2 の後端側から軸孔 9 に嵌め込まれており、フランジ部 6 は、工具係合部 12 の後端に接している。絶縁部材 5 の軸孔には、中軸 3 の後端側の一部が挿入されており、絶縁部材 5 は、主体金具 2 の軸線及び中軸 3 の軸線がいずれもグロープラグ 100 の軸線 C 1 と一致するように中軸 3 を固定する。絶縁部材 5 の後端は、ピン端子 8 の先端面と接している。絶縁部材 5 は、主体金具 2 と中軸 3 との間、および主体金具 2 とピン端子 8 との間を電氣的に絶縁する。

20

【0018】

ピン端子 8 は、略円筒状の外観形状を有し、フランジ部 6 と接した状態で、主体金具 2 の後端から突出した中軸 3 の後端部を囲むようにかしめられている。このようにピン端子 8 がかしめられることにより、中軸 3 と主体金具 2 との間に嵌合された絶縁部材 5 が固定され、中軸 3 からの絶縁部材 5 の抜けが防止される。

【0019】

外筒 7 は、軸孔 10 を有する略筒状の外観形状の金属製部材であり、主体金具 2 の先端に接合されている。外筒 7 の後端側には、厚肉部 15 及び係合部 16 が形成されている。係合部 16 は、厚肉部 15 よりも後端側に配置され、外周径が厚肉部 15 の外周径よりも小さい。外筒 7 は、係合部 16 が主体金具 2 の軸孔 9 に嵌められ、厚肉部 15 が主体金具 2 の先端に接するように配置されている。外筒 7 は、ヒータ 4 の軸線がグロープラグ 100 の軸線 C 1 と一致するように、軸孔 10 においてヒータ 4 を保持する。

30

【0020】

ヒータ 4 は、先端が曲面である円柱状の外観形状を有し、外筒 7 の軸孔 10 に嵌め込まれている。ヒータ 4 の先端側の一部は、外筒 7 から突出して図示しない燃焼室内に露出される。ヒータ 4 の後端側の一部は、外筒 7 から突出して主体金具 2 の軸孔 9 に収容されている。ヒータ 4 の詳細構成については後述する。ヒータ 4 は、セラミック系成形材料により成形されている。電極リング 18 は、ヒータ 4 の後端に嵌め込まれている。

40

【0021】

図 2 は、図 1 に示すヒータを中心としたグロープラグの部分拡大断面図である。なお、図 2 において図 1 と同じ構成部には、同じ符号を付して説明を省略する。図 2 に示すように、ヒータ 4 は、基体 21 及び導電部 22 を備えている。基体 21 は、絶縁性セラミックから成り、軸線 C 1 に沿って延設して先端が曲面である略円柱状の外観形状を有し、内部に導電部 22 が埋設されている。

【0022】

導電部 22 は、一对のリード部 31, 32 と、一对の導電突出部 41, 42 と、連結部

50

33と、電極部27, 28とを備えている。一对のリード部31, 32は、それぞれ導電性セラミックからなる棒状の部材であり、基体21内部に配置されている。一对のリード部31, 32は、互いに長手方向が平行となるように、また、それぞれの軸線(軸線)C11, C12がグロープラグ100の軸線C1と平行となるように配置されている。また、一对のリード部31, 32は、3つの軸線C1, C11, C12が、1つの仮想平面上に位置するように配置されている。一方のリード部31の後端寄りの位置には、電極部27が配置されている。電極部27は、リード部31と一体形成され、リード部31に自身の一端が接続されて外周方向に突出して形成されている。電極部27において、リード部31と接続された側とは反対側の端部は、基体21の表面に露出して電極リング18の内周面に接している。このようにして、電極リング18とリード部31とが電氣的に接続される。また、他方のリード部32の後端寄りの位置にも、電極部28が外周方向に突出して形成されている。電極部28において、リード部32に接続された側とは反対側の端部は、基体21の表面に露出して外筒7の内周面に接している。このようにして、外筒7とリード部32とが電氣的に接続される。一对のリード部31, 32は、いずれも連結部33と接続され、連結部33に電流を導く。したがって、電極リング18を介して電氣的に接続された中軸3と、外筒7に係合して電氣的に接続された主体金具2とは、グロープラグ100において、ヒータ4(連結部33)に通電するための電極(陽極及び陰極)として機能する。

10

【0023】

一对の導電突出部41, 42は、それぞれ導電性セラミックからなる短い棒状の外観形状を有し、基体21内部に配置されている。導電突出部41は、本実施形態では、軸線C1と略平行に延設され、その一端が、リード部31における連結部33と接する側とは反対側の端部と接し、他端が基体21の後端側の端面に露出している。同様に、導電突出部42は、軸線C1と略平行に延設され、その一端が、リード部32における連結部33と接する側とは反対側の端部と接し、他端が基体21の後端側の端面に露出している。一对の導電突出部41, 42は、グロープラグ100の製造過程において単一の部位(後述する導電端部)が研磨加工されることにより形成される。

20

【0024】

図3は、ヒータ4の後端側端面を示す説明図である。図3に示すように、ヒータ4の端面の形状、および破線で示す一对のリード部31, 32の形状(断面形状)はいずれも略真円形である。これに対して、ヒータ4の端面に現れた一对の導電突出部41, 42の形状(断面形状)はいずれも楕円である。さらに、導電突出部41の重心、すなわち、導電突出部41の端面における長軸b11と短軸b12との交点である重心cg1と、導電突出部42の重心、すなわち、導電突出部42の端面における長軸b21と短軸b22との交点である重心cg2とを結ぶ方向は、リード部31の軸線C11とリード部32の軸線C12とを結ぶ方向と一致する。

