

(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  
2019年3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

**WO 2019/044153 A1**

(51) 国際特許分類:

*H05B 3/10* (2006.01)      *H05B 3/14* (2006.01)  
*F23Q 7/00* (2006.01)      *H05B 3/18* (2006.01)  
*H05B 3/12* (2006.01)      *H05B 3/48* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/024751

(22) 国際出願日: 2018年6月29日(29.06.2018)

(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 2017-165697 2017年8月30日(30.08.2017) JP

(71) 出願人: ボッシュ株式会社 (BOSCH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1508360 東京都渋谷区渋谷3丁目6番7号 Tokyo (JP).

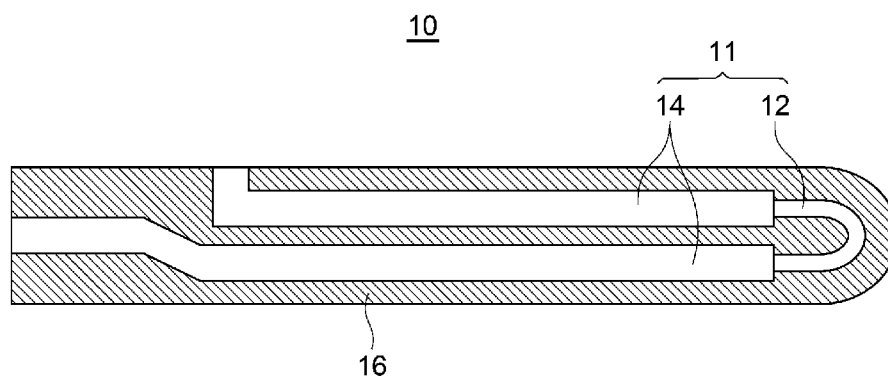
(72) 発明者: 高津 勝美 (TAKATSU Katsumi);  
〒3558603 埼玉県東松山市箭弓町3丁目13番  
26号 ボッシュ株式会社内 Saitama (JP).

(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, JO, JP, 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, 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,

(54) Title: GLOW PLUG CERAMIC HEATER AND GLOW PLUG CERAMIC HEATER PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: グロープラグ用のセラミックヒータ及びグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a ceramic heater which is for a glow plug and has high resistance to thermal shock. The present invention provides a ceramic heater 10 for a glow plug 1 having a leading end section which is to be inserted into the combustion chamber of an internal combustion engine, wherein the ceramic heater has a current conducting member 11 and an insulating member 16 covering the current conducting member 11, and the insulating member 16 contains a nano-composite comprising silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) as the parent phase and silicon carbide (SiC) dispersed into the silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) or contains silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) and nano-size titanium oxide ( $\text{TiO}_2$ ).



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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

(57) 要約：グロープラグ用の高い耐熱衝撃性を備えたセラミックヒータを提供する。内燃機関の燃焼室内に先端部が挿入されるグロープラグ1用のセラミックヒータ10は、導電性部材11と、導電性部材11を覆う絶縁性部材16と、を有し、窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）を母相とし、窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）に炭化珪素（ $\text{SiC}$ ）を分散させたナノコンポジットを絶縁性部材16が含有するか、又は窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）及びナノサイズの酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）を絶縁性部材16が含有する。

## 明 細 書

発明の名称：

グロープラグ用のセラミックヒータ及びグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ディーゼルエンジン等の内燃機関の始動補助として使用されるグロープラグ用のセラミックヒータ及びグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 各種燃焼機器の点火用の加熱用セラミックヒータとして、無機導電材からなる発熱抵抗体を、窒化珪素質焼結体中に埋設したセラミックヒータが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

例えば、窒化珪素質焼結体のセラミックヒータは、高強度を有するとともに、耐熱性、耐熱衝撃性、耐酸化性に優れており、自動車用部品などの熱機関用部品において使用されることがある（例えば、特許文献2参照。）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第2804393号公報  
特許文献2：特許第4651144号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、例えば、窒化珪素質焼結体を用いたセラミックヒータは、ディーゼルエンジン等の内燃機関の始動補助デバイスとしてグロープラグに使用されることがある。

近年、自動車は、排気ガスを再循環する低圧・高圧のEGRや、吸気インタークーラ等のシステムを備えているものが多い。これらのシステムにより

、例えば、排ガス中に含まれる水分が内燃機関の燃焼室に浸入することがある。内燃機関始動補助デバイスとして用いられるセラミックヒータは、内燃機関始動時にはその表面温度が約1300℃まで昇温されることがある。

この内燃機関始動フェーズにおいて、特にコールドスタート時において、高温状態にあるセラミックヒータの表面に燃焼室内に浸入した水が衝突すると、セラミックヒータの表面は急冷される。その結果、セラミックヒータ表面とその内部に大きな温度差が生じてしまい、その熱膨張差のためにセラミックヒータ表面近傍に大きな熱応力が発生する。この熱応力（ヒーター表面の引張応力）によりセラミックヒータが割れ、燃焼室内にセラミックヒータ部材が脱落するおそれがある。

[0005] そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、グロープラグ用の高い耐熱衝撃性を備えたセラミックヒータを提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明は、内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータであって、導電性部材と、前記導電性部材を覆う絶縁性部材と、を有し、前記絶縁性部材は、窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）を母相とし、該窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）にナノサイズの炭化珪素（ $\text{SiC}$ ）を分散させたナノコンポジットを含有することを特徴とする。

[0007] 上記目的を達成するために、さらに、本発明は、内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータであって、導電性部材と、前記導電性部材を覆う絶縁性部材と、を有し、前記絶縁性部材は、窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）及びナノサイズの酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）を含有することを特徴とする。

[0008] また、前記導電性部材は、炭化タングステン（ $\text{WC}$ ）と、前記窒化珪素と、希土類元素化合物とを含有する混合物により形成されていることが好ましい。

[0009] また、前記導電性部材は、チタン（ $\text{Ti}$ ）、バナジウム（ $\text{V}$ ）、クロム（

C r)、マンガン(M n)、鉄(F e)の各元素の少なくとも1つを含有することが好ましい。

[0010] また、前記元素の含有量は、0.5モル%以下であることが好ましい。

[0011] また、前記絶縁性部材は、ガラス組成物としてアルミニウム(A l)、カルシウム(C a)及びマグネシウム(M g)の少なくとも一種を含有することが好ましい。

[0012] また、前記絶縁性部材は、ナノサイズの二珪化モリブデン(M o S i<sub>2</sub>)が分散されていることが好ましい。

[0013] また、前記導電性部材は、発熱体と、該発熱体に接続されたリードとを有し、前記リードは、チタン(T i)、バナジウム(V)、クロム(C r)、マンガン(M n)、鉄(F e)の元素のうち少なくとも一種の酸化物又は窒化物を含有することが好ましい。

