

细管内壁沉积薄膜取得重要进展

管道是机械化工、生物医药、国防军工等领域的装备必不可少的组成部分。对管道内壁进行涂层或改性能够延长管道的使用寿命并拓宽其应用领域,具有重要的应用前景。国际上,管道,尤其是细长管道,因管道空间的限制,在其内壁制备涂层或改性一直是一个难题。北京航空航天大学现代涂层技术实验室提出了一种利用增强辉光放电等离子体离子注入且沉积技术(EGD-PIII&D)进行毛细管内壁涂层的方法。该方法成功地在内径细至 0.8 mm,长超过 100 mm 的石英毛细管内获得了 DLC 薄膜,并掌握了管内壁 DLC 薄膜均匀性的控制机制,研究成果相继发表在《Surface & Coatings Technology》的第 265 卷和第 280 卷上。

论文介绍了自行研制的毛细管内壁沉积 DLC 薄膜的装置(见图 1)。该装置利用点状阳极和大面积阴极靶获得足够数量和能量的二次电子,进而诱发管内等离子体的发生。利用该装置获得了完整的 DLC 薄膜(见图 2)。经测量发现:薄膜厚度分布不均匀,从管的进气口端到出气口端厚度逐渐减小。但管内壁不同位置处薄膜结构基本一致。

针对管内涂层不均匀问题,设计了沉积电压不变而进给气体流量增加以及进给气体流量不变而沉积电压增加两类试验(图 3 和图 4)。结果表明:

当气体进给流量和沉积电压均较小时,薄膜沉积速率从进气口端到出气口端逐渐增加,而随着气体进给流量和沉积电压增大,薄膜沉积速率从进气口端到出气口端逐渐减小。因此通过调节进给气体流量和沉积电压,存在一个合适的参数使得管内壁各处的 DLC 薄膜均匀。此外,作者通过采用有限元方法模拟装置内气压分布并引入电子碰撞频率概念,在理论上定性解释了管内壁薄膜均匀性的机制。

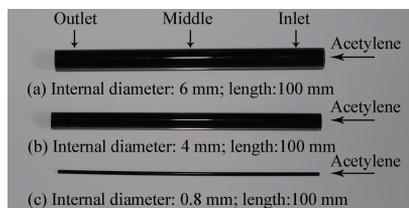


图 2 毛细管内壁沉积 DLC 薄膜图

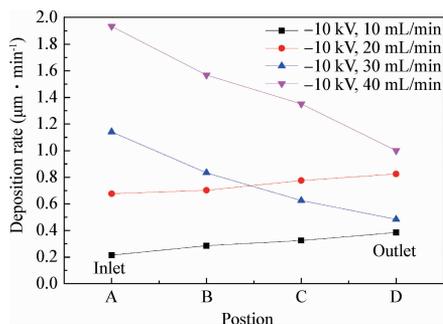


图 3 不同气体流量下管内壁 DLC 薄膜的沉积速率

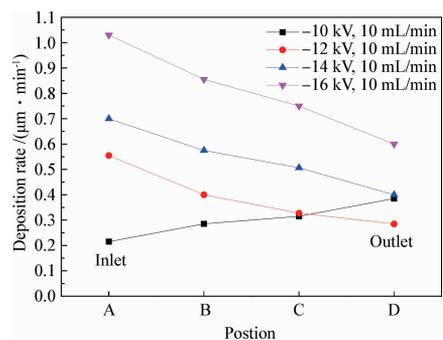


图 4 不同电压下管内壁 DLC 薄膜的沉积速率

(北京航空航天大学 李刘合 许亿 供稿)

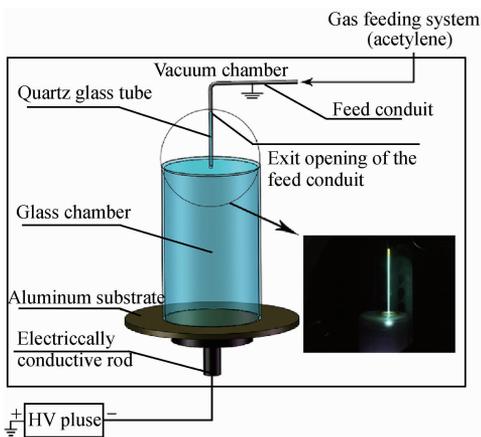


图 1 毛细管内壁沉积 DLC 薄膜装置示意图

英文全文见:[1] XU Y, LI L H, CHU P K. Deposition of diamond-like carbon films on interior surface of long and slender quartz glass tube by enhanced glow discharge plasma immersion ion implantation[J]. Surface & Coatings Technology, 2015, 265: 218-221.

[2] XU Y, LI L H, LUO J, et al. Researches on uniformity of diamond-like carbon films deposited on inner surface of long and slender quartz glass tube by enhanced glow discharge plasma immersion ion implantation and deposition[J]. Surface & Coatings Technology, 2015, 280: 81-85.