

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5944815号
(P5944815)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(51) Int.Cl.	F I				
H05B 3/02	(2006.01)	H05B 3/02	A		
H05B 3/18	(2006.01)	H05B 3/18			
H05B 3/48	(2006.01)	H05B 3/48			
F23Q 7/00	(2006.01)	F23Q 7/00	605B		
		F23Q 7/00	605F		

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-250341 (P2012-250341)
 (22) 出願日 平成24年11月14日(2012.11.14)
 (65) 公開番号 特開2014-99320 (P2014-99320A)
 (43) 公開日 平成26年5月29日(2014.5.29)
 審査請求日 平成27年4月15日(2015.4.15)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 日浦 規光
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 京セラ株式会社内

審査官 土屋 正志

(56) 参考文献 国際公開第2012/147920 (W
 O, A1)
 特開2003-017220 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒータおよびこれを備えたグローブプラグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁基体と、
 該絶縁基体に埋設された抵抗体と、
 前記絶縁基体に埋設され、前記抵抗体に接続されたリードとを備えたヒータであって、
 前記抵抗体と前記リードとの接合部には、前記抵抗体および前記リードよりも高い比抵抗
 を持つ接合層が介在してあり、前記抵抗体、前記リードおよび前記接合層に前記絶縁基体
 の主成分が含まれていて、前記接合層における前記絶縁基体の主成分の含有量が前記抵抗
 体および前記リードよりも多いことを特徴とするヒータ。

【請求項2】

前記抵抗体が折返し形状をなしているとともに、前記抵抗体の両端に前記リードがそれ
 ぞれ接合されていて、それぞれの接合部に前記接合層が介在していることを特徴とする請
 求項1に記載のヒータ。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載のヒータと、前記リードと電氣的に接続されて前記ヒータ
 を保持する金属製保持部材とを備えたことを特徴とするグローブプラグ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば燃焼式車載暖房装置における点火用若しくは炎検知用のヒータ、石油

ファンヒータ等の各種燃焼機器の点火用のヒータ、自動車エンジンのグロープラグ用のヒータ、酸素センサ等の各種センサ用のヒータ、測定機器の加熱用のヒータ等に利用されるヒータおよびこれを備えたグロープラグに関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車エンジンのグロープラグ等に用いられるヒータは、発熱部を有する抵抗体、抵抗体に接続されたリード、および抵抗体とリードとが埋設された絶縁基体で構成されている。そして、リードの抵抗値が抵抗体の抵抗値よりも小さくなるように、これらの材料の選定や形状設計がされている。

【0003】

ここで、抵抗体とリードとの接続部は、異なる形状をもった抵抗体とリードとを接続する形状変化点であったり材料組成が異なる抵抗体とリードとを接続する材料組成変化点であったりするので、抵抗体、リードおよび絶縁基体の熱膨張の差に起因した発熱時や冷却時の熱応力の影響を低減するように接合面積を大きくする等の工夫がされている。例えばリード4の軸方向に平行な断面で見たときに抵抗体3とリード4との境界面が一对の接合部において対称に斜めになっているものが知られている（特許文献1, 2を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-334768号公報

【特許文献2】特開2003-22889号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、従来よりも立ち上がりが急峻で高い電圧の電力が、ヒータに導入されるようになってきた。高燃費エンジンや燃焼システムの技術開発が進み、アイドリングストップやリーンエンジン等の技術進化から、従来は始動時に用いられていたグロープラグによる点火駆動は、アイドリングストップに対応するため、一時停車の度に駆動されて駆動回数が格段に増加し、燃費が向上したエンジンではエンジン温度が低下するため、エンジンが駆動中であっても頻繁に点火駆動して燃焼制御をするアフターグローの技術が採用される、等のグロープラグを使用する環境が大きく変化してきた。即ち、アイドリングストップに対応するため更に高速な昇温が要求されたり、低温化したエンジンの燃焼状態を最適化したりするために、車載ECUからの制御信号がパルス化され、パルスのデューティ比で温度が制御されたヒータで燃焼させる等の方法がとられるようになってきている。ここで、パルスとしてはICを用いた低ロスな制御による矩形波電圧が多く用いられている。