30

【0025】

図3に示すように、一对の導電突出部41, 42は、それぞれ、ヒータ4の中心よりも外周面に近い位置に配置されている。このため、2つの重心cg1, cg2間の距離は、2つのリード部31, 32の軸線C11, C12間の距離よりも長い。そして、本実施形態では、導電突出部41と導電突出部42との間の最短距離da(以下、「突出部間距離da」と呼ぶ)を0.7mm以上としている。このような構成により、一对の導電突出部41, 42を互いに比較的大きく離して配置でき、セラミックヒータ製造時において、一对の導電突出部41, 42の間に相当する部分におけるクラックの発生を抑制できる。

40

【0026】

本実施形態では、ヒータ4の後端側の端面を見たときに、導電突出部41は、リード部31の後端側の端部の輪郭の内部に位置する。また、本実施形態では、ヒータ4の後端側の端面を見たときに、リード部31の中心、すなわち、軸線C11と導電突出部41の重心cg1との間の距離dbは、0.01mm以上且つ0.5mm以下である。この距離dbがより大きいほど、上述の最短距離daをより大きくすることができるので好ましい。

50

また、距離 d_b の上限は、導電突出部 4 1 の外周表面が基体 2 1 の外周表面と一致する際の軸線 C 1 1 と導電突出部 4 1 の重心 $c_g 1$ との間の距離である。なお、本実施形態では、図 3 に示すように、ヒータ 4 の後端側端面における構成は、Y 軸方向に対称である。したがって、上述のリード部 3 1 の軸線 C 1 1 と導電突出部 4 1 の重心 $c_g 1$ との間の距離 d_b は、リード部 3 2 の中心、すなわち、軸線 C 1 2 と導電突出部 4 2 の重心 $c_g 2$ との間の距離と等しい。

【0027】

図 2 に示すように、連結部 3 3 は、U 字状の折り返し形状を有し、2 つのリード部 3 1 , 3 2 の先端側の端部同士を接続する。連結部 3 3 は通電により発熱する部位である。湾曲部分に電流を集中させることによって高温を実現させるために、湾曲部分の径は、連結部 3 3 における他の部分の径や、各リード部 3 1 , 3 2 の径よりも小さい。

10

【0028】

本実施形態では、各リード部 3 1 , 3 2 、各導電突出部 4 1 , 4 2 、および連結部 3 3 を形成する導電性セラミックは、絶縁材料として窒化珪素を主成分とし、導電性材料としてタングステンカーバイドを含有した導電性セラミック材料を焼成等して得られる。

【0029】

A 2 . グロープラグの製造 :

図 4 は、本発明の一実施形態としてのセラミックヒータの製造方法を含むグロープラグ 1 0 0 の製造手順を示す工程表である。まず、導電部 2 2 の成形材料が作製され (工程 S 1 0 5) 、基体 2 1 の成形材料が作製される (工程 S 1 1 0) 。本実施形態において、導電部 2 2 の成形材料は、セラミック及びタングステンカーバイドを主成分とする粉状体であり、例えば、セラミック原料とタングステンカーバイドとバインダと水等をニーダーを用いて混練し、その後スプレードライ法によって造粒して作製することができる。本実施形態では、セラミック原料として窒化珪素を用いるが、窒化珪素に代えて、又は、窒化珪素に加えて、サイアロンや窒化アルミニウムなどを用いることもできる。また、本実施形態では、バインダは、特に限定されるものではなく、例えば、ポリプロピレン等の可塑剤、ワックス及び分散剤等を、1 種又は 2 種以上を混合して用いることができる。導電部 2 2 の成形材料の熱膨張率は、 3.5 ppm/K 以上且つ 4.0 ppm/K 以下である。本実施形態において、基体 2 1 の成形材料は、セラミックを主成分とする粉状体であり、例えば、セラミック原料とバインダと水等を、ニーダー (混練機) を用いて混練し、その後スプレードライ法によって造粒して作製することができる。基体 2 1 の成形材料の熱膨張率は、 3.0 ppm/K 以上且つ 3.5 ppm/K 以下である。なお、セラミック原料およびバインダの種類としては、導電部 2 2 の成形材料と同様な種類を用いてもよい。

20

30

【0030】

導電部の中間成形体 3 0 0 を、工程 S 1 0 5 で得られた成形材料を用いて射出成形にて作製する (工程 S 1 1 5) 。本実施形態において、「導電部の中間成形体 3 0 0」とは、後述する脱脂および焼成工程を経て導電部 2 2 となる部材を意味する。なお、射出成形に代えて、粉末プレス成形、シート積層成形、および鑄込み成形等の任意の成形方法により、導電部の中間成形体 3 0 0 を作製してもよい。

【0031】

図 5 は、工程 S 1 1 5 において作製される導電部の中間成形体 3 0 0 を示す平面図である。導電部の中間成形体 3 0 0 は、上述の一对のリード部 3 1 , 3 2 に対応する一对の焼成前リード部 3 1 1 , 3 1 2 と、連結部 3 3 に対応する焼成前連結部 3 3 0 と、2 つの電極部 2 7 , 2 8 に対応する 2 つの焼成前電極部 3 2 7 , 3 2 8 と、導電端部 3 5 0 とを備えている。一对の焼成前リード部 3 1 1 , 3 1 2 は、後述する脱脂、焼成、研磨および切断等の工程を経て一对のリード部 3 1 , 3 2 となる。焼成前連結部 3 3 0 は、後述する脱脂、焼成、研磨および切断等の工程を経て連結部 3 3 となる。2 つの焼成前電極部 3 2 7 , 3 2 8 は、後述する脱脂、焼成、研磨および切断等の工程を経て 2 つの電極部 2 7 , 2 8 となる。

