



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106985377 A

(43)申请公布日 2017. 07. 28

(21)申请号 201710020186.0

B33Y 10/00(2015.01)

(22)申请日 2017.01.11

B33Y 30/00(2015.01)

(30)优先权数据

B33Y 40/00(2015.01)

15/001452 2016.01.20 US

(71)申请人 帕洛阿尔托研究中心公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 D·M·约翰逊 V·A·贝克

S·A·埃尔罗德 D·K·比格尔森

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 方世栋 郑冀之

(51)Int.Cl.

B29C 64/112(2017.01)

B29C 64/20(2017.01)

B29C 64/314(2017.01)

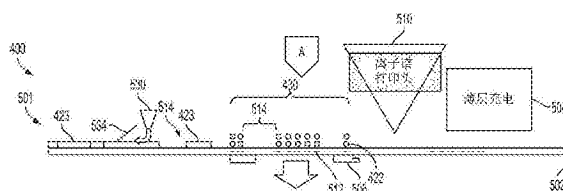
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

增材沉积系统和方法

(57)摘要

一种增材沉积系统和方法,该系统包括生成被充电并且沉积到选择性充电基材上的增材材料的气溶胶。选择性地充电基材包括均匀充电基材的表面、从基材选择性地去除电荷以形成基材表面的充电和中性区域。基材的充电区域具有与充电气溶胶的极性相反的极性。增材材料的充电气溶胶由于充电基材与充电气溶胶之间的电势差沉积到基材表面的选择性充电部分上。该系统和方法还包括重复增材沉积处理以形成增材材料的多层基质。



1. 一种增材沉积方法,包括:
通过气溶胶生成设备生成增材材料的气溶胶;
通过选择性充电设备选择性地改变基材层表面的静电电荷;
通过气溶胶充电设备将所生成的增材材料的气溶胶静电充电至第一极性;以及
由于由静电充电的增材材料的气溶胶与选择性地静电充电的改变的基材表面层之间的静电势所引起静电力,将静电充电的所产生的增材材料的气溶胶选择性地沉积到所述基材层表面上。
2. 根据权利要求1所述的增材沉积方法,还包括使支承材料沉积到选择性地沉积的增材材料之间的基材表面层上。
3. 根据权利要求2所述的增材沉积方法,还包括基本上中和或减少所述基材表面层、所述选择性地沉积的增材材料和所述支承材料的剩余静电电荷。
4. 根据权利要求2所述的增材沉积方法,还包括利用刮刀整平所沉积的支承材料。
5. 根据权利要求1所述的增材沉积方法,其中,所述气溶胶生成设备是长丝延伸雾化器。
6. 根据权利要求1所述的增材沉积方法,其中,所述选择性充电设备是离子谱打印头或离子沉积装置之一。
7. 根据权利要求1所述的增材沉积方法,还包括通过基材充电设备将所述基材层表面静电充电至第二极性。
8. 根据权利要求7所述的增材沉积方法,其中,所述基材充电设备是电晕器、栅管或冠状放电装置之一。
9. 重复根据权利要求1所述的方法以形成沉积增材材料的三维基质。
10. 根据权利要求1所述的增材沉积方法,还包括接近沉积通路引导充电的所产生的增材材料的气溶胶,所述沉积通路邻近所述基材表面层定位并且包括布置在其中的开口以允许所述静电力使所充电的增材材料的气溶胶选择性地沉积到所述基材表面层上。

增材沉积系统和方法

背景技术

[0001] 零件的定制制造是增长的行业并且具有广泛的应用。传统地,注模机和其他加工技术被用于形成物体的模型或形成物体自身。更具体地,类似玻璃、金属、热塑塑料和其他聚合物的加热材料被注射到特定地成形为所需物体的形状的注模内。允许材料在模型中冷却并且具有模型的形状以形成物体。形成注模是昂贵和耗时的,在不进一步增加形成物体的时间和费用的情况下难以适应物体的形状的改变。

[0002] 响应于改变注模以形成模型或物体自身的费用、时间和困难出现了增材制造行业。已知的增材制造技术尤其包括熔融沉积造型(FDM)、光固化立体成型(SLA)、选择性激光烧结(SLS)和喷射系统。每一种已知的增材制造技术具有材料、费用和/或容积能力方面的限制,这阻止利用整套热塑性材料进行小批量生产、定制制造和原型机制造。此外,已知的增材制造技术不能精确地制造具有与通过类似注模的传统技术制造的优质物体的相同机械性能、表面光洁度和特征的零件。

[0003] 在增材制造不能生产具有足够的应用性能的情况下,兴起了利用低成本机具的快速计算机数字控制(CNC)加工和快速注模的整个行业。然而,这些技术比增材制造技术显著地更加昂贵并且具有其自身的加工限制。

[0004] 该行业不得不在通过传统方式生产高质量、高容量性能物体与生产低质量物体的增材制造技术之间进行选择,传统方式昂贵、不灵活并且耗时,比如注模,增材制造技术或许没有所需的结构完整性以及有时没有所需材料,但具有更大的速度和灵活性。例如,FDM和SLS在能够使用的材料方面受到限制,并且生产小于100%密度的物体。快速CNC模铸具有包括较大特征细节和精加工的较好质量的物体,但仍然是昂贵的。通过已知的增材制造技术产生的样品通常被精制,直到选定用于大规模、高质量注模生产所产生的注模的最终设计为止。这种多阶段生产过程也是耗时和昂贵的。

[0005] 制造行业将受益于实现利用宽范围热塑性材料组和能够制造具有利用更加传统的制造技术获得的复杂性和结构完整性的物体的特征方案的数字、增材制造的优势的制造过程。

发明内容

[0006] 根据本文所说明的方面,提供一种增材沉积的系统和方法,其能够利用各种增材材料并使其以高分辨率方式沉积到基材上。该系统还能够通过重复增材材料处理形成增材材料基质。

