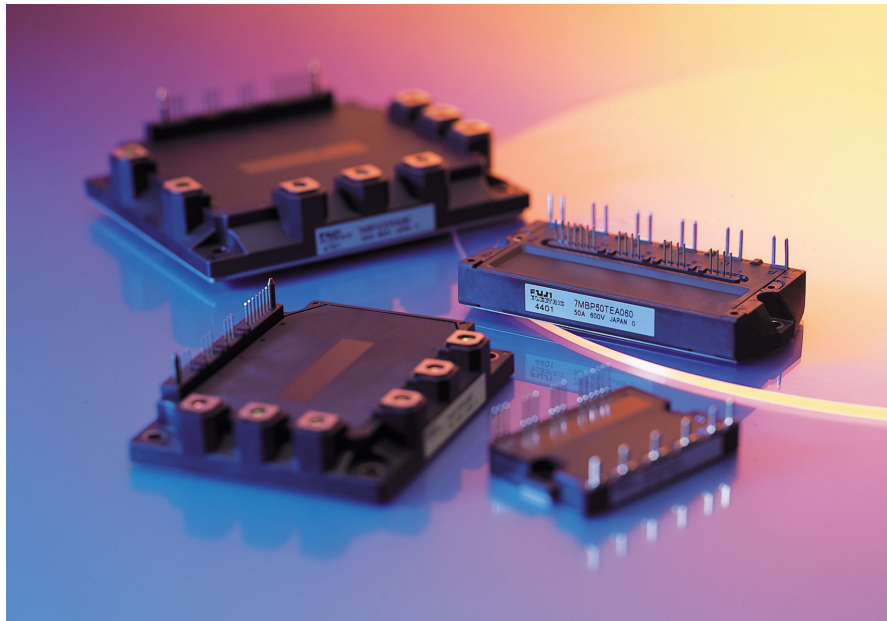


富士 IGBT-IPM アプリケーション マニュアル



富士電機デバイステクノロジー株式会社

目次

第 1 章 特長

1. IGBT-IPM の特長	1-2
2. シリーズ別 IPM の特長.....	1-3
3. 形式・ロット No.が示す内容	1-5
4. ラインナップ	1-6
5. 外形図.....	1-7

第 2 章 端子記号、用語の説明

1. 端子記号の説明	2-2
2. 用語の説明	2-3

第 3 章 機能の説明

1. 機能一覧表	3-2
2. 機能の説明	3-4
3. 真理値表.....	3-11
4. IPM ブロック図	3-13
5. タイミングチャート	3-21

第 4 章 応用回路例

1. 応用回路例	4-2
2. 注意事項.....	4-7
3. フォトカプラ周辺.....	4-10
4. コネクタ	4-11

第 5 章 放熱設計

1. 冷却体（ヒートシンク）の選定方法	5-2
2. ヒートシンク選定の注意事項.....	5-2

第 6 章 使用上の注意

1. 主電源.....	6-2
2. 制御電源	6-3
3. 保護機能.....	6-4
4. パワーサイクル寿命	6-5
5. その他.....	6-6

第 7 章 トラブル発生時の対処方法

1. トラブル発生時の対処方法	7-2
2. 故障要因解析図	7-2
3. アラーム要因解析図.....	7-8

第 1 章 特 長

目 次

ページ

1. IGBT-IPM の特長	1-2
2. シリーズ別 IPM の特長	1-3
3. 形式・ロット No.が示す内容.....	1-5
4. ラインナップ	1-6
5. 外形図.....	1-7

1 IGBT-IPM の特長

IPM(インテリジェント・パワーモジュール)は、IGBT モジュールとドライブ回路の組み合わせと比較し、次の特長を持っています。

1.1 ドライブ回路内蔵

- ・最適に設定された条件で IGBT をドライブします。
- ・ドライブ回路-IGBT 間配線長が短く、ドライブ回路のインピーダンスが低いため、逆バイアス電源が不要です。
- ・必要となる制御電源は下アーム側 1、上アーム側 3、合計 4 電源です。

1.2 保護回路の内蔵

- ・過電流保護(OC)、短絡保護(SC)、制御電源電圧低下保護(UV)、過熱保護(TcOH、TjOH)、及びアラームの外部出力(ALM)を内蔵します。
- ・OC、SC は IGBT を過電流、負荷短絡による破壊から保護する機能であり、各 IGBT に内蔵した検出素子によりコレクタ電流を検出して行うため、どの IGBT に発生した異常でも保護が可能で、さらにアーム短絡も保護が可能です。^{*1}
- ・UV はドライブ電源の電圧低下に対して動作する保護機能であり、全ドライブ回路に内蔵します。
- ・OH は IGBT、FWD を過熱から保護する機能であり、IPM 内部の絶縁基板上に温度検出素子を設け、絶縁基板温度を検出します。(ケース温度過熱保護 : TcOH)^{*2}
- ・更に各 IGBT チップに温度検出素子を設け、チップの異常発熱に対して高速に保護が機能します。(チップ温度過熱保護 : TjOH)
- ・ALM はアラーム信号を外部に出力する機能であり、TcOH、OC、SC、UV、TjOH の保護動作時に、IPM を制御するマイコンへアラーム信号を出すことによりシステムを確実に停止することが可能です。^{*2}

^{*1} 小容量タイプの過電流検出は N ラインシャント抵抗方式を採用しています。

^{*2} 各 IPM の保護機能は、第 3 章機能の説明をご参照ください。

1.3 ブレーキ回路の内蔵(7 in 1 IPM)

- ・減速時の電力を消費する抵抗を付加することでブレーキ回路を構成できます。
- ・インバータ部と同様にドライブ回路、保護回路を内蔵します。

2 シリーズ別 IPM の特長

2.1 R-IPM、R-IPM3 シリーズ

2.1.1 小容量タイプ

600V 系 15A~30A、1200V 系 15A を小容量タイプとしてラインナップしています。(P617、P619 パッケージ)

- ・ P617 パッケージ製品は、銅ベースレスタイプであるのに対し、P619 パッケージ製品は銅ベースタイプとしており、さらに放熱性が向上しています。
- ・ 制御入力端子は 2.54mm 標準ピッチです。
- ・ 主端子形状がファストン端子形状で、制御入力端子と同一高さであるため、はんだ付け、コネクタ方式共に同一プリント板で接続可能です。
- ・ $V_{ce(sat)}$ とスイッチング損失のトレードオフ改善により、トータル損失を改善します。
- ・ IGBT チップ過熱保護によりチップを異常発熱から保護します。

2.1.2 中容量タイプ(下アームのみアラーム出力)

600V 系 50A~150A、1200V 系 25A~75A を中容量タイプとしてラインナップしています。(P610、P611 パッケージ)

- ・ 制御入力端子は 2.54mm 標準ピッチで 1 列に並び、1 個の汎用コネクタで接続可能です。ガイドピンによりプリント板用コネクタの挿入も容易です。
- ・ 主電源入力(P、N)、ブレーキ出力(B)、及び出力端子(U、V、W)が各々近接して配置され、メイン配線が容易なパッケージ構造です。
- ・ 主端子は M5 ネジにより、大電流接続が確実に行えます。
- ・ ヒートシンクへの取り付けネジ径は主端子と共通の M5 です。
- ・ 電氣的接続はすべてネジ及びコネクタで、はんだ付けの必要がなく、取り外しも容易です。
- ・ $V_{ce(sat)}$ とスイッチング損失のトレードオフ改善により、トータル損失を改善します。
- ・ IGBT チップ過熱保護によりチップを異常発熱から保護します。^{*3}

^{*3} 上アーム側からはアラーム出力はありません。

2.1.3 中容量タイプ(上アームアラーム出力機能搭載)

600V 系 50A~150A、1200V 系 25A~75A を中容量タイプとしてラインナップしています。(P621 パッケージ)

- ・ 上アームから OC、SC、UV、TjOH アラーム信号を出力可能です。これにより地絡などのトラブルに対してより確実な保護を可能としています。^{*4}
- ・ 主端子は M5 ネジにより、大電流接続が確実にこなえます。
- ・ ヒートシンクへの取り付けネジ径は主端子と共通の M5 です。
- ・ 電氣的接続はすべてネジ及びコネクタで、はんだ付けの必要がなく、取り外しも容易です。
- ・ $V_{ce(sat)}$ とスイッチング損失のトレードオフ改善により、トータル損失を改善します。
- ・ IGBT チップ過熱保護によりチップを異常発熱から保護します。

^{*4} TcOH アラームは下アームからのみ出力となります。

2.1.4 大容量タイプ(下アームのみアラーム出力)

600V 系 200A~300A、1200V 系 100A~150A を大容量タイプとしてラインナップしています。

(P612 パッケージ)

- ・制御入力端子は中容量標準パッケージと同じ配列であり、一種類のコネクタで対応できます。
- ・主電源入力(P、N)、ブレーキ出力(B)、及び出力端子(U、V、W)が各々近接して配置され、メイン配線が容易なパッケージ構造です。
- ・主端子は M5 ネジにより、大電流接続が確実におこなえます。
- ・ヒートシンクへの取り付けネジ系は主端子と共通の M5 です。
- ・電氣的接続はすべてネジ及びコネクタで、はんだ付けの必要がなく、取り外しも容易です。
- ・Vce(sat)とスイッチング損失のトレードオフ改善により、トータル損失を改善します。
- ・IGBT チップ過熱保護によりチップを異常発熱から保護します。^{*5}

^{*5} 上アーム側からはアラーム出力はありません。

2.2 Econo IPM シリーズ

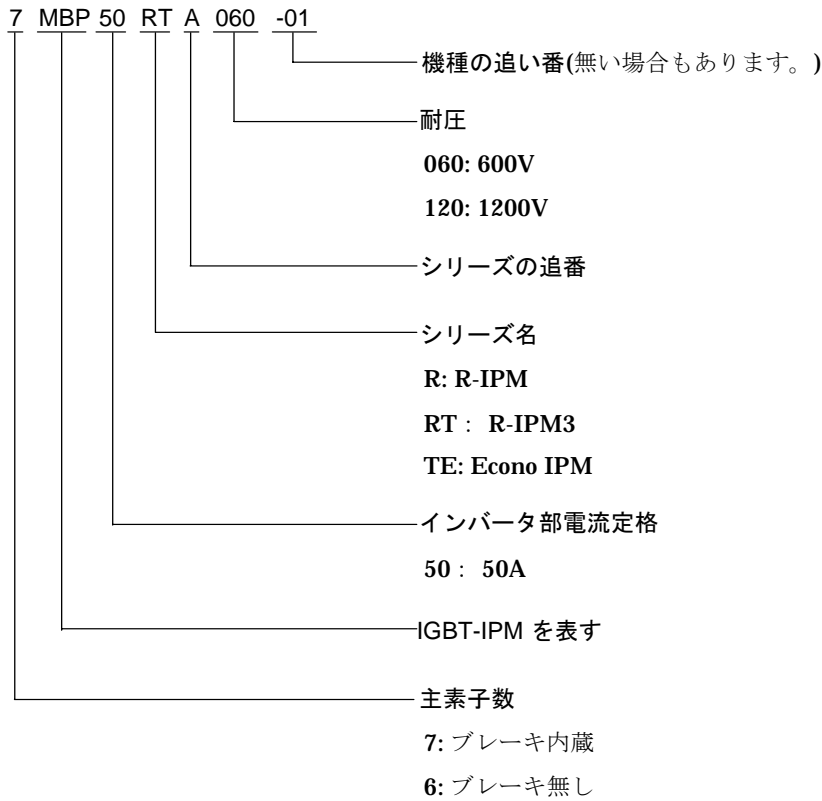
600V 系 50A~150A、1200V 系 25A~75A を Econo IPM シリーズとしてラインナップしています。

(P622 パッケージ)

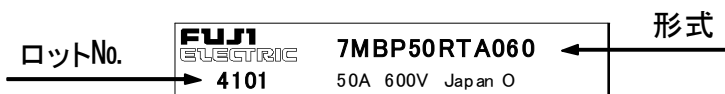
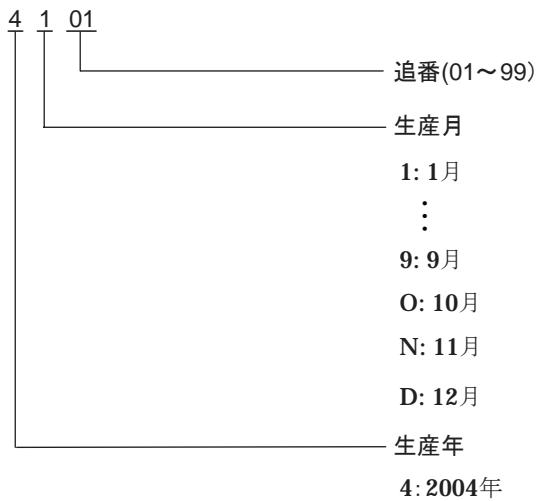
- ・中容量タイプ比で取付け面積を約 30%、質量を約 40%それぞれ低減しているため、装置の小型化に貢献します。
- ・Econo DIM(Econo Diode Module)と同一高さ(17mm)であるため、同一のプリント基板で接続可能です。
- ・上アームから OC、SC、UV、TjOH アラーム信号を出力可能です。これにより地絡などのトラブルに対してより確実な保護を可能としています。
- ・IGBT チップ過熱保護によりチップを異常発熱から保護します。

3 形式・ロット No.が示す内容

・形式



・ロット No.



4 ラインナップ

600V 系 15A~75A

	15A	20A	30A	50A	75A
R-IPM	6MBP15RH060	6MBP20RH060	6MBP30RH060	6MBP50RA060 7MBP50RA060	6MBP75RA060 7MBP75RA060
R-IPM3	—	6MBP20RTA060	—	6MBP50RTB060 7MBP50RTB060 6MBP50RTJ060 7MBP50RTJ060	6MBP75RTB060 7MBP75RTB060 6MBP75RTJ060 7MBP75RTJ060
Econo IPM	—	—	—	6MBP50TEA060 7MBP50TEA060	6MBP75TEA060 7MBP75TEA060

600V 系 100A~300A

	100A	150A	200A	300A
R-IPM	6MBP100RA060 7MBP100RA060	6MBP150RA060 7MBP150RA060	6MBP200RA060 7MBP200RA060	6MBP300RA060 7MBP300RA060
R-IPM3	6MBP100RTB060 7MBP100RTB060 6MBP100RTJ060 7MBP100RTJ060	6MBP150RTB060 7MBP150RTB060 6MBP150RTJ060 7MBP150RTJ060	—	—
Econo IPM	6MBP100TEA060 7MBP100TEA060	6MBP150TEA060 7MBP150TEA060	—	—

1200V 系

	15A	25A	50A	75A	100A	150A
R-IPM	6MBP15RA120	6MBP25RA120 7MBP25RA120 6MBP25RJ120 7MBP25RJ120	6MBP50RA120 7MBP50RA120 6MBP50RJ120 7MBP50RJ120	6MBP75RA120 7MBP75RA120 6MBP75RJ120 7MBP75RJ120	6MBP100RA120 7MBP100RA120	6MBP150RA120 7MBP150RA120
Econo IPM	—	6MBP25TEA120 7MBP25TEA120	6MBP50TEA120 7 MBP50TEA120	6MBP75TEA120 7MBP75TEA120	—	—

5 外形図

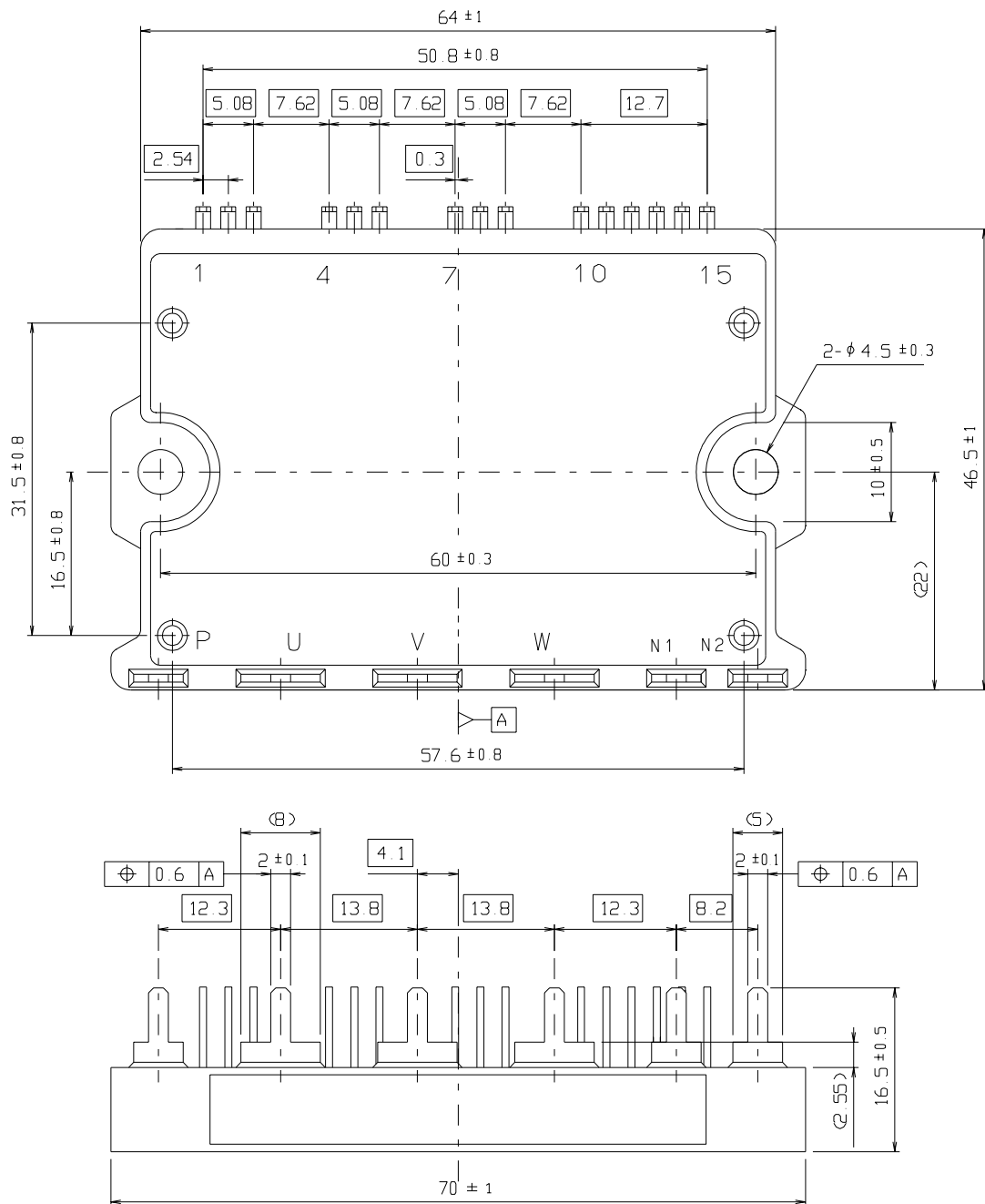


図 1-1 外形図 (P617)

対象形式 : 6MBP15RH060、6MBP20RH060、6MBP30RH060

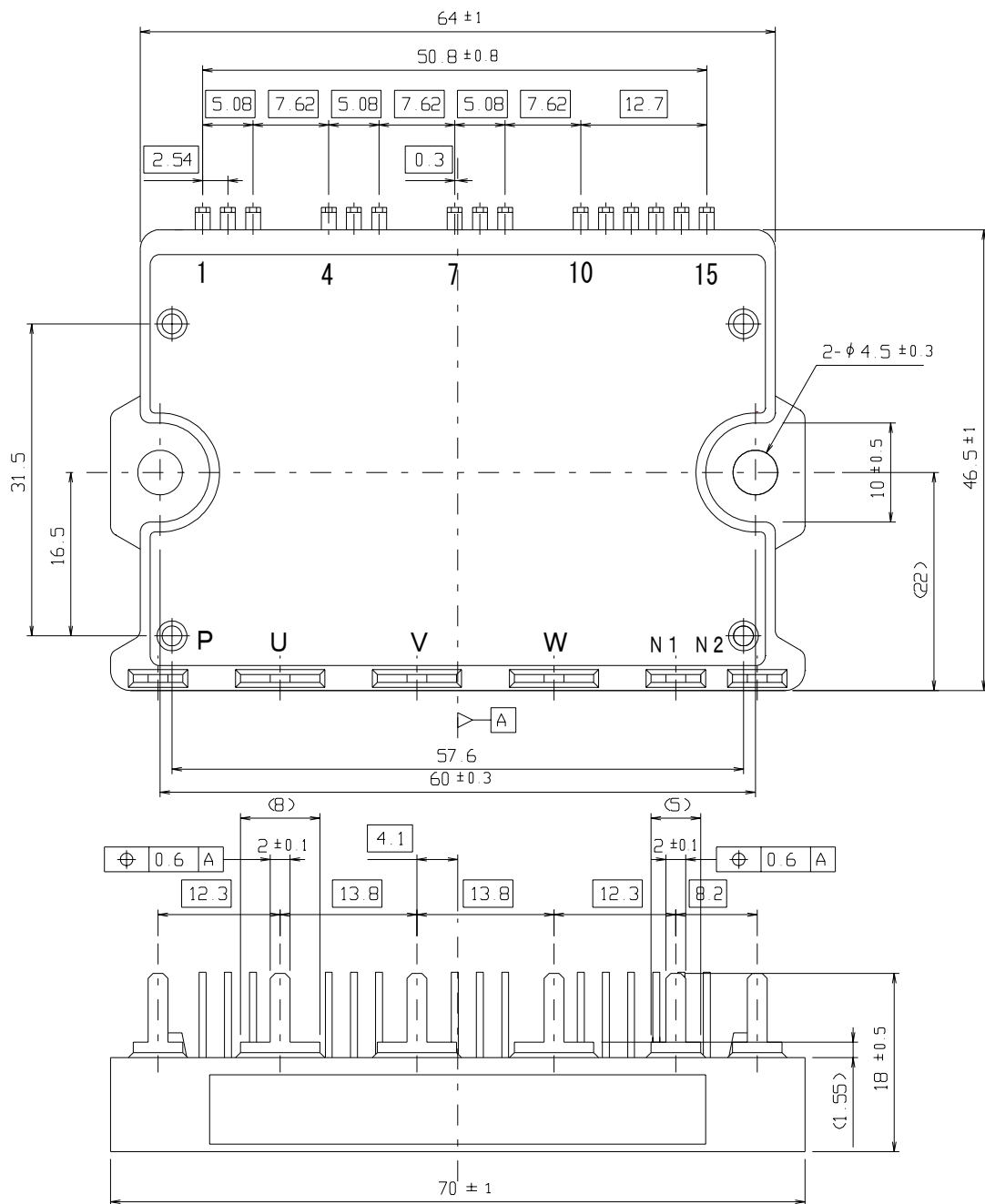


图 1-2 外形图 (P619)

对象形式：6MBP20RTA060、6MBP15RA120

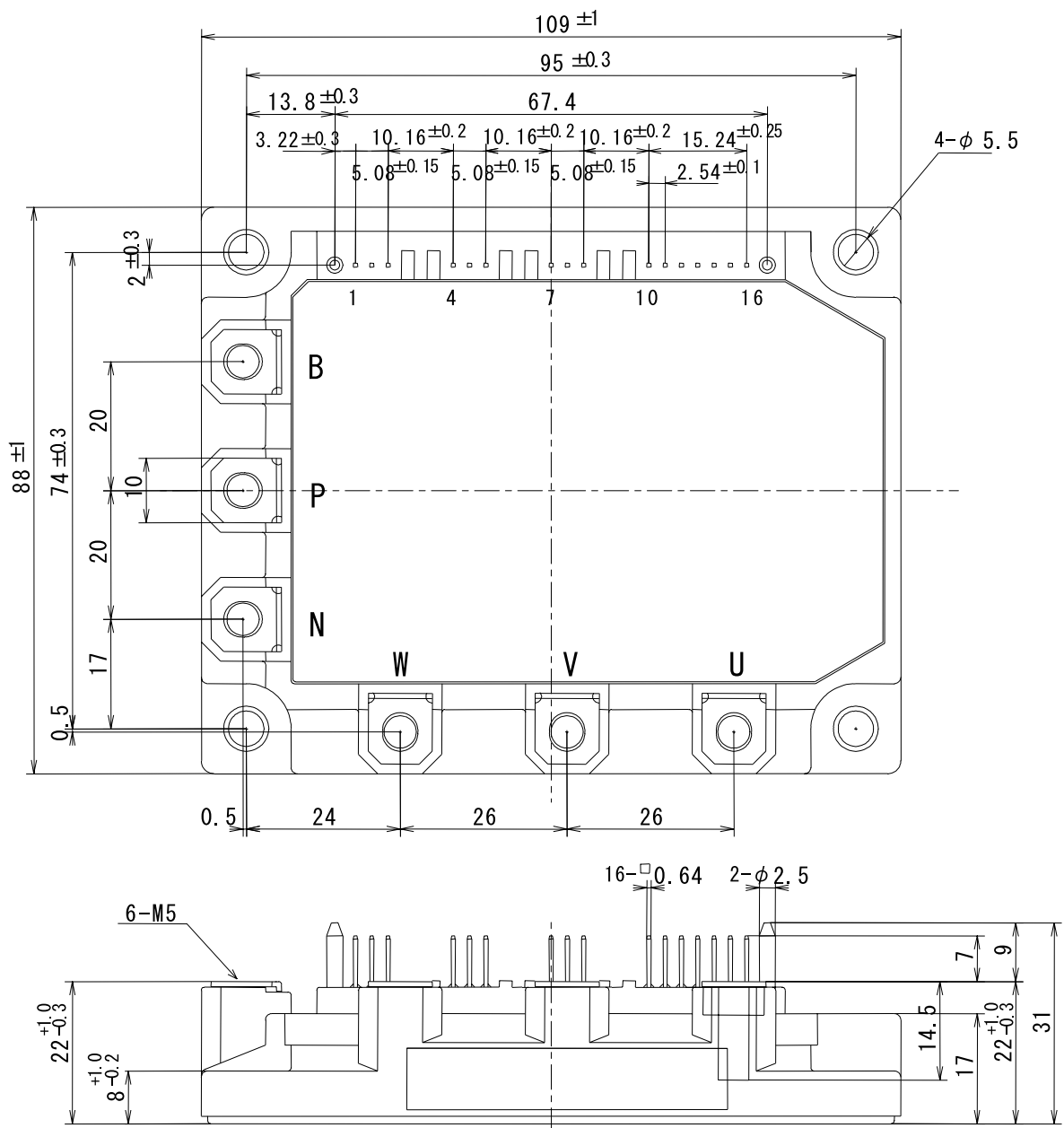


図 1-3 外形図 (P610)

