



第四章 太阳能

取之不尽、用之不竭



④ 直接利用

- 太阳能集热器
- 太阳能电池（光伏电池）

④ 间接利用

- 光合作用 ➡ 绿色植物 ➡ 生物质能
- 化学储存（光解制氢等）

应用：

- ① 太阳能热水器
- ② 太阳灶
- ③ 太阳能熔炉
- ④ 太阳能海水淡化器
- ⑤ 太阳能热电站

原理：

聚焦  高温（热能）

吸热体  热交换  载热流体



太阳光收集集方式：

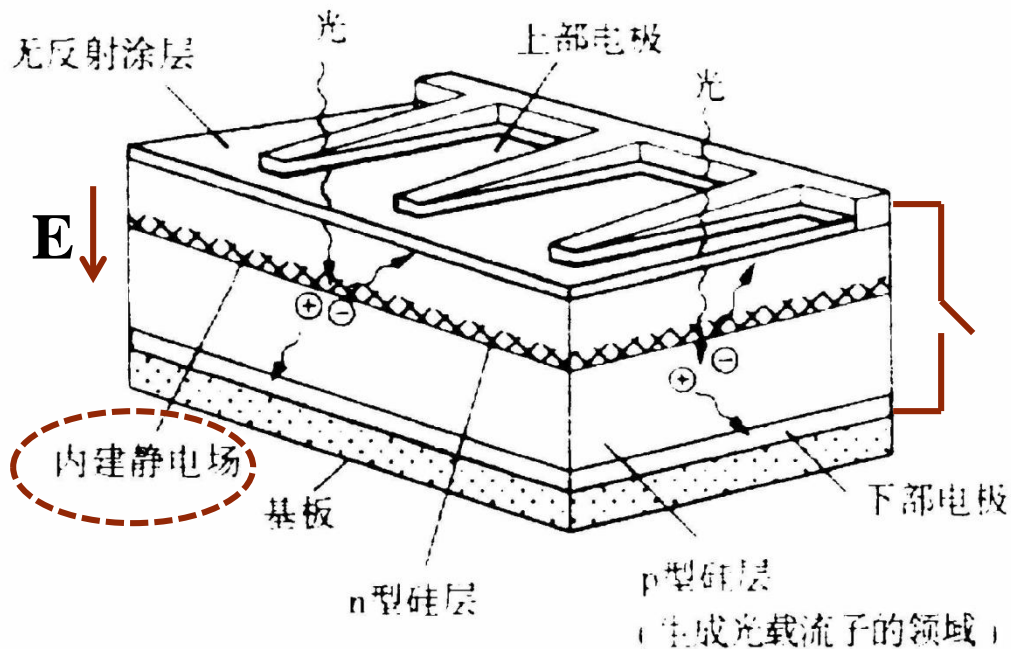
- ④ 平板型
- ④ 聚光型

太阳能电池（光伏电池）

Solar Cell (Photovoltaic Cell)

太阳能电池是一种将太阳能直接转变成电能的装置。

工作原理？



n型半导体 (P、As等掺杂)

p型半导体 (B等掺杂)

p-n结

电子-空穴对
(electron-hole pair)

