



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101405820 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 23

(21) 申请号 200780009848. 9

(22) 申请日 2007. 03. 20

(30) 优先权数据

60/784, 718 2006. 03. 22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/006938 2007. 03. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02007/111889 EN 2007. 10. 04

(73) 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 R·P·马雷克 J·-P·雅各布

G·P·维尔切斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 段晓玲 韦欣华

(51) Int. Cl.

H01F 27/28(2006. 01)

H01F 27/32(2006. 01)

H01F 41/12(2006. 01)

H01B 3/40(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6191675 B1, 2001. 02. 20, 说明书摘要、说明书第2栏第61行至最后1行、说明书第3栏第43行至第49行、说明书第6栏第4至第25行、说明书附图1、实施例3、5、表3、5.

US 2783441 A, 1957. 02. 26, 全文.

CN 1275781 A, 2000. 12. 06, 全文.

JP 2004-363274 A, 2004. 12. 24, 全文.

审查员 赵卿

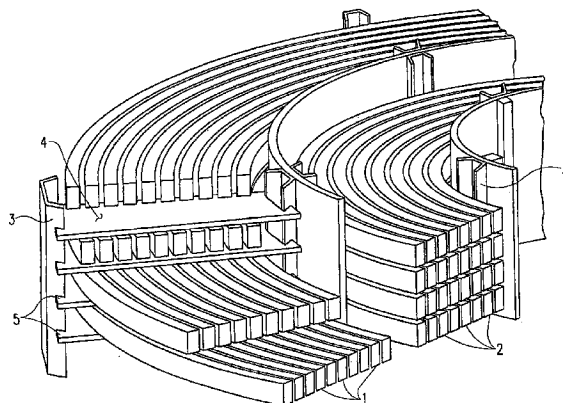
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于变压器的绝缘件

(57) 摘要

本发明提供了由热致变的液晶聚合物(LCP)制备的用于电力变压器的离散绝缘件,以满足对用于变压器的改进的隔离件的需求。该变压器包括用于升压、隔离和/或降压的电线圈,和用于分离和绝缘所述电线圈的离散隔离元件,且其中所述隔离元件是离散的,与线圈分开的或分离的。本发明变压器中所述的隔离件显示了优良的尺寸稳定性和一致性,并且具有更长的不放电的使用寿命。本发明还提供了电力变压器的制备方法,包括将由液晶聚合物制成的绝缘隔离元件插入导线线圈之间的步骤。通过该方法,得到了具有本发明所需效果的所述变压器。



1. 电力变压器,包括:

用于升压、隔离或降压的电线圈,和用于分离和绝缘所述电线圈的离散隔离元件,
其中所述隔离元件是离散的,与线圈分开的或分离的;和

其中所述离散隔离元件具有液晶聚合物,该液晶聚合物是由 4,4'-双酚、1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 50 : 50 : 88 : 12 : 320 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;或者其中该液晶聚合物是由 1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 100 : 5 : 95 : 100 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;且 4-羟基苯甲酸的摩尔份数也在 100 ~ 300 范围内。

2. 权利要求 1 的电力变压器,其中所述隔离元件具有片状形式。

3. 权利要求 1 的电力变压器,其中所述隔离元件具有杆状形式。

4. 权利要求 1 的电力变压器,其中所述隔离元件是由注塑法制成的。

5. 权利要求 1 的电力变压器,其中所述隔离元件是由挤出法制成的。

6. 电力变压器的制备方法,包括以下步骤:

将由液晶聚合物制成的绝缘隔离元件插入导线线圈之间;

其中所述绝缘隔离元件是离散的,与线圈分开的或分离的,并且具有液晶聚合物,该液晶聚合物是由 4,4'-双酚、1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 50 : 50 : 88 : 12 : 320 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;或者其中该液晶聚合物是由 1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 100 : 5 : 95 : 100 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点,和 4-羟基苯甲酸的摩尔份数也在 100 ~ 300 范围内。

