

PTB7 FET のキャリア輸送特性に対するアニール温度の影響

The influence of annealing temperature
on carrier transport of PTB7 field-effect transistor¹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 近年, 有機薄膜太陽電池のドナー材料として, thieno[3,4-b]thiophene と benzodithiophene を共重合させた構造を持つ低バンドギャップポリマーが大きな注目を集めている. 特に, その材料系のうちの一つである Poly[[4,8-bis[(2-ethylhexyl)oxy]benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophene-2,6-diyl][3-fluoro-2-[(2-ethylhexyl)carbonyl]thieno[3,4-b]thiophenediyl]] (PTB7) とアクセプタ材料としてフラーレン C₇₀ 誘導体である [6,6]-phenyl C₇₁ butyric acid methyl ester (PC₇₁BM) を組み合わせたバルクヘテロ接合型太陽電池は, 電力変換効率 7.4 % を示し, ポリマー材料を用いた太陽電池としては初めて 7 % を超える値を達成した [1]. しかしながら, これらの材料系を用いた太陽電池では, アニール処理により電力変換効率が低下する問題が知られている [2]. 本研究では, Field-effect transistor (FET) 構造を用いて PTB7 のキャリア輸送を評価し, PTB7 薄膜のアニール処理が輸送特性に与える影響を調べることを目的とした.

2. 素子作製 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 (チャネル長: 50 μm). 基板上に無水クロロベンゼンに溶解した PTB7 をスピコート法により製膜し, 室温及び 60 °C, 80 °C, 100 °C で 60 分間真空乾燥した. ゲート絶縁膜として, PTB7 層上にフッ素系ポリマーである CYTOP をスピコートした. 乾燥後, Al ゲート電極を真空蒸着することでトップゲート型 PTB7 FET を作製した.

3. 結果及び考察 図 1 にアニール温度の異なるトップゲート PTB7 FET の伝達特性を示す. いずれの素子も典型的な p 型の特性を示した. 伝達特性から求めた電界効果移動度は $\sim 10^{-3}$ cm²/Vs を示し, ダイオード構造を用いて評価した Space charge limited current (SCLC) 移動度と同程度であった [1]. これは典型的な有機薄膜太陽電池のドナー材料である poly(3-hexylthiophene) (P3HT) と異なり, PTB7 においては界面方向とそれに垂直な方向 (膜厚方向) の移動度に異方性がないことを示唆している. トップゲート PTB7 FET の移動度はアニール処理温度に依存せず, 一定の値を示すことが分かった (図 2). この結果は, アニール処理による PTB7:PC₇₁BM 太陽電池の電力変換効率の低下は, ドナー材料である PTB7 の構造変化ではなく, ドナー・アクセプタ材料の相分離構造の変化に起因するものであることを示している.

参考文献 [1] Y. Liang *et al.*, Adv. Mater. **22**, E135 (2010). [2] Y. Liang *et al.*, L. Acc. Chem. Res. **43**, 1227 (2010).

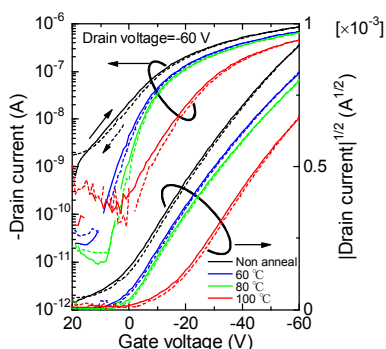


Fig. 1. Transfer characteristics of top-gate PTB7 FETs annealed at different temperatures

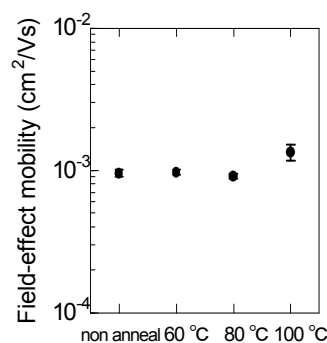


Fig. 2. Field-effect mobility of top-gate PTB7 FETs as a function of annealing temperature.