(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 112188953 A
(43)申请公布日 2021.01.05

(21)申请号 201980034472.X

(22)申请日 2019.05.15

(30)优先权数据
18174237.0 2018.05.25 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.11.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/062481 2019.05.15

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/224071 EN 2019.11.28

(71)申请人 昕诺飞控股有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 R·A·M·希克梅特 P·朱伊德玛 P·A·范哈尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 罗利娜

(51)Int.Cl.
B29C 70/58(2006.01)
B33Y 80/00(2006.01)
B33Y 10/00(2006.01)
F21V 29/70(2006.01)
B29C 64/118(2006.01)

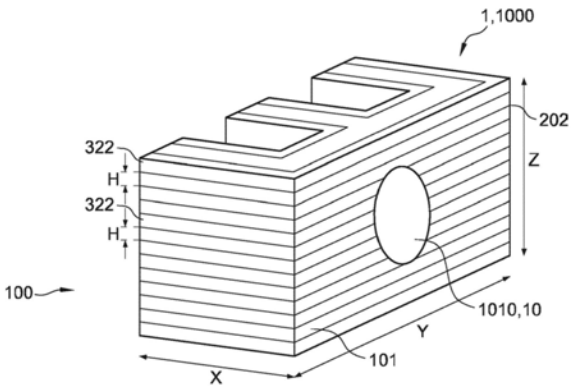
权利要求书2页 说明书15页 附图10页

(54)发明名称

由FDM打印的导热复合物及有效散热的策略

(57)摘要

本发明提供了一种用于借助熔融沉积成型来3D打印散热器(100)的方法，该方法包括逐层沉积3D可打印材料，以提供3D打印材料(202)的多个层(322)，由此创建散热器(100)的热接收面(101)，3D打印材料(202)的多个层(322)被配置为与垂直于热接收面(101)的平面(325)平行，其中3D可打印材料包括嵌入3D可打印材料中的颗粒，其中颗粒具有各向异性热导率，其中在3D可打印材料中可用的颗粒的量选自相对于3D可打印材料的总体积的5％体积百分数至40％体积百分数的范围，并且其中3D打印材料(202)的层(322)具有层高度(H)，层高度(H)选自至多800μm的范围。



CN 112188953 A

1.一种用于借助熔融沉积成型来3D打印散热器(100)的方法,所述方法包括逐层沉积3D可打印材料(201),以提供3D打印材料(202)的多个层(322),由此创建所述散热器(100)的热接收面(101),3D打印材料(202)的所述多个层(322)被配置为与垂直于所述热接收面(101)的平面(325)平行,其中所述3D可打印材料(201)包括嵌入所述3D可打印材料(201)中的颗粒(410),其中所述颗粒(410)具有各向异性热导率,其中在所述3D可打印材料(201)中可用的所述颗粒(410)的量选自相对于所述3D可打印材料(201)的总体积的5%体积百分数至40%体积百分数的范围,并且其中所述3D打印材料(202)的层(322)具有层高度(H),所述层高度(H)选自至多800μm的范围。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述颗粒(410)包括非球形颗粒,所述非球形颗粒具有选自10μm至200μm的范围的最长尺寸(L1),其中所述颗粒(410)包括片状颗粒和针状颗粒中的一个或多个,并且其中在所述3D可打印材料(201)中可用的所述颗粒(410)的量选自相对于所述3D可打印材料(201)的总体积的10%体积百分数至40%体积百分数的范围。

3.根据前述任一项权利要求所述的方法,包括通过以下项中的一项或多项来控制所述层高度(H)和层宽度(W):打印机头(501)的移动速度、通过所述打印机头(501)的喷嘴(502)的3D可打印材料(201)的挤出速率、以及在所述喷嘴(502)与接收器物项(550)之间的距离,所述3D可打印材料(201)在所述接收器物项上被打印,其中所述层宽度(W)保持在至少1mm,并且其中所述方法包括打印所述3D可打印材料(201),使得所述颗粒(410)的所述最长尺寸(L1)与层(322)的所述层高度(H)的比率AR3选自0.01≤AR3≤2的范围,AR3等于L1/H。

4.根据前述任一项权利要求所述的方法,包括使用熔融沉积成型3D打印机(500)用于逐层沉积所述3D可打印材料(201),其中所述熔融沉积成型3D打印机(500)包括具有喷嘴(502)的打印机头(501),其中所述喷嘴(502)具有至少1mm的等效圆直径。

5.根据前述任一项权利要求所述的方法,其中所述颗粒(410)包括石墨和氮化硼中的一个或多个,并且其中所述3D可打印材料(201)包括聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯和共聚酯基热塑性弹性体中的一个或多个。

6.根据前述任一项权利要求所述的方法,其中所述3D可打印材料(201)包括热塑性材料,所述热塑性材料具有最大为$1*10^5$道尔顿的重均分子量,其中所述3D可打印材料(201)的至少40%体积百分数由所述热塑性材料组成。

7.根据前述任一项权利要求所述的方法,其中除了具有各向异性热导率的所述颗粒(410),所述3D可打印(201)包括至多30%体积百分数的进一步的添加剂,其中所述进一步的添加剂选自聚合物添加剂和无机添加剂的组。

8.一种散热器(100),包括3D打印材料(202),其中所述散热器(100)包括限定热接收面(101)的3D打印材料(202)的多个层(322),其中3D打印材料(202)的所述多个层(322)被配置为与垂直于所述热接收面(101)的平面(325)平行,其中所述3D打印材料(202)还包括嵌入所述3D打印材料(202)中的颗粒(410),其中所述颗粒(410)具有各向异性热导率,其中所述3D打印材料(202)中可用的所述颗粒(410)的量选自相对于所述3D打印材料(202)的总体积的5%体积百分数至40%体积百分数的范围,并且其中所述3D打印材料(202)的层(322)具有层高度(H),所述层高度(H)选自至多800μm的范围。

9.根据权利要求8所述的散热器(100),其中所述散热器(100)包括用于散热的多个翅片(110)。

10.根据前述权利要求8至9中任一项所述的散热器(100),其中所述颗粒(410)包括非球形石墨颗粒,所述非球形石墨颗粒具有选自10μm至200μm范围的最长尺寸(L1),其中所述3D打印材料(202)中可用的所述颗粒(410)的量选自相对于所述3D打印材料(202)的总体积的10%体积百分数至40%体积百分数的范围,其中所述颗粒(410)包括片状颗粒和针状颗粒中的一个或多个,其中所述颗粒(410)包括石墨和氮化硼中的一个或多个,并且其中所述3D打印材料(202)包括聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯和共聚酯基热塑性弹性体中的一个或多个。

11.根据前述权利要求8至10中任一项所述的散热器(100),其中所述3D打印材料(202)包括热塑性材料,所述热塑性材料具有最大为$1*10^5$道尔顿的重均分子量,其中所述3D打印材料(202)的至少40%体积百分数由所述热塑性材料组成,其中除了具有各向异性热导率的所述颗粒(410),所述3D打印材料(202)包括至多30%体积百分数的进一步的添加剂,其中所述进一步的添加剂选自聚合物添加剂和无机添加剂的组。

12.一种系统(1000),包括(i)在使用期间生成热量的功能部件(1010),以及(ii)根据前述权利要求8至11中任一项所述的散热器(100),其中所述散热器(100)的所述热接收面(101)与所述功能部件热接触。

13.根据权利要求12所述的系统(1000),其中所述系统(1000)包括照明系统,所述照明系统包括光源(10),其中所述功能部件(1010)包括所述光源(10)。

14.一种计算机程序产品,当所述计算机程序产品在功能上被耦接至熔融沉积成型3D打印机(500)、或被包括在熔融沉积成型3D打印机(500)内的计算机上运行时,能够实现根据前述权利要求1至7中任一项所述的方法。

由FDM打印的导热复合物及有效散热的策略

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造3D(打印)物项的方法,特别地涉及一种用于借助熔融沉积成型来3D打印散热器的方法。本发明还涉及利用此方法可获得的3D(打印)物项。进一步,本发明涉及一种包括此3D(打印)物项的系统,诸如照明系统。

背景技术

[0002] 导热材料的使用是本领域已知的。例如,WO2016/134984描述了导热复合材料,包括超高分子量(UHMW)聚合物和含量高于约60%重量百分数的填料材料,以及该导热复合材料的用途,包括在熔融沉积成型中和在3D打印中用于制造制品。本发明还涉及在溶液中制备复合材料。该复合材料具有期望的热导率和至少可接受的物理和/或机械性能。

发明内容

[0003] 在接下来的10到20年内,数字制造将日益改变全球制造的性质。数字制造的一个方面是3D打印。目前,已经开发了许多不同的技术以使用各种材料(诸如陶瓷、金属和聚合物)生产各种3D打印对象。3D打印也可以用于生产模具,模具随后可以用于复制对象。

[0004] 为了制造模具的目的,已经建议使用聚合物喷射(Polyjet)技术。该技术利用了可光聚合材料的逐层沉积,可光聚合材料在每次沉积之后固化以形成固体结构。虽然这种技术产生了光滑表面,但是可光固化材料不是非常稳定,而且热导率相对较低,难以有效用于注射成型应用。

[0005] 最广泛使用的增材制造技术是被称为熔融沉积成型(FDM)的工艺。熔融沉积成型(FDM)是一种通常用于成型、原型制造和生产应用的增材制造技术。FDM通过将材料分层铺设而基于“增材”原理工作;塑料长丝或金属丝从线圈展开并且供应材料以生产部件。可能的话,(例如对于热塑性塑料)在铺设之前将长丝熔融并且挤出。FDM是一种快速原型制造技术。FDM的其它术语是“熔融长丝制造”(FFF)或“长丝3D打印”(FDP),这些术语被认为等同于FDM。一般地,FDM打印机使用热塑性长丝,热塑性长丝被加热至热塑性长丝的熔点然后逐层挤出(或者实际上长丝接长丝),以创建三维对象。FDM打印机相对快速、低成本,并且可以用于打印复杂的3D对象。这种打印机用于使用各种聚合物打印各种形状。该技术还在LED灯具生产和照明解决方案中进一步开发。

[0006] 在照明应用中,为了达到LED的最佳功能,有效散热是必要的。基于聚合物材料和导热添加剂的热导体显现出具有相对低的热导率,并且/或显现出基于不容易诸如经由FDM 3D打印的材料,或仅可通过特定途径例如经由稀释台3D打印的材料。这同样可以应用于基于聚合物材料和导热添加剂的电导体。进一步,也可以应用于除照明应用之外的其它应用。

[0007] 因此,本发明的一个方面提供一种优选进一步至少部分地消除上述一个或多个缺点的备选的3D打印方法和/或3D(打印)物项。本发明的目的可以是克服或改善现有技术的至少一个缺点,或提供有用的备选。

[0008] 因此,在第一方面,本发明提供一种借助熔融沉积成型来3D打印3D物项(“物项”或

“3D打印物项”)的方法,其中3D物项是散热器。该方法包括逐层沉积3D可打印材料,以提供3D打印材料的多个层,由此创建散热器的热接收面。3D打印材料的多个层被配置为与垂直于热接收面的平面平行。3D可打印材料进一步包括嵌入3D可打印材料中的颗粒,其中颗粒具有各向异性热导率或各向异性电导率,特别地是各向异性热导率,其中在特定实施例中,3D可打印材料中可用的颗粒量选自相对于(相应层中的)3D可打印材料总体积的至多40%体积百分数的范围,诸如5%体积百分数至40%体积百分数的范围,如10%体积百分数至40%体积百分数的范围、甚至更特别地至多30%体积百分数的范围,并且其中该方法包括提供具有层高度(H)的3D打印材料层,层高度(H)特别地选自至多1mm的范围,甚至更特别地至多800μm的范围。特别地,3D物项借助熔融沉积成型来(3D打印)进行3D打印。

[0009] 利用这种方法,显现出可以打印具有各向异性传导特性,诸如各向异性导热特性的3D物项,该3D物项可以基本上容易地沿期望朝向对准。第一非优化实验结果提供了超过6W/mK或甚至超过7W/mK的热导率,特别是在相对小的层高度下。3D打印导电物项的一大优点是可以相对容易地调整尺寸。以这种方式,例如,可以进一步优化热传导,因为可以通过优化3D打印物项的形状来优化发热设备和散热器之间的热接触,这对于诸如FDM等3D打印来说相对容易。进一步,利用3D打印,可以生成不导电的导热材料。惊讶地是,显现出通过FDM打印,各向异性颗粒,特别地是具有选自约10-200μm范围内的最长尺寸,并且特别地是沉积层高度最大为约800μm的颗粒,颗粒自动对准并且提供3D打印物项的各向异性传导。

