深圳先进院等研发出单层多晶石墨烯可控断裂技术

近日，中国科学院深圳先进技术研究院光子信息与能源材料研究中心副研究员陈明与新加坡南洋理工大学电子电气工程系教授魏磊合作，研发出一种针对单层多晶石墨烯的可控断裂技术。相关结果以论文Controlled fragmentation of single-atom-thick polycrystalline graphene（《单原子层厚度多晶石墨烯的可控断裂》）在线发表于Matter（DOI: 10.1016/j.matt.2019.11.004），陈明为第一作者，汪志勋为共同第一作者，魏磊是通讯作者。

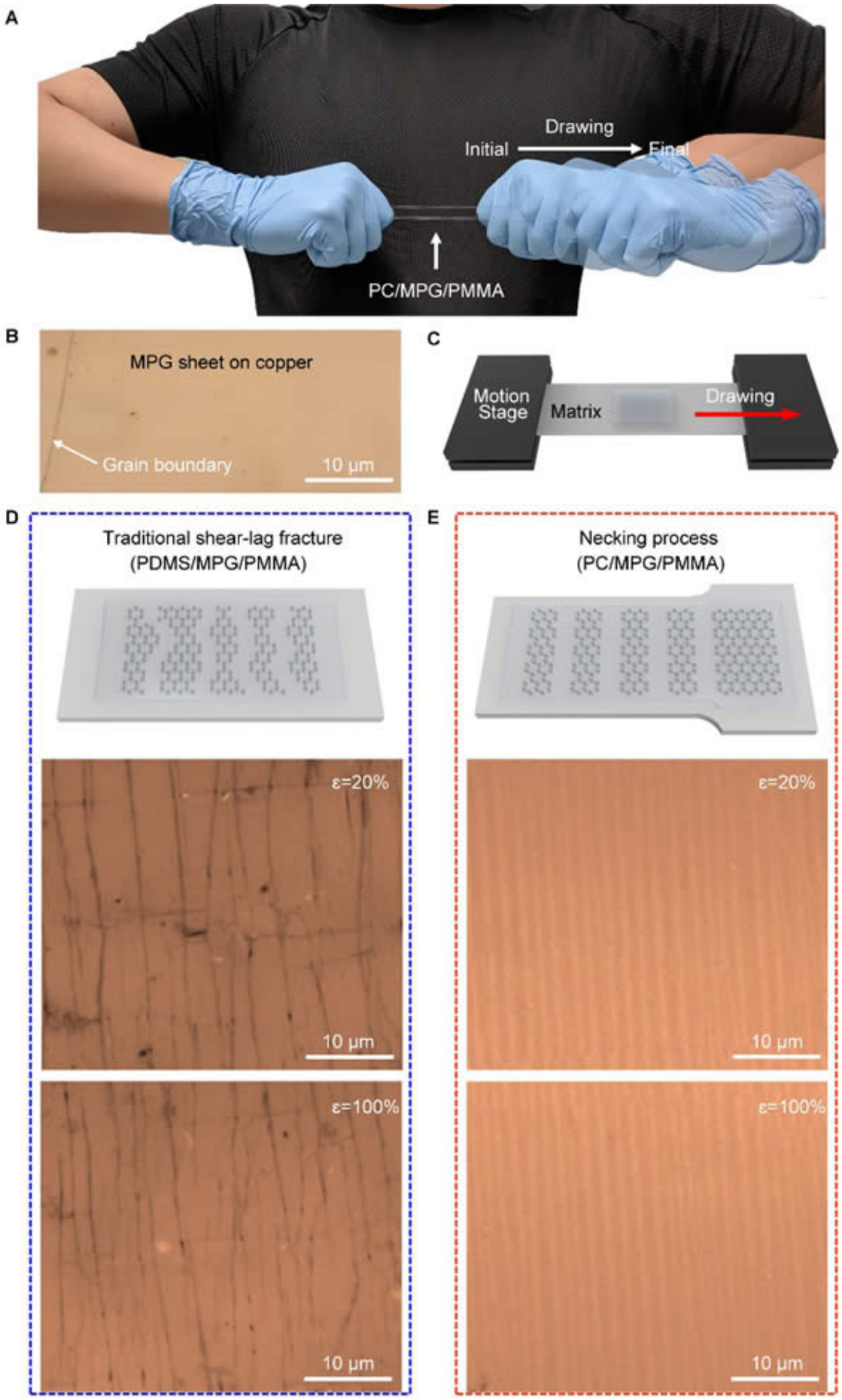
在外加应力条件下，例如通过传统的拉伸方式（以PDMS等柔性材料作为基底）拉伸纳米薄膜材料，在被拉伸的纳米薄膜材料上形成的裂纹往往具有同时出现、随机且不可控的特征，以此得到的图案也总是无序的。这是因为基底材料的应变是全局分布的。这种全局分布的应变通过基底与纳米薄膜之间的粘附力及摩擦力传递给纳米薄膜，使得薄膜内多处缺陷同时产生应力集中现象，从而使这些缺陷处的局部应力达到该材料的断裂强度，形成裂纹并扩展，这些扩展的裂纹可能会进一步和其他缺陷相互作用，改变裂纹的传播路径，最终形成纳米薄膜上无序的断裂图案。

如果在拉伸纳米薄膜的过程中，基底的应变是局域分布且可控的，那么传递给纳米薄膜的应变也是局域分布且可控的，这使得纳米薄膜的可控断裂或者图案化纳米薄膜成为可能。

基于以上想法，团队联想到了在热塑性聚合物加工领域的颈缩工艺。该颈缩工艺是指在外加拉应力作用下，热塑性聚合物发生局部的颈缩现象，这种局部颈缩会在持续的拉应力作用下移动，且伴有强烈的局域应变，使得颈缩经过的部分宽度和厚度减小，长度延长，最终扩展到整层聚合物。受此过程中动态传播的局域应变的启发，团队设计了一种三明治结构的单层多晶石墨烯及聚合物的复合体-聚碳酸酯/多晶石墨烯/聚甲基丙烯酸甲酯-并对其进行了简便的颈缩工艺处理，最终观察到了一个非常有趣的现象：在颈缩未经过的部分，石墨烯保持原貌；在颈缩经过之后，石墨烯断裂成有序且宽度一致的纳米尺寸条带。在整个过程中，石墨烯的断裂伴随着颈缩的传播而有序的发生。

该技术除了可以作为一种简单易操作、低成本、耗时少的纳米薄膜图案化技术，还具有以下优势：得到的石墨烯纳米带具有成数千上万倍增加的活性边界。利用这个优异性质，团队证明了相比于未经有序断裂处理的多晶石墨烯薄膜，获得的石墨烯纳米带可以更加容易地进行高浓度氮掺杂，制备成的pH化学传感器灵敏度更高。这种可控的局域应变技术，可以为定量研究各类缺陷在多晶石墨烯断裂中的行为和影响提供宏量实验数据，可以进一步阐明缺陷的力学行为并为石墨烯的生长和大规模应用提供指导。

该研究工作得到国家自然科学基金等支持。


A
Drawing
Initial
Final
PC/MPG/PMMA
B
MPG sheet on copper
Grain boundary
10 μm
C
Motion Stage
Matrix
Drawing
D
Traditional shear-lag fracture
(PDMS/MPG/PMMA)
ε=20%
10 μm
ε=100%
10 μm
E
Necking process
(PC/MPG/PMMA)
ε=20%
10 μm
ε=100%
10 μm

利用局域应变裁剪技术实现单层多晶石墨烯的可控断裂

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/149589.html