

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01B 17/00

H01B 17/42



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02804656.0

[43] 公开日 2004年4月21日

[11] 公开号 CN 1491421A

[22] 申请日 2002.2.8 [21] 申请号 02804656.0

[30] 优先权

[32] 2001.2.9 [33] GB [31] 0103255.6

[86] 国际申请 PCT/GB02/00574 2002.2.8

[87] 国际公布 WO02/065486 英 2002.8.22

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.6

[71] 申请人 泰科电子雷伊化学有限责任公司

地址 德国奥托布吕恩

[72] 发明人 B·贝特歇尔 R·利茨克

G·马林 R·P·格勒姆波基

M·H·斯帕尔丁

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

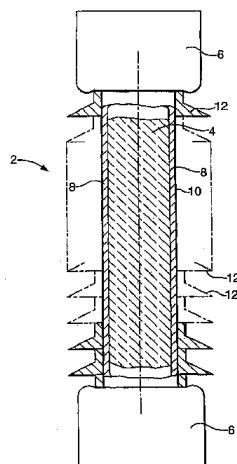
代理人 章社杲

权利要求书3页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称 电绝缘体、材料和设备

[57] 摘要

一种细长的高压绝缘体(2)，其由绝缘材料的杆或管(4)形成，并具有一对纵向间隔开的电极(6)。在绝缘材料(4)的至少一部分、最好是全部外表面上覆盖了一层材料(8)，其包括具有切换电应力控制性能的基体中的变阻粉末的粒状填料，此材料层与各电极(6)电接触。绝缘体芯体(4)可由瓷料制成，应力控制材料(8)可包括氧化锌。



ISSN 1008-4274

1. 一种独立式高压绝缘体，包括：由电绝缘材料制成的细长管或杆，其具有一对纵向间隔开的电极；以及材料层，其包括具有可切换电应力控制性能的基体中的变阻粉末的粒状填料，其中，所述应力控制材料在所述绝缘材料的一部分或基本上全部外表面上延伸，至少一些所述应力控制材料与各所述电极电接触。

2. 根据权利要求1所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制材料处于各所述电极附近的两个分开的区域内并与各所述电极电接触。

10 3. 根据权利要求1或2所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制材料包括无机材料，最好为氧化锌。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制材料层密封于外层内，所述外层可为其提供电保护和/或环境保护。

15 5. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制材料层或所述外保护层具有裙边式外部结构。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，

(i)所述应力控制材料层的填料颗粒在800°C到1400°C之间的温度下煅烧并随后崩碎，使得基本上所有所述颗粒保持其原始形状，

20 (ii)至少65%重量的填料由氧化锌组成，

(iii)超过50%重量的所述填料颗粒具有处于5到100微米之间的最大尺寸，使得所述材料具有非线性的电性能，这样，当电场范围在5千伏/厘米到50千伏/厘米内的区域中电场增加小于5千伏/厘米时，所述材料的比阻抗降低了至少十分之九，和

25 (iv)所述填料占所述应力控制材料层的5%到60%体积。

7. 根据权利要求6所述的绝缘体，其特征在于，所述填料的所有颗粒具有小于125微米、最好是小于100微米的最大尺寸。

8. 根据权利要求6或7所述的绝缘体，其特征在于，不超过15%

重量的所述填料颗粒具有小于 15 微米的最大尺寸。

9. 根据权利要求 6 到 8 中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述填料颗粒在约 950°C 到 1250°C 之间的温度、最好在约 1100°C 的温度下进行煅烧。

5 10. 根据权利要求 6 到 9 中任一项所述的绝缘体，其特征在于，至少 70%重量的所述填料由氧化锌组成。

11. 根据权利要求 6 到 10 中任一项所述的绝缘体，其特征在于，超过 50%重量的所述填料颗粒具有在 25 到 75 微米之间的最大尺寸。

10 12. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述填料占所述应力控制材料层的 10%到 40%体积，最好是 30%到 33%体积。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制层的基体包括聚合物材料、树脂、触变漆或凝胶。

15 14. 根据权利要求 13 所述的绝缘体，其特征在于，所述聚合物材料包括聚乙烯、硅氧烷或 EPDM。

15. 根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体，其特征在于，所述应力控制材料层最好通过挤压、模制或复原而直接施加到所述绝缘材料层上。