【0006】

このような駆動方法では、矩形波電圧の立ち上がり時に電流がオーバーシュートして、高周波成分を含んだ高電力がヒータに突入してくる課題が顕著になっている。即ち、従来の設計によるヒータでは、パルス電圧が立ち上がった瞬間に電流のオーバーシュートが起こり、抵抗体の発熱部が急激に発熱して発熱部近辺の絶縁基体に瞬間的に発生する引張応力によって絶縁基体と抵抗体との間にマイクロクラックが入るおそれがある。さらに、アイドリングストップやアフターグロー対応の駆動のための頻繁なパルス電圧投入により、従来よりも短時間でクラックが伸展してヒータの抵抗値が変化し、ヒータの破壊に至るおそれがある。

【0007】

本発明は、上記の問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、パルス電圧によるヒータ駆動の際に抵抗体にオーバーシュートした高周波の高電流が突入することを防ぎ、抵抗体の発熱部にマイクロクラックが生じるのを抑制された高い信頼性を有するヒータおよびこれを備えたグロープラグを提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0008】

本発明のヒータは、絶縁基体と、該絶縁基体に埋設された抵抗体と、前記絶縁基体に埋設され、前記抵抗体の一端に接続されたリードとを備えたヒータであって、前記抵抗体と前記リードとの接合部には、前記抵抗体および前記リードよりも高い比抵抗を持つ接合層が介在しており、前記抵抗体、前記リードおよび前記接合層に前記絶縁基体の主成分が含まれていて、前記接合層における前記絶縁基体の主成分の含有量が前記抵抗体および前記リードよりも多いことを特徴とする。

【0009】

また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記抵抗体が折返し形状をなしているとともに、前記抵抗体の両端に前記リードがそれぞれ接合されており、それぞれの接合部に前記接合層が介在していることを特徴とする。

10

【0011】

また本発明は、上記のいずれかに記載のヒータと、前記リードと電気的に接続されて前記ヒータを保持する金属製保持部材とを備えたことを特徴とするグローブプラグである。

【発明の効果】

【0012】

本発明のヒータによれば、接合層の抵抗障壁によってパルス電圧の立ち上がり時に抵抗体に瞬間的に流れ込む電流のオーバーシュートが低減される。これによって発熱部が急激に発熱することに起因するマイクロクラックの発生が抑制され、長期間にわたって安定した抵抗値とすることができ、ヒータの信頼性および耐久性が向上する。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明のヒータの実施の形態の一例を示す縦断面図である。

【図2】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの接合部を含む領域Aを拡大した拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線で切断した横断面図である。

【図3】本発明のヒータの実施の形態の他の例を示す縦断面図である。

【図4】(a)は図3に示す抵抗体とリードとの接合部を含む領域Aを拡大した拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線で切断した横断面図である。

【図5】(a)は図2(b)の他の例を示す横断面図であり、(b)は図4(b)の他の例を示す横断面図である。

30

【図6】本発明のグローブプラグの実施の形態の一例を示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明のヒータについて実施の形態の例について図面を参照して詳細に説明する。

【0015】

図1は本発明のヒータの実施の形態の一例を示す縦断面図であり、図2(a)は図1に示す抵抗体とリードとの接合部を含む領域Aを拡大した拡大断面図、図2(b)は図2(a)に示すX-X線で切断した横断面図である。

【0016】

40

本実施の形態のヒータ1は、絶縁基体2と、絶縁基体2に埋設された抵抗体3と、絶縁基体2に埋設され、抵抗体3の一端に接続されたリード4とを備え、抵抗体3とリード4との接合部には、抵抗体3およびリード4よりも高い比抵抗を持つ接合層5が介在している。

