

ディスクリート RB-IGBT 「FGW85N60RB」

Discrete RB-IGBT “FGW85N60RB”

原 幸仁* HARA Yukihito

富士電機の独自技術により量産化を実現した RB-IGBT (Reverse-Blocking Insulated Gate Bipolar Transistor : 逆阻止 IGBT) をディスクリートパッケージに搭載した「FGW85N60RB」を発売する (図 1)。

無停電電源装置 (UPS: Uninterruptible Power Supply) や太陽光発電用パワーコンディショナ (PCS: Power Conditioner) などでは、電力変換効率をいかに高めるかが課題である。中性点クランプを持つ AT-NPC (Advanced T-type Neutral-Point-Clamped) (図 2) がその手段の一つである。AT-NPC において、中性点クランプに RB-IGBT を使用すると電力変換効率をさらに高めることができる。

富士電機では、RB-IGBT を搭載した AT-NPC 用モジュールを製品化している。FGW85N60RB は、ディスクリート製品用に最適化した RB-IGBT を TO-247 パッケージに搭載した製品であり、ディスクリート構成でも高効

率な AT-NPC を実現できる。

① 特徴

- (1) 業界初の 600 V ディスクリート RB-IGBT
- (2) 業界標準の TO-247 パッケージ
- (3) 低インダクタンスパッケージ

ディスクリート製品は、モジュール製品よりパッケージ内部のインダクタンスが低いので、外付けゲート抵抗を高くしなくてもターンオフサージを抑制し、ターンオフ損失を低減できる。

- (4) 逆並列接続により双方向スイッチの形成が可能

逆方向スイッチは 2 個の RB-IGBT で形成できるので、IGBT 2 個とダイオード 2 個で構成した従来品よりも、導通損失を大幅に低減し (図 3)、発生損失を約 3% 低減した (図 4)。

