熱処理不要な In_2O_3 系 TFT 実現に向けた B ドーピング

B doping toward for realization of In_2O_3-based TFT without thermal treatment

工学院大 °(B)山寺 真理，木菱 完太，野寺 歩夢，熊本 勇紀，森 峻，相川 慎也

Kogakuin Univ., °Shinri Yamadera, Kanta Kibishi, Ayumu Nodera, Yuki Kumamoto, Shun Mori, Shinya Aikawa

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

高精細フレキシブルディスプレイ用薄膜トランジスタ(TFT)材料として，アモルファス酸化物半導体が注目されている．優れた電気特性を持つとともに，アモルファスのため機械的変形に対して耐性があるためである．我々は，酸素結合解離エネルギーが高くイオン半径が小さい元素としてホウ素(B)に着目し，アモルファス In_2O_3 系材料の開発を行ってきた[1]．その結果，B ドーピング濃度に依存して金属的から半導体的に，連続的に導電性を制御できることがわかった．さらに，透明導電膜用途において，未熱処理にも関わらず，従来透明導電膜 ITO と同等の電気伝導特性を示すことがわかり，新規フレキシブル透明導電材料として研究を進めている．本研究では，B ドープ In_2O_3（IBO）を半導体材料として用い，熱処理をせずに TFT として動作する作製条件を探索することを目的とする．一般に，熱処理は TFT 特性を安定させる有効な手法であるが，プラスチック基板は耐熱温度が低いことが課題である．このため，IBO を用いて未熱処理もしくは低温熱処理で安定動作する TFT が実現できれば，フレキシブルディスプレイの TFT 材料として期待できる．

アセトン/IPA で超音波洗浄した SiO_2(200 nm)/Si 基板上に，RF マグネトロンスパッタ装置を用いてチャネルをメタルマスク介してパターン成膜した．B 含有量はコスパッタ時の B 粒個数で調整した．TFT 作製にあたり，まず IBO チャネル(10 nm)を成膜した．スパッタ条件は RF 電力 30～100 W，O_2 濃度 0～100 %，成膜圧力 0.12～0.5 Pa とした．コントロールサンプルとして，B ドープなしの In_2O_3 を同様にパターン成膜した．次に TFT 電極形成のため，電子ビーム蒸着装置で Cu を 50 nm 堆積させた．Si 基板をゲート電極とするバックゲート構造とした．

Fig. 1(a)は，同条件で成膜した In_2O_3 および IBO を channel とした TFT の Transfer 特性を示す．In_2O_3 TFT は金属的特性を示した一方，IBO ではスイッチング挙動が観測された．同条件にも関わらず，このような違いが生じたのは，B の高い酸素結合解離エネルギー(B: 808.8 kJ/mol)に起因する．インジウム(In: 320.1 kJ/mol)に比べ，B は酸素と強く結合するため，In_2O_3 の酸素空孔を減少させたと考える．一方，In_2O_3 のみでは，酸素空孔による過剰なキャリアが存在し on-off 挙動を示さない特性となった．Fig. 1(b)は，異なる成膜条件下で成膜した IBO TFT の Transfer 特性を示す．低成膜圧力条件下では，on/off 比が高く，SS 値が急峻になることがわかった．これは，膜密度が高くなったことを示唆する[2]．この条件での TFT 特性として，電界効果移動度 2.62 cm^2/Vs，on/off 比 1.3×10^6，閾値電圧−8.8 V，*SS* 値 1.96 V/dec が得られた．IBO を用いることで，未熱処理でも低欠陥の半導体膜が得られる．しかしながら，依然としてヒステリシスが残っている．このため，パッシベーション層の室温形成によるヒステリシス低減を検討している．詳細は発表で議論する．

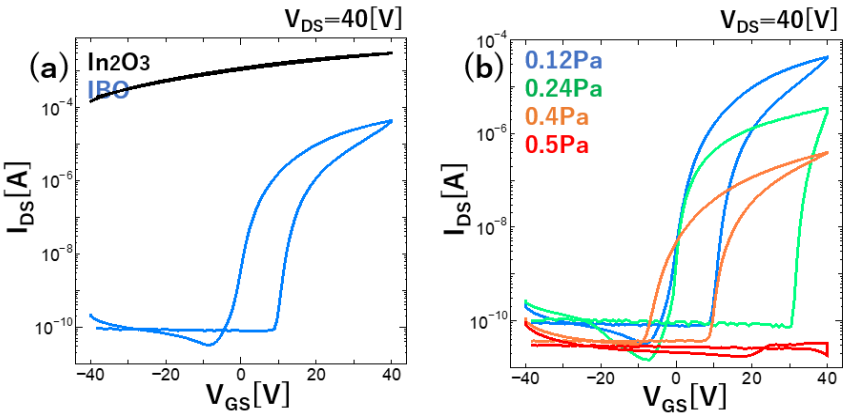

Fig.1 (a) Comparison of transfer characteristics of In_2O_3 and IBO TFTs. (b) Transfer characteristics of IBO TFT with different total pressures during deposition.

[1] S. Aikawa et al., IEEE 20th International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO), pp. 202-206 (2020).
[2] K. Ide et al., Jpn. J. Appl. Phys. 56, 03BB03 (2017)