

車載モータドライバシリーズ

車載用三相ブラシレスモータドライバ

BD16852EFV-C

概要

BD16852EFV-C は、パワーDMOS FET にてモータ駆動部を構成し、それを内蔵したドライバです。

位置検出のホール素子が不要となる 120°通電センサレス駆動を搭載しており、充実した出力保護はすべて自己診断、及び自己復帰機能を有し、シンプルなシステム構成を可能にします。

また、保護アラーム信号出力機能により各出力保護状態判定が容易となり、セットでのトレーサビリティ向上に貢献します。

特長

- AEC-Q100 対応 (Note 1)
- 裏面露出放熱板付き小型パッケージ
- パワーDMOS FET 内蔵ドライバ
- 120°通電センサレス駆動
- DC 電圧入力可変速制御
- クイックスタート
- 起動トルク補助
- 3 段階進角選択
- 電流制限
- ソフトスタート
- 回転数パルス信号出力
- 出力保護アラーム信号出力
- 出力保護 (モータロック (低回転、高回転)、過電流、過電圧、過熱)
- 減電圧誤動作防止

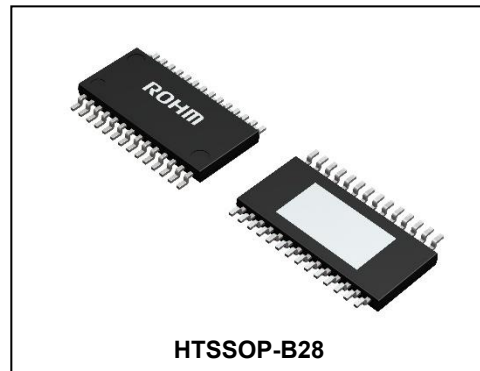
(Note 1) Grade 1

重要特性

- 動作電源電圧: 5.5 V ~ 18 V
- 接合部温度: -40 °C ~ +150 °C
- モータ駆動出力 ON 抵抗上下和 0.4 Ω (Typ)

パッケージ

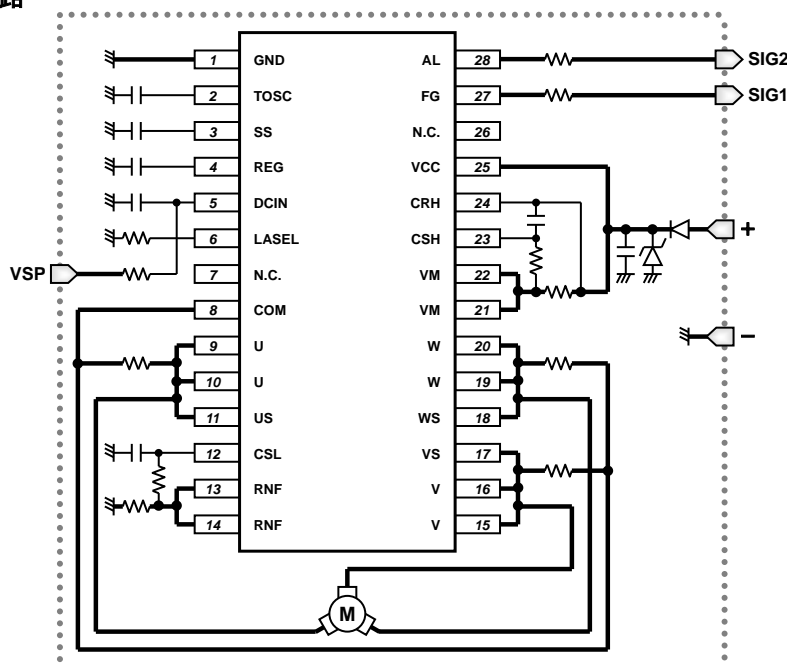
HTSSOP-B28 W (Typ) x D (Typ) x H (Max)
9.7 mm x 6.4 mm x 1.0 mm



用途

- 車載向け各種ポンプ、ファンモータなど

基本アプリケーション回路



目次

概要	1
特長	1
重要特性	1
パッケージ	1
用途	1
基本アプリケーション回路	1
目次	2
絶対最大定格	4
推奨動作条件	4
熱抵抗	5
端子配置図	6
ブロック図	6
端子説明	6
電気的特性	7
特性データ	9
応用回路例	15
機能動作説明	16
1. 起動シーケンス	16
(1) クイックスタートスタンバイ	16
(2) モータ初期状態判定	16
(3) ブレーキ	16
(4) 強制転流駆動	17
(5) 起動モードと駆動モード	18
(6) 起動トルク補助	18
(7) 起動マスク時間	18
(8) TOSC 端子処理	18
2. センサレス駆動	19
(1) 誘起電圧検出駆動 (120°通電駆動)	19
3. 可変速制御	20
(1) DC 電圧入力可変速制御	20
(2) クイックスタート	22
(3) DCIN 急減速指令時デューティスロープ	22
(4) モータ駆動出力 PWM 動作	22
(5) 同期整流	23
(6) DCIN 端子処理	23
4. 進角選択	24
(1) LASEL 端子処理	24
5. 電流制限 (カレントリミット)	25
(1) 電流制限検出と PWM 動作	25
(2) 電流制限設定	26
(3) 電流制限誤検出対策	26
(4) 電流制限機能とソフトスタート機能との連動	26
(5) 電流制限機能と下側検出の過電流保護機能との連動	26
(6) CSL 端子処理	26

6. ソフトスタート	27
(1) ソフトスタート電流検出と PWM 動作	27
(2) ソフトスタート設定	27
(3) ソフトスタート誤検出対策	28
(4) ソフトスタート機能と電流制限機能との連動	28
(5) SS 端子の速度制御機能としての転用禁止	28
(6) SS 端子処理	28
7. 回転数パルス信号出力	29
(1) モータ回転数算出	29
(2) FG 論理による逆転検出	29
(3) FG 端子処理	30
8. 出力保護アラーム信号出力	30
(1) AL 端子処理	30
9. 出力保護	31
(1) 異常検出と保護解除	31
(2) 多重異常時の保護優先順位	32
10. モータロック保護 (MLP; Motor Lock Protection)	33
(1) 起動モード中のモータロック検出と自動復帰	33
(2) 駆動モード中のモータロック検出と自動復帰	34
(3) 異常回転検出とアシストモード	34
(4) 起動失敗	34
11. 過電流保護 (OCP; Over Current Protection)	35
(1) 過電流上側検出と自動復帰	35
(2) 過電流上側検出電流設定	35
(3) 過電流上側誤検出対策	36
(4) 上側検出の過電流保護機能と電流制限機能との併用	36
(5) CRH, CSH 端子処理	36
(6) 過電流下側検出と自動復帰	37
(7) 過電流下側検出電流設定	37
(8) 過電流下側誤検出対策	38
(9) 下側検出の過電流保護機能と電流制限機能との連動	38
(10) 下側検出の過電流保護機能とソフトスタート機能との連動	38
(11) CSL 端子処理	38
12. 過電圧保護 (OVP; Over Voltage Protection)	39
(1) 過電圧検出と復帰	39
13. 過熱保護 (TSD; Thermal Shutdown)	40
(1) 過熱検出と復帰	40
14. 減電圧誤動作防止 (UVLO; Under Voltage Lock Out)	41
(1) 減電圧検出と復帰	41
(2) 減電圧誤動作防止解除と出力保護アラーム出力	41
入出力等価回路図	42
熱損失	43
安全動作領域 (ASO; Area of Safe Operating, SOA; Safety Operating Area)	45
安全策	50
使用上の注意	52
発注形名情報	54
標印図	54
外形寸法図と包装・フォーミング仕様	55
改訂履歴	56

絶対最大定格 (Ta = 25 °C)

項目		記号	定格	単位
入力電圧	VCC	V _{CC}	-0.3 ~ +40	V
	VM	V _M	-0.3 ~ +40	V
	SS, DCIN, LASEL	V _{SS} , V _{DCIN} , V _{LASEL}	-0.3 ~ V _{REG}	V
	TOSC, CSL, RNF	V _{TOSC} , V _{CSL} , V _{RNF}	-0.3 ~ +3	V
	CSH, CRH	V _{CSH} , V _{CRH}	-0.3 ~ V _M (Note 1)	V
			V _{M-7} ~ V _M (Note 2)	V
	US, VS, WS	V _{US} , V _{VS} , V _{WS}	-0.3 ~ +40	V
COM	V _{COM}	-0.3 ~ +40	V	
出力電圧	REG	V _{REG}	-0.3 ~ +7	V
	U, V, W	V _U , V _V , V _W	-0.3 ~ +40	V
	FG	V _{FG}	-0.3 ~ +20	V
	AL	V _{AL}	-0.3 ~ +20	V
出力電流	REG	I _{REG}	-10 ~ 0	mA
	U, V, W	I _U , I _V , I _W	±2.0(Note 3)	A
		I _{UCL} , I _{VCL} , I _{WCL}	±3.2(Note 3)(Note 4)	A
	FG	I _{FG}	0 ~ +10	mA
AL	I _{AL}	0 ~ +10	mA	
最高接合部温度		T _{jmax}	150	°C
保存温度範囲		T _{stg}	-55 ~ +150	°C

電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。

注意 1: 印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全策を施していただくようお願いいたします。

注意 2: 最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなど、最高接合部温度を超えないよう熱抵抗にご配慮ください。

(Note 1) V_M = 7 V 未満の場合。

(Note 2) V_M = 7 V 以上の場合。

(Note 3) ただし許容損失 (Pd)、並びに安全動作領域 (ASO) を超えないこと。

(Note 4) 電源投入時、可変速制御入力時及び出力保護復帰時の突入電流制限値の出力電流。

推奨動作条件

項目	記号	Min	Typ	Max	単位
動作電源電圧 (VCC)	V _{CC}	5.5	12.0	18.0	V
動作電源電圧 (VM)(Note 1)	V _M	V _{CC}	V _{CC}	V _{CC}	V
動作温度	T _{opr}	-40	+25	+125	°C

(Note 1) 単一供給電源を意味する。

熱抵抗 (Note 1)

項目	記号	熱抵抗 (Typ)		単位
		1層基板 (Note 3)	4層基板 (Note 4)	
HTSSOP-B28				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{ja}	84.5	23.0	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2)	ψ_{jt}	7	3	°C/W

(Note 1) JESD51-2A (Still-Air) に準拠。BD16852EFV-C チップを使用しています。

(Note 2) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

(Note 4) JESD51-5,7 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

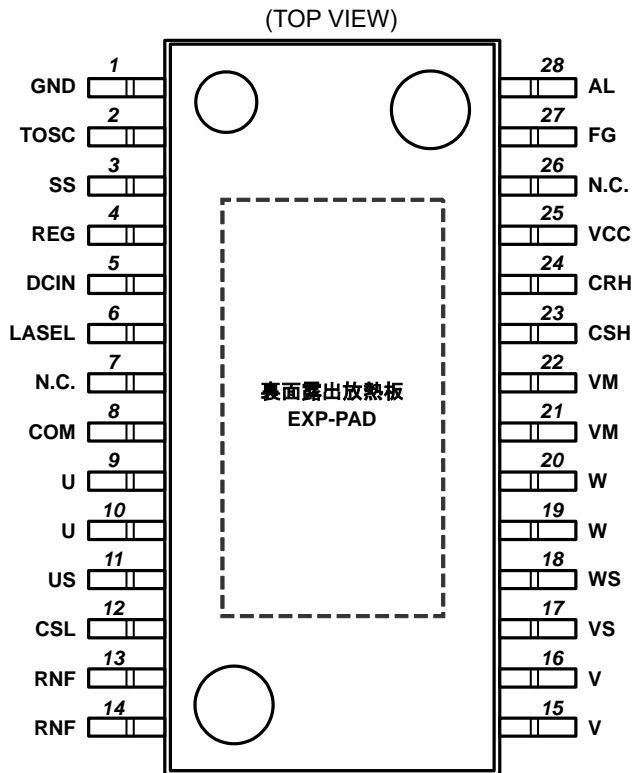
1層目 (表面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μ m

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア (Note 5)	
			ピッチ	直径
4層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	Φ 0.30 mm

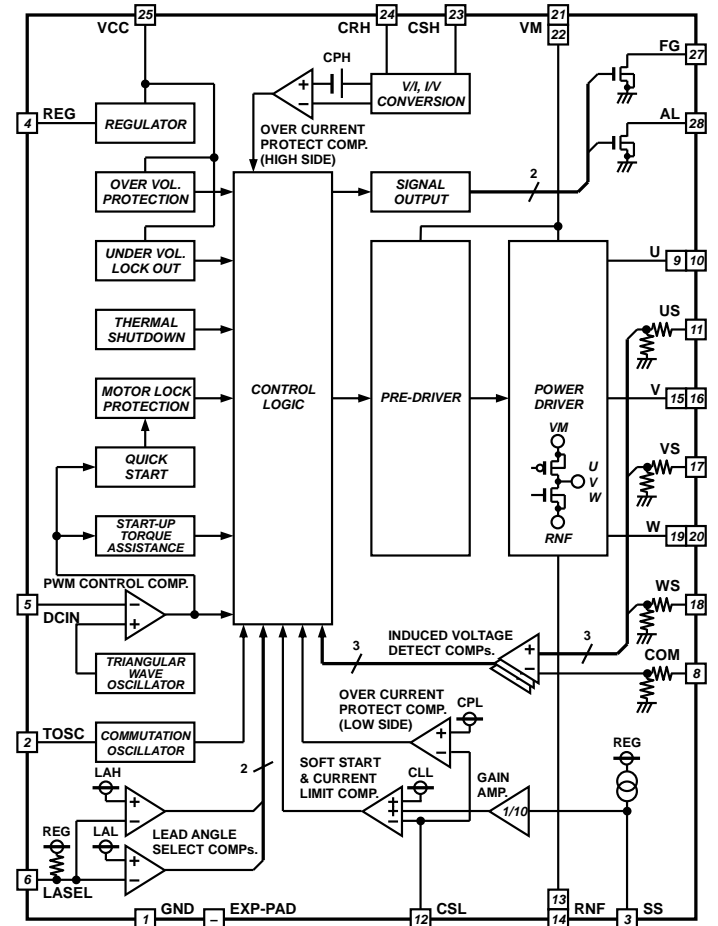
1層目 (表面) 銅箔		2層目、3層目 (内層) 銅箔		4層目 (裏面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μ m	74.2 mm \square (正方形)	35 μ m	74.2 mm \square (正方形)	70 μ m

(Note 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

端子配置図



ブロック図



端子説明

端子番号	端子名	機能	端子番号	端子名	機能
1	GND	グラウンド (小信号グラウンド)	15	V	V相モータ駆動出力 (Note 2)
2	TOSC	強制転流周期設定入力	16	V	V相モータ駆動出力 (Note 2)
3	SS	ソフトスタート時間設定入力	17	VS	V相検出電圧入力
4	REG	基準電圧 (5V) 出力	18	WS	W相検出電圧入力
5	DCIN	可変速制御 DC 電圧入力	19	W	W相モータ駆動出力 (Note 2)
6	LASEL	進角選択入力	20	W	W相モータ駆動出力 (Note 2)
7	N.C.	未接続 (Note 1)	21	VM	モータ駆動電源電圧入力 (Note 2)
8	COM	モータ中点検出電圧入力	22	VM	モータ駆動電源電圧入力 (Note 2)
9	U	U相モータ駆動出力 (Note 2)	23	CSH	過電流上側検出電圧入力
10	U	U相モータ駆動出力 (Note 2)	24	CRH	過電流上側参照電圧入力
11	US	U相検出電圧入力	25	VCC	電源電圧入力
12	CSL	電流制限、及び過電流下側検出電圧入力	26	N.C.	未接続 (Note 1)
13	RNF	モータ駆動グラウンド (大電流グラウンド) (Note 2)	27	FG	回転数パルス信号出力
14	RNF	モータ駆動グラウンド (大電流グラウンド) (Note 2)	28	AL	出力保護アラーム信号出力
			-	EXP-PAD	パッケージ裏面露出放熱板 (Note 3)

(Note 1) 未接続 (N.C.) 端子は IC 内部にて未接続となっているが、発振などの予期せぬトラブルを生じる可能性があるため、基板パターン上では他配線の中継点とせずオープンにすること。

(Note 2) モータ駆動関連端子 (VM, RNF, U, V, W) は IC 内部にて同一名間ではショートしているが、モータ駆動電流経路のインピーダンスを下げるため、その同一名端子間は基板パターン上でもショートすること。

(Note 3) 裏面露出放熱板はグラウンド端子と同電位にすること。

電氣的特性

(特に指定のない限り $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$, $V_{CC} = V_M = 5.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$)

項目	記号	規格値			単位	条件
		Min	Typ	Max		
<全体>						
回路電流 (制御部)	I_{CC}	-	5	9	mA	
回路電流 (モータ駆動部)	I_M	-	0.1	0.3	mA	
<基準電圧出力 (REG) >						
基準電圧	V_{REG}	4.7	5.0	5.3	V	$V_{CC} = V_M = 7.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $I_{REG} = -5\text{ mA}$
<モータ駆動出力 (U, V, W) >						
出力 ON 抵抗 1	R_{ON1}	0.20	0.45	0.95	Ω	$V_{CC} = V_M = 5.5\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力 ON 抵抗 2	R_{ON2}	0.15	0.40	0.90	Ω	$V_{CC} = V_M = 12\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力 ON 抵抗 3 (参考値) ^(Note 1)	R_{ON3}	0.10	0.35	0.85	Ω	$V_{CC} = V_M = 5.5\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力 ON 抵抗 4 (参考値) ^(Note 1)	R_{ON4}	0.10	0.30	0.80	Ω	$V_{CC} = V_M = 12\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力 ON 抵抗 5 (参考値) ^(Note 1)	R_{ON5}	0.35	0.85	1.35	Ω	$V_{CC} = V_M = 5.5\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = +150\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力 ON 抵抗 6 (参考値) ^(Note 1)	R_{ON6}	0.20	0.70	1.20	Ω	$V_{CC} = V_M = 12\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $I_o = \pm 2\text{ A}$, $T_j = +150\text{ }^\circ\text{C}$, 上下和
出力上側リーク電流	I_{OLH}	-10	-	-	μA	$V_O = 0\text{ V}$
出力下側リーク電流	I_{OLL}	-	-	+10	μA	$V_O = V_M$
可変速制御 PWM 動作 ON デューティ 1	D_{SPD1}	75	80	85	%	$V_{DCIN} = V_{REG} \times 0.28$
可変速制御 PWM 動作 ON デューティ 2	D_{SPD2}	45	50	55	%	$V_{DCIN} = V_{REG} \times 0.40$
可変速制御 PWM 動作 ON デューティ 3	D_{SPD3}	15	20	25	%	$V_{DCIN} = V_{REG} \times 0.52$
可変速制御 PWM 動作周波数	f_{SPD}	18	20	22	kHz	
<回転数パルス信号出力 (FG) >						
出力 Low 電圧	V_{FGL}	-	0.20	0.45	V	$I_{FG} = +5\text{ mA}$
出力リーク電流	I_{FGL}	-	0	10	μA	$V_{FG} = 20\text{ V}$
<出力保護アラーム信号出力 (AL) >						
出力 Low 電圧	V_{ALL}	-	0.20	0.45	V	$I_{AL} = +5\text{ mA}$
出力リーク電流	I_{ALL}	-	0	10	μA	$V_{AL} = 20\text{ V}$
<検出電圧入力 (US, VS, WS, COM) >						
入力オフセット電圧	V_{OSOFS}	-85	-	+85	mV	$V_{OSOFS} = V_{XX} - V_{COM}$, ($XX = US, VS, WS$)
入力リーク電流	I_{OSL}	-5	0	+5	μA	$V_{US} = V_{VS} = V_{WS} = V_{COM} = 0\text{ V}$
入力バイアス電流	I_{OSH}	0.34	0.56	0.78	mA	$V_{US} = V_{VS} = V_{WS} = V_{COM} = 18\text{ V}$
<強制転流周期設定入力 (TOSC) >						
High 電圧	V_{TOSCH}	2.2	2.5	2.8	V	
Low 電圧	V_{TOSCL}	0.7	1.0	1.3	V	
充電電流	I_{CTOSC}	-70	-60	-50	μA	
放電電流	I_{DTOSC}	50	60	70	μA	

電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。
(Note 1) 参考値は出来映えの評価確認を行った設計値であり、出荷検査は行わない。

電気的特性 — 続き

(特に指定のない限り $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$, $V_{CC} = V_M = 5.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$)

項目	記号	規格値			単位	条件
		Min	Typ	Max		
<可変速制御 DC 電圧入力 (DCIN) >						
モータ駆動出力全速 Low 設定電圧	V_{RDCIN1}	0	V_{REG} $\times 0.10$	V_{REG} $\times 0.18$	V	
モータ駆動出力 OFF 設定電圧	V_{RDCIN2}	V_{REG} $\times 0.64$	V_{REG} $\times 0.70$	V_{REG} $\times 0.76$	V	
モータ駆動出力全速 High 設定電圧	V_{RDCIN3}	V_{REG} $\times 0.84$	V_{REG} $\times 0.90$	V_{REG}	V	
入力リーク電流	I_{DCINH}	-1.2	0	+1.2	μA	$V_{DCIN} = V_{REG}$
入力バイアス電流	I_{DCINL}	-1.2	0	+1.2	μA	$V_{DCIN} = 0\text{ V}$
<進角設定入力 (LASEL) >						
進角 7.5° 設定電圧	V_{LASELH}	V_{REG} $\times 0.80$	-	V_{REG}	V	
進角 15° 設定電圧	V_{LASELM}	-	V_{REG} $\times 0.50$	-	V	
進角 30° 設定電圧	V_{LASELL}	0	-	V_{REG} $\times 0.30$	V	
入力リーク電流	I_{LASELH}	-5	0	+5	μA	$V_{LASEL} = V_{REG}$
入力バイアス電流	I_{LASELL}	-100	-50	-20	μA	$V_{LASEL} = 0\text{ V}$
<電流制限、及び過電流下側検出電圧入力 (CSL) >						
入力リーク電流	I_{CSHL}	-1.2	0	+1.2	μA	$V_{CSL} = 3\text{ V}$
入力バイアス電流	I_{CSLL}	-1.2	0	+1.2	μA	$V_{CSL} = 0\text{ V}$
電流制限検出電圧	V_{CCL}	130	150	170	mV	
<ソフトスタート時間設定入力 (SS) >						
充電電流	I_{CSS}	-3.0	-2.2	-1.0	μA	$V_{SS} = 0\text{ V}$
<モータロック (低回転、高回転) 保護 (MLP) >						
検出時間	t_{MLPDET}	0.9	1.0	1.1	s	
保護時間 1	t_{MLP1}	0.9	1.0	1.1	s	
保護時間 2	t_{MLP2}	4.5	5.0	5.5	s	
<過電流保護 (OCP) >						
上側検出電圧	V_{CPH}	100	150	230	mV	$V_{CPH} = V_{CRH} - V_{CSH}$
下側検出電圧	V_{CPL}	220	250	280	mV	
<過電圧保護 (OVP) >						
検出電圧	$V_{OVPEDET}$	28	30	32	V	
ヒステリシス電圧	V_{OVPHYS}	-	2	-	V	
<過熱保護 (TSD) >						
検出温度 (参考値) ^(Note 1)	T_{TSDDET}	150	175	200	$^\circ\text{C}$	
ヒステリシス温度 (参考値) ^(Note 1)	T_{TSDHYS}	-	25	-	$^\circ\text{C}$	
<減電圧誤動作防止 (UVLO) >						
検出電圧	$V_{UVLODET}$	4.55	4.75	4.95	V	
ヒステリシス電圧	$V_{UVLOHYS}$	-	0.25	-	V	

電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。
 (Note 1) 参考値は出来映えの評価確認を行った設計値であり、出荷検査は行わない。

特性データ (参考データ)

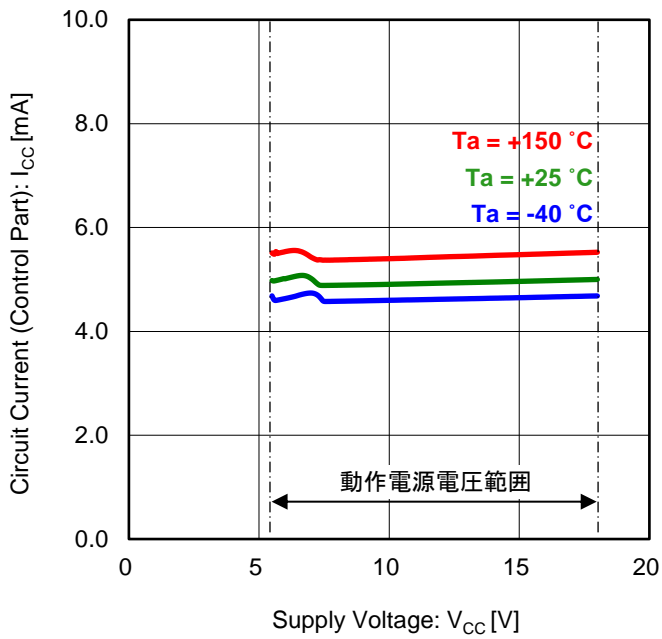


Figure 1. 回路電流 (制御部) vs 電源電圧

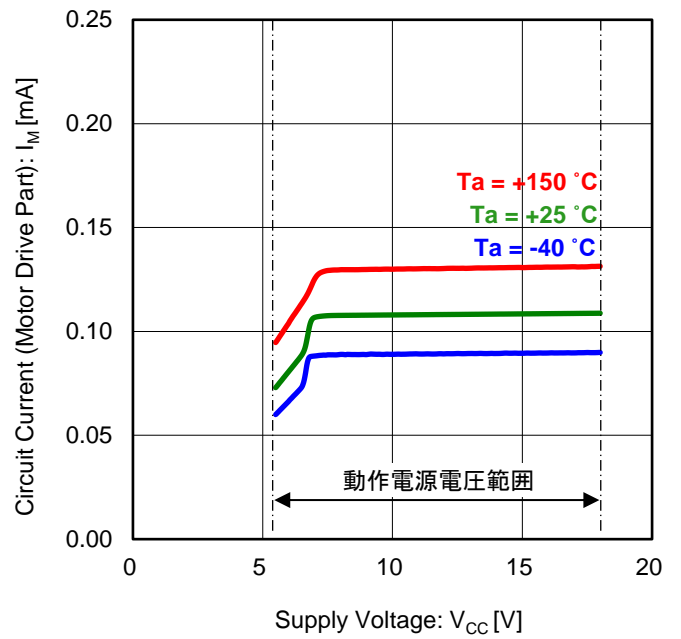


Figure 2. 回路電流 (モータ駆動部) vs 電源電圧

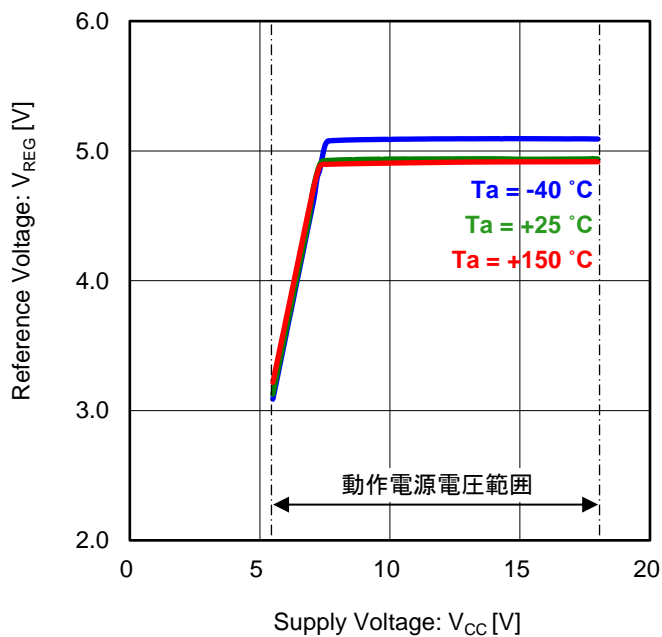


Figure 3. 基準電圧 vs 電源電圧
I_{REG} = -5 mA

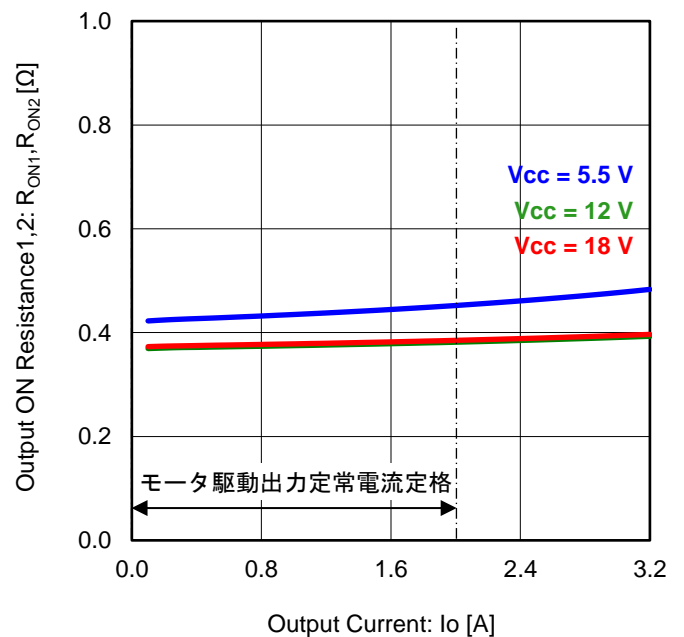


Figure 4. モータ駆動出力 ON 抵抗 1,2 (上下和) vs モータ駆動出力電流
T_j = 25 °C (電源電圧比較)

特性データ (参考データ) - 続き

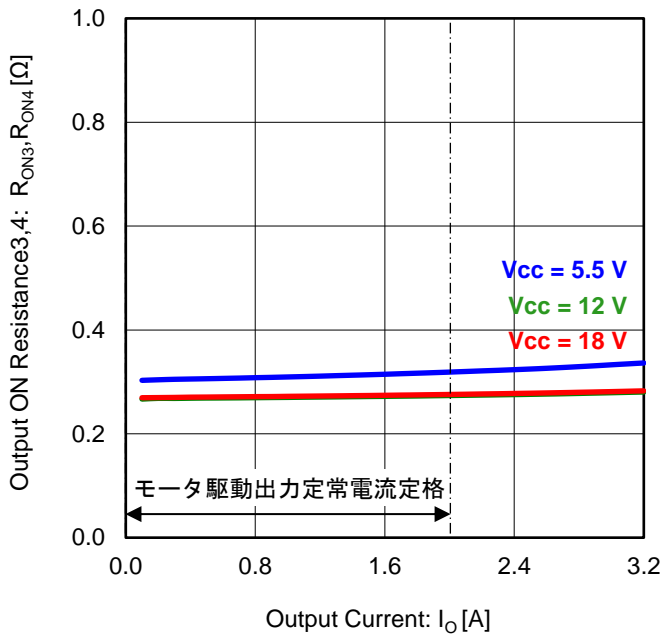


Figure 5. モータ駆動出力 ON 抵抗 3,4 (上下和) vs モータ駆動出力電流
Tj = -40 °C (電源電圧比較)

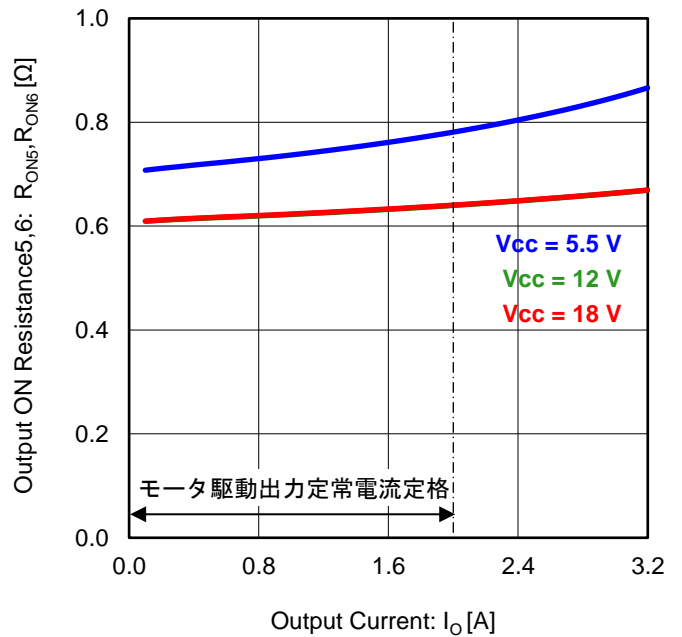


Figure 6. モータ駆動出力 ON 抵抗 5,6 (上下和) vs モータ駆動出力電流
Tj = 150 °C (電源電圧比較)

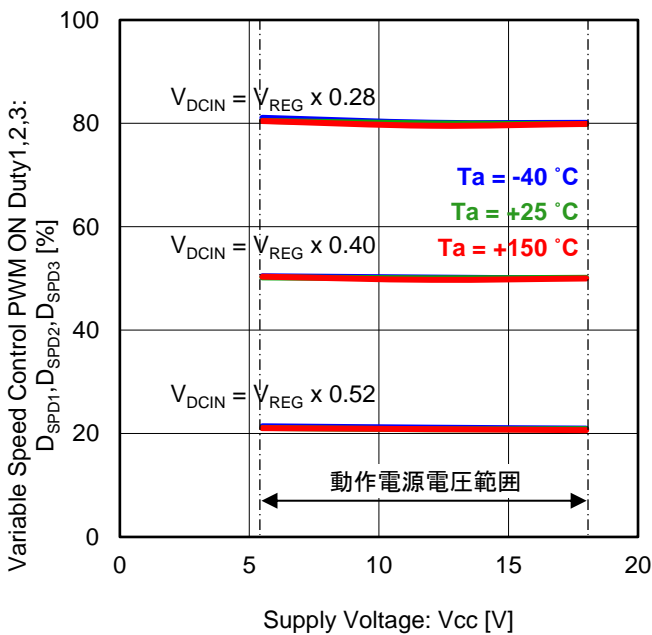


Figure 7. 可変速制御 PWM 動作 ON デューティ 1,2,3 vs 電源電圧

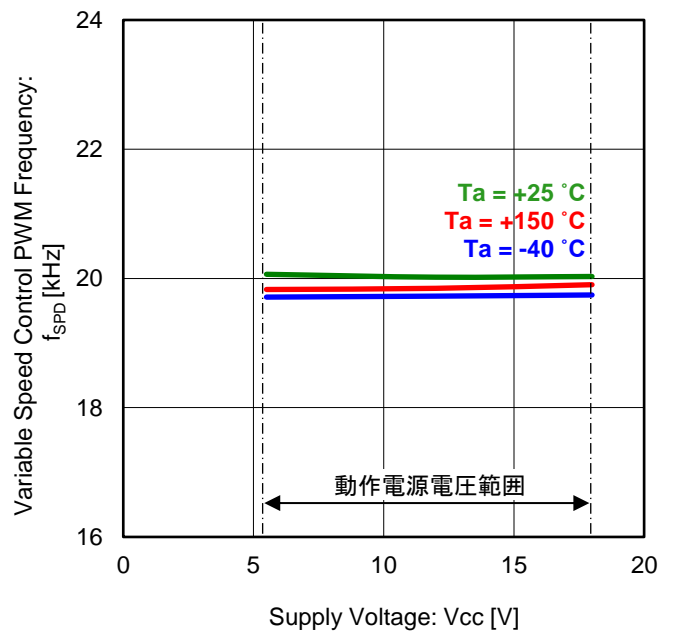


Figure 8. 可変速制御 PWM 動作周波数 vs 電源電圧

特性データ (参考データ) - 続き

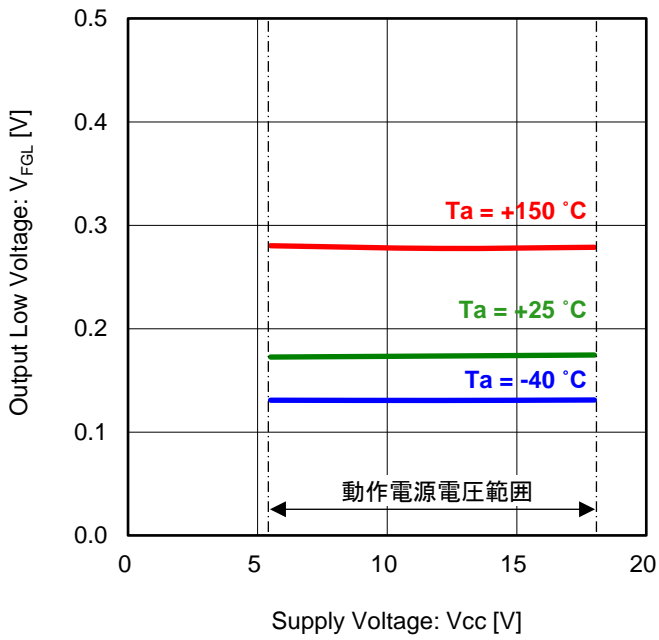


Figure 9. FG 出力 Low 電圧 vs 電源電圧

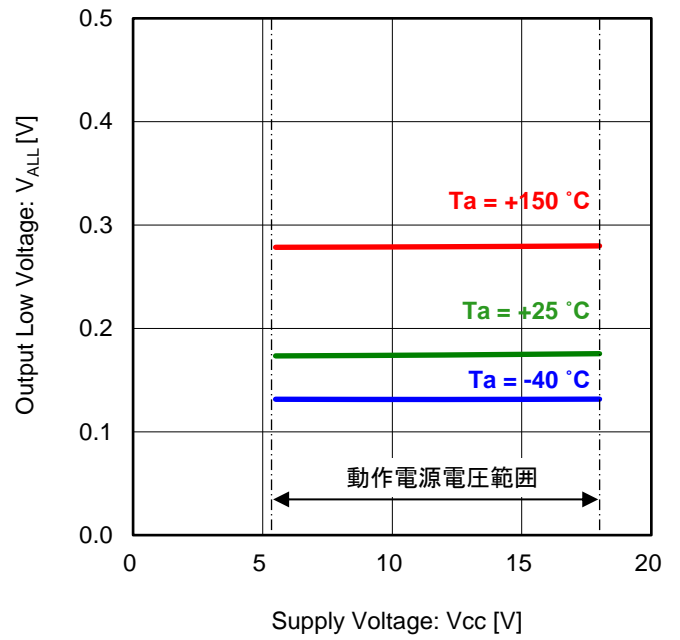


Figure 10. AL 出力 Low 電圧 vs 電源電圧

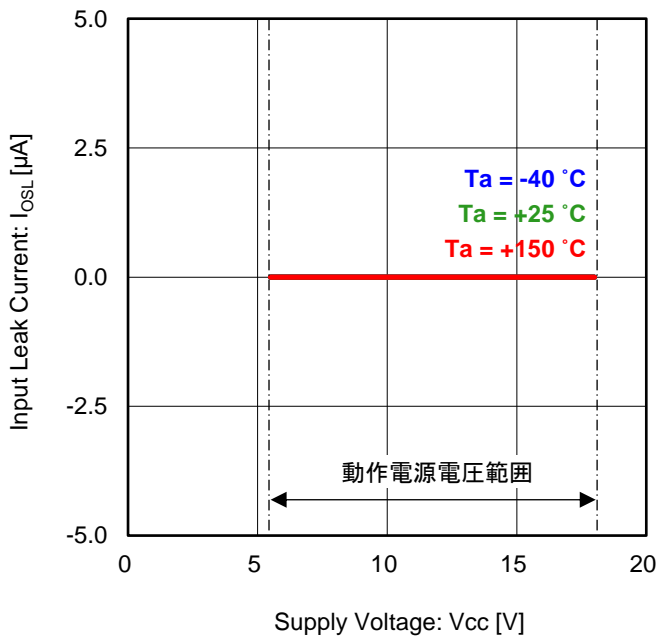


Figure 11. 誘起電圧検出コンパレータ入力リーク電流 vs 電源電圧

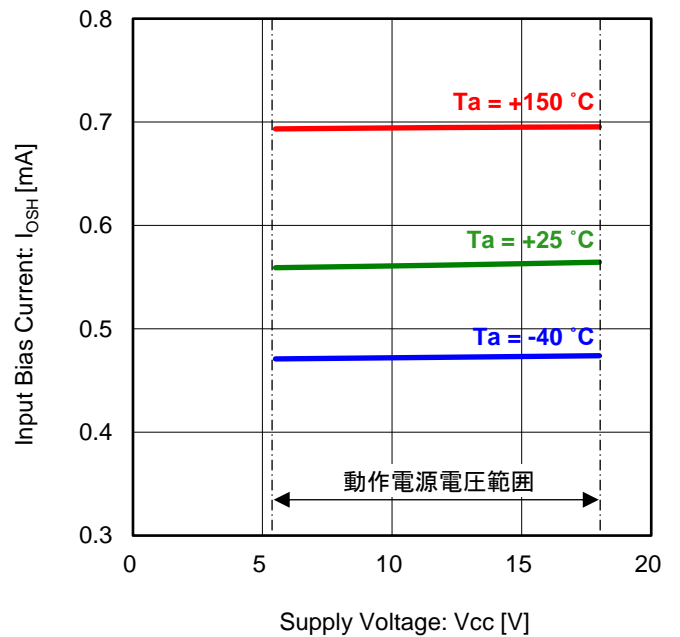


Figure 12. 誘起電圧検出コンパレータ入力バイアス電流 vs 電源電圧

特性データ (参考データ) - 続き

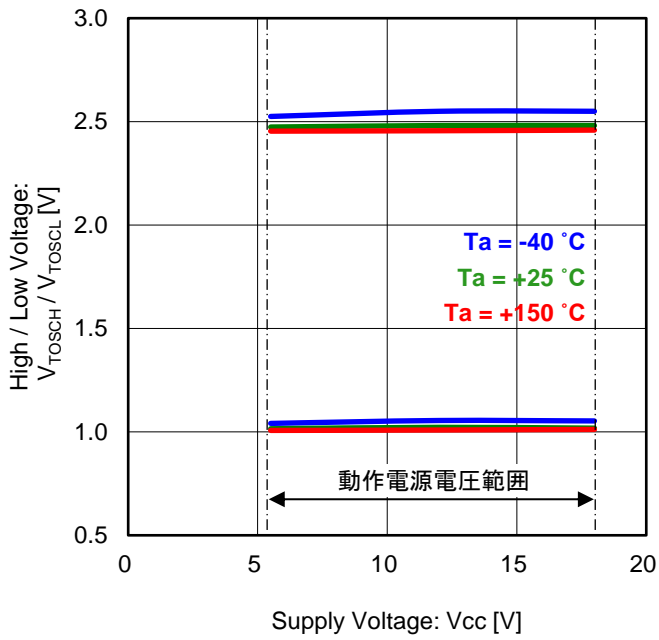


Figure 13. TOSC High / Low 電圧 vs 電源電圧

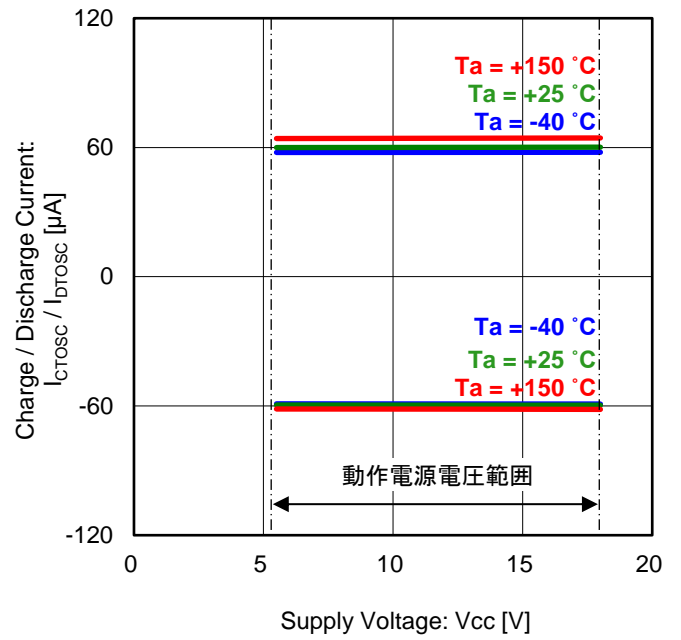


Figure 14. TOSC 充電 / 放電電流 vs 電源電圧

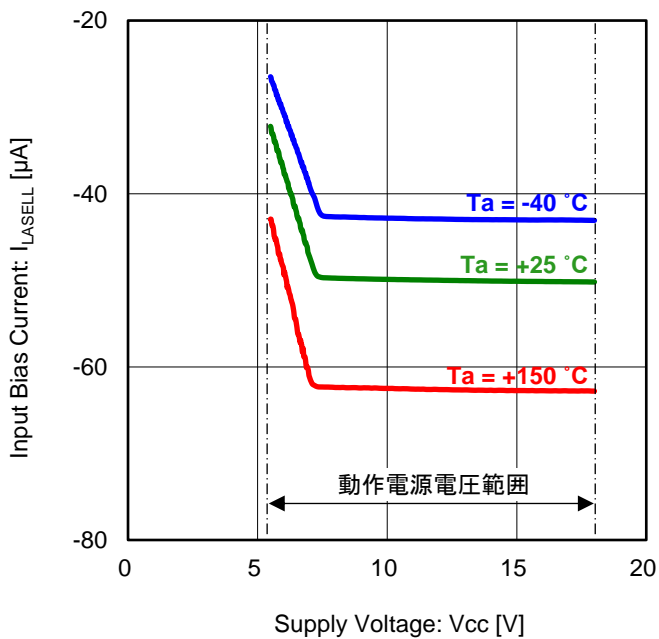


Figure 15. LASEL 入力バイアス電流 vs 電源電圧

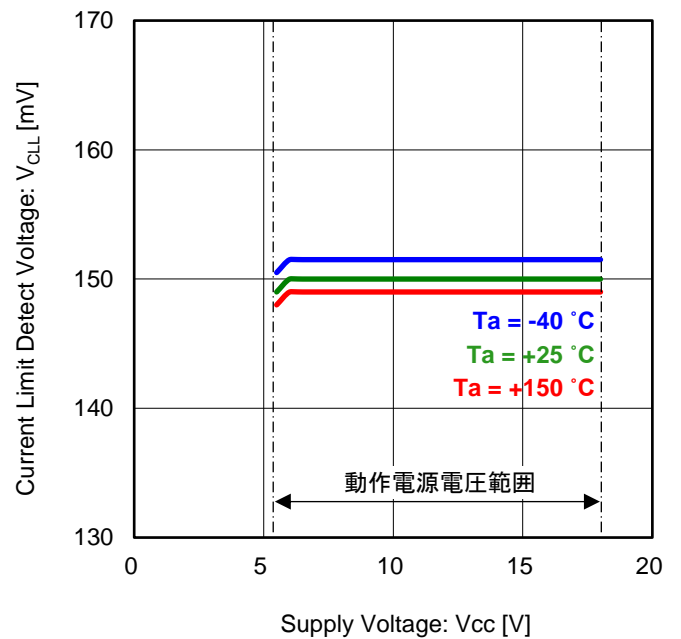


Figure 16. 電流制限検出電圧 vs 電源電圧

特性データ (参考データ) - 続き

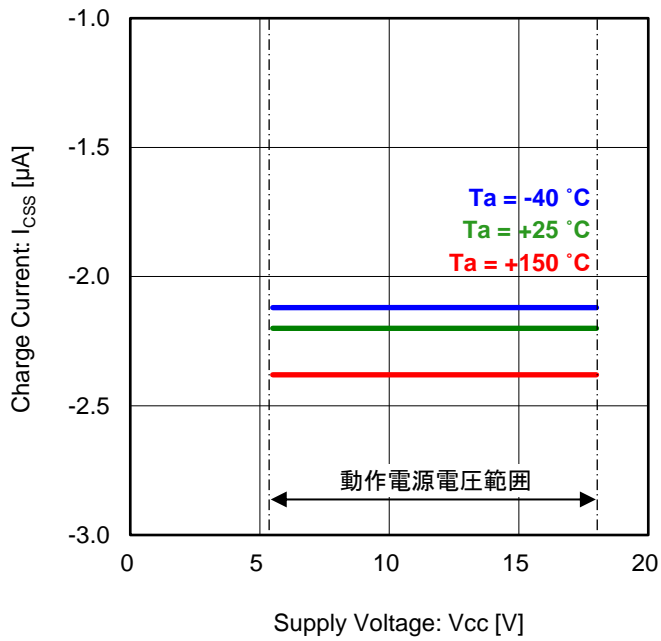


Figure 17. SS 充電電流 vs 電源電圧

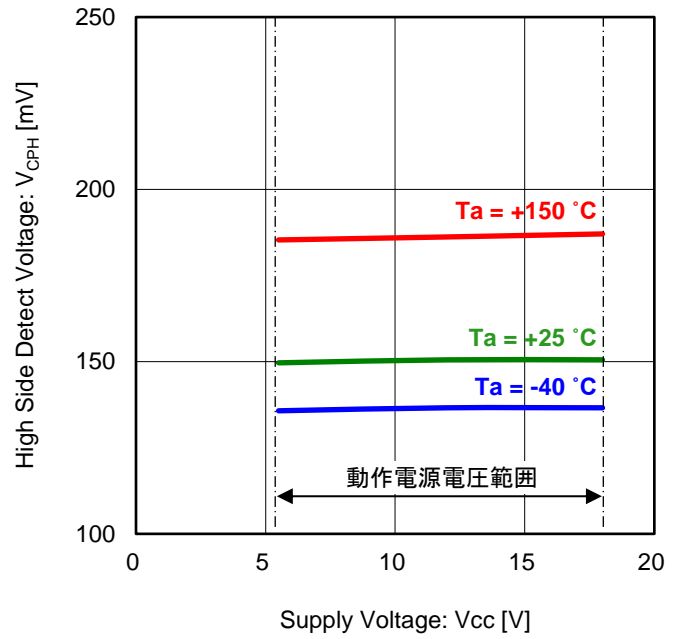


Figure 18. 過電流保護上側検出電圧 vs 電源電圧

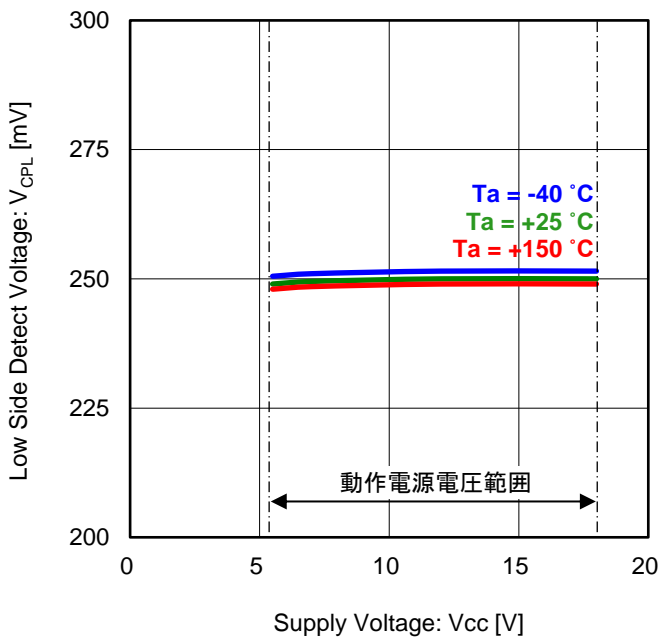


Figure 19. 過電流保護下側検出電圧 vs 電源電圧

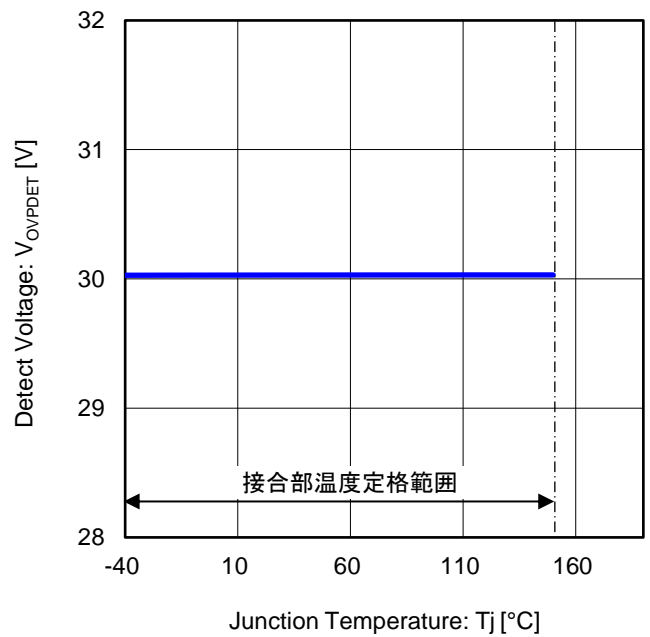


Figure 20. 過電圧保護検出電圧 vs 接合部温度

特性データ (参考データ) - 続き

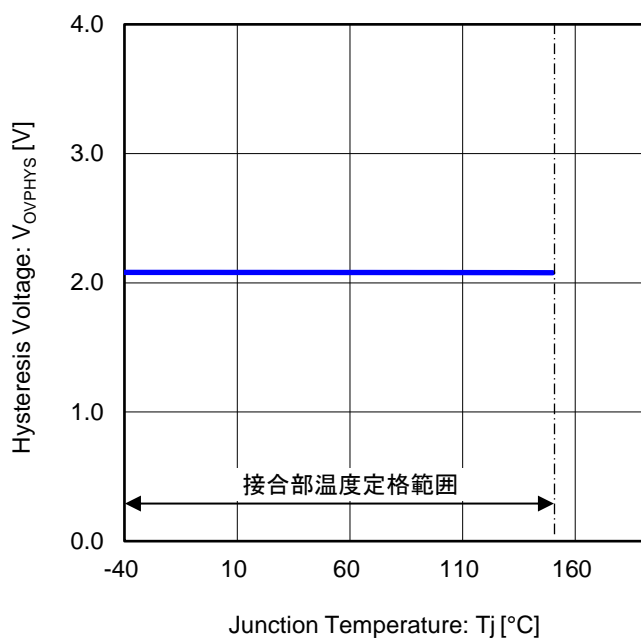


Figure 21. 過電圧保護ヒステリシス電圧 vs 接合部温度

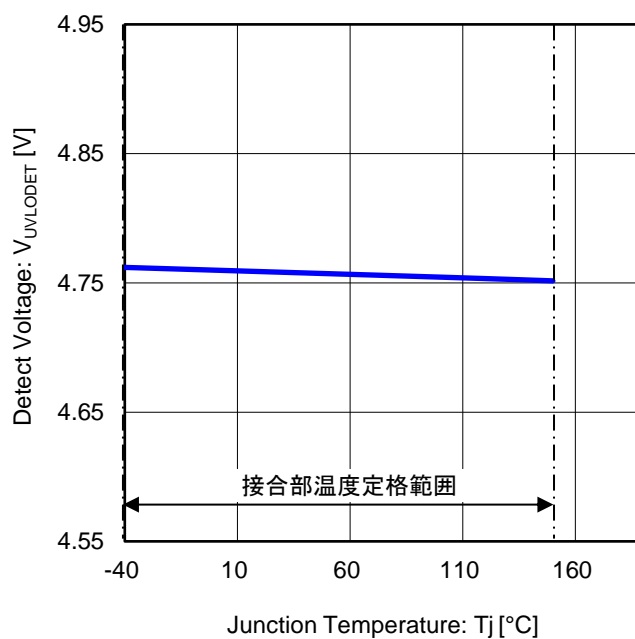


Figure 22. UVLO 検出電圧 vs 接合部温度

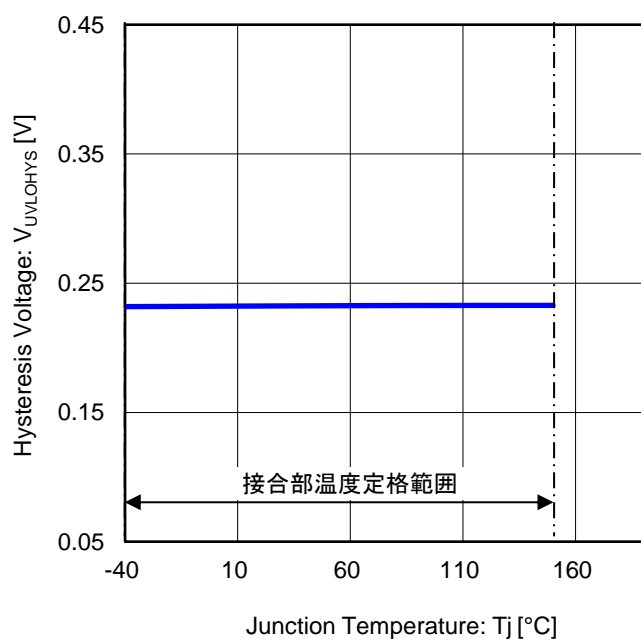


Figure 23. UVLO ヒステリシス電圧 vs 接合部温度

応用回路例 (定数は参考値)

外部 PWM 信号を DC 電圧に変換し、モータ回転数を可変制御するアプリケーション回路例です。

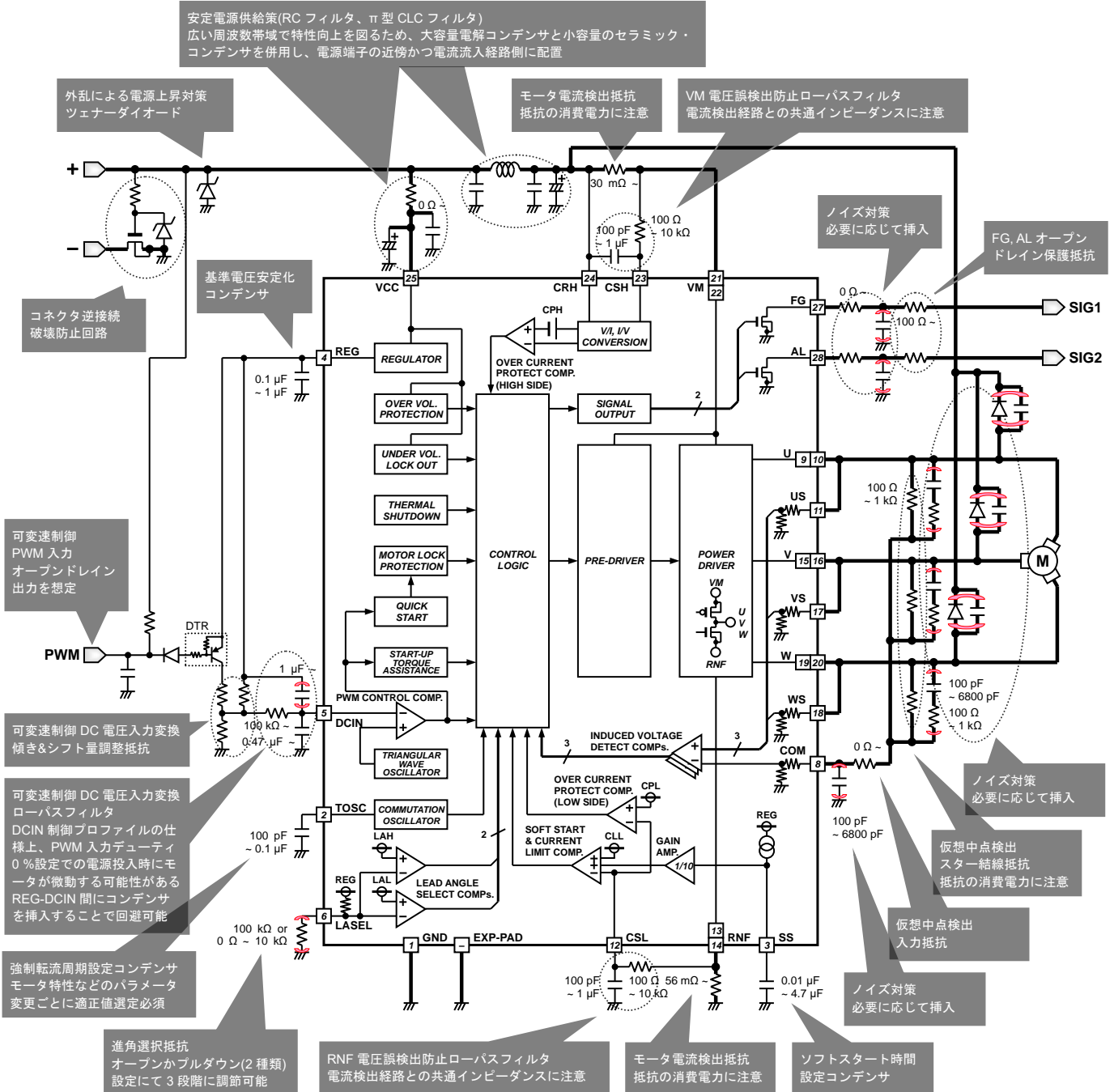


Figure 24. 可変速制御アプリケーション回路

基板設計留意点

- (1) 電源 (VCC)、及びモータ駆動電源 (VM)、モータ駆動出力 (U, V, W)、モータ駆動グラウンド (RNF) の各ラインは太く短く配線
- (2) グラウンド (GND) ラインは、大電流が流れるモータ駆動グラウンド (RNF) ラインとの共通インピーダンスに注意して太く短く配線
- (3) 安定電源供給用フィルタは各電源端子の近傍かつ電流流入経路側に配置
- (4) ノイズ除去回路は EMC 対策などの一例であり、用途に応じて対策
- (5) アプリケーション外部に接続する端子 (+, -, PWM, SIG1, SIG2) に対する種々の対策は一例であり、用途に応じて対策

機能動作説明

1. 起動シーケンス

BD16852EFV-C は、三相ブラシレス DC モータを位置検出用のホール素子を使用せず駆動するモータドライバ IC です。電源投入して可変速制御入力後、所定のシーケンスにて動作させることで安定したセンサレス駆動を実現します。

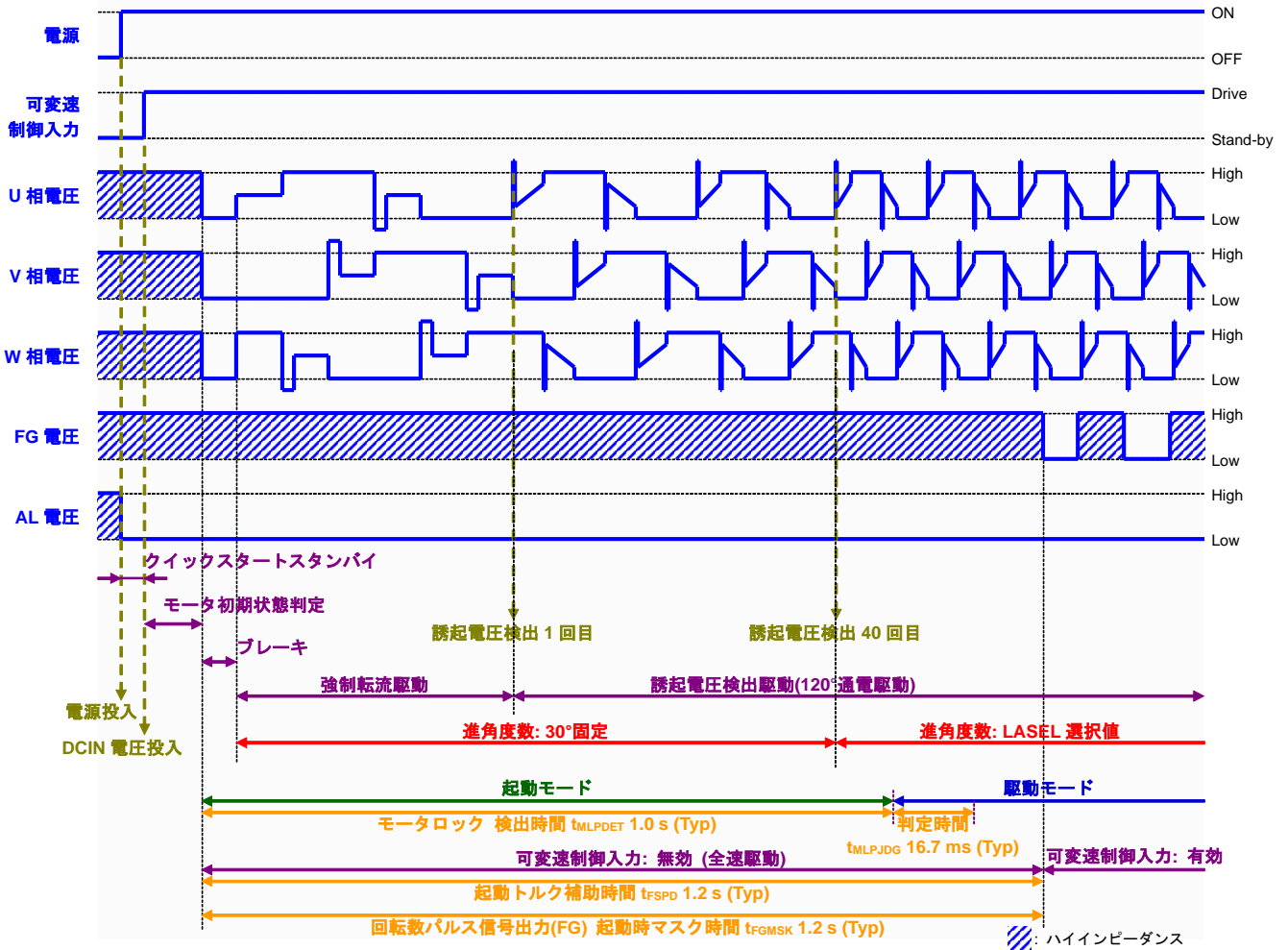


Figure 25. 起動シーケンス概略タイミングチャート(モータ停止時)

(1) クイックスタートスタンバイ

電源投入後、可変速制御入力されるまでは、モータ駆動出力を OFF 論理 (ハイインピーダンス)、FG 信号は High 論理、AL 信号は Low 論理で待機します。

(2) モータ初期状態判定

電源投入して可変速制御入力後、モータ状態 (正転、逆転、停止) を 12.5 ms (Typ) 間に判定します。判定によって遷移するステートが異なります。

Table 1. モータ初期状態判定表

判定	条件	遷移ステート
正転	誘起電圧 (正転論理) を検出	誘起電圧検出駆動
逆転	誘起電圧 (逆転論理) を検出	逆転保護
停止	上記以外	ブレーキ

(a) 逆転保護

モータ初期状態判定にて逆転と判定すると、モータ駆動出力を三相とも一定時間 (1.0 s (Typ)) Low 論理 (ブレーキ) にて固定します。逆転保護解除後はブレーキに遷移します。

(3) ブレーキ

モータ初期状態判定にて停止と判定すると、すべてのモータ駆動出力を 6.5 ms (Typ) 間 Low 論理 (ブレーキ) にすることにより、モータを安定化させて強制転流駆動に遷移します。

1. 起動シーケンス - 続き

(4) 強制転流駆動

IC 内部の基準信号に同期させ、モータ駆動出力論理を強制転流させます。この強制転流動作によりモータから発生する誘起電圧を検出すれば、誘起電圧検出駆動 (120°通電駆動) に遷移します。

誘起電圧を正確に検出できない場合、後述の起動アシストにより、強制転流駆動をモータロック検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ) 内繰り返します。

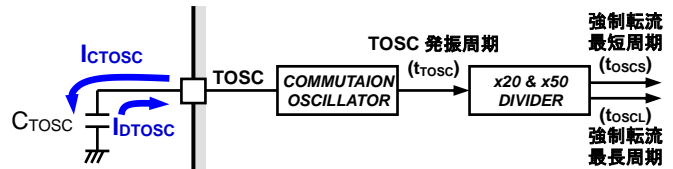
(a) 強制転流周期

強制転流周期は、TOSC 端子の発振周期と IC 内部の定数 2 値範囲内で決まります。TOSC 端子とグラウンド間に接続した外付けコンデンサ (C_{TOSC}) による発振周期と強制転流周期 (最短、最長) の関係は以下の通りです。

$$t_{TOSC} = \frac{C_{TOSC} \times (|I_{DTOSC}| + |I_{CTOSC}|) \times (V_{TOSCH} - V_{TOSCL})}{(|I_{DTOSC}| \times I_{CTOSC})} \text{ [s]}$$

$$t_{OSCS} = t_{TOSC} \times 20 \text{ [s]}$$

$$t_{OSCL} = t_{TOSC} \times 50 \text{ [s]}$$



t_{TOSC} : TOSC 発振周期 [s]

C_{TOSC} : TOSC 容量値 [F]

I_{DTOSC} : TOSC 放電電流 [A] (Typ 60 μ A)

I_{CTOSC} : TOSC 充電電流 [A] (Typ -60 μ A)

V_{TOSCH} : TOSC High 電圧 [V] (Typ 2.5 V)

V_{TOSCL} : TOSC Low 電圧 [V] (Typ 1.0 V)

t_{OSCS} : 強制転流最短周期 [s]

t_{OSCL} : 強制転流最長周期 [s]

Figure 26. コンデンサと IC 内部回路図

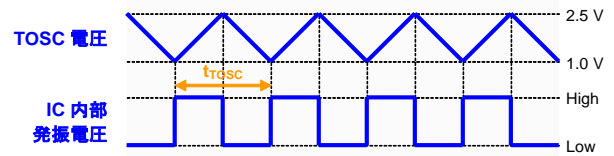


Figure 27. TOSC タイミングチャート

(ex.) TOSC 容量値 C_{TOSC} を 1000 pF とすると、TOSC 周期 t_{TOSC} は 50 μ s となり、強制転流は最短 1.0 ms から最長 2.5 ms まで一相励磁します。

$$t_{TOSC} = \frac{1000 \times 10^{-12} \times (|60 \times 10^{-6}| + |-60 \times 10^{-6}|) \times (2.5 - 1.0)}{(|60 \times 10^{-6}| \times -60 \times 10^{-6})} = 50 \times 10^{-6} \text{ [s]}$$

$$t_{OSCS} = 50 \times 10^{-6} \times 20 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [s]}$$

$$t_{OSCL} = 50 \times 10^{-6} \times 50 = 2.5 \times 10^{-3} \text{ [s]}$$

(b) TOSC コンデンサ適正值設定

強制転流周期設定については、モータ特性などのパラメータによりコンデンサの適正值が異なりますので、起動成功時の上限値と下限値を見極め、適正值を決定してください。設定値の特徴として、モータの磁極数が多いほど適正值が小さくなり、モータの慣性モーメントが大きいほど適正值が大きくなる傾向があります。モータ特性、使用環境などを考慮し、十分な条件にて起動試験したうえでのマージン設計を行ってください。

Table 2. 強制転流周期対応表 (参考値)

TOSC 値 (C_{TOSC}) [pF]	最短周期 (t_{OSCS}) [ms]	最長周期 (t_{OSCL}) [ms]
100	0.10	0.25
150	0.15	0.38
220	0.22	0.55
330	0.33	0.83
470	0.47	1.18
680	0.68	1.70
1,000	1.00	2.50
1,500	1.50	3.75
2,200	2.20	5.50
3,300	3.30	8.25
4,700	4.70	11.75
6,800	6.80	17.00
10,000	10.00	25.00

(4) 強制転流駆動 - 続き

(c) 起動アシスト

強制転流駆動でのモータ駆動出力論理を 8 回切り換えても誘起電圧が未検出や誤検出する場合は、強制転流駆動からブレーキに戻り、再度、強制転流駆動のシーケンスをモータロック検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ) 内繰り返します。

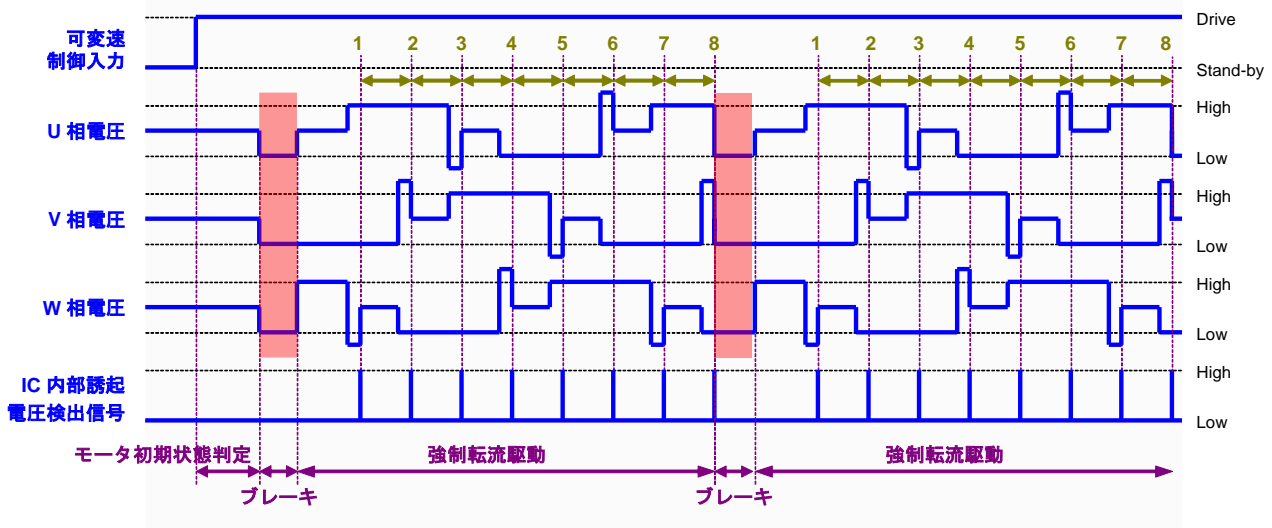


Figure 28. 起動アシストタイミングチャート

(5) 起動モードと駆動モード

起動モードとは、ブレーキから始まり、後述する強制転流駆動、及び 120°通電駆動に遷移しているモータロック検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ) 以内の状態を示します。駆動モードとは、そのモータロック検出時間 t_{MLPDET} を経過してから後述するモータロック判定時間 t_{MLPJDG} : 16.7 ms (Typ) 以後の状態を示します。

(6) 起動トルク補助

DCIN 端子から入力される可変速制御入力値が低く、静止摩擦以上の起動トルクが発生しない場合、起動失敗となります。この場合を想定して、可変速制御入力時及び出力保護復帰時などのモータ起動時は起動トルク補助時間 t_{FSPD} : 1.2 s (Typ) の間、DCIN 端子から入力される可変速制御入力値を無効にして全速駆動します。起動トルク補助による全速駆動後は可変速制御入力値まで -1%/ms の傾きにて遷移します。起動トルク補助作動中にモータ停止指令値を入力したい場合は、可変速制御 DC 電圧入力 V_{DCIN} を $V_{REG} \times 0.6$ 以上から $V_{REG} \times 0.8$ 未満に設定してください。

(7) 起動マスク時間

FG 出力は起動時マスク時間 t_{FGMSK} : 1.2 s (Typ) の間ハイインピーダンス論理にて固定され、その後は U 相出力に同期した信号を出力します。

- i) 電源投入 (減電圧誤動作防止解除) かつ可変速制御入力
- ii) 出力保護 (モータロック、過電流、過電圧、過熱) からの復帰

(8) TOSC 端子処理

TOSC 端子はオープンでも基板容量により自走発振する場合がありますが、オープン設定は禁止です。

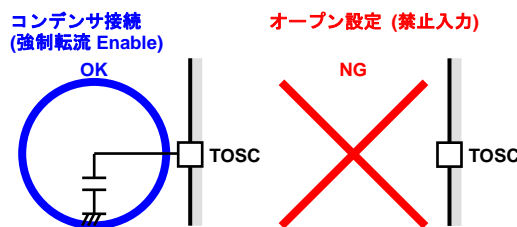


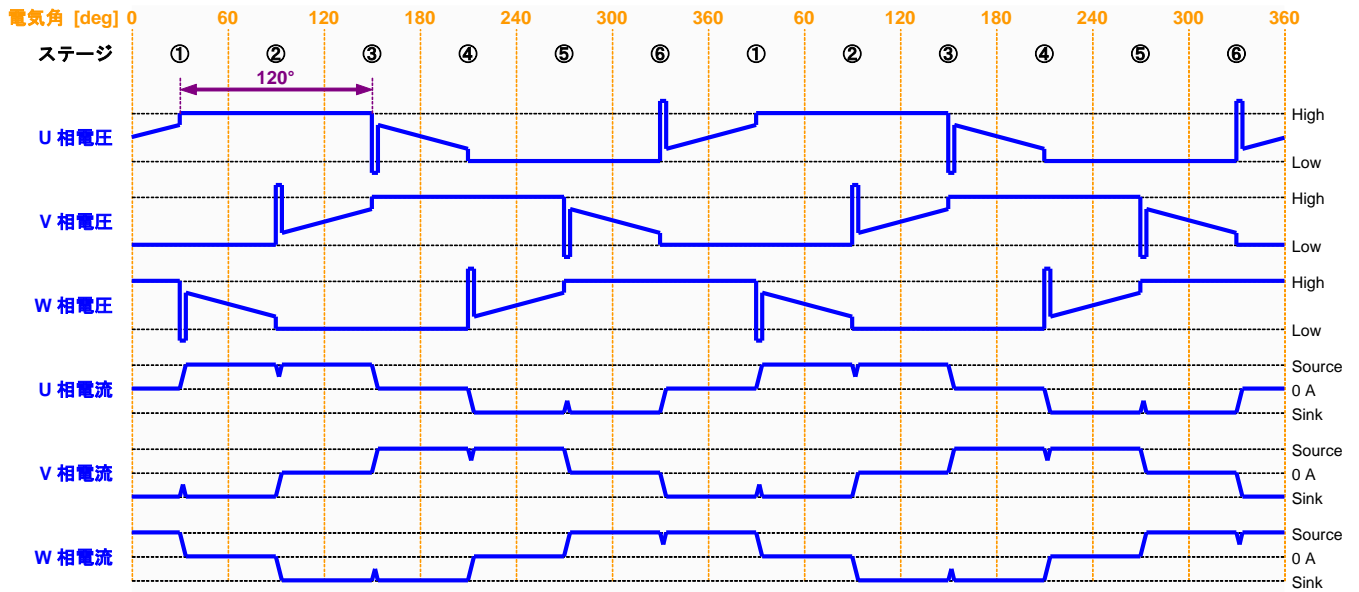
Figure 29. 強制転流機能設定

機能動作説明 - 続き

2. センサレス駆動

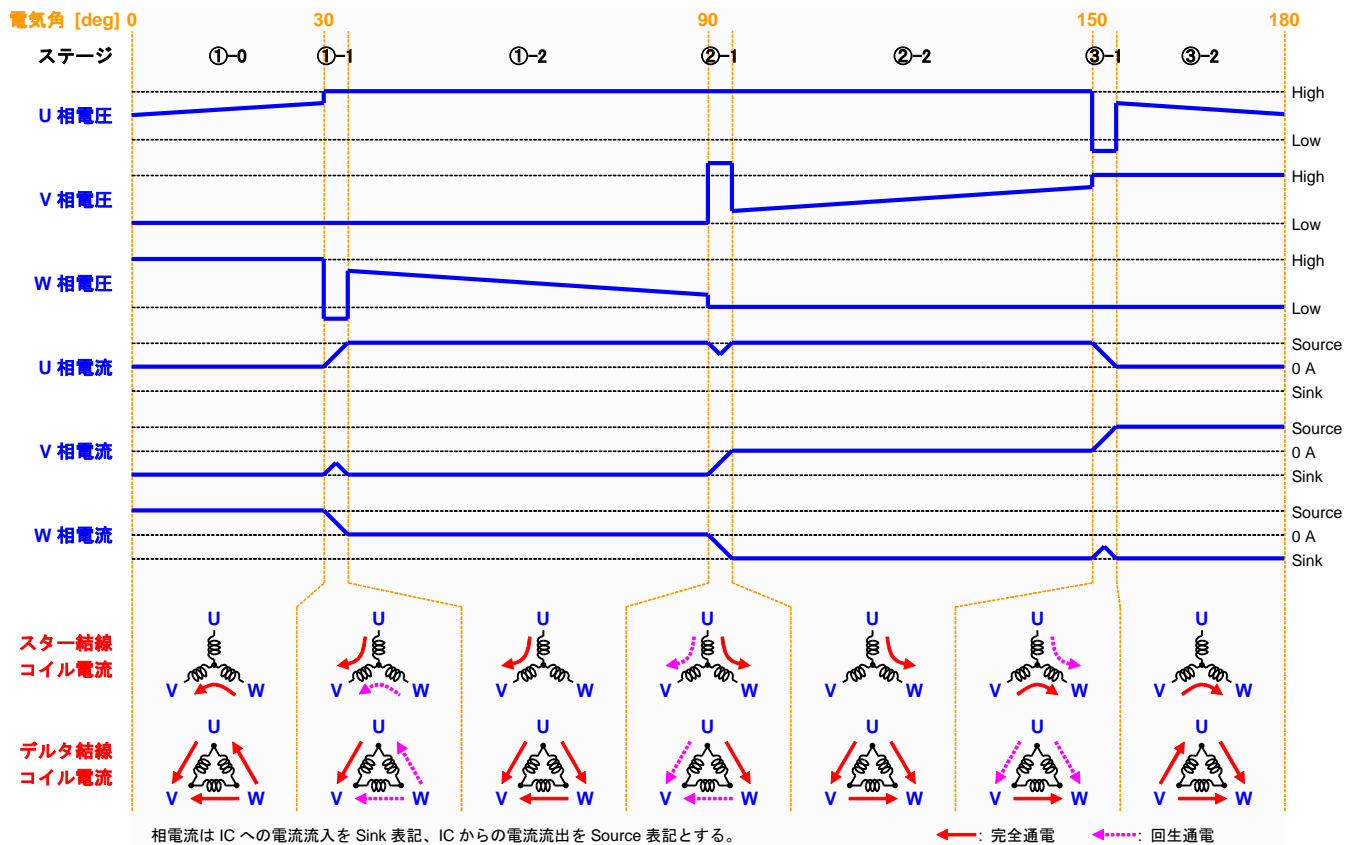
(1) 誘起電圧検出駆動 (120° 通電駆動)

誘起電圧を検出して、電気角 120° 分ずつ通電させる駆動です。



相電流は IC への電流流入を Sink 表記、IC からの電流出を Source 表記とする。

Figure 30. 120°通電駆動タイミングチャート



相電流は IC への電流流入を Sink 表記、IC からの電流出を Source 表記とする。

← 完全通電 ← 回生通電

Figure 31. 120°通電駆動時のモータコイル電流推移

機能動作説明 — 続き

3. 可変速制御

(1) DC 電圧入力可変速制御

DCIN 端子から入力される可変速制御 DC 電圧と内部 OSC 回路により作られる三角波電圧とを比較し、可変速制御 PWM 動作周波数 f_{SPD} : 20 kHz (Typ) にてモータ駆動出力 (U, V, W) 端子の PWM デューティを変化させて回転数を可変できます。

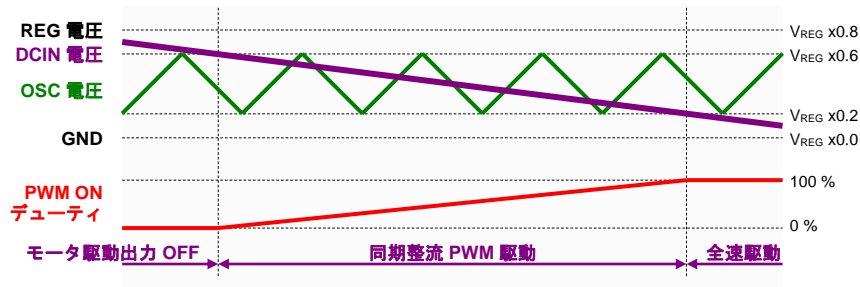


Figure 32. 可変速制御入出力タイミングチャート

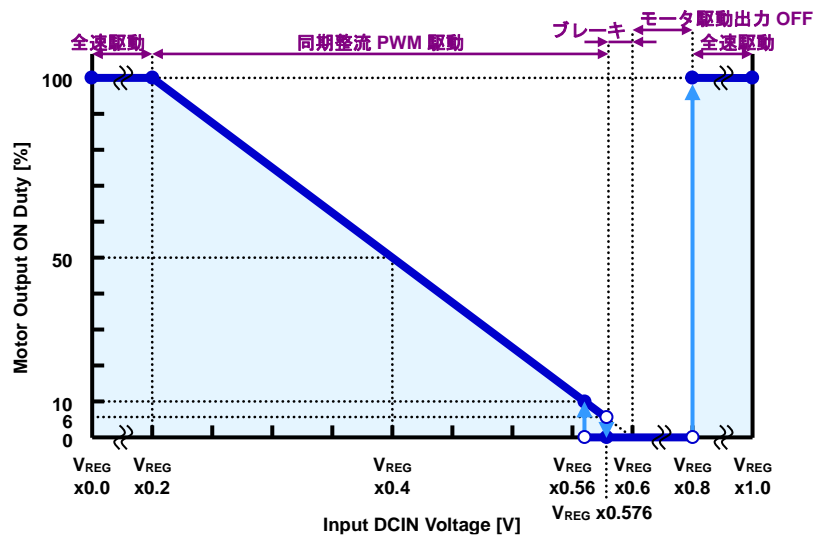


Figure 33. DCIN 制御プロファイル

基準電圧 V_{REG} : 5.0 V (Typ) の抵抗分割で内部 OSC High 電圧 ($V_{REG} \times 0.6$) と Low 電圧 ($V_{REG} \times 0.2$) を生成しているため、DCIN 端子から入力される可変速制御 DC 電圧を基準電圧 V_{REG} 下で構成することにより、モータ駆動出力の PWM デューティのばらつきを抑制できます。

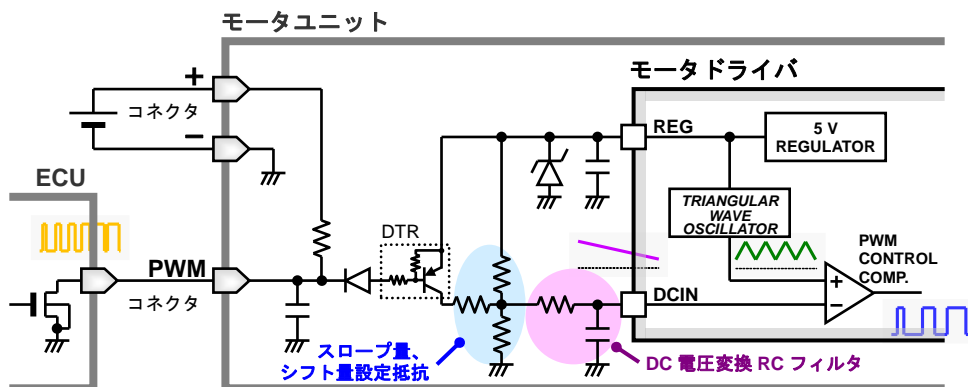


Figure 34. ECU 基板とモータユニット基板をコネクタで接続する場合

(1) DC 電圧入力可変速制御 - 続き

Figure 34 におけるスロープ量、シフト量設定抵抗を調整することにより多様な可変速制御を実現できます。

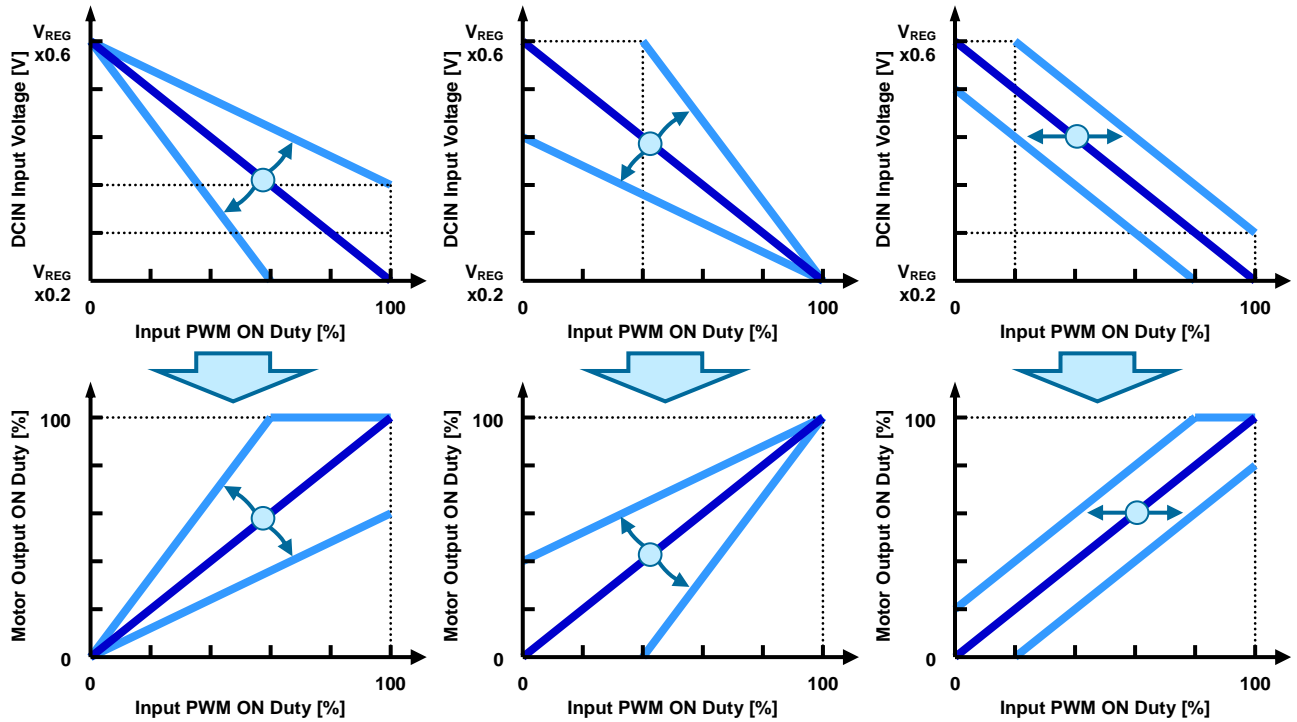


Figure 35. 可変速制御スロープ及びシフト設定例

DCIN 端子に入力する可変速制御入力は DC 電圧であれば、以下のような応用も可能です。

Figure 36 は周囲温度を DC 電圧に換算し、モータ回転数を可変制御するアプリケーションです。発熱源近傍に配置したサーミスタにて周囲温度を検知します。NTC サーミスタの場合、周囲温度の上昇に合わせてモータ回転数が上がります。

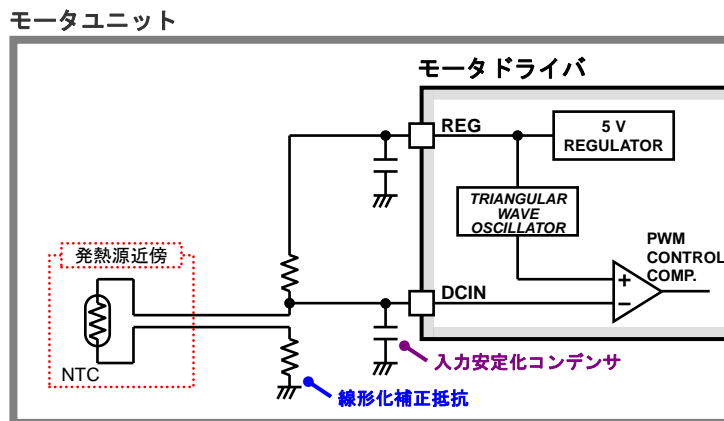


Figure 36. 温度制御アプリケーション

3. 可変速制御 - 続き

(2) クイックスタート

クイックスタートとは、DCIN 端子から入力される可変速制御入力値にてモータを停止させた後、次に回転させたいタイミングで指令値を入力する場合に、後述のモータロック保護に影響されず、すぐ起動するための機能です。

モータ停止の指令値入力が 90 μ s (Typ) 以上継続すると、モータロック保護機能を無効にしてモータ駆動出力を三相ともハイインピーダンス論理 (OFF) を維持します。この状態をクイックスタートスタンバイと言います。任意のタイミングでモータ運転の指令値を入力すると Figure 25 の起動シーケンスが始まり、モータロック保護機能は有効になります。

また、可変速制御 DC 電圧入力 V_{DCIN} を $V_{REG} \times 0.8$ 以上から $V_{REG} \times 0.56$ 以下に変更した場合にはクイックスタートを経由するので、Figure 25 の起動シーケンスから始まります。

(3) DCIN 急減速指令時デューティスロープ

モータが正常運転中に DCIN 端子へ減速指令値を入力した場合、モータ駆動出力が同期整流しているので、モータ電源側への回生電流が発生します。そこで減速指令入力時は PWM ON デューティを -1%/ms の傾きにて徐々に減少させます。

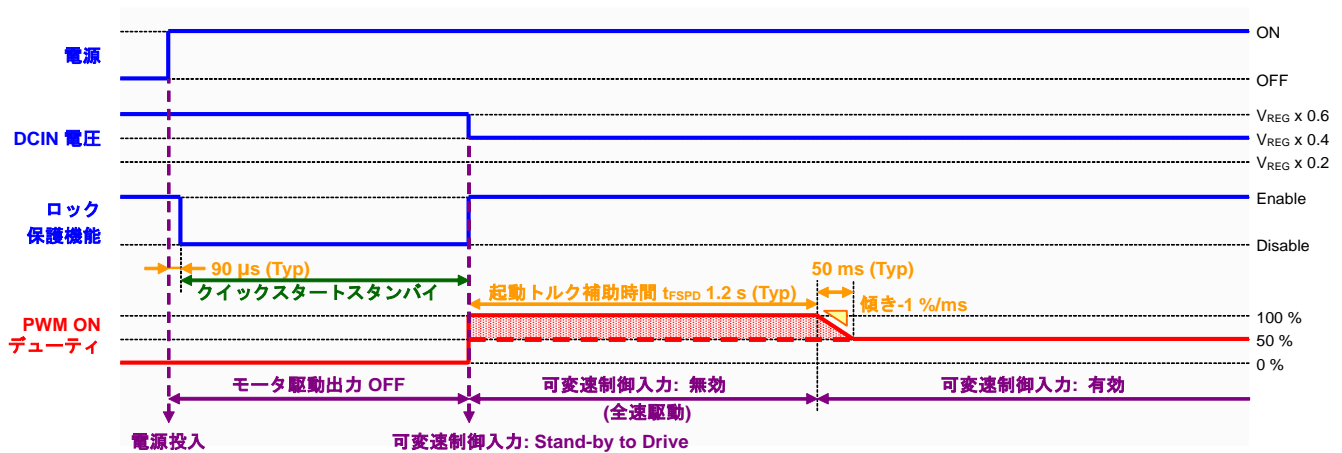


Figure 37. クイックスタート起動時タイミングチャート

(4) モータ駆動出力 PWM 動作

可変速制御時は、DCIN 端子から入力される可変速制御 DC 電圧に応じてその時に通電しているモータ駆動出力 2 端子をそれぞれ High, High 論理か Low, Low 論理 (ブレーキ) にします。

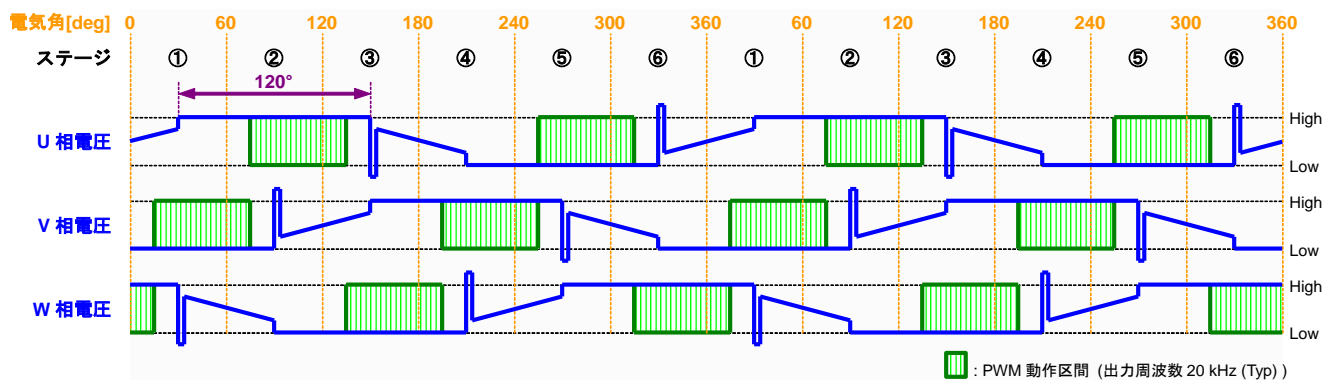


Figure 38. 可変速制御モータ駆動出力 PWM 動作タイミングチャート

3. 可変速制御 - 続き

(5) 同期整流

PWM 動作時は、電流効率を上げるためにモータ駆動出力を High, Low 論理を繰り返す同期整流方式を採用しています。モータ駆動部を構成する上下トランジスタが、同時に ON して貫通電流が流れないように 0.6 μs (Typ) ハイインピーダンス区間を設定しています。

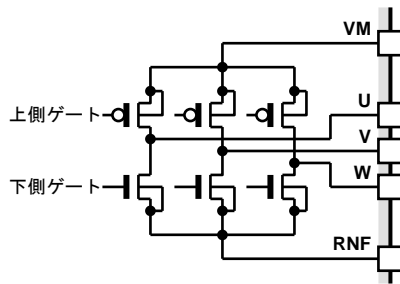


Figure 39. モータ駆動出力段回路

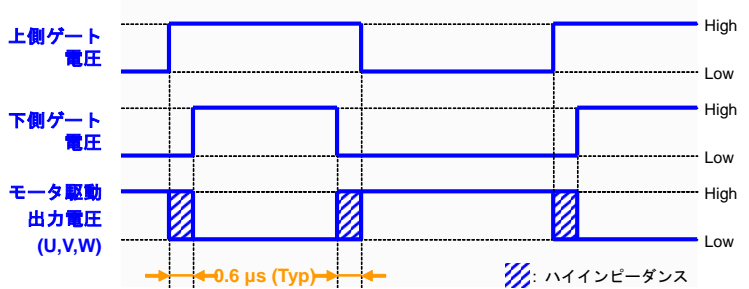


Figure 40. PWM 動作時の同期整流タイミングチャート

(6) DCIN 端子処理

DCIN 端子はオープン状態だと端子電圧が不定となりますので、IC 電源投入時にはかならず DCIN 端子に電圧を印加してください。

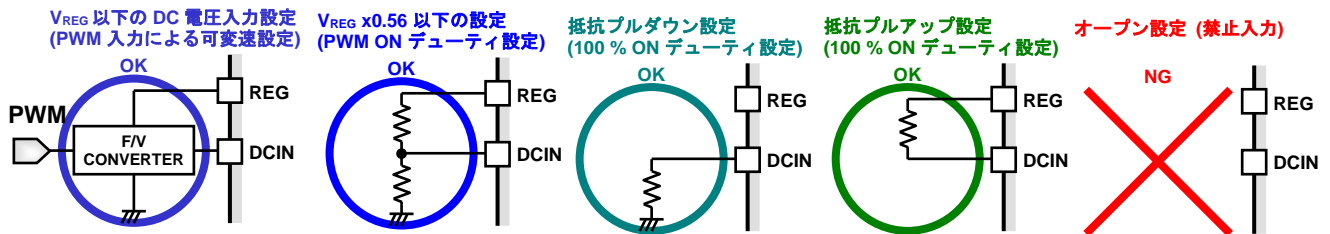


Figure 41. 可変速制御指令 DC 電圧入力機能設定

機能動作説明 — 続き

4. 進角選択

LASEL 端子の設定により 3 段階の進角選択が可能です。
誘起電圧を規定回数 (40 回) 検出した後に選択した進角度数が有効になります。誘起電圧検出 40 回目までは進角度数は 30°固定です。Figure 25 を参照してください。

LASEL	進角度数 [deg]
H	7.5
M	15
L	30

H; High, M; Middle, L; Low

- i) LASEL = OPEN (IC 内部にて電源プルアップ) にて High 論理入力
- ii) LASEL = 1/2 x V_{REG} (100 kΩ でプルダウン) にて Middle 論理入力
- iii) LASEL = GND (10 kΩ 以下でプルダウン) にて Low 論理入力

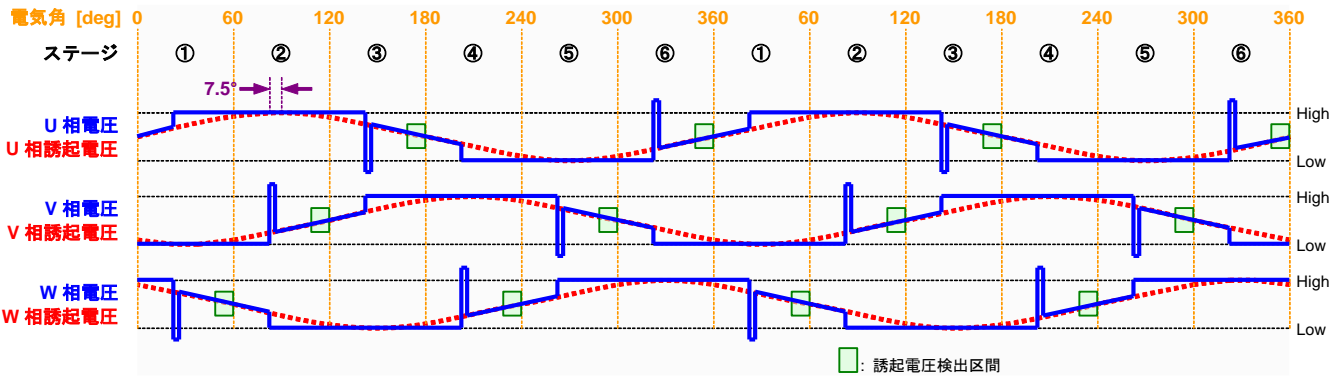


Figure 42. 7.5°進角タイミングチャート (LASEL = High)

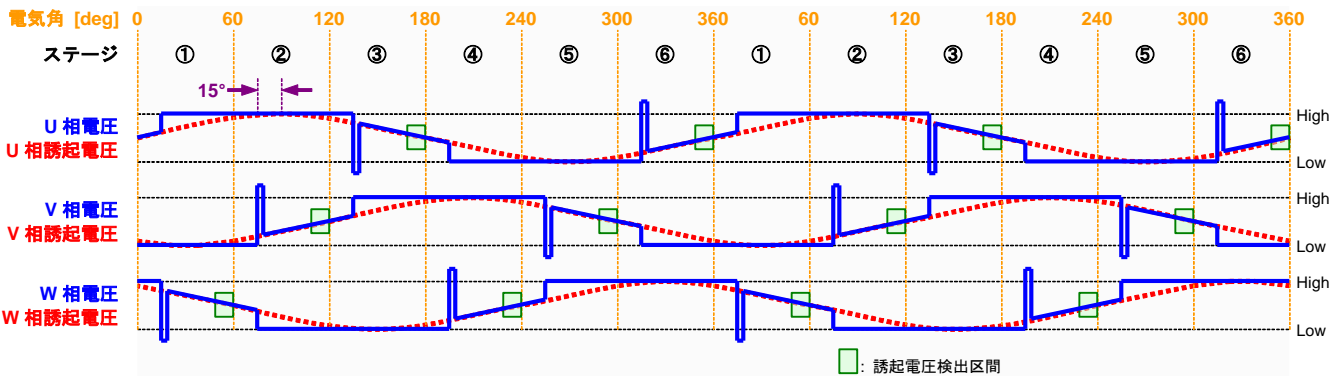


Figure 43. 15°進角タイミングチャート (LASEL = Middle)

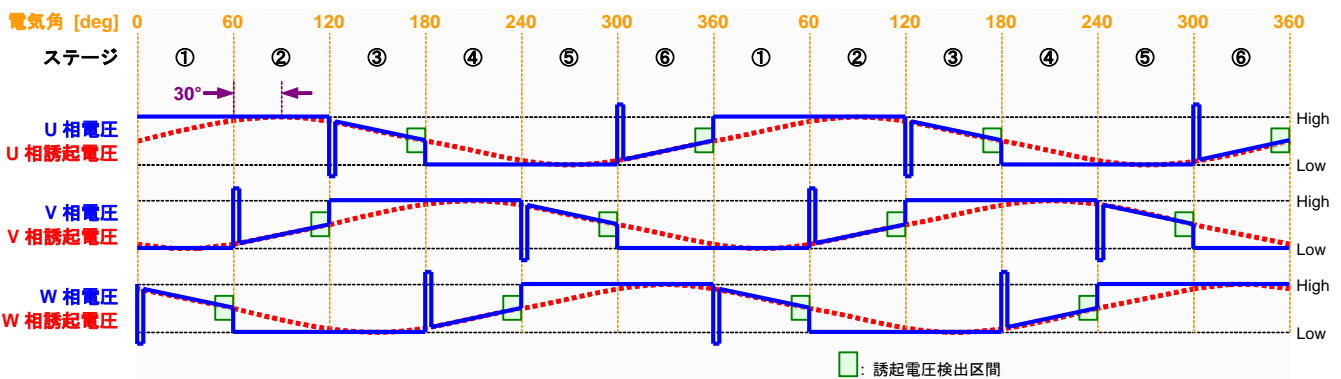


Figure 44. 30°進角タイミングチャート (LASEL = Low)

(1) LASEL 端子処理

LASEL 端子は IC 内部にて REG 端子に 100 kΩ (Typ) でプルアップしています。

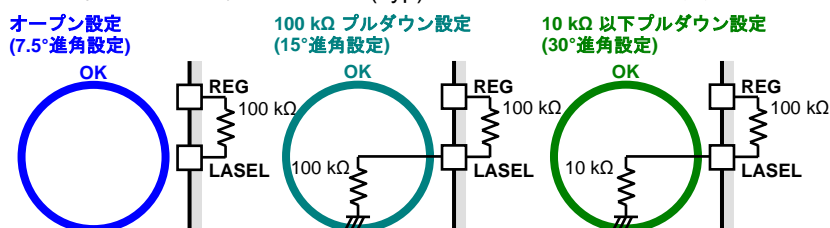


Figure 45. 進角選択機能設定

機能動作説明 — 続き

5. 電流制限 (カレントリミット)

モータ駆動グラウンド (RNF) 端子から流出するモータ駆動電流をモニタし、設定値以上の電流を検出するとブレーキをかけてモータ駆動電流を遮断します。

(1) 電流制限検出と PWM 動作

モータ駆動電流を RNF 端子に接続する抵抗にて電圧に変換し、その電圧を CSL 端子から入力します。電流制限検出時間 t_{CLLDET} : 3.2 μs (Typ) の間、CSL 電圧が電流制限検出電圧 V_{CLL} : 150 mV (Typ) 以上になると電流制限が動作し、その時に通電しているモータ駆動出力 2 端子がそれぞれ High, High 論理か Low, Low 論理 (ブレーキ) となり、モータ駆動電流を遮断します。電流制限時間 t_{CLL} : 16 μs (Typ) 後、CSL 電圧が電流制限検出電圧 V_{CLL} 未満になっていれば電流制限が解除し、モータ駆動出力は復帰します。電流制限は検出 (モータ駆動出力ブレーキ) と解除 (モータ駆動出力 ON) を繰り返す PWM 動作を行います。

また、Figure 46 のように電流制限時間 t_{CLL} 後も電流制限状態 (CSL 電圧が V_{CLL} 以上、かつ過電流検出電圧 V_{CPL} : 250 mV (Typ) 未満) であった場合、電流制限検出時間 t_{CLLDET} : 3.2 μs (Typ) の間、モータ駆動出力を復帰させます。電流制限が解除するまでこの間隔にて PWM 動作を行います。

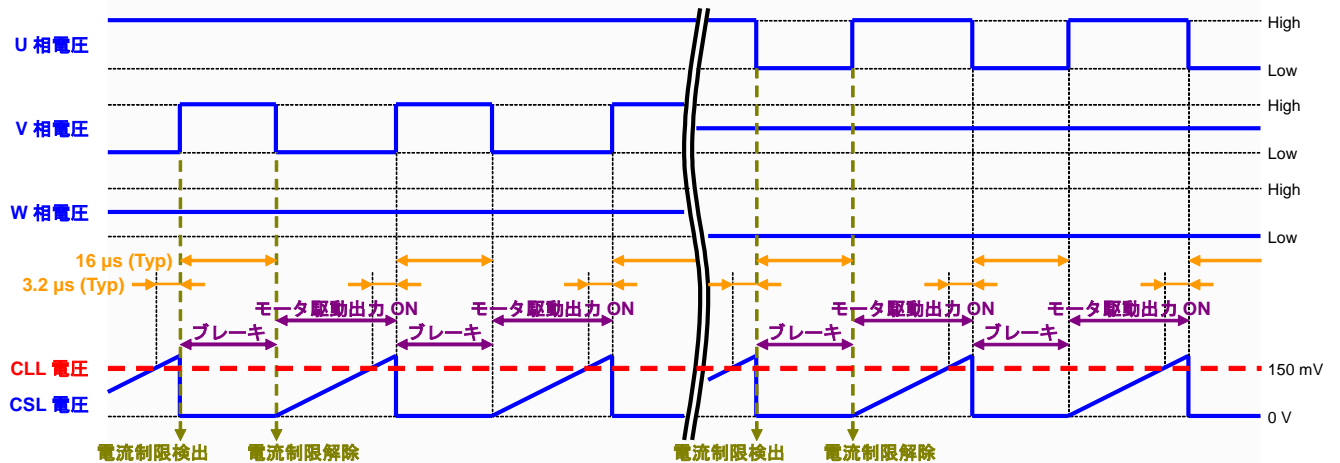


Figure 46. 電流制限 PWM 動作タイミングチャート 1

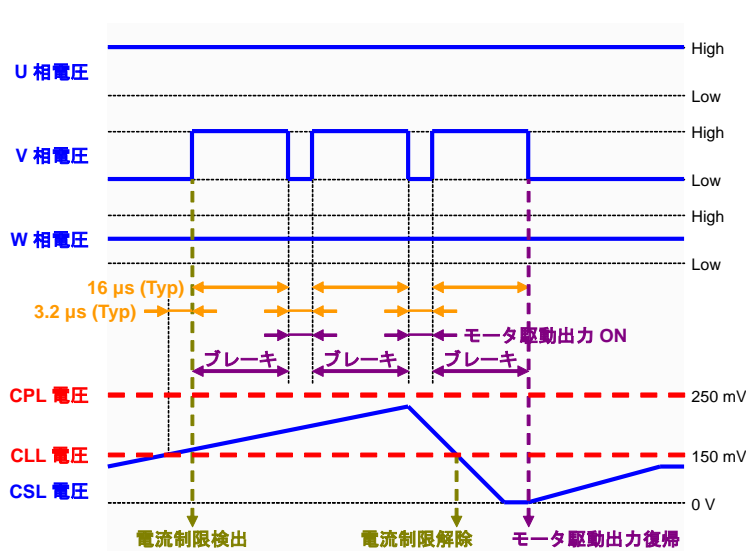


Figure 47. 電流制限 PWM 動作タイミングチャート 2

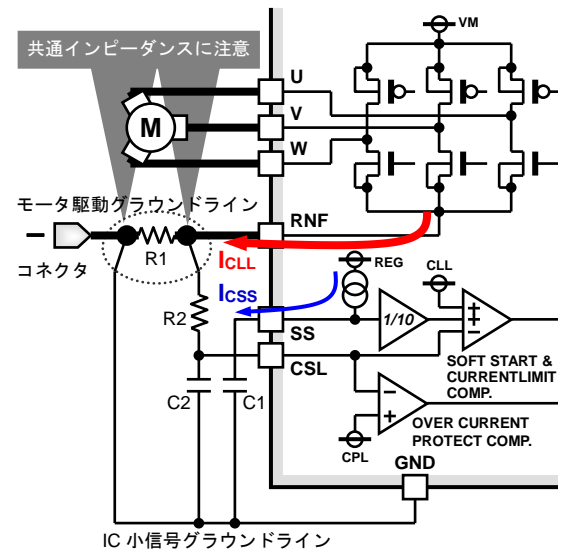


Figure 48. 小信号ラインとモータ駆動ラインとの分離

5. 電流制限 - 続き

(2) 電流制限設定

Figure 48 におけるモータ駆動電流を検出する RNF 高電力抵抗と IC 内部の電流制限検出電圧にて、電流制限値を設定することができます。

$$I_{CLL} = \frac{V_{CLL}}{R1} \text{ [A]}$$

I_{CLL} : 電流制限設定電流 [A]

V_{CLL} : 電流制限検出電圧 [V] (Typ 150 mV)

R1: モータ駆動電流検出抵抗 [Ω]

電源投入時、可変速制御入力時及び出力保護復帰時の突入電流抑制に電流制限を機能させる場合は、絶対最大定格であるモータ駆動出力電流 I_{CL} : 3.2 A と電流制限検出電圧 V_{CLL} : 150 mV (Typ) を考慮して、R1 は 56 mΩ 以上に設定してください。

(ex.) モータ駆動電流検出抵抗 R1 を 56 mΩ とすると、電流制限設定電流 I_{CLL} は 2.7 A となります。

$$I_{CLL} = \frac{150 \times 10^{-3}}{56 \times 10^{-3}} = 2.7 \text{ [A]}$$

(3) 電流制限誤検出対策

Figure 48 における R2, C2 は RNF 電圧ローパスフィルタです。電流制限の誤検出防止のため、C2 のグラウンドは IC の GND 端子と共通化し IC 小信号グラウンドラインとし、R1 が接続されるモータ駆動グラウンドラインとは分離してください。また、IC 小信号グラウンドラインと R2 が接続される電流検出ラインは、R1 が接続されるモータ駆動グラウンドラインとの共通インピーダンスにご注意ください。

(4) 電流制限機能とソフトスタート機能との連動

電流制限の検出電圧入力部は、後述するソフトスタートの検出電圧入力部と入力端子を共用しています。したがって、電流制限機能を使用しないよう CSL 端子を処理した場合は、ソフトスタート機能が無効となりますので、ご注意ください。

(5) 電流制限機能と下側検出の過電流保護機能との連動

電流制限の検出電圧入力部は、後述する過電流保護の下側検出電圧入力部と入力端子を共用しています。したがって、電流制限機能を使用しないよう CSL 端子を処理した場合は、下側検出の過電流保護機能が無効となりますので、ご注意ください。

(6) CSL 端子処理

CSL 端子はオープン状態だと端子電圧が不定となります。電流制限を使用しない場合、CSL 端子はグラウンドと抵抗ショートしてください。

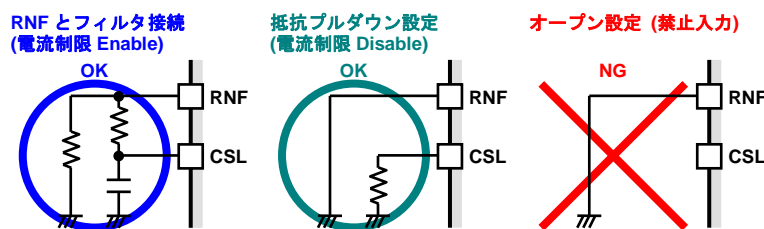


Figure 49. 電流制限機能設定

機能動作説明 - 続き

6. ソフトスタート

モータ完全停止状態にて下記条件下におけるモータ起動時に回転数を徐々に上げてモータ突入電流を抑制します。

- i) 電源投入 (減電圧誤動作防止解除) かつ可変速制御入力
- ii) モータロック検出
- iii) 過電流保護、過電圧保護、及び過熱保護の解除

(1) ソフトスタート電流検出と PWM 動作

モータ起動時に SS 端子からコンデンサへ電流を流出させることで、SS 端子電圧が徐々に上昇します。SS 端子電圧の 1/10 倍の電圧と電流制限検出電圧 V_{CLL} : 150 mV (Typ) との低い方を閾値として、モータ駆動電流を検出した CSL 電圧と比較し、電流制限と同じ PWM 動作を行います。

SS 端子は IC 内部電源に依存してクランプします。VCC 電源電圧 12 V 時はクランプ電圧 V_{SSCLP1} : 3.5 V (Typ) となります。

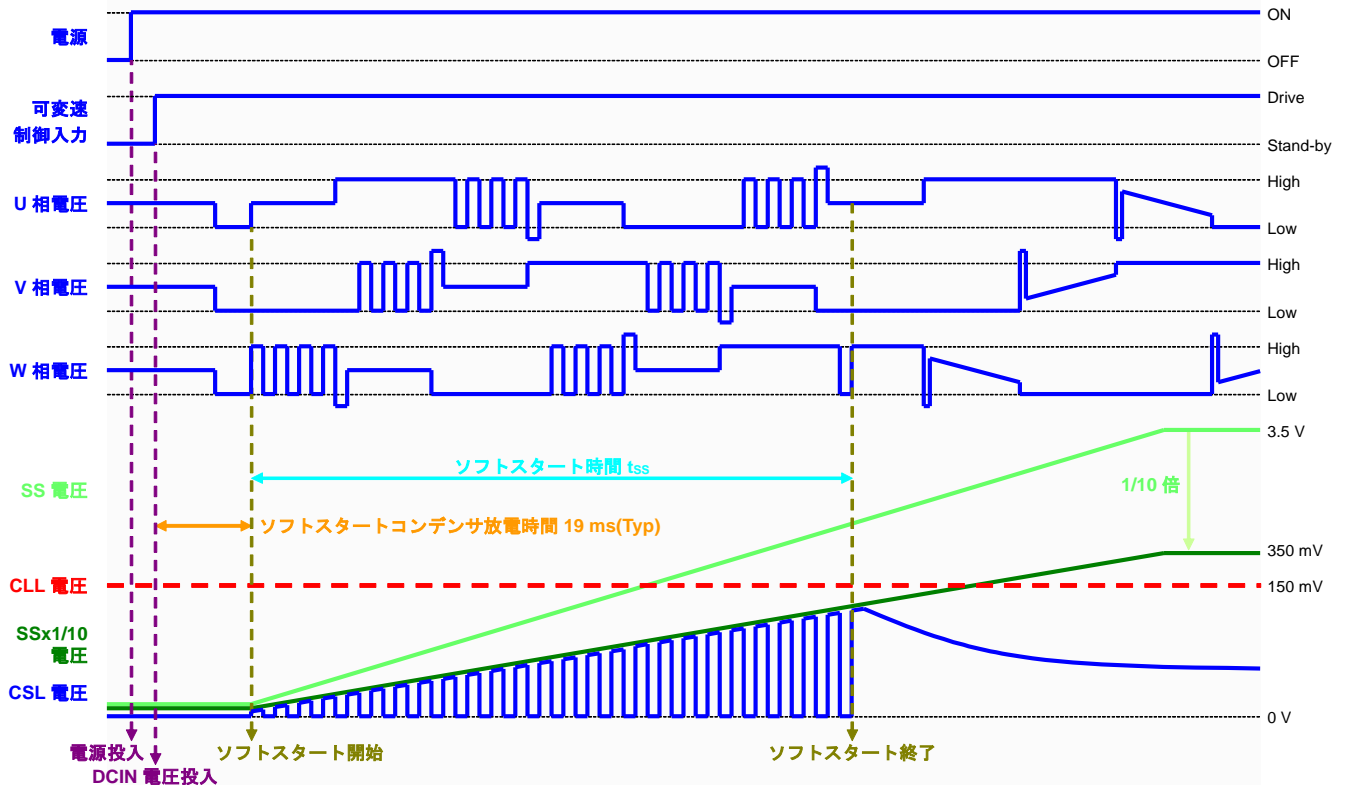


Figure 50. 電源投入(可変速制御入力)時のソフトスタート PWM 動作タイミングチャート

(2) ソフトスタート設定

ソフトスタートによって制限をかけた最大電流をソフトスタート電流、その設定電流までの到達時間をソフトスタート時間とします。

Figure 48 において SS コンデンサへの充電によりソフトスタート時間を設定します。

ただし、ソフトスタート時間内に電流制限検出電圧 V_{CLL} : 150 mV (Typ) まで達するとソフトスタートは終了します。

$$t_{SS} = \frac{C1 \times I_{CUT} \times R1}{|I_{CSS}|/10} \text{ [s]}$$

t_{SS} : ソフトスタート時間 [s]

$C1$: SS 容量値 [F]

I_{CUT} : ソフトスタート電流 [A]

$R1$: モータ駆動電流検出抵抗 [Ω]

I_{CSS} : SS 充電電流 [A] (Typ -2.2 μ A)

(ex.) SS 容量値 $C1$ を 2.2 μ F, ソフトスタート電流 I_{CUT} を 0.8 A, モータ駆動電流検出抵抗 $R1$ を 56 m Ω とすると、ソフトスタート時間 t_{SS} は 448 ms となります。

$$t_{SS} = \frac{2.2 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 56 \times 10^{-3}}{|-2.2 \times 10^{-6}|/10} = 448 \times 10^{-3} \text{ [s]}$$

6. ソフトスタート - 続き

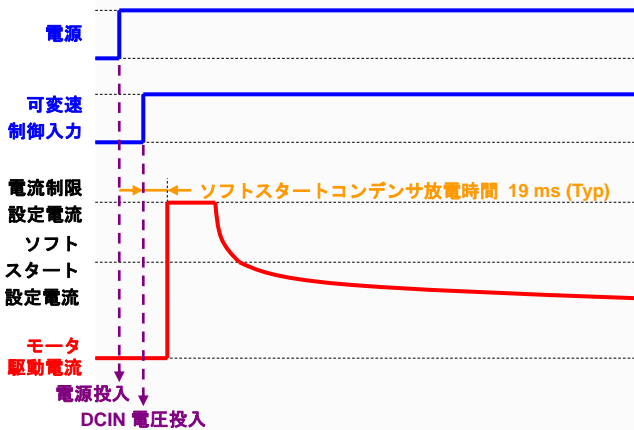


Figure 51. ソフトスタート未設定時モータ駆動電流特性

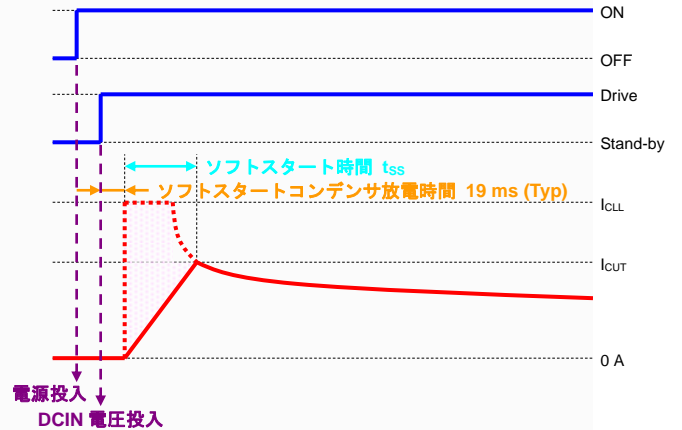


Figure 52. ソフトスタート設定時モータ駆動電流特性

(3) ソフトスタート誤検出対策

Figure 48 における C1 のグラウンドは IC の GND 端子と共通化し小信号グラウンドラインとし、R1 が接続されるモータ駆動グラウンドラインとは分離してください。

(4) ソフトスタート機能と電流制限機能との連動

ソフトスタートの検出電圧入力部は、前述した電流制限の検出電圧入力部と入力端子を共用しています。したがって、電流制限機能を使用しないよう CSL 端子を処理した場合は、SS 端子に任意のコンデンサを接続してもソフトスタート機能が無効となりますので、ご注意ください。

(5) SS 端子の速度制御機能としての転用禁止

SS 端子に IC 外部から可変電圧を入力させて電流制限値を制御し、モータ速度を制御することは可能です。しかしながら、本 IC の電流制限機能は速度制御機能での転用を前提に設計していませんので、電流制限値に依存してモータ駆動出力の PWM 動作周波数が変化します。したがって任意の電流制限値 (任意のモータ回転数) に SS 端子電圧を設定した場合、EMC 特性などに悪影響を及ぼす可能性があるため、SS 端子の可変電圧外部入力は禁止です。

可変電圧設定 (禁止入力)

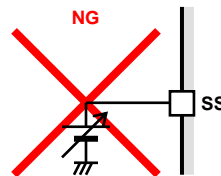


Figure 53. SS 端子の可変電圧入力禁止

(6) SS 端子処理

ソフトスタートを無効にする場合は、SS 端子をオープンに設定してください。

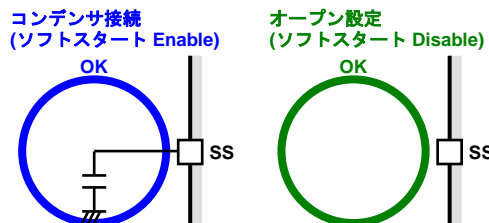


Figure 54. ソフトスタート機能設定

機能動作説明 — 続き

7. 回転数パルス信号出力

モータの回転数に応じたパルス信号をFG端子から出力します。回転数検知や、ロック状態の判定が可能です。モータ完全停止状態にて下記条件下においてモータが起動すると、FG出力は起動時マスク時間 t_{FGMSK} : 1.2 s (Typ) の間ハイインピーダンス論理にて固定され、その後はU相出力に同期した信号を出力します。

- i) 電源投入 (減電圧誤動作防止解除) かつ可変速制御入力
- ii) 出力保護 (モータロック、過電流、過電圧、過熱) からの復帰

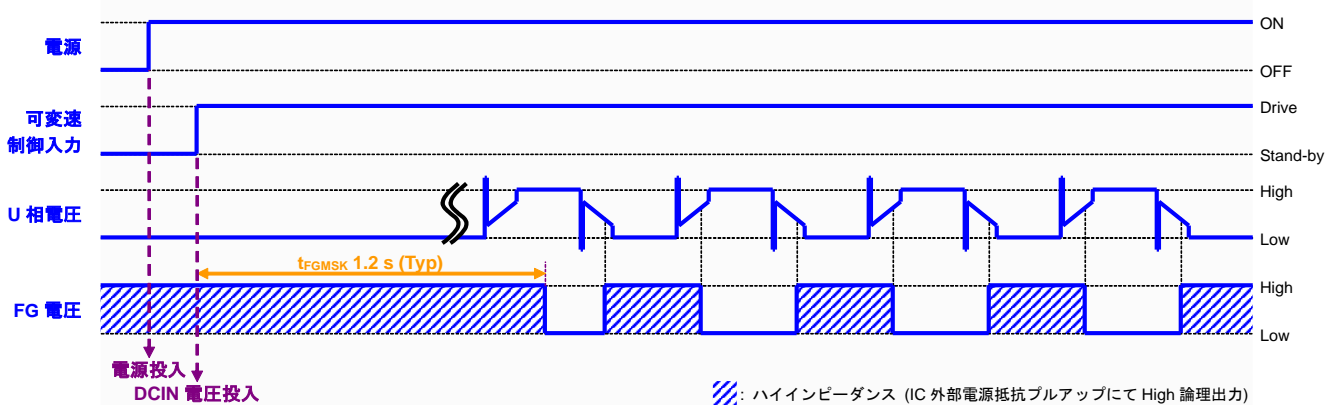


Figure 55. 電源投入(可変速制御入力)時の回転数パルス信号出力タイミングチャート

(1) モータ回転数算出

FG周波数とモータ回転数との関係を下式に表します。

$$N = \frac{2 \times f}{P} [\text{min}^{-1}]$$

- N : モータ回転数 [min^{-1}]
- f : FG出力周波数 [Hz]
- P : モータ極数 [極]

(ex.) 8極モータ駆動にてFG周波数 f が 500 Hz とすると、毎分の回転数 N は 7500 min^{-1} となります。

$$N = \frac{2 \times 500}{8} \times 60 = 7500 [\text{min}^{-1}]$$

(2) FG論理による逆転検出

可変速制御入力時のモータ初期状態判定にて逆転と判定した場合、逆転保護時間 1.0 s (Typ) 中 FG出力はLow論理にて固定されます。

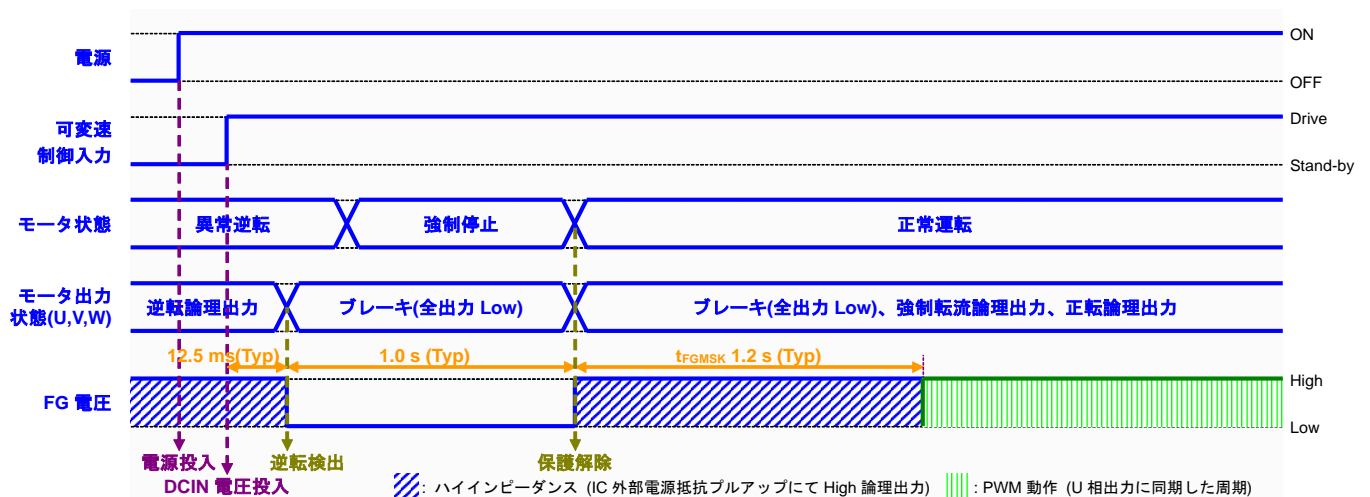


Figure 56. 逆転保護復帰時のモータ出力状態遷移と回転数パルス信号出力タイミングチャート

7. 回転数パルス信号出力 - 続き

(3) FG 端子処理

FG 端子はオープンドレイン出力形式となっており、IC 外部の任意電源に抵抗プルアップしてください。

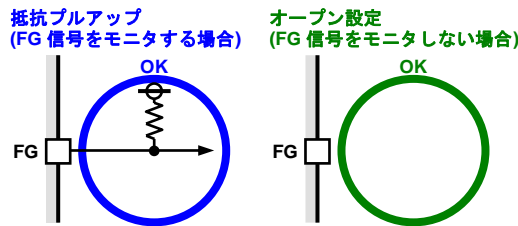


Figure 57. 回転数パルス信号機能設定

8. 出力保護アラーム信号出力

出力保護機能の状態信号を AL 端子から出力します。モータ異常状態の判定が可能です。

モータ完全停止状態から電源投入時に AL 出力は Low 論理を出力し、可変速制御入力でのモータが正常運転中は Low 論理を継続します。下記出力保護を検出すると、各保護機能に応じた ON デューティ (出力周波数 f_{AL} : 39 kHz (Typ)) を出力します。各出力保護機能の解除条件に応じてモータが正常に再起動すると、AL 出力は再起動時マスク時間 t_{ALMSK} : 1.2 s (Typ) の間ハイインピーダンス論理にて固定された後、Low 論理を出力します。

出力保護機能	AL 出力 ON Duty [%]
過電圧	12.5
過電流	25
過熱	50
モータロック	75

また、出力保護アラーム信号は減電圧誤動作防止とは連動していませんので、ご注意ください。

i) 出力保護 (モータロック、過電流、過電圧、過熱)

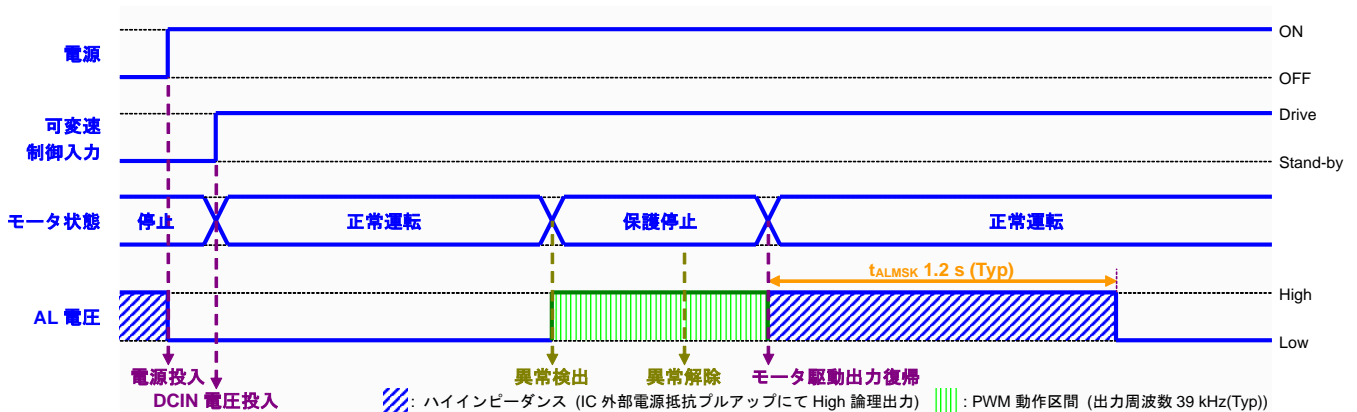


Figure 58. 電源投入 (可変速制御入力)、モータ駆動出力復帰時の出力保護アラーム信号出力タイミングチャート

(1) AL 端子処理

AL 端子はオープンドレイン出力形式となっており、IC 外部の任意電源に抵抗プルアップしてください。

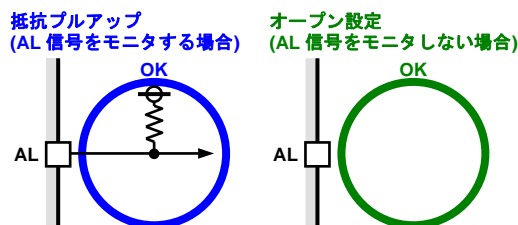


Figure 59. 出力保護アラーム信号機能設定

機能動作説明 — 続き

9. 出力保護

(1) 異常検出と保護解除

モータの異常状態、及び IC の異常状態を検出し、モータを停止させる保護機能を有しています。各保護機能の異常検出条件、及び保護解除条件は後述の動作説明を参照してください。

Table 3. 出力保護機能一覧表

優先順位	停止モード	保護動作条件		モータ駆動出力 (U, V, W) 保護状態		出力保護アラーム信号出力 (AL)
		異常検出	保護解除	モード	論理	ON Duty
1	過電圧	VCC 電源電圧 30 V (Typ) 以上	VCC 電源電圧 28 V 以下	Brake	Low	12.5 %
2	過電流	(1) 上側検出電圧 V_{CPH} (150 mV (Typ)) ÷ 上側電流検出抵抗 (2) 下側検出電圧 V_{CPL} (250 mV (Typ)) ÷ 下側電流検出抵抗	一定時間 240 ms (Typ) 後に自動復帰	Open	OFF (Hi-Z)	25.0 %
3	過熱	接合部温度 175 °C (Typ) 以上	接合部温度 150 °C (Typ) 以下	Brake	Low	50.0 %
4	クイックスタートスタンバイ	$V_{REG} \times 0.6$ 以上 $V_{REG} \times 0.8$ 以下の DCIN 入力電圧	$V_{REG} \times 0.56$ 以下または $V_{REG} \times 0.8$ 以上の DCIN 入力電圧	Open	OFF (Hi-Z)	0.0 % (Low 論理)
5	モータロック (起動失敗)	(1) 判定時間 16.7 ms (Typ) 内に誘起電圧を未検出 (2) 異常回転検出 (f_{FG} 換算) 高回転 3.3 kHz (Typ) 低回転 10 Hz (Typ)	一定時間 1.0 s (Typ) または 5.0 s (Typ) 後に自動復帰	Brake	Low	75.0 %

9. 出力保護 - 続き

(2) 多重異常時の保護優先順位

任意の異常状態を検出し、モータ保護停止状態時に別の異常状態を検出した場合は、優先順位が高い保護機能が有効となります。したがって、優先順位が一番高い過電圧異常を検出している状態では、他の異常検出は無効となりますので、ご注意ください。

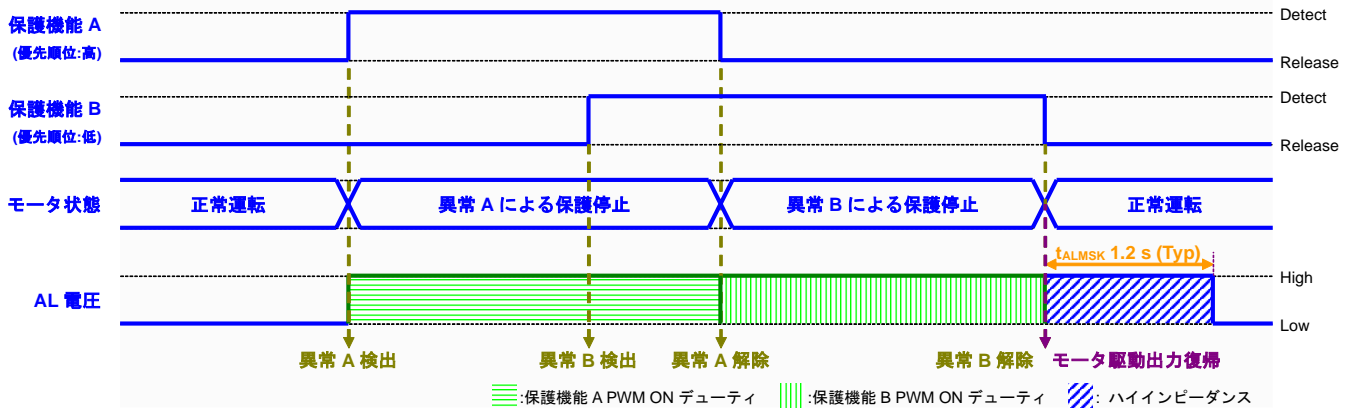


Figure 60. 多重異常時の保護状態と出力保護アラーム信号出力タイミングチャート 1

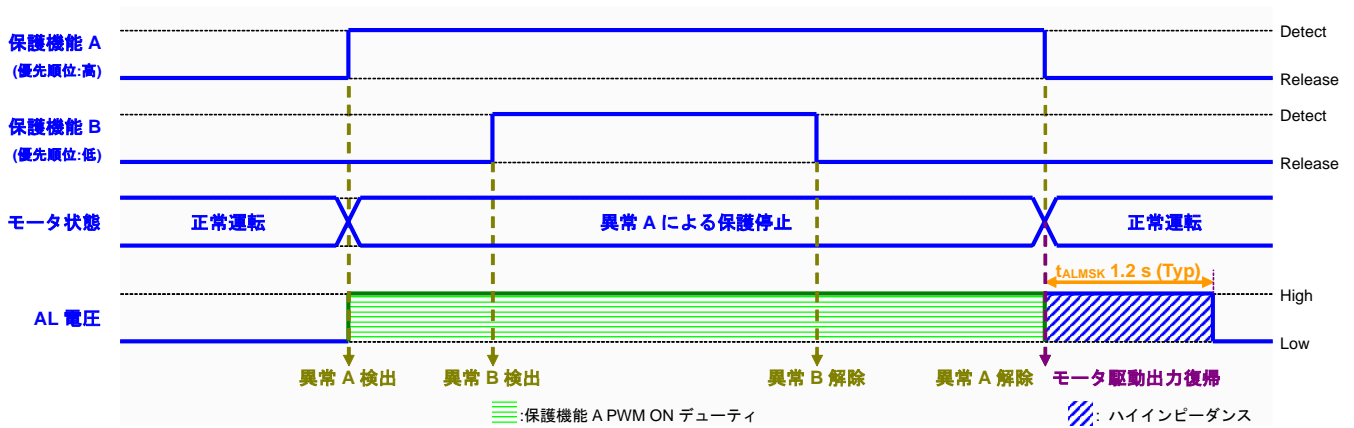


Figure 61. 多重異常時の保護状態と出力保護アラーム信号出力タイミングチャート 2

機能動作説明 — 続き

10. モータロック保護 (MLP; Motor Lock Protection)

モータが外乱要因などでロックした場合、ブレーキをかけてモータ駆動電流を遮断します。設定時間経過後、ロックを解除します。

(1) 起動モード中のモータロック検出と自動復帰

モータロック状態にて電源投入かつ可変速制御入力した場合、誘起電圧を検出できなくとも一定時間 ($t_{MLPDET}+t_{MLPJDG}$) モータ駆動出力を ON させます。その後、モータ駆動出力を三相とも一定時間 (保護時間 $1 t_{MLP1}$) Low 論理 (ブレーキ) にて固定させてモータ駆動電流を遮断します。保護時間 t_{MLP1} 経過後は、再度一定時間 ($t_{MLPDET}+t_{MLPJDG}$) 可変速制御入力時と同様のシーケンスにてモータ駆動出力を ON させ、モータロック状態が続いているかどうかを判定します。

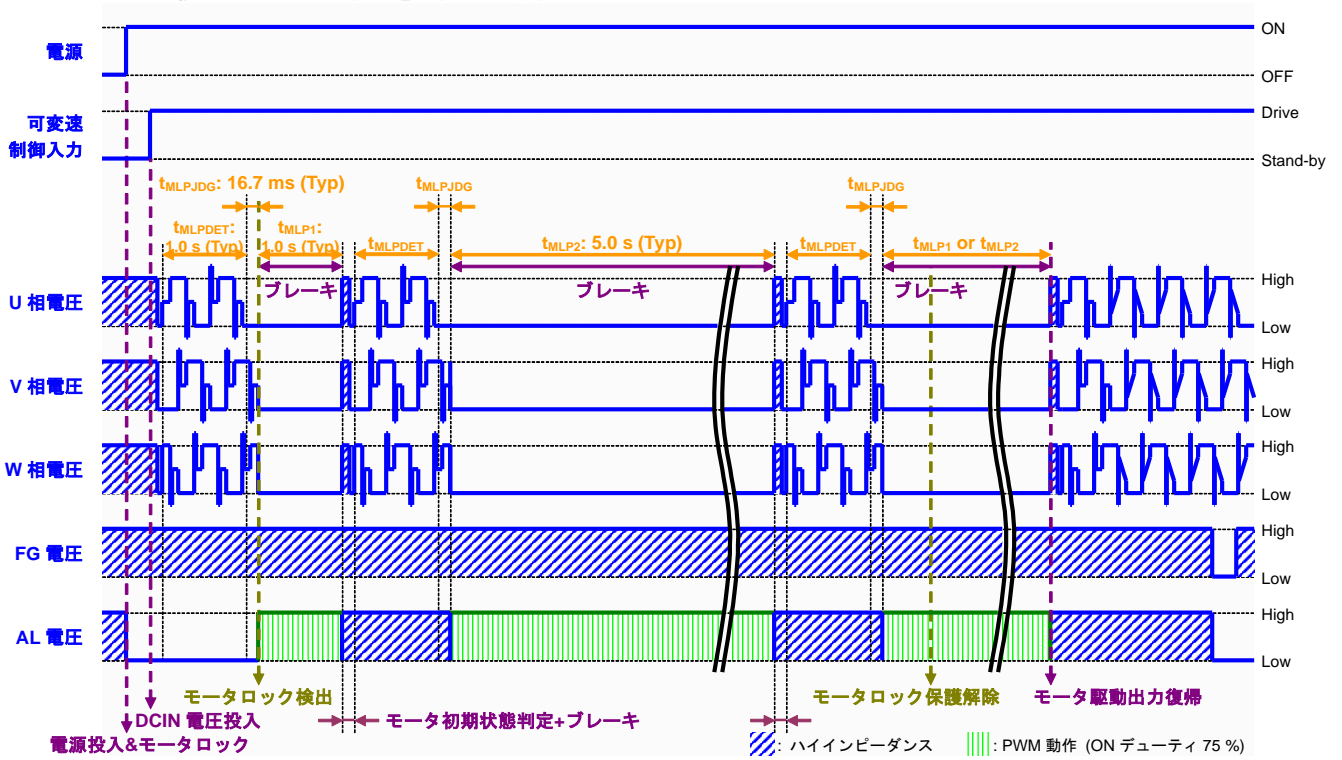


Figure 62. モータロック保護動作タイミングチャート (起動モード中)

10. モータロック保護 (MLP; Motor Lock Protection) – 続き

(2) 駆動モード中のモータロック検出と自動復帰

駆動モード中に誘起電圧を判定時間 t_{MLPJDG} : 16.7 ms (Typ) 内に検出できなかった場合、モータがロックしたと判定します。モータロックを検出すると、モータ駆動出力を三相とも保護時間 $2 t_{MLP2}$: 5.0 s (Typ) の間 Low 論理 (ブレーキ) にて固定させて、モータ駆動電流を遮断します。 t_{MLP2} 経過後は、検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ) + 判定時間 t_{MLPJDG} の間に可変速制御入力時と同様のシーケンスにてモータ駆動出力を ON させ、モータロック状態が続いているかどうかを判定します。再度モータロック状態と判定すると保護時間 $1 t_{MLP1}$: 1.0 s (Typ) の間 Low 論理 (ブレーキ) に固定します。モータロックと判定し続ける間の保護時間は t_{MLP1} と t_{MLP2} を交互に繰り返します。

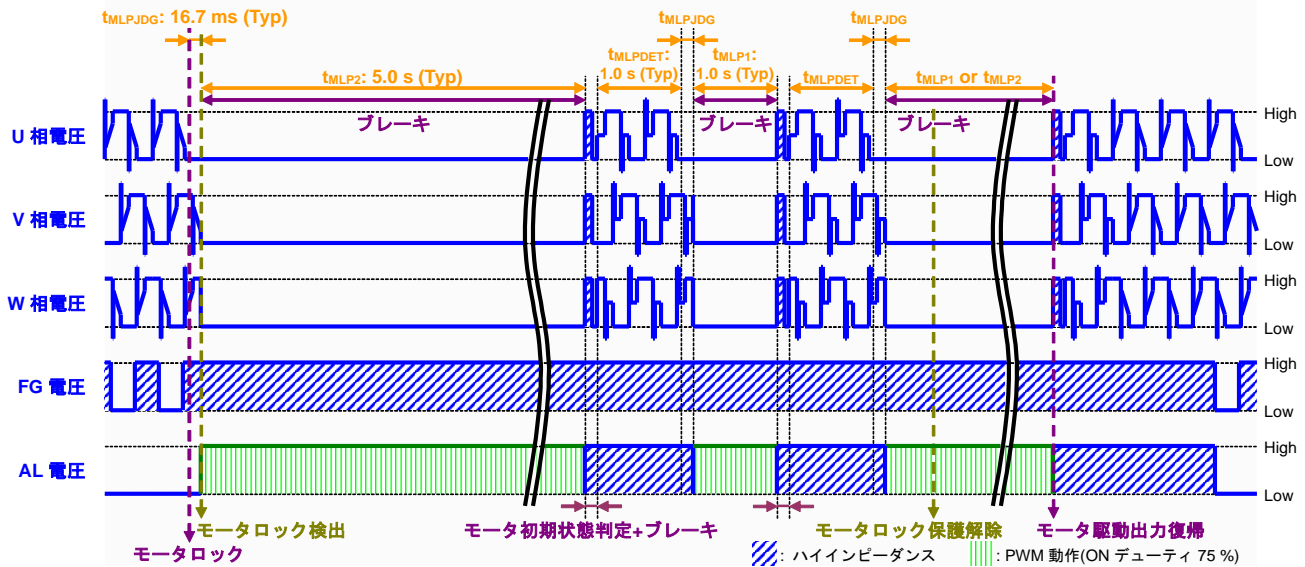


Figure 63. モータロック保護動作タイミングチャート (駆動モード中のモータロック)

(3) 異常回転検出とアシストモード

短い周期で誘起電圧を誤検出して脱調などの意図せぬモータ動作にならないように高回転域での誤検出防止マスクを設けており、正常に動作していても高回転検出周波数 f_{MAXFG} : 3.3 kHz (Typ) (FG 周波数換算) 以上となるとモータロック保護となります。

一方の低回転域では、低回転検出周波数 f_{MINFG} : 10 Hz (Typ) (FG 周波数換算) 以下となるとモータロック保護となります。

ただし、起動モード (検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ)) 中に強制転流駆動でのモータ駆動出力論理を 8 回切り換えても誘起電圧が未検出や誤検出する場合は、ブレーキに戻ります (アシストモード)。

Table 4. モータ極数別 検出回転数対応表 (高回転域)

検出回転数 (Typ)				
ドライバ IC	モータ			
FG 周波数 [kHz]	4 極 [min^{-1}]	6 極 [min^{-1}]	8 極 [min^{-1}]	12 極 [min^{-1}]
3.3	99,000	66,000	49,500	33,000

Table 5. モータ極数別 検出回転数対応表 (低回転域)

検出回転数 (Typ)				
ドライバ IC	モータ			
FG 周波数 [Hz]	4 極 [min^{-1}]	6 極 [min^{-1}]	8 極 [min^{-1}]	12 極 [min^{-1}]
10	300	200	150	100

(4) 起動失敗

検出時間 t_{MLPDET} : 1.0 s (Typ) + 判定時間 t_{MLPJDG} : 16.7 ms (Typ) 内にてセンサレス起動に失敗した場合、モータ駆動出力を三相とも保護時間 $1 t_{MLP1}$: 1.0 s (Typ) の間 Low 論理 (ブレーキ) にて固定させて、モータ駆動電流を遮断します。 t_{MLP1} 経過後は、一定時間 ($t_{MLPDET} + t_{MLPJDG}$) 可変速制御入力時と同様のシーケンスにてモータ駆動出力を ON させます。

機能動作説明 — 続き

11. 過電流保護 (OCP; Over Current Protection)

モータ駆動電源 (VM) 端子へ流入するモータ駆動電流とモータ駆動グラウンド (RNF) 端子へ流出するモータ駆動電流とをモニタし、設定値以上の電流を検出するとモータ駆動出力を OFF させてモータ駆動電流を遮断します。なお、過電流保護はあくまでも突発的な事故による破壊防止を目的とした機能であり、この機能を動作させて以降の連続使用、及び動作を前提として使用しないでください。

(1) 過電流上側検出と自動復帰

モータ駆動電流を VM 端子に接続する抵抗にて電圧に変換し、その電圧を CSH 端子から入力します。検出時間 t_{OCPDET} : 6.4 μ s (Typ) の間、CRH 端子を基準として CRH-CSH 電圧が上側検出電圧 V_{CPH} : 150 mV (Typ) 以上になると上側検出の過電流保護が動作し、モータ駆動出力を三相とも一定時間ハイインピーダンス論理 (OFF) にて固定させてモータ駆動電流を遮断します。保護時間 t_{OCP} : 240 ms (Typ) 後、CRH-CSH 電圧が上側検出電圧 V_{CPH} 未満になっていれば上側検出の過電流保護が解除し、モータ駆動出力は復帰します。

また、保護時間 t_{OCP} 後でも過電流状態 (CRH-CSH 電圧が V_{CPH} 以上) であった場合、モータ駆動電流を検出するためにモータ初期状態判定とブレーキを介して検出時間 t_{OCPDET} : 6.4 μ s (Typ) 間、モータ駆動出力を復帰させます。上側検出の過電流保護が解除するまでこの間隔にて間欠動作を繰り返します。

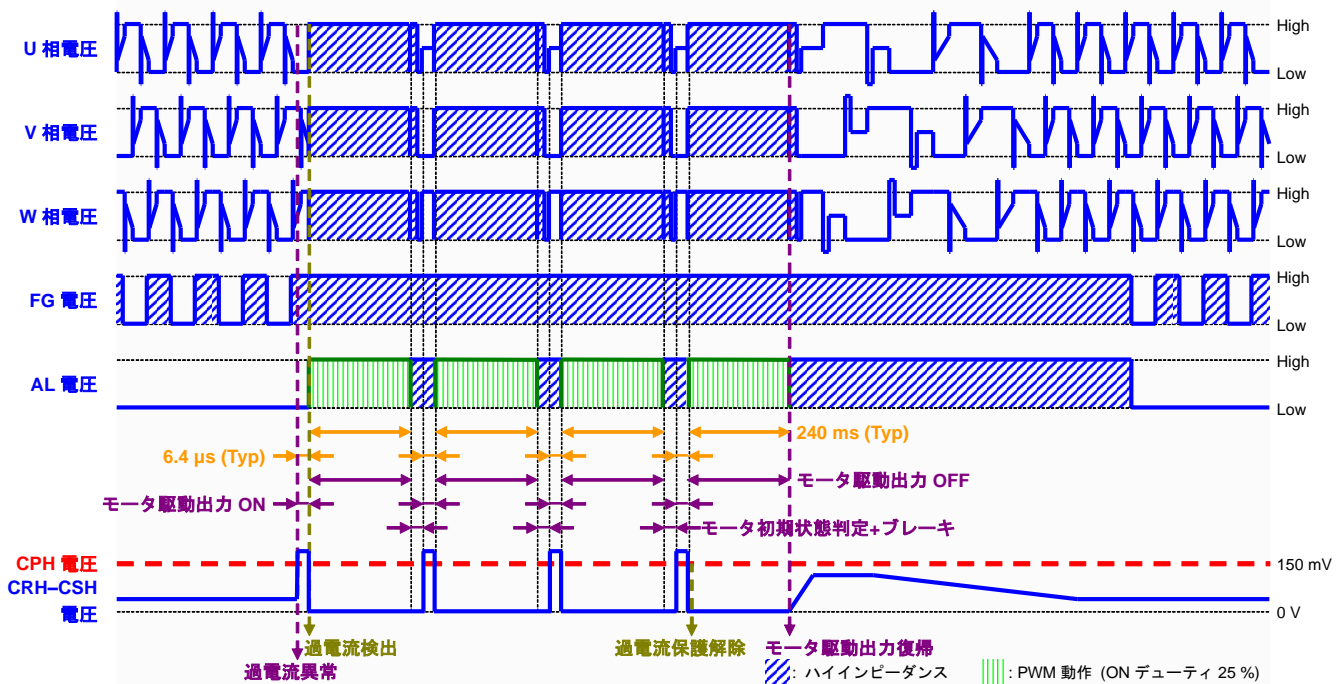


Figure 64. 上側検出の過電流保護動作タイミングチャート

(2) 過電流上側検出電流設定

Figure 65 におけるモータ駆動電流を検出する VM 高電力抵抗と IC 内部の過電流上側検出電圧にて、過電流上側検出電流値を設定することができます。

$$I_{CPH} = \frac{V_{CPH}}{R4} \text{ [A]}$$

I_{CPH} : 過電流上側検出電流 [A]

V_{CPH} : 過電流上側検出電圧 [V] (Typ 150 mV)

$R4$: モータ駆動上側電流検出抵抗 [Ω]

電気的特性 (電流制限検出電圧、過電流上側検出電圧) を考慮して、 $R4$ は 30 m Ω 以上に設定してください。

(ex.) モータ駆動電流上側検出抵抗を 30 m Ω とすると、過電流上側検出電流値は 5.0 A となります。

$$I_{CPH} = \frac{150 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = 5.0 \text{ [A]}$$

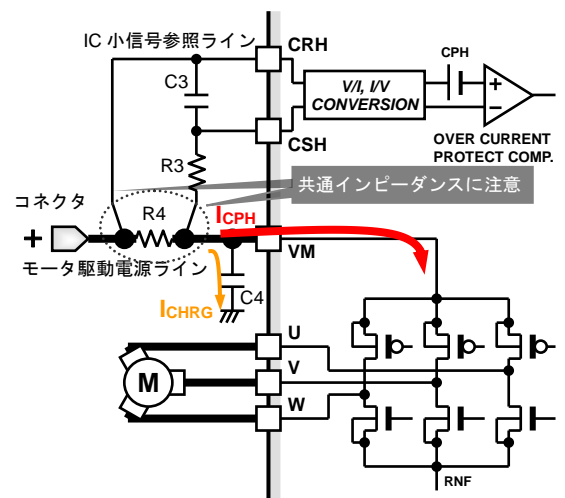


Figure 65. 小信号ラインとモータ駆動ラインとの分離

11. 過電流保護 - 続き

(3) 過電流上側誤検出対策

Figure 65 における R3, C3 は VM 電圧ローパスフィルタです。過電流の誤検出防止のため、C3 と CRH 端子とが接続する電流参照ラインと R3 が接続される電流検出ラインは、R4 が接続されるモータ駆動電源ラインとの共通インピーダンスにご注意ください。

また、VM 電圧安定化コンデンサを C4 のように接続した場合、その容量値によっては起動時などの過渡的な充電電流により上側検出の過電流保護が誤検出する可能性があるため、ご注意ください。

(4) 上側検出の過電流保護機能と電流制限機能との併用

上側検出の過電流保護と電流制限とを併用する際は、動作条件において電流制限設定電流より上側過電流保護検出電流の方が確実に高くなるようにそれぞれの電流検出抵抗を設定してください。万が一、逆設定した場合は、モータ起動時の突入電流に対して電流制限より先に上側検出の過電流保護が作動し、正常に起動しない可能性がありますので、ご注意ください。

また、上述の検出抵抗条件にて設定しても、モータ駆動電流検出経路のローパスフィルタ定数次第で正常に起動しない可能性がありますので、アプリケーションでの評価を十分実施したうえで決定してください。

下表にて、モータ駆動電流下側検出抵抗 R1 を 56 mΩ と設定した場合、電流制限検出電圧 V_{CLL} の電気的特性を考慮すると、電流制限設定電流 I_{CLL} は最大 3.0 A となります。この場合、過電流上側検出電圧 V_{CPH} の電気的特性を考慮すると、過電流上側検出電流 I_{CPH} が I_{CLL} を確実に上回るモータ駆動電流上側検出抵抗 R4 は 30 mΩ となります。また、R1 を 100 mΩ と設定した場合、R4 は 30 mΩ 以上 51 mΩ 以下にて設定可能です。

Table 6. 電流検出抵抗別 設定電流早見表

電流制限機能			上側検出過電流保護機能		
モータ駆動 下側電流 検出抵抗 R1 [mΩ]	電流制限設定電流 I_{CLL} [A]		モータ駆動 上側電流 検出抵抗 R4 [mΩ]	過電流上側検出電流 I_{CPH} [A]	
	電流制限検出電圧 V_{CLL} 150 mV (Typ) 時	電流制限検出電圧 V_{CLL} 170 mV (Max) 時		過電流上側検出電圧 V_{CPH} 100 mV (Min) 時	過電流上側検出電圧 V_{CPH} 150 mV (Typ) 時
51	設定禁止		27	設定禁止	
56	2.7	3.0	30	3.3	5.0
62	2.4	2.7	33	3.0	4.6
68	2.2	2.5	36	2.8	4.2
75	2.0	2.3	39	2.6	3.9
82	1.8	2.1	43	2.3	3.5
91	1.7	1.9	47	2.1	3.2
100	1.5	1.7	51	2.0	2.9

Table 7. 電流検出抵抗 推奨設定表 (参考値)

		モータ駆動上側電流検出抵抗 R4 [mΩ]							
		27	30	33	36	39	43	47	51
モータ駆動下側電流 検出抵抗 R1 [mΩ]	51	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	56	NG	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	62	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	NG
	68	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG	NG
	75	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG
	82	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG
	91	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG
	100	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

OK; 設定可能 (ただし、上記 (4) 記述を確認すること) NG; 設定禁止

(5) CRH, CSH 端子処理

上側検出の過電流保護を使用しない場合、CRH, CSH 端子は VM 端子と抵抗ショートしてください。

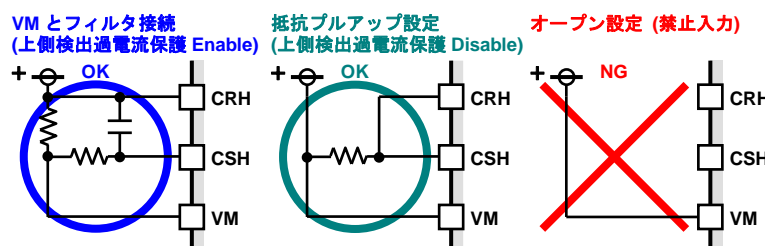


Figure 66. 上側検出の過電流保護機能設定

11. 過電流保護 - 続き

(6) 過電流下側検出と自動復帰

モータ駆動電流を RNF 端子に接続する抵抗にて電圧に変換し、その電圧を CSL 端子から入力します。検出時間 t_{OCPDET} : 6.4 μ s (Typ) の間、CSL 電圧が下側検出電圧 V_{CPL} : 250 mV (Typ) 以上になると下側検出の過電流保護が動作し、モータ駆動出力を三相とも一定時間ハイインピーダンス論理 (OFF) にて固定させてモータ駆動電流を遮断します。保護時間 t_{OCP} : 240 ms (Typ) 後、CSL 電圧が V_{CPL} 未満になっていれば上側検出の過電流保護が解除し、モータ駆動出力は復帰します。

また、保護時間 t_{OCP} 後も過電流状態 (CSL 電圧が V_{CPL} 以上) であった場合、モータ駆動電流を検出するためにモータ初期状態判定を介して検出時間 t_{OCPDET} : 6.4 μ s (Typ) 間、モータ駆動出力を復帰させます。下側検出の過電流保護が解除するまでこの間隔にて間欠動作を繰り返します。

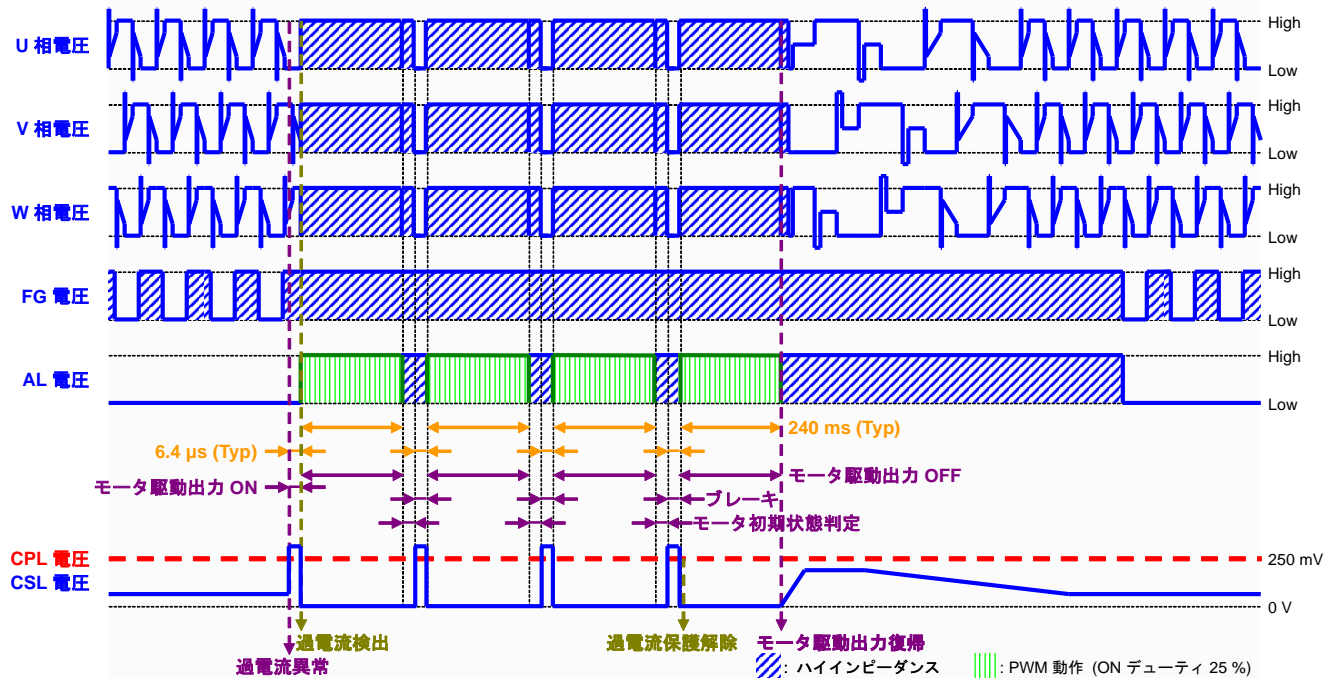


Figure 67. 下側検出の過電流保護動作タイミングチャート

(7) 過電流下側検出電流設定

Figure 68 におけるモータ駆動電流を検出する RNF 高電力抵抗と IC 内部の過電流下側検出電圧にて、過電流下側検出電流値を設定することができます。

$$I_{CPL} = \frac{V_{CPL}}{R1} [A]$$

I_{CPL} : 過電流下側検出電流 [A]

V_{CPL} : 過電流下側検出電圧 [V] (Typ 250 mV)

$R1$: モータ駆動下側電流検出抵抗 [Ω]

(ex.) モータ駆動電流下側検出抵抗を 56 m Ω とすると、過電流下側検出電流値は 4.5 A となります。

$$I_{CPL} = \frac{250 \times 10^{-3}}{56 \times 10^{-3}} = 4.5 [A]$$

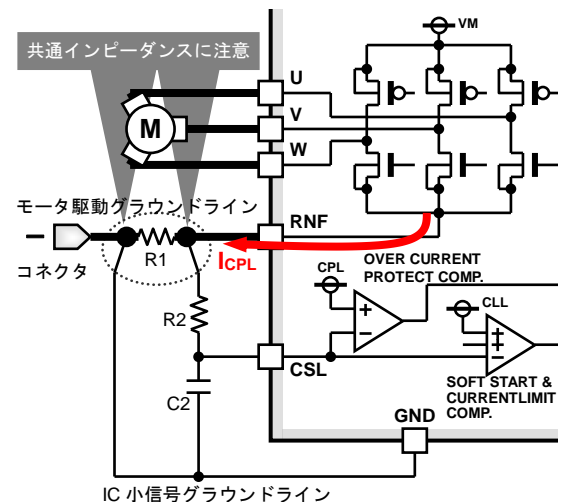


Figure 68. 小信号ラインとモータ駆動ラインとの分離

11. 過電流保護 - 続き

(8) 過電流下側誤検出対策

Figure 68 における R2, C2 は RNF 電圧ローパスフィルタです。過電流の誤検出防止のため、C2 のグラウンドは IC の GND 端子と共通化し IC 小信号グラウンドラインとし、R1 が接続されるモータ駆動グラウンドラインとは分離してください。また、IC 小信号グラウンドラインと R2 が接続される電流検出ラインは、R1 が接続されるモータ駆動グラウンドラインとの共通インピーダンスにご注意ください。

(9) 下側検出の過電流保護機能と電流制限機能との連動

過電流保護の下側検出電圧入力部は、前述した電流制限の検出電圧入力部と入力端子を共用しています。したがって、下側検出の過電流保護機能を使用しないよう CSL 端子を処理した場合は、電流制限機能が無効となりますので、ご注意ください。

(10) 下側検出の過電流保護機能とソフトスタート機能との連動

過電流保護の下側検出電圧入力部は、前述したソフトスタートの検出電圧入力部と入力端子を共用しています。したがって、下側検出の過電流保護機能を使用しないよう CSL 端子を処理した場合は、ソフトスタート機能が無効となりますので、ご注意ください。

(11) CSL 端子処理

下側検出の過電流保護を使用しない場合、CSL 端子はグラウンドと抵抗ショートしてください。

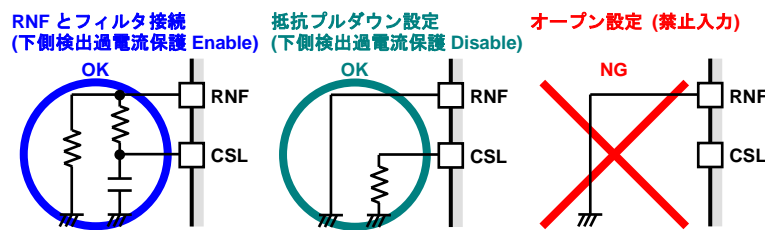


Figure 69. 下側検出の過電流保護機能設定

機能動作説明 — 続き

12. 過電圧保護 (OVP; Over Voltage Protection)

通常動作から逸脱するような高い電源電圧域にて規定の電源電圧以上を検出すると、ブレーキをかけてモータ駆動電流を遮断します。

なお、過電圧保護はあくまでもモータ駆動出力を保護することを目的とした機能なので、いかなる動作条件下においても電源電圧が絶対最大定格を超えないような設計を行ってください。

また、過電圧を VCC 電源端子にて検出します。本 IC の電源端子へは単一供給電源による DC 電圧入力を前提に設計しており、モータ駆動電源 (VM) 端子では過電圧を検出しませんので、ご注意ください。

(1) 過電圧検出と復帰

動作電源電圧 18 V 以上の領域では、検出時間 t_{OVPDET} : 1.0 μ s (Typ) の間、VCC 電源電圧が検出電圧 V_{OVPDET} : 30 V (Typ) 以上となると過電圧保護が動作し、モータ駆動出力を三相とも Low 論理 (ブレーキ) にて固定させてモータ電流を遮断します。検出電圧と解除電圧の間にはヒステリシス幅 V_{OVPHYS} : 2 V (Typ) があり、VCC 電源電圧が 28 V まで下降すると過電圧保護が解除し、モータ駆動出力は復帰します。

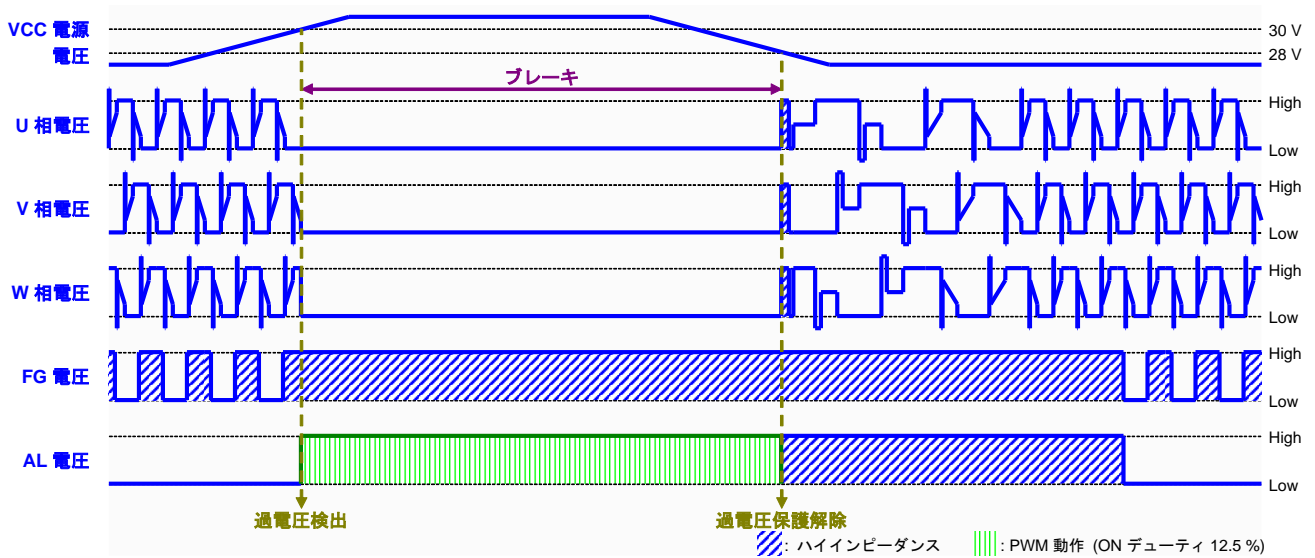


Figure 70. 過電圧保護動作タイミングチャート

機能動作説明 — 続き

13. 過熱保護 (TSD; Thermal Shutdown)

熱暴走による誤動作、及び破壊防止のために、規定の接合部温度以上にてブレーキをかけてモータ駆動電流を遮断します。

過熱の検出温度、及びヒステリシス温度はそれぞれ設計値であり、出来映えの評価確認は実施しますが、周囲温度を上下させての出荷検査は行いません。

なお、過熱保護はあくまでも熱暴走から IC を遮断することを目的とした機能であり、この機能が動作する時点で絶対最大定格 (接合部温度範囲) を超えています。よって、この機能を動作させて以降の連続使用、及び動作を前提として使用しないでください。

(1) 過熱検出と復帰

絶対最大定格接合部温度 150 °C 以上の領域では、検出時間 t_{TSDDET} : 1.0 μ s (Typ) の間、接合部温度が検出温度 T_{TSDDET} : 175 °C (Typ) まで上昇すると過熱保護が動作し、モータ駆動出力を三相とも Low 論理 (ブレーキ) にて固定させてモータ電流を遮断します。検出温度と解除温度との間にはヒステリシス幅 T_{TSDHYS} : 25 °C (Typ) があり、接合部温度が 150 °C まで下降すると過熱保護が解除し、モータ駆動出力は復帰します。

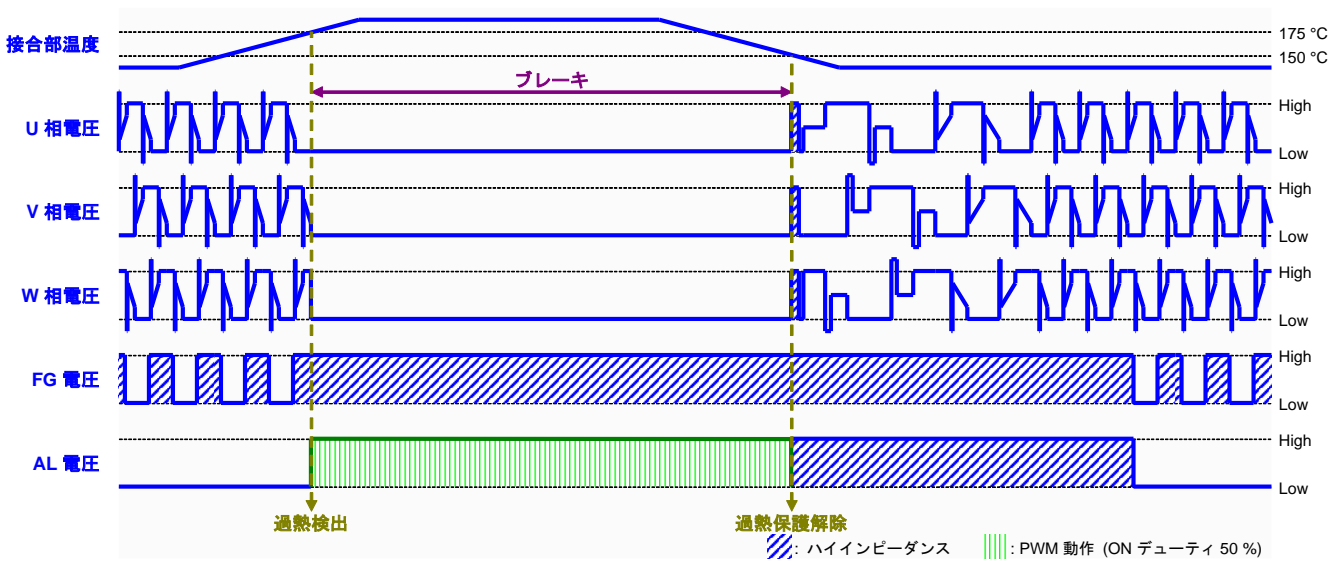


Figure 71. 過熱保護動作タイミングチャート

機能動作説明 — 続き

14. 減電圧誤動作防止 (UVLO; Under Voltage Lock Out)

通常動作から逸脱するような低い電源電圧域にて規定の電源電圧以下を検出すると、IC 内部のロジック回路をリセットさせて誤動作を防止します。それと同時にモータ駆動出力も OFF させてモータ駆動電流を遮断します。また、減電圧を VCC 電源端子にて検出します。本 IC の電源端子へは単一供給電源による DC 電圧入力を前提に設計しており、モータ駆動電源 (VM) 端子では減電圧を検出しませんので、ご注意ください。

(1) 減電圧検出と復帰

動作電源電圧 5.5 V 未満の領域では、VCC 電源電圧が検出電圧 $V_{ULVODET}$: 4.75 V (Typ) 以下となると減電圧誤動作防止が動作し、IC 内部のロジック回路をリセットさせます。ロジック回路をリセットすると、モータ駆動出力を三相ともハイインピーダンス論理 (OFF) にて固定させてモータ電流を遮断します。検出電圧と解除電圧の間にはヒステリシス幅 $V_{ULVOHYS}$: 0.25 V (Typ) があり、VCC 電源電圧が 5.0 V 以上まで上昇すると減電圧誤動作防止が解除し、ロジック回路のリセットが解除されてモータ駆動出力は復帰します。

(2) 減電圧誤動作防止解除と出力保護アラーム出力

減電圧誤動作防止解除と出力保護アラーム出力は連動していませんので、ご注意ください。

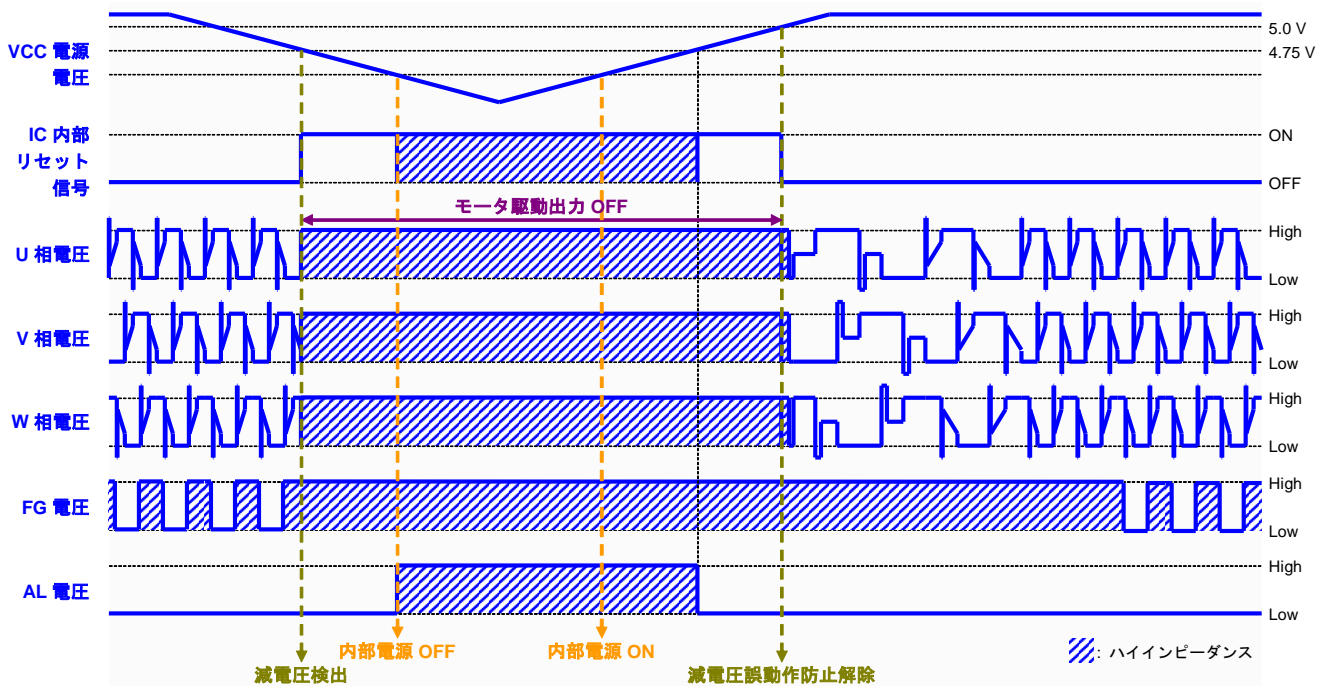
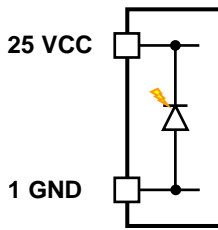


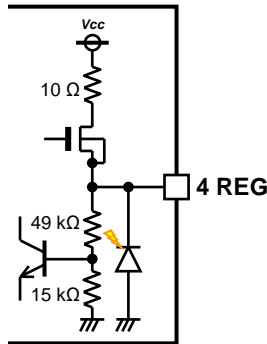
Figure 72. 減電圧誤動作防止動作タイミングチャート

入出力等価回路図 (抵抗は標準値)

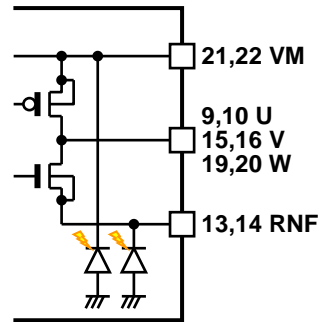
1. 電源電圧入力
グラウンド



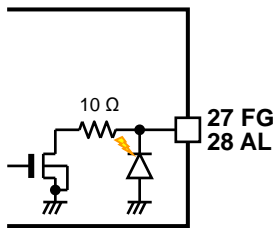
2. 基準電圧 (5 V) 出力



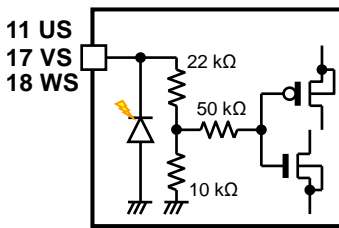
3. モータ駆動電源電圧入力
モータ駆動出力
モータ駆動グラウンド



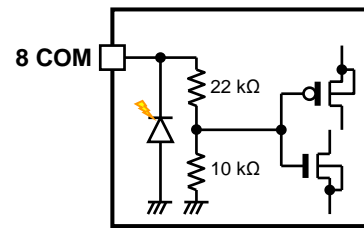
4. 回転数パルス信号出力
出力保護アラーム信号出力



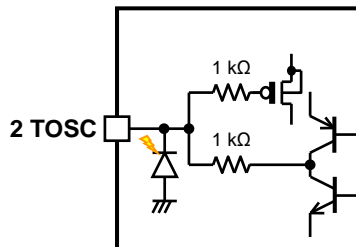
5. モータ駆動検出電圧入力



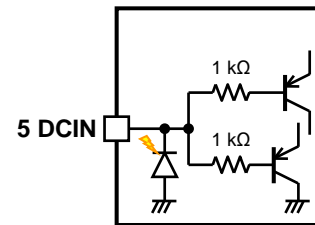
6. モータ中点検出電圧入力



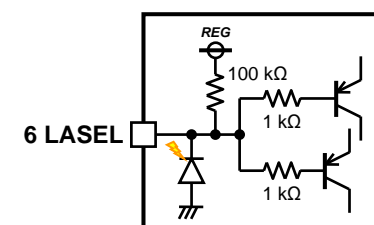
7. 強制転流周期設定入力



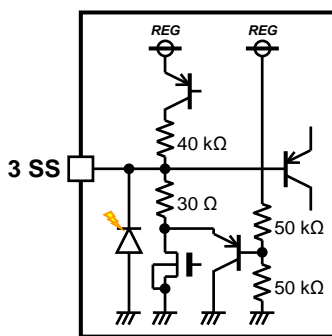
8. 可変速制御指令 DC 電圧入力



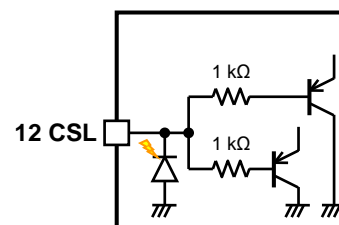
9. 進角選択入力



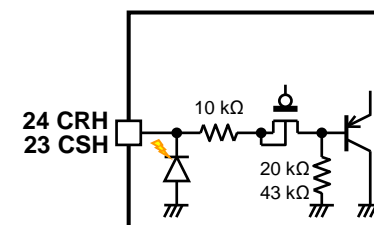
10. ソフトスタート時間設定入力



11. 電流制限、及び過電流下側
検出電圧入力



12. 過電流上側参照電圧入力
過電流上側検出電圧入力



熱損失

1. 熱抵抗

IC が電力を消費することで発生する熱は、パッケージのモールド樹脂やリードフレームなどから放熱されます。この放熱性 (熱の逃げにくさ) を示すパラメータは熱抵抗と呼ばれ、基板実装状態でのチップ接合部から周囲環境までの熱抵抗を θ_{ja} [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$] で表され、チップ接合部からパッケージ上面中心までの熱特性パラメータを ψ_{jt} [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$] で表されます。熱抵抗はパッケージ部と基板部に分かれ、パッケージ部の熱抵抗は、モールド樹脂やリードフレームなどの構成材料に依存し、一方、基板部の熱抵抗は、材質、大きさ、銅箔面積などの基板放熱性に依存します。したがって、実装基板にヒートシンクなどを装着する放熱対策により熱抵抗を低減できます。

Figure 73 に熱抵抗モデルを、熱抵抗算出式を下記に示します。

$$\theta_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P} \text{ [}^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

$$\psi_{jt} = \frac{T_j - T_t}{P} \text{ [}^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

- θ_{ja} : 接合部から周囲環境までの熱抵抗 [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]
- ψ_{jt} : 接合部からパッケージ上面中心までの熱特性パラメータ [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]
- T_j : 接合部温度 [$^{\circ}\text{C}$]
- T_a : 周囲温度 [$^{\circ}\text{C}$]
- T_t : パッケージ表面温度 [$^{\circ}\text{C}$]
- P : 消費電力 [W]

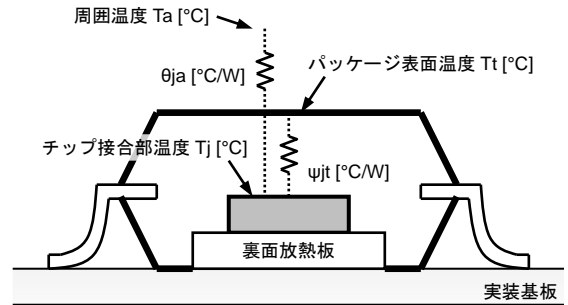


Figure 73. パッケージの熱抵抗モデル

熱抵抗 θ_{ja} , ψ_{jt} は、同一パッケージを使用しても搭載 IC のチップサイズや消費電力、並びに周囲温度、実装条件、風速などの測定環境により変化します。

2. 過渡熱抵抗

上記熱抵抗は電力を直流印加したときのものですが、それに対して電力をパルス印加したものが過渡熱抵抗です。FR-4 4 層基板 (114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mm, 裏面銅箔面積 74.2 mm x 74.2 mm) 実装時の参考値として、規定条件下での過渡熱抵抗を Figure 74 で示します。ただし、この参考値は実測値であり、保証値ではありません。

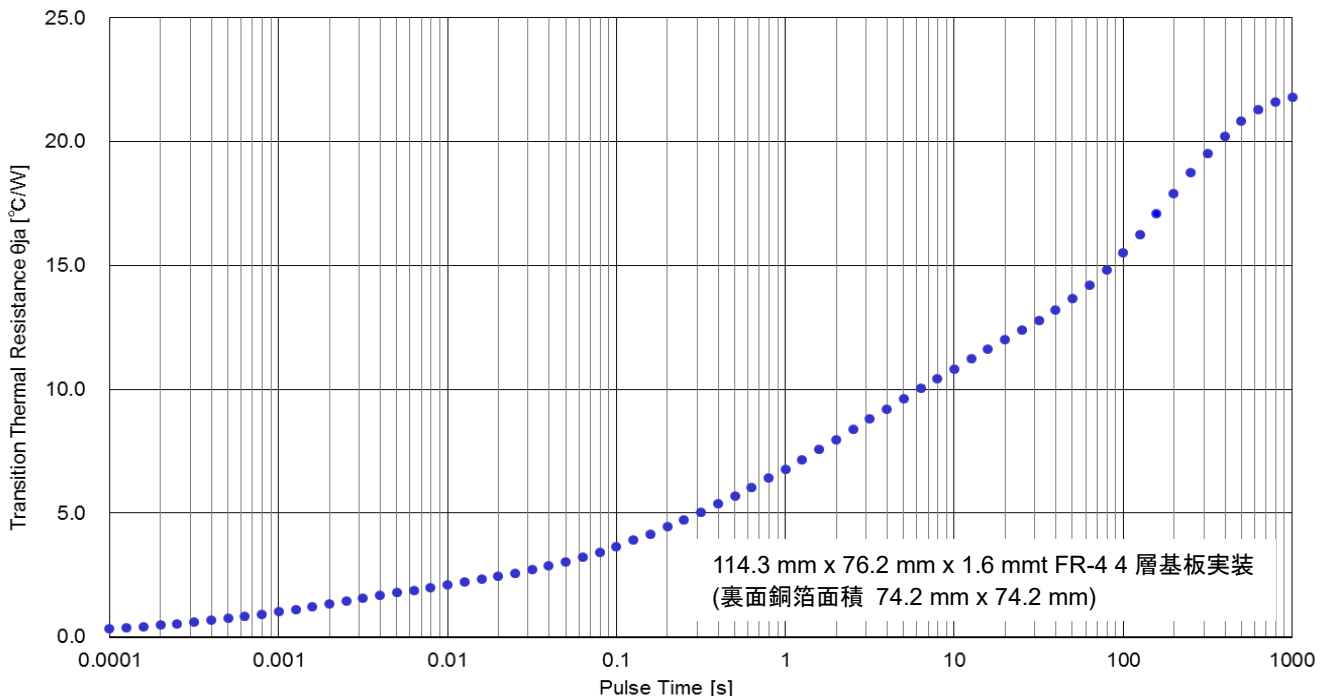


Figure 74. 過渡熱抵抗 (参考値)

熱損失 — 続き

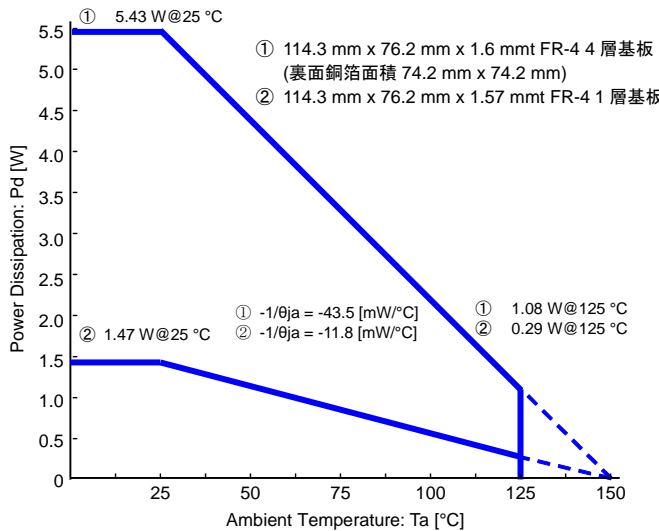
3. 許容損失

許容損失 (全損失) は周囲温度 $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ (常温) での IC が消費できる電力です。IC は電力を消費すると発熱し、IC チップの温度は周囲温度より高くなります。パッケージ内の IC チップが許容できる温度 (絶対最大定格にて規定する接合部温度) は回路構成や製造プロセスなどにより決まります。許容損失は、その最大接合部温度、基板実装状態での熱抵抗、及び周囲温度によって決まります。

したがって、消費電力が絶対最大定格を超える場合、動作温度範囲は保証されません。最大接合部温度は、通常、保存温度範囲の最大値と等しいです。

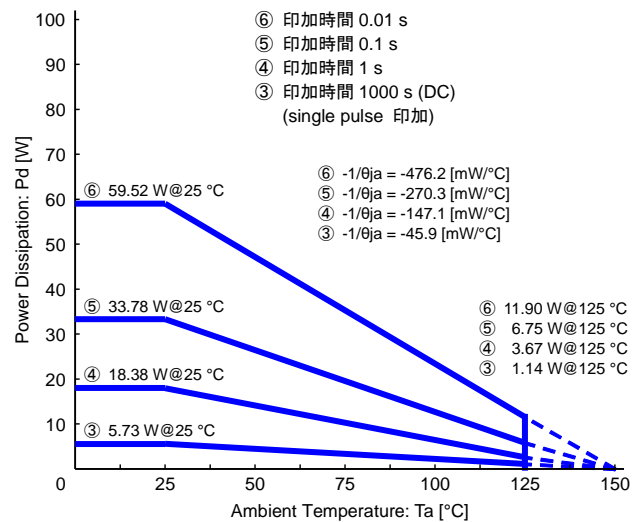
4. 熱軽減曲線

熱軽減曲線は、周囲温度に対して IC が消費できる電力 (許容損失) を示しています。許容損失は、周囲温度 $25\text{ }^\circ\text{C}$ から減衰し、周囲温度が最大接合部温度 $150\text{ }^\circ\text{C}$ にてゼロとなります。その傾きは熱抵抗 θ_{ja} の逆数にて軽減します。



Ta = 25 °C 以上では $1/\theta_{ja}$ の傾きにて軽減。
 ① 114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mm FR-4 1 層基板
 ② 114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mm FR-4 4 層基板
 (裏面銅箔面積 74.2 mm x 74.2 mm)

Figure 75. 実装基板別熱軽減曲線(参考値)



Ta = 25 °C 以上では $1/\theta_{ja}$ の傾きにて軽減。
 114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mm FR-4 4 層基板
 (裏面銅箔面積 74.2 mm x 74.2 mm)

Figure 76. 過渡熱抵抗別熱軽減曲線(参考値)

5. 熱設計

消費電力は電源電圧、モータ駆動出力電流などにより大幅に変化します。また、許容損失 (Pd) は基板実装の状態や IC の実装環境により変化します。したがって、実際の使用状態での熱抵抗データ、過渡熱抵抗データなどを考慮のうえ、十分ディレーティングマージンを持った熱設計を行ってください。

安全動作領域 (ASO; Area of Safe Operating, SOA; Safety Operating Area)

1. ASO

IC のモータ駆動部を構成するパワートランジスタの特性劣化や破壊を起こさずに使用できる動作領域を ASO, または SOA (安全動作領域) といいます。

電源電圧、モータ電流、並びに許容損失がそれぞれ絶対最大定格を満足しているのにも関わらず、出力トランジスタが破壊する場合は、ASO をご確認ください。

2. パワーMOS の ASO

本 IC のモータ駆動部はパワーDMOS FET にて構成しているの、ASO は絶対最大定格 (モータ駆動出力電圧、モータ駆動出力電流、電力 (許容損失)) によって制限され、パワートランジスタの動作点はいかなる場合でもこの領域内にある必要があります。また、実際の ASO ではモータ駆動出力の ON 抵抗特性による制限領域が存在します。

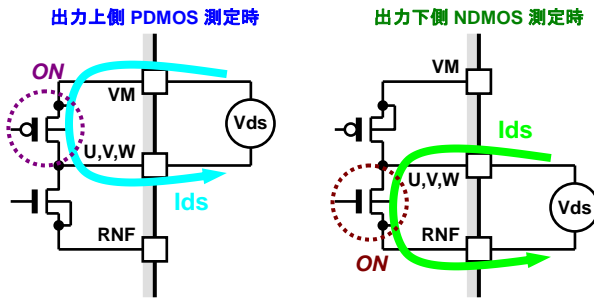


Figure 77. ASO 測定概略図

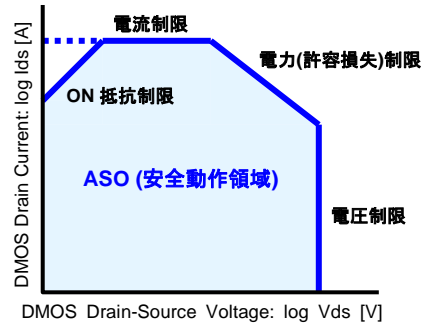


Figure 78. ASO 概念図

3. ASO ディレーティング

ASO の電力制限は周囲温度に依存するので、アプリケーションの使用状態を確認してディレーティング (低減) する必要があります。周囲温度 (25 °C) 以上での低減率は 0.8 %/°C となります。さらに電流印加時間 (パルス幅) によっても過渡熱抵抗が変わるので、ASO の電力制限が異なります。周囲温度が高い、または印加時間が長いと ASO は小さくなります。

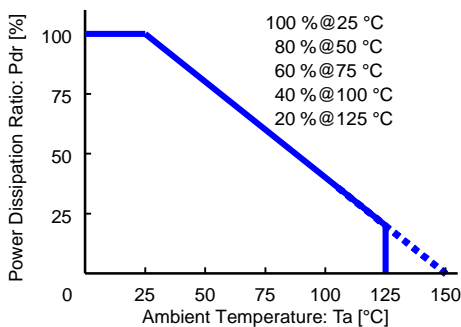


Figure 79. ASO 電力制限曲線

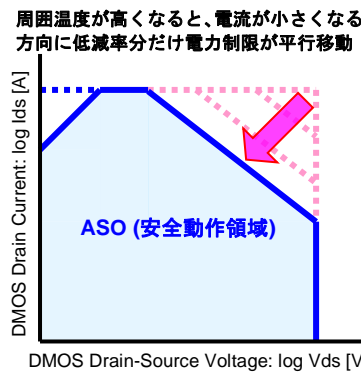


Figure 80. ASO 概念図 (周囲温度関係)

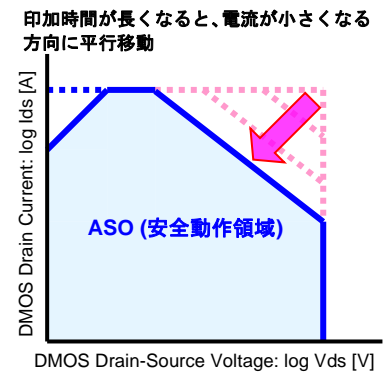


Figure 81. ASO 概念図 (印加時間関係)

(1) ASO ディレーティングマージン

印加時間、及び周囲温度によるディレーティングのほかに、信頼性を高めるためのディレーティング (ディレーティングマージン) が必要です。ASO 内であっても、その領域内ギリギリで動作させるのは信頼性の観点から好ましくありません。実際の使用状態での ASO データを考慮のうえ、十分なディレーティングマージンを確保してください。

安全動作領域 (ASO; Area of Safe Operating, SOA; Safety Operating Area) — 続き

4. ASO 測定データ (参考データ)

測定基板: IC ソケット接続型基板 (160.0 mm x 160.0 mm x 1.6 mm FR-4 1 層基板)

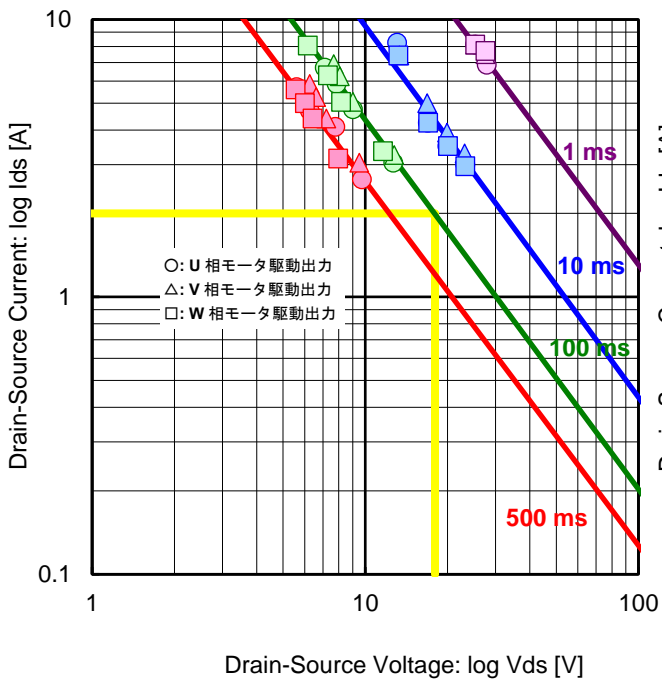


Figure 82. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力上側 DMOS ASO
Ta = 25 °C (印加時間比較)

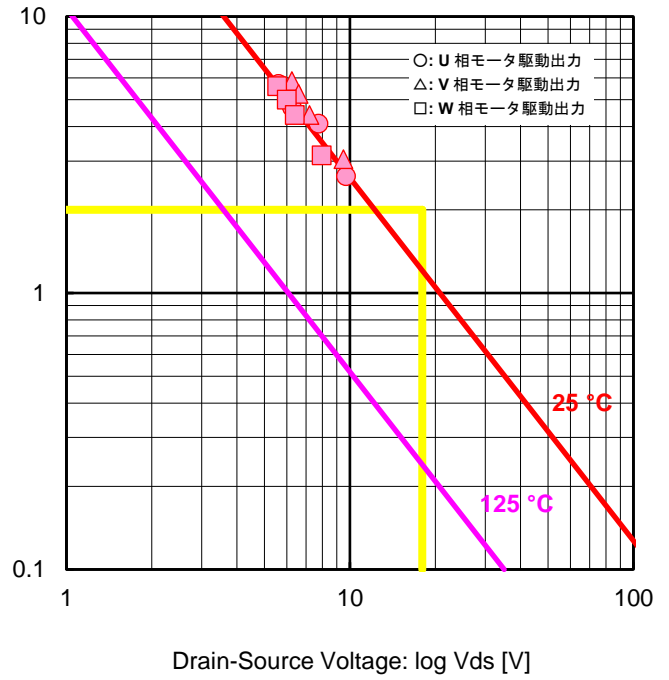


Figure 83. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力上側 DMOS ASO
Pw = 500 ms (温度ディレーティング)

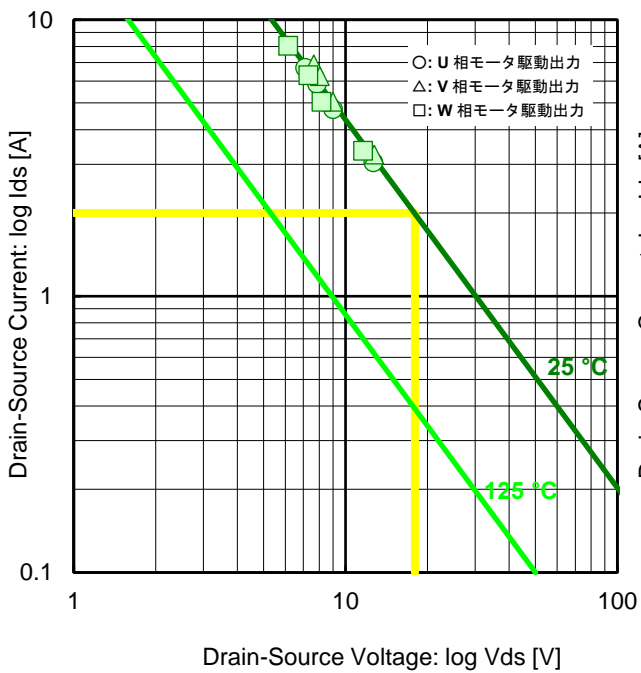


Figure 84. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力上側 DMOS ASO
Pw = 100 ms (温度ディレーティング)

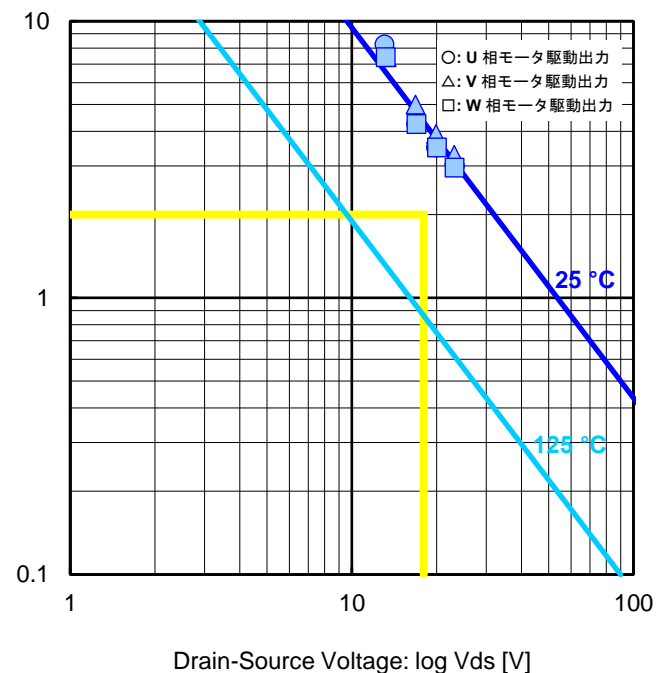


Figure 85. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力上側 DMOS ASO
Pw = 10 ms (温度ディレーティング)

4. ASO 測定データ (参考データ) - 続き

測定基板: IC ソケット接続型基板 (160.0 mm x 160.0 mm x 1.6 mm FR-4 1 層基板)

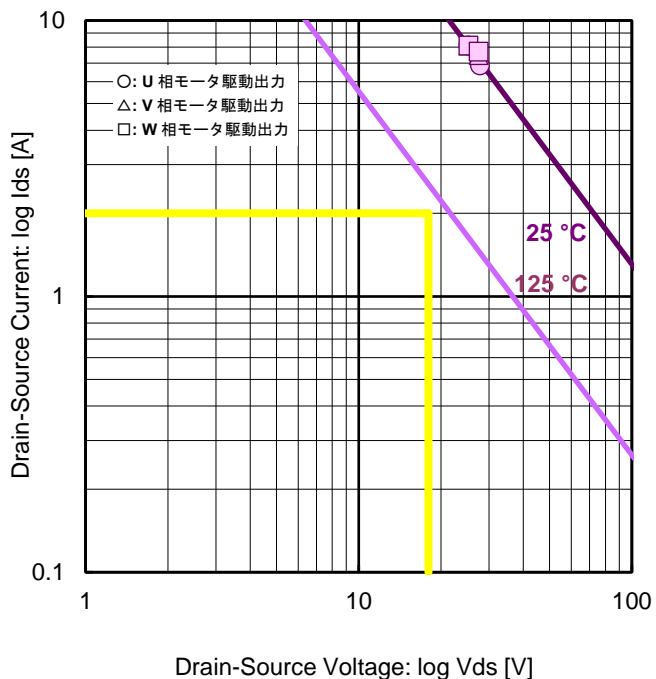


Figure 86. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
 モータ駆動出力上側 DMOS ASO
 P_w = 1 ms (温度ディレーティング)

4. ASO 測定データ (参考データ) - 続き

測定基板: IC ソケット接続型基板 (160.0 mm x 160.0 mm x 1.6 mm FR-4 1 層基板)

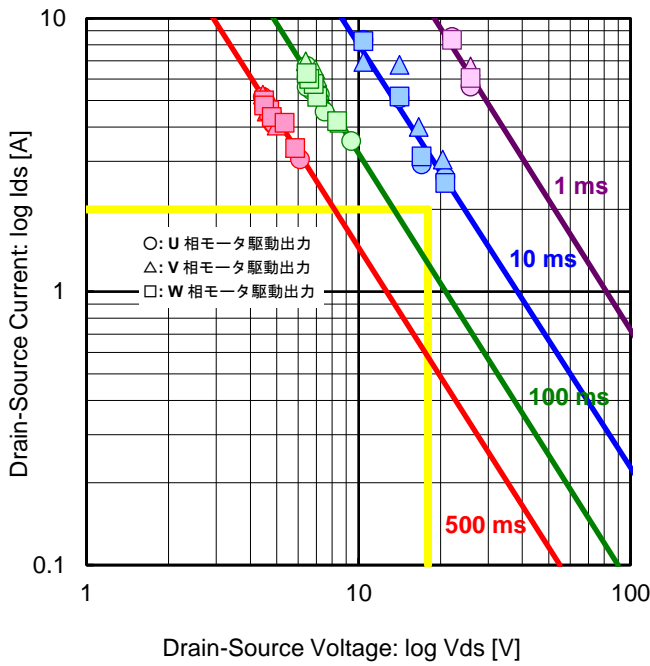


Figure 87. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力下側 DMOS ASO
Ta = 25 °C (印加時間比較)

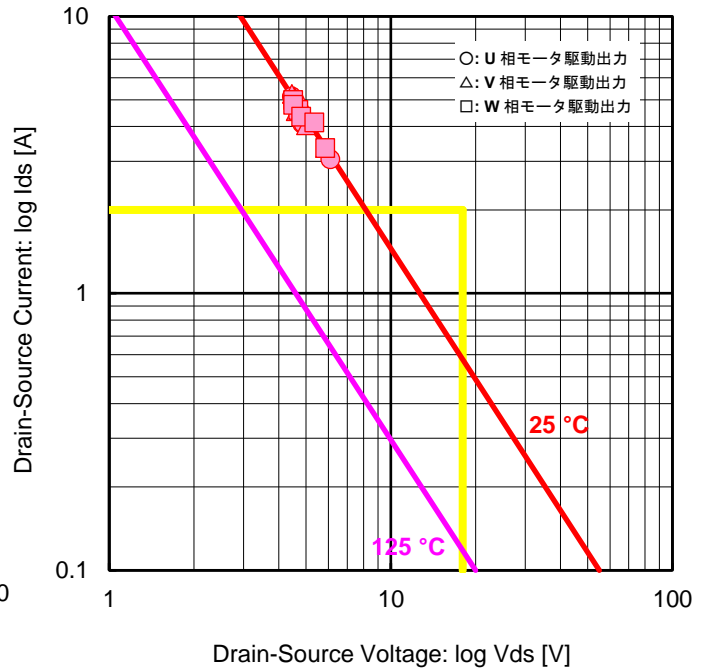


Figure 88. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力下側 DMOS ASO
Pw = 500 ms (温度ディレーティング)

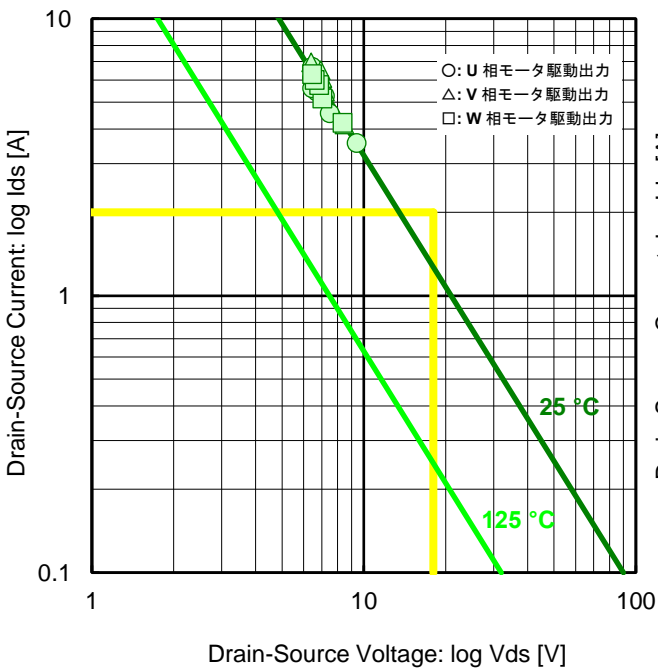


Figure 89. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力下側 DMOS ASO
Pw = 100 ms (温度ディレーティング)

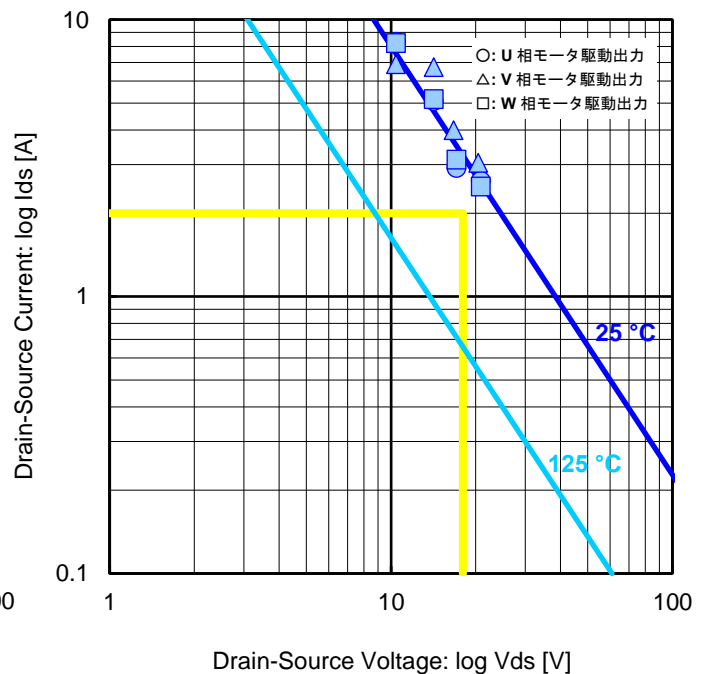


Figure 90. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
モータ駆動出力下側 DMOS ASO
Pw = 10 ms (温度ディレーティング)

4. ASO 測定データ (参考データ) - 続き

測定基板: IC ソケット接続型基板 (160.0 mm x 160.0 mm x 1.6 mmt FR-4 1 層基板)

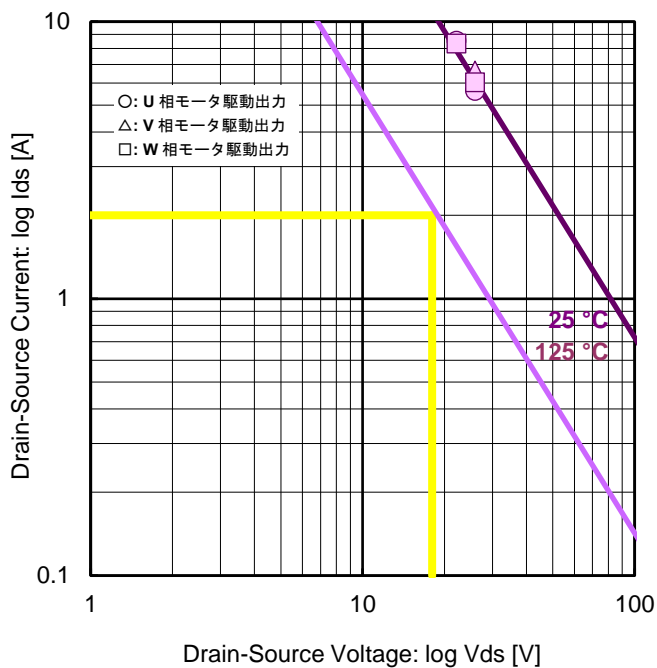


Figure 91. ドレイン-ソース間電流 vs ドレイン-ソース間電圧
 モータ駆動出力下側 DMOS ASO
 Pw = 1 ms (温度ディレーティング)

安全策

1. 供給電源逆接続の破壊対策

供給電源の逆接続は正常時とは異なる経路で電流が流れるので、IC 破壊、もしくは劣化の原因になります。逆接続の可能性のある場合は、供給電源と電源端子との間に逆接続破壊防止ダイオードを挿入することが必要です。

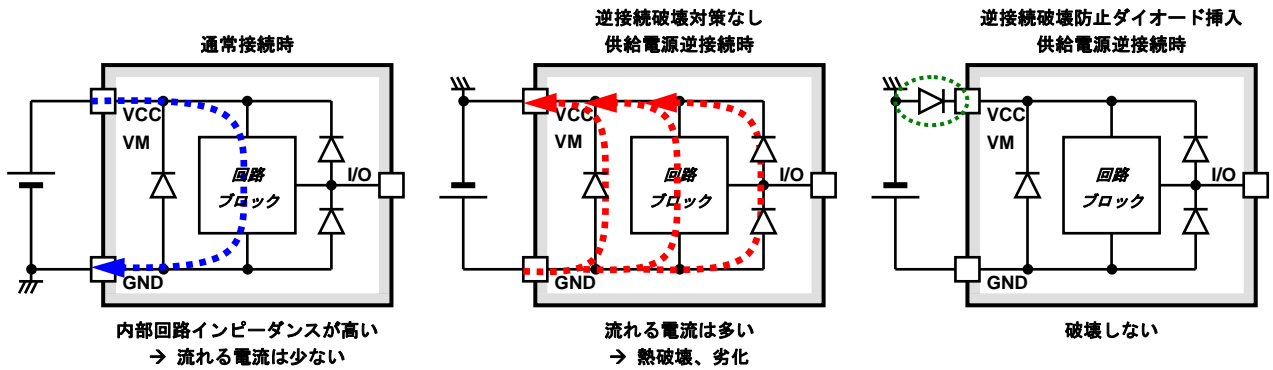


Figure 92. 供給電源逆接続時の電流経路

アプリケーションの電力損失を抑制する場合の逆接続防止回路例を下記します。

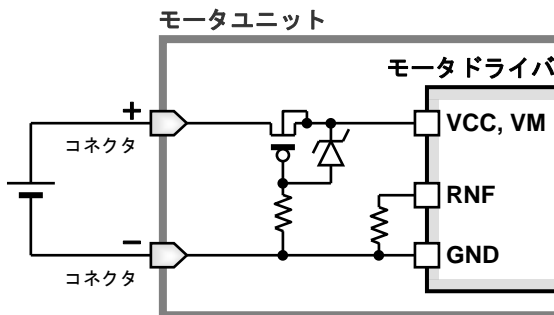


Figure 93. 電力損失の少ない逆接続防止回路例 1

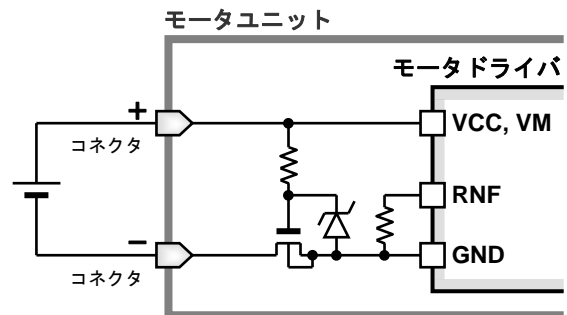


Figure 94. 電力損失の少ない逆接続防止回路例 2

2. 逆起電力による電源端子電圧上昇対策

逆起電力 (Back EMF) は、供給電源への回生電流を発生させます。しかし、逆接続破壊防止ダイオードが接続されている場合や、供給電源が十分な電流吸収能力を持たない場合などは、回生制動時に電源端子、及びモータ駆動出力端子電圧が上昇します。

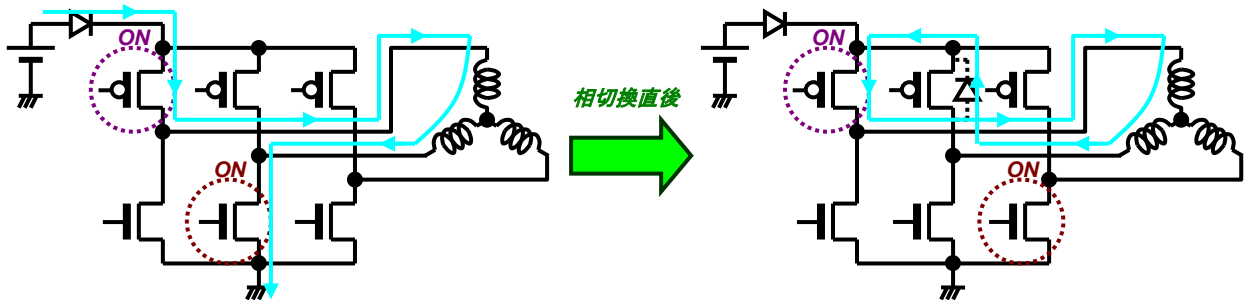


Figure 95. 逆起電力により電源端子及びモータ駆動出力端子電圧上昇

逆起電力による電圧上昇によって絶対最大定格を超える可能性がある場合、回生電流経路としてコンデンサやツェナーダイオード、もしくは両方を電源端子とグラウンド端子との間に接続してください。

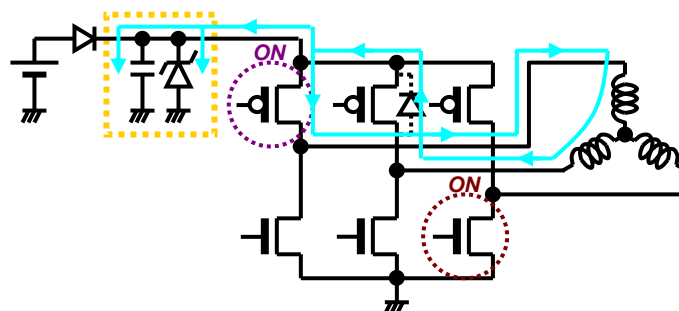


Figure 96. 回生制動時の電源端子及び出力端子電圧上昇対策

安全策 ー 続き

3. 供給電源の揺れによる電源安定化策

供給電源の揺れにより、電源端子が絶対最大定格を超えたり、減電圧誤動作防止が動作したりする可能性がある場合は、供給電源と電源端子との間に抵抗やフェライトビーズなどのインダクタを挿入し、フィルタを形成してください。その際は、バイパスコンデンサを併用し、電源ラインのインピーダンスを下げて安定した電圧をドライバへ供給してください。

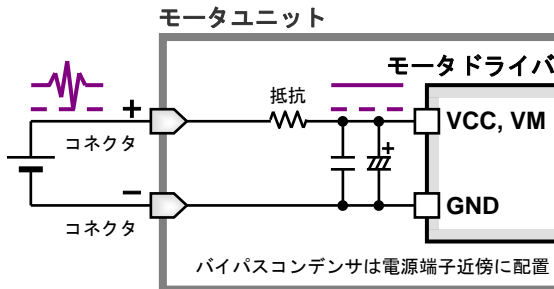


Figure 97. 安定電源供給策(RC フィルタ)

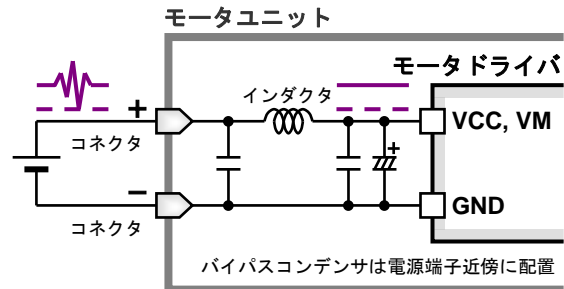


Figure 98. 安定電源供給策(LC フィルタ)

4. オープンドレイン端子保護策

モータユニット内で回路を構成することによりコネクタが誤って直接電源に接続されたときなどに絶対最大定格を超えて破壊に至らないよう保護することができます。

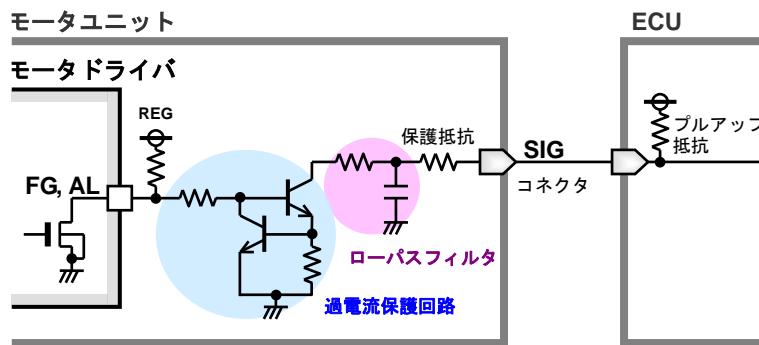


Figure 99. オープンドレイン端子保護策例

5. グラウンドラインのPWMスイッチング入力禁止

グラウンドラインをPWMスイッチングさせてモータ速度を可変する制御方法は、IC グラウンド端子を最低電位に保つことができないので禁止しています。

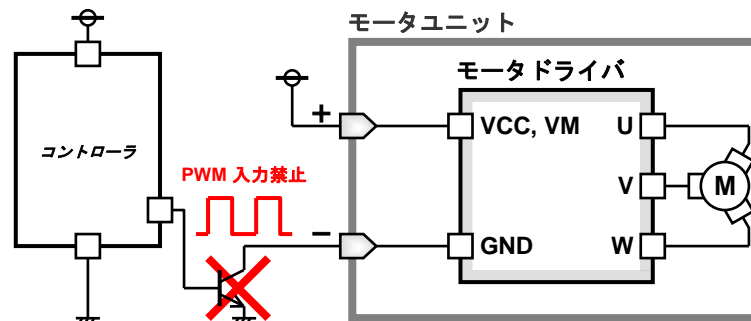


Figure 100. グラウンドラインのPWMスイッチング禁止

使用上の注意

1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

2. 電源ラインについて

基板パターン設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量低下が起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

3. グラウンド電位について

L 負荷駆動端子（例：モータドライバの出力、DC-DC コンバータの出力など）については、L 負荷の逆起電圧の影響でグラウンド以下に振れることが考えられます。L 負荷駆動端子が逆起電圧によって負電位になる場合を除き、グラウンド端子はいかなる動作状態においても最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子、L 負荷駆動端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。使用条件、環境及び L 負荷個々の特性によっては誤動作などの不具合が発生する可能性があります。IC の動作などに問題のないことを十分ご確認ください。

4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

5. 推奨動作条件について

推奨動作条件で規定される範囲で IC の機能・動作を保証します。また、特性値は電気的特性で規定される各項目の条件下においてのみ保証されます。

6. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

7. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低い端子にコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

8. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

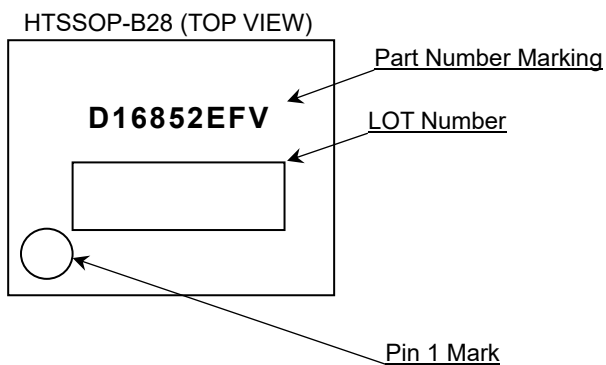
9. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

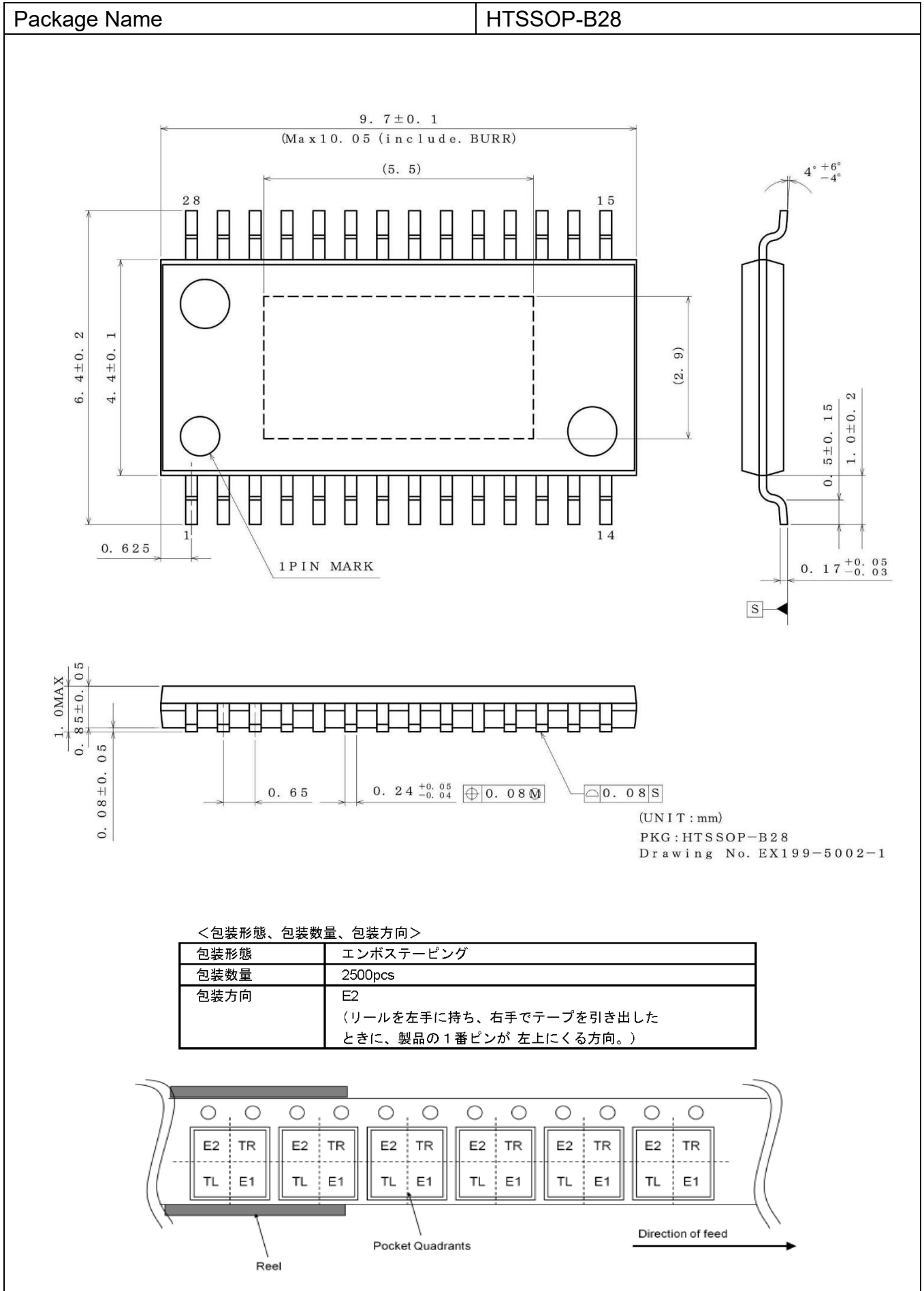
発注形名情報



標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様



改訂履歴

改訂日	改訂番号	内容
2021.09.27	001	新規作成

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器^(Note 1)、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
 - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
 - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
 - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

静電気に対する注意事項

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。(人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等)

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ① 潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ② 推奨温度、湿度以外での保管
 - ③ 直射日光や結露する場所での保管
 - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

製品廃棄上の注意事項

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等(ソフトウェア含む)との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

その他の注意事項

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

一般的な注意事項

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。