

高移動度トランジスタに向けた 低温固相結晶化 In-Ga-O の電気特性制御

1235046 神寶健太
Kenta Shimpo

Low-temperature solid-phase crystallization of In-Ga-O for high-mobility thin-film transistors

【背景・実験方法】 非晶質 In-Ga-Zn-O 薄膜トランジスタ(IGZO TFT)は $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の電界効果移動度や低いリーケ電流、室温成膜可能といった特徴から次世代ディスプレイへの応用が期待されている。一方で低温多結晶シリコン TFT と比較すると更なる高移動化の要求も強い。In-Ga-O(IGO) TFT は成膜直後の結晶性を非晶質に制御し固相結晶化を行うことで移動度 $39.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ が報告されている[1]。本研究では、 $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2$ スパッタ成膜[2]による IGO 薄膜の結晶性・電気特性制御を検討した。DC マグネットロンスパッタリング法にて IGO 薄膜を酸素流量比 $R[\text{O}_2]=2\%$ 、水素流量比 $R[\text{H}_2]=0\sim9\%$ の条件で成膜し、大気雰囲気で 300°C 、1 時間の固相結晶化(SPC: Solid-Phase Crystallization)熱処理を施した後、X 線回折(XRD)により結晶性を、Hall 測定により電気特性を評価した。

【実験結果】 図 1(a)に成膜直後(as-deposited)の XRD 測定結果を示す。 $\text{Ar}+\text{O}_2$ スパッタ成膜 IGO 薄膜は多結晶であったが、 $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2$ スパッタ成膜 IGO は基板由来のブロードピークのみが観察され非晶質化が確認できた。また図 1(b)より、 $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2$ スパッタ膜に熱処理を施すことにより固相結晶化が生じ、半値幅で比較すると良好な結晶薄膜が得られたことを確認した。図 1(c)に熱処理後における電気特性の $R[\text{H}_2]$ 依存性を示す。 $R[\text{H}_2]$ の増加に伴い移動度が向上し、また $R[\text{H}_2]=5\%$ 以上にてキャリア濃度を TFT 駆動範囲まで減少させることができた。このような電気特性の改善は水素添加による結晶性の向上が要因の 1 つであると考えられる。これらの結果から IGO 薄膜の結晶性及び電気特性は $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2$ スパッタ成膜及び熱処理によって制御可能であることが明らかになった。また試作した IGO-TFT 伝達特性においても $R[\text{H}_2]$ の増加に伴い、キャリア濃度が減少し移動度が向上することがわかつた。 $R[\text{H}_2]=5\%$ 、膜厚 30 nm 、熱処理 300°C で作製した IGO-TFT において、移動度 $54.8 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、S 値 0.09 V/dec 、閾値 -0.45 V 、ヒステリシス 0.30 V であった。

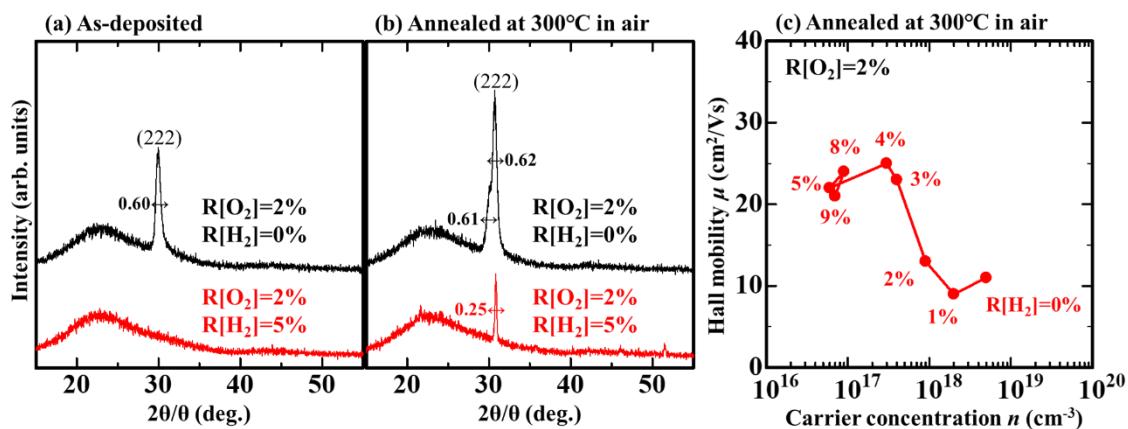


図 1 水素添加あり・なし IGO 薄膜の(a)成膜直後と(b)熱処理後における XRD 回折パターン及び(c)熱処理後における電気特性の $R[\text{H}_2]$ 依存性

参考文献 [1] K. Ebata *et al*, Appl. Phys. Express **5** (2012) 011102
[2] S. G. M. Aman *et al*, Appl. Phys. Express **11** (2018) 081181