7. 权利要求 6 的方法,其中该隔离元件具有片状形式。

8. 权利要求 6 的方法,其中该隔离元件具有杆状形式。

9. 权利要求 6 的方法,其中该隔离元件是由注塑法制成的。

10. 权利要求 6 的方法,其中该隔离元件是由挤出法制成的。

用于变压器的绝缘件

技术领域

[0001] 本发明涉及变压器领域,特别涉及用于电力变压器和配电变压器的绝缘件或隔离件。

背景技术

[0002] 变压器是用于对交流电信号的电压进行升压、隔离或降压的装置,广泛应用于将初级绕组中的交流电的能量转移到一个或多个次级绕组中。

[0003] 变压器的基本设计由两个或多个包含初级和次级绕组的电路构成,各电路由具有一个或多个通过于其间转移磁通量而使线圈耦合的磁芯的多匝导体线圈制成。传统上,在芯形式构造中,该两个或多个垂直设置的层压钢芯柱具有两个或多个围绕各芯柱同心设置的绕组。在其最简单的形式中,该绕组通常分成低压 (LV) 和高压 (HV) 绕组部分。在可替代的构造中,该 LV 和 HV 线圈垂直交错获得壳形式构造。用介电 (绝缘) 材料将线圈彼此分开。

[0004] 已知,例如参见美国专利申请公开号 20040070480、美国专利号 6445269 和 6259345,通过将导体线圈封装在作为介电材料的液晶聚合物 (LCP) 中用于制备小变压器。然而,封装技术不能用于大尺寸的通常设计用作电力和配电变压器的变压器。对于较大的变压器,无论是在层状绕组之间或在多个绕组部分之间,都必须使用轴向棒状隔离件和径向隔离件以确保和维持变压器线圈的有效冷却。垂直设置的棒状件通常用作线圈和 / 或层状类型绕组的绕组部分之间的分隔件。当该绕组具有盘状类型 (该术语也包括剖面、螺旋的) 和壳状类型 (该术语为扁平状) 时,已知通过适当使用轴向隔离件和 / 或径向 (盘状) 隔离件来提供轴向和径向的间隔。在典型的壳式装置中,径向隔离件是离散的,并沿芯的高度固定到轴向隔离件上,用于保持该径向隔离件就位并由此在导体之前提供所需的介电距离和绕组周围冷却流体的适当流动。通常,使用流体冷却介质,例如油、空气或气体。这些径向隔离件通常胶合到壳式构造中的绝缘片 (称作垫圈) 上。在另一典型装置中,将轴向和径向隔离件合并形成梳状构造。在例如美国专利号 1159770、2201005、2756397 和 2783441 中描述了绕组隔离件的一些实例。

[0005] 垂直棒状件、轴向和径向隔离件 (下文统称为隔离件) 形式的介电元件必须由电绝缘材料制成。该绝缘材料必须具有适当的介电强度,并且能够承受热和温度波动。在一些变压器中,线圈和绝缘层浸渍在流体中,这有助于从线圈中输出热量,因此理想的绝缘体材料应当对通常所用的流体有耐受性。而且该隔离件必须能够承受在制造过程中产生的机械应力和在变压器的操作过程中 (例如在短路事件过程中) 的电 / 机械应力。

[0006] 在常规变压器中,隔离件是由多种绝缘材料制成的,具体取决于所需的温度等级、设计、成本和其它性能和性质需求。通常使用的材料包括纤维素纤维、纸或纸板、陶瓷材料、芳族聚酰胺纤维、纸或纸板、和填充玻璃纤维的热固性材料 (例如环氧树脂或聚酯),其中该玻璃的形式可以为不连续的短纤维、玻璃垫或织物。

[0007] 纤维素绝缘是具有成本效率的绝缘材料,即使制备所述部件需要显著的劳动力。

所述部件通常由大的片材切割或锯成,碾磨成一致的厚度、在其边缘碾磨以除去可能撕裂导线绝缘的尖锐棱角,然后最后冲压成单独的部件。在棒状件的情况下,必须将预切割条的堆胶合在一起,然后烘炉固化以将该部件构造到适当的厚度。此外,纤维素绝缘的使用限制于较低温度等级的变压器,具有有限的热点容量,操作温度限定到不超过 105℃连续。纤维素板部件的另一种限制源于其吸湿性能,根据周围相对湿度,其会影响部件的尺寸稳定性和一致性。这又会在在线圈组装操作中引起严重的困难,其中必须特别留意以保持盘与盘之间的距离以及在设计说明书中绕组组件的总高度,这对于变压器的最终特征和性能是非常重要的。通常在绕组的组装过程中要进行特别调节来补偿不一致的隔离件尺寸(例如关于在盘状卷绕组件中径向隔离件的厚度),且会导致组装时间以及最终成本的大大提高。此外,已知在长期暴露于中高温下,纤维素纤维会受到水解降解和老化,这造成隔离件收缩,导致机械夹紧结构的松弛,最终导致在短路状态下的变压器故障。由于纤维素的吸湿性倾向,因此在干燥和调节绕组中也要花费大量的时间。