[0014] 上記目的を達成するために、さらに、本発明は、内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法であって、導電性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む導電性部材用のコンパウンドにより導電性部材用の成形体を成形する導電性部材成形ステップと、前記導電性部材用の成形体を型内に設置した状態において、前記型内に絶縁性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む絶縁性部材用のコンパウンドを充填し、前記導電性部材用の成形体を覆うように絶縁性部材用の成形体を成形する絶縁性部材成形ステップと、を有し、前記絶縁性部材用のコンパウンドを、90質量%以上の $\alpha$ 型窒化珪素( $\alpha$ -S i<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)を含有する窒化珪素(S i<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)に、炭化珪素(S i C)又は炭化珪素前駆体を混合することにより作成することを特徴とする。

[0015] 上記目的を達成するために、さらに、本発明は、内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法であって、導電性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む導電性部材用のコンパウンドにより導電性部材用の成形体を成形する導電性部材成形ステップと、前記導電性部材用の成形体を型内に設置した状態において、前記型内に絶縁性セラミックス粉

末及び樹脂材料を含む絶縁性部材用のコンパウンドを充填し、前記導電性部材用の成形体を覆うように絶縁性部材用の成形体を成形する絶縁性部材成形ステップと、を有し、前記絶縁性部材用のコンパウンドを、90質量%以上の $\alpha$ 型窒化珪素( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ )を含有する窒化珪素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )に、ナノサイズの酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )又は酸化チタン前駆体を混合することにより作成することを特徴とする。

[0016] また、前記導電性部材用のコンパウンドは、炭化タングステン(WC)と、前記窒化珪素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )と、希土類元素化合物とを含有することが好ましい。

[0017] また、前記絶縁性部材用のコンパウンドに焼結助剤として希土類元素化合物を混ぜることが好ましい。

[0018] また、前記導電性部材用の成形体及び前記絶縁性部材用の成形体をホットプレス焼結することが好ましい。

[0019] また、前記ホットプレス焼結を、ガス圧が0.1～0.3MPaである不活性ガス又は還元性ガス中において実施することが好ましい。

[0020] 上記目的を達成するために、さらに、本発明は、グロープラグであって、上記のセラミックヒータと、前記セラミックヒータの基端部を支持する筒体と、前記セラミックヒータの先端が露出した状態で前記筒体を支持するハウジングとを備えることを特徴とする。

## 発明の効果

[0021] 本発明によれば、機械的特性に優れ、セラミックヒータの耐熱衝撃性が向上する。

## 図面の簡単な説明

[0022] [図1]グロープラグの構成を説明するための断面図である。

[図2]グロープラグのセラミックヒータを示す図である。

[図3]第1の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を示す図である。

[図4]第2の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を示す図である。

[図5]第3の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0023] 本発明の好ましい実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に示す実施形態は一つの例示であり、本発明の範囲において、種々の実施形態をとりうる。

図1は、グロープラグの構成を説明するための断面図である。図2は、グロープラグのセラミックヒータを示す図である。図3は、第1の実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程を説明するための図である。

[0024] [グロープラグ]

<第1の実施形態>

図1に示すように、グロープラグ1は、セラミックヒータエレメント（セラミックヒータ）10と、筒体20と、ハウジング30と、を備えている。

[0025] （セラミックヒータエレメント）

図2に示すように、セラミックヒータエレメント10は、内燃機関の燃焼室内に先端部が挿入される部位であり、導電性部材11と、導電性部材11を覆う絶縁性部材16とを有する。

導電性部材11は、グロープラグ1において通電により加熱される部材であり、U字状に成形された発熱体12と、成形され発熱体12の各端部に接続されたリード14とを有する。

[0026] 発熱体12は、リード14に対して高抵抗性を有する発熱抵抗体である。発熱体12は、例えば、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、チタン（Ti）などを含む炭化物、窒化物、珪化物などを主成分とする材料により形成されている。発熱体12は、特に、高い耐熱性を有するとともに、比抵抗が小さい点で無機導電性を有する炭化タングステン（WC）を含有することが好ましい。

発熱体12は、上記主成分の他に窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）を含有しており、窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）の含有率が20質量%以上であるものが好ましい。例えば、発熱体12となる導体成分は、窒化珪素質セラミックスを含む絶縁性部材16中の窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）と比較して熱膨張率が大きいため、通常

は引張応力がかかった状態にある。これに対して、発熱体 1 2 中に窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を添加することにより、熱膨張率を絶縁性部材 1 6 の熱膨張率に近づけて、セラミックヒータエレメント 1 0 の昇温時及び降温時の熱膨張率の差による応力を緩和することができる。

[0027] また、発熱体 1 2 に含まれる窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率が 4 0 質量% 以下であるときには、発熱体 1 2 の抵抗値を比較的小さくして安定させることができる。したがって、発熱体 1 2 に含まれる窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率は 2 0 ~ 4 0 質量% であることが好ましい。より好ましくは、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率は 2 5 ~ 3 5 質量% がよい。

なお、発熱体 1 2 への同様の添加物として、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の代わりに 4 ~ 1 2 質量% の窒化硼素 (BN) を添加してもよい。

[0028] 発熱体 1 2 は、例えば、矩形の断面形状を有し、一辺 (厚さ) が 0. 5 ~ 1. 5 mm であり、他辺 (幅) が 0. 3 ~ 1. 3 mm であることが好ましい。この範囲内とすることにより、発熱体 1 2 より発生する熱が絶縁性部材 1 6 に効率よく均一に伝達し表面温度分布が均一になる。

[0029] さらに、発熱体 1 2 には、元素周期表第 4 周期の 4, 5, 6, 7, 8 族の元素 (チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)) のうち少なくとも一種類を含有していてもよい。

例えば、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe) の元素の発熱体 1 2 における含有率は、0. 5 モル% 以下であることが好ましい。

また、発熱体 1 2 は、例えば、数十 PPM 程度の酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 等の希土類元素化合物を含む混合物であることが好ましく、後述するように焼結により形成された焼結体である。

[0030] 図 1 に示すように、発熱体 1 2 の両端には、リード 1 4 を介して正側電極 1 2 1 及び負側電極 1 2 2 が設けられている。負側電極 1 2 2 は、絶縁性部材 1 6 の外周面に取り出され、負側電極 1 2 2 を含有する絶縁性部材 1 6 の外周面には、負極側メタライズ部 1 2 3 が形成されている。この負極側メタ

ライズ部 123 は、筒体 20 の内面にロウ付け等によって接合され、負側電極 122 は、導電性を有する金属材料により形成された筒体 20 に電氣的に接続されている。

正側電極 121 は、発熱体 12 が埋設されているグロープラグ 1 又はセラミックヒータエレメント 10 の先端側とは反対の基端側で絶縁性部材 16 の外面に取り出されている。正側電極 121 を含む絶縁性部材 16 の後端面にはメタライズ部 124 が形成されている。このメタライズ部 124 は、ロウ付け等によって他のリード 13 に金属製のスリーブ 13a を介して電氣的に接続されている。

