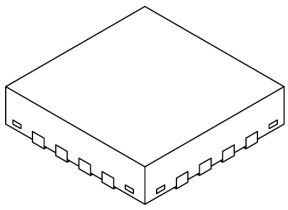
東芝 CD プロセス集積回路 シリコン モノリシック

TC78H670FTG

クロックイン・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

TC78H670FTG は、出力ドライブトランジスターに低 ON 抵抗の DMOS 素子を採用した 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。



P-VQFN16-0303-0.50-001

質量: 22.9 mg (標準)

2. 特徴

- H ブリッジ 2 出力内蔵、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
- 動作電源電圧範囲: 2.5 ~ 16.0 V
- 出力電流定格: 2.0 A(最大)
- 低オン抵抗 (上下和=0.48 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
- 電流センス抵抗レス機能 (Advanced Current Detection System)を搭載
- 各種エラー検出機能 (過熱検出 (TSD)、過電流検出 (ISD)、低電圧検出(UVLO)、オープン検出(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が外付け抵抗で調整可能
- 裏面放熱パッド付き小型 QFN パッケージ(16pin)

注: 使用に当たっては熱的条件に十分注意してください。

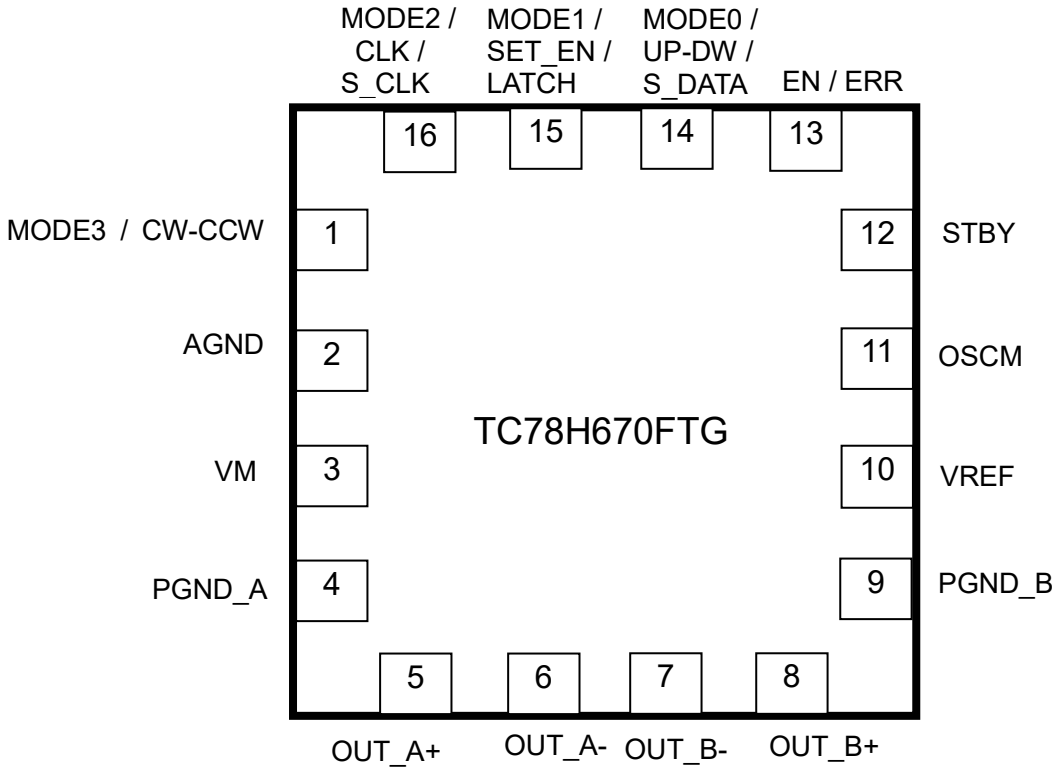
注: オープン検出は、シリアルモード選択時のみ検出が可能です。

製品量産開始年月
2020-01

© 2019-2021
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

3. ピン配置図

(Top View)

