



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102649020 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201110046167. 8

(22) 申请日 2011. 02. 25

(73) 专利权人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村北一条 2 号

(72) 发明人 邓月光 刘静

(74) 专利代理机构 北京法思腾知识产权代理有限公司 11318
代理人 杨小蓉 高宇

(51) Int. Cl.
B01D 9/00 (2006. 01)

(56) 对比文件
WO 9728941 A1, 1997. 08. 14, 全文.
US 6253116 B1, 2001. 06. 26, 说明书第 4 栏

第 20 行到第 8 栏第 35 行及图 1-10.

化学工业部人事教育司、化学工业部教育培训中心组织编写. 第二章结晶的方法及设备. 《结晶》. 1997, 100-108.

陈鹏. 浅述反循环工艺及出现的问题. 《中国井矿盐》. 1999, (第 06 期), 28-30.

审查员 孙群

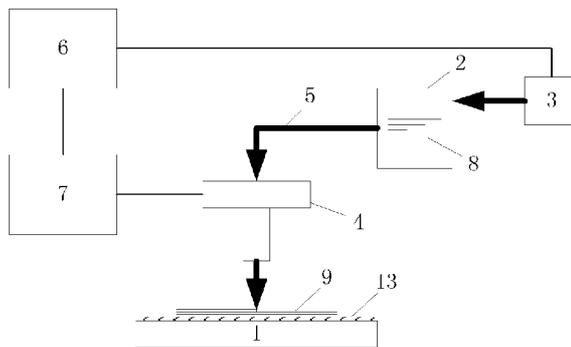
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法及装置

(57) 摘要

一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法和装置, 其为通过喷射过饱和盐溶液到存在结晶中心的沉积基台上, 结晶中心的存在导致结晶水合物迅速析出, 而在沉积基台上按一定的图案逐层沉积以构建三维实体; 沉积基台上布置结晶中心诱导过饱和盐溶液结晶; 储液容器、驱动泵和喷头通过管道相连接, 以形成过饱和盐溶液输送路径; 计算机设两条控制线路, 第一控制线路控制驱动泵流量, 第二控制线路通过伺服机构控制喷头三维运动; 本发明利用过饱和盐溶液遇结晶中心会迅速结晶固化的效应, 不需要传统熔融喷射快速成型中的温控模块和恒温环境; 其结构简单, 成本能耗低, 并可微型化; 可用于假体模型、工业设计、机械制造、三维场景展示、娱乐和艺术等领域。



1. 一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法,其特征在于,其为通过喷射过饱和盐溶液到存在结晶中心的沉积基台上,由于结晶中心的存在导致结晶水合物迅速析出生成,从而在所述沉积基台上按一定的图案逐层沉积以构建三维实体;所述结晶中心为置于所述沉积基台上的固体颗粒、块状溶质晶体或为沉积基台自身表面的粗糙突起。

2. 一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其包括:沉积基台、储液容器、驱动泵、喷头、连接管道、计算机、伺服机构和结晶中心;其特征在于,所述储液容器内装过饱和盐溶液;所述结晶中心为置于所述沉积基台上的固体颗粒、块状溶质晶体或为沉积基台自身表面的粗糙突起,以用于诱导过饱和盐溶液结晶;

所述储液容器、驱动泵和喷头通过连接管道顺序相连通,以形成过饱和盐溶液输送至喷头的输送路径;

所述计算机设置两条控制线路,第一控制线路控制驱动泵流量,第二控制线路通过伺服机构控制喷头的三维运动。

3. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述喷头喷口直径为10纳米~10毫米。

4. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述喷头、储液容器、驱动泵及连接管路为一个或多个。

5. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,还包括:用于监控三维实体的成型过程的光学摄像仪。

6. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述计算机内装有三维建模软件,模型分析软件和模型截面数据提取软件,并根据所沉积的三维实体的三维信息生成伺服机构的运动指令、驱动泵流量控制指令及发送错误报警信息。

7. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述驱动泵为叶片式泵、容积式泵、压电泵、电润湿泵或蠕动泵。

8. 按权利要求2所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述过饱和盐溶液为正盐过饱和溶液、酸式盐过饱和溶液或复盐过饱和溶液。

