

Small IPM (Intelligent Power Module)

P642 シリーズ

6MBP**XT*065-50

Application Manual

ご注意

この文書の内容(製品の仕様、特性、データ、材料、構造など)は2023年4月現在のものです。この内容は製品の仕様変更のため、または他の理由により、事前の予告なく変更されることがあります。この文書に記載されている製品を使用される場合には、その製品の最新版の仕様書を入手して、データを確認してください。

本文書に記載してある応用例は、富士電機の半導体製品を使用した代表的な応用例を説明するものであり、本アプリケーションマニュアルによって工業所有権やその他権利の実施に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

富士電機(株)は絶えず製品の品質と信頼性の向上に努めています。しかし、半導体製品はある確率で故障する可能性があります。富士電機製半導体製品の故障または誤動作が、結果として人身事故、火災等による財産に対する損害や、社会的な損害を起さぬように冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計など、安全確保のための手段を講じてください。

本アプリケーションマニュアルに記載している製品は、普通の信頼度が要求される下記のような産業用電子機器や産業用電気機器に使用されることを意図して製造しています。

- ・コンプレッサモーターインバータ ・ルームエアコン用ファンモーターインバータ
- ・ヒートポンプアプリケーション用コンプレッサモーターインバータ など

本アプリケーションマニュアルに記載の製品を、下記のような特に高い信頼度を持つ必要がある機器に使用をご予定のお客様は、事前に富士電機(株)へ必ず連絡の上、了解を得てください。この資料の製品をこれらの機器に使用するには、そこに組み込まれた富士電機製半導体製品が故障しても、機器が誤動作しないように、バックアップ・システムなど、安全維持のための適切な手段を講じることが必要です。

- ・輸送機器(車載、船用など) ・幹線用通信機器 ・交通信号機器
- ・ガス漏れ検知および遮断機 ・防災/防犯装置 ・安全確保のための各種装置 など

極めて高い信頼性を要求される下記のような機器および戦略物資に該当する機器には、本アプリケーションマニュアルに記載の製品を使用しないでください。

- ・宇宙機器 ・航空機搭載用機器 ・原子力制御機器 ・海底中継機器 ・医療機器

本アプリケーションマニュアルの一部または全部の転載複製については、文書による当社の承諾が必要です。

本アプリケーションマニュアルの内容にご不明の点がありましたら、製品を使用する前に富士電機(株)または、その販売店へ質問してください。本注意書きの内容をお守り頂けなかったために生じた如何なる損害も富士電機(株)とその販売店は責任を負うものではありません。

第1章 製品概要

1. 製品紹介	1-2
2. 製品ラインナップ	1-5
3. 製品型式名の定義	1-6
4. 捺印の定義	1-7
5. 外形図	1-8
6. 絶対最大定格	1-9

本マニュアルは、富士IGBT Intelligent Power Module “Small IPM P642系列”について

- 製品概要
- 端子記号、用語の説明
- 制御端子およびパワー端子の詳細説明と設計ガイドライン
- 推奨配線およびレイアウト、実装ガイドライン

以上の内容を説明します。

1. 製品紹介

<製品概要>

- コンプレッサモータ用インバータやルームエアコン用ファンモータインバータなどに用いられるIGBTモジュールは省エネや装置の小型・軽量化に対する要求の高まりとともに急速な発展を遂げています。
- IGBTはパワーMOSFETの高速スイッチング性能とバイポーラトランジスタの高電圧・大電流処理能力を合わせ持った素子として、今後一層の発展が期待されています。
- その中で、IPM(Intelligent Power Module)は、IGBTモジュールにゲート駆動回路と保護回路を内蔵した3相IGBTインバータブリッジ構成となっています。

<製品コンセプト>

- 第7世代IGBT技術を適用することで低損失を実現し、機器の省エネが可能です。
- 短時間 $T_{vjmax}=175^{\circ}\text{C}$ 対応と動作保証温度 $T_{vjop}=150^{\circ}\text{C}$ により許容電流を拡大できます。
- 短絡保護検出の高精度化により過負荷運転領域を拡大できます。
- 650V/50A,75Aのラインナップを用意しています。
- コレクタ-エミッタ間飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ とスイッチング損失とのトレードオフを改善したことで、トータル損失を低減しています。

<内部回路>

- 最適に設計された内蔵駆動回路でIGBTを駆動します。
- 内蔵駆動回路を含めた内部回路を図1-1に示します。
- 上アームの制御IC(HVIC)は、高電圧レベルシフト回路を内蔵しています。
- 本製品は、MPU(マイクロプロセッサ)によって、上下アームとも直接駆動することが可能です。入力信号の電圧レベルは、3.3Vまたは5.0Vです。
- 内蔵駆動回路とIGBT間の配線が短く、駆動回路のインピーダンスが低いいため、逆バイアス電源は不要です。
- 通常は下アーム側1個と絶縁された上アーム側3個の合計4個の制御電源が必要となりますが、本製品はブートストラップダイオード(BSD)を内蔵しているため、上アーム側用に別途絶縁電源を用意する必要はありません。