【0017】

本実施の形態のヒータ1における絶縁基体2は、例えば棒状に形成されたものである。この絶縁基体2は抵抗体3およびリード4を被覆しており、言い換えると、抵抗体3およびリード4が絶縁基体2に埋設されている。ここで、絶縁基体2はセラミックスからなることが好ましく、これにより、金属よりも高温まで耐えることができるようになるので、急速昇温時の信頼性がより向上したヒータ1を提供することが可能になる。具体的には、

50

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気的な絶縁性を有するセラミックスが挙げられる。特に、絶縁基体 2 は、窒化珪素質セラミックスからなることが好適である。窒化珪素質セラミックスは、主成分である窒化珪素が高温高強度、高靱性、高絶縁性および高熱伝導性の観点で優れているからである。この窒化珪素質セラミックスは、例えば、主成分の窒化珪素に対して、焼結助剤として 3 ~ 12 質量%の Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Er_2O_3 等の希土類元素酸化物、0.5 ~ 3 質量%の Al_2O_3 、さらに焼結体に含まれる SiO_2 量として 1.5 ~ 5 質量%となるように SiO_2 を混合し、所定の形状に成型し、その後、例えば 1650 ~ 1780 でホットプレス焼成することにより得ることができる。

【0018】

また、絶縁基体 2 として窒化珪素質セラミックスから成るものを用いる場合、 $MoSi_2$ 、 WSi_2 等を混合し分散させることが好ましい。この場合、母材である窒化珪素質セラミックスの熱膨張率を抵抗体 3 の熱膨張率に近づけることができ、ヒータ 1 の耐久性を向上させることができる。

【0019】

絶縁基体 2 に埋設された抵抗体 3 は、特に発熱する領域である発熱部 31 を有している。例えば、一部断面積を小さくした領域やらせん形状の領域を設けることで、この領域を発熱部 31 とすることができる。なお、図 1 および図 2 に示す実施形態は、抵抗体 3 が直線形状であり、抵抗体 3 の一端がリード 4 と電気的に接続されるとともに、抵抗体 3 の他端が絶縁基体 2 の表面を覆うように設けられた表面導体 21 と電気的に接続されている。この表面導体 21 は、後述するような導電性セラミックスで形成することができる。

【0020】

抵抗体 3 としては、 W 、 Mo 、 Ti などの炭化物、窒化物、珪化物などを主成分とするものを使用することができる。絶縁基体 2 が上述の窒化珪素質セラミックスの場合、絶縁基体 2 との熱膨張率の差が小さい点、高い耐熱性を有する点および比抵抗が低い点で、上記の材料のなかでも炭化タングステン (WC) が抵抗体 3 の材料として優れている。さらに、絶縁基体 2 が窒化珪素質セラミックスからなる場合、抵抗体 3 は、無機導電体の WC を主成分とし、これに添加される窒化珪素の含有率が 20 質量%以上であるものが好ましい。例えば、窒化珪素質セラミックスから成る絶縁基体 2 中において、抵抗体 3 となる導体成分は窒化珪素と比較して熱膨張率が大きいため、駆動状態において絶縁基体 2 は引張応力がかかった状態にある。これに対して、抵抗体 3 中に窒化珪素を添加することにより、抵抗体 3 の熱膨張率を絶縁基体 2 の熱膨張率に近づけて、ヒータ 1 の昇温時およ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。

【0021】

また、抵抗体 3 に含まれる窒化珪素の含有量が 40 質量%以下であるときには、抵抗体 3 の抵抗値を比較的低くして安定させることができる。従って、抵抗体 3 に含まれる窒化珪素の含有量は 20 質量% ~ 40 質量%であることが好ましい。より好ましくは、窒化珪素の含有量は 25 質量% ~ 35 質量%がよい。また、抵抗体 3 への同様の添加物として、窒化珪素の代わりに窒化硼素を 4 質量% ~ 12 質量%添加することもできる。

