

纳米科技与产业发展 信息动态

第8期(总第268期)

2017年8月20日

主办单位：上海市纳米科技与产业发展促进中心

协办：上海科学技术情报研究所

上海华明高技术（集团）有限公司

上海大学纳米科学与技术研究中心

新闻快讯

※※※※

上海微系统所实现六角氮化硼表面石墨烯边界调控

近日，《纳米尺度》杂志（Nanoscale）以《六角氮化硼表面石墨烯晶畴边界调控》（Edge Control of Graphene Domains Grown on Hexagonal Boron Nitride）为题在线刊登了信息功能材料国家重点实验室陈令修、王浩敏等科研人员在石墨烯可控生长研究领域取得的重要进展。论文被该杂志选为 Outside back cover 配图文章。

理想的石墨烯是零带隙半金属，边

本期导读

- ◆ 上海交大研制出超强纳米陶瓷铝合金（见第6版）
- ◆ 用碳纳米管制造的真随机数生成器（见第7版）
- ◆ 日本开发制造合金纳米粒子新方法（见第9版）

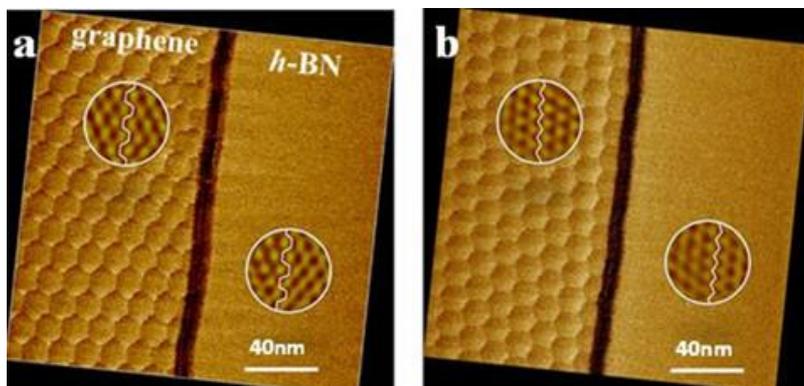
界是影响其电子能带结构的重要因素。实现对石墨烯晶畴的边界调控是受到广泛认同的前沿课题。然而这项研究却面临着缺乏理论指导和具体解决方案的多重挑战。因此，实现边界可控乃至条带制备对于石墨烯基本物理性质的研究及在电子学等方面的应用具有极其重要的意义。

在绝缘的六角氮化硼基体上直接生长石墨烯并调控边界，既可以最大限度地保持石墨烯优良的本征特性又可以在生长后直接应用于纳米电子器件，避免了从金属基体转移所带来的界面污染和晶格破坏。微系统所研究人员在六角氮化硼表面实现石墨烯气相催化生长工作的基础上，首次通过改变碳源气体（ C_2H_2 ）与催化气体（ SiH_4 ）比例，成功实现石墨烯晶畴的边界调控，晶畴边界可以在扶手椅型（Armchair）取向和锯齿型（Zigzag）取向之间进行控制。通过利用与六角氮化硼基体精确对准的石墨烯表面展现出摩尔条纹超晶格结构，结合原子分辨原子力显微镜（AFM）图像作为判断依据，实现对石墨烯边界取向识别。以此工艺为基础，在六角氮化硼表面单层台阶处外延生长，并成功得到不同取向且边界平直的石墨烯条带。该研究成果为石墨烯纳米带的大规模制备及能带工程研究提供了可选择性方案。

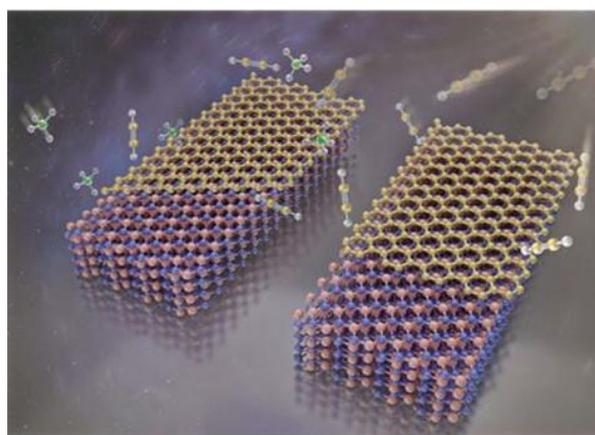
近年来，围绕面向微电子应用的高质量石墨烯材料制备的这一主题，微系统所研究团队走出了具有鲜明特色的研究路径，特别是在六角氮化硼表面石墨烯可控制备领域，该研究团队取得了一系列原创性的研究成果：氮化硼表面石墨烯形核机理（Carbon 50, 329 - 331 (2012)），石墨烯堆垛取向识别（Scientific Reports 3, 2666 (2013)），石墨烯晶畴气相催化生长（Nature Communications 6, 6499(2015)）以及石墨烯纳米带的可控制备(Nature Communications (2017, 8, 14703))。这些成果都在国际著名期刊发表。

