

Ag ナノメッシュ構造による有機発光材料の発光増強

Emission Enhancement of Organic Emitter with Ag Nanomesh Structure

北見工大¹ 北大院情報科学² ◯宇賀神 舞¹, 朴 昭暎², 木場 隆之¹, 川村 みどり¹, 阿部 良夫¹,
高山 純一², 樋浦 諭志², 村山 明宏²

Kitami Inst. of Technol.¹, IST, Hokkaido Univ.²

◯M. Ugajin¹, S. Park², T. Kiba¹, M. Kawamura¹, Y. Abe¹, J. Takayama², S. Hiura², A. Murayama²

E-mail: m2052600052@std.kitami-it.ac.jp

【緒言】近年有機発光ダイオード(OLED)はスマートフォンや薄型テレビ等のディスプレイ用途として応用が進み、注目を集めている。OLEDの発光効率はまだ改善する余地があり、中でも光取り出し効率の低さは克服すべき課題として挙げられる。金属ナノメッシュ構造は、規則配列したナノサイズの開口を持つ金属薄膜で、導電性を保ちながら光透過性を兼ね備える性質を持つ。これはナノメッシュ構造における表面プラズモンの異常透過現象に由来し、特定波長域において開口率以上の透過率が期待できる。さらに開口による凹凸が散乱源として作用することで導波モード光の取り出しも可能であり、OLEDの透明電極としての応用が期待できる。本研究では、開口サイズ、周期の異なるAgナノメッシュを作製し、その電気・光学測定の評価を行った。また、ナノメッシュ上に典型的なOLEDの発光材料であるAlq₃を蒸着し、そのフォトルミネッセンス(PL)に与える影響について検証を行なった。

【実験】水面展開法により石英基板上に直径 350, 500 nm のポリスチレン(PSt)ビーズを規則配列させ、反応性ドライエッチング(RIE)法によりビーズ径を小さくした。その後、Ag 薄膜 50 nm を真空蒸着法にて成膜し、PSt ビーズを除去することで Ag ナノメッシュ構造を得た。作製した試料について、走査型電子顕微鏡および原子間力顕微鏡(AFM)により形状評価を行った。また四探针法によりシート抵抗を、分光光度計を用いて透過スペクトルの測定を行った。さらに、ナノメッシュ試料上に Alq₃ 薄膜を 100 nm 蒸着し、Alq₃ 膜側より励起光(400 nm)を照射し、定常 PL 及び時間分解 PL スペクトルについて測定を行った。参照用の Alq₃ 単層膜(100 nm)での測定結果との比較から、ナノメッシュ存在下での発光増強について検討した。

【結果・考察】 Fig.1 に直径 350 nm の PSt ビーズで作製した Ag ナノメッシュ構造の代表的な AFM 像を示す。エッチング処理時間により、ホール配列の周期を保ちながら開口径を制御できる事が確認できた。Fig. 2 に開口径を変化させた場合の Ag ナノメッシュ構造の透過スペクトルと、典型的なサンプル写真を示す。いずれのサンプルも Ag 薄膜固有のピークが 330 nm 付近に観測される一方で、ナノメッシュ構造では全ての開口径のサンプルで、Ag 単層膜では現れなかった 500 nm より長波長側での透過率の上昇を観測した。Ag ナノメッシュ薄膜は開口径に応じて黄～赤色を呈しており、この長波長側の透過帯の変化を反映している。開口径が大きくなるにつれ透過率の上昇が見られ、それに伴いシート抵抗値も増大した。Ag ナノメッシュ構造上に Alq₃ を蒸着したサンプルについて、基板側へ透過してきた PL のスペクトルを Fig. 3 に示す。メッシュ構造無しの Alq₃ 単層と比較して PL 強度は 5 倍以上に増加した。Ag ナノメッシュの吸収・散乱スペクトルと発光との対応関係や、時間分解 PL 測定の結果を基に、発光増強の機構に関して議論する。

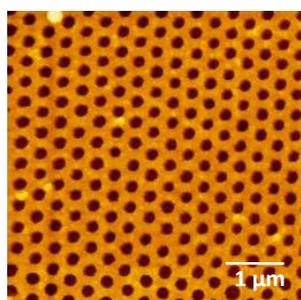


Fig. 1 AFM image of typical Ag nanomesh structure with hole diameter of 250 nm.

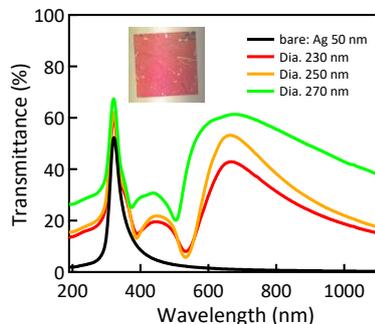


Fig. 2 Transmission spectra of Ag thin film and nanomesh structures with different hole diameters. Inset shows the sample picture of Ag nanomesh with hole diameter of 250 nm.

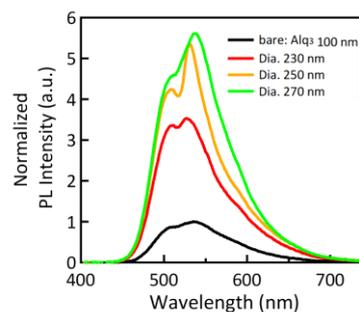


Fig. 3 PL spectra of Alq₃ with/without Ag nanomesh samples with the hole array period of 350 nm and different hole diameters.

【謝辞】 本研究で使用した Alq₃ は、日鉄ケミカル & マテリアル社より提供を受けたものです。