ゲート絶縁膜表面処理による有機薄膜トランジスタへの影響

Effect of gate insulating film surface treatment on organic thin film transistors

東京農工大学, [○]水口慶一郎, 松下晟士, 田口帆人、岩崎好孝, 上野智雄

Tokyo University of Agriculture and Technology,

^oK.Minakuchi, A.Matsushita, H.Taguchi, Y.Iwazaki, T.Ueno

E-mail: s190693y@st.go.tuat.ac.jp

1. 実験背景

有機薄膜トランジスタは軽量さや柔軟性、低温での作製が可 能という利点を生かし、フレキシブルデバイスなどの新デバイ スへの応用が期待されている。

一方で、有機薄膜トランジスタはキャリアの移動度が低い、 大気での不安定さ、駆動電圧が高いなどの課題も存在する。ま た有機薄膜トランジスタは有機半導体と絶縁膜表面にキャリ アを蓄積させて駆動させるため、絶縁膜表面の状態も性能を決 定づける大きな要因となってくる。また絶縁膜表面の表面自由 エネルギーを小さくする事により、有機半導体のグレインサイ ズが大きくなり移動度が上がるという報告もある。そこで本研 究では絶縁膜として Al₂O₃を採用し、表面処理を行うことによ り特性改善を試みた。

2.接触角法による表面自由エネルギーの調査

まず成膜法の違いにより Al_2O_3 の表面自由エネルギーに変化 が見られるか接触角法を用いて調査した。実験方法は有機洗浄 及び HF 洗浄を行った n⁺-Si 基板上に Al_2O_3 を熱酸化(400° 60min)、反応性スパッタ、反応性スパッタ+N₂アニール(200° 30min)、Kr/O₂ プラズマ酸化法(流量比 Kr:O₂=100:1 200° 30min)により成膜後、それぞれのサンプルに対して接触角を測 定した。測定条件は滴定液:純水、滴定量: 1 μ L である。接触 角の測定方法を Fig.1 に、接触角の実験結果は Table.1 に示す。

Table.1 を見ると Kr/O₂ プラズマ酸化により成膜した Al₂O₃ は、他の成膜法と比較して接触角が大きい事が分かる。このこ とから Kr/O₂ プラズマ酸化により成膜した Al₂O₃の表面は表面 自由エネルギーが小さく、その後の有機半導体成膜時に有機半 導体のグレインサイズを大きくすることができ、移動度の改善 につながるのではないかという期待ができる。また絶縁膜表面 ではヒドロキシ基(-OH)が結合し、それによりキャリアトラッ プや不安定な動作を生む原因となるのだが、Kr/O₂ プラズマ酸 化が他の成膜法と比較して、接触角が大きいことから疎水性で あり、絶縁膜表面での OH 基の結合を抑えられるという可能性 が考えられる。



Table.1 接触角測定結果

酸化方法	Contact Angle(°)
熱酸化	26	
反応性スパッタ	16	
反応性スパッタ+N₂アニール	43	
Kr/O₂プラズマ酸化	57	

3.C-V 測定

前項の実験から Kr/O₂プラズマ酸化により成膜した Al₂O₃表面の表面自由エネルギーは小さく、また表面で結合する OH 基の減少が期待できる。そこで実際に有機 MOS 構造を作製し、 C-V 測定を行い、界面特性の評価を行った。しかし Kr/O₂プラ ズマ酸化では Al₂O₃を数+[nm]と成膜させることが難しい。そ こで反応性スパッタにより Al₂O₃を成膜後 Kr/O₂プラズマ追酸 化をおこなうことで表面の状態のみの改善を行った。

有機洗浄及び HF 洗浄を行った n⁺-Si 基板上に反応性スパッ タにより Al₂O₃ を 20[nm]成膜後、Kr/O₂ プラズマ追酸化(流量 比 Kr:O₂=100:1 200℃ 15min)を行った。その後有機半導体 としてペンタセン(C₂₂H₁₄)を、電極として Au、バックコンタク トとして Al を蒸着し有機 MOS 構造作製後 C-V 測定を行った。 Fig.2 にサンプル構造図を、Fig.3 に C-V 測定の結果を示す。

Fig.3 の結果を見ると As grown のヒステリシスが Kr/O₂ プ ラズマ追酸化により減少している事が確認できる。この結果か ら表面 OH 基がもたらすと考えられるトラップ密度を算出する と、As grown では N_{ss}= 5.10×10^{11} [cm⁻²]に対して、Kr/O₂プラ ズマ追酸化では N_{ss}= 4.25×10^{10} [cm⁻²]であった。このことから プラズマ追酸化によって絶縁膜表面の OH 基が減少できている と考えられる。



Fig.2 C-V 測定でのサンプル構造図







Fig.3 C-V 測定結果