

様 式 C - 7 - 1

## 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 基盤研究(B) 4. 補助事業期間 平成 23 年度～平成 25 年度
5. 課題番号 

2	3	3	6	0	1	3	7
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題 次世代高性能ディスプレイの実現に向けた低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
2 0 3 1 4 5 3 6	ウラオカ ユキハル 浦岡 行治	物質創成科学研究科	教授

## 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
6 0 3 6 8 0 3 2	キムラ ムツミ 木村 睦	龍谷大学・理工学部	教授

## 9. 研究実績の概要

今年度は次世代ディスプレイの実現に向けた多結晶シリコン(poly-Si TFT)薄膜トランジスタの低温形成および高性能化についての研究を行った。多結晶シリコン薄膜トランジスタ(TFT)は優れた電気特性を有し、高精細ディスプレイや多機能ディスプレイの駆動素子に用いられている。poly-Si TFTをプラスチック基板上に作製できれば、システム・オン・フレキシブルディスプレイといった次世代ディスプレイが実現できる。そのためには、結晶化・欠陥不活性化工程を200℃以下に低温化する必要がある。本研究ではpoly-Si TFTの200℃での作製および粒内・粒界を区別した局所電気特性評価の確立を目指した。poly-Si TFTを200℃以下の超低温で作製する技術として、水中で試料へレーザー照射を行う「水中レーザーアニール：WLA」を提案した。従来の一般的な手法である大気中レーザーアニール(LA)にて形成したpoly-Si膜と比較して、WLAでは大粒径かつ均一な結晶粒、すなわち高品質poly-Si膜が形成された。また、WLAによりプラスチック基板上でpoly-Si薄膜を形成した結果、結晶化率の最大値は96%でガラス基板上WLA poly-Siと同等であり、プラスチックフィルム上においても、高品質poly-Si膜の形成を実現した。続いて、WLAによるpoly-Si TFTの欠陥不活性化を試みた。WLA後TFT特性は改善し、移動度が約30%増加し、オン/オフ比とS値も向上した。さらにpoly-Si膜の水素濃度増加が認められ、WLA中に発生した水蒸気中の水素によって電氣的欠陥が補償され、特性が向上したと考えられる。

## 10. キーワード

(1) 薄膜トランジスタ	(2) シリコン	(3) レーザ照射	(4) 水中レーザ
(5) ディスプレイ	(6)	(7)	(8)

## 11. 現在までの達成度

(区分) (1) 当初の計画以上に進展している。

(理由)

以下の示すように、当初の計画以上の成果を挙げた。  
WLAによりプラスチック基板上でpoly-Si薄膜を形成した結果、結晶化率の最大値は96%でガラス基板上WLA poly-Siと同等であり、プラスチックフィルム上においても、高品質poly-Si膜の形成を実現した。続いて、WLAによるpoly-Si TFTの欠陥不活性化を試みた。WLA後TFT特性は改善し、移動度が約30%増加し、オン/オフ比とS値も向上した。さらにpoly-Si膜の水素濃度増加が認められ、WLA中に発生した水蒸気中の水素によって電気的欠陥が補償され、特性が向上したと考えられる。以上のように、WLAを用いることによってpoly-Si TFT作製プロセスにおける2つの高温プロセスの低温化を達成した。

## 12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

本研究は高性能な薄膜トランジスタの開発(駆動部)及び無機EL蛍光体の低温形成(発光部)を提案するものであり、それぞれのテーマを平行して実施する。薄膜トランジスタの形成においては、水中レーザによるシリコン薄膜の結晶化、チャネル表面欠陥の不活性化、不純物の活性化を中心に研究を展開、蛍光体の形成に関しては、マイクロ波照射に伴う輝度向上ならびに微粒化による蛍光体層の薄膜化を中心に研究する。特に、性能・信頼性の評価には、プローブ顕微鏡を用いた局所的電気評価、発光解析手法を用いたホットキャリア劣化解析を実施することで、プラスチック基板上に単結晶LSI並みの駆動回路を実現する。最終年度には、それぞれのテーマの合体により、パネルデバイスの試作と動作実証、並びに課題の抽出を行う。共同研究者間の綿密でかつ有機的な連携によって、着実な成果に結びつける。