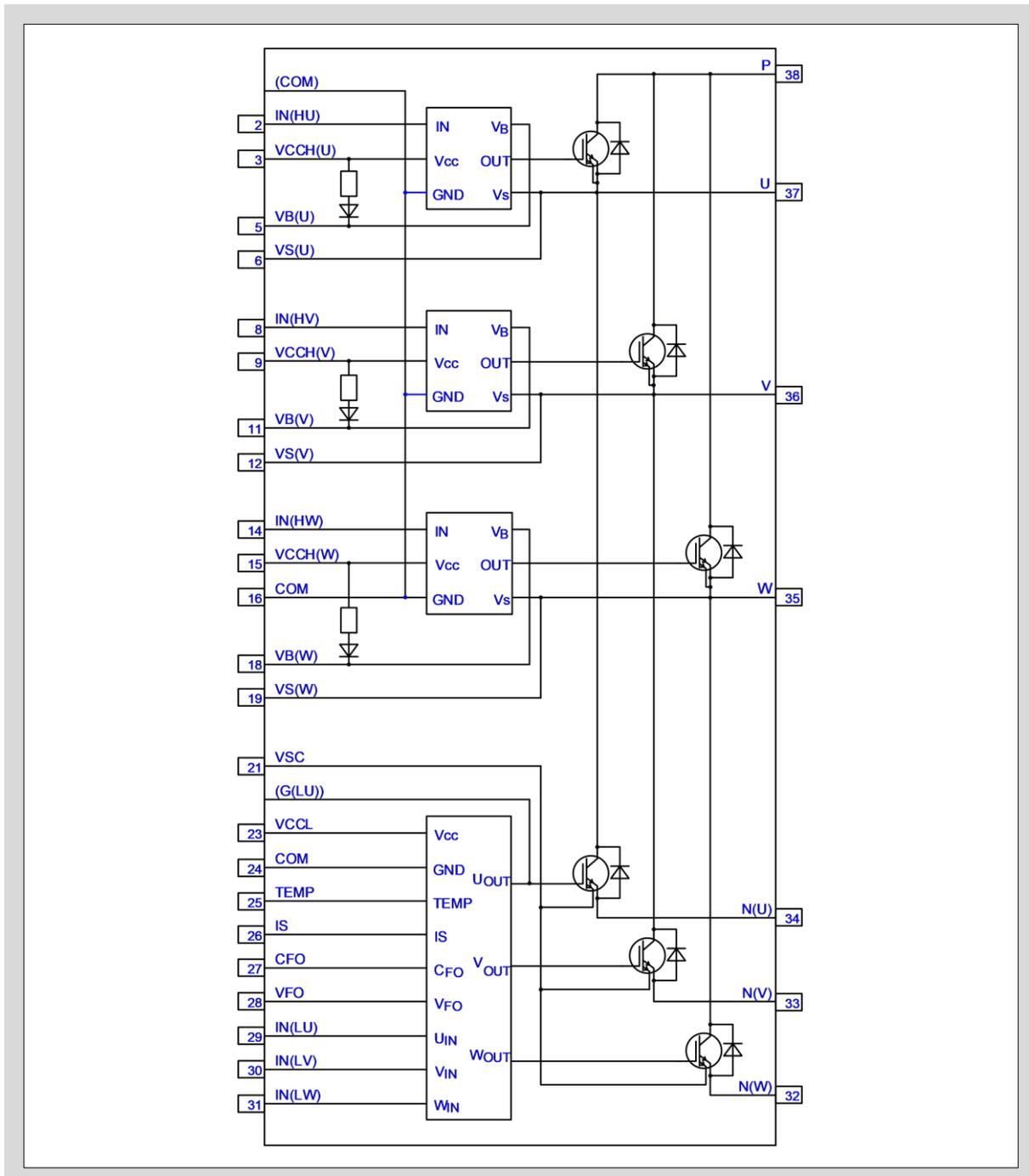


图1-1 内部回路图

<内蔵保護機能>

- 本製品には、下記の保護回路が内蔵されています。
 - 過電流保護機能(OC保護)
 - 低入力電圧保護機能(UV保護)
 - 温度出力機能(LT出力)
 - 過熱保護機能(OH保護) (一部製品のみ)
 - アラーム出力機能(FO)
- 過電流保護回路は、負荷短絡、アーム短絡時の過電流によるIGBTの破壊を保護する機能です。本保護回路は電流センス方式、外部シャント方式の両方式を採用しており、アーム短絡保護も可能です。
- 低入力電圧保護回路は、制御電源およびハイサイド駆動電源の電圧低下に対して動作する保護機能であり、全駆動回路に内蔵しています。
- 過熱保護機能は、本製品を過熱から保護する機能であり、ローサイド制御IC(LVIC)に内蔵しています。
- 温度出力機能はLVICに内蔵しており、検出温度をアナログ電圧に変換して出力します。
- アラーム出力機能は、アラーム信号を外部に出力する機能です。本製品が異常信号を検出した際、MPUにアラーム信号を出力することでシステム破壊を防止することが可能です。

