

ゾーンリファイニング法による β -Ga₂O₃ 結晶の高純度化

Purification of β -Ga₂O₃ Crystals by the Zone-Refining Method

産総研¹ ○伊藤 利充¹, 尾崎 康子¹, 富岡 泰秀¹, 稲葉 英樹¹, 渡邊 幸志¹

AIST¹, ○T. Ito¹, Y. Ozaki¹, Y. Tomioka¹, H. Inaba¹, H. Watanabe¹

E-mail: t.ito@aist.go.jp

パワー半導体はバンドギャップの順に第1世代のSi、第2世代のSiC、GaNへと発展し、次いで第3世代のパワー半導体として β -Ga₂O₃が注目されている。 β -Ga₂O₃は融液成長が可能でコスト面で有利であり、EFG法、CZ法、ブリッジマン法、FZ法などで結晶成長が行われてきた。FZ法以外では融液保持のために容器を用いるが、容器材料が結晶に混入し純度の限界となっている。容器には貴金属が用いられ、コスト面でも不利である。FZ法では容器を用いないため、高純度化と低コスト化が両立する。その上FZ法と同じ試料配置によるゾーンリファイニング法が有効であれば、成長と同時に精製を進めることが可能であり、従来にない高純度化が期待される。

ゾーンリファイニング法の有効性を確認するために、ドナーとして制御が重要となるSiに注目して分配係数（相平衡状態にある固相と液相のSiの濃度比）を算出した。 β -Ga₂O₃にSiを $1.0 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ をドープした原料棒を用いたFZ法による結晶の写真を図1（左）に示す。結晶成長の終了時に急冷したため、液相はSi濃度分布を保ったまま凍結されている。四角の部分の断面上でのSi濃度SIMS解析を図1（右）に示す。固相部のSi濃度は原料と同程度であり、液相部は高い。濃度比を取ることで分配係数は0.54と算出され、ゾーンリファイニング法が有効であることが示された。ゾーンリファイニング法による結晶中のSi濃度の分布のシミュレーションを図2に示す。始めのうちはゾーン中にSiが濃縮される過程を反映して結晶中のSi濃度は低いですが、ゾーンへの蓄積が進むと結晶中のSi濃度は原料に近づく。図1（右）は後者のSi濃度領域に対応する。

本研究は「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業」（経済産業省）により行われた。

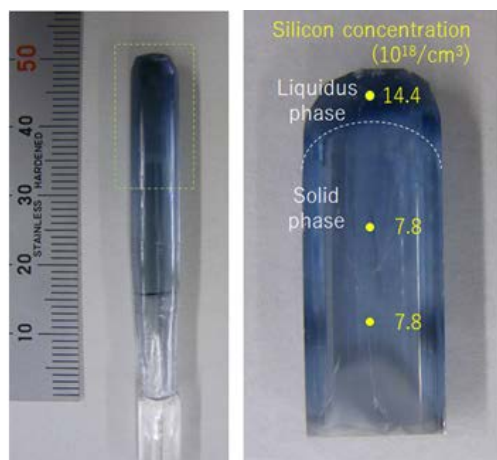


図1（左）成長結晶の写真、（右）左図の四角部分の断面のSi濃度SIMS解析

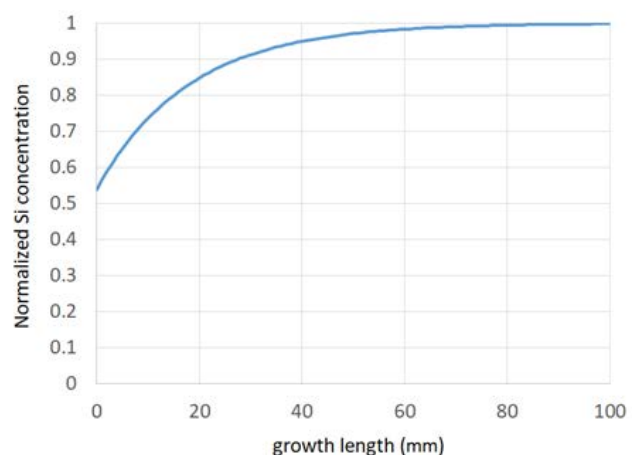


図2 成長結晶中のSi濃度分布のシミュレーション