

プラズマ曝露した銀ナノ粒子による 2 成分系有機化合物蒸気の検知 Plasmonic Sensor Using Silver Nanoparticles Exposed to Plasma for Detection of Binary-Mixture Organic Vapor

京工繊大¹, 広大² ○(D) 細見 圭¹, 尾崎 孝一¹, 高廣 克己¹, 西山 文隆², 横山 新²

Kyoto Inst. Tech.¹, Hiroshima Univ.²

○Kei Hosomi¹, Koichi Ozaki¹, Katsumi Takahiro¹, Fumitaka Nishiyama², Shin Yokoyama²

E-mail: d7813005@edu.kit.ac.jp

1. 緒言

光の波長より小さい金属ナノ粒子は局在型表面プラズモン共鳴 (LSPR) によって可視-近赤外領域において光吸収を示す. LSPR 特性は粒子周囲の局所環境に強く依存して変化するため, 揮発性有機化合物 (VOC) などの光学応答ガス検知センサへの応用が期待される. 特に銀ナノ粒子 (Ag NPs) は可視領域に強い LSPR 光吸収を有するため, プラズモニクセンサの有力な候補のひとつである. 我々は Ag NPs の透過型 LSPR を利用した揮発性有機化合物 (VOC) 検知センサの開発を進めており, これまでに Ar プラズマ処理による VOC 検知能の向上を報告している [1]. 本講演では, プラズマ処理した Ag NPs による 2 成分系 VOC 混合物蒸気の検知について報告する.

2. 実験および結果

基板には透明溶融石英 (SiO₂) を用いた. Ag NPs は DC スパッタリング法および真空蒸着法を用いて堆積させた. スパッタ堆積にはデスクトップ型スパッタコーター (電圧 1.2 kV) を用い, 堆積中の電流値は約 6 mA であった. 真空蒸着では, 蒸着中の基板温度を 573 K に保ち, 水晶振動子膜厚モニタを用いて 0.01 nm s⁻¹ の蒸着速度で 10 nm 堆積させた. Ar プラズマ処理は, 13.56 MHz の高周波プラズマを用い, RF 出力 18 W で行った. Ag NPs の VOC 応答性を試験するため, 自作測定システムを構築した. N₂ ガスをキャリアガスとし, VOC 蒸気を Ag NPs 上に曝露しながら UV-vis スペクトルを測定した. N₂ と VOC の混合ガスの流量を 100 sccm に保ち, 混合比を変化させることで VOC 蒸気濃度を調整した.

Fig. 1 にスパッタ堆積 Ag NPs の 1000 秒間プラズマ曝露前後の UV-vis スペクトルを示す. プラズマ処理により, シクロヘキサン蒸気存在下でのスペクトル変化が顕著になった. Ag NPs の VOC 応答性は特定の波長における強度変化から評価した. Fig. 2 に示すように, VOC の種類により応答性が異なることがわかる. この応答性の違いは VOC の蒸気圧の違いによるものと考えられる. 講演では, 混合系蒸気に関する応答性について主に議論する.

[1] 細見ほか, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 12a-W641-4.

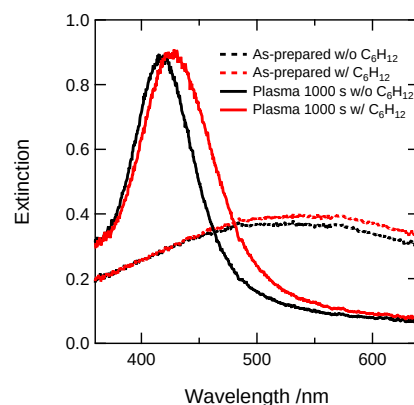


Fig. 1 UV-vis spectra taken with and without cyclohexane (C₆H₁₂) vapor for sputter-deposited Ag NPs before and after Ar plasma exposure for 1000 s.

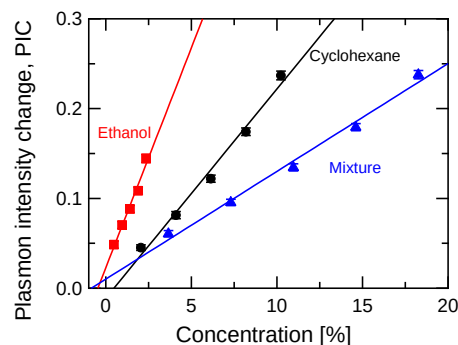


Fig. 2 Dependence of PIC on the concentration of VOC for sputter-deposited Ag NPs exposed to Ar plasma for 1000 s.