[0008] 填充玻璃纤维的环氧树脂或聚酯绝缘材料具有更好的温度性能(对于环氧树脂,直至 155 ~ 180℃;对于聚酯,直至 220℃),然而,对于引入结构刚性所必需的玻璃纤维的存在缩短了绝缘体的寿命并可能促成局部放电。在重复温度循环下,玻璃和聚合物的热膨胀系数的差异会导致在部件中产生孔隙,导致局部放电或电晕效应,最终导致该绝缘体的击穿。因此,这种材料更通常应用于干式变压器,而在充满液体的变压器中,芳香族聚酰胺和纤维素纤维通常是优选的,特别是在 HV 绕组部分中。此外,使用热固性材料时,可以制备的隔离件部件的形状是有限的,对变压器的设计产生限制。而且,热固性材料不是固有耐燃性的(UL94-V0),其在干式变压器中的应用需要通过使用阻燃剂添加剂进行深入配制。

[0009] 陶瓷隔离件越来越少用于干式变压器中,主要是因为由其制备方法导致的相对较高的成本,以及其脆度,这会经常需要修理。在卷绕过程中,在将线圈组装到该芯结构上的过程中,以及在常规维修过程中在野外,这种脆性会造成断裂。对于各种可能的形状也存在实用性上的限制。

[0010] 由纸板或纸芳香族聚酰胺纤维(例如**Nomex®**)制备的隔离件可以用于高温(直至 220℃连续),在热化学、机械和电性能方面呈现出突出的平衡性。然而,所需的绝缘体形状必须从纸板的平版中切割出或由芳香族聚酰胺纸片冲压出,导致处理和劳动力成本高,和在未使用的边角料中的相当多的材料浪费。所有这些都增加了变压器的成本。

[0011] 总的来讲,使用所有上述材料时,线圈组件必须经设计以符合隔离件的形状/尺寸。

[0012] 存在对用于变压器的改进的隔离件的需求。

发明内容

[0013] 本发明提供了隔离元件以及包含该隔离元件的变压器,以满足对用于变压器的改进的隔离件的需求。

[0014] 第一方面,本发明提供了离散绝缘隔离元件,其用于分离和保持变压器的导电绕组或线圈之间的间距,其中该隔离元件是由液晶聚合物(LCP)制成的。

[0015] 第二方面,本发明提供了电力变压器,包括:

[0016] 用于升压、隔离和/或降压的电导线圈,用于分离和绝缘该电线圈的离散绝缘隔

离元件,其中该离散隔离元件是由液晶聚合物制成的。

[0017] 优选地,本发明提供了电力变压器,包括:

[0018] 用于升压、隔离或降压的电线圈,和用于分离和绝缘所述电线圈的离散隔离元件,

[0019] 其中所述隔离元件是离散的,与线圈分开的或分离的;和

[0020] 其中所述离散隔离元件具有由液晶聚合物,该液晶聚合物是由 4,4'-双酚、1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 50 : 50 : 88 : 12 : 320 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;或者其中该液晶聚合物是由 1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 100 : 5 : 95 : 100 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;且 4-羟基苯甲酸的摩尔份数也在 100 ~ 300 范围内。

[0021] 本发明变压器中所述的隔离件显示了优良的尺寸稳定性和一致性,并且具有更长的不放电的使用寿命。

[0022] 第三方面,本发明提供了用于电力变压器的绝缘隔离元件的制备方法,包括:

[0023] 将 LCP 组合物注塑或挤出成所需的形状。

[0024] 第四方面,本发明提供了电力变压器的制备方法,包括以下步骤:

[0025] 将由 LCP 制成的绝缘隔离件插入导线线圈之间。

[0026] 优选地,本发明提供了电力变压器的制备方法,包括以下步骤:

[0027] 将由液晶聚合物制成的绝缘隔离元件插入导线线圈之间;

