

第7世代「Xシリーズ」大容量 IGBT モジュールの 系列拡大

7th-Generation “X Series” High-Power IGBT Module Lineup Expansion

山本 拓也* YAMAMOTO, Takuya

川畑 潤也* KAWABATA, Junya

奈良 佳樹* NARA, Yoshiki

安全・安心で持続可能な社会を実現するために、エネルギーを効率的に利用して省エネルギーに貢献するパワーエレクトロニクス技術への期待が高まっている。中でも産業機械、電動車、再生可能エネルギーなどの幅広い分野で用いられる電力変換装置のキーデバイスとして、パワー半導体の需要が拡大している。

富士電機はこれまで多くの技術革新によって、IGBT (Insulated gate Bipolar Transistor) モジュールの小型化、低損失化および高信頼化を進め、電力変換装置の小型化や低コスト化、高性能化に貢献してきた。最新世代の第7世代「Xシリーズ」IGBT モジュールでは、チップおよびパッケージの技術革新により、さらなる高パワー密度化を実現した。

今回、太陽光・風力発電向け電力変換装置のさらなる大容量化の要求に対応するため、出力端子を追加した定格1,200V/1,800AのPrimePACKTM 3+^(注)を製品化し、ラインアップに追加した。

① 第7世代「Xシリーズ」の概要

表1に、定格1,200V第7世代XシリーズPrimePACKTMのラインアップと製品外観を示す。最新世代であるXシリーズのチップおよびパッケージ技術を適用し、定格電流900～1,800Aの製品をラインアップしている。

今回、製品化したPrimePACKTM3+は、定格1,200V/1,800Aで、出力端子を従来の1端子から2端子に増加

することにより通電時の端子温度の上昇を抑制し、IGBTモジュールの外形寸法を変更することなく出力電流の拡大を実現した。

② 「Xシリーズ」IGBT モジュール

XシリーズIGBTは、表面には第6世代「Vシリーズ」IGBTと同様にトレンチゲート構造を適用し、裏面にはフィールドストップ(FS)層を採用している。表面のトレンチゲート構造の微細化と最適化を行うことにより、オン電圧とターンオフエネルギーのトレードオフ関係を改善した。さらに、VシリーズIGBTと比較してドリフト層の厚さをより薄くした最新の薄ウェーハ技術を適用することにより、IGBTに電流が導通している際のオン電圧(コレクタ・エミッタ間電圧)を低減した。これらにより大幅な損失低減を実現した。

また、モジュールの熱抵抗のうち、最も大きな比率を占める絶縁基板を従来のAl₂O₃(アルミナ)からAlN(窒化アルミニウム)にすることにより、大幅に放熱性を改善した。さらに、ワイヤボンディングを最適化するとともに高強度はんだと高耐熱シリコーンゲルを採用することにより、175℃での連続動作を実現した。

③ PrimePACKTM3+ の特性

図1に、製品化したPrimePACKTM3+のインバータ動

表1 定格1,200V第7世代「Xシリーズ」PrimePACKTMのラインアップと製品外観

製品型式	パッケージ	定格電流 (A)	出力端子数	外形寸法 (mm)	製品外観
2MBI900XXA120P-50	PrimePACK TM *2	900	1	D89×W172×H38	
2MBI1200XXE120P-50		1,200			
2MBI1400XXB120P-50	PrimePACK TM 3	1,400		D89×W250×H38	
2MBI1800XXF120P-50		1,800			
2MBI1800XXG120P-50 (新製品)	PrimePACK TM 3+	1,800	2	D89×W250×H38	

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

〈注〉PrimePACKTM : Infineon Technologies AGの商標または登録商標

* 富士電機株式会社半導体事業本部産業事業部産業設計第一部

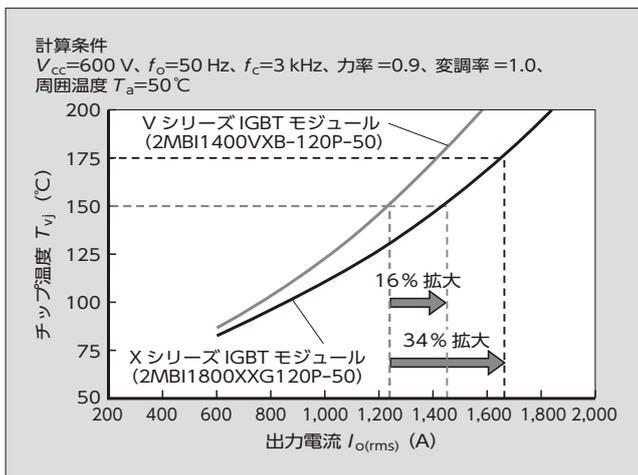


図1 インバータ動作時の出力電流とチップ温度

作時の出力電流 $I_{o(rms)}$ とチップ温度 T_{vj} を、Vシリーズの最大定格電流品（定格 1,200 V/1,400 A）と比較して示す。Xシリーズのチップ・パッケージ技術を適用することにより、Vシリーズと比較して同一チップ温度時に出力電流を16%拡大することが可能となった。さらに、連続動作温度をVシリーズの150°Cから175°Cに向上したことにより、出力電流を34%まで拡大することが可能となった。

