

The background is a complex, abstract composition of glowing lines and circles in shades of blue, purple, and red. A bright white light source in the upper left creates a lens flare effect. Several thin, curved lines intersect across the frame, with small circular nodes at their intersections. Some nodes are larger and more prominent, while others are smaller. The overall aesthetic is futuristic and scientific.

北見工業大学 機器分析センター一年報

Annual Report of Instrumental Analysis Center,
Kitami Institute of Technology, Vol.11,2013

第11号

北見工業大学 機器分析センター年報 第11号

(2013年3月)

目 次

- ◆ 巻 頭 言 機器分析センター長 堀 内 淳 一

- ◆ 研究紹介
「Si基板上の強誘電体薄膜の結晶歪制御技術の開発」
マテリアル工学科 大 野 智 也 1

- ◆ 共同利用機器の紹介
「NMR（核磁気共鳴）装置」
技 術 部 松 田 弘 喜 6

- ◆ 利用実績 7
- ◆ 設置機器類 21

- ◆ 編集後記 23

巻 頭 言

機器分析センター長 堀 内 淳 一

関係各位のご協力により、機器分析センターは本年度も学内外の教育研究に大きな貢献を果たすことができました。改めまして運営にご協力をいただいた皆様に感謝申し上げます。

本年度から本学では戦略的研究のより一層の推進を目指し、北見工業大学研究推進機構を新たに設置し、本センターは研究推進機構内の研究支援本部機器分析センターとして位置づけられました。機器分析の面から全学の教員の研究支援を行う本センターの基本的ミッションに変わりはありませんが、今後更に大学の戦略的研究推進にも貢献できるよう努めていきたいと思っています。

本年度センターには、新たに「核磁気共鳴分光分析装置 ECA-600型」、「ゼータ電位粒径測定システム」、「昇温脱離スペクトル解析装置」、「高速細孔分布・比表面積測定装置」等が導入されました。ユーザーの皆様には、是非積極的なご利用をお願い致します。

また昨年度導入いたしました機器利用システムも順調に運用をしております。このシステムの導入により機器予約業務の簡素化や機器の効率的利用が大きく促進しました。

今後も皆様のご協力を賜り、円滑なセンター運営を心掛けていきたいと考えております。どうぞよろしくお願い申し上げます。

Si 基板上の強誘電体薄膜の結晶歪制御技術の開発

マテリアル工学科 大野 智也

1. はじめに

強誘電体材料は、不揮発性メモリー (FeRAM)、マイクロアクチュエーター、各種センサーなど、様々なデバイスに応用されている材料であり、これらデバイスには薄膜としての形態で実装されている。一般的に薄膜の電気特性は、バルク体や単結晶の値と大きく異なることが知られており、結晶径、配向性、微構造、結晶歪などさまざまな因子により影響を受ける。近年、これら各因子の中で結晶歪による影響が注目されており、適切な基板を選択することで、薄膜の結晶歪を制御し、単結晶以上の電気特性を発現させた報告例も存在する¹⁾。しかしこれらの報告では、電気特性を向上させるためには圧縮方向の結晶歪を薄膜に印加しなければならず、この実現のためには比較的熱膨張係数の大きな単結晶基板を用いる必要がある。これに対し、一般的にデバイスに実装している安価な Si 基板を使用した場合、Si 基板の熱膨張係数は強誘電体材料に対して非常に小さいため、Si 基板上の強誘電体薄膜には引っ張り方向の応力が印加され、これによる引っ張り歪により、特性が低下する事が指摘されている。そのため、これまで Si 基板上の強誘電体薄膜の歪制御に関する研究では、この引っ張り方向の応力を緩和するための方法が盛んに調査されてきた²⁾。

2. 本研究グループの取り組み

著者等の研究グループは、これら結晶歪制御技術をデバイス設計に適用可能なレベルにするためには、Si 基板上で圧縮方向の応力を印加する技術を開発する必要があると考えてきた。このためには、1. Si 基板からの引っ張り方向の応力緩和、2. より大きな圧縮方向の応力印加方法の検討、の 2 点の解決が必要となる。そこで著者等は、Si 基板上に熱膨張係数が大きな導電体材料を、応力緩和が可能なポアラスな構造を有する形で積層すればこれらの課題を解決出来ると考えた。これらの条件を満たす材料には、酸化物導電体である LaNiO_3 や $\text{La}(\text{Sr},\text{Co})\text{O}_3$ などが挙げられる。また、液相法でこれらの材料を作製する場合、熱処理条件を検討する事で薄膜の微構造を制御する事が出来る。これらの考えを基に、液相法により作製したポアラスな LNO 層を Si 基板からの応力緩和層として利用することで、Si 基板上の PZT 薄膜に特性向上が期待出来る圧縮応力の印加に初めて成功した³⁾。また、本技術を開発する過程で、液相法により

作製する薄膜の残留応力発生のメカニズムは、一般的に報告されている気相法で作製した薄膜でのメカニズムと異なることも確認できた⁴⁾。さらに、これらの基礎研究で得られた成果を応用することで、より大きな圧縮応力をSi基板上の強誘電体薄膜に印加する方法^{5), 6)} や、非鉛系強誘電体薄膜に対しての応用^{7), 8)}、緩和型強誘電体薄膜への本技術の応用⁹⁾ についても報告している。

3. 応力制御用バッファ層の設計と作製

薄膜の結晶歪は、式1で示した応力 (σ_{total}) により発生することが知られている。

$$\sigma_{total} = \sigma_{lattice\ misfit} + \sigma_{thermal} + \sigma_{phase\ transition} \quad (1)$$

ここで、 $\sigma_{lattice\ misfit}$ は基板と薄膜の格子定数の違いに起因する応力、 $\sigma_{thermal}$ は基板と薄膜の熱膨張係数の違いに起因する応力、 $\sigma_{phase\ transition}$ は薄膜の焼成時における結晶相転移によるセルボリュームの変化に起因する応力をそれぞれ示している。しかし $\sigma_{lattice\ misfit}$ は、膜厚10nm以下で積層欠陥などにより完全に緩和してしまうことが理論的¹⁰⁾ にも実験的¹¹⁾ にも報告されており、液相膜においては無視する事が出来る因子となる。また、 $\sigma_{phase\ transition}$ は使用する材料により決定されてしまうため、結晶歪を制御するためには $\sigma_{thermal}$ を制御する必要がある。すなわち前述したように、強誘電体薄膜よりも熱膨張係数の大きな材料の上に薄膜を積層すると、理論的には強誘電体薄膜に対して特性向上が

