

窒素暴露した半導体フォトカソードの加熱処理に伴う表面機能変化

The annealing effect for the N₂-exposed surface of the semiconductor photocathode名大院工¹, 名大 IMaSS² ○(D)佐藤 大樹¹, 西谷 智博² 本田 善央², 天野 浩²Nagoya Univ.¹, IMaSS, Nagoya Univ.², ○Daiki Sato¹, Tomohiro Nishitani², Yoshio Honda², Hiroshi Amano²

E-mail: satou.daiki@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

負性電子親和力 (NEA) 状態の表面を持つ半導体フォトカソードは、パルス構造の電子ビームを用いた電子顕微鏡などへの応用開発が進んでいる[1]。また、励起エネルギーを半導体のバンドギャップ(E_g)すれすれにすることで、発生する電子のエネルギー分散を抑えられる [2]。半導体材料に GaN を用いたものは、GaAs に比べて表面の NEA 状態を長時間維持することが明らかになっているが[2]、大気圧のガス暴露に対する NEA 表面の耐性に関する報告はない。そこで、本研究は GaN と GaAs を用いて NEA 表面の窒素暴露に対する耐性と、暴露により劣化した NEA 表面の加熱処理による状態変化の観測を目的とする。使用した半導体は Mg ドープ層 250nm の p-GaN 及び Zn ドープ層 3 μ m のバルクの p-GaAs (日立電線製) である。NEA 表面の形成と量子効率(QE)の測定に使用した装置は、NEA 形成チャンバー(NC:真空度 10^{-9} Pa)とサンプル導入チャンバー(LC:真空度 10^{-5} Pa)からなる[4]。文献[4]と同様に NEA 表面形成後、サンプルを LC に移し、大気圧の純窒素で暴露した。サンプルを NC に戻し、温度が 400°C になるまでサンプルを加熱し、QE の変化を観測した。また、QE のスペクトルを測定し、表面機能の変化を観測した。NEA 形成直後、窒素暴露後、加熱処理後における QE スペクトルの変化を図 1、表 1 に示す。何れも 3.4eV において QE が増加したことから、表面機能の回復が見られた。しかしながら、GaAs の場合、 E_g における QE の回復は見られなかった。この差は、超高真空中での機能性表面の耐久性の差と同様に[3]、半導体の電子親和力の差が寄与していると考えられる。以上より、GaN は超高真空中で QE の寿命が長いだけでなく、加熱処理による回復においても GaAs より優れているといえる。

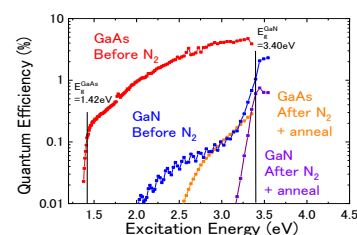


Figure 1. QE spectrum for GaN and GaAs.

Table 1. QE change for GaN and GaAs.

半導体	励起エネルギー[eV]	QE[%]		
		NEA 形成後	N ₂ 暴露後	加熱処理後
GaN	3.40	1.0	<0.001	0.6
	3.40	5.0	0.0043	0.28
GaAs	1.42	0.1	<0.001	<0.001

[1] JST 先端計測分析技術・機器開発プログラム、<http://www.jst.go.jp/sentan/saitaku/>

[2] S. A. Rozhkov, V. V. Bakin, D. V. Gorshkov, S. N. Kosolobov, H. E. Scheibler, and A. S. Terekhov, JETP Lett. 104, 135 (2016).

[3] T. Nishitani, M. Tabuchi, H. Amano, T. Maekawa, M. Kuwahara, and T. Meguro, J. Vac. Sci. B 32, 06F901 (2014).

[4] T. Nishitani, M. Tabuchi, K. Motoki, T. Takashima, A. Era, and Y. Takeda, J. Phys.: Conf. Ser. 298, 012010 (2011).