

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04509

研究課題名(和文)次世代酸化物半導体デバイス低温大面積形成のためのプラズマ反応性高度制御法の創成

研究課題名(英文)Development of advanced reactive plasma-enhanced processes for low-temperature large-area formation of next-generation oxide semiconductor devices

研究代表者

節原 裕一 (Setsuhara, Yuichi)

大阪大学・接合科学研究所・教授

研究者番号：80236108

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、酸化物半導体薄膜形成プロセスにおける反応過程の解明を通じて、プラズマ反応性の高度制御により、デバイス形成の低温化と大面積均質プロセスの実現に向けた新しいプラズマプロセス技術を創成することを目的としており、基礎過程(反応過程)の解明を通じたアニールプロセスの高度化から高度プロセス制御法の開拓にわたる研究を行った。その結果、単なる熱処理ではアニール効果を示さない程度の低温においても、プラズマの反応性を利用することで、従来の特性を凌駕する良好な薄膜トランジスタ特性を示す半導体薄膜を形成可能であり、デバイス特性の良好な安定性を示すことを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、独自のプラズマ反応性解析手法を通じて、気相での反応性制御がプロセスに及ぼす影響を、製膜後の雰囲気から形成膜に付着する気体元素と明確に峻別して、明瞭に評価することに成功した。さらに、プラズマ気相での反応性制御により、熱処理ではアニール効果を示さない程度の低温においても、従来の特性を凌駕する良好な薄膜トランジスタ特性を示す半導体薄膜を形成可能であると共に、良好な安定性を示す半導体薄膜を形成可能であることを実証しており、高移動度の半導体薄膜を低温で形成するための装置開発に繋がるものが期待される。

研究成果の概要(英文)：This research project has been carried out to develop reactive plasma-enhanced processes (plasma-enhanced sputter deposition and post-deposition plasma annealing processes) using inductively-coupled plasmas sustained with low-inductance antenna for fabrication of next-generation devices including flexible electronics, which require large-area and low-damage processes at low substrate temperature. The results of the present project have exhibited that high-mobility semiconductor films with excellent stability have been successfully formed at substrate temperatures as low as or lower than the conventional processes.

研究分野：プラズマ理工学

キーワード：プラズマ加工 反応性プラズマ プラズマ制御 低温プロセス 酸化物半導体

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

アモルファス透明酸化物半導体 a-InGaZnO<sub>4</sub> (a-IGZO) [ K.Nomura et al., Nature 432 (2004)p.488 ]は、高速・高機能の薄膜デバイスの実現に最適な高移動度かつ透明な薄膜トランジスタ (TFT) 用の半導体材料として世界的に注目され、国内外で盛んに研究開発が展開されている。

アモルファス透明酸化物半導体 a-IGZO は、十分に酸化した状態では絶縁体であるが、酸素欠損でキャリアを生じ、その割合によって半導体さらには導体として振る舞う材料である。

現状の a-IGZO デバイスの製造プロセスでは、アルゴン - 酸素混合ガス中でのスパッタ製膜が用いられているが、IGZO 膜の導電性 (酸素欠損) が酸素分圧に対し急峻で、半導体を形成するプロセスウィンドウは極めて狭い。[ H. Yabuta et al., Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 112123 ]

一方、これまでの研究[ K.Nomura et al., Appl.Phys.Lett. 93 (2008)192107 ] H.Hosono et al., J.Non-Cryst.Sol. 354 (2008) 2796 ]では、製膜のみで 5 cm<sup>2</sup>(Vs)<sup>-1</sup>程度の移動度は容易に得られるが、製膜直後のデバイス特性 (移動度、閾値電圧) のばらつきが顕著であり、デバイス特性の均質化に『高温での水蒸気アニール処理 (>>300 °C)』が不可欠であるのが現状である。また、アニールの前後で配位構造の変化がみられないことも示されている。

これらの結果は、『ポストアニール処理』が不可欠な要因が、加熱による構造変化ではなく、膜中に残存する不安定な化学結合の更なる酸化反応による安定化にあり、本質的には現状のプロセスでの反応性 (酸化) の欠如に起因していることを示唆している。

