

IR-FZ によるルチル単結晶の育成における集光位置の移動効果

Effects of Mirror-lamp System Position on Rutile Crystal Growth by IR-FZ method

山梨大院¹ ○綿打 敏司¹, 鈴木 誠斗, 長尾 雅則, 田中 功

Univ. of Yamanashi¹ ○Satoshi Watauchi¹, Masato Suzuki¹, Masanori Nagao¹, Isao Tanaka¹

E-mail: watauchi@yamanashi.ac.jp

大口径化が難しい赤外線集中加熱浮遊帯熔融(IR-FZ)法でも集中加熱法の工夫によって大口径化できると考え、大口径化に関する研究を行ってきた。シリコン単結晶の育成では、従来同一水平面内にあったランプ位置と集光位置の配置を見直し、10° 傾けたり、原料と育成結晶の回転軸上にあった集光位置を 2-6 mm 程度熔融帯表面に近づけたりすることで育成可能な結晶径を既報の 15 mm から 45 mm にまで拡大できることを示してきた[1,2]。一方、ルチル単結晶の育成では、回転楕円鏡の傾斜に伴う大口径化のみを報告したに過ぎなかった[3]。これを踏まえ、本研究では、IR-FZ 法によるルチル単結晶の育成における回転楕円鏡の集光位置移動効果について調べた。

回転楕円鏡の集光位置の移動効果は、原料棒や育成結晶径が大きいほど顕著になると期待されることから、まず、集光位置を従来の育成結晶や原料の回転軸上となる条件で、1600°C で 5 時間焼結させることで作製した原料の径を 10~17 mm の範囲で変化させ、結晶育成に利用可能な原料径の上限を調べた。その後、径が 15~16 mm の範囲でほぼ一定となるように作製した原料を用い、集光位置が原料と育成結晶の回転中心となる条件だけでなく、熔融帯表面方向に 2, 4, 6 mm 近づけた条件でも育成し、回転楕円鏡の集光位置の移動効果を調べた。原料の供給速度は、4.5~6.0 mm/h、結晶の育成速度は、4.5~5.0 mm/h の範囲でそれぞれ育成時の熔融帯の状況に応じて変化させ、それぞれが 5.0 mm/h に近づけられるように操作した。原料及び育成結晶の回転速度は、それぞれ 20 rpm, 40 rpm の条件で育成した。原料の回転数については 5 rpm の条件についても試した。

焼結後の径が 12 mm までの原料棒を用いた育成では、熔融帯が比較的安定で、育成速度が 5 mm/h に対し、原料供給速度を 6 mm/h としても育成を継続することが可能で育成結晶径は 12.4 mm に達した。これに対し、原料径が 15 mm 以上の育成では、原料径が大きくなるほど、育成中に原料と育成結晶が接触しやすくなるとともに、熔融帯の保持が次第に困難になった。17 mm の原料では、結晶育成を継続できなかった。融液ダレを防ぎつつ、この原料と育成結晶の接触を避けるために原料を上方向に定期的に移動させる必要があり、実質的な供給速度を低下させる必要があった。そのため、原料径の増加にも関わらず、育成結晶径の最大値は、13.7 mm に過ぎず、既報値と同程度であった。しかし、集光位置が熔融帯表面に近づくように移動させると、原料棒と育成結晶の接触が減少し、熔融帯が安定化され、育成結晶径を 14.9 mm まで拡大できた。原料の回転数の効果や育成に必要なランプ出力の変化については当日報告する。

[1] M. M. Hossain *et al.*, *Cryst. Growth Des.*, **14** (2014) 5117.

[2] M. M. Hossain *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **433** (2016) 24.

[3] S. Watauchi *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **360** (2011) 105.