

## Si 高指数面における極薄酸化膜形成過程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<sup>1)</sup>, 新江定憲<sup>1)</sup>, 豊島弘明<sup>1)</sup>, 尾形祥一<sup>1)</sup>, 安田哲二<sup>2)</sup>,  
田中正俊<sup>1)</sup>, 吉越章隆<sup>3)</sup>, 寺岡有殿<sup>3)</sup>

Shinya OHNO<sup>1)</sup>, Sadanori ARAE<sup>1)</sup>, Hiroaki TOYOSHIMA<sup>1)</sup>, Shyoichi OGATA<sup>1)</sup>, Tetsuji YASUDA<sup>2)</sup>,  
Masatoshi TANAKA<sup>1)</sup>, Akitaka YOSHIGOE<sup>3)</sup>, Yuden TERAOKA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>横浜国大 <sup>2)</sup>産総研 <sup>3)</sup>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

### 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) 面と Si (120) 面に着目した。これらの面方位と Si (001) 面について、熱酸化時における酸化膜界面の動的な形成過程の比較検討はなされていない。よって、

### 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 (311), Si (120) の各面方位に関して  $1 \times 10^{-5}$  Pa 675°C、 $1 \times 10^{-4}$  Pa 675°C、 $1 \times 10^{-4}$  Pa 550°C の条件で実験を行い 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), Si (120) の各面方位ともに 675°C 付近においてラングミュア型吸着から二次元島成長への成長モードの転移が起ることを確認した。

### 4. 結論・考察

Si (113) 面は、Si (111) 面と Si (001) 面のちょうど中間に位置する面方位である。従って、この表面の酸化過程を調べることは Si (111) 面と Si (001) 面の酸化過程の競合関係を考察することに繋がる。我々は、光学計測の結果に基づいて SiO<sub>2</sub>/Si (113) 界面において Si (111)-like な原子が優先的に酸化されるというモデルを提案している [1]。前回行った実験結果も加えて検討中であるが、Si<sup>3+</sup>成分の相対的な比率が Si (113) 面の場合に Si (001) よりも大きいことは、我々のモデルと整合する結果といえる。Si (120) 面に関しては、これまで清浄表面に関しても実験による報告は見当たらない。Si (110) 面と Si (001) 面の中間に位置する面方位であるが、Si (110) 面の報告 [2] と比較して検討したところ単純にこれらの面方位の酸化過程の競合としては理解が困難であることが分かった。今後、室温酸化の実験を詳細に行う予定でありその結果も踏まえてこの要因を考察していく必要がある。

### 5. 引用(参照)文献等

- [1] S. Ogata et al., Jpn. J. Appl. Phys. 49 (2010) 022403.
- [2] M. Suemits et al., J. Vac. Sci. Technol. B 27 (2009) 547.