

## 基于激光直写技术选择性制备高性能金属微图案的方法研究

谢小柱<sup>12,\*</sup>, 黄亚军<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>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,人们对不同基底材料选择性金属化的研究兴趣迅速增加。由于其独特的光学和电学特性,在不同基底材料上制备金属图案具有广泛的应用,如微机电系统、微流体系统中的微型加热器、电子设备电极和柔性穿戴设备等。但由于基底材料自身的材料特性的差异,导致金属微图案与其基底材料的附着性较差,这是影响其表面选择性金属化的主要因素之一。因此,需要一种选择性制备高性能图案化的方法。激光直写作为一种无掩膜的选择性加工方法已成为选择性金属化的主要方法之一。常用的激光直写方法有激光直接结构化、激光诱导选择性活化、激光诱导选择性纳米颗粒烧结/还原和激光诱导向前转移。本文报告了课题组近期采用激光直写方法选择性制备金属微图案的研究进展。其中,采用高重复频率飞秒激光诱导氧化铜纳米颗粒(CuO NPs)选择性局部还原的方法,在聚酰亚胺(PI)衬底上制备了柔性微图案。通过数值模拟高重复频率飞秒激光脉冲照射下的温度场,研究了铜电路的形成机理。采用激光诱导背向湿法刻蚀(LIBWE)方法制备了具有多孔边缘区域的微沟槽和飞秒激光诱导背向干式刻蚀(LIBDE)方法实现一步法制备层状复合结构同时引入活性因子。在随后的化学镀工艺中,这种特殊的表面结构使铜快速沉积在这些区域,而无需进一步处理表面。此外,由于特殊的表面微结构所产生的强锚定效应,在多种玻璃基板上制备出高附着性、高导电性的金属微图案。提出了一种弧形光束激光诱导向前转移实现大接收间隙下制备高性能微电路。这些高性能的金属微图案已被证明可用于玻璃加热装置和透明雾化装置,这可能是各种微系统的潜在选择。

**关键词:** 激光直写; 飞秒激光诱导还原; LIBWE; LIBDE; 金属微图案

### 参考文献

- [1] Yajun Huang, Xiaozhu Xie, Jiaqi Cui, et al. Fabrication of high-performance copper circuits using laser-induced forward transfer with large receiving gaps based on beam modulation technology [J]. Journal of Manufacturing Processes, 87(C): 54-64 (2023).
- [2] 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).
- [3] 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).
- [4] Shen C., Weng P., Wang Z., Wu W., and Xie X., Research progress in laser direct writing of flexible circuit, Scientia Sinica-Physica Mechanica & Astronomica, Volume 51, Issue 8: 084201 (2021).
- [5] Long J., Li J., Li M., and Xie X., Fabrication of robust metallic micropatterns on glass surfaces by selective metallization in laser-induced porous surface structures, Surface and Coatings Technology, Volume 374, 25 September 2019, Pages 338-344

\*第一作者(报告人)联系方式: 谢小柱教授、研究方向: 激光精密微纳制造; 137114 91065、xiaozhuxie@gdut.edu.cn