高温でイオン注入された GaN 基板の TEM による欠陥評価

Defect characterization of GaN substrate with hot implant process by TEM

(株)イオンテクノセンター[1], 京都工芸繊維大学[2],
○前川 順子[1], 川野輪 仁[1], 青木 正彦[1], 高廣 克己[2], 一色 俊之[2]
Ion Technology Center Co.,Ltd, Kyoto Institute of Technology
J. Maekawa, H. Kawanowa, M. Aoki, K. Takahiro, T. Isshiki
E-mail:maekawa@iontc.co.jp

1. 概要

窒化ガリウム（GaN）におけるドーピング技術において、Si が n-型の不純物としてイオン注入によって導入されている。しかし p-型においては、イオン注入に関して技術が確立されていない。これまでに SiC において高温イオン注入技術が利用されており、結晶性が評価されてきた[1]。我々はこの高温イオン注入技術を GaN に適用した場合に GaN 基板の結晶性がどのように変化するかを調べた[2]。

2. 実験

イオン注入サンプルとして、サファイア基板上に成長させた 2um の undoped GaN 基板を使用した。面方位は c-面である。イオン種は Mg を採用し、表面から深さ 200nm の 5.0 E19/cm^3 の濃度分布を形成するために、エネルギー及びドーズ量は 30 keV@8.0 E13/cm^2, 50 keV@7.0 E13/cm^2, 80 keV@2.0 E14/cm^2, 150 keV@8.5 E14/cm^2 と設定した。総ドーズ量は 1.2 E15/cm^2 である。注入温度は室温と 500℃である。これらのサンプルを[11-20]方向から TEM 観察するために Helois-400S による FIB 加工によってサンプリングを行った。TEM 観察は JEM-4000EX を使用し、電子線照射欠陥を低減するために 200kV の加速電圧で行った。さらに Mg イオンの深さ分布を確認するために SIMS 深さ分析も実施した。TEM 観察の結果、イオン注入に伴う照射欠陥が観察され、室温と高温の注入サンプルではコントラストが異なることが明らかになった。図 1(a)に 500℃注入における回折スポット 1-100 を励起させた場合の二波回折像を示す。この像より基底面に沿った欠陥が確認された。この欠陥の HRTEM による詳細な観察結果の一例を図 1(b)に示す。積層構造の解析により I_1 タイプと E タイプの積層欠陥を同定することができた。

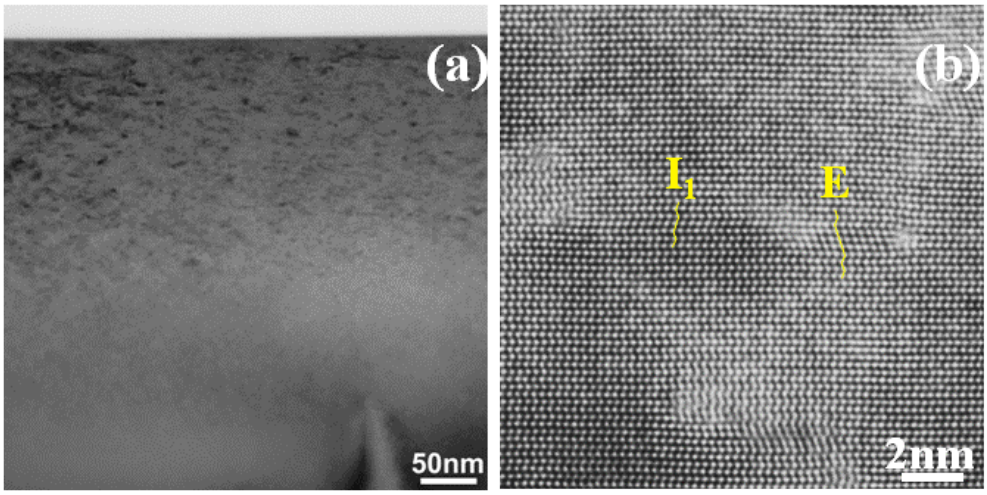

図 1：500℃で注入された GaN の TEM 像。(a)二波回折像(g=1-100)　(b)HRTEM 像

[1] 川野輪 他:2014 年　先進パワー半導体分科会　第一回講演会　P-44
[2] 前川 他：2017 年　先進パワー半導体分科会　第四回講演会　ⅡB-17