

浮遊帯溶融法による結晶育成における赤外線集中加熱条件の効果

Effects of Infrared Convergent Conditions on Crystal Growth by Floating Zone Method

山梨大院クリスタル研 °綿打 敏司

Univ. of Yamanashi °Satoshi Watauchi

E-mail: watauchi@yamanashi.ac.jp

赤外線集中加熱(IR-FZ)法では、ハロゲンランプなどの加熱光源の波長の光を吸収する物質であれば、加熱溶融可能である。坩堝なしに結晶を育成できるため、坩堝材の混入を懸念する必要がない。更に、溶融帯中の融液組成を原料棒や育成結晶とは異なる適切な組成にすることで偏析制御が必要な分解溶融化合物単結晶も育成できるため、様々な物質の単結晶が育成されている[1]。

この IR-FZ 法で育成結晶を大口径化するには、図(a)の原料棒の断面積を大きくする必要がある。しかし、実際、大口径化を図るとシリコン結晶の育成では直径 30 mm 程度に達すると育成結晶の形状がスパイラル状となり、ルチル(TiO₂)結晶の育成では、原料径が 15 mm を超えると溶融帯の内部で生じる原料棒と育成結晶の接触と融液垂れの両方を抑制し、溶融帯を安定に保持することが困難となった。従来の IR-FZ 法で育成可能な結晶径は、このように産業利用するには小さい。

我々は、IR-FZ 法で育成できる結晶径が制約されている要因として集中加熱法にあると考えた。従来の IR-FZ 法では集中加熱位置は、加熱光源であるランプと同一水平面内にあると同時に、溶融帯の中心にあった。また、溶融帯形成に必要な集中加熱による輻射エネルギーは主に溶融帯表面近傍で吸収される。そのため、原料棒の断面積が大きくなると集光位置と輻射エネルギーを主に吸収する溶融帯表面近傍との空間的差異が大きくなり、溶融帯表面近傍が十分に集光されていない光で加熱されるようになる。また、集中加熱位置が加熱光源と同一水平面内にあることで原料と育成結晶の固液界面が溶融帯に向かって凸になる。

これらを見直し、図(b)のように輻射エネルギーを主に吸収する溶融帯表面近傍に集中加熱位置を近づけたり、図(c)のように加熱光源を傾斜させたりした。集光位置をわずか2~4 mm溶融帯表面に近づけたり、20°傾けたりすることでシリコン結晶径を40mm程度まで、ルチル結晶径を20 mm程度まで拡大することができた[2,3]。当日は一層の大口径化を達成する集光条件について紹介する。

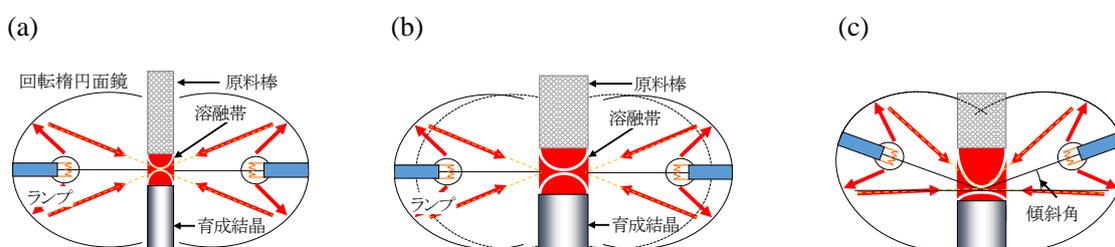


図 IR-FZ 法における集光配置模式図。(a)従来の集光配置、(b)集光位置を溶融帯表面に近傍に移動した配置。(c)光源を傾斜させた配置。

[1] S.M. Koohpayeh, D. Fort, J.S. Abell, *Prog. Cryst. Growth Charact. Mater.*, **54** 121 (2008).

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

[3] S. Watauchi *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **360** 105 (2012).