対象形式 : 6MBP50RA060、6MBP75RA060、6MBP50RTB060、6MBP75RTB060、6MBP25RA120

7MBP50RA060、7MBP75RA060、7MBP50RTB060、7MBP75RTB060、7MBP25RA120

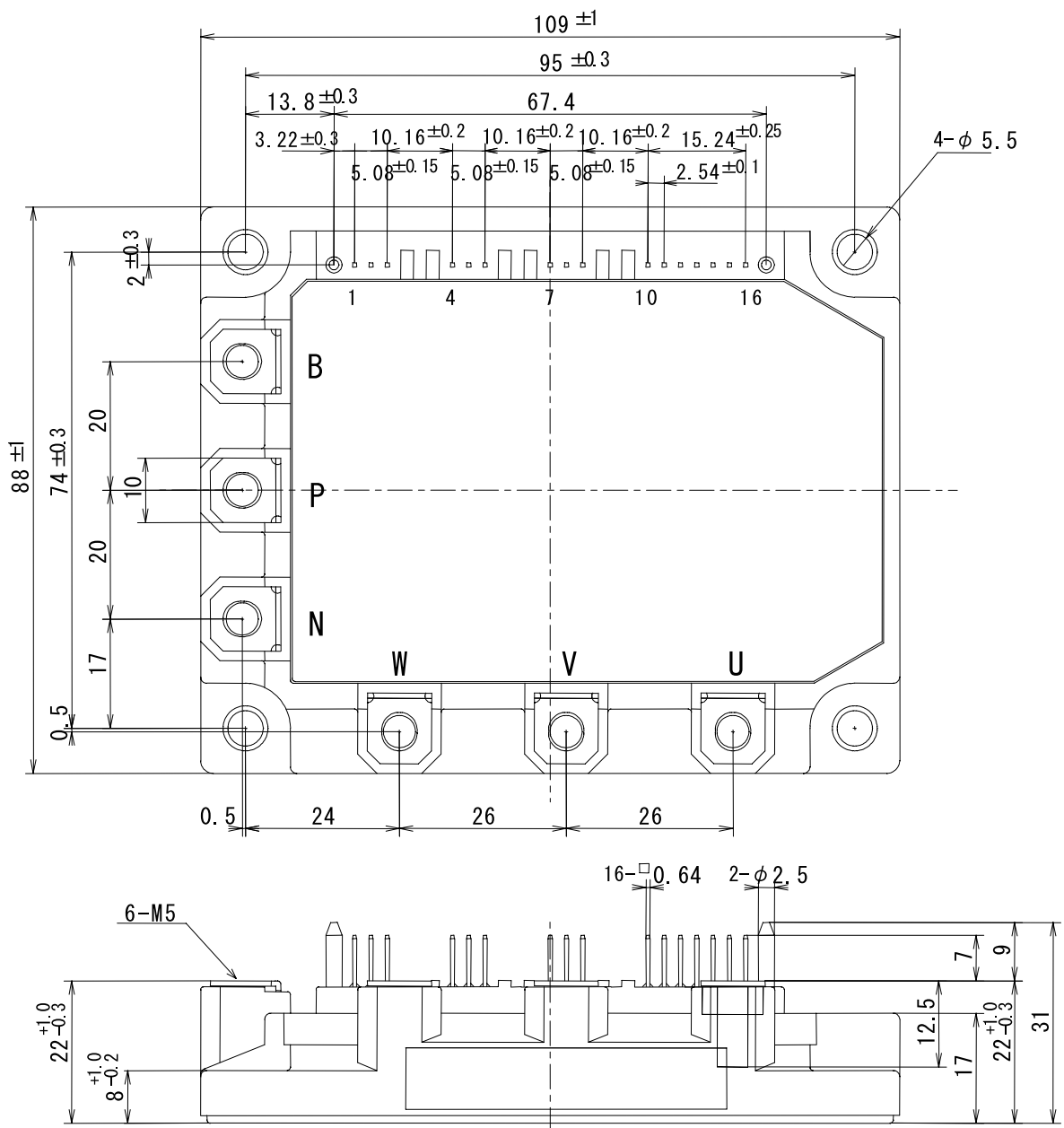


图 1-4 外形图 (P611)

对象形式 : 6MBP100RA060、6MBP150RA060、6MBP100RTB060、6MBP150RTB060、6MBP50RA120、6MBP75RA120
 7MBP100RA060、7MBP150RA060、7MBP100RTB060、7MBP150RTB060、7MBP50RA120、7MBP75RA120

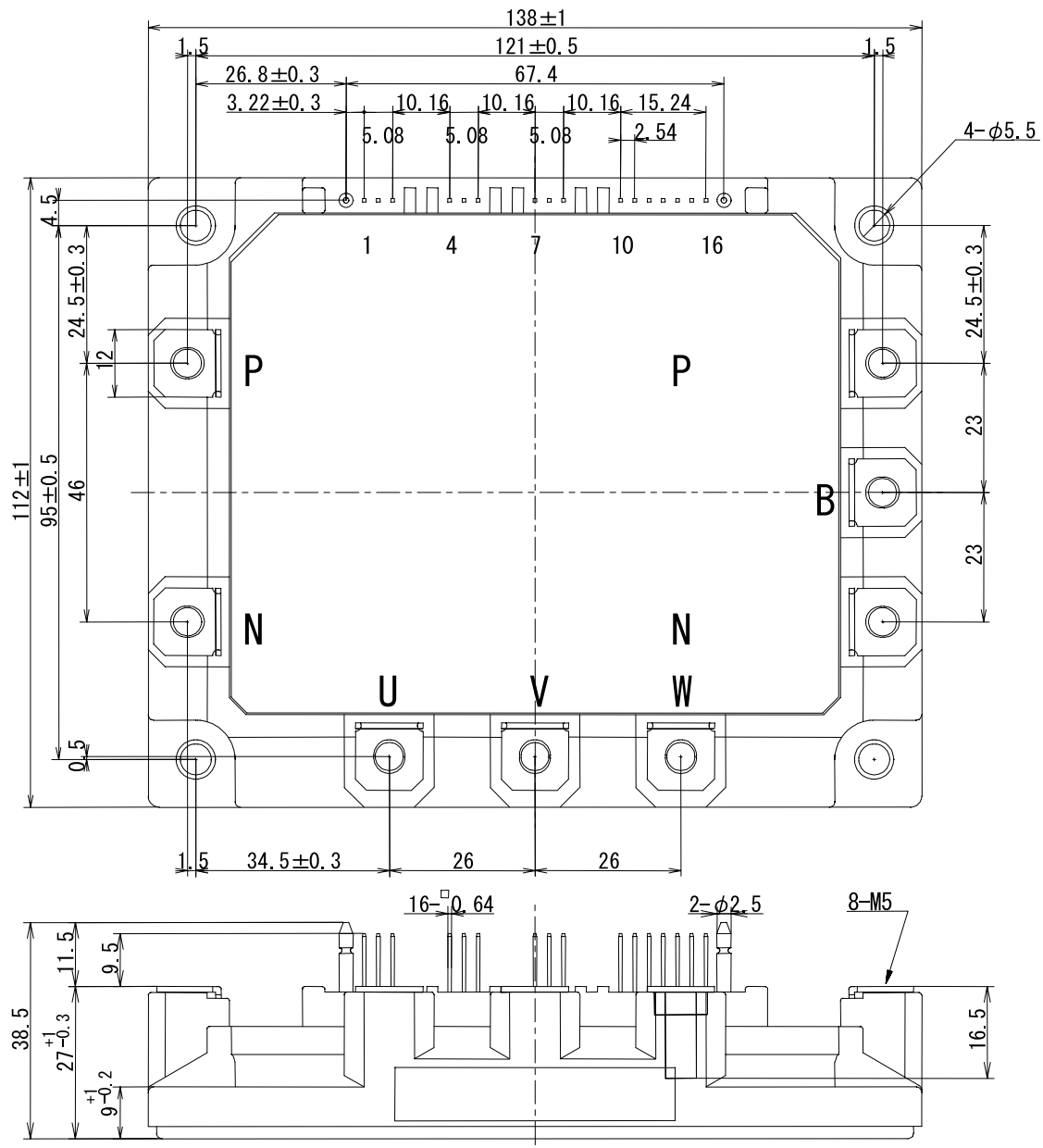


図 1-5 外形図 (P612)

対象形式 : 6MBP200RA060、6MBP300RA060、6MBP100RA120、6MBP150RA120

7MBP200RA060、7MBP300RA060、7MBP100RA120、7MBP150RA120

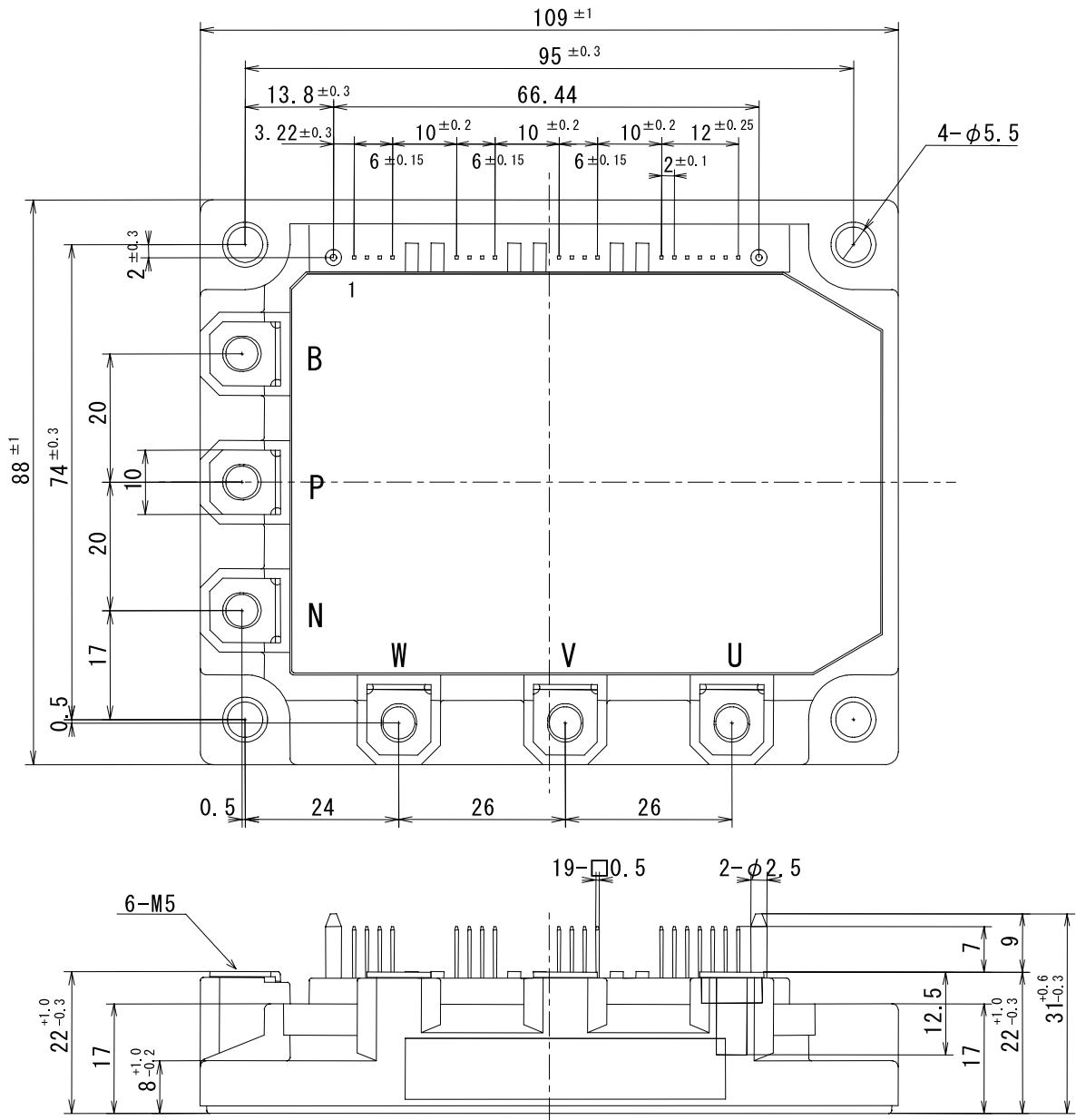


图 1-6 外形图 (P621)

对象形式 : 6MBP50RTJ060、6MBP75RTJ060、6MBP100RTJ060、6MBP150RTJ060、6MBP25RJ120、6MBP50RJ120、6MBP75RJ120
 7MBP50RTJ060、7MBP75RTJ060、7MBP100RTJ060、7MBP150RTJ060、7MBP25RJ120、7MBP50RJ120、7MBP75RJ120

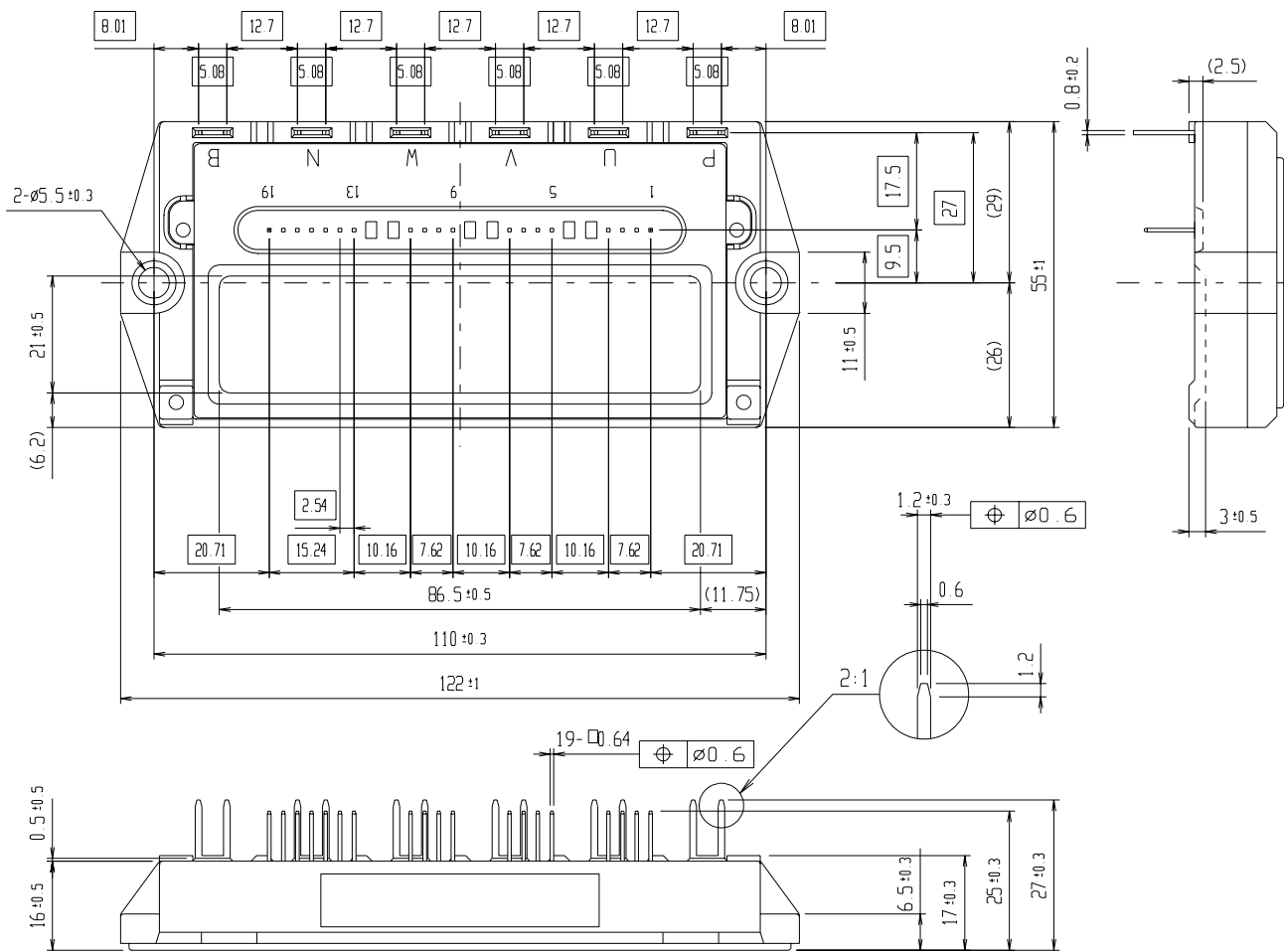


図 1-7 外形図 (P622)

対象形式 : 6MBP50TEA060、6MBP75TEA060、6MBP100TEA060、6MBP150TEA060
6MBP25TEA120、6MBP50TEA120、6MBP75TEA120

7MBP50TEA060、7MBP75TEA060、7MBP100TEA060、7MBP150TEA060
7MBP25TEA120、7MBP50TEA120、7MBP75TEA120

第 2 章

端子記号、用語の説明

目 次

ページ

1. 端子記号の説明.....	2-2
2. 用語の説明.....	2-3

1 端子記号の説明

主端子

端子記号	内容
P N	インバータ装置の整流コンバータ平滑後の主電源 V_d 入力端子 P : +側、N : -側
B	ブレーキ出力端子 : 減速時に回生動作抵抗電流を出力する端子
U V W	三相インバータ出力端子
N2	インバータ装置の整流コンバータ平滑後の主電源 V_d の一側入力端子 (P617、619)
N1	OC レベルを変更する場合、外部に抵抗を外付けする端子 (P617、619)

制御端子

端子記号	P610、P611 P612	P617 P619	P621 P622	内容
GND U Vcc U	① ③	① ③	① ④	上アーム U 相の制御電源 V_{cc} 入力 V_{cc} U : +側、GND U : -側
Vin U	②	②	③	上アーム U 相の制御信号入力
ALM U	—	—	②	保護回路動作時の上アーム U 相のアラーム出力
GND V Vcc V	④ ⑥	④ ⑥	⑤ ⑧	上アーム V 相の制御電源 V_{cc} 入力 V_{cc} V : +側、GND V : -側
Vin V	⑤	⑤	⑦	上アーム V 相の制御信号入力
ALM V	—	—	⑥	保護回路動作時の上アーム V 相のアラーム出力
GND W Vcc W	⑦ ⑨	⑦ ⑨	⑨ ⑫	上アーム W 相の制御電源 V_{cc} 入力 V_{cc} W : +側、GND W : -側
Vin W	⑧	⑧	⑪	上アーム W 相の制御信号入力
ALM W	—	—	⑩	保護回路動作時の上アーム W 相のアラーム出力
GND Vcc	⑩ ⑪	⑩ ⑪	⑬ ⑭	下アーム共通の制御電源 V_{cc} 入力 V_{cc} : +側、GND : -側
Vin X	⑬	⑫	⑯	下アーム X 相の制御信号入力
Vin Y	⑭	⑬	⑰	下アーム Y 相の制御信号入力
Vin Z	⑮	⑭	⑱	下アーム Z 相の制御信号入力
Vin DB	⑫	—	⑮	下アームブレーキ相の制御信号入力
ALM	⑯	⑮	⑲	保護回路動作時の下アームアラーム出力

2 用語の説明

1. 絶対最大定格

用語	記号	内容	
電源電圧	V_{DC}	PN 端子間に印加できる直流電源電圧	
電源電圧(サージ)	$V_{DC(surge)}$	スイッチングにより PN 端子間に印加できるサージ電圧のピーク値	
電源電圧(短絡時)	V_{SC}	短絡・過電流保護可能な PN 端子間直流電源電圧	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	内蔵する IGBT チップのコレクタ・エミッタ間最大電圧及び、FWD チップの繰返しピーク逆電圧 (ブレーキ部は IGBT のみ)	
逆電圧	V_R	ブレーキ部 FWD チップの繰返しピーク逆電圧	
コレクタ電流	I_C	IGBT チップに許容される最大直流コレクタ電流	
	I_{CP}	IGBT チップに許容される最大パルスコレクタ電流	
	$-I_C$	FWD チップに許容される最大直流順電流	
FWD 順電流	I_F	ブレーキ部 FWD チップに許容される最大直流順電流	
コレクタ損失	P_C	IGBT チップ 1 素子で消費できる電力の最大値 $T_c=25^{\circ}C$ の時、 $T_j=150^{\circ}C$ となる損失	
制御電源電圧	V_{CC}	Vcc-GND 端子間に印加できる電圧	
入力電圧	V_{in}	Vin-GND 端子間に印加できる電圧	
入力電流	I_{in}	Vin-GND 端子間に流せる電流の最大値	
アラーム印加電圧	V_{ALM}	ALM-GND 端子間に印加できる電圧	
アラーム出力電流	I_{ALM}	ALM-GND 端子間に流せる電流の最大値	
チップ接合部温度	T_j	IGBT、FWD チップが連続動作できるチップ接合温度の最大値	
動作時ケース温度	T_{opr}	電氣的動作ができるケース温度範囲 (ケース温度 T_c 測定点を図 1 に示す。)	
保存温度	T_{stg}	電氣的負荷をかけずに保存または輸送できる周囲温度の範囲	
絶縁耐圧	Viso	全端子を短絡した状態で、端子と冷却体取付け面間に許容される正弦波電圧の最大実効値	
締付けトルク	端子	—	所定のネジで、端子と外部配線を接続する際の最大トルク
	取付	—	所定のネジで、素子を冷却体 (ヒートシンク) に取付ける際の最大トルク

2. 電気的特性

2.1 主回路

用語	記号	内容
コレクタ・エミッタ間遮断電流	I_{CES}	全入力信号 $H(=V_z)$ で IGBT のコレクタとエミッタ間に指定の電圧を印加した時の漏れ電流
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	測定対象素子の入力信号のみを $L(=0V)$ 、他の全素子の入力を $H(=V_z)$ とした時、定格コレクタ電流を流した時のコレクタ・エミッタ間電圧
ダイオード順電圧	V_F	全入力信号 $H(=V_z)$ で、ダイオードに定格電流を流した時の順方向電圧
ターンオン時間	t_{on}	入力信号がしきい値を下回ってから、コレクタ電流が定格の 90% 以上になるまでの時間図2-3に示す
ターンオフ時間	t_{off}	入力信号がしきい値を上回ってから、コレクタ電流が定格の 10% 以下になるまでの時間図2-3に示す
立下り時間	t_f	IGBT ターンオフ時にコレクタ電流が定格の 90% から、減少する電流の接線上で 10% 以下になるまでの時間図2-3に示す。
逆回復時間	t_{rr}	内蔵ダイオードの逆回復電流が消滅するまでに要する時間図2-3に示す。

2.2 制御回路

用語	記号	内容
制御電源消費電流	I_{ccp}	P サイド（上アーム側）制御電源 V_{cc-GND} 間に流れる電流
	I_{ccn}	N サイド（下アーム側）制御電源 V_{cc-GND} 間に流れる電流
入力閾値電圧	$V_{inH(on)}$	IGBT が off から on 状態になる制御信号電圧
	$V_{inH(off)}$	IGBT が on から off 状態になる制御信号電圧
ツェナー電圧	V_z	制御信号 off 時、 V_{in-GND} 間に接続されたツェナーダイオードによって、 V_{in-GND} 間をクランプする電圧
アラーム出力保持時間	t_{ALM}	N サイド保護機能が動作し、アラーム信号の出力を保持する期間
アラーム出力抵抗	R_{ALM}	アラーム端子に直列に接続された内蔵抵抗の値 フォトカプラ 1 次側順電流を制限する
電流検出用シャント抵抗	R_1	IPM 内蔵シャント抵抗単体の抵抗値（P617、P619）

2.3 保護回路

用語	記号	内容
過電流保護動作電流	I_{oc}	過電流保護(OC)動作する IGBT コレクタ電流
過電流遮断遅れ時間	t_{doc}	図 2-1 に示す
短絡保護遅れ時間	t_{sc}	図 2-2 に示す
チップ過熱保護温度	T_{joH}	IGBT チップ接合部温度 T_j が過熱して、IGBT をソフト遮断するトリップ温度
チップ過熱保護ヒステリシス	T_{jH}	保護動作後、出力停止がリセットされるまでに必要な降下温度
ケース過熱保護温度	T_{cOH}	ケース温度 T_c が過熱して、IGBT をソフト遮断するトリップ温度
ケース過熱保護ヒステリシス	T_{cH}	保護動作後、出力停止がリセットされるまでに必要な降下温度
制御電源電圧低下保護電圧	V_{UV}	制御電源電圧 V_{cc} が低下して、IGBT をソフト遮断するトリップ電圧
制御電源電圧低下保護ヒステリシス	V_H	保護動作後、出力停止がリセットされるまでに必要な復帰電圧

3. 熱特性

用語	記号	内容
チップ・ケース間熱抵抗	Rth(j-c)	IGBT あるいはダイオードのチップ・ケース間の熱抵抗
ケース・フィン間熱抵抗	Rth(c-f)	サーマル・コンパウンドを用いて推奨トルク値にて冷却体に取り付けた状態でのケース・冷却体間の熱抵抗
ケース温度	Tc	IPM のケース温度 (IGBT あるいはダイオード直下の銅ベース下面の温度)

4. ノイズ耐量

用語	記号	内容
コモンモードノイズ	—	弊社テスト回路におけるコモンモードノイズ耐量
雷サージ	—	弊社テスト回路における雷サージ耐量

5. その他

用語	記号	内容
質量	Wt	IPM 単体の重量
スイッチング周波数	fsw	制御信号入力端子に入力できる制御信号周波数範囲
逆回復電流	Irr	図 4 に示す
逆バイアス安全動作領域	RBSOA	ターンオフ時に指定の条件にて IGBT を遮断できる電流と電圧の領域 この領域を超えて使用すると、素子が破壊する可能性があります
スイッチング損失	Eon	ターンオン時の IGBT スwitchング損失
	Eoff	ターンオフ時の IGBT スwitchング損失
	Err	逆回復時の FWD スwitchング損失

