

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: 汪彦龙

研究组: 704 组

学科专业: 物理化学

合作导师: 金玉奇

填表日期: 2017 年 5 月 9 日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓名	汪彦龙	性别	男
出生日期	1988-07-06	民族	汉族
学历/学位	博士	专业技术职务	中级
毕业院校	新加坡南洋理工大学	专业	凝聚态物理
(拟)入站时间	2017-03-15	入站性质	<input checked="" type="checkbox"/> 统招统分 <input type="checkbox"/> 在职人员
E-Mail	wangyanlong@dicp.ac.cn	联系电话	13644918842
学习 简历	起止年月	所在单位/专业	所获学位
	2007-09 至 2011-06	吉林大学/应用物理	学士
	2011-08 至 2016-03	新加坡南洋理工大学/凝聚态物理	博士
工作 经历	起止年月	所在单位	职务
	2015-12 至 2017-02	新加坡南洋理工大学	研究助理 / 博士后
博士 学位 论文 摘要	博士论文题目	STRAIN EFFECTS ON SEMICONDUCTING TWO-DIMENSIONAL CRYSTALS	
	指导教师姓名	Yu Ting	
	(限 800 字)	<p>近年来新兴的二维半导体层状材料具有一系列新奇的物理化学特性，因此在基础研究方面和下一代电子设备、谷电子学器件、光检测器和柔性光电电器件等领域具有的诱人应用前景吸引了科研工作者广泛的研究兴趣。本论文介绍了通过结合原位光致发光和拉曼光谱研究以及密度泛函理论计算来研究二硫化钼、二硫化钨和黑磷在单轴拉伸应变下电子能带结构的演变及晶格振动的响应，主要发现包括以下几点:1) 通过实验证明了单轴应变可以用来调节单层二硫化钨不同光跃迁的能量和相对光谱权重，这种可调节的光学特性被归因于应变诱导直接到间接带隙转变并被密度泛函理论计算结果</p>	

所证实。此外，我们发现带电激子的解离能随着单轴应变的增加略有降低。对于多层二硫化钨，原位应变光致发光实验表明直接和间接带隙的跃迁能随着应变线性红移。上述结果表明应变提供了一种调节二维半导体材料能带结构的有效办法；2) 我们的原位拉曼光谱研究揭示了单轴拉伸应变可以使平面内振动的 E' 声子模红移，并通过高应变下 E' 拉曼峰的劈裂确定该振动模式双重简并性的解除。此外，劈裂后两种 E' 子模式对应的散射光线性偏振方向相互垂直，可以用来精确地确定晶轴取向，这为进一步研究过渡金属硫族化合物在不同边缘手性下具有的特定物理化学特性打下了基础；3) 采用原位应变微区拉曼光谱法对黑磷在应变下的声子特性进行了详细的研究，发现沿平面外振动的 A_g^1 模式对沿扶手型边缘方向的拉伸应变非常敏感，而沿平面内振动的 B_{2g} 和 A_g^2 模式易受沿锯齿型边缘方向的拉伸应力影响。我们的密度泛函理论计算结果清楚地显示单轴应变对黑磷结构性能的各向异性作用，完美地解释了应变下声子频率对黑磷晶体取向的显著依赖性。对这种罕见的各向异性特性在应变下的研究会为我们进一步探究黑磷的应用打下坚实的基础。

