

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102299201 A

(43) 申请公布日 2011.12.28

(21) 申请号 201110246280.0

(22) 申请日 2011.08.25

(71) 申请人 上海市激光技术研究所

地址 200233 上海市徐汇区宜山路 770 号

(72) 发明人 潘涌 姜兆华 唐则祁 王国庆

安博言

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

31001

代理人 吴宝根

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006.01)

H01L 31/0224(2006.01)

B23K 26/40(2006.01)

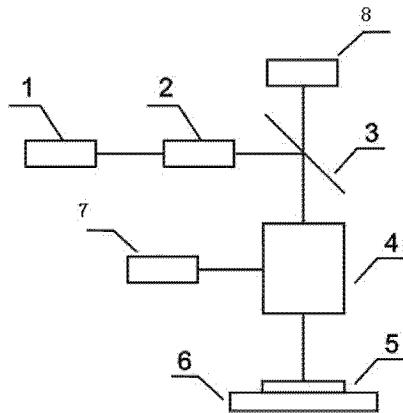
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

太阳电池前电极激光加工方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳电池前电极激光加工方法及装置，本发明采用激光器作为加工光源，通过激光扩束聚焦系统，获得精细的聚焦光束，利用二维位移工作平台走出电极图案路径，采用激光在硅片表面刻划细线，利用材料对激光不同的吸收特性，刻蚀去除氮化硅膜层而不伤及 PN 结；在刻划的细线上通过电镀技术制作电极，实现对电流的收集与输运。激光加工结合电镀技术制作太阳电池前电极，降低了副栅线的宽度，即减少了电极遮光面积，因而非常有效地提高了电池效率。



1. 一种太阳电池前电极激光加工方法,其特征在于,该方法步骤为:

采用 PECVD 法在晶体硅表面沉积一层既起到减反射作用又能达到钝化的效果的氮化硅薄膜;

根据氮化硅薄膜和晶体硅材料对激光波长的不同吸收系数,控制激光能量并与加工速度相匹配,使激光在晶体硅表面加工细线,刻蚀去除氮化硅薄膜,使下面的 PN 结裸露在外,刻蚀的图案即为太阳电池前电极图案;

采用常规的电镀法在晶硅前表面形成金属化电极,实现对电流的收集与输送。

2. 一种实现权利要求 1 所述太阳电池前电极激光加工方法的装置,其特征在于,该装置主要包括:激光器、扩束镜、反射镜、聚焦透镜组、二维位移工作平台和计算机控制系统;激光器输出功率和 / 或重复频率受计算机控制的激光光束,经过扩束镜扩束准直并通过光路传导至反射镜进入聚焦透镜组,通过聚焦透镜组会聚在聚焦镜组的焦平面上,形成高能量密度光斑,通过调焦模块上下移动,高能量密度光斑位于安装在高二维位移工作平台上的被加工材料的加工面上,通过视觉识别模块由计算机控制二维位移工作平台移动,实现工件的定位,并由计算机控制二维位移工作平台按设定的图案轨迹运动,激光束瞬间高温熔化或汽化被加工材料,刻蚀被加工材料的氮化硅薄膜部分,被刻蚀去除后,其下面的 PN 结裸露在外,通过常规的电镀工艺使刻蚀去除后其下面的裸露在外的 PN 结金属化,形成前电极。

## 太阳电池前电极激光加工方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳电池前电极激光加工方法及装置，属于激光加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 多年来，国际上一些发达国家高度关注新能源产业发展趋势，并加大政府投入、积极推进它的发展。太阳能是未来替代化石能源的主要清洁可再生新能源之一。人们从各个应用领域对太阳电池进行研究，其中主要研究方向是提高太阳电池的光电转换效率和降低成本。目前晶体硅片厚度越来越薄，因此更加易碎，这个趋势推动了非接触处理技术的发展，以此保持低破片率和高良率。激光精细加工以其非接触能量注入、灵活的光束引导、精密的能量输出等特性，与传统技术相比具有加工速度快、对材料的损伤小、报废率低、环境友好等优点，非常适合太阳能电池加工。

