



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830377 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202180088234.4

(22) 申请日 2021.12.23

(30) 优先权数据

63/131,126 2020.12.28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/062271 2021.12.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/144730 EN 2022.07.07

(71) 申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 何塞·玛利亚·贝尼托

玛利亚·何塞·桑切斯

斯蒂芬·雷蒙德·雅克·布兰乔特

吴平凡 詹·路易斯·西尔维斯特

大卫·伯纳德·安德烈·德斯坎斯

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 张成新 张启程

(51) Int.Cl.

H01M 50/502 (2006.01)

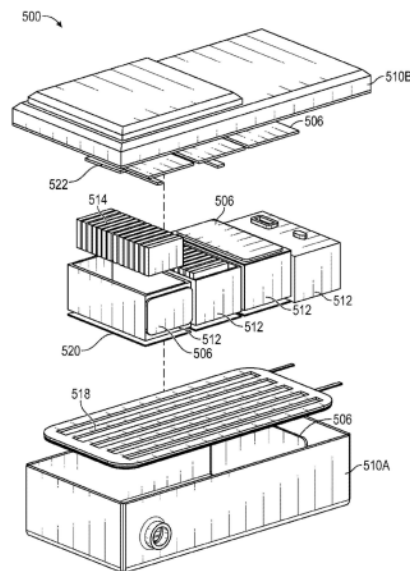
权利要求书2页 说明书18页 附图4页

(54) 发明名称

电池组件和方法

(57) 摘要

提供了一种电池组件,该电池组件包括导电壳体(510A,510B);一个或多个电池模块(512),该一个或多个电池模块电耦合到母线(522),一个或多个电池模块和母线被接纳在壳体中。非织造芯层(506)设置在母线和导电壳体之间,该非织造芯层包括多根纤维,该多根纤维包括60重量%至100重量%的氧化聚丙烯腈纤维。该非织造芯层在暴露于500°C 5分钟后,在环境条件下能够表现出至少0.9kV的击穿电压。



1. 一种电池组件,所述电池组件包括:  
导电壳体;  
一个或多个电池模块,所述一个或多个电池模块电耦合到母线,所述一个或多个电池模块和所述母线被接纳在所述壳体中;和  
非织造芯层,所述非织造芯层设置在所述母线和所述导电壳体之间,  
其中所述非织造芯层包括多根纤维,所述多根纤维包括60重量%至100重量%的氧化聚丙烯腈纤维。
2. 根据权利要求1所述的电池组件,其中所述非织造芯层在暴露于500℃5分钟后,在环境条件下表现出至少0.9kV的击穿电压。
3. 根据权利要求1或2所述的电池组件,其中厚度为6毫米的所述非织造芯层的一个主表面能够被加热至500℃达5分钟,同时在所述非织造芯层的相反的主表面上保持等于或低于300℃的温度达5分钟。
4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的电池组件,其中所述非织造芯层以可压缩方式适形于沿着所述母线或所述导电壳体的弯曲表面。
5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的电池组件,其中所述多根纤维沿着垂直于所述非织造芯层的主表面的方向基本上缠结。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电池组件,其中所述非织造芯层包含3重量%至30重量%的增强纤维,所述增强纤维具有外表面,所述外表面由熔融温度为100℃至300℃的聚合物构成。
7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的电池组件,其中所述氧化聚丙烯腈纤维表示所述多根不是增强纤维的纤维的85体积%以上。
8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的电池组件,其中所述多根纤维包括针钉纤维。
9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的电池组件,其中所述氧化聚丙烯腈纤维具有1微米至100微米的中值纤维直径。
10. 根据权利要求9所述的电池组件,其中所述氧化聚丙烯腈纤维具有5微米至20微米的中值纤维直径和25毫米至75毫米的中值纤维长度。
11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的电池组件,其中在环境条件下被压缩到其原始厚度的37%后,所述非织造芯层在5分钟后恢复到其原始厚度的至少70%。
12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的电池组件,其中所述多根纤维是无规取向的。
13. 根据权利要求1至12中的任一项所述的电池组件,其中所述非织造芯层沿着任何横向方向具有大于28kPa的拉伸强度。
14. 根据权利要求1至13中的任一项所述的电池组件,其中所述非织造芯层通过UL-94V0焰色测试。
15. 根据权利要求1至14中的任一项所述的电池组件,进一步包括一个或多个稀松布,所述一个或多个稀松布设置在所述非织造芯层的相反的主表面上,其中所述一个或多个稀松布的周边边缘被封边,以将所述非织造芯层基本上包封在所述一个或多个稀松布内。
16. 根据权利要求15所述的电池组件,其中每个稀松布包括阻燃聚酯纤维。
17. 根据权利要求1至16中的任一项所述的电池组件,其中所述非织造芯层的至少一些

部分以超声方式焊接,以便于所述非织造芯层沿着所述母线或所述导电壳体的弯曲部分弯曲。

18.一种将电池壳体与电池组件内的母线电绝缘的方法,所述方法包括:

将非织造芯层设置在所述电池壳体的至少一部分或所述母线上;以及

将所述电池壳体和所述母线放在一起,由此所述非织造芯层设置在所述电池壳体和所述母线之间,

其中所述非织造芯层包括多根纤维,所述多根纤维包括60重量%至100重量%的氧化聚丙烯腈纤维。

19.根据权利要求18所述的方法,其中所述非织造芯层在暴露于500°C 5分钟后,在环境条件下表现出至少0.9kV的击穿电压。

20.根据权利要求18或19所述的方法,其中所述非织造芯层以粘合方式结合到所述电池壳体或所述母线。

## 电池组件和方法

### 技术领域

[0001] 提供了电池组件及其相关方法,包括在汽车应用和航空航天应用中有益的电池组件和相关方法。

### 背景技术

[0002] 凭借减少排放和燃料成本节省的益处,电动汽车传动系统正在运输行业迅速取代传统的内燃机。随着这些技术的发展和扩大,使用可充电电池为这些传动系统提供动力已经大大扩展,其中一些电池组件包含数千个单个电池。此技术的发展已经为管理与汽车中这些高电压装置和高电流装置相关联的风险的带来了具体的技术挑战。

[0003] 电池组件通常由电池管理系统管理,该系统确保电池在指定的操作因素和环境因素的额定范围内工作,包括充电电流和放电电流、电池电压和温度。普通电池系统在相对窄的操作温度范围内操作最佳,通常在约15°C至约45°C的范围内。在此范围之外,电池的功能安全、使用寿命和循环稳定性可能会受到损害。如果温度超过临界水平,则热失控发生。热失控由于电池连锁反应而发生,当温度超过700°C时,导致电池部件分解、气体形成以及跨电池中许多电池的着火。

### 发明内容

[0004] 热失控的主要原因之一是电池组件内的内部短路。短路可由于电池内的分隔体磨损或电池损坏而发生。为了避免这种情况,电池组件在电池壳体内包含许多绝缘层,以电隔离电池内的电导体,防止其无意地彼此接触或接触通常由金属制成的电池组件的外壳体。这些材料还有助于避免低电流泄漏,该低电流泄漏可在电池中引起不期望的自放电。

[0005] 本文描述了用作柔性电和/或热绝缘体的非织造材料,其位于盖子下方、底部、电池组中的模块之间,或甚至电池组的相邻电池之间。有利的是,这些材料可包括氧化聚丙烯(OPAN)纤维,该纤维不仅具有极高的电阻,而且提供耐高温性和耐火性,同时保持非常高的电阻和介电击穿电压。作为另一种优点,这些材料可被制成弹性可压缩的和可适形的,以填充电池组件内复杂且不规则的外壳。这些特性使得这些材料不仅有助于避免电池着火,而且在电池着火发生时还能保护车辆占有者和电池组件外部的结构。

[0006] 在第一方面,提供了一种电池组件。该电池组件包括:导电壳体;一个或多个电池模块,该一个或多个电池模块电耦合到母线,一个或多个电池模块和母线被接纳在壳体中;以及非织造芯层,该非织造芯层设置在母线和导电壳体之间,其中非织造芯层包括多根纤维,该多根纤维包括60重量%至100重量%的氧化聚丙烯纤维。

[0007] 在第二方面,一种将电池壳体与电池组件内的母线电绝缘的方法,该方法包括:将非织造芯层设置在母线或电池壳体的至少一部分上;将电池壳体和母线放在一起,由此非织造芯层设置在电池壳体和母线之间,其中非织造芯层包括多根纤维,该多根纤维包括60重量%至100重量%的氧化聚丙烯纤维。

[0008] 值得注意的是,虽然有机材料在高温下(例如,在500°C或800°C)易于熔化或收缩

成不连续的零件,但是氧化聚丙烯腈纤维幅材可保持其缠结结构,并使相对的电极保持分离持续延长的时间段。

### 附图说明

[0009] 图1是根据一个示例性实施方案的用于安装到电池组件中的电绝缘子组件的正视剖面图。

[0010] 图2至图4是根据各种实施方案的电池子组件的透视图,其中图2和图4以分解图示出。

[0011] 图5是根据示例性实施方案的电池组件的分解透视图。

[0012] 图6是示出根据另一个实施方案的多层电绝缘体的层的透视图。

[0013] 图7是包括图6的多层电绝缘体的电池子组件的分解透视图。

[0014] 在说明书和附图中重复使用的参考符号旨在表示本公开的相同或类似的特征结构或元件。应当理解,本领域的技术人员可设计出落入本公开原理的范围和实质内的许多其他修改形式和实施方案。附图可不按比例绘制。

[0015] 定义

[0016] 如本文所用:

[0017] “环境条件”意指在23°C、101-3kPa压力和30%相对湿度下;

[0018] 除非另外指明,否则“平均”意指数均;

[0019] “共聚物”是指由两种或更多种不同聚合物的重复单元制成的聚合物,并且包括无规、嵌段和星形(例如树枝状)共聚物;

[0020] “非织造芯层”意指多根纤维,其特征在于纤维通过缠结或点粘结形成片材或垫子,该片材或垫子表现出交织的各个纤维或长丝的结构,但是与针织物的方式不同;