相关研究先后得到了科技部 02 重大专项、中科院前瞻性重点部署项目、中科院先导 B 类专项以及上海市科委项目的支持。该项研究的合作

单位包括上海科技大学，华中科技大学，中南大学和中科院上海技术物理研究所。



图一、六角氮化硼基体上直接生长的石墨烯通过调节气源比例可以获得 a) 扶手椅型 (Armchair) 取向边界与 b) 锯齿型 (Zigzag) 取向边界

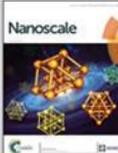


Showcasing research from the State Key Laboratory of Functional Materials for Informatics, Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai, China.

Edge control of graphene domains grown on hexagonal boron nitride

Edge control of graphene domains on hexagonal boron nitride (h-BN) substrates has been demonstrated by tuning the ratio of ethyne to silane flow. Graphene nanoribbons with both zigzag and armchair edges are also fabricated. This result is highly important for graphene research, especially chemical vapor deposition (CVD) growth.

As featured in:



See Haomin Wang, Xiaoming Xie et al., *Nanoscale*, 2017, 9, 11475.



rsc.li/nanoscale

Engineering and Technology Research Council

图二、《纳米尺度》杂志 Outside back cover 插图

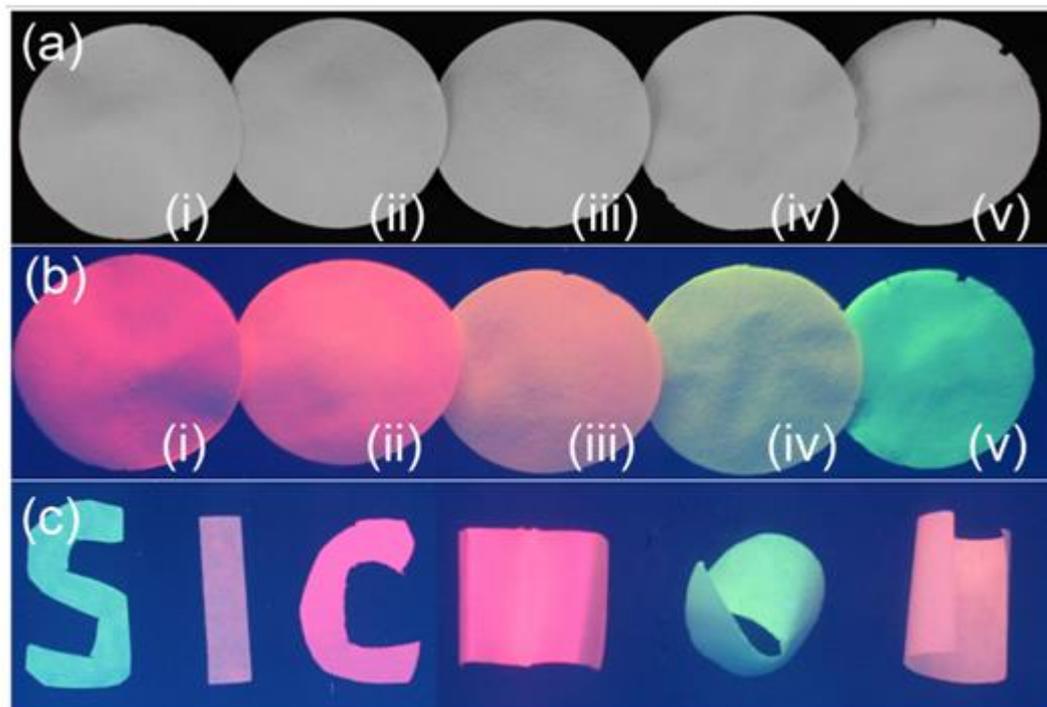
上海硅酸盐所研制出新型多模式防伪耐火纸

