

# 太阳能电池表面绒面结构的检测方法

申请号：[201210259641.X](#)

申请日：2012-07-25

申请(专利权)人 [中国科学院长春光学精密机械与物理研究所](#)

地址 [130033 吉林省长春市东南湖大路3888号](#)

发明(设计)人 [王希军](#)

主分类号 [H01L21/66\(2006.01\)I](#)

分类号 [H01L21/66\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102779770A](#)

公开(公告)日 [2012-11-14](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [王淑秋](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102779770 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201210259641. X

US 2005/162666 A1, 2005. 07. 28,

(22) 申请日 2012. 07. 25

US 2011/70744 A1, 2011. 03. 24,

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

审查员 马泽宇

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 王希军

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

H01L 21/66 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101106083 A, 2008. 01. 16,

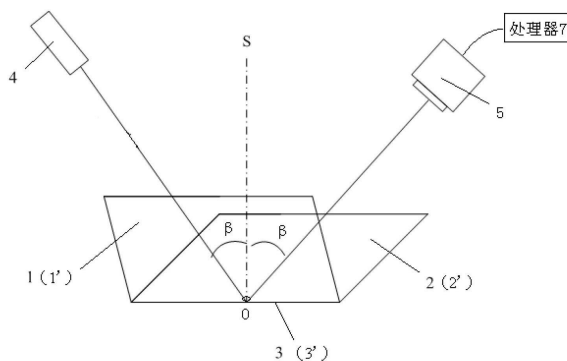
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

太阳能电池表面绒面结构的检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种太阳能电池表面绒面结构的检测方法,该方法包括下述步骤:取两片太阳能电池组成V形结构;将激光器和面阵探测器对称放置在V形结构棱线的上方,且使激光器的光轴和面阵探测器的光轴及棱线的垂线三线处于V形槽的角平分面内;利用激光器出射的平行光束分别照射两片太阳能电池及V形结构棱线;两片太阳能电池散射的光束和V形结构棱线平分光斑时散射的光束由面阵探测器收集,得到激光散斑图像数据,利用处理器根据进行计算得到比值R;将R与标定值比较,若R大于标定值,则说明太阳能电池的转换效率符合产品出厂标准。本发明实时性好、成本低,视场大,检测数据准确,特别适用于实验室及生产线现场太阳能电池的实时检测。



1. 一种太阳能电池表面绒面结构的检测方法,其特征在于包括下述步骤:

一、取两片制作完表面绒面结构的太阳能电池(1、2)组成V形结构,两片太阳能电池(1、2)之间的夹角为 $\alpha$ , $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$ ;

二、将激光器(4)和面阵探测器(5)对称放置在V形结构棱线(3)的上方,并且激光器(4)和面阵探测器(5)的光轴与棱线(3)的垂线(S0)之间的夹角为 $\beta$ , $15^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ ,且使激光器(4)的光轴和面阵探测器(5)的光轴及棱线(3)的垂线(S0)三线处于V形槽的角平分面内;

三、利用激光器(4)出射的平行光束分别照射两片太阳能电池(1、2)及V形结构棱线(3);两片太阳能电池(1、2)散射的光束和V形结构棱线(3)平分光斑时散射的光束由面阵探测器(5)收集,得到激光散斑图像数据,利用处理器(7)根据式(1)进行计算,得到比值R;

$$R = \frac{2\bar{I}_3}{\bar{I}_1 + \bar{I}_2} \quad (1)$$

其中 $\bar{I}_1$ 为激光束打在第一片太阳能电池(1)表面时面阵探测器(5)得到的散斑图像的灰度平均值, $\bar{I}_2$ 为激光束打在第二片太阳能电池(2)表面时面阵探测器(5)得到的散斑图像的灰度平均值, $\bar{I}_3$ 为V形结构棱线(3)平分光斑时面阵探测器(5)得到的散斑图像的灰度平均值;

