

2段階活性化による NEA-GaAs における 最大量子効率の上昇率と Ga₂O 脱離量の関係

Relationship between the increasing rates in the maximum quantum efficiency of NEA-GaAs and the amount of Ga₂O desorption by two-step NEA activation

○小林大地¹, 城生大¹, 佐田雄飛¹, 吉武裕貴¹, 目黒多加志¹

Tokyo University of Science¹

○D. Kobayashi¹, M. Jono¹, Y. Sada¹, Y. Yoshitake¹, T. Meguro¹

E-mail: 1221522@ed.tus.ac.jp

負の電子親和力(Negative electron affinity :NEA)表面を形成した p-GaAs (NEA-GaAs)は高スピン偏極、極短パルス性、大電流など多彩な電子放出特性を有する点で革新的電子源として期待されている。その一方で、NEA 表面の構造の詳細は解明できていないことが実用化に向けた課題の一つである。この表面は周囲の真空環境に敏感であり形成後に経時劣化するが、熱処理によってサンプル表面上の吸着物を十分に除去することで、再度同一のサンプルに NEA 表面を形成できる。この熱処理をあえて表面残留物が残る程度の低温で行えば、次の表面形成時に通常より高い量子効率(放出した電子数/入射した光子数)が得られることが報告されている[1][2]。この量子効率の上昇には Ga₂O₃ が関係しているとされているが、実際には Cs も残留しており、そちらの影響も十分に考えられる。本研究では NEA 表面の最大量子効率の上昇に必要な表面の残留 Cs と Ga₂O₃ について検討した。最初に Zn をドーピングした p-GaAs(100)($\sim 1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)の清浄表面に Cs を吸着させ、一定量の O₂ を曝露させた。次に、10°C/min の昇温レートで 575°C まで加熱し 8.5 分の熱処理を行い室温まで降温した。その後、Cs と O₂ を交互に供給する NEA 活性化を施すことで NEA 表面を形成した。この2段階活性化後、10°C/min の昇温レートで 700°C まで加熱し 60 分の熱処理によって再び清浄表面を得た。熱処理中は四重極型質量分析計(Quadrupole Mass Spectrometer :QMS)によって表面から脱離する Cs($m/z=133$)や Ga₂O₃ の脱離に関連する Ga₂O($m/z=154$)を測定した。

図 1,2 に最初の Cs 供給量と最大量子効率の上昇率及び Ga₂O 脱離量の関係を示す。図 1 では 1.0 以上で最大到達効率が上昇したことを表している。図 2 の Ga₂O 脱離量は 700°C, for~1h の熱処理時の積分値である。量子効率の上昇率も Ga₂O 脱離量も Cs 供給量が 0.5ML を超えた付近から飽和する傾向を示した。この結果から残留する Cs 量よりも Ga₂O₃ の方が最大量子効率の上昇を引き起こしている可能性が高いことが分かった。

[1] B. J. Stocker, Surf. Sci. **47**, 501, (1975)

[2] Y. Inagaki and T. Meguro, Jpn. J. Appl. Phys, **59**, 045504, (2020)

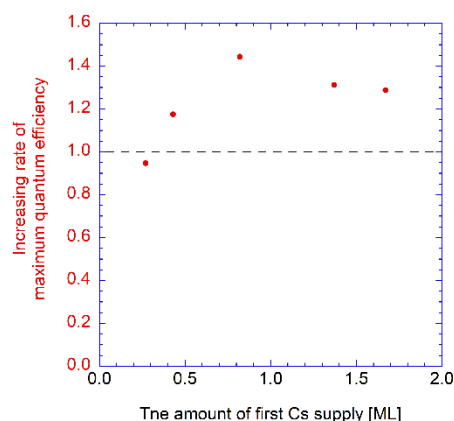


Figure 1: The amount of first Cs supply dependence of the increasing rates of the maximum quantum efficiency. When this rate was more than 1, the maximum quantum efficiency of NEA-GaAs increased due to low temperature thermal cleaning.

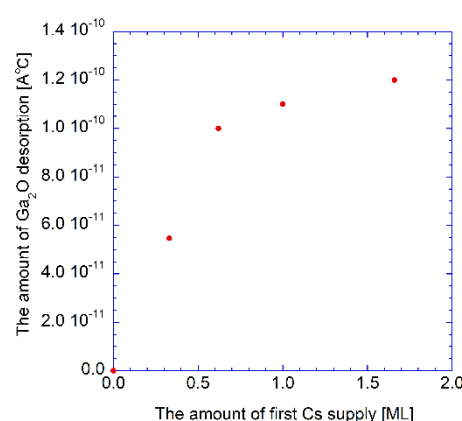


Figure 2: The amount of first Cs supply dependence of the amount of Ga₂O desorption. The amount of Ga₂O desorption was the integrated value during thermal cleaning at 700°C for ~1h.