

東芝 BiCD プロセス集積回路 シリコン モノリシック

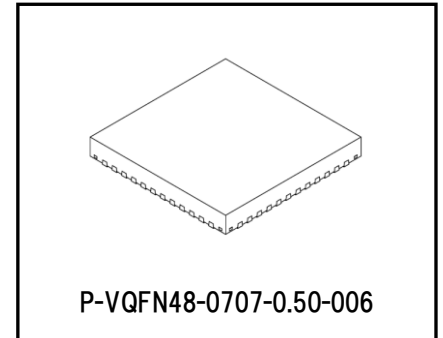
TB67S579FTG

BiCD 定電流 2 相バイポーラステッピングモータードライバーIC

1. 概要

TB67S579FTG は PWM チョッパ型 2 相バイポーラ駆動方式のステッピングモータードライバーIC です。BiCD プロセスを使うことにより、出力耐圧 40 V、最大電流 2.0 A を実現しています。

また、IC 動作内蔵レギュレーターにより、VM 単一電源でモーターを駆動できます。



質量:0.137 g (標準)

2. 特長

- BiCD プロセスによるモノリシック IC
- バイポーラステッピングモーター駆動用 IC
- Advanced Current Detect System(ACDS)機能を搭載しており、外付けの電流検出抵抗レスによる PWM 定電流駆動を実現
- Advanced Dynamic Mixed Decay 機能を搭載しており、高効率 PWM 定電流駆動を実現(μ ステップ選択時)
- クロック入力制御
- 2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相、4W1-2 相、8W1-2 相励磁が可能(μ ステップ選択時)
- 脱調防止機能 (AGC: Active Gain Control) を搭載
- Continuous Micro-stepping を使用することで、モーター駆動時の低振動化を実現
- Automatic Wave Generation System (AWGS) により、2 相励磁などの CLK で μ ステップ (1/32Step)を実現
- BiCD 構造：出力パワートランジスタに DMOSFET を使用
- 高耐圧・大電流：40 V / 2.0 A(絶対最大定格)
- 過熱検出(TSD)、過電流検出(ISD)、負荷オープン検出(OPD)、ストール検出、低電源電圧検出(UVLO)を内蔵
- チャージポンプ用の外付け部品低減
- パッケージ：QFN48(7mm×7mm)

製品量産開始時期
2025-09

3. ブロック図

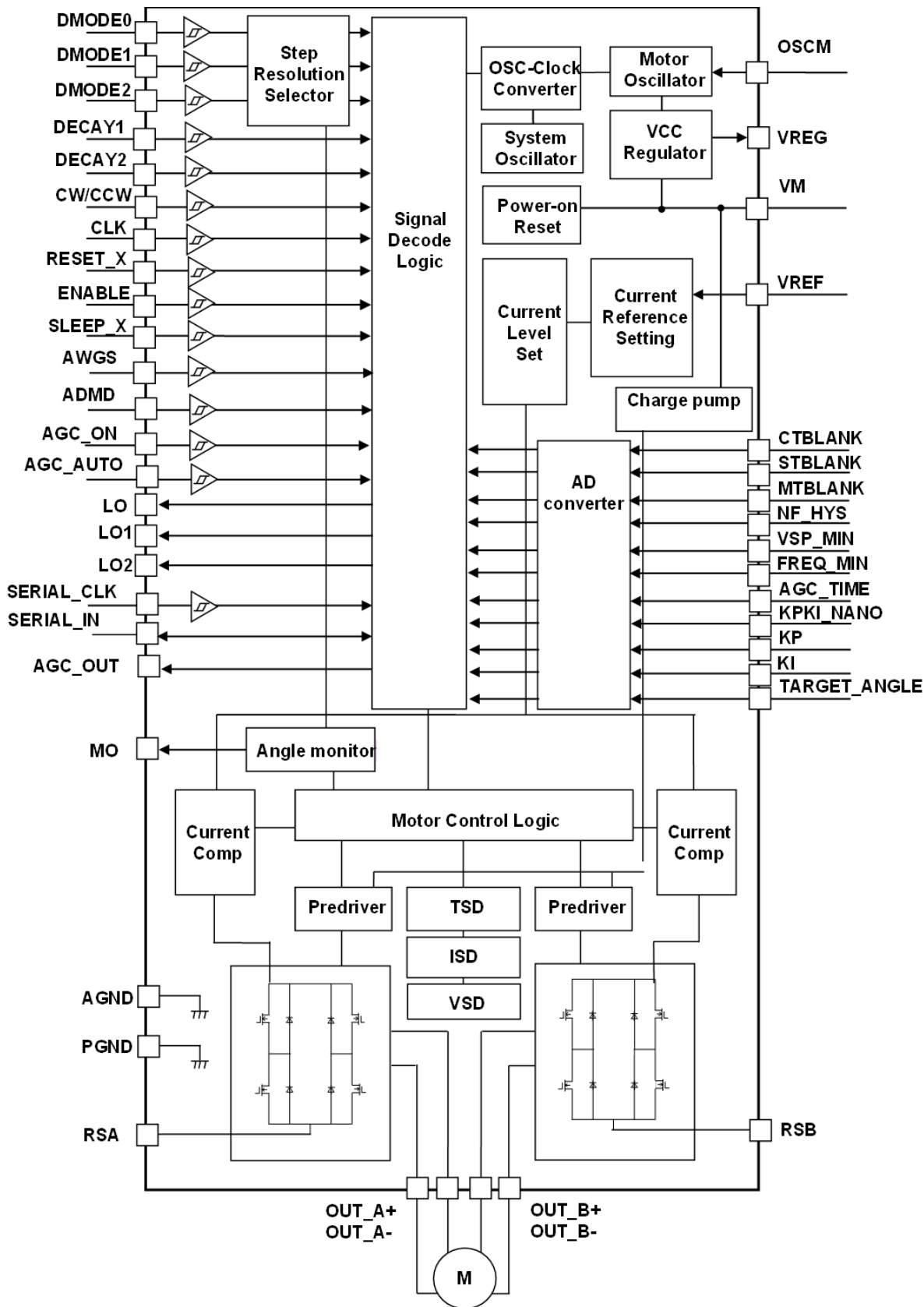


図 3 ブロック図

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：本 IC 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 で、特に大電流が流れる電源系の端子 (VM、OUT_A+、OUT_A-、OUT_B+、OUT_B-、AGND、PGND、RSA、RSB) 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、異常動作がおこり 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 端子説明

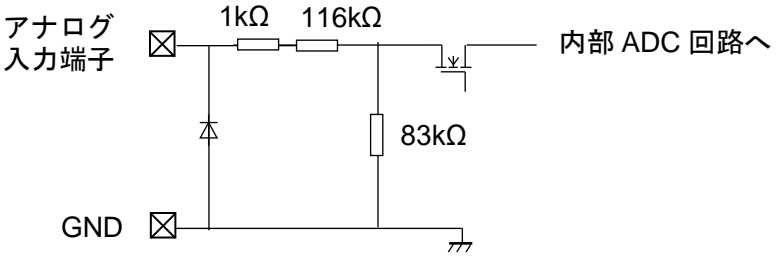
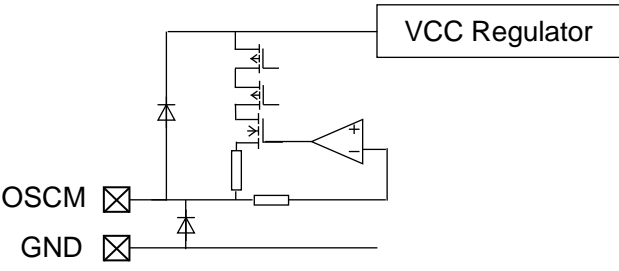
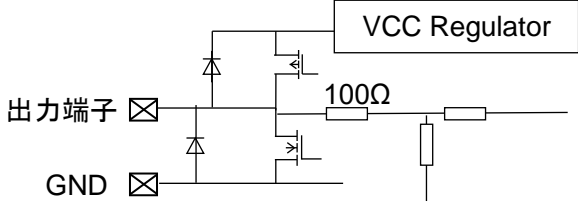
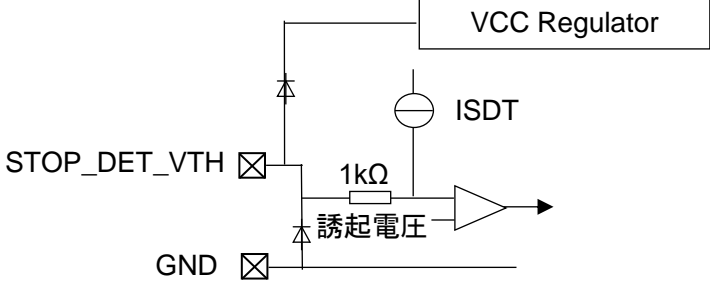
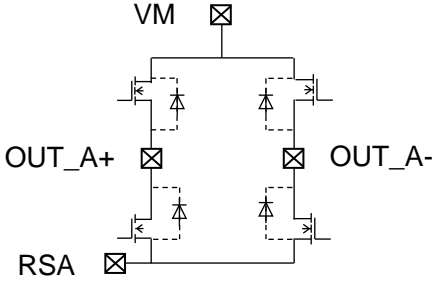
端子番号	端子名称	機能
1	AGC_OUT	Active Gain Control 基準信号出力端子
2	TEST	弊社テストモード端子(必ず L に設定してください。)
3	VM	VM 電圧入力端子
4	OUT_A+	モーターA 相出力端子
5	RSA	モーターA 相 GND 端子
6	OUT_A-	モーターA 相出力端子
7	OUT_B-	モーターB 相出力端子
8	RSB	モーターB 相 GND 端子
9	OUT_B+	モーターB 相出力端子
10	VM	VM 電圧入力端子
11	AGC_AUTO	Active Gain Control 時間自動設定端子
12	ADMD	Mixed Decay/Auto Decay 設定端子
13	AGC_ON	Active Gain Control 設定端子
14	AWGS	Automatic Wave Generation System 設定端子
15	PGND	モーター出力 GND 端子
16	AGND	GND 端子
17	STOP_DET_VTH	ストール検出しきい値設定用端子 注:ストール検出を使用しない場合は、オープンにしてください。
18	OSCM	OSCM 設定用抵抗接続端子
19	KPKI_NANO	Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
20	AGC_TIME	Active Gain Control ゼロクロス位置特定時間設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
21	FREQ_MIN	低速時 Active Gain Control OFF 設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
22	VSP_MIN	Active Gain Control 減衰設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
23	AGC_KI	Active Gain Control 制御ゲイン設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
24	AGC_KP	Active Gain Control 制御ゲイン設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
25	TARGET_ANGLE	モーター位相遅れ設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
26	NFHYS	NF 検知のヒステリシス設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
27	MTBLANK	モーターM 結用 tblank 時間設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
28	STBLANK	Slow 用 tblank 設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
29	CTBLANK	Charge 用 tblank 設定端子 注:未使用時は GND に接続してください。
30	VREG	5V レギュレーター端子
31	LO2	異常検出時の状態出力端子
32	LO1	異常検出時の状態出力端子
33	LO0	異常検出時の状態出力端子
34	MO	電気角モニター端子
35	VREF	電流値設定用基準電源端子
36	SLEEP_X	SLEEP 信号入力端子。
37	RESET_X	RESET 信号入力端子。電気角を初期化します。
38	CW_CCW	回転方向切替端子
39	ENABLE	ENABLE 信号入力端子。A 相、B 相の出力 ON/OFF を制御します。
40	CLK	クロック信号入力端子。立ち上がりエッジで電気角が進みます。

41	DMODE0	励磁モード設定端子
42	DMODE1	励磁モード設定端子
43	DMODE2	励磁モード設定端子
44	DECAY1	定電流チョッピング制御切替端子
45	DECAY2	定電流チョッピング制御切替端子
46	PGND	モーター出力 GND 端子
47	SERIAL_CLK	シリアル制御用 CLK 信号入力
48	SERIAL_IN	シリアル制御信号入力/出力端子 注:VM<5 の場合は、VM 以下の電圧で信号入力制御してください。

6. 入出力等価回路

表 6 入出力等価回路

端子名称	等価回路
CLK ENABLE RESET_X CW/CCW DMODE0 DMODE1 DMODE2 SLEEP_X DECAY1 DECAY2 ADMD AGC_ON AGC_AUTO AWGS SERIAL_CLK	<p>ロジック 入力端子</p> <p>10 kΩ(AGC_AUTO) 1 kΩ</p> <p>100 kΩ</p> <p>GND</p>
CTBLANK STBLANK MTBLANK NFHYS TARGET_ANGLE KP KI VSP_MIN FREQ_MIN AGC_TIME KPKI_NANO	<p>アナログ 入力端子</p> <p>1 kΩ</p> <p>内部 ADC 回路へ</p> <p>GND</p>
TEST	<p>ロジック 入力端子</p> <p>10 kΩ</p> <p>20 kΩ</p> <p>GND</p>
SERIAL_IN	<p>ロジック 入出力端子</p> <p>GND</p>
MO LO LO1 LO2	<p>ロジック 出力端子</p> <p>GND</p>

<p>VREF</p>	<p>アナログ入力端子</p>  <p>内部 ADC 回路へ</p> <p>GND</p>
<p>OSCM</p>	 <p>VCC Regulator</p> <p>OSCM</p> <p>GND</p>
<p>AGC_OUT</p>	 <p>VCC Regulator</p> <p>出力端子</p> <p>GND</p> <p>100Ω</p>
<p>STOP_DET_VTH</p>	 <p>VCC Regulator</p> <p>STOP_DET_VTH</p> <p>GND</p> <p>ISDT</p> <p>1kΩ</p> <p>誘起電圧</p>
<p>VM OUT_A+ OUT_A- OUT_B+ OUT_B- RSA RSB</p>	 <p>VM</p> <p>OUT_A+</p> <p>OUT_A-</p> <p>RSA</p> <p>注: OUT_B+, OUT_B-も同様です。</p>

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. 動作説明

7.1. 共通ファンクション説明：

7.1.1. SLEEP_X のファンクション

一度スリープに設定の上、再度通常動作モードに設定することで、過熱検出回路(TSD)/過電流検出回路(ISD)の動作による出力強制 OFF 状態から復帰させることが可能です。SLEEP_X=Low にすることで、100 μ s 後に Sleep モードとなります。SLEEP_X=High を入力後、10 ms(最大)で通常動作へ復帰します。

表 7.1.1 SLEEP_X ファンクション

SLEEP_X	ファンクション
L	Sleep モード(チャージポンプ停止、VCC Reg 停止)
H	通常動作

7.1.2. CLK のファンクション

CLK ごとに電気角が 1 つ進みます。Up エッジで信号が反映されます。

表 7.1.2 CLK ファンクション

CLK	ファンクション
↑	アップエッジで次のステップへ
↓	-(前状態を保持)

7.1.3. ENABLE のファンクション

ステッピングモーター駆動の ON/OFF を切り替えます。モーター駆動 ON にすることで通常の定電流制御が開始され、OFF に設定することで MOSFET が OFF し、出力はハイインピーダンスとなります。

表 7.1.3 ENABLE ファンクション

ENABLE	ファンクション
H	出力 MOSFET 動作 : ON(通常動作)
L	出力 MOSFET 動作 : OFF (動作停止、ハイインピーダンス)

7.1.4. CW_CCW のファンクション

ステッピングモーターの回転方向を切り替えます。

表 7.1.4 CW_CCW ファンクション

CW_CCW	ファンクション
H	正転(CW)
L	逆転(CCW)

7.1.5. RESET_X のファンクション

内部の電気角を初期化することができます。

表 7.1.5.1 RESET_X ファンクション

RESET_X	ファンクション
H	通常動作
L	電気角初期化

RESET をかけたときの各相電流は以下のとおりです。(例：マイクロステップ動作時)

表 7.1.5.2 RESET 時の各相電流

励磁モード	A 相電流	B 相電流	初期電気角
2 相励磁	100%	100%	45°
1-2 相励磁(a)	100%	100%	45°
1-2 相励磁(b)	71%	71%	45°
W1-2 相励磁	71%	71%	45°
2W1-2 相励磁	71%	71%	45°
4W1-2 相励磁	71%	71%	45°
8W1-2 相励磁	71%	71%	45°

注：AWGS、Continuous Micro-stepping を使用した場合、RESET 時の各相は 71% 固定になります。上記表は通常の μ Step 時になります。RESET 中にモードを切り替えた場合も制御信号に同期して電流値が変わります。

7.1.6. DMODE0,DMODE1,DMODE2 のファンクション

ステップ分解能を切り替えます。

表 7.1.6 DMODE ファンクション

DMODE0	DMODE1	DMODE2	ファンクション
L	L	L	2 相励磁設定
L	L	H	1-2 相励磁(a)設定
L	H	L	1-2 相励磁(b)設定
L	H	H	W1-2 相励磁設定
H	L	L	2W1-2 相励磁設定
H	L	H	4W1-2 相励磁設定
H	H	L	8W1-2 相励磁設定
H	H	H	8W1-2 相励磁設定

7.1.7. クロック入力制御モードにおける駆動モード別シーケンス

[2 相励磁設定]

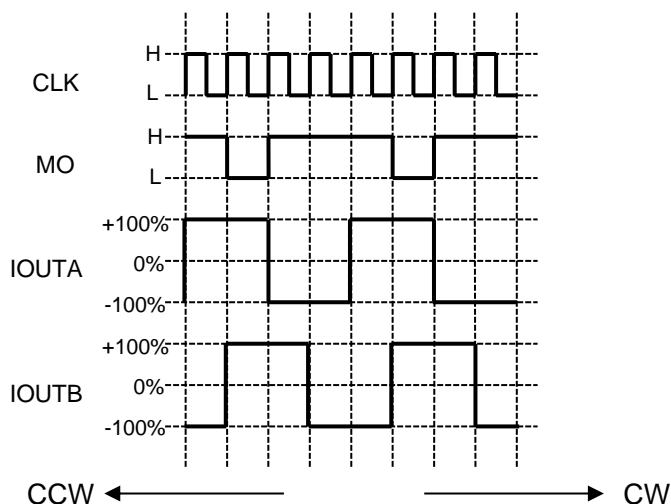


図 7.1.7.1 2 相励磁設定

[1-2 相励磁(a)設定]

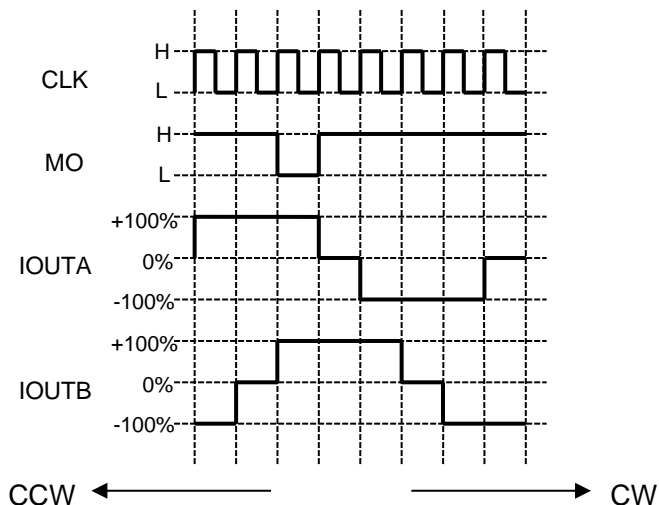


図 7.1.7.2 1-2 相励磁(a)設定

注：MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。

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。

[1-2 相励磁(b)設定]

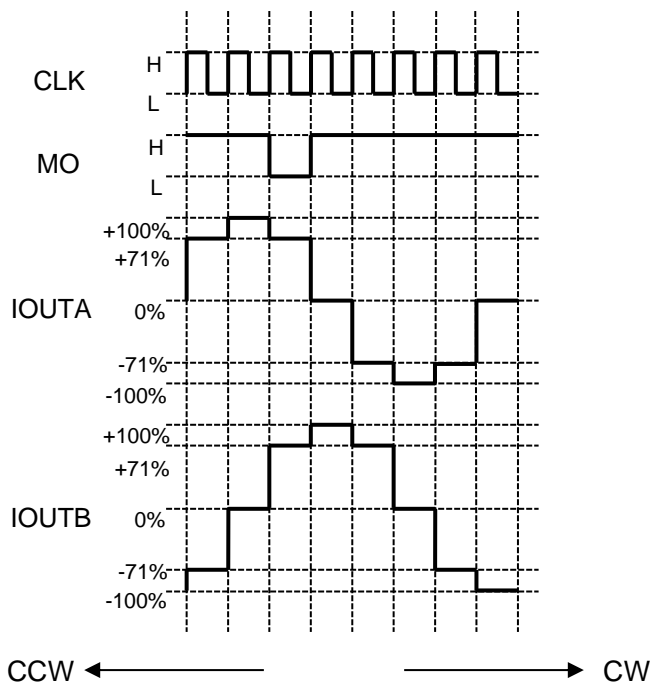


図 7.1.7.3 1-2 相励磁(b)設定

[W1-2 相励磁設定]