このため、次世代でのフレキシブルデバイスへの展開を念頭に、ポリマーを基材とするメートル級の大面积での低温形成を可能にするプロセスの開発が必須であり、反応性 (酸化) 向上と均質化に向けたプラズマ制御技術が求められている。

一方、産業界での当該デバイス製造では、大面积製膜に対応するため、高周波マグネトロンスパッタ製膜 (プラズマ密度 ~ 10<sup>10</sup> cm<sup>-3</sup>) が採用されているが、先述のように、製膜後の水蒸気アニール処理 [ >> 300 °C ] が不可欠であり、大面积のポリマー基材上での量産プロセスには至っていない。

上記の問題を解決して、フレキシブルデバイスの創成に向けた低温かつ大面积でのプロセスを実現するため、本研究では、独自の高密度プラズマ発生・制御技術を用いた『格段の反応性向上 プロセスの低温化』に加えて、『反応性ラジカルによるデバイス導電性制御 低温での大面积プロセスの均質化』によりブレイクスルーし、デバイス形成プロセスの低温化と大面积化に適用可能な新しいデバイス形成プロセスを開発することを着想した。

研究代表者等は、高周波誘導結合アンテナの小型化に基づくプラズマ生成制御技術を世界に先駆けて開発 (JST 有用特許) し、【1】大面积かつ【2】高周波スパッタ放電に比べて1桁~2桁高いプラズマ密度と【3】イオン衝撃エネルギーを格段に低減した超低ダメージのプラズマ生成の同時達成を実証しており、『格段の反応性向上 プロセスの低温化』の課題を解決し、『反応性ラジカルによるデバイス導電性制御 低温での大面积プロセスの均質化』の課題解決に挑む。加えて、ターゲット電圧のパルス制御 (極薄膜形成とプラズマ照射の逐次繰返しによる反応制御) による『製膜プロセスとラジカル反応プロセスの逐次繰返し』を利用して、製膜プロセスのアニールフリー化に取り組んできた。

さらに、本研究では、安定同位体元素を反応マーカーとして用いることにより、製膜プロセスならびにアニールプロセスにおける酸素ならびに水素 (あるいはヒドロキシラジカル OH) の反応過程ならびに膜中での挙動を、プロセス毎に切り分けて精密に解析し、プラズマ反応性の高度制御に向けた系統的な研究開発を遂行してきた。【製膜プロセスおよびアニールプロセスにおいて、安定同位体元素を選択的に導入してプロセスを明確に切り分けて精密分析】

### 2. 研究の目的

本研究では、『IGZO 半導体デバイスの低温・大面积形成を如何にして実現するか』を第一義的な課題として焦点を絞り、安定同位体元素を反応マーカーとして用いた精密な反応過程の解明を通じて、プラズマ反応性の高度制御により、デバイス形成の低温化と大面积均質プロセスの実現に向けた新しいプラズマプロセス技術を創成することを目的としており、以下の課題を設定して研究を推進した。

- [ 1 ] アニールプロセスにおける反応過程の解明
- [ 2 ] 高密度プラズマによる低温酸化アニールプロセスの開発
- [ 3 ] プラズマ支援スパッタ製膜における反応過程の解明
- [ 4 ] 高密度プラズマ支援スパッタ製膜プロセス制御法の開発
- [ 5 ] 膜特性評価とプロセスの最適化

### 3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するため、本研究では、以下の3つの研究ステージを設け、系統的な研究開発を推進した。

#### 【Stage1】アニールプロセスの高度化

(反応過程の解析に基づいて、アニールプロセスの低温化に取り組む)

- [ 1 ] アニールプロセスにおける反応過程の解明

IGZO 薄膜へのプラズマ照射に伴う表面反応と膜中での輸送過程を、安定同位体元素 (酸素

18、重水素)を反応マーカーとして用いて、昇温脱離ガス分析(TDS)に着目し、質量分離により明瞭に峻別して、膜形成プロセスにおける表面反応と膜中での輸送・反応過程に関する分析評価を行った。

[2] 高密度プラズマによる低温酸化アニールプロセスの開発

上記の相互作用に関する知見をもとに、反応性ラジカルを活用したアニールプロセスの低温化に向けて、プラズマの高度制御に関する研究を行った。

【Stage2】アニールフリーの低温製膜プロセスの開発

(膜形成プロセスのアニールフリー化に取り組む)

