

酸素雰囲気下での室温 UV 照射による IBO TFT のヒステリシス改善

Improvement of hysteresis in IBO TFT by UV irradiation at room temperature under oxygen atmosphere

工学院大[○](M2)山寺 真理, 木菱 完太, 相川 慎也Kogakuin Univ.,[○]Shinri Yamadera, Kanta Kibishi, Shinya Aikawa

E-mail: aikawa@cc.kogakuin.ac.jp

アモルファス酸化物半導体は高い電界効果移動度と機械的柔軟性を有することから、フレキシブルディスプレイ用薄膜トランジスタ (TFT) の材料として注目されている。小イオン半径元素を In_2O_3 に添加することで、電界効果移動度が向上することが報告されている¹⁾。我々は小イオン半径かつ酸素結合解離エネルギーが高いホウ素 (B) を添加した B-doped In_2O_3 (IBO) を開発し、アモルファス性と移動度向上を報告した²⁾。スパッタリングにて製作された IBO TFT にて良好な Transfer 特性を確認しているが、ヒステリシスが残存する課題がある³⁾。これは未熱処理の a-IGZO TFT にも観察され、VBM 直上のサブギャップを減少させることで改善することが報告されている。その手法として、高温熱処理が一般的に行われている。しかし、フレキシブルなプラスチック基板は耐熱制限があるため、熱処理に代わる方法が求められている。代替処理として UV 照射が報告されている⁴⁾。酸化力の強い O_3 を発生させることで、低温での処理に向いているためである。しかしながら、従来法では低温ながら加熱を伴う必要があった。プラスチック基板の選択性を考えると、未加熱処理が望ましいことから室温 UV 処理が不可欠である。これまでに大気中にて UV 照射した TFT を報告してきたが、酸素雰囲気中での処理により大幅な特性改善が得られたので報告する。

有機洗浄された SiO_2 (200 nm) /Si 基板上に、IBO チャンネルをメタルマスク介して RF マグネトロンスパッタにて 15 nm 成膜した。次に、Source/Drain 電極として、RF マグネトロンスパッタで Ti (50 nm) を堆積させ、Si 基板をゲート電極とするバックゲート TFT を製作した。最後に様々な雰囲気 (Vacuum, Air, O_2) 下にて時間を 15, 30, 60 min と変化させ UV ($\lambda = 365$ nm) 照射を行った。Transfer 特性はマニュアルプローバーに接続したソース・メジャーユニット (Agilent B2902A) を用いて、室温・大気圧下で $V_{\text{GS}} = -40 \sim 40$ V でスイープさせ $V_{\text{DS}} = 1$ V 一定として測定した。

Fig.1 (a) は様々な雰囲気 (Vacuum, Air, O_2) 下にて UV 照射を 15 min 施した TFT の Transfer 特性である。成膜直後に対して Air や O_2 下で照射された Transfer 特性では V_{hys} の減少が確認された。これは雰囲気中に O_2 が存在し、スパッタリング成膜された IBO チャンネル内の弱結合酸素と酸素空孔 (V_{O}) に関連する欠陥を効果的に減少させたことに起因する。また Vacuum 雰囲気ではメタル挙動を示したことから、雰囲気中の O_2 がヒステリシスの原因となる欠陥を低減させたことを示唆している。Fig.1 (b) および (c) は Air, O_2 下で UV 照射時間を変化させたときの V_{hys} と μ_{FE} である。Air に比べ O_2 雰囲気下では照射時間に関わらず、 V_{hys} が減少し μ_{FE} が増加した。 O_2 濃度の高い雰囲気中では UV 照射によって、弱結合酸素の結合を強め M-O 結合が増加した結果、 μ_{FE} の向上に繋がったと考えられる。

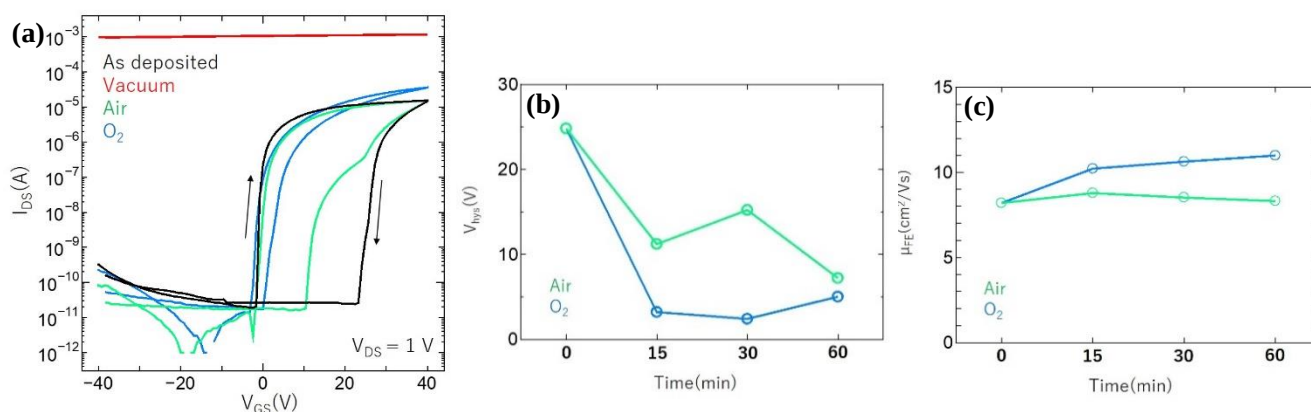


Fig.1 (a) Transfer characteristics under UV irradiation for 15 min in Vacuum, Air, O_2 . Relationships between V_{hys} and UV irradiation time (b), and μ_{FE} and UV irradiation time (c).

- 1) N. Mitoma *et al.*, Appl. Phys. Lett. 106, 042106 (2015)
- 2) S. Aikawa *et al.*, IEEE 20th International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO), pp. 202-206 (2020)
- 3) 山寺他, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-PB01-20
- 4) Y. H. Kim *et al.*, Nature, 489, 128-132 (2012)