

多結晶 p -NiO/ n -TCO に対する電気化学インピーダンス測定

Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) of polycrystalline NiO-related pn -junction

東京理科大学 理工¹/総研²

○濱田 知宏¹, 加藤 匠秀¹, 金 青男^{1,2}, 杉山 睦^{1,2}

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

○T. Hamada¹, N. Kato¹, J. Kim^{1,2}, M. Sugiyama^{1,2}

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

【はじめに】酸化ニッケル(NiO)は、4.0eV 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]。我々は NiO を n 型透明酸化物半導体と接合させることにより、透明なダイオードや太陽電池など様々な NiO 系デバイスを報告してきた。しかしながら、NiO 薄膜や NiO 系デバイスの物性に関して未解明な点が多く存在している。特に、成膜環境に依存する NiO のキャリア源は不明確である。またデバイスにおいては pn 界面の物性がデバイスの性能を左右させる大きな要因となるが、NiO 系デバイスの pn 界面に関する物性の報告は少ない。本研究では、NiO のキャリア源を特定する方法としてホール測定、NiO 系デバイスの pn 界面の空乏層の振る舞いや欠陥を評価する方法として電気化学インピーダンス法(EIS)等を用いて[2]、成膜条件の違いによるキャリアや pn 界面への影響を検討した。

【実験方法】RF スパッタ法を用いて、Ag/NiO:Li/ZnO/ITO/SLG 構造の NiO 系可視光透過型太陽電池を作製した。試作した試料に対して室温、暗条件下において交流印加電圧の振幅を 20mV、周波数を 10Hz~10MHz とし、EIS 測定[2]を行った。その後、等価回路を用いて各パラメータの解析を行った。

【結果及び考察】順バイアスを p -NiO/ n -ZnO 試料に印加し、EIS 測定した際の、ナイキスト線図及び等価回路を図に示す。 R_{bulk} はセル全体の直列抵抗、 R_j 、 CPE_j はそれぞれ pn 界面の抵抗と容量成分を表す。順バイアス増加に伴い、半円が小さくなる傾向が確認できた。半円の半径は pn 接合界面付近の抵抗を反映している[3]ことから、順バイアスを印加したことで空乏層幅が小さくなり、その抵抗が小さくなったと考えられる。

界面の不均一性を表現する $CPE-P$ と界面の空乏層容量を表現する $CPE-T$ [3]の結果を表に示す。順バイアスの増加に伴い、 $CPE-P$ の値は増加し $CPE-T$ の値ほとんど変化しなかった。 $CPE-P$ の値が増加したのは、順バイアス印加によって pn 界面の欠陥が補償され減少したためと推測される。また $CPE-T$ に関しては、RF スパッタで形成された欠陥でのトラップにより空乏層電荷が減少したためと推測した。詳細は当日報告する。

【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、東京理科大学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。

【参考文献】

[1]Our group, APL **110** (2017) 181102.

[2]Our group, Thin Solid Films **535** (2013) 287.

[3]Our group, Thin Solid Films **535** (2013) 288.

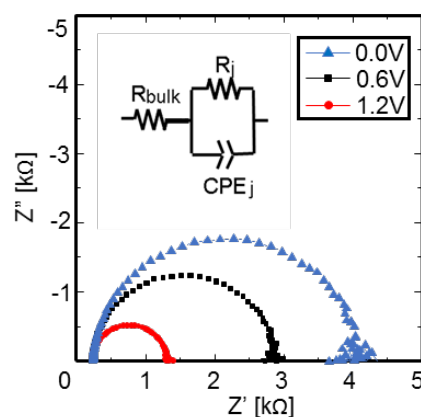


図. NiO:Li/ZnO 太陽電池に順バイアスを印加した EIS 測定結果のナイキスト線図と等価回路

表. 順バイアス印加時の $CPE-P$ と $CPE-T$

Voltage(V)	$CPE-P$	$CPE-T(nF)$
0	0.9625	3.744
0.6	0.9646	3.747
1.2	0.9713	3.637