分子ドープ P3HT 薄膜における熱伝導率及び界面熱抵抗評価

Evaluation of thermal conductivity and thermal contact resistance for molecularly doped poly(3-hexylthiophene) thin films

慶應大・理工　　○高山 和輝，伊藤 豪規，野田　啓

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

E-mail: k.takayama@noda.elec.keio.ac.jp

【背景と目的】有機半導体材料の熱電変換性能を制御する上で電荷ドーピングが広く用いられている。しかし、電荷ドーピングが熱電変換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、熱伝導率の評価も必要となる。我々のグループは、電荷ドープされた高分子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作製し、各高分子層における面直方向の熱伝導率評価を行った結果について報告した[1]。本稿では、アクセプタ分子をドープした Poly(3-hexylthiophene) (P3HT)　薄膜試料に対し、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 基板表面に regioregular な P3HT 溶液（溶媒: 1,2-ジクロロベンゼン）をスピンコートし、異なる厚さの薄膜試料を作製した。120°C で真空熱処理を行った後、様々な濃度を有する 2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane　(F4TCNQ) 溶液（溶媒: アセトニトリル）を滴下し、直ちにスピンキャストすることでドーピングを行った。その上に絶縁膜として Poly(methyl methacrylate) (PMMA) 膜をスピンコートによって堆積させた。一方で Si 基板に PMMA のみをスピン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 薄膜の（見かけ上の）熱伝導率を測定した。その後、各試料の熱抵抗と P3HT 薄膜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、界面熱抵抗と P3HT 膜固有の熱伝導率を、それぞれ分離して評価した。

【結果】ノンドープ P3HT 薄膜、及び各種濃度でドーピングした P3HT 薄膜に対する、熱抵抗の膜厚依存性を図 1 に示す。界面熱抵抗はノンドープ試料で最も小さく、10 mg/ml の F4TCNQ 溶液でドーピングを施した試料において最大となった。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、膜固有の熱伝導率は 0.16 W/(mK)（ノンドープ試料）から 0.35 W/(mK)（10 mg/ml の F4TCNQ 溶液でドープされた試料）に増加し、ドーパント分子によって、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。

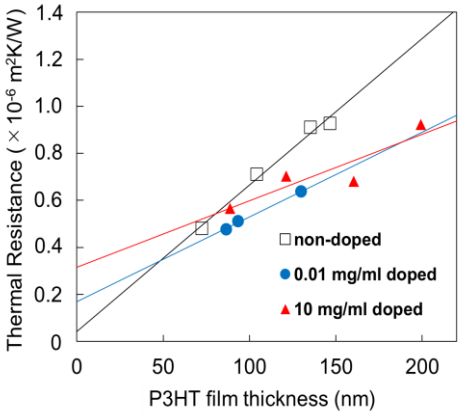

図 1.　F4TCNQ ドープ P3HT 薄膜における熱抵抗の膜厚依存性.

[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.

© 2020年 応用物理学会