



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 107708988 B

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201680039004.8

(22)申请日 2016.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107708988 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(30)优先权数据

62/186546 2015.06.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.12.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/040070 2016.06.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/004187 EN 2017.01.05

(73)专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72)发明人 B.S.康 S.W.李

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 王伦伟 李炳爱

(51)Int.Cl.

B32B 5/02(2006.01)

B32B 5/12(2006.01)

B32B 5/22(2006.01)

B32B 5/24(2006.01)

B32B 5/30(2006.01)

B32B 7/12(2006.01)

B32B 19/02(2006.01)

B32B 19/06(2006.01)

H01B 3/00(2006.01)

H02K 3/30(2006.01)

B32B 5/16(2006.01)

(56)对比文件

US 4418241 A,1983.11.29,

CN 100503230 C,2009.06.24,

CN 103843070 A,2014.06.04,

DE 19640964 A1,1998.04.16,

审查员 马莉

权利要求书1页 说明书9页

(54)发明名称

耐电晕的树脂相容性层压件

(57)摘要

适合于用作电绝缘材料的层压结构体,该层压结构体包括:a)包含90至99重量百分比的均匀分布的煅烧云母和1至10重量百分比的芳族聚酰胺材料的耐电晕层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;b)包含单向的或织造的长丝纱线的支承层,该支承层具有第一面和第二面;以及c)包含60至80重量百分比的均匀分布的未煅烧云母和20至40重量百分比的芳族聚酰胺材料的树脂相容性层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;其中将该支承层的该第一面直接粘合到该耐电晕层上,并且将该支承层的该第二面直接粘合到该树脂相容性层上;该层压结构体具有60重量百分比或更

大的总云母含量。

1. 一种适合于用作电绝缘材料的层压结构体,该层压结构体包括:

a) 包含90至99重量百分比的均匀分布的煅烧云母和1至10重量百分比的芳族聚酰胺材料的耐电晕层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;

b) 包含单向的或织造的长丝纱线的支承层,该支承层具有第一面和第二面;以及

c) 包含60至80重量百分比的均匀分布的未煅烧云母和20至40重量百分比的芳族聚酰胺材料的树脂相容性层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;

其中将该支承层的该第一面直接粘合到该耐电晕层上,并且将该支承层的该第二面直接粘合到该树脂相容性层上;

该层压结构体具有60重量百分比或更大的总云母含量。

2. 如权利要求1所述的层压结构体,其中该树脂相容性层通过使用粘合剂粘合到该支承层上。

3. 如权利要求1或2所述的层压结构体,其中该耐电晕层通过使用粘合剂粘合到该支承层上。

4. 如权利要求1或2所述的层压结构体,其中该耐电晕层中的全部芳族聚酰胺材料均以芳族聚酰胺纤条体的形式存在。

5. 如权利要求1或2所述的层压结构体,其中该耐电晕层和树脂相容性层中的每一个中的该芳族聚酰胺材料基于每一个层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量包含35-95wt%的粘结剂和5-65wt%的芳族聚酰胺絮状物的混合物。

6. 如权利要求5所述的层压结构体,其中该耐电晕层和树脂相容性层中的每一个中的该芳族聚酰胺材料基于每一个层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量包含35-75wt%的粘结剂和25-65wt%的芳族聚酰胺絮状物的混合物。

7. 如权利要求5所述的层压结构体,其中该粘结剂是芳族聚酰胺纤条体。

8. 如权利要求1或2所述的层压结构体,其中该支承层的长丝纱线包括玻璃纱线或者由热塑性或热固性聚合物制成的纱线。

9. 如权利要求8所述的层压结构体,其中该支承层的长丝纱线包括玻璃纱线。

10. 如权利要求1或2所述的层压结构体,其中芳族聚酰胺材料包括聚(间苯二甲酰间苯二胺)。

11. 如权利要求1或2所述的层压结构体,呈具有0.635至5.1厘米宽度的带的形式。

12. 如权利要求1或2所述的层压结构体,还包含浸渍树脂、清漆或其混合物。

13. 如权利要求12所述的层压结构体,其中该树脂、清漆或其混合物是部分或完全固化的。

## 耐电晕的树脂相容性层压件

### 背景技术

[0001] 技术领域。本发明涉及一种适合于作为电绝缘材料用于诸如电动机和变压器这样的事物中的层压片状结构。

[0002] 相关领域的描述。对于本领域技术人员而言,术语“云母纸”是指用高浓度的无机矿物云母(其量通常为至少90重量百分比或更大)与为粘结剂的其余部分(其为纸提供一些机械完整性)制成的片材。然而,所得的云母纸不是坚韧的纸。

