

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5123845号  
(P5123845)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>H05B</b>	<b>3/10</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 3/10 A
<b>H05B</b>	<b>3/18</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 3/18
<b>H05B</b>	<b>3/48</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 3/48
<b>H05B</b>	<b>3/14</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 3/14 B
<b>F23Q</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F23Q 7/00 V

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-506322 (P2008-506322)  
 (86) (22) 出願日 平成19年3月20日(2007.3.20)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/055753  
 (87) 国際公開番号 W02007/108490  
 (87) 国際公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)  
 審査請求日 平成22年1月18日(2010.1.18)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-77860 (P2006-77860)  
 (32) 優先日 平成18年3月21日(2006.3.21)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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 110000291  
 特許業務法人コスモス特許事務所  
 (72) 発明者 西原 寛  
 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 小西 雅弘  
 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

審査官 横山 幸弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ及びグローブラグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線方向に延びる形態をなし、通電により自身の先端部が発熱するセラミックヒータであって、

絶縁性のセラミックからなり、前記軸線方向に延びる形態をなす絶縁基体と、  
 導電性のセラミックからなり、前記絶縁基体に埋設されてなる発熱抵抗体と、  
 を備え、

前記発熱抵抗体は、

前記絶縁基体の先端部に埋設され、基端側から先端側に延び、方向転換した後、再び基端側に延びる形態をなし、通電により発熱する発熱部と、

この発熱部の基端にそれぞれ接続し、前記発熱部よりも太く形成され、前記軸線方向の基端側に延びる形態をなす一対のリード部と、

この一対のリード部にそれぞれ接続すると共に、径方向外側に延びて外部に露出する一対のリード取出部と、を含み、

前記軸線方向に直交する前記セラミックヒータの断面のうち、前記リード部が存在する任意の断面において、

この断面の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一対の前記リード部同士の間隙 a が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線とし、

この最小仮想直線上における一対の前記リード部のそれぞれの寸法を b , c としたときに、

10

20

式  $a = 0.15(b + c)$  を満たしてなるセラミックヒータ。

【請求項 2】

軸線方向に延びる円柱状をなし、通電により自身の先端部が発熱するセラミックヒータであって、

絶縁性のセラミックからなり、前記軸線方向に延びる円柱状をなす絶縁基体と、

導電性のセラミックからなり、前記絶縁基体に埋設されてなる発熱抵抗体と、

を備え、

前記発熱抵抗体は、

前記絶縁基体の先端部に埋設され、基端側から先端側に延び、方向転換した後、再び基端側に延びる形態をなし、通電により発熱する発熱部と、

この発熱部の基端にそれぞれ接続し、前記発熱部よりも太く形成され、前記軸線方向の基端側に延びる形態をなす一対のリード部と、

この一対のリード部にそれぞれ接続すると共に、径方向外側に延びて外部に露出する一対のリード取出部と、を含み、

前記軸線方向に直交する前記セラミックヒータの断面のうち、前記リード部が存在する任意の断面において、

前記絶縁基体の直径を  $D$  (mm) とし、

この断面の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一対の前記リード部同士の間隙  $a$  (mm) が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線とし、

この最小仮想直線上における一対の前記リード部のそれぞれの寸法を  $b$  (mm) ,  $c$  (mm) としたときに、

$2D - 10$  を満たし、かつ、

式  $a = D - (b + c) - 0.2$  を満たしてなる

セラミックヒータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のセラミックヒータであって、

更に、式  $a = 0.15(b + c)$  を満たしてなる

セラミックヒータ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載のセラミックヒータを備えるグロープラグ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、グロープラグ等の着火源等に用いられるセラミックヒータ、及び、これを用いたグロープラグに関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンの予熱用に使用されるグロープラグは、近年、特に急速昇温可能なものの需要が増加している。例えば、11Vの印加で2~3秒程度で1000℃に到達する程の昇温性能が求められている。このような要求を満たすために、例えば特許文献1~3では、導電性のセラミックである窒化珪素-炭化タングステン複合焼結体により、先端部(発熱部)が高抵抗で、リード部が低抵抗な発熱抵抗体を形成している。

【0003】

【特許文献1】特開2002-203665号公報

【特許文献2】特開2002-220285号公報

【特許文献3】特開2002-289327号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

しかしながら、例えば特許文献2に記載されているように、低抵抗化のために炭化タングステンの含有量を増加させると、それに比例して窒化珪素-炭化タングステン複合焼結体からなる発熱抵抗体の熱膨張係数も大きくなるため、窒化珪素セラミックからなる絶縁基体との熱膨張係数の差も大きくなる。このため、その製造過程や使用過程において、大きな熱応力を受けることとなり、発熱抵抗体と絶縁基体との界面で両者間に隙間が生じる等の不具合が生じやすくなる。

【0005】

また、急速昇温を実現するために、発熱抵抗体は、先端の発熱部を細くし、リード部を太くする構造としている。それ故、径大化されたリード部では、製造過程や使用過程で掛かる熱応力も大きくなるため、発熱抵抗体と絶縁基体との界面で隙間が生じる等の不具合が生じやすい。また、リード部を導電性セラミックで構成するオールセラミックヒータでは、タングステンリード線を使用するヒータに比して、セラミックヒータの全長が長くなる傾向があるので、製造過程や使用過程で掛かる熱応力も大きくなりがちである。従って、オールセラミックヒータでは、上記の界面で隙間が生じる等の不具合が特に生じやすい。

