



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110352462 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201880014786.9

大卫·V·马奥尼

(22)申请日 2018.03.09

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(30)优先权数据

62/469,713 2017.03.10 US

代理人 刘雯鑫 陈炜

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.29

(51)Int.Cl.

H01B 3/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/021736 2018.03.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/165544 EN 2018.09.13

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 高木秀治 西比尔·Z·黄

小罗伯特·L·兰伯特

普拉迪普·K·班迪奥帕迪亚

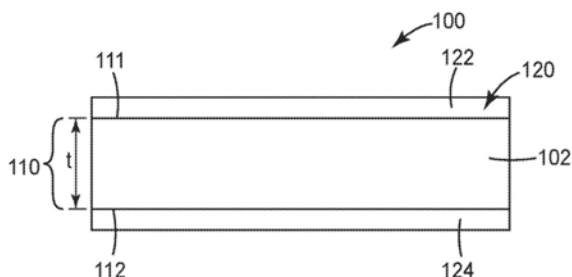
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

电绝缘材料

(57)摘要

本文描述了一种电绝缘材料。该电绝缘材料包括绝缘芯层和涂覆在该绝缘芯层的第一主表面上的至少一个固化环氧树脂层。在一些方面，示例性电绝缘材料还能够包括涂覆在绝缘芯层的第二主表面上的第二固化环氧树脂层。



1. 一种柔性电绝缘材料,所述柔性电绝缘材料包括绝缘芯层和涂覆在所述绝缘芯层的第一主表面上的至少一个固化环氧树脂层,其中所述绝缘芯层为层合体,所述层合体包括通过层合粘合剂附接到绝缘膜的第一表面的非织造材料的第一层。

2. 根据权利要求1所述的绝缘材料,其中所述至少一个固化环氧树脂层的第一层涂覆在所述非织造材料的第一层的暴露表面上。

3. 根据权利要求1或2中任一项所述的绝缘材料,其中所述至少一个固化环氧树脂层的第一层涂覆在所述膜的暴露表面上。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,所述绝缘芯层还包括附接到聚合物膜的第二表面的非织造材料的第二层。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述至少一个固化环氧树脂层涂覆在所述芯层的两个主表面上。

6. 一种柔性电绝缘材料,所述柔性电绝缘材料包括绝缘膜层、设置在所述绝缘膜层的主表面上的第一固化环氧树脂层和设置在所述第一固化环氧树脂层的暴露表面上的第一非织造材料层。

7. 根据权利要求6所述的绝缘材料,所述绝缘材料还包括设置在所述绝缘膜的第二主表面上的第二固化环氧树脂层。

8. 根据权利要求7所述的绝缘材料,所述绝缘材料还包括设置在所述第二固化环氧树脂层的暴露表面上的第二非织造材料层。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述固化环氧树脂层包含脂环族环氧树脂、硬化剂和三水合铝。

10. 根据权利要求9所述的绝缘材料,其中所述固化环氧树脂层由15-50重量%的脂环族环氧树脂、10-50重量%的酸酐硬化剂和10-70重量%的三水合铝组成。

11. 根据权利要求9所述的绝缘材料,其中所述固化环氧树脂层基本上由20-46重量%的脂环族环氧树脂、14-40重量%的酸酐硬化剂和14-60重量%的三水合铝组成。所述固化环氧树脂层还能够包含0-2重量%的促进剂。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述非织造材料包括聚苯硫醚非织造材料和尼龙非织造材料中的一种。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘膜包括聚酰亚胺膜和聚萘二甲酸乙二醇酯膜中的一种。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,所述绝缘材料具有至少约350V的相对漏电起痕指数。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料已成型为被构造或适配到马达线圈的槽内的三维形状。

16. 根据权利要求13所述的绝缘材料,其中所述三维形状为具有U形横截面、椭圆形横截面、矩形横截面和燕尾形横截面中的一者的通道。

17. 根据权利要求13和14中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料的端部在一端或两端被反向折叠以形成箍,由此增强所述三维形状。

电绝缘材料

技术领域

[0001] 本发明涉及用于电气装置中的电绝缘材料。具体地讲，绝缘材料为包括至少一个环氧树脂层的柔性材料。在一个方面，示例性绝缘材料可用于电气装置或马达中的槽衬，所述绝缘材料具有改善的热性能、机械性能、耐化学品性和/或介电特性。

背景技术

[0002] 旋转电机或电动马达可用于多种应用，诸如汽车应用、航空应用、工业应用等等。旋转电机或马达包括定子和转子，所述转子相对于定子旋转以将电能转换成机械能。旋转电机还可包括发电机，其中转子与定子之间的相对旋转将机械能转换成电能。

[0003] 电气设备或机械诸如电动马达、发电机和变压器通常需要某些形式的介电绝缘，以将处于一个电压的导体与处于不同电压的导体分开和/或为电子部件提供机械保护。

[0004] 例如，发电机因转子与定子之间的相对旋转而将机械能转换成电能。定子通常包括具有多个间隔开的齿的定子芯，其中所述齿之间具有槽。线圈围绕定子芯的齿缠绕在槽中。可在定子槽内提供绝缘槽衬形式的电介质绝缘，以使线圈与定子芯电隔离。类似地，转子也可在转子的转子槽内使用槽衬以使转子线圈与转子芯电隔离。

