20a-A20-4

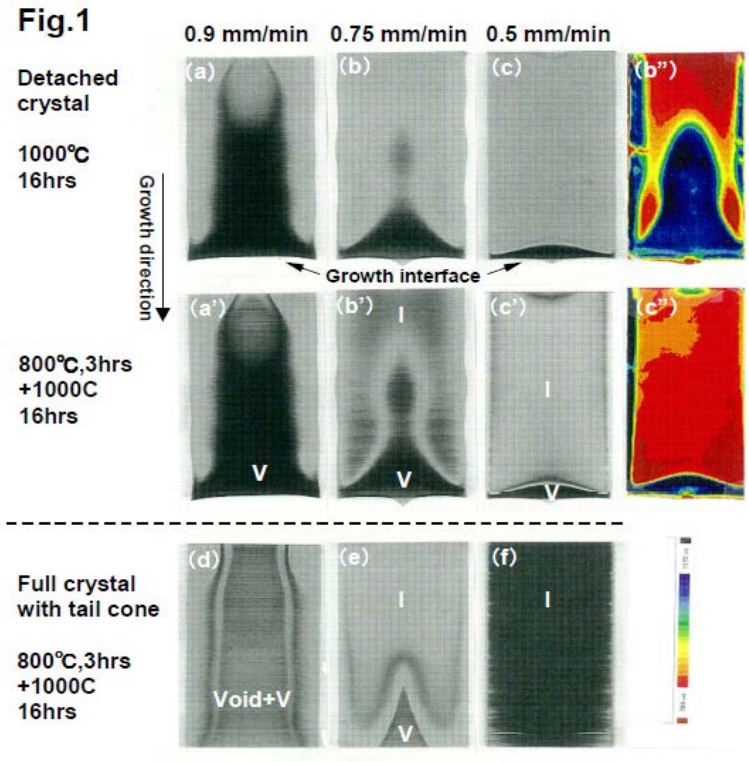
CZSi 結晶内の引き上げ速度に依存した点欠陥分布の融液からの切り離しによる観察

Observations of vacancy and interstitial distributions depending on pulling rates during CZ silicon crystal growth by detaching from the melt

*阿部孝夫[1]，高橋　徹[1]，白井光雲[2]，張　小威[3]
信越半導体[1]，阪大産研[2]，高エネ研[3]
○Takao Abe[1], Toru Takahashi[1], Koun Shirai[2], X W Zhang[3]
Shin-Etsu Handotai[1], ISIR Osaka Univ.[2], KEK[3],
E-mail: takao.abe@seh.jp

1. **目的**　本実験では直径 100 mm の結晶を 3 つの引き上げ速度(0.9, 0.75, 0.5 mm/min)で成長した。しかし、結晶の冷却条件は 2 条件あり、条件 1 の場合は結晶の肩から 270 mm の長さで融液から切り離して急冷した。条件 2 では肩から 270 mm に達した後はそれぞれの引き上げ速度を維持して通常の結晶と同じように尾部コーンを 270 mm の長さまで成長して徐冷した。融液から切り離して空孔(V)領域と格子間原子(I)領域を凍結して観察したが、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おり、その後の冷却過程を経過して尾部コーン付結晶の欠陥分布へと変化を遂げたのである。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した。

2. **観察方法**　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, 1000℃、16 hrs in Ar の AOP 熱処理をした。その結果を X 線トポで見ると Fig. 1(a),(b),(c)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が原因である。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のため、800℃、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℃、16 hrs in Ar の熱処理が必要である。その結果が Fig. 1(a'),(b'),(c')である。このように熱処理結果から I 領域を観察する方法の他に、ウエーハライフタイム(wafer lifetime map: WLT)法がある。その結果が Fig. 1 (b),(c)の as grown のウエーハで測定した Fig. 1(b"),(c")であり、分布が良い対応を示している。以上の結果を用いて以下の結論を導くための考察を発表講演で行う。



3. **結論**　CZ 結晶中の V は引き上げ速度に関係なく、成長界面で導入される。成長界面で V 優勢の結晶が上部に移動するとき、結晶中に I を発生させなければ結晶全体が V 分布の結晶になる。しかし、低速引き上げの場合、成長界面から上部に 10 mm 前後で（温度域は 1300℃以上で）I が発生する。この I の発生の制御には結晶側面での熱輻射が直接関与している。最終的に結晶内の V と I の分布は成長界面上部で発生した I と成長界面からの V の冷却過程における再結合の結果である。

© 2014 年　応用物理学会