



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110126259 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201810131350.X

(22)申请日 2018.02.09

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 刘连庆 于海波 邹旻昊 周培林
刘柱

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 于晓波

(51)Int.Cl.

B29C 64/112(2017.01)

B29C 64/209(2017.01)

B29C 64/227(2017.01)

B33Y 30/00(2015.01)

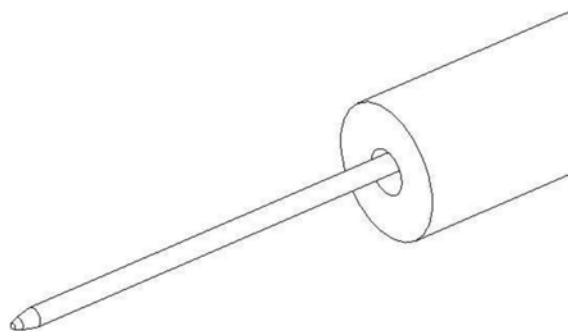
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头和喷印方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于针尖辅助电流体动力学喷印喷头和喷印方法,属于高分辨率喷印技术领域。通过电化学腐蚀方法制备钨针尖后,将钨针尖固定在喷嘴的内壁制备成针尖辅助喷头,将打印材料注入到针尖辅助喷头中并放置到三维移动平台上,基底放置在二维移动平台上,喷头连接高压电源正极,基底连接电源负极,通过控制喷头和基底之间的相对三维运动来实现定点精确沉积;通过程序指令实现点阵、线、图形化等结构的打印。本发明可以进一步提高打印的分辨率的同时,无需对打印材料进行稀释,拓展了材料的适用范围。



1. 一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头,其特征在于:该喷印喷头包括喷头本体和钨针尖,所述喷头本体为柱状空心结构,所述钨针尖固定在喷头本体的内侧壁上,形成针尖辅助装置;所述钨针尖伸出喷头的长度为0.5-2mm。

2. 根据权利要求1所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头,其特征在于:所述喷头材质为钢,所述钨针尖通过电化学腐蚀方法制备。

3. 根据权利要求1所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头,其特征在于:所述钨针尖的制备过程为:以钨丝作为阳极接电源正极,铜棒作为阴极接电源负极,铜棒插入腐蚀溶液中;其中:电源为直流电源,腐蚀溶液为NaOH溶液;施加腐蚀电压大小为5V,腐蚀时间为20s。

4. 根据权利要求1所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头,其特征在于:所述喷头本体的内径和钨针尖直径根据实际需求进行选择。

5. 一种利用权利要求1-4任一所述喷印喷头进行的基于针尖辅助的电流体动力学喷印方法,其特征在于:该方法是利用电流体动力学喷印技术,使用基于针尖辅助的喷印喷头,在针尖导流的同时,使得场强增强,在无需对打印材料进行稀释的情况下实现高分辨率打印。

6. 根据权利要求5所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印方法,其特征在于:所述打印材料为高粘度液滴,粘度大于 $10^4\text{mPa}\cdot\text{S}$,打印前无需稀释。

7. 根据权利要求5所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印方法,其特征在于:打印过程中,使用直流高压电源,电源正极与喷头连接,电源负极与基底连接且接地,设置工作电压950V后,使打印材料形成射流从喷印喷头中喷出。

8. 根据权利要求5所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印方法,其特征在于:打印过程中,所述喷印喷头放置在三维移动平台,调节Z向高度使针尖距离基底的高度小于1mm,基底放置在二维移动平台,通过程序指令运动实现点阵、线和/或图形化精确沉积。

9. 根据权利要求5所述的基于针尖辅助的电流体动力学喷印方法,其特征在于:所述基底为柔性基底或刚性基底。

一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头和喷印方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高分辨率喷印技术领域,具体涉及一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头和喷印方法。

背景技术

[0002] 微纳米技术是一个涵盖电子学、化学、物理学、生物学、医疗、材料等多个领域交叉的综合性学科。微纳制造在微机电系统、微纳传感器、生物组织骨架、柔性电子器件等领域发挥着重要作用。近些年来,随着微纳器件集成度和系统化的要求不断提高,微纳米结构的大规模快速成型、高集成度高分辨率和低成本制造已经成为微纳技术应用发展的关键。

