

モータ制御用インバータ装置

600V IGBT 搭載

Gen.3 インテリジェントパワーモジュール(IPM)

アプリケーションノート

BM6337*S/-VA/-VC,BM6357*S/-VA/-VC

Gen.3 IGBT-IPM は、ゲートドライバ、ブートストラップダイオード、IGBT、回生用ファストリカバリダイオードを 1 パッケージに搭載したインテリジェントパワーモジュール (IPM) です。従来品 Gen.2 の特徴を継承し、更に進化いたしました。

このアプリケーションノートでは、Gen.3 IGBT-IPM の機能、並びに性能を引き出す為の設計方法について説明します。

目次

1.	製品概要.....	3
1.1.	用途.....	3
1.2.	シリーズラインアップ.....	3
1.3.	機能・特長.....	3
1.4.	従来品との仕様の相違点.....	4
2.	スペック.....	5
2.1.	絶対最大定格の詳細.....	5
2.2.	保護機能と動作シーケンス.....	8
2.2.1.	短絡電流保護回路(SCP).....	8
2.2.2.	制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO).....	12
2.2.3.	熱遮断回路(TSD) (BM6337xS のみ).....	14
2.2.4.	アナログ温度出力回路(VOT).....	16
2.2.5.	エラー出力回路(FO).....	19
2.2.6.	制御入力(HINU,HINV,HINW,LINU,LINV,LINW).....	22
2.3.	パッケージ.....	24
2.3.1.	外形寸法図.....	24
2.3.2.	端子配置.....	26
2.3.3.	標印.....	27
2.3.4.	絶縁距離.....	27
2.3.5.	ヒートシンクの取り付け方法.....	28
3.	アプリケーション.....	29
3.1.	アプリケーション回路例.....	29
3.1.1.	直接駆動による非絶縁制御例.....	29
3.1.2.	フォトカブラ駆動による絶縁制御例.....	30
3.2.	アプリケーション部品選定方法(Figure 3.1.1 参照).....	31
3.3.	システム構成例.....	34
3.4.	PCB パターン設計時の注意点.....	35
3.5.	スナバコンデンサの接続について.....	36
3.6.	電源電圧とコレクタ-エミッタ間電圧について.....	36
3.7.	許容電流値について.....	37
3.8.	短絡耐量について.....	38
4.	ブートストラップ回路.....	41
4.1.	ブートストラップ回路動作.....	41
4.2.	初期充電.....	42
4.3.	ブートストラップダイオード、電流制限回路の特性.....	43
4.4.	ブートストラップ電源回路電流.....	44
5.	改訂履歴.....	46

1. 製品概要

1.1. 用途

- AC100～240Vrms(DC400V 以下)系モータ制御用インバータ装置
- 白物家電(エアコン、洗濯機、冷蔵庫)モータ制御用インバータ装置

1.2. シリーズラインアップ

シリーズ	形名	定格
温度出力機能付き 過熱保護機能付き	BM63373S-VA/ -VC	10A/600V
	BM63374S-VA/ -VC	15A/600V
	BM63375S-VA/ -VC	20A/600V
	BM63377S-VA/ -VC	30A/600V
温度出力機能付き	BM63573S-VA/ -VC	10A/600V
	BM63574S-VA/ -VC	15A/600V
	BM63575S-VA/ -VC	20A/600V
	BM63577S-VA/ -VC	30A/600V

-VA : 長尺タイプ、-VC : 制御側千鳥タイプ

Table 1.2.1 ラインアップ表

1.3. 機能・特長

- DC 入力、3 相 AC 出力 IGBT インバータ
- 600V/10A、15A、20A、30A
- 下側 IGBT オープンエミッタ
- ブートストラップダイオード内蔵
- 上側 IGBT ゲートドライバ(HVIC)
 - SOI(Silicon On Insulator)プロセス採用
 - 駆動回路
 - 高圧レベルシフト回路
 - ブートストラップダイオード電流制限回路
 - 制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)
- 下側 IGBT ゲートドライバ(LVIC)
 - 駆動回路
 - 短絡電流保護回路(SCP)
 - 制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)
 - 熱遮断回路(TSD) (BM6337xS のみ)
 - アナログ温度出力回路(VOT)
- エラー出力(LVIC)
 - 下側 IGBT 用 SCP、TSD、UVLO 動作時エラー出力
- 入力インタフェース 3.3V、5V 系対応
- UL 認証取得: UL1557 File E468261

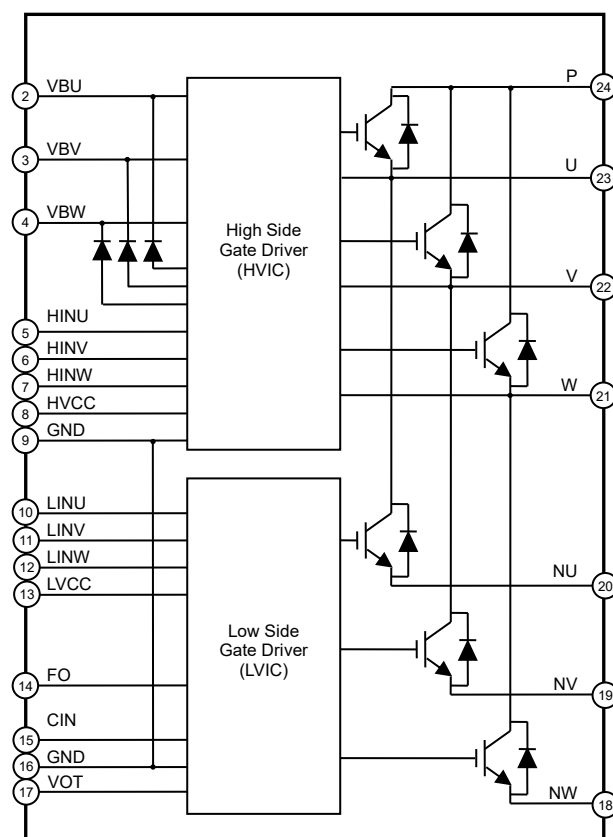


Figure 1.3.1 ブロック図

1.4. 従来品との仕様の相違点

Gen.3 IGBT-IPM (BM63*7*)と従来シリーズ Gen.2 IGBT-IPM (BM63*6*)の主な相違点は以下のようになります。

詳しくは各データシートを参照ください。

機能	Gen.2 IGBT IPM	Gen.3 IGBT IPM	関連項目
PWM 周波数ラインナップ	Low Speed Switching 品 < 6kHz	≤ 20 kHz	-
	High Speed Switching 品 ≤ 20kHz		
電流ラインナップ	Low Speed Switching 品 10A / 15A	10A/15A/20A/30A	1.3
	High Speed Switching 品 10A/15A/30A		
温度モニタ精度	VOT = 2.77±0.14V (LVIC 温度=90°C) ±6 °C 相当	VOT = 2.77±0.05V (LVIC 温度=90°C) ±2 °C 相当	2.2.4
温度保護機能	TSD 品 または VOT 品	TSD & VOT 品 または VOT 品	1.2
保護機能要因識別	無し (最小 FO 信号出力時間 SCP: min 20μs UVLO: min 20μs TSD: min 20μs)	有り (最小 FO 信号出力時間 SCP: min 45μs UVLO: min 90μs TSD: min 180μs)	2.2.5
IGBT(low-side)オフ期間拡張機能 (Fault pulse tuning)	無し	有り	2.2.5
製品識別機能	無し	有り (HVCC 未投入時、HINU - GND,HINV - GND,HINW - GND のインピーダンスで識別)	2.2.6
絡電流保護トリップ電圧	0.48V ±0.025V (VOT 品)	0.48V ±0.025V	-
	0.48V ±0.05V (TSD 品)		

Table 1.4.1 従来品との仕様の相違点

2. スペック

2.1. 絶対最大定格の詳細

Table 2.1.1 に絶対最大定格の一部について詳細説明をします。(BM63374S の場合)

インバータ部

項 目		記号	定 格	単位	説明
電源電圧		V_P	450	V	スイッチング動作していない状態で P-NU,NV,NW 端子間に印加できる最大直流電圧です。この電圧を超えるような場合は制限回路が必要です。
電源電圧(サージ)		$V_{P(surge)}$	500	V	スイッチング動作している状態で P-NU,NV,NW 間に発生する最大サージ電圧。この電圧を超える場合は母線インダクタンスの低減やスナバ回路が必要です。
コレクタ-エミッタ間電圧		V_{CES}	600	V	内蔵 IGBT の C-E 間に印加できる最大電圧
コレクタ電流	直流	I_C	± 15	A	$T_C=25^{\circ}\text{C}$ 最大連続 DC コレクタ電流
	ピーク	I_{CP}	± 45	A	$T_C=25^{\circ}\text{C}$ 最大パルスコレクタ電流(1ms 以下)
接合部温度		T_{jmax}	150	$^{\circ}\text{C}$	内蔵パワーチップの最大瞬時接合部温度は 150°C ($@T_C=\leq 100^{\circ}\text{C}$) ですが、安全動作させるために、平均接合部温度は $T_j\leq 125^{\circ}\text{C}$ ($@T_C=\leq 100^{\circ}\text{C}$) としてください。パワーチップは $T_j=150^{\circ}\text{C}$ で直ちに損傷しませんが、パワーサイクル寿命は減少します。

制御部

項 目	記号	定 格	単位	説明
制御電源電圧	V_{CC}	20	V	HVIC の HVCC-GND 端子間,LVIC の LVCC-GND 端子間に印加できる最大直流電圧です。
フローティング制御電源電圧	V_{BS}	20	V	ハイサイド IGBT 駆動電源電圧として VBU-U,VBV-V,VBW-W 端子間に印加できる最大直流電圧です。
制御入力電圧	V_{IN}	-0.5 to $V_{CC} + 0.5$	V	HINX-GND 端子間、LINX-GND 端子間に印加可能な電圧です。(X = U,V,W)
エラー出力印加電圧	V_{FO}	-0.5 to $V_{CC} + 0.5$	V	FO-GND 端子間に印加可能な電圧です。
エラー出力電流	I_{FO}	1	mA	FO-GND 端子間に流れるシンク電流です。
電流検出入力電圧	V_{CIN}	-0.5 to +7.0	V	CIN-GND 端子間に印加可能な電圧です。
温度出力端子電圧	V_{OT}	-0.5 to +7.0	V	VOT-GND 端子間に印加可能な電圧です。

ブートストラップダイオード部

項 目	記号	定 格	単位	説明
逆電圧	V_{RB}	600	V	内蔵ブートストラップ用 Diode に印加できる最大電圧
接合部温度	T_{jmaxD}	150	$^{\circ}\text{C}$	内蔵パワーチップの最大瞬時接合部温度は 150°C ($@T_C=\leq 100^{\circ}\text{C}$) ですが、安全動作させるために、平均接合部温度は $T_j \leq 125^{\circ}\text{C}$ ($@T_C=\leq 100^{\circ}\text{C}$) としてください。

システム全体

項 目	記号	定 格	単位	説明
電源電圧自己保護範囲(短絡)	$V_{P(Prot)}$	400	V	$V_{CC}=13.5\sim16.5V$ 、 $2\mu s$ 以内、非繰り返しの条件で、IGBT が短絡または過電流状態となった場合、保護機能によって IGBT を安全に遮断できる最大電源電圧
動作モジュール温度	T_C	$-25\sim+115$	$^{\circ}C$	パワーチップの直下に T_C 測定点を規定します。ヒートシンクに溝を加工するなどして、熱電対をこの点に当て測定してください。(Figure 2.1.1 参照)
絶縁耐圧	V_{iso}	1500	V_{rms}	放熱面のセラミック表面と全端子(ショート)との絶縁耐圧です。 平面型ヒートシンク使用時はヒートシンクと端子間で放電する可能性があるため、1500Vrms となります。 Figure 2.1.2のように、凸型形状のヒートシンクを使用し、ヒートシンクと端子間距離を広げた場合(2.5mm以上推奨)、2500Vrmsを満足します。 UL 認証は、凸型形状のヒートシンクを使用した条件で絶縁耐圧 2500Vrms にて取得しております。

Table 2.1.1 BM63374S の絶対最大定格

TC 測定点

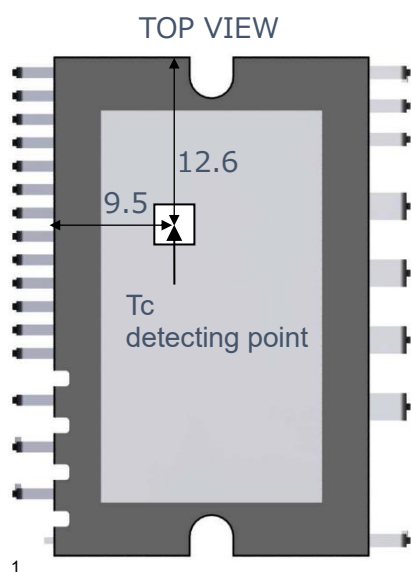


Figure 2.1.1 Tc 測定点(単位:mm)

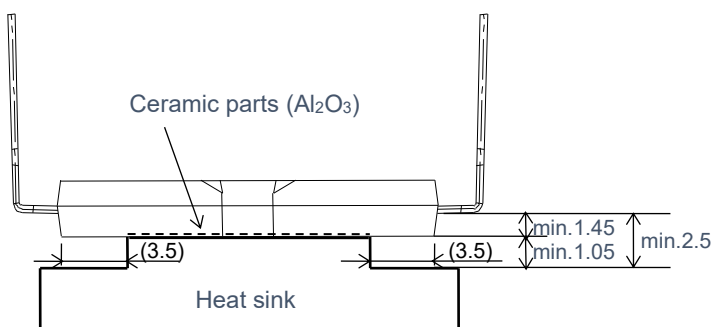


Figure 2.1.2 凸型ヒートシンク使用例(単位:mm)

熱抵抗

項 目	記号	規 格 値			単位	条件
		最小	標準	最大		
接合-ケース間熱抵抗	$R_{th(j-c)}_{IGBT}$	-	-	3.0	°C/W	インバータ IGBT(1/6 モジュール)
	$R_{th(j-c)}_{FWD}$	-	-	3.9	°C/W	インバータ FWD(1/6 モジュール)

上記規格は、接合-ケース間の定常時の熱抵抗を示しています。熱抵抗は約 10s で飽和し定常状態になります。

飽和するまでの熱抵抗(過渡熱抵抗)を Figure 2.1.3 に示します。

$Z_{th(j-c)}^*$ は上記規格値で規格化された値であり、 $Z_{th(j-c)}^* = Z_{th(j-c)} / R_{th(j-c)}$ となります。

例えば、BM63374S の IGBT の 0.3s における過渡熱抵抗値は、 $3.0[°C/W] \times 0.8 = 2.4[°C/W]$ となります。

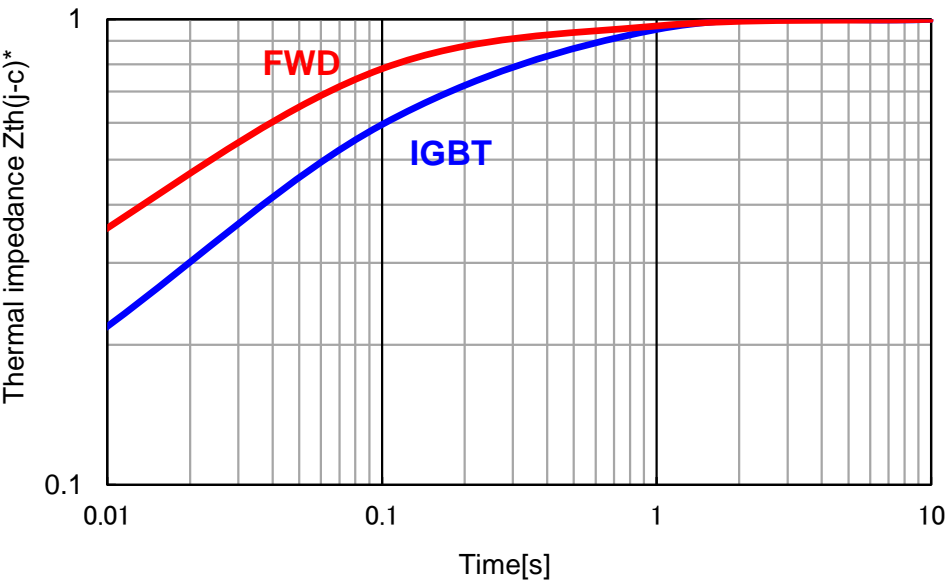


Figure 2.1.3. 過渡熱抵抗特性

2.2. 保護機能と動作シーケンス

2.2.1.短絡電流保護回路(SCP)

IPM 外部にシャント抵抗(電流検出用抵抗)を接続し、抵抗に発生する電圧を CIN 端子へフィードバックすることにより短絡電流保護が可能になります。保護動作に入ると、下側アーム全相の IGBT をオフし、FO 信号を出力します。スイッチング時のリカバリ電流やノイズによる誤動作を防止するため、CIN 端子入力には RC フィルタ(時定数 1.0 μ s 推奨)を設置してください。

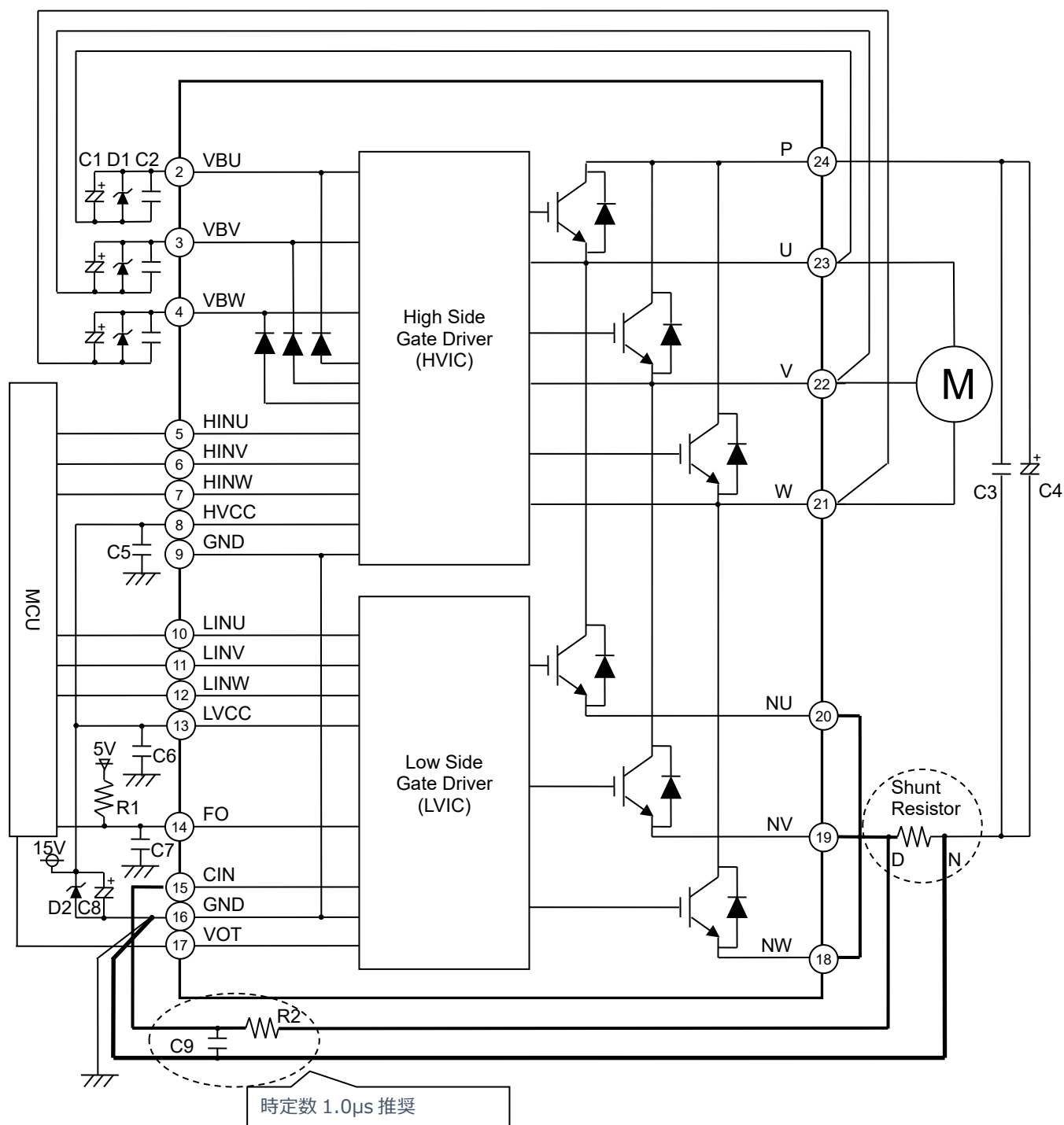


Figure 2.2.1 短絡電流保護回路

■短絡電流保護(SCP)動作シーケンス(外付シャント抵抗、RC 時定数回路による保護)