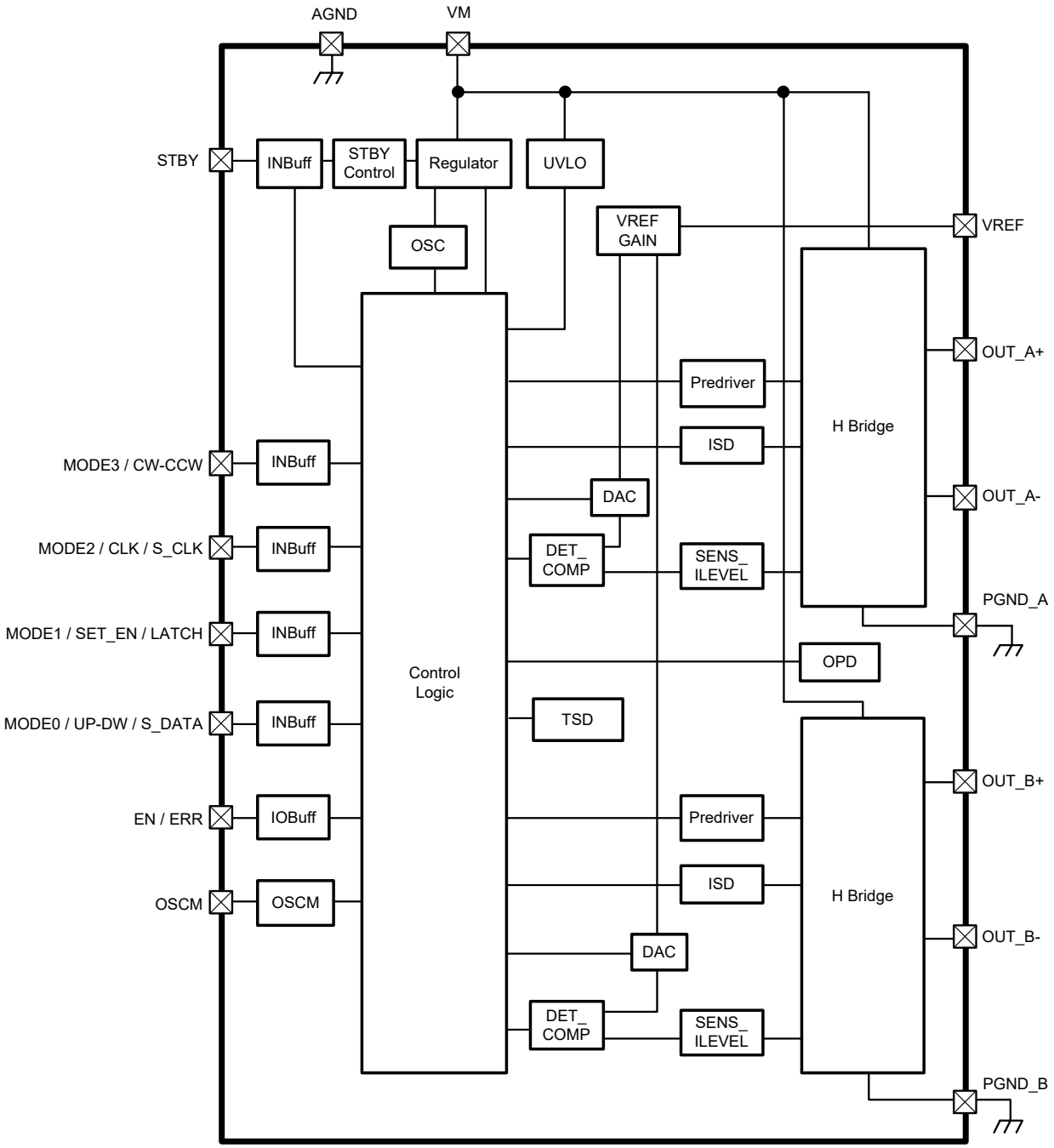


注: QFNパッケージのコーナーPADおよび裏面放熱PADは必ず基板のGNDに接続しご使用ください。

4. 端子説明

Pin No.	STBY = Low	STBY = High		端子説明
		CLK-IN モード	シリアルモード	
1	MODE3	CW-CCW	—	MODE3: モード設定端子 CW-CCW: 回転方向設定端子
2	AGND	←	←	GND 端子
3	VM	←	←	モーター電源端子
4	PGND_A	←	←	Ach パワーGND 端子
5	OUT_A+	←	←	Ach モーター出力(+)端子
6	OUT_A-	←	←	Ach モーター出力(-)端子
7	OUT_B-	←	←	Bch モーター出力(-)端子
8	OUT_B+	←	←	Bch モーター出力(+)端子
9	PGND_B	←	←	Bch パワーGND 端子
10	VREF	←	←	定電流基準電圧入力端子
11	OSCM	←	←	内部発振周波数設定端子
12	STBY	←	←	スタンバイ端子
13	EN/ERR	←	←	ENABLE(出力 ON・OFF)制御 / エラー検出フラグ出力端子
14	MODE0	UP-DW	S_DATA	MODE0: モード設定端子 UP-DW: 励磁モード切り換え S_DATA: シリアルデータ入力
15	MODE1	SET_EN	LATCH	MODE1: モード設定端子 SET_EN: 励磁モード設定 有効/無効 LATCH: データ取り込み
16	MODE2	CLK	S_CLK	MODE2: モード設定端子 CLK: ステップクロック入力 S_CLK: シリアルクロック入力

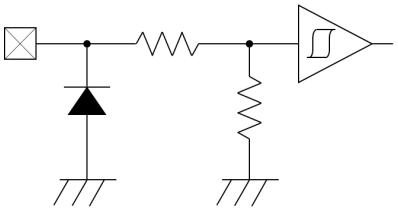
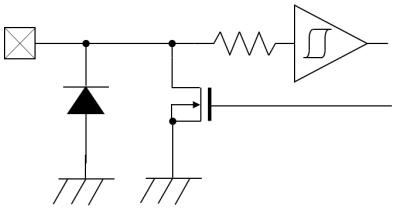
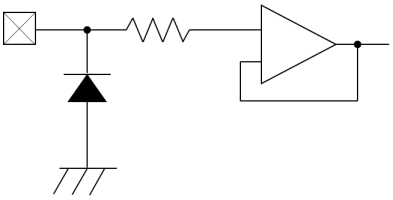
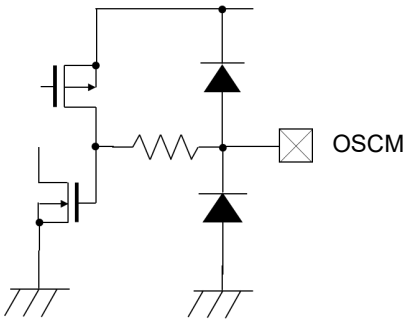
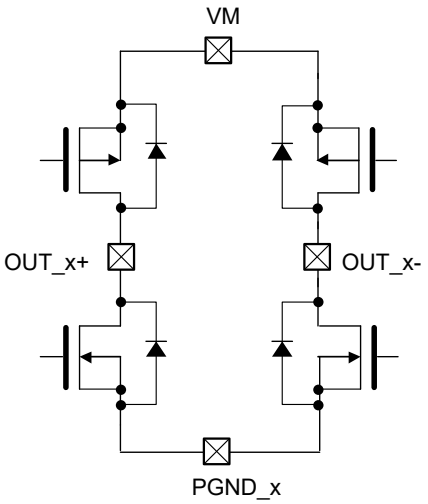
5. ブロック図



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: TC78H670FTG 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、AGND、PGND_x、OUT_x+、OUT_x- (x = A または B))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

