



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107336437 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 201710231382.2

B29C 64/205 (2017.01)

(22) 申请日 2017.04.11

B29C 64/393 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B33Y 10/00 (2015.01)

申请公布号 CN 107336437 A

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

(43) 申请公布日 2017.11.10

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

CN 1852803 A, 2006.10.25

15/145304 2016.05.03 US

CN 104379324 A, 2015.02.25

(73) 专利权人 施乐公司

CN 1852803 A, 2006.10.25

地址 美国康涅狄格州

US 2009258168 A1, 2009.10.15

(72) 发明人 B·P·曼德尔 P·J·麦康维尔

CN 1226198 A, 1999.08.18

P·J·奈斯特龙 J·J·福克英斯

WO 2016020442 A1, 2016.02.11

D·A·曼特尔

WO 2015009397 A1, 2015.01.22

DE 112004001311 T5, 2013.10.02

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

审查员 刘泽泽

代理人 樊英如 李献忠

(51) Int.Cl.

B29C 64/124 (2017.01)

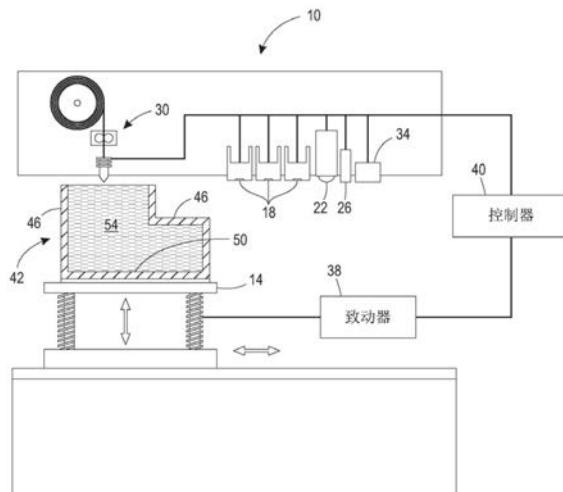
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

在三维打印物品中形成集成接口的系统和方法

(57) 摘要

一种添加制造系统操作至少一个喷射器和挤出器以形成具有光聚合物材料和热塑性材料的三维物品。所述系统以逐层的方式沉积所述两种材料。所述光聚合物材料在所述物品上提供高分辨率光洁度并且所述热塑性材料能够强烈并且稳定地形成所述物品的内部部分。



1. 一种用于制造具有多种材料的三维物品的添加制造系统, 其包含:

平面构件;

至少一个喷射器, 被配置成朝所述平面构件喷射光聚合物材料的液滴;

紫外线 (UV) 辐射源;

挤出器, 被配置成朝所述平面构件挤出热塑性材料;

调平装置; 以及

控制器, 可操作地连接到所述至少一个喷射器、所述UV辐射源和所述挤出器, 所述控制器被配置成:

操作多个喷射器中的至少一个喷射器以朝所述平面构件喷射光聚合物材料的液滴以形成延伸到基部上方第一预定高度的周边部分, 使得所述周边部分和所述基部限定容积;

操作所述UV辐射源以至少部分地固化所述光聚合物材料的液滴;

操作所述挤出器以将所述热塑性材料挤出到由所述至少部分固化的光聚合物材料的所述基部和所述周边部分限定的所述容积内的第二预定高度, 该第二预定高度小于所述第一预定高度;

操作所述调平装置以除去所述周边部分的一部分, 而不在所述基部和所述周边部分限定的所述容积内的所述第二预定高度处接合所述热塑性材料;

操作所述至少一个喷射器以将额外的光聚合物材料喷射到所述热塑性材料上以在所述热塑性材料的至少一部分上形成表面; 并且

操作所述UV辐射源以固化所述光聚合物材料的液滴和所述额外的光聚合物材料。

2. 根据权利要求1所述的系统, 所述控制器进一步被配置成:

操作所述至少一个喷射器以形成具有至少一个表面的所述周边部分, 所述至少一个表面相对于支撑所述基部的平面构件成垂直角定位。

3. 根据权利要求1所述的系统, 所述控制器还被配置为:

操作所述至少一个喷射器以形成具有突起的基部, 所述突起从所述基部延伸到由所述基部和所述周边部分限定的所述容积内; 和

操作所述挤出器以用所述热塑性材料至少部分地填充所述突起之间的区域。

4. 根据权利要求1所述的系统, 所述控制器还被配置为:

操作所述挤出器以在与所述周边部分的外壁相邻的区域中挤出支撑材料;

操作所述喷射器以将另一支撑材料喷射到挤出的所述支撑材料上, 以在所述挤出的所述支撑材料上形成表面; 和

操作所述喷射器, 该喷射器喷射光聚合物材料的液滴, 以使所述周边部分在所述喷射的另一支撑材料上形成的表面上方延伸。

5. 根据权利要求1所述的系统, 还包括:

另一个挤出器, 其配置为挤出支撑材料;

另一个喷射器, 其构造成喷射另一支撑材料的液滴, 所喷射的支撑材料与所挤出的支撑材料不同; 和

所述控制器可操作地连接至所述另一挤出器和所述另一喷射器, 所述控制器还被配置为:

操作所述另一挤出器以在与所述周边部分的外壁相邻的区域中挤出支撑材料;

