

600 V、5 A 高圧 3 相モータドライバ SLA6846MH



データシート

概要

SLA6846MH は、出力素子とプリドライバを 1 パッケージにした、高圧 3 相モータ用ドライバです。

パッケージは ZIP24 のアルミ放熱板付きタイプを採用し、実装条件に応じてリードフォーミングも選択できます。低～中容量モータのインバータ制御に最適です。

特長

- CMOS (3.3 V、5 V 系) 入力レベル対応
- 端子部 Pb フリー (RoHS 対応)
- エラー出力機能
- シャットダウン機能
- 7.5 V 基準電圧出力
(ホール素子の駆動などに使用)
- 保護機能

電源電圧低下保護機能

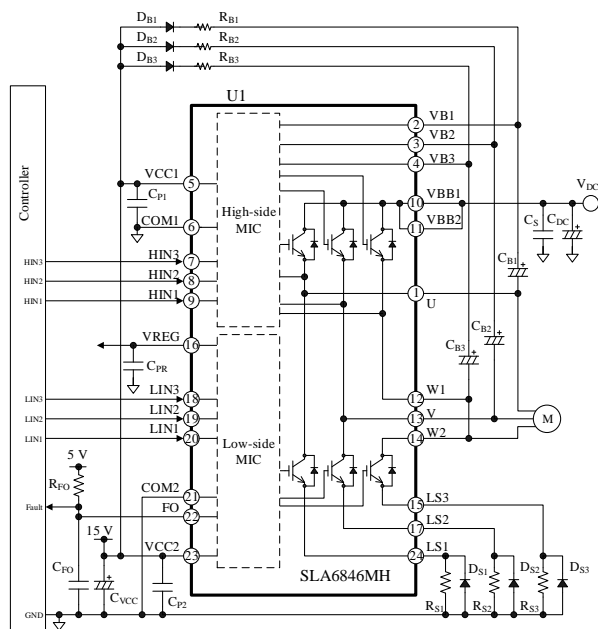
VBx 端子 (UVLO_VB) : 自動復帰

VCC1 端子 (UVLO_VCC1) : 自動復帰

VCC2 端子 (UVLO_VCC2) : 自動復帰

過熱検知 (TD) : エラー出力

応用回路例



パッケージ

ZIP24 (アルミ放熱板付き)
LF 2175

LF 2171



原寸大ではありません。

主要特性

- 出力耐圧 : 600 V
- 出力電流 : 5 A

アプリケーション

- 洗濯乾燥機のファン・ポンプ駆動
- エアコンのファンモータ駆動
- 空気清浄機・扇風機のファンモータ駆動

目次

概要	1
目次	2
1. 絶対最大定格	4
2. 推奨動作条件	5
3. 電気的特性	6
3.1 制御部特性	6
3.2 熱抵抗	7
3.3 出力素子特性	8
4. 機械的特性	8
5. 真理値表	9
6. ブロックダイアグラム	10
7. 各端子機能	11
8. 応用回路例	12
9. 外形図	13
9.1 ZIP24 アルミ放熱板付き (LF2171)	13
9.2 ZIP24 アルミ放熱板付き (LF2175)	14
10. 捺印仕様	15
11. 機能説明	16
11.1 起動、停止時の注意	16
11.2 各端子の設定	16
11.2.1 U、V、W1、W2 端子	16
11.2.2 VBB1、VBB2 端子	16
11.2.3 LS1、LS2、LS3 端子	16
11.2.4 VB1、VB2、VB3 端子	16
11.2.5 VCC1、VCC2 端子	17
11.2.6 COM1、COM2 端子	18
11.2.7 HIN1、HIN2、HIN3 端子 LIN1、LIN2、LIN3 端子	18
11.2.8 VREG 端子	19
11.2.9 FO 端子	19
11.3 エラー出力	19
11.4 シャットダウン信号入力	19
11.5 保護機能	19
11.5.1 電源電圧低下保護機能 (UVLO)	19
11.5.2 過熱検知機能 (TD)	21
12. 設計上の注意点	21
12.1 パターンレイアウト	21
12.2 放熱器を取り付ける際の注意	21
12.3 IC の特性を測定する際の注意	22
13. 損失の計算とジャンクション温度の推定	23
13.1 IGBT の定常損失 P_{ON}	23
13.2 IGBT のスイッチング損失 P_{sw}	23
13.3 IGBT のジャンクション温度の推定	23
13.3.1 フリーホイールダイオードの定常損失 P_F	24
13.3.2 フリーホイールダイオードのジャンクション温度の推定	24

14. 代表特性グラフ	25
14.1 過渡熱抵抗特性グラフ	25
14.2 制御部代表特性	26
14.3 出力特性グラフ	31
14.3.1 出力素子特性グラフ	31
14.3.2 スイッチング損失特性グラフ	31
14.4 許容実効電流特性グラフ	32
14.5 短絡 SOA	33
15. パターンレイアウト例	34
16. モータドライバ回路例	36
注意書き	37

1. 絶対最大定格

電流値の極性は、IC を基準として、流入（シンク）を“+”、流出（ソース）を“-”と規定します。

特記がない場合の条件は $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ です。また COM1 端子と COM2 端子を短絡し、その電位を COM と示します。

項目	記号	条件	定格	単位	備考
主電源電圧（連続）	V_{DC}	VBBx-LSx 間	450	V	
主電源電圧（サージ）	$V_{DC(SURGE)}$	VBBx-LSx 間	500	V	
IGBT 出力耐圧	V_{CES}	VBBx-LSx 間、 $V_{CC} = 15\text{ V}$ 、 $I_C = 1\text{ mA}$ 、 $V_{IN} = 0\text{ V}$	600	V	
制御電源電圧	V_{CC}	VCC1-COM 間、 VCC2-COM 間	20	V	
	V_{BS}	VB1-U 間、 VB2-V 間、 VB3-W1 間	20		
出力電流（連続） ⁽¹⁾	I_O	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $T_J < 150\text{ }^\circ\text{C}$	5	A	
出力電流（パルス）	I_{OP}	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $T_J < 150\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $P_w \leq 100\text{ }\mu\text{s}$ 、 duty cycle = 1%	7.5	A	
REG 端子出力電流	I_{REG}		35	mA	
入力電圧	V_{IN}	HINx-COM 間、 LINx-COM 間	-0.5~7	V	
許容損失	P_D	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	32.8	W	
動作ケース温度 ⁽²⁾	$T_{C(OP)}$		-30~100	$^\circ\text{C}$	
ジャンクション温度 ⁽³⁾	T_J		150	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{STG}		-40~150	$^\circ\text{C}$	

(1) 実際のケース温度に応じたディレーティングが必要（14.4 項 許容実効電流特性グラフ参照）

(2) IC 動作時のケース温度

(3) IC 内部の各チップ（制御 IC、IGBT、フリーホイールダイオード）のジャンクション温度

2. 推奨動作条件

特記がない場合、COM1 端子と COM2 端子を短絡し、その電位を COM と示します。

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
主電源電圧	V_{DC}	VBBx-LSx 間	—	300	450	V	
主電源スナバコンデンサ	C_S		0.01	—	0.1	μF	
制御電源電圧	V_{CC}	VCCx-COM 間	13.5	15.0	16.5	V	
	V_{BS}	VB1-U 間、 VB2-V 間、 VB3-W1 間	13.5	—	16.5	V	
入力電圧 (HINx、LINx、FO)	V_{IN}		0	—	5.5	V	
最小入力パルス幅	$t_{IN(MIN)ON}$	$T_J = -25 \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$	0.5	—	—	μs	
	$t_{IN(MIN)OFF}$	$T_J = -25 \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$	0.5	—	—	μs	
入力信号デッドタイム	t_{DEAD}		1.5	—	—	μs	
ブートストラップ コンデンサ	C_B		1	—	220	μF	
ブートストラップ抵抗	R_B		22	—	220	Ω	
シャント抵抗	R_S	$I_P \leq 7.5 \text{ A}$	70	—	—	m Ω	
PWM キャリア周波数	f_C		—	—	20	kHz	
動作ケース温度	$T_{C(OP)}$		—	—	100	$^\circ\text{C}$	

3. 電気的特性

電流値の極性は、IC を基準として、流入（シンク）を“+”、流出（ソース）を“-”と規定します。

特記がない場合の条件は $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 15\text{ V}$ です。また COM1 端子と COM2 端子を短絡し、その電位を COM と示します。

3.1 制御部特性

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
電源部							
ローサイド制御動作 開始電圧	$V_{CC(ON)}$	VCCx-COM 間	10.5	11.5	12.5	V	
ローサイド制御動作 停止電圧	$V_{CC(OFF)}$		10.0	11.0	12.0	V	
ローサイド制御動作 電圧ヒステリシス	$V_{CC(HYS)}$		—	0.5	—	V	
ハイサイド制御動作 開始電圧	$V_{BS(ON)}$	VB1-U 間、 VB2-V 間、 VB3-W1 間	9.5	10.5	11.5	V	
ハイサイド制御動作 停止電圧	$V_{BS(OFF)}$		9.0	10.0	11.0	V	
ハイサイド制御動作電圧 ヒステリシス	$V_{BS(HYS)}$		—	0.5	—	V	
制御電源電流	I_{CC}	VCC1、VCC2 合計電流	—	2	3	mA	
	I_{BS}	$V_B = 15\text{ V}$ 、 $HINx = 5\text{ V}$ 、 1 相あたりの V_B 端子電流	—	150	—	μA	
入力信号部							
ハイレベル入力しきい電圧 ($HINx$ 、 $LINx$ 、FO)	V_{IH}		—	2.0	2.5	V	出力素子オン
ローレベル入力しきい電圧 ($HINx$ 、 $LINx$ 、FO)	V_{IL}		1.0	1.5	—	V	出力素子オフ
入力しきい電圧ヒステリシス	V_{HYS}		—	0.5	—		
ハイレベル入力電流	I_{IH}	$V_{IN} = 5\text{ V}$	—	50	100	μA	
ローレベル入力電流	I_{IL}	$V_{IN} = 0\text{ V}$	—	—	2	μA	
レギュレータ部							
レギュレータ出力電圧	V_{REG}	$I_{REG} = 35\text{ mA}$	6.75	7.5	8.25	V	
保護機能							
FO 端子ローレベル出力電圧	V_{FOL}		0.0	—	1.0	V	
FO 端子ハイレベル出力電圧	V_{FOH}		4.0	—	5.5	V	
過熱検知動作温度	T_{DH}	$I_{REG} = 0\text{ mA}$	135	150	165	$^\circ\text{C}$	
過熱検知動作解除温度	T_{DL}	$I_{REG} = 0\text{ mA}$	105	120	135	$^\circ\text{C}$	
過熱検知動作温度 ヒステリシス	T_{D_HYS}	$I_{REG} = 0\text{ mA}$	—	30	—	$^\circ\text{C}$	

3.2 熱抵抗

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
ジャンクション-ケース 間熱抵抗 ⁽¹⁾	$R_{(J-C)Q}^{(2)}$	IGBT 全素子動作時	—	—	3.8	°C/W	
	$R_{(J-C)F}^{(3)}$	フリーホイールダイ オード全素子動作時	—	—	4.2	°C/W	
ジャンクション-周囲間 熱抵抗	$R_{(J-A)}$	IGBT、フリーホイール ダイオード全素子動作 時	—	—	25	°C/W	

(1) ケース温度は図 3-1 で規定

(2) 内部 IGBT のジャンクションとケース間の定常熱抵抗（過渡熱特性は 14.1 項を参照）

(3) 内部フリーホイールダイオードのジャンクションとケース間の定常熱抵抗

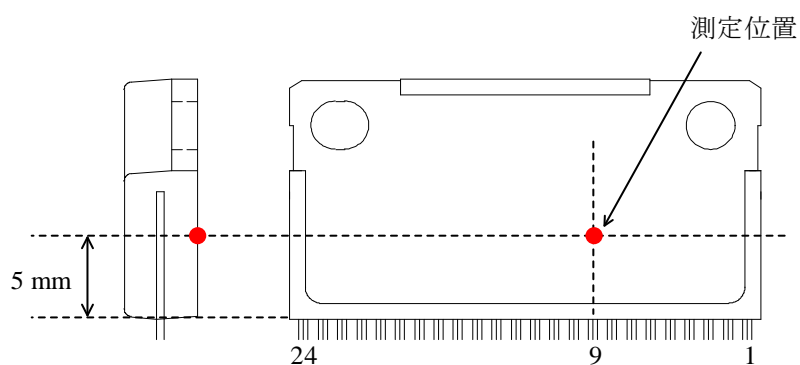


図 3-1 ケース温度測定位置

3.3 出力素子特性

本項に示すスイッチング特性の定義は図 3-2 のとおりです。

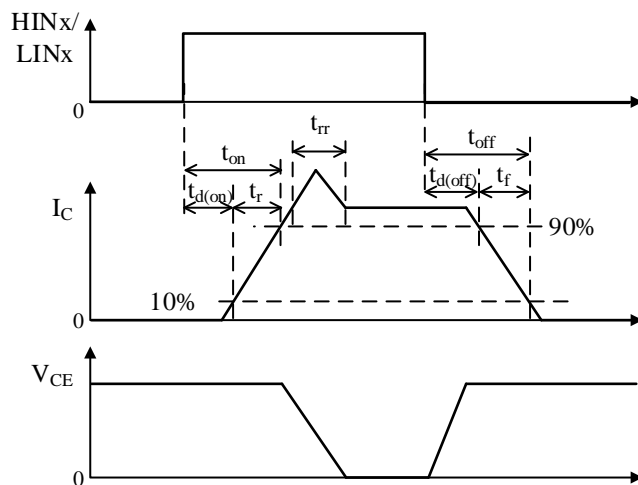


図 3-2 スwitchング時間の定義

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
コレクタ-エミッタ間漏れ電流	I_{CES}	$V_{DS} = 600 \text{ V}$ 、 $V_{IN} = 0 \text{ V}$	—	—	1	mA
コレクタ-エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(SAT)}$	$I_C = 5 \text{ A}$ 、 $V_{IN} = 5 \text{ V}$	—	1.75	2.10	V
ダイオード順電圧	V_F	$I_F = 5 \text{ A}$ 、 $V_{IN} = 0 \text{ V}$	—	2.0	2.4	V
ハイサイドスイッチング特性						
ダイオード逆回復時間	t_{rr}	$V_{DC} = 300 \text{ V}$ 、 $I_C = 5 \text{ A}$ 、 $V_{IN} = 0 \text{ V} \sim 5 \text{ V}$ 、 $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 誘導負荷	—	130	—	ns
ターンオン遅延時間	$t_{d(on)}$		—	660	—	ns
上昇時間	t_r		—	120	—	ns
ターンオフ遅延時間	$t_{d(off)}$		—	300	—	ns
下降時間	t_f		—	170	—	ns
ローサイドスイッチング特性						
ダイオード逆回復時間	t_{rr}	$V_{DC} = 300 \text{ V}$ 、 $I_C = 5 \text{ A}$ 、 $V_{IN} = 0 \text{ V} \sim 5 \text{ V}$ 、 $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 誘導負荷	—	140	—	ns
ターンオン遅延時間	$t_{d(on)}$		—	820	—	ns
上昇時間	t_r		—	170	—	ns
ターンオフ遅延時間	$t_{d(off)}$		—	450	—	ns
下降時間	t_f		—	150	—	ns

4. 機械的特性

項目	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
締付けトルク	58.8	—	78.4	N·cm	

5. 真理値表

表 5-1 に各動作モードの真理値表を示します。

各相において、HIN_x と LIN_x に“H”を入力した場合、出力素子はハイサイド、ローサイド共にオンになります（同時オン）。同時オンが発生しないように、入力を設定する必要があります。

