

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6014232号
(P6014232)

(45) 発行日 平成28年10月25日 (2016. 10. 25)

(24) 登録日 平成28年9月30日 (2016. 9. 30)

(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	S
	F23Q	7/00	605M

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-209105 (P2015-209105)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成27年10月23日 (2015. 10. 23)		京セラ株式会社
(62) 分割の表示	特願2011-141915 (P2011-141915) の分割	(72) 発明者	岡村 健
原出願日	平成23年6月27日 (2011. 6. 27)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(65) 公開番号	特開2016-15342 (P2016-15342A)		京セラ株式会社内
(43) 公開日	平成28年1月28日 (2016. 1. 28)	審査官	土屋 正志
審査請求日	平成27年11月18日 (2015. 11. 18)		

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、折返し形状をなしている抵抗体と、
前記絶縁基体に埋設され、先端側で前記抵抗体に接続されるとともに後端側で前記絶縁基体の表面に導出された一対のリードとを備えたヒータであって、
前記抵抗体と前記一対のリードとは軸方向に垂直な方向に重なって接続されていて、
前記一対のリードのそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な断面で見たときに、前記抵抗体と前記一対のリードの少なくとも一方との境界線の傾きが前記先端側と前記後端側とで異なることを特徴とするヒータ。

【請求項2】

前記抵抗体と前記一対のリードの少なくとも一方との境界線の傾きが前記先端側から前記後端側に向かって徐々に変化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】

前記抵抗体と前記一対のリードとの二つの境界面同士がねじれの位置になるように配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のヒータ。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のヒータと、前記一対のリードのうちの一方の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。

【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。

10

【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、図11(a)に示すように、リード8の軸方向に平行な断面で見たときに抵抗体3とリード8との境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】

20

【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、エンジンの燃焼状態を最適化するために、ヒータの駆動方法としてECUからの制御信号がパルス化した駆動方法がとられるようになってきた。

【0006】

ここで、パルスとしては矩形波を用いることが多い。パルスの立ち上がり部分には高周波成分があって、この高周波成分はリードの表面部で伝送する。ところが、異なるインピーダンスを持つリードの端面と抵抗体の端面とが対向するようにして継ぎ目部分(境界面)が形成されていると、インピーダンスの整合が取れなかった高周波成分の一部は、境界面で反射したり境界面をアンテナとして機能させて周囲の誘電体を介しながらリード表面から散逸したりする。特に、境界面に垂直な方向と境界面に沿って面の延長線上の方向に散逸する。

30

【0007】

従来、2箇所の境界面は、ねじれの位置にならないように斜めに対向した配置となっているので、ちょうど送受信信号の位相が一致するように2枚の平面アンテナが配置されている構造になり、電力入力側の境界面から電力出力側の境界面へ混信現象(クロストーク現象)が生じる。

40

【0008】

そのため、電力出力側の境界面へは、パルス波形が乱れたまま信号が伝達され、この境界面でインピーダンスの整合が取れず、ジュール熱として散逸し、境界面が局所的に発熱する。このとき、リードの熱膨張率と抵抗体の熱膨張率とが異なることに起因して、リードと抵抗体との境界面にマイクロクラックが発生し、リードと抵抗体との境界面に沿って亀裂が一気に進展して、抵抗値が変化する問題点が生じてきた。

【0009】

また、パルス駆動を採用せずに、DC駆動を採用した場合でも、同じような問題点が生じてきた。すなわち、近年のECUでは回路ロスがなくなったために、急速昇温を目的と

50

して、エンジン動作開始時に抵抗体に大電流が流れるようになっている。したがって、パルスの矩形波のように、電力突入の立ち上がりが急峻になり、高周波成分を含んだ高電力が、ヒータに突入してくるようになってきたため、同じような問題点が生じてきた。

【0010】

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、パルス駆動、DC駆動あるいは急速昇温等の際に抵抗体に大電流が流れても、高周波のクロストーク現象を抑止することで、抵抗体とリードとの境界面へのマイクロクラックの発生、境界面での亀裂の進展および製品抵抗の変化が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】

