



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106601872 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(21)申请号 201611151576.3

(22)申请日 2016.12.14

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72)发明人 王大志 王强 孟庆博 李凯
梁军生 任同群 冯立 韦运龙
衣珊珊

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心
21200

代理人 李晓亮 赵连明

(51)Int.Cl.

H01L 31/18(2006.01)

H01L 31/0224(2006.01)

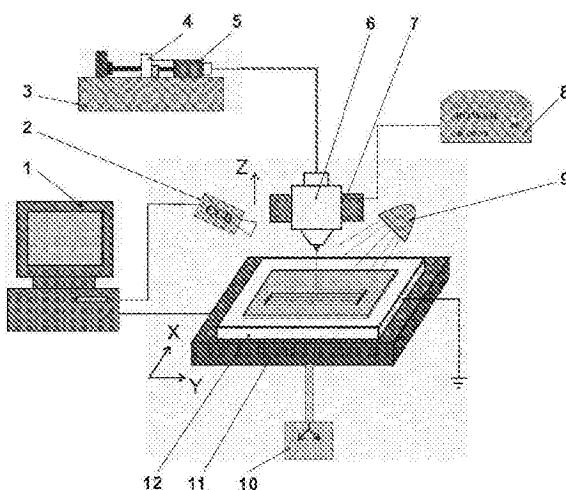
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置

(57)摘要

本发明属于先进制造技术领域，提供一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置，包括流体喷印模块、运动模块、显微视觉模块和控制模块四部分。所述的流体喷印模块实现导电墨水以一定的流速流出喷头喷孔；所述的运动模块中的运动平台实现二维平面运动，上位机控制其运动轨迹和运动速度，运动平台基板与真空吸附装置连接，真空吸附装置吸附固定光伏电池半导体片，使其跟随运动平台运动；所述的显微视觉模块实时监测软件实时监测打印过程。本发明的有益效果为装置简单，能够优化光伏电池电极结构，提高电极材料的利用率。



1. 一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的装置包括流体喷印模块、运动模块、显微视觉模块和控制模块;

所述的流体喷印模块包括注射泵(3)、注射器(4)、导电墨水(5)、喷头(6)、喷头夹具(7)、电压控制器(8)和加热装置;所述的注射泵(3)连接220V交流电源,注射泵(3)夹紧固定注射器(4),导电墨水(5)由注射泵(3)吸入注射器(4);注射器(4)的针头一端通过塑料导管与喷头(6)上端连接;所述的喷头夹具(7)前端导电并定位夹紧喷头(6),后端绝缘并固定在能够纵向移动的Z位移轴上,调节喷印高度;所述的喷头(6)由导电材料制造,头部加工喷孔(13);所述的电压控制器(8)与220V交流电源连接,其输出端与喷头夹具(7)导电部分的右端相连;所述的加热装置为红外加热灯9或者运动平台基板12内部安装加热结构;

所述的运动模块包括真空吸附装置(10)、运动平台(11)、运动平台基板(12)、光伏电池半导体片(15);所述的运动平台基板(12)是平面度1微米以下的金属板,内部加工气道,用于连接真空吸附装置(10)的管道,运动平台基板(12)下端绝缘固定在运动平台(11)上,使其随运动平台(11)做相同运动;所述的运动平台(11)由220V交流电源供电,并与上位机(1)连接,实现通信,运动平台(11)在上位机(1)的程序控制下做二维平面运动,上位机(1)控制其运动轨迹和运动速度;所述的真空吸附装置(10)与运动平台基板(12)的气道相连,光伏电池半导体片(15)吸附固定在气道上方,随运动平台(11)做相同运动;

所述的显微视觉模块包括相机(2)及实时监测软件;所述的相机(2)与上位机(1)连接,镜头对准打印的区域,通过上位机(1)的实时监测软件实时监测打印过程;

所述的控制模块为上位机(1),上位机(1)控制运动平台(11)的运动轨迹、运动速度以及喷孔(13)的打印高度,并放大显示相机(2)视野范围内的打印过程。

2. 根据权利要求1所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的红外加热灯(9)连接0-30V直流电源,由0-30V直流电源供电,灯身放置在光伏电池半导体片(15)上方,使灯光照射整个光伏电池半导体片(15)表面区域并加热光伏电池半导体片(15)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的运动平台基板(12)内部安装加热结构为运动平台基板(12)内部铸有电热管,通过外接的数字温控器实时监控其温度,运动平台基板(12)的温度调节范围为20-400℃。

