

分会场八：微纳能源技术

主 席：丁建宁（江苏大学）

特邀报告 1: How can we engineer Materials for Hot Carrier solar cell



Gavin Conibeer, Professor Gavin Conibeer received his PhD degree from Southampton University, UK in III-V semiconductors. Conibeer has held research positions at Monash, Southampton, Cranfield and Oxford University and moved to the University of New South Wales, Sydney in 2002. He has published 7 books, 8 book chapters, more than 200 journal papers and been successful in securing more than \$12M of research funding. Conibeer is currently Professor and Executive Research Director of the ARC Photovoltaics Centre of Excellence at the University of New South Wales. Conibeer's research interests are in advanced concepts for photovoltaics, hot carrier solar cells, quantum dot solar cells and photovoltaic application in space.

报告摘要:

The hot carrier cell aims to extract the electrical energy from photo-generated carriers before they thermalize to the band edges. Hence it can potentially achieve a high current and a high voltage and hence very high efficiencies up to 65% under 1 sun and 86% under maximum concentration. To slow the rate of carrier thermalisation is very challenging, but modification of the phonon energies and the use of nanostructures are both promising ways to achieve some of the required slowing of carrier cooling. A number of materials and structures are being investigated with these properties and test structures are being fabricated. Initial measurements indicate slowed carrier cooling in III-Vs with large phonon band gaps and in multiple quantum wells. It is expected that soon proof of concept of hot carrier devices will pave the way for their development to fully functioning high efficiency solar cells.

特邀报告 2: 柔性微纳仿生结构的制备及其在太阳电池中的应用



宋伟杰, 博士生导师, 2002 年清华大学物理化学专业博士毕业, 2006 年起加入宁波材料所任研究员。长期从事光电薄膜材料与应用研究。其中氧化锌基透明导电膜靶材技术、柔性透明导电膜技术和光伏玻璃表面减反射膜技术等已实现产业化转移或应用。发表 SCI 论文一百七十余篇, 授权中国发明专利五十余项。已完成和在研多项国家级和省部级项目及企业合作项目。

报告摘要:

撒哈拉银蚁具有在高温环境中觅食和生存的本领, 这是由于其毛发具有降低体温的功能, 而这得益于其毛发上特殊的微纳结构。

仿照这种结构并结合一定的改变, 我们在 PDMS 上制备了柔性微纳结构, 该结构不但在中红外波段具有极高的发射率, 在可见和近红外波段还具有极高的透过率和雾度。这种柔性微纳结构可以非常方便地应用于光伏器件, 我们可以把它贴在成熟的晶硅电池, 也可以贴在新兴的钙钛矿电池, 都可以提升其短路电流密度和光电转换效率。除光伏器件以外, 这种柔性微纳结构可以用在许多光电热耦合的器件中, 实现光热协同管理。

特邀报告 3: 从 FeSn_5 到 NiSn_5 新相: 亚稳态形成机理及用于锂离子电池负极



韩伟强, 浙江大学材料学教授。国家特聘专家。2012年9月前在美国布鲁克海文国家实验室纳米中心研究员。回国后任中国科学院宁波工程技术研究院新能源所所长。2015年10月到浙大材料学院工作。研究微纳低维材料、锂离子电池和催化剂。在 Nature、Science 等杂志发表论文超过 100 篇。入选 2014-2018 年爱思唯尔中国高被引学者。获 Battelle 2007 年发明家奖入选。

报告摘要:

虽然索尼公司已将 Sn-Co-C 纳米复合材料作为其商用锂负极, 但为了利用金属锡基负极开发出更好的电池, 寻找高锡含量的锡基金属间化合物是非常重要的。我们发现了 MSn_5 (M=Fe, Co 和 $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}$) 系列金属间相, 具有化学计量结构空位。 $\text{Fe}_{0.74}\text{Sn}_5$ 在基于 Sn 的二元和三元合金中表现出最高的理论容量 ($>917 \text{ mAhg}^{-1}$) (M 不活跃)。以锡纳米球为模板, 采用改性多元醇工艺合成了 MSn_5 (m=Fe、Co、 $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}$), 合成的 MSn_5 化合物具有均匀的 30-50nm 球形形貌。尽管镍与铁和钴有许多共同的物理和化学性质, 但我们未能用与制备 MSn_5 相同的方法合成 NiSn_5 金属间化合物 (M=Fe, Co, $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}$)。在这里, 我们报告了 NiSn_5 新相从 FeSn_5 中合成。我们将对 MSn_5 亚稳态的形成机理详细讨论。还将讨论 MSn_5 在锂电池负极中的应用。

特邀报告 4: 一维氧化锌的界面调控与应用



张跃，北京科技大学教授、博士生导师。国家杰出青年科学基金获得者、国家重大科学研究计划首席科学家、英国皇家化学学会会士，国务院学位委员会学科评议组材料科学与工程组成员、国家重点研发计划“纳米科技”重点专项总体专家组成员、中央军委后勤保障部国防科技军需能源专业组成员、教育部科学技术委员会国际合作学部委员。兼任中国体视学学会副理事长及材料科学分会理事长、中国金属学会常务理事及材料科学分会理事长。