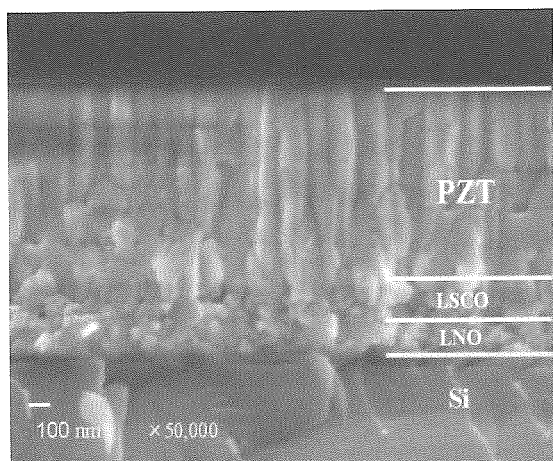


図1 Si基板上に積層したPZT/LSCO/LNO構造の断面SEM写真

期待できる圧縮応力を印加することが出来る。また基板と薄膜の熱膨張係数差が大きければ大きいほど、強誘電体薄膜に対して圧縮応力を印加する事が出来るため、著者等はSi基板直上にSi基板からの熱応力を緩和出来るポアラスな構造を有するLaNiO₃層、その上に更に熱膨張係数が大きく強誘電体薄膜に対して効果的に応力印加が可能な緻密な構造を有するLa(Sr,Co)O₃層の二段

階のバッファ層を有する積層構造を応力制御用にデザインし、液相法により積層した。図1に実際に液相法により作製した積層構造の断面SEM観察像を紹介する。目的どおり、ポアラスなLNO層と緻密なLSCO層のダブルバッファ層上に強誘電体薄膜であるPZT層を液相法により作製する事に成功した。

4. 薄膜の結晶歪み測定について

著者等の研究グループは以前より薄膜の結晶歪の評価方法として、ラマン分光法¹²⁻¹⁴⁾、XRD回折法³⁻⁷⁾、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いた微小領域の

電子線回折パターン (SAEDパターン) の解析による格子定数の精密解析⁸⁾ について報告してきた。その一例としてXRD回折を用いて評価した薄膜の結晶歪測定とTEMのSAEDパターンより評価した結晶歪測定の結果を紹介する。図2は、あおり角 (Ψ 軸) を変化させて測定したPZT (002) 面のピーク位置の変化を示している。あおり角が大きくなるにつれて (002) 面のピーク位置が高角度側にシフトしていることが確認でき、この結果は、作製した薄膜に圧縮方向の歪が存在することを示している。すなわち、これまでSi基板上の強誘電体薄膜には圧縮方向の残留応力を印加する事は難しいとされてきたが、我々がデザインした応力制御層を用いる事で、これが可能となった事を示している。さらに、図3

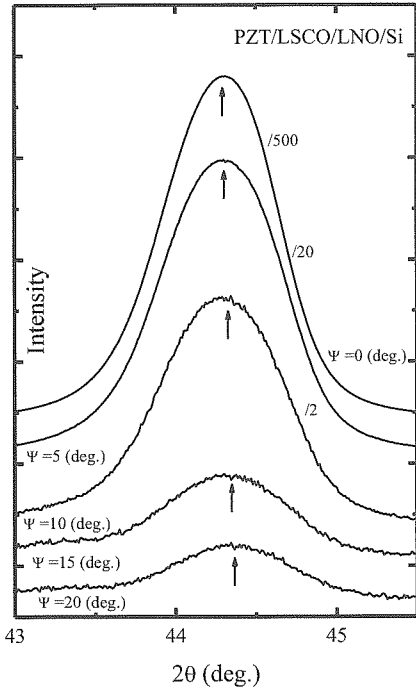


図2 Ψ 角を変化させて測定したPZT/LSCO/LNO/SiにおけるPZT (002) 面のピークシフト

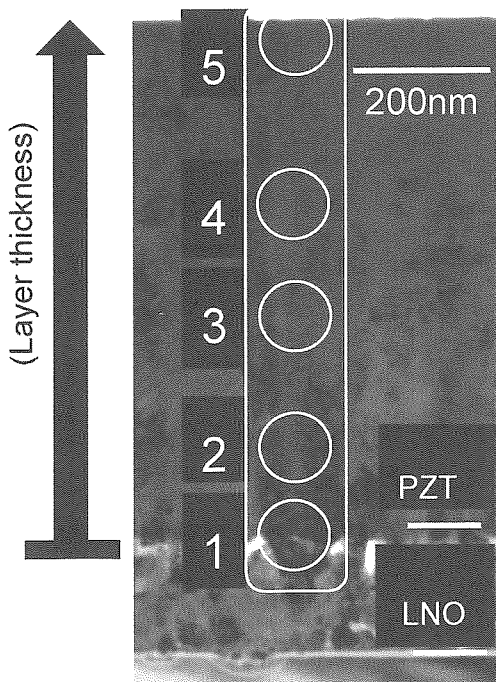
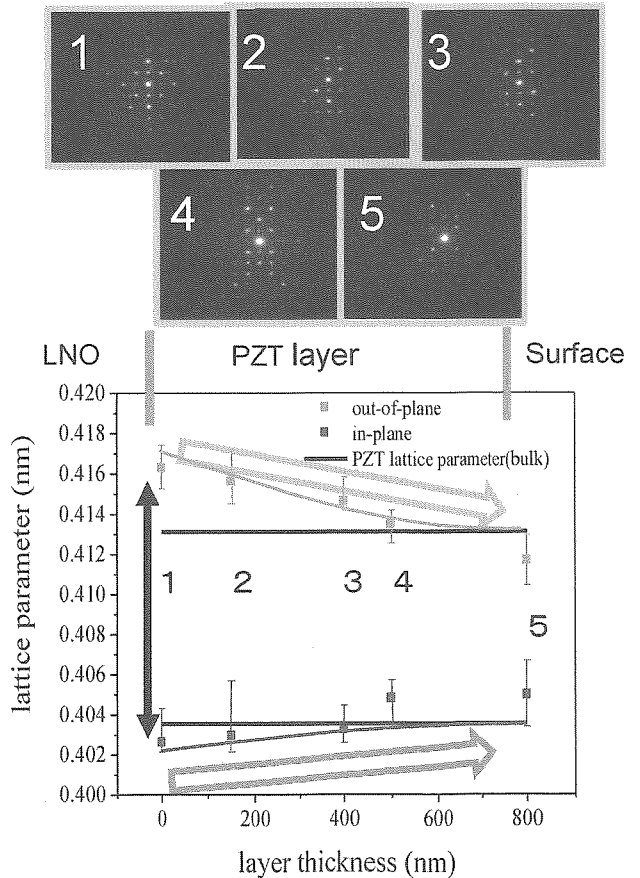


