

SiC ハイブリッドモジュールの製品系列 (600 V・1,200 V・1,700 V)

Product Line-Up of SiC Hybrid Modules (600 V, 1,200 V, 1,700 V)

臼井 亮輔* USUI, Ryoosuke

近年、地球温暖化の進行を抑制するため、CO₂をはじめとした温室効果ガスの排出量の低減が求められている。これを実現するために、さまざまな分野でさらなる省エネルギー（省エネ）化を進める必要がある。インバータに代表されるパワーエレクトロニクス（パワエレ）機器の省エネ化を進めるためには、パワーデバイス、回路、制御などの構成要素の技術革新が必要であり、パワーデバイスではさらなる低損失化を達成していくことが重要な使命である。

現在の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、Si (シリコン) の IGBT チップと FWD (Free Wheeling Diode) チップを用いている。しかし、これらの Si デバイスの性能は、物性に基づく理論的限界に近づきつつあり、今後大幅な低損失化が期待できない。そこで、高耐熱性や高破壊電界耐量などの優れた特性を持つ SiC (炭化けい素) デバイスを採用することにより、Si デバイスでは実現が困難であった低損失化が可能になる。SiC を用いたパワーデバイスを搭載することにより、インバータの高効率化や小型化が期待されている。

富士電機では、耐圧が 600 V, 1,200 V, 1,700 V の SiC-SBD (Schottky Barrier Diode) の開発を完了し、これらの SiC-SBD と Si-IGBT を組み合わせて従来パッケージに収めた SiC ハイブリッドモジュールを製品化した(図 1)。

1 特徴

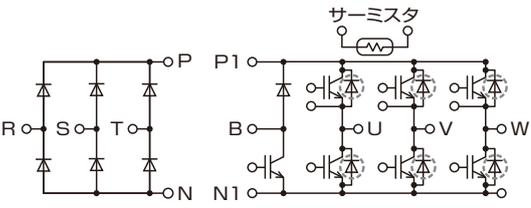
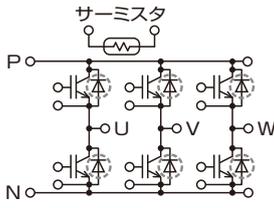
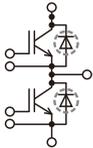
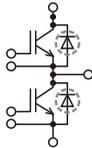
SiC ハイブリッドモジュールでは、従来の Si モジュールと同じパッケージを採用して互換性を持たせた。ダイオードには富士電機製の SiC-SBD チップ (耐圧: 600 V, 1,200 V, 1,700 V) を採用し、IGBT には第 6 世代「V シリーズ」チップを採用した。1,700 V・400 A 定格品において、従来の Si モジュールに比べて約 26% 損失を低減している。

1.1 製品系列

表 1 に SiC ハイブリッドモジュールの製品系列を示す。今回、PIM (Power Intelligent Module), 6 in 1, 2 in 1 の回路構成のモジュールを開発した。PIM にはコンバータ部やブレーキ部を内蔵している。

1.2 インバータの発生損失

M277 パッケージの 1,700 V・400 A 定格品を例として、これを搭載したインバータの発生損失について述べる。図 2 に、インバータにおける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 は 2 kHz が最も一般的に使用されており、このキャリア周波数のとき、SiC ハイブリッドモジュールを搭載したインバータの発生損失は、Si モジュールを搭載した場合に比べて約 26% 低減できる。

パッケージ	EconoPIM* ¹ M712	EconoPACK* ¹ M633	Standard 2-pack M276	Standard 2-pack M277
外 観				
等価回路				

* 1 : EconoPIM, EconoPACK : Infineon Technologies AG の商標または登録商標

 SiC-SBD

図 1 SiC ハイブリッドモジュール

* 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

表1 SiC ハイブリッドモジュールの製品系列

パッケージ	回路構成	外形 W×D (mm)	定格電圧 (V)	定格電流 (A)
EconoPIM*1 M712	PIM	62×122	600	50, 75, 100
			1,200	35, 50
EconoPACK*1 M633	6in1	62×122	1,200	100
Standard 2-pack M276	2in1	62×108	1,200	300
Standard 2-pack M277		80×110	1,700	400

*1 : EconoPIM, EconoPACK : Infineon Technologies AG の商標または登録商標

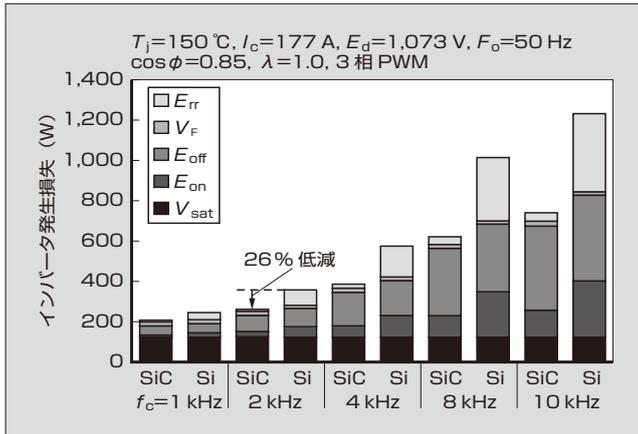


図2 インバータ発生損失のシミュレーション結果

また、キャリア周波数が高くなると、この低減の割合は大きくなり、インバータの高周波動作における高効率運転が期待できる。

2 特性

2.1 逆回復損失の低減

図3に、SiC ハイブリッドモジュールとSi モジュールの逆回復波形の比較を示す。SiC ハイブリッドモジュールは、逆回復電流のピーク値がかなり小さい。これはSiC-SBDはユニポーラデバイスであるため、少数キャリアの注入がないことに起因する。400 A 定格品のSiC ハイブリッドモジュールの逆回復損失は、Si モジュールに比べて99% 低減している。

