

测定太阳能电池的光学性能

采用 Agilent Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计和外置 DRA-2500 积分球



作者

Andrew R. Hind 博士和
Marcus Schulz 博士
安捷伦科技有限公司

前言

单词 photovoltaic（光电的）是由希腊单词 photo（光）和物理学家 Volta（伏特：电池的发明者）^[1]两个单词组合产生的，用来表述太阳能电池将光直接转化为能量，转化的理论依据是 Bequerel^[2]在 1839 年发现的光电效应：光照射在固体表面，导致其产生自由电子。

太阳能电池由多种半导体材料组成，95% 以上的太阳能电池主要成分是硅，在其中需要有选择性的掺杂一些其他元素。掺杂的目的是为了在半导体材料内部产生富余的正电荷 (p) 或负电荷 (n) 载体，当两种不同类型的半导体层结合在一起，就会在接合处形成 p-n 结，形成的电场可使在阳光作用下产生的电荷载体向两边分离，通过使用金属电极，可收集电荷，如果此时给它接上一个外电路，就会形成直流电。硅基太阳能电池尺寸一般在 10 × 10 cm 左右，表面覆盖透明的防反射 (AR) 涂层用来保护电池的同时防止电池表面反射的光能损失。图 1 是一个典型的太阳能电池结构示意图。

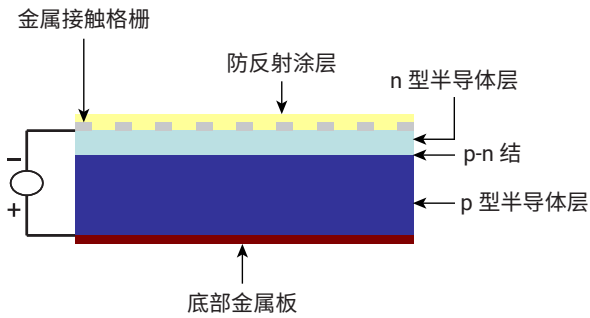


图 1. 典型的太阳能电池结构示意图

对于任何一个太阳能电池来说，其获得的电流大小都随光通量增加而增加，虽然影响电池转化效率的因素有很多，但电池表面的反射性能是一个非常重要的参数。为了测量这种反射性能，就需要使用到高性能的 UV-Vis-NIR 分光光度计，而且需要配备积分球。积分球用来收集从固体表面（例如太阳能电池）反射出来的光（包括漫反射或者全反射），应用相应的样品固定附件，积分球也可以用来测定太阳能电池的漫透射性能。

本应用简报将就太阳能电池制造中的几个阶段，用 Agilent Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计配备外置漫反射附件 2500 和小光斑套件附件测定其反射性能展开介绍。

实验部分

仪器^[3]

- Agilent Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计
- 安捷伦外置 DRA-2500 积分球
- 小光斑套件附件

条件

将外置 DRA-2500 积分球装入分光光度计并校准^[4]。紫外-可见-近红外谱图通常在 250–2500 nm 区域内采集，并使用适当的基线校正（零/基线校正）。建议的仪器参数如下：紫外可见区：2 nm SBW, 0.1 秒 SAT, 1 nm 采样间隔；近红外区：能量 3, 0.2 秒 SAT, 3 nm 采样间隔；双光束模式，全狭缝高度。使用 Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计和外置 DRA-2500 积分球收集反射光谱，当需要的光束图像较小时，换上小光斑套件。

结果与讨论

图 2 是光电池成品和半成品的漫反射光谱图。没有防反射涂层、表面粗糙的晶片 (TS3)、有防反射涂层的晶片 (TS2) 和有金属接触格栅的晶片成品 (图 3) (TS4) 的光谱图有明显差异。为了检查样品表面是否均一，在每个样品不同的点测试 2 次，采集光谱图。

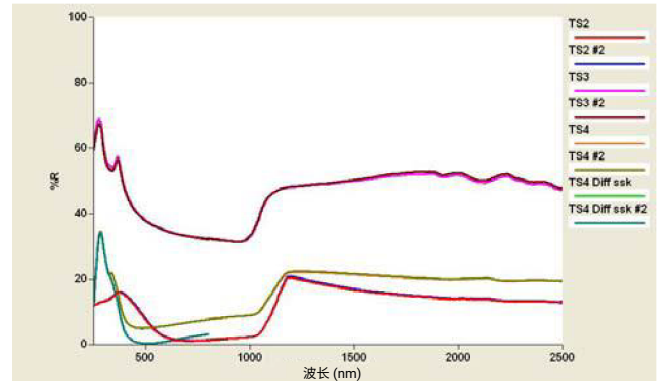


图 2. 太阳能电池的 UV-Vis-NIR 漫反射光谱



图 3. 装有金属接触格栅和防反射涂层的太阳能电池成品

此外，成品电池的平均反射光谱 (TS4, 采样区域包括电池表面和金属接触格栅) 与只有电池表面的反射光谱 (TS4 Diff ssk, 不包含反射性金属接触格栅的反射) 之间存在显著差异，这就突显了将光束尺寸缩小到足够小 (直径约 1 mm) 的

优势：可以收集到金属接触格栅之间区域的光谱。结果证实，与电池本身的活性表面相比，金属接触格栅的反射率相对较高，这一点符合预期。

结论

UV-Vis-NIR 分光光度法可以非常方便地测试太阳能电池的反射和透射性能，应用高性能的分光光度计（例如 Agilent Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计）配备积分球附件可以快速得到高分辨率、低噪声的高质量光谱图，为了对太阳能电池上的微小面积进行采样测试，需要采用小光斑附件缩小样品表面的光束尺寸，安捷伦提供外置 DRA-2500 积分球及配套的小光斑套件附件，可以帮助您实现此类测试。

参考文献

1. Allssandro Volta (1745–1827)
2. Alexandre-Edmond Bequerel (1820–1891)
3. 部件号：

产品	部件号
Agilent Cary 5000 UV-Vis-NIR 分光光度计	G9825AA
外置 DRA-2500 积分球	G9832A
小光斑套件	G9850A #006

4. Cary WinUV 软件，在线帮助，版本 3.0

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

www.agilent.com/chem/cary5000

DE13611923

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2005，2011，2022，2023
2023 年 1 月 12 日，中国出版
5994-5624ZHCN