図3 LNO上のPZT薄膜の断面TEM観察像と各位置におけるSAEDパターン及び解析結果



にTEMのSAEDパターン及びそれらの解析から得られた、薄膜の面内及び面外の精密な格子定数の膜厚方向への変化を示す。SAEDパターンの解析から、面外方向の格子定数はLNOとの界面において、バルク体として報告されている格子定数よりも伸張しており、かつ面内方向の格子定数はバルク体と比較して収縮している様子が確認出来た。これは透過型電子顕微鏡による格子の直接観察からもPZT薄膜に対して圧縮方向の歪が存在していることを示しており、LNO層との界面において最大の歪が存在し、膜の面外方向に対して歪が緩和している事を示唆している。

5. 結晶歪による電気特性への影響について

分極軸方向に結晶を選択配向させた薄膜に対して圧縮応力を印加した場合、分極軸が伸びることで単結晶以上の強誘電特性が発現することが単結晶基板を用いた実験結果¹⁾などから明らかにされている。我々の研究グループでは安価なSi基板上で単結晶基板を用いた場合と同様に圧縮応力を強誘電体薄膜に印加することに成功したため、この圧縮歪によって単結晶基板の場合と同様に

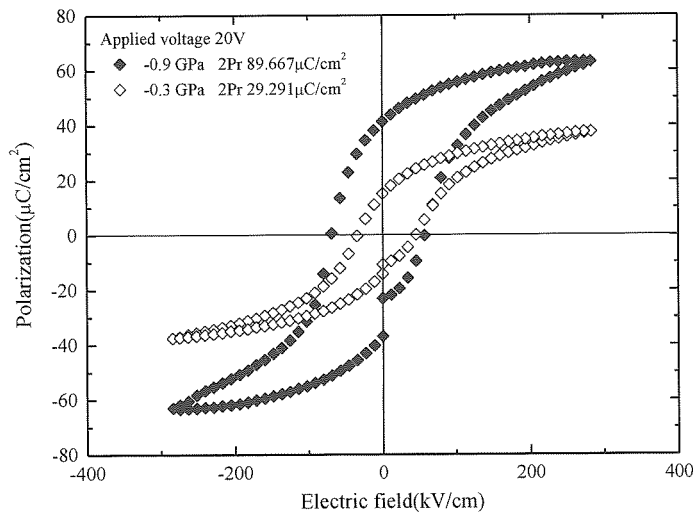


図4 残留応力状態が異なる PZT薄膜の P-Eヒステリシスループ

が大幅に向上している様子を確認出来た。これは、これまで単結晶基板を用いた基礎研究と同様の傾向を示しており、これらの研究成果から、実用的技術として提案可能なSi基板上での強誘電体薄膜の結晶歪制御技術の開発に成功したと考えられる。また、圧電特性や誘電特性に対する結晶歪の影響についての調査も既に行なっており、とくに圧電特性に対して、今回開発した結晶歪制御技術が非常に有効であることを確認している。

特性向上が見られるか実際に電気特性を評価することで確認した。今回紹介する結果は、最も高い強誘電特性が期待できるMPB組成（正方晶と菱面体晶の結晶相境界）のPZT薄膜を用いているため、PZT単結晶の値との比較は出来ないが（図4）（結晶相境界のため単結晶が存在しない）、圧縮応力が増加することで、残留分極値（Pr）

6. 今後の展開

これまで、単結晶基板を用いなければならなかったため、結晶歪制御は実用的ではない技術とされてきたが、今回著者が紹介したようにSi基板上でも結

晶歪制御が可能であることから、今後この種の手法による新たなデバイス設計が行われると考えられる。また、非鉛強誘電体材料はPZTに匹敵する電気特性を発現しないため、環境負荷の問題が存在してもPZTが使用されてきたが、今回紹介したような歪制御技術により単結晶以上の特性が非鉛強誘電体材料でも発現するようになれば、将来的にはPZTに匹敵する非鉛系強誘電体材料の開発に成功する可能性もあり、新たな材料探索の一つの手法として本技術が使用されていくと考えられる。

参考文献

- 1) K. J. Choi *et al.* Science, 306, 1005 (2004)
- 2) Fujito *et al.* Jpn. J. Appl. Phys., 44,6900 (2005)
- 3) T. Ohno *et al.*, J. Ceram. Soc. Jpn., 117,1089 (2009)
- 4) T. Ohno *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 47, 7514 (2008)
- 5) T. Ohno *et al.*, Mater. Lett., 64, 1742 (2010)
- 6) T. Ohno *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 51, 09LA13 (2012)
- 7) T. Ohno *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 49, 09MA11 (2010)
- 8) K. Fukamachi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 50, 09NA03 (2011)
- 9) T. Ohno *et al.*, Mater, Sci. Eng., 30, 012002 (2012)
- 10) T. Tybell *et al.*, Appl. Phys. Lett., 75, 856 (1999)
- 11) K. Aoyagi *et al.*, Mater. Sci. Eng. B, 177, 528 (2012)
- 12) T. Ohno *et al.*, J. Euro. Ceram. Soc., 24,1005 (2004)
- 13) T. Ohno *et al.*, J. Ceram. International, 30, 1487 (2004)
- 14) T. Ohno *et al.*, Ferroelectrics, 370, 119 (2008)

「NMR（核磁気共鳴）装置」

技術部 松田 弘喜

1. はじめに

機器分析センター1階には、NMR（Nuclear Magnetic Resonance：核磁気共鳴）装置が設置されている。

NMR装置は物質の分子構造を原子レベルで解析するために、先端的な科学技術分野で活用される計測機器である。この装置は、有機化合物および高分子材料の分析に威力を発揮し、製薬・バイオ・食品・化学といった分野で活用されている。また、液体クロマトグラフや質量分析計が使われている製薬および食品の品質管理分野の公定法にも、容易で精度の高い定量法を持つNMR装置が代替採用されていくことなどが大いに期待されている。

2. 測定原理

原子核の中には磁気モーメントを持つものがあり、これは磁性核と呼ばれる。磁性核は磁場と平行か逆平行かのいずれかに配向する（量子化）。エネルギーの高低から考えると、磁場と逆方向の核の方が磁場に逆らっているために、わずかにエネルギーは高い。その結果、高いエネルギーを持つ核の数は、わずかに少なくなる。結局、無数の核がわずかな差をもって分配される（ゼーマン分裂）。

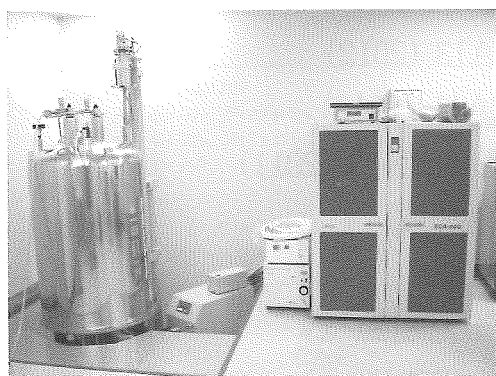


図1 ECA-600（核磁気共鳴装置室）

そこで、このエネルギー差に相当するエネルギー（電磁波）を与えてやれば、下のエネルギー準位にあるわずかに過剰の核は、共鳴現象により上のエネルギー準位に跳ね上がることができる。このエネルギー（ゼーマンエネルギー）として、ラジオ波領域の周波数をもった電磁波が使われる。そして、この電磁波を止めると核は最初の状態に戻る。このエネルギーの吸収、放出