附图说明

[0007] 图1是根据本发明的实施例的示例增材沉积处理。

[0008] 图2是根据本发明的实施例的另一个示例增材沉积处理。

[0009] 图3是根据本发明的实施例的示例增材沉积系统的框图。

[0010] 图4是根据本发明的实施例的示例增材沉积系统的示例增材材料制备部分。

[0011] 图5是根据本发明的实施例的示例增材淀积系统的示例基材部分。

具体实施方式

[0012] 图1是根据本发明的实施例的示例增材沉积处理100。该过程利用气溶胶液滴与基材层表面的选择部分之间的电荷电位差将雾化液体增材材料选择性地沉积到基材上。增材材料可以是液体或液态材料,比如熔融成液体状态的固体材料。增材材料可以是任意数量的材料,包括比如为热塑塑料的聚合物。材料首先制造成可以在选择性沉积处理中形成的气溶胶。增材材料在基材层表面上的选择性沉积引起高效处理,由于未沉积增材材料可被再循环并且循环回到处理100内,增材材料的任何过量沉积基本受限。此外,通过选择表面电荷密度以及控制液滴上的电荷,可以控制每次循环中沉积的材料量。另外,处理100具有与基于选择性地去除的电荷的分辨率的沉积相关的分辨率或精细度。这允许增材处理100基于该处理的电荷改变部分的电荷密度和分辨率实现高分辨率水平。增材材料的反复沉积可被用于形成由增材材料建造的三维基质或物体。

[0013] 可以以多种方式产生液体气溶胶的增材材料。作为示例,在图1中,利用长丝延伸雾化器产生102气溶胶。长丝延伸雾化器利用一对相对转动的辊子以在辊子的位于下游侧上的扩散表面之间拉伸液体流化增材材料的长丝,从而生成气溶胶。在示例性实施例中,增材材料可以通过加热和熔融聚合物液体地制造的热塑性聚合物。液体增材材料集中在辊隙的上游侧上、辊子对之间的空间中,并且在辊子反向旋转时被拉入辊隙内。在下游侧上,在辊子的扩散表面之间流体被拉伸成长丝内,流体的一部分仍然粘附在辊子的扩散表面上。当流体长丝被拉伸时,长丝变得更长并且更薄。当流体长丝达到不稳定点即流体长丝的毛细破裂点时,长丝破裂成多个液滴。由于辊子反向旋转,因此流体长丝在辊子的表面上的连续形成和破裂产生增材材料液滴的气溶胶。增材材料的气溶胶然后被导向该处理的另外的部分以便沉积到基材上。可以采用包括扩散活塞、同向旋转辊子以及辊子和皮带结构的其他长丝延伸雾化器。

[0014] 可选择地,可以基于液滴的尺寸或其他物理参数选择性地过滤104所形成的多个液滴。多个液滴的可选择的物理参数可以包括液滴尺寸和/或重量。网式过滤器可被用于选择以匹配所需物理参数的液滴。可替代地,惯性冲击器或其他装置或方法可被用于选择匹配所需物理参数的液滴。

[0015] 增材材料液滴的气溶胶被静电充电106成第一极性,准备沉积到基材层表面上。气溶胶充电器可被用于在气溶胶液滴输送通过充电器或由充电器输送时为气溶胶液滴充电。在示例中,可以通过使气溶胶穿过其中包含电晕并且离子电流流过的区域或利用从液滴激发电子放射的电离辐射或者通过其他方式为气溶胶静电地充电。

[0016] 基材层表面还可以在选择性地改变基材层表面112的电荷之前经历均匀的充电过程110。基材充电过程110为基材层的表面均匀地静电充电。也就是说,基材层的表面通过以与充电气溶胶的极性相反或相同的极性均匀地充电至所需电荷密度。基材充电设备可被用于为基材层表面静电地充电。该设备可以包括电晕器、电晕管或其他电晕放电装置。电晕放电装置产生离子放电,离子放电为基材层表面均匀地静电充电。

[0017] 在将基材静电地充电至与增材材料的气溶胶的极性相反的极性的示例中,基材上的表面电荷的一部分可以选择性地改变成基本中性状态。基材层表面电荷的选择性改变形

成基材层表面的基本中性部分,充电气溶胶不被吸引或不通过静电力沉积至基本中性部分。也就是说,充电气溶胶通过静电力选择性地沉积在仅基材的保持充电的那些部分上。由于增材材料的气溶胶和基材具有反向极性,因此在两者之间存在电势。静电势引起使充电气溶胶吸附或沉积到基材层表面的相反充电部分上的静电力。充电气溶胶被连续地吸引或沉积到基材层表面上,直到充电气溶胶与充电基材层表面之间的静电势减小至临界点为止。一旦充电气溶胶与基材表面层之间的静电势减弱至临界点,则静电力减弱使得基本没有另外的充电气溶胶吸引到充电基材表面层上。

[0018] 充电气溶胶与充电基材表面层之间的静电势的大小和静电力的强度基于电荷密度和使充电气溶胶与充电基材表面层分离的距离。改变基材表面层的电荷密度使沉积到基材层表面上的增材材料的量发生改变。该充电材料沉积或吸引时,充电气溶胶与基材层表面之间的静电势随着通过沉积的充电增材材料中和基材层表面电荷而减小。不仅其中选择性地沉积增材材料的区域受到选择性地改变基材层表面的静电电荷的限制,而且所沉积的增材材料的量也类似地受到限制。选择性地减小基材表面层的相似充电部分或区域的静电电荷使得在这些部分中沉积更少的相似充电增材材料。

[0019] 离子谱打印头或其他离子沉积装置可被用于选择性地改变基材层表面112的充电。离子谱打印头发射朝向基材层表面引导的离子。所发射的离子接触基材层表面并且可以根据释放离子的极性以及基材层表面的极性或静电状态中和或感应基材层表面上的静电电荷。

[0020] 在示例中,基材可被均匀地充电至第二极性,所释放的离子可以具有与基材层表面的极性相反的极性。当相反充电的离子接触基材层表面时,其中和基材层表面的位于接触位置处的静电电荷。相对于基材移动离子谱打印头并且基于输入调节离子的输出产生具有保持初始均匀电荷的区域和静电中性或充电成相反极性即所释放离子的极性的其他区域的基材表面。由于均匀地充电的基材表面层的电荷被基本选择性地中和或选择性地改变成相反极性,因此选择性地改变充电区域。通过具有第二极性的基材表面层与具有第一极性的充电气溶胶之间的静电势使充电的增材材料沉积或吸引到基材表面层的充电部分上。第一极性和第二极性可以相同,在这样情况下均匀地充电的基材层表面将排斥充电气溶胶,禁止沉积。或者,第一极性和第二极性可以相反,在这样情况下均匀地充电的基材层表面将吸引充电气溶胶,导致增材材料沉积到基材层表面上。离子谱打印头实质上形成负极空间或正极空间,负极空间是其中将不会选择性地沉积增材材料的区域,正极空间是其中将基于充电气溶胶的第一极性和均匀充电基材的第二极性选择性地沉积增材材料的区域。离子谱打印头选择性地跟踪可以为负极或正极的输入图案。可替代的方法和装置可被用于从均匀充电基材的部分选择性去除电荷,以便于在基材上选择性地沉积增材材料。