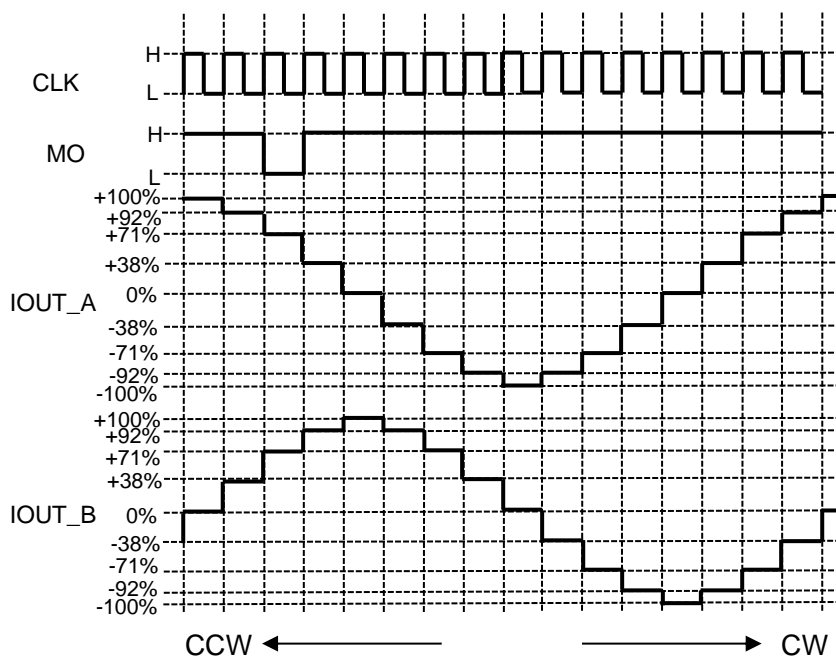


図 7.1.7.4 W1-2 相励磁設定

注：MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。
 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。

[2W1-2 相励磁設定]

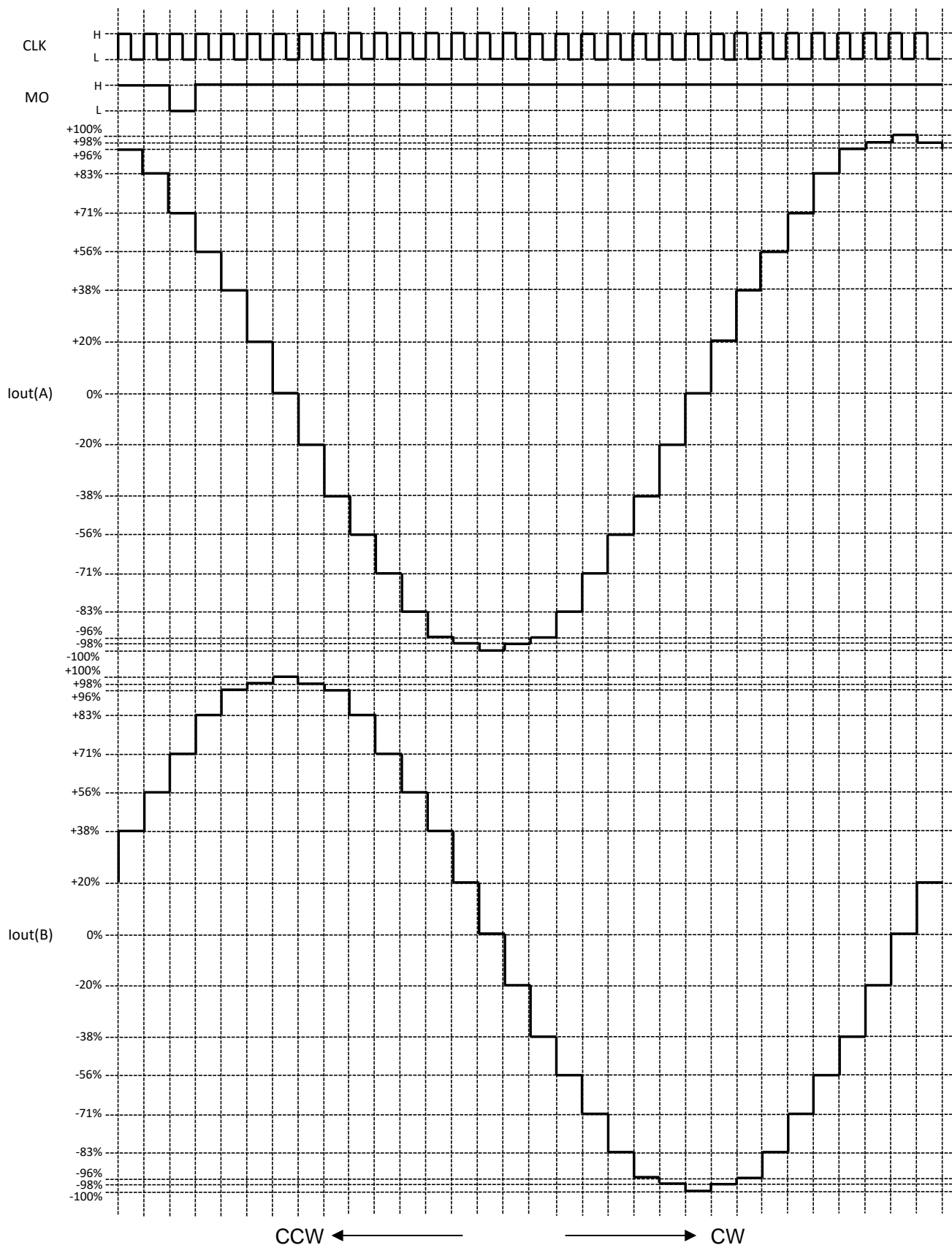


図 7.1.7.5 2W1-2 相励磁設定

注：MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。
 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。

[4W1-2 相励磁設定]

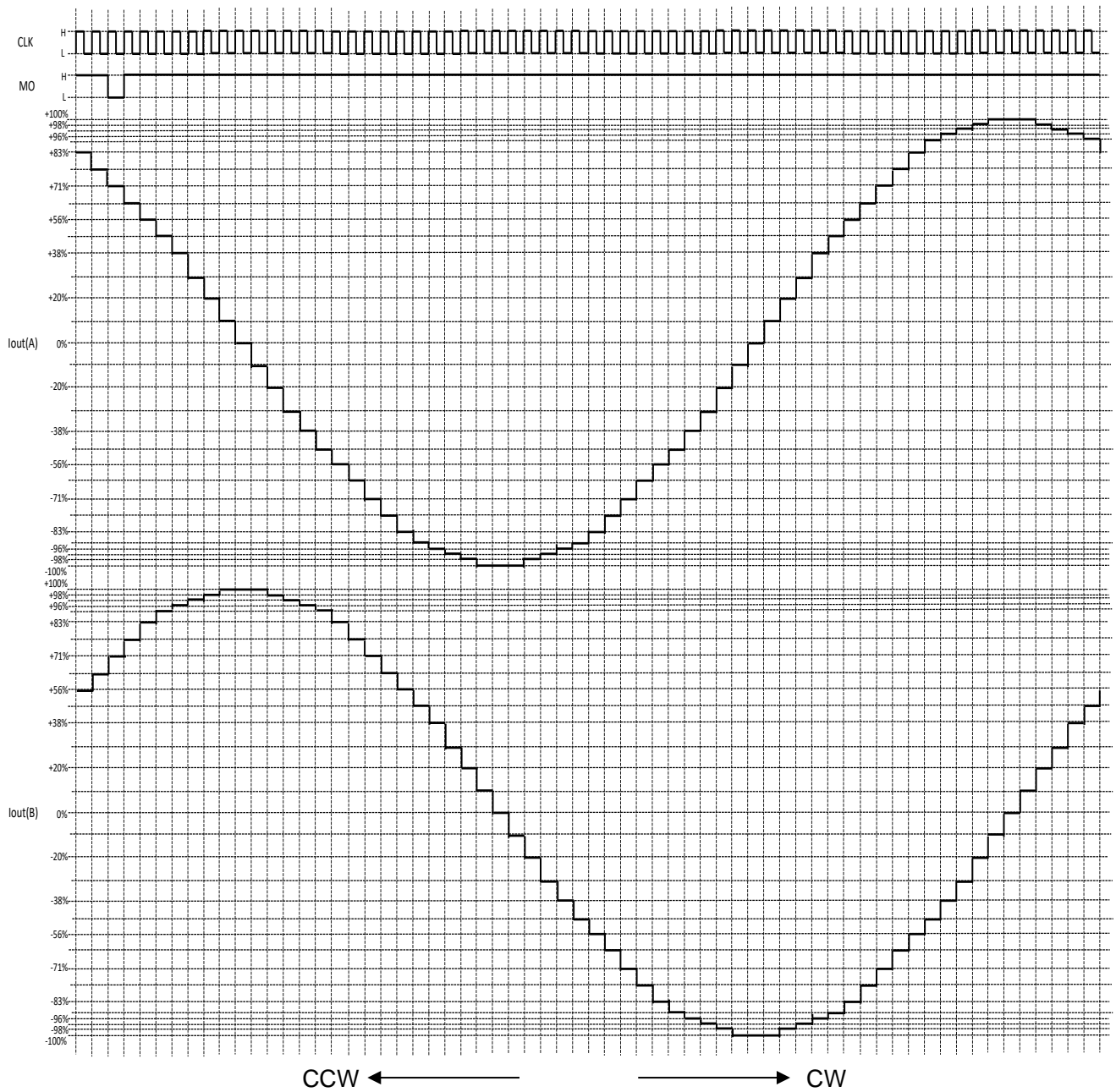


図 7.1.7.6 4W1-2 相励磁設定

注：MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。
 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。

[8W1-2 相励磁設定]

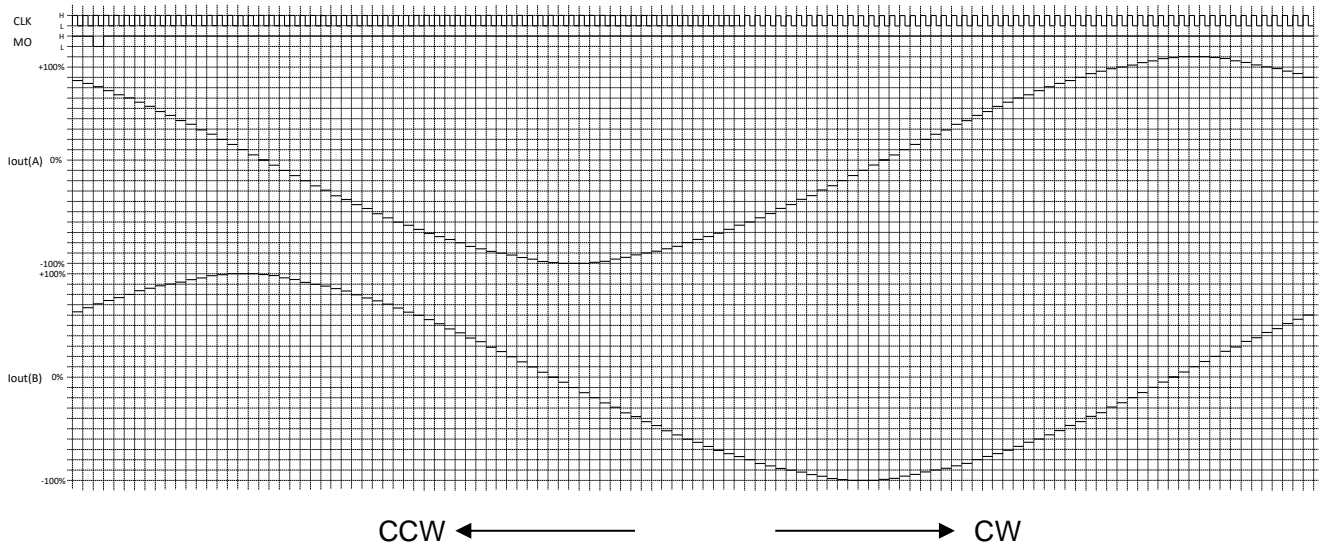


図 7.1.7.7 8W1-2 相励磁設定

注 : MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。
 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。

7.1.8. 励磁方式と設定電流値について

各励磁の Step 電流については、以下表を参照ください。表は CW_CCW=High 設定の場合となります。

表 7.1.6 励磁方式と設定電流値について

STEP	AWGS (1/32)		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2(b)		1/2(a)		Full	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
00	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0		
01	100	5	100	5												
02	100	10	100	10	100	10										
03	99	15	99	15												
04	98	20	98	20	98	20	98	20								
05	97	24	97	24												
06	96	29	96	29	96	29										
07	94	34	94	34												
08	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38						
09	90	43	90	43												
010	88	47	88	47	88	47										
011	86	51	86	51												
012	83	56	83	56	83	56	83	56								
013	80	60	80	60												
014	77	63	77	63	77	63										
015	74	67	74	67												
016	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	100	100	100	100
017	67	74	67	74												
018	63	77	63	77	63	77										
019	60	80	60	80												
020	56	83	56	83	56	83	56	83								
021	51	86	51	86												
022	47	88	47	88	47	88										
023	43	90	43	90												
024	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92						
025	34	94	34	94												
026	29	96	29	96	29	96										
027	24	97	24	97												
028	20	98	20	98	20	98	20	98								
029	15	99	15	99												
030	10	100	10	100	10	100										
031	5	100	5	100												
032	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100		

STEP	AWGS (1/32)		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2(b)		1/2(a)		Full	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
033	-5	100	-5	100												
034	-10	100	-10	100	-10	100										
035	-15	99	-15	99												
036	-20	98	-20	98	-20	98	-20	98								
037	-24	97	-24	97												
038	-29	96	-29	96	-29	96										
039	-34	94	-34	94												
040	-38	92	-38	92	-38	92	-38	92	-38	92						
041	-43	90	-43	90												
042	-47	88	-47	88	-47	88										
043	-51	86	-51	86												
044	-56	83	-56	83	-56	83	-56	83								
045	-60	80	-60	80												
046	-63	77	-63	77	-63	77										
047	-67	74	-67	74												
048	-71	71	-71	71	-71	71	-71	71	-71	71	-71	71	-100	100	-100	100
049	-74	67	-74	67												
050	-77	63	-77	63	-77	63										
051	-80	60	-80	60												
052	-83	56	-83	56	-83	56	-83	56								
053	-86	51	-86	51												
054	-88	47	-88	47	-88	47										
055	-90	43	-90	43												
056	-92	38	-92	38	-92	38	-92	38	-92	38						
057	-94	34	-94	34												
058	-96	29	-96	29	-96	29										
059	-97	24	-97	24												
060	-98	20	-98	20	-98	20	-98	20								
061	-99	15	-99	15												
062	-100	10	-100	10	-100	10										
063	-100	5	-100	5												
064	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0		
065	-100	-5	-100	-5												
066	-100	-10	-100	-10	-100	-10										
067	-99	-15	-99	-15												

STEP	AWGS (1/32)		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2(b)		1/2(a)		Full		
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	
068	-98	-20	-98	-20	-98	-20	-98	-20									
069	-97	-24	-97	-24													
070	-96	-29	-96	-29	-96	-29											
071	-94	-34	-94	-34													
072	-92	-38	-92	-38	-92	-38	-92	-38	-92	-38							
073	-90	-43	-90	-43													
074	-88	-47	-88	-47	-88	-47											
075	-86	-51	-86	-51													
076	-83	-56	-83	-56	-83	-56	-83	-56									
077	-80	-60	-80	-60													
078	-77	-63	-77	-63	-77	-63											
079	-74	-67	-74	-67													
080	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-100	-100	-100	-100
081	-67	-74	-67	-74													
082	-63	-77	-63	-77	-63	-77											
083	-60	-80	-60	-80													
084	-56	-83	-56	-83	-56	-83	-56	-83									
085	-51	-86	-51	-86													
086	-47	-88	-47	-88	-47	-88											
087	-43	-90	-43	-90													
088	-38	-92	-38	-92	-38	-92	-38	-92	-38	-92							
089	-34	-94	-34	-94													
090	-29	-96	-29	-96	-29	-96											
091	-24	-97	-24	-97													
092	-20	-98	-20	-98	-20	-98	-20	-98									
093	-15	-99	-15	-99													
094	-10	-100	-10	-100	-10	-100											
095	-5	-100	-5	-100													
096	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100			
097	5	-100	5	-100													
098	10	-100	10	-100	10	-100											
099	15	-99	15	-99													
0100	20	-98	20	-98	20	-98	20	-98									
0101	24	-97	24	-97													
0102	29	-96	29	-96	29	-96											

STEP	AWGS (1/32)		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2(b)		1/2(a)		Full	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
—																
θ103	34	-94	34	-94												
θ104	38	-92	38	-92	38	-92	38	-92	38	-92						
θ105	43	-90	43	-90												
θ106	47	-88	47	-88	47	-88										
θ107	51	-86	51	-86												
θ108	56	-83	56	-83	56	-83	56	-83								
θ109	60	-80	60	-80												
θ110	63	-77	63	-77	63	-77										
θ111	67	-74	67	-74												
θ112	71	-71	71	-71	71	-71	71	-71	71	-71	71	-71	100	-100	100	-100
θ113	74	-67	74	-67												
θ114	77	-63	77	-63	77	-63										
θ115	80	-60	80	-60												
θ116	83	-56	83	-56	83	-56	83	-56								
θ117	86	-51	86	-51												
θ118	88	-47	88	-47	88	-47										
θ119	90	-43	90	-43												
θ120	92	-38	92	-38	92	-38	92	-38	92	-38						
θ121	94	-34	94	-34												
θ122	96	-29	96	-29	96	-29										
θ123	97	-24	97	-24												
θ124	98	-20	98	-20	98	-20	98	-20								
θ125	99	-15	99	-15												
θ126	100	-10	100	-10	100	-10										
θ127	100	-5	100	-5												
θ128	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0		

7.1.9. Selectable Mixed Decay ファンクション

Selectable Mixed Decay とは、電流回生 (Decay) 期間中の電流回生量を端子により調整できる機能です。Mixed Decay 制御自体は、Charge、Slow、Fast の 3 つの制御を切り替えることで実現します。DECAY 端子により、この定電流制御を 4 つの設定から選択することが可能となります。本端子機能は、ADMD 端子=L の場合に有効となります。定電流動作中に本設定を切り替えた場合は、次のチョッピング周期より切り替え後の設定が反映されます。本機能は、Active gain control および Continuous Micro-stepping 選択時は無効となります。Active gain control および Continuous Micro-stepping 設定時は、基本的に Charge⇒Slow のシーケンスとなり、強制ディスチャージが必要な場合のみ Fast が入ります。

表 7.1.9 Selectable Mixed Decay ファンクション

DECAY2 端子	DECAY1 端子	ファンクション
L	L	Mixed Decay
L	H	Slow Decay only
H	L	Fast Decay only
H	H	Advanced Dynamic Mixed Decay

