(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113165263 A
(43)申请公布日 2021.07.23

(21)申请号 201980073155.9
(22)申请日 2019.11.08
(30)优先权数据
102018127934.5 2018.11.08 DE
102019117341.8 2019.06.27 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/080646 2019.11.08
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/094829 DE 2020.05.14
(71)申请人 柏林工业大学
地址 德国柏林
(72)发明人 马蒂亚斯·扎斯尼
亚历山大·古尔洛 奥利弗·高克
弗兰齐斯卡·施密特
(74)专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258
代理人 王晖 李楠
(51)Int.Cl.
B29C 64/118(2006.01)
B29C 64/209(2006.01)
B33Y 10/00(2006.01)
B33Y 30/00(2006.01)
B29C 70/38(2006.01)

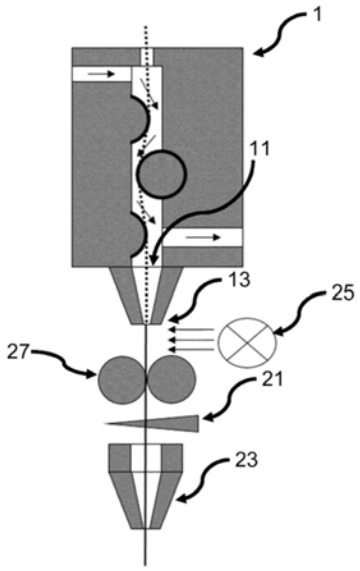
权利要求书4页 说明书21页 附图13页

(54)发明名称

用于纤维复合材料的增材制造的打印头

(57)摘要

本公开涉及一种用于纤维复合材料的增材制造的打印头，该纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体，该打印头包括浸渗单元，其用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗；至少一个进料装置，其用于聚合物和/或纤维粗纱到浸渗单元的进料；加热元件，其用于至少部分地熔融浸渗单元内的聚合物；浸渗单元内的至少一个偏转元件；和用于从浸渗单元中排出所产生的纤维复合材料的排出装置，其中能够以从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的熔融聚合物进行引导，并且可以通过围绕偏转元件的偏转，局部地横向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向。本公开还涉及打印头用于增材制造的用途、一种用于增材制造的方法以及一种通过打印头制备的纤维复合材料。



CN 113165263 A

1.一种用于纤维复合材料的增材制造的打印头,所述纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体,所述打印头包括:

-浸渗单元(1),所述浸渗单元用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗;

-至少一个进料装置(7、5),所述进料装置用于聚合物和/或纤维粗纱到所述浸渗单元(1)的进料;

-加热元件,所述加热元件用于至少部分地熔融所述浸渗单元(1)内的聚合物;

-所述浸渗单元(1)内的至少一个偏转元件(15);和

-用于从所述浸渗单元(1)中排出所产生的纤维复合材料的、所述浸渗单元的排出装置,

其特征在于,

能够沿着进料装置(7)与排出装置(11)之间的通道(9),对所述浸渗单元(1)中的熔融聚合物和纤维粗纱进行引导,并且能够通过所述偏转元件(15),局部地横向于和/或斜向于进料装置(5)与排出装置(11)之间的直线导向,对所述通道(9)内的纤维粗纱进行偏转。

2.根据前一权利要求所述的打印头,

其特征在于,

能够以从所述进料装置到所述排出装置的聚合物流动方向,沿着进料装置与排出装置之间的通道,对所述浸渗单元中的熔融聚合物进行引导,并且能够通过围绕所述偏转元件的偏转,局部地横向于从所述进料装置到所述排出装置的聚合物流动方向,对所述通道内的纤维粗纱进行导向。

3.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头,

其特征在于,

包括有用于将所述纤维复合材料受控地安置到打印面上的喷嘴(13),其中所述喷嘴(13)位于所述排出装置上,并且其中喷嘴(13)和打印面优选地被配置用于喷嘴(13)与打印面之间的、特别地在所有空间方向上的和/或以所有可能的自由度进行的相对运动。

4.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头,

其特征在于,

所述打印头包括至少两个偏转元件(15),优选至少三个偏转元件,更优选地至少四个偏转元件,并且特别地至少五个偏转元件。

5.根据前一权利要求所述的打印头,

其特征在于,

包括2-8个偏转元件(15),特别是5个偏转元件(15)。

6.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头,

其特征在于,

分别包括至少一个用于所述聚合物的进料装置(7)和用于所述纤维粗纱的进料装置(5)。

7.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头,

其特征在于,

所述偏转元件(15)的布置和/或径向伸展被配置用于所述纤维粗纱围绕所述偏转元件(15)的偏转、所述纤维粗纱的速度变化、所述纤维粗纱的扩张和/或横向于和/或斜向于聚

合物流动方向和/或进料装置(5)与排出装置(11)之间的直线导向地对所述纤维粗纱进行导向。

8.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述偏转元件(15)至少局部地是圆柱状的并且具有轴向布置，所述轴向布置垂直于聚合物流动方向和/或垂直于所述通道(9)内的进料装置(5)与排出装置(11)之间的直线导向。

9.根据前一权利要求所述的打印头，

其特征在于，

所述偏转元件(15)在所述通道(9)内由至少一个倒圆的边缘和/或销钉(17)包围。

10.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述偏转元件(15)具有横向于聚合物流动方向和/或进料装置(5)与排出装置(11)之间的直线导向的曲率，所述曲率至少局部地能通过半径进行描述，其中所述半径优选地处于1-20mm之间，更优选地处于2-5mm之间，并且特别地为4mm。

11.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

定位所述偏转元件(15)，特别是倒圆的所述边缘和/或倒圆的所述销钉(17)，使得其优选地在纵向方向上超过所述通道(19)的中心。

12.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

在所述进料装置(7)之前进行所述聚合物的熔化。

13.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述加热元件被配置用于至少局部地将所述聚合物和/或所述纤维粗纱加热至高于所述聚合物的熔融温度的温度。

14.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述浸渗单元(1)具有至少一个用于所述聚合物的物质溢出口(3)。

15.根据前一权利要求所述的打印头，

其特征在于，

所述物质溢出口(3)被配置用于，在纤维移动方向上和/或逆着所述纤维移动方向，排出所述聚合物。

16.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

以颗粒和/或长丝的形式供应所述聚合物。

17.根据前一权利要求所述的打印头，

其特征在于，

直接地和/或通过鲍登挤出机，供应所述长丝。

18.根据前述权利要求16所述的打印头，

其特征在于，

通过蜗杆挤出机供应所述颗粒。

19.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

在所述浸渗单元(1)之后包括物质输送单元(27)，所述物质输送单元被配置用于向喷嘴(13、23)的方向运输所述纤维复合材料。

20.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

包括用于切割所述纤维复合材料的切削工具(21)。

21.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述切削工具(21)被布置在所述喷嘴(13、23)前、喷嘴(13、23)与浸渗单元(1)之间。

22.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

包括有热端，所述热端包括喷嘴(13、23)和用于加热所述喷嘴(13、23)的加热元件。

23.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

在浸渗单元(1)与切削工具(21)和/或热端之间包括有冷却元件。

24.根据前述权利要求20-23中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

所述切削工具(21)被布置在所述喷嘴(13、23)之后，并且所述打印头优选地被配置用于喷嘴(13、23)与打印面之间的间距变化，以由所述切削工具(21)裁切所述纤维复合材料。

25.根据前述权利要求中任一项所述的打印头，还包括进料元件，所述进料元件包括用于所述聚合物的第一输送单元和用于所述纤维粗纱的第二输送单元，并且优选地包括位于浸渗单元(1)与进料元件之间的冷却元件(25)。

26.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

包含有鲍登系统(29)，其中所述鲍登系统(29)包括位于浸渗单元(1)与热端之间的鲍登软管(31)以及切削工具(21)，所述切削工具被布置在所述鲍登软管(31)之前或所述鲍登软管(31)之后、所述热端之前或之后。

27.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

包括有多个喷嘴(13、23)和/或浸渗单元(1)。

28.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

浸渗单元(1)包括多个用于所述聚合物和/或所述纤维粗纱的进料装置(7、5)，其中能够供应各种物质和/或纤维粗纱支数。

29.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的打印头，

其特征在于，

包括有用于预处理所述纤维粗纱的元件，其中所述预处理选自以下组，所述组包括：上

浆、移除环氧化物浆料和/或等离子处理。

30.根据权利要求1-29中任一项或更多项所述的打印头用于增材工艺的用途。

31.根据前述权利要求1-29中任一项或更多项所述的打印头用于制备预浸料和/或有机片材的用途。

32.一种方法，所述方法用于通过根据权利要求1-29中任一项或更多项所述的打印头进行纤维复合材料的增材制造，所述纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体，所述方法包括以下步骤：

-经由至少一个所述进料装置(5、7)，将所述聚合物和所述纤维粗纱进料至浸渗单元(1)；

-通过所述加热元件，加热所述浸渗单元(1)；

-沿着进料装置(5、7)与排出装置(11)之间的通道(9)，优选地以从所述进料装置(5、7)到所述排出装置(11)的聚合物流动方向，引导所述浸渗单元(1)内由于加热而熔融的所述聚合物；

-经由所述偏转元件(15)，沿着所述通道(9)引导所述纤维粗纱，其中所述纤维粗纱经历速度变化，局部地横向于和/或斜向于从所述进料装置(7)到所述排出装置的聚合物流动方向和/或进料装置(5)与排出装置(11)之间的直线导向，对所述纤维粗纱进行导向和/或扩张。

33.根据前一权利要求所述的用于增材工艺的方法，所述方法还包括以下步骤：

-控制喷嘴(13、23)与打印面之间的相对运动，并且根据待打印的物体，在所述打印面上打印纤维复合材料；

-优选地，在打印过程期间和/或在所述打印过程结束后，用所述切削工具(21)裁切所述纤维复合材料。

34.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的方法，

其特征在于，

所述纤维粗纱包括选自包括碳纤维、芳纶纤维和/或玻璃纤维和/或玄武岩纤维的组的纤维，和/或聚合物选自包括以下元素的组：聚酰胺(特别是PA6、PA66、PA12)、聚醚醚酮、聚醚酮酮、聚苯硫醚、聚砜、聚醚酰亚胺、聚四氟乙稀、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(未用乙二醇改性的和用乙二醇改性的)、聚乳酸、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、苯乙烯-丙烯腈共聚物、聚对苯二甲酸丁二醇酯聚苯乙烯、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、乙烯酯树脂、酚醛树脂、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂、异丁烯酸酯树脂、聚氨酯、蜜胺树脂和/或脲醛树脂，优选地，额外包括由单个物料组成的混合物和化合物，其中包括用于提高纤维基体连接的添加剂。

35.根据前述权利要求中任一项或更多项所述的用于制备矫形器和/或假体的方法。

36.一种纤维复合材料，所述纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体并且通过根据权利要求1-29中任一项或更多项所述的打印头和/或通过根据权利要求32-35中任一项所述的方法制得。

用于纤维复合材料的增材制造的打印头

技术领域

[0001] 在第一方面中，本公开涉及一种用于纤维复合材料的增材制造的打印头，该纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体，该打印头包括浸渗单元，其用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗；至少一个进料装置，其用于聚合物和/或纤维粗纱到浸渗单元的进料；加热元件，其用于至少部分地熔融浸渗单元内的聚合物；浸渗单元内的至少一个偏转元件；和用于从浸渗单元中排出所产生的纤维复合材料的排出装置，其中能够以从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的熔融聚合物进行引导，并且可以通过围绕偏转元件的偏转，局部地横向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向。

[0002] 在另一方面中，本公开涉及打印头用于增材制造的用途、一种用于增材制造的方法以及一种通过打印头制备的纤维复合材料。

背景技术

[0003] 所提出的发明属于增材制造方法的领域，并且在此专门归入物质挤出技术(英语：Fused Deposition Modelling-FDM(熔融沉积建模)，或者说Fused Filament Fabrication FFF(熔丝制造))。在该方法中，不间断地安置熔化的热塑性材料、陶瓷体或者其中通过喷嘴挤压物质的其它材料制成的幅面。根据预定的外部轮廓和内部构造，逐层地安置这些幅面，由此构建三维物体。

[0004] 目前，作为原料(Feedstock)或者说原材料，有各种市售的材料，其中在热塑性聚合物的领域内，强度极低。为了达到与金属的机械特性相当的更高的机械特性，作为创新的解决方案，可以掺入连续的或者说不间断的纤维增强体。在此，指的是由增强纤维和可以传输纤维之间的力的基体物质制成的复合材料。“连续的或者说不间断的”在此意味着，纤维未被切断，构件的至少一个尺寸因此应对应地长，或者说作为局部增强，应具有长于10mm的长度。已知的是，使用通过已经掺入的连续纤维进行的长丝的制备(挤压到喷嘴中的原料/线材)。随后，在原本的打印过程中，加工/打印作为原材料的该纤维增强的长丝。

[0005] 在此，在现有技术中，在打印机的喷嘴中预热已增强、浸渗的物质，并且通过倒圆的喷嘴进行安置。该方法的巨大缺点是只能考虑符合所使用的打印机的规格的物质作为原材料。因此，在基体和纤维增强体的选择和组合方面没有任何灵活性高。通常使用纱线支数非常小的纤维，这会造成大物体的非常高的打印时间。对于其它纱线支数，需要其它打印头，其中在纤维较粗时，不再可能为了方便存储和/或进料到打印机而作为长丝进行卷绕。其原因在于特别是基体中的纤维的高弯曲刚度，这会导致大卷绕半径。另外，只有可能使用热塑性材料作为基体物质，例如对于现有技术的提供者，只有可能使用尼龙作为基体物质。然而，对于许多应用而言，该基体物质有许多缺点，诸如由于例如不同的水分含量而造成的强烈波动的机械特性。基体含量也无法改变，因为在生产增强长丝时，必须恒定地对其进行设定。

[0006] 在现有技术中同样常见的是，基体物质仅包裹或者说包覆纤维，并且纤维物质不

会渗入到纤维自身中，或者说在使用纤维束或者说纤维粗纱时，不会渗入到纤维之间。因此，无法以期望的程度，传输纤维之间或者说纤维与基体之间的力。

[0007] 因此，会期待打印或者说提供一种纤维复合材料，其使得选择和组合纤维与基体方面的更高的灵活性成为可能。除此之外，会期待纤维之间或者说纤维(束)与基体之间更好的连接，以提高稳定性。除此之外，通过改善的浸渗，降低了复合物中的孔隙率并且提高了复合物的机械强度。