- a1.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる
- a2.過電流検出(SCP)トリガ…RC 時定数は $2\mu\text{s}$ 以内($1.0\mu\text{s}$ 推奨)に遮断するよう最適遮断時間を設定
- a3.下側アーム全相のゲートを遮断(ソフトターンオフ)
- a4.下側アーム全相の IGBT オフ
- a5. FO 出力($45\mu\text{s}(\text{Min})$) SCP=H $45\mu\text{s}$ 以下の場合。SCP=H $45\mu\text{s}$ 以上では、SCP=H の期間 FO 出力
- a6. LIN=L
- a7. LIN=H でも SCP=H 中は IGBT オフ
- a8. Fo 出力終了。LIN=H(点線)で SCP=H→L となっても、次の LIN 立ち上がりエッジまでは IGBT はオフ状態
(各相への LIN 入力で相ごとに通常状態に復帰します)
- a9.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

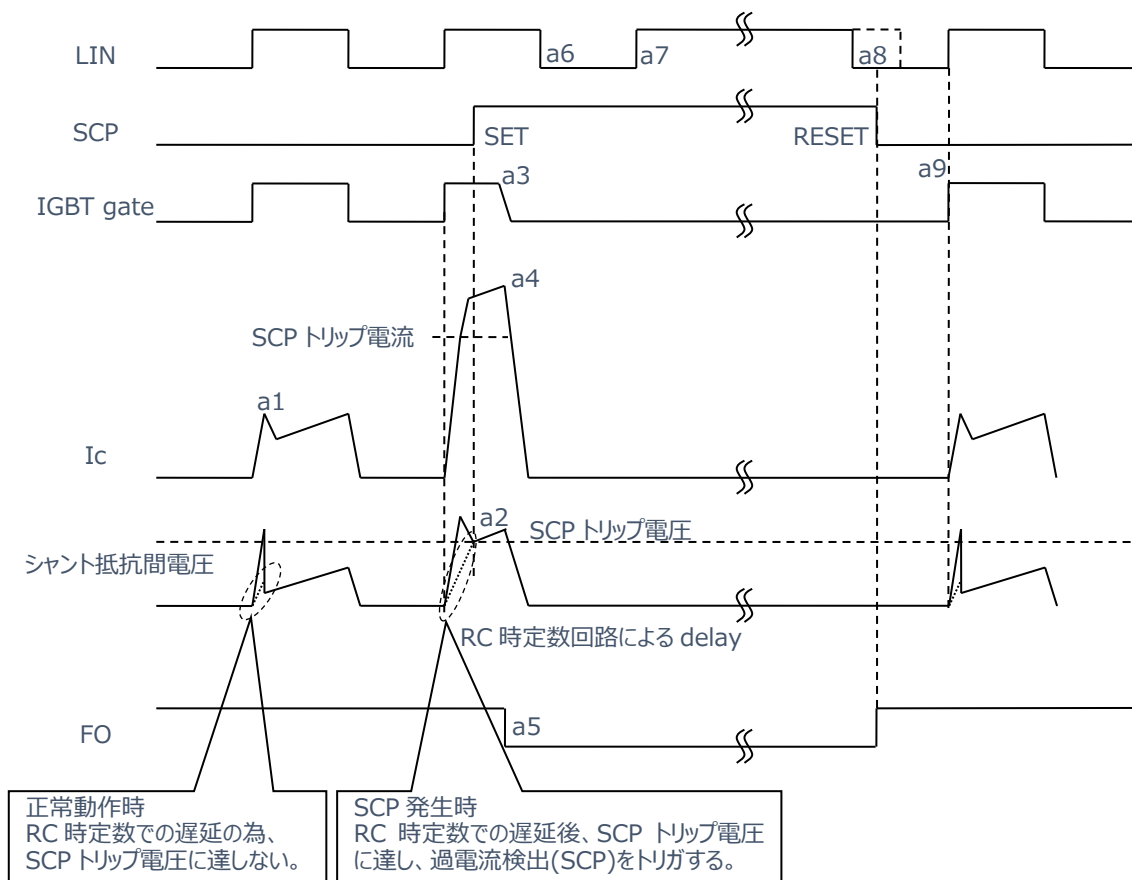


Figure 2.2.2 SCP タイミングチャート

短絡電流保護は下アームに対してのみ動作します。

短絡電流保護が動作し、エラー出力が発生した場合、即座に動作停止し異常状態を回避してください。

■シャント抵抗値の設定

シャント抵抗値 R_{SHUNT} は短絡電流保護トリップ電圧 V_{SC} と保護電流設定値 I_{SCP} から次式で設定します。

$$R_{SHUNT} = V_{SC} / I_{SCP}$$

I_{SCP} の最大値は、シャント抵抗のばらつきや V_{SC} のばらつきを考慮して、IGBT 飽和電流の最小値以下となるように設定する必要があります。IPM の短絡保護推奨設定値は、定格電流の 2.7 倍以下となります

例として BM63375S で I_{SCP} を 54A(定格電流 20A×2.7)とした場合の設定方法を以下に示します。

V_{SC} のばらつき($T_j=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=15\text{V}$)を Table 2.2.1 に示します。

項 目	記号	規 格 値			単位	条件
		最小	標準	最大		
短絡電流保護トリップ電圧	V_{SC}	0.455	0.480	0.505	V	

Table 2.2.1 短絡電流保護トリップ電圧の規格値

シャント抵抗値 R_{SHUNT} と短絡電流保護設定値 I_{SCP} の関係は、ばらつきを考慮した場合、下記ようになります。

$$I_{SCP}(\text{Min}) = V_{SC}(\text{Min}) / R_{SHUNT}(\text{Max}) \cdots \textcircled{1}$$

$$I_{SCP}(\text{Typ}) = V_{SC}(\text{Typ}) / R_{SHUNT}(\text{Typ}) \cdots \textcircled{2}$$

$$I_{SCP}(\text{Max}) = V_{SC}(\text{Max}) / R_{SHUNT}(\text{Min}) \cdots \textcircled{3}$$

③より

$$54\text{A} = 0.505\text{V} / R_{SHUNT}(\text{Min})$$

$$R_{SHUNT}(\text{Min}) \approx 9.35\text{m}\Omega$$

シャント抵抗のばらつきを±5%とすると、

$$R_{SHUNT}(\text{Typ}) \approx 9.35\text{m}\Omega / 0.95 \approx 9.84\text{m}\Omega$$

$$R_{SHUNT}(\text{Max}) \approx 9.84\text{m}\Omega \times 1.05 = 10.33\text{m}\Omega$$

以上より、 $T_j=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC}=15\text{V}$ での I_{SCP} の動作範囲は Table 2.2.2 となります。

項目	最小	標準	最大
R_{SHUNT} 設定範囲	9.35m Ω	9.84m Ω	10.33m Ω
I_{SCP} の動作範囲	44.0A	48.8A	54.0A

Table 2.2.2 短絡電流保護設定範囲

外部配線の寄生インダクタンスや寄生容量に起因する共振波形により、設定値より低い電流で保護動作することがあります。最終的には実機での詳細評価の上、シャント抵抗値の調整をしてください。

■RC 時定数の設定

シャント抵抗に発生するノイズによる短絡電流保護回路の誤動作を防止するため、RC フィルタ回路を設置してください。RC 時定数 τ はノイズ印加時間と IGBT 負荷短絡耐量から設定します。($\tau=1.0\mu\text{s}$ 推奨)

シャント抵抗に V_{SC} レベルを超える電圧が発生した後、RC フィルタ回路を介し CIN 端子に V_{SC} 電圧が印加されるまでの時間 t_1 は下記式となります。

$$V_{SC} = R_{SHUNT} \cdot I_C \cdot \{1 - \exp(-t_1/\tau)\}$$
$$t_1 = -\tau \cdot \ln(1 - V_{SC} / R_{SHUNT} \cdot I_C)$$

- V_{SC} : 短絡電流保護トリップ電圧
- I_C : IGBT ピーク電流値
- τ : RC フィルタ時定数
- t_1 : CIN 端子に V_{SC} 電圧が印加されるまでの時間

また、CIN 端子が V_{SC} レベルに到達してから IGBT のゲートが遮断されるまでには、下記に示す IPM 内部遅延時間 t_2 がかかります。

項目	最小	標準	最大
IPM 内部遅延時間	-	-	0.65 μs

Table 2.2.3 IPM 内部遅延時間

したがって、短絡発生から IGBT ゲートが遮断されるまでの時間 t_{total} は下記となります。

$$t_{total} = t_1 + t_2$$

実機での詳細評価の上、 t_{total} が IGBT 負荷短絡耐量以内に収まるように RC 時定数を決定してください。

2.2.2.制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)

制御電源電圧が低下すると、IGBT ゲート電圧が低下し、IGBT 能力低下などの弊害が発生するため、推奨電源電圧内でご使用ください。制御電源電圧が低下し、既定の電圧以下となった場合、制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)が動作します。

HVIC のフローティング電源 V_{BS} 、LVIC の制御電源 V_{CC} の両方に UVLO 回路を搭載しておりますが、LVIC の UVLO 動作時のみ FO 信号(エラー出力)を出力します。

Table 2.2.4 に各制御電源電圧範囲での IPM 動作状態を示します。

制御電源電圧範囲[V] (V_{CC} , V_{BS})	動作状態
0~4.0	HVIC、LVIC の正常動作電圧領域ではないため、UVLO、FO 信号などの各種保護機能の動作は保証されません。 外来ノイズ等により IGBT が誤オンする可能性がありますので制御電源より先に DC-LINK 電圧を立ち上げないでください。
4.0~ $V_{CCUVR}(V_{CC})$, $V_{BSUVR}(V_{BS})$	UVLO が動作し、FO 信号を出力します。
$V_{CCUVR} \sim 13.5(V_{CC})$ $V_{BSUVR} \sim 13.0(V_{BS})$	スイッチング動作しますが、推奨動作電圧範囲外のため V_{CESAT} やスイッチングロスが増大し接合部温度が上昇する可能性があります。
13.5~16.5(V_{CC}) 13.0~18.5(V_{BS})	推奨動作電圧範囲内であり、正常動作します。
16.5~20.0(V_{CC}) 18.5~20.0(V_{BS})	スイッチング動作しますが、推奨動作電圧範囲外のためスイッチングが高速となりノイズが増加します。 また短絡耐量が不足し、破壊する可能性があります。
20.0~	HVIC、LVIC が破壊する可能性があります。 定格を越える可能性がある場合は 1W 程度のツェナーダイオード(20~22V)の配置を推奨します。

Table 2.2.4 各制御電源電圧範囲での IPM の動作状態

■ LVCC 制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)動作シーケンス(LVIC に搭載)

b1. LVCC 立ち上がり→ V_{CCUVR} でリリース→次の LIN 立ち上がりエッジで動作開始

(各相への LIN 入力で相ごとに通常状態に復帰します)

b2.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

b3. LVCC 低下→ V_{CCUVT} で保護動作トリップ

b4.下側アーム全相の IGBT オフ(LIN の入力に関わらずオフ)

b5. FO 出力(90 μ s(Min)) : UVLO=H 期間 90 μ s 以下の場合。

UVLO=H 期間 90 μ s 以上では、UVLO=H 期間(LVCC が復帰するまでの間)、FO を出力

b6. LVCC 復帰→ V_{CCUVR} でリリース

b7. LIN=H(点線)でリリースされても、次の LIN 立ち上がりエッジまでは IGBT はオフ状態

b8.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

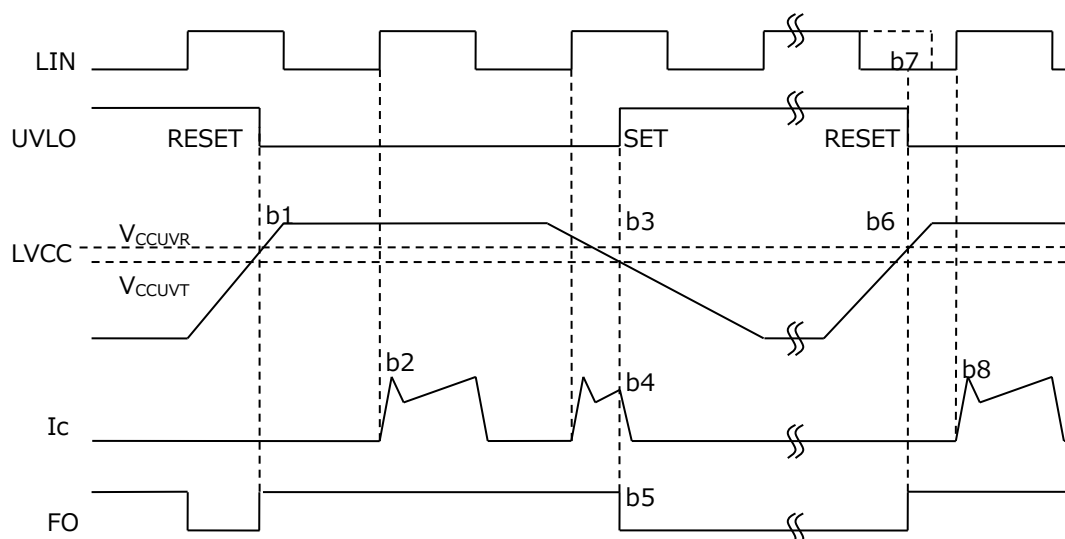


Figure 2.2.3 LVCC UVLO タイミングチャート

■VBS 制御電源電圧低下時誤動作防止回路(UVLO)動作シーケンス(HVIC に搭載)

- c1. VBS 立ち上がり→ V_{BSUVR} でリリース→次の HIN 立ち上がりエッジで動作開始
- c2. 通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる
- c3. VBS 低下→ V_{BSUVT} で保護動作トリップ
- c4. 該当相の IGBT のみオフ(HIN の入力に関わらずオフ)、FO は出力しません
- c5. VBS 復帰→ V_{BSUVR} でリリース
- c6. HIN=H(点線)でリリースされても、次の HIN 立ち上がりエッジまでは IGBT はオフ状態
- c7. 通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

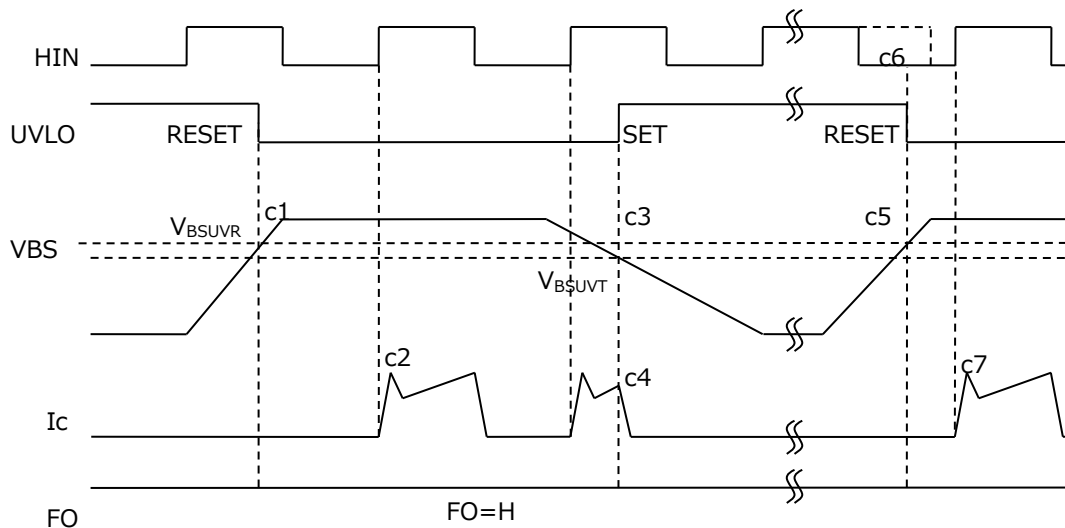


Figure 2.2.4 VBS UVLO タイミングチャート

2.2.3.熱遮断回路(TSD) (BM6337xS のみ)

LVIC の温度をモニタした熱遮断回路を搭載しています。LVIC の温度が規定の温度以上になると熱遮断回路が働き、下側アーム全相の IGBT をオフし、FO 信号を出力します。

項 目	記号	規 格 値			単位	条件
		最小	標準	最大		
熱遮断回路トリップ温度	T_{SDT}	115	130	-	°C	LVIC の温度
熱遮断回路ヒステリシス温度	T_{SDHYS}	-	20	-	°C	LVIC の温度

Table 2.2.5 熱遮断回路の規格値

■熱遮断回路(TSD)動作シーケンス(LVIC の温度をモニタ)

d1.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

d2. LVIC の T_j 上昇→ T_{SDT} で保護動作トリップ

d3.下側アーム全相の IGBT オフ(LIN の入力に関わらずオフ)

d4. FO 出力(180 μ s(Min) TSD=H 180 μ s 以下の場合。

TSD=H 180 μ s 以上では、TSD=H である T_j が T_{SDT} - T_{SDHYS} まで下降するまでの期間 FO 出力

d5. LVIC の T_j 低下→ T_{SDT} - T_{SDHYS} でリリース

d6. LIN=H(点線)でリリースされても、次の LIN 立ち上がりエッジまでは IGBT はオフ状態

(各相への LIN 入力で相ごとに通常状態に復帰します)

d7.通常動作=IGBT オン→出力電流 I_c 流れる

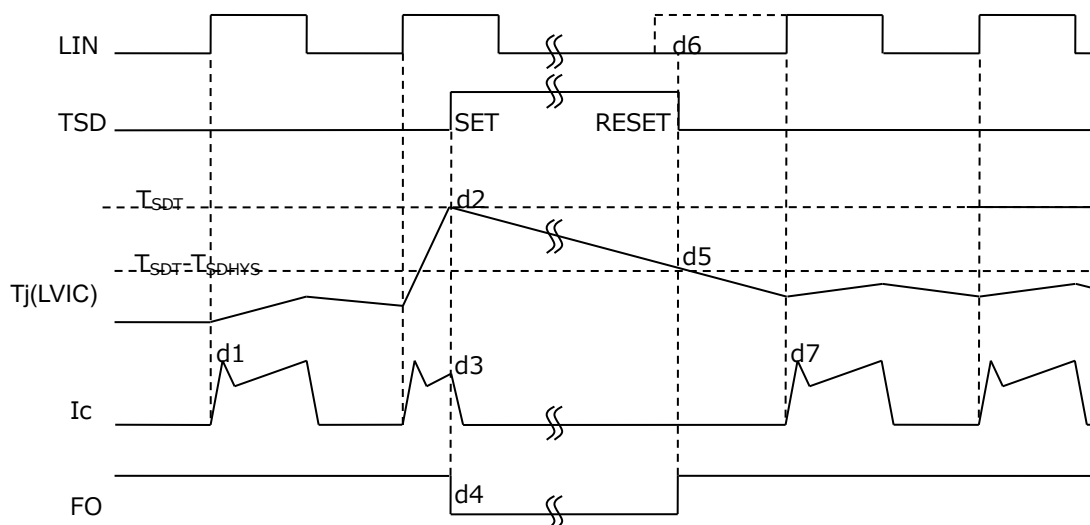


Figure 2.2.5 TSD タイミングチャート

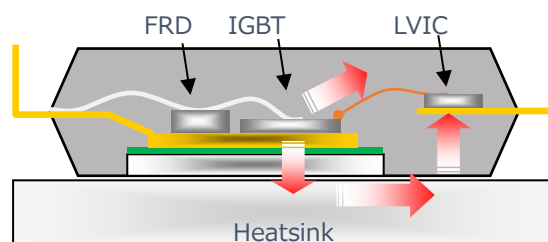


Figure 2.2.6 パワーデバイスからの熱伝導

- ・TSD が動作し、エラー出力が発生した場合、即座に動作停止し異常状態を回避してください。
- ・エラー出力により停止した際に、ヒートシンクの緩みや外れ、冷却ファン異常停止など冷却システムの異常が原因であった場合は、TSD が動作しエラー出力された可能性が高くなります。その場合、パワーチップの接合部温度が絶対最大定格の 150°C を超えているため IPM を交換する必要があります。
- ・本機能でモニタしている接合部温度は、下側 IGBT ゲートドライバチップ(LVIC)の温度です。パワーチップの急激な温度上昇には追従できないため、モータロックや過電流時などのような急激な接合部温度上昇には本機能は有効に機能しませんのでご注意ください。

