



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102241886 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201010174289. 0

CO9D 7/12(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 05. 11

CO9D 5/00(2006. 01)

(73) 专利权人 国家纳米科学中心

H01B 7/28(2006. 01)

地址 100190 北京市海淀区中关村北一条
11 号

H01B 17/50(2006. 01)

B64D 15/00(2006. 01)

(72) 发明人 关丽 张晖 杨延莲 王琛 张忠
陈运法

(56) 对比文件

US 2005/0020768 A1, 2005. 01. 27, 说明书第
2 栏表 1, 第 0018, 0023 段.

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理
有限公司 11280

US 2005/0020768 A1, 2005. 01. 27, 说明书第
2 栏表 1, 第 0018, 0023 段.

代理人 刘丹妮

CN 101643583 A, 2010. 02. 10, 说明书第 3 页
第 3-25 行, 第 5 页第 5-6 段, 第 6 页第 2 段.

(51) Int. Cl.

审查员 冯刚

CO8L 83/04(2006. 01)

CO8L 63/00(2006. 01)

CO8K 5/01(2006. 01)

CO8K 13/02(2006. 01)

CO8K 3/36(2006. 01)

CO9K 3/18(2006. 01)

CO9D 183/04(2006. 01)

CO9D 163/00(2006. 01)

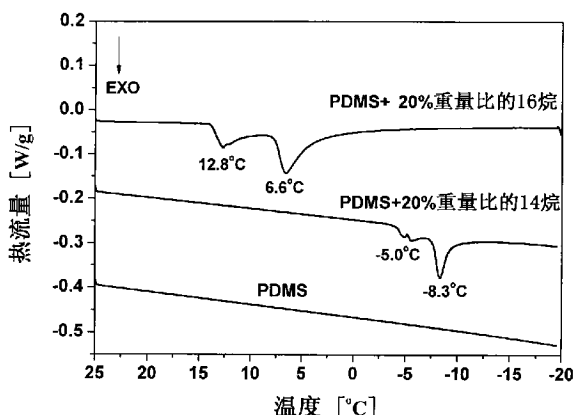
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种具有防覆冰功能的材料及其制备方法和
用途

(57) 摘要

本发明提供了一种具有防覆冰功能的材料,
所述的材料为含有 C₅-C₂₀ 烷烃中一种或几种的聚
合物材料。本发明还提供了这种材料的制备方
法和用途。在该材料中,当加入的烷烃在温
度接近其相变温度时与材料体相发生相分离,
并从材料体相中迁移至表面,所形成的烷烃
分子薄膜使材料减少和避免了由于冰覆而影
响了其使用性能和使用寿命。同时,由于烷
烃分子在聚合物材料中的迁移的可逆性,在
外界自然温度回升时,裸露在材料表面的固
态烷烃薄膜再次发生相变,向体相中迁移,
并能全部迁移回到本体材料之中,从而能够
减少烷烃的损耗并延长本发明的防覆冰材料
的使用寿命。



1. 一种具有防覆冰功能的材料在作为防覆冰涂层材料中的用途,其特征在于,所述的具有防覆冰功能的材料为含有 C_5-C_{20} 烷烃中一种或几种的聚合物材料,所述聚合物材料为聚二甲基硅氧烷;所述 C_5-C_{20} 烷烃在温度的诱导下在所述防覆冰涂层材料内发生双向迁移运动;在所述的具有防覆冰功能的材料中,所述烷烃的重量含量为 1-20%。

2. 根据权利要求 1 所述的用途,其特征在于,所述的涂层材料为电缆、绝缘子或机翼涂层。

3. 根据权利要求 1 所述的用途,其特征在于,所述的具有防覆冰功能的材料为含有 1) $C_{10}-C_{16}$ 的烷烃中的一种或几种或 2) 液体石蜡的聚合物材料。

4. 根据权利要求 3 所述的用途,其特征在于,所述的具有防覆冰功能的材料为含有 C_{14} 烷烃或 C_{16} 烷烃的聚合物材料。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的用途,其特征在于,在所述的具有防覆冰功能的材料中还添加有 SiO_2 纳米粒子。

6. 根据权利要求 5 所述的用途,其特征在于,所述 SiO_2 纳米粒子占所述具有防覆冰功能的材料重量含量的 0.1% -10%。

7. 根据权利要求 6 所述的用途,其特征在于,所述 SiO_2 纳米粒子占所述具有防覆冰功能的材料重量含量的 1% -6%。

8. 根据权利要求 5 所述的用途,其特征在于,所述 SiO_2 纳米粒子的直径为 20nm-100nm。

一种具有防覆冰功能的材料及其制备方法和用途

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有防覆冰功能的材料及其制备方法和用途,属于化学材料领域。

