セシウム被覆 $Al_xGa_{1-x}N$ エミッタの熱電子放出特性

Thermionic Emission Characteristics of Cesiated $Al_xGa_{1-x}N$ Emitter

静大院工 [1], (株)東芝 [2] ○内田 翔太 [1], 木村 重哉 [2], 吉田 学史 [2], 荻野 明久 [1]

Shizuoka Univ.[1], Toshiba Corp.[2]

○Shota Uchida[1], Shigeya Kimura[2], Hisashi Yoshida[2], Akihisa Ogino[1]

E-mail: uchida.shota.14@shizuoka.ac.jp

【はじめに】エミッタ材に半導体を用いることで熱的な効果だけでなく、光励起の効果を含めた相乗効果を期待できる。$Al_xGa_{1-x}N$ のバンドギャップは、組成比 x により GaN の 3.4 eV から AlN の 6.2 eV の広い領域をカバーできることに加え、加熱時の化学安定性も高い。また、エミッタ表面をセシウム(Cs)で被覆することにより、熱電子放出におけるポテンシャル障壁を軽減できるため、光と熱に関係するデバイスに応用できると考えられる。本研究では、組成比 x の異なる $Al_xGa_{1-x}N$ 表面を Cs 被覆した時の熱電子放出特性の差異を評価した。

【実験方法】Si ドーパント濃度が 3×10^{18} cm^{-3} の n 型 $Al_xGa_{1-x}N$ 薄膜(x=0, 0.25, 0.50, 0.75)エミッタと SUS コレクタをギャップ長 1 mm で真空容器内に対向配置し、基板温度 T_E=400, 500 および 600 ℃としたときの熱電子放出特性を測定した。また、測定結果と理論計算結果を比較することで、エミッタ内部および電極間空間におけるポテンシャル障壁を評価した。なお、理論解析では、1) 電極間空間での電子損失を無視した理想特性モデル、および 2) 衝突のない空間電荷制限モデルを用いて電子輸送を評価した。

【実験結果】図 1 は $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 薄膜エミッタを T_E=400 ℃とし、コレクタ電圧 V_C を掃引した時にコレクタに流れ込む熱電子電流 J の測定結果と計算結果を示す。Cs 被覆しない場合、T_E=800 ℃としても電子放出は確認できなかったが、Cs 被覆により T_E =400 ℃で約 45 nA/cm^2 の飽和電子電流が得られた。この時の実験条件および飽和電子電流から理想モード特性を計算した所、電流-電圧特性(JV 特性)における肩の電圧 V_S ～ 0.2 V となった。理想モード特性における V_S は、エミッタおよびコレクタの接触電位差に相当する。また、空間電荷制限モデルの計算結果と理想モード特性がほぼ一致することから、本実験条件における空間電荷効果は非常に小さいと考えられる。以上から、JV 特性の実測値における肩の電圧 V_O と計算結果 V_S との電位差は、エミッタ内のポテンシャル障壁によるものと考えている。図 2 は $Al_xGa_{1-x}N$ の V_O 値と T_E の関係を示す。x=0.25 のとき、障壁係数が最小となることがわかった。

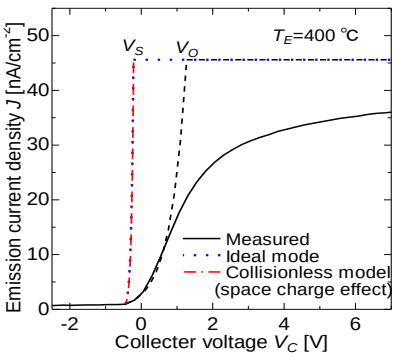

Fig.1. Thermionic emission characteristics of cesiated $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$.

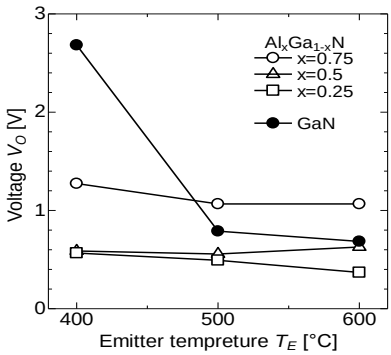

Fig.2. Comparison of measured V_O of cesiated $Al_xGa_{1-x}N$.