【0022】

また、抵抗体 3 の厚みは 0.5 mm ~ 1.5 mm 程度がよく、抵抗体 3 の幅は 0.3 mm ~ 1.3 mm 程度がよい。この範囲内とすることにより、抵抗体 3 の抵抗が小さくなって効率良く発熱するものとなり、また、積層構造とした場合の絶縁基体 2 の積層界面の密着性を保持することができる。

【0023】

抵抗体 3 に接続されるリード 4 は、 W 、 Mo 、 Ti などの炭化物、窒化物、珪化物などを主成分とする抵抗体 3 と同様の材料を使用することができる。特に、 WC が、絶縁基体 2 との熱膨張率の差が小さい点、高い耐熱性を有する点および比抵抗が低い点で、リード 4 の材料として好適である。また、絶縁基体 2 が窒化珪素質セラミックスからなる場合、リード 4 は、無機導電体である WC を主成分とし、これに窒化珪素を含有量が 15 質量%

10

20

30

40

50

以上となるように添加することが好ましい。窒化珪素の含有量が増すにつれてリード4の熱膨張率を絶縁基体2の熱膨張率に近づけることができる。また、窒化珪素の含有量が40質量%以下であるときには、リード4の抵抗値が低く抑えられるとともに抵抗値のばらつきを抑えて安定化する。従って、窒化珪素の含有量は15質量%~40質量%が好ましい。より好ましくは、窒化珪素の含有量は20質量%~35質量%とするのがよい。なお、リード4は、絶縁基体2の形成材料の含有量を抵抗体3よりも少なくすることによって抵抗体3よりも単位長さ当たりの抵抗値が低くなっていてもよく、抵抗体3よりも断面積を大きくすることによって抵抗体3よりも単位長さ当たりの抵抗値が低くなっていてもよい。

【0024】

10

そして、図2に示すように、抵抗体3とリード4との接合部には、抵抗体3及びリード4よりも高い比抵抗を持つ接合層5が介在している。

【0025】

抵抗体3とリード4との接合部における接合層5は、抵抗体3およびリード4間の導体線路の単位面積当たりの抵抗値が急激に増大している層であり、高周波電流のオーバーシュートに対する障壁になる。これにより、発熱部31の発熱立ち上がりを遅らせて瞬間的な熱応力を低減することができ、発熱部31が急激に発熱することに起因するマイクロクラックの発生が抑制され、長期間にわたって安定した抵抗値とすることができ、ヒータ1の信頼性および耐久性が向上する。

【0026】

20

ここで、接合層5としては、W、Mo、Tiなどの炭化物、窒化物、珪化物などを主成分とする抵抗体3と同様の材料にてその比抵抗を抵抗体3よりも高くしたものを使用することができる。例えば、絶縁基体2が窒化珪素質セラミックスからなる場合、接合層5は、無機導電体であるWCを主成分とし、これに窒化珪素の含有量が35質量%以上となるように添加することが好ましい。また、窒化珪素の含有量が50質量%を超えると抵抗値のばらつきが急激に大きくなる。従って、窒化珪素の含有量は35質量%~45質量%が好ましい。低いばらつきで接合層5の抵抗値を高くするためには、比抵抗の高いWC以外のMo、Tiなどの炭化物、窒化物、珪化物などを主成分とする無機導電体を用いて窒化珪素質セラミックス等の含有量を低く抑える手法や、窒化珪素質セラミックス等の無機含有物の粒径を小さくする等の手法を用いてもよい。また、不純物などを多く含ませること

30

【0027】

なお、リード4の比抵抗が $1 \sim 4 \mu\Omega/\square$ 、抵抗体3の比抵抗が $6 \sim 10 \mu\Omega/\square$ であってリード4よりも高くなっている場合に、接合層5の比抵抗が抵抗体3の1.05倍~1.5倍になっているのが効果的である。