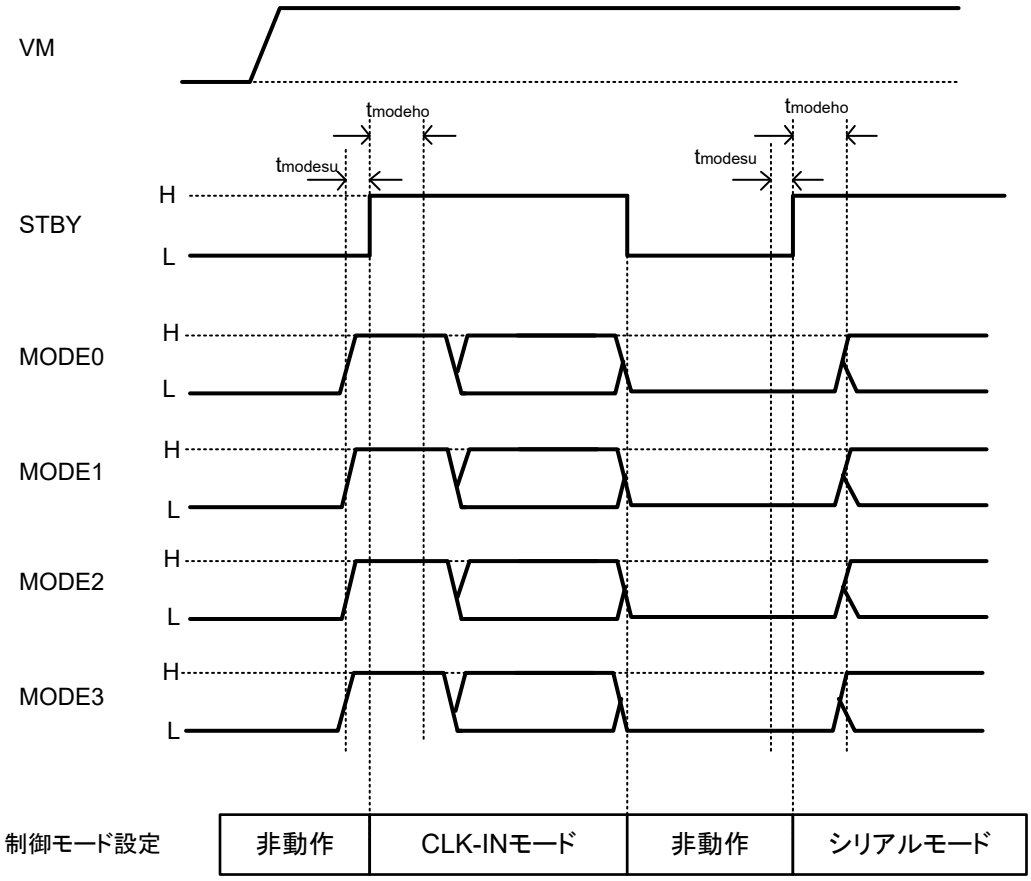
端子名称	入出力等価回路
MODE3 / CW-CCW MODE2 / CLK / S_CLK MODE1 / SET_EN / LATCH MODE0 / UP-DW / S_DATA STBY	MODE3 / CW-CCW MODE2 / CLK / S_CLK MODE1 / SET_EN / LATCH MODE0 / UP-DW / S_DATA STBY 
EN / ERR	EN / ERR 
VREF	VREF 
OSCM	
OUT_A+ OUT_A- OUT_B+ OUT_B- PGND_A PGND_B	 x = A または B

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。

7. 制御モード選択ファンクション

MODE0-3 端子は CLK-IN モードまたはシリアルモードを選択します。
スタンバイ解除後の MODE0-3 端子の状態でモードが確定されます。

MODE3 端子入力	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	L	シリアルモード
上記以外				CLK-IN モード



項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
モード設定 セットアップ時間	t_{modesu}	STBY 信号のエッジを基準	1	—	—	μs
モード設定 データホールド時間	t_{modeho}	STBY 信号のエッジを基準	100	—	—	μs

8. ファンクション説明 1 (CLK-IN モードのとき)

8.1. CLK ファンクション

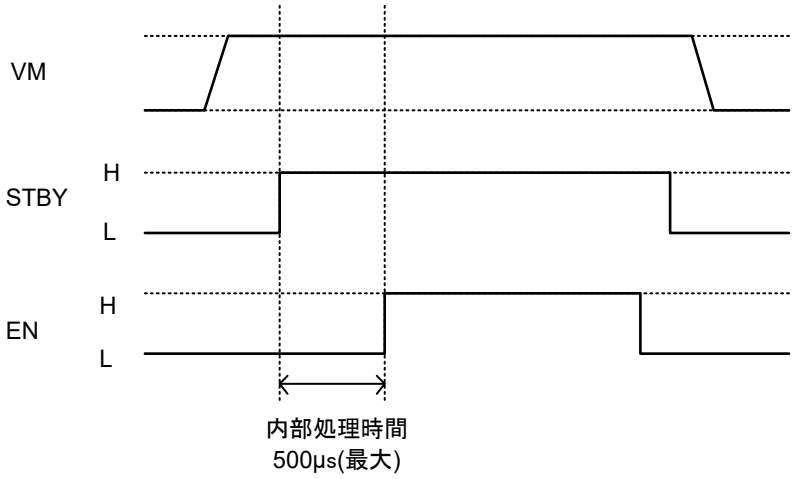
CLK 信号の立ち上がりエッジごとに電気角が 1 つ進みます。

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)

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 を切り換えます。EN 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 EN 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 に切り換えることを推奨します。
EN 端子は抵抗を介して H レベルを入力してください。

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



8.3. CW-CCW ファンクション

CW-CCW 端子はモーターの回転方向を切り換えます。

CW-CCW 端子入力	ファンクション
L	逆転(CCW)
H	正転(CW)

8.4. ステップ分解能選択ファンクション

ステップ分解能を設定します。TC78H670FTG には Variable Mode と Fixed Mode の 2 つのモードがあります。これらのモードは、スタンバイ解除後の MODE0-3 端子の状態で設定されます。