[0003] 传统的微纳加工方法主要有自上而下的减材式和自下而上的增材式,光刻加工和喷墨打印是两种典型的代表。光刻法虽具有较高的加工精度、分辨率高,但因为其工艺过程复杂,需要模板,成本较高,且在进行底层刻蚀时对环境要求苛刻,去除光刻胶会引入杂质,破坏基底;应用最为广泛和数量最多的技术为纳米压印和转印技术。纳米压印具有工艺灵活、加工快捷和成本低廉等优点,但面对工业生产的大批量需求,纳米压印的速度还远远达不到要求;喷墨打印技术无需模板,能够将功能材料直接沉积在基底上形成图案,但其打印材料的驱动方式均采用压电或气动等挤压方式,液滴尺寸一般不小于喷嘴的内径,受喷嘴内径尺寸的限制,打印分辨率无法提高,而且对高粘度或受热性较差的材料打印十分困难,材料的适用性低。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术中存在的上述不足之处,本发明的目的在于提供一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头和喷印方法,采用该喷头和喷印方法能够实现高粘度液体的高分辨率打印,并可直接在基底沉积材料,无需模板。

[0005] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头,该喷印喷头包括喷头本体和钨针尖,所述喷头本体为柱状空心结构,所述钨针尖固定在喷头本体的内侧壁上,形成针尖辅助装置;所述钨针尖伸出喷头的长度为0.5-2mm。

[0007] 所述喷头材质为钢,所述钨针尖通过电化学腐蚀方法制备;所述钨针尖的制备过程为:以钨丝作为阳极接电源正极,铜棒作为阴极接电源负极,铜棒插入腐蚀溶液中;其中:电源为直流电源,腐蚀溶液为NaOH溶液;腐蚀电压大小为5V,腐蚀时间为20s。

[0008] 所述喷头本体的内径和钨针尖直径根据实际需求进行选择。

[0009] 利用所述喷印喷头进行的电流体动力学喷印方法,是利用电流体动力学喷印技术(Electrohydrodynamic jet Printing),使用基于针尖辅助的喷印喷头,在针尖导流的同时,使得场强增强,在无需对打印材料进行稀释的情况下实现高分辨率打印。

[0010] 所述打印材料为高粘度液滴,如光固化胶,对于粘度大于 $10^4\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的液体打印前无需稀释。

[0011] 打印过程中,使用直流高压电源,电源正极与喷头连接,电源负极与基底连接且接地,设置工作电压950V后,使打印材料形成射流从喷印喷头中喷出。所述基底为柔性基底或非规则表面基底。

[0012] 打印过程中,所述喷印喷头放置在三维移动平台,调节Z向高度使针尖距离基底的高度小于1mm,基底放置在二维移动平台,通过程序指令运动实现点阵、线和/或图形化精确沉积。

[0013] 本发明设计原理如下:

[0014] 本发明是基于电流体动力学喷印技术(E-jet Printing),使高压电场在喷头和基底间形成的场强通产生了电流体动力学现场,极化的打印溶液受到电场力作用,当电场力克服表面张力,产生微小液滴;通过在喷头内壁设置针尖制备针尖辅助装置,起到导流作用,同时使得场强得到增强,工作电压减小,打印更高粘度的液体,实现高分辨率液滴喷印;通过本发明的这种方法,可以进一步提高打印的分辨率的同时,无需对打印材料进行稀释,拓展了材料的适用范围。

[0015] 本发明的优点与有益效果为:

[0016] 1.本发明是一种无模板,工艺流程简单,能够通过移动平台的运动实现精确定点打印,根据实际需求可选用不同内径钢制喷头和不同的钨丝直径以及在不同电压下打印不同尺寸大小的液滴和直线;

[0017] 2.本发明有别于传统的微纳制造方法,是一种高分辨率,高效的喷印技术,同时无需对打印材料进行稀释处理,可以适应多种材料,降低了打印所需环境;

[0018] 3.本发明喷印过程为增材制造方式,可以直接将打印材料沉积在基底上,可以适应于柔性基底和不规则表面,降低了对基底材质的要求。

附图说明:

[0019] 图1为针尖辅助电流体动力学喷印过程示意图;

[0020] 图2为基于针尖辅助的喷印喷头结构图;

[0021] 图3为基于针尖辅助辅助的喷印喷头侧视图;

[0022] 图4为基于针尖辅助的电流体动力学喷印结果点阵和线光学显微图。

具体实施方式:

[0023] 本发明为基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头和喷印方法,其采用特定结构的喷头和工艺进行打印,具有分辨率高、打印材料无需稀释、不需要模板等优点。喷印过程如图1所示,具体是通过电化学腐蚀方法制备钨针尖后,将钨针尖粘附在喷头的内壁制备成针尖辅助装置,将针尖辅助装置放置三维移动平台,通过控制三维移动平台实现定点精确沉积,将打印材料注入到喷头中,喷头连接高压电源正极,基底连接电源负极;基底放置在二维移动平台上,通过程序指令实现点阵、线、图形化打印。针对不同尺寸的需求可以更换喷头内径和钨针尖直径。