【0011】

本発明は、絶縁基体と、該絶縁基体に埋設され、折返し形状をなしている抵抗体と、前記絶縁基体に埋設され、先端側で前記抵抗体に接続されるとともに後端側で前記絶縁基体の表面に導出された一对のリードとを備えたヒータであって、前記抵抗体と前記一对のリードとは軸方向に垂直な方向に重なって接続されていて、前記一对のリードのそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な断面で見たとときに、前記抵抗体と前記一对のリードの少なくとも一方との境界線の傾きが前記先端側と前記後端側とで異なることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明のヒータによれば、電力入力側境界面から伝播する高周波の位相と電力出力側境界面に到達する高周波の位相が一致しにくくなるので、高周波信号が相互に混信するクロストーク現象を抑止することができる。その結果、境界面での異常発熱と、異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができる。したがって、パルス駆動、DC駆動にかかわらず、電力突入の立ち上がりが急峻になっても、抵抗体とリードとの境界面へのマイクロクラックの発生および境界面での亀裂の進展が抑制され、長期間抵抗が安定する。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】

【0017】

【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境界面を含む領域Aを拡大した拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【図3】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した拡大断面図であり、(b)は(a)に示すY-Y線における横断面図であり、(c)は(a)に示すZ-Z線における横断面図である。

【図4】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【図5】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すY-Y線における横断面図であり、(c)は(a)に示すZ-Z線における横断面図である。

【図6】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【図7】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【図8】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【図9】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すY-Y線における横断面図であり、(c)は(a)に示すZ-Z線における横断面図である。

【図10】(a)は図1に示す抵抗体とリードとの境界面を含む領域Aを拡大した他の例

10

20

30

40

50

の拡大断面図であり、(b)は(a)に示すY-Y線における横断面図であり、(c)は(a)に示すZ-Z線における横断面図である。

【図11】(a)は従来のヒータの要部を示す縦断面図であり、(b)は(a)に示すX-X線における横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

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。

【0019】

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は図1に示すX-X線における横断面図である。

10

【0020】

本実施の形態のヒータ1は、絶縁基体9と、絶縁基体9に埋設され折返し形状をなしている抵抗体3と、絶縁基体9に埋設され、先端側で抵抗体3に接続されるとともに後端側で絶縁基体9の表面に導出された一对のリード8を備えたヒータであって、抵抗体3と一对のリード8とは軸方向に垂直な方向に重なって接続されていて、抵抗体3と一对のリード8との二つの境界面2のうちの少なくとも一方が、一对のリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な方向に対して傾いているものである。

【0021】

本実施の形態のヒータ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_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、所定の形状に成形し、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。

20

【0022】

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。

【0023】

抵抗体3は、特に発熱する領域である発熱部4を有しており、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4とすることができる。抵抗体3が図1に示すような折返し形状をなしている場合は、折返しの中点付近が最も発熱する発熱部4となる。

40

【0024】

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

50

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、抵抗体3の熱膨張率を絶縁基体9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。

【0025】

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。

10

【0026】

また、抵抗体3の厚みは、0.5mm~1.5mm程度がよい。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。

【0027】

また、抵抗体3の幅は、0.3mm~1.3mm程度がよい。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。

【0028】

抵抗体3の端部に先端側が接続されたリード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、絶縁基体9が窒化珪素質セラミックスからなる場合、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。

20

30

【0029】

そして、図2に示すように、抵抗体3と一对のリード8とは軸方向に垂直な方向に重なって接続されていて、抵抗体3と一对のリード8との二つの境界面2のうちの少なくとも一方が、一对のリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な方向に対して傾いている。

【0030】

例えば、図2に示すように、抵抗体3の端面とリード8の端面との接合面積を大きくするために、リード8の軸方向に平行な縦断面で見て、抵抗体3の端面とリード8の端面との境界線がリード8の軸方向に対して傾斜しているように境界面2が設けられる。なお、軸方向に対する境界線の傾斜角としては、例えば10~80度である。