硅太阳能电池

✓ 单晶硅

纯度：99.9999%

1954年美国贝尔研究所的Pearson、Chapin、Fuller用单晶硅发明了pn结型硅太阳能电池。

- 能量转换效率高（小面积：24%，100cm²：21%，规模化生产：15-18%）
- 发电性能稳定
- 成本高

✓ 多晶硅


- 成本相对较低
- 能量转换效率中等（小面积：20%，100cm²：17.5%，规模化生产：13-14%）

✓ 非晶硅

- 成本最低
- 能量转换效率低（规模化生产：10%）
- 发电性能稳定性差

✓ CuInSe_2 (CIS) 太阳能电池

✓ Cu(InGa)Se_2 (CIGS) 太阳能电池

- 低成本（薄膜化，微米级）  光吸收系数极大
- 高能量转换效率（19.2%）
- 户外长期使用稳定性

✓ 砷化镓 (GaAs) 太阳能电池

✓ 磷化铟 (InP) 太阳能电池

- 能量转换效率高（26%）
- 优异的抗辐射（耐宇宙射线）性能

✓ 低成本化

0.6 \$/W（染料敏化太阳能电池）

3.0 \$/W（硅太阳能电池）

- 有机染料
- TiO_2 、 ZnO 等

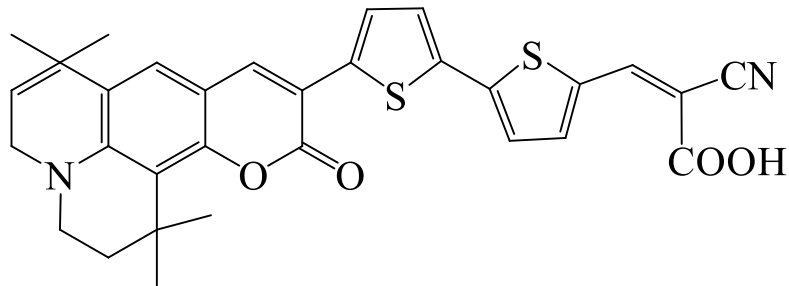
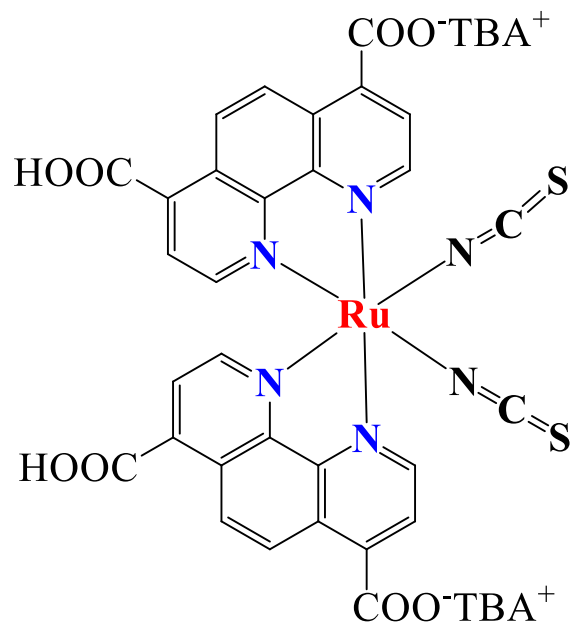
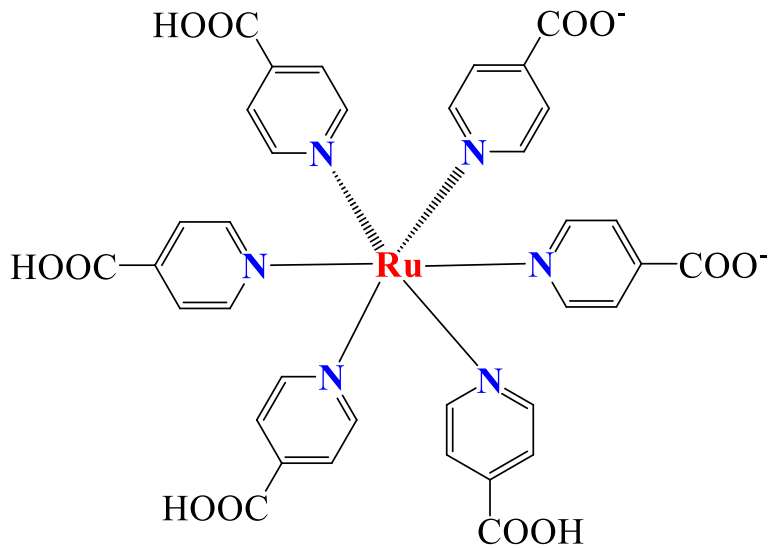
✓ 制造方法简单