Variable Mode: 2相励磁で起動し、指定した励磁モードの範囲内で設定変更が可能
Fixed Mode: 指定した励磁設定で起動し、起動後も指定された励磁設定に固定された状態で動作

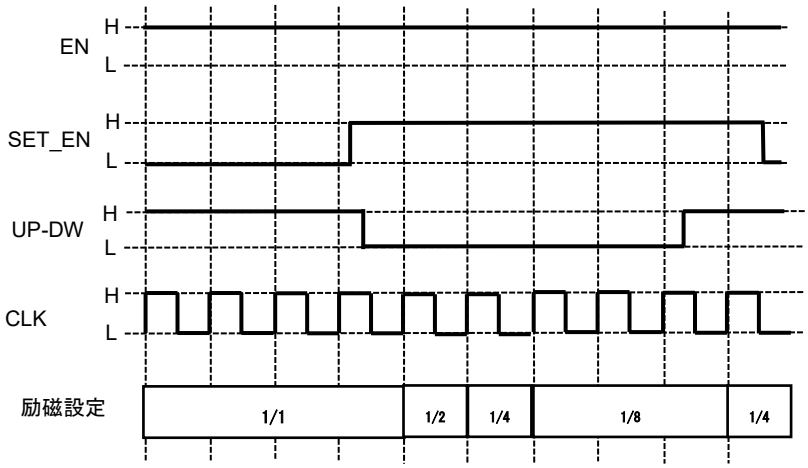
MODE3 端子入力	MODE2 端子入力	MODE1 端子入力	MODE0 端子入力	モード	ファンクション
L	L	L	H	Variable Mode	1/1 ステップ ⇔ 1/2 ステップ設定 (2 相励磁) (1-2 相励磁)
L	L	H	L		1/1 ステップ ⇔ 1/4 ステップ設定 (2 相励磁) (W1-2 相励磁)
L	L	H	H		1/1 ステップ ⇔ 1/8 ステップ設定 (2 相励磁) (2W1-2 相励磁)
L	H	L	L		1/1 ステップ ⇔ 1/16 ステップ設定 (2 相励磁) (4W1-2 相励磁)
L	H	L	H		1/1 ステップ ⇔ 1/32 ステップ設定 (2 相励磁) (8W1-2 相励磁)
L	H	H	L		1/1 ステップ ⇔ 1/64 ステップ設定 (2 相励磁) (16W1-2 相励磁)
L	H	H	H		1/1 ステップ ⇔ 1/128 ステップ設定 (2 相励磁) (32W1-2 相励磁)
H	L	L	L	Fixed Mode	1/1 ステップ設定 (2 相励磁)
H	L	L	H		1/2 ステップ設定 (1-2 相励磁)
H	L	H	L		1/4 ステップ設定 (W1-2 相励磁)
H	L	H	H		1/8 ステップ設定 (2W1-2 相励磁)
H	H	L	L		1/16 ステップ設定 (4W1-2 相励磁)
H	H	L	H		1/32 ステップ設定 (8W1-2 相励磁)
H	H	H	L		1/64 ステップ設定 (16W1-2 相励磁)
H	H	H	H		1/128 ステップ設定 (32W1-2 相励磁)

モーター回転中に励磁設定を変更する場合、SET_EN 端子と UP-DW 端子で設定し、ステップクロックに同期して切り換わります。

SET_EN 端子入力	ファンクション
L	励磁設定無効
H	励磁設定有効

UP-DW 端子入力	ファンクション
L	励磁モードを高分解能側に変更
H	励磁モードを低分解能側に変更

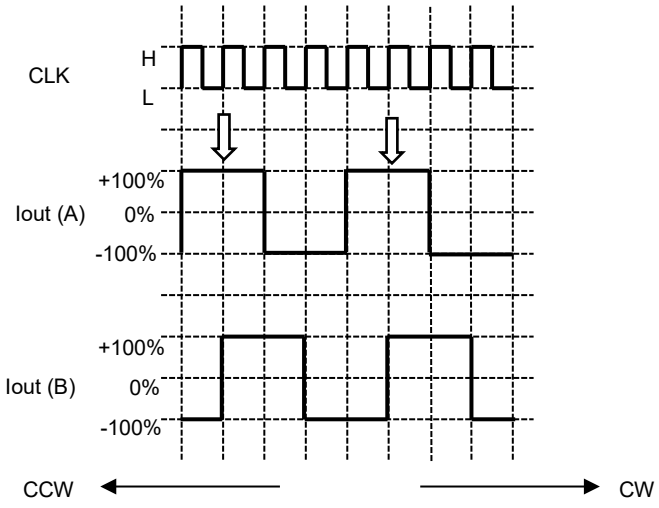
[設定例: 1/1 ステップ ⇔ 1/8 ステップ設定]



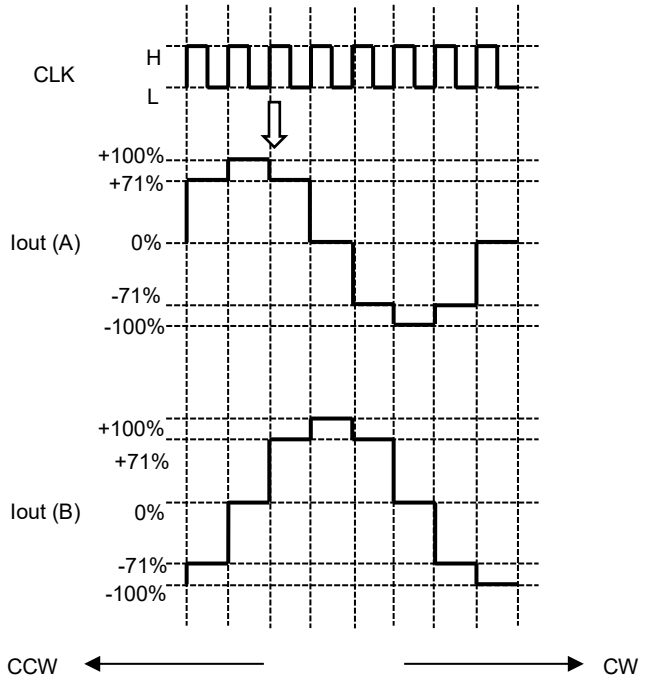
8.5. ステップ分解能設定と初期角度のタイミングチャート

図中の下矢印は、初期角度のタイミングを表します。

[1/1 ステップ (2 相励磁)]