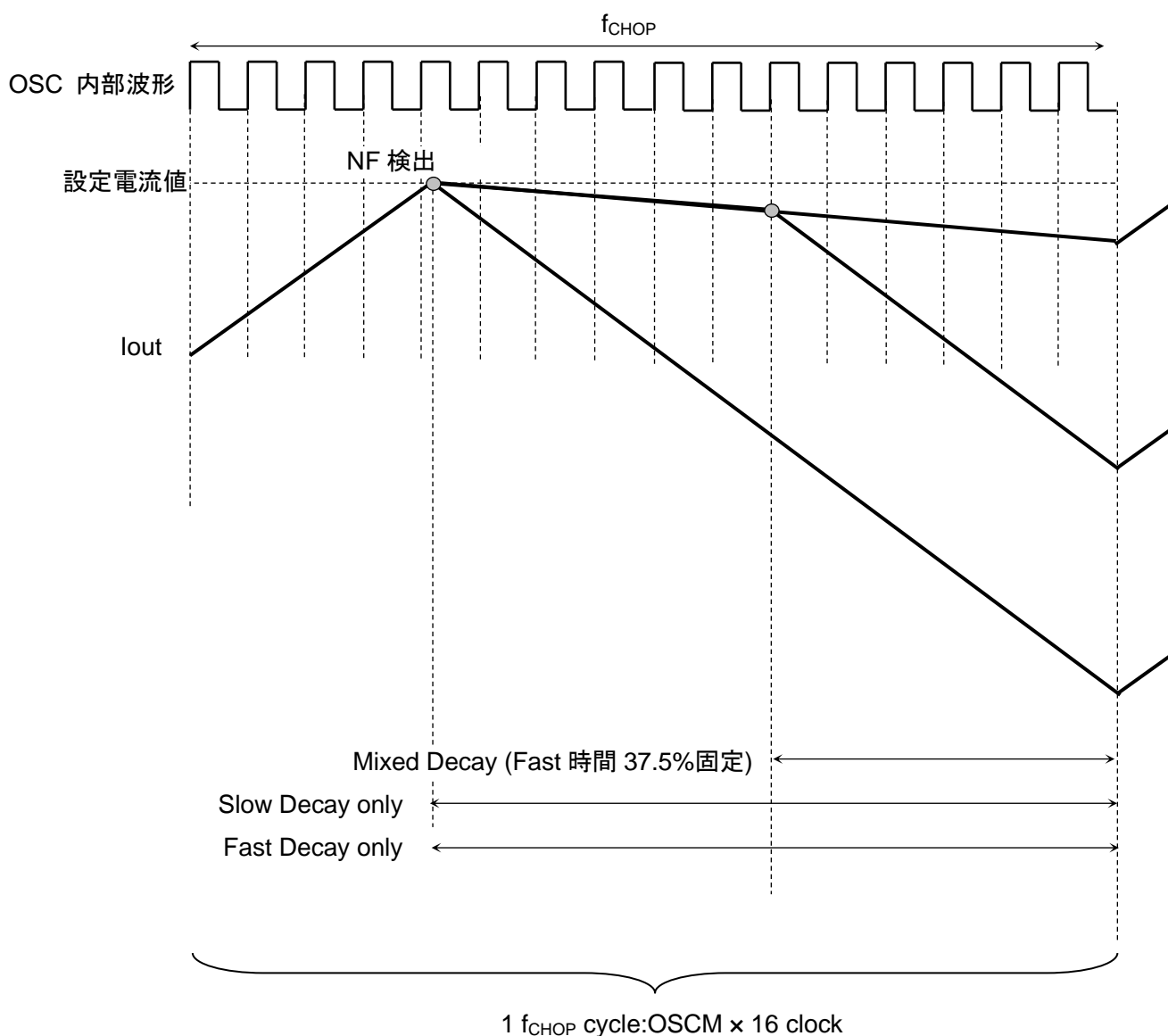


図 7.1.9 各 Decay 設定の電流波形

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。

7.1.9.1. Mixed Decay 波形 (電流波形)

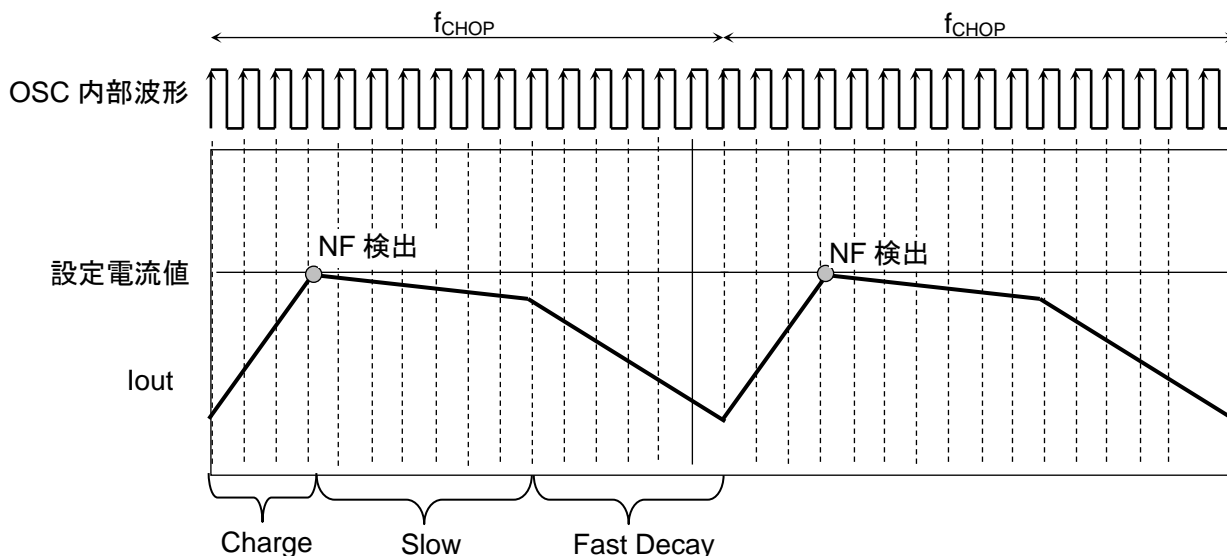


図 7.1.9.1 Mixed Decay 設定

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。

7.1.9.2. 定電流 PWM 動作の各時間について

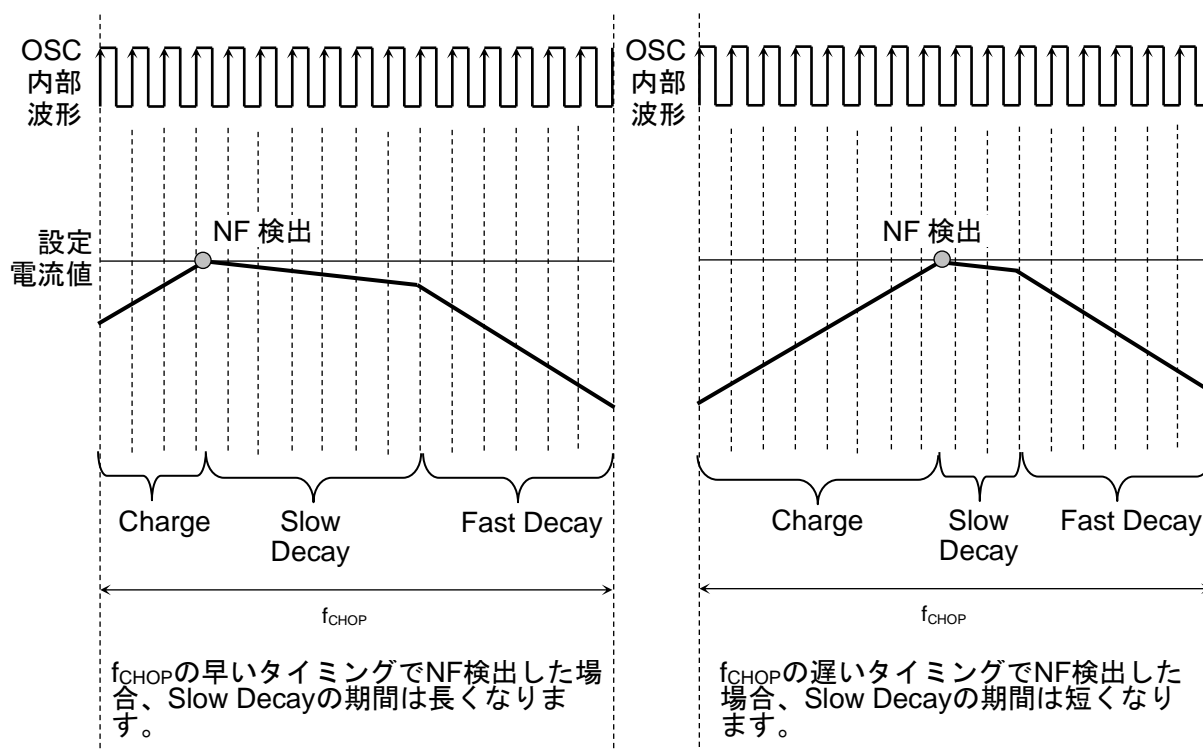


図 7.1.9.2.1 定電流 PWM 動作の各時間について

モーターに流れる電流が、設定した電流値に到達するまでの時間 (Charge 期間) は、駆動条件によって変わります。Mixed Decay チョッピング周期 (f_{CHOP}) 中のどのタイミングで NF 検出 (モーターの電流が設定電流値に到達) するかはその時々によって変わります。上図例のように、比較的早いタイミングで NF 検出した場合、Slow Decay 期間は長く、それ以降で検出した場合、Slow Decay の期間は短くなります。

注: 基本的に、 f_{CHOP} の時間 - (Charge + Fast decay の時間) = Slow Decay の時間となります。
(Fast Decay の時間は、37.5%固定(OSCM:6Clk 分)となります。)

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。

Mixed Decay 電流波形

- 設定電流値が増加方向の場合

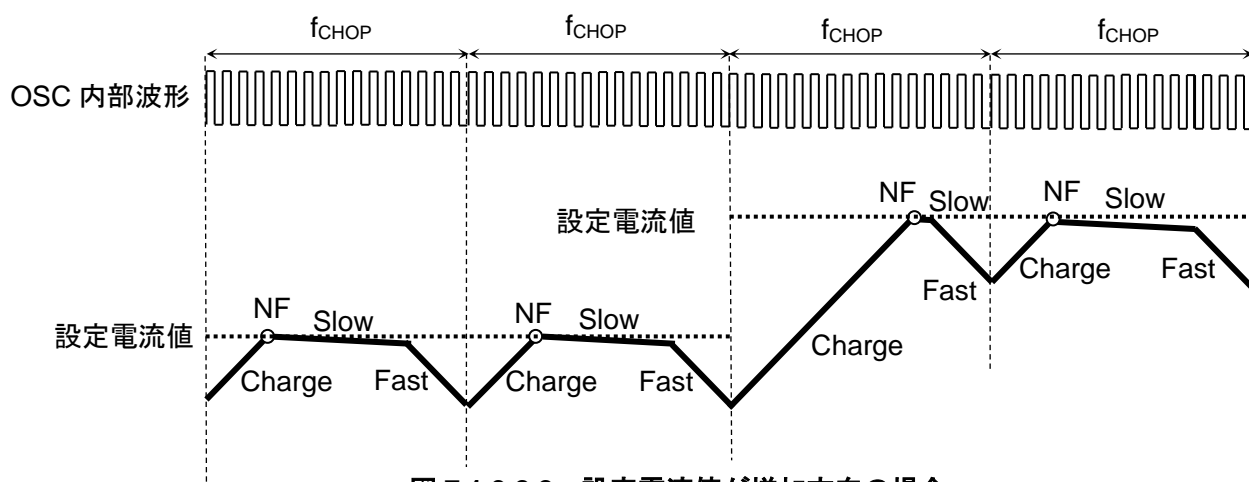


図 7.1.9.2.2 設定電流値が増加方向の場合

- Charge 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合

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 Mixed Decay 制御へ移行します。

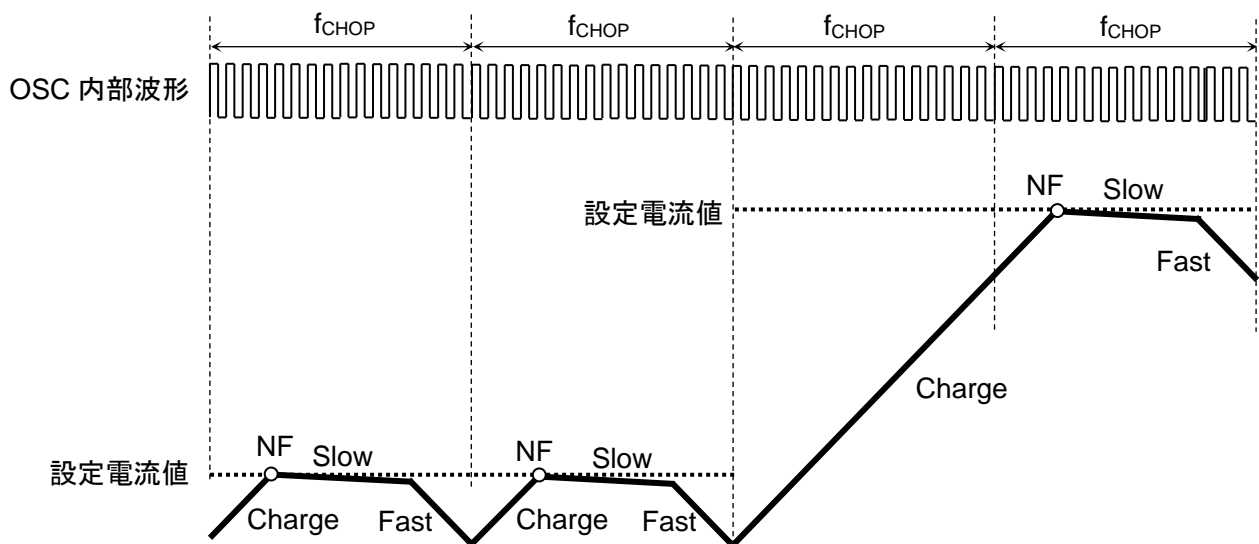


図 7.1.9.2.3 Charge 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合

- 設定電流値が減少方向の場合

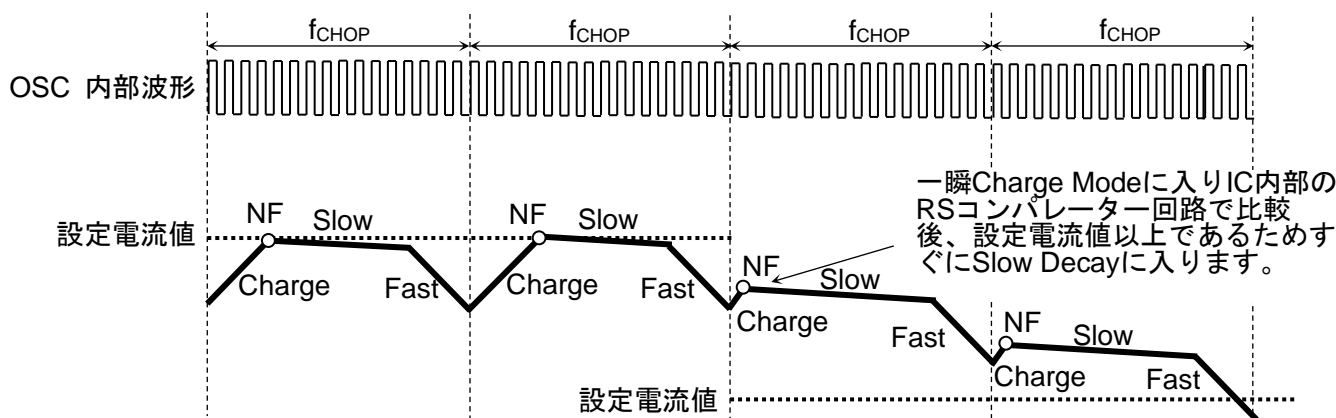


図 7.1.9.2.4 設定電流値が減少方向の場合

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。

7.1.9.3. Advanced Dynamic Mixed Decay 定電流制御

Advanced Dynamic Mixed Decay は電源からモーターに流れる電流とモーターから電源へ回生する電流の両方を監視し、定電流 PWM 制御を行います。
Advanced Dynamic Mixed Decay の基本シーケンスは下記のとおりです。

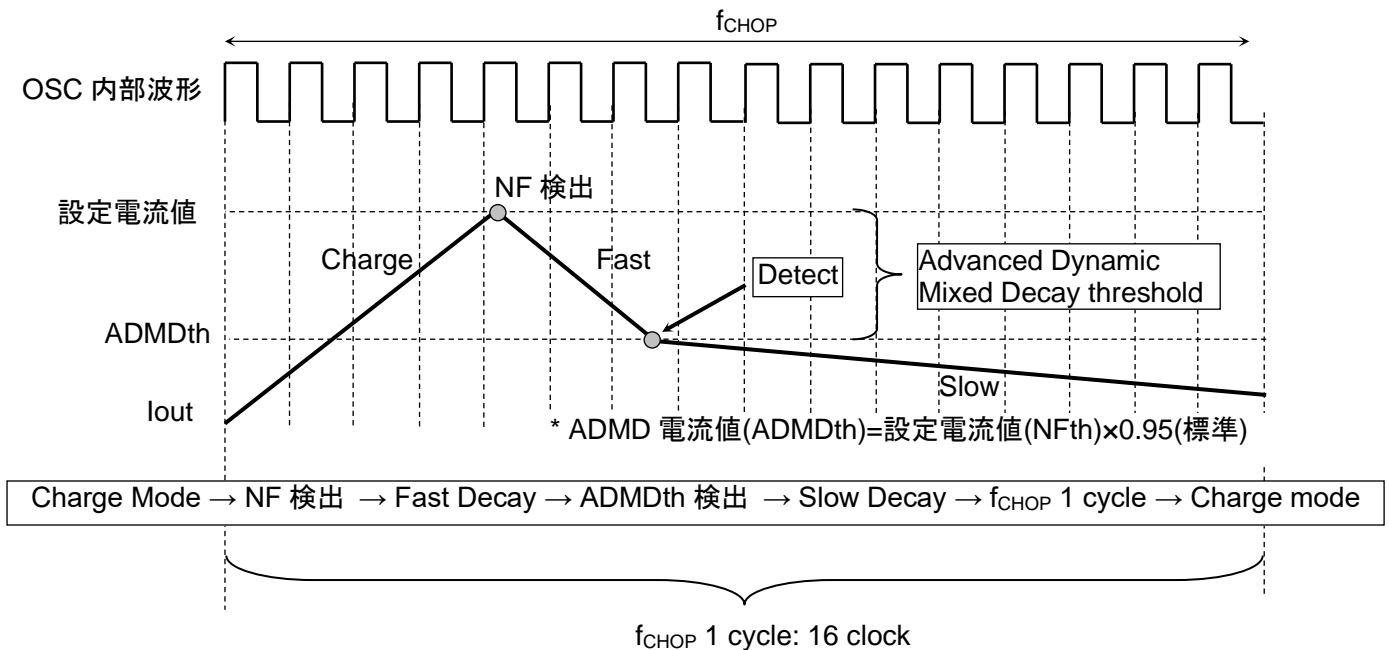


図 7.1.9.3.1 Advanced Dynamic Mixed Decay 定電流制御

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。
注：タイミングチャート内の値は参考値です。

外部からのノイズ飛び込みなどによる電流誤検出を防止するため、下記のとおり各種フィルターが設定されています。使用するモーターの L 値が小さく、ADMDtblank 期間内に ADMDth(ADMD 電流値)に電流値が到達する場合は、ADMDtblank 期間経過後に、Slow 動作に切り替わります。この場合、ADMD 電流値(ADMDth)は、設定電流値(NFth) \times 0.95(標準)よりも小さくなります。

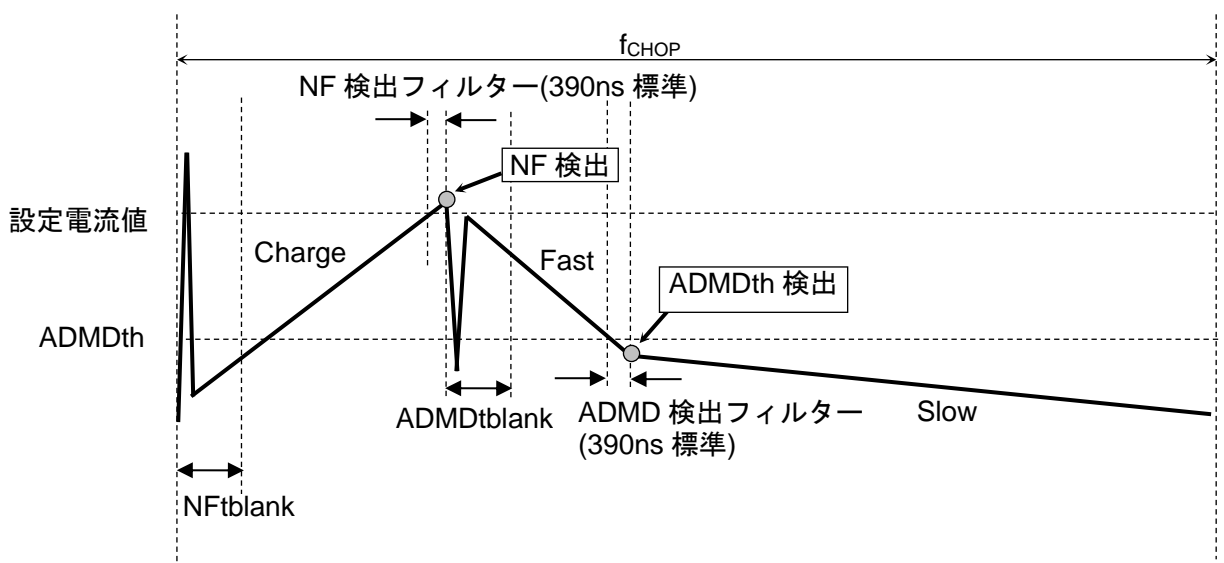


図 7.1.9.3.2 Advanced Dynamic Mixed Decay 定電流制御

注：各 tblank 時間は、CTBLANK 設定などで設定された時間となります。
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。
注：タイミングチャート内の値は参考値です。

