



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112424878 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 08

(21) 申请号 201980048029.8

(22) 申请日 2019.07.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112424878 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(30) 优先权数据
62/703,553 2018.07.26 US
62/719,213 2018.08.17 US
62/781,724 2018.12.19 US
62/848,848 2019.05.16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.01.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/042776 2019.07.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/023357 EN 2020.01.30

(73) 专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 罗伯特·H·特平 米切尔·T·黄
唐纳德·A·加格农

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 蔡胜有 冷永华

(51) Int.Cl.
H01M 50/117 (2021.01)

(56) 对比文件
US 2017044442 A1, 2017.02.16
US 2017044442 A1, 2017.02.16
WO 2017006102 A1, 2017.01.12
WO 0224597 A2, 2002.03.28
CN 101175634 A, 2008.05.07
CN 103131078 A, 2013.06.05
CN 103160027 A, 2013.06.19
CN 107162519 A, 2017.09.15
EP 1484294 A2, 2004.12.08
US 3616173 A, 1971.10.26

审查员 韩伟

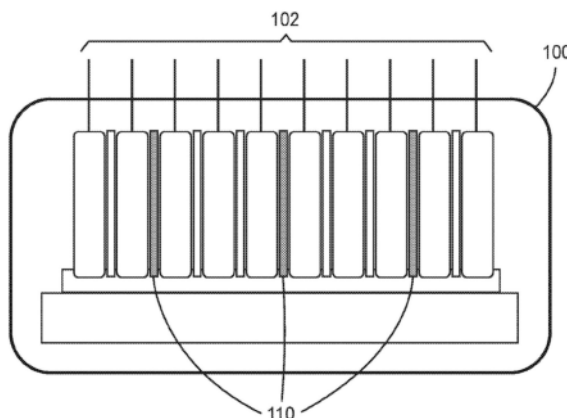
权利要求书2页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

用于电动车辆电池应用的阻燃材料

(57) 摘要

本发明提供一种阻燃电绝缘材料,该阻燃电绝缘材料包含玻璃纤维、颗粒填料混合物和无机粘结剂,其中该电绝缘材料具有V-0, 5VA的UL-94易燃性等级和小于0.15W/m-K的热导率。该颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料。在示例性方面,该绝缘材料在直接暴露在2054°C (3730°F) 火焰下至少10分钟后没有被刺穿。



1. 一种阻燃电绝缘材料,所述阻燃电绝缘材料包含:
玻璃纤维;
颗粒填料混合物,其中所述颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料,其中所述颗粒填料混合物包含玻璃泡和高岭土;和
粘结剂,其由无机粘结剂组成,选自硅酸钠和硅酸钾中的至少一种,
其中所述阻燃电绝缘材料包含至少98%的无机材料,
其中在所述阻燃电绝缘材料中,所述颗粒填料混合物的含量为65重量%至87重量%,
以及
其中所述绝缘材料具有V-0和5VA的UL-94易燃性等级。
2. 根据权利要求1所述的绝缘材料,所述绝缘材料包含基于所述绝缘材料的组成的3重量%至25重量%的玻璃纤维。
3. 根据权利要求2所述的绝缘材料,其中玻璃纤维包括玻璃短纤维和微玻璃纤维。
4. 根据权利要求3所述的绝缘材料,其中玻璃短纤维与微玻璃纤维的比为5:1至1:3。
5. 根据权利要求1所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料包含基于所述绝缘材料的组成的55重量%至80重量%的高岭土和5重量%至15重量%的玻璃泡。
6. 根据权利要求1所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料包含3重量%至25重量%的玻璃纤维、20重量%至80重量%的高岭土、5重量%至15重量%的玻璃泡和5重量%至20重量%的无机粘结剂。
7. 一种阻燃电绝缘材料,所述阻燃电绝缘材料包含:
玻璃纤维;
颗粒填料混合物,其中所述颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料,其中所述颗粒填料混合物包含玻璃泡、云母和高岭土;和
粘结剂,其由无机粘结剂组成,选自硅酸钠和硅酸钾中的至少一种,
其中所述阻燃电绝缘材料包含至少98%的无机材料,
其中在所述阻燃电绝缘材料中,所述颗粒填料混合物的含量为65重量%至87重量%,
以及
其中所述绝缘材料具有V-0和5VA的UL-94易燃性等级。
8. 根据权利要求7所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料包含基于所述绝缘材料的组成的20重量%至45重量%的高岭土、25重量%至45重量%的云母和5重量%至15重量%的玻璃泡。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的绝缘材料,其中所述无机粘结剂包含硅酸钠和硅酸钾中的至少一种。
10. 根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料在直接暴露在2054°C火焰下至少10分钟后不会被刺穿。
11. 根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料为能够包在3英寸芯轴上而不会使所述材料开裂或损坏的柔性材料。
12. 根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料具有小于0.15W/

m-K的热导率。

13. 根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料具有 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 或更低的密度。

14. 根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料还包含设置在其一侧上的无机织物层。

15. 根据权利要求14所述的绝缘材料,其中所述无机织物层为织造玄武岩织物。

16. 一种保护装置,所述保护装置包含根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,所述绝缘材料作为锂离子电池单元、模块或组的一部分掺入。

