

金属ナノメッシュ構造の作製と電気・光学特性評価

Fabrication and Electrical/Optical Characterization of Metal Nanomesh Structures

北見工大¹ 北大院情報科学² ○宇賀神 舞¹, 木場 隆之¹, 川村 みどり¹, 阿部 良夫¹, 金 敬鎬¹,
陳 亜鳳², 高山 純一², 樋浦 諭志², 村山 明宏²

Kitami Inst. Tech.¹, IST, Hokkaido Univ.²

○Mai Ugajin¹, Takayuki Kiba¹, Midori Kawamura¹, Yoshio Abe¹, Kyung Ho Kim¹,

Yafeng Chen², Junichi Takayama², Satoshi Hiura², Akihiro Murayama²

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

【緒言】近年の有機発光ダイオード(OLED)の材料とデバイスに関する研究の発展により、OLEDはスマートフォンや薄型テレビ等の次世代ディスプレイとして応用が進み、注目を集めている。しかし、OLEDの発光効率は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。金属ナノメッシュ構造をOLEDの透明電極として応用することで、OLED表面プラズモンの異常透過現象により、特定波長域において開口率以上の透過率が期待でき、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期待できる。本研究では、開口サイズ周期の異なるAl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、ナノメッシュ上に有機発光材料を蒸着し、フォトルミネッセンスの透過特性についての検証を行なった。

【実験】ナノスフィアリソグラフィ(NSL)法により基板上に直径 350, 500 nm のポリスチレン(PSi)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、Al 薄膜 50nm を真空蒸着法にて成膜し、PSi ビーズを除去することで Al ナノメッシュ構造を得た。作製した試料は、走査型電子顕微鏡によりメッシュ形状を評価し、ナノメッシュのうち金属部分が占める割合を Fill-Factor(FF)と定義した。また四探針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、ナノメッシュ試料の上に有機発光体である Alq₃ 薄膜を 100nm 蒸着し、Alq₃ 膜側より励起レーザー(400 nm)を照射し、基板側へ抜ける PL の強度を観測した。参照用の Alq₃ 単層膜(100 nm)での同様の PL 観測結果の比較から、光取り出し効率について検討した。

【結果・考察】Fig.1 に、配列周期が 350, 500 nm でそれぞれ異なる FF を持つ、Al ナノメッシュ構造の透過スペクトルを示す。いずれのサンプルも特徴的な 2 つのピークを持ち、その位置は配列周期に対応してシフトしている。特に Ps350 では開口率から期待されるよりもピーク波長における透過率が上昇しており、Al ナノメッシュの周期構造に由来する透過現象が起きていると考えられる。Ps350、Ps500 ともに FF が小さくなると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。また、シート抵抗値を測定した結果、Ps500, FF=0.30 で 10.1 Ω/sq と OLED に一般的に用いられる ITO 膜に匹敵する値であった。Al ナノメッシュ試料(Ps500, FF=0.30)上に Alq₃ を蒸着した試料について、基板側への透過する PL の強度を評価した所、メッシュ構造無しの場合と比較して 2 倍程度に増加した。したがって、作製した Al メッシュ構造は、OLED デバイスにおける透明導電材料として応用が期待できる。

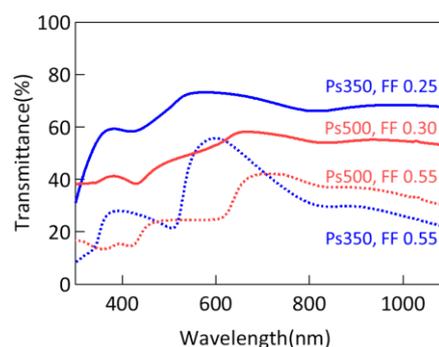


Fig. 1 Transmission spectra of Al nanomesh with different hole periods and fill-factor

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費 JP20K05441 ならびにマツダ財団・マツダ研究助成の助成を受けたものです。また本研究で使用した 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。