[0031] リード 14 は、一端側で発熱体 12 に接続されるとともに、他端側で絶縁性部材 16 から露出している。リード 14 は、発熱体 12 に対して低抵抗性を有している。リード 14 は、U 字状に延在する発熱体 12 の両端にそれぞれ接続されている。

[0032] リード 14 は無機導電体である炭化タングステン (WC) を主成分とし、これに窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を含有率が 15 質量%以上となるように添加することが好ましい。窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率が増すにつれてリード 14 の熱膨張率を絶縁性部材 16 に含有される窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の熱膨張率に近づけることができる。

窒化珪素の含有率が 40 質量%以下であるときには、リード 14 の抵抗値が小さくなるとともに安定する。したがって、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率は 15～40 質量%が好ましい。より好ましくは、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の含有率は 20～35 質量%とするのがよい。

[0033] さらに、リード 14 には、元素周期表第 4 周期の 4, 5, 6, 7, 8 族の元素 (チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)) のうち少なくとも一種の酸化物及び／又は窒化物が含まれてもよい。

例えば、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe) の元素のリード 14 における含有率は、0.5 モル%

以下であることが好ましい。

リード14は、例えば、数十PPM程度の酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 等の希土類元素化合物を含む混合物であることが好ましく、後述するように焼結により形成された焼結体である。

[0034] リード14は、発熱体12と同じ材料により形成されているが、例えば、形成材料を発熱体12よりも多く含んだり、発熱体12よりも断面積を大きくしたりすることにより発熱体12よりも単位長さ当たりの抵抗値が低くなっている。

[0035] 図2に示すように、絶縁性部材16は、例えば、棒状に焼結により形成された焼結体である。絶縁性部材16は、導電性部材11を被覆しており、より具体的には、絶縁性部材16は、発熱体12及びリード14を覆っている。換言すると、発熱体12及びリード14は、絶縁性部材16に埋設されている。

絶縁性部材16の長さは、例えば、20～50mmに形成され、絶縁性部材16の直径は、例えば、3～5mmである。

[0036] ここで、絶縁性部材16はセラミックスからなることが好ましく、これにより、急速昇温時の信頼性が高いセラミックヒータエレメント10を提供することが可能になる。具体的には、酸化物セラミックス、窒化物セラミックス、炭化物セラミックス等の電氣的な絶縁性を有するセラミックスが挙げられる。

本実施の形態においては、絶縁性部材16は、窒化物セラミックスにより形成されている。より具体的には、絶縁性部材16は、出発材料として窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を含有する窒化珪素質セラミックスにより形成されている。

後述するように、出発材料として $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) を使用するが、焼成処理後の焼結体である絶縁性部材16は、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 中に $\beta$ 型窒化珪素 ( $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) を含んでいることが好ましい。例えば、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 中に50～90質量%以上の $\beta$ 型窒化珪素 ( $\beta\text{-Si}_3$

N<sub>4</sub>) を含んでいることが好ましい。

[0037] 窒化珪素質セラミックスは、主成分である窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) が高強度、高靱性、高絶縁性及び耐熱性の観点で優れている。この窒化珪素質セラミックスは、例えば、主成分の窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) に対して、焼結助剤として 3～12 質量%のイットリウム (Y)、イッテルビウム (Yb)、エルビウム (Er) 等の希土類元素酸化物、0.5～3 質量%の酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、さらに、1.5～5 質量%となるように酸化珪素 (SiO<sub>2</sub>) が混合されている。

[0038] 絶縁性部材 16 に含有される窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) は、当該窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) を母相とし、当該母相にナノサイズの炭化珪素 (SiC) を分散させたナノコンポジットを含んでいる。ここで、「ナノコンポジット」とは、セラミックス母相にナノサイズのセラミックス粒子を複合化させたものである。

炭化珪素 (SiC) の分散により強化された絶縁性部材 16 は、高温における硬度、破壊靱性、クリープ・疲労破壊強度、耐熱衝撃性、熱伝導率、耐食性、最高使用温度等がそれぞれ高く極めて優れた特性を有している。

[0039] また、絶縁性部材 16 として窒化珪素質セラミックスからなるものを用いる場合、ナノサイズの二珪化モリブデン (MoSi<sub>2</sub>) 等を混合し分散させることが好ましい。この場合、母相である窒化珪素質セラミックスの熱膨張率を発熱体 12 の熱膨張率に近づけることができ、セラミックヒータエレメント 10 の耐久性を向上させることができる。

また、絶縁性部材 16 における焼結体粒界にはガラス相が存在し、絶縁性部材 16 は、ガラス組成として、例えば、アルミニウム (Al)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、又はこれらの酸化物を含有している。アルミニウム (Al) は、ガラス相形成成分であり、カルシウム (Ca) 及びマグネシウム (Mg) は、ガラス形成成分である。

[0040] (ハウジング)

ハウジング 30 は、図示しないエンジンのシリンダヘッドへの取付具であ

り、図1に示すように、セラミックヒータエレメント10を筒体20とともに収容するものである。

ハウジング30は、放熱性に優れた熱伝導性の金属材料から形成されている。ハウジング30は、例えば、円筒状に形成されており、セラミックヒータエレメント10は、基端側が部分的に筒体20に支持され、当該筒体20がハウジング30の内部に配置される。この状態において、セラミックヒータエレメント10の先端側は、ハウジング30の先端から外側に突出している。

なお、セラミックヒータエレメント10は、ロウ付けによりハウジング30の内周面に固定してもよい。ハウジング30から突出したセラミックヒータエレメント10の先端部、具体的にはセラミックヒータエレメント10の先端が内燃機関の燃焼室内に挿入される。

[0041] [セラミックヒータエレメントの製造方法]

次に、図3を用いてセラミックヒータエレメント10の製造方法について説明する。

セラミックヒータエレメント10は、例えば、導電性部材11の発熱体12、リード14及び絶縁性部材16の形状の金型を用いた射出成形法、及びホットプレス成形により製造することができる。

[0042] まず、低導電性部材用のコンパウンドを調合する（ステップS1）。具体的には、ステップS1において、導電性セラミック粉末と熱可塑性の樹脂バインダ（樹脂材料）を混ぜ合わせて、発熱体12用の低導電性部材用のコンパウンドを調合する。発熱体12用の低導電性部材用のコンパウンドは、高抵抗性を有するように調合する。

発熱体12を成形するために、炭化タングステン（WC）粉末、 $\alpha$ 型窒化珪素（ $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ）が90%質量以上である窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）粉末、チタン（Ti）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）の少なくとも一種類、及び樹脂バインダを調合する。

