



(45)授权公告日 2018.11.09

权利要求书2页 说明书13页 附图7页

1. 一种用于逐层添加地制造三维物体的增材制造装置,其具有至少一个制造底板(2)以及用于将颗粒状、粉末状或液态的制造材料(21)布置在所述制造底板(2)上或者布置在位于所述制造底板(2)上的材料上的至少一个制造头(3,4,4'),所述制造头构造用于根据预定的用于相应层的制造网版(49)在网版位置(44)中位置选择性地制造制造材料(21),其中,所述制造头(3,4,4')包括用于固定制造材料(21)的至少一个固定单元(24,24-1,24-2),其中,所述制造底板(2)和所述制造头(3,4,4')不仅布置为能够相应于一工作方向(5)在一个层的平面中相对彼此移动,而且布置为能够在一关于层厚度的进给方向(7)上相对彼此移动,其中,所述固定单元(24,24-1,24-2)构造用于在相应的网版位置(44)上位置选择性地固定位于所述网版位置上的制造材料(21)并且构造用于位置选择性地、即相应于制造网版(49)中的网版位置(44)在具体的加工位置上使所述制造材料(21)获得能量,以便加热和熔化所述制造材料(21),其特征在于,所述固定单元(24,24-1,24-2)包括激光器(25)和配置给所述激光器(25)的光学转向装置,其中,所述激光器(25)能够由一控制单元(41)根据相应的制造网版(49)控制和激活。

2. 根据权利要求1所述的制造装置,其特征在于,所述固定单元(24,24-1,24-2)能够借助于控制单元(41)根据用于所述相应层的制造网版(49)来控制,所述控制单元构造用于根据预定的制造网版(49)求取网版位置(45)和/或用于所述固定单元(24,24-1,24-2)的与所述网版位置(45)相关的能量要求(43)。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的制造装置,其特征在于,所述制造头(3,4,4')构造为使得所述制造材料(21)能够被接收在根据所述预定的用于相应层的制造网版(49)进行位置选择性地曝光的光导体(11)上并且可以输送到制造位置,其中,所述制造头(3,4,4')为此具有下述特征:电子照相的图像筒(8),所述图像筒在其周面上承载光导体(11)并且在所述制造头(3)的材料转移装置(12)的区域中暴露于所述制造底板(2);用于对所述图像筒(8)的光导体(11)进行静电式充电的至少一个电的预处理单元(13);在所述图像筒(8)的工作旋转方向(10)上在所述预处理单元(13)之后布置的至少一个曝光单元(14,14-1,14-2),所述曝光单元包括用于使所述图像筒(8)的光导体(11)位置选择性地曝光的装置;在所述图像筒(8)的工作旋转方向(10)上在所述曝光单元(14,14-1,14-2)之后布置的至少一个显影单元(18,18-1,18-2),所述显影单元具有能静电式充电的输送辊(19-1,19-2,19-3,19-4),所述输送辊用于提供被静电式充电的制造材料(21),所述输送辊平行于所述图像筒(8)地布置;至少一个电的底板预处理装置(22,22-1,22-2),所述底板预处理装置在所述图像筒(8)的工作旋转方向(10)上布置在所述材料转移装置(12)之前并且朝向所述制造底板(2)的方向起作用。

4. 根据权利要求3所述的制造装置,其特征在于,给所述输送辊(19-1,19-2,19-3,19-4)配置充电单元(45)。

5. 根据权利要求3所述的制造装置,其特征在于,能够通过电感应装置(45)给所述输送辊(19-1,19-2,19-3,19-4)供应制造材料,所述感应装置构造用于在所述制造材料(21)的输送路径中产生电场。

6. 根据权利要求5所述的制造装置,其特征在于,所述感应装置(45)包括安装叶片的输送轮(46),所述输送轮的叶片(47)电绝缘,并且一电压源(48)的电场在一装料位置和一输出位置之间经过。

7. 根据权利要求3所述的制造装置,其特征在于,所述制造头(3)对于第一工作方向(5)具有第一设备,所述第一设备相应地具有至少一个预处理单元(13)、曝光单元(14-1)、显影单元(18-1)、底板预处理装置(22-1)和固定单元(24-1),并且所述制造头对于与所述第一工作方向相反的第二工作方向具有第二设备,所述第二设备相应地具有至少一个预处理单元(13)、曝光单元(14-2)、显影单元(18-2)、底板预处理装置(22-2)和固定单元(24-2),所述第二设备与所述第一设备基本上对称地布置。

8. 根据权利要求1或2所述的制造装置,其特征在于,其具有至少一个作为用于制造材料的主制造头(3)的制造头和能与所述主制造头(3)相协调地被控制的、作为用于辅助材料的辅助制造头(4)的制造头。

9. 根据权利要求8所述的制造装置,其特征在于,所述辅助制造头(4)在图像筒(8)、预处理单元(13)、曝光单元(14,14-1,14-2)、显影单元(18,18-1,18-2)和底板预处理装置(22,22-1,22-2)的布置方面相应于所述主制造头(3)。

10. 根据权利要求8所述的制造装置,其特征在于,所述辅助制造头(4)的至少一个固定单元(32)包括热源。

11. 根据权利要求3所述的制造装置,其特征在于,所述底板预处理装置(22,22-1,22-2)配置为使得能由所述底板预处理装置(22,22-1,22-2)产生的电荷量大于所述图像筒(8)的能由所述预处理单元(13)产生的电荷量。

12. 根据权利要求3所述的制造装置,其特征在于,所述预处理单元(13)和/或所述底板预处理装置(22,22-1,22-2)或者都构造用于产生负的静电式充电或产生正的静电式充电,或者构造为能够在用于产生负的静电式充电的设定和用于产生正的静电式充电的设定之间转换。

13. 根据权利要求1所述的制造装置,其特征在于,所述光学转向装置是能旋转地布置的转向镜(26)。

14. 一种用于运行根据前述权利要求中任一项所述的制造装置的方法,其特征在于,所述固定单元(24,24-1,24-2)的配置给该固定单元(24,24-1,24-2)的控制单元(41)相应于所述制造网版预定网版位置(44),所述固定单元(24,24-1,24-2)在所述网版位置上被激活。

15. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述固定单元(24,24-1,24-2)的控制单元(41)预定用于相应的网版位置(44)的能量要求(43)。

增材制造装置和用于运行增材制造装置的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于逐层添加地制造三维物体的增材制造装置。此外，本发明涉及一种用于运行所述增材制造装置的方法。

背景技术

[0002] 增材制造是用于三维物体例如模型、样品、原型或工具的制造的广泛名称。所述制造直接基于预定的数据模型进行。待制造的物体的计算机图示可以例如在计算机辅助措施下借助于CAD软件生成。在此，计算机分析所述图示并且产生待制造的物体的等高层平面图，在所述等高层平面图中对于每个层可以产生一个制造网版，由所述制造网版可明显看出，应该将所述制造材料位置选择性地放置并且制造在网版的哪些单元上。以所述的方式，增材制造装置逐层地构造三维的工件。所述制造方法也在“快速成型 (Rapid Prototyping)”的论题下是公知的。快速成型制造方法将现有的结构信息尽可能不绕弯或不整形地直接和快速地实现为工件。替代原型地，当然也可以制造其他物体、例如工具或者预制件，其中，工具的增材制造称为“快速模具 (Rapid-Tooling)”，并且工具的增材制造称为“快速制造 (Rapid-Manufacturing)”。然而所有的方法的共同点是根据现有的结构信息的预定值、例如CAD数据来制造三维物体。

[0003] 不同的增材制造方法是公知的，利用所述增材制造方法可以在不同的制造速度下加工不同的材料。

[0004] 原则上，为了增材制造三维物体，制造装置具有至少一个制造头，所述制造头用于将制造材料布置在制造底板上或者布置在预先在制造底板上生成的材料层上。在制造底板上逐层地构造三维物体，所述制造底板和至少一个制造头不仅布置为能够相应于工作方向在一个层的平面中相对彼此移动，而且布置为在关于所述层的厚度的进给方向上相对彼此移动。制造头可以轨道式地例如运动到制造底板上方，所述制造底板不可在所述层的平面中运动，以便在每次经过制造位置时放置材料。

[0005] 此外，增材制造装置包括用于将被放置的或被布置的制造材料固定在已放置的材料层上的固定单元。

[0006] 选择性的激光烧结是一种用于通过从粉末状的制造材料进行烧结来制造三维物体的方法。在此，将制造材料以薄的粉末层施加到制造底板或已放置在所述制造底板下方的材料层上。通常为激光器的固定单元相应于预定的制造信息位置选择性地加热制造材料，从而制造材料在确定的位置上被烧结并且转化为固态。在此，制造材料是与一种或多种烧结成分混合的粉末，从而在通过固定单元熔化并且使熔液冷却之后产生固体材料。因此，用于激光烧结的增材制造装置不能加工纯的材料，因为原则上烧结混合物才会凝固。此外，加工过程是相对慢的，因为在熔化和烧结之后，在粉末层可以被施加用于下一个材料层之前，必须等待刚刚加工的材料层冷却。

[0007] 如果要制造由纯的材料构成的、即无粘合剂的工件，那么制造材料粉末例如金属粉末完全熔化。这种具有相应强度的激光器的制造装置被配置选择性的激光熔化。

[0008] US 2005/093 208 A1公开了一种增材制造装置以及一种用于增材制造的方法,其中,制造头逐层地预先放置粉末状的存储材料并且位置选择性地输出与紫外光作用的原材料。通过将大面积的紫外光施加给所述层,仅仅使由位置选择性地喷射上的原材料确定的区域产生制造材料的横向连接。粉末层的未连接的区域作为辅助材料来处理并且被去除。