背景技术

[0002] 覆冰是自然界中经常发生的现象,尤其是在低温高湿的地区,覆冰的发生给生产和生活造成巨大的损失。随着全球气候异常日益加剧,防覆冰、除冰技术的研究刻不容缓。然而,防覆冰技术仍是一个国际性的难题。输电线路的覆冰是影响电力系统安全运行的一个极为重要的问题。输电线路覆冰常常引发绝缘子闪络、电塔倒塌和线路中断等重大事故,对电网安全产生严重危害。在电网输变电系统中,目前常用的防冰方法主要分为主动除冰法和被动防冰法两大类。主动除冰技术主要包括热力防冰法、机械除冰法等。其中,热力防冰法是通过增加输电线路热效应来防止结冰。其防冰效果较明显,但能量损耗大、设备投资成本高、使用范围较小,不适宜用作远距离防护和除冰。机械除冰法是通过研制各种直接用于输电线路上的除冰机械或设施(如除冰机器人等)进行除冰的方法。其特点是耗能少、成本低,但除冰的被动性强、效率低、工作强度大且受地形限制。被动除冰法是目前主要的除冰方法,包括设置阻雪环、平衡锤、防冰涂料等,其中,在表面涂覆防冰涂料是最重要的手段。

[0003] 飞行器表面的覆冰会降低飞行器的有效载荷,影响其气动外形及机动特性。积累在飞行器表面的大质量冰块会在飞行中脱落,有可能吸入发动机进气道,导致发动机损伤。空气动力学对飞行器飞行的一个重要要求就是机体表面必须非常光滑。机翼或机身表面覆冰会产生不规则气动外形,即使 1mm 厚度的冰层也足以影响飞行器的正常飞行。试验表明,翼面升力对翼弦的平滑绕流很敏感,哪怕很薄的一层冰也会妨害附面层,造成阻力增加并导致早期气流分离。如何提高飞行器的防覆冰能力一直是航空界所关注的重要问题。目前采用的除冰方法是将发动机产生的部分热空气导流至覆冰表面。这种方法存在不少缺点,如控制结构复杂、降低发动机效率、需要使用昂贵的耐高温材料等等。

[0004] 相比之下,防覆冰涂料具有简单有效、减重、价格低廉等特点,是解决输电线路及飞行器表面防覆冰的关键技术之一。目前报道的防覆冰涂料的主要类型有:光热型涂料、电(磁)热型涂料、憎水性涂料、小分子掺杂型涂层等。光热型涂料是通过在涂料中掺杂太阳能吸收物质(如有机碳黑、铁黑、金属氧化物等),利用涂料吸收太阳光,将光能转变成热能,从而达到熔冰、除冰的目的。但在实际应用中由于覆冰季节往往雨雪交加,连续阴雨,光热型涂料很难吸收足够的太阳能辐射来熔化绝缘子表面的覆冰,因此防冰效率较低。电(磁)热型涂料则是通过涂层中的铁磁材料或导电填料在交变电磁场作用下产生的焦耳热除冰。如果电(磁)热型涂料产生的热量过小,则无实际防冰效果;产生热量过大,会导致损耗增加,在电路输电时绝缘子表面积污增加,容易诱发污闪事故。另外,高聚物材料在受热情况下易老化,涂层材料的寿命会受到一定程度的影响。目前采用疏水或超疏水涂料(如有机氟、有机硅等涂层)的防覆冰方法可以通过减少水滴在涂层表面的粘附和铺展,降

低了水滴在疏水材料表面的附着量。但是过冷环境下细滴冻雨会很快变成细小冰层,该冰层将超疏水表面与外界环境彻底隔离,从而大大降低了超疏水表面防覆冰的效应。因此利用提高材料表面的疏水性进行防覆冰的方法有待进一步深入的研究和论证。

