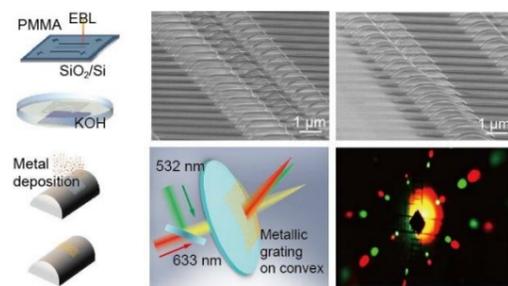




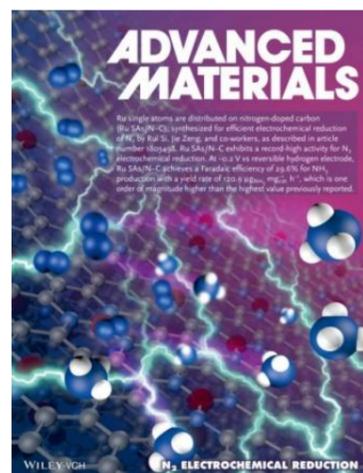
非平整衬底表面三维微纳米加工技术取得新进展

合肥微尺度物质科学国家研究中心王晓平教授和罗毅教授研究团队发展了光刻胶软掩膜蜡纸印刷技术，成功实现了多种形貌三维超结构的可控制备，同时实现了非平整和曲面衬底上微纳米结构的自由构建。相关研究成果近日以“Utilization of Resist Stencil Lithography for Multidimensional Fabrication on a Curved Surface”为题发表在权威学术期刊《ACS Nano》上。



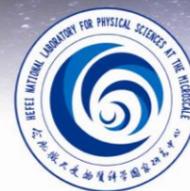
传统的自上而下微纳加工手段（包括深紫外曝光、电子束曝光以及X射线曝光等技术）在现代的微电子产业以及光学器件的发展中发挥了重要的作用，但受限于这些技术本征的工艺特征，无法达到日益迫切的非平面加工要求。团队利用水解转移的方式将带有纳米图案的光刻胶薄膜作为蜡纸印刷术掩膜，利用薄膜的柔性保形特征包裹在曲面和非平整衬底之上，辅以图形转移手段，成功的实现了具有多维度的微纳米结构，特别是三维波浪形超结构的可控制备。这种新方法继承了传统微纳米曝光技术在大通量、高分辨率等方面的优势，极大拓展了这些传统技术的功能，在超材料、曲面光栅、局域场器件以及柔性器件等方面展示出重要的应用前景。该研究团队在发展非传统微纳米加工技术等方面积累了良好的工作基础和技术储备。在前期的工作中，利用水解转移技术成功制备了表面超平整的金属微纳腔[Opt. Express 21, 32417 (2013)]; 利用可剪裁负胶掩膜技术成功实现了小于20纳米尺寸金属结构的可控加工[AIP Advances 5, 117216 (2015)]; 利用剥离技术结合单原子沉积技术，成功实现了宽度小于1纳米的纳米间隙的大规模、高密度制备[Opt. Express 24, 20808 (2016); ACS Appl. Mater. Interfaces 10 (23), 20189 (2018)]。该工作得到了科技部、国家自然科学基金委、中科院和教育部等关键项目的资助。

电化学合成氨催化剂研究取得重要进展



近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰教授研究团队和中科院上海应用物理研究所司锐教授合作，通过构筑原子级分散的钌催化剂实现高效氮气电还原合成氨。这种钌单原子催化剂在电催化还原氮气反应中表现出的产氨速率是现有报道的最高值。该成果以“Achieving a Record-High Yield Rate of 120.9 $\mu\text{gNH}_3 \text{ mg}^{-1}\text{cath}^{-1}$ for N_2 Electrochemical Reduction over Ru Single-atom Catalysts”为题，发表在《先进材料》杂志上(Adv. Mater.2018, 30, 1803498)，并被选为卷首插图。

研发能够高效电化学还原氮气合成氨的电催化剂是一项非常有挑战性的任务。针对这一难题，研究人员选择金属有机框架(ZIF-8)为基体，通过在反应前驱体中加入钌基化合物，调控钌在金属有机框架中的存在形式。研究人员发现，当加入的钌基化合物较少时，可以得到高度分散的氮配位钌单原子催化剂(Ru SAs/N-C)。而增加钌基化合物的投入量后，钌将以小颗粒形式分散于金属有机框架中(Ru NPs/N-C)。随后，研究人员将这两种催化剂应用于氮气电化学还原反应中，发现Ru SAs/N-C催化剂在相对标准氢电极-0.2V的电压下，可以高效电催化还原氮气合成氨，产氨速率高达120.9 $\mu\text{gNH}_3 \text{ mg}^{-1}\text{cath}^{-1}$ ，产氨速率是Ru NPs/N-C的1.98倍。实验和理论计算研究进一步揭示出氮配位钌单原子催化剂的高效催化性能主要来源于单原子催化剂对氮气分子的高效解离。该项研究工作不仅开辟了单原子催化剂在电化学合成氨反应中新途径，而且进一步推进了电化学方法合成氨在实际应用中的可能。