[0009] 替代实质上通过使粉末状材料以粉末层的形式位置选择性地熔化来工作的增材制造方法,公知了一种与称为“多喷嘴成型 (Multi-jet-Modeling)”或者也称为“聚合物喷射成型 (Poly-jet-Modeling)”的喷墨打印机的工作原理类似的增材制造方法。在此,打印头具有多个线性地布置的喷嘴。多喷嘴制造装置加工可熔化的塑料、特别是硬蜡或蜡状的热塑性塑料并且可以产生非常细小的液滴。所述液滴由此达到高的表面质量。然而聚合物喷射制造装置的制造头必须由马达驱动地经过长的路程并且仅仅暂时地在工件上工作,从而可达到的制造速度虽然能够足够用于制造原型或模型(“快速成型”),然而却不足用于批量制造或大量制造的工业应用。

[0010] 由US 2011/0061591 A1公知了一种用于利用制造头逐层添加地制造三维物体的增材制造装置,所述制造头构造用于逐层地通过依次放置在制造台上的沉积器由熔化的制造材料来成型出金属工件。所述制造头包括材料供应装置,所述材料供应装置构造用于供应以金属线形式的金属制造材料。电子枪使被供应的金属制造材料熔化。在此,制造过程在制造装置的壳体的适用于抽成真空的腔中进行。电子枪相对于制造台以可调的间距布置,从而连续地构造金属工件。

[0011] 因为当熔化过程结束时制造头必须以金属线与电子枪相互作用并且才可以移动到下一个加工位置,所以公知的制造装置的制造速度不满足批量制造或大量制造的工业应用的需要。

[0012] WO 95/26871 A1公开了一种增材制造装置,其制造头具有能静电式充电的圆筒。旋转的圆筒的外周利用静止的图被电离,以便在电离的位置上通过静电吸引力来接收粉末状的制造材料。在继续旋转时,圆筒将制造材料输出到介电的带式输送机上,所述带式输送机将所述制造材料的货料引导通过下述的装置,在所述装置中例如通过加热使粉末变粘。最后,由带式输送机将粘的层移动到制造板上并且在那里通过机械压力与所述板连接或者与已经堆起的叠堆的上方的层连接。

发明内容

[0013] 本发明的目的在于,提出这种类型的增材制造装置,所述制造装置确保了利用加工多种制造材料的可能性快速地和准确地逐层地制造三维工件。

[0014] 根据本发明,该目的通过具有本发明的特征的增材制造装置并且通过根据本发明的用于运行所述增材制造装置的方法实现。

[0015] 根据本发明,制造装置的固定单元构造用于在相应的网版位置上位置选择性地固定位于所述网版位置上的制造材料。固定单元位置选择地、即相应于制造网版中的网版位置在具体的加工位置上使制造材料获得能量,以便加热和熔化制造材料。在此,固定单元具有下述的配置,即设置用于熔化的能量局部聚焦地被施加,确切地说,被准确地施加在确定的网版位置上,制造材料预先位置选择性地放置在所述网版位置上。利用位置选择性的和点精确的固定可以实现与在传统地固定在所放置的材料层较大的平面区段上的情况下相

比明显更高的固定速度。根据本发明的位置选择性的固定特别是能够使提供用于固定的能量集中,从而必须按需求施加高的能量并且鉴于能量节省仅仅对实际上配有制造材料的网版位置必须施加高的能量。

[0016] 此外,特别是在利用不同的制造材料制造的情况下,根据本发明使位置选择性的固定与制造头根据预定的用于相应层的制造网版的位置选择性的材料输出进行组合实现了与公知的通过粉末层进行材料供应的制造装置相比明显更高的制造速度。

[0017] 本发明表明特别适用于下述的制造材料,所述制造材料具有有效的特性、例如抗菌特性、防污染、减少污垢形成、易清洁材料、亲水/疏水、亲油/疏油、低或高的粘附特性、高的抗腐蚀性、高的导电性或电绝缘性、高的导热性或隔热性、改善的生物相容性、改善的或降低的高频传导性、确定的反射特性(特别是光、紫外线、红外线、无线电波)、抗划伤强度、硬度、改善的热稳定性、钝性层/钝性、催化特性、确定的摩擦特性、确定的真空特性、改善的可焊性/可焊接性、静电或抗静电特性、改善的可染色性、防紫外线、以金属、纳米颗粒和/或纳米结构掺杂、多层表面或多功能表面。

[0018] 在本发明的一个有利的实施方式中,固定单元能够借助于对其起作用的控制单元根据用于相应层的制造网版来控制。在此,控制单元构造用于相应于预定的制造网版对于当前要制造的材料层来求取网版位置和/或用于固定单元的功率信息。控制单元相应于制造网版的网版位置向固定单元进行预定,在所述网版位置上位置选择性地激活固定单元并且作用于逐点地放置的制造材料。

[0019] 有利地,控制单元向固定单元不仅预定网版位置,而且预定能量要求,在该网版位置上使固定单元激活并且由此应该使制造材料熔化和固定,所述能量要求与制造网版中的相应的网版位置相关、即设置用于该网版位置。在此,能量要求包含用于固定单元的能量源所需的功率和/或用于使固定单元作用于制造材料的持续时间的信息。因此,本发明能够快速制造由多种材料构成的物体。在此,能量要求与具体待固定的材料的物理特性、例如其熔点相匹配。此外,能量要求的确定考虑到在固定之后确定的表面质量或类似的特性。通过位置选择性地放置制造材料以及在附加地考虑个别能量要求的情况下同样位置选择性地固定所述制造材料,可以固定例如具有500℃以上的熔点和/或大于100℃至500℃的熔点差值的不同材料。此外,也能够实现在考虑相应材料的熔点的情况下通过在待固定的网版位置上适当地控制能量输入来位置选择性地和精确地固定具有小于10℃的熔点差值的材料。

[0020] 当制造头的固定单元包括激光器和配置给激光器的光学转向装置时,实现了将制造材料迅速地 and 准确地固定在制造底板或者已放置的材料层上。转向装置优选地是转动的镜子、特别是六边形的镜子,所述镜子按照激光扫描器的方式使激光器的激光束转向到待固定的位置上。在此,激光束加热位置选择性地控制的部位并且使位于那里的制造材料熔化,所述制造材料接着被冷却并且变成待制造的工件的部分。具有位置选择性地起作用的激光光源的固定单元表明是对于激光器有利的和适合的替换方案。红外线或微波源、特别是聚焦的微波源、例如等离子体激光器适合作为替换的热源。

[0021] 特别是在具有作为能量源的激光器的实施方式中,通过根据本发明位置选择性地固定制造材料,实现了以制造网版中的网版位置的小的间距、也以小于一厘米的网版宽度进行非常点精准地制造。在此,当种类纯粹的制造材料、例如金属粉末被放置并且由激光束熔化时,可以制造材料纯粹的物体。本发明也对于不同的制造材料的加工确保了小于一毫

米的网版位置的间距。在此,本发明也实现了小于0.1mm的间距。在本发明所述的实施方式中,也可以实现与所述其他材料中的一个小于0.05mm的间距。特别是在作为能量源的激光器的实施方式中,通过根据本发明位置选择性地固定制造材料,考虑也可在三维空间中实现例如0.1mm的制造间距。通过根据本发明位置选择性的固定也可以对非常薄的材料层进行施加。在通过制造软件确定位置选择性的制造信息时,待制造的材料层的层厚度与用于位置选择性地制造的网版位置和用于固定的位置选择性的能量要求相匹配。在本发明的一个有利的实施方式中,已成型的放置制造装置之前的坯体被涂装期望的层厚度。

[0022] 在本发明的一个有利的实施方式中,制造头构造用于以丝网印刷方式将制造材料输出到制造底板或已放置的材料层上。因此,制造头具有下述的配置和配备,所述配置和配备使所述制造头用于以丝网印刷方法根据预定的用于相应层的制造网版位置选择性地输出制造材料。在此,制造头有利地包括网眼细密的编织物或丝网,通过所述编织物或丝网将制造材料压到制造底板或已放置的层上。为此使用例如橡胶辊或类似的装置。在此,丝网的网孔大小与预设的制造网版相匹配。

[0023] 在本发明的一个另外的实施方式中,替代以丝网印刷方式进行的材料供应,制造头构造用于以胶印印刷方式输出制造材料。在此,无水的胶印印刷方法视为特别适合的。

[0024] 在用于运行根据本发明的增材制造装置的方法的一个另外的有利的实施方式中,在确定的环境条件、例确定的压力、温度或气氛下制造,以便实现最优的制造效果。由此也扩大了本发明的应用范围并且也能够加工敏感材料。为此例如在一个有利的实施方式中,在制造区域中产生负压并且在小于0.1Bar的负压下制造。替换地或者附加地,通过有针对性地配置制造气氛来支持制造过程。在此,所述配置可以设置具有气体、例如CO₂、Ar、He、Ne、Xe、N的保护气氛。此外,使制造气氛在确定的制造状况中来考虑功能气氛,即下述的配置,在所述配置中,确定物质的存在和/或热动力学条件支持或者甚至实现利用确定的制造材料进行位置选择性的制造过程。

[0025] 在本发明的一个特别优选的实施方式中,设置至少一个制造头的下述构造,以使得制造材料能够根据电子照相的原理被位置选择性地接收并且能够输送至制造底板。虽然由在二维激光打印机中的应用公知了电子照相的工作原理。但是,本发明认识到,通过电子照相的工作原理可以在尽量大的准确性下实现明显更高的制造速度。与选择性的激光熔化相比,实现了高得多的制造速度,因为不必逐层地加热制造材料。此外,特别是在不同制造材料的情况下显著地降低了制造材料的损耗,因为不产生污染。