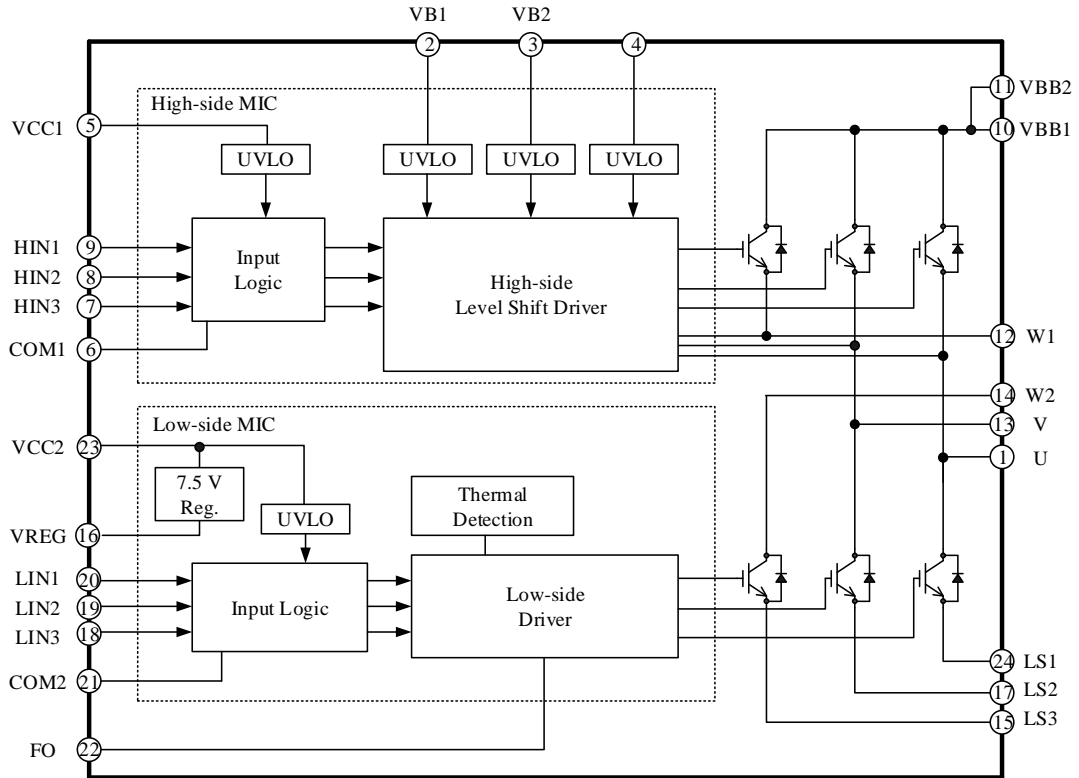
VCC2 端子電源電圧低下保護（UVLO_VCC2）から復帰した後は、ローサイドの出力素子は入力論理に応じてオン／オフし（レベル動作）、ハイサイドの出力素子は、次の立ち上がりエッジからオン／オフします（エッジ動作）。

VB_x 端子または VCC1 端子の電源電圧低下保護（UVLO_VB、UVLO_VCC1）から復帰した後は、次の立ち上がりエッジからハイサイドの出力素子をオン／オフします（エッジ動作）。

表 5-1 各動作モードの真理値表

モード	HIN _x	LIN _x	ハイサイド出力素子	ローサイド出力素子
定常動作	L	L	OFF	OFF
	H	L	ON	OFF
	L	H	OFF	ON
	H	H	ON	ON
	H	H	ON	OFF
VB _x 端子電源電圧低下保護動作 (UVLO_VB)	L	L	OFF	OFF
	H	L	OFF	OFF
VCC1 端子電源電圧低下保護動作 (UVLO_VCC1)	L	H	OFF	ON
	H	H	OFF	ON
VCC2 端子電源電圧低下 保護動作 (UVLO_VCC2)	L	L	OFF	OFF
	H	L	ON	OFF
	L	H	OFF	OFF
	H	H	ON	OFF
過熱検知動作 (TD)	L	L	OFF	OFF
	H	L	ON	OFF
	L	H	OFF	ON
	H	H	ON	ON

6. ブロックダイアグラム

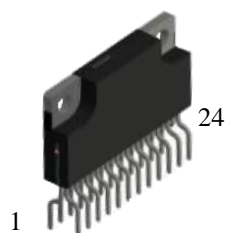


7. 各端子機能

● LF 2175



● LF 2171



端子番号	端子名	機能
1	U	U相出力
2	VB1	U相ハイサイド・フローティング電源入力
3	VB2	V相ハイサイド・フローティング電源入力
4	VB3	W相ハイサイド・フローティング電源入力
5	VCC1	ハイサイド制御回路電源入力
6	COM1	ハイサイド制御グランド
7	HIN3	W相ハイサイド制御信号入力
8	HIN2	V相ハイサイド制御信号入力
9	HIN1	U相ハイサイド制御信号入力
10	VBB1	DC(+)電源入力 (VBB2 と外部ショート)
11	VBB2	DC(+)電源入力 (VBB1 と外部ショート)
12	W1	W相出力 (W2 と外部ショート)
13	V	V相出力
14	W2	W相出力 (W1 と外部ショート)
15	LS3	W相ローサイド IGBT エミッタ
16	REG	7.5 V レギュレータ出力
17	LS2	V相ローサイド IGBT エミッタ
18	LIN3	W相ローサイド制御信号入力
19	LIN2	V相ローサイド制御信号入力
20	LIN1	U相ローサイド制御信号入力
21	COM2	ローサイド制御グランド
22	FO	エラー信号出力
23	VCC2	ローサイド制御回路電源入力
24	LS1	U相ローサイド IGBT エミッタ

8. 応用回路例

各端子にサージが印加されると、IC の誤動作の原因になったり、サージ電圧が絶対最大定格を超えると IC の破壊の原因になったりします。そのため、必要に応じて CR フィルタ回路やツェナーダイオードなどを各端子に追加し、問題がないか実働で確認をしてください。

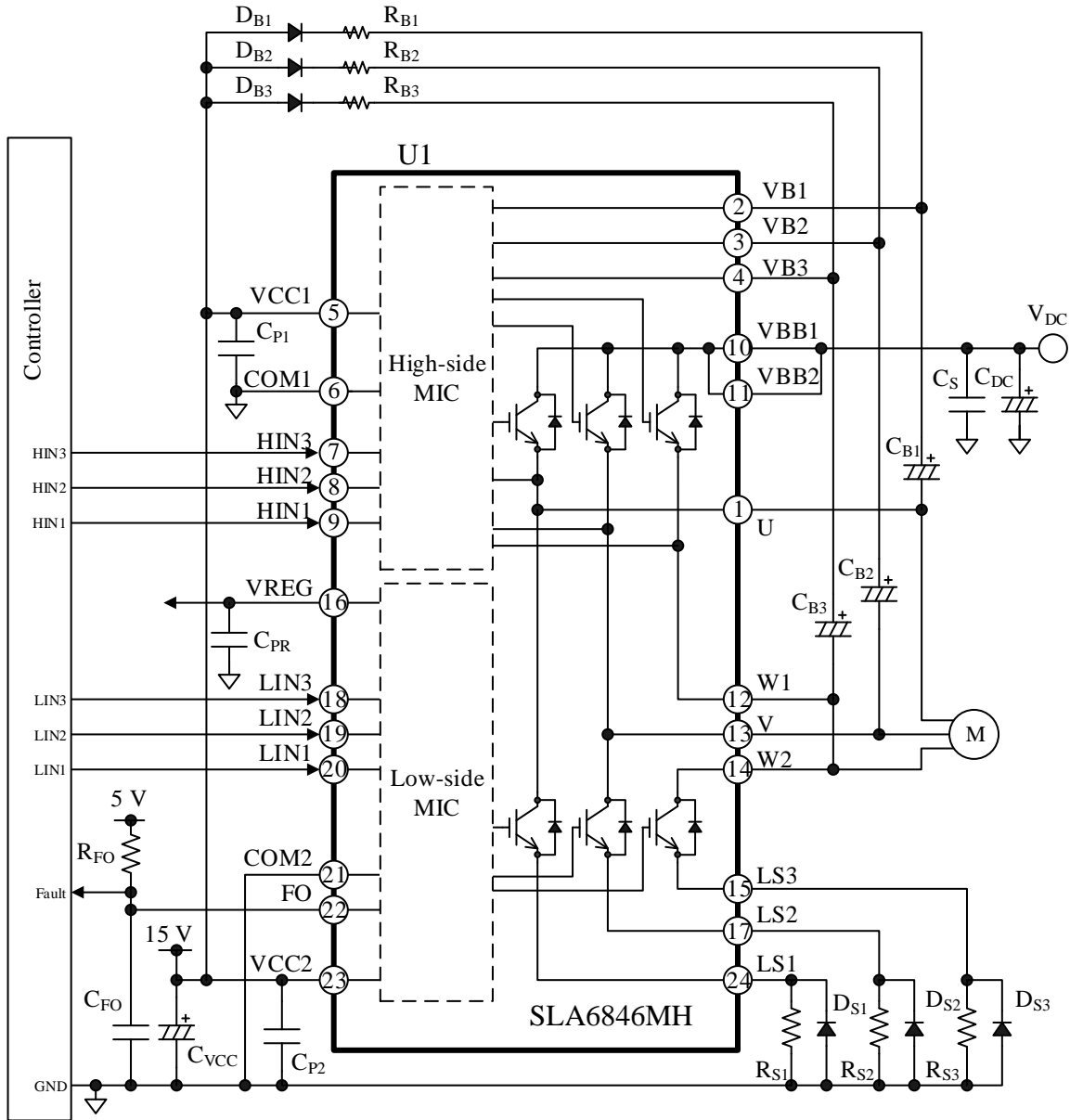
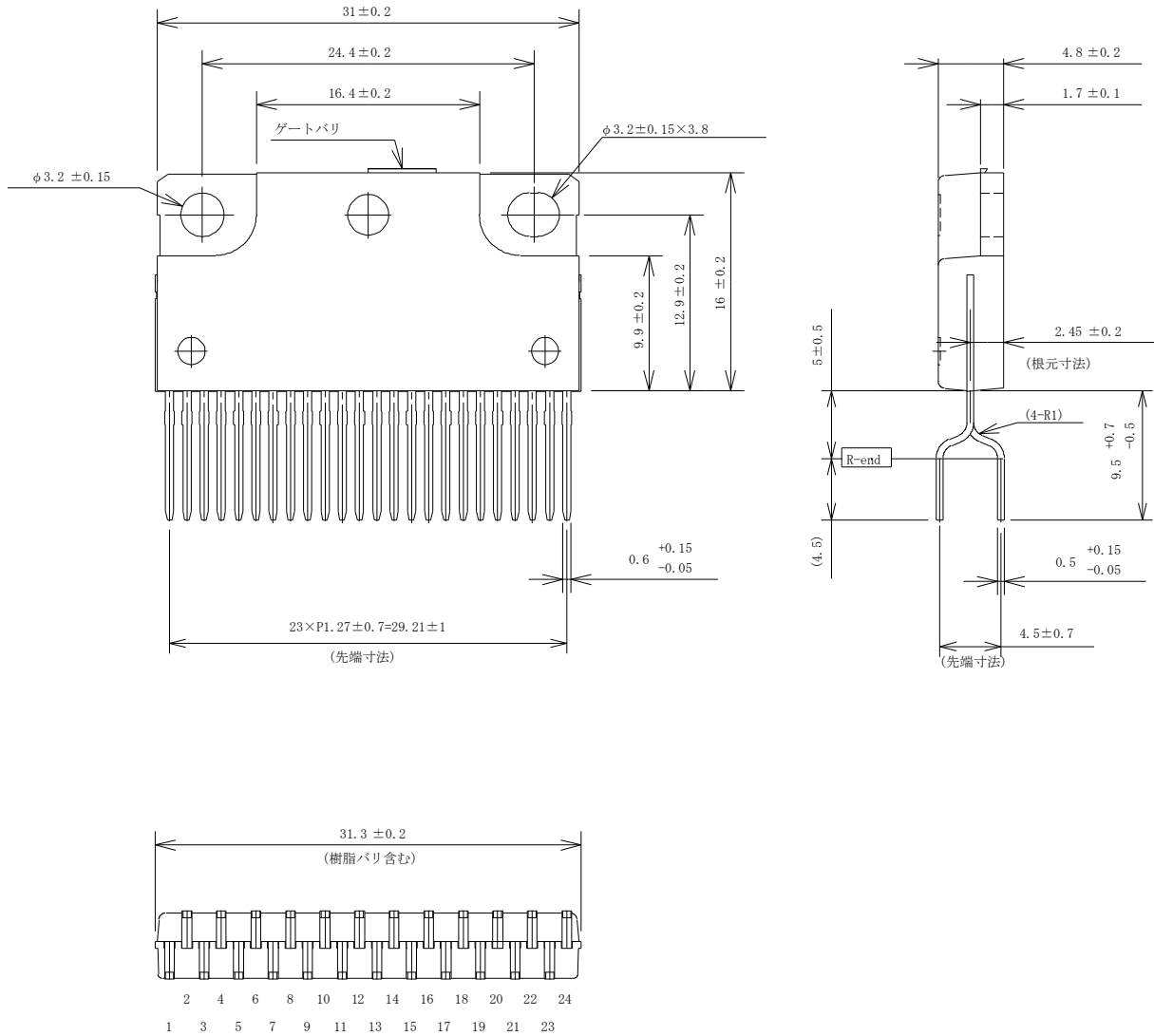


図 8-1 応用回路例

9. 外形図

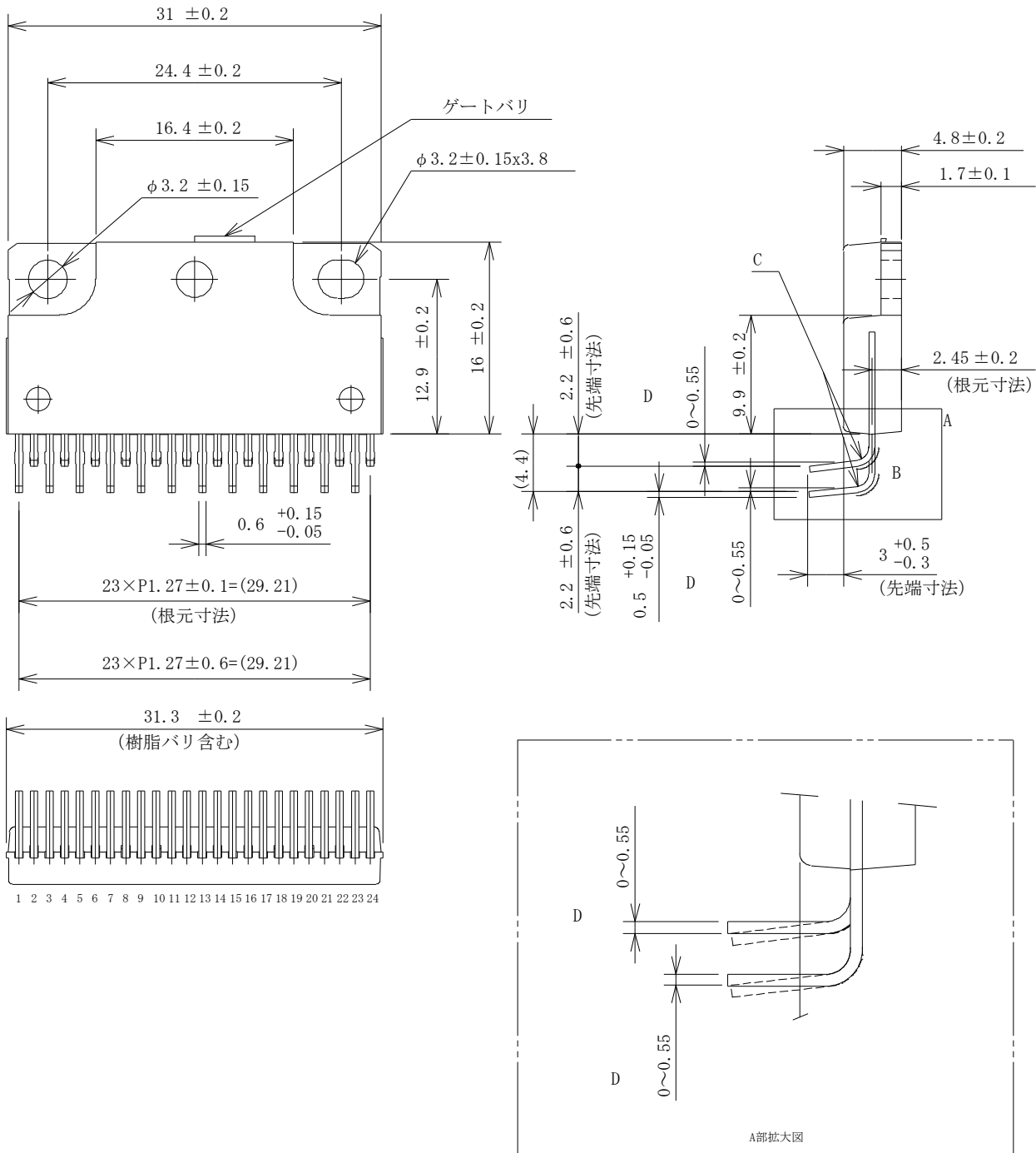
9.1 ZIP24 アルミ放熱板付き (LF2171)



備考:

- 単位: mm
- 端子部 Pb フリー (RoHS 対応)
- ゲートバリ高さ: 0.3 mm (max.)

