

第 3 章

適用上の注意事項

目 次

	ページ
1. IGBT モジュールの選定.....	3-2
2. 静電気対策 及び ゲート保護.....	3-2
3. 保護回路の設計.....	3-3
4. 放熱設計.....	3-3
5. ドライブ回路の設計.....	3-4
6. 並列接続.....	3-4
7. 実装上の注意事項.....	3-5
8. 保管・運搬上の注意事項.....	3-5
9. その他 実用上の注意事項.....	3-6

本章では、IGBT モジュールを取り扱う際、及び装置に適用する際の注意点を説明します。

1 IGBT モジュールの選定

IGBT モジュールを使用する場合、どのような電圧・電流定格の IGBT モジュールを選定すれば良いか考慮が必要です。この節では様々な注意点を項目ごとに分け説明しています。

1.1 電圧定格

IGBT モジュールの電圧定格は、適用する装置の入力電源である商用電源電圧と密接な関係をもっています。この関係を表 3-1 に示しますので、この表を参考に目的に応じた素子を選定してください。

1.2 電流定格

IGBT モジュールのコレクタ電流が大きくなると $V_{CE(sat)}$ が上昇し、発生する定常損失が大きくなります。また、同時にスイッチング損失も増大し素子の発熱が大きくなります。IGBT、FWD の接

合部温度 (T_j) 150 (安全をみて通常は 125 以下としている) となるように使用する必要がありますので IGBT モジュールの電流定格選定は非常に重要です。この選定を誤ると素子破壊、或いは長期信頼性の低下を招くことがありますのでご注意ください。また、高周波スイッチング用途では、スイッチング損失の増大 (スイッチング回数が多いほど、総合のスイッチング損失が大きくなります) により発熱が大きくなるので注意が必要です。

目安として装置での最大電流値 素子の定格電流で使用するのが一般的です。また、表 3-2 に IGBT モジュールの適用例を示しますのでこちらもご参考にしてください。

表 3-1 商用電源電圧と IGBT モジュールの電圧定格

	地域	素子の電圧定格 (V_{CES})			
		600V	1200V	1400V	1700V
商用電源電圧 (入力電圧 AC)	日本	200V 220V	400V 440V		
	米国	208V 230V 240V 246V	460V 480V	575V	575V
	ヨーロッパ	200V 220V 230V 240V	346V 350V 380V 400V 415V 440V		690V

2 静電気対策 及び ゲート保護

IGBT モジュールの V_{GE} の保証値は一般的に最大 $\pm 20V$ です (保証値は仕様書に記載されていますので確認ください)。 V_{GES} 保証値を超える電圧が IGBT の G - E 間に印加された場合、IGBT のゲートが破壊を起こす危険があります。G - E 間には保証値を超える電圧が印加されないようにご注意ください。特に IGBT のゲートは静電気などに対しては非常に弱く、以下に示す注意点を守って製品を取り扱ってください。

- 1) モジュールを取り扱う際には、人体や衣服に帯電した静電気を高抵抗 (1M 程度) アースで放電させた上で、接地された導電性マット上で作業をしてください。
- 2) IGBT モジュールを取り扱う場合には、パッケージ本体を持ち、端子 (特に制御端子) 部に直接触れないでください。

3) IGBT 端子へのはんだ付作業がある場合、ハンダゴテ、ハンダバスのリークによる静電気が IGBT に加わらないように、ハンダゴテ先等を十分低い抵抗で接地してください。

4) IGBT モジュールは、IC フォーム等の導電性材料で制御端子を静電対策した状態で出荷されています。
この導電性材料は製品の電氣的配線直前まで外さないでください。

また、ゲート - エミッタ間がオープン状態でコレクタ - エミッタ間に電圧を印加すると、IGBT が破壊する可能性があります。

これはコレクタ電位の変化により図 3-1 に示すように電流 (i) が流れてゲート電位

が上昇し、IGBT がオンして、コレクタ電流が流れることが原因で、このコレクタ電流によって IGBT が発熱し破壊に至る可能性があります。

製品が装置に組み込まれた時に、ゲート回路の故障、あるいはゲート回路が正常に動作しない状態（ゲートがオープン状態）で主回路に電圧が印加されると上記の理由により IGBT は破壊することがあります。この破壊防止のためにゲート - エミッタ間には、10k 程度の抵抗 (R_{GE}) を接続することをお奨めします。