[0005] 常规的槽衬可包括填充材料，诸如云母基绝缘材料、单层膜诸如聚酰亚胺膜、或具有非织造材料的膜的层合体（例如，具有设置在聚酰亚胺膜的两个侧面能上的聚苯硫醚非织造材料的层合材料）。槽衬需要满足一些严格的机械、化学、热和介电特性。常规的槽衬材料难以满足所有的必备要求。

[0006] 例如，用于高温环境中的旋转电机需要槽衬具有足够的耐热性。将云母片结合到树脂粘结剂中的云母基绝缘材料已被使用。在制造期间，这些云母基材料可在插入到定子或转子的槽内的过程中碎裂和断裂。此外，云母基材料的耐热性仅与树脂粘结剂的耐热性一样好。为了解决这些云母基材料的脆性，可将增强树脂层添加到云母基材料。然而，云母基材料与增强层之间的热膨胀失配可导致增强层和云母基材料的分离，从而导致电气装置具有降低的热性能。

[0007] 需要可用于电气装置和马达中的较耐用槽衬材料。

发明内容

[0008] 本文描述了一种电绝缘材料。该电绝缘材料包括绝缘芯层和涂覆在该绝缘芯层的第一主表面上的至少一个固化环氧树脂层。在一些方面，示例性电绝缘材料还能够包括涂覆在绝缘芯层的第二主表面上的第二固化环氧树脂层。

[0009] 在一些实施方案中，芯层包括绝缘膜。在其他实施方案中，芯层包括绝缘膜层和设置在绝缘膜层的表面上的至少一个非织造层。

[0010] 如本说明书中所用：

[0011] “直接粘结”是指不使用粘合剂层的情况下的层的接合。

[0012] 本发明的上面的概述不旨在描述本发明的每个示出的实施方案或每个具体实施。

图及其后的详细描述更特别地举例说明这些实施方案。

附图说明

[0013] 本发明将参照附图作进一步说明,其中:

[0014] 图1为示出根据本发明的实施方案的第一示例性槽衬的层结构的示意图。

[0015] 图2为示出根据本发明的实施方案的第二示例性槽衬的层结构的示意图。

[0016] 图3为示出根据本发明的实施方案的第三示例性槽衬的层结构的示意图。

[0017] 图4为示出根据本发明的实施方案的第四示例性槽衬的层结构的示意图。

[0018] 虽然本发明可修正为各种修改形式和另选形式,但其具体形式已在附图中以举例的方式示出,并且将被详细描述。然而,应当理解,本发明不将本发明限制于所描述的特定实施方案。正相反,本发明覆盖落入如由所附权利要求书所限定的本发明的范围内的所有修改、等同物和另选方案。

具体实施方式

[0019] 在以下优选实施方式的具体描述中,将参考构成其一部分的附图,在这些附图中,以举例说明的方式表示出了能实施本发明的具体实施方案。例示的实施方案并非旨在详尽列举根据本发明的所有实施方案。应当理解,在不脱离本发明范围的情况下,可利用其他实施方案,并且可进行结构性或逻辑性的改变。因而,不能认为以下的详细描述具有限制意义,并且本发明的范围由所附权利要求书限定。

[0020] 在本文所述的示例性绝缘材料中,包含环氧树脂涂层或环氧树脂层可改善绝缘槽衬材料的热性能、机械性能、耐化学品性和/或介电特性中的至少一种。示例性槽衬材料包括具有第一主表面和第二主表面的芯层以及设置在这些主表面中的至少一个上的固化环氧树脂层。

[0021] 芯层的表面上或者膜和/或非织造部件之间的环氧树脂基涂层可有助于增强单个膜和/或非织造部件未提供的特性。例如,聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)膜不如PI膜耐化学品,并且在暴露于某些化学品时可在高温下降解。当环氧树脂基涂层设置在PEN膜层的表面上时,环氧树脂涂层可充当所述化学品渗透的屏障以防止或延迟PEN膜的降解。

[0022] 在另一个示例中,电绝缘材料的相对漏电起痕指数(CTI)等级可通过使用环氧树脂涂层作为材料的外部层来改善。由于CTI等级在一定程度上取决于电绝缘材料的外部暴露层,因此环氧树脂基外覆层可改善外表面上具有较低性能膜和/或非织造层的绝缘材料的CTI等级。

[0023] 本文所述的本发明为可用作槽衬的复合绝缘膜,该复合绝缘膜在基体聚合物膜(聚对苯二甲酸乙二醇酯、芳族聚酰胺等)上包括固化环氧树脂涂层以便为电动马达的部件提供绝缘。示例性电绝缘材料为低成本的复合材料,该复合材料与不具有示例性涂层的类似材料相比表现出合适的机械、热、耐磨性和耐化学品特性。

[0024] 图1-4示出了本公开的用于槽衬的示例性柔性电绝缘材料的不同实施方案。图1示出了具有芯层110的第一示例性槽衬100。芯层包括绝缘层102并且具有位于绝缘层的任一侧的第一主表面111和第二主表面112,该第二主表面与第一主表面相对。环氧树脂层120设置在每个主表面上,即,第一环氧树脂层122设置在第一主表面上并且第二环氧树脂层124

