

ナノテクノロジー研究所のアクティビティレポート 2013

新田 紀子^{1*} 李 朝陽¹ 川原村 敏幸¹

八田 章光^{1,2} 古田 寛² 呉 準席²

古田 守^{1,3} 王 大鵬³ 百田 佐多生³

(受領日: 2014年5月12日)

¹ 高知工科大学ナノテクノロジー研究所
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

² 高知工科大学システム工学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

³ 高知工科大学環境理工学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

* E-mail: nitta.noriko@kochi-tech.ac.jp

要約: 2013年度ナノテクノロジー研究所では、専任教員3名、併任教員2名に加えて、学内の多くの教員と学生がナノ材料作製・分析装置の共用研究機器を利用し、活発に研究活動を行った。本報告では、主要な研究テーマおよび成果をトピックスで紹介する。2013年度もクリーンルーム、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、集束イオンビームの設備が学内共用により有効に活用された結果、ナノテクノロジー研究所に関連して査読論文28件、国際会議プロシーディングス14件、解説2件、著書2件、受賞9件、特許1件、学会発表89件（国際会議60件、国内29件）の成果が得られている。

1. はじめに

ナノテクノロジーはたいへん裾野の広い境界領域をもつ先端研究分野で、国の研究戦略の中でも重要な位置を占めている。ナノテクノロジー研究所では、高知工科大学におけるナノテクノロジー研究を先導するとともに、ナノ材料の創製、物性の評価、及びデバイス応用でナノテクノロジー研究を発展させることを目標とし、日夜研究活動が行われている。ナノテクノロジーに関わる研究はクリーンルームや透過型電子顕微鏡等の大型設備や高額な分析装置が必要となる傾向にある。個々の研究室で保有運用することが困難なため、また分野を横断した組織的な研究プロジェクトによって新しい研究テーマが萌芽すると期待されることから、高知工科大学では、戦略的な研究資材投資が図られている。その結

果、2013年度も多く共同研究と競争的資金の獲得に結びつき、さらにたくさんの学生が施設や機器を活用することで、教育効果も表れている。構成員は八田所長（システム工学群併任）をはじめ、専任教員3名（李教授、川原村准教授、新田）、併任教員2名（八田教授、古田守教授）である（図1）。加えてナノ材料作製・分析装置の共用によって、多くの学群教員、学生がナノテクノロジー研究所との共同で研究を行っている。共同研究およびクリーンルーム、分析装置の共用によりナノ材料関連のテーマで、システム工学群、眞田教授、榎波教授、古田寛准教授、呉助教、張助教、Chang助教、環境理工学群、谷脇教授、前田教授、小廣教授、王鵬宇助教、百田准教授、堀井准教授（現: 京都大学）、王大鵬助教が参画している。

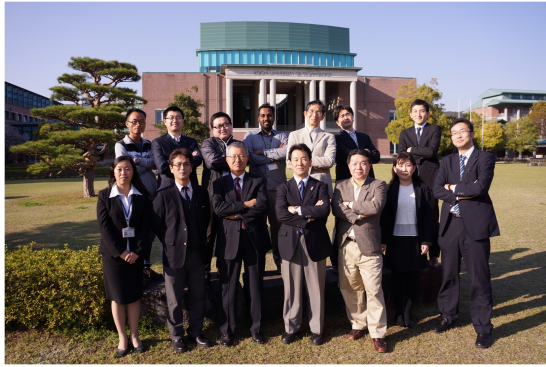


図 1. 集合写真 (2014 年 4 月 1 日撮影)

設立から3年が経過したナノテクノロジー研究所の2013年度アクティビティについてトピックスで紹介する。

2. ナノテクノロジー研究所に関連した研究成果

2013年度に得られたナノテクノロジー研究所に関連した研究成果をいくつか紹介する。

2.1 研究テーマ：ナノ構造体を有する酸化亜鉛薄膜の形成—色素増感型薄膜太陽電池の応用へ
李朝陽、李昕 (博士課程)

色素容量増大が可能な酸化亜鉛 (ZnO) 光電極の開発を目的とし、ZnO 薄膜を石英ガラス、FTO ガラス、サファイア、Si 基板上に高周波スパッタリング法によって堆積した。ZnO ナノ構造はすべての基

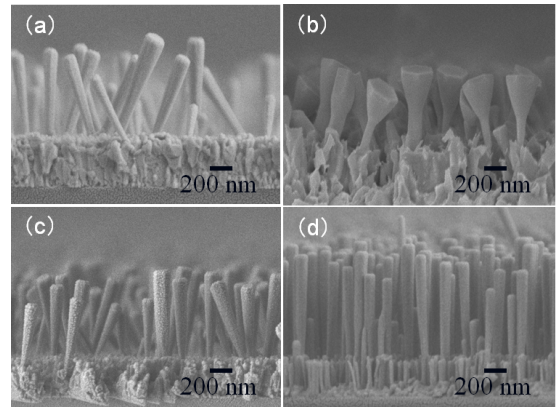


図 2. SEM images of fabricated ZnO nanorods on (a) Qz, (b) FTO, (c) sapphire, and (d) silicon substrates

板上に形成することが確認された (図 2)。Si 基板上に形成された ZnO 薄膜の結晶性が一番良く、ナノ構造も高密度、高配向であった。異なる基板上的 ZnO 堆積による構造特性から、この形成過程は図 3 に示すようなメカニズムであると予測した。形成された ZnO ナノロッドは色素増感太陽電池に応用が期待される。