40

【0032】

50

導電端部 350 は、焼成前連結部 330 (連結部 33) と同様に U 字状の折り返し形状を有し、2つの焼成前リード部 311, 312 の後端側、すなわち焼成前連結部 330 と接続されている側とは反対側の端部同士を接続する。導電端部 350 は、後述する脱脂、焼成、研磨および切断等の工程を経て一对の導電突出部 41, 42 となる。焼成前の導電部 22 の中間成形体 300 は、機械的強度が低く、また、焼成前連結部 330 は細いため、後の工程において、中間成形体 300 を搬送したり取り回ししたりする際に、焼成前リード部 311, 312 および焼成前連結部 330 の割れや折れ等の不具合が発生するおそれがある。そこで、導電端部 350 を設けることにより、導電部の中間成形体 300 を全体として環状に構成して、焼成前リード部 311, 312 の重量による負荷を、焼成前連結部 330 と導電端部 350 とに分散し、焼成前リード部 311, 312 および焼成前連結部 330 の割れや折れ等の不具合の発生を抑制する。

10

【0033】

ここで、工程 S115 では、後述の焼成工程後において、導電端部 350 と焼成前リード部 311, 312 との接続部位近傍における軸線 C1 に垂直な断面を見たときに、かかる断面に現れる導電端部 350 の2つの断面部、すなわち、前述の一对の導電突出部 41, 42 の後端側の端面に相当する部分の間の最小距離が、0.7mm 以上となるように、導電部の中間成形体 300 が形成される。これは、例えば、以下のように実現可能である。まず、導電部の中間成形体 300 の状態において導電端部 350 の形状が異なる複数のサンプルを準備する。これら導電部の中間成形体 300 の複数のサンプルを、後述する半割り基体の中間成形体 400 に配置し、後述するヒータの中間成形体 500 となる複数の

20

【0034】

図4に示すように、導電部の中間成形体 300 の作製が完了すると、半割り基体の中間成形体 400 を、工程 S110 で得られた成形材料を用いて射出成形にて作製する(工程 S120)。本実施形態において、「半割り基体の中間成形体 400」とは、後述する脱脂や焼成等の加熱工程を経て基体 21 の一部となる部材を意味する。半割り基体とは、基体 21 を図2に示す3つの軸線 C1, C11, C12 を通る仮想平面で切断した場合の一方の部材を意味する。かかる半割り基体は、基体 21 の略半分の部材となる。

30

【0035】

図6は、工程 S120 において作製される半割り基体の中間成形体 400 を示す平面図である。半割り基体の中間成形体 400 は、略直方体の外観形状を有し、厚さ方向の一方の端面にキャビティ 410 が形成されている。キャビティ 410 は、導電部の中間成形体 300 に対応する形状、より具体的には、かかる導電部の中間成形体 300 の厚さ方向(軸線 C1 と垂直な方向)の半分に対応する形状を有する。キャビティ 410 は、2つの電極収容部 417, 418 と、導電端部収容部 450 とを有する。後の工程において、キャビティ 410 には、導電部の中間成形体 300 の厚さ方向の半分が配置される。このとき、電極収容部 417 には、焼成前電極部 327 の厚さ方向の半分が収容される。また、電極収容部 418 には焼成前電極部 328 の厚さ方向の半分が、導電端部収容部 450 には、導電端部 350 の厚さ方向の半分が、それぞれ収容される。

40

【0036】

図4に示すように、半割り基体の中間成形体 400 の作製が完了すると、半割り基体の中間成形体 400 に、導電部の中間成形体 300 を配置する(工程 S125)。上述のように、導電部の中間成形体 300 の厚さ方向の下半分が、半割り基体の中間成形体 400 のキャビティ 410 内に配置される。上述のように、一对の焼成前リード部 311, 312 の両端が、焼成前連結部 330 および導電端部 350 により支持されているため、この工程 S125 において、導電部の中間成形体 300 を取り回す際に、一对の焼成前リード部 311, 312 および焼成前連結部 330 の損傷が抑制される。

50

【 0 0 3 7 】

半割り基体の中間成形体 4 0 0 に配置された導電部の中間成形体 3 0 0 に、基体用金型装置を被せる様にしてセットし、基体用金型装置を用いて工程 S 1 1 0 で製作された材料を射出成形して、後述の図 7 に示すように、基体 2 1 の上半分を成形すると同時にヒータの中間成形体 5 0 0 を得る（工程 S 1 3 0）。本実施形態において、「ヒータの中間成形体 5 0 0」とは、後述する脱脂、焼成、研磨および切断等の工程を経てヒータ 4 となる部材を意味する。図 7 は、工程 S 1 3 0 完了後におけるヒータの中間成形体 5 0 0 の構成を示す分解斜視図である。

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、工程 S 1 3 0 においてヒータの中間成形体 5 0 0 が得られると、ヒータの中間成形体 5 0 0 の脱脂が実行される（工程 S 1 3 5）。ヒータの中間成形体 5 0 0 には、バインダが含まれているので、加熱（仮焼成）することにより、かかるバインダが取り除かれる。例えば、ヒータの中間成形体 5 0 0 を、8 0 0 で 6 0 分加熱してもよい。工程 S 1 3 5 の後、本焼成が実行される（工程 S 1 4 0）。かかる本焼成では、工程 S 1 3 0 のいわゆる仮焼成に比べて高温で加熱が行なわれる。例えば、1 7 5 0 で加熱してもよい。このとき、ヒータの中間成形体 5 0 0 が加圧されて、いわゆるホットプレスが行われる。