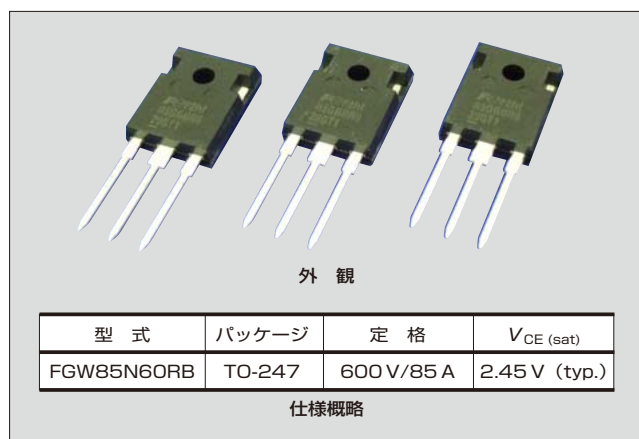


図 1 「FGW85N60RB」の外観と仕様概略

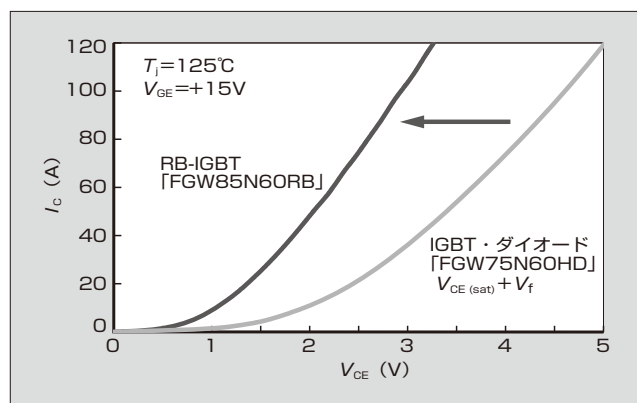


図 3 $V_{CE}-I_C$ 特性

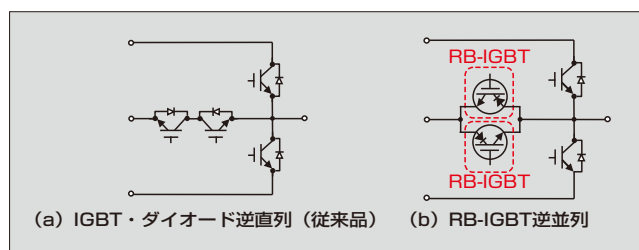


図 2 AT-NPC による電力変換回路

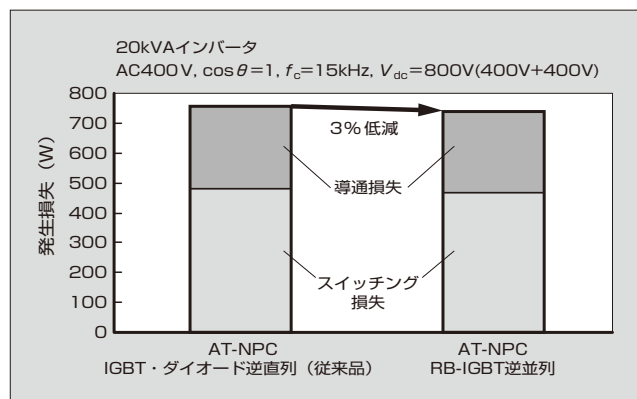


図 4 インバータ回路損失比較

* 富士電機株式会社電子デバイス事業本部事業統括部ディスクリート・IC 技術部

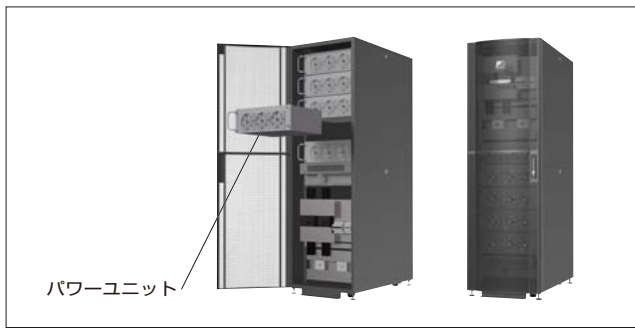


図5 UPS の例

2 適用事例

UPS への適用事例について述べる。図5に示すUPSは、パワーユニット（20kVA/台）を増設していく積上げ構造であり、容量を最大200kVAまで拡張できる。AT-NPCで構成するコンバータおよびインバータの中性点クランプにFGW85N60RBを採用し、導通損失を低減するとともに、UPSの効率を改善している。

3 背景となる技術

3.1 チップ技術

通常のIGBTではpn接合がダイシング面と接しているため、コレクタ-エミッタ間に逆バイアスを印加するとダイシングにより生じた高密度の結晶欠陥が起因となって大量のキャリアが発生し、電圧を保持することができない。したがって、通常のIGBTに逆電圧を印加するためには、逆電圧を保持するためのブロッキングダイオードが必要であった。RB-IGBTではスクライプ領域に深いp+分離層を高温で長時間の拡散工程により形成しており、逆バイアスを印加しても空乏層がダイシング面にまで拡大しないので逆耐圧特性を確保している（図6）。深いp+分離層を形成する工程では、高温で長時間の拡散を行うため、n-ドリフト層に多数の結晶欠陥が生じる。結晶欠陥が多くなると漏れ電流が大きくなるため、工程の見直しにより、結晶欠陥が発生しにくいp+分離層を形成する工程を確立した。これにより、安定した生産性を確保した。

一方、RB-IGBTはコレクタ-エミッタ間の逆電圧印加時の漏れ電流が、順電圧印加時の漏れ電流より大きい。逆漏れ電流の発生メカニズムは次のとおりである。

- (a) コレクタ-エミッタ間に逆電圧を印加する。
- (b) 裏面p層にホールが生成され、エミッタ領域に電子が流れる。
- (c) 電子がpnpトランジスタのベース電流となる。
- (d) 裏面p層でさらにホールが生成され、大きな逆漏れ電流となる。

