有機薄膜トランジスタのゲート絶縁膜に対するプラズマ窒化処理の影響の調査

Investigation of influence for plasma nitridation treatment on gate insulating film of organic thin film transistor

東京農工大学 ，○松下晟士 ，水口慶一郎 ，堀加太斗 ，岩崎好孝 ，上野智雄
Tokyo University of Agriculture and Technology, ○A.Matsushita, K.Minakuchi, K.Hori, Y.Iwazaki, T.Ueno
E-mail：s182205s@st.go.tuat.ac.jp

1. はじめに

有機半導体は、無機半導体に比べ軽量で柔軟性があり、衝撃に強く、さらにデバイス製造時に高温プロセスを必要としないといった特徴を持つ。また、有機化合物は溶媒に溶けるため、印刷技術を用いて大面積の回路を作製することができるなど様々な利点がある。有機半導体は、これらの利点を活かし、電子ペーパーやフレキシブルディスプレイなどへの応用が期待されている。

薄膜トランジスタ(TFT)構造では、絶縁膜と半導体の界面に蓄積したキャリアを利用し動作するため、高性能化においては界面の状態は重要である。

しかし、絶縁膜として一般的に用いられる SiO_2 膜の表面には空気中の水と反応することでヒドロキシ基(OH 基)が存在する。この OH 基の分極で生じるキャリアトラップが、移動度の低下などの特性の劣化を引き起こす。特に有機半導体は無機半導体に比べ半導体内の移動度が低いため、キャリアトラップに捕獲される時間が長く、受ける影響が大きい。

我々は、これを防ぐための方法として、N_2 と Ar の混合ガスを用いたプラズマ窒化処理による特性改善を報告してきた。だが、プラズマ処理では絶縁膜への悪影響が発生すると推測できる。

本研究はプラズマダメージの低減とプロセス時間の短縮を期待してプラズマ窒化処理の最適な時間の調査を行った。

2. 実験方法

抵抗率 0.014-0.017[Ω・m]の n^+-Si(100)を有機・HF 洗浄後、900℃・60min で熱酸化を行い、SiO_2 膜を 20nm 程度作製した。その後大気暴露を 24h 行い、SiO_2 表面に OH 基を吸着させ、表 1 の条件でプラズマ処理を行った。次に SiO_2 表面の OH 基の量を TDS 測定で調査した。また、有機半導体としてテトラセン、電極として Au,Al を蒸着後、C-V 測定を行い、OH 基による電気特性への影響とプラズマ窒化処理による特性の変化を確認した。

表 1. プラズマ窒化処理条件

雰囲気	N_2:Ar=1:100, 1torr			
基板温度	200℃			
処理時間	1min	5min	15min	30min

3. TDS 測定結果

図 1 に各条件でプラズマ窒化処理を行ったときの、OH 基を示す Mass number 17 の TDS 測定結果を示す。図 1 中のピークは SiO_2 表面の OH 基量を表している。大気暴露を行わなかったものでは 300℃近傍にピークが見られたが、窒化処理を行うことでピークの減少が見られ、窒化処理を 5 分以上行えば OH 基はほとんど除去できることが読み取れた。

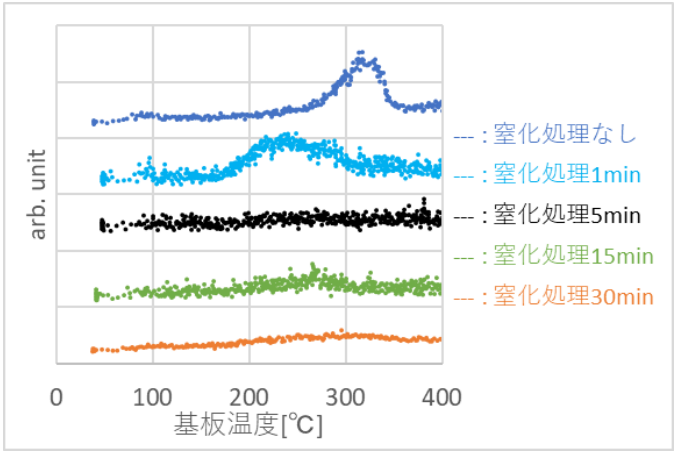


図 1.TDS 測定結果(Mass number 17：OH)

4. C-V 測定結果

図 2 に C-V 測定結果を示す。(a)より窒化処理を行わなかったときはヒステリシスが確認され、これは酸化膜表面の OH 基が原因だと推測できた。

一方(b),(c),(d)をみると、窒化処理により OH 基が除去できていることからヒステリシスは見られなかった。だがプラズマ処理が 15min を超えると蓄積領域での垂れ下がりが確認できた。これはプラズマ処理による絶縁膜へのダメージが原因の一つだと考えられる。

以上から処理時間は OH 基の除去効果と絶縁膜へのダメージの少なさを両立する 5min が最適であるとわかった。

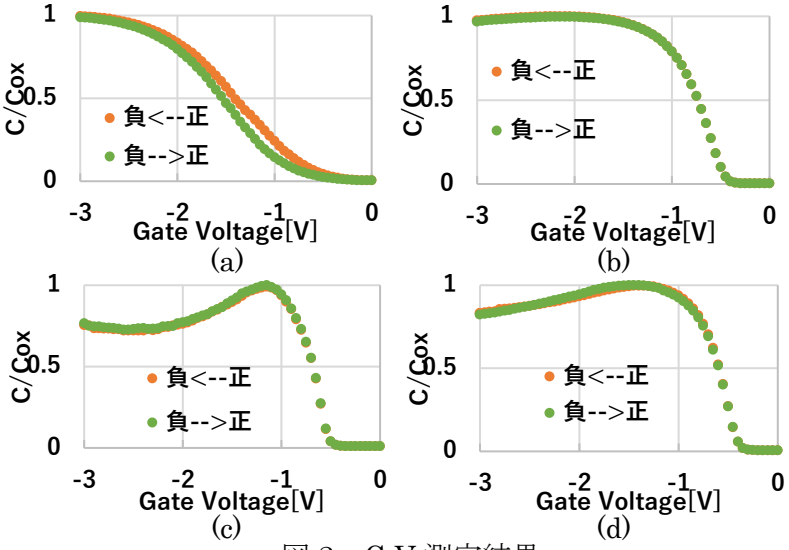


図 2. C-V 測定結果
(a) 窒化処理なし, (b)窒化処理 5min
(c)窒化処理 15min, (d)窒化処理 30min

© 2019年 応用物理学会