



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103389041 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201310326961. 7

US 6130750 A, 2000. 10. 10,

(22) 申请日 2013. 07. 30

JP 特开 2007-163417 A, 2007. 06. 28,

(73) 专利权人 中节能太阳能科技(镇江)有限公司

吴耀春等. 基于光栅检测的显微镜闭环扫描控制系统的设计. 《光学与光电技术》. 2008, 第6卷 (第2期), 第71-73、77页.

地址 江苏省镇江市新区通港路1号

审查员 黄蓓

(72) 发明人 卢菁 勾宪芳 姜利凯 王鹏

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 缪友菊

(51) Int. Cl.

G01B 11/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102999886 A, 2013. 03. 27,

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

CN 102401638 A, 2012. 04. 04,

CN 102519365 A, 2012. 06. 27,

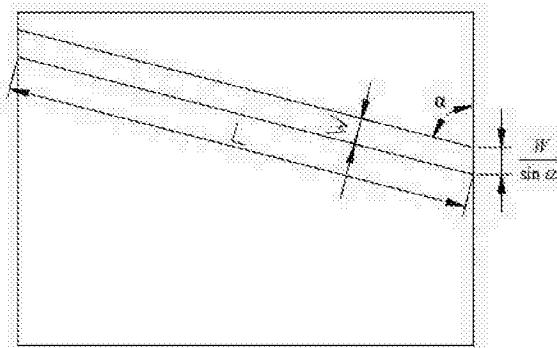
CN 103185546 A, 2013. 07. 03,

(54) 发明名称

一种测量栅线宽度的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种测量栅线宽度的方法,通过金相显微镜读取放大后的栅线图片,将其二值化,选取最大的白色连通区域作为栅线,统计白色连通区域的像素点的数量得到栅线的像素面积,通过计算白色连通区域边界点的个数和相对位置,得出栅线的像素周长,将栅线看成矩形,根据栅线的像素面积和栅线的像素周长计算出栅线的像素宽度,由栅线的像素宽度根据金相显微镜的缩放比例计算得到栅线宽度;本发明为栅线宽度计算提供了客观方法,克服了以往平行线法依赖于人的主观判断和经验存在的误差,通过像素识别栅线的范围,再根据栅线面积和周长计算栅线宽度,计算过程中不存在误差,获得的栅线宽度真实可信。



1.一种测量栅线宽度的方法,其特征在于:通过金相显微镜读取放大后的栅线图片,将其二值化,选取最大的白色连通区域作为栅线,统计白色连通区域的像素点的数量得到栅线的像素面积,通过计算白色连通区域边界点的个数和相对位置,得出栅线的像素周长,将栅线看成矩形,栅线的像素面积的计算公式和栅线的像素周长的计算公式有:

$$L \times W = A$$

$$2 \times (L + W) = P$$

式中,L为栅线的像素长度,W为栅线的像素宽度,A为栅线的像素面积,P为栅线的像素周长;

可得出栅线的像素宽度W:

$$W = \frac{\frac{P}{2} - \sqrt{\frac{P^2}{4} - 4A}}{2}$$

由栅线的像素宽度根据金相显微镜的缩放比例计算得到栅线宽度。

2.根据权利要求1所述的测量栅线宽度的方法,其特征在于:当栅线倾斜时,对栅线的像素宽度进行修正:栅线两端头位于栅线图片的边界处为斜边,通过Hough变换计算出栅线与水平线的倾斜角 α ,栅线的像素面积的计算公式和栅线的像素周长的计算公式有:

$$L \times W = A$$

$$2 \times L + 2 \times \frac{W}{\sin \alpha} = P$$

式中,L为栅线的像素长度,W为栅线的像素宽度,A为栅线的像素面积,P为栅线的像素周长;

可得出栅线的像素宽度W:

$$W = \frac{\frac{P}{2} - \sqrt{\frac{P^2}{4} - 16A \times \frac{1}{\sin \alpha}}}{\sin \alpha}$$

3.根据权利要求1所述的测量栅线宽度的方法,其特征在于:根据1像素单位为72.57 μ m,栅线的像素宽度与栅线宽度的转换公式为:

$$Width = \frac{72.57 \times W}{Z}$$

式中,Width为栅线宽度,W为栅线的像素宽度,Z为栅线图片的放大倍数。

4.根据权利要求1所述的测量栅线宽度的方法,其特征在于:栅线图片二值化的阈值根据栅线图片的平均亮度选取。

一种测量栅线宽度的方法

技术领域

[0001] 本发明属于晶硅太阳能电池丝网印刷工艺,具体涉及一种测量栅线宽度的方法。

背景技术

[0002] 目前在晶硅太阳能电池的丝网印刷过程中,要求控制栅线的宽度,如栅线宽度过大,容易造成遮光较大,电池的填充因子较低,满足不了高效电池的要求,因此需要对栅线宽度的进行精确测量。一般情况下,通过手动设置平行线的方式对栅线进行测量,其完全依赖于测试人员的经验和主观判断,测量出的栅线宽度不准确,且费时费力,测量效率低下,并且测量出的栅线宽度并不是栅线的平均宽度,而是栅线某一点的随机宽度,测量结果并不能较好的描述栅线,因此,需要寻求一种测量栅线宽度的方法,使得测量结果并不依赖于主观经验而是一个客观指标,且测量出来的宽度为一条栅线的平均宽度。