課程を見ているのがNMR法である。

3. 装置の概要

機器分析センターでは日本電子株式会社製のJNMECX400及びJNM-ECA600の2台のNMR装置を管理している。どちらの装置も超伝導マグネット・ヘッド・アンプシャーシ・分光計コンソール・データシステムで構成されており、溶液NMRでは ^1H 、 ^{13}C の他に ^{31}P 、 ^{19}F などの多核測定が行える。また、優れた拡張性により、固体NMR、高磁場拡散測定などへの応用が可能となっている。さらに今年度導入されたECA-600では、液体窒素自動供給装置、オートチューニングユニットが装備されている。



図2 ECX-400（第2 機器室）

平成24年度 X線解析装置および蛍光X線分析装置を用いて得られた研究成一覧

【研究論文】

N. Li, Y. Abe, M. Kawamura, K. H. Kim, T. Suzuki

valuation of ion conductivity of ZrO_2 thin films prepared by reactive sputtering in O_2 , H_2O , and $H_2O+H_2O_2$ mixed gas

Thin Solid Films 520 5137

2012

T. Ohno, M. Ishiduka, T. Arai, H. Yanagida, T. Matsuda, N. Sakamoto, N. Wakiya and H. Suzuki

Strain-Induced Electrical Properties of Lead Zirconate Titanate Thin Films on a Si wafer with Controlled Oxide Electrode Structure

Jpn. J. Appl. Phys. 51 09LA13

2012

Kyung Ho Kima, Chiaki Takahashia, Takashi Okubob, Yoshio Abea, Midori Kawamura

Influence of NiO anode buffer layer prepared by solution on performance of bulk-heterojunction solar cells

Applied Surface Science 7809

2012

K. Ozawa, M. Ishizuka, N. Sakamoto, T. Ohno, T. Kiguchi, T. Matsuda, T. Konno, N. Wakiya and H. Suzuki
TEM microstructure analysis for Compressively Stressed PZT Thin Films by CSD derived LNO bottom electrodes

Functional Mater. Lett. 5 1260016

2012

T. Ohno, Y. Gotoh, N. Sakamoto, N. Wakiya, T. Kiguchi, T. Matsuda and H. Suzuki

Low temperature processing of alkoxide derived PMN thin films

Mater. Sci. Eng. 30 12002

2012

鯉野翔伍, 李慶武, 阿部良夫, 川村みどり, 金敬鎬

Zrを添加した水酸化Co薄膜の作製とそのエレクトロクロミック特性の評価

第73回応用物理学学術講演会

2012

石田哲也, 早川博, 中山恵介, 岡田知也, 丸谷靖幸, 駒井克昭, 堀田伸之, 藤井博司, 加藤淳子

元素分析による細粒土砂輸送割合の推定方法開発

土木学会論文集B1 (水工学) 68 637-642

2012

T. Ohno, Y. Gotoh, N. Sakamoto, N. Wakiya, T. Kiguchi, T. Matsuda and H. Suzuki

Low temperature processing of alkoxide derived PMN thin films

Mater. Sci. Eng. 30 12002

2012

T. Ohno, T. Sugiura, S. Watanabe, H. Suzuki and T. Matsuda

Preparation of barium titanate hollow particle by two-step chemical solution deposition

J. Ceram. Soc. Jpn. 121 80-83

2013

Y. Suzuki, H. Fu, Y. Abe, M. Kawamura

Effects of substrate temperature on structure and mechanical properties of sputter deposited fluorocarbon thin films

Vacuum 87 218

2013

N. Ohtsu, S. Hiromoto, M. Yamane, K. Satoh, M. Tomozawa

Chemical and crystallographic characterizations of hydroxyapatite- and octacalcium phosphate-coatings on magnesium synthesized by chemical solution deposition using XPS and XRD

Surface and Coatings Technology 218 114-118

2013

【学会発表】

Y. Abe, A. Hosokawa, M. Kawamura, K. H. Kim

Effects of heat treatment on electrochromic properties of sputter deposited NiOOH thin films

10th International Meeting on Electrochromism

2012

- Y. Abe
Sputter deposition of electrochromic hydroxide thin films for smart windows
International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials 2012
- H. Yanagida, M. Ishizuka, T. Arai, T. Matsuda, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki and T. Ohno
Effect of the Residual Stress in Alkoxide Derived PZT Thin Films on the Shift of Morphotropic Boundary Phase
The 29th International Korea- Japan Seminar on Ceramics 55-56 2012
- Kyung Ho Kim, Takashi Okubo, Misato Suzuki, Yoshio Abe, Midori Kawamura
Characterization of dye sensitized solar cells with various counter electrodes
The 12th International Meeting on Information Display (IMID) 2012
- 東藤亮佑, 細川亮, 阿部良夫, 川村みどり, 金敬鎬
基板温度を変えて作製したWO₃薄膜の水溶液電解質中におけるエレクトロクロミック特性
第73回応用物理学会学術講演会 2012
- 東藤亮佑, 阿部良夫, 川村みどり, 金敬鎬
pHを変化させた水溶液電荷質中におけるWO₃薄膜のエレクトロクロミック特性
電気化学会北海道支部第18回若手研究者交流会 2012
- 平賀啓二郎
セラミックスにおける低温・高速超塑性の可能性
日本セラミックス協会2012年秋季シンポジウム 2012
- 平賀啓二郎
High-Strain-Rate Superplasticity in Ytria-Stabilized Tetragonal Zirconia (Y-TZP) with and without Cation Doping
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications 2012
- Kyung Ho Kim, Takuya Inoue, Yoshio Abe, Midori Kawamura
Effects of Ti nano-layer on performance of TiO₂ based dye sensitized solar cells
International Union of Materials Research Society-International Conference in Asia (IUMRS-ICA) 2012
- 李宁, 宇金敬鎬, 阿部良夫, 川村みどり
熱処理温度のよるZnO薄膜の物性の変化
第60回応用物理学会春期学術講演会 2013
- 【博士前期課程論文】
西本康祐
低温スパッタ法による各種固体電解質薄膜の作製とそのイオン伝導性の比較
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- FU HAOJIE
フルオロカーボン薄膜の分子構造と密着性に及ぼすスパッタガス組成の影響
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 清野立
極薄金属表面層を用いたAg薄膜の凝集抑制効果
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 菅野裕隆
陽極酸化可視応答性窒素ドーブTiO₂皮膜の環境浄化性能
北見工業大学博士前期課程論文 2013