设置在第二主表面上。在一个示例性方面,环氧树脂层厚度可介于约0.5密耳和约5密耳之间,优选地介于约1密耳和2.5密耳之间。示例性的环氧树脂层可包含环氧树脂、硬化剂/交联剂、催化剂/促进剂和三水合铝(ATH)。

[0025] 示例性的柔性电绝缘材料可被提供为片材形式、卷材形式或被构造成适配到马达线圈的槽内的预成形的三维形状。该三维形状可为具有U形横截面、椭圆形横截面、矩形横截面和燕尾形横截面中的一者的通道。在一些实施方案中,绝缘材料的端部在一端或两端被反向折叠以形成箍,由此增强三维形状。

[0026] 在一个方面,该组合物中的环氧树脂可基于双酚A环氧树脂或改性双酚A诸如环氧苯酚酚醛树脂或环氧甲酚酚醛树脂、缩水甘油胺基环氧树脂、脂环族环氧树脂或它们的混合物。示例性硬化剂可包括脂族、芳族和脂环族胺诸如三甲基六亚甲基二胺和聚醚胺,或者酸酐诸如六氢邻苯二甲酸酐、十二烷基琥珀酸酐和甲基四氢邻苯二甲酸酐。在一些方面,固化促进剂可包括苄基二甲基胺、杂环胺、叔胺和三氯化硼胺络合物。任选地,环氧化物层还可包含聚丙二醇基软化剂诸如得自亨斯迈美国先进材料公司(Huntsman Advanced Materials Americas)(德克萨斯州的伍德兰兹(The Woodlands, TX))的Araldite®DY 040、或者类似的聚二醇和多元醇。

[0027] 在一个优选的方面,环氧树脂层包含脂环族环氧树脂和酸酐硬化剂。

[0028] 在一个方面,环氧树脂层可由热稳定和耐化学品的聚合物构成,所述聚合物包括环氧树脂和其他热固性树脂。在另一方面,环氧化物层可任选地包含填充剂,诸如阻燃剂、碳酸钙、云母、增韧剂和软化剂。

[0029] 前述实施方案中的任一个的固化环氧树脂层可包含脂环族环氧树脂、硬化剂和三水合铝。在一个示例性方面,固化环氧树脂层由15-50重量%的脂环族环氧树脂、10-50重量%的酸酐硬化剂和10-70重量%的三水合铝构成。优选地,固化环氧树脂层可基本上由20-46重量%的脂环族环氧树脂、14-40重量%的酸酐硬化剂和14-60重量%的三水合铝构成。固化环氧树脂层还可包含0-2重量%的促进剂。

[0030] 芯层可为绝缘膜、绝缘非织造材料或包括多个绝缘膜层和/或非织造材料层的层合体。芯层可通过芯层厚度t来表征。在一个示例性方面,芯层厚度可介于约3密耳和约10密耳之间,优选地介于约5密耳和8密耳之间。可用于本发明的示例性绝缘膜可包括聚酰亚胺膜诸如可购自杜邦公司(Dupont)(德克萨斯州的威明顿(Wilmington, DE))的Kapton® polyimide (PI) 膜、聚酯膜、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)膜、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)膜、聚酰胺-酰亚胺膜、聚碳酸酯膜和多层PEN/聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)膜。示例性非织造材料可包括尼龙非织造材料、聚苯硫醚(PPS)非织造材料、尼龙非织造材料、对位芳族聚酰胺和/或间位芳族聚酰胺非织造材料、丙烯酸类非织造材料、三聚氰胺非织造材料、玻璃非织造材料、聚烯烃非织造材料、聚酰亚胺非织造材料和聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)非织造材料。

[0031] 示例性槽衬可具有介于约5密耳和约12密耳之间,优选地介于约6.0密耳和10密耳之间的总厚度。

[0032] 图2为示出用于具有层合芯层210的槽衬的第二示例性柔性电绝缘材料200的层结构的示意图。在示例性实施方案中,芯层210包括中心膜层202和利用粘合剂层207、209层合到中心膜层的两个非织造层204、206。环氧树脂层220设置在芯层的每个主表面上,即,第一环氧树脂层222设置在第一主表面上并且第二环氧树脂层224设置在芯层210的第二主表面

上。

[0033] 粘合剂层207、209可为任何合适的粘合剂。例如,粘合剂可为水基的或溶剂基的。粘合剂可具有任何合适的组合物。粘合剂可包括压敏粘合剂、热熔性粘合剂、热固化粘合剂或者其他固化性粘合剂或树脂。合适组合物的示例包括丙烯酸、苯乙烯和聚酯。任选地并且优选地,可将阻燃剂添加到粘合剂。阻燃剂可为任何合适的材料。合适阻燃材料的示例包括金属氢氧化物和金属水合物,分别如氢氧化镁($Mg(OH)_2$)和三水合铝。阻燃剂可包含至多约70重量%、优选地至多60重量%的粘合剂。添加过多阻燃剂将降低粘合剂的粘合性能。可在膜层和/或非织造层的表面上进行任选的表面处理以增强粘合剂对这些层的粘结强度。可将粘合剂刮涂、辊涂或喷涂到膜层,之后将非织造材料层合到粘合剂涂覆的表面上。另选地,可将粘合剂喷涂到非织造材料层的表面上,随后可将所述非织造材料层层合到膜层的任一侧面上。