湿法生产（印刷）

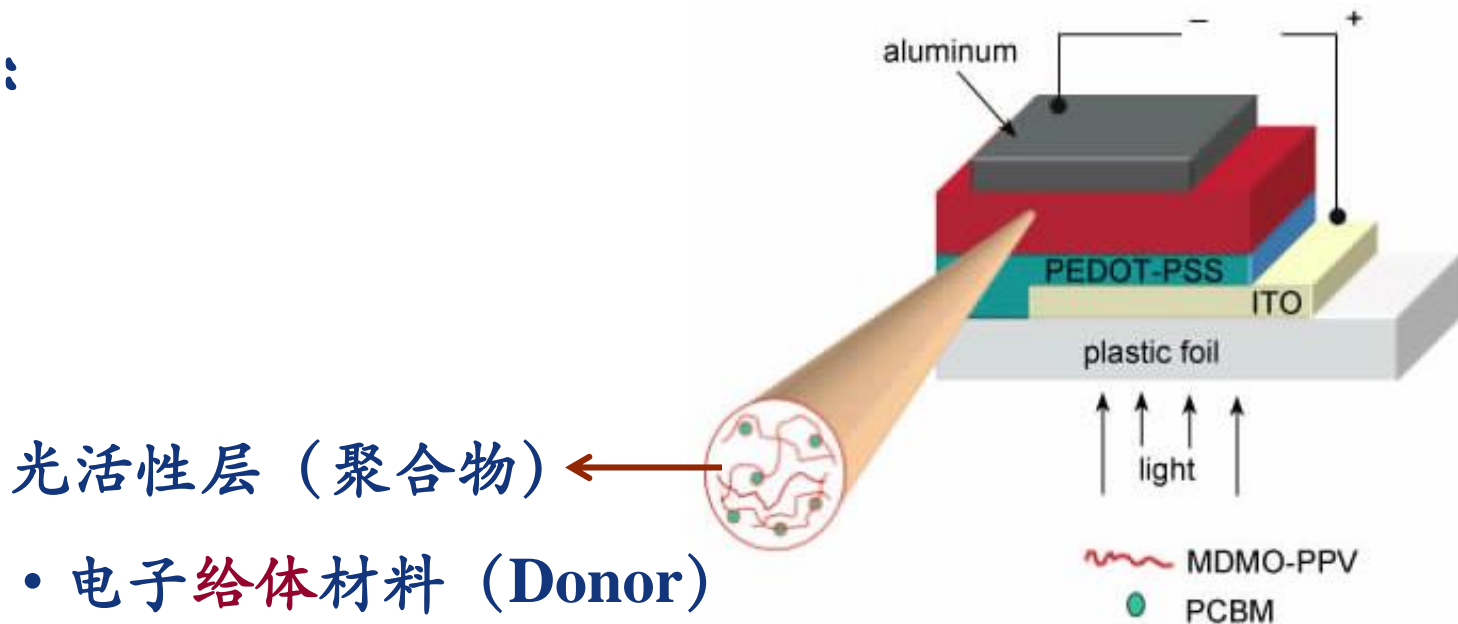
✓ 能量转换效率较低

~10%

1991年瑞士洛桑理工大学的Graetzel教授首次报道了转换效率为7.9%的染料敏化太阳能电池。



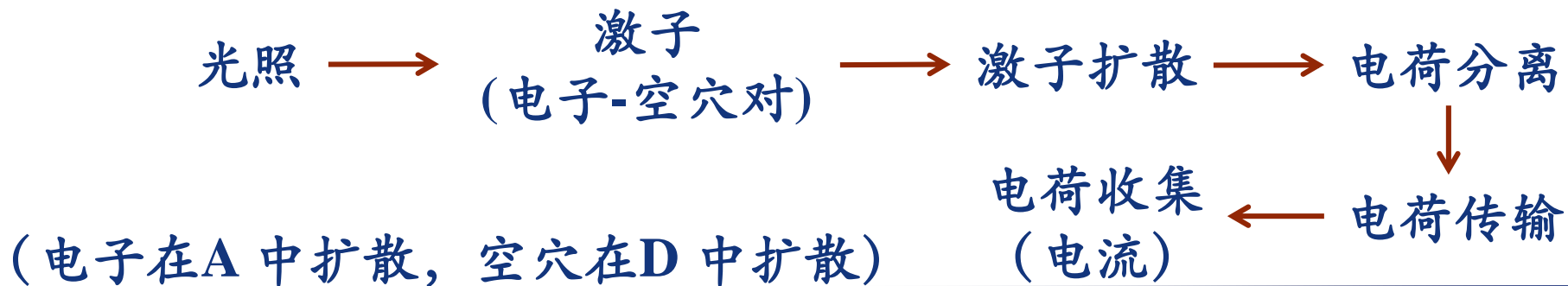
✓ 原理:



光活性层（聚合物）

- 电子给体材料 (Donor)
- 电子受体材料 (Acceptor)

D-A界面：体异质结（类似于pn结）



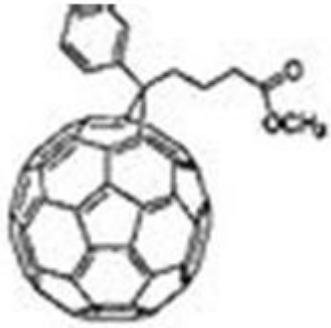
- ✓ 优点：
- 柔韧性
 - 成本低
 - 材料来源广泛
 - 质量轻
 - 易大面积制备

✓ 缺点：

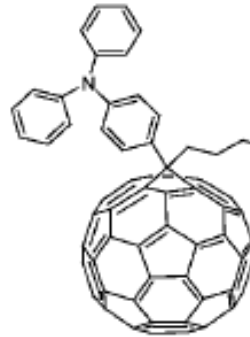
- 能量转换效率低 ($<10\%$)

✓ 关键材料：

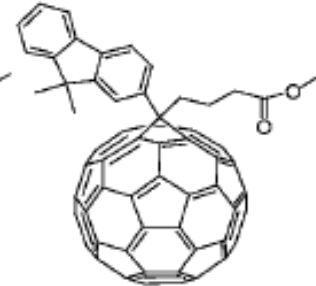
- 电子给体
- 电子受体



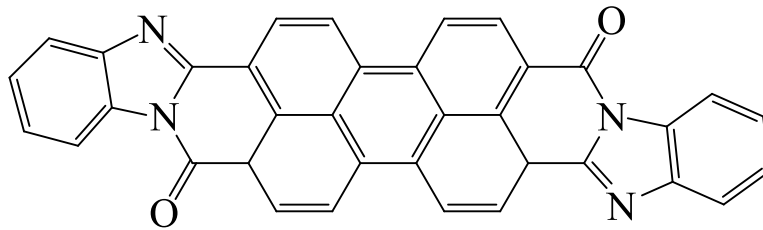
PC₆₁BM



TPA-PCBM



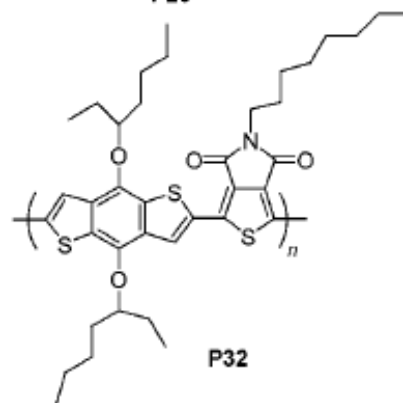
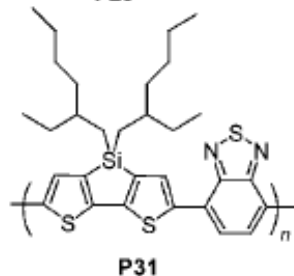
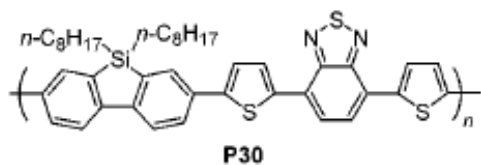
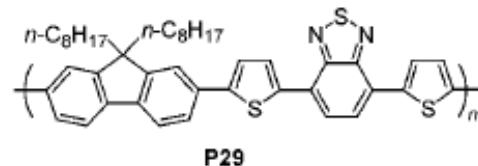
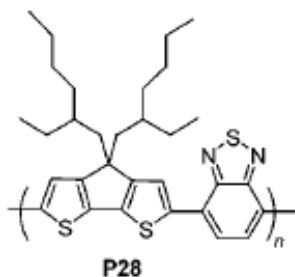
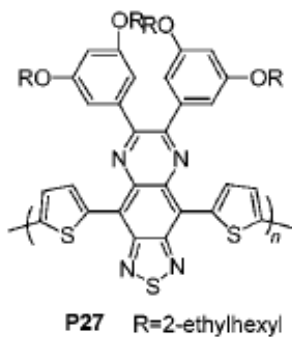
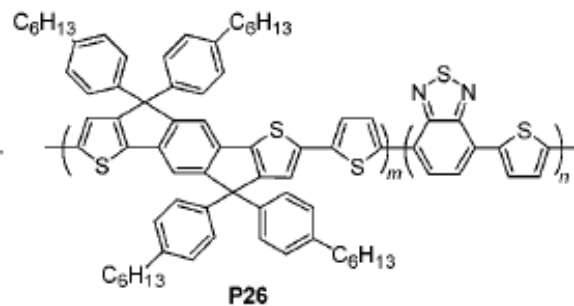
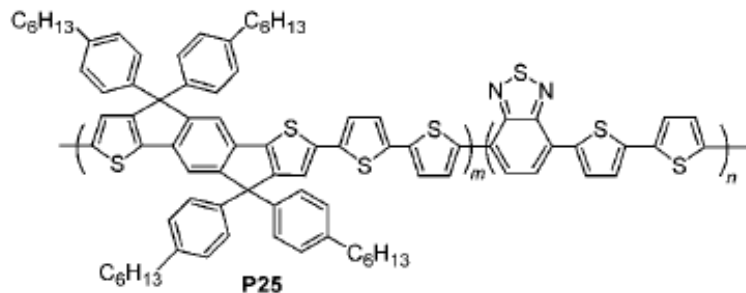
MF-PCBM



- 电子迁移率
- 能级
 - LUMO (最低未占有轨道)
 - HOMO (最高占有轨道)



电子给体材料



