

ALCA-Next

「半導体」領域

2024 年度 年次報告書

2024 年度採択

[研究開発代表者名:宇治原 徹]

[名古屋大学未来材料・システム研究所 教授]

[研究開発課題名:超高耐圧パワーデバイス用 SiC エピタキシャル層成長技術の開発
発]

主たる共同研究者:

[加藤 正史 (名古屋工業大学電気・機械工学科 教授)]

実施期間 : 2024 年 9 月 2 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発成果の概要

本年度は、高耐圧 p 型 SiC パワーデバイスの実現に向けて、以下のことを行った。p 型 SiC ウェハに関しては、Al ドーピング濃度の制御法の確立を目的とし、溶媒中の Al 濃度および炉内分圧が結晶成長に及ぼす影響を、数値シミュレーションと実験によって検討した。特に、成長炉内に分圧制御用のフィン構造を設けることで、蒸発による Al 分圧の低下を抑制し、成長中のドーピング安定化が図れることを確認した。また、Al 添加量を変化させた一連のシミュレーションにより、添加条件と成長効率の関係を定量的に把握した。昇華法による薄膜エピタキシャル成長については、標準的な成長条件を探索し、15~20 $\mu\text{m}/\text{h}$ の成長速度および均一な膜厚分布を実現し、光学顕微鏡および AFM による評価により良好な表面モフォロジーを確認した。特に、原料と種結晶の温度差を変化させた成長マッピング実験により、低温条件下で安定な成長が可能であることが明らかとなった。高品質化技術としては、SIMS 測定により得られた不純物分布データをもとに、V (バナジウム) がエピ層中に濃縮されていることを確認し、断熱材やカーボン部材由来の混入源の可能性を指摘した。B や Al など他の不純物も同様の傾向を示しており、炉内構成部材の交換および材質管理の必要性が明確となった。X 線トポグラフィー像により得られた転位密度は $1.4 \times 10^4 \text{cm}^{-2}$ 程度であり、種結晶由来の転位がエピ層に引き継がれていることが示唆された。今後は高品質基板の選定により転位密度の低減を目指す。また、マルチモーダルキャリアライフタイム評価により、従来の CVD 成長エピ層に比べ、近接昇華法によるエピ層では寿命が短いことが明らかとなり、これは SIMS により検出されたバナジウムのためである。さらに、第一原理計算を用いて VSi 等の真性点欠陥の形成エネルギーや準位を定量的に評価し、将来的な寿命制限要因の特定と対策検討のための基礎データを整備した。

【代表的な原著論文情報】

なし

以上