

ルブレン単結晶トランジスタの電子スピン共鳴

筑波大学 大学院数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻
新井 徳道、丸本 一弘

1. 工作センター利用概要

研究で使用するコック付きESR試料管の作製をガラス工作センターに依頼している。

2. 研究紹介

■ はじめに

有機単結晶を用いた電界効果トランジスタ(FET)は、高い電荷キャリア移動度を示すため注目されている。これまでに有機単結晶FETの研究は盛んに行われてきたが、有機材料の理解やデバイス特性の向上に有用である電荷キャリア状態の解明は未だ完全ではない。そこで最近我々は、電荷キャリアのマイクロ特性評価、特にスピン状態の初の研究として、電子スピン共鳴(ESR)を用いた有機デバイスの評価法を新たに開発し、デバイス界面における電荷キャリア状態や分子配向を解明してきた[1]。ここでは、有機FET中で最も高い移動度を示すルブレン単結晶FETにESR法を適用し、その評価を行ったので紹介する[2]。

■ 試料作製

ルブレン単結晶は物理気相輸送(PVT)法により



図1 ルブレン単結晶FET構造の概要図

作製された。これを金電極が作製されたシリコン絶縁膜基板上に貼り付け、ボトムコンタクト型FET構造を作製した。概要図を図1に示す。

■ FET特性

作製した試料のFET特性として電気容量のゲート電圧依存性を図2(a)に、ドレイン電流のゲート電圧依存性を図2(b)に示す。標準的なFET動作が確認される。

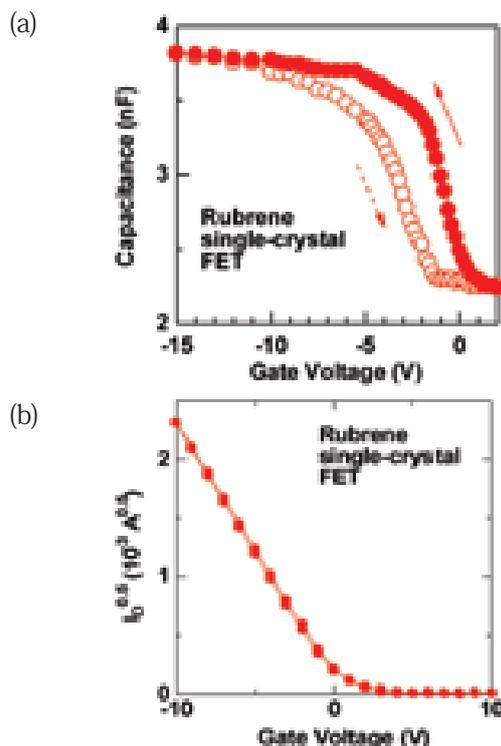


図2 ルブレン単結晶FET特性
(a) 電気容量のゲート電圧依存性
(b) ドレイン電流のゲート電圧依存性

■ 電場誘起ESR信号

次に、同一素子を用いて電荷蓄積状態で電界注入キャリアのESR測定を行った。シリコン基板に起因したバックグラウンドESR信号を差し引くことにより、明瞭な電場誘起ESR信号を得た（図3）。信号のゲート電圧依存性が明瞭に観測されている。観測された信号のg値はルブレンの π 電子に起因しており、信号の線幅には、キャリアの高移動度を反映した、運動による先鋭化（motional narrowing）が生じている。

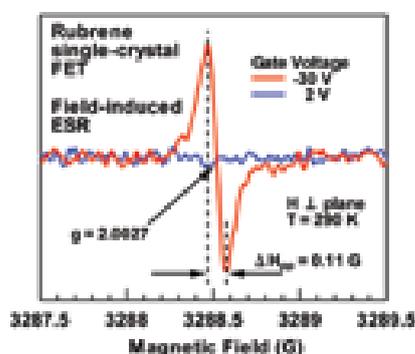


図3 ルブレン単結晶FETの電場誘起ESR信号

■ 外部磁場印加方向に対する異方性

図4は基板に対して外部磁場方向が平行と垂直なときの電場誘起ESR信号であり、明瞭な異方性を示している。

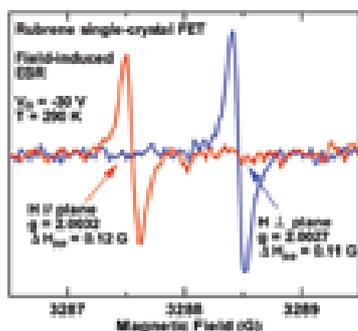


図4 電場誘起ESR信号の外部磁場印加方向に対する異方性

図5に電場誘起ESR信号の異方性測定から得られた、共鳴磁場を与えるg値の角度依存性を示す。ル

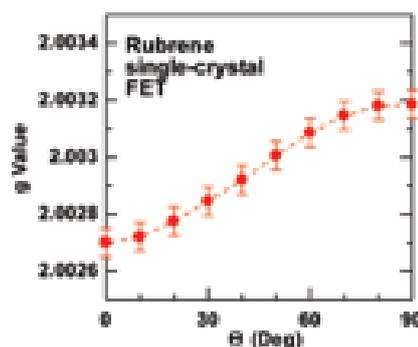


図5 電場誘起ESR信号におけるg値の外部印加磁場方向に対する異方性

ブレン分子の π 軌道の異方性を反映した、明瞭なg値の異方性が観測される。

これらの異方性を解析した結果、FET界面におけるルブレンの分子配向が局所的に変調を受け、バルク分子配向と異なっていることが明らかになった。

3. 今後の展望

ルブレン単結晶FET界面におけるルブレンの分子配向がバルク分子配向と異なる興味深い結果を解明するため、今回のものとは異なる界面構造のルブレンFET試料を用いたESR研究を今後行う予定である。

また、本研究ではFET試料のESR測定を行うためコック付きESR試料管が必要であり、今後も工作センターに試料管の作製を依頼していく予定である。

参考文献

- 1) K. Marumoto et al., J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 1673; *ibid.* **74** (2005) 3066; Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 256603; Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) L1191.
- 2) K. Marumoto et al., Meeting Abstracts of Phys. Soc. Jpn. **63** (2008) 831; Extended Abstracts (The 55th Spring Meeting, 2008); Jpn. Soc. Appl. Phys. and Relat. Soc. 1395.