



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107946511 B

(45)授权公告日 2019.09.03

(21)申请号 201711136476.8

B32B 9/00(2006.01)

(22)申请日 2017.11.16

B32B 9/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B32B 17/02(2006.01)

申请公布号 CN 107946511 A

B32B 17/12(2006.01)

(43)申请公布日 2018.04.20

B32B 27/04(2006.01)

B32B 37/10(2006.01)

(73)专利权人 北京航空航天大学

审查员 邵囡

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 许骏 殷莎 吴垚博 李佳妮

王惠添

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责

任公司 11251

代理人 安丽

(51)Int.Cl.

H01M 2/10(2006.01)

H01M 2/04(2006.01)

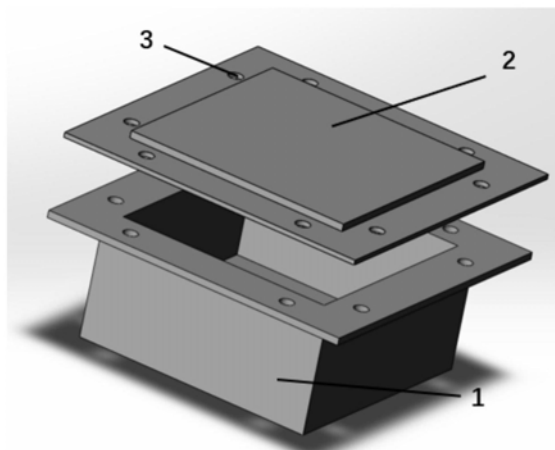
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种变截面复合材料电池壳及制备工艺

(57)摘要

本发明涉及一种变截面复合材料电池壳及制备工艺,电池壳包括由复合材料制成的电池壳体外板和电池壳盖,电池壳体外板由变截面的面板构成,所述电池壳体外板指的是组成电池壳外表面的板材;所述变截面的面板指的是电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同;电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同通过在电池壳外板高度不同的区域铺设不同层数的复合材料实现。本发明结合仿生思想的由变截面面板所构成的电池壳,在不使用高成本以及增加附属加强结构的情况下,通过对电池壳面板的变截面设计和铺层设计来提高电池壳的力学性能。



1. 一种变截面复合材料电池壳,包括由复合材料制成的电池壳体外板和电池壳盖,其特征在于:所述电池壳体外板由变截面的面板构成,所述电池壳体外板指的是组成电池壳外表面的板材;所述变截面的面板指的是电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同;电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同通过在电池壳外板高度不同的区域铺设不同层数的复合材料实现;

所述变截面面板的截面变形通过在面板高度方向上位置不同的区域不同区域铺设不同层数的复合材料实现时,采用具有角度梯度的铺层方式,即螺旋铺层;

所述螺旋铺层具体实现为:

(1) 设计铺层角度:一个n层复合材料,以 $t_1, t_2, t_3 \cdots t_k \cdots t_n$ 代表第一层,第二层,第三层...第k层...第n层,设第一层的铺层角度为0度,则第k层的铺层角度为 $\frac{\theta \times k(k-1)}{n(n-1)}$,其中:

$180 < \theta < 360$;

(2) 根据上述设计的角度,裁剪合适纤维角度的单层复合材料。

2. 根据权利要求1所述的变截面复合材料电池壳,其特征在于:所述变截面面板的截面形状为鱼腹型或梯形。

3. 一种变截面复合材料电池壳制备工艺,其特征在于,步骤如下:

(1) 设计变截面面板的截面形状;

(2) 根据不同高度上的截面宽度和单层复合材料的厚度,确定面板高度方向上位置不同的区域所需要的铺层层数;

(3) 采用具有角度梯度的铺层方式,即螺旋铺层,具体实现为:

(31) 设计铺层角度:一个n层复合材料,以 $t_1, t_2, t_3 \cdots t_k \cdots t_n$ 代表第一层,第二层,第三层...第k层...第n层,设第一层的铺层角度为0度,则第k层的铺层角度为 $\frac{\theta \times k(k-1)}{n(n-1)}$,其中:

$180 < \theta < 360$;

(32) 根据上述设计的角度,裁剪合适纤维角度的单层复合材料;

(33) 按照铺层角度设计铺设复合材料;

(4) 按照设计在不同区域铺设复合材料,通过模压工艺制备所述电池壳产品。

一种变截面复合材料电池壳及制备工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变截面复合材料电池壳及制备工艺,由变截面面板所构成,具备仿生铺层设计的复合材料电池壳及其制备工艺,具体涉及到复合材料电池壳的面板截面形状、新颖铺层形式以及制备流程。

背景技术

[0002] 汽车的轻量化设计对于汽车产业及交通运输行业实现节能减排,绿色发展意义重大,是该产业持续发展的必经之路。电池组总成在电动汽车整备质量中占比可达30%,因而电池壳轻量化设计对整车轻量化十分重要。复合材料由于其轻量化、高比刚、高比强,冲击吸能特性良好等优势,在汽车零部件设计的应用逐渐广泛。

[0003] 在目前的电池壳设计中,主要是通过应用性能更优异的材料以及使用夹层加筋等结构设计来提高电池壳的力学性能。性能优异的材料不易获得,且成本过高。使用加筋或夹层结构使电池壳的结构更加复杂,降低了其可靠性,而且使用加筋或夹层结构也会牺牲电池壳本身的容量。

