

p チャネル SnO_x 薄膜トランジスタに対するパッシベーション膜の効果 Effect of passivation layers on characteristics of p-channel SnO_x thin-film transistors

神戸大学大学院工学研究科 ○三木 正紀, 岩田 大輝, 北村 雅季

Kobe Univ., ○Masaki Miki, Hiroki Iwata, and Masatoshi Kitamura

Email: 176t260t@stu.kobe-u.ac.jp

酸化物薄膜トランジスタ(TFT)の代表でもある NMOS として動作する InGaZnO TFT についてはすでにディスプレイ画素回路として利用され商用化が始まっている. 酸化物半導体で PMOS が実現できれば, CMOS 回路への応用が期待できる. 酸化物 PMOS のチャネル層には SnO, Cu₂O, NiO 等の利用が考えられるが, SnO については電界効果移動度 $1 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 程度の TFT が報告されている[1-3]. しかし, 十分な電流オン/オフ比が得られないなど課題が残る. これは, スパッタリングやアニールの条件によっては Sn もしくは SnO₂ となり, P 型特性を示す SnO 膜を得る条件が厳しいことが原因でもある. Sn もしくは SnO₂ 膜となるのを抑制する方法としてパッシベーション膜を利用する方法が考えられる[4]. 本研究では SiO₂ パッシベーションを有する SnO_x TFT を作製し, トランジスタ特性に対するパッシベーション膜の効果とアニール条件依存性を調べたので, それについて報告する.

図 1 に作製した SnO_x TFT の断面図を示す. 基板には厚さ 90 nm の熱酸化膜付き Si 基板を使用した. チャネル層は Sn ターゲットからの RF スパッタリングにより製膜した. スパッタリングガスは Ar および O₂ で, O₂ 流量を 5% とした. その後, ソース・ドレイン電極のための Au を蒸着した. チャネル長は 200 μm, チャネル幅は 1 mm である. アニールは Au の蒸着後に行うが, アニールの前のチャネル層は金属光沢を示し, アニールにより半透明に変わることを確認した. アニールを行った TFT は PMOS として動作することから x が 1 に近い SnO_x 膜が得られていると考えられる. パッシベーション膜の効果を調べるため, 次の 3 種類の試料を作製した. (1) 大気中 1 h アニール (S1), (2) 大気中 2 h アニール (S2), (3) 大気中 1h アニール後, SiO₂ パッシベーション膜を製膜, その後, 窒素中で 1 h アニール (S3). アニール温度はすべて 200 °C とした.

図 2 に SnO_x TFT のトランスファ特性, 表 1 に移動度と電流オン/オフ比を示す. S2 では S1 に比べオフ電流が増加, オン電流が減少し, その結果, 電流オン/オフ比が低下している. 大気中でのアニールであることから長時間のアニールでは, 酸化が進み膜中の SnO₂ の割合が増加したことが原因であると予想される. 他方, 同じ合計 2 h のアニールを行って S3 ではオフ電流が減少, オン電流が増加し, 結果として電流オン/オフ比が増加した. また, 移動度についても S3 では 3 種類の TFT の中で最も高い $0.62 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ が得られた. S1 でも PMOS として動作していることから, 大気中 1 h のアニールにおいてチャネル層は SnO に近い膜が得られていると考えられるが, S3 の結果より, パッシベーション膜および窒素中でのアニールでは, Sn もしくは SnO₂ に変化することを抑制できたと予想される. 以上より, 適度な大気中アニール後, パッシベーション膜および窒素中アニールが特性向上に有効であることが分かった.

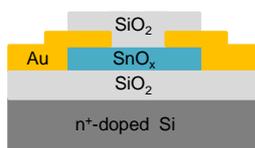


Fig. 1 Cross-section of a fabricated SnO_x TFT with a passivation layer.

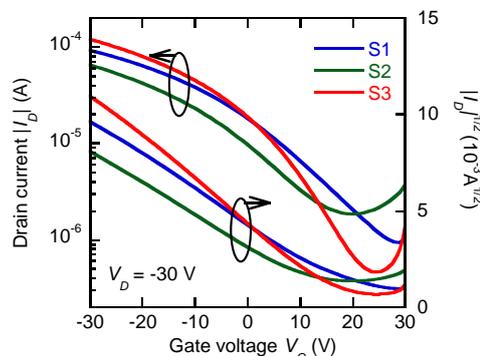


Fig. 2 Transfer characteristics of SnO_x TFTs.

Table I Field effect mobilities and current on/off ratios of SnO_x TFTs.

Sample	Mobility (cm ² V ⁻¹ s ⁻¹)	Current on/off ratio
S1	0.40	9.9×10^1
S2	0.32	3.5×10^1
S3	0.62	2.6×10^2

【謝辞】本研究の一部は科学研究費挑戦的研究 (開拓) (JP17H06229) の支援により遂行された.

【参考文献】 [1] Y. Ogo *et al.*, Appl. Phys. Lett. **93**, 032113 (2008). [2] E. Fortunato *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 052105 (2010). [3] P.-C. Hsu *et al.*, Thin Solid Films **585**, **50** (2015). [4] H. Yabuta *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 072111 (2010).