

解説記事:平成19年度 電子スピンサイエンス学会奨励賞(電子スピンサイエンス学会)

「電子スピン共鳴を用いた有機デバイスのマイクロ特性評価法の開発」

Development of A New Method for Studying Microscopic Properties of Organic Devices by
Electron Spin Resonance

大英 田嶋 学大聖古寺
(共同著者)

筑波大学 丸本 一弘
(A03 班黒田チーム分担者)

有機分子のエレクトロニクスへの応用を目指した有機エレクトロニクスの研究が近年盛んになり、電界発光(EL)素子、電界効果トランジスタ(FET)、太陽電池などの有機デバイスの開発・応用が進められている。有機EL素子は液晶に代わるディスプレイとして既に一部実用化され、有機FETもアモルファスシリコンFETを凌駕する特性を示し、注目されている。有機FET特性のさらなる向上のためには、FET構造中の有機層と絶縁層との界面における本質的な伝導機構の解明が必要不可欠である。しかしながら、そのような本質的な性質は、FET構造における有機分子の結晶粒界などに起因した非本質的な効果により隠され、本質的な伝導機構の解明は進んでいなかった。

以上の問題に取り組むため、丸本氏は、分子レベルで材料評価を行える高感度な手法である電子スピン共鳴(ESR)を、有機FETに適用し、結晶粒内やデバイス界面などにおける有機分子集合体のマイクロ評価を行った。用いた有機分子は、導電性高分子中で最も移動度が高い立体規則性ポリアルキルチオフェンや有機物中で最も移動度が高い導電性低分子ペンタセンである。それにより、デバイス中の分子集合体構造や、その中に電界注入された電荷キャリアの電子状態(スピン状態)を明らかにした。そして、FET特性評価を併用し、それらESRおよびFET特性の温度依存性などを調べ、特にペンタセンFET研究では、バンド的な伝導機構をマイクロな観点で立証した。

本手法により、従来のX線などの手法では不可能であった、デバイス構造中の有機分子集合体の局所構造、特に界面構造や、その中での電荷キャリア状態を研究でき、それにより、FET構造における結晶粒界などの非本質的な効果の影響を受けない、本質的な伝導機構を解明出来る。これは、有機デバイスの評価に新しいマイクロな観点を導入することになる。そして、ESR特性とFET特性との相関を調べることで、分子レベルでのFET特性の制御・向上の指針を得ることが出来るので、有機デバイスの基礎研究およびデバイスへの応用研究へ大きな意義を持ち、有機エレクトロニクスの発展に寄与できると期待される。

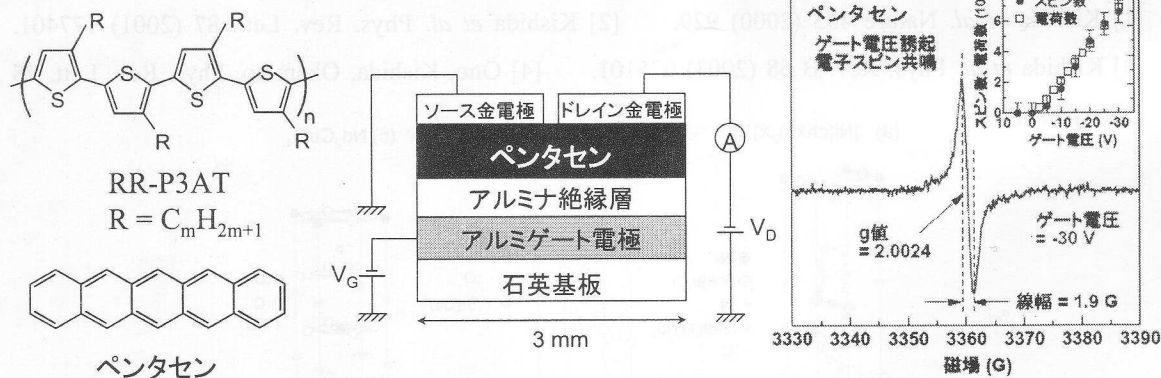


図1. 有機デバイス作製に用いられた有機分子とペンタセンを用いた電界効果トランジスタ(FET)構造、および電子スピン共鳴を用いたペンタセンFETのマイクロ特性評価。