

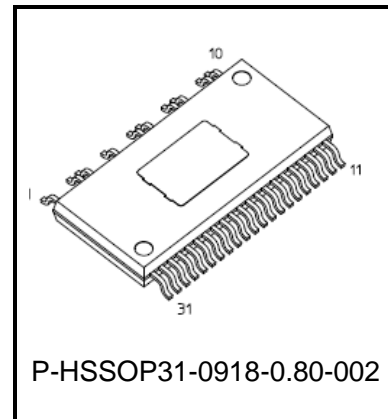
インテリジェントパワーデバイス

TPD4162F

高耐圧 シリコン モノリシック パワー集積回路

1. 概要

TPD4162F は高耐圧 SOI プロセスによる、高圧 PWM 方式の DC ブラシレスモータードライバーです。PWM 回路、三相分配回路、レベルシフト型ハイサイドドライバー、ローサイドドライバー、電流制限／過電流保護回路、過熱保護回路、減電圧保護回路、出力 IGBT、FRD を内蔵しており、ホールアンプ入力/ホール IC 入力とマイコン制御により直接 DC ブラシレスモーターを可変速駆動できます。



質量: 0.7 g (標準)

2. 用途

DC ブラシレスモーター駆動用 IC

3. 特長

- 高圧大電流ピンと制御ピンをパッケージの両側に分離
- ブートストラップ方式によりハイサイドドライバー電源が不要
- ブートストラップダイオードを内蔵
- PWM 回路、三相分配回路を内蔵
- 回転パルスを出力
 - FGC = High : 3 パルス/電気角 360°
 - FGC = Low : 1 パルス/電気角 360°
- 電流制限／過電流保護、過熱保護、減電圧保護機能を内蔵

