NiO 系 *p* 型透明薄膜トランジスタの実現に向けた NiO/絶縁膜に熱処理が与える影響

Influence of thermal process on NiO/insulator for p-type transparent TFTs

東京理科大学 理工 [1]/総研 [2]
○岡田 浩明 [1], 金 胄男 [1], 杉山 睦 [1,2]
1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science
○H. Okada[1], J. Kim[1], M. Sugiyama[1,2]
E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】 NiO は 4.0 eV の禁制帯幅[1]をもつ、*p* 型透明酸化物半導体の一つである。我々はこれまで、RF スパッタ法により堆積した NiO を用いて透明太陽電池[1]や透明ガスセンサ[2]の試作を行ってきた。これらの半導体デバイスに透明な論理回路を組み合わせることで様々な機能を有する「インテリジェントビニールハウス」を実現することが可能である。透明な論理回路のチャネル層には、*n* 型・*p* 型半導体の両方を用いた透明 TFT が必要であるが、透明 TFT に *p* 型透明酸化物半導体をスパッタ堆積して用いた報告例は少ない。我々は NiOTFT をボトムゲート構造で作製したとき、トップゲート構造で作製したときと比較して、リーク電流が 5 桁程大きくすることを報告した[3]。そこで本研究では、スパッタ法で堆積した NiO を用いた透明 *p* 型 NiOTFT の実現に向け、構造やポストプロセスによる NiO/絶縁膜の界面付近及び絶縁膜への影響を検討した。

【実験方法】 簡便な RF スパッタ法を用いて NiO 薄膜を堆積した。SiO_2 や Al_2O_3 等のゲート絶縁膜は RF スパッタ法、EB 蒸着法により堆積した。これらを堆積後、O_2 雰囲気で熱処理を行った。熱処理前後で I-V、C-V、XPS、GD-OES 等を用いて NiO/絶縁膜界面付近の状態を評価した。最後に、透明 p 型 NiOTFT を試作した。

【結果及び考察】 ボトムゲート構造の NiOTFT の深さ方向の Ni および Si 元素プロファイルを図 1(a)に示す。RF スパッタ法で SiO_2 上に NiO を堆積すると、Ni が SiO_2 に 20 nm 程度拡散していることがわかる。この Ni の SiO_2 への拡散がトップゲート構造で作製した NiOTFT よりもボトムゲート構造で作製した NiOTFT のゲート・リーク電流を大きくする[3]要因の 1 つとして考えられる。700 °C 熱処理後におけるボトムゲート構造の NiOTFT の深さ方向の元素プロファイルを図 1(b)に示す。NiOTFT は熱処理を行うことで、スイッチング特性が向上する報告がある[4]。しかし、本実験ではゲート・リーク電流が増大し、スイッチング特性は悪化した。これは、熱処理前後で Ni の絶縁膜側への拡散が促進されるためと推測される。以上より、Ni の絶縁膜への拡散を低減することが NiOTFT の実現に必要であることを示唆した。ポストプロセス前後の NiO/絶縁膜界面付近の状態及び試作した透明 *p* 型 NiOTFT については、当日報告する。

【謝辞】 NiO 薄膜成長に関し御指導いただきました、東北大学多元研 秩父重英教授に感謝申し上げます。本研究の一部は、文科省私立大学研究ブランディング事業、科研費基盤(C)、東理大総合研究院 スペース・コロニー研究センターの支援によって行われた。

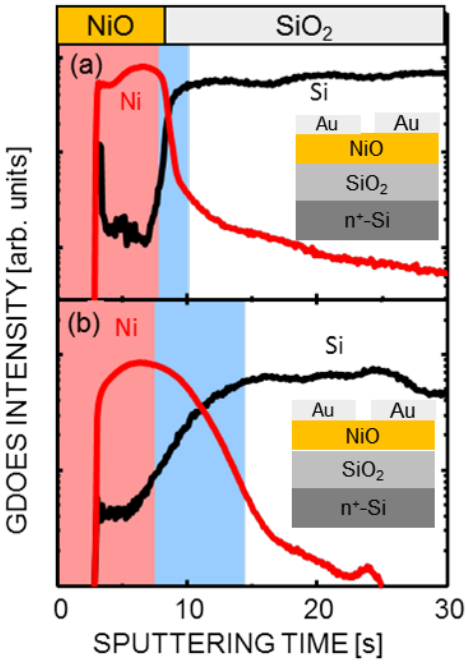

図 1. (a)熱処理前(b)700 °C 熱処理後におけるボトムゲート型 NiOTFT の深さ方向の元素プロファイル

【参考文献】

[1] APL **110** (2017) 181102. [2] JJAP **57** (2018) 115503. [3] JSAP Spring Mtg. (2019) 10p6411. [4] F. Shan, *et al.*, J. Mater. Chem. C **4** (2016) 9438.