

MOS キャパシタ構造を利用した有機半導体中のキャリア移動度評価

Evaluation of Carrier Mobilities in Organic Semiconductor Using MOS Capacitors

神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

○木村 由希, 服部 吉晃, 北村 雅季

Department of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Kobe University

○Yoshinari Kimura, Yoshiaki Hattori, and Masatoshi Kitamura

E-mail:kimura@eedept.kobe-u.ac.jp

有機デバイスの半導体内部や半導体/絶縁膜界面の状態を調べるのに、MOS キャパシタ構造のキャパシタンス特性を利用する方法がある。我々は、pentacene MOS キャパシタについてキャパシタンスの周波数特性を報告した[1]。本研究では、その研究を発展させ、電極に覆われていない有機半導体層を有する MOS キャパシタのキャパシタンス特性について、分布定数回路による等価回路でよく再現できることを示し、キャリア移動度の評価に成功したので、それについて報告する。

図 1 に作製した MOS キャパシタの断面図を示す。ガラス基板上に、下部電極として Cr を、絶縁膜として SiO₂ をそれぞれ製膜した。絶縁膜の表面処理として、UV オゾン処理と HMDS 処理を行った後、pentacene と Au 電極をそれぞれ真空蒸着にて製膜した。Au 電極と重なるの無いチャンネル領域の長さ L は 0.5~2.5 mm、幅は 0.2 mm である。キャパシタンス測定は Au 電極に対し Cr 電極に DC 電圧 V_G を印加することで実施した。

図 2 に $L = 1.0$ mm のキャパシタンス-電圧特性を示す。 $f = 1$ Hz におけるキャパシタンス値は、 $V_G < 0$ V では pentacene と Au 電極の面積と一致しており、 $V_G > 0$ V では Au 電極のみの面積と一致している。また、周波数が高くなるほどキャパシタンス値が変化する傾きが小さくなっている。これらの結果から、 V_G が 0 V を下回ると Au 電極と重なるの無いチャンネル領域へのキャリアの蓄積が始まり、電圧と周波数に依存してキャリアが L 方向に広がると言える。

キャパシタンス特性を解析するため Au 電極と重なるの無い領域について図 1 に示した等価回路[2]を仮定した。キャパシタンス-周波数特性はこの等価回路を使ってよく再現でき、キャパシタンス-電圧特性から、各ゲート電圧について等価回路のシート抵抗 R_{sh} が得られる。さらに、 R_{sh} のゲート電圧依存性から、移動度およびキャリアの蓄積が始まる閾値電圧が決まる。その移動度を示したのが図 3 である。図のように移動度は $0.5 \sim 0.6$ cm² V⁻¹ s⁻¹ で、 L によらずほぼ一定である。この値は、標準的な pentacene トランジスタの電界効果移動度の範囲にある[3]。トランジスタより見積もられる移動度はコンタクト抵抗やドレイン電圧による電界効果を含んだ値である。他方、ここで見積もられた移動度は、DC+AC 電圧の印加によってキャパシタンスを測定していることから、キャリアが十分注入された状態でのキャリア挙動であり、コンタクト抵抗等の影響のない純粋な材料の移動度を評価できている可能性がある。移動度の算出はある L について行えるが、移動度の L 依存性を示すことにより、信頼性がある程度示された結果と考えている。

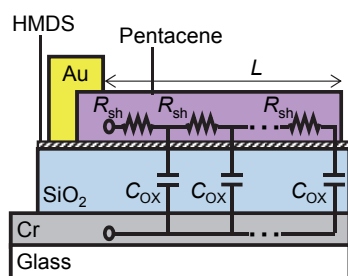


Fig. 1 Illustration of a pentacene MOS capacitor.

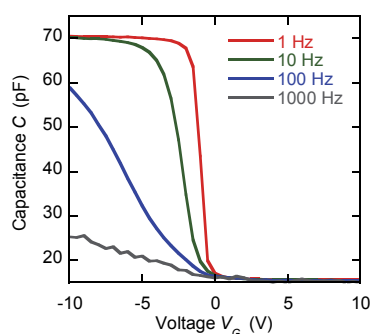


Fig. 2 Capacitance-voltage characteristics for $L = 1.0$ mm.

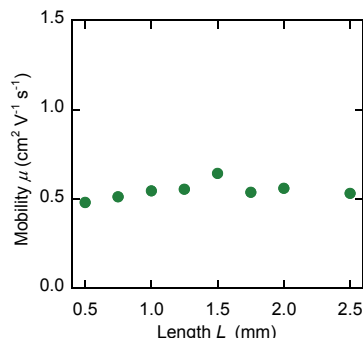


Fig. 3 Mobilities estimated for pentacene MOS capacitors.

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費、奨励研究(19H00198)、基盤研究(B)(19H02171)、若手研究(19K15048)、挑戦的研究(開拓)(17H06229)の助成を受けて遂行された。

【参考文献】[1]木村 他, 2019 年第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 10p-S222-11. [2] K.-D. Jung, *et al.*, IEEE Electron Device Lett. **28** 204 (2007). [3] M. Kitamura, Y. Arakawa, J. Phys.: Condens. Matter **20** 184011 (2008).