製品量産開始時期
2019-10

4. ブロック図

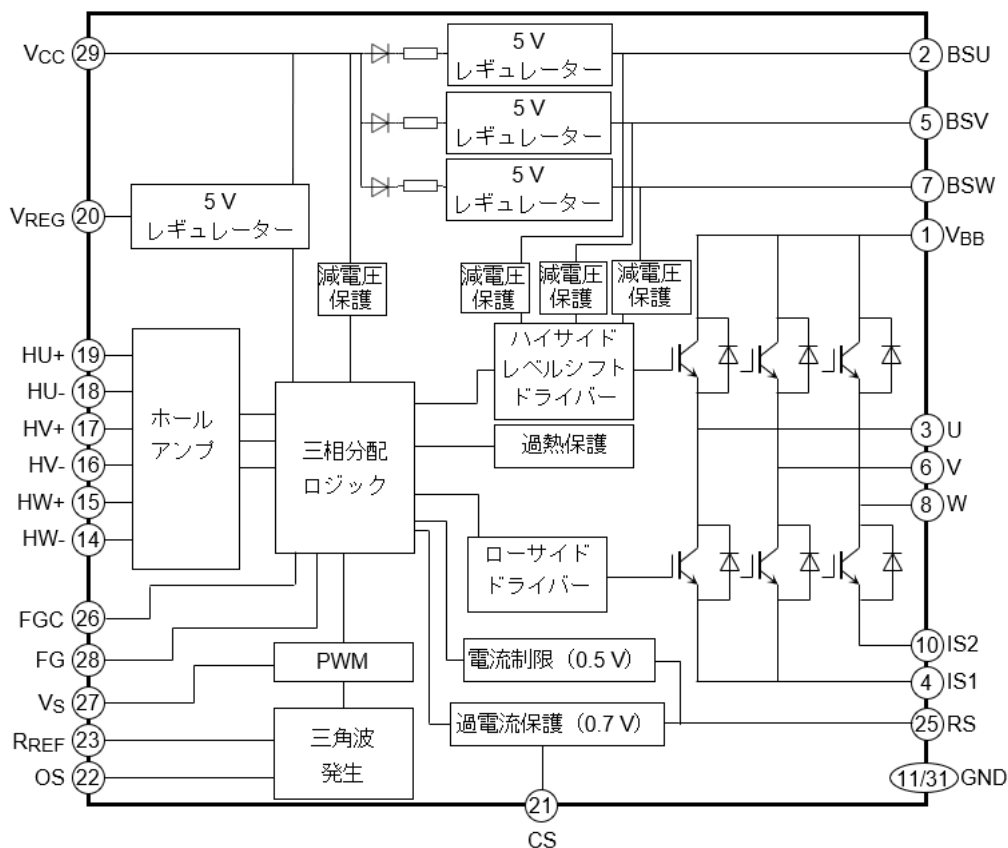


図 4.1 ブロック図

5. 端子配置図

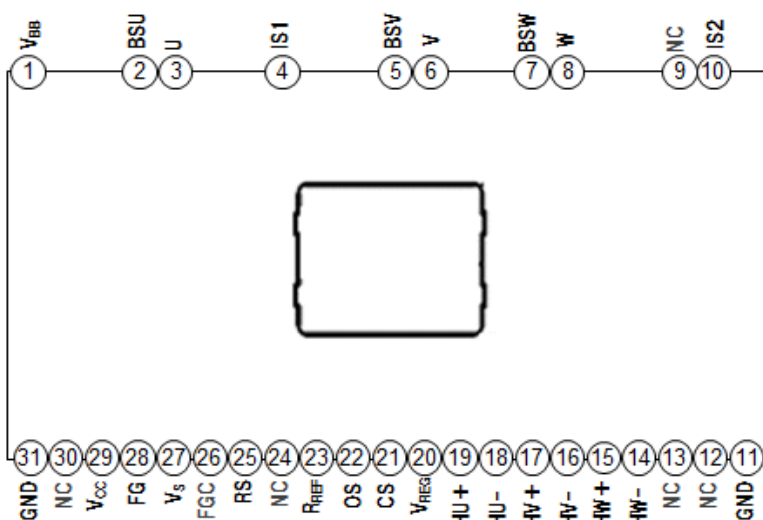


図 5.1 端子配置図

6. 端子説明

表 6.1 端子説明

端子番号	端子記号	端子の説明
1	V _{BB}	高圧電源端子。
2	BSU	U相ブートストラップコンデンサー接続端子。
3	U	U相出力端子。
4	IS1	IGBT エミッター/FRD アノード端子。
5	BSV	V相ブートストラップコンデンサー接続端子。
6	V	V相出力端子。
7	BSW	W相ブートストラップコンデンサー接続端子。
8	W	W相出力端子。
9	NC	未使用端子。内部チップには接続されていません。
10	IS2	IGBT エミッター/FRD アノード端子。
11	GND	接地端子。
12	NC	未使用端子。内部チップには接続されていません。
13	NC	未使用端子。内部チップには接続されていません。
14	HW-	W相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
15	HW+	W相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
16	HV-	V相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
17	HV+	V相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
18	HU-	U相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
19	HU+	U相ホールアンプ入力端子。(ホール IC も使用可)
20	V _{REG}	5Vレギュレーター出力端子。
21	CS	過電流保護用端子。
22	OS	PWM 三角波発振周波数設定端子。(コンデンサーを接続)
23	R _{REF}	PWM 三角波発振周波数設定端子。(抵抗を接続)
24	NC	未使用端子。内部チップには接続されていません。
25	RS	過電流検出端子。
26	FGC	FG 端子のパルス数切り替え端子。 (High or open : 3パルス、Low : 1パルス)
27	V _S	速度制御信号入力端子。(PWM リファレンス電圧入力端子)
28	FG	回転パルス出力端子。
29	V _{CC}	制御電源端子。
30	NC	未使用端子。内部チップには接続されていません。
31	GND	接地端子。