10

【0006】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、製造過程や使用過程において発熱抵抗体と絶縁基体との界面で両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりにくいセラミックヒータ及びこれを用いたグローブラグ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】

20

【0007】

その解決手段は、軸線方向に延びる形態をなし、通電により自身の先端部が発熱するセラミックヒータであって、絶縁性のセラミックからなり、前記軸線方向に延びる形態をなす絶縁基体と、導電性のセラミックからなり、前記絶縁基体に埋設されてなる発熱抵抗体と、を備え、前記発熱抵抗体は、前記絶縁基体の先端部に埋設され、基端側から先端側に延び、方向転換した後、再び基端側に延びる形態をなし、通電により発熱する発熱部と、この発熱部の基端にそれぞれ接続し、前記発熱部よりも太く形成され、前記軸線方向の基端側に延びる形態をなす一対のリード部と、この一対のリード部にそれぞれ接続すると共に、径方向外側に延びて外部に露出してなる一対のリード取出部と、を含み、前記軸線方向に直交する前記セラミックヒータの断面のうち、前記リード部が存在する任意の断面において、この断面の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一対の前記リード部同士の間隙  $a$  が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線とし、この最小仮想直線上における一対の前記リード部のそれぞれの寸法を  $b$  ,  $c$  としたときに、式  $a \geq 0.15(b+c)$  を満たしてなるセラミックヒータである。

30

【0008】

前述したように、絶縁性のセラミックと導電性のセラミックとでは、熱膨張係数が異なるため、セラミックヒータの製造過程や使用過程において熱応力が掛かることにより、発熱抵抗体と絶縁基体との界面で両者間に隙間が生じる等の不具合が発生しやすい。このような不具合は、絶縁基体のうち一対のリード部間に挟まれた部分と、リード部との界面において、特に生じやすい。その理由は、リード部の熱膨張係数は、絶縁基体の熱膨張係数よりも大きいいため、各リード部は、焼成後や使用後の温度が下がるときに絶縁基体よりも大きく縮む。そのとき、絶縁基体のうちリード部間に挟まれた部分は、リード部により両側に引っ張られることになり、他の部分よりも大きな応力が掛かるためと考えられる。

40

【0009】

これに対し、本発明では、セラミックヒータの断面の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一対のリード部同士の間隙  $a$  が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線とし、この最小仮想直線上における一対のリード部のそれぞれの寸法を  $b$  ,  $c$  とする。そして、この間隙  $a$  を、式  $a \geq 0.15(b+c)$  を満たすように大きくしている。リード部同士の間隙  $a$  がこのような関係を満たすことにより、製造過程や使用過程で絶縁基体のうちリード部間に挟まれた部分に掛かる応力が小さくなる。従って、絶縁

50

基体のうちリード部間に挟まれた部分と、リード部との界面において、従来よりも両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりにくくなる。

【0010】

ここで、「一对のリード部」は、発熱部の基端にそれぞれ接続し、軸線方向の基端側に延びる形態であればよいが、軸線方向に直交するセラミックヒータの断面において、セラミックヒータ（絶縁基体）の中心を含む直線に対して互いに対向する対称形とするのが好ましい。発生する応力が対称的になるので、セラミックヒータに変形等の歪みが生じにくくなるからである。また、「一对のリード部」は、軸線方向に直交するセラミックヒータの断面において、上記最小仮想直線上における各リード部の寸法  $b$ 、 $c$  が、この最小仮想直線に直交する方向についての各リード部の寸法よりも小さくなる形状とするのが好ましい。リード部の軸線方向に直交する断面の具体的な形状としては、短径が上記寸法  $b$ 、 $c$  に相当する楕円形状や長円形状、弦が互いに対向するように配置した弓形形状などが挙げられる。

10

【0011】

「発熱抵抗体」は、導電性セラミックからなるものであればよく、例えば導電成分と絶縁成分とから構成される導電性のセラミックが挙げられる。導電成分としては、 $W$ 、 $Ta$ 、 $Nb$ 、 $Ti$ 、 $Mo$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $V$ 、 $Cr$  等から選ばれる1種類以上の金属元素の珪化物、炭化物、窒化物等が挙げられる。また、絶縁成分としては、例えば窒化珪素が挙げられる。

また、「絶縁基体」は、絶縁性のセラミックからなるものであればよく、例えば窒化珪素質焼結体が挙げられる。この窒化珪素質焼成体としては、窒化珪素のみからなるものでもよいし、窒化珪素を主成分とし、これに少量の窒化アルミニウム、アルミナ等が含有されるものでもよい。

20

【0012】

また、他の解決手段は、軸線方向に延びる円柱状をなし、通電により自身の先端部が発熱するセラミックヒータであって、絶縁性のセラミックからなり、前記軸線方向に延びる円柱状をなす絶縁基体と、導電性のセラミックからなり、前記絶縁基体に埋設されてなる発熱抵抗体と、を備え、前記発熱抵抗体は、前記絶縁基体の先端部に埋設され、基端側から先端側に延び、方向転換した後、再び基端側に延びる形態をなし、通電により発熱する発熱部と、この発熱部の基端にそれぞれ接続し、前記発熱部よりも太く形成され、前記軸線方向の基端側に延びる形態をなす一对のリード部と、この一对のリード部にそれぞれ接続すると共に、径方向外側に延びて外部に露出してなる一对のリード取出部と、を含み、前記軸線方向に直交する前記セラミックヒータの断面のうち、前記リード部が存在する任意の断面において、前記絶縁基体の直径を  $D$  (mm) とし、この断面の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一对の前記リード部同士の間隙  $a$  (mm) が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線とし、この最小仮想直線上における一对の前記リード部のそれぞれの寸法を  $b$  (mm)、 $c$  (mm) としたときに、 $2 \sqrt{D^2 - 10}$  を満たし、かつ、式  $a \geq D - (b + c) - 0.2$  を満たしてなるセラミックヒータである。