20 16. 一种高压套管、开关或断路器，包括根据上述权利要求中任一项所述的绝缘体。

17. 一种在其一端具有应力控制终端的高压电缆，其密封在根据权利要求 1 到 15 中任一项所述的绝缘体中。

18. 一种电应力控制材料，包括浆状物、釉料或涂料，其中散布了能够提供应力分级特性的颗粒。

25 19. 根据权利要求 18 所述的电应力控制材料，其特征在于，所述浆状物、釉料或涂料经过了焙烧以得到具有电应力控制切换特性的材料。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的电应力控制材料，其特征在于，

所述颗粒在引入到所述浆状物、釉料或涂料中之前未被焙烧。

21. 根据权利要求 18 或 20 中任一项所述的电应力控制材料，其特征在于，所述粒状材料包括根据权利要求 6 所述的氧化锌填料颗粒。

5 22. 根据权利要求 18 到 21 中任一项所述的电应力控制材料，其特征在于，所述浆状物形成了陶瓷材料，最好是瓷料。

23. 根据权利要求 18 到 21 中任一项所述的电应力控制材料，其特征在于，所述浆状物包括无机基体。

24. 一种电绝缘体或其它电气制品或设备，其中应用了根据权利要求
10 要求 18 到 23 中任一项所述的电应力控制材料。

25. 一种电绝缘体、裙边或其它电气制品或设备，其具有罩壳（浆状物、釉料或涂料的挤出层），所述罩壳由填充有根据权利要求 6 所述的氧化锌颗粒的聚合物或其它组合物制成。

电绝缘体、材料和设备

5 本发明涉及电绝缘体、材料和设备，例如细长的高压绝缘体。

绝缘体通常包括在两个电极之间延伸的绝缘芯体，这两个电极在操作中保持在显著不同的电位下，其中的一个可以接地。绝缘芯体可包括管或杆，其例如由陶瓷材料或玻璃纤维增强的塑料制成。通常在配电系统中，绝缘体的一端保持在地电位，而另一端保持在系
10 统电位，它可以为 10 千伏或更高，例如在英国的配电系统中为 375 千伏。在高压下，绝缘体用于将系统与地绝缘，系统的操作电压越高，为保持绝缘所需的绝缘体就越长。绝缘体电极之间的电应力导致了泄漏电流经绝缘材料的表面从高压流到地面，因此就导致了操作系统的恒定功率损耗。

15 本发明的一个目的是提供一种改进的绝缘体。

根据本发明的一个方面，提供了一种独立式高压绝缘体，其包括：由电绝缘材料制成的细长管或杆，其具有一对纵向间隔开的电极；以及材料层，其包括具有可切换电应力控制性能的基体中的变阻粉末的粒状填料，其中应力控制材料在绝缘材料的一部分或基本上全
20 部外表面上延伸，并与各电极电接触。

用语“独立式”是指绝缘体可形成纯绝缘体，也就是说其中没有导电体从中穿过，或者是绝缘体可设置在周围，支撑本身包含有导电体的电气设备，也就是说绝缘体并不形成在此电气设备上。

25 变阻材料最好是无机的，例如陶瓷或金属氧化物，最好包括氧化锌。

虽然应力控制材料可放置成与绝缘材料直接接触，然而也可以设想，应力控制材料例如可通过另一层材料与绝缘材料间隔开。另一中间材料层可以是应力控制材料，其具有与氧化锌变阻材料不同的

电压/电流特性，例如线性特性 ($c=1$ ，见下述)。

因此可以看出，除了传统的电绝缘管或杆之外，本发明的绝缘体还设有应力控制材料的外层，其最好为基体中的粒状氧化锌变阻粉末的形式，这种材料具有可切换应力控制的特性。这种材料在高压下操作时沿绝缘体的外表面分布电应力。当在一个电极上施加例如由雷击所引起的过高电压时，材料基本上瞬间切换到导电模式，因此电功率可安全地扩散到地面。材料然后可非常快地(amicrometresost)立即回复到其绝缘模式。

这种非线性材料遵守欧姆定律的一个推广形式： $I=kV^c$ ，其中 c 为大于 1 的常数，其值取决于所用的材料。

这种应力控制特性不仅在其交流电阻抗的差异性方面是非线性，而且还表现出切换特性，即施加在材料上的电压与从中流过的电流之间的关系曲线存在着突变，因此，根据特定的材料，在预定的电应力之下，应力控制材料具有可基本上防止任何电流流动的绝缘性能，然而在超过此电应力时，材料的阻抗在非常短的时间内基本上下降到零，因而在一个端子上的触发高压可传导到通常处于地电位的另一端子上。

