



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 01815594.4

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1230963C

[22] 申请日 2001.9.6 [21] 申请号 01815594.4

[30] 优先权

[32] 2000. 9. 14 [33] CA [31] 2, 319, 281

[32] 2001. 5. 3 [33] CA [31] 2, 344, 564

[86] 国际申请 PCT/CA2001/001254 2001.9.6

[87] 国际公布 WO2002/023696 英 2002.3.21

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.13

[71] 专利权人 通用电器(加拿大)有限公司

地址 加拿大安大略省

[72] 发明人 A·K·扬西 D·A·斯诺佩克

R·德雷珀 K·韦伯

审查员 于君伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

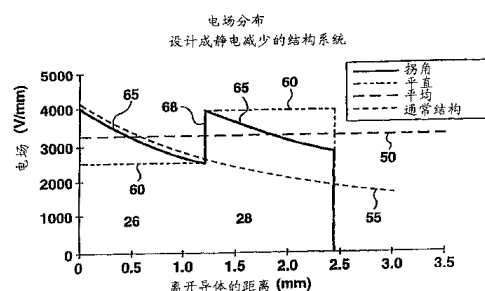
代理人 肖春京

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于电机的阶梯式电场绝缘系统

[57] 摘要

本发明披露了一种用于电机的承载 4KV 以上最好是 13.8KV 数量级或更高的电压的接地壁绝缘系统。所述接地壁绝缘包括绕在高压绕组的导体上的两个绝缘层。第一绝缘层的介电常数大于绕在第一绝缘层上的第二绝缘层的介电常数。结果,在第一层和第二层之间的接合处,通过接地壁绝缘的电场分布的急剧增加。在电场分布中的这个台阶状的增加使得和导体相邻的电场的最大值小于过去的绝缘系统通常经受的最大值。通过减少在接地壁绝缘中的局部电场分布的最大值,可以改善绝缘的寿命,因而改善了电导体,同时还使得接地壁绝缘的厚度可以减小。



1. 一种用于电机的绕组元件，该绕组元件包括由绝缘包围的导体（22），所述绝缘包括：

5 施加在导体上的第一内绝缘层（26），该第一内绝缘层具有第一预定厚度和第一预定介电常数；

 施加在第一内绝缘层的上面的第二绝缘层（28），该第二绝缘层具有第二预定厚度和第二预定介电常数，其中第二预定介电常数小于第一内绝缘层的第一预定介电常数；以及

10 其特征在于：

 所述第一内绝缘层（26）和第二绝缘层（28）包括几层重叠或缠绕的绝缘云母纸带，其中为每个带选择的云母是不同类型的云母，其中所述不同类型的云母从包括下述云母的组中选择：钽铁脆云母，铁云母，黑云母，锂铍脆云母，硼白云母，绿磷石，钽钨钛钙石，脆云母，
15 母，纳珍珠云母，羟高铁云母，海绿石，锌云母，钽镁脆云母，锂云母，益富云母，白云母，南平石，钠云母，金云母，多锂云母，铝钠云母，钒云母，铁叶云母，钠金云母，带云母，蛭石，翁钠金云母，以及铁锂云母。

2. 如权利要求 1 所述的绕组元件，其中所述第一内绝缘层（26）
20 和第二绝缘层（28）包括抗电晕放电材料。

3. 如权利要求 1 所述的绕组元件，其中所述第一内绝缘层是施加于形成绕组的多个导体的每个导体上的匝绝缘层（25b），并且第二绝缘层是施加于所述第一内绝缘层之上的多个导体上的接地壁绝缘层（26b）。

25 4. 如权利要求 3 所述的绕组元件，还包括相继地施加在第二绝缘层上的至少一个相继的绝缘层（28b），其中每个相继的绝缘层具有小于先前施加的绝缘层的介电常数。