7.1.9.4. Advanced Dynamic Mixed Decay 電流波形

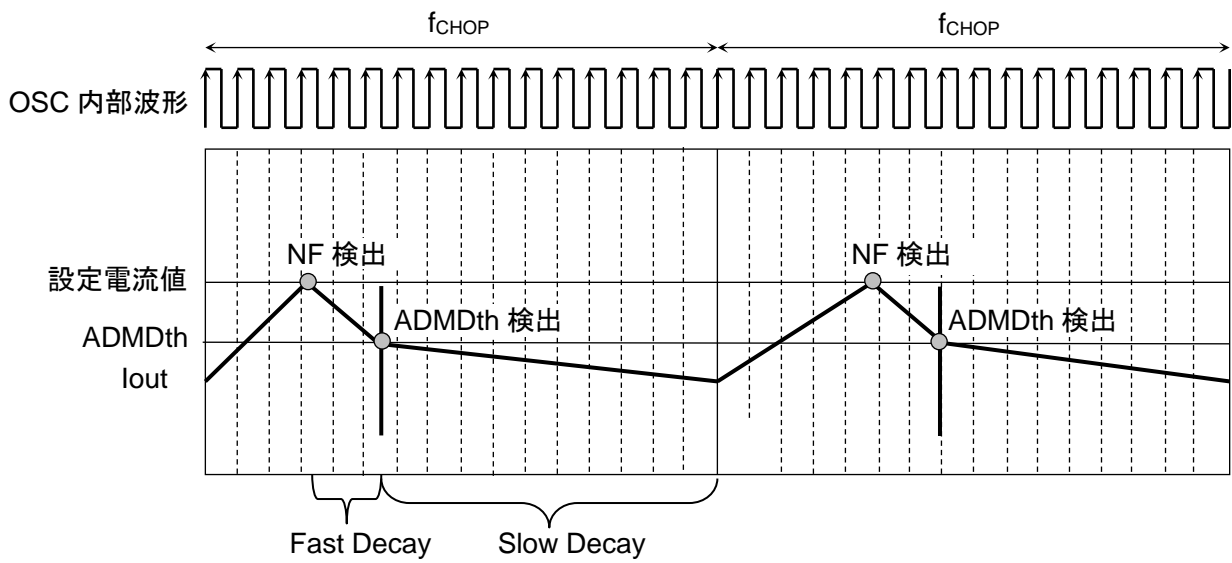


図 7.1.9.4 Advanced Dynamic Mixed Decay 定電流制御

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。

7.1.9.5. Advanced Dynamic Mixed Decay 電流波形

- 設定電流値が増加方向の場合

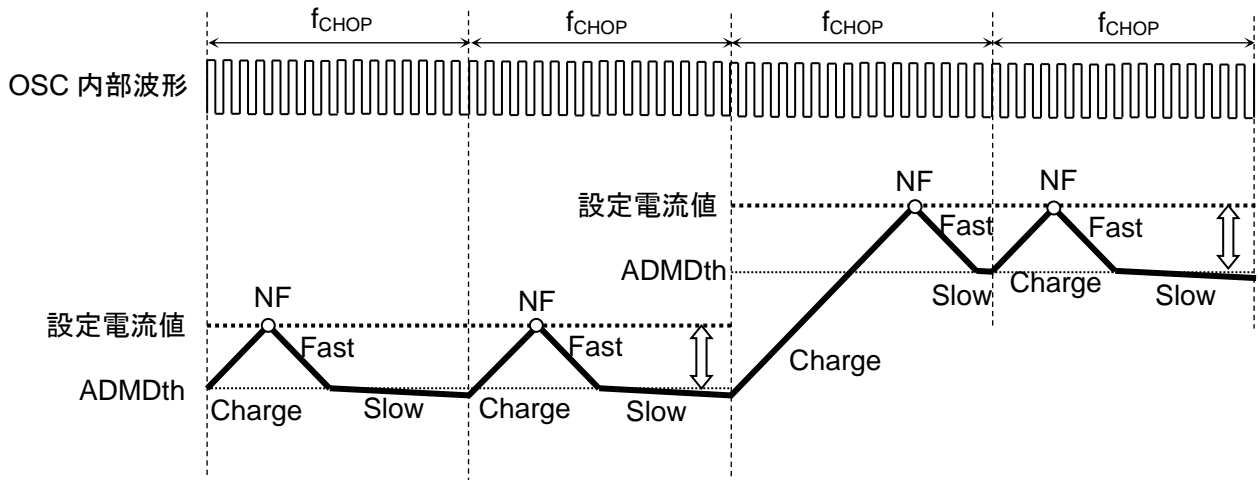


図 7.1.9.5.1 設定電流値が増加方向の場合

- Charge 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合

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 Advanced Dynamic Mixed Decay 制御へ移行します。

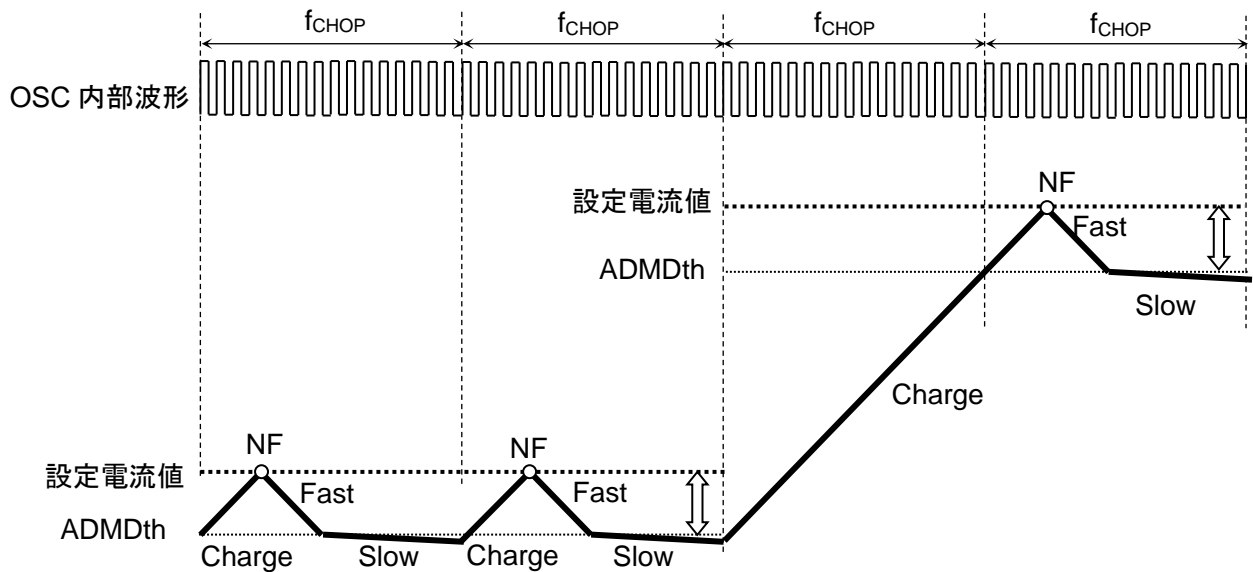


図 7.1.9.5.2 Charge 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合

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。

- 設定電流値が減少方向の場合

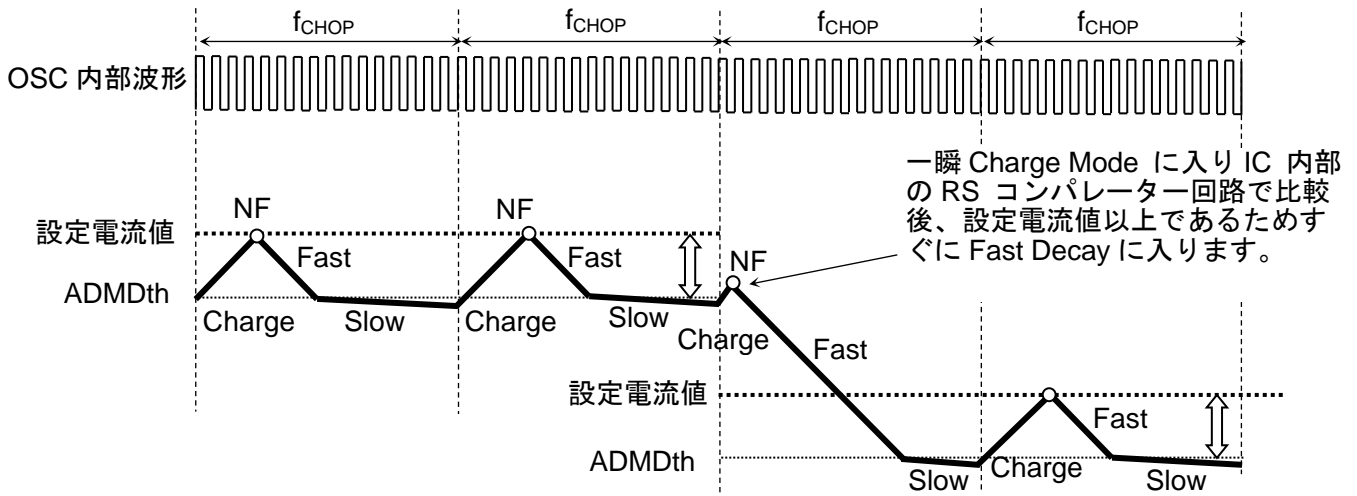


図 7.1.9.5.3 設定電流値が減少方向の場合

- Fast 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合
(f_{CHOP} 1 周期内に ADMD しきい値に出力電流が到達しない)

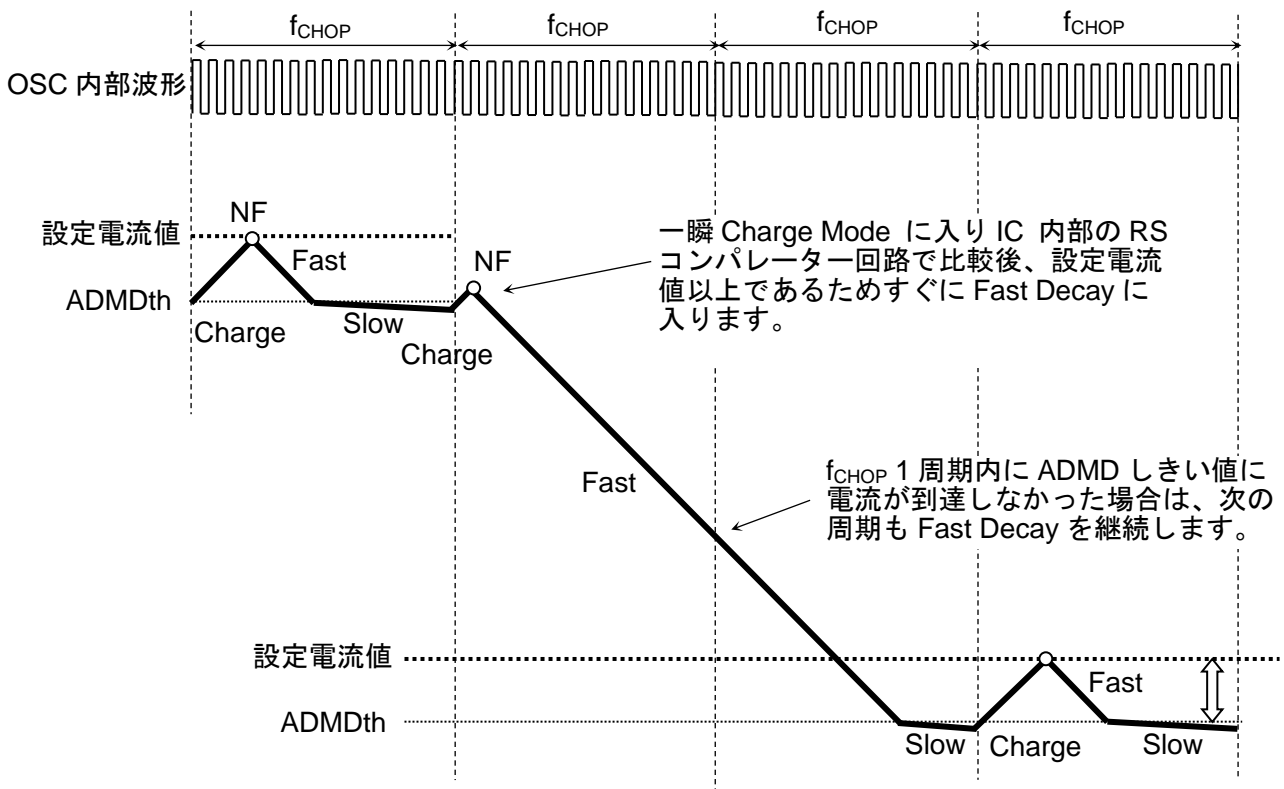


図 7.1.9.5.4 Fast 期間が f_{CHOP} 1 周期以上の場合

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。

7.1.9.6. ADMD 端子ファンクション

Mixed Decay/Auto Decay を切り替えることができます。Mixed Decay 選択時は、DECAY1/2 端子により Decay 設定が可能となります。Auto Decay 選択時は Charge-Slow-Charge(Fast)の定電流制御となります。本機能は、Active gain control 選択時は必ず ADMD=H、Continuous Micro-stepping 選択時は、必ず ADMD=L としてください。チョッピング動作中に ADMD 端子を切り替えた場合は、次の charge のタイミングで設定が切り替わります。

表 7.1.9.6 ADMD 端子ファンクション

ADMD	ファンクション
L	Mix Decay モード(DECAY1/2 端子による切替が有効)
H	Auto Decay モード(Charge⇒Slow⇒Charge(Fast) …)

7.1.9.7. MO のファンクション

内部の電気角を確認することができます。MO 端子の出力を 10 k~100 kΩ のプルアップ抵抗で 3.3V または 5V の電位に接続してください。

表 7.1.9.7 MO ファンクション

MO	ファンクション
H(プルアップ時)	電気角が初期値以外
L	電気角が初期値

7.1.10. LO (エラー検出フラグ出力)ファンクション

LO ファンクションはエラー検出機能が働いた際に、外部に信号として出力する機能です。LO 端子の復帰は、VM 電源の再投入または SLEEP 端子により通常動作に復帰します。(TSD 自動復帰モード時は、TSD に同期します。)オープンドレイン端子のため、機能を使用する場合は、LO0、LO1、LO2 端子の出力を 10 k Ω ~ 100 k Ω のプルアップ抵抗で 3.3V または 5V の電位に接続してください。通常時は LO0 端子レベルが Hi-Z (内部の MOSFET が OFF)となります。エラー検出機能 (過熱 (TSD)、過電流 (ISD)など)が働いた場合は端子レベルが L (内部の MOSFET が ON)となります。VM 電源の再投入やスリープモードでエラー検出を解除をした場合、LO 端子は再度「正常状態 (通常動作)」に戻ります。LO 端子を使用しない場合は、端子をオープンとしてください。また、LO1、2 端子状態を確認することで検出したエラー状態を識別することができます。複数のエラーを同時に検出した場合は、優先順位の高いものが優先され出力されます。(エラー優先順位:ISD>TSD>OPD>STD)

表 7.1.10 LOファンクション

LO0	LO1	LO2	ファンクション
H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	正常状態 (通常動作)
L	H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	ISD(モーター出力停止)
L	H(プルアップ時)	L	TSD(モーター出力停止)
L	L	H(プルアップ時)	出力オープン (モーター出力動作継続)
L	L	L	ストール(モーター出力動作継続)

優先度：
高

優先度：
小

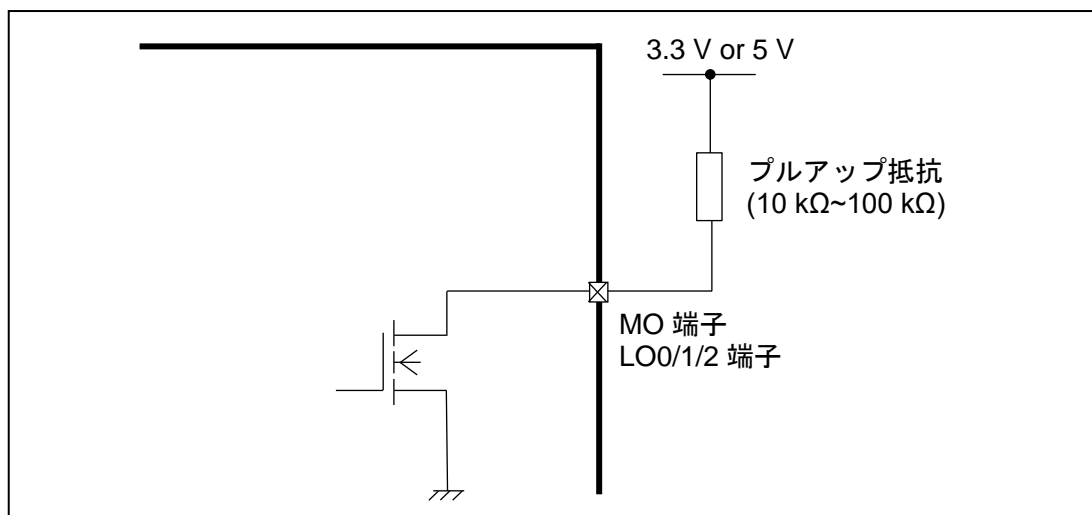


図7.1.10 LO端子回路

注：等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

7.1.11. 出力 Open 検知ファンクション

モーター出力が Open の場合に、エラーとして検出する機能となります。モーターが接続されている場合でも、VREF で設定される設定電流と実電流差が大きいような場合(VREF が大きく高回転の時)や 1 電気角中の電流変動が一定以下となる VREF に対して要求回転数が高い場合 (Vref が小さいときの高回転時)にもエラー検出が働きます。したがって、ご使用の際には十分ご評価の上、VREF を設定してください。

7.2. Automatic Wave Generation System (AWGS) ファンクション

AWGS は、2 相励磁の入力 CLK でも疑似正弦波を実現する機能となります。通常の μ Step では、2 相励磁時と同じ回転速度を維持する場合、Step 数に応じて CLK 周波数を上げる必要があります。本機能を使用することで、TB67S579FTG が入力 CLK を自動補完するため、2 相励磁と同じ CLK でも μ Step 動作が可能となります。AWGS の切替はどの μ Step 状態からでも切替が可能となります。AWGS 選択時は、強制的に 1/32 の Step 動作となります。

表 7.2 Automatic Wave Generation System (AWGS) ファンクション

AWGS	ファンクション
L	通常の μ Step 動作
H	Automatic Wave Generation System(AWGS)動作(1/32Step)

注: AWGS 動作には 2clk 分の予備 clk が必要になります。Mode 設定が 2 相励磁には、AWGS に設定後 2CLK は、2 相励磁で動作します。

【通常の μ Step(2 相励磁動作)】

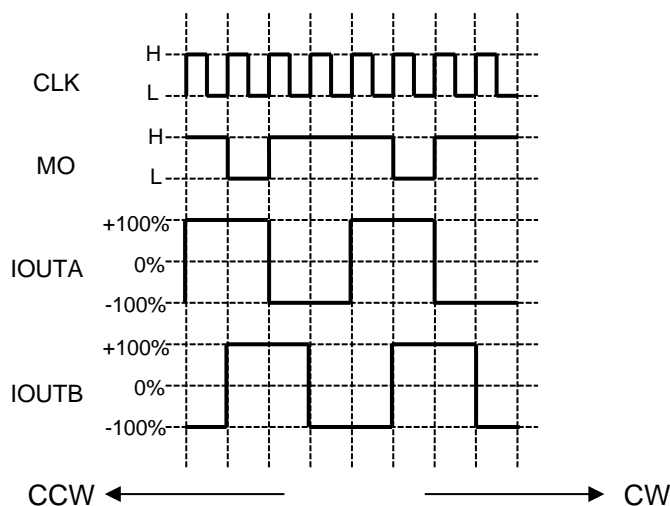


図7.2.1 通常の μ Step(2相励磁モード)

【AWGS(1/32):2 相励磁モード】

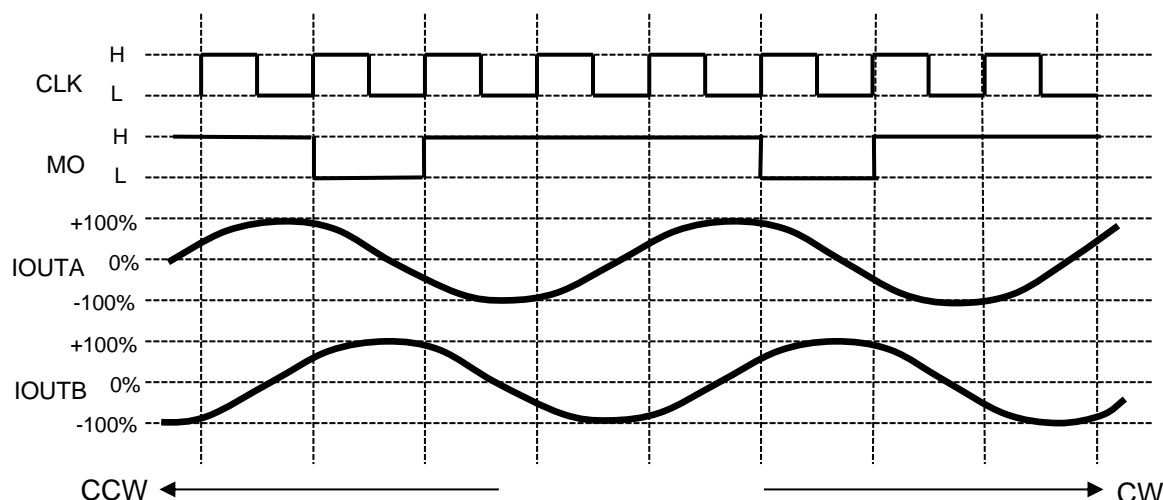


図7.2.2 AWGS動作(2相励磁モード)