[0026] 根据本发明的制造装置的制造头具有电子照相的图像筒,所述图像筒在其周面上承载光导体并且在制造头的材料转移装置的区域中暴露于制造底板。在此,图像筒是能旋转地支承的构件,该构件在其横向于制造头的工作方向的轴线方向上延伸。在制造装置运行时,图像筒在工作旋转方向上运动并且在制造底板上方滚动。在此,位置选择性地将在小的材料量输送到制造位置并且放置在那里,所述材料量预先根据电子照相原理被放置在图像筒的光导体上。制造底板是制造装置的基本上水平的装置,在该装置上通过放置和固化制造材料来逐层地构造三维物体。有利地,制造装置的工作台构成制造底板。在根据本发明的增材制造装置的配置用于批量制造或大量制造的实施方式中,带式输送机构成制造底板,为了在制造头的工作区域中逐层添加地构造三维物体,持续不断继续的制造位置能够在该制造底板上运动。

[0027] 如果给图像筒配置加热装置,那么制造材料在转移到制造底板之前被加热并且由此降低了在固定范畴内用于熔化过程的能量消耗。有利地,图像筒通过加热装置保持在基本上恒定的温度水平上,其中,温度水平有利地是可调的。

[0028] 此外,制造装置具有用于对图像筒的光导体进行静电式充电的电预处理装置和至少一个曝光单元。在此,曝光单元包括用于相应于预定的用于三维物体或产品的制造信息对图像筒的光导体进行位置选择性曝光的装置。在此,曝光单元在图像筒的工作旋转方向上设置在电预处理装置下游。在制造装置运行时,预处理单元对图像筒的朝向所述预处理单元的区段进行静电式充电。为此,预处理装置有利地包括电晕线、即薄的靠近图像筒安装的线,所述线处于高压下并且产生电晕放电。在本发明的一个替换的实施方式中,预处理装置包括一行点式充电二极管,所述点式充电二极管平行于图像筒的轴线方向布置并且对光导体的面向它放置的包络线进行静电式充电。点式充电二极管是下述的二极管,所述二极管的辐射足够用于局部地电离或者静电式充电。因此,多个排列成行地布置的点式充电二极管共同作用于光导体的包络线。如果图像筒继续转动,那么对相应的后续的包络线进行静电式充电。

[0029] 在对光导体预处理之后,曝光单元相应于预定的制造信息使光导体曝光。在一个有利的实施方式中,在此可以在下述部位上取消曝光,在所述部位上应该稍后将制造材料施加到图像筒上。在被曝光的部位上,光导体变得可导电并且由此丢失其电荷。在一个替换的实施方式中,曝光单元使阴印刷图曝光,其中,位置选择性地使下述部位曝光,所述部位稍后不应该接收制造材料。

[0030] 此外,制造头具有在图像筒的工作旋转方向上在曝光单元之后布置的显影单元,所述显影单元包括至少一个能静电式充电的输送辊,所述输送辊用于提供制造材料。至少一个输送辊平行于图像筒布置。每个输送辊将通过静电力保持在所述输送辊的周面上的制造材料量输送至对立位置,在所述对立位置上,图像筒的周面和输送辊的周面以最短的间距彼此相邻。在所述对立位置中,在图像筒预先未由曝光单元曝光的部位上由输送辊将制造材料转送到图像筒上。在本发明的一个实施方式中,曝光单元在光导体上产生阳印刷图,其中,制造材料在输送辊上被负电离。在产生阴印刷图的实施方式中,制造材料被正电离。

[0031] 最后,根据本发明的制造头包括电的底板预处理装置,所述电预处理装置在图像筒的工作旋转方向上相对于制造底板布置在材料转移装置之前并且朝向制造底板的方向起作用。在此在本发明的一个有利的实施方式中,底板预处理装置包括电晕线。在本发明的一个另外的实施方式中,底板预处理装置包括一行点式充电二极管,所述点式充电二极管横向于制造头的工作方向布置并且在经过构造位置时或者在经过在制造位置上已放置在制造底板上的材料层时被激活。由底板预处理装置产生的电荷在量值上大于光导体在图像筒上的电荷,从而在图像筒的对立位置中在材料转移装置上使得在图像筒上携带的材料量从图像筒脱落并且在预设的制造位置上转移到制造底板上或者转移到已放置在所述制造底板上的材料层上。

[0032] 在本发明的一个有利的实施方式中,配置给图像筒的预处理单元和/或底板预处理装置或者构造用于产生负的静电式充电或者构造用于产生正的静电式充电。由此明显地增大了通过电子照相输送和固定的原理在相应层中可加工的制造材料的数量。在此,预处理单元和底板预处理装置设定用于静电式充电的极化,所述极化最好相应于所选择的制造

材料。有利地,预处理单元和/或底板预处理装置构造为能够在用于产生负的静电式充电的设定和用于产生正的静电式充电的设定之间转换。

[0033] 在本发明的一个已述的在光导体上产生阳印刷图并且在输送辊上使制造材料负电离的实施方式中,底板预处理装置构造和设定为可以产生正电荷。

[0034] 在本发明的在光导体上产生阴印刷图并且在输送辊上使制造材料负电离的实施方式中,底板预处理装置构造和设定为可以产生负电荷。在所述两个实施方式中,底板预处理装置配置为使得可由底板预处理装置产生的电荷量大于在图像筒的圆周上的光导体的可由预处理单元产生的电荷量,从而确保将制造材料从图像筒位置选择性地转移至制造底板或者转移至工件的已放置在制造底板上的材料层。

[0035] 为了确保在输送辊上使构造材料电离,给输送辊配置充电单元。在此,充电单元在输送辊的周面上产生静电力,所述静电力在输送至图像筒期间固定地保持制造材料。特别是对于金属材料加工有利的是通过电感应装置供应制造材料,所述电感应装置构造用于在制造材料至输送辊的输送路径中产生电场。在此,感应装置是一个下述的装置,所述装置借助于电场通过感应作用于所供应的制造材料。在此,使电荷在材料颗粒的表面上移动并且与位置相关地产生电荷密度。所述物理现象称为感应或静电感应。因此,感应装置构造用于在制造材料的输送路径中产生电场并且包括用于产生电场的电压源。

[0036] 在一个紧凑的和可靠的实施方式中,感应装置包括安装叶片的输送轮,所述输送轮的叶片电绝缘,并且电压源的电场在装料位置和输出位置之间经过。

[0037] 为了能够可靠地接收所供应的制造材料,输送辊以与感应装置分别不同的极性来充电。

[0038] 在本发明的一个优选的实施方式中,显影单元包括多个用于分别不同的制造材料的输送辊,所述输送辊这样保持在能旋转的输送旋转装置上,以使得相应的输送辊能够运动到邻近于图像筒的激活的位置中。为此,输送旋转装置能够借助于驱动装置根据转塔的方式按步骤来调节。以所述的方式可以利用不同的材料制造物体,其中,在一层内、即通过使输送旋转装置短暂地转动也能够装入不同的材料。在此,也可以产生合金。

[0039] 在本发明的一个优选的实施方式中,曝光单元包括激光器、特别是脉冲式的激光器例如CO₂激光器作为用于使图像筒的光导体位置选择性地曝光的装置以及配置给激光器的转向装置。在此,光学转向装置优选地是转动的镜子、特别是六边形的镜子,所述镜子按照激光扫描器的方式使激光器的激光束按行地转向到图像筒上。激光器根据预定的用于相应层的制造网版被接通和关断。基于借助于激光器使光导体曝光可以实现非常高的制造速度,从而根据本发明的制造装置不仅仅适用于制造原型,而且更确切地说适用于工业的批量制造或大量制造。

[0040] 在一个替换的实施方式中,曝光单元具有在图像筒的轴线方向上排列成行的光源作为用于使图像筒的光导体位置选择性地曝光的装置。在此,各个光源能够根据预定的制造网版选择性地被控制,从而可以在通过显影单元装备光导体之前在光导体上产生期望的印刷图。在此,优选地可选择性地控制的光源是发光二极管。

[0041] 有利地,在图像筒的位于图像筒的材料转移装置和预处理单元之间的回程区段中布置有清洁单元。清洁单元有利地是材料刮擦器,所述材料刮擦器以尽可能小的间隙布置在图像筒的周面上,从而必要时将残留的材料剩余物从旋转的图像筒的圆周上去除。在将

制造材料从图像筒转移到制造底板上或者转移到在所述制造底板上已生成的材料层上之后,材料剩余物可能还残留在图像筒的周面上,所述材料剩余物在向预处理单元回程期间被清洁,在所述预处理单元中预处理用于下一个工作循环的图像筒。

[0042] 有利地,制造头对于第一工作方向具有第一设备,所述第一设备相应地具有至少一个预处理单元、曝光单元、显影单元、底板预处理装置和固定单元的,且对于与第一工作方向相反的第二工作方向具有第二设备。第二设备相应地包括至少一个预处理单元、曝光单元、显影单元、底板预处理装置和固定单元,所述第二设备与第一设备基本上对称地布置。以所述的方式使工作速度加倍,其方式是,在加工循环结束之后改变制造头在所述层的平面中的工作运动并且同样变换图像筒的旋转方向。第一设备和第二设备能够交替地激活,其中,图像筒的相应的工作旋转方向是相反的。

[0043] 在本发明的一个另外的有利的实施方式中,制造装置包括至少一个作为用于制造材料的主制造头的制造头和另一个作为用于辅助材料的辅助制造头的制造头,所述辅助制造头能够与主制造头相协调地被控制。在此,辅助制造头在相应的待产生的材料层内分派辅助材料,所述材料层设置用于支持相应的后续的材料层。辅助材料实现了形成咬边和这一类的部分。在制造三维物体之后例如通过水洗除去辅助材料。

