

## メチル置換シクロヘキシル側鎖を有するジイミド型有機半導体単結晶の電子輸送特性

### Electron-transport properties of diimide-type organic semiconductor single crystals with methyl-substituted cyclohexyl side chains

東大院新領域・工<sup>1</sup>, 筑波大数物<sup>2</sup>, 北里大理<sup>3</sup>, JST CREST<sup>4</sup> °熊谷 翔平<sup>1</sup>, 荒井 勇太郎<sup>1</sup>, 糟谷 直孝<sup>1</sup>, 石井 宏幸<sup>2</sup>, 渡辺 豪<sup>3</sup>, 渡邊 峻一郎<sup>1</sup>, 竹谷 純一<sup>1</sup>, 岡本 敏宏<sup>1,4</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>2</sup>, Kitasato Univ.<sup>3</sup>, JST CREST<sup>4</sup>, °Shohei Kumagai<sup>1</sup>, Yutaro Arai<sup>1</sup>, Naotaka Kasuya<sup>1</sup>, Hiroyuki Ishii<sup>2</sup>, Go Watanabe<sup>3</sup>, Shun Watanabe<sup>1</sup>, Jun Takeya<sup>1</sup>, Toshihiro Okamoto<sup>1,4</sup>

E-mail: s-kumagai@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機半導体単結晶は結晶粒界フリーな長距離秩序構造を有するため、有機半導体が本来持つ理想的な電荷輸送能が発現できると考えられ、高移動度有機薄膜トランジスタ (Organic Thin-Film Transistor: OTFT) に向けた研究がなされてきた。最近では塗布法による単結晶製膜技術が発展したことでさらに研究が進展し、単結晶 OTFT は特に有機集積回路の要となる高移動度 n 型 OTFT の基盤となることが期待される。我々は以前、n 型有機半導体 benzo[de]isoquinolino[1,8-gh]quinolinetetracarboxylic diimide (BQQDI) 誘導体を報告した。特にフェネチル基を側鎖に有する PhC<sub>2</sub>-BQQDI は塗布型単結晶 OTFT でバンド伝導性が見出され、室温で 3 cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> の高移動度を示した<sup>1,2</sup>。さらに、最近ではシクロヘキシル基を有する Cy<sub>6</sub>-BQQDI (Fig. 1) が 2 cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> を超える移動度を示すことが明らかとなった<sup>3</sup>。しかしながら、Cy<sub>6</sub>-BQQDI は溶解性が極めて低く、より発展的な塗布型 OTFT の研究が困難であった。

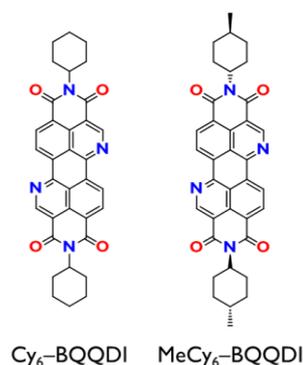


Fig. 1

本研究では、Cy<sub>6</sub>-BQQDI 類縁体に関する知見を深め、高移動度 n 型 OTFT に繋げるため、単結晶構造を保ち且つ溶解性の向上を狙い、シクロヘキシル基上にメチル基を置換した MeCy<sub>6</sub>-BQQDI を開発した (Fig. 1)。単結晶 X 線構造解析およびバンド計算から、MeCy<sub>6</sub>-BQQDI は Cy<sub>6</sub>-BQQDI と同等の結晶構造および電子輸送能を有することが示唆された。また期待通り、MeCy<sub>6</sub>-BQQDI は Cy<sub>6</sub>-BQQDI に比べて 1 桁以上高い溶解性を示し、塗布プロセス性に大きな改善が見られた。興味深いことに、MeCy<sub>6</sub>-BQQDI は塗布型単結晶 OTFT として BQQDI 誘導体で最高となる 4 cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> の移動度を示し、ホール効果測定によりバンド伝導性を有することが明らかとなった (Fig. 2)。この結果から、置換シクロヘキシル基は高移動度 n 型有機半導体の有用な側鎖として期待される。

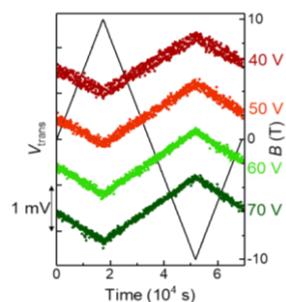


Fig. 2

<sup>1</sup>T. Okamoto, S. Kumagai *et al.*, *Sci. Adv.*, 2020, **6**, eaaz0632. <sup>2</sup>S. Kumagai, J. Takeya *et al.*, *Adv. Mater.*, 2020, **32**, 202003245. <sup>3</sup>T. Okamoto *et al.*, *under revision*.