

積層型金属ナノ構造アレイを用いた表面増強ラマン散乱

Dot-on-Plate hybrid nanostructure array for surface-enhanced Raman spectroscopy



東工大院理工¹, 物材機構², JST-CREST³ ^{○(DC)}李 振星¹, Dao Duy Thang^{2,3}, 長尾 忠昭^{2,3}, 吉野 雅彦¹

Tokyo Tech.¹, NIMS², JST-CREST³ ^{○(DC)}Zhenxing Li¹, Dao Duy Thang^{2,3}, Tadaaki Nagao^{2,3}, Masahiko Yoshino¹

E-mail: li.z.ae@m.titech.ac.jp

本研究では, MIM アレイ構造を有する SERS (表面増強ラマン分光) 基板を作製するための新たな高効率な製造法を提案し, その SERS 基板の特性を検証する。図 1 に本製造法の概略を示すが, まず石英基板にスパッターコーティングした金薄膜に超微細塑性加工 (NPF: Nano Plastic Forming) により微細格子溝を加工し, 焼鈍することによりナノドットアレイに自己組織化させる (図 2(a))。さらにそのナノドットアレイに SiO₂ 薄膜をスパッターコーティングし, その上に金薄膜をコーティングしたのち, 再度焼鈍によりナノドットアレイに自己組織化させる。最後に RIE により余分な SiO₂ 薄膜を除去することにより, MIM 構造のナノドットアレイを作製する (図 2(b))。

作成した MIM 構造のナノドットアレイと単層のナノドットアレイ (Dot-on-Plate), さらに金薄膜のみをコーティングした石英ガラス基板について, 表面増強ラマン散乱 (SERS) 効果を測定した。図 3 に測定したラマンスペクトルを示す。これより MIM 構造のナノドットアレイが最も高い SERS 強度を示していることが判る。更にスペーサ層や厚さとドット間隔など設定条件が SERS 強度に及ぼす影響を調べた。一方, 厳密結合波解析 (RCWA) および有限差分時間領域法 (FDTD) に基づく電磁界シミュレーションを行ない, プラズモン共鳴のスペクトル特徴の発現原理ならびに SERS 強度に対する電磁場増強機構を検討した。今回作成した MIM 構造のナノドットアレイは, メタマテリアルや発光デバイスなどの応用が期待できる。

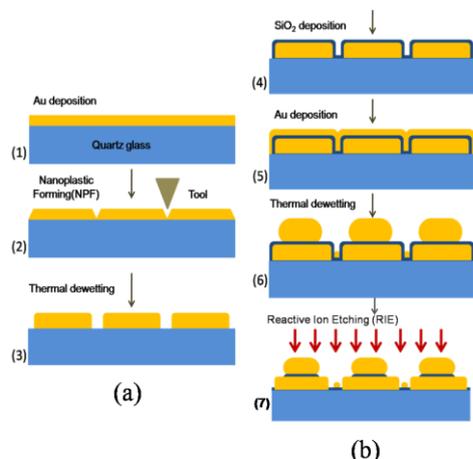


Fig. 1 Schematic illustration of the proposed fabrication process

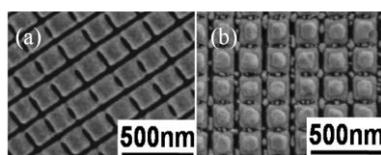


Fig. 2 FE-SEM image of (a) single layer nano-plate array and (b) DoP nanostructure array.

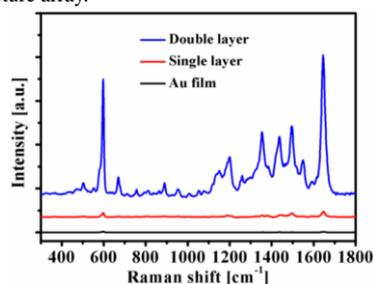


Fig. 3 Raman spectra of NBA molecules using the DoP nanostructure array as a substrate, the reference Au film and single layer nano-plate array are also shown for comparison.