

MoO_x/SiO₂ 界面の HAXPES 分析

Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy Analysis of MoO_x/SiO₂/Si Interfaces



明治大¹, 豊田工大², JASRI³ ○(PC) 神岡 武文^{1,2}, 安野 聡³, Hyunju Lee²,

小島 拓人¹, 西原 達平¹, 林 豊², 中村 京太郎², 大下 祥雄², 小椋 厚志¹

Meiji Univ.¹, Toyota Technol. Inst.², JASRI³, °(PC) Takefumi Kamioka^{1,2}, Satoshi Yasuno³,

Hyunju Lee², Takuto Kojima¹, Tappei Nishihara¹, Yutaka Hayashi², Kyotaro Nakamura²,

Yoshio Ohshita², Atsushi Ogura¹

E-mail: t-kamioka@toyota-ti.ac.jp

【はじめに】 キャリア選択コンタクト(CSC)セルのデバイス特性を決める Si 表面ポテンシャルは、導電酸化物/パッシベーション膜界面における仕事関数(界面仕事関数)と Si の Fermi レベルとの差、および、Si 表面の欠陥準位密度、パッシベーション膜中の固定電荷密度などで決まる。これらのパラメータに関して、我々はこれまで容量-電圧(C-V)解析で得られる MoO_x の MoO_x/SiO₂ 界面における仕事関数(界面仕事関数)の熱処理温度依存性を報告してきた[1,2]。界面仕事関数の変化の要因としては、界面とバルクでの化学結合状態の違いのほか、キャップ層がある場合にはキャップ層構成元素の浸透、遮蔽効果の大小などが考えられ、それぞれ分離して考えていく必要がある。本研究では、MoO_x/SiO₂/Si 構造を対象とし、硬 X 線光電子分光法(HAXPES)を用いて界面の化学結合状態を評価した結果を報告する。

【実験】 MoO_x/SiO₂/Si 構造試料を以下のように作製した。p 型 Si(100)基板上に熱酸化膜を 10 nm 形成させたのち、MoO_xを真空熱蒸着で 30 nm 成膜し、フォーミングガス雰囲気(4% H₂ in N₂)で 400 °C、15 min 熱処理した。参照として、MoO_x成膜後、この MoO_x層をエッチングにより除去した SiO₂/Si 構造試料も作製した。これらの HAXPE 測定により、Si 1s、O 1s、Mo 3d の内殻スペクトルを取得した(励起エネルギー: 7939 eV、光電子取出角: 80°)。

【結果・考察】 SiO₂/Si 試料の Si 1s スペクトルにおいては、Si 基板由来のピークのほか、ストイキオメトリの SiO₂ 由来のピークが明瞭に現れている(Fig. 1)。一方、MoO_x 成膜し、400°Cで熱処理した試料では、上記 2 つの主ピークの他、サブピークもみられる。このうち主ピーク位置は SiO₂/Si 試料と比較して低結合エネルギー側にシフトしているが、両者のエネルギー差は縮小している。これは、SiO₂ を挟んだ Si 側と MoO_x 側のバンドアライメントの変化を反映していると考えられる。他のスペクトルも含めた詳細な解析を今後進める。

【謝辞】 NEDO の支援により行われた。熱酸化膜形成に関して、豊田工大森村氏に感謝する。HAXPES 測定は SPring-8 で実施した (BL46XU、2017B10909、2018A1540)

【参考文献】 [1] 神岡ら, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, (2017) 6p-A204-7. [2] T. Kamioka et al., JJAP 57, 076501 (2018).

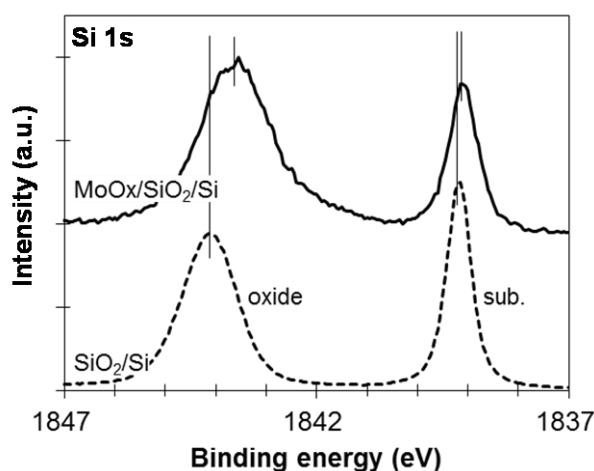


Fig. 1: Si 1s spectra for SiO₂/Si samples w/ and w/o a MoO_x layer.