主要从事低维材料与功能器件的研究，在 *Nature Energy*, *Nature Communications*, *Science Advances*, *Advanced Materials* 和 *Nano Letters* 等期刊上发表 SCI 论文 400 余篇，他引万余次。撰写中文专著 7 部、英文专著 4 部。作为第一完成人获国家自然科学基金二等奖 1 项，省部级一等奖 3 项、二等奖 2 项。指导的学生获全国优秀博士学位论文 2 篇、北京市优秀博士学位论文 3 篇，获省部级教学成果奖一等奖 2 项、二等奖 1 项。

报告摘要:

能源与传感技术是两大重要的科学研究领域，其发展极大地减少了人类对能源和资源的依赖与消耗，推动了人类社会的进步。随着物联网的快速发展，对作为物联网感知层中的传感器提出了低能耗、高性能与长寿命的要求，研制零能耗自驱动传感器是重要的发展方向。氧化锌作为独特的压电半导体耦合材料，其纳米结构是构建高性能微纳功能器件的重要候选材料，在能源与传感领域具有重要应用前景。本报告将总结氧化锌纳米结构功能器件的结构设计、性能优化、系统集成与应用方面的系列研究成果，系统介绍氧化锌纳米结构在能源与传感领域的应用研究进展，如光电转换、光电化学能量转换等高效太阳能能量转换器件和自驱动光电、生物及力学传感器等传感器件与系统等。

特邀报告 5: 固液界面摩擦起电设计及能源收集利用



王道爱，博士，研究员，中科院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室副主任，博士生导师。中国青年科技工作者协会基础专委会委员，中国机械工程学会摩擦学分会青年工作委员会秘书长。主要从事摩擦学、摩擦能源材料及其表界面科学领域的研究，在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Adv. Mater.*、*Nano Lett.* 等刊物发表论文 100 余篇，文章引用 3000 余次。曾获甘肃省自然科学一等奖和国家自然科学二等奖（均排名第三）。2017 年获得国家基金委“优青”资助，2018 年入选中组部万人计划领军人才。

报告摘要:

摩擦起电是一种常见的物理现象。任何两个物体通过界面摩擦和分离，就会有摩擦电荷出现，经其积累，则形成摩擦静电。固体与液体摩擦时也会出现摩擦电荷，如输油管道、运油车的接地措施就是防止静电积累造成危害。因此，研究固液界面摩擦过程中的摩擦电荷现象，探索固液摩擦起电的起源和影响因素，进而寻找抑制或调控摩擦电荷积累的方式方法，不但具有重要的科学理论价值而且具有重要的实用价值，它也将为固液界面的摩擦静电防护提供重要的理论基础和技术支撑。同时，静电也是电能的一种形式，如果能够制造出一种装置将这类电能收集并利用起来，不仅可以消除静电的危害，还能为当前日益严峻的能源危机和环境污染问题提供一种新的解决途径。基于此，我们系统研究了基于固-液摩擦的不同材料在摩擦过程中影响摩擦电荷产生的各种因素，如摩擦固体表面的结构组成及润湿性、液体的组成、两界面的摩擦运动方式和摩擦力大小、外部环境温度等，并据此设计了高效摩擦界面电荷收集装置，实现了对固-水、固-油界面摩擦电荷的收集及传感、液体中有毒物监测等方面的应用。

特邀报告 6: 量子点柔性显示的 ALD 稳定化技术研究

The Development of Atomic Layer Deposition Stabilization Approaches for Quantum Dots Flexible Displays



陈蓉 (Rong CHEN), 教授、博士生导师, 华中科技大学柔性电子研究中心副主任、机械科学与工程学院院长助理、光学与电子信息学院双聘教授、中国科学院宁波材料技术与工程研究所特聘研究员。中国科学技术大学获学士学位, 美国斯坦福大学 (Stanford University) 获硕士、博士学位。回国前担任美国英特尔研究院高级研究员。国基金重点项目、国家重大科学研究计划 (973) 青年项目等负责人, 入选国家青年特聘专家、国家“万人计划”领军人才、教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者、湖北省特聘专家等。主要研究方向为微纳制造工艺与装备, 先后荣获德州仪器微电子领域女性领袖奖、半导体研究协会 Simon Karecki 奖、中国侨界“创新人才”贡献奖, 日内瓦国际发明展评审团特别嘉许金奖、金奖, 湖北省技术发明一等奖、湖北省专利银奖等十余项国内外奖项。

