

【背景】酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタ(TFT)は、非晶質でも高い移動度を示すことから高精度・大画面ディスプレイへの応用が期待されている。中でも酸化インジウム(In_2O_3)は、成膜時の水素導入とその後の固相結晶化により、 $100 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を超える非常に高い移動度が報告されている^[1]。しかし、 In_2O_3 中の水素は TFT 伝達特性を劣化させる要因となる。そこで本研究では水素導入以外での In_2O_3 -TFT の高移動度化手法として、 In_2O_3 のナノシート化および In_2O_3 の固相結晶化温度の高温化が TFT 移動度に及ぼす影響を調べた。

【実験方法】メタルマスクを用いて、チャネル層として膜厚 30、15、10、7.5、5、および 3 nm の In_2O_3 成膜後、 300°C の固相結晶化アニールを施したボトムゲート・トップコンタクト型 TFT を作製し、TFT 特性評価を行った。さらに、同一手法でチャネル層 In_2O_3 成膜後、固相結晶化アニールの温度を 350、400、および 450°C に変化させた TFT を作製し、TFT 特性評価を行った。

【結果】チャネル層薄膜化に伴う TFT 特性評価の結果、30、15、10、7.5、5 nm と In_2O_3 膜厚を減少させるにつれて移動度が増加し、 In_2O_3 膜厚 5 nm の TFT において $74 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の高い移動度が得られた。この要因については十分にわかっていないため、今後ナノシート化 In_2O_3 の結晶性や電気特性などの物性評価を行う必要がある。一方、膜厚を 3 nm まで薄くすると、移動度が $16 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ まで急激に低下した。これは、3 nm の極薄膜では初期膜が不均一となり、膜としての機能が低下したものによると考えられる。次に、7.5 nm、5 nm の In_2O_3 固相結晶化アニールの温度を変化させた TFT の特性評価の結果、いずれの膜厚においてもアニールの温度の上昇により移動度の増加がみられた。これは、アニールの温度の上昇によりチャネル層内の欠陥が低減し、キャリア散乱が抑制されたためであると考えられる。

文献
[1] Magari, Y., Kataoka, T., Yeh, W. et al. “High-mobility hydrogenated polycrystalline $\text{In}_2\text{O}_3(\text{In}_2\text{O}_3:\text{H})$ thin-film transistors”, Nat Commun 13, 1078 (2022)