[0021] 在另一个示例中,基材层表面可以是基本中性的,基材充电设备可以在所需区域中选择性地改变或充电基材表面层。基材充电设备可以根据预定图案或输入向基材的目标区域施加电荷。基材的被充电的目标区域对应于相反充电的增材材料被吸引至的区域。在该示例中,所需图案作为正像形成在基材上,也就是说,所形成的基材的充电区域基于输入形成所需图案或布置。

[0022] 在其中气溶胶和基材表面共用相同极性的示例中,充电气溶胶将被相同静电电荷排斥,增材材料将沉积到基材表面的其中的静电电荷已经选择性地改变成相反极性或基本

中性状态的区域上。在其中气溶胶和基材表面具有相反极性的可替代实施例中，充电气溶胶将由于由充电气溶胶与相反地充电的基材表面之间的静电势所引起的静电力而被吸引和沉积到表面上。使基材表面的电荷选择性地改变成与气溶胶相同的极性将使得充电气溶胶被排斥并且阻止其沉积到这些电荷改变区域内。

[0023] 在其中均匀充电的基材表面具有与充电气溶胶的第一极性相反的第二极性的示例中，基材层表面电荷可被选择性地改变成中性或基本中性状态。在该示例中，充电气溶胶由于静电力将被吸引和沉积到基材表面的未改变充电区域上，但将不会被吸引到基材表面的基本中性部分。充电气溶胶可以沉积在基本中性部分中，但由于充电气溶胶将被强力地吸引到未改变的相反充电区域，使得该沉积将最小。充电材料的误沉积的进一步的最小化可以通过包括用于气溶胶的导向通路来实现，如下所述，用于气溶胶的导向通路通过限制由将充电气溶胶吸引到基材上的静电力沉积的沉积增材材料而防止充电气溶胶沉积到基材上。

[0024] 充电气溶胶由增材材料组成，其根据基材的电荷改变部分的布置以所述图案或布置沉积在基材上。基材表面层的改变的充电部分推进充电增材材料的沉积和构造以形成所需形状、轮廓或图案。充电增材材料的沉积层的这种处理可被重复以形成增材材料的多层、三维物体。

[0025] 图2是根据本发明的实施例的另一个示例增材沉积处理200。在该实施例中，增材材料的充电气溶胶以与图1的在前实施例相似的方式沉积到基材层表面上，加入了支承材料，所述支撑材料沉积208在所沉积的增材材料之间和周围的间隙或区域中。

[0026] 在其中沉积多层增材材料的处理中，所合乎需要的是确保下一层可以建立在基本平面表面上，以便便于更加平稳的静电充电。围绕增材材料沉积支承材料在形成将来层时提供支承材料和用于将来层的支承。优选地，支承材料不与增材材料相互作用，一旦增材沉积处理完成以及完成由增材材料形成的所需物体或基质，则两种材料易于分离。每个所形成的增材和支承材料层形成用于下一增材处理的基材层。如本文所概括地处理新的基材层表面以形成下一层增材和支承材料，重复该处理直到形成物体为止。

[0027] 支承材料可以是基于其特性和与增材材料相互作用选择的许多材料，包括流体和固体。支承材料沉积在选择性地沉积的增材材料的周围，并且可以整平以形成将在其上发生下一个增材沉积处理的新的基材层。

[0028] 在示例中，支承材料可以是在整个选择性沉积的增材材料和基材层表面上分配的流体。优选地，流体不粘合或者易于与选择性地沉积的增材材料分离。作为支承材料，流体可被硬化成固体或半固体状态，以支承选择性地沉积的增材材料。可以利用设置在距离基材层表面固定或可变高度处的刮片围绕增材材料均匀地展开和整平流体。另外，在支承材料处理期间，刮片可被用于去除过量增材材料或组合增材材料，确保用于下一个增材沉积处理的平稳和水平层。

[0029] 可替代地，可以采用狭缝挤压涂层方法和装置，喷墨处理可以在选择性地沉积的增材材料的区域之间分配支承材料。另外的可替代方法和装置可以用于在选择性地沉积的增材材料之间的区域中增加支承材料。

[0030] 在图2的处理200中，最初地，基材表面层的至少一部分可被均匀地充电202。如上所述，这可以通过比如为电晕管的薄层充电设备来完成，薄层充电设备将基材表面层均匀

地充电成与增材材料气溶胶的第一极性相反的第二极性。

[0031] 基材表面层电荷的一部分以选择的图案或布置选择性地改变204。在所示出的实施例中,选择性的电荷改变部分变得基本中性或相反地充电,即从第二极性改变成第一极性。基材表面层的电荷未改变部分是增材材料的充电气溶胶将通过静电力静电地吸引和沉积其上的部分。电荷改变区域或基本中性区域不会具有沉积其上的增材材料,因为充电气溶胶将从沉积被排斥和/或静电力将足够弱以不将充电气溶胶液滴吸引到用于沉积的基材表面层上。

[0032] 可替代地,取代从基材表面层选择性地去除电荷的是,基本中性基材表面层可以选择性地静电改变成与增材材料的静电充电气溶胶的第一极性相反的极性。充电气溶胶然后选择性地沉积在基材表面层的已经选择性地静电改变的部分上并且不被吸引至基材表面层的尚未施加静电电荷的中性部分的部分上。

[0033] 增材材料的充电气溶胶的一部分然后沉积206在基材表面层的通过选择性地改变所述层的静电电荷形成的充电部分上。基材表面层现在具有沉积到其上的增材材料的选择性沉积层。间隙形成在沉积的增材材料之间和周围的基材上。间隙是选择性地去除基材表面层的静电电荷或从不施加静电电荷的区域,这防止增材材料在基材的这些部分上的沉积。间隙是沉积的增材材料之间的空隙并且其尺寸、形状和轮廓与所沉积的增材材料反向相关地变化。间隙则填充208有支承材料,如上所述。