本发明的绝缘体尤其适于形成纯绝缘体，无论它是拉伸、悬挂、悬伸、压缩或扭转的电绝缘体。然而，电绝缘材料为管形式的绝缘体还适于放置在电气设备的周围，例如高压电缆的终端、套管、开关或断路器的周围。这种电气设备会因外表面污染、尤其是与会导致干带(dry band)形成的潮湿相结合而易产生飞弧，潮湿也会导致飞弧、漏电痕迹和腐蚀，它们在严重的情况下会毁坏绝缘材料并使绝缘功能失效。打火还会产生电磁干扰。而且，由电缆终端内的电应力以及干带上的电压应力所产生的沿电缆终端的外绝缘面的高场应力会产生飞弧。传统上说，这种飞弧可通过增加绝缘体的长度和/或绝缘材料的厚度来减小，然而这样做会带来增大装置的整体物理尺寸的不合需要的效果。然而，根据本发明，应用到绝缘体外侧的应

力控制材料限制了绝缘表面上的电场强度，此表面可以是绝缘材料和空气之间的过渡。

5 在应用到高压电缆终端上时，绝缘体可设置在作为高应力区的电缆的缺乏导电屏蔽处的周围。切换变阻材料的应用允许实现更小直径的结构，同时保持绝缘体轴向上的所需电场强度。

变阻即电应力分级材料可设置在下方绝缘材料的整个长度或只是一部分长度上。在后一种情况下，应力控制材料可位于靠近电极的较高电场强度的区域中，并沿绝缘部分从中延伸出。

10 此外，通过交错地设置应力控制材料带与暴露出的下方绝缘材料带，就可以实现电容应力的分级效应。

预计根据本发明的绝缘体会经受较小的电活动、电晕放电、电弧放电和材料性能下降，并具有比传统绝缘体更好的防飞弧性，在高度潮湿和/或污染的外界条件下尤其如此。

15 本发明所用的应力控制层可包括绝缘体的最外层。或者，应力控制材料自身可密封于外层内，此外层可为绝缘体提供电保护和/或环境保护。

20 假设衬底、即绝缘材料具有足够低的热容量和足够高的导热率，那么它将从变阻材料中相对较快地传出热量，因此可以不需要外保护套。关于这一点，陶瓷如瓷料衬底是合适的。然而，如果下方绝缘材料例如为硅氧烷聚合材料，那么在恶劣的环境条件如潮湿条件下，泄漏电流量高得足以使变阻层性能恶化，因而在绝缘体上需要保护性外套。

25 绝缘体的最外部件最好设有一个或多个裙边，也就是其基本上为盘形的结构，可将湿气和水以及其它污染物从绝缘体表面上引出，以便中断它们从一个电极到另一电极的连续流动，因而避免了短路。

最好，应力控制材料层的填料颗粒在 800°C 到 1400°C 之间的温度下煅烧并随后崩碎，使得基本上所有颗粒保持其原始的、最好是大致球形的形状。

5 煅烧工艺被认为会使单个颗粒有效地显示出“变阻效应”。这就是说，粒状材料不仅在其交流电阻抗特性（施加于材料上的交流电压和从中流过的合成电流之间的关系）方面是非线性的，而且还具有切换特性，即电压与电流的关系曲线存在着突变，它可由当电场增加小于 5 千伏/厘米（在电场范围在 5 千伏/厘米到 50 千伏/厘米、最好在 10 千伏/厘米到 25 千伏/厘米之间的一些区域内，这是在材料用于电力电缆终端时的典型操作范围）时材料的比阻抗降低了至少十分之九来量化。最好，转变使得当电场在 10 到 20 千伏/厘米之间的范围内增加小于 2 千伏/厘米时产生了指定的降低。非线性发生于材料阻抗及其体积电阻率中。填料颗粒的非线性在切换点的各侧可以不同。同样重要的是，在切换点材料仅为显著地改变其非线性，并不会随电应力的增大而产生电击穿或飞弧。对于任何给定成分来说，颗粒尺寸越小，在切换点之上发生击穿的可能性就越小。