【0028】

また、抵抗体3、リード4および接合層5に同じ絶縁材料(誘電体成分)が含まれていて、当該同じ絶縁材料(誘電体成分)の含有量が接合層5において抵抗体3およびリード4よりも多くなっていることで、容易に比抵抗の差を調整することができる。特に、抵抗体3、リード4および接合層5に含まれる同じ絶縁材料(誘電体成分)が、絶縁基体2の主成分である場合には、熱膨張率の調整に合わせて比抵抗の差を調整することもできる。

40

【0029】

また、接合層5の厚みは、オーバーシュートする電流が流れる時間間隔と接合層5の抵抗値を考慮し、 $0.5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ が好ましい。比抵抗が高いほど接合層5の厚みは薄くするのが望ましい。接合層5は薄いことから、発熱をしたとしても抵抗体3及びリード4を通して効果的に熱拡散がされること、抵抗体3に比べて剛性が低いために熱膨張係数の差による熱応力が低く抑えられること等から、上記のWC等と窒化珪素とを主体とした構成以外の金属酸化物や窒化物を主体とした構成でも可能である。

【0030】

さらに、本発明のヒータの実施の形態の他の例として、図3に示すように、絶縁基体2

50

に埋設された抵抗体 3 が折返し形状をなしているとともに、抵抗体 3 とリード 4 との接合部が二つあって、当該それぞれの接合部に接合層 5 が介在しているヒータ 1 でもよい。なお、図 3 は本発明のヒータの実施の形態の他の例を示す縦断面図であり、図 4 (a) は図 3 に示す抵抗体とリードとの接合部を含む領域 A を拡大した拡大断面図、図 4 (b) は図 4 (a) に示す X - X 線で切断した横断面図である。

【 0 0 3 1 】

図 3 および図 4 に示す例のヒータ 1 は、折返しの中間点付近が最も発熱する発熱部 3 1 となる。このヒータ 1 は、一端（先端）で抵抗体 3 の両端にそれぞれ接続されるとともに他端（後端）で絶縁基体 2 の表面に導出された一対のリード 4 を備えている。図 1 および図 2 に示す例と同じ構成部品は同様の材料からなるものである。

10

【 0 0 3 2 】

そして、図 4 に示すように、抵抗体 3 と一対のリード 4 との二つの接合部には、抵抗体 3 およびリード 4 よりも高い比抵抗を持つ接合層 5 が介在していて、抵抗体 3 及びリード 4 よりも高い比抵抗を持つ接合層 5 を介して抵抗体 3 と一対のリード 4 が接合された構造になっている。接合層 5 が高周波電流のオーバーシュートに対する障壁となり、発熱部 3 1 の発熱立ち上がりを遅らせて瞬間的な熱応力を低減することができる。したがって、発熱部 3 1 が急激に発熱することに起因するマイクロクラックの発生が抑制され、長期間にわたって安定した抵抗値とすることができ、ヒータ 1 の信頼性および耐久性が向上する。

【 0 0 3 3 】

さらに、接合層 5 の厚みを維持して単位面積当たりの抵抗値を維持したままで、接合層 5 の抵抗値を下げる目的で接合部の接合面積を広げることも効果的である。例えば、図 2 (a) および図 4 (a) に示すように、抵抗体 3 の端面、リード 4 の端面および接合層 5 を電流の流れる方向に垂直な面に対して傾斜する（電流の進行方向に対して傾斜する）形状としてもよい。また、図 2 (a) および図 4 (a) における X - X 線で切断した横断面図においては、抵抗体 3 の端面、リード 4 の端面および接合層 5 がストレート形状（一直線）になっているが、図 5 (a) および図 5 (b) に示すように、横断面で見て抵抗体 3 の端面、リード 4 の端面および接合層 5 がストレート形状ではなく凹凸形状となってもよい。このような構成とすることにより、接合部の接合面積を広くすることができ、高周波電流のオーバーシュートに対する散乱障壁としての効果を大きくすることができる。