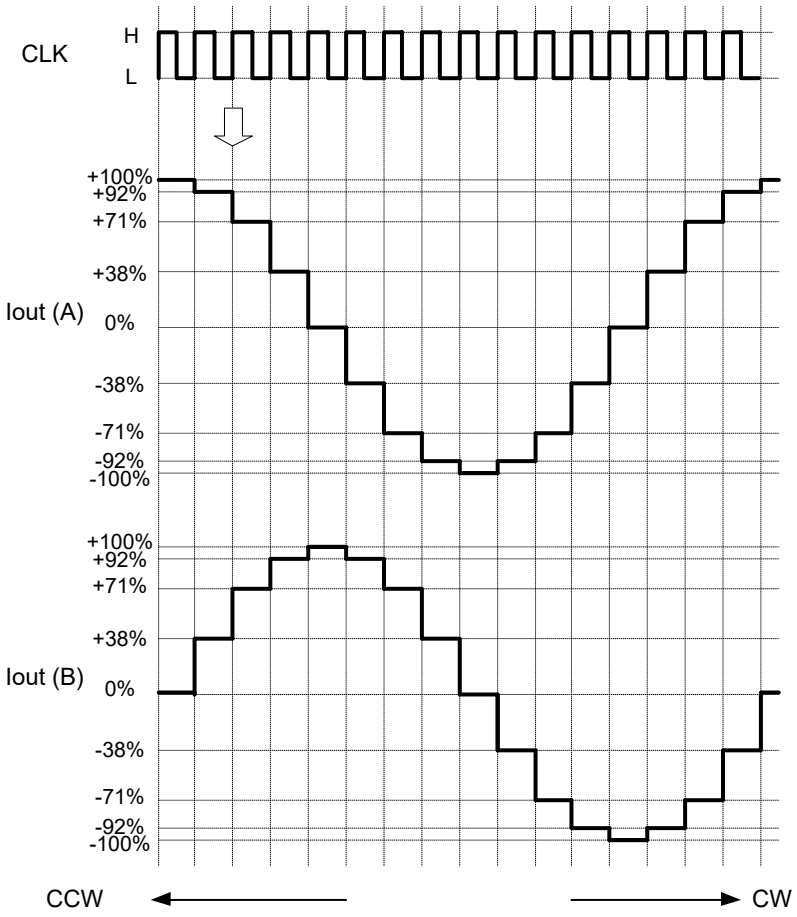


[1/2 ステップ相励磁 (1/2 相励磁)]



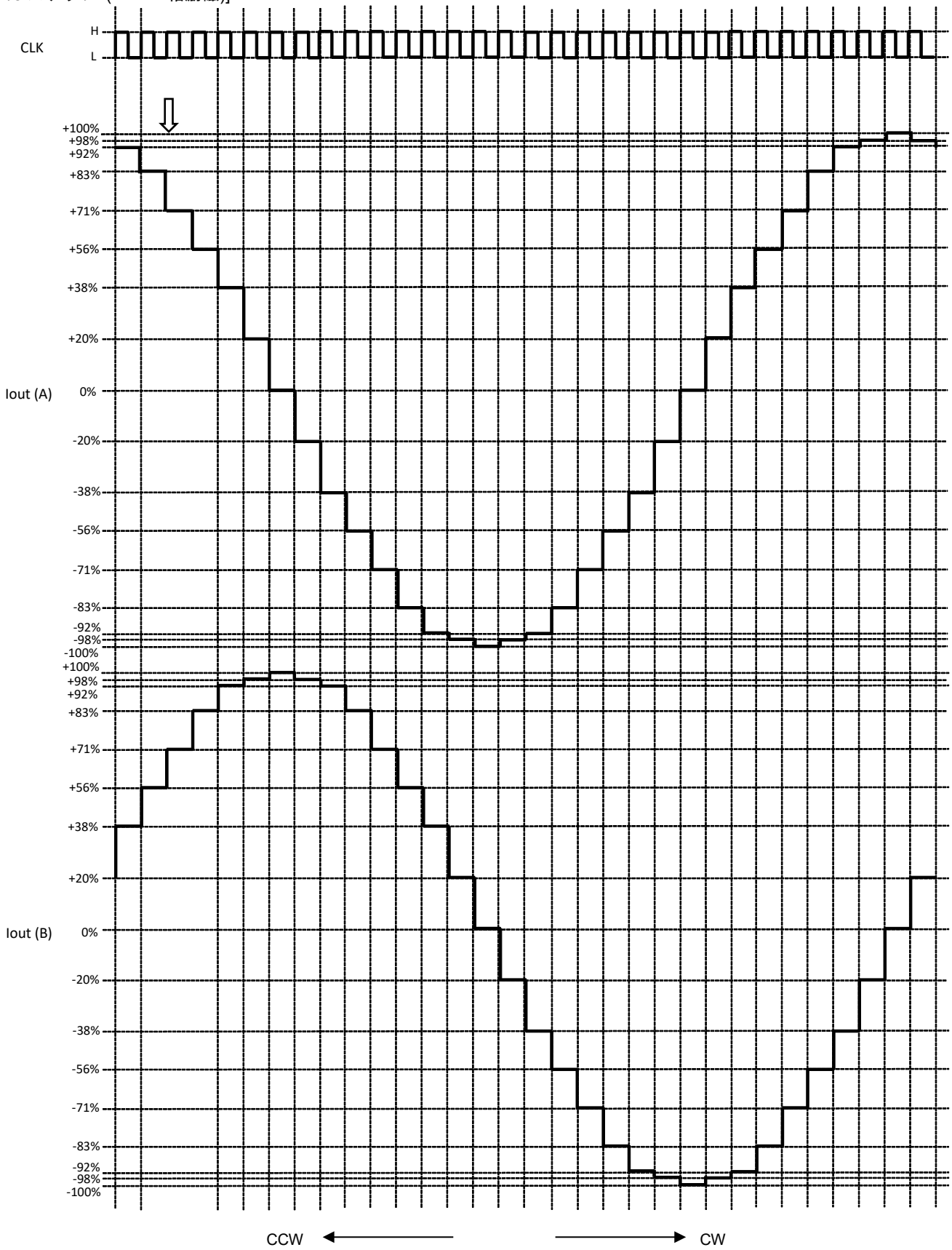
注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

