

# 基于空间调制飞秒激光直接烧蚀制备柔性多功能铜网格电极及其应用

张建国<sup>1</sup>, 亓东锋<sup>1,3,\*</sup>, 上官士勇<sup>1</sup>, 王晓萌<sup>2</sup>, 邓昊天<sup>2</sup>, 郑宏宇<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 山东理工大学先进激光制造中心, 山东省淄博市, 255000

<sup>2</sup> 宁波大学红外材料与器件实验室, 浙江省宁波市, 315211

<sup>3</sup> 美国加州大学伯克利分校机械工程系激光热能实验室, 伯克利, CA 94720-1740

\*Email: [qidongfeng@sdut.edu.cn](mailto:qidongfeng@sdut.edu.cn)

\*E-mail: [zhenghongyu@sdut.edu.cn](mailto:zhenghongyu@sdut.edu.cn)

近十年来, 柔性透明电极因其在多领域中的广泛应用而受到关注。ITO作为应用最广泛的材料有着成本高昂、易碎等缺点。作为代替, 铜电极成本低廉, 导电性能好, 但铜等金属在连续激光和纳秒激光加工时容易发生氧化, 导致电阻率增加。飞秒激光具有“冷加工”的优点, 在加工过程中能够减少对底层柔性聚合物衬底的热损伤并显著得减少对加工材料的氧化。所以, 飞秒激光烧蚀技术成为制备铜网格电极的重要方法。

本报告中, 我们通过空间光调制器产生的多光束直接烧蚀基于PEN衬底的铜薄膜, 可以直接将铜薄膜图案化为铜网格电极, 无需其他繁琐的步骤。通过简单的控制激光扫描速度即可调控铜网格的金属覆盖率、片电阻等, 并且制备的铜网格电极具有优秀的机械、光电、热电性能。基于铜网格电极制备的透明加热器在低压下表现出优异的电热性能和快速的热响应。透明加热器在除雾的测试中表现优异, 60s内即可完成除雾。同时, 透明的加热器具有红外屏蔽的功能, 在热屏蔽方面具有很好的应用前景。

**关键词:** 柔性透明电极 飞秒激光烧蚀技术 空间光整形

## 参考文献

[1] Yu X, Qi D, Zhang Q, et al. Fabrication of flexible transparent Ag square-shaped mesh electrode by top-flat nanosecond laser ablation[J]. Optics letters, 2020, 45(4): 901-904.

\*第一作者(报告人)联系方式: 张建国、18764649658、1178558829@qq.com