(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5436675号
(P5436675)

(45)発行日　平成26年3月5日(2014.3.5)　(24)登録日　平成25年12月20日(2013.12.20)

(51)Int.Cl.			F I		
H05B	3/46	(2006.01)	H05B	3/46	
H05B	3/18	(2006.01)	H05B	3/18	
F23Q	7/00	(2006.01)	F23Q	7/00	605D

請求項の数 7　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2012-526503 (P2012-526503)
(86)(22)出願日　平成23年7月26日 (2011.7.26)
(86)国際出願番号　PCT/JP2011/066923
(87)国際公開番号　WO2012/014872
(87)国際公開日　平成24年2月2日 (2012.2.2)
審査請求日　平成24年9月5日 (2012.9.5)
(31)優先権主張番号　特願2010-172133 (P2010-172133)
(32)優先日　平成22年7月30日 (2010.7.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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　特開２００６－０４０８８２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１３０７５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３３４７６８（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プラグ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
発熱部を有する抵抗体と、
該抵抗体の端部に接合されたリードと、
前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、
前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有するとともに、
前記接合部における前記抵抗体の外形が前記発熱部とは反対の側に向かって細くなっていることを特徴とするヒータ。
【請求項２】
発熱部を有する抵抗体と、
該抵抗体の端部に接合されたリードと、
前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、
前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有するとともに、
前記抵抗体は折返し形状をなし、
前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、
前記接合部を前記リードの軸方向に垂直な断面で視たとき、前記抵抗体の図心が前記リードの図心に対し外方に位置していることを特徴とするヒータ。
【請求項３】

発熱部を有する抵抗体と、
該抵抗体の端部に接合されたリードと、
前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、
前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有するとともに、
前記抵抗体は折返し形状をなし、
前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、
前記接合部を前記リードの軸方向に平行な断面で視たとき、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっていることを特徴とするヒータ。

【請求項４】

発熱部を有する抵抗体と、
該抵抗体の端部に接合されたリードと、
前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、
前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有するとともに、
前記抵抗体は折返し形状をなし、
前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、
前記接合部を前記リードの軸方向に平行な断面で視たとき、前記リードの先端面が内側に向けて傾斜していることを特徴とするヒータ。

【請求項５】

発熱部を有する抵抗体と、
該抵抗体の端部に接合されたリードと、
前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、
前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有するとともに、
前記接合部における前記リードの外形が前記発熱部側に向かって細くなっていることを特徴とするヒータ。

【請求項６】

前記接合部を前記リードの軸方向に垂直な断面で視たとき、前記抵抗体の外形が曲線で形成されていることを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれかに記載のヒータ。

【請求項７】

請求項１乃至請求項６のいずれかに記載のヒータと、一方の前記リードに電気的に接続されたシース金具と、他方の前記リードに電気的に接続されたワイヤとを備えたことを特徴とするグロープラグ。

【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、リードおよび絶縁基体を含む構成になっている。そして、リードの抵抗が抵抗体の抵抗より小さくなるように、これらの材料の選定や設計がされている。

【０００３】

ここで、抵抗体とリードとの接合部は、形状変化点であったり材料組成変化点であったりするので、使用時の発熱や冷却での熱膨張の差に起因した影響を受けないように接合面積を大きくする目的で、リードの軸方向に平行な断面で視たときに抵抗体とリードとの界

