



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115702076 A

(43) 申请公布日 2023.02.14

(21) 申请号 202080102327.3

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.05.22

*B29C 64/165* (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.12.22

*B29C 64/20* (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2020/034333 2020.05.22

*B33Y 10/00* (2006.01)

*B33Y 30/00* (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/236106 EN 2021.11.25

*B33Y 70/10* (2006.01)

(71) 申请人 惠普发展公司, 有限合伙企业  
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 E·迪斯塞基西 G·E·内格里  
T·M·萨博 S·R·伍德拉夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001

专利代理师 郭佩 杨思捷

权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

使用食品接触合规试剂的三维打印

(57) 摘要

本公开涉及食品接触合规的三维打印套装、材料、组合物、系统和方法。在一些实例中, 本文描述了用于三维打印的多流体套装的一个实例, 其包括: 食品接触合规熔合剂, 其包含: 基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水、基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体, 和以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂。

1. 用于三维打印的食品接触合规试剂的多流体套装,其包括:  
食品接触合规熔合剂,其包含:  
基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水,  
基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和  
以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂。
2. 根据权利要求1所述的多流体套装,其进一步包括:  
食品接触合规细化剂,其包含:  
基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和  
基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂。
3. 根据权利要求2所述的多流体套装,其中:  
所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇,和  
所述至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂包含丙二醇。
4. 根据权利要求1所述的多流体套装,其中所述食品接触合规熔合剂进一步包含至少一种食品接触合规润湿剂和至少一种食品接触合规表面活性剂。
5. 根据权利要求1所述的多流体套装,其中所述食品接触合规熔合剂进一步包含食品接触合规分散剂。
6. 根据权利要求4所述的多流体套装,其中所述至少一种食品接触合规表面活性剂包含十二烷基硫酸钠和磺基琥珀酸二辛酯钠盐。
7. 根据权利要求2所述的多流体套装,其中所述食品接触合规细化剂进一步包含食品接触合规润湿剂和食品接触合规表面活性剂。
8. 一种三维打印套装,其包括:  
食品接触合规熔合剂,其包含:  
基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水,  
基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和  
以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂;和  
食品接触合规细化剂,其包含:  
基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和  
基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂,  
热塑性聚合物粉末。
9. 根据权利要求8所述的三维打印套装,其中所述食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约10重量%至大约20重量%的食品接触合规炭黑粒子。
10. 根据权利要求8所述的三维打印套装,其中所述热塑性聚合物粉末包含聚酰胺-6粉末、聚酰胺-9粉末、聚酰胺-11粉末、聚酰胺-12粉末、聚酰胺-66粉末、聚酰胺-612粉末、聚乙

烯粉末、热塑性聚氨酯粉末、热塑性聚酰胺粉末、聚丙烯粉末、聚酯粉末、聚碳酸酯粉末、聚醚酮粉末、聚丙烯酸酯粉末、聚苯乙烯粉末、聚偏二氟乙烯粉末或其组合。

11. 根据权利要求8所述的三维打印套装,其中所述热塑性聚合物粉末具有大约10微米至大约200微米的平均粒度。

12. 根据权利要求8所述的三维打印套装,其中所述食品接触合规的炭黑分散体以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约4重量%至大约7重量%的量存在。

13. 根据权利要求8所述的三维打印套装,其中:

所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇,和

所述至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂包含丙二醇。

14. 一种三维打印系统,其包括:

包含热塑性聚合物粉末的粉末床;

流体喷射打印机,其包括:

与食品接触合规熔合剂的储器连通以便将食品接触合规熔合剂打印到粉末床上的第一流体喷射器,其中所述食品接触合规熔合剂包含:基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水、基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂;和

与食品接触合规细化剂的储器连通以便将食品接触合规细化剂打印到粉末床上的第二流体喷射器,其中所述食品接触合规细化剂包含:基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂;和

熔合辐射源以使粉末床暴露于足以熔合已打印了食品接触合规熔合剂的热塑性聚合物粉末的电磁辐射。

15. 根据权利要求14所述的三维打印系统,其中所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇。

## 使用食品接触合规试剂的三维打印

### [0001] 背景

三维(3D)数字打印法,一种类型的增材制造法,在最近几十年已持续发展。但是,用于三维打印的系统过去非常昂贵,尽管这些费用最近已经下降到更负担得起的水平。一般而言,由于允许快速创建用于审核和测试的原型模型,三维打印技术可缩短产品开发周期。在一些方面,三维打印在商业生产能力方面受到一定限制,因为用于三维打印的材料范围同样有限。尽管如此,一些商业部门,如航空和医疗行业已获益于快速原型制作和为客户定制部件的能力。

### [0002] 附图简述

图1是根据本公开的实例的热塑性聚合物粉末、熔合剂和细化剂的层的特写侧截面视图;

图2是根据本公开的实例的热塑性聚合物粉末、熔合剂和细化剂的层的特写侧截面视图;

图3是根据本公开的实例的三维打印系统的示意性视图;

图4a、4b和4c显示根据本公开的实例的食品接触合规熔合剂的开盖(decap)、喷嘴健康和频率响应图;和

图5a、5b和5c显示根据本公开的实例的食品接触合规细化剂的开盖、喷嘴健康和频率响应图。

[0003] 附图描绘了本公开的技术的实例。但是,应该理解的是,本技术不限于所描绘的实例。

### [0004] 详述

本公开涉及三维打印套装、材料、组合物、系统和方法。更具体地,本公开提供用于打印三维部件的套装和系统,其包括用于受管制的市场,如食品接触合规熔合剂和/或细化剂。在一种示例性打印方法中,将热塑性聚合物粉末的薄层铺展在床上以形成粉末床。打印头,如流体喷射打印头随后用于将熔合剂和/或细化剂打印在粉末床的部分上。使该床暴露于光源,例如通常整个床。熔合剂与未被打印的粉末相比从光中吸收更多能量。吸收的光能转化成热能,以使粉末的打印部分熔融并聚结。这形成固体层。在形成第一层后,将聚合物粉末的新的薄层铺展在粉末床上并重复该方法以形成附加的层直至打印出完整的三维部件。这样的三维打印方法可以在良好的精确度下实现快速吞吐量。

[0005] 在本公开的技术的一些实例中,熔合剂和细化剂可以是可喷射的,即配制为用于流体喷射打印机,如热喷墨打印机。流体喷射打印技术可用于以高速度和高分辨率将熔合剂和/或细化剂打印到粉末床上。可以配制熔合剂和细化剂以具有合适的打印可靠性,其可与熔合剂和细化剂的粘度有关。在进一步实例中,可以配制熔合剂和细化剂以便为热流体喷射打印系统中的电阻器提供长电阻器寿命。

[0006] 本文描述了用于三维打印的多流体套装的一个实例,其包括:食品接触合规熔合剂,其包含:基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水、基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和以

基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂。

[0007] 在一些实例中,多流体套装可进一步包括:食品接触合规细化剂,其包含:基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂。

[0008] 在一些实例中,所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇,且所述至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂包含丙二醇。

[0009] 在一些实例中,食品接触合规熔合剂进一步包含至少一种食品接触合规润湿剂和至少一种食品接触合规表面活性剂。

[0010] 在一些实例中,食品接触合规熔合剂进一步包含食品接触合规分散剂。

[0011] 在一些实例中,所述至少一种食品接触合规表面活性剂包含十二烷基硫酸钠和磺基琥珀酸二辛酯钠盐。

[0012] 在一些实例中,食品接触合规细化剂进一步包含食品接触合规润湿剂和食品接触合规表面活性剂。

[0013] 本文描述了三维打印套装的一个实例,其包括:食品接触合规熔合剂,其包含:基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水、基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂;和食品接触合规细化剂,其包含:基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂;热塑性聚合物粉末。

[0014] 在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约10重量%至大约20重量%的食品接触合规炭黑粒子。