发明内容

[0008] 发明目的

[0009] 本公开的目的在于，提供一种打印头、一种纤维复合材料以及一种方法，其没有现有技术的缺点。特别地，本公开的目的是提供一种打印头、一种纤维复合材料以及一种方法，其中可以简单地制备纤维复合材料并且灵活地进行调整，其中可以达到待打印的物质的更高的稳定性，并且可以实现简单且低成本地提供原材料。

[0010] 发明概述

[0011] 该目的通过独立权利要求的特征得以实现。在从属权利要求中描述了本公开的有利设计方案。

[0012] 在第一方面中，本公开涉及一种用于纤维复合材料的增材制造的打印头，该纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体，该打印头包括：

[0013] -浸渗单元，其用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗；

[0014] -至少一个进料装置，其用于聚合物和/或纤维粗纱到浸渗单元的进料；

[0015] -加热元件，其用于至少部分地熔融浸渗单元内的聚合物；

[0016] -浸渗单元内的至少一个偏转元件；和

[0017] -用于从浸渗单元中排出所产生的纤维复合材料的排出装置，

[0018] 其中能够以从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的熔融聚合物进行引导，并且可以通过围绕偏转元件的偏转，局部地横向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向。

[0019] 在第二方面中，本公开涉及一种用于纤维复合材料的增材制造的打印头，该纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体，该打印头包括：

[0020] -浸渗单元，其用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗；

[0021] -至少一个进料装置，其用于聚合物和/或纤维粗纱到浸渗单元的进料；

[0022] -加热元件，其用于至少部分地熔融浸渗单元内的聚合物；

[0023] -浸渗单元内的至少一个偏转元件；和

[0024] -用于从浸渗单元中排出所产生的纤维复合材料的排出装置，

[0025] 其中可沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的熔融聚合物和/或纤维粗纱进行引导，并且可通过偏转元件，局部地横向于和/或斜向于进料装置与排出装置之间的直线导向，对通道内的纤维粗纱进行偏转。

[0026] 以下定义、实施方案和优点能够以对于本领域技术人员而言明显的方式涉及第一方面和第二方面。

[0027] 通过这种打印头，可以直接在打印头中，在喷嘴上游，在打印过程中，通过热塑性

熔体和“干”纤维(没有基体物质、非常柔性的纤维)进行复合物的制备。在此,用于嵌入纤维的基体的聚合物和纤维增强体被单独添加至打印头,并且在此在浸渗单元中进行混合。为了获得纤维与基体之间更好的连接,纤维在单元或者说混合体积中优选地被多次偏转,并且由此也横向于聚合物的流动方向和/或横向于纤维的进料装置与所产生的复合物质的排出装置之间的直线导向对其进行导向,并且通过偏转而垂直于纤维构建压力场,其中纤维被扩张。因此,更多聚合物基体可以更好地渗入到纤维中或者说渗入到束的多个纤维之间的间隙中,由此,之后在干燥和/或冷却时,纤维与基体之间的连接明显增强。

[0028] 用于增材制造的打印头优选地是普遍称为3D打印机的重要组成部分。3D打印也优选地被称为增材制造。在此,特别地指的是所谓的熔融沉积建模(Fused Deposition Modelling,FDM;熔体分层(Schmelzschichtung))或者熔丝制造(Fused Filament Fabrication,FFF)。借此主要指的是一种由可熔融的塑料逐层地制造工件的制造方法。特别地,可以在快速原型制造(Rapid Prototyping)时使用这种类型的3D打印。在此,主要应打印在聚合物基体中包含纤维增强体的纤维复合材料。聚合物基体优选地也称为塑料基体。

[0029] 纤维复合材料对于本领域技术人员而言是已知的,并且优选地包含由纤维(例如碳纤维)和埋置了纤维的聚合物基体或者说塑料基体制成的增强纤维。塑料基体和/或聚合物基体有利地指的是一种包含聚合物并且其中嵌入了纤维的材料。因为纤维的刚度有利地高于基体的刚度,所以优选地沿着纤维传导作用的负荷或者说力,由此优选地提高了纤维复合材料的整体稳定性。

[0030] 纤维特别地是线性的、长形的形成物,其由纤维物料制成并且具有纤维形状,其中纵向形状例如是平滑的或者卷曲的,而横截面形状例如是圆形的或者有角的。纤维主要标明直径优选为若干微米的细丝。然而,也已知并且可以使用更粗和/或更细的纤维。纤维粗纱或者仅粗纱优选地由多支纤维构成,并且由此形成纤维束。在技术应用中,在此通常仅存在纤维粗纱,以提高操控性。此外,纤维也可以优选地以纱线形式存在,不同长度的纤维在此特别地彼此加捻或交织。

[0031] 塑料可以优选地包含热塑性物质、热固性物质和/或弹性物质。热塑性材料是易于加工的。即便在高温下,热固性塑料也优选地特别稳定并且主要能够在热效应下仍不变形。弹性体特别地具有高转变能力并且具有更高的能量吸收。

[0032] 塑料或者说聚合物可以例如由树脂和/或固化剂构成。既可以使用缩合树脂,也可以使用反应性树脂,其中不同于前者,反应性树脂大多仅仅通过聚合作用或者加聚作用硬化,而不会分离出挥发性成分。由此,可以有利地避免损害参与制备的人员的健康。

[0033] 固化剂优选地理解为特别地与所使用的树脂共同引起硬化成固态物料,主要是硬化成固态塑料的物质。固化剂优选地选自以下组,该组包括:聚胺、胺加成物、聚氨基酰胺、酮亚胺、聚异氰酸酯、嵌段的异氰酸酯、氰胍、脒、二羧酸的酸酐、含羧基的聚酯树脂、二羧酸、醛、酮和/或二乙烯基苯、邻苯二甲酸二丙烯酯和/或三缩水甘油基异氰脲酸酯。

[0034] 打印头优选地标明打印机的重要组成部分。优选地,在打印头与物质应打印于其上的打印面之间发生相对运动,通过其水平(或者说平行于打印面)的运动分量,在打印面的水平面中发生待打印物质的沉积。竖直的(或者说垂直于打印面的)运动分量控制高度上(或者说垂直于打印面)的沉积。优选地,打印头特别地包括输出区域,在该输出区域上,待

打印的物质对应于待打印的工件而沉积在打印面上。特别地，这可以是喷嘴。除了该元件，打印头还可以包括其它元件，而为了正常运转的打印，这些元件必须无条件地布置在输出区域前。

[0035] 特别地，打印头包括浸渗单元，其用于纤维粗纱与熔融聚合物的混合和/或浸渗。纤维粗纱优选地标明纤维束。优选地，在纤维增强体中，单个的、非常细的纤维可以被联合成所谓的粗纱。纤维粗纱优选地是平行布置的纤维构成的束、股和/或纱线。在此，特别地通过丝支数给出所联合的纤维的数量，该丝支数优选地直接对应于该数量。千支纤维的单位在此优选地简写为k，粗纱中的50000支纤维由此特别地对应于50k。举例而言，纤维粗纱可以具有1000到50000之间的丝支数和/或30到3500tex之间或者40到400tex之间的纤度。优选地，纤度以tex为单位。tex特别地对应于每千米纤维或者说粗纱长度的以克计的质量。

[0036] 浸渗单元优选地也称为混合体积。在浸渗单元中，纤维粗纱和聚合物特别地以一种方式聚集在一起，使得为了优选的后续3D打印，产生在聚合物基体中包含纤维增强体的纤维复合材料。为此，优选地，纤维粗纱和聚合物应同时存在于浸渗单元中，其中聚合物优选地以基本上或部分地熔融的形式存在。熔融特别地意味着，优选地由于热量输入和/或压力降低而造成的固态聚合物到液态聚合体状态的相位过渡。熔融聚合物在此可以优选地或多或少是粘性或者说粘滞的。

[0037] 诸如“基本上”、“大概”、“大约”、“约”等术语优选地描述小于±40％，优选地小于±20％，特别优选地小于±10％，更优选地小于±5％并且特别地小于±1％的公差范围。“类似”优选地描述大概相同的尺寸。“部分地”优选地描述至少5％，特别优选地至少10％，并且特别地至少20％，在一些情况下至少40％。

[0038] 为此，主要使用浸渗单元中的加热元件。加热元件例如可以包括至少一根电加热丝。加热元件可以优选地连接至调节装置(例如集成电路形式的控制单元)，其控制加热元件的温度并且由此确保期望的聚合物熔融状态。为了查询实际温度，优选地使用温度传感器，其特别地借助于电子系统(例如调节装置)调节加热元件。

[0039] 打印头包括至少一个进料装置，其用于聚合物和/或纤维粗纱到浸渗单元的进料，以使其共同存在于此。在最简单的情况下，进料装置可以包括开口，以便允许相应物质从打印头外部进入混合体积。优选地，包括有用于受控地进料的设备，使得始终存在所期望的量的纤维粗纱和/或聚合物。这例如可以是电机驱动地控制的，其中通过电子调节装置，特别是集成电路，控制进料装置，例如电机。然而，优选地也包括更简单的机构。在此，纤维粗纱和聚合物均可以通过相同的进料装置进料。优选地，对于聚合物和纤维粗纱，分别包括至少一个进料装置。

[0040] 此外，打印头优选地包括用于所产生的纤维复合材料的、浸渗单元的排出装置。排出装置优选地包括浸渗单元的至少一个开口，所产生的物质可以从该开口到达浸渗单元外部。排出装置可以直接接入打印头的输出区域，例如接入喷嘴。然而，在输出区域紧随其后之前，还可以在排出装置之后进行所产生的材料的进一步加工和/或继续运输。

[0041] 优选地，浸渗单元在进料装置与排出装置之间包括通道。在运行打印头，特别是运行浸渗单元的过程中，聚合物和/或纤维粗纱等待混合的原材料优选地在该通道内，从进料装置运输到排出装置。在一种简单的情况下，通道在此可以是浸渗单元内的管状空隙(体积)，其基本上笔直地从进料装置延伸至排出装置。聚合物和/或纤维粗纱优选地沿着通道，

朝向排出装置的方向移动。例如可以通过驱动器，在进料装置上产生该运动，其在这些物质上施加确保朝向该方向运动的力。纤维粗纱可以优选地指的是电机驱动的滚轮。聚合物例如也可以连续不断地(例如长丝)以熔体的形式和/或作为颗粒，被进给至进料装置，其中例如同样通过至少一个电机驱动的滚轮连续不断地进给聚合物，或者说通过电机驱动的蜗杆，作为颗粒进给聚合物。如此施加在相应物质上的力优选地通过力的传递，同样引发通道内的运动。优选地，为了支持排出装置上的运动，可以特别地在浸渗单元外，在排出装置后存在另一驱动器，以通过施加拉力，额外地从浸渗单元中拉出所产生的纤维复合材料。这可以优选地通过牵拉单元实现。

[0042] 在纤维粗纱以其纹理状结构未改变的状态存在于通道内并且对应地基本上以单元形式移动时，聚合物优选地由加热元件(至少部分地)熔融，使得其现在优选地(至少部分地)以液态形式沿着通道移动。由此，优选地得出这两种物质的不同前进模式。在例如可以特别地基本上局部地在通道内对纤维粗纱进行导向时，熔融聚合物沿着从进料装置到排出装置的路径，基本上填满由通道形成的整个体积。在此，优选地由通道的外形和从进料装置到排出装置的力(拉力和/或压力)，预先确定聚合物的流动方向。同样可以优选的是，聚合物存在于浸渗单元内，而不会有朝向一个方向的显著流动速度。又可以优选地通过导向和/或偏转，控制纤维粗纱在通道内的运动。为了该目的，优选地包括浸渗单元的至少一个偏转元件。其特别地至少部分地位于通道内。偏转元件可以被设计为至少一个滚轮和/或圆柱状元件的形式，使得至少局部地横向于聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向和/或移动。为了“横向于”一词在上下文中的含义的具体化，在此优选的是，根据三维速度矢量，判断聚合物和/或纤维粗纱从进料装置到排出装置的运动，其中优选地可以通过三个空间方向上的三个彼此正交的矢量分量描述该速度矢量。在此，优选地可以任意选择分量的方向。“横向于”现在优选地意味着，至少可以通过垂直于优选地流动的聚合物的速度矢量的矢量分量，描述纤维粗纱的运动/速度，其中该矢量分量优选地明显区别于速度‘0’。例如可以由米/秒(m/s)为单位描述速度。在此，例如可以通过平均值，描述聚合物的速度矢量。该速度矢量优选地称为聚合物流动方向。尽管可以通过相互不同的速度矢量描述熔融聚合物的单个分子或者区域的运动，但可以优选地取各个矢量的平均值，其中优选地通过该平均值确定聚合物流动方向。该聚合物流动方向优选地基本上或者至少部分地平行于从进料装置到排出装置的直线连接和/或与之一致。“可以通过围绕偏转元件的偏转，局部地横向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向”特别地意味着，至少在通道内的区域中，有聚合物流经熔融聚合物。在这种情况下，纤维粗纱在其运动方面至少具有垂直于聚合物流的矢量分量，使得聚合物流撞击粗纱的横向侧，并且在此流经由粗纱形成的间隙并且再次在粗纱的另一横向侧上离开此处。因此，粗纱有利地大范围地被熔融聚合物润湿或者说浸渗，并且可以由此形成改良的纤维复合材料。优选地，设计和/或布置至少一个偏转元件，使得纤维粗纱无法以直线从进料装置移动到排出装置，而是有横向于这种连接的偏移。虽然在若干区域中，熔融聚合物同样会被偏转元件影响其在进料装置与排出装置之间优选直线的运动，但由于优选地液态的性质，这种可能的影响不太明显，还由此得出平均运动，而纤维粗纱的运动至少局部地横向于该平均运动延伸。

[0043] “可沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的聚合物和/或纤维粗纱进行引导”特别地意味着，浸渗单元被构造为，使得聚合物和/或纤维粗纱位于此处并且能

够相互浸渗，对应的复合材料从而可以离开排出装置。“可引导”优选地同样意味着，纤维粗纱可以沿着通道(围绕偏转元件)，从进料装置移动至排出装置。聚合物可以流动，但是不是必须流动，其也可以优选地，但仅优选地基本上均匀并且优选地没有气泡地存在于浸渗单元中。

[0044] 同样可以优选的是，聚合物基本上不流动和/或涌动，或者仅少量地流动和/或涌动。在这种情况下，其甚至可以具有速度分量，该速度分量从排出装置指向后方，例如指向溢出口的方向。特别地，重要的是，纤维粗纱由于至少一个偏转元件而具有(优选地相对于聚合物的)速度分量，该速度分量局部地横向于和/或斜向于进料装置与排出装置之间的直线导向延伸。然而，优选地始终有小份额的聚合物穿过纤维粗纱移动至排出装置，以形成纤维复合材料。