なお、低導電性部材用のコンパウンドには希土類元素化合物を混ぜてもよ

い。

次いで、調合した低導電性部材用のコンパウンドを金型内に射出し、図1に示すような形状の発熱体12となる成形体Aを成形する（ステップS2）。

[0043] 次に、導電性セラミック粉末と熱可塑性の樹脂バイнда（樹脂材料）を混ぜ合わせて、リード14用の高導電性部材用のコンパウンドを調合する。リード14用の高導電性部材用のコンパウンドは、発熱体12に対して低抵抗性を有するように調合する（ステップS3）。高導電性部材用のコンパウンドには、チタン（Ti）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）の少なくとも一種の酸化物及び／又は窒化物を添加してもよい。

また、高導電性部材用のコンパウンドには希土類元素化合物を混ぜてもよい。

リード14用の高導電性部材用のコンパウンドは、発熱体12用の低導電性部材用のコンパウンドに含有される各種材料の含有率が異なっている。

[0044] 次に、ステップS2において成形した成形体Aにリード14が一体に成形された成形体Bを成形する（ステップS4）。具体的には、成形体Aが保持されたままの金型に、ステップS3において調合した高導電性部材用のコンパウンドを当該金型内に射出し、図1に示すような形状のリード14を成形体Aに一体に成形して成形体Bを作製する。成形体Bが焼結前の導電性部材11に相当する。

[0045] 次に、絶縁性部材16となる絶縁性部材用のコンパウンドを調合する（ステップS5）。絶縁性部材用のコンパウンドは、 $\alpha$ 型窒化珪素（ $\alpha$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）が90%質量以上である窒化珪素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）粉末に、樹脂バイнда（樹脂材料）、焼結助剤として、例えば、イットリウム（Y）、イッテリビウム（Yb）、エルビウム（Er）等の希土類元素の酸化物（例えば、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等）、及びアルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）若しくはカルシウム（Ca）又はこれらの酸化物（例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、M

g O、Ca O)等を調合することにより製造される。

さらに、この絶縁性部材用のコンパウンドに、ナノサイズの炭化珪素 (SiC) を高分散混合する。これにより、焼結された絶縁性部材 16 においては、窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) を母相として、当該窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) に炭化珪素 (SiC) が分散されたナノコンポジットが含有されることになる。

[0046] 次に、金型内に成形体 B を保持した状態で、金型の一部を絶縁性部材 16 の成形用に交換した後、金型内に絶縁性部材 16 となる絶縁性部材用のコンパウンドを射出成型して、成形体 B を被覆するように絶縁性部材 16 となる成形体を成形して、発熱体 12 及びリード 14 が埋設された成形体 C を作製する (ステップ S6)。

[0047] 次に、ステップ S6 において得られた成形体 C を、500℃未満の低温で脱脂を行い、成形体 C 中のバインダを分解する (ステップ S7)。

[0048] 次に、成形体 C を焼成する (焼結ステップ: ステップ S8)。具体的には、成形体 C を円筒状の炭素製の型に入れた後、不活性ガス又は還元性ガス雰囲気中において、1600℃～1800℃の温度、0.1～30MPa の圧力によりホットプレス焼結を行って成形体 C を成形する。その後、焼結体 (焼結された成形体 C) をグラインディング加工し、セラミックヒータエレメント 10 が完成する。

[0049] なお、ステップ S1、ステップ S3、ステップ S5 における各コンパウンドは、予め用意しておいてもよいし、平行して調合してもよい。

また、ステップ S5 において、ナノサイズの炭化珪素 (SiC) の代わりに、炭化珪素 (SiC) の前駆体 (炭化珪素前駆体) を高分散混合してもよい。炭化珪素 (SiC) の前駆体としては、ポリカルボシラン、ポリカルボシラザン、ポロオルガノシラザンが挙げられる。

[0050] [セラミックヒータエレメントの特性]

以上のようなセラミックヒータエレメント 10 は、その絶縁性部材 16 が、高強度、高靱性、高絶縁性、及び高耐熱性の窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) を主成分となり、当該主成分にナノサイズの炭化珪素 (SiC) が混合されたナノ

コンポジットを含有しているので、例えば、破壊強度、破壊靱性、クリープ・疲労破壊強度、耐熱衝撃性、熱伝導率、耐食性、最高使用温度等を著しく高めることができる。

これにより、内燃機関の燃焼室において高温状態にあるセラミックヒータエレメント 10 の絶縁性部材 16 の表面に水分が衝突して、絶縁性部材 16 の表面とその内部との間に熱膨張差が生じたとしても、高温強度、熱伝導率等が改善されたことにより熱膨張差を僅かな差となるように抑えることができる。かくして、セラミックヒータエレメント 10 が破損することを抑制することができる。

[0051] また、絶縁性部材 16 は、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、二珪化モリブデン ( $\text{MoSi}_2$ ) 等を含んでいるため、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、二珪化モリブデン ( $\text{MoSi}_2$ ) それぞれの表面に酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ ) が保護膜として生成される。

[0052] <第 2 の実施の形態>

次に、グロープラグ 1 の第 2 の実施の形態について説明する。以下では、第 1 の実施の形態と異なる事項について説明する。具体的には、第 2 の実施の形態に係るグロープラグ 1 の絶縁性部材 16 の組成が、第 1 の実施の形態に係るグロープラグ 1 の絶縁性部材 16 の組成とは異なる。

[0053] 本実施の形態においても、絶縁性部材 16 は、窒化物セラミックスにより形成されている。より具体的には、絶縁性部材 16 は、出発材料として窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を含有する窒化珪素質セラミックスにより形成されている。

絶縁性部材 16 は、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 及びナノサイズの金属酸化物、具体的には酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を含有する。

[0054] [セラミックヒータエレメントの製造方法]

次に、図 4 を用いてセラミックヒータエレメント 10 の製造方法について説明するが、ステップ S 11, S 21, S 31, S 41, S 61, S 71, S 81 については、第 1 の実施の形態 S 1 ~ S 4, S 6 ~ S 8 と同じであるので説明を省略する。

図4に示すように、ステップS51において調合する絶縁性部材用のコンパウンドは、 $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) が90%質量以上である窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 粉末に、樹脂バインダ (樹脂材料)、焼結助剤として、例えば、イットリウム (Y)、イッテリビウム (Yb)、エルビウム (Er) 等の希土類元素の酸化物 (例えば、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3$ 等)、及びアルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg) 若しくはカルシウム (Ca) 又はこれらの酸化物 (例えば、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ) 等を調合することにより製造される。

さらに、絶縁性部材用のコンパウンドに、ナノサイズの酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 粉末を添加 (ドーブ) する。例えば、ホソカワミクロン株式会社製の乾式粒子複合化装置『ノビルタ』を用いて、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) に酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を高分散混合する。