[0003] 生产晶体硅太阳电池最关键的步骤之一是在硅片的正面和背面制造非常精细的电路，将光生电子导出电池。目前这个金属镀膜工艺通常由丝网印刷技术来完成即将含有金属的导电浆料透过丝网网孔压印在硅片上形成电路或电极。

[0004] 其中太阳电池的前电极即正面电极由主栅线和副栅线两部分构成，主栅线是直接接到电池外部引线的较粗部分，副栅线则是为了将电流收集起来传递到主栅线去的较细部分，制作成窄细的栅线状以克服扩散层的电阻。电极图形，例如电极的形状、宽度和密度等，对于太阳电池转换效率影响较大。

[0005] 正面导电电路的一个负面效应是阴影遮挡：导线阻挡了一部分阳光，使其无法进入电池的有效区域，从而降低了转换效率。为了将这种阴影效应降到最低，副栅线线宽必须尽可能做到最窄。但由于印刷油墨粘度、表面张力、细度等性能的限制，目前的标准线条只能窄到 $80 \mu m$ 。另外，为了保持足够的导电性，线条的高度必须增加，这样才能保持同样的横截面积。实现更细、更高导线横截面的解决方案就是将多条导线重叠印刷。这就意味着丝网印刷机必须能够高准确度、高重复性地印刷非常细小的线条。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是为了克服现有丝网印刷机不能使太阳电池前电极的副栅线做得更窄的缺点，提供一种太阳电池前电极激光加工方法及装置。

[0007] 一种太阳电池前电极激光加工方法，其特点是，该方法步骤是：

1. 采用 PECVD 法在晶体硅表面沉积一层既起到减反射作用又能达到钝化的效果的氮化硅薄膜；
2. 根据氮化硅薄膜和晶体硅材料对激光波长的不同吸收系数，控制激光能量并与加工速度相匹配，使激光在晶体硅表面加工细线，刻蚀去除氮化硅薄膜，使下面的 PN 结裸露在外，刻蚀的图案即为太阳电池前电极图案；
3. 采用常规的电镀法在晶硅前表面形成金属化电极，实现对电流的收集与输运。

[0008] 一种实现上述太阳电池前电极激光加工方法的装置，其特点是，该装置主要包括：

激光器、扩束镜、反射镜、聚焦透镜组、二维位移工作平台和计算机控制系统；激光器输出功率和 / 或重复频率受计算机控制的激光光束，经过扩束镜扩束准直并通过光路传导至反射镜进入聚焦透镜组，通过聚焦透镜组会聚在聚焦镜组的焦平面上，形成高能量密度光斑，通过调焦模块上下移动，高能量密度光斑位于安装在高二维位移工作平台上的被加工材料氮化硅薄膜的加工面上，通过视觉识别模块由计算机控制二维位移工作平台移动，实现工件的定位，并由计算机控制二维位移工作平台按设定的图案轨迹运动。激光束瞬间高温熔化或汽化被加工材料，刻蚀被加工材料的氮化硅薄膜部分，被刻蚀去除后，其下面的 PN 结裸露在外，通过常规的电镀工艺使刻蚀去除后其下面的裸露在外的 PN 结金属化，形成前电极。

[0009] 本发明采用激光在硅片表面刻划细线，利用材料对激光不同的吸收特性，刻蚀去除氮化硅膜层而不伤及 PN 结；在刻划的细线上通过电镀技术制作电极，实现对电流的收集与输运。激光加工结合电镀技术制作太阳电池前电极，降低了副栅线的宽度，即减少了电极遮光面积，因而非常有效地提高了电池效率。

