



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105637599 B

(45)授权公告日 2017.06.27

(21)申请号 201480055766.8

(22)申请日 2014.10.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105637599 A

(43)申请公布日 2016.06.01

(30)优先权数据

2013-212223 2013.10.09 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.04.08

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/077108 2014.10.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/053374 JA 2015.04.16

(73)专利权人 日立化成株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 宋士辉 山本贵耶 竹泽由高

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 钟晶 金鲜英

(51)Int.Cl.

H01B 17/60(2006.01)

H01F 5/06(2006.01)

H02K 3/30(2006.01)

审查员 隗仁然

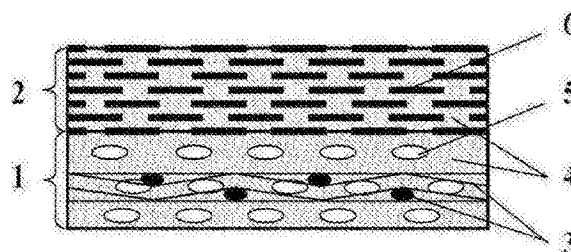
权利要求书1页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

预浸云母带及使用其的线圈

(57)摘要

一种预浸云母带,其具有:衬里材料(3);设于衬里材料(3)的一个面上且包含氮化硼粒子(5)和第一树脂(4)的含氮化硼层(1);以及设于衬里材料(3)的设置含氮化硼层(1)一侧的面上且包含云母(6)和第二树脂(4)的含云母层(2)。



1. 一种预浸云母带,其具有:
衬里材料;
设于所述衬里材料的一个面上且包含氮化硼和第一树脂的含氮化硼层;以及
设于所述衬里材料的设置所述含氮化硼层一侧的面上且包含云母和第二树脂的含云母层,
所述氮化硼的含有率相对于所述预浸云母带中含有的除所述衬里材料和所述云母之外的全部固体成分的合计量为10体积%~50体积%。
2. 根据权利要求1所述的预浸云母带,在所述衬里材料的一个面上,依次设置所述含氮化硼层和所述含云母层。
3. 根据权利要求1或2所述的预浸云母带,使用JIS标准筛对所述云母进行筛分时粒径大于或等于2.8mm的云母片的比例为大于或等于50质量%。
4. 根据权利要求1或2所述的预浸云母带,所述氮化硼的平均粒径为大于或等于1 μm 且小于或等于40 μm 。
5. 根据权利要求1或2所述的预浸云母带,所述氮化硼在所述含氮化硼层中含有的无机填料的总量中所占的含有率为大于或等于90质量%且小于或等于100质量%。
6. 根据权利要求1或2所述的预浸云母带,所述含云母层不含有所述云母以外的无机填料。
7. 一种线圈,其具备绝缘层,所述绝缘层为权利要求1~6中任一项所述的预浸云母带的层叠体。

预浸云母带及使用其的线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及预浸云母带及使用其的线圈。

背景技术

[0002] 对于采用在具备绝缘层的线圈的外侧通过氢气或空气而进行冷却的间接冷却方式的发电机的领域,期望线圈的绝缘层在厚度方向上高导热化。

[0003] 作为线圈的绝缘层,常使用包含树脂、云母和衬里材料的预浸云母带。为了提高上述预浸云母带的导热率,在多数情况下使用向带中加入导热率比树脂和云母高的无机填料的方法。

[0004] 此外,从对线圈的包缠作业容易性的观点出发,有时对预浸云母带要求柔软性。

[0005] 例如,日本特开2005-199562号公报的表1、实施例3和实施例4公开了在云母中填充有导热率高的氧化铝作为无机填料的云母带,其能够得到具有 $0.32\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 0.36\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率的云母带。

[0006] 此外,日本特开2000-116047号公报的表1和实施例1~实施例7公开了在树脂中填充有导热率高的氧化铝作为无机填料的云母带,其能够得到具有 $0.40\text{W/m}\cdot\text{K}\sim 0.60\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率的云母带。

发明内容

[0007] 发明所要解决的问题

[0008] 作为目前为止的云母带高导热化的方法,如日本特开2005-199562号公报和日本特开2000-116047号公报所记载,一般的方法是向云母层或树脂中填充与云母和树脂相比具有高导热率的氧化铝的方法。然而,对于这样的方法,认为存在三个问题。

[0009] 第一个问题是,为了使云母层含有氧化铝而使用将混合有云母片和氧化铝粒子的浆料利用抄纸机等进行抄制的方法的情况下,氧化铝粒子容易从网眼脱落。因此,含有氧化铝的云母纸的抄制作业困难,制造成本上升。

[0010] 第二个问题是,虽然与云母和树脂相比,氧化铝的导热率高,但填充了氧化铝的云母带的导热率的提高效果实际上并没有那样显著。例如,在日本特开2005-199562号公报中,填充了氧化铝的云母带的导热率还未达到 $0.4\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。已知未添加高导热无机填料的以往制品的导热率为 $0.3\text{W/m}\cdot\text{K}$ 左右。如果无法得到与以往制品相比2倍以上的导热率,则从实用性的观点来看,向云母带填充氧化铝粒子不太有意义。

[0011] 第三个问题是,虽然通过添加氧化铝会使云母带的导热率稍微变高,但容易损害云母带所要求的其他特性。例如,由于填充了氧化铝的云母带变硬,导致对线圈的包缠作业变得困难。此外,与鳞片状的云母片相比添加通常为球状的氧化铝粒子时,电流的通路变短,因而云母带的绝缘耐电压(dielectric strenght)有时会降低。进一步,氧化铝的介电常数大,因此作为电绝缘材料的用途不优选。另一方面,在氧化铝粒子混入云母片间的情况下,氧化铝粒子无法抑制树枝状劣化,因此抑制云母层的树枝状劣化的效果降低,有时与以

