

mitsubishi

**Lシリーズ IPM
アプリケーション ノート**

目次

1. Lシリーズ IPMのコンセプト
2. 形名とロットナンバーの読み方
3. 交流モーター制御への応用 インバータ定格対応表
4. 形名選定と熱設計
5. 制御側インターフェイス
 - 周辺回路と端子構造
 - フォトカプラ
 - 制御端子
6. 制御電源
7. フォールト(Fo)信号
 - 種類 SC/OT/UV
 - Fo出力時の処理
 - 出力条件とタイミングチャート
8. IPMと放熱フィンの平面度
9. その他の注意事項
10. 付録
 - システム接続図
 - 内部構造&ブロック図

Lシリーズ IPMのコンセプト

1. Lシリーズ IPMのコンセプト

■ IPMのメリット

IPMは、三菱電機が最初に開発・量産して以来、その有用性を認めていただきパワーデバイスの1分野を占めるようになり、さらに複数のメーカーから同様のコンセプトの製品が表れるまでに成長しています。

このアプリケーションで紹介するLシリーズIPMのメリットを以下に示します。

LシリーズIPMは、パワーチップに低損失IGBTを搭載し、かつノイズ発生ノイズの低減を図り、高性能および環境への配慮の両立を実現しました。また、同シリーズIPM 600V/1200V品パッケージの共有により、装置の小型化に貢献します。

CSTBT™採用により、低損失化を実現しました。

ノイズ発生に影響を及ぼさず出力電流の小電流領域でスイッチング速度を遅くし、放射ノイズの低減を図る機能をIPMに搭載。これにより、ノイズフィルタが軽減でき、装置の小型化や高機能化が可能。

小型・新パッケージ

- 1 50～150A/600V・25～75A/1200Vは、新たに小型パッケージを開発。～75A品までは、主端子はネジ端子品のほか、省スペース化に貢献するピン端子品も一部ラインナップ。
- 2 450～600A/600V, 200～450A/1200Vは、この容量クラスで初めて6素子入り小型パッケージを開発。
- 3 200～300A/600V, 100～150A/1200Vは、新パッケージを開発しながらも、従来S-DASHシリーズとピンコンパチを実現。

低損失

- 1 第5世代1 μ ルールIGBTチップを採用しているため、低損失です。
放熱フィンやファン容量を小型化できます。

開発工程を短縮

- 2 IGBTゲート駆動回路を内蔵しています。
制御電源は+15Vのみ(逆バイアス電源不要)なので、周辺回路を容易に設計できます。
制御回路のCMOS化を実現。制御回路による損失電力を低減。
- 3 異常検出と保護回路(短絡電流・過熱・制御電源電圧)を内蔵しています。
このため、従来のように設計>>試作>>評価>>再設計のループを何回も繰り返す作業を削減します。

静電気対策不要

- 4 バイポーラTTLと同等に取り扱うことができます。IGBTモジュールに対する対策は不要です。
注) すべての静電対策が不要という事ではなく、バイポーラロジックIC(TTL等)と同等の取り扱いでよいということです。

共通の入力インターフェイス

- 5 制御入力・F_o出力の回路は、共通の定数で設計できます。
ラインアップ共通の制御入力端子レイアウトです。
パッケージの共用化を図り、装置の構造設計を簡易にしています。

信頼性向上

- 6 保護回路を内蔵しているため、従来に比して過負荷や誤動作による破壊を低減します。
サービス・補修コストも低減させられます。

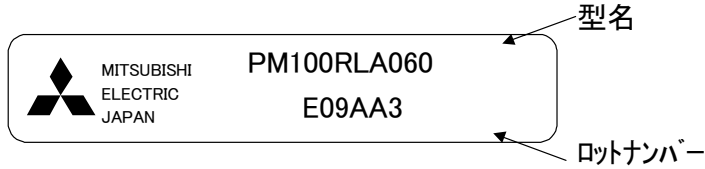
IPMを開発するには、IGBTチップだけでなくパッケージおよび回路・ICの各分野の技術を要します。

それらを総合して、より壊れにくく使いやすいデバイスを目指して製品化をしていますが、更に信頼性を向上できるように、および最適な型名を選定するために、IPMの注意事項と動作の詳細をここに記します。

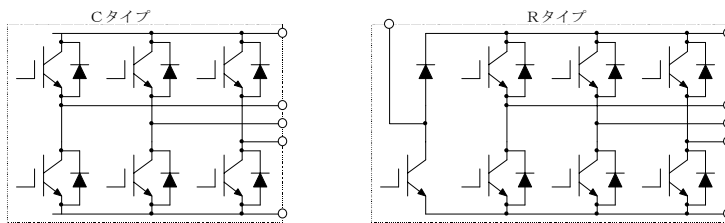
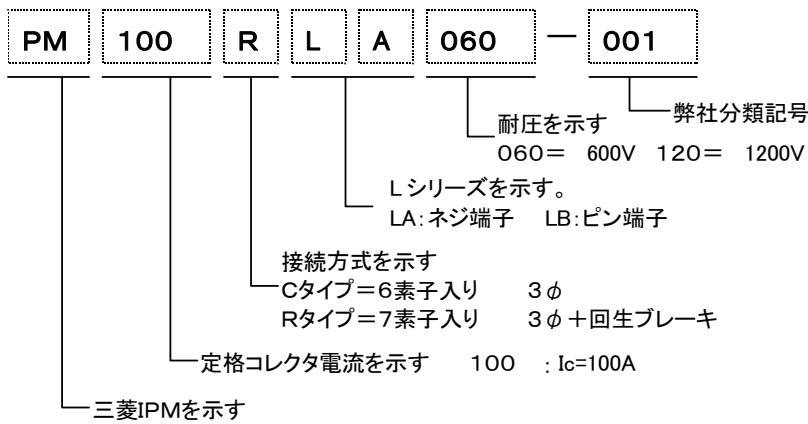
形名とロットナンバーの読み方

2. 形名とロットナンバーの読み方

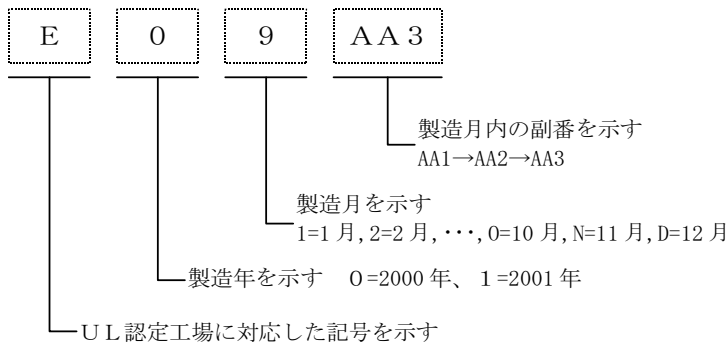
ラベル例)



形名例)



ロットナンバー例)



交流モータ制御への応用

3. 交流モータ制御への応用

■ AC 220V電源

適用モータ 定格(kW)	定格電流 100%Arms	LシリーズIPM 対応 形名	整流ダイオード 対応 形名
3.7	17	PM 50RLA/RLB060 PM 50CLA/CLB060	RM20TPM-H
5.5	23	PM 75RLA/RLB060 PM 75CLA/CLB060	RM30TPM-H
7.5	33	PM 75RLA/RLB060 PM 75CLA/CLB060	RM30TPM-H
11	46	PM100RLA060 PM100CLA060	RM30TPM-H
15	61	PM150RLA060 PM150CLA060	RM75TPM-H
18.5	75	PM150RLA060 PM150CLA060	RM75TPM-H
22	90	PM200RLA060 PM200CLA060	RM100DZ-H RM75TPM-H
30	115	PM300RLA060 PM300CLA060	RM100DZ-H
37	145	PM450CLA060	RM150DZ-H×3
45	180	PM450CLA060	RM150DZ-H×3
55	215	PM600CLA060	RM150DZ-H×3

■ AC 440V電源

適用モータ 定格(kW)	定格電流 100%Arms	LシリーズIPM 対応 形名	整流ダイオード 対応 形名
5.5	12	PM25RLA/RLB120 PM25CLA/CLB120	RM20TPM-2H
7.5	17	PM50RLA/RLB120 PM50CLA/CLB120	RM20TPM-2H
11	23	PM75RLA/RLB120 PM75CLA/CLB120	RM30DZ -2H×3 RM75TPM-2H
15	31	PM75RLA/RLB120 PM75CLA/CLB120	RM30DZ -2H×3 RM75TPM-2H
18.5	37	PM100RLA120 PM100CLA120	RM30DZ -2H×3 RM75TPM-2H
22	43	PM100RLA120 PM100CLA120	RM30DZ -2H×3 RM75TPM-2H
30	57	PM150RLA120 PM150CLA120	RM60DZ -2H×3
37	71	PM200CLA120	RM60DZ -2H×3
45	90	PM200CLA120	RM100DZ -2H×3
55	110	PM300CLA120	RM150DZ -2H×3
75	144	PM450CLA120	RM150DZ -2H×3

注)VVVF方式の汎用インバータが、最大でその定格の150%負荷で動作するときを想定して、IPMを選定しています。(10%の電流リップルを含む)

$$I(150\%peak) = I(100\%rms) \times 1.1(10\%ripple) \times \sqrt{2} \times 1.5(150\%)$$

この対応表は、環境温度や寿命などの仕様を考慮していません。

4. 形名選定と熱設計

■ 破壊モード

IPMは電流をスイッチングするパワーデバイスですので、取り扱い・制御方法によっては破壊する可能性があります。ここで破壊は、①短時間で起こるものと、②製品寿命によるものとに区分できます。

①短時間破壊は、素子の定格を超える条件で使用したときに起こります。

- 例： 耐圧破壊＝定格以上の電圧(サージ電圧を含む)印加。
熱破壊＝ $T_j > 150^\circ\text{C}$ になるような損失。

②寿命は、モジュールを構成する材料の特性劣化によって引き起こされます。

例： ワイヤボンド部剥離、チップ固定部(ハンダ層)の亀裂
金属は、その物性固有の熱膨張係数を持っています。従って、パワーデバイスを動作させるとその内部に使用している材料の温度が上昇・下降するので、異なる種類の金属間には熱膨張・収縮による応力が働いて(繰り返されて)金属疲労が発生し、その接合面の剥離・亀裂が進行します。
この接合面の断線などによる破壊までの時間が、寿命として定義できます。

この温度振幅 ΔT_j と寿命(繰り返し回数)には相関があり「パワーサイクルカーブ」を持っています。

注)この ΔT_j は発熱前後の温度振幅ですので、放熱フィンの変化を含む環境温度からの変化 ΔT_{j-a} と見なすことができます。

■ 熱設計の考え方

そこでIPMを適用して製品設計する際は、最大温度 T_j と温度振幅 ΔT_j の2点を考慮します。

言換えると T_j が最大定格を越えないように、また ΔT_j が要求寿命を満たすような範囲に入るように熱設計を行います。

手順は、

- ① 応用製品(エレベータ、ロボット、UPS、エアコン等)の仕様中の製品寿命から、パワーサイクルを導く。
- ② パワーサイクルカーブから、そのサイクル数に対応する ΔT_j を算出。
- ③ 使用条件から損失を算出し、IPM・放熱フィンの熱抵抗を乗算して、 T_j と ΔT_j を算出する。
- ④ それらの値が範囲内であること(=可否)を確認する。

です。

放熱モデルは、図のようになります。総合損失はスイッチング波形とスペックからシミュレーションで推定し、熱抵抗はスペック値を使用、ケース温度は装置で実測して求めて、 T_j 温度を算出します。

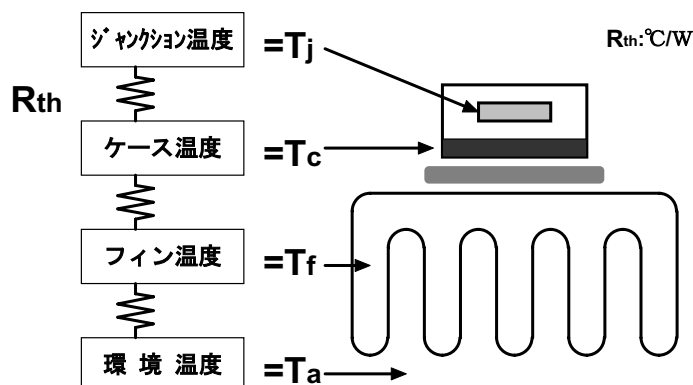
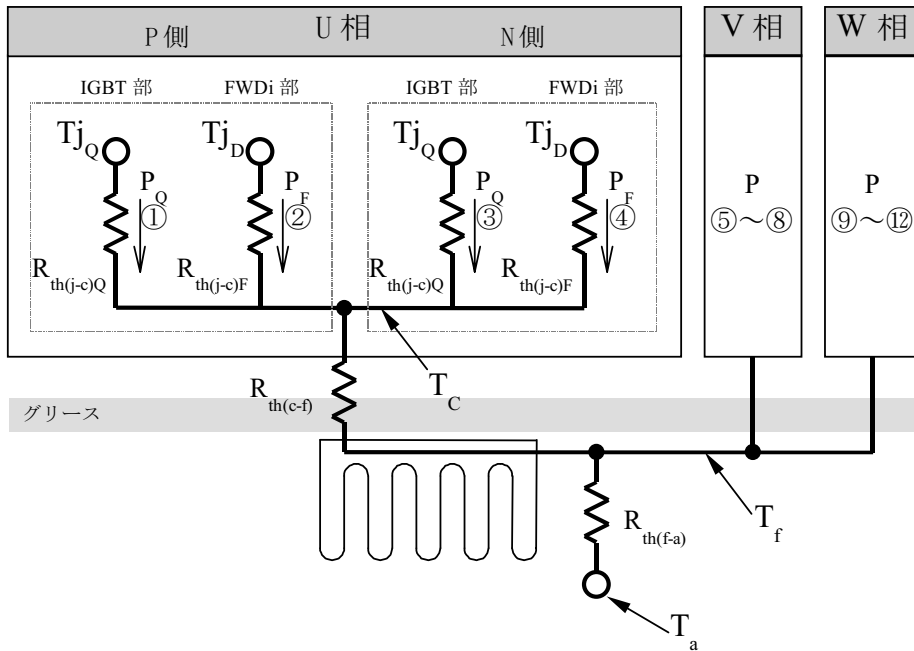