<小型パッケージ>

- 本製品は、アルミ絶縁基板を使用しており、放熱に優れています。
- 制御端子間ピッチは2.54mmです。
- パワー端子間ピッチは10mmです。

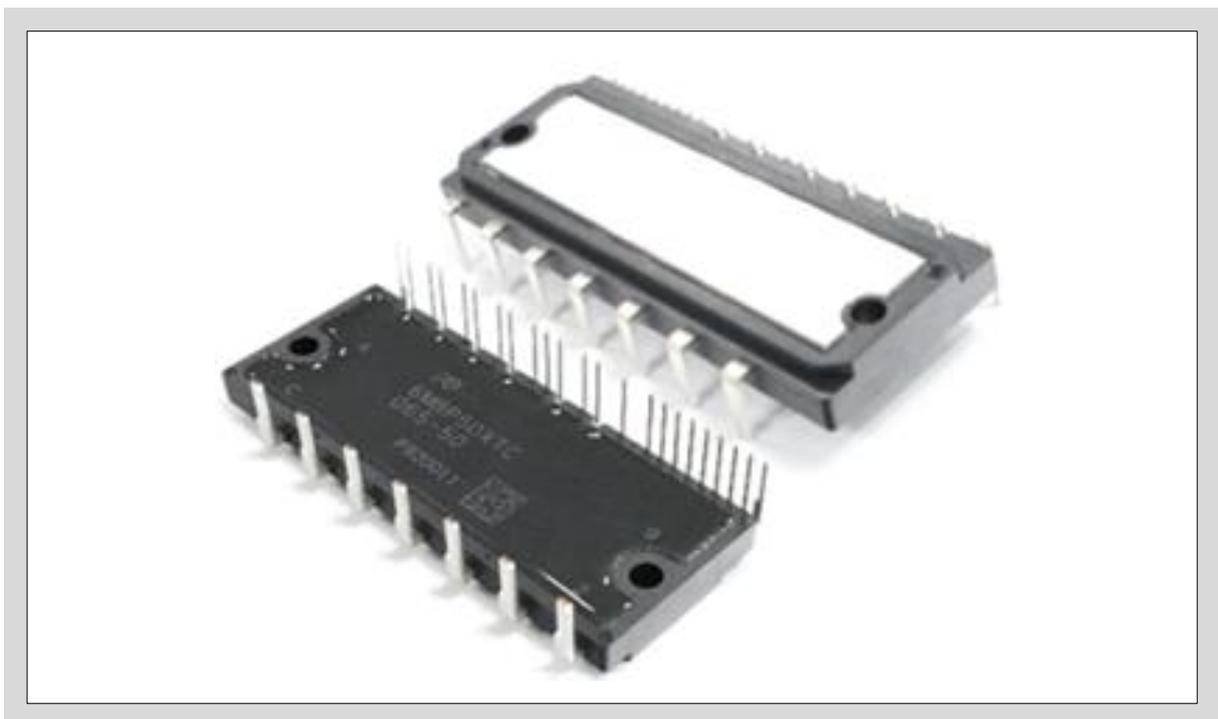


図1-2 外観

2. 製品ラインナップ

表1-1 ラインナップ

型式名	IGBT定格		絶縁耐圧 [Vrms]	タイプ*1
	電圧[V]	電流[A]		
6MBP50XTA065-50	650	50	2500Vrms 正弦波 60Hz, 1min (全端子ショートとケース間)	LT
6MBP50XTC065-50				LT OH
6MBP75XTA065-50		75		LT
6MBP75XTC065-50				LT OH

