

## シリコン結晶成長の点欠陥の発生と消滅に関する一考察

## (2) : 格子間原子の発生機構

A study on generation and annihilation of point defects during silicon crystals from melt

## (2): Generation mechanism of interstitials

信越半導体<sup>1</sup>, 阪大 産研<sup>2</sup> ◦阿部孝夫<sup>1</sup>, 高橋 徹<sup>1</sup>, 白井光雲<sup>2</sup>ShinEtsu Handotai<sup>1</sup>, ISIR Osaka Univ.<sup>2</sup> ◦Takao Abe<sup>1</sup>, Toru Takahashi<sup>1</sup>, Koun Shirai<sup>2</sup>

E-mail: takao.abe@seh.jp

[目的と実験方法] 低速成長では温度勾配(Gs)が大きく、それが原因で格子間原子(Is)が発生することを実験で示すため高速成長で結晶中に空孔(Vs)を満たしておき、低速成長の極限である成長停止して、停止時間を徐々に長くして結晶を冷却し、結晶中の Gs を大きくして酸素析出前後の X線トポと少数キャリアの寿命分布の組み合わせで、欠陥種分布の時間変化を立体的に観察した。

[結果] Vs は成長している限り、引き上げ速度に関係なく、成長界面に均一に導入され、Is との再結合がなければ、凝集して空洞 (void) となり結晶に残留した。一方、Is は引き上げ停止する事により発生する自然成長結晶を融解して、停止時の直径を維持した時、Gs が大の領域で発生した。特に固液界面近くの外周部付近で図 1(a)の左右の界面上に Is が発生開始する。発生した Is は成長界面で導入された Vs と再結合して殆ど欠陥がないと考えられる再結合 (Rc: recomb.) 領域を必ず形成し、再結合後も過剰に発生した Is は凝集して転位ループ (DL: disl. loop) 領域を形成した。従来の Voronkov モデルのような Is が長距離を拡散することはほとんど無い。本質的に Is の発生は結晶成長と無関係である。次に図(b),(c)に示すように左右の固液界面上で発生した DL 領域は冷却時間と共に左右が合体し、図(d)に示すように DL 領域を上部方向に拡張した。

[考察] 時間経過による DL 領域の拡張現象は融液温度に対して表面からの結晶の冷却によって高い Gs 値領域が上部の低温部まで拡張された結果と考えられる。また、図(a)と(d)の右界面の拡大図から高 Gs 値領域では熱応力が発生し、その熱応力緩和のため Is が発生したと考えられる。この両 DL 領域は側面や界面に接する事が無く、ベルト状の Rc 領域に囲まれている。これは Voronkov の拡散モデルと矛盾する。[1] T. Abe, T. Takahashi, K. Shirai, J.C.G. 495 (2017) 87.

