

L-33

パルスレーザーアブレーション法による金ナノ構造の生成と MgO 基板の面方位依存性

Dependence on a plane orientation of MgO substrates for fabrication of gold nanostructures using a pulsed laser ablation method

○納谷 慧祐¹, 竹田 直希¹, 鈴木 薫², 松田 健一², 胡桃 聡²*Keisuke Noutani¹, Naoki Takeda¹, Kaoru Suzuki², Ken-ichi Matsuda², Satoshi Kurumi²

Abstract : We fabricated gold nanostructures on MgO(001) and (110) substrates by using a pulsed laser ablation method. In this study, the optical transmittance spectra and morphologies of the fabricated gold nanostructures are described. In addition, we confirmed the surface-enhanced Raman scattering (SERS) as a plasmonic device by utilizing the gold nanostructures.

近年、光と金属ナノ構造の相互作用による局在表面プラズモン共鳴 (Localized Surface Plasmon Resonance: LSPR) による強い光電場増強を利用した研究開発が精力的に行われている。これまでに我々は、パルスレーザーアブレーション (PLA) 法により酸化マグネシウム基板上へ金の (111) 面ないしは (200) 面に配向成長させたナノ構造を作製することに成功した^[1]。作製した金ナノ構造を表面増強ラマン散乱用のチップとして応用したところ、 10^7 倍を超える増強度が得られており^[2]、今後のデバイス応用に向けて増強度の改善を進めている。金ナノ構造の大きさや形状は使用した MgO 基板の面方位に強く依存すると想定される。そこで本稿では MgO (100) 面および (110) 面の基板上へそれぞれ PLA 法によって金ナノ構造を生成させて比較検討を行った。

Figure 1 に PLA 法の概略図を示す。チャンバ内に金ターゲット (フルウチ化学社製, 99.99%) と MgO (110) および (110) 基板 (フルウチ化学社製, 10 mm×10 mm, 厚さ 0.5 mm) をセットする。真空 (10^{-5} Pa) にしたのちに、炭化ケイ素ヒータ加熱によって MgO 基板を成膜温度 (350, 550, 750 °C) で一定にした。チャンバ内に雰囲気ガス (酸素またはアルゴン) を流入し、雰囲気圧を 1 Pa とした。金ターゲットへパルスレーザー光 (Lotis Tii 社製, Nd : YAG レーザ 波長 355 nm エネルギー 8 mJ, パルス幅 10 ns, パルス数 7000 パルス) を照射した。その際に発生するアブレーションプラズマを MgO 基板上に堆積させることにより金ナノ構造を成長させた。

Figure 2 に実際に作製した MgO 基板上の金ナノ構造の光学写真を示す。一般的な金ナノ微粒子の色は局在表面プラズモン共鳴により、透明性のある赤色を示すが、本試料は透明性のある青・緑色を示した。このことから局在表面プラズモン共鳴のカップリングならびに光電場増強が期待される。本稿では、作製した試料の光透過率による共鳴波長の導出や、原子間力顕微鏡による金ナノ構造の表面観察結果などについて報告する。また、本研究の応用とし 4-MBA (4-メルカプト安息香酸) を金ナノ構造表面に吸着させて表面増強ラマン散乱の測定を実施し、その測定結果から増強度を評価する。

参考文献

[1] B. L. Ong, et al., Nano Lett., vol. 21 p. 7448 (2021).

[2] S. Kurumi, et al., Appl. Phys. Lett., vol. 123, p. 053502 (2023).

1 : 日大理工・院 (前) 2 : 日大理工・教員・電気

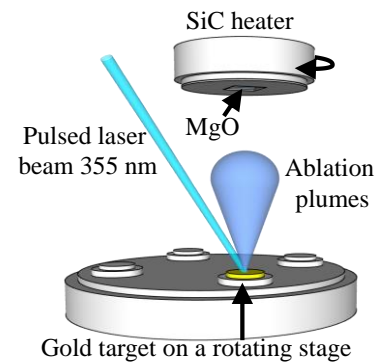


Figure 1 Schematic diagram of pulsed laser ablation system

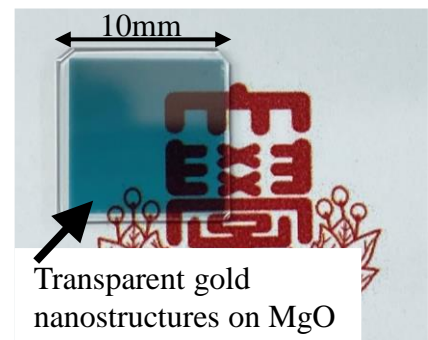


Figure 2 Optical image of gold nanostructures deposited on MgO(110)