[0044] 有利地,辅助制造头在布置图像筒、预处理单元、曝光单元、显影单元和底板预处理装置方面相当于主制造头。辅助制造头以与主制造头类似的工作速度工作,从而总体上实现高的工作速度。在此,辅助制造头的固定单元有利地是热源、例如紫外灯。

[0045] 在本发明的一个实施方式中,主制造头的固定单元替代熔化装置、例如激光器设置有热源、例如一个或多个紫外灯。由此能够固定确定的制造材料,所述制造材料例如被液态地施加或者被聚合用于固化。

附图说明

[0046] 由其他具体的技术方案得出其他的特征。下面根据附图详细地说明本发明。附图中:

[0047] 图1示出增材制造装置的第一实施例的立体图,

[0048] 图2示出增材制造装置的第二实施例的立体图,

[0049] 图3示出用于根据图1或图2的增材制造装置的主制造头的一个实施例的横截面,

[0050] 图4示出用于根据图1或图2的增材制造装置的辅助制造头的一个实施例的横截面,

[0051] 图5示出用于根据图1或图2的增材制造装置的主制造头的一个另外的实施例的横截面,

[0052] 图6示出用于根据图1或图2的增材制造装置的辅助制造头的一个另外的实施例的横截面,

[0053] 图7示出用于供应制造材料的感应装置的一个实施例的横截面。

具体实施方式

[0054] 图1示出用于逐层添加地制造三维物体的增材制造装置1的简图。在此,“添加地制造”理解为,将制造材料在制造装置1的制造底板2上累积或者添加给已经位于那里的制造

材料。制造底板2是制造装置的基本上水平的工作台,在所述工作台上通过放置和固化制造材料来逐层地构造三维物体。

[0055] 制造装置1包括至少一个用于将制造材料位置选择性地布置在制造底板2上的制造头3,4。在所示的实施例中,制造装置包括用于位置选择性地布置制造材料的主制造头3和用于布置辅助材料的辅助制造头4,所述辅助材料在制造期间被安置用于支持随后待施加的材料层并且在结束制造工件之后被去除。在此,辅助材料能够简单和准确地制造侧凹。

[0056] 制造头3,4布置为能够相应于工作方向5在层的平面中或者在制造底板2的平面中运动。在制造装置1运行时,制造头3,4在制造底板2上方来回运动,其中,材料在工作区域6内可以布置在制造底板上或者布置在已放置在所述制造底板上的材料层上。在此,主制造头3和辅助制造头4相协调地移动到制造底板2上方,这在视图中由通过刚性的框架9的连接来象征性地表示。制造头3,4在制造装置中可以安置在共同的壳体中。

[0057] 制造头3,4和制造底板一方面布置为在工作方向5上可相对于彼此移动。另一方面,制造底板2和制造头3,4布置为在一关于层厚度的进给方向7上可相对彼此移动。以所述的方式,在每个工作循环之后、即在施加一个材料层之后,制造头3,4和制造底板2之间的间距增大一个层厚度的量值。因此,在制造头3,4的每个工作过程之前,制造头3,4和在制造底板2上还未完成的三维工件的相应位于上方的材料层之间的间距始终相等。

[0058] 在所示的实施例中,在工作方向5上的工作运动通过制造头3,4在制造底板2上方的运动实现。制造底板2在进给方向7上是可调节的和可运动的。在另外的未示出的实施例中,制造头3,4和制造底板2之间在进给方向7上的相对运动通过制造头3,4进行。在一个另外的未示出的实施例中,制造底板2能够在工作方向5上运动,而制造头3,4固定地布置。

[0059] 制造头3,4构造用于将制造材料位置选择性地布置在制造底板2上或者布置在位于所述制造底板上的制造材料上。制造材料的添加式布置可以放置并且固定在已放置在制造底板2上的材料层上和/或放置并且固定在已经预制的坯体上。在前述的实施方式中,涂覆相应的工件。在此,位置选择性的布置理解为,对于待制造的物体的每个材料层预定制造网版,在所述制造网版中标明设置用于放置制造材料的部位,或者在辅助制造头的情况下标明设置用于放置辅助材料的部位,并且将材料布置在这样预定的部位上。制造网版由未示出的控制单元基于预定的结构数据、例如由CAD软件来求取,并且由未示出的控制单元相应地控制制造头3,4。

[0060] 每个制造头3,4具有至少一个下面还详细说明了图像筒8,该图像筒能够在其圆周上相应于预定的制造网版装备制造材料或辅助材料并且在工作运动期间在制造底板2上方滚动。图像筒8的与制造底板2对置的相应的包络线将制造材料或辅助材料输出到制造底板2上或者输出到已放置在所述制造底板上的材料层上。

[0061] 本发明不局限于具有主制造头3和辅助制造头4的制造装置。在另外的实施例中,布置一个单个的主制造头或多个主制造头,从而可以使用不同的制造材料。

[0062] 根据本发明的制造装置1'的一个另外的优选的实施例在图2中示出。制造装置1'在其结构上除了下面所述的区分以外相应于根据图1的制造装置1的结构。在此,对于相同的构件使用相同的附图标记。

[0063] 根据图2的制造装置1'具有一个主制造头3和两个辅助制造头4,4',所述辅助制造头在主制造头3两侧固定在框架9上。因此,主制造头3的工作运动通过框架9与辅助制造头

4,4' 的工作运动耦合,从而所有的制造头3,4,4' 同时扫过工作区域6。如同根据图4和图6描述的那样,制造头构造用于能够在两个工作方向5上、即在工作运动的相反的方向上施加材料。因此,在每次工作运动中将制造材料和辅助材料放置在制造底板上或者放置在已放置在所述制造底板上的材料层上,从而实现了使制造装置1' 的制造速度加倍。在工作运动结束时变换工作方向5,并且使制造头3,4,4' 在相反的方向上运动。

[0064] 图3示出主制造头3的横截面,所述主制造头在工作方向5上工作。在此,主制造头3在工作方向5上相对于制造底板2运动。图像筒8能够在工作旋转方向10上运动,其中,图像筒8的旋转速度与在工作方向5上的工作运动这样同步,以使得图像筒8在制造底板2上方滚动。

[0065] 主制造头3构造为使得制造材料能够通过根据预定的用于相应层的制造网版被位置选择性地曝光的光导体11接收并且能够输送到制造位置、即输送到制造底板。根据电子照相原理实现将制造材料位置选择性施加在制造底板2或者施加在已放置在所述制造底板上的材料层12上。在所示的实施例中,图像筒8涂覆有光导体11,即光电作用的材料。图像筒8在制造头3的壳体40中在工作方向10上能旋转地布置并且在材料转移装置12的区域中暴露于制造底板2。材料转移装置12是壳体40中的自由通道。主制造头3以其壳体40和由此图像筒8以及制造头3的所有其他装置能够按照滑座的方式相对于制造底板2(图1)平移运动。

[0066] 此外,主制造头3具有用于对图像筒8的光导体11进行静电式充电的电预处理单元13和曝光单元14。在此,曝光单元14包括用于使图像筒8的光导体11位置选择性地曝光的装置。也可称为电晕装置的预处理单元13在光导体11上沿着包络线方向产生静电电荷,即在平行于图像筒8的旋转轴线的并且与预处理单元13对置的、图像筒8的区段中产生静电电荷。在此,预处理单元13可以构造为具有所谓的电晕线的电晕装置。在另外的实施例中,设置一行在图像筒8的轴线方向上布置的点式充电二极管。

[0067] 曝光单元14在工作旋转方向10上设置在预处理单元13下游并且具有用于使图像筒8的光导体11位置选择性地曝光的装置。这可理解为,曝光单元根据预定的制造网版通过光学作用使光导体11的面向它的包络线的单个部位、即位置选择性地曝光并且由此使电荷中性化。在所示的实施例中,曝光单元14包括激光器15和配置给激光器15的光学转向装置作为用于使图像筒的光导体11位置选择性地曝光的装置。转向装置构造为能旋转的转向镜15。由未示出的驱动单元使转向镜15持续地保持旋转,由此使激光器15的激光束17按照激光扫描器的方式在光导体11上来回运动。在此,激光器15相应于预定的制造网版由未示出的控制单元来接通和关断,从而在光导体11上产生具有中性部位和被充电的部位的印刷图。被充电的部位在视图中由非实心圆17表示。激光器15优选地是光纤激光器,所述光纤激光器以高的辐射质量和好的电学/光学效率确保在位置选择性地固定制造材料时最优的效果。在另外的实施方式中,脉冲式激光器、例如CO₂激光器或固定单元的Nd:YAG激光器用作致动器。

[0068] 构造为激光扫描器的曝光单元14能够非常快速地逐行地在光导体11上产生印刷图,由此可以实现高的制造速度。

[0069] 在一个未示出的实施例中,替代构造为激光扫描器的曝光单元14,将具有可选择性地控制的光源、特别是激光二极管(LED)的曝光单元设置为曝光单元。在此,发光二极管在图像筒8的工作方向上排列成行,由此能够根据相应发光二极管的控制和激活来使光导

体11的各个位置中性化。

[0070] 为了给图像筒8装备制造材料,制造头包括在图像筒8的工作方向10上在曝光单元14之后布置的显影单元18。显影单元18包括至少一个能静电式充电的输送辊,在所述的实施例中包括四个用于接收和提供制造材料的输送辊19-1,19-2,19-3,19-4。输送辊19-1,19-2,19-3,19-4平行于图像筒8布置并且提供不同的制造材料。输送辊19-1,19-2,19-3,19-4这样保持在能旋转地布置的输送旋转装置120上,以使得输送辊19-1相应地运动到邻近于图像筒8的有效位置中。

[0071] 输送辊19-1,19-2,19-3,19-4能旋转地布置并且从分别配置给所述输送辊的材料容器将制造材料接收在所述输送辊的圆周上,所述制造材料随着输送辊的转动被带至图像筒8对面。