2.2.4. アナログ温度出力回路(VOT)

本 IPM は、LVIC 部に温度検出素子を内蔵しており、LVIC 部の温度をアナログ電圧に変換して出力します。IGBT, FWD などパワーチップの発熱は、外部ヒートシンクやモールド樹脂を介して伝わるので、モータロックや短絡などパワーチップの急激な温度上昇には、LVIC の温度上昇は追従できません。

本機能は、放熱用ファンの停止のような放熱系の故障などによる温度上昇や過負荷継続時の出力制限といった、従来からヒートシンクに取り付けて使用されていたサーミスタと同様の方法での使用を推奨します。

BM6357xS は、自身で温度保護動作はいたしません。VOT 出力がユーザー設定の温度保護レベルに達した時、システム側でスイッチング動作をただちに停止してください。

BM6337xS は、熱遮断回路にて温度保護動作を行います。

■ 温度出力端子(VOT 端子)仕様

VOT 端子の出力電流定格を、Table 2.2.6 VOT 端子出力電流定格($T_c = -25 \sim 100^\circ\text{C}$)に示します。VOT 出力は、Figure 2.2.7 VOT 端子部回路図に示すように温度検出素子の電圧をオペアンプで増幅して、VOT 端子に出力する構成となっております。Figure 2.2.7 VOT 端子部回路図は VOT 出力に RC フィルタを設置した場合の例となります。

VOT 出力特性は、Figure 2.2.11 VOT 出力電圧の LVIC 温度特性に示すように温度に対し線形に変化いたします。

	最小
ソース電流定格 ^(Note 2)	1.7mA
シンク電流定格 ^(Note 3)	0.1mA

(Note 2) VOT 端子から流し出す電流

(Note 3) VOT 端子に引き込む電流

Table 2.2.6 VOT 端子出力電流定格($T_c = -25 \sim 100^\circ\text{C}$)

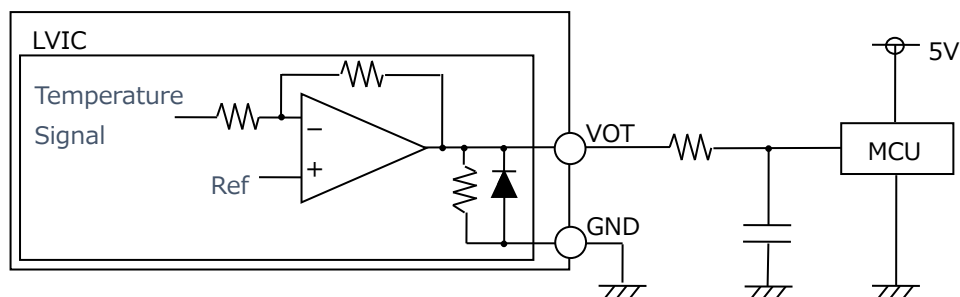


Figure 2.2.7 VOT 端子部回路図

■ 室温以下時の VOT 出力について

室温より低い温度時において出力の線形性が必要な場合、VOT-GND 間に $5.1\text{k}\Omega$ のプルダウン抵抗の設置を推奨いたします。プルダウン抵抗を設置される場合は、VOT 出力電圧 ÷ 抵抗値程度の電流が LVIC の消費電流として常時余分に流れることになります。過熱保護のためだけに本出力を使用し、室温以下の出力が不要な場合、プルダウン抵抗は不要です。

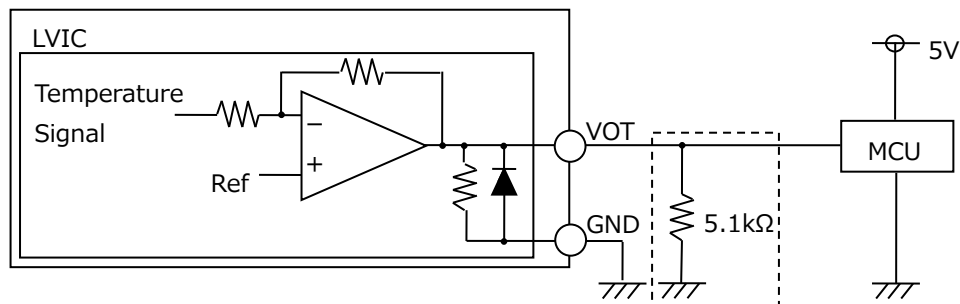


Figure 2.2.8 VOT 端子部回路図(室温以下 VOT 使用時)

■低電圧マイコン使用時について

低電圧マイコンを使用した場合、温度が上昇した際に VOT 出力がマイコンの電源電圧を超える可能性があります。3.3V マイコンなどを使用される場合は、マイコンの保護のため、VOT 端子とマイコンの電源の間にクラumpダイオードの設置を推奨いたします。

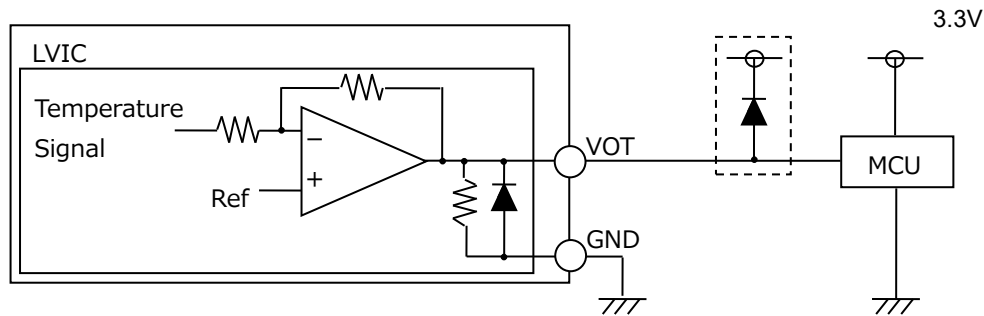


Figure 2.2.9 VOT 端子部回路図(低電圧マイコン使用時)

■VOT 保護設定電圧がマイコン電源電圧を超える場合について

低電圧マイコンを使用した場合、VOT 保護設定電圧がマイコン電源電圧以上となるような設計が必要な場合、VOT 出力を抵抗分圧してマイコンの A/D コンバータに入力する方法があります。その際、分圧抵抗値の合計が 5kΩ 程度となるように設定してください。

上述のクラumpダイオードの設置は、VOT 出力が分圧されることから基本的にマイコンの電源電圧以上には上がらないと考えられるため不要と考えられますが、設置の要否は設定した分圧比により判断してください。

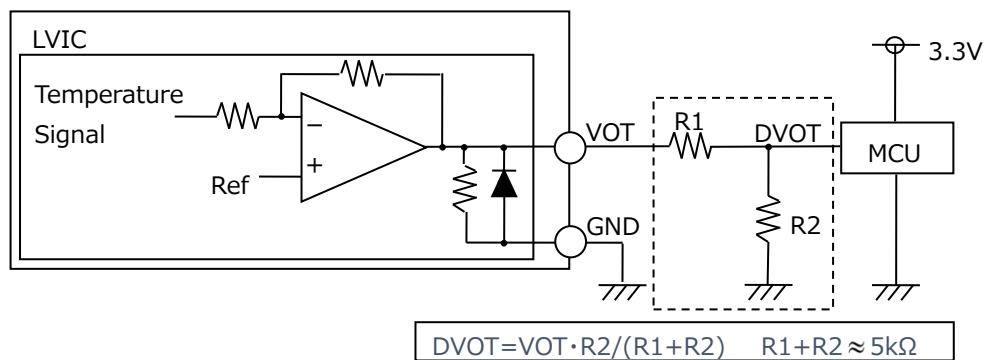


Figure 2.2.10 VOT 端子部回路図(VOT 保護設定電圧が高い場合)

■VOT 出力電圧の温度特性

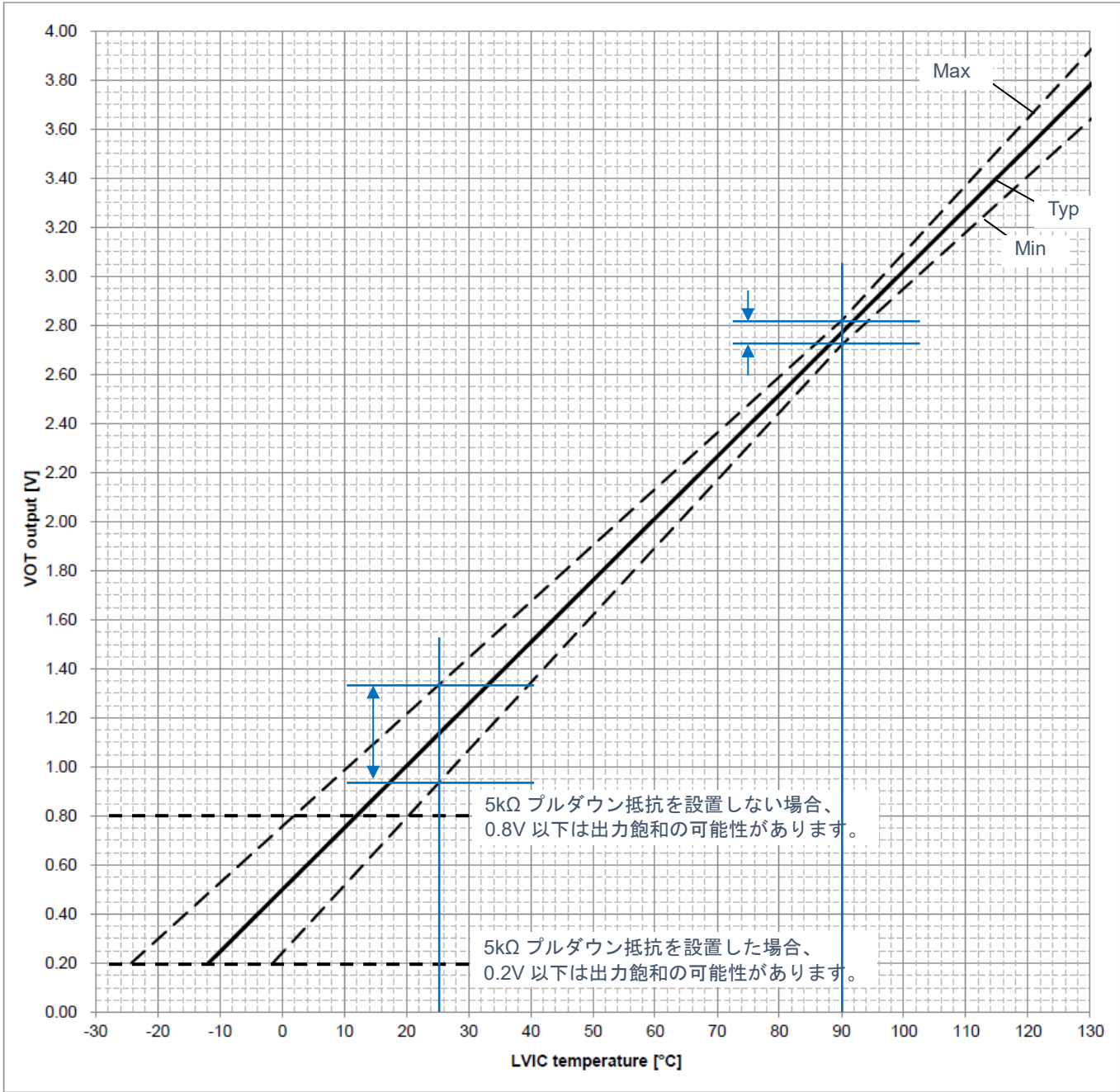


Figure 2.2.11 VOT 出力電圧の LVIC 温度特性

項 目	記号	定 格			単位	説明
		min	typ	Max		
VOT 電圧	V _{OT}	2.72	2.77	2.82	V	LVIC 温度 90℃
		0.93	1.13	1.33	V	LVIC 温度 25℃

Table 2.2.7 VOT 電圧

2.2.5.エラー出力回路(FO)

FO 端子は、オープンドレイン出力とシュミット入力で構成されています。

本 IPM は、LVIC 部の保護機能として SCP(短絡電流保護),UVLO(制御電源電圧低下誤動作防止),TSD(熱遮断 BM6337xS のみ)を実装しており、それら保護機能が検出されると要因毎に Table 2.2.9 に示す期間オープンドレインをアクティブ状態とし、下側アーム全相の IGBT は LIN の入力にかかわらずオフします。

HVIC 部の保護機能として UVLO(制御電源電圧低下誤動作防止)を実装していますが、FO 信号は出力しません。(2.2.2 参照)。

また、FO 端子の入力レベルをモニタすることで、Low 期間は下側アーム全相の IGBT をオフします。これにより、外付け CR でオフ時間を拡張することができます。(Fault pulse tuning)

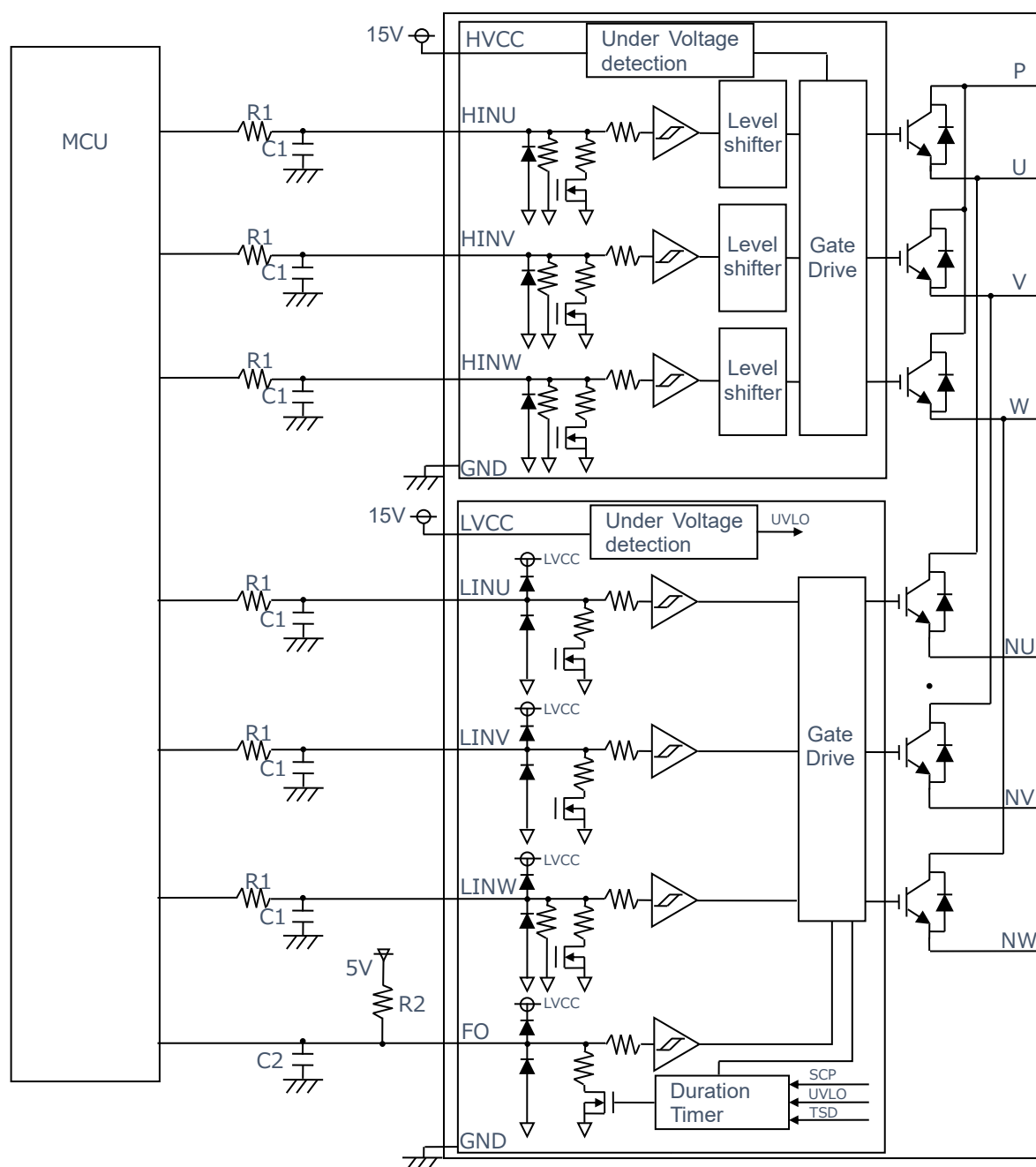


Figure 2.2.12 FO 端子、制御入力端子

■ FO 端子 出力機能

オープンドレインの為、外部電源(5V 系など)へプルアップしてください。

Figure 2.2.13 に FO 端子の V-I 特性(代表例)を示します。
FO 端子のシンク電流の絶対最大定格は 1mA となります。

プルアップ電源が 5.0V、プルアップ抵抗 10kΩ の場合、
FO 端子 H 電圧の最小値は $5.0V - 10k\Omega \times 10\mu A = 4.9[V]$ となります。

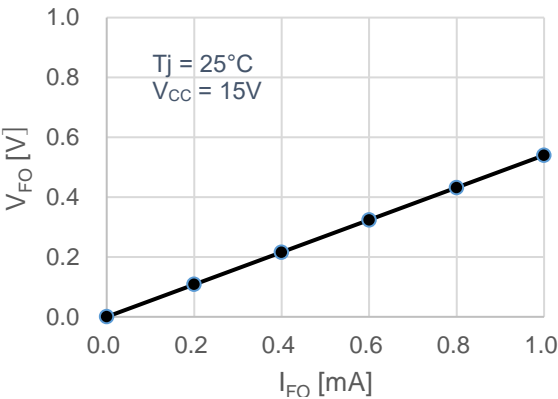


Figure 2.2.13 FO 端子の V-I 特性(代表例)

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
出力 L 電圧	V_{FO}	-	-	0.95	V	$I_{FO}=1mA$
リーク電流	I_{FOLEAK}	-	-	10	μA	$V_{FO}=5V$

Table 2.2.8 FO 端子 出力規格値

保護機能検出時の、FO 信号を出力時間。

	要因	保護機能発生時間(min)	FO 信号出力時間 ^(Note 1)
SCP	短絡電流保護	$\leq 45\mu s$	45 μs
		$> 45\mu s$	短絡発生期間
UVLO	制御電源電圧低下誤動作防止	$\leq 90\mu s$	90 μs
		$> 90\mu s$	UVLO 発生期間 (LVCC(LVIC)が V_{CCUVR} を上回るまでの期間)
TSD	熱遮断 (BM6337xS のみ)	$\leq 180\mu s$	180 μs
		$> 180\mu s$	TSD 発生期間 (T_j (LVIC)が $T_{SDT}-T_{SDHYS}$ を下回るまでの期間)

