

融液からの切り離しによる CZ Si 結晶内の引き上げ速度に依存した点欠陥分布の観察

Observations of vacancy and interstitial distributions during CZ silicon growth by detaching from melt

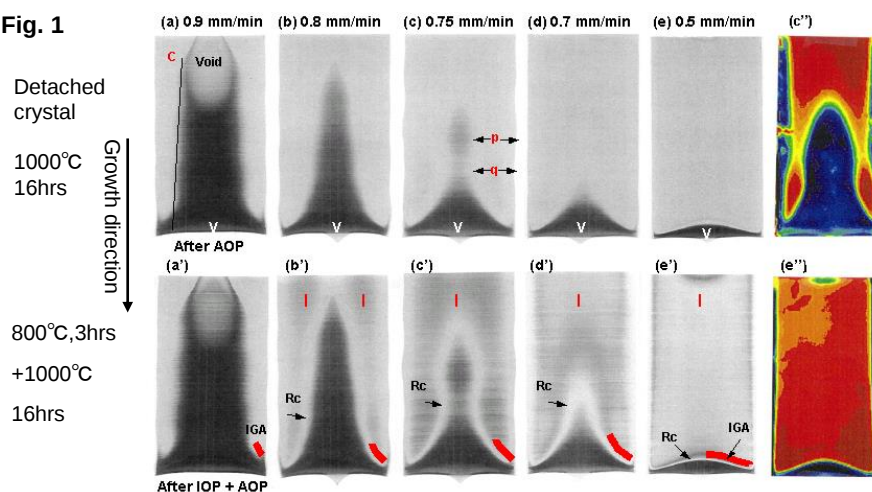
*阿部孝夫¹, 高橋 徹¹, 白井光雲²信越半導体¹, 阪大産研²○Takao Abe¹, Toru Takahashi¹, Koun Shirai², Shin-Etsu Handotai¹, ISIR Osaka Univ.²E-mail: takao.abe@seh.jp

1. 目的 本実験は直径 100 mm の結晶を 5 つの引き上げ速度(0.9, 0.8, 0.75, 0.7, 0.5 mm/min)で成長した。しかし、結晶冷却条件は結晶の肩から 270 mm の長さで融液から切り離して急冷した場合の 5 本と、肩から 270 mm に達した後、それぞれの引き上げ速度を維持して通常と同様に 270 mm の長さの尾部コーンを成長して徐冷した 5 本の 2 条件である。融液から切り離して空孔(V)領域と格子間原子(I)領域を凍結観察したが、これらの欠陥分布は尾部コーンまで成長した結晶の途中の欠陥分布を反映している筈である。この両者を比較することにより、点欠陥がどのようなメカニズムで発生し、再結合するか？そして最終的に尾部コーン付結晶中の 2 次欠陥に変化したかを考察する。

2. 観察方法と結果 まず融液から切り離して急冷した結晶中の V の分布を知るために、タテ割りしたウエーハを 1000°C、16 hrs in Ar の AOP 熱処理をして、X 線トポで見ると Fig. 1(a),(b),(c),(d),(e)である。黒いコントラストは V の存在を示す異常酸素析出である。一方、成長中に発生した I の歪に集積して形成すると考えられる I 起因の不均一酸素析出核の生成をみるため、800°C、3 hrs in Ar の熱処理をする。これは核形成が目的であり、観察可能な酸素析出を起こすにはさらに 1000°C、16 hrs in Ar の熱処理が必要であり、その結果が Fig. 1(a'),(b'),(c'),(d'),(e')である。図中に I と記した領域には I が過剰に発生した領域であり、as grown のウエーハで測定したウエーハライフタイム(wafer lifetime map)の Fig. 1(c'')と(e'')の分布が Fig. 1(c')と(e')と一致していることから I 領域と確認できた。

3. 考察 まず Fig. 1(a),(b),(c)において V 領域が紡錘形になっているのは成長とともに結晶全体の熱容量が増加し、

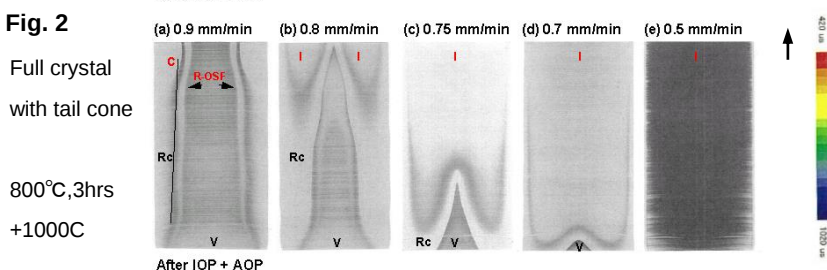
Fig. 1



温度勾配が低下していくためである。同様に Fig.1(c)にある p 点では直径の増大温度勾配の減少、q 点では直径の減少による温度勾配の増大により V 領域の幅が増減した。

Fig. 1(a'),(b'),(c'),(d'),(e')の成長界面の右上に模式的に Interstitial generation area(IGA)と描いたが、この領域で I が発生すると考えられる。ここで発生した I が成長界面から移動してきた V と再結合して無欠陥の Recombination (Rc)領域を形成している様子が X 線トポから観察できる。

Fig. 2



4. 結論 尾部コーンまで成長した Fig. 2 の結晶の観察からは Fig. 1 で起きていた成長界面からの V の導入とその上部の IGA で起きている I の発生現象は推定も全く不可能である。V は引き上げ速度に依存せず、一定濃度で成長界面から導入され、I と遭遇しなければ冷却過程で void を形成する。I は成長界面近くの結晶側面が低速化とともに長時間冷却され、増大する温度勾配がつくる圧縮応力を緩和するためにその場で I が発生すると考えられる。V は成長界面から入り、I は成長界面上部で発生するプロセスは必ずその中間に再結合領域が存在することにより証明される。これまでの研究者はパラメタ v/G を唯一絶対と考えたが、Fig. 1 の実験は全て v は一定である。