

極薄酸化ナノシートを電子注入層とした逆型高分子有機 EL 素子の電気的特性

Electrical properties of the inverted polymer light emitting diodes with ultra-thin oxide nanosheets as the electron injection layer

信大 工¹, 京大² 長谷部 大知, 伊東 栄次¹, 福田勝利²

Shinshu Univ.¹, Kyoto Univ.² Taichi Hasebe¹, Eiji Itoh¹, Katsutoshi Fukuda²

E-mail: eitoh@shinshu-u.ac.jp

【まえがき】逆構造型の塗布型の高分子有機EL素子(IPLEDs)は、低コスト化や大面積化に加えて、長寿命化の面で注目されている。IPLEDsは陰極に Indium Tin Oxide (ITO) 等の仕事関数が大きな透明電極を用いるために電子注入障壁を小さくする電子注入層の挿入が必要となる。塗布可能な電子注入層としてpolyethylenimine (PEI)^[1]のようなダイポール層やワイドギャップの酸化膜が注目されている。酸化膜は電子注入促進に加えて、ホールブロッキング効果^[2,3]も期待できるが、直列抵抗低減のための薄膜化や低温プロセス(150℃以下)が重要と考えられる。我々は、室温で製膜可能な酸化タンタルや酸化チタンの極薄二次元結晶体のナノシートの電子注入層応用に着目して研究を行っている。酸化チタンナノシートTaO-NSは酸化チタンTiO-NSに比べ伝導帯位置が高いため電子注入促進に有効と考えられるがITOとの界面の電位障壁が大きいためこれを減らすためにPEIのダイポール層を間に挿入したIPLEDsを作製し、その性能を比較・検討を行った。また、発光層の製膜時に沸点の異なる溶媒を使用して発光効率の改善を目指し、その電気的特性の違い等を検討した。

【作製方法】ITO基板をUV処理し、交互吸着法により希釈水溶液中にてPEI、TiO-NS、およびTaO-NSを製膜して加熱乾燥処理後にpoly[(9,9-di-n-octylfluorenyl-2,7-diyl)-alt-(benzo[2,1,3]thiadiazol-4,8-diyl)](F8BT)を製膜した。PDMSスタンプに一旦Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(4,4'-(N-(4-secbutylphenyl)diphenylamine)](TFB)をスピコートし、転写法を用いてF8BTに積層した後、真空蒸着法を用いてMoO_xとAlを蒸着して素子とした(Fig.1)。作製した素子は、真空チャンバー内で100℃、10分加熱処理を行った後、室温で電流密度-電圧-輝度(J-V-L)特性と発光スペクトルおよびC-V、C-F特性の測定を行った。

【結果と考察】電子輸送層にTiO-NSを用いた素子に比べてTaO-NSを用いた素子の電流効率は約4.3から7.8cd/Aに向上した。ITOを基準としたITO/PEI/TiO-NSおよびITO/PEI/TaO-NS界面の表面電位測定から $\Delta_{PEI}=0.9-1.0$ eVであるのに対してTiO-NSでは $\Delta_{TiO-NS}=0.6-0.7$ eVと減少するが、TaO-NSは $\Delta_{TaO-NS}=1.2-1.3$ eVと増加しており、界面ダイポールやナノシートの伝導帯位置の違いにより電子注入促進効果に差が生じ性能差が発生したと考えられる。また、F8BTの溶媒をクロロホルムCF、トルエンTolu、クロロベンゼンCBと変えると沸点の増加に伴い効率が向上した。電流も大きく増加しており、F8BTのキャリア輸送能など膜質の改善によると考えられる。詳細は当日報告する。

参考文献

- [1] S. Stolz, et.al. *Appl. Mater. Interfaces*. **6**, 6616– (2014).
- [2] W.-J. Chun et.al. *J. Phys. Chem. B*. **107**, 1798 (2003).
- [3] E. Itoh, et al. *J. Nanosci. Nanotechnol.* **16**, 3248 (2016).

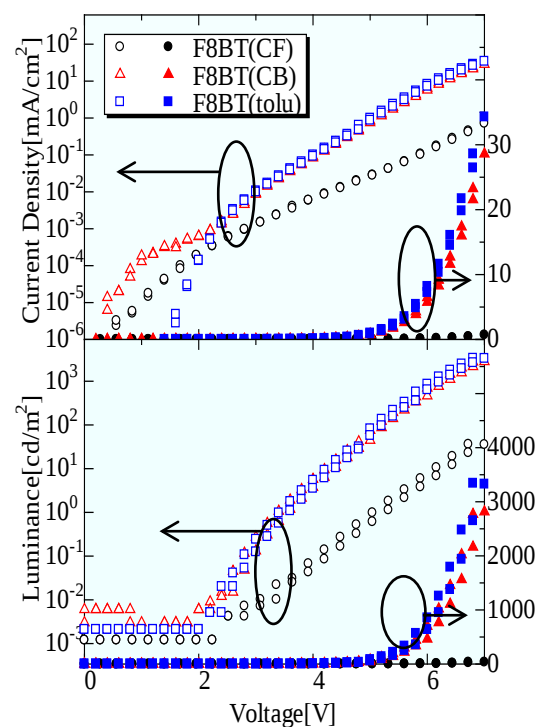


Figure 1. J-V and L-V characteristics. (F8BT solvent of CF and CB)