[3] プラズマ支援スパッタ製膜における反応過程の解明

スパッタ放電に高密度プラズマ(独自技術)を重畳したプラズマ支援スパッタ製膜系を構築し、膜形成プロセスにおける表面反応と膜中での輸送・反応過程を、安定同位体元素を反応マーカーとして用いて反応解析を行った。

[4] 高密度プラズマ支援スパッタ製膜プロセス制御法の開発

上記[1][3]を基に、低温かつ大面積でのデバイス形成に適用可能な高度プロセス制御法に関する研究を行った。

【Stage3】膜特性評価に基づくプロセスの総合評価(デバイス製造コストを加味した評価)

[5] 膜特性評価とプロセスの最適化

上記の[2]および[4]で開発した技術について、膜特性評価(TFT特性)に基づいて、デバイス製造コストを加味したプロセスの評価を行った。その際、薄膜トランジスタのストレス試験を併せて実施し、デバイスの安定性に関する評価も併せて行った。

#### 4. 研究成果

まず、気相での反応性制御とデバイス特性との相関を評価するため、安定同位体元素を反応マーカーとして反応性プラズマプロセスに導入し、昇温脱離ガス分析法(脱離ガスの質量分離が可能)を用いた解析を行うことにより、製膜後の雰囲気から形成膜に付着する気体元素と明確に峻別して、プロセス後の薄膜からの脱離ガスの評価を行った。その結果、プロセス後の薄膜に残存している反応性気体元素は、プロセス室のチャンパー壁から供給される気体元素に比べて、供給ガスに由来する反応性気体元素の方が圧倒的に支配的であることを明らかにした。さらに、当該プロセス解析を通じて、プラズマ照射プロセスによる薄膜トランジスタ閾値電圧の改善は、弱結合酸素の低減に依ることをプロセスの観点から明らかにした。

一方、アニールプロセスにおける反応過程の解明を通じた高密度プラズマによる低温アニールプロセスの高度化に向けて、半導体デバイス特性を指標にしてプラズマ気相における反応活性種の高度制御を通じたプロセス技術を開発し、図1に示すように、熱プロセスではアニール効果を示さない200程度の低温のプロセスでも、従来の特性(移動度 $\sim 10 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$ 程度)を凌駕する良好な薄膜トランジスタ特性(移動度 $\sim 20 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$ 程度)を示す半導体薄膜を形成可能であることを明らかにした。加えて、膜中のIn, Ga, Geの元素組成比がほぼ1:1:1であるにも関わらず、電界効果移動度が $40 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$ に達する高移動度の薄膜トランジスタを形成可能であることも明らかになった。

さらに、気相での反応性粒子生成・制御に着目して薄膜の特性に及ぼす効果を系統的に調べ、気相からの反応性粒子の照射プロセスが半導体薄膜中の弱結合酸素の低減に有効であることを示唆する結果が得られた。