## 13.研究発表(平成24年度の研究成果)

〔雑誌論文〕計(12)件 うち査読付論文 計(12)件

著者名	論文標題【掲載確定】			
Emi Machida	Crystallization of Polycrystalline Silicon Thin film and Simultaneous Inactivation of Electrical Defects by Underwater Laser Annealing			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics Letters	有	101	2   0   1   2	252106
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
<a href="http://dx.doi.org/10.1063/1.4772513">http://dx.doi.org/10.1063/1.4772513</a>				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Bin Zheng	Bioconjugates Containing Ferritin and Metal Nanoparticles			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Advanced Materials Research	有	463-464	2   0   1   2	833-836
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
<a href="http://www.scientific.net/AMR.463-464.833">10.4028/www.scientific.net/AMR.463-464.833</a>				

著者名	論文標題【掲載確定】			
A. D. Malay	Gold nanoparticle-induced formation of artificial protein capsids			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Nano Lett	有	12	2   0   1   2	2056
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
DOI: 10.1021/nl3002155				

著者名	論文標題【掲載確定】			
M. Kobayashi	Chiral metal-molecules consisting of gold nanoparticles and genetically engineered tobacco mosaic virus			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Opt. Express	有	20	2   0   1   2	24856
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
なし				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Bin Zheng	Construction of Au nanoparticle/ferritin satellite nanostructure			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Chem. Phys. Lett	有	547	2   0   1   2	52
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
<a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.cplett.2012.08.021">http://dx.doi.org/10.1016/j.cplett.2012.08.021</a>				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Shinya Kumagai	Improving Crystallinity of Thin Si Film for Low-Energy-Loss Micro-/Nano-Electromechanical Systems Devices by Metal-Induced Lateral Crystallization Using Biomineralized Ni Nanoparticles			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Jpn. J. Appl. Phys	有	51	2   0   1   2	11PA03
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
DOI: 10.1143/JJAP.51.11PA03				

著者名	論文標題【掲載確定】			
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
Jpn. J. Appl. Phys	有	51	2   0   1   2	02BF04
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
DOI: 10.1143/JJAP.51.02BF04				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Li Lu	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 ADVANCE	有	2	2   0   1   2	32111
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
なし				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Tatsuya Hashimoto	Practical protein removal using atmospheric-pressure helium plasma for densely packed gold nanoparticle arrays assembled by ferritin-based encapsulation/transport system			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics Letters	有	101	2   0   1   2	73702
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
<a href="http://dx.doi.org/10.1063/1.4745508">http://dx.doi.org/10.1063/1.4745508</a>				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Mutsunori Uenuma	Guided filament formation in NiO-resistive random access memory by embedding gold nanoparticles			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics Letters	有	100	2   1   1   2	83105
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
<a href="http://dx.doi.org/+10.1063/1.3688053">http://dx.doi.org/+10.1063/1.3688053</a>				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Takashi Nishida	Crystallization Using Biomineralized Nickel Nanodots of Amorphous Silicon Thick Films Deposited by Chemical Vapor Deposition, Sputtering and Electron Beam Evaporation			
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	51	2   0   1   2	03CA01
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
DOI: 10.1143/JJAP.51.03CA01				

著者名	論文標題【掲載確定】			
Koji Yamasaki	Thin Film Devices Fabricated on Double-Layered Polycrystalline Silicon Films Formed by Green Laser Annealing			
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	51	2   0   1   2	03CA03
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
DOI: 10.1143/JJAP.51.03CA03				

〔学会発表〕計(13)件 うち招待講演 計(1)件

発表者名	発表標題【発表確定】	
Yoshihiro Ueoka	Analysis of Electron Traps in a-IGZO Thin Films after High Pressure Vapor Annealing by Using the Capacitance-Voltage Method	
学会等名	発表年月日	発表場所
2012 Material Research Society Spring Meeting	2012年04月11日	San Francisco, USA

