

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⁾, 百瀬辰哉¹⁾, 井上慧¹⁾, 兼村瑠威¹⁾, 安田哲二²⁾,
田中正俊¹⁾, 吉越章隆³⁾, 寺岡有殿³⁾

Shinya OHNO¹⁾, Sadanori ARAE¹⁾, Tatsuya MOMOSE¹⁾, Kei INOUE¹⁾, Rui Kanemura¹⁾, Tetsuji YASUDA²⁾,
Masatoshi TANAKA¹⁾, Akitaka YOSHIGOE³⁾, Yuden TERAOKA³⁾

¹⁾横浜国大 ²⁾産総研 ³⁾原子力機構

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. 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は、光子エネルギー 687eV、出射角 70° の条件で実施した。Si (001), 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、並進運動エネルギー 0.8eV, 1.52eV, 2.26eV 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. 研究成果

Si (001), Si (113) ととも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。Et=1.52eV, 2.26eV においては反応速度に関して面方位の違いによる大きな差は観測されなかった。Et=0.8eV においては、Si (001) では急速な酸化の後に定常状態に達するのに対して Si (113) では急速な酸化の後に緩やかな酸化が継続して進行することが分かった。

4. 結論・考察

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。Et=0.8eV において Si (113) の場合に緩やかな酸化の進行が起こっていることは、Si (001) 面よりも Si (113) 面での界面酸化の障壁が大きいと考えたと説明がつく。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。並進運動エネルギーを与えた場合に、歪んだ Si-O-Si ボンドの形成にどのような影響があるかを詳しく考察する予定である。

5. 引用(参照)文献等

[1] Mussig et al., Solid-State Electron. 45 (2001) 1219.