

東芝 BiCD プロセス集積回路 シリコン モノリシック

TB67S128FTG

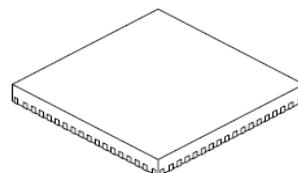
CLOCK 入力シリアルコントロール制御方式 バイポーラーステッピングモータードライバー

1. 概要

TB67S128FTG は、PWM チョッパー型 2 相バイポーラー駆動、クロックインデコーダー内蔵のステッピングモータードライバーです。BiCD プロセスを採用し、出力耐圧 50 V、最大電流 5.0 A を実現しています。

(モーターの電源電圧 = 44 V)

TB67S128FTG



P-VQFN64-0909-0.50-006

質量: 0.229 g (標準)

2. 特長

- BiCD プロセスによるモノリシック IC
- バイポーラーステッピングモーター 1 台を制御可能
- PWM 定電流駆動
- 低オン抵抗 (上下和=0.25 Ω (標準)) の出力 MOSFET を内蔵
- 2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相、4W1-2 相、8W1-2 相、16W1-2 相、32W1-2 相の励磁駆動に対応
- 高効率定電流制御 (ADMD: Advanced Dynamic Mixed Decay) 機能を採用
- 脱調防止機能 (AGC: Active Gain Control) を搭載
- 電流センス抵抗レス機能 (ACDS: Advanced Current Detection System) を搭載
- 高耐圧 + 大電流 (絶対最大定格、動作保証条件を参照) を実現
- 各種エラー検出機能 (過熱検出 (TSD)、過電流検出 (ISD)、パワーオンリセット (POR)、負荷オーブン検出 (OPD)) を内蔵
- エラー検出 (TSD/ISD/OPD) フラグ出力機能を内蔵
- 内部回路動作用の VCC レギュレーターを内蔵
- モーターのチョッピング周波数を外付け部品 (抵抗とコンデンサー) で調整可能
- 裏面放熱パッド付き小型パッケージ

TB67S128FTG: P-VQFN64-0909-0.50-006

注: 使用に当たっては熱的条件に十分注意してください。

製品量産開始年月

2019-01

3. ピン配置図

CLK モード (IF_SEL 端子 = L) のときのピン配置図を下記に示します。

<Top View>

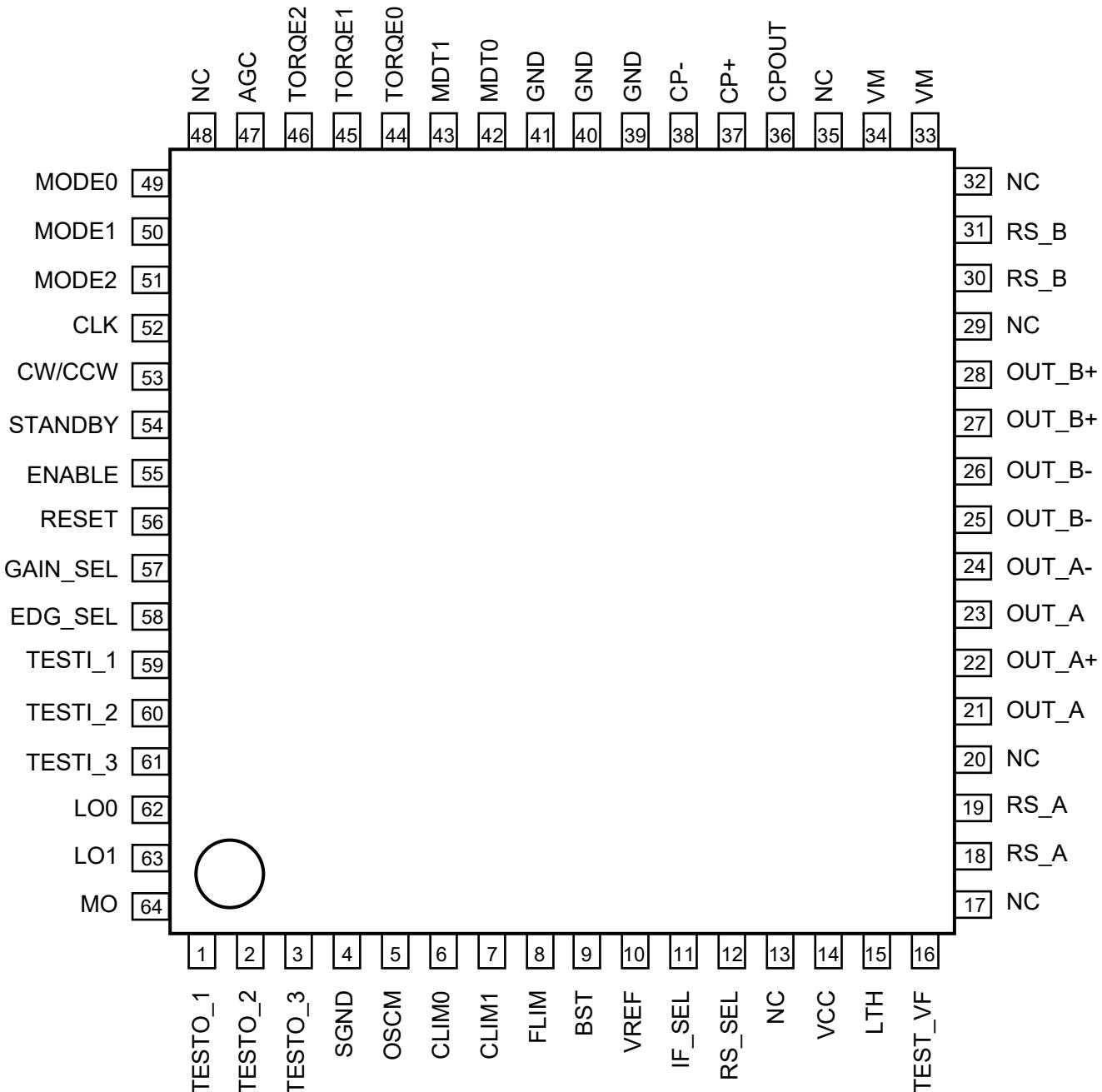


図 3.1 端子配置図

注: QFN パッケージのコーナー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. 端子説明

表 4.1 端子機能説明

Pin No.	端子名称		端子説明
	CLK モード	シリアルモード	
1	TESTO_1(注 1)	TESTO_1(注 1)	テスト出力端子 1
2	TESTO_2(注 1)	TESTO_2(注 1)	テスト出力端子 2
3	TESTO_3(注 1)	TESTO_3(注 1)	テスト出力端子 3
4	SGND	SGND	ロジック GND
5	OSCM	OSCM	内部発振周波数設定端子
6	CLIM0(注 1)	NC(注 1)	AGC 電流リミッター端子 0
7	CLIM1(注 1)	NC(注 1)	AGC 電流リミッター端子 1
8	FLIM(注 1)	NC(注 1)	AGC 周波数リミッター設定端子
9	BST(注 1)	NC(注 1)	AGC 電流ブースト設定端子
10	VREF	VREF	定電流基準電圧入力端子
11	IF_SEL	IF_SEL	インターフェース選択端子
12	RS_SEL	NC(注 1)	RS モード選択端子
13	NC	NC	NC Pin
14	VCC	VCC	内部レギュレーター電圧モニター端子
15	LTH(注 1)	LTH(注 1)	AGC しきい値設定端子
16	TEST_VF(注 1)	TEST_VF(注 1)	TEST モニター (3VF)
17	NC	NC	NC Pin
18	RS_A(注 2)	RS_A(注 2)	Ach の電流センス抵抗接続/Ach パワーGND 端子
19	RS_A(注 2)	RS_A(注 2)	Ach の電流センス抵抗接続/Ach パワーGND 端子
20	NC	NC	NC Pin
21	OUT_A+(注 2)	OUT_A+(注 2)	Ach モーター出力 (+)端子
22	OUT_A+(注 2)	OUT_A+(注 2)	Ach モーター出力 (+)端子
23	OUT_A-(注 2)	OUT_A-(注 2)	Ach モーター出力 (-)端子
24	OUT_A-(注 2)	OUT_A-(注 2)	Ach モーター出力 (-)端子
25	OUT_B-(注 2)	OUT_B-(注 2)	Bch モーター出力 (-)端子
26	OUT_B-(注 2)	OUT_B-(注 2)	Bch モーター出力 (-)端子
27	OUT_B+(注 2)	OUT_B+(注 2)	Bch モーター出力 (+)端子
28	OUT_B+(注 2)	OUT_B+(注 2)	Bch モーター出力 (+)端子
29	NC	NC	NC Pin
30	RS_B(注 2)	RS_B(注 2)	Bch の電流センス抵抗接続/Bch パワーGND 端子
31	RS_B(注 2)	RS_B(注 2)	Bch の電流センス抵抗接続/Bch パワーGND 端子
32	NC	NC	NC Pin
33	VM(注 2)	VM(注 2)	モーター電源端子
34	VM(注 2)	VM(注 2)	モーター電源端子
35	NC	NC	NC Pin
36	CPOUT	CPOUT	チャージポンプ用端子
37	CP+	CP+	チャージポンプ用端子
38	CP-	CP-	チャージポンプ用端子
39	GND	GND	GND
40	GND	GND	GND

Pin No.	端子名称		端子説明
	CLK モード	シリアルモード	
41	GND	GND	GND
42	MDT0	NC (注 1)	Mixed Decay/ADMD 設定端子
43	MDT1	NC (注 1)	Mixed Decay/ADMD 設定端子
44	TORQE0	NC (注 1)	トルク設定端子 0
45	TORQE1	NC (注 1)	トルク設定端子 1
46	TORQE2	NC (注 1)	トルク設定端子 2
47	AGC	NC (注 1)	Active Gain Control 設定端子
48	NC	NC	NC Pin
49	MODE0	NC (注 1)	励磁設定端子 0
50	MODE1	NC (注 1)	励磁設定端子 1
51	MODE2	NC (注 1)	励磁設定端子 2
52	CLK	CLK	ステップクロック入力端子/シリアルクロック入力端子
53	CW/CCW	DATA	回転方向設定端子/シリアルモード時のデータ入力端子
54	STANDBY	STANDBY	スタンバイ端子
55	ENABLE	LATCH	出力 ON/OFF 切り替え端子/ラッチ許可入力端子
56	RESET	BANK_EN	電気角初期化端子/バンク選択入力端子
57	GAIN_SEL	NC (注 1)	Vref Gain 設定端子
58	EDG_SEL	NC (注 1)	CLK エッジ設定端子
59	TESTI_1 (注 1)	TESTI_1 (注 1)	TEST 入力端子 1
60	TESTI_2 (注 1)	TESTI_2 (注 1)	TEST 入力端子 2
61	TESTI_3 (注 1)	TESTI_3 (注 1)	TEST 入力端子 3
62	LO0	LO0	エラー検出フラグ出力端子 0
63	LO1	LO1	エラー検出フラグ出力端子 1
64	MO	NC (注 1)	電気角モニター端子

注 1:未使用時は必ず Open または GND に接続してください。

注 2: 同一名称ピン同士は基板上で接続してください。

5. ブロック図

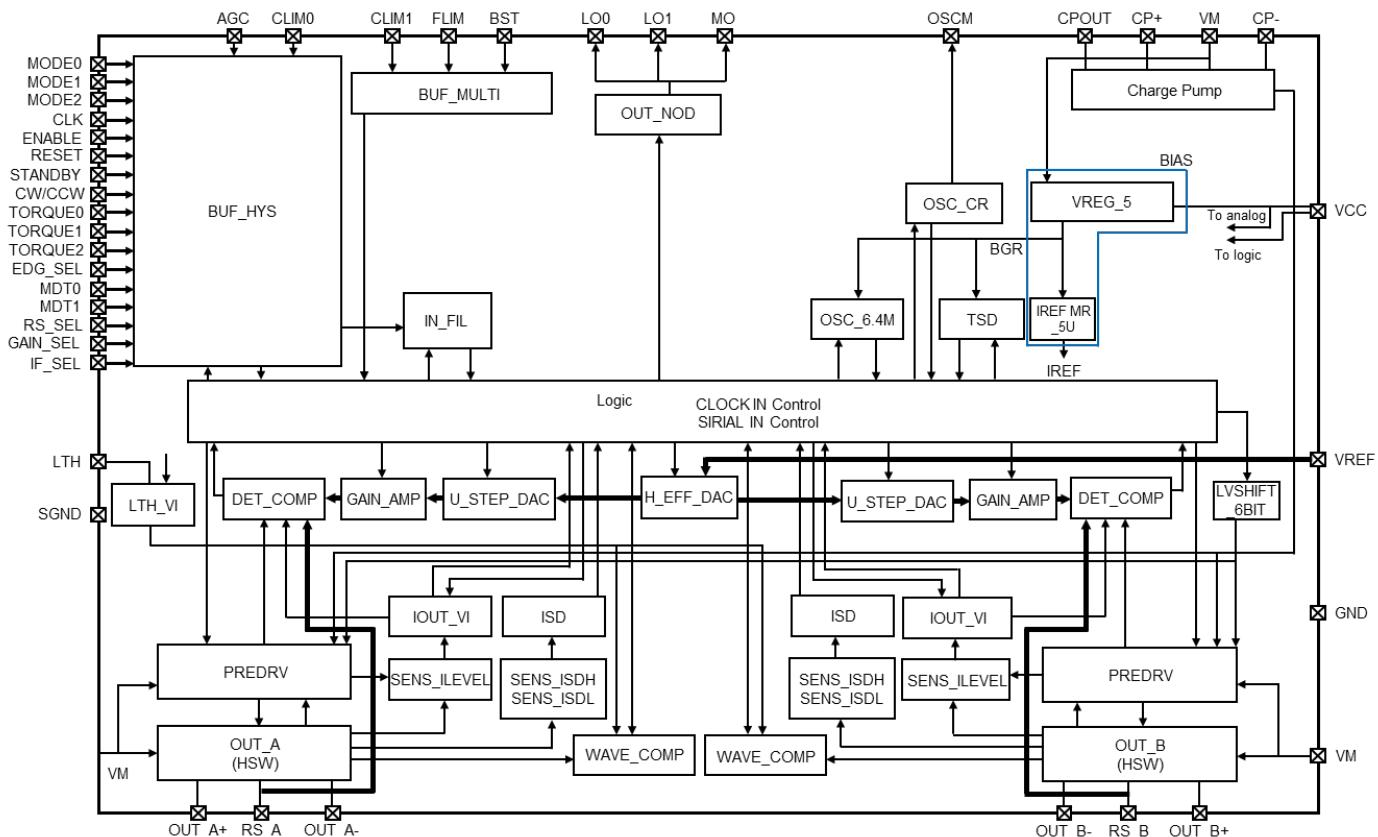


図 5.1 ブロック図

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: TB67S128FTG では GND 配線はベタ配線とし、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。

