# ビチアゾールテトラチオン骨格を用いた大気安定 n 型有機トランジスタ

## Air-Stable n-Channel Organic Transistors Based on Sulfur Rich π-Electron Acceptors

Université de Rennes 1[1], 東工大院理工[2]
Agathe Filatre-Furcate[1], Dominique Lorcy[1], ○東野 寿樹[2], 森 健彦[2]
University of Rennes 1[1], Tokyo Institute of Technology[2]
Agathe Filatre-Furcate[1], Dominique Lorcy[1], °Toshiki Higashino[1], Takehiko Mori[2]
E-mail: higashino.t.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年，p 型半導体としてベンゾチエノベンゾチオフェン（BTBT）を代表とするチエノアセン骨格が盛んに研究され，優れたトランジスタ特性が報告されている[1]．この背景にはカルコゲン元素を介する非結合性相互作用が深く関与し，有機半導体の分子設計における指針の一つとなっている．一方で，n 型半導体においては，積極的にカルコゲン相互作用を活用した例は少ない[2]．ビチアゾールテトラチオン（tetrathione）骨格は多段階レドックス系の電子アクセプターであり，4 つのチオン部位に大きな LUMO 係数をもっている（Fig. 1）[3]．本研究では，tetrathione を用いたトランジスタがカルコゲン相互作用による優位な電子伝導パスの形成を示唆したのでその詳細を報告する．

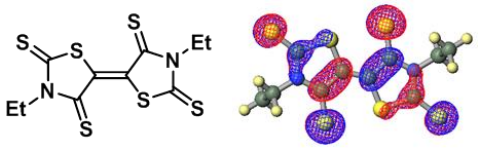


**Fig. 1** Bithiazole tetrathione and LUMO.

【実験】Si/$SiO_2$ 基板上に長鎖脂肪族化合物であるテトラテトラコンタン（$C_{44}H_{90}$, TTC, 20 nm）を製膜した後[4]，tetrathione を 50 nm 蒸着した．薄膜構造は AFM および XRD にて評価した．薄膜 FET のゲート電極には n 型 Si, ソースードレイン電極には Au を用い, チャネル長/チャネル幅は 100 μm/1000 μm とした．一方で，tetrathione の針状結晶を用いて単結晶 FET を作製した．単結晶 FET では表面処理としてポリスチレン（PS, 100 nm），ソースードレイン電極としてカーボンペーストを用いた．また，拡張ヒュッケル法に基づき，結晶構造[3]からトランスファー積分を見積もった．

【結果と考察】薄膜の XRD からは TTC（$d$ = 29.7 Å, (004)）および tetrathione（$d$ = 11.6 Å, (001)）に帰属される回折ピークがそれぞれ得られ，tetrathione は TTC 上で分子が基板に対してほぼ垂直に立つように配向していることが示唆された．薄膜 FET は n 型駆動し，最大移動度 0.02 $cm^2 V^{-1} s^{-1}$ を示した．一方で，単結晶 FET は最大移動度 0.2 $cm^2 V^{-1} s^{-1}$ を示し，大気下においても全く劣化はみられなかった（Fig. 2）．結晶中において，tetrathione 分子は Et 基の立体効果によってツイストしたスタック構造をとっており, 針状外形に関わらず，LUMO のトランスファー積分は 3 次元的な相互作用を示した. カラム間の強い相互作用は S–S ショートコンタクトに起因し, キャリアトランスポートを促進させる役割を果たしている．

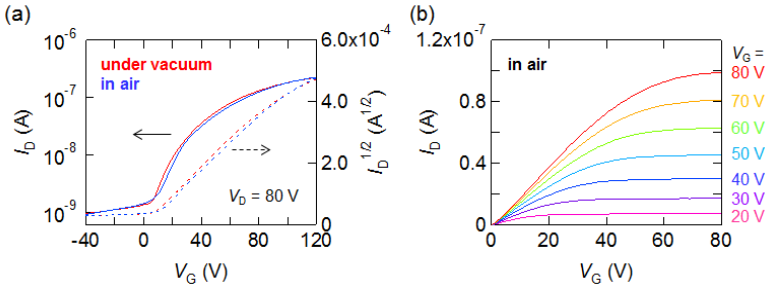


**Fig. 2** n-Channel characteristics of single-crystal transistors based on tetrathione. (a) Transfer characteristics measured under vacuum (red curves) and in air (blue curves). (b) Output characteristics measured in air.

[1] K. Takimiya *et al.*, *Adv. Mater.* **2011**, *23*, 4347. [2] S. Ando *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2005**, *127*, 14996. [3] Y. L. Gal *et al.*, *Dalton Trans.* **2013**, *42*, 16672. [4] M. Irimia-Vladu *et al.*, *Adv. Mater.* **2012**, *24*, 375.

© 2015年 応用物理学会