9. 按权利要求8所述的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其特征在于,所述的正盐过饱和溶液为醋酸钠过饱和溶液、硝酸铜过饱和溶液或硝酸锶过饱和溶液;所述的酸式盐过饱和溶液为碳酸氢钠过饱和溶液;所述复盐过饱和溶液为硫酸铝钾过饱和溶液或硫酸亚铁铵过饱和溶液。

一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法及装置,特别涉及一种通过喷射过饱和盐溶液到存在结晶中心的沉积基台上,利用过饱和盐溶液遇结晶中心会迅速结晶固化的特性,在沉积基台上按一定的图案逐层沉积结晶水合物以构建三维实体的方法及装置。

背景技术

[0002] 快速成型是一种快速制造复杂三维实体的先进制造技术。目前主流的快速成型技术中,熔融沉积快速成型方法因为成本最为低廉而广受青睐(US6253116B1)。典型的熔融沉积快速成型技术如附图1。容器2中的材料8被加热元件10加热呈熔融状态。在驱动泵3的作用下,熔融材料经连接管道5被输送至喷头4喷出;因为冷却器12的存在,熔融材料到达沉积基台1会迅速凝固;以此同时,计算机6一方面调节驱动泵3流量,另一方面控制伺服机构7决定喷头4的三维运动,使熔融材料按工件截面逐层凝固成型,最终形成三维实体9。

[0003] 然而,上述熔融沉积快速成型工艺存在以下不足:(1)需要复杂的温控装置。图1中喷头温控装置11需保证喷头内熔融材料温度不能太低(防止凝固堵塞),也不能太高(防止喷射到基台上之后冷却过慢而溢流);(2)相变方法控制工质“液/固”状态改变成型能耗高,同时容易发生相变缩孔,变形等问题;因此,寻找更加高效的液/固转变方式,获取结构简单,成本低廉,性能优越的喷射快速成型方法仍然是工业界亟需解决的难题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法和装置,即通过喷射过饱和盐溶液到存在结晶中心的沉积基台上,利用过饱和盐溶液遇结晶中心会迅速结晶固化的特性,在沉积基台上按一定的图案逐层沉积结晶水合物,最终构建三维实体。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 本发明提供的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法,其特征在于,其为通过喷射过饱和盐溶液到存在结晶中心的沉积基台上,由于结晶中心的存在导致结晶水合物迅速析出,从而在所述沉积基台上按一定的图案逐层沉积以构建三维实体;所述结晶中心为置于所述沉积基台上的固体颗粒、块状溶质晶体或为沉积基台自身表面的粗糙突起,所述块状溶质晶体为过饱和盐溶液的溶质结晶水合物;用于诱导过饱和盐溶液围绕结晶中心结晶;

[0007] 本发明提供的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,其包括:沉积基台、储液容器、驱动泵、喷头、连接管道、计算机、伺服机构和结晶中心;所述储液容器内装过饱和盐溶液;所述结晶中心为置于所述沉积基台上的固体颗粒、块状溶质晶体或为沉积基台自身表面的粗糙突起,所述块状溶质晶体为过饱和盐溶液的溶质结晶水合物;用于诱导过饱和盐溶液围绕结晶中心结晶;

[0008] 所述储液容器、驱动泵和喷头通过连接管道顺序相连通,以形成过饱和盐溶液输送至喷头的输送路径;

[0009] 所述计算机设置两条控制线路,第一控制线路控制驱动泵流量,第二控制线路通过伺服机构控制喷头的三维运动。

[0010] 所述喷头喷口直径为 10 纳米~10 毫米;

[0011] 所述喷头、储液容器、驱动泵及连接管路为一个或多个;以实现多泵输送,多喷头同时造型,提高成型速度;也可采用多流道输送不同颜色的液体,进行彩色造型的构建。

[0012] 本发明提供的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置,还可包括:用于监控三维实体的成型过程的光学摄像仪。

[0013] 所述计算机内装有三维建模软件,模型分析软件和模型截面数据提取软件,并根据所沉积的三维实体的三维信息生成伺服机构的运动指令、驱动泵流量控制指令及发送错误报警信息。