目前，荧光防伪纸是常用的防伪材料之一。荧光防伪纸具有使用方便、易辨别的优点，广泛应用于钞票、有价证券、防伪证件及防伪包装材料等。荧光防伪纸往往是通过表面涂层、物理吸附等方法将荧光物质与植物纤维混合或涂覆在其表面，来实现荧光防伪功能。然而，传统防伪纸存在较多问题，一方面，目前使用的纸张多是由植物纤维为原料制备而成，但植物纤维热稳定性差，高温容易碳化燃烧，同时在空气和光照的作用下纸张会逐渐变黄，使传统荧光防伪纸的稳定性不理想。另一方面，如今伪造手段越来越高超，单一的荧光防伪性能已经难以达到有效防伪的目的。集多种防伪模式于一体的防伪技术日益受到青睐。

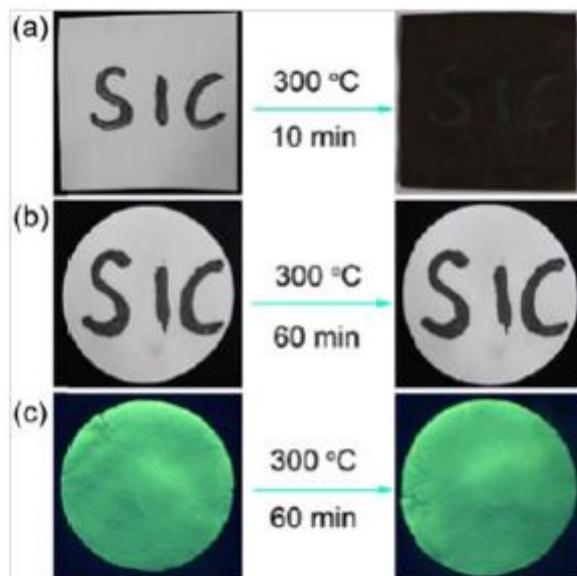
最近，中国科学院上海硅酸盐研究所朱英杰研究员带领的科研团队成功研制出一种有望应用于防伪领域的多模式防伪耐火纸。该团队通过原位掺杂稀土离子和表面修饰，实现了羟基磷灰石超长纳米线耐火纸的多功能化，使耐火纸具有荧光、防水、耐高温、耐火等多种性能。该新型多功能耐火纸在可见光下呈现白色，具有良好的柔韧性及可加工性，可以剪裁及折叠成任意形状。在特定的紫外光照射下，该多功能耐火纸可以发出不同颜色的光及显示特定图案。通过调节掺杂到羟基磷灰石超长纳米线中的稀土离子的种类和比例，可制备出一系列不同发光颜色和发光强度的耐火纸。此外，这种新型多功能耐火纸还兼具耐高温、耐火及防水功能，可实现遇火不燃、遇水不侵。新型多功能耐火纸在高温下加热可以保持完好，并且在高温下仍然可以保持良好的发光性能，其多功能性可大大提高防伪的效果和安全性，其独特的纳米尺度微观结构可有效地将防伪耐火纸与普通的纸张区别开来，从而更进一步的提高其防伪效果，有望作为多模式防伪耐火纸应用于防伪印钞、有价证券、防伪证件、防伪标签以及防伪包装等领域。相关研究工作发表在“美国化学学会应用材料与界面”期刊上 (R. L. Yang, Y. J. Zhu, et al., Luminescent,

Fire-Resistant, and Water-Proof Ultralong Hydroxyapatite Nanowire-Based Paper for Multimode Anticounterfeiting Applications, ACS Applied Materials & Interfaces, 9, 25455-25464 (2017). I.F. = 7.504), 并申请一项发明专利。

相关研究工作得到国家自然科学基金、上海市科委、中科院上海硅酸盐研究所创新重点项目等资助。



具有良好柔韧性及可加工性的不同发光颜色的多模式防伪耐火纸



所制备的多模式防伪耐火纸具有良好的耐高温和耐火性能。普通纸在 300°C 加热 10 分钟就碳化变黑(a)；而多模式防伪耐火纸在 300°C 加热 60 分钟保持完好(b)，在高温下仍然可以保持良好的发光性能(c)。

