

強相関電子系環状チアジラジカルへのキャリア注入

(名大院理¹, 名大物質国際研², 阪大院工³)

○水野麻人¹, 松下未知雄¹, 阿波賀邦夫², 酒巻大輔³, 関修平³

Carrier Injection into Strongly-Correlated Electron Systems of Thiazyl Radicals

(Grad. Sch. of Sci., Nagoya Univ.¹; RCMS, Nagoya Univ.²; Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.³)

○Asato Mizuno¹, Michio M. Matsushita¹, Kunio Awaga²,

Daisuke Sakamaki³, Shuhei Seki³

【序】

強相関化合物は、分子間に強い相互作用をもち、その特異な磁気・電子物性から注目を集めている。TTTA(1,3,5-trithia-2,4,6-triazapentalenyl, 図 1)は、S-N 及び S-S 間の相互作用により 3 次元的ネットワークを形成する中性ラジカルであり、大きなヒステリシスを有する常磁性-反磁性転移($T_{c\downarrow} = 230$ K, $T_{c\uparrow} = 305$ K)[1]及び光誘起相転移[2]を起こすことが知られている。特に、高温相は、結晶構造解析(図 2)[1]及び理論計算[3]の結果からモット絶縁体であることが示唆され、電子物性の観点から非常に興味深い。今回我々は、この高温相に着目し、電界効果トランジスタ(FET)によるキャリア注入を試みた。SiO₂を絶縁層とするFETに加えて、イオン液体を絶縁層とする電気二重層FETを作製し、トランジスタ特性を測定した。

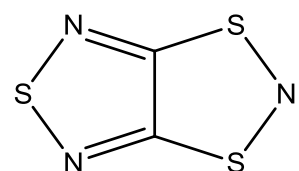


図 1. TTTA の分子構造

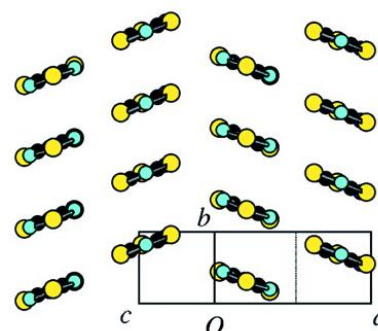


図 2. TTTA(高温相)の結晶構造

【実験】

TTTA を文献の方法[4]を改良して合成し、昇華精製することでブロック状結晶を得た。白金楡形電極基板上に単結晶 FET(絶縁層 SiO₂)を作製し、トランジスタ特性の温度依存性を測定した。また、スピコート法により、同様の基板上に TTTA 薄膜を形成し、イオン液体 DEME-TFSI (*N,N*-diethyl-*N*-methyl-*N*-(2-methoxyethyl)ammonium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide)を滴下後、白金電極(ゲート)を挿入し、電気二重層 FET を作製した。

【結果と考察】

TTTA 単結晶 FET の伝達特性を図 3 に示す。p 型半導体特性を示し、最高で $\mu = 2.2 \times 10^{-5}$ cm²V⁻¹s⁻¹ の移動度が得られた。これにより、高温相へのキャリア注入が確認できた。図

4にTTTA単結晶FETにおける伝達特性の温度依存性を示す。250 K付近において、高温相から低温相への相転移と考えられる電流値の急激な減少がみられた。この時、パイエルス絶縁体と考えられる低温相においては、熱活性型の挙動を示したが、高温相では、温度低下に伴い電流値が増加するという逆の傾向が見られた。これは、モット絶縁体へのキャリア注入による特異な挙動であると考えている。すなわち、電界効果によりキャリアが注入された表面だけが伝導性を担うだけでなく、固体内部までも伝導性を持ち金属状態になったことが示唆される。

図5にイオン液体 DEME-TFSI を絶縁層とした薄膜FETの伝達特性を示す。 $\mu = 5.5 \times 10^{-6} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、閾値電圧 $V_{th} = -0.67 \text{ V}$ と求めた。SiO₂を絶縁層とした薄膜FETでは、 $\mu = 4.2 \times 10^{-8} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、 $V_{th} = -20 \text{ V}$ であり、電気二重層形成による移動度の向上及び低電圧駆動を達成した。

