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

特許第3690981号
(P3690981)

(45)発行日　平成17年8月31日(2005.8.31)　(24)登録日　平成17年6月24日(2005.6.24)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | |
|---|---|---|---|
| C04B 37/02 | C04B | 37/02 | B |
| H01H 33/66 | H01H | 33/66 | E |
| // B23K 1/14 | B23K | 1/14 | C |
| B23K 1/19 | B23K | 1/19 | B |
| B23K 101:36 | B23K | 101:36 | |

請求項の数 4　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2000-365393(P2000-365393)
(22)出願日　平成12年11月30日(2000.11.30)
(65)公開番号　特開2002-167286(P2002-167286A)
(43)公開日　平成14年6月11日(2002.6.11)
審査請求日　平成14年3月19日(2002.3.19)

(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　100095751
弁理士　菅原　正倫
(72)発明者　牧野　友亮
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　村守　宏文

(56)参考文献　特開平０６－３２１６４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７２９４６（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】金属－セラミック接合体及びそれを用いた真空スイッチユニット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

円筒状のセラミック部材の端面に対し、該端面の全周に沿う板状部を有する金属部材を、板状部の主表面をセラミック部材の端面と対向させる形で接合金属層を介してバットシール形態により接合した構造を有し、接合金属層とセラミック部材とが、セラミック部材の端面周方向に沿う平均幅Ｗ（ｍｍ）の円環状領域にて接してなり、また、前記円筒状のセラミック部材の端面の内周縁及び外周縁の一方又は双方に面取り部が形成されてなり、かつ、セラミック部材の外径寸法をＤ（ｍｍ）として：

Ｄ≧３０

（１／６)×Ｄ≧Ｗ≧（Ｄ／３０）＋２．６

を満たすように、ＷとＤとの各値が調整されていることを特徴とする金属－セラミック接合体。

【請求項２】

金属部材の前記板状部の厚さｔ（ｍｍ）が、

（１／１２０）×Ｄ≦ｔ≦３

の関係を満足するように調整されている請求項１記載の金属－セラミック接合体。

【請求項３】

セラミック部材が、真空スイッチ用の外管である請求項１又は２に記載の金属－セラミック接合体。

【請求項４】

請求項３に記載の金属－セラミック接合体と、
円筒状に形成されたセラミック部材の内側にスイッチ遮蔽空間を形成するために、該セラミック部材の端部側を遮蔽する遮蔽部材と、
スイッチ遮蔽空間内にて相対的に接近・離間可能に配置され、スイッチ接点部を形成するスイッチ電極部材と、
を備えたことを特徴とする真空スイッチユニット。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は金属－セラミック接合体及びそれを用いた真空スイッチユニットに関する。
【０００２】
【従来の技術】
高電圧付加への電流供給を開閉するためのスイッチとして、電流遮断に伴う火花発生と、その後の放電短絡とを防止して十分な絶縁性を確保するために、セラミック容器に接点部分を収納し、内部を真空減圧した真空スイッチユニットが多く用いられている。このような真空ユニットでは、セラミック容器が円筒状のセラミック部材であり、その両端面を金属製の遮蔽部材にて遮蔽した構造を有するものが一般的である。金属製の遮蔽部材とセラミック部材とはろう付けによる金属－セラミック接合体を形成する。
【０００３】
円筒状のセラミック部材の端面に金属部材を気密接合する構造としては、エッジシールと称される構造と、バットシールと称される構造とがある。前者は、円筒状のセラミック部材の端面に対し、筒状部を有する金属部材の該筒状部の端面を、ろう材を介して突合せ接合するものであり、後者は、金属蓋などの板状部分を有する金属部材の該板状部分の板面（主表面）をセラミック部材の端面に重ね合わせる形にて配置し、それらの面間を、ろう材を介して接合するものである。そして、従来の真空スイッチユニット等においては、セラミック部材の外径や肉厚などに特に関係なくエッジシールとバットシールとを使い分けていた。例えば、特開昭５２－５９８６３号公報には、金属部材をコバール等の低膨張率合金にて構成することにより、エッジシールとバットシールとの種別によらず欠陥の少ない良好な接合体が得られる旨開示されている。また、特開平７－１７２９４６号公報には、バットシール構造の採用を前提として、セラミック部材の肉厚と、金属部材の重ね接合部分の肉厚との比、さらには材料の線膨張係数やろう材融点などを規定することにより、良好な接合体が得られることが記載されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記公報に開示された技術を勘案しても、セラミック部材の外径寸法が製品により種々に異なる場合、接合構造の種別によっては、ろう付け接合後の冷却時に、セラミック部材と金属部材との間の線膨張係数差によりろう付け接合部の特定部位に応力集中が生じ、接合強度が極端に低い不良品が発生しやすい問題がある。
【０００５】
本発明の課題は、セラミック部材の寸法に応じて最適の接合構造を採用することにより、接合部に切れや割れ等の欠陥が発生しにくく接合強度の高い金属－セラミック接合体を提供すること、及びそれを用いた真空スイッチユニットを提供することにある。
【０００６】
【課題を解決するための手段及び作用・効果】
上記課題を解決するために、本発明の金属－セラミック接合体は、
円筒状のセラミック部材の端面に対し、該端面の全周に沿う板状部を有する金属部材を、板状部の主表面をセラミック部材の端面と対向させる形で接合金属層を介してバットシール形態により接合した構造を有し、接合金属層とセラミック部材とが、セラミック部材の端面周方向に沿う平均幅Ｗ（ｍｍ）の円環状領域にて接してなり、また、円筒状のセラミック部材の端面の内周縁及び外周縁の一方又は双方に面取り部が形成されてなり、かつ

、セラミック部材の外径寸法をＤ（ｍｍ）として：
　Ｄ≧３０　　‥‥（１）
　（１／６)×Ｄ≧Ｗ≧（Ｄ／３０）＋２．６　　‥‥（２）
を満たすように、ＷとＤとの各値が調整されていることを特徴とする。
【０００７】
また、本発明の真空スイッチユニットは、上記本発明の金属－セラミック接合体と、円筒状に形成されたセラミック部材の内側にスイッチ遮蔽空間を形成するために、該セラミック部材の各端部側を遮蔽する遮蔽部材と、スイッチ遮蔽空間内にて相対的に接近・離間可能に配置され、スイッチ接点部を形成するスイッチ電極部材とを備えたことを特徴とする。
【０００８】
本発明者は、筒状のセラミック部材に金属部材を接合金属層（例えばろう材）を介して接合する際に、その接合構造形態とセラミック部材寸法との関係に着目して鋭意検討を行なった。その結果、一般に真空スイッチユニット等に広く使用されている外径３０ｍｍ以上のセラミック部材においては（前記した▲１▼の条件である）、その外径寸法Ｄに対して接合領域の幅Ｗが相対的に小さくなった場合、その接触領域の内縁あるいは外縁位置にてセラミック部材側に切れ等の欠陥が発生しやすくなることが判明した。また、さらに検討を重ねた結果、こうした切れが発生しやすいのは、前記した２種の接合構造のうちバットシール構造を採用した場合であることがわかった。
【０００９】
しかしながら、エッジシール構造は突合せ接合のための円筒状部分が必ず必要であり、また、真空スイッチユニットなどにおいては、内部空間を遮蔽するための金属蓋をこれとは別に設ける必要があるため、部品点数や加工工数などの観点で割高になりやすい側面があるといえる。これに対し、バットシールでは、例えば蓋状の金属部材を、ろう材層を介してセラミック部材の端面に重ね接合すればよいなど、構造が比較的単純であり、加工工数も削減できるという、エッジシールにはない捨てがたい特長を有している。
【００１０】
そこで、バットシール構造に絞って切れ等の発生条件等を、実験によりさらに仔細に検討したところ、セラミック部材の肉厚を外径寸法Ｄに対してある程度大きく設定でき、結果として接合領域幅Ｗの幅がある限界値、具体的にはＷmin＝Ｄ／３０＋２．６で表される下限値Ｗmin以上とできる場合は、接合構造としてバットシール構造を採用しても、接触領域の内縁あるいは外縁位置にてセラミック部材側に切れ等の欠陥が発生し難くなり、ひいては接合強度の高い接合体が得られることを見出して本発明を完成するに至ったのである。また、このような接合体を真空スイッチユニットに適用することにより、スイッチ容器となるセラミック部材と金属製遮蔽部材との間に形成される接合部の耐久性が増し、長寿命でリーク等の発生しにくい真空スイッチを実現できる。また、接合部不良が軽減されることで、製品歩留まりも格段に向上する。
【００１１】
接合領域幅Ｗが上記Ｗminよりも小さくなると、接合部における上記の欠陥発生が著しくなり、接合部の強度不足や不良率上昇による製品歩留まり低下につながる。他方、接合領域幅ＷがＷmax＝（１／６）×Ｄ（ｍｍ）で表される上限値Ｗmaxよりも大きい場合、セラミック部材は、外径寸法Ｄに対して肉厚が相対的に増加しすぎ、材料コストの高騰や重量増大を招くほか、例えば真空スイッチの外管としてセラミック部材を使用する際に、内部に電極などの必要な部品を配置するスペースが不足することにつながる。
【００１２】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。
図１は、本発明の金属－セラミック接合体を用いた真空ユニットの例を示している。該真空スイッチユニット５０においては、外管をなす円筒状の筒状部材５５がセラミック部材として構成されており、その筒状部材５５の内側には金属製の筒状のアークシールド部材