[0034] 支承材料可以是许多不同的材料,包括如上所述在沉积的增材材料周围和之间分配和整平的液体或固体。支承材料在其以逐层处理形成时包围并支承选择性地沉积的增材材料结构。

[0035] 在示例中,支承材料可以是热固材料。热固材料是可以利用刮片压入沉积增材材料之间的间隙内的可延展前聚物。一旦沉积在间隙中,热固支承材料固化或被加热以使材料聚合并凝固成包围并支承选择性沉积的增材材料的固体硬质材料。

[0036] 如上所述,该处理200可被重复210,以利用基材电荷沉积和选择性电荷去除和/或选择性电荷施加处理产生以逐层处理形成的多层三维结构。

[0037] 图1和图2的实施例中列出的处理的各个步骤可以以逐步处理或连续处理的方式完成。也就是说,处理的每个部分可以在运动到处理的下一部分上之前在基材的至少一部分上完成,或者处理的各个步骤可以在基材平移通过系统的各个部分时以所列顺序同时发生。以下更详细地论述的图5示出其中发生后者的增材沉积处理,由此在基材平移通过各个部分时同时完成各个处理步骤。

[0038] 现在参考图3所示的框图,示例性增材沉积系统300示出为包括当增材材料308的充电气溶胶沉积到基材318上时交错的增材材料处理部分301和基材处理部分311。材料处理部分301包括通道的通路,充电增材材料通过通道的通路被引导到选择性地充电的移动基材上。通路或通道中的开口允许充电增材材料通过静电力被牵引并且由于充电气溶胶与基材表面层的选择区域之间的静电势沉积到基材表面层的区域上。未沉积材料,即未被吸引至基材表面层的选择部分的充电增材材料,可以再循环或循环返回到增材材料处理部分301内。

[0039] 长丝延伸雾化器302包括在系统300的增材材料处理部分301中。长丝延伸雾化器302被用于生成沉积到基材表面层312上的增材材料的气溶胶。长丝延伸雾化器302利用一

对相对旋转辊子,以在辊子的下游侧上的扩散表面之间展开增材材料的流体长丝。长丝展开至毛细管破裂点,流体长丝中的每一个的一部分在毛细管破裂点处分解成增材材料液滴的气溶胶。

[0040] 长丝延伸雾化器的使用允许用于具有非牛顿特性的流体和材料的雾化。非牛顿流体由于发生在流体的展开长丝中的延伸变浓而难以雾化,这需要长丝以超越传统喷雾发生器的能力的方式被展开,以生成雾化流体材料的气溶胶。除非牛顿流体之外,流体延伸雾化器还可以与牛顿流体一起使用以形成气溶胶。

[0041] 然后通过气溶胶尺寸选择设备或方法304基于液滴的尺寸或其他物理参数过滤气溶胶。所产生的气溶胶的尺寸或其他物理参数的选择304可以通过过滤器、惯性冲击器或能够将具有预定极限以外的物理参数的液滴排出在外的其他装置或方法来完成。惯性冲击器设置在气溶胶液滴流内并且包括比如为锐角的几何形状,该几何形状需要液滴环形流动以向下游连续。具有超过由冲击器的几何形状设定的阈值的动量的液滴从液流排出,代之以冲击冲击器的几何形状,而非环形流动。液滴的动量是液滴的速度和质量的函数,允许冲击器排除预定尺寸和重量参数以外的液滴。

[0042] 气溶胶被充电306以准备沉积在基材312上。气溶胶通过气溶胶充电设备充电306。气溶胶充电设备可以生成其中包含电晕、离子电流流动或从液滴激发电子发射的离子辐射的区域,以将气溶胶的液滴充电至所需第一极性。气溶胶的电荷可以与基材表面层312的薄层充电的极性相反,这使得充电气溶胶被吸引到基材表面层的相反充电部分。

[0043] 一旦充电,气溶胶308被平行引导或穿过选择性充电的基材表面层318的表面以沉积增材材料。相反充电的气溶胶和基材表面层的部分由于静电势而彼此吸引。静电势产生驱动气溶胶沉积到基材表面层的选定区域上的静电力。增材材料的充电气溶胶可以通过气流或其他方法引导穿过通路或通道。通路或通道上的开口允许充电气溶胶液滴仅在限定区域上与基材表面层的选定部分静电地相互作用,在两者之间形成静电势和生成静电力。静电力使得增材材料的充电气溶胶的一部分通过开口排出通路或通道并且选择性地沉积到基材表面层上。

[0044] 未沉积的充电气溶胶可以可选择地循环310回长丝延伸雾化器302,用于后续增材沉积处理。这样,基本仅使用沉积到基材上的增材材料,这导致高效的增材处理。过量的未沉积增材材料通过增材材料处理部分301被再引导回长丝延伸雾化器。流体增材材料然后可以经历进一步的气溶胶生成处理。

[0045] 增材沉积系统300的基材处理部分311可以均匀地充电以及选择性地改变基材表面层312的静电电荷以便于增材材料的选择性沉积。基材表面层312可以最初覆盖有与充电气溶胶308的第一极性相似或相反极性的均匀电荷314。薄层充电设备被用于为基材表面层312充电。

[0046] 一旦被电荷覆盖,电荷的至少一部分被选择性地改变316。离子谱打印头或其他适当的装置或设备可被用于选择性地改变基材表面层的静电电荷。选择性地改变基材表面层的电荷产生表面的与第一极性相似充电或与第一极性相反充电的电荷中性的区域。基材表面层的中性或相似充电部分不吸引充电气溶胶,禁止或防止增材材料在这些位置中的沉积。

[0047] 在已经选择性地改变基材表面层静电电荷的一部分之后,基材平移318经过充电

气溶胶导向结构。通过由充电气溶胶与基材表面层的选定区域之间的静电势引起的静电力使充电气溶胶液滴选择性地沉积到基材表面层上。一旦沉积,允许增材材料冷却和固化。

[0048] 基材还可以经历另外的增材沉积步骤。支承材料可以施加320在沉积的增材材料之间以形成新的水平基材层表面。如上所述,支承材料可以在电流基材表面层上分配并且围绕选择性地沉积的增材材料整平以形成用于下一个增材沉积处理的新的基材层表面。产生形成基材层表面的平滑连续层的增材材料和支承材料,增材材料的整体结构和增材材料由初始基材支承。

