

研究論文

ECR スパッタ法で製膜した酸化モリブデン-シリコンヘテロ接合の XPS 深さ
方向分析および仕事関数による界面物性評価

† 渡邊良祐*, 今井楓大*, 芦久保陽大**, 本橋光也**

Detailed Interfacial Characterization of ECR Sputter-Deposited Molybdenum
Oxide/n-Silicon Heterojunctions via XPS and Work Function Analysis

by

† Ryosuke WATANABE*, Futa IMAI*, Yodai ASHIKUBO** and Mitsuya MOTOHASHI**

(Received May 13, 2026; Accepted Jun. 25, 2026)

Abstract

For $\text{MoO}_x/\text{n-Si}$ heterojunctions deposited by ECR sputtering, we performed chemical state depth profiling by XPS and work function measurements by Kelvin probe, and investigated the correlation with the Schottky barrier height ϕ_B reported previously. The depth profiles of Mo 3d and O 1s suggest an apparently oxygen-deficient (non-stoichiometric) depth profile, although part of the reduction may include sputter-induced effects, and the influence of surface contamination was confirmed from C 1s. The effective surface work function of MoO_x evaluated by Kelvin probe was 4.64 ± 0.07 eV, and from the difference between the ideal barrier height evaluated from the work function and ϕ_B (0.63–0.70 eV) from the previous report, we discuss the possibility of weak Fermi-level pinning at the heterojunction interface.

Keywords: Carrier-selective Contacts, X-ray Photoelectron Spectroscopy, ECR Sputtering, Molybdenum Oxide, Work Function

1. 緒言

次世代の結晶シリコン太陽電池において、キャリア再結合の抑制と効率的な電荷抽出を両立するキャリア選択性コンタクト (Carrier Selective Contact) 技術はさらなる高効率化のために重要である¹⁾。なかでも遷移金属酸化物 (Transition Metal Oxides: TMOs) は、広いバンドギャップ

と高い仕事関数を持ち、シリコン基板との界面で大きなエネルギー障壁を形成できることから、ホール選択性コンタクト材料として広く研究されている²⁻⁵⁾。酸化モリブデン (MoO_x) は、 MoO_3 状態で 6.9 eV という高い仕事関数を示し、優れたキャリア選択性が期待される⁶⁾。

これまでの研究において、 MoO_x 膜の電子構造や電気的特性は、膜中の酸素欠損量や表面の化学結合状態に強く依存することが知られている⁷⁻¹¹⁾。しかし現在までに、この特性について十分な理解は得られていない。そこで、実用的な製膜手法として期待されるスパッタリング法での界面形成過程では、プロセス条件によって界面層形成や化学量論組成からのずれ、プラズマダメージによる欠陥の導入が生じうることから、これらの化学状態・電子構造を把握することで電気的特性の理解が可能になると思われる。その

令和 8 年 5 月 13 日受付

* 弘前大学大学院理工学研究科：青森県弘前市文京町 3
TEL 0172-39-3640
ryowat@hirosaki-u.ac.jp
Graduate School of Science and Technology, Hirosaki
University: 3 Bunkyo-cho, Hirosaki, Aomori 036-8561, Japan
** 東京電機大学大学院工学研究科：東京都足立区千住旭町 5
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University: 5
Senju Asahi-cho, Adachi-ku, Tokyo 120-8551, Japan

†：連絡先/Corresponding author