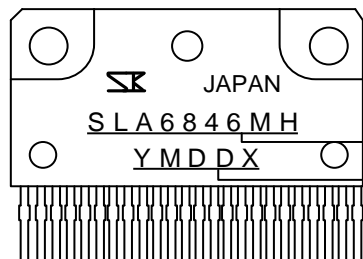
9.2 ZIP24 アルミ放熱板付き (LF2175)



備考:

- 単位：mm
- 端子部 Pb フリー (RoHS 対応)
- ゲートバリ高さ：0.3 mm (max.)
- B 部の端子表面に赤目が発生する場合があります
- C 部端子内側 R0.65 (min.)
- D 部の寸法 (端子部の曲げ状態) は、実際と異なる場合があります

10. 捺印仕様



- 製品名
- ロット番号
- Y = 西暦下一桁 (0~9)
- M = 月 (1~9、O、N、D)
- DD = 日 (01~31)
- X = 管理番号

11. 機能説明

特記のない場合、本項では以下のように定義します。

- 特性数値は Typ. 値を表記します。
- 端子記号や部品記号の数字 (1~3 など) を“x”で表記している場合は、そのすべての端子や部品を指します。たとえば“VCCx 端子”は VCC1 端子、VCC2 端子を指します。
- COM1 端子と COM2 端子は短絡です。

11.1 起動、停止時の注意

電源の起動時は、本 IC の VCCx 端子電圧が制御動作開始電圧 $V_{CC(ON)}$ の最大値 12.5 V 以上になってから、VBBx、HINx、LINx 端子への電圧印加を推奨します。

起動時は、ブートストラップ回路用コンデンサ C_{Bx} を十分に充電してください (11.2.2 項参照)。

また電源の停止時は、IC への制御信号をすべて“L”にしてから、本 IC の VCCx 端子電圧を下げてください。

11.2 各端子の設定

11.2.1 U、V、W1、W2 端子

U、V、W1、W2 端子は U 相、V 相、W 相の出力端子で、モータに接続します。W1 端子と W2 端子は、基板上で必ず接続してください。また、U、V、W1 端子は、それぞれ VB1、VB2、VB3 に対する基準端子です。U、V、W1 端子には、ブートストラップコンデンサ C_{Bx} のマイナス側を接続します。出力端子 (U、V、W1、W2) には高圧が印加されるため、基板レイアウトで低圧ラインと十分に距離を確保したり、端子にコーティング剤を塗布したりするなど、絶縁対策が必要です。

11.2.2 VBB1、VBB2 端子

VBB1、VBB2 端子は、DC(+)電源入力端子です。全相のハイサイド IGBT のコレクタに接続されています。VBB1 端子と VBB2 端子は、基板上で必ず接続してください。VBBx 端子と COMx 間に印加する電圧は、主電源電圧 V_{DC} (2 項 推奨動作条件参照) を満たすように設定します。

VBBx 端子には、サージ電圧を抑えるためコンデンサ C_s (0.01 μ F~0.1 μ F) を接続します。 C_s は平滑用電解コンデンサ C_{DC} と VBBx 端子のできる

だけ近くに配置し、VBBx 端子に最短で接続します。

11.2.3 LS1、LS2、LS3 端子

LS1、LS2、LS3 端子には、それぞれ U 相、V 相、W 相のローサイド IGBT のエミッタが接続されています。LSx 端子にはそれぞれ電流検出用のシャント抵抗 R_{Sx} を接続します。 R_{Sx} は IC のできるだけ近くに配置し、LSx 端子と COMx 端子に最短で接続します。配線のインダクタンス成分は誤動作の要因になるため、インダクタンス成分が極力小さくなるようにパターンを設計します。この配線が長い場合は、誤動作を防止するため LSx 端子と COMx 端子間に高速整流ダイオード D_{Sx} を接続します。

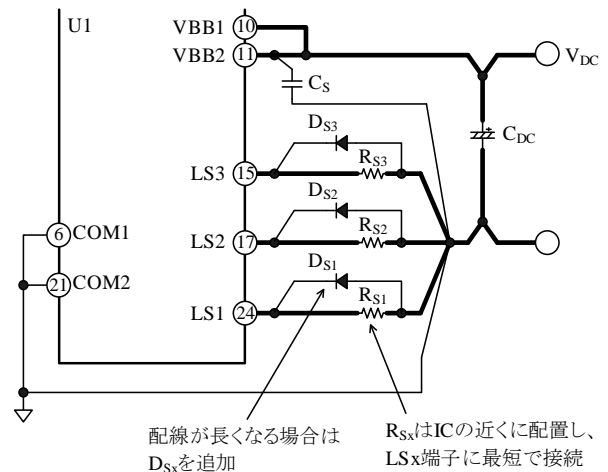


図 11-1 LSx 端子周りの配線

11.2.4 VB1、VB2、VB3 端子

VB1、VB2、VB3 端子は、ハイサイド・フローティング回路の電源入力端子です。

図 11-2 にハイサイド IGBT の駆動回路に電源を供給するためのブートストラップ回路を示します。ブートストラップ回路は、ダイオード D_{Bx} 、抵抗 R_{Bx} 、コンデンサ C_{PBx} で構成され、VCC1 端子と VBx 端子間に接続します。各相に独立したブートストラップ回路が必要です。起動時は、ローサイドの出力素子をオンして、 C_{Bx} を十分に充電します。

D_{Bx} 、 R_{Bx} の値は、推奨動作条件の範囲を満たすように設定します (2 項参照)。 C_{Bx} の値は、式(1)と式(2)を満たす値から選定します。このとき、静電容量の許容誤差や DC バイアス特性を十分に考慮する必要があります。

$$C_{Bx}(\mu F) > 800 \times t_{L(OFF)} \quad (1)$$

$$1 \mu F \leq C_{Bx} \leq 220 \mu F \quad (2)$$

ここで、

$t_{L(OFF)}$: ローサイド出力素子の最長オフ時間(s)
(C_{Bx} を充電しない時間)

ハイサイドのスイッチング動作が停止しているときも、 C_{Bx} の電圧はICの電力消費で低下します。 VBx 端子の電圧が制御動作停止電圧 $V_{BS(OFF)}$ 以下に低下すると、ハイサイドの電源電圧低下保護回路(UVLO_VB)が動作します(11.5.1.1項参照)。最終的に実働動作で、起動時などの低周波数動作時にも VBx 端子電圧が $V_{BS(OFF)}$ の最大値11.0Vより高い電圧を維持しているか確認が必要です。

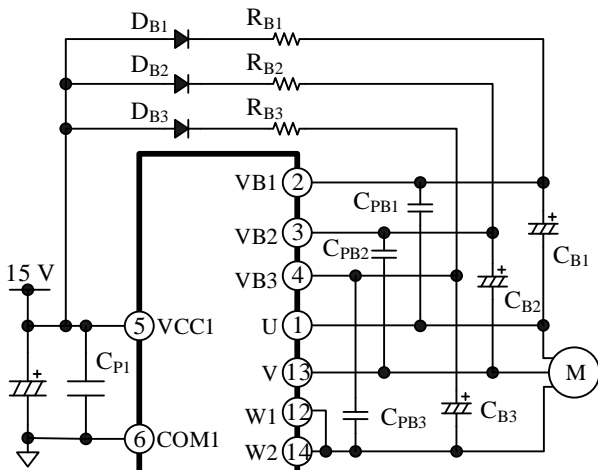


図 11-2 ブートストラップ回路

図 11-3 に IC 内部のレベルシフト部の回路を示します。ハイサイドの出力信号 HOx は $HINx$ 端子の入力信号に応じて生成されます。 $HINx$ 端子の信号のアップエッジからセット信号、ダウンエッジからリセット信号が生成され、それぞれレベルシフト回路でハイサイドに伝達されます。それぞれの信号が RS フリップフロップ回路に入力され、Q (HOx) が出力されます。

図 11-4 のようにノイズなどの影響で VBx 端子と出力端子 (U、V、W1) 間 (以下、 $VBx-HSx$ 間とする) の電圧が急変し、セット信号伝達後に、リセット信号だけがハイサイドに伝達されない場合、ハイサイドの出力素子はオン固定になります。次の $LINx$ 信号でローサイドの出力素子がオンすると同時にオン状態となり、IC が破壊する可能性があります。そこで、 VBx 端子がノイズの影響を受け

ないように、 C_{Bx} は必ず IC の近くに配置し、できるだけ短いパターンで $VBx-HSx$ 間に接続します。電解コンデンサを使用する場合は、バイパスコンデンサ C_{PBx} ($0.01 \mu F \sim 0.1 \mu F$) を並列に挿入し、各端子にできるだけ短いパターンで接続します。

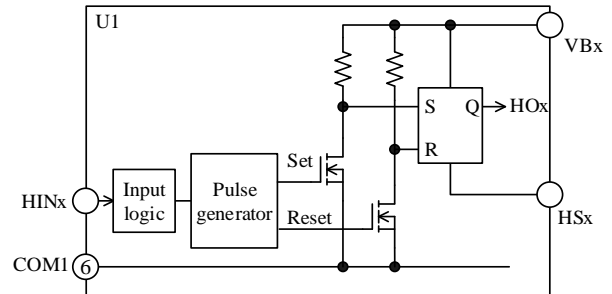


図 11-3 レベルシフト部回路図

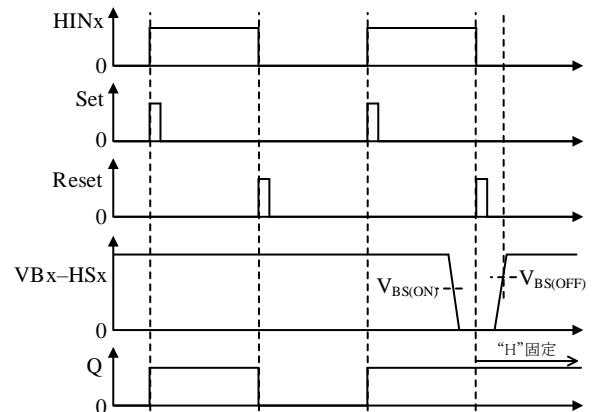


図 11-4 VBx 端子と出力端子間の電圧低下による誤動作波形

11.2.5 VCC1、VCC2 端子

$VCC1$ 、 $VCC2$ 端子は IC の制御回路電源入力端子です。 $VCC1$ 、 $VCC2$ 端子は IC 内部では接続していないので、基板のパターンで接続します。電源リップルなどによる誤動作を防止するため、各端子にできるだけ短いパターンでコンデンサ C_{Px} ($0.01 \mu F \sim 0.1 \mu F$) を接続します。また、サージ電圧による破壊を防止するため $VCCx$ 端子と $COMx$ 端子間にツェナーダイオード DZ ($18 V \sim 20 V$) を接続します。 $VCCx$ 端子と $COMx$ 端子間に印加する電圧は、推奨制御電源電圧 V_{CC} (2項 推奨動作条件参照) を満たすように設定します。

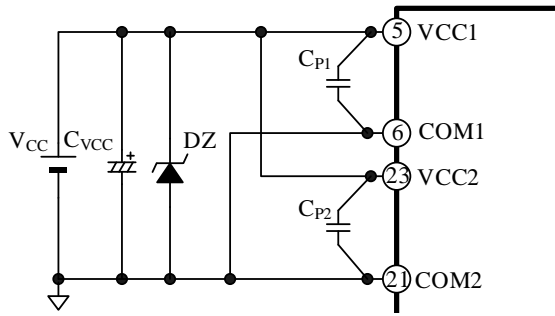


図 11-5 VCCx 端子周辺回路

11.2.6 COM1、COM2 端子

COM1、COM2 端子は、IC の制御グランド端子です。COM1、COM2 端子は IC 内部では接続していないので、基板のパターンで接続します。制御グランドの電位が変動すると IC の誤動作の原因となるため、制御グランドの配線はパワーグランドと分けて、シャント抵抗 R_{Sx} のできるだけ近くに 1 点で、かつできるだけ短く接続します（図 11-6 参照）。

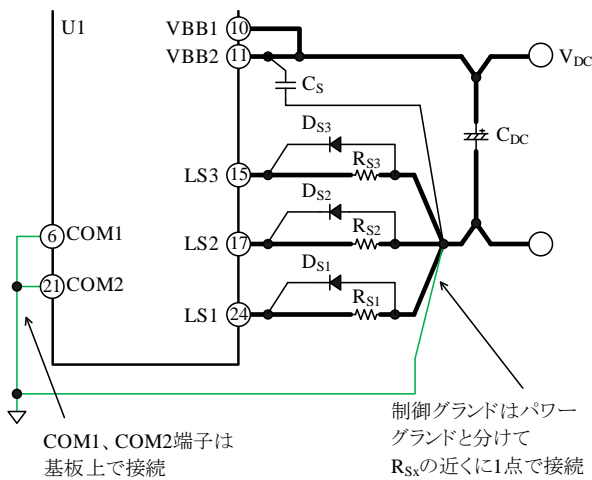


図 11-6 制御グランドの配線

11.2.7 HIN1、HIN2、HIN3 端子 LIN1、LIN2、LIN3 端子

モータ制御用の各相入力端子です。HIN_x 端子はハイサイドの制御信号入力、LIN_x 端子はローサイドの制御信号入力です。HIN_x 端子と LIN_x 端子は、図 11-7 に示すように 20 kΩ のプルダウン抵抗を内蔵し、CMOS シュミットトリガ回路で構成しています。入力論理はアクティブハイです。

各相の HIN_x 端子と COM_x 端子間、LIN_x 端子と COM_x 端子間に印加する信号は表 11-1 の範囲に設

定します。本 IC にはデッドタイム生成回路はありません。HIN_x と LIN_x の入力信号は、必ずデッドタイムの設定が必要です。

周波数が高くなるとスイッチング損失が増加するため、動作時のケース温度およびジャンクション温度が、1 項 絶対最大定格の値に対し十分に余裕のある値になるよう、周波数を設定する必要があります。