发明内容

[0003] 发明目的:本发明的目的在于为了克服现有技术的不足,提供一种测量栅线宽度的方法,可得到一条栅线的平均宽度,且测量结果精确可信。

[0004] 技术方案:一种测量栅线宽度的方法,通过金相显微镜读取放大后的栅线图片,将其二值化,选取最大的白色连通区域作为栅线,统计白色连通区域的像素点的数量得到栅线的像素面积,通过计算白色连通区域边界点的个数和相对位置,得出栅线的像素周长,将栅线看成矩形,根据栅线的像素面积和栅线的像素周长计算出栅线的像素宽度,由栅线的像素宽度根据金相显微镜的缩放比例计算得到栅线宽度。

[0005] 进一步,将栅线看成矩形,栅线的像素面积的计算公式和栅线的像素周长的计算公式有:

$$[0006] L \times W = A$$

$$[0007] 2 \times (L + W) = P$$

[0008] 式中,L为栅线的像素长度,W为栅线的像素宽度,A为栅线的像素面积,P为栅线的像素周长;可推导出栅线的像素宽度W:

$$[0009] W = \frac{\sqrt{P^2 - 4A}}{2}$$

[0010] 特别的,当栅线倾斜时,对栅线的像素宽度进行修正:栅线两端头位于栅线图片的边界处为斜边,通过Hough变换计算出栅线与水平线的倾斜角 α ,栅线的像素面积的计算公式和栅线的像素周长的计算公式有:

$$[0011] L \times W = A$$

$$[0012] 2 \times L + 2 \times \frac{W}{\sin \alpha} = P$$

[0013] 式中,L为栅线的像素长度,W为栅线的像素宽度,A为栅线的像素面积,P为栅线的

像素周长;可得出栅线的像素宽度W:

$$[0014] \quad W = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16A \times \frac{1}{\sin \alpha}}}{4 \sin \alpha}$$

[0015] 为了得到栅线宽度,由于1像素单位为72.57μm,故栅线的像素宽度与栅线宽度的转换公式为:

$$[0016] \quad Width = \frac{72.57 \times W}{Z}$$

[0017] 式中,Width为栅线宽度,W为栅线的像素宽度,Z为栅线图片的放大倍数。

[0018] 为了消除不同栅线图片的亮度对二值化后栅线范围的影响,栅线图片二值化的阈值根据栅线图片的平均亮度选取,故二值化后的栅线图片黑白分别,栅线的边界线明显,有利于识别栅线范围,对之后栅线宽度的计算可有效提高计算结果的精度。

[0019] 有益效果:1、本发明为栅线宽度计算提供了客观方法,克服了以往平行线法依赖于人的主观判断和经验存在的误差,通过像素识别栅线的范围,再根据栅线面积和周长计算栅线宽度,计算过程中不存在误差,获得的栅线宽度真实可信;2、本发明计算出的栅线宽度为栅线的平均宽度,并非以往方法人工任意选取测量点处的宽度,因此得到的栅线宽度具有代表性,更具参考价值,可用来评价一条栅线的整体宽度是否符合要求;3、本发明特别适合大批量栅线图片的处理,在处理大批量数据时,有着人工测量无法比拟的速度和准确性,因此生产效率大大提高,太阳能电池的质量也得到保证。

附图说明

[0020] 图1为本发明金相显微镜读取的栅线图片;

[0021] 图2为本发明二值化后的黑白栅线图片;

[0022] 图3为实施例中栅线面积和周长计算示意图。

具体实施方式

[0023] 下面对本发明技术方案进行详细说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施例。

[0024] 实施例:一种测量栅线宽度的方法,通过金相显微镜读取放大后的栅线图片,如图1所示,金相显微镜的缩放比例为Z=10,将栅线图片二值化使其黑白化,二值化的阈值根据图片的平均亮度自动选取,本实施例中阈值为0.35。

[0025] 二值化后,栅线所在区域为白色区域(1值),背景为黑色区域(0值),如图2所示,选取面积最大的白色连通区域作为栅线,根据栅线所在连通区域坐标点集合的横纵坐标,图片左上角为坐标原点,x轴为水平方向,方向从左到右,y轴为垂直方向,方向从上到下,同时,通过Hough变换,计算出栅线与y轴的倾斜角α=74.74°。

