

金属 Nano-Void 構造を用いた深紫外-可視波長域でのプラズモン共鳴の調整

Tuning Plasmon Resonance in Deep Ultraviolet-Visible Wavelength Region using Metal Nano-Void Structure

阪府大院工, ○島ノ江考平, 遠藤創志, 松山哲也, 和田健司, 岡本晃一

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

E-mail: shimanoe0618@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

水の殺菌や光リソグラフィ等、様々な用途が期待される深紫外 LED の高効率発光へ向けた研究が近年活発化している。我々は Al を用いた表面プラズモン(SP)共鳴によって、AlGaN/AlN 量子井戸の深紫外発光の高効率化に成功した¹⁾。紫外域で幅広く発光増強を達成するために、Al を加熱処理することで、ナノ微粒子の作製および局在型 SP 共鳴の発現を試みた。しかし、その濡れ性などによりナノ構造の作製が困難であった。そこで本研究では、紫外域での発光増強の達成と SP 共鳴の発現および波長調整のため、新たに Nano-Void 構造を考案した。Nano-Void 構造は Ga 微粒子を酸化させ、金属を被膜するという、非常に簡易的な方法で作製した。その結果、可視～深紫外域において SP 共鳴の発現と調整に成功したので報告する。

2. 実験

本研究で考案した Ga₂O₃ を用いた Nano-Void 構造の模式図を Fig. 1 に示す。Sapphire 基板上に Ga の金属薄膜(5,10,15 nm)を高真空抵抗加熱蒸着によって蒸着し、電気炉により 500℃で 30 分加熱することで Ga₂O₃ 微粒子を作製した。その後、高真空抵抗加熱蒸着により各種金属 (Al,Ga,Ag)を 50 nm 成膜することで Nano-Void 構造の作製を行った。作製した試料の反射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。

3. 結果と考察

実験により得られた消衰スペクトルを Fig. 2 に示す。Ga の初期膜厚や金属種により、可視～深紫外域において SP 共鳴を得ることに成功した。Al および Ga 被膜時は紫外域に、Ag 被膜時は可視域に共鳴が得られた。紫外域においては以前よりも強い共鳴を得ることに成功した。また Ga の初期膜厚を大きくすることで、作製される微粒子のサイズが大きくなり、共鳴が長波長シフトする傾向がみられた。Ag ナノ微粒子による局在型 SP 共鳴は可視領域に発現することが広く知られているが、今回、Nano-Void 構造を用いることで、より短波長域に共鳴を得ることに成功した。金属ナノ微粒子および金属 Nano-Void 構造を用いることで、簡易な方法によるナノ構造作製、SP 共鳴の発現・調整が可能になり、あらゆる波長域での発光増強、光アンテナ、センシング等のデバイス応用が期待される。当日は、Ga₂O₃ 微粒子の作製や、FDTD シミュレーションによる計算と実験の比較、AlGaN/AlN 量子井戸の発光増強についても詳しく議論する。

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

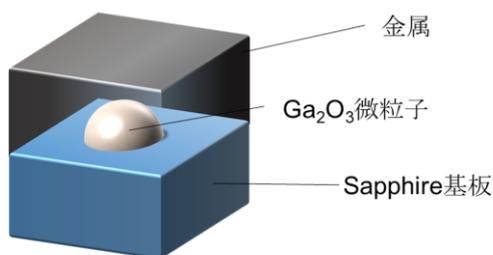


Fig. 1 Schematic diagram of Nano-Void structure

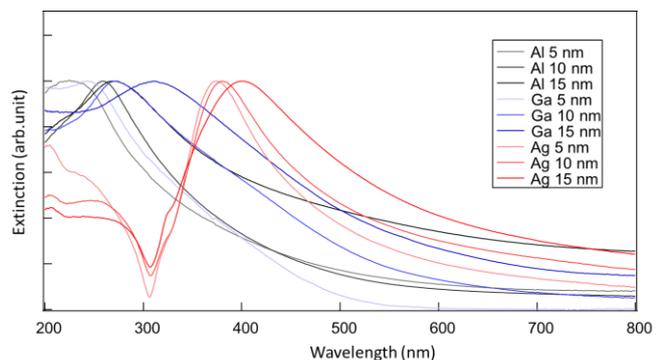


Fig. 2 Extinction spectra by Nano-Void structure