

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	松本 翼
研究機関名	金沢大学
所属部署名	ナノマテリアル研究所
役職名	准教授
研究課題名	超高濃度ドーピング技術で拓くダイヤモンドパワーエレクトロニクス
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

当該年度は、ダイヤモンド半導体における高濃度窒素ドーピング技術開発と電極構造の最適化、MOS 界面の最適化を主に進めてきた。高濃度窒素ドーピング技術開発では、昨年度実現した 10^{20} cm^{-3} を超える窒素ドーパダイヤモンド(100)面を用いた PIN ダイオードだけではなく、より窒素の高濃度化が可能な(111)面を用いた PIN ダイオードの作製を行った。(111)面では、水素の取り込みも多くなり、窒素が不活性化することで、(100)面を超えるデバイス特性を得ることができなかった。単膜では、水素の取り込みを抑制することに成功し、接触抵抗低減も確認できているため、高濃度窒素ドーパダイヤモンド層の下部にあたる i-p⁺層の高品質化も今後は行う。

MOS 界面においては、大気暴露を低減すべく、酸化膜堆積装置である ALD 装置内でダイヤモンド表面を OH 終端化させるプロセス開発を行った。また、酸化膜堆積後に行う熱処理である PDA 処理、電極形成後に行う熱処理である PMA 処理の検討、新しいプロセス開発を行った。大気暴露低減プロセスでは、コンタミ由来と考えられるキャパシタンスの揺らぎを大幅に低減することができたが、OH 化が十分に行われていない結果も見えてきた。今後は、時間や圧力を制御することで、OH 化の密度を高めたい。PDA および PMA 処理では、いずれも 300°C、400°C で特性改善が見られた。この要因についてはわかっていないが、今後は雰囲気を変えて同様の実験を行い、解明に努めたい。一方で、500°C では特性が劣化する傾向があった。これは、電極に気泡のような跡が形成されたことから酸化膜であるアルミナの一部がガスとして脱離していることが原因と考えている。新しいプロセス開発では、Ni の炭素固溶反応を用いて、pn 界面の埋め込み構造を実現し、MOSFET 動作に至った。プラズマダメージフリーというメリットを活かして、高移動度化を目指したい。