

窒化物半導体を用いた熱電子放出素子の開発

Development of Thermionic Emitters using Nitride Semiconductors

(株)東芝¹, 静大院工² ○吉田 学史¹, 木村 重哉¹, 内田 翔太², 荻野 明久²Toshiba Corp.¹, Shizuoka Univ.²,°Hisashi Yoshida¹, Shigeya Kimura¹, Shota Uchida², Akihisa Ogino²

E-mail: hisashi8.yoshida@toshiba.co.jp

窒化物半導体である AlGa_xN は直接遷移型のバンド構造を有するワイドバンドギャップ半導体であり、光デバイスやパワーデバイスへ応用されている。また、AlGa_xN は高温環境にも耐性があり、n 型化しやすく、バンドエンジニアリングができる材料である。以上のことから、AlGa_xN は熱電子放出素子に応用できる可能性がある。本報告では、Si ドープ AlGa_xN の熱電子放出特性を調査した結果について報告する。

Si ドープ Al_xGa_{1-x}N は n 型 6H-SiC(0001)基板上に有機金属気相成長法によって成長した。Si ドープ Al_xGa_{1-x}N の膜厚は 30 nm に固定し、Si 濃度は $3 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ となるよう SiH₄ 流量を制御した。Si ドープ Al_xGa_{1-x}N の Al 組成 x は 0.0、0.25、0.50、0.75 と変化させた。耐熱オーミック電極は n 型 6H-SiC(0001)基板の裏面に形成した。Si ドープ Al_xGa_{1-x}N の熱電子放出特性は真空度 10^{-4} Pa 台のチャンバー内にて評価した。昇温は室温から 800℃まで行い、熱電子放出特性の測定は 10min. の Cs 供給を行った後に行った。コレクタに印加した電圧は +40 V であり、Si ドープ Al_xGa_{1-x}N とコレクタの距離は 1 mm である。

図 1 に Si ドープ Al_xGa_{1-x}N の熱電子放出特性を示す。図 1 より、Si ドープ Al_xGa_{1-x}N からの熱電子放出が確認できる。熱電子放出電流の立ち上がり温度は Al 組成が増加するにしたがって低温化する傾向にあるものの、Al 組成 $x = 0.75$ では $x = 0.50$ に比べて顕著な低温化は観察されなかった。

Al 組成が増加するほど仕事関数が

小さくなることを紫外光電子分光法にて確認しており、この効果で、熱電子放出電流の立ち上がり温度が低温化すると考えられる。一方で、Al 組成が増加するほどキャリアの活性化率が低下し、Si ドープ Al_xGa_{1-x}N は高抵抗化することが知られている。よって、Al 組成 $x = 0.75$ では Si ドープ Al_xGa_{1-x}N が高抵抗化したために、熱電子放出電流の立ち上がり温度の顕著な低温化が観察されなかったと考えられる。

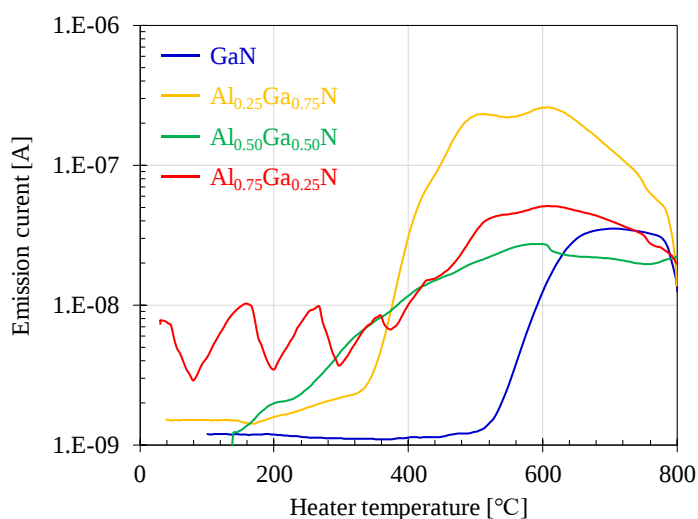


Fig. 1 Thermionic emission current from Al_xGa_{1-x}N with Cs deposition.