操作所述另一喷射器以在挤出的所述支撑材料上喷射另一支撑材料以在挤出的所述支撑材料上形成表面;和

操作所述喷射器,该喷射器喷射光聚合物材料的液滴,以使所述周边部分在另一喷射的支撑材料上形成的表面上方延伸。

6. 根据权利要求1所述的系统,所述控制器还被配置为:

操作所述挤出器以形成具有第一取向的第一多个热塑性构件并形成具有第二取向的第二多个热塑性构件,该第二取向不同于在所述第一多个热塑性构件上方的第一取向,所述第一多个热塑性构件和所述第二多个热塑性构件在所述第一多个热塑性构件中的热塑性构件与所述第二多个热塑性构件中的热塑性构件之间形成间隙空间。

7. 根据权利要求6所述的系统,所述控制器还被配置为:

在所述挤出的热塑性材料上方形成光聚合物材料的表面之前,操作该喷射器以将光聚合物液滴喷射到在所述第一多个热塑性构件中的热塑性构件与所述第二多个热塑性构件中的热塑性构件之间形成的所述间隙空间的至少一些中。

8. 根据权利要求6所述的系统,所述喷射器还被配置为喷射光聚合物材料的液滴,所述液滴具有小于在所述第一多个热塑性构件和第二多个热塑性构件中的所述热塑性构件的宽度的直径。

9. 根据权利要求7所述的系统,所述控制器还被配置为:

操作所述喷射器以在由所述第一多个热塑性构件和所述第二多个热塑性构件形成的结构内形成光聚合物材料的固体层。

10. 根据权利要求7所述的系统,所述控制器还被配置为:

操作所述挤出器以在由所述第一多个热塑性构件和所述第二多个热塑性构件形成的结构内形成光聚合物材料的固体层。

11. 根据权利要求1所述的系统,所述控制器还被配置为:

操作所述至少一个喷射器以形成具有至少一个表面的所述周边部分,所述至少一个表面相对于支撑所述基部的平面构件成非垂直角定位。

在三维打印物品中形成集成接口的系统和方法

技术领域

[0001] 在本文件中公开的装置涉及制造三维物品的打印机以及更具体地,涉及用于制造具有不同类型的构建材料的三维打印物品的系统和方法。

背景技术

[0002] 数字三维制造(也称为数字添加制造)是一种由数字模型制造实际上具有任何形状的三维固态物品的过程。三维打印是一种添加过程,其中一个或多个打印头将连续的材料层喷射或沉积在不同形状的基底上。基底被支撑在平台上,所述平台可以通过可操作地连接到平台的致动器的操作以三维方式移动,或者一个或多个打印头可操作地连接到一个或多个致动器以使一个或多个打印头受控移动从而制造形成物品的层。三维印刷与传统的物品形成技术不同,传统的物品形成技术主要依靠通过例如切割或钻孔的减除法从工件去除材料。

[0003] 当前的三维物品喷墨打印机在可以喷射的光聚合物材料的粘度范围方面具有显著的限制,大多数材料具有10至20厘泊(cP)的上限。将光聚合物材料喷射到正形成的物品上后,利用紫外线(UV)或其它合适的辐射源固化材料。这些光聚合物材料可能是昂贵的并且可能具有例如强度和稳定性的物理性质,其可用于制造具有广泛功能的坚固物品。例如熔融丝制造(FFF)或者立体光刻(SLA)的其他添加制造方法扩大了用于制造产品的材料范围。那里材料比固化的光聚合物材料更耐用并且通常便宜得多。使用FFF制成的部件的表面光洁度不如使用UV喷墨制造的那些,并且UV喷墨可以更容易地制造具有高分辨率表面的部件。因此,能够制造具有固化的光聚合物材料和由FFF和SLA方法使用的材料的复合物品的系统将是有利的。

发明内容

[0004] 将挤出的构建材料与固化的光聚合物结合在三维物品中的制造方法增加了结构的坚固性和耐久性。该方法包括利用控制器操作多个喷射器中的至少一个喷射器以朝基底喷射光聚合物材料的液滴,光聚合物材料的液滴形成有在基部上方延伸的周边部分,使得周边部分和基部限定一容积,利用控制器操作紫外线(UV)辐射源以至少部分地固化光聚合物材料的液滴,利用控制器操作挤出器以挤出由基部和周边部分限定的容积内的热塑性材料,利用控制器操作至少一个喷射器以将额外的光聚合物材料喷射到热塑性材料上以在热塑性材料的至少一部分上形成表面,并且利用控制器操作UV辐射源以固化光聚合物材料的液滴和额外的光聚合物材料。

[0005] 将挤出的构建材料与固化的光聚合物结合在三维物品中的系统增加了结构的坚固性和耐久性。该系统包括平面构件、被配置成朝平面构件喷射光聚合物材料的液滴的至少一个喷射器、紫外线(UV)辐射源、被配置成朝平面构件挤出热塑性材料的挤出器、以及可操作地连接到至少一个喷射器、UV辐射源和挤出器的控制器。控制器被配置成:操作多个喷射器中的至少一个喷射器以朝平面构件喷射光聚合物材料的液滴,光聚合物材料的液滴形