[0010] 本文描述的方法提供3D打印物项。因此,本发明在另一方面还提供了一种利用本文描述的方法的可获得的3D打印物项。在另一方面,一种利用本文描述的方法的可获得的3D打印物项。(利用本文描述的方法)所获得的3D打印物项本身可以是功能性的。这样获得的3D物项可以(备选地)用于装饰或艺术目的。

[0011] 3D打印物项可以包括或设置有功能部件。功能部件可以特别地选自由光学部件、电部件、可移动机械部件和磁部件组成的组。术语“光学部件”特别地涉及具有光学功能的部件,诸如透镜、反射镜、光源(如FED)等。术语“电部件”可以例如涉及集成电路、PCB、电池、驱动器,但是也可以是光源(作为光源可以被认为是光学部件和电部件)等。术语“磁部件”可以例如涉及磁连接器、线圈等。术语“可移动机械部件”特别地涉及被配置为移动(例如旋转或平移),由此可以生成热量,或者可以因生成热量而移动的机械部件。例如,可移动机械部件可以包括电机,诸如燃料电机或电动电机、滚珠轴承。备选地或附加地,功能部件可以包括热部件(例如被配置为冷却或加热电部件)。因此,功能部件可以被配置为生成热或除热等。

[0012] 特别地,本发明提供了一种3D物项,3D物项包括散热器。因此,散热器可以是3D打印物项。因此,在又一方面,本发明还提供了一种包括3D打印材料的3D物项,其中3D物项包括散热器,散热器包括限定热接收面的3D打印材料的多个层,其中3D打印材料的多个层特别地被配置为平行于垂直于热接收面的平面,其中3D打印材料还包括嵌入3D打印材料中的颗粒,其中颗粒具有各向异性热导率,其中在特定实施例中,3D打印材料中可用的颗粒量选自相对于(相应层中的)3D打印材料总体积的至多40%体积百分数的范围,甚至更特别地至多35%体积百分数的范围,诸如至多30%体积百分数的范围。甚至更特别地,3D打印材料中可用的颗粒量选自相对于(相应层中的)3D打印材料总体积的至少5%体积百分数的范围,诸如至少10%体积百分数的范围。进一步,特别地,3D打印材料的(相应)层具有层高度(H),

在特定实施例中，层高度(H)选自至多1mm，甚至更特别地至多800μm的范围。进一步，层宽度(W)特别地为至少0.8mm，例如特别地为至少1mm。

[0013] 如上所述，3D打印散热器可以特别地与功能部件组合设置，散热器可以为功能部件提供散热功能。因此，在又一方面，本发明还提供了一种系统，包括(i)在使用期间生成热量的功能部件，以及(ii)如本文所定义的3D物项，其中散热器的热接收面与功能部件热接触。术语“热接收面”在实施例中也可以涉及多个(不同的)热接收面。

[0014] 此外，在又一方面，本发明提供了一种装置，包括(i)在使用期间生成热量的功能部件，以及(ii)如本文所定义的3D物项，其中(3D打印)散热器的热接收面与功能部件热接触。功能部件可以与散热器物理接触，或者经由导热介质，诸如铝元件或其它导热介质(同样参见下文)，与散热器热接触。

[0015] “散热器”可以被定义为通过将热量耗散至周围介质中来冷却设备的被动热交换器。散热器被特别地设计为使其与周围冷却介质(例如空气)接触的表面积最大化。散热器和功能元件可以彼此物理接触。然而，备选地或附加地，两者之间可以存在导热介质，诸如热粘合剂或热脂。此外，备选地或附加地，可以在功能元件和散热器之间配置热管。这种热管可以用于将热量从功能元件传递至散热器，并且散热器可以用于将热能耗散至环境中。因此，散热器被配置为耗散来自功能元件的热能，特别地是来自光源(当操作时)的热能。功能部件和散热器，特别地是散热器的热接收面，被配置为彼此热接触。这可以包括物理接触。然而，在诸如高达约100μm的非零距离处，仍然可以存在热接触。此外，热接收面的一些部分可以与功能部件接触，而其它部分可以不与功能部件接触。同样地，功能部件的一些部分可以与热接收面接触，而其它部分可以不与热接收面接触。特别地，功能部件包括在形状上与热接收面的至少一部分匹配的面和/或热接收面包括在形状上与功能部件的至少一部分匹配的面。在面匹配的区域上，平均距离可以小于100μm，诸如小于50μm，以获得良好的热传递，诸如小于20μm。

[0016] 如上所述，功能部件的一个示例是光源。在特定实施例中，散热器可以用于从诸如固态光源等光源散热。

[0017] 术语“光源”可以涉及半导体发光器件，诸如发光二极管(LED)、谐振腔发光二极管(RCLED)、垂直腔激光二极管(VCSEL)、边缘发射激光器。术语“光源”也可以涉及有机发光二极管，诸如无源矩阵(PMOLED)或有源矩阵(AMOLED)。在一个特定实施例中，光源包括固态光源(诸如LED或激光二极管)。在一个实施例中，光源包括LED(发光二极管)。术语LED也可以涉及多个LED。此外，术语“光源”在实施例中也可以涉及所谓的板上芯片(COB)光源。术语“COB”特别地指代半导体芯片形式的LED芯片，芯片既不封装也不连接，而是直接安装到诸如PCB的基板上。因此，可以在同一基板上配置多个半导体光源。在实施例中，COB是一起配置为单个照明模块的多LED芯片。术语“光源”还可以涉及多个光源，诸如2至2000个固态光源。

[0018] 因此，在特定实施例中，(诸如上面定义的)系统可以包括照明系统，照明系统包括光源，其中功能部件包括光源。以这种方式，来自光源的热量可以经由3D打印散热器耗散。

[0019] 下面将进一步阐述与方法和3D打印物项相关的一些实施例。一般地，与3D打印方法相关的实施例也适用于3D打印物项，并且反之亦然。基本上本文描述的所有与3D打印方法和/或3D打印物项相关的实施例也与包括此物项的系统(或装置)相关。此外，基本上所有

关于方法描述的实施例也适用于可以执行此类方法的计算机程序产品(同样参见下文)。

[0020] 特别地,该方法包括逐层沉积3D可打印材料,以提供包括3D打印材料的3D物项。如上所述,该方法可以包括在打印阶段沉积3D可打印材料。在本文中,术语“3D可打印材料”指代待沉积或打印的材料,并且术语“3D打印材料”指代沉积之后得到的材料。这些材料可以基本上相同,因为3D可打印材料可以特别地涉及温度升高的打印机头或挤出机中的材料,3D打印材料指代相同的材料,但是处于沉积后的稍后阶段。3D可打印材料被打印为长丝并且作为长丝沉积。3D可打印材料可以设置为长丝,或者可以形成到长丝中。因此,无论施加什么起始材料,包括3D可打印材料的长丝均由打印机头提供并且进行3D打印。

[0021] 在本文中,术语“3D可打印材料”也可以称为“可打印材料”。术语“聚合物材料”在实施例中可以涉及不同聚合物的共混物,但是在实施例中也可以涉及具有不同聚合物链长度的基本上单一的聚合物类型。因此,术语“聚合物材料”或“聚合物”可以涉及单一类型的聚合物,也可以涉及多种不同聚合物。术语“可打印材料”可以涉及单一类型的可打印材料,也可以指多种不同的可打印材料。术语“打印材料”可以涉及单一类型的打印材料,也可以涉及多种不同的打印材料。

[0022] 因此,术语“3D可打印材料”还可以涉及两种或更多种材料的组合。一般地,这些(聚合物)材料具有玻璃化转变温度T_g和/或熔融温度T_m。在离开喷嘴之前,3D可打印材料将由3D打印机加热到至少玻璃化转变温度的温度,并且一般加热到至少熔融温度。因此,在特定实施例中,3D可打印材料包括具有玻璃化转变温度(T_g)和/或熔点(T_m)的热塑性聚合物,并且打印机头动作包括将3D可打印材料加热到玻璃化转变以上,并且如果是半结晶聚合物,则加热到熔融温度以上。在又一实施例中,3D可打印材料包括具有熔点(T_m)的(热塑性)聚合物,并且打印机头动作包括将待沉积在接收器物项上的3D可打印材料加热到至少熔点的温度。玻璃化转变温度一般与熔融温度不同。熔融是结晶聚合物中发生的转变。熔融是在聚合物链从聚合物的晶体结构脱落,变成无序液体时发生的。玻璃化转变是非晶态聚合物的转变;也就是说即使是在固态下,聚合物链不以有序晶体排列,而是以任何方式散布的聚合物。聚合物可以是非晶态的,基本上具有玻璃化转变温度而没有熔融温度,或者可以是(半)结晶的,一般具有玻璃化转变温度和熔融温度两者,其中后者一般高于前者。

[0023] 如上所述,本发明因此提供了一种方法,该方法包括提供3D可打印材料的长丝,并且在打印阶段将3D可打印材料打印在基板上,以提供3D物项。

[0024] 特别地适合作为3D可打印材料的材料可以选自由金属、玻璃、热塑性聚合物,硅树脂等组成的组。特别地,3D可打印材料包括选自由ABS(丙烯腈丁二烯苯乙烯)、尼龙(或聚酰胺)、乙酸酯(或纤维素)、PLA(聚乳酸)、对苯二甲酸酯(诸如PET聚对苯二甲酸乙二醇酯)、丙烯酸(聚甲基丙烯酸酯、Perspex、聚甲基丙烯酸甲酯、PMMA)、聚乙烯(聚乙烯)、聚碳酸酯(PC)、聚苯乙烯(PS)、PE(诸如膨胀高抗冲聚乙烯(或聚乙烯)、低密度(LDPE)、高密度(HDPE))、PVC(聚氯乙烯)聚氯乙烯等组成的组中的(热塑性)聚合物。可选地,3D可打印材料包括选自由脲醛、聚酯树脂、环氧树脂、三聚氰胺甲醛、热塑性弹性体(诸如基于共聚酯弹性体的热塑性弹性体)、聚氨酯弹性体、聚酰胺弹性体、聚烯烃基弹性体、苯乙烯基弹性体等组成的组中的3D可打印材料。可选地,3D可打印材料包括选自由聚砜组成的组中的3D可打印材料。弹性体,特别地是热塑性弹性体,是特别令人感兴趣的,因为弹性体非常柔性,并且可以有助于获得包括导热材料的相对更柔性的长丝。

[0025] 在特定实施例中,3D可打印材料包括聚碳酸酯和热塑性弹性体以及聚乙烯中的一个或多个。鉴于热塑性弹性体材料和聚乙烯的柔性,热塑性弹性体材料和聚乙烯可以是特别有用的。PC显现出具有相对良好的光学性能。

[0026] 热塑性弹性体可以包括以下项中的一项多多项:苯乙烯嵌段共聚物(TPS)、热塑性聚烯烃弹性体(TPO(TPE-o))、热塑性硫化橡胶(TPV(TPE-v或TPV))、热塑性聚氨酯(TPU)、热塑性共聚酯(TPC(TPE-E))和热塑性聚酰胺(TPA(TPE-A))。

[0027] 因此,在本文中特别合适的是以下项中的一项或多项:聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯和共聚酯基热塑性弹性体。

[0028] 如上所述,3D可打印材料进一步包括嵌入3D可打印材料中的颗粒。在实施例中,3D可打印材料可以包括不同类型的颗粒。被称为"颗粒"或"该颗粒"的颗粒一般涉及具有各向异性热导率或各向异性电导率的颗粒,特别地是各向异性热导率的颗粒。其它颗粒可以可选地是可用的,并且在本文中可以用"添加剂"涵盖。

[0029] 具有各向异性传导率的颗粒可以由单一类型的材料组成,或者可以由不同类型的材料组成。后者可以涉及施加复合材料的实施例和/或施加不同类型的颗粒的实施例,即一种各向异性传导材料的颗粒子集与另一种各向异性传导材料颗粒的另一子集。因此,术语"各向异性传导材料的颗粒"及类似术语可以涉及可以包括一种或多种不同类型的各向异性传导材料的微粒材料。