四、利用处理器(7)将R与标定值比较,若R大于标定值,则说明太阳能电池的转换效率符合产品出厂标准;

步骤四中所述的符合产品出厂标准的标定值通过下述方法得到:

(1)、试验时,不断调整制作太阳能电池表面绒面结构的工艺参数,每调整一次工艺参数,制得一组太阳能电池,这样即得到多组的太阳能电池;

(2)、将每次试验得到一组太阳能电池中的两片太阳能电池组成V形结构,两片太阳能电池之间的夹角为 $\alpha$ ;

(3)、采用与上述方法中的步骤二、三相同的方法对太阳能电池进行检测,得到一系列的比值R的实验数据;

(4)、检测各太阳能电池的转换效率,找到转换效率符合产品出厂标准的两片太阳能电池,将这两片太阳能电池对应的比值R作为标定值。

2. 根据权利要求1所述的太阳能电池表面绒面结构的检测方法,其特征在于步骤三中首先利用激光器(4)出射的平行光束照射其中一个太阳能电池,该太阳能电池散射的光束由面阵探测器(5)收集,得到第一组激光散斑图像数据;然后移动激光器,激光器(4)出射的平行光束照射V形结构的棱线(3),此时棱线(3)平分激光散斑,散射的光束由面阵探测器(5)收集,得到第二组激光散斑图像数据;最后移动激光器,激光器(4)出射的平行光束照射另一个太阳能电池,该太阳能电池散射的光束由面阵探测器(5)收集,得到第三组激光散斑图像数据;利用三组激光散斑图像数据进行计算,得到比值R。

3. 根据权利要求1所述的太阳能电池表面绒面结构的检测方法,其特征在于步骤三中将扫描位移板(6)放置于激光器(4)出射光路上,转动扫描位移板(6)使激光器(4)出射

的平行光束沿与 V 形结构棱线 (3) 垂直的方向移动, 首先利用激光器 (4) 出射的平行光束照射其中一个太阳能电池 (1), 太阳能电池 (1) 散射的光束由面阵探测器 (5) 收集, 得到第一组激光散斑图像数据; 然后利用激光器 (4) 出射的平行光束照射 V 形结构的棱线 (3), 此时棱线 (3) 平分激光散斑, 散射的光束由面阵探测器 (5) 收集, 得到第二组激光散斑图像数据; 最后利用激光器 (4) 出射的平行光束照射另一个太阳能电池 (2), 太阳能电池 (2) 散射的光束由面阵探测器 (5) 收集, 得到第三组激光散斑图像数据; 利用三组激光散斑图像数据进行计算, 得到比值 R。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的太阳能电池表面绒面结构的检测方法, 其特征在于  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$ 。

## 太阳能电池表面绒面结构的检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池表面绒面结构的检测方法。

### 背景技术

[0002] 太阳能是人类取之不尽用之不竭的可再生能源,也是清洁能源,不产生任何的环境污染;在太阳能的有效利用当中,太阳能电池是近来最具活力,最受瞩目的新能源发展方向。

[0003] 太阳能电池是利用硅晶材料的光电转换功能,把太阳光能转换为电能;其中,硅表面制绒工艺,决定了太阳能光电池的转换效率。硅表面制绒工艺是通过化学腐蚀,在太阳能电池表面制作绒面结构,降低太阳光反射率,提高光生载流子密度,从而达到提高电池的能量转化效率,提高产品合格率,降低生产成本的目的。

[0004] 为获得高质量的电池表面绒面结构,需要进行大量的工艺实验,不断地调整工艺参数。对每次实验获得的绒面结构,需要采用电子扫描显微镜或原子力显微镜进行观测,检查绒面结构的质量,从而优选出最佳的制绒工艺参数。同时,生产线上也需要对电池表面绒面结构质量进行检测。原子力显微镜或电子扫描显微镜成本高,并且生产线现场实施困难。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种成本低,视场大,可快速实时检测绒面结构质量的太阳能电池表面绒面结构的检测方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明的太阳能电池表面绒面结构的检测方法包括下述步骤:

[0007] 一、取两片制作完表面绒面结构的太阳能电池组成V形结构,两片太阳能电池之间的夹角为 $\alpha$ , $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$ ;

[0008] 二、将激光器和面阵探测器对称放置在V形结构棱线的上方,并且激光器和面阵探测器的光轴与棱线的垂线之间的夹角为 $\beta$ , $15^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ ,且使激光器的光轴和面阵探测器的光轴及棱线的垂线三线处于V形槽的角平分面内;

[0009] 三、利用激光器出射的平行光束分别照射两片太阳能电池及V形结构棱线;两片太阳能电池散射的光束和V形结构棱线平分光斑时散射的光束由面阵探测器收集,得到激光散斑图像数据,利用处理器根据式(1)进行计算,得到比值R;

$$[0010] \quad R = \frac{2\bar{I}_3}{\bar{I}_1 + \bar{I}_2} \quad (1)$$

[0011] 其中 $\bar{I}_1$ 为激光束打在第一片太阳能电池表面时面阵探测器得到的散斑图像的灰度平均值, $\bar{I}_2$ 为激光束打在第二片太阳能电池表面时面阵探测器得到的散斑图像的灰度平均值, $\bar{I}_3$ 为V形结构棱线平分光斑时面阵探测器得到的散斑图像的灰度平均值;

[0012] 四、利用处理器将R与标定值比较,若R大于标定值,则说明太阳能电池的转换效率符合产品出厂标准。

[0013] 步骤四中所述的符合产品出厂标准的标定值通过下述方法得到：

[0014] (1)、试验时，不断调整制作太阳能电池表面绒面结构的工艺参数，每调整一次工艺参数，制得一组太阳能电池，这样即得到多组的太阳能电池；

[0015] (2)、将每次试验得到一组太阳能电池中的两片太阳能电池组成 V 形结构，两片太阳能电池之间的夹角为  $\alpha$ ；

[0016] (3)、采用与上述方法中的步骤二、三相同的方法对太阳能电池进行检测，得到一系列的比值 R 的实验数据；

[0017] (4)、检测各太阳能电池的转换效率，找到转换效率符合产品出厂标准的两片太阳能电池，将这两片太阳能电池对应的比值 R 作为标定值。

[0018] 本发明利用激光器发出的激光光束扫描组成 V 形结构的两片太阳能电池，由面阵探测器采集散斑图样，根据计算得到的各散斑图样灰度平均值得到比值 R，将 R 与标定值比较判断太阳能电池的质量是否符合规定的标准，实时性好、成本低，视场大。由于两片太阳能电池组成 V 形结构，散射光斑中除去了符合反射定律的背景光的干扰，噪声小，因此检测数据准确。本发明特别适用于实验室及生产线现场太阳能电池的实时检测。

#### 附图说明

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0020] 图 1 是利用本发明实现太阳能电池检测的装置实施例 1 立体示意图。

[0021] 图 2 是利用本发明实现太阳能电池检测的装置实施例 1 主视图。

[0022] 图 3 是太阳能电池 V 形结构示意图。

[0023] 图 4 是利用本发明实现太阳能电池检测的装置实施例 2 立体示意图。

[0024] 图 5 是利用本发明实现太阳能电池检测的装置实施例 2 主视图。

#### 具体实施方式

[0025] 实施例 1

[0026] 如图 1、2 所示，本发明的太阳能电池表面绒面结构的检测方法具体包括下述步骤：

[0027] 一、取两片制作完表面绒面结构的太阳能电池 1、2 组成 V 形结构(如图 3 所示)，两片太阳能电池 1、2 之间的夹角为  $\alpha$ ， $\alpha$  可取  $45^\circ \sim 135^\circ$  范围内的任意数值，优选  $\alpha = 90^\circ$ ；

