

Si 面及び C 面上 SiC CVD におけるステップ端近傍 Al 表面濃度の比較

Comparison of Al-adatom Concentrations near Step-edges during CVD of SiC on Si- and C-faces

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 4°オフ{0001}面上 4H-Al_xSi_{1-x}C CVD における AlC モル比 x は, Si 面上の 3.75×10^{-6} (C/Si 比 = 1) ~ 3.54×10^{-5} (C/Si 比 = 6) に対して, C 面上で 2.06×10^{-6} (C/Si 比 = 1) ~ 3.54×10^{-6} (C/Si 比 = 6) と低い[1]。この原因を x の相違が 1 桁と大きくなる C/Si 比 = 6 の場合について, i 面 ($i = \text{Si}, \text{C}$) 上ステップ端近傍における Al 表面濃度 $n_{\text{Al}o}^i$ の差から検討したので, 報告する。

解析 簡単のためステップ端偏析[2]は考慮せず, i 面上ステップ端に流入する Si 表面拡散フラックス J_{Si}^i に対する Al 表面拡散フラックス J_{Al}^i の比により, x が決定すると考える。平均ステップ間隔 λ_o^i の 1/2 に比較して, Si の表面拡散距離が十分長いと仮定すると, $\lambda_o^{\text{Si}} = 14.5 \text{ nm}$, $\lambda_o^{\text{C}} = 3.6 \text{ nm}$ であるので[3], 成長速度 $1.3 \mu\text{m/h}$ [1]時に $J_{\text{Si}}^{\text{Si}} = 1.26 \times 10^9 \text{ cm}^{-1}\text{s}^{-1}$, $J_{\text{Si}}^{\text{C}} = 3.13 \times 10^8 \text{ cm}^{-1}\text{s}^{-1}$ となる[4]。よって, $J_{\text{Al}}^{\text{Si}} = x^{\text{Si}} J_{\text{Si}}^{\text{Si}} = 4.48 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}\text{s}^{-1}$, $J_{\text{Al}}^{\text{C}} = x^{\text{C}} J_{\text{Si}}^{\text{C}} = 1.11 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}\text{s}^{-1}$ と求められる。一方, BCF 理論から J_{Al}^i は, Al の入射フラックス(Yamamoto らの実験[1]では $3.81 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ [5]) F_{Al} , 表面拡散距離 λ_{Al}^i , 平均滞在時間 τ_{Al}^i を用いて, 次式で与えられる[4]。

$$J_{\text{Al}}^i = \lambda_{\text{Al}}^i [F_{\text{Al}} - (n_{\text{Al}o}^i / \tau_{\text{Al}}^i)] \tanh(\lambda_o^i / 2\lambda_{\text{Al}}^i). \quad (1)$$

1550°Cにおける $\lambda_{\text{Al}}^{\text{Si}}$ は 2 nm 以下[5]と推定されていることから $\lambda_{\text{Al}}^{\text{C}} \approx \lambda_{\text{Al}}^{\text{Si}} \approx 2 \text{ nm}$ を仮定し, さらに $\tau_{\text{Al}}^{\text{Si}} \approx \tau_{\text{Al}}^{\text{C}} (\equiv \tau_{\text{Al}})$ を仮定して式(1)を用いることにより, $n_{\text{Al}o}^{\text{C}} / n_{\text{Al}o}^{\text{Si}} = 2.4$ を得た。

考察 Al 表面濃度が懸垂線状となる Si 面[Fig. 1(a)]と異なり, $\lambda_{\text{Al}}^{\text{C}} < \lambda_o^{\text{C}}/2$ を満足する C 面では Al 表面濃度が放物線状となる結果[Fig. 1(b)], C 面上全ての Al が表面拡散する。しかし, $n_{\text{Al}o}^{\text{C}} > n_{\text{Al}o}^{\text{Si}}$ であることから, $J_{\text{Al}}^{\text{C}} < J_{\text{Al}}^{\text{Si}}$ となる。 $n_{\text{Al}o}^{\text{C}} > n_{\text{Al}o}^{\text{Si}}$ となる原因として, ステップ端近傍の Al がキンクで結晶に取込まれるまでの時間が, Si 面上に比較して C 面上で長い可能性が考えられる。

[1] T. Yamamoto et al.,

Mater. Sci. Forum
264-268 (1998) 111.

[2] K. Mochizuki et al.,
Jpn. J. Appl. Phys. **59**
(2020) 068001.

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

[4] T. Kimoto et al., *J. Appl. Phys.* **75** (1994) 850.

[5] K. Mochizuki et al.,
Jpn. J. Appl. Phys. **59**
(2020) 088003.

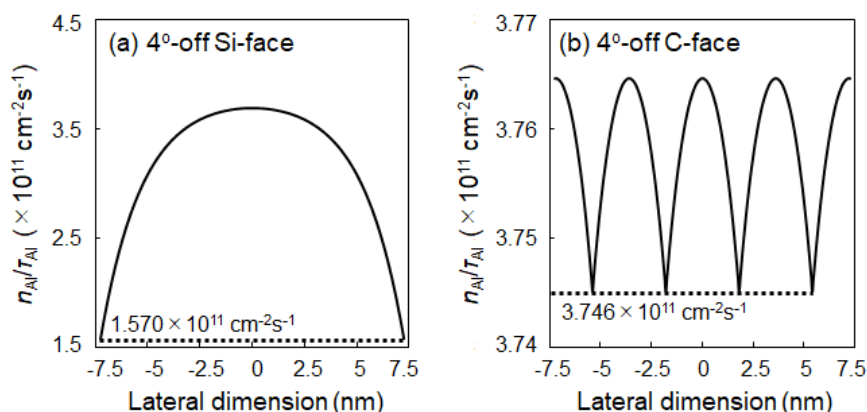


Fig. 1. Distribution of $n_{\text{Al}}/\tau_{\text{Al}}$ on 4°-off Si- and C-faces, calculated with assumptions of growth temperature of 1550°C, growth rate of $1.3 \mu\text{m/h}$, C/Si ratio of 6, and λ_{Al} of 2.0 nm.