

中国科学院大连化学物理研究所 优秀博士后奖励基金申请表

申请人: 李亚光

研究组: DNL21T3 组

学科专业: 物理化学

合作导师: 吴忠帅

填表日期: 2018 年 4 月 2 日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓名	李亚光	性别	男
出生日期	1987/10/07	民族	汉
学历/学位	研究生/博士	专业技术职务	讲师
毕业院校	浙江大学	专业	材料物理与化学
(拟)入站时间		入站性质	<input type="checkbox"/> 统招统分 <input type="checkbox"/> 在职人员
E-Mail		联系电话	
学习 简 历	起止年月	所在单位/专业	所获学位
	2006/09-2010/06	燕山大学/材料物理	学士
	2010/09-2015/06	浙江大学/材料物理与化学	博士
工 作 经 历	起止年月	所在单位	职务
	2015/07-至今	河北大学	校聘教授
博 士	博士论文题目	多金属化合物纳米结构的制备及其光催化性能研究	
	指导教师姓名	朱丽萍	

学位论文摘要

本论文首次采用多金属离子吸附和碳球模板法制备了多金属化合物：包括多金属氮氧化物和异质结的纳米空心结构，并且对其结构和性质进行了系统的研究。开发了一系列提升这些纳米结构光催化性能的方法，并且对其光催化性能提升的机理进行了深入研究。

本论文的主要研究内容如下：

- 1.采用多金属离子吸附和碳球模板法制备了全组分多金属氮氧化物固溶体 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Zn}_x)(\text{N}_{1-x}\text{O}_x)$ 的纳米空心结构，研究了组分对 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Zn}_x)(\text{N}_{1-x}\text{O}_x)$ 纳米空心结构的光学性质的影响。将这些纳米结构应用于可见光全分解水，获得了至今为止 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Zn}_x)(\text{N}_{1-x}\text{O}_x)$ 最高的可见光全分解水效率。
- 2.采用多金属离子吸附和碳球模板法制备了化学计量比多金属氮氧化物 LaTiO_2N 的纳米空心结构，完善了制备多金属氮氧化物纳米结构的方法。通过表面 H 处理的方法钝化 LaTiO_2N 的纳米空心结构的表面缺陷，显著提高了材料的可见光产氢活性。
- 3.采用多金属离子吸附和碳球模板法制备了 Fe 掺杂的 LaTiO_2N 的纳米空心结构，通过掺杂产生的带间能级调整纳米结构与助催化剂的能带匹配，改善材料的光催化活性，并且深入研究和解释了其优化原理。
- 4.在多金属离子吸附和碳球模板法基础上结合多温度退火法，制备了 10 纳米量级的 TiO_2 基纳米异质结，研究发现这种纳米异质结具有优越的光催化性能。并尝试了其他材料体系，验证了这种制备方法的普适性。
- 5.制备了晶体 Cu_2O /非晶 Ta_2O_5 纳米异质结，深入研究了其光生载流子传输的机理，提出了将晶体/非晶接触引入纳米异质结的方法，消除纳米异质结的界面复合，并实现了具有超高量子效率的可见光全分解水。

1、主持或参与项目情况：

序号	项目名称	项目来源	项目金额	起止年度	角色
1	河北省优秀青年基金	河北省自然科学基金委	10 万元	2106/01-2018/12	主持
2	国家自然科学基金青年科学基金项目	国家自然科学基金委	25 万元	2108/01-2020/12	主持