成在基部上方延伸的周边部分,使得周边部分和基部限定一容积,操作UV辐射源以至少部分地固化光聚合物材料的液滴,操作挤出器以挤出由至少部分地固化的光聚合物材料的基部和周边部分限定的容积内的热塑性材料,操作至少一个喷射器以将额外的光聚合物材料喷射到热塑性材料上以在热塑性材料的至少一部分上形成表面,并且操作UV辐射源以固化光聚合物材料的液滴和额外的光聚合物材料。

附图说明

- [0006] 结合附图,在以下描述中解释将挤出的构建材料与固化的光聚合物结合在一个添加制造的三维物品中的系统的前述方面和其它特征。
- [0007] 图1说明了一种用于形成具有不同材料的三维物品的系统。
- [0008] 图2说明了利用图1的系统形成的混合结构的实例。
- [0009] 图3说明了具有倾斜壁的利用图1的系统形成的另一个混合结构的实例。
- [0010] 图4说明了利用图1的系统形成的沿着物品的底部具有突起的混合结构的实例。
- [0011] 图5说明了利用图1的系统形成的混合支撑结构的实例。
- [0012] 图6说明了利用图1的系统形成的具有多个相对于彼此定向不同的热塑性构件的混合结构的实例。
- [0013] 图7A是类似于图6所示的基体结构的截面侧视图,并且图7B是图7A中的基体结构的俯视图。图7A的视图描述了在基体结构中包括固体材料层以阻止液体光聚合物流入基体太深。
- [0014] 图8是用于制造具有不同材料的三维物品的添加制造方法的流程图。

具体实施方式

[0015] 为了大体上了解本文公开的系统和方法的环境以及系统和方法的细节,参考附图。在附图中,相同的参考数字表示相同的元件。如本文件中所用,术语“挤出器”指一种能够制造半固体形式的热塑性材料的连续流的装置。术语“半固体”意指材料具有可延展性但未转变为液相的材料状态。术语“喷射器”指一种排出液体材料的液滴的装置。喷射器可以是具有排出液滴的装置阵列的喷墨打印头,或者其可以是销喷射器阵列,其中每个喷射器排出液滴。术语“调平装置”意指一种具有研磨表面、平滑旋转表面、或切除三维物品中的材料形成结构的一部分的切割器的装置。术语“热塑性”意指一种在低于其玻璃化转变温度的温度下是固体刚性的并且在其玻璃化转变温度以上是半固体的材料。热塑性塑料的实例包括但不限于聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚酰胺、聚碳酸酯等。在用于印刷三维物品的常用热塑性塑料中,聚乳酸(PLA)是特别有用的,因为与例如ABS的其它热塑性材料相比,它具有相对低的挤出温度。术语“光聚合物”指当暴露于电磁辐射时经历结构变化的材料。

[0016] 图1示出了一种用于制造具有多种材料的三维物品的添加制造系统。系统10包括平面构件14、一个或多个喷射器18、调平装置22、紫外线(UV)辐射源26、一个或多个挤出器30、冷却器34和控制器40。喷射器18可以被配置成喷墨打印头。至少一个喷射器18被配置成朝平面构件14喷射光聚合物材料的液滴。挤出器30被配置成朝平面构件14挤压热塑性材料。致动器38可操作地连接到平面构件14并被配置成以使平面构件14选择性地在挤出器

30、喷射器18、UV源26、冷却器34和调平装置22下方移动,使得控制器34能够操作这些组件并在平面构件上形成三维物品42。或者,致动器38可操作地连接到喷射器18、UV辐射源26、调平装置22、冷却器34和挤出器30以使控制器能够参照平面构件14移动这些组件以制造物品42。冷却器34是一种在光聚合物固化后将其冷却并可以用风扇实施的装置。

[0017] 控制器40可操作地连接到喷射器18、调平装置22、UV源26和挤出器30。控制器配置有存储在可操作地连接到控制器的存储器中的编程指令以操作系统10的组件。具体地,控制器40被配置成操作多个喷射器中的至少一个喷射器18以喷射光聚合物材料的液滴,从而在平面构件14上形成至少一层光聚合物材料。如图1所示,所述至少一个层形成有在基部50上方延伸的周边部分46,使得周边部分和基部限定容积54。控制器还被配置成操作UV辐射源26以至少部分地固化所述至少一层光聚合物并且操作挤出器30以挤出在所述至少一层至少部分固化的光聚合物材料的容积54内的热塑性材料。控制器40还被配置成操作一个或多个喷射器18以将额外的光聚合物材料喷射到容积54中的热塑性材料上从而在热塑性材料的至少一部分上形成表面,如物品42的右侧的周边部分46中所示。控制器被配置成操作UV辐射源26以完成光聚合物材料和额外的光聚合物材料的固化。以这种方式,物品的内部已形成有热塑性材料,并且外部已形成有光聚合物材料。如前所述,系统10还包括调平装置22,其可操作地连接到控制器40,并且控制器34进一步被配置成操作调平装置22以移除所述至少一层光聚合物材料的一部分以确保周边部分的上表面位于光聚合物材料的基部上方的预定高度。控制器40也被配置成操作冷却器以将热量从固化的光聚合物中移除。