4 端子数増加による出力電流の拡大

出力電流の拡大には半導体チップの特性改善に加え、端子温度を考慮したパッケージに通電可能な最大電流の拡大も必要である。従来のPrimePACK™3では、大電流が流れた際、出力端子と電力変換装置を配線するブスバーにおける接触抵抗が大きく、端子の発熱が大きくなるという問題があった。

製品化したPrimePACK™3+では、この端子温度の上昇を抑制するため、出力端子を従来の1端子から2端子

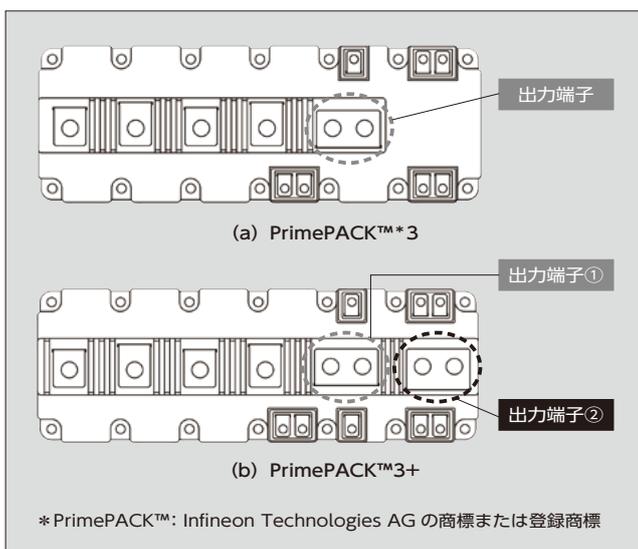


図2 出力端子の配置の比較

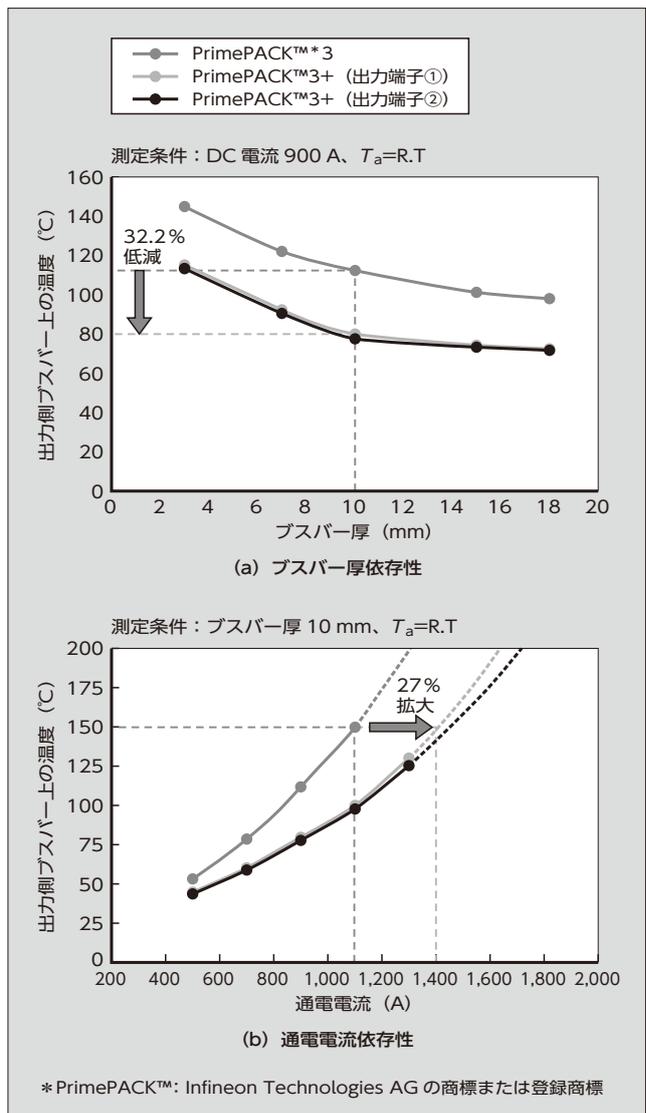


図3 通電時のPrimePACK™3とPrimePACK™3+の端子温度の比較

に増加した。図2に出力端子の配置を比較して示す。これにより通電する際に、従来品では1端子のみに流れていた電流を2端子に分流することが可能となり、大幅な端子温度の低減を実現した。

図3に通電時のPrimePACK™3とPrimePACK™3+の端子温度の比較を示す。図3(a)のとおり、PrimePACK™3+では2端子に電流を分流することにより、同じブスバー厚でも端子温度が32.2°C低減した。

また、端子温度が製品保証温度の150°Cとなる電流を比較した場合、図3(b)のとおり、PrimePACK™3では1,100 Aであったのに対して、PrimePACK™3+では1,400 Aまで通電することが可能となり、出力電流を27%拡大することが可能となった。

発売時期

2023年7月

お問い合わせ先

富士電機株式会社
半導体事業本部産業事業部産業設計第一部
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。