[0028] 二、将激光器 4 和面阵探测器 5 对称放置在 V 形结构棱线 3 的上方，并且激光器 4 和面阵探测器 5 的光轴与棱线 3 的垂线 S0 之间的夹角为  $\beta$ ， $\beta$  可取  $15^\circ \sim 60^\circ$  范围内的任意数值，优选  $\beta = 45^\circ$ ，且使激光器 4 的光轴和面阵探测器 5 的光轴及棱线 3 的垂线 S0 三线处于 V 形槽的角平分面内；

[0029] 三、首先利用激光器 4 出射的平行光束照射其中一个太阳能电池，该太阳能电池散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第一组激光散斑图像数据；然后移动激光器，激光器 4 出射的平行光束照射 V 形结构的棱线 3，此时棱线 3 平分激光散斑，散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第二组激光散斑图像数据；最后移动激光器，激光器 4 出射的平行光束照射另一个太阳能电池，该太阳能电池散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第三组激光散斑图像数据；利用处理器 7 根据式(1)进行计算，得到比值 R；

$$[0030] \quad R = \frac{2\bar{I3}}{\bar{I1} + \bar{I2}} \quad (1)$$

[0031] 其中 $\bar{I1}$ 为激光束打在第一片太阳能电池 1 表面时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值, $\bar{I2}$ 为激光束打在第二片太阳能电池 2 时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值, $\bar{I3}$ 为 V 形结构棱线 3 平分激光光斑时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值;处理器 7 可采用单片机、DSP、FPGA 或计算机等具有图像数据处理功能的器件;

[0032] 四、利用处理器 7 将 R 与标定值比较,若 R 大于标定值,则说明太阳能电池 1、2 的转换效率符合产品出厂标准。

[0033] 步骤四中所述的符合产品出厂标准的标定值通过下述方法得到:

[0034] (1)、试验时,不断调整制作太阳能电池表面绒面结构的工艺参数,每调整一次工艺参数,可制得一组太阳能电池,这样即得到多组的太阳能电池;每组太阳能电池在两片以上;

[0035] (2)、将每次试验得到一组太阳能电池中的两片太阳能电池 1'、2' 组成 V 形结构,两片太阳能电池 1'、2' 之间的夹角与上述步骤一中两片太阳能电池 1'、2' 之间的夹角大小一致(如图 3 所示);

[0036] (3)、将激光器 4 和面阵探测器 5 对称放置在两片太阳能电池 1'、2' 组成的 V 形结构棱线 3' 的上方,并且激光器 4 和面阵探测器 5 的光轴与棱线 3' 的垂线 SO 之间的夹角与步骤二中激光器 4 和面阵探测器 5 的法线与棱线 3 的垂线 SO 之间的夹角一致;

[0037] (4)、首先利用激光器 4 出射的平行光束照射其中一个太阳能电池 1',太阳能电池 1' 散射的光束由面阵探测器 5 收集,得到第一组激光散斑图像数据;然后移动激光器,激光器 4 出射的平行光束照射 V 形结构的棱线 3',此时棱线 3' 平分激光光斑,散射的光束由面阵探测器 5 收集,得到第二组激光散斑图像数据;最后移动激光器 4,激光器 4 出射的平行光束照射另一个太阳能电池 2',太阳能电池 2' 散射的光束由面阵探测器 5 收集,得到第三组激光散斑图像数据;利用处理器 7 根据式(1)进行计算,得到比值 R;

$$[0038] \quad R = \frac{2\bar{I3}}{\bar{I1} + \bar{I2}} \quad (1)$$

[0039] 其中 $\bar{I1}$ 为激光束打在第一片太阳能电池 1' 表面时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值, $\bar{I2}$ 为激光束打在第二片太阳能电池 2' 时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值, $\bar{I3}$ 为 V 形结构棱线 3' 平分激光光斑时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值;这样得到各组太阳能电池对应的比值 R;

