

# 新型CdTe薄膜太阳能电池

韩俊峰

核技术及应用

# 内容

- ▶ 太阳能电池介绍
- ▶ CdTe 薄膜太阳能电池介绍
- ▶ CdTe 电池关键问题的研究
- ▶ 科研心得



# 能源需求与可再生资源

2004年世界实际能耗	13TW
2050年世界预测能耗	30TW
2100年世界预测能耗	46TW
未开发的水能	<0.5TW
海洋能（潮汐、海流等）	<2TW
地热能	12TW
可利用风能	2-4TW
全球总太阳能	120000TW
全球可用太阳能	600TW

# 全球太阳能储量



撒哈拉沙漠

500000km<sup>2</sup>

+



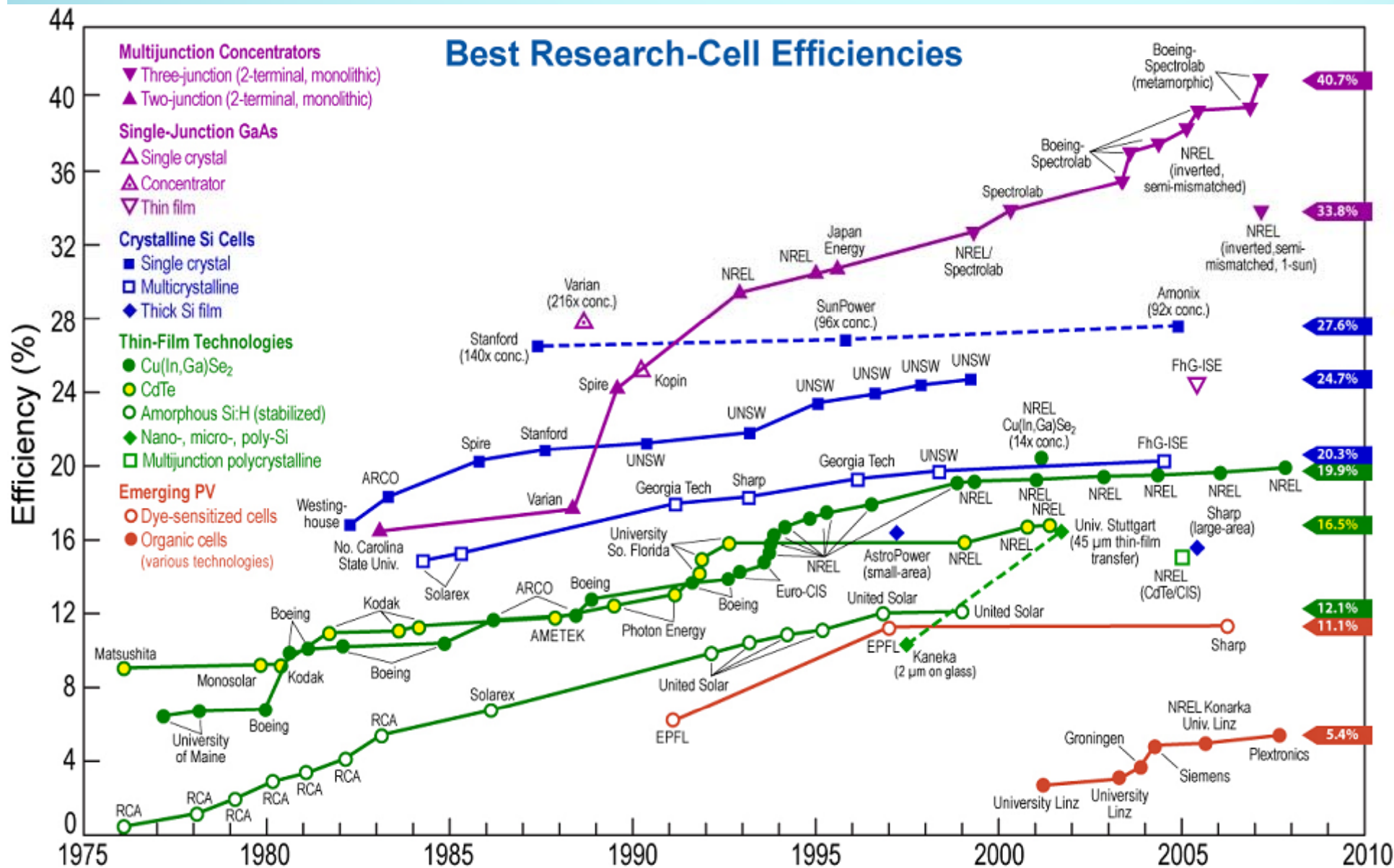
光伏电池

转换效率10%

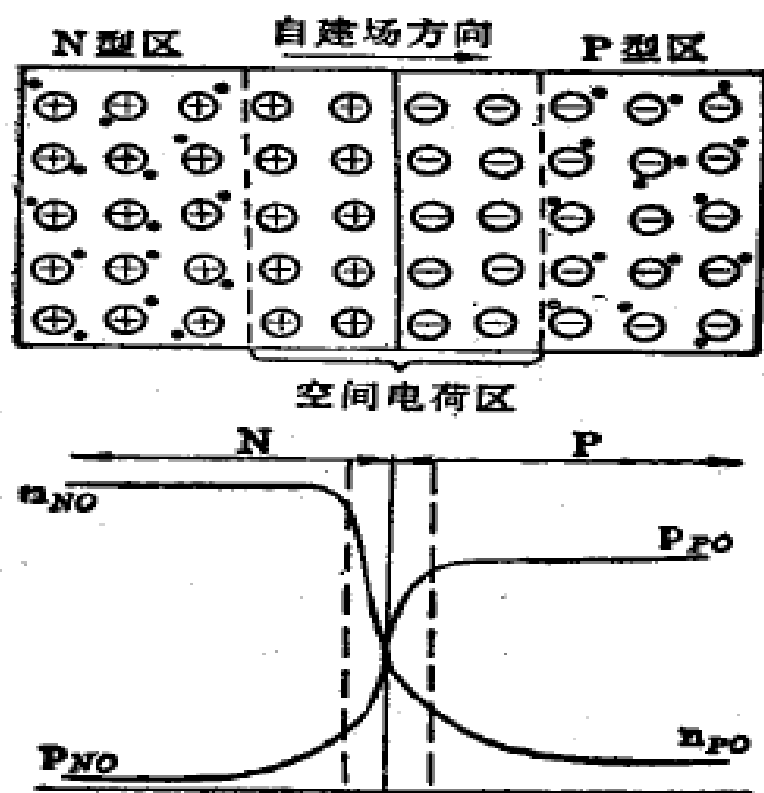
= 20倍全球能耗!

# 太阳能电池的分类

- ▶ 晶硅电池
  - 单晶硅电池
  - 多晶硅电池
- ▶ 薄膜电池
  - 非晶硅电池
  - 非晶微晶多结电池
  - 铜铟镓硒电池
  - 碲化镉电池**
- ▶ 新型电池
  - 染料敏化电池
  - 有机电池
  - 量子点电池



