

省電力社会を実現する次世代パワーエレクトロニクス用材料・デバイスの研究

プロジェクト代表： 木本 恒暢（電子工学専攻）

本研究プロジェクトの目的と主要構成員

背景

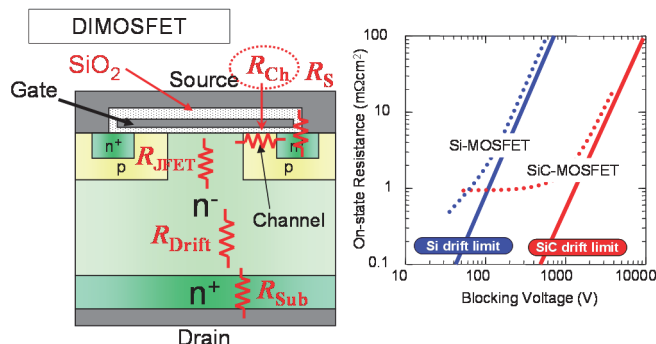
電気エネルギーの利用において、発電から消費に至るまでに複数回の電力変換（交流→直流、直流→交流など）が行われている。電力変換の効率は約90%に留まっており、実に10%に相当する電力が廃熱となっている。この主な原因は、現行のSi（シリコン）半導体デバイスの性能限界にある。SiC（シリコンカーバイド：炭化珪素）は、従来のSiに比べて極めて優れた性質を有しており、超小型・低損失の電力変換器を実現するキーデバイスとして有望である。本プロジェクトでは、最も重要なSiCパワーデバイスであるパワーMOSFET（金属-酸化膜-半導体 電界効果トランジスタ）に関わる学術的基礎研究を遂行し、産業界とも連携しながら次世代パワーエレクトロニクスの基盤を築くことを目的としている。

目的

- ・ SiCの熱酸化速度の精密評価と酸化機構の解明
- ・ 酸化膜/SiC界面電子物性の精密評価
- ・ 異なる結晶面上SiC MOSFETのチャネル移動度評価
- ・ SiC MOSFET特性の制限要因の解明と特性向上

平成26年度の研究活動及び主な成果

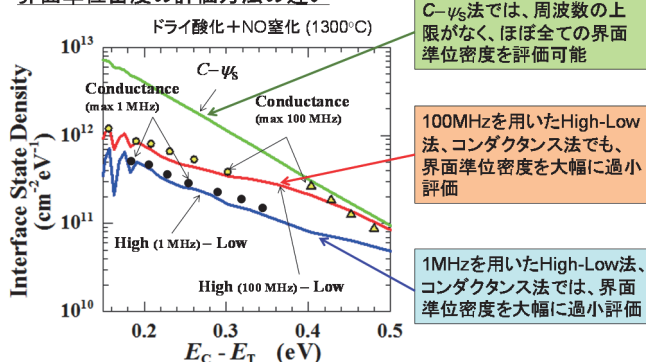
SiCパワーMOSFETのオン抵抗



$$\text{オン抵抗 } R_{ON} = R_S + R_{Ch} + R_{JFET} + R_{Drift} + R_{Sub}$$

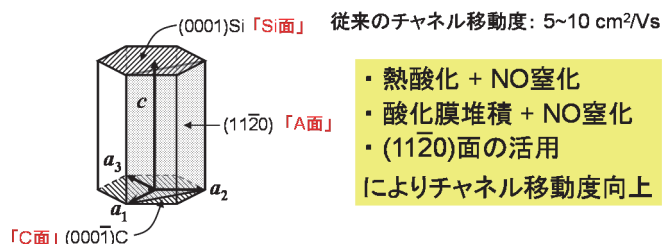
4H-SiC(0001) MOS界面準位密度の評価例

界面準位密度の評価方法の違い



MOSFETチャネル移動度の向上

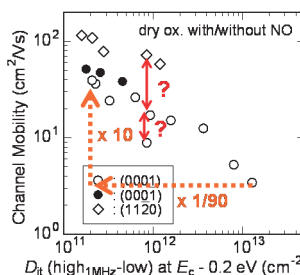
μ_{FE}	(0001)		(000\bar{1})		(11\bar{2}0)	
	Thermal	Depo	Thermal	Depo	Thermal	Depo
N ₂ O	29	28	39	38	108	110
NO	37	38	46	44	108	112



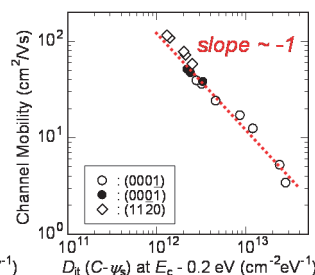
- ・ 熱酸化 + NO窒化
 - ・ 酸化膜堆積 + NO窒化
 - ・ (1120)面の活用
- によりチャネル移動度向上

チャネル移動度と界面準位密度の相関

High_{1M}-Low法



C-ψ_s法



独自の界面準位評価手法を開発し、適用することにより、チャネル移動度と界面準位密度の相関を初めて明確化