

## Si 単結晶成長中の熱応力が点欠陥挙動に与える影響

## Effect of thermal stress on point defect behavior during single crystal Si growth

株式会社 SUMCO °末若 良太, 中村 浩三(現 岡山県立大学)

SUMCO CORPRATION °Ryota Suewaka, Kozo Nakamura

E-mail: rsuewaka@sumcosi.com

【はじめに】近年、中村<sup>1)</sup>や末岡<sup>2)</sup>らは Si 単結晶成長時の融点近傍の圧縮熱応力が、Pv(空孔型無欠陥)と Pi(格子間型無欠陥)の境界となる  $V/G$  値( $V$ :成長速度,  $G$ :融点近傍の成長軸方向温度勾配)いわゆる臨界  $V/G$  を低下させることを報告した。この現象は、無欠陥結晶を製造する上で重要な因子となり得る。そこで今回、応力効果を点欠陥シミュレーションに導入し実際の欠陥分布と比較することにより、結晶内の欠陥分布に与える応力効果を確認した。

【計算方法】結晶内温度分布は、実固液界面形状と炉内総合伝熱解析ソフト(CGSim)から得られる結晶表面の参照温度の二つを境界条件として再度計算し求めた<sup>3)</sup>。次に、結晶内の熱応力を上記で求めた温度分布を元に ABAQUS を用いて解析した。最後に、中村らの点欠陥シミュレーション手法を用いて解析した<sup>4)</sup>。熱応力効果は、平均応力が空孔と格子間シリコンの形成エンタルピーの圧力項に寄与するとして導入した。

【結果と考察】引上げ速度を徐々に低下させた場合の実欠陥分布を Fig.1(a)に、点欠陥シミュレーションにより得られる 1000°C での相対空過飽和度分布  $\Delta C_V$  を Fig.1(b)に示す ( $\Delta C_V$  は、熱平衡濃度に対する過剰分を言う)。応力効果を導入することによりそれらの欠陥境界が良い一致を示すことがわかる。応力効果を導入しない場合にはそれらは良い一致を示さなかったことから、応力効果の導入は実現象をシミュレーションにて表現するためには重要である。

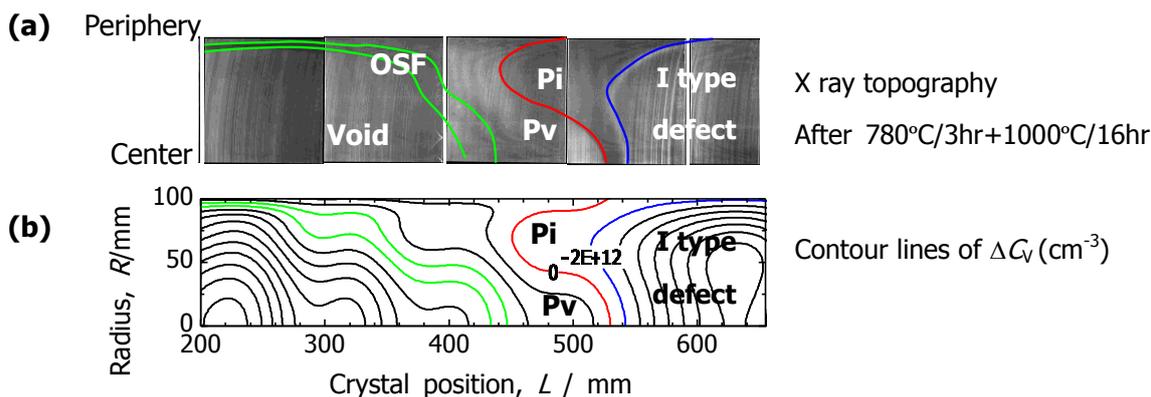


Fig. 1 Defect pattern comparison

(a) Actual defect pattern, (b) Defect pattern obtained by point defect simulation with stress effect

## 参考文献

1) K.Nakamura, R.Suewaka and B.Ko, ECS Solid State Letters, 3(2014) N5-N7. 2) 末岡浩治 他, 2014年春季応用物理学会, 19p-F-1. 3) 末若良太 他, 2004年秋季応用物理学会, 3a-T-2. 4) 中村浩三, 東北大学学位論文 2001 「シリコン単結晶成長過程における点欠陥拡散および二次欠陥形成に関する研究」など