

ミスト CVD 法により成長した In_2O_3 薄膜を用いた TFT 製作検討

Fabrication of TFT using In_2O_3 thin film grown by mist CVD

小林拓也¹⁾, 澤本一輝²⁾, 尾沼猛儀³⁾ 本田徹³⁾

指導教員 山口智広³⁾

研究協力者 相川慎也⁴⁾

1)工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻 結晶成長研究室

2)工学院大学 工学部 情報通信工学科 結晶成長研究室

3)工学院大学 先進工学部 応用物理学科

4)工学院大学 総合研究所

キーワード：薄膜トランジスタ、酸化インジウム、結晶成長、ミスト CVD、酸化物

1. 背景

In_2O_3 は導電性が高く、可視光領域に対して透明であることから光電子デバイスにおいて重要な導電性酸化物材料である[1]。 In_2O_3 はピクソバイト構造(cubic- In_2O_3)とコランダム構造(α - In_2O_3)の2種類を有することで知られている。近年、この In_2O_3 の優れた物性を活かしたトランジスタへの応用が報告されているが、この物性を十分に活かすためには結晶構造の制御や高品質結晶の実現が望まれている。実際にミスト化学気相成長法で成長した単結晶 In_2O_3 による、MOS(Metal-Oxide-Semiconductor)型電界効果トランジスタのような、新しいデバイス実現の報告がされている[2]。ミスト CVD 法は大気圧プロセスであり、低コストで低環境負荷の比較的簡単な成長方法である[3]。コスト効率の良い製造の観点から、ミスト CVD 法で形成された酸化物材料をベースとした n 型薄膜トランジスタの実現が期待されている。本研究では、ミスト CVD 法で成膜したアモルファス In_2O_3 による TFT を基礎研究として製作した。

2. 実験方法

In_2O_3 はミスト CVD 法を用いて $\text{SiO}_2(200\text{nm})/\text{Si}$ 基板上に成膜した。超純水に $(\text{In}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3)$ 粉末を少量の塩酸で溶かした原料を超音波で霧状にし、キャリアガス 5.0 L/min.、希釈ガス 0.5 L/min.(ど

ちらも酸素を使用)により反応炉へ搬送して、成長温度 350°C 、成長時間 1h. で約 40nm 成膜した。薄膜の一部には酸素雰囲気中でのアニール処理を施し、それぞれ用いて TFT を製作した。成膜した In_2O_3 にフォトリソグラフィーでパターンを形成し、エッチング溶液を用いてチャンネルを形成した。その後、RF スパッタにより Au を 100nm 堆積し、ソース・ドレイン電極とした。また、ソース・ドレインの電極幅(W)1000 μm 、電極長(L)50 μm とし、Si 基板をゲート電極として用いるボトムゲート構造の TFT を製作した。製作した TFT の構造を fig. 1 に示す。TFT の電気的特性評価は遮光室温の条件で大気中にて行った。

3. 実験結果

Fig.2 に製作した TFT の光学顕微鏡像を示す。光学顕微鏡の結果から、アニール未処理の TFT では In_2O_3 のオーバーエッチングを確認したが、一方でアニール処理後の In_2O_3 ではパターン通りにエッチングできていることを確認した。Fig.3 に製作した TFT の I_D - V_G 特性の結果を示す。 I_D - V_G 特性の結果から、アニール未処理の TFT では電界効果移動度は $0.03\text{cm}^2/\text{Vs}$ であったが、オフ電圧は確認されなかった。一方で、アニール処理後の TFT の電界効果移動度は $0.007\text{cm}^2/\text{Vs}$ まで低下したが、

オフ電圧の確認ができた。

4. まとめ

ミスト CVD 法で成膜したアモルファス In_2O_3 による TFT を基礎研究として製作した。薄膜の一部には酸素雰囲気中でのアニール処理を施し、それぞれ用いて TFT を製作した。アニール未処理の TFT では電界効果移動度は $0.03\text{cm}^2/\text{Vs}$ であったが、オフ電圧は確認されなかった。一方で、アニール処理後の TFT の電界効果移動度は $0.007\text{cm}^2/\text{Vs}$ まで低下したが、オフ電圧の確認ができた。

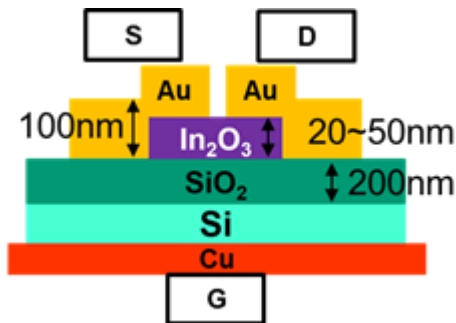


Fig.1 製作した TFT の構造

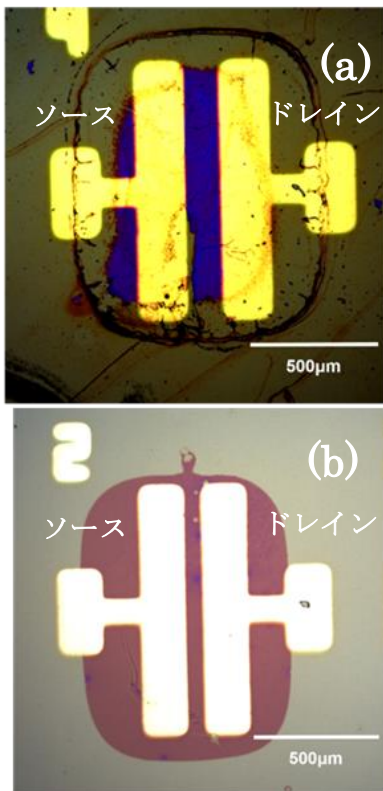


Fig.2 (a)アニール未処理および(b)アニール処理後の In_2O_3 による TFT の光学顕微鏡像

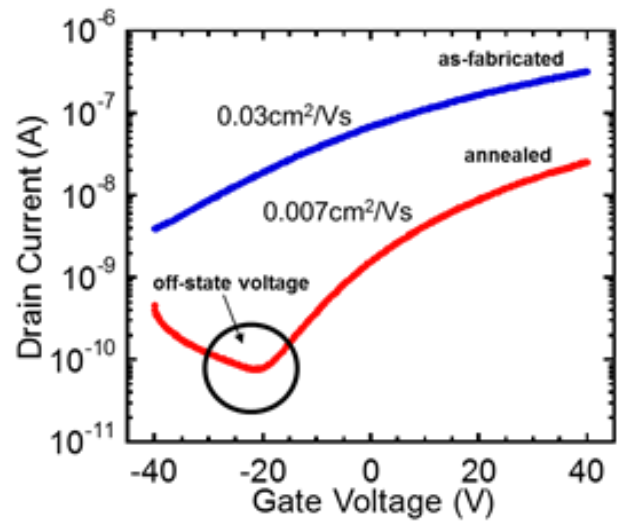


Fig.3 TFT の I_D - V_G 特性

謝辞

ミストCVD成長についてご助言いただいた京都大学の藤田静雄教授と金子健太郎博士に深く感謝する。

本研究の一部は、JSPS 科研費(#JP16H06417)の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] O. Bierwagen and J. S. Speck, Appl. Phys. Lett. **97** (2010) 072103.
- [2] K. Kaneko *et al.*, Appl. Phys. Express **8** (2015) 095503.
- [3] T. Kawaharamura, Dr.Thesis, Kyoto University (2008).