図 熱抵抗モデル

1パッケージに複数のパワーデバイスがある場合も同様です。



6pack(6素子入り=IGBT×6+FWDi×6)を1個使用した例は、

$$\text{IGBTの } T_{jQ} = T_c + P_{Q(AV)} \times R_{th(j-c)Q}$$

$$\text{FWDiの } T_{jD} = T_c + P_{F(AV)} \times R_{th(j-c)F}$$

$$\begin{aligned} T_c &= T_f + (P_1 + P_2 + \dots + P_{12}) \times R_{th(c-f)} \\ &= T_f + (P_{Q(AV)} + P_{F(AV)}) \times C \times R_{th(c-f)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_f &= T_a + (P_1 + P_2 + \dots + P_{12}) \times R_{th(f-a)} \\ &= T_a + (P_{Q(AV)} + P_{F(AV)}) \times C \times R_{th(f-a)} \end{aligned}$$

Ta: 周囲温度

C: 素子数=6

P_{Q(AV)}: IGBT部の平均ロス

P_{F(AV)}: FWDi部の平均ロス

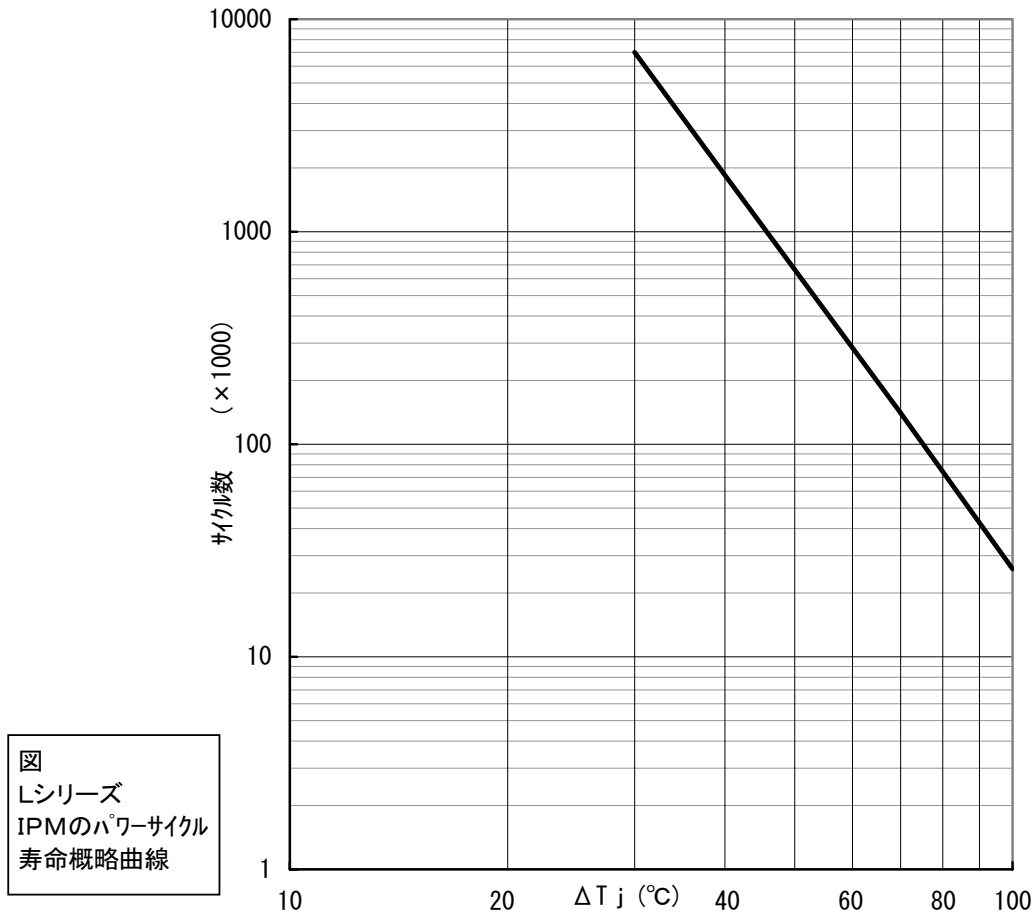
R_{th(f-a)}: フィン環境の熱抵抗

R_{th(c-f)}: ケースーフィン熱抵抗

R_{th(j-c)}: ジャンクションーケース熱抵抗

として導きます。

■ パワーサイクルカーブ



注記) 弊社が提示するパワーサイクルカーブと個々の仕様を持つ応用装置でのデバイスの寿命とは、一意に対応するものではありません。弊社のパワーサイクルカーブは、寿命を計る目安として活用してください。この曲線は概略図です。正式には弊品質保証部門にお問い合わせ下さい。

■ IPM型名と適用インバータ・モータとの対応基準

弊社では、対応するインバータ定格のモーターを接続して100%定格の電流負荷で運転させたときに、 $\Delta T_{j-c} = 20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ になるように、IPMを設計しています。

注) ΔT_{j-c} は T_c でのケース温度から T_j までの変化幅

■ 冷却系を最適に設計される場合、またはチップの温度を厳密に見積もる場合には、IPM内部のIGBT/FWDiチップ直下で測定する必要があります。

但し、チップ直下の温度および熱抵抗を測定される場合には、放熱フィンのそり、グリースの材質・厚み等に注意してください。測定値は大きくこれらに影響されます。

熱抵抗の測定位置(T_c ポイント/チップ直下)について

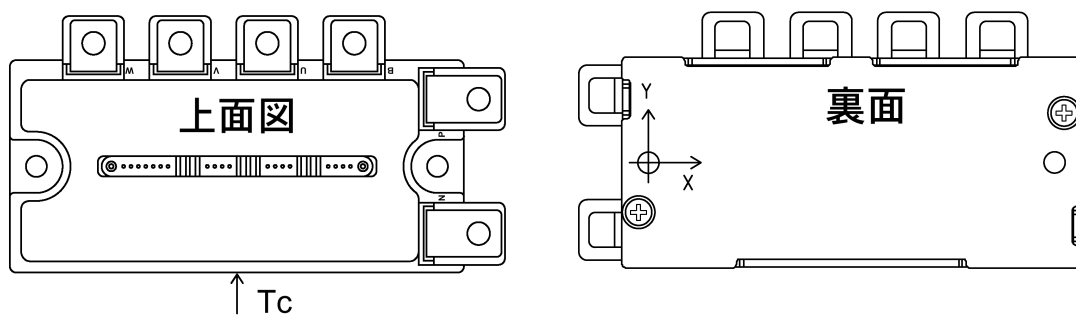
下図の温度測定例が示すように、一般的なアルミ放熱フィン+空冷のシステムでインバータ動作させると、モジュール底面・側面の各部とフィン温度は、その測定位置に応じて異なった値になります。

即ち、熱抵抗値はその定義位置毎に異なります。

※温度測定は、定義位置で実施しないとジャンクション温度 T_j の推定が行えません。

容易に測定可能なIPM側面 T_c での熱抵抗と、より正確に T_j を検出できるチップ直下での熱抵抗を示します。 T_j 温度を厳密に見積もろうとする場合には、チップ直下の温度とその熱抵抗値を使用してください。

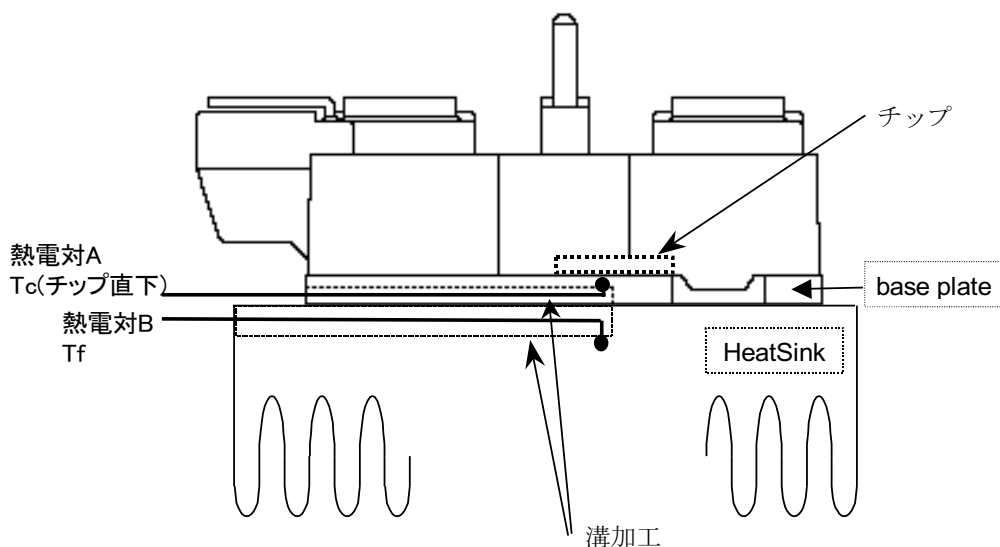
又、単相インバータなどで全素子を使用しない場合(例えば4素子のみ)は、ベース板側面 T_c 測定点は適用できません。ケース温度は、チップ直下を測定し、チップ直下の熱抵抗値を使用願います。



T_c 測定点(ベース板側面中央、深さ3mm)

尚、 $R_{th(c-f)}$ の定義は、チップ直下のベース板を T_c 定義ポイントとし、フィン温度(T_f)は T_c 測定点の放熱フィン側温度として測定するものです。IPMの裏面ベース板、放熱フィンそれぞれに溝加工を施し、熱電対を這わします。熱電対の先端は、センターポンチ等で金属部分にかしめて固定します。

T_f 測定点詳細:



熱抵抗
600V品

Lシリーズ*	インバータ				ブレーキ ※RLA/RLBのみ				接触熱抵抗 モジュール直下
	モジュール側面		チップ直下		モジュール側面		チップ直下		
IPM形名	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')	ケース-フィン間 Rth(c-f)
PM50RLA/RLB060 PM50CLA/CLB060	1.24	2.09	0.95	1.61	1.57	2.85	1.21	2.19	0.038
PM75RLA/RLB060 PM75CLA/CLB060	0.42	0.69	0.32	0.53	0.55	0.92	0.42	0.71	0.038
PM100RLA060 PM100CLA060	0.35	0.56	0.27	0.43	0.55	0.92	0.42	0.71	0.038
PM150RLA060 PM150CLA060	0.26	0.43	0.20	0.33	0.42	0.69	0.32	0.53	0.038
PM200RLA060 PM200CLA060	0.21	0.31	0.16	0.25	0.36	0.57	0.28	0.44	0.023
PM300RLA060 PM300CLA060	0.16	0.25	0.12	0.19	0.27	0.44	0.21	0.34	0.023
PM450CLA060	—*	—*	0.12	0.19	—	—	—	—	0.014
PM600CLA060	—*	—*	0.07	0.11	—	—	—	—	0.014

1200V品

Lシリーズ*	インバータ				ブレーキ ※RLA/RLBのみ				接触熱抵抗 モジュール直下
	モジュール側面		チップ直下		モジュール側面		チップ直下		
IPM形名	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')	IPM形名	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)Q	FWDiチップ 接合-ケース間 Rth(j-c)	IGBTチップ 接合-ケース間 Rth(j-c')Q	ケース-フィン間 Rth(c-f)
PM25RLA/RLB120 PM25CLA/CLB120	1.08	1.77	0.83	1.36	1.25	2.37	0.96	1.82	0.038
PM50RLA/RLB120 PM50CLA/CLB120	0.34	0.51	0.26	0.39	0.47	0.78	0.36	0.60	0.038
PM75RLA/RLB120 PM75CLA/CLB120	0.27	0.39	0.21	0.30	0.36	0.59	0.28	0.45	0.038
PM100RLA120 PM100CLA120	0.21	0.34	0.16	0.26	0.34	0.52	0.26	0.40	0.023
PM150RLA120 PM150CLA120	0.16	0.26	0.12	0.20	0.27	0.40	0.21	0.31	0.023
PM200CLA120	—*	—*	0.12	0.20	—	—	—	—	0.014
PM300CLA120	—*	—*	0.08	0.13	—	—	—	—	0.014
PM450CLA120	—*	—*	0.05	0.09	—	—	—	—	0.014

*: パッケージが大きく、チップからの距離が遠くなりますので、モジュール側面での熱抵抗は定義していません。

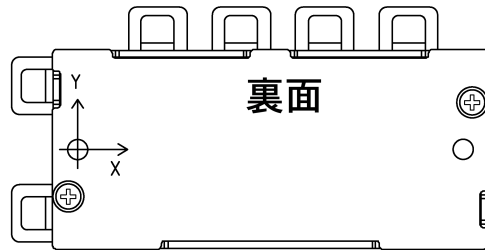
チップ位置(その1)