40

【0031】

このような構成とすることで、抵抗体3とリード8との境界面2でインピーダンスの整合が取れなかった高周波成分の一部が、境界面2をアンテナとして機能させて、周囲の誘電体を介しながらリード表面から散逸しても、2枚の平面アンテナの面(境界面)同士が、ねじれの位置になるように配置されているので、送受信信号の位相が一致しにくいことで、電力入力側の境界面2から、電力出力側の境界面2へ混信現象(クロストーク現象)を抑止することができる。その結果、境界面での異常発熱と異常発熱に起因したマイクロ

50

クラックの発生を抑制することができる。

【0032】

すなわち、ECUからの制御信号がパルス駆動、DC駆動にかかわらず、電力突入の立ち上がり急峻になっても、抵抗体とリードとの境界面へのマイクロクラックの発生および境界面での亀裂の進展が抑制され、長期間抵抗が安定する。これにより、ヒータの信頼性および耐久性が向上する。

【0033】

さらに、図3のように、抵抗体3とリード8との境界面2を全域にわたって平面としてねじれの位置の関係に配置することで、境界面2に垂直な方向に伝播する高周波と、境界面2の平面に沿って伝播する高周波に起因したクロストーク現象を抑制することができる。その結果、境界面2での異常発熱と異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができるので好ましい。

10

【0034】

また、図4のように、抵抗体3とリード8が二対で構成されたヒータである場合、4つの境界面2のうち、少なくとも二つの境界面2がリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な方向に対して傾いていて、この少なくとも二つの境界面2が対角線の位置となるように配置されていることで、クロストーク現象を抑制することができ、境界面での異常発熱と異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができるので好ましい。なお、4つの境界面のすべてがリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な方向に対して傾いているのが最も好ましい。

20

【0036】

特に、図6～8のように、二つの境界面2が互いに反対側に傾いていることで、アンテナからの送信方向と受信方向を全く一致させることが無くなり、クロストーク現象をさらに抑止することができ、境界面2での異常発熱と異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができるので好ましい。

【0037】

そして、図9のように、一对のリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な断面で見たときに、抵抗体3と一对のリード8との境界線の傾きが先端側から後端側に向かって徐々に変化していることでも、送受信の高周波信号の位相を一致させないようにすることができ、クロストーク現象をさらに抑止することができる。なお、抵抗体3と一对のリード8との境界線の傾きが先端側から後端側に向かって徐々に変化しているとは、境界面2が曲面であることを意味している。

30

【0038】

これは、境界面2がアンテナとして機能しても、2枚のアンテナのうち一方が曲面アンテナとして構成された上で、アンテナ面同士がねじれの位置になるように配置されているので、ひとつのアンテナ表面から伝播した高周波が、もうひとつのアンテナ表面に到達しても、アンテナ表面の全ての位置で到達時間が異なることから、抵抗体3を経由して到達するパルスのバックグラウンドノイズに含まれて、パルスの異常波形が生じることが無くなるからである。その結果、境界面2での異常発熱と異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができる。

40

【0039】

特に、図10のように、抵抗体3と一对のリード8との二つの境界線2の傾きが先端側から後端側に向かって徐々に変化していることで、二つの境界面2が一对のリード8のそれぞれの軸の両方を含む平面に垂直な方向に対して傾いていて、送受信の高周波信号の位相が一致することが完全に無くなる。その結果、境界面2での異常発熱と、異常発熱に起因したマイクロクラックの発生を抑制することができる。

【0040】

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、リード8の端子部(図示せず)に電氣的に接続されるとともにヒータ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

50

状の絶縁基体 9 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 8 が抵抗体 3 の両端部にそれぞれ電氣的に接続されて埋設されていて、一方のリード 8 に電氣的に接続された金属製保持部材（シース金具）と、他方のリード 8 に電氣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。