17. 一种保护装置,所述保护装置包含根据权利要求1至8中任一项所述的绝缘材料,其中所述绝缘材料包在锂离子电池单元、模块或组上。

用于电动车辆电池应用的阻燃材料

背景技术

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在电动车辆中使用的阻燃电绝缘材料。具体地, 示例性电绝缘材料可形成为能够通过UL 94-V0、5VA阻燃性测试的阻燃无机纸或板。此外, 一些示例性阻燃无机纸材或板材能够承受直接暴露在2054°C (3730°F) 火焰下至少10分钟而不会被刺穿。因此, 此类无机纸或板可用作保护装置, 诸如用于电动车辆电池应用的热屏障或火焰屏障。

[0002] 背景技术

[0003] 由锂离子电池组供电的电池电动车辆的增长产生了对控制与锂离子电池中的热失控反应相关联的潜在危险的需求。目前, 电动车辆制造商对于电池绝缘材料的使用具有各种不同的要求和方案。一种常规方法是在一些电动车辆电池应用中采用云母板作为阻燃屏障, 在这些应用中, 要求是承受高温喷枪长达十分钟而不会被刺穿或破裂。

[0004] 虽然云母板(例如, 包含至少80%云母的板)是优异的火焰屏障材料, 但它们对于一些电动车辆应用来说并不理想。云母板的高密度可能使云母板成为对于电动车辆电池应用来说不太吸引人的解决方案, 因为电动车辆电池应用期望重量更轻的材料。此外, 将云母板粘附到基底或其他产品零件上的能力可能会限制它们在某些应用中的使用。

[0005] 无机陶瓷纸由耐火陶瓷纤维制成, 并且可提供优异的高温(>1000C)绝热和阻燃特性。然而, 国际癌症研究机构(IARC)将耐火陶瓷纤维分类为可能对人类致癌(组2B)。虽然已开发出低生物持久性的耐火陶瓷纤维来解决健康问题, 但它们更为昂贵。

[0006] 在许多电动车辆中, 允许火焰屏障材料使用的空间可能相当有限(例如, 小于3mm), 这限制了许多较厚火焰屏障材料和绝热材料的使用。另外, 由于电池模块和电池组设计的范围广泛, 以及不同电池单元类型具有不同能量密度水平, 因此需要具有不同性能水平的阻燃材料。电动车辆行业的趋势是使用较高能量密度的电池单元作为增加行驶里程的手段。

[0007] 因此, 需要性能更高的阻燃材料, 这些材料是薄的、节省成本的、重量轻的材料, 能够承受严格的易燃性测试, 尤其是能够抵抗高温喷枪火焰条件。

发明内容

[0008] 本发明的呈阻燃无机纸或板形式的示例性电绝缘材料能够承受苛刻的高温易燃性测试, 同时还提供用于热绝缘的低热导率和用于减轻重量的低密度。配方可设计为满足不同的客户要求或增强功能性。

[0009] 在第一实施方案中, 一种阻燃电绝缘材料包含玻璃纤维、颗粒填料混合物和无机粘结剂, 其中该电绝缘材料具有V-0, 5VA的UL-94易燃性等级和小于0.15W/m-K的热导率。该颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料。

[0010] 在第二实施方案中, 一种柔性阻燃电绝缘材料包含玻璃纤维、颗粒填料混合物和

无机粘结剂,其中该电绝缘材料具有V-0,5VA的UL-94易燃性等级,并且其中该柔性材料能够包在芯轴上而不会使材料开裂或损坏。该颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料。

[0011] 在第三实施方案中,一种阻燃电绝缘材料包含玻璃纤维、颗粒填料混合物和无机粘结剂,其中该电绝缘材料具有V-0,5VA的UL-94易燃性等级。该颗粒填料混合物包含选自玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物的列表的至少两种颗粒填料材料。

[0012] 在第四实施方案中,一种阻燃电绝缘材料包含基于绝缘材料的组成的3重量%至25重量%的玻璃纤维;20重量%至80重量%的高岭土;5重量%至15重量%的玻璃泡;和5重量%至20重量%的无机粘结剂,并且其中绝缘材料具有V-0,5VA的UL-94易燃性等级。

[0013] 在上文引用的第一实施方案至第四实施方案的一些情况下,示例性阻燃无机纸材或板材能够承受直接暴露在2054°C (3730°F) 火焰下至少10分钟而不会被刺穿。

[0014] 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。附图及其后的具体实施方式更特别地举例说明这些实施方案。

附图说明

[0015] 图1示出了根据本发明的一个方面的包括由绝缘材料形成的热屏障的示例性电池模块。

[0016] 图2示出了根据本发明的一个方面的包括由绝缘材料形成的热屏障的示例性电池组。

具体实施方式

[0017] 在以下具体实施方式中,参考了形成本文的一部分的附图,并且在附图中以举例说明的方式示出了其中可实践本发明的具体实施方案。就这一点而言,定向术语,例如,“顶部”、“底部”、“前”、“后”和“向前”等,应结合图示所描述的取向使用。因为本发明的实施方案的部件可定位成多个不同取向,所以方向性术语用于说明的目的,并且绝不是限制性的。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。因此,不能认为以下的具体实施方式具有限制意义,并且本发明的范围由所附权利要求书限定。