[0015] 在一些实例中,热塑性聚合物粉末包含聚酰胺-6粉末、聚酰胺-9粉末、聚酰胺-11粉末、聚酰胺-12粉末、聚酰胺-66粉末、聚酰胺-612粉末、聚乙烯粉末、热塑性聚氨酯粉末、热塑性聚酰胺粉末、聚丙烯粉末、聚酯粉末、聚碳酸酯粉末、聚醚酮粉末、聚丙烯酸酯粉末、聚苯乙烯粉末、聚偏二氟乙烯粉末或其组合。

[0016] 在一些实例中,热塑性聚合物粉末具有大约10微米至大约200微米的平均粒度。

[0017] 在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约4重量%至大约7重量%的量存在。

[0018] 在一些实例中,所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇,且所述至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂包含丙二醇。

[0019] 本文描述了三维打印系统的一个实例,其包括:包含热塑性聚合物粉末的粉末床;流体喷射打印机,其包括:与食品接触合规熔合剂的储器连通以便将食品接触合规熔合剂打印到粉末床上的第一流体喷射器,其中所述食品接触合规熔合剂包含:基于食品接触合规熔合剂的总重量计至少大约70重量%的水、基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量的食品接触合规的炭黑分散体,和以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的至少一种食品接触

合规的水溶性第一助溶剂;和与食品接触合规细化剂的储器连通以便将食品接触合规细化剂打印到粉末床上的第二流体喷射器,其中所述食品接触合规细化剂包含:基于食品接触合规细化剂的总重量计至少大约75重量%的水,和基于食品接触合规细化剂的总重量计大约2重量%至大约8重量%的量的至少一种食品接触合规的水溶性第二助溶剂;和熔合辐射源以使粉末床暴露于足以熔合已打印了熔合剂的热塑性聚合物粉末的电磁辐射。

[0020] 在一些实例中,所述至少一种食品接触合规的水溶性第一助溶剂包含甘油和聚乙二醇。

[0021] 在一些实例中,熔合剂和/或细化剂中的所有组分都是食品接触合规的。

#### [0022] 食品接触合规熔合剂实例

除了使得熔合剂能够使用流体喷射技术打印的熔合剂性质外,熔合剂还可配制为(i) 食品接触合规,和(ii) 在上述三维打印方法中提供热塑性聚合物粉末的良好熔合。因此,熔合剂可包含食品接触合规的能量吸收剂以吸收电磁能量,由此生成足以熔合热塑性聚合物粉末的热。在一些实例中,能量吸收剂可包括食品接触合规的碳基颜料,如食品接触合规的炭黑颜料。食品接触合规的炭黑颜料可有效吸收在宽波长范围内的电磁辐射,同时仍可用于受管制的应用,如食品接触合规材料(例如食品包装)、化妆品接触材料(例如化妆品包装或产品,如睫毛膏棒)和其它受管制的消费品应用。因此,食品接触合规的炭黑颜料可有效提高它们可打印到其上的热塑性聚合物粉末的温度。

[0023] 平衡所有上述性质以制成具有良好喷射性质以及良好熔合性质的食品接触合规熔合剂是具有挑战性的。但是,某些配制物可提供在本文所述的三维打印法中很好地充当食品接触合规熔合剂,同时也提供良好喷射性质的食品接触合规熔合剂。

[0024] 考虑到这一描述,本公开的技术的一些实例涉及包括食品接触合规熔合剂和/或食品接触合规细化剂的三维打印套装、多流体套装和/或组合物。食品接触合规熔合剂和食品接触合规细化剂可各自配制用于流体喷射打印。在附加实例中,本公开的技术可包括由食品接触合规熔合剂和任选食品接触合规细化剂与热塑性聚合物粉末联合组成的套装。如上文解释,可将食品接触合规熔合剂打印到热塑性聚合物粉末床的部分上,并可用电磁辐射照射该床以熔合打印的部分。这形成打印的三维部件的单个层。可以在用熔合剂打印的部分的边缘处或边缘附近的区域中打印食品接触合规细化剂。食品接触合规细化剂可具有冷却用食品接触合规熔合剂打印的部分的边缘周围的聚合物粉末的效果。由此,当用食品接触合规熔合剂打印的部分可通过用电磁能量照射而熔合时,边缘周围的聚合物粉末可保持在较低的温度下。这可以防止熔合层的边缘周围的聚合物粉末的熔合,以改进粉末床的熔合部分与未熔合部分之间的选择性。

#### [0025] 三维打印套装实例和三维打印方法实例

上述套装和组合物的实例更详细显示在图1中。具体参照图1, a) 显示三维打印系统的构建平台或可移动底板110,向其上沉积热塑性聚合物粉末115的薄层以形成粉末床。接着, b) 显示熔合剂的液滴120a以及施加至粉末床的一部分并在粉末床的一部分内的已沉积的食品接触合规熔合剂120b。可将食品接触合规细化剂的液滴125a施加至与用食品接触合规熔合剂打印的部分的边缘相邻的粉末床部分。如c) 中所示,施加至粉末床的食品接触合规熔合剂120b和食品接触合规细化剂125b混合并填充粉末内的空隙。用食品接触合规熔合剂打印的粉末床部分随后使用固化灯130熔合以形成熔合部件层135。在一些情况下,食

品接触合规细化剂可基本从粉末床中蒸发,以在熔合部件层的边缘周围留下未熔合的热塑性聚合物粉末。然后可以使构建平台或可移动底板下降,并且可以用附加的热塑性聚合物粉末层重复该过程以形成三维打印部件的附加熔合层。

[0026] 应该指出,图1中所示的熔合部件层135是在实践中形成的熔合层的理想化描绘。在一些情况下,使用本文所述的方法形成的熔合层不具有如图1中所示的完美矩形横截面,因为熔合层的边缘通常可包括嵌入熔合层中的部分熔合的聚合物粒子。这会导致在单粒子尺度下不平整或崎岖的表面。但是,在一些实例中,热塑性聚合物粉末粒子可以足够小以使由此打印的部件在人眼观察时仍具有光滑的外观。

[0027] 在一些情况下,在三维打印部件的边缘处的部分熔合粒子可导致该部件的不均匀着色的外观。如上文提到,在一些实例中,食品接触合规熔合剂可包含食品接触合规的炭黑颜料作为能量吸收剂。这样的颜料可以在三维打印部件中产生深黑色。在一些实例中,热塑性聚合物粉末可以天然具有浅色、白色或半透明的颜色。因此,当尚未用炭黑颜料打印的热塑性聚合物粉末的粒子嵌在三维打印部件的表面时,未被打印的粒子不具有相同的黑色。这会导致三维打印部件的表面处的不均匀灰色外观。

[0028] 在图2中更详细显示这样的食品接触合规细化剂与食品接触合规熔合剂和热塑性聚合物粉末一起使用。具体参照图2, a) 显示构建平台或可移动底板210,在其上铺展热塑性聚合物粉末215的薄层以形成粉末床。在待熔合的一部分粉末床中显示食品接触合规熔合剂的液滴220a和沉积的食品接触合规熔合剂220b。也在待熔合的部分的边缘处显示食品接触合规细化剂的液滴225a和沉积的食品接触合规细化剂225b。在用固化灯230固化后,用食品接触合规熔合剂打印的部分熔合以形成熔合部件层235。嵌在熔合部件层的边缘的粒子240a、240b可由于细化剂中的食品接触合规的黑色染料而具有黑色。因此,嵌入粒子的颜色可以匹配熔合部件层的黑色。可用食品接触合规细化剂打印的附加松散粒子245也可具有黑色。在用食品接触合规细化剂打印的部分之外的未被打印的粒子250可保持它们的原始颜色。

[0029] 在本文描述的技术的一个特定实例中,套装或组合物可包括食品接触合规熔合剂和食品接触合规细化剂。食品接触合规熔合剂可包含水、食品接触合规的炭黑颜料和以大约1重量%至大约25重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中的水溶性助溶剂。在一些实例中,食品接触合规细化剂可包含水和食品接触合规的黑色染料。