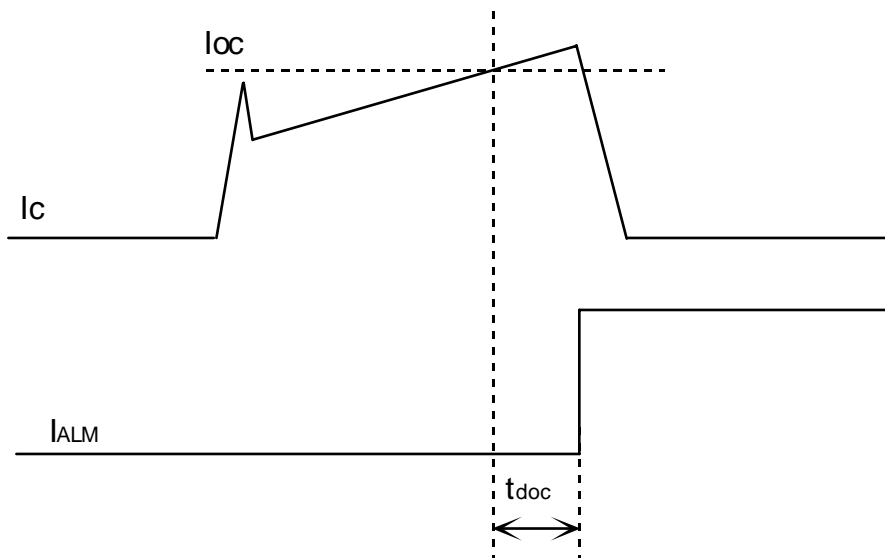


図 2-1 過電流保護遅れ時間 (t_{doc})

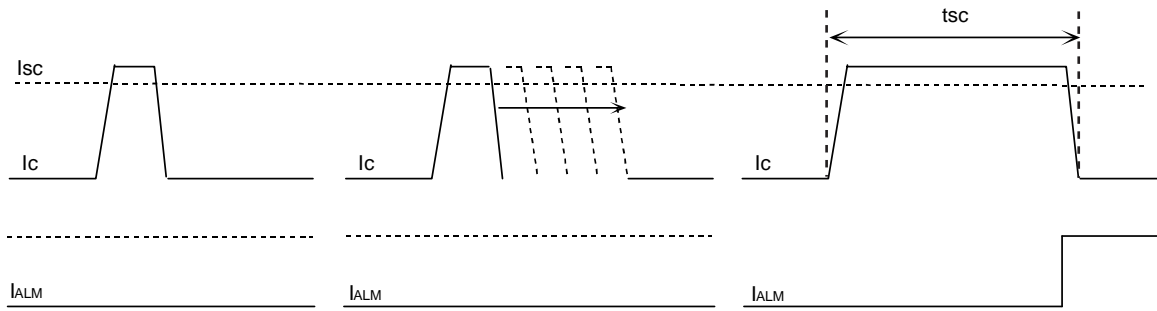


図 2-2 短絡保護遅れ時間 (tsc)

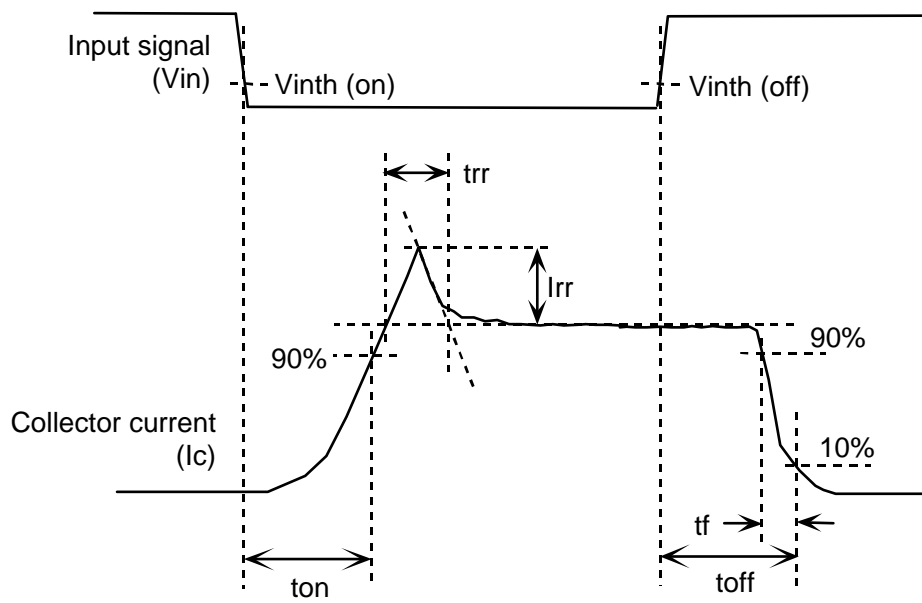


図 2-3 スイッチング時間

第 3 章

機能の説明

目 次

ページ

1. 機能一覧表.....	3-2
2. 機能の説明.....	3-4
3. 真理値表	3-11
4. IPM ブロック図	3-13
5. タイミングチャート	3-21

1 機能一覧表

IPM に内蔵する機能を、表 3-1～表 3-3 に示します。

表 3-1 IPM 内蔵機能(R-IPM)

600V

素子数	形式	内蔵機能								パッケージ
		上下アーム共通			上アーム		下アーム		TcOH	
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM		
6 in 1	6MBP15RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP20RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP30RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP50RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP75RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP100RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP150RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP200RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
7 in 1	7MBP50RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP75RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP100RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP150RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP200RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	7MBP300RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612

1200V

素子数	形式	内蔵機能								パッケージ
		上下アーム共通			上アーム		下アーム		TcOH	
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM		
6 in 1	6MBP15RA120	○	○	○	—	—	○	○	—	P619
	6MBP25RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP50RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP75RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP100RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	6MBP150RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
7 in 1	7MBP25RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP50RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP75RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP100RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	7MBP150RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
6 in 1	6MBP25RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP50RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP75RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
7 in 1	7MBP25RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP50RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP75RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621

Dr: IGBT 駆動回路、UV: 制御電源不足電圧保護、TjOH: 素子過熱保護、OC: 過電流保護、ALM: アラーム出力、TcOH: ケース過熱保護

表 3-2 IPM 内蔵機能(R-IPM3)

600V

素子数	形式	内蔵機能								パッケージ
		上下アーム共通			上アーム		下アーム		TcOH	
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM		
6 in 1	6MBP20RTA060	○	○	○	—	—	○	○	—	P619
	6MBP50RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP75RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP100RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP150RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
7 in 1	7MBP50RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP75RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP100RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP150RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
6 in 1	6MBP50RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP75RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP100RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP150RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
7 in 1	7MBP50RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP75RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP100RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP150RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621

Dr: IGBT 駆動回路、UV: 制御電源不足電圧保護、TjOH: 素子過熱保護、OC: 過電流保護、ALM: アラーム出力、TcOH: ケース過熱保護

表 3-3 IPM 内蔵機能(Econo IPM)

600V

素子数	形式	内蔵機能								パッケージ	
		上下アーム共通			上アーム		下アーム		TcOH		
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM			
6 in 1	6MBP50TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP75TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP100TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP150TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
7 in 1	7MBP50TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP75TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP100TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP150TEA060	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622

1200V

素子数	形式	内蔵機能								パッケージ	
		上下アーム共通			上アーム		下アーム		TcOH		
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM			
6 in 1	6MBP25TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP50TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP75TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
7 in 1	7MBP25TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP50TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP75TEA120	○	○	○	○	○	○	○	○	—	P622

Dr: IGBT 駆動回路、UV: 制御電源不足電圧保護、TjOH: 素子過熱保護、OC: 過電流保護、ALM: アラーム出力、TcOH: ケース過熱保護

2 機能の説明

2.1 三相インバータ用 IGBT、FWD

図 3-1 に示すように、三相インバータ用 IGBT 及び FWD を内蔵し、IPM 内部で三相ブリッジ回路を構成しています。P、N 端子に主電源を、U、V、W 端子に三相出力線を接続すれば主配線は完成します。サージ電圧を抑えるために、スナバ回路を接続して使用ください。

2.2 ブレーキ用 IGBT、FWD

図 3-1 に示すように、ブレーキに使用される IGBT 及び FWD を内蔵し、IGBT のコレクタ電極が B 端子として外部に出力されています。ブレーキ抵抗を P-B 端子間に接続して、ブレーキ IGBT を制御することで、減速時の回生エネルギーを消費し、P-N 端子間の電圧上昇を抑えることができます。

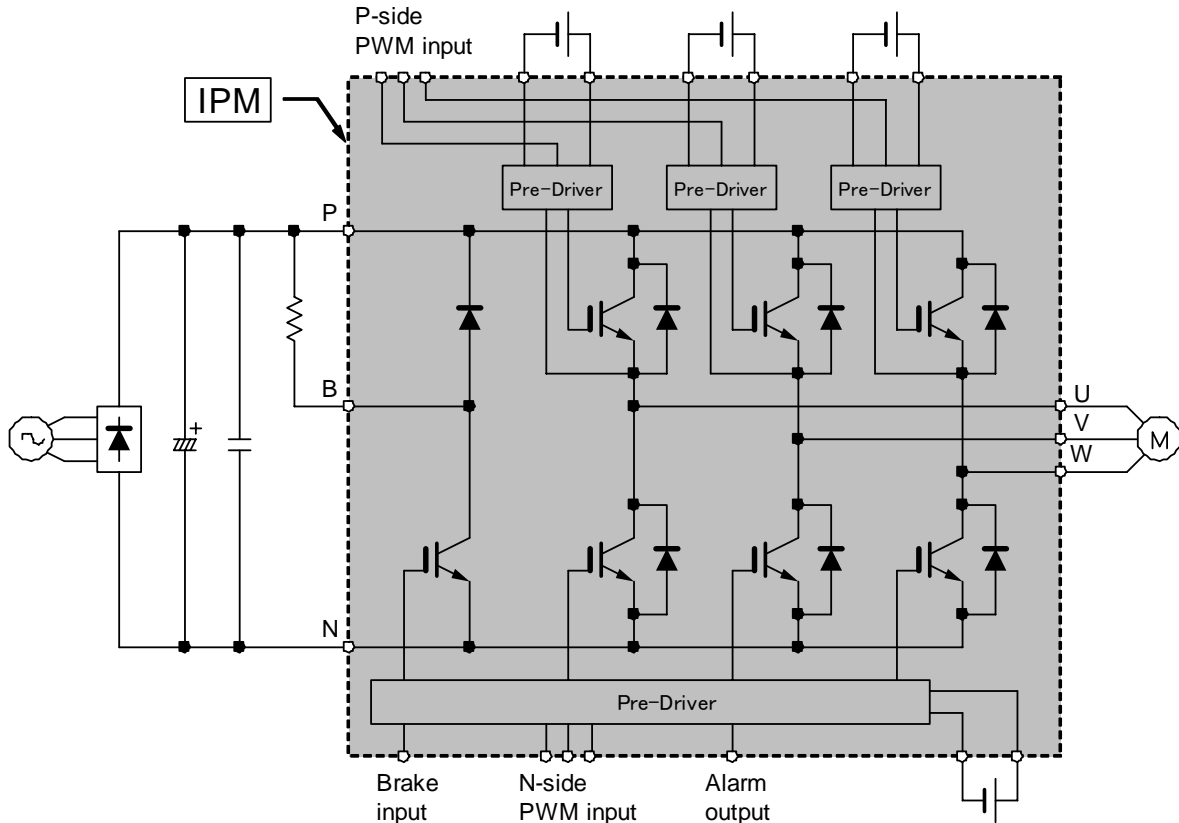


図 3-1 3 相インバータ適用例 (7MBP150RTB060 の場合)

2.3 IGBT ドライブ機能

図 3-2 にプリドライバのブロック図を示します。IPM は IGBT のドライブ機能を内蔵しているので、フォトカプラ出力を IPM に接続すれば、ゲート抵抗値を設計することなく、IGBT を駆動することができます。本ドライブ機能の特長を次に紹介します。

- ・独立したゲート抵抗制御

単一のゲート抵抗 R_g を用いず、ターンオン/ターンオフ専用の R_g を内蔵しています。これにより、ターンオンとターンオフの dv/dt を独立にコントロールできるため、素子の特性を十分に発揮することができます (Turn on/Normal Shutdown)。

- ・ソフト遮断

過電流などの異常時にゲート電圧を緩やかに低下させ、サージ電圧で素子が破壊することを防止します (Soft Shutdown)。

- ・誤オン防止

オフ時に IGBT のゲート電極を低インピーダンスでエミッタ接地する回路を設けているため、ノイズ等で V_{GE} が上昇して誤ってオンすることを防止します (Off Hold)。

- ・逆バイアス電源は不要

IPM はドライブ回路と **IGBT** 間の配線が短いので、配線インピーダンスが小さく、逆バイアス無しで駆動することができます。

- ・アラームラッチ

アラームは約 **2ms** のラッチ期間を持っており、ラッチ期間にオン信号を入力しても **IGBT** は動作しません。さらに、下アーム側はブレーキを含め各相 **ALM** 間相互接続しているため、下アーム側が保護動作すると下アーム全 **IGBT** がラッチ期間停止します。

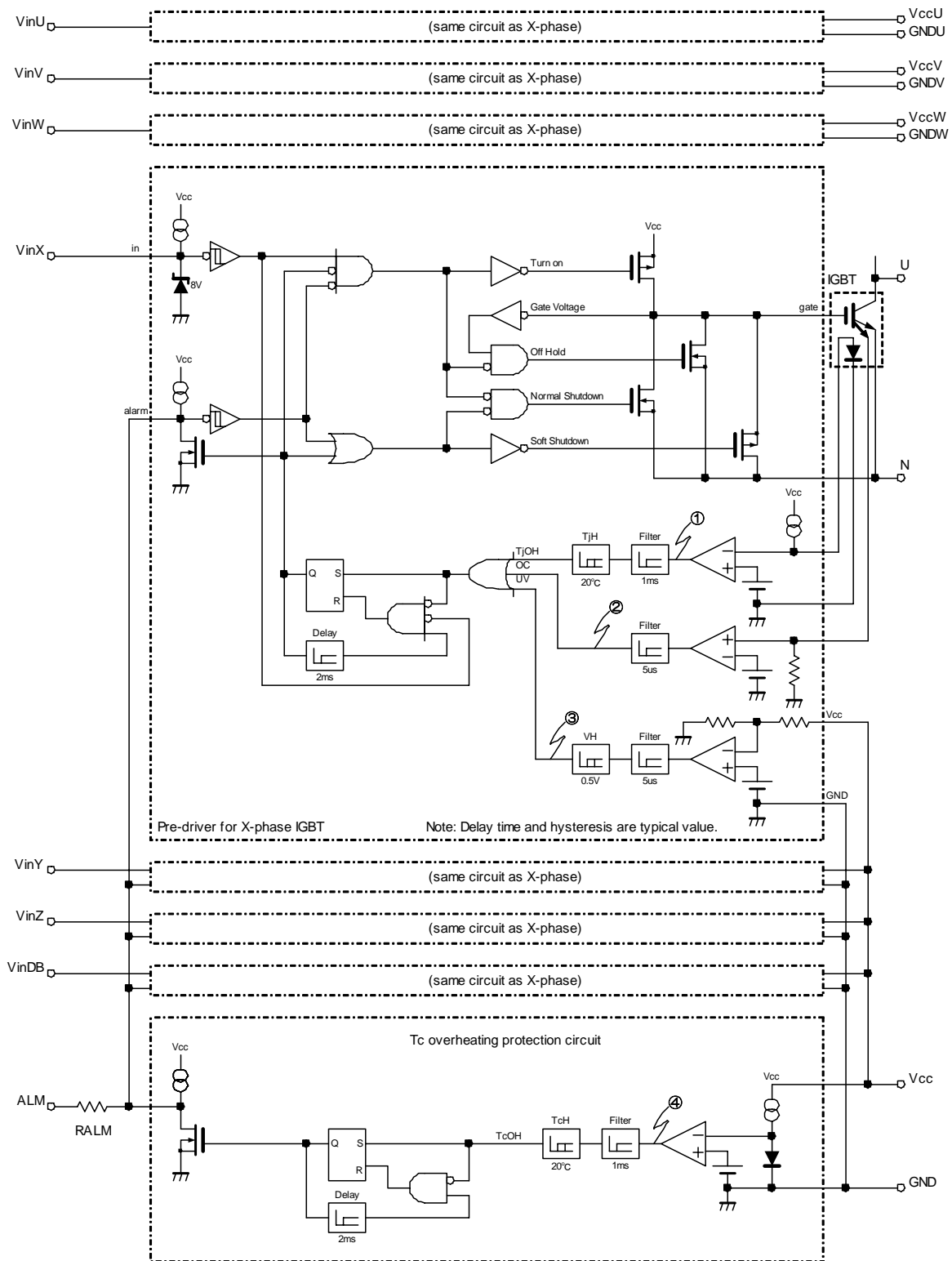


図 3-2 IPM 機能ブロック図 (代表例 : 7MBP150RTB060)

2.4 過電流保護機能 (OC)

検出方式として、センス IGBT 方式とシャント抵抗方式の 2 通りを採用しています。

①センス IGBT 方式

採用機種： P610/P611/P612/P621/P622

- ・ IGBT チップに内蔵する電流センス IGBT に流れるセンス電流を制御回路に取り込むことで、IGBT に流れる主電流を検出します。センス電流は主電流に比べて非常に小さく、シャント抵抗方式に比べて検出ロスを小さくできます。
- ・ 過電流保護 I_{oc} レベルを約 $5 \mu s(t_{doc})$ 期間連続して超えると、IGBT をソフト遮断します。検出フィルタを設けているため、瞬間的な過電流やノイズによる誤動作を防止できます。
- ・ 約 2ms 後に I_{oc} を下回り、入力信号がオフなら、アラームは解除されます。

②シャント抵抗方式

採用機種： P617/P619

- ・ 過電流保護は直流 N 母線ラインに接続した電流検出用シャント抵抗 R_1 の両端電圧を検出して行います。過電流検出レベル I_{oc} を約 $5 \mu s(t_{doc})$ 期間連続して超えると、IGBT をソフト遮断します。検出フィルタを設けているため、瞬間的な過電流やノイズによる誤動作を防止できます。
- ・ 約 2ms 後に I_{oc} を下回り、入力信号がオフなら、アラームは解除されます。

2.5 短絡保護機能 (SC)

- ・ OC 保護機能にはすべて SC 保護機能が連動し、負荷短絡やアーム短絡時のピーク電流を抑制します。

2.6 制御電源電圧低下保護機能 (UV)

- ・ UV 保護機能は制御電源電圧 (V_{cc}) が、約 $5 \mu s$ 期間連続して V_{UV} を下回ると、IGBT をソフト遮断します。
- ・ ヒステリシス V_H を設けてあるので、約 2ms 経過後に V_{cc} が $V_{UV}+V_H$ 以上に復帰して、入力信号がオフなら、アラームは解除されます。

2.7 ケース温度過熱保護機能(T_{cOH})

- ・ T_{cOH} 保護機能は、パワーチップ (IGBT、FWD) と同一のセラミック基板上に設けられた温度検出素子により絶縁基板温度を検出し、検出温度が保護レベル T_{cOH} を約 1ms 以上連続して超えると、IGBT をソフト遮断します。
- ・ ヒステリシス T_{cH} を設けてあるので、約 2ms 経過後に T_c が $T_{cOH}-T_{cH}$ を下回ると、アラームは解除されます。
- ・ T_{cOH} 検出位置を図 3-3～図 3-6 に示します。

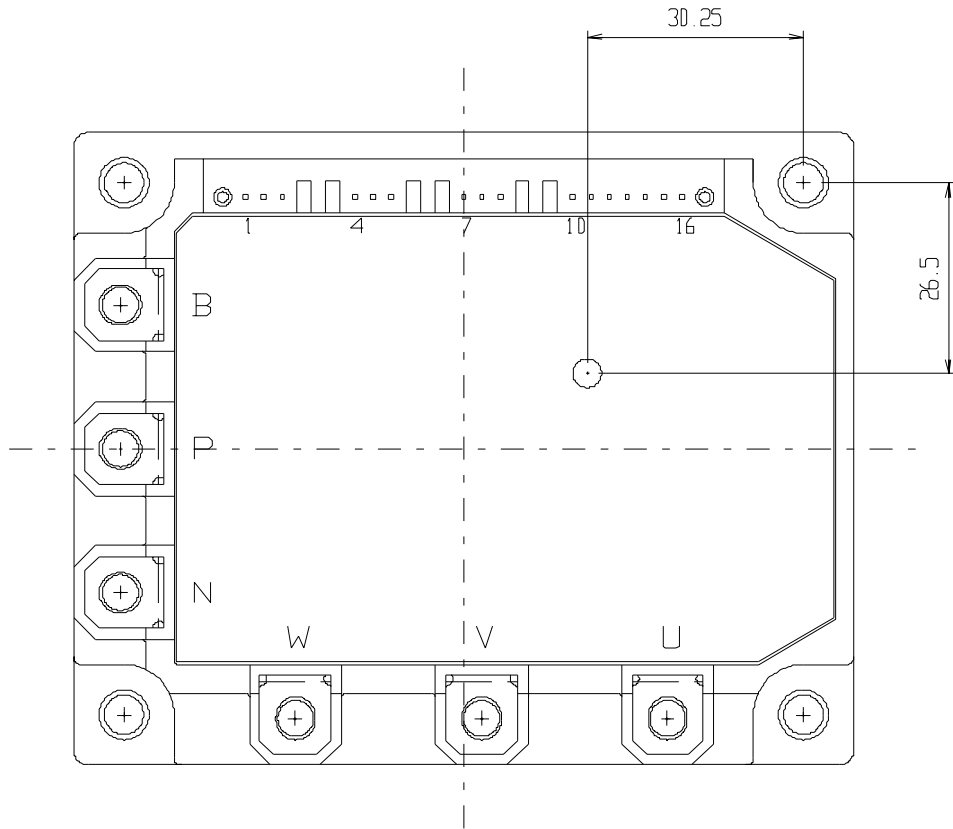


図 3-3 TcOH 検出位置 (P610)

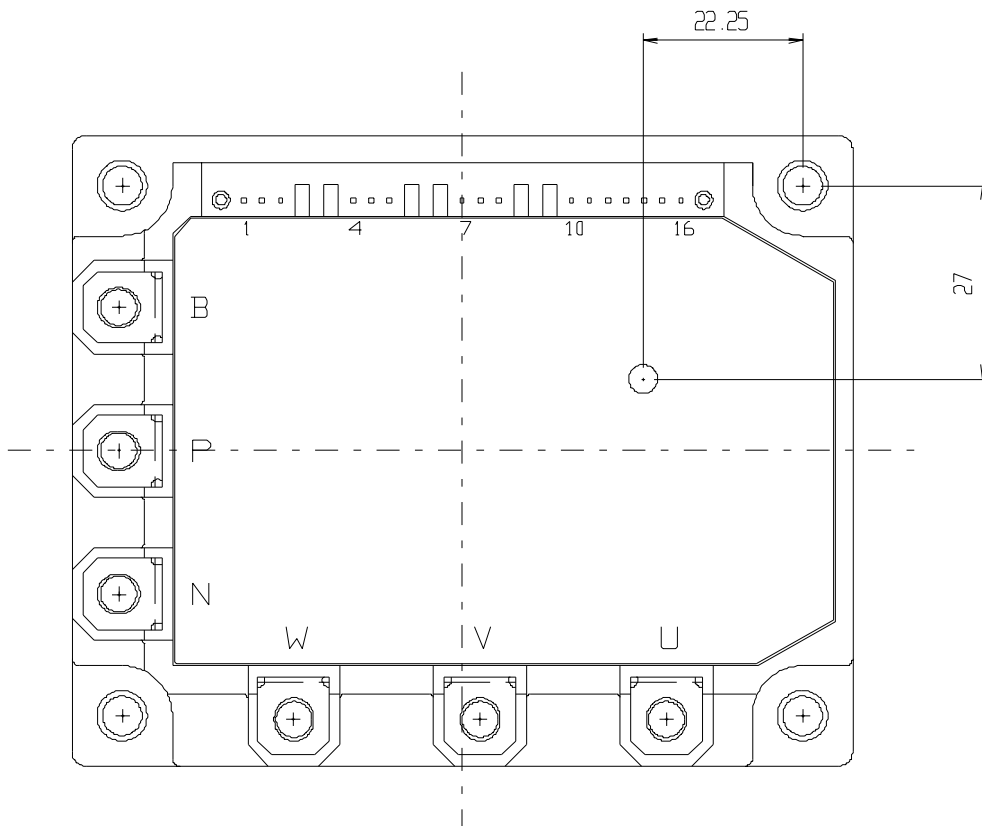


図 3-4 TcOH 検出位置 (P611)

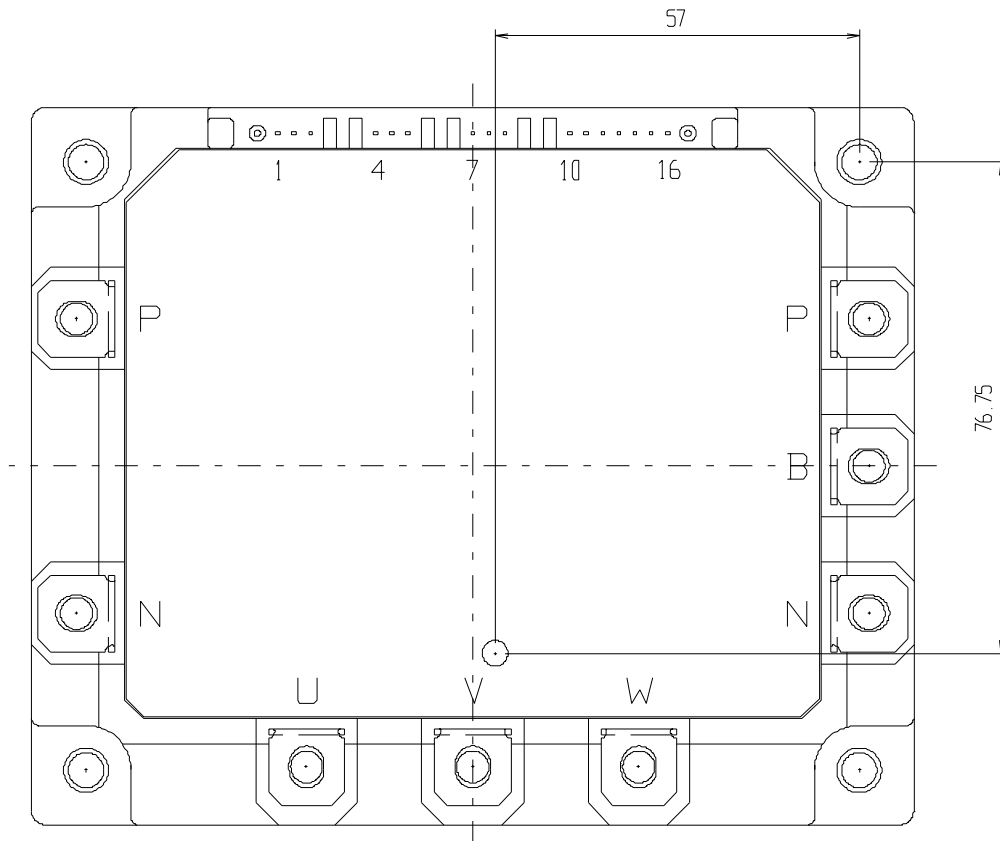


図 3-5 TcOH 検出位置 (P612)