[0003] 授予Levit等人的美国专利号6,991,845和7,399,379披露了用于电绝缘或阻燃的片状结构,该片状结构包括具有富含云母面和贫云母面的阻挡层和包含附接于该阻挡层的贫云母面的可饱和背衬层的增强层。

[0004] 授予Levit等人的美国专利号6,991,845和授予Forsten等人的美国专利号6,312,561披露了芳族聚酰胺-云母共混的纸,其由间-芳族聚酰胺纤维、间芳族聚酰胺纤条体和云母的均匀共混物制成。Levit等人进一步传授了这种“芳族聚酰胺-云母纸”,当与“云母纸”相比时,具有优异的机械特性,并且可以在没有任何背衬增强的情况下使用。

[0005] 在当前高电压市场中使用的一些现有片状结构中,将高含量云母纸与不含云母的玻璃布或聚酯膜的层组合以补偿与高云母含量相关的机械弱点。然而,这种不含云母的层由于其较低的耐电晕性、不同的热膨胀和不同的导电率而被认为是造成大多数绝缘失效的原因。因此,希望能够利用更多云母材料和更少非云母材料的电绝缘材料。

### 发明内容

[0006] 本发明涉及一种适合于用作电绝缘材料的层压结构体,该层压结构体包括:

[0007] a) 包含90至99重量百分比的均匀分布的煅烧云母和1至10重量百分比的芳族聚酰胺材料的耐电晕层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;

[0008] b) 包含单向的或织造的长丝纱线的支承层,该支承层具有第一面和第二面;以及

[0009] c) 包含60至80重量百分比的均匀分布的未煅烧云母和20至40重量百分比的芳族聚酰胺材料的树脂相容性层,该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式;

[0010] 其中将该支承层的该第一面直接粘合到该耐电晕层上,并且将该支承层的该第二面直接粘合到该树脂相容性层上;该层压结构体具有60重量百分比或更大的总云母含量。

### 具体实施方式

[0011] 本发明涉及包含至少两个含云母和芳族聚酰胺材料的层的多层层压结构体,其中这两个层中的云母是不同的。可以使用云母颗粒,正常呈不同类型(例如白云母或金云母或其共混物)的薄片的形式;然而,优选的是白云母型云母。

[0012] 一个层是包含煅烧云母的耐电晕层。如本文使用的“煅烧云母”是指通过将天然云母加热到高温(通常高于800℃,有时超过950℃)而获得的煅烧白云母或金云母云母。这种处理去除了水分和杂质,并且改进了云母的耐温性。特别地,煅烧云母具有改进的介电特性和耐电晕性。当与天然或未煅烧的云母薄片相比时,煅烧提供了较小尺寸的云母小片。不幸

的是,这些较小尺寸的云母小片还形成较不多孔的层,这意味着该层可能难以用浸渍基质树脂来浸透。通过测量该层的Gurley孔隙率可以看出孔隙率的此降低,该Gurley孔隙率测量在一定的压差下使一定体积的空气穿过一定的材料区域花费的时间(以秒计)。较高的值意味着较不多孔的材料。

[0013] 另一个云母层是包含未煅烧云母的树脂相容性层。如本文所用的“未煅烧云母”是指基本上处于纯天然形式的未煅烧的白云母或金云母云母,其优选已被均化和纯化以去除瑕疵和杂质。由于天然云母薄片的较大尺寸,未煅烧云母可以形成非常多孔的云母层。其在该层中的使用导致易于被基质树脂润湿和浸渍的层。这在将绝缘材料安装在电气部件上之后,用基质树脂真空压力浸渍该电绝缘材料是有用的。此外,云母薄片的较大尺寸意味着该层具有较高的拉伸强度。不幸的是,未煅烧云母具有比煅烧云母更低的介电击穿强度。然而,这种介电击穿强度仍然比有时使用的非云母材料更高;因此使用这种较强的云母层允许使用较少的非云母机械支撑材料,从而导致改进的电绝缘。