# 太阳能电池基本原理



- ▶ 当光照射 P-N 结时 ( $h \gamma \geq E_g$ )，在 P-N 结产生光生电压。光生伏特效应即是 P-N 结吸收光能在结区产生电动势的效应。

[返回](#)



# CdTe薄膜太阳能电池

- ▶ CdTe电池是一种异质结薄膜太阳能电池
- ▶ 理论最高转换效率是28%
- ▶ 实际实验室最高效率16.5%，工业效率11%
- ▶ CdTe薄膜电池具有转换效率高，成本低，容易大规模产业化等优点
- ▶ CdTe电池的Cd泄漏量小于单位发电量矿石燃料造成的Cd排放，非常安全

# 主要研究组织

- ▶ 美国可再生能源实验室（NREL）
- ▶ 美国特拉华大学新能源研究中心（IEC）
- ▶ 德国达姆施塔特工业大学材料系（TUD）
- ▶ 意大利帕尔玛大学材料系（UNIPR）
- ▶ 瑞士苏黎世理工新能源研究中心（ETH）

# 主要制造商——First solar

- ▶ 美国亚利桑那州专门从事CdTe的薄膜电池生产商，年产1200MW
- ▶ 目前商业产品平均光电转换效率达到11%
- ▶ 世界第二大太阳能电池制造商，第一大薄膜电池企业；
- ▶ 毛利率始终保持在50%以上（目前硅电池企业的毛利率10-20%）；

