

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580043738.5

[51] Int. Cl.

H01C 7/10 (2006.01)  
H01C 17/28 (2006.01)  
H01C 1/14 (2006.01)

[43] 公开日 2007年12月5日

[11] 公开号 CN 101084559A

[22] 申请日 2005.11.28

[21] 申请号 200580043738.5

[30] 优先权

[32] 2004.12.22 [33] SE [31] 0403170-4

[86] 国际申请 PCT/SE2005/001784 2005.11.28

[87] 国际公布 WO2006/068570 英 2006.6.29

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.20

[71] 申请人 ABB 研究有限公司

地址 瑞士苏黎世

[72] 发明人 阿克·奥贝里 彼得·希德曼

朗纳·奥斯特隆德 莱夫·彼得松

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司  
代理人 顾晋伟 刘继富

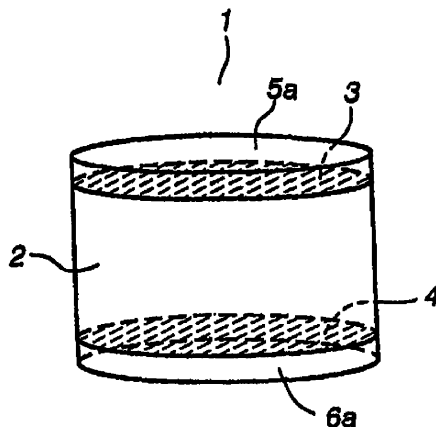
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称

变阻器的制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种变阻器(1)，其包含由含有一种或多种金属氧化物的材料制成的具有两个平行端面(3, 4)的变阻器体(2)和至少一个配置在所述变阻器体的任意端面(3, 4)上的由导电电极材料制成的电极。所述电极包含通过离子或原子转移方法涂覆在所述端面上的电极材料层(5, 6)，由此所述层(5, 6)具有5微米到30微米区间内的厚度。本发明还涉及制造这种变阻器的方法。



1. 一种制造变阻器(1)的方法, 其中所述方法包括:  
制造基于一种或多种金属氧化物的具有两个端面(3、4)的变阻器体(2),  
用电极材料层涂覆所述变阻器体的至少一个端面,  
所述方法的特征在于,  
所述电极材料包含铝或其合金, 并且通过离子转移或原子转移方法实施所述涂覆, 由此使所述涂覆期间的条件适于使所述层的厚度处于5微米到30微米的区间内。
2. 根据权利要求1的方法, 其特征在於, 使所述涂覆期间的条件适于使所述层的厚度处于10微米到20微米的区间内。
3. 根据前述权利要求中任一项的方法, 其特征在於, 在用层(5、6)涂覆所述端面(3、4)之前, 预处理所述端面(3、4), 以增加所述层和所述变阻器体的端面之间的粘附性。
4. 根据权利要求3的方法, 其特征在於, 在用所述层(5、6)涂覆所述端面(3、4)之前, 通过研磨来预处理所述端面(3、4)。
5. 根据权利要求3的方法, 其特征在於, 在用所述层(5、6)涂覆所述端面(3、4)之前, 通过湿法化学蚀刻来预处理所述端面(3、4)。
6. 根据权利要求3的方法, 其特征在於, 在用所述层(5、6)涂覆所述端面(3、4)之前, 通过干法蚀刻/离子溅射来预处理所述端面(3、4)。
7. 根据前述权利要求中任一项的方法, 其特征在於, 所述端面(3、4)被边缘围绕, 并且防止所述端面被层涂覆, 使得沿着所述端面边缘(9)的宽度为0.01到6.0 mm的区域(7、8)保持不被涂覆。
8. 根据前述权利要求中任一项的方法, 其特征在於, 所述端面(3、4)被边缘围绕, 由此在涂覆所述层之后使所述边缘成为斜切的边缘(16、17)。
9. 一种变阻器(1), 其包含由含有一种或多种金属氧化物的材料制成的具有两个平行端面(3、4)的变阻器体(2)和至少一个配置在所述变阻器体的任意端面(3、4)上的由导电电极材料制成的电极, 其特征在於,  
所述电极包含通过离子转移或原子转移方法涂覆在所述端面上的铝层或铝合金层(5、6), 由此所述层(5、6)具有5微米到30微米区间内的厚度。
10. 根据权利要求9的变阻器(1), 其特征在於, 所述层(5、6)具有10微米到20微米区间内的厚度。

