

ペンタセンナノロッド薄膜に発現する膜内電気伝導の非線形電界依存性とその要因の考察

Non-linear electrical conductivity observed

in pentacene nanorod thin film and its origin discussed using charge transport model

阪大院工¹, 理研/Spring-8²○柿木宗一郎¹, 赤井 恵¹, 齋藤 彰^{1,2}, 桑原 裕司^{1,2}Osaka Univ.¹, Spring-8/RIKEN.²°S. Kakinoki¹, M. Akai-Kasaya¹, A. Saito^{1,2}, Y. Kuwahara^{1,2}

E-mail: kakinoki@ss.prec.eng.osaka-u.ac.jp

有機半導体における電気伝導物性は、非常に大きな接触抵抗の形成要因や、電流電圧特性(I-V 特性)における非線形性等、未だによくわかっていないことが多数存在している。本研究で我々は有機半導体として最も一般的な材料であるペンタセンに注目し、異なる結晶方位を持つ 2 種類の薄膜を用いて電気伝導性の評価を行い、観察された非線形電気伝導に対して電荷注入モデルを用いた説明を試みた。

今回我々は、真空蒸着法を用いて SiO₂ 基板、マイカ基板上にそれぞれ C 軸配向膜とロッド状の構造を持ったペンタセン膜(ペンタセンナノロッド膜)を形成し、トップコンタクト電極を作製して膜の I-V 特性評価を行った。このペンタセンナノロッド膜は一般的に知られているペンタセン結晶および C 軸配向膜とはほぼ同じ結晶構造であると考えられるが、分子結晶の C 軸つまり分子の長軸が基板平面に対して平行になっている[1]。I-V 特性の結果、C 軸配向膜は高導電率かつ横方向電界に対して線形的な伝導を示し、一方でナノロッド膜は低導電率・非線形伝導を示した。抵抗率のチャンネル長依存性評価によって、接触抵抗と膜内抵抗の値をそれぞれ算出したところ、ナノロッド膜対 C 軸配向膜の接触抵抗値の比と膜内抵抗値の比が両者ともに 10⁵ 程度とほぼ同じになった。この結果より、我々は膜内抵抗の大きさが接触抵抗の大きさを決めているのではと考え、膜内抵抗に依存する接触抵抗の電界依存性について熱電子放出-拡散モデル(Thermionic emission-diffusion model: TED model)[2]を用いてフィッティングを試みた。このモデルではキャリア注入後のキャリアの挙動により、拡散型と熱電子放出型とに区別ができる。結果、ナノロッド膜は拡散型で、C 軸配向膜は熱電子放出型でフィッティングすることができた。また、拡散型でフィッティングさせたナノロッド膜において観測されている全体の電気伝導は、膜内抵抗率や界面および膜内電界のそれぞれが印加電界によって複雑に変化し、その影響を受けることがわかった。講演では、以上に述べた結果の詳細とそこからわかるペンタセンナノロッド膜での非線形伝導の要因について報告する予定である。

参考文献

[1] Akai-Kasaya M et al *Nanotechnology* **21** 365601 (2010)

[2] Crowell C R and Sze S M, *Solid-State Electron.* **9** 1035-48 (1966)

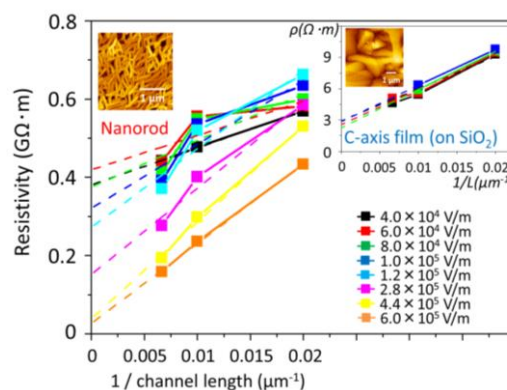


Figure.1 The result of plotting ρ_{total} with respect to $1/L$, with the electric field E from 4.0×10^4 to 6.0×10^5 V/m.