

NEA-InGaN フォトカソードの量子効率に対する熱処理の効果

Effect of thermal treatment on the quantum efficiency of NEA-InGaN photocathode

東京理科大学¹, 名大 IAR², 名大院工³, 名大 IMASS⁴○(B)鹿島 将央¹, 飯島 北斗¹, 西谷 智博², 佐藤 大樹³本田 善央⁴, 天野 浩⁴, 目黒 多加志¹Tokyo University of science¹, Institute for Advanced Research Nagoya University²,Graduate School of Engineering Nagoya University³,Institute of Materials and Systems for Sustainability Nagoya University⁴°Kashima Masahiro¹, Iijima Hokuto¹, Nishitani Tomohiro², Sato Daiki³Honda Yoshio⁴, Amano Hiroshi⁴, Meguro Takashi¹

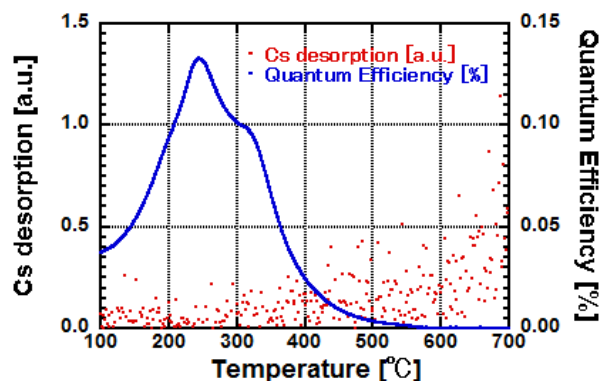
E-mail: 2213026@ed.tus.ac.jp

III-V族半導体の表面に Cs 等のアルカリ金属を供給すると、真空準位が伝導帯の底よりも低い負の電子親和力 (Negative Electron Affinity ; NEA) 状態を形成する。NEA 状態を形成したフォトカソードは、エミッタンスが低い、スピン偏極率が高い等の特徴を持つため、電子源として広く産業利用されることが期待されている[1]。例えば、NEA-GaAs は近赤外における量子効率が高い特徴を有する。しかし、温度や真空度等の環境に敏感で、超高真空中であってもガス吸着や光電子ビームによるイオンバックボンバードメント、熱脱離により NEA 状態は経時劣化する。

InGaN は、GaAs のバンドギャップに比べワイドギャップである。そのため、NEA 状態を p 型の InGaN に形成することで相対的に真空準位を深く下げることができると考えられている。また、それに伴い真空準位が引き上げられる時間が延び、必然的に長寿命となるとも考えられていて、新たな半導体フォトカソードの有用な材料として候補に挙げられる[2]。

本研究では、InGaN に対して NEA 活性化を行った後に熱処理を行うことで量子効率に誘起される変化を調べた。活性化は波長 406nm の LD を照射した状態で、室温下において量子効率が飽和するまで Cs のみを供給する。Cs の供給を停止した後、試料に LD を照射した状態で熱処理を行った。活性化直後の量子効率の最大値は 0.52%であった。これは NEA-GaAs に比べ低い値である。更に Cs の供給を停止すると直後に著しい量子効率の減少が見られた。そこで、供給した Cs と InGaN の結合の状態を確認するために、昇温脱離法で量子効率の変化と Cs の脱離を測定した (図 1)。脱離している Cs の量が少ない点と量子効率が約 240°C付近まで回復し続け、更に約 310°C付近で量子効率の減少が一旦落ち着いてから減少していく点が見られる。Cs の供給を行っていないにも関わらず、量子効率が回復するケースは NEA-GaAs では確認できていない。以上のことから室温での NEA 活性化ではなく、昇温下での NEA 活性化を行うことで更に NEA 化が促進され、量子効率の改善が図れると考え、現在適切な活性化の条件を検討している。

本研究は一部、JST 最先端研究基盤領域「高速 1 ショット観測を実現するフォトカソード電子源」によって行われた。



- [1] T. Nishitani, M. Tabuchi, M. Kuwahara, and T. Meguro, J. Vac. Sci. Tech. B, 32(2014) 06F901
 [2] D. Sato, T. Nishitani, Y. Honda, and H. Amano, J. Jour. Appl. Phys. 55, 05FH05 (2016)

図 1 NEA 活性化直後に 700°Cまで加熱した時に得られた量子効率及び Cs の脱離の変化。赤色の点で Cs の脱離を示し、青色の線が量子効率を示す。