

Ga ナノ微粒子を用いた深紫外表面プラズモン共鳴

Deep UV Surface Plasmon Resonance with Gallium Nano-particles

阪府大院工 〇(B)遠藤創志, 島ノ江 考平, 松山 哲也, 和田 健司, 岡本 晃一

Osaka Pref. Univ. 〇S. Endo, K. Shimanoe, T. Matsuyama, K. Wada, K. Okamoto

E-mail: sab01030@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

殺菌や皮膚治療等, 広範な用途を有する深紫外 LED の高効率化を目指す研究が近年活発に行われている. 我々は Al を用いた伝搬型表面プラズモンにより, AlGaIn/AlN 量子井戸の深紫外波長域における発光効率の向上を達成した¹⁾. 本研究では Al と同じく深紫外波長域にプラズモン共鳴のピークを持つ Ga を用いて微粒子を作製し, スペクトルを観測した. その結果, 粒のサイズを変化させることで深紫外の様々な波長において強い共鳴ピークを得ることができた. また, Ga は高温加熱によって酸化されやすい性質と, 融点が低く触れると基板から容易にはがれてしまう性質を持つため, Ga ナノ微粒子に Al₂O₃ を被膜することでそれらから保護し, 深紫外波長域の SP 共鳴を安定して得ることに成功した.

2. 実験

Ga 微粒子は, Sapphire 基板上に Ga の金属薄膜を高真空抵抗加熱蒸着によって成膜し, 電気炉で窒素雰囲気下において加熱することにより作製した. 初期膜厚を 5, 10, 15 nm と変化させた 3 つの試料の透過スペクトルを分光光度計で測定し, それを元に消衰スペクトルを求めた.

また Al₂O₃ の被膜は, 先ほどと同じ方法で作製した Ga 微粒子の上から ALD (原子層堆積法) によって 5 nm 積層した. その後, Ga ナノ微粒子のみのサンプルと Ga ナノ微粒子+ Al₂O₃ 被膜のサンプルを同時に, 電気炉を用いて窒素雰囲気下において 400 °C で 30 分加熱し, それぞれ消衰スペクトルを観測することで Ga の酸化の有無を確認した.

3. 結果と考察

Fig.1 に初期膜厚を変化させた Ga 微粒子の消衰スペクトルを示す. 初期膜厚を大きくすることで粒径

が大きくなり, 共鳴のピーク波長を長波長シフトさせることに成功した. しかし, 微粒子を作製した後に 400 °C の高温で 30 分ほど加熱すると, Ga が酸化され, LSPR によるピークが消失した. 200 nm 付近のピークの上昇は Ga₂O₃ による吸収に起因すると考えられる.

これを防ぐために Ga に Al₂O₃ を被膜した結果を Fig.2 に示す. Al₂O₃ 被膜後, Ga ナノ微粒子付近の屈折率の変化により共鳴ピーク波長が長波長シフトすることが分かる. そして 400 °C で 30 分加熱したところ, Al₂O₃ 被膜無しの場合は Fig.1 に示したようにプラズモン共鳴のピークは消失するが, Al₂O₃ 被膜後は酸化されず SP 共鳴ピークを保つことに成功した.

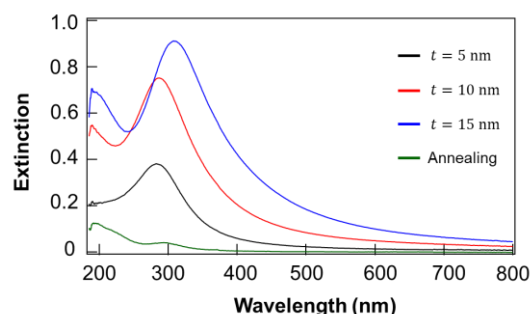


Fig.1 Resonant wavelength tuning with Ga nano-particles

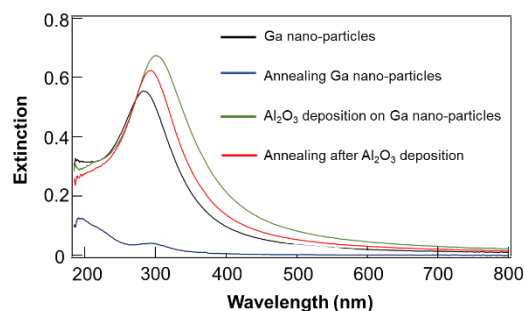


Fig. 2 Prevention of oxidation by Al₂O₃ coating

1) K. Okamoto, M. Funato, Y. Kawakami, K. Tamada, J. Photochem. Photobiol. C, 32, 58–77 (2017).