【 0 0 3 9 】

研磨加工及び切断加工が実行される（工程 S 1 4 5）。この工程 S 1 4 5 では、工程 S 1 4 0 により得られた焼成体の外周面の研磨および先端部の曲面加工が行なわれる。図 8 は、本焼成後のヒータの中間成形体 5 0 0 を模式的に示す説明図である。図 8 では、理解の便宜のために、焼成後の導電部の中間成形体 3 0 0 を実線で表している。また、図 8 では、工程 S 1 4 5 において研磨および曲面加工後のヒータ 4 の外周表面を破線で表している。

【 0 0 4 0 】

図 8 に示すように、工程 S 1 4 5 により、2 つの電極部 2 7 , 2 8 が、基体 2 1 の表面から露出する。また、焼成後の導電端部 3 5 0 の後端側は、研磨により取り除かれる。これに対して、焼成後の導電端部 3 5 0 の先端側、すなわち、一对のリード部 3 1 , 3 2 と接続する側の一部は、工程 S 1 4 5 により研磨されずに残存する。これにより、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 が形成される。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、ヒータ 4 の直径が 3 . 0 mm 以上且つ 3 . 5 mm 以下の範囲となるまで研磨が行なわれる。なお、最終的なヒータ 4 の直径としては、3 . 1 mm 以上且つ 3 . 3 mm 以下の範囲がより好ましい。

【 0 0 4 2 】

上述した図 4 に示す工程 S 1 0 5 ~ S 1 4 5 により、ヒータ 4 が完成する。その後、図 1 に示すグロープラグ 1 0 0 の各構成部が組みつけられ（工程 S 1 5 0）、グロープラグ 1 0 0 が完成する。なお、上述の工程 S 1 0 5 ~ S 1 4 5 は、ヒータ 4 の製造方法を示す工程表に相当する。

【 0 0 4 3 】

以上説明した実施形態のヒータ 4 の製造方法によれば、工程 S 1 4 0 後、すなわち、焼成後のヒータの中間成形体 5 0 0 のうち、導電端部 3 5 0 の 2 つのリード部 3 1 , 3 2 と接続する接続部位近傍における軸線 C 1 方向に垂直な断面を見たときに、かかる断面に現れる導電端部 3 5 0 の 2 つの断面部（本実施形態では、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 の端面に相当）の間の距離、すなわち、突出部間距離の最小距離が 0 . 7 mm 以下となるように、ヒータの中間成形体 5 0 0 を作製しているため、工程 S 1 4 0 およびその後の加工工程（工程 S 1 4 5）を実行する際に、2 つの断面部の間の距離を比較的大きくできる。このため、2 つの断面部に挟まれた部分において、基体 2 1 のセラミック材料と導電部 2 2 のセラミック材料との熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点が近接することを抑制でき、工程 S 1 4 5 において焼成後のヒータの中間成形体 5 0 0 を研磨等加工する際にクラ

10

20

30

40

50

ックが生じることを抑制できる。特に、2つの電極部27, 28がヒータ4の後端側に設けられているために、ヒータ4の後端に配置されることとなる断面部近傍において、上述の熱膨張率の差に起因する応力が増加し易い。しかしながら、突出部間距離を0.7mm以上としているので、断面部近傍における残留応力を小さくしてクラックの発生を抑制できる。

【0044】

また、導電部の中間成形体300を作製する際に、導電端部350の2つのリード部31, 32と接続する部位近傍における軸線C1方向に垂直な断面を見たときに、2つの断面部の形状が楕円となるように導電部の中間成形体300を作製し、また、これらの2つ断面部を、それぞれの短軸方向が2つの断面部に挟まれた部分を介して平行となるように配置しているので、断面部が真円形状を有する構成に比べて断面部の面積を大きくして成形体の強度を向上させること、および、断面部が真円形状を有する構成に比べて2つの断面部の間の距離を比較的大きくしてクラック発生を抑制することを両立できる。

10

【0045】

B. 実施例：

上述の実施形態のグロープラグの製造方法のうち、ヒータの製造方法（工程S105～S145）に従って、複数のセラミックヒータ（以下、「試料」とも呼ぶ）を製造した。これらの複数の試料は、断面部、すなわち、一对の導電突出部41, 42の後端側の端面に相当する部分の大きさ又は形状において互いに異なるように製造された。より具体的には、各試料の製造時において、導電端部350の大きさおよび形状が互いに異なるように、導電部の中間成形体300を作製した。そして、得られた試料における残留応力の測定試験およびクラックの有無の確認試験（以下、これらの試験を単に「評価試験」と呼ぶ）を行った。また、比較例として、複数の試料（セラミックヒータ）を製造した。これら比較例の試料も、断面部、すなわち、一对の導電突出部41, 42の後端側の端面に相当する部分の大きさ又は形状において互いに異なるように製造された。比較例の試料は、突出部間距離daが上記実施形態の範囲（0.7mm以上）から外れた値であった。

20

【0046】

上述の評価試験における残留応力の測定試験は、所定の応力測定装置を用いて測定した。応力測定装置として、株式会社リガク製の残留応力測定装置AUTO MATEを用いた。クラックの有無の確認試験は、各試料の後端側端面を軸線C1に沿って更に2mm平面研磨し、かかる研磨後の面を蛍光探傷液に浸漬後、ブラックライトを照射してクラックの有無を目視確認した。