表 11-1 HIN_x、LIN_x 端子入力信号

項目	“H”レベル信号	“L”レベル信号
入力電圧	$3\text{ V} < V_{IN} < 5.5\text{ V}$	$0\text{ V} < V_{IN} < 0.5\text{ V}$
入力パルス幅	$\geq 0.5\text{ }\mu\text{s}$	$\geq 0.5\text{ }\mu\text{s}$
キャリア周波数	$\leq 20\text{ kHz}$	
デッドタイム	$\geq 1.0\text{ }\mu\text{s}$	

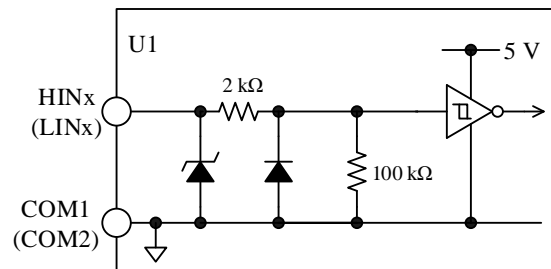


図 11-7 HIN_x 端子、LIN_x 端子の内部回路図

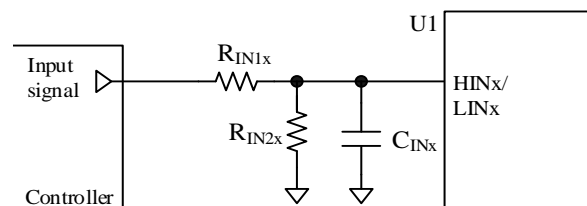


図 11-8 HIN_x 端子、LIN_x 端子のフィルタ回路

マイコンからの入力信号が不定になると、IC が誤動作する可能性があるため、マイコンの出力はハイインピーダンスにならないように設定してください。また、マイコンから HIN_x、LIN_x 端子までの配線が長くノイズの影響を受けやすい場合は、図 11-8 のように入力フィルタやプルダウン抵抗を HIN_x、LIN_x 端子の近くに追加します。

フィルタの定数の目安は以下のとおりです。

R_{IN1x} : 33 Ω ~ 100 Ω

R_{IN2x} : 1 kΩ ~ 10 kΩ

C_{INx} : 100 pF ~ 1000 pF

R_{IN1x} 、 R_{IN2x} を接続すると、 $HINx$ 、 $LINx$ 端子の入力電圧がマイコンの出力電圧より少し低くなるため注意が必要です。

11.2.8 VREG 端子

7.5 V レギュレータ出力です。ホール IC などの外部ロジック IC の電源に使用できます。最大出力電流は 35 mA です。VREG 端子の出力を安定させるため、0.1 μ F 程度のコンデンサ C_{PR} を接続します。

11.2.9 FO 端子

FO 端子は、エラー出力および、シャットダウン信号の入力端子です。エラー出力機能の詳細は 11.3 項、シャットダウン機能の詳細は 11.4 項を参照してください。

図 11-9 に FO 端子の周辺回路と内部回路を示します。FO 端子はオープンコレクタになっているため、プルアップ抵抗 R_{FO} で 3.0 V~5.5 V の外部電源に接続します。 R_{FO} は、3.3 k Ω ~10 k Ω を推奨します。また、ノイズ除去用コンデンサ C_{FO} は、IC のできるだけ近くに配置し、FO 端子と COMx 端子の間に最短で接続します。 C_{FO} の容量は 0.001 μ F~0.01 μ F の範囲で設定します。

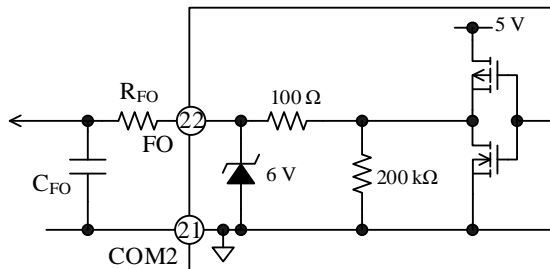


図 11-9 FO 端子の周辺回路と内部回路

11.3 エラー出力

FO 端子は、定常動作時は“L”状態で、エラー出力時は“H”になります。

FO 端子は、VCC2 端子電源電圧低下保護機能 (UVLO_VCC2) と過熱検知機能 (TD : Thermal Detection) が動作したときに“H”になります。FO 端子のエラー信号をマイコンの割り込みポート (INT) に入力し、IC への入力信号を停止するなどの処理をします。

11.4 シャットダウン信号入力

FO 端子には、シャットダウン信号を入力できます。FO 端子を“H”にすると、ローサイドの出力素子をすべてオフします。

入力するシャットダウン信号の電圧とパルス幅は、表 11-2 の範囲に設定します。

表 11-2 シャットダウン信号

項目	“H”レベル信号	“L”レベル信号
入力電圧	$3\text{ V} < V_{IN} < 5.5\text{ V}$	$0\text{ V} < V_{IN} < 0.5\text{ V}$
入力パルス幅	—	$\geq 6\text{ }\mu\text{s}$

11.5 保護機能

本 IC は VBx 端子、VCC1 端子、VCC2 端子の電源電圧低下保護機能 (UVLO : Undervoltage Lockout) と、過熱検知機能 (TD : Thermal Detection) を搭載しています。

以降の説明で使用する HOx はハイサイド出力素子のゲート入力、 LOx はローサイド出力素子のゲート入力です。 VBx - HSx は VBx 端子と出力端子間 (U、V、W1) の電圧です。

11.5.1 電源電圧低下保護機能 (UVLO)

出力素子のゲート駆動電圧が低下すると、出力素子の定常損失が増加して熱破壊する場合があります。これを防止するために、電源電圧低下保護機能 (UVLO) を搭載しています。UVLO は VBx 端子、VCC1 端子、VCC2 端子に搭載しています。

11.5.1.1. VBx 端子 (UVLO_VB)

図 11-10 に VBx 端子の電源電圧低下保護機能 (UVLO_VB) 動作時の波形を示します。

VBx - HSx 間電圧がハイサイド制御動作停止電圧 $V_{BS(OFF)} = 10.0\text{ V}$ 以下になると UVLO_VB が動作し、 HOx を“L”にします。 VBx - HSx 間電圧が上昇し、ハイサイド制御動作開始電圧 $V_{BS(ON)} = 10.5\text{ V}$ 以上になると、UVLO_VB を解除し最初の入力パルス (アップエッジ) を検出して HOx を“H”にします。UVLO_VB 動作期間は、エラー信号が FO 端子から出力されません。ノイズなどによる誤動作を防止するため、 VBx 端子にはフィルタ回路を搭載しています。

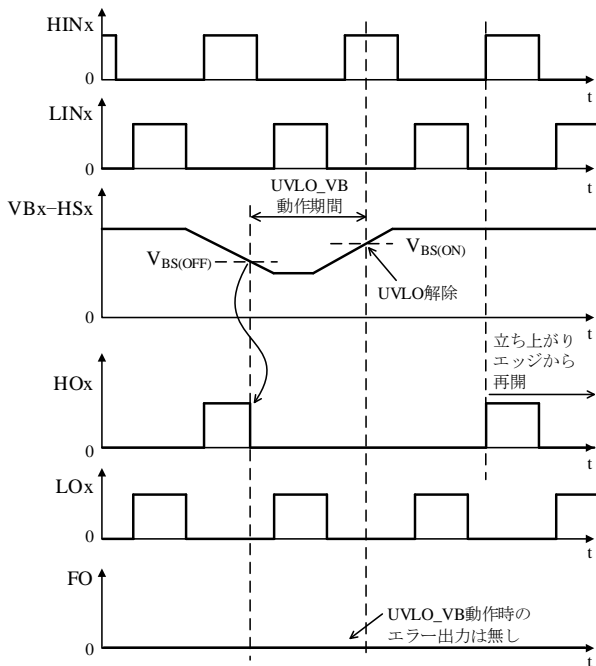


図 11-10 UVLO_VB 動作波形

を搭載しています。

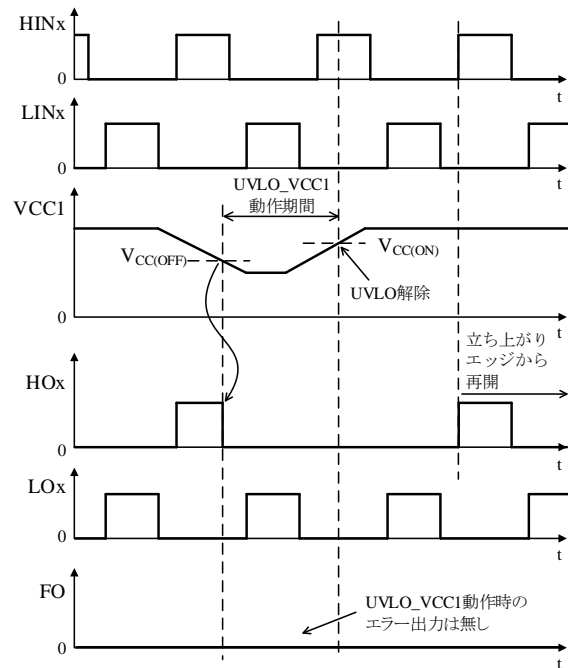


図 11-11 UVLO_VCC1 動作波形

11.5.1.2. VCC1 端子 (UVLO_VCC1)

図 11-11 に VCC1 端子の電源電圧低下保護機能 (UVLO_VCC1) 動作時の波形を示します。

VCC1 端子の電圧がローサイド制御動作停止電圧 $V_{CC(OFF)} = 11.0 \text{ V}$ 以下になると UVLO_VCC1 が動作し、HOx を“L”にします。VCC1 端子の電圧が上昇し、ローサイド制御動作開始電圧 $V_{CC(ON)} = 11.5 \text{ V}$ 以上になると、UVLO_VCC1 を解除し最初の入力パルス (アップエッジ) を検出して HOx を“H”にします。ノイズなどによる誤動作を防止するため、VCC1 端子にはフィルタ回路を搭載しています。

11.5.1.3. VCC2 端子 (UVLO_VCC2)

図 11-12 に VCC2 端子の電源電圧低下保護機能 (UVLO_VCC2) 動作時の波形を示します。

VCC2 端子の電圧がローサイド制御動作停止電圧 $V_{CC(OFF)} = 11.0 \text{ V}$ 以下になると UVLO_VCC2 が動作し、LOx を“L”にします。VCC2 端子の電圧が上昇し、ローサイド制御動作開始電圧 $V_{CC(ON)} = 11.5 \text{ V}$ 以上になると、UVLO_VCC2 を解除します。UVLO_VCC2 が解除されると、LOx は LINx の入力信号に従って出力されます。UVLO_VCC2 動作期間は FO 端子出力が“H”になり、エラー信号を出力します。ノイズなどによる誤動作を防止するため、VCC2 端子にはフィルタ回路

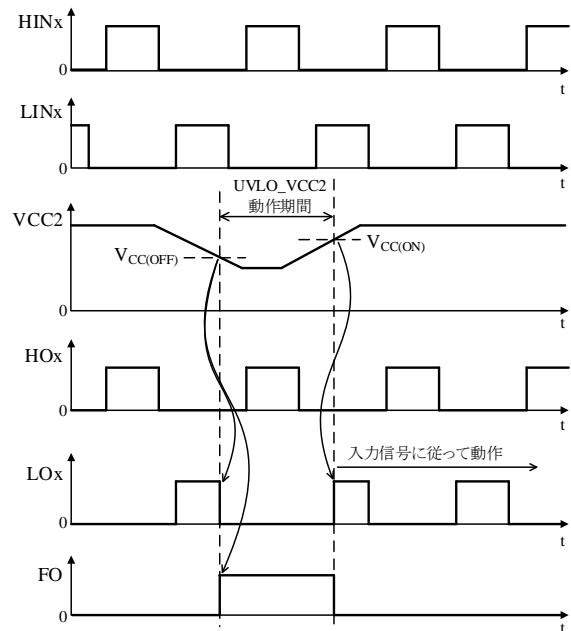


図 11-12 UVLO_VCC2 動作波形

11.5.2 過熱検知機能 (TD)

本 IC は過熱検知機能 (TD : Thermal Detection) を搭載しており、図 11-13 のように、過負荷による消費電力の増加や IC 周囲温度の上昇などで IC が過熱状態になると、FO 端子を“H”にします。

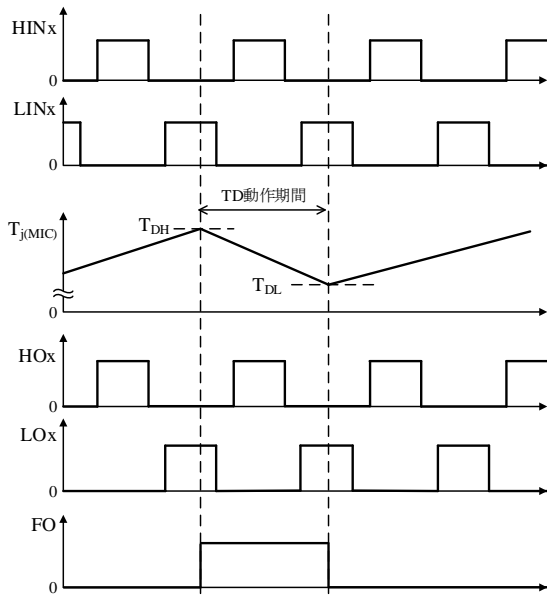


図 11-13 TD 動作波形

温度は制御 IC 内の TD 回路で検出しています (6 項ブロックダイアグラム参照)。制御部の温度が過熱検知動作温度 $T_{DH} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (typ.) を超えると FO 端子を“H”にします。その後、制御部の温度が過熱検知動作解除温度 $T_{DL} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ (typ.) 以下になると FO 端子を“L”にします。TD 解除後は入力信号に従って動作します。

出力素子のジャンクション温度と検出温度は一致しないため、出力素子の過熱破壊防止用として TD 機能を使用しないでください。

12. 設計上の注意点

12.1 パターンレイアウト

図 12-1 のようにモータドライバは、高周波かつ高電圧の電流経路が存在し、基板のパターンや部品の実装条件が、動作、ノイズ、損失などに大きく影響します。

そのため、高周波電流ループは極力小さく、パターンを太くして、ラインインピーダンスを低くする必要があります。また、グランドラインは輻射ノイズに大きな影響を与えるため、極力太く、短く配線します。

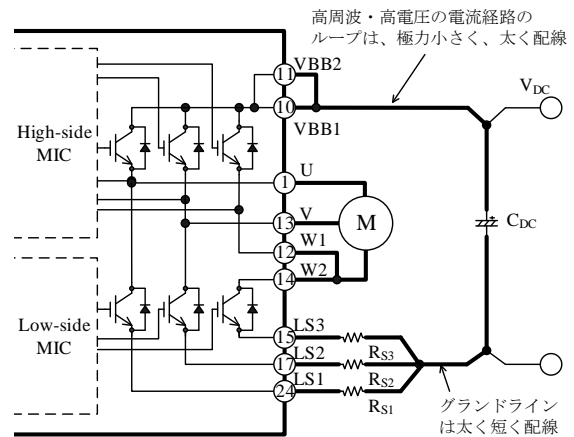


図 12-1 高周波かつ高電圧の電流経路

12.2 放熱器を取り付ける際の注意

放熱器を取り付ける際には以下の注意が必要です。

- M2.5 ネジの使用を推奨します。トルクドライバを使用し、締付けトルクの最大値の 30% を目安に 2 か所のネジを仮締めしてから、4 項 機械的特性の締付けトルクの範囲で固定してください。
- 放熱器を取り付ける場合はシリコングリースの使用を推奨します。放熱シート、絶縁シートは締付け時にしわが発生し、パッケージが割れる原因になるため、これらを使用する際には、十分な検討が必要です。
- シリコングリースを塗布する際は、放熱器と IC の間に異物がないことを確認してください。また、製品の端子に極力付着しないように注意が必要です。