注: MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。AWGS 時の MO の幅は、 μ Step モードと同様に外部 CLK に同期した幅で出力されます。

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。

7.3. Active gain control ファンクション

7.3.1. Active gain control 設定ファンクション

AGC_ON 端子によりアクティブゲインコントロールファンクションの ON/OFF を切り替えることが可能です。H の場合に ON となり、L の場合に OFF となります。アクティブゲインコントロールが ON のとき、VREF 端子により設定される電流を上限に、負荷トルクに応じて TB67S579FTG がモーター電流を段階的に引き下げます。減衰電流は、VSP_MIN 端子で設定される電流値が下限となります。アクティブゲインコントロールが OFF のとき、モーター電流は VREF 端子により設定される電流値となります。

表 7.3.1 Active gain control 設定ファンクション

AGC_ON 端子入力	ファンクション
L	AGC: OFF
H	AGC: ON

7.3.2. Active gain control 時間自動設定ファンクション

Active gain Control を使用する場合に、動作に必要な条件として内部設定を使用するか、TB67S579FTG が自動で判定し設定するかを選択が可能となります。内部自動測定モードに設定し、ENABLE=H、RESET_X=L で出力電流が 600mA 以上通電した 84ms 後に自動測定開始します。ただし、電源投入から 1 回のみ有効となります。自動測定モードを選択した場合には、VREF 電圧を上げてご使用ください。

表 7.3.2 Active gain control 時間自動設定ファンクション

AGC_AUTO	ファンクション
L	内部設定モード
H	内部自動測定モード

7.3.3. Charge 用 tblank 設定ファンクション(CTBALNK 端子)

モーター特性(L 値及び R 値)により、Charge 時の電流突き抜けが大きく、定電流制御が乱れる場合があります。

そのため、Charge 期間の tbank 設定を変更することが可能です。

CTBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

例：CTBLANK=1V 入力した場合、Charge 期間の tbank 時間は 1.875 μ s となります。0.156V ステップで設定が変わります。

注：CTBLANK 設定および STBLANK 設定については、Charge、Slow 不感帯時間の合計が ISD の不感帯時間(1.25 μ s(標準))よりも長くなるように設定してください。ISD 不感帯時間より短い場合は、ISD を検出できない場合があります。

表 7.3.3 Charge 用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μ s]	Val	tblank 時間 [μ s]
0	0.000	8	2.500
1	0.313	9	2.813
2	0.625	10	3.125
3	0.938	11	3.438
4	1.250	12	3.750
5	1.563	13	4.063
6	1.875	14	4.375
7	2.188	15	4.688

7.3.4. Slow 用 tblank 設定ファンクション(STBLANK 端子)

本端子設定により Slow の tblank 時間を設定します。STBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

例：STBLANK=1V 入力した場合、Slow 期間の tblank 時間は 2.188 μs となります。0.156V ステップで設定が変わります。

注：CTBLANK 設定および STBLANK 設定については、Charge、Slow 不感帯時間の合計が ISD の不感帯時間(1.25 μs (標準))よりも長くなるように設定してください。ISD 不感帯時間より短い場合は、ISD を検出できない場合があります。

表 7.3.4 Slow 用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μs]	Val	tblank 時間 [μs]
0	0.313	8	2.813
1	0.625	9	3.125
2	0.938	10	3.438
3	1.250	11	3.750
4	1.563	12	4.063
5	1.875	13	4.375
6	2.188	14	4.688
7	2.500	15	5.000

7.3.5. モーターM 結用 tblank 設定ファンクション(MTBLANK 端子)

モーターの M 結の影響により、AGC 動作が不安定となる場合があります。本端子設定により Blank 時間を調整することで安定性を上げることが可能とあります。MTBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

例：MTBLANK=1V 入力した場合、tblank 時間は 1.875 μs となります。0.156V ステップで設定が変わります。

表 7.3.5 モーターM 結用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μs]	Val	tblank 時間 [μs]
0	0.000	8	2.500
1	0.313	9	2.813
2	0.625	10	3.125
3	0.938	11	3.438
4	1.250	12	3.750
5	1.563	13	4.063
6	1.875	14	4.375
7	2.188	15	4.688

7.3.6. NF 検知のヒステリシス設定ファンクション(NFHYS 端子)

出力電流は NF ポイントより電流の突き抜けが発生します。また Slow 電流の減衰は、出力電流が小さいほど少なく tblank 時間のみでは調整できないレベルで Slow 動作します。モーター駆動時に発生する誘起電圧の影響により、Slow 期間中に電流が持ち上がる場合があります。制御を安定させるため、NF に Hys を持たせる機能を搭載しています。

注：NF_HYS =1 V 入力した場合、Val=1 となります。0.625V ステップで設定が変わります。

表 7.3.6 NF 検知のヒステリシス設定ファンクション

Val	NF_HYS 設定	備考
0	0	変化なし
1	1	slow_hys の fuse に合わせて変更
2	2	DAC 値に合わせて slow_hys を変更
3	3	DAC 値に合わせて slow_hys を変更
4	シリアルレジスター	シリアルのレジスターを使用

7.3.7. モーター位相遅れ設定ファンクション(TARGET_ANGLE 端子)

モーターの遅れ許容値を設定します。AGC 動作におけるモーター位相遅れをどこまで許容するかを本端子で調整が可能です。PWM 制御にならない領域に設定すると、モーターの脱調が発生します。TARGET_ANGLE 端子に入力される電圧値によって、目標位相が変化します。変化量としては、1.406[°]となり、0~88.594[°]までの 64 段階の設定ができます。

注：0.039V ステップで設定が変わります。

7.3.8. Active Gain Control 制御ゲイン設定ファンクション(ACG_KP 端子、AGC_KI 端子)

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。KP 端子、KI 端子に入力される電圧値によって、制御ゲインが変化します。変化量としては、8[A/°]となり、0~504[A/°]までの 64 段階の設定ができます。

注：0.039V ステップで設定が変わります。

7.3.9. Active Gain Control 減衰設定ファンクション(VSP_MIN 端子)

AGC 動作で、負荷が軽くトルクを必要としない場合に、出力電流を減衰させていきますが、減衰し過ぎることでモーターが脱調する場合があります。これを防止するため、AGC 動作における電流減衰の下限値を設定することが可能です。VSP_MIN 端子に入力される電圧値によって、減衰の下限値が変化します。

注：VSP_MIN が VSP_MIN > VREF 端子入力電圧の場合は、VREF 端子の値が有効となります。

注：0.156V ステップで設定が変わります。

表 7.3.9 Active Gain Control 減衰設定ファンクション

Val	下限電流値 [A]	Val	下限電流値 [A]
0	0	8	1.001
1	0.125	9	1.126
2	0.250	10	1.251
3	0.375	11	1.376
4	0.500	12	1.501
5	0.626	13	1.627
6	0.751	14	1.752
7	0.876	15	1.877

7.3.10. 低速時 Active Gain Control OFF 設定ファンクション(FREQ_MIN 端子)

低速時に AGC off する設定となります。AGC のシステム上、誘起電圧を検出し電流制御を切り替えています。モーターの低速回転時は、誘起電圧が正常に検出できないため、低速時に AGC 機能を OFF する周波数を設定する機能となります。切り替わりには Hys がありますので、設定周波数は以下表となります。FREQ_MIN 端子に入力される電圧値によって、AGC を OFF する周波数が変化します。

例：FREQ_MIN=1V 入力した場合、Val=6 となり、モーターの回転速度が 420-460Hz 以下の場合、AGC が OFF します。

注：0.156V ステップで設定が変わります。

表 7.3.10 低速時 Active Gain Control OFF 設定ファンクション

Val	周波数[Hz]	Val	周波数[Hz]	Val	周波数[Hz]
0	1	6	420~460	12	840~920
1	66~88	7	488~536	13	920~996
2	140~152	8	560~616	14	967~1084
3	208~228	9	624~696	15	1038~1162
4	280~304	10	696~772	-	-
5	348~384	11	772~840	-	-

7.3.11. Active Gain Control ゼロクロス位置特定時間設定ファンクション(AGC_TIME 端子)

ゼロクロス位置を特定する時間を本端子で設定することが可能です。ゼロクロスの Slow 時間を設定する機能となります。AGC_AUTO=H で、自動測定モードを使用する場合は、設定不要となります。AGC_TIME 端子に入力される電圧値によって、ゼロクロスの Slow 時間が変化します。変化量としては、0.625 μ s となり、0~319.375 μ s までの 512 段階の設定ができます。

注：0.005V ステップで設定が変わります。

7.4. Continuous Micro-stepping ファンクション

7.4.1. Continuous Micro-stepping 設定ファンクション

Continuous Micro-stepping 動作に設定するには、AGC_ON=H、AWGS=H、ADMD=L にすることで、Continuous Micro-stepping 設定が可能となります。通常の μ Step は疑似正弦波となるようにモーター電流をステップ状に変化させるのに対して、Continuous Micro-stepping では正弦波となるよう、IC がステップクロックを自動補完し、モーター電流を連続的に変化させる機能となります。 μ Step 駆動に対して、モーター駆動時の振動を低減する効果があります。Continuous Micro-stepping は、ENABLE=L の時のみ設定が可能となります。Continuous Micro-stepping を選択する場合は、必ず ENABLE=L にしてください。その他励磁動作から Continuous Micro-stepping に切り替える場合や Continuous Micro-stepping からその他励磁動作へ切り替える場合、出力動作中に設定を変更しても反映されません。また、Continuous Micro-stepping 以外の動作中(チョッピング動作中)に ADMD 端子を切り替えた場合は次の Charge のタイミングで設定が反映されます。

表 7.4.1 Continuous Micro-stepping 設定ファンクション

AGC_ON	AWGS	ADMD	AGC_AUTO	ファンクション
L	L	L	x	通常の μ Step
L	L	H	x	Auto Decayモード(Charge⇒Slow⇒Charge(Fast))
L	H	L	x	AWGS動作
L	H	H	x	AWGS動作(Auto Decayモード)
H	L	L	x	通常の μ Step
H	L	H	L	AGC動作
H	L	H	H	AGC動作(内部自動測定モード)
H	H	L	x	Continuous Micro-steppingモード
H	H	H	L	AGC + AWGS
H	H	H	H	AGC +AWGS(内部自動測定モード)

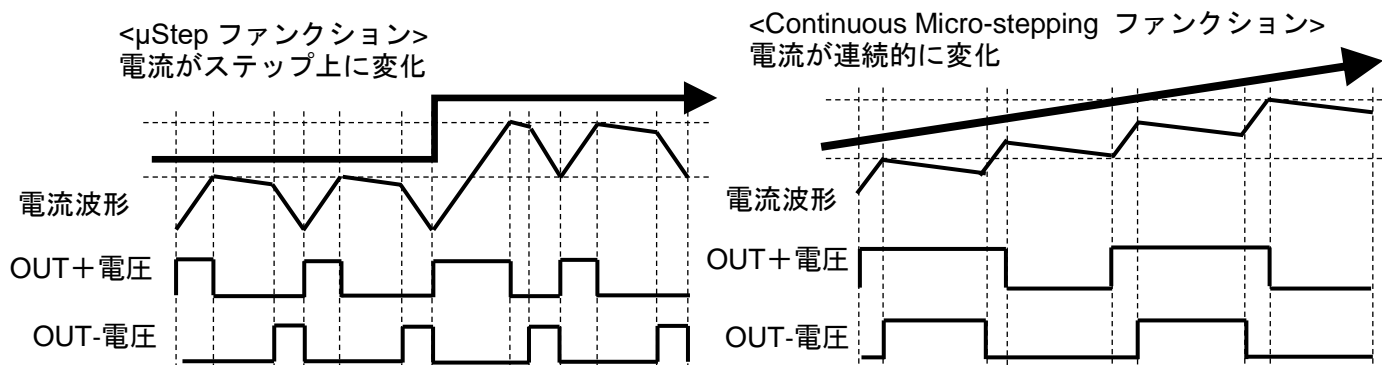


図 7.4.1 μ Step と Continuous Micro-stepping

7.4.2. Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定ファンクション(KPKI_NANO 端子)

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。KPKI_NANO 端子に入力される電圧値によって、制御ゲインが変化します。本端子への入力電圧により、組み合わせとして、10 設定が可能となります。0.313V ステップで設定が変わります。

表 7.4.2 Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定ファンクション

Val	Kp	Ki
0	128	160
1	128	304
2	128	608
3	256	160
4	256	304
5	256	608
6	512	160
7	512	304
8	512	608
9	IC 内部設定 (Kp_nano $\times 2^4$)	IC 内部設定 (Ki_nano $\times 2^4$)

7.4.3. AGC_OUT ファンクション

AGC 動作中に出力電流を制御している基準信号を AGC_OUT 端子から出力します。本端子をモニターすることで、出力電流を観測することなく、出力電流の増減状態を確認することができます。また、シリアル設定(m_dac_sel)で、AGC_OUT 端子に出力する信号が変わります。シリアル設定で、検出位置を選択した場合は、AGC 動作時にモーターのローター位相を出力します。トルク指令出力を選択した場合は、AGC_OUT 端子電圧 = $0.75 \text{ V} \times \text{出力電流}$ となります。出力位置信号出力を選択した場合は、AGC_OUT 端子電圧 = $0.0166 \text{ V} \times \text{電気角}$ となります。

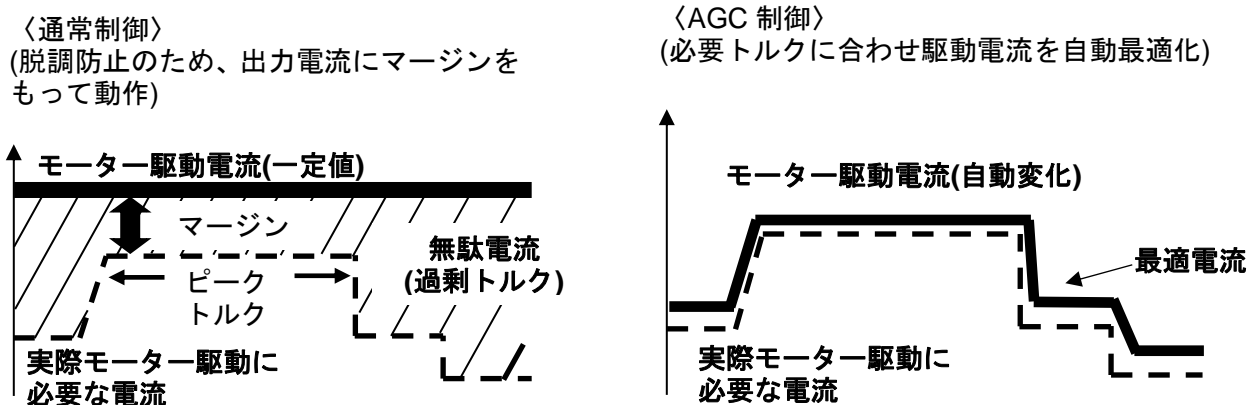


図 7.4.3 通常動作と AGC 制御

7.5. シリアル入力制御

AGC 動作や Continuous Micro-stepping 動作に必要な外部端子設定を SERIAL_IN, SERIAL_CLK の 2 端子の 2 線シリアルで設定が可能となります。シリアルで設定できるコマンドは以下。また、SERIAL_IN はシリアルデータの出力兼用端子になっております。I2C に似たフォーマットになっておりますが、アクロリッジビットはありません。スタートコンディション(SERIAL_CLK=H 中に SERIAL_IN の下がりエッジ)で通信を開始し、ストップコンディション(SERIAL_CLK=H 中に SERIAL_IN の上がりエッジ)で通信を終了します。VM<5V の場合は、SERIAL_IN の制御電圧は VM 以下としてください。なお、シリアル設定で変更した値を有効にする場合は、CTBLANK など各パラメーター端子に 5V 入力(VREG レベル)を入力してください。各パラメーター端子に VREG 端子出力以外の別電源の電圧を入力する場合は、必ず 2.5V 以上キープできる電圧を入力してください。また、未使用時は GND に接続してください。

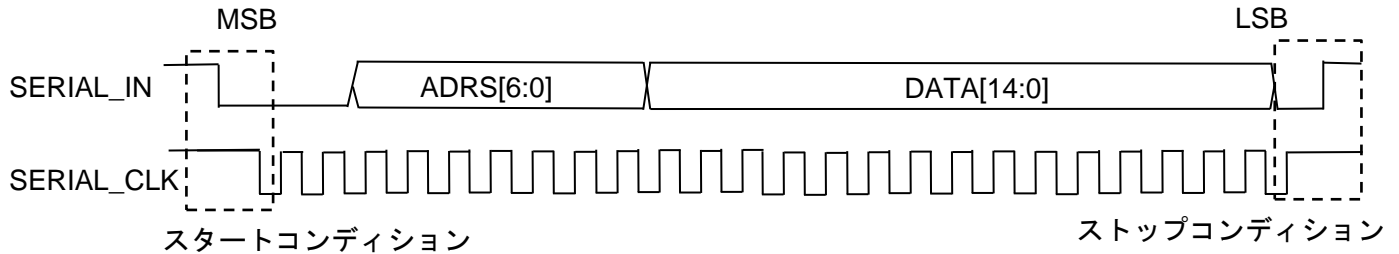


図 7.5 シリアルフォーマット

表 7.5 レジスタマップ

Addr [6:0]	データ幅														
	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0															
1				tsd_err_clear	isd_err_clear	stall_err_clear	open_err_clear				crc_err	tsd_lat	isd_lat	stall_det	open_det
2															ctblank
3															stblank
4															ftblank
5															mtblank
6															vsp_min
7															rif_hys
8															freq_min
9															calib_wait
10															agc_time
11															ki
12															kp
13															target_angle
14															err_delta
15															ki_nano
16															kp_nano
17															odet_nano
18															wait_nano
19															ad_wait_nano
20															boost_sel
21															rs
22															tsd_auto
23															odet_mask
															m_dac_sel

7.5.1. アドレス 1

各異常状態(TSD、ISD、Stall、Open)をクリアします。

表 7.5.1 アドレス 1

DATA Bit				ファンクション
D11	D10	D9	D8	
tsd_err_clear	isd_err_clear	stall_err_clear	open_err_clear	
0	0	0	0	イニシャル値
-	-	-	1	OPEN エラークリア
-	-	1	-	Stall エラークリア
-	1	-	-	ISD エラークリア
1	-	-	-	TSD エラークリア

7.5.2. アドレス 2

モーター特性(L 値および R 値)により、Charge 時の電流突き抜けが大きく、定電流制御が乱れる場合があります。

そのため、Charge 期間の tblank 設定を変更することが可能です。

表 7.5.2 アドレス 2

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Ctblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.406)
0	0	0	0	0.156
0	0	0	1	0.469
0	0	1	0	0.781
0	0	1	1	1.094
0	1	0	0	1.406
0	1	0	1	1.719
0	1	1	0	2.031
0	1	1	1	2.344
1	0	0	0	2.656
1	0	0	1	2.969
1	0	1	0	3.281
1	0	1	1	3.594
1	1	0	0	3.906
1	1	0	1	4.219
1	1	1	0	4.531
1	1	1	1	4.844

7.5.3. アドレス 3

Slow の tblank 時間を設定します。

表 7.5.3 アドレス 3

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Stblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.563)
0	0	0	0	0.313
0	0	0	1	0.625
0	0	1	0	0.938
0	0	1	1	1.250
0	1	0	0	1.563
0	1	0	1	1.875
0	1	1	0	2.188
0	1	1	1	2.500
1	0	0	0	2.813
1	0	0	1	3.125
1	0	1	0	3.438
1	0	1	1	3.750
1	1	0	0	4.063
1	1	0	1	4.375
1	1	1	0	4.688
1	1	1	1	5.000

7.5.4. アドレス 4

Fast 中の tblank 時間を設定します。

表 7.5.4 アドレス 4

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Ftblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.406)
0	0	0	0	0.156
0	0	0	1	0.469
0	0	1	0	0.781
0	0	1	1	1.094
0	1	0	0	1.406
0	1	0	1	1.719
0	1	1	0	2.031
0	1	1	1	2.344
1	0	0	0	2.656
1	0	0	1	2.969
1	0	1	0	3.281
1	0	1	1	3.594
1	1	0	0	3.906
1	1	0	1	4.219
1	1	1	0	4.531
1	1	1	1	4.844

7.5.5. アドレス 5

モーターの M 結の影響により、AGC 動作が不安定となる場合があります。本設定により Blank 時間を調整することで安定性を上げることが可能となります。

表 7.5.5 アドレス 5

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Mtblank				tblank 時間[μs]
0	0	1	1	イニシャル値(0.938)
0	0	0	0	0.000
0	0	0	1	0.313
0	0	1	0	0.625
0	0	1	1	0.938
0	1	0	0	1.250
0	1	0	1	1.563
0	1	1	0	1.875
0	1	1	1	2.188
1	0	0	0	2.500
1	0	0	1	2.813
1	0	1	0	3.125
1	0	1	1	3.438
1	1	0	0	3.750
1	1	0	1	4.063
1	1	1	0	4.375
1	1	1	1	4.688

