



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109940986 A  
(43)申请公布日 2019.06.28

(21)申请号 201711382416.4

(22)申请日 2017.12.20

(71)申请人 北京赛特超润界面科技有限公司  
地址 101320 北京市顺义区林河北大街10号

(72)发明人 刘欢 孟利利 江雷

(74)专利代理机构 北京方安思达知识产权代理有限公司 11472  
代理人 陈琳琳 武玥

(51)Int.Cl.

B41J 2/01(2006.01)

B41J 2/14(2006.01)

B41J 2/15(2006.01)

B41M 5/00(2006.01)

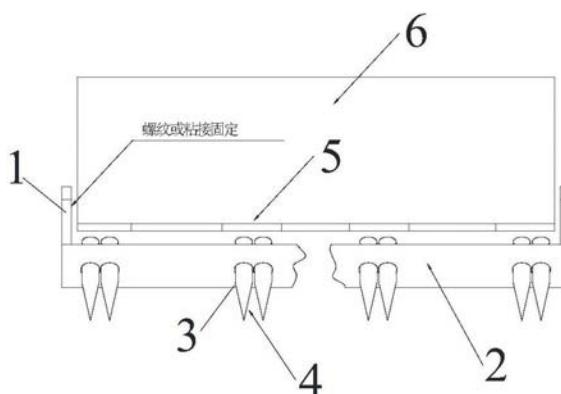
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置及印刷方法

## (57)摘要

本发明涉及功能材料技术领域。本发明的喷墨式印刷装置,包括含有m排出墨孔组的储墨盒电路板(1)以及固定在储墨盒电路板下部的对应的m排笔架(2);每排出墨孔组含有n个出墨孔(5),对应的,每排笔架含有n组固定孔(3),每个固定孔内插入并固定若干表面有微纳米结构的锥状纤维(毛针)(4)形成一组锥状纤维阵列单元(笔毛),每个出墨孔下对应一组笔毛,所述出墨孔的垂直投影对应笔毛的顶尖位置;所述笔毛的尖部朝下,与水平呈 $12\sim 18^\circ$ 角。本发明所采用的锥状纤维材料廉价易得,喷墨打印技术可将墨水打印在精确位置,锥状纤维中微结构可以墨水可控连续均匀的进行传输,解决了很多技术成膜均匀性的问题。



1. 一种可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述喷墨式印刷装置包括含有m排出墨孔组的储墨盒电路板(1)以及固定在储墨盒电路板下部的对应的m排笔架(2);每排出墨孔组含有n个出墨孔(5),对应的,每排笔架含有n组固定孔(3),每个固定孔内插入并固定若干表面有微纳米结构的锥状纤维(4)形成一组锥状纤维阵列单元,每个出墨孔下对应一组锥状纤维阵列单元,所述出墨孔的垂直投影对应锥状纤维阵列单元的顶尖位置;

所述锥状纤维阵列单元的尖部朝下,与水平呈 $12\sim 18^\circ$ 角。

2. 根据权利要求1所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述每个固定孔内插入并固定1~4根锥状纤维形成一组锥状纤维阵列单元。

3. 根据权利要求2所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述每个固定孔内插入并固定2根锥状纤维形成一组锥状纤维阵列单元。

4. 根据权利要求1-3任一所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述锥状纤维为聚合物纤维、无机非金属纤维、金属纤维或动物毛发。

5. 根据权利要求4所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述的动物毛发长度为1~5厘米,毛发的主体为具有多糖和蛋白结构的圆锥状纤维材料;所述锥状材料的直径从0~150微米变化,形成一个渐变的锥形结构;所述锥形结构表面覆盖一层50~300纳米高度的“鳞片状”定向结构,或者同样尺度的纳米结构。

6. 根据权利要求4所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述的锥状纤维为聚合物纤维,无机非金属纤维或金属纤维,锥状纤维材料的直径从0~500微米变化,长度1~5厘米,所述毛针经化学腐蚀渐变的锥状结构,所述锥状结构表面有粗糙结构。

7. 根据权利要求1-3任一所述的喷墨式印刷装置,其特征在于,所述锥状纤维阵列单元的根部朝向储墨盒电路板的前进移动方向。

8. 一种基于权利要求1-7任一所述喷墨式印刷装置的印刷方法,包括以下步骤:

1) 将功能分子溶液装入储墨盒,溶液液滴经储墨盒电路板上的出墨孔滴落在锥状纤维阵列单元上,制得印刷工具;

2) 将步骤1)得到的印刷工具连接到三维移动台,使储墨盒电路板水平置于基底上方,下移使每组的锥状纤维阵列单元尖部接触基底,然后下压0~3mm,以 $0\sim 5000\mu\text{m/s}$ 的速度移动,制得图案化表面。

9. 根据权利要求8所述的印刷方法,其特征在于,所述基底为玻璃片、硅片、聚合物基底或纸。

# 一种可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置及印刷方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及功能材料技术领域,具体地,涉及一种可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置及印刷方法。

## 背景技术

[0002] 功能材料图案化是实现电子器件及集成加工的必要手段,其在光学显示、电子电路、半导体器件和太阳能电池等方面有广泛应用,例如图案化的光子晶体用于灵敏度检测领域,导电聚合物的图案化用于光电子器件,特别是柔性电子器件的制备、将量子点制备成墨水进行打印,可以获得不同形状、不同颜色的发光图案。鉴于功能材料图案化在发展信息技术、医学技术、能源技术等领域的重要性,现已成为各个研究领域的一个热点问题。然而,现阶段的图案化加工工艺所存在的各种问题一直困扰着研究人员。

[0003] 光刻技术是一种被广泛应用于半导体工业中的方法,可形成均匀的、精确的、高分辨率的布线,但是这使光刻技术仍然局限于模板与产品1:1的复制模式会造成资源的浪费和效率的降低。丝网印刷法是一种广泛用于快速、廉价、大面积沉积染料薄膜的技术,而且很容易遭沉积的基底区域定义图案,但是,丝网印刷法的图案化精度较低,一般只能达到几微米至几十微米的水平,而且丝网印刷法对所需溶液要求具有较高的粘度和较低的挥发性,所形成的图案化薄膜粗糙度较高。可采用直接印刷材料薄膜的方法实现其图案化从而保护其性能,但是该技术在实现大面积的高精度图案化加工上还存在着图案的均匀性、加工的连续性、不同材料由于热膨胀系数差异导致的多层加工的尺寸偏差及对准精度等问题。图案化喷墨打印技术是一种图案化快速制备技术。其具有打印速度快、非接触,定位精确度高等优点,近年来在光电器件领域受到广泛关注。然而喷墨打印所形成的图案化薄膜的均匀性和膜厚都存在问题。由此可见,图案化技术仍面临着极大的挑战。

## 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置及印刷方法。

[0005] 本发明的可控输运液体为图案化表面的喷墨式印刷装置,其中,包括含有m排出墨孔组的储墨盒电路板1以及固定在储墨盒电路板下部的对应的m排笔架2;每排出墨孔组含有n个出墨孔5,对应的,每排笔架含有n组固定孔3,每个固定孔内插入并固定若干锥状纤维4(毛针)形成一组锥状纤维阵列单元(笔毛),每个出墨孔下对应一组锥状纤维阵列单元;所述出墨孔的垂直投影对应锥状纤维阵列单元的顶尖位置;所述锥状纤维阵列单元的尖部朝下,与水平呈 $12\sim 18^\circ$ 角。

[0006] 根据本发明所述的喷墨式印刷装置,其中优选的,所述每个固定孔内插入并固定1~4根锥状纤维(毛针)形成一组锥状纤维阵列单元(笔毛)。进一步优选的,所述每个固定孔内插入并固定2根锥状纤维形成一组锥状纤维阵列单元。进一步地,当锥状纤维阵列单元为

一根锥状纤维时,所述出墨孔的垂直投影中心对应锥状纤维的顶尖位置;当锥状纤维阵列单元为两根锥状纤维及以上时,所述各锥状纤维平行成一行,所述出墨孔的垂直投影对应锥状纤维的顶尖位置,并且,还要使出墨孔的垂直投影中心对应于锥状纤维阵列单元的中心(即最外侧两根毛针之间的中心位置),以保证喷墨材料可以均匀分布于锥状纤维阵列单元中的各锥状纤维上。

