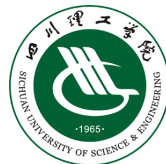




# 目录

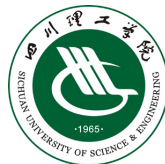
## 前言



# 目录

## 前言

## 掺杂改性的研究

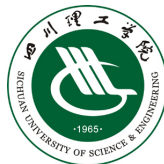


# 目录

前言

掺杂改性的研究

异质结改性的研究



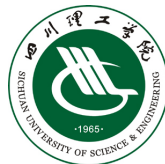
# 目录

前言

掺杂改性的研究

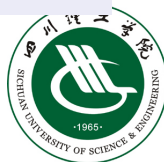
异质结改性的研究

总结

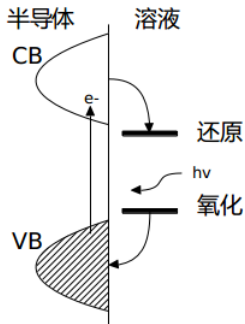


# 引言

太阳能是唯一可再生的碳中性能源，取之不尽用之不竭，是化石能源的良好替代品。直接利用太阳能作为清洁能源是二十一世纪科学界的重大挑战。尤其在目前能源短缺和环境污染问题日益严重的背景下，不管是直接利用太阳能分解水制备氢气还是直接利用太阳能参与某些化学反应等都具有非常重要的意义。



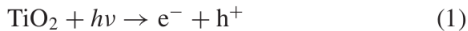
# 光催化机理



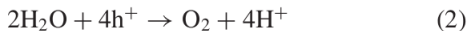
半导体有一个禁带能宽，当照射进来的光的能量超过禁带能宽时，就会把价带 (VB) 的电子激发并进入导带 (CB)。这样在价带会形成空穴，而在导带会形成额外的电子，通常这些空穴—电子对是成对出现的。



## Fujishima 的开创性工作



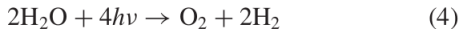
(at the  $\text{TiO}_2$  electrode)



(at the Pt electrode)



The overall reaction is

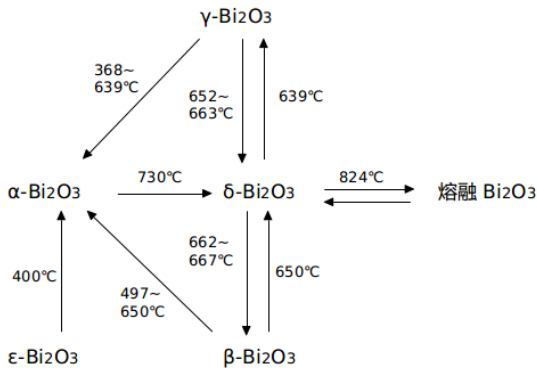


其中  $\text{TiO}_2$  是光电阳极释放电子，Pt 是光电阴极在这里释放氧气。整个反应就是水的分解反应。这个光化学电池量子效率是非常低下的，大约为 0.1。





# 纳米三氧化二铋的性质



其中  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$  是室温下最稳定的构型， $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$  的禁带能宽为 2.85 eV，对大部分可见光都应有吸收和响应。



## 三氧化二铋的缺陷

## 光生电子—空穴复合率过高

其中光生电子—空穴对复合率过高主要是通过调整光催化材料的晶体结构，比如通过提高结晶度加速光生电子—空穴对的分离，或者更细小的纳米粒子也会促进光生电子和空穴的分离。

## 结构不太稳定

而  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  结构不太稳定的问题 Lei Huang 做了专门的探讨。 $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$  在空气中存放 6 个月就会部分转变成  $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{CO}_3$ ，这一过程在水溶液中会进一步加速进行，这可能是因为空气中的  $\text{CO}_2$  溶于水生成  $\text{HCO}_3^-$  和  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$  发生了反应。







