

NiO へのドーピングが NiO/ZnO ヘテロ界面に与える影響

Investigation of the doping effect of NiO for the NiO/ZnO heterointerface

東京理科大学 理工¹/総研²,

○友野 恵介¹, 杉山 睦^{1,2}

1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science

○K. Tomono¹, M. Sugiyama^{1,2} E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】 酸化ニッケル(NiO)は、4.0 eV の禁制帯幅を有し *p* 型の導電性を示す数少ない透明酸化物半導体である[1]。近年、NiO と *n* 型の酸化亜鉛(ZnO)との *pn* 接合による、可視光透過型の太陽電池[2]や紫外線フォトダイオード[3]等のワイドバンドギャップ *pn* 接合デバイスが報告されている。これらのデバイスにおいて NiO 薄膜の更なる低抵抗率化を実現するために NiO 薄膜に Li、Cu 等のドーピングが行われている。しかしながら、NiO に用いたドーパントが、デバイスの性能を左右する *pn* 界面の物性に与える影響に関する報告例は少ない。本研究では、ドーピングが容易であるスプレー熱分解法により、様々な種類のドーピングを施した NiO を ZnO 上に成膜することで *pn* 界面を形成し、NiO へのドーピングが *pn* 界面に与える影響を検討した。

【実験方法】 RF マグネトロンスパッタ法を用いて、ZnO/ITiO/アルカリフリーガラス(AFG)構造を堆積した後、ZnO 上にスプレー熱分解法を用いて NiO 薄膜を成膜した。前駆体として塩化ニッケル六水和物(NiCl₂・6H₂O)を純水に溶解させ、前駆体濃度を 0.1 M とした。また塩化リチウム(LiCl)、塩化コバルト(CoCl₂)を用いて、Li を 10 at.%、Co を 1 at.% を前駆体にそれぞれ添加してドーピングを試みた。スプレー条件として、キャリアガスには N₂を用い、噴射速度を 2 mL/min、噴射時間を 30 sec、噴射中の基板温度を 150 °C とした。その後、試料を大気中 400 °C で、処理時間を 20、100 min としてアニール処理を行った。またアニール後に表面電極として Ag paste を塗布した。得られた試料に対して J-V、C-V、電気化学インピーダンス(EIS)の測定を用いて、*pn* 界面における評価をした。

【結果及び考察】 図1にスプレー熱分解法を用いて成膜した NiO(undoped NiO)、Li を添加して成膜した NiO(Li doped NiO)、Li と Co を添加して成膜した NiO(Li,Co-codoped NiO)をそれぞれ用いた、Ag/NiO/ZnO/ITiO/AFG 構造の J-V 特性を示す。整流比、理想係数 *n* 値が undoped NiO で 20、10 であった。それに対して Li doped NiO では 200、6、さらに Li,Co-codoped では 400、3 であり、Li と Co が添加されることで *n* 値が向上することが確認された。これは NiO 薄膜中の Li、Co が *pn* 界面に存在する結晶欠陥等に影響を与えていることが一因として考えられる。詳細については当日報告する。

【謝辞】 本研究の一部は、科研費(基盤C)21K04696、東京理科大学総合研究院再生可能エネルギー技術研究部門、およびスペースシステム創造研究センターの支援を受けた。

【参考文献】 [1] Our group, Appl. Phys. Lett. **110** (2017) 181102. [2] Our group, Appl. Phys. Lett. **57** (2018) 071101. [3] R. Balakarthikeyan, et al., Opt. Mater. **120** (2021) 111387.

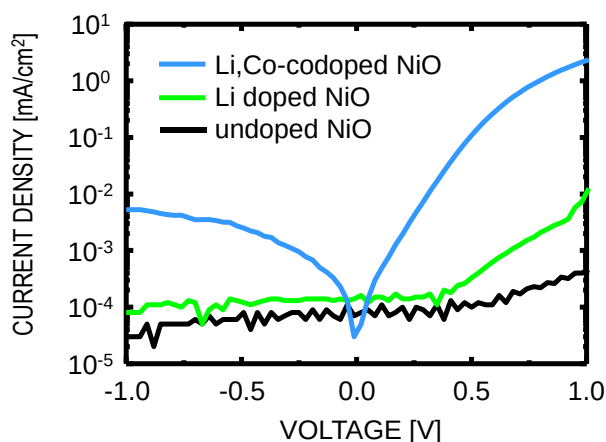


図1 undoped NiO、Li doped NiO、Li,Co-codoped NiO をそれぞれ用いた Ag/NiO/ZnO/ITiO/AFG 構造の J-V 特性