5. 如权利要求 1 所述的绕组元件，还包括相继地施加在第二绝缘层上的至少一个相继的绝缘层，其中每个相继的绝缘层具有小于先前
30 施加的绝缘层的介电常数。

6. 一种用于一组导体（22）上的接地壁绝缘，所述导体（22）形成电机的定子线棒或绕组，所述电机具有在接地壁绝缘上的阶梯式电

场，所述接地壁绝缘包括：

施加在导体上的第一内绝缘层（26），该第一内绝缘层具有第一预定厚度和第一预定介电常数；

- 5 施加在第一内绝缘层上并和所述第一内绝缘层接合的第二绝缘层（28），该第二绝缘层具有第二预定厚度和第二预定介电常数，其中第二预定介电常数小于第一内绝缘层的第一预定介电常数，从而在接地壁绝缘中在第一内绝缘层和第二绝缘层的接合处的电场中形成阶梯式的增加；

其特征在于：

- 10 所述第一内绝缘层（26）和第二绝缘层（28）包括几层重叠或缠绕的绝缘的云母纸带，其中为每个带选择的云母是不同类型的云母，其中所述不同类型的云母从包括下述云母的组中选择：钽铁脆云母，铁云母，黑云母，锂铍脆云母，硼白云母，绿磷石，钽钨钛钙石，脆云母，纳珍珠云母，羟高铁云母，海绿石，铈云母，钡镁脆云母，锂云母，益富云母，白云母，南平石，钠云母，金云母，多锂云母，铝
- 15 钠云母，钒云母，铁叶云母，钠金云母，带云母，蛭石，翁钠金云母，以及铁锂云母。

7. 如权利要求 6 所述的接地壁绝缘，其中所述第一内绝缘层和第二绝缘层利用含有抗电晕放电材料的颗粒的树脂浸渍。

- 20 8. 如权利要求 6 所述的接地壁绝缘，还包括相继地施加在第二绝缘层上的至少一个相继的绝缘层，其中每个相继的绝缘层具有小于先前提供的绝缘层的介电常数。

用于电机的阶梯式电场绝缘系统

技术领域

- 5 本发明涉及在电机的绕组中使用的绝缘系统。具体地说，本发明涉及一种包括内层和外层的绝缘系统，所述内层和外层具有不同的介电常数，使得在电介质内产生更有利的应力分布。

背景技术

- 10 一直在研发用于大的交流电机的绝缘系统，以便增加这些电机的工作电压，同时使绝缘材料的厚度最小。

- 在这种绝缘系统中，通常利用从散布在衬底材料上的大片云母到被称为云母纸的产品的各种形式的云母。虽然云母纸的低的抗张强度不适合在这种绝缘系统中使用，但是云母纸具有优良的抵抗在高压绕组内发生的电晕放电的电晕击穿电阻，电晕放电能够缩短绝缘的寿命。为了补
15 偿云母纸的低的抗张强度，把云母纸粘结到玻璃纤维上，这还能够阻止在缠带操作期间云母片从云母带上脱落。

- 最近，在绝缘系统中一直使用防电晕聚酰亚胺和复合材料的绝缘带。这种绝缘带具有优良的绝缘质量和良好的电晕放电电阻。这种膜可以独立地使用，或者在云母纸、玻璃纤维复合材料带上作为衬底使
20 用。增加增强的防电晕带绝缘提供了一种比标准系统在电气上更好的绝缘系统。

- 不过，在用于接地壁(groundwall)的绝缘系统和带的研制中，迄今没有考虑在接地壁内的局部电场的大小和分布。由于施加于导体的高电压而在接地壁绝缘中产生的这个电场对绝缘寿命具有直接的影
25 响。在采取各种措施来减少接地壁绝缘的厚度时，应当理解，在接地壁上分布的电场对绝缘系统的性能和接地壁绝缘系统的寿命也具有影响。因而，需要研制一种用于电机绕组中的接地壁绝缘系统，所述绝缘系统考虑到由于在绝缘上的电位差而在接地壁绝缘中产生的局部电场的影响。

