

アルキル鎖長の異なる poly(3-alkylthiophene)を用いた トップゲート有機トランジスタのデバイス特性

Device characteristics of top-gate organic transistors using
poly(3-alkylthiophene) with different alkyl chain lengths

¹大阪府大院工, ²大阪府大 分子エレクトロニックデバイス研

○高木 謙一郎¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林 隆史^{1,2}, 内藤 裕義^{1,2}

¹Osaka Pref. Univ., ²RIMED

○K. Takagi¹, T. Nagase^{1,2}, T. Kobayashi^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

E-mail: takagi@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに Polythiophene にアルキル側鎖を導入し、有機溶媒に可溶化した poly(3-alkylthiophene) (P3AT) は代表的な有機半導体高分子材料である。特にヘキシル基を持つ poly(3-hexylthiophene) (P3HT) は高いキャリア移動度と高い溶解性を併せ持つことから、有機 FET のみならず、有機太陽電池の分野でも盛んに用いられている。有機 FET において、ボトムゲート構造による P3AT の移動度のアルキル鎖長依存性は幾つかのグループにより報告されている[1]が、トップゲート構造による詳細な報告はこれまでにない。本研究では、トップゲート構造を有する P3AT FET の移動度のアルキル鎖長依存性を調べることを目的とした。

2. 素子作製 半導体材料として、ヘキシル基 (C=6)、オクチル基 (C=8)、デシル基 (C=10) を持つ regioregular P3AT (それぞれ P3HT, P3OT, P3DT と呼ぶ) を用いた。フォトリソグラフィによりガラス基板上に Au ソース・ドレイン電極を形成した。基板上に無水クロロベンゼンに溶解した P3AT をスピコートし、乾燥させた後、更にゲート絶縁膜として CYTOP、poly(4-chlorostyrene) (PCS)、あるいは poly(methylmethacrylate) (PMMA) をスピコートした。最後に Al ゲート電極を真空蒸着することでトップゲート型 FET を作製した。また比較として、UV/O₃ 及び octadecyltrichlorosilane (ODTS) で表面処理した *n*⁺-Si/SiO₂ 基板を用いて、ボトムゲート型 P3AT FET を作製した。

3. 結果及び考察 図 1 にトップゲート型及びボトムゲート型 P3AT FET の電界効果移動度のアルキル鎖長依存性を示す。UV/O₃ 処理基板上的ボトムゲート P3AT FET においては、過去の報告[1]と同様に移動度はアルキル鎖長の増加に伴って 1 桁以上低下した。一方、トップゲート型 P3AT FET では、ODTS 処理基板上的ボトムゲート型 FET と同程度の高い移動度を示し、アルキル鎖長の増加に対する移動度の低下は僅かであった。図 2 にゲート絶縁膜の比誘電率に対するトップゲート型 P3AT FET の移動度を示す。いずれの P3AT を用いた場合でも移動度の比誘電率に対する依存性は見られず、ダイポールディスオーダーによる移動度低下が抑制されることが分かった。これらの結果は、トップゲート型 FET においてキャリア輸送領域となる半導体薄膜表面において、P3AT 分子がアルキル鎖長に依らずに edge on 配向していることを明確に示している[2]。トップゲート構造を用いることで、アルキル側鎖の増加に伴う P3AT FET の移動度低下が抑制できることが明らかとなった。

参考文献 [1] 例えば K. Kaneto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **39**, L872 (2000). [2] 高木他, 第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集, 12-243 (2012).

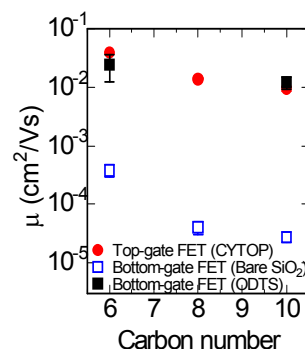


Fig. 1. Field-effect mobilities of top-gate and bottom-gate P3AT FETs as a function of alkyl chain length.

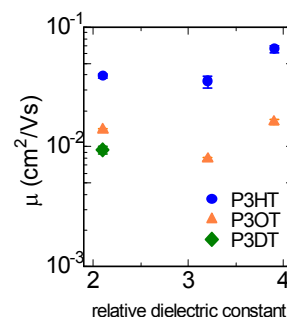


Fig. 2. Field-effect mobilities of top-gate P3AT FETs as a function of the relative dielectric constant of gate insulators.