[0049] 如果执行重复增材沉积处理,则选择性地沉积的增材材料的在前层可以保持在半流体状态,以辅助粘合和结合下一个增材材料层以形成多层结构。作为一个示例,整个处理可以在加热环境中完成,使得增材材料的每次连续选择性沉积均结合至在前沉积材料。

[0050] 沉积增材材料和/或基材表面层的任何剩余电荷在电晕器预充电步骤期间被同时中和322。可替代地,任何剩余电荷的中和可以在电晕器预充电步骤之前作为独立的步骤完成。该表面现在再次穿过增材沉积系统300的基材处理部分311。该处理可以重复所需的次数,以形成选择性施加的增材材料的结构或基质。为了形成各层,基材平移318可以包括使基材沿垂直轴线运动,由此保持充电气溶胶沉积与基材层表面之间的恒定和固定的间隔。可替代地,充电气溶胶沉积可以垂直地平移以保持相同间隔。一旦完成所需结构或基质,如果必要或需要,利用包括通过溶剂去除、机械去除或热去除的多不同的处理来使支承材料与增材材料分离。

[0051] 图4是根据本发明的实施例的增材沉积系统400的示例增材材料制备部分401。在系统400的制备部分401中,利用长丝延伸雾化器402形成增材材料的气溶胶406。增材材料气溶胶被充电422,准备通过开口430沉积到基材上。流体形式的增材材料被外部或内部地引入长丝延伸雾化器402。一对相对旋转辊子404接合流体增材材料,并且在辊子404的扩散下游表面之间拉伸增材材料的长丝。当流体长丝在辊子404之间拉伸时,流体长丝达到不稳定点,即毛细管破裂点。在毛细管破裂点处,流体长丝中的每一个的至少一部分破裂成增材流体液滴406的气溶胶。引入的气流408可被用于引导所形成的气溶胶通过系统400的增材材料制备部分401。可以通过长丝延伸雾化器402的辊子404的旋转或通过比如为外部源的其他方式产生气流408。

[0052] 通过沿纵向方向的长丝延伸雾化器402,如图4所示,可以基于液滴尺寸和/或重量过滤由长丝延伸雾化器402形成的气溶胶406。所形成的气溶胶406的液滴上的重力可被用于防止超大和/或超重液滴继续前进通过部分401。长丝延伸雾化器402相对于气流408的垂直高度的变化可被用于选择性地允许所需尺寸和/或重量的液滴排出长丝延伸雾化器403并且继续通过部分401以及进入通路410内。

[0053] 通路410引导从长丝延伸雾化器402所产生的气溶胶通过系统400的增材材料处理部分401。通路410定位成平行于以及邻近于平移基材引导所产生的气溶胶的流动,以便于基于充电气溶胶与选择性地充电的改变基材表面层之间的静电相互作用使充电增材材料沉积到基材表面层的选定部分上。

[0054] 液滴选择器412可以布置在增材材料处理部分401的通路410内。液滴选择器412可以选择性地去除或排除具有在一组所需参数之外的比如为尺寸和重量的物理参数的液滴。排除的液滴可以循环414回到长丝延伸雾化器402内用于后续利用。在图4所示的实施例中,

液滴选择器412是定位在所形成的流动的气溶胶流中的惯性冲击器。冲击器包括基于其动量选择性地过滤气溶胶液滴的几何形状。利用该几何形状,预定和/或所需物理参数范围之外的液滴被阻止连续通过通路410。

[0055] 气溶胶充电设备420在气溶胶液滴穿过时为气溶胶液滴静电地充电。充电设备420感应气溶胶液滴中的静电电荷,以便准备沉积到基材表面层上。充电设备420可以生成其中包含电晕、离子电流流动或气溶胶液滴穿过的离子辐射的区域。这从液滴激发电子发射以将其静电地充电至所需极性。充电气溶胶液滴422继续通过通路410并且越过沉积开口430。

[0056] 当充电气溶胶422越过沉积开口430时,由于由充电气溶胶422与基材表面层之间的静电势引起的静电力,充电气溶胶的一部分通过开口430吸引并沉积到在下面穿过的基材表面层上。持续通过通路的过量或剩余的充电气溶胶422可以循环414回到系统400内。

[0057] 图5示出增材沉积系统400的示例性基材部分501。在该部分中,基材502可以在选择性地改变基材502的层表面的电荷的一部分之前均匀地薄层充电。当基材502在沉积通路开口430之下穿过时,由于由基材502的层表面与充电气溶胶422之间的静电势引起的静电力,充电气溶胶液滴422被吸引并沉积到基材502的层表面的选定区域上。静电力将来自沉积通路开口430的充电气溶胶422的一部分驱动到基材502的层表面的选定区域上。剩余充电气溶胶持续通过沉积通路410以循环或处理掉。充电气溶胶422被吸引到基材的表面的相反充电部分。间隙514形成在增材材料423的填充支承材料530的沉积部分之间,以形成覆盖基材层表面的平滑连续的支承和增材材料层。静电电荷则与基材和增材材料基本中和以形成可被送进通过增材沉积系统400用于另外的增材材料沉积处理的新的静电中性基材层表面。基材502通过基材平移系统506平移通过系统400。

[0058] 可以通过薄层充电设备504在基材502的层表面上感应均匀的薄层静电电荷。在图5所示的示例实施例中,基材覆盖有负电荷。在示例实施例中,电晕器可被用于在基材层表面上形成薄层电荷。电晕器通过产生电晕放电为基材层表面静电充电,并且使电荷朝向穿过的基材加速,为基材表面层充电,直到表面电荷密度使得表面电势等于电晕器栅极的电势。可以通过在金属壁圆筒内部的细线材上设置高压而形成电晕放电。由此产生的强电场反过来电离周围气体,比如空气。当基材穿过所形成的带电粒子云时,基材层表面被充电至发射微粒的极性。电晕器允许基材层表面被充电至均匀电荷密度,不管在前电荷状态如何,这可以消除在发生另外的增材沉积处理之前对减少或基本上中和支承和增材材料的新的基材层表面的剩余电荷的需要。

