

## イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究

### [1] 組織

代表者：大野智也

(北見工業大学)

対応者：鈴木 久男

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

安達 信泰 (名古屋工業大学)

荻原 隆 (福井大学)

木口 賢紀 (東北大学)

北本 仁孝 (東京工業大学)

佐伯 淳 (富山大学)

篠崎 和夫 (東京工業大学)

増田 淳 (産業技術総合研究所)

吉本 護 (東京工業大学)

入江 寛 (山梨大学)

邱 徳威 (国立台北科技大学)

水谷 惟恭 (豊橋技術科学大学)

植松 敬三 (長岡技術科学大学)

範 滄宇 (東北大学)

後藤 民浩 (群馬大学)

鈴木 久男 (静岡大学電子工学研究所)

脇谷 尚樹 (静岡大学電子工学研究所)

坂元 尚紀 (静岡大学電子工学研究所)

### [2] 研究経過

#### 【プロジェクトの概要】

本研究では、薄膜、微粒子、バルク等幅広い形態の種々の機能性セラミックスについてプロセッシングを最適化することによりイメージングデバイス応用のための卓越した機能を発現させることを目指している。セラミックス材料の中でも特に $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ (PZT)をはじめとする強誘電体材料は電子放出源としての応用などによりイメージングデバイスとしての応用が期待できるが、本研究の代表者はPZT系薄膜に対する応力印加効果によって、従来のPZT薄膜の性能をはるかに超える高い強誘電性の発現を一般的なシリコン基板上において実現している。また電子工学研究所担当教員である鈴木久男教授は上記の強誘電体薄膜に関する研究の第一人者で

あり、両者はこれまでも共同で研究を行っている。

一般的にセラミックス材料は、その合成手法(プロセッシング)によりその特性が大きく影響を受けることが知られている。特に圧電体については近年の環境意識の高まりを受けて毒性のない非鉛系の新しいセラミックスの開発が進められている。前述のとおりセラミックスはプロセッシングを制御することにより特性を大きく変化させることが可能であり、例えば、圧電体や磁性体には異方性があり、特定の方位に結晶の方位を制御することにより最高の性能を実現することが可能になる。また、単に方位を制御するのみならず、応力等の外的な要因を与えることによりその性能はさらに高めることが可能になる。そのため、上記の強誘電体材料等のデバイス応用のためにはプロセッシングに関する深い理解と幅広い知識が必要不可欠となる。

本研究では国内における種々のセラミックス研究において最先端の研究を行っている研究者(大学・国立研究所・企業等)の集うワークショップを開催する。ワークショップでは多くのセラミックスの研究者による講演を通してプロセッシングが結晶構造、微構造、ナノ構造、バンド構造やその他の物性に及ぼす影響について議論・検討を行う。またワークショップで得られた知見や技術等を元にした強誘電体薄膜等のさらなる高機能化やデバイス応用の可能性検討を行う。

#### 【研究会の趣旨】

前述の通り、セラミックスの電気的性質、磁気的性質、光学的性質、熱的性質等はバルクセラミックスやセラミックス薄膜そのものが持つ性質に加えて、その作り方(プロセッシング)によって多様に変化する。特に薄膜や微粒子といったナノセラミックスではプロセッシングの影響が顕著に表れる。バルクセラミックスにおいてもプロセッシングによってその特性を全く変えることができる。例えば、酸化アルミニウム(アルミナ)は多結晶体ではるつぼや各種セラミック容器として使われるが、単結晶にすると透光性を有するため腕時計の窓等に使われる、また、ファイバ状にすることによって断熱材としても

使われている。本共同研究では誘電体、磁性体、導電体、透光性材料など種々のセラミックスと、それらをナノ構造とした材料(薄膜や微粒子)について、メンバーの研究結果を持ち寄りプロセッシングについて系統的に検討を行う。特にプロセッシングが構造と物性に及ぼす影響を種々の観点から検討することにより、よりすぐれたセラミックス創製を目指す。具体的には、国内の研究者約10~20名が集う、セラミックスプロセッシングを主眼とした1泊2日の研究会を1回開催し、約4名の講師による講演ならびに討論を行う。参加予定メンバーには、太陽電池デバイス、光触媒、Liイオン二次電池、強誘電体、誘電体薄膜、磁性体等、セラミックス材料研究に携わる国内有数の研究者に幅広く参加を依頼する。

本研究はバルクセラミックスや薄膜の結晶構造あるいは微構造の解析と連携して進めることが必要であり、本共同研究のメンバーはそれぞれが特徴のあるセラミックス合成技術や、成膜技術、および評価技術を有しており、メンバーが作製したセラミックスや薄膜を結晶構造解析技術で解析し、情報交換することで、プロセッシングとすぐれた機能発現との関係を明らかにするとともに、その体系化を可能とする。本共同研究では各メンバーが、それぞれ得意の成膜技術をもち、それらの結果をディスカッションすることで、さらに高度な成膜研究がおこなわれる。また、電気特性評価の研究、微構造解析の研究はそれぞれ得意な機関で分担して行うが、解析と特性の関係の研究がもっとも重要である。