[0045] 由此，不仅可以扩大聚合物与纤维粗纱之间的接触，在优选地同时扩张纤维粗纱时，还可以由聚合物和/或偏转元件对纤维粗纱施加压力场，由此改善了聚合物进入纤维粗纱的浸渗。

[0046] 优选地，纤维粗纱的速度差不多与打印头的行驶速度一样快，因为纤维优选地不是柔性的。例如，可以对应于300mm/min，以大约5mm/s的速度进行工作。在3D打印中，典型地优选大约30-60mm/s的范围内的速度，然而，60-120mm/s优选地也是可能的。然而，在所打印构件的速度与构件质量之间优选地有权衡，这特别地也取决于打印机的质量。聚合物流的速度优选地相对较低，并且主要取决于腔室的横截面。在横截面变小的情况下，速度优选地提高，粘性也由此优选地由于剪切速率更高而改变。因为聚合物优选地由于粗纱的浸渗而减损，所以，入口附近的流动速度优选地高于例如出口处的流动速度。在出口处，优选尽可能低的流动速度，由此不会排放过多聚合物。在此，流动速度与横截面相乘优选地描述了体积流量。然而，有利地，聚合物流动，因为腔室由此特别地始终完全被填满。因此，例如可以避免气泡而且不会将其掺入到粗纱中(缺失的基体＝更差的机械特性)。同样地，并非完全新鲜的聚合物优选地逐渐地从打印头中排放出来。这是优选的，因为高温例如会导致破坏聚合物(取决于所使用的聚合物和打印温度)。

[0047] 由于该技术，可以通过一个打印头，使用或者说制备更粗的纤维束、不同的基体材料和不同的基体份额。纤维或者说纤维粗纱不仅被包覆，而且基体物质还渗入到纤维/粗纱中(特别地渗入到间隙中)。为了能够传输纤维之间的力并且由此实现有利地类似于金属的机械特性的明显改善的机械特性，这是必要的。

[0048] 在此，主要通过扩张纤维股和/或借由压力场压入聚合物，促进了浸渗。通道内的通流对于提供基体具有重要意义，然而，通流特别地会影响浸渗。

[0049] 表1总结了打印头相对于现有技术的一些优点。

[0050]

工艺：	用于预先生产的、连续纤维增强的长丝的打印头	创新的打印头：在浸渗腔中混匀热塑性塑料和纤维束
在打印头中浸渗的可能性	否	是
不同的纱线支数是否可能？	每个打印头只可能有一种支数	在相同的打印头中，不同的纱线支数是可能的
大纱线支数？	否，只有小纱线支数可能被展开成长丝	是，大纱线支数是可能的，因为可很好地展开“干”纤维。
基体物质数量？	每根所制备的长丝只有一种基体物质	多种基体物质可以进给到打印头中，局部不同的基体是可能的
分等级？	否，不可能	是，有可能
基体基本物质	在长丝制备中预先确定	使用长丝、颗粒或者直接使用其它方式制备的聚合物熔体
构件中的基体份额？	恒定	可变
大构件的打印时间：	由于小纱线支数和规定的基体份额，打印时间长	可设定打印时间，有可能有更大的纱线支数并且基体份额可变。
机械特性？	由于基体与纤维之间的不完善	由于纤维到基体物质的连接得以改善，

[0051]

	的连接而低于平均水平	得到非常好的机械特性

[0052] 表1:现有技术的打印技术与在此描述的创新方法的对比

[0053] 所形成的构思在所有领域中都有应用,诸如航空航天、汽车、医疗技术、通用机械制造和特种机械制造等。每当涉及低件数(<10-100)时并且在最佳情况下件数为1时,相较于其它技术,增材制造可以提供其成本优势。通过使用连续碳纤维增强体,可以在轻型结构领域中实现新的设计可能性。相较于高人员投入(手工业)或者数据加工(工业4.0,大数据)的技术,通过优选的数位制造和自动化,特意研究的打印头的使用提供了巨大的优势。

[0054] 最佳的用途优选地在制造假体柄和矫形器构件时的医疗技术领域中。对于假体(优选地必须替换身体部位),例如可以借助于扫描摘除残肢形状,并且在计算机上对构件进行建模。随后通过连续纤维复合物进行的打印输出或者说增强使得目前尚无法投入使用的数位制造成为可能。同样内容也适用于矫形器,其中优选地必须支撑身体部位。由于患者特异性的个性化,必须始终单件地生产构件,因为患者也会在1-3年的时间内发生变化。另一方面,可以构建生产线,其例如为了大腿而优化特定类型的假体柄,并且可以制造超过1000个几何形状稍微不同的柄。由此,有可能经济地、自动地制造单件构件。这目前无法通过其它方法实现。

[0055] 所介绍的发明有利地使得碳纤维粗纱的浸渗成为可能。为此,优选地通过销钉或者倒圆的角,对纤维束进行导向,并且由此特别地通过压力场,将聚合物熔体压入到纤维股中。此外,有利地通过扩张股而额外地简化该过程。相较于预先浸渗的连续纤维增强的长丝的现有技术,在所介绍的打印头技术中,有利地可以使用更粗的纤维粗纱,因为最小弯曲半

径小于复合物中的弯曲半径。除此之外，可以局部地改变纤维体积含量，或者说可以简单地使用过各种基体材料。

[0056] 应用可能性特别地在于航空航天、汽车工业、医疗技术(假体和矫形器制造)、机械制造。

[0057] 在本公开的一种优选实施方案中，能够以从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，沿着进料装置与排出装置之间的通道，对浸渗单元中的熔融聚合物进行引导，并且可以通过围绕偏转元件的偏转，局部地横向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，对通道内的纤维粗纱进行导向。

[0058] 因此，可以特别有效地构造浸渗。

[0059] 在本公开的一种优选实施方案中，包括有用于将纤维复合材料受控地安置到打印面上的喷嘴，其中喷嘴位于排出装置上。喷嘴优选地包括用于待打印的物质的开口的在压力面方向上变窄的横截面。特别地，喷嘴包括用于待打印的纤维复合材料的变窄的排放口横截面。以此方式，可以提供特别紧凑的打印头。作为释放区域的喷嘴被证明特别适合于FMD/FFF打印，其中为了打印，喷嘴接近打印面或者说位于打印面上。

[0060] 在本公开的另一优选实施方案中，包括有用于将纤维复合材料受控地安置到打印面上的喷嘴，其中喷嘴位于排出装置上，并且其中喷嘴和打印面优选地被配置用于喷嘴与打印面之间的、特别地在所有空间方向上的和/或以所有可能的自由度进行的相对运动。在此，优选地既通过喷嘴的运动，也通过打印面的运动，并且特别地通过两个元件相对于彼此的运动，实现相对运动。优选地，除了平动自由度外，可能的自由度在此还包括旋转或者说回转的自由度。由此，可以使得紧凑的三维构件的打印成为可能。

[0061] 在本公开的另一优选实施方案中，打印头包括至少两个偏转元件，优选至少三个偏转元件，更优选地至少四个偏转元件，并且特别地至少五个偏转元件。由此，可以多次和/或在各个方向上偏移/偏转纤维粗纱，并且可以改善与聚合物的交联。对于多个偏转元件，特别优选地，沿着通道，在相对侧上布置偏转元件。因此，可以特别有效地偏转到交替方向。

[0062] 在本公开的另一优选实施方案中，包括2-8个偏转元件，特别是5个偏转元件。偏转元件的这一数量被证明是特别有效的，同时可以将打印头的构造保持得比较简单。特别地，5个偏转元件确保了优异的浸渗，同时确保保持得紧凑的浸渗腔。

[0063] 在本公开的另一优选实施方案中，分别包括至少一个用于聚合物和纤维粗纱的进料装置。通过单个的用于每种原材料的进料装置，进料可以特别好地适应相应的物质并且由此改善进料。

[0064] 在本公开的另一优选实施方案中，偏转元件的布置和/或径向伸展被配置用于纤维粗纱围绕偏转元件的偏转、纤维粗纱的速度变化、纤维粗纱的扩张和/或横向于和/或斜向于聚合物流动方向和/或进料装置与排出装置之间的直线导向地对纤维粗纱进行导向。通过偏转元件，特别地实现纤维粗纱离开进料装置与排出装置之间的直线路径的偏转，其中当不包括偏转元件时，得出该直线路径。为了偏转，优选地垂直于粗纱的纵向轴线和/或垂直于进料装置与排出装置之间的直线路径，实现纤维粗纱上的力。由此，不仅实现纤维束的偏转，还可以额外地获得纤维粗纱的扩张，从而在束的单个纤维之间产生间隙或者说将间隙扩大，并且通过聚合物，可以更好地实现这些间隙。通过偏转和侧向地作用在粗纱上的力，束的基本上圆形的横截面优选地朝向椭圆形横截面的方向发生变化，并且实现束的扩

张。通过偏转，优选地实现速度变化。这优选地一方面由于运动方向的变化而发生，由此优选地已经包括了纤维粗纱的速度变化。此外，由于通过偏转元件实现的偏转/导向，还产生了纤维束的减速，优选地由于偏转元件与纤维束之间的摩擦力。通过这些摩擦力，优选地还获得了纤维粗纱的扩张，因为这些力反向于粗纱的没有间隙的聚束布置起作用。优选地，偏转元件如用于纤维粗纱的导向元件一样起作用，使得优选地对粗纱进行导向。“导向”优选地指的是可以控制粗纱的速度和/或运动方向。通过这种偏转元件，可以在聚合物基体与纤维束之间实现改善的浸渗和连接。

[0065] 在这种情况下，优选地在连接之前，作为第一步实现浸渗，以便总体来说使得聚合物在纤维上的粘附成为可能。这优选地对于复合物的根本定义是必不可少的，因为纤维由此完全地嵌入到基体中。连接优选地涉及物理和/或化学连接。如果纤维和基体是“相斥的”(优选无极的和极性的表面张力)，则尽管有浸渗，但优选地仍可以不传输任何力或者仅传输少量的力，连接优选地较差。

[0066] 销钉偏转主要支持浸渗，并且优选地不支持物理和/或化学连接，但是优选地首先使其成为可能，因为如果纤维之间没有基体，那么也无法进行连接。

[0067] 优选地，可以只有当存在活性基团时，才进行聚合物之间的交联，例如对于热固性树脂(环氧树脂、聚酯树脂)或者对于特定添加剂。通过销钉实现的偏转主要确保聚合物能够总体而言掺入到基体中。

[0068] 在本公开的另一优选实施方案中，偏转元件至少局部地是圆柱状的并且具有轴向布置，该轴向布置垂直于聚合物流动方向和/或垂直于通道内的进料装置与排出装置之间的直线导向。圆柱状元件已经被证明是特别适合的偏转元件，因为其通过圆形的外周面施加特别“温和的”偏转力，其中圆形的外周面至少局部地促成偏转，偏转力不会消极地影响纤维束的完整性。如果为偏转预设了有角的和/或尖锐的区域，则其有可能导致纤维束断裂或者被切断。优选地，布置圆柱状偏转元件，使得通过圆柱体的外周面至少局部地伸入到路径中并且纤维束与该外周面局部地接触，纤维束在从(纤维束的)进料装置到排出装置的路径上经受偏移。在此过程中，粗纱优选地在纵向方向上移动经过一部分圆柱周长，并且在其运动过程中跟随该部分的周长。偏转元件必须优选地没有完整实施的圆柱形状，而是可以呈现圆柱体的区段，其中例如当沿着其纵向方向切开圆柱体时，会得出该区段。在此，区段可以优选地包围整个圆柱体的八分之一、四分之一、八分之三、一半、八分之五、四分之三和/或八分之七。该区段优选地基本上形成偏转元件并且特别地位于通道内。区段可以特别地以通道侧壁内的圆柱体区段状的凸面的形式存在。局部为圆柱状的偏转元件垂直于聚合物流动方向的轴向布置特别地涉及垂直于平均聚合物流动方向的轴向布置。定向也可以优选地被定义成垂直于进料装置与排出装置之间的直线导向。当聚合物基本上不从进料装置流向排出装置时，这种定义是特别有意义的。特别地，偏转元件就被设计为伸入到通道中的圆柱体区段。也可以优选的是，轴向布置垂直于(或者基本上垂直于)聚合物的和/或纤维粗纱的进料装置与排出装置之间的直线连接，和/或垂直于(或者基本上垂直于)通道的纵向轴线。优选地，垂直布置的这些定义中的至少两个相互一致。这种偏转元件特别有效、稳固且易于制造。

[0069] 优选地，偏转元件至少局部是圆柱状的或者圆形的，并且在浸渗通道中具有轴向的布置，其中该布置可以使纤维偏移于输入端与输出端之间的线性走向。

[0070] 在本公开的另一优选实施方案中，偏转元件在通道内由至少一个倒圆的边缘和/或销钉包围。该实施方案可以是前述局部为圆柱状的偏转元件的一种优选实施方案。倒圆的边缘可以优选地伸入到通道中，并且由此为纤维粗纱呈现其在进料装置与排出装置之间的“直接路径”上的偏转元件。倒圆的边缘可以优选地直接集成到通道的侧壁中，和/或可以是通道侧壁的组成部分。优选地，可以如上文中描述的圆柱体的区段，设计倒圆的边缘。销钉可以是至少局部为圆柱状的元件的一种特别实施方案，并且优选地呈现整个圆柱体。这种销钉可以至少局部地以所描述的形状伸入到通道中。特别优选地，这种销钉是单独的元件，其可以由制动装置固定在通道的侧壁中。特别地，可以构建这种销钉，这对于维护和/或清洁是特别有利的。

[0071] 在本公开的另一优选实施方案中，偏转元件具有横向于聚合物流动方向的曲率，至少局部地可通过半径对曲率进行描述，其中半径优选地处于1-20mm之间，更优选地处于2-5mm之间，并且特别地为4mm。例如优选地，对于销钉、倒圆的边缘和/或局部为圆柱状的偏转元件，该半径可以包括(区段化的/局部存在的)圆柱体的半径。所描述的半径被证明令人惊奇地特别适合于扩张和速度变化。

[0072] 在本公开的另一优选实施方案中，定位偏转元件，特别是倒圆的边缘和/或倒圆的销钉，使得其超过通道的中心。通道的中心优选地通过纵向方向上的对称轴线进行描述，和/或通过环绕其的最近的位置的纵向方向上的通道内的区域，距侧壁大概同样远。由于这种定位，偏移特别明显；无法沿着居中布置的纵向轴线，顺着其将纤维粗纱从进料装置导向至排出装置，而是在其路径上，由至少一个偏转元件偏转纤维粗纱，从而获得扩张和/或局部地横向于聚合物流动方向的导向/偏转。由此，令人惊奇地改善了聚合物基体在纤维粗纱中的浸渗和连接。

