

マルチエピタキシャル型 SiC SJ ダイオードの電気特性のプロセス依存性

Dependence of Electrical Properties of Multi-Epitaxial Type SiC SJ Diode on Process Parameter

筑波大¹, 産総研^{2, °}(M2)原田 穰¹, 森本 忠雄², 原田 信介², 岩室 憲幸¹U. Tsukuba¹, AIST^{2, °} Minoru Harada¹, Tadao Morimoto², Shinsuke Harada², Noriyuki Iwamuro¹

E-mail: s1620358@u.tsukuba.ac.jp

【背景】Si を材料とする Super Junction MOSFET(以下 SJ-MOSFET)は DMOSFET よりオン抵抗-耐圧特性において優れており⁽¹⁾、電源回路等で広く使用されている。近年、ワイドギャップ半導体である SiC を用いて 1.2kV 以上の高耐圧領域で適用することが期待されている。しかしながら、エピタキシャル成長と高温イオン注入を交互に繰り返すマルチエピタキシャル法を用いると、デバイス製造の長期化・高コスト化が懸念される。

【目的】SiC SJ-MOSFET 製造の短期化・低コスト化に向けてイオン注入の低温化が有効である。低温イオン注入であればレジストをマスクとして使用できるためプロセスの簡略化が見込まれる。本研究では低温イオン注入プロセス実現を検討するためイオン注入温度と活性化温度に着目して逆方向電圧を印加した際の電流-電圧特性を評価した。

【実験および結果】マルチエピタキシャル型 SJ 構造素子の作製期間短縮のため本研究では SiC SJ-pn ダイオードを作製・評価した。本研究における中心条件のダイオードの断面構造を Fig.1 に示す。SJ 構造は 0.65 μm の n エピ層を堆積した後、2 段のマルチエピタキシャルにより 1.3 μm の Al イオン注入 p カラムを作製した。イオン注入は室温、300 $^{\circ}\text{C}$ 、500 $^{\circ}\text{C}$ の 3 条件で実行した。n-層の上にエピタキシャル成長で p 型アノードを形成し、その上部に 500 $^{\circ}\text{C}$ で高濃度 Al イオンを注入しオーミックコンタクト領域を形成した。その後、活性化アニールを 1700 $^{\circ}\text{C}$ 、1800 $^{\circ}\text{C}$ の 2 条件で実行した。最後に、絶縁膜と電極を堆積させてダイオードを作製した。本研究ではチャージバランスの影響も調べるために p カラムの幅を 0.75 μm ~2.25 μm に振ったパターンおよび SJ なし構造も作製した。

300 $^{\circ}\text{C}$ でイオン注入した素子の p カラム幅を変えたときの耐圧を Fig.2 に示す。作製した SiC SJ ダイオードは p カラムが 2 段と短いため、p カラム幅が 0.75 μm のときに SJ なし構造とほぼ同じ耐圧でありチャージバランスしている状態と推測される。なお活性化温度やイオン注入温度を変えてもチャージバランス状態の耐圧は変わらないため、SJ 構造作製における温

度はチャージバランス状態の耐圧へは影響しないといえる。一方、チャージバランスしていない耐圧低下領域を見ると 1700 $^{\circ}\text{C}$ アニールは 1800 $^{\circ}\text{C}$ アニールよりも p カラム幅依存性が正方向へシフトしている。これは 1700 $^{\circ}\text{C}$ アニールでは活性化率が 100%に達しておらず、1800 $^{\circ}\text{C}$ アニールによって活性化率が向上したことで p のドーズ量が増加したためと考えられる。1800 $^{\circ}\text{C}$ アニールのときの活性化率を 100%と仮定すると 1700 $^{\circ}\text{C}$ アニールの活性化率は 89%と予想される。講演ではイオン注入および活性化温度がリーク電流特性に与える影響も報告する。

【謝辞】本研究あるいは本研究の一部は、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ものである。

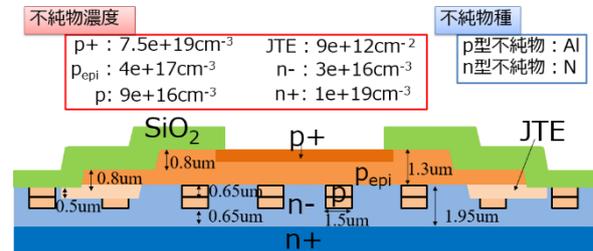


Fig.1 Cross section of SiC SJ-pn Diode

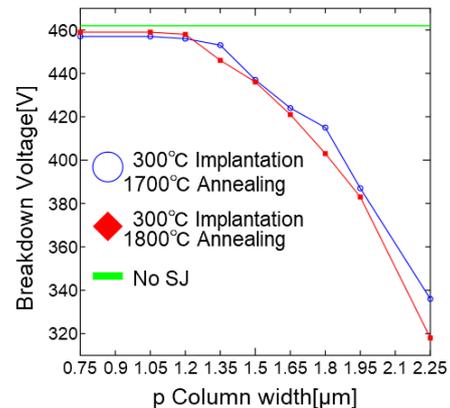


Fig.2 BV-p Column width Curves of SiC SJ Diode

- [1] Jun Sakakibara *et al.*, Proc. ISPSD, 299(2008).
 [2]Tsunenobu Kimoto and James A. Cooper, Fundamentals of Silicon Carbide Technology, WILEY(2014).