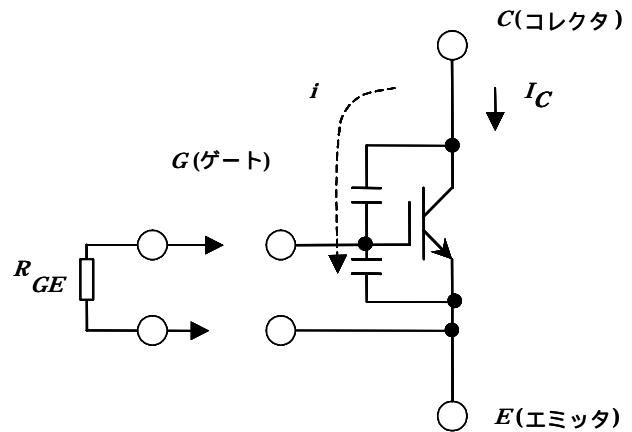


図 3-1 G - E 間オープン状態での IGBT の振る舞い

3 保護回路の設計

IGBT モジュールは、過電流・過電圧といった異常現象により破壊する可能性があります。したがって、そのような異常現象から素子を保護するための保護回路の設計は IGBT モジュールを適用する上で非常に重要です。これら保護回路は、素子の特性を十分に理解した上で、素子の特性に合うように設計することが必要です。保護回路が素子の特性と合っていないと保護回路が付いていても素子が破壊するといったこととなります（たとえば、過電流保護をかける時の遮断時間が長い、スナバ回路のコンデンサ容量が小さくて過大なスパイク電圧が発生する等）。これら過電流・過電圧保護方法は、第 5 章「保護回路の設計方法」に詳しく説明されていますので、そちらをご参照ください。

4 放熱設計

IGBT モジュールには、許容できる最大接合部温度 (T_j) が決められており、この温度以下になるような放熱設計が必要です。放熱設計を行うためには、まず素子の発生損失を算出し、その損失をもとに許容温度以下となるような放熱フィンの選出を行います。放熱設計が十分でない場合、実機運転中等に素子の許容温度を超え破壊するといった問題が発生する可能性があります。この点については第 6 章「放熱設計方法」に詳しい記載がしてありますので、そちらを参照してください。

表 3-2 IGBT モジュールの適用例

	モータ定格 [kW]	インバータ 定格 [kVA]	IGBT モジュール型式		
			N シリーズ	S シリーズ	U シリーズ
220V AC 入力の場合	1.5	3		7MBR30SA060	6MBI20UE-060
	2.2	4		7MBR30SA060	6MBI30UE-060
	3.7	6		7MBR50SA060	6MBI50UF-060
	5.5	9	7MBI75N-060	7MBR75SB060	6MBI75U2A-060
	7.5	13	7MBI100N-060	7MBR100SB060	6MBI100U2A-060
	11	17	2MBI150N-060		2MBI150U2A-060
	15	22			
	18.5	28	2MBI200N-060		2MBI200U2A-060
	22	33			
	30	44	2MBI300N-060	2MBI300S-060	2MBI300U2B-060
37	55			2MBI400U2B-060	
45	67				
440V AC 入力の場合	0.75	2		7MBR10SA120	6MBI10UF-120
	1.5	3		7MBR15SA120	6MBI15UF-120
	2.2	4		7MBR25SA120	6MBI25UF-120
	3.7	6			
	5.5	9	7MBI50N-120	7MBR50SB120	6MBI50UA-120
	7.5	13			
	11	17	2MBI75N-120	6MBI75S-120	6MBI75UB-120
	15	22	2MBI100N-120	6MBI100S-120	6MBI100UB-120
	18.5	28			
	22	33	2MBI150N-120	2MBI150S-120	6MBI150UB-120
	30	44			
	37	55	2MBI200N-120	2MBI200S-120	6MBI225U-120
	45	67	2MBI300N-120	2MBI300S-120	6MBI300U-120
55	84				

