

XPS によるアルゴンガスクラスターイオンビームを照射した Si 基板表面の損傷評価 XPS analysis on damage of Si surface induced by argon gas cluster ion beam irradiation

(株) コベルコ科研¹ 兵庫県立工業技術センター²○三井所 亜子¹, 高橋 真¹, 稲葉 雅之¹, 本田 幸司², 三宅 修吾¹Kobelco Research Institute, Inc.¹, Hyogo Prefectural Institute of Technology²,○Ako Miisho¹, Shin Takahashi¹, Masayuki Inaba¹, Koji Honda² and Syugo Miyake¹

E-mail: miisho.ako@kki.kobelco.com

1.はじめに

X 線光電子分光 (X-ray Photoelectron Spectroscopy :XPS) は、入射 X 線により励起された電子の平均自由行程が数 nm 以下と短いため、極めて最表面に敏感な分析方法であり、組成分析や化学状態分析に広く用いられている手法である。一般的に深さ方向の情報を得るためには、Ar イオンで試料表面をエッチングし、新生面を分析する方法が用いられるが、数 keV のエネルギーで入射される Ar イオンは、特に結合エネルギーの低い材料において、試料表面の原子の結合状態の変化や原子ミキシングを起こしやすく、試料損傷が避けられない。近年、これらの問題を軽減するために Gas Cluster Ion Beam(GCIB)が積極的に用いられている。GCIB は原子 1 個当たりのエネルギーを数 eV にして試料に照射する事が可能であるが、照射後の試料最表面の化学結合状態について精緻に分析した報告は少ない。そこで著者らは Si 基板表面に Ar-GCIB を照射した際に生じる結合状態の変化について、XPS を用いて検討した。

2.実験結果及び考察

Ar-GCIB を搭載した XPS 分析装置 (Versa Probe II, ULVAC PHI, Inc.) を用いて、自然酸化膜を有する Si 基板表面の状態分析を実施した。2.5~15keV で加速したクラスターサイズ 2500 の Ar-GCIB を、Si 基板表面の法線に対して 55° で照射した時の Si2p の光電子スペクトルを取得し、自然酸化膜由来の Si2p 光電子ピーク形状の変化と Si-Si 結合由来の Si2p 光電子ピークの半値幅変化について分析を行った。なお Ar₂₅₀₀⁺照射量は、照射量はファラデーカップで測定した試料吸収電流値と照射時間で規格化した。Fig.1 に Ar₂₅₀₀⁺および Ar⁺照射後の Si2p 光電子ピークの変化を示す。Ar⁺照射ではサブオキサイド成分が出現しているが、Ar₂₅₀₀⁺によるエッチングでは確認されないことから、Ar⁺よりも SiO₂ の還元反応を低減する効果があると考えられる。また、Fig.2 に示す通り、Ar₂₅₀₀⁺照射量と入射エネルギーの増加に伴い、Si2p 光電子ピーク半値幅が大きくなる傾向が認められた。すなわち Ar₂₅₀₀⁺の照射に伴い、Si-Si 結合の結合距離や結合角にばらつきが生じ、非晶質化していると推測される。

以上の結果から、Ar-GCIB は Si 基板最表面の SiO₂ の還元反応を低減したエッチングが可能であるが、照射条件によっては Si 基板最表面の結合状態を変化させる事が明らかになった。すなわち Si 基板表面の損傷を最小限に留めるためには、Ar₂₅₀₀⁺照射条件を最適化する事が極めて重要である。

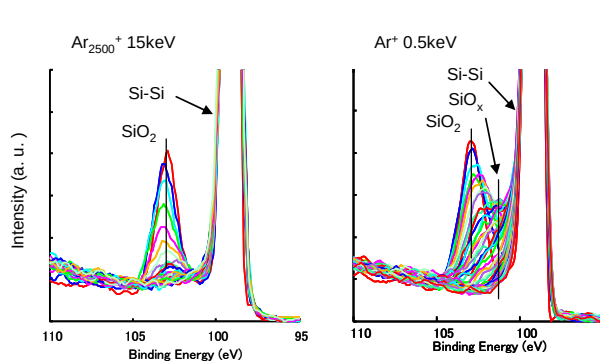


Fig.1 Si2p photoelectron spectra of Si substrate irradiated by Ar₂₅₀₀⁺ and Ar⁺.

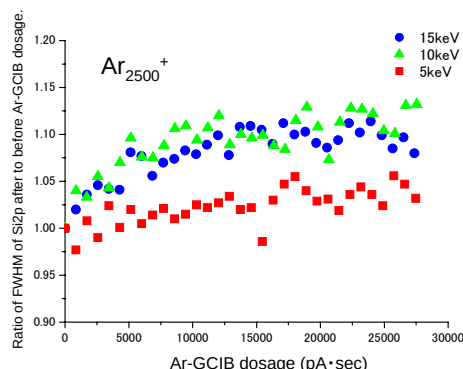


Fig. 2 FWHM change of Si2p peak against Ar₂₅₀₀⁺ dosage.