

チエノチオフェンジオンを有する高移動度半導体ポリマー

A High-Mobility Semiconducting Polymer Based on Thienothiophenedione

広大院工¹, JST さきがけ², JASRI³○尾坂 格^{1,2}, 阿部 達¹, 齊藤 慎彦¹, 森 裕樹¹, 小金澤 智之³, 瀧宮 和男¹Hiroshima Univ.¹, JST PRESTO², JASRI³ Itaru Osaka^{1,2}, Toru Abe¹, Masahiko Saito¹, Hiroki Mori¹,Tomoyuki Koganezawa³, Kazuo Takimiya¹

E-mail: iosaka@hiroshima-u.ac.jp

【緒言】電子供与性（ドナー）及び電子受容性（アクセプター）ユニットから成る半導体ポリマー、所謂ドナー・アクセプター型ポリマーは、塗布型有機トランジスタ（OFET）や有機薄膜太陽電池にて高い特性を示すことから、開発研究が国内外にて盛んに行われている。特に最近、 $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超えるホール移動度も報告されており、半導体ポリマーに対する認識が変わりつつある。一方で、そのような高移動度を与えるポリマーは、ベンゾチアジアゾールやジケトピロロピロールなどの一部のアクセプターユニットを有するものに限られる。本研究では、新規な強いアクセプターユニットであるチエノチオフェンジオンを有する半導体ポリマー (Figure 1) の合成と物性、OFET 特性について議論する。

【結果と考察】ポリマーは、クロロベンゼンやジクロロベンゼンに可溶であり、数平均分子量は 33000 ~ 34000 (PDI = 1.8) 程度であった。UV-vis 吸収スペクトルの吸収端から算出したバンドギャップは約 1.2 eV と非常に小さいものであった。また、電気化学的に求めた HOMO レベルは -5.1 eV であり、これとバンドギャップとの差により算出される LUMO レベルは -3.8 eV と非常に深い値であることが分かった。ポリマーの OFET 特性を、ボトムゲート・トップコンタクト (BGTC) 素子及びトップゲート・ボトムコンタクト (TGBC) 素子にて評価したところ、興味深いことに BGTC 素子では p 型、TGBC 素子ではアンビポーラー挙動を示した。また、特に BGTC 素子では薄膜のアニール温度を上昇することでホール移動度の向上が見られ、150°C では約 $0.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度であったが、300°C では最大で $1.4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に達した。これは、X 線回折測定より、高温でアニールすることで edge-on 配向した成分が増大したことから、面内の電荷輸送効率が高くなったことに起因することが示唆された。TGBC 素子では、ホール移動度は約 $0.05 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、電子移動度は約 $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を示した。これらのことから、チエノチオフェンジオンは半導体ポリマーの骨格として非常に有用であることが明らかとなった。

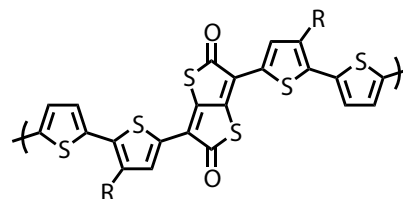


Figure 1. Thienothiophenedione-based polymer

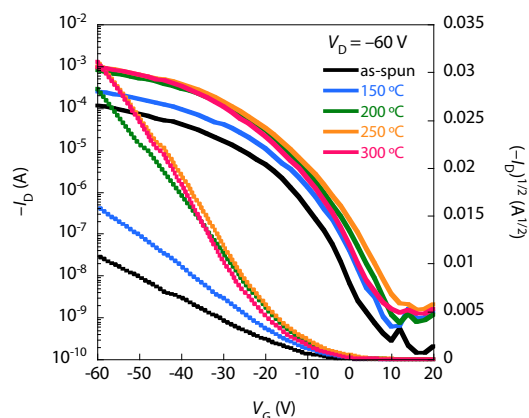


Figure 2. Transfer characteristics of a polymer-based OFET device with a bottom-gate top-contact configuration.