

# 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 Polymer Nanofiber Composite Film

○八木 杜仁<sup>1</sup>、下村 武史<sup>2</sup> (1. 農工大工、2. 農工大院工)

○Morito Yagi<sup>1</sup>, Takeshi Shimomura<sup>2</sup> (1.Tokyo Univ. of Agri. & Technol., Faculty of Eng. 2. Tokyo

Univ. of Agri. & Technol., Grad. Sch. Eng.)

E-mail: 50011253043@st.tuat.ac.jp

### 【諸言】

半導体性の有機分子集合体であるナノファイバーを汎用性高分子に埋め込んだコンポジットフィルムはフレキシビリティ、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<sup>1)</sup>、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。これまで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を報告してきたが、作製条件や構造を考慮した詳細な性能評価が行われていなかった。そこで、本研究ではコンポジットフィルムを作製する際に用いる PMMA の比率、n 型のドーパント (4-(2,3-dihydro-1,3-dimethyl-1*H*-benzimidazol-2-yl)phenyl)dimethylamine (*N*-DMBI)の比率の検討を行い、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した。また、得られた条件により最適化された n 型と p 型のナノファイバーの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した。

### 【実験】

PTCDI-C13 を chloroform、methanol 界面で自己組織化することで n 型の半導体特性をもつナノファイバーを作製した。作製した導電性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<sup>2)</sup>、攪拌し、基板に製膜することでナノファイバーコンポジットフィルムを作製した。また、PMMA、*N*-DMBI の比率を変えた試料を作製し、測定試料とした。次に、シリコン基板上に楕円形メタルマスクを用いて、金をスパッタし、作製した楕円形電極上に成膜し、ボトムコンタクト構造の素子を作製した。作製した素子を用いて、*I-V* 測定および FET 測定を行うことで、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調査した。最後に、poly(3-hexylthiophene) (P3HT) のナノファイバーと PMMA を用いて作製した p 型のナノファイバーコンポジットフィルムとの間に界面を形成することで、pn 接合ダイオードを作製し、整流性などの電気物性の評価を行った。

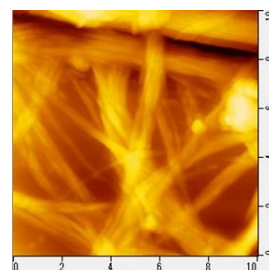


Fig.1 AFM image of n-type nanofiber (10×10μm)

### 【結果・考察】

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、PMMA 比が大きくなるにつれて導電率、移動度ともに減少する傾向が見られた。また、*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  $2.34 \times 10^5 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$  となり、かなり小さなものとなった。さらに、p 型のコンポジットフィルムと n 型のコンポジットフィルムを組み合わせ有機 pn 接合ダイオードを作製し、*I-V* 測定を行ったところ、負の電圧（逆方向）では電流がほとんど流れず、正の電圧（順方向）では電流値が線形に増加する整流性を示した。

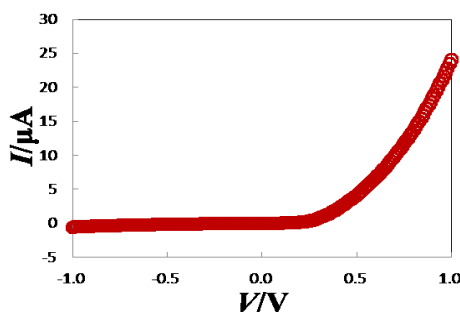


Fig.2 *I-V* characteristic of p-n junction organic diode

### 【参考文献】

(1) L. Briseno *et al.*, *Nano Lett.*, **7**, 2847-2853 (2007). (2) P. Wei *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **132**, 8852-8853 (2010).