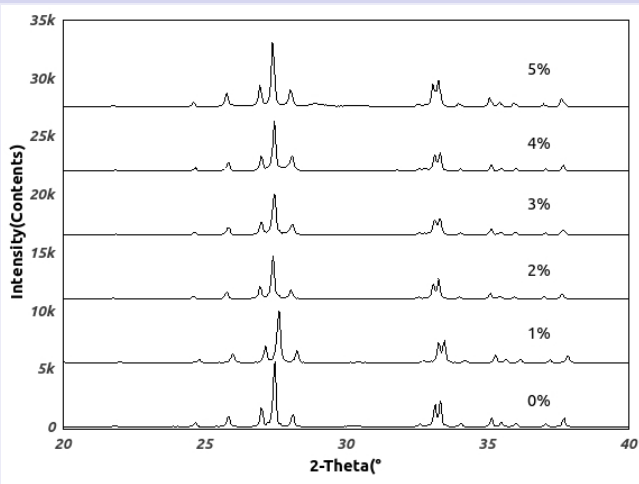
# 锆掺杂三氧化二铋的研究

## 实验制备方法

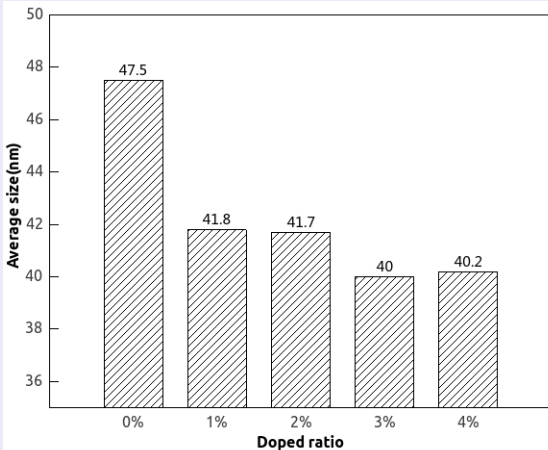
实验采用柠檬酸盐溶胶凝胶法制备镨掺杂的三氧化二铋。在 250mL 烧杯里加入 100 mL 去离子水，然后加入 9.0108 g 的柠檬酸。搅拌，待全部溶解之后加入 20.8 g 五水硝酸铋。然后按照镨与铋的原子摩尔掺杂比依次加入六水硝酸镨。搅拌两个小时后，进入 115 度烘箱，直到水分完全蒸发，形成干凝胶。然后放入马弗炉，300 度保温一个小时，500 度保温两个小时即得样品。

