

ボディ短絡型自己バイアスチャネルダイオードの特性シミュレーション

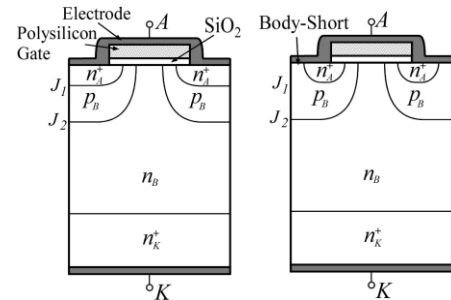
Simulation of Body Short Type Self-bias Channel Diode

神奈川工科大¹、東北学院大工²○山田 大輔¹, 工藤 嗣友¹, 菅原 文彦², 大沼 孝一²°Kanagawa Institute of Technology¹, Tohoku Gakuin University²

E-mail: {yamada2013, tsugu}@ele.kanagawa-it.ac.jp, sugawara@tjcc.tohoku-gakuin.ac.jp

1. はじめに

著者らは 3 端子動作のチャネルダイオードに自己バイアス効果を導入した DMOS セル構造を持つ自己バイアスチャネルダイオード (以降 SB CD) を提案した。このデバイスは MOS ゲートのしきい値電圧の低減化により、低オン電圧化が可能であり、温度増加に対する逆方向リーク電流の増加割合が小さく、熱暴走し難いことが実験的に確認されている。しかしながら、プロセスの簡略化のため、セルフアラインプロセスで試作し、ボディ短絡構造を採用しなかったため、リーク電流が高く、耐圧低下が懸念されていた。本報告では、ボディ短絡構造の採用により、低損失化と高耐圧化が図れ、大幅な特性改善が期待できることを、デバイスシミュレーションにより明らかにしたので報告する。



(a) DMOS 型 (b) ボディ短絡型

図 1. DMOS 型およびボディ短絡型 SB CD

2. デバイス構造と動作原理

図 1 は非ボディ短絡型(a)およびボディ短絡型(b)の断面図を示す。順方向は、カソード電極 K に対してアノード電極 A に正電圧が印加された状態で、アノードと短絡しているゲート電極にも正電圧が印加される。ゲート電圧がしきい値以上になると、ゲート直下のチャネルが形成され、多くの電子が n_k 領域から n_b 領域およびチャネルを経由して、導通状態となる。この場合、ボディ短絡型では、接合 J_2 にも順バイアス、すなわち基板バイアス電圧が印加されるため、チャネル電流は促進される。上記と逆の印加電圧では逆バイアス接合は J_2 となり、印加電圧のほとんどは接合 J_2 に加わり、順バイアス接合 J_1 にはほとんど電圧は印加されない。従って、接合 J_1 と並列接合の MOS ゲートにも電圧が印加されず、チャネルが形成されないため電流は流れにくく非導通状態となる。この場合、非ボディ短絡型では寄生バイポーラ効果のため、逆方向のチャネル電流は増加しやすいが、ボディ短絡型では、寄生バイポーラ効果が小さく、逆方向リーク電流は低減され、損失の改善が期待できる。

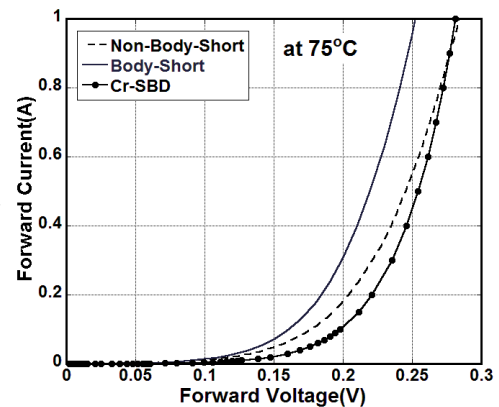


図 2. 順方向電流電圧特性

3. シミュレーション結果

図 2 は 75°C の順方向特性を示す。比較のために非ボディ短絡型およびボディ短絡型とはほぼ同じ活性領域面積を持つクロム SBD (以降 Cr-SBD) の測定結果も示す。図から、ボディ短絡型が最もオン電圧が低く、非ボディ短絡型や Cr-SBD に比べて、順方向損失が低減できることが分かる。

図 3 は電力損失の温度依存性を示す。Cr-SBD は約 125°C 以上から電力損失が急増しているが、ボディ短絡型と非ボディ短絡型においては、温度増加に対する電力損失の増加割合は小さい。特に、ボディ短絡型は寄生トランジスタ効果の抑制により、電力損失の増加割合は非常に小さく、熱暴走し難い安全動作が期待できる。

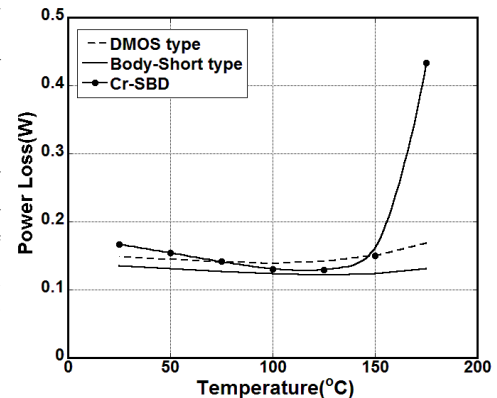


図 3. 電力損失の温度依存性

4. 謝辞

本研究の一部は、JST の「復興促進プログラム(A-STEP)探索タイプ」の助成を受けて行われた。