

Si 高指数面における極薄酸化膜形成のリアルタイム解析

Real-time analysis of ultrathin oxide film formation processes
on high-index silicon surfaces

大野 真也¹⁾, 安部 壮祐¹⁾, 三浦 脩¹⁾, 成重 卓真¹⁾, 安田 哲二²⁾,
吉越 章隆³⁾, 寺岡 有殿³⁾, 田中 正俊¹⁾

Shinya OHNO¹⁾, Sousuke ABE¹⁾, Shu MIURA¹⁾, Takuma NARISHIGE¹⁾, Tetsuji YASUDA²⁾,
Akitaka YOSHIGOE³⁾, Yuden TERAOKA³⁾, Masatoshi TANAKA¹⁾

¹⁾横浜国立大学 ²⁾産総研 ³⁾原子力機構

(概要)

リアルタイム光電子分光を用いて、Si 高指数面における初期酸化過程の解析を行った。

キーワード: シリコン, 酸化, リアルタイム光電子分光, 超音速分子線

(1行あける)

1. 目的

MOSFET の微細化により、Si ナノワイヤトランジスタが提案されている。その壁面には様々な面方位が存在する。本課題では、高指数面の代表として Si (113) 面に着目した。室温における酸化反応の並進運動エネルギー依存性を調べる目的で実験を行った。

2. 方法

実験は次の要領で実施した。

- (1) Si 表面の清浄化
- (2) 低エネルギー電子回折 (LEED) による表面構造の確認
- (3) 放射光光電子分光 (SR-XPS) を用いた Si 表面の清浄化の確認
- (4) 放射光を用いたリアルタイム光電子分光測定

リアルタイム光電子分光測定を、Si 2p 状態と 0 1s 状態の同時測定において光子エネルギー 687eV、Si 2p 状態のみの測定において光子エネルギー 400eV の条件で、また出射角は 30° の条件で実施した。Si (113) の各面方位に関して室温において、バックフィリング (0.04eV)、並進運動エネルギー 1.12eV, 1.30eV, 1.50eV, 1.70eV, 1.90eV, 2.13eV, 2.27eV の各条件で実験を行い Si 2p、01s 内殻状態に関して一連の実験データを得た。

3. 結果及び考察

Si (113) において、Si (001) と同様に並進運動エネルギーが増加すると反応速度が増大し酸化膜の組成も SiO₂ に近づくことが分かった。熱酸化の場合、Si (113) 面では Si (001) 面よりもより平坦な酸化膜が形成されかつ欠陥形成も少ないと報告されている [1]。このことは、二層目以降の酸化が進行するための障壁が Si (113) 面ではより大きいことを示唆している。我々は、熱酸化過程の解析により Si (113) 面では欠陥が形成されにくいことを反映してより歪んだ Si-O-Si ボンドが形成されるとの知見を得ている [2]。これまで、光子エネルギー 687eV での測定のみを行ってきたが今回はじめて 400eV の条件で Si 2p 状態のより高分解能での測定を行った。現在、第二層バックボンドの酸化に関する障壁のより精密な定量化を行って Si (001) との共通点と相違点を明確にし、また 01s 状態の二成分 (HBC, LBC) と界面での歪みの形成との相関についてより詳細な知見を得る目的で解析を進めている。

4. 引用(参照)文献等

- [1] Mussig et al., Solid-State Electron. 45 (2001) 1219.
[2] Ohno et al., Surf. Sci. 606 (2012) 1685.