

様式 C - 7 - 1

平成28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)（一般） 4. 研究期間 平成28年度～平成30年度
5. 課題番号

1	6	H	0	4	3	3	2
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 超臨界水を活用したGaNパワー素子の高信頼性化技術

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

9. 研究実績の概要

縦型GaNデバイス実現のためには、界面制御技術の確立が重要な課題となっている。そこで本研究では、400度程度の低温処理として高圧水蒸気処理(High-Pressure-Water-Vapor-Annealing, HPWVA)に着目した。水の臨界点付近の気相においてはラジカル反応が主体的となり、熱分解、再結合、脱水縮合、脱炭酸等の各反応が進行する。本研究ではSiO₂/n-GaN縦型MOS構造に対してHPWVAの効果を検討した。

MOSキャパシタの作製にはn-GaNホモエピタキシャル層(4 μm)を有するGaN自立基板を用いた。初めにn-GaN上にTEOSおよびO₂を用いたプラズマCVD法によりSiO₂を300度で約100 nm堆積した。絶縁膜堆積後に熱処理としてのHPWVA(400度、0.5 MPa、30 min)を行った。次に、上部および裏面電極を形成した。最後にフォーミングガスアニールを行いAl/SiO₂/n-GaN 縦型MOSキャパシタを作製した。また比較のため熱処理無し(as-depo.)試料およびO₂ anneal試料も同様に作製した。

MOSキャパシタの電流密度対電界強度特性を測定した。as-depo.試料の絶縁破壊電界は9.3 MV/cm、O₂ anneal試料では9.9 MV/cmを示したのに対して、HPWVA試料では11.0 MV/cmが得られ、as-depo.試料と比較し約2 MV/cm向上した。電荷伝導機構解析の結果、as-depo.試料では酸素欠損によるTrap-assisted Tunnelingであったが、HPWVAを行うことで理想的なFowler-Nordheim Tunnelingとなった。このことからHPWVAにより膜中に酸素が拡散し、酸素欠損を補填することで再酸化され特性が改善したと考えられる。

10. キーワード

- | | | | |
|-------------|------------|----------|-----|
| (1) パワーデバイス | (2) 窒化ガリウム | (3) 超臨界水 | (4) |
| (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)

本研究では超臨界水処理によるSiO₂/n-GaN 縦型MOS構造に対する効果を検討するためにas-depo.、O₂ anneal、高圧水蒸気処理を施したAl/SiO₂/n-GaN 縦型MOSキャパシタを作製し、電気的特性評価を行った。電圧電流特性評価より、HPWVAIは高い絶縁破壊電界およびリーク電流の抑制、またトラップ準位の改善を実現した。また容量電圧特性から、HPWVAIはSiO₂/n-GaN界面における窒素空孔由来の欠陥準位を酸素で不活性化し、約一桁のDit減少に効果があることが明らかになった。さらなる超臨界水処理の設計を行い、納品され、性能評価を行っている。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

本年度は、超臨界水処理を縦型MOS構造に対して行い、その効果を確認する予定である。電流電圧特性や容量電圧特性から、その効果を検証し、さらに絶縁膜と半導体界面の電子物性を光電子分光特性評価から、明らかにし、その劣化モデルを立案する。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (3) 件 / うち査読付論文 計 (3) 件 / うち国際共著論文 計 (0) 件 / うちオープンアクセス 計 (3) 件

著者名		論文標 題				
Kahori Kise, M. Fujii, S.Urakawa, H.Yamzaki, E. Kawashima, S. Tomai, K.Yano, D. Wang, M.Furuta, Y.Ishikawa, Y.Uraoka		Self-heating induced instability of oxide thin film transistors under dynamic stress				
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 Lettes	有	108	2 0 1 6	02501-1,02501-4	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1063/1.4939861						
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				
J. P. Bermundo, Y.ishikawa, M.N.Fujii, T.Nonaka, R. Ishikawa, H. Ikenoue and Y.Uraoka		Effect of excimer laser annealing on a-IngaZnO thin-film transistors passivated by solution-processed hybrid passivation layers				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
J. Phys. D. Appl. Phys.	有	49	2 0 1 6	035102,035109	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1088/0022-3727/49/3/035102						
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				
Koji Sugano, Ryu Matsumoto, Ryota Tsutsui, Hiroyuki Kishihara, Naoki Matsuzaka, Ihcuro Ymashita, Yukiharuru Uraoka and Yoshitada Isono		Fabarication and characterization of a CNT forest integratrd micromechanical resonatr for rarfield gas analyzer ina medium vacuum atmosphere				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Journal of Micromechanics and Microengineering	有	26	2 0 1 6	075010,075018	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1088/0960-1317/26/7/075010						
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)						

(課題番号: 16H04332)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/6)

〔学会発表〕 計(6)件/うち招待講演 計(0)件/うち国際学会 計(6)件

発表者名	発表標 題	
來福至、石河泰明、Tiphaine Bourgeteau、伊藤省吾、Yvan Bonnassieux、Pere Roca I Cabarrocas、浦岡行治	Fabrication of perovskite solar cells using sputter processed perovskite films	
学会等名	発表年月日	発表場所
Asia Pacific Hybrid and Organic Photovoltaics Conference (国際学会)	2017年02月03日 ~ 2017年02月04日	パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

発表者名	発表標 題	
木瀬香保利、藤井 菜美、Juan Paolo Bermondo、石河 泰明、浦岡行治	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	福岡国際会議場(福岡県福岡市)

発表者名	発表標 題	
Juan Paolo Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Chaiyanan Kulchaisit, Hiroshi Ikenoue, Yukuharu 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	福岡国際会議場(福岡県福岡市)

発表者名	発表標 題	
Juan Paolo Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Mami N. Fujii, Hiroshi Ikenoue, Yukuharu Uraoka	Sheet Resistance Reduction of a-IGZO by Oxygen Vacancy Control using Low Temperature Excimer Laser Irradiation	
学会等名	発表年月日	発表場所
2016 MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)	2016年11月27日 ~ 2016年12月02日	Boston, USA

(課題番号: 16H04332)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(4/6)

発表者名	発表標題	
Yuta Tominaga, Katsunori Ueno, Koji Yoshitsugu, Uenuma Mutsunori, Yuta Fujimoto, Yasuaki Ishikawa, Yukiharu Uraoka	Control of the interface and the film quality of SiO ₂ / GaN MOS by high pressure water vapor annealing	
学会等名	発表年月日	発表場所
2016 International Workshop on Nitride Semiconductors (国際学会)	2016年10月02日 ~ 2016年10月06日	Orlando, FL USA

発表者名	発表標題	
Yuta Fujimoto, Katsunori Ueno, Koji Yoshitsugu, Masahiro Horita, Uenuma Mutsunori, Yasuaki Ishikawa, Yukiharu Uraoka	Study of oxygen plasma damage introduced at Al ₂ O ₃ /GaN interface during atomic layer deposition process	
学会等名	発表年月日	発表場所
2016 International Workshop on Nitride Semiconductors (国際学会)	2016年10月02日 ~ 2016年10月06日	Orlando, FL 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. 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

--