[0007] 根据本发明所述的喷墨式印刷装置,其中,所述锥状纤维为聚合物纤维、无机非金属纤维,金属纤维或动物毛发。所述锥状纤维形状如图5所示。

[0008] 当所述锥状纤维为动物毛发时,可以是狼毫毛、石獾毛或兔毛等。所述动物毛发长度为1~5厘米,毛的主体为具有多糖和蛋白结构的圆锥状材料;所述锥状材料的直径从0~150微米变化,形成一个渐变的锥形结构;所述锥形结构表面覆盖一层50~300纳米高度的“鳞片状”定向结构,或者同样尺度的纳米结构。

[0009] 当所述锥状纤维为聚合物纤维,无机非金属纤维或金属纤维时,可以是聚乙烯纤维、聚乙烯醇纤维、玻璃纤维、铜丝、银丝、碳纤维等。材料的直径从0~500微米变化,根据需要将材料剪成需要的长度一般为1~5厘米,然后将纤维固定在三维台上进行化学腐蚀,腐蚀成渐变的锥状结构,该锥状结构表面有一定的粗糙结构。

[0010] 根据本发明所述的喷墨式印刷装置,其中,所述锥状纤维阵列单元根部朝向储墨盒电路板的前进移动方向。

[0011] 根据本发明所述的喷墨式印刷装置,其中作为优选的,所述偶数排的笔架与奇数排的笔架相错一组锥状纤维阵列单元交错设置。

[0012] 本发明所述的笔架可以是本领域公知可以使用的任意材料,例如,钛合金等。本发明中的笔架可以是任意公知方式固定于储墨盒电路板下方,例如通过螺纹或粘接方式使笔架固定部固定于储墨盒两侧。

[0013] 本发明还提供基于上述喷墨式印刷装置的印刷方法,该方法具体包括以下步骤:

[0014] 1) 将功能分子溶液装入储墨盒,溶液液滴经储墨盒电路板上的出墨孔滴落在锥状纤维阵列单元上,制得印刷工具;

[0015] 2) 将步骤1)得到的印刷工具连接到三维移动台,使储墨盒电路板水平置于基底上方,下移使锥状纤维阵列单元尖部接触基底,然后下压0~3mm,以0~5000 $\mu\text{m}/\text{s}$ 的速度移动,制得图案化表面。

[0016] 根据本发明所述的印刷方法,其中,所述基底为玻璃片、硅片、聚合物基底(PET等聚合物)或纸等。

[0017] 本发明所提及的功能性液体(墨水)包括高分子溶液,小分子溶液,无机纳米粒子溶液,量子点溶液,纳米线溶液(银纳米线,氧化铝纳米线,氧化锌纳米线,微生物溶液,铜纳米线等)等。

[0018] 本发明的喷墨式印刷装置可以用于光子晶体的图案化,应用于智能显示、光波导、光纤、反射镜、超棱镜、光催化太阳能电池及传感检测等领域;用于导电聚合物的图案化,广泛应用于光电器件,特别是柔性光电器件等领域;对无机纳米粒子墨水、量子点墨水、碳纳米管墨水、石墨烯墨水和炭黑墨水的图案化,可应用于绿色制版、光学显示、电子电路、半导体器件和太阳能电池等方面;用于金属墨水的图案化,可用于无模版大面积制备电子电路、数据存储等微电子器件。

[0019] 本发明结合喷墨打印技术和毛笔直接印刷方法,喷墨打印技术可以将墨水准确的喷在毛笔上起到准确连续供墨的作用,由毛笔进一步将墨水图案化,毛笔特有的表面具有微纳米结构的锥状纤维结构可以实现可控均匀的将墨水传输在基底上,该方法结合了两种技术的优势同时也解决了喷墨打印技术中膜的均匀性和厚度等问题。

[0020] 图案化技术大都存在技术成本、精准度、成膜性等问题,现有技术都不能同时解决这几个问题,本发明提出的这种方法同时解决了这几个亟待解决的问题,所采用的锥状纤维材料廉价易得,喷墨打印技术可将墨水打印在精确位置,锥状纤维中微结构可以墨水可控连续均匀的进行传输,解决了很多技术成膜均匀性的问题。

### 附图说明

[0021] 图1为本发明的喷墨式印刷装置主视图(以两根毛针为例,含储墨盒);

[0022] 图2为本发明的喷墨式印刷装置侧视图(以两根毛针为例,含储墨盒);

[0023] 图3为本发明的喷墨式印刷装置的笔架主视图;