2.2 研究テーマ：大気開放系機能薄膜成長法「ミスト CVD」による IGZO TFT の高移動度化
川原村敏幸、古田守

2011 年度、大気圧下で汎用の試薬を用いて金属酸化物薄膜を作製できるミスト CVD 法^{1,2,3)}を用い

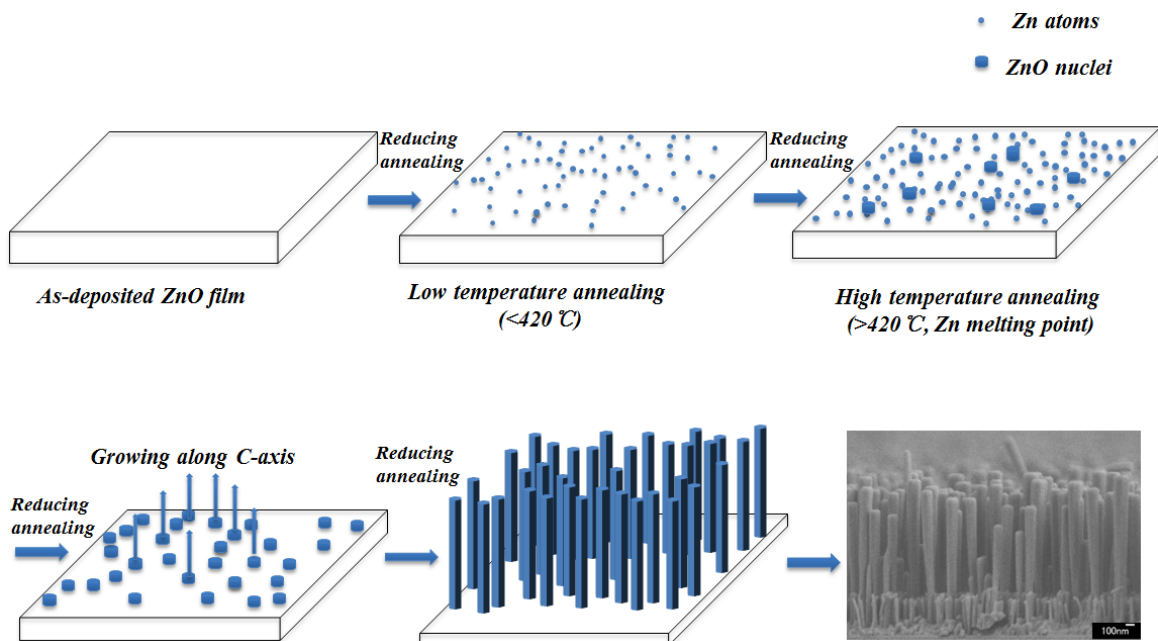


図 3. Growth mechanism of ZnO nanorods

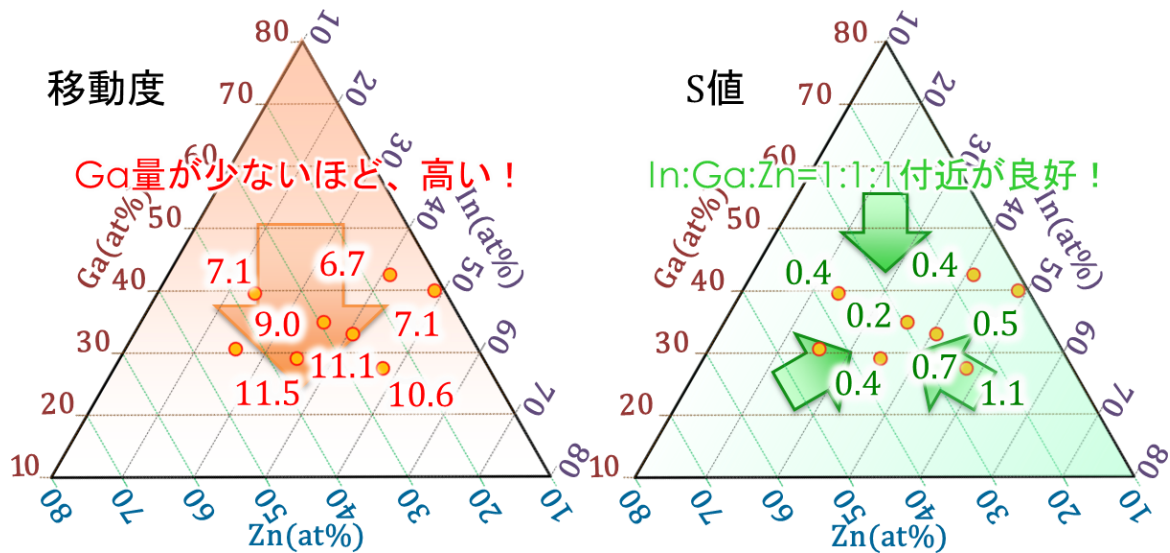


図 4. IGZO 薄膜の組成比とミスト CVD で作製した IGZO TFT の特性の関係

て、絶縁膜 (AlO_x) 及び活性層 (IGZO) を大気圧にて成膜した酸化物 TFT を形成し、電界効果移動度: $\mu_{lin} = 4.2 \text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ 、及び、オン/オフ電流比: 10^8 を得た⁴⁾。しかしながら、真空プロセスで作製した IGZO TFT^{5,6)} に比べ、移動度や S 値、ヒステリシス (ΔV_H) などはまだ劣っていた。この時の条件では、ミスト CVD 法で作製した酸化物薄膜の性質が劣っているからであると考えられた。2012 年度、特性改善のため、薄膜成長の反応支援及び界面処理に O_3 ガスを利用したところ、 $\mu_{lin} = 8.7 \text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ まで IGZO TFT の性能を向上させることに成功した⁷⁾。この時、薄膜の組成比を測定したところ、原料仕込み量通りに出来ていないことが判明した。そこで、2013 年度は、組成比の制御を試みたところ、 $\mu_{lin} = 12.3 \text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ の IGZO TFT を作製することに成功した (図 4)。これは、これまでに報告されている真空プロセスで作製した IGZO TFT の特性に引けをとらない結果で有り、TFT 作製プロセスの大気圧プロセス転換として一つの指標を投げかけたと言える。また、ミスト CVD 法は機能薄膜作製技術として、もはやまがいな技術ではないと言える。

文献

- 1) T. Kawaharamura, "Study on mist CVD method and its application to the growth of ZnO thin films." Dr. Thesis, Faculty of Engineering, Kyoto University, 2008 [in Japanese]. <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/handle/2433/57270>.
- 2) T. Kawaharamura, "Physics on development of open-air atmospheric pressure thin film fabrication technique using mist droplets; control of precursor

flow." Jpn. J. Appl. Phys. 53, 05FF08 (7 pages), 2014.

- 3) J.G. Lu, T. Kawaharamura, H. Nishinaka, Y. Kamada, T. Ohshima and S. Fujita, "ZnO-based thin films synthesized by atmospheric pressure mist chemical vapor deposition." J. Cryst. Growth, 299, pp. 1–10, 2007.
- 4) M. Furuta, T. Kawaharamura, D. Wang, T. Toda and T. Hirao, "Electrical Properties of the Thin-Film Transistor With an Indium–Gallium–Zinc Oxide Channel and an Aluminum Oxide Gate Dielectric Stack Formed by Solution-Based Atmospheric Pressure Deposition." IEEE Electron Device Lett. 33, pp. 851–853, 2012.
- 5) K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano and H. Hosono, "Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors." Nature 432, pp. 488–492, 2004.
- 6) M. Kimura, T. Nakanishi, K. Nomura, T. Kamiya and H. Hosono, "Trap densities in amorphous-InGaZnO₄ thin-film transistors." Appl. Phys. Lett. 92, 133512, 2008.
- 7) T. Kawaharamura, T. Uchida, D. Wang, M. Sanada and M. Furuta, "Enhancing carrier mobility of IGZO TFT fabricated by non-vacuum mist CVD with O_3 assistance." Physica Status Solidi (c) 10, pp. 1565–1568, 2013.

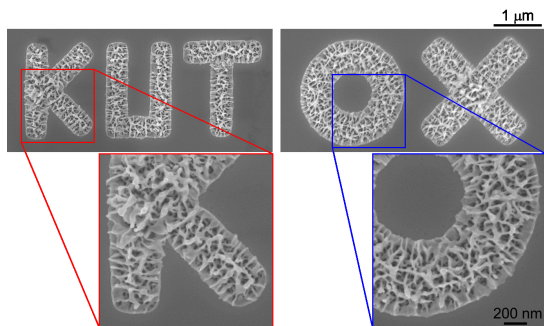


図 5. イオンビーム照射誘起 GaSb 表面の多孔質構造

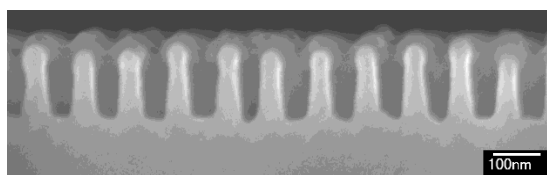


図 6. InSb 表面のナノ周期構造

2.3 研究テーマ：イオンビーム照射を利用した半導体表面ナノ周期構造の作製

新田紀子、石川修（修士課程、現：新日鉄住金株式会社）

イオンビーム照射誘起により GaSb（ガリウムアンチモン）、InSb（インジウムアンチモン）、Ge（ゲルマニウム）表面にサブミクロンからナノオーダーの空間・空隙をもつ構造が形成される。図 5 に GaSb 表面に形成される構造を示す。この構造はイオンビーム照射によって試料内に大量に導入される点欠陥（格子間原子・原子空孔）が自己組織化することにより形成されることが明らかになっている。形成される多孔質構造は非常に微細であり規則性はない。半導体表面に形成される構造は、エレクトロニクス材料、フォトニクス材料等に应用可能であり、幅広い応用には、規則性とアスペクト比を持った構造が必要となってくる。そこで、集束イオンビーム（Focused Ion Beam：FIB）を用い、トップダウン法とボトムアップ法をあわせたナノ構造作製法により周期的な構造の作製を試みた。イオン照射条件及び基板材料を変え、作製条件の選定を行い、InSb において深さ約 142nm、壁の厚さ約 70nm、アスペクト比 1：2 の規則正しい構造の作製に成功している（図 6）。

2.4 研究テーマ：表面ナノ構造化による DLC 薄膜の水接触角変化

八田章光、古田寛、呉準席、針谷達（博士課程・日本学術振興会特別研究員）

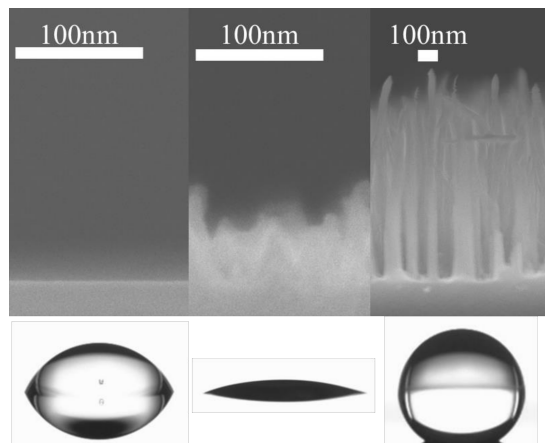


図 7. 表面ナノ構造化による DLC 薄膜の水接触角変化

ダイヤモンドライクカーボン（DLC）薄膜上への微量金属堆積と RF 酸素プラズマエッチングにより、DLC 薄膜表面上に多数の DLC ナノ構造体を形成することが可能である（図 7）^{1,2)}。Si 基板上に RF プラズマ CVD 法を用いて堆積させた DLC 薄膜の水接触角は、71°であった。DC マグネトロンスパッタによる金属堆積と RF 酸素プラズマによるエッチングにより、DLC 表面へ高密度（2200/μm²）かつ短尺（65nm）なナノ構造体を形成することで、水接触角は 26°まで減少した。プラズマエッチング中の RF 電極スパッタによる金属堆積とエッチングにより、低密度（140/μm²）・長尺（950nm）なナノ構造体が形成された表面では、水接触角は 150°となり、高い撥水性を示した。簡易な表面ナノ構造化技術による DLC 水接触角の変化は、高硬度・高生体適合性などの広く優れた特性を有する DLC 薄膜の応用をより拡大するものとして期待される。

