

課題番号 : F-18-UT-0013  
 利用形態 : 機器利用、技術補助  
 利用課題名(日本語) : 有機材料を用いた全塗布型・超高精細 TFT アレイの開発  
 Program Title (English) : Development of all-printed and ultra-fine TFT array using organic materials  
 利用者名(日本語) : 浜井貴将、北原暁、松岡悟志、荒井俊人  
 Username (English) : T. Hamai, G. Kitahara, S. Matsuoka, S. Arai  
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科  
 Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo.  
 キーワード/Keyword : 切削、電気計測、マテリアルサイエンス、分子テクノロジー、ナノエレクトロニクス

### 1. 概要(Summary)

高い半導体特性と印刷プロセスによる製膜性を兼ね備えた有機半導体分子の設計では、半導体骨格を長いアルキル鎖で修飾することが有利とされる。しかし、修飾したアルキル鎖が層をなすことで、半導体/電極間にトンネル障壁が形成されてしまうことが最近明らかとなった[1]。そこで、本研究ではアルキル置換型有機半導体の極薄膜を作製し、その層間伝導特性を直接評価した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

ステルスダイサー、超高速大面積電子線描画装置、光リソグラフィ装置 MA-6、クリーンドラフト潤沢超純水付

#### 【実験方法】

本研究では、半導体骨格の片側のみをアルキル鎖で置換した有機半導体 Ph-BTBT-C<sub>n</sub>を用いた(Fig. 1(a))。この有機半導体は2分子が向かい合って対をなす2分子膜構造を単位とする結晶構造を示し、非常に薄い半導体層を構築可能である[1]。平坦性の高い基材 Au<sup>TS</sup>[2]上に、この材料を溶かした溶液を塗布することで極薄半導体層を得た[1,3]。得られた薄膜上へ液体金属(共晶ガリウムインジウム, EGaIn)[4]を載せることで半導体層へダメージを与えることなく上部電極を作製し、電気特性を調べた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Au<sup>TS</sup>電極上に作製した Ph-BTBT-C<sub>n</sub>の単層2分子膜の単結晶性を光学顕微鏡観察により確認した(Fig. 1(b))。またAFMにより、得られた薄膜は2分子膜1層の厚さであることを確認した。そこで、薄膜上に液体金属を付着させたプローブを接触させることで層間伝導特性を調べたところ、非線形な I-V 特性が現れることを確認した(Fig. 1(c))。得られた伝導特性はトンネル伝導のモデルと良く一致することから、アルキル置換型有機半導体薄膜ではアルキル鎖が層をなすことで非線形な寄生抵抗が生じることを明らかにした。今後は PDMS マイクロ流路の作

製を進めることで、より安定な液体金属電極を構築し、アルキル鎖長に依存した伝導性や伝導性の温度依存性を調べる。

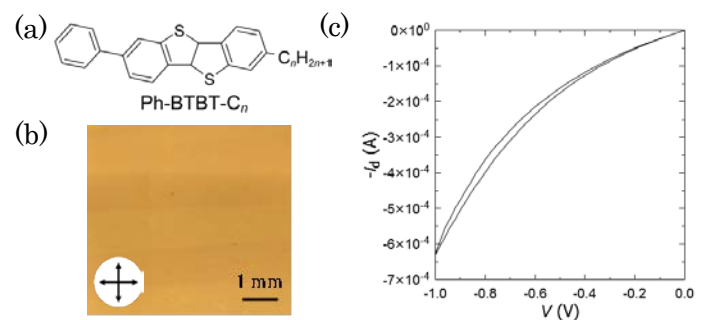


Fig. 1 (a) Chemical structure of Ph-BTBT-C<sub>n</sub> molecule. (b) Crossed-Nicols polarized micrograph of fabricated thin film. (c) Non-linear I-V characteristics of Au<sup>TS</sup>/ Ph-BTBT-C<sub>n</sub>/EGaIn.

### 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:

- [1] T. Hamai, *Phys. Rev. Appl.* **8**, 054011, (2017).
- [2] E. A. Weiss, *et al.*, *Langmuir*, **23**, 9686, (2007).
- [3] S. Arai, *et al.*, *Adv. Mater.*, **30**, 1707256, (2017).
- [4] A. Wan, *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **24**, 4442 (2014).

・謝辞: マイクロ流路の作製や各種装置の技術支援について、三田研究室博士課程の岡本有貴氏に感謝する。

本研究課題は、JSPS 科研費(18H03875)、JST CREST (JPMJCR18J2)の助成を受けて行われた。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Hamai, *et al.*, 9th International Conference on Molecular Electronics, 19th Dec. 2018.
- (2) 浜井貴将等, 日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 14 日(予定).
- (3) 荒井俊人等, 日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 14 日(予定).

6. 関連特許(Patent) なし。