[0030] 特别地,在特定实施例中,3D可打印材料中可用的颗粒量相对于(相应层中的)3D可打印材料总体积为至多40%的体积百分数,甚至更特别地至多30%的体积百分数。显现出高达约这些体积百分比时,传导率,特别地是热导率相对大,并且3D可打印材料仍然是可打印的。当高于这些体积百分比时,3D可打印材料变得非常易碎,和/或必须采取特定措施以能够打印3D可打印材料。特别地,相对于3D可打印材料的总体积,(各向异性传导材料的)可用的颗粒量为至少5%的体积百分数,甚至更特别地至少10%的体积百分数,诸如至少15%的体积百分数,如至少20%的体积百分数。例如,假定(各向异性传导)颗粒为30%的体积百分数,则70%的体积百分数可以基本上由(热塑性)聚合物材料组成,诸如基于共聚酯的热塑性弹性体。聚合物材料是3D可打印的,并且聚合物材料和颗粒的组合也是3D可打印的。因此,包含颗粒(和聚合物材料,诸如上文所定义的)的3D可打印材料是3D可打印的。

[0031] 体积百分比特别地涉及3D可打印材料,并且因此也涉及所沉积的相应层。

[0032] 如上所述,该方法包括提供具有层高度(H)的3D打印材料层,层高度(H)特别地选自至多1mm,甚至更特别地至多800μm的范围。显现出当选定这些最大层高度时,3D打印材料也变为各向异性传导的,而当具有层高度大于约800μm时,(热)传导率较低并且基本上不再是各向异性的。一般地,层高度越小,各向异性传导率越高。因此,在特定实施例中,层高度最大为600μm,如最大400μm。特别地,层高度最小为约50μm,例如最小为约100μm。例如,层高度可以在100μm至400μm的范围内。通过使用这些层高度,(各向异性传导)颗粒平行于层对准,由此可以获得各向异性传导率。

[0033] 颗粒可以包括片状颗粒和针状颗粒中的一个或多个,即颗粒可以具有薄片状或针状形状,或者使用不同形状的颗粒组合,包括薄片状和针状颗粒。

[0034] 如本文所述,薄片可以具有任何形状。高纵横比颗粒的一个示例是玉米片颗粒。玉米片颗粒是边缘参差不齐并且具有玉米片状外观的高纵横比薄片。玉米片颗粒的纵横比可

以在10至1.000的范围内。

[0035] 在特定实施例中，颗粒可以具有不规则形状。在其它实施例中，颗粒可以具有规则形状。在另外的其它实施例中，颗粒可以包括规则形状颗粒和不规则形状颗粒中的一个或多个(即颗粒可以具有规则形状或不规则针形)，或使用不同形状颗粒的组合，包括规则形状和不规则形状颗粒。

[0036] 颗粒可以具有单峰粒度分布或多峰粒度分布。

[0037] 特别地，在实施例中，对于颗粒总数的至少一部分，颗粒长度(L1)选自至多500μm的范围，诸如至多400μm的范围，如至多300μm的范围。特别地，在实施例中，对于颗粒总数的至少一部分，颗粒长度(L1)选自至少10×10μm的范围。因此，在特定实施例中，颗粒具有选自10μm到200μm范围内的最长尺寸(L1)，并且其中颗粒。

[0038] 术语“颗粒长度”在本文中也称为“最长尺寸”或“第一尺寸”。

[0039] 特别地，这些最大长度的尺寸分别适用于3D可打印材料或3D打印材料中至少约50％重量百分数的(各向异性传导)颗粒，诸如至少80％重量百分数，如至少90％重量百分数的(各向异性传导)颗粒。因此，在实施例中，基本上所有颗粒都具有这种最大长度。

[0040] 颗粒可以具有颗粒高度。特别地，在实施例中，颗粒高度(L2)可以选自0.1μm至100μm的范围，甚至更特别地，颗粒高度(L2)可以选自0.1μm至20μm的范围。

[0041] 在针状颗粒的情况下，颗粒高度可以基本上是直径。

[0042] 术语“颗粒高度”在本文中也称为“最短尺寸”或“第二尺寸”。

[0043] 特别地，这些最短长度的尺寸分别适用于3D可打印材料或3D打印材料中至少约50％重量百分数的(各向异性传导)颗粒，诸如至少80％重量百分数的颗粒，如至少90％重量百分数的(各向异性传导)颗粒。因此，在实施例中，基本上所有颗粒都具有这种颗粒高度。

[0044] 特别地，颗粒可以具有纵横比AR，纵横比AR被定义为颗粒长度(L1)与颗粒高度(L2)的比率。在特定实施例中，AR≥2，甚至更特别地，AR≥5。特别地，AR≥10，诸如AR≥20。

[0045] 特别地，这些(第一)纵横比的值分别适用于3D可打印材料或3D打印材料中至少约50％重量百分数的(各向异性传导)颗粒，诸如至少80％重量百分数的颗粒，如至少90％重量百分数的(各向异性传导)颗粒。因此，在实施例中，基本上所有颗粒都具有这种比率。

[0046] 颗粒可以具有颗粒宽度(L3)。

[0047] 在针状颗粒的情况下，颗粒宽度可以基本上是直径，并且因此可以基本上与颗粒高度(见上文)相同。

[0048] 在片状颗粒的情况下，颗粒宽度可以与颗粒长度(见上文)处于相同的数量级，诸如在相同的范围内。

[0049] 术语“颗粒宽度”在本文中也被称为“第三尺寸”。

[0050] 特别地，这些颗粒宽度的尺寸分别适用于3D可打印材料或3D打印材料中至少约50％重量百分数的(各向异性传导)颗粒，诸如至少80％重量百分数的颗粒，如至少90％重量百分数的(各向异性传导)颗粒。因此，在实施例中，基本上所有颗粒都具有这种颗粒宽度。

[0051] 对于不规则形状的颗粒，以及规则形状的制品，为了方便起见，包围(不规则形状)颗粒的最小矩形长方体(矩形平行六面体)可以用于限定长度、宽度和高度。因此，术语“第

一尺寸”特别地涉及包围不规则形状颗粒的最小长方体(矩形平行六面体)的长度。

[0052] 在本文中,术语“第一尺寸”或“最长尺寸”特别地涉及颗粒长度。特别地,最大尺寸是颗粒所在平面中的尺寸。在本文中,术语“第二尺寸”或“最短尺寸”特别地涉及颗粒的厚度。在本文中,术语“第三尺寸”特别地涉及颗粒的宽度。

[0053] 特别地,该方法包括打印3D可打印材料,使得颗粒的第一长度(L1)与层的层高度(H)的第三(纵横)比率AR3,即AR3＝L1/H,选自0.01≤AR3≤2的范围,特别地是0.1≤AR3≤1的范围。纵横比AR3也可以称为“比率”或颗粒长度-层高度比。

[0054] 在特定实施例中,颗粒包括石墨(C)和氮化硼(BN)中的一个或多个。使用这种颗粒可以提供相对高导热的材料。使用氮化硼(BN)还可以提供相对高导热但是基本上不导电的材料。

[0055] 因此,在特定实施例中,颗粒包括非球形石墨颗粒。备选地或附加地,颗粒包括非球形氮化硼颗粒。

[0056] 如上所述,特别地控制层高度和/或层宽度。这可以经由一个或多个参数来完成。因此,在实施例中,该方法进一步可以包括通过(控制)以下项中的一项或多项来控制层高度(H)和/或层宽度(W):打印机头的移动速度、打印机头喷嘴的3D可打印材料的挤出速率、以及喷嘴与打印有3D可打印材料的接收器物项之间的距离。特别地,层宽度(W)可以保持在至少1mm。此外,该方法可以特别地包括打印3D可打印材料,使得颗粒的最长尺寸(L1)与层的层高度(H)的比率(即AR3＝L1/H)选自0.01≤AR3≤2的范围。

[0057] 如上所述,本方法特别地适用于熔融沉积成型。因此,在实施例中,该方法可以包括使用熔融沉积成型3D打印机逐层沉积3D可打印材料,其中熔融沉积成型3D打印机包括具有喷嘴的打印机头。对于本方法来说,喷嘴相对较大显现出是有用的。因此,在实施例中,喷嘴的等效圆直径为至少1mm,甚至更特别地,喷嘴的等效圆直径选自1mm至5mm的范围。不规则二维形状的等效圆直径(或ECD)是等效面积的圆的直径。例如,边长为a的正方形的等效圆直径为2*a*SQRT(1/π)。在实施例中,喷嘴是圆的(即喷嘴开口基本上是圆形的)。

[0058] 特别地,3D可打印材料包括热塑性材料。显现出一些热塑性材料可以比其它3D可打印材料更好地用于本3D打印过程。例如,包括超高分子量聚合物和(各向异性传导)颗粒的3D可打印材料显现出基本上是不可打印的。

[0059] 因此,在特定实施例中,3D可打印材料包括最大为$1*10^6$道尔顿的重均分子量的热塑性材料,诸如特别是最大为$5*10^5$道尔顿的热塑性材料,如甚至更特别的$1*10^5$道尔顿的热塑性材料。特别地,至少50％重量百分数的热塑性材料,诸如至少80％重量百分数的热塑性材料,如至少90％重量百分数的热塑性材料,由重均分子量最大为$1*10^5$道尔顿的聚合物材料组成。因此,在实施例中,3D可打印材料不包括超高分子量(UHMW)聚合物。

[0060] 如上所述,3D可打印材料包括热塑性材料和(各向异性传导)颗粒。特别地,3D可打印材料的至少40％体积百分数由热塑性材料组成(相对于3D可打印材料的总体积)。

[0061] 如上所述,除(各向异性传导)颗粒之外,还可以有进一步的添加剂材料,无论是微粒还是非微粒。这种添加剂的可用性特别地可以最大化。特别地,在实施例中,除了具有各向异性热导率的颗粒,3D可打印包括(相对于3D可打印材料的总体积)至多30％体积百分数进一步的添加剂,其中进一步的添加剂选自由聚合物添加剂和无机添加剂组成的组。

[0062] 因此,在实施例中,可打印材料可以包括两个相。可打印材料可以包括可打印聚合

物材料的相，特别地是热塑性材料(同样参见下文)，该相特别是基本上连续的相。在该热塑性材料的连续的相中，可以存在聚合物添加剂，诸如抗氧化剂、热稳定剂、光稳定剂、紫外光稳定剂、紫外光吸收添加剂、近红外光吸收添加剂、红外光吸收添加剂、增塑剂、润滑剂、脱模剂、抗静电剂、防雾剂、抗微生物剂、着色剂、激光标记添加剂、表面效应添加剂、辐射稳定剂、阻燃剂、防滴剂中的一个或多个。添加剂可以具有选自光学特性、机械特性、电特性、热特性和机械特性(同样参见上文)的有用性质。

[0063] 当添加剂是微粒的并且具有各向异性热导率时，添加剂因此被称为具有各向异性热导率的微粒材料。同样地，当添加剂是微粒并且具有各向异性电导率时，添加剂因此被称为具有各向异性电导率的微粒材料。基本上所有进一步的添加剂都被称为“添加剂”。除了具有各向异性(热)传导率的颗粒之外，可以有(相对于3D可打印材料的总体积)至多30％体积百分数，特别地是至多20％体积百分数的此类(一种或多种)添加剂可用。特别地，由添加剂占据的体积小于由具有各向异性(热)传导率的颗粒占据的体积。

[0064] 在实施例中，可打印材料可以包括微粒材料，即嵌入可打印聚合物材料中的颗粒，这些颗粒形成基本上不连续的相。相对于可打印材料(包括(各向异性传导)颗粒)的总体积，总混合物中的颗粒数特别地不大于60％体积百分数，特别地是在用于降低热膨胀系数的应用中。对于光学和表面相关效应，相对于可打印材料(包括颗粒)的总体积，总混合物中的颗粒数等于或小于20％体积百分数，诸如至多10％体积百分数。因此，3D可打印材料特别地涉及基本上热塑性材料的连续相，其中可以嵌入其它材料，诸如颗粒。同样，3D打印材料特别地涉及基本上热塑性材料的连续的相，其中嵌入其它材料，诸如颗粒。颗粒可以包括如上限定的一种或多种添加剂。因此，在实施例中，3D可打印材料可以包括微粒添加剂。

[0065] 如上所述，该方法可以用于3D打印散热器。当这样做时，必须注意(热)传导率的各向异性方面。取决于3D打印方向，热导率可能位于错误的平面中。热导率是沿3D打印层的。因此，如果这些层平行于与功能部件热接触的散热器的表面，则可能抑制热传递。因此，该方法在此还可以包括设计3D打印方法的阶段，使得最高(热)传导率可用的方向被配置为垂直于被配置为(稍后在系统中)从功能部件接收热量的表面。

[0066] 因此，3D物项可以是散热器，其中散热器包括热接收面，其中该方法包括逐层沉积3D可打印材料，以提供3D打印材料的多个层，由此创建热接收面，其中多个3D打印材料层被配置为与垂直于热接收面的平面平行。