[0024] 所述基于针尖辅助的电流体动力学喷印喷头的结构如图2-3所示,该喷印喷头包括喷头本体和钨针尖,所述喷头本体为柱状空心结构,所述钨针尖固定在喷头本体的内壁上,形成针尖辅助装置;所述钨针尖伸出喷头的长度为0.5-2mm。

[0025] 所述喷头材质为钢,所述钨针尖通过电化学腐蚀方法制备;

[0026] 利用所述喷印喷头进行的电流体动力学喷印时,在针尖导流的同时,使得场强增强,在无需对打印材料进行稀释的情况下实现高分辨率打印。

[0027] 实施例1:

[0028] 1、利用电化学腐蚀方法制备钨针尖,具体过程如下:

[0029] 选取直径为 $10\mu\text{m}$ 的钨丝与直流电源正极相连,电源负极接铜丝插入电解液中,电解液使用浓度为 2mol/L 的 NaOH 溶液,直流电源电压为 5V ,腐蚀时间为 20s 。

[0030] 2.将制备的钨针尖固定在喷头内壁上,喷头内径为 $60\mu\text{m}$,外径 $240\mu\text{m}$,钨针尖伸出喷头长度约为 1mm ;准备好打印材料光固化胶,其外观为透明粘性液体,粘度为(),不做稀释处理;带针尖的喷头与注射器相连,将打印所需的材料(光固化胶)注入到针筒中,通过挤压注射器活塞,确保打印材料能够顺利挤出;直接灌注到喷头中;将打印基底硅片,放置在二维移动平台上,将带有针尖辅助装置的喷头放置在三维移动平台Z轴上,通过控制三维移动平台将打印针头移动到基底上的目标位置,精确地控制针尖和基底的之间的距离;通过编程将二维移动平台的具体运动路径规划好;

[0031] 3.高压电源作为墨液驱动装置,直流高压电源的正极接钢制喷头;电源负极接基底并接地,用于在喷头和基底间形成驱动打印墨水的高压静电场力;

[0032] 4.打开电源将电压调整到 950V ,待喷出的射流稳定后;通过控制指令对二维移动平台的运动路径和速度进行设定,实现点阵和线在基底上的精确沉积;对于点阵,二维平台运动速度为 $5\mu\text{m/s}$,对于线,二维平台的运动速度为 $1\mu\text{m/s}$ 。