[0024] 图4为本发明的喷墨式印刷装置的笔架侧视图;

[0025] 图5为本发明的喷墨式印刷装置的聚合物毛针示意图;

[0026] 图6为本发明的喷墨式印刷装置的打印示意图。

[0027] 附图标记

[0028] 1、储墨盒电路板      2、笔架      3、固定孔      4、锥状纤维

[0029] 5、出墨孔      6、储墨盒

### 具体实施方式

[0030] 下面结合实施例对本发明技术方案予以进一步的说明。

[0031] 如图1-2所示,本发明的控制运输液体为图案化表面的喷墨式印刷装置,其中,包括含有m排出墨孔组的储墨盒电路板1以及固定在储墨盒电路板下部的对应的m排笔架2;每排出墨孔组含有n个出墨孔5,对应地,每排笔架含有n组固定孔3,每个固定孔内插入并固定若干锥状纤维4(毛针)形成一组锥状纤维阵列单元(笔毛),每个出墨孔下对应一组锥状纤维阵列单元;所述出墨孔的垂直投影对应锥状纤维阵列单元的顶尖位置;所述锥状纤维阵列单元的尖部朝下,与水平呈 $12\sim 18^\circ$ 角。

[0032] 所述笔毛根部朝向储墨盒电路板的前进移动方向。其中作为优选的,所述偶数排的笔架与奇数排的笔架相错一组笔毛交错设置。

[0033] 所述笔架结构如图3-4所示,优选使用钛合金笔架,通过螺纹或粘接方式使笔架固定部固定于储墨盒6的两侧。

[0034] 如图6所示,使用本申请的喷墨式印刷装置印制图案化薄膜时,首先,将功能分子溶液装入储墨盒,溶液液滴经储墨盒电路板上的出墨孔滴落在笔毛上,制得印刷工具;然后,将步骤1)得到的印刷工具连接到三维移动台,使储墨盒电路板水平置于基底上方,下移使笔毛头部接触基底,然后下压,以 $0\sim 5000\mu\text{m/s}$ 的速度移动,制得图案化表面。

[0035] 实施例1

[0036] (1)取1cm长度的各向异性微结构的锥状纤维,分别使用丙酮、酒精和水超声5分钟,清洗干净,常温晾干;锥状纤维选用有“鳞片状”结构表面的动物新生毛发(狼毫纤维);

[0037] (2) 所选取的储墨盒有几个不同的储墨区,每个储墨区分别对应着几个不同的出墨孔,出墨孔间距可根据需要不同的图案要求在0~1cm之间进行调节。

[0038] (3) 将步骤(1)得到的狼毫纤维选取2根紧密排列形成笔毛,并将锥状纤维粗端粘接到储墨盒出墨孔的下方(如图2所示),并与储墨盒出墨孔平面成一定的倾斜角度(优选15度)制备出印刷工具。使一个储墨盒出墨孔对应一组笔毛,储墨盒可由电脑程序控制其喷墨,并且可根据需要随时更换墨水,更换之后密封即可;

[0039] (4) 将含量为5%的PEDOT:PSS水溶液(其中含0.8%的PEDOT和0.5%的PSS)中加入5%的二甲基亚砷以增强其导电能力,再将这种混合的液体材料注入储墨盒;

[0040] (5) 将步骤(3)得到的印刷工具链接到三维移动台,以与平面成15°角度靠近基底,接触基底后下压0~3mm,将要刷的图案输入电脑程序中,在电脑程序的操控下,以100μm/s的速度快速移动,便制得图案化薄膜。

[0041] 实施例2

[0042] (1) 取3cm长度的各向异性微结构的锥状纤维,分别使用丙酮、酒精和水超声5分钟,清洗干净,常温晾干;锥状纤维选用带有微结构的高分子锥状纤维(聚乙烯纤维毛针);

[0043] (2) 所选取的储墨盒有几个不同的储墨区,每个储墨区分别对应着几个不同的出墨孔,出墨孔间距可根据需要不同的图案要求在0~1cm之间进行调节;

[0044] (3) 将步骤(1)得到的锥状聚乙烯纤维选取2~4根紧密排列,并将锥状纤维粗端粘接到储墨盒出墨孔的下方,并与储墨盒出墨孔平面成一定的倾斜角度(优选12度),制备出印刷工具。使一个出墨孔对应一组毛针,储墨盒可由电脑程序控制其喷墨,并且可根据需要随时更换墨水,更换之后密封即可;