6. 入出力等価回路

表 6.1 入出力等価回路 1

端子名称	入出力信号	入出力等価回路
MODE0、1、2 CLK ENABLE RESET CW/CCW TORQE0、1、2 EDG_SEL MDTO、1 RS_SEL GAIN_SEL IF_SEL STANDBY CLIMO AGC	ロジック入力端子電圧 VIH: 2.0 V (最小) ~ 5.5 V (最大) VIL: 0 V (最小) ~ 0.8 V (最大)	<p>ロジック入力端子 1 kΩ</p> <p>100 kΩ</p> <p>GND</p>
LO0、1 MO	ロジック出力端子 (VOH/VOL) (プルアップ抵抗: 10 k ~ 100 kΩ)	<p>ロジック出力端子</p> <p>GND</p>
VCC VREF	VCC 電圧範囲 4.75 V (最小) 5.0 V (標準) 5.25 V (最大) VREF 電圧範囲 0 V ~ 3.6 V	<p>VCC</p> <p>VREF</p> <p>1 kΩ</p> <p>GND</p>
OSCM	OSCM 周波数設定範囲 0.64 MHz (最小) 1.12 MHz (標準) 2.4 MHz (最大)	<p>OSCM</p> <p>500 pF</p> <p>1 kΩ</p> <p>GND</p>
OUT_A+ OUT_A- OUT_B+ OUT_B- RS_A RS_B	VM 電源電圧範囲 6.5 V (最小) ~ 44V (最大)	<p>VM</p> <p>OUT_x+</p> <p>GND</p> <p>RS_x</p> <p>OUT_x-</p> <p>x = A または B</p>

端子名称	入出力信号	入出力等価回路
CLIM1 FLIM BST	マルチステート入力端子電圧 VCC に接続 GND に接続 100 kΩ プルアップ抵抗で VCC に接続 100 kΩ プルダウン抵抗で GND に接続 (抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。)	
LTH	100 kΩ プルダウン抵抗で GND に接続 (抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。)	
CPOUT CP+ CP-	VM 電源電圧範囲 6.5 V (最小) ~ 44 V (最大) 出力端子電圧 11.2 V (最小) ~ 48.7 V (最大)	

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. インターフェースセレクトファンクション

CLK モードまたはシリアルモードの選択が可能です。

表 7.1 インターフェースセレクトファンクション

IF_SEL 端子入力	ファンクション
L	CLK モード
H	シリアルモード

8. ファンクション説明 1 (CLK モード、IF_SEL = L のとき)

8.1. CLK ファンクション

CLK 信号の立ち上がりエッジごとに電気角が 1 つ進みます。

表 8.1 EDG_SEL 端子 = L のとき (シングルエッジ)

CLK 端子入力	ファンクション
立ち上がりエッジ	電気角が 1 つ進む
立ち下がりエッジ	(変化なし)

表 8.2 EDG_SEL 端子 = H のとき (ダブルエッジ)

CLK 端子入力	ファンクション
立ち上がりエッジ	電気角が 1 つ進む
立ち下がりエッジ	電気角が 1 つ進む

8.2. ENABLE 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。ENABLE 端子を H にすることでモーター動作が開始され、L に設定することでモーター動作が停止します。(OFF 状態では、出力 MOSFET が全て OFF しハイインピーダンス(以下 Hi-Z)となります。)

なお、VM 動作電圧範囲外でのモーター動作を防ぐために、電源の立ち上げや立ち下げ時には ENABLE 端子を L に設定し、VM 電圧が実際に使用する電圧で安定した後、H に切り替えることを推奨します。

表 8.3 ENABLE ファンクション

ENABLE 端子入力	ファンクション
L	OFF (Hi-Z モード)
H	ON (通常動作モード)

8.3. CW/CCW ファンクションと出力端子ファンクション (Charge 開始時の出力)

CW/CCW 端子はモーターの回転方向を制御します。H に設定すると、OUT_A の電流が 90°の位相差で最初に出力されます。L に設定すると、OUT_B の電流が最初に 90°の位相差で出力されます。

表 8.4 CW/CCW ファンクションと出力端子ファンクション

CW/CCW 端子入力	OUT_x+	OUT_x-
L: 反時計回り (CCW)	L	H
H: 時計回り (CW)	H	L

注: x = A または B

8.4. ステップ分解能選択ファンクション

ステップ分解能(励磁設定)を切り替えます。MODE0、1、2 の変更は、動作中に切り替えていただいても問題はありません。次のステップは切り替え前後で最も近い電気角の電流に移行します。

表 8.5 ステップ分解能選択ファンクション

MODE2 端子入力	MODE1 端子入力	MODE0 端子入力	ファンクション
L	L	L	1/1 ステップ設定 (2 相励磁)
L	L	H	1/2 ステップ設定 (1-2 相励磁)
L	H	L	1/4 ステップ設定 (W1-2 相励磁)
L	H	H	1/8 ステップ設定 (2W1-2 相励磁)
H	L	L	1/16 ステップ設定 (4W1-2 相励磁)
H	L	H	1/32 ステップ設定 (8W1-2 相励磁)
H	H	L	1/64 ステップ設定 (16W1-2 相励磁)
H	H	H	1/128 ステップ設定 (32W1-2 相励磁)

8.5. ステップ分解能設定と初期角度のタイミングチャート

8.5.1. [1/1 ステップ (2 相励磁)]

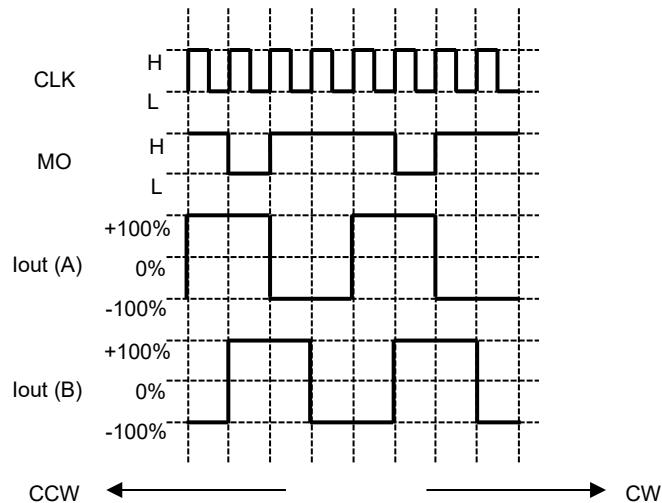


図 8.1 1/1 ステップ (2 相励磁)

8.5.2. [1/2 ステップ相励磁 (1/2 相励磁)]

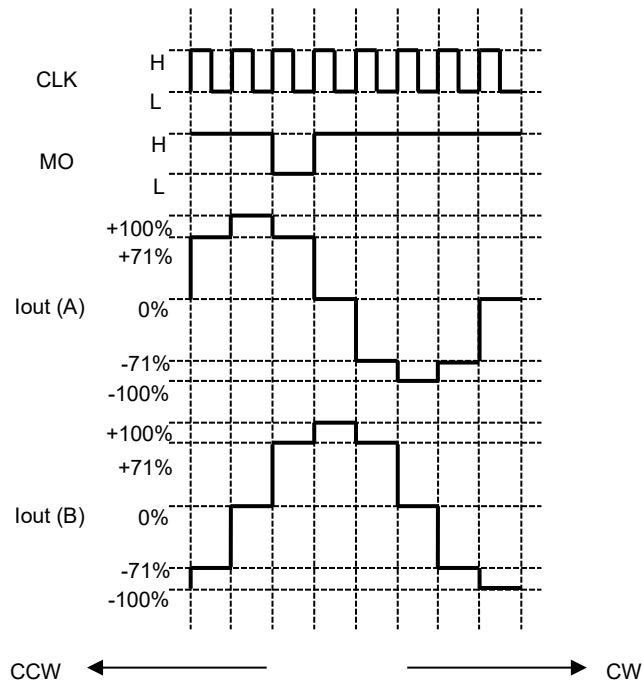


図 8.2 1/2 ステップ相励磁 (1/2 相励磁)

注: タイミングチャートの MO は、MO 端子をプルアップしたときの出力です。

注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

8.5.3. [1/4 ステップ (W1-2 相励磁)]

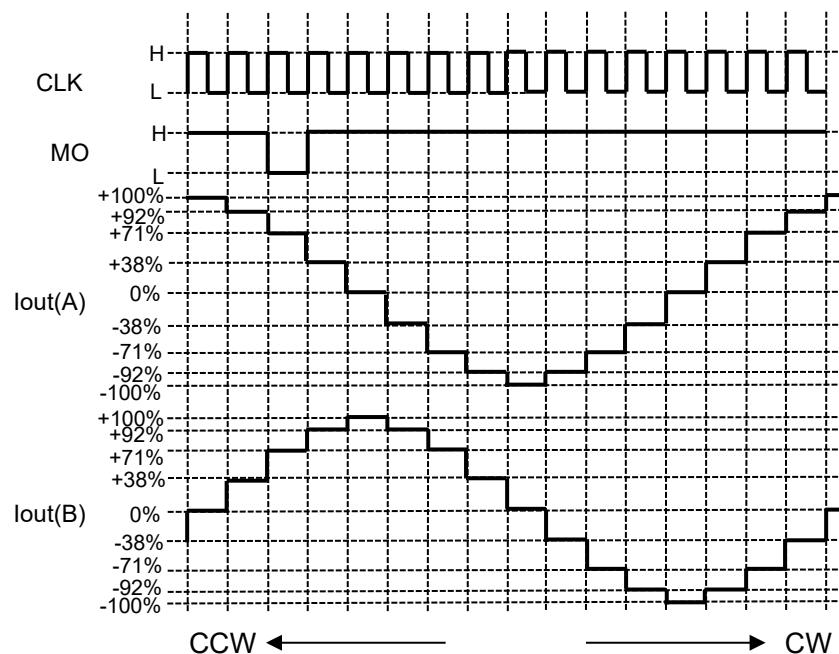


図 8.3 1/4 ステップ (W1-2 相励磁)

注: タイミングチャートの MO は、MO 端子をプルアップしたときの出力です。

注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

8.5.4. [1/8 ステップ (2W1-2 相励磁)]

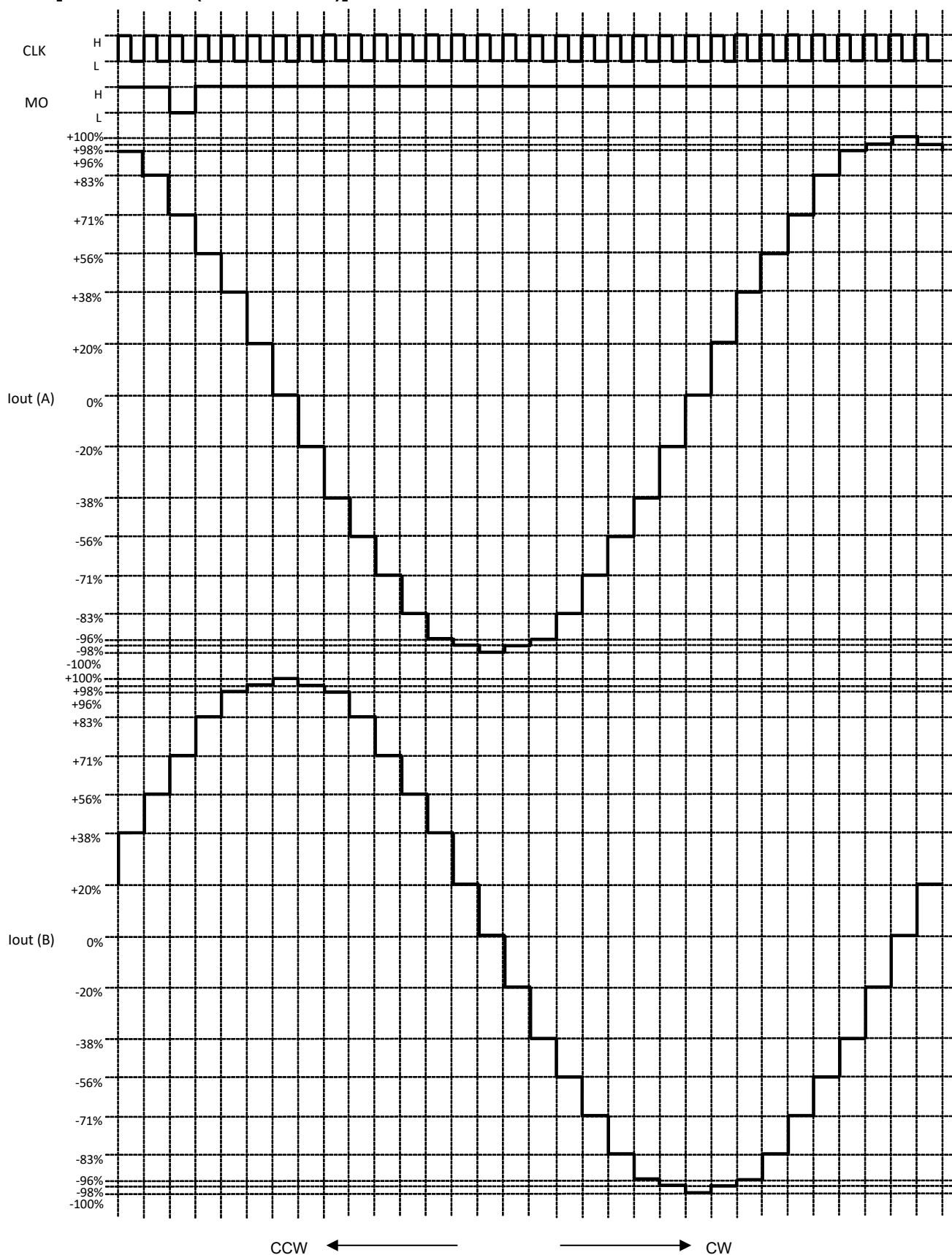


図 8.4 1/8 ステップ (2W1-2 相励磁)

注: タイミングチャートの MO は、MO 端子をプルアップしたときの出力です。

注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

8.5.5. [1/16 ステップ (4W1-2 相励磁)]