(Note 1) FO 端子に外付け RC 回路を未使用の場合

Table 2.2.9 FO 信号出力時間

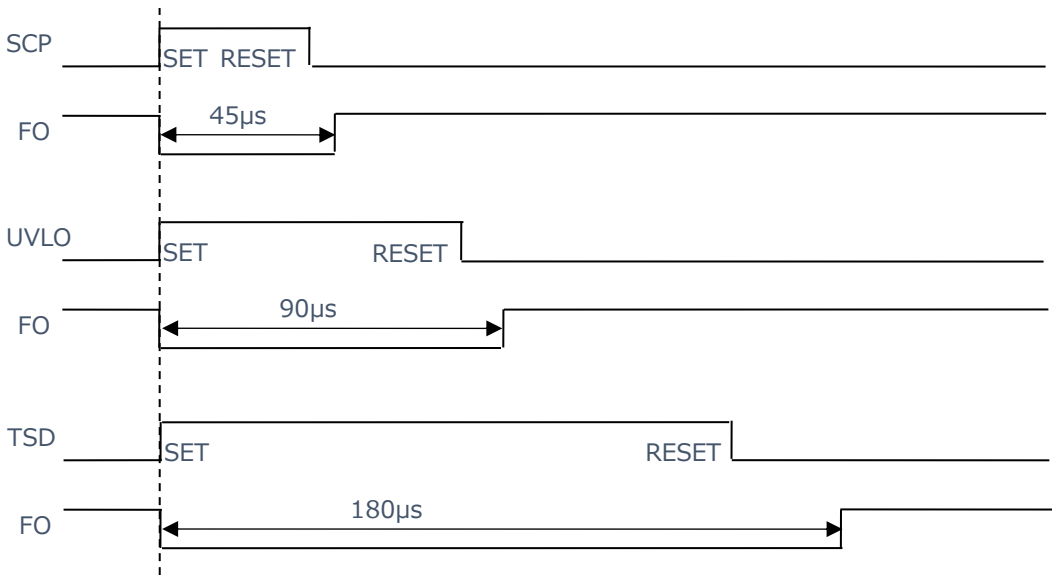


Figure 2.2.14 保護機能発生時間(min) タイミングチャート

■ FO 端子 入力機能

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
Hレベル入力閾値電圧	V_{INH}	-	-	2.6	V	
Lレベル入力閾値電圧	V_{INL}	0.8	-	-	V	
入力ヒステリシス電圧	V_{HYS}	-	0.25	-	V	

Table 2.2.10 FO 端子 入力規格値

FO 端子に R2, C2 を接続、C2 充電時間を調整することで、下側アーム全相の IGBT オフ期間を拡大することができます。

IPM と MCU 間に絶縁素子を使用し、絶縁素子の遅延時間が FO の L レベル最小期間(45 μ s : SCP)より長い場合に最適です。

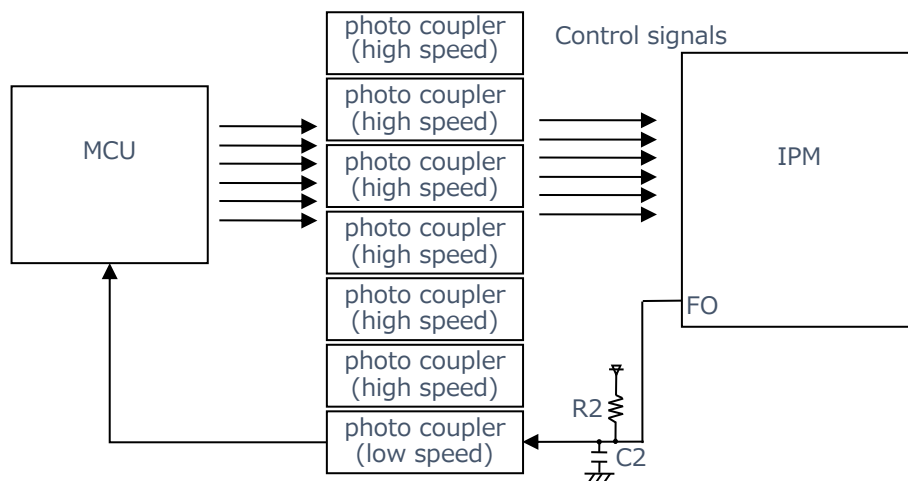


Figure 2.2.15 IGBT オフ期間拡張

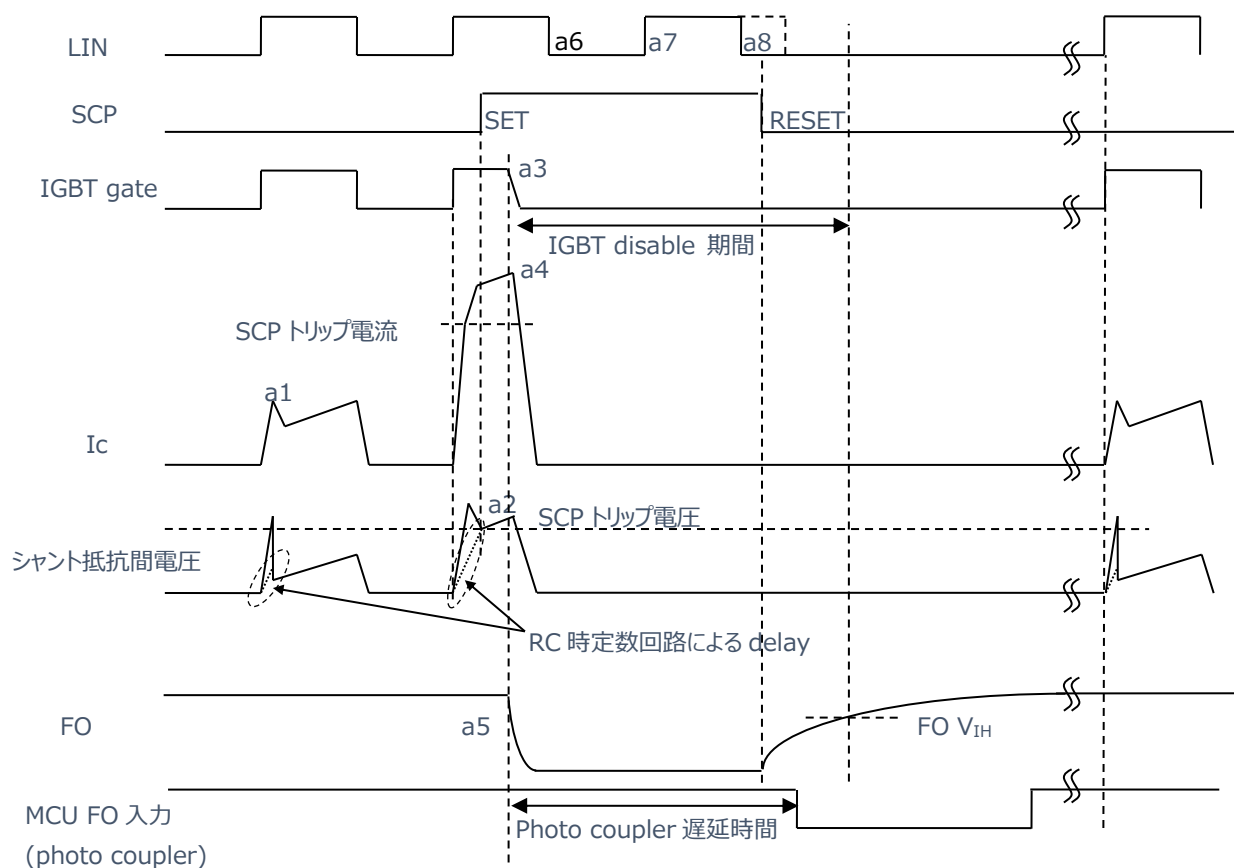


Figure 2.2.16 IGBT オフ期間拡張 タイミングチャート

2.2.6. 制御入力(HINU,HINV,HINW,LINU,LINV,LINW)

Figure 2.2.12 FO 端子、制御入力端子に制御系端子の接続例を示します。
HINU,HINV,HINW,LINU,LINV,LINW 端子は IPM 内部に 3.3/5.0/7.1k Ω (min/typ/max)のプルダウン抵抗を内蔵しています。
ノイズなどの影響を回避するために R1,C1 でフィルタを挿入する場合、入力閾値電圧を満足するように設定してください。

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
Hレベル入力電流	I _{INH}	0.7	1.0	1.5	mA	V _{IN} =5V
Lレベル入力電流	I _{INL}	-10	-	-	μ A	V _{IN} =0V
Hレベル入力閾値電圧	V _{INH}	-	-	2.6	V	
Lレベル入力閾値電圧	V _{INL}	0.8	-	-	V	
入力ヒステリシス電圧	V _{HYS}	-	0.25	-	V	

Table 2.2.11 制御入力 HINU,HINV,HINW,LINU,LINV,LINW 端子の規格値

HINU,HINV,HINW は、無通電時(HVCC)、Table 2.2.12 ラインアップ表 Table 2.2.12 で示すデバイス毎に異なる抵抗を示します。

シリーズ	形名	絶対最大定格	無通電時(HVCC)入力端子抵抗(k Ω)(<i>Note 1</i>)								
			5:HINU – 9 or 16:GND			6:HINV – 9 or 16:GND			7:HINW – 9 or 16:GND		
			最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大
温度出力機能付き 過熱保護機能付き	BM63373S-VA/ -VC	10A/600V	17.5	25	34	70	100	136	70	100	136
	BM63374S-VA/ -VC	15A/600V	35	50	68						
	BM63375S-VA/ -VC	20A/600V	70	100	136						
	BM63377S-VA/ -VC	30A/600V	140	200	272						
温度出力機能付き	BM63573S-VA/ -VC	10A/600V	17.5	25	34						
	BM63574S-VA/ -VC	15A/600V	35	50	68						
	BM63575S-VA/ -VC	20A/600V	70	100	136						
	BM63577S-VA/ -VC	30A/600V	140	200	272						

-VA : 長尺タイプ、-VC : 制御側千鳥タイプ

Table 2.2.12 ラインアップ表

(Note 1) HVCC 電源投入時の抵抗値は、いずれも 3.3/5.0/7.1k Ω (min/typ/max)の抵抗値を示します。
抵抗値測定器の+/-端子を IPM の入力/GND 端子のどちらに接続するかによって、実際の抵抗値よりも小さく測定される場合があります。

制御電源(HVCC) 投入時

制御電源(HVCC) 未投入時

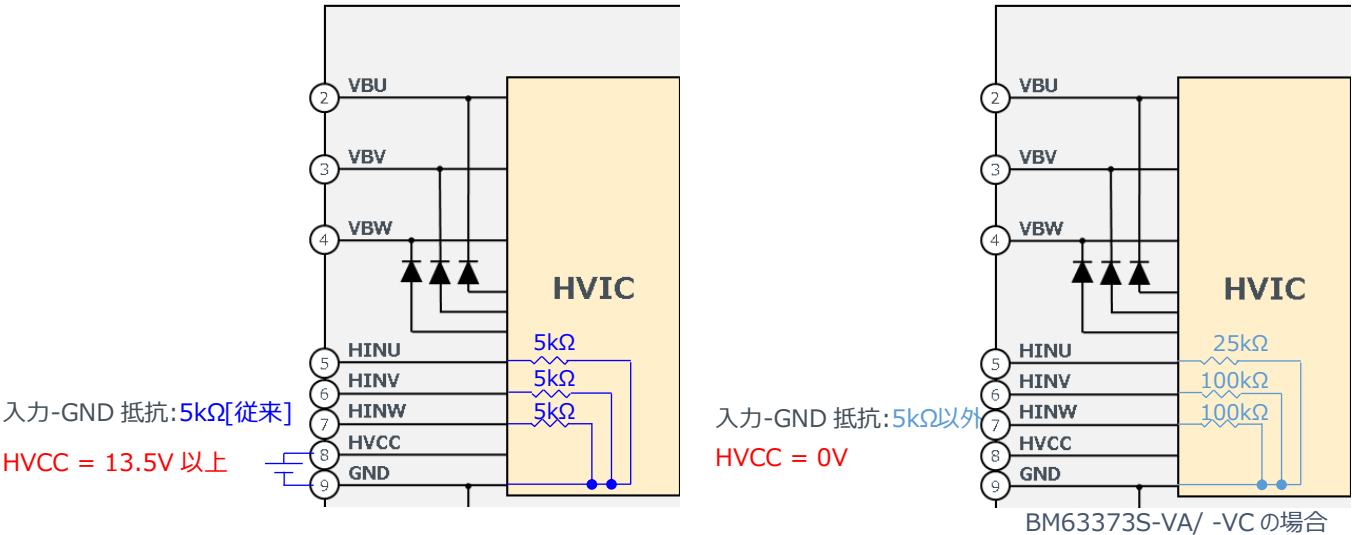
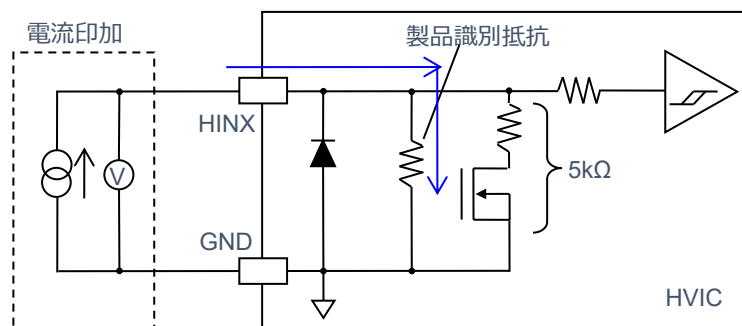
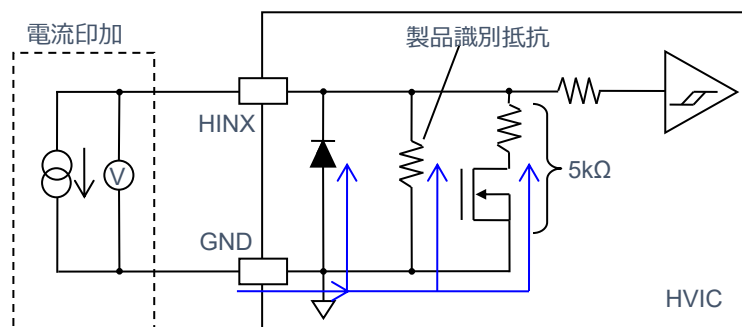


Figure 2.2.17 入力端子抵抗 等価ブロック図

HINU-GND 間、HINV-GND 間、HINW-GND 間の抵抗値を測定していただくことにより製品の特定制が可能ですが、測定の際は HINX より電流印加して測定してください。下図のように GND から電流印加すると正しく測定できません。



a) HINX 端子から電流を流入する向き
→ 製品識別抵抗を正しく測定できる



b) GND 端子から電流を流入する向き
→ 保護ダイオードや 5kΩにも電流が流れ、製品識別抵抗を正しく測定できない

Figure 2.2.18 計測時の注意点

2.3. パッケージ

本シリーズは 2 種類の端子形状がラインアップされています。

2.3.1.外形寸法図

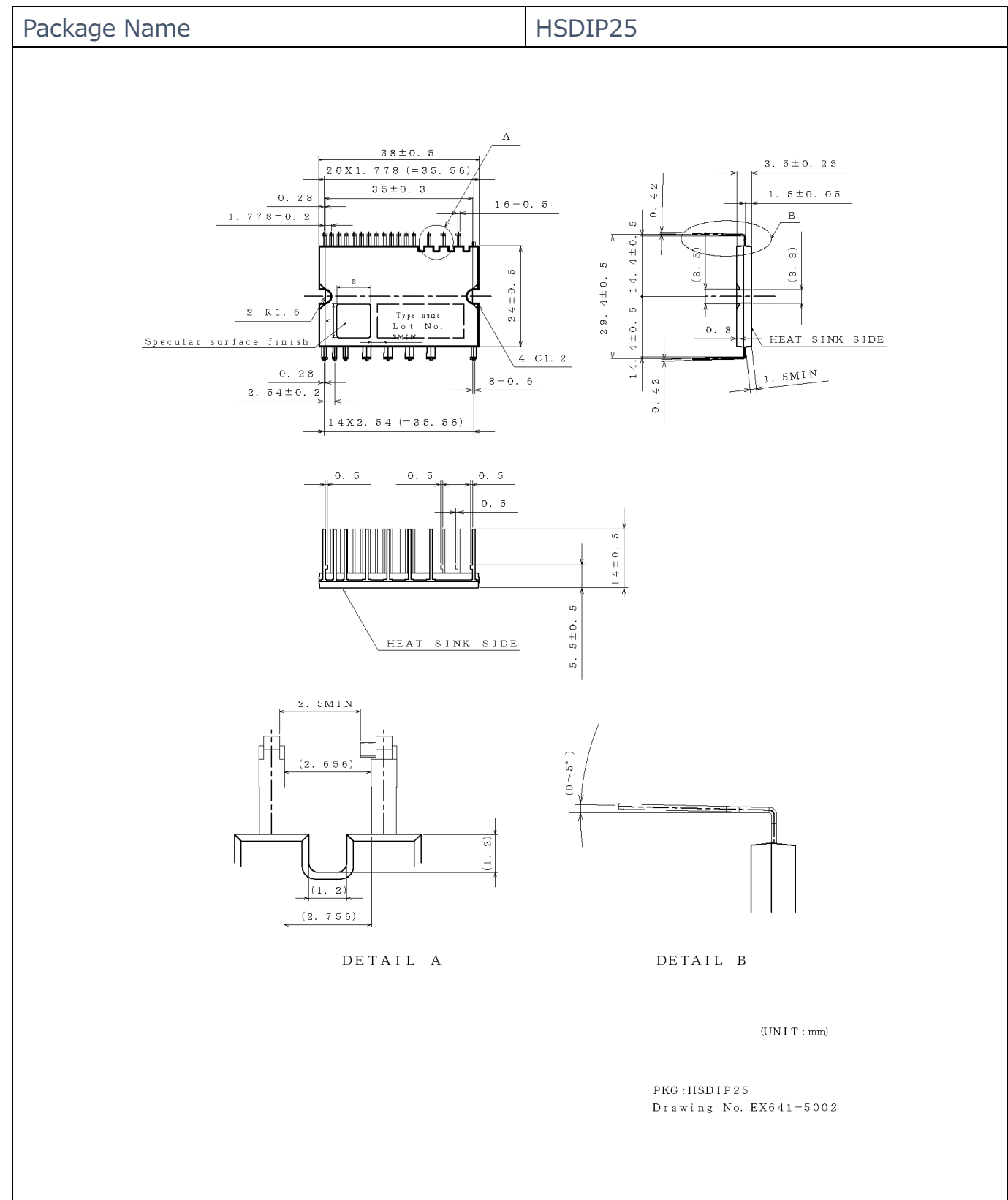


Figure 2.3.1 長尺タイプ(-VA)

2.3.2. 端子配置

端子番号	記 号	機 能
1	NC	ノンコネクション(GND 電位)
2	VBU	U 相フローティング制御電源
3	VBV	V 相フローティング制御電源
4	VBW	W 相フローティング制御電源
5	HINU	U 相上側 IGBT 制御入力
6	HINV	V 相上側 IGBT 制御入力
7	HINW	W 相上側 IGBT 制御入力
8	HVCC	HVIC 制御電源
9	GND	グラウンド ^(Note 1)
10	LINU	U 相下側 IGBT 制御入力
11	LINV	V 相下側 IGBT 制御入力
12	LINW	W 相下側 IGBT 制御入力
13	LVCC	LVIC 制御電源
14	FO	アラーム出力
15	CIN	短絡電流トリップ電圧検出
16	GND	グラウンド ^(Note 1)
17	VOT	温度出力
18	NW	W 相下側 IGBT エミッタ
19	NV	V 相下側 IGBT エミッタ
20	NU	U 相下側 IGBT エミッタ
21	W	W 相出力
22	V	V 相出力
23	U	U 相出力
24	P	インバータ電源
25	NC	ノンコネクション ^(Note 2)

