

第3世代小容量 IPM「P633C シリーズ」 系列拡大

"P633C Series" 3rd-Generation Small IPMs Lineup Expansion

柴崎 雄汰* SHIBASAKI, Yuta

大橋 英知* OHASHI, Hidetomo

鈴木 俊貴* SUZUKI, Toshiaki

脱炭素社会の実現に向けて世界的にエネルギーの有効利用が進められており、産業用のモータドライブ機器では、高効率な電力変換を実現するため低損失なパワー半導体が多く使用されている。このうち、低容量のインバータやサーボシステムでは、損失低減と小型化のために IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュールに駆動回路と保護機能を内蔵した IPM (Intelligent Power Module) の適用が拡大している。一方、ドライブ機器の周辺で動作する電気機器に対する電磁ノイズによる誤動作の抑制も求められており、パワー半導体は電力損失の低減と電磁ノイズの低減を両立する必要がある。

これらの要求に応えるために、富士電機は、2012 年からエアコン向けを主要ターゲットとした三相インバータ回路に使用する小容量 IPM を製品化してきた。2021 年には国外市場のエアコン向けとして、機器の消費電力量削減と電磁ノイズ低減の両立が可能となるよう IGBT と FWD (Free Wheeling Diode) チップを最適設計した第3世代小容量 IPM「P633C シリーズ」⁽¹⁾を開発した。今回、国内市場のインバータやサーボシステム向けにさらなる低損失化を進め、系列を拡大した。

1 製品概要

図1に P633C シリーズの外観を、表1に概略仕様を示す。拡大した製品ラインアップの定格は 650 V/10、15、20、30 A で、いずれも保護機能として、過電流保護機能、低入力電圧保護機能、温度出力機能、異常アラーム出力

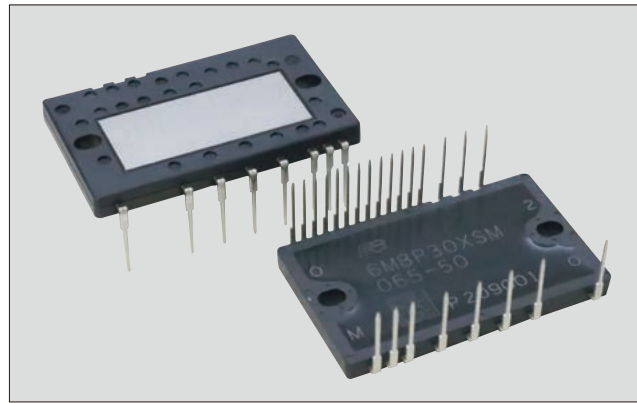


図1 「P633C シリーズ」

機能を内蔵している。また、アプリケーションの使用目的により過熱保護機能は有無を選択でき、過熱時に保護機能により停止するだけでなく、駆動周波数低減など垂下制御による運転継続にも対応可能とした。

従来の第2世代小容量 IPM⁽²⁾に対し、第3世代小容量 IPM は、発生損失と電磁ノイズのトレードオフを改善するために第7世代 FWD 技術を適用し、また制御回路用のチップである HVIC (High Voltage Integrated Circuit) と LVIC (Low Voltage Integrated Circuit) を搭載している。

第3世代小容量 IPM のパッケージは、第2世代小容量 IPM と同じ外形寸法 W43×D26×H3.7 (mm) の P633 系列のパッケージとして互換性を確保している。また、インバータやサーボシステム向けで必須となる絶縁規格

表1 国内インバータ、サーボシステム向け第3世代小容量 IPM の概略仕様

型式	コレクタ電流 I_c	過熱保護機能	コレクタ・ エミッタ間電圧 V_{CES}	絶縁電圧 V_{isol}	連続作動時 チップ接合温度 T_{vjop}	パッケージサイズ (mm)
6MBP10XSL065-50	10 A	なし (チップ温度は 出力は可能)	650 V	AC1,500 V _(rms)	-40 ~ +150 °C	W43×D26×H3.7
6MBP15XSL065-50	15 A					
6MBP20XSL065-50	20 A					
6MBP30XSL065-50	30 A					
6MBP10XSM065-50	10 A	あり				
6MBP15XSM065-50	15 A					
6MBP20XSM065-50	20 A					
6MBP30XSM065-50	30 A					

