

新規多結晶モデルによる有機多結晶膜における移動度制限要因の解析

Analysis of Mobility Limiting Factors in Organic Polycrystalline Films

Using an Extended Polycrystalline Model

奈良先端大物質 〇松原 亮介, 中村 峻介, 小島 広孝, 中村 雅一

NAIST, 〇Ryosuke Matsubara, Shunsuke Nakamura, Hiroataka Kojima, Masakazu Nakamura

E-mail: matsubara@ms.naist.jp

有機多結晶薄膜の移動度は、(1) 結晶ドメイン境界におけるキャリア輸送障壁および(2) 結晶ドメイン内における HOMO バンド端ゆらぎによって大きく低下する[1,2]。このうち(1)については結晶ドメイン境界におけるキャリアの拡散、(2)については移動度端近傍におけるキャリアのボルツマン分布を仮定したモデルで説明される。我々はこれまでに、両者を解析的に算出するためのキャリア輸送モデルとして、多結晶モデル[1,3]の拡張を提案してきた[4]。この拡張モデルにおいて膜全体の移動度は、結晶ドメイン境界の移動度 (μ_{db}) および結晶ドメイン内の移動度 (μ_{di}) を用いて

$$\mu = (1 - \beta) \left(\frac{\alpha}{\mu_{db}} + \frac{1 - \alpha}{\mu_{di}} \right)^{-1} + \beta \mu_{di}$$

で表される。ここで、 α は印加したソース-ドレイン電圧のうちドメイン境界で消費される電圧の割合、 β はキャリア輸送障壁のない電流パスの割合である。さらに μ_{db} と μ_{di} はそれぞれ

$$\mu_{db} = \frac{ql}{2k_B T} \mu_{di} \sqrt{\frac{qN_A \phi_b}{2\epsilon_s}} \exp\left(-\frac{q\phi_b}{k_B T}\right) \quad \text{および} \quad \mu_{di} = \mu_0 \exp\left(-\frac{q\phi_t}{k_B T}\right)$$

で表される。ここで、 l は結晶ドメインサイズ、 N_A は活性アクセプタ密度、 ϵ_s は半導体の誘電率、 ϕ_b はキャリア輸送障壁の高さ、 ϕ_t はHOMOバンド端ゆらぎの高さ、 μ_0 は材料自身の移動度を表す。

本発表では、様々な条件で成長したペンタセン多結晶膜に対して、上記解析モデルによって移動度制限要因を定量的に算出した結果について報告する。

Fig. 1 は成長温度 23°C、成長速度 1 Å/s で成長したペンタセン多結晶膜の移動度の温度依存性とそのフィッティング結果である。フィッティングから $\phi_b=69$ mV, $\phi_t=44$ mV, $\mu_0=1.2$ cm²/Vs, $\alpha=0.42$, $\beta=0$ と算出された。講演では異なる条件で成長したペンタセン多結晶膜の解析結果も示し、成長条件の違いによる移動度制限要因の変化について考察する。

[1] R. Matsubara, et al., Appl. Phys. Lett. **92** (2008) 242108.

[2] N. Ohashi et al., Appl. Phys. Lett. **91** (2007) 162105.

[3] G. Horowitz, M. Hajlaoui, Adv. Mater., **12** (2000) 1046.

[4] R. Matsubara, et al., 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, 18p-PM6-24.

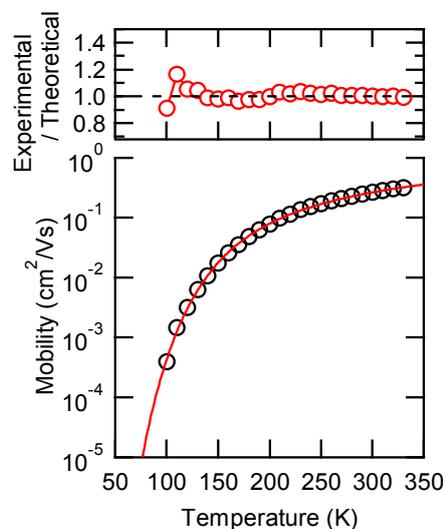


Fig. 1 室温で成長したペンタセンの移動度温度依存性。