５４が配置されている。筒状部材５５の内周面には周方向の凸条部１２が形成され、その凸条部１２の内周面に対し、アークシールド部材５４の外周面が図示しないろう材層を介して接合されている。筒状部材５５は、例えばアルミナ系セラミック（例えばアルミナ含有率９２質量％）にて構成され、外周面は図示しない釉薬層にて覆われている。

【００１３】

一方、筒状部材５５には、各端部側を遮蔽する円板蓋状の１対の遮蔽部材５７，５７が設けられ、内部にスイッチ遮蔽空間１１が形成されている。これら遮蔽部材５７は、筒状部材５５の端面にバットシール構造にて接合されている。図２に示すように、遮蔽部材５７は、全体が板状に構成された板状部であるから、筒状部材５５の端面５５ａに対向する外周縁部も当然、端面５５ａの全周に沿う板状をなす。そして、その外周縁部の片側の主表面にて、筒状部材５５（セラミック部材）の端面５５ａに対し、接合金属層たるろう材１５を介してバットシール形態により接合される。

【００１４】

なお、遮蔽部材５７，５７は、本実施形態ではＦｅ－Ｎｉ－Ｃｏ合金（例えばコバール（商品名）：Ｆｅ－２９重量％Ｎｉ－１７～１８重量％Ｃｏ）にて構成されているが、この他にもステンレス鋼やＣｕ合金等の材質を採用することが可能である。また、ろう材１５は、例えばＡｇ－Ｃｕ系ろう材にて構成され、セラミック部材たる筒状部材５５との間には活性金属成分（例えばＴｉ等）とセラミックとの反応層が形成されている。