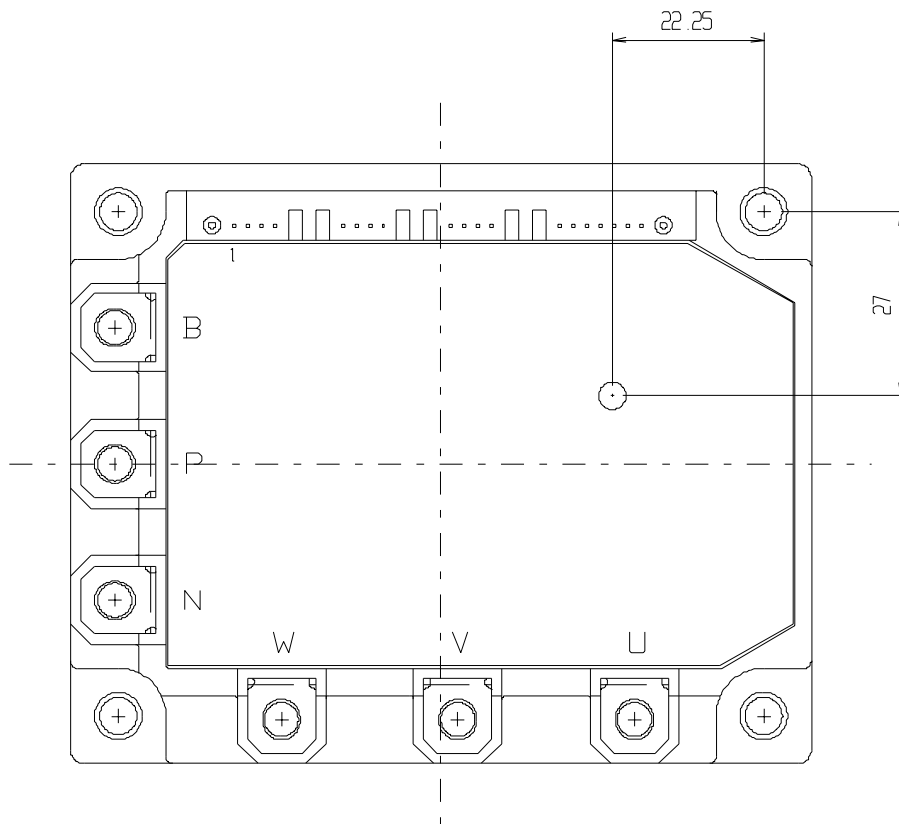


図 3-6 TcOH 検出位置 (P621)

2.8 チップ温度過熱保護機能 (TjOH)

- ・ TjOH 保護機能は、全 IGBT チップに設けられた温度検出素子により IGBT チップ温度を検出し、検出温度が保護レベル(TjOH)を約 1ms 以上連続して超えると、IGBT をソフト遮断します。
- ・ ヒステリシス TjH を設けてあるので、約 2ms 経過後に Tj が TjOH-TjH を下回り、かつ入力信号がオフならアラームは解除されます。

2.9 アラーム出力機能 (ALM)

- ・ 保護機能が働くと、アラーム出力端子は各基準電位 GND に対し導通します。オープンコレクタ出力で、フォトカプラを直接駆動できる能力があり、直列に 1.5 k Ω の抵抗を内蔵しています。
- ・ 保護機能が働くと、アラーム信号を約 2ms 期間(tALM)持続して出力します。アラーム要因が解消され、tALM 以上経過し、かつ入力信号がオフならアラームは解除されます。要因が TcOH の場合は、入力信号に無関係で解除されます。
- ・ 下アーム側各ドライブ回路のアラーム端子は相互接続されているため、何れかの IGBT がアラームを出力すると、ブレーキを含む下アーム側全 IGBT が停止します。

3 真理値表

故障発生時の真理値表を、表 3-4～表 3-7 に示します。

表 3-4 真理値表 (P617、P619)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output Low side
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	
High side U-phase	UV	OFF	*	*	*	High
	TjOH	OFF	*	*	*	High
High side V-phase	UV	*	OFF	*	*	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High
High side W-phase	UV	*	*	OFF	*	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	Low
	UV	*	*	*	OFF	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	Low

* Depend on input logic

表 3-5 真理値表 (P610、P611、P612)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output Low side
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	High
	UV	OFF	*	*	*	High
	TjOH	OFF	*	*	*	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High
	UV	*	OFF	*	*	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High
	UV	*	*	OFF	*	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	Low
	UV	*	*	*	OFF	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	Low
	TcOH	*	*	*	OFF	Low

* Depend on input logic

表 3-6 真理値表 (P621)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output			
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	ALMU	ALMV	ALMW	ALM
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	UV	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	TjOH	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	UV	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	UV	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	UV	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TcOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low

* Depend on input logic

表 3-7 真理値表 (P622)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output			
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	ALMU	ALMV	ALMW	ALM
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	UV	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	TjOH	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	UV	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	UV	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	UV	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low

* Depend on input logic

4 IPM ブロック図

IPM ブロック図を、図 3-7～図 3-14 に示します。

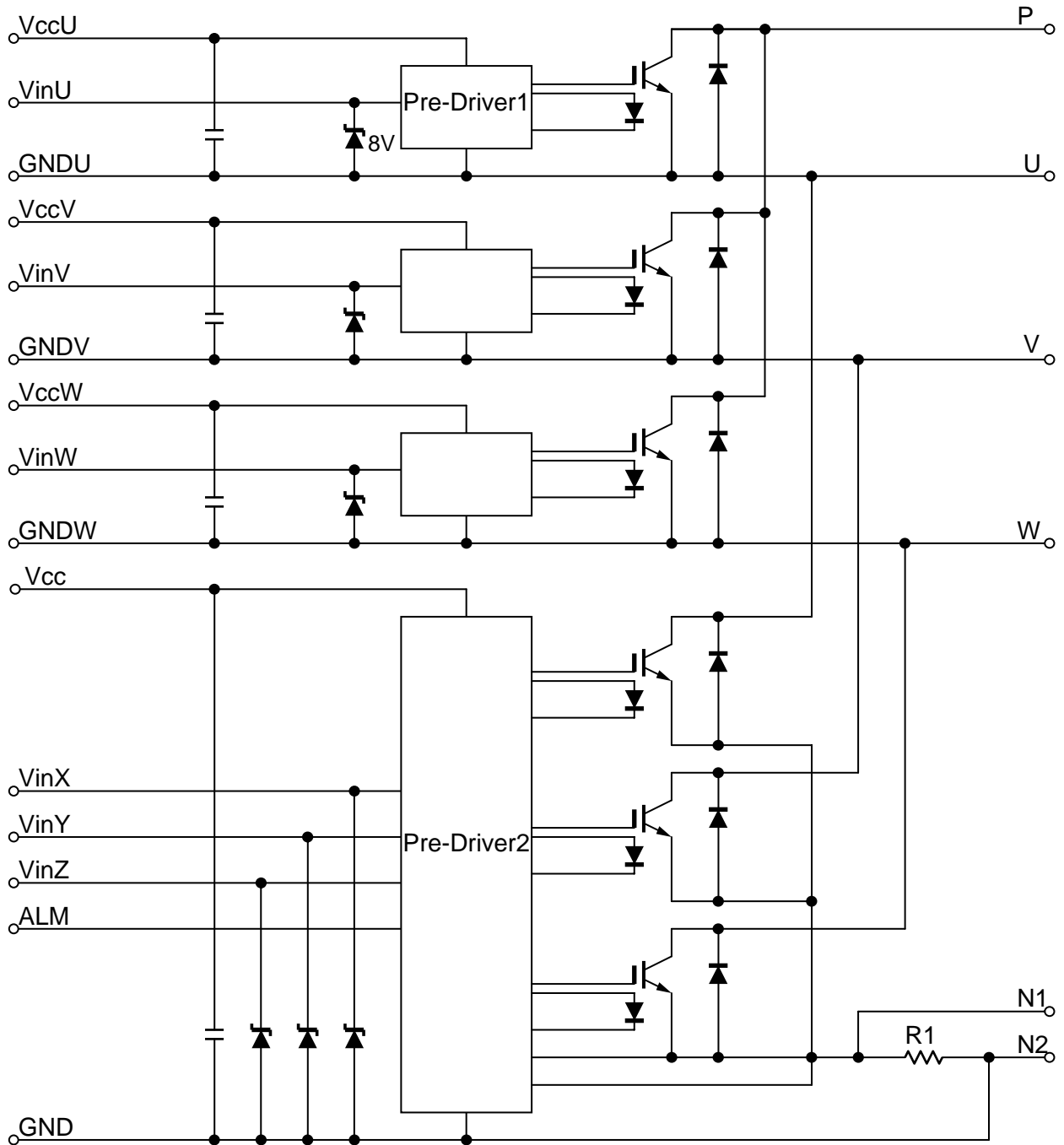


図 3-7 IPM ブロック図 (P617)

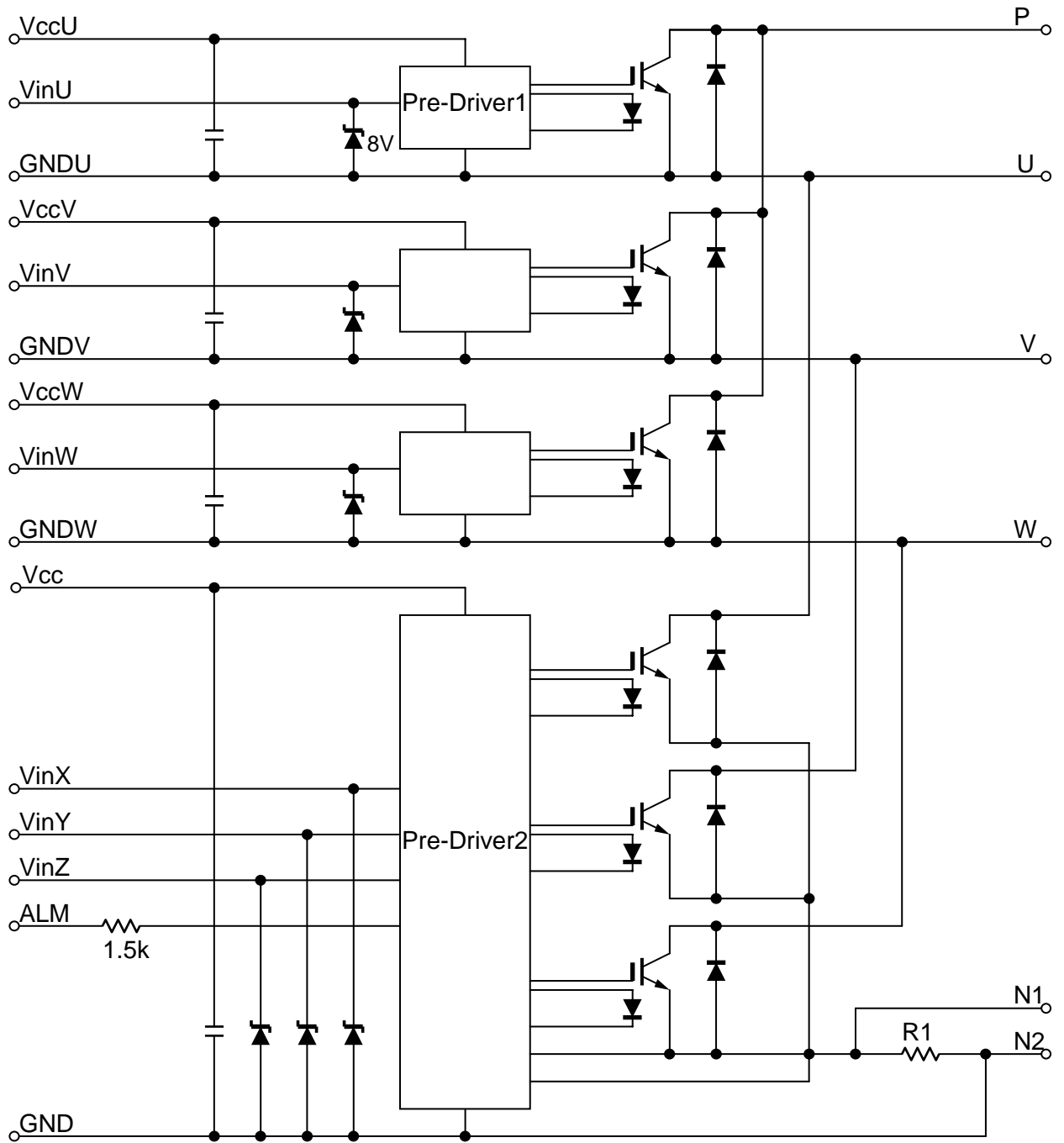


図 3-8 IPM ブロック図 (P619)

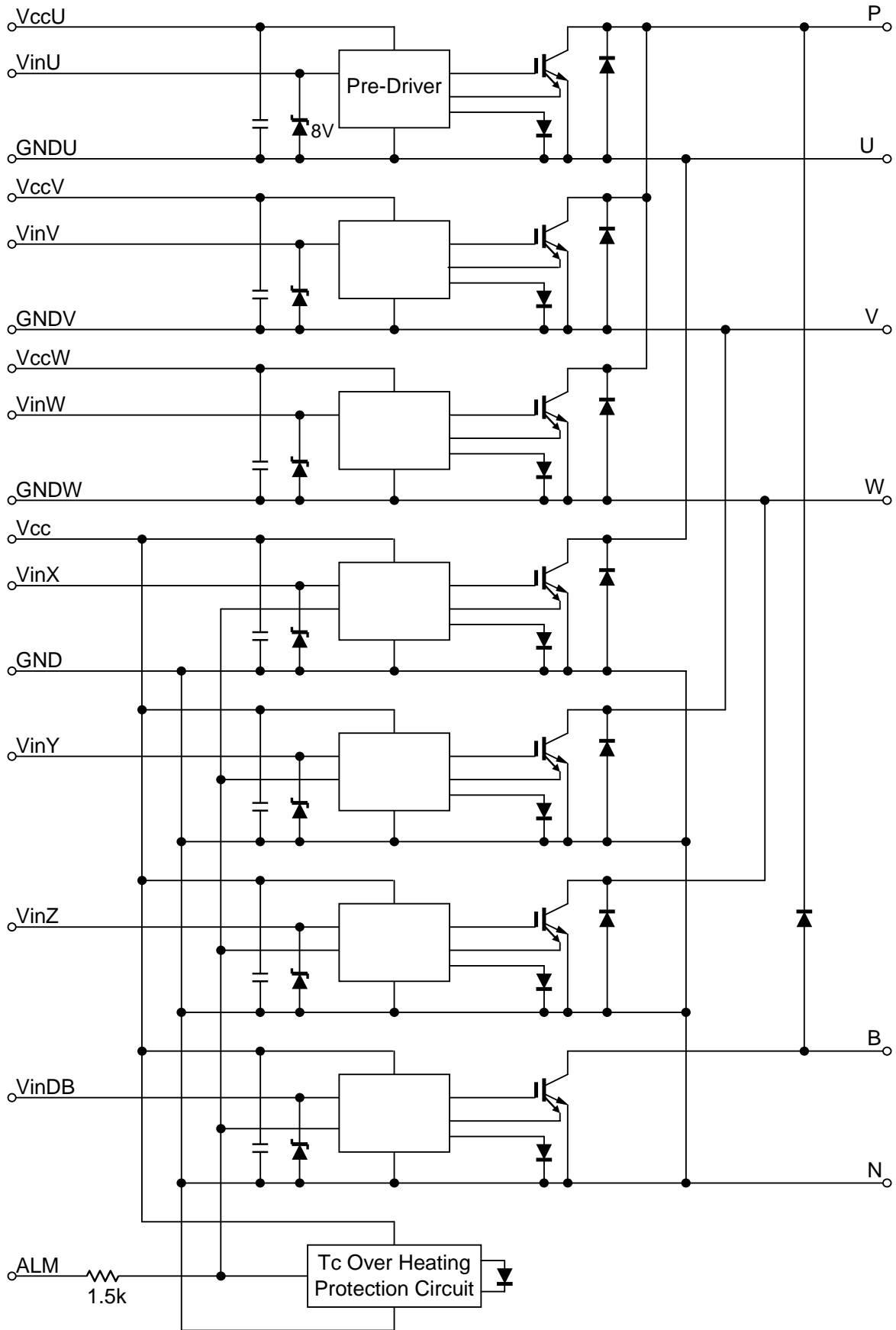


図 3-9 IPM ブロック図(P610、P611、P612 ブレーキ内蔵)

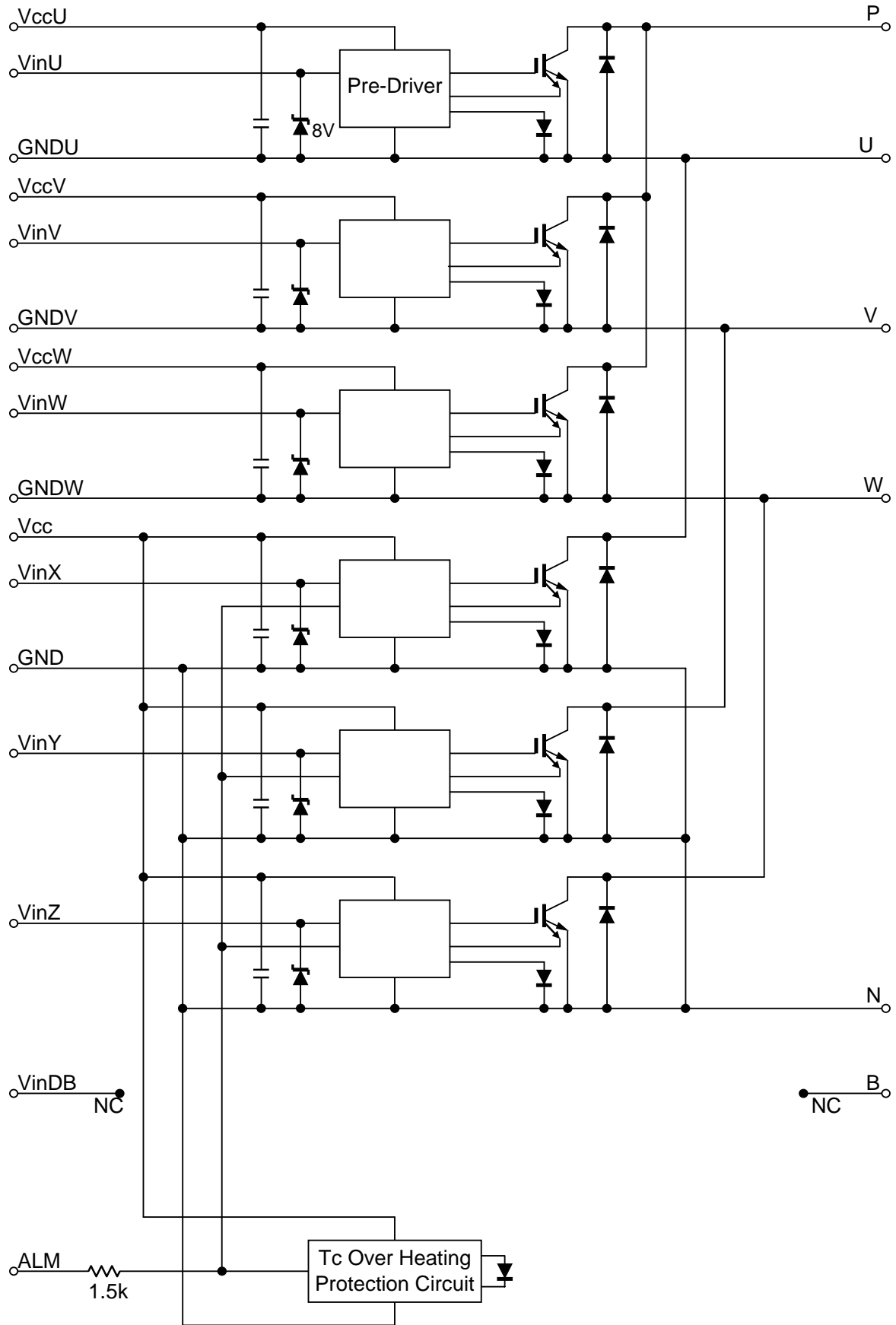


図 3-10 IPM ブロック図(P610、P611、P612 ブレーキなし)

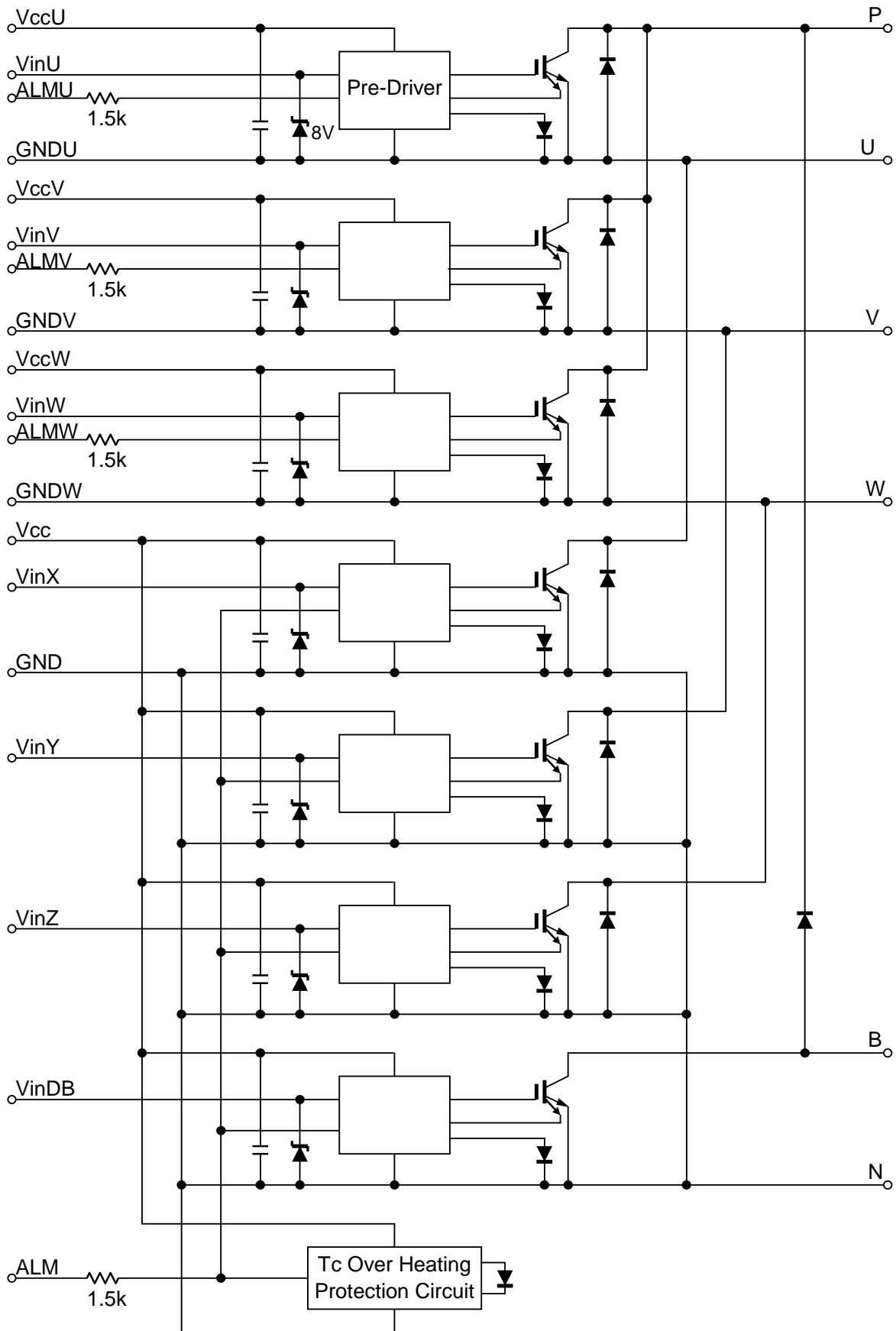


図 3-11 IPM ブロック図(P621 ブレーキ内蔵)

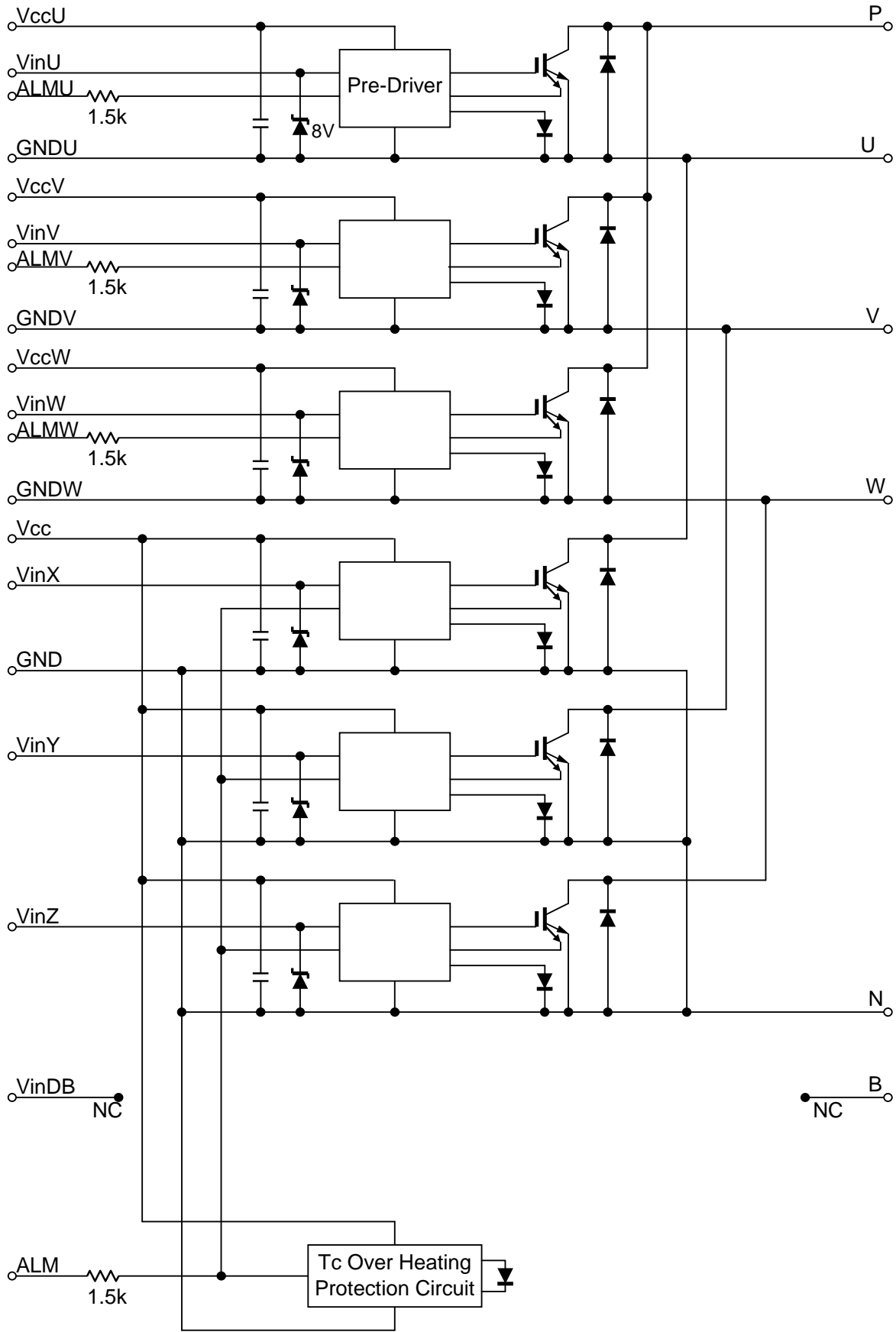


図 3-12 IPM ブロック図(P621 ブレーキなし)

