

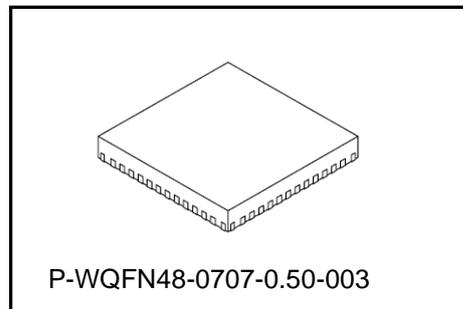
東芝 BiCD プロセス集積回路 シリコン モノリシック

TB67S265FTG

8ビットシリアル制御方式 バイポーラステッピングモータードライバー

1. 概要

TB67S265FTG は、PWM チョップ型 2 相バイポーラ駆動、8 ビットシリアル制御方式ステッピングモータードライバーです。BiCD プロセスにより、出力耐圧 50 V、最大電流 2.0 A を実現しています。また、レギュレータを内蔵しているため VM 単一電源でモーターを駆動できます。



質量 0.10 g (標準)

2. 特長

- ・ BiCD プロセスによるモノリシック IC
- ・ バイポーラ型ステッピングモーターを 1 チップにて駆動/制御可能
- ・ PWM 定電流制御対応
- ・ シリアルパラレル変換回路(8 ビットシフトレジスタ)内蔵
- ・ 3 線ロジック(データ、クロック、ラッチ信号)出力機能に対応(カスケード接続による制御も可能)。
- ・ 2 相、1-2 相励磁駆動が可能
- ・ 4 ビット-16 ステップのトルク(TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4)調整機能を内蔵
- ・ 出力低オン(Ron(D-S))抵抗
- ・ 高耐圧+大電流対応 (Spec は絶対最大定格および動作範囲を参照してください。)
- ・ 過熱検出回路(TSD)、過電流検出回路(ISD)、VM 電源のパワーオンリセット(POR)を内蔵
- ・ 内部回路動作 VCC レギュレータ内蔵
- ・ モーターのチョッピング周波数は外部抵抗とコンデンサにて設定可能
- ・ パッケージ: P-WQFN48-0707-0.50-003

注: 使用に当たっては熱的条件に十分注意してください。

3. ピン配置図

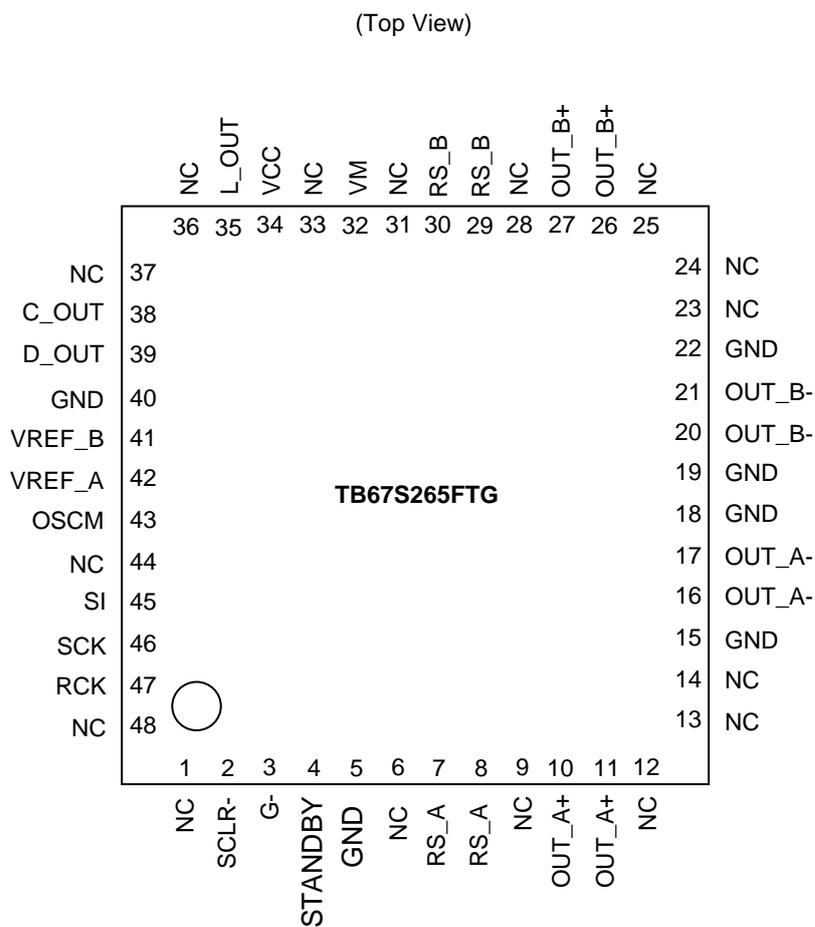


図3 ピン配置図

注：QFN パッケージのコーナ PAD および裏面放熱 PAD は必ず基板の GND に接続してください。

4. ブロック図

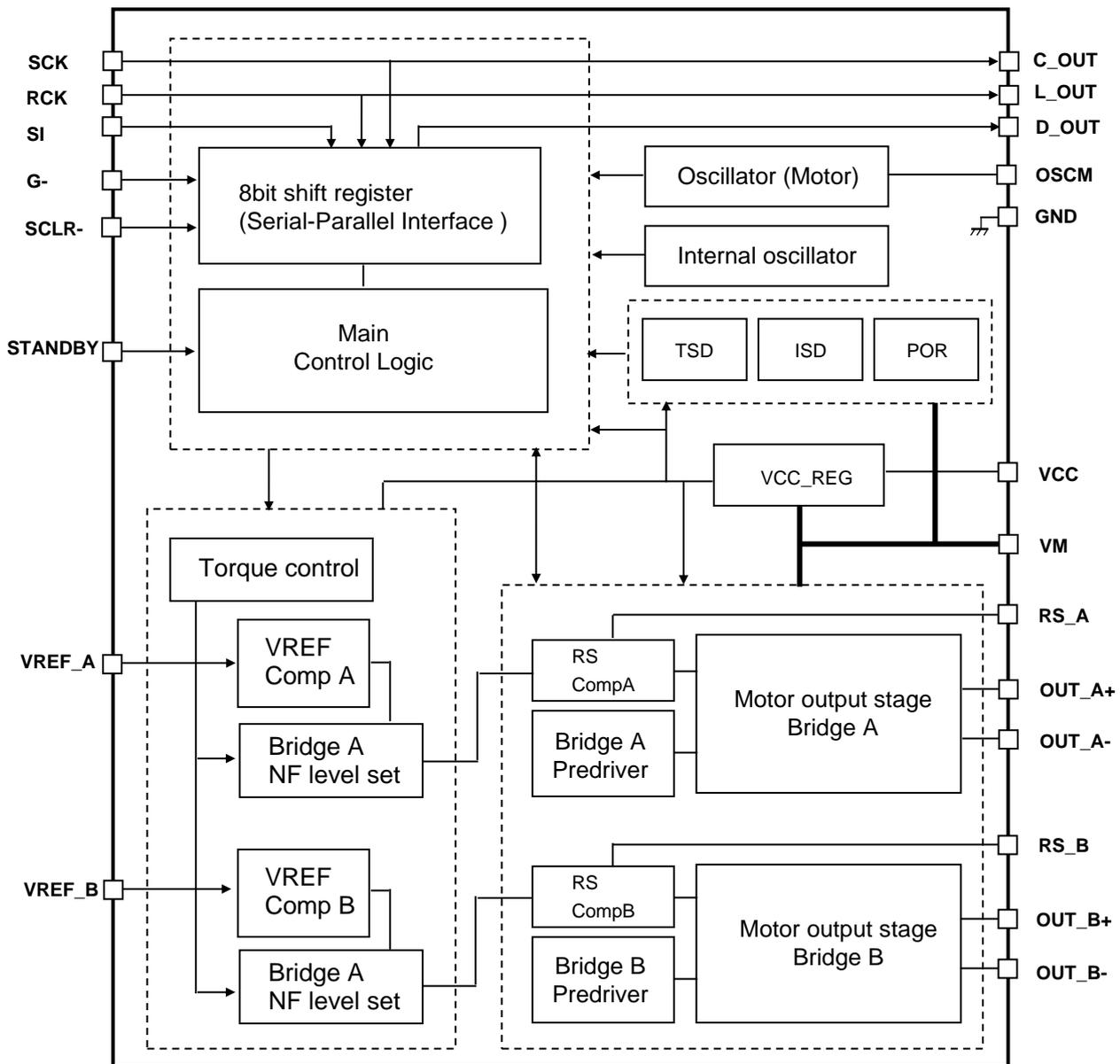


図4 ブロック図

注：ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化してあります。

注：TB67S265FTG の GND 配線はベタ接続とし、基板から取り出し部は1点接地であるとともに、放熱設計を考慮したパターンになるようなレイアウトにしてください。出力間のショートおよび出力の天絡、地絡時に IC の破壊の恐れがありますので、出力ライン、VM ライン、GND ラインの設計は十分注意してください。

この IC においては、特に大電流が流れる電源系の端子 (VM、RS、OUT、GND) が正常に配線されていない場合、破壊も含む不具合が生じる可能性があります。

また、ロジックの入力端子についても正常に配線が行われていない場合、異常動作が occur IC が破壊することがあります。この場合、規定以上の大電流が流れるなどによって IC が破壊する可能性があります。IC のパターンの設計や実装については十分ご注意願います。

5. 端子機能説明

表 5.1 端子番号 1~28 の機能説明

端子番号	端子名称	機能
1	NC (注 1)	ノコネクション
2	SCLR-	シリアルレジスタクリア端子 (ローアクティブ)
3	G-	シリアルデータイネーブル端子 (ローアクティブ)
4	STANDBY	スタンバイ端子
5	GND	GND 端子
6	NC(注 1)	ノコネクション
7	RS_A(注 2)	A 相モーター出力電流検出端子
8	RS_A(注 2)	A 相モーター出力電流検出端子
9	NC(注 1)	ノコネクション
10	OUT_A+(注 2)	A 相モーター出力 + 端子
11	OUT_A+(注 2)	A 相モーター出力 + 端子
12	NC(注 1)	ノコネクション
13	NC(注 1)	ノコネクション
14	NC(注 1)	ノコネクション
15	GND	GND 端子
16	OUT_A-(注 2)	A 相モーター出力 - 端子
17	OUT_A-(注 2)	A 相モーター出力 - 端子
18	GND	GND 端子
19	GND	GND 端子
20	OUT_B-(注 2)	B 相モーター出力 - 端子
21	OUT_B-(注 2)	B 相モーター出力 - 端子
22	GND	GND 端子
23	NC(注 1)	ノコネクション
24	NC(注 1)	ノコネクション
25	NC(注 1)	ノコネクション
26	OUT_B+(注 2)	B 相モーター出力 + 端子
27	OUT_B+(注 2)	B 相モーター出力 + 端子
28	NC(注 1)	ノコネクション