[0021] “聚合物”意指相对高分子量的材料,该材料具有至少10,000g/mol的分子量;

[0022] “大小”是指给定对象或表面的最长尺寸;

[0023] “基本上”意指显著程度,如至少30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%、99.9%、99.99%、或99.999%或100%的量;和

[0024] “厚度”意指一层或多层制品的相反侧之间的距离。

### 具体实施方式

[0025] 如本文所用,术语“优选的”和“优选地”是指在某些情况下可提供某些益处的本文所述的实施方案。然而,在相同的情况或其他情况下,其他实施方案也可以是优选的。此外,对一个或多个优选实施方案的表述并不暗示其它实施方案是不可用的,并且并非旨在将其其它实施方案排除在本发明范围之外。

[0026] 如本文和所附权利要求中所用,除非上下文另外明确指出,否则单数形式“一个/一种(a/an)”和“该/所述”包括复数对象。因此,举例来说,提及“一个/一种”或“该/所述”部件可包括本领域技术人员已知的一个或多个部件或其等价物。另外,术语“和/或”意指所列元件中的一个或全部或者所列元件中的任何两个或更多个的组合。

[0027] 值得注意的是,术语“包括”及其变型在出现在所附说明书中时不具有限制性含义。此外,“一个”、“一种”、“该”、“至少一个”及“一个或多个”在本文中可互换使用。本文可

使用相对术语诸如左、右、向前、向后、顶部、底部、侧面、上部、下部、水平、垂直等,并且如果是这样,则它们来自在具体附图中所观察的视角。然而,这些术语仅用于简化描述,而并非以任何方式限制本发明的范围。

[0028] 贯穿本说明书的对“一个实施方案”、“某些实施方案”、“一个或多个实施方案”或“实施方案”的引用,意指结合实施方案描述的具体特征、结构、材料或特性被包括在本发明的至少一个实施方案中。因此,贯穿本说明书的多处出现的短语,诸如“在一个或多个实施方案中”、“在某些实施方案中”、“在一个实施方案中”或“在实施方案中”,不是必须指本发明的相同实施方案。在适用的情况下,商品名以全部大写的字母列出。

#### [0029] 电池组件

[0030] 存在各种类型的电池单元,包括圆柱形电池、棱柱电池和软包电池。软包电池可具有500°C的最高偏移温度,而一些高密度设计具有800°C的最高偏移温度。偏移温度被定义为在不利情况下可能遇到但仅持续相对短的时间段的温度,诸如当发生热失控时。

[0031] 为了电池安全或热失控保护,有用的材料可在偏移期期间(例如,5分钟)在给定的最高温度(例如,500°C)下保持热、电和机械绝缘性能。此类材料要求可包括:

[0032] -热绝缘:当绝缘的一个主要表面从环境温度加热到最高温度(例如500°C或800°C)时,相反的主要表面的温度应在指定的时间范围内(例如,5分钟)保持等于或低于某个值(例如400°C、390°C、380°C、370°C、360°C、350°C、340°C、330°C、320°C、310°C、300°C、290°C、280°C、270°C、260°C或250°C);

[0033] -电绝缘:在最高温度下无电击穿发生(例如,击穿电压保持高于1kV);和

[0034] -机械分离:在发生热失控的情况下,在偏移期期间(5分钟),绝缘材料可保持两个金属电极或金属板之间的间隙,使得避免电击穿和/或显著降低热传递。

[0035] 在图1中示出了包含此类材料的用于掺入到电池组件中的通用子组件,并且在本文中用数字100指代。如图所示,子组件100具有多层构造,该多层构造具有向外面向的主表面102和向内面向的主表面104。子组件100的层包括暴露在向内面向的主表面104处的非织造芯层106、粘合剂层108和暴露在向外面向的主表面102处的导电板110。

[0036] 任选地,并且如图所示,非织造芯层106、粘合剂层108和板110彼此直接接触,如图1所示。另选地,一个或多个附加层,诸如底漆、接合层、稀松布或其他功能层,可设置在子组件100的相邻层之间,或设置在子组件的任一主表面102、104上,或设置在该子组件的任何组成层上。虽然子组件100在此图中示出为具有大致直线的形状,但应当理解的是,基于电池组件的形状,其可包括弯曲轮廓和/或曲线轮廓。

[0037] 非织造芯层106是电绝缘体。优选地,非织造芯层106由碳化和/或其他不熔性纤维制成,并且显示出至少0.1G欧姆米、至少1G欧姆米、至少10G欧姆米的电阻率,或在一些实施方案中,小于、等于或大于0.1G欧姆米、1G欧姆米、10G欧姆米、100G欧姆米或1000G欧姆米的电阻率。在各种实施方案中,非织造芯层106可结合增强纤维和/或粘结剂,如稍后将描述的。

[0038] 另一个有利的特征涉及非织造芯层106的介电强度,表示其在所施加的电应力下防止电流流动的能力。与电绝缘应用中发现的许多其他材料不同,此层在环境条件下可提供至少0.1kV/mm、0.2kV/mm、0.3kV/mm、0.4kV/mm、0.5kV/mm、0.6kV/mm、0.7kV/mm、0.8kV/mm、0.9kV/mm或至少1.0kV/mm的介电强度,甚至在经受至少500°C的温度5分钟之后。不考虑

厚度,在经受至少500℃的温度5分钟后,非织造芯层106优选地在环境条件下具有至少1kV、2kV、3kV、4kV、5kV、6kV、7kV、8kV、9kV或10kV的击穿电压。

[0039] 非织造芯层106的固有特性使得图1中的整个子组件100既具有高介电强度又具有高击穿电压。此外,这些特性提供了在向外面向的主表面102和向内面向的主表面104之间测量的高电阻(例如,沿着垂直于主表面102、104的方向)。特别有用的碳纤维包括氧化聚丙烯腈(OPAN)纤维。与非织造芯层、增强纤维和稀松布相关的细节将在以下相应的分段中描述。

[0040] 粘合剂层108不需要特别限制,但优选地具有阻燃特性。合适的粘合剂可包括含有聚氨酯或丙烯酸酯的热活化粘合剂。在一些实施方案中,粘合剂是刺激响应性的。例如,粘合剂层108最初可为非粘性的,从而使其能够在不受剥离衬垫保护的情况下保存,但在通过热活化时变得发粘。示例性材料在Y.L.Dar、W.Yuan-Huffman、S.Shah和A.Xiao的粘附科学与技术杂志(J.Adhesion Sci.Technol.,21,1645(2007))中有所描述。粘合剂组合物还可与阻燃剂,诸如溴盐、磷酸盐和碘盐共混。任选地,粘合剂为压敏粘合剂。

[0041] 在一些实施方案中,板110可为电池组件壳体的一部分。板110通常由刚性金属材料制成,诸如镀镍钢、不锈钢或铝。板110的目的是为电池子组件100提供机械强度,并在电池组件在碰撞或其他外部因素中损坏的情况下帮助防止刺穿或泄漏。

[0042] 图2示出了形成为更复杂构型的子组件200。此处,子组件200包括盖子210,该盖子具有如图所示的五个正交壁,这些壁共同限定了面向底部的腔(在图2中不可见)。假设与腔一致的形状是非织造芯层206和粘合剂层108的两个细长条。粘合剂层108的条将非织造芯层206和盖子210彼此粘结。

[0043] 图3示出了根据另选构型的子组件300,其中板310包括三个正交壁,并且两个不同的非织造芯层306、306'耦合到板310的壁。在此实施方案中,非织造芯层306、306'可以粘合方式结合到板310,或使用机械接头附接,诸如使用一个或多个夹具、钩、紧固件,或甚至仅仅是由相邻子组件结构提供的过盈配合。任选地,一个或多个开口可存在于非织造芯层306中,以容纳要设置在板110上的机械接头。

[0044] 图4是示出电池组件内的电池子组件400的局部视图,该电池组件包括电池模块412,该电池模块包括至少部分封闭多个单个电池414的壳体413。在一些情况下,壳体413是金属的,并且可为导电的。用于构造壳体413的材料不必受限,并且可包括铝、钢或聚合物复合材料,这取决于性能和重量要求。

[0045] 位于电池模块412上方的是非织造芯层406,该非织造芯层具有密封的周边边缘416,并通过内插的粘合剂层(图中不可见)粘结到壳体413。有利的是,周边边缘416的封边使得非织造芯层406内的内部纤维被基本上包封,防止纤维脱落或以其他方式在电池操作期间移动。当非织造芯层406暴露在非常高的温度下时,封边也可有助于防止或减轻收缩程度。如在稍后部分中所述,粘结剂可结合到非织造芯层中,以帮助制得如图4所示的封边构型。所描绘的构型可帮助减少或消除电池模块412在长期使用或存储期间的电流泄漏。

[0046] 图5示出了综合电池组件500,其中可有利地部署前述电绝缘分层结构。以分解图所示出的组件500结合了与先前示出和描述的电池子组件100、200、300、400承载许多结构相似度的部件。在图5中,电池组件500包括由配合部件电池壳体510A和电池盖子510B共同提供的壳体。在其中接纳有电池模块512,每个电池模块包含多个单个电池单元514,类似于先

前在图4中示出的电池单元。在所示的实施方案中,示出了四个电池模块512,尽管此数量仅仅是示例性的。

[0047] 停留在电池模块512下方的壳体510A的内底部表面上的是冷却板518,该冷却板通常由高导热金属,诸如钢或铝制成,以及适形的热垫520,以将热量从电池模块512传导至冷却板518。

[0048] 沿着电池模块512的顶部表面延伸的是母线522,该母线是电耦合到电池组件500内的一个或多个电池模块512的金属条。母线522传导电流并在电池组件500内提供配电。在示例性实施方案中,母线522本身不是电绝缘的。在由壳体510A和盖子510B封闭的空间中的整个电池组件500中是电绝缘层506,每个电绝缘层包括至少一个非织造芯层和任选地设置在其上的粘合剂层,如在图1的子组件100中使用的。

[0049] 再次参见图5,非织造芯层设置在母线522和壳体之间,以使这些部件彼此电绝缘。一般来讲,母线与壳体部件的电绝缘通常可通过将非织造芯层设置在母线或壳体部件上,并且然后将母线和壳体部件放在一起,使得非织造芯层设置在其之间来实现。