【0041】

なお、金属製保持部材（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、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。

10

【0042】

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。

【0043】

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。

【0044】

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。

20

【0045】

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。そして、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、この成形体 a 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。

【0046】

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 の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 d）が得られる。

30

【0047】

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。

【実施例】

【0048】

本発明の実施例のヒータを以下のようにして作製した。

【0049】

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。

40

【0050】

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 および表 2 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。

【0051】

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（Si₃N₄）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（Yb₂O₃）を 10 質

50

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。

【0052】

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、35MPa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。

【0053】

このグロープラグの電極にパルスパターンジェネレータを接続し、印加電圧7V、パルス幅10 μ s、パルス間隔1 μ 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((通電後の抵抗値-通電前の抵抗値)/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】

試料番号	接合部形状	陽極側境界面の傾き	陰極側境界面の傾き	抵抗体発熱部断面積(mm ²)	最も発熱した箇所	抵抗変化率(%)	抵抗体とリードとの間にクラック
*1	図11	0°	0°	0.60	リードと抵抗体との接続部	55	あり
2	図2	5°	0°	0.60	抵抗体発熱部	5	なし
3	図7	5°	5°	0.60	抵抗体発熱部	3	なし
4	図10	5°ツイスト	5°ツイスト	0.60	抵抗体発熱部	1	なし

*印は本発明範囲外の試料を示している。

【0055】

表1に示すように、試料番号1は、最も発熱した箇所がリードと抵抗体との境界面であった。そして、通電状態を確認するために、オシロスコープを用いて試料番号1のヒータに流れるパルス波形を確認したところ、入力波形と異なり、パルスの立ち上がりが急峻にならず、7Vに到達するまで1 μ s要し、オーバーシュートしながら波打っていた。

【0056】

これは、試料番号1のヒータでは、パルスの立ち上がり部分に含まれる高周波成分が、クロストーク現象により波形が合成されたものと考えられる。また、ヒータの最も発熱した箇所が、リードと抵抗体との境界面で特に陰極側となっていることについても、クロストークに起因した異常パルスによって、陰極側のリードと抵抗体との境界面でインピーダンスの整合が取れないことで、局所的な発熱が生じたものと考えられる。

【0057】

さらに、試料番号1の通電前後の抵抗変化は55%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のリードと抵抗体との境界面を観察したところ、境界面に外周方向から内側に向けて、マイクロクラックが生じていることを確認した。

【0058】

一方、試料番号2~4については、最も発熱した箇所はヒータ先端の抵抗体発熱部であった。そして、通電状態を確認するために、オシロスコープを用いてヒータに流れるパルス波形を確認したところ、入力波形とほぼ同じ波形であった。これは、リードと抵抗体との境界面で異常加熱せずに通電できたことを示している。

【0059】

また、試料番号2~4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リードと抵抗体との境界面を観察したところ、マイク

10

20

30

40

50

ロクラックは無かった。

【 0 0 6 0 】

次に、ヒータにDC電源を接続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。通電前後のヒータの抵抗値の変化率を測定した。

【 0 0 6 1 】

【表 2】

試料番号	接合部形状	陽極側境界面の傾き	陰極側境界面の傾き	抵抗体発熱部断面積 (mm ²)	抵抗変化率 (%)	抵抗体とリードとの間にクラック
*1	図11	0°	0°	0.60	55	あり
2	図2	5°	0°	0.60	5	なし
3	図7	5°	5°	0.60	3	なし
4	図10	5°ツイスト	5°ツイスト	0.60	1	なし

*印は本発明範囲外の試料を示している。

【 0 0 6 2 】

表 2 に示すように、試料番号 1 の通電前後の抵抗変化は55%と非常に大きくなったため、DC通電後、走査型電子顕微鏡で試料番号 1 のリードと抵抗体との境界面を観察したところ、境界面に外周方向から内側に向けてマイクロクラックが生じていることを確認した。