2、论文发表情况：（已发表或已接收发表）

序号	论文题目	期刊名	影响因子	发表年度/卷期/页码	排序

入 站 前 期 科 研 情 况 简 介	1	Enhancing photocatalytic activity for visible-light-driven H ₂ generation with the surface reconstructed LaTiO ₂ N nanostructures	Nano Energy	12.343	2015,12:775-784.	1
	2	Ultrahigh efficient water oxidation under visible light: Using Fe dopants to integrate nanostructure and cocatalyst in LaTiO ₂ N system	Nano Energy	12.343	2016,19:437-445.	1
	3	A Full Compositional Range for a (Ga _{1-x} Zn _x)(N _{1-x} O _x) Nanostructure: High Efficiency for Overall Water Splitting and Optical Properties	Small	8.643	2014,11:871-876	1
	4	A new type of hybrid nanostructure: complete photo-generated carrier separation and ultrahigh photocatalytic activity	Journal of Materials Chemistry A	8.867	2014,2:14245–14250	1
	5	Iodine-ion-induced Size-tunable Co ₃ O ₄ Nanowires and the Size-dependent Catalytic Performance for CO Oxidation	ChemCatChem	4.803	2013, 5: 3576-3581.	1
	6	Passivation of defect states in anatase TiO ₂ hollow spheres with Mg doping: Realizing efficient photocatalytic overall water splitting	Applied Catalysis B: Environmental	9.446	2016,45,11145-11149.	2 通 讯
	7	Synthesizing new types of ultrathin 2D metal oxide nanosheets via half-successive ion layer adsorption and reaction	2D Materials	6.937	2017,4, 025031,1-7.	2 通 讯
	8	Synthesis of Na-doped ZnO hollow spheres with improved photocatalytic activity for hydrogen production	Dalton Transactions	4.029	2016,45,11145-11149.	2 通 讯

9	Microwave Reaction: A Facile Economic and Green Method to Synthesize Oxygen-Decorated Graphene from Carbon Cloth for Oxygen Electrocatalysis	ChemCatChem	4.803		2 通讯
10	Synthesis of Fe-doped WO ₃ nanostructures with high visible-light-driven photocatalytic activities	Applied Catalysis B: Environmental	9.446	2015, 116, 112–120	2
11	Shape control of colloidal Mn doped ZnO nanocrystals and their visible light photocatalytic properties	Nanoscale	7.366	2013, 5, 10461	2
12	Synthesis of ZrO ₂ :Fe nanostructures with visiblelight driven H ₂ evolution activity	Journal of Materials Chemistry A	8.867	2015, 3, 2701	2
13	The crystalline/amorphous contact in Cu ₂ O/Ta ₂ O ₅ heterostructures: increasing its sunlight-driven overall water splitting efficiency	Journal of Materials Chemistry A	8.867	2017, 5, 2732	2
14	Fabrication of Fe ₂ TiO ₅ /TiO ₂ nanoheterostructures with enhanced visible-light photocatalytic activity	RSC Advances	3.108	2016, 6, 45343	2
15	Preparation of ZnFe ₂ O ₄ nanostructures and highly efficient visible-light-driven hydrogen generation with the assistance of nanoheterostructures	Journal of Materials Chemistry A	8.867	2015, 3, 8353	3
16	Origin of highly stable conductivity of H plasma exposed ZnO films	Phys.Chem.Chem. Phys	4.213	2013, 15, 17763	3
17	A new type of p-type NiO/n-type ZnO nanoheterojunctions with enhanced photocatalytic activity?	RSC Advances	3.108	2014, 4, 34649	3
3、专利情况:					

序号	专利名称	授权/申请	授权/申请号	起始日期	排序
1	一种高分散性 ZnO/GaN 固溶体的制备及应用	授权	CN102389828B	2013.03.20	2/8
2	一种多金属氮氧化物纳米空心结构及其制备方法和应用	授权	CN2014101092246	2017.10.31	2/5
3	一种以石墨烯为衬底的金属单原子二维材料的制备及应用	授权	2016109368963	2018.03.28	1/3
4	一种金属氧化物二维材料及其制备方法和应用	申请	201610634814.X	2016.06.23	1/1
4、获奖情况：					
序号	奖励名称	奖励等级	授奖单位	奖励年度	排序
1	浙江大学优秀毕业研究生	校级	浙江大学	2015	1
2	优秀毕业研究生奖学金	校级	浙江大学	2015	1
3	博士生光华奖学金	校级	浙江大学	2014	1
4	浙江大学优秀研究生	校级	浙江大学	2014	1
博士后研究题目：新型二维材料可控制备及其光热催化应用					

