



# 固相結晶化 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$ の結晶性及び電気特性制御と TFT 応用

Crystallinity and electrical properties of SPC- $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  for thin-film transistors

高知工大<sup>1</sup>, 高知工大 ナノ研<sup>2</sup> ○(M1C)片岡 大樹<sup>1</sup>, 古田 守<sup>1,2</sup>

Kochi Univ. of Tech<sup>1</sup>, Center for Nanotechnology Kochi Univ. of Tech<sup>2</sup>

○(M1C)Taiki Kataoka<sup>1</sup> and Mamoru Furuta<sup>1,2</sup>

E-mail: 245108p@gs.kochi-tech.ac.jp

**研究の目的・実験内容** 次世代ディスプレイへの応用を目的に、高い電界効果移動度( $> 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ )を有し、大面積均一性などの特徴を持つ In-Ga-Zn-O 薄膜トランジスタ(TFT)が研究されている<sup>1)</sup>。我々は更なる移動度向上に向け、多結晶酸化物半導体の可能性に着目している。Koida らによる透明導電膜応用に関する研究<sup>2)</sup>より、成膜ガスに  $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$  を用いた非晶質  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  を固相結晶化後の多結晶  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜で移動度 $\sim 130 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  が報告されているが、これら  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜は  $10^{20}/\text{cm}^3$  を超えるキャリア濃度を示し、TFT への応用は難しい。そこで、我々の研究グループでは  $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{H}_2$  成膜  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜の水素流量比( $R[\text{H}_2]$ )制御と大気中での  $250^\circ\text{C}$  熱処理によりキャリア濃度を  $5.1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  まで低減させ、高移動度 TFT( $40.9 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ )の作製を報告している<sup>3)</sup>。今回我々は、 $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{H}_2$  ガス雰囲気下で RF マグネトロンスパッタリング法を用い、 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  薄膜(膜厚  $50 \text{ nm}$ )を酸素流量比  $R[\text{O}_2] = 1 \sim 8\%$ 、 $R[\text{H}_2] = 5\%$  の条件で成膜した後、ポストアニール処理を施した試料を、微小角 X 線回折法(GI-XRD)、電界放出走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、分光光度計、ホール効果測定を行い、 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  薄膜の  $R[\text{O}_2]$  依存の結晶性、光学・電気特性を比較・検討し、ゲート/ゲート絶縁膜/チャンネル層/電極に  $\text{Si}/\text{SiO}_2/\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}/\text{Au}$  を用いて TFT への応用を試みた。

**結果・考察**  $R[\text{H}_2] = 5\%$  固定、 $R[\text{O}_2]$  を  $1 \sim 8\%$  の範囲で変化させ成膜した  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  薄膜は GI-XRD 測定により全条件にて as depo 膜では非晶質、 $175^\circ\text{C}$  以上の熱処理で結晶ピークが確認された。 $R[\text{O}_2] = 1 \sim 8\%$  の範囲で成膜時の  $\text{H}_2$  導入による初期非晶質膜の形成とその後の熱処理による固相結晶化が起きていることが明らかとなった。図 1 に(a) 窒素雰囲気下で熱処理した際のホール移動度と(b)大気中で熱処理した際のキャリア濃度の  $R[\text{O}_2]$  依存性を示す。成膜直後(as depo.)膜では、 $R[\text{O}_2]$  増加に伴いホール移動度は増加傾向に、キャリア濃度は減少傾向にあった。 $250^\circ\text{C}$  熱処理後には、ホール移動度は  $R[\text{O}_2] = 2\%$  時に最大となっており、その時のホール移動度は  $90.9 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$  であった。また、キャリア濃度は  $R[\text{O}_2] \geq 4\%$  にて大幅な低減が確認された。これらはそれぞれの熱処理雰囲気下で固相結晶化することより移動度の向上、キャリア濃度の低減が促進されたと考えられる。 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜成膜時の  $R[\text{O}_2]$  を制御することで電気特性の制御が可能であることを示し、TFT 応用を検討するうえで非常に重要である。当日は、 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜の諸々の膜物性及び TFT 応用の結果を議論する予定である。

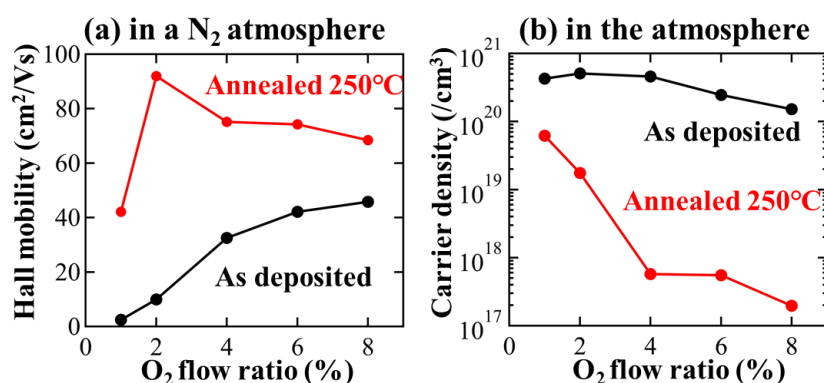


図 1.  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  膜を(a)窒素雰囲気下で熱処理した際のホール移動度と(b)大気中で熱処理した際のキャリア濃度の  $R[\text{O}_2]$  依存性

- 参考文献** [1] T. Kamiya *et al.*, SID'15 Short course (2015)  
 [2] T. Koida *et al.*, J. Non-Crystalline Solid 354 (2008) 2805  
 [3] T. Kataoka *et al.*, 17th Thin Film Materials and Devices Conference (2020)