

Al 基板上的 Ga₂O₃ ナノ微粒子を利用した深紫外表面プラズモン共鳴

Deep UV Surface Plasmon Resonance using Ga₂O₃ nano-particles on Al Substrate

阪府大院工 °遠藤創志, 中塚祐哉, 島ノ江 考平, 松山 哲也, 和田 健司, 岡本 晃一

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

E-mail: endo0619@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

殺菌や皮膚治療等, 幅広い用途を有する深紫外 LED の高効率化に向けた研究が近年活発化している. 我々は Al を用いた伝搬型の表面プラズモン(SP)共鳴により, AlGaN/AlN 量子井戸の深紫外発光の高効率化を達成した¹⁾. また Ga ナノ微粒子による局在型 SP 共鳴(LSPR)により, 深紫外波長域で共鳴波長の制御にも取り組んできた²⁾. 今回は金属 Ga に比べ入射光の損失を大幅に抑えることができる誘電体の Ga₂O₃ のナノ半球構造を Al 基板上に配置した Nano-Hemisphere on Mirror (NHoM) 構造を提案する.

2. 実験

電磁場解析は有限差分時間領域法(Finite-difference time-domain; FDTD)によって行い, 得られた透過・反射スペクトルから消衰スペクトルを求めた. 実験では Sapphire 基板上に Al, SiO₂ をそれぞれ高真空抵抗加熱蒸着, スパッタリングにより積層した. その後 Ga を蒸着し電気炉で加熱することで Ga₂O₃ 微粒子を形成した. 試料の反射スペクトルを分光光度計により測定し, 消衰スペクトルに変換した. また参照試料として Sapphire 基板上的 Ga, Ga₂O₃ 微粒子(NHoS)を作製し, スペクトルを比較した.

3. 結果と考察

FDTD 計算によって得た消衰スペクトルを Fig. 1(a)に示す. NHoM 構造の模式図は(i)として挿入した. 深紫外波長域に非常に先鋭なピークが見られた. 波長はスペーサの増大に伴い長波長シフトした. ピーク波長における電場分布図(ii)より, 金属基板の表面近傍に局在電場が発生していることがわかる. さらに電場分布の動画より局在電場の振動が観測されたため, ピークは LSPR によると考えられる. この構造を実験で作製し, 得られたスペクトルを Fig. 1(b)に示す. 金属 Ga の NHoS 構造においては, 300 nm 付近に LSPR によるピークが観測されたの

に対し, 熱処理後の Ga₂O₃ NHoS 構造においてはバンド端の吸収が 260 nm より短波長域に見られる. これを NHoM 構造にすることで, スペーサが 0 nm, 5 nm の場合ともに計算結果とほぼ同じ波長にピークが得られた. Ga₂O₃ NHoS 構造のバンド端吸収のスペクトルを差し引いても, 新たなピークが発現していることが明らかにわかる. 詳しい考察については当日議論する.

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

2) 遠藤ら, 第67回応用物理学会春季学術講演会, 15a-PA4-17 (2020).

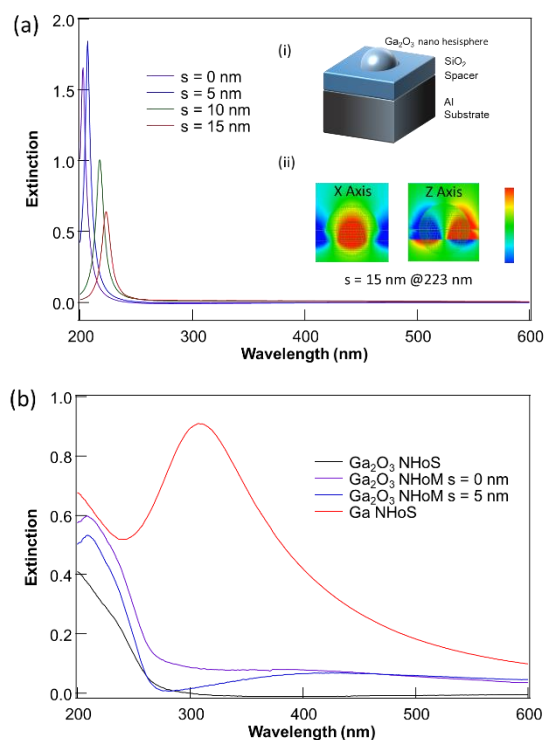


Fig. 1 (a) Extinction spectra of LSPR obtained by the FDTD calculation: (i) Schematic diagram of NHoM structure. (ii) The spatial distribution of the electric field around the NHoM structure (Spacer = 15 nm) at peak wavelength. (b) Extinction spectra obtained by experiment.