往的线圈相比带电劣化寿命变短。因此,实际中难以使用这些线圈。

[0012] 如上所述,目前为止虽然研究了大量添加有氧化铝的云母带,但由于存在上述三个问题,因此添加氧化铝的高导热云母带在实际中难以应用。

[0013] 在日本特开2000-116047号公报中,对于代替氧化铝而添加了导热率更高的氮化硼(BN)作为无机填料的云母带也进行了研究,但仅得到 $0.40\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率。

[0014] 此外,即使添加BN也未开发出具有以往制品的2倍以上、即大于或等于 $0.6\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率,并且不损害其他机械特性、电气特性等的云母带,此为现状。

[0015] 本发明的目的在于,提供一种具有高导热率,并且兼具良好的柔软性和高绝缘耐电压的预浸云母带以及使用其的线圈。

[0016] 用于解决问题的方法

[0017] 用于实现上述问题的具体方法如下。

[0018] <1>一种预浸云母带,其具有衬里材料;设于上述衬里材料的一个面上且包含氮化硼和第一树脂的含氮化硼层;以及设于上述衬里材料的设置上述含氮化硼层一侧的面上且包含云母和第二树脂的含云母层。

[0019] <2>如<1>所述的预浸云母带,在上述衬里材料的一个面上,依次设有上述含氮化硼层和上述含云母层。

[0020] <3>如<1>或<2>所述的预浸云母带,使用JIS标准筛对上述云母进行筛分时粒径大于或等于 2.8mm 的云母片的比例为大于或等于50质量%。

[0021] <4>如<1>~<3>中任一项所述的预浸云母带,上述氮化硼的平均粒径为大于或等于 $1\mu\text{m}$ 且小于或等于 $40\mu\text{m}$ 。

[0022] <5>一种线圈,其具备绝缘层,所述绝缘层为<1>~<4>中任一项所述的预浸云母带的层叠体。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明,能够提供具有高导热率,并且兼具良好的柔软性和高绝缘耐电压的预浸云母带及使用其的线圈。

附图说明

[0025] 图1是表示实施例1~实施例4的预浸云母带的概略截面图。

[0026] 图2是表示比较例1的预浸云母带的概略截面图。

[0027] 图3是表示比较例2~比较例3的预浸云母带的概略截面图。

[0028] 图4是表示比较例4的预浸云母带的概略截面图。

具体实施方式

[0029] 以下,对本发明的预浸云母带和使用其的线圈进行详细说明。

[0030] 予以说明的是,在本说明书中,“工序”这一用语不仅包括独立的工序,在与其他工序无法明确区分的情况下,如果能够实现该工序所期望的目的,则也包含于本用语。此外,使用“~”表示的数值范围表示包含“~”前后所记载的数值分别作为最小值和最大值的范围。进一步,关于组合中各成分的含量,在组合中各成分所对应的物质存在多种的情况下,如无特别指明,则是指组合中存在的该多种物质的合计量。此外,在本说明书中,关于

“层”这一用语,在以平面图观察时,除了包含以整面形成的形状的构成以外,还包含以部分形成的形状的构成。

[0031] <<预浸云母带>>

[0032] 本发明的预浸云母带具有:衬里材料;设于上述衬里材料的一个面上且包含氮化硼和第一树脂的含氮化硼层;以及设于上述衬里材料的设置上述含氮化硼层一侧的面上且包含云母和第二树脂的含云母层。

[0033] 本发明的预浸云母带具有高导热率,并且兼具良好的柔软性和高绝缘耐电压。关于本发明的预浸云母带具有高导热率并且兼具良好的柔软性和高绝缘耐电压的理由,虽不明确,但推测如下。

[0034] 本发明的预浸云母带具有包含氮化硼和第一树脂的含氮化硼层时,由于氮化硼是表现高导热性的填料,因此推测具有包含氮化硼的含氮化硼层的本发明的预浸云母带具有高导热率。

[0035] 此外,由于与氧化铝相比,氮化硼的硬度大约为其一半以下,因此推测与将氧化铝用作高导热填料的云母带相比会表现良好的柔软性。

[0036] 进一步,通过分别设置含氮化硼层和含云母层,能够防止氮化硼粒子混入云母片间。如果氮化硼粒子混入云母片间,则有时会因电流的通路变短而使云母带的绝缘耐电压降低。然而,在本发明的预浸云母带中,由于能够防止氮化硼粒子混入云母片间,因此电流的通路不易变短。因而推测,本发明的预浸云母带具备高绝缘耐电压。

[0037] 进一步,通过将含氮化硼层和含云母层一起设于衬里材料的一个面上,从而使本发明的预浸云母带的另一个面上仅设有衬里材料,因此将本发明的预浸云母带包缠于线圈等时的作业性提高。

[0038] 本发明的预浸云母带也被称为多树脂云母带。即,预先在整个预浸云母带含有大量包含树脂的组合物而无需注入含浸清漆。如日本特开2010-193673号公报所记载,该包含树脂的复合物的含有率通常根据使用用途设定在相对于预浸云母带总质量为约15质量%~50质量%的范围内。

[0039] 将预浸云母带包缠于线圈等时,能够一边施加张力一边将预浸云母带缠绕于线圈等,因此由该张力引起的压缩力作用于预浸状态的含氮化硼层和含云母层。由此,在对缠绕有预浸云母带的线圈等进行加热处理等时,存在于含氮化硼层和含云母层的树脂成分的移动能够更有效地进行,含云母层的云母密度和含氮化硼层的氮化硼密度变高,因而能够使本发明的预浸云母带作为绝缘材的电绝缘性和氮化硼所具有的特性(例如,导热率)更有效地发挥。

[0040] 本发明的预浸云母带的厚度优选为200 μm ~400 μm ,更优选为250 μm ~350 μm 。

[0041] 关于预浸云母带的平均厚度,使用千分尺(MDC-SB,株式会社三丰)测定10个点的厚度,作为其算术平均值而求出。

[0042] <预浸云母带的层构成>

[0043] 本发明的预浸云母带的构成只要具有衬里材料、设于衬里材料的一个面上的含氮化硼层和设于衬里材料的设置含氮化硼层一侧的面上的含云母层即可,根据需要也可具有其他层。此外,设于衬里材料的一个面上的含氮化硼层和含云母层的顺序没有特别限制,可按照衬里材料、含氮化硼层和含云母层的顺序构成,也可按照衬里材料、含云母层和含氮化

硼层的顺序构成。

[0044] 在本发明的预浸云母带中,从制造容易性的观点出发,优选在衬里材料的一个面上依次设置含氮化硼层和含云母层。

[0045] 此外,作为根据需要而设的其他层,可举出设于衬里材料的设有含氮化硼层等一侧的最外表面的保护层(保护膜)、粘接层等。

[0046] -含氮化硼层-

[0047] 本发明的含氮化硼层包含氮化硼和第一树脂。本发明的含氮化硼层根据需要也可含有除氮化硼和第一树脂以外的其他成分。作为其他成分,例如,能够举出固化剂、固化催化剂和各种添加剂。

[0048] 含氮化硼层的厚度没有特别限制,优选为 $80\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 的范围。

[0049] 关于含氮化硼层的厚度,能够通过对预浸云母带的截面进行铂蒸镀后,使用扫描电子显微镜(SEM)(Philips公司,XL30)在高真空下以加速电压 10kV 观察二次电子像而求出。

[0050] 在含氮化硼层中,可含有氮化硼以外的其他无机填料。氮化硼在含氮化硼层中含有的无机填料的总量中所占的含有率优选大于或等于90质量%且小于或等于100质量%,更优选大于或等于95质量%且小于或等于100质量%,进一步优选大于或等于98质量%且小于或等于100质量%。在含氮化硼层中含有氮化硼以外的其他无机填料时,作为其他无机填料,可举出氧化铝、氧化镁、氮化铝、氮化硅、氧化硅等。

[0051] -含云母层-

[0052] 本发明的含云母层包含云母和第二树脂。本发明的含云母层根据需要可含有除云母和第二树脂以外的其他成分。作为其他成分,例如,能够举出固化剂、固化催化剂和各种添加剂。

[0053] 含云母层的厚度没有特别限制,优选为 $100\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ 的范围,更优选为 $110\mu\text{m}\sim 230\mu\text{m}$ 的范围。

[0054] 关于含云母层的厚度,能够通过对预浸云母带的截面进行铂蒸镀后,使用扫描电子显微镜(SEM)(Philips公司,XL30)在高真空下以加速电压 10kV 观察二次电子像而求出。

[0055] 在含云母层中,优选不含有云母以外的其他无机填料(氮化硼等)。云母以外的其他无机填料在含云母层中含有的无机填料的总量中所占的含有率优选小于或等于3质量%,更优选小于或等于2质量%,进一步优选小于或等于1质量%,特别优选为0质量%。

[0056] <预浸云母带的构成材料>

[0057] 以下,对构成发明的预浸云母带的衬里材料、第一树脂、第二树脂、氮化硼、云母以及根据需要使用的其他材料进行说明。

[0058] -衬里材料-

[0059] 作为本发明中使用的衬里材料,例如,可使用全部或一部分使用由有机材料构成的纤维而得到的织物(cloth)。作为为了得到织物而使用的有机材料,可举出芳纶、聚酰胺、聚酰亚胺、聚酯等。在一部分使用由有机材料构成的纤维的情况下,可将由有机材料构成的纤维用作经纱、纬纱或这两者。作为由有机材料构成的纤维以外的其他纤维,可使用玻璃纤维等无机纤维。也可将使用玻璃纤维的玻璃织物和有机高分子膜并用。

[0060] -氮化硼-

[0061] 作为本发明的含氮化硼层中含有的氮化硼,可举出六方晶氮化硼(h-BN)、立方晶氮化硼(c-BN)、纤锌矿型氮化硼等。其中,优选为六方晶氮化硼(h-BN)。氮化硼可以是形成鳞片状的氮化硼一次粒子,也可以是这样的一次粒子凝集而形成的二次粒子。

[0062] 氮化硼的平均粒径优选为 $1\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$,更优选为 $5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,进一步优选为 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。

[0063] 如果氮化硼的平均粒径大于或等于 $1\mu\text{m}$,则存在导热率和绝缘耐电压更加提高的倾向。如果氮化硼的平均粒径小于或等于 $40\mu\text{m}$,则能够抑制由粒子形状的各向异性引起的导热率各向异性变得过大。

[0064] 关于氮化硼的平均粒径,能够使用激光衍射散射方式粒度分布测定装置(Microtrac MT3000II,日机装株式会社)来测定。将氮化硼粉末投入纯水中后,用超声波分散机进行分散。通过测定该分散液的粒径分布来测定氮化硼的粒径分布。基于粒径分布,平均粒径作为从小径侧开始体积累积50%所对应的粒径而求出。

[0065] 在本发明中,可单独使用一种氮化硼,也可并用两种以上氮化硼来使用。另外,所谓并用两种以上氮化硼,例如,可举出使用两种以上成分相同但平均粒径不同的氮化硼的情况、使用两种以上平均粒径相同但成分不同的氮化硼的情况以及使用两种以上平均粒径和种类均不同的氮化硼的情况。

[0066] 氮化硼的含有率相对于本发明的预浸云母带中所含有的除衬里材料和云母之外的全部固体成分的合计量优选为10体积%~50体积%,更优选为15体积%~35体积%。如果氮化硼的含有率大于或等于10体积%,则存在本发明的预浸云母带的导热率更加提高的倾向。如果氮化硼的含有率小于或等于50体积%,则存在氮化硼向树脂的填充不易变得困难的倾向。

[0067] -第一树脂和第二树脂-

[0068] 本发明的含氮化硼层中所含有的第一树脂没有特别限制。为了使云母带形成预浸状态,优选使用固化性树脂作为第一树脂,例如,可举出环氧树脂、酚醛树脂、不饱和聚酯树脂和有机硅树脂。从粘接性和电绝缘性的观点出发,优选环氧树脂。

[0069] 此外,本发明的含云母层中所含有的第二树脂没有特别限制。为了使云母带形成预浸状态,优选使用固化性树脂作为第二树脂,例如,可举出环氧树脂、酚醛树脂、不饱和聚酯树脂和有机硅树脂。从粘接性和电绝缘性的观点出发,优选环氧树脂。

[0070] 在本发明中,第一树脂和第二树脂的种类可相同也可不同。从本发明的预浸云母带的制造容易性的观点出发,第一树脂和第二树脂的种类优选为相同。

[0071] 在使用环氧树脂作为第一树脂或第二树脂的情况下,作为环氧树脂,例如,可举出双酚A型环氧树脂、双酚F型环氧树脂、苯酚酚醛清漆型环氧树脂、甲酚酚醛清漆型环氧树脂、萘型环氧树脂、联苯型环氧树脂和环式脂肪族环氧树脂。其中,从高导热率化的观点出发,优选使用在分子内具有像联苯基那样作为容易进行自排列的结构介晶基的联苯型环氧树脂。

[0072] 本发明中所说的介晶基是指在环氧树脂固化而形成树脂固化物的情况下,能够在树脂固化物中形成高次结构的基团。

[0073] 予以说明的是,本发明中所说的高次结构的意思是环氧树脂固化后分子进行了取向排列的状态,例如,是指树脂固化物中存在结晶结构体。这样的结晶结构体例如能够通过

借助正交偏振下的偏光显微镜进行的观察或X射线散射光谱来确认其存在。

[0074] 在使用环氧树脂作为第一树脂或第二树脂的情况下,可单独使用一种环氧树脂,也可并用二种以上。

[0075] -云母-

[0076] 作为本发明的含云母层中所含有的云母,能够使用未烧成硬质复制云母(reconstituted mica)、烧成硬质复制云母、未烧成软质复制云母、烧成软质复制云母、合成云母、片云母等。其中,从价格和容易获得的观点出发,优选使用未烧成硬质复制云母作为云母。

[0077] 此外,从提高绝缘性的观点出发,对于云母,优选使用JIS标准筛进行筛分时粒径大于或等于2.8mm的云母片的比例为大于或等于50质量%,更优选为大于或等于55质量%,进一步优选为大于或等于60质量%。如果粒径大于或等于2.8mm的云母片的比例为大于或等于50质量%,则即使没有沉析纤维(fibrid)也能够自主形成云母纸。不加入沉析纤维对导热率是有利的。

[0078] 云母片的粒径测定具体根据下述方法实施。

[0079] 向纯水20g中添加1质量%作为测定对象的云母,用超声波分散机将云母分散而调制分散液。将分散液涂布于膜上后,将膜载置于加热板上,以110℃进行30分钟干燥。干燥后,目视观察膜上的云母片的尺寸,从而测定云母的粒径。

[0080] 此外,粒径大于或等于2.8mm的云母片的比例(质量基准)通过下述方法测定。

[0081] 使用配置于转动锤击型振动筛的网眼2.8mm的JIS标准筛,一边使这些筛持续振动15分钟(锤击数:60次/分钟),一边将1.2g云母通过筛而进行分级,根据残留于2.8mm的筛上的粗粒相对于分级前的试样质量的比例求出大于或等于2.8mm的云母片的比例(质量基准)。

[0082] 在本发明中,可单独使用一种云母,也可并用两种以上。予以说明的是,就并用两种以上云母而言,例如,可举出使用两种以上成分相同但平均粒径不同的云母的情况,使用两种以上平均粒径相同但成分不同的云母的情况以及使用两种以上平均粒径和种类均不同的云母的情况。

[0083] -其他成分-

[0084] 作为本发明的含氮化硼层和含云母层中可含有的其他成分,例如,能够举出固化剂、固化催化剂和各种添加剂。

[0085] (固化剂)

[0086] 在使用固化性树脂作为第一树脂或第二树脂的情况下,在本发明的含氮化硼层和含云母层中,作为固化性成分,优选除了固化性树脂以外进一步包含至少一种固化剂。作为上述固化剂,没有特别限制,能够根据固化性树脂的种类进行适宜选择。

[0087] 尤其在固化性树脂为环氧树脂的情况下,作为固化剂,能够从通常用作环氧树脂用固化剂的固化剂中适宜选择而使用。具体而言,能够举出双氰胺、芳香族二胺等胺固化剂;苯酚酚醛清漆、甲酚酚醛清漆等的酚醛树脂固化剂等。

[0088] 在固化性树脂为环氧树脂的情况下,从固化性、固化物的电气特性的观点出发,该固化剂与环氧树脂的比例优选以当量比(固化剂/环氧树脂)计设为0.8~1.2。

[0089] (固化催化剂)

[0090] 在使用固化性树脂作为第一树脂或第二树脂的情况下,为了使固化性树脂的固化反应或固化性树脂与固化剂的固化反应加快,可在本发明的含氮化硼层和含云母层中添加固化催化剂。作为固化催化剂,没有特别限制,能够根据固化性树脂和根据需要而使用的固化剂的种类适宜选择而使用。作为固化催化剂,例如,能够举出三苯基膦、三甲基胺、2-甲基-4-乙基咪唑和 BF_3 单乙基胺。

[0091] 对于在固化性树脂为环氧树脂时的固化催化剂的含有率,一般而言,相对于环氧树脂和根据需要而使用的固化剂的合计量,通常添加0.01质量%~5质量%。

[0092] (添加剂)

[0093] 在本发明的含氮化硼层和含云母层中,能够根据需要进一步包含各种添加剂。作为其他添加剂,能够举出偶联剂、弹性体、抗氧化剂、防老化剂、稳定剂、阻燃剂、增稠剂等通常用于树脂组合物的各种添加剂。在本发明的含氮化硼层和含云母层进一步含有添加剂的情况下,这些添加剂的含量只要为不损害本发明效果的范围就没有特别限制。

