

## 界面顕微光応答法による n-GaN 自立基板表面の波形モフォロジーの 2 次元評価

### Mapping of wavy surface morphology of n-GaN using scanning internal photoemission microscopy

塩島謙次<sup>1</sup>, 橋爪孝典<sup>1</sup>, 堀切文正<sup>2</sup>, 田中丈士<sup>2</sup>, 三島友義<sup>3</sup>

(1. 福井大院工, 2. サイオクス, 3. 法政大)

K. Shiojima, T. Hashizume, F. Horikiri, T. Tanaka, and T. Mishima

(1. Univ. of Fukui, 2. SCIOCS, 3. Hosei Univ.)

E-mail: shiojima@u-fukui.ac.jp

はじめに：縦型 GaN ショットキーダイオードの高耐圧化には厚膜で低キャリア濃度の n-GaN ドリフト層の形成が鍵となる。我々は残留 C 濃度を意図的に変化させた 15 種類の低キャリア濃度 n-GaN ショットキーダイオードを作製し、(i) キャリア濃度が  $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  でオン抵抗とリーク電流のトレードオフ関係が最良であること、(ii) C 濃度が  $1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  以下で C がアクセプタ形からドナー形に替わり、補償効果が失われること、(iii) 成長条件の最適化で  $E_c \sim 0.9 \text{ eV}$  までのトラップを抑制できることを報告した [1, 2]。今回、n-GaN 表面に現れる波形モフォロジー(うねり)に着目し、界面顕微光応答法[3]と顕微 PL 法で評価を行った。

**実験条件：**図 1 に試料構造を示す。2  $\mu\text{m}$  厚 ( $\text{Si} : 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n-GaN 層、続けて 12  $\mu\text{m}$  厚 ( $\text{Si} : 2.75 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\text{C} : 3.00 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , キャリア濃度 :  $4.70 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ) n-GaN 層を自立 GaN 基板上に MOCVD 成長した。n-GaN 表面に直径 200  $\mu\text{m}$  の Ni (50 nm)/Au (50 nm) ショットキー電極を電子ビーム蒸着した。半導体のバンドギャップ以下のエネルギーをもつレーザー光を半導体側から照射し、界面で集光・走査することで光電流像を得た(界面顕微光応答測定)。その後、電極を除去し同一フレームで顕微 PL 測定を行った。

**結果と考察：**図 2 に、Au/Ni/n-GaN ショットキー電極の(a) 微分干渉顕微鏡像、(b) レーザー顕微鏡像、(c) 光電流像、(d) 顕微 PL 像 (YL/NBE) を示す。レーザー顕微鏡像から電極表面が約 50 nm 波打っていることを確認した。光電流像、PL 像においても同様なうねりが検出された。光電流の減少した領域で YL 強度が高くなっている。本サンプルでは Si と C の濃度が拮抗しており、光電流が減少した領域では C 濃度が高く、補償により高抵抗化したと考えられる。

**謝辞：**本研究の一部は日本学術振興会科研費(基盤研究(C) 15K05981)の助成を受けた。

**参考文献：**[1] T. Tanaka, T. Mishima, Y. Kihara, T. Aoki, and K. Shiojima, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 041002 (2015).

[2] T. Tanaka, K. Shiojima, T. Mishima, and Y. Tokuda, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 061101 (2016).

[3] K. Shiojima, S. Yamamoto, Y. Kihara, and T. Mishima, Appl. Phys. Express **8**, 046502 (2015).

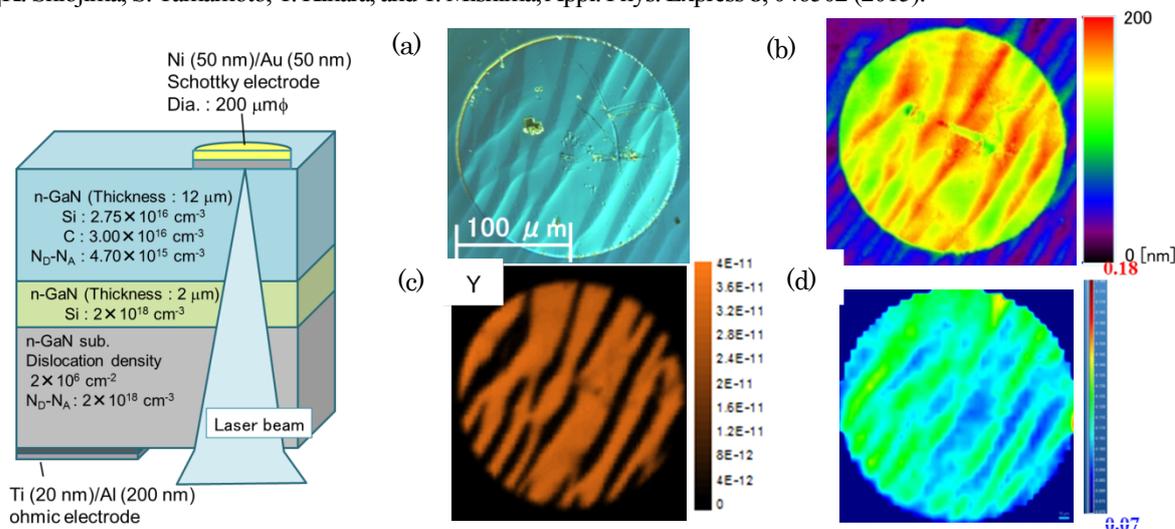


Fig. 1. Device structure.

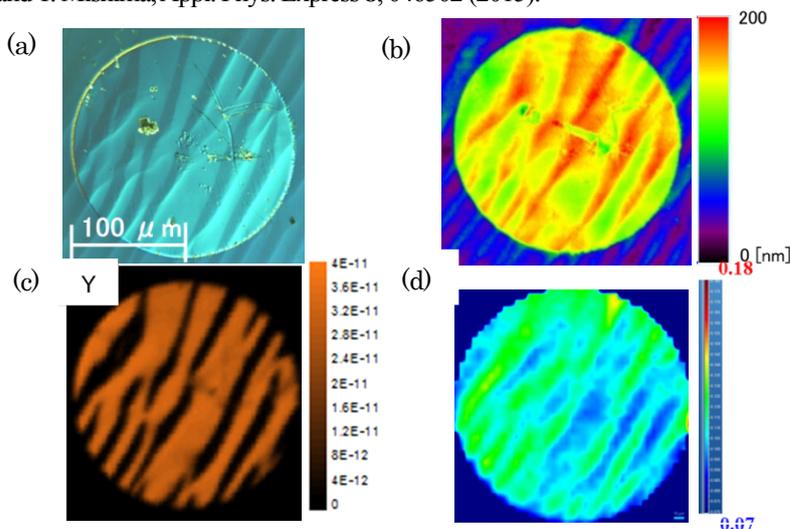


Fig. 2 (a) Nomarski microscope image, (b) laser microscope image, (c) Y map of the Ni/Au contact and (d) PL map of YL / NBE after removing the contact.