[0059] 一旦基材502的层表面以连续和相等的电荷覆盖,则通过选择性充电设备510基于输入选择性地改变电荷的一部分。输入可以来自使用者、计算机程序或其他,并且包含关于通过设备510执行的选择性电荷改变的图案的指令。在所示实施例中,选择性充电设备510是离子谱打印头。离子谱打印头引导(利用栅极加速)具有与充电基材的极性相反的极性的离子流。所发射的相反地充电的离子中和或相反地充电基材层表面的局部区域。这样,离子谱打印头可以基于比如为图案、计算机控制指令或其他的输入以选择性方式中和、相反地充电或充电。离子谱打印头510可以以垂直于基材502的平移的线性方式运动越过基材502的表面,基材502在每次穿行之后前进离子谱打印头510的宽度。离子谱打印头510的线性运动与基材502的平移结合形成选择性充电部分的越过基材502的表面的二维图案。

[0060] 可替代地,可以布置一系列离子谱打印头或其他离子沉积装置。这样,可以增大由

阵列的每次穿过所覆盖的基材502的层表面的量。或者,阵列可以跨越等于或大于允许阵列固定的基材502的宽度的距离,基材502以连续或步进方式在下面前进。

[0061] 在离子谱打印头510已经选择性地改变基材502的表面层的静电电荷的至少一部分之后,基材502通过基材平移系统506在沉积开口430以下平移。当充电气溶胶422流动通过通路412并且越过沉积开口430时,充电气溶胶422的一部分被吸引到基材502的层表面的相反充电区域512上。在所示实施例中,基材502的层表面的相反充电部分512是基材502的层表面的薄层电荷尚未选择性地去除或相反地充电的那些部分。

[0062] 基材502的表面的电荷被选择性地改变至中性或相反充电状态的部分形成选择性地沉积的充电增材材料423之间的间隙514。支承材料530沉积在基材502的层表面上并且沉积填充间隙514的增材材料422。刮片534定位成距离基材502的表面设定距离,平滑和整平选择性地沉积的增材材料422和支承材料530的表面。一旦基材502的层表面覆盖在沉积的增材材料423和支承材料530中,剩余或残余电荷可以由材料422和530以及基材502基本减小或中和。

[0063] 基材502可以经历重复的增材材料沉积处理或者如果必要增材材料可被允许如上所述地凝结至基材。支承材料530可以作为凝结处理的一部分结合至基材502或者可被去除,保留凝结的沉积增材材料物体。

[0064] 基材平移系统506可以使基材在基材502的平面中水平地以及垂直于基材502竖直地平移。在所示实施例中,基材502可以通过系统506沿着三个轴线平移。在其中选择性充电设备510沿轴线在基材502的层表面上平移的例子中,基材平移系统506可以在选择性充电设备510的每次通过之后使基材502以递增或步进方式平移。一旦完成基材502层表面的充电器改变,基材平移可以在重复在水平平面中的平移之前使基材502沿竖直轴线平移,以形成选择性沉积增材材料的新的层。在其中选择性充电设备510或一系列设备510是静止的另一个示例中,基材502可以沿2个或更多个轴线平移以完成所需的电荷去除图案。

[0065] 增材沉积系统400的基材部分501的各个部件可以布置成使得基材502依次在部件504、510和530的下面平移。这样,基材502可以通过系统400被连续地处理。

[0066] 通过系统400重复增材材料沉积处理可被用于以3维基质材料形成增材材料。重复的增材材料沉积处理形成高分辨率的3维物体。增材沉积处理的分辨率可以基于选择性电荷去除设备510的精细度和精度而改变。由于沉积增材材料的选择性厚度进一步提高了分辨率。充电气溶胶422与相反充电基材502之间的更大的静电势可以引起雾化增材材料在基材502上的更大凝聚,因为可能需要另外的充电气溶胶来根据静电势的大小中和基材层表面的相反充电区域。如上所述,支承材料530可以在精加工处理中被去除以暴露由沉积的增材材料形成的固体3维物体。