4. 根据权利要求1或2所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的喷孔(13)的内径200微米以下。

5. 根据权利要求3所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的喷孔(13)的内径200微米以下。

6. 根据权利要求1或2或5所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的电压控制器(8)的电压输出范围为0-5kV。

7. 根据权利要求3所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的电压控制器(8)的电压输出范围为0-5kV。

8. 根据权利要求1或2或5或7所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的红外加热灯(9)的发热功率范围为0-300W。

9. 根据权利要求3所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,其特征在于,所述的红外加热灯(9)的发热功率范围为0-300W。

10. 根据权利要求6所述的一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置，其特征在于，所述的红外加热灯(9)的发热功率范围为0-300W。

一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置

技术领域

[0001] 本发明属于先进制造技术领域,提供一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置。

背景技术

[0002] 太阳能光伏电池(以下简称光伏电池)能够将太阳能直接转换为电能,其原理是光生伏特效应。目前,硅太阳能电池发展最成熟,且在电池应用中占主导地位。

[0003] 硅太阳能电池主要由上电极、下电极、n型半导体、p型半导体以及p-n结等组成,其中上下电极直接与负载连接并向负载输出电压,是影响光伏电池串联电阻和光电转化效率的关键。光伏电池普遍采用银作为电极材料,银电极也是影响光伏电池成本的重要部分。光伏电池电极的宽度、高度、高宽比以及电极在电池板的面积对光伏电池光电转换效率具有重要影响。光伏电池有两条主栅和多条细栅,平行排列在镀有减反射膜的N型半导体上。为减小遮光效应和获得较小线阻,要求线宽小、线高大,附着力和电导性能优良。

[0004] 目前普遍采用丝网印刷技术制备光伏电池电极,该技术单次印刷烧结后制备的银电极宽度在50μm以上,高度在12~20μm,丝网印刷制备的栅线高宽比仅为0.4。受到网板结构和浆料性质的限制,难以进一步降低电极结构的宽度,因此难以降低电极在电池板上的面积,导致难以减小阴影损失。尽管通过二次印刷可以提高电极结构高度,但是二次印刷存在电极线宽精度难控制、工艺过程复杂等难题,这限制了光伏电池开路电压、短路电流、平面利用率、光电转换效率等性能的进一步提高。此外,由于丝网印刷属于接触制造方法,它直接把压力施加在易碎的半导体晶片上,容易造成晶片裂纹、断裂等损伤。并且丝网印刷的电极浆料利用率受限,需要经常更换丝网,这些增加了光伏电池的制造成本。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术难题是克服上述技术的不足,发明一种电喷印太阳能光伏电池电极装置。利用导电墨水在电场力作用下形成的微米级精细射流,并同时利用热场处理电喷印中的导电射流和电喷印成型的导电墨水,免除模板工艺过程,在光伏电池半导体片上直接打印成型光伏电池电极。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置,包括流体喷印模块、运动模块、显微视觉模块和控制模块四部分。

[0008] 所述的流体喷印模块包括注射泵3、注射器4、导电墨水5、喷头6、喷头夹具7、电压控制器8和加热装置;所述的注射泵3由220V交流电源供电,将导电墨水5吸入注射器4中,用注射泵3夹紧固定注射器4。注射器4的针头一端和喷头6上端通过塑料导管连接;喷头夹具7定位夹紧喷头6,所述的喷头夹具7前端导电并夹紧喷头6,后端绝缘并固定在可以纵向移动的Z位移轴上,实现喷印高度的调节。所述的喷头6由导电材料制造,头部加工有内径200微米以下的喷孔13;所述的电压控制器8的电源线连接220V交流电源,电压输出范围为0~5kV,其输出端与喷头夹具7导电部分的右端相连。所述的加热装置可以采用多种加热方式,加热