[0028] 其中所述绝缘隔离元件是离散的,与线圈分开的或分离的,并且具有液晶聚合物,该液晶聚合物是由 4,4'-双酚、1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 50 : 50 : 88 : 12 : 320 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点;或者其中该液晶聚合物是由 1,4-二羟基苯、1,4-苯二甲酸、2,6-萘二甲酸、4-羟基苯甲酸或其衍生物以比率 100 : 5 : 95 : 100 摩尔份数制成的,其具有约 350℃的熔点,和 4-羟基苯甲酸的摩尔份数也在 100 ~ 300 范围内。

[0029] 通过该方法,得到了具有本发明所需效果的所述变压器。

附图说明

[0030] 图 1 显示了使用本发明的离散隔离元件构造的电力变压器。

[0031] 图 2 显示了本发明的离散隔离元件的优选实施方式,在两端具有连接机构(attachment means)。

[0032] 图 3 显示了本发明的离散隔离元件的优选实施方式,在一端具有连接机构。

具体实施方式

[0033] 发明人发现电力变压器线圈之间的绝缘隔离件可以由液晶聚合物(LCP)制成。在优选的实施方式中,该隔离件是模块形式的,其可以简单地通过增加线圈和隔离件的数量用于构造任意所需尺寸形状的变压器。变压器是由形成具有所需圈数的线圈并在线圈之间具有 LCP 隔离件而制成的。本发明的隔离件是可与线圈分开的。用本发明的隔离件构造变压器的方法与已知的用 LCP 封装的方法是不同的。本发明的隔离件是离散的,与线圈分开的或分离的。在封装方法中,必须首先制备线圈,然后浇铸在熔化的聚合物中。一旦该线圈

具有较大的尺寸时,如同用于长范围传输的高压变压器的情况,因此不可能将其浇铸在熔化的聚合物中。本发明的方法并不限于这种方式。可以构造基本没有限制的尺寸和容量的变压器。

[0034] 还考虑了其中一些隔离元件由 LCP 制成(例如电势热点(potential hotspot)中)而其它隔离元件由传统材料(例如纤维素、芳族聚酰胺、陶瓷或热固性材料)制成的变压器。

[0035] 本发明的隔离件本身具有非常低的吸湿和湿度增加特征(依照 ASTM D570 测试,在水中浸渍 6 个月后 < 0.05%)。这显示了与纤维素隔离件相比的明显优势,即本发明的隔离件显示了优良的尺寸稳定性和一致性。

[0036] 在变压器的制备方法的另一优选实施方式中,该线圈可以围绕由 LCP 制成的隔离件卷绕。

[0037] 由 LCP 制成的隔离件与玻璃纤维填充的环氧树脂或聚酯绝缘体相比的优点在于隔离件不需要玻璃纤维强化。通过避免玻璃纤维强化,大大降低了导致局部放电的故障,这表明该隔离件具有更长的不放电的使用寿命。优选地,本发明的隔离件不包含玻璃纤维。

[0038] 此外,LCP 本身是阻燃的。这意味着该隔离件可以在不添加阻燃剂的情况下制备,然而,包含阻燃剂的隔离件也在本发明的范围内。

[0039] 此处所述的组合物可以通过常规的用于混合和形成热塑性组合物的方法制备并形成隔离件。可以通过将 LCP 和任何其它低熔点组分在典型的混合装置(例如单螺杆或双螺杆挤出机或熔融捏合机)中熔融混合来制备该组合物。可以通过典型的热塑成型方法(例如挤出、挤出涂覆、热成型、吹塑、注射、片模或压模)形成部件。

[0040] 优选的形成方法是注塑或挤出。特别优选的是注塑,因为可以制备基本任意所需形状的隔离件,同时避免浪费、过量操作和显著的劳动力成本。也可以形成 LCP 片,并通过例如激光束或机械切割方法(例如刀或锯)从该片材上切割隔离件。任何切割废料都可以再次熔化并循环使用。

[0041] 本发明的隔离件可以具有任意所需的形状,使得可以设计变压器的形状和尺寸以满足最终用途。该隔离件可以经设计以和该线圈适配,而不是相反。隔离件的优选形式是片状,其可以具有例如矩形、正方形、三角形、圆形、椭圆性或不规则形状。另外,隔离件可以采用棒或杆的形式。在一种优选的实施方式中,该隔离件具有杆状形状,然后其通过在线圈周围或在线圈中心支撑线圈用于提供构造变压器线圈的构架。这种杆状隔离件也可以支撑片状隔离件在变压器的线圈之间,片状隔离件可以与该杆垂直放置。

