

平成24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24年度～平成24年度

5. 課題番号 

2	4	8	8	0	2
---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 システムオンフィルムに向けたウェットプロセスによる新 high-k 薄膜トランジスタ

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
	ロ 呂	物質創成科学研究科	特別研究員 (DC2)
	リ 莉		

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。

本研究は、オールウェットプロセスで高性能な酸化物薄膜トランジスタ(TFT)の実現を目指している。膜の堆積方法を従来の高コストな真空プロセスから単純かつ低コストな化学溶液(CSD)法にし、同時に高性能化も狙った。今年度は薄膜堆積プロセスの立ち上げと最適化、溶液法の低温化、TFTの作製と評価であったが、さらに high-k 材料のゲート絶縁膜への応用にも取り組んだ。

最初に、化学溶液法による InGaZnO (IGZO)膜の堆積プロセスの立ち上げと最適化に取り組んだ。プロセス温度と組成効果の結果より、焼成温度 700～900 度、組成 In:Zn=4:1 が最適であった。この焼成温度は高過ぎるため、次に溶液法の低温化を狙った。UV/O<sub>3</sub> 処理を初めて導入し、290 度という低温プロセスにおいても、通常プロセスの 700 度で焼成した TFT と同程度の性能を得ることに成功した。膜中の炭素が劣化の原因であることを突き止め、有機系溶液に替わり水溶液系溶液を導入した。これにより、300 度という低温で、これまでに報告された中で最も大きい移動度 19.5 cm<sup>2</sup>/(V·s)を達成した。また、残留炭素が大幅に減少していることも確認した。最後に、新規 high-k 材料である SrTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (STA) の低温プロセス化とゲート絶縁膜への応用に取り組んだ。STA は 700 度で高誘電率、低リーク電流になることを示し、UV/O<sub>3</sub> 処理によりプロセス温度を 500 度まで低下させ、かつ低リーク電流化することに成功した。スパッタ IGZO 膜をチャネル層とした場合、TFT の S 値はほぼ理論限界に達し、非常に高い移動度 237.4 cm<sup>2</sup>/(V·s)が得られた。一方、400 度の溶液法 InZnO (IZO)膜の場合、低ゲート電圧 5 V で高いオンオフ電流比 10<sup>6</sup> を得た。サブスレッショルド(S)値は 0.08 V/decade である。

本研究により、CSD 法の低温化と高性能化が同時に実現できることを示した。

10. キーワード

- |                                      |              |             |            |
|--------------------------------------|--------------|-------------|------------|
| (1) 薄膜トランジスタ                         | (2) ウェットプロセス | (3) InGaZnO | (4) high-k |
| (5) SrTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub> | (6) 低温プロセス   | (7) 低駆動電圧   | (8) 高移動度   |

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)
(理由) 本研究課題は平成24年度が最終年度のため、記入しない。

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。

本研究課題は平成24年度が最終年度のため、記入しない。
-----------------------------

13. 研究発表（平成24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(3)件      うち査読付論文 計(3)件

著者名	論文標題						
Li Lu, Masahiro Echizen, Takashi Nishida, Kiyoshi Uchiyama, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	Low-temperature fabrication of solution-processed InZnO thin-film transistors with Si impurities by UV/O <sub>3</sub> -assisted annealing						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
AIP Advances	あり	2	2	0	1	2	032111-1-6
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							
10.1063/1.4739052							

著者名	論文標題						
Li Lu, Takashi Nishida, Masahiro Echizen, Yasuaki Ishikawa, Kiyoshi Uchiyama, Tadashi Shiosaki and Yukiharu Uraoka	Thermally Stimulated Current Analysis of Defects in Sol-Gel Derived SrTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub> Thin-Film Capacitors						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
Jpn. J. Appl. Phys.	あり	51	2	0	1	2	09LA18-1-4
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							
10.1143/JJAP.51.09LA18							

著者名	論文標題						
Li Lu, Takashi Nishida, Masahiro Echizen, Yasuaki Ishikawa, Kiyoshi Uchiyama and Yukiharu Uraoka	Effects of Si and Ti impurities on electrical properties of sol-gel-derived amorphous SrTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub> thin films by UV/O <sub>3</sub> treatment						
雑誌名	査読の有無	巻	発行年			最初と最後の頁	
Appl. Phys. A	あり	—	2	0	1	2	Published online
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)							

10.1007/s00339-012-7425-1

〔学会発表〕計(4)件 うち招待講演 計(0)件

発表者名		発表標 題		
Li Lu, Takashi Nishida, Masahiro Echizen, Yasuaki Ishikawa, Kiyoshi Uchiyama, Tadashi Shiosaki and Yukiharu Uraoka		熱刺激電流法によるSrTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub> 薄膜キャパシタの欠陥分析		
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所	
第29回強誘電体応用会議		2012年5月25日	京都府京都市	
発表者名		発表標 題		
Li Lu, Masahiro Echizen, Takashi Nishida, Yasuaki Ishikawa, Kiyoshi Uchiyama and Yukiharu Uraoka		Low Temperature Fabrication of Wet-processed ZnO-based Thin Film Transistors		
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所	
The 2012 International Conference on Flexible and Printed Electronics		September 7, 2012	Tokyo, Japan	
発表者名		発表標 題		
Li Lu, Masahiro Echizen, Takashi Nishida, Yasuaki Ishikawa, Kiyoshi Uchiyama and Yukiharu Uraoka		Low-Operating-Voltage ZnO-based Thin Film Transistors Using High-k SrTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所	
TCM 2012 4th International Symposium on Transparent Conductive Materials (former TCOs)		October 24, 2012	Crete, Greece	
発表者名		発表標 題		
Li Lu, Yukihiko Osada, Yumi Kawamura, Takashi Nishida, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka		High Performance Indium Zinc Oxide Thin-Film Transistors Fabricated by Solution-Process at Low Temperature		
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所	
The 19 <sup>th</sup> International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2012		December 5, 2012	Kyoto city, Kyoto, Japan	

〔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。

--