

高感度紫外光電子分光によるホール注入層/ITO 界面の電子構造

Electronic Structures of Hole-Injection Layer/ITO Interfaces Studied

by High-Sensitivity Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy

千葉大学大学院融合科学研究科¹, 千葉大先進科学センター², 九州大学 OPERA³○大澤 佑介¹, 町田 真一¹, 中山 泰生², Jun Y. Kim³, 安達 千波矢³, 石井 久夫^{1,2}AIS, Chiba Univ.¹, CFS, Chiba Univ.², OPERA Kyushu Univ.³○Yusuke Ozawa¹, Shin'ichi Machida¹, Yasuo Nakayama²Jun Y. Kim³, Chihaya Adachi³, Hisao Ishii^{1,2}

E-mail: o-zawa@chiba-u.jp

【はじめに】電極から有機層へのキャリアの注入は有機 EL 素子の性能を向上させるための重要なプロセスの 1 つである。近年の研究で N^1,N^1,N^1,N^1 -tetrakis(4-(benzo[*b*]thiophen-2-yl)phenyl)benzene-1,4-diamine (BT-DDP) やその誘導体をホール注入層として用いたところ、分子配向の度合いに対応して有機 EL 素子の駆動電圧が減少したという報告がされている[1]。ホール注入層/ITO 界面におけるキャリア注入が向上した理由を理解するうえで、界面のホール注入障壁を調べることは重要である。さらに、ホール注入を補助している可能性がある HOMO よりも浅い所に広がっているギャップ内準位を調べることも重要である。

そこで本研究では 3 つのホール注入層/ITO 界面の電子構造を高感度紫外光電子分光法 (High-Sensitivity Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy: HS-UPS) により測定し、ホール注入障壁の決定およびギャップ内準位の検出を試みた。

【結果】注入障壁の大きさは α -NPD は 0.32 eV、T-DDP は 0.25 eV そして一番配向性の高い BT-DDP は 0.22 eV となった。ここで得られたホール注入障壁の大小関係は Fig.1 で示した分子の水平配向の度合いと一致しており、配向度合いが大きくなることに対応してホール注入障壁が小さくなっている。

Fig.2 に HS-UPS から得られた各物性値を示す。バルクにおいて測定されたイオン化エネルギーは BT-DDP が最も大きいにもかかわらずホール注入障壁が減少している。これは界面での真空準位シフト (Δ) が他の 2 つの分子とは逆方向に生じていることによると考えられる。また、HS-UPS より HOMO 準位が広がってその裾がフェルミ準位 (E_F) までのびていることもわかった。フェルミ準位における状態密度 $D(E_F)$ の値についても駆動電圧の低下と相関があることが明らかになり、この強度も注入に関係していると考えられる。 $D(E_F)$ の詳細は当日報告する予定である。

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。

[1] Jun Y. Kim et al., J. Phys. Chem. C, **116** (15), pp8699-8706 (2012)

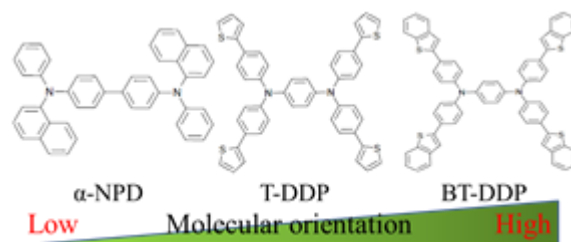


Fig.1 Molecular structure and orientation

	Preferred for hole injection →		
	α -NPD	T-DDP	BT-DDP
S [1]	-0.01	-0.18	-0.23
I_s /eV	5.20	5.23	5.32
Φ_B^P /eV	0.32	0.25	0.22
Δ /eV	-0.16	-0.11	0.03
$D(E_F)^*$	1	1.1	1.7

Fig.2 Estimated parameters

S : Orientation parameter, I_s : Ionization energy

Φ_B^P : Hole injection barrier, Δ : V.L. shift

$D(E_F)$: DOS at the Fermi energy

*: Relative value to α -NPD