[0034] 虽然该实施方案的芯层已被描述为具有中心膜层和两个外部非织造层,但本领域的普通技术人员将认识到,用于每层中的材料可为膜层或非织造层,并且层合芯层可根据给定应用的需要包括两个或更多个单独层。

[0035] 在用于槽衬的示例性柔性电绝缘材料300的另选实施方案中,不施加粘合剂以将芯层的各层或子层接合在一起,如图3所示。相反,通过利用仅热和压力的压延来粘结非织造层304、306和膜层302以形成芯层310。如前所述,可将两个环氧树脂层322、324施加到芯层的外表面。

[0036] 图4示出了用于槽衬的第四示例性柔性电绝缘材料400的层结构,其中芯层410通过环氧树脂层420粘结到两个外层。例如,非织造外层404、406可通过环氧树脂层422、424粘结到膜芯层402。

[0037] 在一个实施方案中,柔性电绝缘材料可包括绝缘芯层和涂覆在绝缘芯层的第一主表面上的至少一个固化环氧树脂层,其中绝缘芯层为层合体,该层合体包括通过层合粘合剂附接到绝缘膜的第一表面的非织造材料的第一层。

[0038] 在一些方面,所述至少一个固化环氧树脂层的第一层涂覆到非织造材料的第一层的暴露表面上,而在其他方面,所述至少一个固化环氧树脂层的第一层涂覆到膜的暴露表面上。

[0039] 在另一个实施方案中,柔性电绝缘材料可包括绝缘芯层和涂覆在绝缘芯层的第一主表面上的至少一个固化环氧树脂层,其中绝缘芯层为层合体,该层合体包括通过层合粘合剂附接到绝缘膜的第一表面的非织造材料的第一层和附接到聚合物膜的第二表面的非织造材料的第二层。

[0040] 在另选的方面,两个前述实施方案中的任一个可具有涂覆在芯层的两个主表面上的至少一个固化环氧树脂层。

[0041] 在另一个实施方案中,柔性电绝缘材料包括绝缘膜层、设置在绝缘膜层的主表面上的第一固化环氧树脂层和设置在第一固化环氧树脂层的暴露表面上的第一非织造材料层。任选地,第二固化环氧树脂层设置在绝缘膜的第二主表面上。另选地,上述绝缘材料还可包括设置在第二固化环氧树脂层的暴露表面上的第二非织造材料层。

[0042] 前述实施方案中的任一个的固化环氧树脂层可包含脂环族环氧树脂、硬化剂和三水合铝。在一个示例性方面,固化环氧树脂层由15-50重量%的脂环族环氧树脂、10-50重

量%的酸酐硬化剂和10-70重量%的三水合铝构成。优选地,固化环氧树脂层可基本上由20-46重量%的脂环族环氧树脂、14-40重量%的酸酐硬化剂和14-60重量%的三水合铝构成。固化环氧树脂层还可包含0-2重量%的促进剂。

[0043] 前述实施方案中的任一个的绝缘膜可包括聚酰亚胺膜和聚萘二甲酸乙二醇酯膜中的一种,并且非织造材料可包括聚苯硫醚非织造材料和尼龙非织造材料中的一种。

[0044] 前述实施方案中的任一个的绝缘材料具有至少约350V的相对漏电起痕指数。在另一方面,前述实施方案中的任一个的绝缘材料具有至少约575V的相对漏电起痕指数。

[0045] 前述实施方案中的任一个的绝缘材料可成型为被构造成适配到马达线圈的槽内的三维形状,其中该三维形状可为具有U形横截面、椭圆形横截面、矩形横截面和燕尾形横截面中的一者的通道。在一些方面,三维形状的绝缘材料可在一端或两端处被反向折叠以形成箍,由此增强三维形状。

[0046] 实施例

[0047] 这些实施例仅为了进行示意性的说明,并非旨在限制所附权利要求书的范围。除非另外指明,否则实施例以及说明书的余下部分中的所有份数、百分数、比率等均按重量计。

[0048] 涂层材料

[0049]

| | |
|------------|---|
| 环氧树脂 280 | 购自 3M 公司(3M Company) (明尼苏达州的圣保罗(St. Paul, MN)) 的 Scotchcast Electrical Resin #280 |
| 脂环族环氧树脂 | 以商品名 Araldite [®] CY 5622 购自亨斯迈美国先进材料公司(Huntsman Advanced Materials Americas) (德克萨斯州的伍德兰兹(The Woodlands, TX)) 的疏水液体改性的脂环族环氧树脂 (二缩水甘油醚) |
| C-7-2 环氧树脂 | 得自阿尔卑斯化学品制造有限公司(ALPS Chemicals Manufacturing Company, Ltd.) (日本(Japan)) 的胺固化性环氧树脂 |
| DDSA | 购自结构调查公司(Structure Probe, Inc.) (宾夕法尼亚的西切斯特(West Chester, PA)) 的 SPI-Chem DDSA (十二烷基琥珀酸酐) (CAS #26544-38-7) |
| 促进剂 | 以商品名 Accelerator DY 062 购自亨斯迈美国先进材料公司 (德克萨斯州的伍德兰兹) 的叔胺基促进剂 |
| ATH1 | 以商品名 HYMOD [®] M632 三水合铝购自 J. M. Huber 公司(J. M. Huber Corporation)乔治亚州的亚特兰大(Atlanta, GA)) 的三水合铝 |
| ATH2 | 以商品名 H-32I 购自昭和电工株式会社(Showa Denko) (日本(Japan)) 的三水合铝 |
| 铬催化剂 | Cr ⁺³ 催化剂 |