(Note 1) GND 端子が 9 ピン、16 ピンの 2 端子ありますが、IPM 内部で接続されていますので、外部ではどちらか一方のみ接続(16 ピン推奨)し、他方はオープン状態で使用してください。

(Note 2) IPM 内部での電氣的接続はありません。

Table 2.3.1 端子説明

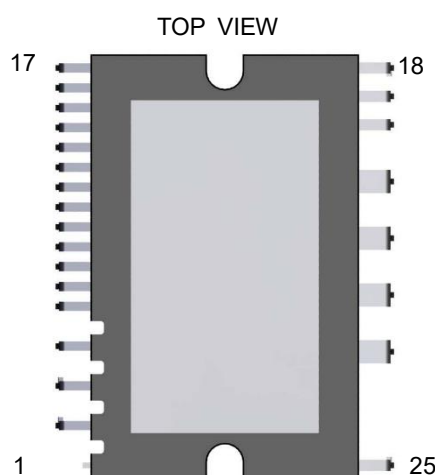


Figure 2.3.3 端子配置図

2.3.3. 標印

標印を Figure 2.3.4 に示します。標印は放熱板の反対側であるボトム側にしるされます。

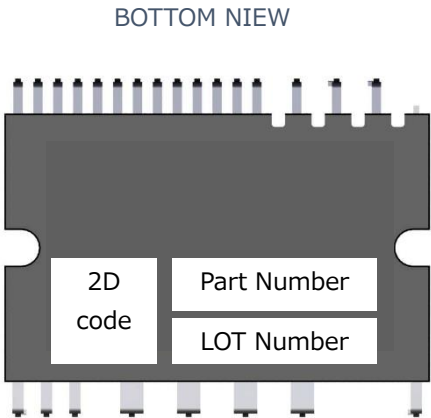


Figure 2.3.4 端子配置図

Part Number

B	M	6	3	x	7	x	S
---	---	---	---	---	---	---	---

-

x	x
---	---

Part Number Package

S HSDIP25/
HSDIP25VC

VA 長尺タイプ
VC 制御側千鳥タイプ

LOT Number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

ロット番号 (シリアル番号)
機種名シリアル番号
製造日
製造月 (1~C 表示)
製造西暦下 1 桁

2.3.4. 絶縁距離

IPM の絶縁距離を Table 2.3.2 に示します。

項目	空間距離[mm]	沿面距離[mm]
充電部異電極端子間	2.50	3.00
端子-ヒートシンク間	1.45	1.50

Table 2.3.2 絶縁距離

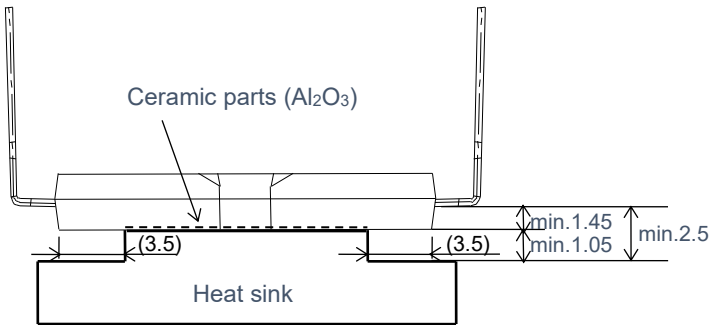


Figure 2.3.5 凸型ヒートシンク使用例(単位:mm)

2.3.5.ヒートシンクの取り付け方法

IPM をヒートシンクに取り付ける際、規定トルク以上での締め付けや極端な片締めをした場合、IPM 内部のチップや放熱面セラミックにストレスが加わり、破壊、クラックまたは劣化を招く可能性があります。締め付け順序を Figure 2.3.6 に示します。締め付け時はトルクドライバーを使用し所定のトルクまで締めます。仮締めの締め付けトルクは最大定格の 20～30%を目安に設定してください。IPM 放熱面とヒートシンクとの接触面には熱伝導性の良いグリスを 100 μ m～200 μ m 程度、均一に塗布して使用してください。塗布するグリスは、使用動作温度範囲内で変質せず、経年変化のないものをご使用ください。IPM とヒートシンクの接触面に異物が混入しないようにしてください。

グリス塗布後に直接ヒートシンクにネジ止めすることを推奨しますが、IPM 放熱面とヒートシンクの間に放熱シートを挟んで使用する場合、シート材の厚みや弾性率によっては、IPM 内部のチップや放熱面セラミックにストレスが加わり、破壊、クラックまたは劣化を招く可能性があります。放熱シートを使用の際は、Figure 2.3.7 に示すように IPM の標印面が+側へ反ることがないように十分評価した上で使用してください。

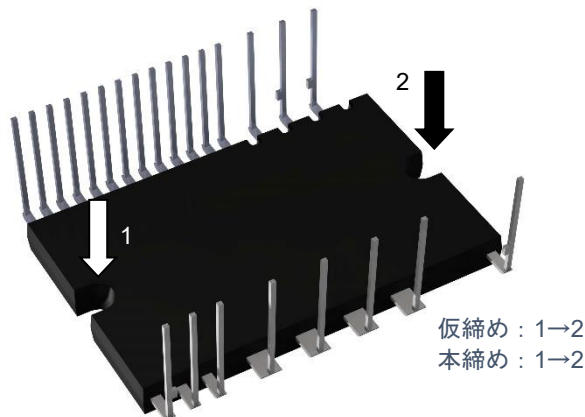


Figure 2.3.6 ネジ締め付け順序例

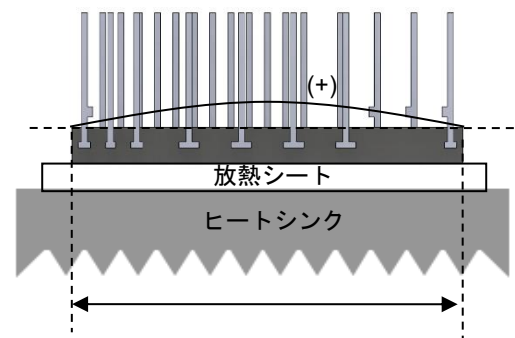


Figure 2.3.7 ヒートシンク取り付け後の IPM 平面度
(放熱シート使用時)

項 目	規 格 値			単位	条件
	最小	標準	最大		
締め付けトルク強度	0.59	0.69	0.78	N・m	取り付けネジ M3 ^(Note 1) 、推奨値 0.69N・m
外付けヒートシンク平面度	-50	-	+100	μ m	測定位置は Figure 2.3.8 に規定

(Note 1) 取り付けネジには、平座金(推奨: JIS B1256)を使用してください。

Table 2.3.3 締め付けトルク強度と外付けヒートシンク平面度の規格

放熱効果を最大限得るためには、その接触面積をできるだけ大きくし接触熱抵抗を最小にする必要があります。外付けヒートシンクの平面度（反り/凹凸）は、IPM 取り付け面において、Figure 2.3.8 のとおりとします。

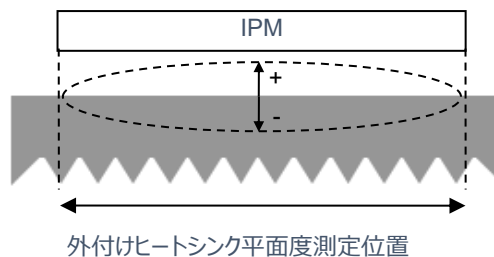
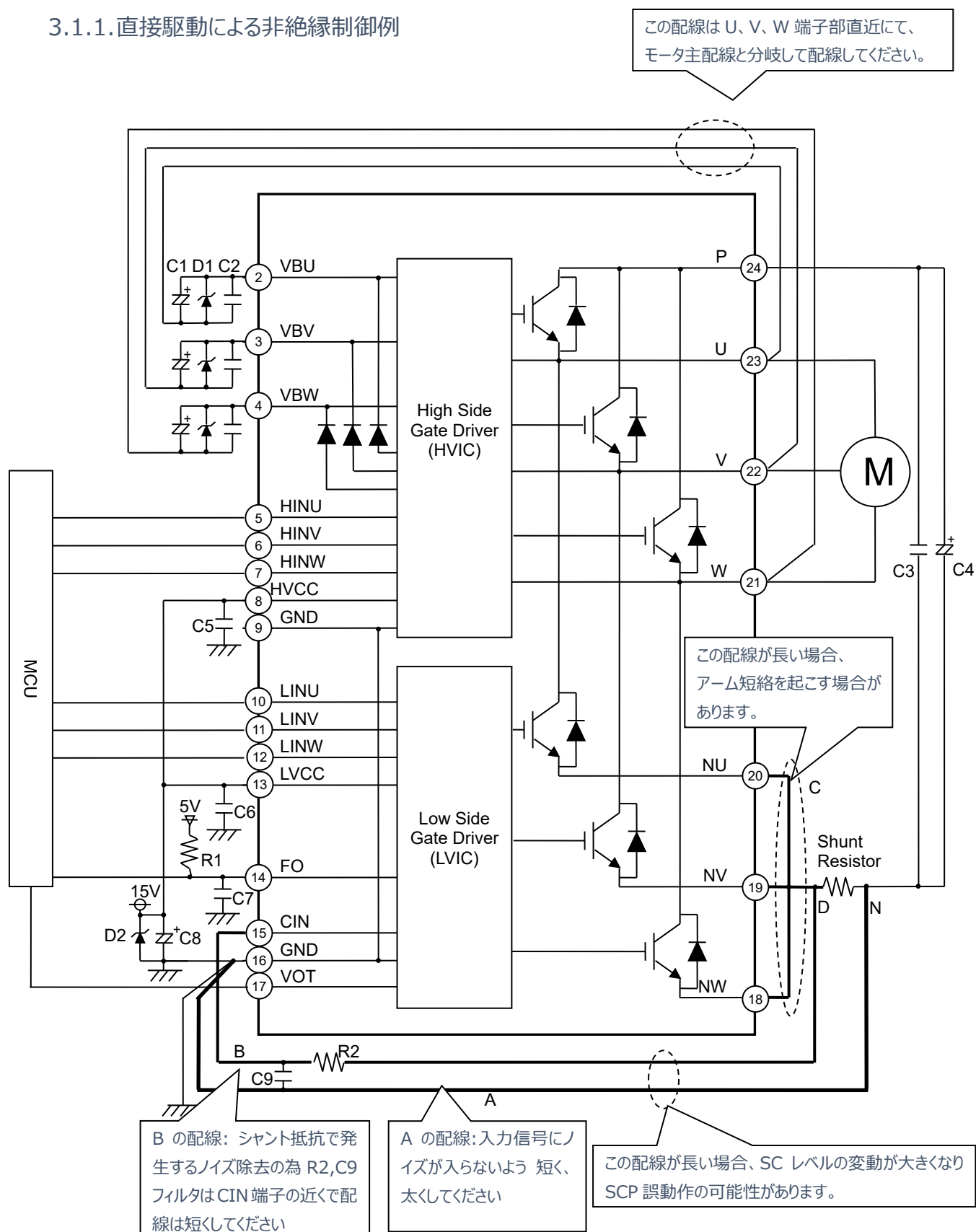


Figure 2.3.8 外付けヒートシンク平面度測定位置

3. アプリケーション

3.1. アプリケーション回路例

3.1.1. 直接駆動による非絶縁制御例



3.1.2. フォトカプラ駆動による絶縁制御例

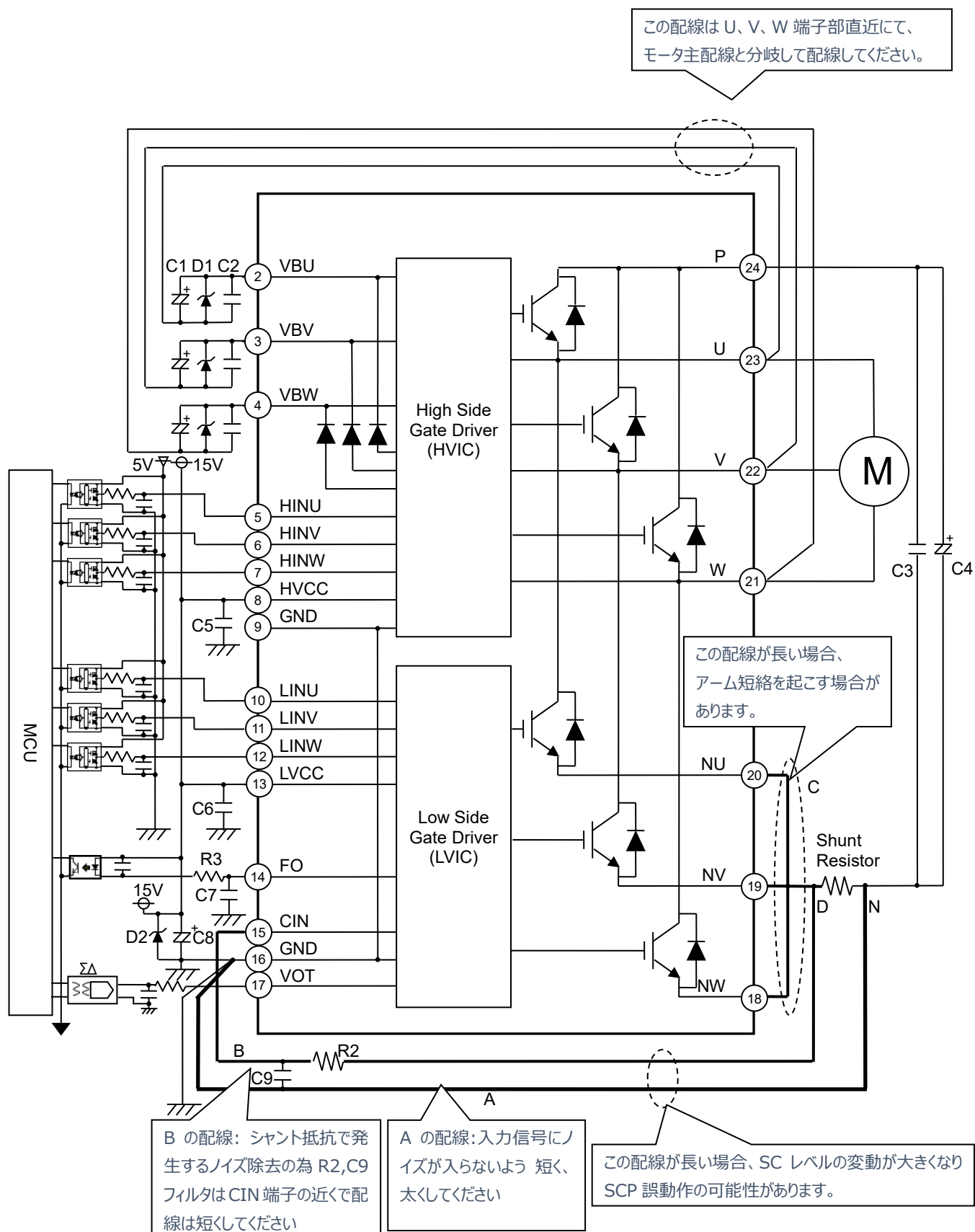


Figure 3.1.2 アプリケーション回路例 (フォトカプラ駆動による絶縁制御)

3.2. アプリケーション部品選定方法(Figure 3.1.1 参照)

1)VBU、VBV、VBW 端子

- ・スイッチングノイズや電源リプルによる誤動作、破壊を防止するために、バイパスコンデンサとして温度特性、周波数特性が優れた電解コンデンサ C1(22 μ F~100 μ F)を端子直近に設置してください。また、広周波数帯域で電源インピーダンスを下げるためにも電解コンデンサと並列に温度、周波数特性、DC バias特性が優れた 0.1 μ F~0.22 μ F 程度のセラミックコンデンサ C2(B、R 特性などを推奨)を端子直近に設置してください。
- ・サージ吸収用として電力損失 1W 程度のツェナーダイオード(20~22V)D1 を端子直近に配置してください。(PDZV20B 推奨)
- ・電源ノイズは $dV/dt \leq 1V/\mu s$ とし、 $V_{ripple} \leq 2V_{p-p}$ となるよう電源回路を設計してください。
- ・U、V、W 端子からの配線は、U、V、W 端子部にてモータ主配線と分岐して、できる限り太く短く配線してください。

2)HVCC、LVCC 端子

- ・スイッチングノイズや電源リプルによる誤動作、破壊を防止するために、バイパスコンデンサとして温度特性、周波数特性が優れた電解コンデンサ C9 を端子直近に設置してください。また、広周波数帯域で電源インピーダンスを下げるためにも電解コンデンサと並列に温度、周波数特性、DC バias特性が優れた 0.1 μ F~0.22 μ F 程度のセラミックコンデンサ C5、C6(B、R 特性などを推奨)を端子直近に設置してください。
- ・サージ吸収用として電力損失 1W 程度のツェナーダイオード(20~22V)D2 を端子直近に配置してください。(PDZV20B 推奨)
- ・電源ノイズは $dV/dt \leq 1V/\mu s$ とし、 $V_{ripple} \leq 2V_{p-p}$ となるよう電源回路を設計してください。

3)P 端子

- ・サージ電圧による過電圧破壊を防止するために、平滑コンデンサ C4 と P 端子、N 点(シャント抵抗の端子部)間の配線はできる限り太く短くしてください。
- ・P 端子-N 点間に 0.1 μ F~0.22 μ F 程度のスナバコンデンサ C3 を設置してください。

4)制御入力端子(HINU、HINV、HINW、LINU、LINV、LINW)

- ・誤動作防止のため、配線はできる限り短く配線してください。
- ・入力信号はハイアクティブです。IPM 内部で約 3.3k Ω (Min)でプルダウンしています。RC フィルタを挿入する場合は、入力閾値電圧を満足するように設定してください。
- ・必ず規定の上下アーム休止時間を守ってください。
- ・制御入力端子内部のプルダウン抵抗は、LVCC、HVCC 端子に推奨動作条件内の電圧を印加した場合に有効となります。LVCC、HVCC 端子に電圧を印加しない場合、LVCC の制御入力端子は高インピーダンスとなります。HVCC の制御入力端子は Device identification の仕様に従った抵抗値になります。
(2.2.6 制御入力(HINU,HINV,HINW,LINU,LINV,LINW) 参照)

5)FO 端子

- ・オープンドレイン出力です。 $I_{FO} = 1mA$ 以下となるよう抵抗 R1 で制御電源(5V, 15V)にプルアップしてください。
 $I_{FO} = \text{プルアップ電源電圧} / \text{プルアップ抵抗値 R1}$ で概算可能です。5V にプルアップする場合は $R1 = 10k\Omega$ を推奨します。
- ・フォトカプラ等を介してマイコンに入力する場合、フォトカプラの信号伝達遅延に合わせて FO 出力時間をコンデンサ C7 にて拡大できます。

6)CIN 端子

- ・スイッチング時のリカバリ電流やノイズによる誤動作を防止するため RC フィルタを CIN 端子直近に接続してください。RC フィルタの R2、C9 は温度補償用などのバラツキの小さいものを推奨します。また、時定数は短絡時に 2 μs 以下で遮断できるように設定(1.0 μs 推奨)してください。遮断時間は、基板配線パターンなどによって変化するため実アプリケーションにて十分評価してください。
- ・CIN 端子への配線はシャント抵抗端子部直近 D 点で分岐し、できる限り短く配線してください。また NU、NV、NW 端子相互の接続は端子近傍で実施してください。
- ・B の配線は IGBT の動作に大きく影響するため、できる限り短く配線してください。

7)VOT 端子(2.2.4 参照)

- ・室温より低い温度時において出力の線形性が必要な場合、VOT-GND 間に 5.1k Ω のプルダウン抵抗の設置を推奨いたします。プルダウン抵抗を設置される場合は、VOT 出力電圧÷抵抗値程度の電流が LVIC の消費電流として常時余分に流れることになります。過熱保護のためだけに本出力を使用し、室温以下の出力が不要な場合、プルダウン抵抗は不要です。
- ・低電圧マイコンを使用の場合、VOT 出力は、温度が上昇した際にマイコンの電圧を超える可能性があります。3.3V マイコンなどを使用される場合は、マイコン保護のため、VOT 出力をマイコンの電源(3.3V)の間にクラumpダイオードの設置を推奨いたします。
- ・VOT 端子を使用しない場合は、VOT 端子はオープンとしてください。