ゲートに順電圧を印加することで逆漏れ電流を低減できる（図7）。ゲートに順電圧を印加すると、エミッタ領域に流れる電子はpnpトランジスタのベース電流とはな

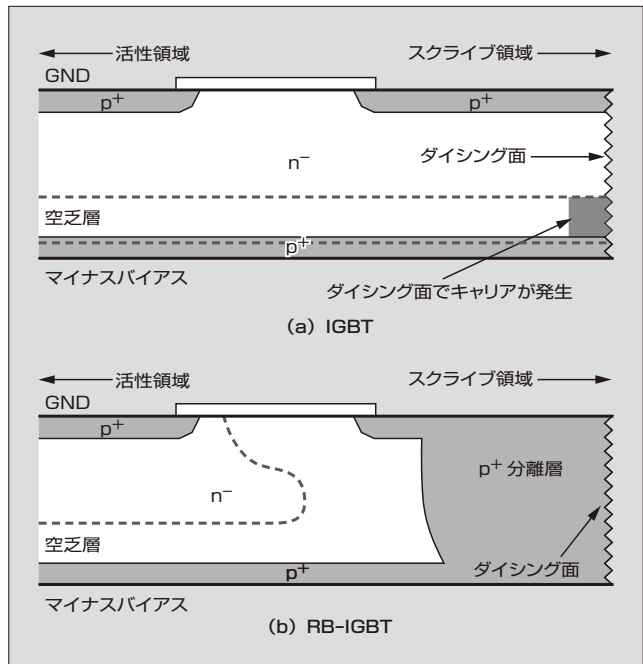


図6 RB-IGBT チップ断面構造

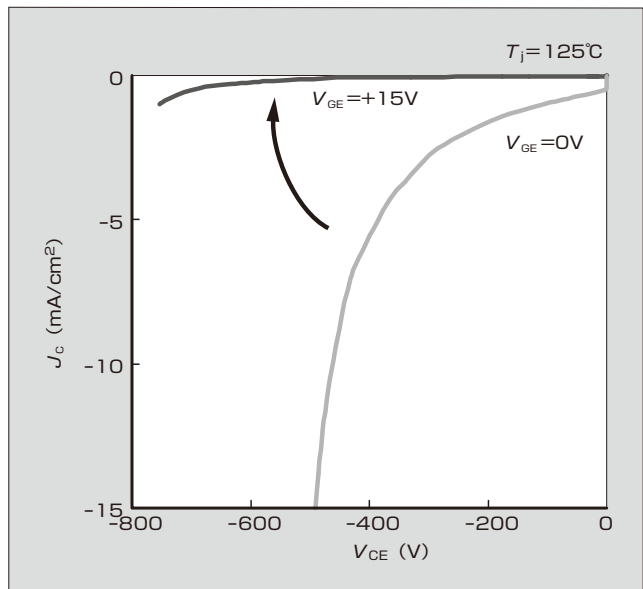


図7 RB-IGBT 逆漏れ電流

らず、チャネルへと流れるため、裏面p層からホールが生成されない。

また、ゲートにしきい値電圧以上の順電圧を印加することにより、従来のダイオードと同様の逆回復動作が可能である。

3.2 パッケージ技術

FGW85N60RBのパッケージには、ディスクリートIGBT「High-Speed Vシリーズ」と同様に、業界標準のTO-247パッケージを適用している。このため、従来のIGBTからの置き換えが容易である。

FGW85N60RBは、ディスクリートIGBT High-Speed Vシリーズと同様に、チップ下のダイはんだには鉛フリー

はんだを使用しており、RoHS 指令^(注)や EU 2002/95/EC 指令に完全に対応している。また、同時にヒートサイクルやパワーサイクルなどの熱応力が掛かる信頼性試験で、高い耐量があることを確認している。

〈注〉 RoHS 指令：電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限についての EU（欧州連合）の指令

発売開始時期

2013 年 10 月 1 日

お問い合わせ先

富士電機株式会社電子デバイス事業本部
事業統括部ディスクリート・IC 技術部
電話（0263）28-8734





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。