以上、TTTAに対してFETによるキャリア注入を行い、p型半導体特性を引き出すことができた。単結晶FETの温度依存性においては、高温相において温度低下に伴い電流値が増加するという金属状態を示唆する結果が得られた。また、薄膜FETについては、電気二重層形成による移動度の向上及び低電圧駆動を達成した。当日は、単結晶における電気二重層FET、サラウンドゲートFETの結果についても述べる。

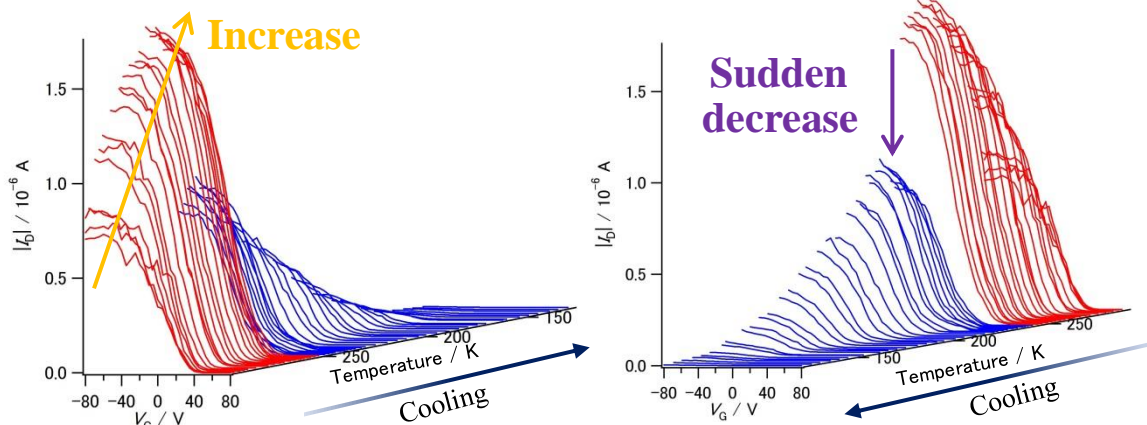


図4. TTTA単結晶FETにおける伝達特性の温度依存性

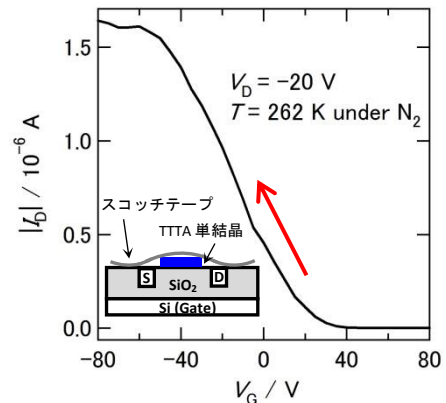


図3. TTTA単結晶FETの伝達特性

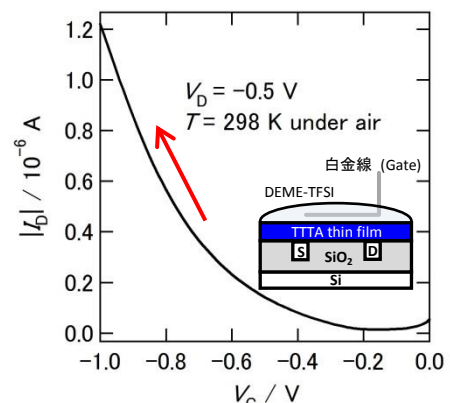


図5. イオン液体(DEME-TFSI)を絶縁層としたTTTA薄膜FETの伝達特性

- [1] W. Fujita and K. Awaga, *Science*, 1999, **286**, 261.
- [2] H. Matsuzaki, W. Fujita, K. Awaga and H. Okamoto, *Phys. Rev. Lett.*, 2003, **91**, 17403.
- [3] M. Furuya, Y. Kawazoe and K. Ohno, *Sci. Technol. Adv. Mater.*, 2004, **5**, 689.
- [4] G. Wolmershäuser and R. Johann, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1989, **28**, 920.