30

【0047】

図9は、各試料についての突出部間距離、断面部の長軸の長さ、断面部の短軸の長さ、断面部の面積、および評価試験結果を示す説明図である。図10は、各試料についての突出部間距離daと残留応力との関係を示すグラフである。図11は、各試料についての断面部の面積と残留応力との関係を示すグラフである。図10において、横軸は突出部間距離（mm）を表し、縦軸は残留応力（MPa）を表す。図11において、横軸は断面部の面積（mm²）を表し、縦軸は残留応力（MPa）を表す。

40

【0048】

図9において、試料4～7, 9～13は、実施例の試料を示す。また、試料1～3および試料8は、比較例の試料を示す。比較例の試料1～3, 8の残留応力はいずれも161MPa以上であり、クラックの発生が検出された。これは、比較例の試料1～3, 8の突出部間距離daが0.61mm以下であり、2つ導電突出部41, 42が非常に近い位置に配置されているために、基体21と導電突出部41との熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点と、基体21と導電突出部42との熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点とが非常に近接して、断面部近傍における合計の残留応力が非常に大きくなったためであると推測される。これに対して、実施例の試料4～7, 9～13の残留応力はいずれも150MPa以下であり、クラックの発生は検出されなかった。これは、実施例の試料4～7, 9～13の突出部間距離daが0.7mm以上であり、2つ導電突出部41, 42が

50

比較的遠い位置に配置されているために、基体 2 1 と導電突出部 4 1 との熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点と、基体 2 1 と導電突出部 4 2 との熱膨張率の差に起因する残留応力の作用点とが互いに離れて存在し、断面部近傍における合計の残留応力が比較的小さく抑えられたためであると推測される。

【 0 0 4 9 】

ここで、実施例の試料 5 と比較例の試料 1 とを比較すると、断面部の形状（短軸および長軸）および大きさは、互いに等しい。しかしながら、試料 5 の突出部間距離が 0.7 mm であるのに対して、試料 1 の突出部間距離が 0.3 mm であって小さいために、残留応力において大きく異なり、クラックの発生の有無において互いに異なる結果になったものと推測される。

10

【 0 0 5 0 】

実施例の 2 つの試料 5, 6 を比較すると、断面部の大きさおよび形状は互いに等しい。しかしながら、試料 5 の残留応力が 95 MPa であるのに対して、試料 6 の残留応力は 0 MPa であった。試料 5 の突出部間距離 d_a は、0.9 mm と比較的小さいのに対して、試料 6 の突出部間距離 d_a は、1.3 mm と比較的大きい。このため、試料 6 においては、断面部近傍における合計の残留応力がより小さくなるように抑えられたためであると推測される。この傾向は、図 1 1 においても認められる。すなわち、断面部の面積が等しい試料のうち、突出部間距離がより大きい試料ほど残留応力が小さい傾向が認められる。

【 0 0 5 1 】

図 9 において、実施例の 2 つの試料 9, 1 1 を比較すると、突出部間距離はいずれも 0.7 mm で等しい。しかしながら、試料 9 の残留応力は 30 MPa であるのに対して、試料 1 1 の残留応力は 150 MPa であった。試料 9 の断面部の面積は 0.25 mm^2 と比較的小さい。これに対して、試料 1 1 の断面部の面積は 0.63 mm^2 と比較的大きい。断面部の面積が大きい、つまり、導電突出部 4 1, 4 2 が大きいと、これら 2 つの導電突出部 4 1, 4 2 を囲む基体 2 1 との間における熱膨張率の差に起因する応力が大きくなる。このため、試料 1 1 の残留応力は、比較的大きくなったものと推測される。この傾向は、図 1 0 においても認められる。すなわち、突出部間距離が等しい試料のうち、断面部の面積がより大きい試料ほど残留応力が大きい傾向が認められる。なお、試料 9 ~ 1 1 の評価結果から、突出部間距離が 0.7 mm である場合、断面部の断面積を 0.63 mm^2 以下とすることにより、クラックの発生が抑えられることが分かる。突出部間距離が 0.7 mm である場合、断面部の断面積を 0.63 mm^2 よりも大きくすると、残留応力が 150 MPa よりも大きくなり、比較例 1 ~ 3, 8 の結果から認められるクラック発生の残留応力範囲である 161 MPa 以上となって、クラックが発生するおそれがある。

20

30

【 0 0 5 2 】

C. 変形例：

C 1. 変形例 1：

上記実施形態および実施例では、図 3 に示すように、導電突出部 4 1 の重心 c_{g1} と導電突出部 4 2 の重心 c_{g2} とを結ぶ方向は、リード部 3 1 の軸線 C 1 1 とリード部 3 2 の軸線 C 1 2 とを結ぶ方向と一致していたが、これらの方向が互いに交差してもよい。

【 0 0 5 3 】

図 1 2 は、変形例 1 におけるヒータ 4 a の後端側端面を示す説明図である。変形例 1 のヒータ 4 a は、2 つの導電突出部 4 1, 4 2 の配置位置において、上記実施形態のヒータ 4 と異なる。変形例 1 におけるヒータ 4 a のその他の構成は、実施形態のヒータ 4 の構成と同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。図 1 2 において実線の矢印で示す導電突出部 4 1 の重心 c_{g1} と導電突出部 4 2 の重心 c_{g2} とを結ぶ方向は、破線の矢印で示すリード部 3 1 の軸線 C 1 1 とリード部 3 2 の軸線 C 1 2 とを結ぶ方向と交差している。これにより、変形例 1 における突出部間距離 d_c は、実施形態における突出部間距離 d_a に比べて大きい。このため、2 つの断面部近傍における残留応力をより小さくしてクラックの発生をより抑制できる。このように 2 つの重心 c_{g1} , c_{g2} を結ぶ方向と、2 つの軸線 C 1 1, C 1 2 を結ぶ方向とが交差するように

