スパッタ成膜時の水素が InGaZnOx 及び ZnSnO の膜物性及びデバイス特性に与える影響

Influence of hydrogen in InGaZnOx and ZnSnO on film and device characteristics

1235048 増田健太郎　Kentaro Masuda

【概要】In–Ga–Zn–O (IGZO)に代表されるアモルファス酸化物半導体は、高い電界効果移動度(> 10 $cm^2V^{-1}s^{-1}$)を有し、大面積均一性、室温成膜可能などの特徴から、薄膜トランジスタ(TFT)のチャネル材料として盛んに研究が行われている。本研究グループでは、アルゴン・酸素ガスに加えて水素ガスを添加してスパッタ成膜を行った IGZO がアニール温度 150℃における TFT 特性向上に寄与することを報告している[1]。しかしながら、In や Ga はレアメタルに分類されるため流通量や埋蔵量が少なく価格や安定供給のリスクを抱えている。そこで本研究ではレアメタルフリー酸化物半導体である酸化亜鉛錫(ZnSnO)を用い、スパッタ成膜時の水素ガス添加が膜物性及び TFT 特性に及ぼす影響を調査した。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタ法により酸素流量比($R[O_2]=O_2/Ar+O_2+H_2$)を 5%に固定し、水素流量比($R[H_2]=H_2/Ar+O_2+H_2$)を 0~9%に変化させながら ZnSnO を 50nm 成膜した。その後、大気雰囲気にて 100~300℃、1 時間のアニール処理を施した。

【実験結果】図 1 に $R[O_2\text{-}H_2]$=5-0%および 5-5%における抵抗率のアニール温度依存性を示す。$R[O_2\text{-}H_2]$=5-5%では初期の抵抗率は $R[O_2\text{-}H_2]$=5-0%と同等であったが、アニール温度の上昇に伴い抵抗率の上昇が確認された。ZnO 中の水素はドナーとなりキャリア濃度を増大させることが知られているが[2]、成膜時に導入した水素はキャリア濃度を減少させることが分かった。次に図 2 に $R[O_2\text{-}H_2]$ =5-0%および 5-5%で成膜した膜の吸収係数とそのアニール温度依存性を示す。$R[O_2\text{-}H_2]$=5-0%膜ではアニール温度で吸収係数に大きな変化は見られない。一方で $R[O_2\text{-}H_2]$=5-5%では as-depo 膜で欠陥生成に起因すると考えられるサブギャップ吸収の増大が見られたが 200℃以上の熱処理で欠陥回復が生じることが分かった。またこれらの膜を用いて作製した TFT の特性評価では、水素ガス添加の有無に関わらず 300℃程度のアニール処理が必要であることが分かった。

【参考文献】 [1] S G M. Aman et al., Appl. Phys. Express, **11**, 081101 (2018).

[2] Liang-Yih Chen et al.,Appl.Phys.Letters, 85,5628 (2004)

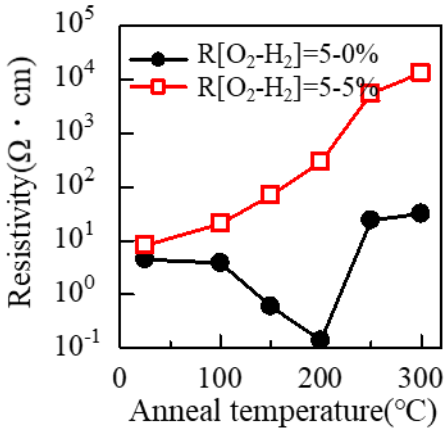

図 1　$R[O_2\text{-}H_2]$=5-0 および 5-5%における抵抗率のアニール温度依存性

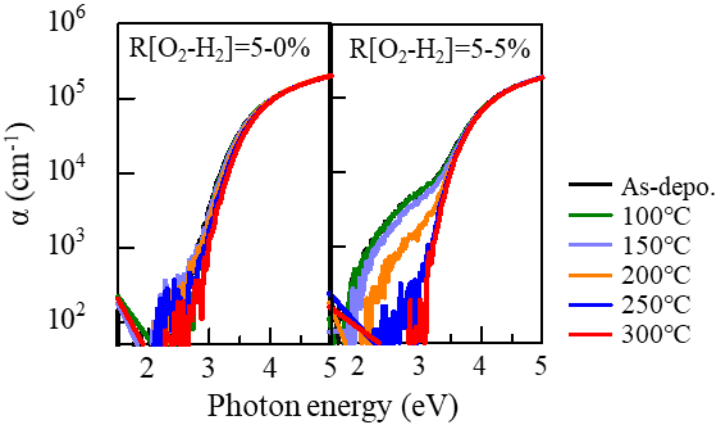

図 2　$R[O_2\text{-}H_2]$=5-0 および 5-5%における吸収係数のアニール温度依存性