[0072] 制造材料通过静电电荷保持在相应的输送辊上。为此,给输送辊19-1,19-2,19-3,19-4配置一个相应的充电单元。在此,制造材料的在制造滚轮上的电荷与光导体11的电荷相反。在通过圆圈17所示的相应于曝光的印刷图被充电的部位上,由激活的输送辊19-1将制造材料位置选择性地转移到图像筒8。在金属的制造材料的情况下,感应装置连接在相应的输送辊上游,所述感应装置借助于电场作用于制造材料的颗粒并且通过输送辊19-1支持对颗粒的稍后的接收。下面根据图7说明感应装置。

[0073] 随着图像筒8在工作旋转方向10的继续的运动,相应于实心圆的制造材料21朝向材料转移装置12的方向继续运动。制造材料21有利地成颗粒状地或者粉末状地被提供。特别是对于将辅助材料在相应待制造的层中的布置而言,液态的制造材料也是有利的。为此使用相应的辅助制造材料,根据电子照相原理通过对光导体11进行静电式充电可以位置选择性地转移所述辅助制造材料。

[0074] 最后,制造头包括电的底板预处理装置22,所述底板预处理装置在图像筒8的工作旋转方向10上布置在材料转移装置12之前并且朝向制造底板2的方向起作用。在此,底板预处理装置22固定在制造头3的壳体上。在此,底板预处理装置22可以根据具有电晕线的电晕装置的类型来构造,所述电晕线使制造底板2或者已放置在所述制造底板上的材料层电离。在一个另外的实施例中,底板预处理装置22包括一行在图像筒8的轴线方向上、即在制造底板2的横向方向上布置的点式充电二极管。底板预处理装置这样确定尺寸,以使得由底板预处理装置产生的电荷量(圆圈23)大于由预处理单元13产生的电荷量(圆圈17)。以所述的方式确保了,制造材料21在图像筒8的圆周上在对立位置中、即以与制造底板2最贴近的间距放置到制造底板2上或者放置到已布置在所述制造底板上的材料层上,或者是由于电荷自动地跳越到制造底板上或者跳越到已布置在所述制造底板上的材料层上。

[0075] 制造头3特别是包括用于熔化制造材料21的固定单元24,所述制造头构造用于在相应的网版位置44上将位于那里的制造材料21加热并且熔化。在此,固定单元24构造和布置为使得由图像筒8放置在制造底板上或者放置在预先在制造底板上生成的材料层上的制造材料21能够熔化。因此,固定单元24在工作旋转方向10上设置在图像筒下游并且布置在制造头3的壳体40的底部的区域中。因此,固定单元24能够从制造头3按照滑座的方式在位置选择地放置的材料上移动。

[0076] 主制造头3的固定单元24包括激光器25、即在所示的实施例中脉冲式CO₂激光器和配置给激光器25的光学转向装置。在所示的实施例中,转向装置是能旋转地布置的镜子,所

述镜子使激光器25的激光束27朝向制造底板2的方向转向。镜子26优选地是六边形镜子。镜子26持续地保持连续的转动运动并且与激光器25构成激光扫描器,其中,激光束27或者其激光脉冲能够横向于工作方向5成行地转向。通过相应地控制、即接通和关断激光器25,在到达下述部位时接通激光器,在所述部位中要使预先由图像筒8位置选择性地放置的制造材料21熔化。在通过固定单元24的作用而液化之后,制造材料21凝固。制造材料的凝固区域在视图中由实心矩形28表示。

[0077] 固定单元24能够借助于控制单元41根据用于相应层的制造网版49来控制。用于待制造的工件的各个层的制造网版49由制造软件预定。控制单元41构造用于相应于预定的制造网版49求取网版位置44和/或与网版位置44相关的用于固定单元24的能量要求43。在此,网版位置44可以理解为制造网版49的最小单元,所述单元能够位置选择性地被控制。所述理解不仅涉及对制造材料21位置选择性的放置,而且涉及借助于固定单元24位置选择性的固定。能量要求43包括激光器25期望的功率的信息和/或激光束作用于制造材料21的持续时间的信息。应激活激光器25的网版位置44以及与相应网版位置44相关的能量要求43共同地存储在用于当前的制造网版49的位置选择性的信息42中。

[0078] 图像筒8的每个圆周区段、即平行于图像筒8的旋转轴线的周面区段在经过材料转移装置12并且通过图像筒8的回程区段29之后又到达预处理单元13,在那里开始制造头3的新的工作循环。在位于材料转移装置12和预处理单元13之间的回程区段29的区域中布置一个材料刮擦器30。材料刮擦器30相对于图像筒8的表面限定狭窄间隙的边界并且必要时阻止继续输送在图像筒8的表面上残留的材料剩余物。更确切地说,材料剩余物从表面机械地分离并且被收集在材料刮擦器30中。在另外的实施例中,可以设置其他清洁单元、例如刷子或这一类的装置。最后,在回程区段29中布置一个放电单元31,所述放电单元必要时使在光导体11上残留的电荷(圆圈17)中性化。在所示的实施例中,放电单元31在构造上与材料刮擦器30或清洁单元连接。

[0079] 在图4中示出辅助制造头4的示意性的横截面,所述辅助制造头在图像筒8、预处理单元13、曝光单元14、显影单元18和底板预处理装置22的布置方面相当于根据图3的主制造头3。材料刮擦器30以及放电单元31也相应于主制造头3的材料刮擦器(图3)地布置。替代具有四个输送辊19-1,19-2,19-3,19-4的以转塔方式工作的输送旋转装置20,也可以特别是在输送辊的辅助制造头4处设置其他数量的输送辊。特别是对于批量制造或者大量制造(“快速制造”)而言,通常一种唯一的辅助材料、例如水溶胶或类似的粘合材料是足够的。在根据本发明的辅助制造头4的所述实施例中,替代输送旋转装置20,设置一个单个的输送辊。如同已在图3中所述的那样,输送辊装备有辅助材料。在此,辅助材料可以是粉末状的、颗粒状的或者液态的。

[0080] 与主制造头3不同地,辅助制造头4包括固定单元32,所述固定单元包括热源。在此,热源与所设置的辅助材料相匹配,以便固化由图像筒8施加的辅助材料。在此,热源优选地包括一个或多个紫外灯,所述紫外灯在横向于辅助制造头4的工作方向5而置的工作区域中作用于被放置的材料层。

[0081] 图5示出主制造头4的一个特别有利的实施例,所述主制造头构造用于两个相反的工作方向5。制造装置通过根据图5的主制造头以与具有根据图3的制造头的实施方案相比加倍的制造速度工作。在根据图5的实施例中,制造头4对于第一工作方向包括第一设备和

用于与第一工作方向相反的第二工作方向的第二设备,所述第一设备具有预处理单元13、曝光单元14-1、显影单元18-1、底板预处理装置22-1和固定单元24-1。第二设备同样包括预处理单元13、曝光单元14-2、显影剂18-2、底板预处理装置22-2和固定单元24-2。第二设备基本上与第一设备对称地布置并且围绕图像筒8编组成相应的单元。在所示的实施例中,设置一个共同的预处理单元13,所述预处理单元布置在中央并且持续地运行并且预处理图像筒8的光导体11。两个设备的预处理单元13、曝光单元14-1,14-2、显影单元18-1,18-2、底板预处理装置22-1,22-2和固定单元24-1,24-2对于相应的工作方向5分别是结构相同的并且相应于图3的说明来布置和构造。

[0082] 此外,主制造头3对于每个设备包括一个清洁单元、即在所示的实施例中包括一个材料刮擦器30-1,30-2。此外,主制造头3包括两个放电单元31-1,31-2,所述放电单元类似于根据图3的结构地布置在材料刮擦器30-1,30-2的区域中。

[0083] 根据图5的主制造头3的图像筒8能够在相反的工作旋转方向10上运行。在主制造头在工作方向5上到达工作区域6的终端(图1,2)之后,主制造头3沿着反向的工作旋转方向运动并且同时使图像筒的工作旋转方向10反向。可以交替地激活具有预处理单元、曝光单元、显影单元、底板预处理装置和固定单元的两个设备。通过转换制造头的工作方向5并且由此导致使图像筒8的工作方向10反向使至此激活的设备关断并且激活相应的另外的设备。

[0084] 图6示出辅助制造头4,该辅助制造头类似于根据图5的用于相反的工作方向5的主制造头3来构造。根据图6的辅助制造头4具有第一设备,所述第一设备具有预处理单元13、曝光单元14-1、显影单元18-1、底板预处理装置22-1和固定单元24-1。所述第一设备在工作旋转方向10上相应于根据图4对辅助制造头的说明被激活。根据图6的辅助制造头4包括第二装备,所述第二装备具有曝光单元14-2、显影单元18-2、底板预处理装置22-2和固定单元24-2,所述第二设备能够替代第一设备被激活。所述第二设备在转换图像筒8的工作旋转方向10之后被激活。制造装置的未示出的控制单元相应地在到达工作区域6的终端(图1,图2)并且转换制造头的工作方向之后使图像筒8的工作旋转方向10换向并且激活相应的另外的设备。

[0085] 利用根据本发明的制造装置可以在快速地和准确地制造时将不同的制造材料进行组合。此外,能够通过彩色颗粒将各种制造材料染色。与传统的增材制造方法相比,利用根据本发明的制造装置实现了增大的构造面积。特别是实现了高的制造速度,因为制造材料不逐层地被加热并且不必例如在选择性的激光烧结或激光熔化的情况下等待刚刚加工的材料层冷却。根据本发明的制造装置的其他优点是在不同的材料的情况下减少了材料废屑,因为利用根据本发明的制造装置使用无胶合剂的材料并且不产生污染。

