17a-A6-5

Ge(111)-c(2×8)表面の酸化発展の O_2 並進エネルギー依存性

Evolution of Oxide States on Ge(111)-c(2×8) Depending on Translational Energy of O_2

原子力機構[1]，筑波大院数物[2]，兵県大院物質理学[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]

JAEA[1], Univ. of Tsukuba[2], Univ. of Hyogo[3], ○Ryuta Okada[1,2], Akitaka Yoshigoe[1], Yuden Teraoka[1,3],
Yutaro Iwai[1,3], Yoichi Yamada[2], Masahiro Sasaki[2]

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

次世代の金属-絶縁膜-半導体電界効果トランジスタ(MISFET)の材料として，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[1]．純粋な O_2 分子によって引き起こされる Ge 低指数表面の初期酸化の構造による違いを比較する研究は，Ge-MISFET の絶縁体膜を選ぶ際に重要な知見になる．我々は曝露 O_2(Thermal-O_2)および並進エネルギー(E_t)が 2.2 eV の超音速 O_2 分子線によって変化する，Ge(100)-2×1 表面の酸化の発展過程について報告してきた[2]．これまでの研究で，Ge(100)酸化表面ではどちらの酸素源によっても Ge^{1+} と Ge^{2+} の比が一定のまま成長することが明らかとなった．一方，飽和酸化した Ge(111)-c(2×8)表面において E_t の増加によって酸素吸着位置が変化することを見出した[3]．本研究では酸化機構を理解するために，その発展過程を詳細に調べた．

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)基板をフッ酸水溶液やオキシドールで処理した後，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 O_2 曝露と 2.3 eV の超音速 O_2 分子線(2.3 eV-O_2)によって酸化させ，放射光光電子分光法によって Ge 3*d* XPS スペクトルの連続変化をその場観察した．

図 1 に，酸化の進行にともなう Ge 3*d* スペクトルの変化を示す．図 1(a)に示したスペクトルの変化から，曝露 O_2 による酸化は初期に Ge^{1+} が主に現れ，その後 Ge^{2+} が成長することが分かった．一方，図 1(b)の 2.3 eV-O_2 による酸化は，初期に Ge^{1+} と Ge^{2+} が主に現れ，その後 3+の価数まで酸化が発展していくことが分かった．ここで明らかとなった価数の変化をともなう酸化の発展は，Ge^{1+} と Ge^{2+} が同時に現れ発展する Ge(100)-2×1 表面の場合[2]と大きく異なる．発表では，カーブフィッティング解析によって Ge 酸化成分の発展過程を議論する．

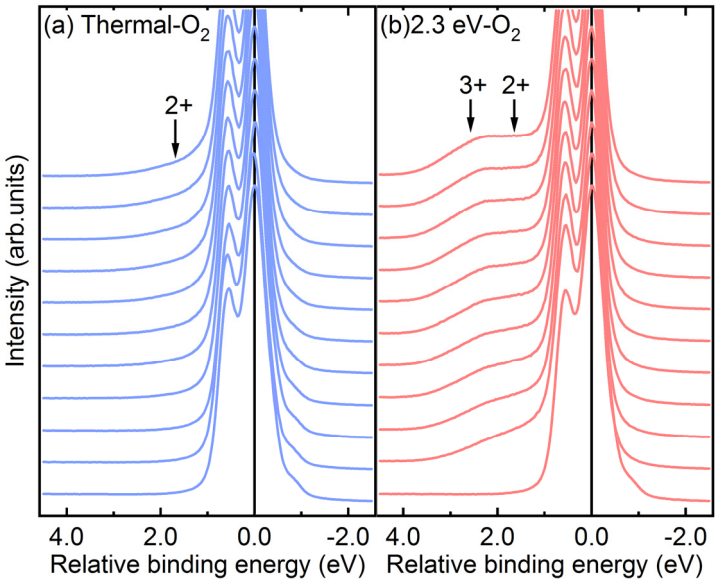


図 1：酸化進行にともなう Ge(111)-c(2×8)表面の Ge 3*d* XPS スペクトル変化．
(a)曝露 O_2，下から 2.6×10^{16} molecules/cm^2 毎に表示
(b)2.3 eV-O_2，下から 2.9×10^{17} molecules/cm^2 毎に表示

1) “International Technology Roadmap for Semiconductors,” 2011 Executive Summary, http://www.itrs.net/Links/2011ITRS/Home2011.htm .
2) 吉越章隆，他：第 60 回応用物理学会春季学術講演会，27a-F1-3 (2013).
3) 岡田隆太，他：第 61 回応用物理学会春季学術講演会，19a-F7-3 (2014).

© 2014 年　応用物理学会