<p>博士 后 工 作 的 研 究 计 划</p>	<p>(简述研究计划的可行性、先进性和创新性, 理论和现实意义)</p> <p>背景: 光热催化是在光催化的基础上同时将光转换为热, 光催化与热催化耦合达到共同催化的一种新型催化手段,是当前催化领域的研究热点。目前光热催化需要高能量光辐照(约 30 倍标准太阳光的能密度)或者额外热源来提供较高的催化温度(200-700℃)去驱动光热催化, 不能在标准太阳光(弱光环境)、无额外热源(零加热)条件下进行。这极大的限制了光热催化的工业化应用。</p> <p>研究计划简述: 1. 制备 Ge/CaF₂, Ge/MgF₂ 超薄复合二维结构以获得弱光环境、零加热条件下的表面高温。 2. 在 Ge/CaF₂, Ge/MgF₂ 超薄复合二维结构的表面修饰 Pt, Co, Ni 等元素的单原子或者超细纳米结构以获得高催化活性。</p> <p>研究计划先进性和创新性: 我们的先进性在于实现弱光环境、零加热条件下的光热催化。创新性在于提出了制备新的二维材料去实现弱光照射下的表面高温, 结合二维材料修饰高催化活性位点实现弱光环境、零加热的光热催化。</p> <p>研究计划的理论和可行性: 实现实现弱光环境、零加热的光热催化需要从两方面入手: 1.提升材料在弱光照射下的光致温度, 2. 提升催化剂活性, 降低催化驱动温度。超薄二维材料具有优异的催化活性, 而且高活性催化剂的优良载体, 可以实现催化剂的高活性, 但是目前的二维材料不能在弱光照射下获得高温。所以我们的首要问题是弱光照射下获得表面高温的超薄二维材料。从能带结构上要求该材料禁带宽度低于 1eV (吸光) 同时具有红外透波性质(减少热辐射)。Ge 符合这样的能带结构, 但是 Ge 本身不能在高温下稳定。CaF₂, MgF₂ 具有红外透波性质(热辐射低)并且具有很好的热稳定性, 但是不能吸收太阳光。所以我们计划把 Ge 与 CaF₂, MgF₂ 制备成超薄复合二维结构, 达到太阳光的高吸收、低热辐射、光热稳定的统一, 让超薄二维材料在弱光、零加热环境下成为高温热源。</p> <p>Ge/CaF₂, Ge/MgF₂ 超薄复合二维结构元素简单, 不具有广泛的催化活性, Pt, Co, Ni 等元素的单原子或超细纳米结构具有超高的催化活性, 所以需要在 Ge/CaF₂, MgF₂ 超薄复合二维结构修饰 Pt, Co, Ni 等元素的单原子结构、超细纳米结构以实现高温热源和高活性催化位点的统一。</p> <p>Ge/CaF₂, Ge/MgF₂ 超薄复合二维结构制备, Pt, Co, Ni 等元素单原子结构、超细纳米结构在 Ge/CaF₂, Ge/MgF₂ 超薄复合二维结构的表面修饰是通过氧化石墨烯模板法实现的, 目前已初步合成材料。</p> <p>研究计划的现实意义: 目前光热催化不能在标准太阳光(弱光环境)、无额外热源(零加热)条件下进行。这极大的限制了光热催化的工业化应用。新型二维材料可控制备及其光热催化应用探索的目的是实现弱光环境、零加热条件下的光热催化。有利于光热催化的工业化应用。</p>
<p>本人 承 诺</p>	<p>本人承诺: 申请表所填内容均真实可靠。对因虚报、伪造等行为引起的后果及法律责任均由本人承担。</p> <p>本人签字: _____ 年 月 日</p>