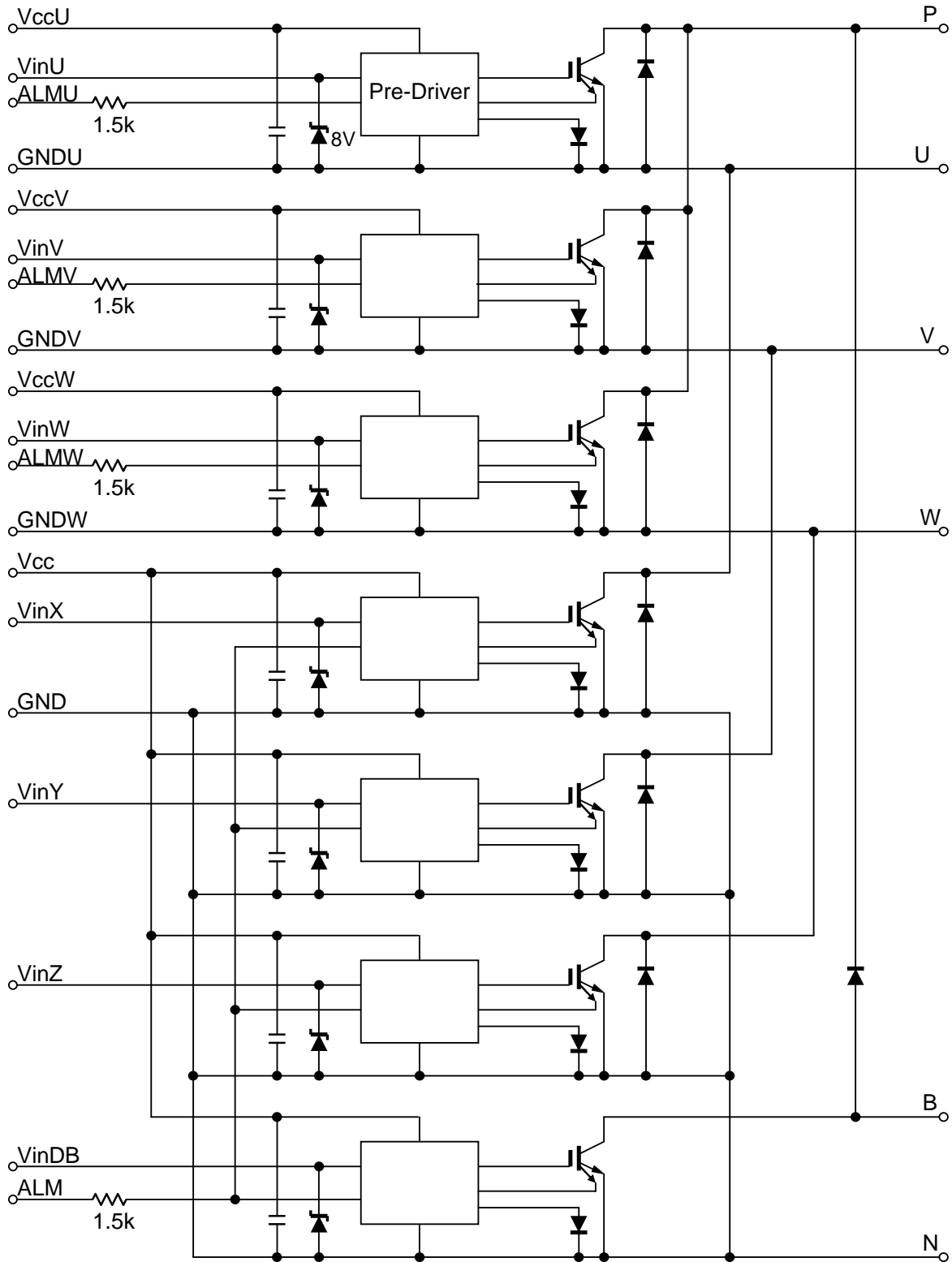


図 3-13 IPM ブロック図(P622 ブレーキ内蔵)

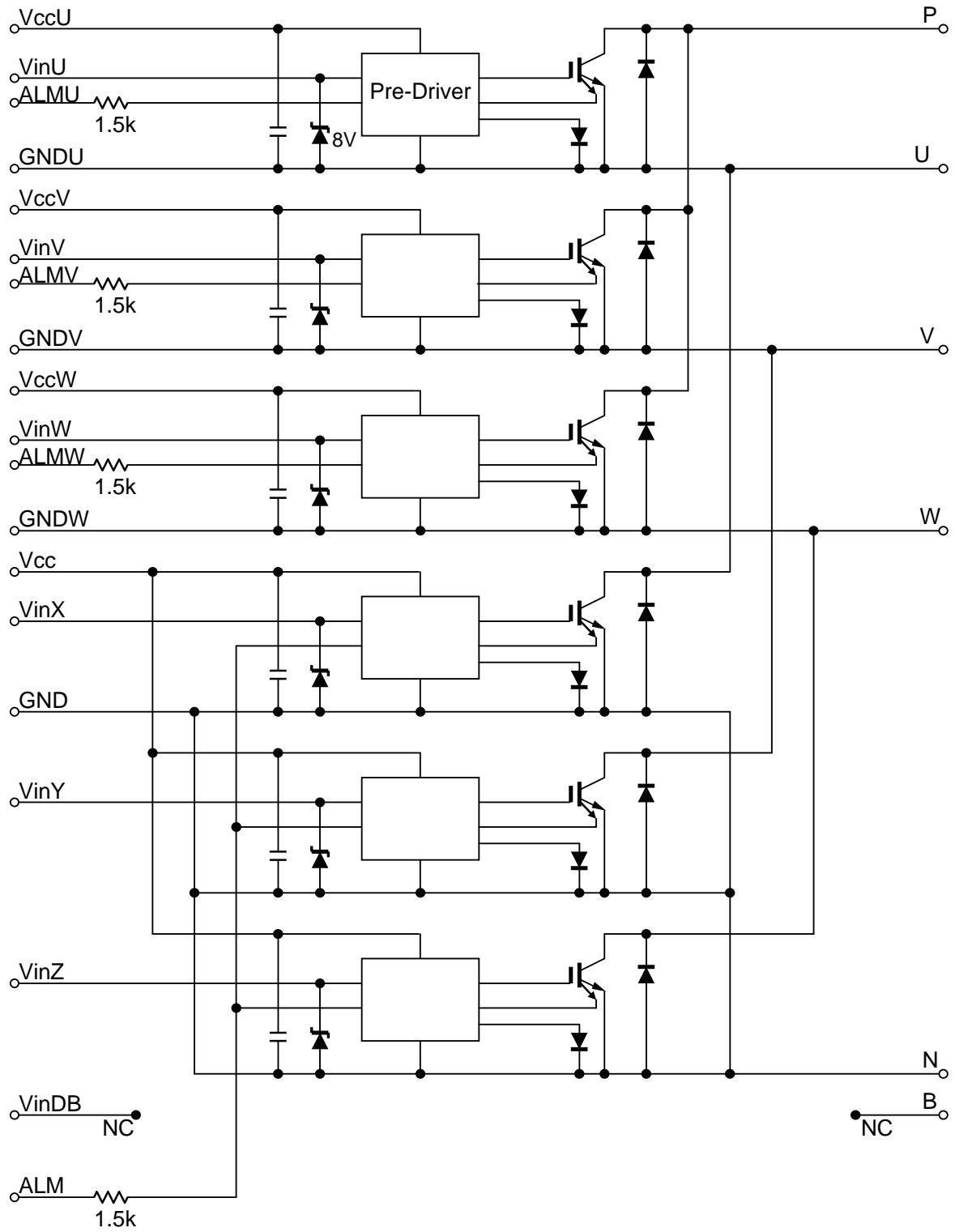


図 3-14 IPM ブロック図(P622 ブレーキなし)

5 タイミングチャート

保護機能のタイミングチャートを、図 3-15～図 3-21 に示します。

制御電源電圧低下保護 (UV) (1)

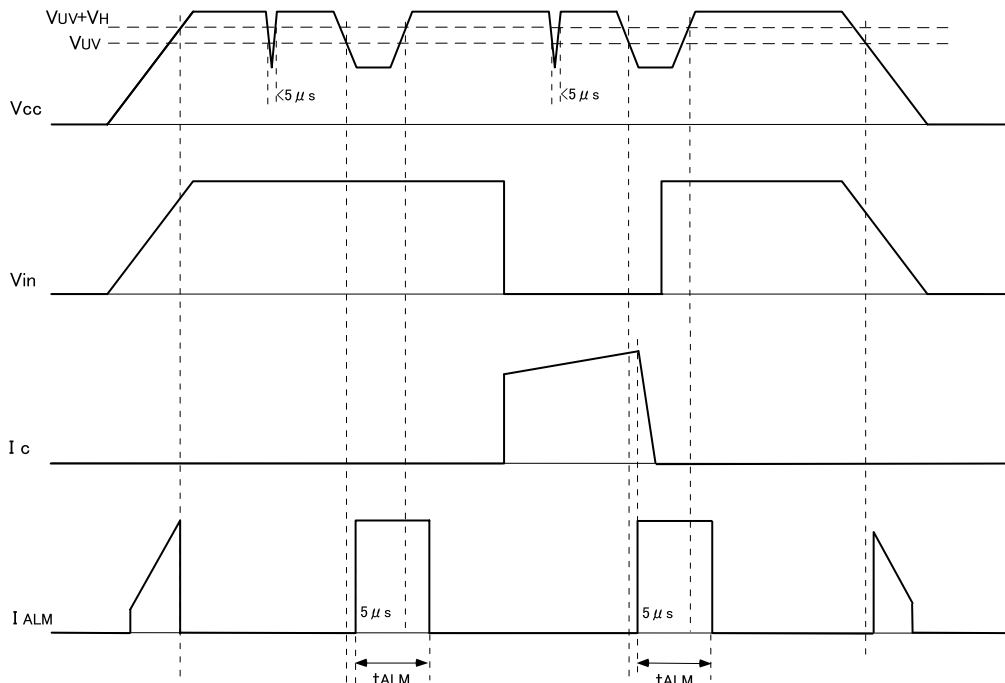


図 3-15 タイミングチャート UV (1)

図 3-2 ③参照

- ① Vcc 投入時は VUV+VH 以下でアラームを出力する。
- ② Vcc が VUV 以下に低下した期間が 5µs 以下では保護は動作しない。(Vin オフ時)
- ③ Vin がオフ時は Vcc が VUV 以下になって約 5µs 後にアラームを出力し IGBT はオフを維持する。
- ④ Vcc が tALM 経過前に VUV+VH まで復帰すると、Vin オフ時には tALM 経過時に UV は復帰し、同時にアラームも復帰する。
- ⑤ Vcc が VUV 以下に低下した期間が 5µs 以下では保護は動作しない。(Vin オン時)
- ⑥ Vin がオン時は Vcc が VUV 以下になって約 5µs 後にアラームを出力し IGBT はソフト遮断する。
- ⑦ Vcc が tALM 経過前に VUV+VH まで復帰すると、Vin オフ時には tALM 経過時に UV は復帰し、同時にアラームも復帰する。
- ⑧ Vcc 遮断時は VUV 以下でアラームを出力する。

制御電源電圧低下保護 (UV) (2)

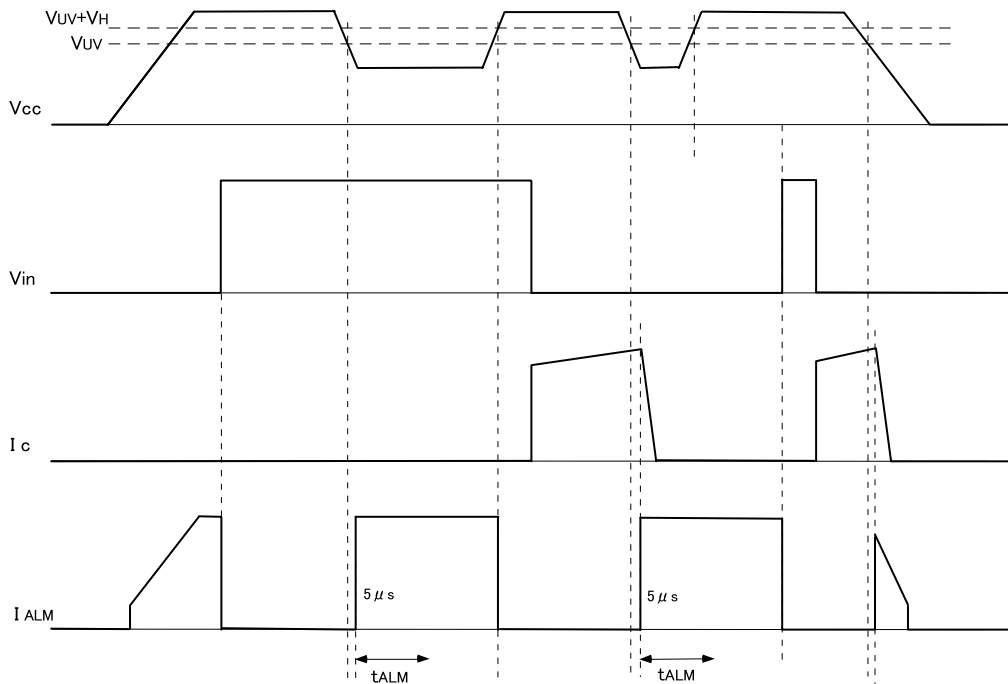


図 3-16 タイミングチャート UV (2)

図 3-2 ③参照

- ① Vcc 投入時は VUV+VH 以下でアラームを出力する。(Vin がオフになるまで)
- ② Vcc が tALM 経過以後に VUV+VH まで復帰すると、Vin がオフ時には VUV+VH 復帰と同時に UV とアラームは復帰する。
- ③ Vcc が tALM 経過前に VUV+VH まで復帰しても、Vin がオン時には tALM 経過時に UV 復帰しない。Vin オフと同時に UV とアラームは復帰する。
- ④ Vcc 遮断時に Vin オンの場合には、VUV 以下でアラームを出力し IGBT をソフト遮断する。

過電流保護 (OC)

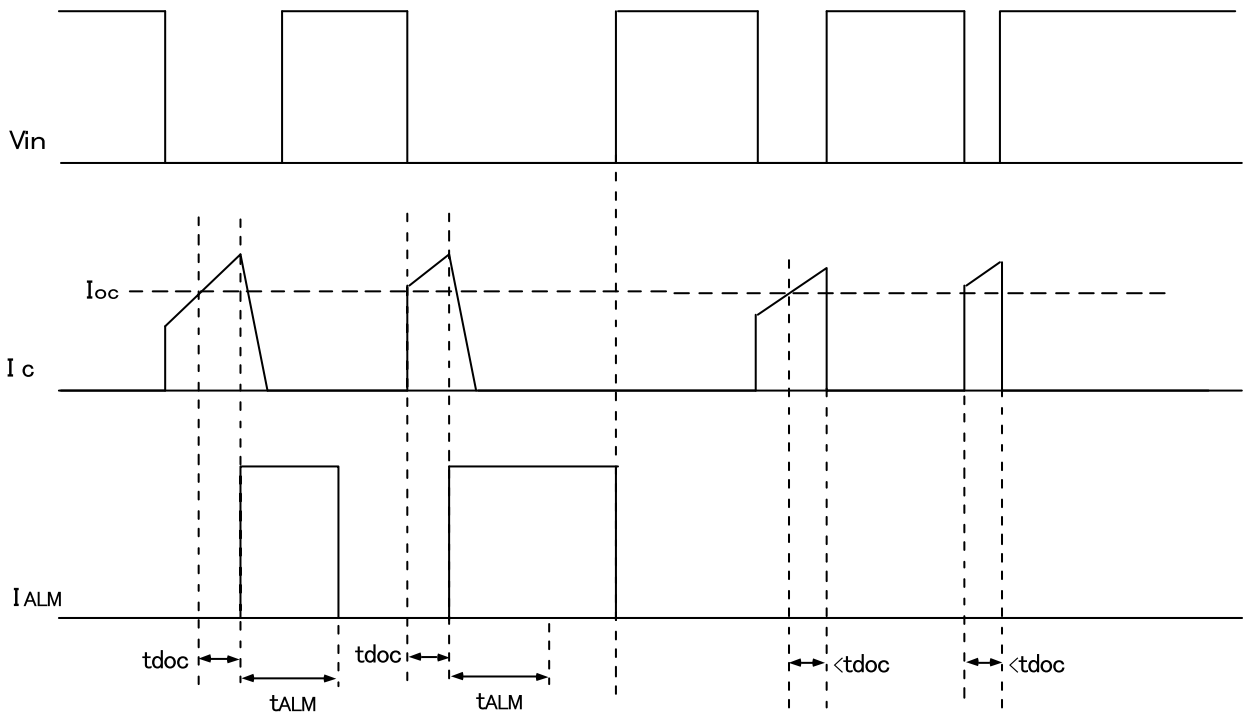


図 3-17 タイミングチャート OC

図 3-2 ②参照

- ① I_c が I_{oc} を上回った時から t_{doc} 経過後にアラームを出力し IGBT をソフト遮断する。
- ② t_{ALM} 経過時に V_{in} がオフの時は OC とアラームは同時に復帰する。
- ③ I_c が I_{oc} を上回った時から t_{doc} 経過後にアラームを出力し IGBT をソフト遮断する。
- ④ t_{ALM} 経過時に V_{in} がオンの時は OC は復帰しない。オフ信号入力時に OC とアラームは同時に復帰する。
- ⑤ I_c が I_{oc} を上回った後、 t_{doc} 経過前に V_{in} がオフになると保護動作せず、IGBT は通常の遮断をする。
- ⑥ I_c が I_{oc} を上回った後、 t_{doc} 経過前に V_{in} がオフになると保護動作せず、IGBT は通常の遮断をする。

短絡保護 (sc)

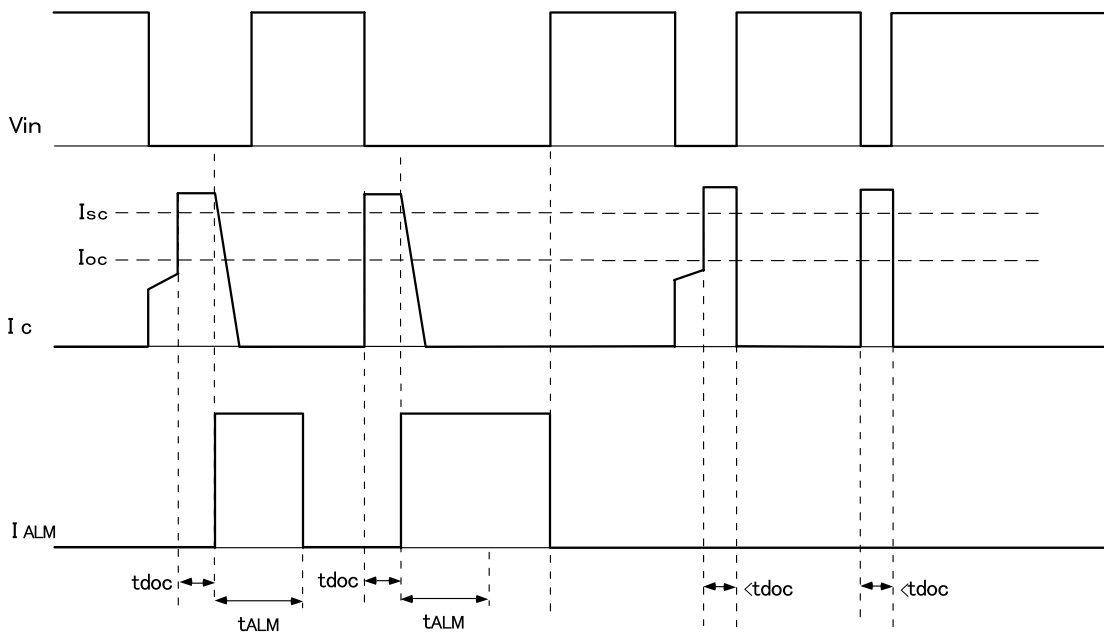


図 3-18 タイミングチャート SC

図 3-2 ②参照

- ① I_c が流れ始めた後に負荷短絡が発生し I_{sc} を超えると瞬時に I_c ピークを抑制する。 t_{doc} 経過後にアラームを出力し IGBT をソフト遮断する。
- ② t_{ALM} 経過時に V_{in} がオフの時は OC とアラームは同時に復帰する。
- ③ I_c が流れ始めると同時に負荷短絡が発生し I_{sc} を越えると瞬時に I_c ピークを抑制する。 t_{doc} 経過後にアラームを出力し IGBT をソフト遮断する。
- ④ t_{ALM} 経過時に V_{in} がオンの時は OC は復帰しない。オフ信号入力時に OC とアラームは同時に復帰する。
- ⑤ I_c が流れ始めた後に負荷短絡が発生し I_{sc} を超えると瞬時に I_c ピークを抑制する。その後、 t_{doc} 経過前に V_{in} がオフになると保護動作せず、IGBT は通常の遮断をする。
- ⑥ I_c が流れ始めると同時に負荷短絡が発生し I_{sc} を越えると瞬時に I_c ピークを抑制する。その後、 t_{doc} 経過前に V_{in} がオフになると保護動作せず、IGBT は通常の遮断をする。

ケース温度過熱保護 (TcOH)

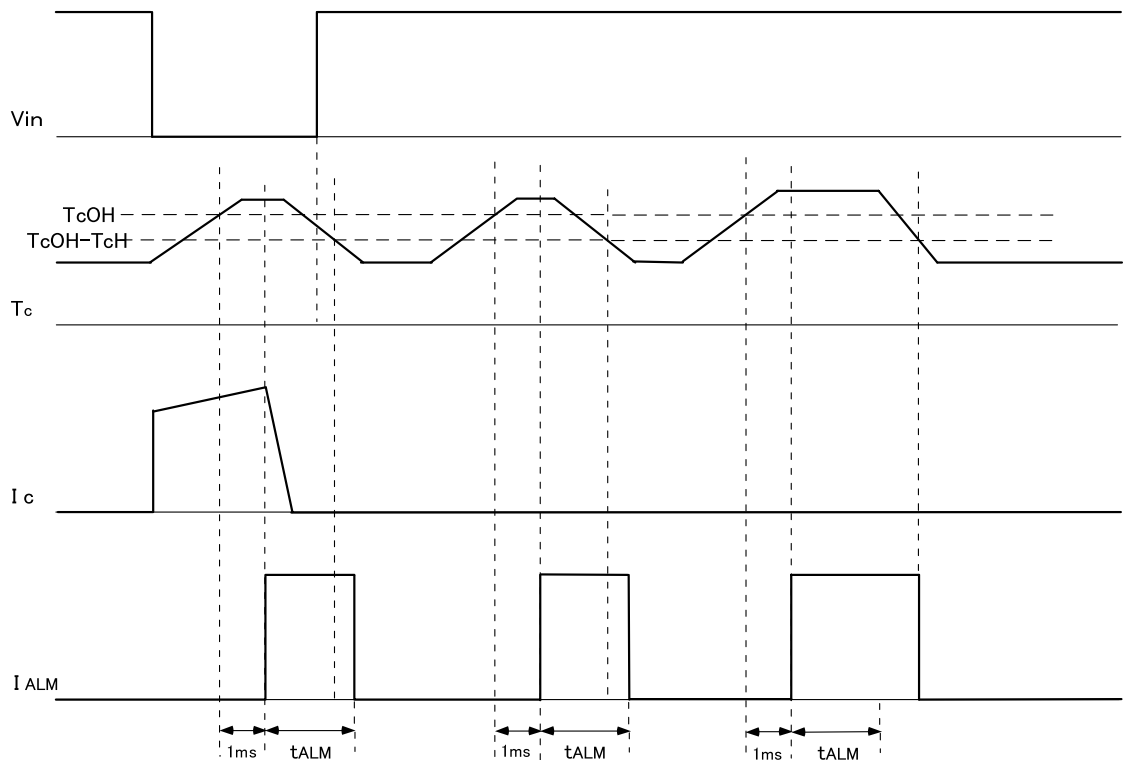


図 3-19 タイミングチャート TcOH

図 3-2 ④参照

- ① ケース温度 T_c が約 1ms の期間継続して T_{cOH} を超えるとアラームを出力し、 V_{in} がオンの場合は下アーム側全 IGBT がソフト遮断する。
- ② t_{ALM} 経過前に $T_{cOH}-T_{cH}$ 以下に復帰すると t_{ALM} 経過時にアラームが復帰する。
- ③ T_c が約 1ms の期間継続して T_{cOH} を超えるとアラームを出力する。 $(V_{in}$ オフ時)
- ④ t_{ALM} 経過時に $T_{cOH}-T_{cH}$ 以下に復帰していない場合はアラームは復帰しない。 t_{ALM} 経過後に $T_{cOH}-T_{cH}$ 以下に復帰するとアラームが復帰する。

IGBTチップ過保護 (TjOH) (1)