[1/4 ステップ (W1-2 相励磁)]



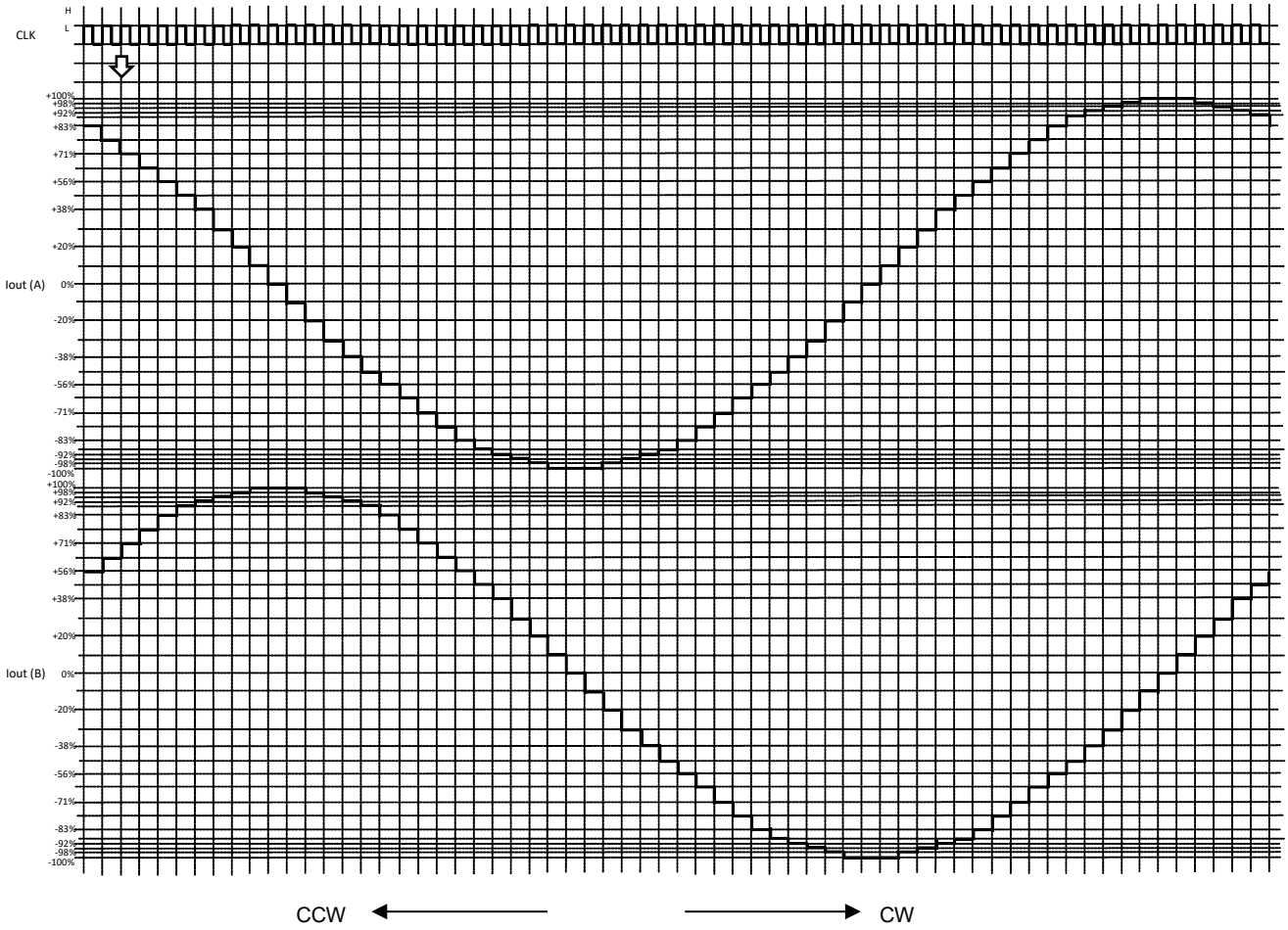
注: タイミングチャートは、説明のために単純化しています。

[1/8 ステップ (2W1-2 相励磁)]



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。

[1/16 ステップ (4W1-2 相励磁)]



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。

8.6. 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%						○	○	○
59%								○
58%							○	○
57%								○
56%				○	○	○	○	○
55%								○
53%							○	○
52%								○
51%						○	○	○
50%								○
49%							○	○
48%								○

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

8.7. 励磁方式と設定電流値について

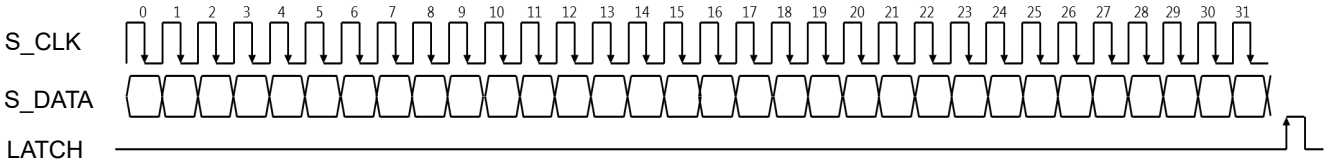
STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
—	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
θ0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0		
θ1	100	1														
θ2	100	2	100	2												
θ3	100	4														
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														
θ34	91	41	91	41												
θ35	91	42														
θ36	90	43	90	43	90	43										
θ37	90	44														
θ38	89	45	89	45												
θ39	89	46														
θ40	88	47	88	47	88	47	88	47								
θ41	88	48														