#### [0030] 食品接触合规的炭黑分散体实例

在一些实例中,食品接触合规的炭黑颜料可为食品接触合规的炭黑颜料粒子的分散体的形式。炭黑颜料分散体的分散稳定性和粒度可以各自影响熔合剂的可喷射性。本文所用的“分散稳定性”是指食品接触合规的炭黑颜料粒子保持分散而不聚集形成干扰喷射的大聚集体粒子的能力。分散稳定性可以以各种方式测量。在一个实例中,分散稳定性可表述为随时间经过的平均颜料粒度的测量。具有高分散稳定性的食品接触合规颜料可具有随时间经过保持稳定的平均粒度,而具有低分散稳定性的食品接触合规颜料可表现出随时间经过提高的粒度。在另一实例中,可以通过计数粒度超过特定阈值粒度的粒子数一段时间来测量分散稳定性。具有低分散稳定性的食品接触合规颜料表现出随时间经过增加的大粒子的数量。当食品接触合规的颜料粒子聚集以形成更大的聚集体粒子时,熔合剂的粘度也会提高。因此,分散稳定性也可通过随时间经过测量食品接触合规熔合剂的粘度来测量。

[0031] 在某些实例中,食品接触合规的炭黑颜料可具有2 nm至50 nm的平均初级粒度。另外,食品接触合规的炭黑颜料可具有60 nm至200 nm的平均聚集体粒度。

[0032] 在进一步实例中,可通过分散剂分散食品接触合规的炭黑颜料。在某些实例中,分散剂可包括聚合物分散剂。聚合物分散剂的非限制性实例可包括苯乙烯、马来酸酐、丙烯酸系或其共聚物。在特定实例中,分散剂可包括苯乙烯丙烯酸系共聚物,如可获自BASF的Joncryl® 苯乙烯丙烯酸系树脂。也可使用小分子分散剂。在进一步实例中,炭黑颜料可为颜料分散体的形式,如可获自Cabot的CAB-0-JET® 炭黑颜料分散体。

[0033] 在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约10重量%至大约20重量%的食品接触合规炭黑粒子,或食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约12重量%至大约18重量%的食品接触合规炭黑粒子,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约14重量%至大约16重量%的食品接触合规炭黑粒子。在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约4重量%至大约7重量%的量存在,或食品接触合规的炭黑分散体以基于食品接触合规熔合剂的总重量计大约5重量%至大约6重量%的量存在。

[0034] 在一些实例中,食品接触合规的聚合物分散剂以基于食品接触合规熔合剂和/或食品接触合规细化剂的总重量计大约0.5重量%至大约5重量%的量使用。

[0035] 食品接触级能量吸收剂实例/染料实例/颜料实例

在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体以基于熔合剂的总重量计大约3重量%至大约10重量%的量存在。在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体以基于熔合剂的总重量计大约4重量%至大约7重量%的量存在。

[0036] 在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约10重量%至大约20重量%的炭黑粒子。在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约12重量%至大约18重量%的炭黑粒子。在一些实例中,食品接触合规的炭黑分散体包含基于炭黑分散体的总重量计大约14重量%至大约16重量%的炭黑粒子。

[0037] 在进一步实例中,食品接触合规熔合剂可包含一种或多种附加能量吸收剂。类似于食品接触合规的炭黑颜料,这些附加能量吸收剂也可有效吸收电磁辐射以产生热。其它食品接触合规能量吸收剂的实例可包括食品接触合规的近红外吸收染料、食品接触合规的近红外吸收颜料、食品接触合规的钨青铜、食品接触合规的钼青铜、食品接触合规的金属纳米粒子、食品接触合规的共轭聚合物或其组合。

[0038] 如提到,食品接触合规能量吸收剂还可包括共轭聚合物。本文所用的“共轭”是指分子中的原子之间的交替双键和单键。因此,“共轭聚合物”是指具有包含交替双键和单键的主链的聚合物。在许多情况下,食品接触合规能量吸收剂可具有在800 nm至1400 nm的范围内的峰值吸收波长。

[0039] 附加的食品接触合规的近红外颜料可包括硅酸盐。食品接触合规的硅酸盐可具有与磷酸盐相同或类似的抗衡离子。一个非限制性实例可包括食品接触合规的 $M_2SiO_4$ 、 $M_2Si_2O_6$ 和其中M是具有+2的氧化态的抗衡离子的其它硅酸盐。例如,食品接触合规的硅酸盐 $M_2Si_2O_6$ 可包括 $Mg_2Si_2O_6$ 、 $Mg/CaSi_2O_6$ 、 $MgCuSi_2O_6$ 、 $Cu_2Si_2O_6$ 、 $Cu/ZnSi_2O_6$ 或其它合适的抗衡离子组合。要指出,本文所述的食品接触合规的硅酸盐不限于具有+2氧化态的抗衡离子。其它食品接



触合规的硅酸盐抗衡离子也可用于制备其它合适的近红外颜料。

[0040] 在一些实例中,食品接触合规的炭黑颜料和如果存在,附加食品接触合规的能量吸收剂,可以是水分散性或水溶性的。这样的食品接触合规的能量吸收剂可与水性食品接触合规的载体(vehicle)一起使用,含或不含至少一种食品接触合规的助溶剂。

#### [0041] 一种或多种食品接触合规助溶剂实例

可以选择食品接触合规熔合剂的组分以赋予食品接触合规熔合剂良好的流体喷射性能和熔合聚合物床材料和/或以良好的光学密度将聚合物粉末着色的能力。因此,食品接触合规熔合剂可包含食品接触合规的液体载体。在一些实例中,食品接触合规液体载体配制物可包含根据喷射架构以大约1重量%至大约25重量%的量存在的一种或多种食品接触合规助溶剂。

[0042] 在一些实例中,食品接触合规熔合剂和/或细化剂可以基本不含有机溶剂。但是,在另一些实例中,助溶剂可用于帮助分散其它染料或颜料,或改进各自流体的喷射性质。在再进一步的实例中,非水性载体可以与有机可溶性或有机可分散性能量吸收剂一起使用。

[0043] 在某些实例中,在各种流体中可包含食品接触合规的高沸点助溶剂。食品接触合规的高沸点助溶剂可以是沸点温度高于打印过程中的粉末床温度的有机助溶剂。在一些实例中,食品接触合规的高沸点助溶剂可具有高于250℃的沸点。在再进一步的实例中,食品接触合规的高沸点助溶剂可以以大约1重量%至大约4重量%的浓度存在于各种流体中。

[0044] 可用的食品接触合规的助溶剂的种类可包括食品接触合规的有机助溶剂,包括脂族醇、二醇、二醇醚、聚二醇醚、己内酰胺类和长链醇。

[0045] 这样的化合物的实例包括食品接触合规的脂族伯醇、脂族仲醇、1,2-醇、1,3-醇、1,5-醇、乙二醇烷基醚、丙二醇烷基醚、聚乙二醇烷基醚的更高级同系物(C<sub>6</sub>-C<sub>12</sub>)、N-烷基己内酰胺、未取代的己内酰胺等。可用的食品接触合规溶剂的具体实例包括但不限于食品接触合规丙二醇、食品接触合规甘油、食品接触合规聚乙二醇或其组合。

[0046] 在一个特定实例中,食品接触合规熔合剂可包含丙二醇、甘油、聚乙二醇或其组合作为助溶剂。在一些实例中,食品接触合规熔合剂中的食品接触合规助溶剂可包含相对于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约25重量%的量、或相对于食品接触合规熔合剂的总重量计大约3重量%至大约20重量%的量、或相对于食品接触合规熔合剂的总重量计大约5重量%至大约15重量%的量、或相对于食品接触合规熔合剂的总重量计大约1重量%至大约10重量%的量的食品接触合规丙二醇、食品接触合规甘油、食品接触合规聚乙二醇或其组合。

#### [0047] 一种或多种食品接触合规表面活性剂实例

关于可能存在的食品接触合规表面活性剂,可以使用一种或多种表面活性剂,如十二烷基硫酸钠、磺基琥珀酸二辛酯钠盐、来自BASF Corp.的SURFYNOL®等。在一些实例中,食品接触合规表面活性剂是SURFYNOL® 355、十二烷基硫酸钠、磺基琥珀酸二辛酯钠盐、Tween 20(或聚氧乙烯山梨糖醇酐单月桂酸酯)、羟乙基磺酸钠盐、椰油酰羟乙磺酸钠、来自BASF Corp.的KOLLIPHOR® EL或其组合。