[0033] 5.打印完成后,使用波长为 365nm 的紫外光固化 $20-30$ 分钟后,使用光学显微镜表征打印结果。

[0034] 图4为喷印结果点阵和线光学显微图,由图中可以看出点阵的平均直径约为 $3\mu\text{m}$,线宽平均约为 $6\mu\text{m}$ 。

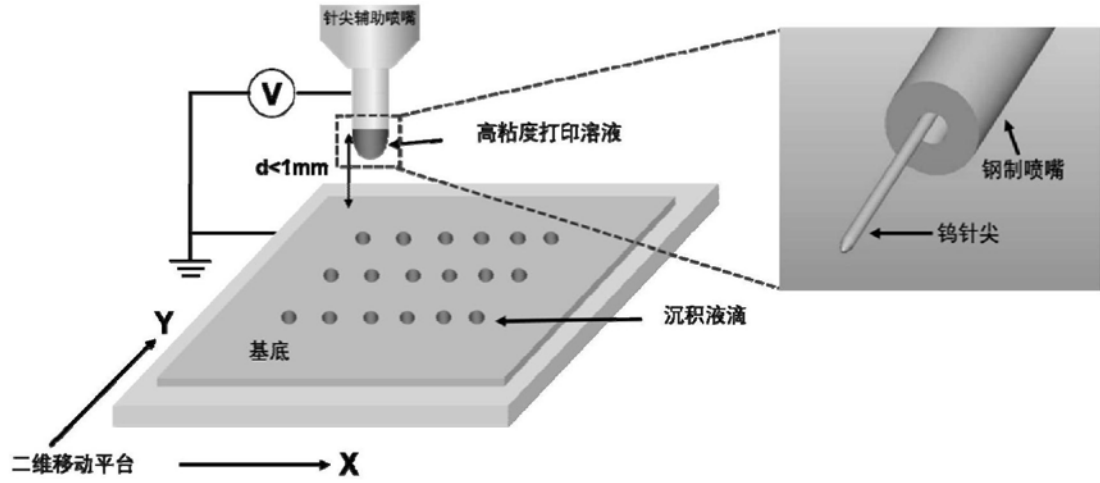


图1

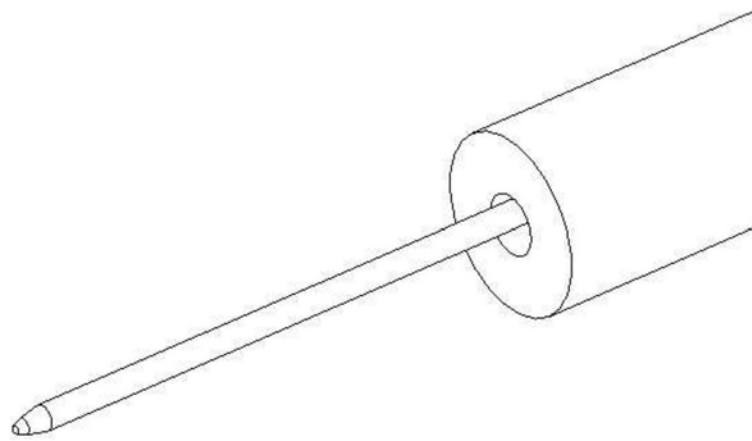


图2

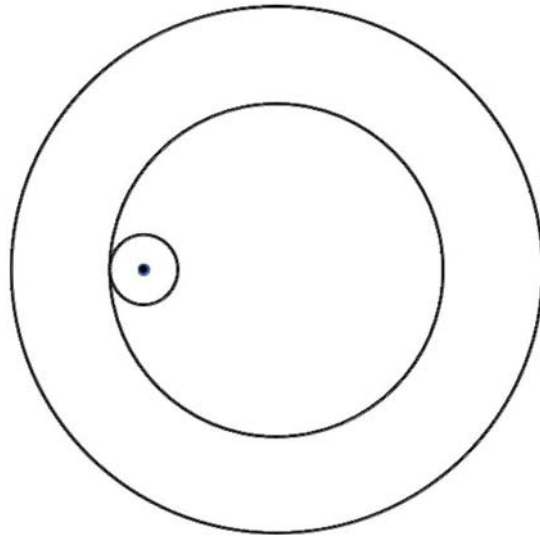


图3

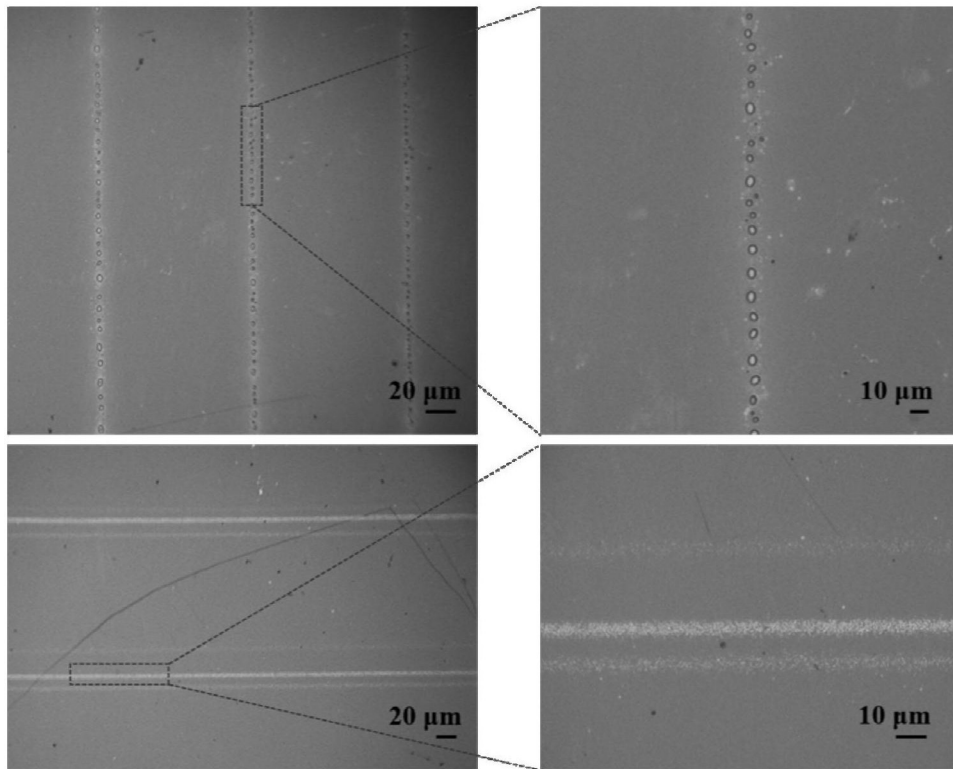


图4