[0018] 合适的阻燃电绝缘材料包含无机纤维诸如玻璃纤维,并且以无机绝缘纸或板的形式热绝缘和电绝缘。可将多个片材(即,无机纸层的层片或子层)湿层合和压制,以得到热绝缘和电绝缘的无机板材或多层纸材。术语“纸”是指具有足够柔韧性以便围绕3英寸芯轴弯曲的柔性单层或多层材料。术语“板”是指可挠曲但不能包在芯轴上的相对刚性的材料。

[0019] 根据绝缘材料的厚度和柔韧性,本发明的含有无机纤维和无机粒子中的一者或两者的电绝缘材料可被称为无机纸或板。

[0020] 本发明的非织造无机纸和板主要由无机材料(即,无机纤维和填料)构成。在示例性实施方案中,示例性非织造无机纸和板包含至少95%的无机材料。在另一个实施方案中,示例性非织造无机纸和板包含至少98%的无机材料。与大多数常规绝缘纸相比,示例性非织造无机纸和板的高度无机性质增强了这些材料的阻燃性。

[0021] 示例性阻燃非织造无机纸或板能够通过UL 94-V0,5VA阻燃性测试并且能够承受

直接暴露在2054°C (3730°F) 火焰下至少10分钟而不会被刺穿或破裂。本文所述的示例性阻燃材料还具有比云母板更低的密度,从而得到重量更低的绝缘解决方案,这对于电动车辆制造商而言是重要的。示例性阻燃材料还具有比云母板更低的热导率,这降低了热传递速率以最小化或减少热失控事件向相邻易燃部件的传播,这可降低事件的总体严重程度。

[0022] 示例性无机纸包含玻璃纤维和微玻璃纤维的组合。这些纤维互锁在一起以形成无机填料的结构支撑。

[0023] 纸的玻璃纤维含量将为约3重量%至25重量%,其中玻璃短纤维与微玻璃纤维的比为5:1至1:3。

[0024] 玻璃纤维的直径可能会影响纸的加工,以及所得无机纸或板的最终性能。示例性玻璃短纤维直径为12微米或更小,但可掺入少量较大直径的纤维。较小直径的玻璃纤维具有比等效量的较大直径的纤维更大的表面积,从而能够截留更大量的颗粒填料材料。本发明中使用的微玻璃纤维通常具有小于5微米的直径。玻璃纤维和玻璃微纤维的工作直径范围为约0.1微米至约12微米。

[0025] 选择玻璃纤维的长度以获得玻璃纤维在用于制备示例性纸的浆液中的均匀分散。应当注意,如果玻璃纤维太短,则纤维之间可能不存在足够的互锁,并且所得纸和板的强度可能降低。如果玻璃纤维太长,则可能难以获得所需的均匀分散。因此,玻璃纤维应具有小于0.5英寸(12,700微米),并且更优选约0.25英寸(6350微米)并且大于0.125英寸(3175微米)的平均长度。

[0026] 玻璃纤维还可通过长径(L/D)比来进一步识别。示例性纸和板中使用的玻璃短纤维的示例性L/D比介于3000:1和200:1之间,优选为约1000:1。

[0027] 在本发明的至少一个实施方案中,非织造纸还包含一种或多种无机颗粒填料。示例性无机颗粒填料一般为非吸热的。合适的无机颗粒填料包括但不限于玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙、硅灰石、蒙脱土、蒙皂石、膨润土、伊利石、绿泥石、海泡石、绿坡缕石、埃洛石、蛭石、黏土、累托石、珍珠岩和它们的组合,优选地,颗粒填料混合物包含玻璃泡、高岭土、滑石、云母、碳酸钙和氧化铝三水合物中的至少两种。合适类型的高岭土包括但不限于水洗高岭土;分层高岭土;煅烧高岭土;和经表面处理的高岭土。在优选的实施方案中,无机颗粒填料包含玻璃泡、高岭土、云母和它们的混合物。任选地,可添加吸热填料,诸如氧化铝三水合物。

[0028] 纸的颗粒无机填料含量将为约65重量%至87重量%。本发明的示例性纸包含颗粒无机填料的混合物。例如,示例性纸和板包含基于示例性纸的总重量的介于约20重量%至45重量%之间的高岭土、约25重量%至45重量%的云母和约5重量%至15重量%的玻璃泡。在另选的实施方案中,示例性纸和板包含基于示例性纸的总重量的介于约55重量%至80重量%之间的高岭土和约5重量%至15重量%的玻璃泡。

[0029] 示例性无机纸还包含5重量%至20重量%,优选5重量%至15重量%的无机粘结剂。无机粘结剂可选自硅酸钠、硅酸锂、硅酸钾或它们的组合。

[0030] 还可掺入本领域技术人员已知的附加加工助剂,诸如消泡剂、表面活性剂、成形助剂、pH调节材料、纸强化剂等。

[0031] 上述电绝缘材料可用于保护装置或系统中,诸如热屏障/火焰屏障。例如,示例性电绝缘材料的一个或多个片材可掺入到易燃储能装置诸如锂离子电池单元、模块或组中或