[0014] 夹在树脂相容性层与耐电晕层之间并直接粘合到这两层上的是包含单向的或织造的长丝纱线的支承层。该层为该多层层压件提供机械完整性。

[0015] 变压器和其他电气装置可以包含多根单独绝缘的绕组导线或导体,以防止一根导线或导体与另一根导线或导体接触。在许多情况下,这些绝缘的绕组导线或导体的横截面是矩形的,以确保变压器绕组的密集均匀的堆积。词语导体和导线在本文中可互换使用。

[0016] 在一些实施例中,通过围绕导体螺旋缠绕窄绝缘带形成重叠层来施加绝缘。在一些例子中,这可以允许变压器油穿透并存在于绝缘层之间的路线。如本文所用,“螺旋缠绕”是指包括围绕导体的外周长螺旋或螺旋状缠绕一个或多个带。如本文所用,词语“带”是指相对窄宽度的层压件条带,该带优选具有约0.635至5.1厘米(0.25至2英寸)的宽度。在一些实施例中,该宽度为从0.635至2.54厘米(0.25至1英寸)。在一些实施例中,该宽度优选为10至25毫米(1-2.5厘米或0.39-1.0英寸)。这些层压件带通常通过精密切割较大宽度的层压件的片或卷而制成。

[0017] 由于任何一个导体上的绝缘总厚度可以由带的单缠绕或多个重叠带构成,因此一些实施例中,导体上的电绝缘护套的总密度为从约0.2至0.6克/立方厘米,优选约0.3至0.5克/立方厘米。在一些实施例中,任何一个导体上的绝缘总厚度可以是0.635至1.3厘米(0.25至0.5英寸)。认为小于约0.0625英寸的绝缘厚度提供太少量的绝缘材料以致不能提供足够的介电强度。认为超过约1.3厘米(0.5英寸)的厚度对于许多电气装置是不切实际的。由于绝缘的总厚度或“堆积”可能是重要的参数,所以重叠的带的实际层数可以变化,其中绝缘材料为1或2层的层压件厚至多达10层至甚至100层或更多层的层压件是可能的。

[0018] 耐电晕层。基于层中煅烧云母和芳族聚酰胺材料的量,该耐电晕层包含90至99重量百分比的均匀分布的煅烧云母和1至10重量百分比的芳族聚酰胺材料。在一些优选实施例中,该耐电晕层包含95至99重量百分比的均匀分布的煅烧云母和1至5重量百分比的芳族聚酰胺材料。均匀分布的是指该云母可以遍及该耐电晕层均匀地分布,或者该云母可以遍及更接近该层的一个面的平面区域聚集。在这个定义中隐含的是,该云母被充分地分布以提供层压件中的层的希望的电性能。

[0019] 芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式。在一个实施例中,基于该层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量,该耐电晕层中的该芳族聚酰胺材料包含35-95wt%

的粘结剂和5-65wt%的芳族聚酰胺絮状物的混合物。在一些实施例中,基于该层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量,该芳族聚酰胺材料包含35-75wt%的粘结剂和25-65wt%的芳族聚酰胺絮状物。尽管该一种或多种粘结剂可以是本领域已知的用于粘合絮状物或纤维材料以形成纸的任何化学品或处理剂或添加剂,但在一个优选实施例中,该粘结剂是粘结剂颗粒,优选具有薄膜状结构的颗粒。该耐电晕层中优选的粘结剂颗粒是纤条体,并且优选的纤条体是芳族聚酰胺纤条体。在另一个优选实施例中,该耐电晕层中的该芳族聚酰胺材料仅由呈芳族聚酰胺纤条体形式的芳族聚酰胺粘结剂组成。优选的芳族聚酰胺材料包括聚(间苯二甲酰间苯二胺)。

[0020] 该耐电晕层优选具有50克/平方米的最小基重。在一些实施例中,100克/平方米的基重是优选的。从实际的观点来看,在一些实施例中,该层具有150克/平方米的最大基重。在优选的实施例中,该耐电晕层本身具有500秒或更低的Gurley孔隙率。

[0021] 支承层。该支承层包含单向的或织造的长丝纱线,并具有用于将该支承层直接粘合到树脂相容性层的第一面和用于将该支承层直接粘合到耐电晕层的第二面。在一个优选的实施例中,该支承层的长丝纱线包含玻璃纱线或由热塑性或热固性聚合物制成的纱线。在一个最优选的实施例中,该支承层的长丝纱线包含玻璃纱线。