面が斜めになっているものが知られている（例えば、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、従来以上の急速昇温が求められているため、エンジン動作開始時に抵抗体に大電流を流す必要性がでてきた。リードの軸方向に平行な断面で視たときに抵抗体とリードとの界面が斜めになっている形状（抵抗体とリードとの境界となる界面の周縁部が絶縁基体に接して三重界面となっている形状）のヒータであると、リードを流れてきた電流が接合部の端部にある三重界面の一点に集中しやすいことでこの部分に応力が集中し、クラックが入るという問題点があった。
【０００６】
本発明は、上記従来の問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、急速昇温等の際に抵抗体に大電流が流れても抵抗体とリードとの接合部の端部に多大な応力集中が発生することを抑制された高い信頼性および耐久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】
【０００７】
本発明のヒータは、発熱部を有する抵抗体と、該抵抗体の端部に接合されたリードと、前記抵抗体および前記リードを被覆する絶縁基体とを備え、前記抵抗体と前記リードとの接合部は、断面視して前記抵抗体が全周にわたり前記リードを介して前記絶縁体と離間している領域を有することを特徴とするものである。
【０００８】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記接合部における前記抵抗体の外形が前記発熱部とは反対の側に向かって細くなっていることを特徴とするものである。
【０００９】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記抵抗体は折返し形状をなし、前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、前記接合部を前記リードの軸方向に垂直な断面で視たとき、前記抵抗体の図心が前記リードの図心に対し外方に位置していることを特徴とするものである。
【００１０】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記抵抗体は折返し形状をなし、前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、前記接合部を前記リードの軸方向に平行な断面で視たとき、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっていることを特徴とするものである。
【００１１】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記抵抗体は折返し形状をなし、前記抵抗体の両端部に前記リードがそれぞれ接合されており、前記接合部を前記リードの軸方向に平行な断面で視たとき、前記リードの先端面が内側に向けて傾斜していることを特徴とするものである。
【００１２】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記接合部を前記リードの軸方向に垂直な断面で視たとき、前記抵抗体の外形が曲線で形成されていることを特徴とするものである。
【００１３】
また、本発明のヒータは、上記の構成において、前記接合部における前記リードの外形

が前記発熱部側に向かって細くなっていることを特徴とするものである。
【００１４】
また、本発明のヒータは、上記の構成のいずれかに記載のヒータと、一方の前記リードに電気的に接続されたシース金具と、他方の前記リード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できる。
【発明の効果】
【００１５】
本発明のヒータによれば、抵抗体の全周をリードが取り囲むような接合部を有しているため、リードを流れてきた電流が分散されて接合部の端部にある三重界面の一点に集中しなくなるとともに、抵抗体の全周から一様にリードに向けて熱ひけがよくなることから、接合部の端部に多大な応力集中が生じない。その結果、繰り返し温度を上下させても接合部の端部にクラックが入るのを抑制することができる。これにより、ヒータの信頼性および耐久性が向上する。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】参考例のヒータを示す縦断面図である。
【図２】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る。
【図３】図２のＸ－Ｘ線における横断面図である。
【図４】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５】（ａ）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、（ｂ）は、（ａ）に示すＹ－Ｙ線における横断面図である。
【図６】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７】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８】本発明のヒータの実施の形態の他の例を示す横断面図である。
【図９】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。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
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。
【００１８】
図１は参考例のヒータを示す縦断面図である。また、図２は図１における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３は図２に示すヒータ１のＸ－Ｘ線における横断面図である。
【００１９】
ヒータ１は、発熱部４を有する抵抗体３と、抵抗体３の端部に接合されたリード８と、抵抗体３およびリード８を被覆する絶縁基体９とを備え、抵抗体３とリード８との接合部は、断面視して抵抗体３が全周にわたりリード８を介して絶縁体９と離間している領域を有している。
【００２０】
ヒータ１における絶縁基体９は、例えば棒状に形成されたものである。この絶縁基体９は抵抗体３およびリード８を被覆しており、言い換えると、抵抗体３およびリード８が絶縁基体９に埋設されている。ここで、絶縁基体９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、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９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強度、高靱性、高絶縁性および耐熱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$_2$Ｏ$_3$，Ｙｂ$_2$Ｏ$_3$，Ｅｒ$_2$Ｏ

$_3$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、所定の形状に成形し、その後、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。

