



物理所制备出高强度碳纳米管、铜基夹层结构复合薄膜

文章来源: 物理研究所

发布时间: 2013-02-07

【字号: 小 中 大】

理论和实验已证明碳纳米管具有极高的强度、韧性和弹性模量,碳纳米管在力学方面的应用主要是作为增强体来制备高强度的复合物。金属基纳米复合材料具有高比刚度,高比韧性,耐高温,耐腐蚀,抗疲劳及导电导热等功能特性,被广泛地应用到航天航空、汽车、机械、化工和电子等领域,开发和应用金属基纳米复合材料一直是高新技术的重要内容之一。在复合物中如何让碳纳米管优异的力学性能得到充分的发挥是目前研究的重点。

由于碳纳米管之间存在很强的范德华力,极易产生团聚,导致碳纳米管在复合材料中很难均匀分散;而且,碳纳米管是由单一的碳原子通过sp³杂化和sp²杂化组成,化学活性低,碳纳米管的尺寸与金属晶格相差较大,在制备复合材料时很难与金属基体形成有效的界面结合。因此,传统的金属基复合物的制备方法对于碳纳米管增强金属基复合物的制备具有很大局限性。另外,虽然已经有一些关于碳纳米管/金属复合物的报道,但仍然缺乏有效手段用于表征金属基复合物受到应力时复合物中碳纳米管的微观力学过程。最近,中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)先进材料与结构分析实验室“纳米材料与介观物理”研究组牛志强博士、周维亚研究员、解思深院士等人,对这些问题进行了深入研究。他们充分利用直接生长的自支撑碳纳米管薄膜独特的连续网络结构、高电导率、高力学强度等特点(*Nano Lett.* 2007, 7, 2307),制备出了高强度碳纳米管、铜基夹层结构复合薄膜。

利用浮动催化化学气相沉积法直接生长的碳纳米管薄膜是独立无支撑的连续多孔结构,碳纳米管管束之间以强度较高的Y型结点相连接,导电率比较高。他们以这种碳纳米管薄膜作为模板,利用电沉积的方法制备出的碳纳米管、铜金属基夹层结构(Cu/SWCNT/Cu)复合薄膜表现出了优异的力学性质,实现了碳纳米管优异力学性质在复合薄膜中的有效转移。通过拉曼散射光谱原位分析应力作用下Cu/SWCNT/Cu复合薄膜中碳纳米管G'模的频移变化,了解了碳纳米管在微观尺度下的轴向应变情况,这有助于理解碳纳米管在金属基复合物中的微观力学过程。分析结果表明:碳纳米管薄膜特殊的组织结构和碳纳米管与Cu形成强度适中的界面是碳纳米管在夹层结构复合薄膜中有效载荷传递效率的主要原因。相关研究结果发表在*Advanced Functional Materials* (2012, 22, 5209)上,被选作内封面(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.v22.24/issuetoc>)。

该工作得到了国家自然科学基金委、科技部和北京市教委项目的支持。

相关链接: [1](#) [2](#)

图1 (a-f) 碳纳米管/Cu基夹层结构复合薄膜制备过程示意图, (g) 固定在支架上的碳纳米管薄膜的光学照片, (h) 碳纳米管/Cu基夹层结构复合薄膜的光学照片。

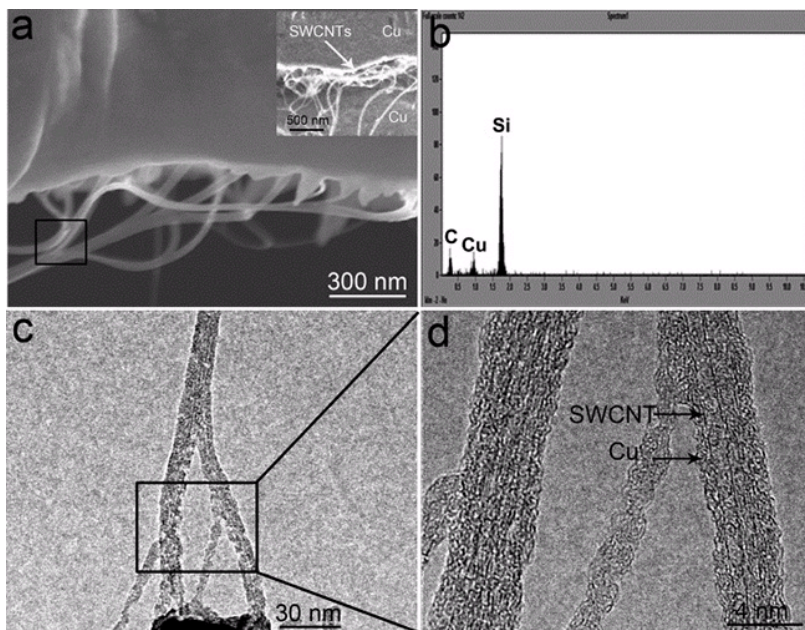


图2 (a) 碳纳米管/Cu基夹层结构复合薄膜拉伸断口处的SEM图像, 插图为侧面SEM图像, (b) 断面碳纳米管抽出部分 (a) 中方框处)的EDX能谱, 断面碳纳米管抽出部分 (c) TEM图像和 (d) HRTEM图像。