40

50

ヒータ 4 a を作製するための方法について、以下説明する。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 は、変形例 1 のヒータ 4 a の製造方法における工程 S 1 2 5 が実行される様子を模式的に示す断面図である。図 1 3 では、変形例 1 の導電端部収容部 4 5 0 a に、導電部の中間成形体 3 0 0 の導電端部 3 5 0 が収容された状態において、ヒータ 4 a の後端に相当する部分の断面を表している。変形例 1 では、半割り基体の中間成形体 4 0 0 を作製する際に、電端部収容部 4 5 0 a のうち、焼成前の導電突出部（断面部）4 2 が収容される部分の溝 4 5 2 の深さ（半割り基体の中間成形体 4 0 0 の厚さ方向に沿った長さ）を、焼成前の導電突出部（断面部）4 1 が収容される部分の溝 4 5 1 の深さよりも大きく形成する。このため、半割り基体の中間成形体 4 0 0 のキャビティ 4 1 0 に導電部 2 2 の中間成形体 3 0 0 を配置した際に、図 1 3 に示すように、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 の配置位置は、半割り基体の中間成形体 4 0 0 の厚さ方向において互いにずれることとなる。このため、その後の工程 S 1 3 0 ~ S 1 4 5 が実行されることにより、ヒータ 4 a の完成体において、上述の 2 つの重心 c g 1 , c g 2 を結ぶ方向と 2 つの軸線 C 1 1 , C 1 2 を結ぶ方向とが交差することとなる。

10

【 0 0 5 5 】

C 2 . 変形例 2 :

上記実施形態では、ヒータ 4 の後端側の端面を見たときに、導電突出部 4 1 は、リード部 3 1 の後端側の端部の輪郭の内部に位置していたが、本発明はこれに限定されない。図 1 4 は、変形例 2 におけるヒータ 4 b の後端近傍の構成を示す説明図である。図 1 4 (a) は、ヒータ 4 b の軸線 C 1 に沿ったヒータ 4 b の後端近傍の断面を示す。図 1 4 (b) は、ヒータ 4 b の後端近傍における軸線 C 1 と垂直な断面を示す。図 1 4 (a) に示すように、変形例 2 の一对の導電突出部 4 1 a , 4 1 b は、湾曲しており、一对のリード部 3 1 , 3 2 との接合部分から後端に向かうにつれて次第に基体 2 1 の外周表面に近づく。このため、一对の導電突出部 4 1 a , 4 1 b と一对のリード部 3 1 , 3 2 との接続位置は、上記実施形態と同じであるが、ヒータ 4 b の後端における一对の導電突出部 4 1 a , 4 1 b (2 つの断面部) は、上記実施形態と比べてより外周表面側に位置し、一部がリード部 3 1 の後端側の端部の輪郭の外部に位置する。以上の構成によれば、突出部間距離 d a をより大きくすることができる。なお、この場合であっても、一对の導電突出部 4 1 a , 4 1 b の外周表面が、基体 2 1 の外周表面に露出しないことを要する。

20

30

【 0 0 5 6 】

C 3 . 変形例 3 :

上記実施形態では、ヒータ 4 は、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 を備えていたが、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 のうちの少なくとも一方を備えていない構成としてもよい。但し、ヒータ 4 の製造方法において導電端部 3 5 0 を備えることを要する。工程 S 1 4 5 における研磨の精度ばらつきによっては、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 のうちの少なくとも一方が研磨により失われる可能性がある。このような構成においても、導電部の中間成形体 3 0 0 において導電端部 3 5 0 が形成されていることにより、上述の工程 S 1 2 5 における導電部の中間成形体 3 0 0 の搬送や取り回しの際に、導電部の中間成形体 3 0 0 が破損することを抑制できる。また、この場合であっても、研磨加工前において、焼成後の導電端部 3 5 0 の 2 つのリード部 3 1 , 3 2 と接続する接続部位近傍における軸線 C 1 方向に垂直な断面を見たときに、かかる断面に現われる導電端部 3 5 0 の 2 つの断面部間の最小距離が 0 . 7 mm 以上となるように、工程 S 1 1 5 において導電部 2 2 の中間成形体 3 0 0 を作製しておくことで、研磨の際に 2 つの断面部に囲まれた部分（接続部位近傍の部分）においてクラックが生じることを抑制できる。

40

【 0 0 5 7 】

C 4 . 変形例 4 :

上記実施形態では、一对の導電突出部 4 1 , 4 2 の断面（断面部）の形状は、楕円であったが、真円、矩形、三角形など任意の形状であってもよい。なお、断面部の形状を、長方形のような長手方向と短手方向とを有する形状とすることにより、上記実施形態におい

50

て楕円形状を採用した場合の効果と同様な効果を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

C 5 . 変形例 5 :

上記実施形態および実施例では、導電部 2 2 の成形材料における導電性材料は、タングステンカーバイドであったが、これに代えて、珪化モリブデンや珪化タングステン等の、任意の導電性材料を用いることができる。

【 0 0 5 9 】

C 6 . 変形例 6 :

上記実施形態では、ヒータ 4 は、グロープラグ 1 0 0 に用いられるセラミックヒータであったが、グロープラグ 1 0 0 に代えて、バーナーの着火用のヒータ、ガスセンサの加熱用ヒータ、D P F (Diesel particulate filter) に使用されるセラミックヒータであってもよい。

