

高Al組成AlGa_xN薄膜からの熱電子放出特性における酸素の影響 Effect of Oxygen on Thermionic Emission Characteristics from High Al Composition AlGa_xN Thin Film

静大院工¹, (株)東芝² ○藤本 拓矢¹, 木村 重哉², 吉田 学史², 宮崎 久生², 荻野 明久¹

Shizuoka Univ.¹, Toshiba Corp.²

○Takuya Fujimoto¹, Shigeya Kimura², Hisashi Yoshida², Hisao Miyazaki², Akihisa Ogino¹

E-mail: fujimoto.takuya.16@shizuoka.ac.jp

【はじめに】 Al_xGa_{1-x}N は Al 組成比 x を変化させることでバンドギャップと仕事関数を調整できる。熱電子放出特性の向上には、Al 組成比を高くして仕事関数を低減するとともに、表面へ酸素およびアルカリ金属を配置して電気双極子を形成し電子親和力を下げることが有効である。一方で、Al 空孔と酸素の複合体は結晶中に深いドナー準位を形成されることが報告されており^[1], n 型 AlGa_xN の Si ドープの不活性化が懸念される。本研究では、AlGa_xN 薄膜内および表面における酸素原子が熱電子放出特性に及ぼす影響の検討を目的とする。

【実験方法】 n 型 Al_xGa_{1-x}N 薄膜(膜厚 20 nm、Si ドープ濃度 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)は n 型 6H-SiC 基板上に有機金属気相成長法によって成長させた。ここで、Al 組成比 x は 0.75 とし、成長温度を変えるなどして酸素濃度の異なる AlGa_xN 薄膜を作製した。作製した AlGa_xN エミッタは真空容器内で加熱するとともに、アルカリ金属ディスペンサーを用いてエミッタ表面に Cs を供給し熱電子放出(TE)特性を測定した。なお、真空容器内の Cs 分圧は約 $3 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ であり、ディスペンサー加熱電流 I_{Cs} により制御した。

【結果と考察】 図 1 は成長温度 1017 °C および 1117 °C として作製した Al_{0.75}Ga_{0.25}N エミッタの熱電子放出電流 J_{es} のエミッタ加熱温度 T_E 依存性を示す。AlGa_xN 表面に Cs を吸着させることで電子親和力が低減し、 $T_E=300$ °C 程度の比較的低い温度で熱電子が放出され、 $T_E=500$ °C で最大となった。 T_E 高温域における J_{es} の減少は、昇温によりエミッタ表面から Cs が脱離し、実効的な仕事関数が増加したためである。また、AlGa_xN 薄膜の成長温度を 100 °C 高くした試料からの J_{es} が増加する傾向がみられた。図 2 は熱電子放出測定前後における Al_{0.75}Ga_{0.25}N エミッタの XPS スペクトル(Al 2p)を示している。同図から、電子放出測定後に Al-O 結合のピークが見られており、成長温度の高い AlGa_xN 薄膜からの方が、その成分が増加する傾向にあることがわかった。本発表では、Cs 供給・加熱環境での測定時に AlGa_xN の最表面において酸素がより多く取り込まれることで、Cs の吸着量と双極子の形成を促し、熱電子放出が増加する可能性について議論する。

【参考文献】 [1] P. Pampili, et. al., Mater. Sci. Semicond. Process. **62**, (2017) 180-191.

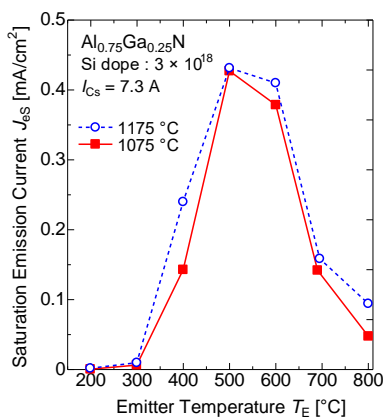


Fig.1. Thermionic emission current from Al_{0.75}Ga_{0.25}N with Cs adsorption.

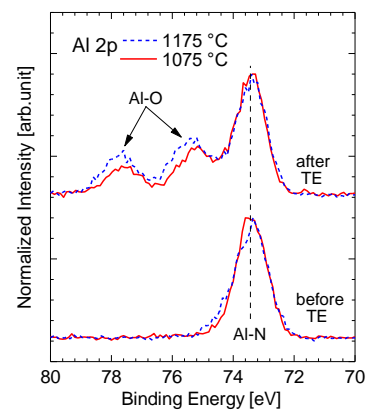


Fig.2. XPS spectra (Al 2p) of Al_{0.75}Ga_{0.25}N before and after TE measurement.