[0004] CN 102825881 B专利中通过在电池壳体中填充颗粒来增强电池壳的散热性能和机械性能。CN 1180935A专利中通过选用适合的树脂,多种生产工艺和不同材料铺层的方式来提高电池壳的机械性能。CN 103613853 B专利中通过合适的化学配比,生产出适合电池壳的聚合物复合材料。

[0005] 在上述现有专利中,还没有提出利用截面设计和铺层角度优化来提高电池壳性能的。

发明内容

[0006] 本发明技术解决问题:克服现有技术的不足,提供一种复合材料电池壳及制备工艺,结合仿生思想的由变截面面板所构成的电池壳,在不使用高成本以及增加附属加强结构的情况下,通过对电池壳面板的变截面设计和铺层设计来提高电池壳的力学性能。

[0007] 为了实现上述目的,本发明通过以下技术方案实现:

[0008] 一种变截面复合材料电池壳,包括由复合材料制成的电池壳体外板和电池壳盖,所述电池壳体外板由变截面的面板构成,所述电池壳体外板指的是组成电池壳外表面的板材;所述变截面的面板指的是电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同,即变截面面板的横截面不是传统的矩形,而是在高度方向上截面的宽度有所改变;电池壳外板在高度方向上不同位置的面板厚度不同通过在电池壳外板高度不同的区域铺设不同层数的复合材料实现。

[0009] 所述变截面面板的截面形状为任意变宽度几何形状,优选鱼腹型或梯形。

[0010] 所述变截面面板的截面变形通过在面板高度方向上位置不同的区域不同区域铺设不同层数的复合材料实现时,采用具有角度梯度的铺层方式,即螺旋铺层。

[0011] 所述螺旋铺层具体实现为:

[0012] (1) 设计铺层角度: 一个n层复合材料, 以 $t_1, t_2, t_3 \cdots t_k \cdots t_n$ 代表第一层, 第二层, 第三层...第k层...第n层, 设第一层的铺层角度为0度, 则第k层的铺层角度为 $\frac{\theta \times k(k-1)}{n(n-1)}$,

其中: $180 < \theta < 360$ 。

[0013] (2) 根据上述设计的角度, 裁剪合适纤维角度的单层复合材料。

[0014] 本发明一种变截面复合材料电池壳制备工艺, 其特征在于所述步骤如下:

[0015] (1) 设计变截面面板的截面形状;

[0016] (2) 根据不同高度上的截面宽度和单层复合材料的厚度, 确定面板高度方向上位置不同的区域所需要的铺层层数;

[0017] (3) 采用具有角度梯度的铺层方式, 即螺旋铺层, 具体实现为:

[0018] (31) 设计铺层角度: 一个n层复合材料, 以 $t_1, t_2, t_3 \cdots t_k \cdots t_n$ 代表第一层, 第二层, 第三层...第k层...第n层, 设第一层的铺层角度为0度, 则第k层的铺层角度为 $\frac{\theta \times k(k-1)}{n(n-1)}$,

其中: $180 < \theta < 360$ 。

[0019] (32) 根据上述设计的角度, 裁剪合适纤维角度的单层复合材料;

[0020] (33) 按照铺层角度设计铺设复合材料;

[0021] (4) 按照设计在不同区域铺设复合材料, 通过模压工艺制备所述电池壳产品。

[0022] 本发明所使用的原材料可以为各类纤维增强复合材料。所选纤维可以为碳纤维、玻璃纤维、陶瓷纤维等多种纤维, 所选基体可以为PP, PE, 环氧树脂等各类热固性或者热塑性基体。

[0023] 本发明所述的电池壳外板指的是组成电池壳外表面的板材。

[0024] 根据电池壳面板的截面设计, 电池壳的不同区域的面板厚度不同, 构成此电池壳的复合材料为复合材料层合板, 即铺设多层复合材料固化形成复合材料板。因此, 铺设不同层数的单层复合材料可以得到不同厚度的复合材料层合板。单层复合材料是具有主方向的, 固化得到的复合材料层合板也是有主方向的。因此在铺设多层复合材料时根据单层复合材料的主方向和层合板主方向的夹角, 提出铺层角度的概念, 传统中铺层角度大多为固定角度铺层。本发明中根据仿生设计, 提出一种具有角度梯度的铺层方式, 即螺旋铺层。传统的铺层方式为单向铺层, 正交铺层或 45° 、 60° 铺层。本发明基于仿生设计思想, 从甲壳类动物捕食前肢的耐撞性微结构得到启发, 提出了一种螺旋铺层的方法并应用于电池壳的设计之中。

[0025] 本发明所提出的变截面电池壳需的制备需要通过下料, 裁剪, 铺层, 模压(注射树脂)四个步骤实现。本发明提出的电池壳可以根据不同需求为各种不同的几何形状。为了说明本方法, 本发明提出一个实例: 电池壳外形为一个方形电池壳, 带有一个盖子。盖子和电池壳通过螺栓连接。

[0026] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0027] (1) 通过电池壳的变截面设计可以达到电池壳承载优化效果, 有助于使用更少的材料达到相同的增强效果。