11. 根据权利要求 9 或 10 中任一项的变阻器(1), 其特征在于, 所述端面(3、4)被宽度小于所述端面宽度的边缘所围绕, 由此所述端面具有沿所述边缘的未涂覆电极材料的区域(7、8), 所述未涂覆区域(7、8)具有 0.01 mm 到 6.0 mm 的宽度。
12. 根据权利要求 9~11 中任一项的变阻器(1), 其特征在于, 所述端面(3、4)被斜切的边缘(16、17)围绕。
13. 根据权利要求 9~12 中任一项的变阻器的应用, 用于峰值电压超过 50 kV 的电保护应用中。
14. 根据权利要求 9~12 中任一项的变阻器的应用, 用于电涌放电器中。

## 变阻器的制造方法

### 技术领域

本发明涉及一种变阻器，其包含由含有一种或多种金属氧化物的材料制成的具有两个平行端面的变阻器体和至少一个配置在所述变阻器体任意端面上的由导电电极材料制成的电极。这种变阻器可用于多种电应用，例如既可作为电网的过电压保护装置，又可用于电子仪器和计算机的过电压保护装置。这种变阻器尤其适用于电涌放电器。

### 背景技术

变阻器的特性是在低电压时电阻高，而在高电压时电阻低。变阻器包含通常为圆柱形的变阻器体，其具有两个平行端面。所述端面具有用于接触和电流分配的电极。这些电极为电极材料层的形式。所述层可由铝或锌或其它金属组成。所述层还可以由导电陶瓷组成，如 WO 8910813 中表明的。

为了输送大电流通过变阻器体，必须使电流尽可能均匀地分配在端面上。对此，所述层的特性起主要作用。

变阻器体的形成过程为例如：压制金属氧化物粉末，随后烧结所述压制体，优选在 1100 ~ 1300℃ 的温度区间烧结约 2 ~ 10 小时。

烧结之后，通常研磨或抛光变阻器体的端面。

研磨之后，用电极材料层涂覆变阻器体的端面。所述层的具体形状通过由于趋肤效应 (skin effect) 引起的击穿 (flashover) 或损坏的风险来确定。

电极层材料通常通过金属化处理涂覆到变阻器体的端面，优选通过铝或锌的电弧喷镀或火焰喷镀来涂覆。所述层的厚度通常为约 50 微米。已经根据上述方法涂覆的电极材料层的特征在于：不均匀性、厚度变化、相对高的接触电阻、高表面粗糙度、难以抗腐蚀和边界层的内应力。

已知在含有 ZnO 作为填充剂的聚合物材料实验样品上通过溅射涂

覆相对薄的金层（见 AC Conductivity Effects of Non-linear Fillers in Electrical Insulation, 2000 Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, p.133）。不涉及含有填充剂的聚合物材料的这种方法还没有被商业化。

GB1508327 描述了具有几个输入连接的变阻器，其目的是用于在多相电路中提供电压瞬变的保护。圆柱形变阻器体在一个端面包含直径截面，形成通过例如由溅射形成的电极来接触的变阻器“部分”。这种变阻器的一个缺点在于它的电流和能量吸收能力是有限的。

耐反复电负载（例如约 4~20 $\mu$ s 周期的脉冲电流）而不击穿的负载量被称为大电流能力（high-current capability）。这描述在例如美国专利文件 US 6,199,268 B1 中。

层边界附近的这种趋肤效应导致所述变阻器的局部过热，因此由于电热不稳定性导致故障。耐约 0.5 ms 或更长周期的高脉冲电流而不击穿的负载量被称为能量吸收能力。

## 发明内容

本发明的主要目的是提出一种具有改进的大电流能力和能量吸收能力的变阻器及其制造方法。这样，在给定功率水平下，可以降低变阻器的物理尺寸，以及部分由变阻器构成的设备的尺寸。作为替代方案，所述变阻器可以在给定尺寸下处理更大的功率，并且部分由变阻器构成的设备可以通过经济上比现有技术更有利的方式来制造。

本发明的另一个目的是提供一种与现有技术方法相比性能改变更小变阻器以及提供一种制造所述变阻器的方法。

上述目的可以使用权利要求 1 中限定的方法实现。根据本发明的方法的特征在于，通过离子转移或原子转移方法将至少一个电极涂覆到变阻器体的端面，使得所述电极的层厚度处于测试区间内。令人惊奇的是实验和研究已经证明，使用厚度为 5 到 30 微米的层实现电流和能量吸收能力的改进，并且使用厚度为 10 到 20 微米的层实现相当大的改进。处于所述厚度区间内的层提供良好的粘附性、高机械稳定性和可忽略的热开裂倾向，同时提供有助于改善电流能力和能量吸收能力的良好电流分配。由于在所述厚度区间内改进的粘附性，还获得了较小的性能改变。

