

## RF リアクティブスパッタ堆積した NiO を用いた透明薄膜トランジスタの試作

Fabrication of NiO-related transparent thin film transistor by RF reactive sputtering

東京理科大 理工<sup>1)</sup>, 東京理科大 総研<sup>2)</sup>, 諏訪東京理科大 工<sup>3)</sup>, 東北大 多元研/院工<sup>4)</sup>川出 大佑<sup>1,2)</sup>, 酒井 涼<sup>1)</sup>, 渡邊 康之<sup>2,3)</sup>, 秩父 重英<sup>4)</sup>, 杉山 睦<sup>1,2)</sup>Faculty of Sci. & Tech., Tokyo Univ. of Science<sup>1)</sup>, RIST, Tokyo Univ. of Science<sup>2)</sup>,Faculty of Tech, Tokyo Univ. of Science, Suwa<sup>3)</sup>, IMRAM, Tohoku Univ.<sup>4)</sup>D. Kawade<sup>1,2)</sup>, R. Sakai<sup>1)</sup>, Y. Watanabe<sup>2,3)</sup>, S. F. Chichibu<sup>4)</sup>, and M. Sugiyama<sup>1,2)</sup>

E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】 酸化物半導体である NiO は p 型の導電性を示し[1]、禁制帯幅 3.7eV を有する[2]ため、安価な透明デバイスへの応用が期待されている。我々はこれまで、リアクティブスパッタ法により非加熱で高い透過率を有する NiO 薄膜を成長し、NiO/ZnO を用いた可視光透過型太陽電池を試作してきた[3]。似たような透明デバイスとして、酸化物半導体を用いた透明な薄膜トランジスタ(TTFT)が注目されている。しかしながら、透明電極として利用される酸化物半導体は n 型が主流であり、p チャネルの TTFT の報告例は少ない。今回は TTFT の試作の第一歩として、絶縁酸化膜が得やすい Si を基板に用いて大面積成長可能なスパッタ法による NiO 薄膜の成長を試みると共に、NiO 薄膜をチャネル層に用いた薄膜トランジスタを試作した。

【実験方法】 RF リアクティブスパッタ法にて、成長圧力 [Pd]=3.8Pa、酸素ガス流量比  $[O_2/(Ar+O_2)]=0.5\%$  で、安価な Ni 金属ターゲットを非加熱でリアクティブスパッタし、NiO 薄膜を 300nm 程度、絶縁酸化膜が 100nm 程度の Si 基板上に成長した。その後、メタルマスクを用い Au 電極を 50nm 程度蒸着し、薄膜トランジスタを試作した。

【結果及び考察】 図に、試作した TFT の典型的な  $I_D$ - $V_D$  特性と、ゲートの MOS 構造における C-V 特性を示す。前述の条件でガラス上に堆積した NiO 薄膜は、キャリア密度  $10^{15}cm^{-3}$  程度、可視光領域の透過率 90%程度を確認した。この NiO 薄膜を用いて MOS 構造を作製したところ、容量がゲート電圧の増大に伴って減少し、その後、強い反転が起こることで、ゲート電圧がさらに増加しても容量は変化しなかった。試作した TFT は非常に大きな  $V_D$  が印加されており、半導体と金属電極との仕事関数の差や酸化膜中の電荷および NiO-SiO<sub>2</sub> 界面にトラップされた電荷による影響を受けていると考えられるものの、ゲート電圧によるわずかな動作を確認した。ガラス基板上に ITO/NiO/SiO<sub>2</sub>/ITO 構造を全てスパッタ法で堆積した TTFT の特性などは当日示す。

【謝辞】 本研究の一部は、笹川科学研究助成、倉田記念日立科学技術財団研究助成、物質・デバイス領域共同研究拠点、東京理科大学総合研究機構太陽光発電研究部門、及びグリーン&セーフティ研究センターの援助を受けた。

## 【参考文献】

[1] J.H.DeBoer, *et al.*, Proc.Phys.Soc. 49(1937) 59. [2] D.Adler, *et al.*, PRB 2(1970)3112. [3] M. Warasawa, *et al.*, JJAP 52(2013)021102.

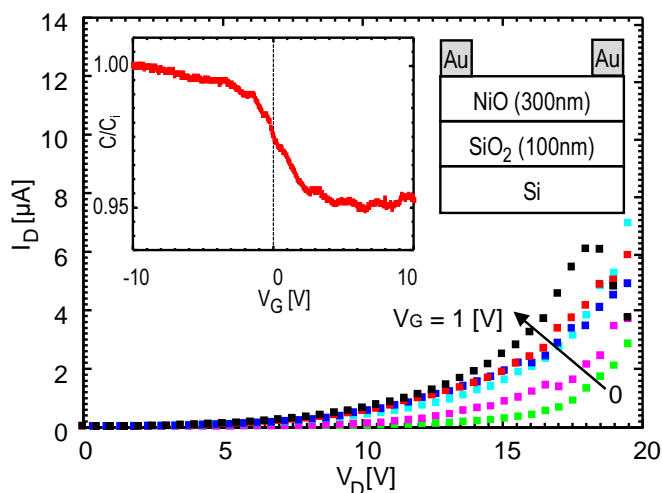


図 試作したトランジスタの  $I_D$ - $V_D$  特性および MOS 構造部の C-V 特性