

絶縁膜表面に付着した OH 基による有機薄膜トランジスタへの影響及び改善策の検証

Effect of OH group attached to the surface of insulating film on organic thin film transistor and verification of improvement measures

東京農工大学, ○水口慶一郎, 田口帆人, 岩崎好孝, 上野智雄

Tokyo University of Agriculture and Technology,

○K.Minakuchi, 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、大気暴露での不安定さ、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いる。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 Al_2O_3 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 $\text{n}^+\text{-Si}$ 基板上に Al_2O_3 を熱酸化(400°C 60min)、反応性スパッタ、反応性スパッタ+N₂アニール(200°C 30min)、Kr/O₂プラズマ酸化法(流量比 Kr:O₂=100:1 200°C 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 μL 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 Al_2O_3 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 Al_2O_3 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。

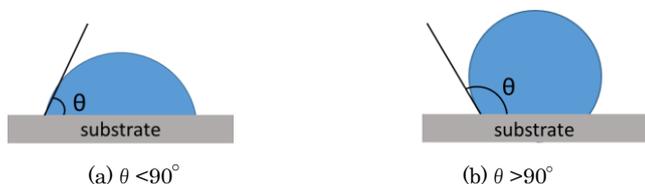


Fig.1 接触角測定方法

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+N ₂ アニール	43
Kr/O ₂ プラズマ酸化	57

Table.1 接触角測定結果

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 Al_2O_3 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 Al_2O_3 を数十[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 Al_2O_3 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 $\text{n}^+\text{-Si}$ 基板上に反応性スパッタにより Al_2O_3 を 20[nm]成膜後、Kr/O₂プラズマ追酸化(流量比 Kr:O₂=100:1 200°C 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 $N_{ss}=5.10 \times 10^{11} [\text{cm}^{-2}]$ に対して、Kr/O₂プラズマ追酸化では $N_{ss}=4.25 \times 10^{10} [\text{cm}^{-2}]$ 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。

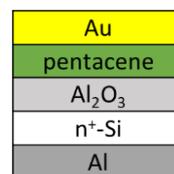


Fig.2 C-V 測定でのサンプル構造図

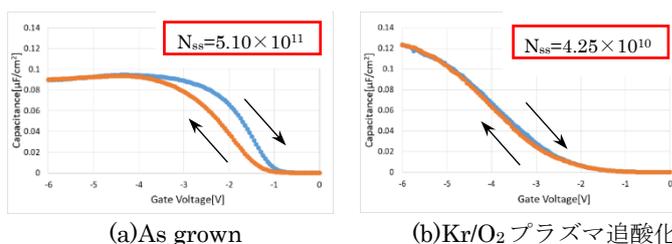


Fig.3 C-V 測定結果

4. TDS(昇温脱離ガス分析)測定

反応性スパッタで成膜を行った Al_2O_3 表面に OH 基が結合しているかを確認するために Si 基板上に Al_2O_3 成膜後 TDS 測定を行った。Fig.4 に測定結果を示す。横軸が基板温度を示しており、縦軸はその温度のときに脱離した OH の量を示している。この結果を見ると、200°C 付近にピークが確認でき、これが Al_2O_3 表面に吸着していた OH 基だと推測される。今後は Al_2O_3 表面を Kr/O₂プラズマ追酸化することでこの OH 基が減少するかを検証していく。

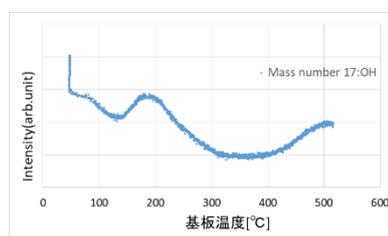


Fig.4 TDS 測定結果(Mass number 17:OH)