文献

- 1) T. Harigai, H. Koji, H. Furuta and A. Hatta, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 08JF12 2011.
- 2) T. Harigai, Y. Yasuoka, N. Nitta, H. Furuta and A. Hatta, Trans. Mater. Res. Jpn. 38, pp. 447–450, 2013.

2.5 研究テーマ：透明機能デバイスに向けたワイドギャップ酸化物半導体の可視光照射下での欠陥生成メカニズムの解明と制御

古田守、王大鵬、Mai Phi Hung（博士課程）

3eV 以上のバンドギャップを持つワイドギャップ酸化物半導体は、透明デバイスに向けて活発な研究開発が行われている。InGaZnO は 3eV 程度のバンドギャップを有する透明半導体であり、近年スマート

フォンのディスプレイを駆動する薄膜トランジスタ (Thin-film transistor : TFT) として一部実用化が始まりつつある。しかしながらこれら酸化物半導体の多くは価電子帯近傍に酸素欠損を起源とする深い欠陥準位の存在が報告されており、バンドギャップ以下のエネルギーである可視光照射下においてもこれら深い準位から光励起したキャリアがトランジスタの信頼性に影響を及ぼすことが知られており、そのメカニズムの解明と対策は透明デバイス実現に向けた課題である。

我々は InGaZnO (IGZO) TFT において、単色光 (青色) 照射下でゲート電圧ストレス (Negative-gate Bias with Illumination Stress : NBIS) を印加し、光照射が TFT の信頼性に与える影響ならびにそのメカニズムを検討した (図 8)。この結果、光照射下において TFT のしきい値電圧シフトが増大し信頼性が悪化することを確認した。また、TFT のしきい値電圧シフトがドレイン電圧、すなわち TFT チャンネル (IGZO) 内のソース・ドレイン電極間 (図 8 左図 ITO 電極間) の電界の向きによって増長 (図 8 右図青色) あるいは抑制 (図 8 右図赤色) されることを明らかにした。しきい値電圧シフトの増長・抑制メカニズムとして、信頼性試験前後の容量—電圧 (CV) 特性評価より、光照射により生成された正電荷 (酸素欠損 Vo^+) がソース・ドレイン間の横電界の方向によりソースまたはドレイン領域側にドリフトしていることをはじめて明らかにした。また、ゲートおよびドレイン電圧により TFT チャンネルに誘起されるキャリア濃度と光照射下の劣化が強く関連しており、特定の電圧印加下において劣化がほぼ完全に抑制できることも示した。これは TFT チャンネル内で光照射により生成された正電荷 (酸素欠損 Vo^+) の寿命 (Lifetime) が TFT の信頼性に強く影響している結果であり、チャンネルの一部を空乏状態から蓄積状態に変化させてその領域における電子濃度を増大させ、正電荷 (酸素欠損 Vo^+) を電子と再結合によりの中性化する、すなわち正電荷 (酸素欠損 Vo^+) を短寿命化することで信頼性を向上できることを明らかにした。

本研究は、ワイドギャップ酸化物半導体 TFT において可視光照射下での光信頼性劣化を抑制できることをはじめて示したものであり、透明エレクトロニクスの実現に寄与する成果である。

詳細な結果に関しては、D. Wang *et al.*, ACS Applied Materials & Interfaces 6, pp. 5713–5718, 2014 を参照いただきたい。

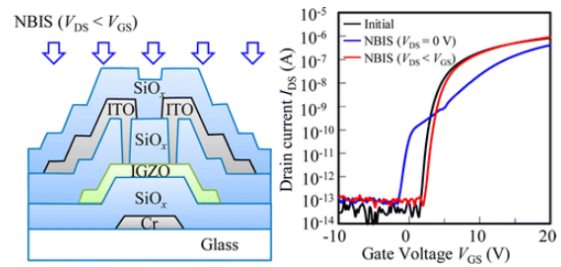


図 8. IGZO TFT の断面図と光照射下における信頼性試験結果

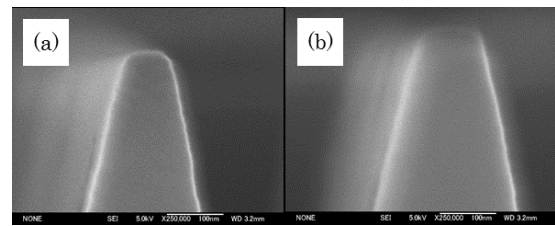


図 9. Si 結晶表面の 3 次元縞構造体の断面 SEM 写真。Kr ビーム照射前 (a) と照射後 (b)

2.6 研究テーマ：イオンビーム照射によるナノ構造の形状変化

百田佐多生、Guo Xiaowei (博士課程)

3次元のナノ構造体の加工法として、イオンビームの膨張効果を利用した手法の開発研究を行ってきた。今までの研究で、イオンビーム照射によって結晶材料表面に形成される隆起構造の高さが、ビームの照射条件によって制御できることが分かった¹⁾。この現象が表面方向の形状変化にも応用できると考え、あらかじめ Si 結晶上に作製したナノスケールの構造体に Kr ビームを照射し、構造体の形状変化を観測した。図 9 のように、Kr ビームの照射によって 3 次元の縞構造体が横方向に膨張する効果を観測した。この横方向の形状変化も、隆起高さ同様に照射条件によって制御できることを示した²⁾。

文献

- 1) S. Momota *et al.*, “Control of Swelling Height of Si Crystal by Irradiating Ar Beam.” Journal of nanoscience and nanotechnology 12, pp. 552–556, 2012.
- 2) X. Guo *et al.*, “Morphological modification of nanostructure fabricated on crystal-Si surface by low fluence ion beam irradiation.” 国際会議 ICSOS2014 で発表予定。



図 10. ナノテク研シンポジウム参加者集合写真

3. 外部への情報発信

2013年11月16日(土)、本学にてナノテク研シンポジウム2013を開催した。このシンポジウムは、学内外のナノ材料研究者の交流を通じて、研究を活性化することを目的として、年に1回開催している。第3回目となる今回、伊藤誠吾氏(こなか電子工房)による「準静電界検出センサーの開発と電子デバイス評価への応用」、小向拓治氏(ニッタ(株))による「カーボンナノチューブの大学内研究と企業内応用開発」の特別講演を実施した。加えて学内外から若手・学生による研究発表が7件行われた。参加者(図10)は50名を超え、盛会に終えることができた。

4. 共用研究機器の活用状況

クリーンルーム、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、集束イオンビームは学内で共用が行われている。それぞれの装置は維持費が非常に高額であるため、その一部を利用者が負担することとしている。2013年度もこれまでに引き続き1,000円/1hを負担いただいた。2013年1月1日から12月31日までの装置のべ利用時間及びはそれぞれ、走査型電子顕微鏡1,524時間、透過型電子顕微鏡366時間、集束イオンビーム483時間であった(ほぼ例年通り)。学外利用は、県内企業1社が共同研究で使用したのみであった。今後利用規定等の整備し、学外利用の促進を図りたい。

5. おわりに

ナノテクノロジー研究所は2014年4月に総合研究所ナノテクノロジー研究センターとして新しく生まれ変わった。2013年度に引き続き一層の研究推進と発展を目指す。2014年度からは、研究交流を活性化するために月に1回学生を主体としたク

