



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102916081 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201210403169. 2

审查员 魏芳芳

(22) 申请日 2012. 10. 19

(73) 专利权人 张立国

地址 430000 湖北省武汉市洪山区关山大道
219-021 号 1103 号

(72) 发明人 张立国

(74) 专利代理机构 广州天河互易知识产权代理
事务所 (普通合伙) 44294

代理人 鲍子玉

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 102689092 A, 2012. 09. 26,
- JP 特开 2008-272794 A, 2008. 11. 13,
- WO 2011/158539 A1, 2011. 12. 22,
- CN 102097529 A, 2011. 06. 15,
- CN 102006964 A, 2011. 04. 06,

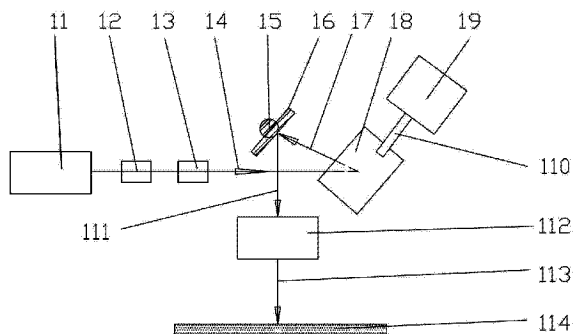
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种薄膜太阳能电池的清边方法

(57) 摘要

本发明属于激光加工领域,公开一种薄膜太阳能电池的清边方法,具体为一种利用超短脉冲激光进行薄膜太阳能电池的清边方法,本发明的重要特点是:将透明导电膜吸收率很高的高峰值功率超短脉冲激光引入到太阳能薄膜电池清边的应用中,相对于红外纳秒激光清边所用激光功率,本发明采用较小的激光平均功率即可完成高效、高质量的激光清边,且不容易伤玻璃,对不同种类透明导电膜兼容性极强,且使用成本降低。



1. 一种薄膜太阳能电池的清边方法,其特征在于:采用对于待加工材料是透明的波长脉冲宽度从 1 皮秒到 1 纳秒之间的超短脉冲的激光光束,经光学聚焦系统聚焦于薄膜太阳能玻璃电池基板下表面往返扫描,直接汽化包括透明导电膜在内的薄膜材料,不伤玻璃,实现薄膜太阳能玻璃基板表面薄膜清除。

2. 根据权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的清边方法,其特征在于所述光学聚焦系统是静态成像聚焦镜。

3. 根据权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的清边方法,其特征在于所述激光光束经光学聚焦系统聚焦后直接作用在薄膜太阳能玻璃基板上,形成平顶光斑。

4. 根据权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的清边方法,其特征在于所述激光光束经光学聚焦系统聚焦后直接作用在薄膜太阳能玻璃基板上,形成平顶方形光斑。

一种薄膜太阳能电池的清边方法

技术领域

[0001] 本发明属于激光加工领域,特别是激光薄膜太阳能电池清边的领域。

背景技术

[0002] 目前薄膜太阳能发展方兴未艾,在薄膜太阳能玻璃基板电池最后一道工序是对玻璃基板进行气密性封装,为了防止电池短路和更好的气密性封装,电池周边 10mm 到 15mm 区域的薄膜(正负电极薄膜和有源层薄膜)是需要被清理掉的,业内称之为清边或者扫边,最早采用喷砂的办法,成本低,但是环境污染严重,因此逐渐被淘汰。

[0003] 用激光透过玻璃直接汽化电池玻璃周边区域,是目前比较流行的办法,为了满足一分钟一片玻璃的生产节奏,业内通常采用 200W 到 500W 的高功率红外激光器进行激光清边。这种激光器由于是侧泵多模激光器,能耗很高,且寿命不长,使用成本很高,短时间很难普及使用,同时,对于不同的透明导电膜,其清边速度有数量级的差距,因此,其使用范围也有限。

