

ホモエピタキシャル成長した単結晶ルブレン薄膜の電子状態とそのドーピングに伴う変化

Electronic States of the Homoepitaxially-grown Rubrene Single-crystalline Thin Films and Their Variations upon Impurity Doping

東理大院理工¹, 分子研² ○中山 泰生¹, 岩下 政揮¹, 鶴田 諒平¹, 郡上 祐輝¹,
谷原 佑輔², 伊澤 誠一郎², 平本 昌宏²

Tokyo Univ. Sci.¹, IMS², °Yasuo Nakayama¹, Masaki Iwashita¹, Ryohei Tsuruta¹, Yuki Gunjo¹,
Yusuke Yabara², Seichiro Izawa², Masahiro Hiramoto²

E-mail: nkym@rs.tus.ac.jp

不純物ドーピングは半導体物質の電子機能性を制御するための基幹技術といえる。有機半導体についても、材料の高純度化と精密に制御された真空蒸着技術により、単結晶への ppm レベルでの制御された不純物ドーピングが可能となった[1]。例えば、ルブレン単結晶を「基板」として用いるホモエピタキシャル成長により単結晶ルブレン薄膜が形成可能であることを利用して、アクセプター分子のバルクドーピングにより高いイオン化効率でバンド伝導性ホールを誘起できることが報告され[2]、実際にドナー・アクセプター双方がドーピングされたホモ接合ルブレン単結晶薄膜が太陽電池として動作することも確認されている[3]。本研究では、ルブレン単結晶上にホモエピタキシャル成長させた単結晶ルブレン薄膜の電子状態、およびアクセプター分子のドーピングに伴う電子状態の変化を光電子収量分光法(PYS)による高感度測定により検証した[4]。

ルブレン単結晶「基板」は高純度窒素気流中での昇華再結晶により作製し、結晶作製炉と直結された窒素置換グローブボックス[5]を経て、大気に一切曝すことなく真空蒸着装置および PYS 測定装置へ移送した。ホモエピタキシャル単結晶ルブレン薄膜は既報[2]と同様の手法により 20 nm 成膜した。その際、アクセプターである Fe₂Cl₆ 分子を極めて精密に共蒸着することで、10 - 10000 ppm の濃度範囲でのドーピングを行った。

ホモエピタキシャル単結晶ルブレンの PYS スペクトルのドーピング濃度依存性を Fig. 1 に示す。非ドーピングあるいは低濃度の試料のイオン化閾値は 4.9 eV 程度、それに対し高ドーピング濃度の試料では 5.3 eV 程度と、それぞれ過去に報告されているルブレン単結晶および非晶質ルブレンの値とよく一致することから[6]、高濃度ドーピングによりルブレンの結晶性が乱されていることが示唆される。本講演では、イオン化閾値近傍における電子状態の高感度計測結果についても報告する。

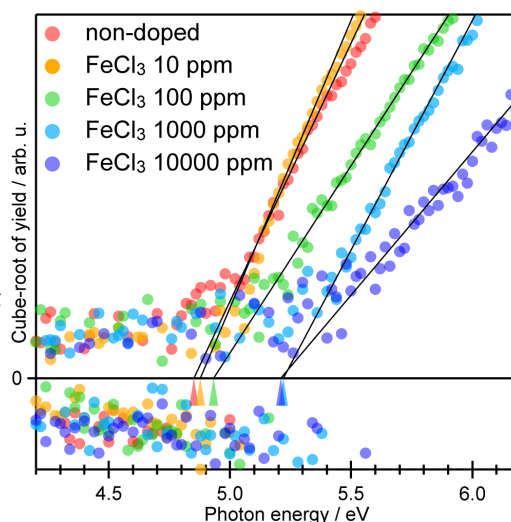


Fig. 1: PYS spectra of homoepitaxial rubrene films depending on the Fe₂Cl₂ doping ratio.

- [1] M. Hiramoto, et al., *Adv. Mater.* **31** (2019) 1801236.
 [2] C. Ohashi, et al., *Adv. Mater.* **29** (2017) 1605619. [3] M. Kikuchi, et al., *Org. Electron.* **64** (2019) 92.
 [4] Y. Nakayama, et al., *Materials* **13** (2020) 1978 [[Open Access](#)]. [5] Y. Nakayama, et al., *J. Mater. Chem. C*, in press [[Open Access](#)]. [6] Y. Nakayama, et al., *Appl. Phys. Lett.* **93** (2008) 173305.