【 0 0 6 3 】

一方、試料番号 2 ~ 4 については、通電前後の抵抗変化は 5 % 以下と小さく、DC通電後に走査型電子顕微鏡でこれらの試料番号のリードと抵抗体との境界面を観察したところ、マイクロクラックは無かった。

【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

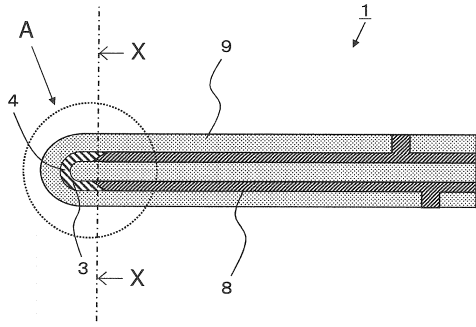
- 1 : ヒータ
- 2 : 境界面
- 3 : 抵抗体
- 4 : 発熱部
- 8 : リード
- 9 : 絶縁基体

10

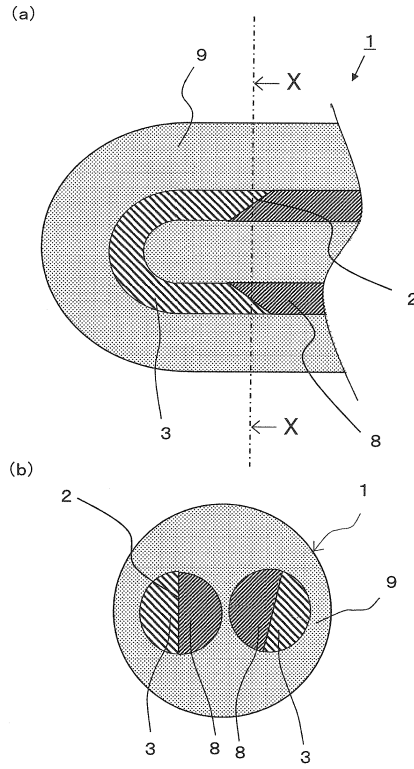
20

