

NEA 活性化方法における InGaN フォトカソードの電子放出特性の違い

The difference of InGaN photocathode with photoemission characteristic in NEA activation method

東理大¹, (株) Photo electron Soul², 名大 IMaSS³○(D)鹿島 将央¹, 佐藤 大樹², 小泉 淳², 飯島 北斗²西谷 智博^{2,3}, 本田 善央³, 天野 浩³, 目黒 多加志¹Tokyo University of Science¹, Photo electron Soul INC²,Institute of Materials and Systems for Sustainability Nagoya University³○Masahiro Kashima¹, Daiki Saki², Atsushi Koizumi², Hokuto Iijima²,
Tomohiro Nishitani^{2,3}, Yoshio Honda³, Hiroshi Amano³, Takashi Meguro¹

E-mail: 1220702@ed.tus.ac.jp

真空準位が伝導体の底よりも低い負の電子親和力 (Negative electron Affinity : NEA) 状態の表面は清浄な半導体の表面に Cs または Cs と O₂ を供給することで形成されることが知られている。この NEA 表面を形成した半導体フォトカソードは放出電子のエネルギー分散が小さい [1]、ピコ秒オーダーのパルス化が可能 [2] などの特徴を持つため、加速器や電子顕微鏡などの電子源として研究開発されている。そして、様々な半導体材料の中で InGaN は光デバイスとして高い性能を持ち、その側面をフォトカソードに組み込むことで次世代の電子源材料になり得ると考えている。しかしながら、InGaN における最適な NEA 表面の形成方法は確立されていない。そこで、本研究では p-InGaN (0001) に対して NEA 表面の形成を促進させる様々な活性化方法 (NEA 活性化) を行い、その電子放出特性を調べた。

NEA 活性化方法は、Cs のみの供給、yo-yo 法と呼ばれる Cs と O₂ の交互供給、Cs と O₂ の同時供給を室温下で量子効率が飽和するまで行った (図 1)。また使用した励起光は波長 405nm、出力は 280μW のレーザーダイオードを用いた。図 1 に示したように、3 種の活性化方法を比較すると Cs と O₂ を同時に供給したものが最も量子効率が高く、Cs のみの供給が最も低かった。この結果から非常にシンプルな方法で高い量子効率を得られることが分かったが、NEA 表面の最適な形成方法として確立させるためには寿命特性も考慮する必要があるため、それぞれの方法で NEA 表面を形成した後の時間経過に対する量子効率の変化を現在調べている。更に活性化過程において量子効率の立ち上がりは全てほぼ同時であったが、同時供給したものは交互供給での 60 分以降の量子効率のピーク値と同程度の値でしばらく停滞した後に急激に増加するというこれまでに報告されたことのない変化を示した。このことから InGaN における NEA 表面の形成過程には 2 段階のモードが存在するのではないかと考え、交互供給と同時供給を組み合わせた方法や四重極型質量分析計を用いた昇温脱離法などで 2 段階のモードの存在も併せて調べている。

[1] D. A. Orlov et al., Nucl. Instrum. Methods A 532, 418 (2004).

[2] K. Aulenbacher et al., J. Appl. Phys. 92, 7536 (2002)

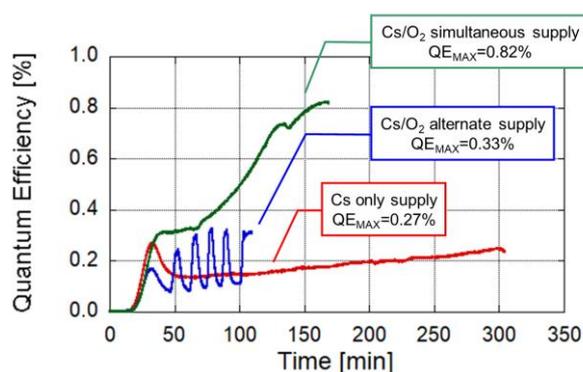


Figure 1. Time course of Quantum Efficiency during various NEA activations. Red line show Cs only supply and blue line show Cs/O₂ alternate supply, green line show Cs/O₂ simultaneous supply. Among all, InGaN that supplied Cs and O₂ simultaneously had the highest Quantum Efficiency.