

山西煤化所原子层沉积法制备新型功能纳米材料获系列进展

文章来源：山西煤炭化学研究所

发布时间：2013-08-30

【字号：小 中 大】

原子层沉积技术 (atomic layer deposition) 是近年来快速发展的一种先进薄膜沉积技术，具有极佳的均匀性、台阶覆盖率、保形性、重复性以及原子尺度精确控制厚度等突出优点。利用原子层沉积技术设计合成新型功能纳米材料，开发其在能源、催化、环境等领域的应用是当前的研究热点。在中国科学院、国家自然科学基金委、科技部的大力支持下，中科院山西煤炭化学研究所煤转化国家重点实验室903组的科研人员在原子层沉积法制备新型功能纳米材料方面取得系列进展，相关结果分别发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* (2013, 35, 9196); *ACS Nano* (2012, 6, 11009); *Adv. Funct. Mater.* (2012, 24, 5157) 和 *Small* (2012, 25, 3390) 上。

以自下而上的方式对纳米粒子进行可控有序组装能得到不同于一般粒子聚集体的特殊物理化学性质，相关研究人员通过与德国马普固体研究所、德国马普智能系统研究所、蒙特利尔大学和西班牙CIC nanoGUNE Consolider研究中心的科研人员合作，基于引导的瑞利-不稳定性 (Rayleigh instability) 的物理效应，以碳纳米螺旋为模板，利用离子溅射和原子层沉积技术，成功制备了纳米豆荚状的氧化铝包覆金纳米粒子链，金纳米粒子超规则紧密排列，粒子间距由碳纳米螺旋的旋转周期决定，此项研究摆脱了瑞利-不稳定性效应的限制，丰富了此物理效应。研究人员进一步通过共聚焦激光扫描显微镜观察到该氧化铝包覆的金纳米粒子链表现出很强的表面等离子共振效应。理论模拟和电子能量损失谱 (EELS) 分析结果表明这种等离子体纳米豆荚材料具有优异的亚波长波导性能，有望用于光学纳米器件领域。相关结果发表在 *Adv. Funct. Mater.* (2012, 24, 5157) 上，并被选为底封面文章。

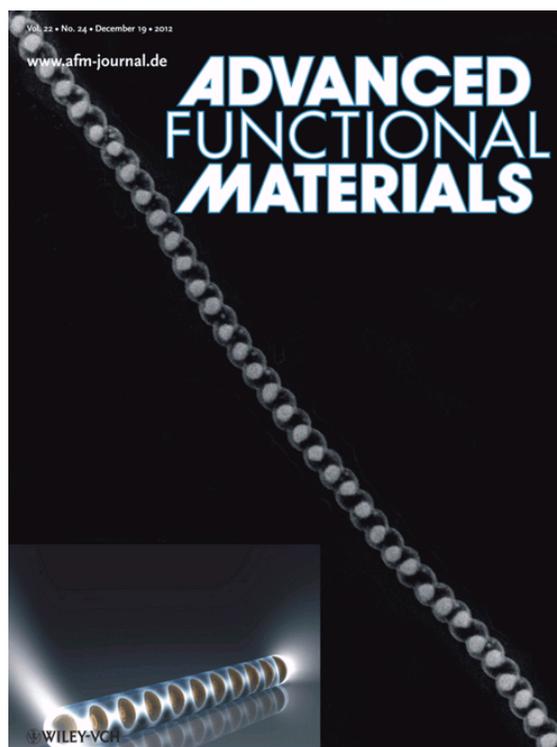


图1 封面文章：原子层沉积法自下而上组装合成金纳米豆荚

当材料的尺寸降低到纳米尺度时，会呈现出独特的小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应，在光、电、磁、热、敏感材料等方面都显示出与常规体相材料不同的特性和功能。近期，课题组研究人员通过与煤转化国家重点实验室903组、德国马普微结构物理所、蒙特利尔大学和西班牙CIC nanoGUNE Consolider研究中

心的科研人员合作，利用原子层沉积技术在碳纳米管（CNT）表面沉积得到尺寸可控，分布均匀的NiO纳米颗粒，研究了NiO颗粒尺寸对NiO/CNTs复合物电化学性能的影响，结果表明随着NiO尺寸增加，NiO/CNTs的电化学活性先增强后减弱，其中沉积400 cycles得到的NiO（4.9 nm）/CNTs催化甲醇氧化活性最高，比商业NiO纳米粉高88倍。相关结果发表在*Small*（2012，25，3390）上，并被选为底封面文章。另外，他们还通过与海南大学、复旦大学的研究人员合作，利用原子层沉积技术在手性的碳纳米螺旋上分别包覆 Fe_3O_4 和Ni磁性材料，透射电镜结果表明该方法制备的磁性涂层厚度均匀可控。研究人员进一步对该复合材料进行了电磁波吸收测试，结果表明可通过控制磁性材料包覆层厚度，有效调控材料的电磁参数，获得高效的吸收性能，所制备的磁性涂层包覆碳纳米螺旋在电磁波吸收领域具有重要的实际应用价值。有关结果发表在*ACS Nano*（2012，6，11009）上。



图2： 封面文章：高活性甲醇氧化NiO/CNTs复合材料

最近，课题组研究人员通过与中科院化学所、西班牙CIC nanoGUNE Consolider研究中心的科研人员合作，对分子层沉积（Molecular layer deposition）过程的表面化学反应进行设计，提出了一种新的沉积含钛有机-无机复合膜的方法。经过后续热处理除去有机组分，该复合膜转变为氮掺杂的多孔 TiO_2 膜，其孔径与复合膜中有机片段的长度有关。热重-质谱联用分析结果表明，氮来源于有机部分分解产生的 NH_3 。进一步以碳纳米螺旋为载体，制备了氮掺杂的多孔 TiO_2 /碳纳米螺旋复合材料，该复合材料在可见光下表现出良好的催化降解亚甲基蓝活性。这种厚度精确可控的氮掺杂多孔 TiO_2 膜也能用于可见光催化、太阳能电池等领域。这一结果为利用分子层沉积技术制备组分可控的超薄有机-无机复合膜及孔尺寸可控的无机膜材料提供了新思路。有关工作近日发表在*Angew. Chem. Int. Ed.*（2013，35，9196）上。



图3：分子层沉积法制备含钛有机-无机复合膜示意图

打印本页

关闭本页