表 5.2 端子番号 29～48 の機能説明

端子番号	端子名称	機能
29	RS_B(注 2)	B 相モーター出力電流検出端子
30	RS_B(注 2)	B 相モーター出力電流検出端子
31	NC(注 1)	ノコネクション
32	VM	モーター電源端子
33	NC(注 1)	ノコネクション
34	VCC	内部レギュレータ モニタ端子
35	L_OUT	シリアルラッチ信号出力端子 (ロジック出力端子)
36	NC(注 1)	ノコネクション
37	NC(注 1)	ノコネクション
38	C_OUT	シリアルクロック信号出力端子 (ロジック出力端子)
39	D_OUT	シフトレジスタデータ信号出力端子(ロジック出力端子)
40	GND	GND 端子
41	VREF_B	B 相モーター出力設定端子
42	VREF_A	A 相モーター出力設定端子
43	OSCM	チョッピング用発振回路周波数設定端子
44	NC(注 1)	ノコネクション
45	SI	シリアルデータ信号入力
46	SCK	シリアルクロック信号入力端子
47	RCK	シリアルラッチ信号入力端子
48	NC(注 1)	ノコネクション

注 1 : NC のピンは、必ず Open にて使用してください。

注 2 : 複数存在するピンは端子近傍でショートしてください。

6. 端子インタフェース

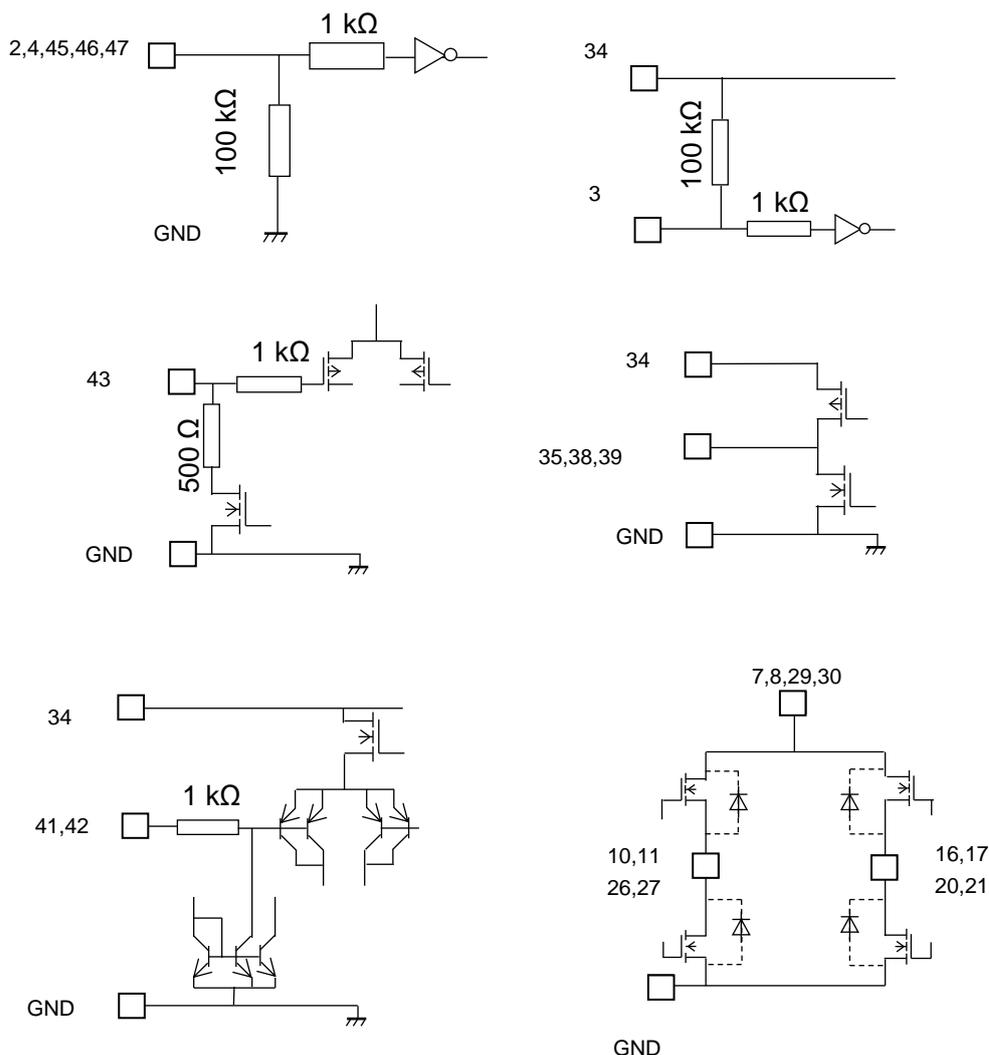


図6 端子インタフェース

表6 端子名称

端子番号	端子名称	端子番号	端子名称
2	SCLR-	29	RS_B
3	G-	30	RS_B
4	STANDBY	32	VM
7	RS_A	34	VCC
8	RS_A	35	L_OUT
10	OUT_A+	38	C_OUT
11	OUT_A+	39	D_OUT
16	OUT_A-	41	VREF_B
17	OUT_A-	42	VREF_A
20	OUT_B-	43	OSCM
21	OUT_B-	45	SI
26	OUT_B+	46	SCK
27	OUT_B+	47	RCK

注：等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化しています。

7. 入カウンタフェース(8bit shift register + 8bit storage register)

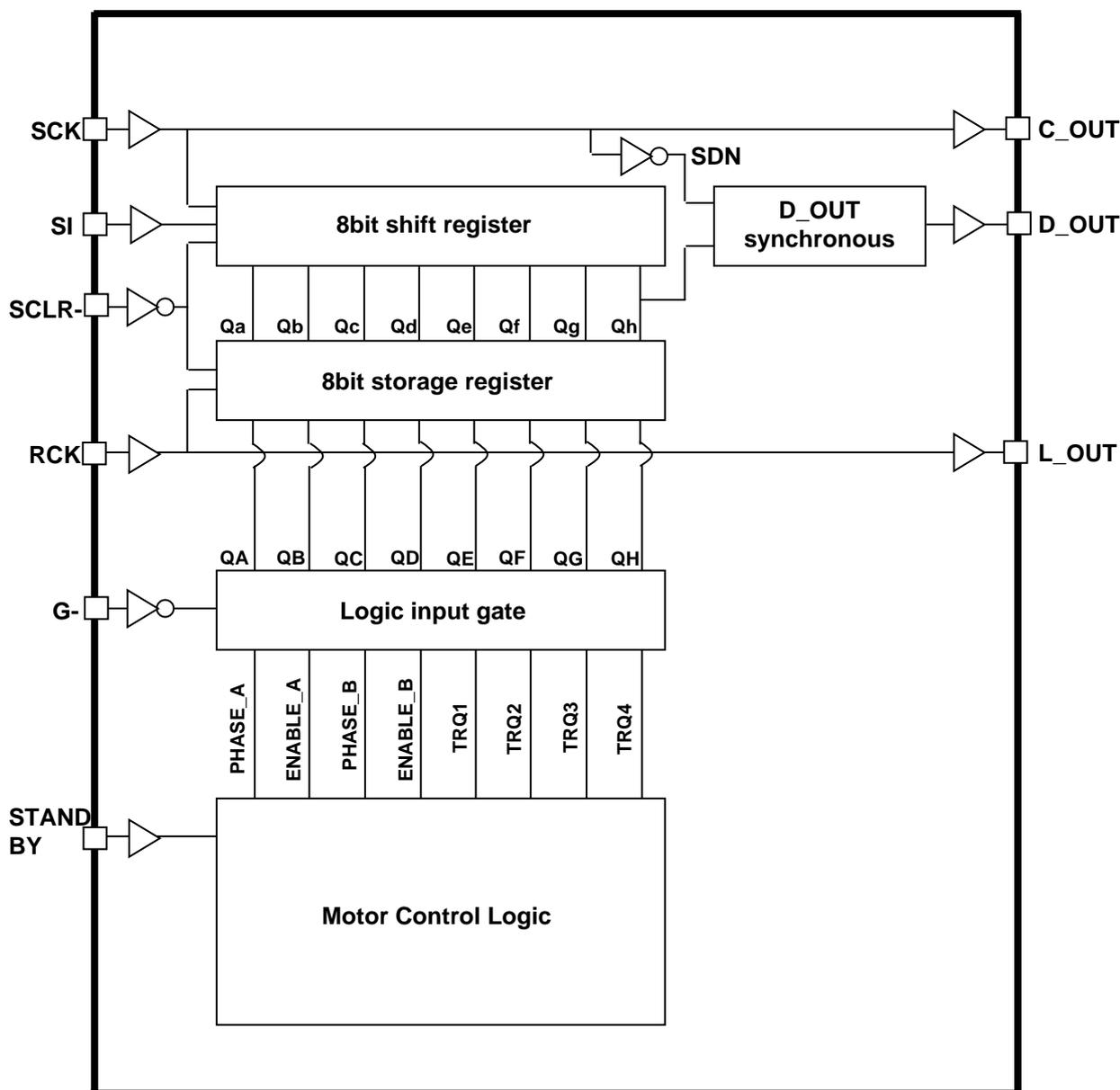


図7 入カウンタフェース

表 7.1 各ロジック端子に対して信号未入力時の初期値

入力信号	内部状態
SCK	Low
SI	Low
SCLR-	Low
RCK	Low
G-	High
STANDBY	Low

注：ロジック端子に対して信号未入力時の初期状態は、以下ようになります。

SCLR-:Low=シフトレジスタ/ストレージレジスタは初期化状態、

G-:High=PHASE_A,ENABLE_A,PHASE_B,ENABLE_B,TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=Disable

STANDBY=Low:スタンバイ状態

表 7.2 真理値表

入力					Function
SI	SCK	SCLR-	RCK	G-	
X	X	X	X	H	PHASE_A,PHASE_B,ENABLE_A,ENABLE_B,TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=Disable
X	X	X	X	L	PHASE_A,PHASE_B,ENABLE_A,ENABLE_B,TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=Enable
X	X	L	X	X	シフトレジスタ、ストレージレジスタ共にクリア
L	↑	H	X	X	シフトレジスタの初段は'L'、その他は各々の前段のデータを格納する。
H	↑	H	X	X	シフトレジスタの初段は'H'、その他は各々の前段のデータを格納する。
X	↓	H	X	X	シフトレジスタは前状態を保持する。シフトレジスタ後段の出力(Qh)を D_OUT 端子へ出力する。
X	X	H	↑	X	シフトレジスタのデータを、ストレージレジスタに格納する。
X	X	H	↓	X	ストレージレジスタは前状態を保持する。

X: Don't care

注：ロジック出力を正常に行うためには、データ転送時の SCK を必ず Low にして終了いただきますようお願いいたします。

8. 動作説明（ステッピングモーター・モード）

IOUT: OUT_X+→OUT_X- に流れる方向をプラス電流、OUT_X-→OUT_X+ に流れる方向をマイナス電流とします。

表 8.1 動作説明

信号名	H	L	Notes
ENABLE_X	出力 ON	出力 OFF	ENABLE_X=L 時その相の PHASE の状態に関わらず、その出力は OFF(Hi-z)になります。
PHASE_X	OUT_X+:H OUT_X-:L	OUT_X+:L OUT_X-:H	H の場合、Charge 時には OUT_X+→OUT_X-に電流が流れます。
STANDBY	モーター動作可	IC 全機能停止	STANDBY= L では、OSC 回路、出力ともに停止します。モーターの駆動はできません。

表 8.2 <2 相励磁>

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	IOUT (A)	PHASE_B	ENABLE_B	IOUT (B)
H	H	+100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	L	H	-100 %

表 8.3 <1-2 相励磁>

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	IOUT (A)	PHASE_B	ENABLE_B	IOUT (B)
H	H	+100 %	H	H	+100 %
x	L	0 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	x	L	0 %
L	H	-100 %	L	H	-100 %
x	L	0 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	x	L	0 %

X : Don't care

表 8.4 TRQ 機能: 各設定電流比率

TRQ1	TRQ2	TRQ3	TRQ4	電流比率
L	L	L	L	0 %
L	L	L	H	5 %
L	L	H	L	10 %
L	L	H	H	15 %
L	H	L	L	25 %
L	H	L	H	29 %
L	H	H	L	38 %
L	H	H	H	43 %
H	L	L	L	52 %
H	L	L	H	60 %
H	L	H	L	67 %
H	L	H	H	74 %
H	H	L	L	80 %
H	H	L	H	86 %
H	H	H	L	94 %
H	H	H	H	100 %

9. 絶対最大定格 ($T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

表 9 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位	備考	
モーター電源電圧	V_M	50	V	-	
モーター出力電圧	V_{OUT}	50	V	-	
モーター出力電流(1相あたり)	I_{OUT}	2.0	A	注 1	
内部ロジック電源電圧	V_{CC}	6.0	V	外部印加時	
ロジック入力端子電圧	V_{IH}	6.0	V	-	
ロジック出力端子電流	I_{OH}	-7.0	mA	-	
	I_{OL}	7.0	mA	-	
VREF 基準電圧	V_{REF}	5.0	V	-	
許容損失	WQFN48	P_D	1.3	W	注 2
動作温度	T_{OPR}	-20~85	$^\circ\text{C}$	-	
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$	-	
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$	-	

注 1：通常時の最大電流値は熱計算の上、絶対最大定格の 70% ($I_{OUT} \leq 1.4\text{ A}$) 以下を目安にご使用ください。周囲温度条件や基板条件により、電流がさらに制限されることがあります。(発熱に依存します。)

注 2：単体測定時 ($T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

T_a が $25\text{ }^\circ\text{C}$ を越える場合は、 $10.4\text{ mW}/^\circ\text{C}$ にてディレーティングする必要があります。

T_a : IC の周囲温度です。

T_{OPR} : 動作させるときの IC の周囲温度です。

T_j : 動作中の IC のチップ温度です。 T_j 最大値は TSD (過熱検出機能) の温度で制限されます。

T_j の最大値は、 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 程度を目処に使用最大電流を考慮して設計することを推奨します。

重要：絶対最大定格について

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おそれがあります。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。また、この製品には、過電圧検出の回路は搭載しておりません。従って、定格以上の過剰な電圧が印加された場合、IC が破壊します。電源電圧も含む各電圧範囲は、必ずスペックの範囲内でお使いいただけますようお願いいたします。また、注意事項につきましては、後ページの注意事項の項も合わせてご確認ください。

10. 動作範囲 ($T_a = 0 \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$)

表 10 動作範囲

項目	記号	最小	標準	最大	単位	備考
モーター電源電圧	V_M	10	24	47	V	-
モーター出力電流	I_{OUT}	-	1.4	2.0	A	(注 1)
ロジック入力電圧	$V_{IN(H)}$	3.0	-	5.5	V	ロジックの Hレベル
	$V_{IN(L)}$	0	-	2.0	V	ロジックの Lレベル
チョッピング周波数設定可能範囲	$f_{chop(range)}$	40	100	150	kHz	-
VREF 入力電圧	V_{REF}	GND	3.0	3.6	V	-

注 1： 動作環境(励磁モードや動作時間等の動作条件、周囲温度条件、基板条件等の発熱条件)から、実際に使用できる最大電流は制限されることがあります。動作環境下での熱計算の上、実際に使用できる最大電流値をご確認ください。

11. 電気的特性 1 (DC) (特に指定のない項目は、 $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{ V}$)

表 11 電気的特性 1

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
ロジック入力電圧	HIGH	$V_{IN(H)}$	ロジック入力端子(注 1)	3.0	-	5.5	V
	LOW	$V_{IN(L)}$	ロジック入力端子(注 1)	0	-	2.0	V
入力ヒステリシス		$V_{IN(HYS)}$	ロジック入力端子(注 1)	300	-	500	mV
ロジック入力電流	HIGH	$I_{IN(H)}$	ロジック入力端子:3.3 V	-	33	50	μA
	LOW	$I_{IN(L)}$	ロジック入力端子:0 V	-	-	1	μA
ロジック出力電圧	HIGH	$V_{OH(LO)}$	$I_{OH} = -3\text{ mA}$, VCC 基準	-0.41	-0.34	-0.27	V
	LOW	$V_{OL(LO)}$	$I_{OL} = 3\text{ mA}$, GND 基準	0.20	0.25	0.30	V
消費電流		I_{M1}	出力:オープン, STANDBY=L	-	2	3.5	mA
		I_{M2}	出力:オープン, STANDBY=H ENABLE=Low	-	3.5	5	mA
		I_{M3}	出力:オープン (2 相励磁)	-	5.5	7	mA
モーター出力 リーク電流	上側	I_{OH}	$V_{RS} = V_M = 50\text{ V}$, $V_{OUT} = 0\text{ V}$	-	-	1	μA
	下側	I_{OL}	$V_{RS} = V_M = V_{OUT} = 50\text{ V}$	1	-	-	μA
出力電流チャネル間誤差		ΔI_{OUT1}	Ach-Bch 間出力電流誤差	-5	0	5	%
出力設定電流値誤差		ΔI_{OUT2}	$I_{OUT} = 1.0\text{ A}$ (注 2)	-5	0	5	%
RS 端子電流		I_{RS}	$V_{RS} = V_M = 24\text{ V}$	0	-	10	μA
出力オン抵抗(上下和)		$R_{on(S)_PN}$	$I_{OUT} = 2.4\text{ A}$, $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 順方向(上+下)和	-	0.8	0.9	Ω

注 1: 測定端子に V_{IN} を加えその電圧を 0 V から上昇させ、出力(OUT_A、OUT_B 端子)が変化したときの V_{IN} 電圧を $V_{IN(H)}$ とします。測定端子に V_{IN} を加えその電圧を 5 V から下降させ、出力(OUT_A、OUT_B 端子)が変化したときの V_{IN} 電圧を $V_{IN(L)}$ とします。 $V_{IN(H)}$ と $V_{IN(L)}$ の差を $V_{IN(HYS)}$ とします。

注 2: 内部回路動作電源電圧(VCC)を外付け抵抗で分圧し、VREF 入力電圧として使用した場合、VCC 出力電圧精度、VREF 減衰比精度と合わせて、出力電流設定値の精度は $\pm 8\%$ となります。

注: V_M 電圧が供給されていない状態で、ロジック入力信号が入力された場合でも、信号入力による起電力やリーク電流は発生しない回路設計となっておりますが、 V_M 電圧再供給の前には、再供給と共にモーターが動作しないよう、ロジック入力信号の制御を行ってください。

12. 電気的特性 2 (DC) (特に指定がない項目は, $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{ V}$)

表 12 電気的特性 2

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
VREF 入力電圧	V_{REF}	$V_M=24\text{ V}$, $V_{CC}=5\text{ V}$	GND	3.0	3.6	V
VREF 入力電流	I_{REF}	$V_{REF}=3\text{ V}$	-	0	1	μA
VCC 端子電圧	V_{CC}	$I_{CC}=5\text{ mA}$	4.75	5.0	5.25	V
VCC 端子電流	I_{CC}	$V_{CC}=5\text{ V}$	-	2.5	5	mA
VREF 減衰比	$V_{REF(\text{gain})}$	$V_{REF}=2\text{ V}$	1/5.2	1/5.0	1/4.8	-
過熱検出機能動作温度	T_{SD}	注 1	140	150	170	$^\circ\text{C}$
VM 復帰電圧	V_{MR}	-	7	8	9	V
過電流検出機能動作電流	I_{SD}	注 2	2.1	3.0	4.0	A

注 1：過熱検出機能(TSD)について

IC のジャンクション温度が規定温度に達した場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。

スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けております。（詳細につきましては「過熱検出回路の不感帯時間について」項をご確認いただきますようお願いいたします。

TSD の動作状態では、IC はスタンバイモードになります。過熱検出後は、電源の再投入もしくは STANDBY モードとすることで解除することが可能です。TSD 機能は IC が異常発熱した場合に検出する機能です。TSD 機能を積極的に活用するようなご使用方法は避けてください。

注 2：過電流検出機能(ISD)について

モーター出力に規定値以上の電流が流れた場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。

スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けております。（詳細につきましては「過電流検出回路の不感帯時間について」項をご確認いただきますようお願いいたします。

ISD の動作状態では、IC はスタンバイモードになります。過電流検出後は、電源の再投入もしくは STANDBY モードとすることで解除することが可能です。フェールセーフのため、2 次トラブルを避けるために、ヒューズを挿入してください。

12.1 逆起電力に関して

モーターを動作中に電力回生のタイミングが発生しますが、そのタイミングでモーターの逆起電力の影響で、モーター電流が電源へ回生されます。電源のシンク能力がない場合、IC の電源端子、出力端子が定格以上に上昇する場合があります。モーター一件や、モーターの特性によってモーターの逆起電力が異なりますのでモーター電力により IC の破壊、モーター問題ないこと、また周辺回路等に誤動作や破壊がないことを十分ご確認ください。

12.2 過電流検出および過熱検出機能について

これら検出機能は出力短絡などの異常状態を一時的に回避する機能であって、IC が破壊しないことを保証するものではありません。動作保証範囲外では、これら検出機能が動作せず、出力短絡をすると IC が破壊するおそれがあります。過電流検出機能は、一時的な短絡に対する検出を目的としたものです。長時間短絡が続きますとオーバーストレスとなり破壊するおそれがあります。過電流状態を速やかに解除するようにシステムを構成してください。

12.3 IC の取り扱いについて

回転差しを含めた誤装着はしないでください。IC や機器に破壊や損傷や劣化を招くおそれがあります。

13. 電気的特性 3 (AC) ($T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{ V}$, $L = 6.8\text{ mH}$, $R = 5.7\ \Omega$)

表 13 電気的特性 3

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
最小パルス幅 (SCK,RCK,SI)	$t_{w(H)}$	$f_{\text{OSCM}} = 1600\text{ kHz}$	250	-	-	ns
	$t_{w(L)}$	$f_{\text{OSCM}} = 1600\text{ kHz}$	250	-	-	ns
最小セットアップ時間	t_{set1}	SCLR \rightarrow SCK	50	-	-	ns
	t_{set2}	SI \rightarrow SCK	50	-	-	ns
	t_{set3}	SCK \rightarrow RCK	50	-	-	ns
最小クロック信号サイクル時間(SCK,RCK)	t_{cyc}	$f_{\text{OSCM}} = 1600\text{ kHz}$	500	-	-	ns
最小ホールド時間	t_{hold1}	SCK \rightarrow SI	50	-	-	ns
	t_{hold2}	SCLR \rightarrow Data	50	-	-	ns
出力部スイッチング時間	t_r	モーター出力部	70	120	170	ns
	t_f	モーター出力部	100	150	200	ns
ノイズ除去用不感帯時間	A_{tBLK}	$V_M = 24\text{ V}$, $I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$ Analog t_{BLK} 値	250	400	550	ns
OSCM 発振周波数	f_{OSCM}	$C_{\text{OSC}} = 270\text{ pF}$, $R_{\text{OSC}} = 3.6\text{ k}\Omega$	1360	1600	1840	kHz
チョッピング周波数	f_{chop}	出力 ACTIVE ($I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$), $f_{\text{OSCM}} = 1600\text{ kHz}$	-	100	-	kHz