上海交大研制出超强纳米陶瓷铝合金

上海交大材料科学与工程学院教授王浩伟领衔的科研团队研制出超强纳米陶瓷铝合金，让铝里“长”出陶瓷，这种新材料不仅轻，强度和刚度甚至超过了“太空金属”钛合金，有望带动航空、汽车、高铁领域步入更轻、更节能的新材料时代。

据了解，材料具备强度和刚度，大致说来，前者是抵抗破坏的能力，后者是抵抗变形的能力。铝很轻，铝合金材料可以使手机、电脑变得更加轻薄便携，但铝的“弱点”也很明显：虽然韧性不错，但太软，易变形、也易断裂。陶瓷是很容易碎的，但陶瓷比钢铁要硬很多。如果把陶瓷的属性掺到铝里，制作出来的材料能否兼具两者优点？目前国际上传统方法是先把陶瓷制成颗粒或纤维，然后用搅拌铸造或粉末冶金的方法混入铝合金中获得铝基复合材料，这种办法能提高材料的强度和刚度，

可是又会出现加工成形困难、强度及塑性差和性能不稳定等一系列问题，严重阻碍了工程应用。

“用物理方法从外面往铝里掺陶瓷的路走不通，我们就让陶瓷自己从铝里‘长’出来，这样两种材料就能相容了，如果再搞成纳米，就把陶瓷的属性真正加到了铝里面，生成了一种浑然一体的新材料。”王浩伟教授介绍说。

研究人员采用“原位自生技术”，通过熔体控制自生，陶瓷颗粒的尺寸由几十微米降低到纳米级，突破了外加陶瓷铝基复合材料塑性低、加工难等应用瓶颈。

纳米陶瓷铝合金重量轻，且具有高刚度、高强度、抗疲劳、低膨胀、高阻尼、耐高温等特点，即使外来作用力“泰山压顶”也能做到“岿然不动”，可以称得上是四两“扛”千斤。

“纳米陶瓷铝合金 3D 打印构件可以达到锻件的性能。我们正加紧合作，助推国产大飞机用上这种具有中国自主知识产权的新材料。”王浩伟教授说。

海外传真

☆☆☆☆

用碳纳米管制造的真随机数生成器

研究人员在《Nano Letters》期刊上发表论文，报告他们利用碳纳米管制造出真随机数生成器。基于软件的随机数生成器被认为是伪随机的，它产生的结果并非是真随机，只要找到随机数种子，就可以再现其结果。基于硬件的“真”随机数生成器被认为是安全领域的黄金标准，它们利用激光和光探测器根据无法预测的物理现象产生随机比特。但硬件随机数生成器庞大、制造昂贵。

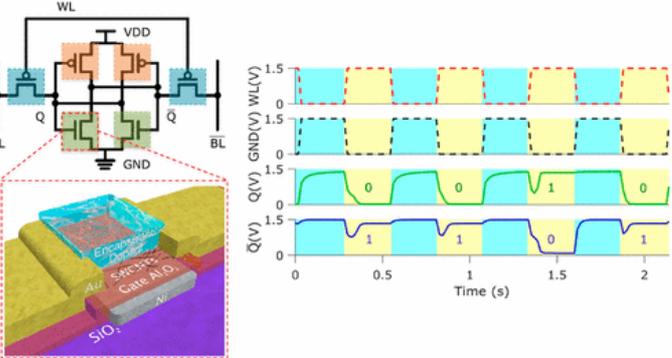
西北大学研究人员制造的碳纳米管随机数生成器能整合到可穿戴设备、各种传感器等小型设备中。它甚至能用标准的打印机直接打印到包装上，去加密数据或验证产品。研究人员利用纳米管溶液去创造出一种静态随机存取记忆体 (SRAM) 单元去产生随机比特。用纳米管墨水打印 SRAM 单元的过程相对不昂贵，能大量用于消费者电子设备。

