

激光加工“咖啡环”结构及图案化彩色打印研究

谢家旺¹, 闫剑锋^{1,*}

¹清华大学机械工程系, 北京市海淀区双清路30号, 100084

*Email: yanjianfeng@tsinghua.edu.cn

金属微纳结构因其具有特殊的物理性质而在微纳器件加工中有重要应用。超快激光加工具有加工精度高、材料适应性广的特点, 近年来已经成为微纳制造的重要手段[1, 2]。超快激光与材料作用时, 材料熔化的时间尺度通常在百皮秒量级, 喷发的时间尺度在纳秒量级, 而材料的熔化和喷发过程决定了最终的加工精度和加工形貌。本文首先对超快激光加工过程中材料烧蚀和喷发的动力学过程进行了实验观测和理论分析, 明确了材料发生固液转变的时间尺度和热力机制; 然后提出通过控制激光能量沉积的时序, 对材料烧蚀过程进行调控, 实现加工结果的控制。利用所提方法制备了一种具有“咖啡环”结构的特殊微纳结构, 并通过调整激光参数实现了对“咖啡环”结构的控制。结合理论模拟和实验观测结果, 发现激光脉冲与液态材料作用时引起的反冲压力可抑制材料的喷发和烧蚀, 从而产生“咖啡环”结构。所制备的结构具有特异性的光学响应, 可应用于大面积图案化彩色打印。本研究提供了一种超快激光加工微纳功能结构的新方法, 可应用于微纳器件的加工制造。

关键词: 超快激光; 咖啡环结构; 固液转变

参考文献

- [1] Xie J., Yan J., Zhu D., and He G., Atomic-Level Insight into the Formation of Subsurface Dislocation Layer and Its Effect on Mechanical Properties During Ultrafast Laser Micro/Nano Fabrication, *Advanced Functional Materials*, 32(15), 2108802 (2022)
- [2] Xie J., Qiao M., Zhu D., Yan J., Deng S., He G., Luo M., and Zhao Y., Laser Induced Coffee-Ring Structure through Solid-Liquid Transition for Color Printing, *Small*, 19(6), 2205696 (2023)

*第一作者(报告人)联系方式: 谢家旺、18813127200、xiejlw19@mails.tsinghua.edu.cn