

NEA 活性化過程における量子効率と Cs 吸着状態の O₂ 供給量依存性 Dependence on the amount of O₂ supply of quantum efficiency and Cs adsorption states during NEA activation

○佐田 雄飛¹, 城生 大¹, 目黒 多加志¹

Tokyo university of Science¹

○Y. Sada¹, M. Jono¹, T. Meguro¹

E-mail: 1220704@ed.tus.ac.jp

負の電子親和力(negative electron affinity: NEA)表面を形成した GaAs は極短パルス性、高スピン偏極、大電流、低エミッタンス性等の多彩な光電子放出が可能である点で、革新的光電子源として注目されてきた。NEA 表面は、通常 Cs と O₂ を交互に供給する NEA 活性化によって形成され、この間、量子効率(放出した電子数/入射した光子数)は Cs と O₂ の供給に応じて交互に増減を繰り返しながら、その最大値を徐々に上昇させていきやがて飽和する(図 1 参照)[1]。しかしながら、この手法は経験的であり、NEA 表面構造及び形成過程の詳細は解明できていない。NEA 表面を実用化する上で表面構造の解明は重要であり、そのためには表面形成過程の詳細を追っていく必要がある。本研究では、NEA 表面形成過程における O₂ の役割に注目し、NEA 活性化中の量子効率と Cs 脱離スペクトルの O₂ 供給量依存性について調べた。使用したサンプルは Zn をドーピングした p 型 GaAs(100) ($\sim 1.0 \times 10^{19}/\text{cm}^3$)である。表面は超高真空中で 600℃、1 時間で加熱し清浄化した後、室温まで戻して NEA 活性化を行った。励起光には $\lambda = 826\text{nm}$ 、パワー密度 $296\mu\text{W}/\text{cm}^2$ を使用した。Cs の単位時間あたりの供給量は一定とし、O₂ の単位時間あたりの供給量を $6.1 \times 10^{-9}\text{ Pa}$, $2.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$, $7.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ と設定してそれぞれ活性化を行った。

図 2 に各 O₂ 供給量における NEA 活性化のグラフを示す。横軸は Cs の供給を開始してから時間、縦軸は量子効率を示しており、赤色が $6.1 \times 10^{-9}\text{ Pa}$ 、青色が $2.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ 、緑色が $7.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ での量子効率の時間変化を表している。O₂ の供給量に応じて NEA 活性化終了時間は早まっているが、同時に O₂ 曝露量の増加に従って Cs 曝露量も減少することがわかった。このことは、O₂ が量子効率の上昇を促進するだけでなく、次に吸着させる Cs に影響を及ぼす役割を担うことを示唆している。また、Cs&O₂ 供給の 2 サイクル目以降(図 1 参照)は、各 O₂ の供給量 $6.1 \times 10^{-9}\text{ Pa}$, $2.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$, $7.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ における Cs/O 比は 1.1、0.62、0.47 で一定値をとった。それにもかかわらず、量子効率の極大値は徐々に上昇することや、NEA 活性化中の極大値毎の量子効率スペクトルの傾向が変化していた[2]。現在は、昇温脱離法で測定した Cs 脱離スペクトル等の脱離種の比較や、量子効率スペクトルの傾向の変化を調べることで解析を進めている。

[1] S. Moré, S. Tanaka, Y. Fuji, and M. Kamada, Surf. Sci. **527** (2003) 41-50.

[2] Y. Sada, T. Meguro, Appl. Surf. Sci. **513** (2020) 145699

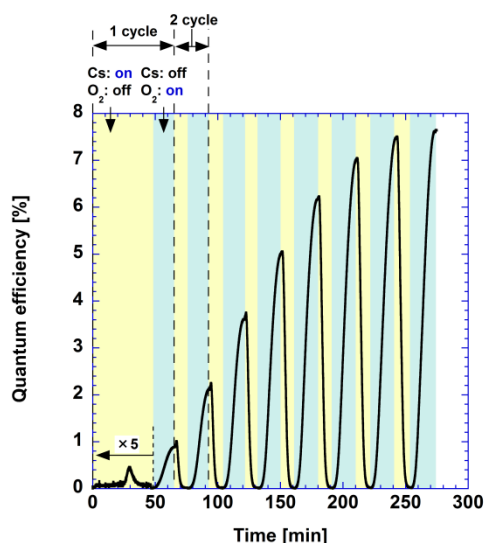


Figure 1: Time course of quantum efficiency of GaAs in NEA activation. Supply of Cs and O₂ are shown in yellow and green background color, respectively. A supply of Cs&O₂ is named “one cycle”.

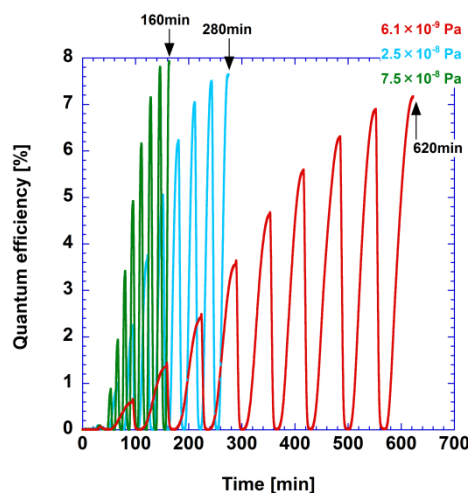


Figure 2: Dependence on the amount of O₂ supply of time course of quantum efficiency of GaAs in NEA activation. The amounts of O₂ of red, blue and green line are $6.1 \times 10^{-9}\text{ Pa}$, $2.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ and $7.5 \times 10^{-8}\text{ Pa}$, respectively.