

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 2 9 年度）

			機関番号	1 4 6 0 3
所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学		
研究 代表者	部局	物質創成科学研究科		
	職	助教		
	氏名	藤井 茉美		

1．研究種目名

若手研究(B)

2．課題番号

16K18093

3．研究課題名

イオン液体を用いた酸化物半導体スティープスロープ・フレキシブル素子の創製

4．補助事業期間

平成 2 8 年度～平成 3 0 年度

5．研究実績の概要

本研究はIGZO薄膜トランジスタにイオン液体ゲートを応用し、電気二重層トランジスタとしての高性能化および安定化を目指したものである。素子作製および信頼性の確認を行う過程で、IGZOとイオン液体界面における化学反応による劣化現象を発見した。この現象理解と改善手法を提案し、実施している。具体的には、IGZO薄膜表面にイオン液体を滴下して放置すると、IGZO表面荒れが増加した。電子顕微鏡で観察したところ、表面が多孔質状に変化しており、一部の元素のみが腐食されたことが予想できた。そこで、X線光電子分光によるとの結合状態評価を行い、IGZO中の亜鉛が選択的に引き抜かれていることが明らかになった。この現象は、特に水分が多い環境およびフッ素の少ないイオン液体材料で顕著に現れることもわかった。フッ素の少ないイオン液体は、フッ素を多く含むイオン液体と比較して吸湿性が高く、イオン液体中に水を含むことが知られている。従って、これを抑制するための手法として、撥水性の自己組織化単分子膜をIGZO/イオン液体界面の層間膜として用いることを提案し、実施した。この結果、原子間力顕微鏡の表面粗さ評価およびX線光電子分光の結合状態評価より、IGZOの亜鉛減少に関わる腐食を抑制することに成功したと判断できた。しかしながら、この抑制効果は水分の少ない環境でのみ現れるため、さらなる改善が必要である。一方で、視点をかえると、液体を滴下するだけで酸化物半導体を多孔質形状に加工できると言える。ここで副産物的に発見した多孔質膜の新たな機能性発現、素子応用発展についても検討していく。

6．キーワード

酸化物半導体 イオン液体 多孔質膜 電界効果トランジスタ 電気二重層トランジスタ

7．現在までの進捗状況

区分	(3) やや遅れている。
理由	大きく2点の理由が考えられる。1点目は、主たる研究者のライフイベントによる休暇および育児による研究時間の短縮が理由である。2点目は、副産物的に発見した多孔質形状の評価のため、当初の想定より研究内容、実験量が拡大したためである。

2 版

8. 今後の研究の推進方策

実験量拡大に対応するため、本研究に従事する大学院生を新たに確保する。また、研究代表者は実験進捗の管理を主に行うことで研究時間の短縮による影響を無くす。

具体的な研究内容としては、IGZO/イオン液体界面の劣化現象を抑制することが第一課題である。このため、自己組織化単分子膜の評価および素子全体の保護膜の検討を進め、イオン液体および水分からの素子保護手法確立を行う。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

研究者は平成29年4月に育児休暇から復帰したが、産休以前と比べて研究時間が減少した。申請時にこのような状況を十分に予測できておらず、研究計画に遅れが生じていることにより、次年度使用額が生じている。

計画通りの水準に到達するよう研究を急ぐ中で、協力機関へ学生を出張させて実験を実施する回数を増やす予定である。そのため、物品費の一部を旅費に割り当てる。また、引き続き実験に使用する試薬、基板、実験用治具の購入に使用し、実験を円滑に進め、成果をまとめる。

まとめた成果は国際学会発表および論文発表を行う予定であり、このための費用を支出する。

10. 研究発表（平成29年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ochi Mototaka, Hino Aya, Goto Hiroshi, Hayashi Kazushi, Fujii Mami N., Uraoka Yukiharu, Kugimiya Toshihiro	4. 巻 57
2. 論文標題 Evaluation of stress stabilities in amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistors: Effect of passivation with Si-based resin	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 02CB06 ~ 02CB06
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/JJAP.57.02CB06	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 Takahashi Takanori, Hoga Takeshi, Miyanaga Ryoko, Oikawa Kento, Fujii Mami N., Ishikawa Yasuaki, Uraoka Yukiharu, Uchiyama Kiyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Improvement of Amorphous InGaZnO Thin-Film Transistor Using High-k SrTa2O6 as Gate Insulator Deposited by Sputtering Method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 1700773 ~ 1700773
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/pssa.201700773	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9件（うち招待講演 1件／うち国際学会 1件）

1．発表者名 小森健太，岡田広美，藤井茉美，三輪一元，小野新平，Juan Paolo Bermundo，石河泰明，浦岡行治
2．発表標題 IGZOとイオン液体の反応性に関する界面解析
3．学会等名 第14回薄膜材料デバイス研究会
4．発表年 2017年

1．発表者名 高橋崇典，宝賀剛，宮永良子，藤井茉美，及川賢人，浦岡行治，内山潔
2．発表標題 スパッタ法による高誘電体SrTa2O6薄膜の作製と酸化物薄膜トランジスタへの応用薄膜トランジスタへの応用スパッタ法による高誘電体SrTa2O6薄膜の作製と酸化物薄膜トランジスタへの応用
3．学会等名 平成29年度 日本セラミックス協会東北北海道支部 研究発表会
4．発表年 2017年

1．発表者名 高橋崇典，宝賀剛，宮永良子，藤井茉美，浦岡行治，内山潔
2．発表標題 高誘電体SrTa2O6をゲート絶縁膜に用いた高性能酸化物薄膜トランジスタ
3．学会等名 第27回 日本MRS年次大会
4．発表年 2017年

1．発表者名 高橋崇典，宝賀剛，宮永良子，藤井茉美，浦岡行治，内山潔
2．発表標題 酸化タンタル系ゲート絶縁膜が非晶質InGaZnO薄膜トランジスタに及ぼす効果
3．学会等名 第27回 日本MRS年次大会
4．発表年 2017年

2 版

1．発表者名 藤井 茉美
2．発表標題 酸化物半導体薄膜トランジスタの高性能化に資する絶縁膜
3．学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4．発表年 2018年

1．発表者名 高橋崇典，宝賀剛，宮永良子，藤井 茉美，石河泰明，浦岡行治，内山潔
2．発表標題 Ta2O5ゲート絶縁膜によるInGaZnO薄膜トランジスタの低電圧駆動
3．学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4．発表年 2018年

1．発表者名 渡邊佳孝，浅野哲也，藤井 茉美，JuanPaoloBermundo，石河泰明，浦岡行治，足立秀明
2．発表標題 全固体電気二重層をゲートとしたa-IGZOトランジスタの作製と動作検証
3．学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4．発表年 2018年

1．発表者名 小森健太，岡田広美，藤井 茉美，三輪一元，小野新平，JuanPaoloBermundo，石河泰明，浦岡行治
2．発表標題 InGaZnO/イオン液体界面解析と自己組織化単分子層間膜の効果
3．学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4．発表年 2018年

1 . 発表者名 Mami N. Fujii, Hiromi Okada, Kenta Komori, Kazumoto Miwa, Shimpei Ono, Juan Paolo Bermundo, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2 . 発表標題 Interfacial Analysis of Ionogel Gated In ₂ Ga ₂ Zn ₁₀ 7 Thin Film Transistors
3 . 学会等名 2017 International Workshop on DIELECTRIC THIN FILMS FOR FUTURE ELECTRON DEVICES: SCIENCE AND TECHNOLOGY (国際学会)
4 . 発表年 2017年

〔 図書 〕 計0件

1 1 . 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

1 2 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4 . 備考

-