

Cs 吸着した GaAs(001)熱処理表面における STM 観察 ～ 表面形状と量子効率の関係 ～

Scanning tunneling microscopic study of thermally treated GaAs (001) surface with Cs

～ The relation between quantum efficiency and surface morphology ～

矢崎 貴紀¹、[○]山中 大地¹、山崎 颯¹、飯島 北斗¹、目黒 多加志¹ (1. 東京理科大学)

Takanori Yazaki¹, [○]Daichi Yamanaka¹, Hayate Yamazaki¹, Hokuto Iijima¹, Takashi Meguro¹

(1. Tokyo University of Science)

E-mail: 1213633@ed.tus.ac.jp

加熱処理により酸化物などを除去した p-GaAs(001)表面に Cs と O₂を交互供給する Yo-Yo 法[1]を行うことで、真空準位が伝導帯の底よりも低い状態となる負の電子親和力(Negative electron affinity : NEA)表面[2,3]は、更なる量子効率向上や表面劣化改善が求められる一方で、詳細な Cs 吸着の状態や O₂の役割を原子レベルで理解する構造モデルは確立されていない。本研究では、この表面に対する Cs 吸着と加熱を繰り返すことで量子効率が向上する研究結果[4]に着目し、その表面形状の検討を走査トンネル顕微鏡(Scanning tunneling microscope : STM)を用いた原子像観察により行った。

図 1(a)に 530℃で 3 回加熱処理を繰り返した表面の STM 像を示す。この表面では平均粒径サイズ 5.5nm、平均高さ 1.1nm の構造が多く観察される。同様に加熱のみを繰り返した GaAs 表面で NEA 活性化を行った場合、Cs 供給中に量子効率が下がりきらないため、Yo-Yo 法における O₂での活性化できず、最大量子効率は 6%と低くなっている(図 1(c))。続いて、加熱のみを繰り返した表面に室温で Cs 供給後、再び 530℃で加熱処理を行うと図 2(a)に示すように構造の平均サイズが 3.2nm、平均高さ 0.33nm と減少することが確認できる。このような表面処理過程を経た GaAs 表面では、加熱処理のみで行った活性化と比較して Yo-Yo 法による活性化が可能で、10%程度の最大量子効率が観測された(図 2(c))。この結果は、Cs 吸着を伴った熱履歴を経ることで、表面が滑らかになり、より高い量子効率を得られる表面が形成できることを示唆すると考えられる。すなわち、吸着した Cs が加熱により脱離する過程で GaAs 表面の構造を削り、Cs が表面に拡散しやすくなることで量子効率が向上する可能性が挙げられる。

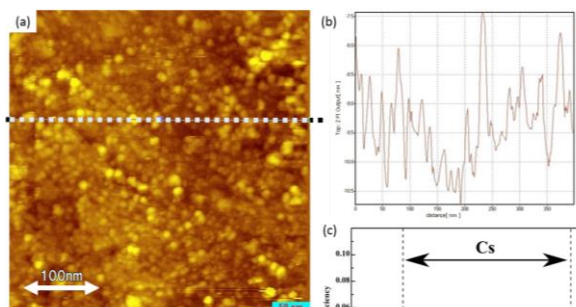


図 1 (a)530℃で加熱を繰り返した GaAs 表面の STM 像(400nm×400nm). (b)(a)のラインにおける高さ.(c)(a)の表面に対して Cs 供給を行った時の量子効率.

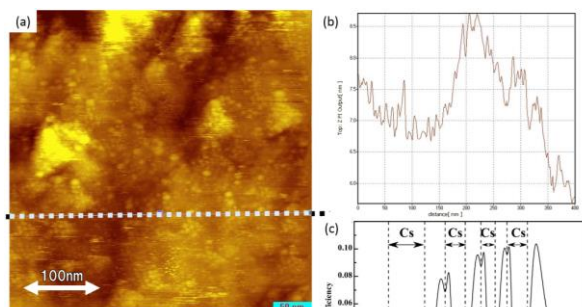


図 2 (a)図 1 に Cs 吸着後、加熱を行った GaAs 表面の STM 像(400nm×400nm). (b)(a)のラインにおける高さ.(c)(a)の表面に対して Yo-Yo 法を行った時の量子効率.

[1] S. Tanaka, M. Kamada, Surf. Sci.161 (2000) 454. [2] K. Togawa et. al., Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. A414, (1998) 431. [3] D. T. Pierce et. al., Rev. Sci. Instrum. 51, (1980) 478. [4] K. Hayase et.al. Proceedings of IPAC (2014) 682.