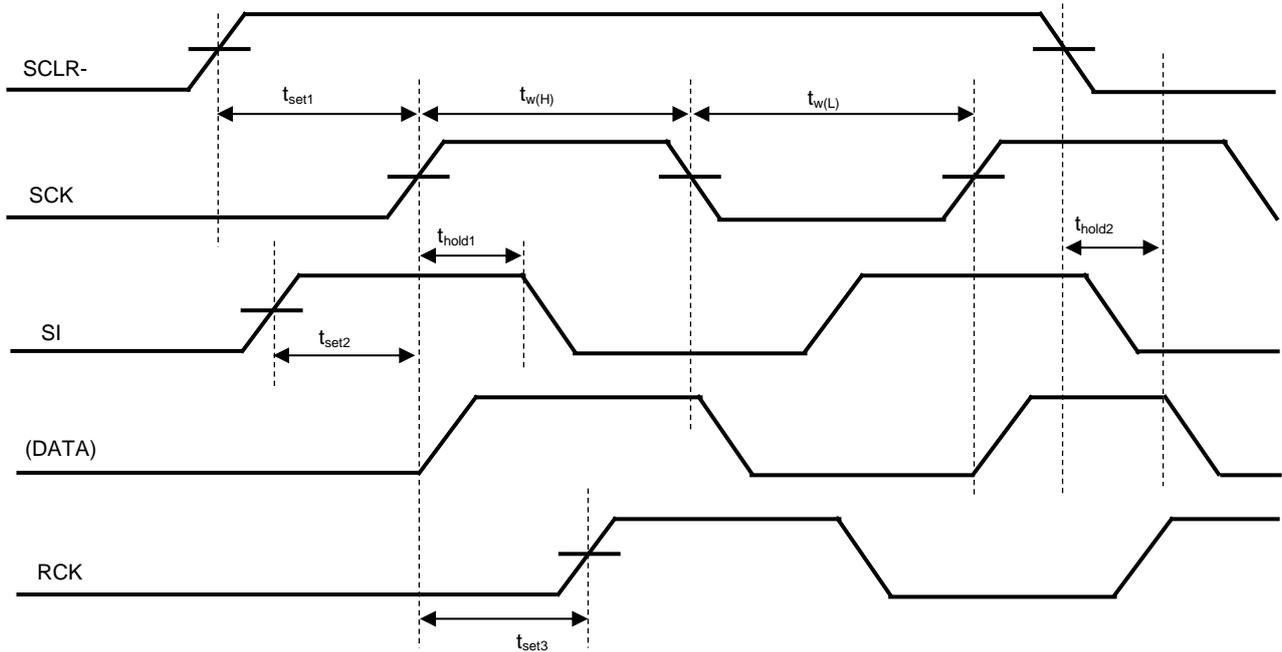


図 13 出力トランジスタ・スイッチング特性のタイミング

注: タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化してあります。

14. Decay モードのファンクション

14.1 ADMD(Advanced Dynamic Mixed Decay)定電流制御について

定電流制御の際、電流のふれ幅（電流脈流分）を決定する、Advanced Dynamic Mixed Decay threshold の割合は、IC 固有の値です。

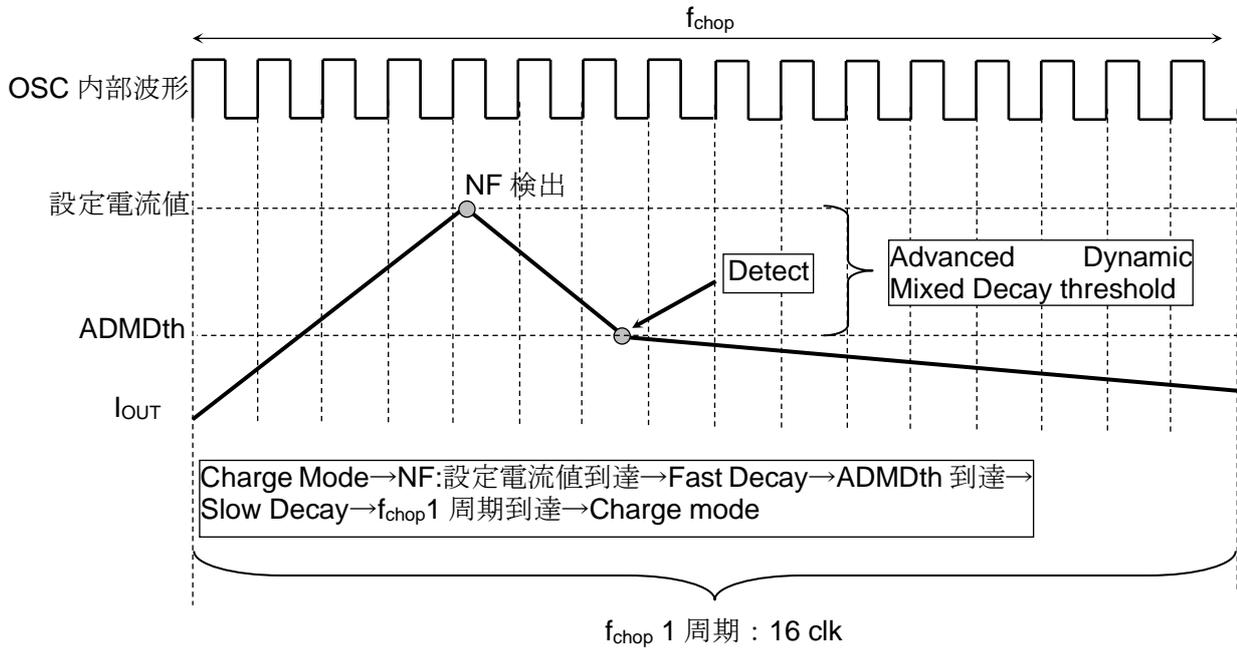


図 14.1 Advanced Dynamic Mixed Decay の電流波形

14.2 Auto Decay Mode の波形 (電流波形)

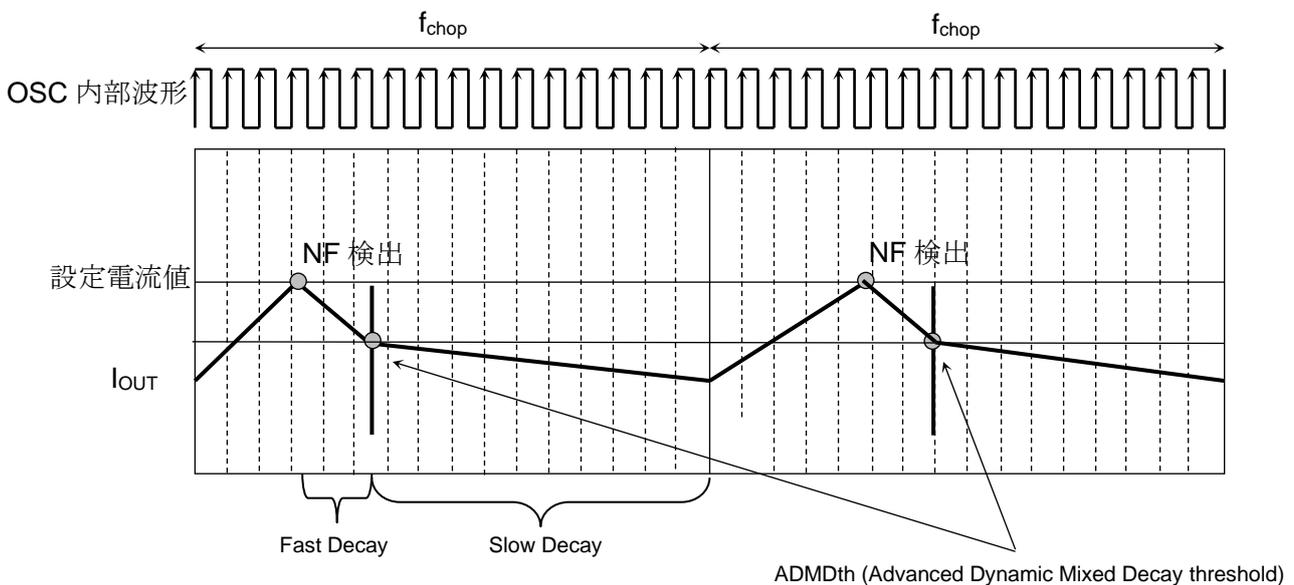


図 14.2 Auto Decay Mode の電流波形

注：タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

14.3 ADMD 電流波形について

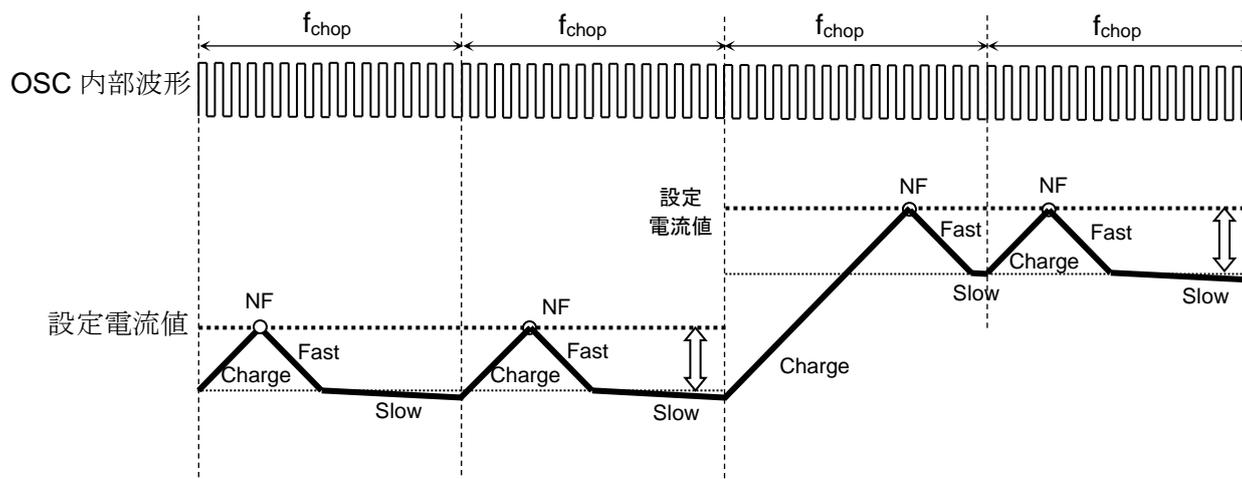


図 14.3.1 設定電流値が増加方向の場合

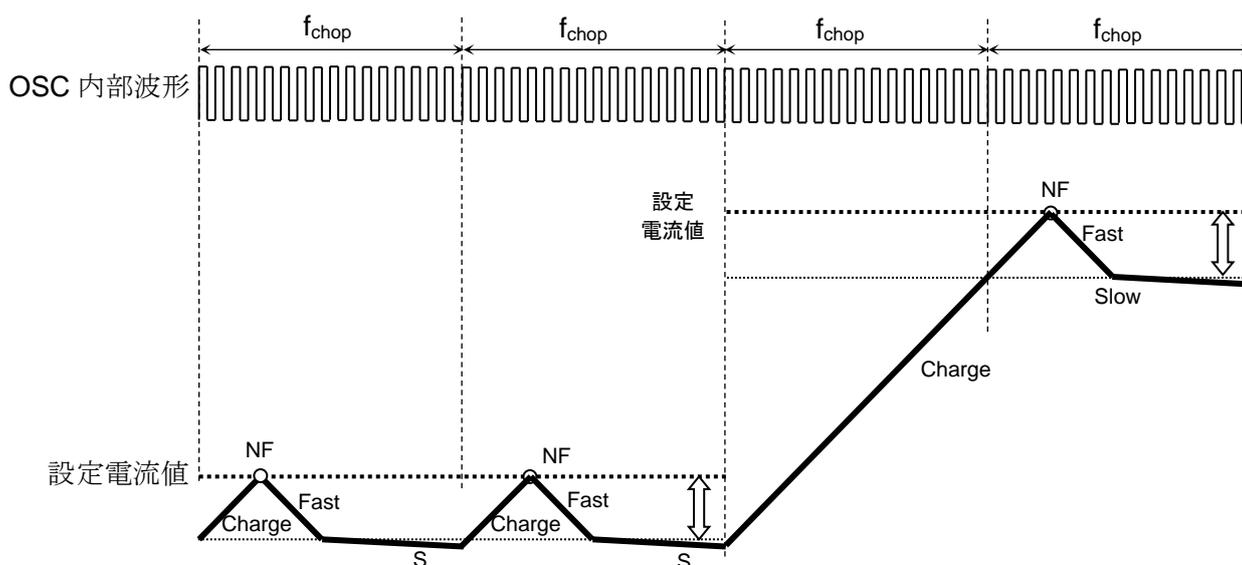


図 14.3.2 Charge 期間が f_{chop} 1 周期以上の場合

注：設定電流値(ステップ)の切り替わりなど、次の設定値にモーター電流が到達するまでの期間 (Charge 期間)が、設定されたチョッピング周期(f_{chop})の 1 サイクルを超える場合、次の f_{chop} サイクルも Charge が継続し、NF 到達後に ADMD 制御へ移行します。