[0040] (5) 检测各组太阳能电池的转换效率,找到转换效率符合规定标准的太阳能电池,将该组太阳能电池对应的比值 R 作为标定值。

[0041] 实施例 2

[0042] 如图 4、5 所示,本发明的太阳能电池表面绒面结构的检测方法具体包括下述步骤:

[0043] 一、取两片制作完表面绒面结构的太阳能电池 1、2 组成 V 形结构(如图 3 所示),两片太阳能电池 1、2 之间的夹角为  $\alpha$ ,  $\alpha$  可取  $45^\circ \sim 135^\circ$  范围内的任意数值,优选  $\alpha = 90^\circ$ ;

[0044] 二、将激光器 4 和面阵探测器 5 对称放置在 V 形结构棱线 3 的上方,并且激光器 4



和面阵探测器 5 的光轴与棱线 3 的垂线 S0 之间的夹角为  $\beta$ ， $\beta$  可取  $15^\circ \sim 60^\circ$  范围内的任意数值，优选  $\beta = 45^\circ$ ；

[0045] 三、将扫描位移板 6 放置于激光器 4 出射光路上，转动扫描位移板 6 使激光器 4 出射的平行光束沿与 V 形结构棱线 3 垂直的方向移动，首先利用激光器 4 出射的平行光束照射其中一个太阳能电池 1，太阳能电池 1 散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第一组激光散斑图像数据；然后利用激光器 4 出射的平行光束照射 V 形结构的棱线 3，此时棱线 3 平分激光散斑，散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第二组激光散斑图像数据；最后利用激光器 4 出射的平行光束照射另一个太阳能电池 2，太阳能电池 2 散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第三组激光散斑图像数据；利用处理器 7 根据式(1)进行计算，得到比值 R；

$$[0046] \quad R = \frac{2\bar{I}_3}{\bar{I}_1 + \bar{I}_2} \quad (1)$$

[0047] 其中  $\bar{I}_1$  为激光束打在一片太阳能电池 1 表面时面阵探测器 5 得到的各散斑图样的灰度平均值， $\bar{I}_2$  为激光束打在第二片太阳能电池 2 时面阵探测器 5 得到的各散斑图样的灰度平均值， $\bar{I}_3$  为激光束打在 V 形结构棱线 3 上时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值；所述扫描位移板 6 采用透光的平板玻璃，处理器 7 可采用单片机、DSP、FPGA 或计算机等具有图像数据处理功能的器件；

[0048] 四、利用处理器 7 将 R 与标定值比较，若 R 大于标定值，则说明太阳能电池的转换效率符合产品出厂标准。

[0049] 步骤四中所述符合产品出厂标准的标定值通过下述方法得到：

[0050] (1)、试验时，不断调整制作太阳能电池表面绒面结构的工艺参数，每调整一次工艺参数，可制得一组太阳能电池，这样即得到多组的太阳能电池；每组太阳能电池在两片以上；

[0051] (2)、将每次试验得到一组太阳能电池中的两片太阳能电池 1'、2' 组成 V 形结构，两片太阳能电池 1'、2' 之间的夹角与上述步骤一中两片太阳能电池 1、2 之间的夹角大小一致；

[0052] (3)、将激光器 4 和面阵探测器 5 对称放置在两片太阳能电池 (1')、(2') 组成的 V 形结构棱线 (3') 的上方，并且激光器 4 和面阵探测器 5 的法线与棱线 3' 的垂线 S0 之间的夹角与步骤二中激光器 4 和面阵探测器 5 的法线与棱线 3 的垂线 S0 之间的夹角一致；