[0050] 图6示出了多层电绝缘制品650,该制品可以粘合方式结合到电池组件内的母线或其他电活性表面。制品650的底部主表面包括非织造芯层606,其中第一粘合剂层608延伸跨过并直接接触非织造芯层606。两者均类似于子组件100的那些层。背衬624延伸跨过并直接接触第一粘合剂层608,并且第二粘合剂层608'延伸跨过并直接接触背衬624。

[0051] 背衬624增强了制品650的结构完整性,并可通过提供牢固粘结到粘合剂608'的不易碎层来便于处理。有利的是,制品650可被运输和储存在剥离衬垫(图6中未示出)上,在使用前,通过夹持背衬624并将制品650从剥离衬垫上剥离,该制品从剥离衬垫上剥离。以此方式,背衬624可防止非织造芯层606和第一粘合剂层608在衬垫剥离时分层,如果非织造芯层606和第一粘合剂层608直接粘结到衬垫,则将发生分层。背衬624也可由各种有用的电绝缘材料制成,包括但不限于聚酯、聚酰亚胺和聚氯乙烯。

[0052] 图7示出了母线组件700,其中母线710沿着三个维度延伸。具有与母线710的形状大致匹配的形狀的电绝缘制品750延伸跨过母线710的主表面,以提供防止沿着这些重叠区域短路或电流泄漏的保护。在优选的实施方案中,电绝缘制品750具有多层结构,诸如图6的电绝缘制品650所示,并且可通过冲切工艺形成定制的形状。

[0053] 任选地,制品750以超声方式焊接到自身和/或缠绕在母线710周围,而不使用粘合剂。

[0054] 非织造芯层

[0055] 非织造芯层优选地包括多根OPAN纤维。OPAN纤维可包括例如可以商品名PYRON(密苏里州布里奇顿的卓尔泰克公司(Zoltek Corporation,Bridgeton,MO))和PANOX(德国梅亭根的西格里集团(SGL Group,Meitingen,Germany))购得的那些。在优选的实施方案中,OPAN纤维在非织造芯层内无规取向。

[0056] OPAN纤维衍生自包含丙烯腈与一种或多种共聚单体的共聚物的前体纤维。可用的共聚单体包括例如甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、乙酸乙烯酯和氯乙烯。相对于单体混合物在共聚前的总重量而言,共聚单体可以以至多15重量%、14重量%、13重量%、12重量%、11重量%、10重量%、9重量%或8重量%的量存在。

[0057] 前体纤维的氧化可通过以下方式实现:首先在高温下对前体纤维进行稳定化以防

止纤维的熔融或熔合；使稳定化的纤维碳化以消除非碳元素；以及最后在甚至更高的温度下进行石墨化处理以增强非织造纤维的机械特性。如本文所述，OPAN纤维包括部分或完全氧化的聚丙烯腈纤维。

[0058] 在一些实施方案中，OPAN纤维是稳定的。稳定化可通过在空气或一些其他氧化气氛中对前体纤维进行受控加热来进行。氧化通常在180℃至300℃范围内的温度下发生，加热速率为1℃/分钟至2℃/分钟。

[0059] 如果需要，前体纤维可经历进一步加工以减少收缩。前体纤维的收缩可通过在低温稳定化处理期间沿着纤维轴拉伸纤维来减小。此类拉伸可产生沿着纤维轴具有高度优选取向的OPAN纤维。稳定化过程在丙烯酸类前体的化学结构中产生变化，由此材料对于后续的高温处理变得热稳定。在该过程期间，纤维的颜色变为黑色。将黑色纤维在惰性气氛中在高温（通常为1000℃至1500℃）下以缓慢的加热速率碳化，以避免损害纤维的分子序态。在例如高于2000℃至3000℃的高温下对纤维进行石墨化处理，以改善纤维的纹理并增强非织造芯层的拉伸模量。如果需要，可通过在高温下拉伸来进一步改善纤维的强度和拉伸模量。通过此处理，非织造芯层可显示出至少28kPa的拉伸强度，如沿着任何横向方向和所有横向方向测量的。

[0060] 用于非织造芯层的纤维可具有使得纤维能够缠结在非织造芯层内的纤维直径和长度。然而，纤维优选地不太薄以至于幅材强度不当地受到损害。纤维的中值纤维直径可为1微米至100微米、2微米至50微米、5微米至20微米，或在一些实施方案中，小于、等于或大于1微米、2微米、3微米、5微米、7微米、10微米、15微米、20微米、25微米、30微米、40微米、50微米、60微米、70微米、80微米、90微米或100微米。

[0061] 包括长纤维可减少纤维脱落并进一步增强非织造芯层沿着横向方向的强度。非织造芯层的纤维的中值纤维长度可为10毫米至100毫米、15毫米至100毫米、25毫米至75毫米，或在一些实施方案中，小于、等于或大于10毫米、12毫米、15毫米、17毫米、20毫米、25毫米、30毫米、35毫米、40毫米、45毫米、50毫米、55毫米、60毫米、65毫米、70毫米、或75毫米。

[0062] 用于形成非织造芯层的OPAN纤维可由散纤维制备。可将散纤维放置在拆捆机/混合机的入口传送带上，在拆捆机/混合机中可通过旋转的梳子梳理出散纤维并将它们混合。然后将纤维吹入幅材成形设备中，在那里将它们形成为干法成网非织造芯层。

[0063] 作为一个替代方案，可使用SPIKE气流成网成形设备（可从丹麦的FormFiber NV公司（FormFiber NV, Denmark）商购获得）来制备含有这些散纤维的非织造纤维幅材。SPIKE设备和使用SPIKE设备形成气流成网幅材的方法的细节在美国专利7,491,354（Andersen）和6,808,664（Falk等人）中有所描述。

[0064] 可利用具有传送带的两个旋转的销钉辊将散纤维馈送到分体式预拆捆和共混室中。此后，利用鼓风机将散纤维馈送到成形室的顶部。可在室的顶部将纤维材料拆捆并抖松，然后纤维材料穿过上排销钉辊落达成形室的底部，由此穿过下排销钉辊。然后可通过重力和从多孔形成带/线材的下端施加到成形室的真空的组合将材料在多孔环形带/线材上拉下。

[0065] 另选地，可在气流成网机中形成非织造芯层。幅材成形设备可例如为可从纽约州马其顿的兰多机器公司（Rando Machine Co., Macedon, NY）商购获得的RANDO-WEBBER装置。另选地，幅材成形设备可为通过梳理和交叉错叠而不是通过气流成网来制备干法成网幅材

的设备。交叉错叠可为水平交叉错叠(例如,使用可从法国塞纳河畔埃尔伯夫的阿斯兰-蒂博公司(ASSELIN-THIBEAU of Elbeuf sur Seine,76504France)商购获得的型材系列交叉错叠机进行)或垂直交叉错叠(例如,使用来自捷克共和国利贝雷茨大学(University of Liberec,Czech Republic)的STRUTO系统或来自瑞士桑特克斯公司(Santex AG of Switzerland)的WAVE-MAKER系统进行)。

[0066] 如果还需要,OPAN纤维可以足以提供期望的电绝缘特性以及阻燃和热绝缘特性的任何量存在。OPAN纤维可以60重量%至100重量%、70重量%至100重量%、81重量%至100重量%,或在一些实施方案中,小于、等于或大于50重量%、55重量%、60重量%、65重量%、70重量%、75重量%、80重量%、85重量%、90重量%、或95重量%,或小于或等于100重量%的量存在。

[0067] 在一些实施方案中,非织造芯层包括多根纤维缠结,其中两根或更多根离散纤维被打结或加捻在一起。这些缠结内的纤维虽然并非物理附接,但也可如此缠绕以致当沿相反方向牵拉它们时,它们都不会分离。

[0068] 缠结可由针钉合过程或水力缠结过程引起。有利的是,这些过程可提供其中非织造芯层中的纤维沿着垂直于非织造芯层的主表面的方向基本上缠结的缠结,从而增强非织造芯层沿着这些方向的蓬松度并增加它们的强度。

[0069] 非织造芯层可使用可以商品名DIL0从德国迪罗公司(Dilo of Germany)商购获得的针钉合器与倒刺针(例如,可从威斯康星州马尼托沃克的福斯特制针有限公司(Foster Needle Company, Inc., of Manitowoc, WI)商购获得)进行缠结,由此上述基本上缠结的纤维为针钉合纤维。针钉合(也称为针刺)通过以下方式使倒刺针阵列反复穿过幅材,并在沿幅材的纤维牵拉的同时使它们缩回来将垂直于非织造芯层的主表面的纤维缠结在一起。

[0070] 针钉合过程参数(包括所用针的类型(或多种类型)、穿透深度和冲程速度)不受特别限制。另外,单位面积的垫上的最佳针钉合数会依据应用而有所不同。通常,用针钉合非织造芯层以提供平均至少5次针钉合/cm<sup>2</sup>。优选地,用针钉合垫以提供平均约5次针钉合/cm<sup>2</sup>至60次针钉合/cm<sup>2</sup>,更优选地,平均约10次针钉合/cm<sup>2</sup>至约20次针钉合/cm<sup>2</sup>。

[0071] 与针钉合相关联的另外的选项和优点在别处,例如在美国专利公布2006/0141918(Rienke)、2011/0111163(Bozouklian等人)和国际专利申请PCT/CN2017/110372(Cai等人)中有所描述。

[0072] 作为另一种选择,非织造芯层可使用常规水缠结单元(可从缅因州比德福德的蜂窝系统有限公司(Honeycomb Systems Inc. of Biddeford, Me.)商购获得,也参见美国专利4,880,168(Randall, Jr.))来进行水力缠结。尽管水刺装置的优选液体为水,也可以用其它合适的液体替代水或与水配合使用。