[0014] 所述驱动泵为叶片式泵、容积式泵、压电泵、电润湿泵或蠕动泵;其中容积式泵(如气压泵)因为易实现恒压驱动,流体扰动小等优点为最优选择。

[0015] 所述过饱和盐溶液为正盐过饱和溶液、酸式盐过饱和溶液或复盐过饱和溶液。

[0016] 所述的正盐过饱和溶液为醋酸钠过饱和溶液、硝酸铜过饱和溶液或硝酸铋过饱和溶液;所述的酸式盐过饱和溶液为碳酸氢钠过饱和溶液;所述复盐过饱和溶液为硫酸铝钾过饱和溶液或硫酸亚铁铵过饱和溶液。

[0017] 本发明利用计算机构建三维实体(CAD 三维模型),其构建流程如图 3 所示:

[0018] 将拟构建的 CAD 三维模型(需成型的模型)首先输入计算机 6,经过软件分析并提取 CAD 三维模型的截面数据;然后由计算机 6 根据 CAD 三维模型截面数据信息控制喷头 4 沿截面轮廓和填充轨迹运动,同时定量控制驱动泵 3 喷射过饱和盐溶液 8 到存在结晶中心 13 的沉积基台上,进行逐层结晶,堆叠建模;过饱和盐溶液 8 在连接管路 5 中的运输需要尽量无杂质,流体扰动小,以避免过饱和盐溶液 8 在连接管道 5 内获得晶核而结晶堵塞管道;最后成型完成的三维实体的材质为过饱和盐溶液 8 的结晶水合物,在常温下即可保存。

[0019] 本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法及装置具有如下优点:

[0020] (1) 成本极低:不需要昂贵的激光光学设备,温度控制系统,光敏材料等,系统更加简单,成本大幅度降低;(2) 能耗极低:无激光、高温、冷冻、精确恒温等环境要求,能耗大幅度降低;(3) 样品加热即可回收利用,节省材料又环保;(4) 材料及操作不污染环境;(5) 可制作透明及各种彩色晶体模型;本发明可广泛应用于假体模型、工业设计、机械制造、三维场景展示、娱乐、艺术等领域。

附图说明

[0021] 附图 1 为现有技术的熔融沉积快速成型装置结构示意图;

[0022] 附图 2 为本发明基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置结构示意图;

[0023] 附图 3 为本发明基于过饱和盐溶液结晶的快速成型方法模型建造流程示意图;

[0024] 附图 4 为基于过饱和盐溶液结晶快速成型装置(一实施例)结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例进一步描述本发明。

[0026] 实施例 1

[0027] 如图 4 所示,本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可用于快速制作手机,鼠标等零件的三维外观模型。

[0028] 本实施例的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置由沉积基台 1、储液容器 2、驱动泵 3、喷头 4、计算机 6、伺服机构 7 和结晶中心 13 组成;

[0029] 所述储液容器 2 内装过饱和盐溶液 8;

[0030] 所述沉积基台 1 上存在可诱导过饱和盐溶液 8 结晶的结晶中心 13;

[0031] 储液容器 2、驱动泵 3 和喷头 4 通过连接管道 5 相连通,形成过饱和盐溶液 8 的输送路径;驱动泵 3 可布置在储液容器 2 前(图 2),也可布置在储液容器 2 后,本实施例中,驱动泵 3 采用气压泵布置在储液容器 2 后(图 4);

[0032] 计算机 6 设置两条控制线路,第一控制线路控制驱动泵 3 流量,第二控制线路通过伺服机构 7 控制喷头 4 的三维运动;

[0033] 计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0034] 沉积基台 1 作为三维实体 9 逐层成型的平台,本实施例中,沉积基台 1 上的结晶中心 13 为人工布置的块状溶质(醋酸钠)晶体,以诱导过饱和盐溶液 8 围绕该块状溶质晶体形成结晶水合物。

[0035] 喷头 4、储液容器 2、驱动泵 3 及连接管路 5 可为多个,以实现多泵输送,多喷头同时造型,提高成型速度;也可采用多流道输送不同颜色的液体,进行彩色造型的设计。本实施例仅采用一个喷头、一个储液容器、一个驱动泵及一个连接管路进行单喷头沉积成型。

[0036] 本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可配有用于监测的光学摄像机,以监控三维实体 9 的成型过程;

