

1,700 V 耐圧 SiC ハイブリッドモジュール

1,700 V Withstand Voltage SiC Hybrid Module

牛島 太郎* USHIJIMA, Taro

近年、地球温暖化を防止するために、これまで以上に CO₂ などの温室効果ガスの削減が求められている。温室効果ガスを削減する手段の一つとして、パワーエレクトロニクス機器の省エネルギー化がある。中でもインバータの高効率化が挙げられ、特にインバータの主要な素子であるパワーデバイスの低損失化の要求が強い。

代表的なパワーデバイスである IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュールには、従来は Si (シリコン) の IGBT チップと FWD (Free Wheeling Diode) チップを用いてきた。この Si デバイスに替わって、耐熱性と高い破壊電界強度を持った SiC (炭化けい素) デバイスが装置の高効率化や小型化を実現するものとして期待されている。

富士電機では 600 V 耐圧 SiC-SBD (Schottky Barrier Diode)、および 1,200 V 耐圧 SiC-SBD の開発を完了し、これらの SiC-SBD と Si-IGBT を組み合わせて搭載した SiC ハイブリッドモジュールを製品化している。今回、690 V 入力インバータ用に 1,700 V 耐圧の SiC ハイブリッドモジュールを開発し、製品化した。

本稿では、「M277 パッケージ」に搭載した 1,700 V 耐圧 SiC ハイブリッドモジュールの特徴とスイッチング特性について述べる。

1 特徴

M277 パッケージの外観と外形図を図 1 に示す。従来の Si モジュールから容易に置き換えることができるように Si モジュールと同じ M277 パッケージを採用し、富士電機で量産立上げを行った 1,700 V 耐圧 SiC-SBD チップと第 6 世代「V シリーズ」IGBT チップを搭載した。SiC-SBD は、これまで使用していた Si ダイオードに比べ、低抵抗でかつスイッチング特性に優れている。また、バンドギャップが広いので、熱励起されるキャリアが非常に少なく温度上昇による影響を受けにくい。したがって、高温動作が可能である。図 2 にトータル発生損失のシミュレーション結果を示す。キャリア周波数 f_c が 2 kHz のとき、SiC ハイブリッドモジュールの損失は Si モジュールに比べて約 26% 低い。また、SiC ハイブリッドモジュールは、 f_c が高い領域における損失が Si モジュールより低いので