【００２１】

また、絶縁基体９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。

【００２２】

発熱部４を有する抵抗体３は、例えば折返し形状をなしていて、折返しの中間点付近が最も発熱する発熱部４となっている。この抵抗体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９が上述の材料の場合、絶縁基体９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小さい点で、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９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９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、通常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、熱膨張率を絶縁基体９のそれに近づけて、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。

【００２３】

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の抵抗値を比較的小さ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。

【００２４】

また、抵抗体３の厚み（図３に示す上下方向の厚み）は、例えば0.5ｍｍ～1.5ｍｍがよい。この厚み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、積層構造の絶縁基体９の積層界面の密着性を保持することができる。

【００２５】

また、抵抗体３の幅（図３に示す水平方向の幅）は、例えば0.3ｍｍ～1.3ｍｍがよい。この幅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、積層構造の絶縁基体９の積層界面の密着性を保持することができる。

【００２６】

抵抗体３の端部に接合されたリード８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、例えば絶縁基体９の形成材料を抵抗体３よりも多く含んだり、抵抗体３よりも断面積を大きくしたりするなど、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るものである。

【００２７】

抵抗体３の端部に接合されたリード８は、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るものである。このリード８は、抵抗体３と同様の材料を用いて形成することができる。特に、ＷＣが、絶縁基体９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小さい点で、リード８の材料として好適である。また、リード８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％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８の熱膨張率を絶縁基体９を構成する窒化珪素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８の抵抗値が小さくなるとともに安定する。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８は、絶縁基体９の形成材料の含有量を抵抗体３よりも少なくすることの他、抵抗体３よりも断面積を大きくすることによって、単位長さ当たりの抵抗値が低くなっていてもよい。

【００２８】

そして、図３に示したように、抵抗体３とリード８との接合部は、リード８の軸方向に垂直な断面で断面視して抵抗体３が全周にわたりリード８を介して絶縁体９と離間している領域を有している。言い換えると、リード８の軸方向に垂直な断面で断面視したときに、抵抗体３の全周をリード８が取り囲んでいる領域を有している。なお、ここでいう接合部とは、リード８の軸方向に平行な断面で視たとき、抵抗体３とリード８との界面が存在する領域のことをいう。図２においては、抵抗体３におけるリード３で覆われた領域が接合部であり、抵抗体３とリード８との界面を破線で示している。

【００２９】

このような構成により、抵抗体３の全周をリード８が取り囲むような接合部を有しているため、リード８を流れてきた電流が分散されて接合部の端部にある三重界面の一点に集中しなくなるとともに、抵抗体３の全周から一様にリード８に向けて熱ひけがよくなることから、抵抗体３とリード８との接合部の端部に多大な応力集中がしないようにすることができる。その結果、繰り返し温度を上下させても接合部の端部にクラックが入るのを抑制することができ、ヒータ１の信頼性および耐久性が向上する。

【００３０】

なお、三重界面とは、抵抗体３とリード８との界面、抵抗体３と絶縁基体９との界面およびリード８と絶縁基体９との界面が接する領域のことを意味している。

【００３１】

ここで、抵抗体３とリード８との接合部は、断面視して抵抗体３が全周にわたりリード８を介して絶縁基体９と離間している領域が90％以上であることが好ましく、特に接合部の全ての領域において、リード８の軸方向に垂直な断面で断面視して抵抗体３が全周にわたりリード８を介して絶縁基体９と離間しているのが好ましい。この範囲とすることにより、上述の理由から、使用時冷却過程において抵抗体３とリード８の界面に多大な応力集中が生じなくなる点で効果的である。

【００３２】

ここで、本実施の形態のヒータ１は、図４に示したように、接合部における抵抗体３の外形が発熱部４とは反対の側に向かって細くなっていることが好ましい。具体的には、接合部における抵抗体３の外形が発熱部４とは反対の側に向かって断面積で50％～90％になるように細くなっていることが好ましい。これにより、リード８の軸方向に垂直なヒータ１の断面が接合部を含む部分において熱膨張係数を発熱部４の側からリード８側に向けて傾斜するように変化させることができ、急激な熱膨張差が発生しにくいように構成することができる。

