

# 安定で高性能な有機半導体材料を開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ広島 平成19年度採択課題  
「次世代高性能有機半導体材料の開発」

代表研究者：広島大学 大学院工学研究科・物質化学システム  
専攻 教授 瀧宮和男



## ■ 研究概要

有機半導体は次世代の薄膜トランジスタ（TFT）材料として期待されている。本研究では、高い特性と安定性を両立する希少な有機半導体材料であるジナフトチエノチオフェン（DNTT）の大量合成法とデバイス材料としての汎用性の検討を行い、実用化に向けた検討を行った。

## ■ 研究内容、研究成果

次世代の薄膜トランジスタ（TFT）材料として期待されている有機半導体材料は、軽量、フレキシブル、低温プロセス、低コスト化などの点で、無機半導体材料に対して優位性を持つ。これまで、研究レベルで一般に用いられてきたペンタセンはアモルファスシリコンを凌ぐ高い移動度を示すものの、化学的安定性が低いために長期安定性や信頼性に欠点があった。本研究では、代表研究者が開発した高い特性と安定性を両立する有機半導体材料であるジナフトチエノチオフェン（DNTT）を次世代有機半導体材料と位置づけ、その大量製造法の確立と半導体材料としての汎用性の検討を行った。まず、大量合成法の開発において、既存の合成法で用いられていた極低温プロセス（ $-80^{\circ}\text{C}$ ）の代替法、及び、異性体の分離を必要とするプロセスの回避を目指し検討を行った。その結果、化成品として入手の可能なヒドロキシナフトエ酸を原料とした新規合成プロセスを開発することに成功し、さらに、大量製造のためのスケールアップの検討も行うことで、20グラムスケールでの合成が可能となった。これに加え、デバイスグレードまでの高純度化も行い、国内外の大学・研究機関等に高純度DNTTサンプルの試験的な提供を開始した。一方、TFT材料としての汎用性の検討では、シリコンウエハ上に作製したテストデバイスにおいて、電界効果移動度  $5\text{ cm}^2/\text{Vs}$  を達成するだけでなく、CYTOP、ポリイミドなどのポリマー絶縁膜上でのトランジスタ作製も実施し、これらが良好なトランジスタ特性（移動度は最高で  $2\text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を示すことも明らかにした。さらに、ポリイミド薄膜を形成した銅箔フレキシブル基材上でのTFT動作も確認しており、DNTTが薄膜トランジスタ材料として汎用性の高いものであることを明らかにすることができた。

## ■ 今後の展開、将来の展望

本研究によりグラムスケール以上でのDNTTサンプルの安定的な供給が可能となったので、これまで行ってきた試験的なサンプル提供に加えて、平成22年度中を目標に試薬としての販売を検討している。試薬化することで、より広く多くのユーザーの開拓や様々なアプリケーションの開発が期待できる。実際、育成研究実施中に国内外の大学・研究機関等に高純度DNTTサンプルの試験的な提供を始めており、サンプル提供先の研究グループから、低電圧駆動フレキシブルトランジスタ、高性能単結晶FET、大電流出力可能な三次元FETなど、新たなアプリケーションの可能性が示されている。一方、このような試薬としてのユーザー開拓のほかに、本格的な市場の立ち上がりに対応できるようにするためには、製造法の更なるブラッシュアップが必要である。そこで、本育成研究の中で開発した複数の新規合成法のなかで、最も工業化に適する方法を中心に据え、そのスケールアップと最適化を順次行っていくことを想定している（平成23年度～）。

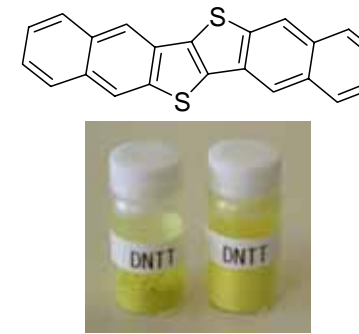


図1 DNTTの分子構造と合成したサンプル

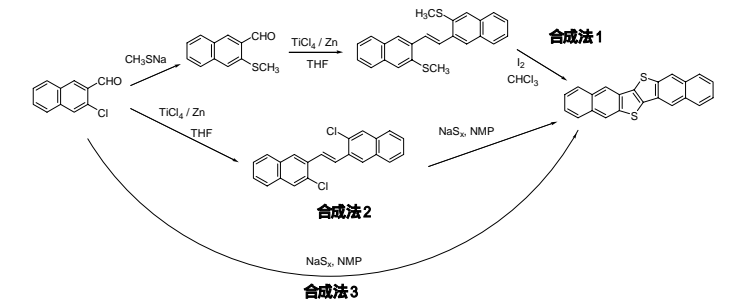


図2 開発したDNTTの合成スキーム



図3. 本研究で試作されたフレキシブルトランジスタ

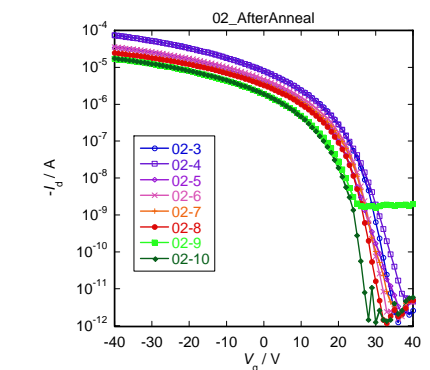


図4. フレキシブルトランジスタの出力特性図

## ■ 研究体制

- ◆ 代表研究者  
広島大学 大学院工学研究科・物質化学システム専攻 教授 瀧宮和男
- ◆ 研究者  
宮碓栄吾（広島大学）、大迫 優（広島大学）、斎藤慎彦（広島大学）、池田征明（日本化薬）、桑原博一（日本化薬）
- ◆ 共同研究機関  
日本化薬株式会社

## ■ 研究期間

平成20年4月 ~ 平成22年3月