20

【 0 0 3 4 】

さらに、図示しないが、抵抗体 3 の両端を接合層 5 およびリード 4 で覆うように接続した構造であってもよい。

30

【 0 0 3 5 】

また、本実施の形態のヒータ 1 は、図 6 に示すように、上記の構成のいずれかに記載のヒータ 1 と、リード 4 の端子部（図示せず）と電気的に接続されてヒータ 1 を保持する金属製保持部材とを備えたグロープラグとして使用することが好ましい。具体的には、ヒータ 1 は、棒状の絶縁基体 2 の内部に、折返し形状をなした抵抗体 3 が埋設されているとともに一対のリード 4 が抵抗体 3 の両端部にそれぞれ電気的に接続されて埋設されていて、一方のリード 4 に電気的に接続された金属製保持部材 6（シース金具）と、他方のリード 4 に電気的に接続されたワイヤとを備えたグロープラグとして使用することが好ましい。

40

【 0 0 3 6 】

なお、金属製保持部材 6（シース金具）は、ヒータ 1 を保持する金属製の筒状体であり、絶縁基体 2 の側面に引き出された一方のリード 4 にロウ材などで接合される。また、ワイヤは、他方の絶縁基体 2 の後端に引き出された他方のリード 4 にロウ材などで接合される。これにより、高温のエンジン中で ON / OFF が繰り返されながら長期使用しても、ヒータ 1 の抵抗が変化しないので、着火性に優れた信頼性の高いグロープラグを提供できる。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施の形態のヒータ 1 の製造方法について説明する。

【 0 0 3 8 】

50

本実施の形態のヒータ 1 は、例えば、抵抗体 3、リード 4 および絶縁基体 2 の形状の金型を用いた射出成形法等によって形成することができる。

【0039】

まず、導電性セラミック粉末、樹脂バインダー等を含む、抵抗体 3 およびリード 4 となる導電性ペーストを作製するとともに、絶縁性セラミック粉末、樹脂バインダー等を含む絶縁基体 2 となるセラミックペーストを作製する。

【0040】

次に、導電性ペーストを抵抗体成形用金型内に射出成形することによって抵抗体 3 となる所定パターンの導電性ペーストの成形体（成形体 a）を形成する。このとき、成形体 a の端部の形状を例えば電流の流れる方向に垂直な面に対して傾斜する（電流の進行方向に対して傾斜する）ように成形することで、接合部の形状を形成することができる。

10

【0041】

次に、接合部となる成形体 a の端部を、抵抗体 3 及びリード 4 よりも高い比抵抗になるように調合された導電性ペーストにディッピングすることにより、接合層 5 を形成する。なお、図では抵抗体 3 とリード 4 との界面のみに接合層 5 が形成された形状が示されているが、ディッピングにより抵抗体 3 の側周面にも接合層 5 と同じ材料が形成されていてもよい。

【0042】

次に、この接合層 5 を形成した成形体 a をリード成形用金型内に保持した状態で、導電性ペーストをリード成形用金型内に充填してリード 4 となる所定パターンの導電性ペーストの成形体（成形体 b）を形成する。これにより、成形体 a と、この成形体 a に接続された成形体 b とが、リード成形用金型内に保持された状態となる。

20

【0043】

次に、絶縁基体成形用金型内に成形体 a および成形体 b を保持した状態で、絶縁基体成形用金型の一部を絶縁基体 2 の成形用のものに取り替えた後、絶縁基体成形用金型内に絶縁基体 2 となるセラミックペーストを充填する。これにより、成形体 a および成形体 b がセラミックペーストの成形体（成形体 c）で覆われたヒータ 1 の成形体（成形体 d）が得られる。

【0044】

次に、得られた成形体 d を例えば 1650 ~ 1780 の温度、30 MPa ~ 50 MPa の圧力で焼成することにより、ヒータ 1 を作製することができる。なお、焼成は水素ガス等の非酸化性ガス雰囲気中に行なうことが好ましい。