[0037] 计算机 6 内安装有三维建模软件,模型分析软件和模型截面提取软件,根据三维模型信息生成伺服机构 7 运动指令,驱动泵 3 流量控制指令以及发送错误报警信息;计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 的流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头 4 运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0038] 驱动泵可采用叶片式泵、容积式泵、压电泵、电润湿泵或蠕动泵等;本实施例中采用气压泵(容积式泵的一种),气压泵通过增加储液容器 2 中的压力,来驱动储液容器 2 中的过饱和盐溶液 8 到达喷头 4;气压泵易实现恒压驱动,且对流体扰动小。

[0039] 过饱和盐溶液 8 可为正盐(如醋酸钠、硝酸铜或硝酸铋等)过饱和溶液、酸式盐(如碳酸氢钠等)过饱和溶液、或复盐(如硫酸铝钾、硫酸亚铁铵等)过饱和溶液。过饱和盐溶液 8 在储液容器 2、喷头 4、管道 5 内均为液态,一旦其被喷射到沉积基台 1,遇到结晶中心 13 而迅速结晶变为固态。本实施例中采用醋酸钠过饱和溶液;

[0040] 所述喷头 4 喷口直径可为 10 纳米~10 毫米。本实施例中选择 100 微米。

[0041] 三维模型建造过程如图 3 所示,拟构建的三维模型(需成型的模型)首先输入计算机 6,经过软件分析并提取模型的截面数据;然后由计算机 6 根据模型截面数据信息控制

喷头 4 沿截面轮廓和填充轨迹运动,同时定量控制驱动泵 3 喷射过饱和盐溶液 8 到存在结晶中心 13 的沉积基台 1 上,进行逐层结晶,堆叠建模;过饱和盐溶液 8 在连接管路 5 中的运输需要尽量无杂质,流体扰动小,以避免过饱和盐溶液 8 在连接管道 5 内获得晶核而结晶堵塞管道;最后成型完成的三维模型样品材质为过饱和盐溶液 8 的结晶水合物,在常温下即可保存。

[0042] 实施例 2

[0043] 如图 2 所示,本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可用于快速制作手机,鼠标等零件的三维外观模型。

[0044] 本实施例的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置由沉积基台 1、储液容器 2、驱动泵 3、喷头 4、计算机 6、伺服机构 7 和结晶中心 13 组成;

[0045] 所述储液容器 2 内装过饱和盐溶液 8;

[0046] 所述沉积基台 1 上存在可诱导过饱和盐溶液 8 结晶的结晶中心 13;

[0047] 储液容器 2、驱动泵 3 和喷头 4 通过连接管道 5 相连通,形成过饱和盐溶液 8 的输送路径;驱动泵 3 可布置在储液容器 2 前,也可布置在储液容器 2 后,本实施例中,驱动泵 3 采用蠕动泵布置在储液容器 2 前;

[0048] 计算机 6 设置两条控制线路,第一控制线路控制驱动泵 3 流量,第二控制线路通过伺服机构 7 控制喷头 4 的三维运动;

[0049] 计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0050] 沉积基台 1 作为三维实体 9 逐层成型的平台,本实施例中,沉积基台 1 上的结晶中心 13 为沉积基台自身表面的粗糙突起,以诱导过饱和盐溶液 8 围绕该粗糙突起形成结晶水合物。

[0051] 喷头 4、储液容器 2、驱动泵 3 及连接管路 5 可为多个,以实现多泵输送,多喷头同时造型,提高成型速度;也可采用多流道输送不同颜色的液体,进行彩色造型的设计。本实施例中采用二个喷头、二个储液容器、二个驱动泵及二个连接管路进行双喷头沉积成型。

[0052] 本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可配有用于监测的光学摄像机,以监控三维实体 9 的成型过程;

[0053] 计算机 6 内安装的软件有三维建模软件,模型分析软件和模型截面提取软件,根据三维模型信息生成伺服机构 7 运动指令,驱动泵 3 流量控制指令以及发送错误报警信息;计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 的流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头 4 运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0054] 驱动泵可采用叶片式泵、容积式泵、压电泵、气压泵、电润湿泵或蠕动泵等;本实施例中采用蠕动泵,蠕动泵运行过程中转子和流体不接触,因此不污染流体,容易保证流体洁净度。

