

宁波材料所在类金刚石碳膜的应力调控研究中取得进展

文章来源：宁波材料技术与工程研究所

发布时间：2014-05-04

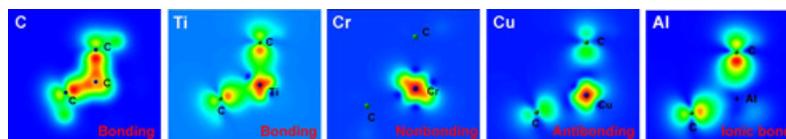
【字号：小 中 大】

类金刚石薄膜材料（diamond-like carbon，简称DLC）作为一类非晶碳膜材料的统称，主要由 sp^3 键（金刚石相）和 sp^2 键（石墨相）的三维交叉网络混合而成，依制备方法不同可含有一定量氢，具有高硬度、低摩擦系数、高红外透光性、良好化学惰性和生物相容性等诸多优异性能，在海洋、航空航天、生物医用、微机电、汽车等领域具有广阔应用前景。然而，目前DLC研究领域中还存在着高残余压应力、摩擦学不稳定和低成本大面积制备困难等问题，这使其应用受到严重限制。

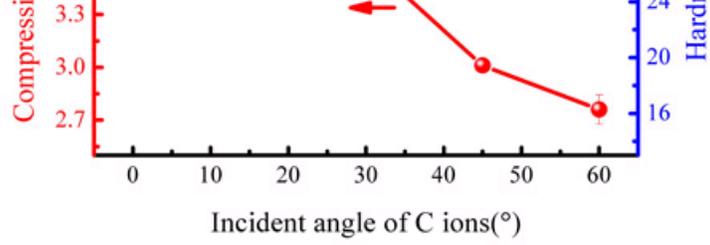
近年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所汪爱英研究团队针对DLC薄膜中存在的键问题，设计、研制了具有高离化率的大面积均匀a-C:H碳膜线性离子束技术和双弯曲磁过滤阴极电弧ta-C碳膜技术（授权专利：200920120060.1、201010135514.x）。进一步采用复合PVD技术，调控薄膜组分和含量，发展了多种具有低应力、高硬度的从微量到高含量可控的金属掺杂DLC复合薄膜材料体系（Me-DLC）（*Surf. Coat. Technol.* 205(2011) 2882; 229(2013)217、*J. Alloy Compd.* 509(2011) 4626、*Thin Solid Films* 520(2012) 6057）；相关结果成功应用于镁合金、压缩机滑片等部件表面强化（*Diamond Relat. Mater.* 19(2010) 1307、*Surf. Coat. Technol.* 205(2010)2067、*Appl. Surf. Sci.* 270(2013)519；授权专利：201010146572.2、201110085450.1）。结合分子动力学和第一性原理计算，提出了微量金属掺杂导致DLC薄膜应力大幅降低主要与掺杂金属与碳原子的成键特征紧密相关的普适性物理机制（*Thin Solid Films* 520(2012) 6064、*Surf. Coat. Technol.* S190(2013)；*Appl. Surf. Sci.* 273(2013)670），这为设计、制备高性能DLC薄膜材料提供了指导。

最近，该研究团队针对高精度模具、微机电、大容量数据存储等领域对超薄、超光滑ta-C耐磨防护薄膜的需求，发展了一种调控碳离子入射角度，实现低应力、高硬度的超薄ta-C碳膜制备新方法。实验和计算结果表明，碳离子入射角的改变（ $0-60^\circ$ ）极大的弛豫了碳结构中键长和键角的畸变，但不影响薄膜中的 sp^3 C含量，导致应力大幅降低同时薄膜保持了良好的力学特性；在入射角为 60° 时，ta-C碳膜应力为2.8GPa（与 0° 相比降幅高达25%），纳米压痕硬度为31GPa，薄膜表面光滑致密。相关成果发表在近期的美国物理学会AIP *Appl. Phys. Lett.* 104(2014) 141908上。

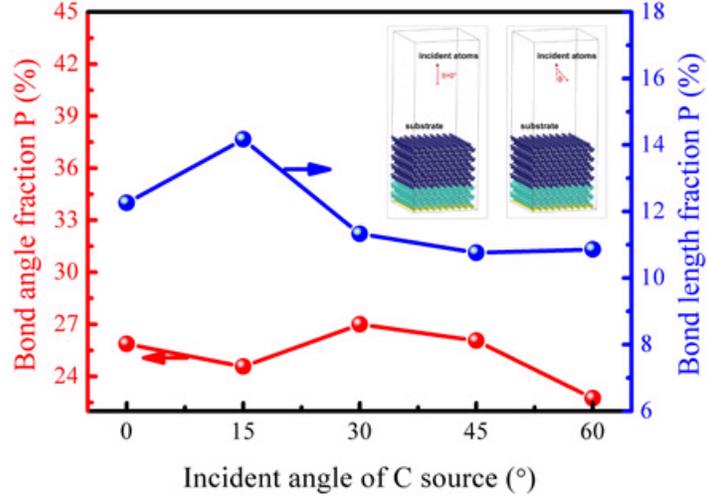
上述研究工作得到国家“973”子课题、国家自然科学基金、中科院重大装备研制计划、浙江省和宁波市等项目的资助。



不同金属掺杂时Me-C之间成键特征的变化



不同碳离子源入射角下薄膜残余压应力与硬度



不同碳离子源入射角下ta-C薄膜的键长、键角畸变含量变化曲线（计算模型）

打印本页

关闭本页