

ウェット酸化を利用した二重イオン注入 4H-SiC MOSFET の 製作プロセスに関する研究

○佐藤 勇介^{1,2}、渡辺 聡²、櫻庭 政夫^{1,2}、佐藤 茂雄^{1,2}
 東北大学大学院 工学研究科¹、東北大学 電気通信研究所²
 E-mail: yusuke.sato.r1@dc.tohoku.ac.jp

SiC 半導体はバンドギャップ、絶縁破壊電界、熱伝導率が大きいため、高効率・小型パワーデバイス用材料として有望であるが、SiO₂/SiC 界面に多くの界面準位が発生し、チャネル部の移動度が低下することが報告されており、高品質な界面を形成するためのプロセス開発が求められている。本研究では、ウェット酸化を用いた 4H-SiC MOSFET (図 1) の製作プロセスを構築し、トランジスタ動作の確認を行った結果について報告する。

p-Well 領域 (Al 濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) と n⁺領域 (N 濃度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) の形成は、4H-SiC エピタキシャル基板に高温イオン注入と活性化熱処理 (1700 °C、5 min) により行った。ゲート酸化膜形成は、犠牲酸化・酸化膜エッチング後に 1050 °C、4 h のウェット酸化 (SiO₂ 厚さ 24 nm) により行った。金属電極形成は、コンタクトホールを形成後に Al 蒸着により行い、最後に 400 °C で H₂ シンター処理を行った。

ゲートリーク電流は十分小さく、正のゲート電圧印加によってドレイン電流が 6 桁にわたって変調制御され、正常にトランジスタ動作することがわかった (図 2)。一方で、ドレイン電流値の大幅な向上が必要な状況であり、チャネル移動度低下や Al/n⁺型 SiC コンタクト抵抗増大 (図 3) の問題を改善するためのプロセス開発が必要であることを確認した。また、ドレイン電圧依存性においてドレイン電流飽和が見られない原因については、ドリフト層で生成した正孔が p-Well に蓄積してチャネルの反転を強める効果 (寄生バイポーラ効果) が顕在化した可能性が考えられる。この正孔蓄積の抑制のために、p-Well や Al/p 型 SiC コンタクトを低抵抗化するためのイオン注入条件の再検討が必要であると考えている。

本研究は住友金属鉱山株式会社との共同研究、及び、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究により実施されたものである。

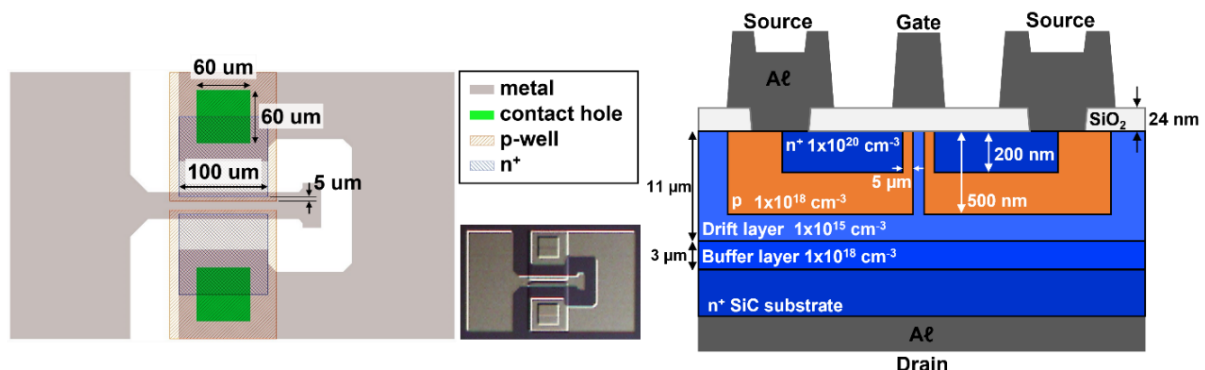


図 1. 4H-SiC MOSFET のマスクパターンと断面構造の概略図

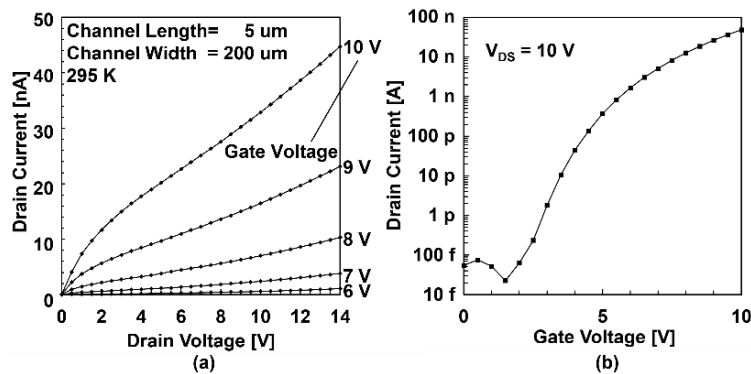


図 2. MOSFET の(a)ID-VD 特性と(b)ID-VG 特性

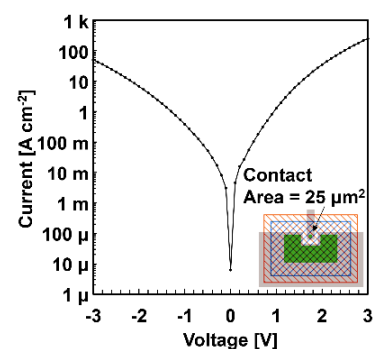


図 3. Al/n⁺型 SiC コンタクトにおける電流-電圧特性