[0005] 利用小分子的掺杂、迁移制备防覆冰涂层的机理是向涂层中掺杂某些防冻剂物质(通常是小分子物质,如乙二醇、甘油及衍生物等),这些防冻剂分子可以逐渐迁移到涂层表面并与涂层表面的水互溶,降低水的凝固点,从而延缓结冰过程。根据这一原理,美国 Microphase Coating 公司成功研发了环氧树脂基防覆冰涂料,据报道,这种涂层具有很好的防冰效果,已在某些型号的机翼、发动机表面得到应用。但其缺点也是明显的,这是因为防冻剂的迁移是单向的,防冻剂分子迁移出材料体相后大部分会随水分流失,无法重新迁移回到体相内。因而在使用一段时间之后防冻剂分子会大量损耗,影响了涂层的长期防覆冰功能。而且,防冻剂分子的迁移是随温度的增加而加速的,在无覆冰的高温季节也会大量损耗,这些因素都直接影响了该涂层材料的寿命。另外,由于防冻剂分子多为亲水性,易使涂层的绝缘性降低,不利于其在电气领域得到应用。

[0006] 室温硫化硅橡胶(Room Temperature Vulcanized, RTV)具有良好的疏水性和绝缘性能,尤其是用于电力输变电设备中,具有良好的防污闪能力。RTV是以较低分子量(1万~8万左右)羟基封端的聚有机硅氧烷为基础胶料,与交联剂、催化剂配合,在室温下交联形成的有机硅弹性体材料。RTV防污闪涂料具有良好的绝缘性、憎水性以及憎水迁移性,能够在一定程度上减少水分和污物的黏附。在高湿、低温的气候条件下,RTV表面易被冰层或雪层覆盖,其憎水性及憎水迁移性会显著降低,防覆冰能力变差。环氧树脂是先进复合材料中应用最广泛的树脂体系,它可适用于多种成型工艺,良好的耐热、耐湿性能和高的绝缘性。与传统的金属材料相比,环氧树脂/碳纤基质结构材料能大大降低飞机重量,可以节省燃料、扩大飞行范围。而覆冰的发生则大大降低了其飞行能力。因此,迫切需要开发出基于聚合物体系的、具有防覆冰功能的材料。

发明内容

[0007] 除非另外说明,本文中的术语“防覆冰功能”指的是防止在材料上覆冰的功能。

[0008] 本发明的一个目的在于提供一种防覆冰功能的材料,该材料具有防覆冰的作用,即便在雨雪的极端天气下,该材料上的覆冰也会大大降低,防止覆冰事故的发生。

[0009] 本发明的另一目的在于提供本发明材料的制备方法。

[0010] 本发明的再一目的在于提供本发明材料的用途。

[0011] 本发明一方面提供了一种具有防覆冰功能的材料,所述的材料中为含有 C_5-C_{20} 烷烃中的一种或者几种的聚合物材料。

[0012] 优选地,所述的材料为含有1) $C_{10}-C_{16}$ 的烷烃中的一种或几种或2)液体石蜡的聚合物材料。该材料的防覆冰效应是利用烷烃和/或液体石蜡分子在温度诱导下的双向迁移运动所形成的薄膜具有和覆冰之间的低粘附力来实现的,本发明的发明人通过多次实验发现,通过改变烷烃的种类和含量可以改变烷烃分子发生相变和迁移时的温度。因此,以上烷烃的种类和含量的选择是根据实际的气候条件、实际的结冰温度,通过调控共混的烷烃分子种类和含量来改变相变点,得到最适合的条件。当环境温度降低到结冰点附近时,本发明材料中的小分子,如烷烃和/或石蜡会迁移到材料的表面形成一层薄膜,此薄膜和覆冰之

间具有很低的粘附力,使得覆冰 / 雪容易在风吹、振动等自然力的作用下脱落,从而方便地实现其防覆冰的功能。

[0013] 最优选地,所述的材料为含有 C_{14} 烷烃或 C_{16} 烷烃的聚合物材料。

[0014] 优选地,所述的聚合物材料为分子量大于 10000 的高分子材料。

[0015] 优选地,所述的聚合物材料为硅橡胶或环氧树脂。

[0016] 更优选地,所述的硅橡胶为聚二甲基硅氧烷 (Polydimethylsiloxane, 英文简称为 PDMS)。

[0017] 优选地,在所述的材料中,所述烷烃的重量含量为 1% -20%。

[0018] 更优选地,所述烷烃的重量含量为 5% -20%。

[0019] 优选地,在所述的材料中还添加有 SiO_2 纳米粒子。

[0020] 优选地,所述 SiO_2 纳米粒子占所述材料重量含量的 0.1% -10%。

[0021] 更优选地,所述 SiO_2 纳米粒子占所述材料重量含量的 1% -6%。

[0022] 优选地,所述 SiO_2 纳米粒子的直径为 20nm-100nm。

[0023] 本发明另一方面还提供了一种制备本发明所述材料的方法,该方法包括以下步骤:

[0024] a. 将液态烷烃加入到所述的聚合物前聚体溶液中;

[0025] b. 将步骤 a 中制备的含有烷烃的聚合物前聚体溶液固化,得到所述的硅橡胶材料。

[0026] 优选地,还在步骤 a 和 b 之间将含有烷烃的聚合物前聚体溶液在室温下真空条件下排气。

[0027] 优选地,在步骤 a 中,将液态烷烃和 SiO_2 纳米粒子加入到所述的聚合物前聚体溶液中。

[0028] 优选地,利用搅拌和三辊对该混合溶液进行分散,使纳米粒子均匀分布在溶液中。

[0029] 优选地,所述的含有烷烃的聚合物前聚体溶液在 25-125°C 的温度下固化 15 分钟至 24 小时。

[0030] 最优选在 80°C 温度下固化 4 小时。

[0031] 本发明的防覆冰功能的材料在作为涂层材料中的用途。

[0032] 优选地,所述的涂层材料可用于电缆、绝缘子或机翼等表面的涂层材料。

[0033] 该材料以聚合物材料为基体,最优选,硅橡胶和环氧树脂为基体材料,所述的聚合物材料中含有 C_5 - C_{20} 的烷烃中的一种或几种,其重量含量为 1% -20%。本发明的发明人通过多次实验发现,通过改变烷烃的种类和含量可以改变烷烃分子开始发生相变和迁移时的温度。因此,以上烷烃的种类和含量的选择是根据实际的气候条件、实际的结冰温度,通过调控共混的烷烃分子种类和含量来改变相变点,得到最适合的条件。该防覆冰涂层的基本防覆冰原理如图 1 所示:1. 当环境温度高于烷烃类有机分子的熔点时,烷烃类有机分子与聚合物材料之间具有良好的相容性,可均匀分散到聚合物材料体相之中,如图 1-a 所示;2. 当环境温度低于烷烃分子的熔点时,烷烃分子与聚合物材料基体之间发生相分离并逐渐迁移到硅橡胶涂层表面,形成一层均匀的固态烷烃分子的薄膜,如图 1b 至图 1d 所示。此薄膜一方面具有良好的疏水性,过冷水滴不易在其上铺展和粘附,因此能在一定程度上降低覆冰事故发生的几率。更为重要的是,迁移出的烷烃分子形成的薄膜与覆冰之间的附着力

非常低,在自然力,如冰雪自身重力、自然界风力、振动等作用下,覆冰或积雪等很容易从聚合物材料表面脱落,大大减少了水和冰等在材料表面的累积,从而最终达到防覆冰的目的。

3. 当环境温度回升,并超过烷烃分子的熔点后,固态烷烃薄膜能够自行熔化,并重新迁移回聚合物材料体相之中,如图 1e 至图 1h 所示,从而减少了烷烃分子的损耗,使涂层具有长效的防覆冰效应。

[0034] 由于本发明中防覆冰材料的机理在于利用烷烃分子薄膜和覆冰之间较低的粘附力,因此定量测量覆冰和烷烃类有机分子薄膜之间的粘附力是表征其防覆冰性能的关键因素。通过拉伸实验机测量覆冰、烷烃分子薄膜以及硅橡胶本体之间的粘附力的方法定量地表征了覆冰和硅橡胶以及覆冰和烷烃分子薄膜之间的附着力。拉伸实验结果表明,掺入了部分烷烃分子的硅橡胶和覆冰之间具有较低的剪切粘附力。

[0035] 为了进一步表征上述防覆冰涂层的防覆冰效应,以硅橡胶聚合物材料为例,在覆冰环境下测量了其覆冰量。首先将纯的硅橡胶和添加了少量烷烃分子的硅橡胶溶液均匀涂覆在玻璃板上,并固化成型。将上述两种样品放置在恒温恒湿箱中,控制恒温恒湿箱的温度、湿度,使样品处于低温度、高湿度的实验环境中,并利用半导体制冷片及制冷循环水对样品表面进行制冷。实验结果表明对添加了烷烃分子的硅橡胶涂层材料,其覆冰量仅为纯的硅橡胶涂层覆冰量的五分之一;而且,在相同的振动条件下,添加了烷烃分子的硅橡胶聚合物材料表面的覆冰几乎完全脱落,而未添加烷烃分子的硅橡胶表面由于附着力高,其覆冰几乎没有任何脱落。进一步证明了上述材料的防覆冰效应。

