

酸化半導体 In-W-Zn-O を用いた高移動度薄膜トランジスタの特性制御 High mobility TFT using oxide semiconductor In-W-Zn-Ox channel

1180243 濱田 秀平
Shuhei Hamada

〔背景〕酸化半導体 In-Ga-Zn-O(IGZO)をチャネル層に用いた薄膜トランジスタ(TFT)は、高い電界効果移動度($\sim 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)、大面積均一性、既存装置との親和性という優れた特性を有しており、次世代ディスプレイのスイッチング素子として期待されている。近年、酸化半導体の高移動度化に関する研究が活発に行われている。InOx をベースに、W と Zn をドーピングした In-W-Zn-O(IWZO)は高い移動度($\sim 40 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)が期待されており、本研究では、チャネル材料に用いて TFT の高移動度化およびその閾値電圧制御手法に関して調査した。

〔実験方法〕熱酸化膜付き Si 基板上にチャネル層として IWZO 薄膜を RF マグネトロンスパッタリング法にて酸素ガス流量比 $\text{O}_2/(\text{Ar}+\text{O}_2)$ を 30% \sim 49%、膜厚を 10 nm \sim 30 nm の条件で変えて成膜した。その後、プラズマ気相堆積法を用いて SiOx 保護膜を成膜し、コンタクトホールを形成後、ソース/ドレイン電極を成膜して TFT を作製し、大気雰囲気下 350 °C で 1 時間熱処理を行い、伝達特性を評価した。また、Hall 測定結果を踏まえて IGZO と IWZO を比較し、相関性を考察した。

〔結果・考察〕Hall 測定結果から IGZO はキャリア密度 $10^{17}\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ でホール移動度 $\sim 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に対して IWZO はキャリア密度 10^{20} cm^{-3} でホール移動度 $\sim 30 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と、キャリア密度が高く移動度の高い材料であるということが分かった。また、酸素流量比の増大でキャリア密度が下がるという結果を得た。この結果は、酸素流量比増大に伴い、IWZO 膜内の酸素欠損が減少しているためと考えられ、酸素流量比によってキャリア密度をある程度制御できることから、実際に TFT を作成した際、IWZO 成膜時の酸素流量比を 30% から 49% まで増大させることで、閾値電圧を -20 V 付近から -4 V 付近まで正側へシフトさせることに成功した。また、酸素流量比 49% において膜厚を減少させることで閾値電圧をさらに正側へシフトさせることができ、膜厚 10 nm における移動度及び閾値電圧は $32.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、-1.3 V であった。同様のプロセスで作成した IGZO TFT の移動度 $16.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値電圧 -0.68 V と比較しても同様の閾値電圧を維持したまま、2 倍の移動度を示し、優れた TFT 特性であるという結果を得た。今後、さらなる高移動度($40 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上)を目指しつつ信頼性などの評価を含めた研究を行っていく予定である。