[0028] (2) 通过仿生铺层角度设计, 可以使得由同样数量的材料构成的电池壳具备更优的力学性能。

[0029] (3) 本发明的一个生产变截面复合材料电池壳的加工工艺过程,有助于本发明电池壳生产的自动化。

附图说明

[0030] 图1为本发明电池壳结构图;1为电池壳体,2为电池壳盖,3为螺纹通孔;

[0031] 图2为电池壳壳体,4为五块面板为变截面设计的对象;

[0032] 图3为本发明中优选的鱼腹变截面电池壳体外板示意图,a为主视产等轴测图,b侧视图;5表示截面高度,同时也表示电池壳板的高度;6表示截面宽度;

[0033] 图4为本发明中优选的梯形变截面电池壳体外板示意图,a为等轴测图,b侧视图;

[0034] 图5电池壳的层数分布示意图,a为其中电池壳面板俯视图,由线条分为不同区域,不同区域中的材料铺层层数不同,图中数字代表各自区域内的铺层层数;b为复合材料面板在x方向一半长度的侧视图,即图a的侧视图;

[0035] 图6为本发明的一种螺旋铺层形式;

[0036] 图7为生产工艺中的裁剪工艺示意,9代表裁剪模块,7代表裁剪前原材料,8代表裁剪后原料;

[0037] 图8代表裁剪后原料的单向带示意,10为较长的单向带,11为长度较短的单向带。

[0038] 图9代表铺层层数设计图,a为其中电池壳面板俯视图,由线条分为不同区域,不同区域中的材料铺层层数不同,b1,b2,b3分别代表三种铺层方式的变截面面板侧视图;

[0039] 图10中a,b代表螺旋铺层的两个实例;

[0040] 图11为模压模块示意图。12代表上模,13代表下模,14代表树脂入口,15代表待模压的材料。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图说明变截面电池壳的具体结构和制备方式。

[0042] 如图1所示,本发明的变截面电池壳包括电池壳体1,电池壳盖2。电池壳体1和电池壳盖2的翻边上打螺纹通孔3,用于安装结合电池壳体和电池壳盖的螺栓。电池壳1和电池壳盖2的材料采用纤维增强复合材料,变截面指对电池壳体的五个面板进行截面设计。

[0043] 如图2所示,电池壳体的五块面板为变截面设计的对象4,五面板为前面板、后面板、左面板、右面板和底面板。

[0044] 如图3、4所示,给出了两种变截面面板的实例,图3是鱼腹,图4是梯形。在截面高度5上,截面的宽度6(对应面板的厚度)方向上的长度是变化的。

[0045] 如图5所示,变截面铺层层数设计图示,a中,一整块面板被黑色实线划分为不同区域,图中的数字代表不同区域内复合材料的层数,b显示出不同区域的厚度是不一样的。

[0046] 图6为本发明中螺旋铺层示意的一个实例。复合材料层合板由17层单层材料铺设而成。图中箭头所指的为层合板的主方向,设最低面那一层为第一层,最底面那层的铺层方向和层合板主方向一致,即为 0° ,第2层为 3.9° ,第3层为 11.9° ,第4层为 23.7° ,第5层为 39.5° ,第6层为 59.3° ,第7层为 83° ,第8层为 110.7° ,第9层为 142.4° ,第10层为 178° ,第11层为 217.6° ,第12层为 261.1° ,第13层为 308.6° ,第14层为 360° 。

[0047] 这种铺层方式呈现出一种螺旋角的变化,和硬质贝壳类结构类似,因此称之为仿

生螺旋铺层。

[0048] 如图2、3所示,根据电池壳面板的变截面设计,电池壳的不同区域的面板厚度不同。构成此电池壳的复合材料为复合材料层合板,即铺设多层复合材料固化形成复合材料板。因此,铺设不同层数的单层复合材料可以得到不同厚度的复合材料层合板。单层复合材料具有是主方向的,固化得到的复合材料层合板也是有主方向的。因此在铺设多层复合材料时根据单层复合材料的主方向和层合板主方向的夹角,提出铺层角度的概念。传统中铺层角度大多为固定角度铺层。本发明中根据仿生设计,提出一种具有角度梯度的铺层方式,即螺旋铺层。

[0049] 本发明变截面电池壳制备工艺具体实现如下:

[0050] (1) 设计电池壳的外形和变截面形状。按照如图1为电池壳和电池壳盖的分离图,图3、4为设计的两种截面变化形式的电池壳外板,实际应用中可以根据需求设计各种各样的电池壳外板,分析电池壳的受载方式,找出力学性能要求高的部位,即可以通过cae分析寻找受载时应力大的区域,在这些区域的面板厚度应更大。

