有機半導体のアニール処理による伝導性変化の調査

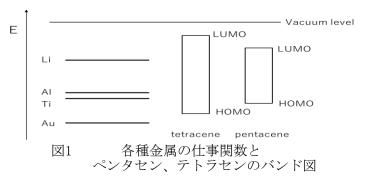
Investigation of conductivity change of organic semiconductor by annealing

東京農工大学 , 〇田口帆人 , 水口慶一郎 , 岩崎好孝 , 上野智雄

Tokyo University of Agriculture and Technology, OH.Taguchi, K.Minakuchi, Y.Iwazaki, T.Ueno E-mail: 7freeox7@gmail.com

1. はじめに

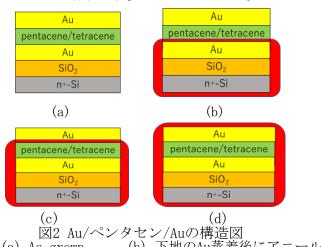
有機半導体は軽量、柔軟性といった無機半導にない利点があるためフレキシブルデバイスに利用される。また可溶性があるため印刷技術を用いて大面積の回路の作製が可能である。しかし、有機半導体はキャリア移動度が小さく、かつ金属/有機半導体の接触抵抗が高いことが知られている。これを用いて作製したデバイスは駆動電圧が大きく、消費電力が多くなることが知られている。本研究では有機材料としてペンタセン、テトラセンを使用した。また電極には図1に示すとうな各種金属の仕事関数と有機半導体のバンド図の観点からホール注入をしやすいAuを選択した。これらを用いてmetal/semiconductor/metal(MSM)構造を作製し、アニール処理を行うことで有機半導体内の伝導性の変化を調査した。



2. 実験方法

n⁺-Siの基板をフッ酸洗浄してから900℃、30分で熱酸化をおこない、SiO₂を成膜した。次に真空蒸着法で下地金属となるAu、有機半導体としてペンタセンを成膜した。その後、上部電極としてのAuを成膜してAu/ペンタセン/Auの構造を作製した。この成膜プロセスの過程において図1に示すように異なるタイミングで100℃でN₂雰囲気下においてアニール処理をした。(b)では下地金属と有機半導体との接触面の平滑化、(c)ではそれに加えて有機半導体の膜質の改善、(d)では上部金属と有機半導体との接触面の平滑化を目的としている。さらに全行程終了後、J-V特性を測定し、アニール処理による特性の変化を調査した。

次に有機半導体をテトラセンに変更し、上記と同様にMSM構造を作製し、J-V特性を測定した。



(c) (d) (d) (2) Au/ペンタセン/Auの構造図 (a) As grown (b) 下地のAu蒸着後にアニール (c) ペンタセン蒸着後にアニール (d) MSM作製後にアニール

3. J-V測定結果 (ペンタセン)

図3に結果を示す。図2(b)のサンプルでは下地金属と有機半導体との接触面の平滑化、(c)ではそれに加えて有機半導体内の配向性が改善され、膜中のキャリアトラップが減少したことによる有機半導体の抵抗率が低下、(d)ではさらに上部金属と有機半導体との接触面の平滑化によって、(a)の処理なしのサンプルに比べて電流密度が上昇したことによるものと思われる。

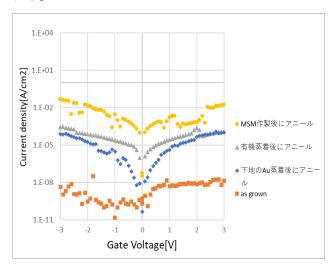


図3 J-V特性(ペンタセン)

4. J-V測定結果(テトラセン)

図4に結果を示す。ペンタセンの場合と同様の傾向が見られた。材料問わず、アニール処理は有機半導体内の伝導性を良化することがわかった。また図3と図4を比較すると図4はグラフに非対称性がみられた。さらにテトラセンのサンプルに流れる電流密度のほうが高く、これについて図1に示したようにAuの仕事関数とペンタセン、テトラセンのHOMO(最高被占軌道)との位置関係に起因するものと推測し、今後検証していく。

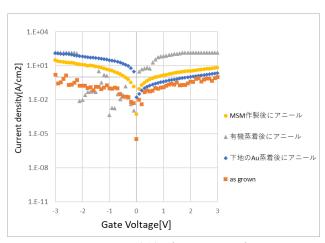


図4 J-V特性 (テトラセン)