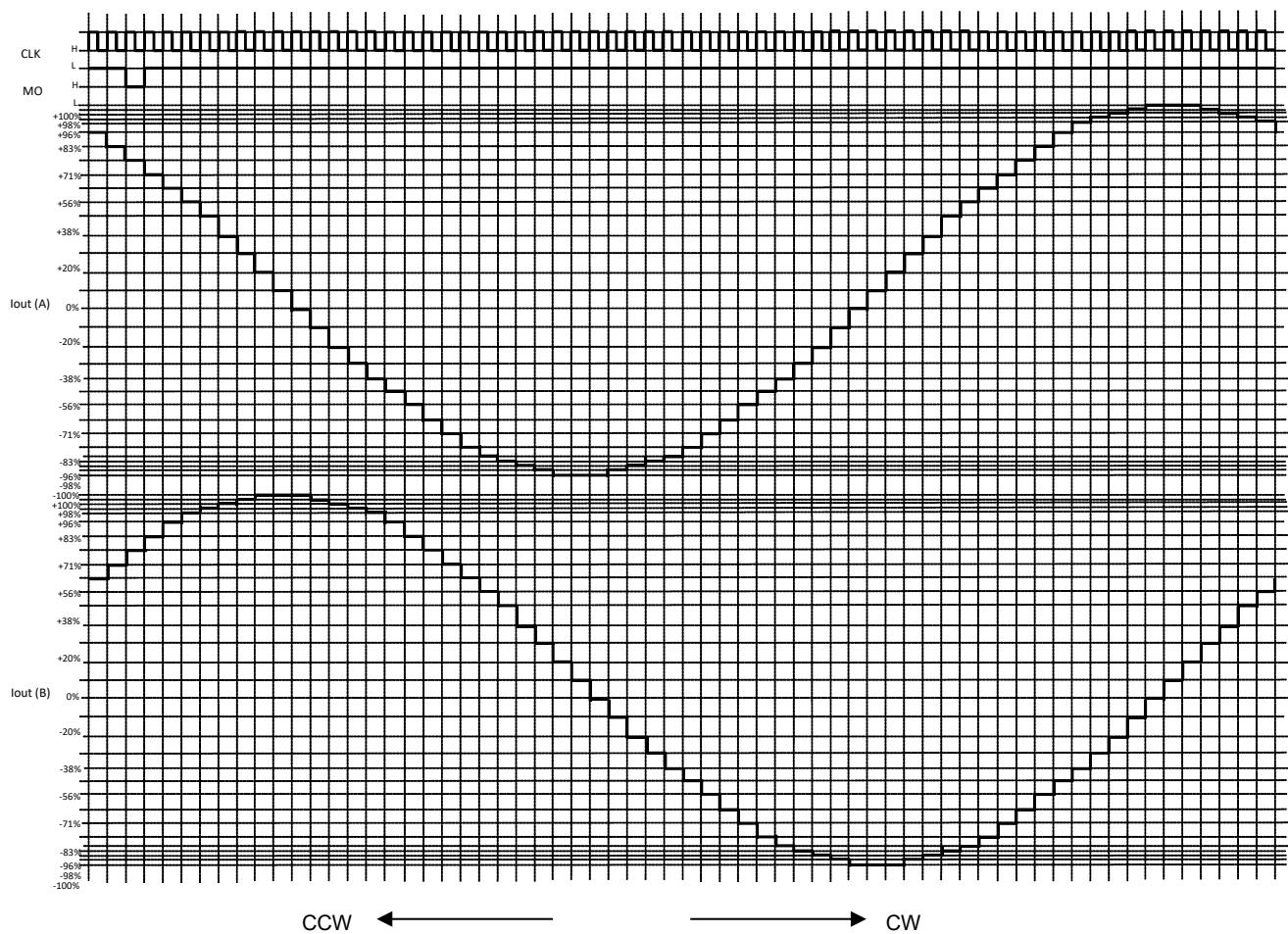


図 8.5 1/16 ステップ (4W1-2 相励磁)

注: タイミングチャートの MO は、MO 端子をプルアップしたときの出力です。

注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

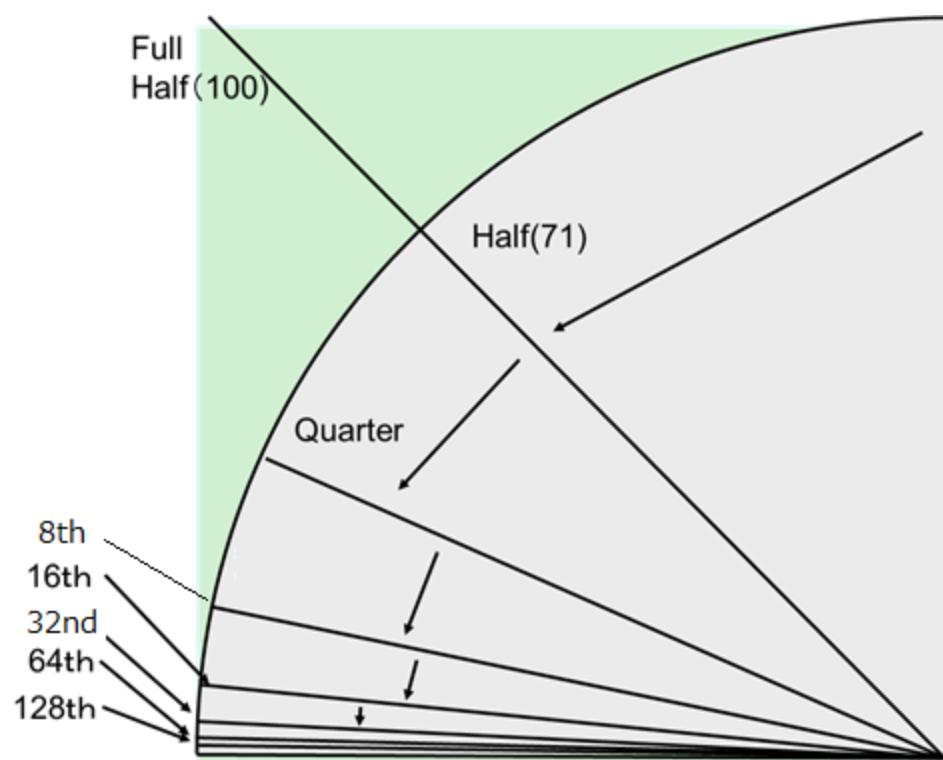


図 8.6 ステップ分解能

8.6. ステップ設定と電流パーセンテージ

表 8.6 ステップ設定と電流パーセンテージ

Current (%)	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
100%	○	○	○	○	○	○	○	○
99%					○	○	○	○
98%				○	○	○	○	○
97%					○	○	○	○
96%				○	○	○	○	○
95%							○	○
94%						○	○	○
93%							○	○
92%		○				○	○	○
91%							○	○
90%					○	○	○	○
89%							○	○
88%						○	○	○
87%							○	○
86%						○	○	○
85%								○
84%							○	○
83%			○	○	○	○	○	○
82%							○	○
81%								○
80%						○	○	○
79%							○	○
78%								○
77%				○	○	○	○	○
76%							○	○
75%								○
74%						○	○	○
73%								○
72%							○	○
71%	○	○	○	○	○	○	○	○
70%								○
69%							○	○
68%								○
67%						○	○	○
66%								○
65%							○	○
64%								○
63%				○	○	○	○	○
62%							○	○
61%								○
60%						○	○	○

Current (%)	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
59%								○
58%							○	○
57%								○
56%				○	○	○	○	○
55%								○
53%							○	○
52%								○
51%						○	○	○
50%								○
49%							○	○
48%								○
47%					○	○	○	○
46%								○
45%							○	○
44%								○
43%						○	○	○
42%								○
41%							○	○
39%								○
38%			○	○	○	○	○	○
37%								○
36%							○	○
35%								○
34%						○	○	○
33%								○
31%							○	○
30%								○
29%					○	○	○	○
28%								○
27%							○	○
25%						○		○
24%							○	○
23%								○
22%							○	○
21%								○
20%				○	○	○	○	○
18%								○
17%							○	○
16%								○
15%						○	○	○
13%								○
12%							○	○
11%								○
10%					○	○	○	○

Current (%)	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
9%								○
7%							○	○
6%								○
5%						○	○	○
4%								○
2%							○	○
1%								○
0%		○	○	○	○	○	○	○

8.7. 励磁方式と設定電流値について

表 8.7 励磁方式と設定電流値

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full		
	Ach (%)	Bch (%)															
—																	
θ0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	
θ1	100	1															
θ2	100	2	100	2													
θ3	100	4															
θ4	100	5	100	5	100	5											
θ5	100	6															
θ6	100	7	100	7													
θ7	100	9															
θ8	100	10	100	10	100	10	100	10									
θ9	99	11															
θ10	99	12	99	12													
θ11	99	13															
θ12	99	15	99	15	99	15											
θ13	99	16															
θ14	99	17	99	17													
θ15	98	18															
θ16	98	20	98	20	98	20	98	20	98	20							
θ17	98	21															
θ18	98	22	98	22													
θ19	97	23															
θ20	97	24	97	24	97	24											
θ21	97	25															
θ22	96	27	96	27													
θ23	96	28															
θ24	96	29	96	29	96	29	96	29									
θ25	95	30															
θ26	95	31	95	31													
θ27	95	33															
θ28	94	34	94	34	94	34											
θ29	94	35															
θ30	93	36	93	36													
θ31	93	37															
θ32	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38					
θ33	92	39															

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
	Ach (%)	Bch (%)														
034	91	41	91	41												
035	91	42														
036	90	43	90	43	90	43										
037	90	44														
038	89	45	89	45												
039	89	46														
040	88	47	88	47	88	47	88	47								
041	88	48														
042	87	49	87	49												
043	86	50														
044	86	51	86	51	86	51										
045	85	52														
046	84	53	84	53												
047	84	55														
048	83	56	83	56	83	56	83	56	83	56						
049	82	57														
050	82	58	82	58												
051	81	59														
052	80	60	80	60	80	60										
053	80	61														
054	79	62	79	62												
055	78	62														
056	77	63	77	63	77	63	77	63								
057	77	64														
058	76	65	76	65												
059	75	66														
060	74	67	74	67	74	67										
061	73	68														
062	72	69	72	69												
063	72	70														
064	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	100	100
065	70	72														
066	69	72	69	72												
067	68	73														
068	67	74	67	74	67	74										
069	66	75														

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
	Ach (%)	Bch (%)														
070	65	76	65	76												
071	64	77														
072	63	77	63	77	63	77	63	77								
073	62	78														
074	62	79	62	79												
075	61	80														
076	60	80	60	80	60	80										
077	59	81														
078	58	82	58	82												
079	57	82														
080	56	83	56	83	56	83	56	83	56	83						
081	55	84														
082	53	84	53	84												
083	52	85														
084	51	86	51	86	51	86										
085	50	86														
086	49	87	49	87												
087	48	88														
088	47	88	47	88	47	88	47	88								
089	46	89														
090	45	89	45	89												
091	44	90														
092	43	90	43	90	43	90										
093	42	91														
094	41	91	41	91												
095	39	92														
096	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92				
097	37	93														
098	36	93	36	93												
099	35	94														
0100	34	94	34	94	34	94										
0101	33	95														
0102	31	95	31	95												
0103	30	95														
0104	29	96	29	96	29	96	29	96								
0105	28	96														

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
	Ach (%)	Bch (%)														
θ106	27	96	27	96												
θ107	25	97														
θ108	24	97	24	97	24	97										
θ109	23	97														
θ110	22	98	22	98												
θ111	21	98														
θ112	20	98	20	98	20	98	20	98	20	98						
θ113	18	98														
θ114	17	99	17	99												
θ115	16	99														
θ116	15	99	15	99	15	99										
θ117	13	99														
θ118	12	99	12	99												
θ119	11	99														
θ120	10	100	10	100	10	100	10	100								
θ121	9	100														
θ122	7	100	7	100												
θ123	6	100														
θ124	5	100	5	100	5	100										
θ125	4	100														
θ126	2	100	2	100												
θ127	1	100														
θ128	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100		

8.8. RESET ファンクション

内部の電気角を初期電気角に設定します。

表 8.8 RESET ファンクション

RESET 端子入力	ファンクション
L	通常動作モード
H	電気角の初期化

注: RESET 端子には IC 内部に $0.625 \mu\text{s}$ ($\pm 20\%$) のデジタルフィルターが設定されています。

RESET 端子を H に設定した際の A 相、B 相の電流は以下のとおりです。なお、MO 端子は電気角が初期電気角の場合に L となります。

表 8.9 RESET 時の各相電流

ステップ分解能設定 (励磁モード)	A 相電流設定	B 相電流設定	初期電気角
1/1 ステップ設定 (2 相励磁)	100%	100%	45°
1/2 ステップ設定 (1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/4 ステップ設定 (W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/8 ステップ設定 (2W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/16 ステップ設定 (4W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/32 ステップ設定 (8W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/64 ステップ設定 (16W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/128 ステップ設定 (32W1-2 相励磁)	71%	71%	45°

8.9. トルクファンクション

本端子で、モーターのトルクを設定します。

表 8.10 トルクファンクション

TORQE2 端子入力	TORQE1 端子入力	TORQE0 端子入力	ファンクション
L	L	L	トルク設定: 100%
L	L	H	トルク設定: 85%
L	H	L	トルク設定: 70%
L	H	H	トルク設定: 60%
H	L	L	トルク設定: 50%
H	L	H	トルク設定: 40%
H	H	L	トルク設定: 25%
H	H	H	トルク設定: 10%

8.10. CLK エッジファンクション

モーターを進角する CLK エッジの選択が可能です。CLK 信号の立ち上がりエッジまたは両エッジ(立ち上がりと立ち下がり)を選択できます。

表 8.11 CLK エッジファンクション

EDG_SEL 端子入力	ファンクション
L	シングルエッジ (CLK 信号の立ち上がりエッジ)
H	デュアルエッジ (CLK 信号の立ち上がりと立ち下がりエッジ)

8.11. RS ファンクション

ACDS モードまたは外付け RS 抵抗モードの選択が可能です。

表 8.12 RS ファンクション

RS_SEL 端子入力	ファンクション
L	ACDS (RS 抵抗レス)モード
H	外付け RS 抵抗モード

注: RS 機能に応じて基板パターンを作成してください。ACDS モード時は、RS_A,RS_B を GND に接続、外付け RS 抵抗モード時は、RS_A、RS_B と GND 間に、センス抵抗を接続してください。

8.12. ゲインファンクション

Vref(gain)値を 1/5 または 1/10 から選択が可能です。

表 8.13 ゲインファンクション

GAIN_SEL 端子入力	ファンクション
L	Vref(gain) = 1/5
H	Vref(gain) = 1/10

8.13. 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、Slow Decay、Fast Decay の 2 つの Decay 制御を切り替えることで実現します。このファンクションで、MDT0 端子、MDT1 の 2 端子によりこの Slow Decay、Fast Decay の比率を 4 つの設定から選択することが可能となります。

表 8.14 Selectable Mixed Decay ファンクション

MDT1 端子入力	MDT0 端子入力	ファンクション
L	L	Fast Decay: 37.5% (Fast Decay = OSCM × 6)
L	H	Fast Decay: 50% (Fast Decay = OSCM × 8)
H	L	Fast Decay only
H	H	ADMD

