

ホールトラップが C ドープ In-Si-O のトランジスタ特性へ及ぼす影響

Influence of hole trapping on transistor characteristics for C-doped In-Si-O

明治大学¹, 物材機構 WPI-MANA²

○栗島 一徳^{1,2}, 生田目 俊秀², 木津 たきお², 塚越 一仁², 大井 暁彦², 池田 直樹², 知京 豊裕², 小椋 厚志¹

Meiji Univ.¹, NIMS WPI-MANA²

○K. Kurishima^{1,2}, T. Nabatame², T. Kizu², K. Tsukagoshi², A. Ohi², N. Ikeda², T. Chikyow², and A. Ogura¹

E-mail: kuri1109@meiji.ac.jp

【はじめに】In 系金属酸化物をチャネル材料に用いた薄膜トランジスタ(TFT)では、In-O の酸素かい離エネルギーが小さいために酸素欠損(V_O)を容易に生成して、結果としてストレス特性を劣化させる課題がある。これまでに、我々は、信頼性評価において V_{th} シフトはチャネル膜の V_O が大きく影響すると考え、高い酸素かい離エネルギーを有する C-O(1076 kJ/mol)に注目して、 $In_{1-x}Si_xO$ 膜に C をドープした $In_{1-x}Si_xOC$ 膜をチャネルとして用いた酸化物 TFT を作製して、その初期特性を報告した[1]。 $In_{1-x}Si_xOC$ チャネルにおいて、 V_{th} シフトの要因を明らかにすることは、信頼性向上のためにも必要不可欠である。本研究では、 $In_{1-x}Si_xOC$ チャネル膜に対して、負バイアスストレス(Negative gate bias stress : NBS)特性を真空中において測定して、ホールトラップについて詳細に議論した結果を報告する。

【実験条件】 p^{++} -Si/SiO₂(300 nm)膜上に、 $In_{1-x}Si_xOC$ 膜を室温で 10 nm 成膜した。SiC のスパッタパワーを変化させて、 $In_{1-x}Si_xOC$ 膜中の Si 濃度(X_{Si})を 0.06 ~ 0.20 の範囲で、及び C 濃度(X_C)を 0.61 ~ 0.88 at.% の範囲で調整した。そして、300 °C で 1 時間大気中アニール処理をした。その後、S/D 電極を形成して、250 °C で 10 分間の O₃ アニール処理をした。真空中、室温の暗所で $V_{gs}-V_{th} = -20$ V を 3 h 印加して、NBS 特性を評価した。

【結果】Fig. 1 にストレス時間に対する ΔV_{th} を示す。 $X_{Si} = 0.06$ は 3 h のストレス印加で、 $\Delta V_{th} = -33.6$ V シフトした。 $X_{Si} = 0.20$ において 3 h のストレス印加で、 $\Delta V_{th} = -13.0$ V シフトした。 X_{Si} が上がるに従って、 ΔV_{th} は小さくなるのが分かった。Fig. 2 にストレス時間に対する $\Delta\mu$ を示す。 $X_{Si} = 0.06$ において 3 h のストレス印加で $\Delta\mu$ は -22.8 cm²/Vs 低下した。 $X_{Si} = 0.20$ において 3 h のストレス印加で $\Delta\mu$ は -0.6 cm²/Vs の低下であった。 X_{Si} が上がるに従って、 $\Delta\mu$ の低下は小さくなった。 X_{Si} の増加により ΔV_{th} 及び $\Delta\mu$ の低下が抑制されたのは、Si 及び C をドープしたことにより、膜中の V_O 生成が抑制されたためであると考えられる。これは Fig. 3 に示すように、膜中の V_O が X_{Si} の増加によって抑制されて、ホールトラップが減少したためであると考えられる。

References

[1] 栗島 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 (2015 秋) [15p-1B-13] p. 16-057.

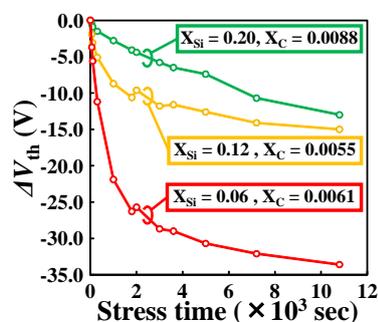


Fig. 1 Turn on voltage shift as a function of negative gate bias stress for $X_{Si} = 0.06$, 0.12 and 0.20.

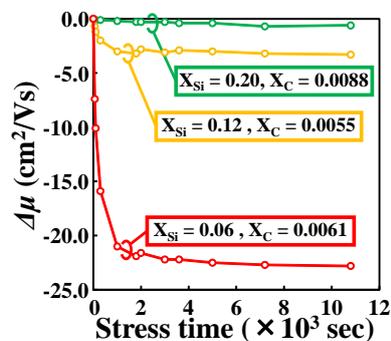


Fig. 2 Change of μ as a function of negative gate bias stress for $X_{Si} = 0.06$, 0.12 and 0.20.

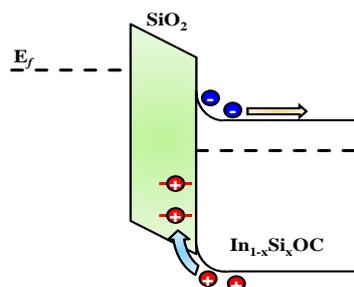


Fig. 3 Schematics of the energy band of the p^{++} -Si/SiO₂/ $In_{1-x}Si_xOC$ structure.