[0094] <预浸云母带的制造方法>

[0095] 本发明的预浸云母带可经任意工序制造,能够适用以往公知的制造方法。

[0096] 作为本发明的预浸云母带的制造方法的一个例子,可举出经由如下工序的方法:氮化硼混合液准备工序,准备溶剂中混合有树脂、氮化硼和根据需要而使用的其他材料的氮化硼混合液(含有BN的树脂清漆);涂布工序,将氮化硼混合液涂布于衬里材料的一个面上;以及粘贴工序,使云母纸与衬里材料的涂布有氮化硼混合液的面侧贴合。

[0097] 为了向树脂中填充氮化硼,可用溶剂来稀释树脂。作为所使用的溶剂,可从通常使用的有机溶剂中适宜选择。具体而言,能够举出甲乙酮、甲醇、环己酮等溶剂。

[0098] 在涂布工序中,将含氮化硼液涂布于衬里材料的一个面上,并且将其干燥,从而形成本发明的含氮化硼层。使氮化硼混合液所含的树脂和根据需要而使用的其他材料含浸于贴合在衬里材料的涂布有氮化硼混合液的面侧的云母纸中,从而该云母纸所在部位成为本发明的含云母层。

[0099] 经由上述工序制造的本发明的预浸云母带的第一树脂和第二树脂均为源于氮化硼混合液中含有的树脂的相同种类的树脂。

[0100] 此外,在涂布工序中将氮化硼混合液涂布于衬里材料的一个面上时,在将玻璃织物等织物用作衬里材料的情况下,氮化硼混合液的一部分有时向衬里材料的另一面侧渗出。通过使其干燥,有时在衬里材料的另一面侧也形成含氮化硼层,在衬里材料的另一面侧也形成有含氮化硼层的预浸云母带也包含在本发明的预浸云母带的范围内。

[0101] 本发明的预浸云母带能够用于形成线圈的绝缘层。此外,本发明的预浸云母带也能够用作耐热电绝缘散热隔片,例如用作在功率晶体管散热用绝缘板中提高了散热性的材料。

[0102] <<线圈>>

[0103] 本发明的线圈具备绝缘层,该绝缘层为层叠本发明的预浸云母带而形成的层叠体。

[0104] 作为使用本发明的预浸云母带来形成绝缘层的方法,例如可举出如下方法:使用本发明的预浸云母带,使该带卷绕于应形成线圈的绝缘层的部位后,进行加热和加压、或进行真空处理后进行加热和加压,从而使含氮化硼层和含云母层中含有的第一树脂和第二树

脂固化或熔接而使预浸云母带一体化,形成绝缘层。

[0105] 本发明的预浸云母带具备良好的柔软性,因此卷绕该带时的作业性优异。此外,本发明的预浸云母带具备高绝缘耐电压,因此本发明的线圈在绝缘可靠性方面优异。进一步,本发明的预浸云母带具有高导热率,因此在冷却本发明的线圈时,即使对于以往采用水直接冷却方式的规模的线圈,也能够采用氢冷却方式或空冷方式,从而能够简化线圈的结构。

[0106] 实施例

[0107] 以下,通过实施例对本发明具体地进行说明,但本发明不限于这些实施例。

[0108] <实施例1>

[0109] (1) 云母纸的制作

[0110] 将云母(粒径大于或等于2.8mm的云母片的含有率为63质量%)分散于水中而制成云母粒子,利用抄纸机进行抄制,制作平均厚度0.13mm的云母纸。关于云母纸的平均厚度,使用千分尺(株式会社三丰,MDC-SB)测定10个点的厚度,作为其算术平均值而求出。以下,通过同样的方法测定云母纸的平均厚度。

[0111] (2) 含BN树脂清漆的调配

[0112] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)30.8质量份、作为固化催化剂的BF₃单乙胺(和光纯药工业株式会社)1.0质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)37.2质量份混合。之后,加入氮化硼31.0质量份(平均粒径5μm,电气化学工业株式会社,商品名“SP-3”)并进一步混合,得到含BN树脂清漆。

[0113] 予以说明的是,含BN树脂清漆的全部固体成分体积中的氮化硼含有率为35体积%。

[0114] (3) 预浸云母带的制作

[0115] 利用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA03G 103)涂布所得到的含BN树脂清漆,然后与云母纸贴合。干燥后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为280μm。予以说明的是,关于预浸云母带的平均厚度,使用千分尺(株式会社三丰,MDC-SB)测定10个点的厚度,作为其算术平均值而求出。以下,通过同样的方法测定预浸云母带的平均厚度。

[0116] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0117] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、110℃加热10分钟。之后,以压力10MPa、170℃加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为180μm。予以说明的是,关于云母带固化物的平均厚度,使用千分尺(株式会社三丰,MDC-SB)测定10个点的厚度,作为其算术平均值而求出。以下,通过同样的方法测定云母带固化物的平均厚度。

[0118] <评价>

[0119] 对于上述得到的预浸云母带或云母带固化物,进行如下评价。将结果示于表1。

[0120] (柔软性)

[0121] 对于所得到的预浸云母带的柔软性,根据JIS C 2116:2011进行测定。将测定温度设为23±2℃,压入速度设为10mm/min。

[0122] 上述得到的预浸云母带的柔软性为66N/m,操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0123] (导热率)

[0124] 对于所得到的云母带固化物,使用热阻装置(YAMAYO试验器有限公司,YST-901S)测定云母带固化物的热阻值。通过对所得到的热阻值进行逆运算,算出导热率($W/m \cdot K$)。

[0125] 云母带固化物的导热率为 $0.75W/m \cdot K$ 。

[0126] (绝缘破坏电场)

[0127] 对于所得到的云母带固化物,使用绝缘破坏试验装置(SOKEN绝缘材料试验系统,DAC-6032C)测定绝缘破坏电场。以如下条件进行测定:用直径10mm的圆筒电极进行夹持、升压速度500V/s、交流50Hz、截止电流10mA、室温($25 \pm 1^\circ C$)、油中。

[0128] 云母带固化物的绝缘破坏电场为39kV/mm。

[0129] <实施例2>

[0130] (1) 云母纸的制作

[0131] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0132] (2) 含BN树脂清漆的调配

[0133] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)41.5质量份、作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)1.3质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)31.2质量份混合。之后,加入氮化硼26.0质量份(平均粒径 $5\mu m$,电气化学工业株式会社,商品名“SP-3”)并进一步混合,得到含BN树脂清漆。