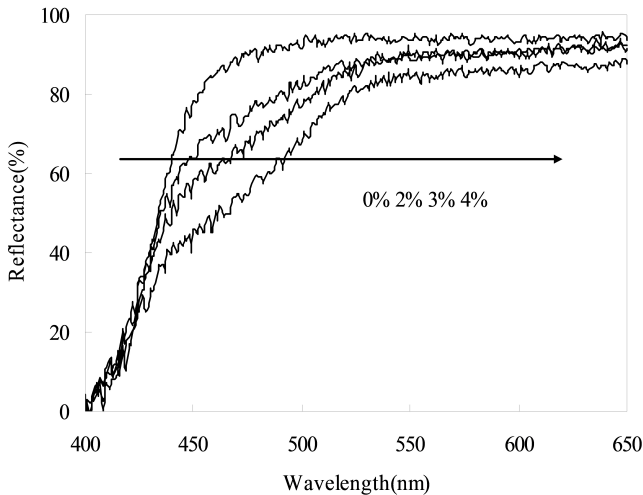


# 锆掺杂系列 XRD 图谱



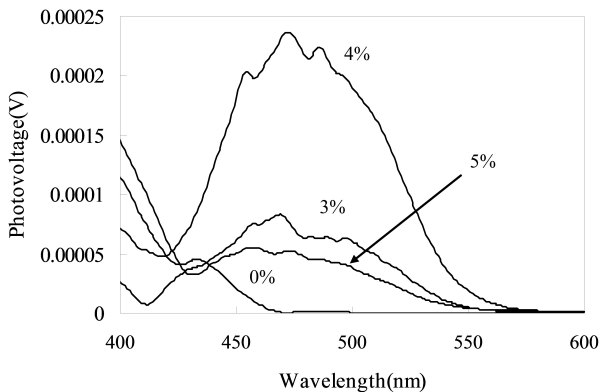
# 锲掺杂系列晶粒尺寸





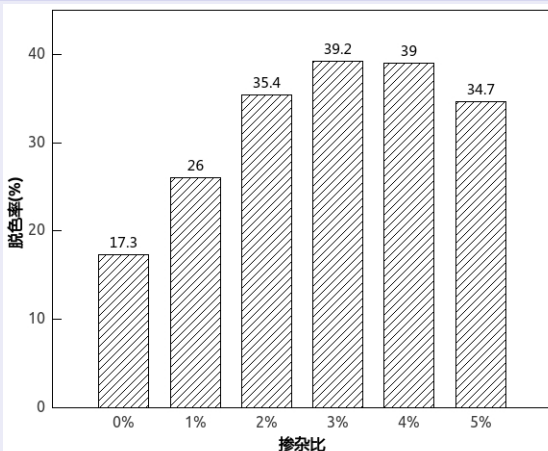


# 镉掺杂系列 SPS 图谱



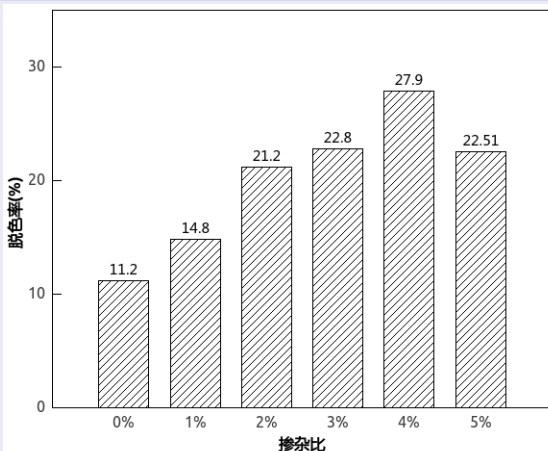
# 锗掺杂系列的光催化活性一

在 35W 紫外杀菌灯下照射 1h

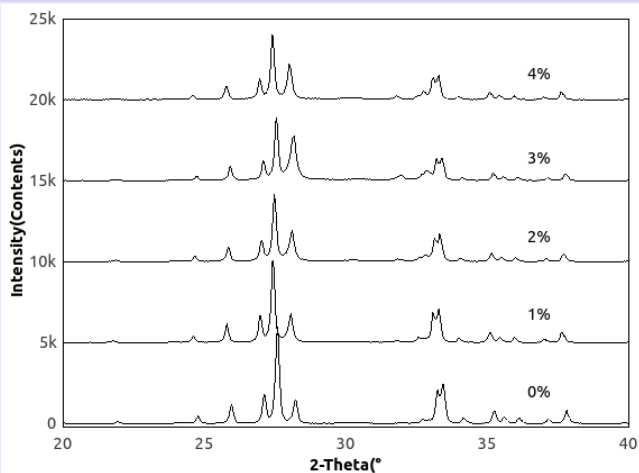


# 锗掺杂系列的光催化活性二

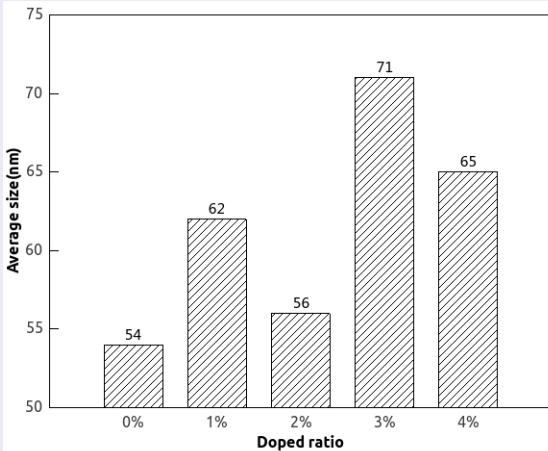
在 350W 氙灯下照射 4h



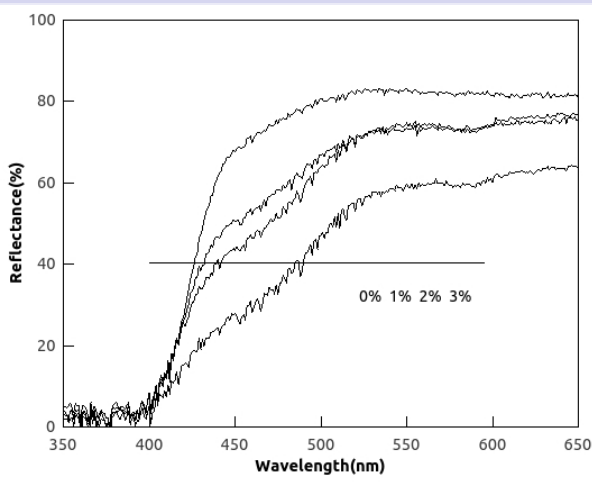
# 钨掺杂系列 XRD 图谱



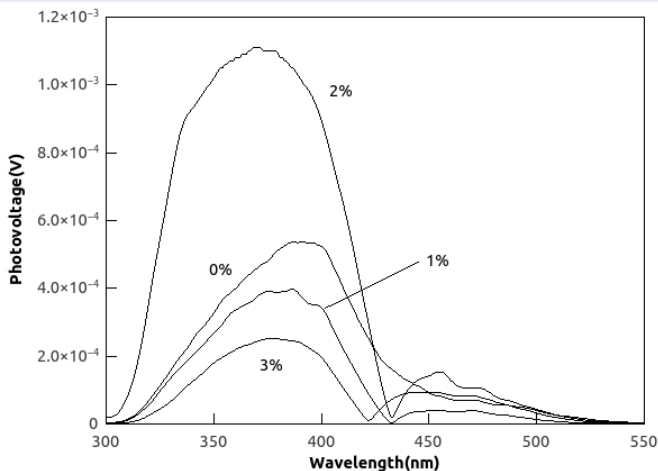
# 钕掺杂系列晶粒尺寸



# 钨掺杂系列 Uv-Vis 图谱

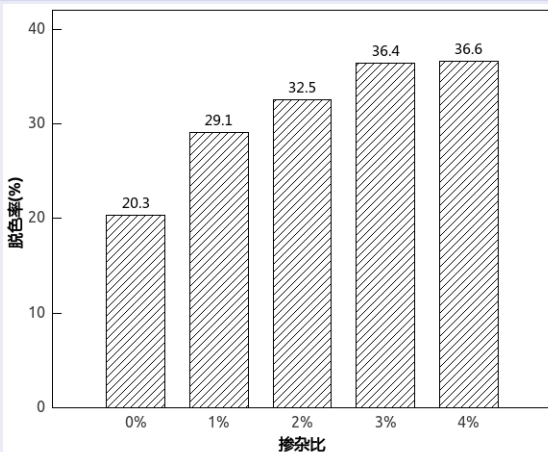


# 钼掺杂系列 SPS 图谱



# 钨掺杂系列的光催化活性

在 350W 氙灯下照射 4h





## 掺杂改性总结

- 掺杂  $\text{Pr}^{3+}$  后  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  晶粒尺寸变小，比表面增加，对可见光的响应增强，4% 掺杂量样品在可见光区表面光电压响应最强，在模拟太阳光和紫外光照射下掺杂样品对甲基橙光催化活性得到显著提高，其中 4%Pr 掺杂样品具有最好的可见光催化活性。

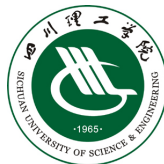


# 掺杂改性总结

- 掺杂  $\text{Nd}^{3+}$  后  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  晶粒尺寸变大，对可见光的响应增强，2% 掺杂量样品在可见光区表面光电压响应最强，在模拟太阳光照射下对甲基橙光催化活性得到显著提高，其中 3%-4%Nd 掺杂样品具有最好的可见光催化活性。



# In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 异质结的制备



# 异质结改性总结一

- 在  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  表面负载  $\text{In}_2\text{O}_3$  后表征结果显示形成了  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{O}_3$  异质结,  $\text{In}_2\text{O}_3$  和  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  存在强的耦合作用, 从而光生载流子分离效应增强, 在日光照射下所制备异质结对甲基橙光催化活性得到显著提高, 其  $\text{In}/\text{Bi}$  原子比为 2% 时样品具有最好的太阳光催化活性。