加えて、薄膜トランジスタのストレス試験を併せて実施し、デバイス特性の良好な安定性を示すことを明らかにした。

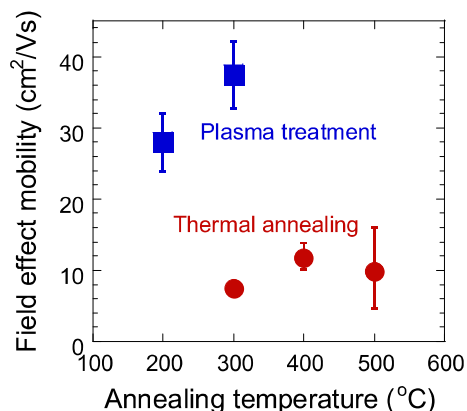


図1 本研究で形成したIGZO薄膜トランジスタの電界効果移動度のアニール温度依存性。従来の熱アニール処理とプラズマ照射処理の比較。

Copyright (2019) The Japan Society of Applied Physics

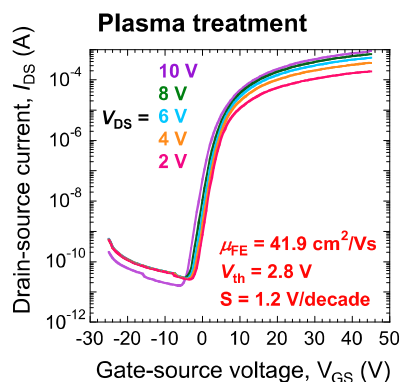


図2 本研究で形成した高移動度IGZO薄膜トランジスタの伝達特性。

Copyright (2019) The Japan Society of Applied Physics

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Takenaka Kosuke, Endo Masashi, Hirayama Hiroyuki, Uchida Giichiro, Ebe Akinori, Setsuhara Yuichi	4. 巻 58
2. 論文標題 Low-temperature formation of high-mobility a-InGaZnOx films using plasma-enhanced reactive processes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 090605 ~ 090605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab219c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Yuichi Setsuhara	4. 巻 58
2. 論文標題 Effects of post-deposition plasma treatments on stability of amorphous InGaZnOx thin-film transistors prepared with plasma-assisted reactive magnetron sputtering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SAAC03/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/aaec18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Akinori Ebe, Yuichi Setsuhara	4. 巻 772
2. 論文標題 Influence of sputtered atom flux on the electrical properties of a-IGZO films deposited by plasma-enhanced reactive sputtering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Alloys and Compounds	6. 最初と最後の頁 642-649
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2018.09.143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takenaka Kosuke, Endo Masashi, Uchida Giichiro, Setsuhara Yuichi	4. 巻 112
2. 論文標題 Fabrication of high-performance InGaZnOx thin film transistors based on control of oxidation using a low-temperature plasma	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 152103 ~ 152103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5011268	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takenaka Kosuke, Satake Yoshikatsu, Uchida Giichiro, Setsuhara Yuichi	4. 巻 57
2. 論文標題 Low-temperature formation of c-axis-oriented aluminum nitride thin films by plasma-assisted reactive pulsed-DC magnetron sputtering	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 01AD06 ~ 01AD06
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.01AD06	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kosuke Takenaka, Keitaro Nakata, Giichiro Uchida, Yuichi Setsuhara, Akinori Ebe	4. 巻 44
2. 論文標題 Effects of working pressure on the physical properties of a-InGaZnOx films formed using inductively-coupled plasma-enhanced reactive sputtering deposition	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 EEE Transactions on Plasma Science	6. 最初と最後の頁 3099-3106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TPS.2016.2593458	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計35件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida
2. 発表標題 Low-temperature Formation of High-Mobility In GaZnOx Thin-Film Transistors by Plasma-Enhanced Reactive Processes
3. 学会等名 7th Global Nanotechnology Congress and Expo, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.12.02-2019.12.04) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara <sup>1</sup> , Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida and Akinori Ebe
2. 発表標題 Reactive plasma processes for formation of high-mobility IGZO thin-film transistors
3. 学会等名 21st International Conference on Advanced Energy Materials and Research, Zurich, Switzerland (2019.07.11-2019.07.12) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Tomoki Yoshitani, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題	Low-temperature formation of high-mobility InGaZnOx thin film transistor by ICP-enhanced reactive plasma processes
3. 学会等名	The 15th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP2019), Kanazawa, Japan (2019.06.11-2019.06.14) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Kosuke Takenaka, Hiroyuki Hirayama, Yuichi Setsuhara, Keisuke Ide, Toshio Kamiya
2. 発表標題	Functional thin film deposition using plasma-assisted reactive process
3. 学会等名	International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan (2019.11.01-2019.11.03) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	節原 裕一、竹中 弘祐、平山 裕之、遠藤 雅、内田 儀一郎、江部 明憲
2. 発表標題	反応性プラズマプロセスを用いた高移動度IGZO薄膜トランジスタの低温形成
3. 学会等名	第80回応用物理学会秋季学術講演会,北海道大学,(2019.09.18-2019.09.21)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Tomoki Yoshitani, Hiroyuki Hirayama, Giichiro Uchida, Akinori Ebe, Yuichi Setsuhara