【００１５】

次に、スイッチ遮蔽空間１１の内部には、一方の遮蔽部材５７を貫く形で固定電極部材４が配置されている。この固定電極部材４には、スイッチ遮蔽空間１１外に位置する基端側に固定側端子部５２が形成され、他方、スイッチ遮蔽空間１１内に位置する先端側に固定側スイッチ接点部６１（スイッチ電極部材）が形成されている。また、他方の遮蔽部材５７を貫く形で、筒状部材５５の軸線Ｏ方向に移動可能な可動電極部材５が設けられている。該可動電極部材５には、スイッチ遮蔽空間１１外に位置する基端側に可動側端子部５６が形成され、スイッチ遮蔽空間１１内に位置する先端側に、自身の移動に伴い固定側スイッチ接点部６１と当接／離間する可動側スイッチ接点部６０（スイッチ電極部材）が形成されている。そして、前記したアークシールド部材５４は、筒状部材５５内にて固定側スイッチ接点部６１と可動側スイッチ接点部６０とを取り囲む形で配置されている。なお、可動電極部材５は蛇腹状の金属ベローズ５８により固定側スイッチ接点部６１に対して接近・離間駆動される。

【００１６】

図３は、筒状部材５５と金属部材たる遮蔽部材５７との接合部の拡大断面図を示すものである。ろう材１５は、筒状部材５５の端面５５ａに対し、周方向に沿う平均幅Ｗ（ｍｍ）の円環状領域にて接している（図４参照）。そして、筒状部材５５の外径寸法をＤ（ｍｍ：図２）として、Ｄ≧３０であり、かつ、

（１／６）×Ｄ≧Ｗ≧（Ｄ／３０）＋２．６（前記▲２▼）

を満たすように、ＷとＤとの値が調整されている。また、筒状部材５５（セラミック部材）の端面５５ａの内周縁及び／又は外周縁（ここでは両方であるが、片側のみでもよい）に面取り部５５ｔが形成されている。なお、ろう材１５（接合金属層）の接合領域幅Ｗは、筒状部材５５の中心軸線Ｏと直交する投影面への、接合領域の正射影像において、中心軸線Ｏに関する半径方向の幅Ｗにて表す。

【００１７】

前記した▲２▼式の意味について、以下にさらに詳しく説明する。本発明者が検討したところによると、図３に示すように、ろう付け後の冷却時等においてセラミック部材たる外筒部材５５に切れＣ等を発生しやすいのは、接合領域の外縁又は内縁位置である。特に、面取り部５５ｔにろう材フィレット１５が重なっている場合、面取り部５５ｔへの重なり部１５ａ（中心軸線Ｏを中心として内縁５５ｅを通る直円筒面よりも外側にあるろう材フィレット部分である）の体積が大きいほど、応力集中が顕著となって切れＣ等が生じやすくなる。そこで、重なり部１５ａの体積を如何に小さくするかが、切れＣ等の発生を抑制

する上で重要である。

【００１８】

図２に示すように、バットシールを採用した場合、遮蔽部材５７の主表面が筒状部材５５の端面の全幅にわたって略平行に対向する形となるので、ろう材フィレットの周縁１５ｐは、金属部材である遮蔽部材５７の主表面側と筒状部材５５の端面外縁、つまり面取り部５５ｔとの双方に対して裾を引く凹状形態を呈することになる。そして、筒状部材５５の中心軸線を含む断面において、筒状部材５５の端面５５ａ（あるいは面取り部５５ｔ）に対するろう材フィレット１５の縁位置におけるろう材フィレットの立ち上がり接線Ｐと面取り部５５ｔとのなす角をフィレット角φとした時に、該フィレット角φがどうしても大きくなりやすい側面がある。この場合、ろう付け時において溶融ろう材は遮蔽部材５７の主表面外縁方向、つまり筒状部材５５の端面５５ａと略平行な方向に引っ張られるので、面取り部５５ｔ側へのろう材の流れ出しが生じやすくなり、重なり部１５ａの体積は大きくなりがちとなる。

