

様式 C - 7 - 1

平成30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）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	教授		
	氏名	浦岡 行治		

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 16H04332

3. 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

4. 研究期間 平成28年度～平成30年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

近年、Siに代わるパワー半導体材料として窒化ガリウム(GaN)が期待されている。Siと比較すると、GaNのバンドギャップは約3倍、絶縁破壊電界は約10倍であり、高出力、高耐圧化が可能である。GaN MOS構造の問題点として絶縁膜中や絶縁膜/半導体界面に存在する電荷トラップが挙げられる。これまでの研究でSiO₂/GaN MOS構造において、絶縁膜堆積後の熱処理として高温高圧の水蒸気を用いた高圧水蒸気処理(High Pressure Water Vapor Annealing, HPWVA)を施すことで電気特性が改善することが明らかになっている。しかしながら、その反応機構は未だに明らかになっていない。そこで本研究では、物性評価からSiO₂膜およびSiO₂/GaN界面に対するHPWVAの反応機構を検討した。

その結果、SiO₂膜中ではHPWVAにより膜中の酸素原子が高温高圧水蒸気中の酸素原子に置換され、Si-O-Si結合の歪みが緩和されることが明らかになった。これらの反応が酸素空孔の補填や歪みに起因するトラップを低減すると考えられる。SiO₂/GaN界面では界面まで到達した高温高圧水蒸気中の酸素原子が窒素空孔やGaの未結合手を補填することで界面欠陥を不活性化している可能性を示した。HPWVAのような高圧状態では他の熱処理より拡散速度が上がるため、低温での絶縁膜および絶縁膜/半導体界面の酸素欠損の改質にHPWVAは有効であるといえる。

7. キーワード

窒化ガリウム パワーデバイス 超臨界水 高圧水蒸気処理 界面準位 ゲート絶縁膜

8. 現在までの進捗状況

区分
理由
平成30年度が最終年度であるため、記入しない。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

平成30年度が最終年度であるため、記入しない。

10. 研究発表（平成30年度の研究成果）

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

1. 著者名 Mutsunori Uenuma, Kiyoshi Takahashi, Sho Sonehara, Yuta Tominaga, Yuta Fujimoto, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	4. 巻 8
2. 論文標題 Influence of carbon impurity and oxygen vacancies in Al ₂ O ₃ film on Al ₂ O ₃ /GaN MOS capacitor characteristics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP ADVANCES	6. 最初と最後の頁 5103
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5041501	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 Mary Clare, Joel T. Asubar, Zenji Yatabe, Melanie Y. David, Mutsunori Uenuma, Hirokuni Tokuda, Yukiharu Uraoka, Masaaki Kuzuhara, and Masahiko Tani	4. 巻 481
2. 論文標題 On the presence of Ga ₂ O sub-oxide in high-pressure water vapor annealed AlGaIn surface by combined XPS and first-principle methods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 1120-1126
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.apsusc.2019.03.196	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 Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Tsubasa Nakamura, Masaaki Furukawa, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	4. 巻 58
2. 論文標題 Physical and electrical properties of ALD-Al ₂ O ₃ /GaN MOS capacitor annealed with high pressure water vapor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 40902
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab09a2	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10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Analyses of Electronic and Atomic Structures of Insulator/GaN Interface by Photoelectron Diffraction and Spectroscopy
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaaki Furukawa, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Improvement of SiO ₂ /GaN Interface Characteristics by High Pressure Water Vapor Annealing
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Juan Paolo Bermundo, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Analysis of Mg-implanted GaN films after rapid activation via excimer laser annealing
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lin Tengda, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Leakage reduction of SiO ₂ /GaN MOS structure by high pressure water vapor annealing
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

2 版

1. 発表者名 Tsubasa Nakamura, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Effects of Annealing Time in High Pressure Water Vapor Annealing for ALD-Al2O3/GaN MOS
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Effects of ALD-Precursor on Al2O3/GaN MOS Characteristics
3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上沼睦典、石河泰明、浦岡行治
2. 発表標題 SiO2/GaN界面の固定電荷に対するGaN表面状態の影響
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lin Tenda, 上沼睦典、石河泰明、浦岡行治
2. 発表標題 Trapping reduction of SiO2/GaN MOS structure by high pressure water vapor annealing
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安藤領汰、上沼睦典、石河泰明、浦岡行治
2. 発表標題 高压水蒸気処理を用いたGaOx層形成によるSiO ₂ /GaN界面の特性評価
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村翼、上沼睦典、石河泰明、浦岡行治
2. 発表標題 ALD-AI ₂ O ₃ /GaN MOSにおける高压水蒸気処理の時間依存性
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018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

-