5 ドライブ回路の設計

素子の性能を十分に引き出せるかどうかはドライブ回路の設計で決まるといっても過言ではありません。また、保護回路の設計とも密接にかかわりあっています。

ドライブ回路は、素子をターンオンさせるための順バイアス回路と、素子のオフ状態を安定に保つため及びターンオフを速くさせるための逆バイアス回路からなり、それぞれの条件設定により素子の特性が変わってきます。また、ドライブ回路の配線方法によっては素子が誤動作するといった問題もできます。したがって、最適なドライブ回路を設計することは非常に重要であり、注意点などを含め詳しい説明を、第 7 章「ドライブ回路の設計方法」に記載してありますのでそちらを参照してください。

6 並列接続

大容量インバータ等大電流を制御するような用途に IGBT モジュールを適用する場合、素子を並列に接続して使用する場合があります。

素子を並列に接続した場合、並列接続した素子にそれぞれ均等な電流が流れるように設計することが重

要であり、もし電流バランスが崩れた場合、一つの素子に電流集中を起し破壊する可能性があります。
並列接続時の電流バランスは、素子の特性や配線方法等で変わってくるため、例えば、素子の $V_{CE(sat)}$ を合わせる、主回路の配線を均等にするとといった管理、設計が必要になります。この点について第 8 章「並列接続方法」に詳しい注意点が記載されていますので、そちらをご参照ください。

7 実装上の注意事項

IGBT モジュールを実装する場合特に次の事に注意してください。

- 1) ヒートシンクへの取付けは、モジュール裏面にサーマルコンパウンドを塗布し、推奨の締付けトルクにて十分に締付けてください。
また、ヒートシンクは、ネジ取付け位置間で平坦度を 100mm で 100 μm 以下、表面の粗さは 10 μm 以下にしてください。誤った取り扱いをすると絶縁破壊を起し、重大事故に発展する場合があります。
- 2) モジュール電極端子部に過大な応力が加わるような配線は行わないでください。最悪の場合、モジュール内部のはんだ付けされた電気配線などが断線するなどの不具合を起します。
第 4 章に詳細説明がありますのでそちらを参照してください。

8 保管・運搬上の注意事項

8.1 保管

- 1) 半導体デバイスを保管しておく場所の温度は 5 ~ 35 、湿度は 45 ~ 75% が望ましいです。特にモールドタイプのパワートランジスタの場合、非常に乾燥する地域では、加湿器により加湿する必要があります。なお、その際、水道水を使うとそこに含まれる塩素によりデバイスのリードが錆るので、水は純水や沸騰水を用いるようにしてください。
- 2) 腐食性ガスを発生する場所や塵埃の多いところは避けてください。
- 3) 急激な温度変化のある所では、半導体デバイス表面に結露が起こることがあります。このような環境を避けて、温度変化の少ない場所に保管してください。
- 4) 保管状態では、半導体デバイスに外力または荷重がかからないようにしてください。特に積み重ねた状態では思わぬ荷重がかかることがあります。
また、重いものを半導体デバイスの上に載せないでください。
- 5) 半導体デバイスの外部端子は、未加工の状態でも保管してください。端子の加工後に保管すると、錆などの発生によって製品実装時にはんだ付不良となることがあります。
- 6) 半導体デバイスを仮置きなどする時の容器は、静電気を帯びにくいものを選定してください。

8.2 運搬

- 1) 製品の運搬時に衝撃を与えたり、落下させたりしないでください。
- 2) 多数の半導体デバイスを箱に入れて運搬する時は、接触電極面等を傷つけないようにやわらかいスペーサをモジュール相互間に入れてください。