発表者名	発表標題【発表確定】	
Matthew M. Ombaba	Highly Flexible, Transparent and Electrically Conducting Silver Nanoparticles Films Enabled by Controlled Sedimentation	
学会等名	発表年月日	発表場所
2012 Material Research Society Spring Meeting	2012年04月12日	San Francisco, USA

発表者名	発表標題【発表確定】	
Shinya Kumagai	Controlling Crystallization Structures in Si Thin Film for Improving Characteristics of MEMS Resonator	
学会等名	発表年月日	発表場所
2012 Material Research Society Spring Meeting	2012年04月13日	San Francisco, USA

発表者名	発表標題【発表確定】	
Hiroki Kamitake	Nanodot-Type Floating Gate Memory with High-Density Nanodot Array Formed Utilizing Listeria Dps	
学会等名	発表年月日	発表場所
2012 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop	2012年06月10日	Honolulu, USA

発表者名	発表標題【発表確定】	
Yumi Kawamura	Comparison between ZnO Films Grown by Plasma-Assisted Atomic Layer Deposition Using H <sub>2</sub> O Plasma or O <sub>2</sub> Plasma as Oxidant	
学会等名	発表年月日	発表場所
12th International Conference on Atomic Layer Deposition	2012年06月18日	Dresden, Germany

発表者名	発表標題【発表確定】	
Masahiro Horita	Super Low Temperature Fabrication of Thin Film Transistors with Polycrystalline Si and Oxide Semiconductor Materials	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 12th International Meeting on Information Display(招待講演)	2012年08月29日	Daegu, Korea

発表者名	発表標題【発表確定】	
Yumi Kawamura	Highly-Reliable and Low-Temperature-Processed ZnO Thin-Film Transistors Using Plasma-Assisted Atomic Layer Deposition	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 7th International Workshop on Zinc Oxide and Related Materials	2012年09月13日	Nice, France

発表者名	発表標題【発表確定】	
Takahiro Doe	Diameter Control of ZnS Particles in Nano-Scale by Electro Spray Deposition Method	
学会等名	発表年月日	発表場所
38th International Micro and Nano Engineering Conference	2012年09月17日	Toulouse, France



発表者名	発表標題【発表確定】	
Li Lu	Low-Operating-Voltage ZnO-Based Thin Film Transistors Using High-k SrTa2O6	
学会等名	発表年月日	発表場所
4th International Symposium on Transparent Conductive Materials	2012年10月24日	Crete, Greece

発表者名	発表標題【発表確定】	
Koji Yoshitsugu	Leakage Current Characteristics of n-GaN MOS Capacitor with Al2O3 Gate Dielectric Deposited by Plasma-Assisted Atomic Layer Deposition	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 9th International Conference on Advanced Semiconductor Devices and Microsystems	2012年11月12日	Smolenice, Slovakia

発表者名	発表標題【発表確定】	
Takahiko Ban	Characterization and Application of Ta2O5 Bio-Nanoparticles	
学会等名	発表年月日	発表場所
GIST/NCTU/NAIST合同シンポジウム	2012年11月20日	Taiwan, China

発表者名	発表標題【発表確定】	
Haruka Yamazaki	Reliability Improvement of a-IGZO Thin-Film Transistors Using SiNx Gate Insulator Deposited by SiF4/N2	
学会等名	発表年月日	発表場所
2012 Material Research Society Fall Meeting	2012年11月27日	Boston, USA

発表者名	発表標題【発表確定】		
Emi Machida	Local Characterization of Defect Sites at Grain and Grain Boundary of Polycrystalline Silicon Thin Films and Their Effect on Device Performance		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2012 Material Research Society Fall Meeting	2012年11月28日	Boston, USA	

〔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

Information Device Science Laboratory  
<http://mswebs.naist.jp/LABs/uraoka/index.html>