【００３３】

また、抵抗体３が折返し形状をなし、抵抗体３の両端部にリード８がそれぞれ接合された形態において、図５に示したように、接合部をリード８の軸方向に垂直な断面で視たとき、抵抗体３の図心がリード８の図心に対し外方に位置していることが好ましい。具体的には、例えば0.03ｍｍ～0.2ｍｍ外方に位置していることが好ましい。これにより、リード８の内側の断面積を大きくすることができる。一般に、電流はリード８の内側を流れるため、断面積当りの電流密度を低減できるので局所発熱を抑えられる。その結果、長期使用でも、製品抵抗が変化しない。従って、ヒータ１の信頼性および耐久性がさらに向上する。

【００３４】

また、抵抗体３が折返し形状をなし、抵抗体３の両端部にリード８がそれぞれ接合された形態において、図６に示したように、接合部をリード８の軸方向に平行な断面で視たとき、内側の傾斜角ａが外側の傾斜角ｂよりも急になっていることが好ましい。具体的には

、内側の傾斜角ａが外側の傾斜角ｂよりも５°～20°程度急になっている（角度が大きくなっている）ことが好ましい。なお、内側の傾斜角ａとは、接合部におけるリードの軸方向と抵抗体３の内側の側面とのなす角度であり、外側の傾斜角ｂとは、接合部におけるリードの軸方向と抵抗体３の外側の側面とのなす角度である。これにより、より効率よくリード８の内側の断面積当りの電流密度を低減できるので局所発熱を抑えることができる。その結果、長期使用でも、製品抵抗が変化しない。従って、ヒータ１の信頼性および耐久性をより向上させることができる。

【００３５】

また、電流密度を低減できるという観点では、抵抗体３が折返し形状をなし、抵抗体３の両端部にリード８がそれぞれ接合された形態において、図７に示したように、接合部をリード８の軸方向に平行な断面で視たとき、リード８の先端面が内側に向けて傾斜していることが好ましい。言い換えると、リード８の先端面は接合部の長さが外側よりも内側のほうが距離Ｄだけ長くなるように傾斜していることが好ましい。具体的には、外側より例えば0.2ｍｍ～0.8ｍｍ内側に向けて傾斜していて、外側よりも内側のほうが例えば0.2ｍｍ～0.8ｍｍ長くなっていることが好ましい。これにより、より効率よくリード８の内側の断面積当りの電流密度を低減できるので局所発熱を抑えることができる。その結果、長期使用でも、製品抵抗が変化しない。従って、ヒータ１の信頼性および耐久性をより向上させることができる。

【００３６】

また、図８に示したように、接合部をリード８の軸方向に垂直な断面で視たとき、抵抗体３の外形が円弧状等の曲線で形成されていることが好ましい。これにより、抵抗体３の角部に応力集中しなくなり、角部での局所発熱を抑えられる。その結果、長期使用でも、製品抵抗が変化しない。従って、ヒータ１の信頼性および耐久性をより向上させることができる。

【００３７】

また、図９に示したように、接合部におけるリード８の外形が発熱部４側に向かって細くなっていることが好ましい。これにより、接合部を連続的に変化させることができ、ヒータ１使用時の冷却過程で発生する最大主応力を小さくでき、局所発熱を抑えられる。その結果、長期使用でも、製品抵抗が変化しない。従って、ヒータ１の信頼性および耐久性をより向上させることができる。

【００３８】

また、本実施の形態のヒータ１は、上記の構成のいずれかに記載のヒータ１と、一方のリード８に電気的に接続されたシース金具と、他方のリード８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。シース金具は、ヒータ１を保持する金属製筒状体であり、セラミック基体９の側面に引き出された一方のリード８にロウ材などで接合される。また、ワイヤは、他方のセラミック基体９の後端に引き出された他方のリード８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、どんなときでも着火性に優れたグロープラグを提供できる。