#### 附图说明

[0010] 图 1 为太阳电池前电极激光加工装置原理框图；  
图 2 为氮化硅薄膜激光刻蚀示意图；  
图 3 为电镀电极示意图。

#### 具体实施方式

[0011] 一种太阳电池前电极激光加工方法是采用 PECVD 法在晶体硅表面沉积了一层氮化硅薄膜，既起到减反射作用，同时能达到钝化的效果，从而提高太阳电池的光电转换效率。氮化硅薄膜同时也是绝缘层，薄膜的厚度在 80nm 左右，在它下面的 PN 结深为 0.4 μm。根据氮化硅薄膜和晶体硅材料对激光波长的不同吸收系数，通过计算机精确控制激光能量并与加工速度相匹配，使激光在晶体硅表面加工细线，刻蚀去除氮化硅薄膜，但不伤及其下面的 PN 结，刻蚀的图案即为太阳电池前电极(电路)图案。绝缘的氮化硅薄膜被刻蚀去除后其下面的 PN 结裸露在外，采用常规的电镀法在晶硅前表面形成金属化电极，实现对电流的收集与输运。电极的宽度由激光加工的细线宽度决定，电极的高度由电镀工艺决定。

[0012] 一种实现上述太阳电池前电极激光加工方法的装置，由图 1- 图 3 所示，其特点是，该装置主要包括：激光器 1、扩束镜 2、反射镜 3、聚焦透镜组 4、二维位移工作平台 6 和计算机控制系统；激光器 1 输出功率和 / 或重复频率受计算机控制的激光光束，经过扩束镜 2 扩束准直并通过光路传导至反射镜 3 进入聚焦透镜组 4，通过聚焦透镜组 4 会聚在聚焦镜组的焦平面上，形成高能量密度光斑 9，通过调焦模块 7 上下移动，高能量密度光斑 9 位于安装在二维位移工作平台 6 上的被加工材料氮化硅薄膜 5 的加工面上，通过视觉识别模块 8 由计算机控制二维位移工作平台 6 移动，实现工件的定位，并由计算机控制二维位移工作平台 6 按设定的图案轨迹运动。聚焦光斑 9 瞬间高温熔化或汽化被加工材料 5，刻蚀被加工材料的氮化硅薄膜 10 部分，被刻蚀去除后，其下面的 PN 结裸露在外，通过常规的电镀工艺使刻蚀去除后其下面的裸露在外的 PN 结 11 金属化，形成前电极 12。

[0013] 上述装置中所用的计算机控制系统包括硬件系统和软件系统，特点是加装运动控

制卡,同步控制激光器开关、激光器输出功率和重复频率调节、激光调焦及二维工作位移平台的运动;计算机系统中还加装图像采集卡,用于加工件图像的读取。所述的计算机软件系统主要包括:

(1)激光器控制模块:控制激光器的开关、控制激光器输出功率和重复频率调节等工作参数;

(2)调焦模块:控制调焦机构调节激光聚焦镜组与加工工件之间的距离,保证加工面位于激光聚焦镜组的焦平面上;

(3)位移控制模块:按电极图案走轨迹;

(4)机器视觉识别模块:控制高精度二维位移平台实现加工件的定位套准。

[0014] 电镀系统,用于在硅片上电镀金属电极。

## 实施例

[0015] 本发明的被加工材料为沉积氮化硅薄膜的单晶硅片,激光器采用射频 CO<sub>2</sub> 激光器,连续功率输出 50W。输出光束扩束 5 倍,聚焦透镜组焦距为 50mm,在沉积氮化硅薄膜的单晶硅片上刻划细线,细线最窄宽度为 40 微米。二维位移工作平台速度为 80mm/s。刻划好之后的硅片清洗后进行常规的电镀工艺,形成所需的前电极。

