

【部門構成員】

教授：宇田 聡、 助教授：黄 新明、 助手：恒川 信、黄 晋二、 その他（事務補佐員 1名）

【研究成果】

本年は、(I)引き続きランガサイトバルク単結晶の育成とその新規応用の開発、(II)新たに電場を成長界面に印加し、界面における融液・固相間の相平衡関係の制御、結晶成長モードの変化により新規の結晶成長法を開発することを始めた。

- (1) 非コングルエントでありながら、過冷却度を適正化するとランガサイトのバルク単結晶が育成できる。ここでは、従来の引上げ法ではなく、ブリッジマン法により育成した (Ref.2)。特に、出発原料の組成を 0.1mol%の精度で調整し、最終固化物を検討することで最適育成組成を求めた。また、無線センサー、エンジンセンサーへの応用に関して、使用する結晶が持つ問題点について検討し、その解決方法を提案するにいたった (Ref.3)。
- (2) 結晶育成システムに界面電場を印加すると相平衡関係、成長ダイナミックスの両者に影響が表れる。特に相平衡に関しては、電場が融液・固相の化学ポテンシャルを修飾することを利用して、非コングルエント状態のランガサイトをコングルエント状態にすることに成功した。成果については、学会発表4件、in press の論文がある。
- (3) また、成長ダイナミックスへの影響については、溶質の移動や固液間分配に関する研究のまとめを μ -PD法により作製した Mn : LiNbO₃により行った (Ref.5)。更に電場のダイナミックスへの応用として電場による成長キネティックスのコントロールを行い、複合構造を持つ非線形光学用結晶を作製するために、まず、四ホウ酸リチウム (Li₂B₄O₇) 結晶の育成技術の完成と欠陥のキャラクタリゼーションを行った (Ref.1)。また、電場印加による四ホウ酸リチウム単結晶の対称性を周期的に変換して擬位相整合構造を作製することを試みている。現在、予備実験において、電場により、結晶対称性が右手系から左手系に変わる実験事実を得ることができ、アイデアの正しさが証明された。これに関する特許を出願した。今後は、実際の2インチ径にいたる大型バルク単結晶にてこの構造が出来ることを示していく。

1. YANO M., WATANABE N., UDA S., SHIRAISHI H., SEKINE I.
Motion of etch defects on (001) Li₂B₄O₇ single crystal wafer
Opt. Mater., 26(2004),479-482.
2. UDA S., INABA H., HARADA J., HOSHIKAWA K.
Growth of langasite via Bridgman technique along [0001], [2 $\bar{1}$ 10] and [01 $\bar{1}$ 1] for piezoelectric applications
J. Cryst. Growth, 271(2004),229-237.
3. UDA S., WANG S.Q
Langasite - New substrate material for variable piezoelectric applications
Materials Integration, 17(2004),49-54. (in Japanese)
4. KOH S., KONISHI K., SHIRAKI Y.
Small and high-density GeSiC dots stacked on buried Ge hut-clusters in Si

Physica E, 21(2004),440-444.

5. UDA S.

Chapter 2 Fundamentals of Growth Dynamics of the μ -Pulling Down Method
Fiber Crystal Growth from the Melt, T. Fukuda, P. Rudolph, S. Uda, Eds., Springer, Germany, (2004),47-88.

【研究計画】

高度情報化社会を支えているエレクトロニクス、オプトエレクトロニクスの分野でそのキーとなる機能性材料やデバイスの発達は、関連する単結晶の探索に大きく依存してきたと言っても過言ではない。本研究室は、結晶成長過程における界面現象と育成された結晶の特性の関係を明らかにするといった立場から、主として融液からの結晶成長に取り組んでいる。特に、電場、磁場、あるいは応力場といった"外場"を界面に印加したり、また、融液に対し熱処理やあるいは攪拌混合などの機械的操作を加え、結晶・融液間の自由エネルギー関係を調整することで、界面ダイナミクスを人為的に操作するといった全く新しい手法の結晶成長法を目指している。こうしたアプローチを組み合わせることにより、21世紀高度情報化社会に必要な、光学、圧電、磁性等の分野で有用な新結晶や、あるいは従来育成が困難とされていた結晶の創製を可能にしていく。

具体的には、固液界面への電場印加により次のような新しい結晶成長の研究を行う。(1)大型ラングサイト型結晶のコングルエント成長、(2)YBCOを始めとする高温酸化物超伝導体のコングルエント成長、(3)四ホウ酸リチウム単結晶の対称性の周期的変換による擬似位相整合構造の作製、(4)CZ-Si 結晶成長における Si 融液・石英るつぼ界面での反応制御、(5)CZ-Si 結晶成長界面でのドーパント偏析の制御。