[0050] 芯层材料

[0051]

| | |
|------------|--|
| PI1 | 以商品名 100 HN Kapton® Film 购自杜邦公司(Dupont) (特拉华州的威明顿(Wilmington, DE)) 的 1 密耳聚酰亚胺膜 |
| PI2 | 购自天津天源电子材料有限公司(Tianjin Tianyuan Electronic Material Co., Ltd.) (日本(Japan), 产品编号为 6052) 的 2 密耳聚酰亚胺膜 |
| PEN | 以商品名 TEONEX® Q51 购自杜邦帝人薄膜美国有限责任合伙公司(DuPont Teijin Films U.S. Limited Partnership) (弗吉尼亚州的切斯特(Chester, VA)) 的 1 密耳或 1.5 密耳双轴取向的聚萘二甲酸乙二醇酯膜 |
| NNW | 以商品名 CEREX 23030 购自 CEREX Advanced Fabrics, Inc.(Cantonment, FL) 的尼龙非织造材料 |
| PPS | 2.2 密耳聚苯硫醚非织造材料为与得自 3M 公司 (明尼苏达州的圣保罗) 的现有热屏蔽产品相同的非织造物的较薄型式 |
| 丙烯酸 粘合剂 | 以商品名 ROBOND™ L-330/CR-9-101 层合粘合剂购自陶氏化学公司(Dow Chemical Company) (密歇根州的米兰德(Midland, MI)) 的水基丙烯酸层合粘合剂 |

[0052] 测试方法

[0053] 拉伸特性

[0054] 将15mm×200mm样品放置在购自MTS系统公司(MTS Systems Corporation) (明尼苏达州的伊登普雷利(Eden Prairie, MN)) 的MTS Insight 5张力检验器的夹具中。夹具间隙为180mm, 并且牵拉速率为200mm/min。测量拉伸强度和断裂伸长率。

[0055] 相对漏电起痕指数(CTI) 测试

[0056] 按照使用购自Yamayoshikenki (Japan) 的YST-112漏电起痕阻抗测试仪的IEC-60112方法来测量相对漏电起痕指数(CTI)。通过堆叠单独的涂覆膜片, 测试样品的厚度为3mm。通过以下方式获得该方法中所述的溶液A: 将约0.1质量%的纯度为99.8%的分析试剂级无水氯化铵(NH₄Cl) 溶于去离子水中, 所述去离子水在室温下具有不大于1mS/m的电导率以给定(3.95±0.05) Ohm-m的电阻率。将两个铂电极放置在具有4.0+/-1.0mm间距的堆叠膜的顶部表面上。使用50滴方法。

[0057] 耐化学品性

[0058] 将15mm×200mm测试样品在150℃的自动传输流体(ATF) 中浸渍250小时。针对在ATF中老化之前和之后的类似样品测量拉伸强度和断裂伸长率。

[0059] 涂层配方

[0060] 环氧树脂A1

[0061] 将100份脂环族环氧树脂(22.1重量%)、80份十二烷基琥珀酸酐(17.7重量%); 2份三元胺促进剂(0.4重量%) 和270份ATH1(59.7重量%) 在2500rpm的速度混合器中合并和混合2分钟, 直至均匀。添加5-6%庚烷以根据需要降低环氧树脂制剂的粘度, 由此有利于涂覆。

[0062] 环氧树脂A2

[0063] 环氧树脂A2通过相同的方法来制备, 但具有21.6重量%的脂环族环氧树脂、19.5重量%的DDSA、0.4重量%的三元胺促进剂和58.5重量%的ATH1的组合物。添加5-6%庚烷以根据需要降低环氧树脂制剂的粘度, 由此有利于涂覆。

[0064] 环氧树脂B

[0065] 将100份C-7-2环氧树脂和37份硬化剂在2500rpm的速度混合器中合并和混合2分钟,直至均匀。添加5-6%庚烷以根据需要降低环氧树脂制剂的粘度,由此有利于涂覆。

[0066] 环氧树脂C1

[0067] 将100份(40重量%)环氧树脂280和150份(60重量%)ATH1在2000rpm的速度混合器中合并和混合2分钟,直至均匀。

[0068] 添加10%庚烷以根据需要降低环氧树脂制剂的粘度,由此有利于涂覆。

[0069] 环氧树脂D

[0070] 将39.7重量%的环氧树脂280、0.8重量%的铬催化剂和59.5重量%的ATH在2500rpm的速度混合器中合并和混合1分钟,直至均匀。添加5-6%甲基乙基酮以根据需要降低环氧树脂制剂的粘度,由此有利于涂覆。

