

【背景】In-Ga-Zn-O(IGZO)に代表されるアモルファス酸化物半導体薄膜トランジスタは、アモルファスSiに比べ、低いリーク電流、優れた大面積均一性を有し、チャネル材料として盛んに研究が行われている[1]。本研究グループでは、IGZO成膜時の水素添加がキャリア抑制剤として作用し、150℃熱処理でのTFT動作が可能であることを立証している[2]。従来、TFTのゲート絶縁膜(GI)には化学気相堆積法(CVD)により成膜された二酸化ケイ素が用いられている。しかしながら、GI応用を可能とする高品質な二酸化ケイ素をCVD法によって成膜するには400℃程度の高温が必要であり、フレキシブルデバイス応用に向けた課題となっている。本研究では、陽極酸化による室温形成が可能な酸化アルミニウムをゲート絶縁膜(GI)へ応用することで、TFT作製の全プロセスを150℃以下にすることを検討し、伝達特性の最適化及び、高移動度化を試みた。

【実験内容】本研究では、ボトムゲート型TFT構造を採用し、4 inchガラス基板上に作製した。はじめに、DCマグネトロンスパッタ法によりAl合金ゲート電極(150 nm)を成膜した。次に、室温による陽極酸化法を用いて図1に示すように、陰極にAl合金を設置し、陽極にてゲート電極表面に酸化アルミニウムを形成した。無孔性型被膜を生成するため、電界液は中性溶液を用いている。チャネルは、IGZOターゲットを用いた水素導入RFマグネトロンスパッタリング法により室温で成膜した。IGZO膜内の欠陥低減を目的とした大気雰囲気下150℃1時間の熱処理を施し、チャネル保護層としてSU-8をスピンコート法によって塗布した。ドライエッチングによるコンタクトホール形成後、ソース・ドレイン電極としてMo/Al/Mo=50/50/20 nmを成膜した。

【結果】酸化アルミニウムの膜厚は、陽極酸化時の設定最大電圧で制御可能であり、膜厚を20~60 nmの間で変化させることでGIの膜厚がトランジスタ特性へ及ぼす影響を明らかにした。電界強度によるTFTの最適化、また、GIにO₂プラズマ表面処理を行うことで、IGZO/Al₂O₃-GI界面またはAl₂O₃ GI内に配置された電子トラップを減少させ、ヒステリシスの減少、移動度の増加が可能であることを示した。これらの結果より、表1に単層チャネルIGZO111の膜厚45 nmのTFT初期特性を示す。閾値、ヒステリシス共に良好な特性を得られたことから、酸化物半導体による全プロセス150℃以下のTFT作製が可能であることを明らかにした。次に、高移動度化に向けて、In比率の高いIGZO621チャネルを用いて、TFTを作製した。表1より、移動度の大幅な増加を可能にした。また、チャネル層を3層にすることで、移動度30 cm²/Vs以上を示し、フレキシブルデバイスの高移動度化が期待される。

表1 TFTの初期特性

TFT	IGZO111	IGZO621	3層TFT
移動度(cm ² /Vs)	11.6	19.6	34.33
V _{th} (V)	0.07	-0.02	-4.45
ヒステリシス(V)	0.02	0.14	1.07

【文献】

- 1) Nomura, Kenji, *et al.*, Nature**432**.7016 (2004): 488.
- 2) S.G.Mehadi Aman *et al.*, Appl. Phys. Express **11** 081101 (2018)

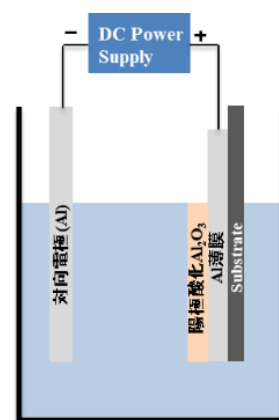


図1 陽極酸化法