- 澤田佑弥
低温電解液陽極酸化法を利用した環境浄化用TiO₂皮膜の創製
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 【卒業論文】
- NIE HONGPENG
NiOOH薄膜のエレクトロクロミック特性に対するZrO₂添加の影響
北見工業大学卒業論文 2013
- 印藤祐一
スピネル分散型正方晶ジルコニアの合成と超塑性特性
北見工業大学卒業論文 2013
- 福西康平
SiO₂を分散ドーピングした正方晶ジルコニアの高ひずみ速度超塑性
北見工業大学卒業論文 2013
- 池田貢
高湿度環境下における金属腐食分析及び防錆対策
北見工業大学卒業論文 2013
- 荒井亜梨沙
セルロース/アミン/無機塩溶液から再生される固体セルロースの特異な性質
北見工業大学卒業論文 2013
- 紙谷有輝
酸化チタン薄膜の構造および電気特性に与える基板温度の影響
北見工業大学卒業論文 2013
- 近藤翔一
TiおよびGeをドーピングした微細粒ジルコニアの高ひずみ速度超塑性
北見工業大学卒業論文 2013
- 岩動聖也
元素分析及安定同位体比を用いた知床羅臼川流域における栄養塩循環機構の解明
北見工業大学卒業論文 2013
- 柳田若奈
スパッタリング法で作製したIZO膜の光学的・電気的特性の評価
北見工業大学卒業論文 2013
- 廣瀬友美
環境試験前後における有機単分子膜修飾したAg薄膜の特性変化
北見工業大学卒業論文 2013
- HUANG YUEXIN
PEN基板上に作製したAg薄膜の光学的・電気的特性の評価
北見工業大学卒業論文 2013
- 谷村育俊
スラリー埋没加熱処理を利用した次世代ジルコニウムインプラントへの骨形成性能の付与
北見工業大学卒業論文 2013

【科学研究費補助金研究】

大津直史

難剥離性極薄アパタイト皮膜チタン材料製造のための新表面処理技術の確立
基盤研究 (C)

2012

【その他】

平賀啓二郎

超塑性セラミックス

耐火物 vol.6 No.2 58-64

2013

平成24年度 ガスクロマトグラフ質量分析装置を用いて得られた研究成果一覧

【研究論文】

- Sogabe, Y.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.
Synthesis of Aryl Triolborates via Nickel-Catalyzed Borylation of Aryl Halides with 5-(t-Butyldimethylsilyloxymethyl)-5-methyl-1,3,2-dioxaborinane
Synthesis 44 1233-1236 2012
- Murata, M.
Transition-Metal-Catalyzed Borylation of Organic Halides with Hydroboranes
Heterocycles 85 1795-1819 2012
- Murata, M.; Sogabe, Y.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.
Nickel-Catalyzed Borylation of Aryl Halides with 4,4,6-Trimethyl-1,3,2-dioxaborinane
Heterocycles 86 133-138 2012
- Sakurai, T.; Matsuoka, Y.; Hanataka, T.; Fukuyama, N.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.
Ruthenium-Catalyzed Ortho-Selective Aromatic C-H Silylation: Acceptorless Dehydrogenative Coupling of Hydrosilanes
Chem. Lett. 41 374-376 2012

【学会発表】

- 鈴木博之, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ヒドロシランを用いた脂肪族オキサゾリンの分子間脱水素ケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 奥山道弘, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ベンゾジアザボロールを用いた芳香族ヨウ化物のパラジウム触媒ホウ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 山口裕也, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
トリエトキシシランによる芳香族臭化物のパラジウム触媒ケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 鈴木康平, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
オキサゾリル基近傍に位置するベンジル位炭素-水素結合のケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 岡田真育, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ルテニウム触媒による芳香族アルジミンのオルト位選択的C-Hホウ素化
日本化学会第93春季年会(2013) 2013
- 高田耕輔, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ルテニウム触媒によるベンズアミド類のオルト位選択的C-Hケイ素化
日本化学会第93春季年会(2013) 2013

【博士前期課程論文】

- 佐々木遥都
ヒドロシランによるC-XおよびC-Hシリル化を経たジベンゾシロールの合成
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 曾我部瑤介
ニッケル触媒による種々のボランと芳香族ハロゲン化物とのクロスカップリング反応
北見工業大学博士前期課程論文 2013