[0053] (4)、将扫描位移板 6 放置于激光器 4 出射光路上，转动扫描位移板 6 使激光器 4 出射的平行光束沿与 V 形结构棱线 3' 垂直的方向移动，首先利用激光器 4 出射的平行光束照射其中一个太阳能电池 1'，太阳能电池 1' 散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第一组激光散斑图像数据；然后利用激光器 4 出射的平行光束照射 V 形结构的棱线 3'，此时棱线 3' 平分激光散斑，散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第二组激光散斑图像数据；最后利用激光器 4 出射的平行光束照射另一个太阳能电池 2'，太阳能电池 2' 散射的光束由面阵探测器 5 收集，得到第三组激光散斑图像数据；利用处理器 7 根据式(1)进行计算，得到比值 R；

$$[0054] \quad R = \frac{2\bar{I}_3}{\bar{I}_1 + \bar{I}_2} \quad (1)$$

[0055] 其中  $\bar{I}_1$  为激光束打在一片太阳能电池 1' 表面时面阵探测器 5 得到的散斑图样



的灰度平均值,  $\overline{I_2}$  为激光束打在第二片太阳能电池 2' 时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值,  $\overline{I_3}$  为 V 形结构棱线 3' 平分激光光斑时面阵探测器 5 得到的散斑图样的灰度平均值; 这样得到各组太阳能电池对应的比值 R; 所述扫描位移板 6 采用透光的平板玻璃, 处理器 7 可采用单片机、DSP、FPGA 或计算机等具有图像处理功能的器件;