*1 LT: 温度出力機能

OH: 過熱保護機能

3. 製品型式名の定義

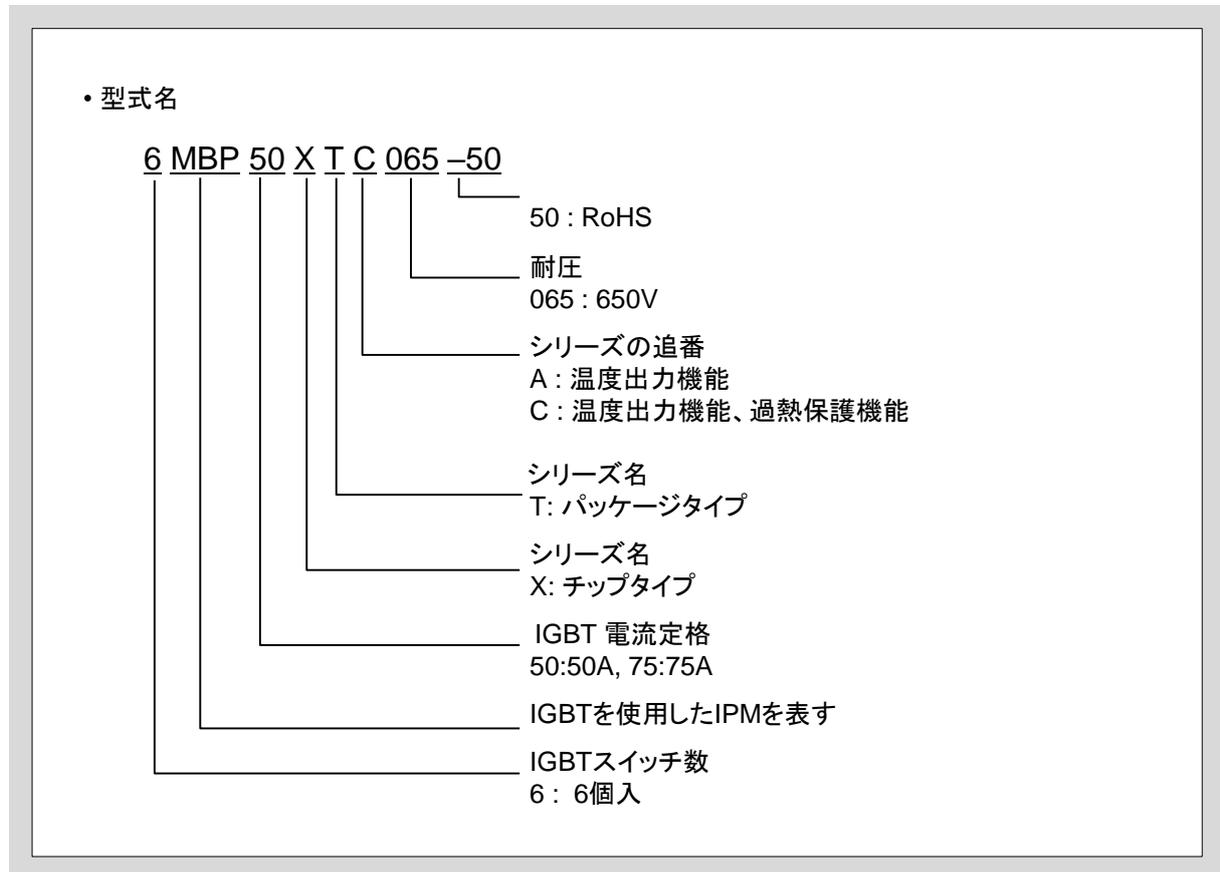


図1-3 型式の見方

4. 捺印の定義

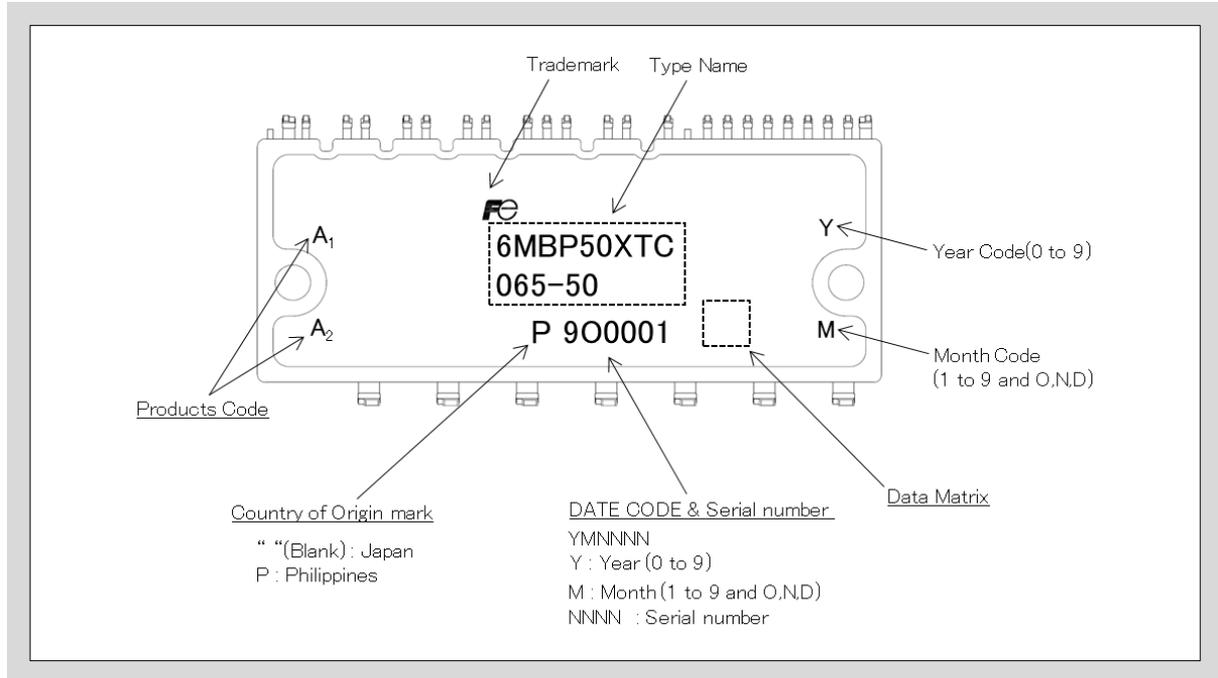


図1-4 捺印仕様

表1-2 Products code

TYPE NAME	PRODUCT CODE	
	A ₁	A ₂
6MBP50XTA065-50	A	A
6MBP50XTC065-50	A	C
6MBP75XTA065-50	B	A
6MBP75XTC065-50	B	C

5. 外形図

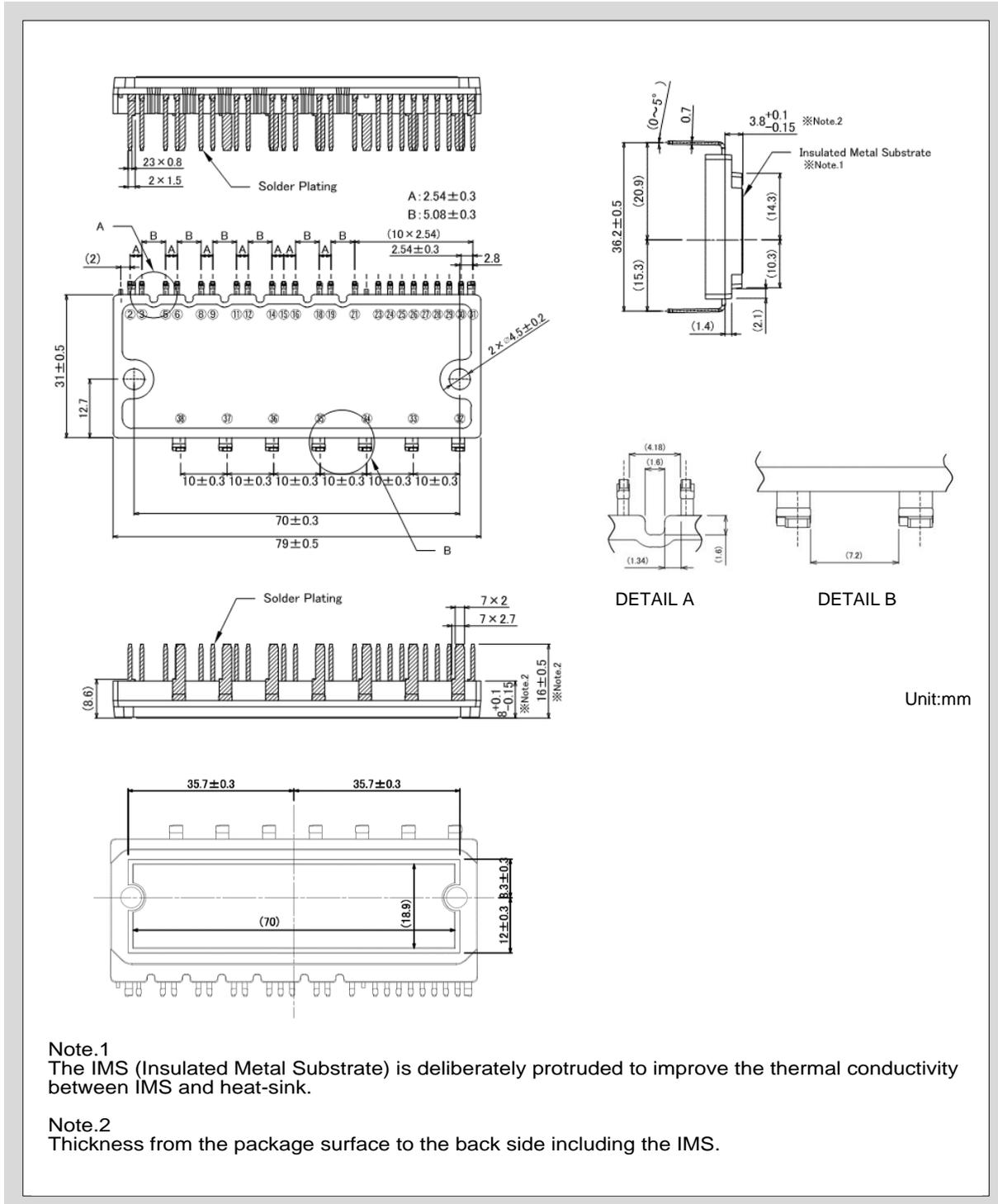


図1-5 ケース外形図

6. 絶対最大定格

表1-3と表1-4に6MBP50XTC065-50の絶対最大定格例を示します。

表1-3 インバータ回路部 絶対最大定格 $T_{vj}=25^{\circ}\text{C}$, $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}^{*1}=15\text{V}$, $V_{B(c)}=15\text{V}$ (特に指定がない場合)

項目	記号	定格	単位	説明
DCバス電圧	$V_{DC(\text{terminal})}$	450	V	P-N(U),N(V),N(W)端子間に印加可能な直流電圧。
DCバス電圧 (サージ)	$V_{DC(\text{Surge,terminal})}$	500	V	スイッチングによりP-N(U),N(V),N(W)端子間に印加可能なサージ電圧のピーク値。