[0134] 予以说明的是,含BN树脂清漆的全部固体成分体积中的氮化硼含有率为25体积%。

[0135] (3) 预浸云母带的制作

[0136] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA 03G 103)涂布所得到的含BN树脂清漆,然后与云母纸贴合。干燥后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为 $280\mu m$ 。

[0137] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0138] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、 $110^\circ C$ 加热10分钟。之后,以压力10MPa、 $170^\circ C$ 加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为 $180\mu m$ 。

[0139] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物,与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为76N/m,操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0140] 此外,所得到的云母带固化物的导热率为 $0.63W/m \cdot K$ 。

[0141] 此外,所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为38kV/mm。

[0142] <实施例3>

[0143] (1) 云母纸的制作

[0144] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0145] (2) 含BN树脂清漆的调配

[0146] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)24.5质量份、作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)0.8质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)49.8质量份混合。之后,加入氮化硼24.9质量份(平均粒径 $2\mu m$,电气化学工业株式会社,商品名“SP3-7”)并进一步混合,得到含BN树脂清漆。

[0147] 予以说明的是,含BN树脂清漆的全部固体成分体积中的氮化硼含有率为35体

积%。

[0148] (3) 预浸云母带的制作

[0149] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋, WEA 03G 103)涂布所得到的含BN树脂清漆, 然后与云母纸贴合。干燥后, 切断成宽30mm, 形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为280 μ m。

[0150] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0151] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、110℃加热10分钟。之后, 以压力10MPa、170℃加热60分钟, 得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为180 μ m。

[0152] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物, 与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为59N/m, 操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0153] 此外, 所得到的云母带固化物的导热率为0.67W/m·K。

[0154] 此外, 所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为37kV/mm。

[0155] <实施例4>

[0156] (1) 云母纸的制作

[0157] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0158] (2) 含BN树脂清漆的调配

[0159] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社, 商品名“DEN438”)34.1质量份、作为固化催化剂的BF₃单乙胺(和光纯药工业株式会社)1.1质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)43.2质量份混合。之后, 加入氮化硼21.6质量份(平均粒径2 μ m, 电气化学工业株式会社, 商品名“SP3-7”)并进一步混合, 得到含BN树脂清漆。

[0160] 予以说明的是, 含BN树脂清漆的全部固体成分体积中的氮化硼含有率为25体积%。

[0161] (3) 预浸云母带的制作

[0162] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋, WEA03G 103)涂布所得到的含BN树脂清漆, 然后与云母纸贴合。干燥后, 切断成宽30mm, 形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为280 μ m。

[0163] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0164] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、110℃加热10分钟。之后, 以压力10MPa、170℃加热60分钟, 得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为180 μ m。

[0165] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物, 与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为62N/m, 操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0166] 此外, 所得到的云母带固化物的导热率为0.61W/m·K。

[0167] 此外, 所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为36kV/mm。

[0168] <比较例1>

[0169] (1) 云母纸的制作

[0170] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0171] (2) 未含填料的树脂清漆的调配

[0172] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)100质量份和作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)3质量份混合,得到未含填料的树脂清漆。

[0173] (3) 预浸云母带的制作

[0174] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA03G 103)涂布所得到的未含填料的树脂清漆,然后与云母纸贴合。之后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为280 μm 。

[0175] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0176] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、110 $^{\circ}\text{C}$ 加热10分钟。之后,以压力10MPa、170 $^{\circ}\text{C}$ 加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为180 μm 。

[0177] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物,与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为95N/m,操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0178] 此外,所得到的云母带固化物的导热率为0.30W/m $\cdot$ K。

[0179] 此外,所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为35kV/mm。

[0180] <比较例2>

[0181] (1) 云母纸的制作

[0182] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0183] (2) 含有氧化铝的树脂清漆的调配

[0184] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)25.2质量份、作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)0.8质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)27.8质量份混合。之后,加入氧化铝46.2质量份(平均粒径3 μm ,电气化学工业株式会社,商品名“AA3”)并进一步混合,得到含有氧化铝的树脂清漆。

[0185] 予以说明的是,含有氧化铝的树脂清漆的全部固体成分体积中的氧化铝含有率为35体积%。

[0186] (3) 预浸云母带的制作

[0187] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA03G 103)涂布所得到的含有氧化铝的树脂清漆,然后与云母纸贴合。干燥后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的云母带的平均厚度为280 μm 。

[0188] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0189] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、110 $^{\circ}\text{C}$ 加热10分钟。之后,以压力10MPa、170 $^{\circ}\text{C}$ 加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为180 μm 。

[0190] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物,与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为300N/m,硬而无法包缠于线圈上。

[0191] 此外,所得到的云母带固化物的导热率为0.41W/m $\cdot$ K。

[0192] 此外,所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为30kV/mm。

[0193] <比较例3>

[0194] (1) 云母纸的制作

[0195] 与实施例1同样地制作云母纸。

[0196] (2) 含有氧化铝的树脂清漆的调配

[0197] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)35.1质量份、作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)1.1质量份和作为溶剂的甲乙酮(和光纯药工业株式会社)24.0质量份混合。之后,加入氧化铝39.8质量份(平均粒径 $3\mu\text{m}$,电气化学工业株式会社,商品名“AA3”)并进一步混合,得到含有氧化铝的树脂清漆。

[0198] 予以说明的是,含有氧化铝的树脂清漆的全部固体成分体积中的氧化铝含有率为25体积%。

[0199] (3) 预浸云母带的制作

[0200] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA03G 103)涂布所得到的含有氧化铝的树脂清漆,然后与云母纸贴合。干燥后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的预浸云母带的平均厚度为 $280\mu\text{m}$ 。

[0201] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0202] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、 110°C 加热10分钟。之后,以压力10MPa、 170°C 加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为 $180\mu\text{m}$ 。