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
—	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
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														
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														

STEP	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		Full	
—	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
θ86	49	87	49	87												
θ87	48	88														
θ88	47	88	47	88	47	88	47	88								
θ89	46	89														
θ90	45	89	45	89												
θ91	44	90														
θ92	43	90	43	90	43	90										
θ93	42	91														
θ94	41	91	41	91												
θ95	39	92														
θ96	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92				
θ97	37	93														
θ98	36	93	36	93												
θ99	35	94														
θ100	34	94	34	94	34	94										
θ101	33	95														
θ102	31	95	31	95												
θ103	30	95														
θ104	29	96	29	96	29	96	29	96								
θ105	28	96														
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		

9. ファンクション説明 2 (シリアルモードのとき)

インターフェースがシリアルモードの場合、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。
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。



D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
MDT _A0	MDT _A1	PHA	CA0	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	-	-	-

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
MDT _B0	MDT _B1	PHB	CB0	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9	TRQ 0	TRQ 1	OPD

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. レジスター説明

シリアル制御に使用するレジスターは下記のとおりです。

9.1.1. PHx (x = A または B)

PHx レジスターは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。

PHx	ファンクション
L	出力電流極性をマイナス方向にする　※Default
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)

Cx0~Cx9 レジスターで電流制御のための DAC 出力をチャネルごとに設定することができます。
DAC の設定と出力電流(Iout)の関係は、下記のとおりです。

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

9.1.3. TRQ0, TRQ1

TRQ0, TRQ1 レジスターでモーターのトルクを設定します。

TRQ1	TRQ0	ファンクション
L	L	トルク設定: 100%　※Default
L	H	トルク設定: 75%
H	L	トルク設定: 50%
H	H	トルク設定: 25%

9.1.4. OPD

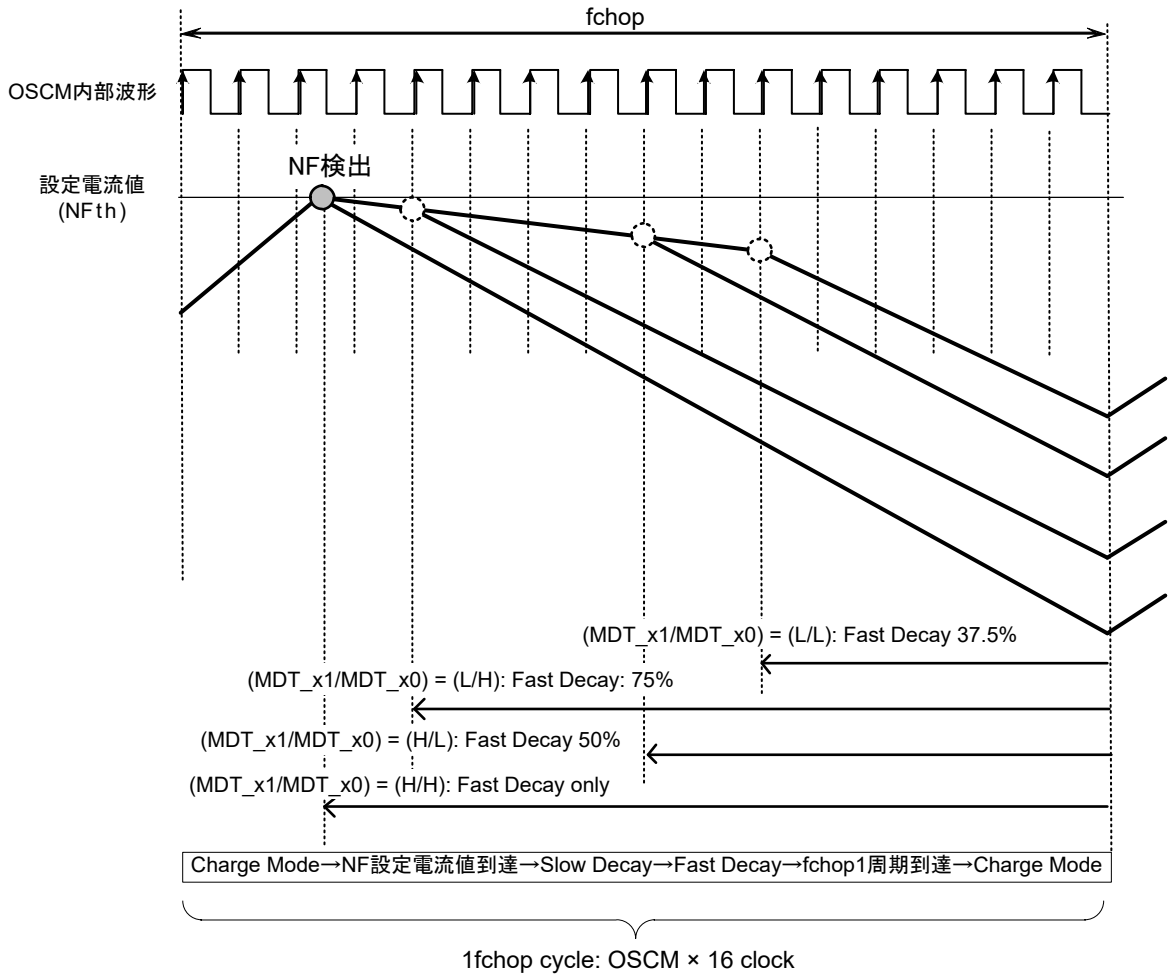
モーター出力端子のオープン検出機能の ON/OFF 設定を行います。

OPD	ファンクション
L	オープン検出 OFF　※Default
H	オープン検出 ON

9.1.5. Selectable Mixed Decay 設定 MDT_x0 ~ MDT_x1 (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 制御を切り換えることで実現します。
このファンクションで、MDT_x0 と MDT_x1 (x = A または B)の 2 つのレジスターで 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。