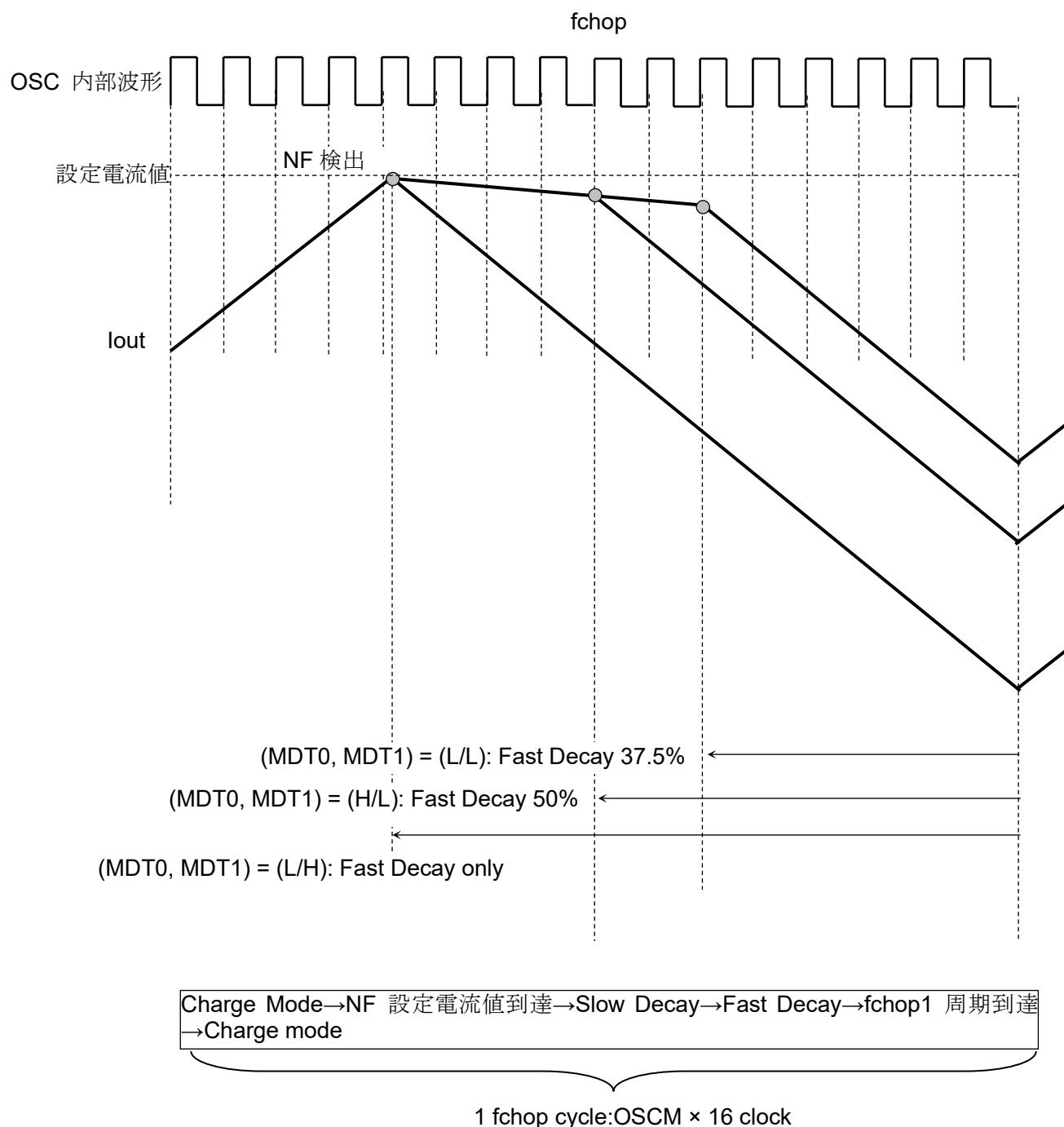


図 8.7 Selectable Mixed Decay ファンクション

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。

8.14. Mixed Decay 波形 (電流波形)

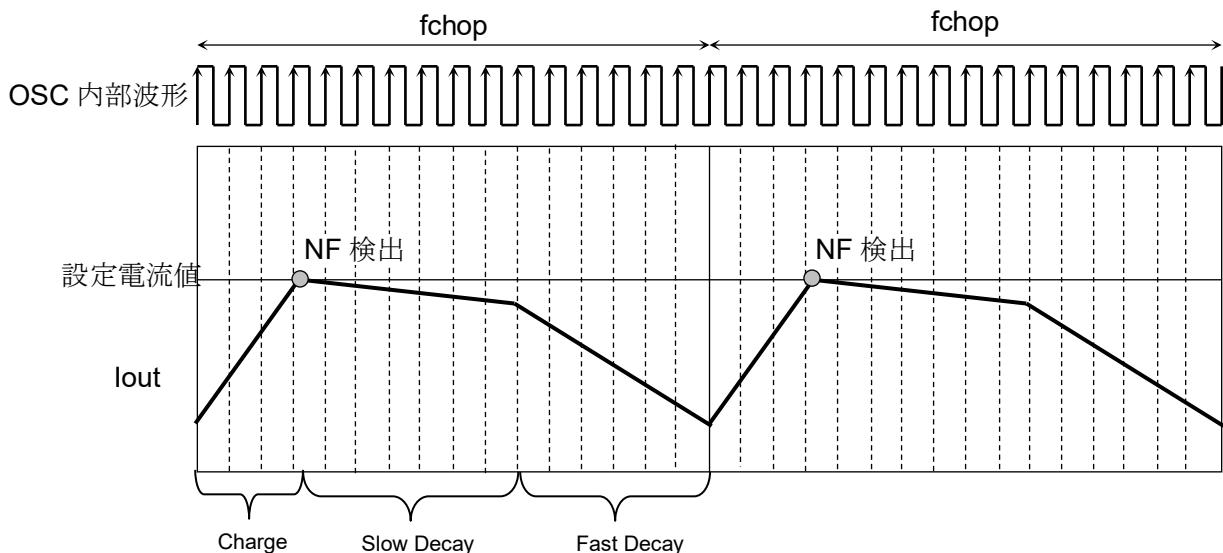


図 8.8 Mixed Decay 波形 (電流波形)

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。

8.14.1. 定電流 PWM 動作の各時間について

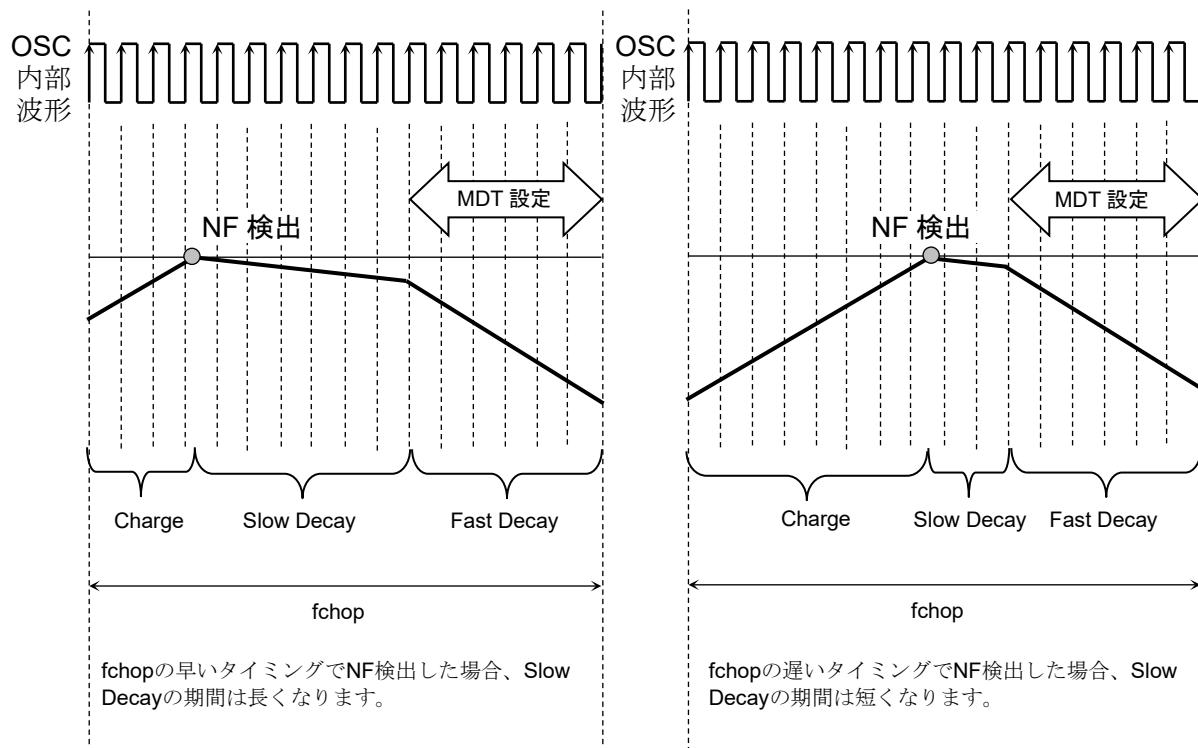


図 8.9 定電流 PWM 動作の各時間

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 (fchop) 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、fchop 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、MDT0 端子、MDT1 端子の設定により変更することができます。)

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。

8.14.2. 定電流 PWM ファンクションとタイミング

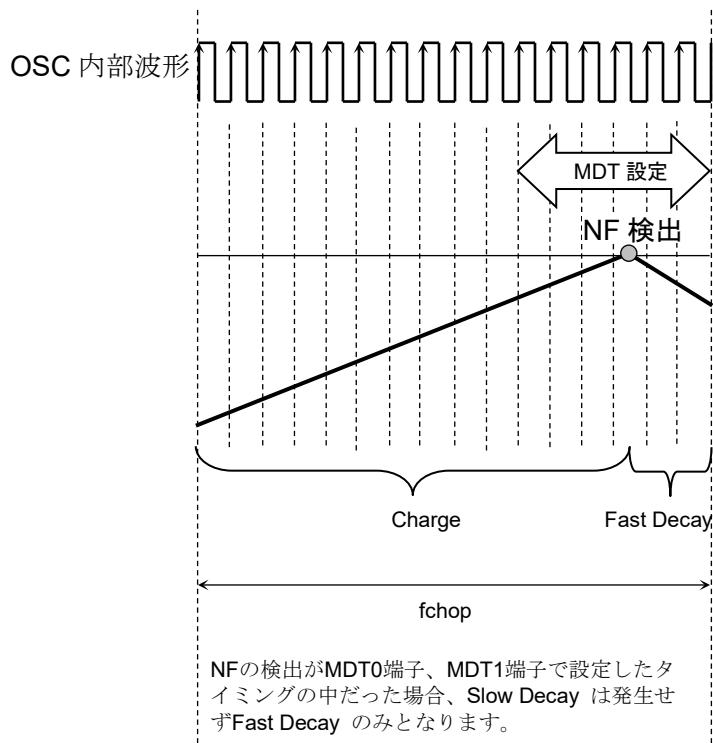


図 8.10 定電流 PWM ファンクションとタイミング

注: タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

8.15. Mixed Decay 電流波形

8.15.1. 設定電流値が増加方向の場合

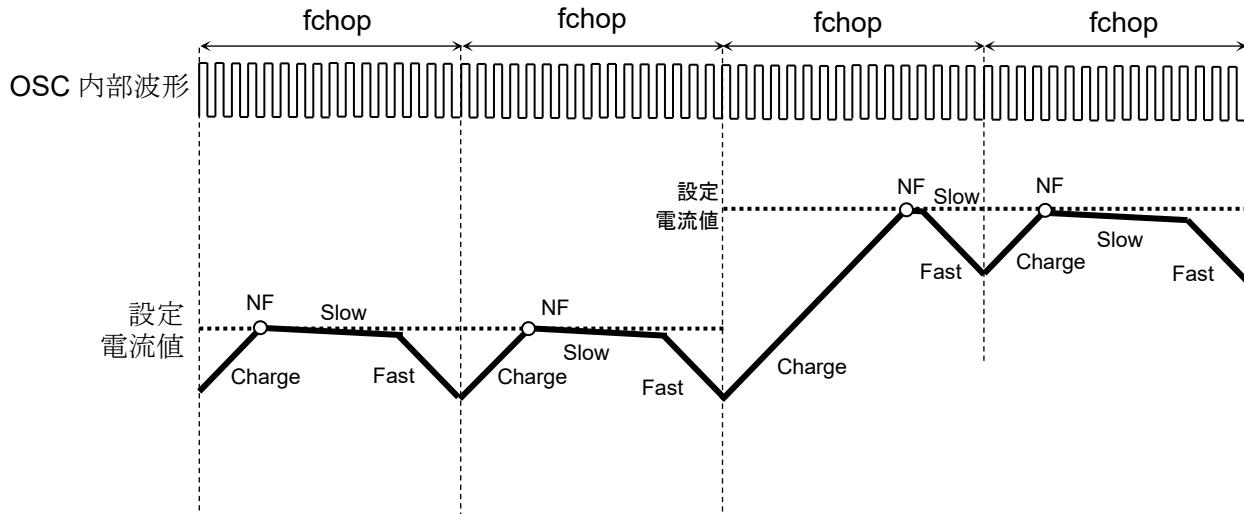


図 8.11 設定電流値が増加方向の場合

8.15.2. Charge 時間が fchop 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 時間）が、設定されたチョッピング周期（fchop）の 1 サイクルを超える場合、次の fchop 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。

