P-11

物質・材料

PELGを誘電体層に有するOTFTメモリの動作機構解析

■ はじめに

有機薄膜トランジスタ(OTFT)は有機材料の持つ形状的フレキシビリティや素材の選択自由度などの利点を持ち，フレキシブルデバイスへの応用が期待されていることから，近年盛んに研究が行われている．OTFTのうち，強誘電性を利用した強誘電型OTFTメモリには，情報を記憶することができる特徴を持つ．これまでに，誘電体層にα-ヘリックス型のポリペプチドを導入したOTFTでは，ポリペプチドが持つ強い強誘電性に起因するメモリ性の発現が報告されている[1]．サイクル特性やメモリ性保持といったメモリ性能の向上を図るためには，ポリペプチドの膜構造だけでなく，膜の熱特性とメモリ性の相関を詳細に解析することが重要となる．本研究では，側鎖にエチル基を持つポリグルタミン酸Poly(γ-ethyl-L-glutamate) [PELG]を誘電体層に有するOTFT素子を構築し，温度特性を評価することで，OTFTメモリの動作機構解析を目的とした．

■ 実験

PELG（重合度:640)をChloroformに溶解させ，ITO基板上にキャスト法により成膜した(PELG膜:1.4 μm)．成膜したPELG膜の二次構造を円二色性(CD)スペクトルにより同定したところ，α-ヘリックス構造一致率が99%であった．成膜した膜上に，半導体層としてpentacene（50 nm)を，ソース・ドレイン電極としてAu（50 nm)を真空蒸着法により積層させ，トップコンタクト・ボトムゲート型のOTFT素子(ITO/PELG/pentacene/Au)を作製した．このOTFT素子に対して，真空・暗条件下にて伝達特性の測定を行った．また，PELG膜に対して，次の測定を行った．

・示差走査熱量(DSC)測定ーPELG膜の熱物性を評価
・熱刺激脱分極(TSDC)測定ーPELG膜の分極挙動解析

■ 結果と考察

作製したITO/PELG/pentacene/Au素子における伝達特性をFig. 1に示す．伝達特性は，ソース・ドレイン電圧をV_{DS} = −10 Vに固定し，ゲート電圧V_Gを走査させた際のソース・ドレイン電流I_{DS}を観測した．測定時の基板温度が20 ℃の場合，ヒステリシスの発現は確認されなかったが，100 ℃においては，メモリウインドウが拡大し，ヒステリシスを発現したことが認められた．このことは，20 ℃から100 ℃の温度範囲において，PELG分子の状態が変化したことを示唆している．このことを確認するため，DSC測定およびTSDC測定を行った．

DSCは昇温速度を10 K/minとして測定を行った．DSCの測定結果から，PELG膜は，10 ℃付近および30 ℃付近にガラス転移に起因する吸熱のベースラインシフトが，40 ℃付近にエンタルピー緩和に起因する吸熱ピークが確認された．このことから，10 ℃から30 ℃付近において層構造が変化し，PELGの主鎖もしくは側鎖の運動性が向上したことに伴い，100 ℃の伝達特性においてメモリウインドウが発現したと考えられる．

TSDCは，OTFT素子と同様にしてITO/PELG/Au素子を作製し，この素子に対して，ポーリング温度T_p = 20 ℃または100 ℃，ポーリング電圧V_p = 60 V，コレクト電圧V_c = 0.01 V，昇温速度β = 10 ℃/minとして測定を行った．TSDCの測定結果から，20 ℃でポーリングした場合，150 ℃までにおいて脱分極電流は観測されなかった．一方で，100 ℃でポーリングした場合，75 ℃付近から脱分極に伴う電流が観測され，125 ℃付近において，脱分極電流のピークが確認された．これは，100 ℃における良好なメモリウインドウの発現を支持する結果となっている．

これらの結果から，PELGを誘電体層に用いたOTFT素子では，100 ℃付近において，良好なメモリ性を有するヒステリシスが確認された．これは，10 ℃から30 ℃付近において層構造が変化し，75 ℃で分極挙動が変化することに起因することが明らかとなった．

■ 参考文献

[1] M. Hasegawa, N. Kobayashi, S. Uemura, T. Kamata, *Synthetic Metals*, **2009**, 159, 961-964.

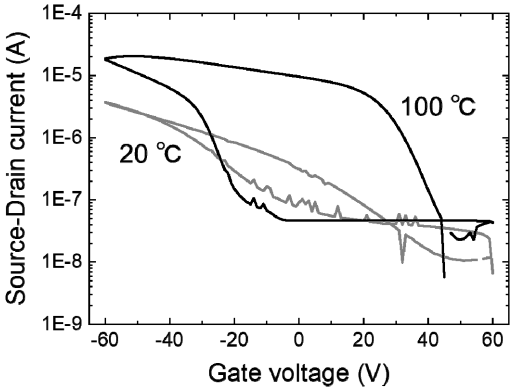

Fig. 1 Transfer characteristics of the ITO/PELG/pentacene/Au cell.

代表発表者　**西中 優太(にしなか ゆうた)**
所　　属　**千葉大学大学院 融合理工学府**
先進理化学専攻 物質科学コース
問合せ先　**〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33**
TEL:043-290-3457 FAX:043-290-3457
小林範久・中村一希研究室

■キーワード: (1)有機薄膜トランジスタ
(2)強誘電性
(3)ポリグルタミン酸