【００１９】

そして、図４（ｂ）に示すように、筒状部材５５の肉厚Ｔ、つまり接合領域の幅Ｗを小さくすると、表面張力による収縮作用があまり働かなくなり、図３を用いて説明した要因により、重なり部１５ａの体積が大きくなって切れＣ等が発生しやすくなるものと考えられる。しかしながら、図４（ａ）に示すように、筒状部材５５の肉厚Ｔ、つまり接合領域の幅Ｗがある程度大きい場合は、ろう材が薄く広がる形となり、溶融ろう材が表面張力により収縮しようとする作用が大きく働く結果、重なり部１５ａの体積はそれほど大きくならない。そして、すでに説明した通り、接合領域幅Ｗの幅を下限値Ｗmin（＝Ｄ／３０＋２．６）よりも大きくすることで、重なり部１５ａの体積が適度に小さく抑えられる結果、応力集中による切れ等の欠陥を効果的に防止でき、ひいては接合強度の高い接合体を得ることができるのである。なお、接合領域幅Ｗは、筒状部材５５の過度の重量増加と、遮蔽空間１１のスペース不足とを招かぬように、Ｗmax＝（１／６）×Ｄ（ｍｍ）で表される上限値Ｗmaxよりも小さく設定する。

【００２０】

次に、金属部材（板状部）としての遮蔽部材５７の厚さｔ（ｍｍ）は、（１／１２０）×Ｄ≦ｔ≦３とするのがよい。ｔが３ｍｍを超えると、ろう付け後の冷却時等において金属部材収縮による応力集中の影響が大となり、セラミック部材５５側への切れ等の発生を抑制しきれなくなる場合がある。また、（１／１２０）×Ｄよりも遮蔽部材５７の厚さｔが小さくなると、遮蔽部材５７の強度確保が困難となる。

【００２１】

なお、本発明の金属－セラミック接合体は上記のような真空スイッチユニットに限らず、熱交換器など他の用途にも適用することができる。

【００２２】

【実施例】

アルミナ焼結体（アルミナ含有率９２質量％）からなる筒状部材５５として、表１に示す種々の外径Ｄ（ｍｍ）及び内径ｄ（ｍｍ）を有するものを用意した。各筒状部材の端面内外縁には、幅０．２５ｍｍの面取り部を施した。そして、各筒状部材の両端面にＭｏ－Ｍｎ合金粉末を含有したメタライズペーストを塗布し、１４００℃で焼付け処理した後、電解Ｎｉメッキを施すことにより、図５（ａ）に示すように、筒状部材５５の端面にメタライズ層１０４を形成した。そして、図５（ｂ）に示すように、対応する外径寸法にて種々の厚さを有するコバール製の遮蔽部材５７を、Ａｇ－Ｃｕ共晶ろう材（Ａｇ－２８質量％Ｃｕ）箔１０５を挟んで筒状部材５５の端面に重ね合わせ、バットシール法により温度８３０℃にて接合した。なお、接合領域幅Ｗはろう材箔１０５の寸法により調整した。そして、得られた試験品の接合部の外観観察を行い、筒状部材５５への切れ等の発生状況を調べた。切れ等の発生が全く見られなかったものを「○」、切れ等の発生が僅かながら見られたものを「△」、多数の切れが見られたものを「×」として評価した。結果を表１に示す。

【００２３】
【表１】

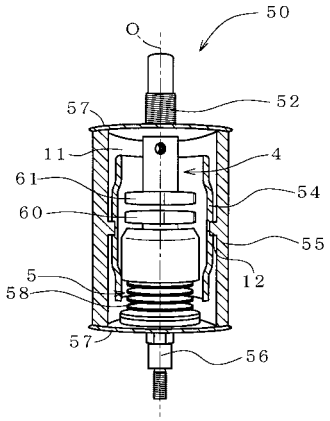
| | セラミック部材 | | | | | 金属部材 | 外観判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D (mm) | d (mm) | (D−d)／2 (mm) | W (mm) | (D／30)＋2．6 (mm) | t (mm) | |
| 1 | 60 | 46 | 7 | 6．5 | 4．6 | 2 | ○ |
| 2 | 60 | 48 | 6 | 5．5 | 4．6 | 2 | ○ |
| 3* | 60 | 51 | 4．5 | 4．0 | 4．6 | 2 | × |
| 4 | 120 | 102 | 9 | 8．5 | 6．6 | 3 | ○ |
| 5 | 120 | 104 | 8 | 8．0 | 6．6 | 3 | ○ |
| 6* | 120 | 107 | 6．5 | 6．0 | 6．6 | 3 | × |
| 7* | 120 | 104 | 8 | 8．0 | 6．6 | 3．3 | △ |