コレクタ-エミッタ間電圧	$V_{CE(\text{chip})}$	650	V	内蔵IGBTチップのコレクタ-エミッタ間最大電圧およびFWDチップの繰返しピーク逆電圧。
コレクタ電流	I_C	50	A	IGBTチップに許容されるコレクタ電流。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ ^{*2}
ピークコレクタ電流	I_{CP}	100	A	IGBTチップに許容される最大パルスコレクタ電流。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ ^{*2}
ダイオード順電流	I_F	50	A	FWDチップに許容される最大パルス電流。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ ^{*2}
ピークダイオード順電流	I_{FP}	100	A	FWDチップに許容される最大パルス電流。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ ^{*2}
コレクタ電力損失	P_{D_IGBT}	132	W	IGBTチップ1素子で消費できる電力の最大値。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$
FWD電力損失	P_{D_FWD}	89	W	FWDチップ1素子で消費される電力の最大値。 $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$
自己保護可能DCバス電圧 (上下アーム短絡)	$V_{DC(\text{sc})}$	400	V	IGBTが短絡や過電流状態になった場合に、本製品の保護機能によって、IGBTを安全に遮断できる最大電源電圧。
最大接合温度 (インバータ回路)	T_{vj}	175	$^{\circ}\text{C}$	IGBTとFWDチップの最大接合温度。 ^{*3} 動作寿命はジャンクション温度とパワーサイクル耐量により制限されます。
動作時接合温度 (インバータ回路)	T_{vjop}	-40 ~ +150	$^{\circ}\text{C}$	連続動作時IGBTとFWDチップの平均接合温度。 ^{*3} 動作寿命はジャンクション温度とパワーサイクル耐量により制限されます。

*1 V_{CC} はVCCH(U,V,W)-COM端子、VCCL-COM端子間に印加可能電圧。

*2 パルス幅および周期は、 $T_{vj,max}$ によって制限されます。

*3 連続動作時の最高ジャンクション温度は $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ です。動作時温度を $T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ 未満とする必要があります。

$T_{vj}=150^{\circ}\text{C}$ 以上で連続動作させた場合、パワーサイクル耐量などの信頼性が設計寿命に対して大きく低下する可能性があります。

表1-4 制御回路部 絶対最大定格 $T_{vi}=25^{\circ}\text{C}$, $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=15\text{V}$, $V_{B(*)}=15\text{V}$ (特に指定がない場合)