[0048] 在一些实例中,食品接触合规表面活性剂是硅酮表面活性剂。食品接触合规的硅酮表面活性剂可包括硅氧烷并且可以是烷氧基化的、聚酯改性的、聚醚改性的、聚醚改性的羟基官能的、胺改性的、环氧改性的和其它改性或其组合。在一些实例中,食品接触合规的

硅氧烷是聚合的,例如聚二甲基硅氧烷。

[0049] 添加到食品接触合规熔合剂中的食品接触合规表面活性剂的量可为大约0.01重量%至大约10重量%。在另一些实例中,食品接触合规熔合剂中的食品接触合规表面活性剂的量可为大约0.1重量%至大约5重量%,或食品接触合规熔合剂中的食品接触合规表面活性剂的量可为大约0.5重量%至大约4.5重量%,或食品接触合规熔合剂中的食品接触合规表面活性剂的量可为大约1重量%至大约4重量%,或食品接触合规熔合剂中的食品接触合规表面活性剂的量可为大约1.5重量%至大约3重量%。

[0050] 此外,一种或多种食品接触合规的非离子型、阳离子型和/或阴离子型表面活性剂可任选以大约0.01重量%至大约10重量%存在于食品接触合规熔合剂和/或食品接触合规细化剂中。

[0051] 在一些实例中,食品接触合规的液体载体还可包含大约0.1重量%至大约10重量%的量的食品接触合规分散剂,或食品接触合规的液体载体还可包含大约1重量%至大约8重量%的量的食品接触合规分散剂,或食品接触合规的液体载体还可包含大约2重量%至大约6重量%的量的食品接触合规分散剂,或食品接触合规的液体载体还可包含小于大约5重量%的量的食品接触合规分散剂。

[0052] 食品接触合规熔合剂配制物的余量可以是纯净水,和/或其它载体组分,如食品接触合规的杀生物剂、食品接触合规的粘度改进剂、食品接触合规的用于pH调节的材料、食品接触合规的多价螯合剂、食品接触合规的防腐剂等等。在一个实例中,食品接触合规的液体载体可以主要是水,例如多于大约70重量%水、或多于大约75重量%水、或多于大约80重量%水、或多于大约85重量%水。

#### [0053] 一种或多种食品接触合规的其它添加剂实例

在一些实例中,各种其它的食品接触合规添加剂可用于改进用于特定应用的流体组合物的某些性质。这些食品接触合规添加剂的实例包括为抑制有害微生物的生长而添加的那些。这些食品接触合规添加剂可以是可用于各种配制物的杀生物剂、杀真菌剂和其它抗微生物剂。

[0054] 食品接触合规的杀生物剂可以大约0.01重量%至大约1重量%的量存在于食品接触合规熔合剂中。在更具体的实例中,食品接触合规的杀生物剂可以大约0.1重量%至大约0.5重量%的量存在。

[0055] 在一些实例中,可包含食品接触合规的多价螯合剂,如EDTA(乙二胺四乙酸)以消除任何重金属杂质的有害影响,并可使用食品接触合规的缓冲溶液控制流体的pH。可添加大约0.01重量%至大约2重量%的多价螯合剂和/或缓冲溶液。

[0056] 在一些实例中,还可包含食品接触合规的螯合剂。在一些实例中,可包含大约0.01重量%至大约0.1重量%的量的食品接触合规的螯合剂。

[0057] 在一些实例中,还可存在食品接触合规的粘度改进剂,以及其它按需要改变流体性质的添加剂。这些添加剂可以大约0.01重量%至大约10重量%的量存在。

[0058] 在一些实例中,食品接触合规的抗结垢剂可添加到食品接触合规熔合剂中以减少残留物累积在用于打印食品接触合规熔合剂的热流体喷射系统中的电阻器元件上。在一些实例中,食品接触合规的抗结垢剂可包括磷酸酯、聚合电解质聚合物、无机磷酸盐缓冲剂。也可加入合适的食品接触合规的抗结垢剂。食品接触合规的多价螯合剂和/或螯合剂也可

以用于抗结垢。在某些实例中,食品接触合规的抗结垢剂可以大约0.01重量%至大约1重量%的量包含在食品接触合规熔合剂中。在另一些实例中,食品接触合规熔合剂中的食品接触合规的抗结垢剂的总量可为大约0.2重量%至大约0.6重量%,或大约0.4重量%至大约0.5重量%。

[0059] 在一些实例中,食品接触合规熔合剂进一步包含至少一种食品接触合规润湿剂和至少一种食品接触合规表面活性剂。在一些实例中,食品接触合规熔合剂进一步包含食品接触合规分散剂。

[0060] 在进一步实例中,食品接触合规熔合剂可配制为在升高的温度下使用,如50°C至95°C的温度。在另一些实例中,食品接触合规熔合剂可配制为在70°C至85°C的温度下使用。由于本文描述的三维打印方法可涉及加热聚合物粉末以熔合聚合物粉末,食品接触合规熔合剂可能经常暴露于升高的温度。在一些情况下,食品接触合规熔合剂可包含在位于粉末床附近的储器中。因此,食品接触合规熔合剂可配制为在上述温度范围内稳定和可喷射。此外,食品接触合规熔合剂在打印到粉末床上之后可暴露于甚至更高的温度。粉末床常常可以被预热到例如140°C至160°C的预热温度,并且粉末床在熔合过程中的温度可以达到甚至高达220°C的温度。因此,食品接触合规熔合剂可配制为在这些高温下使用时安全和有效。在一个实例中,食品接触合规熔合剂可以基本不含易燃的助溶剂或在三维打印方法中使用的温度下造成火灾风险的其它成分。例如,食品接触合规熔合剂可以不含自燃温度低于220°C的助溶剂或其它成分。

#### [0061] 食品接触合规细化剂实例

如上文提到,根据本公开的技术的套装和组合物还可包括食品接触合规细化剂。食品接触合规细化剂可配制为在与上述食品接触合规熔合剂相同的系统中使用。例如,食品接触合规细化剂和食品接触合规熔合剂可各自配制为从流体喷射打印头中打印。因此,食品接触合规细化剂可包含上文关于食品接触合规熔合剂描述的各种食品接触合规成分和食品接触合规添加剂的任一种。但是,食品接触合规细化剂可以不含在食品接触合规熔合剂中用作能量吸收剂的炭黑颜料。

[0062] 在一些实例中,食品接触合规细化剂可配制为在其上施加了食品接触合规细化剂的热塑性聚合物粉末床的部分上提供冷却效应。这种冷却效应可以例如通过食品接触合规细化剂中的水和/或助溶剂的蒸发实现。尽管食品接触合规熔合剂也可由于食品接触合规熔合剂中的水和助溶剂的蒸发产生初始冷却效应,但由于食品接触合规熔合剂中存在的能量吸收剂,食品接触合规熔合剂可产生净加热效应。食品接触合规细化剂可以不含食品接触合规熔合剂中所用的能量吸收剂,因此食品接触合规细化剂可具有净冷却效应。在将食品接触合规细化剂打印到用食品接触合规熔合剂打印的部分的边缘周围的粉末床上时,食品接触合规细化剂和食品接触合规熔合剂的各自的分别冷却和加热效应可在粉末床的熔合部分和未熔合部分之间产生清晰的边界。在没有食品接触合规细化剂的情况下,在一些情况下,来自熔合部分的热渗出可导致熔合部分的边缘周围的热塑性聚合物粉末的部分熔合。这可导致成品三维打印部件周围的粒子的结块和低部件品质。

[0063] 如上文提到,在一些实例中,食品接触合规细化剂可以不含炭黑颜料和其它能量吸收剂。但是,应该指出,大多数(即使不是全部)材料吸收一定量的电磁能量并将能量转化成热。因此,如本文所用,“不含能量吸收剂”并不意味着该细化剂不含任何量的任何可吸收