2.2 ターンオン損失の低減

FWDにおける逆回復電流のピーク値は、対向アームのIGBTにおけるターンオン電流のピーク値に反映される。逆回復電流のピーク値を小さくすると、ターンオン電流のピーク値も小さくなるため、ターンオン損失を低減できる。図4に、SiC ハイブリッドモジュールとSi モジュールのターンオン波形の比較を示す。逆回復波形と同様に、ターンオン電流のピーク値がかなり小さい。400 A 定格品のSiC ハイブリッドモジュールのターンオン損失は、Si モジュールに比べて52% 低減している。

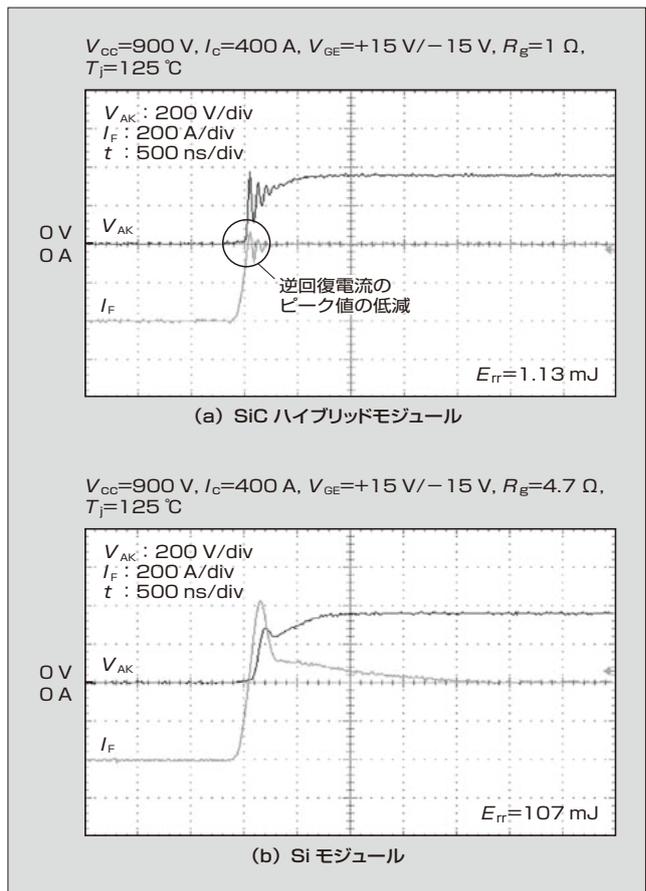


図3 逆回復波形

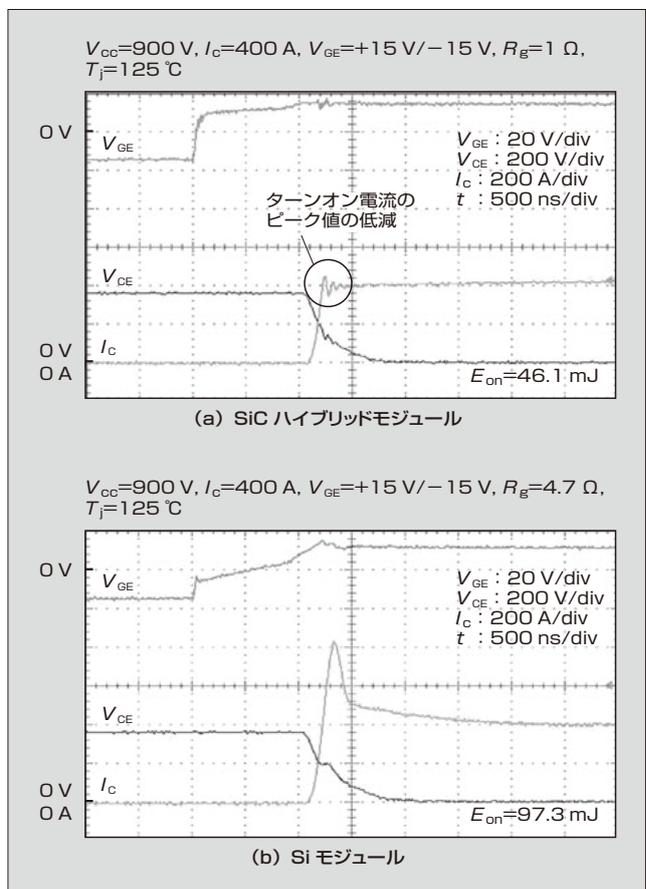


図4 ターンオン波形

発売時期

2016年6月以降順次

お問い合わせ先

富士電機株式会社

営業本部半導体統括部営業第一部

電話 (03) 5435-7152





*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。