項目	記号	定格	単位	説明
ハイサイド制御電源電圧	$V_{CCH(U)}$ $V_{CCH(V)}$ $V_{CCH(W)}$	-0.5 ~ 20	V	$V_{CCH(U)-COM}$, $V_{CCH(V)-COM}$, $V_{CCH(W)-COM}$ 端子間に印加可能な電圧
ローサイド制御電源電圧	V_{CCL}	-0.5 ~ 20	V	$V_{CCL}-COM$ 端子間に印加可能な電圧
ハイサイド駆動電源電圧	$V_{VB(U)-COM}$ $V_{VB(V)-COM}$ $V_{VB(W)-COM}$	-0.5 ~ 670	V	$V_{B(U)-COM}$, $V_{B(V)-COM}$, $V_{B(W)-COM}$ 端子間に印加可能な電圧
ハイサイド駆動電源電圧 (上アームIGBT駆動)	$V_{B(U)}$ $V_{B(V)}$ $V_{B(W)}$	-0.5 ~ 20	V	$V_{B(U)-VS(U)}$, $V_{B(V)-VS(V)}$, $V_{B(W)-VS(W)}$ 端子間に印加可能な電圧
ハイサイドオフセット電圧	V_U V_V V_W	-5 ~ 650	V	$U-COM$, $V-COM$, $W-COM$ 端子間に印加可能な電圧。 ^{*4}
入力端子電圧	V_{IN}	-0.5 ~ $V_{CCH}+0.5$ -0.5 ~ $V_{CCL}+0.5$	V	$IN(HU)-COM$, $IN(HV)-COM$, $IN(HW)-COM$, $IN(LU)-COM$, $IN(LV)-COM$, $IN(LW)-COM$ 端子間に印加可能な電圧。
入力端子電流	I_{IN}	3	mA	$IN(HU)-COM$, $IN(HV)-COM$, $IN(HW)-COM$, $IN(LU)-COM$, $IN(LV)-COM$, $IN(LW)-COM$ 端子間の許容電流
アラーム端子電圧	V_{FO}	-0.5 ~ $V_{CCL}+0.5$	V	$V_{FO}-COM$ 端子間に印加可能な電圧
アラーム端子電流	I_{FO}	1	mA	$V_{FO}-COM$ 端子間に流れるシンク電流

(次のページに続く)

*4 $V_{B(U)-U}$, $V_{B(V)-V}$, $V_{B(W)-W}$ 端子間に13.0V以上の電圧を印加してください。また、ハイサイドオフセット電圧が-5V未満の場合、本製品は誤動作する可能性があります。

(続き)表1-4 制御回路部 絶対最大定格 $T_{vj}=25^{\circ}\text{C}$, $T_c=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=15\text{V}$, $V_{B(*)}=15\text{V}$ (特に指定がない場合)

項目	記号	定格	単位	説明
アラーム出力パルス幅設定端子電圧	V_{CFO}	-0.5 ~ 5.0	V	CFO-COM端子間の許容電圧。 ^{*5}
アラーム出力幅設定端子電流	I_{CFO}	-0.05 / 3	mA	CFO-COM端子間の許容電流。 ^{*5}
過電流検出入力端子電圧	V_{IS}	-0.5 ~ $V_{CCL}+0.5$	V	IS-COM端子間に印加可能な電圧
温度出力端子電圧	V_{TEMP}	-0.5 ~ 5.0	V	TEMP-COM端子間に印加可能な電圧
温度出力端子電流	I_{TEMP}	-0.05 / 3	mA	TEMP-COM端子間に流れるシンク電流
ローサイドセンス電流検出端子電圧	V_{VSC}	-0.5 ~ $V_{CCL}+0.5$	V	VSC-COM端子間の許容電圧。 ^{*6}
ローサイドセンス電流検出端子電流	I_{VSC}	-20	mA	VSC-COM端子間の許容電流。 ^{*6}
動作時接合温度 (制御回路)	T_{vj}	150	$^{\circ}\text{C}$	制御回路の接合温度。
動作時ケース温度	T_c	-40 ~ +125	$^{\circ}\text{C}$	動作時ケース温度 (IGBTもしくはFWD直下のアルミ絶縁基板下面の温度)
保存温度	T_{stg}	-40 ~ +125	$^{\circ}\text{C}$	保管および搬送時の周囲温度範囲 (無負荷状態)
絶縁電圧	V_{isol}	AC 2500	Vrms	全端子を短絡した状態で端子とIMS(絶縁金属基板)間に許容される正弦波電圧の最大実効値。(正弦波 60Hz/1min)

^{*5} CFOは出力端子のため、外部から電圧、電流を印加しないでください。CFO-COM端子間には規定のコンデンサのみ接続ください。

^{*6} VSCは出力端子のため、外部から電圧、電流を印加しないでください。VSC-COM端子間には、規定の抵抗のみ接続ください。

<コレクタ-エミッタ間電圧の絶対最大定格仕様>

動作時、P-N(U,V,W)間印加電圧は通常ハイサイドもしくはローサイドのどちらかに加わります。そのため、P-N(U, V, W)間印加電圧は、IGBTの絶対最大定格を超えてはいけません。詳細は図1-6に動作波形を示します。

- $V_{CE(chip)}$: 本製品内部のIGBT, FWDのチップ耐圧。直接測定することが困難であるため、P-N(U, V, W)間端子電圧である $V_{DC(terminal)}$ 、 $V_{DC(Surge,terminal)}$ を絶対最大定格内でご使用ください。
- $V_{DC(terminal)}$: DCバスの直流電源電圧(P-N(U, V, W)端子間電圧)
- $V_{DC(Surge, terminal)}$: DCバスP-N(U, V, W)間のスイッチング等による跳ね上がり電圧を含めた許容可能電圧