8)GND 端子

- ・GND 端子は 9、16 ピンの 2 箇所ありますが、IPM 内部で接続されていますので、外部ではどちらか一方のみ接続(16 ピン推奨)し、他方はオープン状態で使用してください。
- ・制御電源 GND とパワー GND が共通インピーダンス持つ場合、制御電源 GND が大電流の流れるパワー GND の変動の影響を受け、IPM が誤動作する可能性がありますので制御電源 GND とパワー GND の配線は分けて配線し、N 点(シャント抵抗の端子部)にて一点接続してください。
- ・A の配線は IGBT の動作に大きく影響するため、できる限り太く短く配線してください。

9)NU、NV、NW 端子

- ・1 シャント抵抗で駆動する場合は、これら 3 端子をショートして使用してください。
その場合、C の配線は IGBT の動作に大きく影響するため、できる限り太く短く配線してください。

10)1 シャント抵抗駆動

- ・1 シャント抵抗駆動時の外付けシャント抵抗周辺の配線上の注意を下图に示します。

推奨シャント抵抗 : 1m Ω ~ 10m Ω PMR シリーズ(金属板タイプ)
:10m Ω ~ 910m Ω LTR シリーズ(長辺電極タイプ)

<https://www.rohm.co.jp/products/resistors>

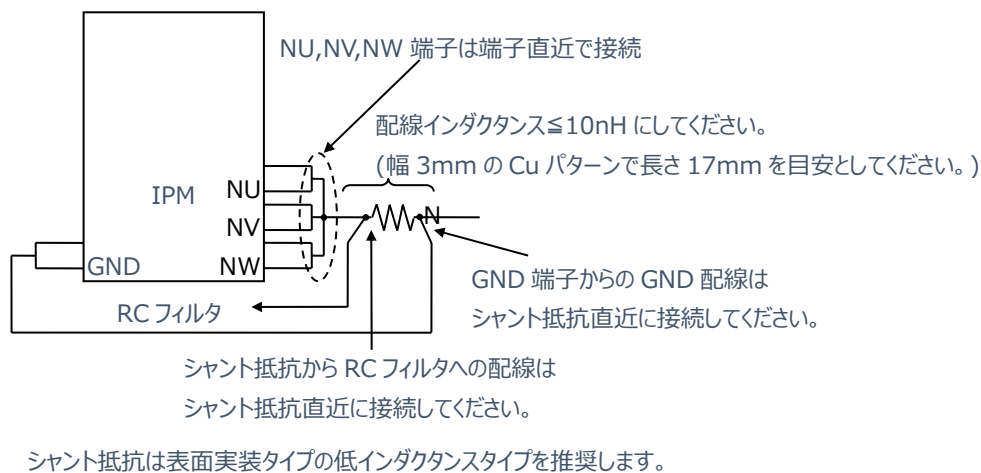


Figure 3.2.1 シャント抵抗駆動時の外付けシャント抵抗周辺配線

11) 3 シャント抵抗駆動

- ・3 シャント駆動時の短絡電流保護は、3 相のシャント抵抗の電圧をそのまま CIN 端子に入力できないため、外部回路が必要です。回路例と外付けシャント抵抗周辺の配線上の注意を下图に示します。
- ・誤動作防止用 RC フィルタ($R_f C_f$)の時定数は、短絡時に $2\mu\text{s}$ 以下で遮断できるように設定($1.0\mu\text{s}$ 推奨)してください。遮断時間は、基板配線パターン、コンパレータの反応速度などにも依存するため実アプリケーションにて十分評価してください。
- ・閾値電圧 V_{REF} は、IPM の短絡電流保護トリップ電圧 V_{SC} の規格値と同じ 0.48V(Typ.) を推奨します。
- ・誤動作防止のため、A、B、C の配線はできる限り短く配線してください。
- ・OR 出力の High レベル(保護時出力)は、CIN 端子の短絡電流保護トリップ電圧 V_{SC} の最大値 0.505V 以上に設定するとともに CIN 端子の絶対最大定格 7V を超えないようにしてください。

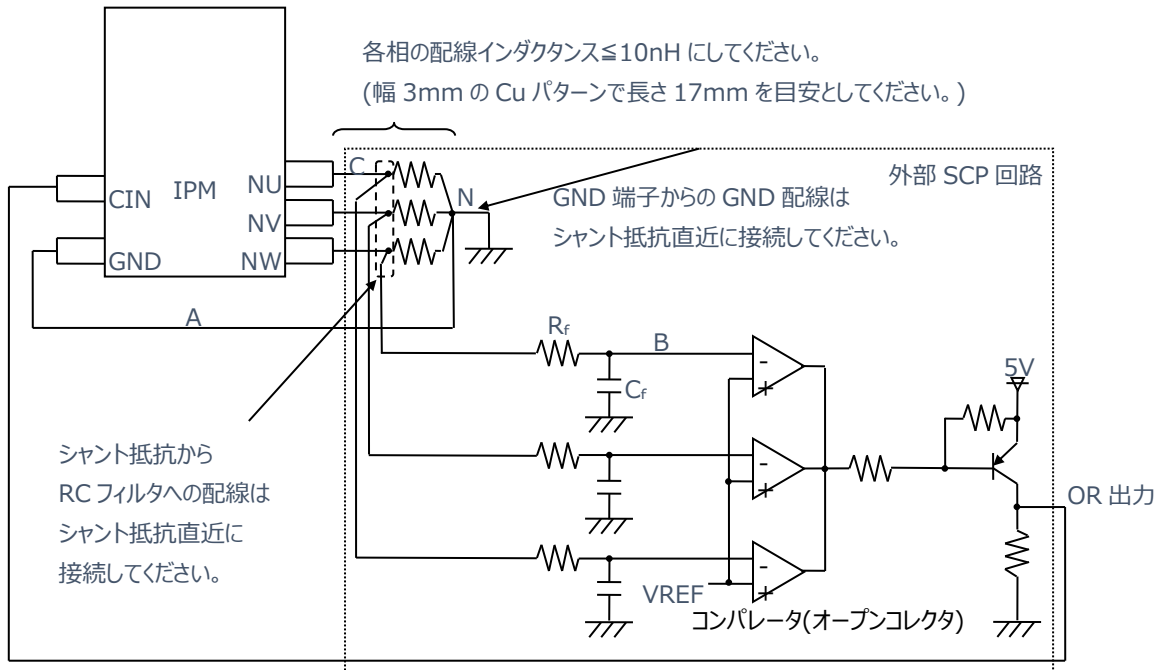


Figure 3.2.2 3 シャント抵抗駆動時の外部 SCP 回路例と周辺配線

3.3. システム構成例

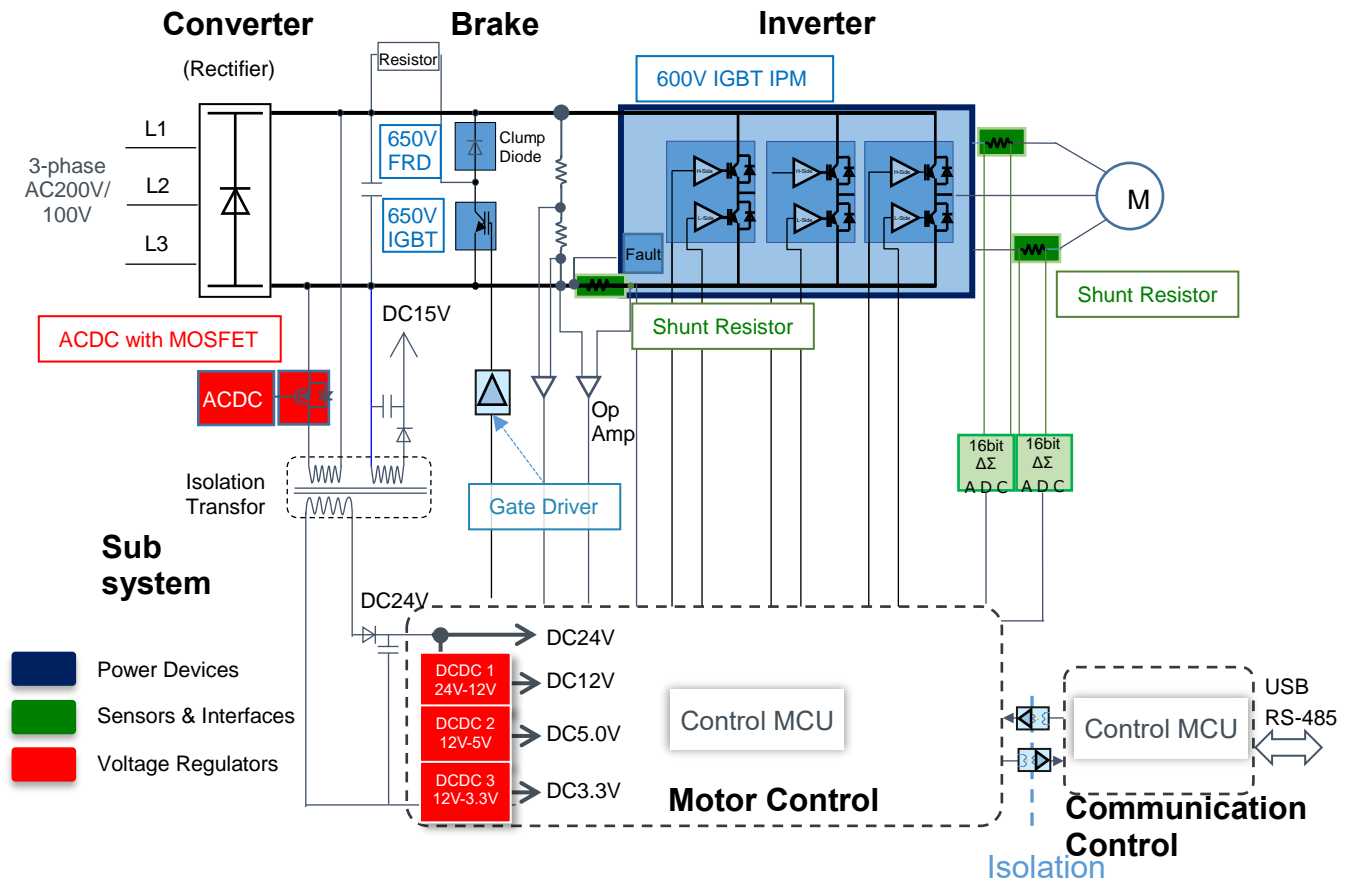


Figure 3.3.1 IPM 搭載システム構成例

Power Devices

- IGBT IPM
600V 耐圧

<https://www.rohm.co.jp/products/ipm/igbt-ipm>
BM6337x シリーズ、BM6357x シリーズ

- Fast Recovery Diode
650V 耐圧 Low V_F Low noise

<https://www.rohm.co.jp/products/diodes/fast-recovery-diodes>
RFL シリーズ

- IGBT discrete
SCWT 8 μ s(min)
SCWT 5 μ s(min)

<https://www.rohm.co.jp/products/igbt/field-stop-trench-igbt>
RGS シリーズ
RGT シリーズ

- Gate Driver
絶縁 Simple Gate Driver
非絶縁 Simple Gate Driver

<https://www.rohm.co.jp/products/power-management/gate-drivers>
BM61M41RFV-C
BD2310G

Sensor & Interfaces

- Shunt Resistors
- 1m Ω ~ 10m Ω
10m Ω ~ 910m Ω

<https://www.rohm.co.jp/products/resistors>
PMR シリーズ(金属板タイプ)
LTR シリーズ(長辺電極タイプ)

Voltage Regulators

- For Primary power supply
- ACDC Built-in or external 650V/800V MOSFET

<https://www.rohm.co.jp/products/power-management/ac-dc-converters-ics>
650V/800V PWM up to 30W BM2Pxxx(65kHz/100kHz 650V), BM2PxxxEK(65kHz/100kHz/130kHz 800V)

650V/800V PWM over 30W BM2P01xT(65kHz 650V)
 650V/800V PWM buck converter BM2Pxxx(65kHz/100kHz 650V), BM2Pxxx(65kHz/100kHz 800V)
 External FET PWM/QR control IC BM1PxxFJ(PWM 65kHz/100kHz 650V), BM1QxxFJ(QR 650V),
 BD762xFJ(QR for SiC MOSFET)

3.4. PCB パターン設計時の注意点

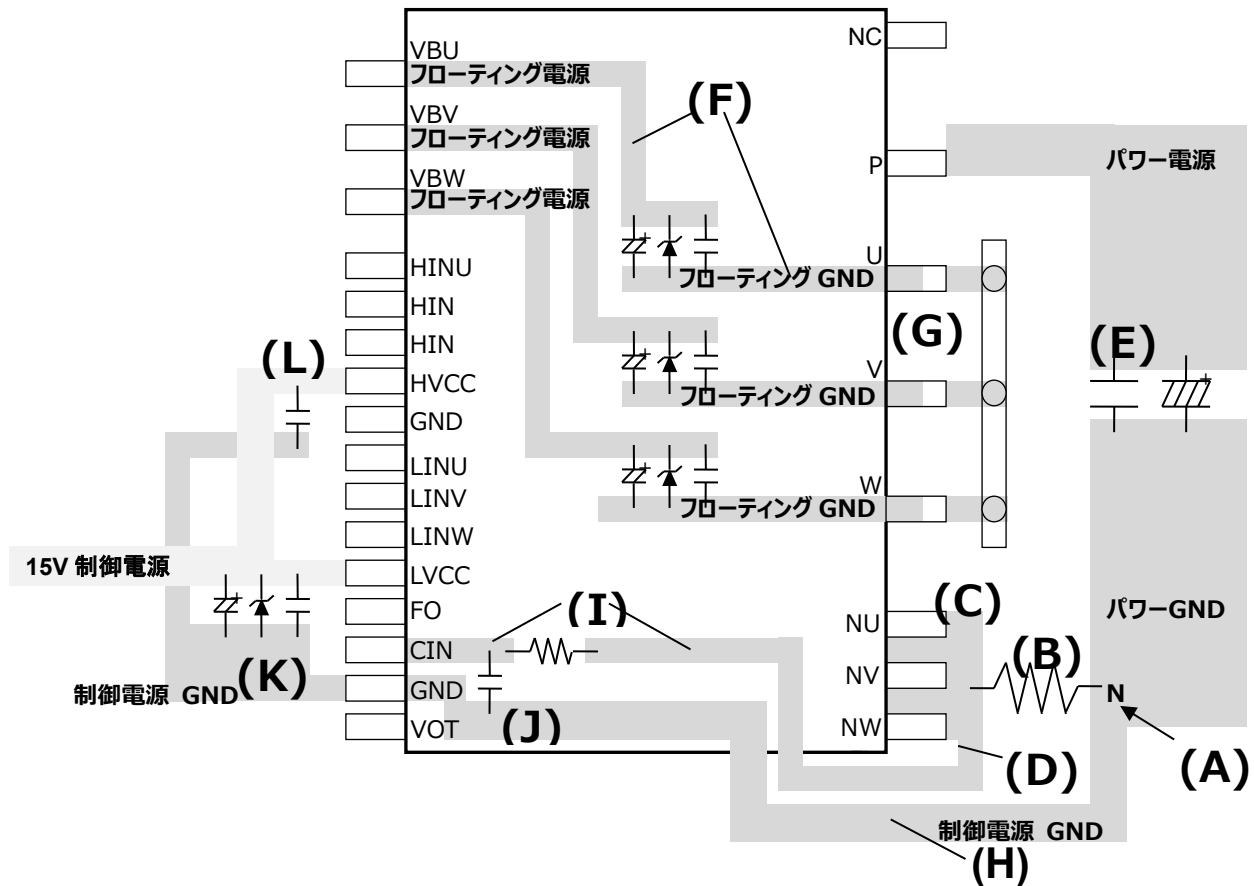


Figure 3.4.2 PCB パターン設計時の注意点

- (A)パワー-GNDと制御電源 GND はシャント抵抗端子部直近(N 点)で一点接続してください。
- (B)シャント抵抗は表面実装タイプの低インダクタンスタイプを推奨します。
- (C)NU、NV、NW 端子からシャント抵抗の配線長はできるだけ短くしてください。
- (D)CIN 端子への配線は、シャント抵抗端子部直近で分岐させてください。
- (E)スナバコンデンサは P-N 間直近に配置してください。
- (F)VBU、VBV、VBW 端子から部品への配線は寄生インダクタンスを最小にするために、できるだけ短くしてください。
 フローティング電源配線とフローティング GND 配線 (U、V、W 端子からの配線) は、スイッチング時に高電圧で振れるため、近接配線があるとノイズが重畳し誤動作の要因となります。多層基板などを使用する場合は、これらの配線が制御入力信号線などの低電圧配線と近接、交差しないように設計してください。
- (G)フローティング電源の GND 配線は出力端子部(U、V、W)でモータ主配線と分岐し、共通インピーダンスを持たないよう配線してください。
- (H)IGBT ゲート駆動電流やブートストラップ充電電流が流れるため、できるだけ短く低インピーダンス配線にしてください。
- (I)ノイズ重畳や誤動作を避けるためできるだけ短く配線してください。
- (J)CIN 端子へのフィルタコンデンサは CIN 端子と GND 端子間(制御電源 GND)直近に配置してください。
- (K)コンデンサ、ツェナーダイオードは LVCC 端子直近に配置してください。
- (L)コンデンサは HVCC 端子直近に配置してください。

3.5. スナバコンデンサの接続について

サージ電圧による過電圧破壊を防止するために、平滑コンデンサと P 端子、N 点(シャント抵抗の端子部)間の配線はできる限り太く短くしてください。また、 $0.1\mu\text{F}\sim 0.22\mu\text{F}$ 程度のスナバコンデンサを端子直近に設置してください。

Figure 3.5.1 にスナバコンデンサの挿入位置の例を示します。

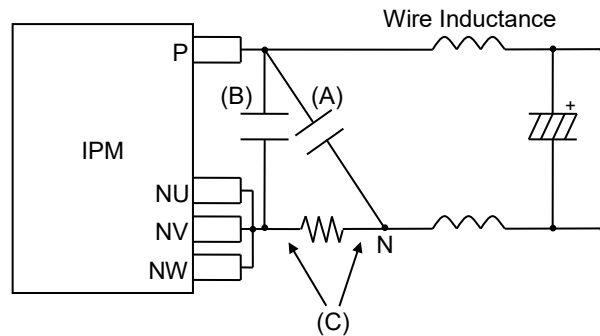


Figure 3.5.1 スナバコンデンサの接続方法

サージ電圧を最大限に除去するためには(B)の位置に設置する必要がありますが、シャント抵抗にはスナバコンデンサを通して充放電電流(配線インダクタンスとスナバコンデンサの共振電流)が流れ、配線インダクタンスが大きい場合、短絡電流保護回路が動作する可能性があるので注意が必要です。推奨接続としてはシャント抵抗の外側(A)に設置し、サージ電圧を最大限に除去するために(C)の配線をできるだけ短くし、P 端子直近に設置してください。

3.6. 電源電圧とコレクタ-エミッタ間電圧について

電源電圧と IGBT コレクタ-エミッタ間電圧規定について以下に示します。波形評価の際、発生しているサージ電圧が規定の範囲内に収まっているか確認してください。規定以上のサージ電圧が発生している場合は、母線インダクタンスの低減やスナバ回路などの対策を実施し規定範囲内に収まるようにしてください。

- V_{CES} : IPM 内部の IGBT のコレクタ-エミッタ間電圧の絶対最大定格
- V_P : P-N 間電源電圧
- $V_{P(surge)}$: V_P に P-N 間電源に接続される電解コンデンサと IPM の P-N 間の配線インダクタンスにより発生するサージ電圧を加えた電圧を表します。
- $V_{P(prot)}$: 自己保護可能な P-N 間電源電圧を表します。

