

平成23年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

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 特別研究員奨励費      4. 研究期間 平成23年度～平成24年度
5. 課題番号 

	2	3	・	8	6	7	7
--	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 原子層堆積法による酸化亜鉛薄膜の低温形成およびデバイス応用
7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
	かわむら ゆみ 川村 悠実	物質創成科学研究科	特別研究員 (DC2)

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

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

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

近年、フレキシブルディスプレイなどの次世代ディスプレイへの応用に向け、酸化物半導体が注目されている。現在、酸化物半導体薄膜の形成手法として、一般的にRFマグネトロンスパッタ法、パルスレーザ一法等の手法が用いられている。しかしながら、これら従来の手法では、薄膜の形成時およびデバイス作製時に、高温での熱処理が必要となり、プラスチックなどのフレキシブル基板への形成が困難であるという課題があるが、この課題解決の糸口は未だ見出されていない。そこで、本研究では、この酸化亜鉛（ZnO）薄膜の新たな形成手法として、原子層堆積（ALD）法の適用を提案し、さらに、反応の活性化にプラズマを印加するプラズマALD法を用いることにより、高機能なZnO TFTの低温での作製の可能性を見出してきた。

ZnO薄膜形成において、酸化剤に対し印加するプラズマの条件を最適化することにより、100℃という低温で高品質な膜の形成が可能となった。さらに、このZnO膜をチャネル層として使用したTFTでは、これまで課題とされてきた、デバイス作製後の熱処理なしで高い電気的特性が得られた。

また、現在ディスプレイ用途で使用されているアモルファスシリコン（a-Si）のTFTでは、ゲート絶縁膜に、化学気相堆積（CVD）法などによる絶縁膜が用いられているが、この絶縁膜の形成にも400℃といった高温が使用されている。高品質なデバイスの低温作製に向け、この絶縁膜も低温で形成する必要がある。そこで、このゲート絶縁膜として、酸化アルミ薄膜を用い、ゲート絶縁膜にもプラズマALDの適用を検討した。その結果、従来ゲート絶縁膜として用いられてきたシリコン酸化膜を使用した場合に比べ、プラズマALDによる酸化アルミ薄膜を使用したZnO TFTでは、低温でより高い特性が得られることが分かった。

これらの結果は、高品質な薄膜の低温形成、および、熱処理なしでの高機能ZnO TFTの作製が可能となり、次世代ディスプレイへの応用に向けての大きな前進を示すものである。

10. キーワード

(1) 酸化亜鉛	(2) 薄膜トランジスタ	(3) 原子層堆積法	(4) ディスプレイ
(5)	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの達成度

下欄には、交付申請書に記載した「研究の目的」の達成度について、以下の区分により自己点検による評価を行い、その理由を簡潔に記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。  
 <区分>①当初の計画以上に進展している。 ②おおむね順調に進展している。 ③やや遅れている。 ④遅れている。

(区分) ②おおむね順調に進展している。
(理由) 本研究の目的である、フレキシブルディスプレイへの応用に向けた ZnO TFT の低温形成において、これまでに ZnO 薄膜の新しい形成手法としてプラズマ原子層堆積(プラズマ ALD)法を提案し、これにより、高機能な ZnO TFT の低温での作製が可能となることを確認し、学会、学術論文等で発表を行ってきた。さらに、現在酸化物半導体のデバイス応用において課題となっている、高温の熱処理が必要である点においてもプラズマ ALD 法による膜の形成が有効であることを示す結果が得られており、概ね順調に進展していると判断する。

12. 今後の研究の推進方策

本研究課題の今後の推進方策について簡潔に記述すること。研究計画の変更あるいは研究を遂行する上での問題点があれば、その対応策なども記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本研究ではこれまでに、高機能 ZnO TFT の低温作製に向け、従来の原子層堆積 (ALD) 法にプラズマを援用するプラズマ ALD 法を提案し、高品質な薄膜の低温形成を図ってきた。その結果、プラズマ ALD 法を用いることにより、高い電気的特性を持つ ZnO 薄膜の形成が可能となり、また、これにより、ZnO TFT の低温での作成が可能となることを明らかにしてきた。今後は、更なる高機能化、および現在酸化物半導体において課題となっている、環境及び電気的ストレス下における信頼性の向上を図っていく。高機能、高信頼性を持つ ZnO 薄膜の形成、ZnO TFT 作製手法を確立した後、次世代ディスプレイへの応用に向けた、プラスチック基板へのデバイス作成を行う。
---

13. 研究発表 (平成 23 年度の研究成果)

※ 「13. 研究発表」欄及び「14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況」欄において記入欄が不足する場合には、適宜記入欄を挿入し、それによりページ数が増加した場合は、左端を糊付けすること。

〔雑誌論文〕 計 (2) 件      うち査読付論文 計 (2) 件

著者名	論文標題						
Yumi Kawamura	ZnO Thin Films Fabricated by Plasma-Assisted Atomic Layer Deposition						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
Japanese Journal of Applied Physics	有	Vol. 50	2	0	1	1	04DF05
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							
10.1143/JJAP.50.04DF05							

著者名	論文標題						
Yumi Kawamura	Low-Temperature-Processed Zinc Oxide Thin-Film Transistors Fabricated by Plasma-Assisted Atomic Layer Deposition						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
Japanese Journal of Applied Physics	有	Vol. 51	2	0	1	2	04DF05
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							
10.1143/JJAP.51.02BF04							

著者名	論文標題						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							

【学会発表】計(6)件 うち招待講演 計(0)件

発表者名	発表標 題		
Yumi Kawamura	Low temperature processed ZnO Thin Film Transistors Fabricated by Plasma assisted Atomic Layer Deposition		
学会等名	発表年月日	発表場所	
The 2011 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai	2011年5月19日	Kansai University Centenary Memorial Hall (大阪)	

発表者名	発表標 題		
Yumi Kawamura	Preparation of Zinc Oxide Thin Films by Atomic Layer Deposition for the Application to Thin Film Transistors		
学会等名	発表年月日	発表場所	
International Display Research Conference Eurodisplay 2011	2011年9月19日	Palais des Congrès(フランス)	

発表者名	発表標 題		
Yumi Kawamura	Low Temperature Processed Zinc Oxide Thin Film Transistors by Plasma Assisted Atomic Layer Deposition		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2011 International Conference on Solid State Devices and Materials	2011年9月29日	WINC AICHI(名古屋)	

発表者名	発表標 題		
Yumi Kawamura	Effects of Gate Insulator on Thin Film Transistor with ZnO Channel Layer Deposited by Plasma Assisted Atomic Layer Deposition		
学会等名	発表年月日	発表場所	
8th International Thin-Film Transistor Conference	2012年1月30日	Calouste Gulbenkian Foundation(ポルトガル)	

発表者名	発表標 題		
川村 悠実	原子層堆積法による酸化亜鉛薄膜トランジスタの低温形成		
学会等名	発表年月日	発表場所	
薄膜材料デバイス研究会第8回研究集会	2011年11月4日	龍谷大学アバンティ響都ホール(京都)	

発表者名	発表標 題		
川村 悠実	プラズマALD法によるZnO薄膜トランジスタの作製および信頼性評価		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会	2012年3月15日	早稲田大学(東京)	

【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. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--