最好，至少 65%重量的填料由氧化锌组成。

15 最好，超过 50%重量的填料颗粒具有处于 5 到 100 微米之间的最大尺寸，使得材料具有非线性的电性能，这样，当电场范围在 5 千伏/厘米到 50 千伏/厘米内的区域中电场增加小于 5 千伏/厘米时，其比阻抗降低了至少十分之九。

20 最好，填料占应力控制材料层的 5%到 60%体积，较理想为 10%到 40%体积，最好是 30%到 33%体积。

在实践中，粒状填料可包括至少 65%重量、最好 70 到 75%重量的氧化锌。其余材料即掺杂剂例如可包括下述中的一些或全部： Bi_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Co_2O_3 、 MnO_3 、 Al_2O_3 、 CoO 、 Co_3O_4 、 MnO 、 MnO_2 、 SiO_2 ，以及微量的铅、铁、硼和铝，这是掺杂氧化锌变阻材料的领域内的技术人员所公知的。

25 聚合物基体可包括弹性体材料，例如硅氧烷或 EPDM；热塑性聚合物，例如聚乙烯或聚丙烯；粘合剂，例如基于乙烯乙酸乙烯酯的那些粘合剂；热塑性弹性体；触变漆；凝胶，热固性材料，例如环

氧树脂或聚氨酯树脂；或者是包括共聚物的这种材料的组合物，例如聚异丁烯和无定形聚丙烯的组合。

5 应力控制材料可以釉料或涂料的形式来提供，其例如可涂覆到陶瓷绝缘体或其它绝缘衬底上。这种应力控制釉料或涂料以及涂覆有这种釉料或涂料的所有类型（独立或非独立式）的电气制品或设备属于本发明的另一个方面。

根据本发明的另一方面，这里公开的优选为氧化锌的颗粒材料在其焙烧、或最好是未焙烧的状态下混合到浆状物中，然后进行焙烧以形成釉料。

10 浆状物例如可包括粘土，其在焙烧时可产生瓷料或其它陶瓷。或者，其中沉积了颗粒的基体可以是无机的，例如为聚合物、粘合剂、胶粘剂或凝胶。

可以理解，在本发明的这些形式中，如果颗粒材料先前未具备或未充分地具备所需特性，那么可采用焙烧浆状物、釉料或涂料的步骤来使应力控制材料具有所需的变阻切换特性。

15 应力控制材料的所有组分可包括用于这些材料的其它众所周知的添加剂，例如用于提高它们的可加工性和/或适于特定应用的性能的添加剂。例如，在后一种情况下，用作电力电缆附件的材料需要能承受室外环境条件。因此，适当的添加剂可包括加工助剂、稳定剂、
20 抗氧化剂和增塑剂，例如油。

在本发明的绝缘体中的绝缘材料外表面上存在有变阻材料，使得在形成了干带时泄漏电流流经材料的体积而不是材料表面，因此就避免了漏电痕迹的问题。此外，这种应力分级材料还允许绝缘体制成更小的壁厚和更小的直径，这样与传统绝缘体相比具有更优良的电性能。因此，通过本发明的绝缘体，在相对较低的电压下，泄漏
25 电流由于变阻材料的较低阻抗而沿其外表面相对无损伤地流过。如果电压增大到某一值之上，变阻材料就将切换到其高阻状态，泄漏电流就将流经材料的主体，不会在其外表面上形成破坏性的碳痕迹。

应力控制材料可通过挤压、模制或以单独部件的形式应用到绝缘材料上。在上面提及的绝缘体的结构中，应力控制材料最好为管形，并且在基体包括聚合物时，应力控制材料应可复原的，最好是可热复原的。当绝缘体的外表面为裙边式结构时，裙边可以与之形成一体，或是单独地施加。

国际专利申请 WO 97/26693 公开了一种用作电应力控制层的组合物，此组合物适用于本发明的绝缘体的应力控制层。此公布的专利申请的全部内容通过引用结合于本文中。

