
宁波材料所在高比能锂金属负极保护研究中取得系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4108.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

宁波材料所在高比能锂金属负极保护研究中取得系列进展。锂金属二次电池是下一代高能量密度储能器件的首选体系。作为锂金属电池的“圣杯”负极材料，锂金属具有3860毫安时/克的高比容量以及最低的氧化还原电位，是实现未来锂空气、锂硫等高能量密度体系的必需材料，也是实现中期目标500瓦时/千克级储能电池的首选负极材料。然而，受制于锂金属沉积过程中的不规则枝晶生长以及锂金属与电解液的不可逆反应，锂金属负极在循环过程中会形成极度不稳定的电极/电解液界面，快速损耗电池容量、增加电池内阻，导致锂金属负极在电池中的实际应用受到诸多挑战。

针对锂金属界面不稳定的顽疾，中国科学院宁波材料技术与工程研究所新型储能材料与器件团队长期以来进行了大量的界面保护结构设计，已在前期取得显著进展(相关成果发布于J. Mater. Chem. A, 2016, 4, 2427-2432, ACS Appl. Mater. Interfaces 2016, 8, 26801-26808, J. Mater. Chem. A, 2017, 5, 9339-9349, Nano Energy 2017, 39, 662 – 672)。在此基础上，团队基于锂金属负极的界面循环机理开展了更深入的基础及应用研究，并在近期取得一系列进展。

为了更好地理解锂金属的表面SEI膜化学及电化学反应机理，团队结合原位电化学-原子力显微镜，以双(氟磺酰)亚胺锂(LiFSI)为研究对象，系统研究了锂盐浓度对SEI膜形貌及力学性能的影响，并发现通过盐浓度调控，可获得不同模量及厚度的SEI膜(图1a)。此类现象在不同溶剂中皆有体现，具有普适性(J. Phys. Chem. C 2018, 122, 9825-9834)。

通过材料优选和结构设计，结合中压等离子体技术，该团队与新能源所研究员叶继春团队合作开发了一种碳纸/海绵碳双层结构，利用锂金属在碳纸上的低沉积电位以及海绵碳的高机械性能和电化学惰性，获得了一种导向性的双层碳结构，实现了4毫安时/平方厘米的锂金属负极稳定循环(Energy Storage Mater. 2018, 11, 47-56, 图1b)。此外，该团队还制备了一种特殊的堆叠石墨烯，具备常规石墨烯无法实现的高沉积过电势。通过将此类堆叠石墨烯吸附于泡沫铜结构中，实现了过滤型锂金属沉积在三维结构中的应用，并获得高电流密度(5毫安时/平方厘米)下的稳定循环(Energy Storage Mater. 2019, 16, 364-373, 图1c)。进一步地，通过抽滤此类堆叠石墨烯和氟化锂的分散液，该团队获得一种氟化锂修饰的层状碳膜结构，并发现在初次镀锂过程中，会在堆叠石墨烯缺陷处发生氟化锂到碳氟键的转化现象，从而获得碳氟键修饰的层状保护结构，极大提高了其对锂金属的保护性能(Adv. Energy Mater. 2019, 1802912, 封面文章, 图1d)。

该团队还设计了一系列锂金属宿主结构材料，如通过对氮化铝前驱体进行简单的锂化反应，高效制备了一种稳定的Li₉Al₄-Li₃N-AlN锂金属宿主结构，获得了有效比容量达1540毫安时/克的复合

锂金属负极，实现了与负载量高达4.5毫安时/平方厘米的NCA正极材料匹配的稳定循环(Nano Energy 2019, 59, 110 – 119, 图1e)。此外，团队还以泡沫镍为基底材料，利用中压等离子体技术在其表面成功生长了垂直石墨烯列阵，考察了赝电容界面结构修饰的宿主材料对锂金属循环稳定性的增益效果(Adv. Funct. Mater. 2018, 1805638, 图1f)。

以上工作获得宁波市自然科学基金(2018A610014)、浙江省自然科学基金青年项目(Q17E020023)、国家自然科学基金外籍青年研究人员项目(51650110490)、宁波市2025项目(2018B10060)以及国家重点研发计划(2018YFB0905400)的支持。