600V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN		Br ※RLA/RLBのみ	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM50RLA/RLB060	X	29.0	29.5	64.6	65.1	85.9	86.4	38.1	37.6	54.8	55.3	76.1	75.6	18.3	22.4
PM50CLA/CLB060	Y	-7.3	1.6	-7.3	2.1	-7.3	2.1	5.3	-4.6	5.3	-4.6	5.3	-4.6	-7.4	7.0
PM75RLA/RLB060	X	28.7	28.7	65.2	65.2	85.3	85.3	38.0	38.0	55.4	55.4	75.5	75.5	19.0	23.0
PM75CLA/CLB060	Y	-6.6	0.8	-6.6	2.5	-6.6	2.5	4.6	-4.5	4.6	-4.5	4.6	-4.5	-7.3	6.6
PM100RLA060	X	28.3	28.0	65.0	65.2	87.0	87.2	39.3	39.5	54.0	53.7	76.0	75.7	17.5	18.7
PM100CLA060	Y	-8.5	1.7	-8.5	1.7	8.5	1.7	6.5	-5.2	6.5	-5.2	6.5	-5.2	-10.4	4.0
PM150RLA060	X	28.3	28.3	65.0	65.0	87.0	87.0	39.3	39.3	54.0	54.0	76.0	76.0	18.1	18.1
PM150CLA060	Y	-7.7	2.4	-7.7	2.4	-7.7	2.4	5.7	-4.4	5.7	-4.4	5.7	-4.4	-10.5	4.0

1200V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN		Br ※RLA/RLBのみ	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM25RLA/RLB120	X	29.0	29.3	65.0	65.5	85.6	85.9	37.8	37.5	55.2	55.7	75.8	75.3	19.0	22.3
PM25CLA/CLB120	Y	-7.1	1.5	-7.1	2.0	-7.1	2.0	5.1	-4.5	5.1	-4.5	5.1	-4.5	-7.3	6.6
PM50RLA/RLB120	X	28.3	28.4	65.0	64.9	87.0	86.9	39.3	39.2	54.0	54.1	76.0	76.1	17.9	19.3
PM50CLA/CLB120	Y	-7.7	1.5	-7.7	1.5	-7.7	1.5	5.7	-3.5	5.7	-3.5	5.7	-3.5	-10.5	4.3
PM75RLA/RLB120	X	28.3	28.3	65.0	65.0	87.0	87.0	39.3	39.3	54.0	54.0	76.0	76.0	18.1	18.0
PM75CLA/CLB120	Y	-8.2	2.0	-8.2	2.0	-8.2	2.0	6.2	-4.0	6.2	-4.0	6.2	-4.0	-10.1	5.6



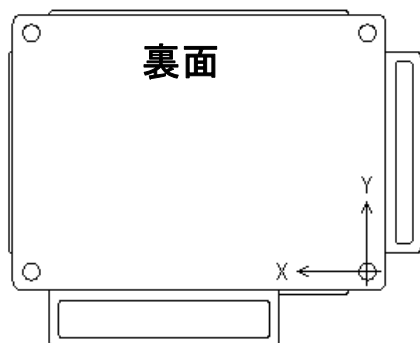
チップ位置(その2)

600V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN		Br ※RLAのみ	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM200RLA060	X	23.7	23.0	57.2	56.5	87.7	86.5	37.7	38.0	70.2	71.5	100.7	101.5	11.0	7.7
PM200CLA060	Y	56.7	43.7	56.7	43.7	56.7	43.7	28.7	41.8	28.7	41.8	28.7	41.8	26.7	60.9
PM300RLA060	X	23.0	23.0	57.5	56.5	87.5	86.5	37.0	38.0	70.5	71.5	100.5	101.5	11.0	8.0
PM300CLA060	Y	56.3	42.7	56.3	42.7	56.3	42.7	29.1	42.7	29.1	42.7	29.1	42.7	27.1	60.7

1200V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN		Br ※RLAのみ	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM100RLA120	X	23.7	23.0	57.2	56.5	87.7	86.5	37.7	38.0	70.2	71.5	100.7	101.5	10.8	7.2
PM100CLA120	Y	56.7	43.4	56.7	43.4	56.7	43.4	28.7	42.0	28.7	42.0	28.7	42.0	26.9	60.6
PM150RLA120	X	23.0	23.0	57.5	56.5	87.5	86.5	37.0	38.0	70.5	71.5	100.5	101.5	11.0	8.0
PM150CLA120	Y	56.3	43.1	56.3	43.1	56.3	43.1	29.1	42.4	29.1	42.4	29.1	42.4	26.8	61.0



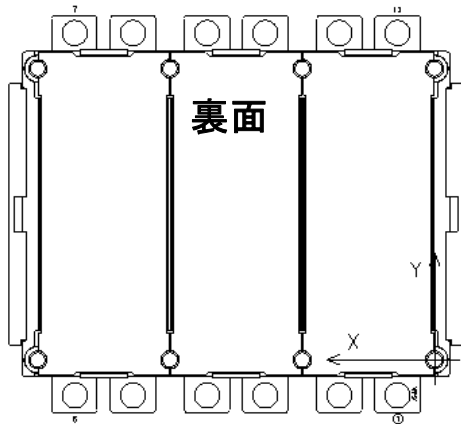
チップ位置(その3)

600V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM450CLA060	X	26.5	23.9	76.5	73.9	126.5	123.9	23.4	26.0	73.4	76.0	123.4	126.0
	Y	85.5	70.5	85.5	70.5	85.5	70.5	24.5	39.5	24.5	39.5	24.5	39.5
PM600CLA060	X	30.5	20.4	80.5	70.4	130.5	120.4	19.4	29.6	69.4	79.6	119.4	129.6
	Y	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2

1200V品

IPM形名		UP		VP		WP		UN		VN		WN	
		IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI	IGBT	FWDI
PM200CLA120	X	26.5	23.6	76.5	73.6	126.5	123.6	23.4	26.4	73.4	76.4	123.4	126.4
	Y	85.5	70.5	85.5	70.5	85.5	70.5	24.5	39.5	24.5	39.5	24.5	39.5
PM300CLA120	X	30.1	19.2	80.1	69.2	130.1	119.2	19.8	30.7	69.8	80.7	119.8	130.7
	Y	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6
PM450CLA120	X	30.1	19.2	80.1	69.2	130.1	119.2	19.8	30.7	69.8	80.7	119.8	130.7
	Y	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2



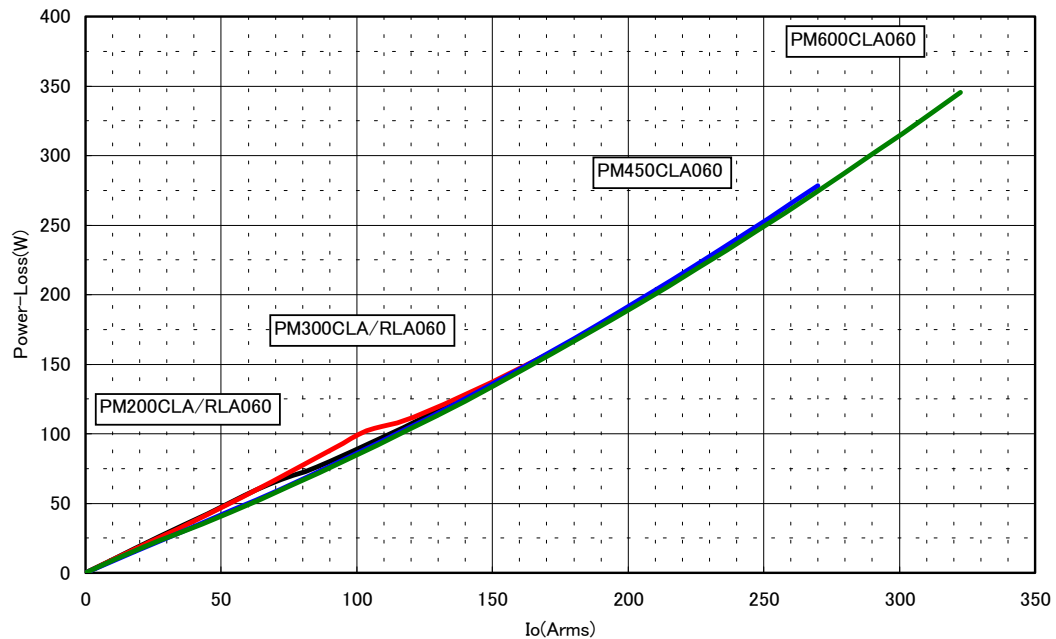
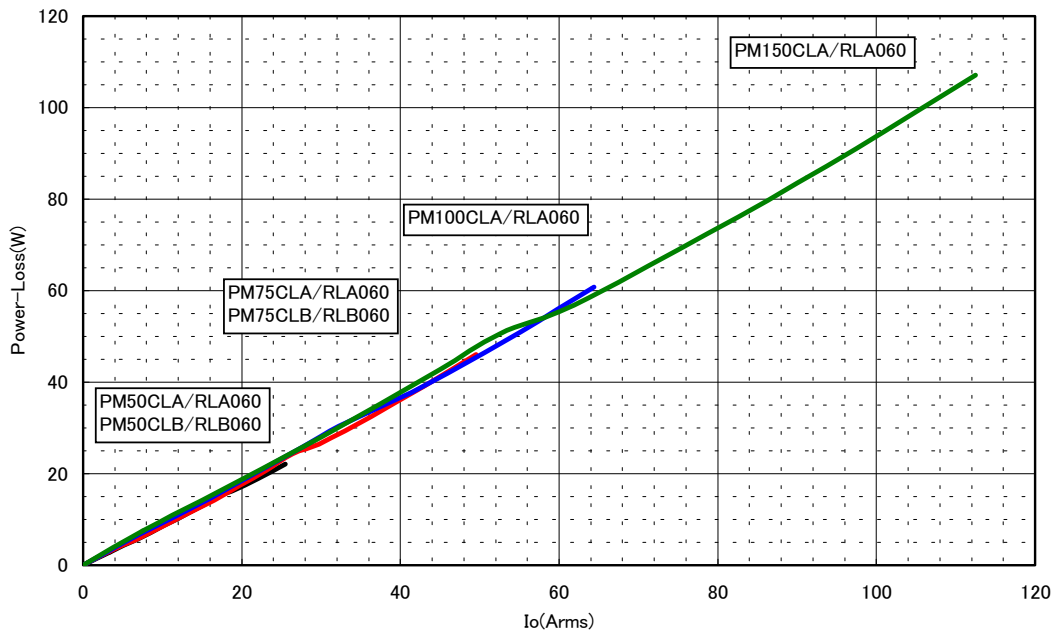
損失を見積もるための参考資料として、弊社で算出したパワーロスシミュレーションカーブを示します。

三菱電機半導体のホームページでも、損失計算シミュレーションが可能です。ダウンロードしてご使用ください。
<< http://www.semicon.melco.co.jp/products/software_download/index.html >>

これは、VVVF-PWMモード平均損失例です。

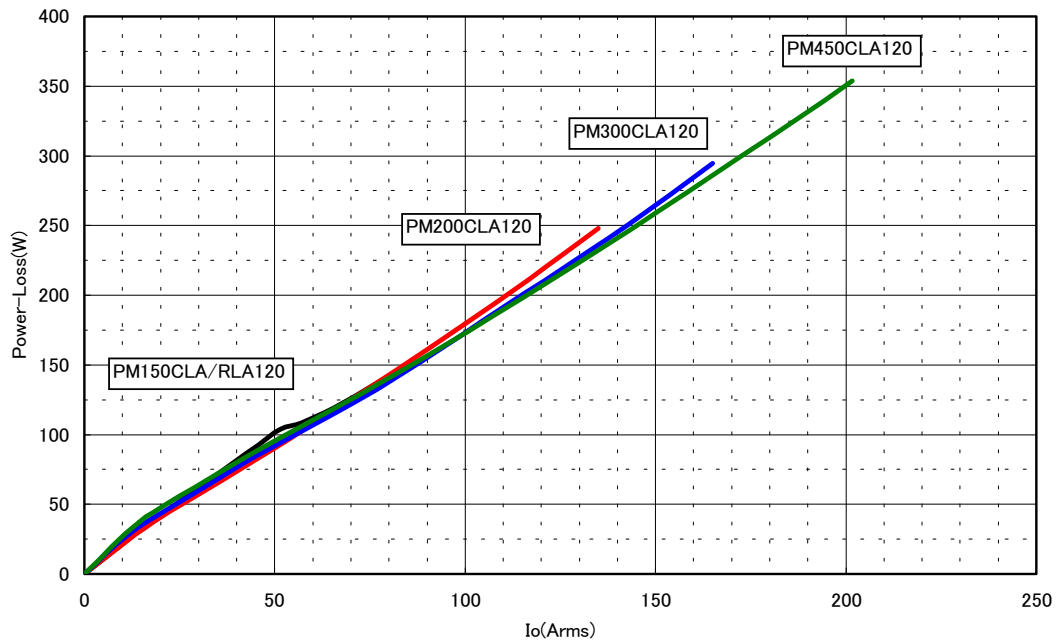
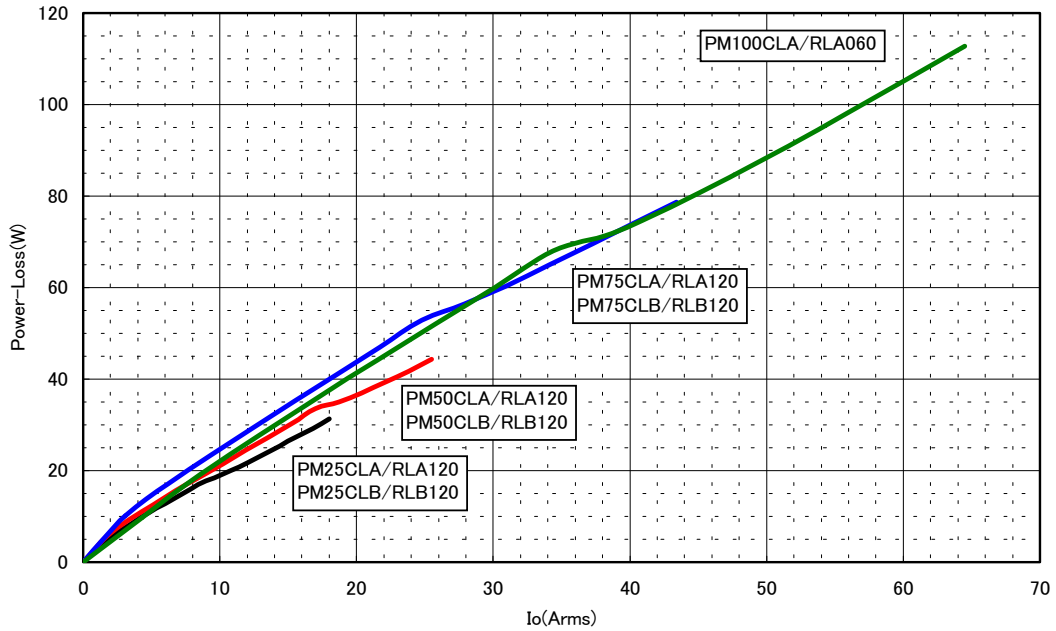
1) 600V系

