



科技进展

上海微系统所在氮化硼表面成功制备手性可控的石墨烯纳米带

文章来源：二室 | 发布时间：2020-09-22

石墨烯纳米带 (GNR) 是一种准一维的石墨烯纳米结构，根据结构不同可表现出准金属或半导体特性。该特性取决于GNR的手性，具体包括宽度、晶格取向和边缘结构。根据不同的边缘结构，GNR可以分成“锯齿型” (ZZ) 和“扶手椅型” (AC) 两类。GNR不仅具有高迁移率和载流能力，而且由于量子限域和边缘效应，其能够开启带隙。这些特性使GNR有望成为包括纳米尺度场效应晶体管、自旋电子器件和片内互连线在内的候选材料。然而，在绝缘衬底表面，可控地制备具有边缘特异性的亚5纳米宽的GNR仍然是一个科学难题。

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所王浩敏研究员团队首次在六角氮化硼 (h -BN) 表面成功制备了手性可控的GNR并进行了输运性质研究。相关研究成果“Towards Chirality Control of Graphene Nanoribbons Embedded in Hexagonal Boron Nitride”于9月21日在线发表于著名期刊《自然材料》上 (*Nature Materials*, 2020, DOI:10.1038/s41563-020-00806-2)。

h -BN是一种具有优异的化学和热稳定性的宽带隙二维材料。 h -BN具有六角蜂窝网状晶体结构和原子级平整的表面，不存在表面悬挂键和陷阱电荷，是可以保持GNR本征电学性质的理想衬底。



此前，王浩敏研究员团队通过引入硅烷进行气相催化，在 *h*-BN 表面成功实现了石墨烯晶畴的快速生长 (*Nat. Commun.*, 6, 6499 (2015)) 和边界调控 (*Nanoscale*, 9, 11475(2017))。随后，首次通过采用 *h*-BN 沟槽作为生长模板，实现了取向 GNR 的可控生长，成功开启带隙 (*Nat. Commun.*, 8, 14703 (2017))。为最终在 *h*-BN 衬底上制备亚 5 纳米宽的手性可控的 GNR 奠定了实验基础。

现在，该团队利用不同金属纳米颗粒在 *h*-BN 表面刻蚀出边缘平直且沿特定取向 (ZZ 和 AC) 的具有单原子层厚度的沟槽，然后，通过化学气相沉积法在沟槽中制备出宽度小于 5 纳米的高质量取向可控 GNR。通过与维也纳大学 Jannik Meyer 教授课题组合作，借助扫描透射电子显微镜揭示了石墨烯和 *h*-BN 边界处的面内外延生长方式，并且制备得到的 GNR 边缘原子级平整。进一步的电输运测量结果表明，所有亚 5 纳米宽度的 ZGNR 都显示出大于 0.4 eV 的带隙，而窄的 AGNR 的带隙随宽度变化较大。由带隙较大的 GNR 制成的晶体管在室温下的开关比大于 10^5 ，载流子迁移率高于 $1,500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。此外，在 8-10 纳米宽的 ZGNR 的转移曲线中观察到明显的电导峰，而在大多数 AGNR 中却没有观测到。同时，GNR 的磁输运研究表明，ZGNR 具有较小的磁导，而 AGNR 具有更高的磁导值。

该研究成果是首次成功将手性可控的 GNR 面内集成在 *h*-BN 晶格中，是面向开发具有原子层厚度的高性能集成电路迈出的重要一步，为实现操控和堆垛具有极薄厚度的复杂纳米集成电路提供了新的途径。

该研究工作第一单位为中国科学院上海微系统与信息技术研究所，论文共同第一作者为上海微系统所博士生王慧山和陈令修博士、维也纳大学 Kenan Elibol 博士和华中科技大学贺立博士，通讯作者为上海微系统所的王浩敏研究员和维也纳大学的 Jannik Meyer 教授。该研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金面上项目、中科院先导 B 类和上海市自然科学基金的资助。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41563-020-00806-2>
(<https://www.nature.com/articles/s41563-020-00806-2>)



