

# Si 過剰雰囲気下 4H-SiC(0001) ホモエピタキシャル成長における C 及び N 含有分子の表面拡散距離の解析

Analysis of Surface-diffusion Lengths of Carbon- and Nitrogen-Containing Molecules  
during Homoepitaxial Growth of 4H-SiC (0001) under Silicon-rich Conditions

法政大 ○望月 和浩, 三島 友義

Hosei Univ. ○K. Mochizuki, T. Mishima

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

**はじめに** (0001)基板オフ角  $\theta$  が  $1^\circ$ – $4^\circ$  でも,  $C/Si \leq 1$  にてホモエピタキシャル成長層の良好な表面モフォロジーが報告された実験結果[1]( $SiH_4$ – $C_3H_8$ – $N_2$ – $H_2$ 系( $C_3H_8$  フローレート可変); 成長圧力 80 Torr; 成長温度 1773 K)を用い, C 及び N 含有分子の表面拡散距離  $\lambda_C$  及び  $\lambda_N$  を解析した。

**解析** Si 過剰雰囲気下のステップフロー成長では, C 含有分子の表面拡散が成長を律速する[2]。ステップ端での化学平衡を仮定すると, 成長速度  $R$  はステップ高さ  $h$  ( $=1.01$  nm [3]), 表面吸着サイト密度  $n_o$  ( $=1.21 \times 10^{15}$  cm $^{-2}$  [2]), 平均ステップ間隔  $\lambda_o$ , 入射 C フラックス  $F_C$ , ステップ端隣接位置における表面 C 濃度  $n_{Co}$ , 表面吸着 C の平均滞在時間  $\tau_C$  を用いて, 次式で表される[2]。

$$R = (2h\lambda_C/n_o\lambda_o) (F_C - n_{Co}/\tau_C) \tanh(\lambda_o/2\lambda_C) \quad (1)$$

$F_C$  から再蒸発 C フラックス  $n_{Co}/\tau_C$  を減じた正味  $F_C$  ( $= F_C - n_{Co}/\tau_C$ ) を, 実測  $R$  及び式(1)を用い,  $\lambda_C$  を仮定して求めた(Fig. 1)。そして,  $\theta$  に依存しない  $F_C - n_{Co}/\tau_C$  を再現する  $\lambda_C$  として 25 nm と推定した[4]。

続いて, 希釈固溶体  $SiC_{1-x}N_x$  ( $x \ll 1$ ) を考え, ステップ端に流入する N 及び C の表面拡散フラックス比を  $x$  とおき,  $\lambda_N$  を仮定することにより,  $F_N - n_{No}/\tau_N$  の  $C/Si$  依存性を求めた(Fig. 2)[4]。  $F_N \gg n_{No}/\tau_N$  が成立する限り,  $F_N - n_{No}/\tau_N$  は  $\theta$  及び  $C/Si$  に依存しないことから,  $\lambda_N \geq \lambda_C$  と推定した。

**考察** 本結果は, physical vapor transport 成長 4H-SiC(000-1) フェセットにおける N 濃度ばらつきを説明するために, Yokomoto らにより仮定された  $\lambda_N > \lambda_C$  [5] と一致している。

[1] H. Saitoh and T. Kimoto, Mater. Sci. Forum **483–485**, 89 (2005).

[2] K. Mochizuki, Appl. Phys. Lett. **93**, 222108 (2008).

[3] T. Kimoto et al., J. Appl. Phys. **81**, 3494 (1997).

[4] K. Mochizuki and T. Mishima, Jpn. J. Appl. Phys. **60**, 018001 (2021).

[5] K. Yokomoto et al., J. Appl. Phys. **128**, 135701 (2020).

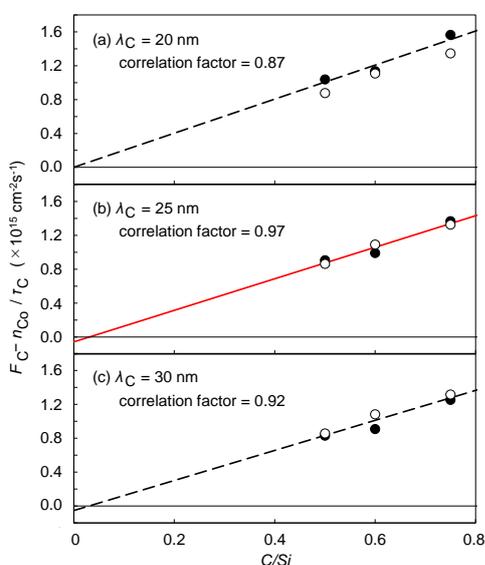


Fig. 1. Dependences of  $F_C - n_{Co}/\tau_C$  on  $C/Si$  calculated from Eq. (1) with assumptions of  $\lambda_C$  being equal to (a) 20, (b) 25, and (c) 30 nm. Lines show least-squares fit to experimental results (solid symbols:  $\theta = 1^\circ$ ; open symbols:  $\theta = 4^\circ$ ) at 1773 K [1].

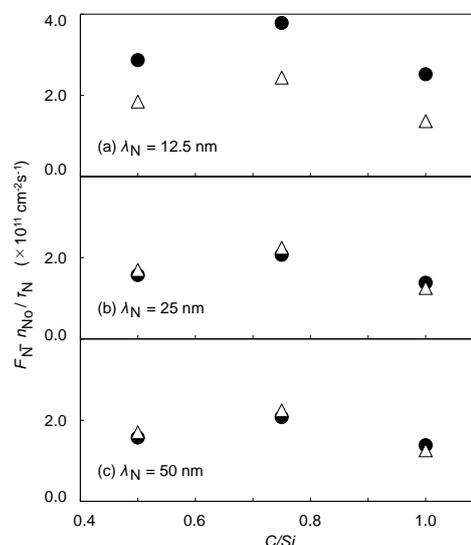


Fig. 2. Dependences of  $F_N - n_{No}/\tau_N$  on  $C/Si$  calculated from Eq. (1) with assumptions of  $\lambda_N$  being equal to (a) 12.5, (b) 25, and (c) 50 nm. Solid ( $\theta = 1^\circ$ ) and open ( $\theta = 4^\circ$ ) symbols denote the experimental results at 1773 K [1].