条件: VCC=300V, VD=15V, Tj=125°C, PF=0.8, fc=10kHz, IGBT1アーム当たりの損失。



2) 1200V系

条件: VCC=600V, VD=15V, Tj=125°C, PF=0.8, fc=10kHz, IGBT1アーム当たりの損失。



制御側インターフェイス

5. 制御側インターフェイス

周辺回路と端子構造

■ IPMIに接続するインターフェイス (I/F)の回路と定数
IPMとシステム制御側(CPU)との接続に必要な部品は、
各相の入力端子部に

- ①高速フォトカプラ
- ②プルアップ抵抗
- ③コンデンサ(リップル除去用セラミックタイプ & 電源安定化用電解タイプ)

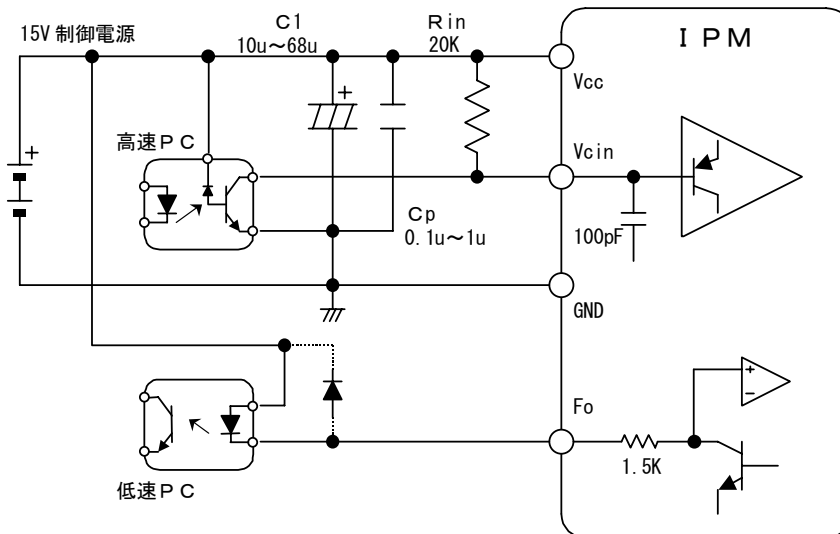
エラー信号(Fo)端子に
制御電源は

- ④低速フォトカプラ (直接接続できます)
 - ⑤相互に絶縁された+15Vの安定化電源(4~6系統) です。
- IGBTモジュールに必要な逆バイアス用のマイナス電源は不要です。

定数例

記号	名称	推奨定数	注記
Rin	プルアップ抵抗	20KΩ	ブレーキ端子を含む全端子共通
		4.7KΩ	ブレーキ端子Br(低速フォトカプラ使用時)
C1	平滑コンデンサ	10~68μF以上	IGBTゲートへの充放電電流、dv/dt電流
Cp	バイパスコンデンサ	0.1~1μF以上	を吸収できること
PC	フォトカプラ	高CMR、CTR	HPL4504など

■ インターフェイス 回路と内部構造図例



■ 制御入力端子

この制御入力端子に電圧を与えることで、内部IGBTのオン/オフスイッチングを制御します。

制御信号はIGBTチップのゲートを直接ドライブしていないので、制御入力電圧をオン(オフ)しきい電圧以下(以上)で微調整しても、またプルアップ抵抗値を変更しても、IGBTのスイッチング特性・DC特性は変化しません。このようにIPMとの関係だけから捉えると、しきい電圧を満たしているならば、プルアップ抵抗値は任意に設定可能です。

但しプルアップ抵抗値を小さくすると、フォトカプラの1次・2次電流は増加させなければならず、その寿命に悪影響を与えます。また伝達遅延も悪化します。そこで、フォトカプラのCTR・経時特性を考慮して、上記値を提案しています。

ノイズ誤動作対策などのためにプルアップ抵抗値を小さくすることは可能です。その場合は、寿命を含むフォトカプラ特性とその1次・2次電流(=プルアップ抵抗値)との関係を、フォトカプラメーカーにお問い合わせ・確認された後で設定してください。

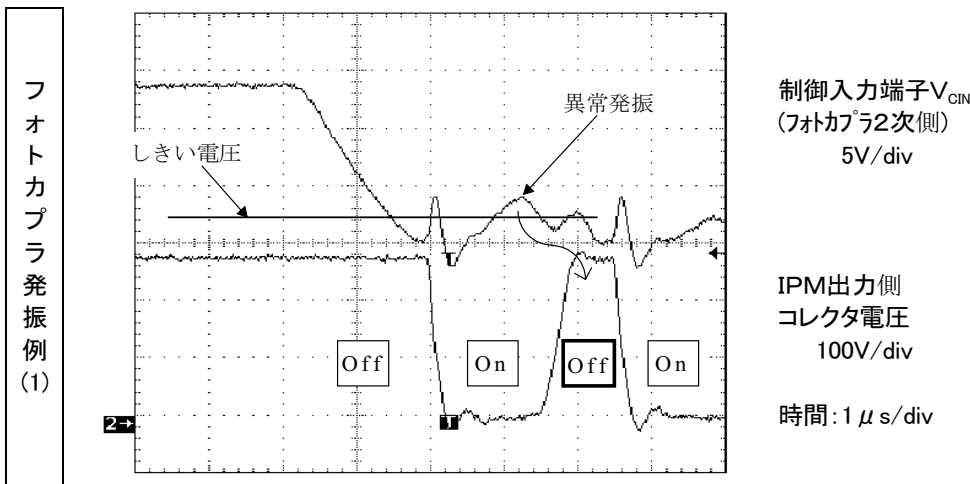
制御側インターフェイス

制御入力端子の内部はコンパレータに接続されていて、ハイインピーダンスになっています。オフ時はフォトカプラの出力インピーダンスも高くなっていますので、周辺回路を接続したときの全体のインピーダンスはプルアップ抵抗(=20kΩ)に近い値です。

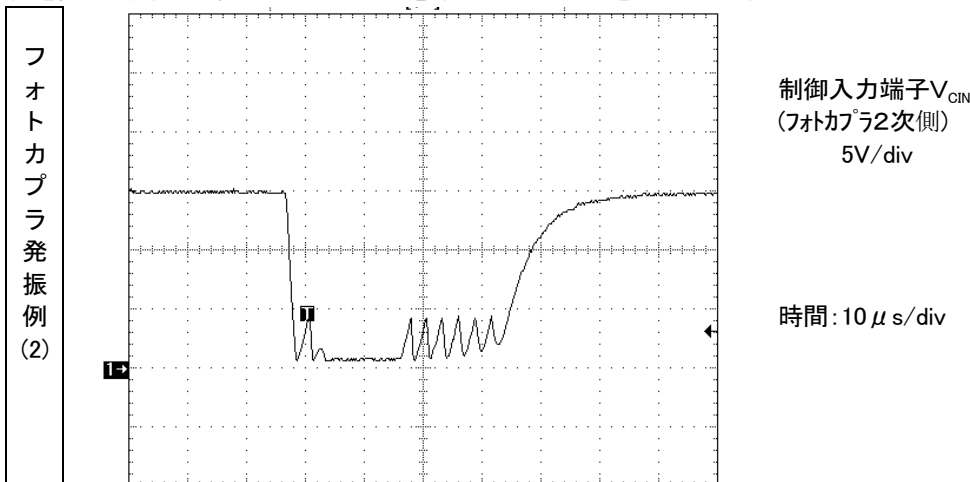
なお、この端子には、ノイズ除去のためにパスコンデンサ(100pF)を内蔵しています。

パターンの引き回し・モーターの種類等によっては、制御信号パターンにSW電源からのノイズ・自己ノ反対アームからのスイッチングノイズ(特にターンオフ時)が現れて、IPMは、これらの誤信号でオンして短絡・保護停止することがあります。そこで、外来ノイズで不用意にオフ→オン誤動作しないように、フォトカプラの出力端子とIPMの制御入力端子間のパターンレイアウトに注意してください。フォトカブラ1次側の配線と2次側の配線を交差させないなどの工夫が必要です。パターンは回りこまないよう最短(2~3cm以下)とし、その電流ループ内に磁界が横切らないようにしてください。更に、フォトカブラの電源-GND間に周波数特性の良いコンデンサを付けてください。

パターンレイアウトによっては、以下のようにリングングすることがあります。この場合は正常時と比して出力電流は見かけ上それほど変化しませんが、IPMのスイッチングロスはそのリングング回数に比例して増加しますので、熱破壊にいたることになります。設計時に確認が必要です。



以下の例では、オンの直後とオフの直後の両方に発振が起きています(=誤オン/オフ)。特にオフ直後の発振がデッドタイム以上続くと反対アームがオンになる期間と重なりますので、上下同時オンになりアーム短絡が発生します。IPMは保護回路が動作して F_o 出力します。この現象は無負荷でも起きることがあり、IPM側の誤動作と混乱しやすく、原因究明に時間を要します。対策はフォトカブラの電源インピーダンスを下げる、及びIPM対応のフォトカブラ使用が効果的です。



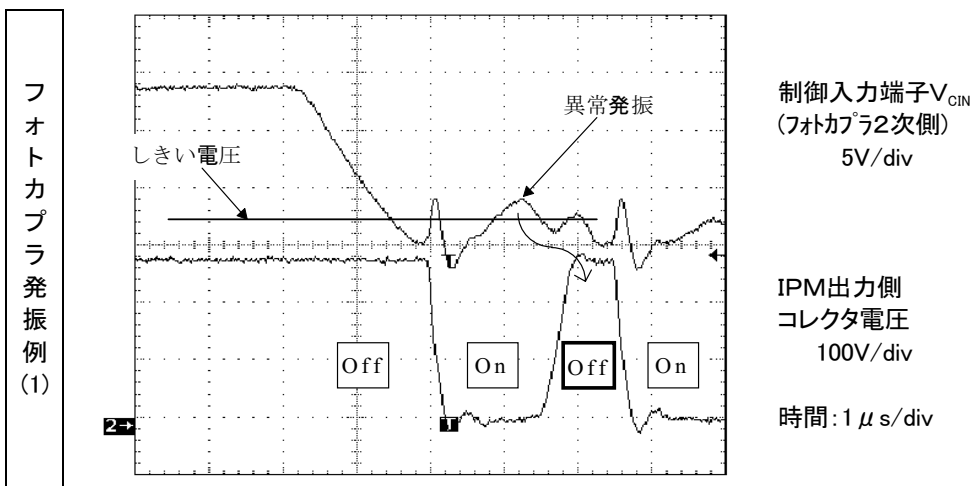
制御側インターフェイス

制御入力端子の内部はコンパレータに接続されていて、ハイインピーダンスになっています。オフ時はフォトカプラの出力インピーダンスも高くなっていますので、周辺回路を接続したときの全体のインピーダンスはプルアップ抵抗(=20kΩ)に近い値です。

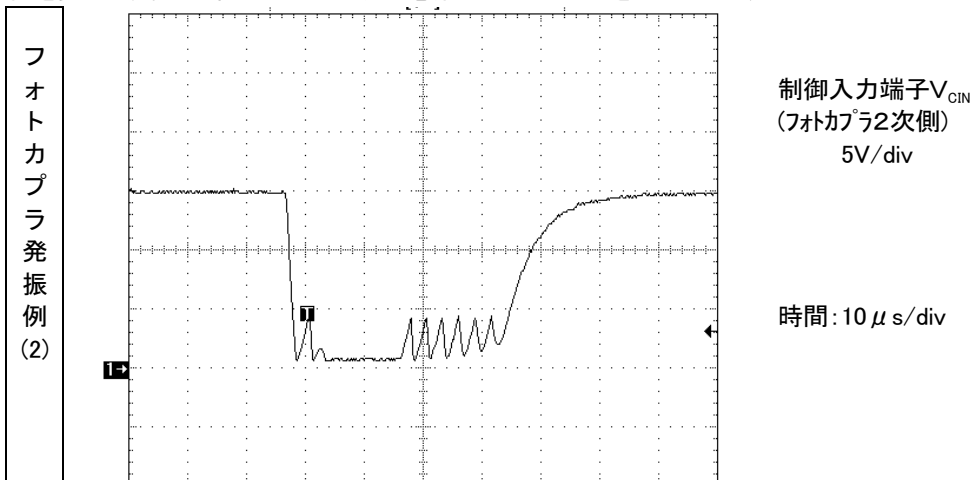
なお、この端子には、ノイズ除去のためにパスコンデンサ(100pF)を内蔵しています。