30

【0013】

前述したように、絶縁性のセラミックと導電性のセラミックとでは、熱膨張係数が異なるため、セラミックヒータの製造過程や使用過程において熱応力が掛かることにより、発熱抵抗体と絶縁基体との間で隙間が生じる等の不具合が起こりやすい。このような不具合は、絶縁基体のうちリード部よりも径方向外側に位置してリード部を覆う部分と、リード部との界面においても、生じやすい。このため、絶縁基体のうちリード部を覆う部分の肉厚を十分に確保して、割れ等の不具合が生じるのを抑制する必要がある。具体的には、絶縁基体の直径  $D$  が  $2 \text{ mm}$  以上  $10 \text{ mm}$  以下のセラミックヒータにおいては、一对のリード部の外側にそれぞれ  $0.1 \text{ mm}$  以上（両側合わせて  $0.2 \text{ mm}$  以上）の肉厚を確保する必要がある。

40

【0014】

これに対し、本発明では、絶縁基体の直径を  $D$  (mm) とし、セラミックヒータの断面

50

の中心を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一对のリード部同士の間隙  $a$  (mm) が最小となる仮想直線を最小仮想直線とし、この最小仮想直線上における一对のリード部のそれぞれの寸法を  $b$  (mm),  $c$  (mm) とする。そして、この間隙  $a$  を、式  $a = D - (b + c) - 0.2$  を満たすように小さくしている。リード部同士の間隙  $a$  がこのような関係を満たすことにより、一对のリード部の外側にそれぞれ  $0.1$  mm 以上 (両側合わせて  $0.2$  mm 以上) の肉厚の絶縁基体を確保できる。このため、製造過程や使用過程において、絶縁基体のうちリード部を覆う部分と、リード部との界面に、従来よりも両者間に隙間が生じる等の不具合が生じにくくなる。

【0015】

更に、上記のセラミックヒータであって、更に、式  $a = 0.15(b + c)$  を満たしてなるセラミックヒータとすると良い。

10

【0016】

前述したように、セラミックヒータの製造過程や使用過程においては、絶縁基体のうち一对のリード部間に挟まれた部分と、リード部との界面においても、両者間に隙間が生じる等の不具合が生じやすい。

これに対し、本発明では、 $a = 0.15(b + c)$  を満たすように、リード部同士の間隙  $a$  を大きくしている。このような関係を満たすことにより、製造過程や使用過程で絶縁基体のうちリード部間に挟まれた部分に掛かる応力が小さくなる。従って、上述の絶縁基体のうちリード部を覆う部分と、リード部との界面だけでなく、絶縁基体のうちリード部間に挟まれた部分と、リード部との界面においても、従来よりも隙間が生じる等の不具合が生じにくくなる。

20

【0017】

また、他の解決手段は、上記のいずれかに記載のセラミックヒータを備えるグロープラグである。

【0018】

本発明のグロープラグでは、前述したように使用過程で絶縁基体とリード部との界面に隙間が生じる等の不具合が起こりにくいセラミックヒータを用いるので、信頼性の高いグロープラグとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

30

【図1】実施形態1に係るグロープラグの縦断面図である。

【図2】実施形態1に係るセラミックヒータの縦断面図である。

【図3】実施形態1に係るセラミックヒータのうち、図2のA-A断面図である。

【図4】実施形態2に係るセラミックヒータのうち、図3に相当する断面図である。

【符号の説明】

【0020】

100, 200 グロープラグ  
 110, 210 セラミックヒータ  
 110s (セラミックヒータの) 先端部  
 110k (セラミックヒータの) 基端部  
 111, 211 絶縁基体  
 111s (絶縁基体の) 先端部  
 115 発熱抵抗体  
 116 発熱部  
 116k (発熱部の) 基端  
 117, 217 リード部  
 118a, 118b リード取出部  
 120 固定筒  
 150 主体金具  
 151 通電端子

40

50

A X 軸線

g 中心

k l 最小仮想直線

D 絶縁基体の直径

a リード部同士の間隙

b, c リード部の並び方向における、リード部の寸法

d, e 絶縁基体のうちリード部を覆う部分の肉厚

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

(実施形態1)

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図1に本実施形態1のグロープラグ100の縦断面図を示す。また、図2に本実施形態1のセラミックヒータ110の縦断面図を示す。更に、図3にセラミックヒータ110のうち、軸線AX方向に直交する断面(図2のA-A断面)を示す。

【0022】

このグロープラグ100は、軸線AX方向に延びる形態をなし、セラミックからなるセラミックヒータ110と、このセラミックヒータ110の基端側を覆って保持する筒状の主体金具150とを備える。セラミックヒータ110は、後述するように、使用過程で発熱抵抗体115と絶縁基体111との界面に隙間が生じる等の不具合が起こりにくくされているので、このグロープラグ100は信頼性が高い。