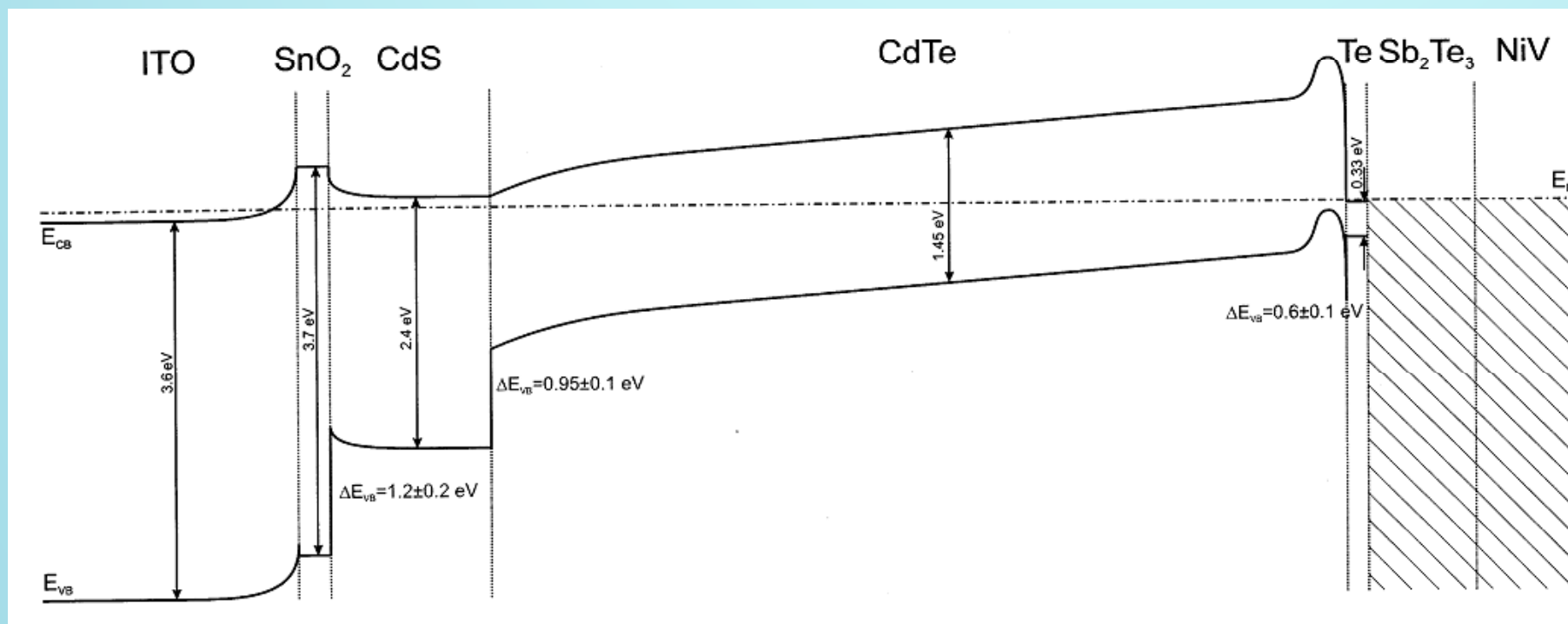
# CdTe薄膜太阳能电池



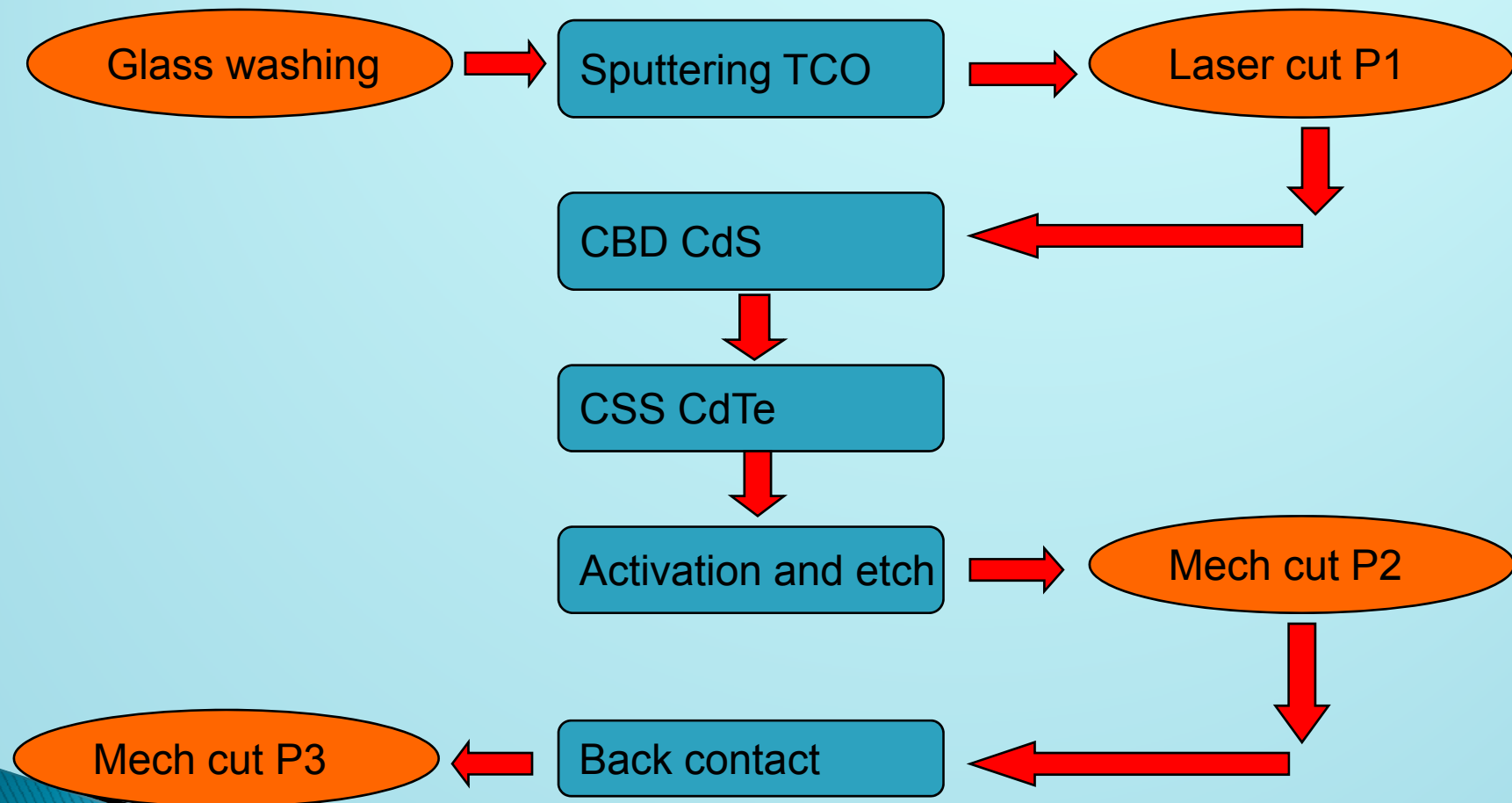
# CdTe薄膜电池的结构



# CdTe 电池能带结构



# CdTe电池的生产工艺



# CdTe薄膜电池的研究难点

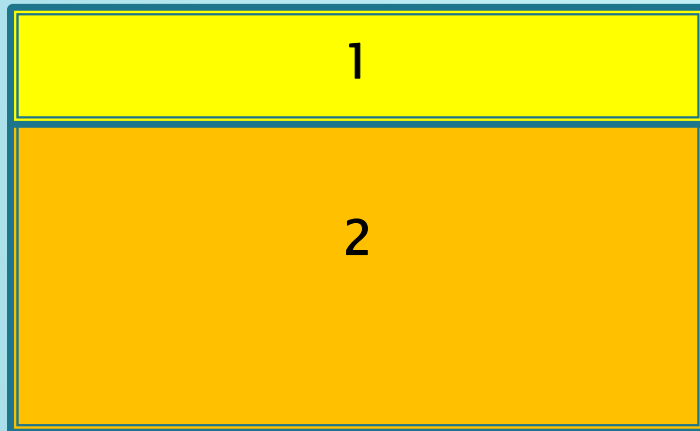