[0022] 有用的长丝包括具有约30微米的标称直径的长丝,然而有用的长丝直径可以在从10至50微米的范围内。该支承层的有用基重包括具有约22克/平方米的标称直径的基重,然而有用的基重可以在从10至30克/平方米的范围内。

[0023] 据信对于许多带应用是最有用的支承层型式是长丝纱线的单向经纱。这允许支承层对层压件贡献最小量的重量和/或厚度。这是重要的,因为该支承层的材料通常不具有电晕或树脂相容性层的介电性能。

[0024] 树脂相容性层。基于该层中的未煅烧云母和芳族聚酰胺材料的量,该树脂相容性层包含60至80重量百分比的均匀分布的未煅烧云母和20至40重量百分比的芳族聚酰胺材料。在一些优选实施例中,该树脂相容性层包含65至75百分比的均匀分布的未煅烧云母和25至35重量百分比的芳族聚酰胺材料。均匀分布的是指该云母可以遍及该树脂相容性层均匀地分布,或者该云母可以遍及更接近该层的一个面的平面区域聚集。在这个定义中隐含的是,该云母被充分地分布以提供层压件中的层的希望的电性能。

[0025] 诸位发明人已经发现,以上要求保护的组合物提供了树脂相容性层,其具有适当的机械强度和缠绕属性二者,连同足够的孔隙率以吸收足够量的浸渍基质树脂。据信,在该树脂相容性层中具有大于80重量%的云母(基于该层中材料的总量)将不会为层压件提供不足够的机械强度以满足对围绕导体适当地卷绕带所需的最小张力,从而导致频繁的断裂。另外,在该树脂相容性层中具有大于80重量%的云母进一步导致较少挠性的层压件。由此种层压件制成的带具有当围绕导体缠绕时更多褶皱的趋势,这是不希望的。

[0026] 如在该耐电晕层中那样,该树脂相容性层中的该芳族聚酰胺材料呈絮状物、纤条体或其混合物的形式。在一个优选的实施例中,基于该层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量,该树脂相容性层中的该芳族聚酰胺材料包含35-95wt%的粘结剂和15-65wt%的芳族聚酰胺絮状物的混合物。在一些实施例中,基于该层中的粘结剂和芳族聚酰胺絮状物的量,该芳族聚酰胺材料包含35-75wt%的粘结剂和25-65wt%的芳族聚酰胺絮状物。与该耐电晕层类似,尽管该树脂相容性层中的该一种或多种粘结剂可以是本领域已知的用于将絮状物

或纤维材料粘合以形成纸的任何化学品或处理剂或添加剂,但在一个优选实施例中,该粘结剂是粘结剂颗粒,优选具有薄膜状结构的颗粒。该树脂相容性层中优选的粘结剂颗粒是纤条体,并且优选的纤条体是芳族聚酰胺纤条体。在另一个优选实施例中,该树脂相容性层中的该芳族聚酰胺材料仅包含呈芳族聚酰胺纤条体形式的芳族聚酰胺粘结剂。优选的芳族聚酰胺材料包括聚(间苯二甲酰间苯二胺)。

[0027] 该树脂相容性层优选具有10克/平方米的最小基重。在一些实施例中,10至50克/平方米的基重是优选的。在优选的实施例中,该树脂相容性层本身具有800秒或更低的Gurley孔隙率。

[0028] 多层层压结构体。该多层层压结构体包括该支承层的直接粘合到该树脂相容性层的第一面和该支承层的直接粘合到该耐电晕层的第二面。在一个实施例中,该耐电晕层通过使用粘合剂粘合到该支承层。在另一个实施例中,该树脂相容性层通过使用粘合剂粘合到该支承层。有用的粘合剂包括但不限于基于诸如聚氨酯,环氧树脂、聚酰亚胺、酚醛树脂、三聚氰胺、醇酸树脂、聚酯、聚酯酰亚胺、苯并噁嗪、硅酮及其组合这样的事物的粘合剂。

