

液晶溶媒で結晶方位が制御された C₈BTBT 単結晶トランジスタの作製

Transistor Fabrication using Directionally-controlled Single Crystalline

C₈BTBT Based on Liquid Crystal Solvent

東北大院工 武田 理紗, [○]柴田 陽生, 石鍋 隆宏, 藤掛 英夫

Tohoku Univ. Risa Takeda, [○]Yosei Shibata, Takahiro Ishinabe, Hideo Fujikake

E-mail: risa.takeda.s2@dc.tohoku.ac.jp

【背景】 プリンテッドエレクトロニクスを担う柔軟なトランジスタ材料として有機半導体が注目されている。有機半導体に注入された電荷は一般に、 π 電子共役骨格を介した輸送であることから移動度の異方性が存在する。このため、高移動度なトランジスタを集積する電子デバイス（ディスプレイの画素駆動回路等）を印刷製造する場合、結晶方位を揃える技術を溶液プロセスで実現する必要がある。これに対し我々は、液晶溶媒を用いた可溶性有機半導体(C₈BTBT)の単結晶成長と結晶方位制御について提案し¹⁾、水平配向液晶の配向方位に沿って各 C₈BTBT 単結晶片が *b* 軸配向することを示した²⁾。しかし、液晶溶媒の除去をはじめとするトランジスタ素子化のプロセスは未検討で

あり、結晶軸方位が制御された単結晶で移動度を最適化する電極配置に関する設計指針は明確ではない。本研究では印刷プロセスへの適合を目指し、溶液塗布法と表面汚染の少ない光配向法の併用により単結晶成長条件を明確化し、電界効果移動度の結晶軸方位依存性について検討したので報告する。

【実験方法】 C₈BTBT 単結晶トランジスタの作製手順を Fig.1 に示す。光配向膜を塗布した SiO₂ 酸化膜付シリコン基板に対し、偏光紫外線照射によって水平配向処理を施す。次にネマチック液晶 5CB に濃度 6wt% の C₈BTBT を溶解した溶液をスピコート法で塗布し、大気圧・室温下で結晶成長を行った。残留した液晶溶媒は低真空環境下での揮発により除去を試みた。

【結果・考察】 溶液塗布後に基板上に析出した C₈BTBT 結晶（溶媒除去後）の偏光顕微鏡像を示す。200 μ m 大きさ結晶が 400nm の厚みで析出しており、偏光子の 45° 回転により各結晶片が同時に消光した。これは溶液塗布法により、結晶方位が制御された C₈BTBT の単結晶が形成されたことを示唆する。本手法では結晶の析出位置を任意に制御することが困難だったため、ボトムゲート・トップコンタクト型のトランジスタ素子を作製し、*a* 軸方位と *b* 軸方位それぞれの伝達特性を評価した。飽和領域から算出した移動度は *b* 軸方位で 0.6cm²/Vs(Fig.3)、*a* 軸方位で 0.3cm²/Vs を示した。以上より、液晶溶媒中で形成した C₈BTBT 単結晶の移動度最適化に向け、*b* 軸方位に対してソース・ドレイン電極を形成する必要があることを明らかにした。析出する C₈BTBT 単結晶の厚みを減少させることにより、更なる移動度向上が期待できると考えられる。

【References】 1) T. Matsuzaki et al. Jpn. J. Appl. Phys. 56 (2017) 011601. 2) 柴田、松崎他 第 63 回春季応物 19p-W242-4.

【謝辞】 本研究は文部科学省科研費・基盤研究 B (Grant Number: 15H03982) による支援を受けたものである。また、本成果の一部は東北大学・電気通信研究所の設備利用により得られたものである。関係各位に感謝する。

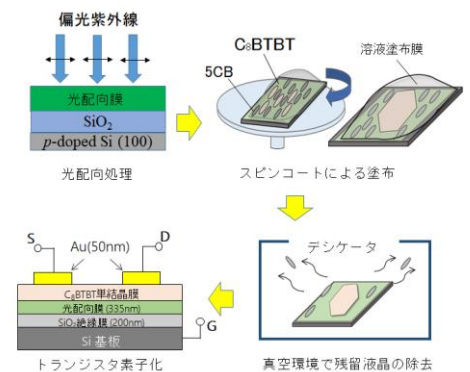


Fig.1. Fabrication procedure of transistor with single crystalline C₈BTBT by coated liquid crystal solution.

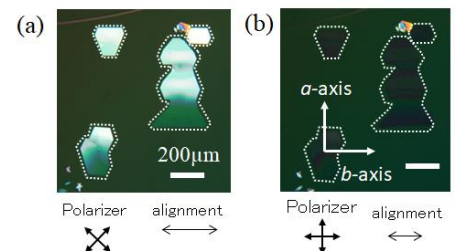


Fig.2. Crossed-Nicols polarized microscope images of deposited C₈BTBT crystals on photo-alignment film from spin-coated liquid crystal solution.

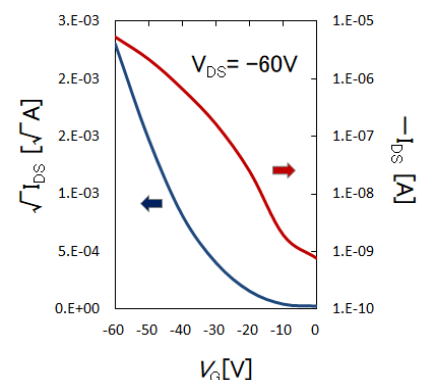


Fig.3. Transfer characteristics of bottom gate-top contact C₈BTBT organic transistor along crystalline *b*-axis direction.