- ▶ CdS薄膜过厚，减薄的CdS膜针孔过多，无法实现工业化
- ▶ CdTe膜进行CdCl<sub>2</sub>空气中退火的机理尚不清楚，是否有其它可替代的方法
- ▶ CdTe的金属背接触一般为肖特基接触，采用Cu虽可以实现欧姆接触，但电池性能不稳定



# 如何解决CdS过厚的问题

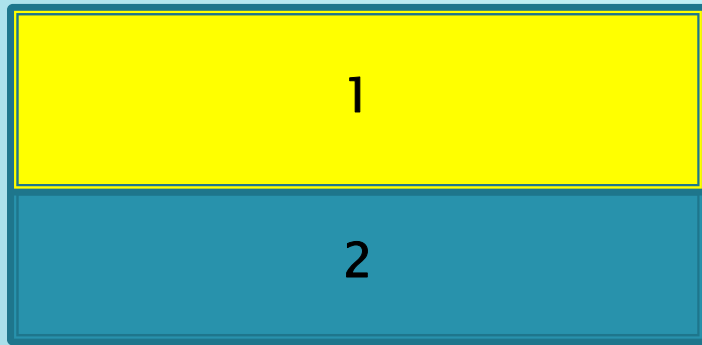
- ▶ 采用双层CdS的方法来实现减薄膜厚和无针孔两个目的
- ▶ 采用ZnS/CdS的复合结构来实现缓冲层减薄的要求

# 双层CdS示意图



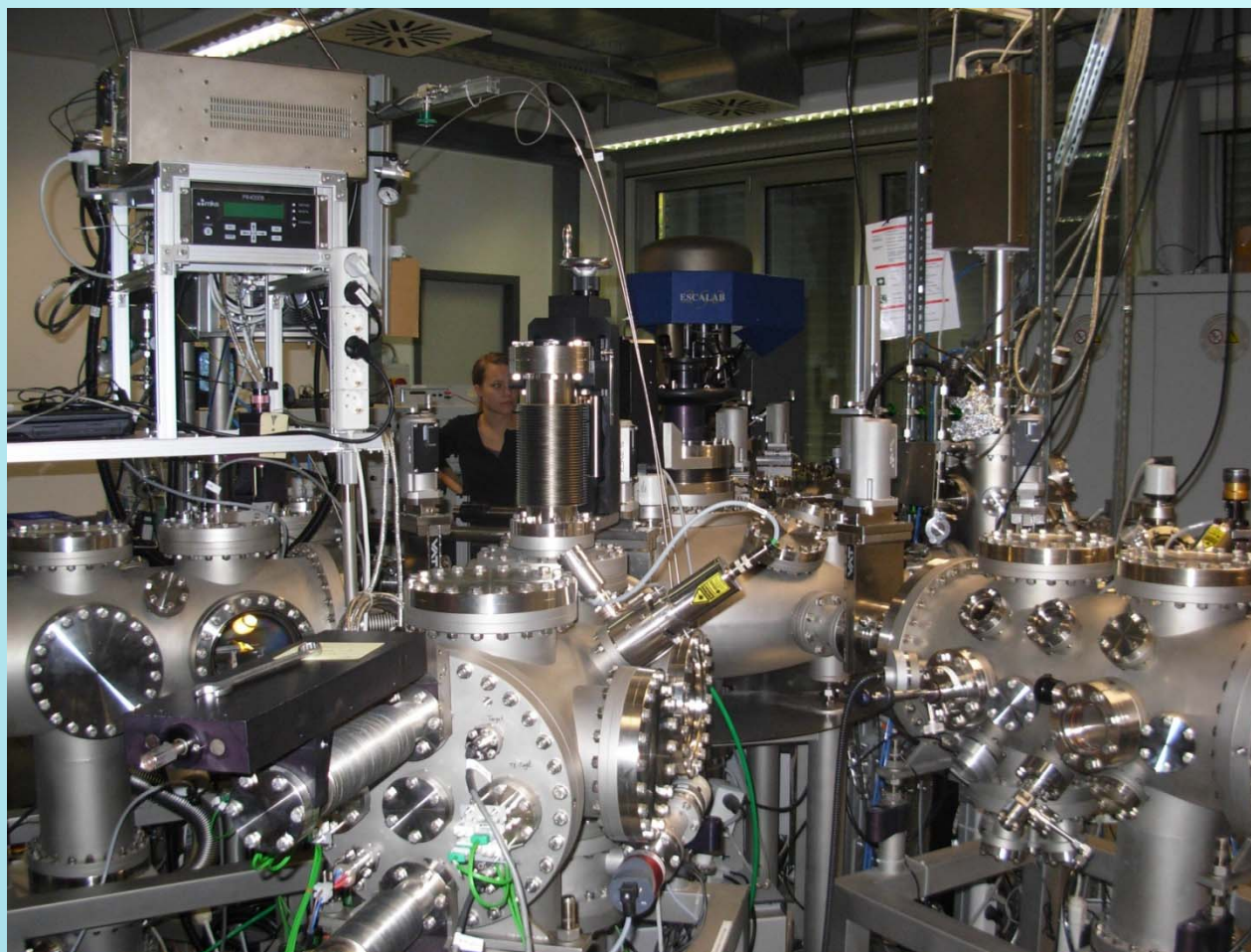
- ▶ 1为晶粒小的CdS层，可以采用化学水浴沉积或者低温衬底蒸镀的方法获得
- ▶ 2为晶粒大，结晶好CdS层，高温衬底蒸镀的方法获得