[0055] <第3の実施の形態>

次に、グロープラグ1の第3の実施の形態について説明する。以下では、第2の実施の形態と異なる事項について説明する。具体的には、第3の実施の形態に係るグロープラグ1の絶縁性部材16用の絶縁性部材用のコンパウンドの調合が、第2の実施の形態において用いた絶縁性部材用のコンパウンドの調合とは異なる。

[0056] 本実施の形態においても、絶縁性部材16は、窒化物セラミックスにより形成されている。より具体的には、絶縁性部材16は、出発材料として窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を含有する窒化珪素質セラミックスにより形成されている。

絶縁性部材16は、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 及びナノサイズで分散された金属酸化物、具体的には酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を含有する。

[0057] [セラミックヒータエレメントの製造方法]

次に、図5を用いてセラミックヒータエレメント10の製造方法について説明するが、ステップS12, S22, S32, S42, S62, S72, S82については、第2の実施の形態のS11~S41, S61~S81と

同じであるので説明を省略する。

図5に示すように、ステップS52において調合する絶縁性部材用のコンパウンドは、 $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) が90%質量以上である窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 粉末に、樹脂バインダ (樹脂材料)、焼結助剤として、例えば、イットリウム (Y)、イッテリビウム (Yb)、エルビウム (Er) 等の希土類元素の酸化物 (例えば、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 等)、及びアルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg) 若しくはカルシウム (Ca) 又はこれらの酸化物 (例えば、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ ) 等を調合することにより製造される。

さらに、この絶縁性部材用のコンパウンドに、焼成後に酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) となる前駆体 (酸化チタン前駆体) を高分散混合する。

#### [0058] [セラミックヒータエレメントの特性]

第2及び第3の実施の形態におけるセラミックヒータエレメント10は、絶縁性部材用のコンパウンドに酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を含有されているので、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 中の $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) の $\beta$ 型窒化珪素 ( $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) への変態 (相転移) が促進される。例えば、 $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) のうち50~90質量%以上が $\beta$ 型窒化珪素 ( $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) に相転移している。

これにより、焼成後の絶縁性部材16において窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 中の $\beta$ 化率が高くなり、機械的強度、耐熱衝撃強度を大幅に高めることができる。

かくして、内燃機関の燃焼室において高温状態にあるセラミックヒータエレメント10の絶縁性部材16の表面に水滴が衝突して、絶縁性部材16の表面とその内部との間に熱膨張差が生じたとしても、耐熱衝撃強度が大幅に高められたことにより、セラミックヒータエレメント10が破損することを抑制することができる。

## 請求の範囲

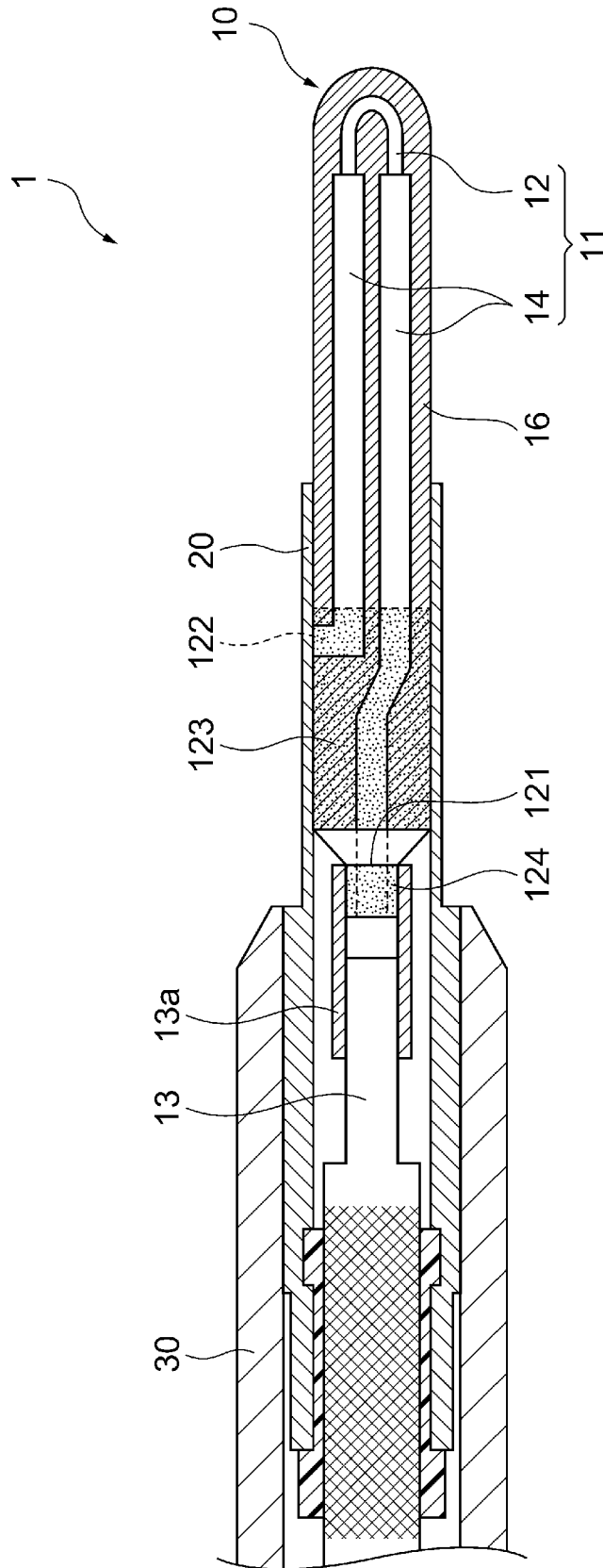
- [請求項1] 内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータであって、  
導電性部材と、  
前記導電性部材を覆う絶縁性部材と、  
を有し、  
前記絶縁性部材は、  
窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) を母相とし、該窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) にナノサイズの炭化珪素 ( $\text{SiC}$ ) を分散させたナノコンポジットを含有する  
ことを特徴とするグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項2] 内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータであって、  
導電性部材と、  
前記導電性部材を覆う絶縁性部材と、  
を有し、  
前記絶縁性部材は、  
窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 及びナノサイズの酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を含有する  
ことを特徴とするグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項3] 前記導電性部材は、炭化タングステン ( $\text{WC}$ ) と、前記窒化珪素と、希土類元素化合物とを含有する混合物により形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項4] 前記導電性部材は、チタン ( $\text{Ti}$ )、バナジウム ( $\text{V}$ )、クロム ( $\text{Cr}$ )、マンガン ( $\text{Mn}$ )、鉄 ( $\text{Fe}$ ) の各元素の少なくとも1つを含有することを特徴とする請求項1から3までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。

