金属－絶縁体相転移モデルによる相転移型トランジスタの動作解析

Analysis of Phase Transition Transistor based on the Numerical Metal-Insulator Phase Transition Model

千葉大学大学院 [1]　千葉大学共用機器センター[2]

○武田 陸 [1]，佐野 照輝 [1]，石井 亮磨 [1]，渡邉 宏樹 [1]，酒井 正俊 [1]，桝 飛雄真 [2]，工藤 一浩 [1]

Department of Electrical and Electronic Engineering, Chiba University [1],

Center for Analytical Instrumentation, Chiba University [2]

°R. Takeda[1], T. Sano[1], R. Ishii[1], H. Watanabe[1], M. Sakai[1], H. Masu[2], K. Kudo[1]

E-mail: sakai@faculty.chiba-u.jp

強相関電子系の金属－絶縁体転移を動作原理とする相転移型トランジスタは理論計算に基づいて高速応答デバイスとして期待されている[1]。強相関電子材料で良く知られた特異な電子状態にはモット絶縁体と電荷秩序があり、モット転移をベースにした有機トランジスタは既に報告されている[2]。我々は電荷秩序相転移に基づく金属－絶縁体相転移も、相転移型トランジスタの動作原理として有効と考え研究を行ってきた。電荷秩序物質 α-(BEDT-TTF)$_2$I$_3$ について、バルクの抵抗率の温度依存性[3](Fig.1 の実験データ)を説明するモデルとして、温度低下に伴って金属相の中に絶縁相ドメインが成長しながら結晶全体が絶縁体化していくモデルを立て、実験データをよく説明できる計算結果を得た。Fig.1 にはその計算結果を実験データと重ね書きして示してあるが、全温度域でたいへんよく一致する。次に Fig.2 に α-(BEDT-TTF)$_2$I$_3$ の 4 端子 FET 特性の温度依存性を示す。正負両極のゲート電圧印加によって、しきい電圧以上のゲート電圧で急激にコンダクタンスが増加して飽和する。このような FET 特性は強相関 FET で見られる特徴[2]であり、電子相関により形成された絶縁相(電荷秩序相)がゲート電界の作用により融解して金属相に相転移したことによると考えられる。コンダクタンスの変調率が低温ほど大きいのは、バルク中の電荷秩序相の比率が高いためである。バルクの金属－絶縁体相転移を説明したモデルに基づいてこの FET の動作解析を行った。本研究は科研費 17H02760 の支援の下に行われた。岡田悠悟博士と上田高寛氏には実験への貢献を感謝致します。

[1] D. M. News *et al.*, J. Electroceram. 4, 339 (2000).　[2] Y. Kasasugi *et al.*, Phys. Rev. B 84, 125129 (2011).

[3] N. Tajima *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. 74, 511 (2005).

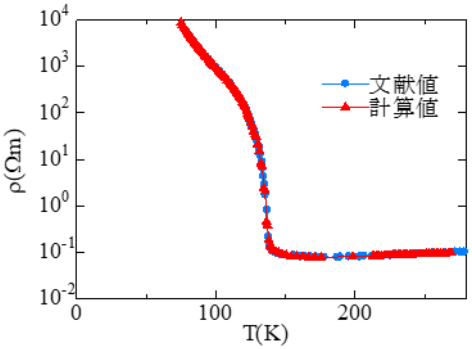

Fig.1　抵抗率の温度依存性

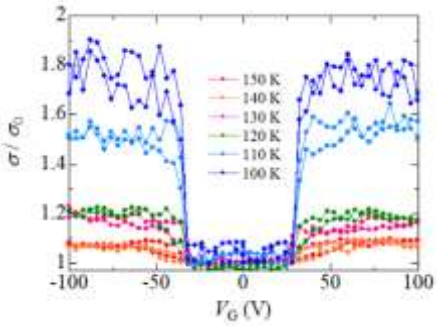

Fig.2　4 端子 FET 特性の温度依存性