

pn 積層構造を持つ縦型有機トランジスタの再結合メカニズム解明

Amplification mechanism based on carrier recombination in vertical organic transistors 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で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気相加熱工程を必要とする。一方、最近我々が注目しているコレクタ層にn型、エミッタ層にp型半導体を用いたpn積層型MBOT(Fig. 1a)は、気相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、デバイスのベース接地測定結果とインピーダンス測定から推測される電流増幅機構について議論する。

実験: ITO基板上にFig. 1bに示すMe-PTC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(0-30 nm)/Al(10 nm)/LiF(1)を蒸着した。その後、エミッタ層としてpentacene(50 nm)、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およびベース接地測定、さらにインピーダンス測定を行った。

結果と考察: Fig. 2(a)に示すように、LiF層を挿入した素子で出力電流の変調および電流増幅が確認された。また、コレクタ電流が変調する閾値電圧はLiFの厚膜化によって増大した。インピーダンス測定によりベース(B)・コレクタ(C)電極間の容量を算出したところ、LiF膜厚の厚膜化に従ってBC電極間容量が減少しており、また、ベース接地測定からは電子とホールが1:1のバランスのとき電流増幅率が極大を取ることが示された。以上より、pn積層構造を持つMBOTは、薄いLiF層が持つ容量への電子の部分的な蓄積と、それによって形成された電界によりLiF層を透過した電子とエミッタ電極からのホールとの中間電極付近での再結合により電流増幅する動作機構であると結論した。

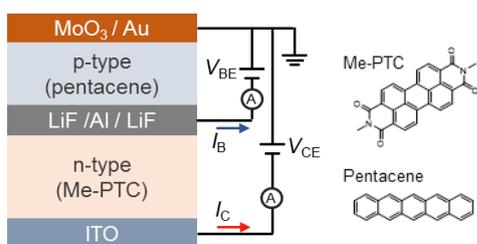


Fig. 1. (a) Device structure of the n/p MBOT, and chemical structures of Me-PTC and pentacene.

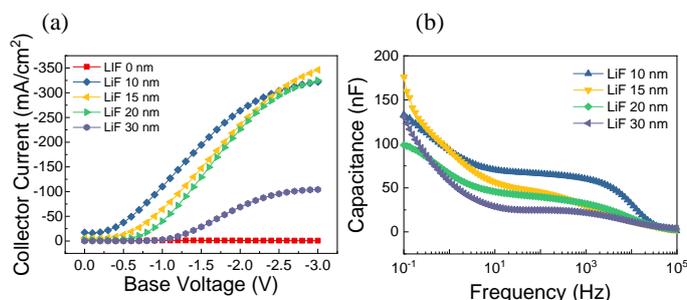


Fig. 2. (a) Output current characteristics, (b) capacitance vs. frequency graph of the n/p MBOT with various LiF thickness.

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