[0036] 由于烷烃分子的迁移速度较快,在较短的时间内可以在硅橡胶表面形成较厚的烷烃分子薄膜;而且在小分子迁移到硅橡胶材料表面后,由于烷烃分子薄膜/覆冰以及烷烃分子薄膜/硅橡胶之间的粘附力比较低,部分有机小分子薄膜容易随覆冰一起脱落,因此需要采取一定的措施延缓烷烃分子的迁移速度以及每次的迁移量。发明人在实验过程中发现,当在硅橡胶中添加一定含量的 SiO_2 纳米粒子用于硅橡胶的强度增补时,烷烃分子的迁移速度被大大降低,可以实现小分子的缓慢迁移,以进一步延长防覆冰涂层材料的寿命。所述的 SiO_2 纳米粒子的重量比为 0.1% - 10%,其直径约为 20nm-100nm。

[0037] 综上所述,本发明的有益效果在于:1. 在本发明中,在聚合物,优选分子量大于 10000 的高分子材料中添加的烷烃类分子的相变温度接近结冰温度,并可以改变烷烃分子的种类加以调控,可在很宽广的温度范围内使用;2. 在温度达到结冰点附近时,迁移出的烷烃分子形成的薄膜与覆冰之间粘附力非常低,因此,覆冰容易在外界自然力(如冰雪自身重力、自然界风吹、振动等作用力)下从聚合物材料表面脱落,从而最终实现防覆冰的目的;3. 由于烷烃分子迁移的可逆性,在温度回升时,裸露在聚合物材料表面固态烷烃薄膜再次发生相变,并能重新迁移回聚合物材料体相中,从而能够减少烷烃的损耗,并延长本发明的防覆冰材料的寿命。

附图说明

[0038] 图 1 表示烷烃分子在聚二甲基硅氧烷材料中双向迁移过程的光学显微镜照片。其中,图 1-a、1-b、1-c 和 1-d 分别表示环境温度由室温降至 -20°C 时,烷烃分子逐渐从聚二甲基硅氧烷材料内部迁移到表面,形成一层均匀的固态烷烃分子薄膜;图 1-e、1-f、1-g 和 1-h 表示环境温度由 -20°C 升至室温,烷烃分子熔化,重新渗透到聚二甲基硅氧烷材料本体中。

[0039] 图 2 表示相同升温程序和降温程序下, 纯的聚二甲基硅氧烷材料以及分别掺杂了 20% 重量的十四烷和十六烷的聚二甲基硅氧烷材料的 DSC (差式扫描量热仪) 相变图谱; 其中, 图 2-a 表示随着温度由室温降到 -20°C 时, 纯的聚二甲基硅氧烷材料以及分别掺杂了 20% 重量的十四烷和十六烷的聚二甲基硅氧烷材料的 DSC 图谱; 图 2-b 表示随着温度由 -20°C 升高到室温时, 两者的 DSC 图谱。

[0040] 图 3 表示掺杂烷烃分子的聚二甲基硅氧烷材料测量剪切粘附力结构示意图, 图中, 1- 聚二甲基硅氧烷橡胶; 2- 烷烃分子, 3- 冰。

[0041] 图 4 表示纯的聚二甲基硅氧烷材料以及掺杂烷烃分子的聚二甲基硅氧烷材料和冰之间的剪切粘附力的对比图。

具体实施方式

[0042] 下面结合具体实施例, 进一步阐述本发明。但这些实施例仅限于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

[0043] 下列实施例中的聚二甲基硅氧烷为双组分硅橡胶原料, 购自于道康宁 (Dow Corning) 公司, 商品型号为 Sylgard-184。所用的单组分硅橡胶材料商品名称为“快速硫化型非腐蚀性有机硅粘合密封胶”, 利用空气中水分硫化形成弹性硅橡胶, 商品型号分别为 TSE397 和 TSE3852, 均购自 GE 东芝有机硅有限公司。

[0044] 实施例 1

[0045] 聚二甲基硅氧烷橡胶防覆冰材料的制备

[0046] 在室温温度下, 将购买的商用聚二甲基硅氧烷的前聚体溶液中加入总重量 20% 的液态十四烷分子, 并充分搅拌均匀, 在室温下真空气氛中排气, 以除去混合溶液中的气泡, 随后将混合溶液在已经备好的模具中浇注于玻璃衬底上, 并在 80°C 下固化 4 小时, 使其充分交联成薄膜状固体。