[0073] 在水缠结过程中,加压液体诸如水以帘状阵列递送到非织造芯层上,该非织造芯层在液体流下方通过。垫或幅材由充当传送带的线材筛网支撑。垫馈送到喷丝孔下方的线材筛网输送机上的缠结单元中。根据缠结垫的最终期望外观来选择线材筛网。粗筛网可制备具有对应于筛网中的孔的穿孔的垫,而非非常细小的筛网(例如,100目)可制备无明显穿孔的垫。

[0074] 在示例性实施方案中,非织造芯层的平均体密度为15kg/m<sup>3</sup>至300kg/m<sup>3</sup>、15kg/m<sup>3</sup>至200kg/m<sup>3</sup>、15kg/m<sup>3</sup>至50kg/m<sup>3</sup>,或在一些实施方案中,小于、等于或大于15kg/m<sup>3</sup>、20kg/m<sup>3</sup>、

25kg/m<sup>3</sup>、30kg/m<sup>3</sup>、35kg/m<sup>3</sup>、40kg/m<sup>3</sup>、45kg/m<sup>3</sup>、50kg/m<sup>3</sup>。

[0075] 所提供的非织造芯层能够是可高度压缩的和可高度适形的。此特性可在电池绝缘应用中赋予显著的多功能性,因为金属电池壳体和母线之间的间距通常遵循复杂的三维轮廓,并且通常是不均匀的。由于非织造芯层是高度柔性的,所以其可缠绕在曲线电池模块周围,并装配到具有不同形状和尺寸的外壳中,而不会如膜或纸绝缘体那样扣紧或起皱。芯层的弹性性质使得其以可压缩方式适形于沿着壳体和母线部件的弯曲表面。在一些情况下,非织造芯层可膨胀到电池组件内的空间中,并有助于限制相邻部件的移动。

[0076] 在优选的实施方案中,在环境条件下被压缩到其原始厚度的37%后,非织造芯层在5分钟后恢复到其原始厚度的至少70%。

#### [0077] 增强纤维

[0078] 在一些实施方案中,非织造芯层包括与称为增强纤维的多根二次纤维共混的多根OPAN纤维。增强纤维可包括粘结剂纤维,这些粘结剂纤维具有足够低的熔融温度以允许非织造芯层的后续熔融处理。粘结剂纤维通常为聚合物,并且可具有均匀的组成或包含两种或更多种组分。在一些实施方案中,粘结剂纤维是包括芯聚合物的双组分纤维,该芯聚合物沿着纤维的轴延伸并被圆柱形壳聚合物包围。壳聚合物的熔融温度可低于芯聚合物的熔融温度。

[0079] 然而,如本文所用,“熔融”是指在升高的温度下纤维或(在双组分壳/芯纤维的情况下)纤维的外表面的逐渐转变,在该升高的温度下聚合物(例如聚酯)壳组分变得足够柔软和发粘以粘结到与其接触的其他纤维,包括OPAN纤维和可具有如上所述的更高或更低的熔融温度的其他粘结剂纤维。

[0080] 某些热塑性材料诸如聚酯在熔融时可变得发粘,使得它们适用于粘结剂纤维的外表面。可用的粘结剂纤维具有包括聚合物的外表面,该聚合物的熔融温度为100℃至300℃,或在一些实施方案中,小于、等于或大于100℃、105℃、110℃、115℃、120℃、125℃、130℃、135℃、140℃、145℃、150℃、160℃、170℃、180℃、190℃、200℃、210℃、220℃、230℃、240℃、250℃、260℃、270℃、280℃、290℃或300℃。

[0081] 粘结剂纤维通过形成三维节点阵列来增加非织造芯层中的结构完整性,其中组成纤维彼此物理附接。这些节点提供宏观纤维网络,该宏观纤维网络增加撕裂强度、拉伸模量、保持最终产品的尺寸稳定性并且减少纤维脱落。有利的是,粘结剂纤维的掺入可允许减小体密度,同时保持非织造芯层的结构完整性,这继而减小重量和热导率两者。

[0082] 增强纤维可具有任何合适的直径以赋予非织造芯层足够的蓬松度、可压缩性和/或抗撕裂性。增强纤维的中值纤维直径可为10微米至1000微米、15微米至300微米、20微米至100微米,或在一些实施方案中,小于、等于或大于10微米、15微米、20微米、25微米、30微米、35微米、40微米、45微米、50微米、60微米、70微米、80微米、90微米、100微米、120微米、150微米、170微米、200微米、250微米、300微米、400微米、500微米、750微米、或1000微米。

[0083] 相对于非织造芯层的总重量,增强纤维可以1重量%至40重量%、3重量%至30重量%、3重量%至19重量%、或在一些实施方案中等于或大于0重量%、或小于、等于或大于1重量%、2重量%、3重量%、4重量%、5重量%、7重量%、10重量%、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%或50重量%的量存在。

[0084] OPAN纤维与增强纤维的优选重量比赋予非织造芯层高拉伸强度和抗撕裂性以及

可接受的阻燃性,例如通过UL-94V0焰色测试的能力。OPAN纤维与增强纤维的重量比可为至少4:1、至少5:1、至少10:1,或在一些实施方案中,小于、等于或大于4:1、5:1、6:1、7:1、8:1、9:1或10:1。

[0085] 本文所述的非织造芯层可实现令人惊讶的低导热系数。例如,所提供的非织造芯层的非织造芯层可根据ASTM D1518-85(2003年重新批准)在环境条件下显示小于0.035W/K-m、小于0.033W/m-K、小于0.032W/m-K,或在一些实施方案中,小于、等于或大于0.031W/m-K、0.032W/m-K、0.033W/m-K、0.034W/m-K、或0.035W/m-K的导热系数。基于ASTMD 5736-95(2001年重新批准),可在非织造芯层处于其松弛构型(即,未压缩)或被压缩至其原始厚度的20%时获得这些范围内的导热系数。

[0086] 作为另一种选择,非织造芯层可以包括既不是OPAN纤维也不是具有外表面的增强纤维的多根纤维,该外表面由熔融温度为100°C至300°C的聚合物构成。此类纤维可包括例如熔融温度超过300°C的聚酯纤维。然而,为了使非织造芯层的阻燃性最大化,优选的是,OPAN纤维在不具有由熔融温度为100°C至300°C的聚合物构成的外表面的多根纤维中表示85体积%以上、90体积%以上或95体积%以上。

[0087] 任选地,OPAN纤维和增强纤维各自卷曲以提供卷曲构型(例如,Z字形、正弦形或螺旋形)。另选地,OPAN纤维和增强纤维中的一些或全部具有线性构型。OPAN纤维和/或增强纤维的被卷曲的分数可小于、等于或大于5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%或100%。卷曲(其在欧洲专利0714248中有更详细描述)可显著地增加非织造芯层的堆积体积或每单位重量体积。

#### [0088] 粘结剂

[0089] 非织造芯层任选地包括粘结剂以能够对电绝缘体进行封边。粘结剂可设置在任选的稀松布和/或非织造芯层上。粘结剂的存在允许通过使粘结剂的至少一部分熔融来对任选的稀松布的周边边缘进行封边。

[0090] 粘结剂可采取多种形式。在一些实施方案中,通过包括如上所述的粘结剂纤维来提供粘结剂。可用的粘结剂纤维可包括双组分纤维(包括熔融纤维)或单组分纤维。例如,合适的双组分纤维可包括具有低熔点聚烯烃外皮的聚酯或尼龙芯。又如,双组分纤维可具有聚酯芯,该聚酯芯具有聚酯-聚烯烃共聚物外皮,诸如由德克萨斯州休斯敦Kosa公司(KoSa, Houston, TX)提供的254型CELBOND纤维。该纤维具有熔融温度为大约230°F(110°C)的外皮组分。粘结剂纤维也可为聚酯均聚物或共聚物而不是双组分纤维。

[0091] 合适的单组分纤维包括软化温度低于150°C的热塑性纤维(诸如聚烯烃或尼龙)。其他合适的单组分纤维包括软化温度低于260°C的热塑性纤维(诸如某些聚酯纤维)。为了增强蓬松度,有益的是使这些粘结剂纤维卷曲,如上文相对于增强纤维所述。

[0092] 任选地,这些粘结剂纤维也可用作非织造芯层的增强纤维。另选地,粘结剂纤维可作为与先前部分中所述的增强纤维分开的组分共混到非织造芯层中。

[0093] 在其他实施方案中,粘结剂由涂层提供。涂层可设置在任选的稀松布、非织造芯层或两者上。涂层可使用任何已知的方法施加,诸如溶液浇铸或热熔融涂覆。可用的溶液浇铸方法包括刷涂、棒涂、辊涂、擦涂、淋涂、轮转凹版涂布、喷涂或浸涂技术。

[0094] 对非织造芯层有效进行封边的涂层包括由丙烯酸类聚合物胶乳或聚氨酯基胶乳制成的那些。示例性聚合物粘结剂包括Dow POLYCO 3103(丙烯酸类/乙酸乙烯酯共聚物)、

Dow RHOPLEX HA-8和DSM NEWREZ R-966(聚氨酯基胶乳)。其它可用的粘结剂材料包括任选地呈水性乳液形式的氟化热塑性塑料,诸如以商品名THV提供并由明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN)提供的那些。

[0095] 胶乳可由水性溶液浇铸到任选的稀松布和/或非织造芯层上。相对于水性溶液的固体含量而言,胶乳粘结剂可具有任何合适的含量。基于涂层的总体固体重量计,胶乳粘结剂可以以1重量%至70重量%、3重量%至50重量%、5重量%至20重量%,或在一些实施方案中,小于、等于或大于1重量%、2重量%、3重量%、4重量%、5重量%、7重量%、10重量%、12重量%、15重量%、17重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%、60重量%、65重量%或70重量%的量存在。

[0096] 粘结剂还可在任选的稀松布与非织造芯层之间提供粘附力。这可通过将粘结剂涂布到任选的稀松布的内表面上,然后再将稀松布置于与非织造芯层接触来实现。任选地,粘结剂可从溶液喷涂到这些内表面上。

