# 位相シフト電子線ホログラフィーを用いた GaN 半導体内部のドーパント濃度分布の高感度観察

## High Sensitivity Observation of Dopant Concentration in GaN semiconductor by Phase-Shifting Electron Holography

○仲野 靖孝 [1], 松本 実子 [1], 穴田 智史 [1], 山本 和生 [1], 安藤 悠人 [2], 小倉 昌也 [2], Si-Young Bae[2], 田中 敦之 [2], 本田 善央 [2], 石川 由加里 [1], 天野 浩 [2] 平山 司 [1]（1. JFCC, 2. 名古屋大）

°Kiyotaka Nakano[1], Miko Matsumoto[1] , Satoshi Anada[1] , Kazuo Yamamoto[1] , Yuto Ando[2] , Masaya Ogura[2] , Si-Young Bae[2] , Atsushi Tanaka[2] , Yoshio Honda[2] , Yukari Ishikawa[1] , Hiroshi Amano[2] , Tsukasa Hirayama[1] (1. JFCC, 2. Nagoya Univ.) E-mail: k_nakano@jfcc.or.jp

**【背景、目的】**GaN 系半導体は、高性能な光デバイスやパワーデバイスの材料として期待されている。複雑なデバイスを設計する上で、p-n 接合の所望の位置やドーパント濃度分布を計測・評価することは極めて重要である。昨年、我々のグループは、高感度の位相計測が可能な位相シフト電子線ホログラフィーを用いて AlGaN/GaN 界面に形成される二次元電子ガス層を極めてクリアに観察することに成功した［1］。今回、本手法を用いて計測可能なドーパント濃度を評価するため、段階的にドーパント濃度を変化させた n-GaN モデル試料を観察したので報告する。

**【実験】**GaN 基板上にドーパント（Si）濃度を $5\times10^{16}$～$4\times10^{19}$[atoms/cm$^3$]まで段階的に変化させた n-GaN モデル試料を用いた。冷却 FIB（−150℃）を用いて試料を薄膜化（厚さ: 350 nm）し、300 kV ホログラフィー電子顕微鏡を用いて電子波干渉パターン（Hologram）を撮影した。位相の再生には、高感度位相計測が可能な位相シフト法で行った。

**【結果】**Fig.1(a)に断面 TEM 像を示す。ドーパント濃度は、左側が高く、右側にいくに従って低くなっていることを SIMS により確認しているが、TEM 像では確認することができない。Fig.1(b)に Hologram を示す。目視では、一部干渉縞が曲がっていることが確認できる。Fig.1(c)に Hologram から再生した位相像を示す。ドーパント濃度が変化する界面で位相がシャープに変化しており、4 層（$10^{19}/10^{18}/10^{17}/10^{16}$）ある全ての層を観察可能であることがわかった。

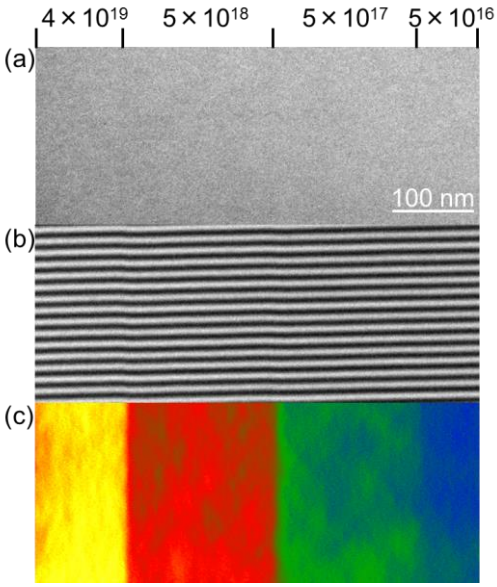


**Fig.1 (a) TEM image**
**(b) Hologram**
**(c) Phase image**

**【参考文献】**［1］山本 和生、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 16a-B1-12(2016)

謝辞：本研究の一部は、科学技術振興機構(JST)愛知地域スーパークラスタープログラムにて実施したものである。