- [請求項5] 前記元素の含有量は、0.5モル%以下であることを特徴とする請求項4に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項6] 前記絶縁性部材は、ガラス組成物としてアルミニウム（Al）、カルシウム（Ca）及びマグネシウム（Mg）の少なくとも一種を含有することを特徴とする請求項1から5までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項7] 前記絶縁性部材は、ナノサイズの二珪化モリブデン（MoSi<sub>2</sub>）が分散されていることを特徴とする請求項1から6までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項8] 前記導電性部材は、発熱体と、該発熱体に接続されたリードとを有し、前記リードは、チタン（Ti）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）の元素のうち少なくとも一種の酸化物又は窒化物を含有することを特徴とする請求項1から7までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータ。
- [請求項9] 内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法であって、  
導電性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む導電性部材用のコンパウンドにより導電性部材用の成形体を成形する導電性部材成形ステップと、  
前記導電性部材用の成形体を型内に設置した状態において、前記型内に絶縁性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む絶縁性部材用のコンパウンドを充填し、前記導電性部材用の成形体を覆うように絶縁性部材用の成形体を成形する絶縁性部材成形ステップと、  
を有し、  
前記絶縁性部材用のコンパウンドを、90質量%以上の $\alpha$ 型窒化珪素（ $\alpha$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）を含有する窒化珪素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）に、炭化珪素（SiC）又は炭化珪素前駆体を混合することにより作成することを特徴とするグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。

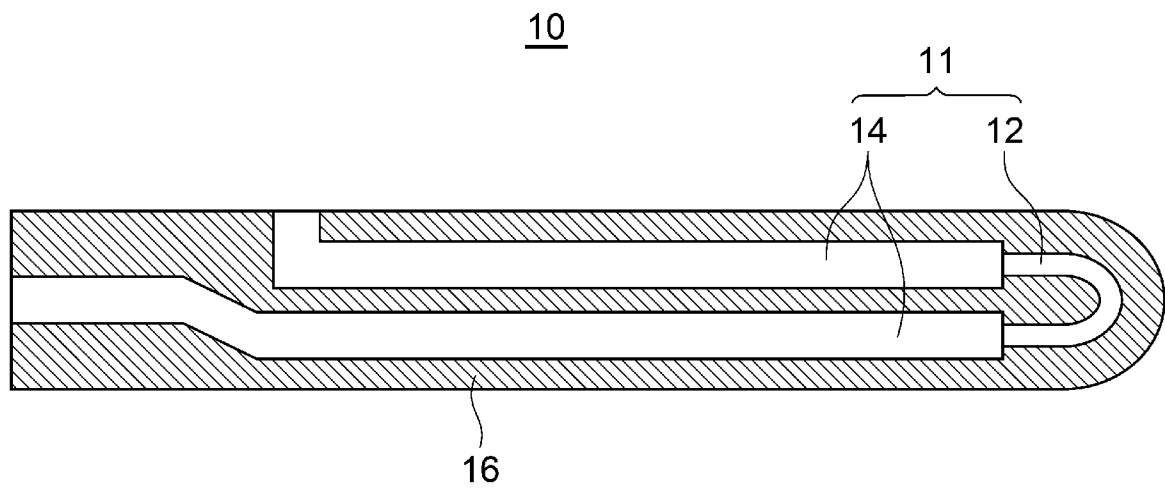
- [請求項10] 内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法であって、
- セラミックス系の導電性部材用のコンパウンドにより導電性部材用の成形体を成形する導電性部材成形ステップと、
- 前記導電性部材用の成形体を型内に設置した状態において、前記型内に絶縁性セラミックス粉末及び樹脂材料を含む絶縁性部材用のコンパウンドを充填し、前記導電性部材用の成形体を覆うように絶縁性部材用の成形体を成形する絶縁性部材成形ステップと、
- を有し、
- 前記絶縁性部材用のコンパウンドを、90質量%以上の $\alpha$ 型窒化珪素 ( $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ) を含有する窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) に、ナノサイズの酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 又は酸化チタン前駆体を混合することにより作成する
- ことを特徴とするグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。
- [請求項11] 前記導電性部材用のコンパウンドに、炭化タングステン (WC) と、前記窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) と、希土類元素化合物とを添加することを特徴とする請求項9又は10に記載のグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。
- [請求項12] 前記絶縁性部材用のコンパウンドに焼結助剤として希土類元素化合物を混ぜることを特徴とする請求項9から11までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。
- [請求項13] 前記導電性部材用の成形体及び前記絶縁性部材用の成形体をホットプレス焼結することを請求項9から12までのいずれか一項に記載のグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。
- [請求項14] 前記ホットプレス焼結を、ガス圧が0.1～30MPaである不活性ガス又は還元性ガス中において実施することを特徴とする請求項13に記載のグロープラグ用のセラミックヒータの製造方法。
- [請求項15] 請求項1から8までのいずれか一項に記載のセラミックヒータと、

前記セラミックヒータの基端部を支持する筒体と、  
前記セラミックヒータの先端が露出した状態で前記筒体を支持するハウジングと  
を備えることを特徴とする内燃機関の燃焼室内に挿入されるグロープラグ。