(A)スイッチングターンオフ時

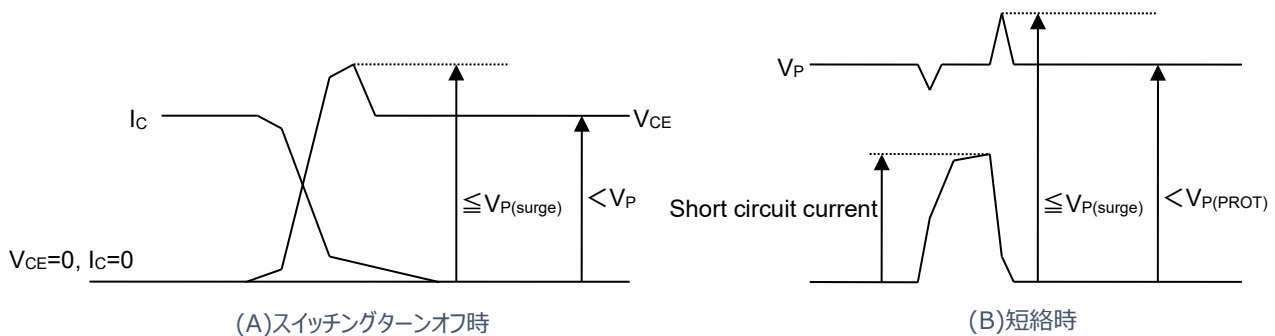
V_{CES} は IPM 内部の IGBT の耐圧 600V を示しています。この値から IPM 内部配線インダクタンスで発生するサージ電圧(マージンを考慮し 100V 以下)を差し引いたものがサージ電圧込みの $V_{P(surge)}=500\text{V}$ となります。

さらに、P-N 電源間に接続される電解コンデンサと IPM の P-N 間配線インダクタンスにより発生するサージ電圧(50V 以下)を差し引いたものが、定常時の電源電圧定格 $V_P=450\text{V}$ となります。

(B)IGBT 短絡時

V_{CES} はIPM 内部の IGBT の耐圧 600V を示しています。この値から IPM 内部配線インダクタンスで発生するサージ電圧(マージンを考慮し 100V 以下)を差し引いたものがサージ電圧込みの $V_{P(surge)}=500V$ となります。

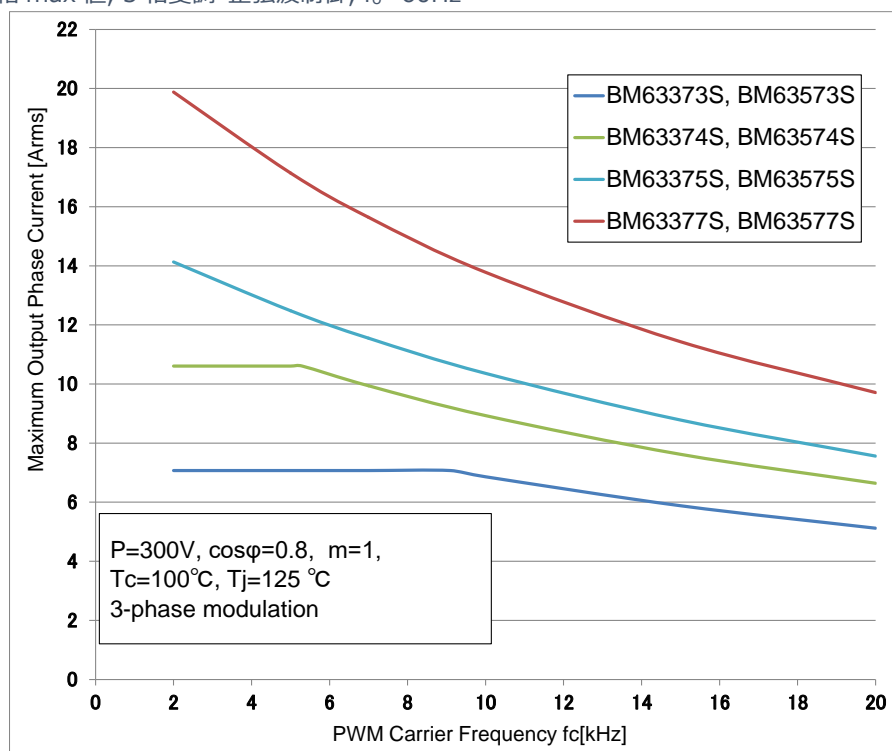
さらに、P-N 電源間に接続される電解コンデンサと IPM の P-N 間配線インダクタンスにより発生するサージ電圧(100V 以下)を差し引いたものが、IGBT 短絡時の電源電圧定格 $V_P=400V$ となります。

Figure 3.6.1 スイッチングターンオフ、短絡時の I_C 、 V_{CE} 、 V_P 波形

3.7. 許容電流値について

IGBT-IPM の代表特性を基に損失計算を行い、縦軸を実効電流 I_o と横軸をキャリア周波数 f_c の代表例を Figure 3.7.1 に示します。この特性はケース温度 $T_c=100^\circ\text{C}$ でインバータ動作中に IGBT の接合温度 T_j が 125°C 以下となる許容実効電流値 I_o を表しています。この特性は制御方式、モータ種等で変わりますのでご注意ください。

条件: $V_P=300V$, $V_{CC}=V_{BS}=15V$, $P.F=0.8$, $V_{CE(sat)}=Typ.$ 値, スイッチング損失=Typ. 値, $T_j=125^\circ\text{C}$, $T_c=100^\circ\text{C}$
 $R_{th(j-c)}$ =規格 max 値, 3 相変調 正弦波制御, $f_o=60\text{Hz}$

Figure 3.7.1 I_o -キャリア周波数特性

ROHM ホームページ(URL <https://www.rohm.co.jp/products/ipm>)で損失計算ソフトを公開しています。

3.8. 短絡耐量について

短絡耐量 テスト回路を Figure 3.8.1 に、短絡耐量カーブ(代表例)を Figure 3.8.2 ~ Figure 3.8.5 に示します。

V_{IN} : IGBT gate 駆動タイミング信号 LINW に印加
 V_{bus} : IGBT collector 電圧。400V
 T_j : IPM 温度 125°C

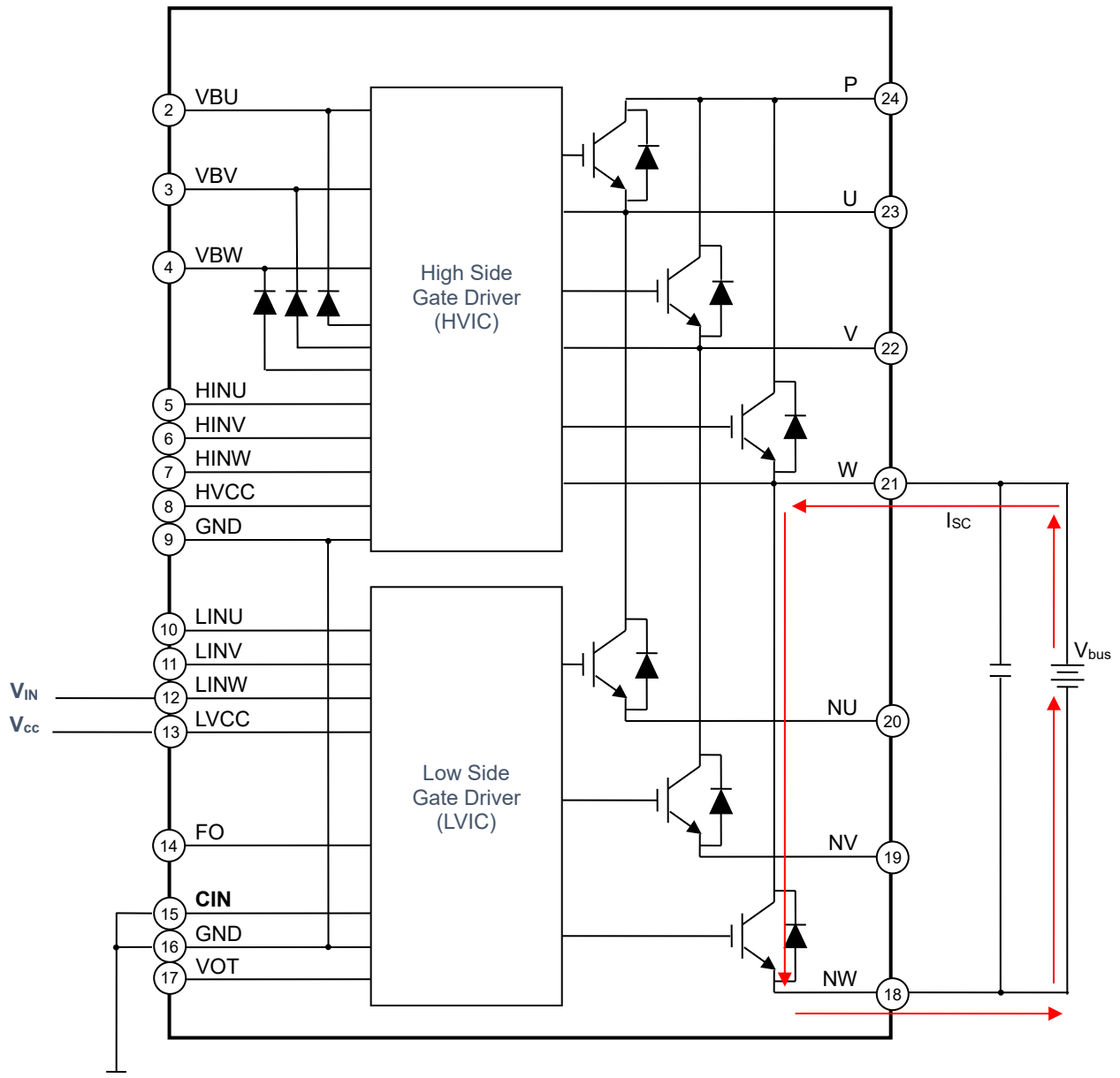


Figure 3.8.1 短絡耐量テスト回路

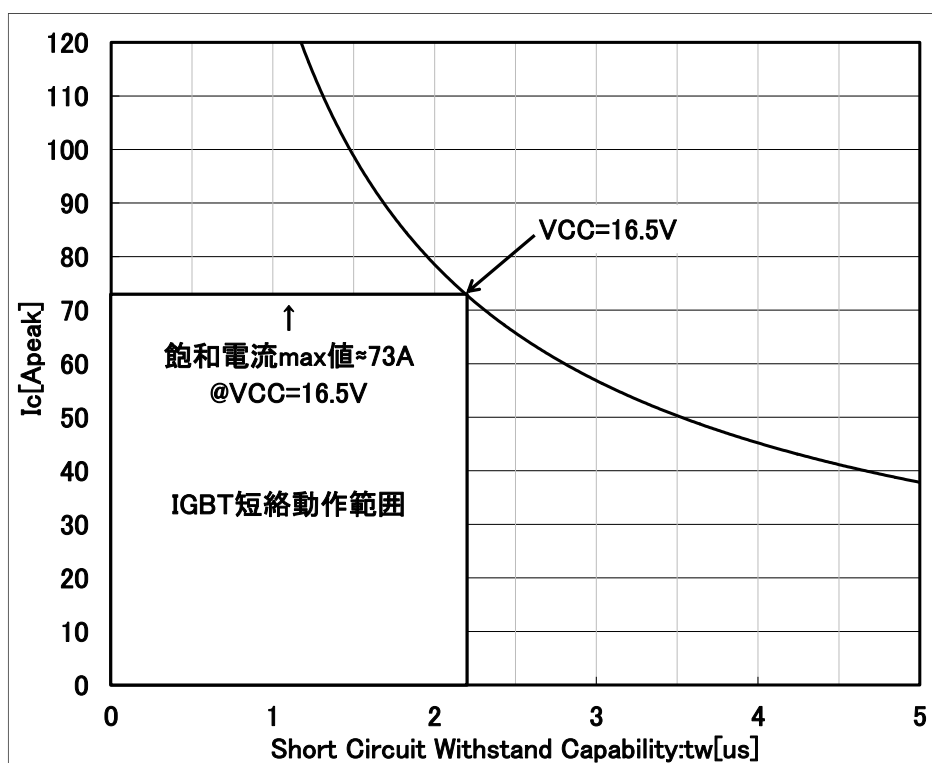


Figure 3.8.2 BM63*73S (10A 品)の短絡耐量カーブ(代表例)

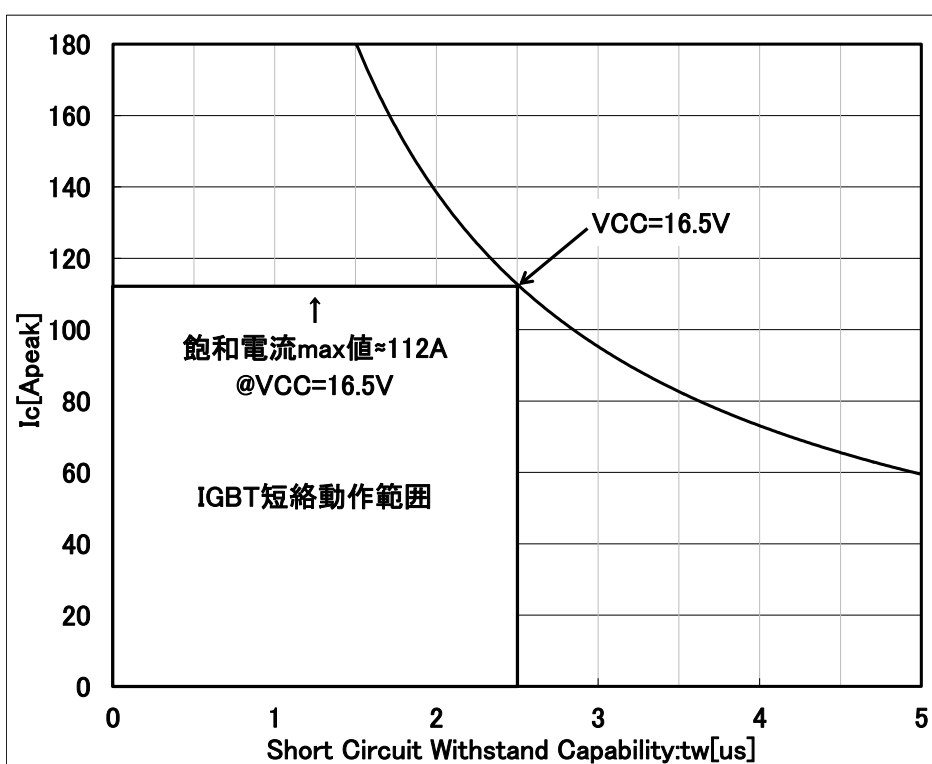


Figure 3.8.3 BM63*74S (15A 品)の短絡耐量カーブ(代表例)

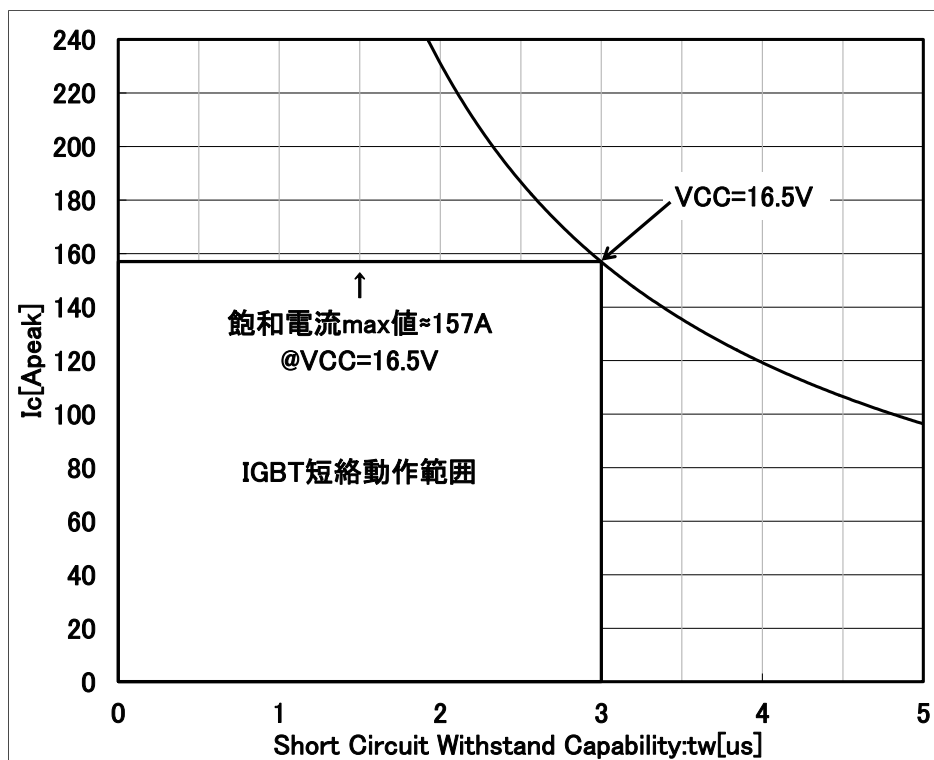


Figure 3.8.4 BM63*75S (20A 品)の短絡耐量カーブ(代表例)

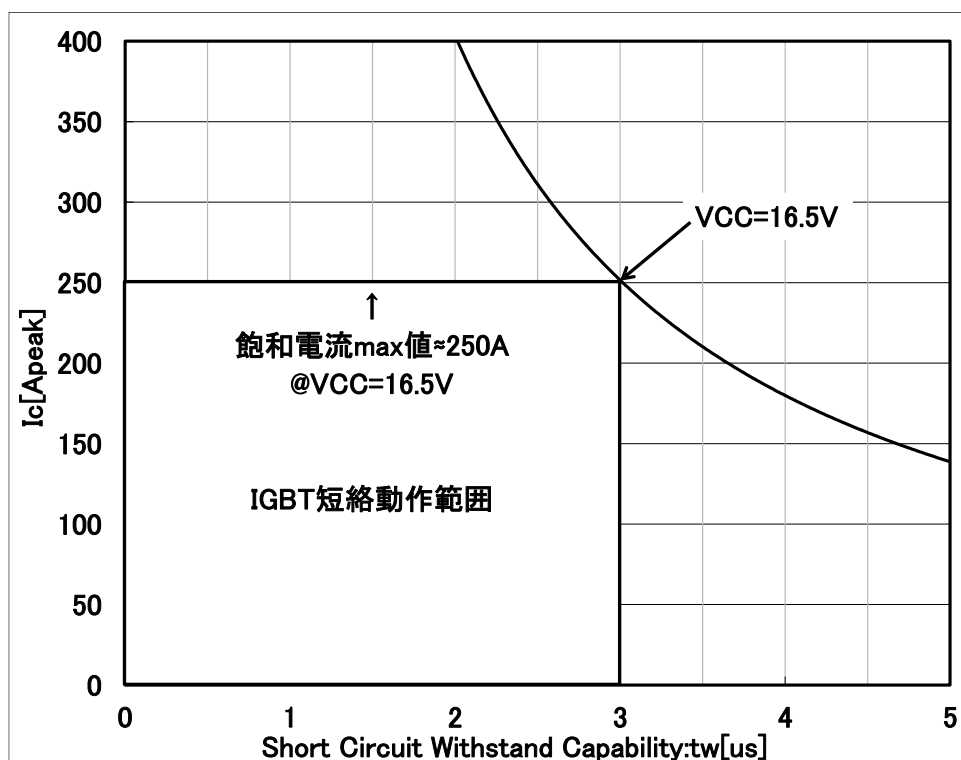


Figure 3.8.5 BM63*77S (30A 品)の短絡耐量カーブ(代表例)

4. ブートストラップ回路

4.1. ブートストラップ回路動作

ブートストラップ回路を用いてフローティング電源を生成することにより、通常のインバータ駆動に必要な 4 つの独立電源(上側 IGBT 駆動用 3 相分+下側 IGBT 駆動用)を 15V 制御電源 1 つで実現することができます。

IPM 内部にブートストラップダイオード(以下 BSD)、電流制限回路を搭載しており、ブートストラップコンデンサ(以下 BSC)を外付けすることでブートストラップ回路を構成できます(Figure 4.1.1)。

