

p/n 積層構造を持つ縦型有機トランジスタの動作機構

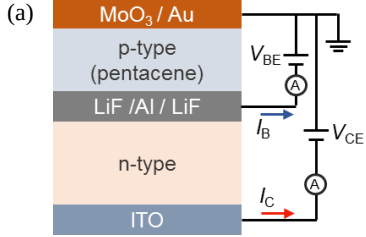
Operation mechanism of vertical organic rransistors with p/n layered structure

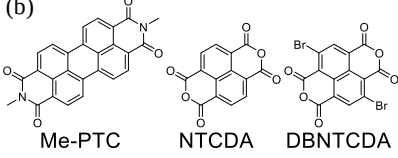
阪大院工, °森下 諒子, 末延 知義, 鈴木充朗, 中山 健一

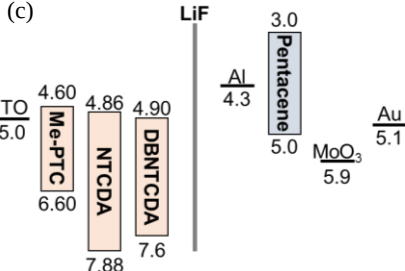
Osaka Univ., °Ryoko Morishita, Tomoyoshi Suenobu, Mitsuharu Suzuki, Ken-ichi Nakayama

E-mail: nakayama@mls.eng.osaka-u.ac.jp

はじめに: 縦型メタルベース有機トランジスタ(MBOT)は、有機層と電極を交互に挟んだ単純な構造で、面状の大電流を変調可能な有機トランジスタである。我々はこれまでに、n 型および p 型 MBOT の動作に成功しているが[1]、これらのユニポーラデバイスは、中間ベース電極でのキャリア透過を促進するために電極の大気下加熱工程を必要とする。一方、近年我々が

(a) 

(b) 

(c) 

見いだした、コレクタ層に n 型、エミッタ層に p 型半導体を用いた p/n 積層型 MBOT(Fig.1a)は、大気下加熱不要で高い性能を実現できるデバイスである。見かけ上はユニポーラデバイスと同様の電流増幅現象を示すが、その動作メカニズムは異なると考えられる。本研究では、コレクタ層に用いる n 型有機半導体材料が性能に及ぼす影響と、各デバイスのベース接地測定結果から推測される動作機構について議論する。

実験: ITO 基板上に Fig.1b に示す n 型有機半導体をコレクタ層として真空蒸着法でそれぞれ成膜した後、ベース電極として LiF(7 nm) /Al(10 nm)/LiF(1 nm)を蒸着した。その後、エミッタ層として pentacene(50 nm)を蒸着、エミッタ電極として MoO₃(4 nm)/Au(30 nm)を真空蒸着して素子を作製した。作製した素子についてエミッタ接地測定およびベース接地測定を行った。

結果と考察: Fig.2 に示すように、全ての n 型材料において電流増幅が確認され、その電流増幅率 h_{FE} はベース電圧に対して極大を示した。極大点の値と電圧はコレクタ層材料によって異なり、材料の LUMO 準位が深く(Fig. 1c)、ITO (コレクタ電極)からの電子注入性が良いほど、より低電圧側で極大点を取ることが分かった。また、電流増幅率を決定づける因子を明らかにするため、電子とホール注入を独立して制御できるベース接地測定を行った。電流増幅率は電子とホールの注入量が 1:1 に近い時に極大を示したことから、p/n 積層型の MBOT では、注入された両キャリアが再結合することで電流増幅する動作機構であると結論した。

[1] K. Nakayama, R. Akiba, J. Kido, *Appl. Phys. Express* **5**, 094202 (2012).

Fig. 1. (a) Device structure of the n/p MBOT, (b) chemical structures of n-type organic semiconductors, (c) energy level diagram of the MBOT.

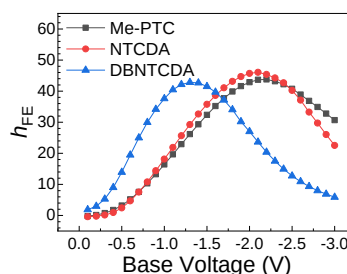


Fig. 2. Current amplification characteristics of the n/p MBOT with various n-type organic semiconductor materials.