

RF リアクティブスパッタ堆積した Li 添加 NiO 薄膜の正孔濃度制御

Carrier concentration control of Li-doped NiO thin films by RF reactive sputtering

東京理科大学 理工/総研¹⁾, 東北大学 多元研²⁾○中井洋志¹⁾, 前田亮¹⁾, 小笠原愛理¹⁾, 森山和真¹⁾, 川出大佑¹⁾, 秩父重英²⁾, 杉山睦¹⁾
Faculty of Science & Technology/RIST, Tokyo Univ. of Science¹⁾, IMRAM, Tohoku Univ.²⁾○H. Nakai¹⁾, R. Maeda¹⁾, A. Ogasawara¹⁾, K. Moriyama¹⁾, D. Kawade¹⁾,
S. F. Chichibu²⁾, M. Sugiyama¹⁾

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

【はじめに】 酸化ニッケル(NiO)は、p 型導電性を示す、バンドギャップ 3.7eV [1]の透明酸化物半導体(TOS)である。したがって、酸化亜鉛(ZnO)のような n 型 TOS と pn 接合を形成することにより、透明トランジスタや紫外線利用型太陽電池などの透明デバイスへの応用が期待できる。我々は、安価で大面積化可能なスパッタ法により NiO 薄膜の堆積を試みてきた[2,3]が、上記デバイスに適した導電性を有し、透過率も高い NiO 薄膜の堆積は困難であった。一般に、NiO の自由正孔源は Ni 空孔(V_{Ni})と言われており、 V_{Ni} は透過率低下の要因となる Ni^{3+} イオンを形成すると報告されている[4]。本研究では、TOS デバイスに適した正孔濃度や表面状態を得ることを目的とし、Li 添加 NiO 薄膜のスパッタ堆積を行った。

【実験方法】 RF リアクティブスパッタ法を用い、ソーダライムガラス(SLG)基板上に無添加および Li 添加 NiO 薄膜を堆積した。無添加膜の堆積には Ni 金属ターゲットを、Li 添加膜の堆積には LiO モル分率 20%の $Li_xNi_{1-x}O$ セラミックターゲットないしは Ni 金属上に Li_2O (10×10×3t)のペレットを置きターゲットとして使用した。パラメータとして、チャンバ内圧力、供給酸素-アルゴン混合比[$f(O_2)=O_2/(Ar+O_2)$]を変化させた。堆積した薄膜の評価は、ホール測定、XRD 測定、光透過測定、AFM 観察により行った。

【結果及び考察】 図1に、Ni 金属または $Li_xNi_{1-x}O$ ターゲットを用いて堆積した、無添加及び Li 添加 NiO 薄膜のホール測定結果を示す。無添加薄膜では、 $f(O_2)$ の増加に伴い正孔濃度が増加する傾向があった。これは $f(O_2)$ の増加に伴い正孔源である V_{Ni} が増加したためと推測される。一方、Li 添加薄膜の正孔濃度は無添加薄膜よりも広範囲に変化した。この結果は、 $f(O_2)$ の低い、透明薄膜が得られる条件[2]で Li がアクセプタになりにくい事を示しており、原因を明らかにする必要がある。

【謝辞】 本研究の一部は、倉田記念日立科学技術財団研究助成、笹川科学研究助成、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&セーフティー研究センターの援助を受けた。

【参考文献】 [1] D. Adler, *et al.*, PRB **2** (1970) 3112. [2] Our group, JJAP **52** (2013) 021102. [3] Our group, JAP **116** (2014) 163108. [4] H. H. Tippins, PRB **1** (1970) 126.

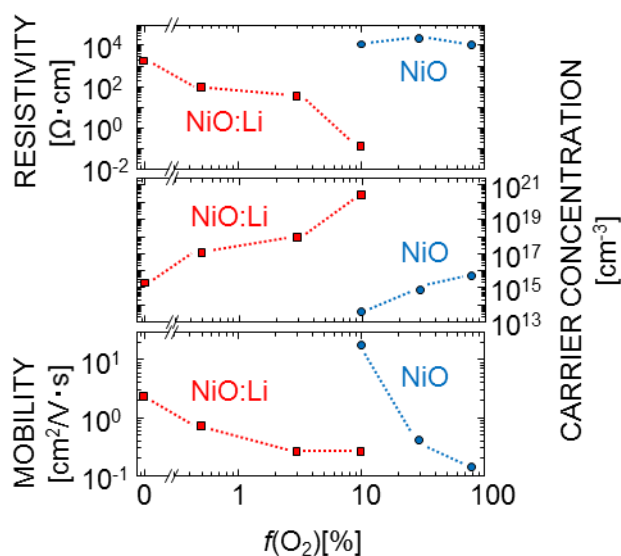


図1 無添加および Li 添加 NiO 薄膜の電気特性の $f(O_2)$ 依存性