

GaN 系材料の結晶評価、電極形成技術のふり返り

Review of crystal characterization and contact formation for GaN-related materials

福井大院工, [○]塩島 謙次

Univ. of Fukui, [○]Kenji Shiojima

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

化合物半導体電子デバイスは GaAs MESFET を皮切りに微細化、チャネル材料の工夫で超高速化を実現した後、ワイドバンドギャップ材料の出現でハイパワーアンプ、パワーSW デバイスの分野でも実用化を達成した。本講演では我々がこれまでに得られた GaN 系材料の結晶評価、電極形成技術を中心とした以下の研究成果を GaAs などの場合との相違点に触れながらふり返る。

(1) GaN ショットキー電極の熱劣化過程の評価

黎明期、耐熱性の高い電極を模索し GaAs で実績のあった高融点金属 (Nb, W, WSiN など) を用いたが低温で反応してしまい、窒化しにくい Ni 等の金属が採用された。

K. Shiojima, D. McInturff, J. Woodall, et al., J. Electronic Materials **28**, p. 228 (1999)

(2) 点欠陥、及び転位と電極特性の相関の評価

GaN の代表的な結晶欠陥は転位である。転位間の平均間隔 (10^8 cm^{-2} で $1 \mu\text{m}$) より径の小さい電極を配置し、電極面内の転位の数と I - V 特性とを一对一で対応づけた実験を行った結果、フルコアの転位は電極特性に影響を与えないことが明らかとなった。

K. Shiojima, and T. Suemitsu, J. Vac. Scie. Tech., **B21(2)** p. 698 (2003)

T. Tanaka, T. Mishima, K. Shiojima, and Y. Tokuda, JJAP, **55**, p. 061101-1 (2016)

(3) 低 Mg ドーピングによる p-GaN ショットキー接触の実現、及び表面欠陥の評価

p-GaN 表面において高障壁なショットキー特性 ($q\Phi_B = 2.4 \text{ eV}$) を実現した。更に $E_V + 1.1 \text{ eV}$ のエネルギー深さをもつアクセプター形準位を示す Ga 空孔が表面に局在し、メモリー効果が検出された。

K. Shiojima, T. Sugahara and S. Sakai, Appl. Phys. Lett. **77**, p. 4353 (2000)

(4) 清浄な表面を劈開法で得た m 面 n-GaN ショットキー接触

HVPE 成長した c 面自立 GaN 基板を劈開した m 面に電極金属を蒸着すると、表面処理を行わなくても良好なショットキー特性が得られることを見出した。

M. Naganawa, T. Aoki, T. Mishima, and K. Shiojima, JJAP, **55**, p. 04EG06-1 (2016)

(5) 界面顕微光応答法による電極界面の評価

ショットキー電極の電気的特性を非破壊で 2 次元評価出来る界面顕微光応答法を開発し、Si, GaAs, GaN, SiC, IGZO, 及び Ga_2O_3 の幅広い材料で界面反応、結晶欠陥、高電界印加劣化過程を評価した。

T. Okumura and K. Shiojima, JJAP., vol. **28**, p. L1108 (1989)

K. Shiojima, S. Yamamoto, Y. Kihara, and T. Mishima, APEX, vol. **8**, p. 6 (2015)