アモルファス In-Ga-Zn-O における過剰酸素と不安定性の関係

Relationship between excess oxygen and instability in amorphous In-Ga-Zn-O

°井手 啓介 [1]、平松 秀典 [1]、雲見 日出也 [2]、細野 秀雄 [1,2]、神谷 利夫 [1,2]
(東工大応セラ研 [1]、東工大元素センター[2])
°Keisuke Ide[1], Hidenori Hiramatsu[1], Hideya Kumomi[2], Hideo Hosono[1,2], Kamiya Toshio[1,2]
(MSL, Tokyo Tech[1], MCES, Tokyo Tech[2])
E-mail: keisuke@lucid.msl.titech.ac.jp

【背景】アモルファス In-Ga-Zn-O (a-IGZO) に代表されるアモルファス酸化物半導体は、10 cm^2/Vs を超える移動度をもつ薄膜トランジスタ (TFT) を容易に作製可能[1]なことから、すでにこれらを利用した製品の量産が行われている。しかしながら、電圧印加や光照射に対する不安定性に関しては未だに議論が続いている。我々はオゾンを用いたアニールにより酸素が過剰に導入された場合、可逆的な準安定状態をしめす欠陥を生成することを報告してきた[2]。また近年では、過剰/格子間酸素に着目した第一原理計算の結果も報告されている[3]。本研究ではオゾンアニールに限らず、通常のスパッタ法によっても a-IGZO 膜中に過剰酸素を導入しうることを示し、また、安定性に影響を与える欠陥準位が生成されることを報告する。

【実験方法】a-IGZO 薄膜は RF マグネトロンスパッタ法により室温で成膜を行った。スパッタリング条件は全圧 0.55 Pa、導入ガス流量を 20 sccm とし、酸素流量比 (R_{O2}) を 3, 5, 8, 10%と変化させ、非熱処理の状態で評価を行った。TFT はフォトリソグラフィとリフトオフにより熱酸化膜付 Si 基板上に作製し、構造はトップコンタクト・ボトムゲート、L/W ＝ 50/300 μm を採用した。

【結果】図 1 に酸素分圧を 3%から 10%まで変化させたときの TFT について、作製直後の繰り返し 3 回測定の結果を示している。すべての TFT において、作製直後の順 V_{GS} 方向への伝達特性は 0 V 付近で立ちあがり、以降の繰り返し測定では立ち上がり電圧(V_{on}) が大きな正の値へと遷移している。図 2 に示すように、初期 V_{on} とそれ以降の V_{on} の差 (ΔV_{on}^0) は R_{O2} に大きく依存していることが分かった。また昇温脱離ガス分析により、高い R_{O2} ほど膜中に弱結合酸素を取り込んでいることが分かった。当日はこれらの TFT の光応答等から、より詳細な欠陥準位について報告する。

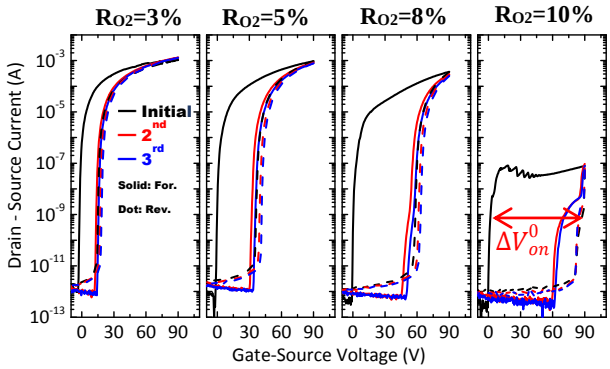

図 1. 異なる R_{O2} で作製した a-IGZO TFT の伝達特性

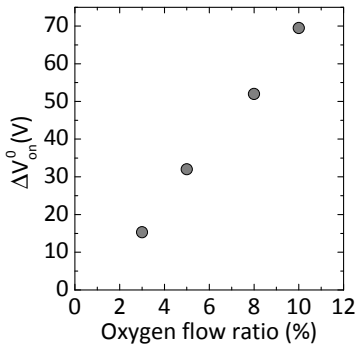

図 2. ΔV_{on}^0 と酸素流量比の関係

[1]K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano, H. Hosono. *Nature* **432**, 488 (2004).
[2]K. Ide, Y. Kikuchi, K. Nomura, M. Kimura, T. Kamiya and H. Hosono, *Appl. Phys. Lett.* **99**, 093507 (2011).
[3]J. Robertson and Y. Guo, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 162102 (2014).

© 2015年 応用物理学会