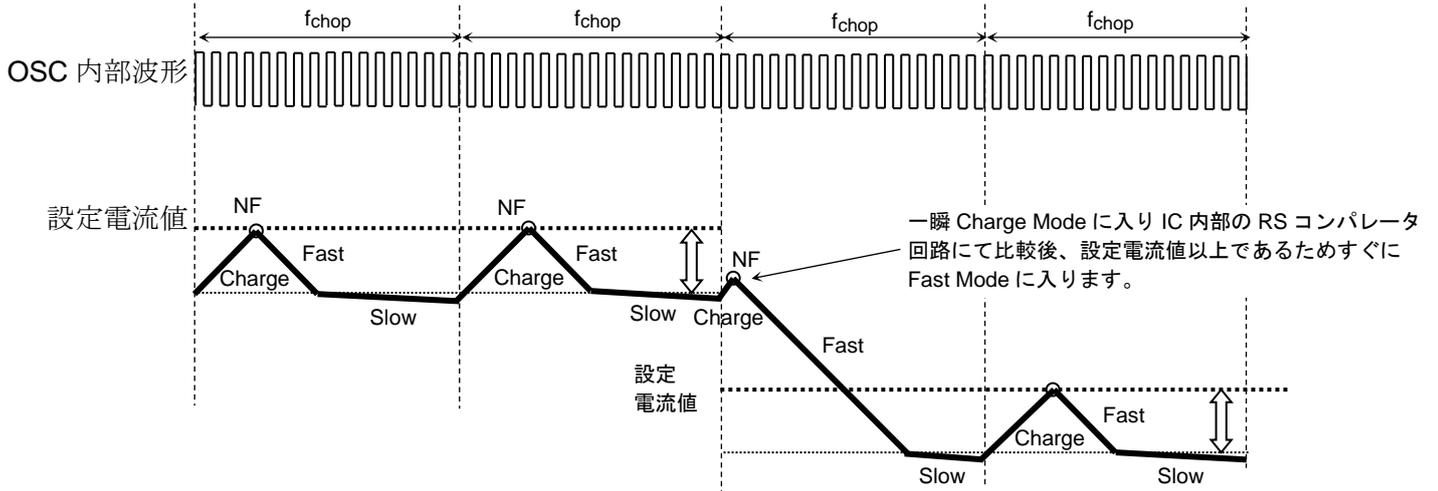


図 14.3.3 設定電流値が減少方向の場合

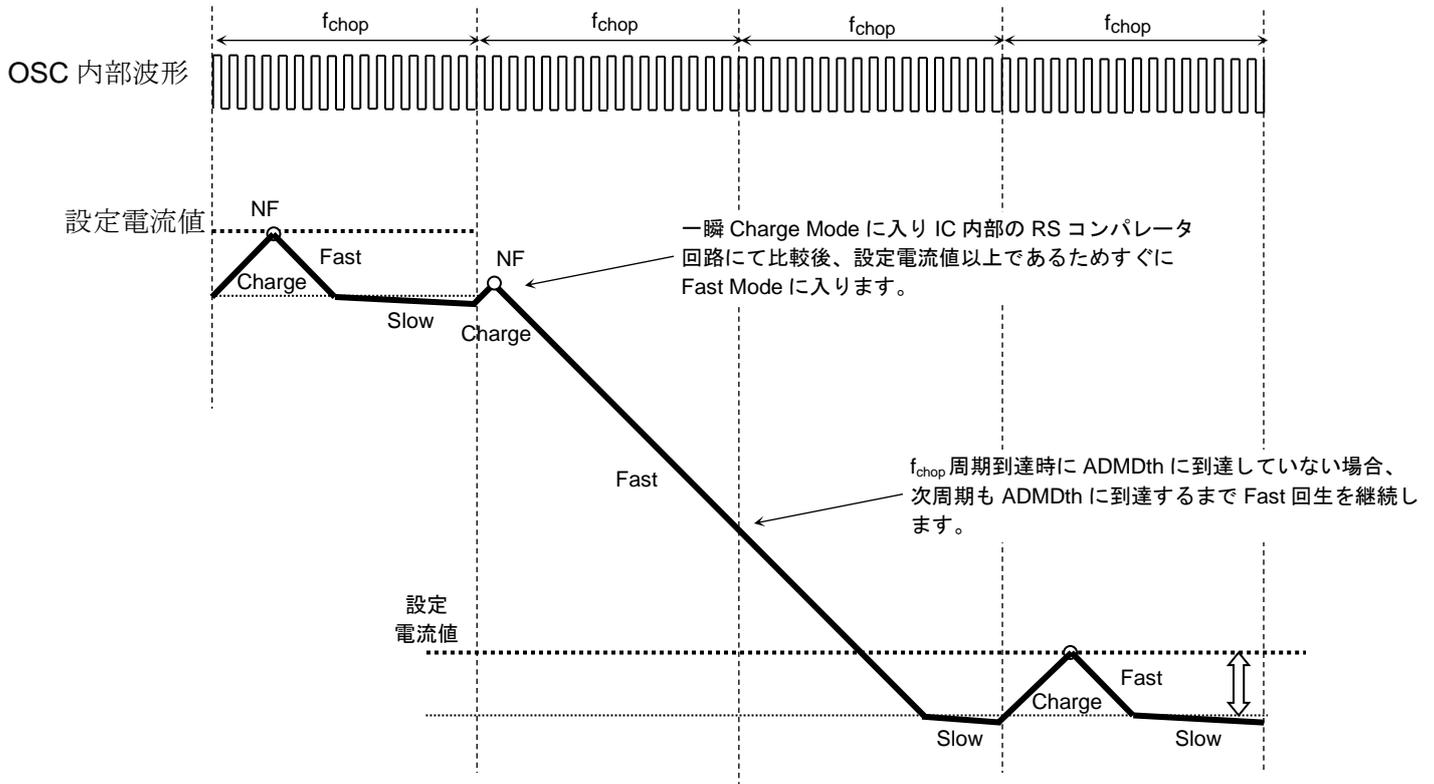


図 14.3.4 Fast 期間中に f_{chop} 1 周期到達する場合(f_{chop} 周期内に電流が ADMDth に到達しない)

15. 出力段トランジスタ動作モード

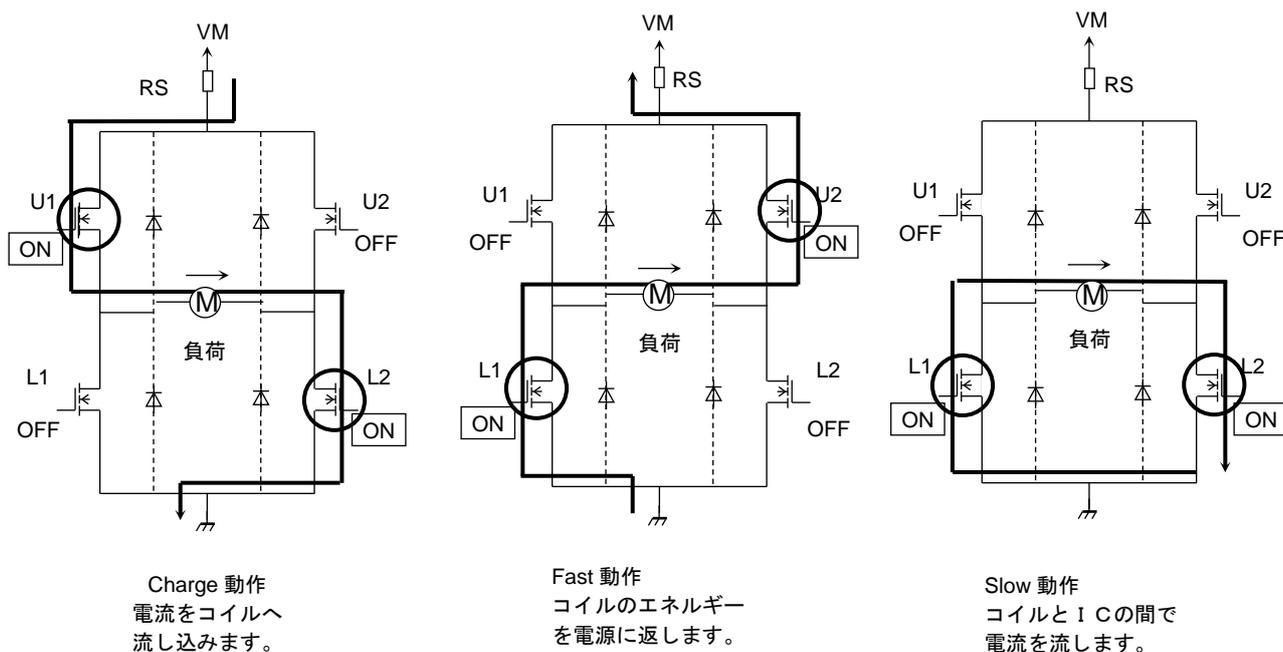


図 15 出カトランジスタ動作モード

15.1 出力段トランジスタ動作のファンクション

表 15.1.1 プラス方向の電流時

MODE	U1	U2	L1	L2
CHARGE	ON	OFF	OFF	ON
SLOW	OFF	OFF	ON	ON
FAST	OFF	ON	ON	OFF

注：上表は、例として上の図中の矢印の方向に電流を流す場合です。

逆方向の場合は、下表のようになります。

表 15.1.2 マイナス方向の電流時

MODE	U1	U2	L1	L2
CHARGE	OFF	ON	ON	OFF
SLOW	OFF	OFF	ON	ON
FAST	ON	OFF	OFF	ON

注：この IC では、上図の様な 3 種類のモードを自動的に切り替え、定電流制御を行います。
等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化しています。