- 30 发明内容

按照本发明，提供一种用于电机绕组中的绝缘系统，所述绝缘系统使得在绝缘的电场分布从导体棒或导电元件附近的绝缘内部到绝缘

外部铠装或接地的铠装是阶梯式或者急剧地增加。

应当理解，表述在电场中的“阶梯式地增加”涉及在接地壁绝缘的横截面上电场分布的大的改变。按照本发明，在“平直的”横截面上电场分布呈现急剧的台阶状增加部分，而现有技术是平的电场分布。关于绝缘的拐角部分，通过拐角截面的电场分布则是离开导体而逐渐减少，并再次呈现急剧的台阶状增加。

为了实现上述的本发明的绝缘中的电场分布的阶梯式改变，提供一种绝缘系统，其具有利用绝缘层绝缘的电机的导体。所述绝缘具有第一内绝缘层和相对于所述第一内绝缘层较外的第二绝缘层。所述第一和第二绝缘层具有预定的厚度，从而提供绝缘本身所需的合适的绝缘特性。不过，选择第一内绝缘层的介电常数大于第二绝缘层的介电常数，使得在第二绝缘层中的电场在第一和第二绝缘层之间的接合点急剧地增加。

已经确定，通过使内绝缘层具有相对高的介电常数，可以使在导体附近的电场幅值减小。虽然在绝缘上分布的总的电场没有减小，但是应当理解，这减少了在导体附近的绝缘层内电场的急剧改变的幅值。这是一个相当艰巨的任务，因为在过去对绝缘的设计和研制中一直针对绝缘中最弱的区域，这些最弱的区域出现在靠近导体的绝缘拐角处，在该处所承受的电场幅值最高。因而，通过减小所述电场的幅值，便可以减小所需的绝缘的厚度，从而使绝缘的厚度减到最小，同时不会对导体承载的电压或绝缘寿命带来不利影响。应当理解，按照本发明，可以设想，这些导体承载的电压在 4 KV 的数量级或更高。

还可以设想，在本发明的另外的实施例中，绝缘可以包括两层以上的绝缘，它们以相继层的方式彼此叠置，其中每个相继层具有比前一个绝缘层较低的介电常数。

本发明的绝缘系统的优选的应用是作为承载 4 KV 或更高电压的电机绕组中的导体的接地壁绝缘。在电压为 13.8KV 量级的应用中，接地壁绝缘的厚度约为 3.2mm。

按照本发明的一个优选的方面，提供一种用于电机的导体上的接地壁绝缘，在接地壁绝缘的截面上，具有阶梯式的电场分布。所述接地壁绝缘包括第一内绝缘层和第二外绝缘层。所述第一内绝缘层施加在导体的上面，并具有第一预定厚度和第一预定介电常数。第二外绝

缘层施加在第一内绝缘层的上面并和第一内绝缘层接合。第二外绝缘层具有第二预定厚度和第二预定介电常数，其中第二预定介电常数小于第一内绝缘层的第一预定介电常数，从而在接地壁绝缘中在第一内绝缘层和第二外绝缘层的接合处的电场中形成阶梯式的增加。

5

附图说明

为了更好地理解本发明的性质和目的，可以参看附图，其中：

图 1 表示用于大的交流电机中的典型的定子线棒的截面图；

图 2 表示用于大的交流电机中的典型的定子线圈的截面图；

图 3A 表示使用本发明的绝缘系统的图 1 的定子线棒的绝缘系统；

10 图 3B 表示使用本发明的绝缘系统的图 2 的定子线圈的绝缘系统；

图 4 是图 3A 的导体的简化的局部示意图，表示对于图 5 的电场分布的拐角部位和平的截面；

图 5 是图 1 的定子线棒的接地壁绝缘的电场分布的曲线；以及

15 图 6 是表示图 3A 和图 4A 的定子线棒的接地壁绝缘的电场分布的曲线。

具体实施方式

图 1 表示用于大的交流电机的典型的定子线棒 10 的截面图。定子线棒 10 包括大量的绝缘的导体例如导体 12，这些导体由单股导线绝缘 14 相互绝缘。

20 导体 12 在被施加单股导线绝缘 14 从而提供所需的绝缘之后被形成一组。导体组的顶面和底面被填充通常被称为换位填料的绝缘材料 13。绝缘的导体 12 的组接着利用接地壁绝缘材料 16 包绕。构成绝缘的绝缘带的层数可以是 7 到 16 层以半重叠或缠绕形式绕制的云母带，根据导体 12 受到的操作电压值而定。