[0071] 芯层材料的制备

[0072] 聚苯硫醚/聚酰亚胺/聚苯硫醚层合体 (PPS-PI-PPS)

[0073] 利用具有CR-9-101催化剂的Robond L-330水基丙烯酸层合粘合剂将1密耳的Dupont 100HN聚酰亚胺膜凹版涂覆到PI膜的第一侧面上。在橡胶辊与钢辊之间并且在约205℃的温度、17.5N/mm的压力和13.7m/min的线速度下将第一2.2密耳PPS基非织造物层合到PI膜上。在相对侧面上执行第二遍层合方法,由此得到层合到PI基膜的两个侧面上的PPS。

[0074] 聚苯硫醚/聚萘二甲酸乙二醇酯/聚苯硫醚层合体 (PPS-PEN-PPS)

[0075] 在PEN的第一侧面上,利用具有CR-9-101催化剂的Robond L-330水基丙烯酸层合粘合剂来对1密耳的PEN膜进行迈耶棒涂覆。在橡胶辊与钢辊之间并且在约120℃的温度、5.25N/mm的压力和1.5m/min的线速度下将第一2.2密耳PPS基非织造物层合到PEN膜上。在相对侧面上执行第二遍层合方法,由此得到层合到PI基膜的两个侧面上的PPS。

[0076] 尼龙/PEN/尼龙

[0077] 利用具有作为层合粘合剂的DOW CR-9-101催化剂的Robond L-330水基丙烯酸层合粘合剂来对1密耳的Q51 PEN进行迈耶棒涂覆。在约120℃的温度、5.25N/mm的压力和1.5m/min的线速度下将尼龙非织造物(NNW)层合到PEN膜上。在相对侧面上执行第二遍实验室级层合方法,由此得到层合到PEN基膜的两个侧面上的NNW。

[0078] 测试样品的制备

[0079] 利用刮刀涂布机将环氧树脂涂层涂覆到芯层材料的第一侧面上。就实施例1而言,使环氧树脂层在150℃下固化15分钟或20分钟。每个侧面上的涂层厚度介于1.0至1.5密耳之间。如所用测试方法所规定,将样品切割成适当的尺寸。在芯层的第二侧面上执行相同的环氧树脂涂覆方法,由此得到双面涂覆环氧树脂的电绝缘材料。

[0080] 表1示出了测试样品的组成以及具有涂覆在芯层的外表面上的两个固化环氧树脂层的样品和比较例的拉伸和CTI测试的结果。表2示出了ATF耐化学品测试的结果。

[0081] 表1:

[0082]

| | 芯层 | 涂层制剂 | 拉伸强度 (N/15mm) | 断裂 伸长率 (%) | 150V 下的 CTI | 350V 下的 CTI | 575V 下的 CTI |
|-------|-------------|---------|------------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| C1 | PI2 | -- | | | | 失败 | |
| C2 | PPS-PI1-PPS | -- | 140 | 37 | 通过 | 失败 | |
| C3 | PPS-PEN-PPS | -- | 132 | 27 | | 失败 | |
| 实施例 1 | PI2 | 环氧树脂 C | | | | 通过 | |
| 实施例 2 | PPS-PI-PPS | 环氧树脂 A1 | 177 | 24 | 通过 | 通过 | 失败 |
| 实施例 3 | PPS-PEN-PPS | 环氧树脂 A1 | 169 | 25 | | 通过 | 通过 |
| 实施例 4 | PPS-PI-PPS | 环氧树脂 B | 177 | 24 | | 通过(300V) | |
| 实施例 5 | 尼龙-PEN-尼龙 | 环氧树脂 A2 | | | | | 通过 |

[0083] 表2:

[0084]

| | | | 老化之前 | | 在 ATF 中老化之后 (在 150℃下保持 250 小时) | |
|-------|-------------|------------|------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | 芯层 | 涂层制剂 | 拉伸强度 (N/15mm) | 断裂 伸长率(%) | 拉伸强度 (N/15mm) | 断裂 伸长率(%) |
| C3 | PPS-PEN-PPS | -- | 132 | 27 | 128 | 16 |
| 实施例 3 | PPS-PEN-PPS | 环氧树脂 A1 | 169 | 25 | 179 | 25 |

[0085] 在另一个实验中,将环氧树脂C混合物利用逗号式涂布机涂覆到得自天津天源电子材料有限公司(Tianjin Tianyuan Electronic Material Co.,Ltd.) (日本产品编号为6052)的2密耳聚酰亚胺膜的一个侧面上,并且在120℃的烘箱中固化2-3小时。在所制备样品的涂覆侧面上测试CTI。应用并且测试一系列环氧树脂涂层厚度,以示出350V下CTI性能随外层厚度变化的改善。CTI结果可见于表3中。还包括得自上述实施例1的值。

[0086] 表3:

| | 厚度 | CTI @ 350V | 滴数 |
|--------|--------|------------|----|
| 实施例 6a | 0.6 密耳 | 失败 | 37 |
| 实施例 6b | 0.8 密耳 | 失败 | 44 |
| 实施例 6c | 1.2 密耳 | 失败 | 42 |
| 实施例 6d | 1.8 密耳 | 通过 | 50 |
| 实施例 1 | 1.6 密耳 | 通过 | 50 |

