

Ag ナノ構造の形態が有機発光体のプラズモン発光増幅へ与える影響

Effect of Morphological Change in Ag Nanostructures on Plasmonic Emission

Enhancement of Organic Emitter

(北見工大)○古本 淳士, 木場 隆之, 川村 みどり, 阿部 良夫

Kitami Inst. of Technol., °A.Furumoto, T.Kiba, M.Kawamura, Y.Abe

E-mail: m2153400221@std.kitami-it.ac.jp

【緒言】有機EL素子(Organic Light-Emitting Diode: OLED)は、スマートフォンやテレビ等のディスプレイ用途での応用が進み、さらなる高効率化が必要とされている。Tris(8-hydroxyquinolino)aluminum (Alq₃)は、緑色 OLED の発光層や電子輸送層として用いられている有機材料である。我々はこれまで、金属ナノ構造の局在表面プラズモン(LSP)を利用した発光増幅効果を対象として、金属の種類やサイズ変化が Alq₃ 発光の増幅効果に対する影響について調査してきた[1,2]。本研究ではナノ構造の形状に着目し、Ag が熱処理により凝集しやすい事を利用して、作製したナノ構造を三角プリズム状から半球ドーム状へと変化させ、生じるLSPのモードの変化や共鳴波長に与える影響、および Alq₃ 発光の増幅効果にどのように影響するかについて調査した。

【方法】熱処理前の Ag ナノトライアングル配列は、ナノスフィアリソグラフィ法により作製した。合成石英基板上に直径 500nm のポリスチレンビーズ (Ps500)を水面展開法により配列後、Ag 薄膜 50 nm を真空蒸着法にて成膜した。その後、ポリスチレンビーズを除去することで Ag ナノトライアングル配列(NTs)を得た。作製した Ag NTs を大気中、ホットプレートで加熱処理をした。Ag NTs は 200°C, 300°C, 400°C で1時間熱処理をしたものと、蒸着後そのまま(As-depo)の4種類のサンプルを作製し、形態について走査型電子顕微鏡(SEM)および原子間力顕微鏡(AFM)により観察した。その上に Alq₃ 薄膜 100 nm を蒸着し、Alq₃/Ag NTs 試料とした。Alq₃/Ag NTs および参照用の Alq₃ 100 nm 単層(bare)について、吸収スペクトル、PL スペクトル、および時間分解 PL 測定を行った。

【結果と考察】Fig. 1 は Ps500 で作製した Ag NTs の熱処理前後の吸収スペクトルと AFM 画像である。AFM 像より、熱処理によって三角プリズム状のナノ構造の角が取れ、凝集し半球ドーム状となった事がわかる。また熱処理前後で LSP 共鳴に由来する吸収ピークが短波長側にシフトしている。このシフトはナノ粒子の形状変化に伴い、プラズモンの振動モードが変化したことが原因であると考えられる。Fig. 2 は各 Ag NTs 上に Alq₃ を製膜した後の吸収スペクトルと PL スペクトルを、比較のために Alq₃ 単層のものと比較して示している。PL スペクトルからは、Alq₃ 単層と比較してどちらのナノ構造との組み合わせによっても3倍弱のPL増強が起こっていることがわかる。Fig.2 の下のパネルに PL の増幅率の波長依存性を示しているが、加熱後のサンプルにおける PL は、As-depo に比べわずかに高い増強度を示し、600 nm 付近の発光の長波長側でより増幅が起きていることがわかった。吸収スペクトルと発光の対応関係や時間分解 PL 測定の結果を元に、発光増幅機構について議論する。

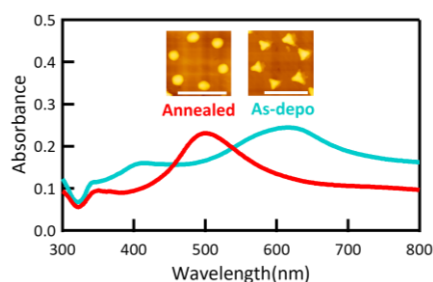
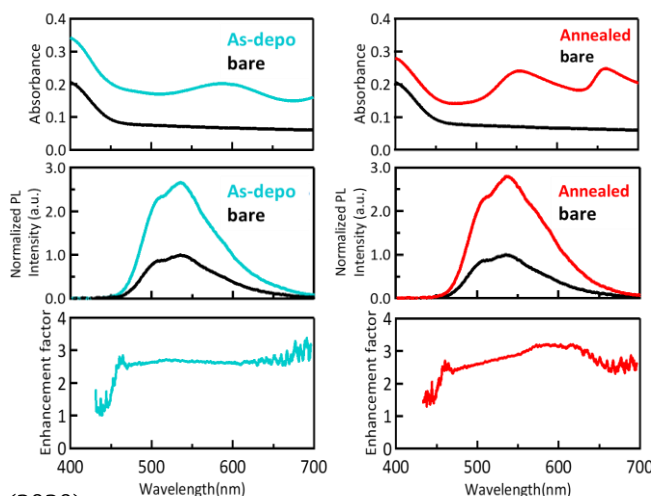


Fig. 1 (↑) Absorption spectra and AFM images of Ag NTs before and after annealing at 400°C.

Fig. 2 (→) Absorption, PL spectra and PL enhancement factor of Alq₃/Ag NTs compared with those of Alq₃ bare film.



[1] N. Iijima *et al. Thin Solid Films*, **699**, 137920 (2020).

[2] K. Yanome *et al. Thin Solid Films*, **660**, 907-912 (2018).