[0055] 过饱和盐溶液 8 可为正盐(如醋酸钠、硝酸铜、硝酸铈等)过饱和溶液、酸式盐(如碳酸氢钠等)过饱和溶液、或复盐(如硫酸铝钾、硫酸亚铁铵等)过饱和溶液。过饱和盐溶液 8 在储液容器 2、喷头 4、管道 5 内均为液态,一旦其被喷射到沉积基台 1,遇到结晶中心

13 而迅速结晶变为固态。本实施例中采用硫酸铝钾复盐过饱和溶液；

[0056] 所述喷头 4 喷口直径可为 10 纳米~10 毫米。本实施例中选择 10 纳米。

[0057] 三维模型建造过程如图 3 所示,拟构建的三维模型(需成型的模型)首先输入计算机 6,经过软件分析并提取模型的截面数据;然后由计算机 6 根据模型截面数据信息控制喷头 4 沿截面轮廓和填充轨迹运动,同时定量控制驱动泵 3 喷射过饱和盐溶液 8 到存在结晶中心 13 的沉积基台 1 上,进行逐层结晶,堆叠建模;过饱和盐溶液 8 在连接管路 5 中的运输需要尽量无杂质,流体扰动小,以避免过饱和盐溶液 8 在连接管道 5 内获得晶核而结晶堵塞管道;最后成型完成的三维模型样品材质为过饱和盐溶液 8 的结晶水合物,在常温下即可保存。

[0058] 实施例 3

[0059] 如图 2 所示,本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可用于快速制作手机,鼠标等零件的三维外观模型。

[0060] 本实施例的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置由沉积基台 1、储液容器 2、驱动泵 3、喷头 4、计算机 6、伺服机构 7 和结晶中心 13 组成;

[0061] 所述储液容器 2 内装过饱和盐溶液 8;

[0062] 所述沉积基台 1 上存在可诱导过饱和盐溶液 8 结晶的结晶中心 13;

[0063] 储液容器 2、驱动泵 3 和喷头 4 通过连接管道 5 相连通,形成过饱和盐溶液 8 的输送路径;驱动泵 3 可布置在储液容器 2 前,也可布置在储液容器 2 后,本实施例中,驱动泵 3 采用压电泵布置在储液容器 2 前;

[0064] 计算机 6 设置两条控制线路,第一控制线路控制驱动泵 3 流量,第二控制线路通过伺服机构 7 控制喷头 4 的三维运动;

[0065] 计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0066] 沉积基台 1 作为三维实体 9 逐层成型的平台,本实施例中,沉积基台 1 上的结晶中心 13 为布置于沉积基台表面上的氧化铝固体颗粒,以诱导过饱和盐溶液 8 围绕其形成结晶水合物。

[0067] 喷头 4、储液容器 2、驱动泵 3 及连接管路 5 可为多个,以实现多泵输送,多喷头同时造型,提高成型速度;也可采用多流道输送不同颜色的液体,进行彩色造型的设计。本实施例中采用三个(或多个)喷头、三个(或多个)储液容器、三个(或多个)驱动泵及三个(或多个)连接管路进行多喷头沉积成型。

[0068] 本发明的基于过饱和盐溶液结晶的快速成型装置可配有用于监测的光学摄像机,以监控三维实体 9 的成型过程;

[0069] 计算机 6 内安装的软件有三维建模软件,模型分析软件和模型截面提取软件,根据三维模型信息生成伺服机构 7 运动指令,驱动泵 3 流量控制指令以及发送错误报警信息;计算机 6 处理三维数据和发送控制指令,其一方面调节驱动泵 3 的流量,另一方面控制伺服机构 7 决定喷头 4 的三维运动,使过饱和盐溶液 8 流体流速和喷头 4 运动速度合理配合,保证系统正确运行。

[0070] 驱动泵可采用叶片式泵、容积式泵、压电泵、气压泵、电润湿泵或蠕动泵等;本实施

例中采用压电泵。

[0071] 过饱和盐溶液 8 可为正盐（如醋酸钠、硝酸铜、硝酸铈等）过饱和溶液、酸式盐（如碳酸氢钠等）过饱和溶液、或复盐（如硫酸铝钾、硫酸亚铁铵等）过饱和溶液。过饱和盐溶液 8 在储液容器 2、喷头 4、管道 5 内均为液态，一旦其被喷射到沉积基台 1，遇到结晶中心 13 而迅速结晶变为固态。本实施例中采用碳酸氢钠过饱和溶液；

