

平成21年度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21年度～平成22年度
5. 課題番号 2 1 1 0 1 6 5
6. 研究課題名 ワイドギャップ半導体 SiC を用いた MOS 構造における界面電子物性の解明
7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
フリガナ	オカモト 大	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
フリガナ			
フリガナ			
フリガナ			
フリガナ			
フリガナ			

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。

シリコンカーバイド (SiC) を用いた低損失電力変換素子は、二酸化炭素25%削減を達成し、低炭素社会を目指していくための必須技術である。本研究では、大電力を高速かつ高効率で変換・制御する SiC パワーエレクトロニクスの実現に向けての最大の課題である、SiO₂酸化膜と SiC との界面に存在する高密度の界面欠陥を詳細に解析し、良質な界面構造を実現することを目的としている。

平成21年度においては、SiO₂/SiC 界面における高密度の界面準位を低減する手段として、4H-SiC C 面に対する窒化を検討した。4H-SiC の C 面を NO ガスにより直接酸窒化して形成した酸化膜/SiC 界面をサイクル C-V 測定などを用いて詳細に調べ、MOSFET の特性と直接対比させた結果、いくつかの重要な知見を得た。まず、4H-SiC 上の MOS 界面特性を改善されている NO 処理は、その効果を最大限に発現させるためには酸化後の降温プロセスが重要であることを明らかにした。また、MOSFET のチャネル移動度を向上させるには、界面準位密度でなく、むしろ界面近傍の酸化膜におけるトラップ (Near interface traps) を低減することが重要であることを明らかにした。

また、SiO₂/SiC 界面に存在する欠陥を消滅させる革新的な方法として、新たに SiO₂ 膜にリン (P) を添加する方法を考案した。SiO₂ 膜にリンを添加した MOSFET を作製したところ、SiO₂/SiC 界面に存在していた欠陥の密度が大きく減少し、チャネル移動度が 89 cm²/Vs まで向上することを初めて明らかにした。得られたチャネル移動度は、従来 SiC の分野で標準的な方法であった NO アニールと比較して、およそ 3 倍の値であり、SiC MOSFET 特性の向上に繋がる重要な結果を得ることができた。

10. キーワード

(1) シリコンカーバイド	(2) MOS 界面	(3) MOSFET
(4) チャネル移動度	(5) 酸化膜トラップ	(6)
(7)	(8)	

(裏面に続く)

11.研究発表（平成21年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（ 2 ）件 うち査読付論文 計（ 2 ）件

著者名	論文標 題			
D. Okamoto	Systematic Investigation of Interface Properties in 4H-SiC MOS Structures Prepared by Over-Oxidation of Ion-Implanted Substrates			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Materials Science Forum	有	645-648	2 0 1 0	495~498

著者名	論文標 題			
D. Okamoto	Investigation of Oxide Films Prepared by Direct Oxidation of C-face 4H-SiC in Nitric Oxide			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Materials Science Forum	有	645-648	2 0 1 0	515~518

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

〔学会発表〕 計（ 8 ）件 うち招待講演 計（ 1 ）件

発表者名	発表標 題		
D. Okamoto	Electrical Properties of C-face 4H-SiC MOS Devices Fabricated by NO Direct Oxidation		
学会等名	発表年月日	発表場所	
The 2009 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai	2009年5月14日	関西大学（大阪府）	

発表者名	発表標 題		
D. Okamoto	Interface Properties of C-face 4H-SiC Metal-Oxide-Semiconductor Structures Prepared by Direct Oxidation in Nitric Oxide		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2009 International Conference on Solid State Devices and Materials	2009年10月8日	仙台国際ホテル（宮城県）	

発表者名	発表標 題		
D. Okamoto	Investigation of Oxide Films Prepared by Direct Oxidation of C-face 4H-SiC in Nitric Oxide		
学会等名	発表年月日	発表場所	
International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2009	2009年10月13日	ニュルンベルク（ドイツ）	

発表者名	発表標 題		
D. Okamoto	Systematic Investigation of Interface Properties in 4H-SiC MOS Structures Prepared by Over-Oxidation of Ion-Implanted Substrates		
学会等名	発表年月日	発表場所	
International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2009	2009年10月14日	ニュルンベルク（ドイツ）	

発表者名	発表標 題		
岡本 大	Analysis of Anomalous Charge-Pumping Characteristics on 4H-SiC MOSFETs (招待講演)		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2009 IEEE Kansai Chapter コロキウム電子デバイスワークショップ	2009年10月22日	関西大学（大阪府）	

発表者名	発表標題		
岡本 大	4H-SiC MOS界面へのリンの導入による界面準位密度の低減		
学会等名	発表年月日	発表場所	
電子情報通信学会シリコン材料・デバイス研究会 (SDM)	2009年12月4日	奈良先端大 (奈良県)	

発表者名	発表標題		
岡本 大	SiO ₂ /SiC界面へのリンの導入による高チャネル移動度4H-SiC MOSFETの作製		
学会等名	発表年月日	発表場所	
SiC及び関連ワイドギャップ半導体研究会第18回講演会	2009年12月17日	神戸国際会議場 (兵庫県)	

発表者名	発表標題		
岡本 大	リンドーブSiO ₂ /4H-SiC(0001)界面欠陥の熱刺激電流法による解析		
学会等名	発表年月日	発表場所	
第57回応用物理学関係連合学術講演会	2010年3月18日	東海大学 (神奈川県)	

【図書】 計 (0) 件

著者名	出版社		
	書名	発行年	総ページ数

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

【出願】 計 (1) 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
SiC半導体素子およびその作製方法	矢野裕司、岡本大	奈良先端科学技術大	特許、特願2009-285561	2009年12月16日	国内

【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

13. 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。

<http://mswebs.naist.jp/LABs/fuyuki/index.html>