离子转移或原子转移方法是指产生从所谓的靶或其它材料源移动至待涂覆表面的离子或原子的方法。离子转移或原子转移方法的实例是磁控溅射、离子束溅射、DC（辉光放电）溅射和射频（RF）溅射，所有这些都属于称为物理气相淀积（PVD）的方法类型。选择一定的时间、温度、真空压力水平和定位，使得所述层厚度处于上述厚度区间内。涂覆时间取决于涂覆速度，涂覆速度又取决于其使用的加工设备。必要条件是温度不应超过 400℃。适当的温度区间为 90 到 180℃。真空压力不应超过  $5 \cdot 10^{-3}$  托。适当的区间为  $10^{-4}$  到  $10^{-6}$  托。选择靶或其它材料源，使得所述层具有期望的组成。

另一种离子转移或原子转移方法是化学气相淀积（CVD），其中离子或原子以气态提供。

对于所述层的研究已经表明，利用离子转移或原子转移方法涂覆的层的根据下述定义（例如见 S. Jacobsson and S. Hogmark, Tribologi, Karleboserien, Liber Utbildning AB, Arlöv 1996, p.16）

$$R_a = 1/L \cdot \int |z(x)| dx$$

下限为  $x = 0$ ，上限为  $x = L$

的表面粗糙度小于 3 微米，而用不同方法例如火焰喷镀或电弧喷镀涂覆的层的表面粗糙度  $R_a$  大于 8 微米。离子转移或原子转移方法的优点在于，通过这种方法涂覆的层的有效接触表面变得明显更大。

层厚度被测量为层的外表面与接触变阻器体的层的内表面之间的差，两个表面均考虑平均偏差  $R_a$ 。

根据所述方法的优选实施方案，使用较接近的 10 到 20 微米的层厚度区间，其提供了进一步改进的特性和较小的性能改变。

上述目的还可以通过根据权利要求 11 的变阻器来实现。

由于金属通常具有良好的传导性和一定的可加工性，因此它们适合作为所述层的电极材料。铝或其合金由于其良好的导电性和导热性可有利地使用。导电陶瓷通常具有抗氧化的优点，因此不易腐蚀，由此保持良好的接触量 and 良好的导电性。所以导电陶瓷作为所述层的电极材料是有利的。

在本方法的一个建议实施方案中，变阻器体的表面在涂覆所述层之前被研磨。这样，进一步增强了所述层和变阻器体的端面之间的粘附性。提供类似有利结果的研磨替代方法是抛光、湿法化学蚀刻、干法蚀刻/离子溅射和激光加工。

在本方法的另一个优选实施方案中，沿着端面边缘的宽度为 0.01 毫米到 6 毫米的区域保持不被涂覆。它防止在端面边缘处的电极上的趋肤效应，并且提供改进的电流能力和较高的能量吸收能力。

在本方法的又一个实施方案中，在已经实施所述层的涂覆之后，使端面的边缘形成斜面。所述斜面防止端面边缘上的趋肤效应。形成所述斜面，以便在端面和构成斜面的表面之间形成角度。所述角度例如可在  $110^{\circ}$  到  $165^{\circ}$  区间内。所述斜面还可以由两个或多个局部斜面组成或制成完全圆形。

在本方法的又一个实施方案中，将端面边缘的斜切与宽度为 0.01 毫米到 6 毫米的保持不被涂覆的区域相结合。

上述方法可以用于整个电压范围，例如几个 mV 到 800 kV 或更大。所述方法可以用于电子设备和计算机以及电网的过电压保护装置中。

本发明的一个有利应用是作为峰值电压超过 50 kV 的高电压下的电压保护，此时良好的层粘附特性和层性能的小变化尤其有价值。

根据本发明的变阻器尤其适用于电涌放电器中。

## 附图说明

下面将根据不同的实施方案并且参考附图更详细地描述本发明。

图 1 是根据本发明的变阻器的透视图。

图 2 是根据本发明的一个实施方案的变阻器的轴向截面，其中所述层在边缘区域没有覆盖端面。

图 3 是根据本发明的另一个实施方案的变阻器的轴向截面，其中变阻器的端面与其外壳表面之间的边缘已经倾斜。

图 4a 到 4d 是替代实施方案的围绕变阻器体的端面与外壳表面之间

的边缘的轴向截面。

### 具体实施方式

图 1 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器 1。所述变阻器包含具有两个平行端面 3、4 的变阻器体 2 和两个配置在所述变阻器体端面上的电极，所述变阻器体 2 由包含一种或多种金属氧化物例如氧化锌的材料制成。各个所述电极包含通过离子转移或原子转移方法例如磁控溅射法涂覆在所述端面上的电极材料 5、6 层，例如铝层。在该实施方案中，该层的厚度为约 15 微米。