[0056] (5) 检测各组太阳能电池的转换效率, 找到转换效率符合规定标准的太阳能电池, 将该组太阳能电池对应的比值 R 作为标定值。

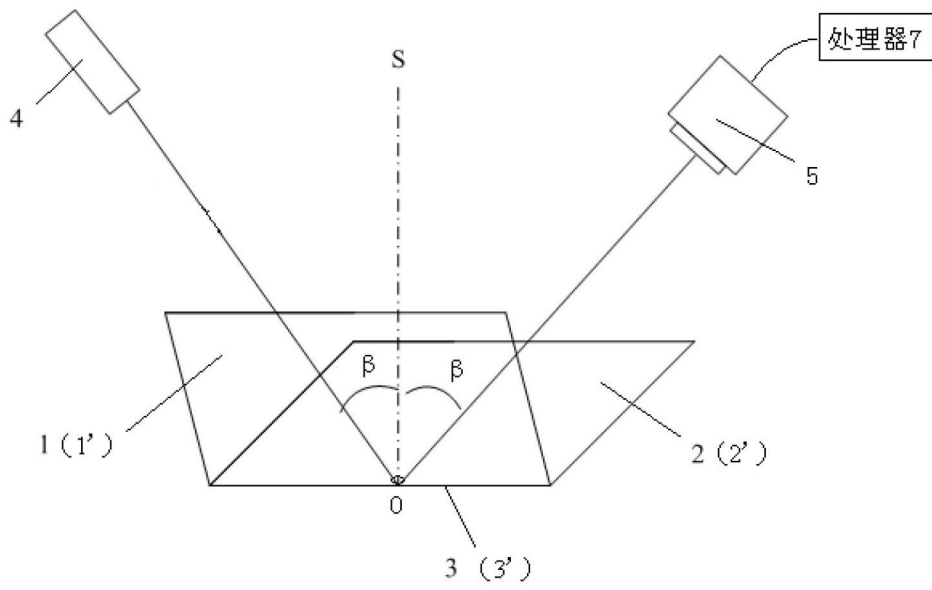


图 1

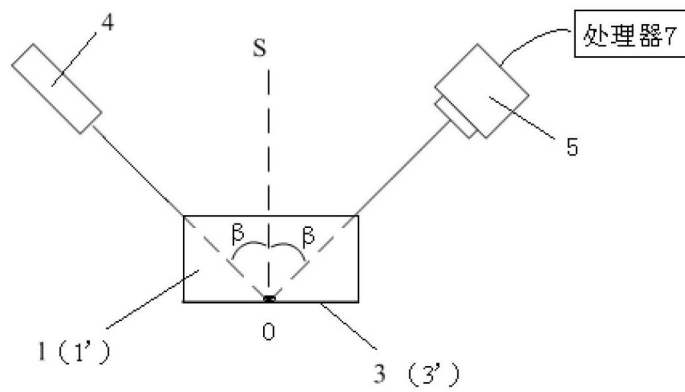


图 2

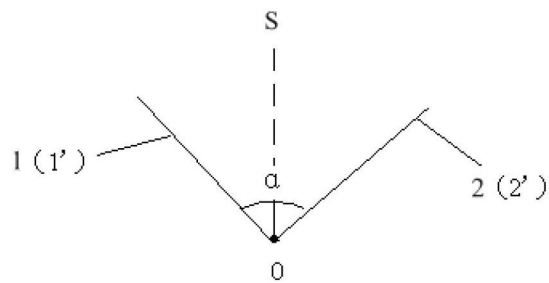


图 3

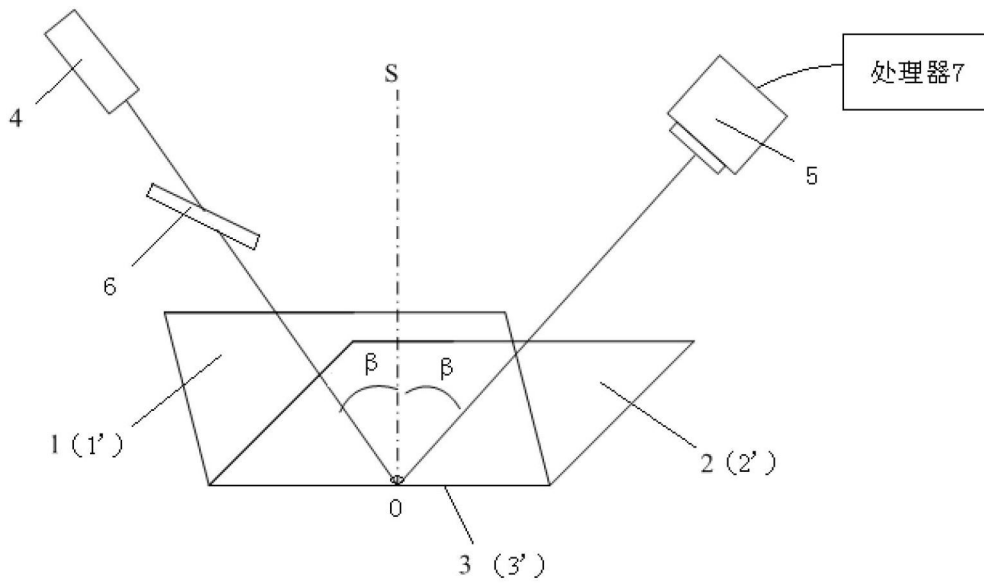


图 4

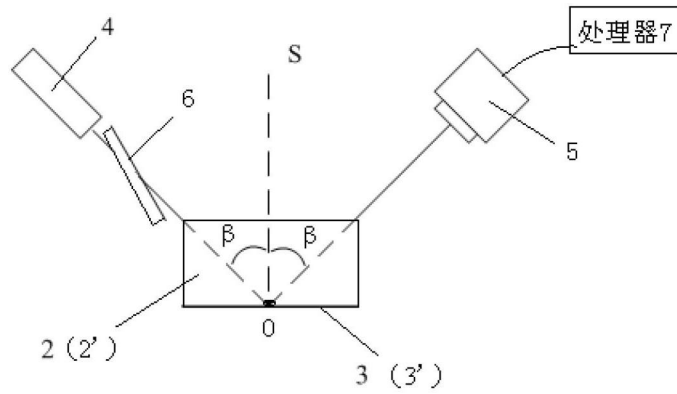


图 5