

EV/HEV降圧 DC/DCコンバータ用ダイオード SZ-E10シリーズの開発

Development of Diode SZ-E10 Series for EV/HEV Step-Down DC/DC Converter

清水 公基*
Kouki Shimizu

概要 EV/HEV用DC/DCコンバータの二次側整流ダイオードとして、150Vの高耐圧ラインアップSZ-E10シリーズを開発した。開発品は従来品同様、低損失であることと高い繰り返しアバランシェ耐量保証が必要とされている。高耐圧化による損失の増加を低減させるため、通常のSBDよりもVF-I_R特性のトレードオフが良いトレンチSBD構造とした。高い繰り返しアバランシェ耐量を得るためにチップ外周構造を見直すことで耐量アップを実現した。また、従来パッケージSZ-10から内部構造の見直しを行い、さらに放熱性の高い構造を開発した。

1. まえがき

近年普及が進んでいるEV/HEVは今後も生産台数の増加が予想され2025年には3,249万台/年、2030年には7,288万台/年が見込まれている⁽¹⁾。

当社においても2015年からEV/HEV向けDC/DCコンバータ二次側整流ダイオードの量産を開始した。

現在は効率の良さからMOSFETによる同期整流方式が増加している傾向にあるが、耐圧が高い機種についてはコスト面で有利なダイオードによる非同期整流方式もあるため、従来品よりも高耐圧のSZ-E10を開発した。

ダイオードへの要求として、高い繰り返しアバランシェ耐量の保証が従来品同様に高耐圧品でも求められる。また、幅広い車種への展開のために、さらに放熱性を高くするため、従来品の構造を見直した。

2. 素子設計

2.1 素子構造

従来品では一般的なSBD構造の素子を採用しているがSZ-E10シリーズではトレンチSBD構造とし、断面構造を図1に示す。

一般的に、高耐圧化は高抵抗のシリコンウェーハを使用するため、V_Fが大幅に悪化する。そのため、バリアハイトが低い金属へ変更した。また、バリア金属の変更は

I_R増加を招くため、バリア電極面の電界を緩和することでI_Rを低減できるトレンチSBD構造とした。

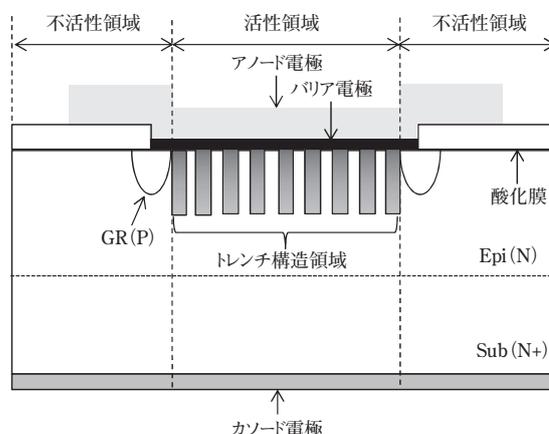


図1 トレンチSBD構造

2.2 外周構造

トレンチSBDの外周構造は、ガードリング (GR) とフィールドプレート構造とした。繰り返しアバランシェ電流はフィールドプレートとGR層の端部への電界集中を起し、フィールドプレートを形成する金属のエレクトロマイグレーションを引き起こす。これにより、少ない印加回数で破壊へ至る。フィールドプレートとGR層の端部については図2に示す。

対策としてGR濃度を高くすることで、フィールドプレートとGR層の端部の電界集中の緩和を行った。

ただし、GR濃度を高くするとGRの逆方向耐圧 (V_R)

*デバイス事業本部 技術本部 パワーデバイス事業部
ディスクリート技術部 開発1課

が低下し、バリア電極面の電界緩和効果が得られず、 I_R が悪化するのでトレンチ部の V_R よりも低くならない最適なGR濃度とした。GR濃度と素子の耐圧の相関を図3に示す。