[0067] 可打印材料被打印在接收器物项上。特别地，接收器物项可以是建筑平台，或者可以被包括在建筑平台内。在3D打印期间，也可以加热接收器物项。然而，接收器物项也可以在3D打印期间冷却。

[0068] 短语“在接收器物项上打印”及类似短语包括直接在接收器物项上打印，或在接收器物项上的涂层上打印，或在早先打印在接收器物项上的3D打印材料上打印等等。术语“接收器物项”可以涉及打印平台、打印床、基板、支撑件、建筑板或建筑平台等。代替术语“接收器物项”，也可以使用术语“基板”。短语“在接收器物项上打印”及类似短语包括在打印平台上或被包括在打印平台内的单独的基板上打印、在打印床上打印、在支撑件上打印、在建筑板上打印或在建筑平台上打印等。因此，短语“在基板上打印”及类似短语包括直接打印在基板上，或打印在基板上的涂层上，或打印在早先打印在基板上的3D打印材料上等。在下文中，进一步使用术语基板，其可以涉及打印平台、打印床、基板、支撑件、建筑板或建筑平台

等,或者这些物项上或被包括在这些物项中的单独的基板。

[0069] 逐层沉积可打印材料,由此(在打印阶段期间)生成3D打印物项。3D打印物项可以示出特征性肋状结构(源自沉积的长丝)。然而,在打印阶段结束后,还可以执行进一步的阶段,诸如收尾阶段。该阶段可以包括从接收器物项移除打印物项和/或一个或多个后处理动作。可以在从接收器物项移除打印物项之前执行一个或多个后处理动作,和/或可以在从接收器物项移除打印物项之后执行一个或多个后处理动作。后处理可以包括例如抛光、涂覆、添加功能部件等中的一个或多个。后处理可以包括整平肋状结构,从而可以产生基本上平滑的表面。

[0070] 此外,本发明涉及一种可以用于执行本文所述方法的软件产品。因此,在又一方面,本发明还提供了一种计算机程序产品,当该计算机程序产品在功能上被耦接至熔融沉积成型3D打印机或被包括在熔融沉积成型3D打印机内的计算机上运行时,能够实现如本文所述的方法。

[0071] 在讨论该方法时,下文中已经阐明了关于3D打印物项的一些特定实施例。下面将更详细地讨论关于3D打印物项的一些特定实施例。

[0072] 如上所述,3D打印物项可以包括散热器或者可以是散热器。特别地,这种散热器包括用于散热的多个翅片。因此,翅片也是3D打印的。

[0073] 在特定实施例中,(3D物项的)颗粒包括非球形石墨颗粒和/或非球形氮化硼颗粒。这些颗粒特别地可以具有选自10μm至200μm范围的最长尺寸(L1)(同样见上文,其中(更详细地)限定了颗粒的尺寸和形状)。在实施例中,颗粒可以(因此)包括片状颗粒和针状颗粒中的一个或多个。

[0074] 此外,如上所述,颗粒可以(因此)包括石墨和氮化硼中的一个或多个。在特定实施例中,3D打印材料包括聚碳酸酯和硅酮橡胶中的一个或多个。

[0075] 在3D打印物项的特定实施例中,物项包括层,其中特别地,颗粒的第一长度(L1)与层的层高度(H)的第三纵横比AR3选自0.01≤AR3≤2的范围,特别地是0.1≤AR3≤1的范围,AR3=L1/H。基本上所有包括(各项特异性导电)颗粒的层都可以符合该纵横比。

[0076] 在实施例中,3D打印材料特别地包括最大为$1*10^5$道尔顿的重均分子量的热塑性材料,如上所述,特别是至少40%体积百分数的3D打印材料由热塑性材料组成,可选地,除了具有各向异性热(和/或电)传导率的颗粒,3D打印材料包括至多30%体积百分数的进一步的添加剂,其中进一步的添加剂选自聚合物添加剂(诸如增塑剂添加剂)和无机添加剂的组。

[0077] 回到3D打印过程,特定3D打印机可以用于提供本文描述的3D打印物项。因此,在又一方面,本发明还提供了一种熔融沉积成型3D打印机,包括(a)打印机头,包括打印机喷嘴,以及(b)3D可打印材料提供设备,其被配置为被配置为向打印机头提供3D可打印材料,其中熔融沉积成型3D打印机被配置为提供3D可打印材料,并且其中打印机喷嘴(或"喷嘴")特别地具有至少1mm的等效圆直径,例如在1mm至5mm的范围内,如至少1.2mm。

[0078] 3D可打印材料提供设备可以向打印机头提供包括3D可打印材料的长丝,或者可以以下述方式提供3D可打印材料:打印机头生成包括3D可打印材料的长丝。因此,在实施例中,本发明提供了一种熔融沉积成型3D打印机,包括(a)打印机头,包括打印机喷嘴,以及(b)长丝提供设备,长丝提供设备被配置为向打印机头提供包括3D可打印材料的长丝,其中

熔融沉积成型3D打印机被配置为向基板提供3D可打印材料，并且其中打印机喷嘴(或“喷嘴”)特别地具有至少1mm的等效圆直径，诸如在1mm至5mm的范围内。

[0079] 特别地，3D打印机包括控制器(或被功能性地耦接至控制器)，该控制器被配置为在控制模式(或“操作模式”)下执行如本文所述的方法。

[0080] 系统或装置或设备可以以“模式”或“操作模式”或“操作的模式”执行动作。同样地，在一种方法中，动作或阶段或步骤可以以“模式”或“操作模式”或“操作的模式”执行。术语“模式”也可以称为“控制模式”。这不排除系统或装置或设备也可以适用于提供另一种控制模式或多种其它控制模式的情况。同样地，这可能不排除在执行该模式之前和/或在执行该模式之后，可以执行一个或多个其它模式的情况。

[0081] 然而，在实施例中，控制系统可以是可用的，控制系统适于至少提供控制模式。如果其它模式是可用的，则特别地可以经由用户接口来执行对这些模式的选择，通过其它选项，如根据传感器信号或(时间)方案来执行也是可能的。在实施例中，操作模式还可以涉及只能以单个操作模式(即“开启”而没有进一步可调谐性)操作的系统或装置或设备。

[0082] 代替术语“熔融沉积成型(FDM)3D打印机”，可以使用缩写术语“3D打印机”、“FDM打印机”或“打印机”。打印机喷嘴也可以称为“喷嘴”或有时被称为“挤出机喷嘴”。

附图说明

[0083] 现在将仅通过示例的方式参考所附示意图描述本发明的实施例，其中相应的附图标记指示相应部件，并且在其中：

[0084] 图1a至图1c示意性地描绘了3D打印机和3D打印材料实施例的一些一般方面；

[0085] 图2a至图2e示意性地描绘了颗粒实施例的一些方面，其中出于参考目的描绘了一些形状；

[0086] 图3a至图3b示意性地描述了本发明的一些其它方面；

[0087] 图4a至图4d示出一些导热结果；以及

[0088] 图5a至图5e示意性地示出一些实施例和方面。

[0089] 示意图不一定按比例绘制。

具体实施方式

[0090] 图1a示意性地描绘了3D打印机的一些方面。附图标记500指示3D打印机。附图标记530指示功能单元，功能单元被配置为用于3D打印，特别地是FDM 3D打印；该附图标记还可以指示3D打印阶段单元。这里，仅示意性地描绘了用于提供3D打印材料的打印机头，诸如FDM 3D打印机头。附图标记501指示打印机头。本发明的3D打印机特别地可以包括多个打印机头，尽管其它实施例也是可能的。附图标记502指示打印机喷嘴。本发明的3D打印机特别地可以包括多个打印机喷嘴，尽管其它实施例也是可能的。附图标记321指示可打印3D可打印材料的长丝(诸如以上所指示的)。为了清楚起见，并没有描绘3D打印机的所有特征，而是仅描绘了与本发明特别相关的那些特征(同样进一步参见下文)。

[0091] 3D打印机500被配置为通过在接收器物项550上逐层沉积多个长丝321来生成3D物项1，在实施例中，接收器物项可以至少暂时地被冷却，其中每个长丝310包括3D可打印材料201，诸如具有熔点T_m。3D可打印材料201可以(在打印阶段期间)沉积在基板1550上。

[0092] 3D打印机500被配置为在打印机喷嘴502的上游加热长丝材料。这可以例如用具有挤出和/或加热功能中的一个或多个功能的设备来完成。此类设备用附图标记573指示，并且被布置在打印机喷嘴502的上游(即在时间上位于长丝材料离开打印机喷嘴502之前)。打印机头501可以(因此)包括液化器或加热器。附图标记201指示可打印材料。在沉积后，该材料被称为(3D)打印材料，用附图标记202指示。

[0093] 附图标记572指示具有材料的线轴或辊，材料特别地是线的形式，其可以指示为长丝320。3D打印机500将长丝320转换为打印机喷嘴下游的长丝321，然后变成接收器物项上或已经沉积的打印材料上的层322。一般地，喷嘴下游的长丝321的直径相对于打印机头上游的长丝322的直径减小。因此，打印机喷嘴有时(也)被指示作为挤出机喷嘴。通过逐层布置层322和/或在层322上布置层322t，可以形成3D物项1。附图标记575指示长丝提供设备，长丝提供设备包括用附图标记576指示的线轴或辊和驱动轮。

[0094] 附图标记A指示纵向轴线或长丝轴线。

[0095] 附图标记C示意性地描绘了控制系统，诸如特别地是被配置为控制接收器物项550的温度的温度控制系统。控制系统C可以包括加热器，加热器能够将接收器物项550加热到至少50℃的温度，但是特别地被加热到高达约350℃的范围，诸如至少200℃。

[0096] 备选地或附加地，在实施例中，接收器板还可以在x-y平面(水平面)内沿一个或两个方向是可移动的。此外，备选地或附加地，在实施例中，接收器板也可以围绕Z轴(竖直)是可旋转的。因此，控制系统可以使接收器板沿x方向、y方向和z方向中的一个或多个方向移动。

[0097] 备选地，打印机可以具有在打印期间也可以旋转的头。这样的打印机的优点在于，打印材料在打印期间不能旋转。

[0098] 用附图标记322指示层，并且具有层高度H和层宽度W。

[0099] 注意，3D可打印材料不必作为长丝320提供给打印机头。此外，长丝320还可以在3D打印机500中由3D可打印材料块生产。

[0100] 附图标记D指示喷嘴的直径(3D可打印材料201被推过该喷嘴)。

[0101] 图1b更详细地以3D图示意性地描绘了正在构造中的3D物项1的打印。这里，在该示意图中，位于单个平面内的长丝321的端部是不互连的，尽管在实际上，在实施例中可以是互连的。附图标记H指示层的高度。用附图标记203指示层。这里，层具有基本上圆形的横截面。然而，横截面通常可以是扁平的，诸如具有类似扁平椭圆管或扁平椭圆管道(即直径被压缩，高度小于宽度的圆形棒，其中(限定宽度的)侧面(仍然)是圆的)的外部形状。

[0102] 因此，图1a至图1b示意性地描绘了熔融沉积成型3D打印机500的一些方面，打印机500包括(a)第一打印机头501，包括打印机喷嘴502，(b)长丝提供设备575，被配置为向第一打印机头501提供包括3D可打印材料201的长丝321，以及可选地(c)接收器物项550。在图1a至图1b中，第一可打印材料或第二可打印材料，或第一打印材料或第二打印材料统一用可打印材料201和打印材料202来指示。紧邻喷嘴502的下游，具有3D可打印材料的长丝321在被沉积后变成具有3D打印材料202的层322。

[0103] 图1c示意性地描绘了3D打印层322的堆叠，每个层具有层高度H和层宽度W。注意，在实施例中，两个或更多个层322的层宽度和/或层高度可以不同。

[0104] 参见图1a至图1c，沉积的3D可打印材料的长丝产生具有高度H(和宽度W)的层。在

322后沉积层322，生成3D物项1。

[0105] 图2a为了理解颗粒及其一些方面而示意性地描绘。注意，特别地，用于本发明的颗粒相对平坦，参见例如图2d。

[0106] 颗粒包括材料411，或者可以基本上由此类材料411组成。颗粒410具有第一尺寸或长度L1。在左侧示例中，L1基本上是基本上球形颗粒的直径。在右侧，描绘了具有非球形形状的颗粒，诸如细长颗粒410。这里，例如，L1是颗粒长度。L2和L3可以视为宽度和高度。当然，颗粒可以包括不同形状颗粒的组合。

