

共晶体構造を有する $\text{Sr}(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}_3/(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}_2$ の微細組織と熱電特性

Microstructures and thermoelectric properties of eutectic $\text{Sr}(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}_3/(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}_2$ composites

京大院エネ科¹, 東北大 NICHe², 東北大金研³, 産総研⁴

○堀井滋¹, 横田有為², 吉川彰³, 荻野拓⁴, 土井俊哉¹

Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.², IMR, Tohoku Univ.³, AIST⁴

○S. Horii¹, Y. Yokota², A. Yoshikawa³, H. Ogino⁴, T. Doi¹

E-mail : shigeru.horii.7e@kyoto-u.ac.jp

一般に、酸化物は高温で高い熱的安定性を示すため、高い熱電性能を示す酸化物は高温廃熱を利用した廃熱発電用熱電材料として利用できる。しかし、バルク材料として実用的な無次元性能指数 $ZT(>1)$ を示す酸化物として層状コバルト酸化物[1]が挙げられるが、この p 型としての実用的熱電性能はウィスカー単結晶で実現されたものである。しかし、バルク材料で $ZT>1$ を示す酸化物系熱電変換材料はあまりなく、材料の開発やさらなる高性能化が望まれている。熱電性能の向上を実現する方法として、主に 2 つの方法が存在するとされる。一つは熱電材料である母相中にナノ粒子(ナノボイド)を分散させて熱伝導率を低減させる方法である。Ohtaki ら[2]は、 ZnO 中に 100nm オーダーのナノボイドを分散させることでこれを実現している。もう一つは熱電物質の電子系を低次元化し熱電能の向上を図る方法である。Ohta ら[3]は、 SrTiO_3 (STO)系のエピタキシャル超格子薄膜を使った 2 次元電子ガスの電子状態を実現し $ZT\sim 2.4$ が得られたと報告した。本研究では、上記のようなナノ構造を含む複合体の形成手法として共晶組成での溶融凝固で得られる共晶体構造に着目した。本手法には、バルク材が得られること、選択する 2 物質の融点よりも低温で凝固できること、溶融凝固過程の材料学的パラメータで凝固後の組織が制御できることなどの特長をもつ。すなわち、この共晶体構造は原理的には上記 2 つの熱電特性向上手法に対応できる可能性をもつ。

本研究では、マイクロ引き下げ法により、Nb ドープした STO および TiO_2 (TO)の共晶組成 (40%STO/60%TO)を利用した共晶体構造の形成を試みた。なお、STO および TO の融点はそれぞれ 2040°C、1830°Cであるの対し、これらの共晶温度は 1440°Cである。Fig. 1(a)および 1(b)に、 $\text{Sr}:\text{Ti}:\text{Nb}=20:76:4$ なるカチオン比を仕込み組成として方向凝固させた Nb:STO/Nb:TO 複合体試料の凝固方向と垂直および平行方向の断面組織を示す。EDX 組成分析より 2 つのコントラストのうち、明るい領域が STO であり、暗い領域が TO(XRD よりルチル型)であることがわかった。また、Fig. 1(a)に示すように、凝固方向に垂直の断面組織は幅 1 μm 程度のストライプ状の組織が観察され、微細化およびドット状となる凝固条件の最適化が必要であることがわかった。Fig. 1(b)より、Fig.1(a)で観察されたストライプ状の組織は凝固方向に連続的に成長していることもわかった。当日は、これらの共晶体構造をもつ Nb:STO/Nb:TO 複合体の断面組織、化学組成、熱電特性についても報告する予定である。

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構の助成を受けて行われたものである。

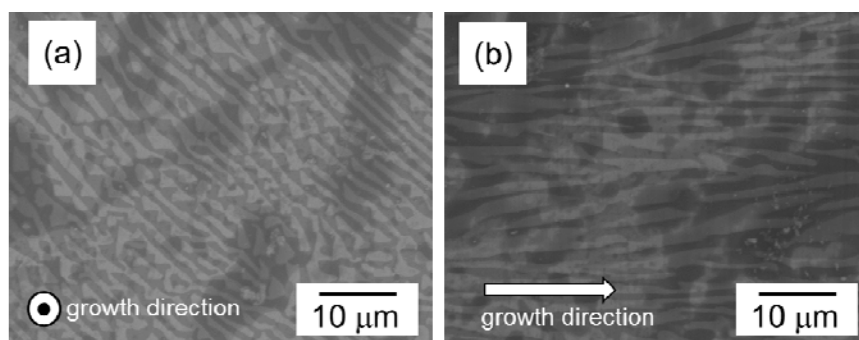


Fig. 1 Cross-sectional images (a) normal and (b) parallel to the growth direction for Nb:STO/Nb:TO composite. Nominal Nb-doping level is 5%.

参考文献

- [1] 例えば、Funahashi *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **39** (2000) L1127.
 [2] Ohtaki *et al.*, *Proc. ICT2006* (2006). [3] Ohta *et al.*, *Nat. Mater.* **6** (2007) 129.