[0018] 如上所述的系统10及其控制器的配置使得控制器能够以多种方式操作以在三维物品中形成特定结构。例如,如图2所示,控制器34操作一个或多个喷射器18以形成具有预定高度 t_1 的容积54。控制器34然后操作挤出器30以挤出光聚合物结构容积内的热塑性材料以将热塑性材料的上表面定位在预定高度 t_2 ,该预定高度 t_2 小于至少一层光聚合物材料的基部上方的周边部分的预定高度 t_1 。两个高度之间的差 Δ 使得控制器34能够操作调平装置22,以平整下一层光聚合物材料而不接触热塑性材料。差 Δ 可在约25至约150微米的范围内,但其它范围也是可能的。

[0019] 图3显示了可以利用系统10形成的倾斜壁结构。为了形成这种类型的结构,控制器34操作至少一个喷射器18以形成具有至少一个表面的周边部分46,该表面相对于支撑光聚合物材料的基部50的平面构件成非垂直角。如图所示,外壁60可以远离容积54倾斜。同样,可以使容积54的内壁成形以容纳不同热塑性材料。例如,内壁64首先形成为垂直于基部50,而内壁68远离容积54倾斜。此外,如图所示,热塑性材料76可以被挤到容积54中,其该高度小于如上所述的容积的高度。壁64然后可以在挤出的热塑性材料上延伸,如图中所示的下面两个描述中所示。控制器34也可以操作一个或多个喷射器18或挤出器30以喷射支撑材料的液滴以形成用于倾斜外壁60中一个的支撑。挤出器的尖端的尺寸可限制挤出热塑性材料一直到壁64或68并完全填充差 Δ 的能力。因此,该间隙可以在随后程中利用光聚合物材料填充。

[0020] 在热塑性层的边缘中留出开口以允许印刷交叉光聚合物。交叉光聚合物允许层互锁并且确保壁处改善的粘附性。同样通过改变在不同高度处的光聚合物材料与热塑性材料之间的边界的方向和位置,材料的互锁可以改善界面的质量并因此改善部件的质量。

[0021] 系统10也可以形成图4示出的有用的结构。在图4中,控制器34操作至少一个喷射

器18以形成具有从基部50延伸到由周边部分46和基部50形成的容积中的突出部80或者具有在基部50表面中形成的凹部的基部50。控制器34然后操作挤出器30以利用热塑性材料76填充突起之间的区域。这种类型的结构有助于改善容积中的热塑性材料与形成基部50的光聚合物之间的粘附性。图5描述了更经济地由热塑性材料和光聚合物材料一起形成的支撑结构。控制器34操作另一个挤出器30以挤出支撑热塑性材料，然后操作其中一个喷射器以喷射另一种支撑材料104的液滴。喷射的支撑材料104不同于挤出的热塑性支撑材料100。挤出的支撑材料位于与周边部分46的外壁相邻的区域中，并且喷射的支撑材料覆盖热塑性支撑材料以在挤出的支撑材料上形成表面。控制器34然后操作其中一个喷射器18以在所喷射的支撑材料104上喷射光聚合物材料108的液滴，从而使周边部分46在形成在另一种喷射的支撑材料104上的表面上延伸。此混合结构比只利用喷射的支撑材料形成的结构更经济。可以在三维物品内形成并且用于其中光聚合物材料沉积在挤出的热塑性塑料顶部上的物品的上部的另一种有用的混合结构在图6中示出。在该图中，控制器34操作挤出器30以形成具有第一取向的第一多个热塑性构件110，并形成具有第二取向的第二多个热塑性构件114，所述第二取向不同于第一多个热塑性构件的第一取向。第一多个热塑性构件和第二多个热塑性构件在第一多个热塑性构件中的热塑性构件与第二多个热塑性构件中的热塑性构件之间形成间隙空间。控制器34也操作其中一个喷射器以在挤出的热塑性材料上利用光聚合物材料形成表面前，将光聚合物材料的液滴喷射到第一多个热塑性构件110中的热塑性构件与第二多个热塑性构件114中的热塑性构件之间的至少一些间隙空间中。可以将光聚合物材料的液滴喷射到这些间隙空间中，因为液滴的直径小于挤出的热塑性构件的宽度。因为光聚合物在固化前是流体，所以其趋于围绕热塑性材料流动。如果光聚合物太深地渗入热塑性部件之间的间隙空间的基体中，则可能难以固化。为了防止这种过度渗透，可以在空间内形成固体层以阻止流入热塑性基体过远。固体层可通过操作挤出器以利用热塑性材料形成固体层或通过操作喷射器以利用光聚合物材料形成固体层来形成，所述光聚合物材料在其上形成热塑性构件前被固化。由热塑性构件形成的容积的侧视图在图7A中示出并且该结构的俯视图在图7B中示出。热塑性构件604延伸进入和离开图的平面，并且热塑性构件608通常与构件604正交。可以使用另一些其它角度取向。层612说明热塑性材料的固体层，其防止光聚合物进入基体结构太深。因为液体光聚合物不渗透固体层，所以如果不直接暴露，其紧靠表面以被散射或透射光固化。选择不含吸收固化所用光的着色剂的热塑性塑料也是有益的。

[0022] 利用不同类型的材料施加器形成具有不同材料的物品的添加制造方法200在图8中示出。在该方法的描述中，过程正在执行某项任务或功能的说明是指执行存储在可操作地连接到控制器或处理器的存储器中的编程指令以操纵数据或操作打印机中一个或多个组件以执行该任务或功能的控制器或通用处理器。上述控制器34可以是这样的控制器或处理器。或者，控制器34可以利用多于一个处理器和相关联的电路和组件来实现，其中每个被配置成形成本文所述的一个或多个任务或功能。

