

InGaN/GaN ナノコラムプラズモニック結晶における

発光増強特性～金と銀の比較～

Emission enhancement properties in InGaN/GaN nanocolumn plasmonics crystals

-Comparison with Au and Ag-

山形大院理工¹, 阪府大院工², 上智大理工³, 上智大ナノテク⁴,○大音 隆男¹, 餘田 優人¹, 岡本 晃一², 富樫 理恵³, 岸野 克巳⁴Yamagata Univ.¹, Osaka Pref. Univ.², Sophia Univ.³, Sophia Nanotech.⁴,○T. Oto¹, M. Namazuta¹, K. Okamoto², R. Togashi³, and K. Kishino⁴

E-mail: t-oto@yz.yamagata-u.ac.jp

InGaN 系発光素子において特に発光効率の低い赤色領域の発光効率を改善するために、規則配列 InGaN/GaN ナノコラム(NC)を用いたプラズモニック結晶(PIC)の研究を推進してきた。ナノコラムプラズモニック結晶(NC-PIC)では、ナノ構造効果と表面プラズモン結合を同時に得ることができるため、発光効率の大幅な改善が期待できる。実際に、三角格子 InGaN/GaN NC に PIC を導入することで、橙色領域で最大~5.2 倍の発光増強を達成した[1]。ところで、従来の膜状構造の研究では、赤色領域における発光増強には Au が最適であると考えられてきた。実際に、表面プラズモン(SP)の電界強度スペクトルを様々な金属と GaN の界面で計算した結果、赤色領域では Au/GaN の場合が最大となった。一方で、Ag/GaN の共鳴波長は Au/GaN より短波側にあるが、吸収が少ないことから最大の電界強度を持つ。また、NC-PIC では直径 D や周期 L の変化で共鳴波長が変化できる[1]。そこで、この特性を積極的に利用することで、Ag でも長波長領域で高い発光増強が実現できるのではないかと考えた。本研究では、Ag および Au を用いた NC-PIC を作製し、FDTD シミュレーションおよび顕微 PL 測定により発光増強特性の比較検討を行った。

まず、InGaN/GaN NC-PIC の発光増強特性を理論的に検討するために FDTD シミュレーションを行った。Ag は従来の Au を用いた PIC より高い発光増強が見込めることを見出した。また、図 1 のように、Ag は D の変化で Au より幅広い範囲で SP 共鳴波長を制御できることが明らかになった。次に、Ti マスク選択成長法[2]で作製した三角格子 InGaN/GaN NC に Au PIC を導入した[1]。同一のナノコラム試料で金属の違いによる発光増強特性を比較するために、Au を王水で溶かした後に Ag を真空蒸着して Ag PIC を作製した。図 2 のように、基板裏面側から顕微 PL 測定を行った結果、Ag は 4.0 倍、Au は 3.7 倍の発光増強が得られ、FDTD シミュレーション結果と概ね一致することを確認した。

謝辞：本研究は卓越研究員、科研費(17K18110, 19H04533, 19H00874)の援助を受けて行われた。

[1] T. Oto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 133110 (2017). [2] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **1**, 124002 (2008).

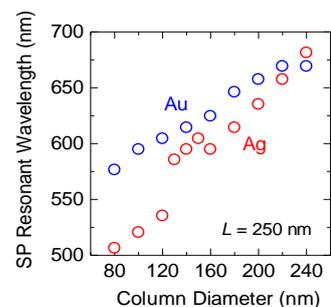


Fig. 1: SP resonant wavelength as a function of D .

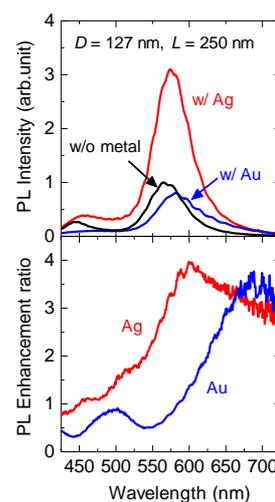


Fig. 2: PL spectra and PL enhancement ratio in NC-PICs.