



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107443725 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(21)申请号 201710565608.2

(22)申请日 2017.07.12

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

(72)发明人 丁庆军 张登辉 赵盖

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51)Int.Cl.

B29C 64/118(2017.01)

B33Y 70/00(2015.01)

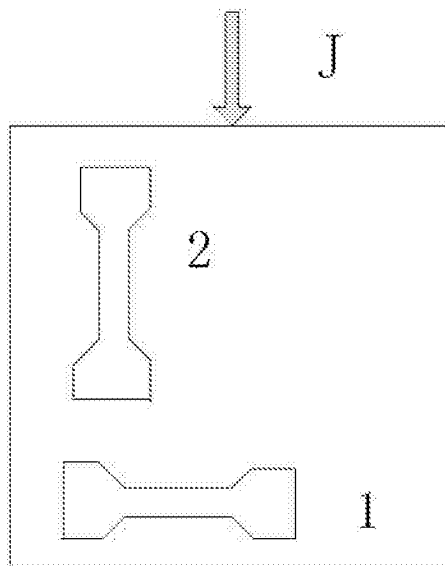
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法

(57)摘要

本发明公布了一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,涉及材料工程技术领域,能够得到二维取向各向异性的高分子复合材料,本发明包括以下操作步骤:首先对纤维进行表面处理;将所述处理后的纤维和高分子材料按纤维的体积百分比为2%-20%混合均匀;所述高分子和纤维的混合物在熔融状态下采用微滴喷射3D打印成型方式,设定3D打印系统的参数,使得液滴在基板上铺展,铺展后的液滴直径为初始液滴直径的3倍以上;最后自然冷却成型。



1. 一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

- a. 对纤维进行表面处理;
- b. 将所述处理后的纤维和高分子材料混合均匀,得到纤维和高分子材料的混合物;
- c. 所述纤维和高分子的混合物在熔融状态下采用微滴喷射3D打印成型方式,设定3D打印系统的参数,使得液滴在基板上铺展;
- d. 所述铺展后的液滴自然冷却成型。

2. 根据权利要求1所述的纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,其特征在于,以上步骤中所述纤维是短纤维。

3. 根据权利要求1所述的纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,其特征在于,步骤b中所述的纤维和高分子材料按纤维的体积百分比为2%-20%混合均匀。

4. 根据权利要求1所述的纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,其特征在于,步骤c中液滴铺展后的直径为液滴初始直径的3倍以上。

5. 根据权利要求1所述的纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,其特征在于,步骤c中3D打印系统参数包括喷嘴直径,所述喷嘴直径大于纤维的长度。

## 一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于材料工程技术领域,尤其涉及一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法。

### 背景技术

[0002] 复合材料的特性取决于其基体、填料的性能以及它们形成的微结构。各向异性高分子复合材料中填料呈现一定的方向取向,从而引起其宏观性能也具有一定的方向性,一维和二维取向的各向异性高分子复合材料在导电、导热、磁性、透气、力学等方面都有着独特的性能,在生物医学、电磁屏蔽、隐身技术和飞机机身材料等领域有着广泛的应用需求。高分子复合材料两相系统中,如果其中一相(例如,导热率高的一相)均匀分散但没有任何取向,在相对低的填料含量下导热率的提升是很有限的。当填料含量很高时,可以达到理想的导电导热率,但是以失去高分子本身的优良特性和提高成本为代价。然而当导热率高的一相沿热流方向平行并形成贯穿的结构,导热率会大幅度提升。因此,这种各向异性结构是在减少填料含量但赋予聚合物填料功能的一种有效方法。随着近年来材料技术的发展,许多新型的功能填料展现出优异的性能,如碳纳米管、石墨烯、单层二硫化钼、氧化石墨片等,有序化是充分发挥它们功能的有效方法。国内外研究现状显示,二维取向的各向异性高分子复合材料制备方法的研究除了树脂浇铸层叠编织纤维布外,很少有相关的研究报告,而且微纳尺寸的纤维和片层功能填料也不适用编制纤维布的方法。

[0003] 综上,目前短纤维填充的各向异性高分子复合材料没有一个普遍适用的制备方法,而3D打印的出现给高分子复合材料的研究带来了许多可能。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,利用高分子熔体液滴喷射3D打印的方法,能够得到二维取向各向异性的复合材料,纤维在平行于某个平面上具有一定程度的取向,材料的整体性能呈现各向异性。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料的制备方法,包括以下操作步骤:

- a. 对纤维进行表面处理;
- b. 将所述处理后的纤维和高分子材料混合均匀,得到纤维和高分子材料的混合物;
- c. 所述纤维和高分子的混合物在熔融状态下采用微滴喷射3D打印成型方式,设定3D打印系统的参数,使得液滴在基板上铺展;
- d. 所述铺展后的液滴自然冷却成型。

[0006] 以上步骤中所述纤维是短纤维,长度不大于50 $\mu\text{m}$ ;步骤b中所述的纤维和高分子基体按纤维的体积百分比为2%-20%混合均匀;步骤c中3D打印系统参数包括喷嘴直径,所述喷嘴直径大于纤维的长度。

[0007] 本发明的有益效果是:本发明提供了一种纤维填充的二维取向各向异性复合材料

的制备方法,利用高分子熔体液滴喷射3D打印的方法,用户可自行设计或选择成形原材料,而且喷头中设有加热装置,能根据需要通过加热改变原材料的黏度,喷头喷射推力大,性能稳定,能喷射高黏性材料和含有强溶剂的材料,结合3D打印技术,利用短纤维在冲击-铺展过程中在熔滴内的变化行为,制备得到一定程度的二维取向各向异性的高分子复合材料,纤维在平行于某个平面上具有一定程度的取向,材料的整体性能呈现各向异性,根据纤维的特性不同,可以提高某个平面内或某些方向上的耐磨性、导电性、力学性能等。

