[Highlight]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201906051

www.whxb.pku.edu.cn

界面自组装构筑二维有序介孔聚合物/石墨烯复合材料

陈立桅

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所, 江苏 苏州 215123

Interfacial Self-Assembled Composite Materials Composed of 2D Polymers with Cylindrical Mesopores on Graphene

CHEN Liwei

Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, Chinese Academy of Sciences, Suzhou 215123, Jiangsu Province, P. R. China.

Email: lwchen2008@sinano.ac.cn.

Published online: June 18, 2019.

二维有序介孔聚合物/石墨烯纳米片的制备示意图。

自2004年石墨烯发现以来, 以其为代表的二维纳米材料得到了快速发展^{1,2}。由于它们具有优异的电学、光学、力学、热学和化学性能, 有望在高性能电子器件、能源存储(如电池、超级电容器)等领域得到广泛应用³。然而, 由于片层间范德华力的存在, 导致二维纳米片容易堆叠, 比表面积和活性位点大大降低。而原位生长活性组分于二维材料表面来制备三明治结构的复合纳米片, 可以抑制片层的堆叠, 并大大提高材料的性能⁴。同时, 引入介孔不仅可以增加材料的比表面积, 缓冲电极的体积膨胀, 而且能够提高电解液离子的扩散和器件的电化学性能⁵。因此, 发展二维有序介孔复合纳米材料能够集成二维材料与介孔材料各自的

优点, 克服它们的缺陷, 将其应用于微型超级电容器, 可以减小离子传输曲折度, 提高超级电容器的功率密度; 并且能够增加电荷存储, 提高超级电容器的能量密度。但是, 目前已有报道的均为面内球形孔结构的二维介孔纳米材料⁶⁻⁸, 而更有利于电解质离子传输的具有面内平行柱状孔的有序介孔纳米片的可控制备仍面临着巨大的挑战。

最近, 上海交通大学麦亦勇教授课题组和中国科学院大连化学物理研究所吴忠帅研究员课题组合作, 发展了一种普适的界面自组装策略, 制备出多种具有面内平行柱状孔的有序介孔聚合物/石墨烯复合纳米片, 包括聚吡咯/石墨烯、聚苯胺/石墨烯、聚多巴胺/石墨烯, 并将其应用于全固态平

面微型超级电容器, 相关结果近期发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 杂志上⁹。该工作以P123嵌段共聚物为平行柱状介孔模板剂, 氧化石墨烯(graphene oxide)为二维基底, 利用它们之间的氢键作用力, 成功制得多种有序介孔聚合物/石墨烯复合纳米片。这些纳米片具有面内平行柱状的有序介孔, 大小为11–12 nm, 厚度为25–27 nm, 同时结合了高电化学活性的赝电容聚合物和高导电性的双电层石墨烯的优势。获得的微型超级电容器表现出高体积比容量和能量密度, 同时具有优异的机械柔性和串并联集成性能。

此项工作为可控制备二维有序介孔复合材料提供了新思路, 为设计组装高比能储能材料和器件提供了新策略。

References

- (1) Geim, A. K. *Science* **2009**, *324*, 1530. doi: 10.1126/science.1158877
- (2) Deng, D. H.; Novoselov, K. S.; Fu, Q.; Zheng, N. F.; Tian, Z. Q.; Bao, X. H. *Nat. Nanotech.* **2016**, *11*, 218. doi: 10.1038/nnano.2015.340
- (3) Wu, Z. S.; Feng, X. L.; Cheng, H. M. *Natl. Sci. Rev.* **2014**, *1*, 277. doi: 10.1093/nsr/nwt003
- (4) Tian, H.; Zhu, S. Y.; Xu, F. G.; Mao, W. T.; Wei, H.; Mai, Y. Y.; Feng, X. L. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2017**, *9*, 43975. doi: 10.1021/acsami.7b13666
- (5) Qin, J. Q.; Wang, S.; Zhou, F.; Das, P.; Zheng, S.; Sun, C.; Bao, X. H.; Wu, Z. S. *Energy Storage Mater.* **2019**, *18*, 397. doi: 10.1016/j.ensm.2018.12.022
- (6) Liu, S. H.; Gordiichuk, P.; Wu, Z. S.; Liu, Z. Y.; Wei, W.; Wagner, M.; Mohamed-Noriega, N.; Wu, D. Q.; Mai, Y. Y.; Herrmann, A.; et al. *Nat. Commun.* **2015**, *6*, 8817. doi: 10.1038/ncomms9817
- (7) Zhu, S. Y.; Tian, H.; Wang, N.; Chen, B.; Mai, Y. Y.; Feng, X. L. *Small* **2018**, *14*, 1702755. doi: 10.1002/sml.201702755
- (8) Hou, D.; Zhu, S. Y.; Tian, H.; Wei, H.; Feng, X. L.; Mai, Y. Y. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2018**, *10*, 40800. doi: 10.1021/acsami.8b15250
- (9) Tian, H.; Qin, J.; Hou, D.; Li, Q.; Li, C.; Wu, Z. S.; Mai, Y. Y. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 10173. doi: 10.1002/anie.201903684