12.3 IC の特性を測定する際の注意

IC 単体で内部の出力素子の耐圧やリーク電流を測定する場合、各出力素子のゲートとソースは同電位である必要があります。また、各出力素子は、以下のように接続されているため、注意が必要です。

- すべてのハイサイド出力素子のドレインは IC 内部で VBBx 端子に接続
- U 相のハイサイド出力素子のソースとローサイド出力素子のドレインは、IC 内部で U 端子に接続 (W 相のハイサイドとローサイドの出力素子は、IC 内部で接続されていません。)

また、ハイサイド出力素子のゲートは出力端子 (U、V、W1)、ローサイド出力素子のゲートは COM2 端子にプルダウンされています。

耐圧やリーク電流を測定する際、出力端子や LSx 端子、COMx 端子を適切に処理しないと、出力素子を破壊する可能性があるため、注意が必要です。

例として、図 12-2 に U 相ハイサイド出力素子 (Q_{1H})、図 12-3 に U 相ローサイド出力素子 (Q_{1L}) の耐圧測定回路を示します。記載のない端子はすべてオープンです。

ハイサイドの出力素子を測定する場合は、測定する端子以外はすべてオープンにします。ローサイドの出力素子を測定する場合は、測定する LSx 端子だけを COM2 端子に接続し、それ以外はオープンにします。

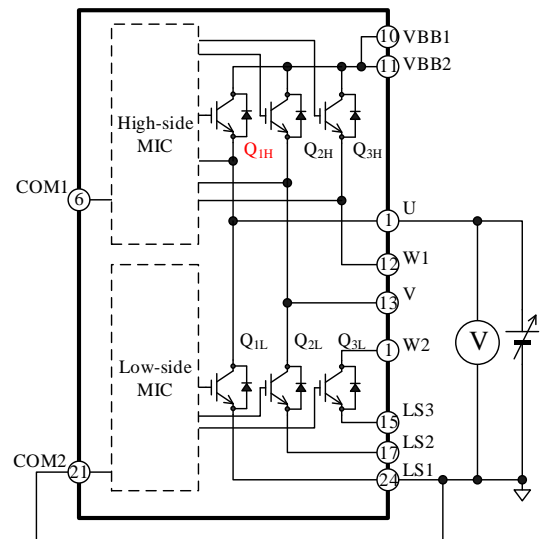


図 12-3 U 相ローサイド出力素子 (Q_{1L}) 耐圧測定回路

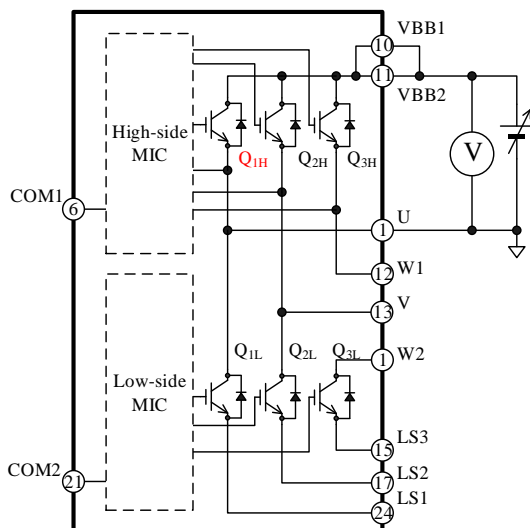


図 12-2 U 相ハイサイド出力素子 (Q_{1H}) 耐圧測定回路

13. 損失の計算とジャンクション温度の推定

正弦波駆動、3相変調方式において、出力素子の損失とジャンクション温度（全素子動作時）の推定方法を以下に示します。

なお、損失とジャンクション温度は、弊社 HP に掲載している計算ツールを用いて簡単に計算できます。

- DT0107 SLA6846MH 損失計算ツール
https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/calc-tool/igbtall_caltool2_jp.html

出力素子の損失は、IGBT の定常損失 P_{ON} 、IGBT のスイッチング損失 P_{SW} 、フリーホイールダイオードの定常損失 P_F の合計です。これらの損失 (P_{ON} 、 P_{SW} 、 P_F) と、IGBT およびフリーホイールダイオードのジャンクション温度（全素子動作時）は、以下の手順で算出します。

13.1 IGBT の定常損失 P_{ON}

定常損失 P_{ON} は、14.3.1 項の $V_{CE(SAT)} - I_C$ 特性より、図 13-1 のように I_C の使用範囲における 1 次近似式 ($V_{CE(SAT)} = \alpha \times I_C + \beta$) を算出します。IGBT の定常損失 P_{ON} は、この 1 次近似式の係数を用いて、次式で計算できます。

$$P_{ON} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{CE(SAT)}(\varphi) \times I_C(\varphi) \times DT \times d\varphi$$

$$= \frac{1}{2} \alpha \left(\frac{1}{2} + \frac{4}{3\pi} M \times \cos\theta \right) I_M^2 + \frac{\sqrt{2}}{\pi} \beta \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8} M \times \cos\theta \right) I_M \quad (3)$$

ここで、
 $V_{CE(SAT)}$: IGBT のコレクタ-エミッタ間飽和電圧 (V)
 I_C : IGBT のコレクタ電流 (A)
 DT : オンデューティ

$$DT = \frac{1 + M \times \sin(\varphi + \theta)}{2}$$

M : 変調率 (0~1)
 $\cos\theta$: モータ力率 (0~1)
 I_M : モータ電流実効値 (A)
 α : $V_{CE(SAT)} - I_C$ 特性の 1 次近似式の傾き

β : $V_{CE(SAT)} - I_C$ 特性の 1 次近似式の切片

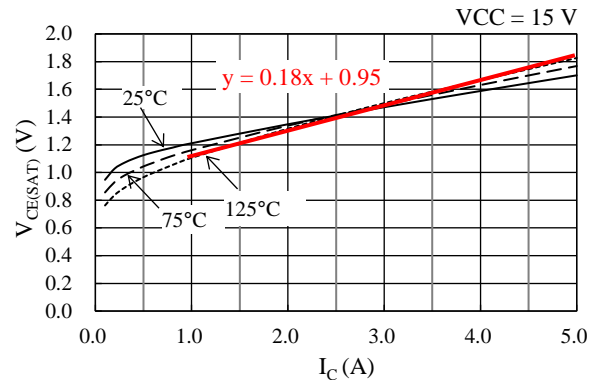


図 13-1 $V_{CE(SAT)} - I_C$ 特性の 1 次近似式

13.2 IGBT のスイッチング損失 P_{SW}

モータの実効電流が I_M のときの IGBT のスイッチング損失 P_{SW} は、次式で算出できます。

$$P_{SW} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \times f_C \times \alpha_E \times I_M \times \frac{V_{DC}}{300} \quad (4)$$

ここで、
 f_C : PWM キャリア周波数 (Hz)
 V_{DC} : 主電源電圧 (V) (VBBx 端子入力電圧)
 α_E : スwitchング損失グラフの傾き (14.3.2 項参照)

13.3 IGBT のジャンクション温度の推定

全素子動作時の IGBT のジャンクション温度 T_J は次式で推定できます。

$$T_J = R_{(J-C)Q} \times \{(P_{ON} + P_{SW}) \times 6\} + T_C \quad (5)$$

ここで、
 $R_{(J-C)Q}$: 全素子動作時の IGBT のジャンクション-ケース間熱抵抗 ($^{\circ}C/W$)
 T_C : ケース温度 ($^{\circ}C$) (測定位置は図 3-1 参照)

13.3.1 フリーホイールダイオードの定常損失 P_F

フリーホイールダイオードの定常損失 P_F は、14.3.1 項の V_F の I_F 特性より、図 13-2 のように I_F の使用範囲における 1 次近似式 ($V_F = \alpha \times I_F + \beta$) を算出します。

フリーホイールダイオードの定常損失 P_F は、この 1 次近似式の係数を用いて、次式で計算できます。

$$P_F = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_F(\varphi) \times I_F(\varphi) \times (1 - DT) \times d\varphi$$

$$= \frac{1}{2} \alpha \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{3\pi} M \times \cos \theta \right) I_M^2 + \frac{\sqrt{2}}{\pi} \beta \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8} M \times \cos \theta \right) I_M \quad (6)$$

ここで、

V_F : フリーホイールダイオードの順電圧 (V)

I_F : フリーホイールダイオードの順電流 (A)

DT : オンデューティ

$$DT = \frac{1 + M \times \sin(\varphi + \theta)}{2}$$

M : 変調率 (0~1)

$\cos \theta$: モータ力率 (0~1)

I_M : モータ電流実効値 (A)

α : V_F - I_F 特性の 1 次近似式の傾き

β : V_F - I_F 特性の 1 次近似式の切片

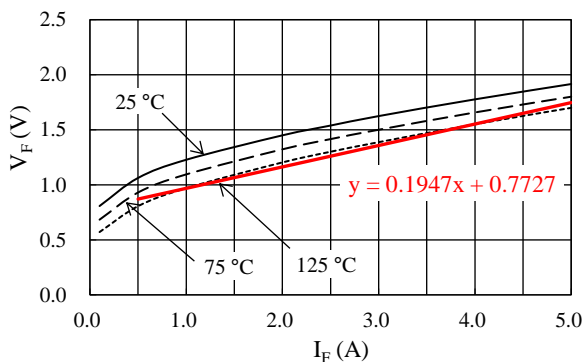


図 13-2 V_F - I_F 特性の 1 次近似式

13.3.2 フリーホイールダイオードのジャンクション温度の推定

全素子動作時のフリーホイールダイオードのジャンクション温度 T_J は次式で推定できます。

$$T_J = R_{(J-C)F} \times (P_F \times 6) + T_C \quad (7)$$

ここで、

$R_{(J-C)F}$: 全素子動作時のフリーホイールダイオードのジャンクション-ケース間熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

T_C : ケース温度 ($^{\circ}\text{C}$) (測定位置は図 3-1 参照)

14. 代表特性グラフ

14.1 過渡熱抵抗特性グラフ

以下に、定常熱抵抗を 1 とした場合の過渡熱抵抗（過渡熱抵抗比率）を示します。

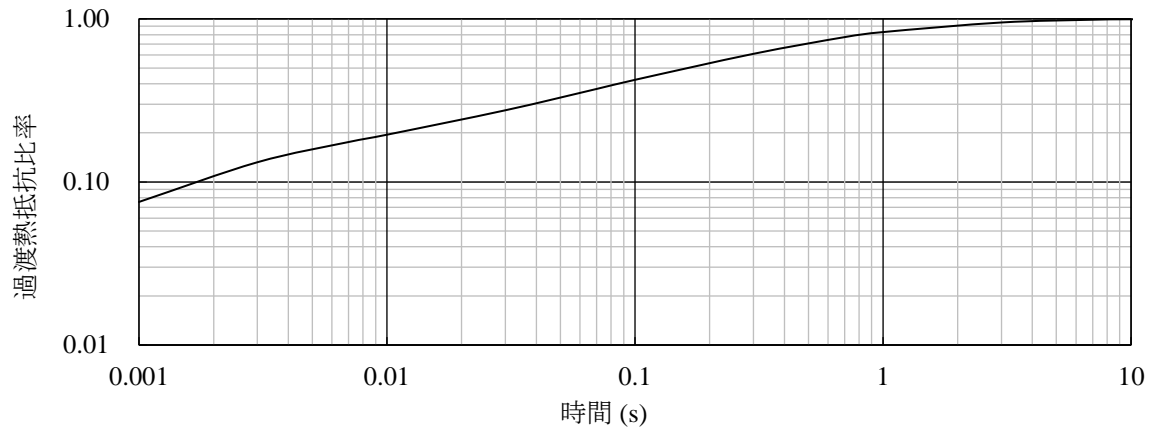


図 14-1 SLA6846MH 過渡熱抵抗比率

14.2 制御部代表特性

図 14-2～図 14-22 に制御部の各種依存性および温度特性を示します。 T_J は制御部のジャンクション温度です。

表 14-1 制御部代表特性一覧

図番号	表題
図 14-2	制御電源電流 I_{CC} 温度特性 ($HIN_x = 0 V$ 、 $LIN_x = 0 V$)
図 14-3	V_{CCx} 端子電圧 V_{CC} - 制御電源電流 I_{CC} 特性
図 14-4	制御電源電流 (1 相) I_{BS} 温度特性 ($HIN_x = 0 V$)
図 14-5	制御電源電流 (1 相) I_{BS} 温度特性 ($HIN_x = 5 V$)
図 14-6	V_{Bx} 端子電圧 V_B - 制御電源電流 I_{BS} 特性 ($HIN_x = 0 V$)
図 14-7	ハイサイド制御動作開始電圧 $V_{BS(ON)}$ 温度特性
図 14-8	ハイサイド制御動作停止電圧 $V_{BS(OFF)}$ 温度特性
図 14-9	ローサイド制御動作開始電圧 $V_{CC(ON)}$ 温度特性
図 14-10	ローサイド制御動作停止電圧 $V_{CC(OFF)}$ 温度特性
図 14-11	UVLO_VB フィルタ時間温度特性
図 14-12	UVLO_VCC1 フィルタ時間温度特性
図 14-13	UVLO_VCC2 フィルタ時間温度特性
図 14-14	ハイレベル入力しきい電圧 V_{IH} 温度特性
図 14-15	ローレベル入力しきい電圧 V_{IL} 温度特性
図 14-16	HIN_x 端子入力電流 $I_{IN(H)}$ 温度特性
図 14-17	LIN_x 端子入力電流 $I_{IN(L)}$ 温度特性
図 14-18	ハイサイド最小応答パルス幅 $t_{HIN(MIN)}$ 温度特性
図 14-19	ローサイド最小応答パルス幅 $t_{LIN(MIN)}$ 温度特性
図 14-20	FO 端子ローレベル出力電圧 V_{FOL} 温度特性
図 14-21	FO 端子ハイレベル出力電圧 V_{FOH} 温度特性
図 14-22	レギュレータ出力電圧 V_{REG} 温度特性

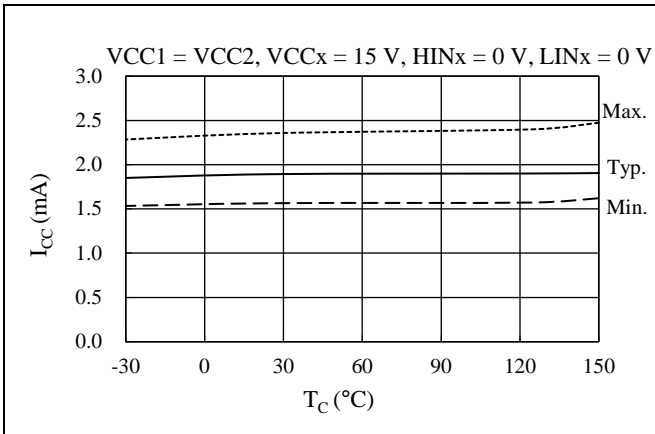


図 14-2 制御電源電流 I_{CC} 温度特性
($HINx = 0\text{ V}$ 、 $LINx = 0\text{ V}$)