16. 設定電流の計算式について

この IC では、OSCM 発振回路の周波数を基準にした PWM 定電流制御を行い、モーターの動作を行います。そのときの最高電流値 (設定電流値) については、電流をセンスするためのセンス抵抗 (R_S) と、リファレンス電圧 (V_{REF}) を設定することによって、決定することができます。

$$I_{OUT(max)} = V_{ref(gain)} \times \frac{V_{ref}(V)}{R_{RS}(\Omega)}$$

$V_{ref(gain)}$: V_{REF} 減衰比は 1 / 5.0 (typ.) です。

例 : 100 %設定のとき

$V_{REF} = 3.0 \text{ V}$ 、Torque = 100 %、 $R_S = 0.51 \Omega$

を入力した場合、モーターの定電流出力値(Peak 電流)は以下の値が計算されます。

$$I_{OUT} = 3.0 \text{ V} / 5.0 / 0.51 \Omega = 1.18 \text{ A} \text{ となります。}$$

17. OSCM 発振周波数 (チョッピング基準周波数) の計算式について

OSCM 発振周波数 (f_{OSCM}) とチョッピング周波数 (f_{chop}) は以下の式で計算できます。

$$f_{OSCM} = 1 / [0.56 \times \{C \times (R_1 + 500)\}]$$

* C, R_1 : OSCM 用外付け定数($C = 270 \text{ pF}$, $R_1 = 5.1 \text{ k}\Omega$ → $f_{OSCM} = 1.12 \text{ MHz(} \text{typ.)}$)

$$f_{chop} = f_{OSCM} / 16$$

* $f_{OSCM} = 1.12 \text{ MHz}$ の場合、 f_{chop} :約 70 kHz

チョッピング周波数を上げた場合、電流の脈流分が減少するため波形の再現性はあがりますが、IC 内部のゲート損失が上昇するため、発熱が大きくなります。

チョッピング周波数を下げる事により発熱の減少が期待できますが、電流脈流分が増える可能性があります。

一般的には 70 kHz 程度の周波数を基準にし、50 kHz から 100 kHz 程度の周波数範囲にて設定される事を推奨します。

18. IC の消費電力について

IC が消費する電力については、大枠、出力部のトランジスタが消費する電力とロジック部の消費する電力の 2 つの部分に分けることができます。

18.1 パワートランジスタ部の消費電力 ($R_{on} = 0.6 \Omega$)

出力部の電力は H ブリッジ上下のトランジスタによって消費されます。

2 つの H-SW のトランジスタ部の電力は以下の式で表すことができます。

$$P_{(out)} = 2 (H-SW) \times I_{OUT} (A) \times V_{DS} (V) = 2 (H-SW) \times I_{OUT} (A)^2 \times R_{on} (\Omega) \dots\dots\dots(1)$$

2 相励磁動作を行い、出力電流波形が完全な方形波波形になる場合での出力の平均消費電力は、以下のように計算できます。

$R_{on} = 0.6 \Omega$, $I_{OUT (peak : Max)} = 1.0 A$, $V_M = 24 V$ とすると下記の様に計算できます。

$$\begin{aligned} P_{(out)} &= 2 (H-SW) \times 1.0 (A)^2 \times 0.6(\Omega) \dots\dots\dots(2) \\ &= 1.2 (W) \end{aligned}$$

18.2 ロジックと IM 系の消費電力

ロジックと IM 系の消費電力は動作時と停止時に分けて計算します。

$$\begin{aligned} I_{(IM3)} &= 5.5 \text{ mA (typ.)} && \text{: 動作時} \\ I_{(IM2)} &= 3.5 \text{ mA (typ.)} && \text{: 停止時} \end{aligned}$$

出力系は、 $V_M (24V)$ に接続されています。(出力系： V_M に接続される回路により消費される電流と出力段がスイッチングすることにより消費される電流の合計)

消費電力は以下のように見積もることができます。

$$\begin{aligned} P_{(IM)} &= 24 (V) \times 0.0055 (A) \dots\dots\dots(3) \\ &= 0.132 (W) \end{aligned}$$