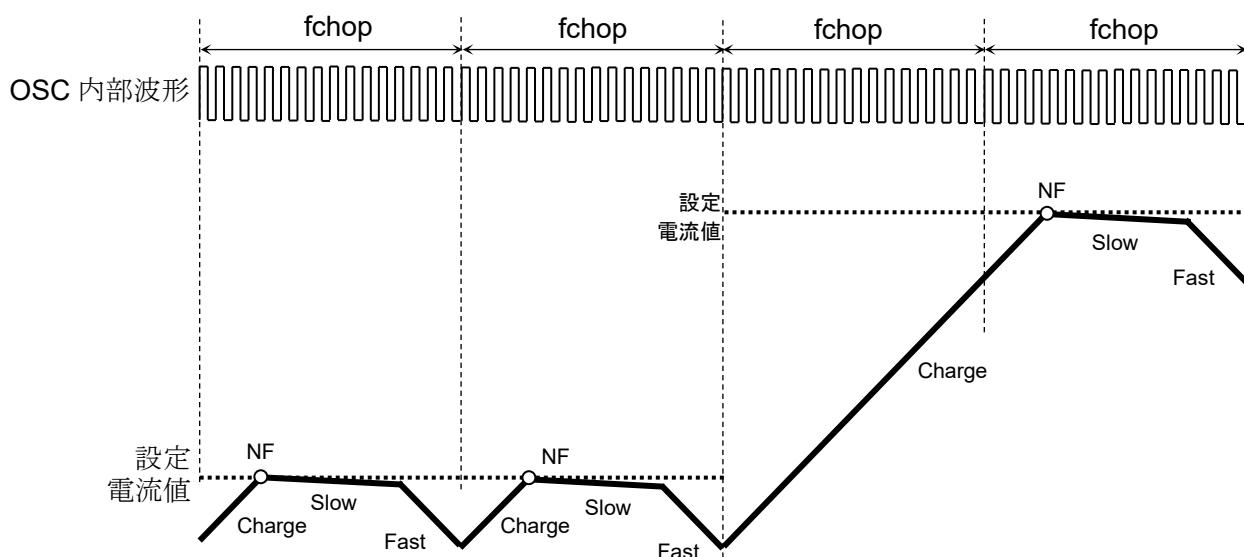


図 8.12 Charge 時間が fchop 1 周期以上の場合

8.15.3. 設定電流値が減少方向の場合

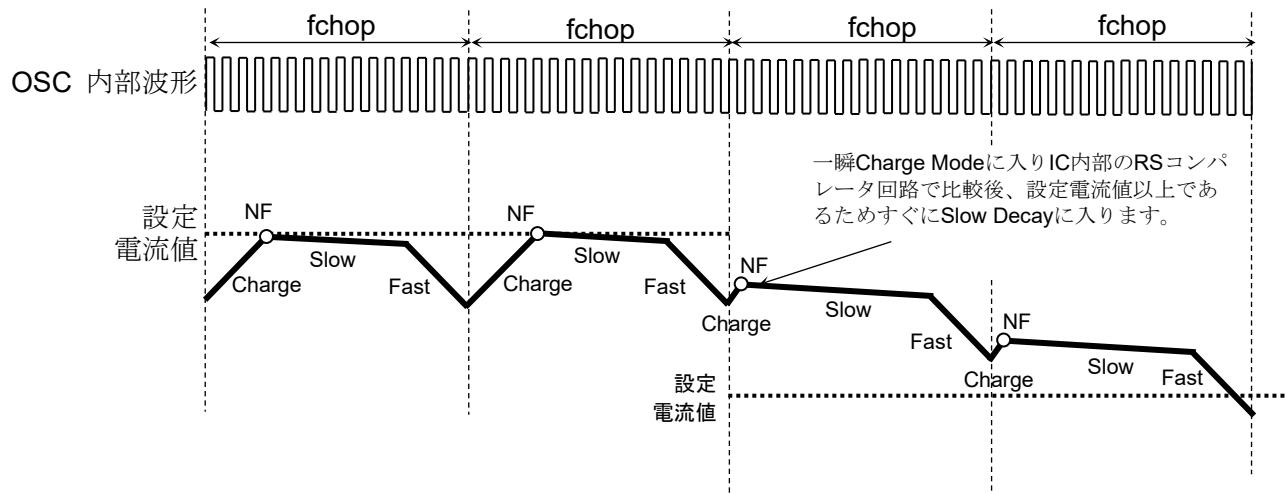


図 8.13 設定電流値が減少方向の場合

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。

8.16. ADMD (Advanced Dynamic Mixed Decay) 定電流制御 (MDT0 端子 = H、MDT1 端子 = H)

ADMD 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。

ADMD の基本シーケンスは下記のとおりです。

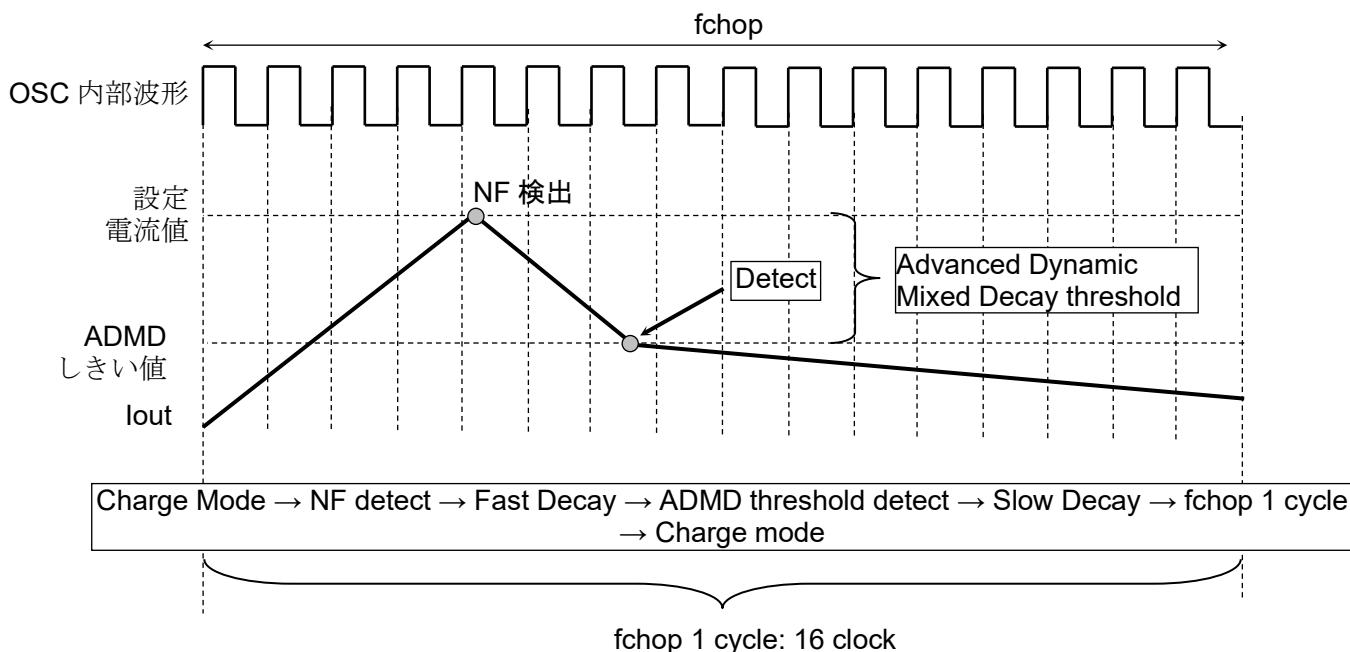


図 8.14 ADMD (Advanced Dynamic Mixed Decay) 定電流制御

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。

8.16.1. Auto Decay Mode 電流波形 1

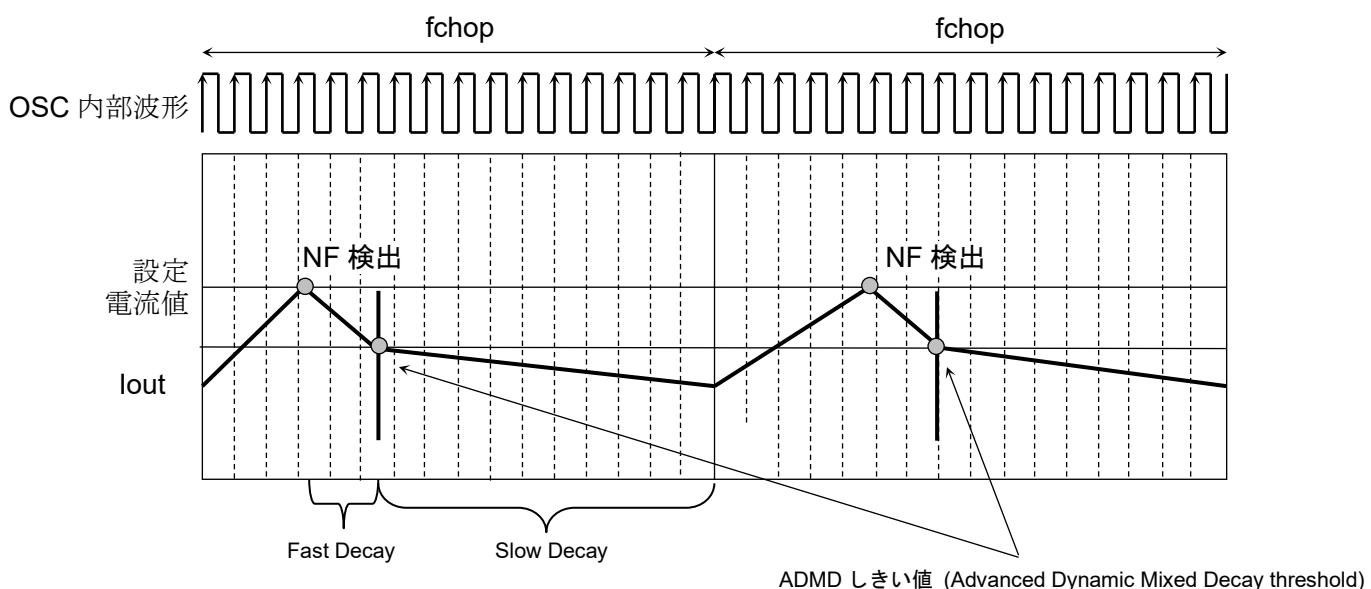


図 8.15 Auto Decay Mode 電流波形 1

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。

8.16.2. Auto Decay Mode 電流波形 2

8.16.2.1. 設定電流値が増加方向の場合

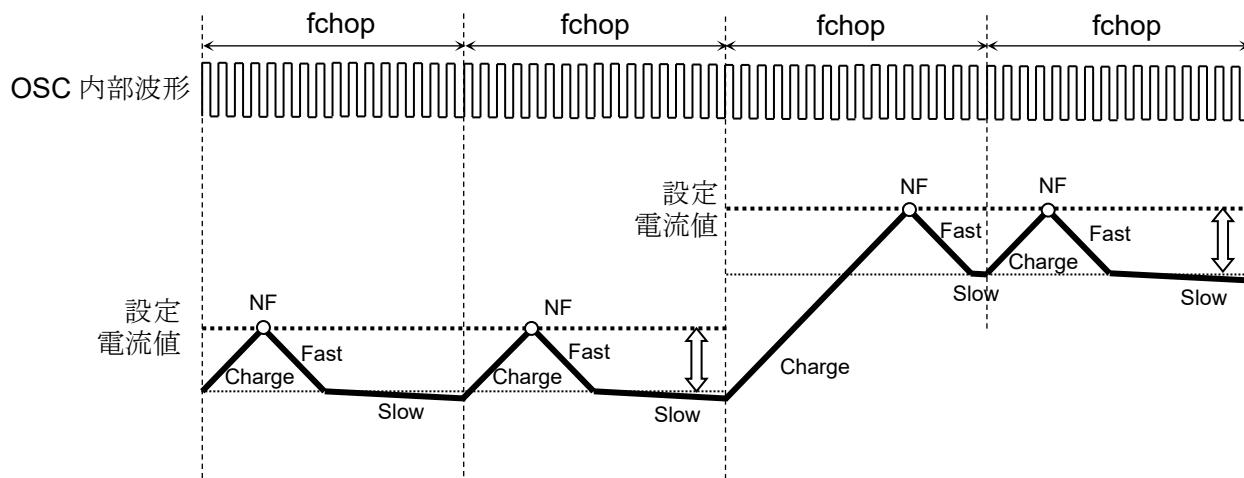


図 8.16 設定電流値が増加方向の場合

8.16.2.2. Charge 期間が fchop 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 (fchop) の 1 サイクルを超える場合、次の fchop サイクルも Charge が継続し、NF 到達後に ADMD 制御へ移行します。

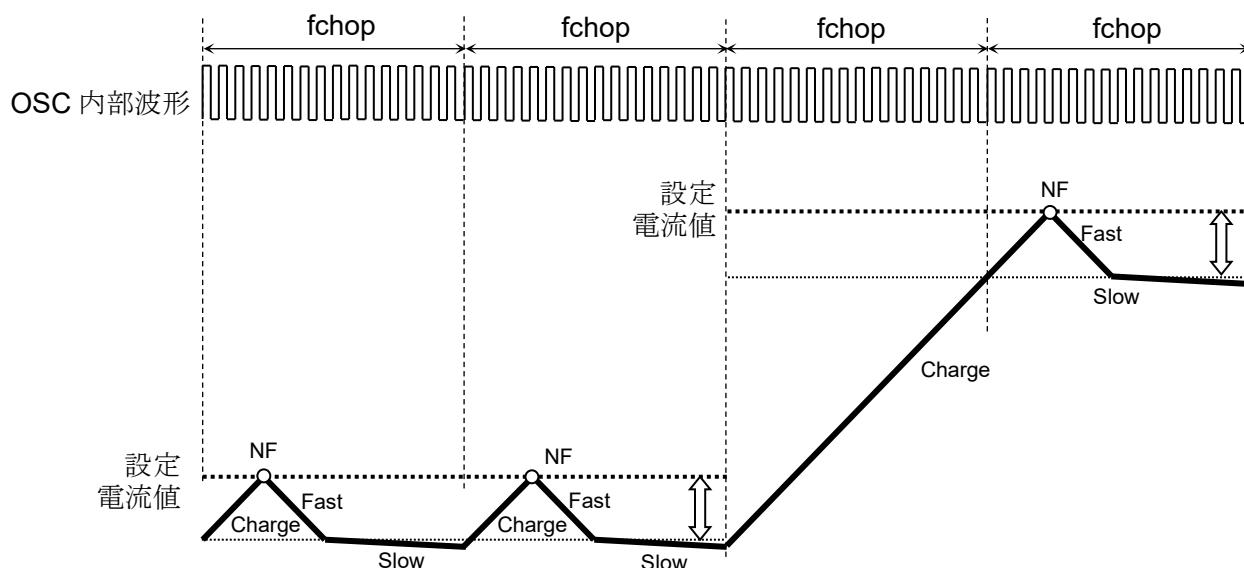


図 8.17 Charge 期間が fchop 1 周期以上の場合

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。

8.16.2.3. 設定電流値が減少方向の場合

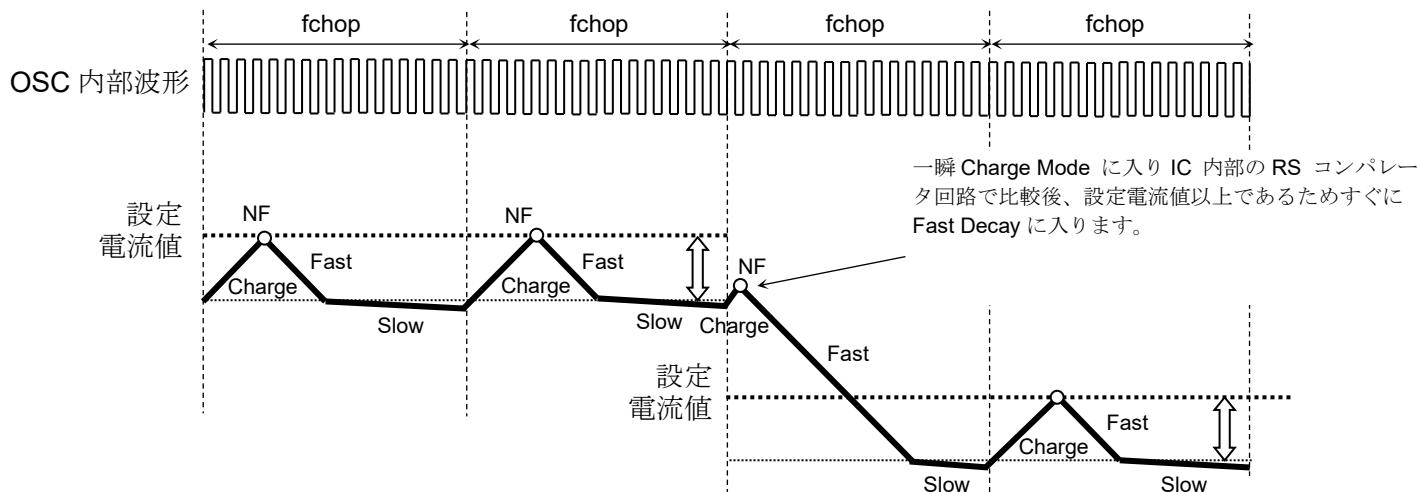


図 8.18 設定電流値が減少方向の場合

8.16.2.4. Fast 期間が fchop 1 周期以上の場合

(fchop1 周期内に ADMD しきい値の出力電流が到達しない)