[0042] 本发明的隔离件可以是中空的、部分中空的或实心的,这取决于特殊隔离件的强度需求。

[0043] 本发明的 LCP 隔离件可以用于充满空气、气体或油的变压器中,但特别适用于充满油的变压器中。

[0044] 此处的“液晶聚合物”是指当使用 TOT 试验或其任何合理变体测试时为各向异性的聚合物,如美国专利号 4118372 中所述,由此通过参考将其包括。适用的 LCP 包括聚酯。一种优选形式的 LCP 是“全芳香族的”,即聚合物主链中的所有基团都是芳香族的(除连接基团之外,例如酯基),但可以存在不是芳香族的侧基。优选地,该 LCP 的熔点为约 350℃或更高,更优选约 365℃或更高,特别优选约 390℃或更高。熔点是由 ASTM 方法 D 3418 测定

的。熔点取作熔化吸热的最大值,是以 10°C/min 的加热速率在第二热度上 (on the second heat) 测定的。如果存在多于一个熔点,那么该聚合物的熔点取作熔点的最高值。

[0045] 优选的 LCP 是由 4,4'-双酚 /1,4-二羟基苯 /1,4-苯二甲酸 /2,6-萘二甲酸 /4-羟基苯甲酸或其衍生物 (50/50/88/12/320 摩尔份数) 制成的,其具有约 350°C 的熔点。1,4-苯二甲酸 /2,6-萘二甲酸的摩尔份数在约 70/30 ~ 约 90/10 范围内。第二种优选的 LCP 是由 1,4-二羟基苯 /1,4-苯二甲酸 /2,6-萘二甲酸 /4-羟基苯甲酸或其衍生物 (100/5/95/100 摩尔份数) 制成的,其具有约 350°C 的熔点。1,4-苯二甲酸 /2,6-萘二甲酸的摩尔份数可在约 5/95 ~ 约 30/70 范围内,该 4-羟基苯甲酸的摩尔份数也可在约 100 ~ 约 300 范围内。

[0046] 其它材料,特别是通常在热塑性组合物中发现或制备用于其中的那些也可以存在于该组合物中。这些材料在使用中模制部件的操作环境下和 / 或部件形成过程中优选应当是化学惰性的且是适当热稳定的。所述材料可以包括例如一种或多种填料、增强剂、颜料和成核剂。其它聚合物也可以存在并由此形成聚合物混合物。如果存在其它聚合物,优选其少于组合物的 25wt%。在另一优选形式的组合物中,除了总的少量 (小于 5wt%) 的聚合物 (例如润滑剂和加工助剂) 之外,不存在其它聚合物。在另一优选形式中,该组合物包含约 1 ~ 约 55wt% 的填料和 / 或增强剂,更优选约 5 ~ 约 40wt% 的这些材料。增强剂和 / 或填料包括玻璃填料、纤维材料 (例如间或对芳族聚酰胺纤维) 和微粒 (纸浆、纤条体、粉末)、硅灰石、二氧化钛晶须和粉末 (微粒,例如云母、粘土、硫酸钙、磷酸钙、硫酸钡和滑石)。这些材料中的一些可以用于提高该组合物的强度和 / 或模量,和 / 或可以提高阻燃性, (例如参见 W002/02717, 由此通过参考将其包括)。

[0047] 优选的填料 / 增强剂包括滑石。

[0048] 尽管在本发明的优选实施方式中不使用玻璃填料,但由于其加速导致局部放电的缺陷的形成的倾向,其应用可以有利地达到特定的要求,例如部件的机械强度。此处的“玻璃填料”是指适用于混合入热塑性材料中的任何较小颗粒或纤维状玻璃材料。适用的玻璃材料包括所谓的“E 玻璃”、“S 玻璃”、钠钙玻璃和硼硅酸盐玻璃。该填料可以是任何形式,例如纤维 (玻璃纤维)、磨碎的玻璃 (磨碎的玻璃纤维)、玻璃片、中空或实心的球体。

[0049] 除非另外指出,此处的所有重量百分比都是基于包含 LCP 和填料的总组合物的。

[0050] 优选地,LCP 在该组合物中的量至少约 35wt%,更优选至少约 45wt%。优选地,填料 (在一些情况中,可以将其认为是增强剂) 的量为 0.1 ~ 约 65wt%,更优选为约 5 ~ 约 50wt%。