7.5.6. アドレス 6

AGC 動作で、負荷が軽くトルクを必要としない場合に、出力電流を減衰させていきますが、減衰し過ぎることでモーターが脱調する場合があります。これを防止するため、AGC 動作における電流減衰の下限値を設定することが可能です。

表 7.5.6 アドレス 6

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
vsp_min				下限電流[A]
0	0	1	0	イニシャル値(0.250)
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0.125
0	0	1	0	0.250
0	0	1	1	0.375
0	1	0	0	0.500
0	1	0	1	0.626
0	1	1	0	0.751
0	1	1	1	0.876
1	0	0	0	1.001
1	0	0	1	1.126
1	0	1	0	1.251
1	0	1	1	1.376
1	1	0	0	1.501
1	1	0	1	1.627
1	1	1	0	1.752
1	1	1	1	1.877

7.5.7. アドレス 7

出力電流は NF ポイントより電流の突き抜けが発生します。また Slow 電流の減衰は、出力電流が小さいほど少なく tblank 時間のみでは調整できないレベルで Slow 動作します。モーター駆動時に発生する誘起電圧の影響により、Slow 期間中に電流が持ち上がる場合があります。制御を安定させるため、NF に Hys を持たせる機能を搭載しています。

表 7.5.7 アドレス 7

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
nf_hys		
		イニシャル値
0	0	変化なし
0	1	内部設定値
1	0	Ustep の指令値の大きさで 変化量に変化
1	1	

7.5.8. アドレス 8

低速時に AGC off する設定となります。AGC のシステム上、誘起電圧を検出し電流制御を切り替えています。モーターの低速回転時は、誘起電圧が正常に検出できないため、低速時に AGC 機能を OFF する周波数を設定する機能となります。切り替わりには Hys がありますので、設定周波数は以下表となります。

表 7.5.8 アドレス 8

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Freq_min				周波数[Hz]
0	0	0	1	イニシャル値(66~88)
0	0	0	0	1
0	0	0	1	66~88
0	0	1	0	140~152
0	0	1	1	208~228
0	1	0	0	280~304
0	1	0	1	348~384
0	1	1	0	420~460
0	1	1	1	488~536
1	0	0	0	560~616
1	0	0	1	624~696
1	0	1	0	696~772
1	0	1	1	772~840
1	1	0	0	840~920
1	1	0	1	920~996
1	1	1	0	967~1084
1	1	1	1	1038~1162

7.5.9. アドレス 9

agc_auto 検知用の待ち時間を設定します。

表 7.5.9 アドレス 9

DATA Bit			ファンクション
D2	D1	D0	
nf_hys			Wait 時間[ms]
1	0	0	イニシャル値(80.00~80.04)
0	0	0	5.00~5.04
0	0	1	10.00~10.04
0	1	0	20.00~20.04
0	1	1	40.00~40.04
1	0	0	80.00~80.04
1	0	1	100.00~100.04
1	1	0	120.00~120.04
1	1	1	160.00~160.04

7.5.10. アドレス 10

ゼロクロス位置を特定する時間を設定することが可能です。ゼロクロスの Slow 時間を設定する機能となります。変化量としては、0.625 μ s となり、0~319.375 μ s までの 512 段階の設定ができます。

表 7.5.10 アドレス 10

DATA Bit									ファンクション
D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Agc_time									ゼロクロスの Slow 時間[Hz]
0	0	0	1	1	0	0	1	0	イニシャル値(31.25)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.625
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.250
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.875
0	0	0	0	0	0	1	0	0	2.500
⋮									
1	1	1	1	1	1	0	0	1	315.625
1	1	1	1	1	1	0	1	0	316.250
1	1	1	1	1	1	0	1	1	316.875
1	1	1	1	1	1	1	0	0	317.500
1	1	1	1	1	1	1	0	1	318.125
1	1	1	1	1	1	1	1	0	318.750
1	1	1	1	1	1	1	1	1	319.375

7.5.11. アドレス 11

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。変化量としては、 $8[A^\circ]$ となり、 $0\sim 504[A^\circ]$ までの 64 段階の設定ができます。

表 7.5.11 アドレス 11

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Ki						A°
0	1	0	0	0	0	イニシャル値(128)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	8
0	0	0	0	1	0	16
0	0	0	0	1	1	24
0	0	0	1	0	0	32
⋮						
1	1	1	0	0	1	456
1	1	1	0	1	0	464
1	1	1	0	1	1	472
1	1	1	1	0	0	480
1	1	1	1	0	1	488
1	1	1	1	1	0	496
1	1	1	1	1	1	504

7.5.12. アドレス 12

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。変化量としては、 $8[A^\circ]$ となり、 $0\sim 504[A^\circ]$ までの 64 段階の設定ができます。

表 7.5.12 アドレス 12

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Kp						A°
1	1	1	1	1	1	イニシャル値(504)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	8
0	0	0	0	1	0	16
0	0	0	0	1	1	24
0	0	0	1	0	0	32
⋮						
1	1	1	0	0	1	456
1	1	1	0	1	0	464
1	1	1	0	1	1	472
1	1	1	1	0	0	480
1	1	1	1	0	1	488
1	1	1	1	1	0	496
1	1	1	1	1	1	504

7.5.13. アドレス 13

モーターの遅れ許容値を設定します。AGC 動作におけるモーター位相遅れをどこまで許容するかを本端子で調整が可能です。PWM 制御にならない領域に設定すると、モーターの脱調が発生します。TARGET_ANGLE 端子に入力される電圧値によって、目標位相が変化します。変化量としては、1.406[°]となり、0~88.578[°]までの 64 段階の設定ができます。

表 7.5.13 アドレス 13

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
target_angle						目標電気角[°]
1	0	1	0	1	0	イニシャル値(59.052)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1.406
0	0	0	0	1	0	2.812
0	0	0	0	1	1	4.218
0	0	0	1	0	0	5.624
⋮						
1	1	1	0	0	1	80.142
1	1	1	0	1	0	81.548
1	1	1	0	1	1	82.954
1	1	1	1	0	0	84.360
1	1	1	1	0	1	85.766
1	1	1	1	1	0	87.172
1	1	1	1	1	1	88.578

7.5.14. アドレス 14

ゼロクロス検知の差分電気角のエラーを設定します。変化量としては、1.406[°]となり、0~88.578[°]までの64段階の設定ができます。

表 7.5.14 アドレス 14

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Err_delta						差分電気角[°]
1	1	0	0	0	0	イニシャル値(67.488)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1.406
0	0	0	0	1	0	2.812
0	0	0	0	1	1	4.218
0	0	0	1	0	0	5.624
⋮						
1	1	1	0	0	1	80.142
1	1	1	0	1	0	81.548
1	1	1	0	1	1	82.954
1	1	1	1	0	0	84.360
1	1	1	1	0	1	85.766
1	1	1	1	1	0	87.172
1	1	1	1	1	1	88.578

7.5.15. アドレス 15

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。

表 7.5.15 アドレス 15

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ki_nano						Continuous Micro-stepping 用 ki [%/A]
0	0	1	0	1	0	イニシャル値(160)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	16
0	0	0	0	1	0	32
0	0	0	0	1	1	48
0	0	0	1	0	0	64
⋮						
1	1	1	0	0	1	912.000
1	1	1	0	1	0	928.000
1	1	1	0	1	1	944.000
1	1	1	1	0	0	960.000
1	1	1	1	0	1	976.000
1	1	1	1	1	0	992.000
1	1	1	1	1	1	1008.000

7.5.16. アドレス 16

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。

表 7.5.16 アドレス 16

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
kp_nano						Continuous Micro-stepping 用 ki [%/A]
0	0	1	0	0	0	イニシャル値(128)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	16
0	0	0	0	1	0	32
0	0	0	0	1	1	48
0	0	0	1	0	0	64
⋮						
1	1	1	0	0	1	912.000
1	1	1	0	1	0	928.000
1	1	1	0	1	1	944.000
1	1	1	1	0	0	960.000
1	1	1	1	0	1	976.000
1	1	1	1	1	0	992.000
1	1	1	1	1	1	1008.000

7.5.17. アドレス 17

Continuous Micro-stepping 用のオープン検知幅を設定します。

表 7.5.17 アドレス 17

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
odet_nano		検知幅カウント
0	0	イニシャル値(9(9/設定電流値*511))
0	0	9(9/設定電流値*511)
0	1	5(最小電流:5/設定電流値*511)
1	0	18(最小電流:18/設定電流値*511)
1	1	27(最小電流:27/設定電流値*511)

7.5.18. アドレス 18

Continuous Micro-stepping 時の SW 制御開始までの Wait 時間を設定します。

表 7.5.18 アドレス 18

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
wait_nano		Wait 時間[μs]
1	0	イニシャル値(0.47)
0	0	0.00
0	1	0.23
1	0	0.47
1	1	0.78

7.5.19. アドレス 19

Continuous Micro-stepping 時の AD 変換までの Wait 時間を設定します。

表 7.5.19 アドレス 19

DATA Bit			ファンクション
D2	D1	D0	
ad_wait_nano			Wait 時間[μs]
0	0	0	イニシャル値(0.23)
0	0	0	0.23
0	0	1	0.47
0	1	0	0.78
0	1	1	1.25
1	0	0	1.48
1	0	1	1.72
1	1	0	1.95
1	1	1	2.27

7.5.20. アドレス 20

ブーストを設定します。設定により AGC 動作時のエラーカウントでの電気角の差分設定値が変化します。

表 7.5.20 アドレス 20

DATA Bit			ファンクション								
D2	D1	D0	エラー連続回数								
boost_sel			0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1	イニシャル値(2047)								
0	0	0	1023								
0	0	1	2047								
0	1	0	4095								
0	1	1	1023				8191				
1	0	0	1023				4095				
1	0	1	2047				4095				
1	1	0	1023	2047	4095				8191		
1	1	1	1023	2047	4095				8191		

7.5.21. アドレス 21

内部 RS モード、外付け RS 抵抗モードを選択します。外付け RS モードは、通常の μ Step 動作のみ機能します。

表 7.5.21 アドレス 21

DATA Bit	ファンクション
D0	ファンクション
RS	ファンクション
0	イニシャル値(内部 RS モード)
0	内部 RS モード
1	外付け RS 抵抗モード

7.5.22. アドレス 22

TSD 機能の自動復帰/ラッチモードを選択します。自動復帰は、温度状態により自動的に復帰します。ラッチモード時は一度 TSD を検出した場合、出力が停止状態のままとなります。

表 7.5.22 アドレス 22

DATA Bit	ファンクション
D0	ファンクション
TSD_Auto	ファンクション
1	イニシャル値(ラッチ)
0	自動復帰
1	ラッチ

7.5.23. アドレス 23

m_dac_sel により、AGC_OUT 端子から出力する信号を選択します。odet_mask はオープン検知のマスク機能になります。オープン検知を無効にした場合は、LO 端子からはエラーが出力されません。

表 7.5.23 アドレス 23(D0)

DATA Bit	ファンクション
D0	
m_dac_sel	
0	イニシャル値(トルク指令出力 (0.75 V * 出力電流))
0	トルク指令出力 (0.75 V * 出力電流)
1	検出位置信号出力 (0.0166 V * 電気角)

表 7.5.24 アドレス 23(D1)

DATA Bit	ファンクション
D1	
odet_mask	
0	イニシャル値 (オープン検知有効)
0	オープン検知有効
1	オープン検知無効

7.6. 出力段トランジスタ動作モード

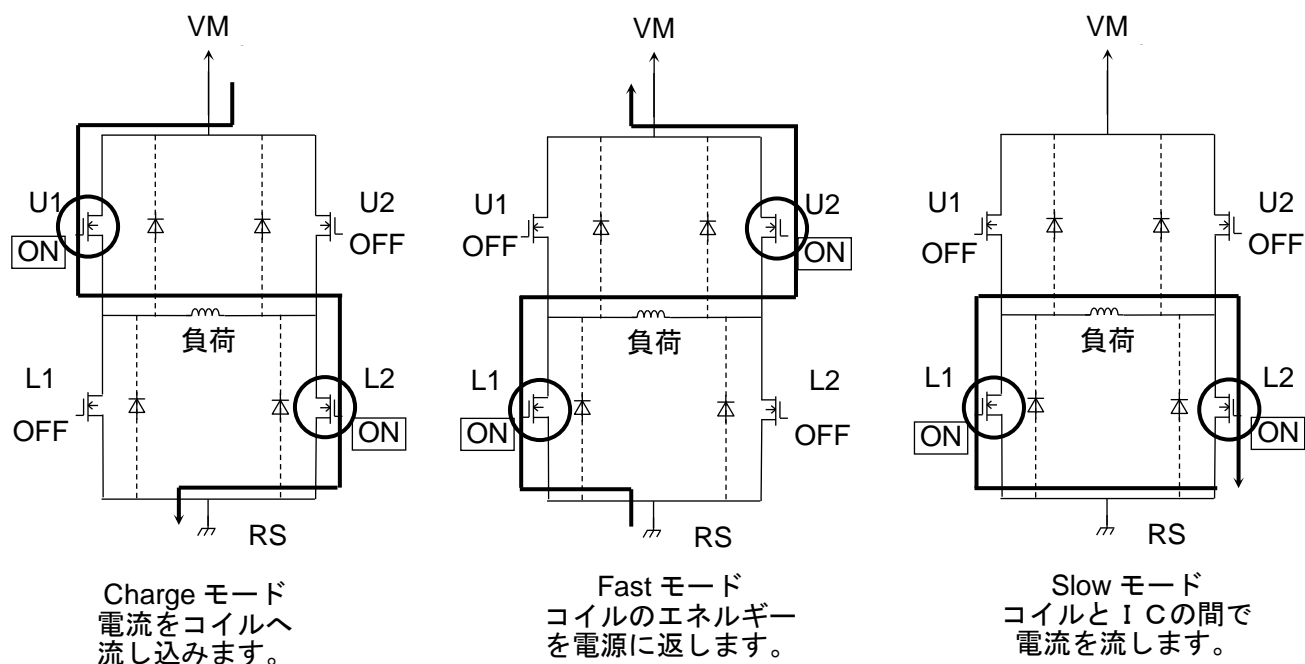


図 7.6 出力段トランジスタ動作モード

注：出力切り替わりの際、貫通電流を防止するため IC 内部で貫通防止時間を設けております。

7.6.1. 出力段トランジスタ動作のファンクション

表 7.6.1 出力段トランジスタ動作のファンクション

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

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。

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

この IC では、上図のような 3 種類のモードを自動的に切り換え、定電流制御を行います。

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。

7.6.2. 設定電流値(IOUT)について

定電流 PWM 制御時の設定電流値については、リファレンス電圧(VREF) を設定することによって、決定することができます。

設定電流値(IOUT)は以下の式で計算できます。

$$IOUT = VREF \times 0.556$$

例：VREF = 2.0 V の場合、IOUT = 1.11 A となります。

RS 有モード時は、リファレンス電圧(VREF)、外付け RS 抵抗で設定電流値を決定することができます。

設定電流値(IOUT)は以下の式で計算できます。

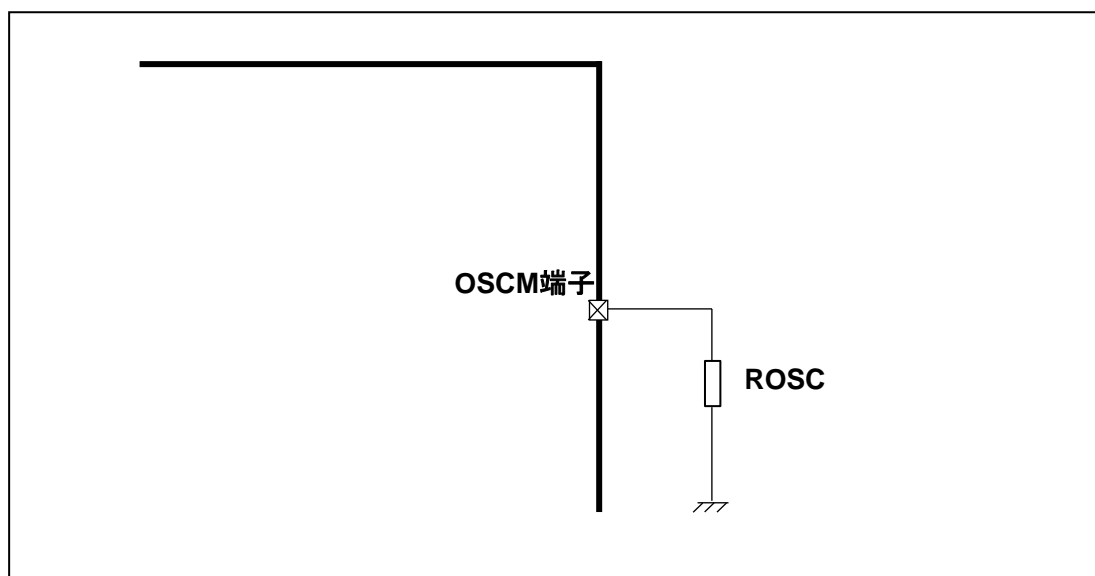
$$IOUT = VREF / RS / 5$$

例：VREF = 2.0 V、RS 抵抗=0.22Ω の場合、IOUT = 1.82A となります。

注：外付け RS 抵抗については、 $0.4 > IOUT \times RS$ 抵抗値を満たすようお願い致します。

7.6.3. チョッピング周波数(fCHOP)について

モーター電流の定電流制御のチョッピング周波数は、OSCM 端子に接続する抵抗 RO SC により設定することが可能です。また、OSCM 端子に外付け部品をつけず、固定値のチョッピング周波数で使用することも可能です。



注：等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

図 7.6.3 OSCM 端子等価回路

チョッピング周波数 (fCHOP) は以下の式で計算できます。

一般的には 70 kHz 程度の周波数を基準にし、40 kHz から 100 kHz 程度の周波数範囲で設定される事を推奨します。

$$fCHOP = fOSCM / 16$$

$$fOSCM = 1 / (\alpha \times RO SC + \beta) \quad [MHz] \quad \alpha = 1.7 \times 10^{-5}, \beta = 0.0285$$

例：RO SC=47 kΩ の場合、fOSCM=1.2 MHz(標準)、fCHOP=75 kHz(標準)

OSCM 端子がオープンまたは GND ショートした状態では、IC 内部で自動生成された周波数 fOSCM2=800 kHz(標準)、

fCHOP=50kHz(標準)で動作します。

7.6.4. 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。

7.6.4.1. パワートランジスタ部の消費電力

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。

1 つの H ブリッジ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。

$$P(\text{out}) = I_{\text{out}}(\text{A}) \times V_{\text{DS}}(\text{V}) = I_{\text{out}}(\text{A})^2 \times R_{\text{on}}(\Omega) \dots \dots \dots (1)$$

2 相励磁動作を行い、出力電流波形が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。

$R_{\text{on}} = 0.6\Omega$, $I_{\text{out}}(\text{peak} : \text{Max}) = 1.0 \text{ A}$, $V_{\text{M}} = 24 \text{ V}$ とすると下記のように計算できます。

$$\begin{aligned} P(\text{out}) &= 2(\text{Tr}) \times 1.0(\text{A})^2 \times 0.6(\Omega) \dots \dots \dots (2) \\ &= 1.2(\text{W}) \end{aligned}$$

7.6.4.2. 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。

$I(\text{IM3}) = 10.5\text{mA}(\text{typ.})$: 動作時
 $I(\text{IM2}) = 7.5\text{mA}(\text{typ.})$: 停止時
 $I(\text{IM1}) = 0.03\mu\text{A}(\text{typ.})$: スタンバイ

出力系は、 $V_{\text{M}}(24\text{V})$ 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。

$$\begin{aligned} P(\text{IM3}) &= 24(\text{V}) \times 0.0105(\text{A}) \dots \dots \dots (3) \\ &= 0.252(\text{W}) \end{aligned}$$

7.6.4.3. 消費電力

1 と 2 の結果から、全体の消費電力 P は、以下のように計算できます。

$$P = P(\text{out}) + P(\text{IM3}) = 1.452(\text{W}) \text{ となります。}$$

また、スタンバイ時の 1 軸分の消費電力は以下のようになります。

$$P(\text{スタンバイ時}) = 24(\text{V}) \times 0.03(\mu\text{A}) = 0.72(\mu\text{W})$$

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。

7.6.5. 検出機能について

以下の検出機能を搭載しています。

表 7.6.5 検出機能

検出機能	検出箇所	検出レベル	検出時の動作	検出状態からの復帰方法
過熱検出 (TSD)	チップ温度	160°C(標準)以上 5.0 μs(標準)の不感帯時間有	全出力強制 OFF	本機能は検出時の動作を維持するラッチタイプとなっております。以下、いずれかの処理で復帰。 ・電源の再投入 ・一度スリープモードに設定の上、再度通常動作モードに設定
過電流検出 (ISD)	出力電流	3 A(標準)以上 1.25 μs(標準)の不感帯時間有	全出力強制 OFF	
低電源電圧 (UVLO)	VM 端子電圧	4.0V(標準)以下 1.41 μs(標準)の不感帯時間有	全出力強制 OFF 内部回路リセット	4.2V(標準)以上に VM 電圧を上昇