装置为红外加热灯9或者运动平台基板12内部安装加热结构。使用红外加热灯9加热时，红外加热灯9连接0-30V直流电源，由0-30V直流电源供电，其发热功率范围为0-300W，灯身放置在光伏电池半导体片15上方，使灯光照射整个光伏电池半导体片15表面区域并加热光伏电池半导体片15。使用具有加热功能的运动平台基板12加热时，运动平台基板12内部铸有电热管，通过外接的数字温控器实时监控其温度，运动平台基板12的温度调节范围为20-400℃。

[0009] 所述的运动模块包括真空吸附装置10、运动平台11、运动平台基板12、光伏电池半导体片15；所述的运动平台基板12是平面度1微米以下的金属厚板，内部加工有气道，用于连接真空吸附装置10的管道，其下端用绝缘螺钉与绝缘垫圈固定在运动平台11上，使其跟随运动平台11做相同运动。所述的运动平台11由220V交流电源供电，并用USB数据线和上位机1连接，实现通信。所述的运动平台11可以在上位机1的程序控制下做二维平面运动，通过上位机1还可以控制其运动轨迹和运动速度。所述的真空吸附装置10与运动平台基板12的气道相连，在气道上方放置光伏电池半导体片15，即可将其吸附固定，使其跟随运动平台11做相同运动。

[0010] 所述的显微视觉模块包括相机2及其实时监测软件。所述的相机2用数据线连接在上位机1上，镜头对准正在打印的区域，即可通过上位机1上的实时监测软件实时监测打印过程。

[0011] 所述的控制模块为上位机1。所述的上位机1可以控制运动平台11的运动轨迹、运动速度以及喷孔13的打印高度，并放大显示相机2视野范围内的打印过程。

[0012] 本发明的有益效果为：本发明提出一种电喷印太阳能光伏电池电极的装置，得到微米级光伏电池电极，电极线宽可为几十微米到上百微米，高度可达几十微米，高宽比可达1以上；能够优化光伏电池电极结构，提高电极材料的利用率，提高光伏电池板的平面利用率，并将有利于提升光伏电池电极的电学性能，有利于提高光伏电池光电转换效率，降低光伏电池制造成本。

附图说明

[0013] 图1为光伏电池电极电喷印装置简图；

[0014] 图2为光伏电池电极电喷印工艺过程简图；

[0015] 图中：1上位机，2相机，3注射泵，4注射器，5导电墨水，6喷头，7喷头夹具，8电压控制器，9红外加热灯，10真空吸附装置，11运动平台，12运动平台基板，13喷孔，14射流，15光伏电池半导体片，16光伏电池电极。

具体实施方式

[0016] 以下结合技术方案和附图详细说明本发明的具体实施方式。实施例的喷印设备主要由流体喷印模块、运动模块、显微视觉模块和控制模块四部分组成。所述的流体喷印模块由注射泵3、注射器4、导电墨水5、喷头6、喷头夹具7、电压控制器8以及加热装置组成。所述的注射器4固定于注射泵3上方，注射器4内装有导电墨水5，注射器4通过导管与喷头6上端进口连接。喷头6由导电材料制造，头部加工有内径100微米的喷孔13，并由喷头夹具7定位夹紧。喷头夹具7后端绝缘并固定在可以纵向移动的Z位移轴上，以实现喷印高度的调节；前

端导电并夹紧喷头6。电压控制器8的输出端连接在喷头夹具7的右端。所述的加热装置可以采用多种加热方式，其中包含使用红外加热灯9加热和使用具有加热功能的运动平台基板12加热等加热方式。使用红外加热灯9加热时，红外加热灯9连接0-30V直流电源，由0-30V直流电源供电，其发热功率范围为0-300W，灯身放置在光伏电池半导体片15右上方，使灯光照射整个光伏电池半导体片15表面区域并加热光伏电池半导体片15。使用具有加热功能的运动平台基板12加热时，运动平台基板12内部铸有电热管，通过外接的数字温控器实时监控其温度，运动平台基板12的温度调节范围为20-400℃。

[0017] 运动模块由真空吸附装置10、运动平台11、运动平台基板12、光伏电池半导体片15组成。所述的运动平台11可以实现二维平面运动，使用USB数据线连接上位机1，通过上位机1控制其运动轨迹和运动速度。所述的运动平台基板12是平面度0.5微米的金属厚板，通过绝缘螺钉与绝缘垫圈固定在运动平台11上方，跟随运动平台11一起运动。在运动平台基板12内加工气道，气道下方与真空吸附装置10连接，气道上方放置光伏电池半导体片15，由此可以用真空吸附装置10吸附固定光伏电池半导体片15，使其跟随运动平台11一起运动。

