

「準ホモエピタキシャル」成長による高秩序な単結晶有機半導体ヘテロ接合の形成

Highly-ordered Single-crystalline Organic Semiconductor Heterojunction

Formed by “Quasi-homoepitaxy”

東理大院理工¹, JASRI², 分子研³ ○中山 泰生¹, 高橋 加奈¹, 小金澤 智之², 大塚 尚哉³,
楳山 儀恵³, 伊澤 誠一郎³, 平本 昌宏³

Tokyo Univ. Sci.¹, JASRI², IMS³, °Yasuo Nakayama¹, Kana Takahashi¹, Tomoyuki Koganezawa²,
Naoya Ohtsuka³, Norie Momiyama³, Seiichiro Izawa³, Masahiro Hiramoto³

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

原子やイオンが共有結合ないしイオン結合で結晶化した無機半導体材料においては、基材となる結晶基板と積層する材料の格子不整合の最小化がエピタキシャル成長の可否を決める鍵となるが、分子がファンデルワールス相互作用で緩やかに結合してできる有機半導体結晶においては、基材と積層材料が全く異なる結晶構造・分子構造を有する場合でもエピタキシャル成長が実現する。発表者らは、分子単結晶を基板とすることで平均 100 nm 程度の面内結晶子サイズを有する p-n ヘテロ接合を自己組織化的に形成できることをこれまでに報告してきた[1]。一方、分子単結晶上に同種の分子を積層するホモエピタキシャル成長では 1 μm を優に超える面内平均結晶子サイズが得られることから[2]、有機半導体材料においても格子不整合の最小化はヘテロ接合部における結晶性を左右する要因となっていることが示唆される。本研究では、ルブレ単結晶(RubSC)の表面上(Fig. 1a)に、これと極めて格子定数が近い結晶面を有するジ(トリフルオロメチル)ジメチルルブレ単結晶(fmRub; Fig. 1b)を積層したヘテロ接合の結晶構造を微小角入射 X 線回折法(GIXD)により検証し、fmRub が RubSC に対して実際に「準ホモエピタキシャル」的に結晶成長していることを確認した[3]。さらに、fmRub に由来する回折線幅は、同条件で RubSC 上にエピタキシャル成長した C₆₀ の回折線幅と比べて明確に先鋭化しており(Fig. 2)、準ホモエピタキシャル成長により面内平均結晶子サイズが極めて大きい有機半導体ヘテロ接合を形成できる可能性が示された。

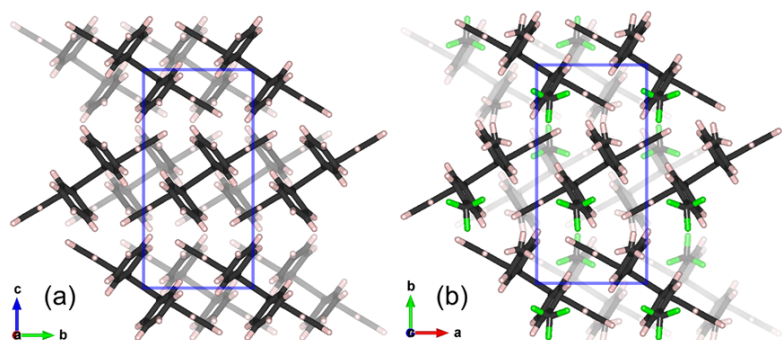


Fig. 1: Single crystal molecular arrangements of (a) rubrene and (b) fmRub in the crystal planes parallel to the quasi-homoepitaxial junction.

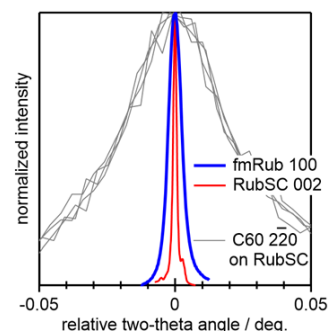


Fig. 2: GIXD spot profiles of quasi-homoepitaxial fmRub, RubSC, and heteroepitaxial C₆₀ on RubSC.

[1] Y. Nakayama, et al., *ACS Appl. Mater. Interf.* 8 (2016) 13499; *J. Phys. Chem. Lett.* 10 (2019) 1312.

[2] C. Ohashi, et al., *Adv. Mater.* 29 (2017) 1605619; Y. Nakayama, et al., *Materials* 13 (2020) 1978.

[3] K. Takahashi, et al., *J. Phys. Chem. Lett.* 12 (2021) 11430.