[0097] 涂层应足够厚,以在任选的稀松布和非织造芯层经受热和/或压力时形成大致均匀且无空隙的封边。除其他因素外,给定应用的最小涂层重量将取决于稀松布和非织造芯层的孔隙度和厚度。在示例性实施方案中,涂层的基重(以克/平方米,或“gsm”为单位)为2gsm至100gsm、5gsm至50gsm、10gsm至20gsm,或在一些实施方案中,小于、等于或大于2gsm、3gsm、4gsm、5gsm、7gsm、10gsm、12gsm、15gsm、17gsm、20gsm、25gsm、30gsm、35gsm、40gsm、45gsm、50gsm、55gsm、60gsm、65gsm、70gsm、75gsm、80gsm、85gsm、90gsm、95gsm或100gsm。

[0098] 可能有利的是,除了粘结剂之外,涂层还包含其它组分。例如,在粘结剂并非阻燃的情况下,涂层还可包括阻燃添加剂。

[0099] 对这些制品进行的用于测量符合UL94-V0易燃性标准的焰色测试表明,非织造芯层中的薄段最容易燃烧。此外,非织造芯层的封边导致厚度减小的区域,并且还发现当经受非常高的温度(例如,超过500°C)时会降低膨胀度。因此,发现向施加到封边区域的涂层中添加阻燃剂在增强总体耐火性方面具有特别显著的效果。在某些实施方案中,这种修改使得非织造芯层能够通过UL94-V0易燃性标准。令人惊讶的是,据发现,在一些实施方案中,即使非织造芯层和稀松布单独不能通过UL94-V0易燃性标准,多层非织造芯层整体上也能通过UL94-V0易燃性标准。

[0100] 可用的阻燃添加剂包括基于磷酸盐的添加剂,诸如多磷酸铵。多磷酸铵是多磷酸和氨的无机盐,并且可以是直链或支链聚合物。其化学式为 $[\text{NH}_4\text{P}_3\text{O}_{10}]_n(\text{OH})_2$ ,其中每个单体由磷原子与三个氧的正磷酸根基团和被铵阳离子中和的一个负电荷组成,留下两个键自由聚合。在支链情况下,一些单体会丢失铵阴离子,而是连接至其它单体。也可使用除多磷酸铵之外的有机磷酸盐。

[0101] 可增强涂层的耐火性的其他添加剂包括膨胀材料或由于暴露于热而溶胀的物质。在所提供的非织造芯层中,膨胀添加剂可包括以下中的一者或多者:(1)含磷部分,例如由多磷酸铵提供;(2)在起火的情况下增加烧焦的含羟基部分,诸如蔗糖、儿茶酚、季戊四醇和没食子酸;以及(3)可充当发泡剂的含氮部分,诸如三聚氰胺或铵。在优选的实施方案中,组分(1)-(3)全部组合使用。膨胀材料还可包括石墨填料,诸如可膨胀石墨。可膨胀石墨是合成的石墨嵌入化合物,其在加热时膨胀。

[0102] 阻燃添加剂可与粘结剂一起溶解或分散在普通溶剂中,并且两种组分溶液均浇铸

到稀松布和/或非织造芯层上。便利的是,多磷酸铵可由也包含聚合物胶乳的水性溶液浇铸。

[0103] 基于涂层的总固体重量计,阻燃添加剂可以5重量%至95重量%、10重量%至90重量%、20重量%至60重量%,或在一些实施方案中,小于、等于或大于5重量%、10重量%、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%、60重量%、65重量%、70重量%、75重量%、80重量%、85重量%、90重量%或95重量%的量存在。

[0104] 水性溶液本身可具有任何合适的浓度以便为所选择的涂布方法提供合适的粘度,并且在稀松布的纤维和/或非织造芯层上提供均匀的涂层。对于喷涂,通常使用1重量%至50重量%、2.5重量%至25重量%、5重量%至15重量%,或在一些实施方案中小于、等于或大于1重量%、1.5重量%、2重量%、2.5重量%、3重量%、3.5重量%、4重量%、4.5重量%、5重量%、6重量%、7重量%、8重量%、9重量%、10重量%、12重量%、15重量%、17重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%或50重量%的固体含量。

[0105] 稀松布

[0106] 虽然不是必需的,但是一个或多个稀松布可设置在非织造芯层上。稀松布不需要受特别限制,并且可包括织造或非织造的任何类型的开口网状结构。如果需要,稀松布可为非织造芯层提供附加的强度和刚度。

[0107] 织造稀松布可具有任何类型的编织,并且非织造稀松布是使用任何众所周知的技术来制备,包括熔喷技术、水刺技术和纺粘技术。

[0108] 非织造稀松布包括由广泛多种纤维中的任一种制成的那些,所述纤维包括:聚乙烯纤维;聚丙烯纤维;聚乙烯纤维和聚丙烯纤维的混合物;尼龙纤维(诸如上述尼龙);聚酯纤维(诸如上述聚酯);丙烯酸类和改性聚丙烯腈纤维,诸如聚丙烯腈纤维和丙烯腈与氯乙烯共聚物纤维;聚苯硫醚纤维;聚苯乙烯纤维;聚乙酸乙烯酯纤维;聚氯乙烯纤维;乙酸纤维素纤维;玻璃纤维;和粘胶纤维。除了上述合成纤维以外,还可使用天然纤维如棉或羊毛。

[0109] 在所提供的非织造芯层中,用于制备稀松布的合适的聚合物纤维包括聚酰胺、聚酯和聚烯烃,特别是聚乙烯和聚丙烯,或它们的组合。稀松布还可包含玻璃纤维。在一些实施方案中,开口网状织物包括至少一种尼龙、高密度聚乙烯或它们的组合。

[0110] 在各种实施方案中,稀松布中的每一个稀松布由阻燃纤维构成。虽然玻璃纤维具有比上述聚合物更好的本征耐火性,但即使是易燃聚合物也可通过与足量阻燃添加剂共混而具有显著的耐火性。例如,这些稀松布可由显示一定程度阻燃性的聚酯纤维制成。

[0111] 阻燃添加剂可与主体聚合物混溶或不混溶。可混溶的添加剂包括聚合物熔融添加剂,诸如含有酚端基的磷基阻燃剂。聚磷酸酯,包括聚磷酸酯均聚物和共聚物,也可与聚酯混溶形成阻燃纤维。可用的添加剂可以商品名NOFIA从马萨诸塞州切姆斯福德的FRX聚合物有限公司(FRX Polymers, Inc., Chelmsford, MA)商购获得。一般来讲,在制造具有细纤维直径的稀松布时,优选可混溶的添加剂。如果纤维直径大于10微米,则包括某些不可混溶的盐也可用于增强耐火性。

[0112] 在一些实施方案中,阻燃纤维在形成为由100%此类纤维制成的非织造幅材时能够通过UL94-V0易燃性标准,并且具有小于250gsm的基重和小于6毫米的幅材厚度。

[0113] 合适的稀松布无需为纤维的。稀松布可例如包括被打孔以形成网状结构的连续

膜。可用的稀松布可由诸如美国专利6,617,002 (Wood)、6,977,109 (Wood) 和7,731,878 (Wood) 中所述的打孔膜制成。

[0114] 稀松布通常比非织造芯层薄得多。为了使非织造芯层的重量最小化,可将稀松布仅制成必要的厚度,以用于将松散纤维包封在非织造芯层中,同时满足对强度和韧性的任何技术要求。在优选的实施方案中,一个或两个稀松布的基重为10gsm至100gsm、20gsm至80gsm、30gsm至70gsm,或在一些实施方案中,小于、等于或大于10gsm、12gsm、15gsm、17gsm、20gsm、25gsm、30gsm、35gsm、40gsm、45gsm、50gsm、55gsm、60gsm、65gsm、70gsm、75gsm、80gsm、85gsm、90gsm、95gsm或100gsm。

[0115] 另外的变体是可能的。例如,非织造芯层和/或稀松布中的纤维可涂布有并非粘结剂的其他组合物。纤维上的涂层可选自例如有机硅、丙烯酸酯和含氟聚合物,由此非织造芯层的比辐射率小于0.5。此处,“比辐射率”被定义为在相同温度和波长以及在相同观察条件下从材料表面辐射的能量与从黑体(完全放射体)辐射的能量的比。降低比辐射率有助于降低材料因热辐射而损失热量的程度。

[0116] 涂布非织造芯层的组成纤维可赋予显著的功能和/或美观有益效果。例如,涂覆纤维具有增强纤维的效果,从而增加幅材的总体强度。某些涂层材料,诸如含氟聚合物和有机硅,可由于气载物质粘附到纤维表面而增强抗污斑性或抗结垢性。在一些应用中,可能期望将纤维包覆在不透明涂层中,也可用于改变非织造芯层的颜色,对于OPAN纤维或其他碳纤维,非织造芯层的颜色通常为黑色或灰色。

[0117] 基于针对给定应用所分配的空间,非织造芯层可具有任何合适的厚度。织造芯层的厚度可为1毫米至50毫米、2毫米至25毫米、3毫米至20毫米,或者在一些实施方案中,小于、等于或大于1毫米、2毫米、3毫米、4毫米、5毫米、6毫米、7毫米、8毫米、9毫米、10毫米、12毫米、15毫米、17毫米、20毫米、22毫米、25毫米、27毫米、30毫米、35毫米、40毫米、45毫米或50毫米。

[0118] 所提供的非织造芯层可以多种方式制备,包括分批法和连续法。

[0119] 在示例性制造工艺中,非织造芯层的散纤维,诸如OPAN纤维,最初被馈送到梳理工艺中。这些纤维可与任选的增强纤维和/或粘结剂纤维,诸如高温聚酯纤维共混。在示例性过程中,将OPAN纤维与高温聚对苯二甲酸乙二醇酯短纤维共混并梳理形成厚度为约8mm的非织造芯层。

[0120] 然后用粘结剂溶液喷涂幅材的顶部主表面和底部主表面。在溶液中分散有聚合物粘结剂和任选的可溶阻燃添加剂以改善涂层的耐火性。基于环境、健康和安全因素,可能有利的是使用水性粘结剂溶液,并且避免了对挥发性有机溶剂的需要。在另选的实施方案中,喷涂仅施加到幅材的顶部主表面或仅施加到幅材的底部主表面。