[0023] 该方法开始于控制器操作多个喷射器中的至少一个喷射器以朝基底喷射光聚合物材料的液滴(框204)。光聚合物材料形成有在基部上方延伸的周边部分，使得周边部分和基部限定容积，如图2中所示。控制器操作调平装置以移除基底上的光聚合物材料的液滴的一部分，以使得周边部分具有位于基部上方的预定高度的上表面(框208)。控制器操作紫外

线 (UV) 辐射源以部分地固化光聚合物的一个或多个层 (框212)。如本文件中所使用的,“操作UV辐射源”意指激活该源使其辐射,移动该源使得来自该源的辐射撞击光聚合物材料,或打开和关闭能够选择性地发射辐射的快门。控制器然后操作挤出器以挤出在部分固化的光聚合物材料的容积内的热塑性材料,以将热塑性材料的上表面定位在小于至少一层光聚合物材料的基部上方的周边部分的预定高度处 (框216)。一个或多个喷射器由控制器操作以将额外的光聚合物材料喷射到热塑性材料上,以在热塑性材料的至少一部分上形成表面 (框220)。UV辐射源再次由控制器操作以固化较早喷射的光聚合物材料和额外的光聚合物材料 (框224)。

[0024] 如上所述,周边部分的内壁和外壁可以是倾斜的,并且基部的上表面可以形成有从基部延伸到由周边部分和基部形成的容积中的突起。控制器然后操作挤出器以利用热塑性材料填充突起之间的区域。该方法还可以用于挤出在与周边部分的外壁相邻的区域中的支撑材料,将与所喷射的支撑材料不同的另一种支撑材料喷射到挤出的支撑材料上,以在挤出的支撑材料上形成表面,并且在所喷射的支撑材料上喷射光聚合物材料的液滴,以将周边部分在另一种喷射的支撑材料上形成的表面上延伸。该方法也使得控制器能够操作挤出器以形成具有第一取向的第一多个热塑性构件并且形成具有第二取向的第二多个热塑性构件,所述第二取向不同于第一多个热塑性构件上的第一取向。第一多个热塑性构件中的热塑性构件和第二多个热塑性构件中的热塑性构件之间的间隙空间可以填充光聚合物材料或者留空以减小物品的重量。