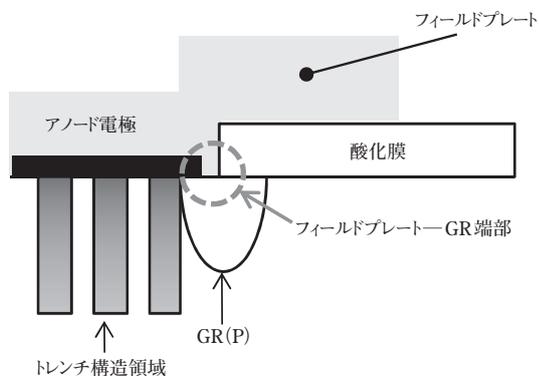


図2 フィールドプレート-GR 端部

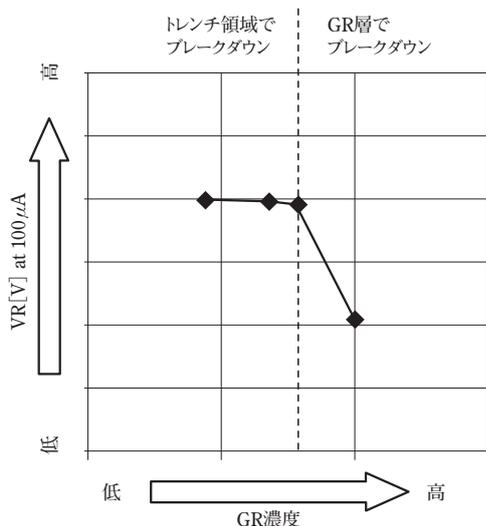


図3 GR濃度と V_R の相関関係

2.3 繰り返しアバランシェ耐量比較結果

図4にGR濃度と繰り返しアバランシェ耐量の比較結果を示す。GR濃度の見直しにより、従来品と比較して繰り返しアバランシェ耐量は約7倍向上した。

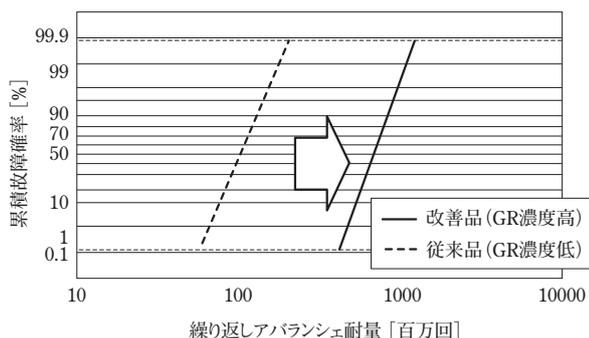


図4 繰り返しアバランシェ耐量比較

3. パッケージ設計

3.1 内部構造

図5に従来構造を示す。従来構造はアノード部をフレーム側にするので実装時に高い放熱性を実現できることが特徴である。そのため素子側面のカソード部とフレーム、はんだを接触させないために、素子とフレーム間にCuプレート状の小ボスを入れることで対策をしている。図5に示すSZ-E10構造ではフレーム自体に突起を設けることで小ボスを使用しない構造とした。小ボスの廃止により素子ジャンクション部からフレームまでの距離が従来構造から約60%低下し、放熱性が上がる。

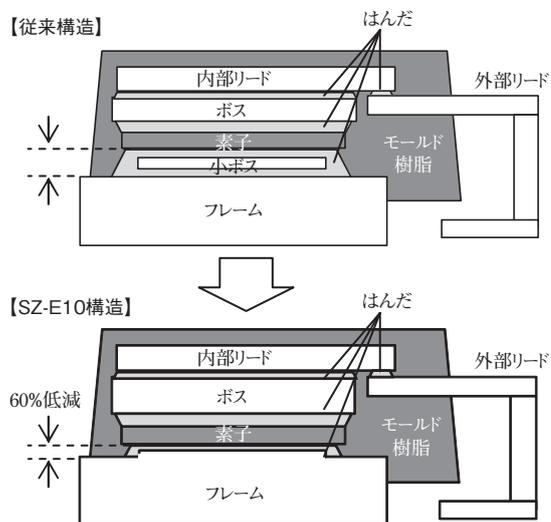


図5 内部構造比較

3.2 熱抵抗比較結果

図6に従来品とSZ-E10の熱抵抗を示す。SZ-E10は従来品と比較して、定常熱抵抗熱抵抗を約20%低減することが出来た。

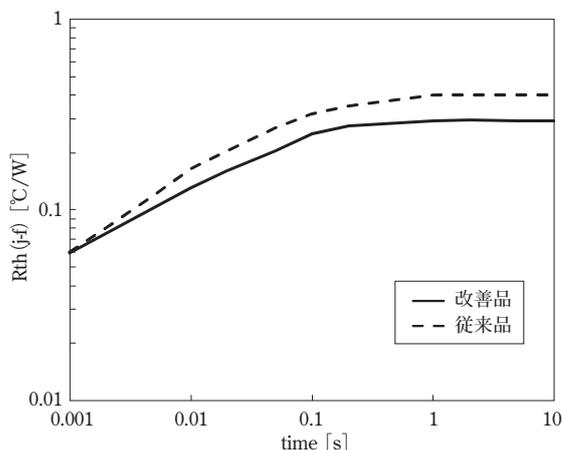


図6 熱抵抗比較

4. 今後の展開

本開発により、高い繰り返しアバランシェ耐量を有するSE-E10を開発した。今後は電流定格の製品ラインアップを計画する。

また、パッケージは従来より放熱性が良化されたため、より幅広い車種への展開が見込める。

5. むすび

繰り返しアバランシェ耐量の向上は、素子のGR濃度見直しによって達成できた。放熱性の向上は、フレームに突起を設けることで素子からフレームまでの熱抵抗を低減することができた。

これによりアバランシェ耐量保証と低熱抵抗の製品が開発できたため、市場規模の拡大が予想されているEV/HEV市場への参入をはかっていく。

参考文献

- (1) JEITA, 2030年における車載用電子制御装置およびCASEからみた注目デバイスの世界生産額見通しを発表, 一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA), 2018年12月8日 web公開
URL: https://www.jeita.or.jp/japanese/topics/2018/1218_2.pdf