

超快激光加工单晶金刚石的损伤演变及晶体取向效应

韩慧莉, 张璧*, 周聪

南方科技大学机械与能源工程系, 广东省深圳市, 518055

*Email: zhangb@sustech.edu.cn

摘要:

单晶金刚石因其优异的物理化学性能被广泛用于制备精密器件, 然而极高的硬度和化学惰性使其成为典型难加工材料, 加工效率低、表面完整性差。超快激光技术具有瞬时峰值功率密度极高、热影响区小、加工表面质量高等优势, 但在超快激光与金刚石相互作用的过程中, 也常因为热累积效应和冲击作用导致局部范围出现微裂纹、相变等损伤。金刚石作为一种具有典型各向异性特征的立方晶格材料, 激光沿不同晶向加工的损伤机理尚不清晰。本研究首次揭示超快激光加工金刚石的损伤演变规律和晶向效应机制, 提出基于材料特性实现对加工损伤和周期性表面微结构 (laser-induced periodic surface structure, LIPSS) 的调控策略。通过 EBSD 技术分析了加工后的裂纹特征, 利用 FIB 技术研究了亚表面损伤状态, 结合拉曼光谱和 SEM 等技术研究了相变和表面微纳形貌随激光加工参数的演变规律。研究发现金刚石的加工特征存在明显的晶向效应: 激光能量沉积晶面上原子排布不同导致沿不同晶向加工产生的相变程度差异; 解理面与激光扫描方向的夹角不同导致加工裂纹方向和崩边特征差异; 裂纹分布方向不同导致 LIPSS 形貌存在差异。本研究为单晶材料的超快激光加工提供了新视角, 对指导金刚石基功能微纳器件的超精密、低损伤制造至关重要。

关键词: 超快激光; 单晶金刚石; 加工损伤; 晶向效应

*第一作者 (报告人) 联系方式: 韩慧莉, 13129919547, 11930603@mail.sustech.edu.cn