

レーザードーピングによる低抵抗 4H-SiC n 型層の形成

—レーザードーピングメカニズムの研究 (その5)—

Formation of low resistance 4H-SiC n-type layer by laser doping Study of Laser Doping Mechanism (part 5)

ギガフoton株式会社 °妹川 要、納富 良一、宇佐見 康継

Gigaphoton Inc. °Kaname Imokawa, Ryoichi Nohdomi, and Yasutsugu Usami

E-mail: yasutsugu_usami@gigaphoton.com

1. 背景

SiC パワーデバイスは、その物性特性から高耐圧、高温動作、低オン抵抗動作等、パワーデバイスとして多くの有効性が示唆されている。低オン抵抗動作の為に、より低い抵抗層が要望されるが、従来 4H-SiC n 型基板の抵抗率は $10 \text{ m}\Omega \text{ cm}$ を超えている。これは、高濃度の窒素(N)ドーピングを実施すると多数の積層欠陥(SFs)が生成し劣化する為である [1]。

その解決手段として Al 等の Co-Doping が報告されているが[2]、より簡便な手法の一つとしてレーザーによる拡散層形成(レーザードーピング)も有効な手法と考えられる[3][4]。

我々は前回[5]に引き続きレーザードーピングによる拡散メカニズムを明確にする目的でレーザー照射後の高濃度窒素拡散層のシート抵抗について調査したので報告する。

2. 実験方法および評価結果

図 1 に実験方法の概要を示した。4H 構造 SiC Semi-insulator ($>10^5 \Omega \cdot \text{cm}$)基板にドーパント材としての SiN 膜 200 nm を事前塗布し、窒素を拡散する目的で KrF エキシマレーザー (ギガフoton株式会社製、波長: 248 nm, パルス幅: 82 ns) を照射した。その後 SiN 膜を除去し四探針抵抗測定機にて表面抵抗を測定した。四探針抵抗測定機は狭小端子間隔($100 \mu \text{m}$)の NPS 社製 MODEL SEP-04 を使用した。

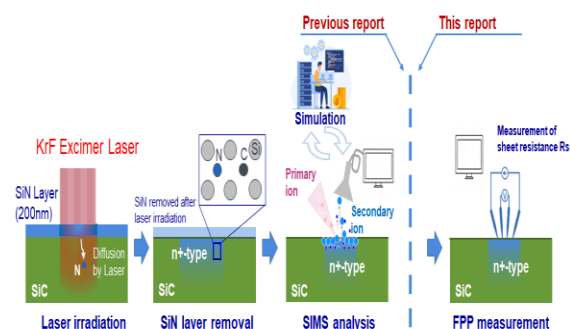


図 1. 実験の概要

前回報告にて、各照射条件の拡散層形成状況は SIMS 分析結果含め既に報告した。本照射条件は、表面濃: $2 \times 10^{21} \sim 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の固溶限界を超えた積層欠陥等の無い高濃度領域で、拡散層領域の深さは約 100nm である。

図 2 に四探針抵抗測定の結果を示す。照射により窒素が SiC 基板内に拡散し表面抵抗がショットキーからオーミックに変化し四探針抵抗測定が可能になったことがわかる。

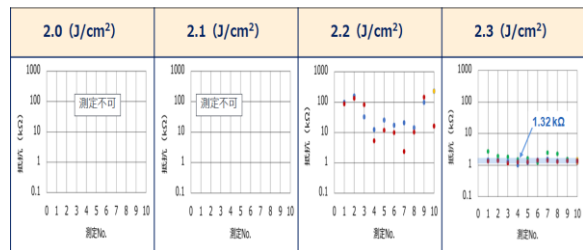


図 2 四探針抵抗測定結果

図 2 の横軸は、測定箇所(10ヶ所測定)による差を示しており均一性を得るためには、ある程度の照射フルーエンスと照射回数が必要であることを示している。

均一な結果を示したフルーエンス 2.3 J/cm^2 の測定結果から抵抗 R は $R=V/I=1.32 \text{ k}\Omega$ であり、補正係数をかけたシート抵抗 R_s は $R_s=R \times RCF=1.32 \text{ k}\Omega \times 0.282=373 \Omega/\square$ となった。拡散層の深さ(厚み t =約 100nm)から抵抗率 ρ は $\rho=R_s \times t(100\text{nm})=3.73 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ となる。

固溶限界を超えた高濃度窒素 $\times 10^{20} \sim 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ において、Al などの Co-Doping の手法を使うことなく積層欠陥(SFs)の無い低抵抗 4H-SiC n 層が実現できた。

3. 結論

レーザードーピングにより結晶欠陥を作らず固溶限界を超えた窒素高濃度層を形成し、数 $\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$ の低抵抗層を実現した。

謝辞

本研究は、内閣府 SIP プログラム「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」(管理人: 量研)によって実施されました。

- [1] T. Kato et al. Mater. Sci. Forum 556-557, 239 (2007).
- [2] K. Kojima et al. Mater. Sci. Forum 679-680, 8 (2011)
- [3] Y. Usami et al. J.J. Appl. Phys. 60, 086502 (2021).
- [4] Y. Usami et al. Journal of Electronic Materials (2021).
- [5] 妹川, 納富, 宇佐見, 第 83 秋季回応物 22a-B204-8 (2022)