[0045] (4) 将配好的浓度为2mg/mL的红、绿、蓝三种量子点溶液分别装入储墨盒的不同储墨区。

[0046] (5) 将步骤(3)得到的印刷工具链接到三维移动台,以与平面成12°角度靠近基底,接触基底后下压0~2mm,将要刷的图案输入电脑程序中,在电脑程序的操控下,以300μm/s的速度快速移动,便制得图案化薄膜;

[0047] 实施例3

[0048] (1) 取2cm长度的各向异性微结构的锥状纤维,分别使用丙酮、酒精和水超声5分钟,清洗干净,常温晾干;锥状纤维选用带有微结构的高分子锥状纤维(玻璃纤维毛针);

[0049] (2) 所选取的储墨盒有几个不同的储墨区,每个储墨区分别对应着几个不同的出墨孔,出墨孔间距可根据需要不同的图案要求在0~1cm之间进行调节;

[0050] (3) 将步骤(1)得到的锥状玻璃纤维选取2~4根紧密排列,并将纤维粗端粘接到储墨盒出墨孔的下方,并与储墨盒出墨孔平面成一定的倾斜角度(优选18度),制备出印刷工具。使一个出墨孔对应一组毛针,储墨盒可由电脑程序控制其喷墨,并且可根据需要随时更换墨水,更换之后密封即可;

[0051] (4) 将配好质量分数为9%的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)溶液(溶剂为丙酮)注入储墨盒;

[0052] (5) 将步骤(3)得到的印刷工具链接到三维移动台,以与平面成18°角度靠近基底,接触基底后下压0~3mm,将要刷的图案输入电脑程序中,在电脑程序的操控下,以500μm/s的速度快速移动,便制得图案化薄膜。

[0053] 实施例4

[0054] (1) 取2cm长度的各向异性微结构的锥状纤维,分别使用丙酮、酒精和水超声5分钟,清洗干净,常温晾干;锥状纤维选用带有微结构的金属锥状纤维(铜丝);

[0055] (2) 所选取的储墨盒有几个不同的储墨区,每个储墨区分别对应着几个不同的出墨孔,出墨孔间距可根据需要不同的图案要求在0~1cm之间进行调节;

[0056] (3) 将步骤(1)得到的锥状铜丝纤维选取3根紧密排列,并将纤维粗端粘接到储墨盒喷嘴的下方(如图所示),并与储墨盒喷嘴平面成一定的倾斜角度(优选13度),制备出印刷工具。使一个出墨孔对应一组毛针,储墨盒可由电脑程序控制其喷墨,并且可根据需要随时更换墨水,更换之后密封即可;

[0057] (4) 将配好质量分数为5%的聚苯乙烯(PS)溶液(溶剂为二氯甲烷)注入储墨盒;

[0058] (5) 将步骤(3)得到的印刷工具链接到三维移动台,以与平面成13°角度靠近基底,接触基底后下压0~2mm,将要刷的图案输入电脑程序中,在电脑程序的操控下,以2000 $\mu\text{m}/\text{s}$ 的速度快速移动,便制得图案化薄膜。

[0059] 实施例5

[0060] (1) 取4cm长度的各向异性微结构的锥状纤维,分别使用丙酮、酒精和水超声5分钟,清洗干净,常温晾干;锥状纤维选用带有微结构的高分子锥状纤维(聚乙烯醇纤维毛针);

[0061] (2) 所选取的储墨盒有几个不同的储墨区,每个储墨区分别对应着几个不同的出墨孔,出墨孔间距可根据需要不同的图案要求在0~1cm之间进行调节;

[0062] (3) 将步骤(1)得到的锥状聚乙烯醇纤维选取3根紧密排列,并将锥状纤维粗端粘接到储墨盒出墨孔的下方,并与储墨盒出墨孔平面成一定的倾斜角度(优选16度),制备出印刷工具。使一个出墨孔对应一组毛针,储墨盒可由电脑程序控制其喷墨,并且可根据需要随时更换墨水,更换之后密封即可;

[0063] (4) 向银纳米粒子溶液中加入0.1%的PVA作为稳定剂,然后将混合溶液注入储墨盒;