# 异质结改性总结一

- 在  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  表面负载  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  后表征结果显示形成了  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{O}_3$  异质结，部分  $\text{Fe}^{3+}$  离子进入  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  晶格，引起特征衍射峰的位移， $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  存在强的耦合作用，从而光生载流子分离效应增强，能带值降低，所制备异质结对甲基橙光催化活性得到显著提高， $\text{Fe}/\text{Bi}$  原子比为 3% 样品具有最好的太阳光和紫外光催化活性。



## 异质结改性总结二

- 在  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  表面负载  $\text{NiO}$  后比表面增加,  $\text{NiO}$  和  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  存在强的耦合作用, 异质结在 400 到 800 nm 区域内对光有着更好的吸收,  $\text{Ni/Bi}$  原子比为 2% 样品具有紫外光催化活性, 光照 1 小时后 2% 样品对甲基橙的脱色率较  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  对甲基橙的脱色率提高了约 4 倍。

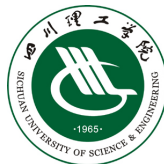


## 异质结改性总结二

- ZnO/Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 异质结的比表面随着 ZnO 含量增加而逐渐增加, ZnO 和 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 存在强的耦合作用, 光催化活性随 ZnO 含量增加而提高。

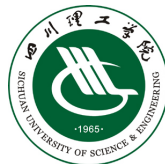


# 总结





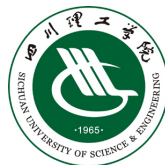
# 结论和展望



# 创新点



# 下一步工作的展望



# 致谢