[0029] 在一些优选的实施例中,通过由已经存在于该耐电晕层和该树脂相容性层中的该一种或多种粘结剂提供的粘合作用,将该支承层附接并粘合到该耐电晕层和该树脂相容性层二者上。用热量和压力层压这三层可以迫使已经存在于该耐电晕层和该树脂相容性层中的该一种或多种粘结剂流动并粘合到该支承层上。事实上,在其中该支承层是长丝的单向经纱或开放网状织造稀松布的一个实施例中,该耐电晕层和该树脂相容性层的部分表面可以接触,并且经由层压存在于该耐电晕层和该树脂相容性层中的该一种或多种粘结剂可以将这些层在接触点处附接在一起,同时还包围这两层并将其粘合到该支承层中的长丝上。

[0030] 基于没有任何浸渍基质树脂的层压结构体的总重量,该层压结构体具有60重量百分比或更大的总云母含量。据信在层压件中需要这种总量的云母以提供足够的电绝缘性能。在一些实施例中,基于没有任何基质树脂的层压结构体的总重量,总层压结构体的总云母含量为80重量百分比或更高。在一些实施例中,没有基质树脂的多层层压件的最终总组成包含至少15重量百分比的芳族聚酰胺材料。在一些实施例中,该支承层仅占没有基质树脂的总层压件的组成的5至30重量百分比。在一些其他实施例中,该支承层占没有基质树脂的总层压件的组成的10至20重量百分比。此外,在一些实施例中,粘合剂存在的量为没有基质树脂的总层压件的组成的从0重量百分比至8重量百分比,并且在一些实施例中该量优选为该组合物的4重量百分比至8重量百分比。在一些其他实施例中,粘合剂的量为没有基质树脂的总层压件的组成的0至3重量百分比。

[0031] 在一些实施例中,总多层层压件基重的基重为约70g/m<sup>2</sup>至多达300g/m<sup>2</sup>;然而在一些优选实施例中,该基重为从约100g/m<sup>2</sup>至225g/m<sup>2</sup>。

[0032] 总多层层压结构体的其他特定的所需特性包括范围从0.10到1.0mm的总厚度。层压件的优选拉伸强度为70N/cm或更大,优选100N/cm。为了良好的基质树脂浸渍,据信小于3000秒的测量的整个层压件的Gurley孔隙率是希望的,其中最优选200秒或更大的测量值。进一步地,为了用多层层压件的带有效缠绕导体,该层压件应优选地具有小于约150N/m、优选地小于约100N/m的挠性或刚度,以便用于高速机器带缠绕过程中。最后,层压件的总击穿电压应该优选大于17.5kV/毫米层压件厚度,优选大于20kV/毫米层压件厚度。

[0033] 该多层层压结构体可以进一步包含浸渍树脂、清漆或其混合物,在本文中还被统

称为基质树脂。在一个优选实施例中,该树脂、清漆或其混合物在该多层层压结构体中是部分或完全固化的。通常首先将该多层层压结构体或带施加到导体上并且然后浸渍的整个结构上;然而,可能存在一些例子,其中在用作绝缘材料之前,该层压结构体用树脂预先浸渍。

[0034] 如本文中使用的术语“絮状物”是指被切至短长度并且在制备湿法成网片材和/或纸时惯用的纤维。典型地,絮状物具有从约3毫米到约20毫米的长度。优选的长度是从约3毫米到约7毫米。絮状物正常情况下是通过使用本领域中众所周知的方法将连续纤维切割成所需长度而生产的。

[0035] 如本文中使用的术语“芳族聚酰胺”是指其中至少85%的酰胺(-CONH-)键被直接附接到两个芳环上的芳香族聚酰胺。任选地,添加剂可以与芳族聚酰胺一起使用并且可以分散在整个聚合物结构中。已经发现,最高多达约10重量百分比的其他聚合物材料可以与芳族聚酰胺共混。还发现,可以使用具有多达约10百分比的其他二元胺替换芳族聚酰胺的二元胺或多达约10百分比的其他二酰氯替换芳族聚酰胺的二酰氯的共聚物。

[0036] 优选的芳族聚酰胺是间位芳族聚酰胺。当两个环或游离基沿着分子链相对于彼此间位定向时,认为芳族聚酰胺聚合物是间位芳族聚酰胺。优选的间位芳族聚酰胺是聚(间苯二甲酰间苯二胺)(MPD-I)。美国专利号3,063,966;3,227,793;3,287,324;3,414,645;以及5,667,743说明了用于制造可以用于制造芳族聚酰胺絮状物的芳族聚酰胺纤维的有用方法。

