

# ボディ短絡型自己バイアスチャネルダイオードの逆回復特性のシミュレーション解析

## Analytical Simulation of Reverse Recovery Characteristics for

### Body-Short Type Self-bias Channel Diode

神奈川工科大<sup>1</sup>、東北学院大工<sup>2</sup>

山田 大輔<sup>1</sup>、工藤 嗣友<sup>1</sup>、菅原 文彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kanagawa Institute of Technology<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Tohoku Gakuin University<sup>2</sup>

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

#### 1. はじめに

著者らはボディ短絡構造を持つ自己バイアスチャネルダイオード(以降ボディ短絡型 SBCD)を提案しており、これまでにデバイスシミュレーションにより、低損失化と高耐圧化が図れ、非ボディ短絡型に比べて大幅な特性改善が期待できることを報告している。本報告においては、ボディ短絡型自己バイアスチャネルダイオードの逆回復特性をシミュレーションにより検討したので報告する。

#### 2. デバイス構造と動作原理

図 1 はボディ短絡型の断面図と、その素子に対する等価回路を示す。順方向は、カソード電極  $K$  に対してアノード電極  $A$  に正電圧が印加したときで、アノード電極と短絡しているゲート電極  $G$  にも正電圧が印加される。ゲート電圧がしきい値電圧以上になると、本素子はゲート直下にチャンネルが形成され導通状態となる。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、チャンネルに流れる電流は促進される。

上記と逆の電圧が印加される逆方向では、ソース領域およびボディ領域はゲート電極と短絡されているので、MOS ゲートには電圧が印加されず、チャンネルが形成されないため非導通状態となる。ボディ短絡型では逆方向で寄生バイポーラ効果が抑制されるため、逆方向リーク電流は低減され、電力損失の改善と高耐圧化が期待できる。

#### 3. シミュレーション結果

逆回復特性を評価する回路は、ダイオードに負荷抵抗を接続したものであり、これについて 2D シミュレーションを行った。入力波形は、ダイオードの順方向電流を約 1A(40A/cm<sup>2</sup>) になるように順方向電圧値を決め、逆方向電圧は -5V とした。このとき、順方向電圧から逆方向電圧への立ち下がり時間を 100nsec とした。図 2 は、125°C におけるそれぞれの逆回復特性を示す。ショットキー障壁高さの低い Ti-SBD は逆方向時にリーク電流が大きくなっており、定常状態でも大きなリーク電流を示す出力波形が得られている。一方、ボディ短絡型 SBCD においては、順方向時に注入された正孔が速やかに排出されている。図 3 は図 2 の逆回復特性より A 点と B 点における X-X' 位置の電流密度分布を示す。A 点では順方向時に注入された正孔がアノード側に排出されている様子が分かる。B 点では、SBCD が他のショットキーバリアダイオードに比べて電流が流れていないことが分かった。図 4 は電力損失の温度依存性を示す。Ti-SBD、Cr-SBD、それぞれ 75°C、125°C 以上から電力損失が急増しているが、非ボディ短絡構造においては、温度増加に対する電力損失の増加割合が小さく熱暴走しにくい特性が期待できる。

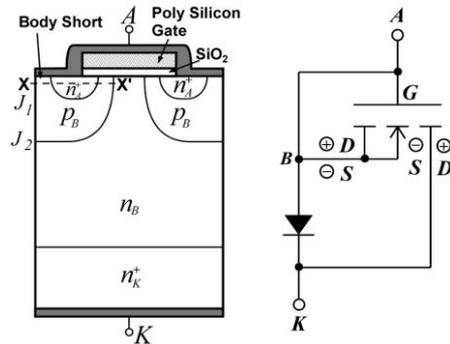


図 1. ボディ短絡型 SBCD の構造と等価回路

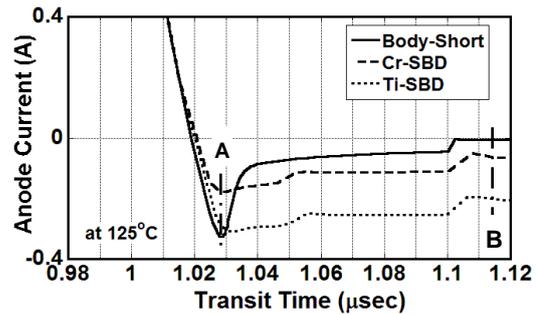
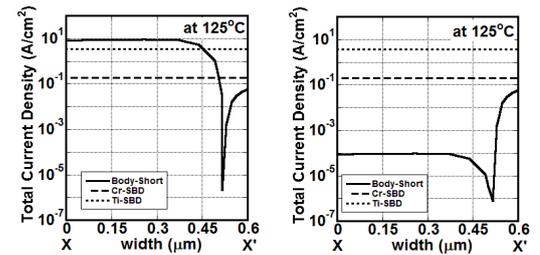


図 2. 125°C 時における逆回復特性



(a) A 点の電流密度  $V = -0.42V$  (b) B 点の電流密度  $V = -5V$

図 3. X-X' における電流密度分布

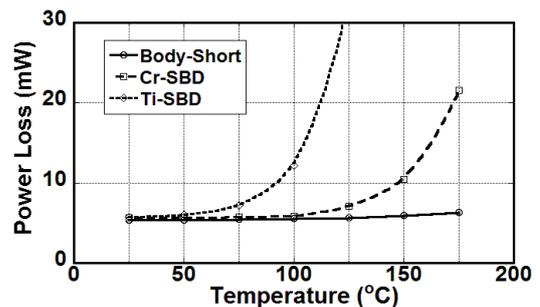


図 4. 電力損失の温度依存性