

《太阳电池物理与器件》课程教学大纲

一、课程概况

| | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|---|--|-----|--|-----|
| 课程名称 | 太阳电池物理与器件 | | 课程号 | 107413032 | | | | |
| 课程英文名称 | Physics and Devices of Solar Cells | | 学时/学分 | 36/2 | | | | |
| 课程性质 | 选修 | | 适用专业 | 新能源材料与器件 | | | | |
| 课程负责人 | 刘奇明 | | 教学团队 | 王子磊 | | | | |
| 选用教材及参考书目 | 高平奇等,《太阳电池物理与器件》,第一版,中山大学出版社,2022年 | | | | | | | |
| <p>课程简介: 本课程旨在使学生全面掌握太阳电池的工作原理,了解各种太阳电池材料的特性与制备工艺,掌握太阳电池器件的设计方法,并对太阳电池技术的最新进展和应用前景有所了解。课程内容涵盖光伏效应原理、半导体物理基础、p-n 结理论等太阳电池物理基础,以及太阳电池材料、结构、制备工艺与测试方法等关键知识点。此外,课程还将介绍太阳电池在光伏发电系统中的应用,以及太阳电池技术的最新进展和发展趋势。本课程还将培养学生的创新思维和实践能力,为未来从事新能源、光伏产业等领域的工作打下坚实的基础。</p> | | | | | | | | |
| 课程目标 (Course Objectives, CO) | | | | | | | | |
| 知识目标 (CO1) | | 了解太阳电池所必需的半导体物理基础、太阳电池的原理、发展历史和发展方向。 | | | | | | |
| 能力目标 (CO2) | | 熟悉太阳电池与器件的基本知识,包括太阳电池的工作原理、材料特性及制备工艺。掌握太阳电池常用的测试方法与数据分析,理解太阳电池器件设计的基本原则,能参与相关的科研项目和实践活动。 | | | | | | |
| 素质、情感价值观目标 (CO3) | | 为学生未来从事光伏方向的技术工作、学习后续课程及科研活动打下坚实基础。 | | | | | | |
| 教学方式 (Pedagogical Methods, PM) | | <input checked="" type="checkbox"/> PM1 讲授法教学 | 24 学时 67 % | <input checked="" type="checkbox"/> PM2 研讨式学习 | 12 学时 33 % | | | |
| | | <input type="checkbox"/> PM3 案例教学 | 学时 % | <input type="checkbox"/> PM4 翻转课堂 | 学时 % | | | |
| | | <input type="checkbox"/> PM5 混合式教学 | 学时 % | <input type="checkbox"/> PM6 体验式学习 | 学时 % | | | |
| 考核方式 (Evaluation Methods, EM) | | 考试课 必选 | <input checked="" type="checkbox"/> EM1 课程作业 | 30% | <input type="checkbox"/> EM 2 单元测试 | % | <input checked="" type="checkbox"/> EM3 课堂辩论 | 10% |
| | | | <input checked="" type="checkbox"/> EM4 期中考试 | 10% | <input checked="" type="checkbox"/> EM5 期末考试 | 50% | <input type="checkbox"/> EM6 撰写论文/ 实验报告 | % |
| | | 考查 | <input type="checkbox"/> EM1 课程作业 | % | <input type="checkbox"/> EM 2 单元测试 | % | <input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论 | % |

| | | | | | | | |
|--|-------------|------------|---|--------------------|---|----------|---|
| | 课 必 选 | □EM4 期末考试 | % | □EM5 撰写论文/ 实验报告 | % | | |
| | 自 选 | □EM10 课堂互动 | % | □EM11 实验 | % | □EM12 实训 | % |
| | | □EM13 实践 | % | □EM14 期末考试 | % | | |

二、教学大纲的定位说明

(一) 课程教学目标与任务

- 1.了解光谱和太阳光谱的特征，了解太阳能电池测试的AM1.5G 光谱
- 2.理解晶体硅能带的形成以及掺杂对硅能带结构与光电特性的影响
- 3.理解 p-n 结的形成，掌握 p-n 结的能带和 I-V 曲线
- 4.了解太阳能电池的工作原理双二极管等效电路
- 5.掌握太阳能电池的 $I-V$ 、量子效率、界面钝化、接触电阻等常规测试的仪器方法以及数据分析
- 6.了解太阳能电池的发展脉络以及未来的发展方向，熟悉 Al-BSF、PERC、HJT、TOPCon 等各类电池的结构和特征
- 7.了解晶体硅太阳能电池各生产环节对应的工艺流程
- 8.能够按时上课并进行课堂互动

(二) 课程教学目标与毕业要求的关系

| 课程目标 | | 支撑的毕业要求 | 支撑强度 |
|------------------|-----|---------|------|
| 知识目标 (CO1) | 1-5 | 1 | H |
| 能力目标 (CO2) | 6 | 2 | H |
| 素质、情感价值观目标 (CO3) | 7 | 8 | M |

(三) 支撑课程目标的教学内容与方法

讲授为主，辅以研讨式学习。

(四) 与先修及后续课程之间的逻辑关系和内容衔接

高年级专业进阶类选修课，需修读物理、化学基础课程和固体物理、半导体物理等专业课程。

(五) 检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

通过到课率及课程作业等了解学生课程学习的认真程度和对课程知识的掌握程度。过程性考核及期末考试各占 50%，总评成绩为百分制，60 分及格。

三、课程内容与安排

第一章 光与太阳光（3 学时）

学习目标

- 1.了解光子和光谱的概念，了解太阳的结构和太阳辐照
- 2.理解标准太阳光谱的特征

教学重点：标准太阳光谱

教学难点：大气质量与光谱的关系

教学方法：讲授、案例

第二章 半导体物理基础（6 学时）

学习目标：

- 1.了解能带理论
- 2.熟悉单晶硅材料的结构、光电特性

教学重点：单晶硅的掺杂及其 p-n 结的形成与能带变化

教学难点：非平衡载流子的产生与复合

教学方法：讲授、案例

第三章 太阳能电池基础（8 学时）

学习目标：了解太阳能电池的工作原理，熟悉电流 - 电压曲线、量子效率曲线及其性能参数的提取

教学重点：太阳能电池的 $I-V$ 曲线

教学难点：太阳能电池的双二极管等效电路模型

教学方法：讲授、案例

第四章 太阳能电池的测试及分析（10 学时）

学习目标：了解太阳能电池的 $I-V$ 、量子效率、界面钝化、接触电阻等常规测试的仪器方法以及数据分析

教学重点： $I-V$ 曲线、少子寿命、接触电阻测试

教学难点：

1. $I-V$ 曲线中复合电流的提取

2. 少子寿命、隐性开路电压 (iV_{oc}) 的分析

教学方法：讲授、案例

第五章 高效太阳能电池的发展 (5 学时)

学习目标：了解太阳能电池的发展脉络以及未来的发展方向，熟悉 Al-BSF、PERC、HJT、TOPCon 等各类电池的结构和特征

教学重点：太阳能电池的损耗分析和提效路线

教学难点：太阳能电池极限效率模型的理解

教学方法：讲授、案例

第六章 晶体硅太阳能电池技术 (4 学时)

学习目标：了解晶体硅太阳能电池各生产环节对应的工艺流程

教学重点：单晶硅片的生产、清洗与植绒

教学难点：硅片的表面钝化技术

教学方法：讲授、案例

制定人：刘奇明

审定人：王连文

批准人：贺德行

日期：2024.10.10