【００３９】

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。

【００４０】

本実施の形態のヒータ１は、例えば、抵抗体３、リード８および絶縁基体９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。

【００４１】

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８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９となるセラミックペーストを作製する。

【００４２】

次に、導電性ペーストを用いて射出成形法等によって抵抗体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。成形体Ａを金型内に保持した状態で、導電性ペーストを金型内に充填してリード８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、それに接続された成形体Ｂとが、金型内に保持された状態となる。

【００４３】

次に、金型内に成形体Ａおよび成形体Ｂを保持した状態で、金型の一部を絶縁基体９成形用のものに取り替えた後、金型内に絶縁基体９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Ｅ）が得られる。

【００４４】

次に、得られた成形体Ｅを1700℃程度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。焼成は、水素ガス等の非酸化性ガス雰囲気中で行なうことが好ましい。

【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（Si_3N_4）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、この成形体Ａを金型内に保持した状態で、リードとなる上記の導電性ペースト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。このとき、表１の試料Ｎｏ．１～13に示すように、種々の形状を有する金型を用いて、１３種の形状の、抵抗体とリードとの接合部を形成した。

【００４８】

なお、表１において、試料Ｎｏ．１は、抵抗体とリードとの接合部が、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しておらず、リードの軸方向に平行な断面で視たときに抵抗体とリードとの界面が斜めになっているものである。また、表１において、抵抗体の発熱部断面積とは、発熱部における抵抗体の横断面の面積であり、抵抗体の接合部（端部）断面積とは、抵抗体の端部の面積である。リード図心に対する抵抗体図心の位置とは、リードの先端に相当する位置の横断面を視たときの抵抗体およびリードの図心の位置関係を示したものである。接合部軸方向長さＤ（内側－外側）は、接合部（抵抗体とリードとが重なる領域）の軸方向の内側の長さから外側の長さを減じた値である。リードの接合部形状（発熱部側に向かう形状）は、接合部におけるリードの横断面の外形が発熱部側に向かって同じ形状か細くなっているかを示している。

【００４９】

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Ｅを形成した。

【００５０】

次に、得られた成形体Ｅ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、1650℃～1780℃の温度、30ＭＰａ～50ＭＰａの圧力でホットプレスを行ない焼結した。得られた焼結体の表面に露出したリード端部にシース金具をロウ付けしてヒータを作製した。

【００５１】

このヒータを用いて冷熱サイクル試験を行なった。冷熱サイクル試験の条件は、まずヒータに通電して抵抗体の温度が1400℃になるように印加電圧を設定し、１）５分間通電、２）２分間非通電の１），２）を１サイクルとし、１万サイクル繰り返した。冷熱サイク

ル試験前後のヒータの抵抗値の変化を測定し、抵抗値の変化が10％未満である場合を耐久性に問題無し（表１で「○」で表示）、抵抗値の変化が10％以上である場合を耐久性に問題有り（表１で「×」で表示）と判定した。結果を表１に示す。

