

課題番号 : 2014A-E30
利用課題名 (日本語) : 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
Program Title (English) : Real-time analysis of ultrathin oxide film growth processes of high-index silicon surfaces
利用者名(日本語) : 大野真也¹⁾, 田中一馬¹⁾, 小玉開¹⁾, 吉越章隆²⁾, 寺岡有殿²⁾
Username (English) : S. Ohno¹⁾, K. Tanaka²⁾, H. Kodama¹⁾, A. Yoshigoe²⁾, Y. Teraoka²⁾
所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学大学院, 2) 原子力機構
Affiliation (English) : 1) Yokohama Nat'l Univ., 2) JAEA
キーワード :

1. 概要 (Summary)

MOSFET の微細化により、Si ナノワイヤトランジスタなど三次元構造をもつ素子が提案されている。その壁面には様々な面方位が存在する。本研究では、安定な表面再構成構造をもつ高指数面の代表として Si(113)面に着目した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

SPring-8 BL23SU の表面化学実験ステーションを利用した。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-PES)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

並進運動エネルギーの影響を考察するため、バックフィリング(0.04 eV)、並進運動エネルギー0.20 eV, 0.44 eV, 0.70 eV, 1.00 eV の各条件で実験を行い、Si 2p, O 1s 内殻状態に関して測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Si(113)面では、Si(001)面と同様に並進運動エネルギーが増加すると酸化膜の組成が 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)面では恐らく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 結合が形成されることなどを明らかにしている[2]。Si(113)面では、室温下において Si(001)面よりも酸化されにくいことを示す結果が得られている。だが、同じ五員環構造をもつ Si(110)面では Si(001)と比べて増速酸化が観測されている

[3]。従って、Si(113)面ではなぜ酸化反応が抑制されるのかを理解することは興味深い課題といえる。

本課題では、バンドベンディング変化量(ΔBB)について検討を行った。その結果、バックフィリングの場合と分子線の場合では顕著な違いがあることが分かった。この変化量は、欠陥形成と関連づけられると考えているが[4]、その起源を明らかにするためには、Si 2p 状態、O 1s 状態の推移との関連を詳細に検討する必要がある。現在、紫外光電子分光(UPS)による仕事関数変化($\Delta \phi$)にも着目して実験室レベルでの実験も平行して進めている。これらの知見を合わせることにより Si(113)面に特有の酸素の吸着構造と電子状態との関係を明らかにすることができるかと期待される。

4. その他・特記事項 (Others)

- [1] H.-J. Mussig et al., Solid-State Electron. 45 (2001) 1219.
- [2] S. Ohno et al., Surf. Sci. 606 (2012) 1685.
- [3] M. Suemitsu et al., Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007) 1888.
- [4] S. Abe et al., Appl. Phys. Express 6 (2013) 115701(1-4).