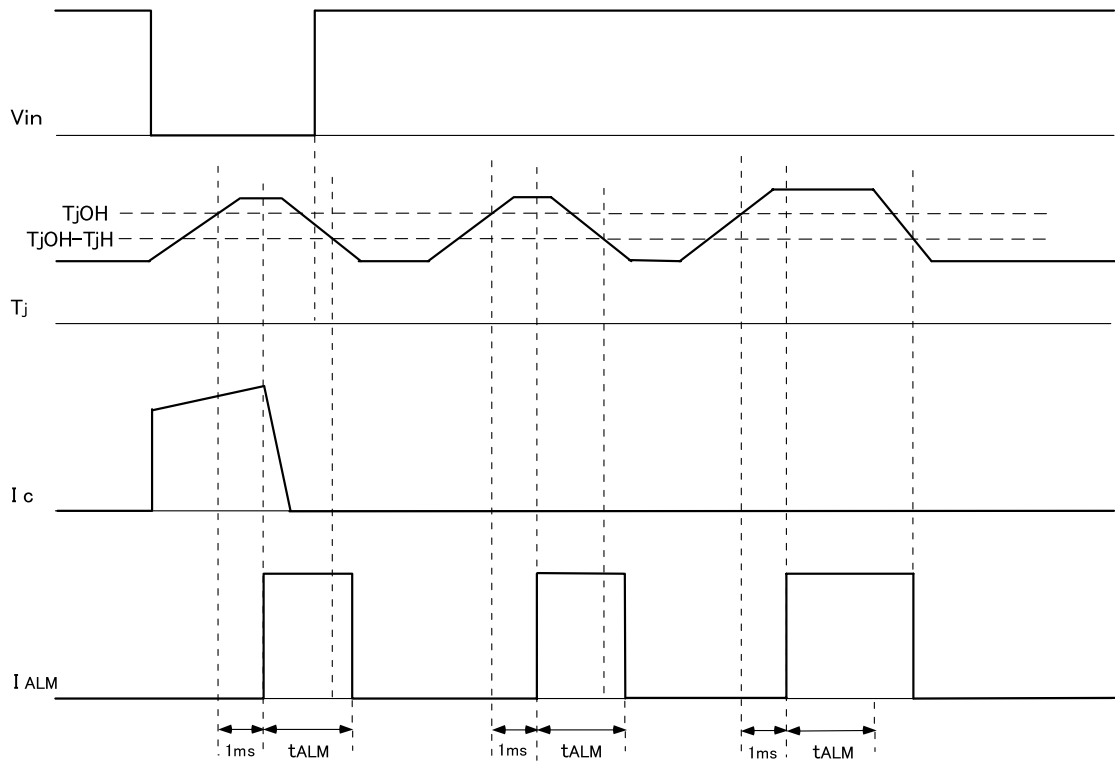


図 3-20 タイミングチャート TjOH (1)

図 3-2 ①参照

- ① IGBT チップ温度 T_j が約 1ms の期間継続して T_{jOH} を超えるとアラームを出力し、IGBT をソフト遮断する。
- ② t_{ALM} 経過前に $T_{jOH}-T_{jH}$ 以下に復帰すると t_{ALM} 経過時 V_{in} がオフの場合は OH とアラームは同時に復帰する。
- ③ T_j が約 1ms の期間継続して T_{jOH} を超えるとアラームを出力し V_{in} がオフの場合は、オフを保持する。
- ④ t_{ALM} 経過後に $T_{jOH}-T_{jH}$ 以下に復帰する場合、 V_{in} がオフの時は OH とアラームは同時に復帰する。

IGBTチップ過保護 (TjOH) (2)

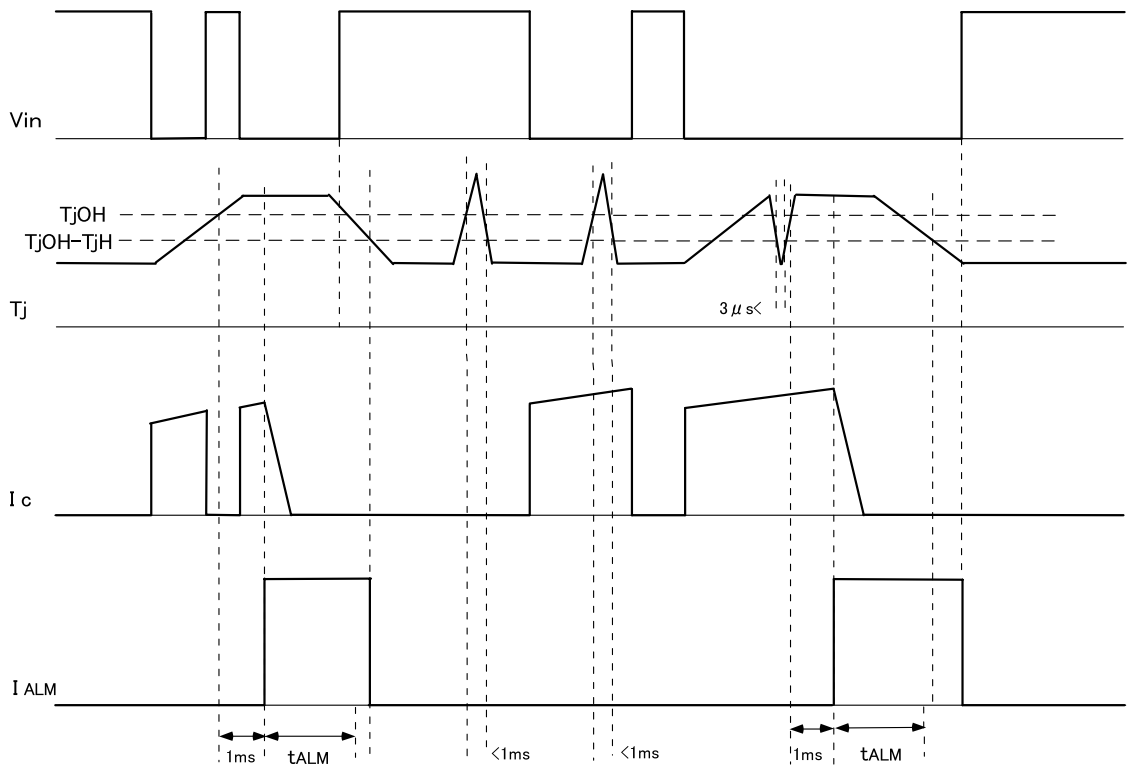


図 3-21 タイミングチャート TjOH (2)

図 3-2 ①参照

- ① T_j が T_{jOH} を越えて約 $1ms$ 以内に T_{jOH} 以下に下がると、 V_{in} がオン・オフいずれでも OH は動作しない。
- ② T_j が T_{jOH} を越えて約 $1ms$ 以内に T_{jOH} 以下に下がると、 V_{in} がオン・オフいずれでも OH は動作しない。
- ③ T_j が T_{jOH} を越えた後、約 $3\mu s$ 以上の期間 T_{jOH} 以下に下がると、 $1ms$ の検出タイマはリセットされます。

第 4 章

応用回路例

目 次

ページ

1. 応用回路例.....	4-2
2. 注意事項	4-7
3. フォトカプラ周辺	4-10
4. コネクタ	4-11

1 応用回路例

図 4-1 に P610、P611、P612 応用回路例（ブレーキ内蔵タイプ）を示します。

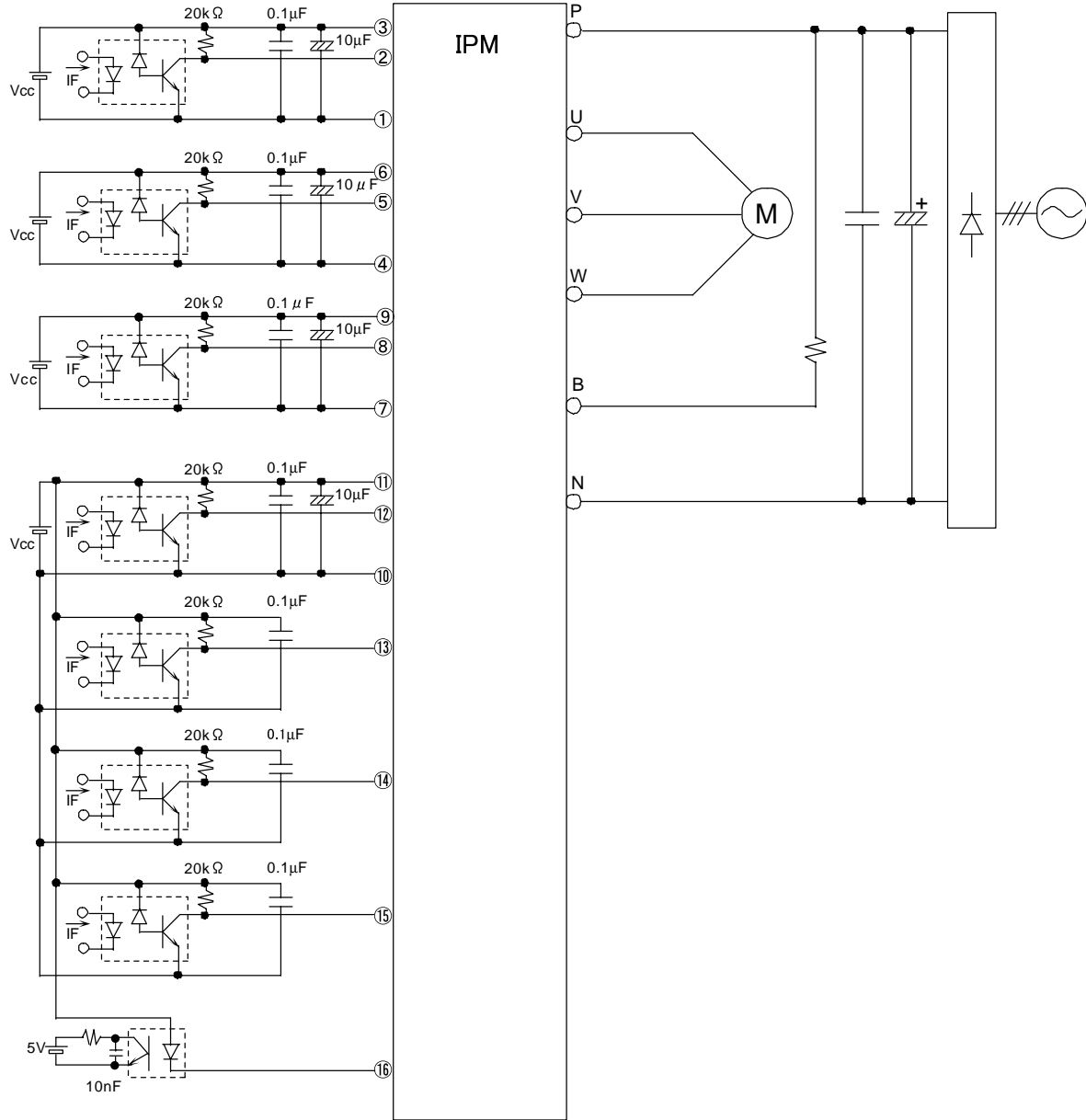


図 4-1 P610、P611、P612 応用回路例（ブレーキ内蔵タイプ）

図 4-2 に P610、P611、P612 応用回路例（ブレーキなしタイプ）を示します。

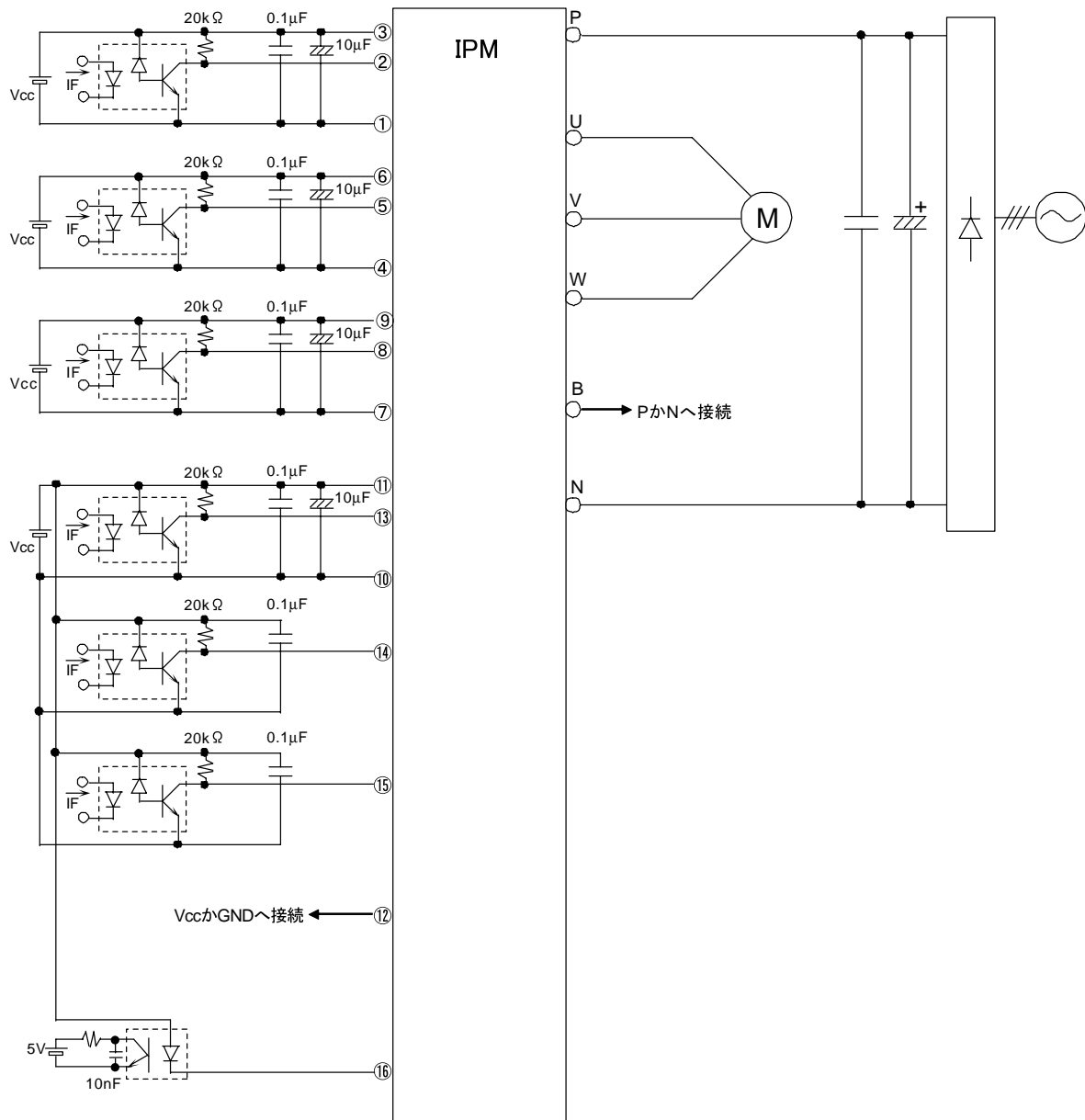


図 4-2 P610、P611、P612 応用回路例（ブレーキなしタイプ）

図 4-3 に P621、P622 応用回路例（ブレーキ内蔵タイプ）を示します。

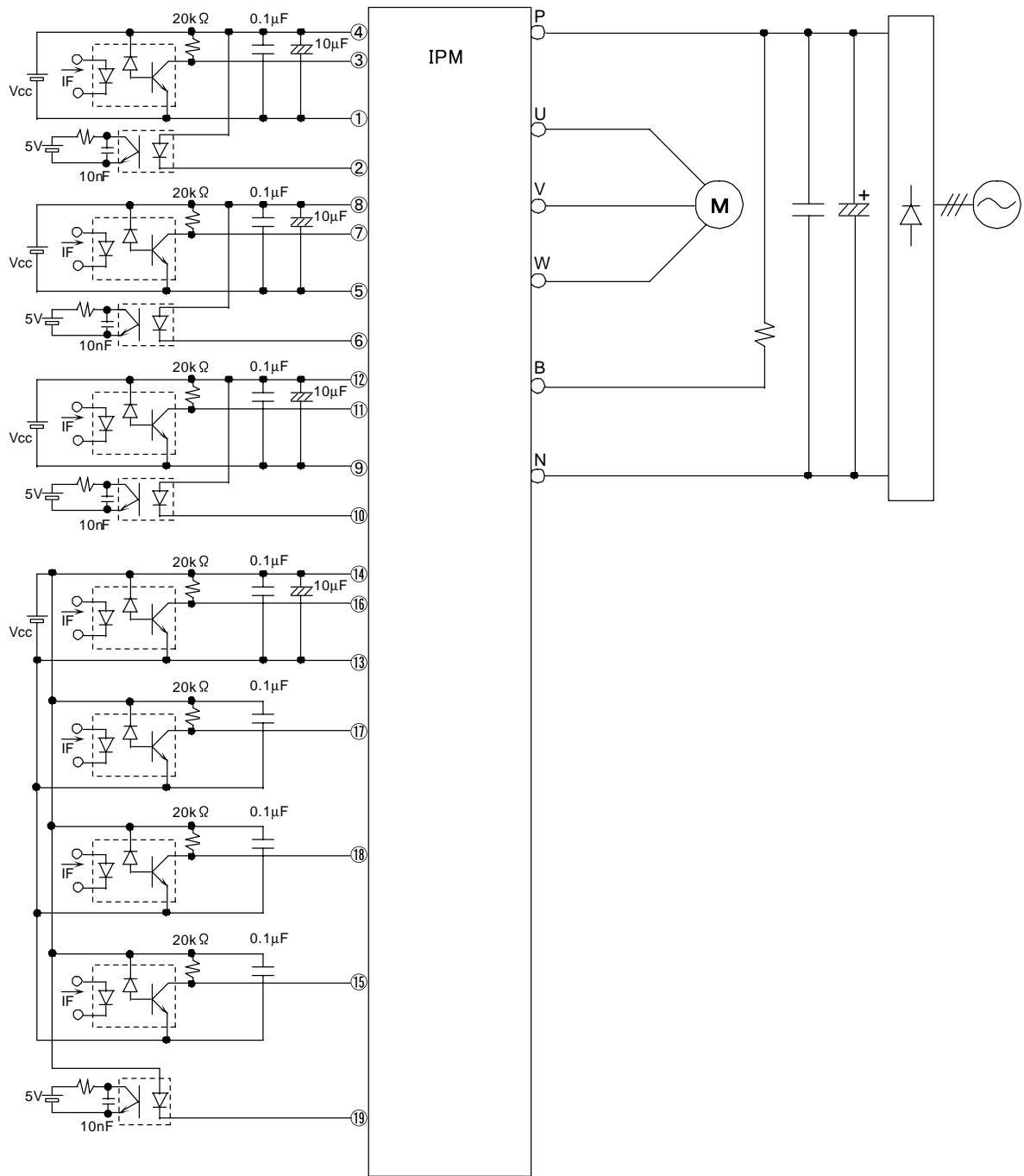


図 4-3 P621、P622（上アームアラーム付き）応用回路例（ブレーキ内蔵タイプ）

図 4-4 に P621、P622 応用回路例（ブレーキなしタイプ）を示します。

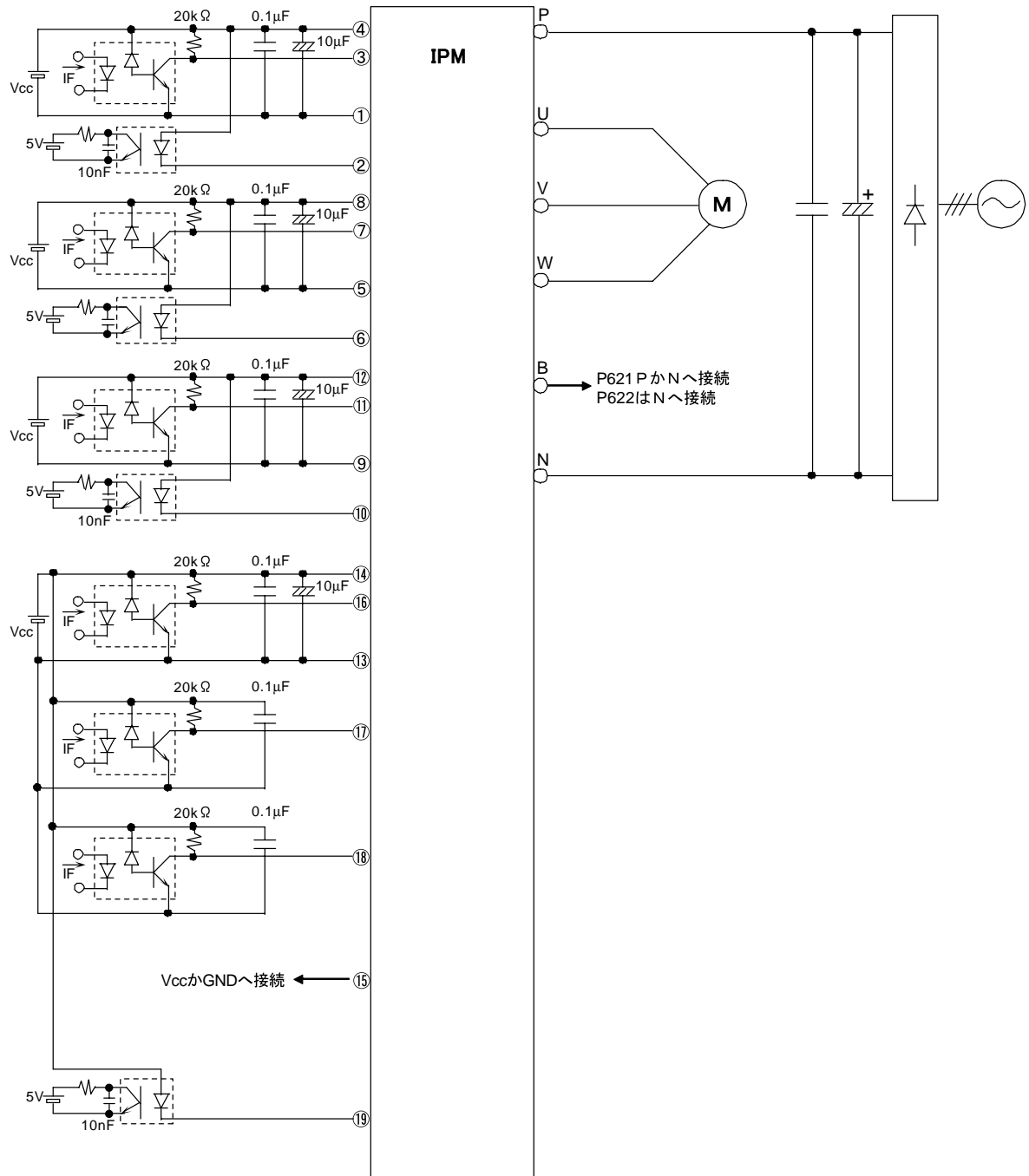


図 4-4 P621、P622（上アームアラーム付き）応用回路例（ブレーキなしタイプ）

図 4-5 に P617 応用回路例を示します。

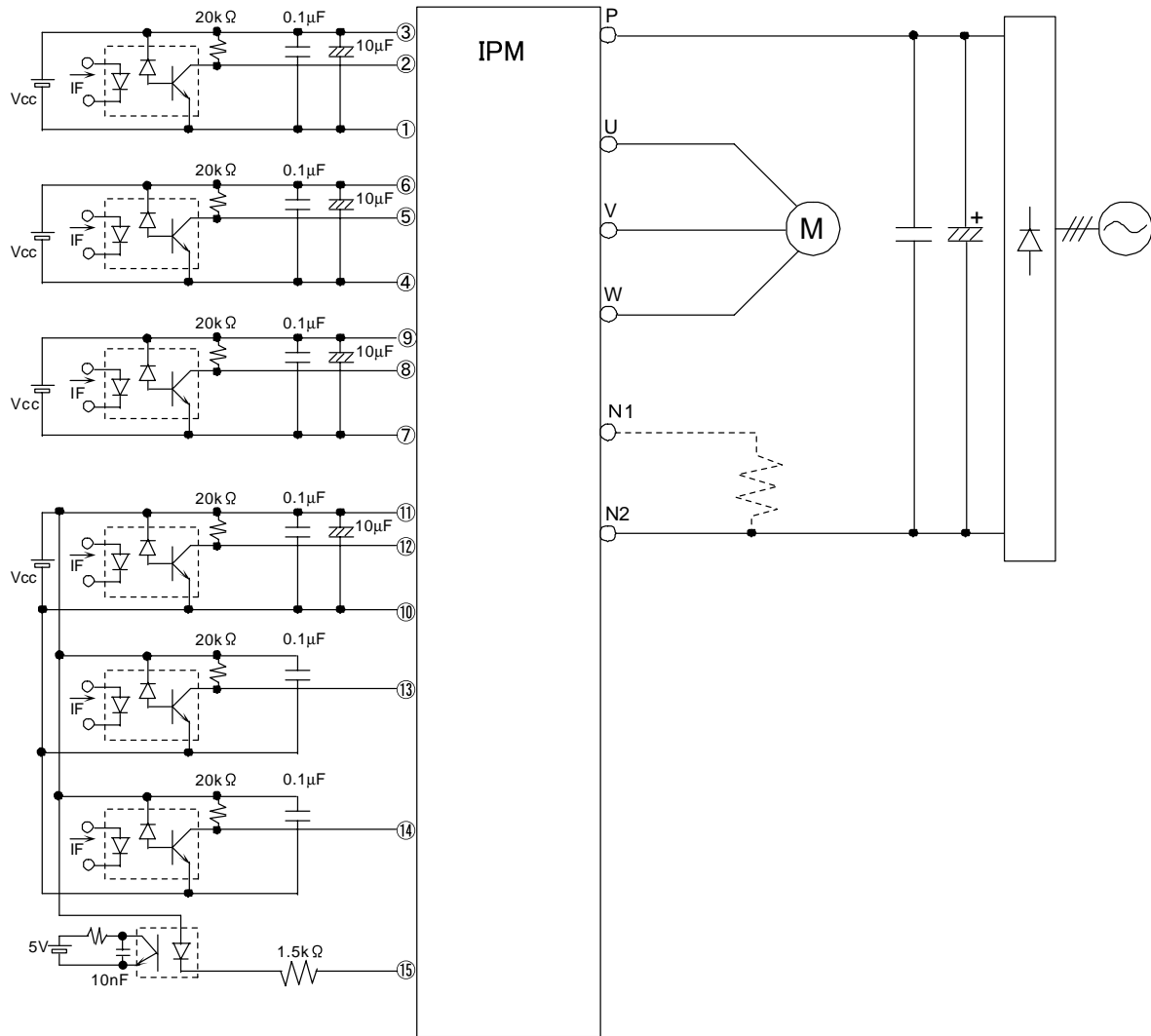


図 4-5 小容量 IPM P617 応用回路例

図 4-6 に P619 応用回路例を示します。

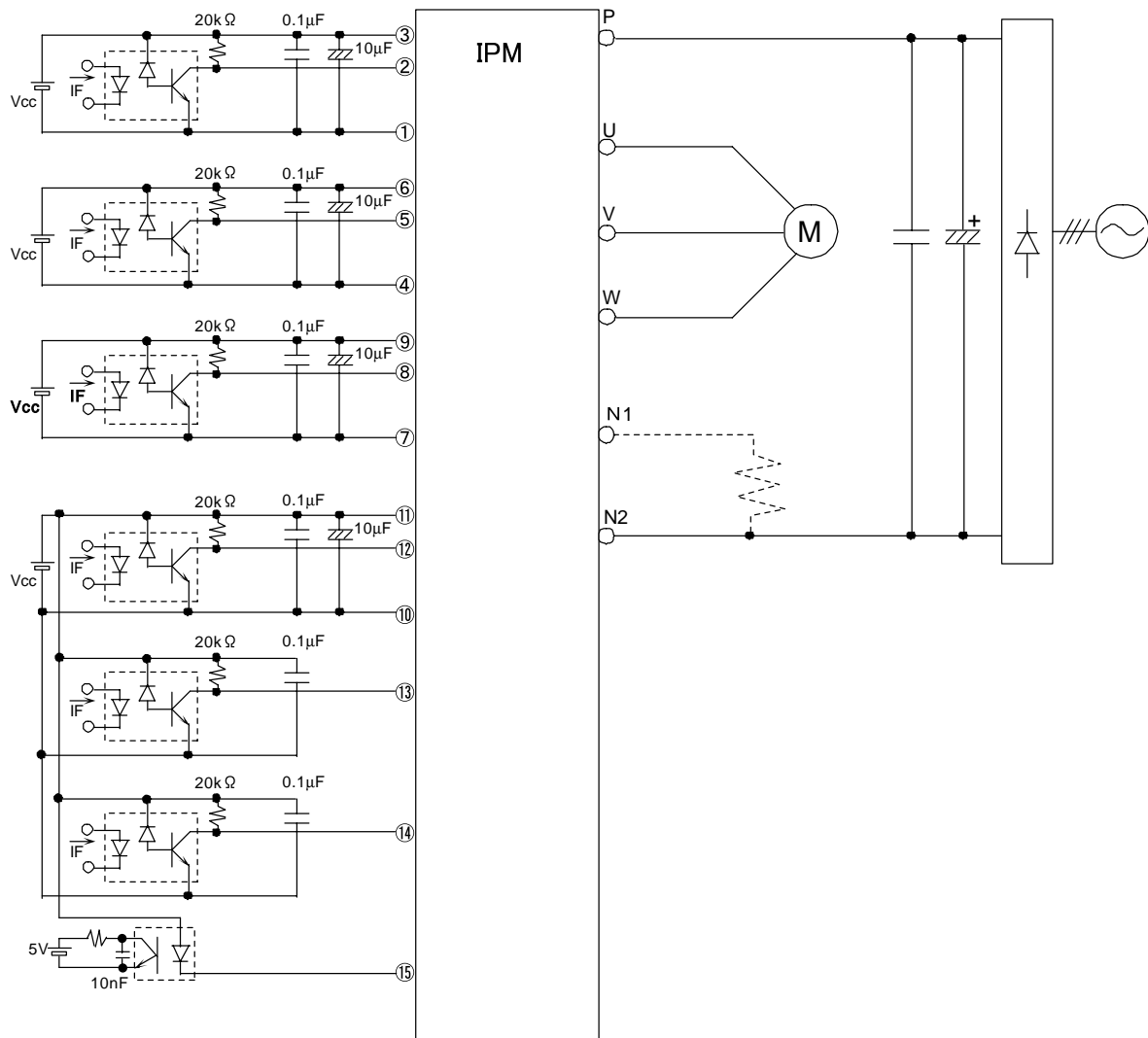


図 4-6 小容量 IPM P619 応用回路例

2 注意事項

2.1 制御電源

応用回路例に示す様に制御電源は上アーム側=3、下アーム側=1、合計 4 系統の絶縁電源が必要です。市販の電源ユニットを使用する場合は、電源出力側の GND 端子は接続しないでください。