## 附图说明

[0008] 图1为测试样条加工示意图(J为熔体微滴喷射的方向)。

## 具体实施例

[0009] 为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述。

### [0010] 实施例1

体积比2%碳纤维填充丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物ABS复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径20 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度50-80 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度255 $^{\circ}$ C,模具温度50 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0011] 实施例2

体积比20%碳纤维填充ABS复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径50 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度80 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度265 $^{\circ}$ C,模具温度50 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0012] 实施例3

体积比12%碳纤维填充ABS复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径30 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度70 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度265 $^{\circ}$ C,模具温度50 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0013] 实施例4

体积比2%碳纤维填充聚乳酸PLA复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径40 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度60 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度215 $^{\circ}$ C,模具温度50 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0014] 实施例5

体积比20%碳纤维填充PLA复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径35 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度70 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度215 $^{\circ}$ C,模具温度60 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0015] 实施例6

体积比15%碳纤维填充PLA复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu$ m,直径45 $\mu$ m,喷嘴直径60 $\mu$ m,模具温度60 $^{\circ}$ C,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu$ m,出口温度210 $^{\circ}$ C,模具温度50 $^{\circ}$ C,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

### [0016] 实施例7

体积比2%碳纤维填充聚丙烯PP复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu\text{m}$ ,直径42 $\mu\text{m}$ ,喷嘴直径60 $\mu\text{m}$ ,模具温度60 $^{\circ}\text{C}$ ,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu\text{m}$ ,出口温度240 $^{\circ}\text{C}$ ,模具温度50 $^{\circ}\text{C}$ ,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

[0017] 实施例8

体积比20%碳纤维填充PP复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu\text{m}$ ,直径50 $\mu\text{m}$ ,喷嘴直径60 $\mu\text{m}$ ,模具温度60 $^{\circ}\text{C}$ ,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu\text{m}$ ,出口温度255 $^{\circ}\text{C}$ ,模具温度60 $^{\circ}\text{C}$ ,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

[0018] 实施例9

体积比12%碳纤维填充PP复合材料,磨碎碳纤维直径7 $\mu\text{m}$ ,直径20 $\mu\text{m}$ ,喷嘴直径60 $\mu\text{m}$ ,模具温度60 $^{\circ}\text{C}$ ,驱动压力3200 Pa,驱动脉宽15ms,液滴直径约50 $\mu\text{m}$ ,出口温度250 $^{\circ}\text{C}$ ,模具温度50 $^{\circ}\text{C}$ ,喷射速度1.1 m/s。3D打印成长方体,按不同方向加工测试样条,如图1。

[0019] 上述实施例1-9中的数据详见表1。

[0020] 表1 实施例测试样的拉伸强度比和导电比

实施例	样条 1 和样条 2 的拉伸强度比	样条 1 和样条 2 的导电率比
1	1.21	2.65
2	1.37	4.1
3	1.56	13.7
4	1.16	3.8
5	1.36	6.5
6	1.57	12.9
7	1.13	2.7
8	1.27	6.3
9	1.48	23.6

通过上述实施例1-9的试验数据可知,采用本发明制备的复合材料中纤维的取向度比较明显,表现为不同方向裁剪的测试样条的拉伸强度和导电率有明显的差别。

[0021] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

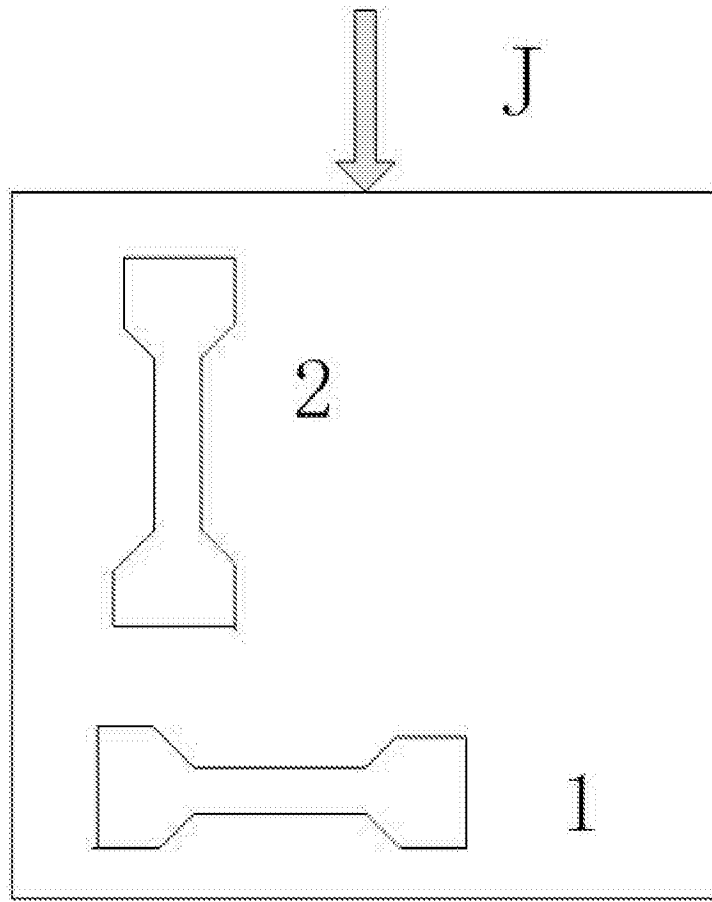


图1