【 0 0 6 0 】

本発明は、上記実施形態、実施例および変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する本実施形態、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

2 ... 主体金具

3 ... 中軸

4 , 4 a , 4 b ... ヒータ

5 ... 絶縁部材

6 ... フランジ部

7 ... 外筒

8 ... ピン端子

9 , 1 0 ... 軸孔

1 1 ... 雄ねじ部

1 2 ... 工具係合部

1 3 ... 筒状部

1 4 ... フランジ部

1 5 ... 厚肉部

1 6 ... 係合部

1 7 ... 小径部

1 8 ... 電極リング

1 9 ... リード線

2 1 ... 基体

2 2 ... 導電部

2 7 , 2 8 ... 電極部

3 1 , 3 2 ... リード部

3 3 ... 連結部

4 1 , 4 1 a , 4 2 ... 導電突出部

1 0 0 ... グロープラグ

3 0 0 ... 導電部の中間成形体

3 1 1 ... 焼成前リード部

3 2 7 ... 焼成前電極部

3 2 8 ... 焼成前電極部

10

20

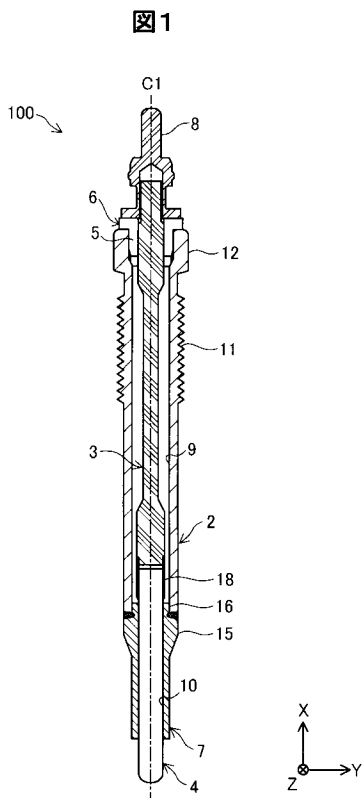
30

40

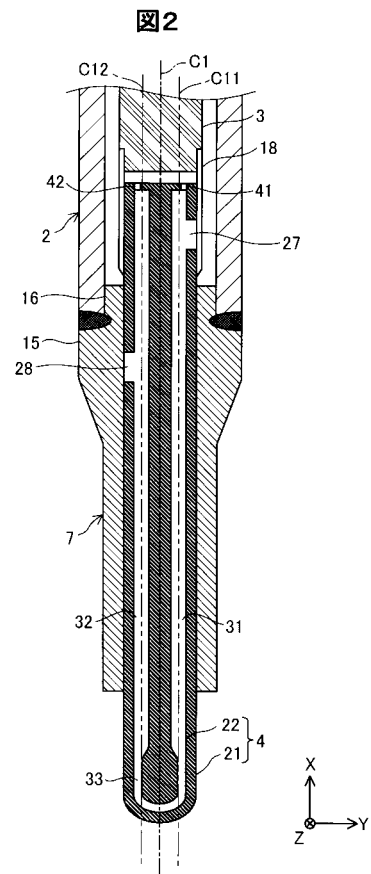
50

- 3 3 0 ... 焼成前連結部
- 3 5 0 ... 導電端部
- 4 0 0 ... 半割り基体の中間成形体
- 4 1 0 ... キャビティ
- 4 1 7 , 4 1 8 ... 電極収容部
- 4 5 0 , 4 5 0 a ... 導電端部収容部
- 4 5 1 , 4 5 2 ... 溝
- 5 0 0 ... ヒータの中間成形体
- C 1 , C 1 1 , C 1 2 ... 軸線
- S 1 ... 端面
- b 1 1 ... 長軸
- b 1 2 ... 短軸
- b 2 1 ... 長軸
- b 2 2 ... 短軸
- c g 1 , c g 2 ... 重心
- d a , d c ... 突出部間距離