[0047] 实施例 2

[0048] 聚二甲基硅氧烷橡胶中的烷烃分子在温度诱导下的双向迁移

[0049] 首先利用光学显微镜对其迁移过程进行实时观测, 如图 1 所示, 其中图 1-a、1-b、1-c 和 1-d 分别表示环境温度由室温降至 -20°C 时, 十四烷分子逐渐从橡胶内部迁移到聚二甲基硅氧烷橡胶表面, 形成一层均匀的固态十四烷烃分子薄膜过程的变化图; 图 1-e、1-f、1-g 和 1-h 分别表示当环境温度从 -20°C 升温至室温, 十四烷分子熔化, 重新渗透到橡胶本体过程的变化图。从图 1 的八幅图中, 可以直观地观测到随着温度降低, 十四烷分子从聚二甲基硅氧烷橡胶体相迁移到表面过程。并且, 随着温度的升高, 十四烷分子能够重新从聚二甲基硅氧烷橡胶表面迁移回到体相的过程。

[0050] 实施例 3

[0051] DSC 表征烷烃分子在温度诱导下的迁移过程及其与熔点之间的关系

[0052] 进一步利用差式扫描量热仪 (Differential Scanning Calorimeter, DSC) 定量表征烷烃分子在温度诱导下的迁移过程及其与熔点之间的关系。以纯的聚二甲基硅氧烷橡胶以及分别掺入重量含量为 20% 的十四烷和十六烷有机分子的聚二甲基硅氧烷橡胶为例, 其在缓慢升、降温过程中其 DSC 测量的结果表明, 纯的聚二甲基硅氧烷橡胶在升温 and 降温过程中没有吸 / 放热峰, 掺入不同种类烷烃分子的聚二甲基硅氧烷橡胶在其相应的熔点附

近均有两个明显的吸 / 放热相变峰, 而且, 其相变温度分别在纯的十四烷及十六烷的熔点附近, 如图 2 所示。这表明当温度降低到所掺入的小分子的熔点附近时, 烷烃分子开始发生相变并逐渐迁移到聚二甲基硅氧烷橡胶表面, 从而能够形成具有防覆冰功能的涂层。当环境温度回升, 迁移出的小分子能够重新回到聚二甲基硅氧烷橡胶体相内, 减少了小分子的损耗, 使得涂层的防覆冰性能具有可持续性。

[0053] 实施例 4

[0054] 覆冰量测量

[0055] 在聚二甲基硅氧烷橡胶的前聚体溶液中加入 10% 重量含量的十六烷, 方法同实施例 1。所制得的纯的硅橡胶以及掺杂了十六烷分子的硅橡胶重量 (含玻璃衬底) 分别为 32.38g 和 32.35g。

[0056] 接着在 -20°C 的环境温度下, 同时向所述的掺入烷烃分子的聚二甲基硅氧烷橡胶以及相同体积和表面积而未掺入烷烃分子的聚二甲基硅氧烷橡胶的表面喷洒过冷水, 反复重复此过程, 每隔 2 小时喷洒一次, 并在 24 小时时间后测量两者表面的覆冰重量。测量结果表明, 纯的聚二甲基硅氧烷橡胶表面的覆冰重量明显大于掺入了烷烃分子的聚二甲基硅氧烷橡胶表面的覆冰量, 其重量分别为 37.05g 和 33.45g。在相同的振动条件下, 即在 -20°C 下利用气泵的气流吹动, 时间均为 5 分钟, 掺入十六烷的聚二甲基硅氧烷橡胶表面振动时的覆冰大部分发生脱落, 重量减至 32.67g。而相同振动条件下的纯的聚二甲基硅氧烷橡胶表面的覆冰几乎未发生变化, 重量为 36.95g。进一步利用恒温恒湿箱, 控制环境温度和湿度, 并利用半导体制冷片和制冷循环水对样品表面进行降温, 模拟高湿度、低温度的环境, 定量测量了掺杂烷烃分子的硅橡胶以及纯的硅橡胶表面的覆冰量。所用的恒温恒湿箱型号为 EYELA KCL-2000W 型, 购自东京理化器械株式会社。恒温恒湿箱内环境温度为 10°C , 样品表面温度为 -6°C , 相对湿度为 80%。结果表明, 在相同的条件下, 前者的覆冰量仅为后者的五分之一。

[0057] 实施例 5

[0058] 粘附力测量方法

[0059] 在直径为 30mm、长度为 43mm 的圆柱形模具中将实施例 1 制备的含有 20% 重量含量的十四烷或十六烷的聚二甲基硅氧烷橡胶棒垂直固定在模具中央位置, 将模具中加入过冷水, 并放入 -20°C 的过冷环境中。过冷水在聚二甲基硅氧烷橡胶棒的周围冻结成冰, 同时, 十四烷或十六烷分子在低温下向聚二甲基硅氧烷橡胶棒的表面迁移, 并在圆柱状聚二甲基硅氧烷橡胶棒的周围形成多层烷烃分子的薄膜, 形成如图 3 所示的结构。