30

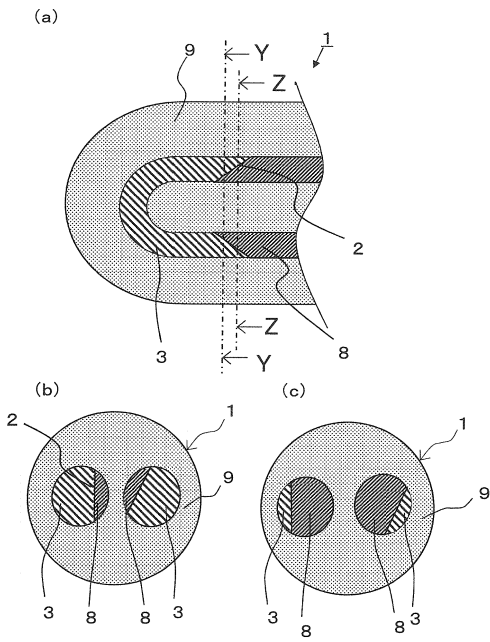
【図1】



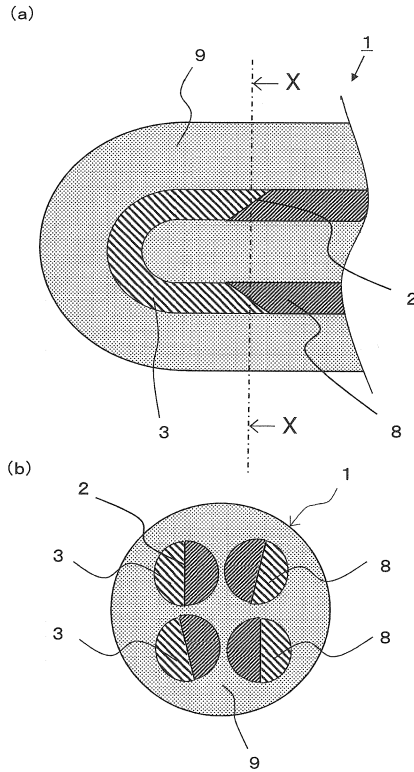
【図2】



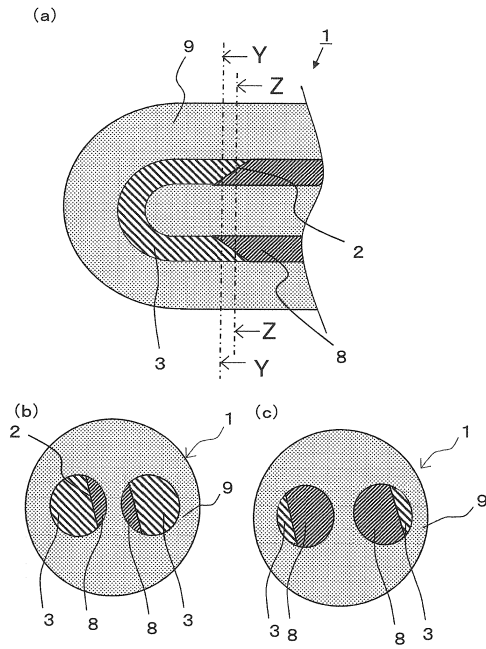
【図3】



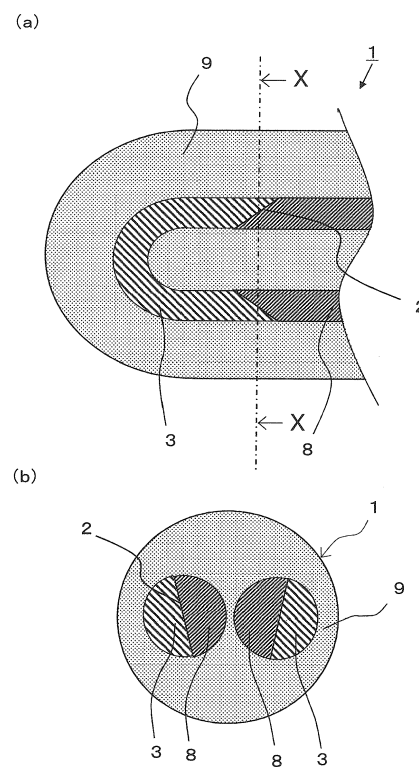
【図4】



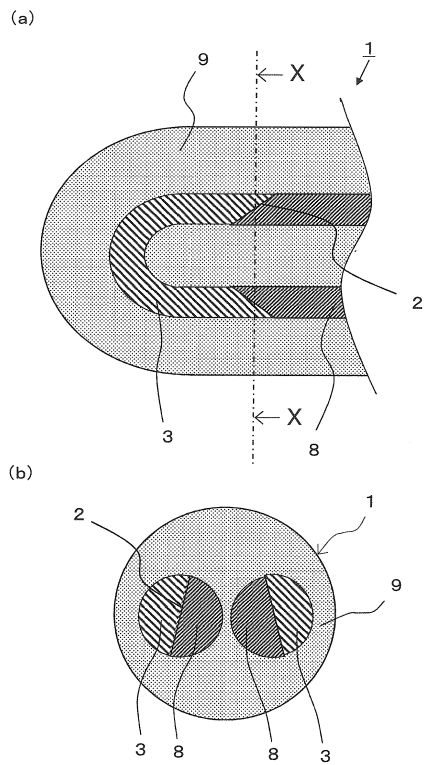
【図5】



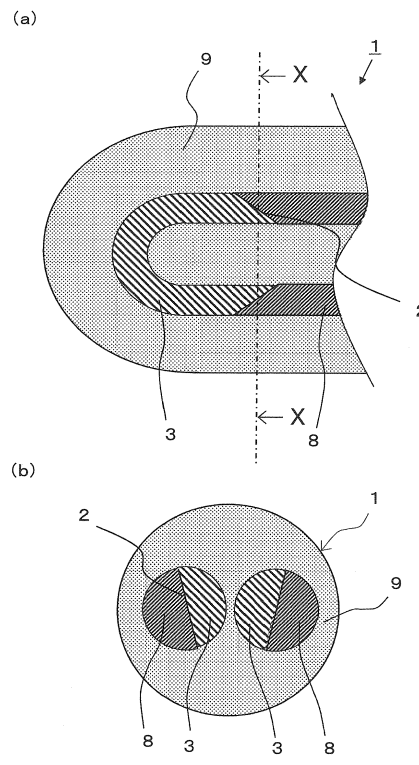
【図6】



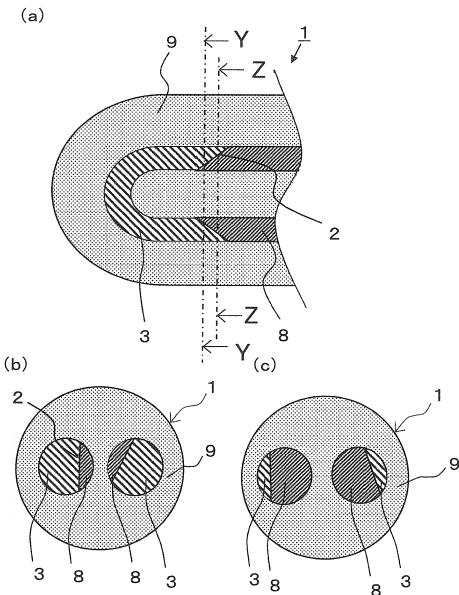