2. 発表標題	Effects of post-processing temperature on performance of IGZO TFTs fabricated with plasma-enhanced reactive processes
3. 学会等名	12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2020) / (IC-PLANTS 2020), Nagoya, Japan (2020.03.08-2020.03.11) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 Kosuke Takenaka, Hiroyuki Hirayama, Giichiro Uchida, Akinori Ebe, Yuichi Setsuhara
2. 発表標題 Plasma-assisted Reactive Process for Fabrication of High Mobility IGZO Thin Film Transistor at Low-Temperature
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019, Yokohama, Japan, (2019.12.10-2019.12.14) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyuki Hirayama, Kosuke Takenaka, Yuichi Setsuhara
2. 発表標題 Formation of amorphous oxide thin films using plasma-assisted reactive sputter deposition
3. 学会等名 International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan, (2019.11.01-2019.11.03) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Hiroyuki Hirayama, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Plasma-Enhanced Reactivity-Control Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin-Film Transistors
3. 学会等名 12th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE2019), Jeju, Korea (2019.09.01-2019.09.05) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Hiroyuki Hirayama, Keisuke Ide, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Development of low-temperature plasma process for formation of functional thin films
3. 学会等名 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.03-2019.10.04) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 節原 裕一、竹中 弘祐、平山 裕之、内田 儀一郎、江部 明憲
2. 発表標題 反応性プラズマプロセスを用いた高移動度IGZO薄膜トランジスタの低温形成(II)
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2020.03.12-2020.03.15)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Horoyuki Hirayama, Tomoki Yoshitani, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Plasma-assisted reactive processes for low-temperature fabrication of high-mobility InGaZnOx TFTs
3. 学会等名 XXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Hokkaido, Japan (2019.07.14-2019.07.19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Tomoki Yoshitani, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 ICP-Enhanced Reactive Plasma Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility Oxide Semiconductor TFT
3. 学会等名 The 5th Asian Workshop on Applied Plasma Science and Engineering 2019 (APSE2019), University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, (2019.01.28-2019.01.29) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistor by Advanced Reactive Sputter Deposition Enhanced with ICP
3. 学会等名 International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials Processing, Fabrication, Properties, Applications (THERMEC ' 2018), Paris, France, (2018.07.09-2018.07.13) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名	Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題	ICP-Assisted Reactive Sputter Deposition and Plasma-Enhanced Annealing Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility In-Ga-Zn-O Thin-Film Transistors
3. 学会等名	16th International Conference on Plasma Surface Engineering, Congress Center, Garmisch-Partenkirchen, Germany, (2018.09.17-2018.09.21) (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Kosuke Takenaka, Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Giichiro Uchida
2. 発表標題	Gate-bias instability of post-deposition plasma treated amorphous InGaZnOx thin-film transistors prepared with plasma-assisted reactive magnetron sputtering
3. 学会等名	40th International Symposium on Dry Process (DPS2018), Nagoya University, Nagoya, (2018.11.13-2018.11.15) (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	竹中 弘祐, 節原 Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Tomoki Yoshitani, Hiroyuki Hirayama, Giichiro Uchida, Akinori Ebe, Yuichi Setsuhara 裕一, 内田 儀一郎, 井手 啓介, 神谷 利夫
2. 発表標題	Formation of Functional Thin Films at Low Temperature using Plasma-assisted Reactive Processes
3. 学会等名	第28回日本MRS年次大会, 西日本総合展示場 他, (2018.12.18-2018.12.20) (招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	竹中 弘祐, 節原 裕一, 内田 儀一郎, 井手 啓介, 神谷 利夫
2. 発表標題	プラズマアシスト反応性プロセスを用いた低温での高移動度薄膜トランジスタの作製
3. 学会等名	第2回酸化物半導体討論会/学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション材料創製共同研究プロジェクト分科会/第76回フロンティア材料研究所講演会, 神奈川, (2018.10.26) (招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 節原 裕一
2. 発表標題 反応性プラズマプロセスを用いた機能性薄膜合成
3. 学会等名 日本溶接協会平成30年度第2回(通算88回) 表面改質技術研究委員会, 神奈川, (2018.10.10) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 節原 裕一