# ZnS/CdS复合层示意图

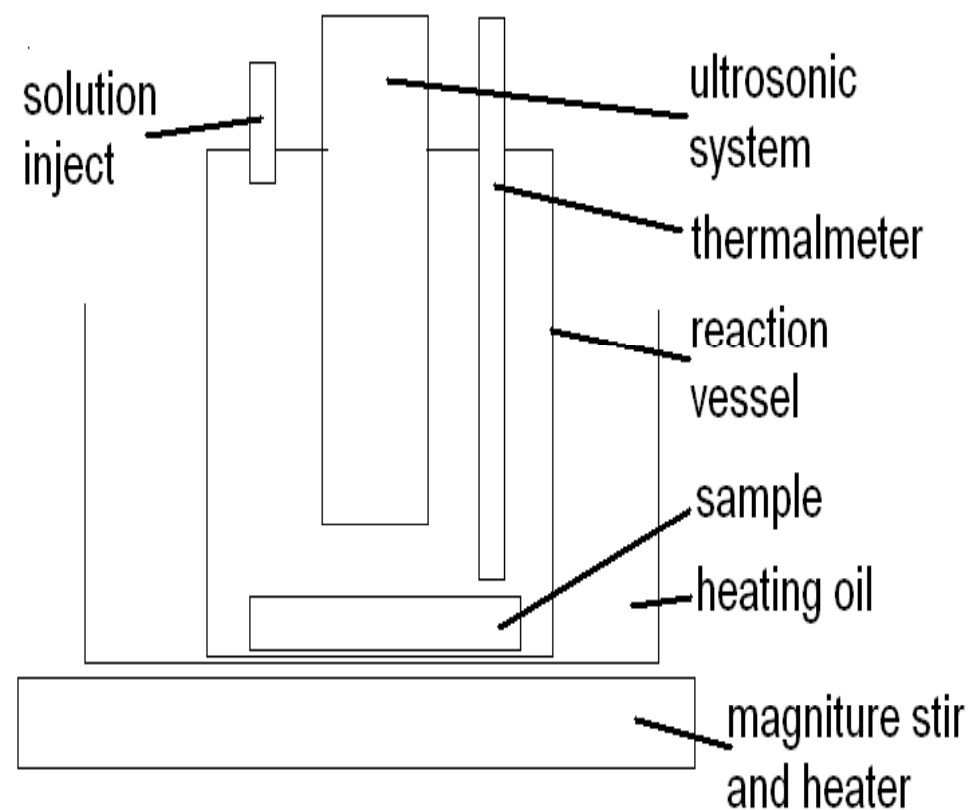


- ▶ 1是CdS层，用于和CdTe形成异质结接触
- ▶ 2是ZnS层，增强整个层的透光性能

# 镀膜设备1——真空蒸发镀膜

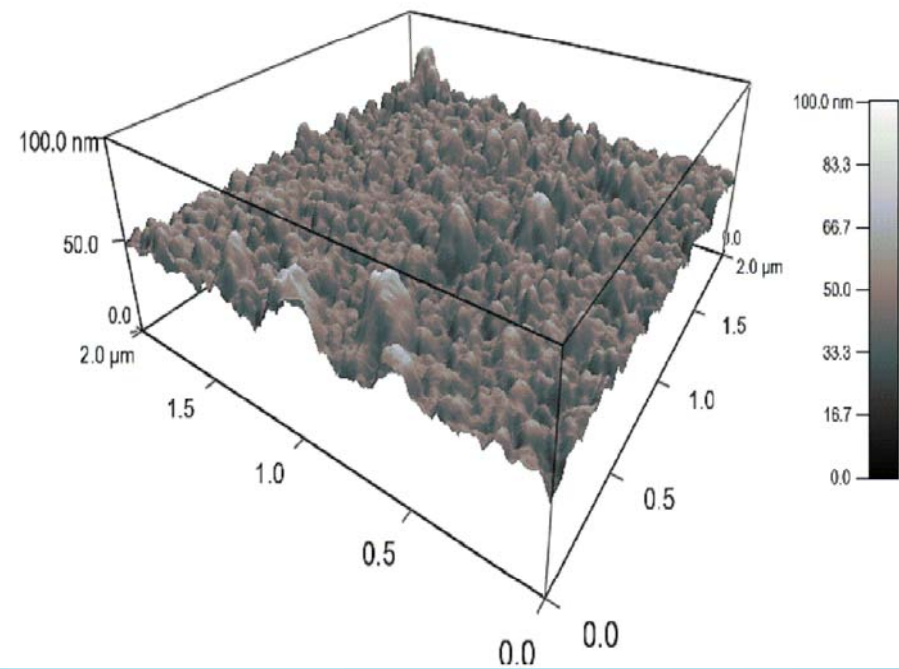
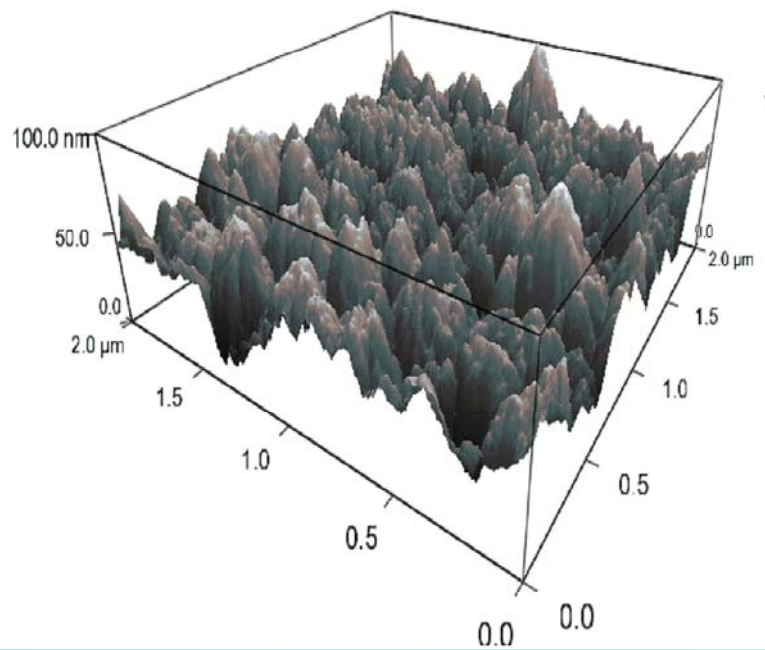