随机数研究新突破：中国科大在国际上首次实现器件无关的量子随机数

近日，中国科学技术大学教授潘建伟及其同事张强、范靖云、马雄峰等与中科院上海微系统与信息技术研究所和日本NTT基础科学实验室合作，在发展高品质纠缠光源和高效率单光子探测器件的基础上，利用量子纠缠的内禀随机性，在国际上首次成功实现器件无关的量子随机数。相关研究成果于北京时间9月20日凌晨在线发表在国际权威学术期刊《自然》杂志上(<http://dx.doi.org/10.1038/s41586-018-0559-3>)。这项突破性成果将在数值模拟和密码学等领域得到广泛的应用，有望形成新的随机数国际标准。

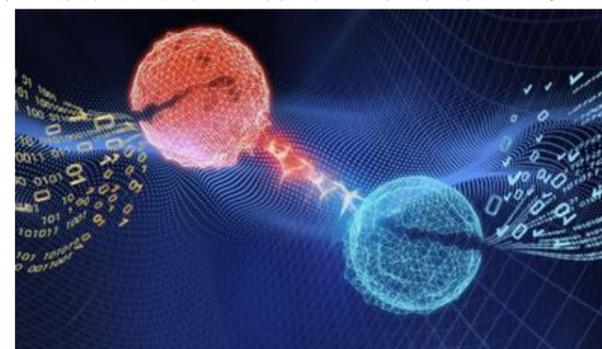
随机数在科学研究和日常生活中都有着重要的应用：例如，天气预报、新药研发、新材料设计和核武器研制等领域，常常需要通过数值模拟进行计算，而数值模拟的关键就是要有大量随机数的输入；在游戏和人工智能等领域，需要使用随机数来控制系统的演化；在通信安全和现代密码学等领域，则需要第三方完全不知道的随机数作为安全性的基础。以往通常有两类获取随机数的途径：基于软件算法实现或基于经典热噪声实现，在原理上是可以预测的。量子力学的发现从根本上改变了这一局面，因为其基本物理过程具有经典物理中所不具有的内禀随机性，从而可以制造出真正的随机数(true random number)产生器。

潘建伟小组长期从事量子力学基础检验，针对贝尔理论的实验检验的自由选择漏洞(freedom-of-choice loophole)和塌缩的定域性漏洞(collapse locality loophole)，他们分别利用观察者自主选择和遥远星体发光产生的随机数，于今年分别实验实现了超高损耗下和有观察者参与的贝尔实验检验，文章先后发表在《物理评论快报》[Phys. Rev. Lett. 120, 140405 (2018)]、[Phys. Rev. Lett. 21, 080404 (2018)]和《自然》杂志[Nature 557, 212 (2018)]杂志上，为最终实现无漏洞贝尔实验检验奠定坚实的科学与技术基础。

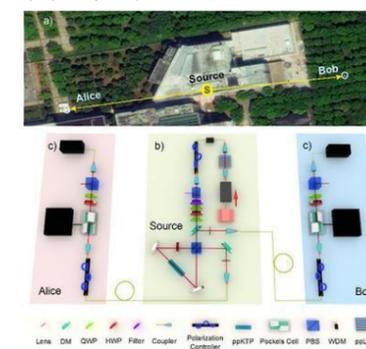
潘建伟、张强研究组在此前系列贝尔实验中发展的技术基础上，经过三年多的努力发展了高性能纠缠光源，首先优化了纠缠光子收集、传输、调制等效率，并采用中科院上海微系统所开发的高效率超导单光子探测器件，实现了高性能纠缠光源的高效探测([Phys. Rev. Lett. 120, 010503 (2018)]); 然后通过设计快速调制并进行合适的空间分隔设计，满足了器件无关的量子随机数产生装置所需的类空间隔要求。最终，在世界上首次实现了器件无关的量子随机数产生器。

该工作及后续工作将为密码学和数值模拟以及需要随机性输入的各个领域提供真正可靠的随机性来源，同时由于可信任的随机数源是现实条件下量子通信安全性的关键环节，器件无关随机数的实验实现也进一步确保了现实条件下量子通信的安全性。未来，中国科大团队将建设高速稳定的器件无关量子随机数产生装置，通过提供基于量子纠缠内禀随机性的、高安全性的随机数，争取形成新一代的国家随机数标准。

该研究工作得到了中科院、科技部、国家自然科学基金委、教育部和安徽省的支持。



基于量子纠缠的量子随机数产生示意图



器件无关量子随机数实验装置