25 对于高电压应用，即 4000V、最好是 13.8 kV 以上，优选的接地壁绝缘 16 是由复合材料的云母带构成的多层，所述层包括粘结到云母类纸带上的抗电晕放电的聚酰亚胺。这种带提供一种好的绝缘层，并且由于其抗电晕性能，因其高的电晕放电电阻而具有长的使用寿命。在这些混合系统中使用的云母纸复合材料和云母带含有高百分数的半固化树脂（富树脂的），其可以含有或者不含有抗电晕材料。缠
30 绕的棒在压热器或压力机中被加热和压缩，使树脂暂时液化，从而排出包封在其中的空气，并消除任何空隙。在被处理的棒上保持加热和

加压,使得含在绝缘材料中的树脂凝胶化,从而把绝缘系统粘结在一起。接着,在固化的棒的表面涂覆合适的材料,以便确保棒的整个暴露的表面在电机工作期间形成等电位面。

- 利用上述的带型制造的固化棒在预定的时间期间在电机的设计参数内具有可接收的好的操作性能。

图2表示一种典型的线圈10b的截面图。在这个例子中,多个铜股12b(所示为6个)被分成一组,使得所有的股12借助于单股导线绝缘14b相互分离,被分成一匝的6个股必须借助于匝绝缘15b和线圈10b的其它匝隔离。匝组件最后由接地壁绝缘16b覆盖。

- 图3A表示按照本发明教导的绝缘的定子线棒的截面图。其中导体束包括单个的借助于单股导线绝缘24隔离的导体22,和图1所示的类似。然后,导体束被缠绕几层复合材料带。每层复合材料带包括内部的第一绝缘带层26和第二绝缘带层28。这些绝缘带层26,28分别具有预定的厚度和不同的介电常数。具体地说,第一层的介电常数大于最外层的介电常数。还应当理解,在本发明中,可以使用介电常数减小的附加的第三层或第四层。

应当理解,这些内外绝缘层可以包括半重叠的带层,所述带层由复合材料例如被支持在玻璃带背层上而形成层28的云母纸。在云母纸中具有合适的树脂浸渍剂。这种标准带具有优异的耐压能力。

- 包括层26和28的接地壁绝缘可以经受压力机固化或者热压器固化处理,从而消除绝缘层26和28中的任何空隙,并随后使树脂浸渍剂凝胶化。

在固化之前或者固化之后,对绝缘层28的外表面施加合适的表面覆层。

- 图3B表示复合的接地壁绝缘,其被应用于由3匝构成的线圈20上。在这种情况下,铜导体22b被单股导线绝缘24b包围着。匝绝缘25b被施加于每匝上,并施加含有和图3A所示的层26相同成分的接地壁绝缘的初始层26b。最后,施加外接地壁绝缘层28b。除去具有匝绝缘25b之外,图3A和图3B的绝缘系统是非常相似的。

- 现在参看图4,其中示出了具有内接地壁绝缘层26和第二外接地壁绝缘层28(也称为第一和第二层26,28)的导体25的简化的示意图。第一层26具有被选择大于第二层28的介电常数。在已经进行的

5 试验中, 利用介电常数为 6.5 的内层带绝缘 26。选择第二较外绝缘层 28 的介电常数为 4.2。这些层的预定厚度为略小于 2.5 mm (0.096 英寸)。确定了在拐角处 40 和平直处 42 的电场分布。图 4 的测量结果如图 6 的曲线标号所示。不过, 在讨论图 6 的曲线之前, 可以参看图 5 的曲线, 其和图 1 所示的绝缘有关。

在图 5 中, 所示的在拐角 40 处的电场分布以曲线 55 给出的弯曲倾斜方式减小, 从大约每毫米 4200 V 开始, 并且其逐渐减小至导体绝缘材料的 3 mm 厚度处。在平直处, 电场稳定在大约每毫米 2600 V。这由曲线 50 所示。