【0023】

セラミックヒータ110は、固定筒120を介して主体金具150の貫通孔150h内に保持されると共に、通電により発熱する先端部110s側が主体金具150の先端部150sから突出している。セラミックヒータ110は、図2に示すように、軸線AX方向に延びる円柱状で先端(図2中、下端)が半球状に丸められた絶縁基体111と、この絶縁基体111の内部に軸線AX方向に沿って埋設された発熱抵抗体115とを有する。

絶縁基体111は、絶縁性のセラミックである窒化珪素質焼結体により形成されており、直径Dが3.3mm、軸線AX方向の長さが42mmである。また、この絶縁基体111の室温における熱膨張係数は3.2ppm/である。

【0024】

発熱抵抗体115は、導電性のセラミックである窒化珪素-炭化タングステン複合焼結体により形成されており、発熱部116と一对のリード部117, 117と一对のリード取出部118a, 118bとからなる。この発熱抵抗体115の軸線AX方向の全長Lは、40.0mmである。また、この発熱抵抗体115に含まれる窒化珪素粒子の平均粒径は、0.6μmである。また、この発熱抵抗体115の室温における熱膨張係数は3.8ppm/である。このため、絶縁基体111と発熱抵抗体115との室温における熱膨張係数の差は、0.6ppm/である。

このうち発熱部116は、図2中の破線BLよりも先端側(下方)の部分であり、絶縁基体111の先端部111sに埋設され、基端側(図2中、上方)から先端側(図2中、下方)に延び、方向転換した後、再び基端側に延びる形態をなし、通電により高温に発熱する。この発熱部116は、高抵抗とするため、リード部117, 117よりも細く形成されている。

【0025】

リード部117, 117は、発熱部116の基端116k, 116kにそれぞれ接続し、軸線AX方向の基端側に同じ太さ(同じ断面積)で延びる形態をなす。リード部117, 117は、低抵抗とするため、発熱部116よりも太く形成されている。図3に示す、図2におけるA-A断面(軸線AX方向に直交する断面)から判るように、リード部117, 117は、その断面が概略楕円形状であり、セラミックヒータ110(絶縁基体111)の中心gを含む仮想の直線t1に対して、互いに対向する対称形をなす。

【0026】

10

20

30

40

50

このセラミックヒータ110の断面全体の面積 $S_a$ は、 $8.55\text{ mm}^2$ であり、リード部117, 117の合計断面積 $S_1$ は、 $1.68\text{ mm}^2$ である。この断面の中心 $g$ を通る仮想直線のうち、この仮想直線に沿って測った一对のリード部117, 117同士の間隙が最小となる仮想直線を最小仮想直線 $k_1$ とする。そして、この最小仮想直線 $k_1$ 上における、一对のリード部117, 117同士の間隙を $a$ 、一对のリード部117, 117のそれぞれの寸法を $b$ ,  $c$ とする。本実施形態1では、この間隙 $a$ （絶縁基体111のうちリード部117, 117に挟まれた部分111mの最小厚み）は、 $0.43\text{ mm}$ である（ $a = 0.43\text{ mm}$ ）。また、各リード部117, 117の寸法 $b$ ,  $c$ は、共に $1.00\text{ mm}$ である（ $b = c = 1.00\text{ mm}$ ）。また、絶縁基体111のうち、リード部117, 117の径方向外側に位置してリード部117, 117を覆う部分111n, 111nの肉厚（最小仮想直線 $k_1$ 上における肉厚） $d$ ,  $e$ は、共に $0.435\text{ mm}$ である（ $d = e = 0.435\text{ mm}$ ）。従って、このセラミックヒータ110は、式  $a = 0.15(b + c)$  を満たしている。しかも、式  $a = D - (b + c) - 0.2$  も満たしている。

#### 【0027】

前述したように、絶縁性のセラミックと導電性のセラミックとでは、熱膨張係数が異なるため、セラミックヒータ110の製造過程や使用過程において熱応力が掛かることにより、絶縁基体111と発熱抵抗体115との界面で両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりやすい。このような不具合は、絶縁基体111のうちリード部117, 117間に挟まれた部分111mと、リード部117, 117との界面において、特に生じやすい。

#### 【0028】

しかし、本実施形態1では、リード部117, 117同士の間隙 $a$ を、式  $a = 0.15(b + c)$  を満たすように大きくしている。このようにすることにより、製造過程や使用過程で絶縁基体111のうちリード部117, 117間に挟まれた部分111mに掛かる応力が小さくなる。従って、絶縁基体111のうちリード部117, 117間に挟まれた部分111mと、リード部117, 117との界面において、従来よりも両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりにくくなる。

#### 【0029】

また、前述したように、発熱抵抗体115と絶縁基体111との間で隙間が生じる等の不具合は、絶縁基体111のうちリード部117, 117よりも径方向外側に位置してリード部117, 117を覆う部分111n, 111nと、リード部117, 117との界面においても、起こりやすい。このため、絶縁基体111のうちリード部117, 117を覆う部分111n, 111nの肉厚を十分に確保して、隙間が生じる等の不具合を抑制する必要がある。