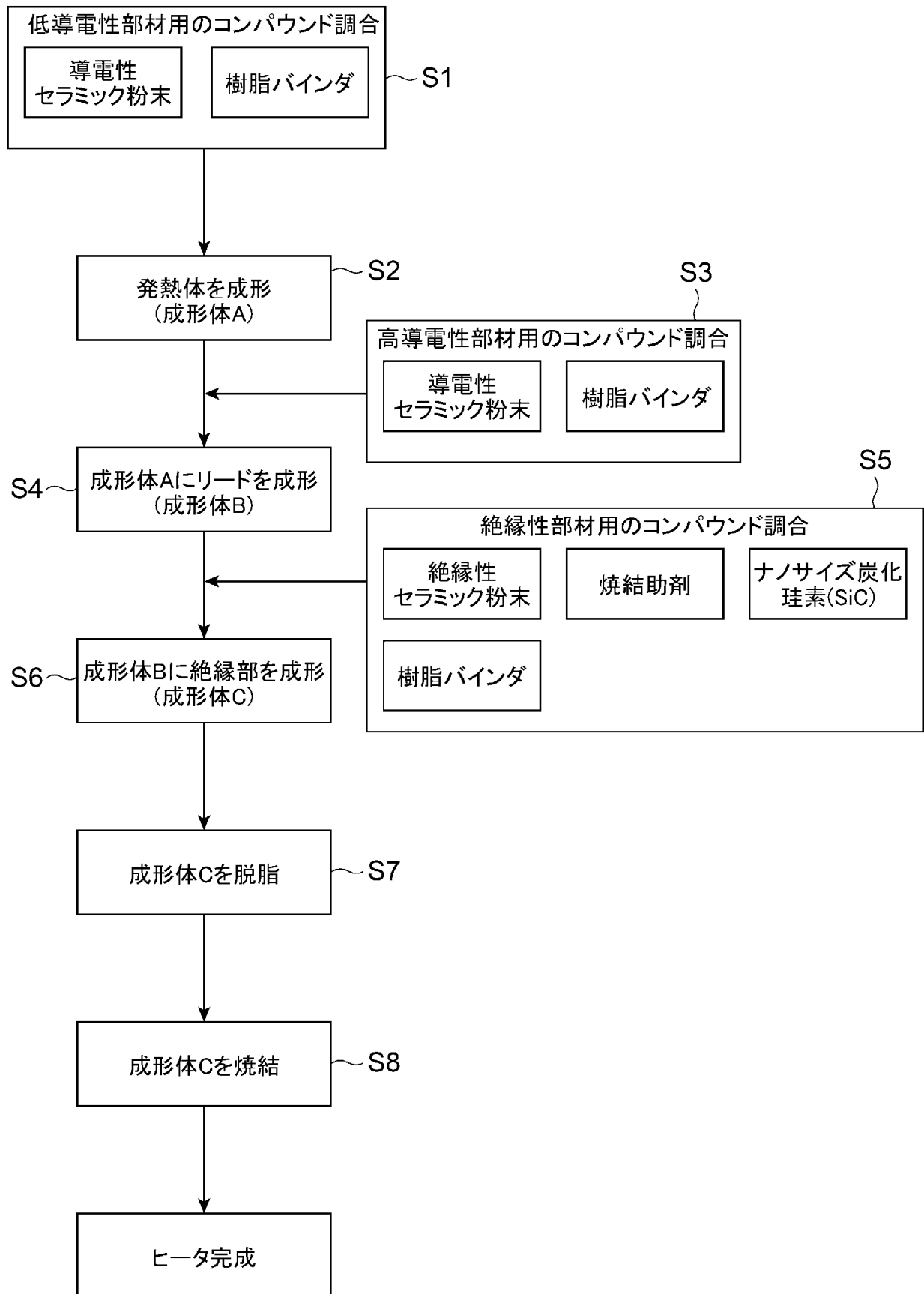
[図1]



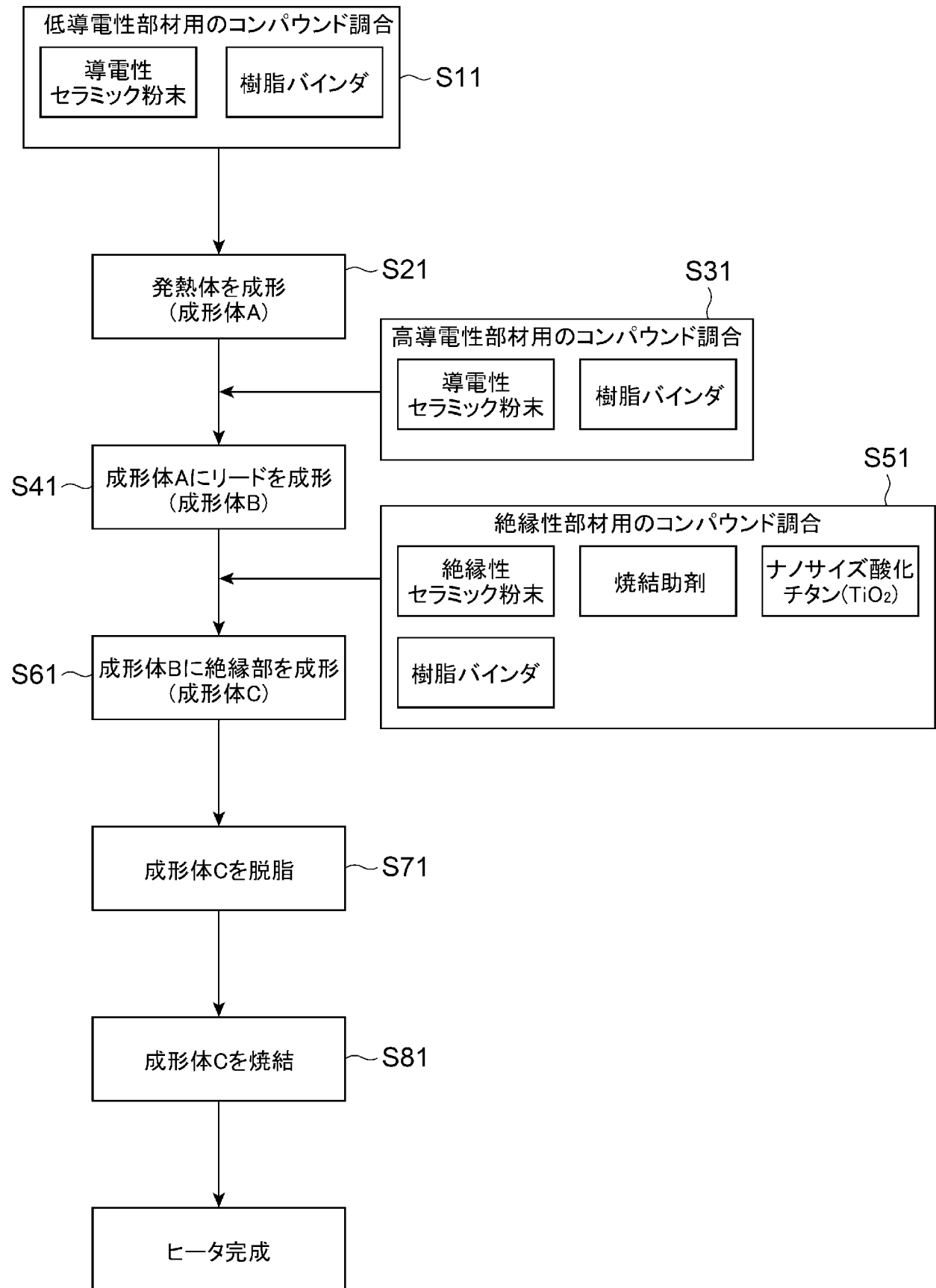
[図2]