- 空穴迁移率
- 能级

- LUMO (最低未占有轨道)
- HOMO (最高占有轨道)

- 单晶硅、多晶硅太阳能电池的能量转换效率高，发电性能稳定，生产技术成熟，但价格昂贵。非晶硅太阳能电池成本相对低廉，但能量转换效率低，且发电性能衰减速率快。
- Cu(InGa)Se_2 (CIGS)、GaAs、InP等太阳能电池成本相对低廉，能量转换效率较高，是未来的一个重要发展方向，但In、Se等都是较稀有的元素，难以全面替代硅太阳能电池。
- 染料敏化太阳能电池和聚合物薄膜太阳能电池成本低廉，生产工艺简单，柔韧性好，质量轻，材料来源广泛（聚合物），是最有发展前途的两类太阳能电池。但转换效率低是其致命缺陷，必须不断改进。

1. 请分别解释硅太阳能电池和聚合物太阳能电池的工作原理。

期末考试

➤ 考试形式: 综述/研究报告

✓ 选题: 指定或自选

✓ 范围: 与清洁能源直接相关的主题

✓ 格式: 按学术期刊论文的要求

- 文献综述
- 课程学习心得

非含氟型磺化聚物质子交换膜材料的研究进展(上)

标题

高 鹏, 郭晓霞, 徐宏杰, 房建华*

作者

(上海交通大学化学化工学院, 上海 200240)

学号

不超过250字

摘要:概述了近十年来非含氟型磺化聚物质子交换膜材料的研究进展,包括各种材料的制备和性质,详细地讨论了材料的化学结构、形态与其性能(质子导电率、耐水性、尺寸稳定性、吸水率、抗自由基氧化性、甲醇透过率等)之间的关系,其中结合作者在磺化聚酰亚胺方面的研究工作,重点对这类材料进行了系统、深入的介绍和讨论。最后,本文还对今后燃料电池用质子交换膜材料的研究提出了一些设想和展望。本文分为上下两篇,其中上篇主要综述了各种非含氟型磺化聚合物的制备方法。