[0037] 可替代地,芳族聚酰胺纤维可以是对位芳族聚酰胺或芳族聚酰胺共聚物。当两个环或游离基沿着分子链相对于彼此对位定向时,认为芳族聚酰胺聚合物是对位芳族聚酰胺。用于制造对位芳族聚酰胺纤维的方法通常披露于例如美国专利号3,869,430、3,869,429、以及3,767,756中。一种优选的对位芳族聚酰胺是聚(对苯二甲酰对苯二胺);以及一种优选的对位芳族聚酰胺共聚物是共聚(对亚苯基/3,4'-二苯酯对苯二甲酰胺)。优选的芳族聚酰胺絮状物是间位芳族聚酰胺絮状物,并且特别优选的是由间位芳族聚酰胺聚(间苯二甲酰间苯二胺)(MPD-I)制成的絮状物。

[0038] 如本文中使用的术语“纤条体”是指非常小、非粒状、纤维状或膜状的颗粒,其中其三个尺寸中的至少一个尺寸相对于最大尺寸具有微小量值。这些颗粒通过在高剪切下使用非溶剂沉淀聚合物材料的溶液来制备。芳族聚酰胺纤条体是非粒状膜状芳香族聚酰胺颗粒,具有高于320℃的熔点或分解点。优选的芳族聚酰胺纤条体是间位芳族聚酰胺纤条体,并且特别优选的是由间位芳族聚酰胺聚(间苯二甲酰间苯二胺)(MPD-I)制成的纤条体。

[0039] 纤条体通常具有的最大长度尺寸在约0.1mm至约1mm范围内、长宽纵横比为约5:1至约10:1。厚度尺寸在一微米的若干分之几的量级上,例如约0.1微米至约1.0微米。虽然没有要求,但优选的是将芳族聚酰胺纤条体结合到这些层中、同时纤条体处于永不干燥状态。

[0040] 如用于该树脂相容性层和该耐电晕层的术语层优选是指有时描述为“纸”的特定组成的薄平面材料。术语“层”还是指由多个附接在一起的薄平面网状物制成的纸,其中所有平面网状物具有相同的组成。如本文中所用,术语“面”是指层或纸的两个主表面中的任一者(即,层或纸的一侧或另一侧)。

[0041] 在一些实施例中,单层具有0.5毫米或更小的厚度。在一些其他实施例中,单云母-芳族聚酰胺层具有0.25毫米或更小的厚度。在一个优选实施例中,单层具有0.13毫米或更小的厚度;在其他优选实施例中,单层具有0.1毫米或更小的厚度。此外,据信单层应具有至



少0.06毫米的厚度以为层压件提供足够的云母。

[0042] 在一个实施例中,通过使用粘合剂层将该耐电晕层和该树脂相容性层粘合到该支承层上。在此实施例的一种实践中,每个层单独制造,并且然后与在其间提供的粘合剂层组合,其中这些层依次是耐电晕层、支承层并且然后是树脂相容性层。可以在造纸机上通过向流浆箱提供希望量和比例的云母和/或芳族聚酰胺固体、并且然后作为网状物湿法铺设到造纸丝上来单独制造耐电晕层和树脂相容性层中的每一个。湿网状物然后可以在干燥机滚筒上进行干燥以形成纸。优选地,然后在热辊压光机的压区中在压力和热量下、或通过其他手段将纸进一步压光,以使纸合并和致密成具有希望厚度的层。如果希望的话,可以单独制造相同组成的两个或更多个基重较轻或较薄的湿网状物或纸并且然后被压光并合并在一起成为单层。在优选的实施例中,该耐电晕层和该树脂相容性层中的每一个在用粘合剂与该支承层组合之前单独被压光。