[0073] 现在随之示例性地呈现该优选实施方案。打印头的核心部件优选是浸渗单元，在其中用聚合物熔体(基体物质)浸渗纤维。优选地，通过纤维围绕倒圆的边缘或者销钉伸长，实现浸渗。倒圆边缘/销钉的数量优选地为最小值1，更优选地处于2到8之间，特别地为5。销钉/边缘的半径优选地处于1到20mm之间或者更大，特别优选地处于2到5之间，特别地为4mm。优选地，定位倒圆边缘/销钉，使得其超过通道的中心，从而使纤维偏移。特别地，对其进行定位，使得得到小于180°的中心角。优选地，中心角为大约32.5°，在优选销钉半径为4mm的情况下，这对应于2.26mm的弧长。在此，弧长特别地是纤维与销钉之间的接触长度。中心角优选地描述圆弧的各个端点以其中心点M形成的角度。在此，优选地在观察浸渗通道和/或偏转元件的横截面时，确定中心角。在此，所观察的端点特别地是纤维与偏转元件的接触区域的两个端点，并且中心点优选地位于至少局部为圆柱形的偏转元件的轴线上。

[0074] 通过该布置，特别地扩张纤维股，并且由此能够更简单地用熔体状的基体渗透/浸渗粗纱/纤维束，因为由具有圆形横截面的股，优选地产生厚度明显更小的条带，以进行浸渗。除此之外，在倒圆的边缘/销钉上构建有压力场，基体聚合物可以被该压力场压入/掺入到纤维中。能够以长丝、颗粒的形式或其它方式实现熔体的进料。优选地，可以在工具本身中或者在进料到工具中前的过程中，实现材料的熔化。工具温度应有利地高于基体聚合物的熔融温度。优选使用长丝，借助于鲍登挤出机，将其输送到工具中。在此，有利的是，移动的打印头不必承载挤出机马达的重量，并且可以由此减轻移动的质量。对于易于剧烈链分解的特殊聚合物，也有可能直接利用颗粒，颗粒通过蜗杆挤出机产生熔体。

[0075] 在本公开的另一优选实施方案中，在进料装置之前进行聚合物的熔化。聚合物能够已经以液态形式，被进料至浸渗单元。因此，其需要更少的能量来产生聚合物到液态的相位过渡必需的热量。由此，可以将浸渗单元保持得特别简单、紧凑且轻便。

[0076] 在本公开的另一优选实施方案中，加热元件被配置用于至少局部地将聚合物和/或纤维粗纱加热至高于聚合物熔融温度的温度。因此，可以特别高效地将聚合物保持为液态。可以特别优选的是，通过明显高于熔点的温度，产生特别地为液态的聚合物，其特别好地润湿束的纤维。同样可以优选的是，选择温度，使得聚合物非常粘稠(例如仅稍高于熔融温度)。对于一些材料，由此会提高纤维束与聚合物之间的摩擦，由此可以实现更好的交联。

[0077] 在本公开的另一优选实施方案中，浸渗单元具有至少一个用于聚合物的物质溢出口。由此，可以排出过量的基体聚合物。通过溢出口，有可能在工具中只有低压。如果产生了较高的压力，则会发生以下情况，即基体物质中的孔受压并且随后在进一步熔化时膨胀，并且会使复合物的质量明显变差。借助于更低的压力避免或者说减少这种情况。在此，可以确定溢出口的尺寸，使得由此可与进料装置结合，在浸渗单元内设定优选的压力范围。

[0078] 在本公开的另一优选实施方案中，物质溢出口被配置用于，在聚合物流动方向上和/或在纤维移动方向上和/或逆着纤维移动方向，排出聚合物。优选地，可以在纤维移动方向和/或聚合物运输方向上，或者也可以反向于纤维移动方向，实现溢出口的布置。由此，可以根据打印头或者整个打印机的结构形式，发现适合的结构形式。优选地，也可以包括多个进料装置(见下文)，随后优选地调整至少一个溢出口的尺寸和/或数量。

[0079] 在本公开的另一优选实施方案中，以颗粒和/或长丝的形式供应聚合物。长丝优选是塑料，其以细长的形式，例如线材形式和/或在滚轮上集束地存在并且通常用在FDM/FFF工艺中。颗粒优选以粗晶粒或者说微粒的形式存在的聚合物。这一形式的聚合物特别简单且可通过标准工艺进料。因为通常按照标准，能够以此方式得到聚合物，所以可以便利地且节约资源地获得这些聚合物。

[0080] 在本公开的另一优选实施方案中，直接地和/或通过鲍登挤出机，供应长丝。鲍登挤出机特别地是软管状的套筒，可以在其中对长丝进行导向，优选鲍登线。优选地，鲍登挤出机被固定在进料装置上。优选地，通过驱动器(例如步进马达)移动和/或供应长丝。鲍登挤出机优选是柔性的，并并且驱动器特别地不直接固定在打印头上，而例如固定在壳体或者说底盘上。其中，特别的优点在于，移动的打印头不必承载驱动器(优选地也称为挤出机马达)的重量并且可以由此减轻移动的质量。

[0081] 在本公开的另一优选实施方案中，通过蜗杆挤出机供应颗粒。除了输送长丝，优选地，还有可能通过蜗杆挤出机或者相当的设备制备聚合物熔体并且将其直接导向到打印头中。在蜗杆挤出机中，优选地通过可转动地驱动的蜗杆实现颗粒的前进和进料。在此过程中，可以在进料之前，就已经在蜗杆中预热和/或熔融颗粒。由此，可以特别有效地进行进料和/或熔融。特别是对于易于剧烈链分解的特殊聚合物，使用通过蜗杆挤出机熔融的颗粒是很好的产生熔体的方法。

[0082] 在本公开的另一优选实施方案中，在浸渗单元之后包括物质输送单元，其被配置用于向喷嘴方向运输纤维复合材料。优选地，其也可以被称为牵拉单元。特别优选地，通过排出装置到达浸渗单元外部的物质至少部分地冷却并凝固，从而可以实现良好的搬运和/或良好的输送。因此，该实施方案特别适合于与后续的热端(见下文)组合。物质输送单元可

以例如包括两个对向转动的滚轮或者轮子，通过其运动，可以输送存在于这些滚轮或者轮子之间的纤维复合材料。

[0083] 在本公开的另一优选实施方案中，包括用于裁切和/或切割纤维复合材料的切削工具。切削工具(也被称为切削单元)例如可以通过刀具和/或夹钳状的元件实现，其在需要时朝向纤维复合材料、纤维粗纱和/或长丝的方向移动，使得其在期望的位置处/期望的范围内被切断，优选地在横向方向上被切断。切削工具在此能够以例如布置在浸渗单元的排出装置上、布置在其外部的形式存在。有利地，通过切削单元，有可能例如在层中插入多个增强区域，在无直接连接的情况下打印两个构件，或者也可以插入额定断裂位置。优选地，可以在打印过程中停机并且再次接上新的纤维复合材料。有利地，有可能仅通过切削单元，完成复杂构件(例如包括局部增强)的制造。优选地由纤维和基体构成的、用于制备无孔复合材料的浸渗腔可以扩展有切削单元。其例如位于被加热的浸渗腔与被加热的喷嘴之间或者位于喷嘴之后。“喷嘴”在此优选地描述了最下方的工具开口，其将复合材料安置在构件平台/打印面上。因此，在该构造中，在工具上优选地只有用于纤维复合材料的输出端。为了输送复合材料，特别地，在切削单元与浸渗工具之间使用输送单元，在其之前有冷却系统。为了输送物质，其优选地被冷却至低于熔点的温度，该温度通常也低于基体材料的玻璃化转变温度，以避免条的变形。在将切削单元布置在喷嘴与浸渗腔之间的情况下，优选地要注意，在切削后，还优选地必须安置物质。在机器代码中，优选地，对应地配置切削单元的正确控制。由此，特别地在安置的幅面结束之前，根据切削单元与喷嘴之间的距离实现切削。在重新接上复合物时，优选地，应再次将物质输送至喷嘴。通过切削单元，有可能在层中插入多个增强区域，在无直接连接的情况下打印两个构件，或者也可以插入额定断裂位置。切削单元是打印头中的一种有利元件，其使得制造包括局部增强的复杂构件成为可能。

[0084] 在本公开的另一优选实施方案中，切削工具被布置在喷嘴前、喷嘴与浸渗单元之间。由此，可以在其从喷嘴中流出并且被打印之前，裁切纤维复合材料。可特别简单地实施这样实现的切削单元，因为在裁切过程中，喷嘴可以直接停留在打印区域中的打印面上。在将切削单元布置在喷嘴与浸渗腔之间的情况下，可以优选地注意，在切削后，还必须安置物质。在调节所述过程的控制装置(例如集成电路)的机器代码中，优选地，对应地配置切削单元的正确控制。由此，特别地在安置的幅面结束之前，根据切削单元与喷嘴之间的距离实现切削，因为在切削后，特别地必须将剩余物质从喷嘴中拉出。在重新接上时，在能够进行重新打印之前，优选地，必须对应地也再次将物质输送至喷嘴。在该实施方案中，在切削之前，优选地至少冷却纤维复合材料一段距离，使得精确裁切成为可能。因此，在该实施方案中，特别地优选与后续热端的组合。

[0085] 在本公开的另一优选实施方案中，包括有热端，其包括喷嘴和用于加热喷嘴的加热元件。加热元件优选地集成在喷嘴中。由此可以保证，在打印时，纤维复合材料是充分液态的，以建立与已经打印的材料和/或打印面的连接，或者说使得纤维复合材料具有期待的用于打印的稠度。特别是当在浸渗单元与热端之间发生了纤维复合材料的低至聚合物的熔融温度之下的至少部分的冷却时，热端是优选的。

[0086] 在本公开的另一优选实施方案中，在浸渗单元与切削工具和/或热端之间包括有冷却元件。通过冷却单元，可以积极地促进纤维复合材料的冷却，以便例如通过牵拉单元实现更好的切削和/或运输。出于前述原因，在此之后，特别是热端形式的喷嘴是有利的。冷却

元件例如可以是无源的冷却元件，其基本上由具有用于冷却的肋片的散热器形成。其中，在散热器内部对纤维复合材料进行导向并且在此过程中优选地对其进行冷却。同样可以优选的是，散热器使得主动冷却成为可能，例如通过冷却的珀尔帖元件。

[0087] 在本公开的另一优选实施方案中，切削工具被布置在喷嘴之后，并且打印头优选地被配置用于喷嘴与打印面之间的间距变化，以由切削工具裁切纤维复合材料。由此，可以特别简单且精确地修剪连贯的待打印纤维复合材料的长度尺寸，因为直接在待打印的工件上进行切削。其中，可以优选的是，通常直接布置在待打印位置处的喷嘴被稍微抬高，以便切削工具可以到达该位置并且进行修剪。

[0088] 在本公开的另一优选实施方案中，打印头还包括进料元件，其包括用于聚合物的第一输送单元和用于纤维粗纱的第二输送单元，并且优选地包括位于浸渗单元与进料元件之间的冷却元件。进料元件优选地与至少一个进料装置协作并且主动地通过输送单元运送进料。优选地，可以通过对向转动的滚轮，实现用于长丝和/或纤维束形式的聚合物的输送单元，类似于上文中描述的用于纤维复合材料的牵拉单元。同样可以通过鲍登线状系统，实现用于长丝和/或纤维束形式的聚合物的输送单元，类似于上文中的鲍登挤出机。同样地，对于颗粒形式的聚合物，可以优选蜗杆挤出机。冷却元件优选地位于浸渗单元与进料元件之间。由此，可以优选地避免其特别强烈地加热聚合物并且由于熔融而获得不适合进料的特性。在此，可以优选地以类似于上文中描述的冷却元件的方式，构建该冷却元件。可以通过长丝执行基体物质的进料，其例如被鲍登软管导向至打印头。替代地，输送单元可以直接连接到工具上并且随之移动。通常，在3D打印机的所有固件中都支持长丝形式的输送。除了输送长丝，还有可能通过蜗杆挤出机或者相当的设备制备聚合物熔体并且直接将其导向到打印头中。可以有如下优点，即由此降低加热时间，因为已经在挤出机中实现了长丝的制备，而在挤出机中，例如对于敏感的聚合物，会开始链分解。

[0089] 在本公开的另一优选实施方案中，切削工具位于进料元件与浸渗单元之间。由此，可以在进料之前就已经实现特别是纤维粗纱的裁切。当虽然应连贯地打印聚合物，但在一些位置处应由纤维中断增强以例如打印特别精细且有尖角的结构时，该实施方案特别有意义。

[0090] 在本公开的另一优选实施方案中，包含有鲍登系统，其中鲍登系统包括位于浸渗单元与热端之间的鲍登软管以及切削工具，该切削工具被布置在鲍登软管之前或鲍登软管之后、热端之前或之后。鲍登系统优选地是牵拉单元的一种实施方案。在这种情况下，可以将优选地被冷却至低于聚合物熔融温度的纤维复合物质从排出装置中运输穿过软管内部。在此过程中，可以使用例如至少一个如已经描述的包括两个对向滚轮或者说轮子的驱动器。可以优选地有两个这样的驱动器，其中一个驱动器被布置在鲍登系统之前，另一个被布置在其后。在这种系统中，由于鲍登软管的柔性，喷嘴或者说热端可以优选地独立于浸渗单元移动，由此得到可移动的用于控制打印过程的元件，其特别紧凑且轻质并且可以特别快速且高效地移动，以进行打印。为了显著降低打印头的移动质量，有可能/优选地使用所谓的鲍登系统。优选地，不移动输送单元/挤出机，并且借助于鲍登，将物质导向到热端中并且在此将其熔化并进行安置。因为浸渗工具随之带来一定重量，所以有可能将由浸渗工具和输送单元构成的单元在外部安装到打印机上。由此，可以优选地借助于鲍登，将所制备的、已冷却的复合材料导向到热端中，以便随后再次熔化并且在幅面中进行安置。由喷嘴和加

热区域构成的热端在此可以有利地非常小并且由此可以很轻。切削单元可以集成到移动的热端中，以缩短切削后的提取距离。然而，也有可能将其直接装在输送单元后，即装在鲍登之前，以便进一步减轻重量。这优选地引起提取距离延长。通过使用鲍登，也有可能构建非常小且轻质的打印头，其优选地包括另外的喷嘴/热端，以便加工不同的物质并且由此使得多物质打印成为可能。在增材制造中，多物质打印是有利的，因为这样可以在一个步骤中为构件构建不同的功能。