电磁能量的成分。相反,食品接触合规细化剂可以不含被公开为任选包含在食品接触合规熔合剂中以便吸收电磁能量的特定能量吸收剂。

[0064] 食品接触合规细化剂可包含一种或多种上文关于食品接触合规熔合剂描述的同类型的食品接触合规助溶剂。在一个特定实例中,食品接触合规细化剂可包含丙二醇、甘油、聚乙二醇或其组合作为助溶剂。

[0065] 可包含相对于食品接触合规细化剂的总重量计大约1重量%至大约10重量%的量的食品接触合规助溶剂。在另一些实例中,可包含相对于食品接触合规细化剂的总重量计大约1重量%至大约5重量%的量的食品接触合规助溶剂。

[0066] 一种或多种热塑性聚合物粉末实例

在一些实例中,该套装和组合物可包括热塑性聚合物粉末。热塑性聚合物粉末可具有10微米至100微米的平均粒度。如本文中所示,除非另行规定,关于粒子性质的“平均”是指指数均。相应地,“平均粒度”是指指数均粒度。另外,“粒度”是指球形粒子的直径,或非球形粒子的最长尺寸。更详细地,并且根据某些具体实例,热塑性聚合物粉末的粒度分布可以如下:D50可为45微米至75微米、55微米至65微米、或大约60微米;D10可为10微米至50微米、30微米至40微米、或大约35微米;并且D90可为75微米至150微米、80微米至95微米、或大约90微米。“D50”被定义为中值重量。“D10”被定义为10重量%的粉末低于给定粒度,例如20微米至50微米。“D90”被定义为90重量%的粉末低于给定粒度,例如75微米至100微米。

[0067] 在某些实例中,热塑性聚合物粉末可具有多种形状,如基本球形粒子或不规则形状粒子。在一个特定实例中,热塑性聚合物粉末可具有至少0.7的球形度。本文所用的“球形度”是指具有与粒子相同体积的球体的表面积与该粒子的实际表面积的比率。另外,在一些实例中,热塑性聚合物粉末可具有小于 $15 \text{ m}^2/\text{g}$ 的BET表面积。

[0068] 在一些实例中,该聚合物粉末能够形成具有10至200微米的分辨率的三维打印部件。本文所用的“分辨率”是指可以在三维打印部件上形成的最小特征的尺寸。该聚合物粉末可以形成大约10至大约200微米厚的层,以使打印部件的熔合层具有大致相同的厚度。这可以在z轴方向上提供大约10至大约200微米的分辨率。该聚合物粉末还可以具有足够小的粒度和足够规则的粒子形状以提供沿x轴和y轴大约10微米至大约200微米的分辨率。

[0069] 在一些实例中,热塑性聚合物粉末可以是无色的。例如,该聚合物粉末可具有白色、半透明或透明的外观。

[0070] 热塑性聚合物粉末可具有大约70°C至大约350°C的熔合温度。在进一步实例中,该聚合物可以具有大约150°C至大约200°C的熔合温度。本文所用的“熔合温度”是指使热塑性聚合物粉末的粒子熔合在一起以形成固体对象的最低温度。在一些情况下,这种温度可以被称为熔融温度、软化温度或流动温度。并非所有热塑性聚合物都具有特定的熔融温度,因为一些聚合物随着温度提高而经历粘度的逐渐降低。对于这样的聚合物,粒子可以在熔合温度下开始充分流动以便与相邻聚合物粒子熔合。

[0071] 在一些实例中,热塑性聚合物粉末可以是聚酰胺-6粉末、聚酰胺-9粉末、聚酰胺-11粉末、聚酰胺-12粉末、聚酰胺-66粉末、聚酰胺-612粉末、聚乙烯粉末、热塑性聚氨酯粉末、热塑性聚酰胺粉末、聚丙烯粉末、聚酯粉末、聚碳酸酯粉末、聚醚酮粉末、聚丙烯酸酯粉末、聚苯乙烯粉末、聚偏二氟乙烯粉末或其组合。

[0072] 在一个具体实例中,聚合物粉末可以是聚酰胺粉末,如聚酰胺-11或聚酰胺-12,其

可具有大约180℃至大约200℃的熔点。在一些实例中,聚酰胺粉末可以是具有10%至90%的结晶度的半结晶粉末,这可以使用差示扫描量热法测量。聚酰胺粉末可具有130℃至160℃的再结晶温度。另外,聚酰胺粉末可具有80 J/g至130 J/g的熔化焓。

[0073] 在进一步实例中,聚酰胺粉末可具有10,000至500,000的数均分子量 $M_n$ 和1至5的多分散性指数(定义为 $M_w/M_n$ )。另外,聚酰胺粉末的分子量可以使用溶液粘度作为分子量的代表来表征。“溶液粘度”通过合并大约0.5重量%的聚酰胺-12粉末与大约99.5重量%的间甲酚并测量该混合物的粘度来定义。根据这种测量程序测定溶液粘度的进一步细节描述在国际标准ISO 307,第五版,2007-05-15中。在一些实例中,本公开的技术的三维打印套装中所用的聚酰胺粉末可具有大约1.4至大约2.0的溶液粘度。

[0074] 热塑性聚合物粉末在一些情况下还可以与填料共混。填料可包括无机粒子如氧化铝、二氧化硅、玻璃粒子、金属粒子或陶瓷粒子,例如玻璃珠、钢球或金属粒,或其它颜料,例如过渡金属氧化物,或其组合。当热塑性聚合物粉末熔合在一起时,填料粒子可被嵌在该聚合物中,以形成复合材料。在一些实例中,填料可包括自由流动剂、防结块剂等。这些试剂可防止粉末粒子堆积、涂覆粉末粒子并使边缘光滑以减少粒子间摩擦,和/或吸收水分。在一些实例中,热塑性聚合物粉末与填料粒子的重量比可为大约99.9:0.1至大约1:2、大约99:1至大约1:1、或大约5:1至大约1:1。根据填料材料的类型,填料粒子可具有各种粒度。在一些实例中,填料粒子可具有大约5纳米至大约200微米、大约10纳米至大约150微米、或大约100纳米至大约100微米的平均粒度。

#### [0075] 食品接触合规三维打印系统实例

除上述套装和组合物外,本技术还涵盖包括上文论述的套装和组合物的三维打印系统。三维打印系统的一个实例显示在图3中。系统300包括包含粉末床材料315的粉末床310,所述粉末床材料315包括本文描述的热塑性聚合物粉末并具有大约10微米至大约200微米的平均粒度。在所示实例中,粉末床具有构建平台或可移动底板320,其能够在打印三维部件的各个层之后使粉末床下降。显示在粉末床材料上打印食品接触合规熔合剂340后的三维部件327。该系统还包括流体喷射打印机330,其包括与熔合剂340的储器连通的第一流体喷射笔335。第一流体喷射笔可配置为将食品接触合规熔合剂打印到粉末床上。第二流体喷射笔345与食品接触合规细化剂350的储器连通。第二流体喷射笔可配置为将食品接触合规细化剂打印到粉末床上。在一些实例中,该三维打印系统还可包括与流体的储器连通的附加流体喷射笔以提供其它颜色和/或功能。

[0076] 在已经将食品接触合规熔合剂340打印到粉末床材料315上之后,熔合辐射源,如熔合灯360a或360b可用于使粉末床暴露于足以熔合已打印了食品接触合规熔合剂的粉末的电磁辐射。熔合灯360a可以是位于粉末床上方的固定熔合灯,熔合灯360b可装载在具有流体喷射笔335、345的滑架上。为了打印下一层,将可移动底板下降并在前一层上添加新一层粉末床材料。未使用的粉末床材料,如315处所示,未被用于形成三维部件,因此可以再循环以供将来使用。再循环可包括用相对小百分比的新鲜粉末床材料更新用过的粉末床材料,例如低至最多大约20重量%、最多大约10重量%或最多大约5重量%。

[0077] 为了在粉末床的熔合部分与未熔合部分之间实现良好选择性,食品接触合规熔合剂可以吸收足够的电磁辐射或能量以将热塑性聚合物粉末的温度提升到高于该聚合物的熔点或软化点,同时粉末床的未打印部分保持低于该熔点或软化点。因此,如提到,三维打