7. 動作説明

7.1. 基本動作

7.1.1. タイミングチャート

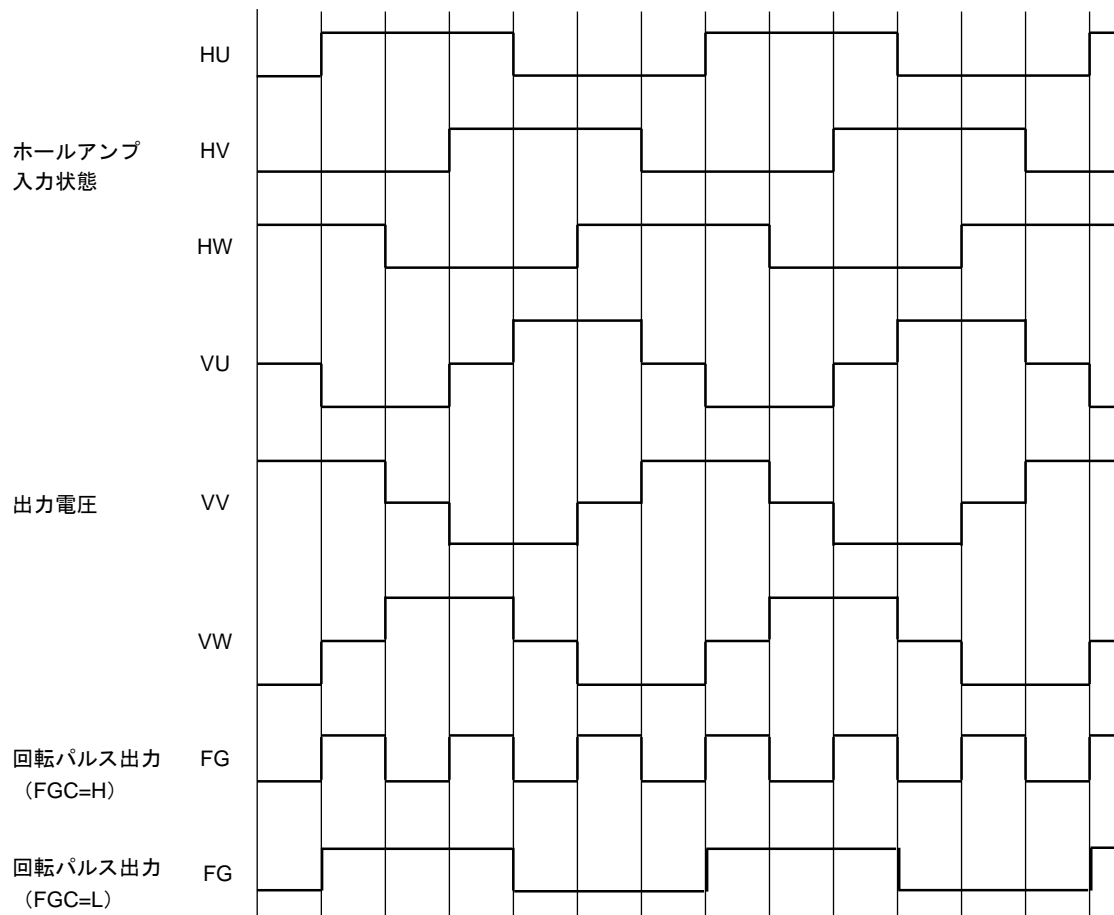


図 7.1.1 タイミングチャート

注: ホールアンプ入力状態が「H」とは $H^{*+} > H^{*-}$ の状態を示します。(*:U/V/W)

7.1.2. 真理値表

図 7.1.2 真理値表

FGC	ホールアンプ入力状態			U 相		V 相		W 相		FG
	HU	HV	HW	ハイサイド	ローサイド	ハイサイド	ローサイド	ハイサイド	ローサイド	
H	H	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	H
H	H	L	L	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	L
H	H	H	L	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	H
H	L	H	L	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	L
H	L	H	H	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	H
H	L	L	H	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	L
H	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	L
H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	L
L	H	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	H
L	H	L	L	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	H
L	H	H	L	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	H
L	L	H	L	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	L
L	L	H	H	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	L
L	L	L	H	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	L
L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	L
L	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	H

注: ホールアンプ入力状態が「H」とは $H^+ > H^-$ の状態を示します。(*:U/V/W)

7.2. 使用上の注意点

- (1) 電源立ち上げ/下げに際しては、必ず、 $V_s < V_{VsOFF}$ の状態 (全 IGBT 出力 = OFF) で行ってください。この場合には、 V_{cc} 、 V_{BB} の立ち上げ/下げ順番は、どちらが先でも構いません。上記のように電源を立ち下げるときでもモーターが回転中に V_{BB} ラインをリレーなどで切り離してしまうような場合には V_{BB} 電源への電流回生ルートが遮断され、IC が破壊する恐れがありますので十分ご注意ください。
- (2) 三角波発振回路は C_5 、 R_3 を外付けして、微少な電流の充放電を行っています。このため、IC の基板実装時にノイズの影響を受けると、三角波の歪みや誤動作の原因になることがあります。これを避けるためには、外付け部品を IC リードの根元に付いたり、大電流の流れる配線と分離するなどの対策が有効です。
- (3) 本 IC の PWM 制御は、ハイサイド側の IGBT を ON/OFF 制御することで行います。
- (4) V_{BB} 電圧が低い状態かつ Duty100 % の状態で、モーターをロックさせると、負荷解除後も再起動できない場合があります。これは、 V_{BB} 電圧が低い状態でモーターがロックされると、ロック直前でのハイサイド ON 時間が長くなりブートストラップ電圧が低下し、ハイサイド減電圧保護が動作しハイサイド出力が OFF となるからです。この場合、ハイサイドを ON させるためのレベルシフトパルスが生成できないため、再起動できません。レベルシフトパルスはホールセンサー出力のエッジまたは内部 PWM 信号のエッジから生成されますが、モーターロックおよび Duty100 % 命令により、いずれのエッジも存在しません。ロック後に再起動するには①ハイサイド電源電圧が減電圧保護電圧値よりも 0.5V 高い電圧まで回復した状態で、②ハイサイド入力信号が入ることが必要です。ハイサイド入力信号は前述のレベルシフトパルスにより作成されますので、PWM の Duty を 100 % 未満にするかまたは強制的にモーターを外部から回しホールセンサー出力にエッジを作成することで再起動が可能です。システムとしてロック後の再起動を可能にするには、Duty の最大値が 100 % 未満となるようにモーター使用上で制限して戴く必要があります。

