

基板オフ角依存 GaN 中 C 濃度のステップ端偏析モデルに基づく解釈

Interpretation of Substrate-Misorientation-Dependent C Concentrations in GaN

Based on a Step-edge Segregation Model

法政大¹, サイオクス²

○望月 和浩¹, 堀切 文正², 太田 博¹, 三島 友義¹

Hosei Univ.¹, SCIOCS²

○K. Mochizuki¹, F. Horikiri², H. Ohta¹, T. Mishima¹

E-mail: kazuhiko.mochizuki.66@hosei.ac.jp

はじめに MOVPE 成長した GaN 中の C 濃度が(0001)面からのオフ角 θ とともに減少する現象 [1,2]を, LPE 成長 GaP 中の不均一 N 濃度を説明したステップ端偏析モデル[3]に基づき解釈した。**モデル** Ga-N 結合長に対し, c 軸に平行な Ga-C_N⁻¹ 及び C_{Ga}⁺¹-N 結合長はそれぞれ 1%, 19%短く [4], 歪低減のため, Ga サイトに入った C は表面へ戻されやすい(偏析係数 <1)と仮定した。また, 成長は NH₃ 過剰雰囲気下, Ga 及び C 成長種の表面拡散で律速されると仮定した。さらに, 成長速度が遅い(< 1 nm/s [1,2])ため, [(テラス上 Ga 平均濃度)に対する(テラス上 C 成長種平均濃度)の比]と[(ステップ隣接位置の Ga 濃度)に対する(ステップ隣接位置の C 成長種濃度)の比]はほぼ等しいと仮定した。これらの仮定により, 固層 C 濃度 N は成長表面層平衡濃度 N_{surf} , ステップ端平衡濃度 N_{step} , 固相拡散係数 D , 面内格子定数 a 及び成長速度 R を用いて, 次式で与えられる[3]。

$$N = N_{\text{surf}} + (N_{\text{step}} - N_{\text{surf}}) \exp(-D \tan \theta / a R). \quad (1)$$

検討 二次イオン質量分析により求めた N [1,2]は, 表面のステップがバンチングしていたとしても, ステップ間隔より十分大きな領域で平均化された値であると仮定し, 式(1)及び $a = 3.2 \text{ \AA}$ を用いた結果, D は $1.9 \times 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$ とフィッティングされた(Fig. 1)。GaN へ C イオン注入後 1450°C アニールでほとんど拡散しなかった報告値($D < 2 \times 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$) [5]と矛盾せず, 妥当な値といえる。

謝辞 ご討論頂いた東京大学名誉教授西永頌先生に感謝致します。

[1] F. Horikiri et al, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56** (2017) 061001.

[2] K. Nagamatsu et al., *J. Cryst. Growth* **512** (2019) 78.

[3] T. Nishinaga et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **28** (1989) 836.

[4] A. F. Wright, *J. Appl. Phys.* **92** (2002) 2575.

[5] X. A. Cao et al., *J. Electron. Mater.* **28** (1999) 261.

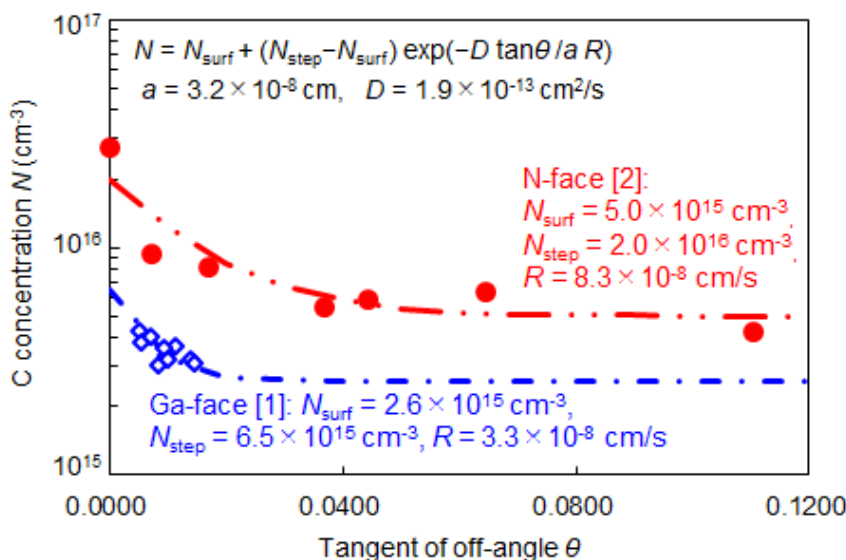


Fig. 1. Reported carbon concentrations (symbols) fitted with Eq. (1).