[0203] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物,与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为250N/m,硬而无法包缠于线圈上。

[0204] 此外,所得到的云母带固化物的导热率为 $0.35\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

[0205] 此外,所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为 31kV/mm 。

[0206] <比较例4>

[0207] (1) 含BN云母纸的制作

[0208] 将云母(粒径大于或等于 2.8mm 的云母片的含有率为63质量%)和氮化硼(平均粒径 $5\mu\text{m}$,电气化学工业株式会社,商品名“SP-3”)分散于水中,利用抄纸机进行抄制,制作厚度 0.13mm 的含BN云母纸。在该情况下,相对于氮化硼和云母的体积和,氮化硼的填充率为35体积%。

[0209] (2) 未含填料的树脂清漆的调配

[0210] 将环氧树脂(陶氏化学日本株式会社,商品名“DEN438”)100质量份和作为固化催化剂的 BF_3 单乙胺(和光纯药工业株式会社)3质量份混合,得到未含填料的树脂清漆。

[0211] (3) 预浸云母带的制作

[0212] 用辊涂机向玻璃织物(株式会社双洋,WEA03G 103)涂布所得到的未含填料的树脂清漆,然后与上述含BN云母纸贴合。在该情况下,相对于预浸云母带所含有的除衬里材料和云母以外的全部固体成分的合计量,氮化硼的含有率为35体积%。之后,切断成宽30mm,形成预浸云母带。所得到的云母带的平均厚度为 $280\mu\text{m}$ 。

[0213] (4) 预浸云母带的固化物的制作

[0214] 将通过上述方法得到的预浸云母带以压力10MPa、 110°C 加热10分钟。之后,以压力10MPa、 170°C 加热60分钟,得到云母带的固化物。所得到的云母带固化物的平均厚度为 $180\mu\text{m}$ 。

[0215] 对于所得到的预浸云母带和云母带固化物,与实施例1同样地进行评价。上述得到的预浸云母带的柔软性为80N/m,操作良好且包缠作业时未产生障碍。

[0216] 此外,所得到的云母带固化物的导热率为 $0.40\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

[0217] 此外,所得到的云母带固化物的绝缘破坏电场为 34kV/mm 。

[0218] 图1示出表示实施例1~实施例4的预浸云母带的概略截面图。图2示出表示比较例1的预浸云母带的概略截面图。图3示出表示比较例2~比较例3的预浸云母带的概略截面图。图4示出表示比较例4的预浸云母带的概略截面图。

[0219] 在图1~图4中,符号1表示含氮化硼层,符号2表示含云母层,符号3表示衬里材料,符号4表示树脂(第一树脂和第二树脂),符号5表示氮化硼粒子,符号6表示云母,符号7表示含氧化铝层,符号8表示氧化铝粒子,符号9表示含氮化硼含云母层。

[0220] 在表1中,无机填料是指BN或氧化铝,不包括云母。

[0221] [表1]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	比较例1	比较例2	比较例3	比较例4
无机填料种类	BN				无	氧化铝		BN
含云母层/ 含无机填料层	独立				—	独立		一体化
无机填料平均粒径 (μm)	5	5	2	2	—	3	3	5
无机填料添加量 (体积%)	35	25	35	25	0	35	25	35
柔软性(N/m)	66	78	59	62	95	300	250	80
导热率($\text{W/m}\cdot\text{K}$)	0.75	0.63	0.57	0.61	0.30	0.41	0.35	0.40
绝缘破坏电场(kV/mm)	39	32	37	36	35	30	31	34

[0222] 从表1可知,根据本发明,通过向预浸云母带的含无机填料层填充氮化硼作为无机填料,并且独立设置含无机填料层和含云母层,能够得到具有大于或等于 $0.6\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的高导热率,并且在线圈上的包缠作业良好,能兼顾高绝缘破坏电压的高导热性预浸云母带。

[0224] 另外,日本申请2013-212223所公开的内容全体通过参照而被引入本说明书中。此外,本说明书中记载的所有文献、专利申请以及技术标准,与具体且分别记载了通过参照而引入各个文献、专利申请以及技术标准的情况同等程度地通过参照而引入本说明书中。

[0225] 符号说明

[0226] 1 含氮化硼层

[0227] 2 含云母层

[0228] 3 衬里材料

[0229] 4 树脂(第一树脂和第二树脂)

