

シミュレーションによる 4H-SiC エピ膜上の 巨大ステップバンチング生成機構の研究

Simulation studies on the generation mechanism of giant step bunching on 4H-SiC epitaxial layers

産総研¹ °石田 夕起¹、吉田 貞史¹AIST¹ °Yuuki Ishida¹, Sadafumi Yoshida¹

E-mail: y-ishida@aist.go.jp

4H-SiC 上のエピタキシャル成長において、数ユニットセル分の高さを有する巨大ステップバンチング (GSB) が問題となっている。巨大ステップはデバイス特性を劣化させることが分かっており、歩留まり向上のためには GSB の発生を抑制しなければならない。我々は、4H-SiC における GSB 発生時の成長条件依存性を調べ、エッチング時には Schwoebel 効果、成長時にはクラスター効果により GSB が発生するとの仮説を提案した。本研究では、シミュレーションを用いて、GSB の発生機構を詳細に検討したので報告する。

図 1 はステップ・テラス構造の概念図である。 n 番目のステップの前進速度を v_n 、ステップの高さを h_n 、テラス幅を l_n とする。このとき、 l_n の微小時間 Δt 後の幅は以下のように表せる。

$$l_n(t + \Delta t) = l_n(t) + \{-v_n(t) + v_{n+1}(t)\} \Delta t \quad (1)$$

ステップの前進速度 v は、BCF モデルを基として Schwoebel 効果とクラスター効果を考慮すると

$$v = \Omega D (f\tau - c_{eq} - \alpha f') \frac{l}{x_s^2 h} \quad (2)$$

と表せる。ここで、 Ω : 一原子が占める面積、 D : 原料原子のテラス上の拡散係数、 f : 原料原子の結晶表面への入射頻度、 τ : 付着原子の結晶表面に留まる寿命、 c_{eq} : ステップ位置での平衡濃度、 α : 定数、 f' : クラスターを形成する原子種の過剰入射頻度、 l : テラス幅、 x_s : 原料原子の拡散長、 h : ステップの高さである。(2)式を差分化して(1)式に代入し、得られた連立差分方程式を数値解析した。

図 2 は、クラスター量を変化させた時のシミュレーションの結果を示す。クラスター量が少ないと GSB は発生しないが、ある閾値を超えると GSB が発生した。当日は、各種パラメータと GSB 発生との関係、およびシミュレーションで新たに見出した GSB についても報告する。

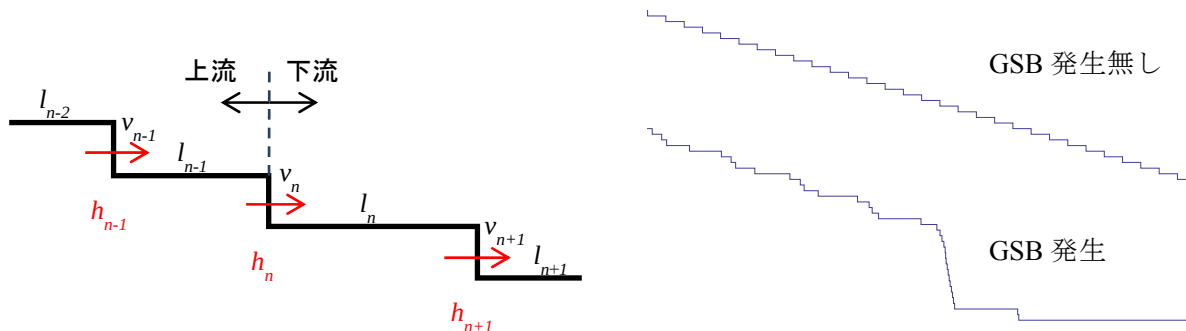


図 1 ステップ・テラス構造の概念図。

図 2 シミュレーションの結果