

第7世代「Xシリーズ」IGBT モジュール 1,700V 系列

1,700-V Line-Ups of 7th-Generation “X Series” IGBT Modules

永井 大嗣* NAGAI, Daishi

増田 晋一* MASUDA, Shinichi

吉田 健一* YOSHIDA, Kenichi

近年、地球温暖化対策の観点から、CO₂ 排出量の削減が求められている。エネルギー変換効率の改善や、風力発電や太陽光発電などといった再生可能エネルギーの利用が拡大している。これに伴い、電力変換装置 1 台当たりの出力電流が拡大する傾向にあり、キーデバイスである大容量 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュールの需要が拡大している。同時に、上述の装置は社会インフラの一部を構成するため高信頼性であることも求められている。

このような電力変換装置における出力電流の拡大、低消費電力化および高信頼性化の要求に応えるため、富士電機では第7世代「Xシリーズ」IGBT モジュールの1,700V 製品を開発した。

1 特徴

表1に、Xシリーズ IGBT モジュール 1,700V 系列のラインアップを示す。従来製品である「Vシリーズ」と比較して、特徴は次のとおりである。

- (1) 出力電流の拡大
- (2) 連続動作時接合温度 T_{vjop} の拡大

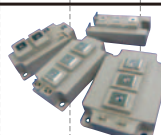
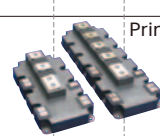
2 電気的特性

Xシリーズ 1,700V IGBT モジュールでは、Xシリーズのチップ技術を適用することで、従来製品（Vシリーズ）に対して発生損失を大幅に低減した。次に Dual XT (M254) パッケージを使い、電流定格 450A、電圧定格 1,700V のモジュールを比較した結果を示す。

図1に IGBT の飽和電圧とターンオフエネルギーのトレードオフ特性を、図2に FWD (Free Wheeling Diode) の順方向電圧と逆回復エネルギーのトレードオフ特性をそれぞれ示す。いずれも Xシリーズ IGBT では、最新の微細化技術および薄ウェーハ化技術を適用することにより、Vシリーズ IGBT と比較して、飽和電圧を約 0.4V 低減、ターンオフエネルギーを約 12% 低減し、大幅に改善した。Xシリーズ FWD では、最新の薄ウェーハ化技術を適用することにより、順方向電圧を約 0.2V 低減した。また、ライフタイム制御の最適化により、滑らかな逆回復波形を実現するとともに逆回復エネルギーを約 17% 低減した。

図3に消費電力の計算結果を示す。Xシリーズは、Vシリーズと比較して、キャリア周波数 1kHz の条件で消費電力を約 13% 低減した。

表1 Xシリーズ IGBT モジュール 1,700V 系列のラインアップ

パッケージ	定格電流 (A)															
	15	25	35	50	75	100	150	200/225	300	400/450	600	650	1,000/1,200	1,400	1,800	2,000
Std. 2 in 1					34 mm		62 mm		80 mm							
Dual XT							Dual XT									
PrimePACK™*												PrimePACK™2		PrimePACK™3		

*PrimePACK™: Infineon Technologies AG の商標または登録商標

* 富士電機株式会社電子デバイス事業本部産業事業部産業モジュール部

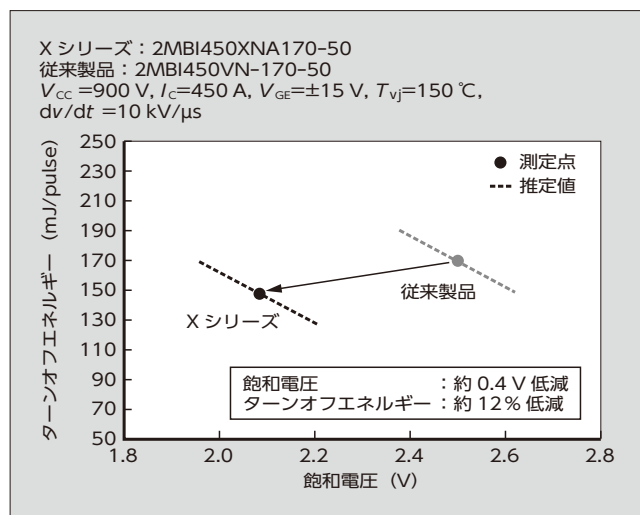


図1 トレードオフ特性 (IGBT)

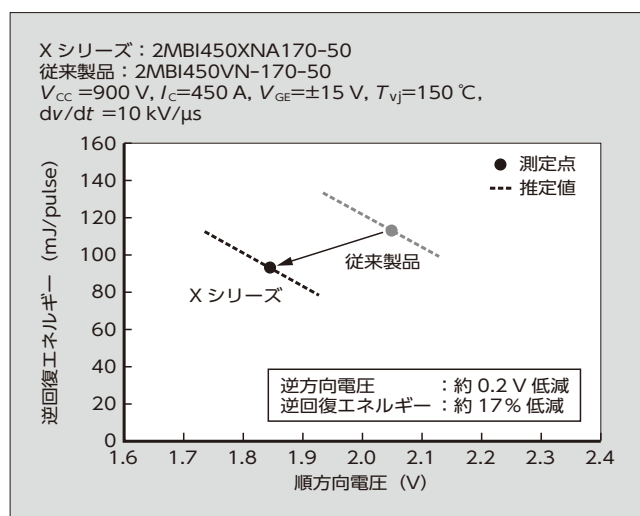


図2 トレードオフ特性 (FWD)