[0043] 在优选的实施例中,为了将该耐电晕层和该树脂相容性层中的每一个的面均匀且连续地粘合到该支承层的相反面上,将粘合剂以相对均匀的方式施加于层的至少一个面上。可以使用任何方法将粘合剂施加到含云母层或支承层上,所述方法为该层的一侧提供均匀连续的粘合剂施加而没有间隙;此类方法包括涉及辊涂或刮涂或喷涂的方法。优选地,将粘合剂施加到均匀的厚度,并且优选地,该粘合剂是连续的并且在层压件中具有均匀的厚度。可替代地,该粘合剂可以以插在每个含云母层与支承层之间的片形式提供。然后使用可将这些层压制或合并在一起的任何方法,将这些层和粘合剂压制在一起,其中将粘合剂放置在这些层之间。此类方法可以包括在一组压延辊的一个或多个压区中夹住这些层(在之间具有粘合剂)。这将这些层合并成具有所需厚度的层压结构体,并将这些层完全粘合在一起。如果需要的话,可以使用在压力下压制这些层之前、之后或同时施加的热量来额外固化该粘合剂。

[0044] 层压片状结构包括耐电晕层、支承层和树脂相容性层,任选地具有放置在这些层之间的粘合剂。在优选的实施例中,最终的层压结构体基本上或仅由这三层加上任选的粘合剂组成。在一些优选实施例中,层压片被放置在导体上,使得树脂相容性层更接近被绝缘的导体并且通常与被绝缘的导体接触,其中耐电晕层形成卷绕的电绝缘材料的外表面。然而,在一些其他实施例中,该层压件可以以相反的顺序放置在导体上,其中耐电晕层与导体接触并且树脂相容性层形成卷绕的电绝缘材料的外表面。

[0045] 在一些实施例中,使用几种可能的方法将层压片状结构切割成带,该带进而可以用树脂浸渍。一种常用方法包括用树脂浸渍呈带形式的层压结构体(在其已经插入或围绕有待绝缘的物品卷绕之后)。然后固化树脂。第二种常用方法包括用树脂浸渍呈带形式的层压结构体(在其插入或围绕有待绝缘的物品卷绕之前),并且然后固化树脂。

[0046] 虽然认为层压片状结构可立即用于工业电动机、风力涡轮发电机,但是其他用途和应用是可能的,包括但不限于诸如变压器和工业功率逆变器这样的事物。

#### [0047] 测试方法

[0048] 在下面提供的实例中使用以下测试方法。

[0049] 根据ASTM D 645和ASTM D 645-M-96测量基重并以 $\text{g}/\text{m}^2$ 为单位报告。

[0050] 根据ASTM D 646-96测量厚度并以mm为单位报告。

[0051] 使用2.54cm宽测试试样和18cm标距长度根据ASTM D 828-93测量拉伸强度并且以



N/cm为单位报告。

[0052] 根据TAPPI T460使用1.22kPa的压差对于约6.4平方厘米圆形面积的纸张通过以每100毫升圆柱体位移的秒数计的空气阻力来测量Gurley孔隙率。

[0053] 根据IEC 60371-2,纸的刚度(挠性)或抗弯力通过测量使试样弯曲的最大挠曲载荷除以测试试样(15mm宽乘200mm长)的长度测量,并且以N/m为单位报告。

[0054] 根据ASTM D 149-97A测量介电强度并以kV/mm为单位报告。

[0055] 实例

[0056] 在下文中,将在下面的实例中更详细地描述本发明。

[0057] 实例1

[0058] 多层层压结构体由三个单独的层制成,这三个单独的层是耐电晕层、单向玻璃线支承层和树脂相容性层。该耐电晕层是0.15mm厚并且含有95重量百分比的煅烧云母薄片(可从佛蒙特州拉特兰市的Electrical Samica Flake Co公司获得的白云母型)以及5重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤条体(以通常描述于美国专利3,756,908中的方式制造)。

[0059] 该树脂相容性层是0.03mm厚并且由70重量百分比的未煅烧云母薄片(可从南韩斯维可公司(SWECO Inc., South Korea)获得的白云母型)和15重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤条体和15重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)絮状物(为0.22特线密度和0.64cm长度的Nomex®纤维,可从特拉华州威明顿市杜邦公司(DuPont Co., Wilmington, Delaware)获得)组成。

[0060] 基于玻璃纱线的支承层含有50μm的玻璃线。将其用一层环氧粘合剂(约9g/m<sup>2</sup>)夹在该耐电晕层与该树脂相容性层之间并在夹持压延辊(nipped calender roll)(加热到150℃并且在2500N/cm的压区压力下操作)之间被压光以产生具有耐电晕层、粘合剂、单向玻璃线支承层、粘合剂和树脂相容性层的层压件。所得的层压结构体粘合良好,并显示出优异的拉伸强度、挠性和良好的Gurley孔隙率。表1和2中示出了这种层压件的数据。