包在易燃储能装置上,诸如可存在于混合动力车辆或电动车辆或其他电力运输应用或位置中。

[0032] 例如,图1示出了本文所述的示例性绝缘材料的具体实施。在图1中,电池模块100包括电池单元102的组件。由本文所述的示例性材料形成的一个或多个热屏障/阻燃片材或板110可在整个电池模块的一个或多个位置处设置在单个电池单元或单元组之间。

[0033] 在另一个示例性具体实施中,图2示出了包括多个锂离子电池模块202的锂离子电池组200。提供由本文所述的示例性材料形成的一系列热屏障/阻燃包封衬里210以包封锂离子电池模块202中的一个或多个锂离子电池模块。在该示例中,锂离子电池模块中的每个锂离子电池模块均由热屏障/阻燃包封衬里210包封。另选地,锂离子电池组200自身的一个或多个侧面可用热屏障/阻燃包封衬里包裹或内衬。

[0034] 在一些示例性方面,本文所述的示例性绝缘材料可与其他功能层组合。例如,示例性绝缘材料可层合至不仅能够承受高温而且还能够承受高压的无机织物,以承受排气和粒子吹塑,同时损坏最小。根据本发明的多层材料可包含无机织物,该无机织物包含E-玻璃纤维、R-玻璃纤维、ECR-玻璃纤维、玄武岩纤维、陶瓷纤维、硅酸盐纤维、钢丝或它们的组合。纤维可被化学处理。无机织物可以是织造织物、针织织物、缝编织物、钩编织物、交织织物或它们的组合。在一些实施方案中,无机织物为织造玄武岩织物。

[0035] 本文所述的示例性电绝缘材料可利用通常处于低于600°C的温度使用的相对低温的玻璃纤维与填料颗粒和无机粘结剂的组合来实现高温(2000°C)的喷枪阻燃性。

[0036] 当然,这些示例仅仅是本文所述的材料的许多类型的具体实施中的几种,根据本说明书,这对于本领域的普通技术人员来说是显而易见的。

[0037] 实施例

[0038] 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。

[0039] 测试方法

	测试方法
厚度	ASTM D645-纸和纸板厚度的标准测试方法
基重	ASTM D202-电绝缘用未经处理纸抽样和测试的标准测试方法
介电击穿电压	ASTM D-149-在商业电力频率下固体电绝缘材料的介电击穿电压和介电强度的标准测试方法。
热导率	ASTM D-5470-导热电绝缘材料热传导特性的标准测试方法
格利刚度	ASTM D-6125-纸和纸板抗弯性(格利型测试仪)的标准测试方法
拉伸强度	ASTM D828
断裂伸长率	ASTM D828
易燃性	UL-94-装置和器具中零件用塑性材料易燃性的测试标准

[0040] 密度

[0041] 通过将基重除以厚度来计算示例性纸材或板材的密度。

[0042] 柔韧性

[0043] 通过使材料围绕具有已知直径的3英寸芯轴弯曲而不会使材料开裂或损坏来确定示例性纸材或板材的柔韧性。

[0045] 喷枪火焰测试

[0046] 使用配备有MAP Pro燃料缸的Bernzomatic喷枪TS-4000触发器进行喷枪火焰测试,MAP Pro燃料缸在空气中提供2054°C/3730°F的火焰温度。将测试样品安装在距火焰1英寸(2.54cm)的固定距离处,在样品底部处附接金属夹,以帮助稳定样品使其免受火焰压力的影响,并且将其暴露在火焰下达10分钟的连续时间段或直到样品被火焰刺穿。

[0047] 喷砂测试

[0048] 使用喷砂柜(美国宾夕法尼亚州朗霍恩的帝国研磨设备公司(Empire Abrasive Equipment Company,Langhorne,PA))提供对颗粒抗喷砂性的评估。将样品测试材料安装在3英寸(76mm)×6英寸(152mm)金属板的顶部上。然后将该样品组件安装到机柜内的夹具中并且用该夹钳保持在适当位置。将喷砂喷嘴固定在距样品大约6英寸(152mm)的距离处,并且在室温下进行测试。将钢砂GH40用作喷砂介质,并且实际压缩空气压力为约30psi。使用15秒的定时曝光。

[0049] 材料

[0050] EC6-6 E-玻璃短切原丝纤维(6mm长,6μm直径),购自美国北卡罗来纳州夏洛特的劳萨纤维国际公司(Lauscha Fiber International Corporation,Charlotte,NC)。

[0051] B-06-F微玻璃纤维(0.65μm直径,2.47m²/g表面积),购自美国北卡罗来纳州夏洛特的劳萨纤维国际公司。

[0052] B-26-R微玻璃纤维(2.44μm直径,0.66m²/g表面积),购自美国北卡罗来纳州夏洛特的劳萨纤维国际公司。

[0053] S15玻璃泡,购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company,St.Paul,MN)。