* 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

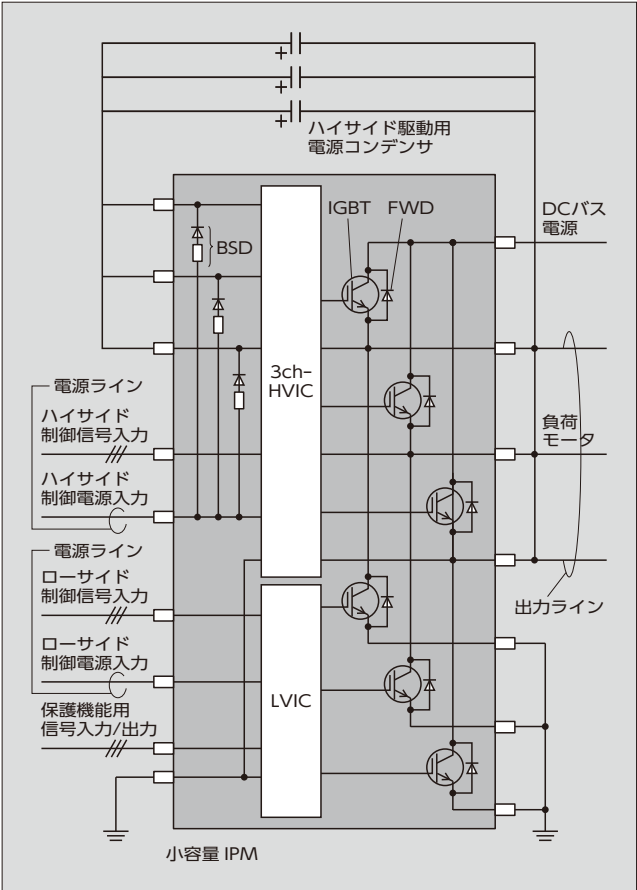


図2 概略回路構成例

UL1557 に準拠している。

図2に第3世代小容量IPMを適用した概略回路構成例を示す。三相インバータブリッジ回路のハイサイドのドライブ回路として、線形の抵抗特性を持つ電流制限用の抵抗を内蔵した3個のBSD（Boot-Strap-Diode）を搭載しており、本小容量IPMの外部に電源回路用のコンデンサを3個接続することでハイサイド駆動用電源が構成できる。これにより、ハイサイド用の絶縁電源回路が不要になり、外部回路の簡略化と実装基板の小型化が可能となる。

② インバータ・サーボシステムに向けた最適化設計

インバータやサーボシステムなどのドライブ機器では、低周波駆動で200%過負荷などの動作モードにも対応する必要があり、高負荷動作における導通損失の低減が求められている。また、標準的なインバータの定常動作状態におけるIGBTのターンオン動作時の損失は、スイッチング損失全体の約7割を占める支配的な要因となっており、その低減も重要である。

このような要求に対応するため、既に製品化している第3世代小容量IPMに用いているIGBTとFWDを基に、さらなる最適化設計を行った。その結果、表2に示すとおり従来の国外市場エアコン向け小容量IPM系列に対し、

表2 定格15A第3世代小容量IPMの200%過負荷動作時の損失比較

製品系列	型式	IGBT オン電圧 V_{SAT} (V)	FWD オン電圧 V_F (V)	オンエネルギー E_{on} (μ J)
国外市場エアコン向け	6MBP15XSK 065-50	1.60	2.00	1.00
国内市場インバータ、 サーボシステム向け	6MBP15XSM 065-50	1.40	1.75	0.82
低減率		13%	13%	15%

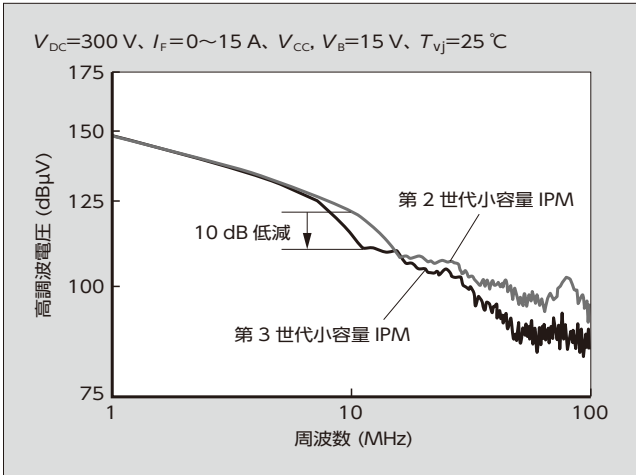


図3 FWDリカバリ動作時のノイズレベル比較

導通損失となるIGBTとFWDのオン電圧は13%、ターンオン時のエネルギー E_{on} は15%低減した。

一方でターンオン損失と電磁ノイズはトレードオフの関係にあるが、今回IGBTとFWDの最適化によりスイッチング時に発生する電磁ノイズを抑制しつつ、損失の低減を実現した。図3に示すとおり、スイッチング時に発生する電磁ノイズの主要成分であるFWDリカバリ動作時のノイズレベルは、第2世代小容量IPMに比べて10dB程度低減している。

参考文献

- 上村威ほか. 第3世代小容量IPM「P633Cシリーズ」. 富士電機技報. 2021, vol.94, no.4, p.256-260.
- 荒木龍ほか. 第2世代小容量IPM. 富士電機技報. 2015, vol.88, no.4, p.259-263.

発売時期

2023年9月

お問い合わせ先

富士電機株式会社
半導体事業部営業統括部営業第一部
(03)5435-7152

(2024年4月26日Web公開)



＊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。