[0091] 在本公开的另一优选实施方案中，包括有多个喷嘴和/或浸渗单元。由此可以提供包含不同聚合物和/或纤维粗纱的不同纤维复合材料，其中可以基本上和/或部分地同时或者说以短时间间隔打印这些纤维复合材料。因此，可以特别简单且快速地在相应区域中打印具有不同物质特性的工件。

[0092] 在本公开的另一优选实施方案中，浸渗单元包括多个用于聚合物和/或纤维粗纱的进料装置，其中可以供应各种物质和/或纤维粗纱支数。由此，例如有可能在需要更大量基体聚合物时和/或应混合聚合物时，将更多长丝和/或颗粒导向到打印头中。借助于混合元件，也有可能将两个起反应的聚合物引导到工具中并且启动额外的固化/交联反应。此外，以此方式，有可能实现从成分A开始逐渐地过渡到成分B的分级材料。使用不同基体材料的优点可以是更好的纤维基体连接和浸渗，其得出构件的更高的强度。对于特定应用，也可以考虑，较差的纤维基体连接可能会引人注意，以便例如通过局部变形保证保护功能。还优选的是，在工具中联合更多单独的纤维条(纤维粗纱)或者分别隔开地对其进行浸渗。对于更粗的纤维束，浸渗更困难，并且由此可以通过使用更细的纤维束对其进行简化。除此之外，还有预先规定的纤维束支数。对于特定应用，可以考虑调整条的数量，例如3k、6k、12k，并且在使用3x3k时，9k是可能的。由此，既可以依次打印不同的纤维粗纱，也可以同时打印不同的纤维粗纱。优选地，同样有可能组合不同的纤维，例如为了高强度和刚度的碳纤维和额外地为了高冲击韧性和高断裂伸长的芳纶纤维。通过这种组合，强度/刚度会由于碳纤维而高于纯芳纶纤维，而C纤维(碳纤维)的约1.7％的低断裂伸长会由于芳纶纤维的可延展的断裂行为而得以显著改善，从而有利地出现延性断裂，而非脆性断裂。通过使用不同数量的条或者纤维类型，可以改善浸渗并且由此改善机械特性，并且允许设定期望的材料性能。可以优选的是，通过同一物理开口实现多种进料。对于多种纤维粗纱，这特别地可轻松实现。其中，进料特别地用于引入一种类型(物质、支数等)的纤维粗纱和/或聚合物。

[0093] 还可以优选的是，通过进料装置对多根条(纤维粗纱)进行导向，通过一个进料装置对多根条(纤维粗纱)进行导向，或者分别通过一个进料装置对两个纤维粗纱进行导向。

[0094] 在本公开的另一优选实施方案中，包括有用于预处理纤维粗纱的元件，其中预处理选自以下组，所述组包括：上浆、移除环氧化物浆料和/或等离子处理。可以施加所谓的第二胶料，使得更好的纤维基体连接由于化学键而成为可能。同样优选地，有可能借助于温度移除环氧化物浆料。特别地，纤维的等离子处理是有利的，因为等离子处理的效果取决于时间，并且可以根据物质，优选地设定处理与加工之间的时间。在等离子处理过程中，表面被活化，形成新的键合搭档，并且提高了表面能量，以便显著改善纤维基体连接。此外，通过连接在上游的纤维优化单元(元件)，例如甚至电晕处理、化学蚀刻和/或氧化、施加特殊胶料和/或用于氧化的温度处理和/或烧掉现有胶料，可以对纤维表面进行改性，并且达到更好的纤维基体连接，其结果是可以提高强度。

[0095] 胶料(Sizing)或者浆料(Schlichte)均优选地描述纤维上的保护层。纤维是例如相对脆性且敏感的,并且胶料/浆料负责保护。通常存在约1-3wt.%的胶料,并且其类似于稍后的基体物质,例如通常使用环氧树脂浆料,因为环氧树脂系统的市场最大。除此之外,通过胶料,可以优选地改变纤维的表面化学,并且这引起更好的与基体物质的连接,因为纤维优选地是非常无极的。对于具有极性份额的基体材料(例如聚酰胺),通过上浆获得的极性纤维表面是有用的。对于无极的聚合物(例如PP、PE),可以有意义的是移除胶料/浆料,以在纤维上产生无极表面。对于Second-Sizing或者第二胶料,预先将化学试剂施加到包括或者不含第一胶料的纤维上,其随后优选地影响表面特性。

[0096] 在另一方面中,本公开涉及根据前述说明的打印头用于增材工艺的用途。

[0097] 本领域普通技术人员认识到,根据本公开的装置的优选实施方案的技术特征、定义和优点也适用于根据本公开的用途及其实施方案。

[0098] 在另一方面中,本公开涉及根据前述说明的打印头用于制备预浸料和/或有机片材的用途。预浸料优选地是被用于聚合物基体的反应树脂预浸渍的所谓的纤维基体半成品,特别地用热固性树脂对其进行浸润。这可以继续用于在温度和压力下制备构件。优选地,用热塑性聚合物浸润有机片材。

[0099] 本领域普通技术人员认识到,根据本公开的装置的优选实施方案的技术特征、定义和优点也适用于根据本公开的用途及其实施方案。

[0100] 在另一方面中,本公开涉及一种用于通过根据前述说明的打印头进行纤维复合材料的增材制造的方法,该纤维复合材料在聚合物基体中包含纤维增强体,该方法包括以下步骤:

[0101] -经由至少一个进料装置,将聚合物和纤维粗纱进料至浸渗单元;

[0102] -通过加热元件,加热浸渗单元;

[0103] -沿着进料装置与排出装置之间的通道,优选地以从进料装置到排出装置的聚合物流动方向,引导浸渗单元内由于加热而熔融的聚合物;

[0104] -经由偏转元件,沿着通道引导纤维粗纱,其中纤维粗纱经历速度变化,局部地横向于和/或斜向于从进料装置到排出装置的聚合物流动方向和/或进料装置与排出装置之间的直线导向,对纤维粗纱进行导向和/或扩张。

[0105] 本领域普通技术人员认识到,根据本公开的装置的优选实施方案的技术特征、定义和优点也适用于根据本公开的方法及其实施方案。

[0106] 在本公开的一种优选实施方案中,该方法还包括以下步骤:

[0107] -控制喷嘴与打印面之间的相对运动,并且根据待打印的物体,在打印面上打印纤维复合材料;

[0108] -优选地,在打印过程期间和/或在打印过程结束后,用切削工具裁切纤维复合材料。

[0109] 该方法使得通过FDM/FFF工艺特别简单且灵活地进行制备成为可能,其中通过纤维与聚合物基体之间的特别好的连接,可以制备机械性能特别地得以改善的工件。

[0110] 在本公开的另一优选实施方案中,纤维粗纱包括选自包括碳纤维、芳纶纤维和/或玻璃纤维和/或玄武岩纤维的组的纤维,和/或聚合物选自包括以下元素的组:聚酰胺(特别是PA6、PA66、PA12)、聚醚醚酮、聚醚酮酮、聚苯硫醚、聚砜、聚醚酰亚胺、聚四氟乙烯、聚碳酸

酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(未用乙二醇改性的和用乙二醇改性的)、聚乳酸、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、苯乙烯-丙烯腈共聚物、聚对苯二甲酸丁二醇酯聚苯乙烯、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、乙烯酯树脂、酚醛树脂、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂、异丁烯酸酯树脂、聚氨酯、蜜胺树脂和/或脲醛树脂,优选地,额外包括由单个物料组成的混合物和化合物,其包括用于提高纤维基体连接的添加剂。

[0111] 这些基体物质已经被证实特别适合于用大量可灵活选择的纤维材料进行灵活的增材制造,并且得到增材制造的纤维复合材料的特别好的机械特性。

[0112] 在本公开的另一优选实施方案中,该方法用于制备矫形器和/或假体。矫形器和/或假体是最个性化的并且由此特别适合于灵活且快速的增材制造,其中所使用的纤维复合材料是自由的且可根据布置(例如稳定性、弹性和/或生物相容性)自由选择。与此同时,涉及的是最受应力和持续受力的部件,其中基体到纤维上的特别好的连接被证实是特别适合的。

[0113] 在另一方面中,本公开涉及一种纤维复合材料,其在聚合物基体中包含纤维增强体并且通过根据前述说明的打印头和/或通过根据前述说明的方法制得。

[0114] 本领域普通技术人员认识到,根据本公开的装置和根据本公开的方法的优选实施方案的技术特征、定义和优点也适用于根据本公开的材料及其实施方案。

[0115] 其它优选变体:

[0116] 优选一种用于为纤维复合材料制备而制备在聚合物基体中包含纤维增强体的材料的装置,包括:

[0117] -混合体积,其用于混合熔融聚合物和纤维粗纱;

[0118] -至少一个进料装置,其用于聚合物和/或纤维粗纱到混合体积的进料;

[0119] -加热元件,其用于至少部分地熔融混合体积内的聚合物;

[0120] -混合体积内的至少一个偏转元件;和

[0121] -用于所产生的材料的排出装置,

[0122] 其中可沿着从进料装置到排出装置的聚合物流动方向,对混合体积中的熔融聚合物进行引导,并且可通过围绕偏转元件的偏转,局部地横向于聚合物流动方向,将纤维粗纱从进料装置导向至排出装置。

[0123] 在一种优选实施方案中,装置包括至少两个偏转元件,优选至少三个偏转元件,更优选地至少四个偏转元件,并且特别地至少五个偏转元件。

[0124] 在一种优选实施方案中,偏转元件是圆柱状的并且具有垂直于混合体积内的聚合物流动方向的轴向布置,其中偏转元件的布置和/或径向伸展被配置用于纤维粗纱围绕偏转元件的偏转、纤维粗纱的速度变化、纤维粗纱的扩张和/或横向于聚合物流动方向地对纤维粗纱进行导向。

[0125] 在一种优选实施方案中,以颗粒和/或长丝形式供应聚合物。

[0126] 在一种优选实施方案中,在混合体积后还包括物质输送单元,其被配置用于运输材料。

[0127] 在一种优选实施方案中,还包括用于切割和/或裁切材料的切削工具。

[0128] 在一种优选实施方案中,还包括一种用于增材制造的具有喷嘴的打印头,其中喷嘴位于混合体积的排出装置上。

[0129] 在一种优选实施方案中，切削工具位于打印头的喷嘴之前，其中在此优选地，第二喷嘴并未连接到混合体积上，而是连接到浸渗单元后的第二加热单元上(参见例如下文中的图2)。

[0130] 在一种优选实施方案中，切削工具位于打印头的喷嘴之后，并且装置被配置用于打印头与打印面之间的间距变化，以由切削工具裁切材料。

[0131] 在一种优选实施方案中，切削工具位于浸渗单元上的出口之后并且位于第二喷嘴/加热单元之前，以便将物质从浸渗单元中拉出，在需要时对其进行裁剪并且通过构件形式的第二喷嘴/加热单元进行安置。

[0132] 在一种优选实施方案中，还包括进料元件，其包括用于聚合物的第一输送单元和用于纤维粗纱的第二输送单元，并且优选地包括位于混合体积与进料元件之间的冷却器，其中装置优选地被配置用于纤维复合材料的增材制造。

[0133] 在一种优选实施方案中，切削工具位于进料元件与混合体积之间。

[0134] 在一种优选实施方案中，装置被用于增材工艺。

[0135] 在一种优选实施方案中，装置被用于制备预浸料/有机片材。

[0136] 除此之外，在一种实施方案中，涉及一种用于通过根据权利要求1至11中任一项或更多项所述的装置制备在聚合物基体中包含纤维增强体的材料的方法，包括以下步骤：

[0137] -经由进料装置，将聚合物和纤维粗纱进料至混合体积；

[0138] -通过加热元件，加热混合体积；

[0139] -沿着从进料装置到排出装置的聚合物流动方向，引导混合体积内的熔融聚合物；

[0140] -经由偏转元件，将纤维粗纱从进料装置引导至排出装置，其中纤维粗纱经历速度变化，局部地横向于聚合物流动方向对其进行导向和/或扩张。

[0141] 在一种优选实施方案中，该方法还包括以下步骤：

[0142] -控制打印头与打印面之间的相对运动，并且根据待打印的物体，在打印面上打印纤维复合材料；

[0143] -优选地，在打印过程期间和/或在打印过程结束后，用切削工具裁切纤维复合材料。

[0144] 在方法的一种优选实施方案中，纤维粗纱包括选自包括碳纤维、芳纶纤维和/或玻璃纤维和/或玄武岩纤维的组的纤维，和/或聚合物选自包括以下元素的组：聚酰胺(特别是PA6、PA66、PA12)、聚醚醚酮、聚醚酮酮、聚苯硫醚、聚砜、聚醚酰亚胺、聚四氟乙稀、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(未用乙二醇改性的和用乙二醇改性的)、聚乳酸、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、苯乙烯-丙烯腈共聚物、聚对苯二甲酸丁二醇酯聚苯乙烯、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、乙烯酯树脂、酚醛树脂、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂、异丁烯酸酯树脂、聚氨酯、蜜胺树脂和/或脲醛树脂，优选地，额外包括由单个物料组成的混合物和化合物，其包括用于提高纤维基体连接的添加剂。

[0145] 在一种优选实施方案中，该方法用于制备矫形器和/或假体。

[0146] 除此之外，在一种实施方案中，涉及一种用于纤维复合材料的材料，其在聚合物基体中包含纤维增强体并且通过如前文中描述的装置和/或通过如前文中描述的方法制得。

[0147] 还提供了一种新型的用于用连续碳纤维进行复合材料的增材制造的方法。在此，研究并提供了新的打印头设计，其例如用PA6熔体浸渗打印头中的碳纤维。研究得出优选高

达550MPa的弯曲强度，优选地约40GPa的弯曲模量以及优选30-35％的纤维体积含量。增材制造为纤维复合材料的自动制备提供巨大的优势。由此，在打印平台上对构件进行构建，而不用具有支撑结构的工具。通过其它打印头，多物质方法是有可能的，其中主要在需要高强度的地方投入纤维增强体。耐久性令人惊奇地高，因为在使用碳纤维时没有出现边角料，而这例如在加工有机片材时很常见。