关键词: 燃料电池; 质子交换膜; 磺化聚合物; 合成; 质子导电率

不超过5个词

1 质子交换膜燃料电池工作原理简介

分标题

燃料电池是一种将燃料的化学能直接转化成电能的装置,具有高效、清洁、安静以及环境友好等特点。所用的燃料为氢气、甲醇和烃类等富氢物质。早在 1839 年 Grove 就建立了世界上第一个以氢气为燃料的燃料电池模型^[1]。但这项技术直到上个世纪 60 年代,特别是 1973 年的能源危机后才受到人们的高

4 总结

本文概述了燃料电池用非含氟型磺化聚合物材料的合成方法及材料的化学结构和形态等与其质子导电率和耐水性等性质之间的关系。其中特别重点探讨了 SPI 材料的单体合成方法、聚合、质子导电率和耐水性等。

非含氟型磺化聚合物具有结构多样,价格低廉,原料来源广泛,废弃物易降解等优点。其中,SPSU、SPEEK、SPI 和 SPPBP 是研究的最多,最有希望获得应用的几大类材料。但磺化类聚合物普遍存在的一个共性问题是在低相对湿度下,其质子导电率很低($\ll 0.01\text{S/cm}$),不利于实际应用,在保持膜的稳定性的条件下,如何提高膜的质子导电率尤其是在低相对湿度下的质子导电率是此研究领域的一个重要研究方向。与 Nafion 相比,非含氟型磺化聚合物的耐水性尤其是抗自由基氧化性还有很大差距。有待于进一步提高。耐水性的改善可以通过优化材料的化学结构,形态和交联等方法来实现。抗自由基氧化性则需在对“结构-性能”关系进行深入研究的基础上找到提高的方法。燃料电池性能评价结果表明,由基于 BAPBDS、2,2'-BSPB、3,3'-BSPB 的 SPI 作为质子交换膜的燃料电池具有极高的性能(优于 Nafion112)。对于以甲醇为燃料的直接甲醇燃料电池(DMFC),非含氟型磺化聚合物由于其较低的甲醇透过率,因此在相同条件下其 DMFC 性能一般比 Nafion 要好得多。

综上所述,非含氟型磺化聚合物材料的研究在过去的十多年中已经取得了长足的进展,相信在不久的将来完全可以开发出价格低廉,性能完全可以满足实际使用要求的新型质子交换膜材料。

参考文献:

- [1] 衣宝廉. 燃料电池-高效、环境友好的发电方式,北京:化学工业出版社,2000.
- [2] Savadogo O. J New Mat Electrochem Syst, 1998, 1: 47.
- [3] Ding J, Chuy C, Holdcroft S. Macromolecules, 2002, 35: 1348.

题目（参考）

- ① 清洁能源技术与可持续发展
- ② 锂离子电池技术的现状与发展趋势
- ③ 锂离子电池安全性问题与对策
- ④ 氢能的生产、储存与应用
- ⑤ 燃料电池的原理、种类与应用
- ⑥ 燃料电池汽车相关的关键技术与发展趋势
- ⑦ 太阳能电池的原理、种类与应用
- ⑧ 我国光伏发电产业的现状、问题与对策
- ⑨ 我国风能发电产业的现状与思考
- ⑩ 生物乙醇技术概论

题目（参考）

- ① 影响质子交换膜的质子电导率的因素
- ① 质子交换膜的化学稳定性
- ① 非铂催化剂的研究现状
- ① 锂离子电池电极材料的研究现状
- ① 用于锂离子电池的全固态高分子电解质隔膜
- ① 锂空电池
- ① 高分子材料在太阳能电池中的应用
- ① 风力发电设备关键材料与设计
- ① 光化学污染原因与对策



谢 谢！