印系统可包括预热器,以用于将粉末床材料预热到接近该熔点或软化点的温度。在一个实例中,该系统可包括一个或多个预热器以在打印前加热粉末床材料。例如,该系统可包括打印床加热器374以将打印床加热到大约100℃至大约160℃或大约120℃至大约150℃的温度。该系统还可包括供应床或容器370,其还包括供应加热器372,聚合物粒子在以层形式铺展到粉末床310上之前可以储存在该位置。供应床或容器可以利用供应加热器将供应床或容器加热到大约90℃至大约140℃的温度。因此,当顶置加热源376,例如加热灯可用于将粉末床材料加热到打印温度时,可以快速实现打印温度的典型最小提高,例如最多到大约160℃至大约220℃。要清楚的是,用于加热粉末床材料以便打印的顶置加热源通常是与用于热激活能量吸收剂的电磁辐射源,例如熔合灯360a或360b不同的能量源,尽管根据选择使用的能量吸收剂和粉末床材料,这些能量源可以是相同的。

[0078] 用于三维打印系统的合适的熔合辐射源或熔合灯可包括市售的红外线灯和卤素灯。熔合灯可以是固定灯或移动灯。例如,该灯可安装在轨道上以便水平移动经过粉末床。根据熔合各打印层所需的曝光量,这样的熔合灯可多次经过该床。熔合灯可配置为以基本均匀的能量照射整个粉末床。这可以选择性熔合含有熔合剂的打印部分,使粉末床材料的未打印部分低于聚合物粉末的熔合温度。

[0079] 根据聚合物粉末中存在的能量吸收剂的量、能量吸收剂的吸光度、预热温度以及聚合物粉末的熔合温度,可以由熔合辐射源或灯提供适当的照射量。在一些实例中,熔合灯每遍可以照射各个层大约0.5至大约10秒。

## 实施例

[0080] 下面举例说明本公开的实施例。但是,要理解的是,下面仅举例说明本公开的原理的应用。可设计出许多修改和替代性的组合物、方法和系统而不背离本公开的精神和范围。所附权利要求书旨在涵盖这样的修改和布置。

### [0081] 实施例1

食品接触合规熔合剂的一个实例显示在下表1中。食品接触合规细化剂的一个实例显示在下表2中。

### [0082] 表1

组分	%活性物	重量%
食品接触合规的炭黑分散体	15.5	5
甘油	100	10
聚乙二醇300	100	5
十二烷基硫酸钠	100	0.3
磺基琥珀酸二辛酯钠盐	100	0.1
Surfynol® 355	100	0.1
去离子水	100	余量

[0083] 图4a、4b和4c显示食品接触合规熔合剂(来自表1)的开盖图(9秒)、喷嘴健康和18 ips下的重注(refill),证实目前与商业发布的3D熔合剂媲美的高度稳健的打印性能。

### [0084] 实施例2

食品接触合规细化剂的一个实例显示在下表2中。

[0085] 表2

组分	%活性物	重量%
丙二醇	100	5
十二烷基硫酸钠	100	0.9
Surfynol® 355	100	0.4
去离子水	100	余量

[0086] 图5a、5b和5c显示食品接触合规细化剂(来自表2)的开盖图(9秒)、喷嘴健康和18 ips下的重注,证实目前与商业发布的3D细化剂媲美的高度稳健的打印性能。

## [0087] 实施例3

使用食品接触合规熔合剂(来自表1)和食品接触合规细化剂(来自表2)制造3D打印的睫毛膏棒部件。这些3D打印的睫毛膏棒部件满足对这样的部件的所有标准要求。

[0088] 上述实施例证实使用食品接触合规熔合剂和细化剂生产具有与使用其它类似的商业化试剂制成的3D部件相当的机械性质和“外观和感觉”的3D打印部件的可行性。

## [0089] 定义

要指出,除非上下文清楚地另行规定,本说明书和所附权利要求书中所用的单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数对象。

[0090] 本文所用的“液体载体”是指可将添加剂置于其中以形成流体可喷射配制物(如熔合剂、细化剂、墨水、功能流体等)的液体。多种多样的液体载体可根据本公开的技术使用。这样的液体或墨水载体可包括各种不同试剂的混合物,包括表面活性剂(surfactants)、溶剂、助溶剂、抗结垢剂、缓冲剂、杀生物剂、多价螯合剂、粘度改进剂、表面活性试剂(surface-active agents)、水等。

[0091] 术语“流体”在本文中不排除可能悬浮在其中的固体添加剂,因为流体通常包括溶液和微细分散体,如在熔合剂、细化剂、墨水、功能流体等中。

[0092] 本文所用的“染料”是指吸收电磁辐射或其某些波长的化合物或分子。如果染料吸收可见光谱中的波长,染料可赋予墨水可见颜色。

[0093] 本文所用的“颜料”通常包括颜料着色剂、磁性粒子、氧化铝、二氧化硅和/或其它陶瓷、有机金属或其它不透明粒子,无论这样的微粒是否提供颜色。因此,尽管本说明书主要例举颜料着色剂的使用,但术语“颜料”可以更普遍地不仅用于描述颜料着色剂,还用于描述其它颜料,如有机金属、铁氧化物、陶瓷等。但是,在一个特定方面,该颜料是颜料着色剂。

[0094] 本文中所用的“可溶”是指溶解度百分比大于5重量%。

[0095] 本文所用的“流体喷射”或“喷射”是指可从喷射架构,如喷墨架构或流体喷射架构,例如热或压电架构喷出的组合物。另外,这样的架构可配置为打印不同的液滴尺寸,如小于10皮升、小于20皮升、小于30皮升、小于40皮升、小于50皮升等。

[0096] 术语“热塑性聚合物粉末”是指具有10 μm至200 μm的平均粒度的相对微细的热塑性粒子。热塑性聚合物粉末可具有大约70°C至大约350°C的熔点或软化点,并可包含聚合物,如尼龙或聚酰胺、聚乙烯、热塑性聚氨酯、聚丙烯、聚酯、聚碳酸酯、聚醚酮、聚丙烯酸酯、聚苯乙烯等。术语“粉末”可与“粒子”或“微粒”互换使用。

[0097] 本文所用的术语“食品接触合规”意在包括根据EU和/或US法规被认为合规用于各种食品接触应用的组分和/或材料。本文描述的这些“食品接触合规”组分和/或材料意在用

于如下应用：食品接触合规材料（例如食品包装）、化妆品接触合规材料（例如化妆品包装或产品，如睫毛膏棒）和其它受管制的消费品应用。

[0098] 本文中所述的术语“基本”或“基本上”当关于材料的量或其具体特征使用时，是指足以提供该材料或特征意图提供的效果的量。可容许的确切偏离程度在一些情况下可取决于具体环境。

[0099] 本文所用的术语“大约”用于为数值范围端点提供灵活性，其中给定值可以“略高于”或“略低于”该端点。这一术语的灵活度可取决于特定变量并基于本文中的相关描述确定。通常，“略高于”或“略低于”是指小于5%。

[0100] 如本文所用，为方便起见，可能在通用列表中陈述多个项目、结构要素、组成要素和/或材料。但是，这些列表应该像该列表的各成员作为单独和唯一的成员逐一规定的那样解释。因此，如果没有作出相反的指示，此类列表的任一成员不应仅基于它们出现在同一组中而被解释为同一列表中的任何其它成员的事实等同物。

[0101] 浓度、量和其它数值数据在本文中可能以范围格式表示或呈现。要理解的是，这样的范围格式仅为方便和简要起见使用，因此应灵活解释为不仅包括作为该范围的界限明确列举的数值，还包括该范围内包含的独立的数值或子范围，就像明确列举各数值和子范围那样。例如，“大约1重量%至大约5重量%”的数值范围应被解释为不仅包括大约1重量%至大约5重量%的明确列举的值，还包括在所示范围内的单个值和子范围。因此，在这一数值范围中包括单个值，如2、3.5和4，和子范围，如1-3、2-4和3-5等。这一原理同样适用于列举仅单个数值的范围。此外，无论该范围的宽度或所描述的特征如何，这种解释都适用。