9 その他 実使用上の注意事項

- 1) FWD のみ使用し、IGBT を使用しない時（たとえばチョッパ回路等への適用時）は、使用しない IGBT の G - E 間に - 5V 以上（推奨 - 15V、最大 - 20V）の逆バイアスをかけてください。逆バイアスが不足すると IGBT が FWD の逆回復時の dv/dt によって誤点弧を起こし、破壊する可能性があります。
- 2) ドライブ電圧 (V_{GE}) はモジュールの端子部で測定し、所定の電圧が印加されていることをご確認ください（ドライブ回路端で測定すると駆動回路終端に使用するトランジスタ等の電圧ドロップの影響を受けない電圧になりますので、IGBT に所定の V_{GE} が印加されていなくてもその不具合に気がつかず、素子破壊に至るといった可能性があります）。
- 3) ターンオン・ターンオフ時のサージ電圧等の測定は製品の端子部で測定してください。
- 4) 腐食性ガスを発生する場所での使用は避けてください。
- 5) 製品の絶対最大定格（電圧、電流、温度等）の範囲内で御使用ください。絶対最大定格を超えて使用すると、製品が破壊する場合があります。特に、 V_{CES} を超えた電圧が印加された場合、アバランシェを起こして素子破壊する場合があります。 V_{CE} は必ず絶対定格の範囲内でご使用ください。
- 6) 万一の不慮の事故で素子が破壊した場合を考慮し、商用電源と半導体デバイス間に適切な容量のヒューズまたはブレーカを必ず付けて 2 次破壊を防いでください。
- 7) 製品の使用環境を十分に把握し、製品の信頼性寿命が満足できるか検討の上、適用してください。製品の信頼性寿命を超えて使用した場合、装置の目標寿命より前に素子が破壊する場合があります。
- 8) 本製品はパワーサイクル寿命以下で使用ください。
- 9) 酸・有機物・腐食性ガス（硫化水素、亜硫酸ガス等）を含む環境下で使用された場合、製品機能・外観などの保証はいたしかねます。
- 10) 主端子および制御端子に応力を与えて変形させないでください。端子の変形により、接触不良などを引き起こす場合があります。
- 11) 本製品に使用する端子用のネジの長さは、外形図に従い正しく選定してください。ネジが長いとケースが破損する場合があります。
- 12) 製品を装置に実装する際に、主端子や制御端子に過大な応力を与えないでください。端子構造が破壊する可能性があります。
- 13) 逆バイアスゲート電圧 V_{GE} が不足しますと誤点弧を起こす可能性があります。誤点弧を起こさないために - V_{GE} は十分な値で設定してください（推奨 - 15V）。
- 14) ターンオン dv/dt が高いと対向アームの IGBT が誤点弧を起こす可能性があります。誤点弧を起こさないための最適なゲートドライブ条件（+ V_{GE} 、- V_{GE} 、 R_G 等）でご使用ください。

ご 注 意

- このカタログの内容(製品の仕様、特性、データ、材料、構造など)は2004年2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。このカタログ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。
- 本カタログ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、本カタログによって工業所有権、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。
- 富士電機デバイステクノロジー(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。
富士電機の半導体製品の故障が、結果として人身事故、火災等による財産に対する損害や、社会的な損害を起こ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。
- 本カタログ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電子機器や電気機器に使用されることを意図して造られています。
・コンピュータ ・OA 機器 ・通信機器(端末) ・計測機器 ・工作機械
・オーディオビジュアル機器 ・家庭用電気製品 ・パーソナル機器 ・産業用ロボット など
- 本カタログに記載の製品を、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、事前に富士電機デバイステクノロジー(株)へ必ず連絡の上、了解を得てください。このカタログ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の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
・ガス漏れ検知及び遮断機 ・防災/防犯装置 ・安全確保のための各種装置
- 極めて高い信頼性を要求される下記のような機器には、本カタログ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
- 本カタログ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。
- このカタログ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デバイステクノロジー(株)または、その販売店へ質問してください。
本注意書きの指示に従わないために生じたいかなる損害も富士電機デバイステクノロジー(株)とその販売店は責任を負うものではありません。