30

【実施例】

【0045】

本発明の実施例のヒータを以下のようにして作製した。

【0046】

まず、炭化タングステン（WC）粉末を 50 質量%、窒化珪素（Si₃N₄）粉末を 35 質量%、樹脂バインダーを 15 質量% 含む導電性ペーストを、金型内に射出成形して抵抗体となる成形体 a を作製した。

【0047】

次に、成形体 a の端部の接合部に相当する部分に、接合層 5 となる接合層用導電性ペースト（炭化タングステン（WC）粉末を 45 質量%、窒化珪素（Si₃N₄）粉末を 40 質量%）にディッピングした。

40

【0048】

次に、この成形体 a を金型内に保持した状態で、リード用導電性ペースト（炭化タングステン（WC）粉末を 55 質量%、窒化珪素（Si₃N₄）粉末を 30 質量%）を金型内に充填することにより、成形体 a と接続させてリードとなる成形体 b を形成した。

【0049】

このとき、表 1 に示すように、種々の形状を有する金型を用いて、4 種の形状の抵抗体とリードとの接合部を形成した。

50

【0050】

次に、成形体 a および成形体 b を金型内に保持した状態で、窒化珪素 (Si_3N_4) 粉末を 85 質量%、焼結助剤としてのイッテリビウム (Yb) の酸化物 (Yb_2O_3) を 10 質量%、抵抗体およびリードに熱膨張率を近づけるための炭化タングステン (WC) を 5 質量% 含むセラミックペーストを、金型内に射出成形した。これにより、絶縁基体となる成形体 c 中に成形体 a および成形体 b が埋設された構成の成形体 d を形成した。

【0051】

次に、得られた成形体 d を円筒状の炭素製の型に入れた後、窒素ガスから成る非酸化性ガス雰囲気中で、1700、35 MPa の圧力でホットプレスを行ない焼結してヒータを作製した。得られた焼結体の表面に露出したリード端子部 (端子部) に筒状の金属製保持部材 (シース金具) をロウ付けしてグロープラグを作製した。

10

【0052】

なお、焼成後のリードの比抵抗は $3 \cdot \mu\text{m}$ 、抵抗体の比抵抗は $8 \cdot \mu\text{m}$ 、接合層の比抵抗は $9 \cdot \mu\text{m}$ である。

【0053】

このグロープラグの電極にパルスパタージェネレータを接続し、印加電圧 7 V、パルス幅 $10 \mu\text{s}$ 、パルス間隔 $1 \mu\text{s}$ の矩形パルスを連続通電した。1000 時間経過後、通電前後の抵抗値の変化率 ($(\text{通電後の抵抗値} - \text{通電前の抵抗値}) / \text{通電前の抵抗値}$) を測定した。その結果を表 1 に示す。

【0054】

【表 1】

20

試料番号	接合層有無	接合部形状	抵抗体断面積 (mm^2)	リード断面積 (mm^2)	抵抗変化率 (%)	発熱部のマイクロクラック
1	無	電流の流れる方向に対して垂直(ストレート)	0.6	0.6	45	有
2	有	斜め(図4(a))	0.6	0.6	5	無
3	有	凹凸(図4(b))	0.6	0.6	2	無
4	有	リードが抵抗体を包み込む	0.6	0.9	1	無

30

【0055】

表 1 に示すように、比較例である試料番号 1 のヒータについて、オシロスコープを用いてヒータに流れる電流波形を確認したところ、パルス電圧の立ち上がり直後に急峻に電流が立ち上り、オーバーシュートした。安定電流に到達するまで約 $1 \mu\text{s}$ を要した。このことから、試料番号 1 のヒータでは、発熱部に瞬間的な発熱が生じたものと考えられる。

40

【0056】

さらに、試料番号 1 の通電前後の抵抗変化は 45% と非常に大きくなったため、パルス通電後、走査型電子顕微鏡で試料番号 1 の発熱部を観察したところ、発熱部にマイクロクラックが生じていることを確認した。