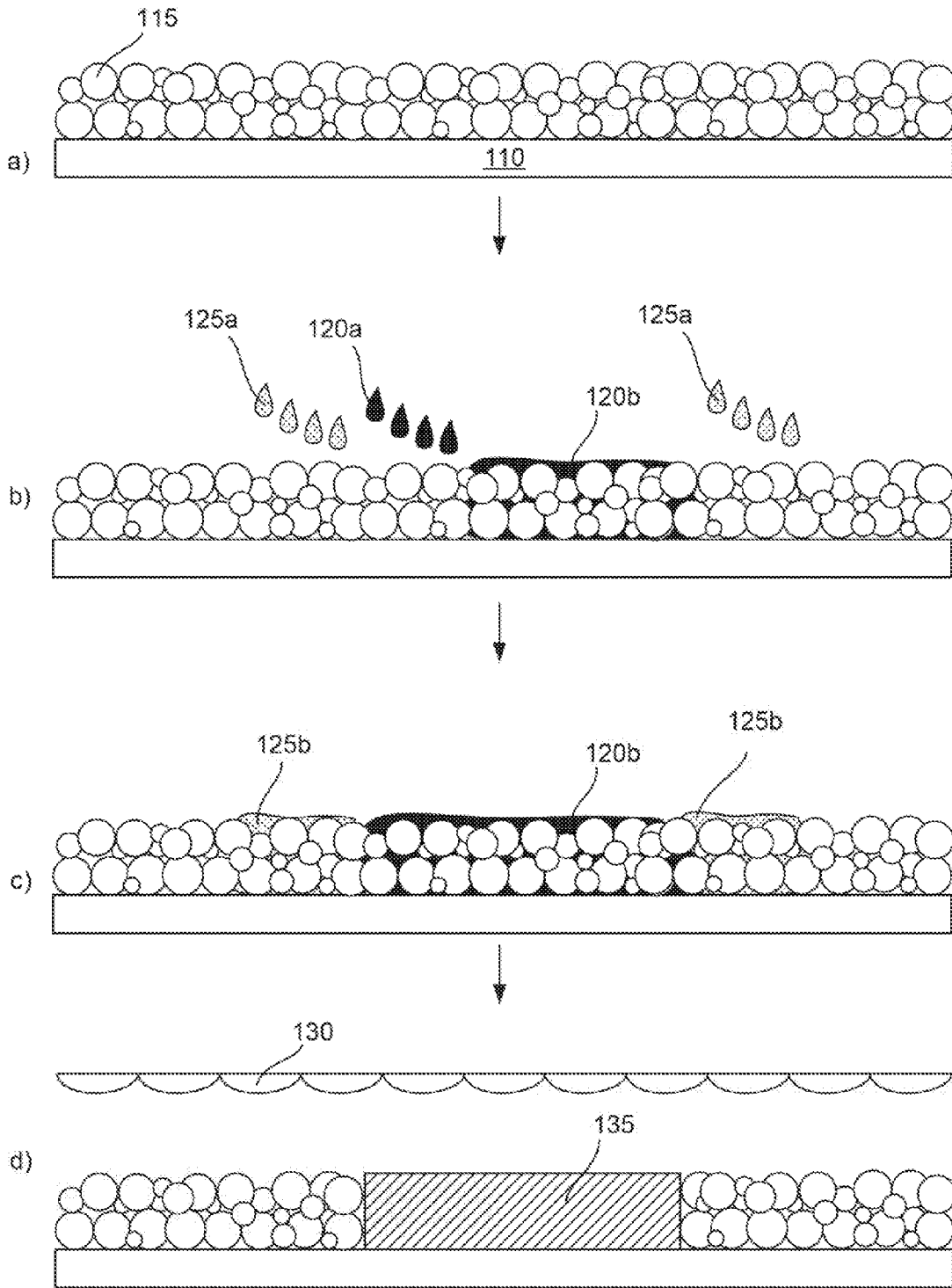


图 1

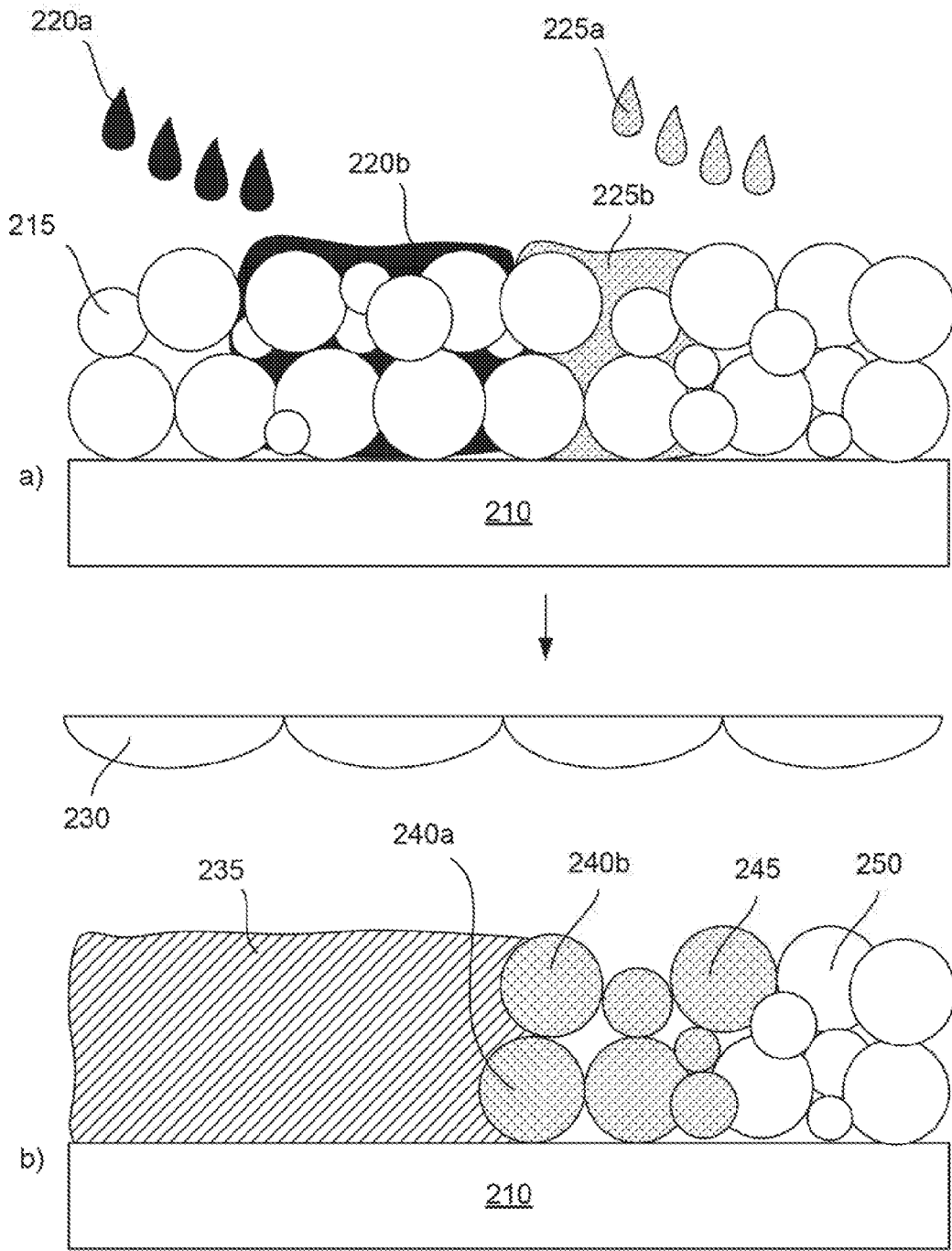


图 2

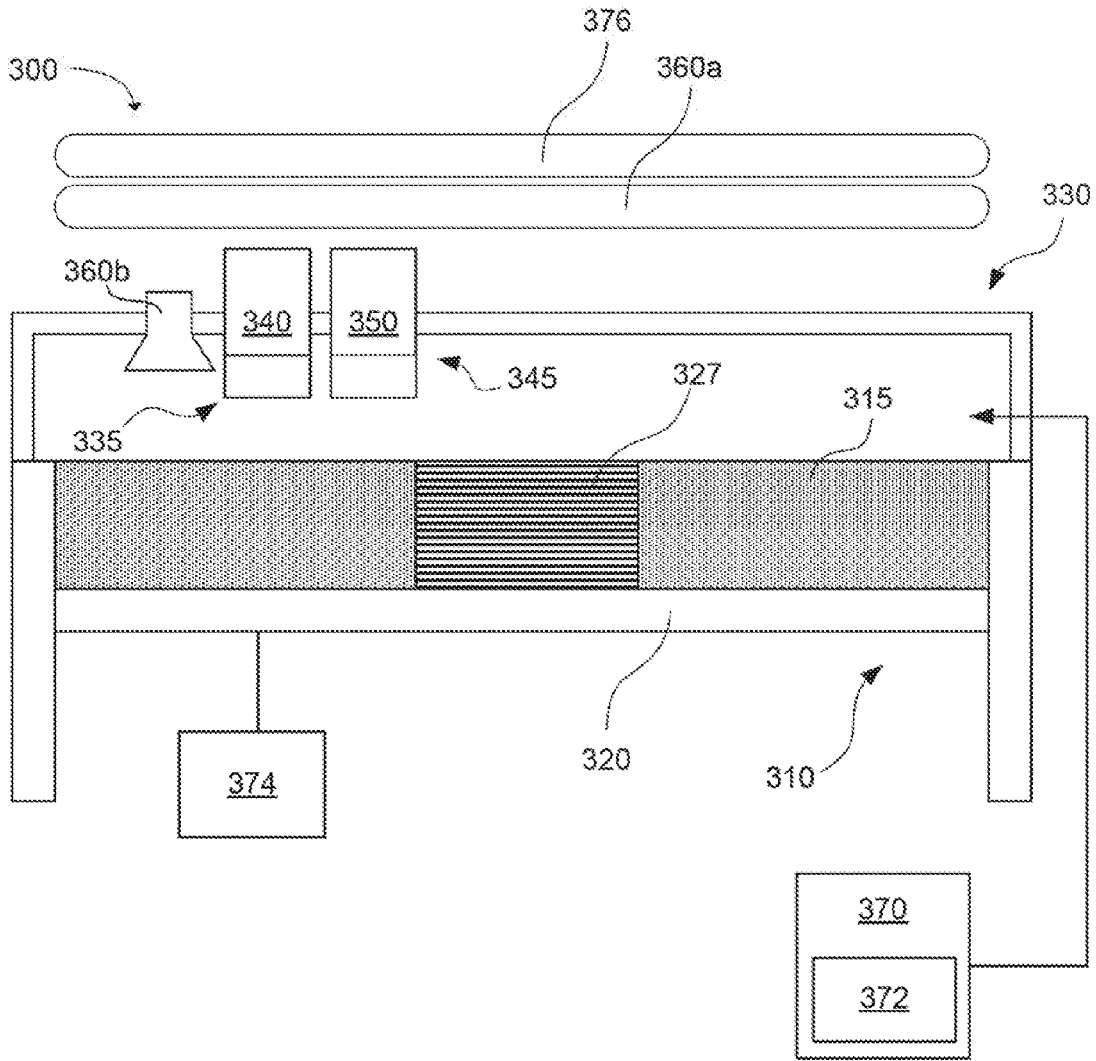


