

n 型 AlGa_xN カソードによる熱電子放出の低温化と熱電子発電の実証

Thermionic emission and conversion properties of n-type AlGa_xN cathodes

(株)東芝 研究開発センター¹, 静岡大学² °木村 重哉¹, 吉田 学史¹, 内田 翔太², 荻野 明久²

Corporate Research & Development Center, Toshiba Corp.¹, Shizuoka Univ.²

°Shigeya Kimura¹, Hisashi Yoshida¹, Shota Uchida², and Akihisa Ogino²

E-mail: shigeya.kimura@toshiba.co.jp

熱電子発電は、加熱したカソードから飛び出す熱電子を、真空ギャップを介して対向するアノードで収集する際に起電力を得る熱電変換方式であり、理論上カルノーサイクルに近い変換効率が得られることが知られている。しかし、1000℃を超える超高温でカソードを加熱する必要があり、その応用は、人工衛星で使用する発電機などの特殊用途に限られていた。本研究は、熱電子源(カソード)に低抵抗で仕事関数の小さい n 型 Al_xGa_{1-x}N を用い、更にはバンドエンジニアリング [1] と分極エンジニアリング [2,3] によって動作温度を低温化し、アプリケーションの拡大を図ることを目的としている。我々はまず、n 型 6H-SiC 基板上に Si ドープ Al_xGa_{1-x}N (20nm) を MOCVD 法で結晶成長したカソードと、1mm の真空ギャップを介して対向配置したアノードとによる評価系 (図 1) を構築し、カソード・アノード表面に Cs を吸着させたうえで、アノードに +30V を印加し、熱電子放出電流を測定した。図 2 は、この評価系で熱電子放出電流の外部加熱温度依存性を Al 組成 x の異なる各試料について測定した結果を示している。同図から、Al 組成 x を増加させるほど、熱電子放出が得られる閾値温度を低減でき、Al 組成 x=0.5 の試料で 200℃ まで低温化できることがわかった [1]。次に、ガス封止型熱電子発電器のプロトタイプ (図 3) を作製し、n 型 Al_{0.75}Ga_{0.25}N の試料をカソードとした熱電子発電素子を封入した。図 4 は、作製した発電器の開放電圧と短絡電流をホットプレートで加熱した場合の温度依存性を示している。同図から、外部加熱温度 120℃ から起電力が、270℃ から短絡電流がそれぞれ発生していることを確認した。

[1] S. Kimura, H. Yoshida, S. Uchida and A. Ogino, Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) SGGF01.

[2] S. Kimura, H. Yoshida, H. Miyazaki, T. Fujimoto and A. Ogino, J. Vac. Sci. Technol., B39 (2021) 014201.

[3] S. Kimura, H. Yoshida, H. Miyazaki, T. Fujimoto and A. Ogino, J. Vac. Sci. Technol., B39 (2021) 062207.

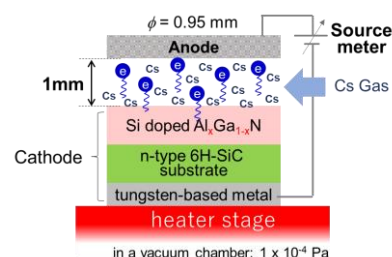


図 1 熱電子放出評価系の模式図。

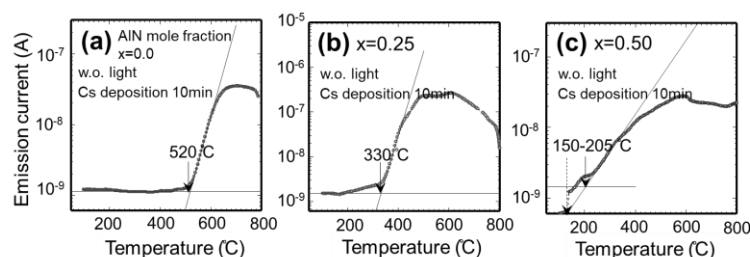


図 2 n 型 SiC 基板上 n 型 Al_xGa_{1-x}N の熱電子放出電流の温度依存性。

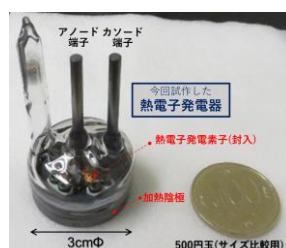


図 3 本研究で試作した熱電子発電器の写真。

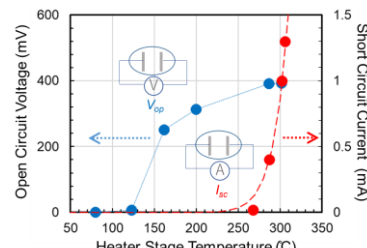


図 4 熱電子発電器 (図 3) の開放電圧と短絡電流の加熱温度依存性。