下面将以示例的形式通过参考附图来介绍根据本发明的绝缘体的两个实施例，在附图中：

图 1 显示了第一实施例的垂直剖面，其中中空管形绝缘体的应力控制层密封于外保护层内；

图 2 显示了第二实施例，其中应力控制材料与实心绝缘体的外保护层形成一体；

图 3 是煅烧的掺杂氧化锌填料的典型颗粒尺寸分布的曲线图；和图 4 是不同颗粒尺寸的填料粉末的阻抗的曲线图。

参见图 1，绝缘体 2 包括陶瓷材料的圆柱管形芯体 4，其具有安装于其各端部处的黄铜电极 6。在电极 6 之间的绝缘芯体 4 的整个外表面上模制有掺杂氧化锌的变阻材料层 8。可涂覆可选择的外保护层 10 以覆盖住应力控制层 8 的整个外表面。保护层 10 设有多个大致圆形的裙边 12，其从绝缘体 2 上径向伸出。芯体 4 也可以是实心体。

参见图 2，绝缘体 22 包括在一对端电极 26 之间延伸的内圆柱形芯体 24，其由纤维增强的环氧树脂制成。然而在此实施例中，在芯体 24 上模制了一个裙边式外部件 28，部件 28 由可执行控制绝缘体 24 的外表面上的应力以及为其提供外部环境保护功能的材料制成。实心芯体 24 也可以是中空的管形结构。

形成了第一实施例中的层 8 (图 1) 中并包括在第二实施例中的层 28 (图 2) 内的掺杂氧化锌的应力控制材料是硅氧烷弹性体和掺

杂氧化锌的粒状填料的基体。掺杂氧化锌包括大约 70 到 75%重量的氧化锌和约 10%重量的 $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Cr}_2\text{O}_3+\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{Co}_2\text{O}_3+\text{MnO}_3$ 。

5 粉末在约 1100°C 的温度下在窑炉中煅烧，然后与聚合物基体的丸状物混合，并送到挤压机中以生产出最终所需的形式。煅烧填料占整个组合物的约 30%体积，组合物包括填料和聚合物基体。

在图 3 中显示了在经过了 125 微米的筛网之后的适当粉末的相对数量的煅烧掺杂氧化锌颗粒的典型颗粒尺寸分布，从中可以看出，在约 40 微米的颗粒尺寸处存在着尖峰，大部分颗粒处于 20 到 6 微米之间。

10 在图 4 中显示了三种颗粒尺寸范围内的煅烧掺杂氧化锌颗粒的切换特性，显示了作为电场强度（在 50 赫兹下）的函数的非线性比阻抗的突变。曲线 I 涉及小于 25 微米的颗粒尺寸，曲线 II 涉及 25 微米到 32 微米的颗粒尺寸，曲线 III 涉及 75 微米到 125 微米的颗粒尺寸。可以看出，当颗粒尺寸降低时，切换点发生在较高的电场强度下。

15 可以设想，与芯体 4,24 相对应的内绝缘件可以为管形，使得绝缘体 2,22 例如可以安装在高压电缆的终端上，从而提供对沿其外表面的飞弧的防护。在此实施例中，还可以构思出电缆终端自身可以是可控制应力的，在缺乏电缆屏蔽处尤其如此，这与传统上所做的相同。