18.3 消費電力

(2)と(3)の結果から、全体の消費電力 $P_{(total)}$ は、以下のように計算できます。

$$P_{(total)} = P_{(out)} + P_{(IM)} = 1.332 (W) \text{ となります。}$$

また、スタンバイ時の消費電力は以下のようになります。

$$P_{(standby)} = 24 (V) \times 0.0035 (A) = 0.084 (W)$$

基板などにおける熱設計に関しては、十分実装評価を行った上、マージンをもって設定してください。

19. 駆動モード別シーケンス

19.1 2相励磁モードのシーケンス

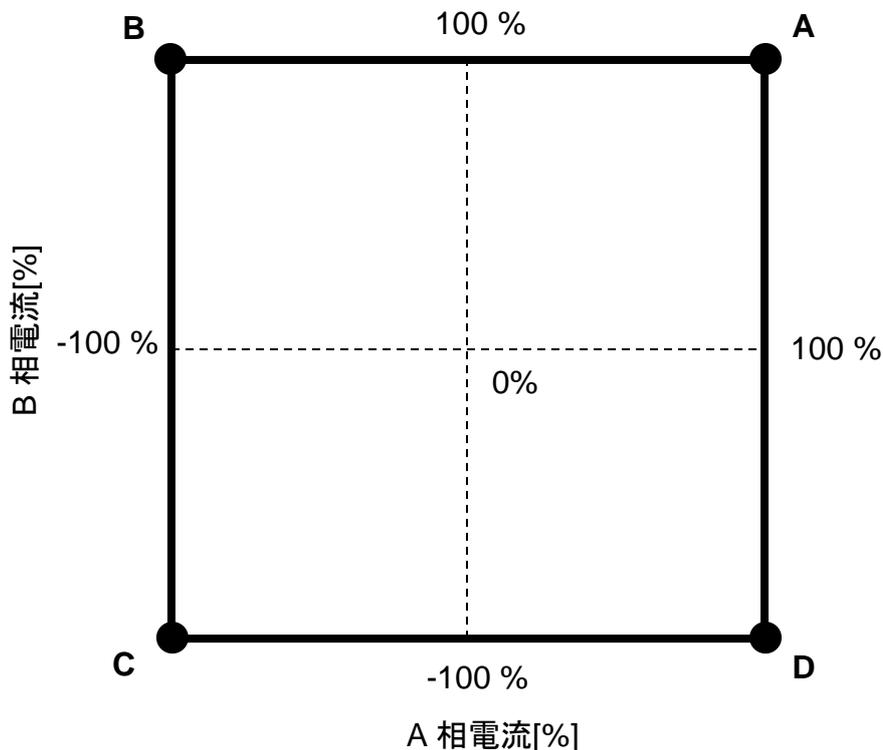


図 19.1.1 2相励磁モードのシーケンス

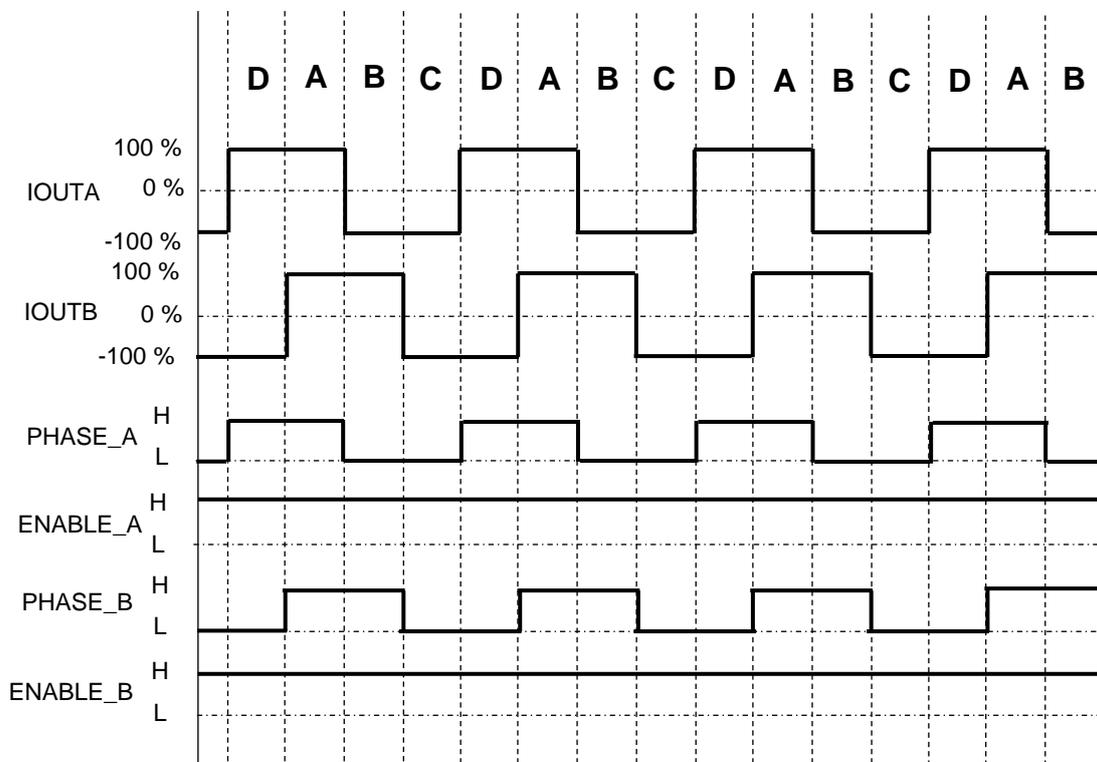


図 19.1.2 2相励磁モードのシーケンスタイミングチャート

注：タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化してあります。

19.2 1-2 相励磁のシーケンス

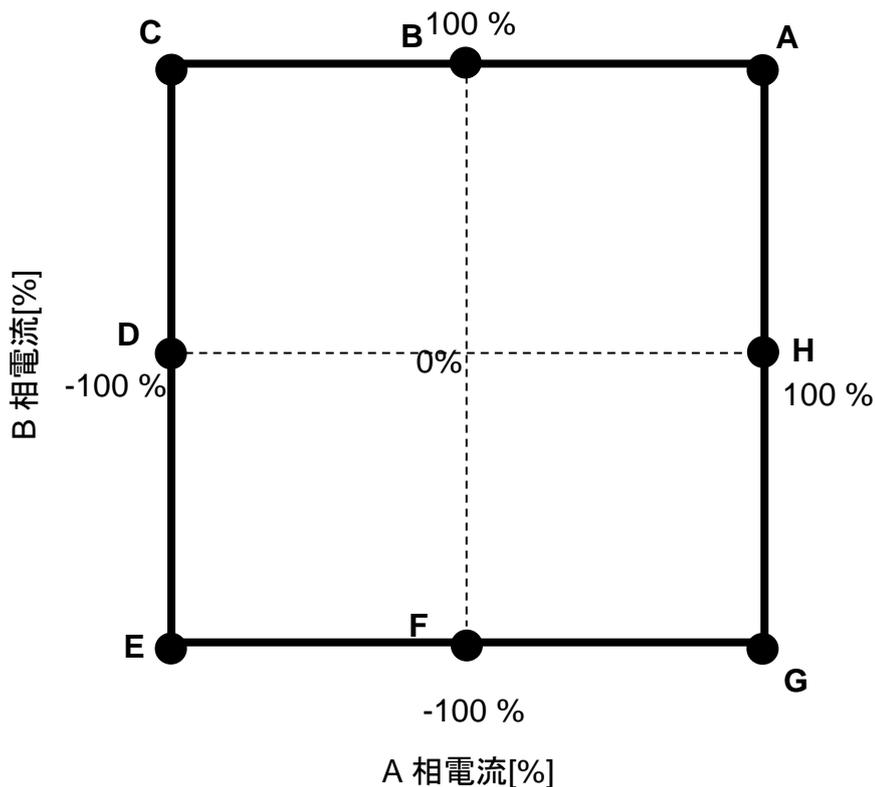


図 19.2.1 1-2 相励磁モードのシーケンス

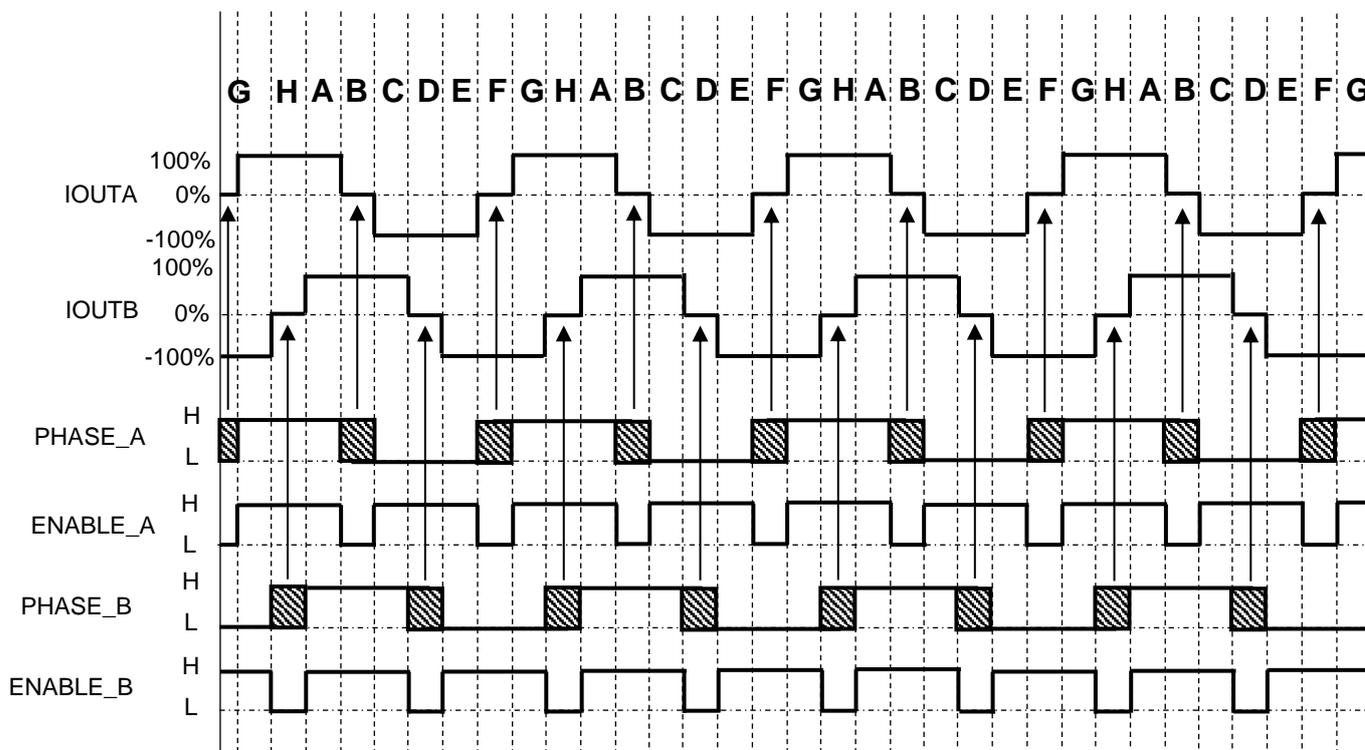


図 19.2.2 1-2 相励磁モードのシーケンスタイミングチャート

注：タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化してあります。

20. 駆動モード別シーケンス

20.1 2相励磁モードのシーケンス(TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4 設定)

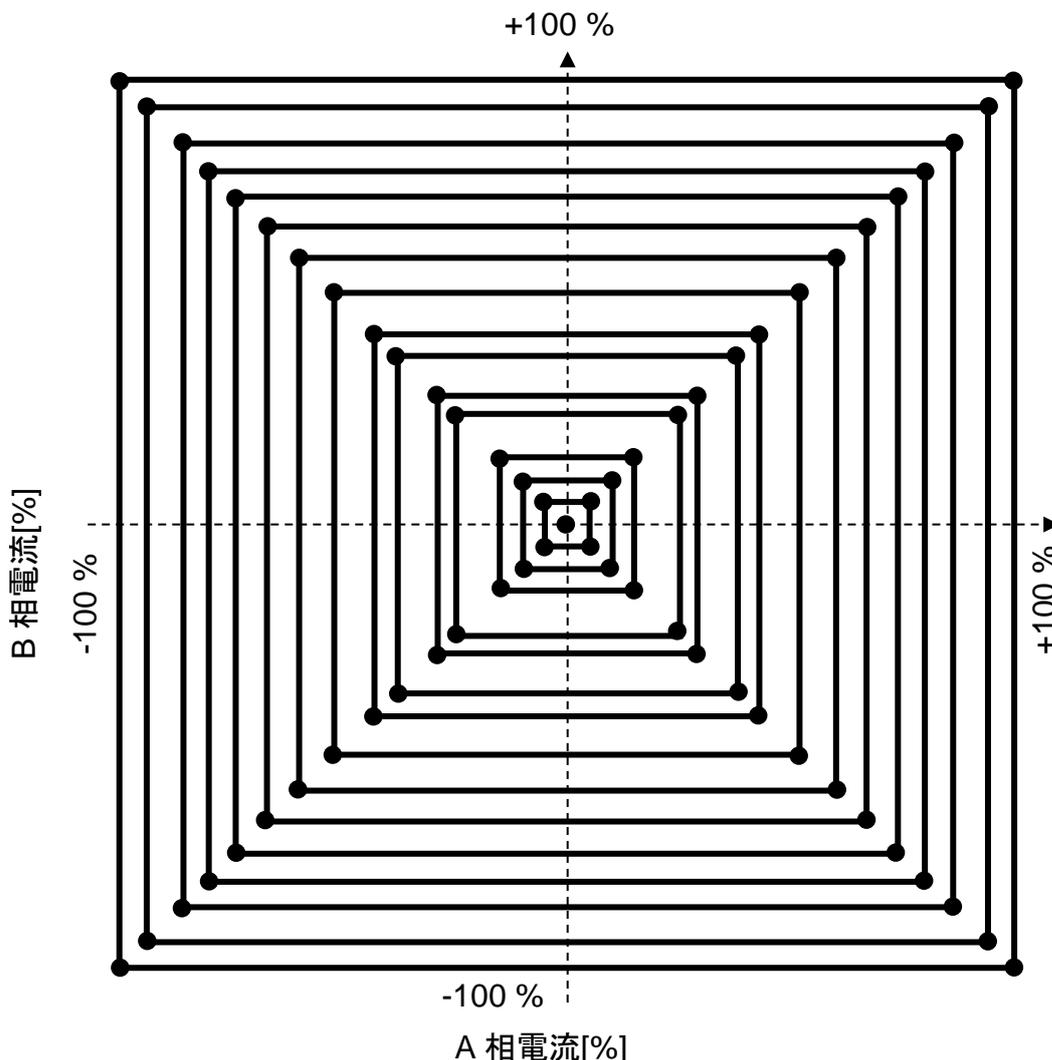


図 20.1 2相励磁モードのシーケンス(TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4 設定)

表 20.1.1 (例) <2相励磁> (TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=H,H,H,H=100%)

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	I _{OUT} (A)	PHASE_B	ENABLE_B	I _{OUT} (B)
H	H	+100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	L	H	-100 %

表 20.1.2 (例) <2相励磁> (TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=H,L,L,H=60%)

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	I _{OUT} (A)	PHASE_B	ENABLE_B	I _{OUT} (B)
H	H	+60 %	H	H	+60 %
L	H	-60 %	H	H	+60 %
L	H	-60 %	L	H	-60 %
H	H	+60 %	L	H	-60 %

20.2 1-2 相励磁モードのシーケンス(TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4 設定)

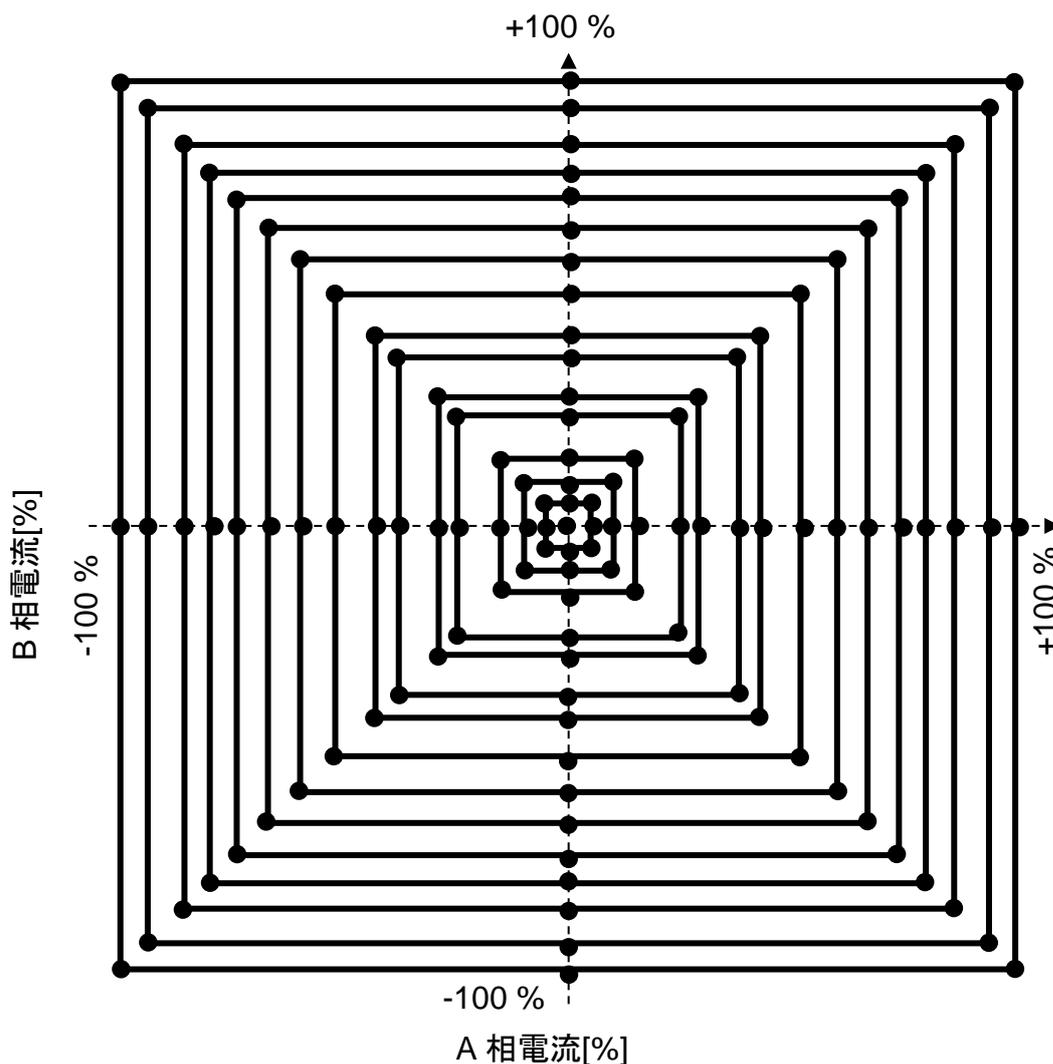


図 20.2 1-2 相励磁モードのシーケンス(TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4 設定)

