

プラズマによる銀ナノ粒子の蒸気検知センサの高感度化

Plasma-induced Enhancement in Organic Vapor Sensitivity of Ag Nanoparticles

○ (D) 細見 圭¹、尾崎 孝一¹、高廣 克己¹、西山 文隆²、横山 新²

(1. 京都工芸繊維大学、2. 広島大学)

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

(1. Kyoto Institute of Technology, 2. Hiroshima University)

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

【緒言】金属ナノ粒子は、局在型表面プラズモン共鳴 (LSPR) の屈折率依存性を利用した光学応答センサや、粒子近傍の増強電場を利用した表面増強分光分析に用いられている。特に、銀ナノ粒子 (Ag NPs) は他の金属種と比べ大きな LSPR 強度を示すため、検知能の高感度化が期待される。しかし、Ag NPs は大気中での硫化反応や汚染物の吸着により容易に変色すること (tarnishing) が知られている。このような Ag NPs はそのプラズモニック特性を失い、応用上問題となる。我々はこれまで、Ar プラズマを用いることで汚染 Ag NPs のプラズモニック特性が改善し、揮発性有機化合物 (VOC) の検知能が回復することを報告した [1,2]。今回、作製直後の Ag NPs に対して Ar プラズマを曝露することで、Ag NPs の VOC 検知能の高感度化が認められたので報告する。

【実験および結果】DC スパッタリング法により Ag NPs を透明石英ガラス基板上に作製した。作製後の試料は、Ag NPs を安定させるため真空中で1週間保管した後、Ar プラズマ処理を施した。Ag NPs/SiO₂ 試料の大気中およびエタノール蒸気中の光学消光スペクトルを測定し、そのスペクトル変化から Ag NPs の VOC 蒸気検知能を評価した。

Fig.1 に示すように、Ar プラズマ曝露した試料では、大気中とエタノール蒸気中における消光スペクトルの変化が大きくなった。ここで、蒸気応答を評価するため、400–800 nm の波長範囲における強度の差の合計を消光度差 Δ と定義すると、10 秒間のプラズマ曝露により Δ の値が 9.5 から 24.0 へと増加し、検知能が2倍程度向上したことが分かる。プラズマ曝露時間を長くすると、ピーク波長が ~ 100 nm ブルーシフトし、ピーク幅が狭くなった。しかし、 Δ の値は 24.4 と 10 秒プラズマ曝露試料のそれとほぼ変化しなかった。講演では、Ar プラズマ曝露が Ag NPs の VOC 検知能に及ぼす影響について、Ag NP 表面組成および形態変化の観点から議論する。

[1] K. Ozaki et al., Appl. Surf. Sci. 357, 1816 (2015). [2] K. Hosomi et al. Appl. Surf. Sci. 427, 848 (2018).

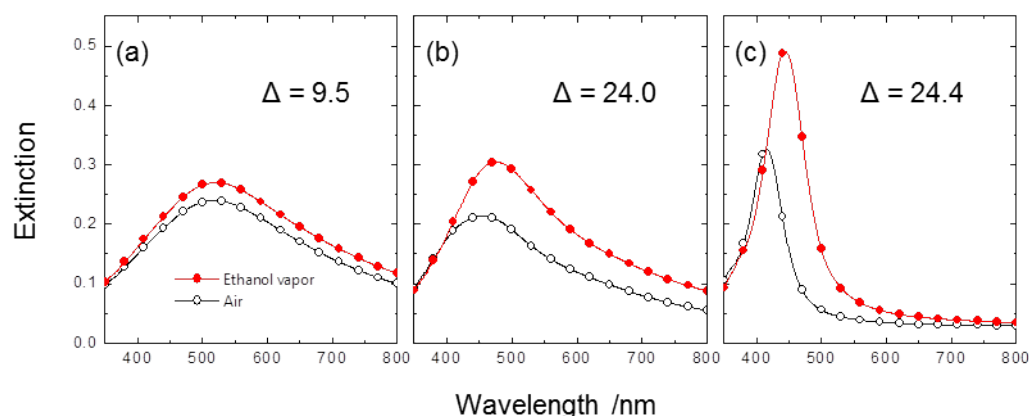


Fig. 1 Optical extinction spectra of Ag NPs/SiO₂ before (a) and after Ar plasma exposure for 10 s (b) and 500 s (c) taken with and without ethanol vapor