20

图 1

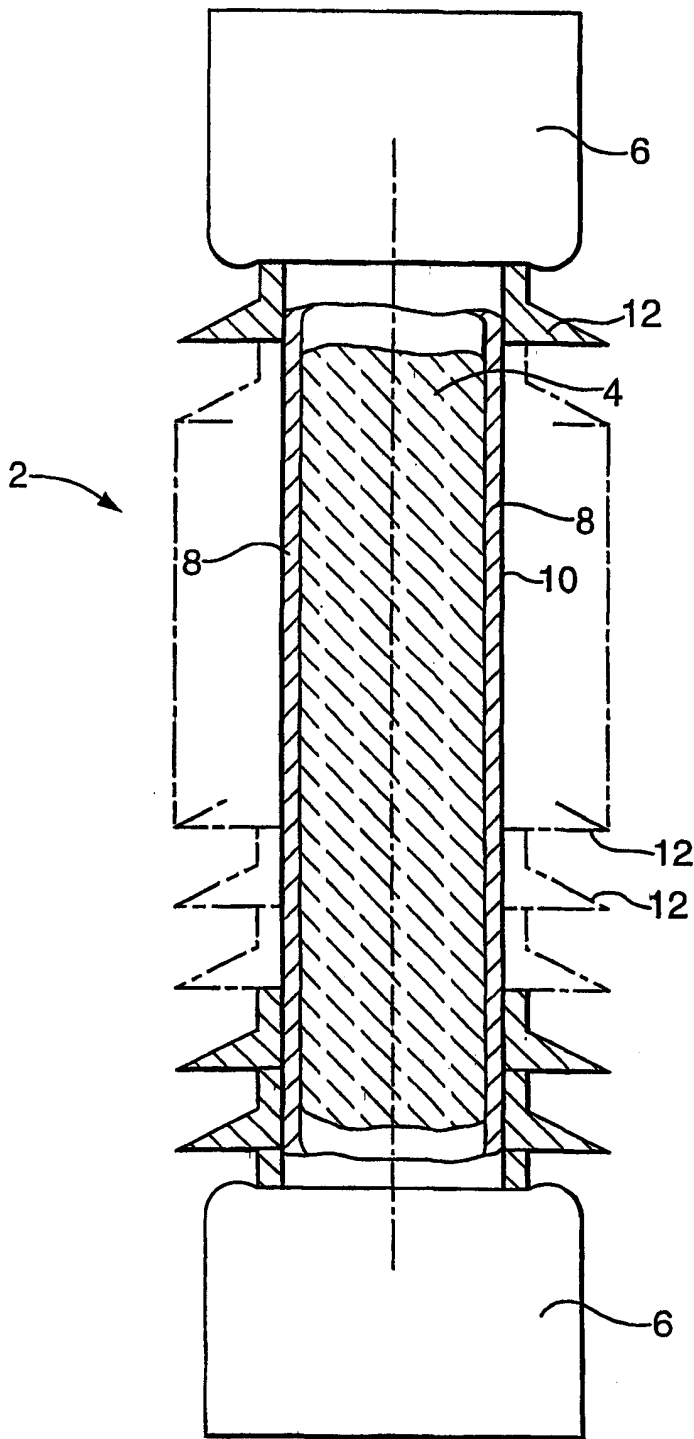


图 2

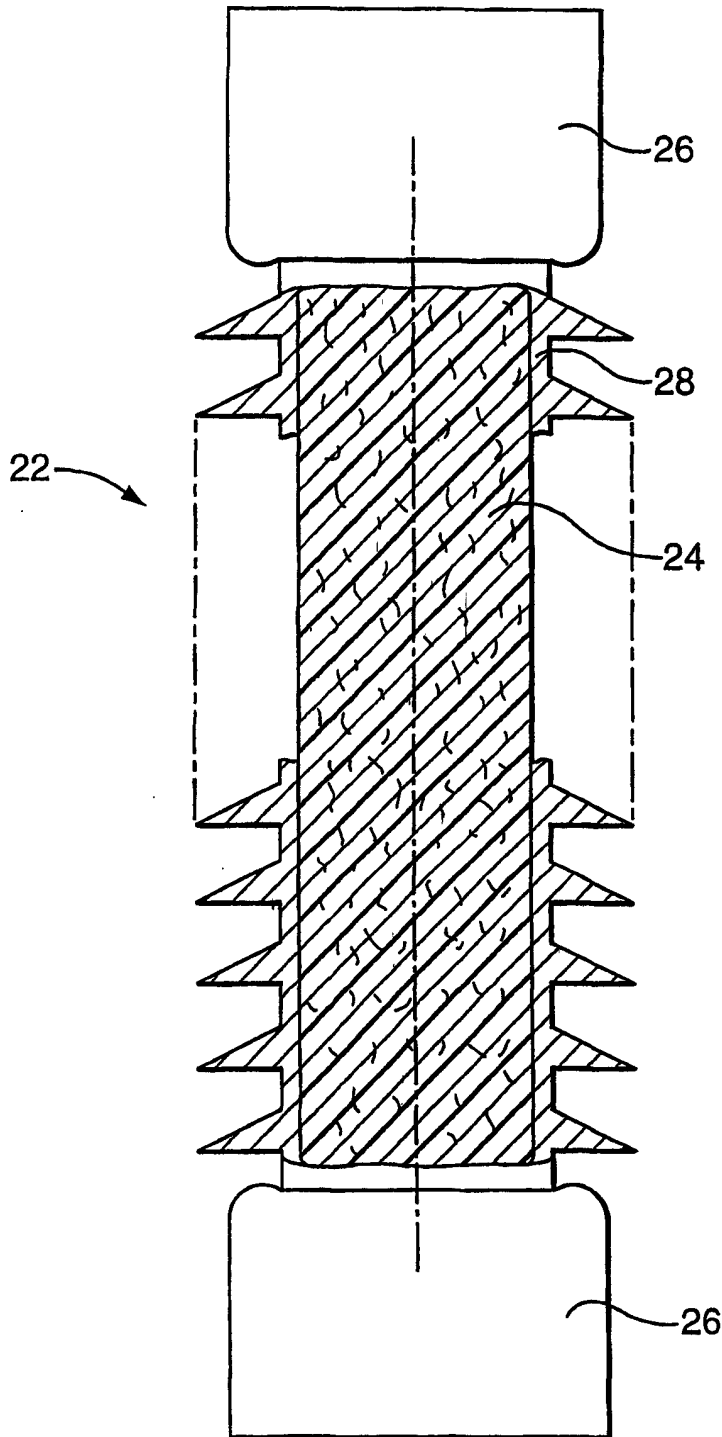