＊は本発明の範囲外であることを示す。

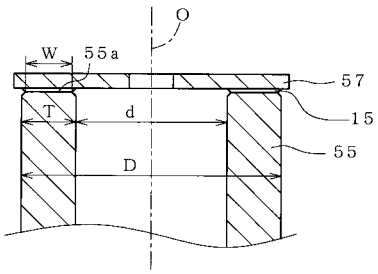
【００２４】
この結果より、接合領域幅WがWmin＝（Ｄ／３０）＋２．６（ｍｍ）以上である場合は、切れ等がほとんど見られず、良好な接合状態が得られていることがわかる。他方、接合領域幅WがWminよりも小さい場合は、切れ等の発生が顕著となっている。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の金属－セラミック接合体を用いた真空スイッチユニットの一例を示す断面図。
【図２】バットシール方式によるセラミック部材と金属部材との接合構造を示す断面図。
【図３】図２の接合部を拡大して示す図。
【図４】バットシール方式による接合部への、ろう材フィレットの接合領域幅Wの与える影響を模式的に説明する図。
【図５】バットシール方式による突合せ接合構造の製造工程説明図。
【符号の説明】
１１　遮蔽空間
１５　ろう材フィレット（接合金属層）
５０　真空スイッチユニット
５５　筒状部材（セラミック部材）
５７　遮蔽部材（金属部材）
６０　可動側スイッチ接点部（スイッチ電極部材）
６１　固定側スイッチ接点部（スイッチ電極部材）

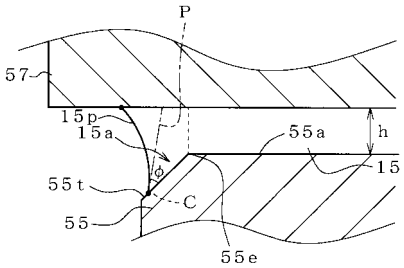
【図１】


O
50
57
52
11
4
61
54
60
55
5
12
58
57
56

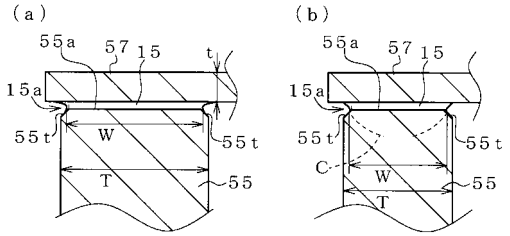
【図２】


O
W
55a
57
T
d
15
D
55

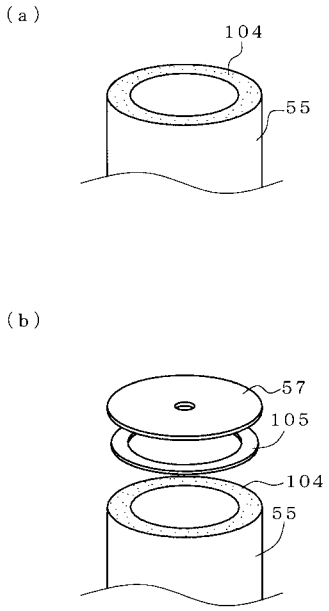
【図３】


P
57
15p
15a
55a
h
15
55t
C
55
55e

【図４】


(a)
55a
57
15
t
15a
55t
W
55t
T
55
(b)
55a
57
15
15a
55t
55t
C
W
55
T

【図５】


(a)
104
55
(b)
57
105
104
55

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
C04B 37/02
B23K 1/14
B23K 1/19