【００５２】

なお、耐久性に問題有りと判定した試料には抵抗体とリードとの接合部にマイクロクラックが発生していた。

【００５３】

【表１】

試料No.	抵抗体の発熱部断面積 (mm^2)	抵抗体の接合部(端部)断面積 (mm^2)	抵抗体の接合部断面積／発熱部断面積 (%)	リード図心に対する抵抗体図心の位置 +:外方、-:内方 (mm)	抵抗体の傾斜角b(外側) (°)	抵抗体の傾斜角a(内側) (°)	接合部軸方向長さD (内側)-(外側) (mm)	抵抗体の接合部断面形状	リードの接合部形状(発熱部側に向かう形状)	耐久性 抵抗変化(%)	耐久性 判定
*1	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	55	×
2	0.60	0.60	100	±0	0	0	0.3	楕円形状	細くなる	7	○
3	0.60	0.55	92	+0.05	15	20	0.3	楕円形状	細くなる	1	○
4	0.60	0.45	75	+0.05	10	20	0.3	楕円形状	細くなる	0	○
5	0.60	0.45	75	+0.05	10	20	0.3	楕円形状	同一	2	○
6	0.60	0.40	67	+0.05	10	25	0.3	四角形状	細くなる	2	○
7	0.60	0.20	33	+0.05	10	30	0.3	楕円形状	細くなる	1	○
8	0.60	0.45	75	−0.05	10	20	0.3	楕円形状	細くなる	6	○
9	0.60	0.45	75	±0	10	20	0.3	楕円形状	細くなる	5	○
10	0.60	0.45	75	+0.2	15	15	0.3	楕円形状	細くなる	5	○
11	0.60	0.45	75	+0.05	10	20	−0.3	楕円形状	細くなる	4	○
12	0.60	0.45	75	+0.05	10	20	0	楕円形状	細くなる	3	○
13	0.60	0.45	75	+0.05	10	20	0.1	楕円形状	細くなる	1	○

*印は本発明の範囲外の試料を表している。

【００５４】

表１より、本発明の範囲内のものである試料Ｎｏ．３，４，７，13は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、抵抗体の図心がリードの図心に対し外方に位置しており、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、抵抗体の外形が曲線で形成

されており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が1%以下と本発明のヒータのなかでは最も小さかった。

【００５５】

また、本発明の範囲内のものである試料Ｎｏ．５は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、抵抗体の図心がリードの図心に対し外方に位置しており、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、抵抗体の外形が曲線で形成されている場合であり、抵抗変化が２％となった。

【００５６】

また、本発明の範囲内のものである試料Ｎｏ．６は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、抵抗体の図心がリードの図心に対し外方に位置しており、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が２％となった。

【００５７】

また、本発明の範囲内のものである試料Ｎｏ．２は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、抵抗体の外形が曲線で形成されており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が７％と本発明のヒータのなかでは最も大きくなった。

【００５８】

また、本発明の範囲内のものであるＮｏ．８，９は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、抵抗体の外形が曲線で形成されており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が６％,５％と本発明のヒータのなかでは大きい方であった。

【００５９】

また、本発明の範囲内のものであるＮｏ．10は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、抵抗体の図心がリードの図心に対し外方に位置しており、リードの先端面が内側に向けて傾斜しており、抵抗体の外形が曲線で形成されており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が５％であった。

【００６０】

また、本発明の範囲内のものであるＮｏ．11,12は、抵抗体とリードとの接合部は、断面視して抵抗体が全周にわたりリードを介して絶縁体と離間している領域を有しており、抵抗体の外形が発熱部とは反対の側に向かって細くなっており、抵抗体の図心がリードの図心に対し外方に位置しており、内側の傾斜角が外側の傾斜角よりも急になっており、抵抗体の外形が曲線で形成されており、リードの外形が発熱部側に向かって細くなっている場合であり、抵抗変化が４％，３％であった。