[0230] 5 氮化硼粒子

[0231] 6 云母

[0232] 7 含氧化铝层

[0233] 8 氧化铝粒子

[0234] 9 含氮化硼含云母层

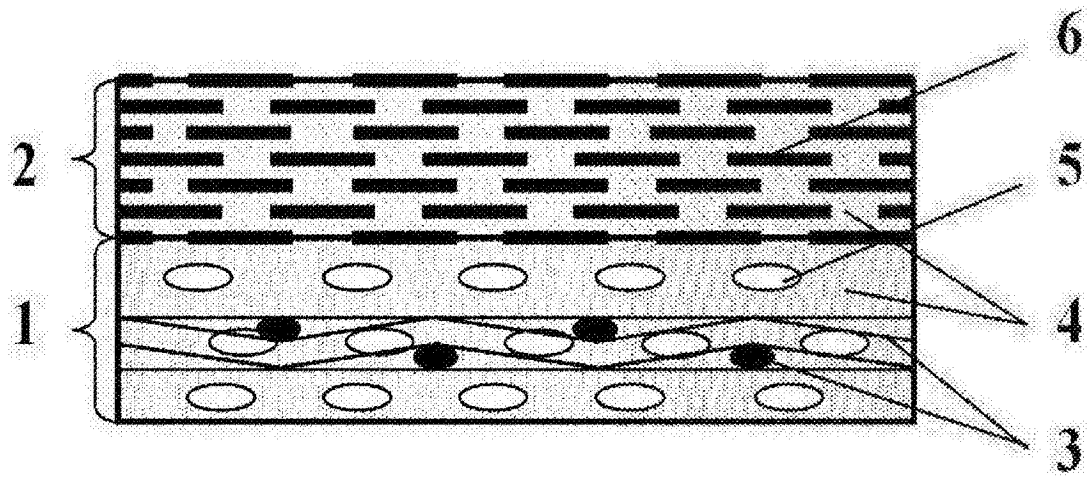


图1

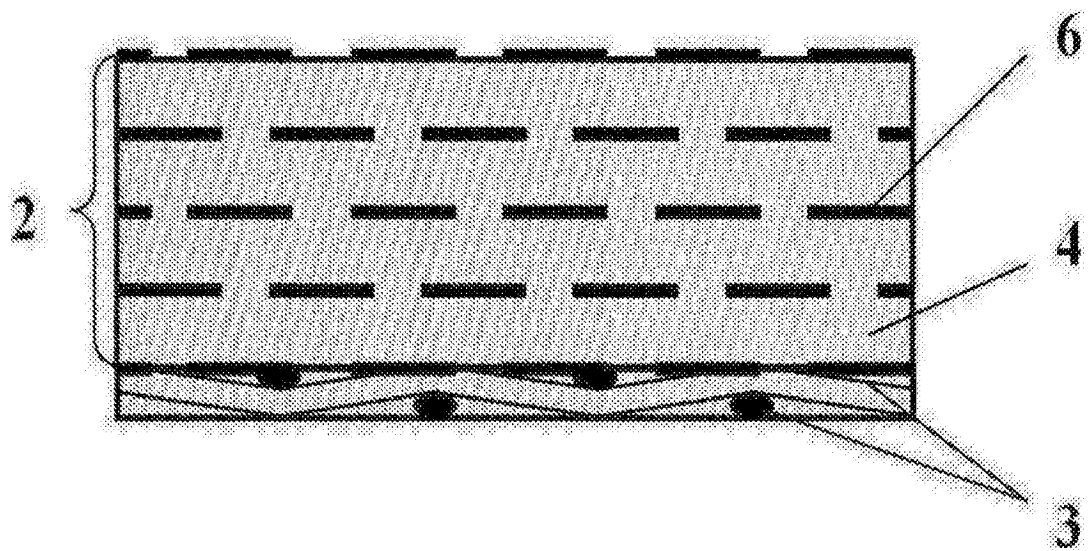


图2

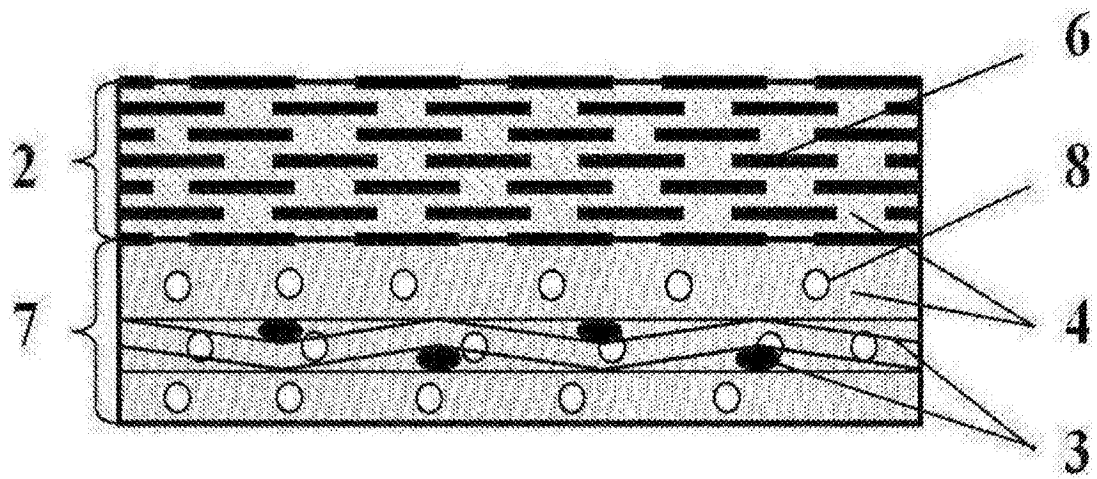


图3

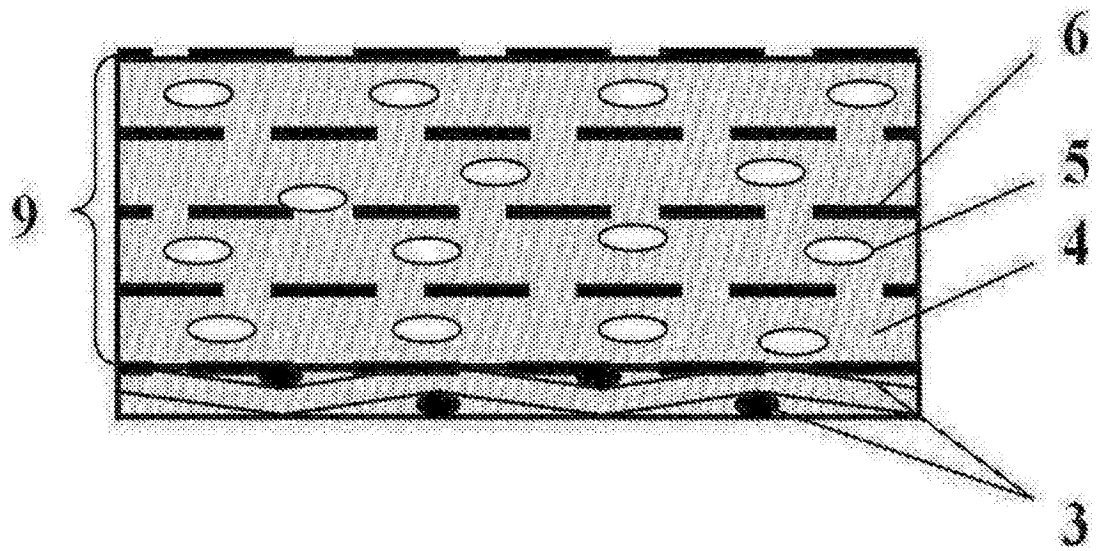


图4