

## 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<sup>1)</sup>, 森本 真弘<sup>1)</sup>, 井上 慧<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>, Masahiro MORIMOTO<sup>1)</sup>, Kei INOUE<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>横浜国立大学 <sup>3)</sup>原子力機構

リアルタイム光電子分光を用いて、Si 高指数面上における初期酸化過程の解析を行った。今後、酸化温度、酸化圧力の条件をより詳細に検討する予定である。

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(311)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、酸化膜形成時の反応メカニズムを直接的に明らかにすることを目指すと共に、界面トラップやラフネスの評価に繋がる電子状態の基礎データを得ることを目的として実験を行った。

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(311), Si(120)の各面方位に関して、酸化温度 550~650°Cの条件で実験を行い Si2p、01s 内殻状態について一連の実験データを得た。

3. 研究成果 Si(001), Si(311)面と比較して、Si(120)面の方が相対的にサブオキサイド成分(Si<sup>+</sup>, Si<sup>2+</sup>, Si<sup>3+</sup>)が多いことを見出した。Si(120)面では、そもそも清浄表面の構造モデルが確立されていないが、表面反応に関してはより不活性であると結論される。

4. 結論・考察 SiO<sub>2</sub>脱離が生じる二次元島成長を含めた成長モードの解析を行い、反応ダイナミクスの詳細を明らかにするためには、650°C以上の酸化温度に関しても実験データを取得して比較検討を行う必要があることが分かった。我々は、光学計測により Si(311)面上に形成される SiO<sub>2</sub>/Si 界面では、グレーティング型のモフォロジーが形成されるとの予測を得ている[1]。だが、原子スケールでのモフォロジーと電子状態との相関はまだ良く分かっていない。今後、Si2p状態の詳しい解析により SiO<sub>2</sub>/Si 界面構造とサブオキサイドの成分比との関係を明らかにし得るものと予想される。

5. 引用(参照)文献等

- [1] S. Ogata et al., Jpn. J. Appl. Phys. 49 (2010) 022403.