#### 【0030】

これに対し、本実施形態1では、リード部117, 117同士の間隙 $a$ を、式  $a = D - (b + c) - 0.2$  を満たすように小さくしている。このようにすることにより、リード部117, 117の外側にそれぞれ $0.1\text{ mm}$ 以上（具体的にはそれぞれ $0.435\text{ mm}$ ）の肉厚の絶縁基体111（111n）を確保できる。このため、製造過程や使用過程において、絶縁基体111のうちリード部117, 117を覆う部分111n, 111nと、リード部117, 117との界面に、従来よりも両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりにくくなる。

#### 【0031】

次に、リード取出部118a, 118bは、一对のリード部117, 117にそれぞれ接続すると共に、径方向外側に延びて外部に露出している。リード取出部118a, 118b同士は、軸線AX方向に見て、互いに $5\text{ mm}$ 以上（具体的には $5\text{ mm}$ ）の間隙 $K$ をあけて配設されている。先端側（図1、図2中、下方）に位置する一方のリード取出部118aは、固定筒120を介して主体金具150に電氣的に接続している。一方、基端側（図1、図2中、上方）に位置する他方のリード取出部118bは、後述するように、リードコイル153を介して通電端子151に電氣的に接続している。

#### 【0032】

10

20

30

40

50

## (実施例)

本実施形態1の効果を検証するために、本発明に係る実施例1~9として、リード部117, 117の合計断面積 $S_1$ を異ならせると共に、リード部117, 117同士の間隙 $a$ 及び各リード部117, 117の幅方向(並び方向)の寸法 $b, c$ を異ならせて、9種類のセラミックヒータ110を製造した。具体的には、表1に示すように、リード部117, 117の合計断面積 $S_1$ を、 $0.30S_a$ または $0.34S_a$ とした。また、リード部117, 117同士の間隙 $a$ を、 $0.15\text{mm}$ 、 $0.20\text{mm}$ 、 $0.29\text{mm}$ 、 $0.70\text{mm}$ 、 $1.00\text{mm}$ 、 $1.20\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm}$ 、 $1.50\text{mm}$ とし、各リード部117, 117の幅方向(並び方向)の寸法 $b, c$ を、 $0.82\text{mm}$ ( $b+c=1.64\text{mm}$ )、または、 $0.94\text{mm}$ ( $b+c=1.88\text{mm}$ )とした。

10

一方、比較例として、リード部117, 117の合計断面積 $S_1$ を $0.34S_a$ 、リード部117, 117同士の間隙 $a$ を $0.25\text{mm}$ 、各リード部117, 117の幅方向(並び方向)の寸法 $b, c$ を $0.94\text{mm}$ ( $b+c=1.88\text{mm}$ )としたセラミックヒータを用意した。

なお、各々のセラミックヒータ110の断面積 $S_a$ は、前述の値と同様で、 $8.55\text{m}^2$ とし、直径 $D$ は、前述の値と同様で、 $3.30\text{mm}$ とした。

## 【0033】

そして、各々のセラミックヒータ110について、残留応力を測定した。具体的には、この残留応力は、断面位置における靱性値をJIS R1607破壊じん性試験方法に定める手法にて取得し、この取得した靱性値をFEM解析により残留応力値へと換算し得たものである。

20

また、各々のセラミックヒータ110について、抗折強度を測定した。具体的には、この抗折強度は、JIS R1601に準拠した次の抗折強度測定方法を実施した。各セラミックヒータ110単体をセラミックヒータ110の軸線AX方向中央を跨ぐ形で支持し(スパン間 $12\text{mm}$ )、クロスヘッド移動速度を $0.5\text{mm}/\text{min}$ として、セラミックヒータ110の前記中央に荷重を付加した。

更に、各々のセラミックヒータ110について、通電耐久試験を行った。具体的には、この通電耐久試験は、室温下において、直流電源をセラミックヒータ110に接続し、セラミックヒータ110の表面温度が2秒間で $1450$ に達するように電圧を調整して印加・加熱し、その後、30秒間の空冷により室温まで冷却する。これを1サイクルとして、発熱抵抗体115が破損するまでのサイクル数を測定した。

30

## 【0034】

【表 1】

	断面積 S1	a(mm)	b+c (mm)	$a \geq 0.15(b+c)$	$a \leq D - (b+c) - 0.2$	残留応力 (MPa)	抗折強度 (MPa)	通電耐久 (cycle)
実施例1	O. 30Sa	0.20	1.64	×	○	180	1005	16158
実施例2	O. 30Sa	1.00	1.64	○	○	153	986	19503
実施例3	O. 30Sa	1.50	1.64	○	×	125	692	35562
実施例4	O. 34Sa	0.15	1.88	×	○	225	1255	12501
実施例5	O. 34Sa	0.20	1.88	×	○	215	1165	13369
実施例6	O. 34Sa	0.29	1.88	○	○	200	1265	14005
実施例7	O. 34Sa	0.70	1.88	○	○	185	1045	15050
実施例8	O. 34Sa	1.20	1.88	○	○	160	1036	17503
実施例9	O. 34Sa	1.25	1.88	○	×	155	756	18569
比較例	O. 34Sa	0.25	1.88	×	×	270	530	30

10

20

## 【0035】

その結果、リード部 117, 117 の合計断面積 S1 を 0.30Sa とした実施例 1 ~ 3 のうち、 $a < 0.15(b+c)$  を満たす(表中に「 $\times$ 」で示す)実施例 2 及び 3 については、有効に残留応力の低減効果が得られた。また、通電耐久試験において、19503 サイクル、35562 サイクルと良好な通電耐久性を得ることができた。この結果は、断面積 S1 が他の実施例と比較して小さいことに起因しているものと考えられる。

