

基于光束整形技术的纳秒激光诱导背向选择性烧蚀 Cu 薄膜制备 高质量微图案结构

崔佳琪¹, 黄亚军², 龙江游², 谢小柱^{23,*}

¹广东工业大学 物理与光电工程学院, 广东广州 510006

²广东工业大学 机电工程学院 激光微纳加工研究中心, 广东广州 510006

³广东工业大学 实验教学部, 广东广州 510006

*Email: xiaozhuxie@gdut.edu.cn

摘要: 近年来, 激光加工技术在集成电路、光电子器件以及医疗航天等领域扮演着越来越重要的角色。金属薄膜微结构在工业、国防、通信、医疗等多个领域应用广泛。利用激光加工实现金属薄膜特定微结构的加工或表面处理得到了众多学者的关注。如何获得更高的加工精度和加工效率, 并满足各种材料或结构的加工需求成为该领域的研究热点。本文提出了一种基于光束整形技术的激光诱导背向选择性烧蚀金属薄膜实现高精度、高效表面图案化的方法。采用脉冲宽度为 1.8 ns, 波长为 532 nm 的纳秒激光器作为光源, 利用空间光调制器 (SLM) 作为光束整形元件, 镀膜工艺为电子束蒸镀。通过实验探究激光脉冲能量、扫描速度、光束整形以及薄膜厚度等工艺参数对激光诱导正向去除和背向去除效果的影响规律, 分析扫描轮廓的几何精度、轮廓边缘变形和加工效率。实验结果分析表明, 优化激光加工 Cu 薄膜的工艺参数获得的激光诱导背向去除在加工质量和工艺窗口方面优于正向加工, 其去除几何精度高、轮廓边缘平整, 几乎没有溅射。最后利用空间光调制器将单光束整形为双光束结构, 在优化的工艺参数下利用双光束实现高效、稳定地制备宽度约为 1 μ m 的铜微米线, 进一步对玻璃基板上的铜薄膜选择性去除从而得到图案化微结构。

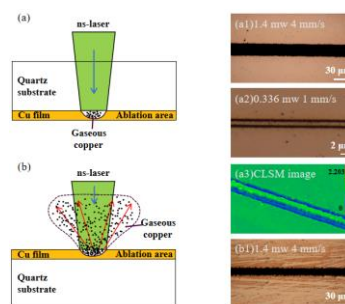


Fig.1 Sketch of material removal process in two ablation methods: (a) front-side ablation; (b) rear-side ablation; (a1) OM image of rear-side ablation of Cu film; (a2) Rear-side ablation of Cu film using space light modulator; (a3) 3D morphological characterizations of Cu film; (b1) Front-side ablation of Cu film

关键词: 纳秒激光; SLM; 金属薄膜; 微纳加工; 图案化

参考文献

- [1] Huang Y., Xie X., Cui J., Zhou W., Chen J., and Long J., Robust metallic micropatterns fabricated on quartz glass surfaces by femtosecond laser-induced selective metallization, *Optics Express* 30, 19544-19556 (2022).
- [2] Huang Y., Xie X., Li M., Xu M., and Long J., Copper circuits fabricated on flexible polymer substrates by a high repetition rate femtosecond laser-induced selective local reduction of copper oxide nanoparticles, *Optics Express* 29, 4453-4463 (2021).

*第一作者（报告人）联系方式：崔佳琪（硕士研究生）、研究方向：激光微纳加工；15521019472、1084813213@qq.com

通讯作者：谢小柱教授、研究方向：激光精密微纳制造；13711491065、xiaozhuxie@gdut.edu.cn