

【研究背景】我々は InGaZnO(In:Ga:Zn = 1:1:1 atom%)スパッタ成膜時にアルゴンおよび酸素に加え、水素ガスを添加することで 150°C熱処理によりキャリア濃度(N_e)抑制効果を示し、良好なデバイス特性を報告している[1]。In 組成比を高めた IGZO(HI-IGZO)を用いることで、電子移動度が増大し、デバイス特性向上が期待できるが、同時に N_e も増大してしまい、 N_e の制御性に課題がある。そこで本研究では、水素による HI-IGZO の N_e 制御を試みた。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタ法により HI-IGZO を酸素流量比 10%に固定した上で、水素流量比($R[\text{H}_2] = \text{H}_2/(\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2)$)を 0 ~ 9%に変化させ 30 nm 成膜した。その後大気雰囲気 1 時間、150~350°Cアニール処理を施し、電気特性をホール効果、光学特性を分光光度計により評価した。

【結果】アニール温度 150°C~350°Cにおいて、 $R[\text{O}_2]=10\%$ で固定し $R[\text{H}_2]$ を 0%~9%の間で変化させて成膜した HI-IGZO の N_e は水素の増加に伴い減少した。水素の添加により $R[\text{H}_2]=5\%,9\%$ の as-depositedでの N_e が 1.3×10^{19} , $6.9 \times 10^{19} [\text{cm}^{-3}]$ に増加しているが、150°Cアニールにより 3.1×10^{17} , $2.9 \times 10^{17} [\text{cm}^{-3}]$ まで減少して $R[\text{H}_2]=0\%$ の N_e $5.4 \times 10^{18} [\text{cm}^{-3}]$ よりも低くなっている。150°C~350°Cアニールにかけては大きい変化はなく横這いになっており、熱的安定性を得たと考えられる。熱的安定性を得た状態では水素量が多い程キャリア密度が低くなっている。また光学特性の面から検討すると水素の添加によりバンドギャップが増大しており、水素の添加により膜中の電子状態が変化していることが示されている。

参考文献 [1] S G M. Aman, M Furuta et al., Applied Physics Express 11,081101(2018)