附图说明

[0148] 在下文中，应根据示例和附图，详细地阐述本公开，而不会将其局限于此。

[0149] 附图的简要说明

[0150] 图1示出了包括浸渗单元和溢出口的打印头的示意图。

[0151] 图2示出了打印头连同浸渗单元的示意图，其中包括切削单元和第二喷嘴。

[0152] 图3示出了打印头连同浸渗单元的示意图，其中包括鲍登系统。

[0153] 图4示出了打印头的示意图，其包括分别用于聚合物和纤维粗纱的多个进料装置。

[0154] 图5示出了三点弯曲试验的弯曲应力-应变图，其中在没有浸渗单元的情况下，用打印头的已打印的复合材料样品进行试验。

具体实施方式

[0155] 图1示出了包括浸渗单元1和溢出口3的打印头的示意图。在浸渗单元的上端处可以看出用于纤维粗纱的进料装置5和用于长丝、熔体和/或颗粒形式的聚合物的进料装置7。这些进料装置接入到通道9中，直至下部的排出装置11，其通过用于待打印的纤维复合材料的排放口横截面不断变窄而直接过渡成喷嘴13。在通道9中可以看到三个偏转元件15，可以各不相同地设计这些偏转元件。在左侧上可以看出倒圆的边缘形式的两个重叠布置的偏转元件15，其被设计为伸入到通道9内的圆柱体区段的形式。在右侧上布置有圆柱状销钉17的形式的单个偏转元件15，其中该销钉被装入到通道9的侧壁中。可以看出，偏转元件在纵向方向19(虚线)上突出于通道的中心并且由此特别地为纤维粗纱形成偏转(通道9中的箭头)。在通道9的下端处、在排出装置11之前，示出了指向右侧的、用于过量聚合物熔体的溢出口3。

[0156] 图2示出了打印头连同浸渗单元1的示意图，其中包括切削单元21和第二喷嘴23。从打印头的排出装置11和第一喷嘴13中流出的纤维复合材料被冷却系统(冷却元件25)冷却并且部分地固化，使得后续的两个对向转动的滚轮形式的牵拉单元27可以很好地运输材料。同样地，材料现在适合于通过切削单元21进行修剪，而切削单元被直接布置在被实施用于将物质安置在打印面上的第二喷嘴23之前。该第二喷嘴23优选地是热端，从而再次熔化材料，以进行打印。

[0157] 作为图2的补充，图3还示出了包括鲍登软管31的鲍登系统29，该鲍登软管被布置在两个牵拉单元27之间，以通过软管31运输冷却的纤维复合材料。由此，可以提供喷嘴23(热端)与切削工具21的形式的极轻质且移动式的打印单元，其可以独立于浸渗单元1移动。

[0158] 图4示出了一种打印头，其包括两个分别用于聚合物的进料装置7和优选多个纤维粗纱的进料装置5，其中在此，多个用于纤维粗纱的开口也优选地是可能的。由此，可以同时和/或依次供应不同的物质。在此，优选地通过同一物理开口，进行用于纤维粗纱的进料。

[0159] 图5示出了三点弯曲试验的弯曲应力-应变图，其中在没有浸渗单元的情况下，用打印头的已打印的复合材料样品进行试验。用无法通过销钉实现偏转的现有技术的打印头，也进行了机械试验。在对所制备的条施加拉载荷时，认识到聚合物护套在负重时开裂并且纤维被拉出。测定的复合材料强度低于纯基体物质。除了拉力试验，还进行了三点弯曲试验。根据显微图像分析，同样确定了，只可能有一个覆盖层，并且因此无法通过喷嘴压入物质。通过缺失的纤维之间的力的传输，得出复合物的机械特性，其结果是小于100MPa的低弯曲强度和大于5％的高塑性应变。在弯曲应力-应变图中，可以看出高塑性应变；对于纤维复合材料，该塑性应变通常为1-3％，见图5。

[0160] 图6：

[0161] 打印头的构造

[0162] 现有技术：包括熔融浸渗的出版物中，只包覆纤维粗纱。

[0163] 研究目标：开发具有浸渗效果的打印头。

[0164] 通过以下方式改善浸渗：

[0165] -扩张纤维粗纱→更小的浸渗距离

[0166] -销钉上的压力场→压入聚合物熔体

[0167] 6a)被包覆的粗纱

[0168] 6b)已浸渗的粗纱

[0169] 图7：

[0170] 包括浸渗单元的打印头

[0171] 图8：

[0172] 打印配置和物质

[0173] 用于机器/固件调整的开放源码打印系统

[0174] 打印头设计对于其它纤维(类型、纱线支数)和基体物质是开放的(热塑性塑料)

[0175] 8a)打印配置：graber I3/toolson MK2打印零件(打印面200x200x100mm3)

[0176] 8b)碳纤维：Torayca T300&Tenax HTA40；基体聚合物：PA6长丝(本身已挤出)

[0177] 图9：

[0178] PA6长丝的挤出

[0179] 9a)长丝挤出机Next Advance 3devo

[0180] 工艺步骤：

[0181] • 干燥PA6颗粒(在70℃下干燥16小时)

[0182] • 长丝挤出和卷绕

[0183] • 用3mm量具控制直径

[0184] 9b)机械分析：

[0185] 根据DIN EN ISO 527-2的拉力试验；试件：1BA

[0186] 0°的抗拉强度＝68MPa

[0187] 90°的抗拉强度＝57MPa

[0188] Z的抗拉强度＝45MPa

[0189] 图10：

[0190] 10a)/10b)切片机：Simplify 3d v4.01；切片机参数：T_{hotend}＝295℃，T_{bed}＝60℃，

冷却系统关闭，上下层0，填充度为1000％，打印速度为5mm/s，第一层的速度为50％。

[0191] 图11：

[0192] 根据DIN EN ISO 14125

[0193] 进行三点弯曲试验：

[0194] • 5个试件

[0195] • 负载方向上的纤维

[0196] 图12：

[0197] 层高LH和宽度W的影响

[0198] • 层高LH影响FDM打印的光学分辨率和构建速度

[0199] • 在多物质打印中，复合物与热塑性塑料的层高必须相同

[0200] • 样品几何形状取决于层数L和每层中的幅面数量N

[0201] 图13：

[0202] 三点弯曲试验的结果

[0203] 纤维体积含量与弯曲模量之间的相互关系

[0204] 在层高更小时，弯曲强度更高

[0205] 图14：

[0206] 准备：带UV添加的嵌入设备，断裂面附近的显微图像

[0207] 莱卡光学显微镜DM4000 M：14a)具有正常光的暗视野模式14b)具有紫外光的荧光模式

[0208] 图15：

[0209] 见图8a)

[0210] 在柏林技术大学的陶瓷材料专业领域中，用连续的碳纤维研究了新的用于复合材料的增材制造的方法。在此，研究了新的打印头设计，其用PA6熔体浸渗打印头中的碳纤维。研究得出高达550MPa的弯曲强度，约40GPa的弯曲模量以及30-35％的纤维体积含量。增材制造为纤维复合材料的自动制备提供巨大的优势。由此，在打印平台上对构件进行构建，而不用具有支撑结构的工具。通过其它打印头，多物质方法是有可能的，其中主要在需要高强度的地方投入纤维增强体。耐久性非常高，因为在使用碳纤维时没有出现边角料，而这例如在加工有机片材时很常见。

