

透明デバイスに向けた NiO 薄膜と BDD とのバンドアライメントの検討

Experimental Determination of Band Discontinuities at NiO/BDD Heterointerfaces Using Photoelectron Yield Spectroscopy for Transparent Devices

東京理科大学 理工¹⁾, 総研²⁾○川出 大佑^{1,2)}, 谷島 啓太¹⁾, 近藤 剛史^{1,2)}, 相川 達男^{1,2)}, 湯浅 真^{1,2)}, 杉山 睦^{1,2)}Faculty of Sci. & Tech., Tokyo Univ. of Science¹⁾, RIST, Tokyo Univ. of Science²⁾○D. Kawade^{1,2)}, K. Yajima¹⁾, T. Kondo^{1,2)}, T. Aikawa^{1,2)}, M. Yuasa^{1,2)} and M. Sugiyama^{1,2)}

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、禁制帯幅 3.7 eV を有するため、透明デバイスへの応用が期待されている。我々は、RF リアクティブスパッタ法により NiO 系太陽電池の試作を行ってきた[1]が、NiO の諸物性値は完全には把握されておらず、正しい理解が必要である。とりわけ、デバイスの構造を検討する上でオーミック電極の形成が重要であるが、ITO などの n 型透明酸化物半導体を電極代わりに用いて NiO 系ダイオードを作製しており、新しい透明電極の探索が必須となっている。本研究では、新たな電極材料の候補の一つとして Boron-doped Diamond(BDD)に着目し、光電子収量分光(PYS)法により価電子帯不連続量を求め、バンドアライメントの実験的導出を試みた。BDD は物理的・化学的に極めて安定であり、禁制帯幅 5.5 eV を有するため透明電極の候補として期待できる。また不純物添加量により導電性制御が容易である。

【実験方法】Ni 金属ターゲットをリアクティブスパッタし、NiO 薄膜を非加熱で堆積した[1]。また、ホウ素を 10000ppm 含む炭素源と水素をキャリアガスに用いて MPCVD 法により水素終端(H-)BDD を堆積し、その後 UV オゾン処理により酸素終端(O-)BDD を作製した。価電子帯不連続量 ΔE_v は PYS 法によって求めた。

【結果及び考察】図 1(a)に、H-BDD, O-BDD, NiO の PYS スペクトルをそれぞれ示す。各 PYS スペクトルの閾値が価電子帯上端を示しており、BDD の終端元素の違いにより異なる値を得た。吸収測定から得られたバンドギャップを考慮して描いたバンドラインナップを図 1(b)に示す(欠陥やキャリア相互拡散等によるバンドベンディングは無視している)。H-BDD は負の電子親和力を持つことが知られており[2]、文献に近い値が得られた。O-BDD は、NiO よりも VBM が大きな値を持つため NiO のオーミック電極となることが示唆される。

【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、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] M. Warasawa, *et al.*, JJAP **52** (2013) 021102.
[2] F. J. Himpsel, *et al.*, PRB **20** (1979) 624.

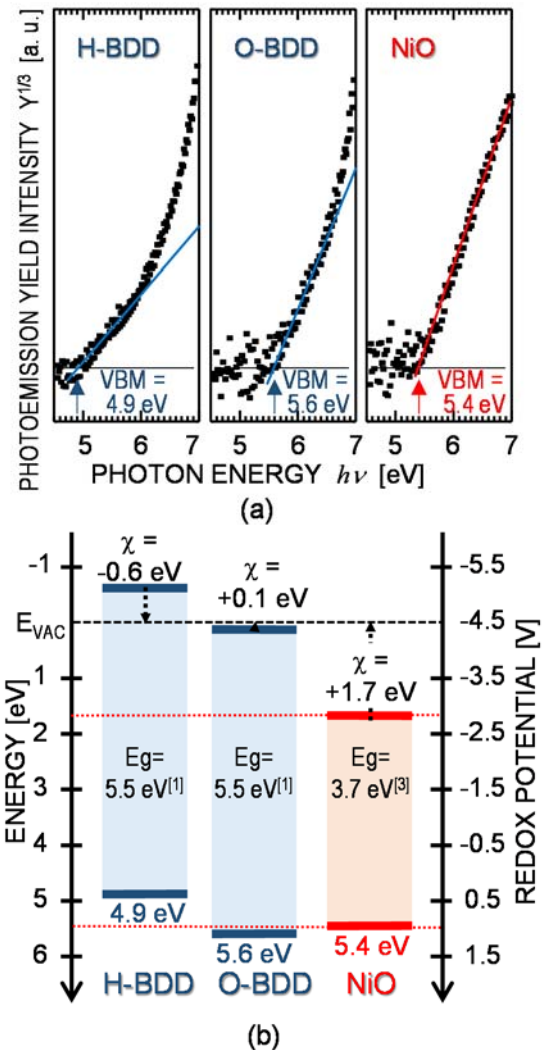


図 1 H-BDD, O-BDD, NiO の
(a)PYS スペクトルと(b)フラットバンド図