[0004] 潜热,相变潜热的简称,指单位质量的物质在等温等压情况下,从一个相变化到另一个相吸收或放出的热量。这是物体在固、液、气三相之间以及不同的固相之间相互转变时具有的特点之一。固、液之间的潜热称为熔解热(或凝固热),液、气之间的称为汽化热(或凝结热),而固、气之间的称为升华热(或凝华热)。

[0005] 我们可以认为,激光清边过程中,太阳能薄膜是在激光作用下直接汽化的,这些薄膜总厚度不超过 5 微米,多数电池的太阳能薄膜总厚度甚至不超过 2 微米,所需要的能量可以根据相关材料的汽化热计算出,但是可以肯定,采用 200W 到 500W 的高功率红外激光器进行激光清边,绝大部分能量没有被吸收,直接浪费掉了。这是因为薄膜太阳能电池导电膜对可见光透明,对红外光也有一定的透过率,很明显,采用红外激光用于激光清边不是一个合理的激光清边方案。

[0006] 但是对于薄膜太阳能自动化生产线而言,激光清边有其必然需求,因此,需要找到更合理的激光清边方案。

发明内容

[0007] 本发明公开了一种薄膜太阳能电池的清边方法,具体为把超短脉冲激光冷加工方式引入薄膜太阳能电池的清边方法中,是一种全新的激光清边方式,具备激光清边效率高、适合不同种类透明导电膜清除、清边质量好、不伤玻璃等优点。

[0008] 本发明的具体技术方案如下:

[0009] 一种薄膜太阳能电池的清边方法,采用波长脉冲宽度从 1 皮秒到 1 纳秒之间的超短脉冲的激光光束,经光学聚焦系统聚焦,直接汽化包括透明导电膜在内的薄膜材料,实现薄膜太阳能玻璃基板表面薄膜清除。

[0010] 优选的,所述光学聚焦系统是平场扫描镜。

[0011] 优选的,所述光学聚焦系统是静态成像聚焦镜。

[0012] 优选的,所述激光光束的聚焦光斑是方形光斑。

[0013] 优选的,所述激光光束的聚焦光斑是平顶光斑。

[0014] 优选的,所述激光光束的聚焦光斑是平顶方形光斑。

[0015] 本发明的目的是这样实现的:即使激光波长对于待加工材料是透明的超短脉冲宽度的激光,特别是亚纳秒、皮秒、飞秒等脉冲宽度的激光,由于峰值功率密度非常高,激光焦点处很高的峰值功率密度,使得透明导电膜对于原本是透明波长的激光也是强吸收的;采用透明导电膜吸收率很高的超短脉冲激光作为激光光源,经过一定的外光路元件耦合进振镜,再经振镜耦合进平场扫描镜头,使得激光聚焦焦点位于太阳能薄膜附近,振镜反复扫描即可完成激光清边动作;由于透明导电膜对高功率密度的超短脉冲激光吸收率很高,因此能量利用率很高,热影响也很小,边缘质量好,清边速度很快;对于圆形激光光斑,需要一定的光斑重叠度才可以把太阳能薄膜清除干净,这样效率下降不少,为了进一步提高激光清边效率,可以采用方形光斑,这样激光清边速度有会提高一倍左右;为了进一步提高激光能量的利用效率,可以采用平顶整形技术获得平顶超短脉冲激光束,这样,能量利用率又会提高至少一倍以上,清边质量更好,且脉冲能量控制好的情况下不伤玻璃。

[0016] 选择超短脉冲激光光源的直接原因是透明导电膜对高功率密度的超短脉冲激光吸收系数很高,因此,原则上只要是峰值功率密度超过透明导电膜吸收阈值的超短脉冲激光都可以非常好的用于透明导电膜激光清边,波长范围从 1064 纳米到 300 纳米,脉冲重复频率从 1000 赫兹到 100 兆赫兹,脉冲宽度从 1 皮秒到 1 纳秒的超短脉宽激光光源,都可以用于薄膜太阳能激光清边。