7.3. 保護機能の動作説明

(1) 電流制限

起動加速時およびローターロック時に過大な電流が流れる状態から本 IC を保護する目的で電流制限を内蔵しています。RS 端子に接続される電流検出抵抗に発生する電圧を検出し、これが $V_R (= 0.5 \text{ V typ.})$ を超えると ON 状態のハイサイド IGBT 出力をいったんシャットダウンし電流の増加を抑えます。シャットダウン状態の解除は PWM の次にくる ON 信号でなされます。

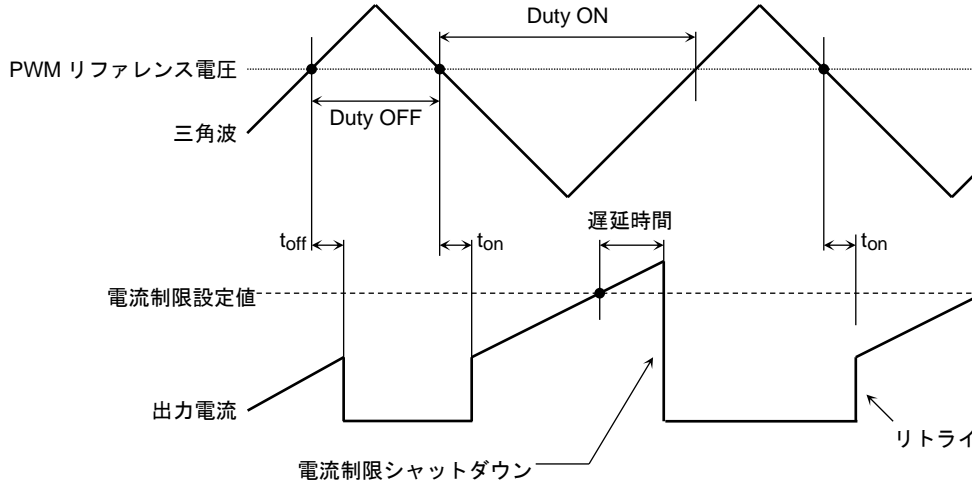


図 7.3.1 電流制限動作説明

(2) 過電流保護

RS 端子に接続される電流検出抵抗に発生する電圧を検出し、これが $V_R (= 0.7 \text{ V typ.})$ を超えると、全相ハイサイド/ローサイド IGBT 出力をシャットダウンします。過電流保護回復時間は、CS 端子に接続するコンデンサーおよび抵抗値により調整が可能です。CS 端子電圧はこのコンデンサーと抵抗で決まる時定数で電圧上昇し、しきい値 $1(V_{ROFF})$ を超えるとタイミングチャートでハイサイドが ON する相のローサイド IGBT を ON させブートストラップコンデンサーを充電(リフレッシュ動作)し、その後しきい値 $2(V_{ROFF})$ を超えると入力信号に従って IGBT が ON します。

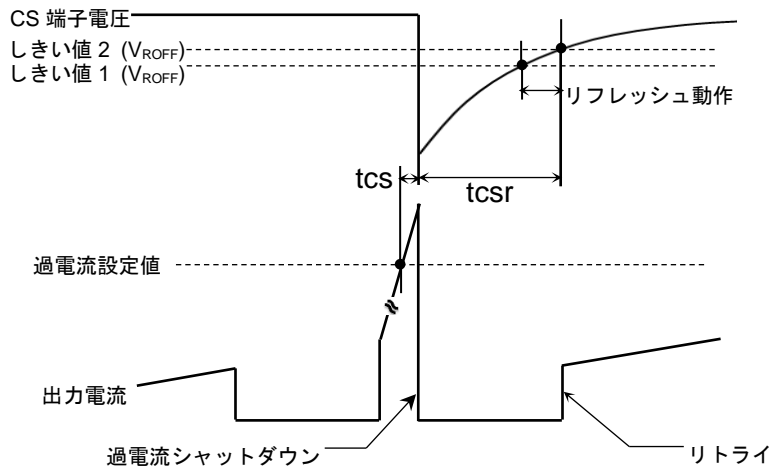


図 7.3.2 過電流保護動作説明

(3) 電源電圧低下保護

V_{CC} 電圧および V_{BS} 電圧が低下し、IGBT が非飽和領域で動作するのを防止する目的で電源電圧低下保護機能を内蔵しております。V_{CC} 電源が低下して IC 内部の設定値 V_{CC}UVD (= 11 V typ.) に達すると、入力に関わらず全 IGBT 出力をシャットダウンします。この保護機能はヒステリシスを持ち、シャットダウン電圧よりも 0.5 V 高い V_{CC}UVR (= 11.5 V typ.) になると自動的に復帰して、再び入力に従って IGBT が ON します。また、V_{BS} 電源が低下して V_{BS}UVD (= 3 V typ.) に達すると、ハイサイド IGBT 出力をシャットダウンし、シャットダウン電圧よりも 0.5 V 高い V_{BS}UVR (= 3.5 V typ.) になると、再び入力信号に従って IGBT が ON します。

(4) 過熱保護

本 IC 温度が過度に上昇した異常状態から保護する目的で過熱保護回路を内蔵しております。外部的な要因、あるいは、内部の発熱によってチップ温度が高くなり内部の設定値に達すると、入力に関わらず全 IGBT 出力をシャットダウンします。この保護機能はヒステリシス ΔTSD (= 50 °C typ.) を持ち、チップ温度が TSD - ΔTSD 以下の温度に下がると自動的に復帰して、再び入力に従って IGBT が ON します。

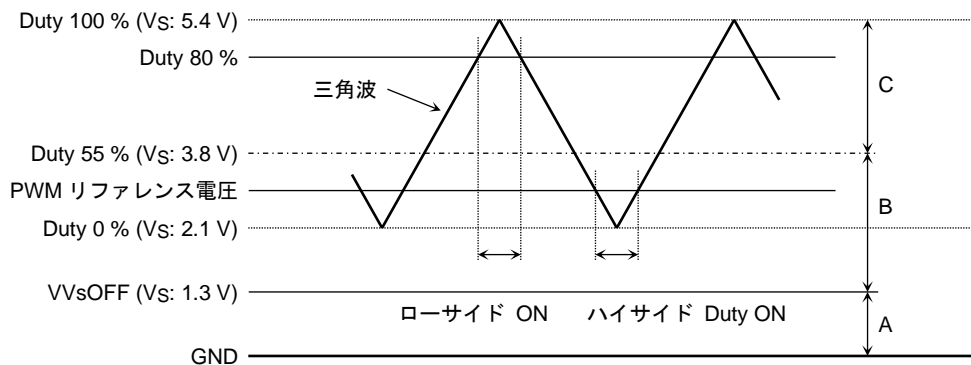
なお、チップ内の温度検出箇所は 1 箇所なので、例えば IGBT による発熱の場合、発熱源となる IGBT の検出位置からの距離の違いで、シャットダウンまでの時間差が生じ、過熱保護回路が動作した時点ですでにパワーチップの温度は過熱保護温度以上に上昇することがあります。

7.4. ブートストラップコンデンサの充電動作・容量説明

本 IC のハイサイドドライバの電源はブートストラップ方式を採用しています。ブートストラップコンデンサの充電は、PWM 制御されているハイサイド IGBT の OFF 期間に同一アームのローサイド IGBT をおおよそ 1/5 の区間で ON させることで行います。例えば、20 kHz で駆動する場合、充電時間は 1 周期当たり約 10 μs となります。PWM のオンデューティが高くなると、ローサイド IGBT の ON 期間でアーム短絡するため、V_S 電圧がおおよそ 3.8 V (デューティ 55%) を超えると、ローサイド IGBT は連続して OFF 状態となります。このときにも PWM 制御はハイサイド IGBT で行っている関係で、ダイオード回生電流は PWM 制御されている IGBT のローサイド FRD に流れ、ブートストラップコンデンサは充電されます。しかしながら、オンデューティが 100% の場合には、ダイオード回生電流は流れないため、ブートストラップコンデンサは充電されません。100% 駆動を行う場合には、ブートストラップコンデンサの容量を決める上で 100% デューティでの電圧低減を考慮する必要があります。

$$\text{ブートストラップコンデンサ容量} = \text{ハイサイドドライバ消費電流 (最大値)} \times \text{最大駆動時間} / V_{\text{REG}} \text{ [F]}$$

また、コンデンサ容量の経時変化および温度変化に注意が必要です。



V _S 領域	IGBT 動作
A	ハイ/ローサイドともに OFF
B	充電動作領域。タイミングチャートでハイサイドが ON する相のローサイド IGBT がリフレッシュ動作する
C	充電動作停止領域。タイミングチャートに従ってハイサイド → PWM ローサイドはリフレッシュ動作しない

8. 絶対最大定格

表 8.1 絶対最大定格

(特に規定しない限り、 $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V_{BB}	600	V
	V_{CC}	20	V
出力電流 (DC)	I_{out}	0.7	A
出力電流 (パルス)	I_{outp}	1.2	A
入力電圧 (V_S を除く)	V_{IN}	$-0.5 \sim V_{REG} + 0.5$	V
入力電圧 (V_S のみ適用)	V_{V_S}	8.2	V
REG 電流	I_{REG}	50	mA
FG 電圧	V_{FG}	6	V
FG 電流	I_{FG}	20	mA
許容損失 ($T_c = 25\text{ }^\circ\text{C}$)	P_C	20	W
動作接合温度	T_{jopr}	$-40 \sim 135$	$^\circ\text{C}$
接合温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	$-55 \sim 150$	$^\circ\text{C}$

絶対最大定格は瞬時たりとも超えてはならない規格です。

絶対最大定格を超えると IC の破壊や劣化や損傷の原因となり、IC 以外にも破壊や損傷や劣化を与える恐れがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないように設計を行ってください。本製品の使用条件 (使用温度/電流/電圧など) が絶対最大定格/動作範囲以内での使用においても、高負荷 (高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化など) で連続して使用される場合は、信頼性が著しく低下するおそれがあります。

弊社半導体信頼性ハンドブック (取り扱い上のご注意とお願いおよびディレーティングの考え方と方法) および個別信頼性情報 (信頼性試験レポート、推定故障率など) をご確認の上、適切な信頼性設計をお願いします。

8.1. 安全動作領域

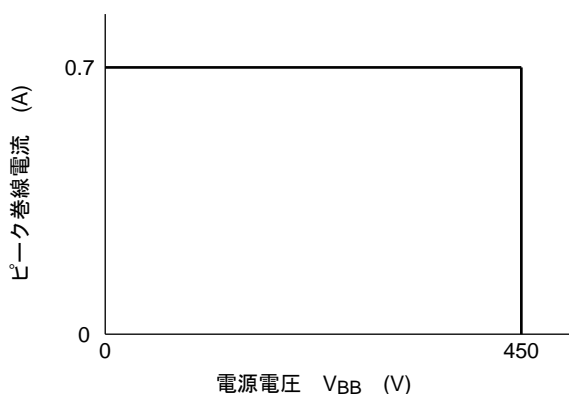


図 8.1 $T_j = 135\text{ }^\circ\text{C}$ の安全動作領域

9. 動作範囲

表 9.1 動作範囲

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
動作電源電圧	V _{BB}	—	50	280	450	V
	V _{CC}	—	13.5	15	17.5	

10. 電気的特性

表 10.1 電気的特性 (Ta=25 °C)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
消費電流	I _{BB}	V _{BB} = 450 V, デューティ = 0 %	—	—	0.5	mA
	I _{CC}	V _{CC} = 15 V, デューティ = 0 %	—	0.9	1.5	
	I _{BS (ON)}	V _{BS} = 5 V, ハイサイドオン時	—	85	150	μA
	I _{BS (OFF)}	V _{BS} = 5 V, ハイサイドオフ時	—	75	130	
ホールアンプ入力感度	VHSENS(HA)	—	50	—	—	mV _{p-p}
ホールアンプ入力電流	IHB(HA)	—	-2	0	2	μA
ホールアンプ同相入力電圧	CMV _{IN} (HA)	—	0.7	—	V _{REG} -1.3	V
ホールアンプヒステリシス幅	ΔV _{IN} (HA)	—	8	30	62	mV
ホールアンプ入力電圧 L→H	VLH(HA)	—	4	15	31	
ホールアンプ入力電圧 H→L	VHL(HA)	—	-31	-15	-4	
出力飽和電圧	V _{CEsat}	V _{CC} = 15 V, I _{outp} = 0.5 A,	—	2.0	3.0	V
F R D 順方向電圧	V _F	I _F = 0.5 A,	—	1.5	3.0	V
PWM オンデューティ比	PWMMIN	—	0	—	—	%
	PWMMAX	—	—	—	100	
PWM オンデューティ比 0 %	VV _{S0} %	PWM = 0 %	1.7	2.1	2.5	V
PWM オンデューティ比 100 %	VV _{S100} %	PWM = 100 %	4.9	5.4	6.1	V
PWM オンデューティ設定電圧幅	VV _{SW}	VV _{S100} % - VV _{S0} %	2.8	3.3	3.8	V
出力オールオフ電圧	VV _{SOFF}	出力オールオフ	1.1	1.3	1.5	V
レギュレータ電圧	V _{REG}	V _{CC} = 15 V, I _{REG} = 30 mA	4.5	5.0	5.5	V
速度制御電圧範囲	V _S	—	0	—	6.5	V
F G 出力飽和電圧	V _{FGsat}	V _{CC} = 15 V, I _{FG} = 5 mA	—	—	0.5	V
電流制限動作電圧	V _R	—	0.46	0.5	0.54	V
電流制限動作遅延時間	Dt _R	—	—	3	4.5	μs
過電流保護動作電圧	V _{CS}	—	0.64	0.7	0.76	V
過電流保護遅延時間	t _{CS}	C ₄ = 470 pF, R ₂ = 2 MΩ	—	2.2	3.5	μs
過電流保護回復時間	t _{CSr}		—	1.0	2.0	ms
過熱保護温度	TSD	—	135	—	185	°C
過熱保護ヒステリシス	ΔTSD	—	—	50	—	°C
V _{CC} 減電圧保護動作電圧	V _{CCUVD}	—	10	11	12	V
V _{CC} 減電圧保護復帰電圧	V _{CCUVR}	—	10.5	11.5	12.5	V
V _{BS} 減電圧保護動作電圧	V _{BSUVD}	—	2.0	3.0	4.0	V

標準的な外付け部品を下表に示します。

表 11.1 外付け部品

部品	参考値	目的	備考
C ₁ , C ₂ , C ₃	25 V/2.2 μF	ブートストラップ用	(注 1)
R ₁	1.0 Ω ± 1 % (1 W)	電流制限検出用	(注 2)
R ₂	2 MΩ ± 5 %	過電流保護遅延／回復設定用	(注 3)
C ₄	25 V / 470 pF	過電流保護遅延／回復設定用	(注 3)
C ₅	25 V / 1000 pF ± 5 %	PWM 周波数設定用	(注 4)
R ₃	27 kΩ ± 5 %	PWM 周波数設定用	(注 4)
C ₆	25 V/10 μF	制御電源安定用	(注 5)
C ₇	25 V/0.1 μF		
C ₈	25 V/10 μF	V _{REG} 電源安定用	(注 5)
C ₉	25 V/0.1 μF		
R ₄	5.1 kΩ ± 5 %	FG 端子プルアップ抵抗	(注 6)

注 1: ブートストラップコンデンサの容量はモーターのドライブ条件によって異なります。また、V_{BS} 減電圧保護動作電圧まで動作はしますが、出力 IGBT の損失を小さく保つために、コンデンサの両端電圧は 3.5 V 以上とすることをお勧めします。

注 2: 検出電流は次式により表されます。I_O = V_R ÷ R₁ (V_R = 0.5 V typ.)
また、検出電流の最大値が 0.7 A 以下に設定されるようにご使用ください。

注 3: 表に示した C₄、R₂ の組み合わせで過電流保護回復時間の設定および復帰時のリフレッシュ動作時間を設定します。各時間は概ね下式により表され、リフレッシュ動作時間が 190 μs 以上になるような C₄、R₂ の設定を推奨します。なお、CS 端子を使用しない場合には V_{REG} に接続してください。

$$\begin{aligned} \text{過電流保護回復時間} &= 1.06 \times C_4 \times R_2 \quad [\text{s}] \\ \text{リフレッシュ動作時間} &= 0.21 \times C_4 \times R_2 \quad [\text{s}] \end{aligned}$$

注 4: 表に示した C₅、R₃ の組み合わせで約 20 kHz の PWM 周波数になります。IC 固有の誤差要因は約 10 % です。PWM 周波数は、概ね下式で表されます。この際、基板の浮遊容量に対する配慮が必要です。

$$f_c = 0.65 \div \{ C_5 \times (R_3 + 4.25 \text{ k}\Omega) \} \quad [\text{Hz}]$$

R₃ によって PWM 三角波の充・放電回路の基準電流が作られますが、R₃ の値が小さすぎると、IC 内部回路の電流容量を越えて三角波が歪んでいきます。R₃ は 9 kΩ 以上を選んでください。

注 5: 使用に際しては、実際の使用環境に合わせて、合わせ込みが必要になります。また、実装時には、ノイズ除去効果を高めるために IC リードの根元になるべく近い位置に配置してください。

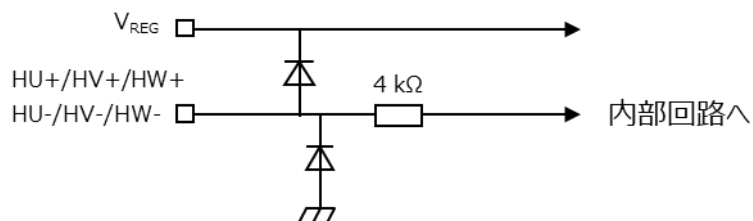
注 6: FG 端子はオープンドレイン構造となっています。FG 端子を使用しない場合には、GND に接続してください。

注 : 入力信号端子にノイズが見られる場合には、入力間にコンデンサを追加してください。

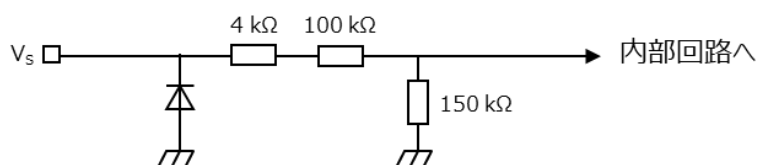
注 : ホール素子は、インジウム・アンチモン系を使用してください。ホール素子のピーク出力電圧は、300 mV 以上で設定されるようにご使用ください。

12. 内部回路図

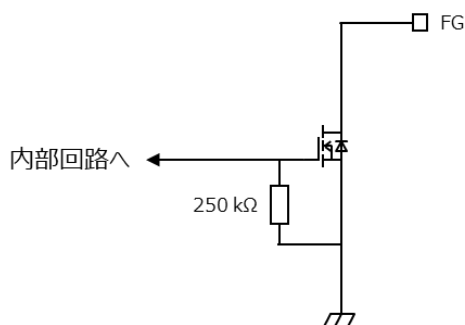
HU+, HU-, HV+, HV-, HW+, HW-入力端子内部回路図



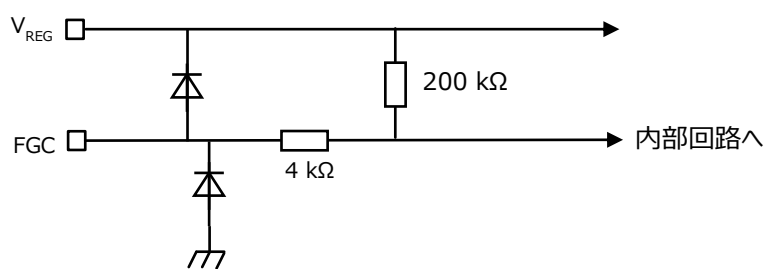
Vs 端子内部回路図



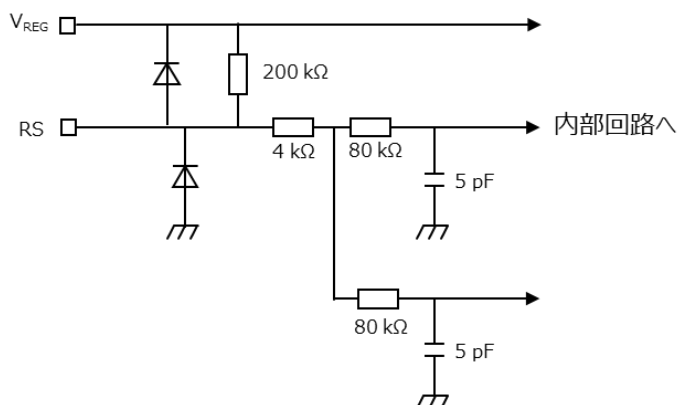
FG 端子内部回路図



FGC 端子内部回路図



RS 端子内部回路図



13.2. 現品表示

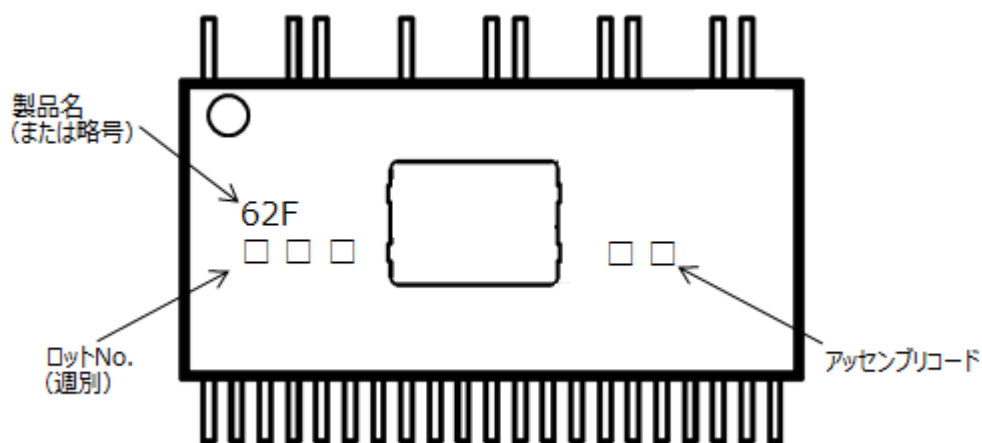


図 13.2 現品表示

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利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。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>