

湿度驱动的石墨烯智能仿生机器人问世

近期,吉林大学电子科学与工程学院孙洪波教授和张永来副教授的研究团队创新性地提出一种利用光学手段制备石墨烯智能薄膜,进而开发石墨烯智能响应机器人的新方法.他们利用紫外光可控还原石墨烯氧化物薄膜,得到了氧化程度不同的石墨烯双层结构,该石墨烯薄膜对环境湿度具有敏感的反应特性.利用这一新技术,团队研究成员提出利用紫外光单侧大面积图案化制备石墨烯智能薄膜的新方法,实现了湿度驱动的石墨烯智能仿生机器人.该工作于2015年6月16日在线发表于*Adv Funct Mater*, 题目为“Bioinspired graphene actuators prepared by unilateral UV irradiation of graphene oxide papers”.该项研究利用仿生手段,制备了类似于藤蔓植物触须的智能机械手,可用于物体的抓取与释放.

材料智能化制备一直是材料科学领域备受关注的研究热点,而智能响应器件更是因其具有潜在的应用前景、深远的社会意义和重要的经济价值成为21世纪国内外研究者们追求的目标.在材料智能化制备领域,这种对周围环境,如温度、磁场、电场、pH、紫外光或溶剂的变化有着特殊响应的智能材料,由于其高灵敏特性、可控的响应动作和无需能源供给等优势,备受研究者的青睐.利用这种智能材料制备的响应驱动器件可以将周围环境的刺激信号转换为物理形变,因而产生特定的执行能力.传统的智能响应材料通常是基于双金属片或其类似结构,靠多种材料在受到外界刺激时的性质变化差异来实现驱动,这很大程度上受到材料自身特性和多种材料层间稳定性的局限,不仅限制了智能驱动器件的应用范围,还存在器件稳定性降低的隐患.

近年来,石墨烯及其相关材料由于高机械强度、透明性、导电性、物理化学稳定性和出色的生物相容性而成为智能器件开发领域的理想材料.但是石墨烯材料的智能化研究目前仍处于起步阶段.这主要是受到石墨烯材料制备方

法和表面、界面特性调控技术的限制.吉林大学孙洪波和张永来带领的石墨烯器件研究团队在激光还原石墨烯氧化物方面具有较强的理论基础和丰富的实践经验,他们曾率先提出了石墨烯氧化物的激光还原理论,并实现了高精度石墨烯电路的激光打印.在此基础上,他们进一步提出太阳光调控石墨烯氧化物薄膜表面、界面特性的新方法.研究工作以“Moisture-responsive graphene paper prepared by self-controlled photoreduction”为题2015年在*Adv Mater*第2期作为封面文章发表.文中阐释了太阳光可控还原石墨烯氧化物的物理机制,并以实例展示了石墨烯智能机器人的制作及操控过程,为石墨烯薄膜的智能化制备开辟了新的研究思路.这一研究成果受到国际学术媒体的重点关注:*Nature*以“Sunshine drives graphene machines”为题亮点(Highlight)介绍了这个工作,高度赞扬石墨烯智能薄膜的独特优势,并指出其未来令人惊喜的应用前景.这些前期工作为石墨烯智能仿生机器人的开发奠定了基础.

利用光学手段进行石墨烯氧化物薄膜的智能化改性是一种绿色、环保、低成本、高效的制备方式.他们提出的利用石墨烯氧化物光还原梯度控制材料界面特性的方法,可以一步直接制备双面官能团含量迥异的刺激响应薄膜,首次实现了基于一种材料的“双层”结构,并结合第一性原理计算模拟分析造成湿度驱动响应的内在原因,即薄膜两面对水分子吸附能力的差异所致.

智能响应驱动器件在高新科技领域,如航空航天、国防、组织工程学、生物微机电系统等领域具有巨大的应用前景.利用光学手段调控石墨烯氧化物的表面、界面特性,进而实现石墨烯智能材料和驱动器件制备,更是为石墨烯机器人的开发提供了新的思路.石墨烯智能响应薄膜将会在可穿戴智能设备、电子皮肤、人造肌肉、智能生物芯片等领域有着潜在的应用前景.

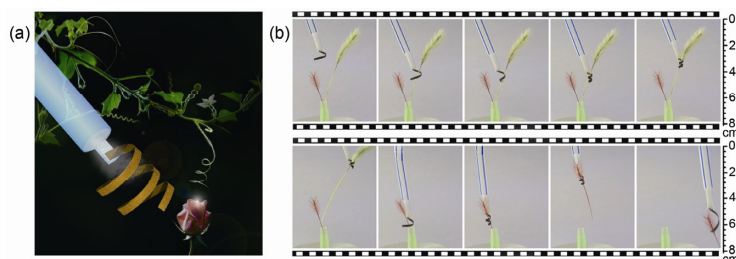


图 1 (网络版彩色)仿藤类植物石墨烯螺旋机械手的示意图(a)及湿度驱动石墨烯螺旋机械手抓取和释放物体的视频截图(b). 引自 *Adv Funct Mater*, 2015, 25: 4548–4557

(本刊讯)