[0121] 喷涂步骤可导致粘结剂溶液深深地渗入非织造芯层中,这取决于喷涂技术、喷滴的大小和层的厚度。在一些实施方案中,相对于非织造芯层的厚度,渗透深度为100%,或大于、等于或小于95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%或50%。

[0122] 封边可使用任何数量的可用方法来实现。一种方法涉及通过将开边非织造芯层置于与具有一个或多个受热表面的工具接触来同时直接施加热量和压力。在一些实施方案中,表面为金属工具表面。

[0123] 代替使用受热工具,可以对开边非织造芯层的一个或两个主表面进行加热,紧接

着将其在未受热工具表面之间按压,以对非织造芯层进行封边。热量可通过受热空气(例如,通过对流加热)或通过暴露于光(例如,辐射加热)来赋予。在一些实施方案中,使用超声焊接将稀松布表面接合在一起。有利的是,可沿着非织造芯层的窄线性部分进行热焊接或超声焊接,以便于其沿着下面的母线或壳体部件的对应弯曲部分弯曲。超声焊接也可用于将非织造芯层粘结到塑料或复合电池部件上,或便于将非织造芯层缠绕在母线或其他导电电池部件周围。

[0124] 在封边之后,通常期望可从工具表面干净地移除密封的非织造芯层。粘结剂的正确选择可有利于干净移除。为了避免粘性问题的,优选的是粘结剂的软化温度(例如, $T_g$ )远低于稀松布的软化点。如果稀松布由半结晶聚合物(诸如聚酯)制成,则该软化温度可对应于其熔融温度。使用远低于稀松布熔融温度的封边温度也有助于避免在稀松布中引起脆性,脆性可能是由于纤维聚合物中的熔融和重结晶引起的。

[0125] 与封边这些分层构造相关联的更多选择和优点可在PCT专利公布WO 2020/019114 (Wu等人)中找到。

[0126] 实施例

[0127] 通过以下非限制性实施例,进一步示出了本公开的目的和优点,但在这些实施例中引用的具体材料及其量以及其他条件和细节不应视为对本公开的不当限制。除非另有说明,否则实施例及本说明书其余部分中的所有份数、百分比、比等均以重量计。

[0128] 表1:材料

名称	说明	来源
467MP	200MP 丙烯酸类转移胶带, 可以名称转移胶带 467MP 购得	美国明尼苏达州圣保罗的 3M 公司 (3M Company, St. Paul, MN, United States)
7956MP	聚酯膜载体, 每侧都有丙烯酸类粘合剂, 可以名称膜开关垫片 7956MP 购得	3M 公司
7957MP	聚酯膜载体, 每侧都有丙烯酸类粘合剂, 可以名称膜开关垫片 7957MP 购得	3M 公司
7959MP	聚酯膜载体, 每侧都有丙烯酸类粘合剂, 可以名称膜开关垫片 7959MP 购得	3M 公司
7961MP	聚酯膜载体, 每侧都有丙烯酸类粘合剂, 可以名称膜开关垫片 7961MP 购得	3M 公司
[0129] 93010LSE	高强度双涂覆的丙烯酸类带, 可以名称高强度双涂覆的带 93010LE 购得	3M 公司
BC765	阻燃聚对苯二甲酸乙二醇酯和人造丝稀松布材料, 70gsm, 可以名称“Nexus BC765”购得	美国北卡罗来纳州格林斯博罗的精密织物集团有限公司
F9469PC	透明双面 100MP 丙烯酸类转移胶带, 可以商品名“VHB 转移胶带 F9469C”购得	3M 公司
GPT-020	具有聚脂载体的双面胶带, 可以名称 GPT-020F 购得	3M 公司
HT363	高温铝箔/玻璃布带, 可以名称 363 购得	3M 公司
OPAN	氧化聚丙烯腈短纤维, 1.7 分特, 可以商品名“OX”购得	美国密苏里州布里奇顿的卓尔泰克公司 (ZOLTEK Corporation, Bridgeton, MO, United States)
名称	说明	来源
		(东丽集团 (Toray Group) 的全资子公司)
[0130] T270	阻燃聚对苯二甲酸乙二醇酯短纤维, 6.5 分特, 可以商品名“TREVIRA 270”购得	德国哈特斯海姆的特雷维拉公司 (Trevira GmbH, Hattersheim, Germany)

[0131] 测试方法:

[0132] 厚度测量:

[0133] 根据针对高蓬松非织造织物的厚度的测试方法,遵循ASTM D5736-95的方法。板压校准为0.002psi(13.790帕斯卡)。

[0134] 击穿电压测试:

[0135] 遵循IEC 60243-1的方法。将11cm×11cm的样品手动地施加到15cm×20cm的铝板。样品或单独测试,或使用两千克的压力辊用粘合剂粘结到铝板。样品在环境温度下经受1000伏,并且然后在THERMOLYNE 1200C马弗炉(获自美国马萨诸塞州沃尔瑟姆的赛默飞世尔科技(Thermo Fisher Scientific of Waltham,MA,United States))中暴露于500℃之后五分钟。将样品冷却至环境条件,并且测量并记录每个样品的击穿电压(以kV为单位)。测试三个样品,并记录平均值。

[0136] 热侧冷侧测试

[0137] 在MTS Insight 5kN拉伸测试机(获自美国明尼苏达州伊甸园市的MTS Insight公司(MTS Insight of Eden Prairie,MN,United States))中,将底部压板加热至500℃,将附接到电涂布的15cm×20cm钢板或陶瓷板上的11cm×11cm样品置于其顶部上。降低嵌入有热电偶的上部压板,使得两个压板之间的距离(即,间隙)保持在恒定或设定距离(例如,1.0mm、3.0mm和6.0mm)。相对于时间(连续地)记录冷侧的温度增加,直到其达到600秒(10分钟)。

[0138] 水/水分吸收测试:

[0139] 遵循ISO 62塑料水吸收的方法。在特定的温度条件和相对湿度条件下,在预定的持续时间内测量水吸收(例如,在23℃、38%、50%和95%的RH下持续24小时)。

[0140] 除非另有说明,否则通过共同拥有的PCT专利公布WO 2015/080913(Zillig等人)中所述的工艺和技术来产生在以下实施例中使用的非织造幅材。

[0141] 实施例1(EX1)

[0142] 制备80重量%的OPAN和20重量%的T270共混幅材。将幅材自身折叠(将基重改变为150gsm),并且然后通过DIL0针织机(型号DI-Loom0D-16)进行传送,该针织机具有23行、每行75针的针板阵列,其中行略微偏移以使图案随机化。针为Foster 203-22-1.5B针。阵列沿纵向的深度为大约17.8cm(7英寸),标称宽度为61cm(24英寸),针间距为大约7.6mm(0.30英寸)。针板以91次行程/分钟的速度操作,以缠结网并将其压实至大约5.1mm(0.20英寸)的厚度。共混幅材的基重为150gsm±10%。然后在249℃(480°F)的烘箱中加热共混幅材,从而增强缠结和强度。将BC765稀松布置于共混幅材的顶部和底部上。具有两种稀松布的共混幅材的基重为290gsm±10%。对样品进行介电强度、热侧/冷侧和水/水分吸收测试。结果示于表2、表3、表4和表5中。

[0143] 表2:击穿电压测试结果

[0144]	暴露于500℃	否	是	否	否
	温度(℃)	23	23	50	38
	湿度(%)	50	50	0	95
	持续时间(小时)	24	24	24	24
	击穿电压(KV)	5.75	2.5	7.35	2.7

[0145] 表3:热侧/冷侧测试结果(电涂布的钢板)

时间 (秒)	温度 (°C)		
	1mm 间隙	3mm 间隙	6mm 间隙
0	25.2	23.1	22.5
60	42.5	27.2	24.4
120	61.8	34.7	28.6
180	78.6	42.9	33.6
240	93.9	51.0	38.6
300	107.0	58.6	43.8
360	118.4	65.6	48.8
420	128.2	72.0	53.6
480	136.5	77.7	57.9
540	143.6	82.9	61.7
600	149.8	87.4	65.3

[0148] 表4:热侧/冷侧测试结果(陶瓷板)

时间 (秒)	温度 (°C)		
	1mm 间隙	3mm 间隙	6mm 间隙
0	29.3	26.5	27.2
60	137.4	84.5	61.6
120	209.9	126.9	86.8
180	257.1	158.1	106.4
240	285.7	182.0	122.9
300	306.0	201.1	136.6
360	319.4	216.4	147.8
420	328.5	229.3	157.6
480	335.4	240.0	166.3
540	341.0	248.9	173.7
600	345.5	256.5	180.4

[0150] 表5:水/水分吸收测试结果

温度 (°C)	50	23	38	38
相对湿度 (%)	0	50	95	95
持续时间 (小时)	96	24	24	168
重量增加 (%)	0.0	3.0	19.0	19.0

## [0152] 实施例2 (EX2)

[0153] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层93010LSE手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘接到2毫米厚的铝板。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表6中。

## [0154] 实施例3 (EX3)

[0155] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层GPT-020F手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘接到2毫米厚的铝板。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表6中。

## [0156] 实施例4 (EX4)

[0157] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层467MP手动地施加到共混幅材的顶部表面。将100微米的PET膜(获自3M公司)手动置于467MP的顶部上。然后将另一个467MP层手动地施加到PET膜的顶部。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘结到2毫米厚的铝板。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表6中。

[0158] 表6:击穿电压测试结果

实施例	EX2		EX3		EX4	
	否	是	否	是	否	是
500°C之后	否	是	否	是	否	是
温度 (°C)	23	23	23	23	23	23
湿度 (%)	50	50	50	50	50	50
击穿电压 (KV)	8.8	1.9	12.2	1.3	12.2	2.3

[0160] 实施例5至实施例8 (EX5至EX8)

[0161] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层7956MP (EX5)、7957MP (EX6)、7959MP (EX7) 或7961MP (EX8) 手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘结到2毫米厚的铝板。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表7中。