[0087] 具有内部固化环氧树脂层的绝缘材料(实施例7)

[0089] 在实验室级刮刀涂布机上利用环氧树脂D涂覆将1密耳的Dupont 100HN聚酰亚胺膜芯层。将尼龙非织造层嵌入并卷绕到湿环氧树脂涂层的表面内。随后使环氧树脂层在150℃下固化15分钟。在芯层的第二侧面上执行相同的环氧化物涂覆和嵌入方法,由此得到具有通过内部固化环氧树脂层附着到聚酰亚胺芯层的非织造尼龙表面层的电绝缘材料。该材料在350V和575V下均通过CTI测试。相比之下,相应的未涂覆的尼龙/PI/尼龙在150V下通过CTI,但在350V下失败(9滴)。

[0090] 填充剂在环氧树脂制剂中的效果(实施例8-实施例14)

[0091] 按照此前所述的方法,利用具有不同ATH填充剂载量的环氧树脂制剂制备一系列实施例。将这些制剂涂覆到PPS-PEN-PPS层合体的两个侧面上并且如上所述进行固化。表4提供了每个涂覆层合体的粘合剂制剂信息以及相对指数(CTI)、介电击穿电压(DBV)、拉伸强度和断裂伸长率。表4中的比较例C4为未涂覆的1密耳PEN膜。

[0092] 表4:

[0093]

| | 脂环族环氧树脂 | DDSA | 促进剂 | ATH1 | 575V 下的 CTI | DBV (KV) | 拉伸强度 (N/15mm) | 断裂伸长率 (%) |
|--------|---------|-------|------|-------|-------------|----------|---------------|-----------|
| C3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 失败 | 8.6 | 132 | 27 |
| C4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 失败 | 7 | 93 | 45 |
| 实施例 8 | 54.95 | 43.96 | 1.10 | 0 | 失败 | 14 | 178 | 45 |
| 实施例 9 | 45.87 | 36.70 | 0.92 | 16.51 | 通过 | 13.9 | 169 | 43 |
| 实施例 10 | 39.37 | 31.50 | 0.79 | 28.35 | 通过 | 14.1 | 179 | 37 |
| 实施例 11 | 34.48 | 27.59 | 0.69 | 37.24 | 通过 | 12.6 | 176 | 45 |
| 实施例 12 | 30.67 | 24.54 | 0.61 | 44.17 | 通过 | 12.1 | 176 | 39 |
| 实施例 13 | 25.13 | 20.10 | 0.50 | 54.27 | 通过 | 10.3 | 178 | 38 |
| 实施例 14 | 22.12 | 17.70 | 0.44 | 59.73 | 通过 | 8.3 | 168 | 41 |

[0094] 表5示出了实施例12和C3的附加老化结果。使样品在180℃的空气中单独老化以及在150℃的自动传输流体(ATF)中老化1000小时。

[0095] 表5:

| | 老化测试 | 样品 | 拉伸强度 (N/15mm) | 断裂伸长率(%) | DBV (KV) |
|--------|-----------------------|--------|---------------|----------|----------|
| [0096] | 空气中 180℃下 (1000 小时) | C3 | 79 | 2 | 9.4 |
| | 空气中 180℃下 (1000 小时) | 实施例 12 | 188 | 28 | 10.0 |
| | ATF 中 150℃下 (1000 小时) | C3 | 118 | 11 | 9.8 |
| | ATF 中 150℃下 (1000 小时) | 实施例 12 | 145 | 25 | 13.6 |

[0097] 表4示出当在高温下的空气或ATF中老化之后甚至在1000小时之后,环氧化物涂覆的层合体(实施例12)仍保持其原始材料性能(例如断裂伸长率)的超过60%。当在高温下的空气或ATF中老化之后甚至在1000小时之后,一些材料特性诸如介电断裂强度和拉伸强度仍保持原始材料性能(例如断裂伸长率)的至少80%。

[0098] 在阅览本发明的说明书之后,本文所述的包括等效工艺的示例性电绝缘材料的各种修改以及本发明能适用的多个结构对本发明所属领域的技术人员而言将是显而易见的。