[0107] 图2b至图2e示意性地描绘了颗粒410的一些方面。一些颗粒410具有最长尺寸A1和最短尺寸A2，最长尺寸A1具有最长尺寸长度L1，最短尺寸A2具有最短尺寸长度L2。如从附图中可以看出的，最长尺寸长度L1与最短尺寸长度L2的第一纵横比大于1。图2b示意性地描绘了颗粒410的3D图，其中颗粒410具有长度、高度和宽度，其中颗粒(或薄片)基本上具有细长形状。因此，颗粒可以具有其它(次或主)轴线，在本文中称为其它尺寸A3。颗粒410基本上是细长颗粒，即L2＜L1，特别地是L2<<L1，并且L2<<L3。L1可以例如选自5μm至200μm的范围；同样地，L3也可以选自该范围。L2可以例如选自0.1μm至20μm的范围。

[0108] 图2c示意性地描绘了具有较不规则形状的颗粒，诸如碎玻璃块，其中虚拟的最小矩形平行六面体包围该颗粒。

[0109] 注意，符号L1、L2和L3以及A1、A2和A3仅用于指示轴线及轴线的长度，并且数字仅用于区分轴线。此外，注意，颗粒并不是基本上为椭圆形或矩形平行六面体。颗粒可以具有任何形状，其中至少最长尺寸基本上长于最短尺寸或次轴线，并且该形状可以基本上是平的。特别地，使用相对规则形成的颗粒，即包围颗粒的有效最小矩形平行六面体的剩余体积很小，诸如小于总体积的50％，如小于总体积的25％。

[0110] 图2d示意性地描绘了相对不规则形状的颗粒。因此，嵌入3D可打印材料或嵌入3D打印材料中的微粒材料可以包括宽粒度分布。矩形平行六面体可以用于限定具有长度L1、L2和L3的(正交)尺寸。

[0111] 图2e示意性地描绘了圆柱形、球形和不规则形状的颗粒，在本文中一般不使用这些颗粒(同样参见上文)。

[0112] 如图2b至图2e所示，术语“第一尺寸”或“最长尺寸”特别地涉及包围不规则形状颗粒的最小长方体(矩形平行六面体)的长度L1。当颗粒基本上为球形时，最长尺寸L1、最短尺寸L2和直径基本上相等。

[0113] 图3a示意性地描绘了长丝321，诸如当从打印机喷嘴(未描绘)逸出时，长丝321包括3D可打印材料201。3D可打印材料包括嵌入其中的颗粒410的热塑性材料401。

[0114] 图3b示意性地描绘了3D物项1，示出具有高度H的肋状结构(源自沉积的长丝)。该高度也可以称为宽度。这里，示意性地描绘了具有打印材料202的层322，层322具有高度H和宽度W。图3b可以被视为层322的堆叠，其中多个相邻堆叠在图1b中示出。

[0115] FDM打印机使用热塑性长丝，热塑性长丝被加热至热塑性长丝的熔点然后逐层挤出，以创建三维对象。

[0116] 在例如照明应用中，为了达到LED的最佳功能，有效散热是必须的。

[0117] 本文的石墨填充聚合物尤其被用于制造散热器。已经发现，打印结构显示出各向异性热导率，并且随着层厚度降低，传导率变得越来越各向异性。发现热导率在垂直于喷嘴

头的平面内最高。发现当层厚度在100μm至800μm的范围内时，对于实现期望各向异性效果来说是最佳的，诸如在平行于平面的方向上获得较高的传导率，同时在垂直于打印平面的方向上不降低传导率。喷嘴的直径大于约1mm对于促进打印显现出是有用的。因此，本文建议使用通过FDM打印生产的利用各向异性热导率有效散热的散热器。在这些策略中，选择打印平台上散热器设计的朝向(或喷嘴相对于散热器设计的方向)，使得存在从热产生点到热耗散发生点的连续高热导路径。

[0118] 聚合物(诸如PC和填充石墨的尼龙)可以用于通过注射成型制造散热器。为了获得＞4的相对高热导率，需要使用高石墨填充聚合物。

[0119] 在本文中，使用填充有至多约40％重量百分数(约30％体积百分数)石墨的聚合物。这种长丝相对较脆，并且难以挤出和打印。因此，对于连续打印，1mm以上或甚至2mm以上的相对大喷嘴直径能够打印这种高填充聚合物。使用长丝也是有帮助的，诸如具有约2mm或更小厚度的长丝。石墨填充长丝通过在打印期间使用不同的层高度来生产图4a中示意性示出的立方体。

[0120] 打印完成后，在不同方向上测量样品的热导率。对于不同的层厚度，平行于平面的方向和垂直于平面的方向上的热导率在图4b中示出，对于聚酰胺和聚碳酸酯，在图4c中示出。x轴是高度H，单位为mm，y轴是热导率，单位为W/mK。

[0121] 可以看出，在100μm至800μm范围内，传导率表现出各向异性。在图4c的情况下，100μm层高度处获得的热导率最高。

[0122] 热导率的各向异性与石墨的特性有关。石墨片在片所在平面中比在垂直于片的方向上表现出更高的热导率。因此，观察到的行为与此相关，因为我们通过控制层高度诱导了石墨层的朝向。

[0123] 图4d示出在平行于平面层厚度为200μm的情况下，以W/mK为单位的热导率(y轴)取决于基于聚酯共聚物的热塑性弹性体中石墨的体积浓度％体积百分数(x轴)。

[0124] 在进一步示例中，热导率作为石墨体积％的函数确定，在约17.5％体积百分数至约29％体积百分数之间，其中聚合物材料是弹性共聚酯复合材料。层厚度为400μm。石墨颗粒的最长尺寸(L1)为20μm或50μm。对于含20μm和50μm石墨的弹性体共聚酯复合3D打印材料，约17.5％体积百分数石墨的热导率分别为约2.8W/mK和4.2W/mK，并且对于含20μm和50μm石墨的弹性体共聚酯复合3D打印材料，约29％体积百分数石墨的热导率分别为约5.6W/mK和约5.9W/mK。因此，50μm石墨颗粒提供相对较高的热导率，特别地是在体积百分比较低处。此外，热导率随着增加的体积百分比而增加。

[0125] 为了从高热导率受益，期望选择打印平台上散热器设计的朝向，使得在需要发生热传播的方向上，打印对象具有最高热导率。

[0126] 在以下图5a所示的散热器中，如图所示，散热器被打印在XY平面上，获得高散热，同时z方向上的热导率较低。当光源10(诸如LED)放置在顶部时，热量在XY平面内传播，但是在z方向上，热量不是高传导路径。光源是功能部件1010的示例。当然，本发明也可以应用于其它功能部件。

[0127] 因此，如图5b所示，在打印期间选择散热器的朝向可能是相关的。在这种情况下，高热导率在x-y平面中。因此，热量可以首先沿y轴朝向翅片连续地传播，并且然后沿x轴沿翅片传播，其中可以通过对流或辐射移除热量。

[0128] 同样地，如图5c中示意性示出的结构可以是3D打印的，其中在中间设置有孔，用于接纳导热(插入)元件和/或功能元件。图5c所示的结构在XY平面内具有良好的传导性。该孔(在中心)可以用于插入高传导材料，诸如铝。也可以沿Y方向打印具有良好传导率的导热插入元件并且将其插入孔中。例如，可以获得如图5d示意性示出的能够相对高效散热的系统。当使用该3D打印散热器或散热器的组合时，诸如LED等发热源可以被配置为与插入件(如铝插入件)热接触。例如，固态光源可以被放置在插入件的顶部。在这种布置中，(铝)插入件具有相对高的传导率(例如≥100W/Km)(沿z方向)。插入件可以将热量传递至翅片。在XY平面中具有相对高热导率的翅片可以传播热量，由此将热量从固态光源传输出去。

[0129] 图5b至图5d示意性地描绘了包括3D打印材料202的3D物项1的实施例，其中3D物项1包括散热器100，散热器100包括限定热接收面101的3D打印材料202的多个层322。3D打印材料202的多个层322被配置为与垂直于热接收面101的平面325平行，其中3D打印材料202还包括嵌入3D打印材料202中的颗粒(未示出)，其中颗粒具有各向异性热导率。3D打印材料中可用的颗粒量相对于(相应层322中的)3D打印材料202的总体积为至多30％体积百分数，并且其中3D打印材料202的(相应)层322具有层高度H，层高度H选自至多800μm的范围。

[0130] 图5b至图5d还示意性地描绘了系统1000的实施例，系统1000包括在使用时生成热量的功能部件1010，以及3D物项1，其中散热器100的热接收面101与功能部件热接触。

[0131] 特别地，系统1000包括照明系统，照明系统包括光源10，其中功能部件1010包括光源10。

[0132] 因此，在实施例中，3D打印物项可以包括沿不同方向延伸的翅片。此外，翅片可以基本上垂直于热接收面延伸。3D打印物项可以具有旋转对称形状。在实施例中，热接收表面可以是圆形的，诸如圆柱形。热接收面可以被配置为使热接收面可以容纳导热介质，诸如(铝)金属的固体。

[0133] 图5e更详细地示意性描绘了3D物项1的实施例，这里——作为示例——3D物项1具有层高度H的三个层322，其中示出了颗粒410与层对准，其中颗粒中石墨的长轴线的平均朝向平行于层的平面。例如，在朝向分布函数中，半峰全宽对应可以是约100°或更小；特别地，相对于穿过层322的平面(平行于层轴线)，半峰可以在约-50°和50°处，并且峰在约0°处。例如，半峰全宽可以是在最大约80°处，如在最大60°处。此外，峰特别地在约0°±5°处。

[0134] 本领域技术人员应当理解本文中的术语“基本上”，诸如“基本上由……组成”。术语“基本上”也可以包括用“完全地”、“完整地”、“全部”等修饰的实施例。因此，在一些实施例中，也可以去掉形容词“基本上”。在适用的情况下，术语“基本上”也可以涉及90％或更高，诸如95％或更高，特别地是99％或更高，更特别地是99.5％或更高，包括100％。术语“包括”还包括用术语“包括”表示“由……组成”的实施例。术语“和/或”特别地涉及“和/或”前后所述项中的一个或多个。例如，短语“物项1和/或物项2”及类似短语可以涉及物项1和物项2中的一个或多个。在一个实施例中，术语“包括”可以表示“由.....组成”，但是在另一实施例中，“包括”也可以表示“至少包含所定义种类及可选的一个或多个其它种类”。

[0135] 此外，说明书和权利要求书中的术语第一、第二、第三等用于区分相似元件，不一定用于描述次序或时间顺序。应当理解的是，如此使用的术语在适当的情况下是可互换的，并且本文描述的本发明的实施例能够以除本文描述或说明的其它顺序操作。

[0136] 此外，本文中的设备是在操作过程中描述。如本领域技术人员所清楚的，本发明不

限于操作方法或操作中的设备。

[0137] 应当注意的是，上述实施例的目的在于描述而非限定本发明，并且本领域技术人员可以在不偏离所附权利要求范围的情况下设计多个备选实施例。在权利要求书中，括号内的任何附图标记不得解释为对权利要求的限制。使用动词“包括”及其变形不排除存在权利要求陈述以外的其它元件或步骤。元件前面的冠词“一”或“一个”不排除存在多个该元件。本发明可以借助包括若干不同元件的硬件以及适当编程的计算机来实现。在列举多个装置的设备权利要求中，多个这些装置可以由一个且同一个硬件项目体现。某些措施被记载在相互不同的从属权利要求中的事实不指示这些措施的组合不能被用于获得优势。

[0138] 本发明还提供了一种控制系统，其可以控制装置或设备或系统，或者可以执行本文所述的方法或过程。此外，本发明还提供了一种计算机程序产品，当该计算机程序产品在功能上被耦接至装置或设备或系统或被包括在装置或设备或系统内的计算机上运行时，控制该装置或设备或系统的一个或多个可控元件。

[0139] 本发明进一步适用于包括在说明书中描述和/或在附图中示出的一个或多个区别性特征的设备。本发明进一步涉及包括在说明书中描述和/或在附图中示出的一个或多个区别性特征的方法或工艺。

[0140] 本专利讨论的各个方面可以进行组合以提供附加的优势。此外，本领域技术人员应当理解的是，可以对实施例进行组合，并且还可以组合两个以上的实施例。此外，一些特征可以形成一个或多个分案申请的基础。

[0141] 无需多言，第一(可打印或打印)材料和第二(可打印或打印)材料中的一个或多个可以包含填料(诸如玻璃和纤维)，填料不必影响(一个或多个)材料的T_g或T_m。