パターンの引き回し・モーターの種類等によっては、制御信号パターンにSW電源からのノイズ・自己ノイズ/反対アームからのスイッチングノイズ(特にターンオフ時)が現れて、IPMは、これらの誤信号でオンして短絡・保護停止することがあります。そこで、外来ノイズで不用意にオフ→オン誤動作しないように、フォトカプラの出力端子とIPMの制御入力端子間のパターンレイアウトに注意してください。フォトカプラ1次側の配線と2次側の配線を交差させないなどの工夫が必要です。パターンは回りこまないよう最短(2~3cm以下)とし、その電流ループ内に磁界が横切らないようにしてください。更に、フォトカプラの電源-GND間に周波数特性の良いコンデンサを付けてください。

パターンレイアウトによっては、以下のようにリングングすることがあります。この場合は正常時と比して出力電流は見かけ上それほど変化しませんが、IPMのスイッチングロスはそのリングング回数に比例して増加しますので、熱破壊にいたることになります。設計時に確認が必要です。



以下の例では、オンの直後とオフの直後の両方に発振が起きています(=誤オン/オフ)。特にオフ直後の発振がデッドタイム以上続くと反対アームがオンになる期間と重なりますので、上下同時オンになりアーム短絡が発生します。IPMは保護回路が動作して F_o 出力します。この現象は無負荷でも起きることがあり、IPM側の誤動作と混乱しやすく、原因究明に時間を要します。対策はフォトカプラの電源インピーダンスを下げる、及びIPM対応のフォトカプラ使用が効果的です。



制御側インターフェイス

フォトカプラの型名例

■ 型名

制御入力端子に使用する絶縁用のフォトカプラは、高速駆動用と低速駆動用に分けられます。

◎高速駆動用

IPMの制御入力端子(ブレーキ入力端子を含む)に使用します。

応答時間 t_{PLH} 、 t_{PHL} と CMR の値を重視します。

t_{PLH} 、 t_{PHL} 共に $0.8 \mu\text{sec}$ 以下であり、高 CMR タイプの製品を推奨します。

特に、リングング等の現象が起きないかを確認してください。

(例) : HCPL-4503(Agilent Technologies)、HCPL-4504(Agilent Technologies)、
HCPL-4506(Agilent Technologies)
: TLP559(東芝)、TLP559(IGM)(東芝)

フォトカプラメーカーでは、特性を選別したIPM専用品(別形名)を持っている場合があります。

誤動作防止のためにIPM対応のフォトカプラを問い合わせ・発注してください。

◎低速駆動用

IPMの F_o 出力ピンに使用します。

CTR の値を重視します。

CTR が100%以上の製品を推奨します。

(例) : TLP521(東芝)、PS2502(NEC)

上記の製品がデータシートでは該当しますが、弊社で動作保証するものではありません。

想定している使用環境で問題なく動作するかどうかについては、詳細を各メーカー様までお問合せください。

■ 用語

CTR 電流伝達比(Current Transfer Ratio)

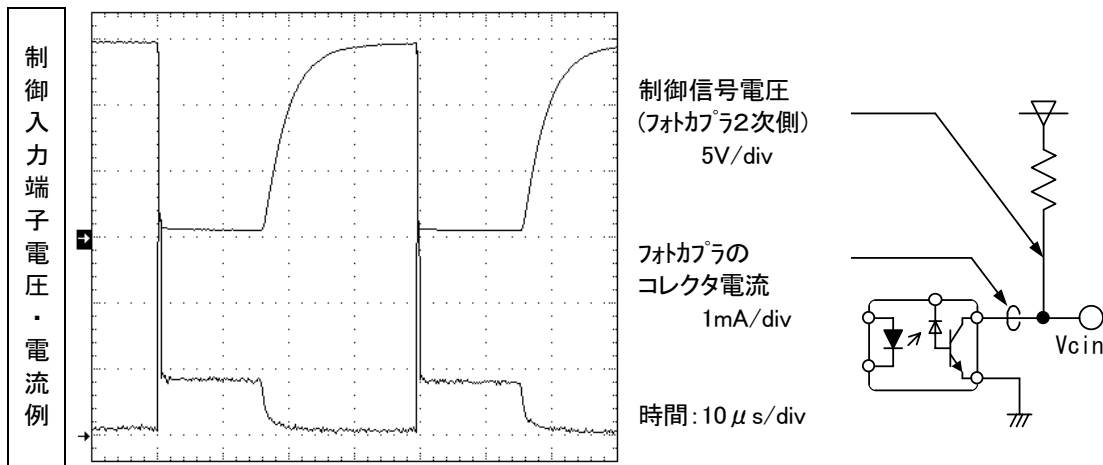
1次側の入力電流に対する2次側の出力電流比

CMR 同相信号除去比(Common Mode Rejection)

入出力間電圧変動に対する出力側ノイズ電圧の比

t_{PLH} L→H 伝達遅延時間

t_{PHL} H→L 伝達遅延時間

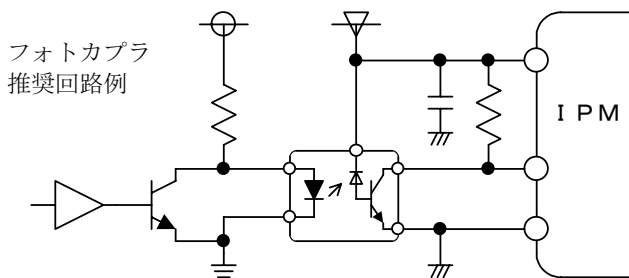
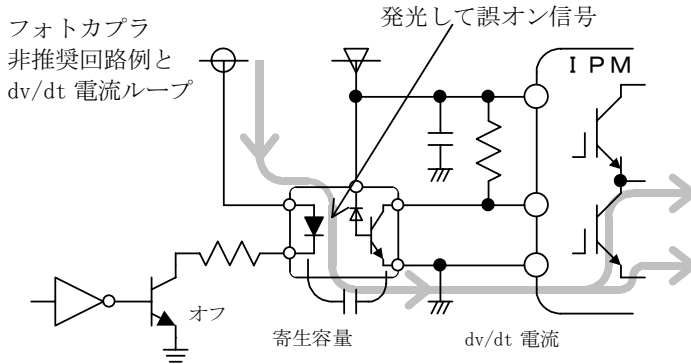


制御側インターフェイス

■ 使用時の注意

「フォトカプラは1次2次間が電氣的に絶縁されているデバイスです。」---この表現は高周波的には正しくありません。なぜならフォトカプラの1次2次間には寄生容量があり、 dv/dt が与えられると、それを經由して1次側から2次側へパルス電流が流れるからです。

そこで、この dv/dt によって1次側(LED)電流が流れて誤オン信号にならないように、回路を設計することが重要になってきます。オフ信号時にはフォトカプラ1次側LED両端が低インピーダンスになるような回路構成にしてください。



この推奨回路例では、 dv/dt 電流はLEDを発光させないループで流れるので、誤オン信号になりません。

フォトカプラ周辺の設計詳細については、各フォトカプラメーカーのアプリケーションノートを参考にしてください。

制御側インターフェイス

制御端子

■ 制御端子用コネクタの型名例

弊社の信頼性試験で使用している制御入力端子コネクタは、ヒロセ電機(株)製の下記型名品です。

・ RLA / CLA タイプ

◎2.00mmピッチコネクタ

型名: シングルロウレセプタクル・ストレートディップタイプ
DF10-31S-2DSA (62), (68)

適用IPM: PM 50~300 CLA/RLA060

PM 25~150 CLA/RLA120

注記: IPM専用です。P側UVW相及びN相間の絶縁距離をとった計19ピンのコネクタです。

450~600A / 600V・200~450A / 1200Vは、2.54mmピッチコネクタとなります。

◎2.54mmピッチコネクタ

型名: シングルロウレセプタクル・ストレートディップタイプ
MDF7-11S-2.54DSA (32)

適用IPM: PM450~600CLA060

PM200~450CLA120

お問い合わせについて

詳細仕様およびその他の該当する型名については、コネクタメーカー様までお問合せください。

名称: ヒロセ電機 株式会社

* RLB / CLB タイプは主端子・制御端子共に半田付けでの実装を推奨しております

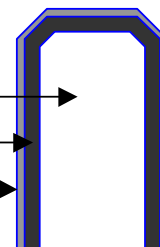
■ 制御端子の材質 (RLA / CLA タイプ)

他のコネクタを使用される場合は、その構造と信頼性に注意して選定してください。

コネクタとIPM端子との接触が不完全になると、制御信号の欠落・発振・サージノイズでの誤動作が起き易くなります。低圧・低電流端子ですので、長期的に接触を確保するために金メッキ処理品を推奨します。

コネクタ選定の参考として、IPM側の制御端子の材質・表面処理を示します。

基部材質	真鍮(黄銅)
メッキ仕様	下地 ニッケル(Ni) 厚み = 1 ~ 5 μm
	表面 金 (Au) 厚み = 0.05 ~ 0.2 μm



* RLB / CLB タイプの制御端子は半田付けでの実装を推奨していますので、表面は錫メッキの仕様になります

■ ガイドピン

制御端子の両脇のガイドピンは金属製です。

ガイドピンの下部は、IPM内部でプラスチックでモールドされていて、絶縁されています。

制御電源

6. 制御電源

■ 制御電源

リップルを含めて電圧範囲は、規格内に入るようにしてください。

制御電圧 (V _{DC})	内 容
0 ~ 4.0	電源を入れない状態と同じです 外来ノイズで誤動作(オン)することがあります 電源電圧低下保護(UV)は動作せず、F _o も出力しません
4.0 ~ 12.5	制御入力信号を加えても、スイッチング動作を停止しています 電源電圧低下保護(UV)が動作し、F _o を出力します
12.5 ~ 13.5	スイッチング動作します 但し推奨範囲外ですので、IPMの仕様書で規定しているV _{Ce(sat)} ・スイッチング時間共に規格値をはずれてコレクタ損失が増加し、接合温度が上昇します
13.5 ~ 16.5	正常動作します 推奨電圧範囲です
16.5 ~ 20	スイッチング動作します。但し推奨範囲外です。 短絡時にはその電流ピーク値が大きくなりすぎて、チップの耐量を超えて破壊することがあります
20 ~	IPM内の制御回路及びIGBTゲート部が破壊されます

■ リップルノイズの規定

制御ICの電源ラインに高周波ノイズが重畳されると、ICが誤動作してF_oを出力し、更には出力を停止(ゲート遮断)することがあります。

この誤オフを回避するために、ノイズの立ち下がり成分が±5V/μsより緩やかになるよう、また、リップル電圧の振幅が2Vより小さくなるように、電源回路を設計してください。

$$\text{規定: } \frac{dV}{dt} \leq \pm 5V/\mu s \quad , \quad V_{\text{ripple}} \leq 2V_{p-p}$$

電源ラインに現れるノイズの成分が高周波(パルス幅<約50nsec以下、パルス高<約5V以下)であり、かつF_oが出ていない時は、通常そのノイズを無視できますが、制御電源はより低インピーダンスである方が望ましいので、パターンレイアウトに注意してください。

平滑コンデンサや周波数特性の良いパスコンをIPMの直近に接続することは、誤動作対策に効果的です。

■ 電源の入り/切り手順

制御電源は、主電源(PN間の電源)よりも早く立ち上げてください。

制御電源の立ち下げは、主電源よりも遅く立ち下げてください。

制御電源が不安定な状態で主電源が先に立ち上がっているか、または主電源が残っていると、IPMは外来ノイズで誤動作することがあります。

■ 3相インバータに適用する場合

P側(上アーム)は3相すべて各々絶縁された制御電源を使用してください。

CLA/B(6素子)、RLA/B(7素子)タイプでは、N側(下アーム)は3相共通の電源を使用できるので、計4個の制御電源を使用します。(例:ハイブリッドIC M57140)

但し、450A/600V、200A/1200V以上のモジュールでは、N側も独立した3電源を推奨していますので、計6個の制御電源を使用してください。

制御電源

■ 制御電源の消費電流リスト

下表のDCと20kHzの値は、時間平均値(Ave)です。 (条件: $V_D=15V$, 単位mA, $T_j=25^\circ C$)

■ AC 220V電源

LシリーズIPM 対応 形名	N側				P側(各相)			
	DC		20kHz		DC		20kHz	
	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max
PM 50RLA/RLB060	20	30	25	34	5	10	7	10
PM 50CLA/CLB060	15	25	21	29	5	10	7	10
PM 75RLA/RLB060	20	30	34	46	5	10	10	14
PM 75CLA/CLB060	15	25	28	38	5	10	10	14
PM100RLA060	20	30	38	52	5	10	11	15
PM100CLA060	15	25	32	44	5	10	11	15
PM150RLA060	20	30	52	71	5	10	15	21
PM150CLA060	15	25	35	48	5	10	15	21
PM200RLA060	24	34	60	81	6	12	20	27
PM200CLA060	18	28	58	79	6	12	20	27
PM300RLA060	24	34	83	113	6	12	25	34
PM300CLA060	18	28	80	108	6	12	25	34
PM450CLA060 注)	11	18	45	61	11	18	45	61
PM600CLA060 注)	20	27	55	75	20	27	55	75