[0060] 粘附力的测量

[0061] 在拉伸实验机的低温试验箱中分别测试和对比纯的聚二甲基硅氧烷橡胶棒和掺入了 20% 重量的十四烷分子的聚二甲基硅氧烷橡胶棒与冰之间的剪切粘附力。结果如图 4 所示, 相同条件下的纯的聚二甲基硅氧烷橡胶和覆冰之间的粘附力为 25kPa, 掺入烷烃分子的聚二甲基硅氧烷橡胶棒和覆冰之间的平均粘附力为 13kPa。说明利用烷烃分子在温度诱导下的双向迁移运动制备的防覆冰涂层具有和覆冰之间较低的粘附力, 也即具有良好的防覆冰性能。

[0062] 实施例 6

[0063] 纳米粒子的缓释效应

[0064] 在室温下将硅橡胶前聚体溶液与重量含量为 20% 的烷烃分子共混, 并加入重量含量为 2% 的 SiO_2 纳米粒子, 其型号为 R9200。首先利用聚合物机械混合及球磨系统 (型号为 AE03-C1/TML-1) 对此混合溶液进行搅拌, 然后使用三辊研磨机 (型号为 EXAKT 80E) 对混合物进行进一步的加工, 得到分散均匀的粘稠状液体, 将该液体按照实施例 1 所述的方法进行浇筑、固化, 得到具有缓释效应的防覆冰涂层材料。

[0065] 实施例 7

[0066] 单组分硅橡胶防覆冰材料的制备

[0067] 本实施例基本与实施例 1 相同, 不同的是用快速硫化型单组分硅橡胶材料 TSE397 和 TSE3852 代替双组分硅橡胶聚二甲基硅氧烷材料, 并且固化温度为室温 (25℃), 固化时间为 24 小时。

[0068] 实施例 8

[0069] 双酚 A 二缩水甘油醚环氧树脂防覆冰材料的制备

[0070] 本实施例基本与实施例 1 相同, 不同的是用双酚 A 二缩水甘油醚环氧树脂代替聚二甲基硅氧烷橡胶材料, 并且其固化程序为 80℃ 下固化 6 小时, 130℃ 下固化 10 小时。本实施例中的环氧树脂购自亨斯曼公司, 商品型号为 Araldite F。

