

有機電界効果トランジスタの半導体-絶縁体界面修飾の移動度への影響

Effect of semiconductor-insulator interface modification on mobility of organic field-effect transistors.

東北大理¹ (M2)高田幸志¹, 下谷秀和¹

Tohoku Univ¹, Koshi Takada¹, Hidekazu Shimotani¹

E-mail: takada.koshi.p5@dc.tohoku.ac.jp

両極性有機 FET において電子の移動度は正孔に比べ 1~2 桁小さいが、理論計算による有効質量の差からは正孔と電子の電界効果移動度の差はそれほど大きくはならないことが予想される。従って、両極性有機 FET の構成要素内に電子の伝導を阻害する要因があるものと考えられる。そこで、本研究では絶縁層の表面修飾に着目した。有機 FET において初めて電子の伝導が確認された報告も絶縁層修飾によるものである。この事からも絶縁層修飾によって電子移動度を制御できる可能性があると考えられる。修飾材料による電流値や移動度への影響やその原因としてポーラロンによる影響[1]やランダムに配向した双極子モーメント[2]が論じられてきた。我々はこれら 2 つの原理とは別に絶縁層修飾膜の材料における電気陰性度も移動度に影響を与えるものと考えられる。

本研究では構成元素の異なる材料を用いて絶縁層表面修飾を施した両極性有機 FET を作製し四端子法による測定を行い、絶縁層修飾膜による移動度への影響を調べた。

図 1 に本研究で作製した FET の模式図を示す。絶縁層修飾膜の材料としては、電気陰性度を指針として炭素と

水素のみからなるポリスチレン(PS)、加えて比較的大きな電気陰性度を持つ酸素を含んだポリメチルメタクリレート(PMMA)、更に大きな電気陰性度の値を持つ塩素を含むポリ(4-クロロスチレン)(PCS)の 3 種(図 2)を選択し、Si/SiO₂ 基板上に成膜した。その上にルブレ単結晶を貼付け、Au/Ca 非対称電極を蒸着した。

四端子測定より得た、其々の修飾膜を用いた FET の電子(μ_e)・正孔(μ_h)の移動度を表 1 にまとめた。最も高い電子移動度を示した修飾膜は PS であり、次いで PMMA、残る PCS については電子の伝導を示さないという結果となった。有機 FET の電界効果移動度は半導体-絶縁体界面の電荷トラップ準位の深さと数に依存し、電気陰性度が高い元素を含む物質を修飾膜材料として用いると電子移動度が低下すること、同じ修飾膜材料でも正孔と電子に対してトラップ準位の深さが異なると予想する。正孔の移動度についてはポーラロンや双極子モーメントの影響であれば、電子と同程度に働くはずであるが正孔への影響が大きいことから別の原因が働いていることが予想される。その原因として我々は絶縁層修飾膜に含まれる元素の電子親和力の違いと考えている。従って電気陰性度の高い元素が直接電子をトラップする要因として働いているものと考えられる。

発表では伝達特性の温度依存性から得られたトラップ準位の状態密度をもとに議論を行う。

[1] I.N.Hulea *et al.*, nature material Vol5 December (2006)

[2] By Janos Veres *et al.*, Adv. Funct. Mater. **2003**, 13, No.3

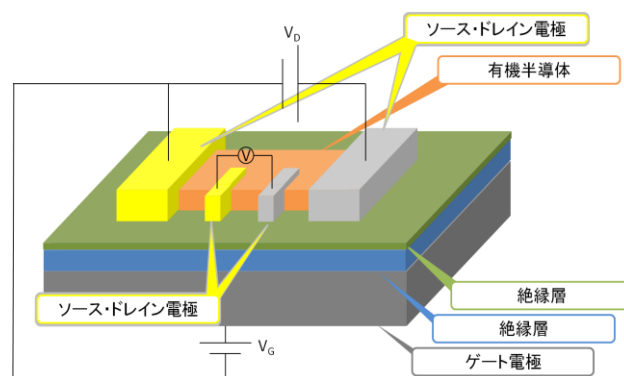


図 1 FET の模式図

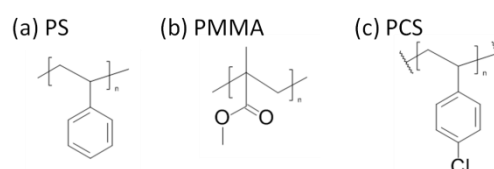


図 2 絶縁層修飾膜に使用したポリマーの構造式

表 1 チャンネルの電界効果移動度

	PS	PMMA	PCS
μ_h (cm ² /V·s)	9.40	9.28	3.58
μ_e (cm ² /V·s)	2.14	1.42	×