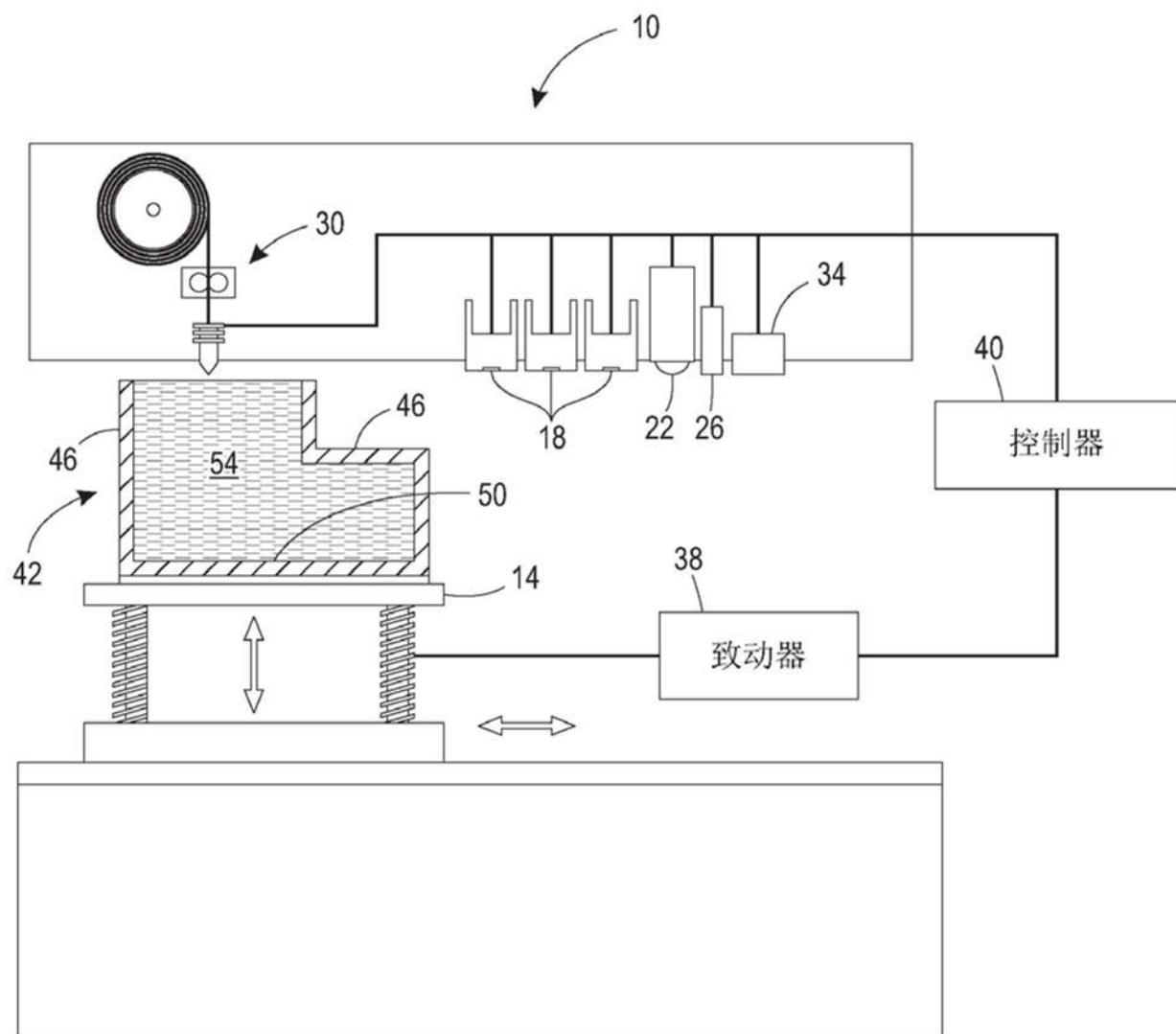


图1

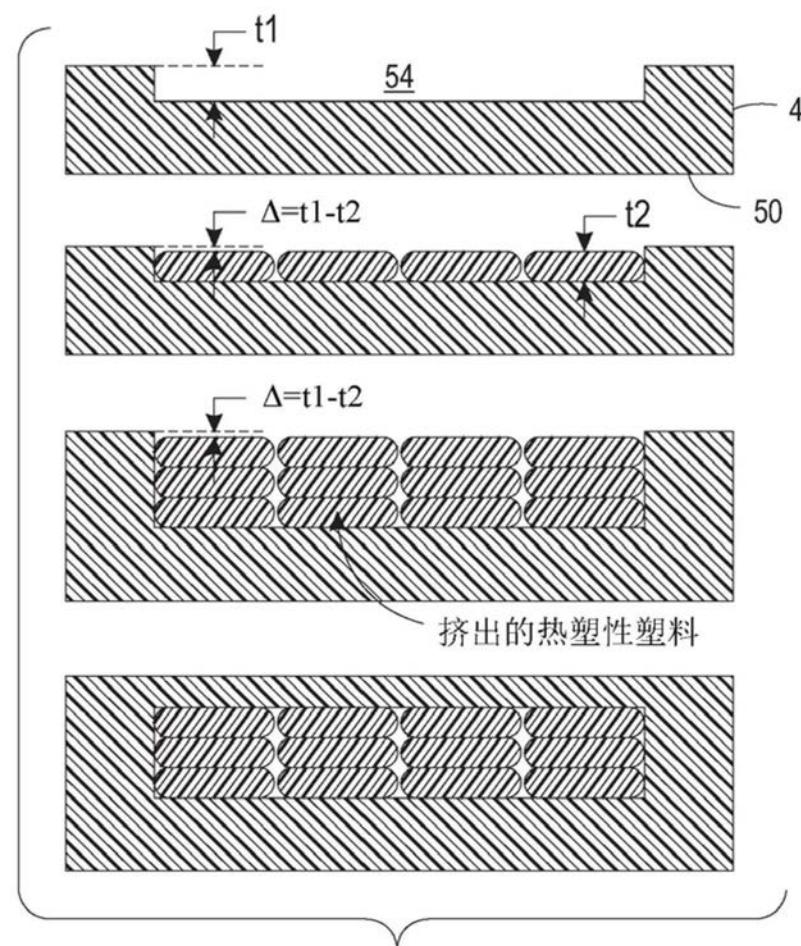


图2

图2

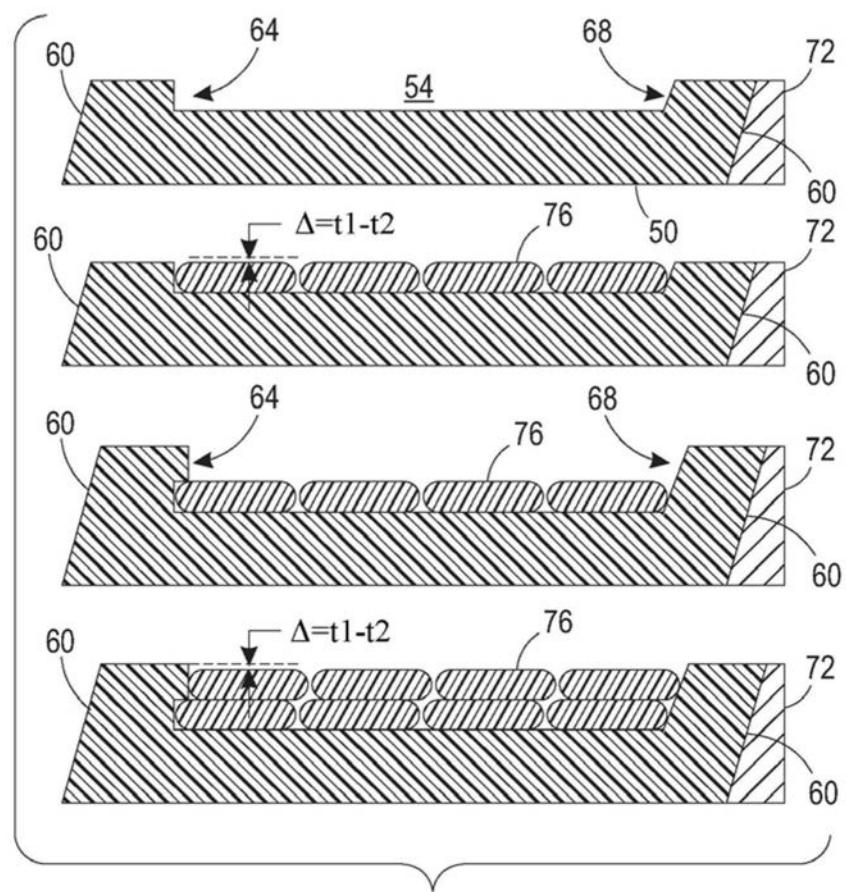


图3

图3

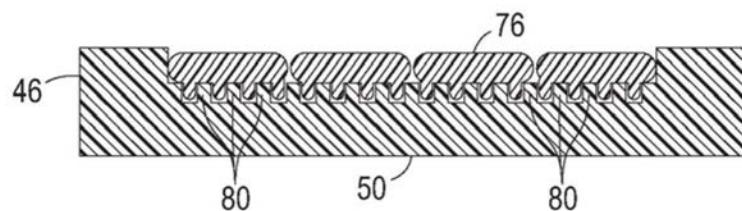


图4

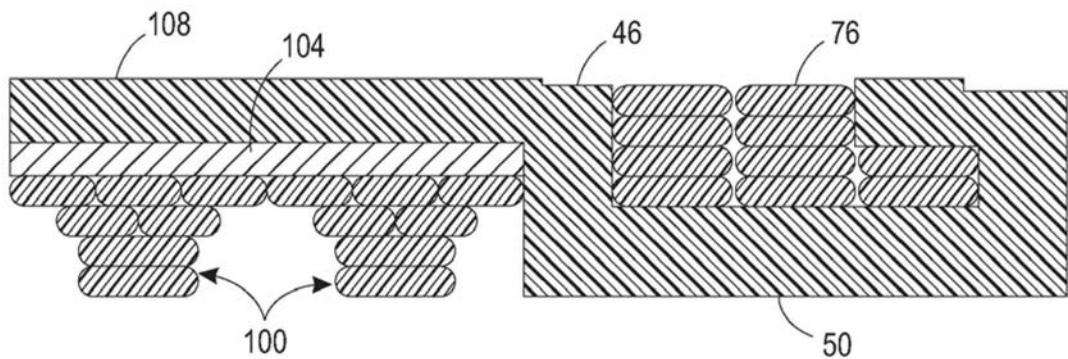


图5

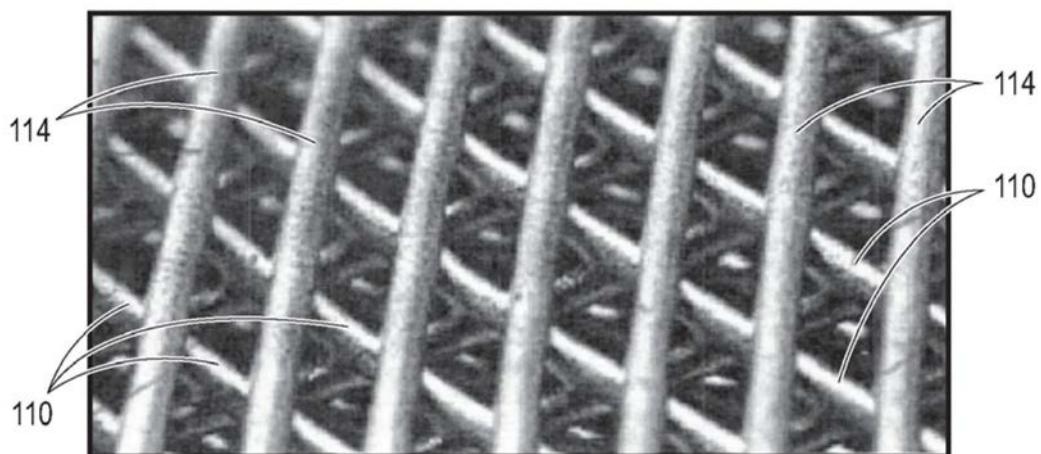