上述研究结果加深了我们对于二维半导体晶体在应变下基础性质的理解，并为开发这一类新兴材料在柔性光电器件等方面的应用奠定了坚实的基础。

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	Tailoring Electronic and Phononic Structure of Atomically Thin Two-Dimensional Materials for Nanoelectronic, Photonic and Optoelectronic Applications	The National Research Foundation, Singapore	300 万新加坡元	2010-2015	参与
2	Platform for hybrid 2D materials/biomaterials devices for optoelectronic applications	Ministry of Education, Singapore	9 万新加坡元	2013-2015	参与
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
1	Raman spectroscopy study of lattice vibration and crystallographic orientation of monolayer MoS ₂ under uniaxial strain	Small	8.315	2013/9/2857-2861	1
2	Strain-induced direct-indirect bandgap transition and phonon modulation in monolayer WS ₂	Nano Res.	8.893	2015/8/2562-2572	1
3	Remarkable Anisotropic Phonon Response in Uniaxially Strained Few-layer Black Phosphorus	Nano Res.	8.893	2015/8/3944-3953	1
4	Electrically Tunable Valley-Light Emitting Diode (vLED) Based on CVD-Grown Monolayer WS ₂	Nano Lett.	13.779	2016/16/1560-1567	9
5	Thermal conductivity determination of suspended mono- and bilayer WS ₂ by Raman spectroscopy	Nano Res.	8.893	2015/8/1210-1221	4
6	Surfactant-assisted encapsulation of uniform SnO ₂ nanoparticles in graphene layers for high-performance Li-storage	2D Mater.	9.611	2015/2/014005	5

入站
前期
科研
情况
简介

7	Encapsulation of sulfur with thin-layered nickel-based hydroxides for long-cyclic lithium–sulfur cells	Nat. Commun.	11.329	2015/6/8622	5
8	Supramolecular Polymerization Promoted In Situ Fabrication of Nitrogen-Doped Porous Graphene Sheets as Anode Materials for Li-Ion Batteries	Adv. Energy Mater.	15.230	2015/5/1500559	5
9	Chemically engineered graphene oxide as high performance cathode materials for Li-ion batteries	Carbon	6.198	2014/76/148-154	5
10	Facile fabrication of hierarchical ZnCo ₂ O ₄ /NiO core/shell nanowire arrays with improved lithium-ion battery performance	Nanoscale	7.760	2014/6/6563-6568	5
11	Microwave-assisted solvothermal preparation of nitrogen and sulfur co-doped reduced graphene oxide and graphene quantum dots hybrids for highly efficient oxygen reduction	J. Mater. Chem. A	8.262	2014/2/20605-20611	6
12	Redox-crosslinked graphene networks with enhanced electrochemical capacitance	J. Mater. Chem. A	8.262	2014/2/12924-12930	7
13	Seed-assisted synthesis of Co ₃ O ₄ @ α -Fe ₂ O ₃ core–shell nanoneedle arrays for lithium-ion battery anode with high capacity	RSC Adv.	3.289	2014/4/13241–13249	4
14	Three-Dimensional Co ₃ O ₄ @MnO ₂ Hierarchical Nanoneedle Arrays: Morphology Control and Electrochemical Energy Storage	Adv. Funct. Mater.	11.382	2014/24/3815-3826	3
15	Chemically Driven Tunable Light Emission of Charged and Neutral Excitons in Monolayer WS ₂	ACS Nano	13.334	2014/8/11320–11329	5