[0086] 主制造头的具有激光器的固定单元能够使位置选择性地预先放置的材料部分完全熔化,由此在使用多种制造材料的情况下以简单的方式使熔合物彼此连接。利用相应地微粒的或液态的制造材料可以制造非常精细的表面结构。

[0087] 具有一个或多个主制造头和一个或多个辅助制造头4的制造装置的构型、即装入多个组件能够使用不同的粘合材料,以便例如在高负荷的构件上实现不同的功能。

[0088] 通过感应装置45能够将制造材料供应给每个输送辊19-1,19-2,19-3,19-4,所述感应装置构造用于在制造材料21的输送路径中产生电场。图7示出用于使要输送至输送辊

19的制造材料21静电感应的感应装置45。感应装置45包括安装叶片的输送轮46,所述输送轮能够在旋转方向50上被驱动并且在所述输送轮的圆周上承载用于输送制造材料21的叶片47。在输送轮46的上方区域中、即在位于旋转轴上方的区域中,供应滑道51布置为在旋转方向50上位于后方。供应滑道51将来自储存容器52的预先放置的制造材料21输送到输送轮46上,从而当相应的叶片位于在供应滑道旁边的供料位置53中时,连续的制造材料21落入叶片47中。在输送轮46的对置的侧上,电绝缘的滑道54同样布置在输送轮46的上方区域中,其中,在叶片46的输出位置55中,叶片46的材料货料落入到滑道54中并且最终输送至输送辊19,在该输出位置中,相应的叶片46与滑道54对置。

[0089] 感应装置45包括电压源48,该电压源布置在输送轮46上方并且在所述实施例中位于中央。在此,电压源48这样邻近于输送轮46布置,以使得所述电压源的电场包括叶片47的区域。

[0090] 因此,电绝缘的叶片47经过电压源48的在供料位置53和输出位置55之间的电场,其中,电场作用于所经过的制造材料21并且进行静电感应、所谓的感应。

[0091] 在所示的实施例中,被静电式充电的制造材料21经由电绝缘的滑道54滑动到同样电绝缘的送料箱56中。在送料箱56中布置一个输送装置57,该输送装置通过快速旋转的送料将制造材料21输送至输送辊19。

[0092] 输送轮46或叶片47是电绝缘的。在此,叶片47可以是在辊周面中的凹槽。在一个实施例中,叶片47或凹槽通过导电的底板59连接,所述底板位于绝缘层上。底板在输送轮46旋转运动期间与接地传感器58接触,从而将不期望的电荷分布导出。