[0051] (2) 选择原材料。根据前述,选择的原材料可以为各类纤维增强复合材料。

[0052] (3) 制备。该电池壳的制备可分为四个步骤:下料,裁剪,铺层,模压。这四个步骤可以集成为一条装配线自动化生产,提高生产效率。

[0053] (a) 下料。从原料存储点通过自动化夹取装置提取原料放置到生产线上。提取的原料可以为预浸料,也可以为纤维干布。本例中使用的产品为碳纤维单向带干布。

[0054] (b) 根据所设计的电池壳形状,以自动化切割设备裁剪原材料。图5展示了一个裁剪实例。图6为本发明实例中裁剪完成的产品。图5为生产线上的裁剪工艺示意。图7展示了一个裁剪实例。图8为本发明实例中裁剪完成的产品。图7为生产线上的裁剪工艺示意。左边的原材料为一大块单层复合材料,经过自动化裁剪模块裁剪后,产出的材料为按照区域铺层设计所需要的尺寸的单层复合材料,如图8所示为裁剪完成的两种尺寸的单向带(即单向复合材料)。这两种材料会分别按照设计应用于不同的部位,10为较长的单向带,11为较短的单向带。这两种材料会分别按照设计应用于不同的部位。

[0055] (c) 以几何形状和受载情况为原则,合理铺设裁剪完成的原材料。

[0056] 图9展示了不同区域铺设不同层数材料的方式。这种层数分布形式可以达到变形截面效果,a为其中一块电池壳面板俯视图,由线条分为不同区域,不同区域中的材料铺层层数不同。b1,b2,b3分别表示三个实例中,a在x方向一半长度的侧视图,b显示出不同区域的厚度是不一样的。b1显示的是一种梯形的变截面面板,b2是一种鱼腹型的变截面面板,b3是一种哑铃型变截面面板。

[0057] 图10为本发明中螺旋铺层方式,a,b分别代表两个螺旋铺层实例。对于实例a,第一层为 0° ,第2层为 3.9° ,第3层为 11.9° ,第4层为 23.7° ,第5层为 39.5° ,第6层为 59.3° ,第7层为 83° ,第8层为 110.7° ,第9层为 142.4° ,第10层为 178° ,第11层为 217.6° ,第12层为 261.1° ,第13层为 308.6° ,第14层为 360° 。对于实例b,第一层为 0° ,第2层为 2.7° ,第3层为 8.2° ,第4层为 16.4° ,第5层为 27.3° ,第6层为 40.9° ,第7层为 57.3° ,第8层为 76.4° ,第9层为 98.2° ,第10层为 122.7° ,第11层为 150° ,第12层为 180° 。

[0058] 这种铺层方式呈现出一种螺旋角的变化,和硬质贝壳类结构类似,因此称之为仿生螺旋铺层。

[0059] (d) 通过模压设备模压原材料, 制备出电池壳部件。如果原材料为干布, 在模压过程中还需要通过树脂注射设备往模具内部注射树脂。本发明实施例中使用的模压工艺示意如图11所示, 图11展示了生产线上的一环一模压模块的工作过程, 由于本发明实例中使用的是碳纤维干布, 所以在本模块中还集成了树脂传递工艺。首先按照产品的形状设计出模具, 分为上模12和下模13; 把待模压的材料15放在下模13上面, 上模12向下压缩; 两者合模时候, 材料即被压制为所设计的形状, 此时通过下模中的树脂入口14注入树脂, 即提到的基体, 合模一定时间后开模, 即可得到设计的复合材料制件。

[0060] (e) 按照设计在预定位置打螺纹通孔用于装配螺栓。

[0061] 本发明仿真数据显示: 相对均匀角度铺层, 冲击实验下, 压痕深度降低了25% (1.25mm降低到1mm), 剩余强度增加了19% (从150提高到179)。