リーンルーム・ナノセンター利用者ミーティングを開催予定である。ぜひご参加いただきたい。最後にナノテクノロジー研究所に関する2013年度研究業績を以下に示す。

ナノテクノロジー研究所に関連した2013年度研究業績

論文

1. X. Li, C. Li, T. Kawaharamura, D. Wang, N. Nitta, M. Furuta, H. Furuta and A. Hatta, "Influence of Substrates on Formation of Zinc Oxide Nanostructures by a Novel Reducing Annealing Method." *Nanoscience and Nanotechnology Letters* 6, pp. 174–180, 2014.
2. T. Kawaharamura, "Physics on development of open-air atmospheric pressure thin film fabrication technique using mist droplets; control of precursor flow." *Jpn. J. Appl. Phys.* 53, 05FF08 (7 pages), 2014.
3. T. Uchida, T. Kawaharamura, K. Shibayama, T. Hiramatsu, H. Orita and S. Fujita, "Mist Chemical Vapor Deposition of Aluminum Oxide Thin Films for Rear Surface Passivation of Crystalline Silicon Solar Cells." *Appl. Phys. Express* 7, 021303 (4 pages), 2014.
4. S. Fujita, K. Kaneko, T. Ikenoue, T. Kawaharamura and M. Furuta, "Ultrasonic-assisted mist chemical vapor deposition of II-oxide and related oxide compounds." *Physica status solidi (c)*, in press.
5. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Uchida, D. Wang and M. Sanada, "High performance solution-processed InGaZnO thin-film Transistor fabricated by ozone-assisted atmospheric pressure mist deposition." *Journal of Display Technology (IEEE)*, in press.
6. D. Wang, M. P. Hung, J. Jiang, T. Toda and M. Furuta, "Suppression of degradation induced by negative gate bias and illumination stress in amorphous InGaZnO thin-film transistor by applying negative drain bias." *ACS applied Materials and Interfaces* 6, pp. 5713–5718, 2014.
7. T. Matsuda, M. Furuta, T. Hiramatsu, H. Furuta, T. Kawaharamura and T. Hirao, "Low temperature deposition of SiO_x insulator film with newly developed facing electrodes chemical vapor deposition." *Vacuum* 101, pp. 189–192, 2014.

8. D. Wang, M. P. Hung, J. Jiang, T. Toda, C. Li and M. Furuta, "Effect of drain bias on negative gate bias and illumination stress induced degradation in amorphous InGaZnO thin-film transistors." *J. J. Appl. Phys.* 53, pp. 03CC01-1-4, 2014.
9. M. P. Hung, D. Wang, J. Jiang and M. Furuta, "Negative bias illumination stress induced electron trapping at back-channel interface of InGaZnO thin-film transistor." *Electrochemical and Solid-State Letters* 3, pp. Q13-Q16, 2014.
10. T. Kawaharamura, T. Uchida, M. Sanada and M. Furuta, "Enhancing carrier mobility of IGZO TFT fabricated by non-vacuum mist CVD with O₃ assistance." *Physica status solidi (c)* 10, pp. 1565-1568, 2013.
11. T. Kawaharamura, T. Uchida, M. Sanada and M. Furuta, "Growth and electrical properties of AlO_x grown by mist chemical vapor deposition." *AIP Advances* 3, 032135 (9 pages), 2013.
12. 内田貴之, 川原村敏幸, 古田守, 眞田克, "ミスト CVD 法による AlO_x 薄膜作製に対する O₃ 支援助の効果." *日本材料学会誌* 62, pp. 663-667, 2013.
13. N. Nitta, T. Hasegawa, H. Yasuda, K. Sato, Q. Xu, T. Yoshiie, M. Taniwaki and A. Hatta, "Beam flux dependence of ion-irradiation-induced porous structures in III-V compound semiconductors." *Radiation Effects and Defects in Solids* 168, pp. 247-252, 2013.
14. H. Koji, N. Nitta, H. Furuta and A. Hatta, "Analysis on Self-Organized Formation of Nanofibers on Diamond-Like Carbon Film Surface during RF O₂ Plasma Etching." *T. Harigai, K. Iwasa, Trans. Mat. Res. Soc. Japan* 38, pp. 447-450, 2013.
15. H. Koji, H. Furuta, K. Sekiya, N. Nitta, T. Harigai and A. Hatta, "Increased CNT growth density with an additional thin Ni layer on the Fe/Al catalyst film." *Dia. Rel. Mat.* 36, pp. 1-7, 2013.
16. T. Harigai, Y. Yasuoka, N. Nitta, H. Furuta and A. Hatta, "X-ray reflectivity analysis on initial stage of diamond-like carbon film deposition on Si substrate by RF plasma CVD and on removal of the sub-surface layer by oxygen plasma etching." *Dia. Rel. Mat.* 38, pp. 36-40, 2013.
17. T. Harigai, K. Iwasa, H. Koji, N. Nitta, H. Furuta and A. Hatta, "Analysis on self-organized formation of nanofibers on diamond-like carbon film surface during RF O₂ plasma etching." *Trans. Mat. Res. Soc. Japan* 38, pp. 447-450, 2013.
18. H. Furuta, H. Koji, T. Komukai and A. Hatta, "Long Lifetime Emission from Screen Printing Carbon Nanotubes over 45,000 Hours at 1.27 mA/cm² with 10% Duty Ratio." *Dia. Rel. Mat.* 35, pp. 29-35, 2013.
19. S. Urakawa, S. Tomai, Y. Ueoka, H. Yamazaki, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Thermal analysis of amorphous oxide thin-film transistor degraded by combination of joule heating and hot carrier effect." *Appl. Phys. Lett.* 102, 053506 (3 pages), 2013.
20. S. Urakawa, S. Tomai, Y. Ueoka, H. Yamazaki, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Thermal distribution in amorphous InSnZnO thin-film transistor." *Physica status solidi (c)* 10, pp. 1561-1564, 2013.
21. M. Kimura, T. Matsuda, M. Furuta, T. Hiramatsu, H. Furuta, C. Li, T. Hirao, Y. Kamada and S. Fujita, "Trap Densities in ZnO TFTs with SiN_x/SiO_x Stacked Gate Insulators Fabricated Using Several N₂O Flow Rate during SiO_x Deposition." *ECS Transaction* 54, pp. 121-126, 2013.
22. M. Furuta, M. P. Hung, J. Jiang, D. Wang, S. Tomai, H. Hayasaka and K. Yano, "(Invited) Negative-Bias with Illumination Stress Induced State Creation in Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistor." *ECS Transaction* 54, pp. 127-134, 2013.
23. S. Tomai, H. Hayasaka, M. Sunagawa, E. Kawashima, S. Ishii, M. Nishimura, M. Kasami, K. Yano, D. Wang and M. Furuta, "The deterioration phenomenon of amorphous InSnZnO transistors derived from the process of annealing." *Electrochemical and Solid-State Letters* 2, pp. P107-P109, 2013.
24. T. Toda, T. Kawaharamura, H. Furusawa and M. Furuta, "Thin-Film Transistors Using Dielectrophoretic Assembly of Single-Walled Carbon Nanotubes." *ECS Transaction* 50, pp. 223-228, 2013.
25. T. Toda, H. Furusawa and M. Furuta, "Thin-Film Transistors Using Uniform and Well-Aligned Single-Walled Carbon Nanotubes Channels by Dielectrophoretic Assembly." *J. J. Appl. Phys.* 52, 03BB09 (5pages), 2013.

26. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Toda and D. Wang, "A-InGaZnO Thin-Film Transistor with Non-Vacuum Processed InGaZnO/AlO_x Gate Dielectric Stack." ECS Transaction 50, pp. 95–100, 2013.
 27. P. Wang, H. Takigawa, K. Ueno and K. Kobiro, "Versatility of One-pot, Single-step Synthetic Approach for Spherical Porous (Metal) Oxide Nanoparticles Using Supercritical Alcohols." J. Supercrit. Fluids 78, pp. 124–131, 2013.
 28. P. Wang, K. Yokoyama, T. Konishi, N. Nishiwaki and K. Kobiro, "Ultimately Simple One-pot Single-step Synthesis of Rare Earth Doped Spherical Mesoporous Metal Oxide Nanospheres with Upconversion Emission Ability in Supercritical Methanol." J. Supercrit. Fluids 80, pp. 71–77, 2013.
- 国際会議プロシーディングス
1. C. Li, X. Li, D. Wang, T. Kawaharamura, M. Furuta and A. Hatta, "Single Crystalline ZnO Nanorods Fabricated by Mist Chemical Vapor Deposition for Optical Applications." Proceedings of the 20th International Display Workshops (IDW'13), pp. 544–547, 2013.
 2. X. Li, C. Li, D. Wang, C. Pradeep, M. Furuta and A. Hatta, "Fabrication of High Conductive ITO Thin Film for Photovoltaic Applications." Digest of International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 13), pp. 177–180, 2013.
 3. E. K. C. Pradeep, X. Li, T. Kawaharamura, D. Wang, A. Hatta and C. Li, "Arrayed ZnO Nanorods Fabrication on ZnO Film by Self-catalyst Growth Method in Aqueous Solution." Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 1584, Materials Research Society, 2013.
 4. C. Li, D. Wang, T. Kawaharamura, N. Nitta, H. Furuta and A. Akimitsu, "Development of Well-Aligned ZnO Nanorods as Photoelectrode for Dye-Sensitized Solar Cell Application." EUPVSEC proceeding, pp. 434–437, 2013.
 5. T. Kawaharamura, T. Uchida, K. Shibayama, S. Fujita, T. Hiramatsu and H. Orita, "Aluminum Oxide Passivation Layer for Crystalline Silicon Solar Cells Deposited by Mist CVD under Open-Air Atmosphere." MRS Meeting Proceedings (2013 MRS Fall Meeting) 1647, 2014.
 6. M. Yamaki, M. Furuta, T. Doi, J. Shimoyama and S. Horii, "Tri-axial magnetic alignment and rare-earth-dependent tri-axial magnetic anisotropies in REBa₂Cu₄O₈ cuprate superconductors." Materials Research Society Symposium Proceedings, 1654, 2014.
 7. M. Yamaki, M. Furuta, T. Doi, J. Shimoyama and S. Horii, "Fabrication of tri-axially oriented RE-Ba-Cu-O bulks by magnetic alignment." Physics procedia, in press.
 8. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Kaida and D. Wang, "High Mobility Atmospheric-Pressure-Processed IGZO TFT with AlO_x/IGZO Stack Fabricated by Mist Chemical Vapor Deposition." Proceedings of the 20th International Display Workshops (IDW'13), pp. 386–387, 2013.
 9. M. P. Hung, D. Wang, J. Jiang and M. Furuta, "Influence of Charge Trapping on Hysteresis of InGaZnO Thin-Film Transistors under Negative Bias and Illumination Stress." Proceedings of the 20th International Display Workshops (IDW'13), pp. 286–289, 2013.
 10. D. Wang, M. P. Hung, J. Jiang, C. Li and M. Furuta, "Effect of Drain Bias on Negative Gate Bias and Illumination Stress Induced Degradation in Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors." Digest of International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 13), pp. 47–50, 2013.
 11. S. Urakawa, S. Tomai, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Kimura, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Thermal Degradation and Theoretical Analysis of Amorphous Oxide Thin-Film Transistor." Digest of International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 13), pp. 125–128, 2013.
 12. T. Matsuda, M. Kimura, J. Jiang, D. Wang, M. Furuta, M. Kasami, S. Tomai and K. Yano, "Trap States in Amorphous In-Sn-Zn-O Thin-Film Transistors Analyzed Using Dependence on Channel Thickness." SID Symposium Digest of Technical Papers (SID 2013) 44, pp. 214–216, 2013.
 13. K. Matra, H. Furuta and A. Hatta, "Current-Voltage Characteristics of DC Discharge in Micro Gas Jet Injected into Vacuum Environment." J. Phys. Conf. Ser. 441, 012021, 2013.

解説

1. 川原村敏幸, “ミストを利用した大気圧薄膜作製手法の開発に関わる原理—原料流の制御—.” コンバーテック 41, pp. 110–118, 2013.
2. 王鵬宇, 小廣和哉, “中空球状多孔質二酸化チタンナノ粒子の迅速合成法.” コンバーテック 41, pp. 121–123, 2013.

著書

1. 川原村敏幸, “ミストを利用した大気圧薄膜作製手法の開発に関わる原理—原料流の制御—.” コンバーテックのすべて, 加工技術研究会, pp. 873–881, 2014.
2. 古田守, 川原村敏幸, “溶液プロセスによる酸化物半導体 TFT の大気圧形成技術.” 月刊ディスプレイ 2013 年 10 月号, pp. 17–22, 2013.

受賞

1. Excellent poster award: X. Li, Fabrication of Well-aligned Zinc Oxide Nanorods by a Novel Hybrid Method, IUMRS-ICAM2013/12th International Conference on Advanced Materials, Sep. 23–30, 2013, Qingdao, China.
2. Overall Poster Winner: T. Kawaharamura, M. Furuta, High Mobility IGZO TFT fabricated by Solution-Based Non-Vacuum Mist Chemical Vapor Deposition, 4th International Conference on Semiconductor Technology for Ultra Large Scale Integrated Circuits and Thin Film Transistors (an Engineering Conferences International series), July 11, 2013, Villard-de-Lans (Grenoble area), France.
3. AMFPD'13-ECS Japan Section Young Researcher Award: Dapeng Wang, International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Display and Devices (AMFPD13), July 2–5, Kyoto, Japan.
4. スチューデントアワード: 介田忠宏, 川原村敏幸, 古田守, オゾン支援ミスト CVD 法による高移動度 ($> 10\text{cm}^2/\text{Vs}$)IGZO TFT ~TFT 特性のチャネル組成依存性~, 第 10 回 薄膜材料デバイス研究会, 2013 年 11 月 2 日, アバンティ響都ホール, 京都.
5. スチューデントアワード: 竹之内良太, 王大鵬, 石井林太郎, 高橋広己, 久保田高史, 古田守, ZnSnO 薄膜トランジスタにおける MgO ドーピング効果, 第 10 回 薄膜材料デバイス研究会, 2013 年 11 月 2 日, アバンティ響都ホール, 京都.

6. Outstanding Poster Paper Award: M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Kaida, D. Wang, The 20th International Display Workshops (IDW '13), Dec. 4–6, 2013, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan.
7. 発表奨励賞: 角田祥明, DLC ナノファイバーの作製と撥水性の評価, 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
8. 発表奨励賞: 小路紘史, Fe/Al および Ni/Fe/Al 積層触媒による CNT の合成と評価, 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
9. 発表奨励賞: 右川貴子, 双晶構造を含む $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の結晶磁気異方性と 3d 遷移金属イオンドーピングの効果, 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.

特許

1. 王鵬宇, 小廣和哉, ドーピング型、コア-シェル型及び分散型球状多孔質アナターゼ型酸化チタンナノ粒子の合成方法, 特願-2014-19774.

学会発表 (国際会議)

1. C. Li, X. Li, D. Wang, T. Kawaharamura, M. Furuta and A. Hatta, “Single-crystalline ZnO Nanorods Fabricated by Mist Chemical Vapor Deposition for Optical Applications.” International Display Workshop 13, Dec. 5, 2013, Sapporo, Japan.
2. X. Li, T. Kawaharamura, D. Wang, N. Nitta, H. Furuta, A. Hatta and C. Li, “Fabrication of Well-aligned ZnO Nanorods as Photoelectrode for Dye-sensitized Solar Cell Application.” The 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Sep. 30, 2013, Paris, France.
3. X. Li, C. Li, T. Kawaharamura, D. Wang and A. Hatta, “Fabrication of Well-aligned Zinc Oxide Nanorods by a Novel Hybrid Method.” IUMRS-ICAM2013 International Conference on Advanced Materials, Sep. 22–28, 2013, Qingdao, China.
4. E. K. C. Pradeep, X. Li, D. Wang, A. Hatta and C. Li, “Arrayed ZnO Nanorods Fabrication on ZnO Film by Self-catalyst Growth Method in Aqueous Solution.” 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Sep. 17, 2013, Kyoto, Japan.