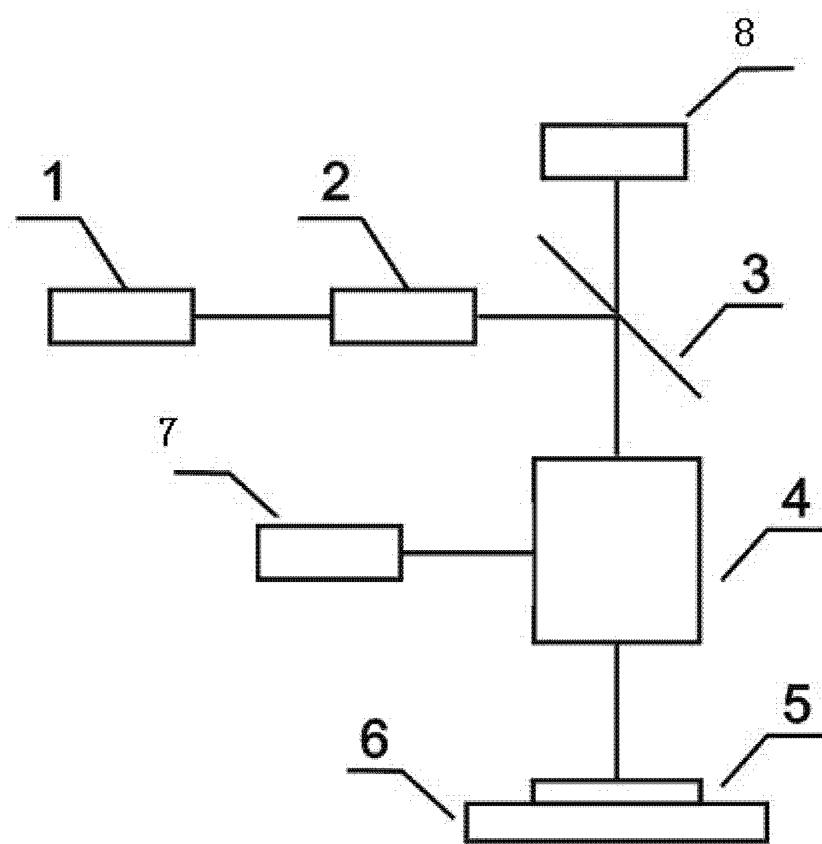


图 1

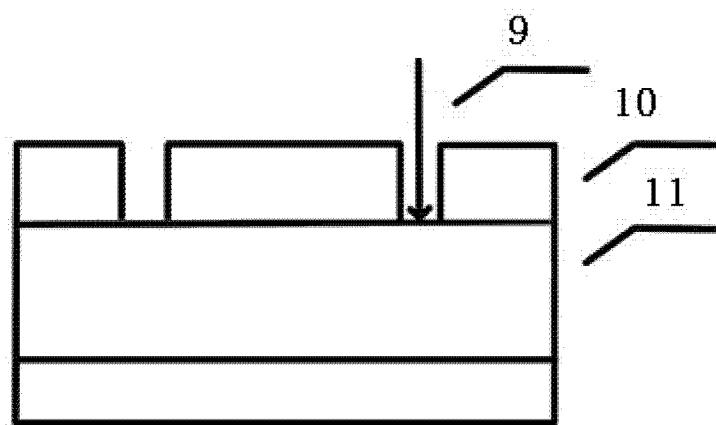


图 2

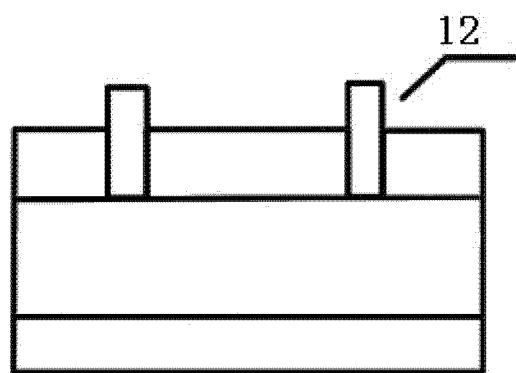


图 3