[0211] 附图标记列表

[0212] 1 浸渗单元

[0213] 3 溢出口

[0214] 5 用于纤维粗纱的进料装置

[0215] 7 用于聚合物的进料装置

[0216] 9 通道

[0217] 11 排出装置

[0218] 13 喷嘴

[0219] 15 偏转元件

[0220] 17 圆柱状销钉

[0221] 19 通道中心

[0222] 21 切削单元

[0223] 23 第二喷嘴

[0224] 25 冷却元件

[0225] 27 牵拉单元

[0226] 29 鲍登系统

[0227] 31 鲍登软管。

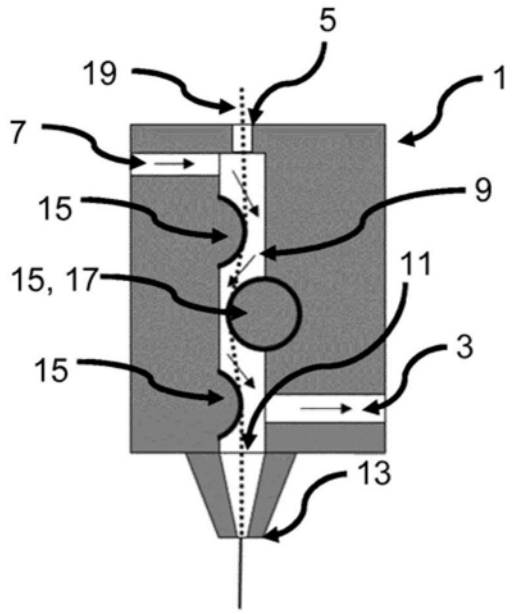


图1

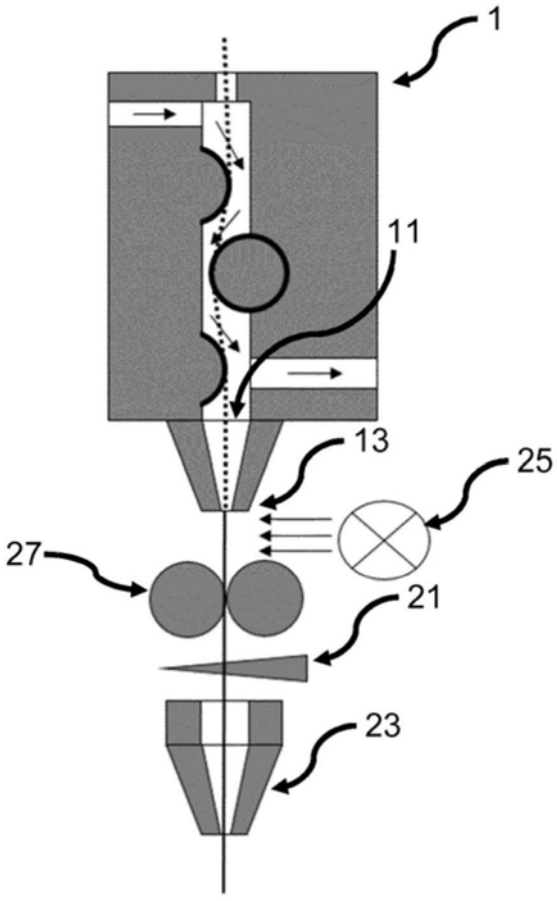


图2

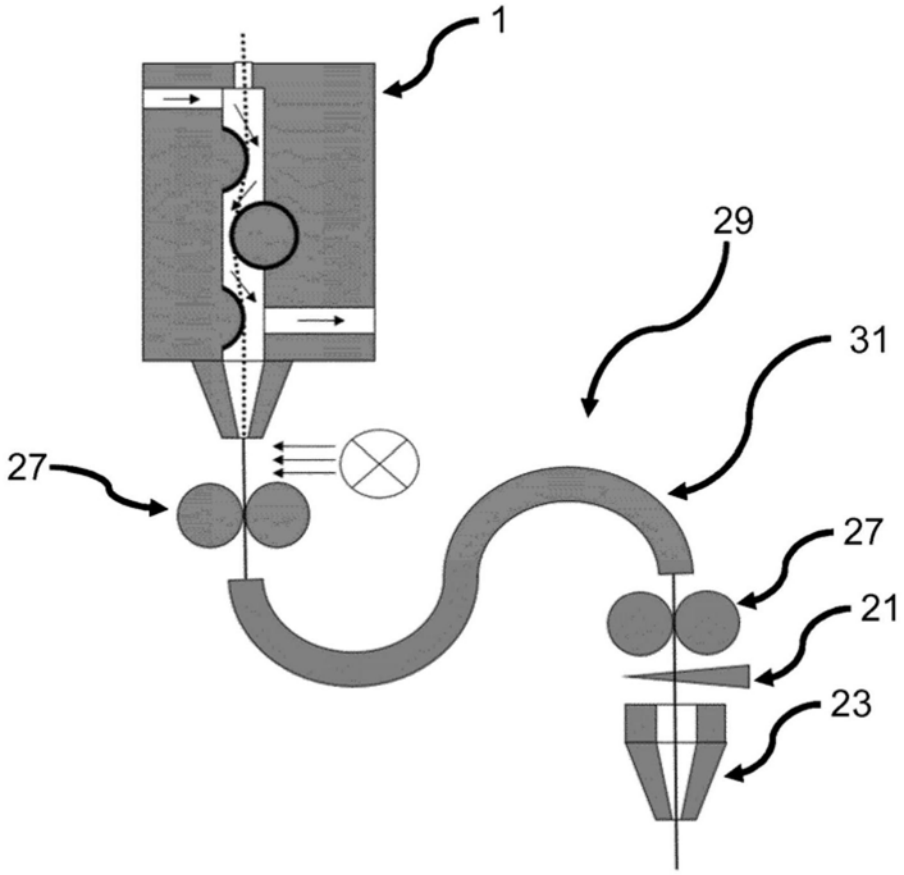


图3

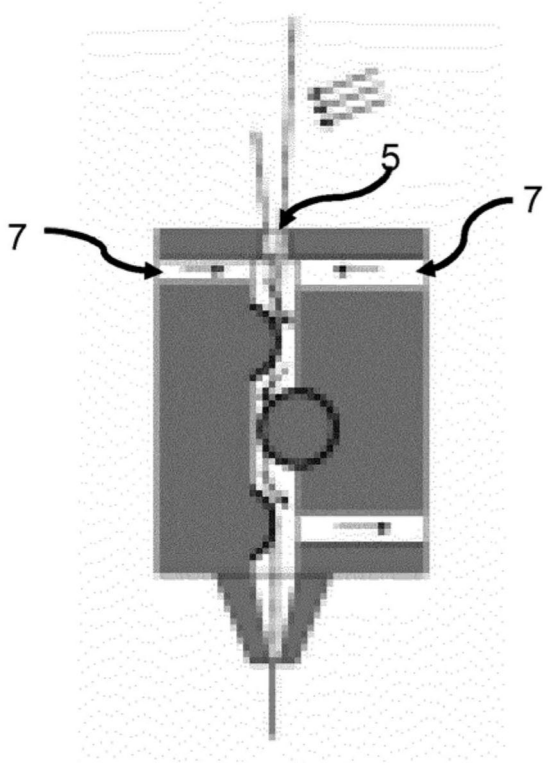

5
7
7

图4

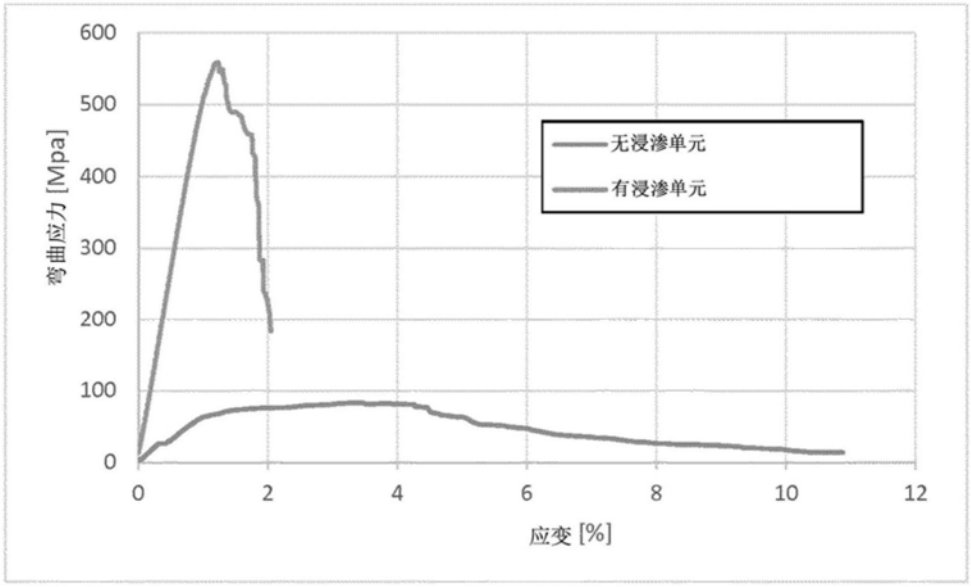

600
500
400
300
200
100
0
弯曲应力 [Mpa]
0
2
4
6
8
10
12
应变 [%]
无浸渗单元
有浸渗单元

图5

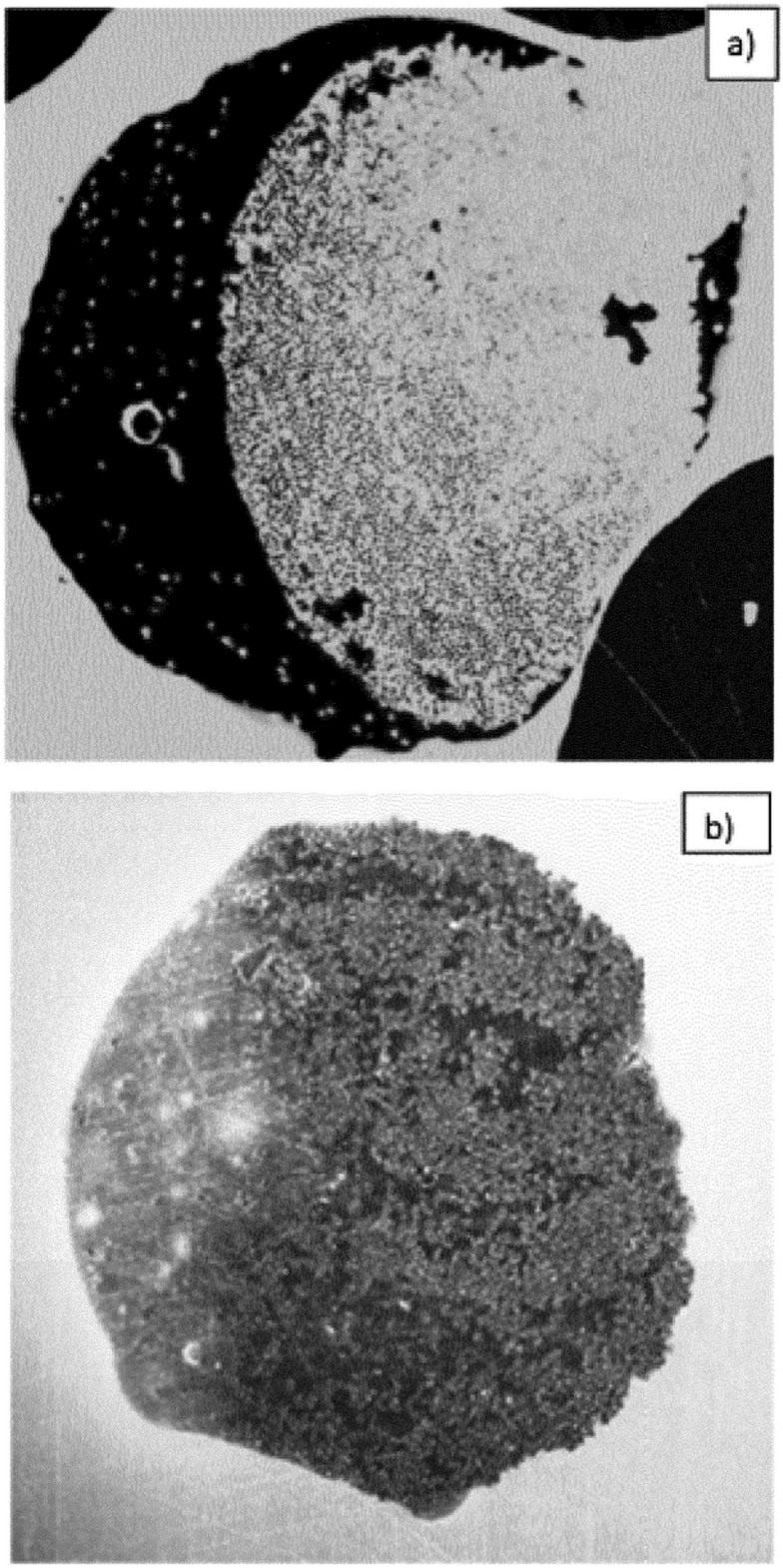


图6

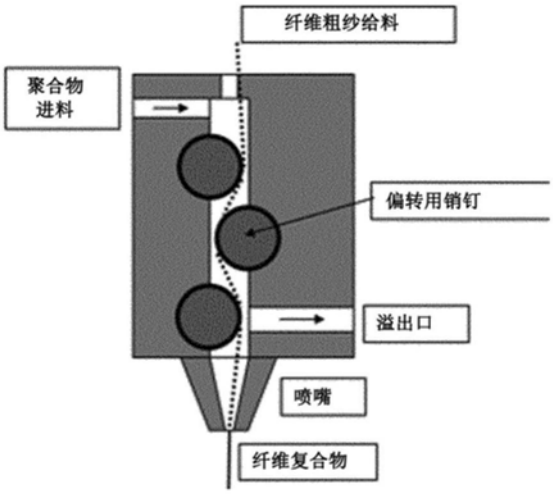


图7

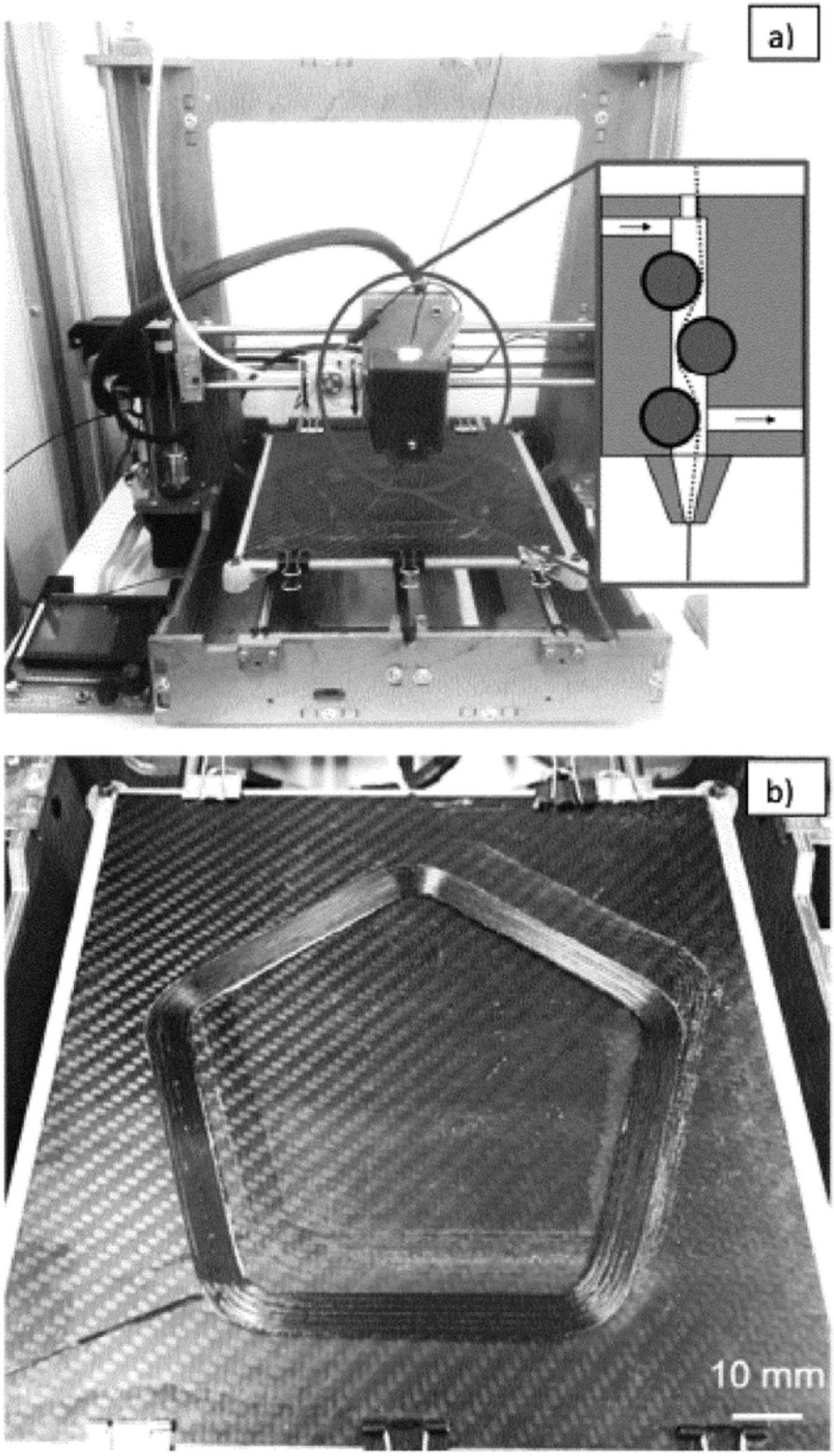
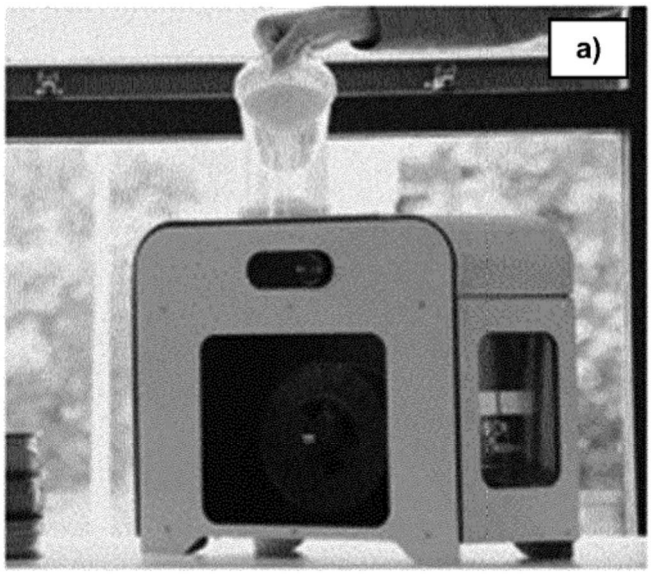


