

課題番号 : F-14-WS-0063
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 高性能 OLEDs に向けた ITO 上へのナノパターン形成
Program Title (English) : Nano-pattern fabrication on ITO toward the high performance OLEDs.
利用者名 (日本語) : 安達千波矢¹⁾
Username (English) : C.Adachi¹⁾,
所属名 (日本語) : 1) 九州大学
Affiliation (English) : 1) Kyusyu university.

1. 概要 (Summary)

有機半導体の電界発光素子(Organic light emitting diodes : OLEDs)は、軽量、フレキシブル、多色発光といった点から次世代ディスプレイや照明として注目を集めており、九州大学安達研究室においても高性能 OLEDs の実現に向けて研究が進められてきた。すでに内部量子効率に関してはほぼ 100%に近い値を示す材料が実現されており^[1]、また高輝度化に向けた電流密度の向上も図られている^[2]。本検討では OLEDs の更なる特性向上にむけて、透明電極である Indium tin oxide (ITO)上にナノスケールのパターン形成を行った。

ナノパターンの形成には、パターンの自由度等の観点から電子線リソグラフィ (EB 描画) を用いた。しかし、EB 描画によるパターン形成では ITO を構成する原子の原子番号が大きい為に、ITO 表面からの反射電子数が増加し、精緻なナノパターンの形成が困難であることが考えられた。そこで現像工程において、Cold development 法と呼ばれる手法を導入することにより、パターン精度の向上を図った。最終的に、直径 50, 100, 200 nm のパターンを設計値との誤差 3% 以内で作製することに成功した。

2. 実験 (Experimental)

EB 描画によるパターン作製方法の概要について参考文献[3]を用いて説明を受けた。また冷やした現像液を用いて現像する Cold development 法による描画精度の向上方法およびその原理について参考文献[4]を用いて説明を受けた。その後、ITO 上へのナノパターンの形成を行った。

厚さ 100 nm の ITO が製膜されたガラス基板上に、EB 描画用レジストである ZEP520A-7 (日本ゼオン社製) を塗布した。その際、所望膜厚を得る為に、希釈剤 ZEP-A を用いて希釈し、レジストの調整を行った。

次に成膜した基板への EB 描画によるパターン形成を行った。作製条件を以下に示す。

- ・ 装置 : ELS-7700W (Elionix 社製)
- ・ 加速電圧 : 75kV
- ・ パターン : 直径 50, 100, 200 nm の円
- ・ 現像液 : ZED-N50 (日本ゼオン社製)
- ・ 現像温度 : 室温、0°C 以下
- ・ リンス剤 : ZMD-B (日本ゼオン社製)

作製されたサンプルは、FE-SEM(SU8200, 日立ハイテク社製)により観察し、評価を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Cold development 法の影響を確認する為、同条件下において作製された直径 50nm のパターンの、現像温度による比較を Fig.1 に示す。

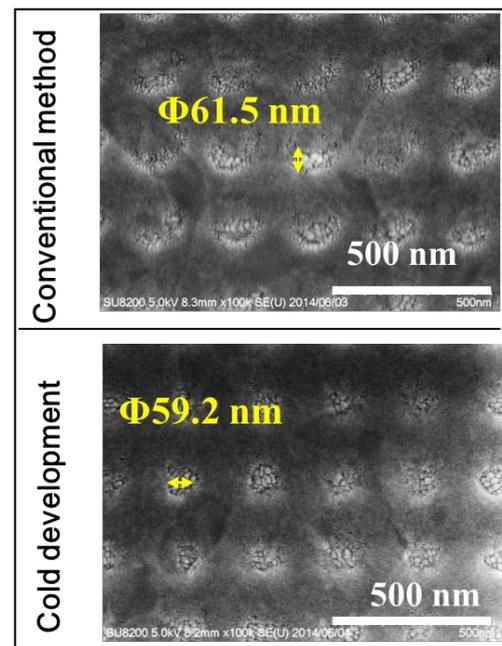


Fig.1 Effect of cold development method.

最終的にパターンの設計値等諸条件を最適化の上、作製したパターンを Fig.2 に示す。

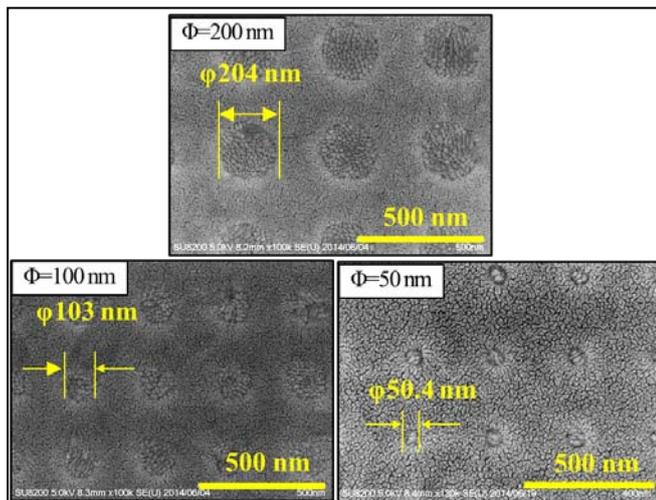


Fig.2 Fabricated nano-hole pattern on ITO

Fig. 1 より Cold development 法を用いることで ITO 上への EB 描画の作製精度が向上されることを確認した。そして、最終的に、Fig.2 に示すように、直径 50, 100, 200 nm のパターンすべてについて、設計値との誤差 3%以内で作製することに成功した。

4. その他・特記事項 (Others)

- 1) H. Uoyama, K. Goushi, K. Shizu, H. Nomura, and C. Adachi: “Highly efficient organic light-emitting diodes from delayed fluorescence”, Nature, Vol.492, 234 (2012).
- 2) T. Matsushima, and C. Adachi: “High-current Injection and Transport on Order of kA/cm² in Organic Light-emitting Diodes Having Mixed Organic/Organic Heterojunction Interfaces”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.46, L861-L863 (2007).
- 3) A. Tseng, K. Chen, C. Chen, U. Hermanns, and K. Ma: “Electron Beam Lithography in Nanoscale Fabrication: Recent Development”, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS PACKAGING MANUFACTURING, Vol.26, 141-149 (2003).
- 4) L. Ocola, and A. Stein: “Effect of cold development on improvement in electron-beam nanopatterning resolution and line roughness”, Journal of Vacuum Science & Technology B, Vol.24, 3061 (2006).

本研究を進めるにあたり、指導及び技術代行して頂きました早稲田大学ナノ理工学専攻修士課程1年 桑江博之様及びナノ理工学研究機構研究院教授 水野潤先生に謝意を示します。

(代行期間 6 か月)

ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト関連予算使用

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし