

課題番号	GR035
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	高速省電力フレキシブル情報端末を実現する酸化物半導体の低温成長と構造制御法の確立
研究機関・部局・職名	東京工業大学・応用セラミックス研究所・教授
氏名	神谷 利夫

1. 当該年度の研究目的

平成23年度までに、事業を立ち上げ、水素および水を極限まで低減させることの可能な製膜装置を導入するとともに、エリプソメリーその場観察等を利用することにより、熱処理によるアモルファス酸化物半導体 (AOS) および薄膜トランジスタ (TFT) の構造・特性がどのように変化するかを明らかにした。平成24年度には、熱処理により AOS の電気特性および欠陥構造がどのように変わるかを明らかにするとともに、膜中の水素の効果について多くの知見を得た。これらは当初計画通りである。

平成25年度には、平成24年度の研究を継続して行うとともに、「アモルファス酸化物 TFT の特性に不純物や製膜条件、薄膜成長過程が及ぼす影響を調べ、低温で実用的な特性を示す酸化物半導体デバイスを作製する条件を明らかにする」とする。

2. 研究の実施状況

**「水素の欠陥不活性化効果の実証」**

- 500°C で熱処理したアモルファス In-Ga-Zn-O (a-IGZO) で TFT 特性が劣化し、400°C の湿潤酸素処理によって回復すること、および、H<sub>2</sub>O の昇温脱離スペクトル測定から、一部の水素が TFT 特性に影響を与える欠陥を不活性化し、その脱離温度が 400°C 付近にあることを明らかにした。
- 真空成膜した a-IGZO 中の深い欠陥が水素プラズマ処理により低減することを、8 keV の高エネルギー X 線励起を用いた硬 X 線光電子分光(HAXPES)で直接観察した。

**「水素が作る欠陥の直接観察」**

- 成膜直前の背圧を悪くして H<sub>2</sub> あるいは H<sub>2</sub>O 関連不純物を取り込むと、深い欠陥が形成されることを HAXPES により直接観察した。
- 不純物水素により a-IGZO のバンドギャップが大きくなることを明らかにし、不純物水素を多く取り込んだ a-IGZO では過剰酸素も多く取り込むというモデルで説明した。

**「過剰酸素の直接観察」**

- ラザフォード後方散乱スペクトルにより、高い圧力で成膜した a-IGZO には過剰酸素が含まれていることを直接観察した。このことから、なぜ、a-IGZO の成膜では全圧が低い方が望ましく、また、最適な酸素分圧の領域が狭いのか、理由を明らかにした。
- 5 nm 厚の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁体、100 nm 程度の短いチャネルの TFT で電圧不安定性があることを

様式19 別紙1

確認した。この原因を、ゲート形成時の Al の酸化により弱結合酸素によるものと考えている。

「p 型 TFT」

7. Cu<sub>2</sub>O に変わる p 型半導体として SnS に着目した。これまで、NaCl 単結晶へのエピタキシャル成長は報告されていたが、安定な基板(MgO)上への高品質エピタキシャル膜の成長に初めて成功し、移動度 37 cm<sup>2</sup>/Vs を得た。
8. SnS の n 型ドーピングに初めて成功し、第一原理計算によりその機構を明らかにした。

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 5 件
計 22 件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Katsumi Abe, Ayumu Sato, Kenji Takahashi, Hideya Kumomi, Toshio Kamiya, Hideo Hosono Mobility- and temperature-dependent device model for amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistors Thin Solid Films 559 (2014) 40-43</li> <li>2. Zewen Xiao, Fan-Yong Ran, Hidenori Hiramatsu, Satoru Matsuishi, Hideo Hosono, Toshio Kamiya Epitaxial growth and electronic structure of a layered zinc pnictide semiconductor, <math>\beta</math>-BaZn<sub>2</sub>As<sub>2</sub> Thin Solid Films 559 (2014) 100-104</li> <li>3. Fan-Yong Ran, Zewen Xiao, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Growth of high-quality SnS epitaxial films by H<sub>2</sub>S flow pulsed laser deposition Appl. Phys. Lett. 104 [7] (2014) 072106-1 - 4</li> <li>4. Yuichiro Hanyu, Kay Domen, Kenji Nomura, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Hydrogen passivation of electron trap in amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistors Appl. Phys. Lett. 103 [20] (2013) 2012114-1 - 3</li> <li>5. Ken Watanabe, Dong-Hee Lee, Isao Sakaguchi, Kenji Nomura, Toshio Kamiya, Hajime Haneda, Hideo Hosono, and Naoki Ohashi Surface reactivity and oxygen migration in amorphous indium-gallium-zinc oxide films annealed in humid atmosphere Appl. Phys. Lett. 103 [20] (2013) 201904-1 - 5</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 10 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) T. Kamiya, K. Kimoto, N. Ohashi, K. Abe, Y. Hanyu, H. Kumomi, H. Hosono Electron-Beam-Induced Crystallization of Amorphous In-Ga-Zn-O Thin Films Fabricated by UHV Sputtering Proc. IDW'13 (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) 280</li> <li>(2) K. Abe, H. Kumomi, T. Kamiya, H. Hosono Modeling of Transparent Amorphous Oxide Semiconductor Thin-Film Transistor Proc. IDW'13 (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) 311</li> <li>(3) T. Kamiya, K. Ide, K. Nomura, H. Kumomi, H. Hosono Structural Relaxation, Crystallization, and Defect Passivation in Amorphous In-Ga-Zn-O Proc. IDW'13 (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) 478</li> <li>(4) T. Hasegawa, M. Inoue, T. Matsuda, M. Kimura, K. Nomura, T. Kamiya, H. Hosono</li> </ol>

	<p>3-D Stacked Complementary TFT Devices Using n-Type a-IGZO and p-Type F8T2 TFTs – Comparison between Stacked and Sided Configurations – Proc. IDW'13 (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) AMD6-3L</p> <p>(5) Mutsumi Kimura, Takayuki Hasegawa, Masashi Inoue, Kenji Nomura, Toshio Kamiya, and Hideo Hosono 3-D Stacked Complementary TFT Devices using n-type a-IGZO and p-type F8T2 TFTs –Operation Confirmation of NOT and NAND Logic Circuits– SID 2013 DIGEST (2013) 995-998, P-3</p> <p>(6) Satoru Watanabe, Toshinari Watanabe, Kazuhiro Ito, Naomichi Miyakawa, Yoshitake Toda, Yudai Tomota, Setsuro Ito, Toshio Kamiya, Hideo Hosono Electron Injecting Material for OLEDs driven by Oxide TFTs: Amorphous C12A7 Electride SID 2013 DIGEST (2013) 1473-1476, P-142L</p> <p>(7) Toshio Kamiya, Kenji Nomura, and Hideo Hosono Electronic Structure, Carrier Transport, Defects and Impurities in Amorphous Oxide Semiconductor SID 2013 DIGEST (2013) 11-13, 4.1</p> <p>(8) 神谷利夫、細野秀雄 透明酸化物半導体がもたらすディスプレイの変革と今後の展望 研究開発リーダー(2013年5月号)(2013) 19-24</p> <p>(9) 神谷利夫、雲見日出也、細野秀雄 酸化物半導体 TFT の研究動向と課題 月間ディスプレイ 10月号 [10] (2013) 1-8</p> <p>(10) 神谷利夫、雲見日出也、細野秀雄 アモルファス酸化物半導体薄膜 表面技術 (2013年7月号) 64 [7] (2013) 392-395</p> <p>(未掲載) 計 7 件 (審査中)</p> <p>(1) Kay Domen, Takaya Miyase, Katsumi Abe, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Positive Gate Bias Instability Induced by Diffusion of Neutral Hydrogen in Amorphous In-Ga-Zn-O Thin Film Transistor submitted to EDL (2013)</p> <p>(2) Kay Domen, Takaya Miyase, Katsumi Abe, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Positive-Bias Stress Test on Amorphous In-Ga-Zn-O Thin Film Transistor: Annealing –Temperature Dependence submitted to J. Displ. Technol. (2013)</p> <p>(3) Yuichiro Hanyu, Katsumi Abe, Kay Domen, Kenji Nomura, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Effects of high-temperature annealing on operation characteristics of a-In-Ga-Zn-O TFTs submitted to J. Displ. Technol. (2013)</p> <p>(4) Fan-Yong Ran, Masataka Taniguti, Hideo Hosono, Toshio Kamiya Interfacial Structure Analysis of Cu2O Films Fabricated by Low Temperature Process submitted to J. Displ. Technol. (2013)</p> <p>(5) Zewen Xiao, Hidenori Hiramatsu, Shigenori Ueda, Yoshitake Toda, Fan-Yong Ran, Jiangang Guo, Hechang Lei, Satoru Matsuishi, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Origins of narrow bandgap in <math>\beta</math>-BaZn<sub>2</sub>As<sub>2</sub> with ThCr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> structure submitted to Phys. Rev. B (2014)</p> <p>(6) Jakub Grochowski, Yuichiro Hanyu, Katsumi Abe, Jakub Kaczmarek, Jan Dyczewski, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Effects of High Total Pressure on Lower Film Density and Larger Defect Density in Amorphous</p>
--	---

様式19 別紙1

	<p>In-Ga-Zn-O submitted to J. Displ. Technol. (2014)</p> <p>(7) Takatoshi Orui, Johannes Herms, Yuichiro Hanyu, Shigenori Ueda, Ken Watanabe, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya Charge Compensation by Excess Oxygen in Amorphous In-Ga-Zn-O Films Deposited by Pulsed Laser Deposition submitted to J. Displ. Technol. (2014)</p>
<p>会議発表 計 47 件</p>	<p>専門家向け 計 47 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 神谷利夫、雲見日出也、細野秀雄 アモルファス酸化物半導体の特徴とフレキシブル応用 高分子表面研究会 (2014/2/7、東京理科大 森戸記念館) (2014) 2</li> <li>2. 神谷利夫 理論面から見た結晶・アモルファス酸化物半導体の光・電子物性 応用物理学会関西支部セミナー「光物性とその光機能－酸化物半導体の光物性・評価」(大阪市立大学杉本キャンパス、学術情報総合センター) (2014)</li> <li>3. 神谷利夫、雲見日出也、細野秀雄 印刷・フレキシブル技術からみた酸化物半導体の現状と課題 第 3 回 次世代プリントエレクトロニクスシンポジウム (2013/12/10、秋葉原コンベンションホール) (2013)</li> <li>4. Toshio Kamiya, Hideya Kumomi and Hideo Hosono Defects and impurity energy levels in amorphous In-Ga-Zn-O 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014) (23-24 January, 2014, Delft University of Technology, The Netherlands) (2014) 5-1</li> <li>5. Toshio Kamiya and Hideo Hosono The Present Status of Amorphous Oxide Semiconductors 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (Kyoto Sep.16-20) (2013) 20a-M6-6</li> <li>6. Toshio Kamiya, Hideya Kumomi and Hideo Hosono Present status and technology of a-IGZO TFT TUDA Metal oxide Workshop (2013/11/26, ITRI, Hsinchu, Taiwan) (2013)</li> <li>7. Toshio Kamiya and Hideo Hosono Impurity and Defects in Oxide Semiconductors International Union of Materials Research Societies - International Conference in Asia - 2013 (IUMRS-ICA-2013) (2013/12/16-20, Indian Institute of Science, Bangalore, India) (2013) ABS-1662-ICA</li> <li>8. T. Kamiya, K. Ide, K. Nomura, H. Kumomi, H. Hosono Structural Relaxation, Crystallization, and Defect Passivation in Amorphous In-Ga-Zn-O International Display Workshop 2013 (IDW'13) (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) FMC3-1</li> <li>9. K. Abe, H. Kumomi, T. Kamiya, H. Hosono Modeling of Transparent Amorphous Oxide Semiconductor Thin-Film Transistor International Display Workshop 2013 (IDW'13) (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) AMD5-1</li> <li>10. Toshio Kamiya, Hideya Kumomi and Hideo Hosono Double-Face Roles of Hydrogen in Amorphous In-Ga-Zn-O The 2nd International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE2013, 2013/11/12-15, ICC Jeju, Korea) (2013) OS-4321</li> </ol>

	<p>11. Katsumi Abe, Toshio Kamiya, and Hideo Hosono Quantum Confinement Effect in Amorphous In-Ga-Zn-O 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (Kyoto Sep.16-20) (2013) 18p-M1-1</p> <p>12. Toshio Kamiya, Hideo Hosono The present status and new applications of oxide semiconductors Printed Electronics EUROPE 2013 (2013/4/17-18, Berlin, Germany) (2013)</p> <p>13. Toshio Kamiya, Kenji Nomura, and Hideo Hosono Electronic Structure, Carrier Transport, Defects and Impurities in Amorphous Oxide Semiconductor SID 2013 (2013/5/19-24, Vancouver Convention Center, Canada) (2013) 4.1</p> <p>14. Ken Watanabe, Dong-Hee Lee, Isao Sakaguchi, Kenji Nomura, Toshio Kamiya, Hideo Hosono, and Naoki Ohashi Response of Amorphous In-Ga-Zn-O to Humid Air International Symposium on EcoTopia Science 2013 (ISETS2013) and The 4th International Symposium on Advanced Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-4) (December 13-15, Nagoya University, Japan) (2014) TuB4-4</p> <p>15. Jakub Grochowski, Yuichiro Hanyu, Katsumi Abe, Hideya Kumomi, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Effect of total pressure on density, defect structure and thin-film transistor characteristics of amorphous In-Ga-Zn-O fabricated by sputtering 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014) (23-24 January, 2014, Delft University of Technology, The Netherlands) (2014) Oxides10</p> <p>16. Johannes Herms, Toshio Kamiya, Takatoshi Orui, Yuichiro Hanyu, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono, Shigenori Ueda and Naoki Ohashi Charge compensation in amorphous In-Ga-Zn-O deposited by pulsed laser deposition in vacuum 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014) (23-24 January, 2014, Delft University of Technology, The Netherlands) (2014) Oxides9</p> <p>17. Kyohei Ishikawa, Yuichiro Hanyu, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Hydrogen-induced bandgap widening and structural relaxation in amorphous In-Ga-Zn-O deposited by sputtering 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014) (23-24 January, 2014, Delft University of Technology, The Netherlands) (2014) Oxides12</p> <p>18. Yuichiro Hanyu, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Evidence of hydrogen passivation effect in amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistor 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014) (23-24 January, 2014, Delft University of Technology, The Netherlands) (2014) Oxides35</p> <p>19. Hirofumi Fukai, Toshio Sasaki, Hiroshi Kawarada, Kenji Nomura, Toshio Kamiya, and Hideo Hosono Operation Characteristics of Short-Channel a-IGZO Thin Film Transistors with Very Thin Gate Insulator The 40th Int. Symp. Comp. Semicond. (ISCS2013, Kobe Convention Center, May 19-23, 2013) (2013) TuB4-2</p> <p>20. H. Fukai, T. Sasaki, H. Kawarada, K. Nomura, T. Kamiya and H. Hosono Short Channel Characteristics of a-IGZO Thin Film Transistors Using Very Thin Gate Insulator International Symposium on EcoTopia Science 2013 (ISETS2013) and The 4th International Symposium on Advanced Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-4) (December 13-15, Nagoya University, Japan) (2013) P-10-79</p> <p>21. Satoru Watanabe, Toshinari Watanabe, Kazuhiro Ito, Naomichi Miyakawa, Yoshitake Toda, Yudai Tomota, Setsuro Ito, Toshio Kamiya, Hideo Hosono Electron Injecting Material for OLEDs driven by Oxide TFTs: Amorphous C12A7 Electride SID 2013 (2013/5/19-24, Vancouver Convention Center, Canada) (2013) P-142L</p>
--	--

22. T. Hasegawa, M. Inoue, T. Matsuda, M. Kimura, K. Nomura, T. Kamiya, H. Hosono  
3-D Stacked Complementary TFT Devices Using n-Type a-IGZO and p-Type F8T2 TFTs – Comparison between Stacked and Sided Configurations –  
International Display Workshop 2013 (IDW'13) (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) AMD6-3L
23. Toshio Kamiya, Takaya Miyase, Ken Watanabe, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi, Kay Domen, Kenji Nomura, Hideya Kumomi and Hideo Hosono  
Roles of hydrogen in amorphous oxide semiconductor  
2nd International Symposium on Inorganic and Environmental Materials (ISIEM2013, 27-31 October, Rennes, France) (2013) D1-4-1
24. T. Kamiya, K. Kimoto, N. Ohashi, K. Abe, Y. Hanyu, H. Kumomi, H. Hosono  
Electron-Beam-Induced Crystallization of Amorphous In-Ga-Zn-O Thin Films Fabricated by UHV Sputtering  
International Display Workshop 2013 (IDW'13) (2013/12/4-6, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan) (2013) AMD2-5L
25. Fanyong Ran, Toshio Kamiya, Hidenori Hiramatsu, and Hideo Hosono  
Van der Waals density functional calculations of SnS-related materials  
The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12, 14-19 July, Chiba, Japan) (2013) A4-PMo-21
26. Toshio Kamiya, Takaya Miyase, Ken Watanabe, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi, Kay Domen, Kenji Nomura, Hideya Kumomi, and Hideo Hosono  
Roles of hydrogen on atomic and defect structures in amorphous oxide semiconductor, a-IGZO  
The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12, 14-19 July, Chiba, Japan) (2013) A4-PTu-11
27. Xiao Zewen, Toshio Kamiya, Hidenori Hiramatsu, and Hideo Hosono  
Electronic structures of Zn-Pn (Pn = P, As, Sb)-based layered crystals  
The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12, 14-19 July, Chiba, Japan) (2013) A4-PTu-13
28. Toshio Kamiya, Takaya Miyase, Ken Watanabe, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi, Kay Domen, Kenji Nomura, Hideo Hosono  
Enhancement of Structural Relaxation and Chemical Bonding Weakening by Hydrogen in Amorphous Oxide Semiconductor  
The 7th International Conference on the Science and Technology of Advanced Ceramics (STAC-7, June 19-21, Yokohama, Japan) (2013) 3A-03
29. Mutsumi Kimura, Takayuki Hasegawa, and Masashi Inoue, Kenji Nomura, Toshio Kamiya, and Hideo Hosono  
3-D Stacked Complementary TFT Devices using n-type a-IGZO and p-type F8T2 TFTs – Operation Confirmation of NOT and NAND Logic Circuits –  
SID 2013 (2013/5/19-24, Vancouver Convention Center, Canada) (2013) P-3
30. K. Abe, A. Sato, K. Takahashi, H. Kumomi, T. Kamiya, and H. Hosono  
Mobility- and Temperature-Dependent Device Model for Amorphous In-Ga-Zn-O Thin-Film-Transistor  
8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-8, May 13-15, Tokyo, Japan) (2013) 15pO04
31. Z. Xiao, H. Hiramatsu, H. Hosono, and T. Kamiya  
Synthesis and Epitaxial Growth of Novel Layered Zinc Pnictide Semiconductor, BaZn<sub>2</sub>As<sub>2</sub>  
8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-8, May 13-15, Tokyo, Japan) (2013) 14pP31
32. K. Watanabe, D. Lee, I. Sakaguchi, K. Nomura, T. Kamiya, H. Hosono, and N. Ohashi  
Hydrogen Incorporation and Migration in a-In-Ga-Zn-O Annealed in Humid Air

	<p>8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-8, May 13-15, Tokyo, Japan) (2013) 14pP18</p> <p>33. T. Orui, D. H. Lee, K. Nomura, H. Hosono, and T. Kamiya Effect of Back Pressure and Hydrogen on Operation Characteristics of a-IGZO/Pt Schottky Diodes 8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-8, May 13-15, Tokyo, Japan) (2013) 13pP27</p> <p>34. H. Fukai, T. Sasaki, H. Kawarada, K. Nomura, T. Kamiya, and H. Hosono Short-Channel a-IGZO Thin Film Transistors Using Very Thin Gate Insulator 8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-8, May 13-15, Tokyo, Japan) (2013) 13pP26</p> <p>35. Chiyuki Sato, Hiroshi Yanagi, Issei Suzuki, Takahisa Omata, Toshio Kamiya, Hideo Hosono Band-gap Control in Amorphous Oxide Semiconductor Cd-Ga-O Thin Films 2013 Materials Research Society (MRS) Spring Meeting (April 1-5, San Francisco, California) (2013) XX5.02</p> <p>36. Hiroshi Yanagi, Nobuhito Takagi, Chiyuki Sato, Toshio Kamiya, Hideo Hosono Fabrication of Amorphous Oxide Semiconductor Thin Film in Cd-Si-O System 2013 Materials Research Society (MRS) Spring Meeting (April 1-5, San Francisco, California) (2013) XX3.06</p> <p>37. Fan-Yong Ran, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Zewen Xiao, Toshio Kamiya Growth of SnS epitaxial film and its electrical properties 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス, 3/17-3/20) (2014) 20a-PA1-8</p> <p>38. Zewen Xiao, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya, Shigenori Ueda, Naoki Ohashi Carrier Transport and Origins of Narrow Bandgap for P-type Layered Semiconductor, <math>\beta</math>-BaZn<sub>2</sub>As<sub>2</sub> 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス, 3/17-3/20) (2014) 20a-PA1-7</p> <p>39. 井上岳士, 平松秀典, 細野秀雄, 神谷利夫, 植田茂典, 大橋直樹 p-SnS/n-Si ヘテロ接合の電子構造 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス, 3/17-3/20) (2014) 19p-D6-11</p> <p>40. 石川恭兵, 羽生有一郎, 平松秀典, 雲見日出也, 細野秀雄, 神谷利夫 アモルファス In-Ga-Zn-O の不純物水素によるバンドギャップワイドニングと構造緩和挙動 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス, 3/17-3/20) (2014) 18p-E10-3</p> <p>41. 神谷利夫, Herms Johannes, 大類貴俊, 羽生雄一郎, 平松秀典, 雲見日出也, 細野秀雄, 上田茂典, 大橋直樹 PLD 法で真空製膜したアモルファス In-Ga-Zn-O 薄膜における電荷補償と水素によるパッシベーション効果 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス, 3/17-3/20) (2014) 18p-E10-2</p> <p>42. 大類貴俊, 李棟熙, 野村研二, 平松秀典, 雲見日出也, 細野秀雄, 神谷利夫 アモルファス In-Ga-Zn-O を用いたショットキーダイオードの製膜室真空度の影響と光応答特性 第 52 回セラミックス基礎科学討論会(1/9-10, 愛知) (2014) 2D20</p> <p>43. Johanness P.J. Herms, 神谷利夫, 大類貴俊, 羽生有一郎, 平松秀典, 雲見日出也, 細野秀雄, 上田茂典, 大橋直樹 真空製膜したアモルファス半導体 a-IGZO における電荷補償</p>
--	--

様式19 別紙1

	<p>第 52 回セラミックス基礎科学討論会(1/9-10, 愛知) (2014) 2D19</p> <p>44. Zewen Xiao, Fan-Yong Ran, Haochun Tang, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono and Toshio Kamiya Carrier Transport of Layered P-type Semiconductor, <math>\beta</math>-BaZn<sub>2</sub>As<sub>2</sub>, and Origins of Its Narrow Bandgap 薄膜材料デバイス研究会 第 10 回研究集会 (2013/10/31-11/2、龍谷大学 アバンティ響都ホール) (2013) 01P01</p> <p>45. Fan-Yong Ran, Takeshi Inoue, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya P-type SnS films and TFTs fabricated by pulsed laser deposition 薄膜材料デバイス研究会 第 10 回研究集会 (2013/10/31-11/2、龍谷大学 アバンティ響都ホール) (2013) 01P05</p> <p>46. 羽生 有一郎、堂免 恵、石川 恭平、野村 研二、平松 秀典、雲見 日出也、細野 秀雄、神谷 利夫 a-In-Ga-Zn-O TFT の高温熱処理の効果: 水素による欠陥不活性化 薄膜材料デバイス研究会 第 10 回研究集会 (2013/10/31-11/2、龍谷大学 アバンティ響都ホール) (2013) 01P06</p> <p>47. 大類 貴俊、李 棟熙、三代川 範彦、野村 研二、平松 秀典、雲見 日出也、細野 秀雄、神谷 利夫 アモルファス In-Ga-Zn-O を用いたショットキーダイオードの製膜室真空度の影響と光応答特性 薄膜材料デバイス研究会 第 10 回研究集会 (2013/10/31-11/2、龍谷大学 アバンティ響都ホール) (2013) 01O13</p> <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図 書</p> <p>計 4 件</p>	<p>1. 神谷利夫、細野秀雄、安部勝美 第 25 節 光学法、X 線法によるアモルファス IGZO 薄膜の構造・物性解析 光学薄膜の最適設計・成膜技術と膜厚・膜質・光学特性の制御 (2013/6/28、株式会社 技術情報協会 発行) (2013) 367-376</p> <p>2. David Ginley, Claes Granqvist, Toshio Kamiya, Yuzo Shigesato, Hideo Hosono Special Issue of Thin Soild Films, Vol. 559 (2014) (Proceedings of TOEO8)</p> <p>3. 神谷利夫 14章 高機能性無機材料 編集 化学便覧 応用化学編 第7版 (2014)</p> <p>4. 神谷利夫 責任編集 透明導電膜の技術 改訂3版 (オーム社, 2014)</p>
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>東京工業大学「国民との科学・技術対話」推進チームが企画し、東京工業大学の主催で、一般聴 衆向けに下記の講演を行った</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「超高精細タブレット・ノート PC に使われただした「ガラス半導体 IGZO」 2013 年 9 月 11 日 東京工業大学 田町キャンパスイノベーションセンター 4 階 410 号室 一般向け公開講演会 参加者 65 名</li> </ul>



様式19 別紙1

	<p>以下の高校での出張講義を行った</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ スーパーサイエンスハイスクールへの出前講義 SSH 総合産業実習 2013年7月4日 神奈川県立神奈川総合産業高等学校 参加者 142名</li> <li>・ スーパーサイエンスハイスクールへの出前講義 化学特別授業 2013年10月12日 東京都立戸山高等学校 参加者 26名</li> <li>・ スーパーサイエンスハイスクールへの出前講義 大学教授による出張講義 2013年10月25日 茨城県立緑岡高等学校 参加者 50名</li> </ul>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計0件</p>	
<p>その他</p>	<p>本プロジェクトの成果に関して、以下の受賞をした。</p> <p>(1) Johannes Herms, Toshio Kamiya, Takatoshi Orui, Yuichiro Hanyu, Hidenori Hiramatsu, Hideya Kumomi, Hideo Hosono, Shigenori Ueda and Naoki Ohashi Charge compensation in amorphous In-Ga-Zn-O deposited by pulsed laser deposition in vacuum EPL Poster Award: 10th International Thin-Film Transistor Conference (ITC2014).</p> <p>(2) 神谷利夫 アモルファス・多結晶半導体の電子構造・欠陥構造の解明と応用 第68回(平成25年度)日本セラミックス協会賞受賞(2013)</p>

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	126,000,000	100,600,000	25,400,000	0	0
間接経費	37,800,000	30,180,000	7,620,000	0	0
合計	163,800,000	130,780,000	33,020,000	0	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	5,114,678	25,400,000	3,038	30,517,716	30,517,716	0	0
間接経費	0	7,620,000	0	7,620,000	7,620,000	0	0
合計	5,114,678	33,020,000	3,038	38,137,716	38,137,716	0	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	19,553,352	超高真空加熱処理装置、実験用消耗品等
旅費	3,499,726	学会出張、実験
謝金・人件費等	5,463,606	研究員人件費
その他	2,001,032	学会等参加費及びソフトウェア保守
直接経費計	30,517,716	
間接経費計	7,620,000	
合計	38,137,716	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ハイパフォーマンス・コンピューター 一式	HPC5000- XS216TS- Silent	1	882,000	882,000	2013/6/3	東京工業大学
ハイパフォーマンス・コンピューター 一式	HPC5000- XS216TS- Silent	1	882,000	882,000	2013/8/8	東京工業大学
ソースメータ ア カデミック	日本電計製 2450	1	575,400	575,400	2013/10/23	東京工業大学
超高真空加熱 処理装置 排気 系機器	アリオス社製	1	999,915	999,915	2014/2/28	東京工業大学
超高真空加熱 処理装置 1式 (搬入、据付、性 能検査含む。)	アリオス社製	1	9,996,000	9,996,000	2014/3/7	東京工業大学