表 20.2.1 (例) <1-2 相励磁(a)> (TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=H,H,H,H=100%)

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	I _{OUT} (A)	PHASE_B	ENABLE_B	I _{OUT} (B)
H	H	+100 %	H	H	+100 %
x	L	0 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	H	H	+100 %
L	H	-100 %	x	L	0 %
L	H	-100 %	L	H	-100 %
x	L	0 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	L	H	-100 %
H	H	+100 %	x	L	0 %

表 20.2.2 (例) <1-2 相励磁(a)> (TRQ1,TRQ2,TRQ3,TRQ4=L,H,L,L=25 %)

A 相			B 相		
入力		出力	入力		出力
PHASE_A	ENABLE_A	I _{OUT} (A)	PHASE_B	ENABLE_B	I _{OUT} (B)
H	H	+25 %	H	H	+25 %
x	L	0 %	H	H	+25 %
L	H	-25 %	H	H	+25 %
L	H	-25 %	x	L	0 %
L	H	-25 %	L	H	-25 %
x	L	0 %	L	H	-25 %
H	H	+25 %	L	H	-25 %
H	H	+25 %	x	L	0 %

21. 過電流検出回路の不感帯時間について

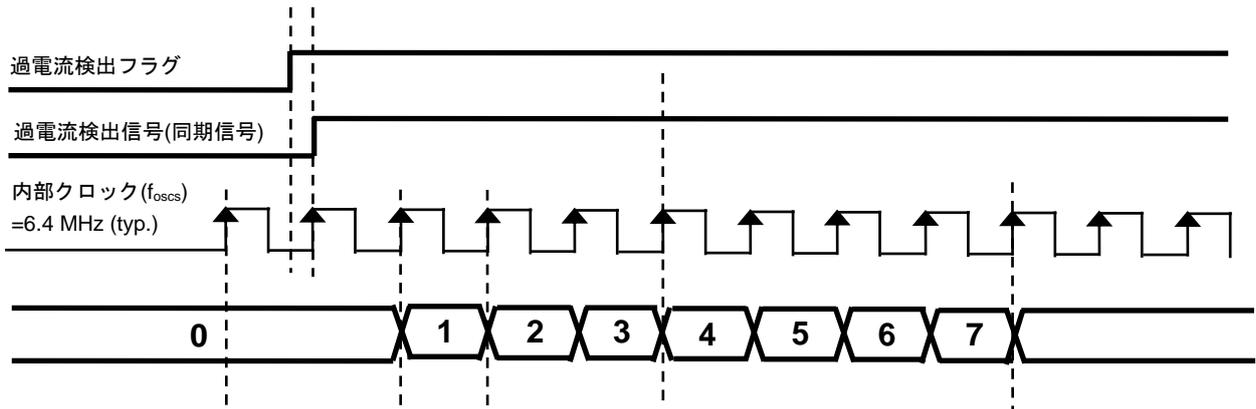


図 21 ISD 不感帯時間タイミングチャート

注：タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

過電流検出回路には、スイッチング時のスパイク電流による誤検出を防ぐために、不感帯時間を設定しています。
この不感帯時間は、内部のカウンタを IC 内の固定周波数(6.4 MHz (typ.))でカウントアップすることで設定しています。

※f_{osc}=6.4 MHz(typ.) internal clock
1/f_{osc} × 7~8 clk 相当(1.09 μs~1.25 μs)

ただし、この動作時間は理想的に過電流が流れたときの動作時間であり、出力の制御モードタイミングによっては、過電流回路が働かないことがあります。
従って、安全のために VM 電源には必ず保護用ヒューズを挿入してください。
ヒューズの容量は使用条件によって異なりますので、動作に問題がなく IC の許容損失を超えない容量を持ったヒューズを選定してください。

22. 過熱検出回路の不感帯時間について

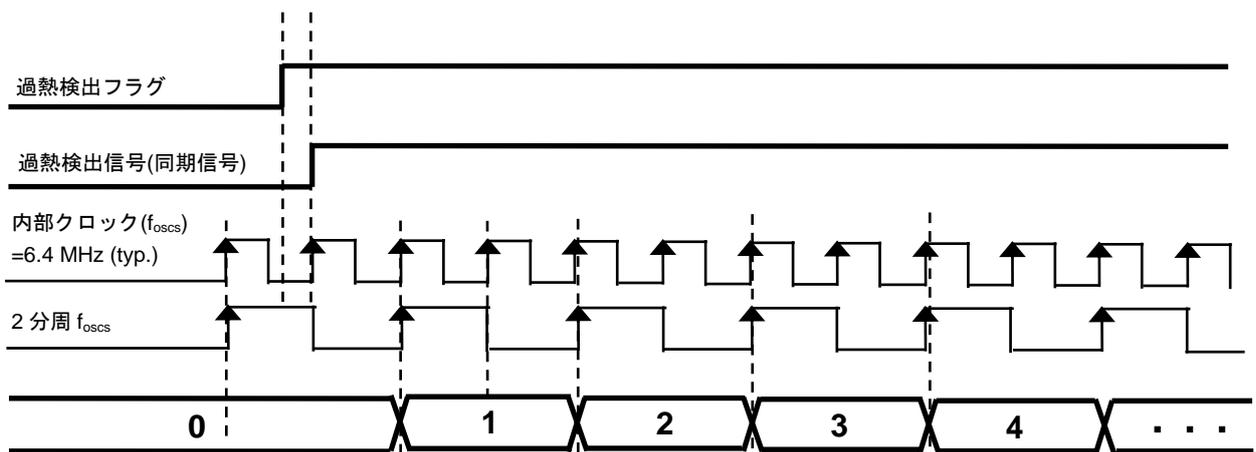


図 22 TSD 不感帯時間タイミングチャート

注：タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

過熱検出回路には、誤検出を防ぐために不感帯時間を設定しています。この不感帯時間は、内部のカウンタを IC 内の固定周波数(6.4 MHz (typ.))でカウントアップすることで設定しています。

※f_{osc}=6.4 MHz(typ.) internal clock
1/(f_{osc}/2) × 7~8 clk = 1/f_{osc} × 14~16 clk 相当(2.5 μs~2.8 μs)

23. <参考特性> PD - Ta (パッケージの許容損失)

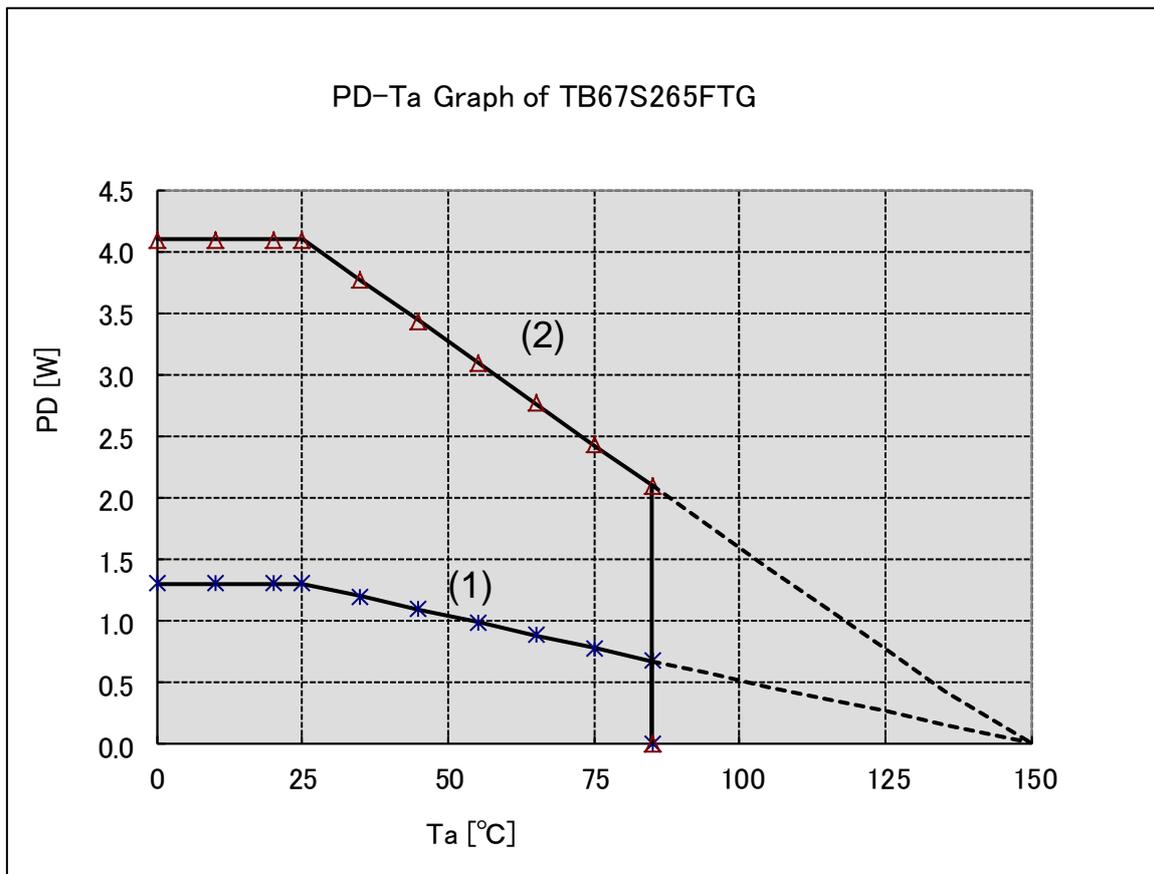


図 23 PD - Ta (パッケージの許容損失)

- (1) Rth(j-a) 单体 (96 °C/W)
Ta が 25°C を越える場合は、10.4 mW/°C にてディレーティングする必要があります。
- (2) 専用基板実装時 (4層ガラスエポキシ基板、Rth(j-a):25 °C/W)
Ta が 25°C を越える場合は、33.3 mW/°C にてディレーティングする必要があります。

26. 記載内容の留意点

ブロック図

ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

等価回路

等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

タイミングチャート

タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。

応用回路例

応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。
また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。

測定回路図

測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

27. 使用上のご注意およびお願い事項

27.1 使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの一つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。
複数の定格のいずれに対しても超えることができません。
絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) 過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。
- (3) モーターの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。IC が破壊した場合、傷害を負ったり発煙・発火に至ることがあります。保護機能が内蔵されている IC には、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、IC が破壊することがあります。IC の破壊により、傷害を負ったり発煙・発火に至ることがあります。
- (4) デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのままに通電したデバイスは使用しないでください。

27.2 使用上の留意点

(1) 過電流検出回路

過電流検出回路はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。

(2) 熱遮断回路

熱遮断回路 (通常: サーマルシャットダウン回路) は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに発熱状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、熱遮断回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

(3) 放熱設計

パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの、大電流が流出入する IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (T_j) 以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時でも、自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。

また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。

(4) 逆起電力

モーターを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モーターの逆起電力の影響でモーターからモーター側電源へ電流が流れ込みますので、電源の Sink 能力が小さい場合、IC のモーター側電源端子、出力端子が絶対最大定格以上に上昇する恐れがあります。逆起電力によりモーター側電源端子、出力端子が絶対最大定格電圧を超えないように設計してください。

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/>