[0072] 所述喷头 4 喷口直径可为 10 纳米～10 毫米。本实施例中选择 10 毫米。

[0073] 三维模型建造过程如图 3 所示，拟构建的三维模型（需成型的模型）首先输入计算机 6，经过软件分析并提取模型的截面数据；然后由计算机 6 根据模型截面数据信息控制喷头 4 沿截面轮廓和填充轨迹运动，同时定量控制驱动泵 3 喷射过饱和盐溶液 8 到存在结晶中心 13 的沉积基台 1 上，进行逐层结晶，堆叠建模；过饱和盐溶液 8 在连接管路 5 中的运输需要尽量无杂质，流体扰动小，以避免过饱和盐溶液 8 在连接管道 5 内获得晶核而结晶堵塞管道；最后成型完成的三维模型样品材质为过饱和盐溶液 8 的结晶水合物，在常温下即可保存。

[0074] 最后应说明的是：

[0075] 本发明的喷头喷口直径可为 10 纳米～10 毫米；本发明的喷头、储液容器、驱动泵及连接管路可为多个；本发明的结晶中心为人工布置的固体颗粒或块状溶质晶体，或沉积基台自身表面的粗糙突起；本发明的驱动泵可为叶片式泵、容积式泵、压电泵、电润湿泵或蠕动泵；本发明的过饱和盐溶液可为正盐过饱和溶液、酸式盐过饱和溶液或复盐过饱和溶液；虽然实施例中仅涉及上述范围中的几个实例，但本领域技术人员可以根据需要选择上述范围中某一种，应属本领域技术人员的应知应会。