图 3

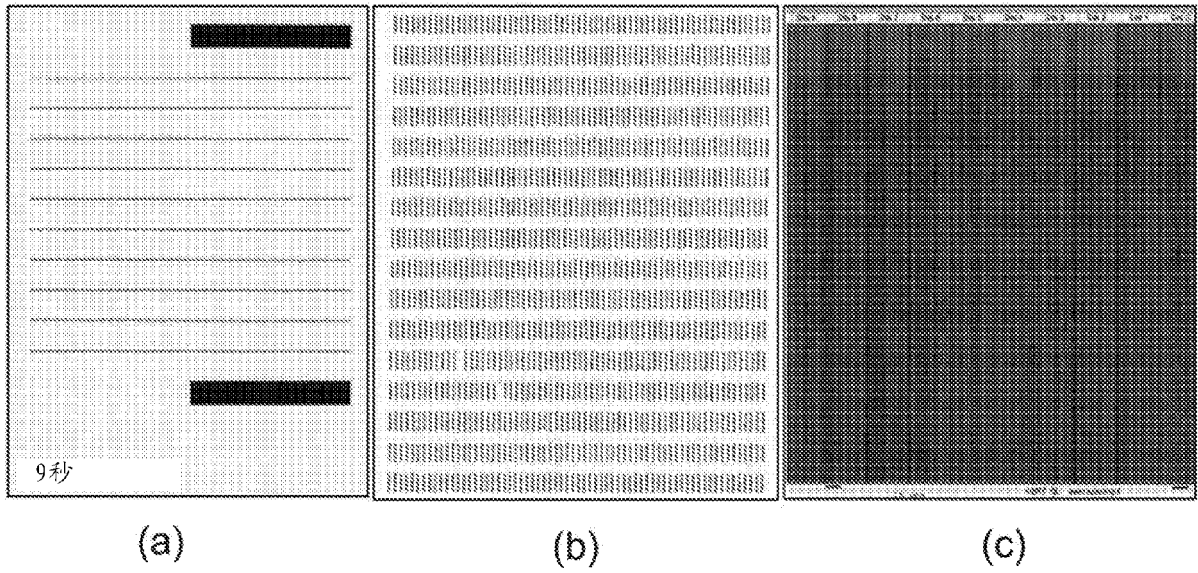


图 4

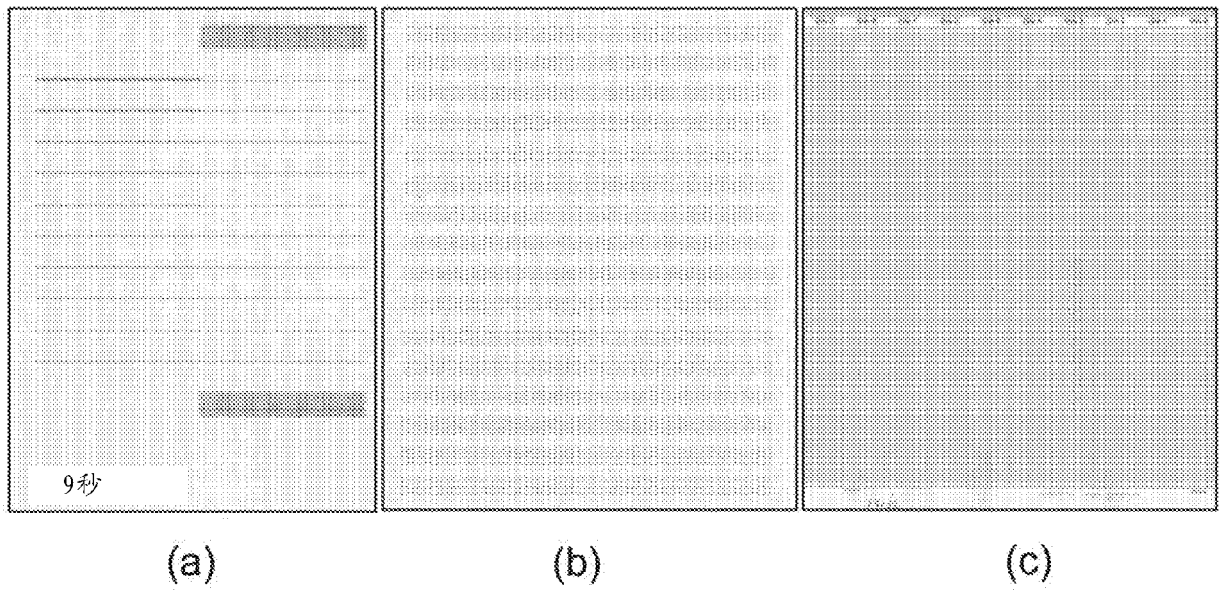


图 5