[0054] Suzorite 200-HK金云母,购自加拿大魁北克省布谢维尔的英格瓷公司(Imerys,Boucherville,Quebec)。

[0055] Suzorite 20S云母,购自美国佐治亚州罗斯韦尔的英格瓷公司(Imerys,Roswell,GA)。

[0056] 分层高岭土Hydraprint,购自美国佐治亚州梅肯的卡明有限公司(Kamin LLC,Macon,GA)。

[0057] 煅烧高岭土Kamin 70C,购自美国佐治亚州梅肯的卡明有限公司。

[0058] N-硅酸钠,购自美国宾夕法尼亚州福吉谷的PQ公司(PQ Corporation,Valley Forge,PA)。

[0059] **K**[®]硅酸钠(SiO₂/Na₂O重量比=2.88,处于20°C的粘度=9.6泊),购自美国宾夕法尼亚州福吉谷的PQ公司。

[0060] TW-600-13-100玄武岩斜纹编织织物(600gsm基重),购自美国德克萨斯州休斯顿的Sudaglass纤维技术公司(Sudaglass Fiber Technology,Inc,Houston,TX,USA)。

[0061] 实施例1-P(纸)

[0062] 将4.1重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6μm直径)、3.1重量%的B-06-F微玻璃纤维(0.65μm直径,2.47m²/g)、28.6重量%的200-HK金云母、24.5重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、9.2重量%的S15玻璃泡、5.1重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中预分散于水中以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有15.2重量%的分层高岭土Hydraprint和10.2重量%的N-硅酸钠的较大容器中。还可掺入本领域技

术人员已知的附加材料,诸如消泡剂、表面活性剂、成形助剂、pH调节材料。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水以形成阻燃纸材。

[0063] 实施例1-L(层合体)

[0064] 将实施例1-P的八个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃板材。测试结果示于表1中。

[0065] 实施例2-P(纸)

[0066] 将5.2重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μ m直径)、2.1重量%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μ m直径,2.47m²/g)、27.8重量%的200-HK金云母、24.7重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、7.2重量%的S15玻璃泡、9.3重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中预分散于水中以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有13.4重量%的分层高岭土Hydraprint和10.3重量%的N-硅酸钠的较大容器中。还可掺入本领域技术人员已知的附加材料,诸如消泡剂、表面活性剂、成形助剂、pH调节材料。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0067] 实施例2-L(层合体)

[0068] 将实施例2-P的四个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表1中。

[0069] 实施例3-P(纸)

[0070] 将6重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μ m直径)、14重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μ m直径,0.66m²/g)、2重量%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μ m直径,2.47m²/g)、45重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、9重量%的S15玻璃泡的混合物用水分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有13重量%的分层高岭土Hydraprint和11重量%的N-硅酸钠的较大容器中。还可掺入本领域技术人员已知的附加材料,诸如消泡剂、表面活性剂、成形助剂、pH调节材料。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0071] 实施例3-L(层合体)

[0072] 将实施例3-P的两个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表1中。

[0073] 实施例4-P(纸)

[0074] 将7.2重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μ m直径)、4.6重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μ m直径,0.66m²/g)、3.2重量%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μ m直径,2.47m²/g)、44重量%的煅烧高岭土Kamin70C、9重量%的S15玻璃泡的混合物用水分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有22重量%的分层高岭土Hydraprint和10重量%的N-硅酸钠的较大容器中。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0075] 实施例4-L(层合体)

[0076] 将实施例4-P的两个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表2中。

[0077] 实施例5-P(纸)

[0078] 将7重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μ m直径)、4.9重量%的B-26-R微玻璃

纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、2.1%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、35重量%的200-HK金云母、7重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、9重量%的S15玻璃泡、7重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中用水预分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有18重量%的分层高岭土Hydraprint和10重量%的N-硅酸钠的较大容器中。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0079] 实施例5-L(层合体)

[0080] 将实施例5-P的四个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表2中。

[0081] 实施例6-B(板)

[0082] 将6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μm 直径)、2.5重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、2.6%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、35重量%的200-HK金云母、7重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、9重量%的S15玻璃泡、7重量%的20S金云母和20重量%的Hydraprint粘土的混合物在Hydrabeater中以约10重量%的固体含量预分散在水中,然后以约0.5重量%的固体含量转移到打浆机浆池,该打浆机浆池含有6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长,6 μm 直径)和10重量%的硅酸钠的分散体。在最终混合期间加入附加的水,使得最终含水浆液固体含量为约1.4重量%。然后以连续批量方法将含水浆液转移到压榨板机中以制备板。制备板材后,将它们在烘箱中处于300 $^{\circ}\text{F}$ 干燥约8小时。测试结果示于表2中。

[0083] 实施例7-P(纸)

[0084] 将6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μm 直径)、3.1重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、2重量%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、28重量%的200-HK金云母、7重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、9重量%的S15玻璃泡、14重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中用水预分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有18重量%的分层高岭土Hydraprint和12重量%的N-硅酸钠的较大容器中。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0085] 实施例7-L(层合体)

[0086] 将实施例7-P的八个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表2中。

[0087] 实施例8-B(板)

