

低VFダイオード SG-17VLEJ の開発

Development of Low-VF Diode SG-17VLEJ

西村 保 弘*
Yasuhiro Nishimura

高橋 直 久*
Naohisa Takahashi

概要 車載向けオルタネータ用ダイオードの V_F 低減要求に対応したJBS構造のSG-17VLEJを開発した。オルタネータダイオードは低 V_F 特性だけでなく低 I_R 特性や高サージ耐量も求められる。ショットキーバリア構造はPN構造よりも V_F を低減できるが I_R とサージ耐量を満足することができない。よってショットキーバリアにP+セルを形成させたJBS構造とすることで、 V_F 低減と共に I_R の上昇抑制、およびサージ耐量の確保を実現した。

1. まえがき

環境配慮のため車両のCO2排出量は規制改定ごとに段階的な厳格化が実施されており、各車両メーカーではCO2排出量の改善の一環としてオルタネータの高効率化を検討している。そのなかでダイオードの V_F （順方向降下電圧）低減要求が強まっているため、オルタネータ用低 V_F ダイオードの開発は急務である。

V_F とトレードオフの関係にある I_R （逆方向漏れ電流）が大きくなると、現行システムでは図1のオルタネータブリッジ回路 midpoint の電圧が高くなり、発電電圧を安定化するレギュレータが回転数を誤認識する。そのため I_R を抑制することも重要になる。

またオルタネータ用ダイオードにはバッテリー遮断時に発生するロードダンプサージの保護機能も求められる。

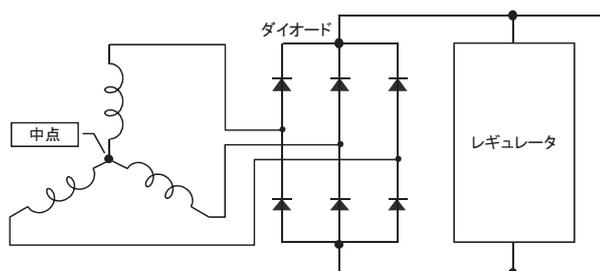


図1 オルタネータブリッジ回路

よって V_F 低減とともに I_R 抑制やロードダンプサージから保護できるJBS構造のオルタネータ用ダイオードの開発をおこなった。

2. 素子構造

2.1 JBS (Junction Barrier Schottky) 構造

図2にJBS構造を示す。ショットキーバリア構造はPN構造よりも接合電位を下げられるため、 V_F を低減できるが、 I_R は増加してサージ耐量は低下する。

JBS構造は活性領域のバリア電極直下にP+セルを形成したもので、P+セル間の空乏層をピンチオフさせることでバリア電極表面の電界を緩和し、 I_R 特性を下げる。図3はP+セル間の距離に対する I_R 特性を示し、電界緩和の変化を示唆する。

また、電界はP+セルの一つ一つに掛かるため、セルの間隔を短くして増やすほど、逆サージ印加時に流れる1セル辺りの電流密度を下げられ、サージ耐量が向上する。図4は、P+セル間の距離に対するサージ耐量を示し、セルの間隔が狭いほど、耐量向上することが確認できる。

以上より、 I_R 特性とサージ耐量は、P+セル間距離を狭くすることで優位となることを示したが、セル間を狭くするとPN接合電位が増えて V_F 特性が悪化する。よって各特性が製品仕様を満足するように、最適なP+セル間距離を設定した（図5）。

