放射光オペランド顕微光電子分光法による有機薄膜 FET の 動作環境下電位分布解析

Analysis of Potential Distribution in Organic Field Effect Transistors during Operation by the *Operand* Scanning Photoelectron Microscopy

東北大多元研 1 , KEK 物構研 2 , 東大新領域 3 , 阪大工 4 , 東大放射光 5 $^{\circ}$ 永村 直佳 1 , 北田 祐太 1 , 本間 格 1 , 堀場 弘司 2 , 松井 弘之 3 , 鶴見 淳人 3,4 , 竹谷 純一 3 , 尾嶋 正治 5

IMRAM, Tohoku Univ.¹, IMSS, KEK², School of Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo³, School of Engineering, Osaka Univ.⁴, SRRO, UT⁵,

°Naoka Nagamura¹, Yuta Kitada¹, Itaru Honma¹, Koji Horiba², Hiroyuki Matsui³, Junto Tsurumi³, Jun Takeya³, and Masaharu Oshima⁴ E-mail: nagamura@tagen.tohoku.ac.jp

有機半導体材料を用いた電子デバイスは、従来の無機半導体材料を用いたものに比べて低コスト・低環境負荷であり、軽量化やフレキシブル化の観点でも注目されている。中でも、有機半導体薄膜をチャネルとして利用した有機薄膜電界効果トランジスタ(OFET)は、溶液からの塗布という簡便なプロセスで単結晶 like な有機薄膜が得られることから、高いキャリア移動度を示すものが報告されている[1]。

しかし、さらなる性能向上のためには、実際の動作環境下における異種接合界面の状態やチャネル内でのキャリア空間 Fig. 1 (a) 分布の均一性など、デバイス構造内部の電子状態を nm オーダー C10-DNEで局所的に把握することが必要不可欠である。そこで本研究では、of OFET.

(a) $H_{21}C_{10}$ $C_{10}H_{21}$

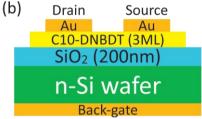


Fig. 1 (a) Molecular structure of C10-DNBDT. (b) Schematic image

OFET 構造の電子状態空間分布を明らかにするべく、我々の開発した 3 次元 nanoESCA 装置[2]を用いて、デバイス実動作環境下における軟 X 線走査型顕微光電子分光測定を行った。

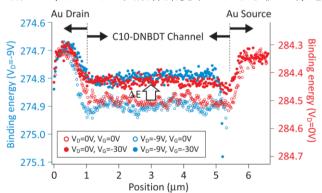


Fig. 2 Line profiles of C 1s binding energy.

測定試料は、 $SiO_2(200nm)/Si(100)$ 基板上に、 塗布法によりジナフトベンゾジチオフェン誘 導体(C10-DNBDT)薄膜(膜厚 3ML, 12nm)を作 製し、その上に Au 電極を蒸着したものである (図1)。測定はSPring-8のBL07LSUで行った。

ソース電極近傍から有機薄膜チャネルを経てドレイン電極近傍まで、C *Is* コアレベルについて顕微光電子分光のラインスキャンを行ったところ、図 2 のように-30V のゲート電圧印加によってピーク位置が 0.1eV 程度低結合

エネルギー側にシフトしており(Δ E)、バックゲート電極からホールドープされている状態が確認された。一方、チャネル/ソース電極界面に注目すると、接合部から幅 500nm 程度にわたって、ドレイン電圧分の 9eV の C Is コアレベルシフトがおきている様子が捉えられ、ドレイン電圧印加下でチャネル/電極界面近傍に大きな空乏領域が生じていることが判明した。

当日は、本測定結果の詳細について、定量的解釈や測定装置の利点を交えつつ議論する。

- [1] J. Soeda et al., Appl. Phys. Express, 6 (2013) 076503.
- [2] K. Horiba et al., Rev. Sci. Instrum., 82 (2011) 113701.