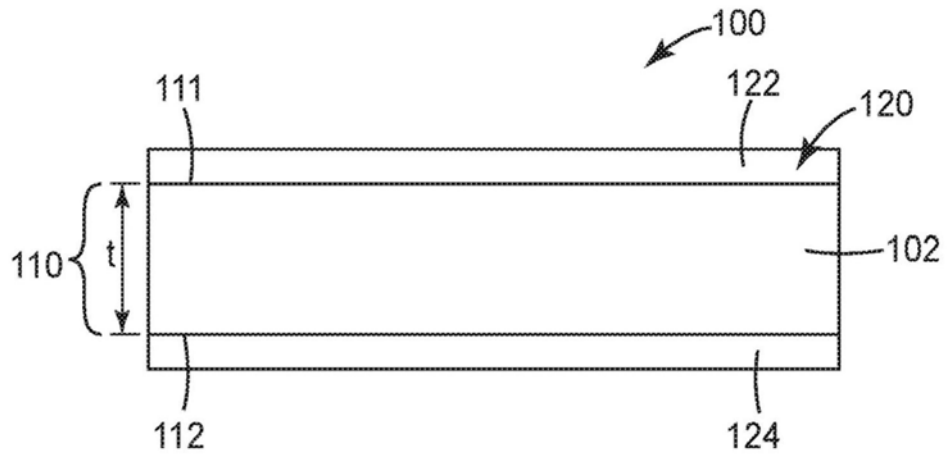


图1

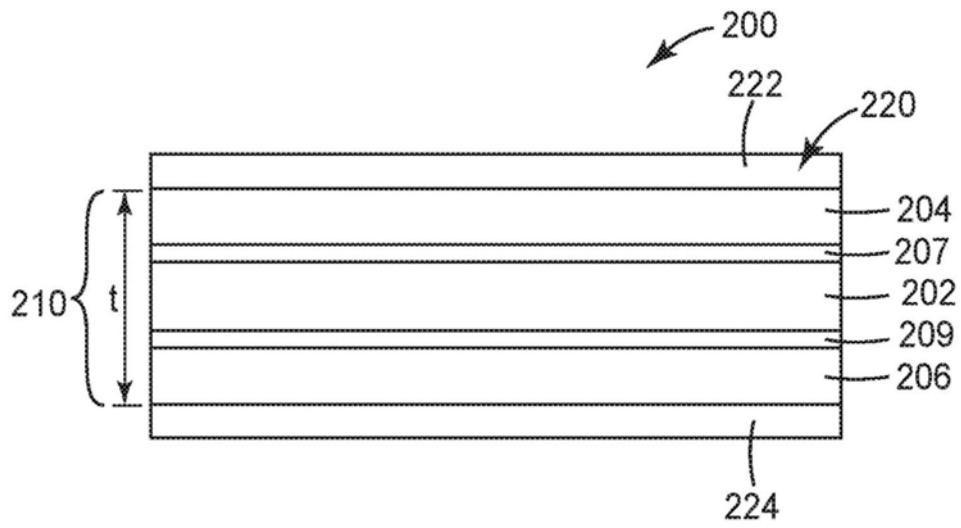


图2

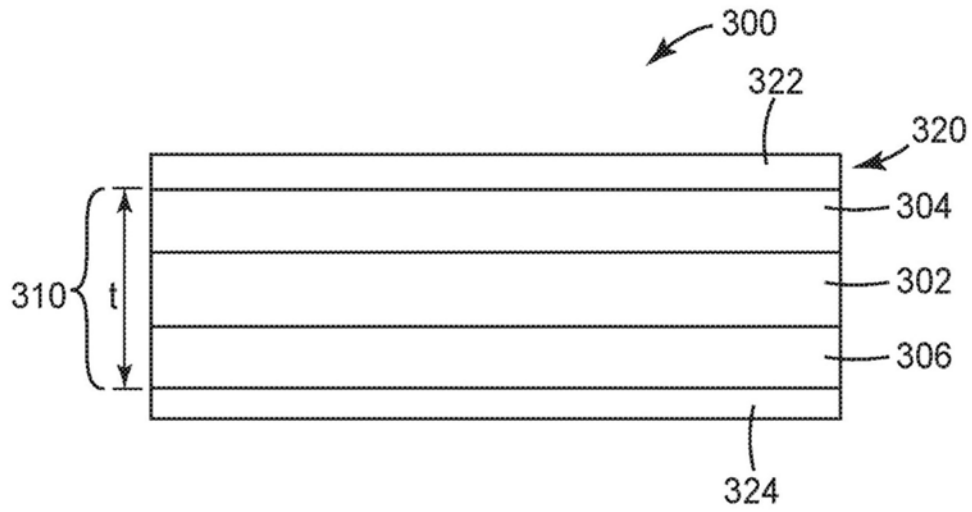


图3

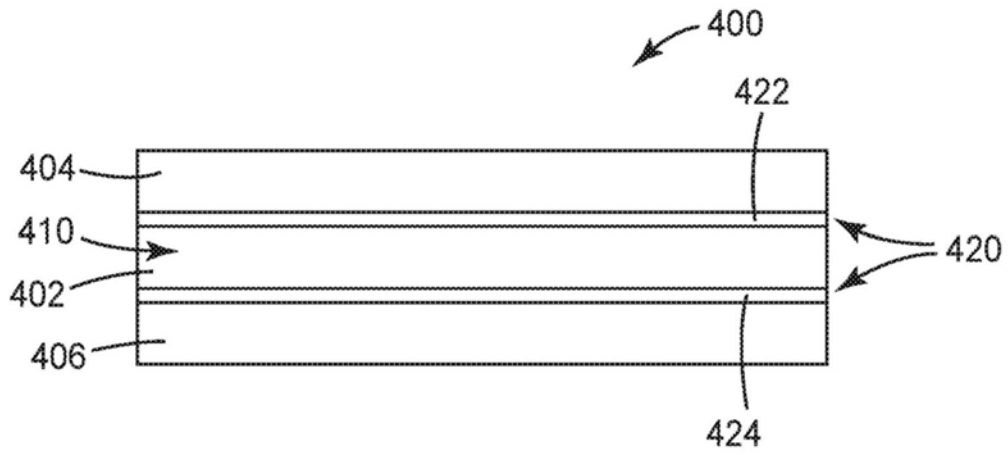


图4