30

一方、距離 a を 0.20 mm とした実施例 1 は、セラミックヒータ 110 としての完成品では問題なかったものの、発熱抵抗体 115 を射出成形により作製する際に発生するバリが短絡の原因となったり、このバリを取り除くための除去工程において精密な加工が要求されることから製造歩留まりが低下するという問題も生じ得る。

## 【0036】

また、 $a < D - (b+c) - 0.2$  を満たす(表中に「 $\times$ 」で示す)実施例 1 及び 2 については、抗折強度が 1005 MPa、986 MPa と良好な結果を示した。

一方、距離 a を 1.50 mm とした実施例 3 では、残留応力の低減による高い通電耐久性を得られるものの、抗折強度は 800 MPa 以下の 692 MPa に留まる結果であった。この通電耐久性と抗折強度とはトレードオフの関係にあり、実施例 2 では共に高い性能を実現している。

40

## 【0037】

次いで、断面積 S1 を 0.34Sa とした実施例 4 ~ 9 について説明する。これらの実施例も断面積 S1 を 0.30Sa とした実施例 1 ~ 3 と同様の傾向を示している。具体的には、 $a < 0.15(b+c)$  を満たしていない実施例 4 及び 5 については、その他の実施例と比較して残留応力が高く、通電耐久性が比較的低い結果となっているものの、高い抗折強度が得られている。

逆に、 $a < D - (b+c) - 0.2$  を満たしていない実施例 9 では、残留応力の低減が

50

実現でき、断面積  $S_1$  が比較的大きい割に優れた通電耐久性を得られているが、抗折強度の面では前述同様に  $800\text{MPa}$  以下の  $756\text{MPa}$  に留まっている。実施例 6 ~ 8 については、通電耐久性、抗折強度、共に高い性能を実現している。

#### 【0038】

これらの実施例 1 ~ 9 に対し、 $a = 0.15(b+c)$  も、 $a = D - (b+c) - 0.2$  も満たさない比較例では、残留応力が高くて ( $270\text{MPa}$ )、通電耐久性が極めて低い結果 ( $30$  サイクル) となっており、かつ、抗折強度が低く ( $530\text{MPa}$ ) なっている。

これらの結果から、 $a = 0.15(b+c)$ 、または、 $a = D - (b+c) - 0.2$  のいずれか一方の式を満たすことにより、更に好ましくは、これら両方の式を満たすことにより、耐久性等が良好なセラミックヒータとすることができることが判る。

10

#### 【0039】

次に、グロープラグ 100 のその他の部分について説明する (図 1 参照)。セラミックヒータ 110 の外周には、筒状の固定筒 120 が装着され、ロウ材により固着されている。そして、この固定筒 120 は、主体金具 150 の貫通孔 150h に挿入されて、ロウ材により固着されている。

#### 【0040】

筒状の主体金具 150 には、棒状の通電端子 151 が挿通されている。この通電端子 151 の先端部 151s と、上述のセラミックヒータ 110 の基端部 110k とは、リードコイル 153 を介して、電氣的に接続されている。具体的には、リードコイル 153 が、通電端子 151 の先端部 151 に巻き付いた状態で溶接されると共に、セラミックヒータ 110 の基端部 110k に巻き付き、この基端部 110k に設けられたリード取出部 118b (図 2 参照) に接触した状態で、溶接されている。一方、通電端子 151 の基端側部分は、主体金具 150 内を通過して主体金具 150 の基端部 150k から基端側 (図中上側) に突出している。この突出した部分の外周には雄ネジが螺刻されて、雄ねじ部 151n を形成している。

20

#### 【0041】

主体金具 150 の基端部 150k は、グロープラグ 100 をディーゼルエンジンに取り付けるに際して、トルクレンチ等の工具を係合させるための六角断面形状の工具係合部 150r とされている。また、そのすぐ先端側には、取付用ねじ部 150t が形成されている。また、主体金具 150 の基端部 150k には、貫通孔 150h に座ぐり部 150z が形成され、ここに通電端子 151 が挿通したゴム製の Oリング 161 とナイロン製の絶縁ブッシュ 163 とがはめ込まれている。そして更にその基端側には、この絶縁ブッシュ 163 の脱落を防止するための押さえリング 165 が装着されている。この押さえリング 165 は、その外周に加締めることにより通電端子 151 に固定されている。また、通電端子 151 の押さえリング 165 に対応する部分は、加締め結合力を高めるため、その外周面にローレット加工が施されたローレット部 151r とされている。押さえリング 165 の基端側には、ナット 167 が螺合されている。このナット 167 は、図示しない通電用のケーブルを通電端子 151 に固定するためのものである。

30

#### 【0042】

このようなグロープラグ 100 は、主体金具 150 の取付用ねじ部 150t を利用して、図示しないディーゼルエンジンのシリンダヘッドに形成した取付孔に取り付けられる。これにより、セラミックヒータ 110 の先端部 110s 側が、エンジンの燃焼室内に配置される。この状態で、通電端子 151 に車載のバッテリーを電源として電圧を印加すると、通電端子 151 から、リードコイル 153、一方のリード取出部 118b、一方のリード部 117、発熱部 116、他方のリード部 117、他方のリード取出部 118a 及び主体金具 150 を通じて電流が流れる。これにより、発熱部 116 が存在するセラミックヒータ 110 の先端部 110s が急速に昇温する。セラミックヒータ 110 の先端側が所定の温度まで加熱された状態において、図示しない燃料噴霧装置のノズルから燃料を噴霧することで、燃料の着火が補助され、燃料の燃焼により、ディーゼルエンジンが始動する。

