

10. キーワード

(1) 炭化珪素	(2) 界面準位	(3)	(4)
(5)	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

リン複合処理による界面欠陥の低減およびチャネル移動度の向上については、平成23年度を超えるさらなる改善を達成することはできなかった。しかし、リン・水素・窒素の役割がかなり明確になり、処理の組み合わせ及び順番に最適なものがあることが分かってきた。また、移動度の向上は見られなくても、TDD B耐性およびしきい値電圧の安定性、すなわち信頼性の向上に大きな進展がみられた。これらは、界面に一樣にリンを分布させるのではなく、界面付近にのみリンを含ませた構造にすることで、電子注入耐性の向上を達成した。窒化と組み合わせることで、さらなるしきい値電圧の安定性向上が期待できる。移動度と信頼性・しきい値安定性のある程度高いレベルで両立する条件を見つけることで、さらなるチャネル移動度および信頼性の向上が可能と考えられる。また、DMOSFETを見据えた時にはイオン注入を用いるので、チャネル表面の不純物濃度を低くすることでチャネル移動度の向上が期待できる。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

リン複合処理によって形成した試料について、しきい値電圧(またはフラットバンド電圧)の不安定性発生のメカニズムを詳細に検討する。従来から取り組んできた各種複合処理の界面特性と信頼性・不安定性の相関および測定条件の依存性を明らかにする。パワーDMOSFETへの展開するため、まずイオン注入層へのプレーナ型MOSFETの作製に取り組む。エピ層と比較を行い、不純物散乱やラフネス散乱の影響を調査する。キャリアの散乱メカニズムを調査するため、キャリアがトラップされることを考慮した解析を行うため、MOSFETに対してHall効果測定を試みる。1kV級のDMOSFETを作製し、本研究で開発した手法により超低オン抵抗となる $1\text{ m}^2/\text{cm}^2$ の実現を目指す。

(次年度の研究費の使用計画)

平成24年度はPOC13アニール炉の改良やイオン注入、SIMS測定の外注を行ったが、平成23年度の繰り越し金もあったことに加え、イオン注入・SIMS測定の回数が当初の予定より少なかった。さらに、MOSFET用フォトマスクはデザインを慎重に検討中であり発注を見合わせているため、未使用額が生じることとなった。平成25年度はデバイス試作を増やすため、SiCウエハ購入やイオン注入および新たにデザインしたフォトマスク作製に研究費を用いる。繰り越した研究費を含め、研究目標達成に向けて研究費を活用する。

13.研究発表(平成24年度の研究成果)

〔雑誌論文〕計(4)件 うち査読付論文 計(4)件

著者名		論文標題【掲載確定】			
A. Osawa, H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki		Characterization of POC13- and NO-annealed 4H-SiC MOSFETs by Charge Pumping Technique			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Mater. Sci. Forum	有	740-742	2 0 1 3	541-544	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.4028/www.scientific.net/MSF.740-742.541					

著者名		論文標題【掲載確定】			
T. Akagi, H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki		Effect of Interface Localization of Phosphorus on Electrical Properties and Reliability of 4H-SiC MOS Devices			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Mater. Sci. Forum	有	740-742	2 0 1 3	695-698	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.4028/www.scientific.net/MSF.740-742.695					

著者名		論文標題【掲載確定】			
H. Yano, T. Araoka, T. Hatayama, and T. Fuyuki		Improved Stability of 4H-SiC MOS Device Properties by Combination of NO and POC13 annealing			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Mater. Sci. Forum	有	740-742	2 0 1 3	727-732	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.4028/www.scientific.net/MSF.740-742.727					

著者名	論文標題【掲載確定】			
H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki	POCl ₃ Annealing as a New Method for Improving 4H-SiC MOS Device Performance			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
ECS Trans.	有	50	2012	257-265
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)				
10.1149/05003.0257ecst				

(学会発表) 計(9)件 うち招待講演 計(3)件

発表者名	発表標題【発表確定】	
H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki	POCl ₃ Annealing as a New Method for Improving 4H-SiC MOS Device Performance	
学会等名	発表年月日	発表場所
PRiME 2012 (Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science)(招待講演)	2012年10月10日	Honolulu (HI, USA)

発表者名	発表標題【発表確定】	
H. Yano, T. Araoka, T. Hatayama, and T. Fuyuki	Improved Stability of 4H-SiC MOS Device Properties by Combination of NO and POCl ₃ Annealing	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 9th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM2012)(招待講演)	2012年09月05日	Saint-Petersburg (Russia)

発表者名	発表標題【発表確定】	
T. Akagi, H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki	Effect of Interfacial Localization of Phosphorus on Electrical Properties and Reliability of 4H-SiC MOS Devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 9th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM2012)	2012年09月04日	Saint-Petersburg (Russia)

発表者名	発表標題【発表確定】	
A. Osawa, H. Yano, T. Hatayama, and T. Fuyuki	Characterization of POCl ₃ -Annealed 4H-SiC MOSFETs by Charge-Pumping Technique	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 9th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM2012)	2012年09月03日	Saint-Petersburg (Russia)

発表者名	発表標題【発表確定】	
矢野裕司	SiO ₂ /SiC界面へのリン導入による高品質界面の形成	
学会等名	発表年月日	発表場所
ゲートスタック研究会 - 材料・プロセス・評価の物理 - 第18回研究会(招待講演)	2013年01月26日	ニューウェルシティー湯河原

発表者名	発表標題【発表確定】	
赤木剛, 矢野裕司, 畑山智亮, 冬木隆	リンを界面に局在化させた4H-SiC MOSデバイスの電気特性と信頼性	
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21回講演会	2012年11月19日	大阪市中央公会堂

発表者名	発表標題【発表確定】	
大澤愛, 矢野裕司, 畑山智亮, 冬木隆	チャージポンピング法を用いた4H-SiC MOSFETにおける界面準位密度分布の評価	
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21回講演会	2012年11月19日	大阪市中央公会堂

発表者名		発表標題【発表確定】	
赤木剛, 矢野裕司, 畑山智亮, 冬木隆		リンの局在化が4H-SiC MOSデバイスの電気特性に与える影響	
学会等名		発表年月日	発表場所
平成24年秋季 第73回応用物理学会学術講演会		2012年09月12日	愛媛大学・松山大学

発表者名		発表標題【発表確定】	
大澤愛, 矢野裕司, 畑山智亮, 冬木隆		POC13アニール処理をした4H-SiC MOSFETのチャージポンピング測定	
学会等名		発表年月日	発表場所
平成24年秋季 第73回応用物理学会学術講演会		2012年09月12日	愛媛大学・松山大学

(図書) 計(1)件

著者名		出版社	
矢野裕司 (岩室憲幸 監修)		S&T出版	
書名【発行確定】		発行年	総ページ数
SiCパワーデバイスの開発と最新動向 - 普及に向けたデバイスプロセスと実装技術 -		2012	42-52

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

--