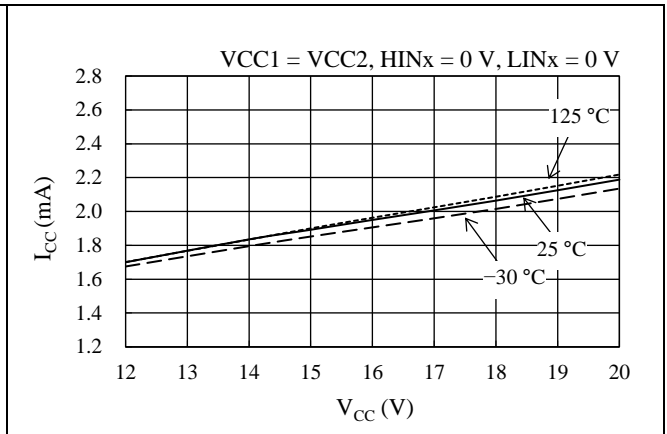


図 14-3 V_{CCx} 端子電圧 V_{CC} – 制御電源電流 I_{CC} 特性

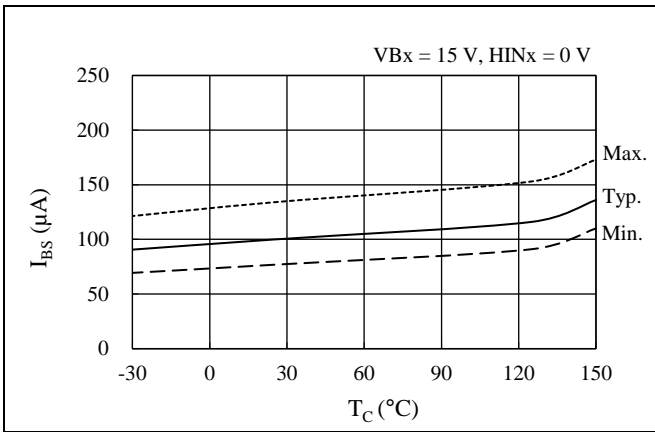


図 14-4 制御電源電流 (1 相) I_{BS} 温度特性
($HINx = 0\text{ V}$)

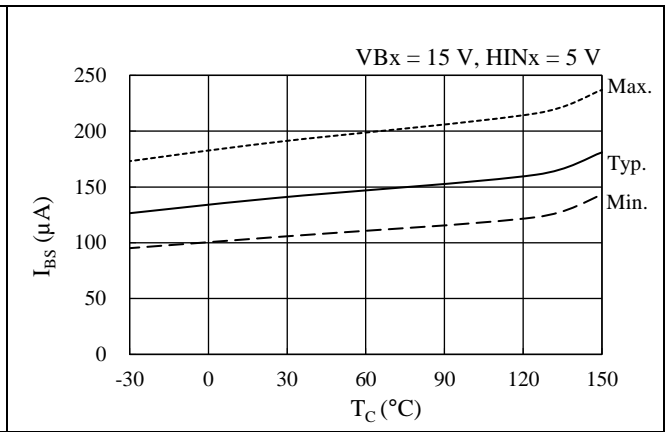


図 14-5 制御電源電流 (1 相) I_{BS} 温度特性
($HINx = 5\text{ V}$)

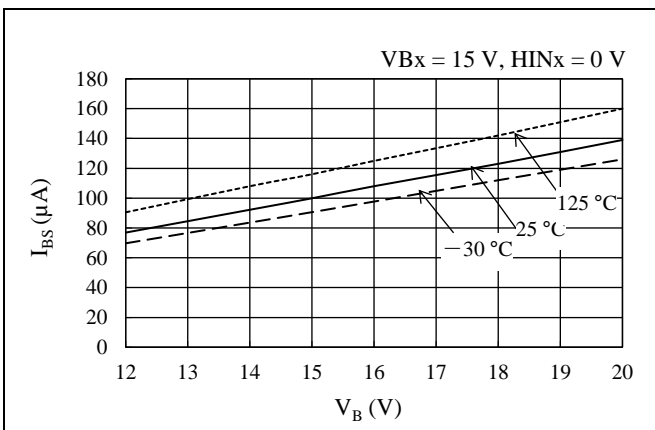


図 14-6 V_{Bx} 端子電圧 V_B – 制御電源電流 I_{BS} 特性
($HINx = 0\text{ V}$)