[0076] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

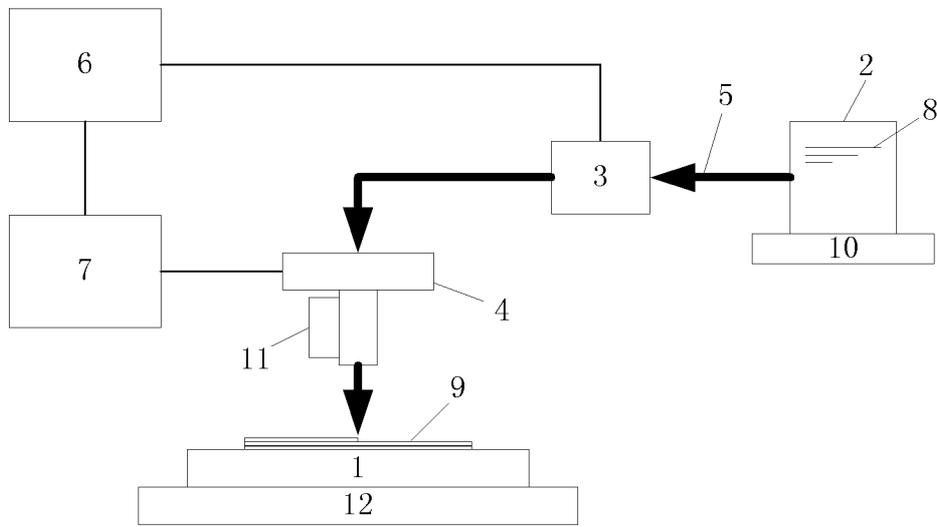


图 1

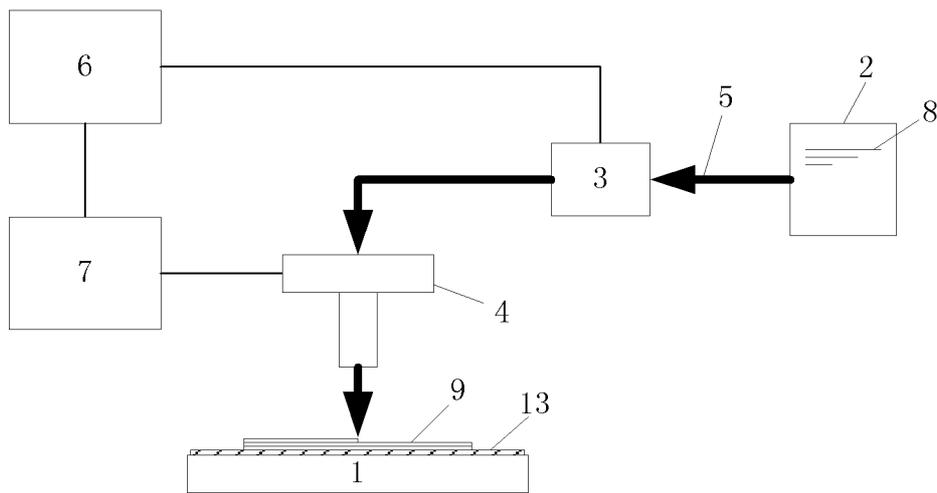


图 2

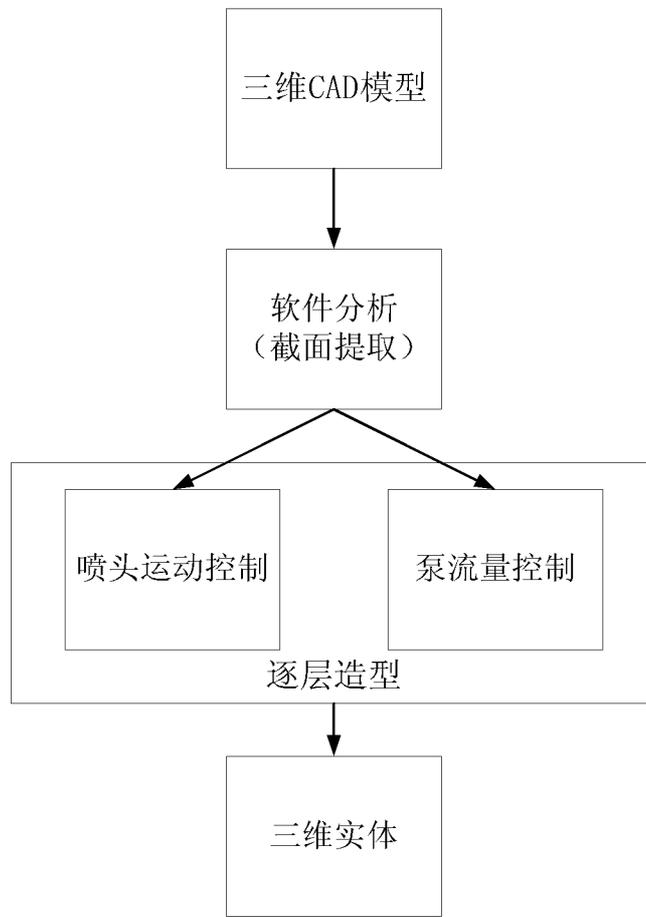


图 3

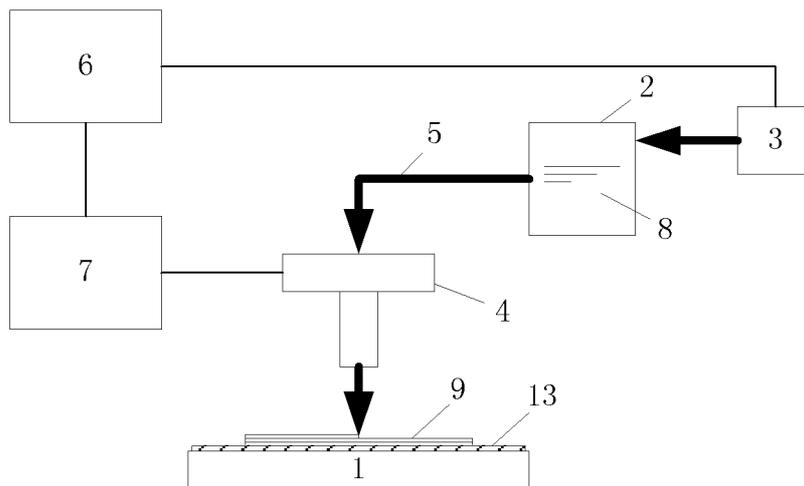


图 4