#### 【研究会開催状況】

平成25年度 プロセス研究会  
～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～  
(静岡大学電子工学研究所共同研究プロジェクト)

開催日 : 平成26年1月8日(水)  
講演場所 : 静岡大学 工学部 3号館 109室  
時間 : 13:30~17:00

講演:

1. 水谷 惟恭 先生(豊橋技術科学大学)  
題目: 選択と集中、情熱と気概
  2. 後藤 民浩 先生(群馬大学)  
題目: SnS 半導体薄膜の作製とギャップ内準位評価
  3. 邱 徳威 先生(台北科技大学)  
題目: バッファ層によるVO<sub>2</sub>薄膜の配向制御
  4. 坂元 尚紀 (静岡大学)  
題目: 大気圧ハライドCVD法によるフラワー状/柱状窒化インジウムの成長
- 参加者:(講演者を除く)  
植松敬三(長岡技術科学大学)  
増田 淳(産業技術総合研究所)

木口賢紀(東北大学)  
範 滄宇(東北大学)  
鈴木 久男(静岡大学電子工学研究所)  
脇谷 尚樹(静岡大学電子工学研究所)  
参加者数 全10名

#### [3] 成果

##### (3-1) 研究成果

イメージングデバイス応用に向けた、卓越した機能を有するセラミックプロセッシング技術を中心とし、広くセラミックスに関わる多くの研究者が集う研究会を初めて開催した。本研究会は研究対象(材料・応用)を幅広く設定し、セラミックス材料を扱う研究者を対象とした研究会であり、本年度は国内のみならず海外からも研究者を招聘して開催された。研究会では大変熱のこもった議論がなされ、予定時間を超過するほどであった。お互いに情報交換することにより、研究の幅が広がった・新しい知見を得られた、などの意見があり、大変有意義な研究会となった。また一泊二日の研究会としたことにより、単なる情報交換の場に留まらず研究者同士の親密な交流の機会となった。

##### (3-2) 波及効果と発展性など

これまで各組織が個別に有していた優れたセラミック創成技術、成膜技術、解析技術等を、互いに技術交流あるいはサンプルの交換作成などにより今後はさらに優れた試料の合成とイメージングデバイスへの応用に発展することが期待される。また参加者間の協力による新たな研究成果も得られつつある。研究会の参加者にも大変好評であることから、今後も研究会の開催及び共同利用研究として継続させ、学外研究者との交流、研究者ネットワークの拡大、新研究領域の開拓や実質的な共同研究などにつなげていきたい。

#### [4] 成果資料

(1) "Micro/Crystal structure analysis of CSD derived porous LaNiO<sub>3</sub> electrode films", N. SAKAMOTO, K. OZAWA, T. OHNO, T. KIGUCHI, T. MATSUDA, T. KONNO, N. WAKIYA and H. SUZUKI, Journal of the Ceramic Society of Japan, 121 [8] 619-622 (2013).

(2) "TEM study for self orientated LaNiO<sub>3</sub> film along [100]", N. Sakamoto, K. Ozawa, K. Murakoshi, T. Ohno, T. Kiguchi, T. Matsuda, T. Konno, N. Wakiya and H. Suzuki, Key Engineering Mater. 582 (2014) 185-188.

## 出張報告

氏名：邱 徳威

所属：国立台北科技大学

期間：平成26年1月7日～10日

用務先：静岡大学電子工学研究所（1月7日～8日）、東京工業大学大岡山キャンパス（1月9日～10日）

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）および研究打ち合わせ（東京工業大学）

主たる対応者：鈴木久男

氏名：大野智也

所属：北見工業大学

期間：平成26年1月7日～10日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）および研究打ち合わせ

主たる対応者：鈴木久男

氏名：増田淳

所属：産業技術総合研究所

期間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男

氏名：水谷惟恭

所属：豊橋技術科学大学

期間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男

氏名：植松敬三

所属：長岡技術科学大学

期間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男

氏 名：木口賢紀

所 属：東北大学

期 間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男

氏 名：範 滄宇

所 属：東北大学

期 間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男

氏 名：後藤民浩

所 属：群馬大学

期 間：平成26年1月8日～9日

用務先：静岡大学電子工学研究所

用務内容：電子工学研究所研究集会参加（平成25年度 プロセス研究会 ～イメージングデバイス応用に向けた卓越した機能を有するセラミックプロセッシングに関する研究～）

主たる対応者：鈴木久男