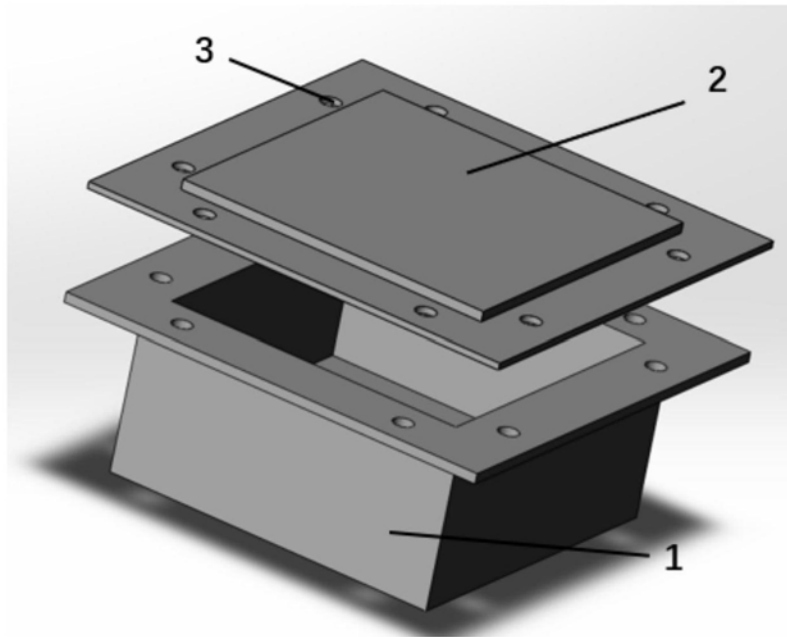


图1

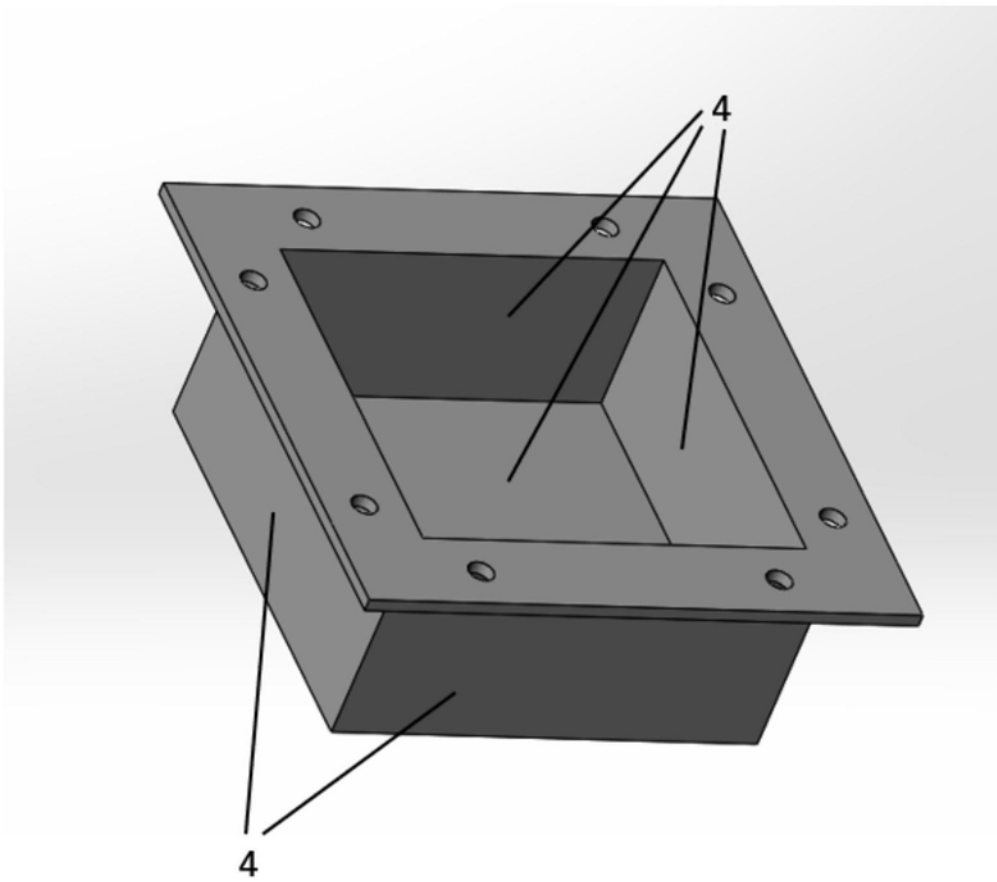


图2

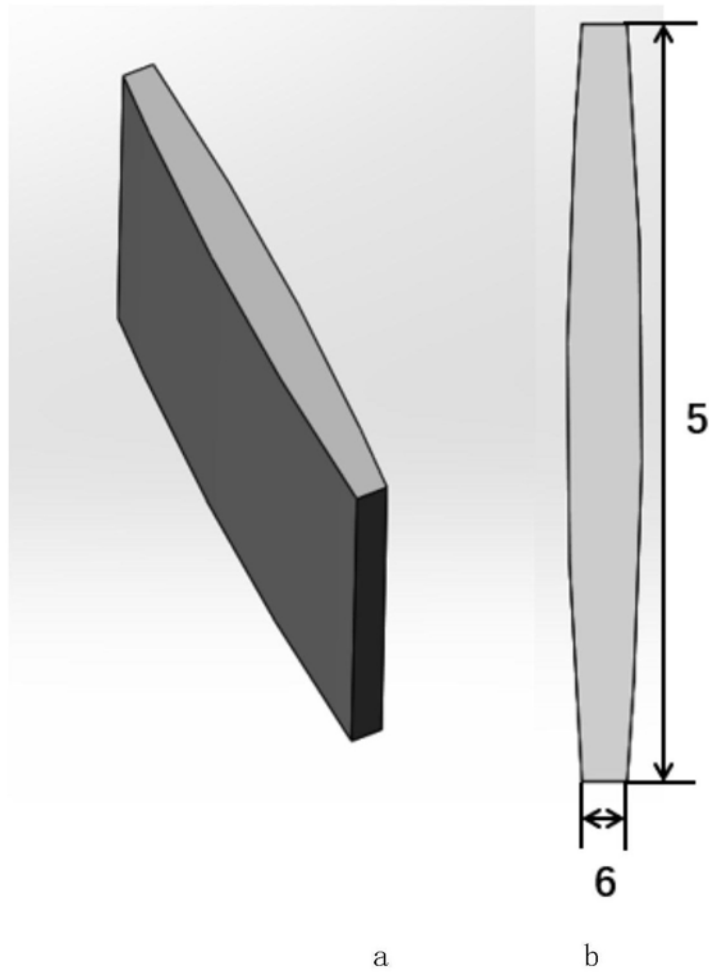
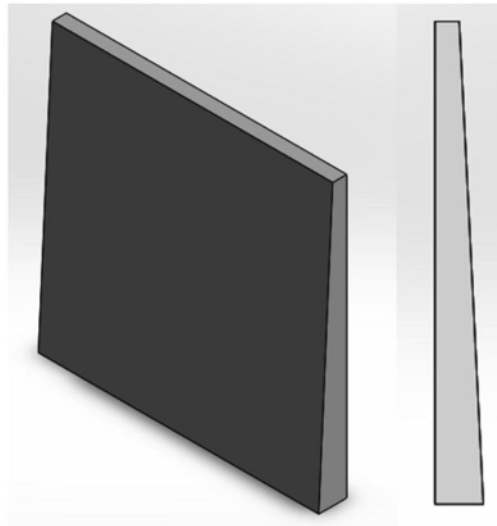