出力側 GND を出力の+または-に接続すると、電源入力側アースで各電源が接続されるため、誤動作の原因となります。また、各電源間とアースとの間のストレーC(浮遊容量)はできるだけ低減してください。

2.2 4 電源間の構造的な絶縁 (入力部コネクタ及びプリント板)

絶縁は各々 4 電源間と主電源間に必要です。

また、この絶縁部には IGBT スイッチング時の大きな dv/dt が加わりますので、十分な絶縁距離を確保してください。(推奨 2mm 以上)

2.3 GND 接続

下アーム側制御電源 GND と主電源 GND は IPM 内部で接続されていますが IPM 外部での接続は絶対に行なわないでください。

接続すると下アームに IPM 内外で発生する di/dt によりループ電流が流れ、フォトカプラ、IPM 等の誤動作を引き起こします。更には、IPM 入力回路が破壊する可能性もあります。

2.4 制御電源コンデンサ

応用回路例に示す各制御電源に接続される $10\mu\text{F}$ 及び $0.1\mu\text{F}$ は、制御電源を平滑化するためのコンデンサではなく、IPM までの配線インピーダンス補正用です。平滑用のコンデンサは他に必要です。

また、 $10\mu\text{F}$ 及び $0.1\mu\text{F}$ から制御回路までの配線インピーダンスで過渡変動が発生するので、IPM 制御端子及びフォトカプラ端子にできるだけ近接して接続してください。

電解コンデンサについても、インピーダンスが低く周波数特性の良い物を選定し、さらにフィルムコンデンサ等周波数特性の良い物を並列に接続してください。

2.5 アラーム回路

- ・ dv/dt により、アラーム用フォトカプラの二次側電位が振られることがあります。 10nF 程度のコンデンサーを付け電位を安定させる事を推奨いたします。
- ・ P617 にはアラーム抵抗が内蔵されいないため、IPM の外側に $1.5\text{k}\Omega$ の抵抗を付ける必要があります。

2.6 信号入力端子のプルアップ

制御信号入力端子は $20\text{k}\Omega$ の抵抗で Vcc にプルアップしてください。また、ブレーキ内蔵 IPM でブレーキを使用しない場合も DB 入力端子をプルアップしてください。プルアップしない場合、 dv/dt により誤動作する可能性があります。

2.7 スナバ

スナバは PN 端子に直接接続してください。

P612 パッケージの場合、両側の PN 端子にそれぞれスナバを設置してください。

2.8 B 端子

6 ヶ組 (ブレーキなし) タイプの場合、B 端子を下記の端子と接続し製品内部の電位を安定させることを推奨いたします。

P610、P611、P612、P621 N 又は P 端子

P622(Econo-IPM) N 端子 (P につなぐと内部短絡します)

2.9 上アームアラーム

上アームにアラーム出力をもつ IPM の上アームアラームを使用しない場合は、アラーム端子を Vcc に接続して電位を安定させてください。

2.10 小容量 IPM の過電流保護

小容量 IPM (P617、619) の N1-N2 端子間に抵抗を追加することにより、過電流保護の制限レベルを高く調整することが可能です。その際に追加する抵抗は、必ず N1-N2 端子に近接させて取り付けてください。N1-N2 端子からの距離が遠いと IPM が誤動作する原因となります。

2.11 IPM の入力回路

弊社 IPM の入力部には、図 4-7 に示す定電流回路が設けられており図に示したタイミングにて IPM から流れ出します。このため、フォトカプラの二次側には、プルアップ抵抗を流れる電流 $I_R + 1\text{mA}$ の電流が流せるようにフォトカプラの一次側の I_F を決める必要があります。 I_F が不十分な場合、二次側が誤動作を起こす可能性があります。

また、プルアップ抵抗を選定する際は、フォトカプラの ON 時に $I_R + 1\text{mA}$ がフォトカプラの二次側で流せることと、OFF 時に IPM へ流れ込む電流が仕様書に記載している $I_{in\text{ MAX}}$ を超えないようにする必要があります。

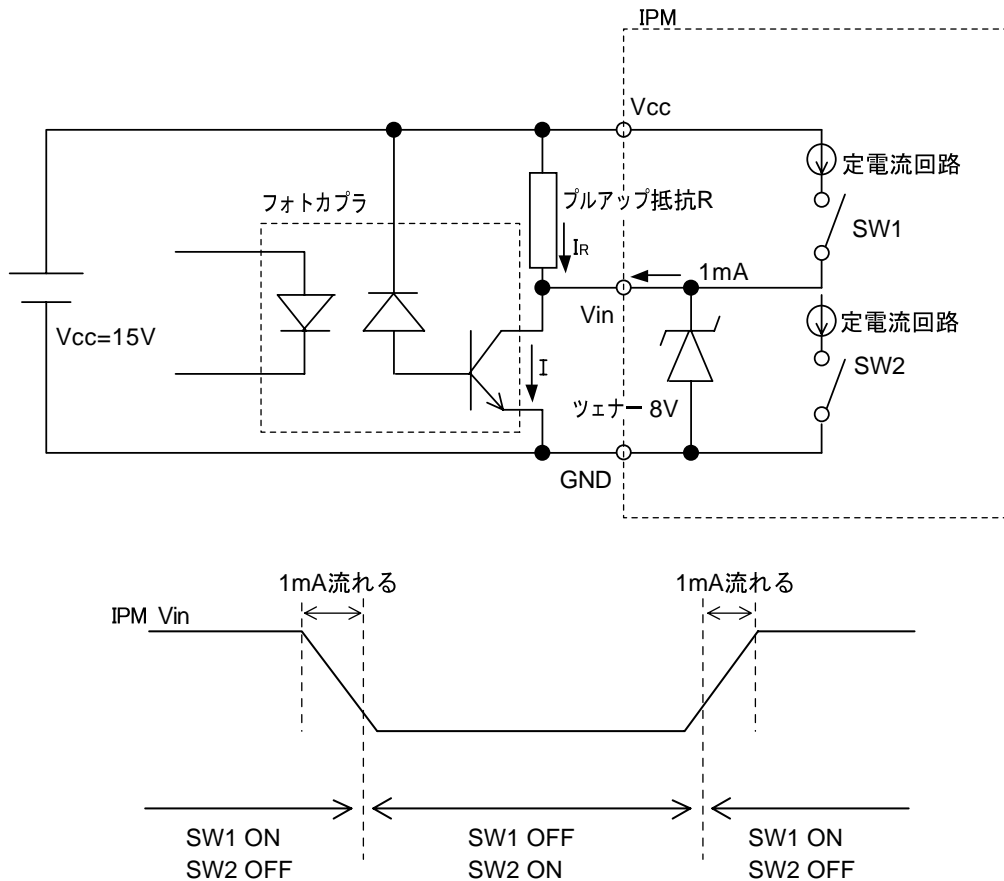


図 4-7 IPM 入力回路と定電流動作タイミング

3 フォトカプラ周辺

3.1 制御入力用フォトカプラ

●フォトカプラ定格

フォトカプラは下記の特性を満足する物を使用してください。

- ・ $CMH=CML > 15kV/\mu s$ または $10kV/\mu s$
- ・ $tpHL=tpLH < 0.8 \mu s$
- ・ $tpLH-tpHL = -0.4 \sim 0.9 \mu s$
- ・ $CTR > 15\%$

例) アジレント製 : HCPL-4504

東芝製 : TLP759 (IGM)

また、UL、VDE 等の安全規格にも注意してください。

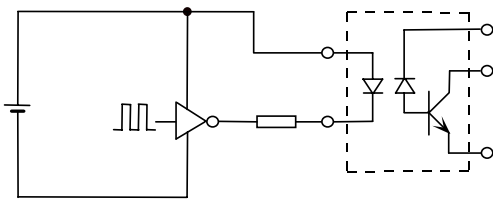
●フォトカプラ・IPM 間配線

フォトカプラと IPM 制御端子間は配線インピーダンスを小さくするために最短で配線し、一次-二次間は浮遊容量が大きくなるように、各々の配線は近づけないように注意してください。一次-二次間には大きな dv/dt が加わります。

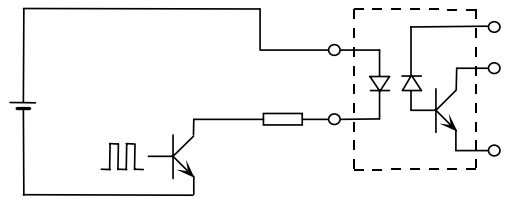
●発光ダイオード駆動回路

フォトカプラは入力の発光ダイオード駆動回路によっても dv/dt 耐量が低下します。図 4-8 に示すように良い例での駆動を推奨します。

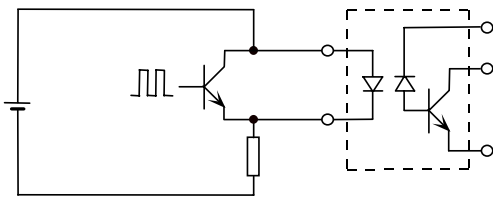
良い例: トーテムポール出力IC
フォトダイオードのカソード側に電流制限抵抗



悪い例: オープンコレクタ



良い例: トランジスタC-E間でフォトダイオードA-K間をショート
(特にフォトカプラオフに強い例)



悪い例: フォトダイオードのアノード側に電流制限抵抗

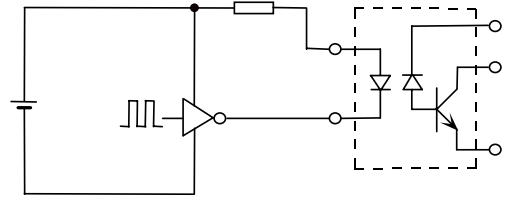


図 4-8 フォトカプラ入力回路

3.2 アラーム出力用フォトカプラ

●フォトカプラ定格

汎用フォトカプラを使用できますが、下記特性のものを推奨します。

- ・ $100\% < \text{CTR} < 300\%$
- ・ 1 素子入りタイプ

例) TLP521-1-GR ランク

また、UL、VDE 等の安全規格にも注意してください。

●入力電流制限抵抗

フォトカプラ入力側発光ダイオードの電流制限抵抗は、IPM に内蔵されています。RALM=1.5k Ω であり、Vcc に直接接続した場合、Vcc=15V で IF=約 10mA 流れます。従って、電流制限抵抗の接続は必要ありません (P617 は RALM なし)。

ただし、フォトカプラ出力側で大きな電流 Iout > 10mA が必要な場合は、フォトカプラの CTR 値を必要な値まで大きくしてください。

●フォトカプラ・IPM 間配線

アラーム用フォトカプラにも大きな dv/dt が加わるので 3.1 項と同様の注意をお願いします。

4 コネクタ

R-IPM の制御端子形状にあったコネクタが市販されております。

P610、611、612 16 ピン用： ヒロセ電機(株)製 MDF7-25S-2.54DSA

P621 用： ヒロセ電機(株)製 DF10-31S-2DSA

なお、上記のコネクタの信頼性及び仕様に関しては、コネクタメーカーへご確認ください。

第 5 章

放熱設計

目 次

ページ

- | | |
|---------------------------|-----|
| 1. 冷却体（ヒートシンク）の選定方法 | 5-2 |
| 2. ヒートシンク選定の注意事項 | 5-2 |

1 冷却体（ヒートシンク）の選定方法

- IGBT を安全に動作させるためには接合温度 T_j が T_{jmax} を超えないようにする必要があります。定格負荷時はもちろんですが、過負荷時等の異常時にも必ず T_{jmax} 以下になるよう十分に余裕を持った熱設計を実施してください。
- T_{jmax} 以上の温度で動作させるとチップが熱破壊する危険性があります。
IPM では IGBT のチップ温度が T_{jmax} を超えると、 T_{jOH} 機能が動作しますが、温度上昇が急激な場合、保護できない可能性もあります。
FWD についても IGBT と同様に T_{jmax} を超えないように注意してください。
- 冷却体(ヒートシンク)の選定時には必ずチップ中央直下の温度を測定してください。特に、Econo IPM シリーズはサーボ用途等の短時間で温度が上昇／下降するような運転条件を前提としていますので、その他の条件で使用する場合は熱集中にご注意ください。コンパクト性を重視した構造設計であることから、中央に配置されたパワーチップに熱が集中する傾向があります。チップ配置につきましては、IPM 内部構造図：MT6M5313 をご参照ください。また、具体的設計については、下記資料を参照してください。

「IGBT モジュールアプリケーションマニュアル RH984」

- 発生損失の求め方
- ヒートシンク（冷却体）の選定方法
- ヒートシンク（冷却体）への取り付け方法
- トラブルシューティング

2 ヒートシンク選定の注意事項

マニュアル RH984 に選定方法は記載されていますが、下記の点に注意してください。

- ヒートシンク面の平坦度
取り付けネジピッチ間で平坦度 $0 \sim +100\mu\text{m}$ 、粗さ $10\mu\text{m}$ 以下

理由

マイナスの場合：ヒートシンク－IPM 間に隙間ができ、放熱性が悪化します。

+ $100\mu\text{m}$ 以上：IPM の銅ベースが変形し、内部絶縁基板に割れが発生する場合があります。

第 6 章

使用上の注意

目 次

ページ

1. 主電源.....	6-2
2. 制御電源	6-3
3. 保護機能	6-4
4. パワーサイクル寿命	6-5
5. その他.....	6-6

1 主電源

1.1 電圧範囲

1.1.1 600V 系 IPM

- ・主電源は PN 主端子間で **500V (=V_{Dc(surge)})** を超えないようにしてください。
また、コレクタ・エミッタ主端子間 (=V_{CES}) においては **600V (=絶対最大定格電圧)** を超えないようにしてください。
- ・スイッチング時の **di/dt** により **IPM** 内部配線インダクタンスにサージ電圧が発生しますが、主電源が PN 主端子間で **V_{Dc(surge)}** 以下でお使いの場合は、コレクタ・エミッタ主端子間では **600V** を超えないように設計しております。
- ・スイッチング時の最大サージ電圧が定格電圧を超えないように、**IPM** と組込製品の結線を短くし、PN 端子直近にスナバをつけてください。

1.1.2 1200V 系 IPM

- ・主電源は PN 主端子間で **1000V (=V_{Dc(surge)})** を超えないようにしてください。
また、コレクタ・エミッタ主端子間 (=V_{CES}) においては **1200V (=絶対最大定格電圧)** を超えないようにしてください。
- ・スイッチング時の **di/dt** により **IPM** 内部配線インダクタンスにサージ電圧が発生しますが、主電源が PN 主端子間で **V_{Dc(surge)}** 以下でお使いの場合は、チップ直近では **1200V** を超えないように設計しております。
- ・スイッチング時の最大サージ電圧が定格電圧を超えないように、**IPM** と組込製品の結線を短くし、PN 端子直近にスナバをつけてください。

1.2 外来ノイズ

IPM 内部で外来ノイズに対する対策を行っておりますが、ノイズの種類や強度により誤動作、破壊の可能性がります。

IPM に加わるノイズに対して、十分な対策を行ってください。

1.2.1 装置外部からのノイズ

- ・AC ラインのノイズフィルター、および絶縁アースの強化等の対策を行ってください。
- ・必要があれば、全相の信号入力・信号 **GND** 間に **100pF** 以下のコンデンサを付加して対策を行ってください。
- ・雷サージに対しては、アレスタ等の対策を行ってください。

1.2.2 装置内部からのノイズ

- ・整流器外：1) と同様の対策を行ってください。
- ・整流器内：PN ラインにスナバ等を付加して対策を行ってください。
(1 個の整流コンバータに複数のインバータを接続する場合など)

1.2.3 出力端子からのノイズ

- ・コンタクタの開閉サージ等が侵入しない様に外部にて対策を行ってください。

2 制御電源

2.1 電圧範囲

- ・制御電源電圧は **13.5V**～**16.5V** の範囲で、ドライブ回路が安定動作します。
できるだけ、**15V** に近い値での動作を推奨いたします。
- ・制御電源電圧が **13.5V** 未満の場合、損失が増加し、ノイズが低下する傾向にあります。
また、保護特性がシフトするため、保護機能が不十分でチップ破壊に至る場合もあります。
- ・制御電源電圧が **13.5V** より低下し、**VUV** 以下になると、制御電源電圧低下保護機能 (**UV**) が動作します。
制御電源電圧が **VUV+VH** まで復帰すると、自動的に **UV** が解除されます。
- ・制御電源電圧が **16.5V** を超える場合、損失が低下し、ノイズが増加する傾向にあります。
また、保護特性がシフトするため、保護機能が不十分でチップ破壊に至る場合もあります。
- ・制御電源電圧が **0V** 未満 (逆バイアス)、および **20V** を超える場合、ドライブ回路、メインチップが破壊する可能性があります。絶対に印加しないでください。

2.2 電圧リップル

- ・推奨電圧範囲の **13.5V**～**16.5V** は、**Vcc** の電圧リップルを含んだ範囲です。
制御電源の製作においては、電圧リップルを充分低くするように注意してください。
また、電源に重畳されるノイズについても、充分低くするように注意してください。
- ・制御電源は、できるだけ **dv/dt** が **5V/μs** 以下となるよう設計してください。

2.3 電源立上げシーケンス

- ・できるだけ **Vcc** が推奨電圧範囲になったことを確認した後、主電源を印加してください。
推奨電圧に到達する前に主電源が印加されたとき、最悪の場合チップが破壊することがあります。

2.4 電源立上げ時、立下げ時のアラーム

- ・電源立上げ時、**UV** 保護動作レベルの電圧ではアラームが出力されます。
保護解除レベルの電圧になると復帰しますが、オン信号が入力されたままでは、アラームが解除されませんので、ドライブ回路側での対応をしてください。
- ・電源立下げ時もアラームを出力しますので、同様に対応をしてください。

2.5 制御回路設計上の注意

- ・ドライブ回路の消費電流仕様 (I_{cc}) を考慮して、充分余裕をもった設計としてください。
- ・フォトカプラと **IPM** の入力端子間の配線は極力短くし、フォトカプラの一次側と二次側の浮遊容量を小さくしたパターンレイアウトにしてください。
- ・高速フォトカプラの **Vcc-GND** 間に、コンデンサをできるだけ近接して取り付けてください。
- ・高速フォトカプラは、 tp_{HL} 、 $tp_{LH} \leq 0.8\mu s$ 、高 **CMR** タイプをご使用ください。
- ・アラーム出力回路は、低速フォトカプラ **CTR** $\geq 100\%$ のタイプをご使用ください。
- ・制御電源 **Vcc** は、絶縁された 4 電源を使用してください。また、電圧変動を抑えた設計をしてください。
- ・入力端子-GND 間にコンデンサを接続すると、フォトカプラ一次側入力信号に対する応答時間が長くなりますので、ご注意ください。
- ・フォトカプラの一次側電流は、お使いのフォトカプラの **CTR** を考慮し十分に余裕をもった設計にしてください。

3 保護機能

パッケージ、型式によって内蔵する保護機能、アラーム出力の有無が異なりますので、第 3 章の「**IPM** 内蔵機能一覧」にてお手持の **IPM** の保護機能をご確認ください。

3.1 保護動作全般

3.1.1 保護の範囲

- ・**IPM** の保護機能は非繰返しの異常現象に対応するものです。
- ・定格を超える定常的なストレスを印加しないでください。

3.1.2 アラーム出力に対する処置

- ・アラームが出力された場合、直ちに **IPM** への入力信号を停止して、装置を停止してください。
- ・**IPM** の保護機能は、異常現象に対して保護しますが、異常原因を取り除くことはできません。装置停止後にお客様にて異常原因を除去した後に、再起動してください。

3.2 保護動作の注意事項

3.2.1 過電流

- ・過電流保護 (**OC**) は、過電流が不感時間 (t_{doc}) を超えて継続した場合、**IGBT** はソフト遮断し、アラームが出力されます。
従って、 t_{doc} の期間内に過電流が除去された場合、**OC** は動作しません。
- ・**P619** は N ライン上の電流を検出しており、上アームには **OC** がありません。

3.2.2 負荷短絡起動

- ・ OC には 5~10 μ s 程度の不感時間(**tdoc**)があります。tdoc 以下の入力信号パルス幅では OC が動作しません。
- ・ 負荷短絡した状態で起動した場合に入力信号パルス幅が長時間 (数 10ms) にわたり tdoc 以下であると、短絡が連続して発生するため、チップ温度が急激に上昇します。
この場合、チップ温度上昇に対してケース温度上昇が追従しないため、ケース温度過熱保護 (TcOH) は動作しません。通常はチップ温度過熱保護 (TjOH) が動作して保護しますが、TjOH も 1ms 程度の遅れ時間があるため、チップ温度上昇の状況によっては保護動作が間に合わず、チップ破壊に至る可能性があります。

3.2.3 地絡

- ・ 地絡により、下アームの IGBT に過電流が流れた場合は、すべての IPM で OC により過電流保護します。
- ・ 地絡により、上アームの IGBT に過電流が流れた場合は、パッケージ、型式によって保護動作が異なります。

P621、P622

上アームの OC により過電流保護します。また、アラーム出力も行います。

P610、P611、P612

上アームの OC により過電流保護はしますが、アラーム出力は行いません。

詳しくは弊社関連資料 MT6M3046 「R-IPM 地絡モードにおける保護について」をご参照ください。

P619、P617

上アームに OC がないため、過電流保護、アラーム出力とも行いません。

3.3 FWD の過電流保護について

- ・ FWD の電流は検出していません。従って、FWD のみ過電流が流れた場合は保護動作はしません。

3.4 ケース温度保護について

- ・ TcOH は絶縁基板全体が温度上昇した場合の保護です。従って、1つのチップが集中発熱した場合はチップ温度保護 (TjOH) が動作します。

3.5 チップ温度保護について

- ・ チップ温度保護(TjOH)はブレーキ部を含む、全 IGBT に内蔵しています。

4 パワーサイクル寿命

半導体製品の寿命は永久ではありません。特に自己発熱での温度上昇・下降による熱疲労寿命には注意が必要です。温度の上昇下降が連続的に発生する場合は、温度変動幅をできるだけ小さくしてください。

5 その他

5.1 装置への組み込み、使用時の注意事項

- (1) IPM の使用、装置への組み込みにあたっては、IPM の納入仕様書も併せてお読みください。
- (2) 万一の不慮の事故でチップが破壊した場合を考慮し、商用電源と本製品の間に適切な容量のヒューズ又はブレーカーを必ず付けて 2 次破壊を防いでください。
- (3) 通常のターンオフ動作におけるチップ責務の検討の際には、ターンオフ電圧・電流の動作軌跡が RBSOA 仕様内にあることを確認してください。
また、非線返し短絡電流遮断におけるチップ責務の検討に際しても、SCSOA 仕様内であることを確認してください。
- (4) 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、本製品を適用してください。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チップが破壊する場合があります。
- (5) IPM とヒートシンクの間にはサーマルコンパウンドの塗布などを実施して、できるだけ接触熱抵抗を小さくしてください。
- (6) IPM の締付けトルクやヒートシンクの平坦度は、仕様書で定めた範囲でご使用ください。誤った取り扱いをすると、絶縁破壊を起こす場合があります。
- (7) IPM に荷重がかからないに注意してください。
特に制御端子が曲がらないように注意してください。
- (8) 主端子、制御端子にリフローによるはんだ付けは行わないでください。
他の部品のはんだ付け等による熱、フラックス、洗浄液が IPM に影響を与えないよう注意してください。
- (9) 腐食性ガスの発生場所・塵埃の多い場所を避けてください。
- (10) 主端子、制御端子にできるだけ静電気が加わらないように注意してください。
- (11) 制御回路と IPM との着脱に際して、Vcc が 0V であることを確認して行ってください。