变阻器 1 通过在约 1150℃ 下烧结粉体的变阻器体 2 而形成，所述粉体的变阻器体 2 通过压制形成并基本包含氧化锌和少量其它金属氧化物。变阻器体的端面 3、4 通过研磨进行预处理，随之通过磁控溅射将包含铝层 5、6 的电极涂覆到所述变阻器体的端面。在该实施方案中，在约 125℃ 的温度和  $5 \cdot 10^{-5}$  托的真空压力下涂覆所述涂层约 30 分钟。

图 2 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器 1，其包含具有两个平行端面 3、4 的圆柱形变阻器体 2，所述端面 3、4 通过用掩模覆盖部分所述端面，而仅仅部分被层 5b、6b 涂覆。根据该实施方案，沿着所述端面的边缘 9、10 的宽度 d 为约 1 mm 的区域 7、8 保持不被涂覆。

图 3 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器 1，其包含具有被层 5c、6c 涂覆的两个平行端面 3、4 的圆柱形变阻器体 2。在涂覆之前，通过研磨处理所述端面。变阻器的端面 14、15 与圆柱形外壳表面 11 之间的边缘 12、13 是斜切的。通过研磨得到斜面 16、17。两个斜面处的角  $u$  和  $v$  都是 135°。

图 4a 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器，其包含具有被层涂覆的两个平行端面的圆柱形变阻器体。该实施方案与图 3 中的实施方案的区别在于，由于沿着端面边缘的区域已经用掩模覆盖，因此一个端面只被部分涂覆。在涂覆之后，该端面是斜切的。另一个端面已被层完全涂覆，其上的边缘是斜切的。

图 4b 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器，其包含具有被层涂覆的两个平行端面的圆柱形变阻器体。由于沿着端面边缘的区域已经用掩模覆盖，因此两个端面都只是部分被涂覆。该实施方案与根据图 4a



的实施方案的区别在于，只有一个端面是斜切的，并且由于沿着端面边缘的区域已经用掩模覆盖，因此两个端面都只是部分被涂覆。

图 4c 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器，其包含具有被层涂覆的两个平行端面的圆柱形变阻器体。由于沿着端面边缘的区域已经用掩模覆盖，因此一个端面只被部分涂覆。另一个端面已被层完全涂覆，其上的边缘是斜切的。根据图 4c 的实施方案与根据图 4a 的实施方案的区别在于，只被部分涂覆的端面边缘不具有斜面。

图 4d 示出根据本发明的一个实施方案的变阻器，其包含具有被层涂覆的两个平行端面的圆柱形变阻器体。由于沿着端面边缘的区域已经用掩模覆盖，因此两个端面都只是部分被涂覆。在涂覆之后，两个端面都是斜切的。根据图 4d 的实施方案与根据图 4b 的实施方案的区别在于，两个端面的边缘都是斜切的。

本发明的技术效果通过下面的试验证实。根据本发明制造 18 个直径为 62 mm，高度为 42.5 mm 的变阻器，其中端面经研磨预处理之后，用铝完全涂覆。在同样包含 18 个变阻器的对照组中，根据现有技术通过电弧喷镀涂覆铝电极。所述变阻器经受以下测试，开始进行一分钟的三次电流脉冲，随后变阻器被冷却至室温。之后，再次经受一分钟的三次电流脉冲，同时进行确保冷却至室温的操作。重复上述过程直到所述变阻器各个都经受 21 次电流脉冲。各变阻器所经受的各个脉冲的电流为 770 A。所有根据本发明制造的变阻器和所有对照组中的变阻器都经受住了测试而没有损坏。