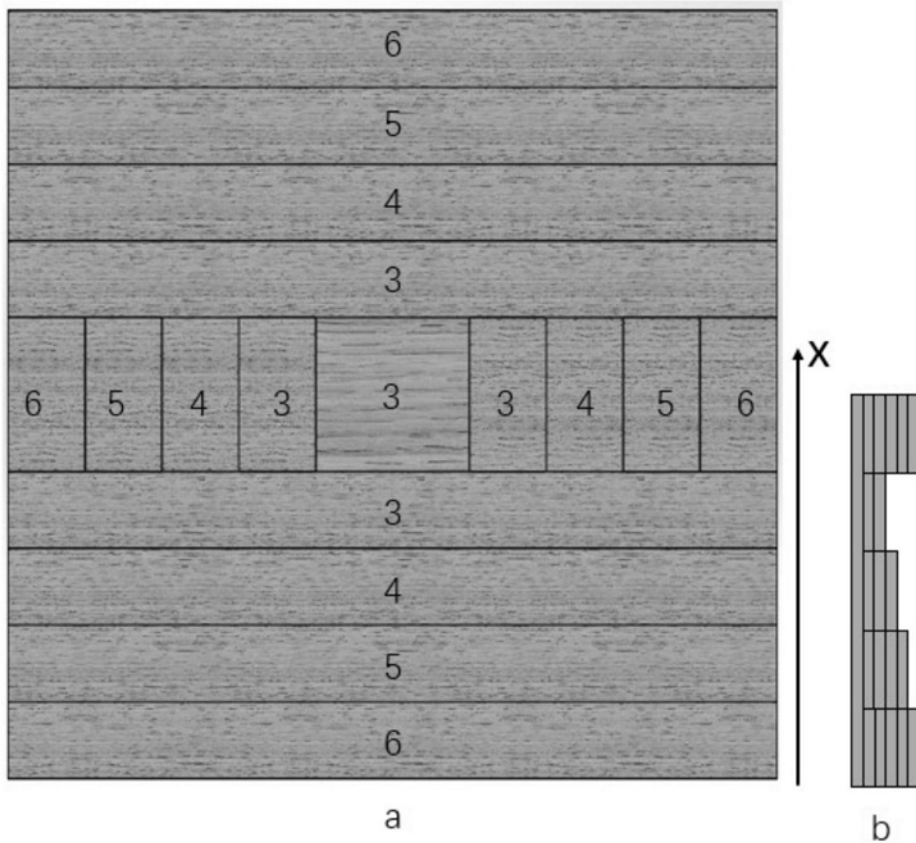
图3



a

b

图4



a

b

图5

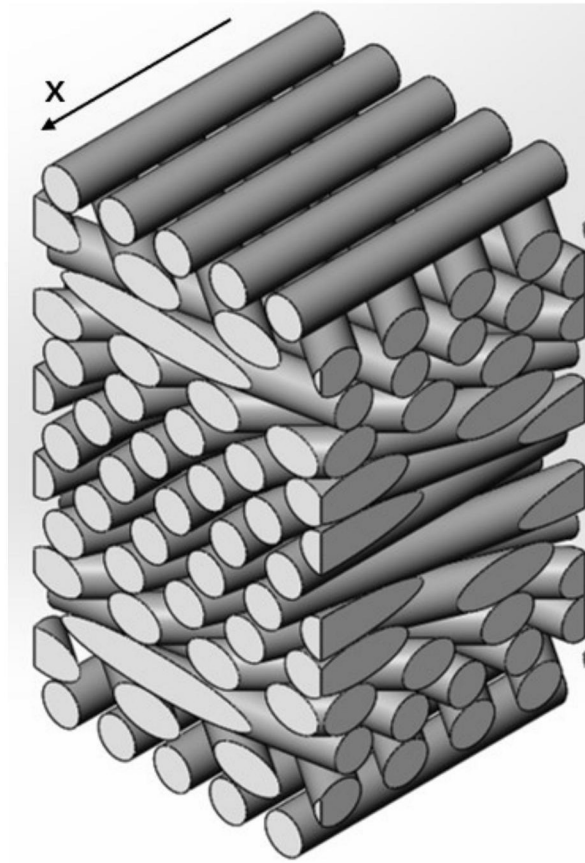