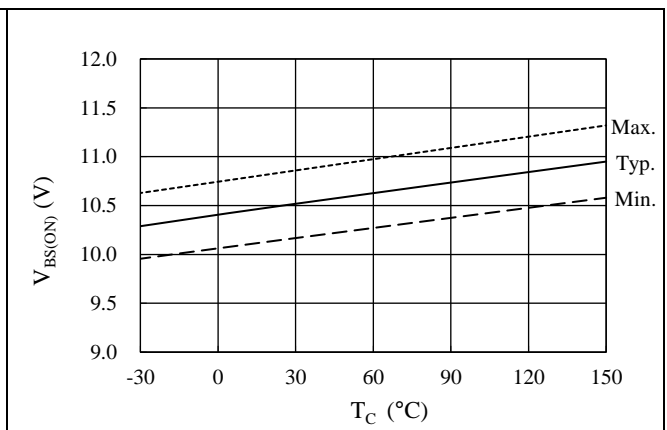


図 14-7 ハイサイド制御動作開始電圧 $V_{BS(ON)}$ 温度特性

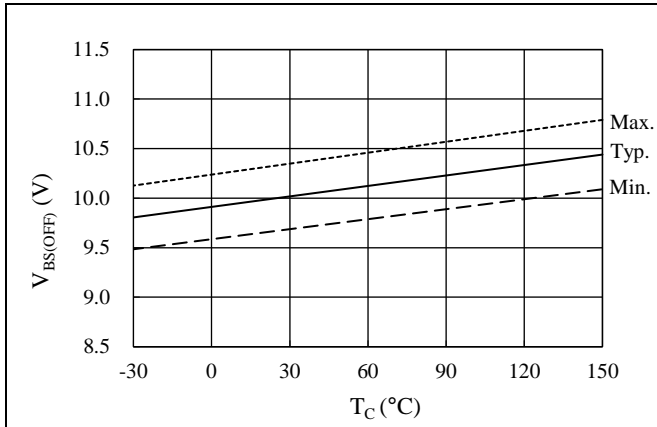


図 14-8 ハイサイド制御動作停止電圧 $V_{BS(OFF)}$ 温度特性

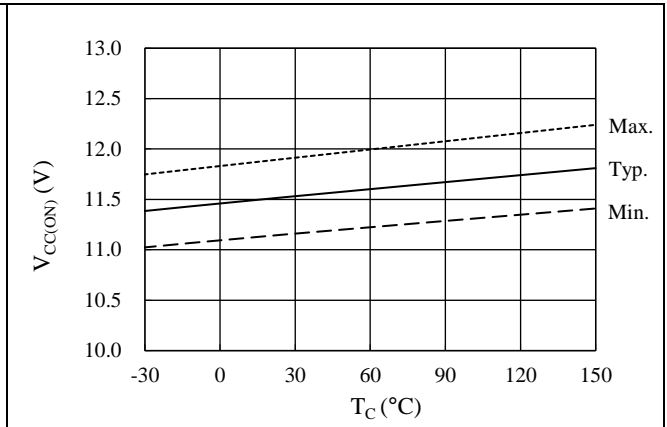


図 14-9 ローサイド制御動作開始電圧 $V_{CC(ON)}$ 温度特性

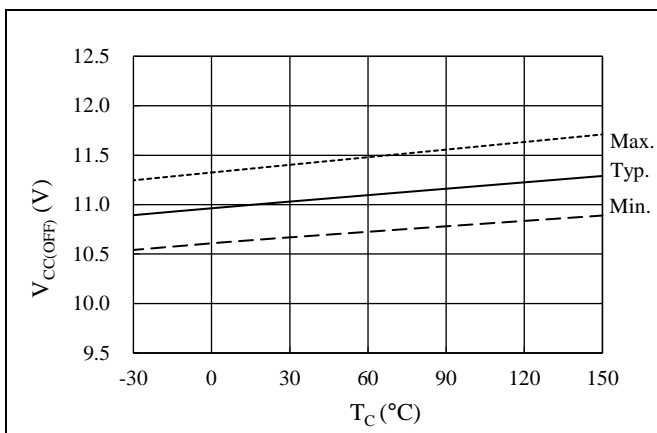


図 14-10 ローサイド制御動作停止電圧 $V_{CC(OFF)}$ 温度特性

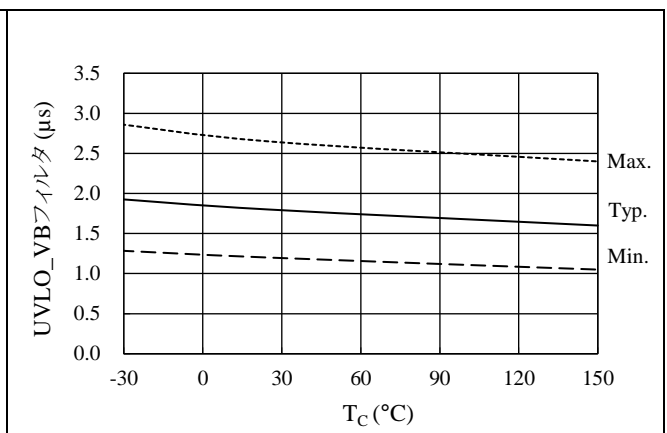


図 14-11 UVLO_VB フィルタ時間温度特性

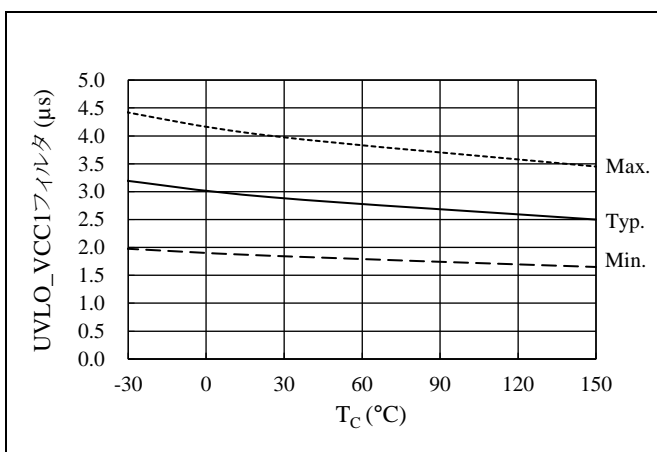


図 14-12 UVLO_VCC1 フィルタ時間温度特性

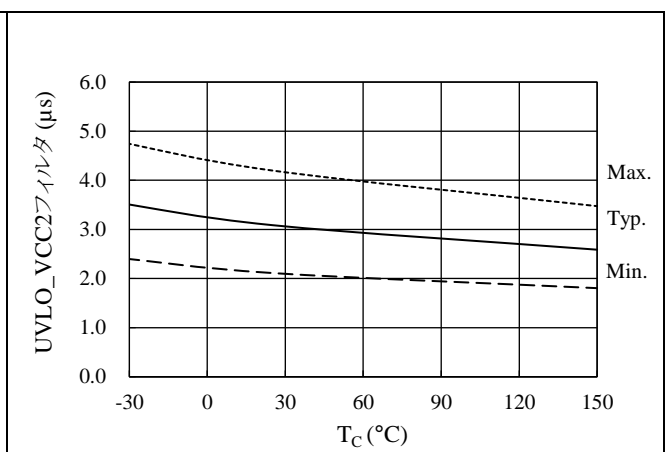


図 14-13 UVLO_VCC2 フィルタ時間温度特性

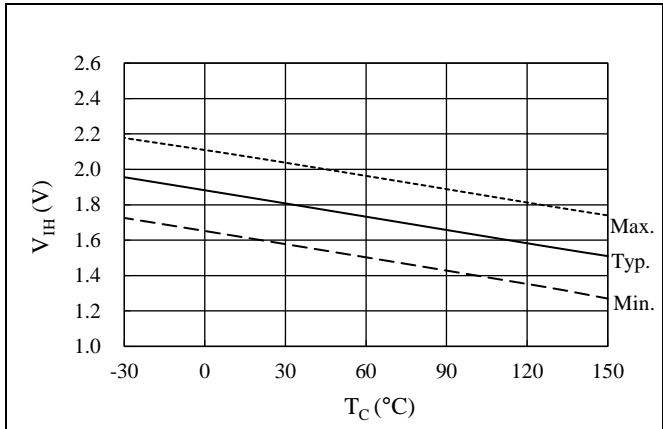


図 14-14 ハイレベル入力しきい電圧 V_{IH} 温度特性

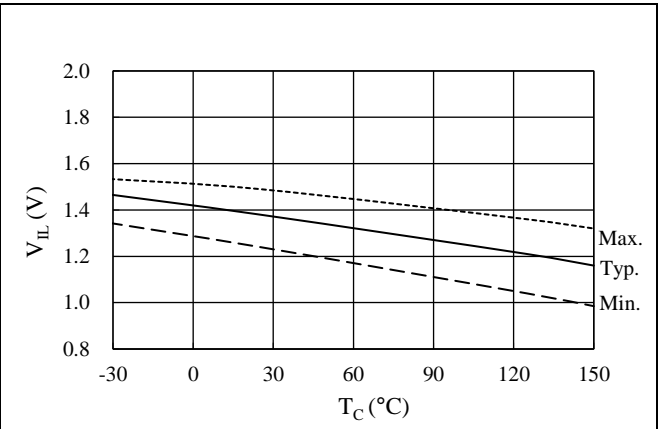


図 14-15 ローレベル入力しきい電圧 V_{IL} 温度特性

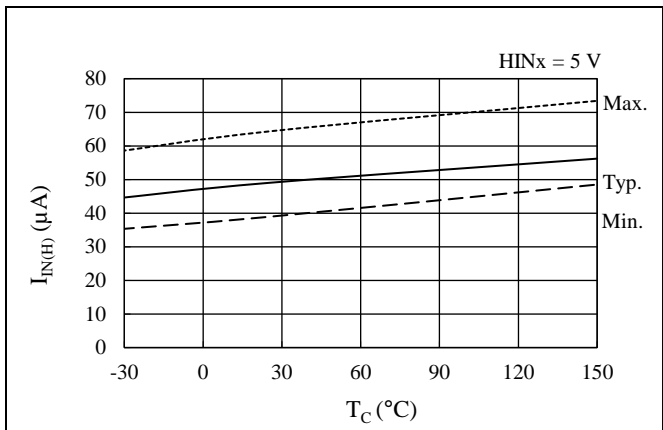


図 14-16 HINx 端子入力電流 $I_{IN(H)}$ 温度特性

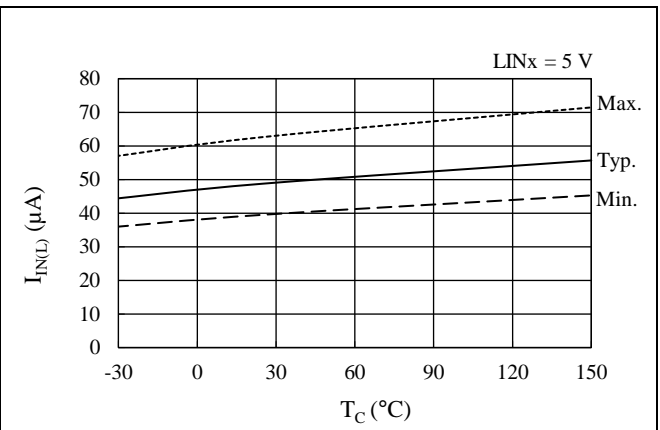


図 14-17 LINx 端子入力電流 $I_{IN(L)}$ 温度特性

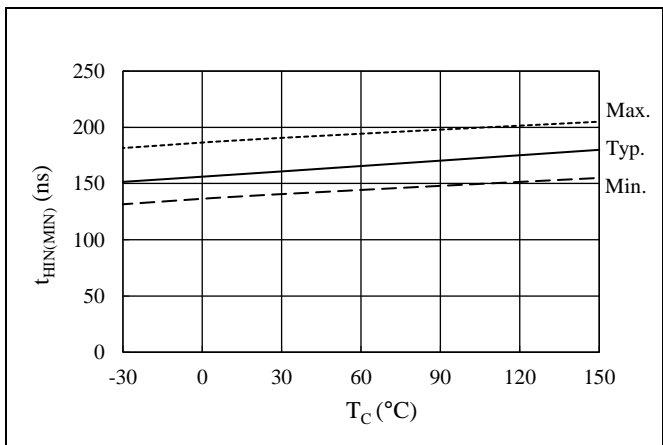


図 14-18 ハイサイド最小応答パルス幅 $t_{HI(MIN)}$ 温度特性

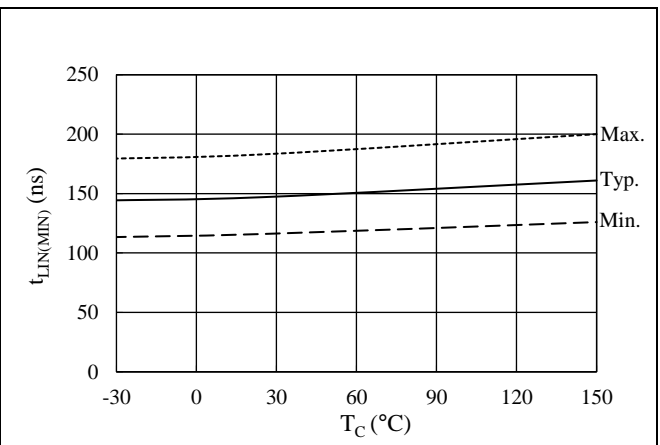


図 14-19 ローサイド最小応答パルス幅 $t_{LI(MIN)}$ 温度特性

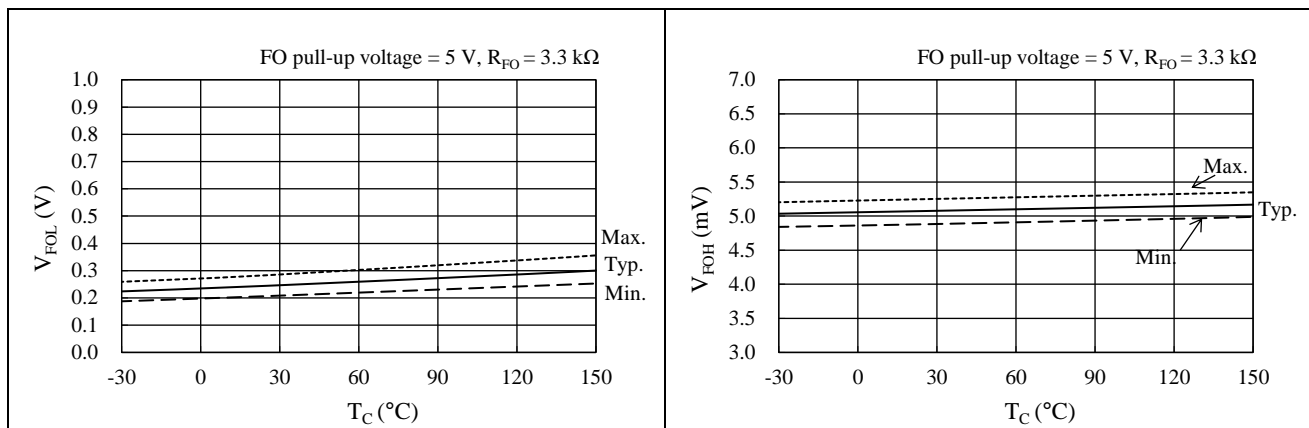


図 14-20 FO 端子ローレベル出力電圧 V_{FOL} 温度特性 図 14-21 FO 端子ハイレベル出力電圧 V_{FOH} 温度特性

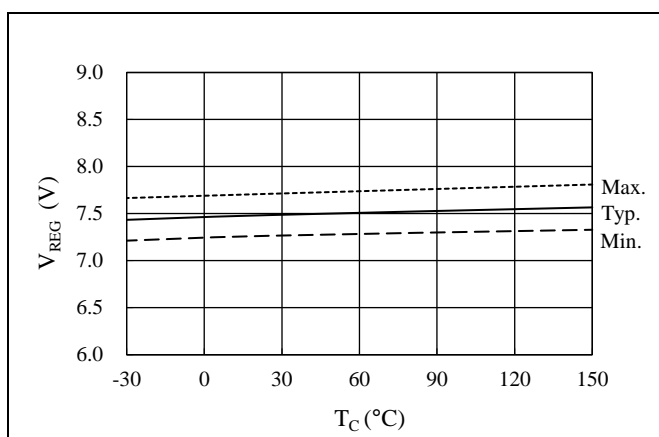


図 14-22 レギュレータ出力電圧 V_{REG} 温度特性

14.3 出力特性グラフ

14.3.1 出力素子特性グラフ

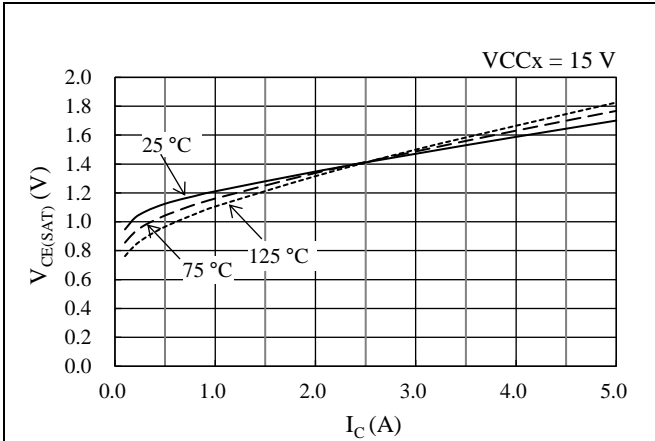


図 14-23 IGBT $V_{CE(SAT)}$ - I_C 特性

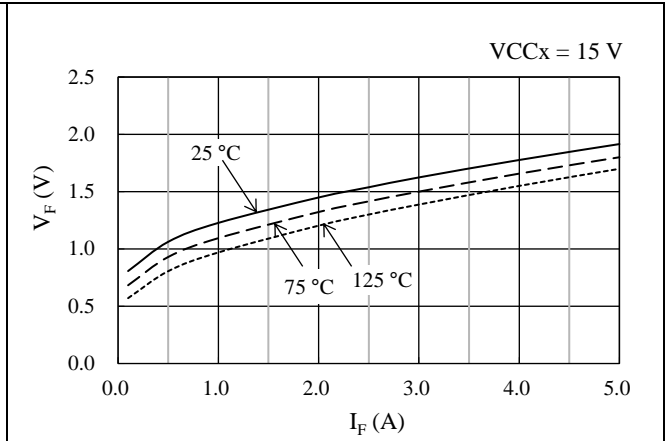


図 14-24 フリーホイールダイオード V_F - I_F 特性

14.3.2 スイッチング損失特性グラフ

V_{BBx} 端子電圧 = 300 V、L 負荷におけるハーフブリッジ動作時のスイッチング損失です。
 スイッチング損失 E は、ターンオン損失とターンオフ損失の合計です。

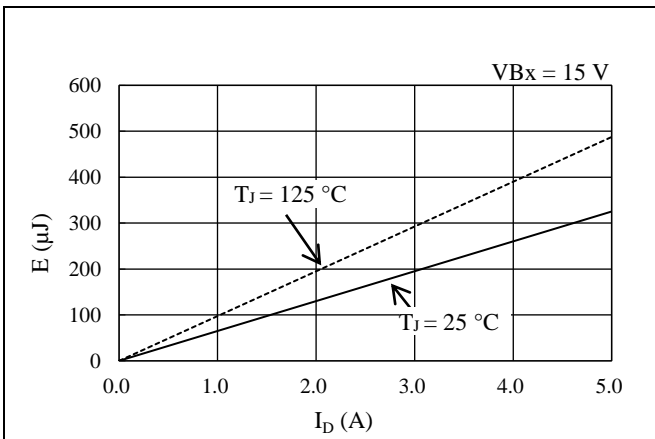


図 14-25 ハイサイドスイッチング損失特性

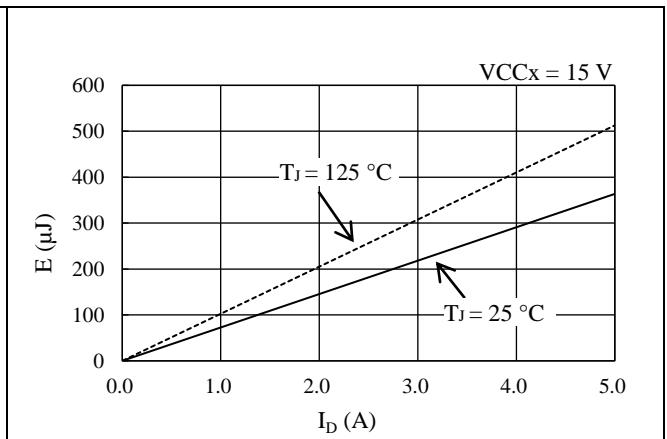


図 14-26 ローサイドスイッチング損失特性

14.4 許容実効電流特性グラフ

以下に示す許容実効電流特性は、正弦波駆動の 3 相変調方式、出力素子の $V_{CE(SAT)}$ 、およびスイッチング損失は Typ.品を想定しています。

<動作条件>

VBBx 端子入力電圧 $V_{DC} = 300$ V、VCCx 端子入力電圧 $V_{CC} = 15$ V、変調率 $M = 0.9$ 、モータ力率 $\cos\theta = 0.8$ 、ジャンクション温度 $T_J = 150$ °C

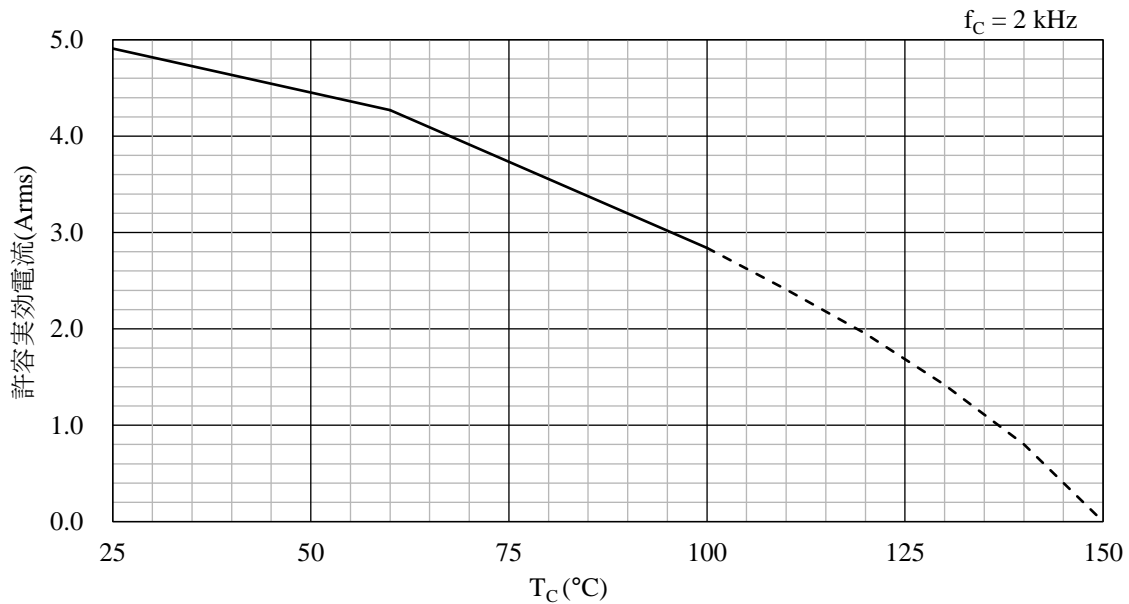


図 14-27 許容電流特性 ($f_c = 2$ kHz)

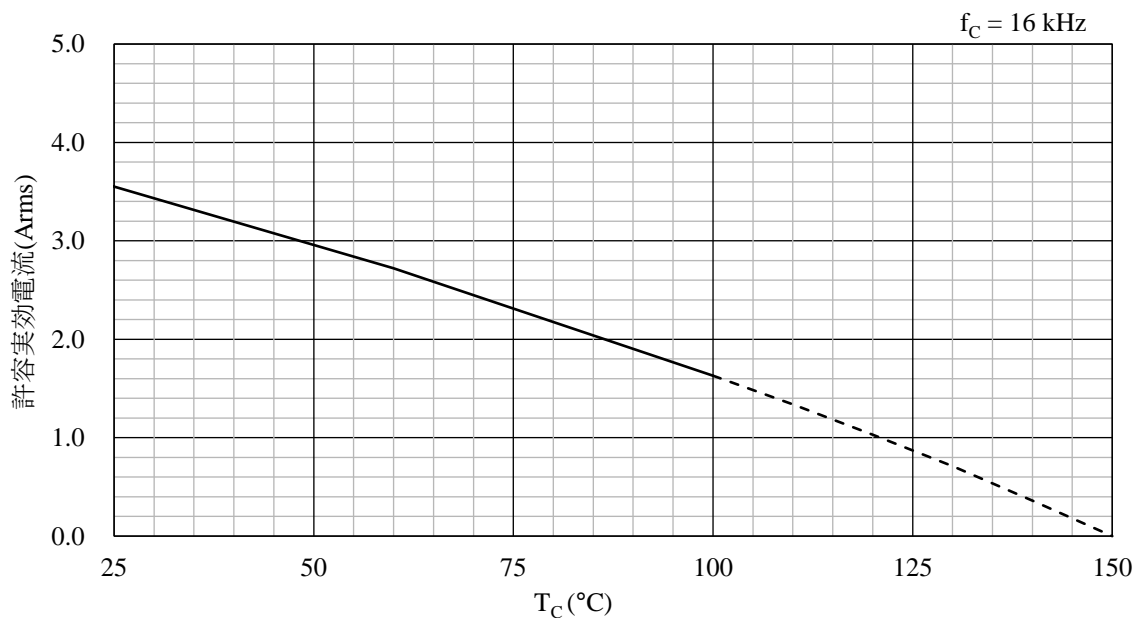


図 14-28 許容電流特性 ($f_c = 16$ kHz)

14.5 短絡 SOA

条件) $V_{DC} \leq 400\text{ V}$ 、 $13.5\text{ V} \leq V_{CC} \leq 16.5\text{ V}$ 、 $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$ 、1 パルス