[0088] 将3.2重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、1.9%的B-06-F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、35重量%的200-HK金云母、4.3重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、4.7重量%的S15玻璃泡、14重量%的20S金云母和21重量%的Hydraprint粘土的混合物在Hydrabeater中以约10重量%的固体含量预分散在水中,然后以约0.5重量%的固体含量转移到打浆机浆池,该打浆机浆池含有6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长,6 μm 直径)和9重量%的硅酸钠的分散体。在最终混合期间加入附加的水,使得最终含水浆液固体含量为约1.4重量%。然后以连续批量方法将含水浆液转移到压榨板机中以制备板。制备板材后,将它们在烘箱中处于300 $^{\circ}\text{F}$ 干燥约8小时。测试结果示于表3中。

[0089] 实施例9-P(纸)

[0090] 将6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μm 直径)、4.9重量%的B-26-R微玻

玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、1.2重量%的B 06F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、28重量%的200-HK金云母、3.5重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、3.1重量%的S15玻璃泡、7重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中用水预分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有36.4重量%的分层高岭土Hydraprint和9重量%的N-硅酸钠的较大容器中。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0091] 实施例9-L(层合体)

[0092] 将实施例9-P的四个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表3中。

[0093] 实施例10-L(层合体)

[0094] 使用注射器用K[®]硅酸钠液滴涂覆实施例8-B。然后使用#30Mayer棒来涂布和涂覆整个样品区域。将TW-600-13-100织物放置在实施例8-B样品上,并且用101b辊辊压,以将织物层层合至实施例8-B板的表面。然后将该层合体处于180°F(82°C)干燥5分钟。测试结果示于表3中。

[0095] 实施例11-L(层合体)

[0096] 使用注射器用K[®]硅酸钠液滴涂覆实施例9-L。然后使用#30Mayer棒来涂布和涂覆整个样品区域。将TW-600-13-100织物置于实施例9-L样品上并用101b辊辊压以将织物层层合至实施例9-L层合体的表面。然后将该层合体处于180°F(82°C)干燥5分钟。测试结果示于表3中。

[0097] 比较例1

[0098] 0.046寸厚的COGEMICANITE 132-1P金云母柔性云母片材,购自荷兰COGEBI公司(COGEBI,Netherlands)。测试结果示于表1中。

[0099] 比较例2

[0100] 1.16mm的Ax-therm刚性云母片材,购自美国新泽西州罗宾斯维尔镇的Axim Mica公司(Axim Mica,RobbinsvilleTownship,NJ)。测试结果示于表1中。

[0101] 比较例3

[0102] 0.046寸厚的COGEMICANITE 132-1M白云母柔性云母片材,购自荷兰的COGEBI公司。测试结果示于表2中。

[0103] 比较例4

[0104] 将6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μm 直径)、4.9重量%的B-26-R微玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、1.2重量%的B 06 F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、28重量%的200-HK金云母、7重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、7重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中用水预分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有36重量%的分层高岭土Hydraprint和9重量%的N-硅酸钠的较大容器中。通过造纸筛网和压机(Williams标准纸浆测试设备)完成脱水。

[0105] 将四个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表3中。

[0106] 比较例5

[0107] 将6.9重量%的EC6-6 E-玻璃纤维(6mm长度,6 μm 直径)、7.9重量%的B-26-R微玻

玻璃纤维(2.44 μm 直径,0.66 m^2/g 表面积)、1.2重量%的B 06F微玻璃纤维(0.65 μm 直径,2.47 m^2/g)、28重量%的200-HK金云母、3.5重量%的煅烧高岭土Kamin 70C、7重量%的20S金云母的混合物在瓦林混碎机中用水预分散以形成固体含量为约0.05重量%至1重量%的含水浆液,然后混合到具有36.5重量%的分层高岭土Hydraprint和9重量%的N-硅酸钠的较大容器中。如前所述完成脱水。

[0108] 将四个阻燃纸材层堆叠在一起,然后再进行压制和干燥,以获得较高厚度的阻燃纸材。测试结果示于表3中。

[0109] 比较例4和5不含玻璃泡,并且分别因为在5分钟和2分钟后具有烧穿孔而未通过喷枪测试。虽然玻璃泡通常用于密度减小和绝热的目的,但对于这些发明材料,对防止高温喷枪形成烧穿孔的贡献是意料之外的。

[0110] 针对在需要测量阻燃性的应用中使用的四种常规电绝缘材料(比较样品6-9)进行火焰测试。火焰测试结果列于表4中。结果还表明,与标准UL-94V0和UL-94V0,5VA测试方法相比,喷枪火焰测试使样品暴露在更强烈的热量和火焰暴露下。

[0111] 比较样品6为一块125密耳厚的Techmat[®]4008高温玻璃纤维绝缘-针刺100%E-玻璃非织造垫,购自北卡罗来纳州格林斯伯勒的BGF工业公司(BGF Industries, Inc, Greensboro, NC)。

[0112] 比较样品7为一块17密耳厚的Formex[®]GK-17阻燃聚丙烯片材,购自美国伊利诺伊州开罗斯奇姆的ITW Formex公司(ITW Formex, Carol Stream, IL)。