40

50

## 【0043】

上述したセラミックヒータ110及びグロープラグ100は、公知の手法により製造することができる。

セラミックヒータ110は、次のようにして製造する。即ち、窒化珪素原料粉末88質量部に、焼結助剤として $Yb_2O_3$ 粉末10質量部及び $SiO_2$ 粉末2質量部を配合して、絶縁成分用原料とする。この絶縁成分用原料40質量%と導電性セラミックであるWC粉末60質量%とを72時間湿式混合した後、乾燥させ、混合粉末を得る。その後、この混合粉末とバインダとを混練機に投入し、4時間混練する。次に、得られた混練物を裁断してペレット状とする。次に、発熱抵抗体115に対応したU字形状のキャビティを有する射出成形用金型に対して、射出成形機により上記のペレット状とした混練物を射出し、導電性セラミックからなる未焼成発熱抵抗体を得る。

10

## 【0044】

また一方で、窒化珪素原料粉末86質量部に、焼結助剤として $Yb_2O_3$ 粉末11質量部、 $SiO_2$ 粉末3質量部及び $MoSi_2$ 粉末5質量部を配合し、40時間湿式混合したものをスプレードライヤ法によって造粒し、この造粒物を圧粉した2個の半割型を用意する。なお、この2個の半割型は、完成後の絶縁基体111を、その軸線AXと略平行な断面により2分割したときの、その各分割部に対応する形状に形成されており、各々その分割面に相当する部分に、上記未焼成発熱抵抗体に対応した形状の凹部が形成されている。そして、この凹部に未焼成発熱抵抗体を収容し、2個の半割型を型合わせすると共に、その状態で加圧して一体化し、未焼成のセラミックヒータを得る。

20

## 【0045】

次に、この未焼成のセラミックヒータを窒素雰囲気下、600で仮焼して、射出成形による未焼成発熱抵抗体、絶縁基体となる未焼成体からバインダ等を除去し、仮焼体を得る。その後、この仮焼体を黒鉛製の加圧用ダイスにセットし、窒素雰囲気下、29.4MPaで加圧しながら1800で1.5時間ホットプレス焼成し、焼成体を得る。そして、焼成体の表面(外面)にセンタレス研磨加工を施せば、セラミックヒータ110が完成する。

## 【0046】

グロープラグ100は、次のようにして製造する。即ち、まず、上記のセラミックヒータ110と通電端子151とをリードコイル153を介して接続する。また、セラミックヒータ110に固定筒120を装着して、ロウ材により両者を固着する。その後、主体金具150を用意し、主体金具150貫通孔105h内にセラミックヒータ110、通電端子151及び固定筒110を挿入し、主体金具150と固定筒120とをロウ材により固着する。その後は、主体金具150の基端部150kに形成された座ぐり部150zに、リング161をはめ込み、更に絶縁ブッシュ163をはめ込む。そして更に、押さえリング165を加締めて装着する。また、ナット167を所定位置に固定すれば、グロープラグ100が完成する。

30

## 【0047】

(実施形態2)

次いで、第2の実施の形態について説明する。なお、上記実施形態1と同様な部分の説明は、省略または簡略化する。本実施形態2のセラミックヒータ210及びグロープラグ200では、絶縁基体211に埋設された一对のリード部217, 217の配置形態が、上記実施形態1のセラミックヒータ110及びグロープラグ100と異なる。それ以外は、上記実施形態1と同様であるので、同一の符号を付して、その説明を省略または簡略化する。

40

## 【0048】

図4にセラミックヒータ210の断面(実施形態1の図3に相当する断面)を示す。本実施形態2においても、リード部217, 217は、概略楕円形状であり、絶縁基体211の中心gを含む直線(図示しない)に対して互いに対向する対称形をなす。

セラミックヒータ210の断面において、この断面の中心gを通る仮想直線のうち、こ

50

の仮想直線に沿って測った一対のリード部 217, 217 同士の間隙が最小となる線分を含む仮想直線を最小仮想直線 k1 とする。そして、この最小仮想直線 k1 上における、一対のリード部 217, 217 同士の間隙を a、一対のリード部 217, 217 のそれぞれの寸法を b, c とする。そうすると、この間隙 a (絶縁基体 211 のうちリード部 217, 217 に挟まれた部分 211m の最小厚み) は、1.1mm である ( $a = 1.1 \text{ mm}$ )。また、各リード部 217, 217 の寸法 b, c は、共に 1.0mm である ( $b = c = 1.0 \text{ mm}$ )。また、絶縁基体 211 のうち、リード部 217, 217 の径方向外側に位置しリード部 217, 217 を覆う部分 211n, 211n の肉厚 (最小仮想直線 k1 上における肉厚) d, e は、共に 0.1mm である ( $d = e = 0.1 \text{ mm}$ )。従って、このセラミックヒータ 210 も、式  $a \geq 0.15(b + c)$  を満たしている。しかも、式  $a \geq D - (b + c) - 0.2$  も満たしている。