2. 発表標題 低ダメージ大面積プロセス対応プラズマ生成・制御技術の開発
3. 学会等名 2018年度フロンティア材料研究所学術賞受賞記念講演会・若手教員講演会, 東京, (2018.09.04) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Plasma-Enhanced Reactive Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistor and Functional Films for Solar Cells
3. 学会等名 5th Japan-Korea Joint Symposium on Advanced Solar Cells 2018 and 2nd International Symposium on Energy Research and Application, Sungkyunkwan University, Swuon, South Korea, (2018.02.05-2018.02.06) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistor by Advanced Reactive Sputter Deposition Enhanced with ICP
3. 学会等名 Frontiers in Materials Processing Applications, Research and Technology, Bordeaux, France, (2017.07.09-2017.07.12) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名	Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題	ICP-Enhanced Reactive Sputter Deposition for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Films Transistor
3. 学会等名	The 22nd Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics and The 9th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Suwon, Korea, (2017.04.05-2017.04.07) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	節原 裕一、遠藤 雅、竹中 弘祐、内田 儀一郎、江部 明憲
2. 発表標題	プラズマ支援反応性プロセスを用いた高移動度IGZO薄膜の低温形成
3. 学会等名	第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京, (2018.03.18-2018.03.21) (招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	K. Takenaka, G. Uchida, K. Ide, T. Kamiya, Y. Setsuhara
2. 発表標題	Advanced Plasma Processing for Formation of Functional Thin Films
3. 学会等名	2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan, (2017.09.29-2017.10.02) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Akinori Ebe, Kazuaki Nishisaka, Kazuto Okazaki, Atsushi Osawa, Kosuke Takenaka, Yuichi Setsuhara
2. 発表標題	Advanced ICP-Enhanced Plasma Systems for Meters-Scale Large-Area Processes
3. 学会等名	The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, Jeju, Korea, (2017.09.11-2017.09.15) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1 . 発表者名 Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Y. Setsuhara
2 . 発表標題 Functional Thin Film Deposition by Advanced Plasma Assisted CVD & PVD Process
3 . 学会等名 International union of materials research societies-The 15th International conference of advanced materials,Kyoto, Japan,(2017.08.27-2017.09.01) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2 . 発表標題 Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistors Using ICP-Enhanced Reactive Plasma Processes
3 . 学会等名 39th International Symposium on Dry Process (DPS2017),Tokyo, Japan,(2017.11.16-2017.11.17) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kosuke Takenaka, Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2 . 発表標題 Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistors for Flexible Electronics with ICP-Enhanced Reactive Plasma Processes
3 . 学会等名 The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2017),Jeju, Korea,(2017.09.11-2017.09.15) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 節原 裕一、遠藤 雅、竹中 弘祐、内田 儀一郎、江部 明憲
2 . 発表標題 プラズマ支援反応性スパッタ製膜を用いた高移動度IGZO薄膜トランジスタの形成 (II)
3 . 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 ,福岡,(2017.09.05-2017.09.08)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 節原 裕一
2. 発表標題 高密度プラズマの基礎から応用まで
3. 学会等名 日本学術振興会 透明酸化物光・電子材料第166委員会 第72回研究会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Masashi Endo, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 ICP-Enhanced Reactive Sputter Deposition for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Films Transistor
3. 学会等名 The 22nd Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics and The 9th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Combinatorial characterization of a-IGZO film properties deposited with ICP-enhanced reactive sputtering
3. 学会等名 38th International Symposium on Dry Process (DPS2016)（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 節原 裕一, 遠藤 雅, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
2. 発表標題 プラズマ支援反応性スパッタ製膜を用いた高移動度IGZO薄膜トランジスタの形成
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Setsuhara, Kosuke Takenaka, Masashi Endo, Giichiro Uchida, Akinori Ebe
2. 発表標題 Formation of High-mobility IGZO Thin Film Transistors Using ICP-enhanced Reactive Sputter Deposition
3. 学会等名 第34回プラズマプロセッシング研究会(SPP34), 第29回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM29)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	竹中 弘祐  (Takenaka Kosuke)  (60432423)	大阪大学・接合科学研究所・准教授   (14401)	
連携研究者	内田 儀一郎  (Uchida Giichiro)  (90422435)	名城大学・理工学部・教授   (33919)	