第 7 章

トラブル発生時の対処方法

目 次

ページ

1. トラブル発生時の対処方法.....	7-2
2. 故障要因解析図.....	7-2
3. アラーム要因解析図	7-8

1 トラブル発生時の対処方法

IPM は標準モジュールに比べ各種保護機能（過電流、過熱等）を内蔵しているため、異常状態に対して破壊しにくいデバイスになっています。しかしながら、異常モードによっては破壊する場合がありますので、破壊が発生したときは、発生状況や原因を明確にした上で対策する必要があります。破壊に関する要因解析図を 2 項に記載しますので、こちらを活用して破壊要因を調査してください。

（素子の故障判定についてモジュールアプリケーションマニュアルの第 4 章 2 項故障判定方法をご参照ください。）

また、IPM よりアラーム出力される場合は図 7-2 のアラーム要因解析図を活用して要因を調査してください。

2 故障要因解析図

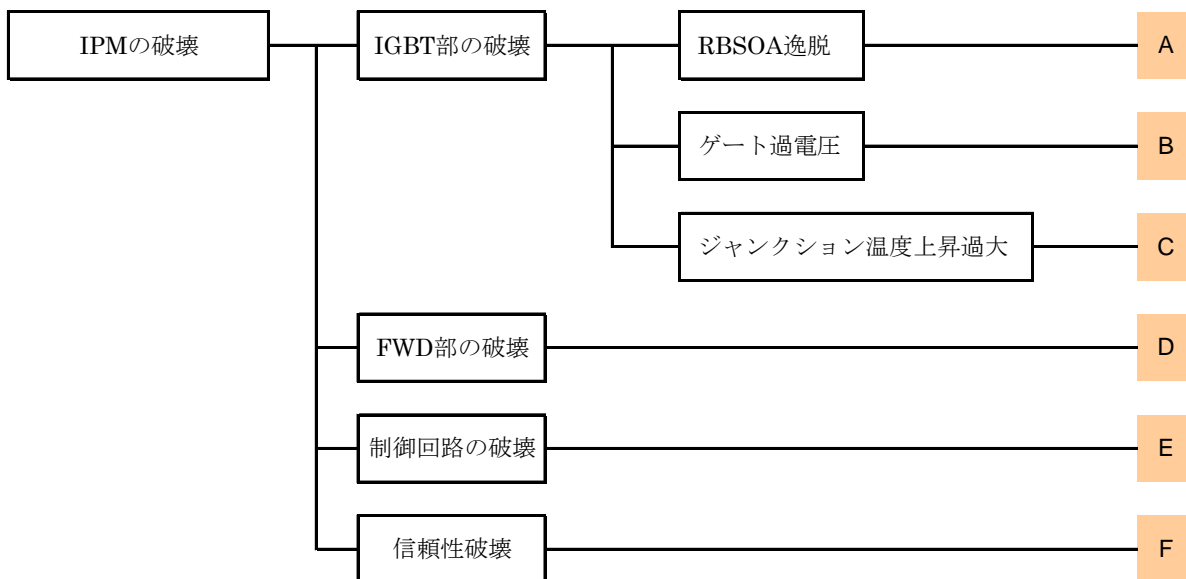


図 7-1 (a) IPM 故障解析図 (A~F 記号は下図へ連結しています)

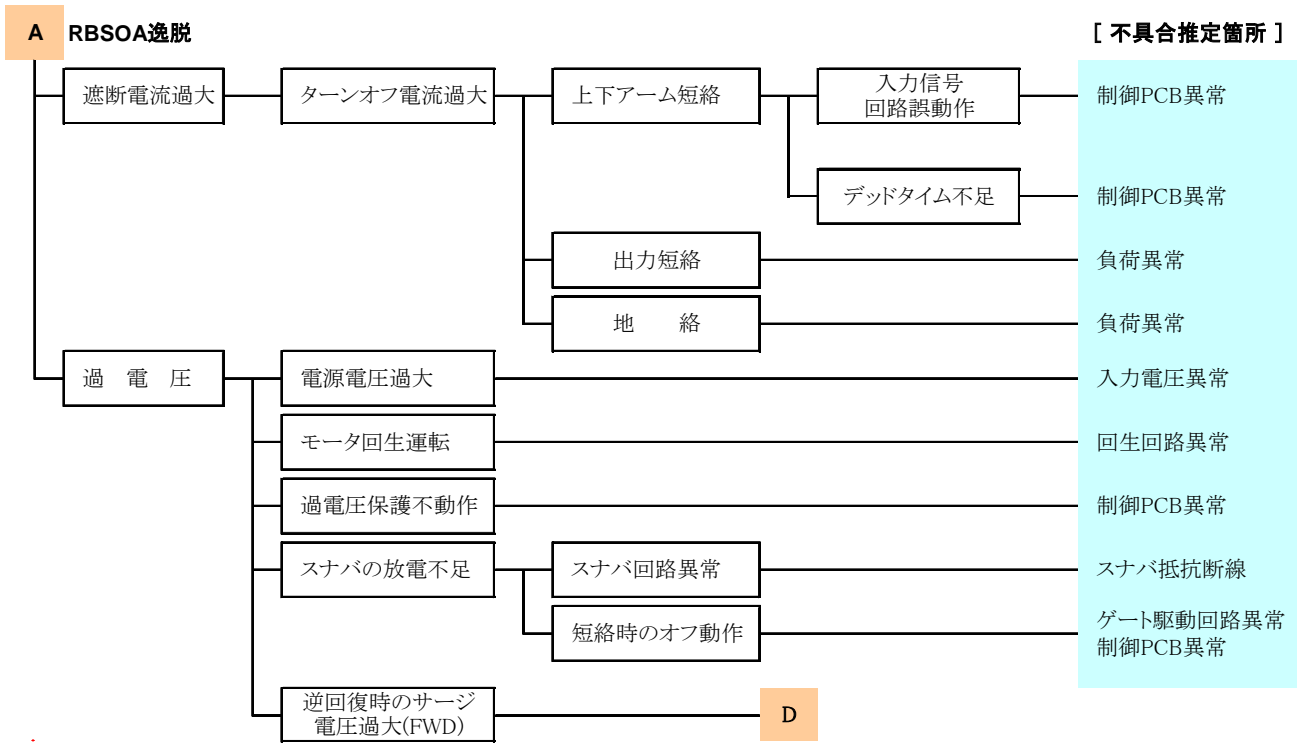


図 7-1 (b) モード A : RBSOA 逸脱

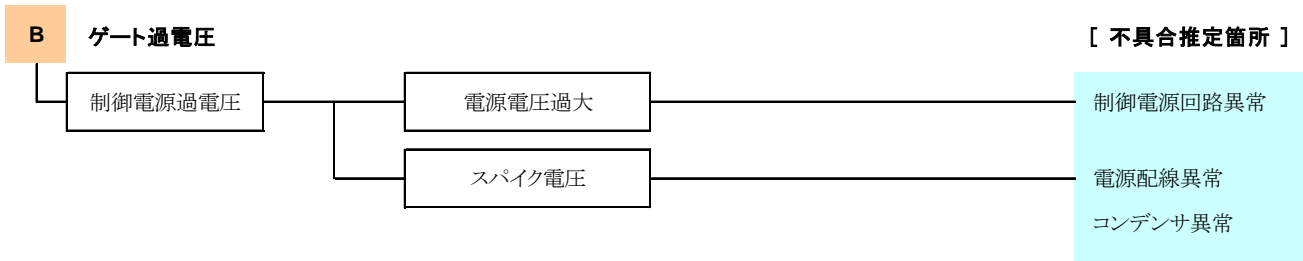


図 7-1 (c) モード B : ゲート過電圧

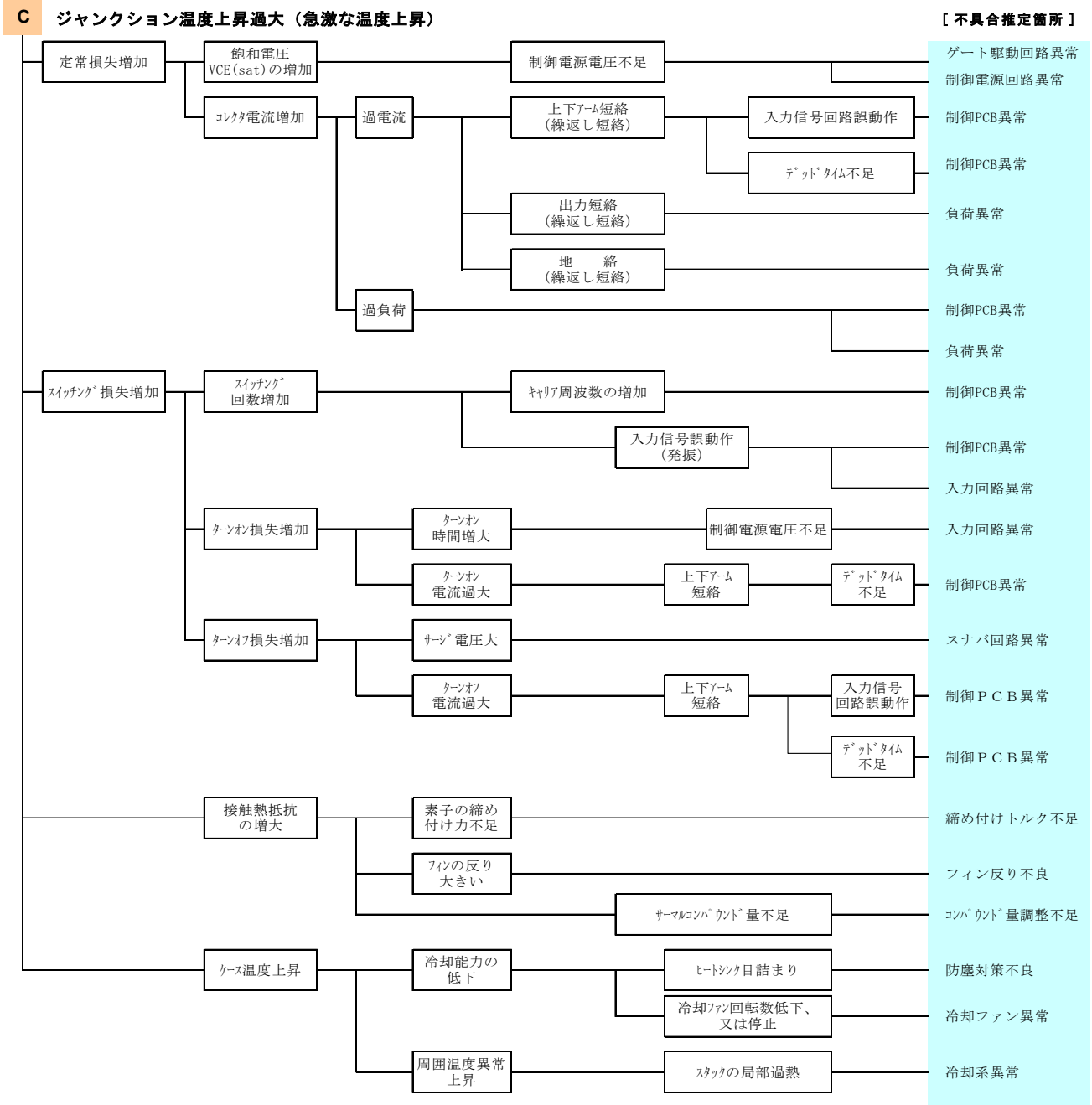


図 7-1 (d) モード C : ジャンクション温度上昇過大

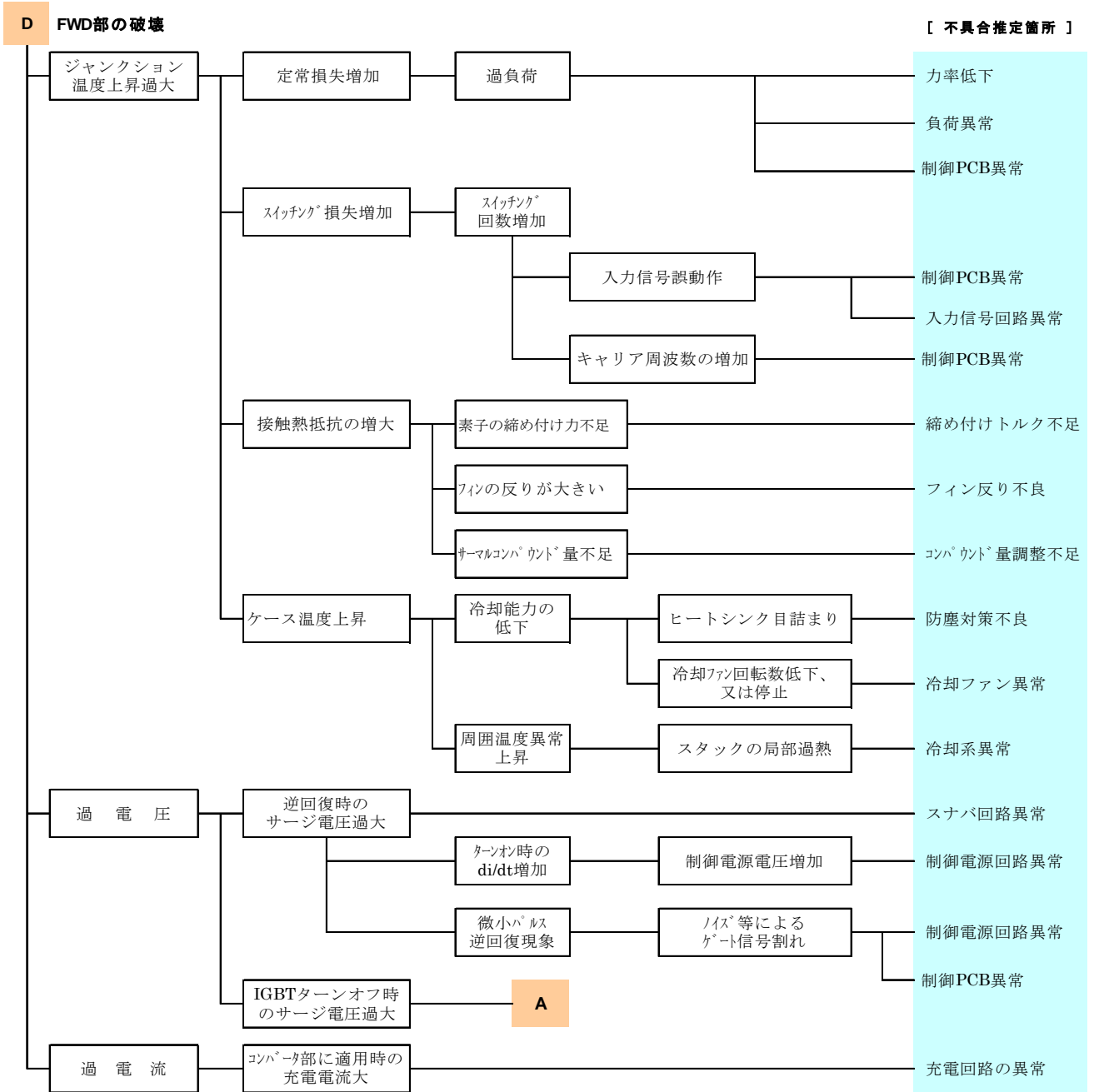


図 7-1 (e) モード D : FWD 部の破壊

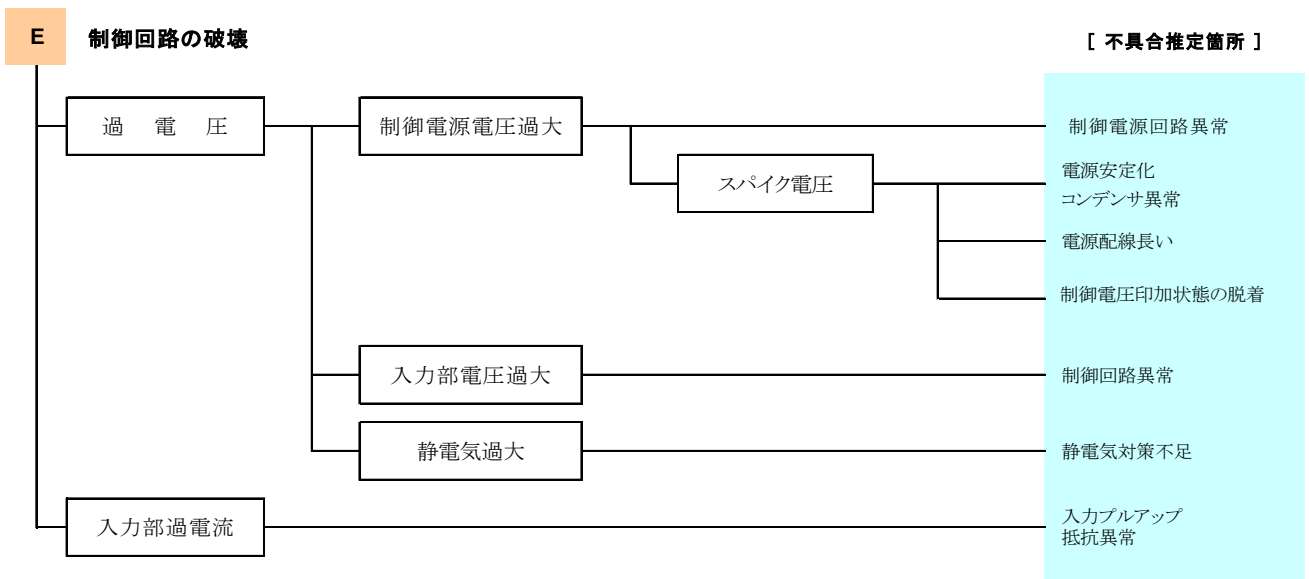


図 7-1 (f) モード E : 制御回路の破壊

F 信頼性及び、製品取り扱いに関する破壊

[不具合推定箇所]

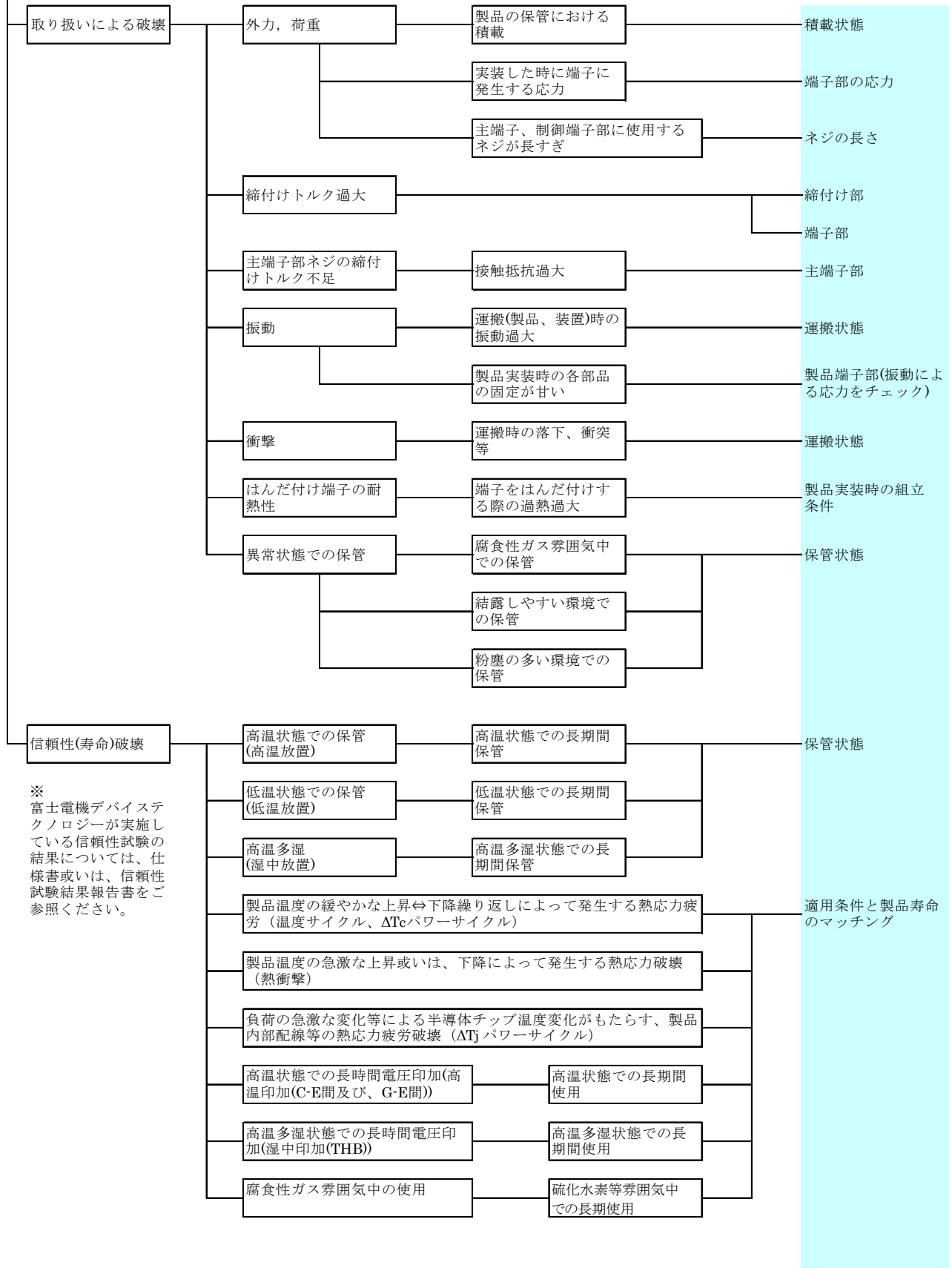


図 7-1 (g) モード F : 信頼性及び、製品取り扱いに関する破壊

3 アラーム要因解析図

3.1 IPM アラームが発生した時の要因分析

IPM を適用したインバータがアラーム停止した場合、まずアラームが IPM から出力されたものか、装置制御回路 (IPM 以外) で発生したものを切り分ける調査をお願いします。

もし IPM からのアラームである場合は下記の要因分析図に従って、要因の特定をお願いします。

アラーム出力電圧において IPM アラーム有無を観測する場合は IPM アラーム端子とアラーム用フォトダイオードのカソード間に 1.5kΩ の抵抗を挿入した状態で IPM アラーム端子電圧を測定することでアラーム出力有無の確認が容易になります。

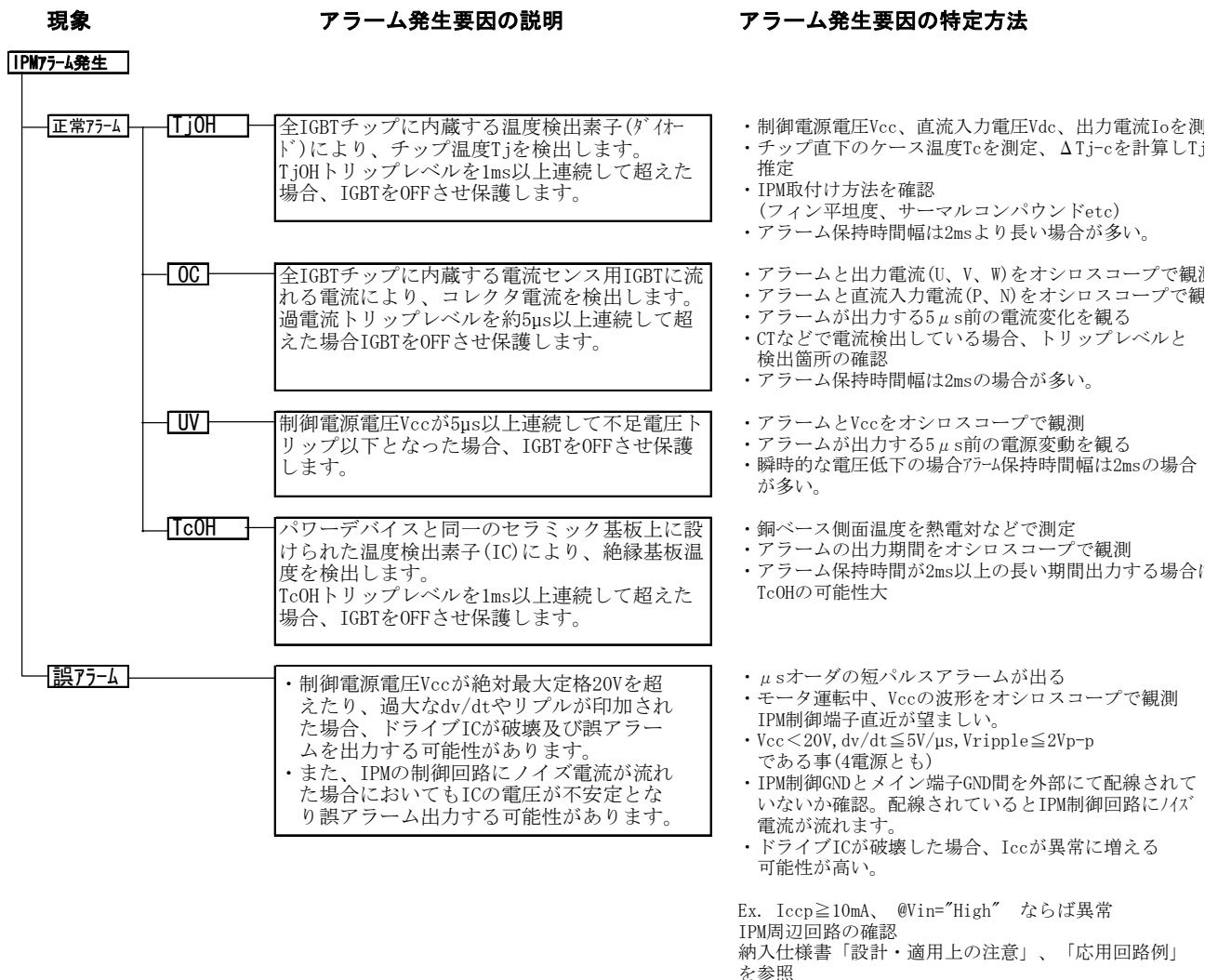


図 7-2 アラーム要因解析図

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7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。