[0113] 比较样品8为一张10密耳厚的Nomex[®]410m-芳纶纸,购自德国威尔明顿的杜邦公司(DuPont, Wilmington, DE)。

[0114] 比较样品9为一张30密耳厚的Nomex[®]410m-芳纶纸,购自德国威尔明顿的杜邦公司。

[0115] 比较样品10为一块9密耳厚的阻燃FRB-NC229,购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司。

[0116] 表1.阻燃材料的特性比较

	实施例 1-L	实施例 2-L	实施例 3-L	比较样品 1	比较样品 2
厚度	43 密耳 1.09mm	21 密耳 0.53mm	15 密耳 0.38mm	46.4 密耳* 1.18mm	0.1-101.6*
基重	1.65 lb/yd ² 897g/m ²	0.659 lb/yd ² 358g/m ²	0.432 lb/yd ² 235g/m ²	3.7 lb/yd ² 2009g/m ²	
介电击穿电压	5.0kV	3.4kV	1.9kV	>10.2kV*	
热导率	0.10W/m-K	0.071W/m-K	0.094W/m-K	0.20W/m-K* 0.195W/m-K	0.3W/mK*

[0118]	格利刚度	37.8g				
	密度	0.81g/cm ³	0.68g/cm ³	0.62g/cm ³	1.7g/cm ³	2.25g/cm ³ *
	拉伸强度		10 lb/in 17.5N/cm	12.3 lb/in 21.5N/cm		
	断裂伸长率		0.94%	1.73%		
	柔韧性	n/a	通过	通过		
	UL-94 易燃性	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0*	
	喷枪火焰测试	通过	通过	未通过-测试期间翘曲, 形成小孔		

[0119] *值取自产品数据表

[0120] 表2. 阻燃材料的特性比较

[0121]		实施例 4-L	实施例 5-L	实施例 6-L	实施例 7-L	比较样品 3
	厚度	13 密耳 0.33mm	32 密耳 0.82mm	41 密耳 1.04 mm	41 密耳 1.0 mm	45.8 密耳 1.16mm
	基重	0.34 lb/yd ² 184g/m ²	1.15 lb/yd ² 625g/m ²	1.45 lb/yd ² 789g/m ²	1.58 lb/yd ² 859g/m ²	3.2 lb/yd ² 1721g/m ²
	介电击穿电压	1.8kV	5kV	4.2kV	5.8kV	>10.2kV*
	热导率	0.098W/m-K	0.11W/m-K	0.12W/m-K	0.11W/m-K	0.2W/m-K*
	格利刚度			31.9g	50.5g	73g
	密度	0.55g/cm ³	0.76g/cm ³	0.76g/cm ³	0.83g/cm ³	1.5g/cm ³ *
	拉伸强度	13 lb/in 22.7N/cm	29 lb/in 51.2N/cm	37 lb/in 65.2N/cm	46 lb/in 80N/cm	
	断裂伸长率	0.75%	2.6%	0.55%	0.37%	
	柔韧性	通过	通过			
	UL-94 易燃性	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0*
	喷枪火焰测试	未通过-在测试期间翘曲, 45 秒后小孔<0.1 英寸	通过	通过	通过	通过
	喷砂测试				未通过, 孔	

[0122] *值取自产品数据表

[0123] 表3. 阻燃材料的特性比较

[0124]		实施例 8-B	实施例 9-L	实施例 10-L	实施例 11-L	比较例 4	比较例 5
--------	--	---------	---------	----------	----------	-------	-------

[0125]	厚度	40 密耳 1.02mm	20.6 密耳 0.52mm	57.3 密耳 1.45mm	37.6 密耳 0.96mm	19.8 密耳 0.5mm	21 密耳 0.53mm
	基重	1.46 lb/yd ² 792g/m ²	0.785 lb/yd ² 427g/m ²	2.65 lb/yd ² 1438g/m ²	1.832 lb/yd ² 995g/m ²	0.91 lb/yd ² 494g/m ²	0.87 lb/yd ² 472g/m ²
	介电击穿电压	5.9kV	3.4kV	6.5kV	3.2kV		
	热导率	0.11W/m-K	0.11W/m-K	0.17W/m-K	0.18W/m-K	0.098W/mK	0.10W/mK
	格利刚度	41g		79g	14g		
	密度	0.78g/cm ³	0.82g/cm ³	0.99g/cm ³	1.04g/cm ³	0.99g/cm ³	0.89g/cm ³
	拉伸强度	59 lb/in 104N/cm	43 lb/in 75N/cm	406 lb/in 711N/cm	324 Lb/in 567N/cm		
	断裂伸长率, MD	0.61%	0.54%	2.4%	3.6%		
	柔韧性	n/a	通过	n/a	通过		
	UL-94 易燃性	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0, 5VA	V-0, 5VA		
	喷枪火焰测试	通过	通过	通过	通过	未通过-5 分钟时小孔 <0.1 英寸	未通过-2 分 钟时小孔 <0.1 英寸
	喷砂测试	未通过, 孔	未通过, 孔	通过 (无孔)	通过 (无孔)		