5. X. Li, D. Wang, E. K. C. Pradeep, M. Furuta, A. Hatta and C. Li, "Catalyst Free Growth of Well-aligned Zinc Oxide Nanorods." The 12th Asia Pacific Physics Conference, July 16, 2013, Chiba, Japan.
6. X. Li, D. Wang, E. K. C. Pradeep, M. Furuta, A. Hatta and C. Li, "Fabrication of High Conductive ITO Thin Film for Dye-sensitized Solar Cell Applications." International Workshop on Active-Matrix Flat pannel Displays and Devices (AM-FPF13), Jul. 4–6, 2013, Kyoto, Japan.
7. X. Li, E. K. C. Pradeep, D. Wang, M. Furuta, A. Hatta and C. Li, "A Novel Fabrication Technique of Zinc Oxide Nanorods for Photoelectric Applications." 第4回フロンティア・テクノロジー・シンポジウム, Jul. 27, 2013, Shenyang, China.
8. C. Li, X. Li, D. Wang, T. Kawaharamura, N. Nitta, M. Furuta and A. Hatta, "Morphology Controlled Single Crystal ZnO Nanostructures Fabricated by a Novel Mist Chemical Vapor Deposition." Society for Information Display 2013 (SID 2013), May 21, 2013, Vancouver Convention Center, Vancouver, British Columbia, Canada.
9. T. Kawaharamura, "Development and Physics of Mist CVD, Non-Vacuum-Based Thin Film Fabrication Technology." 2013 the Japan Society of Applied Physics & Material Research Symposium Joint Symposia (2013 JSAP-MRS), Sep. 19, 2013, Doshisha Univ, Kyotanabe, Kyoto, Japan. (招待講演)
10. T. Kawaharamura, "Characteristics of metal oxide thin films and device fabricated by mist CVD." 21th Annual International Conference on Composites or Nano Engineering (ICCE-21), July 23, 2013, Canary Islands, Spain. (招待講演)
11. T. Kawaharamura, T. Kaida and M. Furuta, "Reaction Mechanism for Fabrication of High Quality IGZO Thin Films Grown by Non-Vacuum Mist CVD with O₃ Assistance." 2013 MRS Fall Meeting & Exhibit, Dec. 3, 2013, Hynes Convention Center, Boston, MA, USA.
12. T. Kawaharamura, T. Uchida, K. Shibayama, S. Fujita, T. Hiramatsu and H. Orita, "Aluminum Oxide Passivation layer for Crystalline Silicon Solar Cells Deposited by non-Vacuum Mist CVD." 2013 MRS Fall Meeting & Exhibit, Dec. 3, 2013, Hynes Convention Center, Boston, MA.
13. T. Uchida, T. Kawaharamura, M. Furuta and S. Fujita, "Fabrication of Aluminum Oxide Thin Films by Solution-Source Non-Vacuum Process of Mist Chemical Vapor Deposition with Ozone Assistance." 2013 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2013), Sep. 26, 2013, Hilton Fukuoka Sea Hawk, Fukuoka, Japan.
14. T. Kawaharamura, "Development and Physics of Mist CVD; Non-Vacuum-Based Thin Film Fabrication Technology." 2013 the Japan Society of Applied Physics & Material Research Symposium Joint Symposia (2013 JSAP-MRS), Sep. 19, 2013, Doshisha Univ, Kyotanabe, Kyoto, Japan. (招待講演)
15. T. Kawaharamura, T. Uchida, M. Furuta, M. Sanada and S. Fujita, "Fabrication of high quality AlO_x thin films with high growth ratio by mist CVD." 2013 the Japan Society of Applied Physics & Material Research Symposium Joint Symposia (2013 JSAP-MRS), Sep. 18, 2013, Doshisha Univ, Kyotanabe, Kyoto, Japan.
16. T. Kawaharamura, "Characteristics of metal oxide thin films and device fabricated by mist CVD." 21th Annual International Conference on Composites or Nano Engineering (ICCE-21), July 23, 2013, Tenerife, Canary Islands, Spain.
17. T. Kawaharamura and M. Furuta, "High Mobility IGZO TFT fabricated by Solution-Based Non-Vacuum Mist Chemical Vapor Deposition." 4th International Conference on Semiconductor Technology for Ultra Large Scale Integrated Circuits and Thin Film Transistors, July 8, 2013, Villard-de-Lans (Grenoble area), France.
18. T. Kawaharamura, T. Uchida, D. Wang, M. Sanada and M. Furuta, "Enhancing carrier mobility of IGZO TFT fabricated by Mist CVD with O₃ assistance." The 40th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS 2013), May 21, 2013, Kove Convention Center, Kobe, Japan.
19. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Kaida and D. Wang, "High Mobility Atmospheric-Pressure-Processed IGZO TFT with AlO_x/IGZO Stack Fabricated by Mist Chemical Vapor Deposition." The 20th International Display Workshops (IDW'13), December 4–6, 2013, Sapporo, Japan.

20. M. P. Hung, D. Wang, J. Jiang and M. Furuta, "Influence of Charge Trapping on Hysteresis of InGaZnO Thin-Film Transistors under Negative Bias and Illumination Stress." The 20th International Display Workshops (IDW'13), December 4–6, 2013, Sapporo, Japan.
21. M. Furuta and T. Kawaharamura, "High-performance oxide thin-film transistors fabricated using atmospheric pressure deposition method." IUMRS-ICAM2013 International Conference on Advanced Materials, September 22–28, 2013, Qingdao, China. (招待講演)
22. D. Wang, J. Jiang, M. P. Hung, T. Toda, C. Li and M. Furuta, "Effect of Active Layer Thickness on Negative Bias and Illumination Stress Induced Degradation in Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors." IUMRS-ICAM2013 International Conference on Advanced Materials, September 22–28, 2013, Qingdao, China.
23. D. Wang, J. Jiang, M. P. Hung, T. Toda, C. Li and M. Furuta, "Investigation of Degradation Mechanism in Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors under Negative Bias and Illumination Stress by Simulation." The 13th International Meeting on Information Display (IMID 2013), August 26–29, 2013, EXCO, Daegu, Republic of Korea.
24. D. Wang, M. P. Hung, J. Jiang, T. Toda, C. Li and M. Furuta, "Investigating Photon Energies Induced Bistable States Creation under Negative Bias and Illumination Stress for Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors." The 4th International Symposium on Frontier Technology (ISFT 2013), July 26–29, 2013, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang, China.
25. J. Jiang, D. Wang, M. Kimura and M. Furuta, "Interface Traps Influence on the Properties of InSnZnO Thin-Film Transistors with Different Channel Thicknesses." The 4th International Symposium on Frontier Technology (ISFT 2013), July 26–29, 2013, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang, China.
26. M. Furuta, M. P. Hung, J. Jiang, D. Wang, S. Tomai, H. Hayasaka and K. Yano, "Negative-Bias with Illumination Stress Induced State Creation in a-InGaZnO TFT." 4th International Conference on Semiconductor Technology for Ultra Large Scale Integrated Circuits and Thin Film Transistors, July 8–11, 2013, Villard-de-Lans, France. (招待講演)
27. D. Wang, M. P. Hung, J. Jiang, C. Li and M. Furuta, "Effect of Drain Bias on Negative Gate Bias and Illumination Stress Induced Degradation in Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors." The Twentieth International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 13), July 2–5, 2013, Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto, Japan.
28. S. Urakawa, S. Tomai, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Kimura, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Thermal Degradation and Theoretical Analysis of Amorphous Oxide Thin-Film Transistor." The Twentieth International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 13), July 2–5, 2013, Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto, Japan.
29. T. Matsuda, M. Kimura, J. Jiang, D. Wang, M. Furuta, M. Kasami, S. Tomai and K. Yano, "Trap States in Amorphous In-Sn-Zn-O Thin-Film Transistors Analyzed Using Dependence on Channel Thickness." Society for Information Display 2013 (SID 2013), May, 2013, Vancouver Convention Center, Vancouver, British Columbia, Canada.
30. M. Furuta and T. Kawaharamura, "Atmospheric Pressure Processed InGaZnO Thin-Film Transistors." International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), June 6–7, 2013, Kansai Univ., Osaka, Japan. (招待講演)
31. S. Urakawa, S. Tomai, Y. Ueoka, H. Yamazaki, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Thermal Distribution in Amorphous InSnZnO Thin-Film Transistor." The 40th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS 2013), May 19–23, 2013, Kobe Convention Center, Kobe, Japan.