【００６１】

本発明の範囲外のものであるＮｏ．１は、抵抗変化が55%と非常に大きくなった。

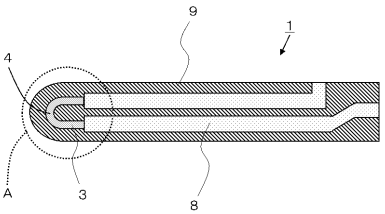
【符号の説明】

【００６２】

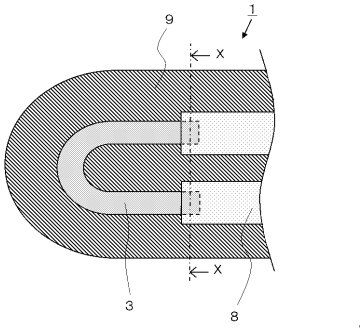
１：ヒータ
２：先端部
３：抵抗体

４：発熱部
８：リード
９：絶縁基体

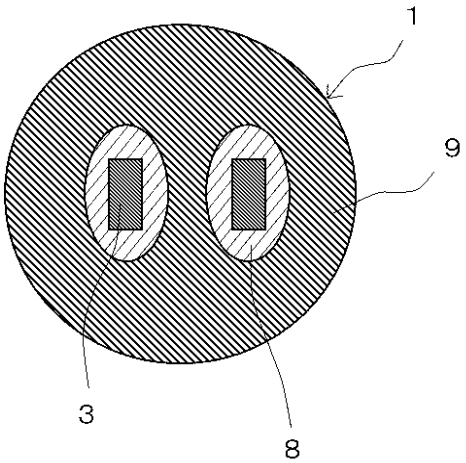
【図１】



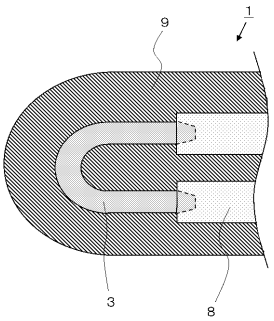
【図２】



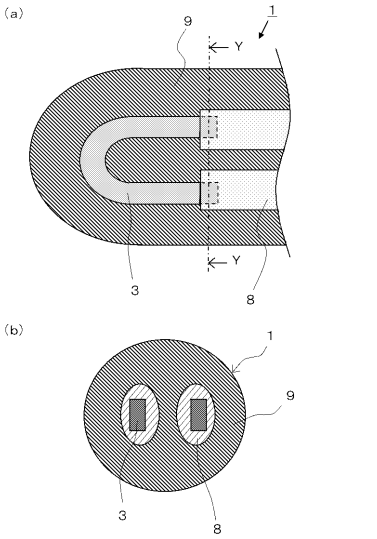
【図３】



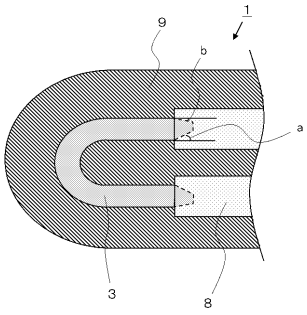
【図４】



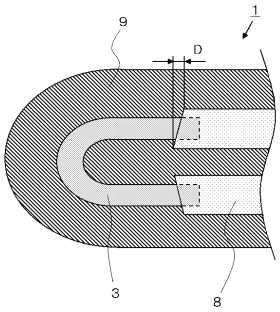
【図５】



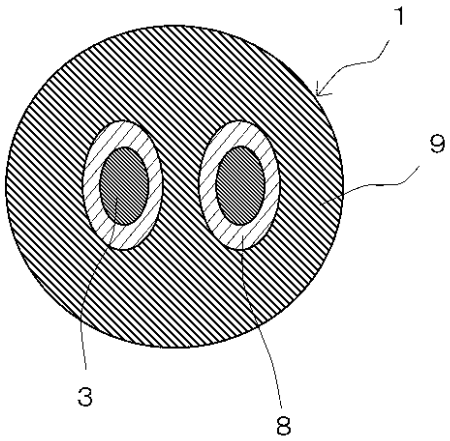
【図６】



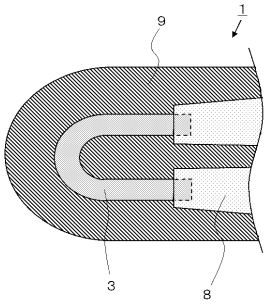
【図７】



【図８】



【図９】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)

Ｈ０５Ｂ　　３／４６
Ｆ２３Ｑ　　７／００
Ｈ０５Ｂ　　３／１８