

强稳定性超疏水 F-DLC 涂层的制备与性能研究^{*}

吴忠灿, 刘亮亮, 唐 伟, 杨 超, 马正永

(北京大学深圳研究生院新材料学院, 深圳 518055)

摘 要: 超疏水表面由于其特殊的浸润性, 在自清洁、防结冰、水中减阻等领域具有重要的应用价值, 受到了研究者的广泛关注。但是超疏水性能的实现大多需要低表面能的有机材料修饰, 因此其耐高温、抗老化及耐磨等方面的性能较差, 无法满足长寿命的工程应用。本文通过激光刻蚀在不锈钢基底上进行表面织构化, 在此基础上沉积了掺氟的类金刚石涂层(F-DLC), 实现了其对水滴高达 152° 的接触角, 并研究了其抗老化、耐高温及耐磨损等方面的性能。结果表明制备的超疏水涂层在日照 120 天及 350℃ 以下高温环境下均能保持 150° 以上的疏水角, 在与 304 不锈钢对磨 20000 次后仍可保持 130° 以上的接触角, 说明该涂层具有极佳的抗老化、耐高温及耐磨稳定性, 在航空航天、海洋装备等领域具有广泛的应用前景。

关 键 词: 超疏水, 激光处理, F-DLC, 耐磨性, 稳定性

中图分类号: TG174.453; TG115.58; TG115.9 文献标识码: A 文章编号: 1002-0322(2019)06-0030-06
doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.06.06

Fabrication and Properties of Robust Superhydrophobic F-DLC Coatings

WU Zhong-can, LIU Liang-liang, TANG Wei; YANG Chao, MA Zheng-yong

(School of Advanced Materials, Shenzhen Graduate School, Peking University, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Superhydrophobic surfaces have possible crucial applications in self-cleaning, anti-icing and water drag reduction in water due to its unique wetting properties, which thus become eye-catching in recent years. However, most superhydrophobic surfaces are achieved by modification of organic materials with small surface energy, resulting in poor performances at high temperature, aging and tribology fields. In this paper, we present a robust superhydrophobic surface constructed by a special surface texture and a F-DLC modification layer. It realizes a water contact angle (WCA) of 152°, and the high temperature resistance, aging resistance and wear resistance are studied. The results show that the coating maintains the superhydrophobic properties after exposing to sunlight of 120 days and high temperature up to 350 °C. After the wear testing against to 304 stainless steel for 20000 cycles, a high WCA more than 130° can still be obtained. The results suggest that the coating shows excellent robustness in high temperature, aging and wear, which promises the durable applications in aerospace, marine equipment and other engineering fields.

Key words: superhydrophobic; laser etching; F-DLC; wear resistance; stability

超疏水表面具有防水防雾、自清洁、抗结冰、耐腐蚀及水中减阻等优异特性, 在航空航天, 海洋装备及日常生活中都具有广阔的应用前景, 是当今材料领域的研究热点^[1-4]。通常情况下, 具有超疏水性能的表面必须具有一定的表面粗糙结构和低表面能材料修饰^[5,6]。但是, 一般低表面能物质都是含 F、Si 的有机材料, 其机械性能较差、不耐高温、光照下易老化, 因此很难在长寿命的

工程领域应用^[7,8]。

目前, 为了提高超疏水表面的力学性能和使用寿命, 研究者们主要通过开发更高机械性能的低表面能材料、增强低表面能有机物与基底的结合强度、以及开发无机超疏水材料来实现^[9-12]。虽然, 性能提高后的有机材料其使用寿命得到一定提高^[13-15], 但其耐久性和耐热性仍然无法和无机陶瓷材料相比。氟掺杂的类金刚石薄膜(F-doped

收稿日期: 2019-08-19

作者简介: 吴忠灿(1988 -), 男, 广东省深圳市人, 工程师。 通讯作者: 马正永, 高级工程师。

^{*} 基金项目: 国家材料基因组计划(2016YFB0700600); 深圳市科技计划自由探索项目(JCYJ20170818150601930)。