10 因而, 图 1 所示的绝缘在导体附近的拐角处具有其最弱的部分, 在该处电场最大, 因而是绝缘最弱的部分。参看图 6, 图 6 的曲线是对于图 3A 的导体示出的, 并且可以和图 5 的曲线对比, 图 5 的曲线也示于图 6 中。示出了两个绝缘层 26 和 28 的厚度。在曲线 65 中, 电场的最大值是每毫米 4000V, 而图 5 大约为 4200V。不过, 沿着曲
15 线电场分布逐渐减少, 直到在层 26 和 28 之间的接合点出现急剧上升的台阶 68, 此处形成第二绝缘层。此后, 电场以弯曲倾斜的方式再次减小。相对于在平直部分 42 即分布层上的电场分布 (以 60 示出), 并且可以和分布 50 相比较。因为对于平直部分和弯曲部分 42、40, 在导体附近的电场分布较小, 并在 68 处具有急剧上升的台阶, 然后
20 分别大于曲线 50 和 55。不过, 本发明却实现了减少接地壁绝缘必须承受的電场的最大幅值。

应当理解, 图 6 所示的电场分布是定子线棒绕组的电场分布, 并且所述电场分布在定子线圈的第一和第二绝缘层的接合点呈台阶状函数, 并且通过附加相继的或者后续的具有较低的介电常数的绝缘层,
25 可以在每个相继的层中重复所示的图形。

此外, 应当注意到, 在图 6 中使用的绝缘系统的厚度比图 5 所示的现有技术大为减小。因而, 所述绝缘的减少导致材料成本的节约。

再次参看图 3A, 3B, 其中用虚线示出了相继的层 80 和 82, 它们相继地施加在图 3A 的层 28 上以及图 3B 的层 28b 上。如果使用这些
30 相继的层 80, 82, 则它们距离匝绝缘 24 或者距离接地壁绝缘层 26, 28 越远, 它们的介电常数越小。

还可以设想, 在本发明中利用的内外绝缘层可以包括由不同类型

的云母构成的两种带，它们具有不同的介电常数，这取决于用于云母纸带的云母的选择，并且是所述云母固有的。被选择用于这些带的云母纸应当是这样的，使得云母本身固有的介电常数的不同有助于每个带的总的所得到的介电常数。用这种方式，根据一个基本带的结构和化学处理，可以利用不同介电常数的多个带。最通用的一种云母是介电常数在6到8范围内的白云母。另一种云母是介电常数在5到6范围内的金云母。具有许多不同种类的云母，可以从中选择有利的成对的材料。所述云母可以从下述的云母中选择：钡铁脆云母，铁云母，黑云母，锂铍脆云母（Bityte），硼白云母，绿磷石，钽钨钛钙石（Chernikhite），脆云母，纳珍珠云母，羟高铁云母，海绿石，铯云母，钡镁脆云母，锂云母，益富云母（Masutomilite），白云母，南平石（Nanpingite），钠云母，金云母，多锂云母，铝钠云母，钒云母，铁叶云母（Siderophillite），钠金云母（Sodiumphlogopite），带云母，蛭石（Vermiculate），翁钠金云母（Wonesite），以及铁

15 锂云母。

应当理解，根据本发明的上述的优选实施例，本领域技术人员可以容易地作出其它的实施例。例如，虽然优选实施例涉及接地壁绝缘，但是图3A的围绕导体22的匝绝缘24可以包括第一内绝缘层和第二外绝缘层，只要第二层26具有比层24低的介电常数就可以构成接地壁绝缘层26，这些都在本发明的范围内。因此，本发明的范围不局限于优选实施例，而是应当由所附的权利要求限定。

