

Title	Synthesis and Characterization of High-Dimensionally Designed Ceramic-Based Composites with Superstructure
Author(s)	山本, 陽
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45013
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	山本 陽
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18776 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質化学専攻
学位論文名	Synthesis and Charecterization of High-Dimensionally Designed Ceramic-Based Composites with Superstructure (高次に制御された超構造セラミック複合体の作製と評価)
論文審査委員	(主査) 教授 新原 皓一 (副査) 教授 甲斐 泰 教授 小松 満男 教授 町田 憲一 教授 今中 信人 教授 野島 正朋 教授 平尾 俊一 教授 大島 巧 教授 桑畑 進 教授 田川 精一

論文内容の要旨

本論文は高次に構造制御された超構造セラミック複合体の創製を目的とし、ニオブ酸リチウムにチタンなどを過剰に添加したときに現れる M 相固溶体 (一般式: $\text{Li}_{1+x}\text{Nb}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_3$, $\text{M}=\text{Ti}$ など) を対象に行った一連の研究をまとめたもので全六章から構成されている。

第一章では、本研究の背景、特に M 相固溶体の構造についてまとめ、目的及び本論文の構成について記している。

第二章では、これまでの複合材料開発の経緯・現状からその領域を結晶格子レベルに展開するための課題を提示し材料創製指針を示している。

第三章では、一般的な粉末冶金のプロセスで、超構造を持つ $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{Nb}_2\text{O}_5\cdot\text{TiO}_2$ 系多結晶体を種々の条件で作製し、その作製条件が材料の微細組織や結晶構造さらには誘電特性に及ぼす影響について検討している。多結晶体は板状粒子からなりその形状は超構造の周期と密接な関係があること、焼結条件によっては板状粒子が相分離を起こすことを明らかにしている。次いで、これらの現象は材料の誘電特性にも大きく影響を与えることを見いだしている。

第四章では、ゾルゲル法を用いた M 相固溶体原料調整プロセスを新規に確立し、これを用いて超構造を持つ薄膜材料を作製し、その構造について検討している。得られた薄膜材料は基板に対して結晶配向しており、薄膜中で超構造を配向制御して一方向にそろえることに成功している。

第五章では、単結晶合成法により作製した高次構造制御された複合結晶体の微細構造及びその成因について研究し、原子・分子レベルからミクロンメートルスケールまでの全領域で多元的に構造ならびに組成制御した材料の創製に初めて成功している。M 相組成を持つ材料を作製する場合、超構造を持つ母相結晶中にミクロンサイズの柱状結晶が自己組織的に規則配列して高次構造を形成することを新たに見いだしている。超構造と柱状粒子の間には一定の方位関係が成立していること、結晶異方性に伴う界面エネルギーの違いがこのような自己組織化高次構造を形成する主因であることなどを明らかにしている。

第六章では、本研究を総括し、主要な結果および成果についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高次に構造制御された酸化物系セラミック複合体の設計・開発および特性評価を目的としてなされたものであり、原子・分子あるいは結晶格子レベルでの構造制御により様々な構造を持つセラミック複合体の合成に成功している。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 粉末冶金的手法を用いて、チタン添加ニオブ酸リチウムからなり、超構造を持つ固溶体 (M 相固溶体) の多結晶体を種々の条件で作製し、材料の作製プロセスと微細構造関係について、さらに微細構造が電気的特性に与える影響について調べている。これらの結果から構造異方性をもつ材料の開発においては結晶方位に対する配慮が重要であることを指摘している。

(2) 上記の結果をふまえ、超構造を持つ結晶の配向制御を試み、ゾルゲル法などの手法を用いることによって、電氣的・光学的に特異な特性を持つと考えられる超構造を基板上で完全に配向させ、可視光に対して透明な膜材料の合成に成功している。

(3) M 相組成を持つ材料を単結晶化すると、格子レベルで超構造を持つ母相結晶中に、ミクロンサイズの柱状結晶が自己組織的に規則的配列して高次構造を形成することを初めて見いだしており、超構造と柱状粒子の間には一定の方位関係が常に成立していること、結晶異方性に伴う界面エネルギーの違いがこのような自己組織化高次構造を形成する主因であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、ニオブ酸リチウムにチタンなどを過剰に添加したときに現れる超構造を持つ固溶体 (M 相) について、材料の特異な異方性が構造要素にもたらす様々な効果を見いだしている。これらの知見は原子・分子レベルからミクロンメートルスケールまでの全領域で多元的に構造ならびに組成制御した材料の創製を可能とする、新たな設計指針となりうるもので、物質化学、材料工学、複合材料工学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。