[0017] 本发明的技术方案与现有技术相比,具有以下优点和积极效果:

[0018] 1、本发明提出将超短脉冲激光用于薄膜太阳能激光的清边,相对于目前红外高功率侧泵激光清边而言,本发明具备清边速度快,清边质量好,激光能量利用率极大提高。

[0019] 2、本发明采用的超短脉冲激光,如果设计成方形光斑,其激光清边激光光斑重叠率可以明显降低,因此激光清边速度和激光能量利用率会进一步提高。

[0020] 3、本发明采用的超短脉冲激光,如果设计成平顶激光,与高斯分布的超短脉冲激光相比,其激光清边速度和激光能量利用率会进一步提高,且不容易伤玻璃。

[0021] 4、本发明采用的超短脉冲激光,如果采用方形平顶光束的超短脉冲激光,其综合激光清边效果会更为突出,清边效率高,清边质量好,使用成本相对红外激光清边而言有所降低。

附图说明

[0022] 通过以下对本发明的实施例结合其附图的描述,可以进一步理解本发明的目的、具体结构特征和优点,附图为:

[0023] 图 1 为实施例 1 振镜平场扫描超短脉冲激光清边的装置结构示意图;

[0024] 图 2 为实施例 2 长方形静态聚焦光斑超短激光清边的装置结构示意图;

[0025] 图 3 为实施例 2 长方形静态聚焦光斑超短激光清边的俯视图。

具体实施方式

[0026] 实施例 1:

[0027] 图 1 为本发明振镜平场扫描超短脉冲激光清边的装置结构示意图,由图 1 可知,本发明振镜平场扫描超短脉冲激光清边具体如下:超短脉冲宽度激光器 11 发出激光,所述激光经过 5 倍率的激光扩束器 12 以及激光平顶元件 13 得到入射激光 14,所述入射激光 14 经过振镜的第一反射镜片 18 的得到第一光束 17,所述第一光束 17 经过振镜的第二反射镜片 16 得到第二光束 111,所述第二光束 111 经过远心聚焦镜 112 得到聚焦光束 113,所述聚焦光束 113 直接作用于待加工材料 114 上。

[0028] 所述待加工材料 114 为非晶硅薄膜太阳能玻璃电池基板,其下表面有三层膜:铝膜、硅膜以及氧化锌透明导电膜,三层膜总厚度 2 微米。

[0029] 所述超短脉冲宽度激光器 11 发出的激光波长为 1064nm,脉冲重复频率为 200KHz,平均功率为 50W,脉宽为 12 皮秒,光束质量因子小于 1.2。

[0030] 所述激光扩束器 12 将超短脉冲宽度激光器 11 发出的激光变成入射扩束准直光束,光束直径 5 毫米。

[0031] 所述第一反射镜片 18 固定在振镜电机 19 的第一主轴 110 上,所述第二反射镜片 16 固定在振镜的第二主轴 15 上。

[0032] 振镜电机的第一主轴 110 以及第二主轴 15 在控制系统控制下控制激光焦点在所述待加工材料 114 下表面往返扫描,扫描经过的区域的太阳能薄膜即被清除干净,完成激光清边任务。

[0033] 所述激光平顶元件 13 与远心聚焦镜 112 组合,聚焦光束 113 直接作用于待加工材料 114 上的聚焦光斑为方形平顶光斑,激光光斑 $0.4\text{mm} \times 0.4\text{mm}$,清边面积速度可达 $320\text{cm}^2/\text{秒}$ 。这个速度远远超过目前红外清边速度,且清边质量更佳,适合于更大范围透明导电膜激光清边。

[0034] 实施例 2:

[0035] 图 2 为本发明长方形静态聚焦光斑超短脉冲激光清边的装置结构示意图,图 3 为本发明长方形静态聚焦光斑超短激光清边的俯视图,由图 2 以及图 3 可知,本发明长方形静态聚焦光斑超短激光清边的流程如下:超短脉冲宽度激光器 21 发出激光,所述激光经过 5 倍率的激光扩束器 22 以及激光平顶元件 23 得到第一光束 24,所述第一光束 24 经过反射镜 25 得到第二光束 26,所述第二光束 26 经过静态成像聚焦镜 27 聚焦得到聚焦光束 28,所述聚焦光束 28 直接作用于待加工材料 29,所述聚焦光束 28 在所述待加工材料 29 上形成聚焦光斑 210。

[0036] 所述待加工材料 29 为非晶硅薄膜太阳能玻璃电池基板。

[0037] 所述超短脉冲宽度激光器 21 发出的激光波长为 1064nm,脉冲重复频率为 200KHz,平均功率为 50W,脉宽为 12 皮秒,光束质量因子小于 1.2。

[0038] 所述激光扩束器 22 将超短脉冲宽度激光器 21 发出的激光变成入射扩束准直光束,光束直径 5 毫米。

[0039] 所述激光平顶元件 23 与静态成像聚焦镜 27 组合,聚焦光束 28 直接作用于待加工材料 29 上的聚焦光斑 210 为长方形平顶光斑,所述聚焦光斑 210 的规格为 $0.03\text{mm} \times 5\text{mm}$,位于待加工材料 29 的边缘,聚焦光斑 210 绕待加工材料 29 四周走一圈,即完成激光清边。

[0040] 上述实施例只是本发明的一些具体应用,实际上其应用不限于上面所述情形,例如还可以采用光纤耦合输出振镜平场扫描进行激光清边等。

[0041] 总之,本发明提出一种超短脉冲宽度激光用于薄膜太阳能电池清边方法,其重要特点是:将透明导电膜吸收率很高的高峰值功率密度的超短脉冲激光引入太阳能薄膜电池清边应用,相对于红外纳秒脉宽激光清边所用激光功率,本发明采用小得多的激光平均功率即可完成高效、高质量的激光清边,且不容易伤玻璃,对玻璃透明导电膜兼容性极强,且使用成本有所降低。

[0042] 本发明的技术方案与现有技术相比,具有以下优点和积极效果:

[0043] 1、本发明提出将超短脉冲激光用于薄膜太阳能激光清边,相对于目前红外高功率侧泵激光清边而言,本发明具备清边速度快,清边质量好,激光能量利用率极大提高。

[0044] 2、本发明采用的超短脉冲激光,如果设计成方形聚焦光斑,其激光清边激光光斑重叠率可以明显降低,因此激光清边速度和激光能量利用率会进一步提高。

[0045] 3、本发明采用的超短脉冲激光,如果设计成平顶聚焦光斑,与高斯分布的超短脉冲激光聚焦光斑相比,其激光清边速度和激光能量利用率会进一步提高,且不容易伤玻璃。

[0046] 4、本发明采用的超短脉冲激光,如果采用方形平顶聚焦光斑的超短脉冲激光,其综合激光清边效果会更为突出,清边效率高,清边质量好,使用成本相对红外激光清边而言有所降低。

[0047] 以上对本发明实施例所提供的技术方案进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明实施例的原理以及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只适用于帮助理解本发明实施例的原理;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明实施例,在具体实施方式以及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

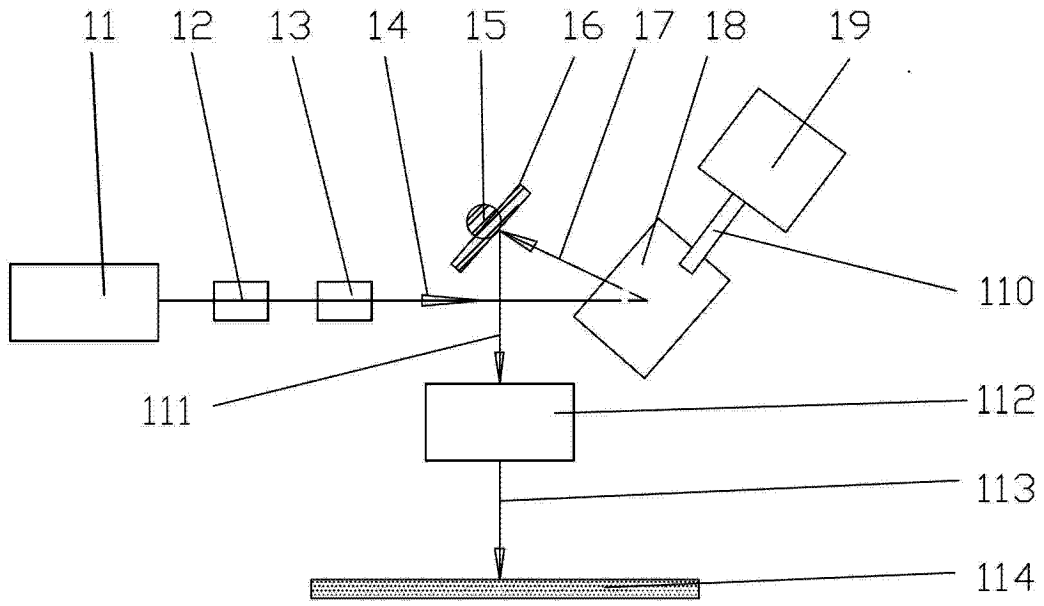


图 1

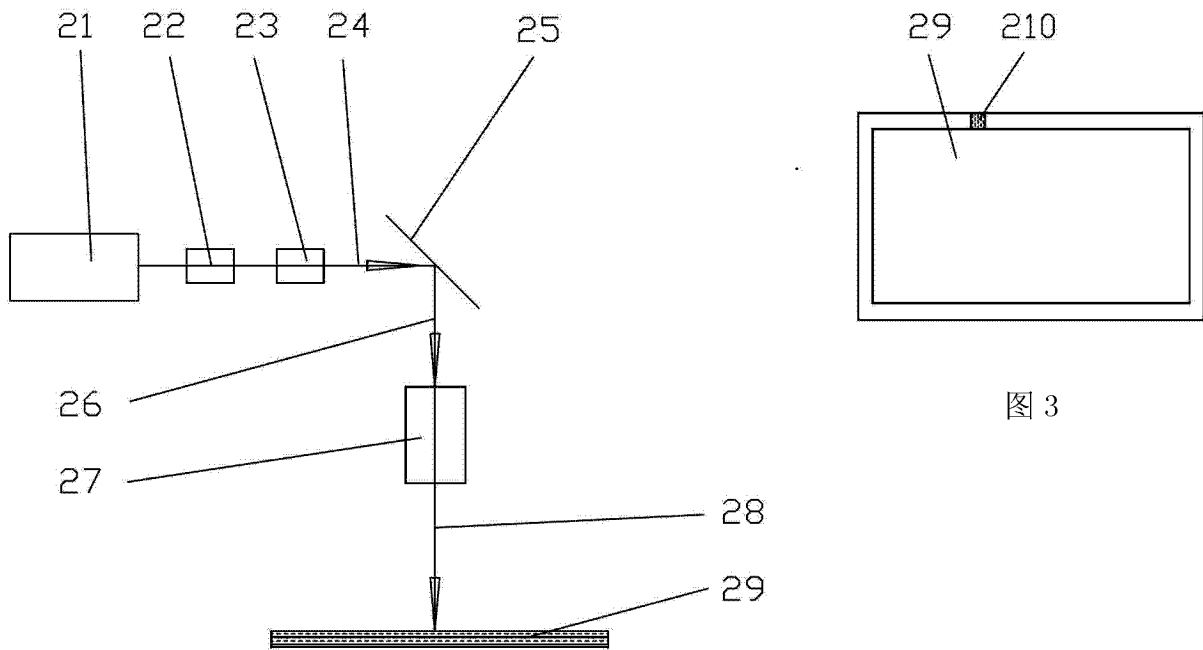


图 2

图 3