

様式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成28年度）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成28年度～平成29年度

5. 課題番号

1	6	K	1	8	0	9	3
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 イオン液体を用いた酸化物半導体ステープスロープ・フレキシブル素子の創製

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 7 3 1 9 1 3	フジイ マミ 藤井 茉美	物質創成科学研究科	助教

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

これまでに、イオン液体をゲート絶縁体とするIGZO薄膜トランジスタ(TFT)という有機-無機ハイブリッドデバイスの作製環境および計測環境を立ち上げた。立ち上げた設備を用いて、イオン液体をゲート絶縁体として用いたIGZO TFTを作製し、その特性を確認した。このTFT素子で、急峻なON/OFFスイッチングを示すステープスロープ特性を実現することができた。長時間電流を流した場合の特性変化など、長期的な電気特性の信頼性には課題が残るが、今後この改善を進めていく。

・サイドゲート型IGZO TFTを作製し、特性を確認。ステープスロープ実証。長期信頼性解析を行ったところ、界面反応によると考えられる電気特性劣化を観測した。劣化の要因の解析を進める中で、重金属元素の反応が生じていることを示唆する結果を得た。

ここで、イオン液体は最大温度120度程度のプロセスで形成できる材料である。また、IGZOは室温で成膜できる酸化物材料である。従って、これらの成果は、極低電圧駆動のスイッチングデバイスをフレキシブル基板上に作製できる可能性を示唆するものである。1日程度の短期間使用では問題のない信頼性を示したが、長期的な使用には課題が残る。従って、電池を電源とするポータブル端末、使い捨て使用が可能なウェアラブル生体センサなどへの応用が考えられる。

さらに今後信頼性の改善を進めることで、使い捨てでないフレキシブル・ウェアラブルなディスプレイやセンサデバイスを実現することが可能となる。

10. キーワード

- | | | | |
|------------|--------------|-----------|---------------|
| (1) 酸化物半導体 | (2) 薄膜トランジスタ | (3) イオン液体 | (4) スティープスロープ |
| (5) | (6) | (7) | (8) |

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

平成28年度の研究実施計画(4項目)のうち、「低抵抗Si基板上にサイドゲート型酸化物半導体TFTを作製する。カバー膜を形成し、チャネルとゲート電極を露出させ、その中にイオン液体を滴下する。TFT特性のスティープスロープ実証」までの3項目を達成できた。
 「長期信頼性解析を行い、無機ゲート絶縁膜と比較してイオン液体の特異的な劣化現象を抽出し、その要因を明らかにする。」については、現在解析を進めている。その中で、特異的な劣化現象抽出は完了している。要因についてはある程度の予測を立てて解析しており、一つの可能性を示唆する結果を得ることができている。しかし、劣化要因全てを明らかにしたのではない。そのため、最終項目の結論に達していない。従って、わずかに遅れが生じたものの、おおむね順調であると考えられる。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

平成28年度実施計画の項目4を完了させる。この結果により、平成29年度計画の劣化抑制手法を提案し、効果検証を進める。現時点で明らかになった要因から、以下の劣化抑制手法2種類を提案している。
 極薄膜無機絶縁体を界面に導入することによる界面反応抑制手法。イオン液体のゲル化により、上部封止膜の導入。
 については、スパッタ法および原子層堆積法を用いた絶縁膜形成を検討する。については、イオン液体のゲル化プロセスを検討中であり、完了すれば上部に真空プロセスを用いた良質な封止膜を形成して外部からの影響を抑制できる。
 これらにより、まずはシリコン基板上に大気中でも劣化しない有機無機ハイブリッドデバイスを実現し、次にフレキシブル基板上に形成することを目指す。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

妊娠していることが解り、一部計画に変更が生じたため。詳細には、参加予定の学会をキャンセルした事で、その他の学会参加費が不要になった。また、予定していた委託業務を取りやめたため、謝金が不要となった。
 物品費では、予定より安価なもので代用した。

(使用計画)

自分の出張が制限される状況であるため、学会発表など代理で出張を依頼することが増えると考えられる。そのため、学生や研究員の旅費として使用する予定である。

(課題番号: 16K18093)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (2) 件 / うち査読付論文 計 (2) 件 / うち国際共著 計 (1) 件 / うちオープンアクセス 計 (1) 件