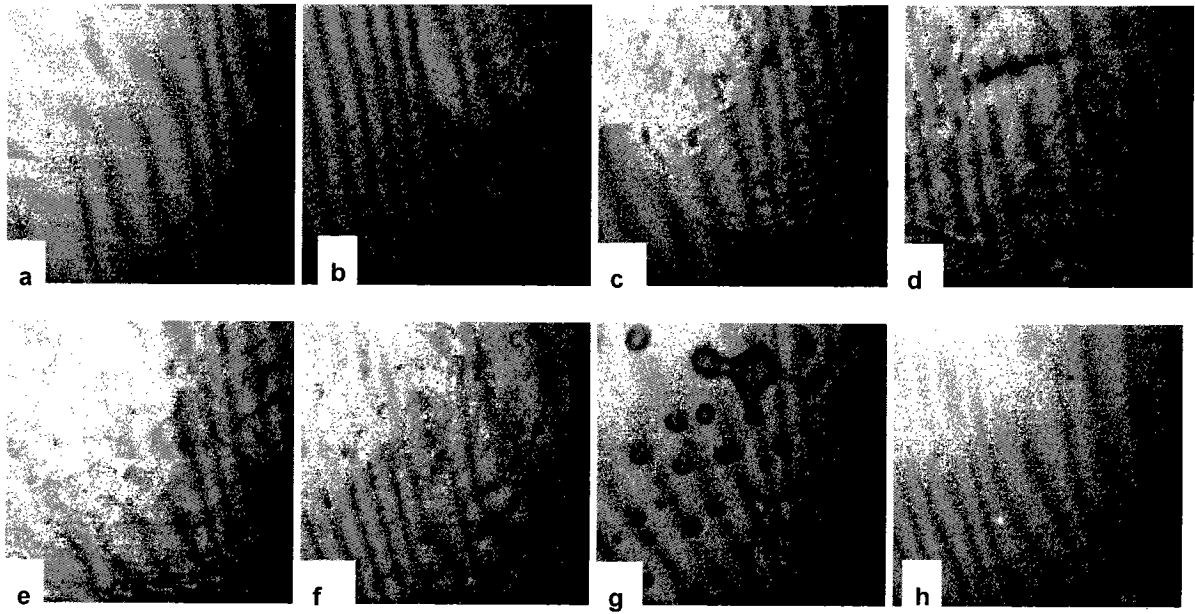


图 1

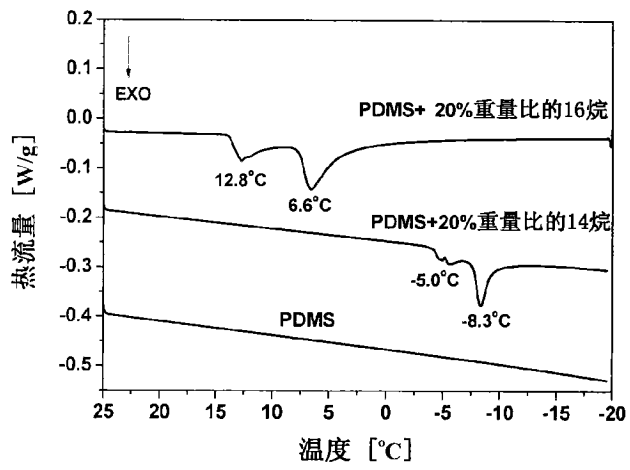


图 2-a

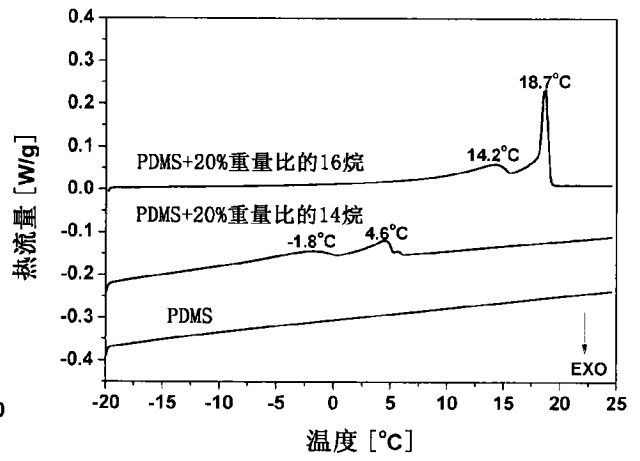


图 2-b

图 2

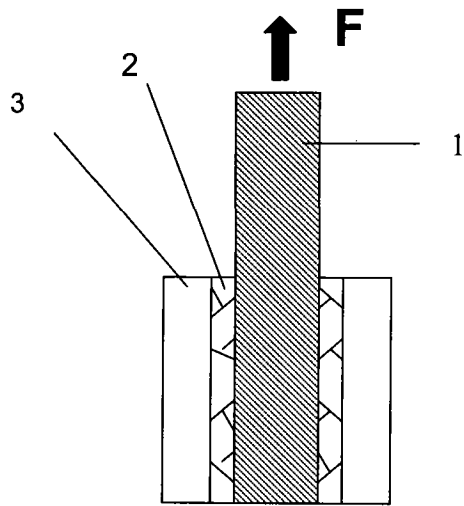


图 3

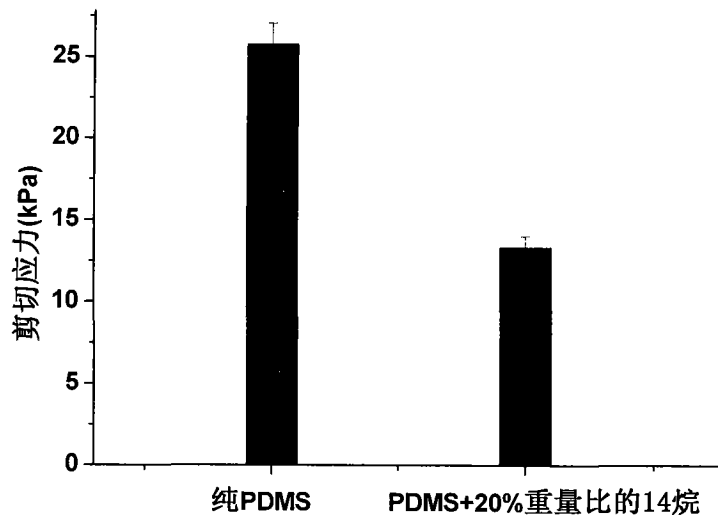


图 4