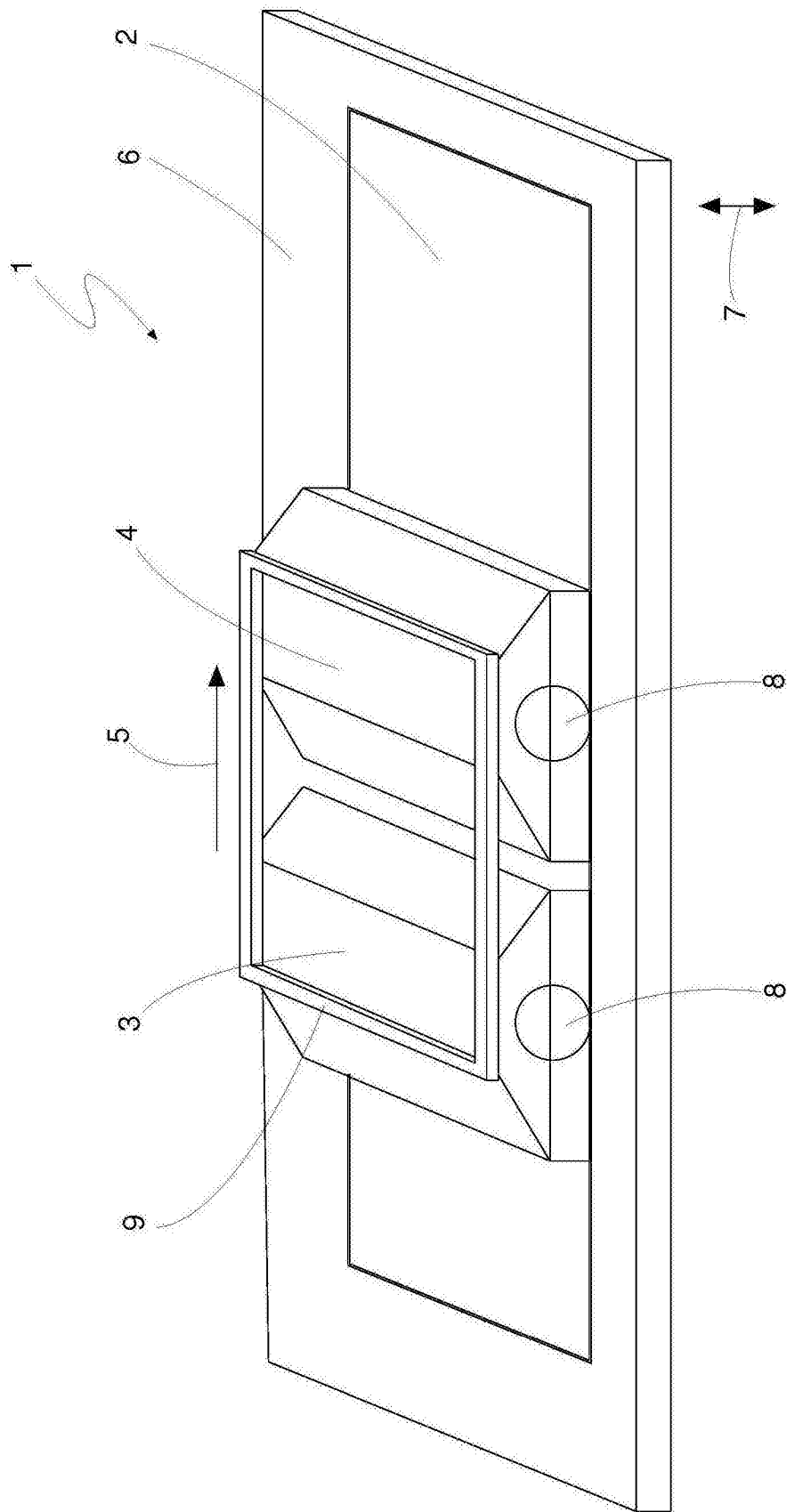


图1

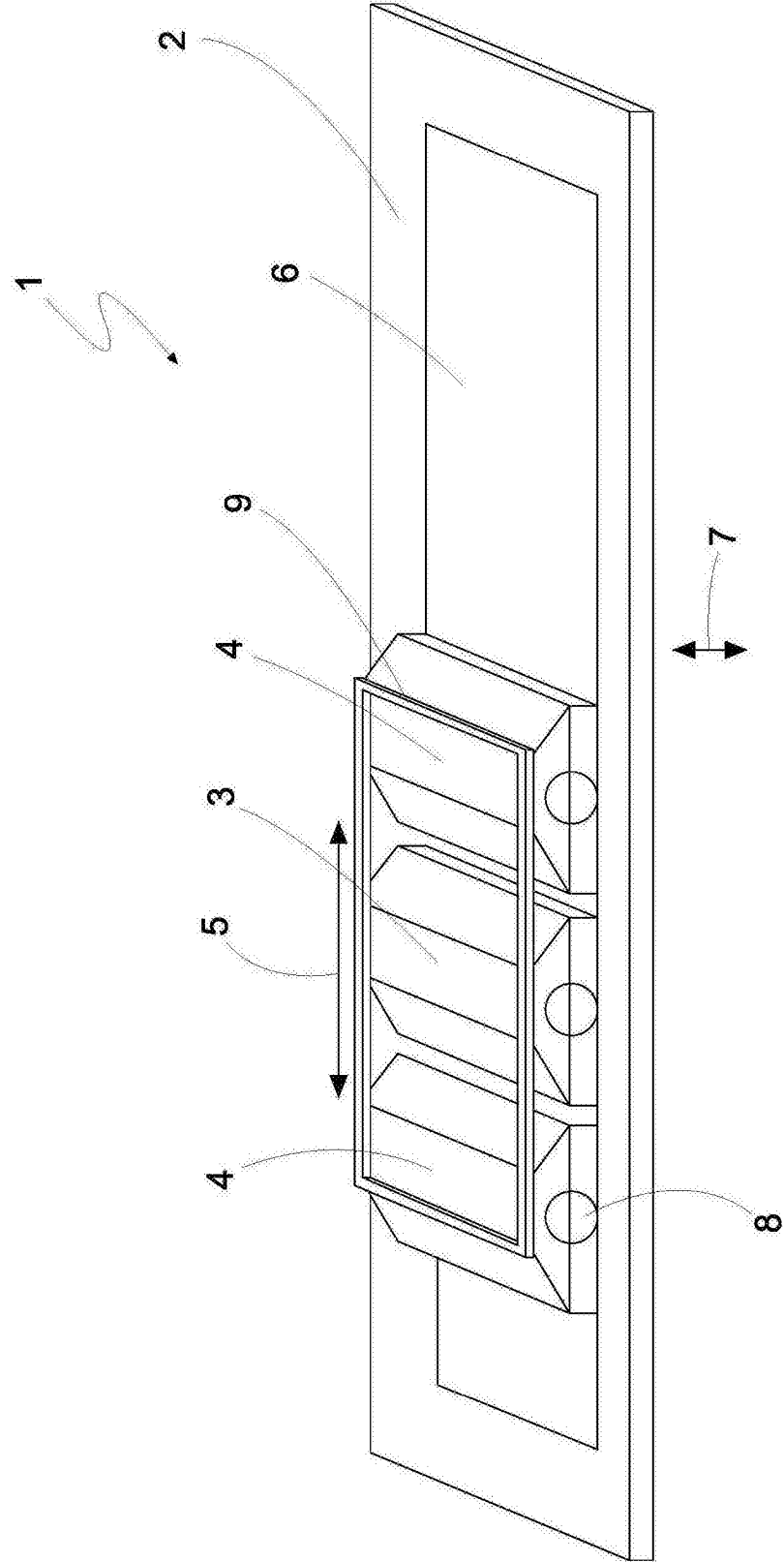


图2

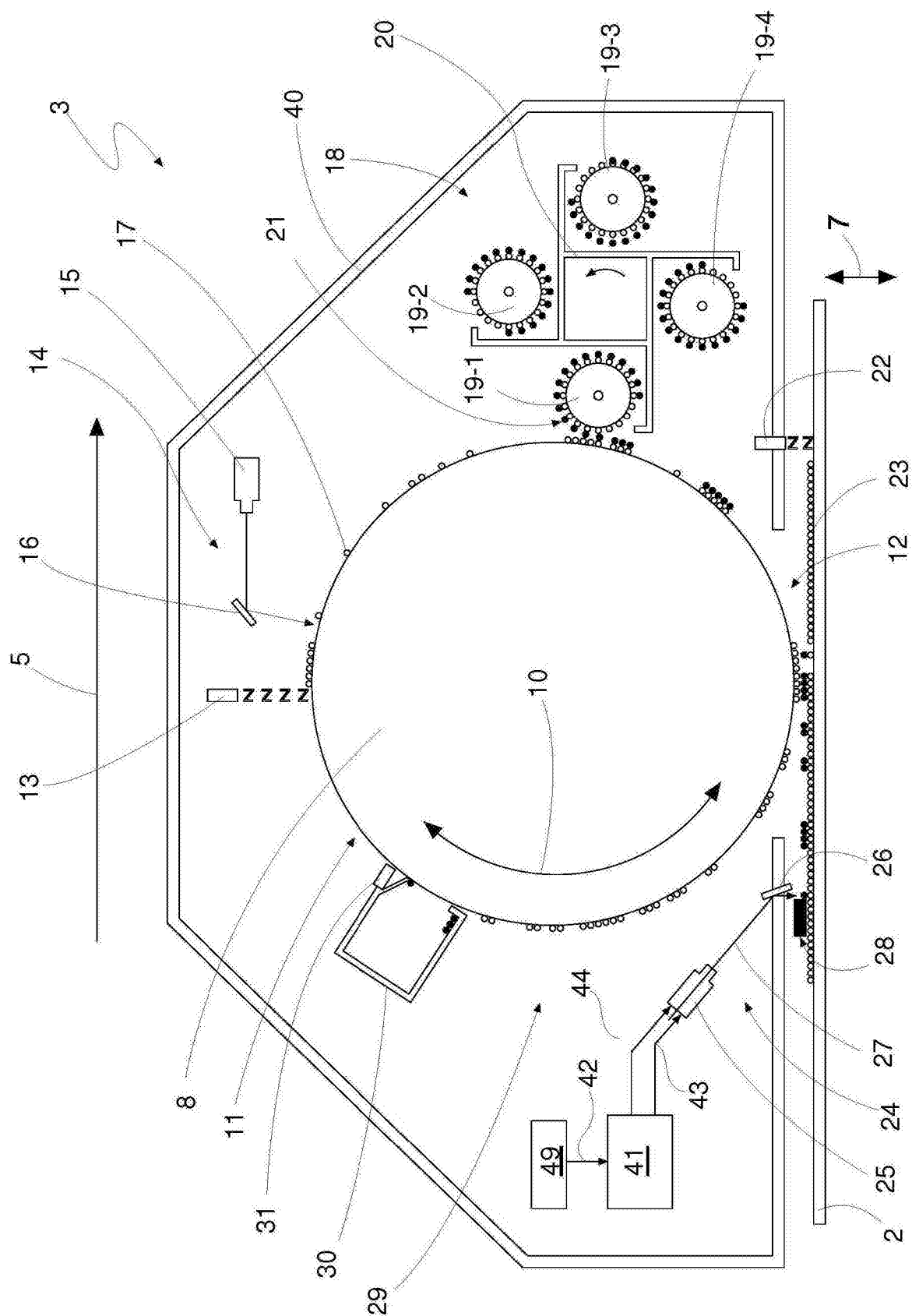


图3

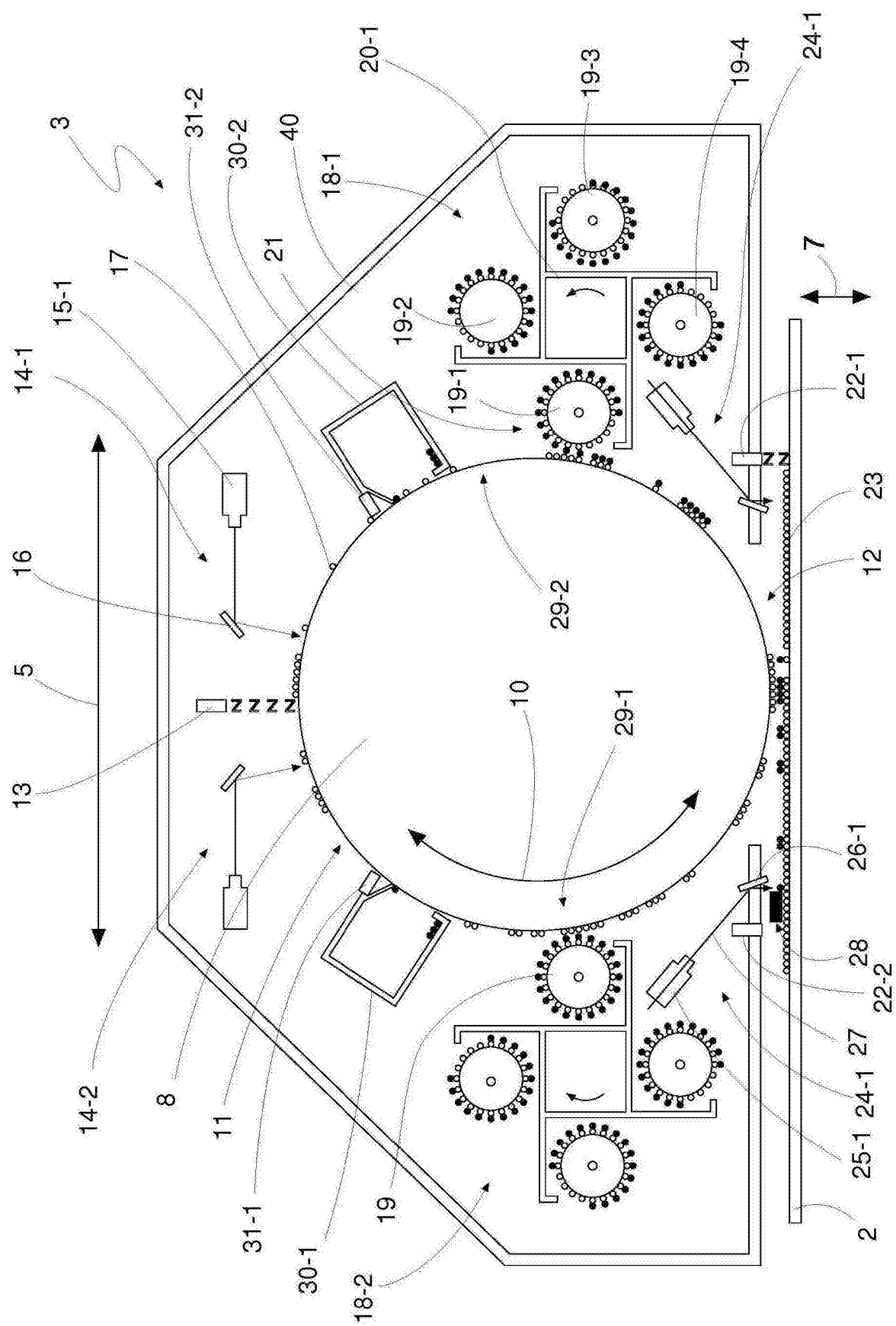


