

## 薄膜の干渉を用いた表面増強ラマン散乱の二重増強の検証

### Investigation on Double Enhancement of Surface-Enhanced Raman Scattering

#### Using Thin Film Interference

京大院・工<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(M1)徳永 康太<sup>1</sup>, 福岡 隆夫<sup>1</sup>, Samir Kumar<sup>1</sup>, 名村 今日子<sup>1</sup>, 鈴木 基史<sup>1</sup>

Kyoto Univ, <sup>○</sup>Kota Tokunaga, Takao Fukuoka, Samir Kumar, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

E-mail: m-snki@me.kyoto-u.ac.jp

貴金属ナノ構造表面で観測される表面増強ラマン散乱(SERS)は、局所プラズモンによる励起光の増強とラマン散乱光の増強の二重の増強効果により、一分子検出が可能にまで極めて高い増強効果が得られることが知られている。これまでに二重増強効果の存在は、サイズの異なるコロイド粒子を用いてプラズマ共鳴振動数を調整することによって検証されている。しかしながら、ナノ粒子のサイズは、局所電場の増強度にも影響するために、二重増強効果の定量的な議論が困難であった。

一方、薄膜技術を用いた貴金属ナノ粒子層/誘電体層/金属鏡層の多層構造を用いると、貴金属ナノ粒子層単相の場合に比べて 100 倍近く SERS が増強されることが報告されている[1]。この構造を応用すれば、貴金属ナノ粒子の構造を変えることなく、光の干渉効果によって励起光-プラズモン、散乱光-プラズモンの結合を定量的に調整することが可能であり、SERS 二重増強の定量的な議論が可能になると期待される。本研究では、誘電体層厚さの異なる多層膜の光学特性と SERS 特性を測定し、二重増強効果について検討する。

ガラス基板上に厚さ 200 nm 程度の Ag 層を形成したのち、厚さを 0-210 nm の間で変えた均一な SiO<sub>2</sub> 層(位相制御層)を成膜した。次に斜め蒸着法によって厚さ 580 nm の SiO<sub>2</sub> のナノコラム層(形態制御層)を成膜した。その上に斜め方向から平均膜厚 10 nm の Ag を蒸着し、Ag ナノ粒子層を形成した(Fig. 1)。波長 785 nm のレーザを 4,4'-bpy 水溶液 (1 mM) に浸漬した試料表面に照射して SERS 特性を測定した。

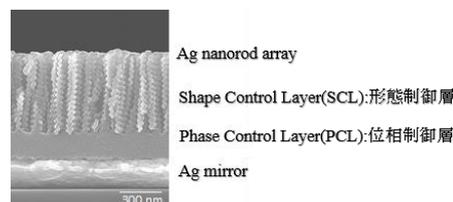


Figure 1. SEM image of cross section of the sample.

Fig. 2 は位相制御層の膜厚が異なる試料についての測定結果である。光の吸収率は緑色で、SERS スペクトルは赤色で示す。Fig. 2(a)では、励起光に対する吸収率は高く、散乱光の波長域での吸収率は低いのに対し、Fig. 2(b)では励起光と散乱光の全波長域で高い吸収率を示しており、対応する SERS 強度に大きな違いが現れている。すなわち、SERS の増強効果において、散乱光の増強効果が重要な役割を担っていることがわかった。

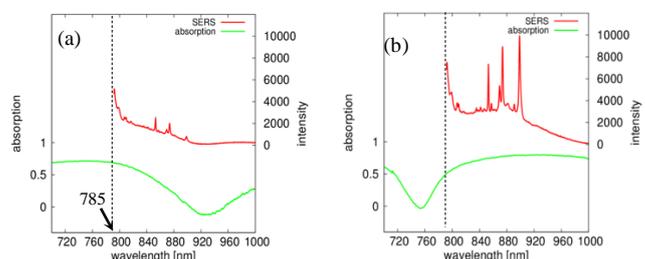


Figure 2. Comparison between optical absorbance and SERS spectra of samples with different thicknesses of dielectric layer. (a)  $d_{PCL}=20$  nm (b)  $d_{PCL}=110$  nm.

[1] M. Suzuki et al., Journal of Nanophotonics 3, 031502 (2009).