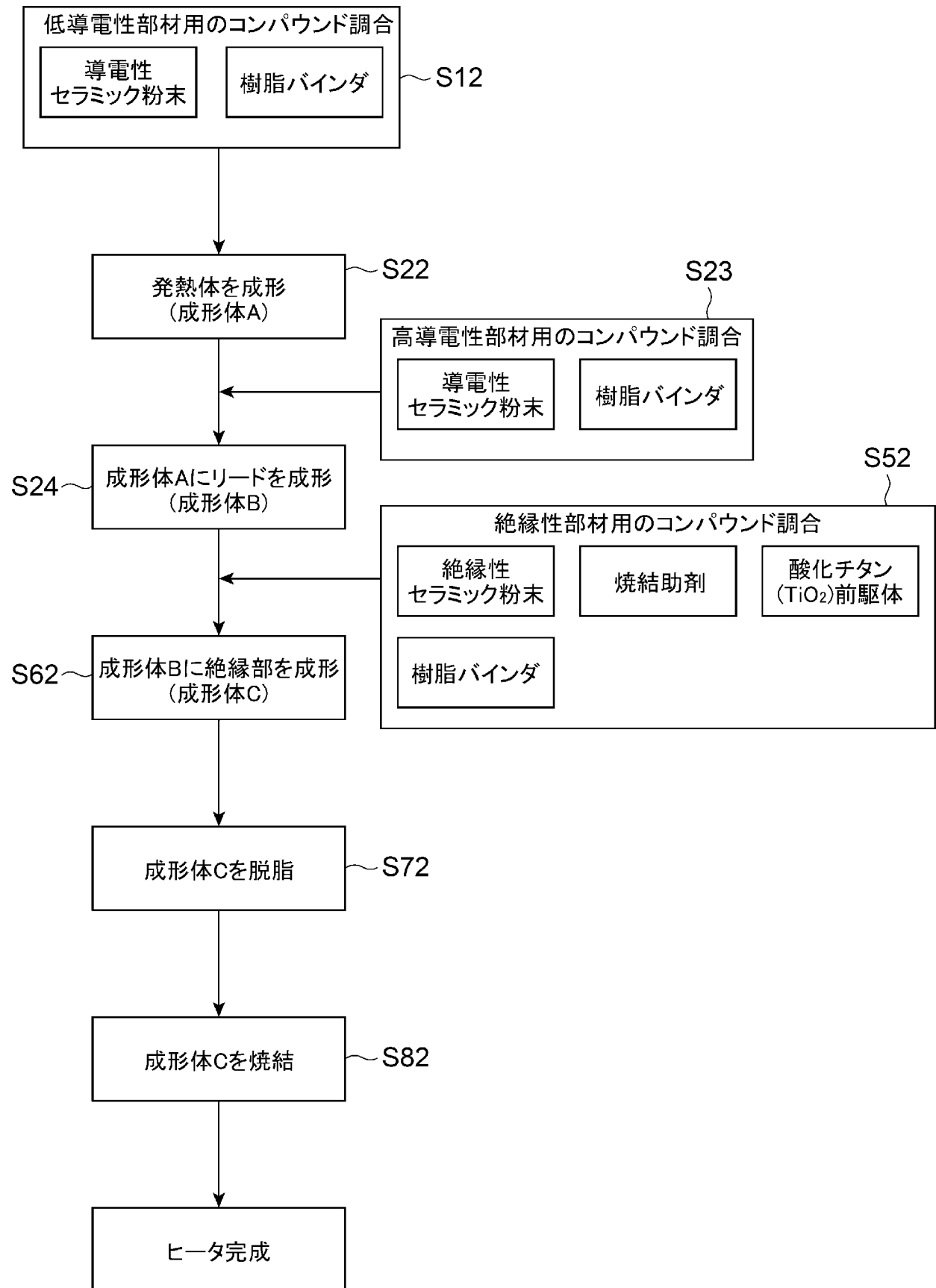
[図3]



[図4]



[図5]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024751

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05B3/10 (2006.01) i, F23Q7/00 (2006.01) i, H05B3/12 (2006.01) i,  
H05B3/14 (2006.01) i, H05B3/18 (2006.01) i, H05B3/48 (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)

Int.Cl. H05B3/10, F23Q7/00, H05B3/12, H05B3/14, H05B3/18, H05B3/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2008-235012 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 02 October 2008, paragraphs [0012], [0024], [0036]-[0040], [0070], fig. 1-3 & US 2009/0194519 A1 (paragraphs [0013]-[0017], [0090]-[0097], fig. 1-3) & WO 2007/135773 A1 & EP 2107854 A1 & CN 101455118 A | 1, 3-9, 11-15         |
| Y         | JP 10-29868 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 03 February 1998, paragraphs [0010]-[0012], [0046] (Family: none)                                                                                                                                               | 1-15                  |

☒ 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  
28 August 2018 (28.08.2018)

Date of mailing of the international search report  
11 September 2018 (11.09.2018)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/024751

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2010-181125 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 19 August 2010, paragraphs [0014], [0022], [0026], [0027], [0038]-0044], fig. 1-3 (Family: none) | 2-8, 10-15            |
| Y         | JP 2001-206774 A (KYOCERA CORP.) 31 July 2001, paragraph [0038] (Family: none)                                                               | 4-8, 15               |
| Y         | JP 5-36470 A (KYOCERA CORP.) 12 February 1993, paragraph [0018] & US 5233166 A (column 4, lines 12-20)                                       | 4-8, 15               |
| Y         | JP 2002-98333 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 05 April 2002, paragraph [0028] & US 2002/0060214 (paragraph [0041]) A1 & EP 1193446 A1           | 4-8, 15               |
| Y         | JP 10-177892 A (KYOCERA CORP.) 30 June 1998, paragraphs [0027], [0028] (Family: none)                                                        | 6-8, 15               |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B3/10(2006.01)i, F23Q7/00(2006.01)i, H05B3/12(2006.01)i, H05B3/14(2006.01)i, H05B3/18(2006.01)i, H05B3/48(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. H05B3/10, F23Q7/00, H05B3/12, H05B3/14, H05B3/18, H05B3/48

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2008-235012 A（日本特殊陶業株式会社）2008.10.02,<br>[0012][0024][0036]-[0040][0070], 図1-3 [& US 2009/0194519<br>A1([0013]-[0017][0090]-[0097], Fig. 1-Fig. 3) & WO 2007/135773 A1<br>& EP 2107854 A1 & CN 101455118 A | 1, 3-9, 11-15  |
| Y               | JP 10-29868 A（本田技研工業株式会社）1998.02.03,<br>[0010]-[0012][0046]（ファミリーなし）                                                                                                                                         | 1-15           |

☑ 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

28.08.2018

国際調査報告の発送日

11.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

根本 徳子

3 L

3 1 2 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                        |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2010-181125 A (日本特殊陶業株式会社) 2010.08.19,<br>[0014] [0022] [0026] [0027] [0038]-0044], 図 1-3 (ファミリーなし) | 2-8, 10-15     |
| Y                     | JP 2001-206774 A (京セラ株式会社) 2001.07.31, [0038] (ファミリーなし)                                                | 4-8, 15        |
| Y                     | JP 5-36470 A (京セラ株式会社) 1993.02.12, [0018] & US 5233166<br>A(column4, line12-20)                        | 4-8, 15        |
| Y                     | JP 2002-98333 A (日本特殊陶業株式会社) 2002.04.05, [0028] & US<br>2002/0060214([0041]) A1 & EP 1193446 A1        | 4-8, 15        |
| Y                     | JP 10-177892 A (京セラ株式会社) 1998.06.30, [0027] [0028] (ファミリーなし)                                           | 6-8, 15        |