

**Nano-Hemisphere on Mirror (NHoM) 構造を使用した
深紫外 (UVC) 領域における局在型表面プラズモン共鳴
Localized surface plasmon resonance in deep ultraviolet (UVC) region
using Nano-Hemisphere on Mirror (NHoM) 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

殺菌, 浄水, 微細加工, 分析など広い分野で紫外 LED への期待が高まっているが, その発光効率・出力は依然として非常に低いのが現状である. 我々は表面プラズモン(SP) 共鳴を用いた LED の高効率化に取り組んできており, Al 薄膜を用いた AlGaIn/AlN 量子井戸の深紫外発光の高効率化にも成功している[1]. 今回, 広い深紫外波長域で SP 共鳴を制御するために Nano-Hemisphere on Mirror (NHoM) 構造を用いて光学特性評価を行った. その結果, 微粒子と基板の間の振動モードの強い結合共鳴により, 深紫外

2. 実験

電磁場解析シミュレーションには有限差分時間領域 (Finite-difference time-domain method; FDTD) 法を用いて, パルス光励起で消衰スペクトルを計算した. Sapphire 基板に高真空抵抗加熱蒸着, ALD (Atomic Layer Deposition) によって Al, Al₂O₃ を製膜し, 窒素雰囲気下で熱処理を行うことによって実際に NHoM 構造を作製した.

3. 結果と考察

NHoM 構造の模式図を Fig. 1(a)に, 直径 50 nm の Al 半球状微粒子を用いて NHoM 構造のスペーサー層を変化させた場合の消衰スペクトルを Fig. 1(b)にそれぞれ示した. 透明基板上の Al ナノ半球構造では 1 つであった SP 共鳴のピークが, NHoM 構造では 2 つに分裂し, 著しい増強・先鋭化が見られた. ピークの強度・線幅ともにスペーサー層の厚みに依存し, 特定の厚みで最大値に達することが確認された. スペーサー層 10 nm における長波長側(3.16 eV, 393 nm)および短波長側(7.85 eV, 158 nm)のピークの X 方向と Z 方向の電場分布図とそこから推察した電荷分布図を Fig.2 に示した. 長波長側は金属ナノ構造と金属基板表面の電荷が逆位相で振動する非対称モードで, 短波長側は位相が同じ対称モードであることが確認された. 実験で作製した Al ナノ微粒子および NHoM 構造から得られた消衰スペクトルを Fig.

3 に示した. FDTD 計算と同様にピーク分裂が確認されたが, 実験においてははっきりとしたピークシフト等は見られなかった. これは Fig. 3 のインセットに示した AFM 像からも分かるように, 作製された Al ナノ微粒子のサイズが小さく, 調整が難しいためである. 実験と計算の比較については当日詳しく議論する.

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

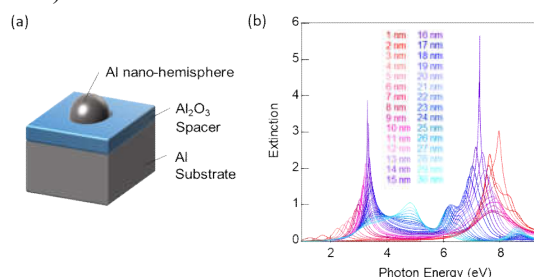


Fig. 1 (a) Schematic diagram of NHoM structure. (b) The extinction spectra calculated by the FDTD for the Al NHoM structures with various thickness of the Al₂O₃ spacer layer from 1 to 30 nm.

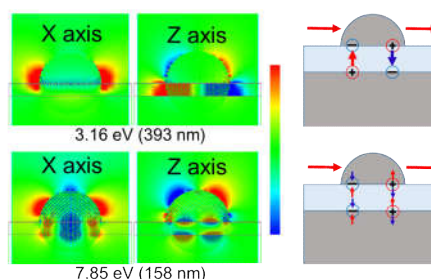


Fig. 2 The spatial distribution of the electric field around the NHoM structure (Spacer=10 nm) at long branch and short branch, respectively.

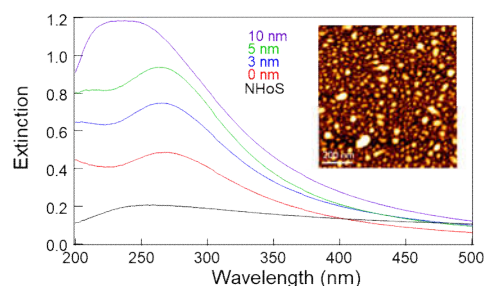


Fig. 3 The extinction spectra of experimentally obtained Al nanostructures and NHoM structures of various thicknesses of Al₂O₃ spacer layer. The inset of the figure shows the AFM image of the Al nanostructure.