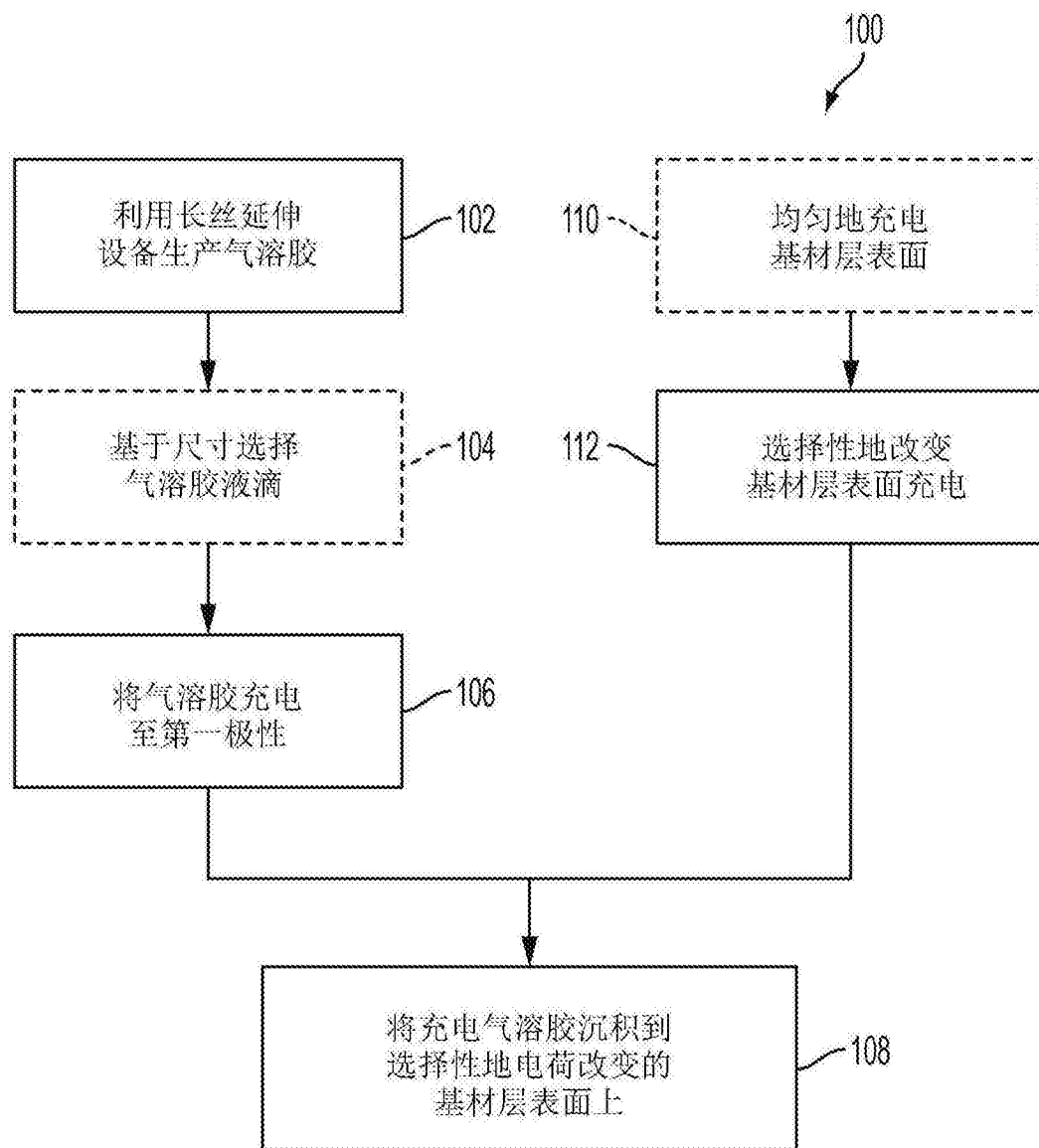


图1

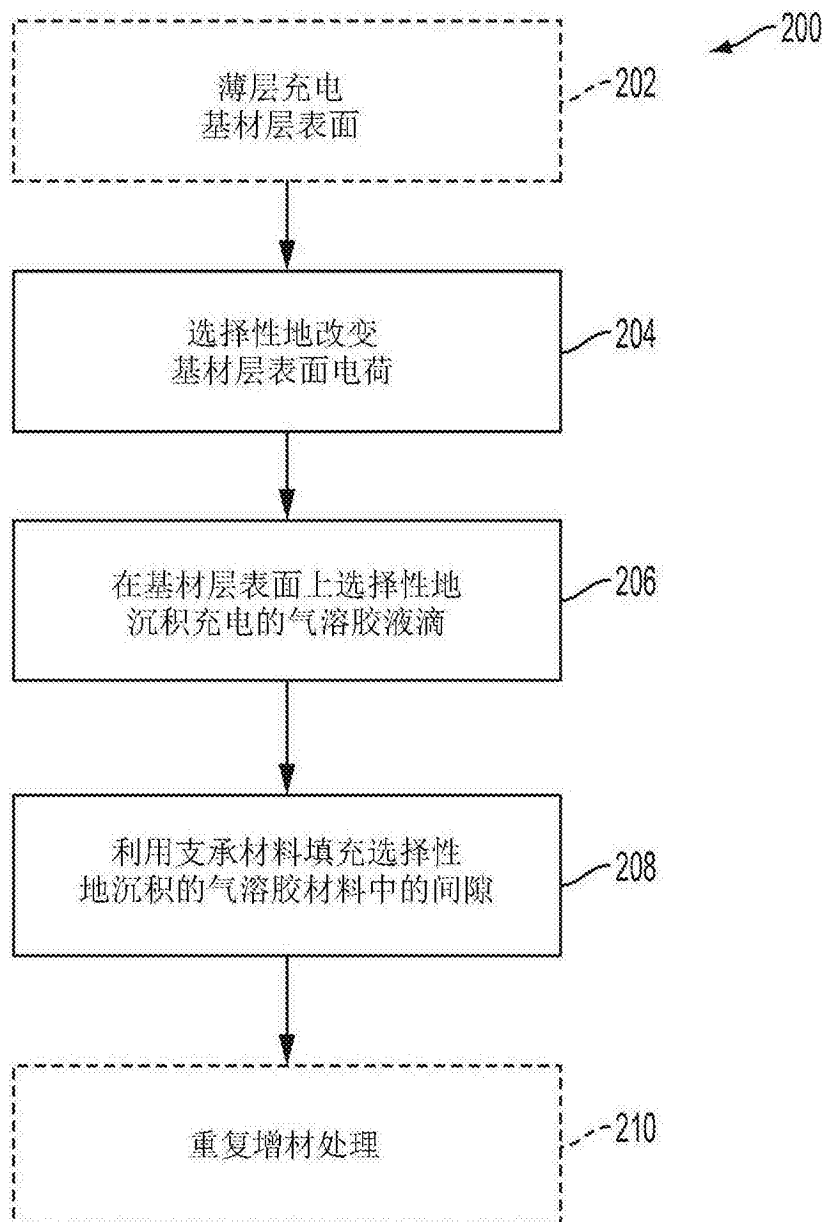


图2

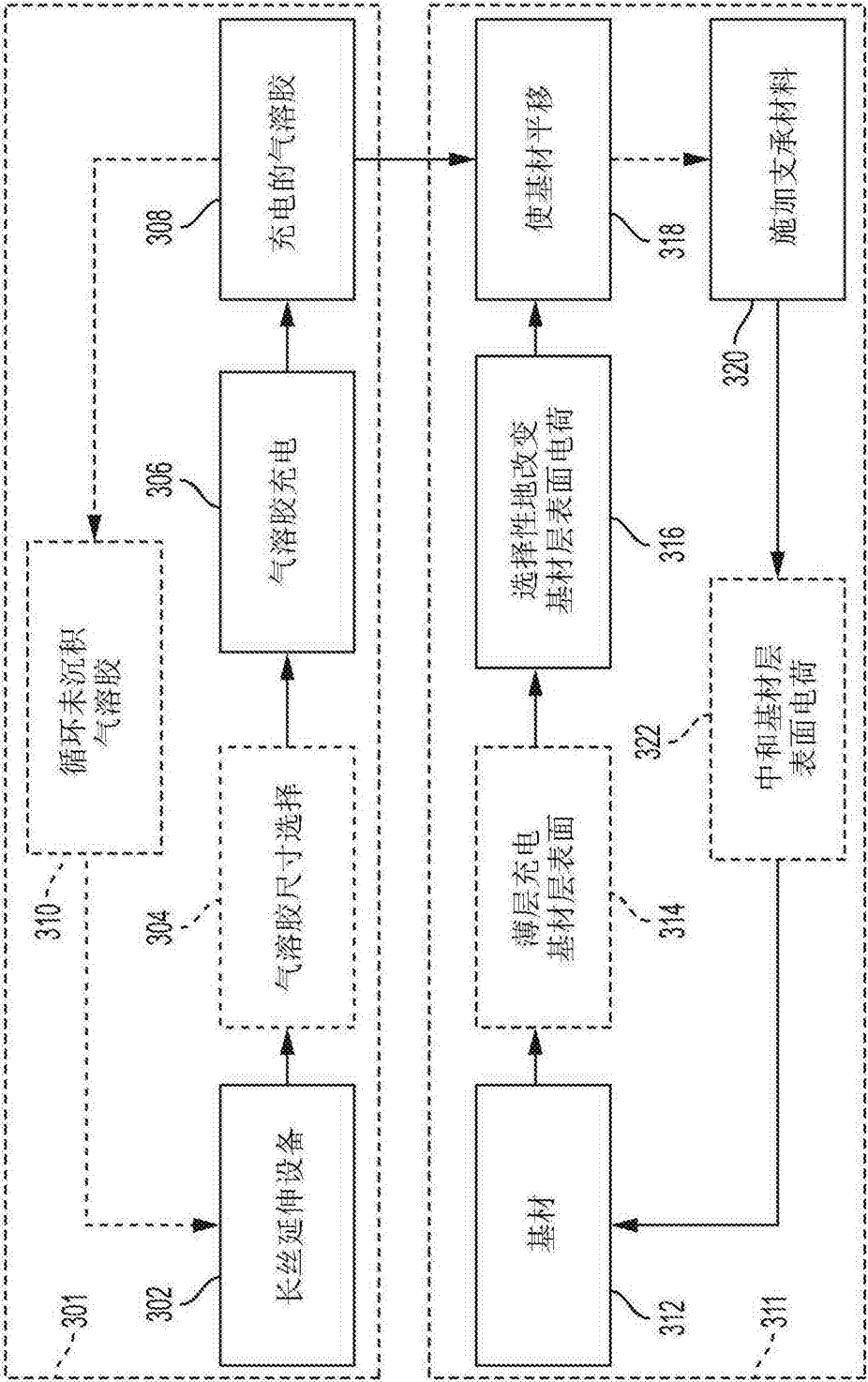