20

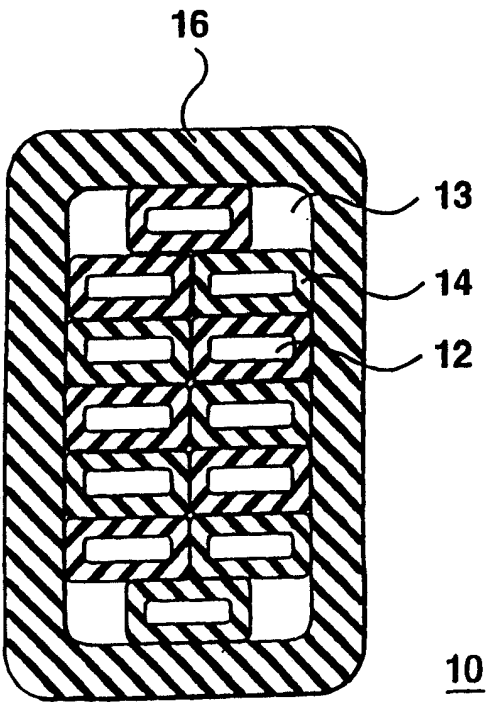


图 1（现有技术）

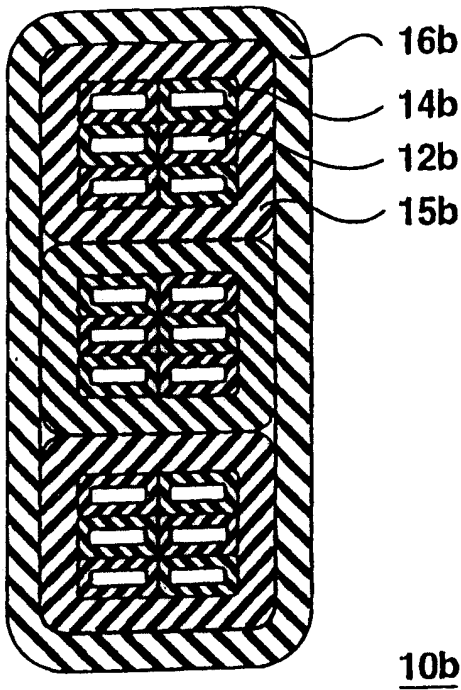


图 2（现有技术）