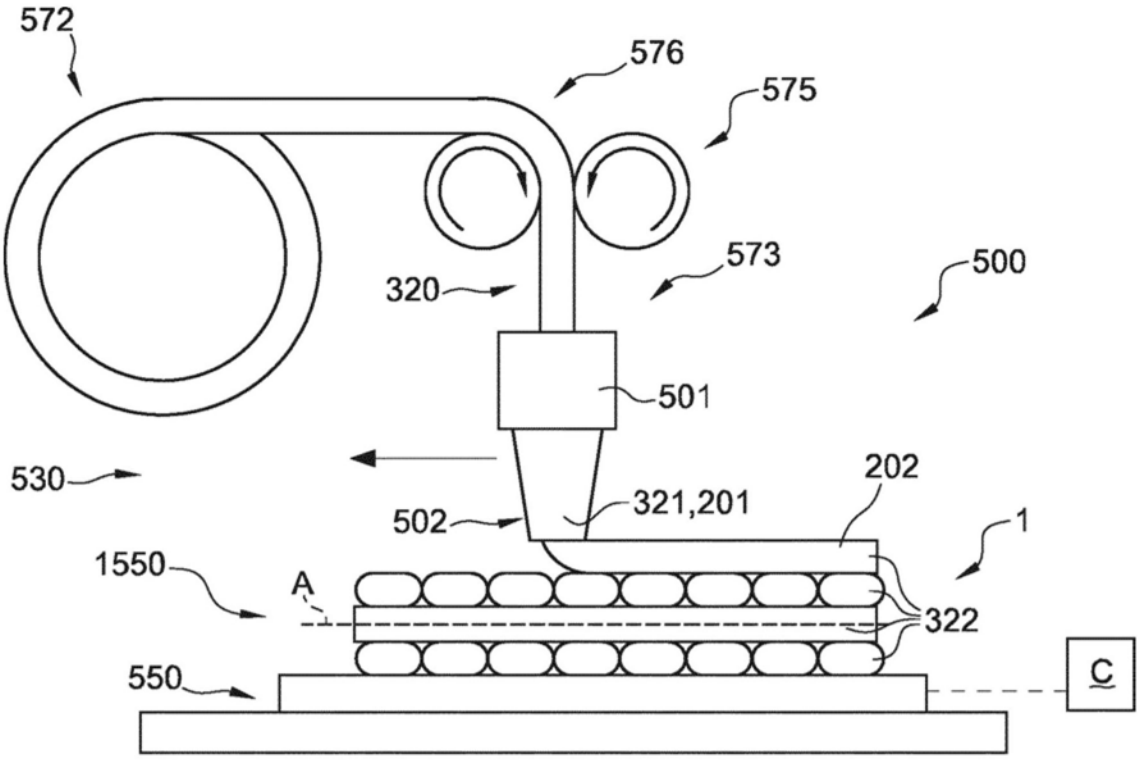

572
576
575
573
320
500
501
530
202
321,201
502
1
1550
A
322
550
C

图1A

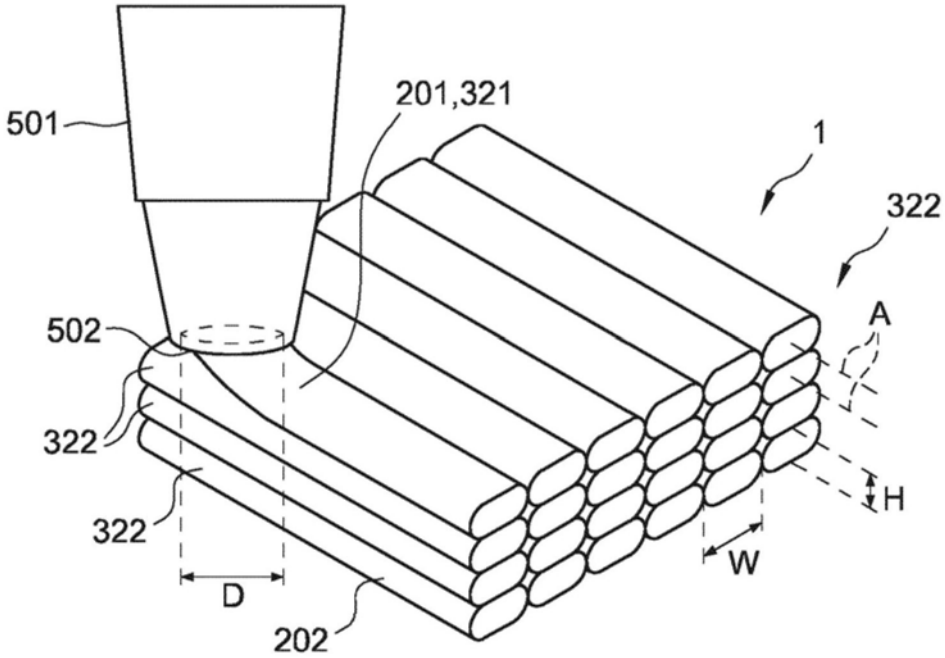

501
201,321
1
322
A
502
322
322
H
D
W
202

图1B

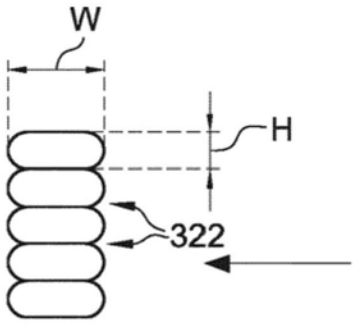


图1C

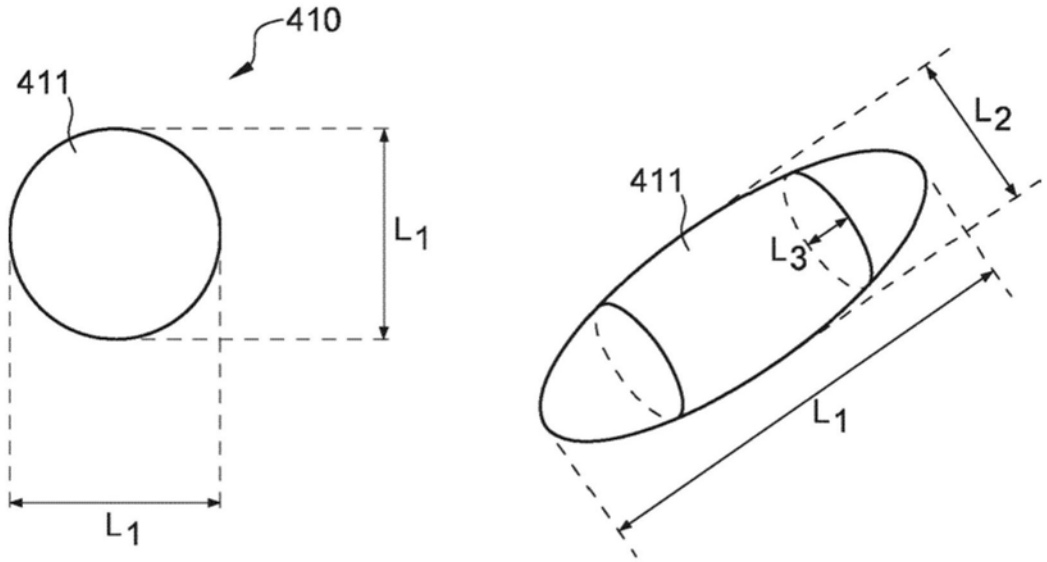


图2A

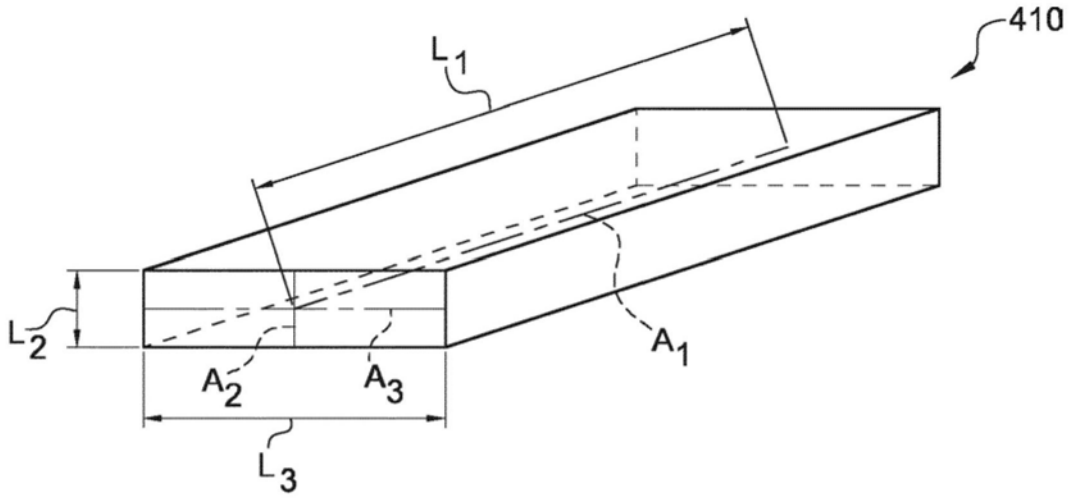


图2B

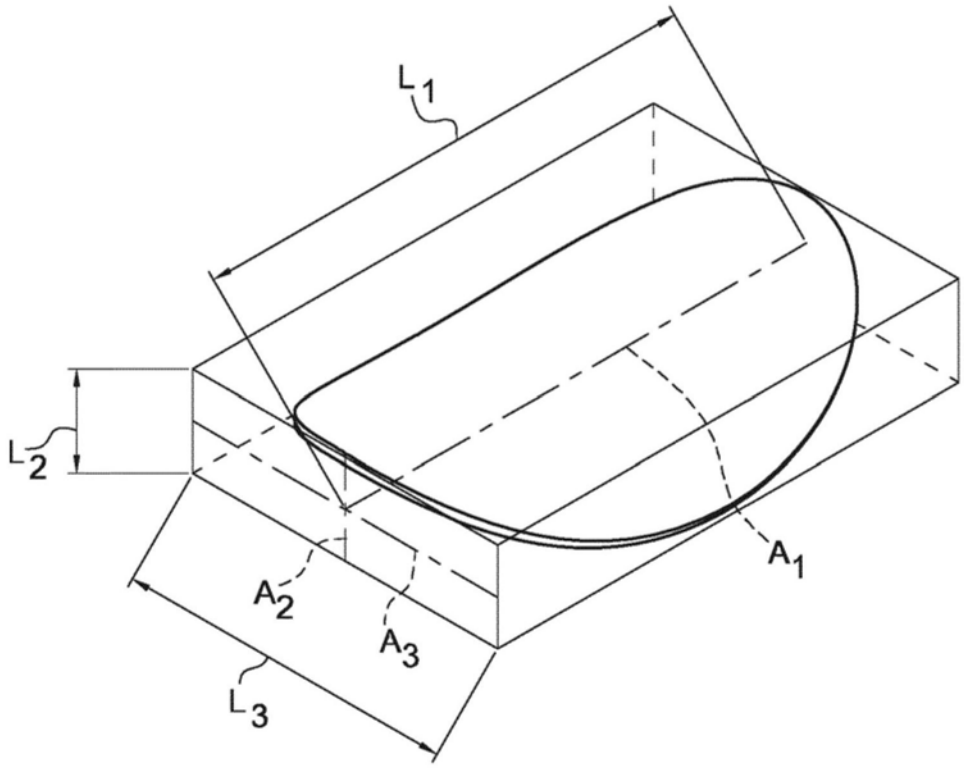


图2C

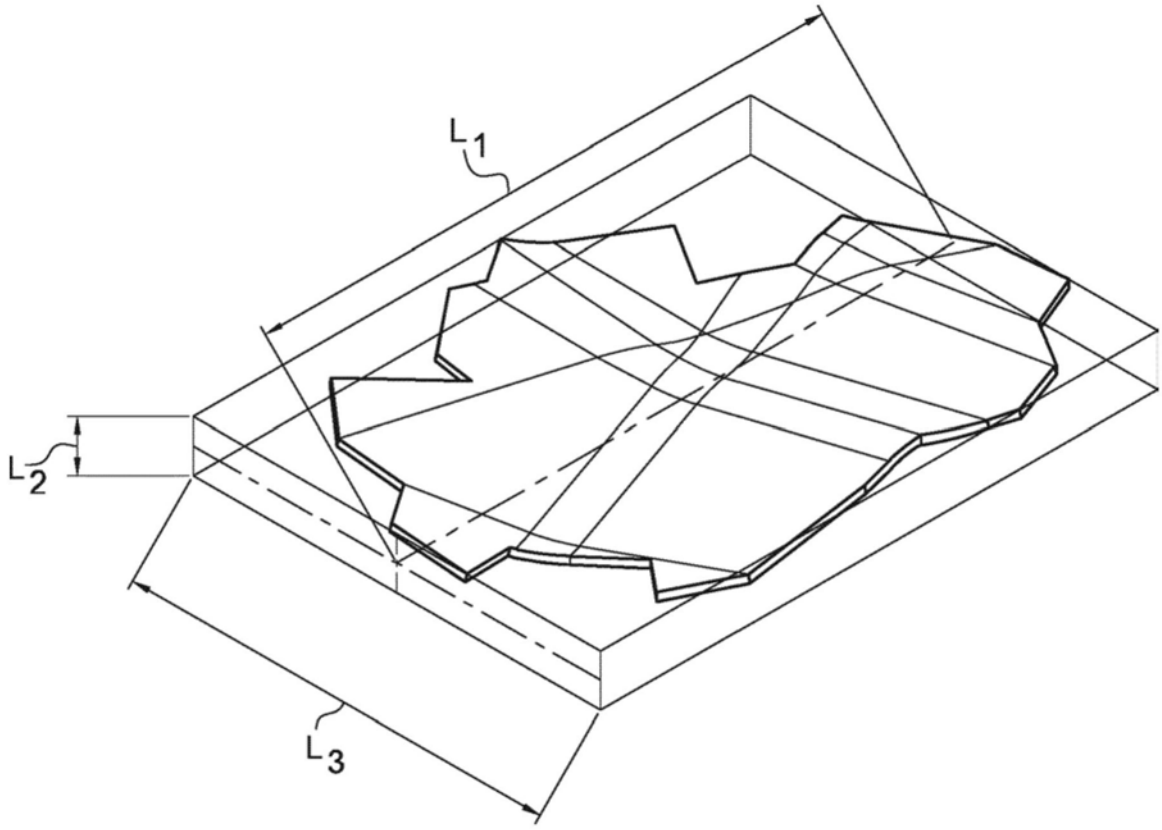


图2D

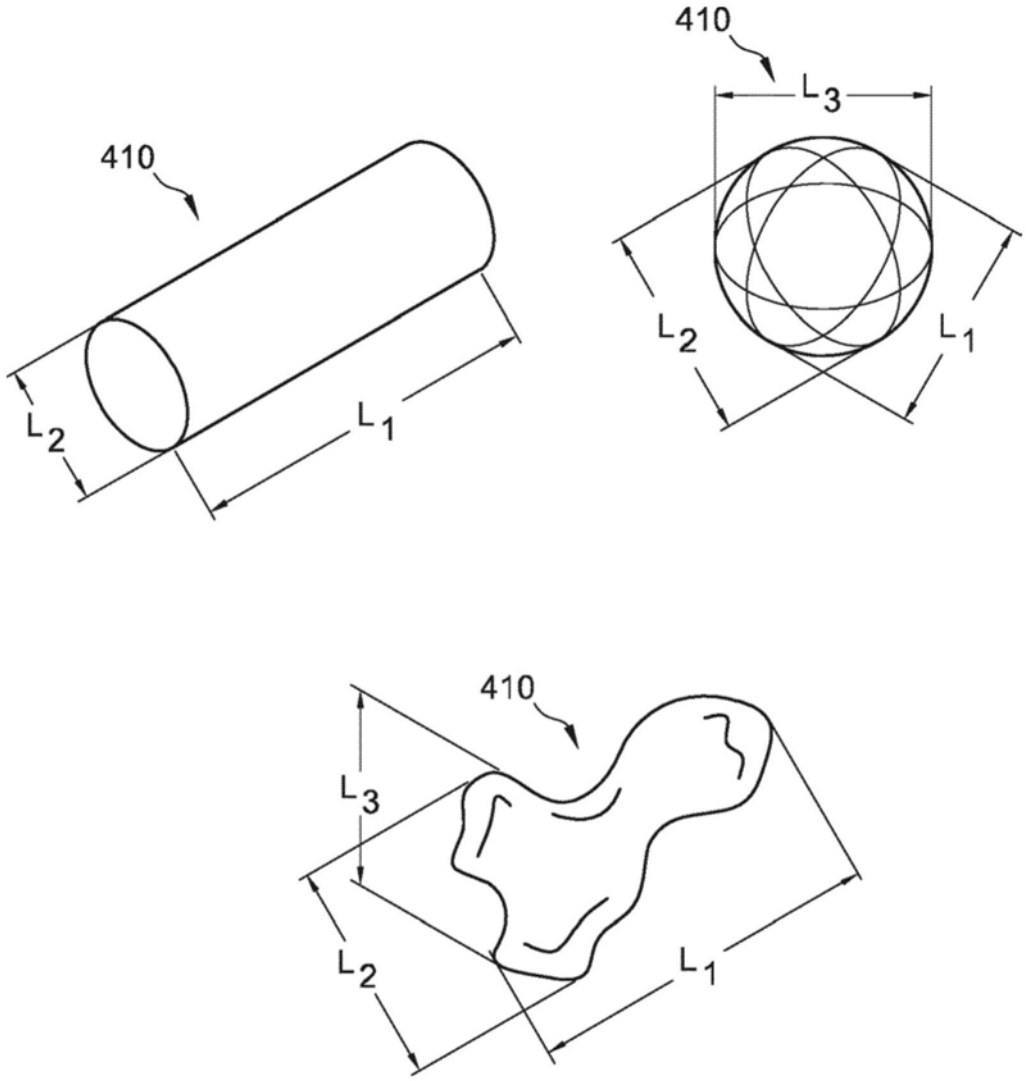


图2E