[0064] (5) 将步骤(3)得到的印刷工具链接到三维移动台,以与平面成16°角度靠近基底,接触基底后下压0~2mm,将要刷的图案输入电脑程序中,在电脑程序的操控下,以5000 $\mu\text{m}/\text{s}$ 的速度快速移动,便制得图案化薄膜。

[0065] 当然,本发明还可以有多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,熟悉本领域的技术人员可根据本发明的公开做出各种相应的改变和变形,但这些相应的改变和变形都应属于本发明的权利要求的保护范围。

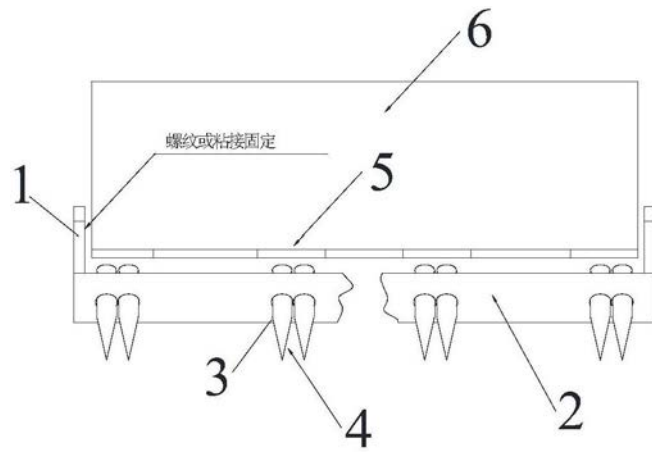


图1

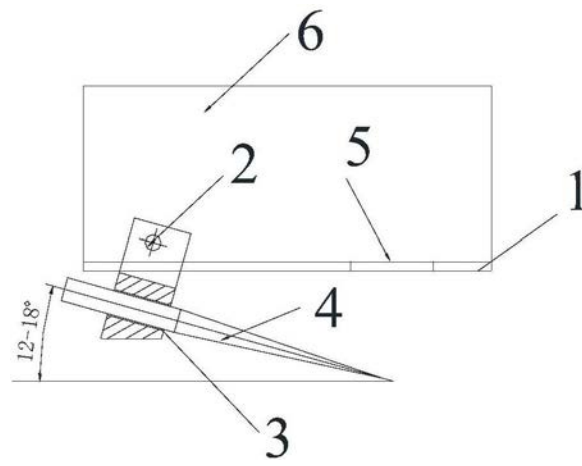


图2

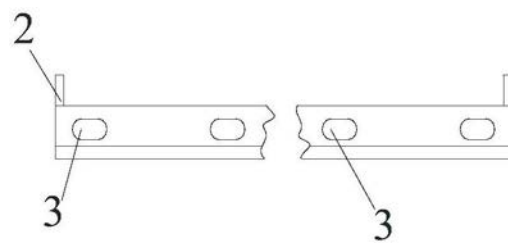


图3



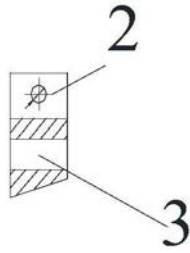


图4



图5

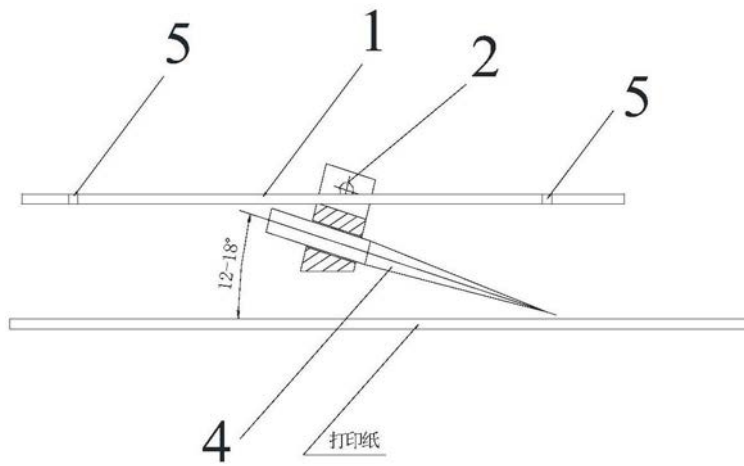


图6