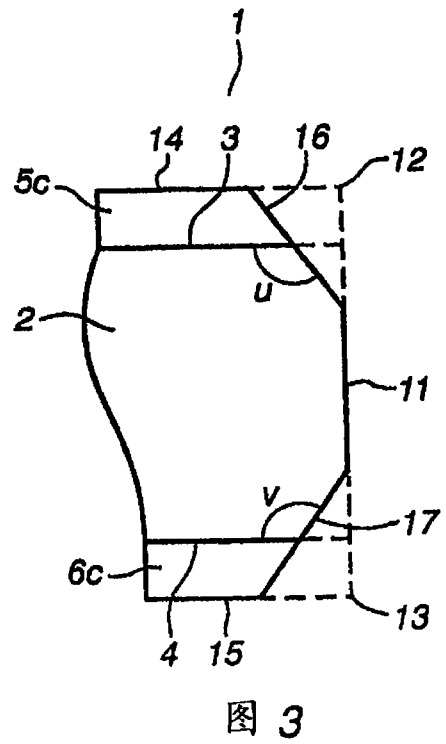
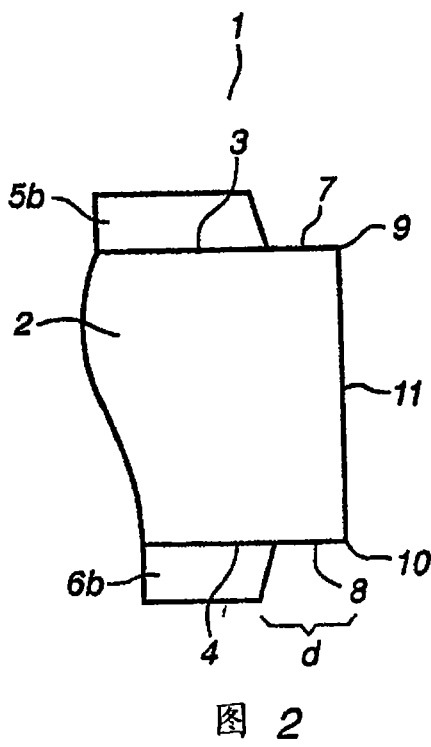
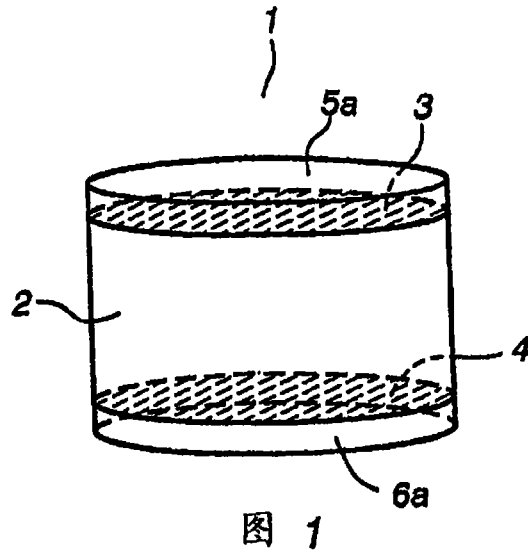
在 770 A 水平的电流脉冲下的系列测试之后，根据相同的过程进行 1200 A 水平下的第二系列测试。第二测试系列也包含共计 21 次电流脉冲。在 18 个根据本发明制造的变阻器中有 16 个经受住了测试而没有损坏，但是在对照组中，18 个变阻器中只有两个保持没有损坏。

结论是，根据本发明制造的变阻器与根据现有技术制造的变阻器相比，具有显著改进的能量吸收能力。

根据本发明的另一个实施方案，变阻器可以通过用干法蚀刻/离子溅射预处理变阻器体的端面，随后将包含铝层的电极通过 DC（辉光放电）溅射涂覆到所述变阻器体的端面来制造。

根据本发明的又一个实施方案，变阻器可以通过用干法蚀刻/离子溅射预处理变阻器的体端面，随后将包含铝层的电极通过离子束溅射涂覆到所述变阻器体的端面来制造。

根据本发明的又一个实施方案，变阻器可以通过用湿法化学蚀刻预处理变阻器体的端面，随后将包含铝层的电极通过 RF（射频）溅射涂覆到所述变阻器体的端面来制造。



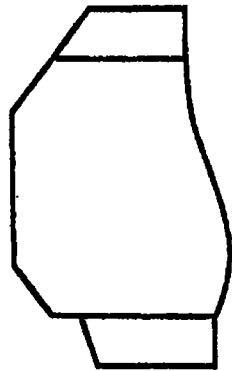


图 4a

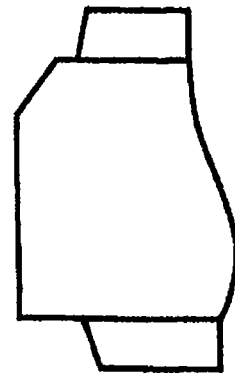


图 4b

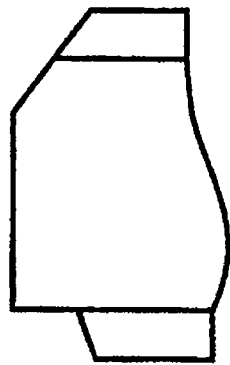


图 4c



图 4d