注) 1素子あたりの回路電流

■ AC 440V電源

LシリーズIPM 対応 形名	N側				P側(各相)			
	DC		20kHz		DC		20kHz	
	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max
PM25RLA/RLB120	20	30	24	33	5	10	7	10
PM25CLA/CLB120	15	25	19	26	5	10	7	10
PM50RLA/RLB120	20	30	34	46	5	10	10	14
PM50CLA/CLB120	15	25	30	41	5	10	10	14
PM75RLA/RLB120	20	30	42	57	5	10	13	18
PM75CLA/CLB120	15	25	35	48	5	10	13	18
PM100RLA120	24	34	53	72	6	12	17	23
PM100CLA120	18	28	51	69	6	12	17	23
PM150RLA120	24	34	76	103	6	12	23	32
PM150CLA120	18	28	67	91	6	12	23	32
PM200CLA120 注)	11	18	40	54	11	18	40	54
PM300CLA120 注)	20	27	55	75	20	27	55	75
PM450CLA120 注)	20	27	55	75	20	27	55	75

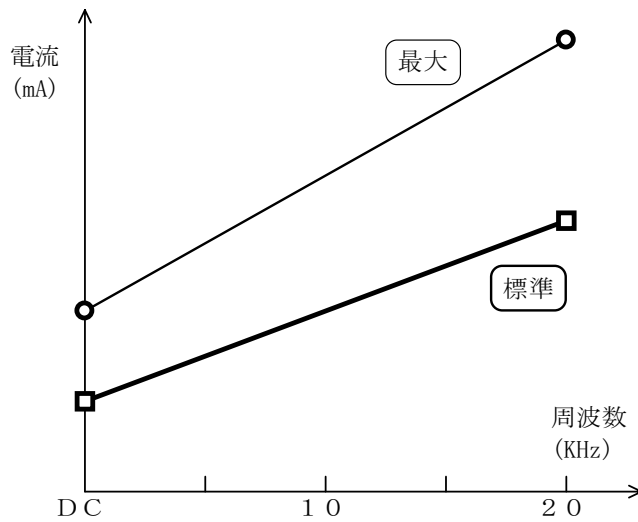
注) 1素子あたりの回路電流

制御電源

■ 他の周波数での制御電源の消費電流

制御電源の消費電流は、ほぼキャリア周波数に従って増加しますので、この制御部消費電流・電力は、下記のようにキャリア周波数に対応した直線として近似できます。

図のDCと20KHzでの消費電流値(○・□)は上述の一覧表を用いてください。



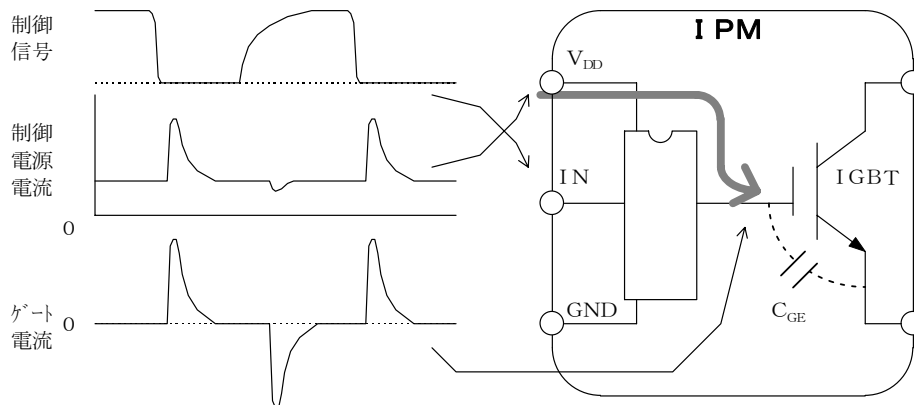
制御電源

■ 制御電流の最大値

IPMに使用しているIGBTゲート部は、入力容量 ($C_{ies} = C_{GE} + C_{CG}$) を持っていますので、ON(OFF)のスイッチング毎に、ゲートを充(放)電するための電流が流れます。このピーク電流が1~2AになるIPMもあります。

更に、オフ時にはIGBTコレクタからのdv/dt電流が制御電源側に流れ込みます。この電流を吸収できるように制御電源を低インピーダンスに設計する必要があります。そうでないと、このdv/dt電流が制御IC(制御入力端子、Fo端子)をゆさぶり、誤オン信号となって、アーム短絡を起こさせることがあります。

スイッチング波形



■ 制御電源の設計

制御電源回路は、これらの電流変動を供給・吸収できるだけの容量が必要です。通常この最大電流とインピーダンスについては、制御電源の特性ではなく、付随する平滑コンデンサおよびリップル除去コンデンサ(高周波パスコン)で対処できます。その効果はコンデンサの種類だけでなく、基板パターン・配線のインダクタンスに影響されますので、実際の基板・装置で検証した上で、コンデンサの種類・容量を選定して下さい。

フォールト(Fo)信号

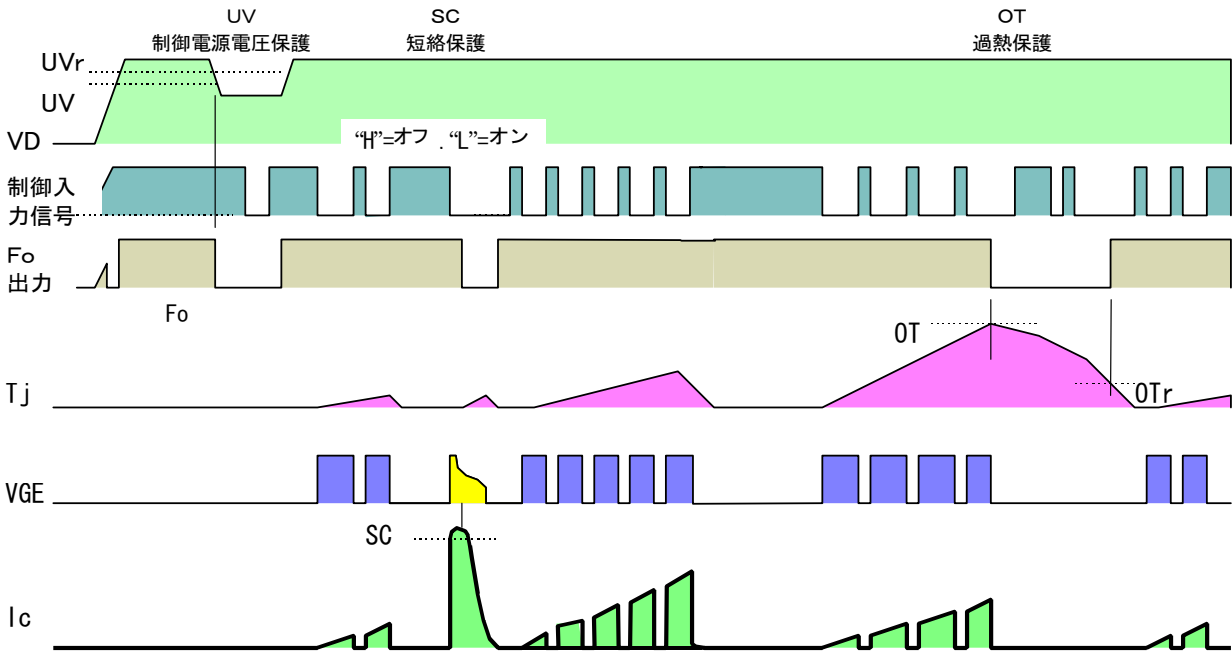
7. フォールト(Fo)信号

種類

■ IPMの保護の種類

IPMは異常の発生要因に合わせて4種類の保護回路を使用しています。それらはSC(短絡保護)、OT(過熱保護)、とUV(制御電源電圧低下保護)です。

制御と保護モードのタイミングチャート



■ 制御電源電圧低下保護(UV)

UVは、制御電源電圧が低下した時に生じるIGBTの $V_{CE(sat)}$ 損失増加=熱破壊を防止するために、制御電圧を検出していて、設定電圧(UVトリップレベル)以下になるとIGBTチップを強制的にオフします。

■ 過熱保護(OT)

OTはIGBT素子のチップ温度を直接検出していて、設定温度(OTトリップレベル)以上になると、IGBTチップをオフします。

■ 短絡(SC)

SCは短絡破壊を防止するために、IGBTの順方向コレクタ電流を検出していて、SCトリップレベルの設定電流以上になるとIGBTをオフにします。

注意) SCは、IGBTと逆並列に接続されたフリーホイールダイオード(FWDi)に流れる回生電流は検出していません。

これらの保護回路があるので、IPMは極めて大きな破壊耐量をもったパワーデバイスとなっています。

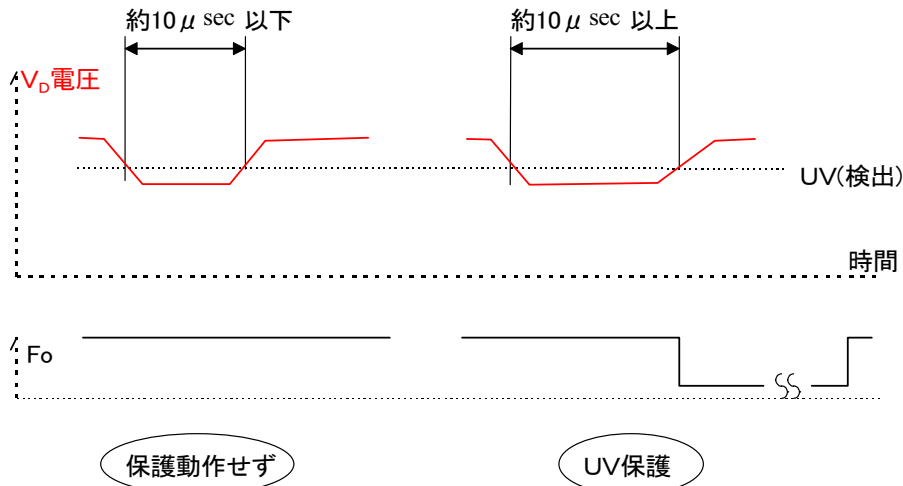
フォールト(Fo)信号

■ 保護までの動作時間

SC検出は、高速(約 $1\mu\text{s}$ のパルスに回答)に検出するようにしています。

一方UVを検出するには、IC内部に約 $10\mu\text{s}$ のフィルター回路が付加されていますので、約 $10\mu\text{s}$ 以上の間、UV以下が続く必要があります。

OTにはコンデンサによるフィルター回路が付加されています。



注意) この時間は参考値です。条件(機種・使用温度・負荷など)により多少の遅延/短縮があります。

■ 保護動作

IPMIは上記の保護回路からのトリガ信号を受けると、内部の保護回路の状態をセットし、エラー信号(F_o)を出力すると同時に、制御入力信号を無効にして駆動回路を停止させます。

特に、SCはターンオフサージ電圧を軽減するために緩やかに遮断させて、過電圧がIGBTにかからないようにしています(ソフト遮断)。

SC、UV、OTは、P側の場合、エラーが発生した相のIGBTのみを個別にオフさせます。

この時、N側の各相はスイッチング可能です。

一方、N側ではエラーが発生した相にかかわらず、N側3相(+ブレーキ部)全てのIGBTをオフさせます。

この時、P側の各相はスイッチング可能です。

(ただし、450~600A/600V、200~450A/1200V機種については、N側の各相の F_o 端子が分離していますので、N側3相すべてのIGBTはオフせず、個別のIGBTをオフします。このとき、N側の他の相と、P側の各相はスイッチング可能です。)

全ての保護に関して、 F_o の立下がり(=出力開始)とIGBTのオフは、同期しています。

更に、 F_o の出力期間(="L"レベルである状態のとき)とIGBTのオフは一致しています。

F_o ="L"のときに、外部から制御信号を入力してもIGBTはオンしません。

■ リセット(解除)

SCは、 F_o 出力が終了した後入力信号(V_{cin})がオフ("H")になっている時に、出力電流が設定電流以下になっていれば、保護を解除します。そして、入力信号の立ち下がり保護回路の状態をリセットし、通常動作に復帰します。

F_o のパルス幅は、内部のタイマー回路で生成するので一定です。(注意: $t_{yp}=1.8\text{ms}$ に設定)

OTはヒステリシスを持った設定温度(OTr リセットレベル)以下になると、また、UVはヒステリシスを持った設定電圧(UVr リセットレベル)以上になると、保護動作を解除します。

その間はエラー信号を出力し続けるため、 F_o のパルス幅は一定ではありません。

最小の F_o パルス幅は、内部タイマー回路の $t_{yp}=1.8\text{ms}$ です。

フォールト (F_o) 信号

F_o出力時の処理

■ 注意事項

////////////////////////////////////

IPMは非繰返しの異常に対して、各種の保護回路が動作するようにしています。

IPMを使用して装置を設計されるときは、最大定格を越えたストレスを定常的に(繰返して)印加しないように配慮してください。

エラー信号(F_o)が出力されたときは、IPMの保護動作だけに依存せず、制御入力信号を停止して、動作を停止させなければなりません。

IPMは、異常の原因を排除するものではないので、システム側で異常処理をする必要があります。

(エラー信号がリセットされても、リセット以降の正常動作を保証するものではありません。)

◎ SCについて

短絡時には、SC検出 > 保護 > 遮断で停止しますが、保護停止時間は一定(typ1.8ms)であり、ラッチされたままではありません。このため、引き続き入力端子にPWM信号を受けると、タイマー終了(F_o解除)後にリセットされて再度スイッチングします。

短絡条件が続いていれば繰返し、

短絡 > 保護 > 停止 >> 再動作 > 短絡 > 保護 > 停止 >> 再動作 となります。

このような動作は、IGBTチップの限界付近での使用法ですので、過度のチップ温度上昇を招き、熱破壊する誘因となります。安全に使用できるように原因を取り除いてから再スタートさせてください。

注記) 雷サージ等の外来ノイズやマイコンの暴走で、IPMの入力端子が同時ONになり、短絡する可能性は、インバータの製品寿命中に数回程度だろうと想定しています。
短絡の繰返し回数は保証していませんが、弊社での短絡耐量試験では100回以上の実力があります。

