

スピコート高分子多層膜における熱伝導率及び界面熱抵抗測定

Measurement of thermal conductivity and thermal contact resistance for spin-coated polymer multilayer films

慶應大・理工 ○伊藤 豪規, 高山 和輝、野田 啓

Keio Univ., ○Goki Ito, Kazuki Takayama, Kei Noda

E-mail: g.ito@noda.elec.keio.ac.jp

【背景と目的】有機半導体材料の熱電変換効率向上に向けて、主にキャリア密度制御を目的とした分子ドーピングが数多く成されている。しかし、分子ドーピングが熱特性に与える影響を評価する上で、ゼーベック係数や電気伝導率だけでなく、熱伝導率の影響も考慮する必要がある。我々のグループでは、分子ドーピングされたポリマー半導体薄膜に対しても 3ω 法による熱伝導率測定が可能な有機二層膜構造をスピコートで作製し、薄膜の面直方向の熱伝導率評価を行ってきた[1]。本発表では、様々な厚さの Poly(3-hexylthiophene) (P3HT) 薄膜にアクセプタドーピングを施した試料に対し、界面熱抵抗を考慮した伝熱特性評価を実施したので、その結果について報告する。

【方法】Si 基板上に P3HT をスピコートし、様々な膜厚の薄膜を作製した。120°C で真空熱処理を行った後、アセトニトリルに溶かした 2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane (F4TCNQ) 溶液を滴下し、直ちにスピンキャストすることでドーピングした。その上に絶縁膜として Poly(methyl methacrylate) (PMMA) をスピコートした。一方で Si 基板に PMMA のみをスピコートしたリファレンス試料も同一基板上に作製し、differential 3ω 法で P3HT の実効的な熱伝導率を測定した。その後、各試料の実効的な熱抵抗と P3HT の膜厚との関係をプロットし、最小二乗法による近似直線から、P3HT 膜固有の (intrinsic な) 熱伝導率と界面熱抵抗を分離して求めた。

【結果】ノンドーピング P3HT 薄膜、及び各種濃度でドーピングした P3HT 薄膜に対する、熱抵抗と膜厚の関係を図 1 に示す。界面熱抵抗は 10 mg/ml ドーピング試料において最も大きくなり、ドーピング濃度の増大に伴う、P3HT 薄膜の表面粗さや他の無秩序性の増大が示唆される。また、intrinsic な熱伝導率は 0.25 W/(mK) (ノンドーピング試料) から 0.40 W/(mK) (0.01 mg/ml 及び 10 mg/ml ドーピング試料) 程度に増加し、ドーピングされた F4TCNQ によって、P3HT 薄膜内の結晶構造や分子構造などの変化が引き起こされたと推測される。

[1] 伊藤豪規他、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、20p-PA3-13.

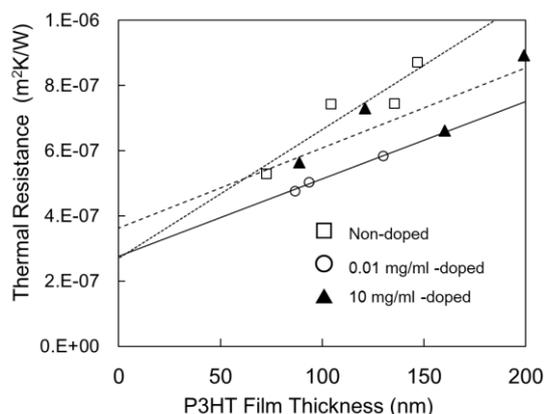


図 1. P3HT 薄膜で得られた熱抵抗と膜厚の関係。