[0126] 表4. 常规阻燃材料的特性比较

	比较样品 6	比较样品 7	比较样品 8	比较样品 9	比较样品 10
厚度*	125 密耳 3.17mm	17 密耳 0.43mm	10.2 密耳 0.26mm	30.4 密耳 0.77mm	9 密耳 0.23mm
基重*	0.063 lb/yd ² 34g/m ²		1.01 lb/yd ² 547g/m ²	1.56 lb/yd ² 847g/m ²	0.37 lb/yd ² 201g/m ²
UL-94 易燃性		V-0	V-0	V-0	V-0, 5VA
喷枪火 焰测试	在 1 秒内形 成 0.75 英寸 孔	未通过-在 1 秒内形成 2 英寸孔	未通过-在 3 秒内起泡、 翘曲并且破 碎成 2 块	未通过-在 16 秒内起泡、翘 曲，然后形成 不规则的 1 英 寸孔	未通过-在 18 秒内扭转形成 裂纹，在 33 秒 时孔为 0.25 英 寸

[0128] *值取自产品数据表

[0129] 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。

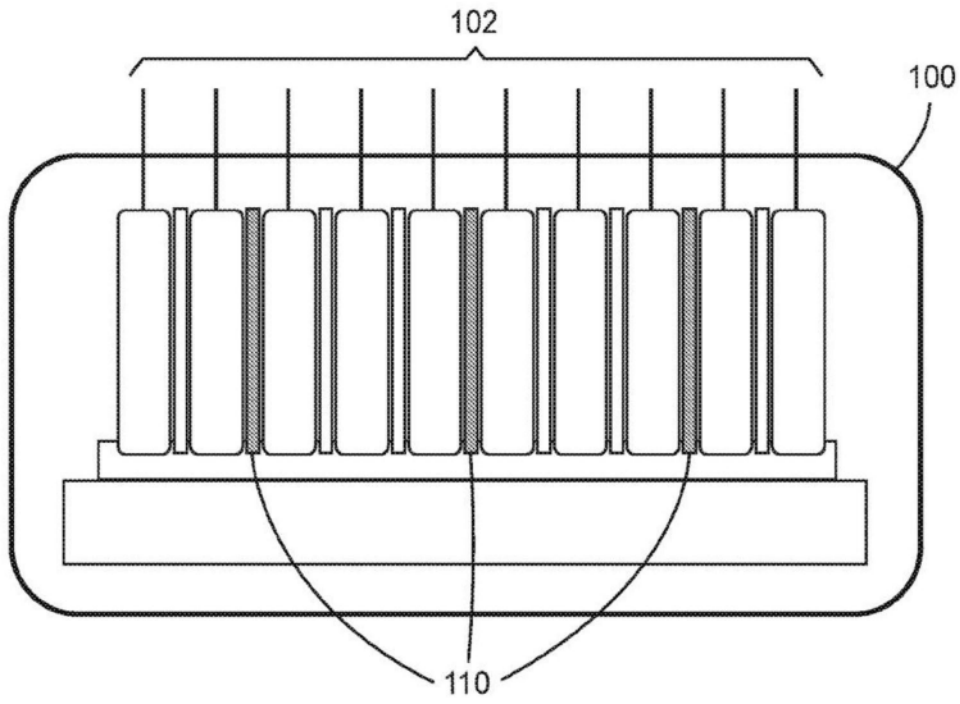


图1

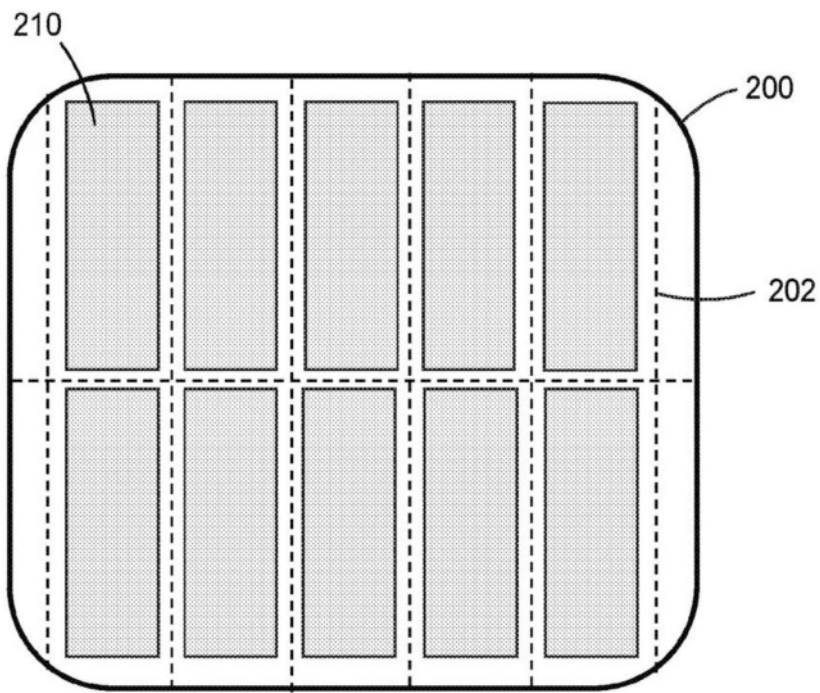


图2