◎ OTについて

過熱保護が動作する原因は、恒常的な過負荷かまたは周囲環境の異常です。

過渡的な過負荷(IPMを組み込んだ汎用インバータがモーターロックで大電流が流れて、IGBTチップの接合温度が急激に上昇したとき)や特定の素子のみに通電するような場合(ブレーキ用IGBTを高周波でスイッチングさせる)などには、対応出来ないことがあります。

このような過負荷も含めて、熱設計は確実にこなしてください。

◎ UVについて

制御電源に急峻なリップルが加わると、内部の制御ICが誤動作して、電源電圧低下保護が動作することがあります。ノイズの少ない安定した電源を供給してください。

フォールト(Fo)信号

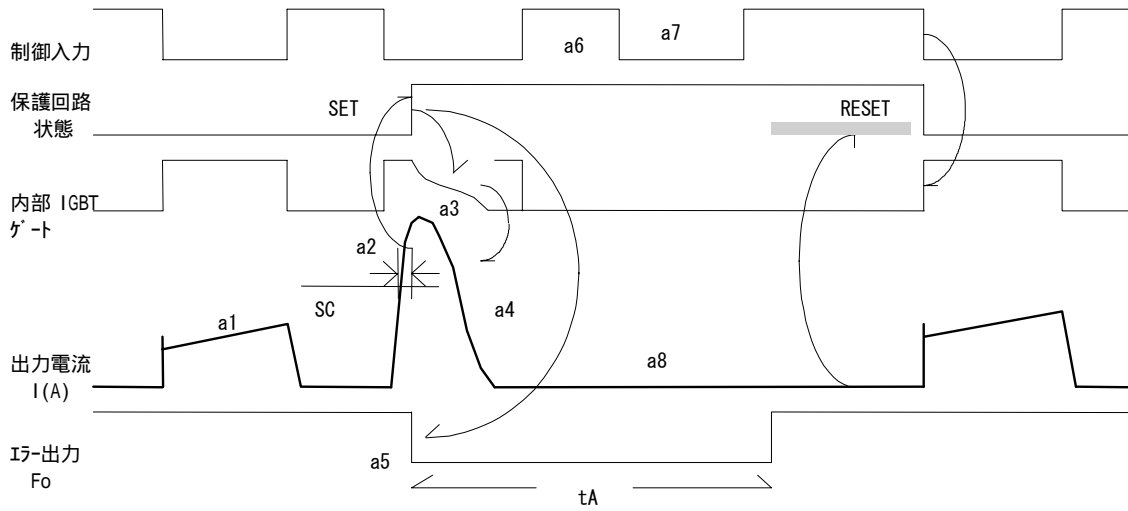
タイミングチャート

■ SC動作シーケンス:

- a1.正常動作=IGBTオン=出力電流あり
- a2.短絡電流検出 (SCトリガ)
- a3.IGBTゲートをソフト遮断
- a4.IGBT 緩やかにオフ
- a5.Foタイマー動作開始
- a6.入力="H"=オフ
- a7.入力="L"=オン
- a8.IGBTはオフのまま

→パルス幅固定: t_A (typ 1.8msec)です

←(a6~a7)が t_A より短い時間で起きたとき



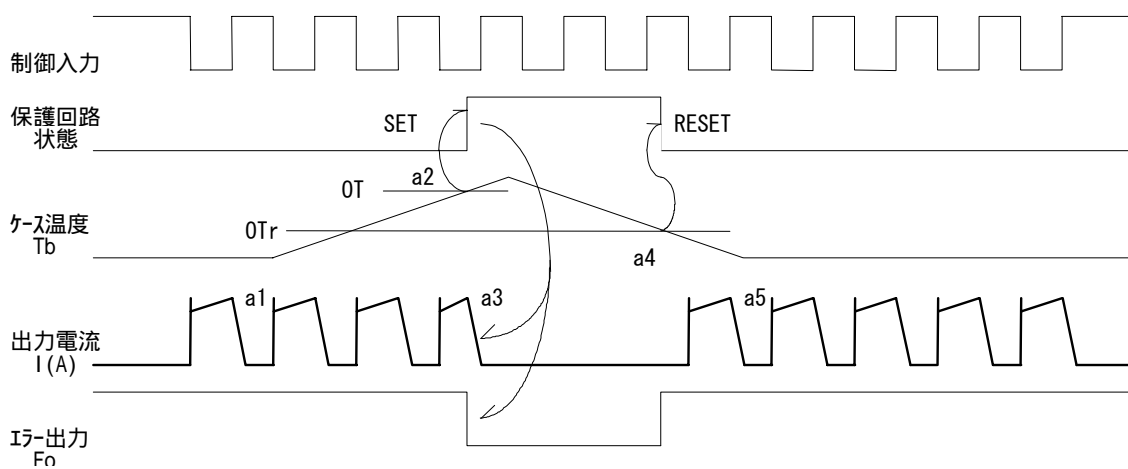
■ OT動作シーケンス:

- a1.正常動作=IGBTオン=出力電流あり
- a2.過熱検出 (OT)
- a3.IGBTオフ
- a4.過熱検出リセット(OTr)
- a5.正常動作=IGBTオン=出力電流あり

←ノイズフィルター含む

←制御入力の状態に関らず、オフ

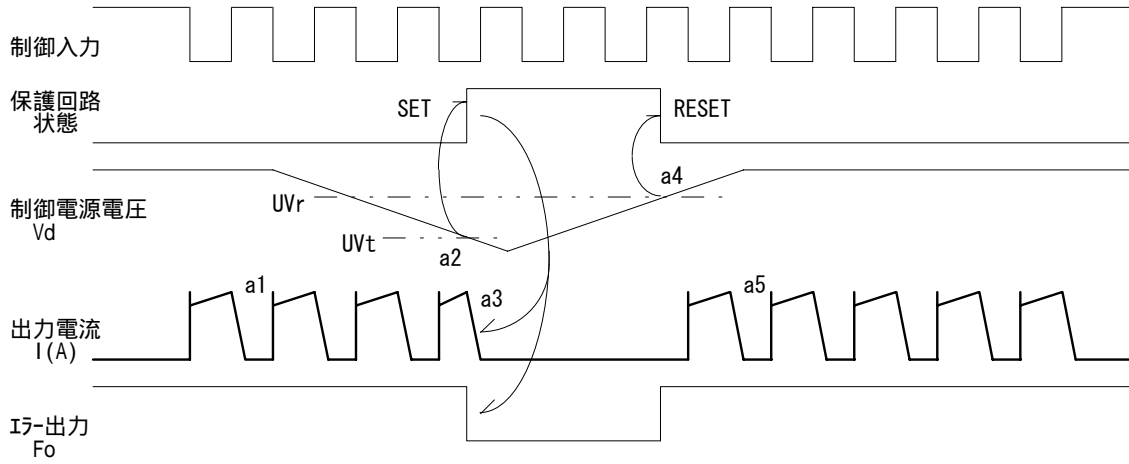
←ノイズフィルター含む



フォールト(Fo)信号

■ UV動作シーケンス:

- a1. 正常動作=IGBTオン=出力電流あり
- a2. 制御電源電圧低下 (UVt) ←10 μ s ノイズ除去含む
- a3. IGBTオフ ←制御入力の状態に関らず、オフ
- a4. 制御電源電圧低下 (UVr) ←10 μ s ノイズ除去含む
- a5. 正常動作=IGBTオン=出力電流あり



IPMと放熱フィンの平面度

8. IPMと放熱フィンの平面度

■ IPMのケース面

下図のように、取り付け穴間を基準にして直線x(またはy)を引きます。

この直線x(またはy)上の両端(黒印●)と、指定した中心点(a)での凹凸(矢印部分 $\langle \Rightarrow \rangle$)を、平面度x(またはy)と定義します。極性は放熱フィン側に反ったとき凸(+)、IPMの主電極側に反ったときを凹(-)とします。

IPMの平面度は、x、yの各方向毎に

規格(例): $-100 < \text{平面度}x < +100$
 $-100 < \text{平面度}y < +100$ (単位 = μm)
 になるようにしています。

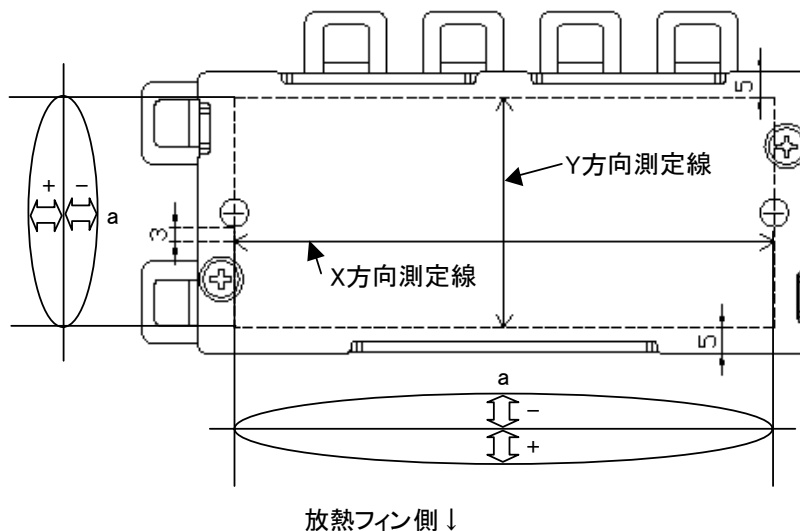
注) 各IPMの個別の値はお問合せください。

放熱フィンの平面度は、 $\pm 100 \mu\text{m}$ 以内になるように設計してください。

極性は凸側を(+)、凹側を(-)としています。

放熱フィンの平面度がこの値より大きくなると、取り付けネジを締めた時にIPMのケースの特定の部分に応力が集中して、IPM内部構造が破壊して絶縁が劣化することがあります。

またケース・フィン間熱抵抗はスペックから外れ、大きな値になります。



■ グリース

IPMと放熱フィン間に塗布するグリースは、使用温度範囲が広く長期間安定して、かつ熱伝導率の良い特性のものを使用してください。

IPMと放熱フィンの両方のそりによる隙間を埋めるために、その厚みが標準 $150 \mu\text{m}$ になるように均一に塗布してしてください。推奨厚みは $100 \sim 200 \mu\text{m}$ の範囲です。

グリース以外の材質、例えばシリコンラバー・サーモストレート等を使用すると、IPMケース・放熱フィン間の熱抵抗が、実際にはその製品仕様よりも大きな値になることがあります。これはそりがある場合に、グリースではその隙間に入り込み熱を伝導できる場合でも、グリース以外の材質では接触できず、熱を伝える面積が低下するためです。このような熱伝導特性の悪いスポットがある場合には、IPM内部のチップが異常に高温になってしまいます。

IPM対応としては、三菱半導体ホームページの“IPM活用の手引き”に記載した以外の材質は推奨いたしません。

その他の注意事項

9. その他の注意事項

■ ブレーキ出力

通常は、P側との間に電力消費用抵抗を接続します。

このIGBTチップは、主出力チップの約50%程度の電流定格です。

回生電流が過大であるような用途では、発熱による温度上昇に注意してください。

■ 空き端子の処理

CLA/CLBタイプには外観上ブレーキ出力端子が付いていますが、IPM内部ではこの端子は何も接続されていません。

この端子にパターンを接続することは不可能ではありませんが、その引き回しは注意してください。

パターンを接続すると、この端子を経由してノイズがIPM内部に侵入することがあります。

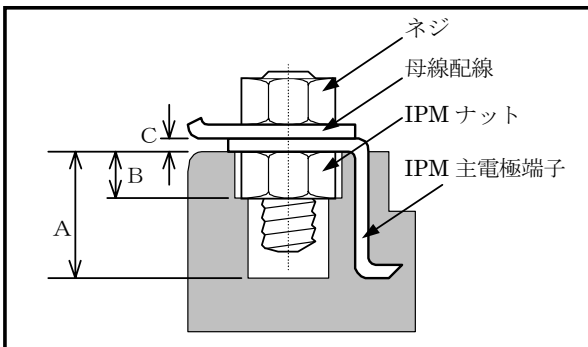
この端子はオープンのままにすることを推奨しています。

IPMの内部の特定相を使用しない場合でも、その不使用の回路にも制御電源を印加して、かつ制御入力端子をプルアップしてオフに固定してください。

その不使用の回路が、ノイズで不用意にオンすることを防ぐためです。

■ ネジ主端子部構造。

50～600A/600V・25～450A/1200V品パッケージのRLA/CLAのネジ主端子部の構造を示します。



パッケージ	電流定格 (A)	電圧定格 (V)	IPMネジ穴深さ 図記号A (mm)	IPMナット厚み 図記号B (mm)	IPM主電極厚み 図記号C (mm)
小型タイプ	50,75,100,150	600V	Typ9.5/min9.0	Typ4.0	Typ0.8
	25,50,75	1200V			
中型タイプ	200,300	600V	Typ9.5/min9.0	Typ4.0	Typ1.0
	100,150	1200V			
大型タイプ	450,600	600V	Typ12.0/min11.7	Typ5.2	Typ1.2
	200,300,450	1200V			

■ ピン主端子。

50～75A/600V・25～75A/1200V品パッケージのRLB/CLBのピン主端子は基板へのハンダ付けを推奨します。

■ 上下アームの出力について

- 50～300A/600V、25A～150A/1200V IPM
P側各U、V、Wのグラウンドは各々絶縁してください。
更にVNCとも絶縁してください。共用できません。
- 450,600A/600V、200～450/1200V IPM
P側/N側共に、U、V、Wのグラウンドは各々絶縁してください。
更にVNCとも絶縁してください。共用できません。

