

課題番号 : F-18-NM-0086  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : プラズモニックデバイス用単結晶薄膜の開発  
Program Title(English) : Development of single crystal films for plasmonic devices  
利用者名(日本語) : 内野俊  
Username(English) : T. Uchino  
所属名(日本語) : 東北工業大学工学部電気電子工学科  
Affiliation(English) : Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tohoku Institute of Technology  
キーワード/Keyword : フォトニクス、成膜・膜堆積、スパッタ、グラフェン、Ag、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SERS

## 1. 概要(Summary)

表面増強ラマン散乱(Surface-Enhanced Raman Spectroscopy: SERS)は、ナノ粒子表面に吸着した分子のラマン散乱強度が、局在表面プラズモン共鳴によって10<sup>6</sup>倍も増強する現象である。近年、タンパク質1分子でも検出可能なことが示され、その応用技術が注目されている。従来、SERS基板にはAuナノドットが用いられてきたが、グラフェンを用いることができれば、低価格と製造工程の簡略化が期待できる。我々は先に、マイカ上に作製した単結晶Ag薄膜の損失が多結晶銀薄膜と比較して約1/5になることを見出した[1]。また、表面に多数のボイドを持つ単結晶Ag薄膜についてSERS効果を調べた結果、従来のAuナノドット構造以上の高感度を持つことを見出した。そこで、本年度はさらに高感度なSERS基板を開発するために、NIMS 微細加工プラットフォームの設備を利用してグラフェンと単結晶Ag薄膜の積層構造およびグラフェン/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ag薄膜のMIM構造について検討した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 超高真空スパッタ装置 (UHV Sputter-depo System)
- ・ 原子層堆積装置 (ALD System)

### 【実験方法】

単結晶Ag薄膜は、超高真空スパッタ装置を用いて真空度10<sup>-5</sup> Pa、基板温度500°Cでマイカ劈開面上に堆積した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、原子層堆積装置を用いて300°CでAg薄膜上に堆積した。一部の試料については更に単層グラフェンを転写した。SERS特性を評価するために、基板を10<sup>-6</sup> Mのローダミン6G (R6G)水溶液に3時間浸漬させた後に、空气中で自然乾燥させて、分析用試料を作製した。ラマン測定はレニショー社製 inVia (励起光: 波長532 nm)を用いて行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1に試料のSEM像を示す。膜厚14 nmのAg薄膜は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>堆積後アイランドを形成した。膜厚60 nmのAg薄膜は、多数のボイドを形成していた。Ag薄膜はXRD測定の結果、単結晶であることがわかった。Fig. 2にAg薄膜上に単層グラフェンを転写した試料のラマン測定結果を示す。R6G起因のピークとグラフェン起因のピークの両方が観測された。Ag薄膜にボイドを有する凹構造のほうがR6Gに対する感度が良いことがわかった。

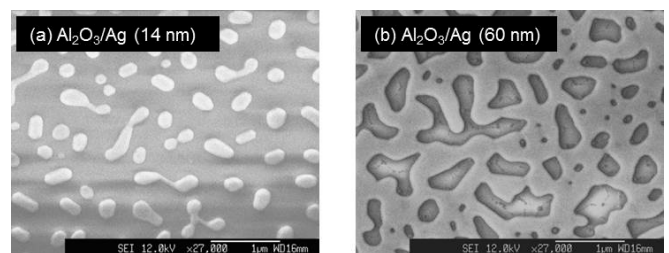


Fig. 1 SEM images of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ag thin films on mica substrates. Thicknesses of Ag films are (a) 14 nm and (b) 60 nm.

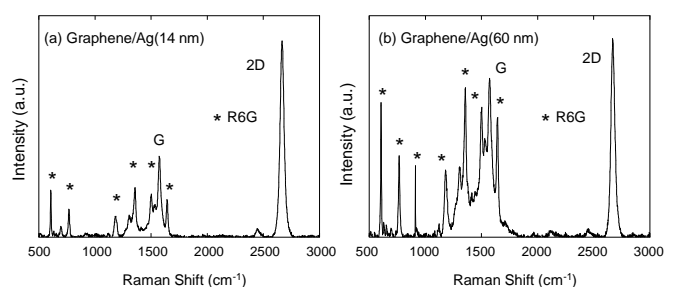


Fig. 2 Raman spectra of R6G on graphene/Ag substrates.

## 4. その他・特記事項(Others)

・他の機関の利用: 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究(H29/A02)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Uchino, T. Koiwa, J. Y. Ou, and V. A. Fedotov, *Optical Materials Express*, 8 (2018) pp. 1642-1649.

## 6. 関連特許(Patent) なし