【卒業論文】

高田耕輔

ルテニウム触媒によるベンズアミド類のオルト位選択的ケイ素化の反応機構に関する検討
北見工業大学卒業論文

2013

岡田真育

ルテニウム触媒による芳香族アルジミンのオルト位選択的ホウ素化とその反応機構の検討
北見工業大学卒業論文

2013

【共同研究】

村田美樹

美幌町における下水汚泥・放流水中の微量成分の長期モニタリングに関する研究
美幌町

2012

南尚嗣

北見市における下水汚泥及び放流水のモニタリング調査研究
北見市企業局

2012

南尚嗣

紋別市における下水汚泥・放流水中の有害微量成分の定量に関する長期的研究
紋別市

2012

高橋信夫

斜里町における環境試料（下水汚泥・放流水）中の微量環境有害成分の定量に関する長期的研究
斜里町

2012

【科学研究費補助金研究】

村田美樹

ホウ素－水素結合活性化に基づく直截的ホウ素基導入反応の反応制御とその応用
基盤研究(C) 課題番号 23550113

2012

【その他】

NPO 法人日本VOC測定協会（高井和紀ほか）

室内VOC測定結果報告書

日本VOC測定協会 日本VOC測定協会資料, 32件分

2012

平成24年度 核磁気共鳴分光分析装置を用いて得られた研究成果一覧

【研究論文】

- Murata, M.; Sogabe, Y.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.
Nickel-Catalyzed Borylation of Aryl Halides with 4,4,6-Trimethyl-1,3,2-dioxaborinane
Heterocycles 86 133-138 2012
- Murata, M.
Transition-Metal-Catalyzed Borylation of Organic Halides with Hydroboranes
Heterocycles 85 1795-1819 2012
- Sogabe, Y.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.
Synthesis of Aryl Triolborates via Nickel-Catalyzed Borylation of Aryl Halides with 5-(*t*-Butyldimethylsilyloxymethyl)-5-methyl-1,3,2-dioxaborinane
Synthesis 44 1233-1236 2012
- T. Suzuki, K. Suzuki, K. Hattori, N. Okazaki, Y. Saito, H. Kita, and H. Tamai
Liquid Phase Absorption of Dyes and Dextrans by Crystallized Mesoporous Wood Carbon Obtained by Nickel-Catalyzed Carbonization of Larch at 900 °C
Wood Carbonization Res. 9 21-29 2012
- K. Hattori and T. Yoshida
Synthesis of a New 2-Amino-glycan, Poly-(1→6)- α -D-mannosamine, by Ring-Opening Polymerization of 1,6-Anhydro-mannosamine Derivatives
J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem. 50 4524-4531 2012
- Watanabe, S.*; Wakino, A.; Namikoshi, T.; Murata, M.
Preparation of aliphatic polypyromellitimide particles by polycondensation of nylon-salt-type monomers derived from aliphatic diamines with diethyl pyromellitate in ethylene glycol
High Perform. Polym. 24 710-716 2012
- Sakurai, T.; Matsuoka, Y.; Hanataka, T.; Fukuyama, N.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.
Ruthenium-Catalyzed Ortho-Selective Aromatic C-H Silylation: Acceptorless Dehydrogenative Coupling of Hydrosilanes
Chem. Lett. 41 374-376 2012
- 【学会発表】
- 山口裕也, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
リエトキシシランによる芳香族臭化物のパラジウム触媒ケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 本田博也, 白川和哉, 沖本光宏, 星雅之
アリールボロン酸からアリールトリブチルスタンナンの調製
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 (旭川) 2012
- 定仙考弘, 白川和哉, 沖本光宏, 星雅之
陽イオン交換樹脂を用いたアルキンの水和反応
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 (旭川) 2012
- 宮脇峻亮, 白川和哉, 沖本光宏, 星雅之
末端共役 (E)-エンインと種々の置換基を有するベンジルアジドとの [3+2] 環化付加反応
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 (旭川) 2012
- 鈴木博之, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ヒドロシランを用いた脂肪族オキサゾリンの分子間脱水素ケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012

- 鈴木康平, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
オキサゾリル基近傍に位置するベンジル位炭素-水素結合のケイ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 奥山道弘, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ベンゾジアザポロールを用いた芳香族ヨウ化物のパラジウム触媒ホウ素化
日本化学会北海道支部2012年夏季研究発表会 2012
- 林 雅俊, 浪越毅, 村田美樹, 渡邊眞次
ウレタン基をもつポリビニルエーテルセグメントからなるABAトリブロックコポリマーの合成
第61回高分子学会年次大会 2012
- M. Hayashi, A. Kaneda, T. Namikoshi, M. Murata, S. Watanabe
Synthesis of ABA Triblock Copolymer Consisting of Poly (Vinyl Ether) with Urethane Group
The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012) 2012
- Takeshi Namikoshi, Masatoshi Hayashi, Ayaka Kaneda, Miki Murata, Shinji Watanabe
Synthesis of ABA Triblock Copolymer Consisting of Poly(Vinyl Ether) with a Urethane Group
17th Malaysian Chemical Congress 2012
- 岡田真育, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ルテニウム触媒による芳香族アルジミンのオルト位選択的C-Hホウ素化
日本化学会第93春季年会(2013) 2013
- 高田耕輔, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹
ルテニウム触媒によるベンズアミド類のオルト位選択的C-Hケイ素化
日本化学会第93春季年会(2013) 2013
- 佐々木亮輔, 浪越毅, 村田美樹, 渡邊眞次
フェニルアセチレン末端を持つポリビニルエーテルマクロモノマーの合成と重合
第47回高分子学会北海道支部研究発表会 2013
- 【博士前期課程論文】
- 佐々木遥都
ヒドロシランによるC-XおよびC-Hシリル化を経たジベンゾシロールの合成
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 曾我部瑤介
ニッケル触媒による種々のボランと芳香族ハロゲン化合物とのクロスカップリング反応
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 宮脇峻亮
末端共役(E)-エンインと種々の置換基を有するベンジルアジドとの[3+2]環化付加反応
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 本田博也
アリールボロン酸からアリールトリブチルスタンナンの調製
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 定仙考弘
陽イオン交換樹脂を用いたアルキンの水和反応
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 曾我部瑤介
ニッケル触媒による種々のボランと芳香族ハロゲン化合物とのクロスカップリング反応
北見工業大学博士前期課程論文 2013

| | |
|---|------|
| 佐々木遥都 ヒドロシランによるC-XおよびC-Hシリル化を経たジベンゾシロールの合成 北見工業大学博士前期課程論文 | 2013 |
| 【卒業論文】 | |
| 岡田真育 ルテニウム触媒による芳香族アルジミンのオルト位選択的ホウ素化とその反応機構の検討 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 高田耕輔 ルテニウム触媒によるベンズアミド類のオルト位選択的ケイ素化の反応機構に関する検討 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 三浦健太郎 共役 (E)-エンインの縮合環化反応 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 坂本晃太 末端共役 (E)-エンインとニトリルオキシドとの1,3-双極子環化付加反応 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 岩崎康太 (Z)-1,3-ビス(トリメチルシリル)-3-アルケン-1-インとベンジルアジドとの1,3-双極子環化付加反応 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 高橋拓巳 NMR法を用いたアミン/無機塩溶媒中におけるセルロースの分子挙動の観察 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 大平瑞穂 シクロデキストリンを利用したスターポリマーのコア合成と重合 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 工藤涼平 (1→4)-β-グルカンの構築に向けた環状セロピオース誘導体の合成法 北見工業大学卒業論文 | 2013 |
| 【科学研究費補助金研究】 | |
| 村田美樹 ホウ素-水素結合活性化に基づく直截的ホウ素基導入反応の反応制御とその応用 基盤研究(C) 課題番号 23550113 | 2012 |
| 服部和幸 開環重合を利用した主鎖が二単位ずつ伸長する多糖の合成法 基盤研究(C)(一般) | 2012 |
| 【その他】 | |
| 荒井亜梨沙, 服部和幸 セルロース/アミン/無機塩溶液から再生される固体セルロースの特異な性質 大雪シンポジウム2012 21 | 2012 |

平成24年度 走査型電子顕微鏡および透過電子顕微鏡を用いて得られた研究成果一覧

【研究論文】

飯島司, 木村真晃, 日下正広, 海津浩一, 富士明良

Ti-6Al-4V/S15CK摩擦圧接の接合現象の観察

日本機械学会第20回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2012), No.411, 2012.11.30-12.2 (5頁) 2012

Kyung Ho Kima, Chiaki Takahashia, Takashi Okubob, Yoshio Abea, Midori Kawamura

Influence of NiO anode buffer layer prepared by solution on performance of bulk-heterojunction solar cells

Applied Surface Science 7809 2012

T. Ohno, K. Numakura, H. Suzuki and T. Matsuda

Preparation of the BTO-SiO₂ hybrid particles for the catalyst of methane steam reforming process

Mater. Chem. Phys. 134 514-517 2012

T. Ohno, Y. Gotoh, N. Sakamoto, N. Wakiya, T. Kiguchi, T. Matsuda and H. Suzuki

Low temperature processing of alkoxide derived PMN thin films

Mater. Sci. Eng. 30 12002 2012

K. Ozawa, M. Ishizuka, N. Sakamoto, T. Ohno, T. Kiguchi, T. Matsuda, T. Konno, N. Wakiya and H. Suzuki
TEM microstructure analysis for Compressively Stressed PZT Thin Films by CSD derived LNO bottom electrodes