图6

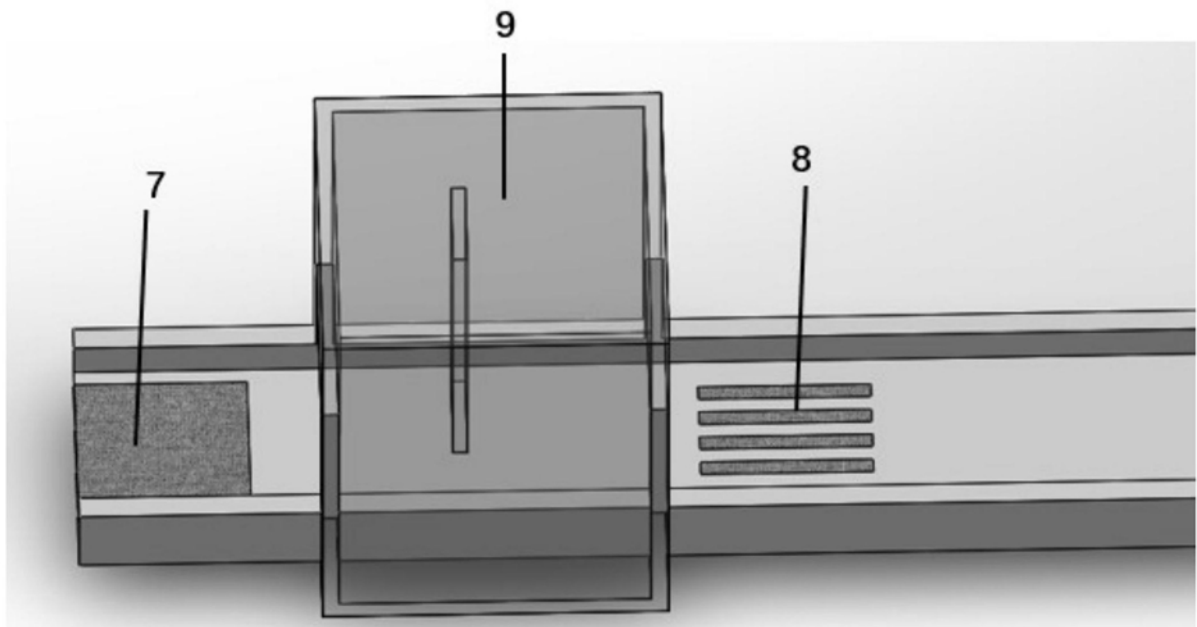


图7



图8

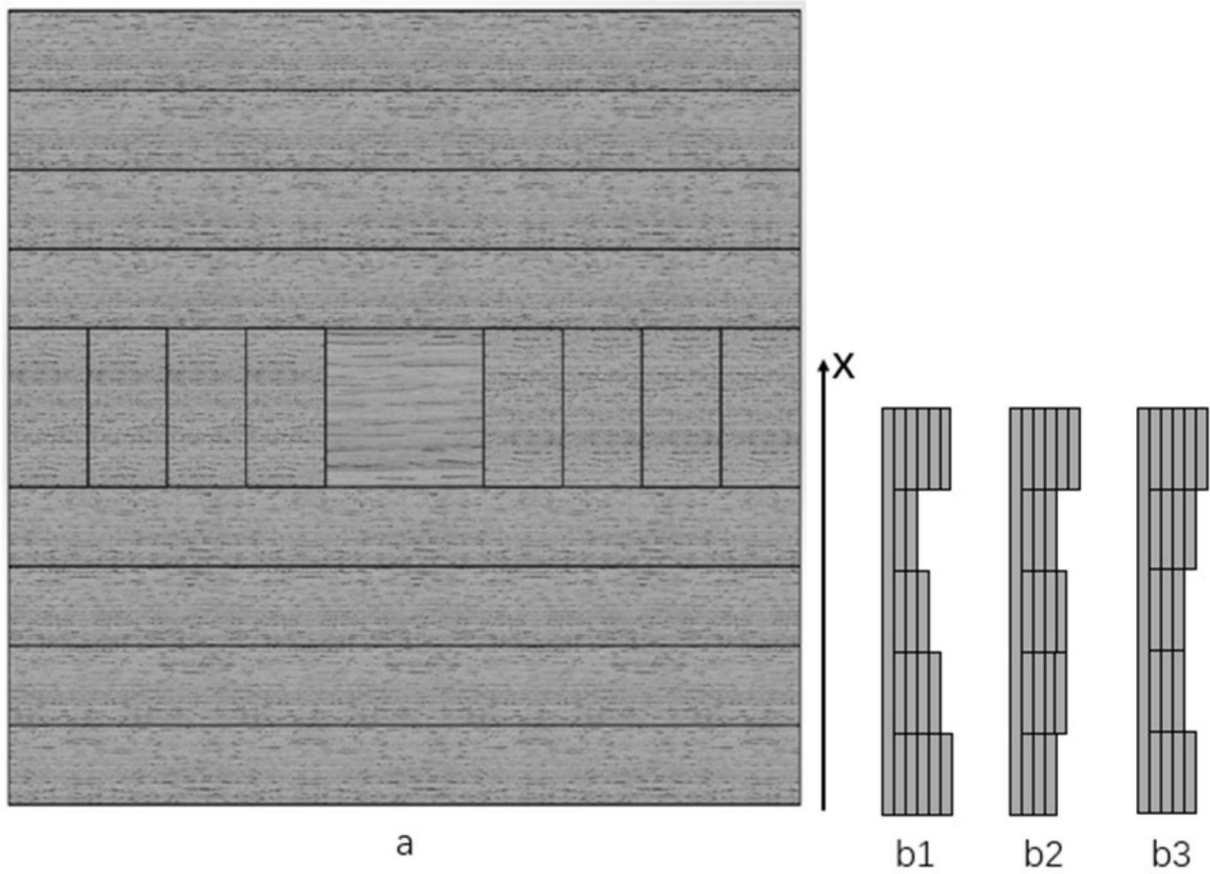