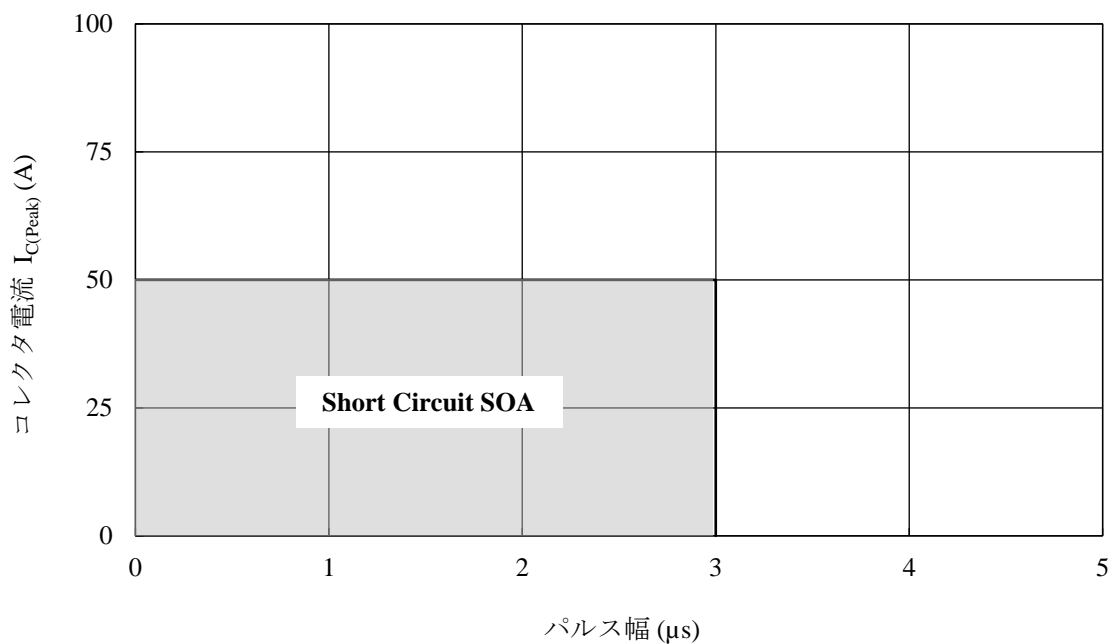


図 14-29 短絡 SOA

15. パターンレイアウト例

以下に、本 IC を使用したパターンレイアウト例と、その回路図を示します。

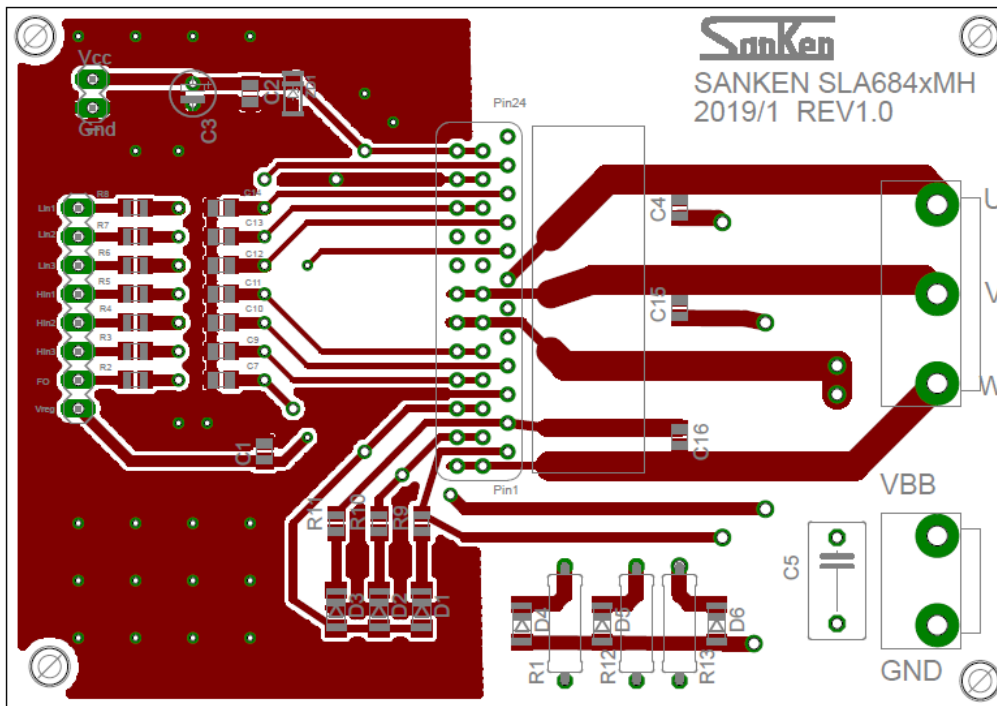


図 15-1 表面パターンレイアウト例

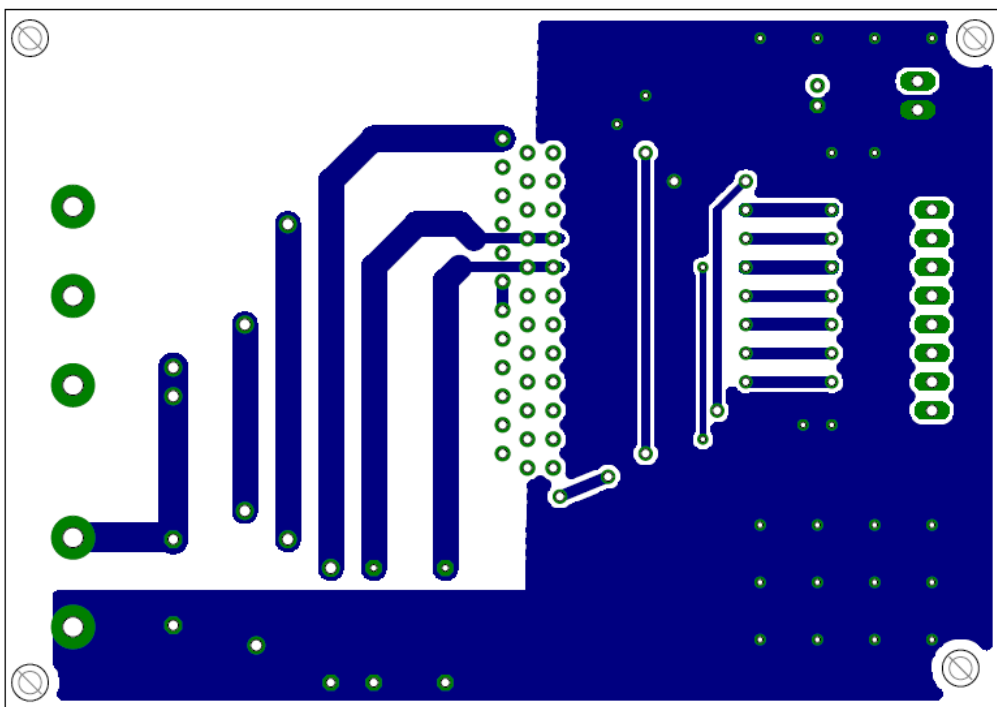


図 15-2 裏面パターンレイアウト例

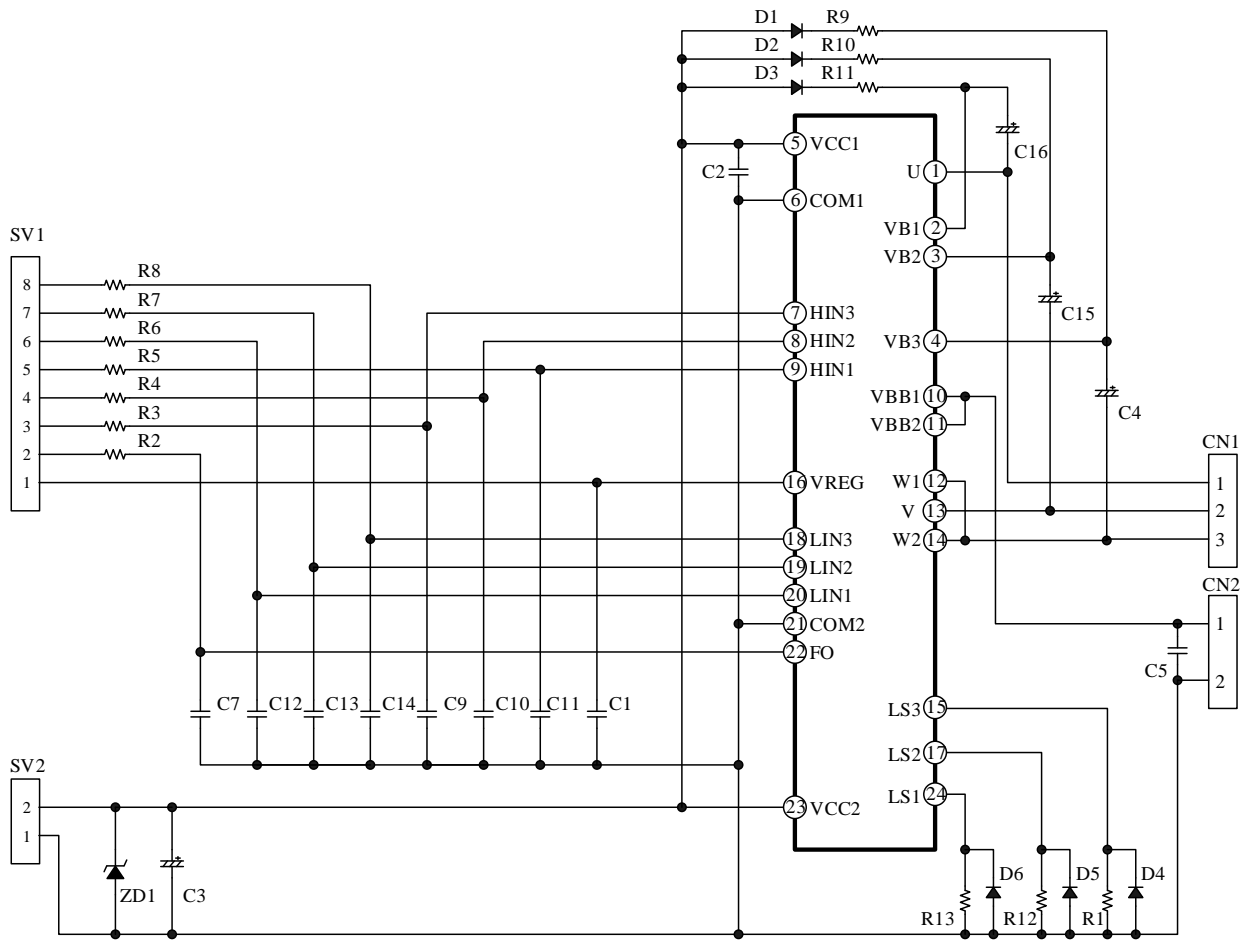


図 15-3 パターンレイアウト回路図

16. モータドライバ回路例

モータドライバの回路例として、その仕様と回路図および部品表を以下に示します。

● モータドライバ仕様

使用 IC	SLA6846MH
主電源電圧 V_{DC}	DC300 V (typ.)
定格出力電力	100 W

● 回路図

図 15-3 参照

● 部品表

記号	部品名	定格	記号	部品名	定格
C1	Ceramic	0.01 μ F, 50 V	R1 ⁽¹⁾	Metal plate	75 m Ω , 2 W
C2	Ceramic	100 pF, 50 V	R2	General	100 Ω , 1/8 W
C3	Ceramic	0.01 μ F, 50 V	R3	General	100 Ω , 1/8 W
C4	Electrolytic	47 μ F, 50 V	R4	General	100 Ω , 1/8 W
C5	Film	0.1 μ F, 400 V	R5	General	100 Ω , 1/8 W
C7	Ceramic	100 pF, 50 V	R6	General	100 Ω , 1/8 W
C9	Ceramic	100 pF, 50 V	R7	General	100 Ω , 1/8 W
C10	Ceramic	100 pF, 50 V	R8	General	100 Ω , 1/8 W
C11	Ceramic	100 pF, 50 V	R9	General	22 Ω , 1/8 W
C12	Ceramic	100 pF, 50 V	R10	General	22 Ω , 1/8 W
C13	Ceramic	100 pF, 50 V	R11	General	22 Ω , 1/8 W
C14	Ceramic	100 pF, 50 V	R12 ⁽¹⁾	Metal plate	75 m Ω , 2 W
C15	Electrolytic	47 μ F, 50 V	R13 ⁽¹⁾	Metal plate	75 m Ω , 2 W
C16	Electrolytic	47 μ F, 50 V	IPM1	IC	SLA6846MH
D1	Fast recovery	600 V, 2 A	ZD1	Zener	$V_Z = 18V$
D2	Fast recovery	600 V, 2 A	SV1	Pin header	
D3	Fast recovery	600 V, 2 A	SV2	Pin header	
D4	General	50 V, 1 A	CN1	Connector	
D5	General	50 V, 1 A	CN2	Connector	
D6	General	50 V, 1 A			

⁽¹⁾ 実機評価で調整が必要な部品

注意書き

- 本書に記載している製品（以下、「本製品」という）のデータ、図、表、およびその他の情報（以下、「本情報」という）は、本書発行時点のもので、本情報は、改良などで予告なく変更することがあります。本製品を使用する際は、本情報が最新であることを弊社販売窓口を確認してください。
- 本製品は、一般電子機器（家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など）の部品に使用されることを意図しております。本製品を使用する際は、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。高い信頼性が要求される装置（輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災装置、防犯装置、各種安全装置など）に本製品を使用することを検討する際は、必ず事前にその使用の適否について弊社販売窓口へ相談いただき、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。本製品は、極めて高い信頼性が要求される機器または装置（航空宇宙機器、原子力制御、その故障や誤動作が生命や人体に危害を及ぼす恐れのある医療機器（日本における法令でクラスⅢ以上）など）（以下「特定用途」という）に使用されることは意図されておられません。特定用途に本製品を使用したことでお客様または第三者に生じた損害などに関して、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用するにあたり、本製品に他の製品や部材を組み合わせる際、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他の何らかの加工や処理を施す際は、使用者の責任においてそのリスクを必ず検討したうえで行ってください。
- 弊社は、品質や信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は、ある確率で欠陥や故障が発生することは避けられません。本製品が故障し、その結果として人身事故、火災事故、社会的な損害などが発生しないように、故障発生率やディレーティングなどを考慮したうえで、使用者の責任において、本製品が使用される装置やシステム上で、十分な安全設計および確認を含む予防措置を必ず行ってください。ディレーティングについては、納入仕様書および弊社ホームページを参照してください。
- 本製品は、耐放射線設計をしておりません。
- 本書に記載している回路定数、動作例、回路例、パターンレイアウト例、設計例、推奨例、本書に記載しているすべての情報、およびこれらに基づく評価結果などは、使用上の参考として示したものです。
- 本情報に起因する使用者または第三者のいかなる損害、および使用者または第三者の知的財産権を含む財産権とその他一切の権利の侵害問題について、弊社は一切その責任を負いません。
- 本情報を、文書による弊社の承諾なしに転記や複製することを禁じます。
- 本情報について、弊社の所有する知的財産権およびその他の権利の実施、使用または利用を許諾するものではありません。
- 使用者と弊社との間で別途文書による合意がない限り、弊社は、本製品の品質（商品性、および特定目的または特別環境に対する適合性を含む）ならびに本情報（正確性、有用性、および信頼性を含む）について、明示的か黙示的かを問わず、いかなる保証もしておりません。
- 本製品を使用する際は、特定の物質の含有や使用を規制する RoHS 指令など、適用される可能性がある環境関連法令を十分に調査したうえで、当該法令に適合するように使用してください。
- 本製品および本情報を、大量破壊兵器の開発を含む軍事用途やその他軍事利用の目的で使用しないでください。また、本製品および本情報を輸出または非居住者などに提供する際は、「米国輸出管理規則」や「外国為替及び外国貿易法」など、各国で適用される輸出管理法令などを遵守してください。
- 弊社物流網以外における本製品の落下などの輸送中のトラブルについて、弊社は一切その責任を負いません。
- 本書は、正確を期すために慎重に製作したのですが、本書に誤りがないことを保証するものではありません。万一、本情報の誤りや欠落に起因して、使用者に損害が生じた場合においても、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用する際の一般的な使用上の注意は弊社ホームページを、特に注意する内容は納入仕様書を参照してください。
- 本書で使用されている個々の商標、商号に関する権利は、弊社を含むその他の原権利者に帰属します。