美国科学家发现利用纳米技术治疗伤口新方法

美国俄亥俄州立大学的科学家研发出一种新的方法，可以将人体内现有的细胞转变为新细胞，利用纳米技术重新编程细胞结构，从而达到治疗伤口的效果。

这个新方法称为 Tissue Nanotransfection (纳米传染组织)，简称为 TNT，通过纳米技术对细胞进行重新编程。它的运作方式是：首先，医

生对皮肤表面施加轻微电刺激，接下来将一个约为纽扣大小的小芯片放在伤口处。不到一秒，这个芯片就会穿过一个高强度的聚焦点场将非编码因子(先前编程的 DNA



或 RNA) 释放到活的皮肤细胞中。而编码因子也被转化成了科学家和医生可能选择到的所有细胞类型。

据了解，此项技术已用在小白鼠模型中实验，用于挽救坏死组织并促进肢体再生。TNT 不同于以往的科学治疗技术，是一种良性、瞬时并且使用剂量控制的单细胞水平再编程因子转化技术。

据报道，研究人员预计此项技术将在一年内被批准用于人体实验。虽然 TNT 技术仍需针对人体的安全性和有效性测试，但是该技术终有一天会用细胞再编程对治疗中风、老年痴呆症和帕金森症做出重大贡献。

日本开发制造合金纳米粒子新方法

日本东京工业大学研究人员开发出一种新方法，能精确控制合金纳米粒子的合成过程，在此基础上制造出由 3 种金属原子组成、尺寸仅 1 纳米的合金粒子，可用作工业化学反应的催化剂。

由少量原子组成、尺寸只有几纳米或更小的合金粒子有着独特性质，工业应用前景广阔。比起只含一两种金属的材料，由多种金属原子组成的合金纳米粒子通常有更优良的性质，但合成过程中很难同时控制纳米粒子的成分和尺寸。

东京工业大学研究人员最近在美国《科学进展》杂志上报告说，他们借助一类称为树状分子的化合物，实现了对合金纳米粒子包含原子数目的精确控制。树状分子有着高度整齐有序的树枝状结构，适合当作合金纳米粒子的模板。

新型合金纳米粒子由铜、铂和金三种金属原子组成，实验发现它能催化碳氢化合物的氧化过程，稍微添加辅助物质就能在常温常压下发挥催化作用，效率比目前商用铂催化剂高 24 倍。

新闻公报说，新的合成方法有望扩展应用于合成其他合金粒子，生产出适用于多种化学反应的催化剂以及光学、电子和能源方面的产品。

日研究人员开发“亲肤”纳米传感器

日本研究人员最新研发出一种可贴在皮肤上的新型纳米传感器，质轻、透气、可拉伸，且不易引起皮肤不适。这种传感器有望用于健康监测等用途。

据日本理化学研究所介绍，这种新型传感器由该研究所和东京大学等机构研究人员共同开发，采用可导电纳米结构，可直接长时间贴在皮肤上使用，用来检测压力、温度变化或收集肌电信号等。

研究人员说，这种传感器贴在皮肤上几乎感觉不到，不会使人产生任何不适。针对 20 名受试者的皮肤测试显示，即使在皮肤上连续贴一周也不会造成明显炎症反应。这一研究成果已发表在英国《自然·纳米技术》杂志网络版上。

新纳米芯片技术可让器官再生

据英国《每日电讯报》网站 8 月报道，一种新装置可使用纳米芯片为皮肤细胞“重新编程”，然后生成治疗所需的任何类型的细胞。

报道称，这个非侵入性的过程耗时不到 1 秒，而且经测试能在数日内恢复严重受损血管的功能。

被称作组织纳米转染（TNT）的这项技术，是通过覆盖在受损区域上的一小块纳米芯片板来工作的。然后，一小股电流向皮肤细胞发射 DNA，将其变成身体其他部位（比如动脉甚至心脏等器官）特定的构件细胞。

报道称，对于需要接受复杂修复手术的病人和器官过早老化的患者来说，这项技术有望改变他们的命运。

发明这项技术的美国研究人员称，这项技术甚至可以用作对抗阿尔茨海默症和帕金森症等疾病的武器。他们认为，未来有可能重新编程手臂等人体外围部位的皮肤细胞来获得脑细胞，然后可将这些细胞注入大脑。