图9

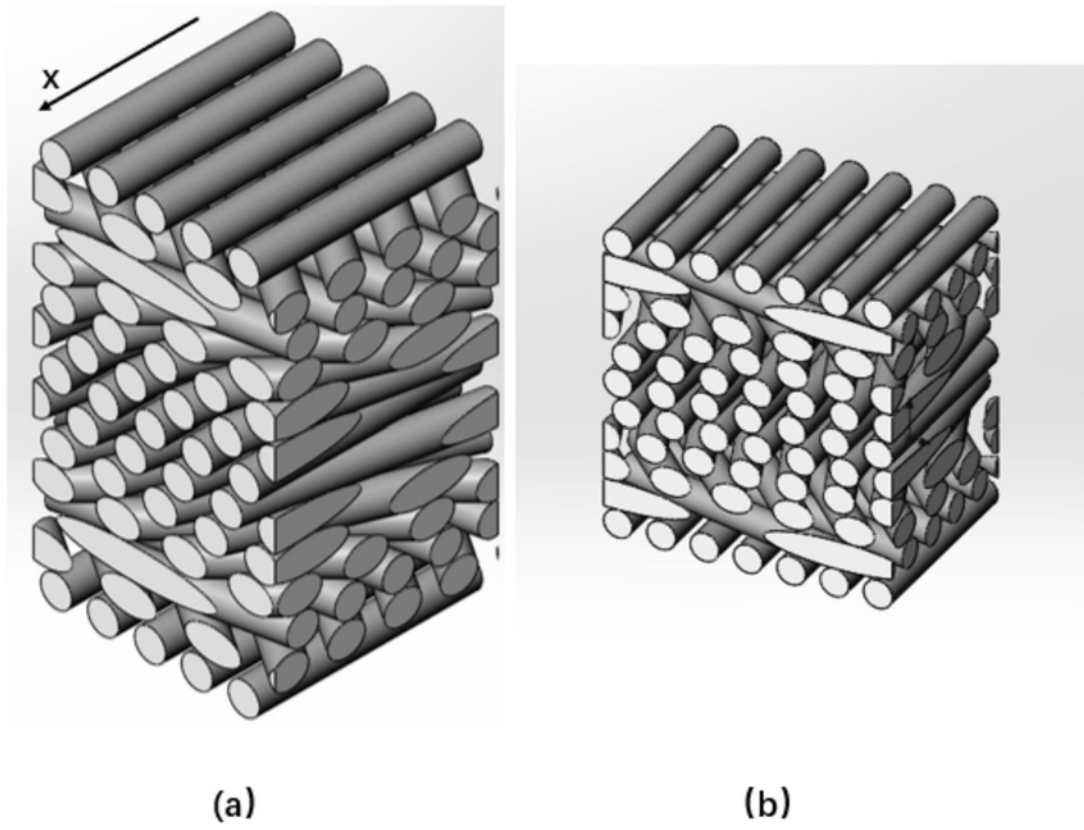


图10

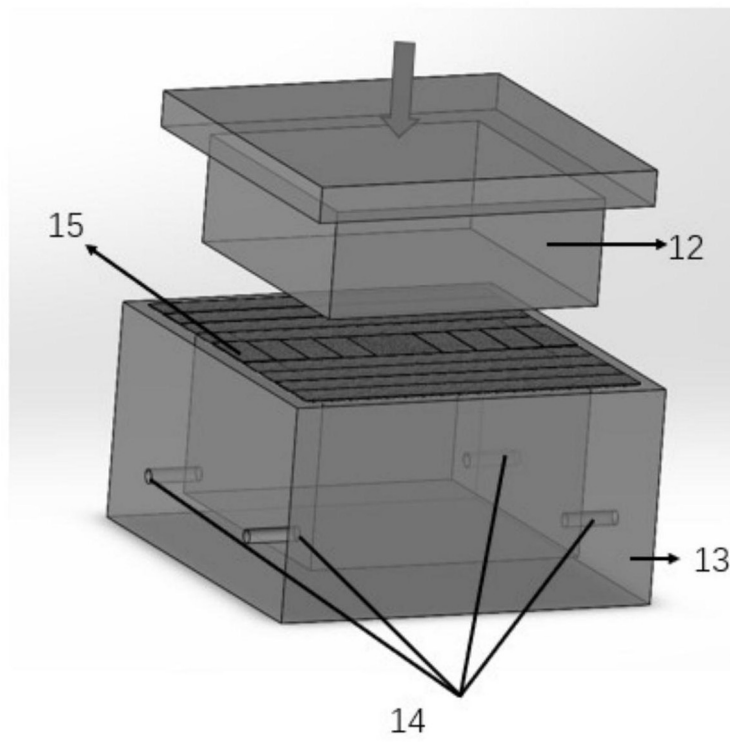


图11