- 図1-6にIGBTターンオフ時・FWD回復時および短絡動作時の波形を示します。それぞれの $V_{DC(Surge, terminal)}$ は異なるため、 $V_{DC(terminal)}$ は上記の動作モードを想定して設定する必要があります。
- $V_{CE(chip)}$ は、IGBTのコレクタ-エミッタ間の絶対最大定格電圧を表します。 $V_{DC(Surge, terminal)}$ は、IPM内部の配線インダクタンスにより生じるサージ電圧を考慮しています。
- また、 $V_{DC(terminal)}$ は、P-N(U, V, W)端子と電解コンデンサ間の配線インダクタンスにより生じるサージ電圧のマージンを考慮しています。

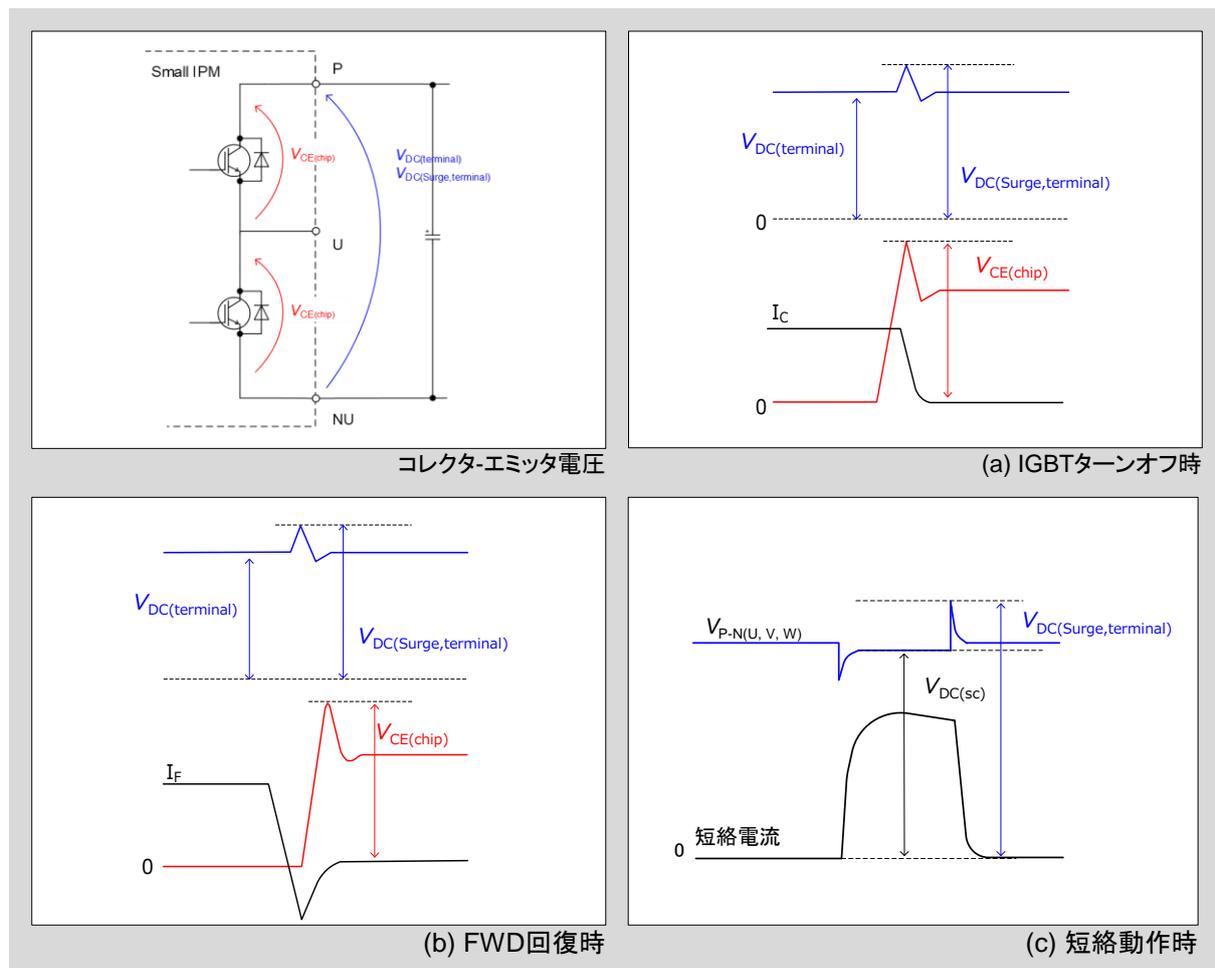


図1-6 IGBTターンオフ時・FWD回復時と短絡動作時の波形とコレクタ-エミッタ電圧