

ALD 法で成膜した AlO_x パッシベーションのバンド構造評価Determination of Band Alignment for Surface Passivation ALD- AlO_x film明治大¹, JASRI², 兵庫県立大³, NIMS⁴, 学振特別研究員 DC⁵, JST-CREST⁶*池野 成裕^{1,5}, 山下 祥弘¹, 陰地 宏², 三木 祥平³, 新船 幸二^{3,6},吉田 晴彦^{3,6}, 佐藤 真一^{3,6}, 廣沢 一郎³, 知京 豊裕⁴, 小椋 厚志^{1,6}Meiji Univ.¹, JASRI², Univ. of Hyogo³, NIMS⁴, JSPS Research Fellow⁵, JST-CREST⁶*N. Ikeno^{1,5}, Y. Yamashita¹, H. Oji², S. Miki³, K. Arafune^{3,6},H. Yoshida^{3,6}, S. Satoh^{3,6}, I. Hirose², T. Chikyow⁴, and A. Ogura^{1,6}

*E-mail: n_ikeno@meiji.ac.jp

【はじめに】 結晶 Si 太陽電池における p 型 Si 用のパッシベーション膜として AlO_x 膜は広く使われている。 AlO_x 膜では膜中固定電荷による電界効果により、高いパッシベーション特性が得られるとされている。本研究では、固定電荷がデバイスに与える影響をバンド構造の観点から議論する。バンド構造の決定には、実験室系光電子分光(XPS)および XPS より分析深さが数倍深い硬 X 線光電子分光(HAXPES)の両者を組み合わせて用いた。

【実験】 p 型 Si ((1 0 0), MCZ, $\rho = 15\sim 30 \Omega \cdot \text{cm}$, $770 \mu\text{m}$)上に TMA および O_3 を原料ガスに用いて室温で AlO_x 膜を 10 nm および 30 nm の厚さで成膜した。XPS は励起光に Al $K\alpha$ 線 ($h\nu=1487\text{eV}$)を用いた。HAXPES測定は SPring-8 BL46XU にて $h\nu=7940 \text{ eV}$ の条件で行った。表面再結合速度は QSSPC 法により求めた。また、 AlO_x 膜による固定電荷密度および Si 基板との界面準位密度を評価するために Al 電極を製膜した MOS 構造を作製し、C-V 測定を行った。

【結果】 QSSPC より求めた Si 表面再結合速度は AlO_x 膜厚の増加に伴い $3.11 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ から $2.36 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$ へと変化し、1 桁減少した。C-V 測定の結果は、 $3.17 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ から $2.56 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ へと負の固定電荷密度が増加する一方、

界面準位密度は殆ど変化がないことを示しており ($3\text{--}4 \times 10^{12} \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-2}$)、膜厚増加によるパッシベーション特性の改善は電界効果が支配的であることが分かった。図 1 に膜厚 10 nm および 30 nm における O1s 光電子エネルギー損失スペクトル($h\nu=7940 \text{ eV}$)を示す。エネルギー損失スペクトルにおける閾値はバンドギャップに相当するが[1]、膜厚 10 nm と 30 nm の場合でそれぞれ 6.18 eV と 6.63 eV であった。 AlO_x 膜厚増加により固定電荷が増加しバンドギャップが変化したことを示唆する。従って、 AlO_x/Si におけるバンド構造の変化がパッシベーション特性に影響を及ぼす可能性が考えられる。

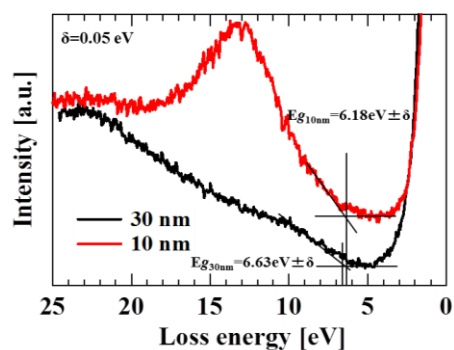


図 1 O 1s photoelectron energy-loss spectra with different AlO_x thickness.

【参考文献】

- [1] 宮崎誠一, 表面科学, Vol. 29, No.2, pp. 84-91, (2008)