32. S. Urakawa, S. Tomai, Y. Ueoka, H. Yamazaki, M. Kasami, K. Yano, D. Wang, M. Furuta, M. Horita, Y. Ishikawa and Y. Uraoka, "Degradation Phenomena in Amorphous Oxide Thin-Film Transistor by Self-Heating Effect." The 9th International Thin-Film Transistor Conference 2013 (ITC2013), March 1–2, 2013, The University of Tokyo, Tokyo, Japan.
33. J. Jiang, D. Wang and M. Furuta, "Influence of Front- and Back-Channel Traps on Electrical Properties of Oxide TFTs with Various Channel Thicknesses." The 9th International Thin-Film Transistor Conference 2013 (ITC2013), March 1–2, 2013, The University of Tokyo, Tokyo, Japan.
34. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Uchida, D. Wang and M. Sanada, "High performance a-InGaZnOx Thin-Film Transistors fabricated by Solution-Based Atmospheric Pressure Deposition Method." The 9th International Thin-Film Transistor Conference 2013 (ITC2013), March 1–2, 2013, The University of Tokyo, Tokyo, Japan.
35. M. Taniwaki and N. Nitta, "Formation and application of two-dimensional nanocell lattice." 18th International Conference on Surface Modification of Materials by Ion Beams (SMMIB 2013), Sep. 15–20 2013, Kusadasi, Turkey,
36. H. Furuta, "Magnetron sputtering deposition of catalysts for the growth control of carbon nanotubes." ICRP-8/SPP-31, Feb. 6, 2014, Fukuoka Convention Center, Fukuoka. (招待講演)
37. T. Harigai, Y. Yasuoka, Y. Kakuta, J. -S. Oh, H. Furuta and A. Hatta, "XRR analysis on multi-layer structure of DLC film on Si substrate by single pulse RF plasma CVD." ICRP-8/SPP-31, Feb. 6, 2014, Fukuoka Convention Center, Fukuoka.
38. Y. Kusumoto, K. Sekiya, H. Koji, H. Furuta and A. Hatta, "In-situ conductance measurement of Ni ultra-thin film in sputtering deposition for CNT growth." ICRP-8/SPP-31, Feb. 6, 2014, Fukuoka Convention Center, Fukuoka.
39. Y. Yasuoka, T. Harigai, J. -S. Oh, H. Furuta, A. Hatta, T. Suzuki and H. Saitoh, "Characterization of Diamond-Like Carbon Films Fabricated by RF Plasma CVD from CO Source Gas." ICRP-8/SPP-31, Feb. 6, 2014, Fukuoka Convention Center, Fukuoka.
40. A. Hatta, T. Harigai and H. Furuta, "Hydrophilic surface of DLC coating with nano-fibers induced by plasma etching." Int. Conf. on PROCESSING & MANUFACTURING OF ADVANCED MATERIALS (THERMEC'2013), Dec. 4, Las Vegas, USA.
41. T. Harigai, K. Iwasa, Y. Kakuta, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "Hydrophilic DLC Surface Induced by Nanostructures Formed by RF O₂ Plasma Etching with Metal Micro-Masks." 8th Asia-Pacific Int. Symp. on the Basic and Applications of Plasma Technology (APSPT), Dec. 21, 2013, Hsinchu, Taiwan.
42. H. Furuta, Y. Kusumoto, K. Sekiya and A. Hatta, "In-situ observation of catalyst formation during sputtering deposition utilizing conductance measurement." 23rd Annual Meeting of MRS-J 2013, Dec. 11, 2013, Yokohama Port Opening Plaza, Yokohama.
43. K. Sekiya, H. Koji, H. Furuta and A. Hatta, "Optical Properties of Carbon Nanotube Forests with Various Growth Structures." AVS 60th International Symp. & Exhibit. (AVS60), Oct. 27–Nov. 1, 2013, Long Beach, California, USA.
44. H. Koji, K. Sekiya, N. Nitta, H. Furuta and A. Hatta, "Size control of catalyst particles utilizing Ni thin over coating layer on various catalyst films for the growth control of CNTs." International Conference on Diamond and Carbon Materials 2013 (DCM2013), Sep. 2–5, Riva del Garda, Italy.
45. T. Harigai, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "Analysis on diamond-like carbon film by RF plasma CVD from CO gas." International Conference on Diamond and Carbon Materials 2013 (DCM2013), Sep. 2–5, Riva del Garda, Italy.
46. T. Harigai, J.-S. Oh, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "Ultra-thin Diamond Coating by Duration Single Pulse CVD." AEPSE2013 (The 9th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering), Aug. 27, 2013, Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju Island, Korea.
47. Y. Kusumoto, K. Sekiya, H. Koji, H. Furuta and A. Hatta, "Frost column like CNTs grown by thin Ni catalyst film." The 45th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Aug. 5–7. 2013, Osaka.

48. H. Furuta, K. Sekiya, K. Takano, M. Hangyo and A. Hatta, "Optical properties of vertically aligned CNT forests formed at various growth temperature." The 45th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Aug. 5-7. 2013, Osaka.
49. T. Harigai, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "XRR Analysis on Sub-surface Layer of Diamond-like Carbon Film Deposited by RF Plasma CVD." New Diamond and Nano Carbons Conf. (NDNC2013), May 21, Singapore.
50. K. Matra, H. Furuta and A. Hatta, "Localized micro deposition by DC Acetylene micro plasma jet in SEM." The 7th International Workshop on Microplasmas (IWM7), May 23, 2013, Beijing, China.
51. T. Harigai, K. Iwasa, Y. Kakuta, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "Hydrophilic or hydrophobic DLC surface with nano-fibers induced by Cu contamination from electrode sputtered during RF O₂ plasma etching." 12th Int. Symp. Sputtering & Plasma Processes, (ISSP2013), July 12, 2013, Kyoto.
52. Y. Kusumoto, K. Matsumoto, K. Sekiya, H. Koji, H. Furuta and A. Hatta, "Electrical conductivity measurement on thin Ni catalyst layer deposited by DC magnetron sputtering for CNT growth." 12th Int. Symp. Sputtering & Plasma Processes (ISSP2013), July 12, 2013, Kyoto, Japan
53. A. Hatta, "Plasma Processing for Nano-materials." Int. Conf. Smart System Engineering 2013 (SmaSys 2013), July 12, Yonezawa, Japan. (招待講演)
54. T. Harigai, Y. Kakuta, T. Sumida, H. Furuta and A. Hatta, "Nanotexturing of DLC and Diamond Film Surfaces by RF O₂ Plasma Etching after Metal Deposition." 12th Asia Pacific Physics Conf. (APPC12), July 15, Chiba, Japan.
55. A. Hatta, "Control of Reactive Plasma for Material Processing." 4th Int. Symp. Frontier Technology 2013 (ISFT2013), July 27, Shenyang, China, Invited Lecture 2.
56. T. Harigai, Y. Kakuta, Y. Yasuoka, H. Furuta and A. Hatta, "Improved wettability on DLC film surface with nanostructures fabricated by O₂ plasma etching with a small amount of Ni deposition." 26th Symp. Plasma Sci. for Materials (SPSM-26), Sep. 23, 九州大学医学部.
57. M. Furuta, T. Kawaharamura, T. Kaida and D. Wang, "High Mobility Atmospheric-Pressure-Processed IGZO TFT with AlO_x/IGZO Stack Fabricated by Mist Chemical Vapor Deposition." The 20th International Display Workshops, Dec. 4, 2013, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan.
58. P. Wang and K. Kobiro, "A Facile One-pot Single-step Synthetic Approach to Spherical Mesoporous Titanium Dioxide Nanoparticles in Supercritical Methanol." The 4th International Symposium on Frontier Technology, July 26-29, 2013, Shenyang, China.
59. K. Kobiro and P. Wang, "Synthesis of Spherical Mesoporous (Metal) oxide Nanoparticles in Supercritical Fluids." IUPAC 9th International Conference on Novel Materials and Their Synthesis & the 23rd International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers, Oct. 17-22, 2013, Shanghai, China. (招待講演)
60. P. Wang, K. Ueno, K. Yokoyama and K. Kobiro, "A Versatile, One-pot, Single-step Synthetic Approach for Spherical Mesoporous (Metal) Oxide Nanoparticles Using Supercritical Alcohols." 12th IUMRS International Conference on Advanced Materials, Sep. 22-28, 2013, Qingdao, China. (招待講演)
- 学会発表 (国内)
1. 川原村敏幸, 介田忠宏, 王大鵬, 古田守, "大気開放系ミスト化学気相成長 (CVD) 法を用いて作製したワイドバンドギャップ酸化物薄膜トランジスタ (TFT)." 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 2014 年 3 月 19 日, 青山学院大学.
 2. 内田貴之, 川原村敏幸, 柴山健次, 藤田静雄, 平松孝浩, 織田容征, "オゾン支援を用いたミスト CVD 法による酸化アルミニウム (AlO_x) パッシベーション膜の特性." 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 2014 年 3 月 18 日, 青山学院大学.
 3. 内田貴之, 川原村敏幸, 藤田静雄, "ミスト CVD 法による SnO_x 薄膜の作製とその特性." 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 2014 年 3 月 17 日, 青山学院大学.
 4. 介田忠宏, 川原村敏幸, 古田守, "オゾン支援ミスト CVD 法による高移動度 (> 10cm²/Vs) IGZO TFT ~TFT 特性のチャンネル組成依存性~." 薄膜材料デバイス研究会第 10 回研究集会, 2013 年 11 月 1 日, 龍谷大学.

