イオン照射による銀ナノ粒子凝集体のプラズモン吸収帯の尖鋭化と VOC 蒸気応答性の向上

Narrowing of plasmonic absorption band and enhancement in VOC vapor response of Ag nanoparticle aggregates by ion irradiation

京工繊大 [1]　○(M1) 渡邊 謙吾 [1]，小谷 祐太 [1]，高廣 克己 [1]

Kyoto Inst. Tech. [1] ○Kengo Watanabe[1], Yuta Odani[1], Katsumi Takahiro[1]

E-mail: m2672035@edu.kit.ac.jp

【緒言】我々は、高密度な Ag ナノ粒子凝集体に He イオンを照射することでナノ粒子の間隔を増大させ、環境モニタリングデバイスに求められる適度に分散した Ag ナノ粒子凝集体を得た [1]。He イオンを照射した際の Ag のスパッタリング収率は極めて小さいため、この低密度化はイオン照射による Ag ナノ粒子の加熱・蒸発によるものと予想される [1]。本研究では、この低密度化の機構を明らかにするために、密度変化のイオン電流密度依存性を調べるとともに、低密度化によるプラズモン吸収帯の尖鋭化を利用して、VOC 蒸気応答性の向上を目指した。

【実験】DC スパッタ蒸着により、透明石英板上に Ag ナノ粒子凝集体（Ag NPs/SiO_2）を作製し、7 日間真空中に保管した。Ag NPs/SiO_2 に対して、30 keV He イオン（照射量: 1×10^{16} ions·cm^{-2}、イオン電流密度: 0.13 – 2.5 μA·cm^{-2}）を照射した。照射・未照射試料に対して、紫外可視光吸収分光を行った。また、分光器用セル内への VOC 液滴（エタノール、アセトン、ブタノールなど）滴下前後の光吸収スペクトルの変化から、VOC 蒸気応答性を評価した。

【結果・考察】 Fig. 1 に示すように、Ag NPs/SiO_2 をエタノールの飽和蒸気に曝すことで、吸光度（プラズモン吸収強度）が上昇し、ピーク波長が長波長側へシフトした。エタノール蒸気曝露後のピーク波長における吸光度比 R によりエタノール蒸気応答性を評価したところ、He イオン照射前後で R は 1.32 から 2.57 へと増大した。この著しい増大は、イオン照射によるプラズモン吸収帯の尖鋭化に起因する。このように、イオン照射によってエタノール蒸気応答性の向上を示すことができた。講演では、Ag ナノ粒子凝集体の密度変化とエタノール蒸気応答のイオン電流密度依存性、および他の VOC 蒸気応答性についても報告する。

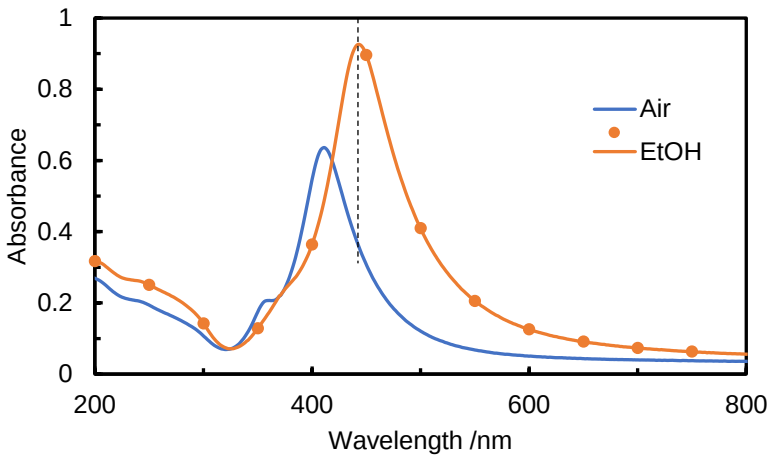

Figure 1: Optical absorption spectra of Ag NPs/SiO_2 irradiated with 30–keV He ions at a current density of 1.3 μA·cm^{-2} to a fluence of 1×10^{16} ions·cm^{-2} before and after exposure with ethanol vapor. A broken line indicates a peak position for the spectrum of ethanol exposed sample.

[1] 渡邊ら，第 83 回応物学会，22p–C105–15, 2022 年 9 月

© 2023年 応用物理学会