

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
産学共同<育成型> 事後評価報告書

研究開発課題名	: 極限環境省エネルギーパワーエレクトロニクスの創成
プロジェクトリーダー (研究責任者)	: 渡部 平司(国立大学法人大阪大学)

I. 研究開発の目的

炭化ケイ素(SiC)は、パワーデバイス用途の半導体材料として注目されており、MOS 型の電界効果トランジスタ(MOSFET)の実用化が始まっている。しかし、MOS 構造を構成する SiO₂/SiC 界面には多量の電氣的な欠陥が存在し、素子性能や長期信頼性劣化を招いている。一方、従来の SiC MOSFET は電子伝導を基本とした n チャネル素子に限定され、正孔伝導による p チャネル素子の研究開発は殆ど進んでいない。本研究では、SiC MOS 界面の高品質化を進め、n チャネル MOSFET の性能や信頼性向上に加えて、p チャネル素子の動作を実現し、両チャネル素子を組み合わせる事で、超高温や放射線等の極限環境下で動作可能な、SiC CMOS インバータ回路の実現を目指す。

II. 研究開発の概要

① 実施概要

超高温かつ低酸素分圧条件(1600°C・0.3%)での SiC 基板の熱酸化と、1200°Cでの高温水素アニールにより、SiC MOS 界面の高品質化を実現した。本手法で作製した SiC MOSFET は、ドライ酸化で作製した n チャネル素子に対して約 3 倍の電界効果移動度を示し、ドライ酸化では動作しない p チャネル素子の正常動作も可能となる。本研究開発では、当該手法を用いて、SiC CMOS インバータ回路を試作し、200°Cの高温条件下でも正常なインバータ動作を確認すると共に、これを多数段連結してリングオシレータ回路を試作し、連続発振を確認した。さらに、高温下での動作解析から SiC CMOS 回路の信頼性を評価し、当該技術の優位性実証に成功した。

② 今後の展開

我々が提案する超高温低酸素分圧酸化法で作製した SiC MOSFET は、ドライ酸化試料に対して高い電界効果移動度を示すものの、更なる性能向上が必須である。従って、SiC MOS 構造形成技術と回路製造技術の高度化により、動作特性と長期信頼性に優れた SiC CMOS 回路の研究開発の継続が求められる。加えて、200°Cを超える超高温条件や放射線環境下での性能評価を通じて、SiC 極限環境エレクトロニクスの優位性を産業界に提示する事で、デバイスメーカーから装置メーカーに亘る産学連携研究体制の構築を目指す。

III. 総合所見

目標を達成し、具体的な企業との連携を進めており、次の研究開発フェーズ移行に必要な成果が得られた。

新たなゲート酸化膜作成方法により作成したデバイスで CMOS 回路を実現できている点は大きな成果である。

学術論文等で発信出来ている点、企業との連携を進めている点は評価できる。

SiC-CMOS のニーズの把握、及び応用する上での周辺技術の研究開発の必要性を踏まえ、実用化に向けた研究をさらに進めることを期待する。