[0018] 显微视觉模块由相机2及其实时监测软件组成。所述的相机2对准正在打印的区域，由USB数据线将其观测数据传输给上位机1，由此可以通过上位机1上的实时监测软件实时监测打印过程。

[0019] 控制模块由上位机1组成。所述的上位机1控制运动平台11的运动轨迹和运动速度，控制喷孔13的打印高度，并监测相机2视野范围内的打印过程。

[0020] 采用上述装置进行电喷印太阳能光伏电池电极的方法，包括以下步骤：

[0021] 1) 电场-热场条件下的射流形成

[0022] 在运动平台基板12上放置光伏电池半导体片15，开启真空吸附装置10将光伏电池半导体片15固定。通过注射泵3将导电墨水5注入喷头6中，并调节导电墨水5的流量，调节范围为0.01-5μL/min。调节喷孔13与光伏电池半导体片15的间距，调节范围为1-3mm。开启电压控制器，在喷孔13和运动平台基板12间施加电场，调节电压控制器输出电压，调节范围为1000-3000V。上述三项参数互相协调，最终使喷孔13处的导电墨水5形成远小于喷孔13尺寸的稳定射流14。

[0023] 2) 光伏电池电极结构的喷印制造

[0024] 根据光伏电池电极16的形状，编写运动控制程序，由上位机1控制运动平台11的运动轨迹和速度，由注射泵3调节喷孔13处导电墨水5的流量，打印出光伏电池电极16的图案。所述的图案的线宽和厚度受运动平台11的速度和导电墨水5的流量影响，速度范围0.1-30mm/s，流量范围0.01-5μL/min的情况下，所述的图案宽度为10-150μm，厚度为5-70μm。所述的图案的打印过程应通过相机2和实时监测软件监测，以保证射流14的稳定性。

[0025] 3) 光伏电池电极结构的固化成型

[0026] 使用红外加热灯9加热时，光伏电池电极16的图案在打印的同时，射流14下方正在打印的区域处在红外加热灯9的照射加热范围内，调节红外加热灯9功率，调节范围为100-300W，保证射流在光伏电池半导体片15上形成的结构迅速固化成型，得到太阳能光伏电池电极16。所述的光伏电池电极线宽为30-60μm，高度为30-60μm，高宽比约为1。

[0027] 使用具有加热功能的运动平台基板12加热时，光伏电池电极16的图案在打印的同时，光伏电池半导体片15与运动平台基板12的温度大致相同，调节数字温控器设定的温度，

调节范围为20-400℃，保证射流在光伏电池半导体片15上形成的结构迅速固化成型，得到太阳能光伏电池电极16。

[0028] 本发明提出一种太阳能光伏电池电极的电喷印制造设备。利用导电墨水5在电流体动力效应作用下在喷孔13处形成微米级稳定射流14，将导电墨水5喷印在光伏电池半导体片15上，并通过红外加热灯9加热在光伏电池半导体片15上的电极结构，使电极结构迅速固化，形成微米级太阳能光伏电池电极结构。本发明优化了太阳能光伏电池电极结构，提高了电极材料的利用率，提高了太阳能光伏电池板的平面利用率，并将有利于提升太阳能光伏电池电极的电学性能，并可降低太阳能光伏电池制造成本。

