



前言 · 纳米材料与器件

国家纳米科学中心成立仅有 6 年历史, 但发展迅速, 已取得了一系列重要的进展. 为集中向读者介绍国家纳米科学中心在纳米科技相关领域的研究进展和热点, 《中国科学: 物理学 力学 天文学》编辑部特邀请国家纳米科学中心的专家完成了本专题文章的撰写, 内容主要来自“纳米制造基础研究”重大研究计划、“纳米研究”国家重大科学计划、国家高技术研究发展计划“纳米材料与器件”专题中的研究成果, 希望对今后我国纳米科技研究起到抛砖引玉的作用. 鉴于纳米科技本身具有很强的多学科交叉性, 所以本专题涉及了物理、化学、生物学、医学、电子学、力学、标准化等多学科的内容, 而不仅仅局限在纯粹的材料学层面. 概括地说, 本专题主要报道了如下几个方面的内容:

(1) 纳米颗粒模拟酶. 天然酶作为一类生物催化剂, 具有高效、专一、反应条件温和等优点, 但它们易受外界环境影响而变性失去催化活性. 最近, 一些纳米颗粒被发现具有类似酶的催化活性. 相对天然酶, 这些纳米颗粒更稳定, 在较宽的温度和 pH 值范围内能保持稳定的催化活性, 并可通过化学方法实现大量、低成本合成. 因此纳米颗粒作为一类新型的模拟酶, 获得众多学者的青睐. 本专题介绍了纳米颗粒模拟酶的最近研究进展, 重点介绍了其中的研究热点.

(2) 纳米硅晶体. 晶体硅在现代技术中发挥着巨大的作用. 单晶硅和多晶硅是当代微电子工业的主导材料, 为人工智能、信息处理、光电转换等半导体器件提供坚实可靠的物质基础. 专题中介绍了一种操作简单可控合成纳米级单晶硅的方法, 以室温常压溶液法制备了正六边形单晶硅, 并能够在反应中实现晶体表面的特定官能团修饰, 为下一步引入其他功能分子, 实现纳米硅晶体的功能特性打下了基础.

(3) 微孔聚合物. 微孔有机聚合物是一种新型的多孔材料, 在非均相催化、吸附、分离和气体存储等方面具有潜在的应用. 它是最近几十年发展起来的, 全部由有机分子构建块组装而成的微孔(孔径小于 2.0 nm)固体. 依据设计策略的不同, 主要可以分成以下四种: (i) 通过交联反应阻止链密堆积的超交联聚合物; (ii) 通过刚性和扭曲基团阻止链密堆积的自聚微孔聚合物; (iii) 通过大共轭 π -体系刚性结构组建的共轭微孔聚合物; (iv) 通过适宜的官能团发生可逆地缩合反应来制备的共价有机骨架聚合物. 本专题根据国内外的研究背景, 重点介绍自聚微孔聚合物和共轭微孔聚合物.

(4) 阳极氧化铝阻挡层厚度的快速光谱测量方法. 介绍了一种用于快速、无损检测阳极氧化铝(AAO)阻挡层厚度的光谱方法. 通过两步阳极氧化法制备了孔径均一, 孔道相互平行的纳米孔氧化铝薄膜; 用紫外-可见-近红外(UV-VIS-NIR)光谱仪研究了不同阻挡层厚度的样品的透射光谱. 为快速无损检测 AAO 阻挡层厚度提供了一种简单而高效的方法.

(5) 作为药物载体的金纳米粒子. 近些年来, 金属及半导体纳米粒子在生物、新能源等方面的应用研究得到很大的发展. 相对于半导体纳米粒子, 金属特别是金纳米材料具有稳定性好、低毒性和制备方法简单等特点. 本专题报道了水溶性硫普罗宁包覆的金纳米粒子的可控制备, 并总结了应用非修饰金纳米粒子检测不同类型的靶体, 包括核酸、蛋白质、金属离子和有机小分子的最新进展.

(6) 柔性超级电容器. 石墨烯作为一种新的二维碳纳米材料, 具有广泛的应用前景. 本专题报道了基于石墨烯/聚苯胺纳米线阵列自支撑薄膜的柔性超级电容器. 进而基于该柔性薄膜组装出三明治结构的柔性超级电容, 并测试了其电化学性能.

(7) 半导体量子点光谱特性标准样品. 半导体量子点纳米晶体是一类典型的纳米材料, 具有独特的光学特性, 已在生物医学、光电转换等领域得到应用. 量子点纳米晶体的标准样品对其质量控制和产业应用都有重要的意义. 本专题报道了以硒化镉量子点为代表的半导体量子点纳米晶体标准样品, 并对其光学特性进行了定值.

(8) 超分子自组装网格. 利用这些超分子网格作为分子模板可以实现: (i) 多种功能有机分子的稳定吸附; (ii) 对富勒烯分子进行单分子层分散和识别; (iii) 光异构化反应的直接观测; (iv) 一维单分子纳米线的构筑; (v) 异相双层纳米结构的形成等. 这些超分子网格有望发展成为外形选择催化、分子识别和主客体超分子化学有用的一类柔性网格结构.

(9) N 层石墨烯的表面和边缘性质研究. 石墨烯是近年来物理, 化学和材料科学的一个后起之秀. 在本专题中报道了石墨烯和石墨卷的拉曼光谱及其温度依赖性, 并对其机理进行了讨论.

(10) 未经修饰的金纳米粒子用于色度检测. 本专题中简要总结了未经修饰的金纳米粒子用于检测各种不同的目标物质, 包括核酸, 蛋白质, 金属离子和有机小分子的最新进展, 并对这一领域的未来前景进行了展望.

(11) 高度分散磷酸修饰磁性纳米粒子的制备和 ζ 电位表征. 本专题报道了利用混合磷酸盐高温有机金属合成, 并结合相转移进行配体交换, 获得高水分散性 Fe_3O_4 的纳米粒子, 粒径分布窄, 表明适用于对磁场的响应. 进行了系统的红外和 ζ 电位表征, 研究了配体结构.

纳米科技是一门近年来发展迅猛的学科, 相信我国科学家将不断取得更多的重要研究成果. 为及时准确地报道这些新进展, 《中国科学: 物理学 力学 天文学》编辑部还将组织这方面的专题. 在此, 我们非常欢迎国内外广大科技工作者能将纳米方面的最新研究论文和评述在未来的专题中发表; 也希望通过专题这种形式, 促进我国纳米科学技术领域不断的创新与突破.

特邀编委 解思深院士
中国科学院物理研究所
2011 年 8 月