[0051] 优选地,该组合物在 0.79mm 的厚度处具有 V-1 的 UL-94 等级,更优选在 0.79mm 的厚度处具有 V-0 的 UL-94 等级。该 UL-94 测试 (Underwriter's Laboratories) 是用于塑料材料的易燃性测试,V-0 等级的需求比 V-1 等级更严格。

[0052] 优选地,该组合物具有在 1.82MPa 至少约 240°C 的热挠曲温度 (HDT),更优选至少约 275°C,特别优选至少约 340°C。HDT 是由 ASTM 方法 D648 测定的。

[0053] 图 1 中示出了依照本发明的变压器的实例。该变压器由在单独隔间中的高压线圈 (1) 和低压线圈 (2) 组成。该线圈是由导电材料 (例如铜) 制成的。依照本发明的垂直 LCP 隔离件 (3) 经设计以通过啮合在水平隔离件任一端处的突出部 (5) 以与依照本发明的水平 LCP 隔离件 (4) 相啮合。该水平隔离件 (4) 水平适配在相邻的导电线圈之间。

[0054] 图 2 示出了在两端具有突出部 (5) 的水平隔离件 (4)。图 3 示出了仅在一端具有突出部 (5) 的变体。该突出部可以以许多变体形式制备,例如 T 状、“狗骨头”形状或任何其它连接件形状。

[0055] 可以通过将突出部 (5) 夹在垂直隔离件 (3) 上来添加水平隔离件 (4),从而根据需要构造如图 1 中所述的变压器。在优选实施方式中,水平隔离件 (4) 经设计使得该突出部 (5) 在夹持定位到垂直隔离件 (3) 上时具有一定程度的间隙。这样隔离件 (3) 和 (4) 可以适应温度改变时可能发生的尺寸改变。

[0056] 实施例 1

[0057] 使用由 4,4'-双酚 /1,4-二羟基苯 /1,4-苯二甲酸 /2,6-萘二甲酸 /4-羟基苯甲酸 (50/50/88/12/320 摩尔份数) 制成且具有约 350℃ 的熔点的 LCP 注塑制备依照本发明的隔离件。

[0058] 制备各种尺寸和厚度的隔离件。在该实施例中,制备 1、2 和 3.5mm 厚度的尺寸为 30×89 (宽×长) 的隔离件。依照国际标准 IEC 60243-1 测试隔离件的电气强度。该方法测定材料被击穿并发生放电时的电压。通过将其除以该隔离件的厚度时该结果归一化。