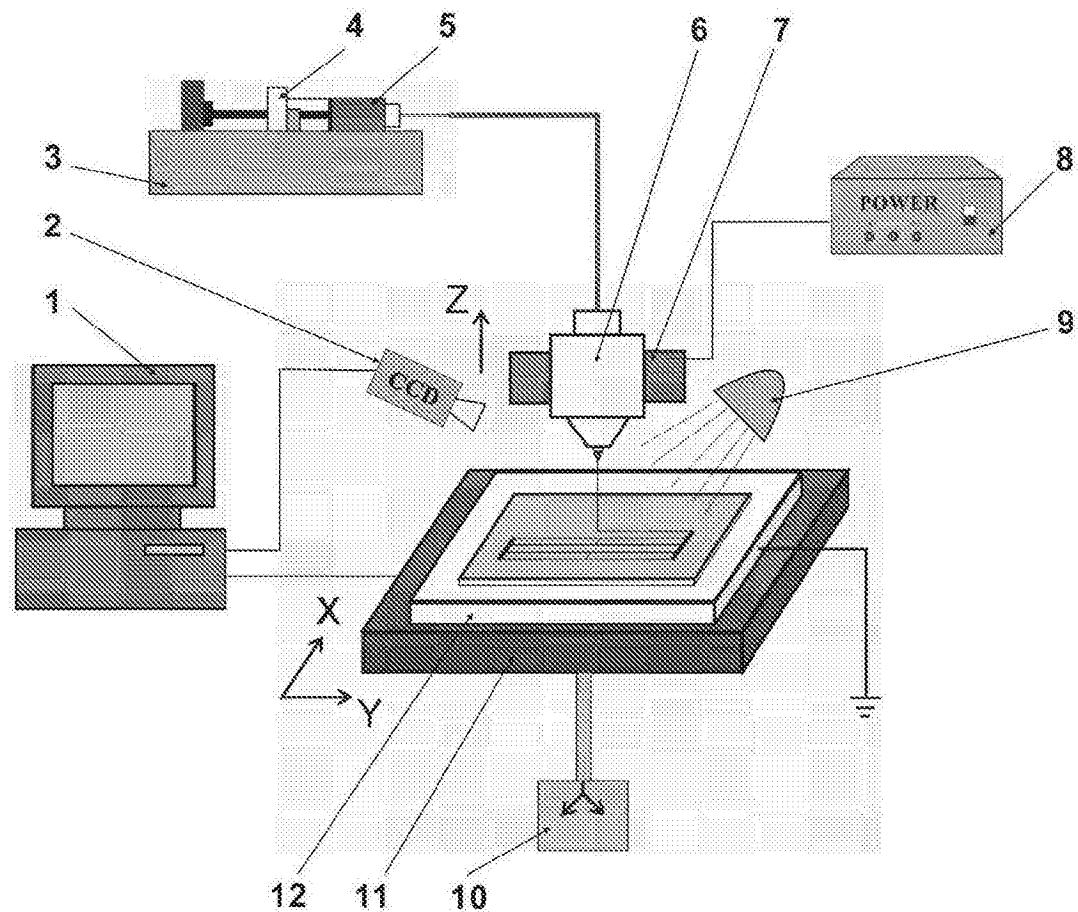


图1

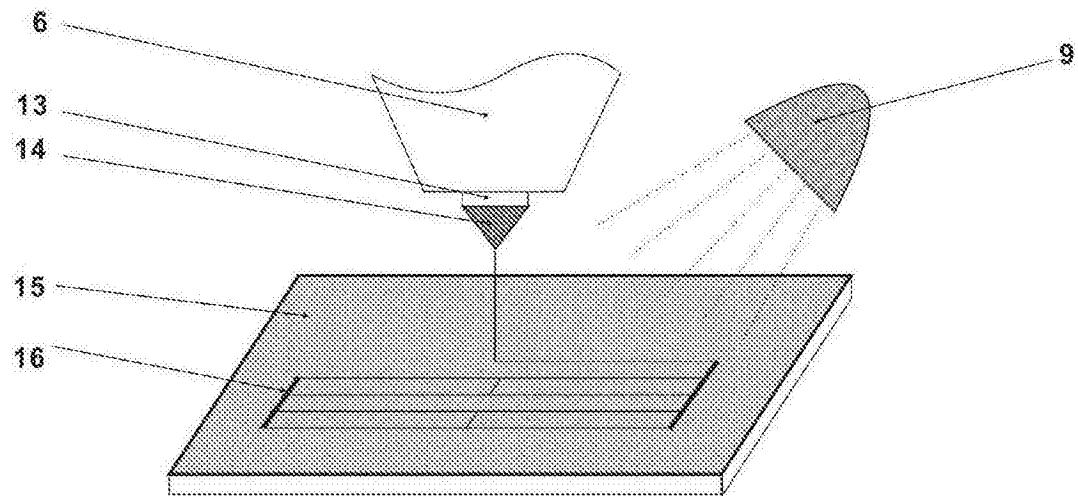


图2