7.6.5.1. 過熱検出について(本機能は検出時の動作を維持するラッチタイプとなっております)

本機能は、デバイスの異常過熱が発生した際に、一時的に IC の動作を停止させる機能です。過熱検出には、外部からのノイズ飛込み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。過熱検出した場合は全チャンネル OFF します。

自動復帰モード時は、復帰時にも 5μs の不感帯時間があります。

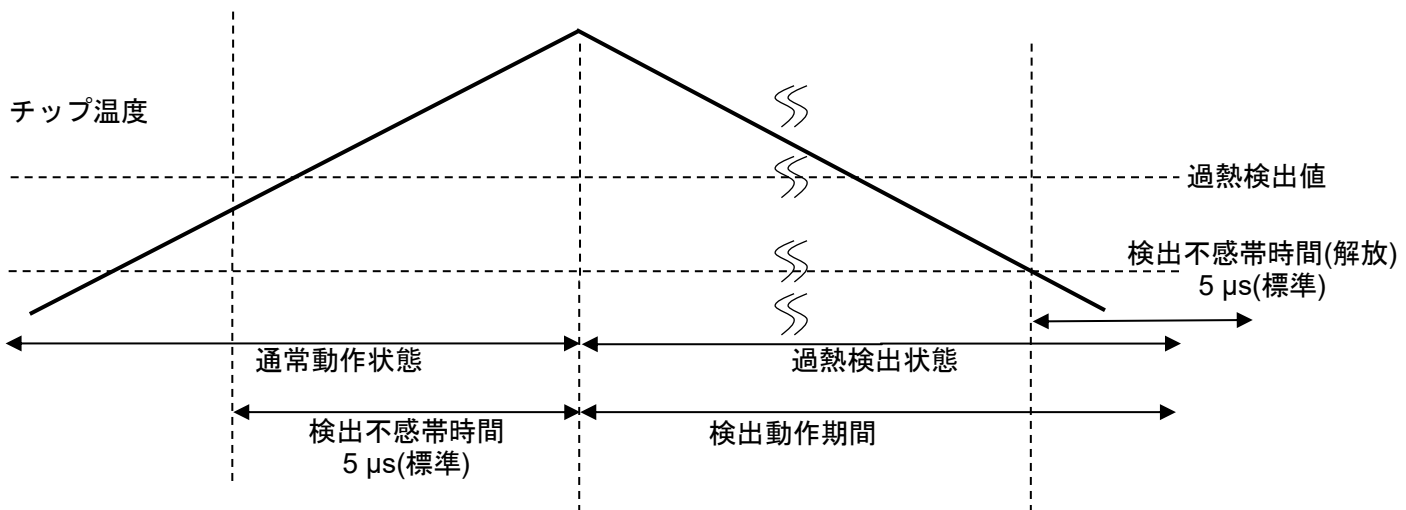
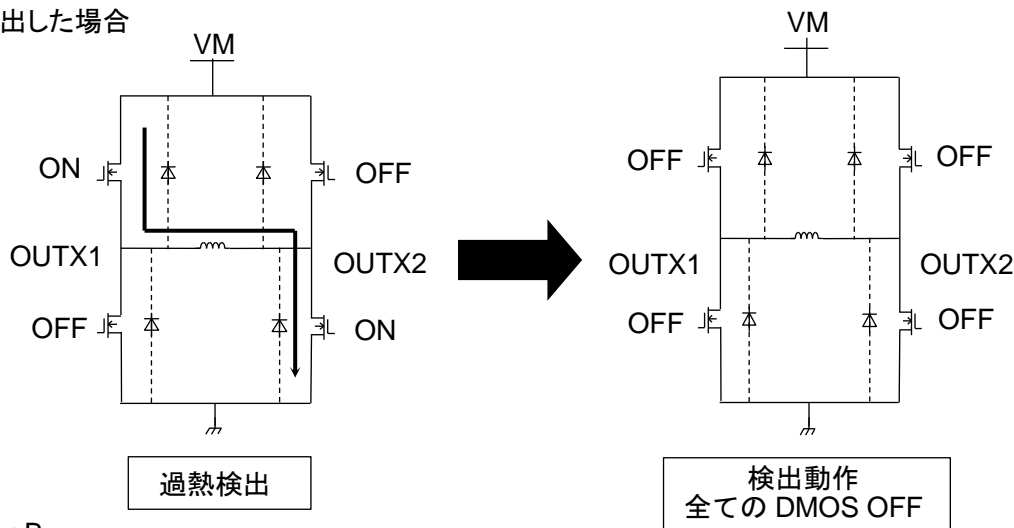


図 7.6.5.1.1 過熱検出

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。タイミングチャート内の値は参考値です。

●過熱を検出した場合



注：X=A or B

図 7.6.5.1.2 過熱を検出した場合

7.6.5.2. 過電流検出について(本機能は検出時の動作を維持するラッチタイプとなっております)

本機能は、モーターの出力間ショート/天絡/地絡異常が発生した際に、一時的に IC の動作を停止させる機能です。過電流検出には、スイッチング時のスパイク電流や外部からのノイズ飛込み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。過電流検出した場合は該当チャンネルだけではなく、両チャンネル共に OFF します。

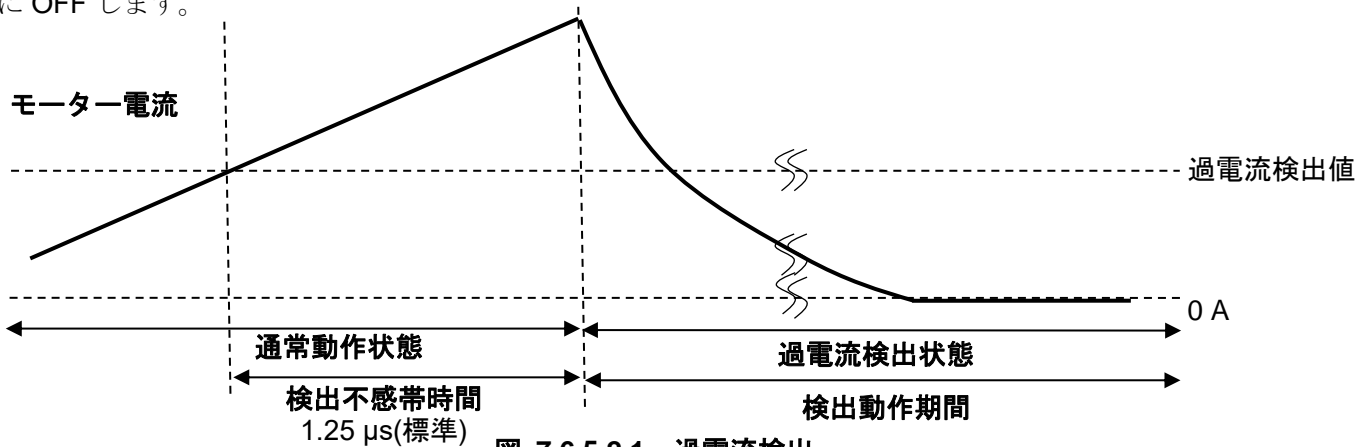
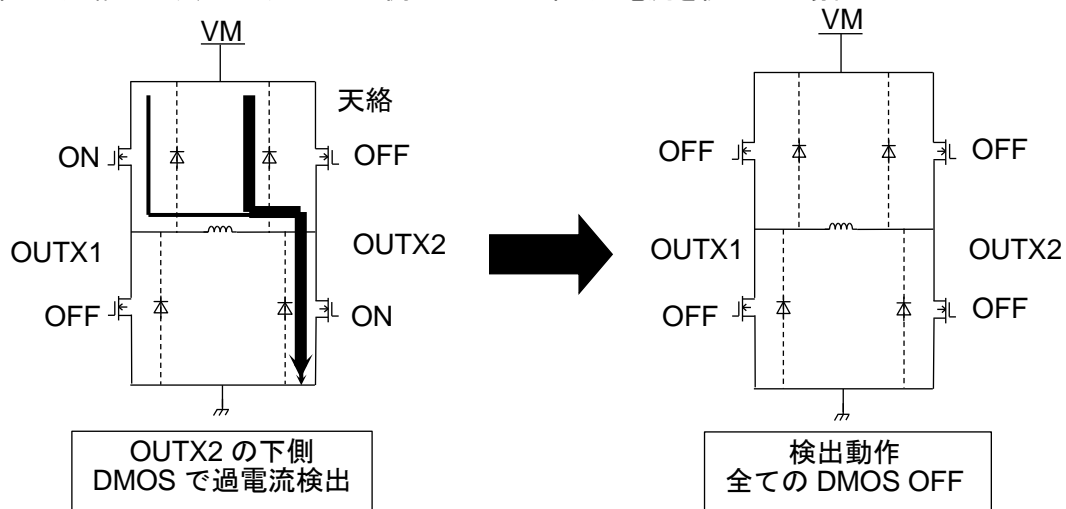


図 7.6.5.2.1 過電流検出

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。
タイミングチャート内の値は参考値です。

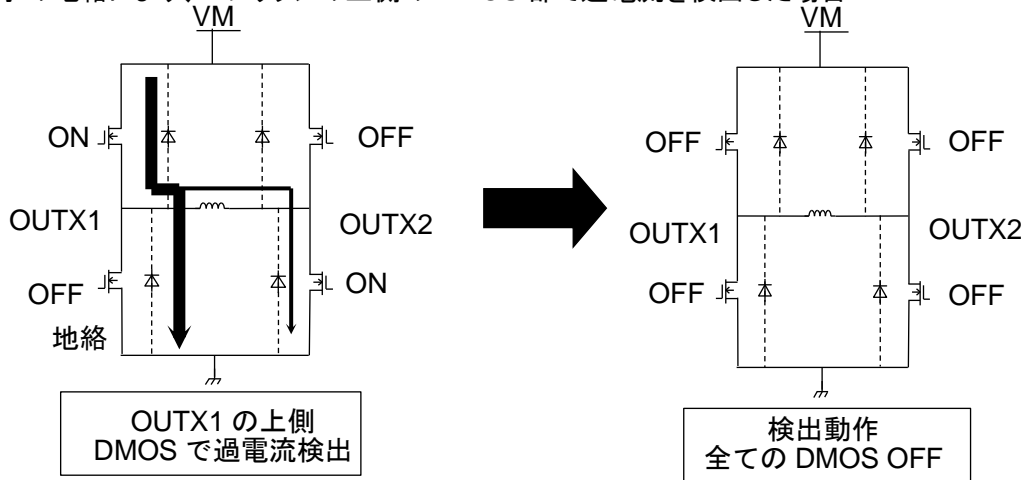
- 出力端子の天絡により、Hブリッジの下側の DMOS 部で過電流を検出した場合



注：X=A or B

図 7.6.5.2.2 DMOS 部で過電流を検出した場合(1)

- 出力端子の地絡により、Hブリッジの上側の DMOS 部で過電流を検出した場合



注：X=A or B

図 7.6.5.2.3 DMOS 部で過電流を検出した場合(2)

7.7. ストール検出 (SD : Stall Detection) 機能

モーターのストール (脱調) を検出した場合、LO0,1,,2 端子より L を出力します。

表 7.7 ストール検出

状態	L0,L1,L2
正常時 (通常動作)	ハイインピーダンス
ストール (脱調) 検出時	All : L

動作説明

モーター回転動作時の電流レベル0(ゼロ)A設定の期間で、モーターコイルの両端(OUT_A+端子とOUT_A-端子およびOUT_B+端子とOUT_B-端子)の電位差は通常誘起電圧により所定の電圧を発生しますが、モーターが停止している場合モーターは誘起電圧を発生しないためモーターコイル両端には電圧は発生しません。

本機能では、同期間でモーターの誘起電圧が一定の電圧以上発生していない場合にモーターの回転が停止しているとしてストールと判断します。

7.7.1. ストール検出回路構成

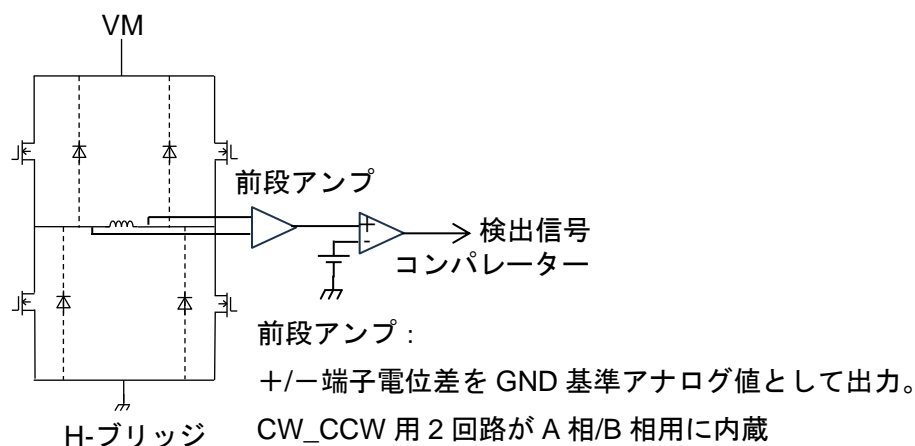


図 7.7.1 ストール検出回路構成

7.7.2. ストール検出しきい値の設定

STOP_DET_VTH 端子へ電圧を印加することで設定します。

- ・モーター誘起電圧は、IC 内部で印加した VSDT 電圧と直接比較されます。
- ・STOP_DET_VTH 端子印加電圧は、0V~3.0V の範囲で設定してください。
- ・VM<6V 以下の場合、STOP_DET_VTH 端子の印加電圧は 1.9V 以下に設定してください。

本機能を使用しない機能を使用しない場合、STOP_DET_VTH 端子をオープンとしてください。

7.7.3. ストール検出機能使用に際して

- ・2相励磁および Continuous Micro-stepping におけるモーター回転時は、ストール検出機能は働きません。(2相励磁や Continuous Micro-stepping では電流レベル0(ゼロ)A設定の期間が存在しないため)
- ・低速回転時やモーターの種類によって誘起電圧が十分に誘起されない場合、ストール検出機能が正しく働かない恐れがあります。事前にモーター特性/駆動条件など十分にご確認の上、しきい値を設定してください。
- ・例えば、モーターが停止からの始動時は低速であり誘起電圧が十分に誘起されない状態のためストール検出機能が正しく働かない可能性があります。ストール検出機能を有効にご使用いただくためにこの期間を除外する必要があります。
- ・ストール検出した場合でも、モーター駆動出力は引き続き通電状態を続けます。ストール検出回路はモーター駆動出力状態を変化させることはありません。

7.7.4. タイミングチャート（ストール検出時）

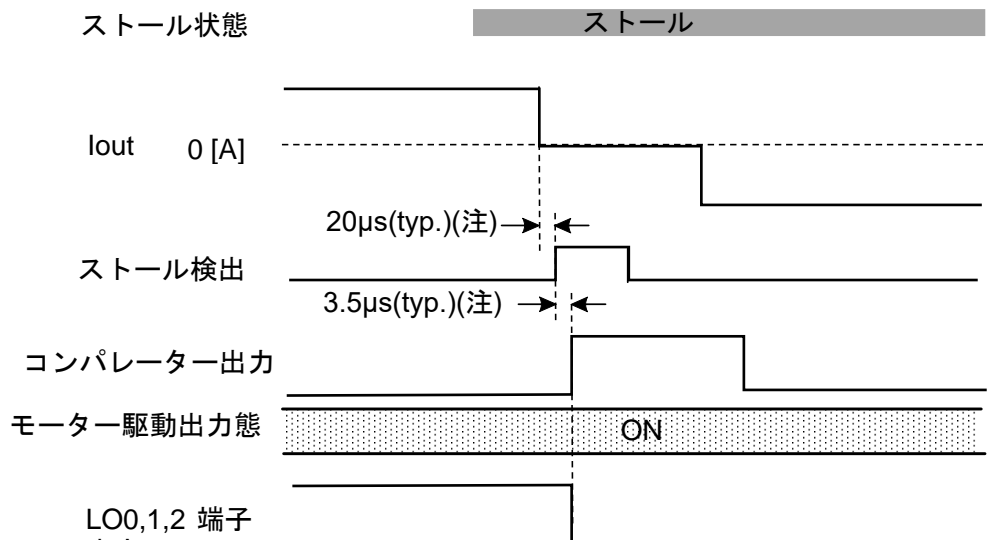


図 7.7.4 ストールタイミングチャート

注：出荷検査項目に含まれておりません。

LO0、1、2 端子端子出力信号の立ち上がりおよび立ち下りのタイミングは、CLK などのその他の信号と同期していません。

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。

注:1-2 相以上の μStep を選択した場合でも、電流 0%(電流 0A になる)の領域が 20µs 未満の場合は正常に検出できません。

7.8. CRC エラー機能

起動時の電源投入や Sleep 解除時に内部 Fuse ビットのデータを反映しますが、反映の際に読み込みエラーがあった場合には、出力を Hiz にする機能になります。エラーが発生した際は、内部 Fuse データが正常に反映されるまで、繰り返し Fuse データの読み込みを行っています。

CRC エラーについては、シリアルで読み出しが可能です。

8. 絶対最大定格($T_a=25^{\circ}\text{C}$)

表 8. 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
モーター電源電圧	VM	35	V
モーター出力電圧	VOOUT	40	V
モーター出力電流(注1)	IOOUT	2.0	A
内部レギュレーター電圧	VCC	6.0	V
ロジック入力端子電圧	VIN	6.0	V
V_{ref} 基準電圧	Vref	6.0	V
MO,LO0,1,2端子電圧	VMO	6.0	V
許容損失	IC単体時(注2)	1.3	W
	JEDEC4層基板実装時(注3)	4.1	
動作温度	Topr	-40 ~ 85	$^{\circ}\text{C}$
保存温度	Tstg	-55 ~ 150	$^{\circ}\text{C}$
接合部温度	Tj(MAX)	150	$^{\circ}\text{C}$

注 1: 通常時の最大電流値は熱計算の上、1 相当たり 1.8 A 以下をめぐにご使用ください。
周囲温度条件、基板条件によっては、発熱条件から電流がさらに制限されることがあります。

注 2: IC 単体時($T_a=25^{\circ}\text{C}$)

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

注 3: JEDEC4 層基板実装時(基板サイズ: $76.2\text{ mm} \times 114.3\text{ mm}$, $T_a=25^{\circ}\text{C}$)

T_a が 25°C を超える場合は、 $32.8\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ で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。

Topr : 動作させるときの IC の周囲温度です。

Tj : 動作中の IC のチップ温度です。Tj 最大値は TSD(サーマルシャットダウン回路)の温度で制限されます。

Tj の最大値は、 120°C 程度をめぐに使用最大電流を考慮して設計することを推奨します。

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。

いかなる動作条件で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、Spec 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 Spec 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、この注意事項に関しては、後ページの注意事項の項も合わせてご確認ください。

9. 許容損失特性(ご参考)

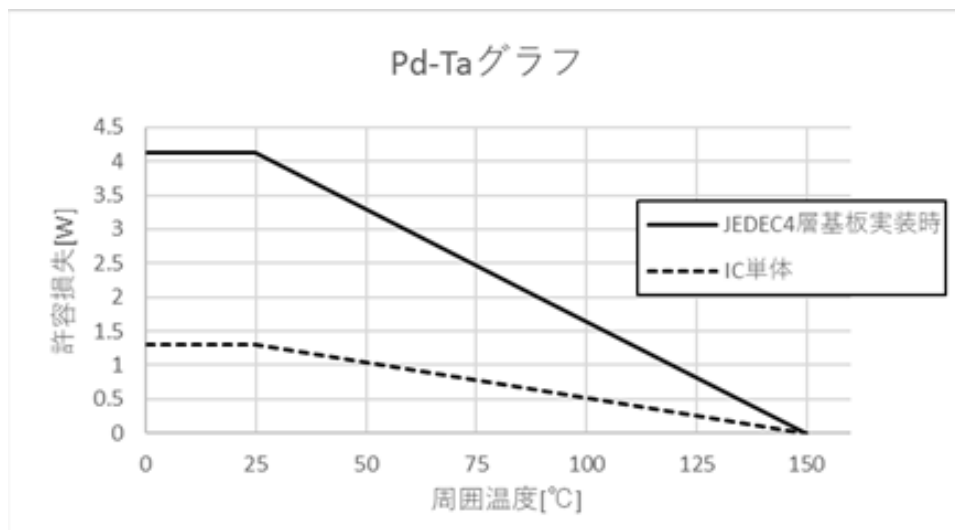


図 9. 許容損失特性

10. 動作範囲(Ta=-40~85°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 (注 1)	VM	4.5	24.0	34	V	-
モーター出力電流	IOUT	-	-	1.8	A	1相当たり (注 2)
ロジック入力電圧	VIN(H)	2.0	-	5.5	V	ロジックのHレベル
	VIN(L)	-0.5	-	0.8	V	ロジックのLレベル
チョッピング周波数	fCHOP	40	70	150	kHz	-
クロック周波数	fCLK1	-	-	250	kHz	-
AGC/AWGS/Continuous Micro-stepping 機能有効時の最低クロック周波数	fCLK2	1	-	-	Hz	-
V _{ref} 基準電圧	VREF	0	-	3.6	V	-
VSD 電圧	VSD	0.75	0.9	1.035	V	-