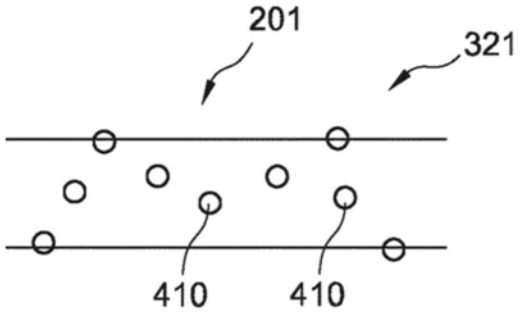


图3A

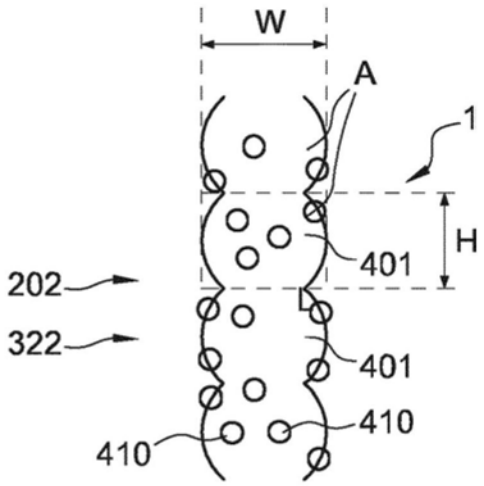


图3B

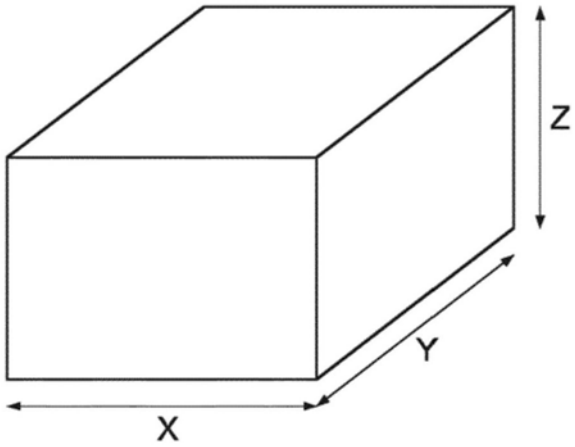


图4A

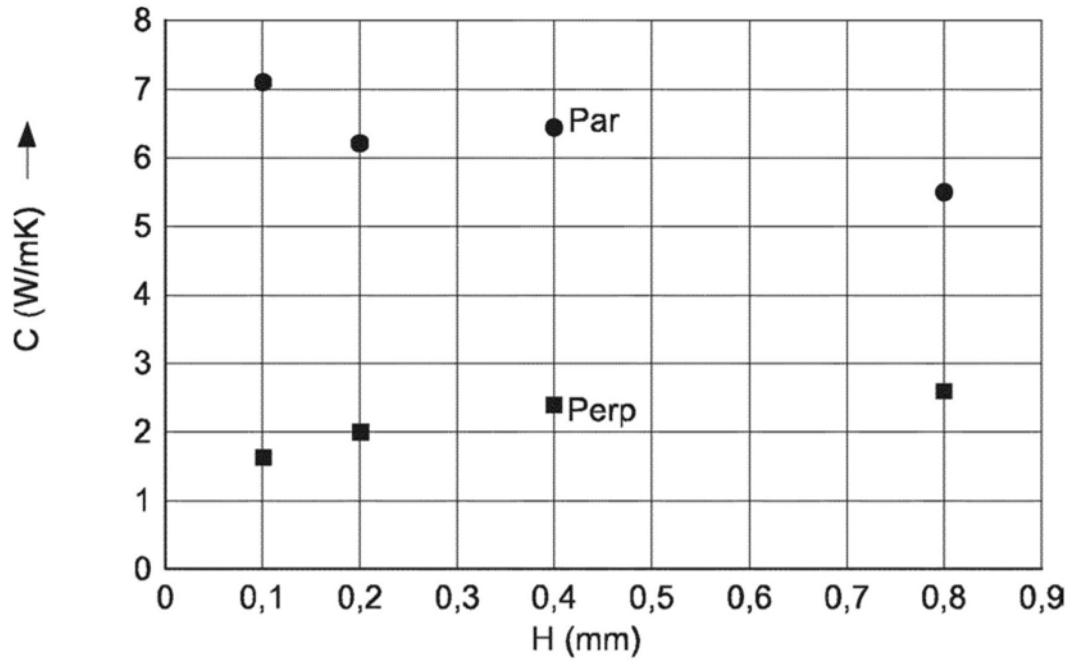

C (W/mK)
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Par
Perp
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
H (mm)

图4B

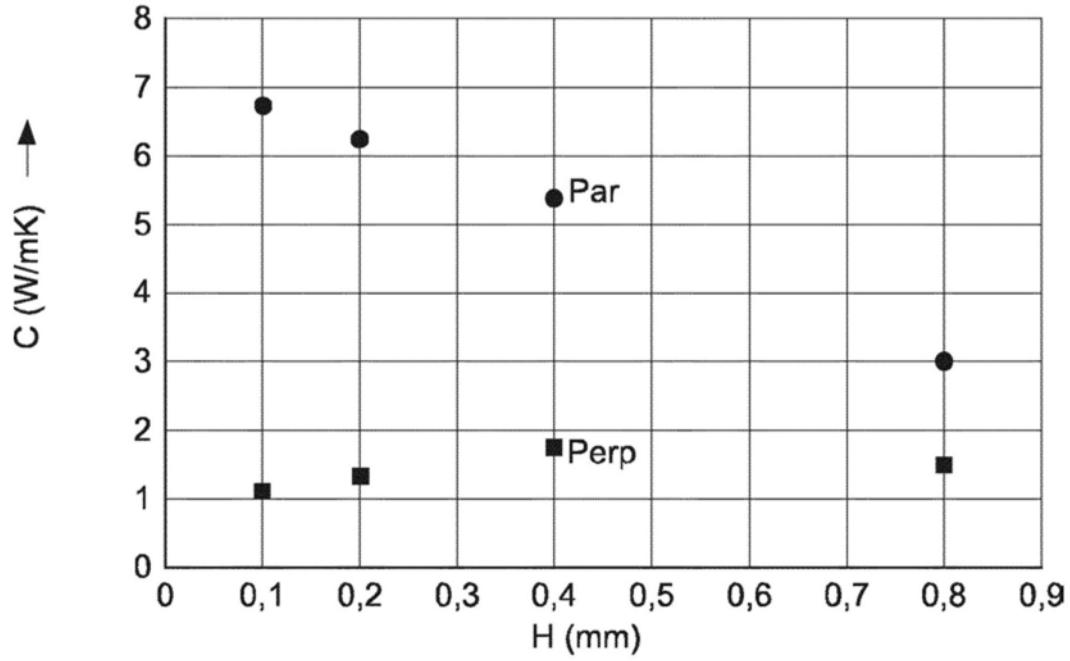

C (W/mK)
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Par
Perp
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
H (mm)