图8



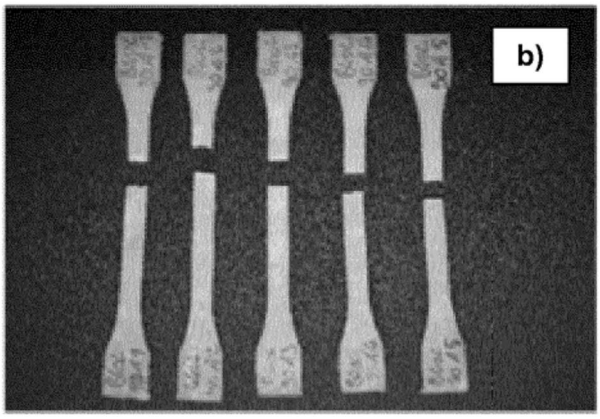


图9

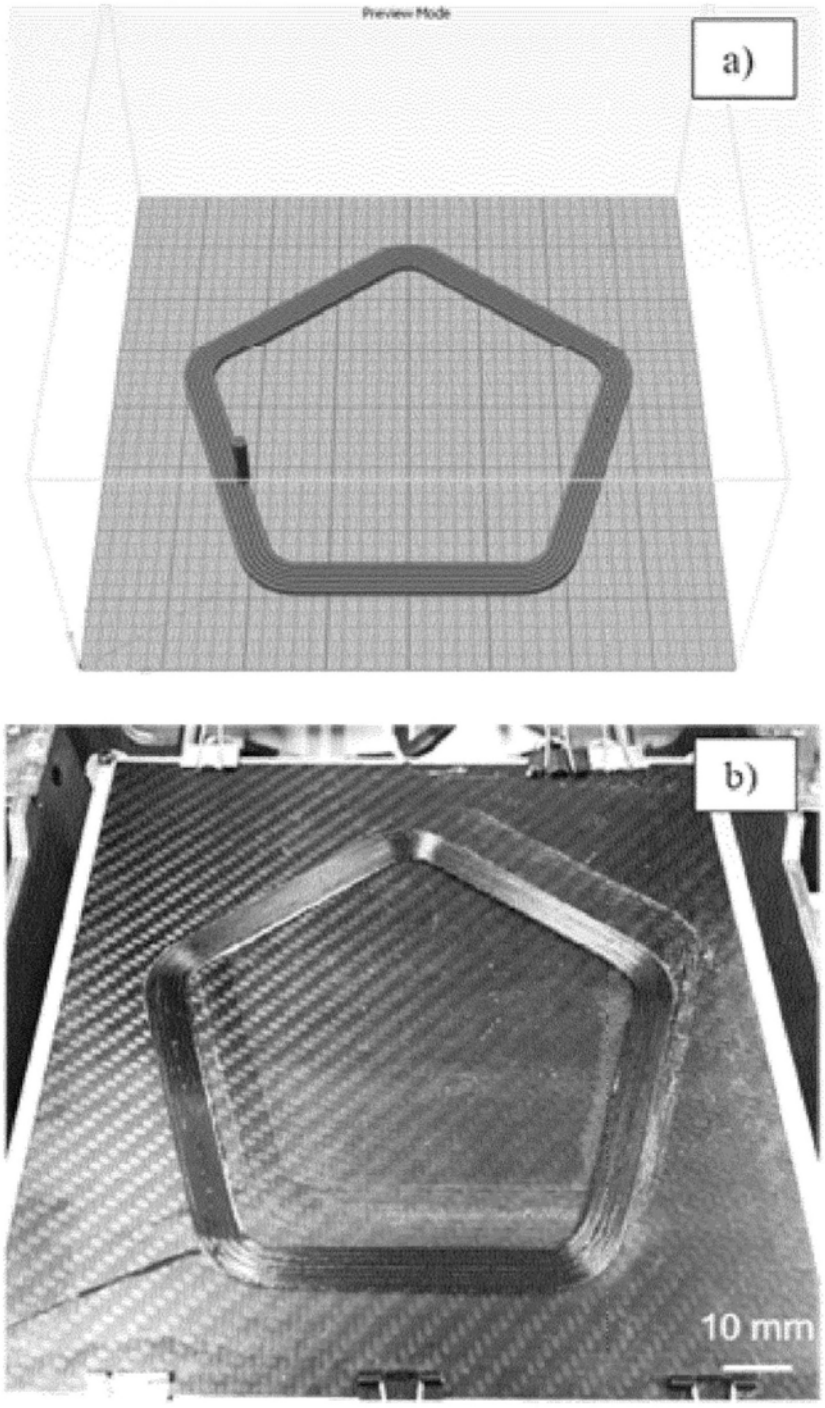


图10

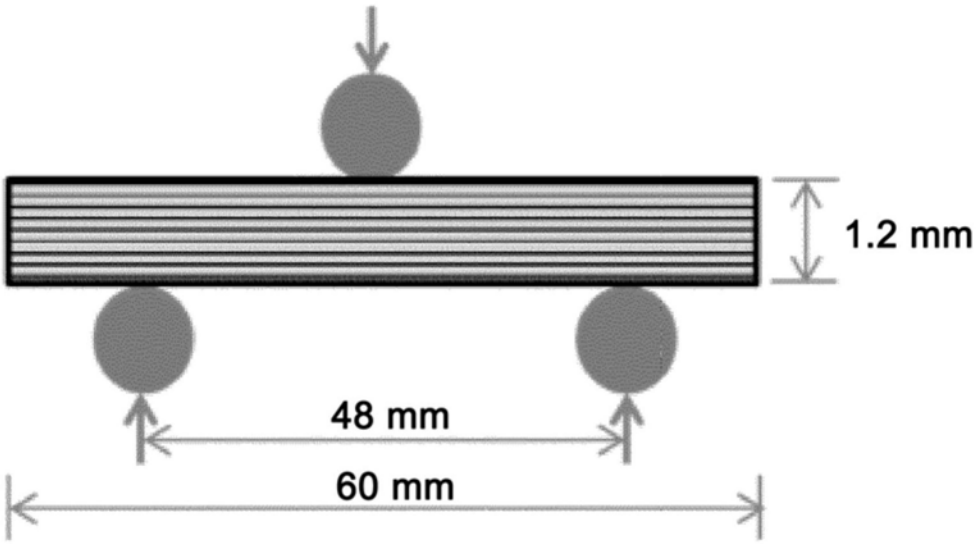
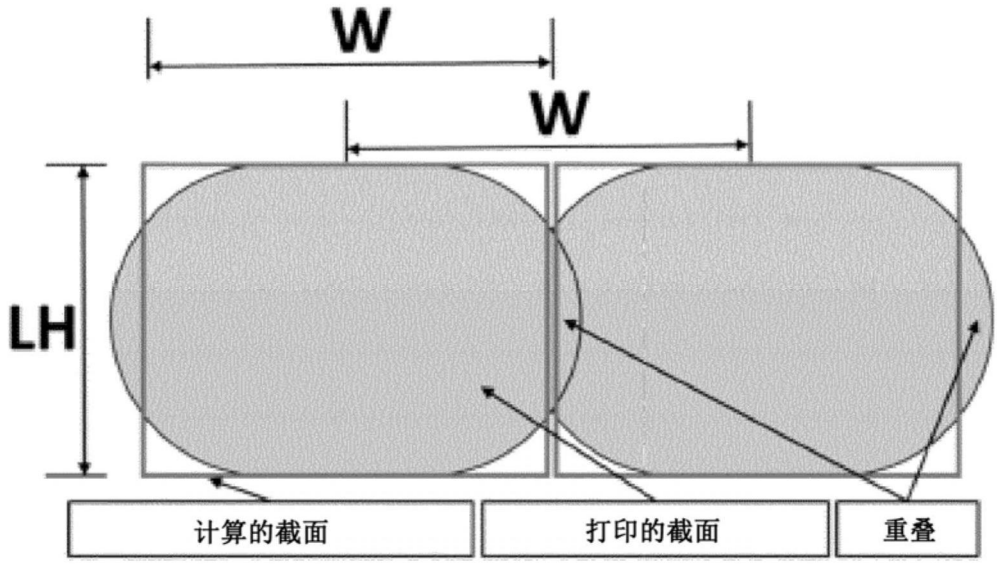


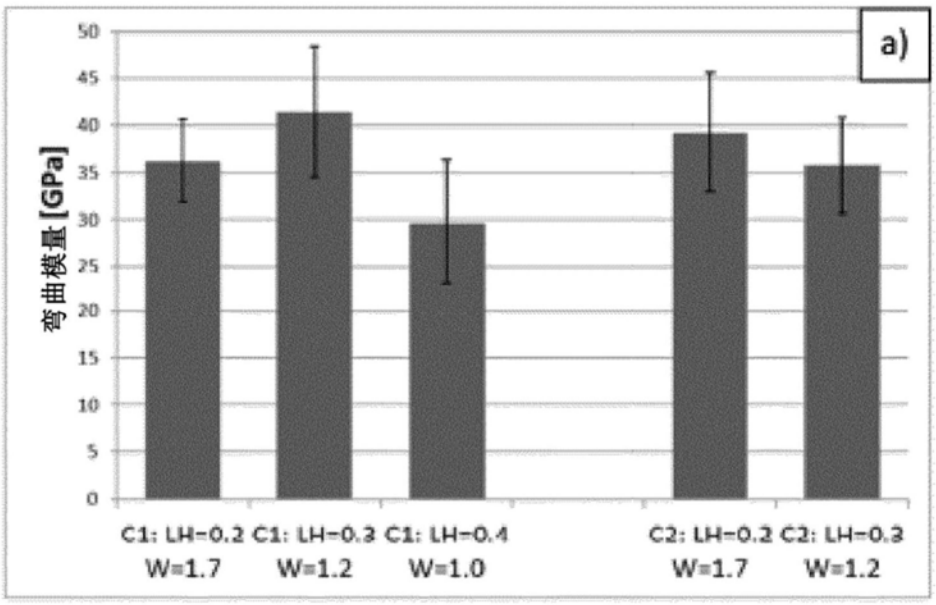
图11



LH [mm]	W [mm]	L	N	$B_{总计}$ [mm]*
0.2	1.7	6	6	10.2
0.3	1.2	4	9	10.8
0.4	1.0	3	10	10

* $B_{总计}=N\times W$

图12



φf [%]	27	34	25	29	28
	± 1.2	± 1,7	± 1,9	±1,7	±1,6

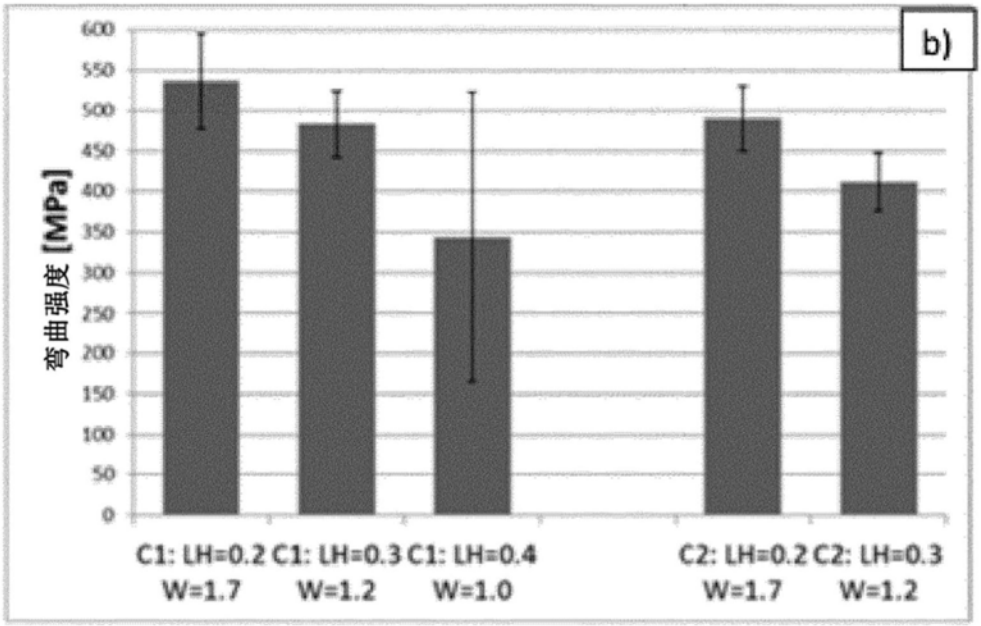


图13

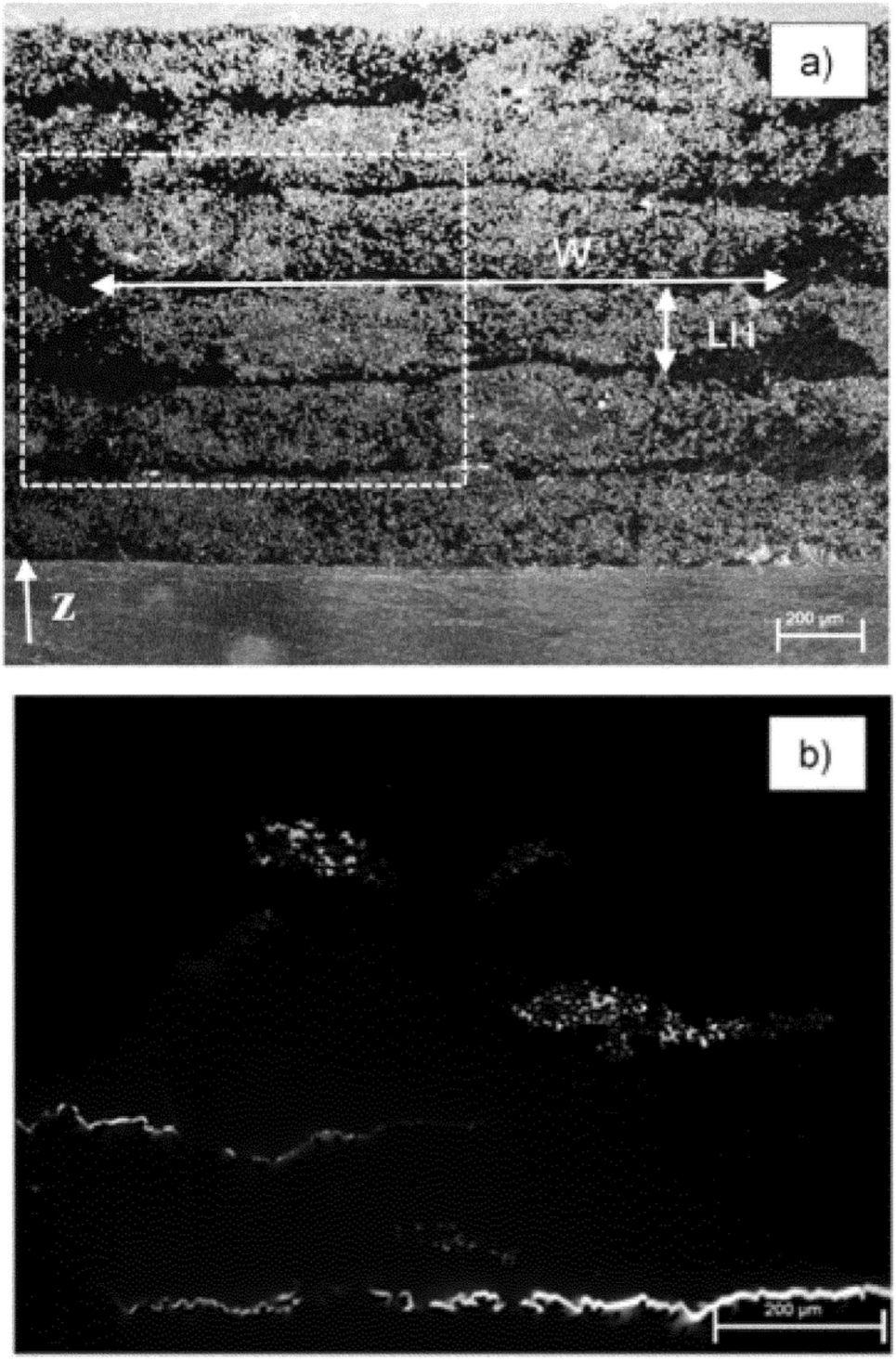


图14

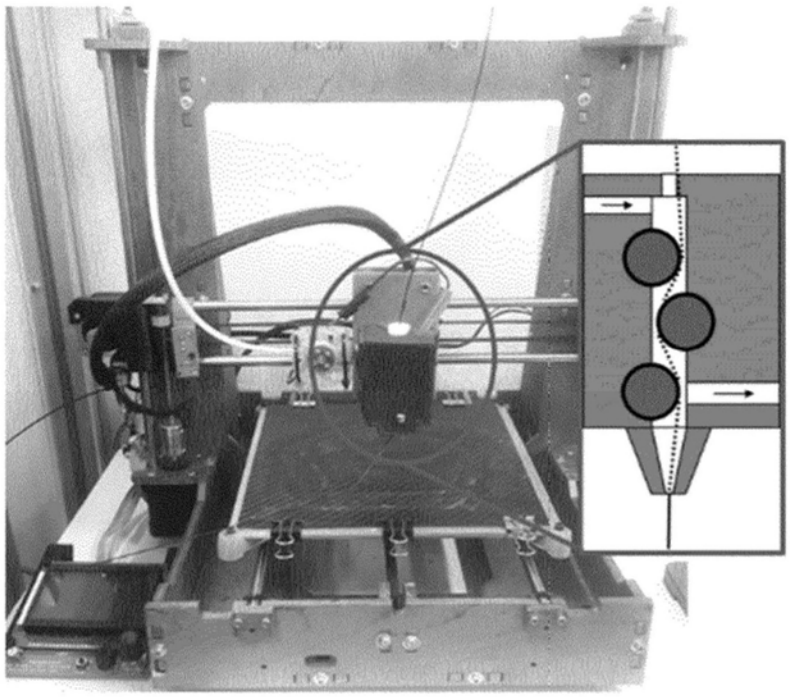


图15