10

## 【0049】

このように本実施形態 2 でも、リード部 217, 217 同士の間隙 a を、式  $a \geq 0.15(b + c)$  を満たすように大きくしているので、製造過程や使用過程で絶縁基体 211 のうちリード部 217, 217 間に挟まれた部分 211m に掛かる応力が小さくなる。従って、絶縁基体 211 のうちリード部 217, 217 間に挟まれた部分 211m と、リード部 217, 217 との界面において、従来よりも両者間に隙間が生じる等の不具合が起こりにくくなる。

## 【0050】

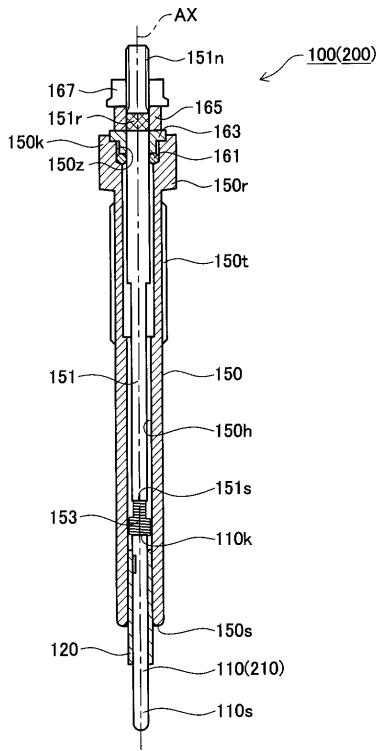
更に、リード部 217, 217 同士の間隙 a を、式  $a \geq D - (b + c) - 0.2$  を満たすように小さくしているので、リード部 217, 217 の外側にそれぞれ 0.1mm 以上 (本実施例ではそれぞれ 0.1mm) の肉厚の絶縁基体 211 (211n) を確保できる。このため、製造過程や使用過程において、絶縁基体 211 のうちリード部 217, 217、その他、上記実施形態 1 と同様な部分は、上記実施形態 1 と同様な作用効果を奏する。

20

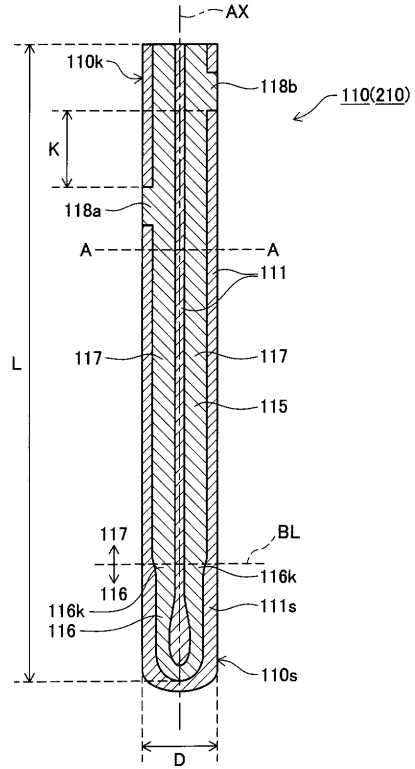
## 【0051】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上述の実施形態 1, 2 に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

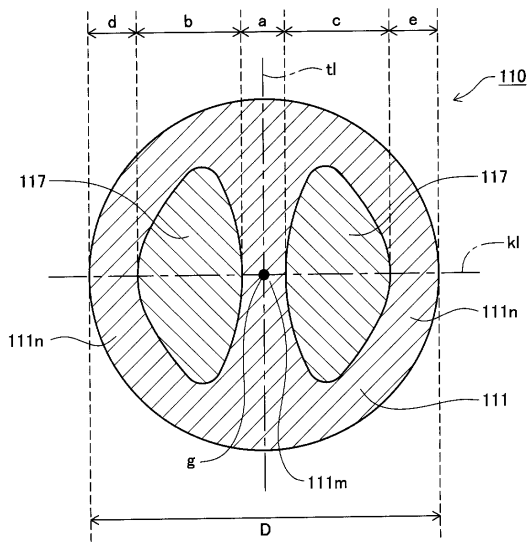
【 図 1 】



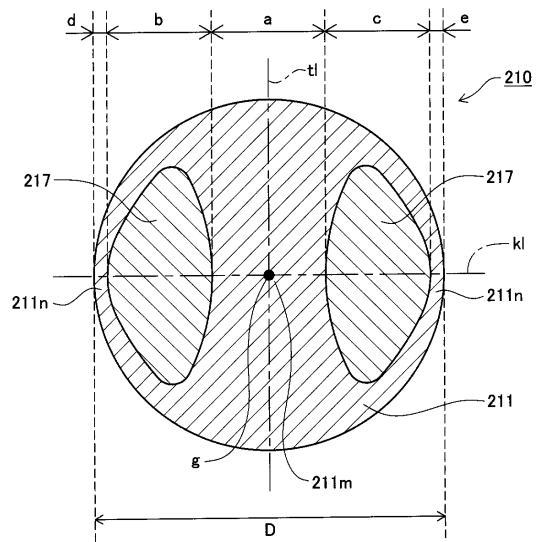
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-024394(JP,A)  
実開平02-020293(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 3/10

F23Q 7/00

H05B 3/14

H05B 3/18

H05B 3/48