图4

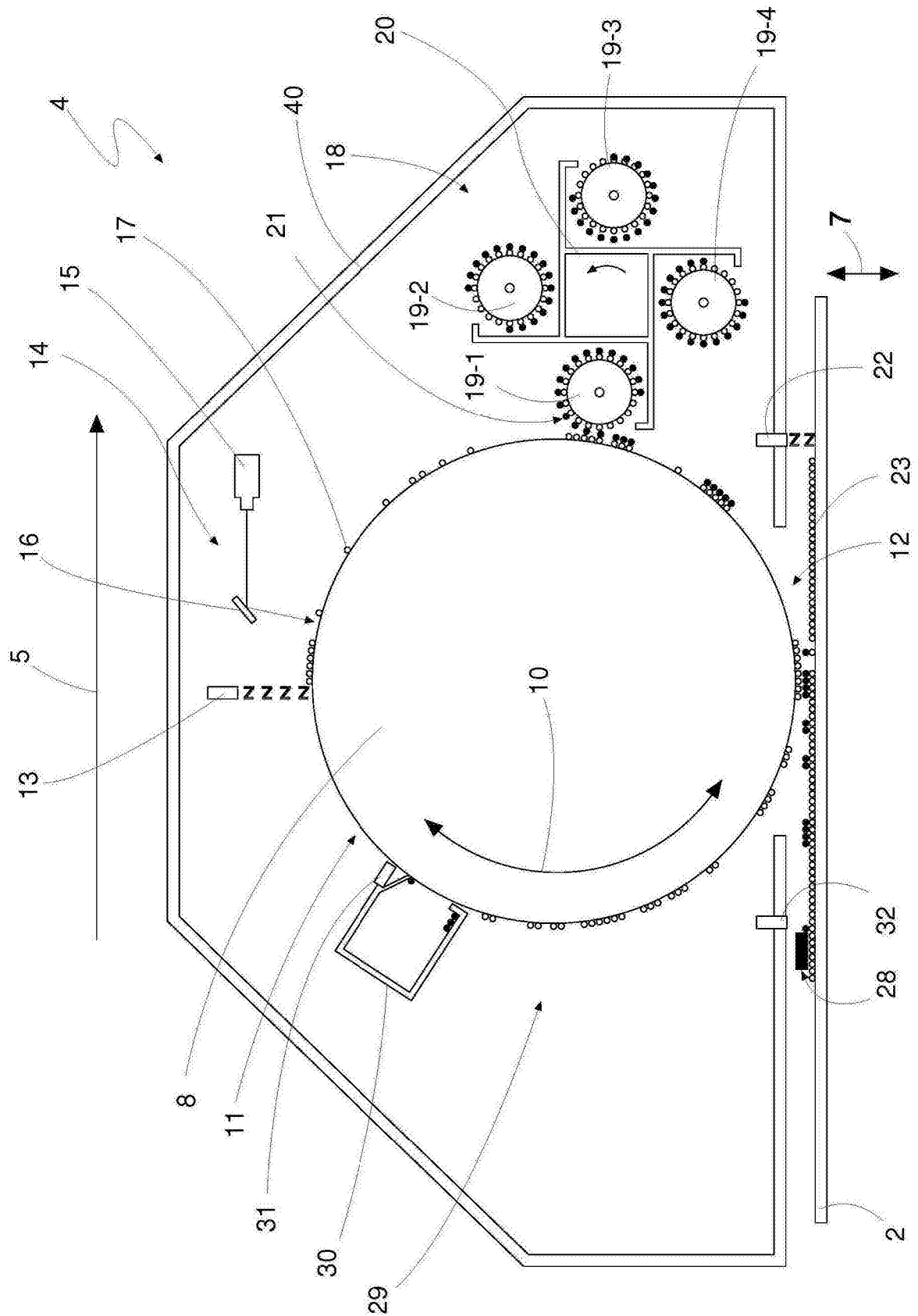


图5

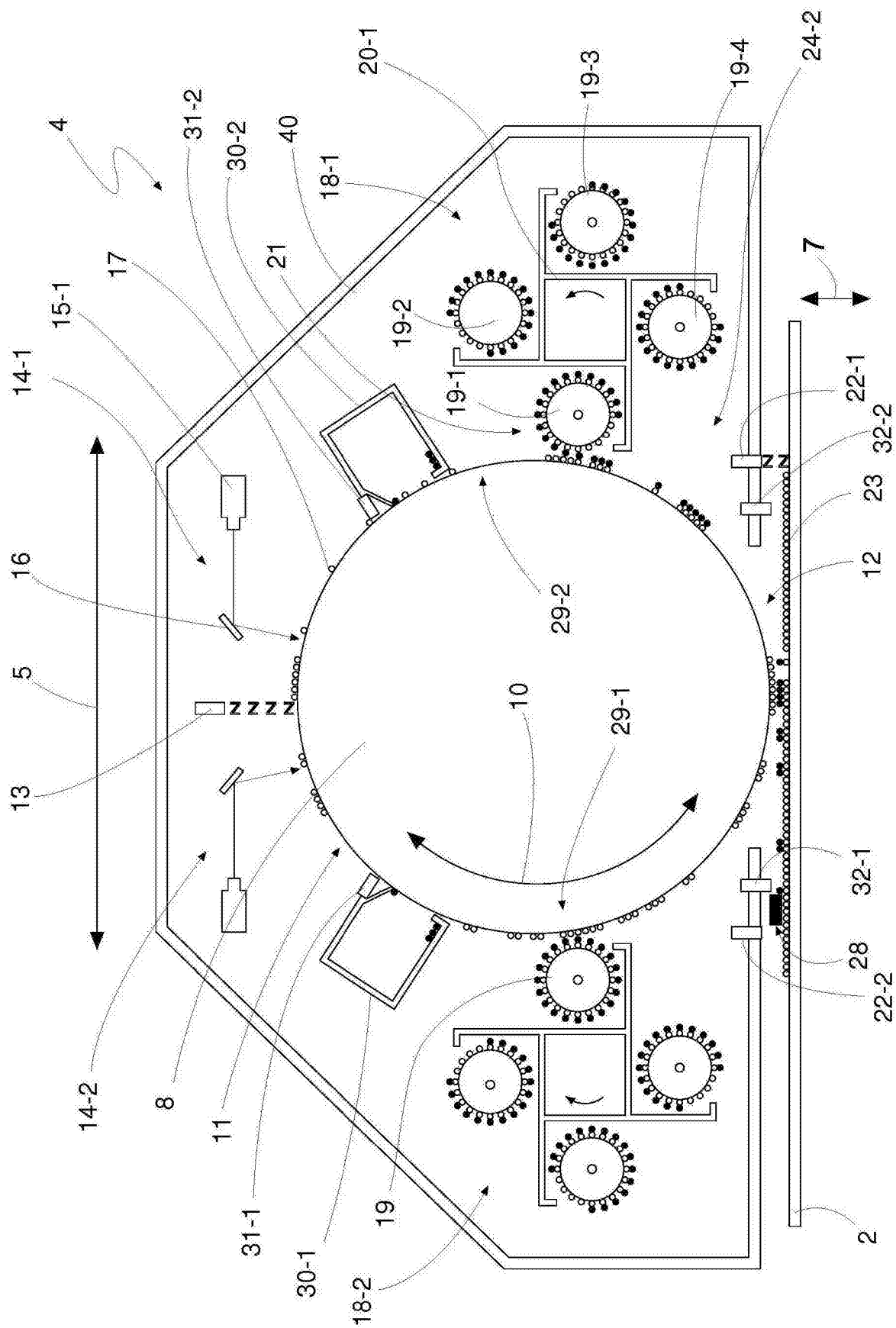


图6

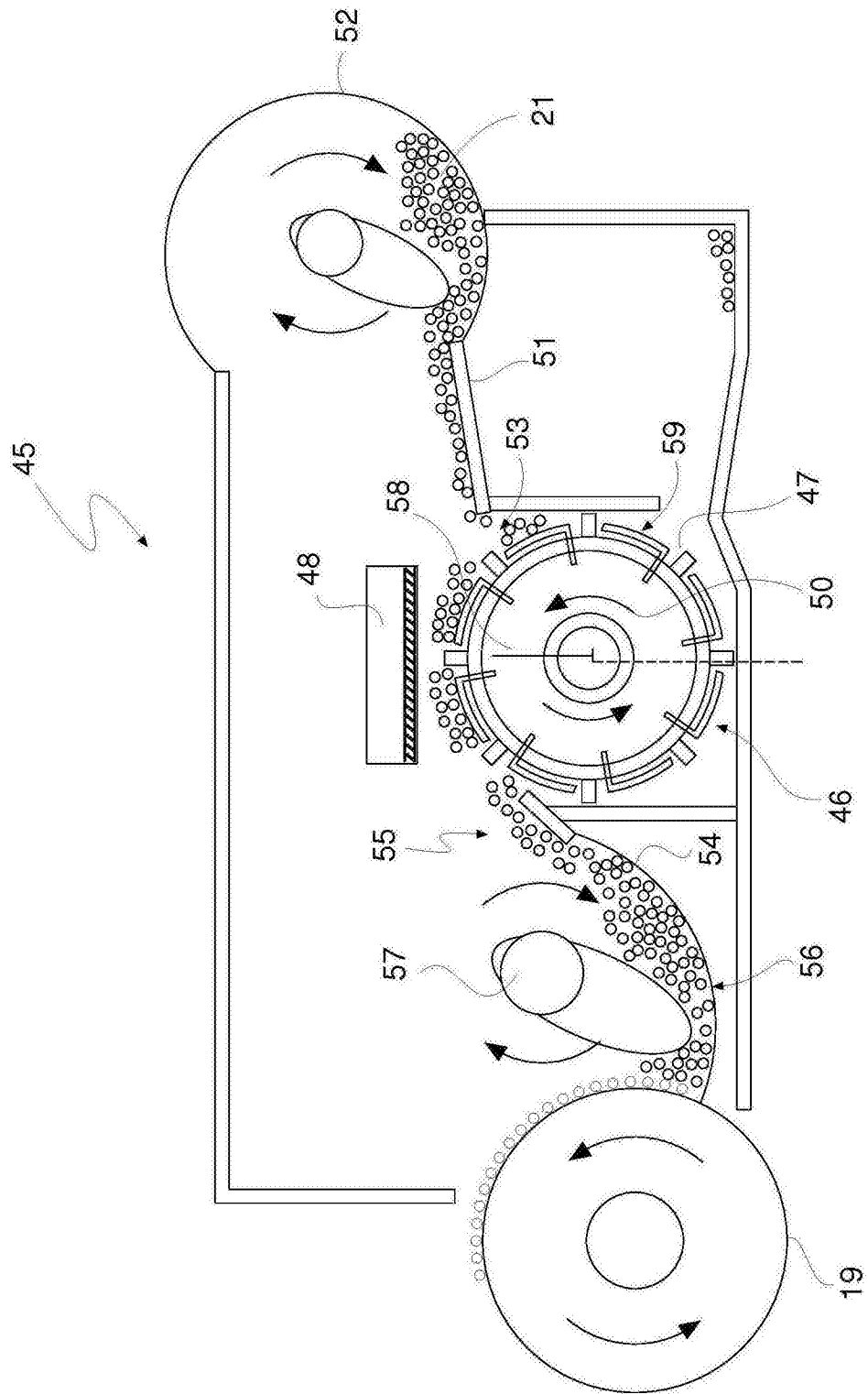


图7