注 1: 電源の投入における 0 V から 10 V のスルーレートは、1 ms 以上の条件でご使用頂くことを推奨します。

注 2: 動作環境(励磁モードや動作時間などの動作条件、周囲温度条件、基板条件などの発熱条件)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

11.1. 電気的特性 1(特に指定のない限り、 $T_a = -40 \sim 85^\circ\text{C}$)

表 11.1 動作範囲

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
ロジック入力端子 入力電圧	High	VIN(H)	Logic 系入力端子 (注 1)	2.0	-	5.5	V
	Low	VIN(L)	Logic 系入力端子 (注 1)	-0.5	-	0.8	V
入力ヒステリシス		VIN(HYS)	Logic 系入力端子 (注 1)	-	150	-	mV
ロジック入力端子 入力電流	High	IIN(H)	測定 Logic 系入力端子 : 5 V	35	50	75	μA
	Low	IIN(L)	測定 Logic 系入力端子 : 0 V	-	-	1	μA
LO0/1/2,MO 端子出力電圧		VOL(MO)	IOL=5 mA, 出力 Low 時	-	0.2	0.5	V
消費電流		IM1	出力 : Open、 スリープモード時	-	0.03	1	μA
		IM2	出力 : Open、 SLEEP=H,ENABLE=L	-	7.5	12	mA
		IM3	出力 : Open (2 相励磁)、 SLEEP=H、ENABLE=H チョッピング周波数 40 kHz	-	10.5	15	mA
モーター出力リーク電 流	上側	IOH	VM = 35 V, VOUT = 0 V	-	-	1	μA
	下側	IOL	VM = VOUT = 35 V	1	-	-	μA
出力電流 ch 間誤差		ΔIOUT1	出力電流の ch 間の誤差 IOUT = 1.0 A	-5	0	5	%
出力設定電流値誤差		ΔIOUT2	VM=24V, IOUT = 1.0 A, $T_a = 25^\circ\text{C}$	-5	0	5	%
出力トランジスター ドレイン・ソース間 オン抵抗(上下和)		RON(D-S)	$T_j = 25^\circ\text{C}$ IOUT = 2.0 A	-	0.6	0.89	Ω

注 1 : 測定端子に VIN を加えその電圧を 0 V から上昇させ、モーター出力端子電圧が変化したときの VIN 電圧を VIN(H)と規定します。また、その電圧を下降させ、モーター出力端子電圧が変化したときの VIN 電圧を VIN(L)とします。さらに、VIN(H)と VIN(L)との差を VIN(HYS)とします。

11.2. 電氣的特性 2(特に指定のない限り、 $T_a = -40 \sim 85^\circ\text{C}$)

表 11.2 電氣的特性

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
V_{ref} 入力電流	IREF	$V_{ref} = 3.6 \text{ V}$	-	18	27	μA
V_{ref} 減衰比	VREF(GAIN)	$V_{ref} = 2.0 \text{ V}$	0.529	0.556	0.583	-
V_{ref} 減衰比(RS有)			4.75	5	5.25	-
VREG電源電圧	V REG	I REG = 5.0 mA	4.5	5	5.25	V
VREG電流能力	I REG	VREG = 5.0 V	-	2.5	5	mA
TSD 温度	TJTSD	-	145	160	175	$^\circ\text{C}$
VMパワーオンリセット電圧	VMPOR	-	3.6	3.9	4.2	V
VMパワーオンリセットヒステリシス	VMPOR(HYS)	-	-	200	-	mV
過電流検出回路動作電流	ISD	-	2.1	3.0	3.6	A
STOP_DET_VTH端子しきい値設定電圧	VDET	VM=24V	-	0.5	3.0	V

11.2.1. 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 Sink 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。使用条件や、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、逆起電力により IC の破壊、動作に影響がないこと、また、周辺回路などに誤動作や破壊がないことを十分ご確認ください。

11.2.2. 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きます。

11.2.3. 過電流検出および過熱検出について

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。

11.3. AC 電気的特性

11.3.1. AC 電気的特性 1(特に指定のない限り、 $T_a = -40 \sim 85^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$)

表 11.3.1 AC 電気的特性 1

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
最小クロックパルス幅	tCLK(H)	-	600	-	-	ns
	tCLK(L)	-	600	-	-	ns
ロジック入力信号 最小パルス幅 2	tDTE(H)	-	600	-	-	ns
	tDTE(L)	-	600	-	-	ns
セットアップ時間	tSU(CLK)	CW_CCW、DMODE0/1/2	600	-	-	ns
ホールド時間	tH(CLK)	CW_CCW、DMODE0/1/2	600	-	-	ns
出力トランジスター スイッチング特性	tr	-	40	70	100	ns
	tf	-	50	100	150	ns
	tpLH(CLK)	-	-	1000	-	ns
	tpHL(CLK)	-	-	1000	-	ns
OSCM 発振周波数	fOSCM1	ROSC=47 k Ω	1020	1200	1380	kHz
	fOSCM2	OSCM 端子オープンまたは GND ショート時	704	800	944	
チョッピング周波数	fCHOP	fOSCM = 1200 kHz	-	75	-	kHz

11.3.1.1. AC 特性のタイミングチャート

TB67S579FTG(CLK と出力の関係)

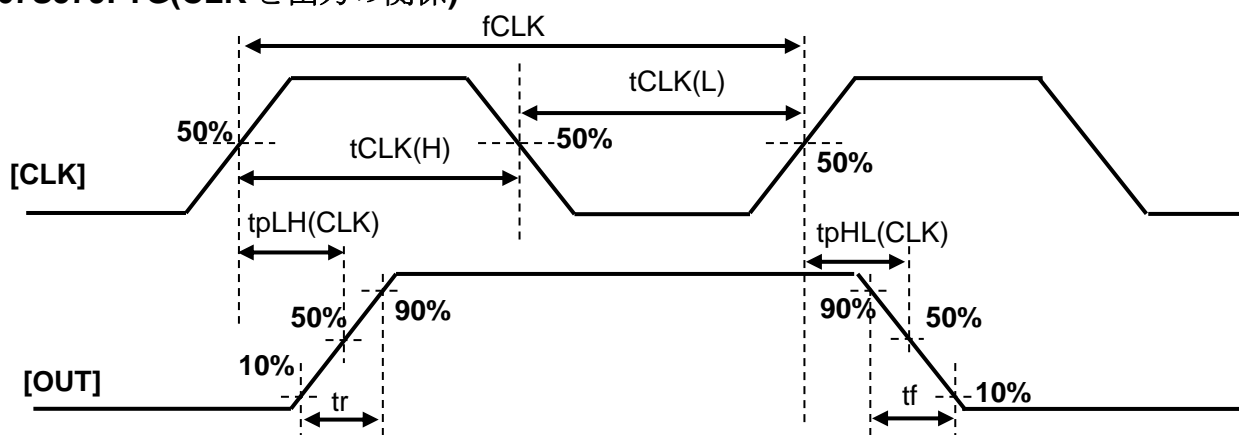


図 11.3.1.1 TB67S579FTG(CLK と出力の関係)

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。

TB67S579FTG(CLK とその他制御信号の関係)

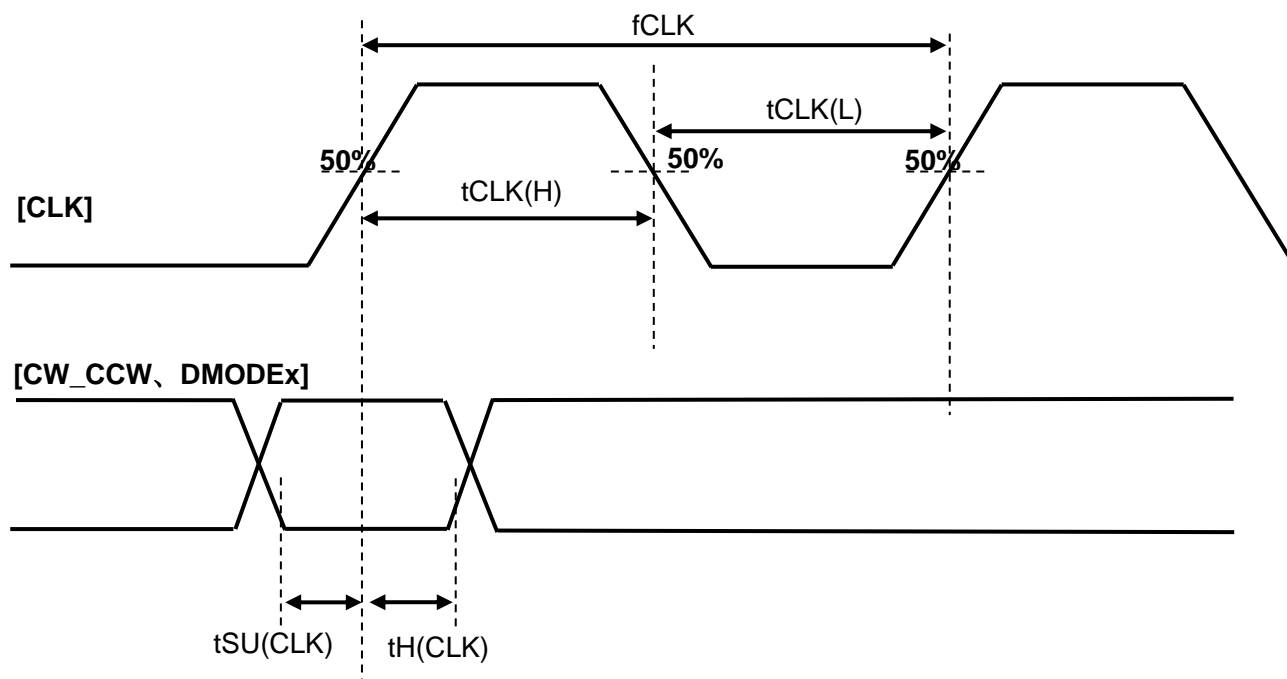


図 11.3.1.2 TB67S579FTG(CLK とその他制御信号の関係)

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。

11.3.2. AC 電气的特性 2(特に指定のない限り、 $T_a = -40 \sim 85^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$)

表 11.3.2 AC 電气的特性 2

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
シリアルCLK周波数	fSCLK	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	-	-	400	kHz
CLKパルス幅	tscH	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	1.25	-	-	μs
	tscL		1.25	-	-	μs
シリアルCLK/DATA フィルター時間	tscF	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	0.298	0.313	0.329	μs
スタートコンディション時間	tst	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	0.625	-	-	μs
ストップコンディション時間	ted	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	0.625	-	-	μs
データセットアップ時間	tsu	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	0.625	-	-	μs
データホールド時間	tsh	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	0.625	-	-	μs

11.3.2.1. シリアル I/F AC 特性のタイミングチャート

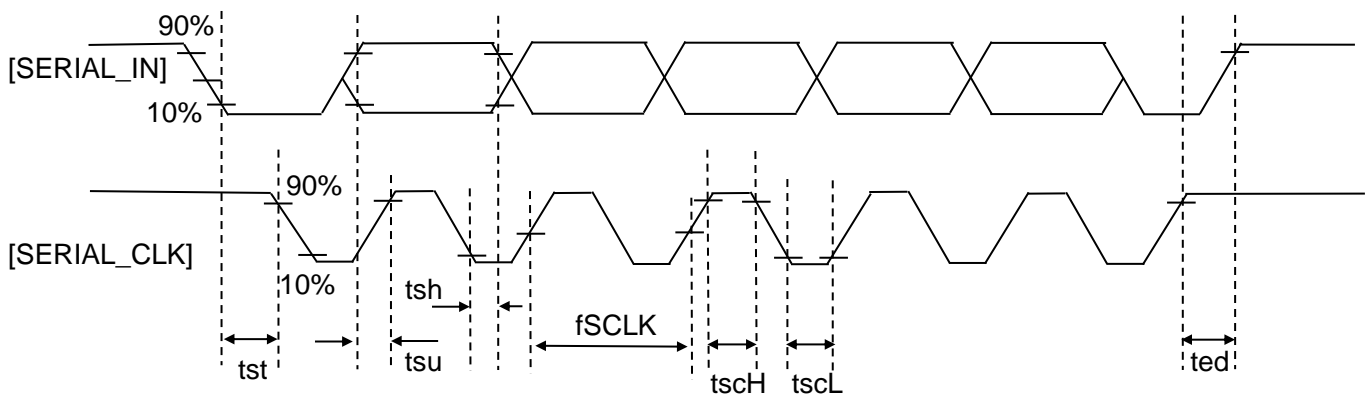


図 11.3.2.1 シリアル I/F AC 特性のタイミングチャート

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。

12. 応用回路例

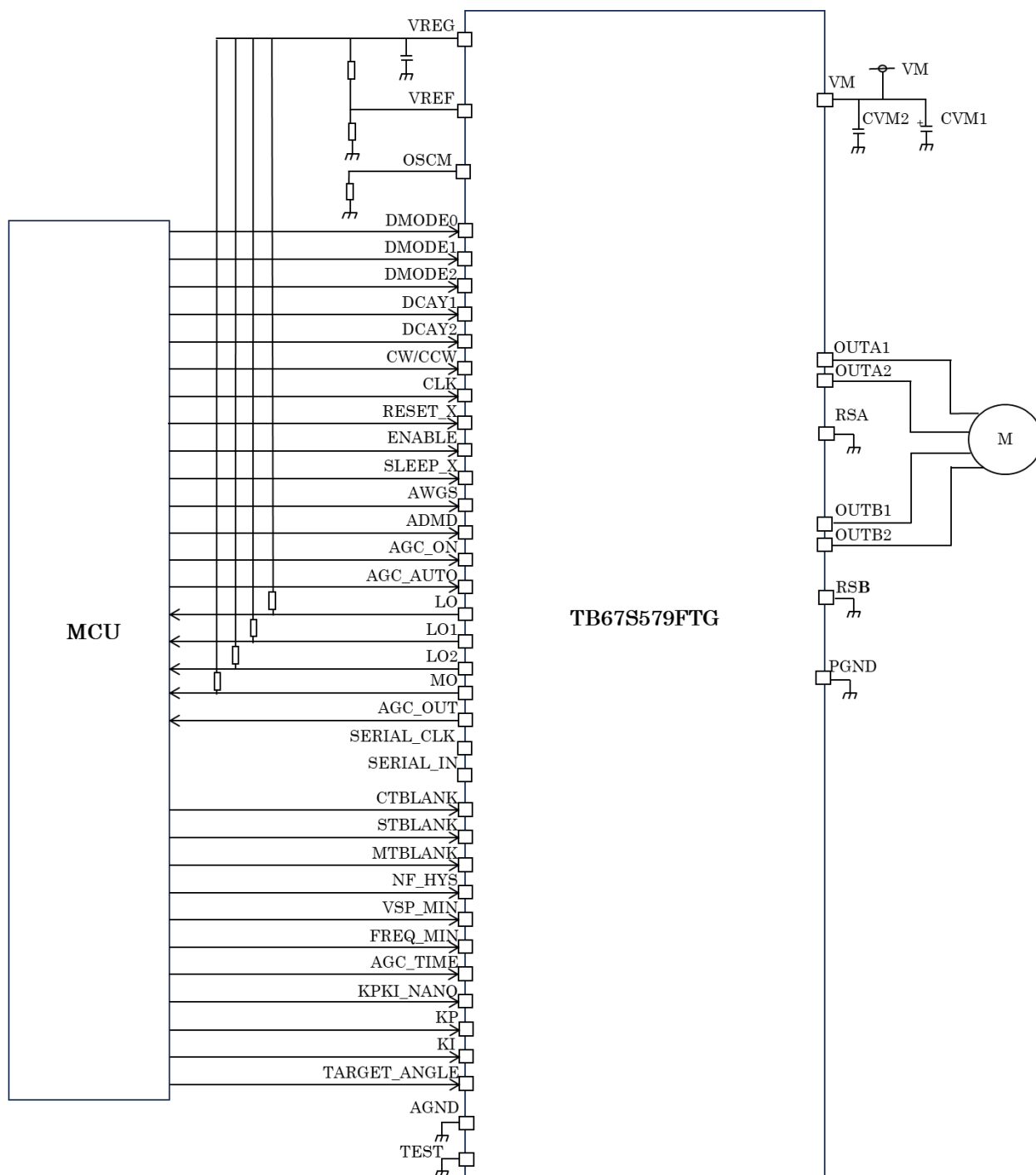


図 12. 応用回路例

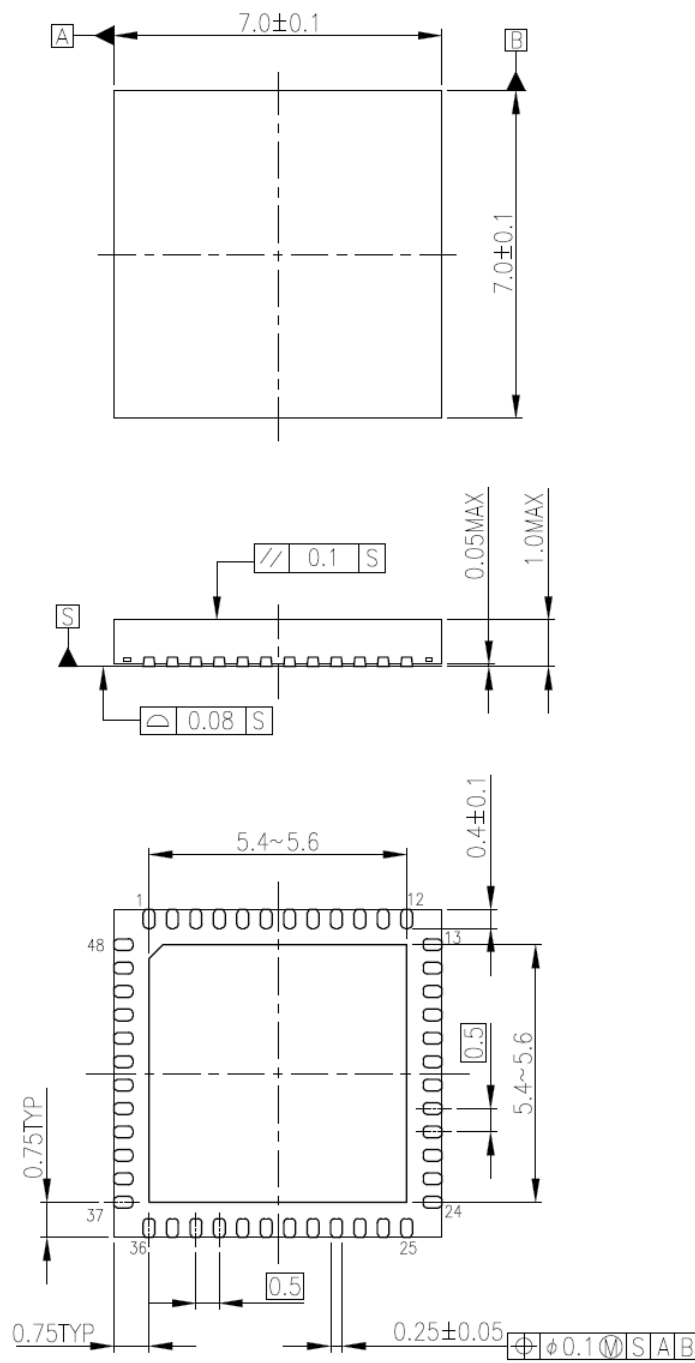
注：パッケージ裏面の放熱 PAD(中央部)は、放熱性向上のため、基板の GND に接続してください。

注：応用回路例は、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。

13. 外形図

P-VQFN48-0707-0.50-006

Unit: mm



質量: 0.137 g (標準)

14. 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。

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。

14.1.1. 使用上の留意点

過電流検出回路

過電流検出回路 (通常: カレントリミッター回路) 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、過電流検出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。

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。

放熱設計

パワーアンプ、レギュレーター、ドライバーなどの、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 (Tj) 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。

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 の電源端子、出力端子が定格以上に上昇する恐れがあります。逆起電力により電源端子、出力端子が定格電圧を超えないように設計してください。

14.2. 使用上のご注意およびお願い事項

14.2.1. 使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの1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) 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。
- (3) 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。
- (4) 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。

製品取り扱い上のお願

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（生命直結機器）、車載・輸送機器、防衛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。