[0061] 实例2

[0062] 重复实例1,除了织造玻璃长丝布代替单向玻璃长丝作为支承层并且环氧粘合剂层约为10g/m<sup>2</sup>。玻璃布为80微米厚,导致0.21mm的总层压结构体厚度。表1和2中示出了这种层压件的数据。

[0063] 对比实例A

[0064] 对比实例A是以与实例2类似的方式制造的云母带,除了其仅包含仅一个厚的未煅烧云母层、环氧粘合剂(约10g/m<sup>2</sup>)和一个支承层(其为织造玻璃长丝布)。云母纸由95重量百分比的未煅烧云母薄片(可从南韩斯维可公司获得的白云母型)和5重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤条体制成,具有0.12毫米的厚度。玻璃布为80微米厚。所得的总层压结构体具有0.161mm的厚度和194克/平方米的基重。表1和2中示出了这种层压件的数据。表2示出了与对比实例A相比的实例1和2的介电强度的显著增加。这种改进是在本发明的云母-芳族聚酰胺纸中使用的煅烧云母的结果。

[0065] 对比实例B-C

[0066] 以与实例A类似的方式制造对比实例B-C,除了两层云母-芳族聚酰胺纸代替单层云母纸外。两层云母-芳族聚酰胺纸由富含云母层和贫云母层制成。该富含云母层由90重量

百分比的煅烧云母薄片和10重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤条体组成。该贫云母层由45重量百分比的煅烧云母薄片、40重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤条体和15重量百分比的聚(间苯二甲酰间苯二胺)絮状物组成。将富含云母和贫云母的组分的水性分散体泵送通过长网造纸机型造纸机的一级和二级流浆箱。形成了层状湿铺纸,在顶部具有富含云母层并且在底部具有贫云母层。顶层的基重为约85g/m<sup>2</sup>,并且底层的基重为约50g/m<sup>2</sup>。将层状湿铺纸在压光机的热压区中以约3000N/cm的压区压力和约220℃的辊温度与粘合剂和织造玻璃布一起被压光以制造层压件。

[0067] 表1和2中示出了这种层压件的数据。表2还示出了实例B和C的Gurley孔隙率的显著增加。Gurley孔隙率的这种增加是由于热温度压光云母-芳族聚酰胺纸中的煅烧云母对云母和芳族聚酰胺的极度密实化的结果。

#### [0068] 实例3

[0069] 重复实例1和2,除了没有任何额外的粘合剂下压光层压件中的层,云母层中的粘结剂将这些层粘合到玻璃支承层上。最终层压件的性能和厚度类似于对于实例1和2所示的性能和厚度。

#### [0070] 实例4

[0071] 将实例1、2和3的多层层压结构体切成15mm宽带的卷。然后将该带用于螺旋地缠绕具有150mm×75mm的横截面尺寸的金属导体。将该带以半缠绕(50%全缠绕(overwrap))缠绕,直到导体充分绝缘。一些被缠绕的导体在电动机中原样使用,而另一些在用于电动机之前用环氧树脂浸渍。这些带为导体提供良好的电绝缘。

#### [0072] 表1

实例	层压结构体	云母层		支撑层	
		云母(wt%)	芳族聚酰胺(wt%)	玻璃布或纱线(wt%)	粘合剂(wt%)
[0073]	1 煅烧云母/玻璃纱线/未煅烧云母	64.3	17.1	13.5	5.1
	2 煅烧云母/玻璃布/未煅烧云母	66.3	16.7	12.3	4.7
	A 未煅烧云母/玻璃布	80.6	4.8	7.2	7.4
	B 两层云母/玻璃布	55.9	25.4	13.4	5.3
[0074]	C 两层云母/玻璃纱线	54.2	26.2	13.0	6.6

#### [0075] 表2

[0076]

特性	实例				
	1	2	A	B	C
厚度 (nm)	0.2	0.2	0.15	0.13	0.20
基重 (g/m <sup>2</sup> )	191	193	188	183	182
拉伸强度 (N/cm)	147	80	142	113	171
Gurley 孔隙率 (秒)	2,200	2,400	286	> 35,000	> 35,000
刚度 (N/m)	78	120	51	203	100
介电强度 (kV/mm)	23.5	23.1	14.7	46.3	29.5