16	Mechanical Exfoliation and Characterization of Single- and Few-Layer Nanosheets of WSe ₂ , TaS ₂ , and TaSe ₂	Small	8.315	2013/9/1974-1981	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
4、获奖情况:					
序号	奖励名称	奖励等级	颁奖单位	奖励年度	排序
1	Nano Research Paper of the Month Award		清华大学出版社	2015	1
博士后研究题目：二维发光材料和光学薄膜材料的性质探究 (简述研究计划的可行性、先进性和创新性，理论和现实意义) 围绕 704 组目前的重点研究方向，结合自己之前学习和工作期间所掌握的先进技术，申请人拟就以下几个方向开展科研工作： 1. 薄层 WS₂ 中的谷极化特性探究 利用能谷自由度作为信息载体的谷电子学发展成为一个近年来新兴的课题，在柔性谷电子学器件领域具有巨大的潜在应用前景。原子层薄的 WS ₂ 中，导带和价带边缘均具有两个能量简并的谷，成为一种实现谷电子学的潜在材料。控制电子在不同能谷中的数量，进而产生谷极化是制成谷电子学器件的先决条件。尽管从理论上说声子可以辅助电子的谷间散射过程进而导致谷的退极化效应，但是人们对于声子在谷去极化过程中的作用机理的认识仍十分有限。为此，我们计划测量生长在不同衬底上的单层和具有不同叠层顺序的双层 WS ₂ 样品:(1)依赖于温度的圆偏振光致发光光谱;(2)依赖于激发光能量的双共振拉曼光谱，来研究声子在谷去极化过程中的作用机理。申请人在化学气相沉积法制备高质量二维材料以及使用光致发光和拉曼光谱表征二维材料方面的丰富经历为未来的谷极化研究打下了坚实基础。本项目的预期成果对未来设计基于二维材料的谷电子学器件具有十分重要的科学指导意义。 2. 各向异性的二维材料用于光偏振特性调制 线性双折射效应，即线偏振光所具有的方向依赖的相位累积，依赖于主媒质的各向异性特性。近年来，人们成功地剥离出许多各向异性的二维材料，这些材料中天然的晶格各向异性可以用来引入光相位的各向异性，因此被视作可用于实现超薄线性双折射效应延迟器的理想材料平台。申请人计划通过椭偏移和荧光光谱仪来展示各向异性的二维材料对散射及透射光的偏振特性调控作用，并进一步探究材料的组成（黑磷、ReS ₂ 、TiS ₃ 等）及形貌（连续薄膜、带状序列等）对调控作用的影响，实现基于二维材料的新型光振幅、相位及偏振态控制器件的开发和设					
博士 后工 作的 研究 计划					

	<p>计。</p> <p>3. 二维材料发光效率影响的基底效应探究</p> <p>过渡金属硫族化合物在原子尺度的发光器件领域具有的诱人应用前景，但是实验上测的荧光效率一直比较低。申请人的初步实验结果显示衬底对单层过渡金属硫族化合物的发光效率具有显著影响，悬空的 WS_2 比在 SiO_2/Si 上的样品发光效率要高两个数量级，而这其中的物理机制还并不被人们所认识。704 组的先进加工及镀膜技术为申请人开展相关研究提供了极好的平台。申请人计划通过衬底表面改性(进而影响衬底和样品相互耦合作用)和衬底材料组分及厚度设计(进而影响衬底和样品体系对光的反射率)来探究衬底影响二维材料发光效率的机理并确定实现二维材料最佳发光效率所需的衬底条件，进而为设计基于二维材料的高性能发光器件提供科学指导。</p> <p>4. 镧系氧化物光学薄膜材料的疏水机理探究</p> <p>从普通眼镜、相机镜头，到精密光学元器件如光栅、光信号传感器、激光腔镜等，迫切需要光滑表面具备本征疏水和自洁净性能，可用于复杂恶劣气相条件。目前有机架疏水材料很难匹配光学材料且机械强度差，普通光学陶瓷材料也不具备本征疏水性。而镧系氧化物不但机械强度高、化学热稳定性好、透光率高，同时具有本征疏水性，因此在精密光学元器件表面疏水性改性方面有广泛的应用前景。但与此同时，人们对镧系氧化物本征疏水性的物理机制认识还不够深。因此，申请人打算采用物理气相沉积法生长镧系氧化物光学薄膜材料，并探究镧系氧化物具有的本征疏水性，具体内容有：（1）原子层沉积镧系氧化物工艺研究；（2）镧系氧化物表面纳米形貌和化学组成对润湿性能影响研究；（3）镧系氧化物 4f 电子形态对疏水性影响机理深入研究。如本项目进展顺利，可成功开发出自有知识产权的本征疏水光学薄膜材料，为具有本征疏水性表面的光学元器件的设计和研制提供理论基础和科学的依据。</p>
本人承诺	<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>