

Ge(111)-c(2×8) 表面の室温酸化における 酸素分子の並進エネルギーによって変化する酸素吸着位置の決定

Positions of Adsorbed Oxygen on Oxidized Ge(111)-c(2×8) Surface at 300 K

Depending on Translational Energy of O₂

原子力機構¹, 筑波大院数物², 兵衛大院物質理学³ ○岡田 隆太^{1,2}, 吉越 章隆¹, 寺岡 有殿^{1,3},
岩井 優太郎^{1,3} 山田 洋一², 佐々木 正洋²

JAEA¹, Univ. of Tsukuba², Univ. of Hyogo³, °Ryuta Okada^{1,2}, Akitaka Yoshigoe¹, Yuden Teraoka^{1,3},
Yutaro Iwai^{1,3}, Yoichi Yamada², Masahiro Sasaki²

E-mail: okada.ryuta@jaea.go.jp

次世代の電界効果型トランジスタ(FET)材料として、シリコン(Si)よりも高いキャリア移動度を有するゲルマニウム(Ge)が注目されているが、これを実用化するためには表面酸化の理解が不可欠である。我々はこれまでの研究で、Ge(111)-c(2×8)表面の室温酸化では超音速 O₂ 分子線の並進エネルギー(E_t)を約 1.0 eV 以上とすることで、Ge³⁺が形成できることを発見したが、酸素原子の吸着位置はO₂曝露の場合を含め不明である¹⁾。今回、Ge(111)-c(2×8)表面にO₂曝露とO₂分子線(E_t : 2.3 eV)によって形成される表面酸化物を放射光光電子分光法(SR-XPS)により分析し、酸素原子の吸着位置を解明する。

実験は、SPring-8 の BL23SU の表面反応分析装置にて行った。n 型 Ge(111)基板を超高真空中でスパッタ及びアニールすることで Ge(111)-c(2×8)表面を得た。清浄化後の室温表面を O₂ 曝露と O₂ 分子線によって酸化させ、O 1s 及び Ge 3d XPS スペクトルをその場測定した。

図 1 に、酸化後の Ge(111)表面の O 1s XPS スペクトルを示す。Voigt 関数を用いたフィッティング解析から、O₂ 曝露及び O₂ 分子線のいずれの酸化でも、530.35 eV のピーク位置に ins 酸素原子(Ge-O-Ge)が主成分として形成されることが明らかとなった。また、ins 酸素原子の他に、531.23 eV, 531.85 eV にピークがわずかに存在している。Si(111) 酸化表面では、ins 酸素原子より 1.5 eV 結合エネルギーの高い ad 酸素原子が報告されており²⁾、ピーク位置が 531.85 eV の成分は、Ge の on-top に位置する ad 酸素原子に起因すると考えられる。ピーク位置が 531.23 eV の小さな成分(Extra peak)が不可欠であり、Si(111)酸化で報告されている tri 酸素原子²⁾に類似しているが、その帰属は現在検討中である。O₂ 分子線による酸化では、 E_t の増加にとともに、ad 酸素原子のピーク強度は変化せず、ins 酸素原子のピークのみが増加している。これは我々がすでに報告した E_t の増加による Ge³⁺ の形成に、ins 酸素原子の生成が関与していることを示唆している。本研究から、O₂ による Ge(111)表面酸化では ins 酸素原子の生成が活性化吸着に関連することが明らかとなった。

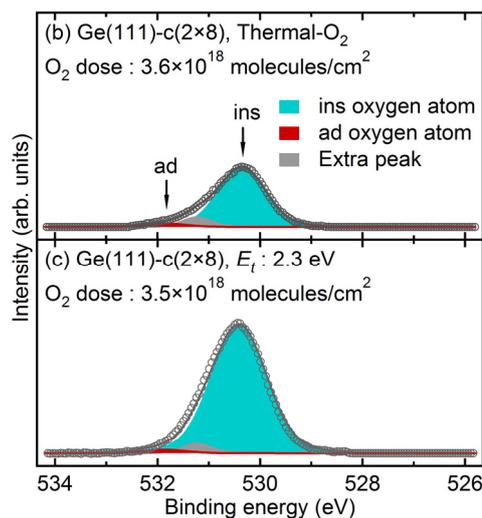


図 1: 室温酸化後の Ge(111)-c(2×8)表面の O 1s XPS スペクトル。

1) 岡田隆太, 他: 秋季第 73 回応用物理学会学術講演会報告, 12p-C12-5 (2012).

2) A. Yoshigoe et al; Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010) 115704.