【図7】



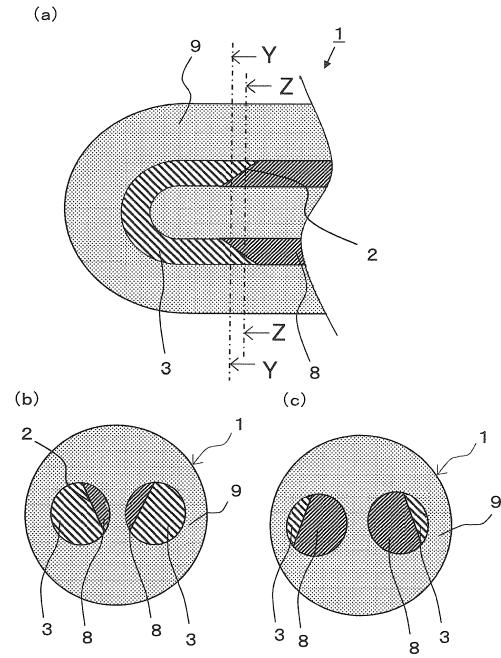
【図8】



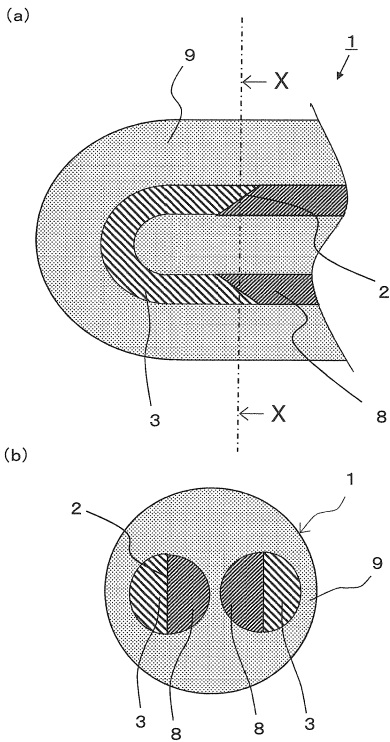
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2008/105327(WO, A1)
特開2003-022889(JP, A)
特開2012-099373(JP, A)
実開昭62-056957(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B	3/02
F23Q	7/00
H05B	3/18
H05B	3/48