Functional Mater. Lett. 5 1260016 2012

T. Ohno, M. Ishiduka, T. Arai, H. Yanagida, T. Matsuda, N. Sakamoto, N. Wakiya and H. Suzuki

Strain-Induced Electrical Properties of Lead Zirconate Titanate Thin Films on a Si wafer with Controlled Oxide Electrode Structure

Jpn. J. Appl. Phys. 51 09LA13 2012

S. Watanabe, A. Wakino, T. Namikoshi, M. Murata

Preparation of aliphatic polypyromellitimide particles by polycondensation of nylon-salt-type monomers derived from aliphatic diamines with diethyl pyromellitate in ethylene glycol

High Perform. Polym. 24 710-716 2012

T. Ohno, T. Sugiura, S. Watanabe, H. Suzuki and T. Matsuda

Preparation of barium titanate hollow particle by two-step chemical solution deposition

J. Ceram. Soc. Jpn. 121 80-83 2013

【学会発表】

T. Sugiura, S. Watanabe, T. Matsuda, H. Suzuki and T. Ohno

Preparation of Barium Titanate Hollow Particles for the Catalyst of Methane Steam Reforming Process

The 29th International Korea- Japan Seminar on Ceramics 39-40 2012

近野佑太郎, 富士明良, 金裕哲, 木村真晃

Ni/Al摩擦圧接継手の破断時期におよぼす中間層と熱応力の影響

溶接学会秋季全国大会

2012

間宮正登, 富士明良, 遠国秀昭, 木村真晃

S15C/A7075摩擦圧接継手特性に及ぼす接合条件の影響

溶接学会秋季全国大会

2012

柴田慎太郎, 富士明良, 遠国秀昭, 金裕哲, 木村真晃

Ti/Al摩擦圧接継手の継手特性に及ぼす中間層と熱応力の影響

溶接学会秋季全国大会

2012

- 飯島司, 木村真晃, 日下正広, 海津浩一, 富士明良
純Ti/S15CK摩擦圧接の接合現象と継手強度に及ぼす圧接条件の影響
溶接学会秋季全国大会 2012
- Yasumasa Kanekiyo, Wakana Takayoshi
A multicolor saccharide sensing chip created by layer-by-layer adsorption of a boronic acid-containing polymer
Proceedings of Eurosensors 2012 1153-1156 2012
- H. Yanagida, M. Ishizuka, T. Arai, T. Matsuda, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki and T. Ohno
Effect of the Residual Stress in Alkoxide Derived PZT Thin Films on the Shift of Morphotropic Boundary Phase
The 29th International Korea- Japan Seminar on Ceramics 55-56 2012
- T. Sugiura, S. Watanabe, T. Matsuda, H. Suzuki and T. Ohno
Preparation of Barium Titanate Hollow Particles for the Catalyst of Methane Steam Reforming Process
The 29th International Korea- Japan Seminar on Ceramics 39-40 2012
- Kyung Ho Kim, Takuya Inoue, Yoshio Abe, Midori Kawamura
Effects of Ti nano-layer on performance of TiO₂ based dye sensitized solar cells
International Union of Materials Research Society-International Conference in Asia (IUMRS-ICA) 2012
- Kyung Ho Kim, Takashi Okubo, Misato Suzuki, Yoshio Abe, Midori Kawamura
Characterization of dye sensitized solar cells with various counter electrodes
The 12th International Meeting on Information Display (IMID) 2012
- 【博士前期課程論文】
清野立
極薄金属表面層を用いたAg薄膜の凝集抑制効果
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 【博士後期課程論文】
ZHANG ZIYANG
Thermal Stability and Electrical Resistivity of Ag Thin Films with Various Surface and Interface Layers
北見工業大学博士前期課程論文 2013
- 【卒業論文】
XIE TIAN
純Ti/純Al摩擦圧接継手の熱処理が継手の強度に与える影響
北見工業大学卒業論文 2013
- CHEN TIANYONG
純Ni/純Al摩擦圧接継手に後熱処理が与える影響
北見工業大学卒業論文 2013
- LI DONGYANG
S15C/A7075の摩擦圧接 -接合条件の統計解析-
北見工業大学卒業論文 2013
- 池田貢
高湿度環境下における金属腐食分析及び防錆対策
北見工業大学卒業論文 2013

- 福西康平
SiO₂を分散ドーブした正方晶ジルコニアの高ひずみ速度超塑性
北見工業大学卒業論文 2013
- 近藤翔一
TiおよびGeをドーブした微細粒ジルコニアの高ひずみ速度超塑性
北見工業大学卒業論文 2013
- 印藤祐一
スピネル分散型正方晶ジルコニアの合成と超塑性特性
北見工業大学卒業論文 2013
- 菅原大成
S15C/A7075の摩擦圧接について -純Tiインサート材を用いた検討-
北見工業大学卒業論文 2013
- 工藤禎久
Ni及びWナノレイヤーを表面層としたAg薄膜の凝集抑制効果
北見工業大学卒業論文 2013
- 【科学研究費補助金研究】
大津直史
難剥離性極薄アパタイト皮膜チタン材料製造のための新表面処理技術の確立
基盤研究 (C) 2012

平成24年度 誘導結合プラズマ発光分析装置および原子吸光分析装置を用いて得られた研究成果一覧

【研究論文】

H. Minami, K. Tatsumi, A. Hachikubo, S. Yamashita, H. Sakagami, N. Takahashi, H. Shoji, Y.K. Jin, A. Obzhirov, N. Nikolaeva and A. Derkachev

Possible variation in methane flux caused by gas hydrate formation on the northeastern continental slope off Sakhalin Island, Russia

Geo-Mar. Lett. 32 525-534

2012

庄子仁、南尚嗣、八久保晶弘

オホーツク海のメタンシープとメタンハイドレート

環オホーツク海地域の環境と経済, 北海道大学出版会 (スラブ・ユーラシア叢書11) 89-116

2012

【学会発表】

H. Minami, H. Sakagami, A. Hachikubo, S. Yamashita, K. Tatsumi, N. Takahashi, H. Shoji, Y.K. Jin and A. Obzhirov

Geochemical studies of LV47 gas hydrate-bearing sediment cores and pore waters retrieved from the continental slope off Sakhalin Island, Russia

Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrate

2012

Minami H, Hachikubo A, Sakagami H, Yamashita S, Tatsumi K, Soramoto Y, Takahashi N, Shoji H, Pogodaeva T, Khlystov O, Zenskaya T, Grachev M, Naudts L and De Batist M

CHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITIONS OF GAS HYDRATE WATERS RETRIEVED FROM KUKUY K-9 MUD VOLCANO IN LAKE BAIKAL, RUSSIA

