

4H-SiC SJ-UMOSFET におけるイオン注入プロセスが キャリアライフタイムへ与える影響

Evaluation of the effect of the ion implantation process on carrier lifetimes in 4H-SiC SJ-UMOSFET

名工大¹, 産総研² ○(M1) 福井 琢也¹, 俵 武志², 加藤 正史¹
NITech¹, AIST² ○Takuya Fukui¹, Takeshi Tawara², Masashi Kato¹
E-mail: 32413134@stn.nitech.ac.jp

4H-SiC MOSFET において、オン抵抗を下げるためのスーパージャンクション(SJ)構造が提案されている。我々はこれまで n マルチエピ層に p 層をイオン注入したことによるキャリアライフタイムへの影響を報告してきた[1]。本研究では、SJ 構造部の形成過程によるキャリアライフタイムへの影響の違いを調査する為、SJ 構造を p マルチエピ層に n 層を注入することで形成した試料を用意し、高空間分解能の自由キャリア吸収 (FCA) 法を用いてライフタイム分布を測定した。

Fig. 1 に測定に用いた SJ-UMOSFET の試料断面図を示すが、その作製プロセスは 2 種類ある。一つは Al ドープ p 型マルチエピ(ドーピング密度: $6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, 7 層)に、n 層を N イオン注入(注入密度: $8 \sim 10 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)して形成した試料(n-impla)である。もう一つは N ドープ n 型マルチエピ(ドーピング密度: $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, 7 層)に p 層を Al イオン注入(注入密度: $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)して形成した試料(p-impla)である。また両試料とも基板とマルチエピ層の間に、バッファ層として N ドープ n 型エピ(ドーピング密度: $1.8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, 膜厚: $\sim 4.5 \mu\text{m}$)が存在する。測定には、励起光源にパルス波として波長 355 nm のパルスレーザ(照射フォトン数: 10^{17} cm^{-2} 、パルス幅: 1 ns)を用い、プローブ光源に CW レーザ(波長: 637 nm)を用いた。両レーザを対物レンズ(開口数: 0.65)により試料断面に集光し、スポット径は励起光で $\sim 100 \mu\text{m}$ 、プローブ光で $\sim 1 \mu\text{m}$ とした。試料は自動ステージに設置され、それを Fig. 1 中に示す X もしくは Y 方向に動かすことで FCA 信号の分布を測定した。得られた FCA 信号のピーク値を 1 と規格化し、信号が 1/e に減少するまでの時間を 1/e ライフタイムと定義した。

Fig. 2(a)に x 方向での 1/e ライフタイム分布を示す。n-impla では n 層で p 層より短いライフタイムを観測し、p-impla では p 層で n 層より短いライフタイムを観測した。このことから両試料において、イオン注入によるダメージによりライフタイムが減少したと考えられる。Fig. 2(b)に y 方向でのライフタイム分布を示す。n-impla では、SJ 注入領域で p-impla よりライフタイムが長くなることが観測された。このことから Al イオン注入の方が N イオン注入よりもライフタイムを低減させることがわかった。

【謝辞】本研究は、共同研究体つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション(TPEC)の事業として行われた。俵武志は富士電機(株)より出向。

[1] 福井他、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 14a-A410-9 (2020)

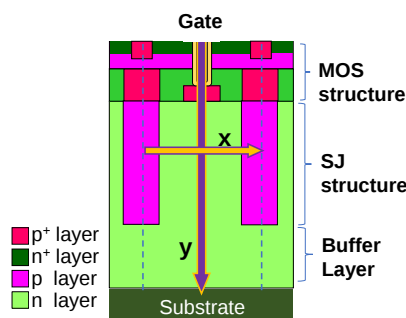


Fig. 1. Cross section of the samples.

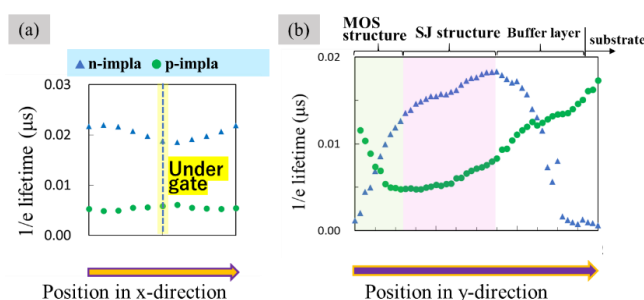


Fig. 2. 1/e lifetime distribution in (a) x- and (b) y-directions.