

スプレー堆積法を用いたポリチオフェンへの p 型ドーピング

p-type doping of polythiophene by spray deposition

○崎山 晋^{1,2}、水谷 直貴³、藤田 克彦^{1,3}、(1. 九大総理工、2. 学振特別研究員、3. 九大先導研)

°Shin Sakiyama^{1,2}, Naoki Mizutani³, Katsuhiko Fujita^{1,3}

(1. Kyushu Univ., 2. JSPS DC, 3. Kyushu Univ. IMCE)

E-mail: katsuf@asem.kyushu-u.ac.jp

無機半導体では、イオン注入法によりドーパントを分散させると 100%のドーピング効率(=増加したキャリア数/導入したドーパント数)を示す。しかし、高分子半導体では従来、ドーパント分子が凝集しやすく、高効率なドーピングは実現されていなかった。[1]これまでに我々は超希薄溶液気相濃縮スプレー堆積法(ESDUS、図 1) を用いて、ドーパントの凝集を抑制することでポリフェニレンビニレン (MEH-PPV)への 15%の高効率ドーピングが可能であることを実証した。[2]

本研究では、p 型ドーパントと電荷移動錯体を形成しやすい poly(3-hexylthiophene) (P3HT)とドーパントとして 2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane (F4TCNQ)を用い、ESDUS 法による高分子半導体へのさらなる高効率ドーピングを目指した。

P3HT のホールオンリーデバイス[Al/MoO₃/P3HT(100nm)/ITO/Glass]は有機層をスピコート法と ESDUS 法で F4TCNQ を 0.1 wt%ドーピングした薄膜に電極を蒸着することで作製した。これらの素子の電流-電圧測定(J-V)、静電容量-電圧(C-V)測定を用いて、ドーピングの影響を評価した。

図 2 にドーピングを施した P3HT の J-V 特性の結果を示す。ESDUS 法を用いてドーピングしたところ、スピコート法に比べ電流密度が大幅に向上した。ドーピングによりキャリア密度が向上したと考えられる。キャリア密度を見積もるため C-V 測定を行ったところ、ESDUS 法を用いて製膜した場合、キャリア密度は 1000 倍以上向上していることが確認された。この時のドーピング効率は、スピコート法は 5%程度であるのに対し、ESDUS 法では 32%であった。これらの結果は、ESDUS 法を用いることで、ドーパントの凝集を抑制でき、効率的に電荷移動錯体が形成されたためだと考えられる。

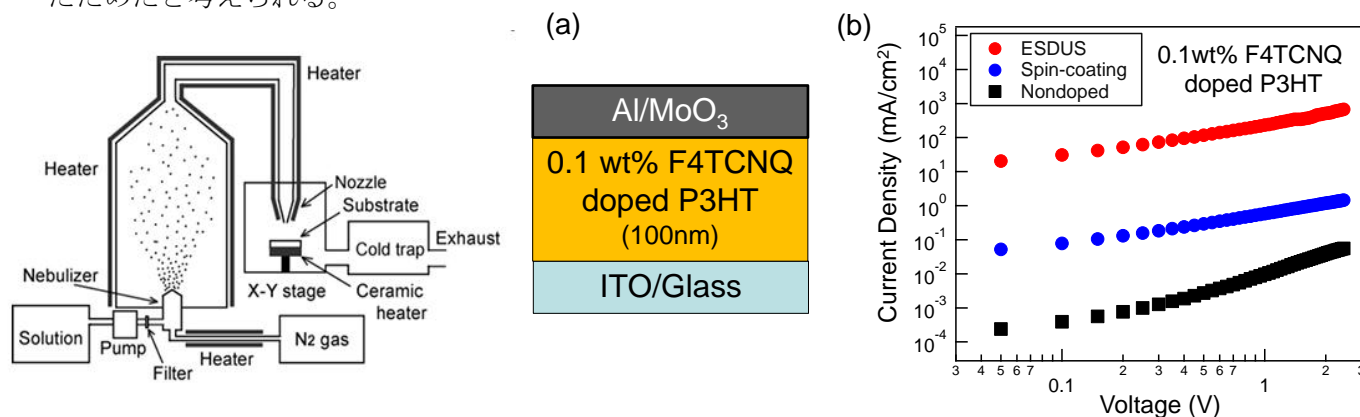


図 1. ESDUS 法製膜装置概要図

図 2. (a)素子構造、(b)P3HT:F4TCNQ を ESDUS 法およびスピコート法で製膜したホールオンリーデバイスの J-V 特性

[1] M. Lu, Herman et al, J. Polym. Sci. Part B **49**, 1745 (2011)

[2] S. Sakiyama, N. Mizutani, and K. Fujita, Jpn. J. Appl. **55**, 4S, 04EL03 (2016)