

Si (100) 上界面遷移層内 Si 化学結合状態の ARPES による評価手法

Analytical Procedure of Chemical Structures of Interfacial Transition Layer

Formed on Si(100) by Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy

東北大学未来科学技術共同研究センター¹, 高輝度光科学研究センター²,○諏訪智之¹, 寺本章伸¹, 室隆桂之², 木下豊彦², 大見忠弘¹, 服部健雄¹NICHe, Tohoku Univ.¹, JASRI²,°T. Suwa¹, A. Teramoto¹, T. Muro², T. Kinoshita², T. Ohmi¹, T. Hattori¹

E-mail: suwa@fff.niche.tohoku.ac.jp

[研究背景]Si(100)上に形成される厚さ約 0.5nm の組成遷移層(CTL)内の構造欠陥は Si デバイスの性能に極めて大きな影響を及ぼすために、CTL 内の Si の化学結合状態に関して数多くの研究がなされてきた。しかし、1 分子層以上の SiO₂ 層で安定化された酸化膜側と Si 基板側の遷移層からなる界面遷移層の構造に関する角度分解光電子分光(ARPES)による詳細な研究は未だ行われていない。

[目的]界面遷移層内の Si の化学結合状態を ARPES により詳細に解明する手法を提案する[1]。

[解析手法] 1) スペクトル分離: Fig. 1 (a)に $h\nu = 1050$ eV、光電子の脱出角(external TOA、真空中の TOA)が 85°と 15°において測定した Si 2p_{3/2} スペクトル、Fig. 1 (b)に Si 基板からのスペクトルが除去された Fig. 1 (a)の二つのスペクトルの差を示した。この差スペクトルは、Fig. 1 (b)に示すように、 Si-O_4 (Si⁴⁺)、 Si-Si-O_3 (Si³⁺)、Si^{v+}、 $\text{Si}_2\text{-Si-O}_2$ (Si²⁺)、Si^{μ+}、 $\text{Si}_3\text{-Si-O}$ (Si¹⁺)、Si⁰ (bulk Si と同じ束縛エネルギーを有する)、 $\alpha\text{-Si}$ 、 $\beta\text{-Si}$ 、 $\gamma\text{-Si}$ のスペクトルに分離される。なお、Si^{μ+}は第 2 近接の O 原子の影響を受けた Si¹⁺、Si^{v+}は第 2 近接の O 原子の影響を受けた Si²⁺と関係づけることができる。 2) スペクトル強度比の解析: スペクトルの分離により得られた比 I_0/I_{1+} , $I_1/I_{\mu+}$, $I_{\mu+}/I_{2+}$, I_2/I_{v+} , I_{v+}/I_{3+} , I_0/I_{4+} , I_{α}/I_{1+} , I_{β}/I_{1+} , I_{γ}/I_{1+} の光電子脱出角(internal TOA: 酸化膜内での TOA)依存性の自己矛盾のない解析を、

1 分子層(ml)の SiO₂ 層、第二組成遷移層、第一組成遷移層、1 原子層の Si 層が Si の面密度を保ってこの順番に繋がるとの仮定のもとに行い、Si¹⁺, Si^{μ+}, Si²⁺, Si^{v+}, Si³⁺, $\alpha\text{-Si}$, $\beta\text{-Si}$, $\gamma\text{-Si}$ が界面遷移層内で占める位置を明らかにする。ここに、 I_0 , I_{1+} , $I_{\mu+}$, I_{2+} , I_{v+} , I_{3+} , I_{4+} , I_{α} , I_{β} , I_{γ} はそれぞれ Si⁰, Si¹⁺, Si^{μ+}, Si²⁺, Si^{v+}, Si³⁺, Si⁴⁺, $\alpha\text{-Si}$, $\beta\text{-Si}$, $\gamma\text{-Si}$ からの Si 2p_{3/2} スペクトル積分強度を表す。

[1] T. Suwa et al.: to be published in JJAP.

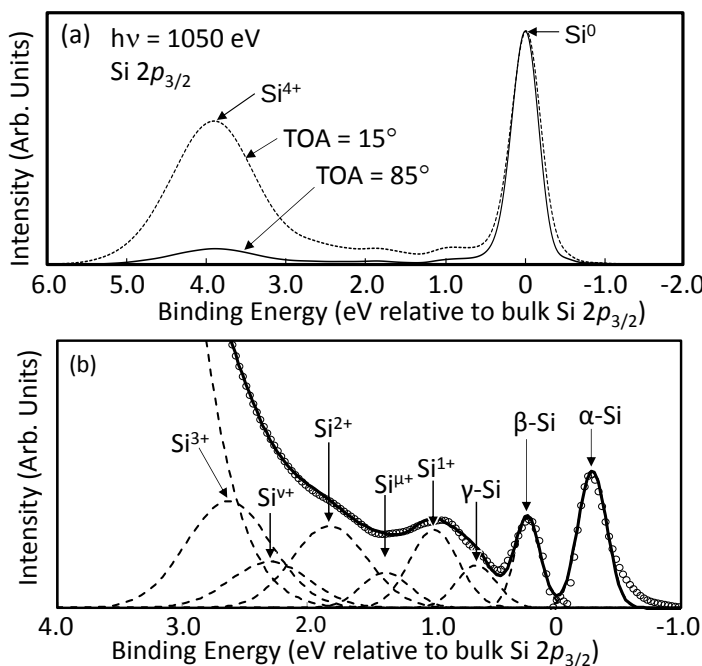


Fig. 1 Si 2p_{3/2} spectra at external TOA of 85 and 15°.