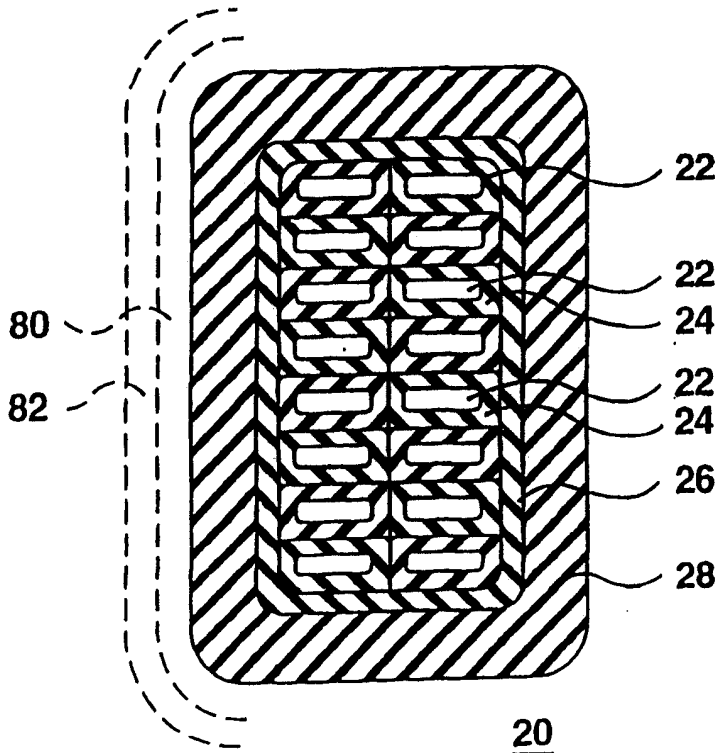


图 3A

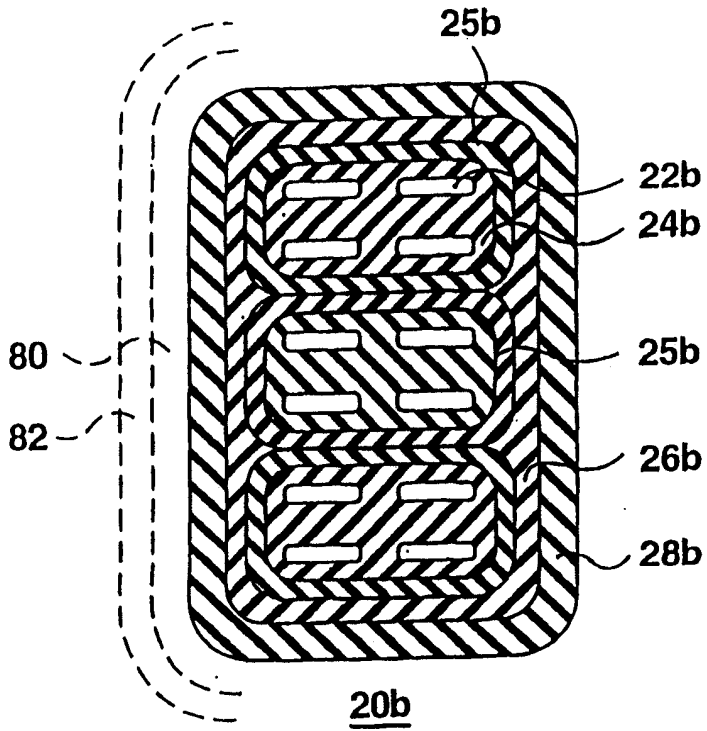


图 3B

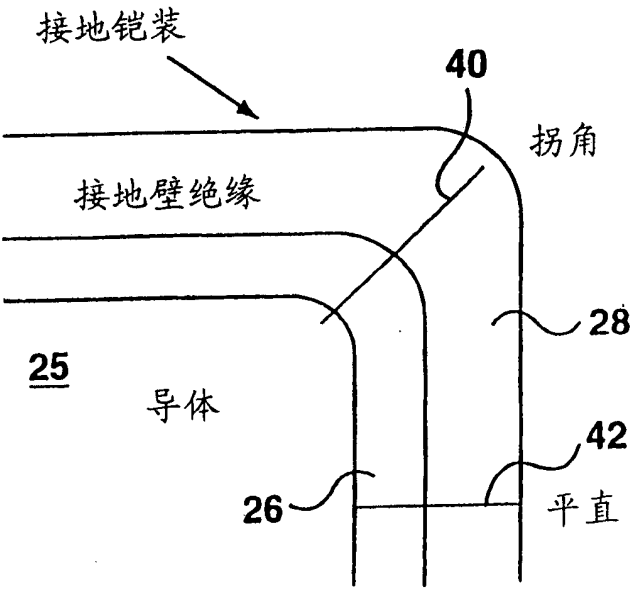