【0057】

一方、本発明実施例である試料番号 2 ~ 4 のヒータについても、オシロスコープを用いてヒータに流れる電流波形を確認したところ、オーバーシュートせず、入力パルス電圧に対し立ち上がりが遅れた波形となった。これは、リードと抵抗体との接合部に介在してい

50

る接合層が高周波電流に対する障壁としての効果が影響していることを示しているものと考えられる。

【 0 0 5 8 】

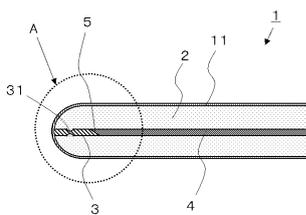
また、試料番号 2 ~ 4 のヒータの通電前後の抵抗変化は 5 % 以下と小さく、パルス通電後、走査型電子顕微鏡でこれらの試料番号の抵抗体の発熱部を観察したところ、マイクロクラックは無かった。

【符号の説明】

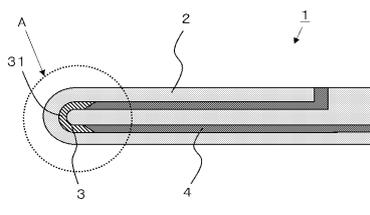
【 0 0 5 9 】

- 1 : ヒータ
- 2 : 絶縁基体
- 3 : 抵抗体
- 3 1 : 発熱部
- 4 : リード
- 5 : 接合層
- 6 : 金属製保持部材

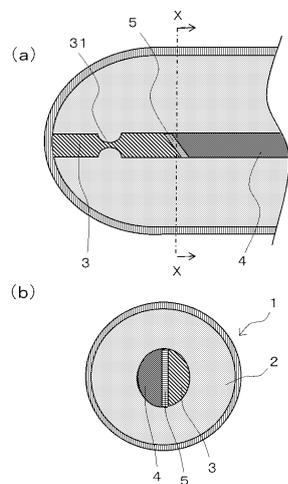
【 図 1 】



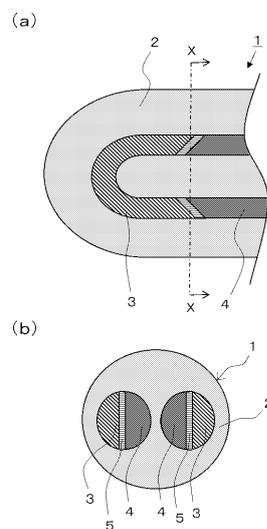
【 図 3 】



【 図 2 】

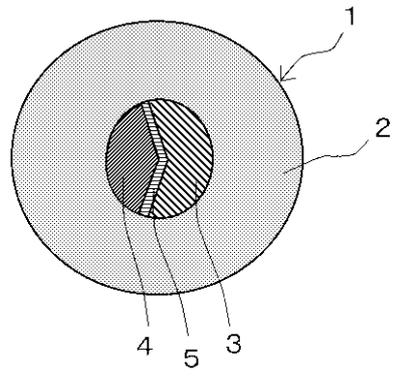


【 図 4 】

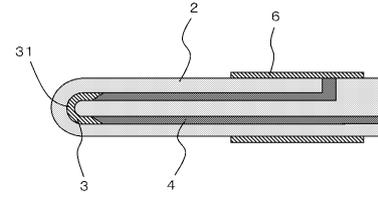


【図5】

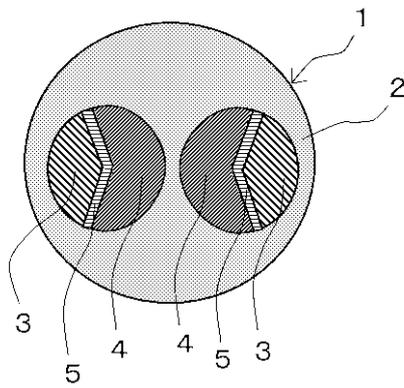
(a)



【図6】



(b)



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 5 B	3 / 0 2
F 2 3 Q	7 / 0 0
H 0 5 B	3 / 1 8
H 0 5 B	3 / 4 8