[0162] 表7:击穿电压测试结果

实施例	EX5		EX6		EX7		EX8	
	否	是	否	是	否	是	否	是
暴露于 500°C	否	是	否	是	否	是	否	是
温度 (°C)	23	23	23	23	23	23	23	23
湿度 (%)	50	50	50	50	50	50	50	50
击穿电压 (KV)	11.8	1.1	15.2	1.7	21.7	2.0	22.0	2.3

[0164] 实施例9 (EX9)

[0165] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层7961MP手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘结到2毫米厚的铝板。在样品的另一例上,施加一层HT363。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表8中。

[0166] 实施例10 (EX10)

[0167] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层93010LSE手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定样品,并且然后粘结到2毫米厚的铝板。在样品的另一例上,施加一层HT363。对样品进行击穿电压测试,并且结果示于表8中。

[0168] 表8:击穿电压测试结果

实施例	EX9		EX10	
[0169] 暴露于 500°C	否	是	否	是
温度 (°C)	23	23	23	23
湿度 (%)	50	50	50	50
击穿电压 (KV)	N/A	3.1	N/A	3.1

[0170] 实施例11 (EX10)

[0171] 如实施例1中所述制备共混幅材,并以超声方式密封样品的边缘。将一层93010LSE手动地施加到共混幅材的顶部表面。通过使用两千克的压力辊进一步固定11cm×11cm的样品,并且然后粘结到获自西班牙马德里的DEFTA集团 (DEFTA Group of Madrid, Spain)的2毫米厚的15cm×20cm的电涂布的钢板。将样品暴露于由GHG 650LCE热风枪 (获自德国盖林根的博世公司 (Bosch of Gerlingen, Germany)) 在距离枪喷嘴10cm处以最大功率 (2300瓦) 和温度 (650°C) 发射的热空气中。用若干K热电偶测量并记录温度 (°C), 将该热电偶置于: 1) 样品的表面上, 2) 样品和电涂布的钢板之间, 以及3) 电涂布的钢板的另一例上。测试结果示于表9中。

[0172] 表9: 热风枪测试结果

时间 (s)	热电偶位置 (温度单位为°C)		
	1	2	3
0	503.0	164.0	131.0
[0173] 30	505.8	169.7	141.9
60	502.9	175.5	146.3
90	506.6	180.6	151.0
120	504.4	183.9	157.5
150	510.2	186.4	155.5
--			
180	508.4	180.1	157.4
210	510.1	190.0	158.8
240	506.8	191.1	159.2
270	513.6	192.0	160.1
300	507.5	192.7	160.7
330	512.6	193.0	161.0
360	511.0	193.2	160.7
[0174] 390	512.1	193.5	161.2
420	509.8	193.3	161.2
450	514.0	193.5	161.0
480	508.8	193.6	161.0
510	509.1	193.4	160.8
540	511.5	193.6	160.7
570	512.6	193.3	160.7
600	510.8	193.3	160.5

[0175] 以上获得专利证书的申请中所有引用的参考文献、专利和专利申请以一致的方式全文以引用方式并入本文中。在并入的参考文献部分与本申请之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述说明中的信息为准。为了使本领域的普通技术人员能够实践受权利要求书保护的本公开而给出的前述说明不应理解为是对本公开范围的限制,本公开的范围由权利要求书及其所有等同形式限定。