图 4

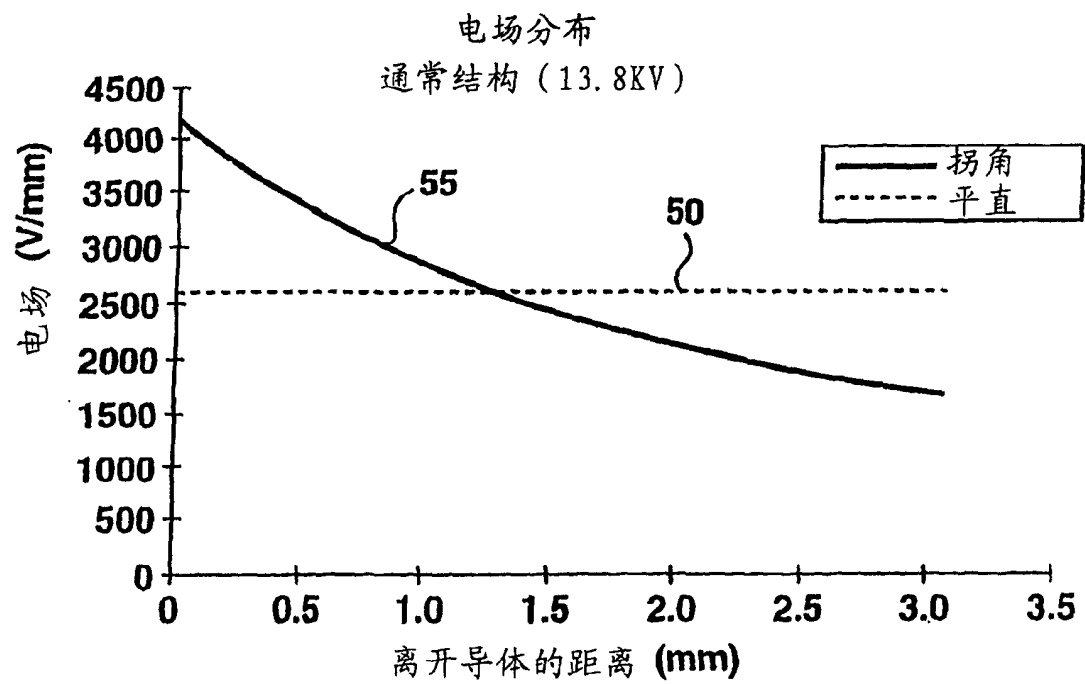


图 5

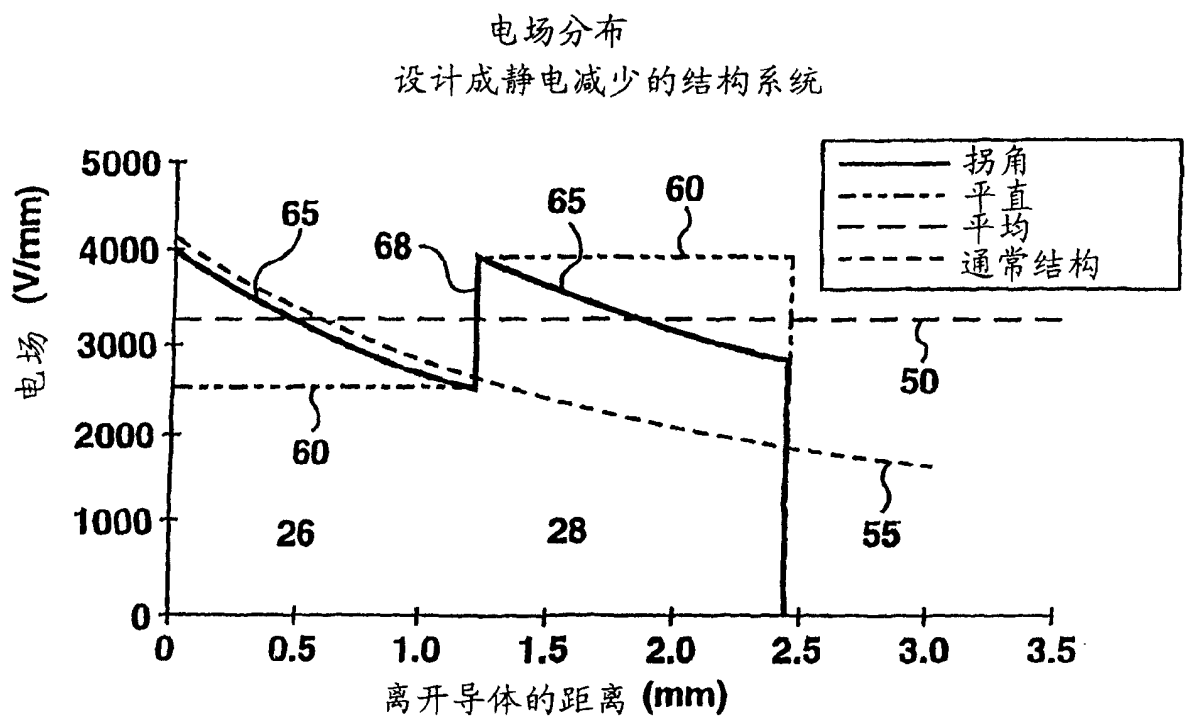


图 6