

スパッタリングによる中空光ファイバ SERS プローブ製作法の検討

Fabrication of hollow fiber based SERS probe by sputtering

東北大医工¹, 東北大工² ○永岡 正浩¹, 片桐 崇史², 松浦 祐司^{1,2}Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ.¹, Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.²○Masahiro Nagaoka¹, Takashi Katagiri², Yuji Matsuura^{1,2}

E-mail: n-masa@ecei.tohoku.ac.jp

1. はじめに

生体内でのラマン分光測定には光ファイバプローブが必要となる。我々の研究グループでは不要背景光の発生しない中空光ファイバを用いることを提案しているが、ラマン散乱光強度は非常に微弱であり、低濃度な生体関連試料の分析を行うことは困難である。そこで本研究では、表面粗さのある金属表面に吸着した分子のラマン散乱光強度が著しく増強される表面増強ラマン散乱 (SERS) を用いた高感度化を検討している。これまでに光化学還元によって金ナノ構造を製作し、ラマン散乱光強度が増強されることが確認された。しかし、製作条件が不安定であり、金属の表面修飾が困難であるという問題があった。そこで新たな方法としてスパッタリングを用いた島状薄膜の形成を行い、製作条件の検討を行ったので報告する。

2. SERS プローブの構造

製作したプローブの構造を Fig. 1 に示す。励起光の集光と受光効率の向上のため、中空光ファイバの先端に直径 1 mm のサファイア製ボールレンズを装着した。SERS を発現させる金ナノ構造は、ボールレンズの表面にスパッタリング法を用いて形成した。ラマン分光計測の励起光には波長 785 nm の半導体レーザーを使用し、ラマン分光器と電子冷却 CCD によってスペクトルを測定した。

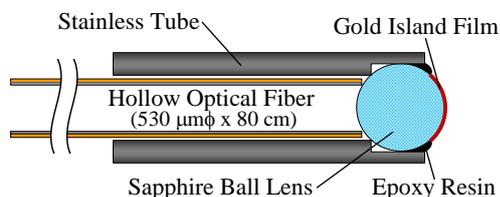


Fig. 1 Structure of SERS probe.

3. スパッタリング条件の検討

ボールレンズへのスパッタリングは Ar 圧力 5 Pa, 出力 10 W で成膜時間を変化させて行った。製作したプローブを用いて、1 μM のクリスタルバイオレット水溶液の SERS 強度の測定を行った結果およびボールレンズと同時にスパッタリングを行ったスライドガラスの吸収スペクトルを Fig. 2 に示す。吸収スペクトルには金島状薄膜の

表面プラズモンによる吸収がみられ、吸収ピークが励起光波長 785 nm に近い 80 秒のスパッタリング時間で最大の SERS 強度が得られていることが確認された。

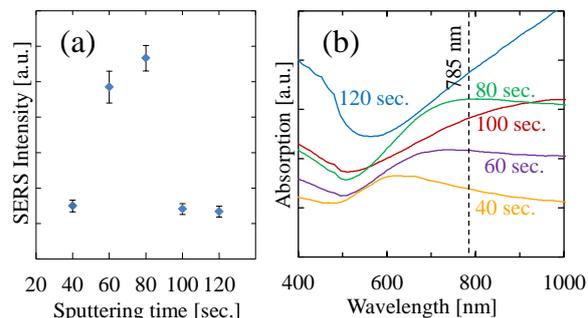


Fig. 2 SERS intensities (a) and absorption spectra (b) for different sputtering time.

スパッタリング法および光化学還元法で製作した SERS プローブを用いて測定した 1 mM クリスタルバイオレット水溶液の SERS スペクトルを Fig. 3 に示す。スパッタリング法を用いることで、より大きな SERS 強度が得られることが確認された。これはスパッタリングでは安定した金ナノ構造の形成により適切な成膜条件を導くことが可能となったためであると考えられる。

今後は本手法によって製作した金ナノ構造表面に自己組織化単分子膜^[1]を形成し、グルコースの SERS 測定を目指す予定である。

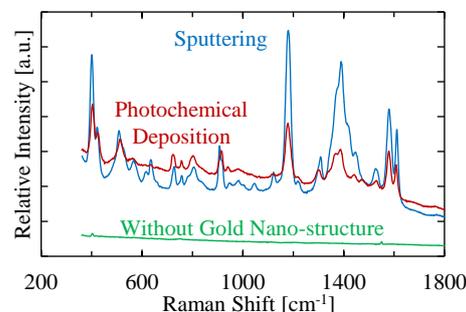


Fig. 3 SERS spectra of 1 mM crystal violet.

参考文献

[1] K. E. Shafer-Peltier, et al., J. Am. Chem. Soc. **125**, 588 (2003).