图 3

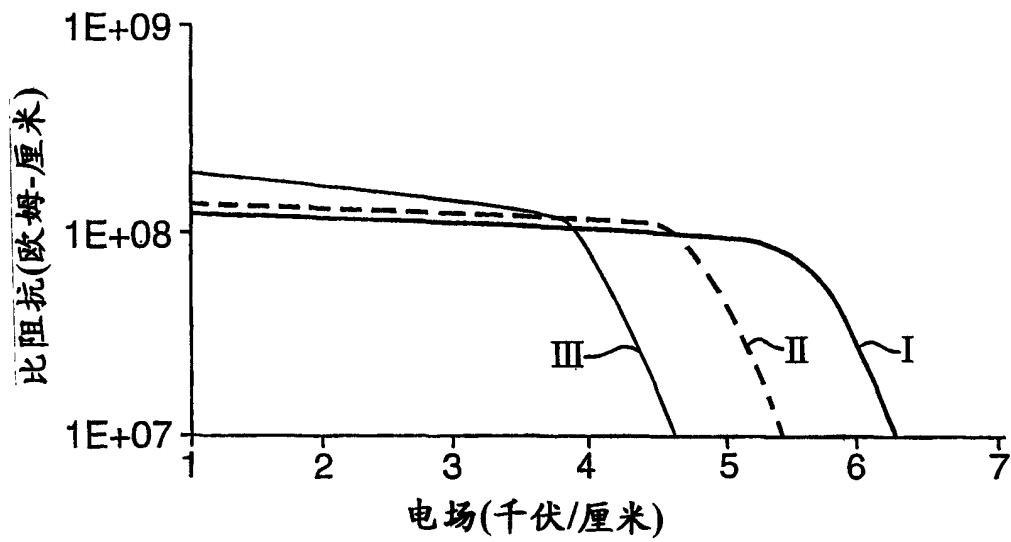
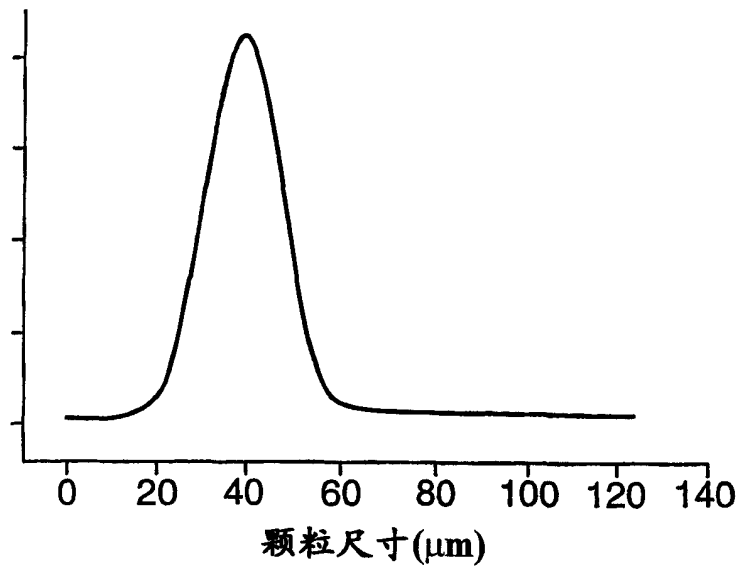


图 4