

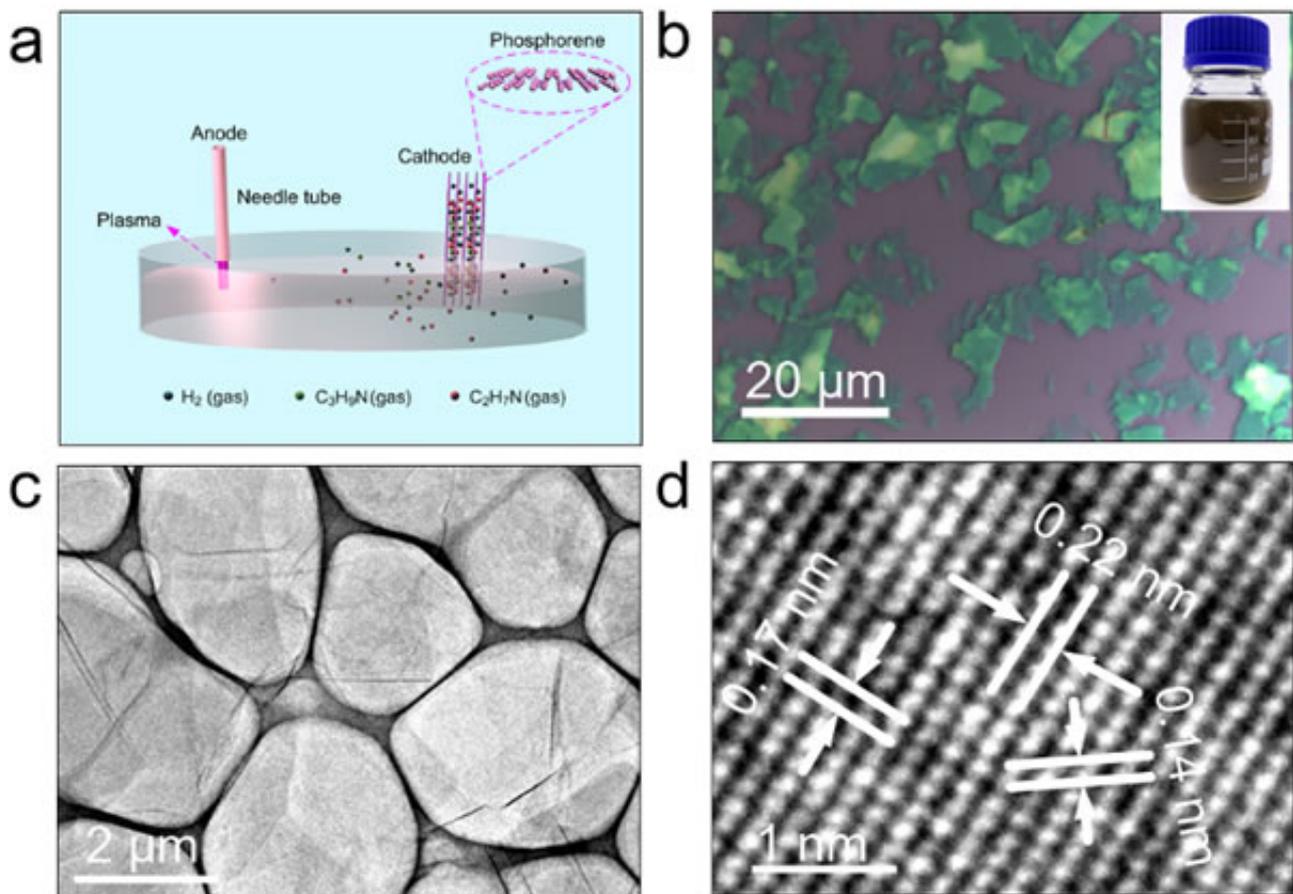
深圳先进院成功开发黑磷烯等离子体液相高效制备技术

近日，中国科学院深圳先进技术研究院研究员喻学锋和正高级工程师黄逸凡合作在高质量黑磷烯制备领域取得新突破，相关研究成果“Rapid and scalable production of high-quality phosphorene by plasma-liquid technology”以通讯快报的形式发表在国际化学期刊Chemical Communications。论文第一作者是助理研究员黄浩，共同第一作者是博士康翼鸿，合作者包括教授朱剑豪、西班牙阿拉贡纳米科学研究所教授Ricardo Ibarra 等。

黑磷烯作为一种带隙可调的直接带隙半导体二维层状材料，在光/电子器件领域具有极大的应用潜力。目前，制备黑磷烯的主要方法是液相剪切/超声剥离法，但黑磷本身杨氏模量较小，长时间剪切/超声会导致磷烯片层较小和缺陷增多，且易发生氧化，从而限制黑磷烯的应用。因此，开发出制备高质量大尺寸黑磷烯的高效方法对于黑磷烯的应用至关重要。不同于固体、液体和气体，等离子体是由离子、电子以及未电离的中性粒子的集合组成，整体呈中性的物质状态，又被誉为“物质的第四态”。作为一种绿色的工业技术，等离子体技术已被广泛应用于材料表面处理、纳米材料合成以及半导体制造领域。但利用等离子体技术来制备黑磷烯的技术路线尚未有报道。

前期，团队在黑磷烯液相超声制备（Advanced Functional Materials 25 (45), 6996-7002）、离子插层（Small Methods, 1900083；Materials Horizons 6 (1), 176-181）等方向做了大量工作。在本项工作中，基于多年的黑磷烯制备经验和等离子体技术特色，团队自主设计出等离子体液相制备系统，包括电源模块、反应模块等。通过高压电源在阳极产生等离子体，作用于N,N-二甲基甲酰胺溶剂，等离子体中的活性粒子将N,N-二甲基甲酰胺分子分解，分解产物在电场驱动下对阴极黑磷晶体进行插层，同时在层间产生气体，弱化层间力，使得黑磷晶体快速膨胀，从而高效地制备出高质量大尺寸的黑磷烯。同时由于制备时间短，此方法制备的磷烯氧化程度低，展现出优良的光电响应性能，这为黑磷烯作为高性能电子材料的应用奠定了基础。

上述研究得到国家自然科学基金面上项目、中科院前沿重点项目、深圳市科技计划项目等的支持。



图：a) 等离子体液相剥离示意图；b) 黑磷烯白光显微镜照片和分散液白光照片；c) 黑磷烯透射电镜图片；d) 黑磷烯高分辨透射电镜图片。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/149019.html>