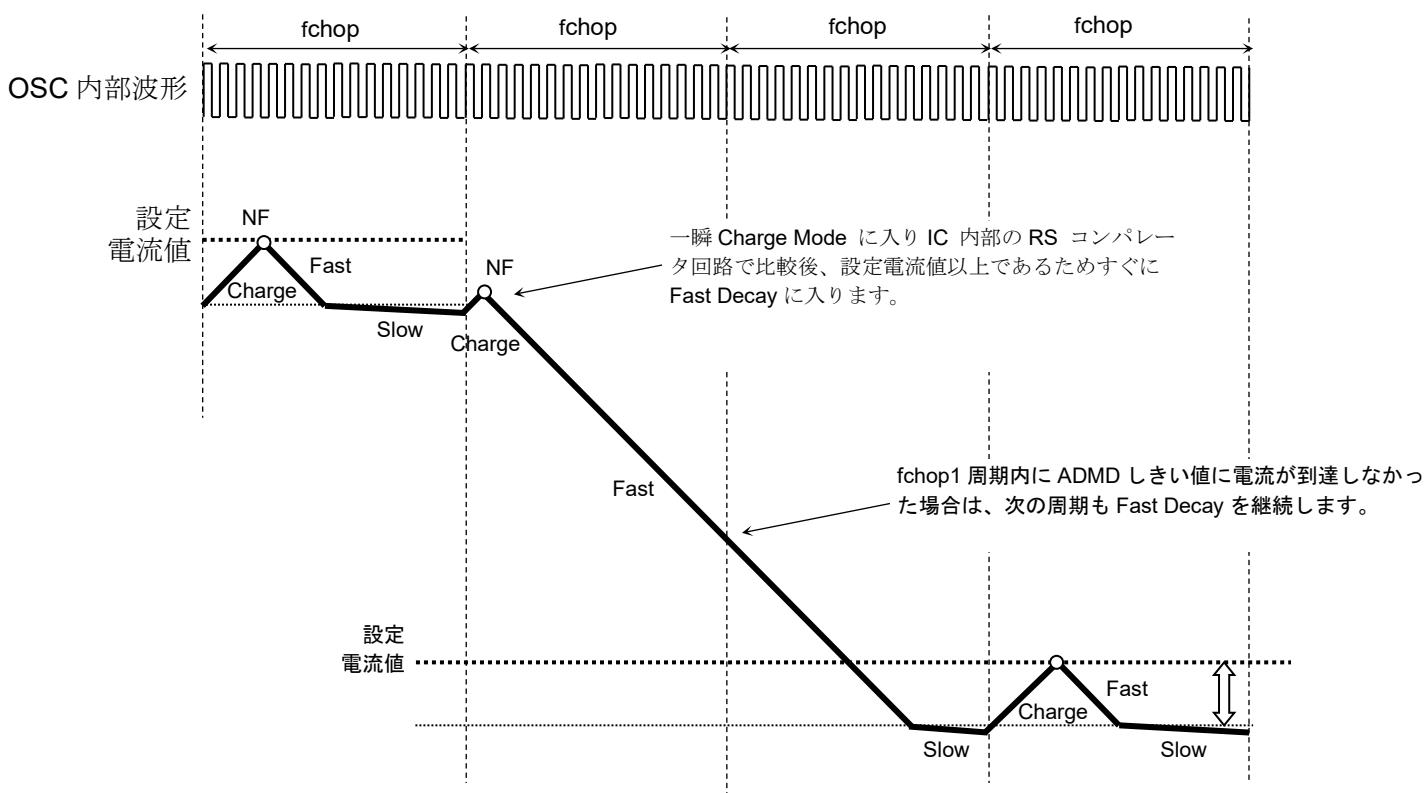


図 8.19 Fast 期間が fchop 1 周期以上の場合
(fchop1 周期内に ADMD しきい値の出力電流が到達しない)

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。

9. ファンクション説明 2(シリアルモード、IF_SEL 端子 = H のとき)

IF_SEL 端子 = H の場合に、インターフェースがシリアルモードとなります。データ設定とモーター制御は、以下の 32 ビットのシリアルフォーマットで行います。

BANK_EN 端子が”L”のときは初期設定が行われ、BANK_EN 端子が”H”のときはモーター制御となります。

モーター制御は、シリアル設定で各電流値を設定し、LATCH 信号のタイミングで設定された電流値に出力電流が更新されます。

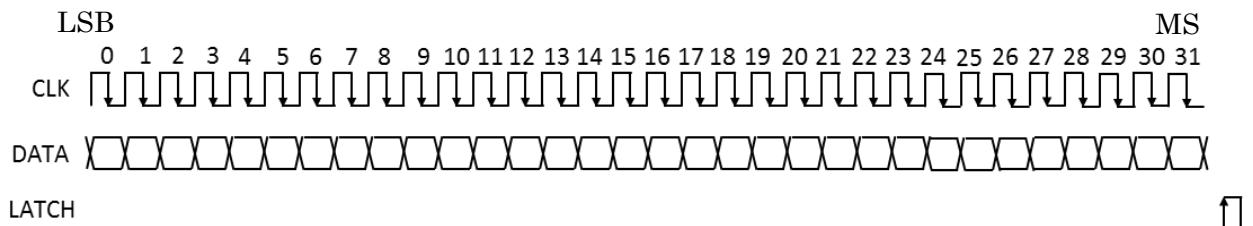


図 9.1 LATCH 信号のタイミング

表 9.1 BANK_EN 端子 = L: 初期設定

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	AGC	CLI M0	CLI M1	CLI M2	FLI M0	FLI M1	BST 0	BST 1	0	0	RS SEL	GAIN SEL	0	0

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注: 初期セットアップの設定は、CLK モードでの端子設定と同じです。

表 9.2 BANK_EN 端子 = H: モーター制御

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	TOR QE0	TOR QE1	TOR QE2	0	MDT A0	MDT A1	PHA	CA0	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
CA7	CA8	CA9	MDT B0	MDT B1	PHB	CB0	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9

注: コマンドが発行されるたびに、1 ステップずつ電流設定が転送されます。

9.1. BANK_EN 端子 = H のときのレジスター説明

BANK_EN 端子 = H のときのレジスターは下記のとおりです。

9.1.1. PHx (x = A または B)

出力電流の極性をチャネルごとに選択することができます。

表 9.3 PHx (x = A または B)

PHx レジスター設定	ファンクション
L	出力電流極性をマイナス方向にする
H	出力電流極性をプラス方向にする

9.1.2. Cx0 ~ Cx9 (x = A または B)

電流制御のための DAC 出力をチャネルごとに設定することができます。
DAC の設定と電流の関係は、下記のとおりです。

A) 外付けセンス抵抗モード

$$I_{out}(\text{最大}) = V_{ref(gain)} \times \frac{V_{ref(V)}}{R_S(\Omega)} \times \frac{Cx[9:0]}{1023}$$

× トルクファンクションのトルク設定 (%)

(x = A または B)

B) RS レスモード (ACDS)

$$V_{ref(gain)} = \frac{1}{5} \text{ (標準)} \quad (\text{GAIN_SEL 端子} = \text{L}) \text{ のとき},$$

$$I_{out}(\text{最大}) = 1.56 \times V_{ref(V)} \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{トルクファンクションのトルク設定 (%)}$$

$$V_{ref(gain)} = \frac{1}{10} \text{ (標準)} \quad (\text{GAIN_SEL 端子} = \text{H}) \text{ のとき},$$

$$I_{out}(\text{最大}) = 0.78 \times V_{ref(V)} \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{トルクファンクションのトルク設定 (%)}$$

(x = A または B)

9.1.3. TORQE[0:2]

モーターのトルクを設定します。

表 9.4 TORQE[0:2]

TORQE2	TORQE1	TORQE0	ファンクション
0	0	0	トルク設定: 100%
0	0	1	トルク設定: 85%
0	1	0	トルク設定: 70%
0	1	1	トルク設定: 60%
1	0	0	トルク設定: 50%
1	0	1	トルク設定: 40%
1	1	0	トルク設定: 25%
1	1	1	トルク設定: 10%

9.1.4. MDT_x[0:1](x = A または B)

Selectable Mixed Decay とは、電流回生 (Decay)期間中の電流回生量を調整できる機能です。

表 9.5 MDT_x[0:1](x = A または B)

MDT_x1	MDT_x0	ファンクション
0	0	Fast Decay: 37.5% (Fast Decay = OSCM × 6)
0	1	Fast Decay: 50% (Fast Decay = OSCM × 8)
1	0	Fast Decay only
1	1	ADMD

9.1.5. RS_SEL

ACDS モードまたは外付け RS 抵抗モードの選択が可能です。

表 9.6 RS_SEL

RS_SEL	ファンクション
L	ACDS (RS 抵抗レス)モード
H	外付け RS 抵抗モード

注: RS 機能に応じて基板パターンを作成してください。ACDS モード時は、RS_A,RS_B を GND に接続、外付け RS 抵抗モード時は、RS_A、RS_B と GND 間に、センス抵抗を接続してください。

9.1.6. GAIN_SEL

Vref(gain)値を 1/5 または 1/10 から選択が可能です。

表 9.7 GAIN_SEL

GAIN_SEL	ファンクション
L	Vref(gain) = 1/5
H	Vref(gain) = 1/10

9.2. モーター駆動時のシリアル設定例

モーターを駆動するときの設定例を下記に示します。

1. BANK_EN 端子を L に設定します。この状態で AGC など初期設定を実施します。
2. その後、BANK_EN 端子を H に設定します。この状態でモーター制御の設定をして、出力段トランジスターをオンにします。
3. BANK_EN 端子を H に設定したまま 1st ~ 4th のコマンドを繰り返し発行することで、2 相励磁のシーケンスでモーターが駆動されます。

表 9.8 モーター駆動時のシリアル設定例

1st コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2nd コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3rd コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4th コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

9.3. ステッピングモーター応用機能の説明(脱調防止、電流センス抵抗レス PWM)

9.3.1. AGC(脱調防止)ファンクション

AGC 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 TB67S128FTG がモーター電流を段階的に引き下げます。

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 9.9 AGC ファンクション

AGC 端子入力	ファンクション
L	AGC: OFF
H	AGC: ON

注: 動作中に AGC は切り替えないようご注意ください。

注: AGC 端子には IC 内部で $0.625 \mu\text{s}$ ($\pm 20\%$) のデジタルフィルターが設定されています。

シリアル設定時は、以下となります。

表 9.10 AGC ファンクション (シリアル設定時)

AGC bit	ファンクション
0	AGC: OFF
1	AGC: ON

9.3.2. CLIM (AGC 下限電流リミッター)ファンクション

AGC ファンクションがオンのとき、負荷トルクに応じてドライバー側がモーター電流を段階的に引き下げます。CLIM ファンクションは、このときの電流の下限値を設定する機能です。CLIM0、CLIM1 端子により、AGC ファンクション動作時の電流下限リミッターを設定することができます。

CLIM0 端子は 2 ステート、CLIM1 端子は 4 ステート端子です。

表 9.11 CLIM ファンクション

CLIM0 端子入力	CLIM1 端子入力	ファンクション
L	VCC ショート	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 60\%$
	VCC プルアップ (100 kΩ)	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 55\%$
	GND プルダウン (100 kΩ)	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 50\%$
	GND ショート	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 45\%$
H	VCC ショート	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 80\%$
	VCC プルアップ (100 kΩ)	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 75\%$
	GND プルダウン (100 kΩ)	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 70\%$
	GND ショート	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 65\%$

注: プルアップ抵抗、プルダウン抵抗は精度が $\pm 20\%$ 以内のものを使用してください。

注: CLIM0、CLIM1 端子には IC 内部で $0.625 \mu\text{s}$ ($\pm 20\%$) のデジタルフィルターが設定されています。

シリアル設定時は、以下となります。

表 9.12 CLIM ファンクション (シリアル設定時)

CLIM2 bit	CLIM1 bit	CLIM0 bit	ファンクション
0	0	0	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 45\%$
		1	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 50\%$
	1	0	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 55\%$
		1	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 60\%$
1	0	0	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 65\%$
		1	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 70\%$
	1	0	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 75\%$
		1	AGC 下限電流リミッター: $I_{out} \times 80\%$

9.3.3. BOOST (電流補正)ファンクション

AGC ファンクションがオンのとき、負荷トルクに応じてドライバー側がモーター電流を段階的に引き下げます。モーター電流を段階的に引き下げている状態で、負荷トルクが増加すると、モーター電流を段階的に引き上げます。BST 端子により、負荷トルクが増加したときのモーター電流の引き上げ量を設定することができます。

このときの引き上げ量を BOOST ファンクションで調整することができます。BST 端子は 4 ステート端子です。

表 9.13 BOOST ファンクション

BST 端子入力	Function
VCC ショート	最大 5 段階補正 (設計値)
VCC プルアップ (100 kΩ)	最大 7 段階補正 (設計値)
GND プルダウン (100 kΩ)	最大 9 段階補正 (設計値)
GND ショート	最大 11 段階補正 (設計値)

注: 抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。

注: BST 端子には IC 内部で 0.625 μs (±20%) のデジタルフィルターが設定されています。

注: 1 段階あたりの電流の引き上げ量は VCC ショートのときが最も多く、GND ショートのときが最も少くなります。

シリアル設定時は、以下となります。

表 9.14 BOOST ファンクション (シリアル設定時)

BST1 bit	BST0 bit	Function
0	0	最大 11 段階補正 (設計値)
	1	最大 9 段階補正 (設計値)
1	0	最大 7 段階補正 (設計値)
	1	最大 5 段階補正 (設計値)

9.3.4. FLIM (AGC 周波数リミッター) ファンクション

FLIM 端子により AGC を有効にする下限周波数を設定することができます。モーター起動時の共振周波数を避けて AGC を使用する場合に有効です。

FLIM 端子は 4 ステート端子です。

表 9.15 FLIM ファンクション

FLIM 端子入力	ファンクション
VCC ショート	周波数リミッター:ON、fCLK < 675 Hz は AGC 無効
VCC プルアップ (100 kΩ)	周波数リミッター:ON、fCLK < 450 Hz は AGC 無効
GND プルダウン (100 kΩ)	周波数リミッター:ON、fCLK < 225 Hz は AGC 無効
GND ショート	周波数リミッター: OFF

注: 抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。

注: FLIM 端子には IC 内部で 0.625 μs (±20%) のデジタルフィルターが設定されています。

上表中の周波数 (fCLK) は 1/1 ステップ (2 相励磁) の場合を記載しています。ステップ設定により周波数リミッターのしきい値は異なります。

表 9.16 FLIM(周波数リミッター)のしきい値

FLIM 端子入力	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
VCC ショート	675 Hz	1.35 kHz	2.7 kHz	5.4 kHz	10.8 kHz	21.6 kHz	43.2 kHz	86.4 kHz
VCC プルアップ (100 kΩ)	450 Hz	900 Hz	1.8 kHz	3.6 kHz	7.2 kHz	14.4 kHz	28.8 kHz	57.6 kHz
GND プルダウン (100 kΩ)	225 Hz	450 Hz	900 Hz	1.8 kHz	3.6 kHz	7.2 kHz	14.4 kHz	28.8 kHz
GND ショート	周波数リミッター: OFF							

注: 抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。

シリアル設定時は、以下となります。

表 9.17 FLIM ファンクション (シリアル設定時)

FLIM1 bit	FLIM0 bit	ファンクション
0	0	周波数リミッター: OFF
	1	周波数リミッター:ON、fCLK < 225 Hz は AGC 無効
1	0	周波数リミッター:ON、fCLK < 450 Hz は AGC 無効
	1	周波数リミッター:ON、fCLK < 675 Hz は AGC 無効

注: シリアル時の fclk は、Cx[0:9]、PHx 設定により変化する出力電流の Step になります。

9.3.5. LTH (AGC 検出しきい値) のファンクション

LTH 端子により AGC の検出感度を設定することができます。100 kΩ のプルダウン抵抗を接続してご使用ください。

表 9.18 LTH ファンクション

LTH 端子入力	ファンクション
100 kΩ プルダウン	脱調防止検出感度標準設定

注: 抵抗精度は±20%以内のものをご使用ください。

10. 共通ファンクション (CLK モードとシリアルモードのとき)

10.1. 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、LO0 端子と LO1 端子から外部に信号として出力する機能です。

