

有機ナノファイバーコンポジットフィルムの半導体特性

Transistor Characteristics of Nanofiber Composite Film

○八木 杜仁¹、下村 武史² (1. 農工大院工、2. 農工大院工)

○Morito Yagi¹, Takeshi Shimomura² (1. Tokyo Univ. of Agri. & Tech., Grad. Sch. Eng., 2. Tokyo Univ. of Agri. & Tech., Grad. Sch. Eng.)

E-mail: s158242u@st.go.tuat.ac.jp

【諸言】

有機ナノファイバーコンポジットフィルムは、ナノファイバー化した半導体性有機材料を汎用性高分子に埋め込んだ複合材料であり、フレキシビリティ、低エネルギープロセス、という面から有機エレクトロニクスへの応用が期待されている。機能性部位である半導体性ナノファイバーを汎用性高分子材料に埋め込むことで、機械強度の向上、及び機能性部位の保護による耐候性の向上からフレキシブルデバイスへの応用も期待されている。

【目的】

本研究では、n型半導体性有機材料として知られる *N,N*-ditridecylperylene-3,4,9,10-tetracarboxylic diimide (PTCDI-C13)を自己組織化によりナノファイバー化し、poly(methyl methacrylate) (PMMA)に埋め込むことで、コンポジットフィルムを作製する¹⁾。既往研究としてコンポジットフィルムのトランジスタ特性の評価やネットワークの可視化が行われているが²⁾、作製条件や構造を考慮した詳細な性能評価は行われていない。そこで、本研究ではコンポジットフィルムを作製する際のポリマー比、ドーパ率とコンポジットフィルムの電気伝導の関係を評価する。また、n型とp型のナノファイバーを用いたコンポジットフィルムを合わせ、相補型デバイスの作製を目指す。

【実験】

PTCDI-C13をchloroform、methanol界面で自己組織化させることでn型の半導体特性をもつ有機ナノファイバーを作製した³⁾。作製したナノファイバー溶液に *N*-DMBIを溶かしたドーパ溶液とPMMAを加え、攪拌し、基板に製膜することで有機ナノファイバーコンポジットフィルムを作製した。次に、PMMA、*N*-DMBIの比率を変えた試料を作製し、測定試料とした。それぞれの試料について *I-V*測定及びFET測定を行うことで、ドーパ率、ポリマー比とコンポジットフィルムの電気伝導の関係を調査した。さらに、シリコン基板上でP3HTとPMMAを用いて作製した有機ナノファイバーコンポジットフィルムと結合させることでp-n界面を形成し、整流性の調査、*I-V*特性の温度依存性の調査を行った。また、フレキシブル基板上で同様にp-n界面を形成し、湾曲させた際の電気物性の変化について調査した。

【結果・考察】

N-DMBIの比率を変え、コンポジットフィルムを作製したところ、ドーパ率が大きくなるにつれて導電率、移動度ともに増加する傾向が見られ、ドーパ率1%付近でon/off比が最大となった。ただし、移動度の絶対値は $2.34 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$ となり、P3HTナノファイバーのコンポジットフィルムと比べ、小さなものとなった。次に、PMMAの比率を変え、コンポジットフィルムを作製したところ、PTCDIの比率が大きくなるにつれて導電率、移動度ともに上昇する傾向が見られ、PTCDIの重量比が20%付近で導電率が急激に上昇した。さらに、p型、n型のコンポジットフィルムを組み合わせることでpn接合ダイオードを作製し、*I-V*測定を行ったところ、整流性を示し、理想係数は1.85となった。また、温度依存性の評価から拡散電位は0.21Vとなった。

【参考文献】

- (1) L. Briseno *et al.*, *Nano Lett.*, **7**, 2847-2853 (2007).
- (2) M. Yagi *et al.*, *Synth. Met.*, **213**, in press (2016). (3) P. Wei *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **132**, 8852-8853 (2010).

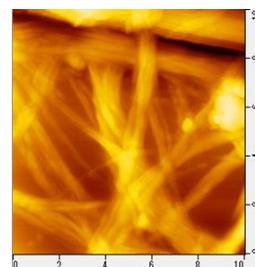


Fig.1 AFM image of n-type nanofiber (10×10μm)

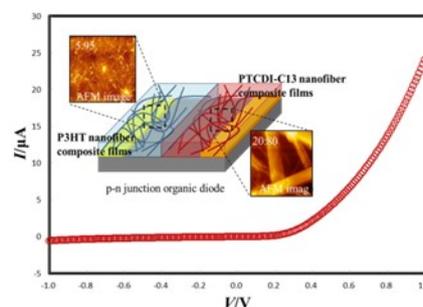


Fig2. *I-V* characteristics of p-n junction organic diode(300K)