# 镀膜设备2——化学水浴镀膜

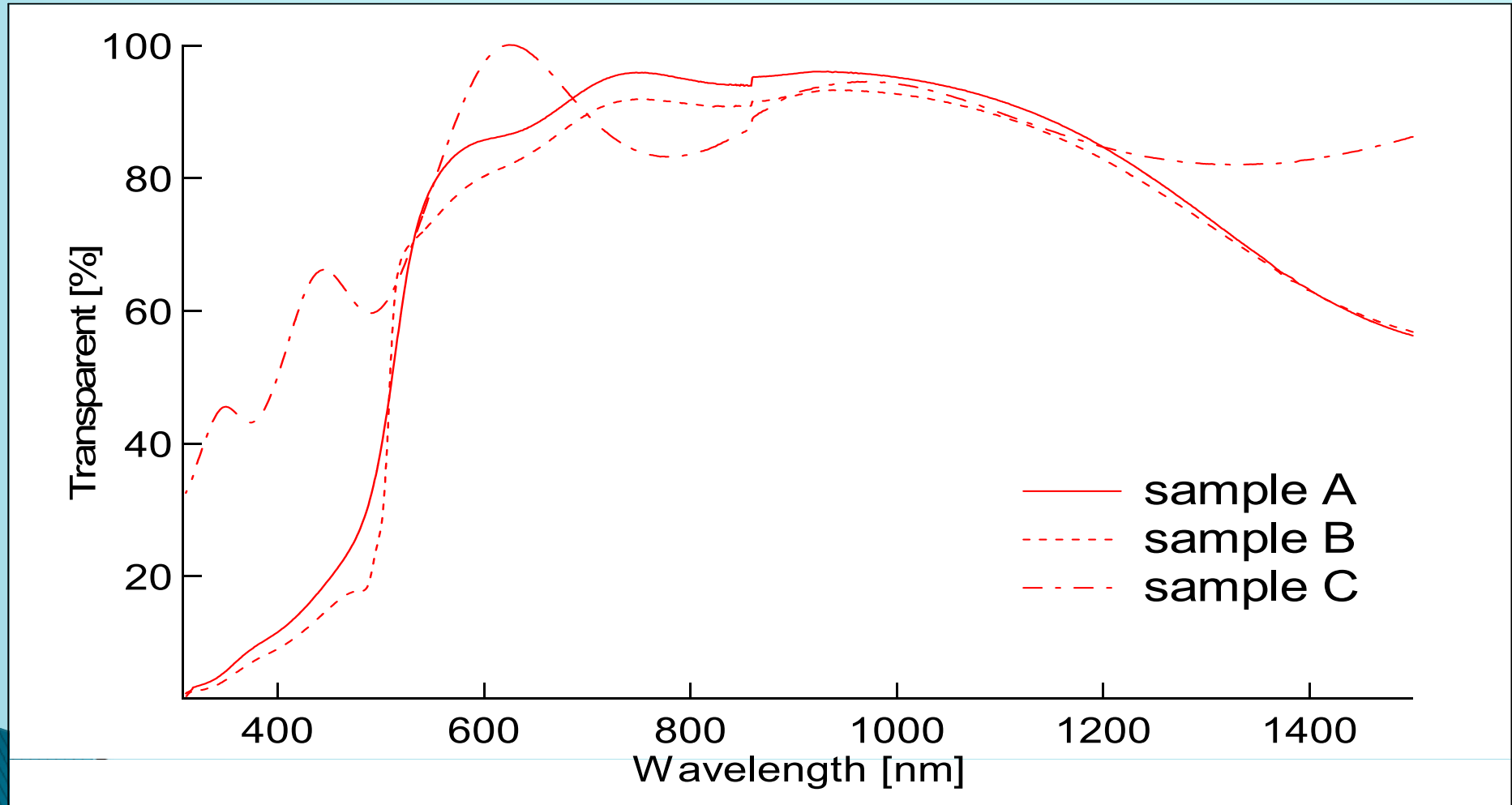


Chemical bath system

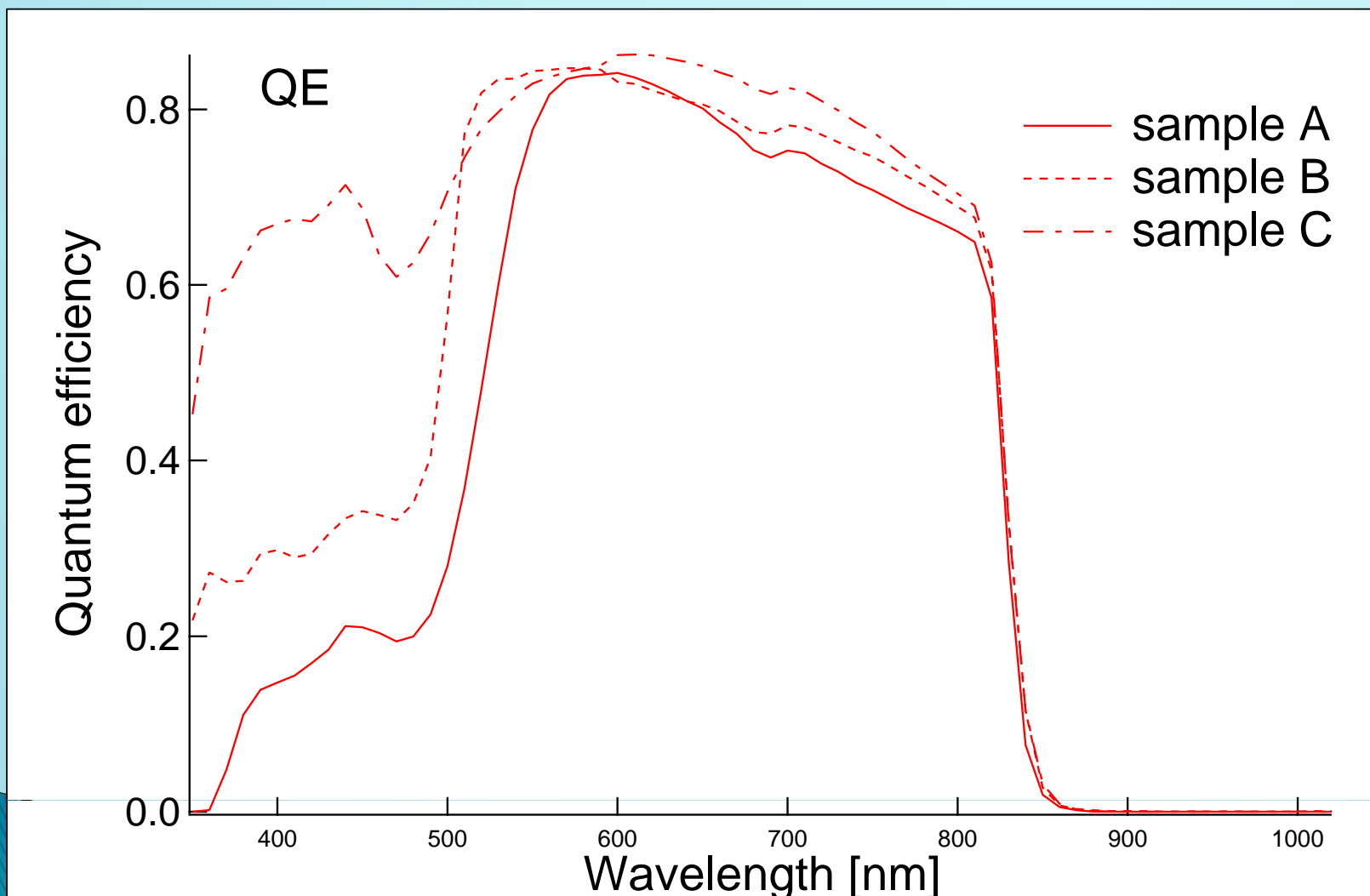
# AFM



# 光透过率

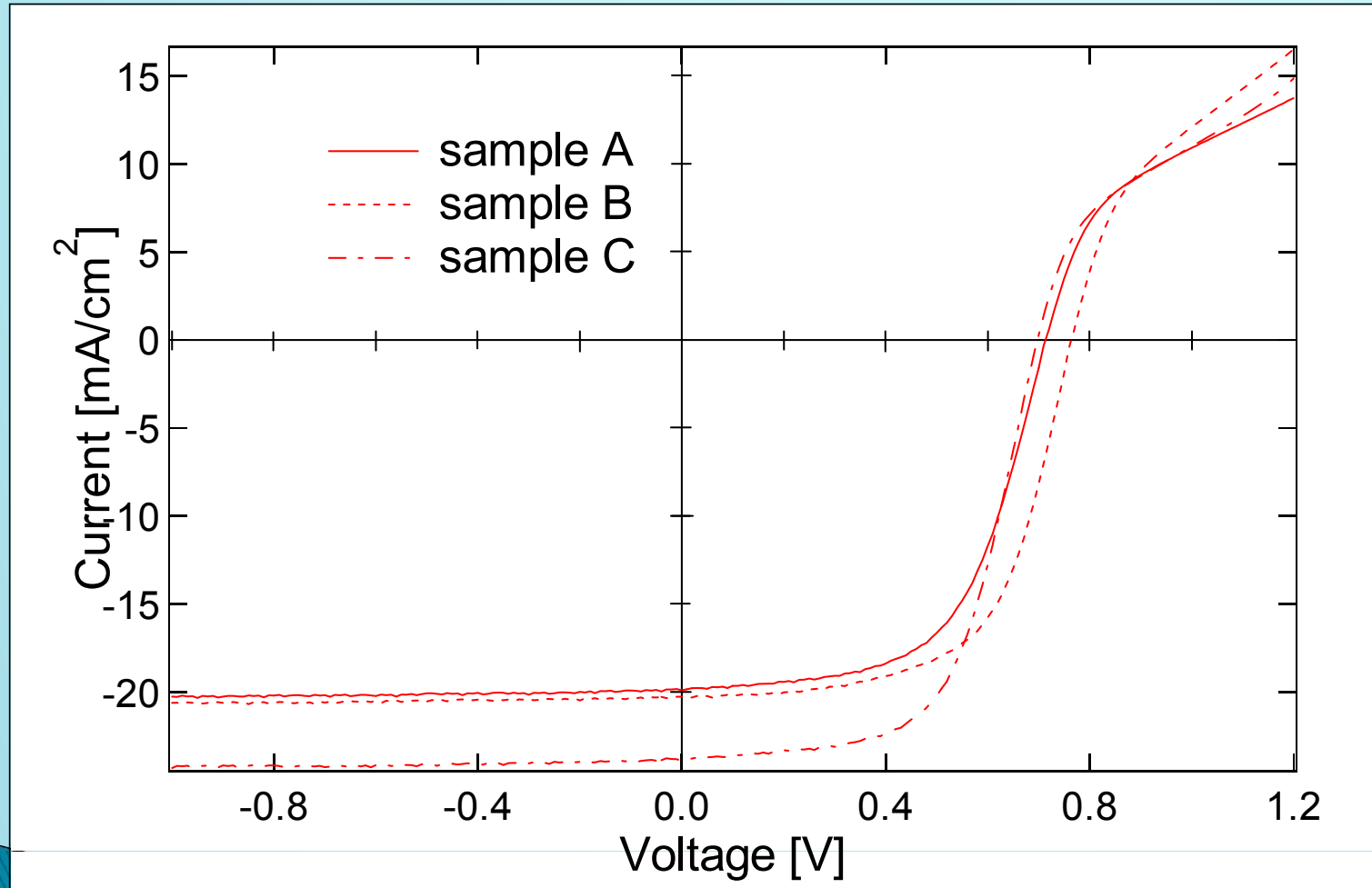


# 光量子效率





# 太阳能电池 I-V 曲线



# 科研心得1——读文献

- ▶ 了解一个领域，先从文献入手
- ▶ 文献需要分类去看，例如综述一类，每个小专题一类，这样对比清楚
- ▶ 文献需要结合自己的实验看，所以有需要略读的，有需要精读的
- ▶ 积极和文章作者发信讨论

# 科研心得2——做深做透

- ▶ 坚持做好一个题目
- ▶ 以这个题目为中心，尽可能多学多看
- ▶ 要在博士期间把自己锻炼成某一个领域非常熟悉和擅长的人

# 科研心得3——理论和试验

- ▶ 做试验一定要学好理论
- ▶ 理论基础扎实才能理解实验现象和测试结果，才能分析出问题
- ▶ 理论对实验的指导意义很重要
- ▶ 理论分析好才有可能做出高质量的工作，发高质量的文章

# 科研心得4——开放式的工作

- ▶ 多和同实验室的人交流实验结果和想法
- ▶ 多和周围不同领域的人交流
- ▶ 积极参加学术会议
- ▶ 积极申请出国交流

谢谢