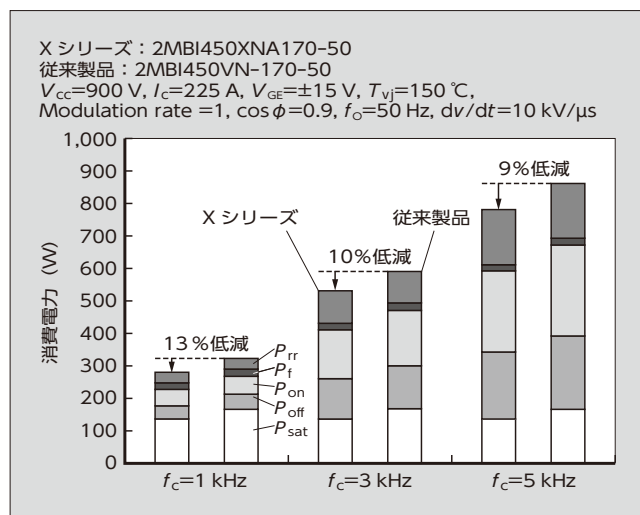


図3 消費電力

③ パッケージ技術

Xシリーズでは、さらなる出力電流を向上するため、連続動作時接合温度 T_{vjop} を従来製品の $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $175\text{ }^{\circ}\text{C}$ に拡大した。 T_{vjop} を拡大するためには、温度変化に対する耐量である ΔT_{vj} パワーサイクル耐量の向上や、高温での長期信頼性に影響する絶縁用シリコンゲルの耐熱性の改善が必要である。Xシリーズでは、はんだ材の新規開発と半導体チップ上の新配線接合技術の適用により、 $T_{vjmax}=175\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{vj}=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ の条件で従来製品に比べて約2倍の耐量向上を実現した。また、高耐熱性の新規シリコンゲルの採用により、 $175\text{ }^{\circ}\text{C}$ 環境下でのゲル硬化を抑制し、長期的な絶縁性能を確保した。

さらに、半導体チップのジュール熱を効率よく放熱するため、熱伝導率の高い AlN を用いた高放熱絶縁基板を適用した。図4に過渡熱抵抗特性を示す。 Al_2O_3 絶縁基板を使った従来製品と比較して、同一チップサイズにおいて接合部とケース間の熱抵抗を約45%低減した。

図5に、Dual XT パッケージのXシリーズの最大定格 600 A モジュールとVシリーズの最大定格 450 A モ

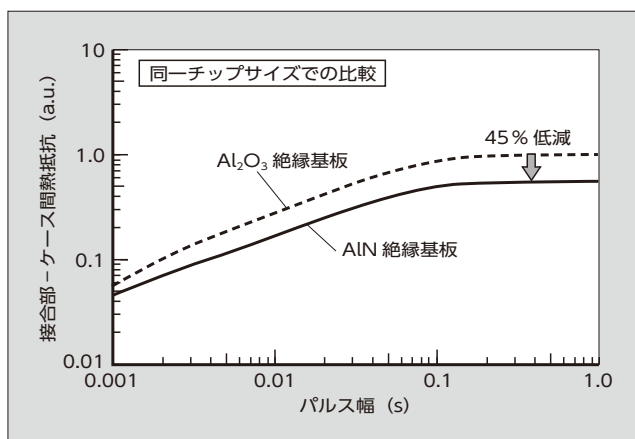


図4 過渡熱抵抗特性

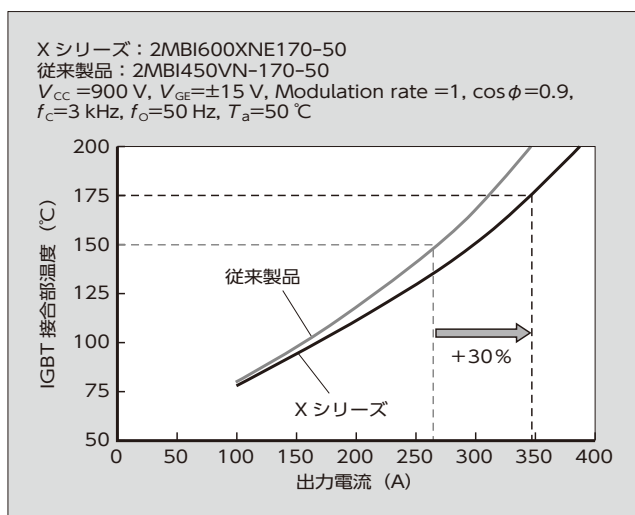


図5 インバータ出力電流と IGBT 接合部温度

ジュールにおける、インバータ出力電流と IGBT 接合部温度の計算結果を示す。前述のような最新の X シリーズチップ技術およびパッケージ技術を適用することによって、従来製品と比較して X シリーズ 1,700 V 系列製品では、出力電流を約 30 % 向上した。本製品は、電力変換装置の小型化、低消費電力化および高信頼性化の要求に応えることができる。

発売時期

2019 年 6 月から順次

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企画部

電話 (0263) 27-2943





＊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。