11th International Conference on Gas in Marine Sediments

2012

南尚嗣, 八久保晶弘, 巽和也, 空本祐輔, 川岸洋平, 坂上寛敏, 山下聡, 高橋信夫, 庄子仁, マークデバティスト, リーベンナウド, オレグクリストフ, タチアナポゴダエバ, タマラゼムスカヤ, ミカエルグラチョフ

バイカル湖底ククイ K-9 泥火山から採取した表層型ガスハイドレート水の化学分析

日本地球惑星科学連合2012年大会

2012

南尚嗣, 山下聡, 八久保晶弘, 空本祐輔, 川岸洋平, 百武欣二, 平田広昭, 坂上寛敏, 高橋信夫, 庄子仁, 戸丸仁, 弘松峰男, 奥田義久, 松本良

網走沖海底堆積物間隙水の化学分析と同位体分析

日本地球惑星科学連合2012年大会

2012

【共同研究】

村田美樹

美幌町における下水汚泥・放流水中の微量成分の長期モニタリングに関する研究

2012

南尚嗣

紋別市における下水汚泥・放流水中の有害微量成分の定量に関する長期的研究

2012

南尚嗣

北見市における下水汚泥および放流水のモニタリング調査研究

2012

高橋信夫

斜里町における環境試料(下水汚泥・放流水)中の微量環境有害成分の定量に関する長期的研究

2012

平成24年度 機能表面ナノ解析装置を用いて得られた研究成果一覧

【研究論文】

- S. Satoh, Y. Arai, N. Yamashita, A. Kojyo, K. Kodama, N. Ohtsu, Y. Okamoto, K. Wagatsuma
Surface-nitriding treatment of steels using microwave-induced nitrogen plasma at atmospheric pressure
Applied Surface Science 258 7574-7580 2012
- N. Ohtsu, N. Masahashi, Y. Mizukoshi
Angle-resolved XPS studies on an anodic oxide formed on Ti-Nb-Sn alloy and the photo-induced change in carbon contaminants adsorbed on its surface
Applied Surface Science 258 6052-6055 2012
- N. Ohtsu, S. Hiromoto, M. Yamane, K. Satoh, M. Tomozawa
Chemical and crystallographic characterizations of hydroxyapatite- and octacalcium phosphate-coatings on magnesium synthesized by chemical solution deposition using XPS and XRD
Surface and Coatings Technology 218 114-118 2013
- N. Ohtsu, M. Oku, K. Satoh, K. Wagatsuma
Dependence of core-level XPS spectra on iron silicide phase
Applied Surface Science 264 206 2616-2621 2013

【博士前期課程論文】

- 菅野裕隆
陽極酸化可視応答性窒素ドーブTiO₂皮膜の環境浄化性能
北見工業大学博士前期課程論文 2013

【卒業論文】

- 谷村齊俊
スラリー埋没加熱処理を利用した次世代ジルコニウムインプラントへの骨形成性能の付与
北見工業大学卒業論文 2013
- 坂本広太
陽極酸化法を利用したNiTi合金への光触媒性能付与
北見工業大学卒業論文 2013

【科学研究費補助金研究】

- 大津直史
難剥離性極薄アパタイト皮膜チタン材料製造のための新表面処理技術の確立
基盤研究 (C) 2012

【産学連携等研究費研究】

- 大津直史
貴金属量低減水素分離膜の開発
JX日鉱日石 共同研究 2012

主要設置機器名及び管理責任者一覧

| 機 器 名 | 設 置 室 名 | 装置管理責任者 |
|--|-----------|-----------------|
| 透過型電子顕微鏡 | 透過型電子顕微鏡室 | 野矢 厚(電気電子工学科) |
| 核磁気共鳴分光分析装置 | 核磁気共鳴装置室 | 三浦 宏一(バイオ環境化学科) |
| 蛍光X線分析装置 | X線回折装置室 | 大津 直史(機器分析センター) |
| X線回折装置 | 〃 | 〃 |
| マトリックス支援レーザー脱離イオン化 飛行型質量分析装置 (MALDI-TOF-MS) | 大型質量分析装置室 | 堀内 淳一(バイオ環境化学科) |
| ガスクロマトグラフ質量分析装置 | 〃 | 村田 美樹(マテリアル工学科) |
| 材料強度試験機 | 材料強度試験室 | 大津 直史(機器分析センター) |
| 走査型電子顕微鏡 | 走査型電子顕微鏡室 | 大津 直史(機器分析センター) |
| X線光電子分光分析装置 | 表面解析装置室2 | 岡崎 文保(バイオ環境化学科) |
| 誘導結合プラズマ発光分析装置 | 微量元素分析装置室 | 南 尚嗣(マテリアル工学科) |
| 原子吸光分析装置 | 〃 | 〃 |
| イオンクロマトグラフ | 〃 | 岡崎 文保(バイオ環境化学科) |
| 紫外可視吸光光度分析装置 | 〃 | 〃 |
| 粒度分布測定装置 | 共用実験室1 | 伊藤 英信(マテリアル工学科) |
| X線吸収端微細構造測定解析装置 | 共用実験室2 | 高橋 信夫(マテリアル工学科) |

編 集 後 記

今年度は、装置紹介で解説した核磁気共鳴分光分析装置（NMR；ECA-600型 日本電子）やX線回折装置（XRD；Ultima IV リガク）などの装置が新たに設置されました。本誌によって機器分析センターに興味をもって頂き利用するきっかけとなればうれしく思います。今後とも利用しやすいセンターを目指し教職員一同努力したいと思います。ご意見、ご要望などがありましたらご連絡下さい。

（技術部 山 根 美佐雄）

センター職員

センター長：堀内 淳一（併任）、0157-26-9415、horiucju@mail.kitami-it.ac.jp
専任教員：大津 直史、0157-26-9563、nohtsu@mail.kitami-it.ac.jp
技術員：松田 弘喜（派遣）、0157-26-9405、hmatsuda@mail.kitami-it.ac.jp
技術員：山根美佐雄（派遣）、0157-26-9566、yamanems@mail.kitami-it.ac.jp
技術員：徳田 奨（派遣）、0157-26-9565、tokudasu@mail.kitami-it.ac.jp
技術員：橋本 晴美（派遣）、0157-26-9469、hashihr@mail.kitami-it.ac.jp
技術員：遠国 秀昭（派遣）、0157-26-9233、tohkni@mail.kitami-it.ac.jp
F A X : 0157-26-9563（専任教員）

北見工業大学機器分析センター年報 第11号

平成25年 3月31日

北見工業大学機器分析センター

発行者 堀内 淳一（センター長）

編集者 大津 直史（専任教員）

〒090-8507 北見市公園町165番地

Tel : 0157-26-9563

Fax : 0157-26-9563

<http://www.iac.kitami-it.ac.jp/>