报道称，美国俄亥俄州立大学的这个研究小组在猪和老鼠身上测试了 TNT 技术并取得了成功，据报道成功率为 98%。

在一项试验中，在芯片板为皮肤细胞重新编程生成血管细胞不到一周后，老鼠严重受伤的腿部的血流恢复了正常。两周后，腿部充分愈合。

报道称，研究人员计划明年启动人体临床试验。

领导这项研究的坚登·森博士说：“有了这项技术，我们只需轻触一下芯片板，就能把皮肤细胞转变成任何器官的元件。这个过程只需不到 1 秒，而且是非侵入性的，然后你就可以走了。芯片不用留在体内，给细胞重新编程的过程就开始了。”

不同于干细胞疗法，TNT 在使用前无需进行实验室操作，这意味着可以在全科医生诊所等日常医疗环境下使用这项技术。

由于新细胞是在患者自身免疫系统引导下生成的，因此无需使用移植时可能需要的免疫抑制剂。

报道称，这项技术既需要把遗传物质传递给人体成年细胞的以纳米技术为基础的芯片，又需要决定如何给细胞重新编程时必不可少的特定生物信息。

我们知道基因疗法已经有一段时间了，TNT 扩大了这一概念的外延，不过两者最大的



区别是向人体内输送 DNA 的方式。研究结果还发表在《自然·纳米技术》杂志上。

美国开发出可用于纳米材料的光刻新技术

芝加哥大学和美国阿贡国家实验室共同开发出可以精确图案化纳米材料的新方法，为下一代电子器件开辟新路径。研究成果发表在7月28日《科学》杂志。

新技术将使纳米材料更容易地用于LED显示器、手机、光电探测器和太阳电池。虽然纳米材料有望用于电子器件，但是将纳米材料制成复杂微型结构比较困难。

芝加哥大学化学系教授德米特里·塔拉宾说：“这是将量子点和其他纳米材料，从概念验证实验转化为实际技术所需要的一步。新技术扩展了我们的视野。”

现代计算机的基础是一种微型开关，称为晶体管，可利用光刻技术同时制作数十亿个晶体管，使智能手机价格低、普及度高。光刻技术利用紫外光对刻有图案的掩模板曝光，当新材料沉积在顶层后，去除掩模板，显示图案。通过几轮这样的图案过程，在材料上构建微型晶体管。

但是传统光刻技术受到限制，仅部分材料可以采用这种方式图案化。最初，传统光刻技术是为硅开发的，科学家们正在展望未来的材料。

研究人员正在开发纳米材料光刻技术，纳米材料是金属或者半导体的小型晶体。在纳米尺度上，纳米材料具有独特性质，但是制备纳米器件比较困难。

新技术称为DOLFIN，使不同纳米材料在工艺中直接变成“墨”，不需要沉积聚合物模板。研究团队精心设计了单个颗粒的化学涂料，这些化学涂料可与光反应，如果将光照射在图案化掩模板上时，光直接将图案转移到下面的纳米颗粒层。

新技术的光刻质量与传统光刻技术相当，可用于宽范围材料中，例如半导体、金属、氧化物或者磁性材料——都是电子元件制备的常用材料。

产业信息



不同尺寸半导体纳米晶体 有助生产彩色发光二极管

一个国际科研小组在美国《科学进展》杂志上报告说，他们发明了一种简便而经济的新方法，能按需要制造不同尺寸的半导体纳米晶体，有助实现下一代彩色发光二极管的工业化大规模生产。

德国慕尼黑大学等机构的研究人员发现，对于发光二极管中用到的半导体，在纳米尺度上，改变半导体晶体的尺寸，可让它们发出不同颜色的光，发光范围涵盖从蓝光到红光的可见光，颜色纯度高。

研究人员开发出了一种利用成本低廉的钙钛矿材料按尺寸需求生产半导体晶体的方法。其核心是一块只有几纳米厚的薄膜模具，它由含硅和氧化铝的纳米多孔材料组成，上面有大量微孔可以充当化学反应器皿，原料溶液在微孔中发生反应，生成钙钛矿纳米晶体。

实验表明，薄膜模具上微孔的大小直接影响着纳米晶体的大小，从而决定发光颜色。用这种方法制取的纳米晶体非常稳定，能使发光二极管实现较高的颜色保真度。

研究人员表示，他们将进一步提高该方法的生产效率，并扩展应用范围，比如生产柔性彩色显示屏。