■ 並列運転

IPMは、並列接続できません。

各モジュールのスイッチング時間・電流バランスが同一にならず、そのためIPMの損失が一方に偏ります。

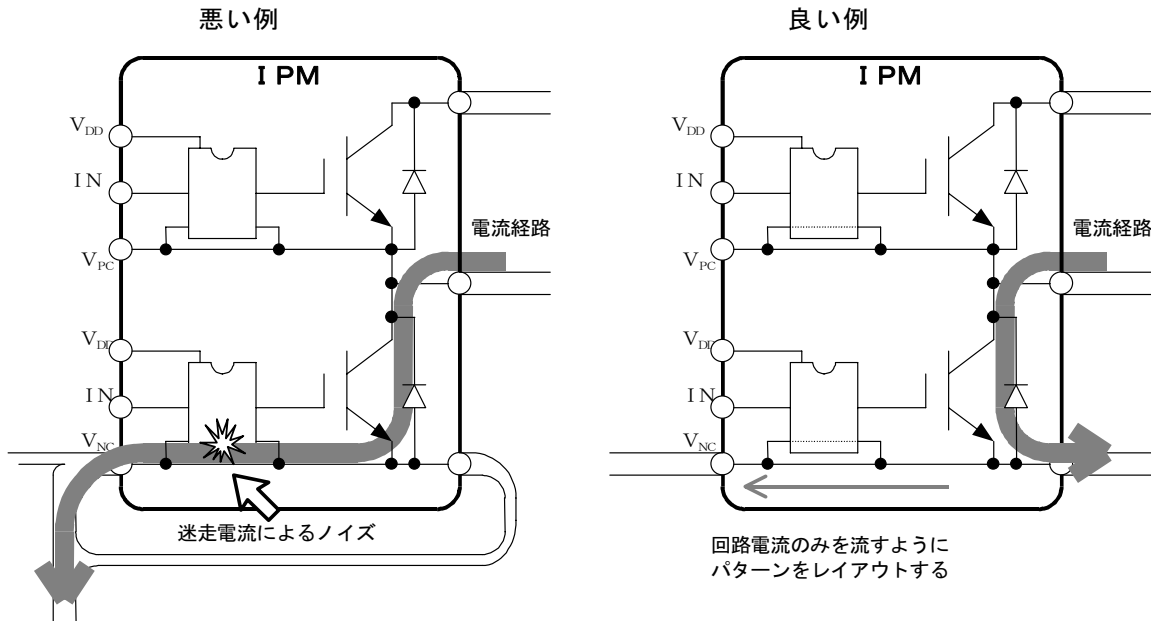
また各IPM間の保護協調ができず、異常時に破壊する可能性があります。

その他の注意事項

■ 制御電源グランド(V_{NC}/V_{PC})と出力エミッタ(NまたはU/V/W)との接続について

この両方の端子をIPM外部の基板上でパターン接続しないことを推奨いたします。(ノイズの影響を受けやすいので、制御部の回路電流ループと母線電流ループは、分離して配線されることを推奨します)

例えば、 V_{NC} とNの両端子はIPM内部で接続されていますが、 V_{NC} には制御部の回路電流が流れ、Nには母線電流が流れるように、IPM外部のパターンを設計してください。 V_{NC} は制御ICの電源の基準グランドですので、迷走電流(本来Nを通るべき母線電流)が流れると、内部パターンの寄生インダクタンス成分で、N- V_{NC} 間に電位差が生じて、制御ICのグランドレベルが変動し誤動作を起す場合があります。

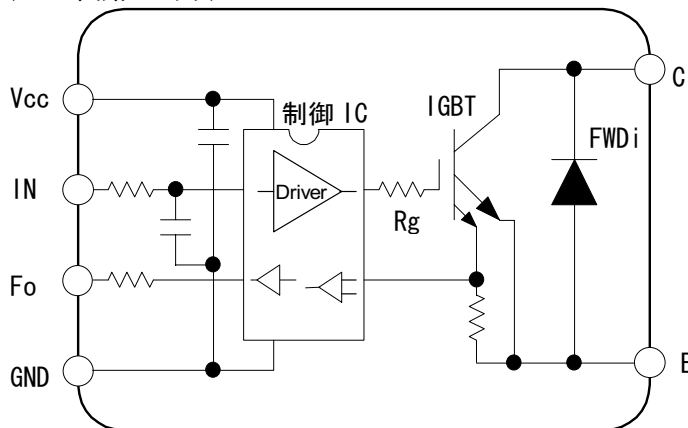


■ 内部構造について

IPMの内部は下図のようになっていて、IGBTチップ・FWDiチップ・制御IC、および抵抗・コンデンサなどで構成されています。IGBTチップのゲート部はMOS構造ですが、IPMの信号端子には直接接続されていません。制御電源・グランド・制御信号・Fo出力の各信号端子は、内部制御ICに接続されています。そこで、IPMを端子から見るとすべてバイポーラ構成であると見なせますので、MOS構造のICに対して行なう静電対策は、不要です。

注)これは、全ての静電対策は不要であるということではなく、バイポーラロジックIC(TTL等)と同等の取扱いで良いという意味です。

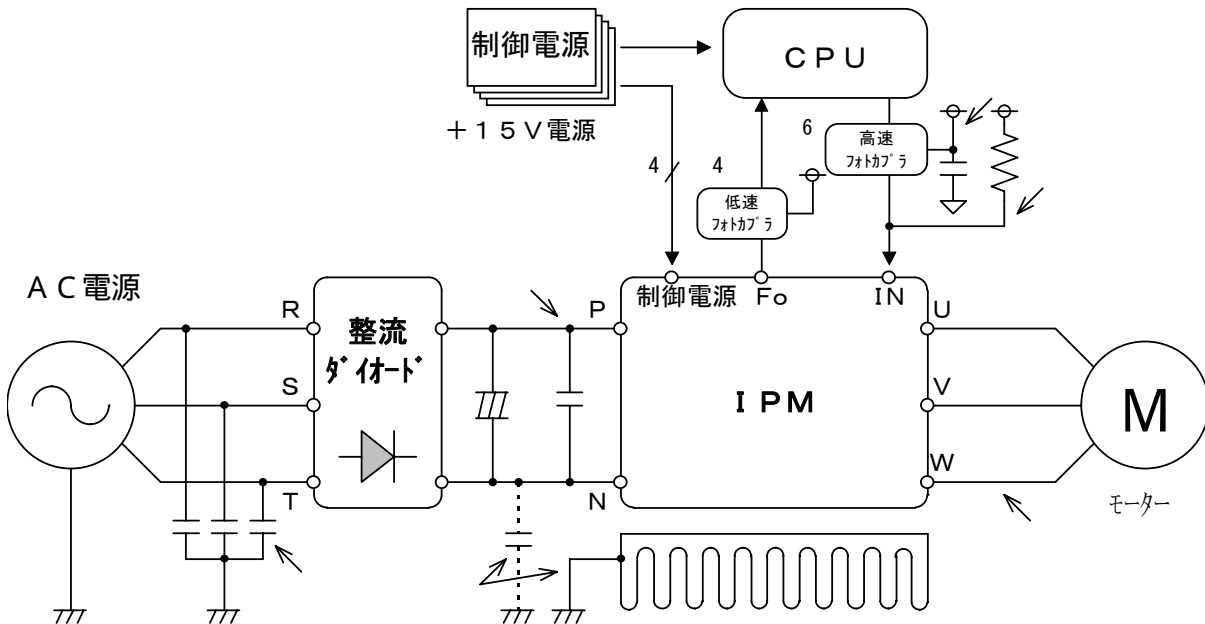
(IPM 回路ブロック)



10. 付録

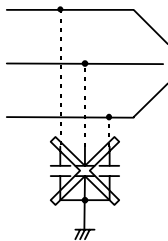
システム接続 注意図

■ インバータ応用例



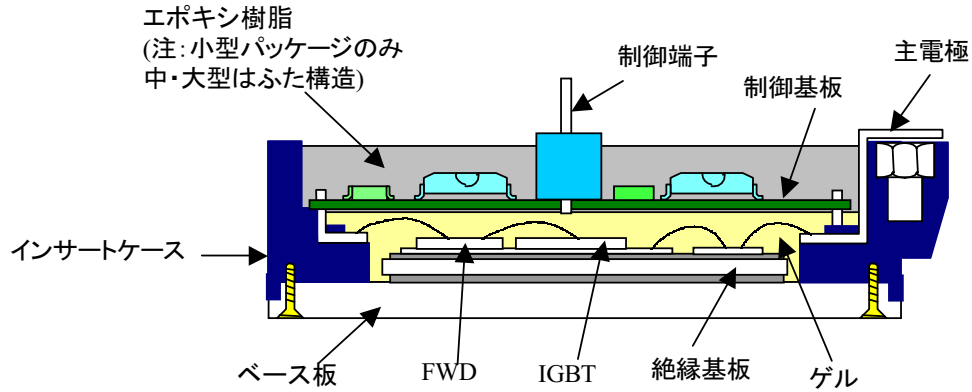
注意

- ①ノイズ除去用にアコスラインコンデンサ(4.7 μ F程度)を使用する。バリスタを追加する例もある。
- ②放熱フィンよりも、N側を接地した方が効果がある場合もある。
- ③平滑コンデンサとフィルムコンデンサは、IPMの近くに配置する。
PN間のフィルムコンデンサの容量を増やす。
- ④出力にコンデンサは使用しない。(LCフィルタを使用する。)

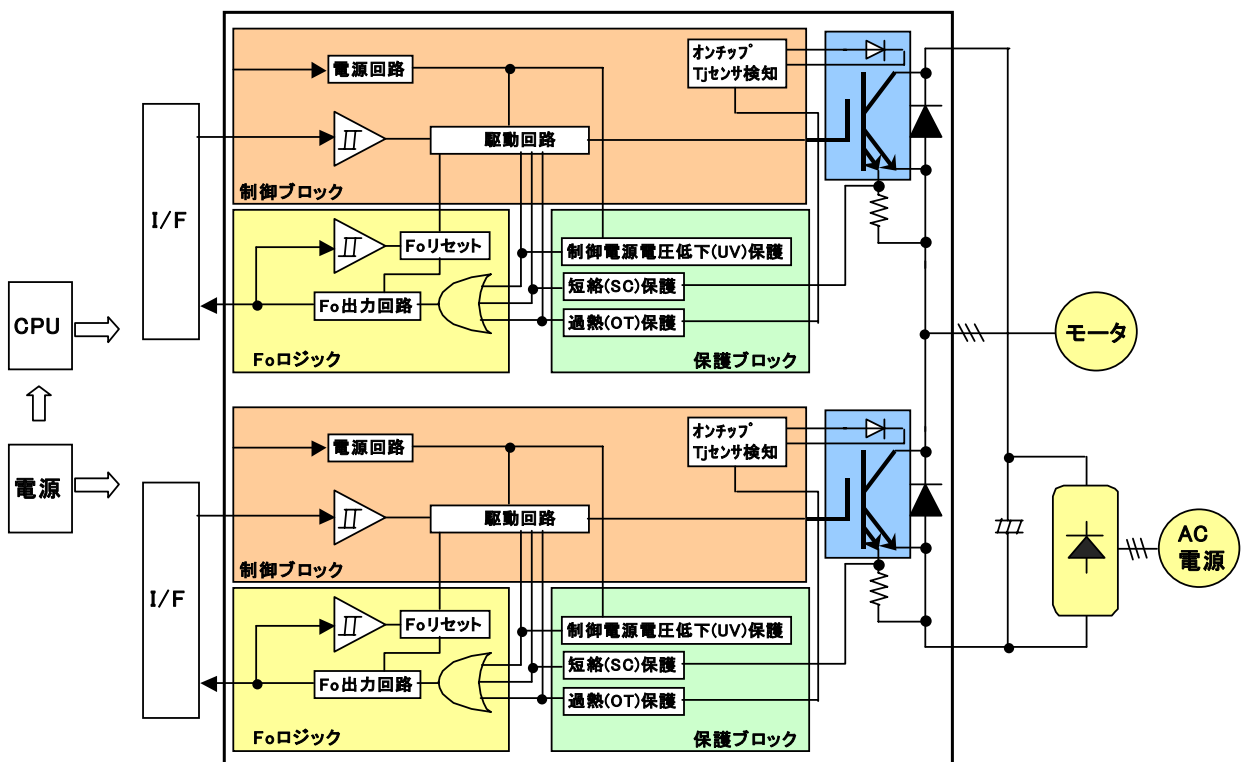


- ⑤入力端子とフォトカプラは最短に配置する。
- ⑥フォトカプラの安定動作(リングング出力防止)のために、制御電源を低インピーダンスにする。
(電界コンデンサとセラミックコンデンサを接続。)

内部構造 & ブロック図
 ■ IPMの内部構造図



■ IPMの内部機能ブロック図



安全設計に関するお願い と 本資料ご利用に際しての留意事項

安全設計に関するお願い

- ・弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分にご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

- ・本資料は、お客様が用途に応じた適切な三菱半導体製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について三菱電機が所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三所有の権利に対する侵害に関し、三菱電機は責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、三菱電機は、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。三菱半導体製品のご購入に当りましては、事前に三菱電機または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、三菱電機半導体情報ホームページ(<http://www.semicon.melco.co.jp/>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
- ・本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したのですが万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、三菱電機はその責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。三菱電機は、適用可否に対する責任を負いません。
- ・本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、三菱電機または特約店へご照会下さい。
- ・本資料の転載、複製については、文書による三菱電機の事前の承諾が必要です。
- ・本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたら三菱電機または特約店までご照会下さい。