图6

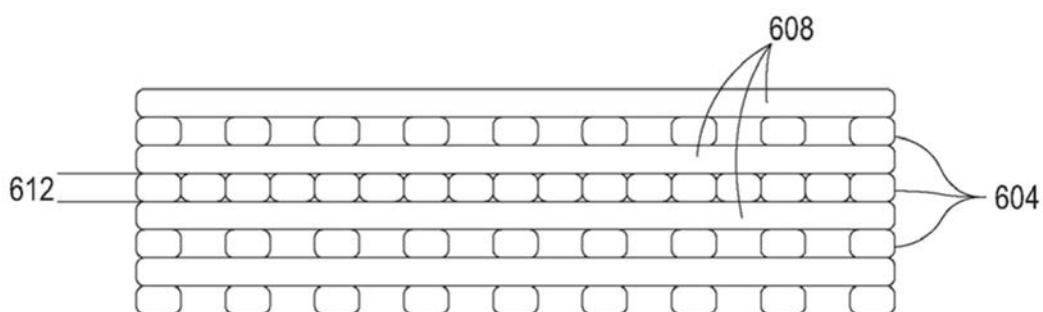


图7A

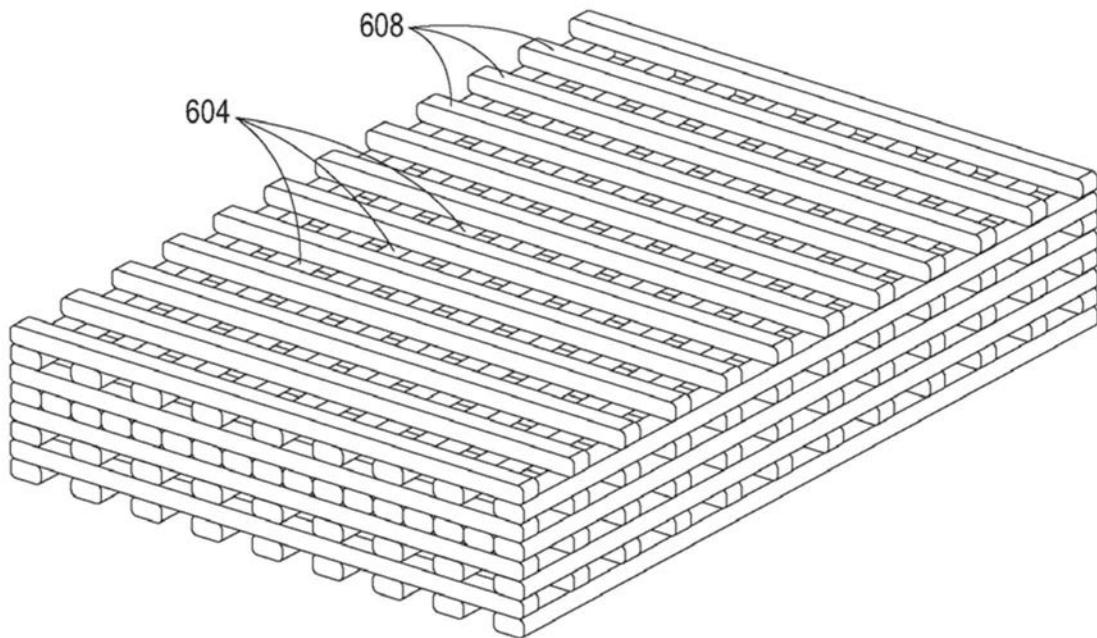


图7B

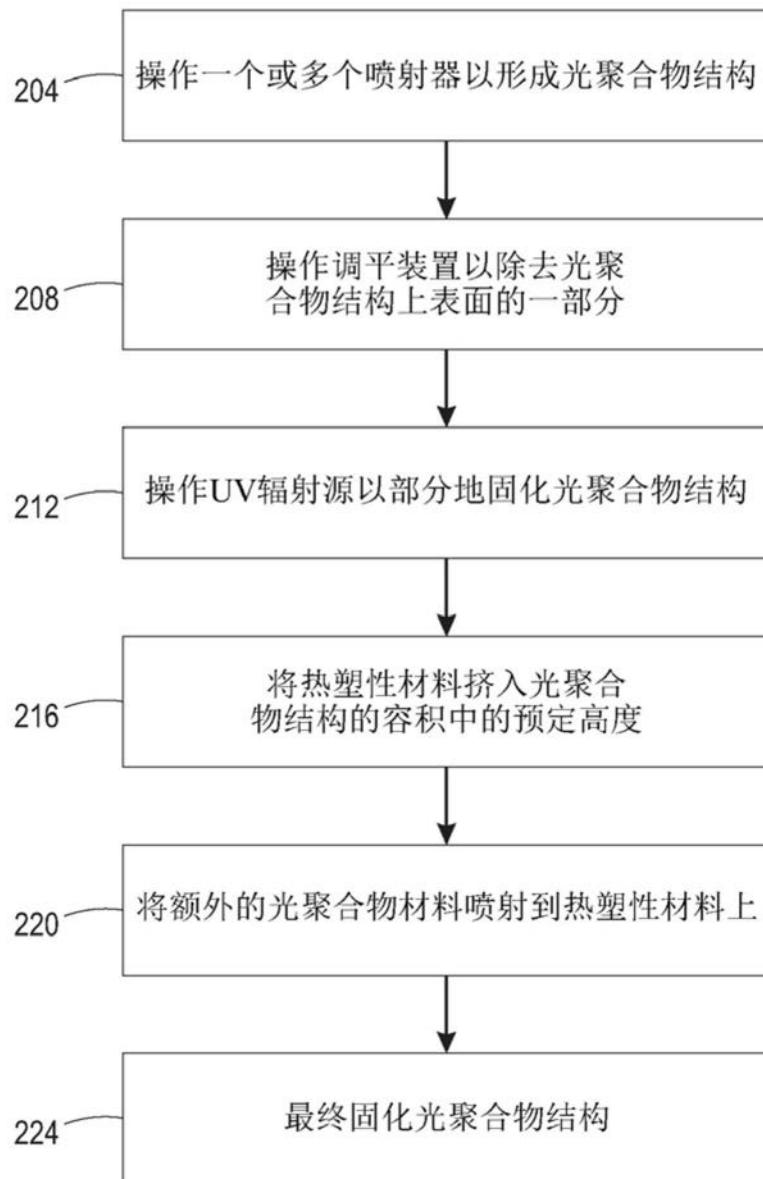


图8