* デバイス事業本部 技術本部 パワーデバイス事業部
パワーデバイス技術部 開発2課

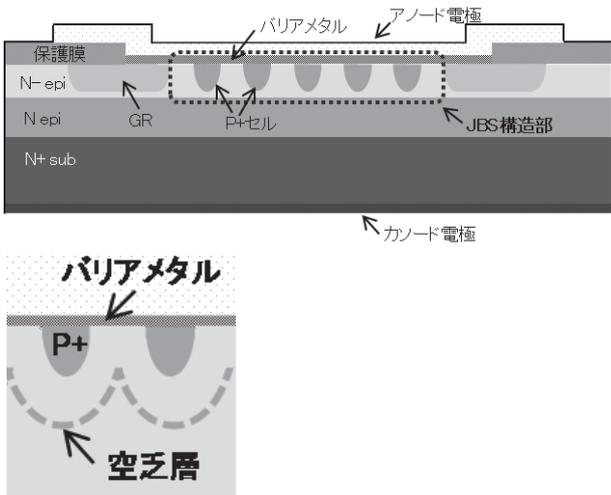


図2 JBS構造

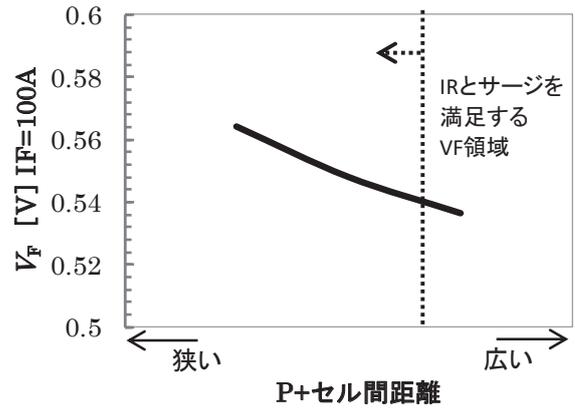


図5 P+セル間の距離とVF特性

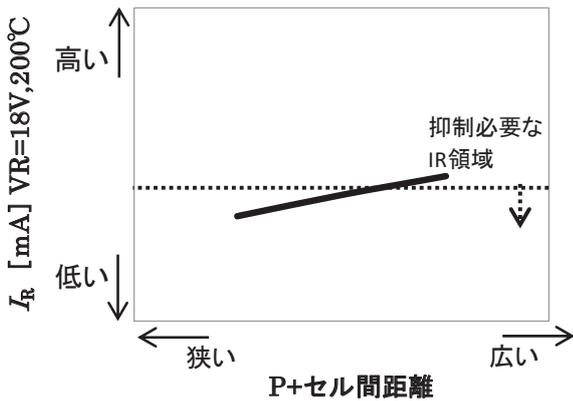


図3 P+セル間の距離とIR特性

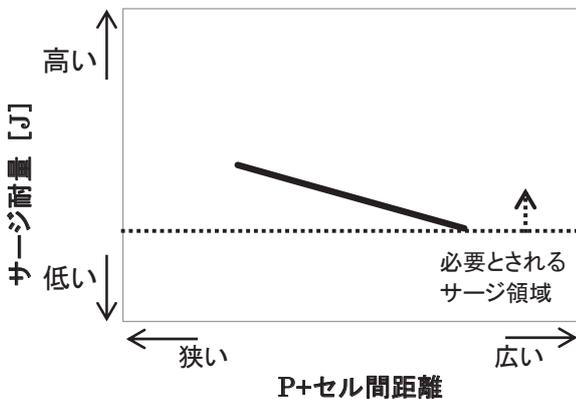


図4 P+セル間の距離とサージ耐量

2.2 外周構造

従来は外周のガードリング (GR) でブレイクダウンさせていたが、P+セルにブレイクダウンさせることで、2.1項で述べたサージ電流密度が低減し、サージ耐量が向上できる。図6は、GRとP+セルの電界分布シミュレーションを示し、P+セルでブレイクダウンするように、GRの濃度と深さを設定した。

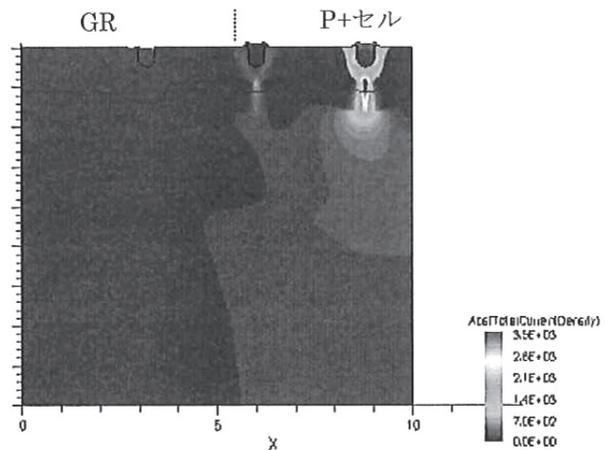


図6 電界分布シミュレーション

2.3 素子構造まとめ

2.1項、2.2項よりVF特性はショットキーバリア構造で低減し、IR特性はJBS構造で低減した。サージ耐量は、P+セル部でブレイクダウンする設計として耐量を上げた。

3. 素子特性

図7にPN構造とJBS構造の順方向特性を示す。IF=100A時のVF特性は、現行のPN構造が約1.0Vに対して

JBS構造は約0.6Vであり、約40%の低減効果が得られている。

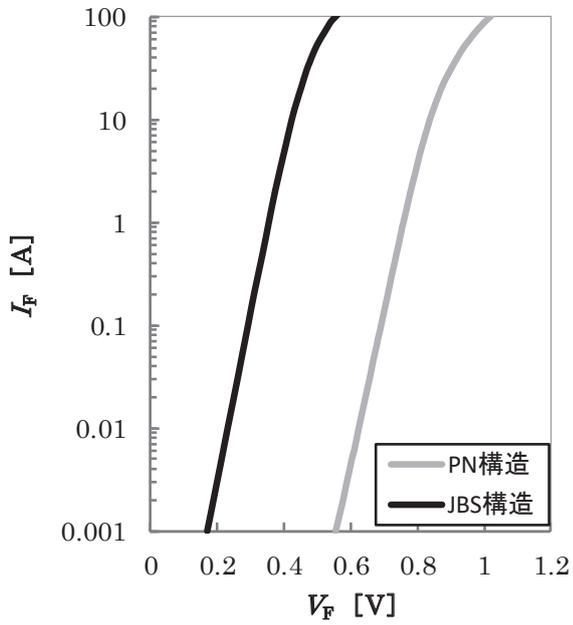


図7 順方向特性

4. むすび

JBS構造のP+セルを最適化することで、従来のPN構造よりも V_F 特性は約40%の低減を可能とし、現行システムで適用可能な I_R 特性を確保することができた。

高効率化が求められるオルタ市場へ本製品の拡販を広げる。