オープンドレイン端子のため、機能を使用する場合は、LO0 端子と LO1 端子の出力を $10\text{ k}\Omega$ のプルアップ抵抗で VCC にプルアップしてください。

通常時は端子レベルが Hi-Z (内部の MOSFET が OFF、端子電圧は VCC) となります。エラー検出機能 (過熱 (TSD)、過電流 (ISD)、または負荷オープン (OPD)) 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 電源の再投入やスタンバイモードでエラー検出を解除した場合、LO0 と LO1 端子は再度「正常状態 (通常動作)」に戻ります。

LO0 と LO1 端子を使用しない場合は、端子をオープンしてください。

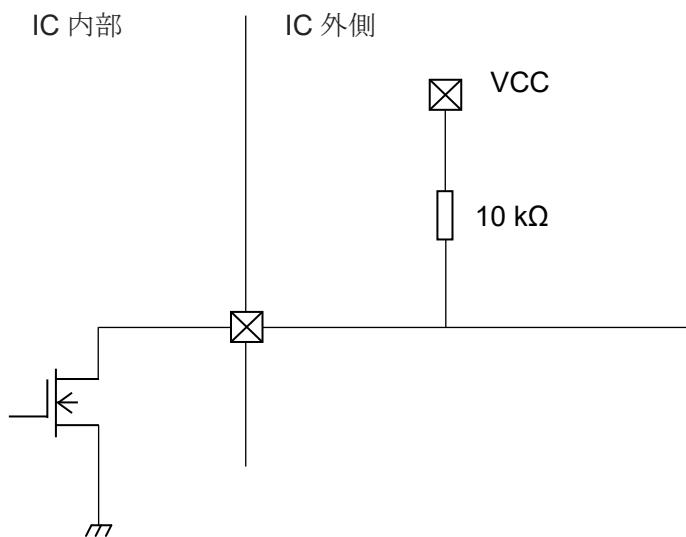


図 10.1 LO (エラー検出フラグ出力)ファンクション

注: この図は機能・動作を説明するため、単純化しています。

表 10.1 LO (エラー検出フラグ出力)ファンクション

LO0 端子出力	LO1 端子出力	ファンクション
Hi-Z	Hi-Z	正常状態 (通常動作)
Hi-Z	L	負荷オープン状態を検出 (OPD)
L	Hi-Z	過電流状態を検出 (ISD)
L	L	過熱状態を検出 (TSD)

10.2. STANDBY ファンクション

本端子を制御することで、通常モードとスタンバイモードを切り替えが可能となります。

表 10.2 STANDBY ファンクション

STANDBY 端子入力	ファンクション
L	スタンバイモード
H	通常モード

注: STANDBY 端子が L のとき、内部発振回路とモーター出力部が停止します。このとき、モーターの駆動はできません。

10.3. 出力段トランジスター動作モード

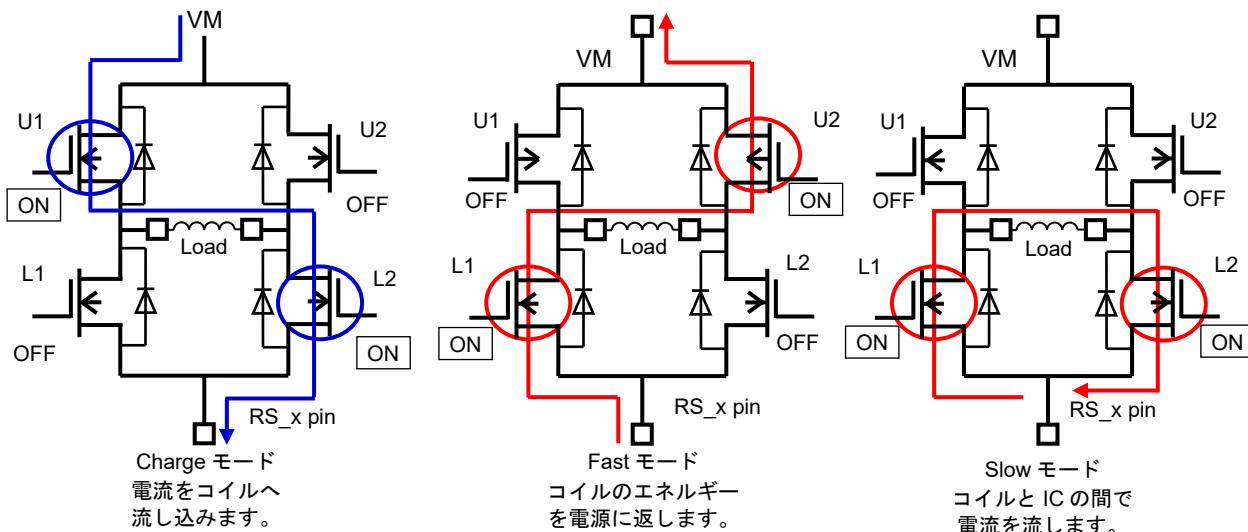


図 10.2 出力段トランジスター動作モード

注: $x = A$ または B

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。

10.4. 出力段トランジスター動作のファンクション

表 10.3 出力段トランジスター動作のファンクション

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 10.4 出力段トランジスター動作のファンクション (逆方向)

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

この IC では、上図の様な 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。

10.5. 設定電流の計算式について

10.5.1. 外付けセンス抵抗モード

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。

そのときのピーク出力電流値（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（RS）と、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。

$$I_{out}(\text{最大}) = V_{ref(gain)} \times \frac{V_{ref}(V)}{RS(\Omega)}$$

注: GAIN_SEL 端子 = L のとき $V_{ref(gain)} = \frac{1}{5}$ (typ.)、となります。また、GAIN_SEL 端子 = H のとき $V_{ref(gain)} = \frac{1}{10}$ (typ.)、となります。

例:

V_{ref} 端子 = 3.0 V、Torque = 100%、RS = 0.22 Ω、 $V_{ref(gain)} = \frac{1}{5}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = L) のとき、モーターのピーク出力電流値（設定電流値）は、以下の計算式で計算されます。

$$I_{out}(\text{最大}) = \frac{1}{5} \times \frac{3(V)}{0.22(\Omega)} = 2.73 A$$

10.5.2. RS レスマード (ACDS)

モーターのピーク出力電流値（設定電流値）は、以下の計算式で計算されます。

$V_{ref(gain)} = \frac{1}{5}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = L) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 1.56 \times V_{ref}(V)$$

$V_{ref(gain)} = \frac{1}{10}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = H) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 0.78 \times V_{ref}(V)$$

10.6. 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 (fOSCM) とチョッピング周波数 (fchop) は以下の式で計算できます。

$$f_{OSCM} = \frac{1}{0.56 \times \{COSC \times (ROSC + 500)\}}$$

$$f_{chop} = \frac{f_{OSCM}}{16}$$

注: COSC: OSCM 端子に接続されているコンデンサー、ROSC: OSCM 端子に接続されている抵抗

例:

$COSC = 270 \text{ pF}$ 、 $ROSC = 5.1 \text{ k}\Omega$ のとき、fOSCM は、以下の計算式で計算されます。

$$f_{OSCM} = \frac{1}{0.56 \times \{270 \text{ pF} \times (5.1 \text{ k}\Omega + 500)\}} \approx 1.2 \text{ (MHz)} \text{ (標準)}$$

$$f_{chop} = \frac{f_{OSCM}}{16} = \frac{1.2 \text{ (MHz)}}{16} \approx 75 \text{ (kHz)}$$

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た場合、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 程度の周波数範囲で設定される事を推奨します。

11. 絶対最大定格 (Ta = 25°C)

表 11.1 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位	備考
モーター出力電圧	Vout	50	V	—
モーター電源電圧 (非アクティブ)	VM	50	V	STANDBY 端子 = L
モーター電源電圧 (アクティブ)		-0.4 ~ 44	V	STANDBY 端子 = H
モーター出力電流	Iout	5.0	A	(注 1)
チャージポンプ電圧	VCPP	VM ± 6 V	V	STANDBY 端子 = H
	VCPO	VM ± 6 V	V	STANDBY 端子 = H
	VCPO	50	V	—
内部ロジック電源電圧	VCC	6.0	V	—
ロジック入力電圧	VIN(H)	6.0	V	—
	VIN(L)	-0.4	V	—
MO 端子出力電圧	VMO	6.0	V	—
LO0、LO1 端子出力電圧	VLO	6.0	V	—
MO 端子出力端子流入電流	IMO	6.0	mA	—
LO0、LO1 端子出力端子流入電流	ILO	6.0	mA	—
許容損失	Pd	1.2	W	(注 2)
動作温度	Topr	-40 ~ 85	°C	—
保存温度	Tstg	-55 ~ 150	°C	—
接合部温度	Tj(max)	150	°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%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。

注 2: 単体測定時 (Ta = 25°C)

Ta が 25°C を越える場合は、9.6 mW/°C でディレーティングする必要があります。

Ta: IC の周囲温度です。

Topr: 動作させるとときの 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 程度を目安に動作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ことがあります。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。したがって、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致します。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。

12. 動作範囲 (Ta=-40 ~ 85°C)

表 12.1 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	VM	6.5	24	44	V	—
モーター出力電流	Iout	-	3.0	5.0	A	(注 1)
ロジック入力電圧	VIN(H)	2.0	-	5.5	V	ロジック入力の H レベル
	VIN(L)	0	-	0.8	V	ロジック入力の L レベル
MO 端子出力端子電圧	VMO	-	3.3	5.0	V	—
LO0、LO1 端子出力端子電圧	VLO	-	3.3	5.0	V	—
クロック入力周波数	fCLK	-	-	200	kHz	—
チョッピング周波数	fchop (範囲)	40	70	150	kHz	—
Vref 基準電圧	Vref	GND	2.0	3.6	V	—

注 1: 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。

13. 電気的特性

13.1. 電気的特性 1 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C、VM = 24 V)

表 13.1 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	VIN(H)	ロジック入力端子 (注 1)	2.0	—	5.5	V
	LOW	VIN(L)	ロジック入力端子 (注 1)	0	—	0.8	V
ロジック入力ヒステリシス		VIN(HYS)	ロジック入力端子 (注 1)	100	—	300	mV
ロジック入力端子電流	HIGH	IIN(H)	VIN(H) = 3.3 V	—	33	—	μA
	LOW	IIN(L)	VIN(L) = 0 V	—	—	1	μA
MO 端子出力電圧	LOW	VOL(MO)	IOL = 5 mA、出力=L	—	0.2	0.5	V
LO0、LO1 端子出力電圧	LOW	VOL(LO)	IOL = 5 mA、出力=L	—	0.2	0.5	V
消費電流		IM1	出力端子 = open スタンバイモード	—	1.8	3.2	mA
		IM2	出力端子 = open ENABLE 端子=L スタンバイモード解除、	—	5.5	8.6	mA
		IM3	出力端子 = open 1/1 ステップ (2 相励磁)	—	8.2	10.4	mA
モーター出力 リーケ電流	High-side	IOH	VM = 44 V、Vout = 0 V	—	—	1	μA
	Low-side	IOL	VM = Vout = 44 V	-1	—	—	μA
出力電流チャネル間誤差		ΔIout1	外付けセンス抵抗モード: VREF=3.3V, IOUT=3.0A 設定 RS レスモード: VREF=1.92V, IOUT=3.0A 設定 (GAIN_SEL 端子= L のとき) VREF=3.85V, IOUT=3.0A 設定 (GAIN_SEL 端子= H のとき) (注 2)	0	—	5	%
出力設定電流値誤差		ΔIout2	外付けセンス抵抗モード: VREF=3.3V, IOUT=3.0A 設定 RS レスモード: VREF=1.92V, IOUT=3.0A 設定 (GAIN_SEL 端子= L のとき) VREF=3.85V, IOUT=3.0A 設定 (GAIN_SEL 端子= H のとき)	-5	0	5	%
RS 端子電流		IRS	VRS = 0 V	0	—	10	μA
出力トランジスター オン抵抗 (上下和)		Ron(H+L)	Tj=25°C、上下和	—	0.25	0.35	Ω

注: VM 電圧が供給されてない状態で、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ケ電流は発生しない回路設計となっておりますが、VM 電圧再供給の前には、再供給ととも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。

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

注 2: 出力電流チャネル間誤差は以下の式を満たす。

任意の 2 チャネル間の出力設定電流値の差の絶対値 [A] \leq 出力設定電流値の平均値 \times 出力電流 チャネル間誤差(最大値) [A]

13.2. 電気的特性 2 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C, VM = 24 V)**表 13.2 電気的特性 2**

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
Vref 入力電流	Iref	Vref = 2.0 V	—	0	1	μA
VCC 電源電圧	VCC	ICC = 5.0 mA	4.75	5	5.25	V
VCC 電流能力	ICC	VCC = 5.0 V	—	2.5	5	mA
Vref 減衰比	Vref(gain)	Vref = 2.0 V GAIN_SEL 端子 = L	1/5.2	1/5	1/4.8	—
過熱検出機能動作しきい値 (注 1)	TjTSD	—	145	160	175	°C
VM 復帰電圧	VMR	—	5.7	6	6.3	V
過電流検出機能動作しきい値 (注 2)	ISD	—	5.7	7.2	10	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。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、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで解除することができます。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。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、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで解除することができます。

13.2.1. 逆起電力について

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、動作に問題ないこと、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。

13.2.2. 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。

13.2.3. 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。

13.3. AC 電気的特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$, $VM = 24 \text{ V}$, $6.8 \text{ mH}/5.7 \Omega$)

表 13.3 AC 電気的特性

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
CLK 入力内部フィルター最小 High 幅	tCLK(H)	CLK(H)最小パルス幅	300	-	-	ns
CLK 入力内部フィルター最小 Low 幅	tCLK(L)	CLK(L)最小パルス幅	250	-	-	ns
出力トランジスター スイッチング特性	tr	—	30	80	130	ns
	tf	—	40	90	140	ns
	tpLH(CLK)	CLK 出力	—	1000	—	ns
	tpHL(CLK)	CLK 出力	—	1500	—	ns
ノイズ除去不感帯時間	AtBLK	$VM = 24 \text{ V}$ 、 $Iout = 3.0 \text{ A}$ Analog tblank	250	400	550	ns
OSC 発振周波数誤差	Δf_{OSCM}	$C_{OSC} = 270 \text{ pF}$ 、 $R_{OSC} = 5.1 \text{ k}\Omega$	-15	—	+15	%
OSC 発振周波数	fOSCM	$C_{OSC} = 270 \text{ pF}$ 、 $R_{OSC} = 5.1 \text{ k}\Omega$	1020	1200	1380	kHz
チョッピング周波数	fchop	Output: Active ($Iout = 1.5 \text{ A}$) $f_{OSC} = 1200 \text{ kHz}$	—	75	—	kHz