5. 内田貴之, 川原村敏幸, 柴山健次, 藤田静雄, 平松孝浩, 織田容征, “大気圧ミスト CVD 法で作製した酸化アルミニウム (AlO_x) 薄膜の太陽電池用パッシベーション応用.” 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 19 日, 同志社大学.
6. 森田憲治, 重松晃次, 新田紀子, 谷脇雅文, “イオンビーム照射によるゲルマニウム表面周期構造の微細化の検討.” 日本金属学会第 150 回春期大会, 2014 年 3 月 21 日, 東京工業大学.
7. 新田紀子, 重松晃次, 谷脇雅文, 八田章光, 保田英洋, “化合物半導体のイオンビーム照射効果の解明とその応用.” 第 33 回ナノテストングシンポジウム, 2013 年 11 月 15 日, 千里ライフサイエンスセンター.
8. 新田紀子, 重松晃次, 谷脇雅文, 八田章光, “イオンビーム照射による半導体多孔質構造のサイズ制御.” 日本金属学会第 149 回秋期大会, 2013 年 9 月 17 日, 金沢大学.
9. 重松晃次, 別役和秀, 森田憲治, 新田紀子, 谷脇雅文, “イオン照射による GaSb ナノセル構造の作製と評価.” 日本金属学会第 149 回秋期大会, 2013 年 9 月 18 日, 金沢大学.
10. 右川貴子, 堀井滋, 山木桃子, 新田紀子, 前田敏彦, 下山淳一, 土井俊哉, “双晶構造を含む $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の結晶磁気異方性と 3d 遷移金属イオンドープの効果.” 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
11. 山木桃子, 古田守, 下山淳一, 土井俊哉, 堀井滋, “回転変調磁場による三軸配向性 $\text{ErBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ セラミックス作製における磁場印加方法の検討.” 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 18 日, 同志社大学.
12. 堀井滋, 山木桃子, 古田守, 土井俊哉, “ $\text{REBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 単結晶の常圧下合成および三軸磁場配向.” 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 17 日, 同志社大学.
13. 戸田達也, Dapeng Wang, Jingxin Jiang, Phi Hung Mai, 古田守, “バックチャネル欠陥準位が a- InGaZnO 薄膜トランジスタ特性及び信頼性に与える影響.” 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 16 日, 同志社大学.
14. 浦川哲, 菅井重和, 笠見雅司, 矢野公規, Wang Dapeng, 古田守, 堀田昌宏, 石河泰明, 浦岡行治, “酸化物薄膜トランジスタにおける発熱効果および劣化現象のサイズ依存性.” 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 17 日, 同志社大学.
15. 竹之内良太, 王大鵬, 石井林太郎, 高橋広己, 久保田高史, 古田守, “ ZnSnO 薄膜トランジスタにおける MgO ドーピング効果.” 第 9 回薄膜材料デバイス研究集会, 2013 年 11 月 1 日, 龍谷大学アバンティ響都ホール.
16. 中村有希, 角田拓也, 針谷達, 古田寛, 八田章光, “マイクロ波プラズマ CVD 法におけるメタンパルス導入による多結晶ダイヤモンド成長速度の向上.” 第 27 回ダイヤモンドシンポジウム, 2013 年 11 月 20 日, 日本工業大学.
17. 小路紘史, 石本光輝, 古田寛, 八田章光, “Ni/Fe 積層触媒を用いた CNT 合成.” 2013 年度応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 16 日, 同志社大学.
18. 関家一樹, 小路紘史, 古田寛, 八田章光, “CNT フォレスト光学特性の構造依存性 2.” 2013 年度応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 16 日, 同志社大学.
19. 針谷達, 安岡佑起, 角田祥明, 古田寛, 八田章光, “DLC のプラズマ CVD 法における初期高速成膜過程.” 2013 年度応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 16 日, 同志社大学.
20. 楠本雄司, 小路紘史, 関家一樹, 古田寛, 八田章光, “Ni 極薄膜のスパッタ堆積過程でのコンダクタンスその場評価.” 2013 年度応用物理学会秋季学術講演会, 2013 年 9 月 19 日, 同志社大学.
21. 石本光輝, 小路紘史, 関家一樹, 古田寛, 八田章光, “ナノカーボン材料のラマン評価.” 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
22. 安岡佑起, 針谷達, 角田祥明, 古田寛, 八田章光, “CO ガスを用いたプラズマ CVD 法による a-C 膜の作製と評価.” 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
23. 中村有希, 角田拓也, 尾崎仁, 古田寛, 八田章光, “メタンパルス導入マイクロ波プラズマ CVD 法を用いた多結晶ダイヤモンドの合成.” 2013 年度応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.

24. 角田祥明, 針谷達, 安岡佑起, 古田寛, 八田章光, “DLC ナノファイバーの作製と撥水性の評価.” 2013 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
25. 角田拓也, 中村有希, 尾崎仁, 角田祥明, 古田寛, 八田章光, “RF 酸素プラズマエッチングによるダイヤモンドナノ構造体の形成.” 2013 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
26. 関家一樹, 小路紘史, 古田寛, 八田章光, “初期成長 CNT フォレストの構造と光学特性の相関.” 2013 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
27. 楠本雄司, 関家一樹, 小路紘史, 古田寛, 八田章光, “スパッタリング形成 Ni 触媒の電気抵抗評価.” 2013 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
28. 小路紘史, 赤井洋輝, 古田寛, 八田章光, “Fe/Al および Ni/Fe/Al 積層触媒による CNT の合成と評価.” 2013 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会, 2013 年 7 月 27 日, 香川大学.
29. 王鵬宇, 小廣和哉, “超臨界アルコールを用いる球状多孔質酸化物ナノ粒子の合成.” 日本顕微鏡学会第 69 回学術講演会, 2013 年 5 月 20 日, 阪急エキスポパーク.
30. 王鵬宇, 小廣和哉, “超臨界流体を用いる多孔質酸化物ナノ粒子の汎用的ワンポット単工程合成.” 高知化学会第 26 回研究会, 2013 年 8 月 31 日, 高知大学. (依頼公演)

謝辞

ナノテクノロジー研究所の創設以来、多大なるご尽力をいただいている木村良研究本部長にこの場を借りて感謝申し上げます。研究遂行にあたりご支援をいただいている研究連携部研究支援課尾上晃弘課長（現：情報部学術情報サービス課）、武内章浩課長、谷本美保氏はじめ研究連携部研究支援課の皆様へ感謝申し上げます。ナノ棟施設・設備に関してご支援をいただいている施設管理部丸岡章宏主任はじめ施設管理部の皆様、中央監視盤室の皆様へ感謝申し上げます。クリーンルームの管理に関してご支援をいただいている土佐酸素株式会社小松一郎氏に感謝申し上げます。

Institute for Nanotechnology Activity Report 2013

Noriko Nitta^{1*} Chaoyang Li¹ Toshiyuki Kawaharamura¹

Akimitsu Hatta^{1,2} Hiroshi Furuta² Jun-Seok Oh²

Mamoru Furuta^{1,3} Dapeng Wang³ Sadao Momota³

(Received: May 12th, 2014)

¹ Institute for Nanotechnology, Kochi University of Technology
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782–8502, JAPAN

² School of Systems Engineering, Kochi University of Technology
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782–8502, JAPAN

³ School of Environmental Science and Engineering, Kochi University of Technology
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782–8502, JAPAN

* E-mail: nitta.noriko@kochi-tech.ac.jp

Abstract: Three years after the Institute for Nanotechnology establishment, we report on the activity in 2013. The number of research staff in the Institute for Nanotechnology is five. Additionally, many faculty staffs and students join the cooperative research in the field of nanotechnology. We introduce topics of some research and achievements in this article. The research achievements were presented by means of 28 papers, 14 proceedings, 2 tutorial papers, 2 books, 9 awards, 1 patent, and 89 conference presentations. We hope to keep those high activities from now on.