图4C

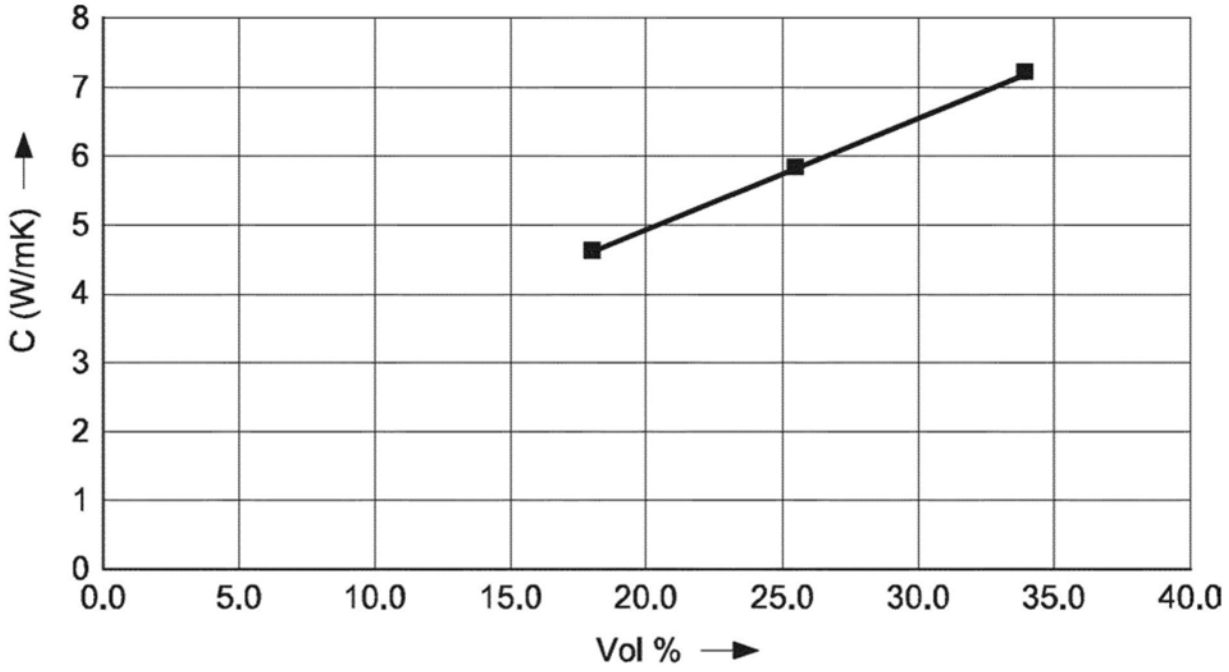

C (W/mK)
Vol %
0
1
2
3
4
5
6
7
8
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0

图4D

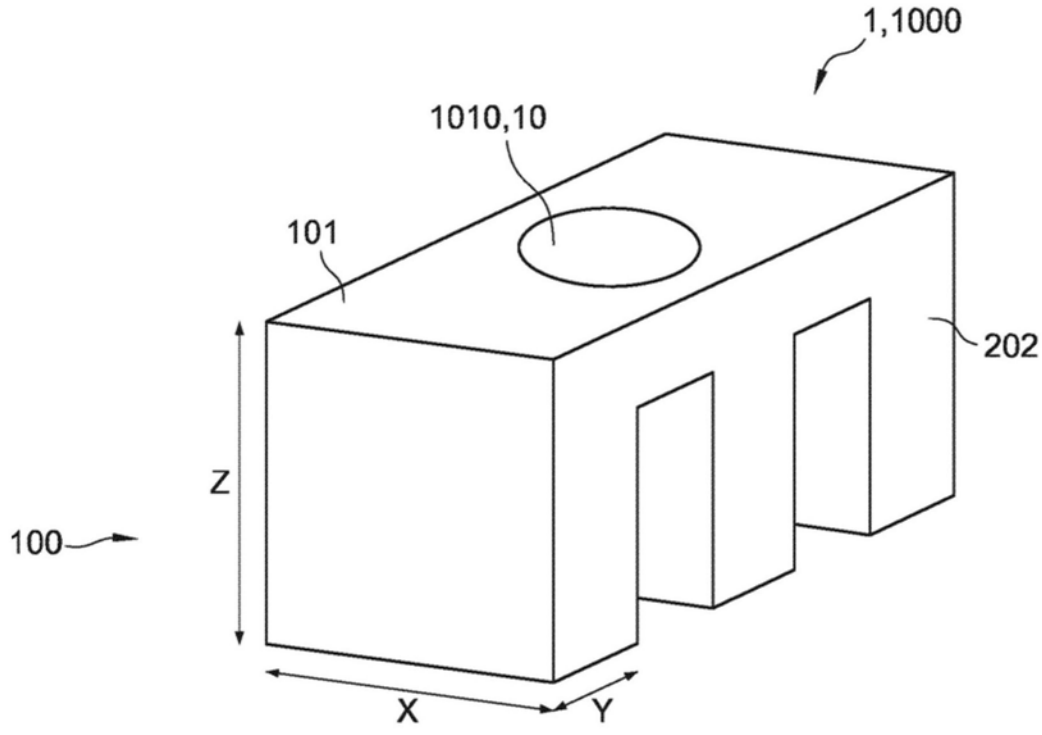

1,1000
1010,10
101
202
Z
100
X
Y

图5A

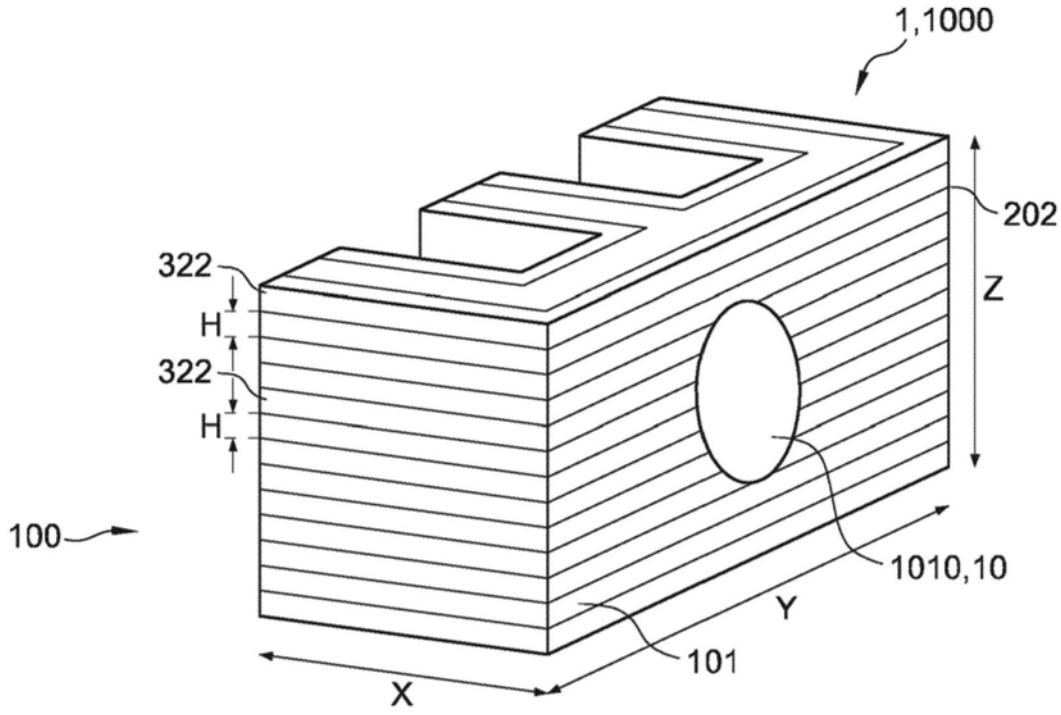

1,1000
202
322
H
322
H
Z
100
1010,10
Y
101
X

图5B

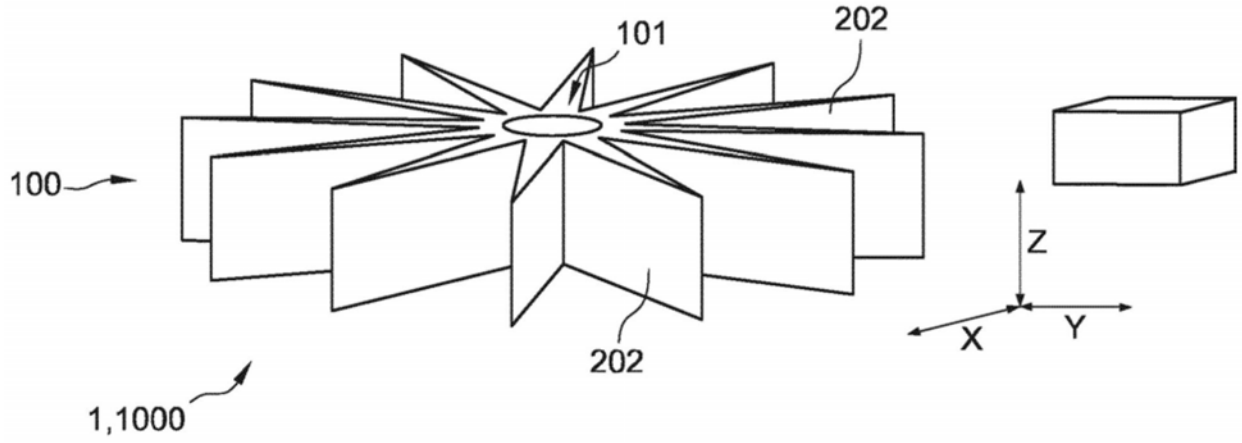

101
202
100
Z
Y
X
202
1,1000

图5C

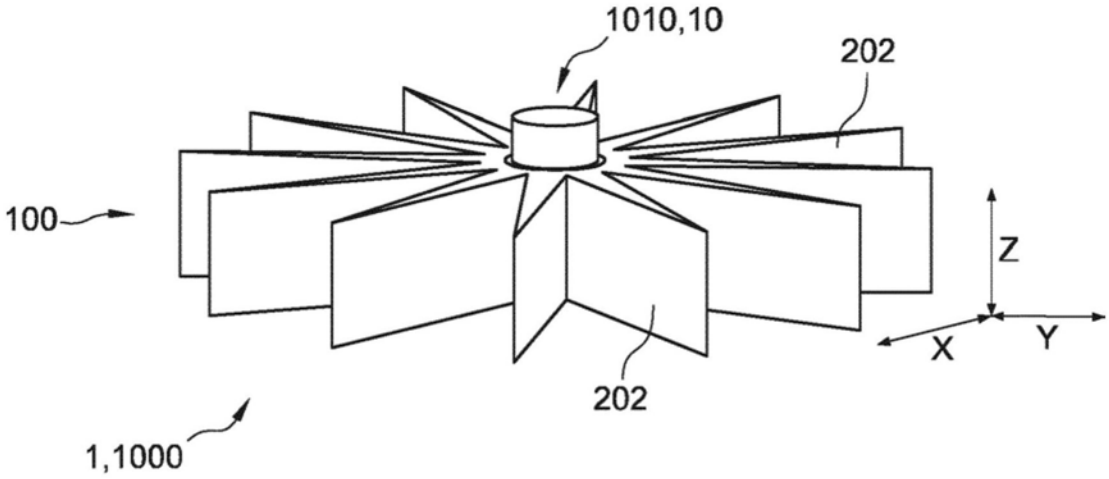


图5D

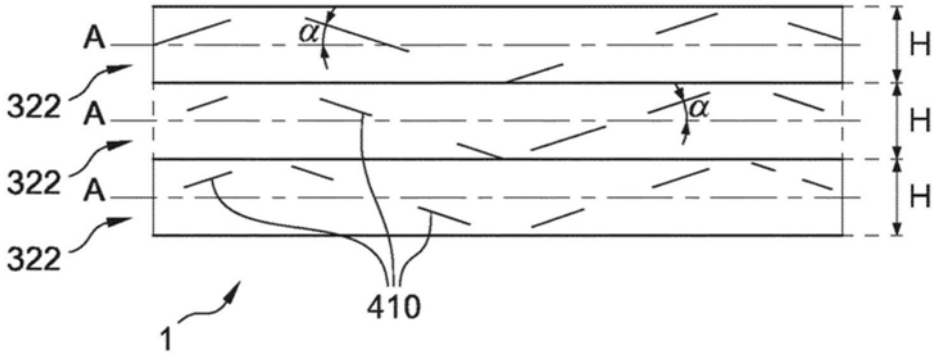


图5E