BSC は電源として機能し、上側 IGBT 駆動電流、HVIC 回路電流を供給します。回路駆動により消費された電荷は、インバータ動作中に各相の出力端子の電位が GND レベル付近まで下がることで、15V 制御電源から電流制限回路、BSD を通して BSC へ充電されます。駆動方式、BSC の容量値などによっては、必要な電荷が十分充電できず、BSC 電位が低下し IGBT 損失悪化や発熱、UVLO の動作を招く恐れがありますので、BSC の容量値などの回路定数は実機での詳細評価の上、決定してください。

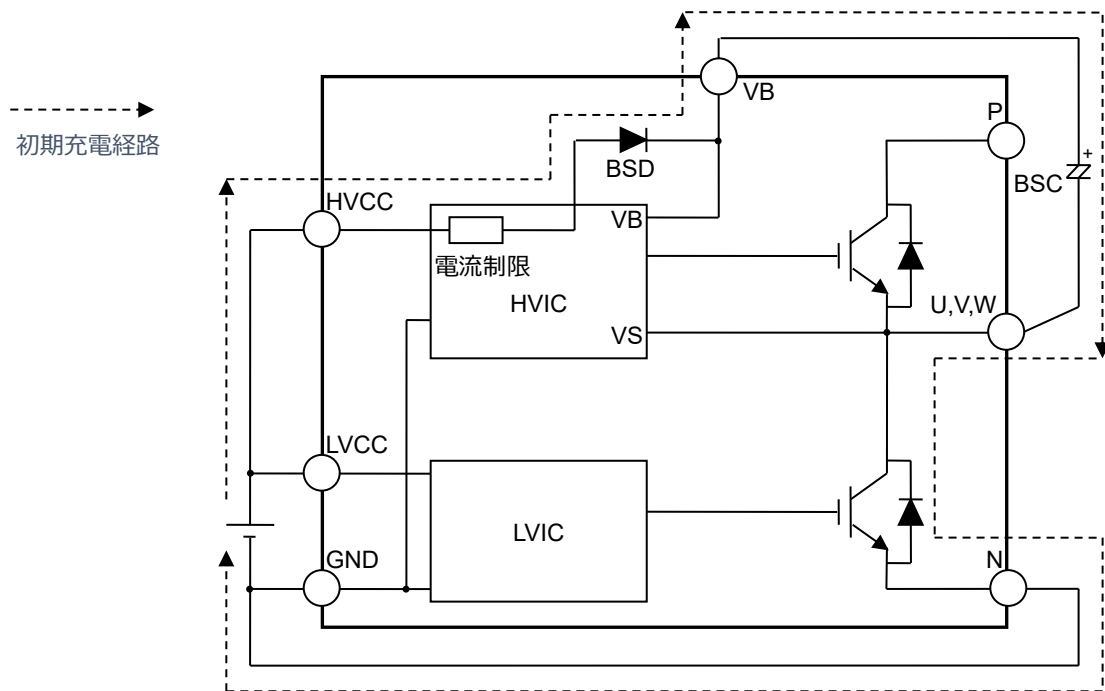


Figure 4.1.1 ブートストラップ回路

4.2. 初期充電

ブートストラップ回路を用いる場合、始動前に BSC をあらかじめ充電する必要があります。BSC の充電は通常下側 IGBT 全相をオンさせて行います。モータ負荷がつながっている場合は、1 相をオンさせるだけでモータ巻線を通して充電することがありますが、モータ巻線抵抗や配線抵抗により充電効率が低下するので注意してください。

初期充電には、1 パルスで行う方法(Figure 4.2.1)と 15V 制御電源の供給能力などに制限がある場合に複数回のオンパルスにて行う方法(Figure 4.2.2)があります。初期充電に必要な時間は、BSC 容量、電流制限回路に依存しますので、実機での詳細評価の上、BSC の容量値に応じた十分な充電時間を確保してください。

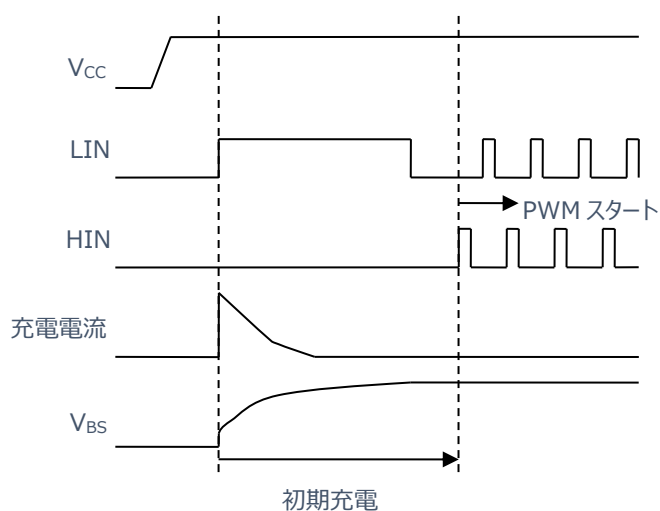


Figure 4.2.1 1 パルスでの初期充電シーケンス

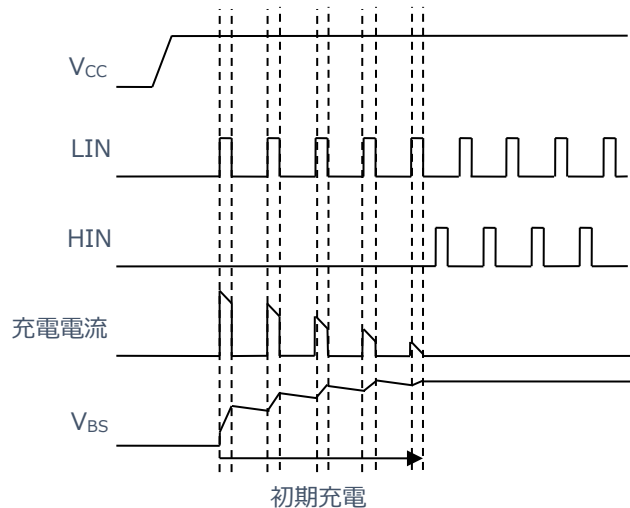


Figure 4.2.2 複数パルスでの初期充電シーケンス

4.3. ブートストラップダイオード、電流制限回路の特性

IPM に内蔵しているブートストラップダイオード、電流制限回路の V_F - I_F 特性(電流制限回路による電圧降下含む)を Table 4.3.1、Figure 4.3.1 に示します。

電流制限回路は、PWM 時は低抵抗動作で充電効率を高め、初期充電時は高抵抗で BSC への突入電流を低減し、15V 制御電源への負荷を軽減します。

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
順電圧	V_{FB1}	0.3	0.6	0.9	V	$I_{FB}=1\text{mA}$ HVCC-VBX 端子間電圧降下 (X=U,V,W)
	V_{FB2}	1.1	2.0	2.9	V	$I_{FB}=100\text{mA}$ HVCC-VBX 端子間電圧降下 (X=U,V,W)

Table 4.3.1 ブートストラップダイオード部の規格値

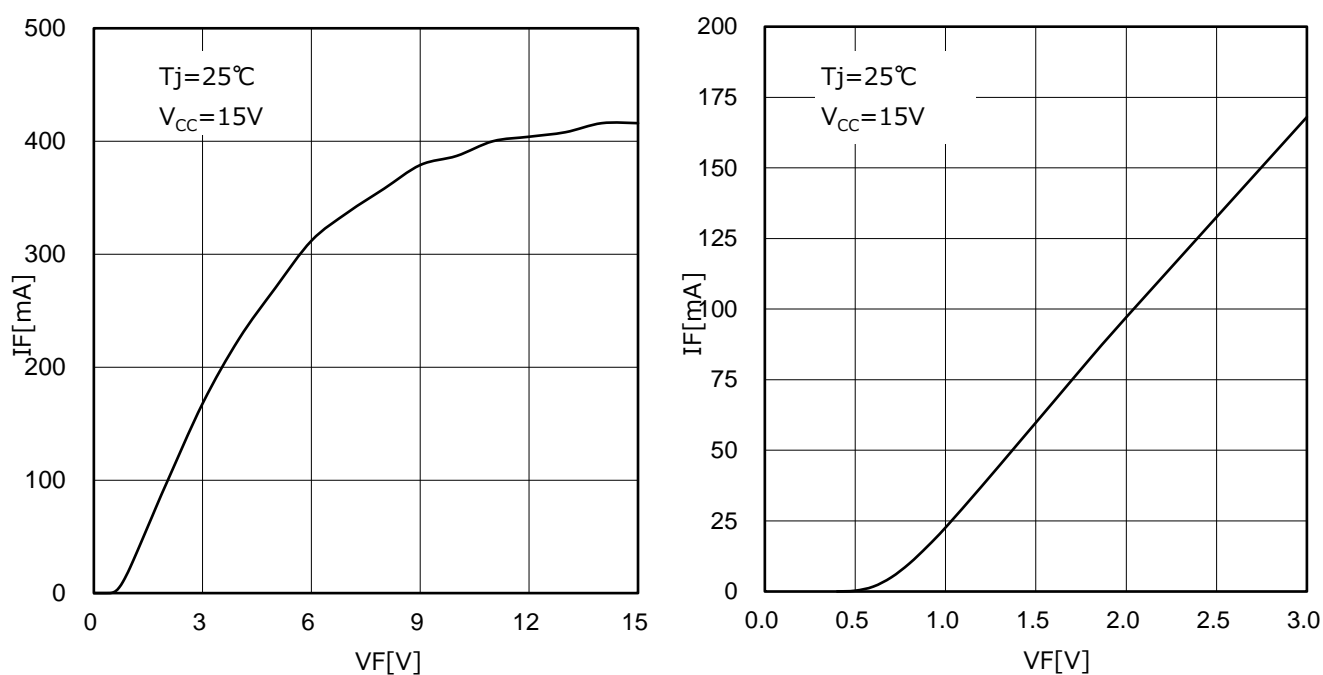


Figure 4.3.1 ブートストラップダイオード V_F - I_F 特性(右図は拡大図)
(HVCC-VBX 端子間特性、X=U,V,W)

4.4. ブートストラップ電源回路電流

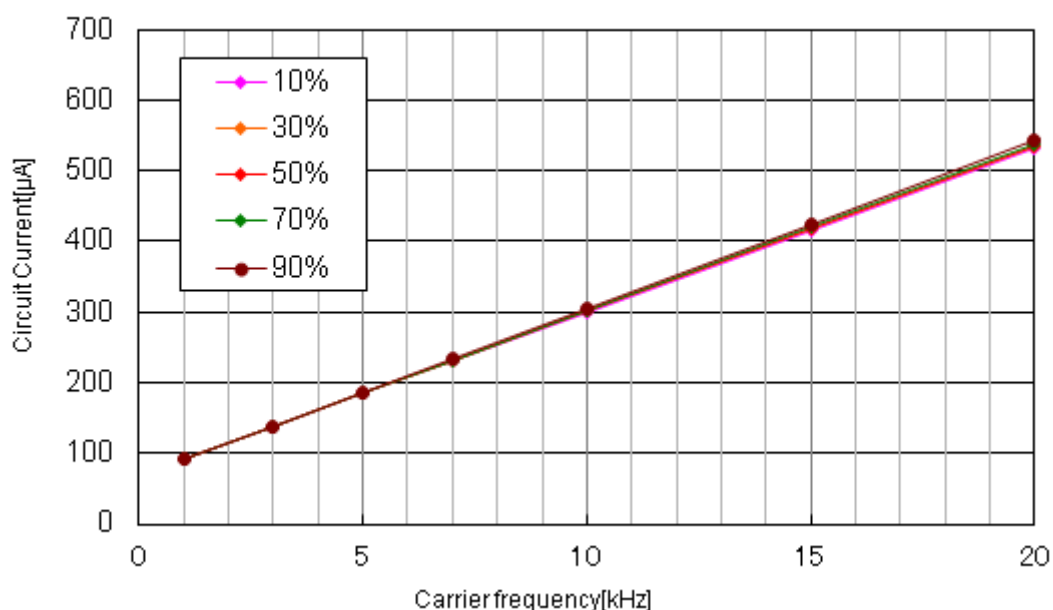
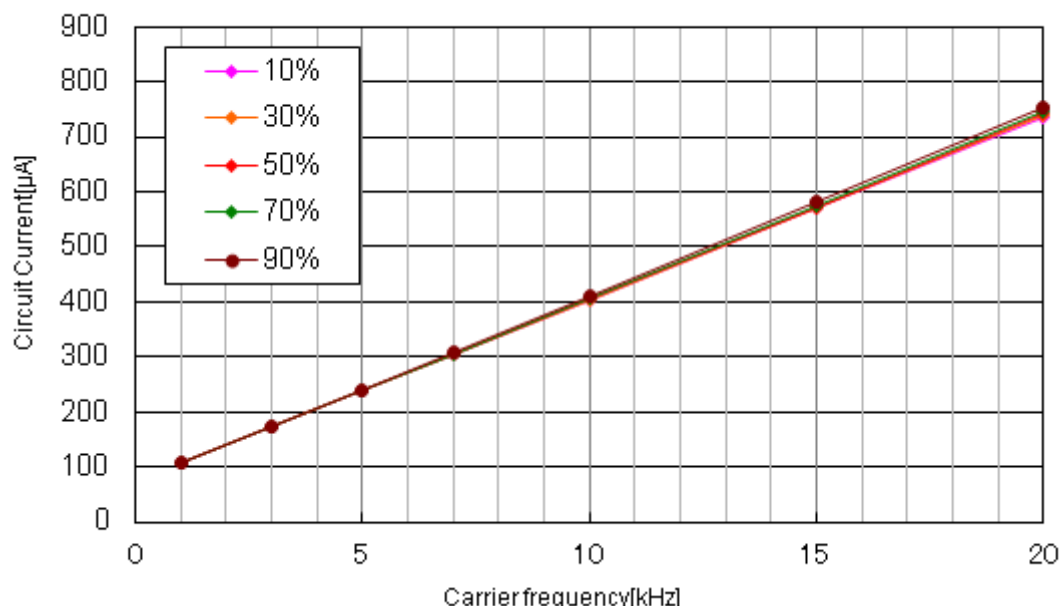
定常状態でのブートストラップ電源電流(以下 I_{BS})の規格値($T_j=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$)は Table 4.4.1 のとおり最大 0.15mA となりますが、PWM 駆動時などのスイッチング動作時には上側 IGBT を駆動するゲート電流を供給するため、 I_{BS} はキャリア周波数に比例して増加します。Figure 4.4.1～Figure 4.4.4 に I_{BS} が増加する高温時の I_{BS} -キャリア周波数特性(代表例)を示します。

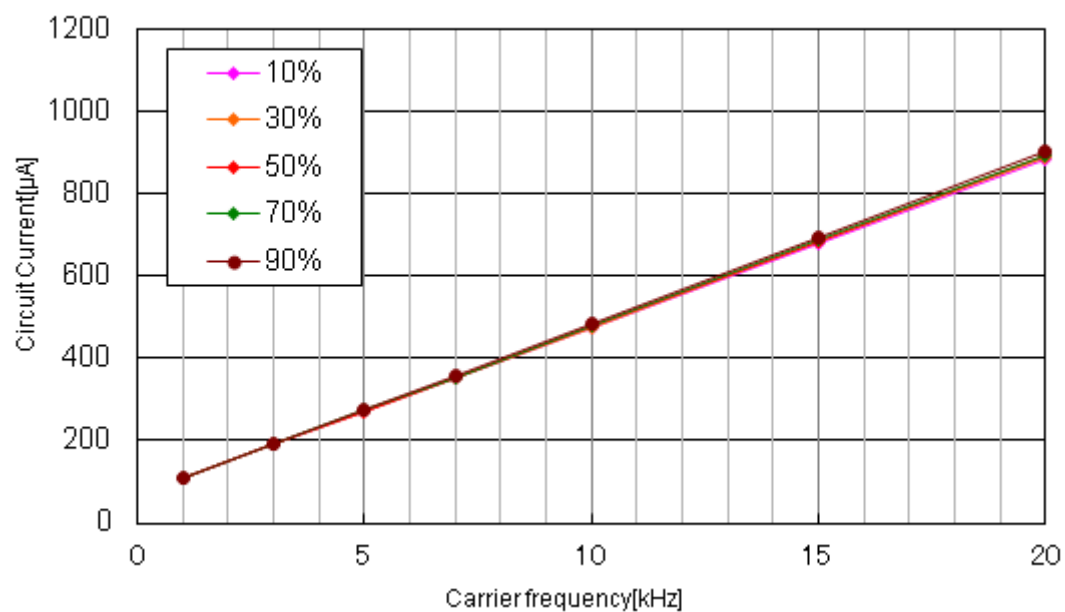
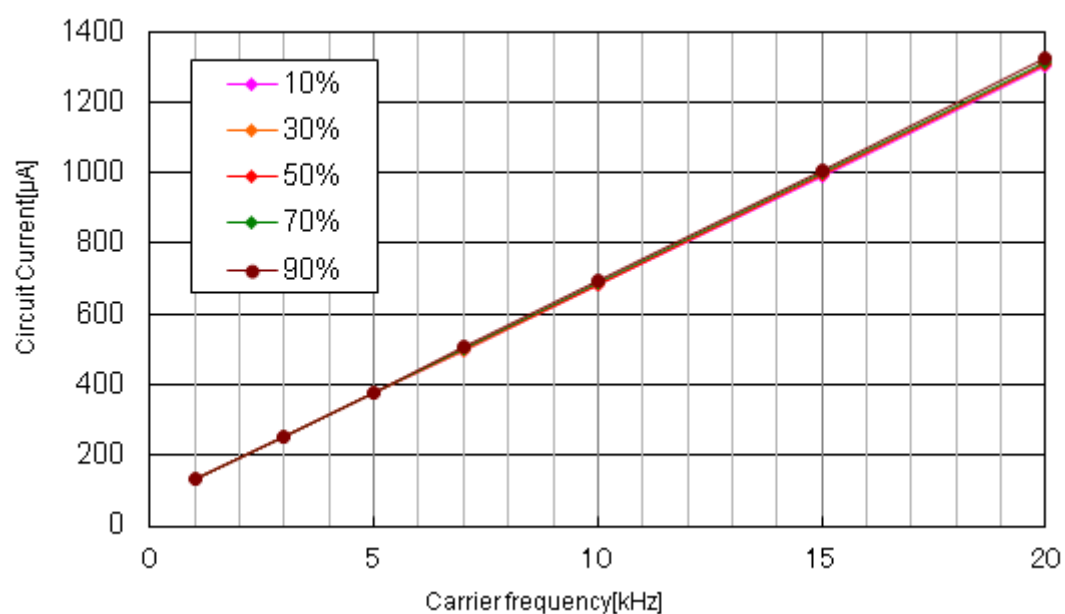
BSC の容量値の決定には、スイッチング時の I_{BS} も考慮の上、決定してください。電流定格が大きいほど I_{BS} も増加するため、同一基板でのシリーズ品の開発時には注意してください。

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
VBS 回路電流 1	I_{BS1}	-	0.06	0.15	mA	$V_{IN}=0\text{V}$
VBS 回路電流 2	I_{BS2}	-	0.06	0.15	mA	$V_{IN}=5\text{V}$

Table 4.4.1 ブートストラップ電源回路電流の規格値

条件 : $T_j=125^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$ 、IGBT ON duty=10、30、50、70、90%

Figure 4.4.1 BM63373S/BM63573S(600V/10A) I_{BS} -キャリア周波数特性Figure 4.4.2 BM63374S/BM63574S(600V/15A) I_{BS} -キャリア周波数特性

Figure 4.4.3 BM63375S/BM63575S(600V/20A) I_{BS} -キャリア周波数特性Figure 4.4.4 BM63377S/BM63577S(600V/30A) I_{BS} -キャリア周波数特性

5. 改訂履歴

日付	Revision	改定内容
2020.09.18	001	新規作成

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上でご使用ください。
お客様にかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>