[0026] 统计白色连通区域的像素点的数量得到栅线的像素面积A=2422,当一个白像素点周围有4个黑色像素点时,即认为它是边界点,通过统计白色连通区域边界点的个数,得到栅线的像素周长P=511.8305,

[0027] 将栅线看成矩形,栅线倾斜时,因为栅线两端在边界处为三角形并非矩形,所以需要加以修正:

[0028] 如图3所示,栅线的像素面积的计算公式和栅线的像素周长的计算公式有:

[0029] $L \times W = A$

$$[0030] 2L + \frac{2W}{\sin \alpha} = P$$

[0031] 式中,L为栅线的像素长度,W为栅线的像素宽度,A为栅线的像素面积,P为栅线的像素周长;可由上式可推出栅线的像素宽度W:

$$[0032] W = \frac{\sqrt{P^2 - \frac{16A}{\sin \alpha}}}{4} = 9.857$$

[0033] 上述公式计算出的为栅线的像素宽度,将其转为长度单位(μm),由于1像素单位为72.57 μm ,栅线的像素宽度与栅线宽度的转换公式为:

$$[0034] Width = \frac{72.57 \times W}{Z} = \frac{72.57 \times 9.857}{10} = 71.53 \mu m$$

[0035] 式中,Width为栅线宽度,W为栅线的像素宽度,Z为栅线图片的放大倍数即金相显微镜的缩放比例。

[0036] 传统的测量栅线方法为沿栅线的边缘近似的拉两条平行线,并测量平行线之间的距离即为栅线的宽度,但是此种方法高度依赖于测量人员的经验,不同的人测出来的结果并不相同,测量结果不具备客观性;另一方面,此方法往往忽略栅线边缘突出的部分,将其去掉,因此测出来的结果往往偏窄,并不是栅线宽度真正的平均值。采用本发明得到的栅线宽度误差小,客观性强,数据真实可靠,得到的栅线宽度可用来评价一条栅线的整体宽度,具有代表性,更具参考价值。

[0037] 如上所述,尽管参照特定的优选实施例已经表示和表述了本发明,但其不得解释为对本发明自身的限制。在不脱离所附权利要求定义的本发明的精神和范围前提下,可对其在形式上和细节上作出各种变化。



图1

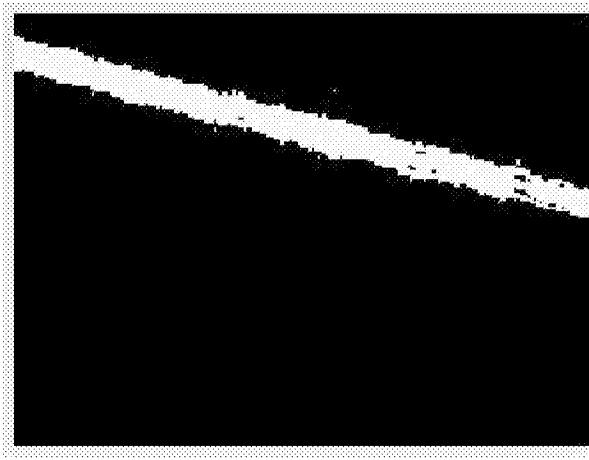


图2

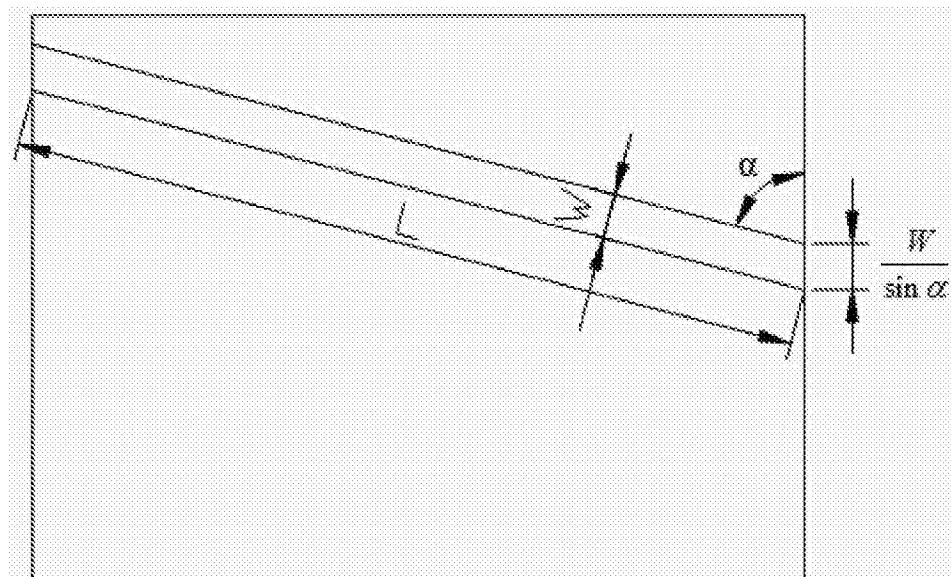


图3