AC 電気的特性タイミングチャート

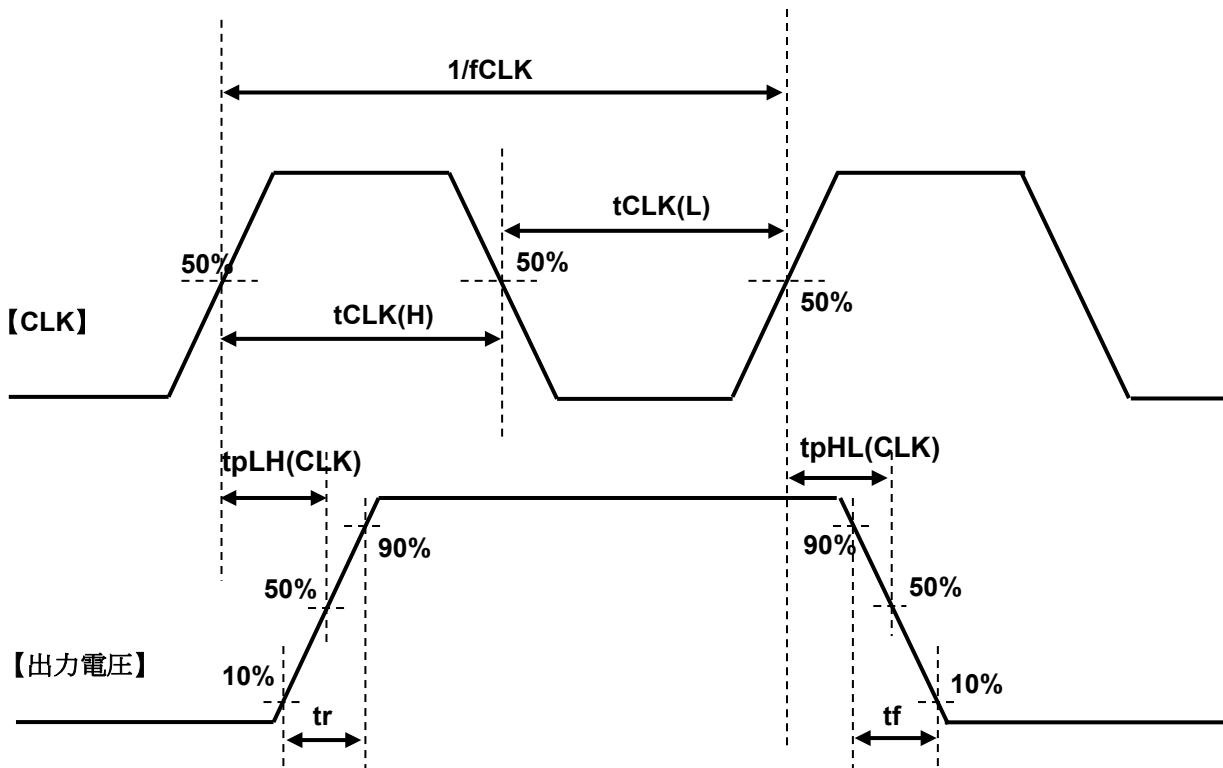


図 13.1 TB67S128FTG(CLK と出力の関係)

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。

13.4. その他の AC 電気的特性 (特に指定のない項目は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$, $VM = 24\text{ V}$)

表 13.4 その他の AC 電気的特性

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	タイミング チャート中の番号
シリアル CLK 周波数	fSCLK	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	1.0	—	25	MHz	—
CLK サイクル	tsCKW	$V_{IH} = 3.3\text{ V}$ 、 $V_{IL} = 0\text{ V}$ 、 $t_r = t_f = 23\text{ ns}$	46	—	—	ns	—
最小 CLK パルス幅	tw(CLK)	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	40	—	—	ns	1
	twp(CLK)		20	—	—	ns	2
	twn(CLK)		20	—	—	ns	3
最小 STROBE パルス幅	tSTROBE	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	40	—	—	ns	4
	tSTROBE(H)		20	—	—	ns	5
	tSTROBE(L)		20	—	—	ns	6
データセットアップ時間	tsuSIN - CLK	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	10	—	—	ns	7
	tsuST - CLK		10	—	—	ns	8
データホールド時間	thSIN - CLK	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$	10	—	—	ns	9
	thST - CLK		10	—	—	ns	10

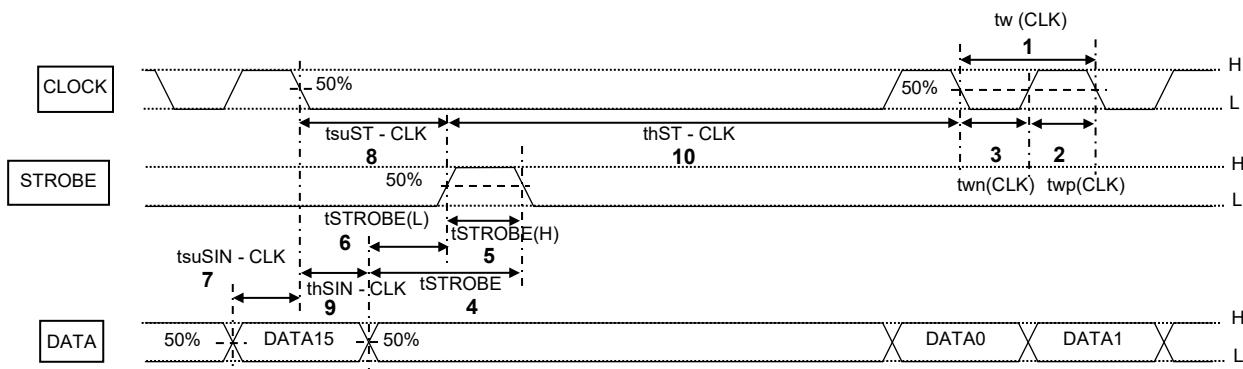


図 13.2 clock/ strobe/ data 信号のタイミングチャート

注: 上記の条件を満たしていれば、1 MHz 以下の周波数の CLK も入力できます。

14. 應用回路例 (RS_SEL 端子 = H、IF_SEL 端子 = L)

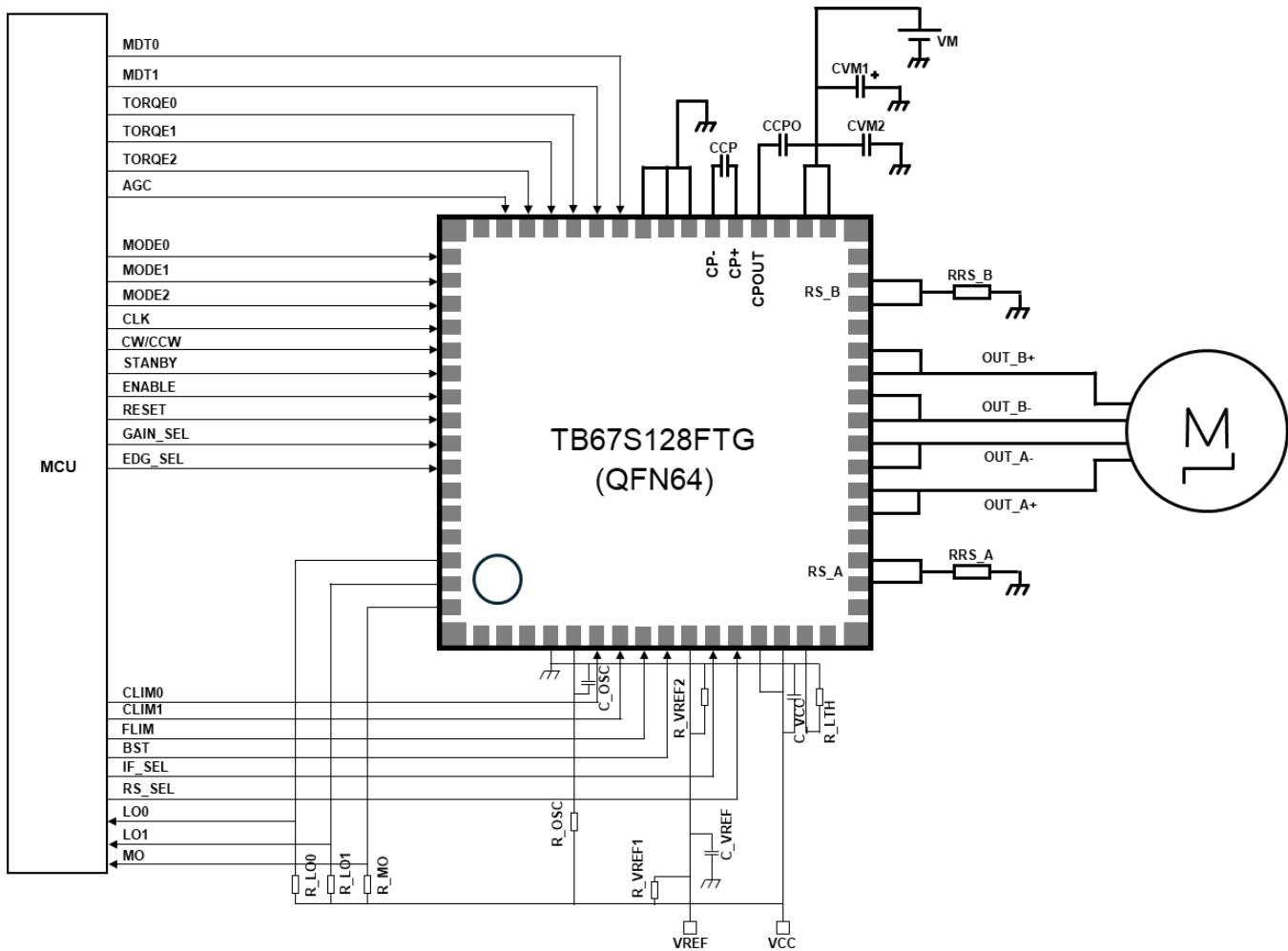


図 14.1 應用回路例

注: 應用回路例は参考例であり、量産設計を保証するものではありません。

表 14.1 部品定数参考例

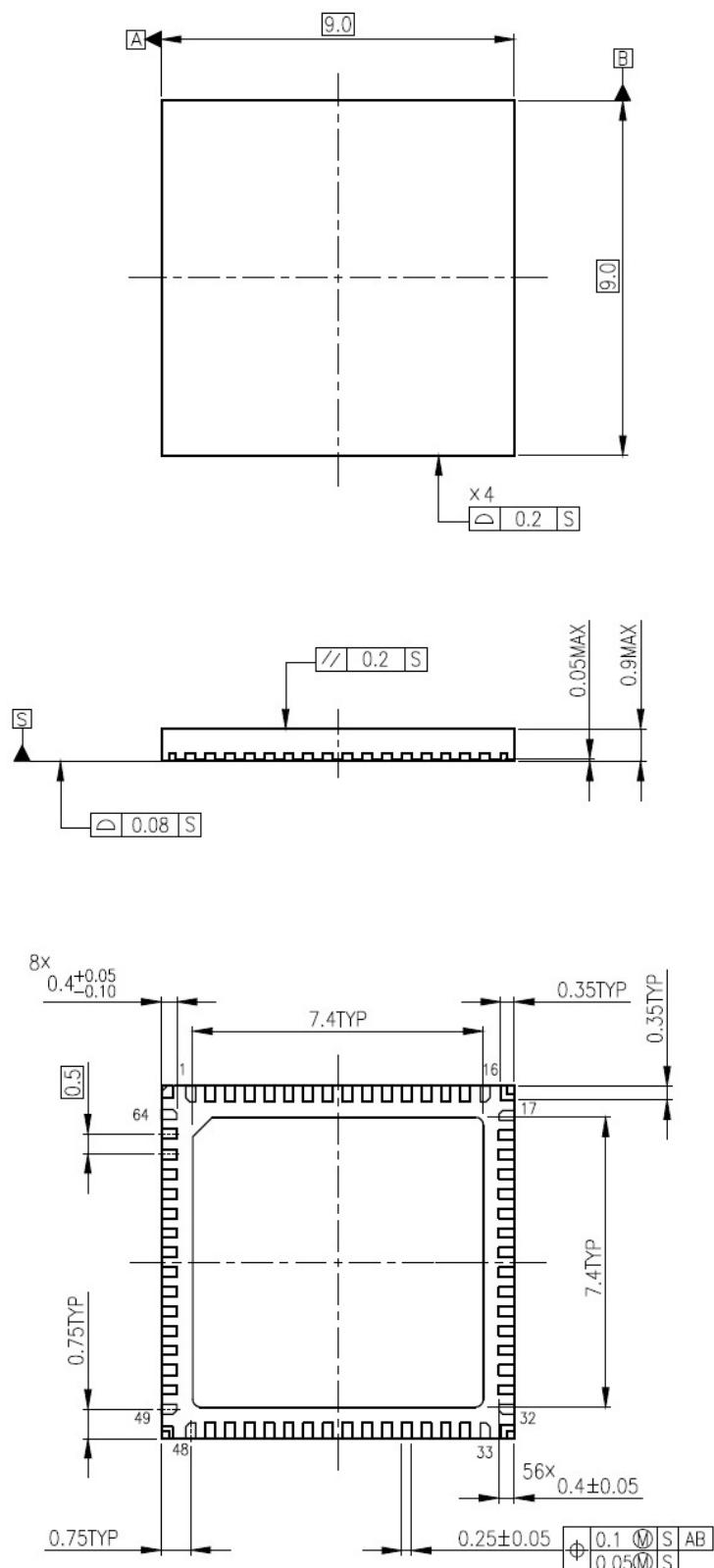
部品記号	部品	参考定数
CVM1	電解コンデンサー	100 μF ($\text{CVM1} \geq 10 \mu\text{F}$)
CVM2	セラミックコンデンサー	(0.1 μF)
CCP	セラミックコンデンサー	0.022 μF
CCPO	セラミックコンデンサー	0.22 μF
C_VCC	セラミックコンデンサー	0.1 μF
R_OSC	抵抗	5.1 k Ω (1.8 k Ω ~ 8.2 k Ω)
C_OSC	セラミックコンデンサー	270 pF
R_VREF1, R_VREF2	抵抗	所望の値 ($10 \text{k}\Omega \leq R_{VREF1} + R_{VREF2} \leq 50 \text{k}\Omega$ としてください。)
C_VREF	セラミックコンデンサー	(0.1 μF)
R_MO	抵抗	10 k Ω (10 k Ω ~ 100 k Ω)
R_LO0, R_LO1	抵抗	10 k Ω (10 k Ω ~ 100 k Ω)
R_LTH	抵抗	100 k Ω

注: 表中の定数は参考例であり、使用条件によっては上記の範囲外の部品を使用可能です。

15. 外形図

P-VQFN64-0909-0.50-006

単位: mm



質量: 0.229 g (標準)

記載内容の留意点

1. 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。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

5. 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。

使用上のご注意およびお願い事項

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ると破壊、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で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るないように、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入出力を想定し、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。
- (5) パワーアンプおよびレギュレーターなどの外部部品（入力および負帰還コンデンサーなど）や負荷部品（スピーカーなど）の選定は十分に考慮してください。
入力および負帰還コンデンサーなどのリーク電流が大きい場合には、IC の出力 DC 電圧が大きくなります。この出力電圧を入力耐電圧が低いスピーカーに接続すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカーの発煙・発火に至ることがあります。（IC 自体も発煙・発火する場合があります。）特に出力 DC 電圧を直接スピーカーに入力する BTL (Bridge Tied Load) 接続方式の IC を用いる際は留意が必要です。

使用上の留意点

(1) 過電流検出回路

過電流制限回路（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) 热遮断回路

热遮断回路（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、レギュレーター、ドライバーなどの、大電流が流入する 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 は通常使用時においても、自己発熱します。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。

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）に使用されることを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ついて、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。