* 富士電機株式会社電子デバイス事業本部事業統括部モジュール技術部

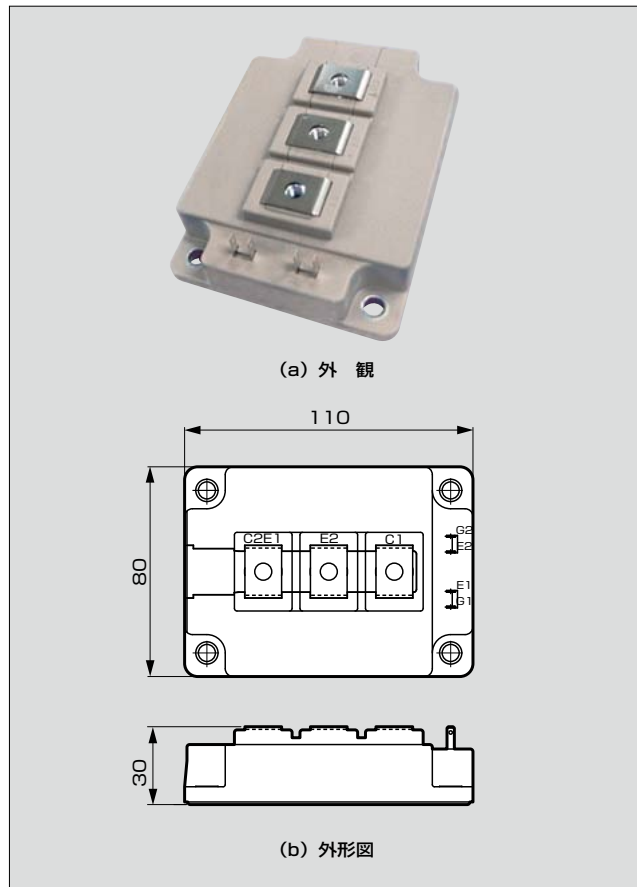


図 1 「M277 パッケージ」

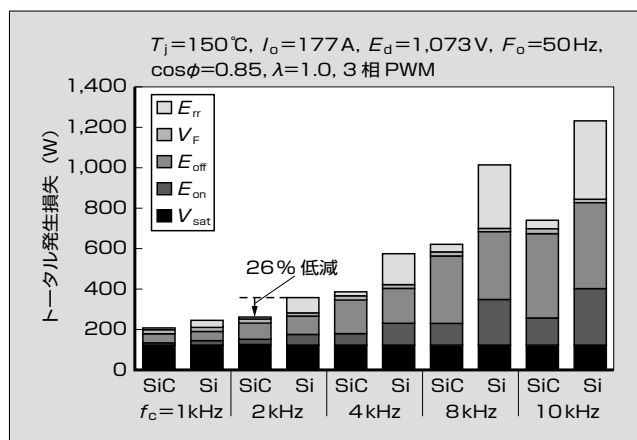


図 2 トータル発生損失のシミュレーション結果

高周波動作に有利である。

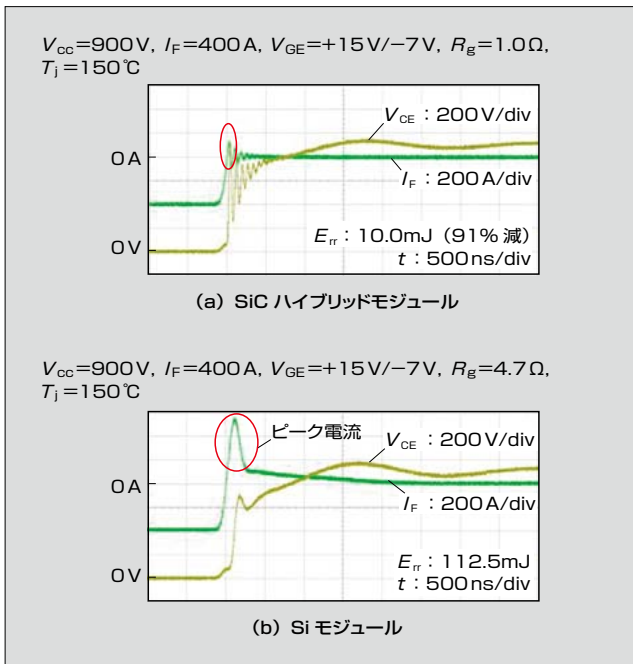


図3 逆回復波形

② スイッチング特性

(1) 逆回復損失特性

図3に、SiCハイブリッドモジュールとSiモジュールの400A品における逆回復波形を示す。SiCハイブリッドモジュールは、逆回復ピーク電流がほとんどない。これはSiC-SBDがユニポーラデバイスであるため、少数キャリアの注入が起きないことに起因する。400A品の逆回復損失はSiモジュールに比べて約91%低い。

(2) ターンオン損失特性

図4に、SiCハイブリッドモジュールとSiモジュールの400A品におけるターンオン波形を示す。SiCハイブリッドモジュールは、SiC-SBDの逆回復ピーク電流が対

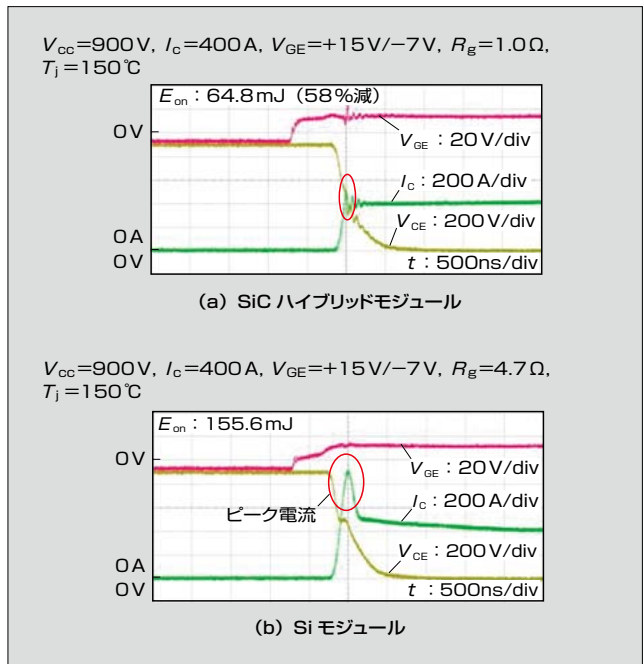


図4 ターンオン波形

向アーム側のIGBTターンオン電流に影響するため、ターンオン損失が低減する。逆回復波形と同様にターンオンピーク電流はほとんどなく、400A品のターンオン損失はSiモジュールと比べて約58%低い。

発売時期

2014年10月

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
モジュール技術部産業モジュール3課
電話 (0263) 27-7457



*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。