

侧边抛磨光纤 SERS 探针技术的研究

李泓屿¹, 初让², 张庆茂^{1,*}

¹华南师范大学, 广东省广州市天河区中山大学大道西 55 号华南师范大学, 510631

²东莞理工学院, 广东省东莞市松山湖大学路 1 号东莞理工学院, 523808

*Email:zhangqm@scnu.edu.cn

表面增强拉曼散射 (Surface-enhanced Raman scattering, SERS) 具有高灵敏度、快速检测、非破坏性等优点, 在生物学、医学和环境等领域得到了广泛应用。传统的平面 SERS 基底具有表面均匀性差、SERS 相互作用面积小、远程 SERS 检测能力弱等缺点, 光纤 SERS 探针可以克服传统平面 SERS 基底的缺点, 实现局部区域的高灵敏度检测。同时光纤 SERS 探针还具有体积小、操作简单、远程检测能力强等优点。因此, 光纤 SERS 探针已成为研究 SERS 的热门方向之一。但光纤 SERS 探针的灵敏度和重复性仍有待提升。

采用侧边抛磨光纤作为 SERS 基底, 可以有效地增强光纤探针的 SERS 效应。与传统光纤的平端面相比, 侧边抛磨光纤可以增加待测分子与 SERS 基底之间的相互作用面积, 从而提高 SERS 信号的强度。此外, 微流控芯片具有微米级别的液体流动通道和样品流速可控的优势, 狭小的通道可以迅速将待测分子引导至金属纳米颗粒表面, 还可以为光纤 SERS 探针提供稳定的液体环境。因此, 本文制备了一种侧抛光纤 SERS 探针, 将侧抛光纤 SERS 探针嵌入到微流控芯片中, 既提供了更大的 SERS 作用区域, 又增加了待测分子与 SERS 基底的碰撞概率, 有利于提高检测灵敏度。

为了研究侧边抛磨光纤 SERS 探针的特性, 对不同剩余厚度的侧抛光纤 SERS 探针的电场分布进行了模拟, 结果表明随着剩余厚度的减小, 侧抛光纤的 SERS 效应有了明显的提升。采用轮式抛磨技术对多模光纤进行加工, 再利用金纳米棒对侧抛光纤进行修饰, 成功制备了侧抛光纤 SERS 探针。进行了侧抛光纤的剩余厚度和侧抛长度, 以及自然干燥法滴液量和滴液次数的优化实验。优化后的侧抛光纤 SERS 探针表现出了较高的重复性、灵敏度和长期稳定性。通过激光刻蚀的方法加工和制备了微流控芯片, 并将优化后的侧抛光纤 SERS 探针嵌入内部, 得到微流控 SERS 传感器, 并对结晶紫、盐酸左氧氟沙星、福美双分别进行了检测, 均得到了较高的检测限, 证明了这种微流控 SERS 传感器在生物医学、环境污染等领域的实用价值和应用潜力。

关键词: 表面增强拉曼散射; 侧边抛磨光纤; 光纤SERS探针; 微流控技术

参考文献

- [1] P.H. He, M.M. Hassan, W.J. Yang, et al., Rapid and stable detection of three main mycotoxins in rice using SERS optimized AgNPs@K30 coupled multivariate calibration, *Food Chemistry*, 398(1), 9-16(2022).
- [2] J. Langer, D.J. de Aberasturi, J. Aizpurua, et al. Present and Future of Surface-Enhanced Raman Scattering, *Acs Nano*, 14(1), 28-117(2020).
- [3] Y. Liu, T. Zhou, P.H. Zhou, et al. A SERS-based immunochromatographic assay for ultrasensitive and quantitative detection of florfenicol using long wavelength absorption of Au nanocubes, *Food and Agricultural Immunology*, 33(1), 752-767 (2022).

- [4] T.H. Wu, Y.W. Lin. Surface-enhanced Raman scattering active gold nanoparticle/nanohole arrays fabricated through electron beam lithography , *Applied Surface Science*, 435(3), 1143-1149(2018).
- [5] A. Jablonska, A. Jaworska, M. Kasztelan, et al. Graphene and Graphene Oxide Applications for SERS Sensing and Imaging , *Current Medicinal Chemistry*, 26(38), 6878-6895(2019).
- [6] H. Li, H.M. Liu, Y.J. Qin, et al. Gold-Stabilized Gold-Silver Alloy Nanostructures as High-Performance SERS Substrate, *Plasmonics*, 15(6), 2027-2032(2020).
- [7] J.W. Xu, J.J. Du, C.Y. Jing, et al. Facile Detection of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by a Surface-Enhanced Raman Scattering Sensor Based on the Au Coffee Ring Effect, *Acs Applied Materials & Interfaces*, 6(9), 6891-6897(2014).
- [8] J. Cao, T. Sun, K.T.V. Grattan. Gold nanorod-based localized surface plasmon resonance biosensors: A review, *Sensors and Actuators B-Chemical*, 195(4), 332-351(2014).
- [9] Q. Wang, W.M. Zhao. Optical methods of antibiotic residues detections: A comprehensive review, *Sensors and Actuators B-Chemical*, 269, 238-256(2018).
- [10]刘露, 江若骞, 李加友, et al. 不同长径比金纳米棒的制备及性能分析, *天津化工*, 2022, 36(6): 45-49(2022).

*第一作者（报告人）联系方式：李泓屿，18647312650，1243944087@qq.com