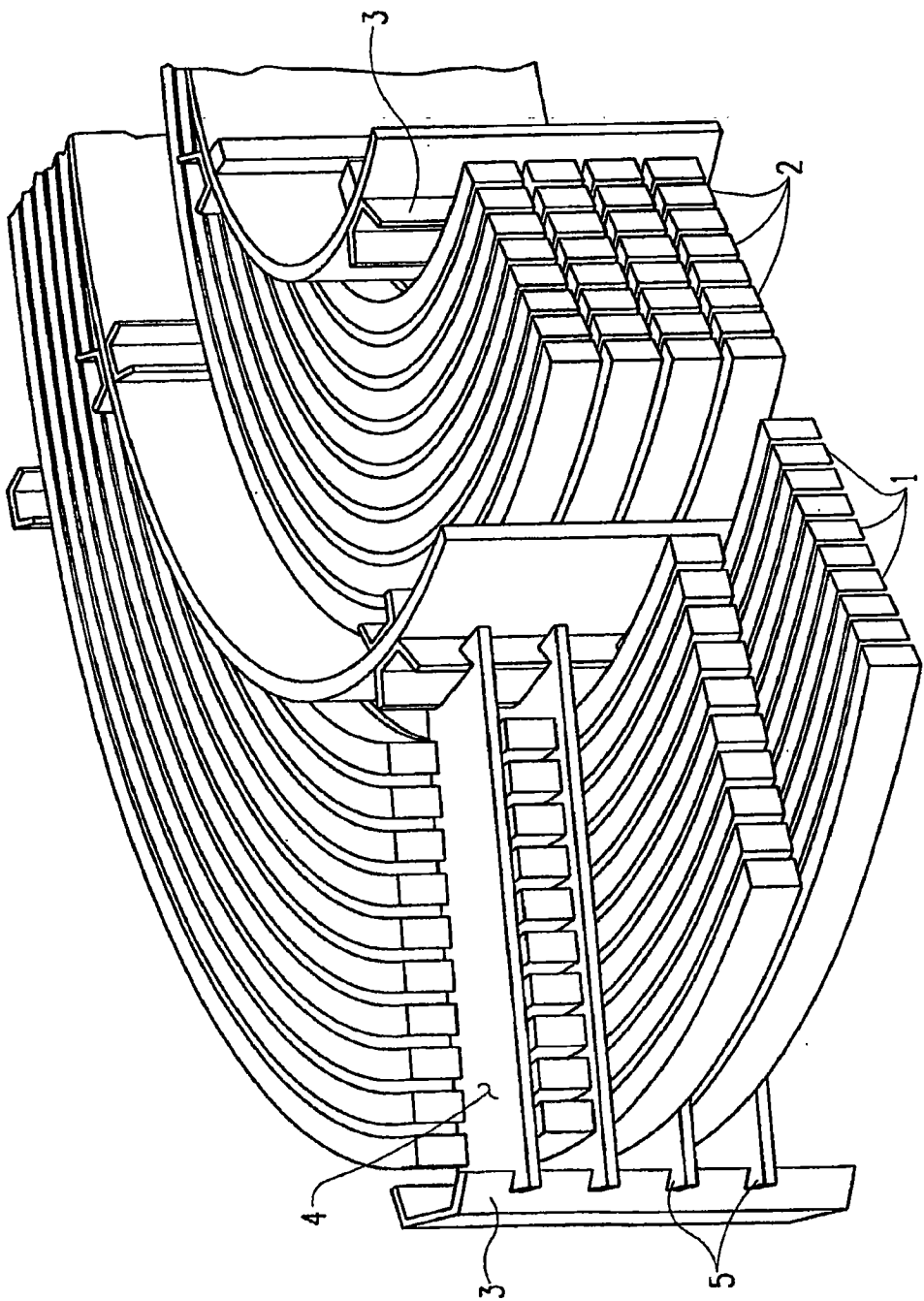
[0059] 将该隔离件放置在两个电极之间,快速升高电极之间的电压直至发生放电。将发生放电时的电压除以以 mm 计的隔离件的厚度,得到介电强度,以 V/mm 记录。

[0060] 将 1mm 和 2mm 厚度的隔离件的测试结果作为十次测试的平均值列在表 1 中。

[0061]

表 1. 隔离件的介电强度 (AC 快速升高, 经 IEC 60243-1 测定)	
隔离件材料	介电强度 (kV/mm)
LCP (依照本发明), 厚度 1mm	44.4
LCP (依照本发明), 厚度 2mm	33.2

[0062] 显然本发明的 LCP 隔离件具有优良的介电强度。



1



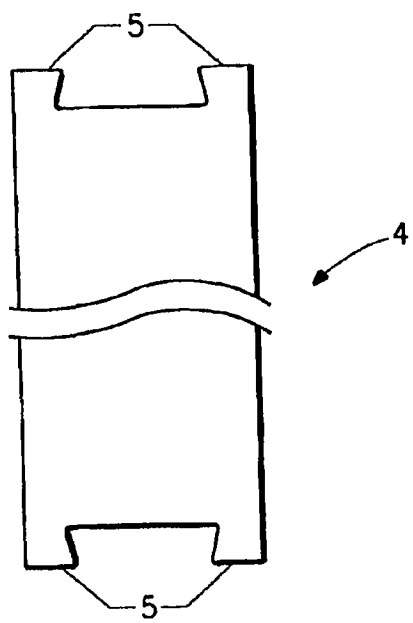


图 2

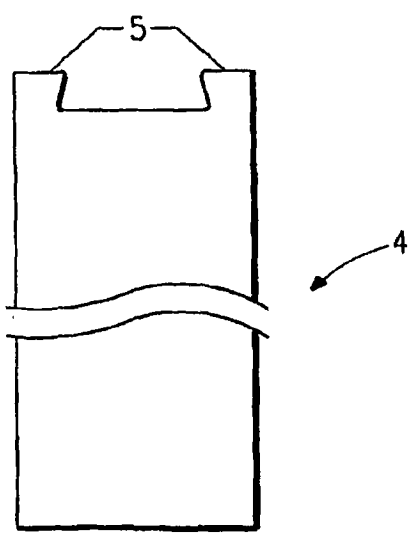


图 3