

高 Al 組成 p-AlGa_N 層の Mg ドーピング特性 Mg-doping Property of p-type High-Al-composition AlGa_N Layer

日本電信電話株式会社 NTT 物性科学基礎研究所

○奥村 宏典, 谷保 芳孝, 山本秀樹

NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation

○Hironori Okumura, Yoshitaka Taniyasu, and Hideki Yamamoto

E-mail: okumura.hironori@lab.ntt.co.jp

近年、高 Al 組成 AlGa_N は、深紫外光デバイス用材料として注目されている。しかし、AlGa_N 系 LED の実用化に向けて、更なる発光効率の向上が課題である。発光効率が低い要因の一つとして、高 Al 組成 AlGa_N の Mg アクセプタの活性化エネルギーが大きい (> 0.4 eV) ことによる、注入正孔濃度の不足が挙げられる。より高い正孔濃度を得るためには、AlGa_N 層中への効率的な Mg の取り込み、および不純物混入や点欠陥形成の抑制が課題である。本研究では、高 Al 組成 AlGa_N における Mg ドーピング特性の成長条件依存性を系統的に調べた。

厚さ 0.5 μm の Mg ドープ AlN および AlGa_N 層を、MOVPE 法によりアンドープ AlN 緩衝層を介して成長した。基板には、半絶縁性 4H-SiC(0001) またはサファイア(0001)を用いた。Mg ドープ AlGa_N 層の Al 組成は 57±3% に固定した。原料 V/III 比を 446-1339 の間で、Cp₂Mg 流量を 122-326 nmol/min の間で変化させたときの Mg ドーピング特性を調べた。MOVPE 成長後、Mg アクセプタを不活性化させる水素を除去するため、サンプルを窒素雰囲気下で 900 度、10 分間アニールした。p 型 AlGa_N 層の電気的特性は交流磁場 Hall 測定により評価した。

AlN 層中の Mg 濃度の Cp₂Mg 流量依存性を図 1 に示す。Cp₂Mg 流量を増加させることで、Mg 濃度が線形的に増加し、10¹⁹ cm⁻³ 台の十分に高い Mg の取り込みが確認できた。O, Si, C の不純物濃度は検出限界以下であった。

異なる原料 V/III 比で成長した Al_{0.57}Ga_{0.43}N 層における正孔濃度の温度特性を図 2 に示す。高温域の正孔濃度はほぼ等しいことから、アクセプタ濃度は原料 V/III 比に依存していないと考えられる。一方、室温付近では、高 V/III 比で成長することにより、2 桁以上の高い正孔濃度が得られた。この理由として、高 V/III 比で成長することにより正孔の補償中心としてはたらくドナー性欠陥の形成が抑制されたと考えられる。SIMS 測定において、ドナー性欠陥となる O や Si の混入が確認されなかったことから、V/III 比を上げることで、ドナー準位を形成する窒素空孔の形成が抑制されたと予想する。

本研究の一部は、科研費 (25246022) の援助を受けて行われた。

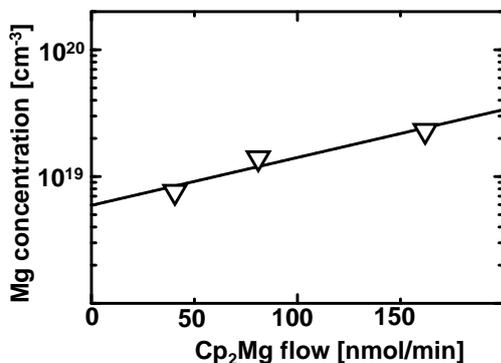


Fig.1: SIMS measurements of Mg concentration as function of Cp₂Mg flow rate for AlN (0001).

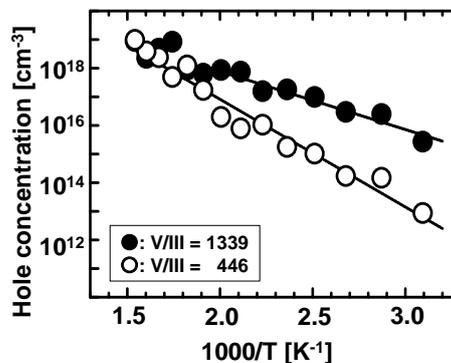


Fig.2: Temperature-dependent Hole concentration for Al_{0.57}Ga_{0.43}N (0001) growth at different V/III ratio.