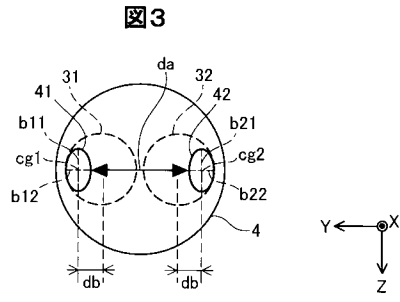
【 図 1 】



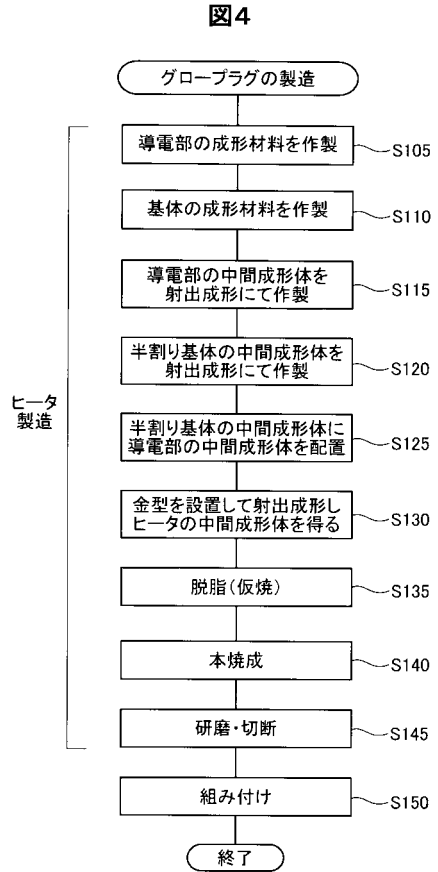
【 図 2 】



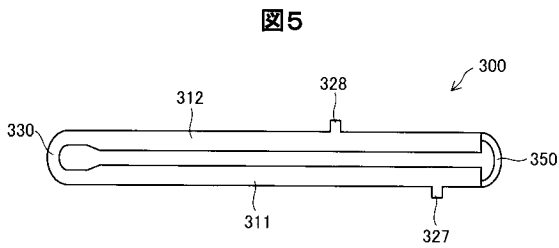
【 図 3 】



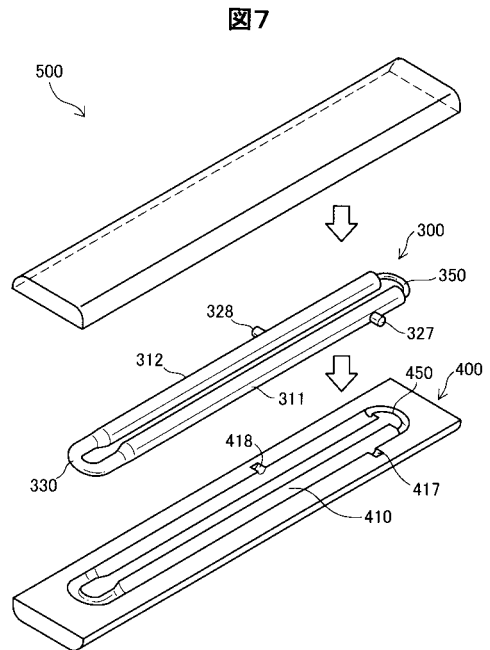
【 図 4 】



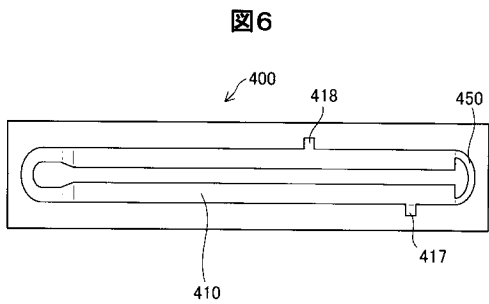
【 図 5 】



【 図 7 】

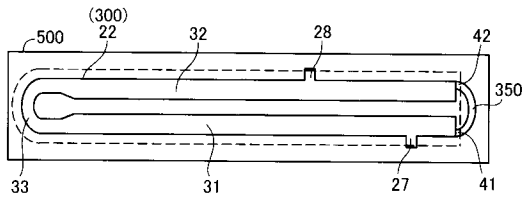


【 図 6 】



【 図 8 】

図8



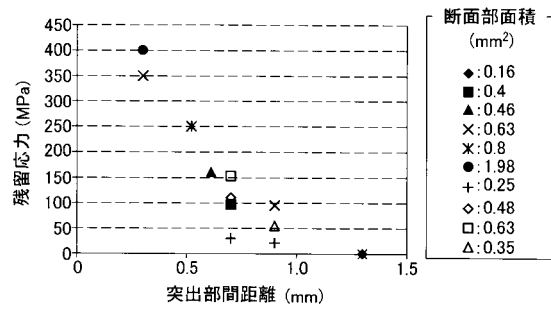
【 図 9 】

図9

No.	突出部間距離(mm)	断面部			残留応力 (MPa)	クラックの有無	
		長軸(mm)	短軸(mm)	断面積(mm ²)			
1	0.3	1.0	0.8	0.63	350	×	(比較例)
2	0.52	1.1	0.9	0.8	250	×	(比較例)
3	0.61	0.9	0.7	0.46	161	×	(比較例)
4	0.7	0.8	0.6	0.4	97	○	(実施例)
5	0.9	1.0	0.8	0.63	95	○	(実施例)
6	1.3	1.0	0.8	0.63	0	○	(実施例)
7	1.3	0.5	0.4	0.16	0	○	(実施例)
8	0.3	1.8	1.4	1.98	400	×	(比較例)
9	0.7	0.6	0.5	0.25	30	○	(実施例)
10	0.7	0.9	0.7	0.48	111	○	(実施例)
11	0.7	1.0	0.8	0.63	150	○	(実施例)
12	0.9	0.6	0.5	0.25	21	○	(実施例)
13	0.9	0.8	0.6	0.35	55	○	(実施例)

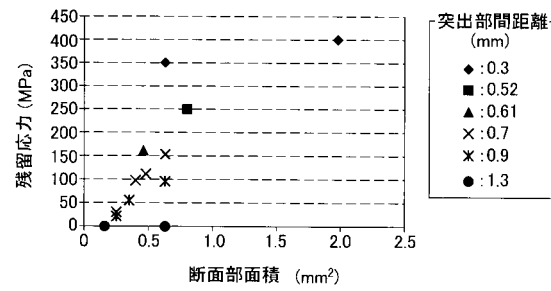
【 図 10 】

図10



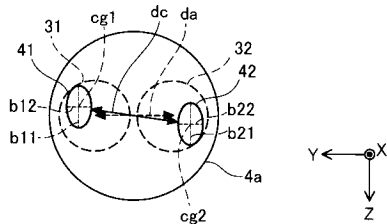
【 図 11 】

図11



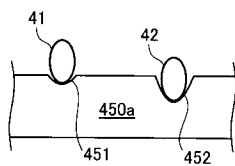
【 図 12 】

図12



【 図 13 】

図13



【 図 14 】

図14

