

## 両性有機分子を用いた OFET における整流特性

(東大院総合<sup>1</sup>、名大理<sup>2</sup>、富山大理<sup>3</sup>) ○伊藤 卓郎<sup>1</sup>、森 威知郎<sup>1</sup>、松下 未知雄<sup>2</sup>、鈴木 健太郎<sup>1</sup>、豊田 太郎<sup>1</sup>、樋口 弘行<sup>3</sup>、菅原 正<sup>1</sup>

## 【序】

ドナー性とアクセプター性を併せ持つ両極性分子であるテトラシアノテトラチエノキノジメタン (TCT<sub>4</sub>Q, 図 1) を用いた FET 素子は、電子・正孔どちらのキャリアを注入しても導電性が增大する、FET 両極性を示すことが分かっている。我々は、FET 素子にゲート電圧をかけ続けていると、次第にスレッシュホールド電圧がゲート電圧の方へ移動してしまう現象(バイアスストレスによる閾値電圧のシフト)が冷却時には停止することを発見し、これを積極的に利用して、TCT<sub>4</sub>Q ベースの FET 素子に適用することで、低温で安定な、何回でも形成・消去・反転が可能な pn 接合を作ることに成功した。例えば、ソース・ドレイン・ゲート各電極の電位をそれぞれ 0 V, 40 V, 20 V となるように電圧を印加してシフトを起こさせ、そのまま 100 K まで冷却することで、ソースドレイン間にダイオードのような pn 接合を形成することができる。また、常温に戻せばこの接合は消去される。本研究では、シフトが停止する上限温度(凍結温度)を見積もるために、各温度での電流値の時間依存性を測定した。一方、動作温度を上げるには、素材を改良する、あるいは pn 接合に交替電場を入力し、整流効果の周波電圧耐性を検討するといった二つの解決法がある。このうち、今回は後者の交替電場周波数依存性について検討した。

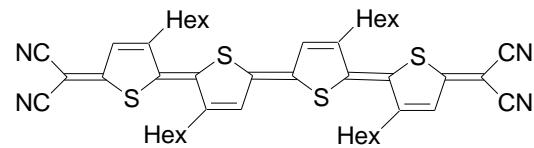


図 1 TCT<sub>4</sub>Q の分子構造

## 【実験】

表面酸化シリコン板 (絶縁膜 300 nm) 上に形成された楕型の金電極 (電極幅 2 μm、電極間隔 2 μm) 上に、試料のクロロホルム溶液を滴下し溶媒を蒸発させるキャスト法 (グローブボックス内、窒素雰囲気下)、により、半導体層を形成させ、ボトムコンタクト型 FET 構造を作成した。そのままグローブボックス内で ADVANTEST R6245 型ソースメータにより伝達特性の測定を行い、FET 両極性を確認した。この素子を Quantum Design MPMS のサンプルルーム内に導入して、一定温度・一定電圧下で電流の経時変化測定を行った。電流値の測定には KEITHLEY 6487 型ピコアンメータを用いた。同様の測定を複数の温度で行い、凍結が起きる温度を見積もった。並行して、ソース・ドレイン・ゲート各電極の電位をそれぞれ 0 V, 40 V, 20 V としてダイオード作成の操作を行い、NF 1920A ファンクションジェネレータにより周波数の異なる三角電場を入力し、整流効果が発現できる周波数と温度の上限について検討した。

## 【結果及び考察】

凍結温度の見積もり TCT<sub>4</sub>Qを用いたFET素子に対し、全ての電圧0のまま冷却し、ドレインソース電圧を5V、ゲート電圧を-20Vを印加して電流値の時間変化を測定した。これを冷却温度98K、157K、169K、176K、186K、197K、207Kについて行い、比較することで凍結が起きる温度を見積もった。測定開始直後に急激な電流値減少が見られたが、これは今回対象としている、閾値電圧シフトに伴う電流値減少とは直接関係ないと考え、測定開始200秒後と1時間後の電流値の比により各温度のデータを比較した(図2, 3)。スレッショルド電圧は150K以下の低温ではほとんど変化していないが、180Kを境に変化量が大きくなり、温度依存性が見られるようになるので、180Kを凍結温度と決めた(図3)。

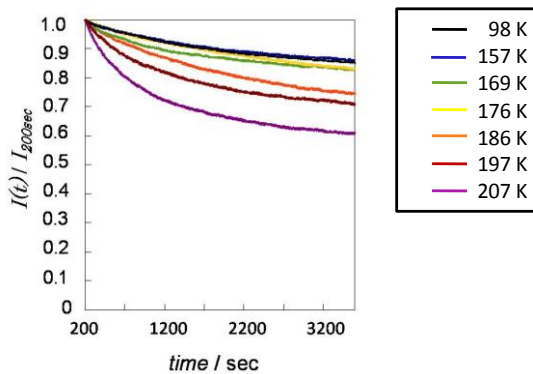


図2 TCT<sub>4</sub>Qの電流測定、縦軸は電流測定値とt = 200 sの電流値との比

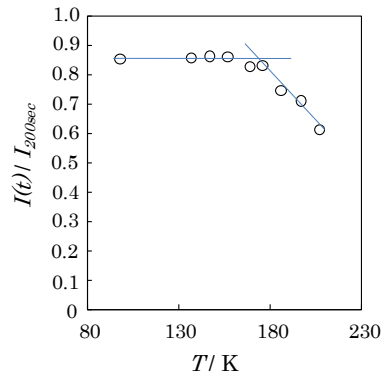


図3 TCT<sub>4</sub>Qの凍結温度見積もり、縦軸はt = 3600 sと200 sとの電流値の比

整流効果の交替電場周波数依存性 常温でソース・ドレイン・ゲート各電極の電位をそれぞれ0V、40V、20Vとし、そのまま100Kまで冷却してpn接合を形成した。ソースドレイン電極間に振幅40V、周波数50mHzの三角電場を入力したところ、負電圧側のみ電流が流れる整流特性が見られ、ダイオードの形成が確認できた。温度と振幅はそのまま、10mHz、50mHz、100mHz、500mHz、1Hzの交替電場を入力し、整流性の追従性能について比較したところ、少なくとも0.5Hzまでは整流性を維持していることが分かった(図4)。1.0Hzでは非対称ながら、逆バイアスに対しても電流が見られる。次に、前項の実験で見積もられた凍結温度周辺まで温度を引きあげ、150K及び200K、220Kで100mHzの入力を行ったところ、いずれも整流性が見られた。ただし、220Kでは波形の乱れが見られた。凍結温度より高温であっても、短時間ならば整流性を保持していたということである。周波数が高い電場の時に整流性が維持できない原因については、検討中である。

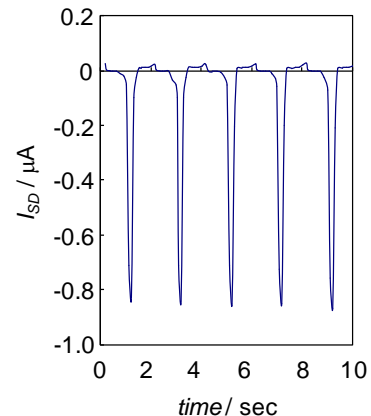


図4 形成されたダイオードの整流特性  
振幅40V、50mHz