

平成 31年度 助成

氏名:関口 寛人



研究 経過・終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

<p>研究テーマ</p>	<p>過酷環境下で安定動作可能な窒化物半導体による集積回路の開発</p>
<p>研究の結果</p>	<p>本研究は、過酷環境下において特性劣化の極めて小さな窒化物半導体のみによって構成される集積回路の実現である。本研究では、①イオン注入技術における早いフィードバックのための光評価技術の検討、②GaN基板を用いたE/D-MOSFETを基本としたインバータの作製について取り組んだ。</p> <p>従来のフォトルミネッセンス法においてもイオン注入におけるダメージ評価は可能だが、バンド間に生成される欠陥準位に関する評価は困難であるため2波長励起法による評価の検討に取り組んだ。アンドープGaN薄膜とGaN 薄膜にSiイオンを注入した2つの試料を用意した。波長325nmの紫外線レーザーを用いて15 KにてPL評価を行ったところ、イオン注入に伴う結晶欠陥の発生を原因としてイオン注入試料では発光強度が1/60程度に低下した。次に定量的な光学特性評価法として紫外線レーザーに加えて、赤外線レーザーを同時照射したところ、アンドープGaN試料においてはスペクトル形状および発光強度に変化は観測されなかったが、イオン注入した試料では紫外光のみの照射と比較して、中性ドナーに束縛された束縛励起子による発光およびイエローバンドからの発光がわずかに減少した。これは赤外線レーザーによる励起が電子遷移過程に影響を与えたためであると考えられ、本手法が発光に寄与しない欠陥準位を評価するための手法となりうることを示された。</p> <p>上記の評価を進める一方で、Mg濃度10^{16} cm^{-3}台を達成したp-GaN基板を用意して、E/D-MOSFETの作製に取り組んだ。プロセス工程は、①フィールド酸化膜の形成、②アクティブ領域の開口、③D-MOSFETのための閾値調整イオン注入、④ゲート酸化膜の形成、⑤ポリシリコンの成膜、⑥ポリシリコンへのPイオン注入、⑦ゲート/配線部分以外のポリシリコンのドライエッチング、⑧セルフアラインによるソース/ドレインへのSiイオン注入、⑨層間絶縁膜の堆積、⑩コンタクトホール開口、⑪ソース/ドレイン電極の形成、という工程を経て作製した。GaN基板を用いることで先にGaNテンプレート上の作製は課題であった高抵抗化の問題を解決し、E-MOSFETにおいて$38 \text{ cm}^2/\text{Vs}$を得た。またE/D-MOSFETを組み合わせることでインバータ動作が確認され、GaNのみで構成される集積回路のための第一歩となった。</p>
<p>研究発表 (実績)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 三輪清允, 横山太一, 関口寛人, 山根啓輔, 若原昭浩, 岡田浩, GaN-based E-MOSFET and D-MOSFET towards an integrated circuit, 第37回電子材料シンポジウム, Fr1-10, ロイヤルホテル長浜, 滋賀 長浜市, 2018年10月 2. H. Sekiguchi, K. Miwa, K. Yamane, A. Wakahara, and H. Okada, GaN-based Inverter by Monolithic Integration of Threshold Controlled MOSFETs, Compound Semiconductor Week 2019 (CSW2019), MoP-G-10, Nara, Japan, May 20th, 2019. 3. H. Okada, K. Miwa, T. Yokoyama, K. Yamane, A. Wakahara, H. Sekiguchi, "GaN-based Inverter Consisting of Enhancement- and Depletion-Mode MOSFETs by Si Ion Implantation, Phys. Stat. Sol. A, to be published (2019).

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書(原本)」と合わせて提出下さい。年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。