

急冷と徐冷 hot zone による CZ 結晶成長中の格子間原子の発生機構—急冷の場合 (I)—

Interstitial generation mechanism during CZ silicon growth using cooling type hot zone (I)

信越半導体¹, 阪大産研² °阿部 孝夫¹, 高橋 徹¹, 白井 光雲²ShinEtsu Handotai.¹, ISIR, Osaka Univ.², °T. Abe¹, T. Takahashi¹, K. Shirai²

E-mail: takao.abe@seh.jp

1. 実験の目的 高速成長から低速化すると空孔(Vs)領域から格子間原子(Is)領域に変化するが、Voronkov は拡散モデルの v/G で(v は引き上げ速度、 G は温度勾配)これらの領域が分類できることを示した。その理由は v/G 小さいとき Is の拡散が Vs の拡散に対して優勢になるためと説明した。これに対して我々は実験結果から低速化により温度勾配が増大するため Is がその場で発生すると主張している。我々の主張を裏付けるため急冷タイプと徐冷タイプの hot zone を用いて結晶に与える G の違いにより結晶を成長し、両者の Vs 領域と Is 領域の発生分布を比較した。(目的と実験方法は両者に共通しているので予稿(I)に纏め、実験結果と考察は予稿(II)に纏める。

2. 実験方法 同一の引き上げ炉内に円錐形の熱シールド(図1の結晶1と図2の結晶2に黒線で示す)を持ちその先端の融液面からの距離が 10mm の場合を急冷タイプの A-HZ とし、結晶5以降の結晶には融液面からの距離を 30mm に切り替えて徐冷タイプの B-HZ とした。45kg の原料を充填した石英ルツボから直径が約 104mm の結晶を夫々4本ずつ合計8本の結晶を引き上げ順に結晶番号を付けた。引き上げ速度の漸減の割合と融液からの切り離し位置は図1と2の右側に示す。A-HZ と B-HZ では 1.4mm/min の高速の引き揚げ速度から漸減して、最終の引き揚げ速度が 0.5mm/min に達した時、結晶を融液から切り離して急冷してそれぞれ結晶1と結晶5とした。次に 0.5mm/min に到達後に切り離さず、そのまま 0.5mm/min を 20 分間継続して後に切り離して急冷して結晶2と結晶6とした。この速度を 60 分間継続した後に切り離して急冷した結晶を結晶3と結晶7とした。最後に融液温度を増大しながら 0.5mm/min を 50 分間維持して徐々に引き揚げ速度を増大して尾部コーンを形成して結晶4と結晶8とした。

これらの結晶を成長方向に平行に縦割りして、IOP + AOP 熱処理した後の X 線トポグラフが図1と図2である。X 線トポの黒いコントラストは Vs が void 化する前の孤立した Vs の分布に対応し、void 化すると白いコントラストに変化する。灰色で縁取られた領域は Is が凝集した転位ループ(Dislocation Loop: DL)領域であり、この DL 領域は紙面の都合で省略したが隣り合った as grown ウエーハの wafer lifetime map: WLTM において少数キャリアが転位ループの dangling bond に捕獲されることにより低ライフタイム化した領域と対応している。

図1. 左肩の数字は引き上げ順を示す。