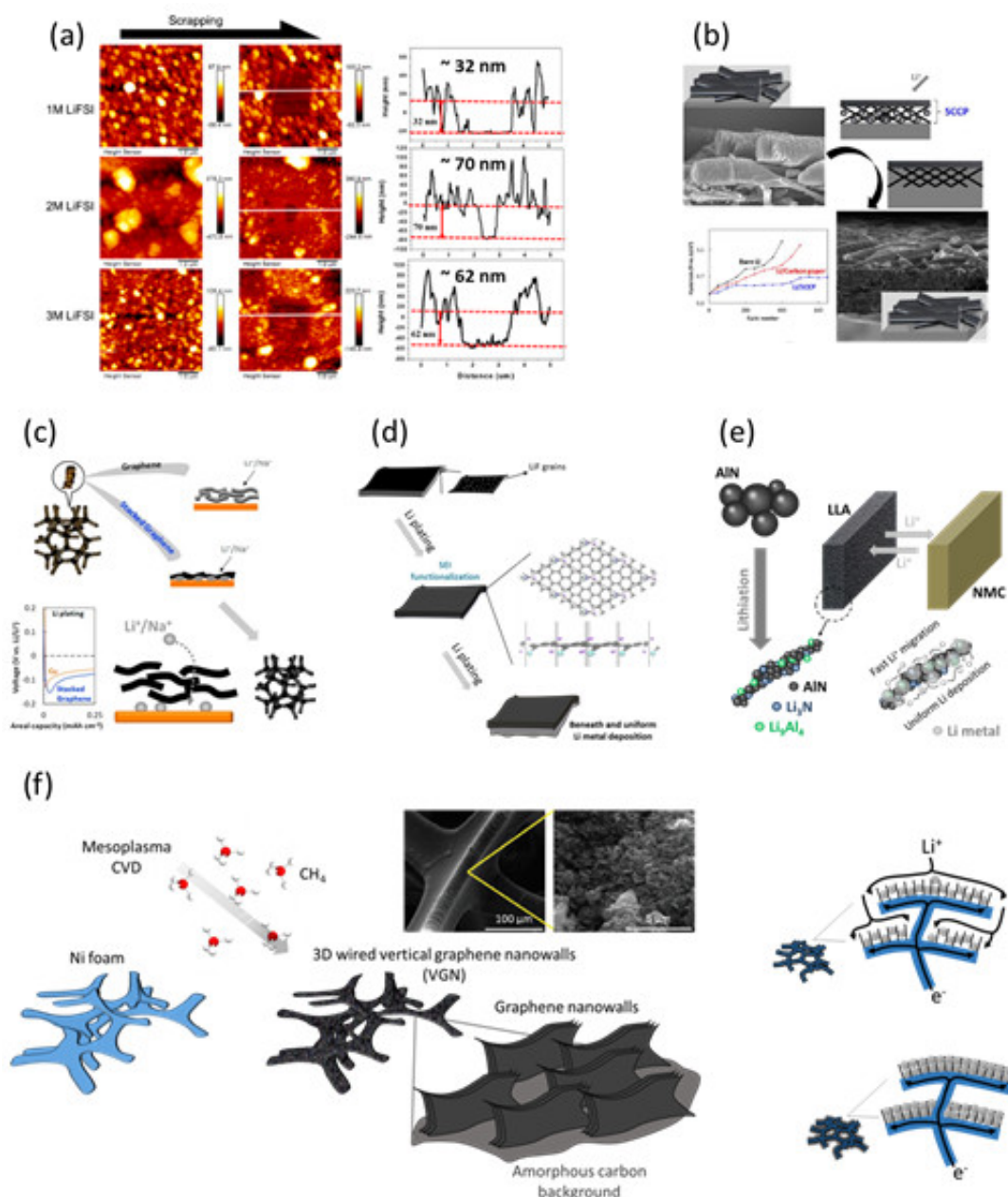


图1(a)锂金属负极界面在不同盐浓度下的界面表征;(b)一种用于锂金属界面保护的导向性双层碳结构;(c)一种堆叠石墨烯实现的过滤型锂金属沉积保护模式;(d)一种碳缺陷位点的界面转化实现SEI化的功能性锂金属保护层;(e)一种简易制备的Li₉Al₄-Li₃N-AlN结构作为高效的锂金属宿主结构;(f)一种垂直石墨烯结构实现的特殊界面锂离子传输及锂金属均匀沉积。

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发