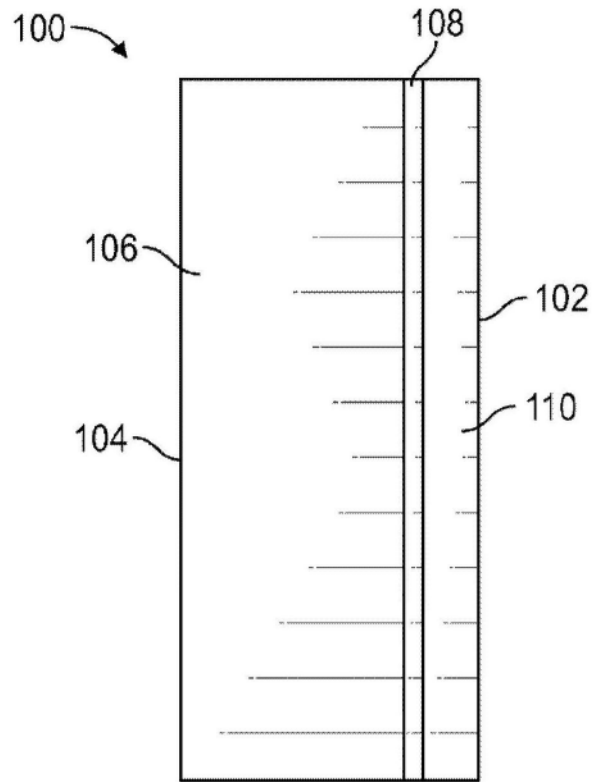


图1

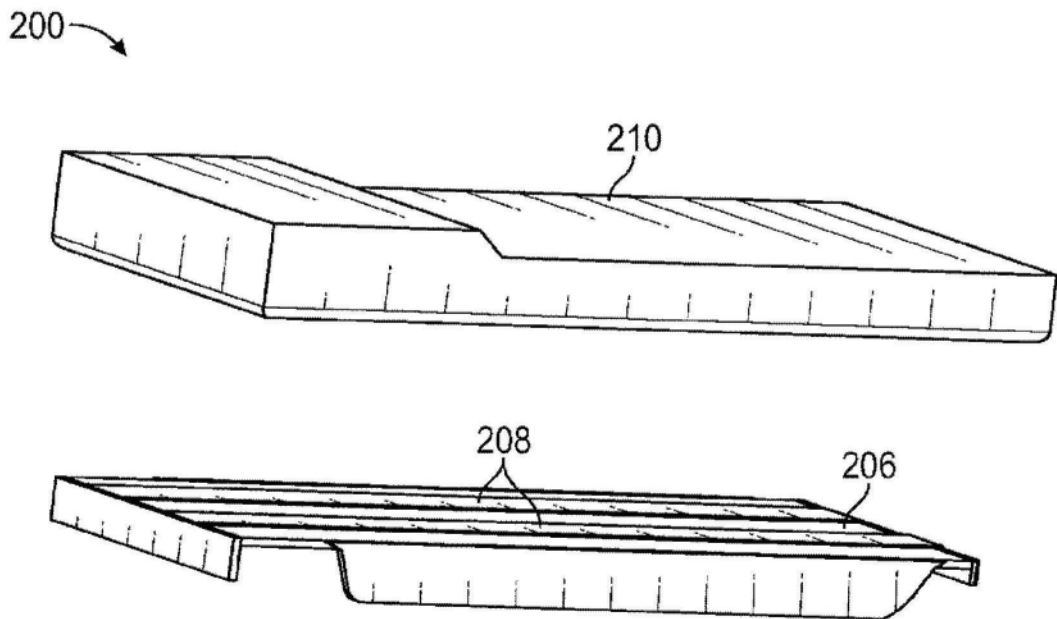


图2

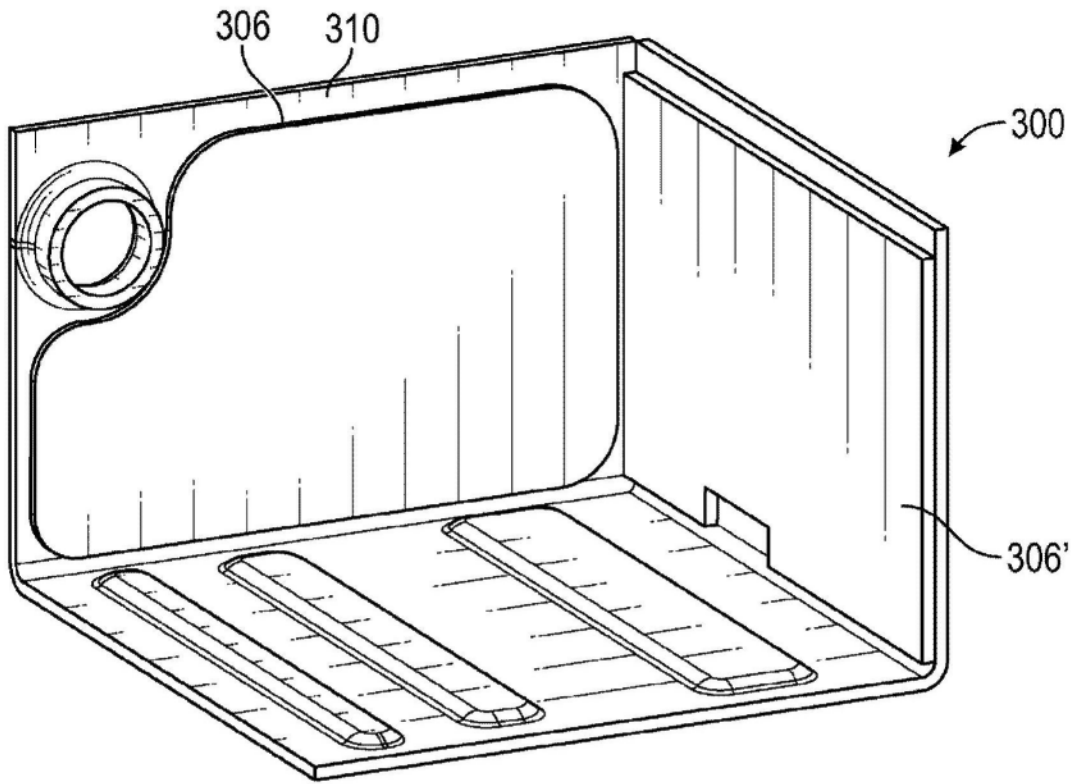


图3

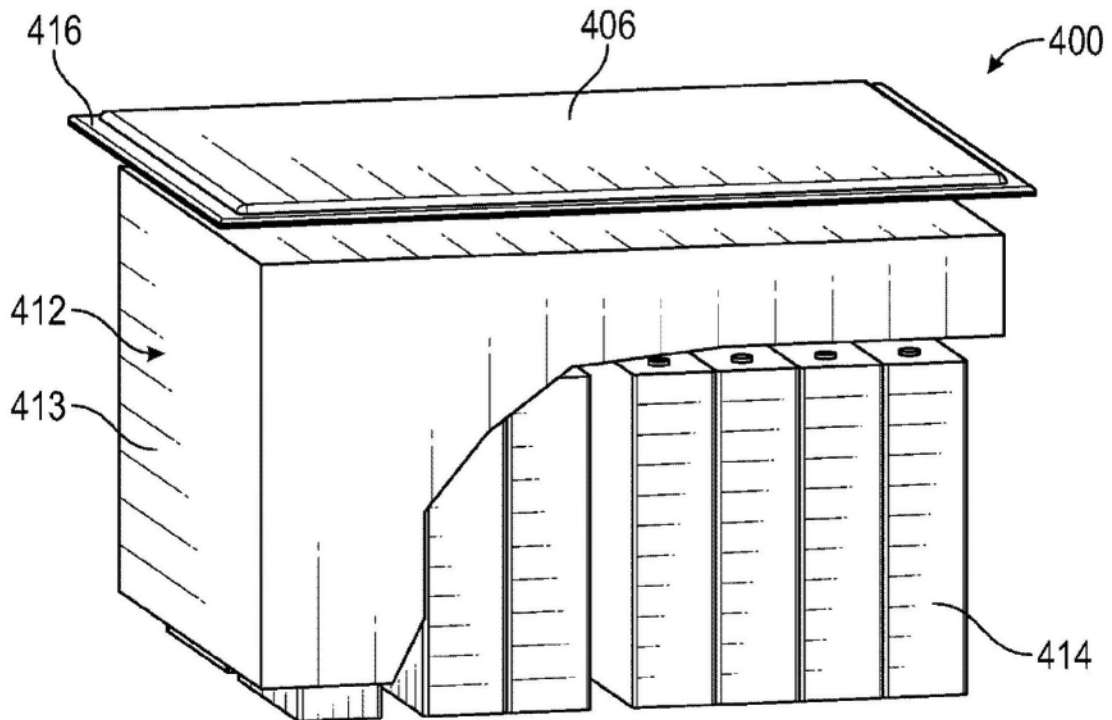


图4

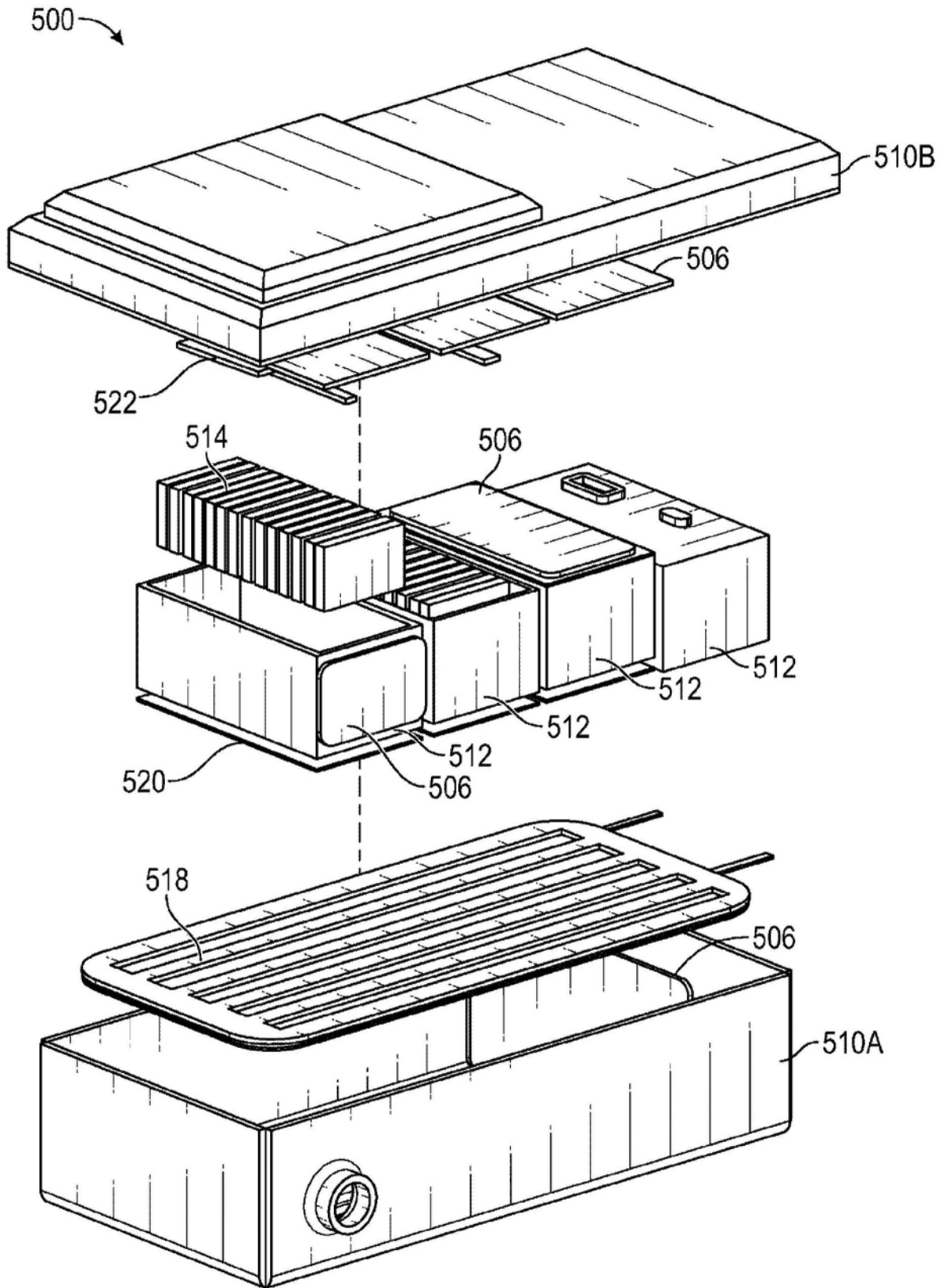


图5

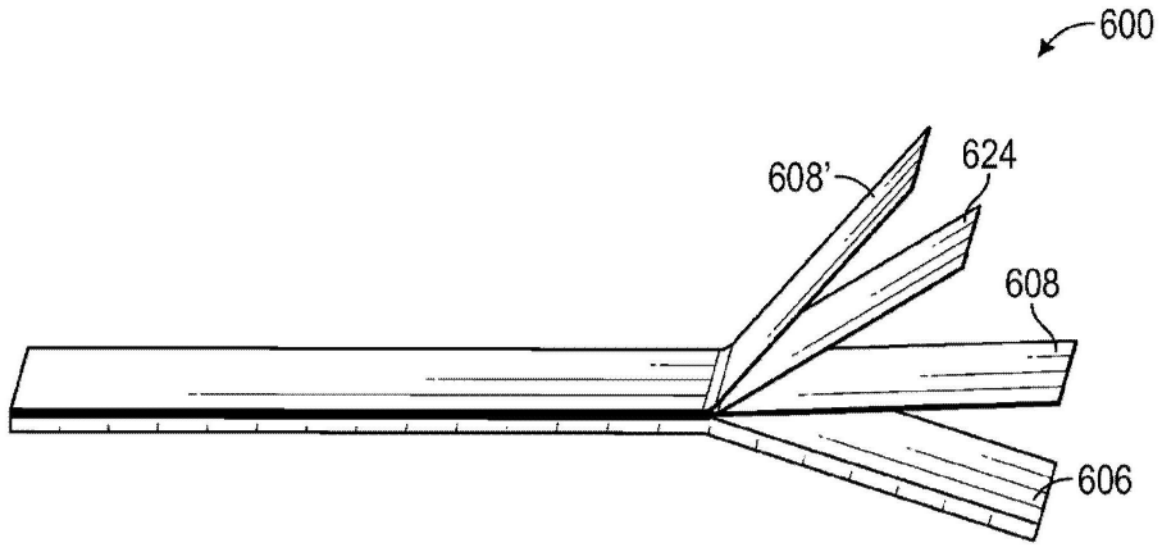


图6

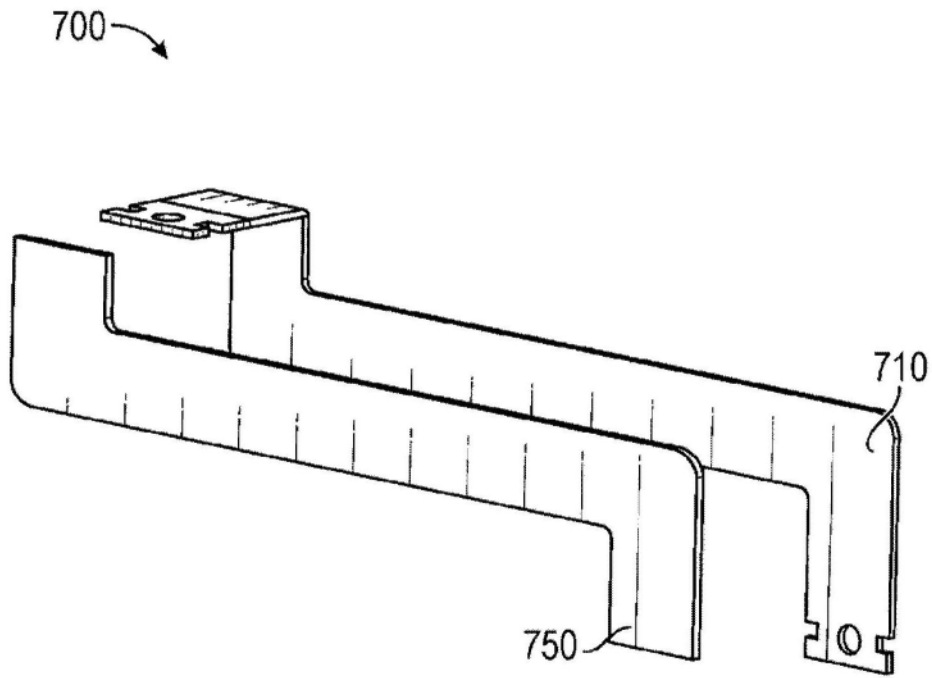


图7