图3

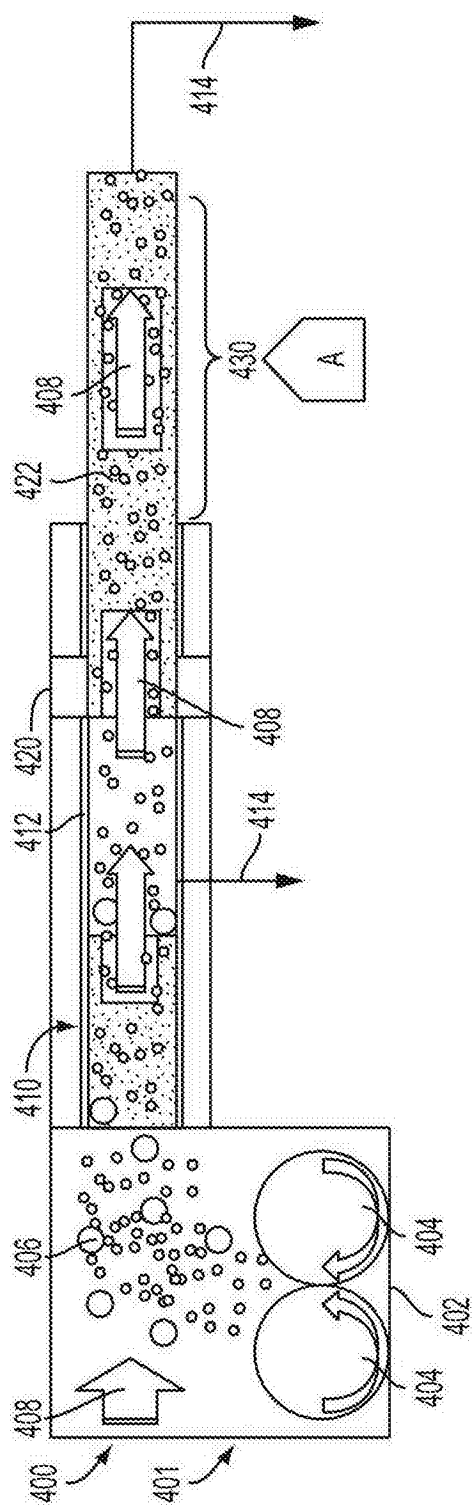


图4

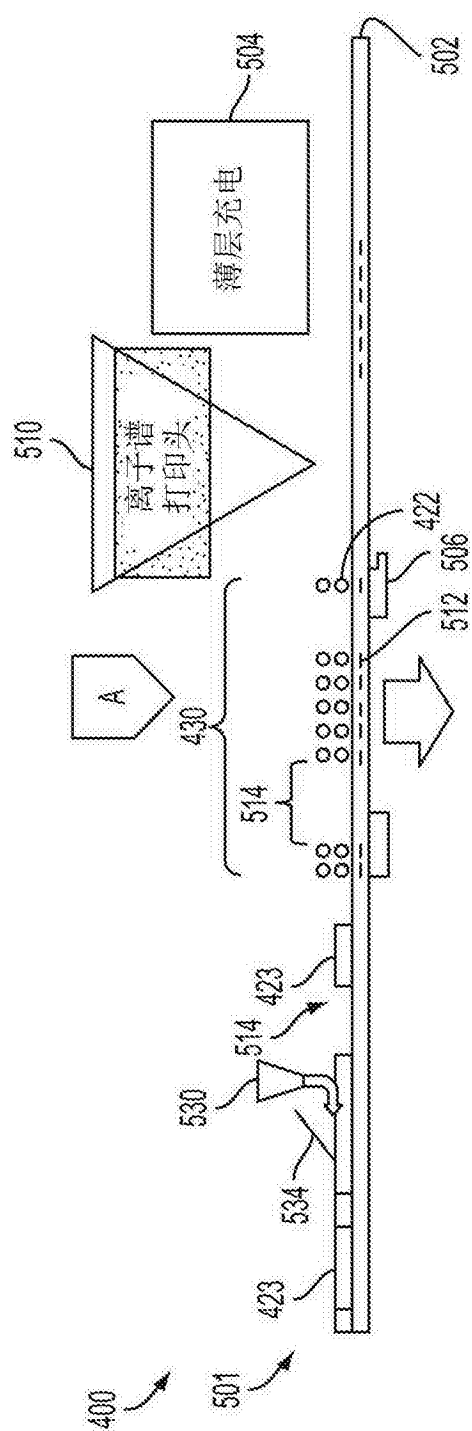


图5