研究方向围绕着选择性原子层沉积方法、纳米颗粒改性、薄膜工艺与设备开发、柔性光电器件制备等展开, 主持了包括国家自然科学基金重点项目、面上项目, 国家重大科学研究计划 (973) 青年科学家专题项目、湖北省杰出青年基金在内的等多个国家及省部级科研项目。近年来, 针对微纳制造中高精度、一致性、高效快速的瓶颈问题, 开展了多尺度原子层沉积理论、方法与装备应用的创新研究: 发现了表面能驱动的选择性生长规律, 提出了位点选择性原子层沉积制造新原理, 定位精度突破至 0.2nm; 提出了微纳颗粒离心流化原子层包覆方法, 批处理能力实现了从克级到千克级的跨越; 发明了纳米薄膜快速制备的 ALD 流域空间设计方法, 沉积速率突破至 100nm/min, 为国际报道最高值。研制出两型高效装备, 成功应用于固体火箭推进剂、汽车催化净化、柔性电子等领域。在 *Adv Mater*, *Angew. Chem. Int. Ed*, *Energ. Environ. Sci*, *ACS Nano* 等期刊上发表论文 90 余篇, 并申请发明专利 70 余项, 授权 40 余项, 包括 5 项美国专利和 4 项国际专利。受邀在国内外学术会议上进行大会报告、邀请报告 30 余次。主编撰写了“十二五”重点出版物, 受邀参与撰写了英文纳米系列丛书。

学术兼任包括担任国际 ALD 大会执行委员会委员、欧盟 HERALD (COST action

MP1402-欧洲科学技术合作组织) 成员, Nature 旗下 Scientific Reports 期刊编委, 美国 NSF 基金、荷兰 Technology Foundation STW、智利国家科技委员会评审、美国 Lawrence-Berkeley 国家实验室开放基金特邀评审专家, 电气电子工程师学会 IEEE Senior Member (纳米技术委员会)、美国真空学会 (AVS)、美国电化学学会 (ECS)、美国化学学会 (ACS)、美国材料研究学会 (MRS)、美国物理学会 (APS) 等国际学会会员, 中国硅酸盐学会薄膜与涂层分会理事、中国机械工程学会机器人分会委员、机械工程学会、真空学会高级会员、湖北省人工智能学会理事, 担任国家科学技术奖、全国创新争先奖、国家重点研发计划、国家自然科学基金等评审, Appl. Phys. Lett., J. Appl. Phys., ACS Nano, Chem. Mater., J. Phys.Chem., Langmuir, Appl. Surf. Sci. 等期刊审稿人、Elsevier 出版社书本计划审稿人等。

报告摘要:

Flexible displays act as a revolutionary technology to change the traditional form of display. Quantum dots (QDs) have attracted great attentions due to their excellent optical properties, such as tunable wavelength, narrow emission, and high photoluminescence quantum efficiency. It is also compatible with large-area, low-cost and printing based manufacturing processes. Yet QD-LEDs are still under laboratory development, mainly due to the instability caused by ambient moisture and oxygen, heat and light.

In this talk, atomic layer deposition (ALD) based protection approaches from nanoscale QDs passivation to large scale encapsulation to improve the stability and performance will be demonstrated. First, the low-temperature selective ALD method has been developed for QD surface defects elimination. This protection method could not only significantly improve the stability, but also promote the quantum efficiency. For the pixel level, the ALD based infiltration process has been developed to improve charge transport within the QD light emitting layers, and the interlayer films have been optimized to balance carriers transport. Both these interface engineering could improve the performance and stability of LEDs. Finally, it is imperative to develop

efficient thin film encapsulation to protect devices from ambient environments. Ultrathin multi-stacking films are designed and fabricated based on the combination of spatial ALD, molecule layer deposition and chemical vapor deposition. Such composite films could greatly enhance the water and oxygen resistance, while retain low stress and flexibility of the devices. It has demonstrated that the ALD approaches are versatile and useful to combine the accuracy of nanoscale synthesis and the efficiency of mass production for QD flexible displays.

柔性显示是显示行业的革命性变革技术之一。量子点优异的光学性质使得其备受显示行业关注，如带隙可调、发射峰窄、高量子产率等。同时，其易于与大面积、低成本的打印显示制造工艺所兼容。然而，当前量子点发光二极管（QD-LEDs）仍处于实验室研究水平，这主要是由于其在水氧及光热条件下易发生退化。

在本报告中，原子层沉积（ALD）技术将从纳米尺度量子点单体钝化至宏观尺度大面积封装被应用于提升量子点发光二极管的稳定性与发光性能。首先，低温选择性原子层沉积方法将被应用于钝化量子点表面缺陷位点，这不仅仅可以显著提升单体的稳定性，同时也保证了其量子效率。在像素单元层面上，ALD 填充工艺将被应用于提升发光层载流子迁移率，同时界面层将被优化以实现载流子平衡。这些界面调控不仅可以提高 QLEDs 的发光效率，亦可提升其稳定性。最后，发展有效的薄膜封装方法以实现对外界环境的隔离至关重要。空间隔离原子层沉积方法（SALD）、分子层沉积（MLD）和化学气相沉积（CVD）方法将结合应用于超薄叠层阻隔膜的设计和制备。复合薄膜可以显著地提升薄膜的水氧阻隔能力，与此同时保持器件良好的柔性。ALD 方法在量子点显示制造方面的通用性和实用性被有效证明，其不仅可以发挥其纳米尺度精确可控合成的优点，亦能适用于柔性显示的批量化制造。