

## 大面積ナノシート転写プロセスを用いた 印刷型有機単結晶トランジスタ

Printed High-performance Organic Single-crystal Transistors Produced  
by Large-area Nanosheet Transfer Technique

牧田 龍幸、佐々木真理、渡邊峻一郎、竹谷 純一

キーワード：有機薄膜トランジスタ、溶液プロセス、有機単結晶、転写プロセス

Keywords: Organic thin-film transistor, Solution process, Organic single-crystal, Transfer process

### 1. はじめに

現代社会を支えるあらゆるエレクトロニクスデバイスの中では、“0”と“1”で複雑な論理演算処理を行っており、その内部には、“off”状態と“on”状態の切り替えが可能な性質をもつ半導体が不可欠である。様々なモノをインターネットに繋げて情報収集およびフィードバック、制御を行う Internet of Things (IoT) 社会の本格的な到来に向けて、さらなるエレクトロニクスデバイスの需要が見込まれており、例えばセンシングデバイスは毎年1兆個の需要が予測されている。このような中で、エレクトロニクスデバイスには、多種多様な状況で利用可能な機能性・利便性が求められる。その基盤となる半導体材料として近年、現在用いられているシリコンをはじめとする無機半導体材料と異なる付加価値を持った、有機半導体材料が注目を集めており、盛んに研究・開発が進められている。

有機半導体は、大気圧下での簡便な溶液プロセスによって結晶性薄膜を製膜可能であることから、次世代電子デバイスの基盤材料として盛

んに研究されている。代表的な溶液プロセスであるスピコート法やインクジェット法で製膜した有機半導体膜は、分子がランダムに配列したアモルファスや多結晶であるため、分子配列の乱れや結晶粒界の影響によってキャリアの伝導が阻害されてしまう。そのため、2000年頃まで有機半導体を活性層に用いたトランジスタ (organic thin-film transistor: OTFT) の電界効果移動度 (電子デバイスの性能の指標となる電場に応答する電子の移動のしやすさ) は  $1\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$  程度に限定されており、電子ペーパーやディスプレイの駆動回路等の動作の遅いデバイスにしか応用できないと考えられてきた。また、有機半導体のキャリア伝導は各分子に強く局在した電荷が熱励起によって連続的に飛び移ることで伝導する「ホッピング伝導」であると考えられていたが、分子が規則的に配列した単結晶では、シリコンなどと同様にキャリアが波として非局在化した「バンド伝導」が実現されていることが次第に明らかになってきた<sup>1)</sup>。高い電荷輸送性能を示す有機半導体単結晶 OTFT は、無線タグの論理回路など比較的高速での動作が求められるデバイスへの応用が期待される。

本稿では、まず溶液プロセスが可能な最先端の有機半導体材料について紹介し、特に簡便な印刷プロセスを用いて薄膜作製が可能となった

2021年8月5日受付

MAKITA Tatsuyuki, SASAKI Mari,  
WATANABE Shunichiro, TAKEYA Junichi  
東京大学大学院 新領域創成科学研究科