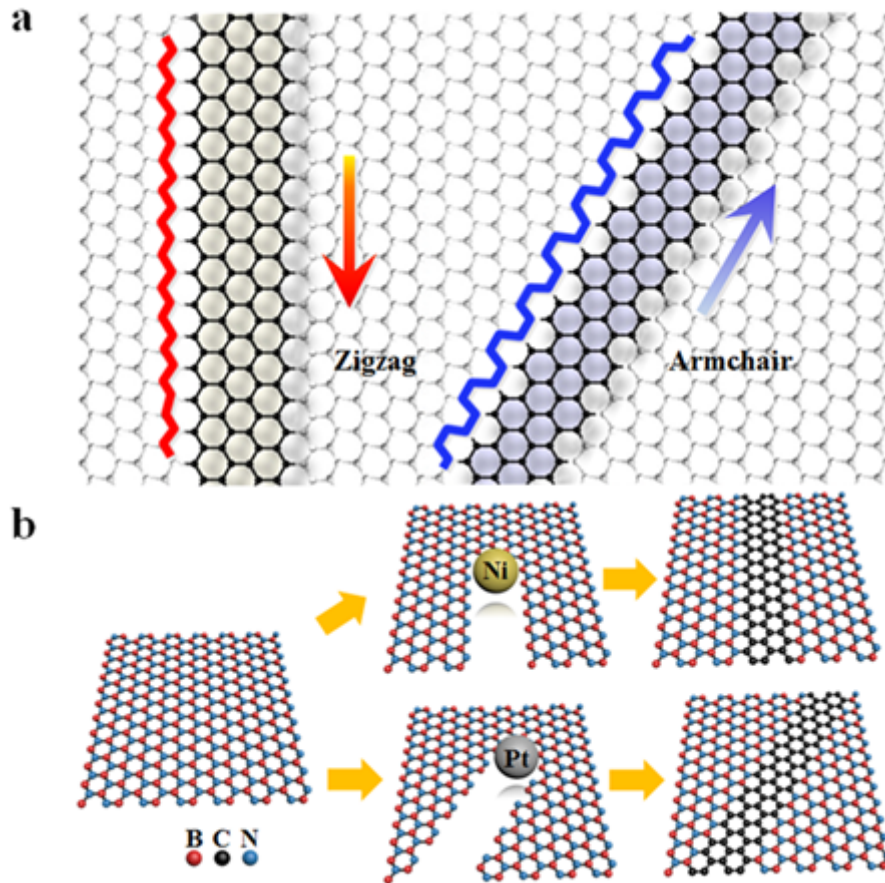


图1、嵌入h-BN中手性可控的GNR制备方法

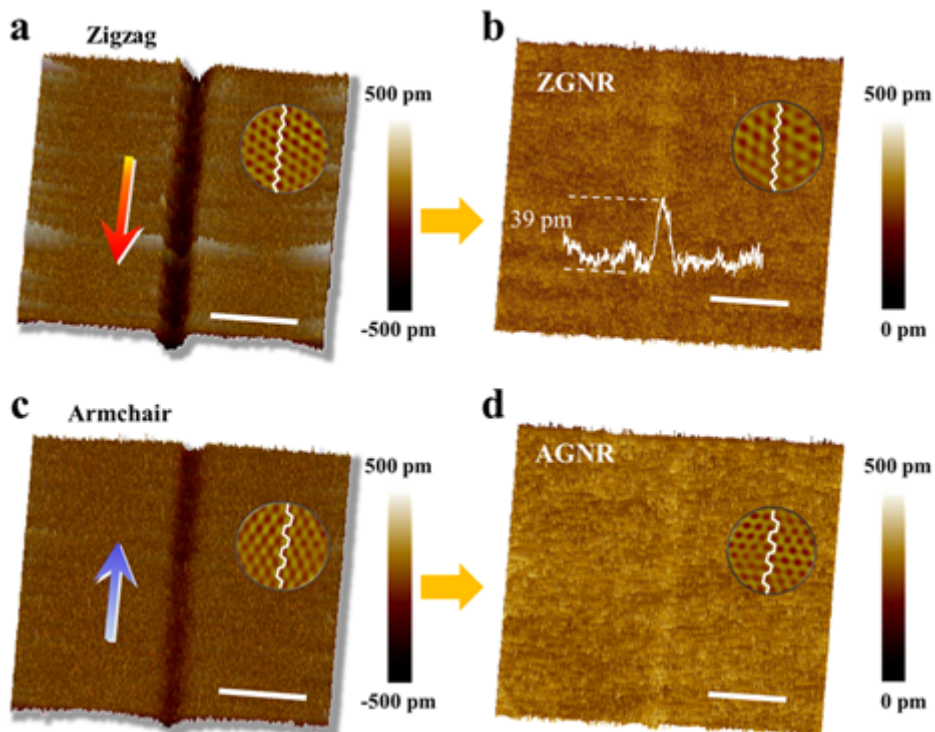


图2、嵌入h-BN的特定取向纳米沟槽和不同手性GNR

== 友情链接 ==

版权所有 © 中国科学院上海微系统与信息技术研究所 沪ICP备05005483号-1
(<https://beian.miit.gov.cn/>)
电话: 021-62511070 传真: 021-62524192
地址: 上海市长宁路865号 邮编: 200050

