

4H-SiC トレンチ埋込成長のトポグラフィー・シミュレーション

Topography Simulation of Trench-Filling Growth of 4H-SiC

産総研 °望月 和浩, 紀 世陽, 小杉 亮治, 米澤 喜幸, 奥村 元

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

°Kazuhiro Mochizuki, Shiyang Ji, Ryoji Kosugi, Yoshiyuki Yonezawa, Hajime Okumura

E-mail: k-mochizuki@aist.go.jp

【緒言】 これまでに 4H-SiC トレンチ埋込成長における Gibbs-Thomson (GT) 効果 (成長表面の平衡蒸気圧が曲率に依存する効果)を取り込んだ定常解析を報告した[1]。今回, 市販シミュレータ[2, 3]に GT 効果を取り入れ, トレンチ埋込成長形態の時間依存解析を行ったので報告する。

【実験】 ライン/スペース $\approx 1.5/1.5 \mu\text{m}$, 深さ $\approx 5 \mu\text{m}$ のトレンチを形成した試料を横型 hot wall 炉に導入し, 0.38 気圧, 1873 K, SiH_4 流量 7.5 sccm, C_3H_8 流量 2.5 sccm, HCl 流量 300 sccm, H_2 流量 80 slm, トリメチルアルミニウム流量 $1.28 \mu\text{mol/min}$ の条件で 3 h 成長を行った(図 1 左)。

【検討】 成長表面で C/Si 比 > 1 であり, Si 含有成長種の中で支配的な SiCl のフラックスが一定となる境界層の厚さは 1.5 mm と見積もられた[4]。 $\text{SiH}_4+\text{C}_3\text{H}_8$ 系 CVD の表面反応は十分速いことから[5], 境界層+トレンチ構造における SiCl 気相拡散が成長を律速すると仮定し[6], 同時成長した単膜試料から求めた実効拡散係数を, 成長表面近傍濃度と平衡濃度の差に乗じて成長速度を求めた。実験結果を再現する 4H-SiC 表面自由エネルギー 0.1 J/m^2 (図 1 右)は理論値[7]の 1/10 以下であった。Si 表面の未結合手を水素原子が終端すると表面自由エネルギーは低くなることから[8], 4H-SiC 成長表面の一部は水素原子で終端されている可能性が示唆された。

【謝辞】 本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP 戦略的イノベーション創造プログラム「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人：NEDO)により実施されました。

[1] K. Mochizuki, et al.: *APEX* **9** (2016) 035601.

[2] http://www.str-soft.com/products/Virtual_Reactor/

[3] https://www.silvaco.co.jp/products/tcad/process_simulation/victory_process/victory_process.html

[4] K. Mochizuki, et al.: *IEDM* 2017, 35.4.

[5] T. Kimoto, et al.: *J. Appl. Phys.* **73** (1997) 726.

[6] 望月他: 2017 年春季応用物理学会, 15a-F204-8.

[7] E. Pearson, et al.: *J. Cryst. Growth* **70** (1984) 33.

[8] 白石: 応用物理 **69** (2000) 15.

図 1. 1 h 毎に N ドープマーカーを挿入したトレンチ埋込成長試料の断面観察結果 (左) 及び 4H-SiC 表面自由エネルギーを 0.1 J/m^2 としたトポグラフィー・シミュレーション結果 (右)

