

課題番号 : F-16-NM-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : プラズモニック・メタマテリアル用単結晶薄膜の開発
 Program Title (English) : A study on metal single-crystal films for plasmonic metamaterials
 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知能エレクトロニクス学科
 Affiliation (English) : Department of Electronics and Intelligent Systems, Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

1. 概要 (Summary)

本研究は、低損失プラズモニック・メタマテリアルを実現するために開発した単結晶 Ag 薄膜技術を表面増強ラマン散乱(SERS)に応用することを目的とする。SERS は、金属粒子の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(LSPR)によって何桁も増強する現象で、ガン細胞などを簡便かつ迅速に検出する技術として近年注目されている。従来 SERS 基板には金ナノ粒子が用いられてきたが、銀薄膜に置き換えることができれば安価で、製造工程を簡略化できるという利点がある。そこで、スパッタ装置を用いてナノポーラス構造を持つ単結晶 Ag 薄膜を作製し、その SERS 特性を調べた。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 超高真空スパッタ装置(ビームトロン)
- ・ 全自動スパッタ装置(ULVAC)

【実験方法】

Ag 単結晶薄膜は、スパッタ装置を用いて高真空 10^{-5} Pa 程度、基板温度を室温から 600°C の間でマイカ劈開面上に堆積した。作製した薄膜の表面構造を SEM、結晶構造を X 線回折、光学特性を分光エリプソメリーで評価した。SERS 特性評価試料はローダミン 6G (R6G)水溶液に 1 時間浸漬させた後に、空气中で自然乾燥させることにより作製した。ラマン測定には波長 514 nm のレーザー光を励起光として用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 にマイカ劈開面上で作製した Ag 薄膜の SEM 像を示す。Fig. 2 に結晶性を調べるために Ag (111) ピークのロッキングカーブの半値幅を示す。マイカ基板上の Ag 薄膜の半値幅が 1° 以下だったことから単結晶に近いことがわかった。Fig. 3 に分光エリプソメータを用いて測定した誘電関数から求めた LSPR の Q 値を示す。マイカ基板上の Ag 薄膜はガラス基板上の Ag 薄膜と比較して Q 値が

大きいことがわかった。Fig. 4 にラマン測定結果を示す。R6G 起因のピークを観測することに成功した。SERS 効果はナノ構造密度に比例して大きくなることがわかった。

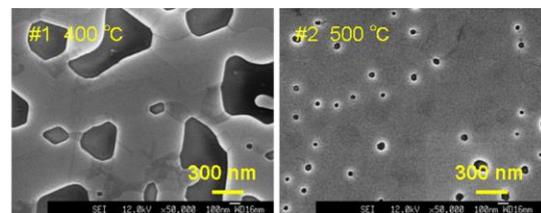


Fig. 1 SEM images of Ag films with thickness of 44 nm

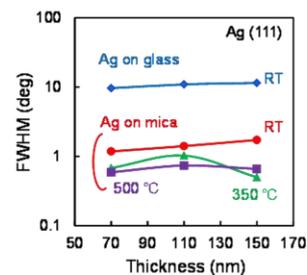


Fig. 2 XRD measurements

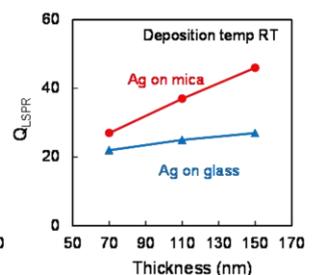


Fig. 3 Q-values of Ag films

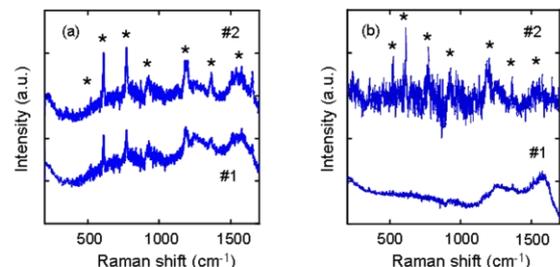


Fig. 4 SERS spectra (a) R6G; 10^{-3} M , (b) R6G; 10^{-6} M

4. その他・特記事項 (Others) なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. Koiwa, *et al*, Proc. of the IEEE 16th International Conference on Nanotechnology (Sendai, Japan, 2016) pp. 109-112.
- (2) T. Uchino *et al*, 2016 MRS Fall Meeting (Boston, USA, 2016) EM7. 8. 14 (平成 28 年 11 月 30 日).
- (3) T. Koiwa *et al*, 応用物理学会第 77 回秋季講演会 14p-P14-3 (平成 28 年 9 月 14 日).

6. 関連特許 (Patent) なし