著者名		論文標題				
Mami N. Fujii, Yasuaki Ishikawa, Ryoichi Ishihara, Johan van der Cingel, Mohammad R. T. Mofrad, Juan Paolo Soria Bermundo, Emi Kawashima, Kazushige Tomai, Koki Yano, Yukiharu Uraoka		Nano-crystallization in ZnO-doped In2O3 thin films via excimer laser annealing for thin-film transistors				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
AIP advances	有	6	2016	65216	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1063/1.4954666						
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)						

著者名		論文標題				
Juan Paolo S. Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Hiroshi Ikenoue, and Yukiharu Uraoka		"H and Au diffusion in high mobility a-InGaZnO thin-film transistors via low temperature KrF excimer laser annealing"				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Applied Physics Letters	有	107	2017	33504	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1063/1.4979319						
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						

〔学会発表〕 計 (9) 件 / うち招待講演 計 (1) 件 / うち国際学会 計 (5) 件

発表者名		発表標題	
Juan Paolo Soria Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Hiroshi Ikenoue and Yukiharu Uraoka		Significant Sheet Resistance Reduction of a-IGZO via Low Temperature Excimer Laser Irradiation	
学会等名	発表年月日	発表場所	
The 16th International Meeting on Information Display (国際学会)	2016年08月23日 ~ 2016年08月26日	Jeju, Jeju Island, Korea	

(課題番号: 16K18093)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/7)

発表者名	発表標題	
Chaiyanan Kulchaisit, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Haruka Yamazaki, Juan Paolo Soria Bermundo, and Yukiharu Uraoka	High Performance Siloxane Hybrid Polymer Gate Insulator for Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistors	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 16th International Meeting on Information Display (国際学会)	2016年08月23日 ~ 2016年08月26日	Jeju, Jeju Island, Korea

発表者名	発表標題	
Yukiharu Uraoka, Juan Paolo Soria Bermundo, Mami N. Fujii, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa,	Oxide Thin Film Transistors for Flexible Devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 16th International Meeting on Information Display (招待講演)(国際学会)	2016年08月23日 ~ 2016年08月26日	Jeju, Jeju Island, Korea

発表者名	発表標題	
Juan Paolo Soria Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Chaiyanan Kulchaisit, Hiroshi Ikenoue and Yukiharu Uraoka	Analysis of High Mobility Oxide Thin-Film Transistors after a Low Temperature Annealing Process	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 23rd International Display Workshops (国際学会)	2016年12月07日 ~ 2016年12月09日	Fukuoka, Japan

発表者名	発表標題	
Kahori Kise, Mami N. Fujii, Juan Paolo Soria Bermundo, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	Thermal analysis and device simulation of heat suppressed structure for oxide thin-film transistor	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 23rd International Display Workshops (国際学会)	2016年12月07日 ~ 2016年12月09日	Fukuoka, Japan

発表者名	発表標 題	
Chaiyanan Kulchaisit, Juan Paolo Bermundo, Mami N. Fujii, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	Defect Analysis of Siloxane Gate Insulator and its Interface in a-IGZO Thin-Film Transistor Nara Institute of Science and Technology	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月13日 ~ 2016年09月16日	新潟, 日本

発表者名	発表標 題	
及川賢人, 藤井茉美, ジョアンパウロベルムンド, 内山潔, 石河泰明, 浦岡行治	高圧水蒸気処理による高誘電体膜SrTa206を用いたIGZO薄膜トランジスタの特性改善	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月13日 ~ 2016年09月16日	朱鷺メッセ、新潟, 日本

発表者名	発表標 題	
木瀬香保利, 藤井茉美, ジョアンパウロベルムンド, 石河泰明, 浦岡行治	酸化物TFTの発熱抑制構造	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月13日 ~ 2016年09月16日	朱鷺メッセ新潟, 日本

発表者名	発表標 題	
Juan Paolo Soria Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Hiroshi Ikenoue and Yukiharu Uraoka	KrF Excimer Laser Annealing of High Mobility a-IGZO Thin Film Transistors	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第13回薄膜材料デバイス研究会	2016年10月21日 ~ 2016年10月22日	響都ホール、京都, 日本

〔図書〕 計(0)件

著 者 名		出 版 社	
書 名		発行年	総ページ数

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究：-

17. 備考