MDT_x1	MDT_x0	ファンクション
L	L	Fast Decay: 37.5% (Fast Decay = OSCM × 6) ※Default
L	H	Fast Decay: 75%
H	L	Fast Decay: 50%
H	H	Fast Decay のみ



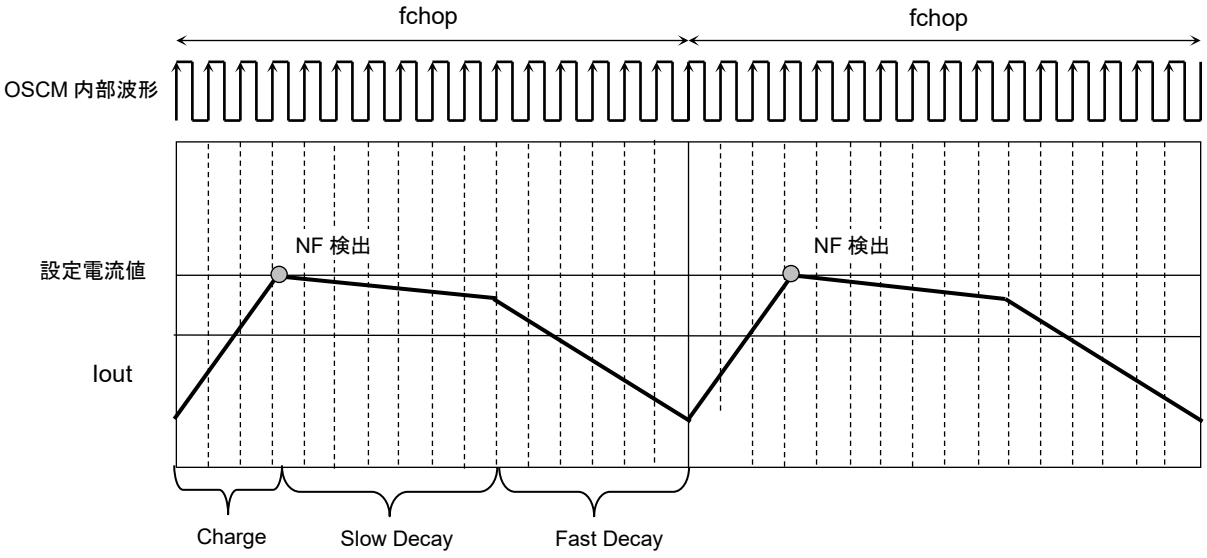
注: x = A または B

注: Decay 制御は、Charge → Slow Decay → Fast Decay の順番で制御する

注: NF 検出(モーターの電流が設定電流値に到達)での誤動作防止用にノイズ除去不感帯時間(AtBLK)を内蔵しています。

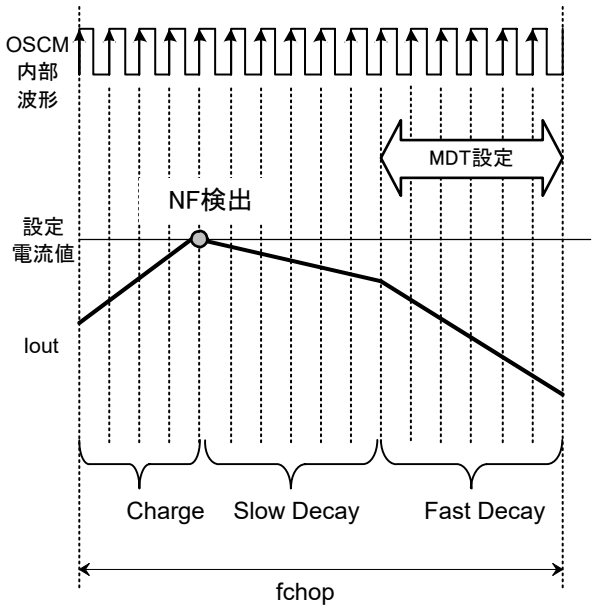
注: タイミングチャートは機能･動作を説明するため、単純化しています。

9.1.5.1. Mixed Decay 波形 (電流波形) ※Charge → Slow Decay → Fast Decay の場合

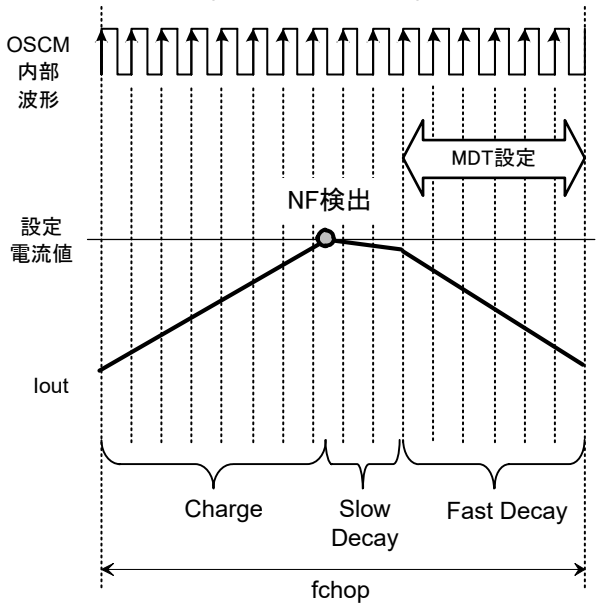


注: タイミングチャートは機能･動作を説明するため、単純化しています。

9.1.5.2. 定電流 PWM 動作の各時間について ※Charge → Slow Decay → Fast Decay の場合



fchopの早いタイミングでNF検出した場合、Slow Decayの期間は長くなります。

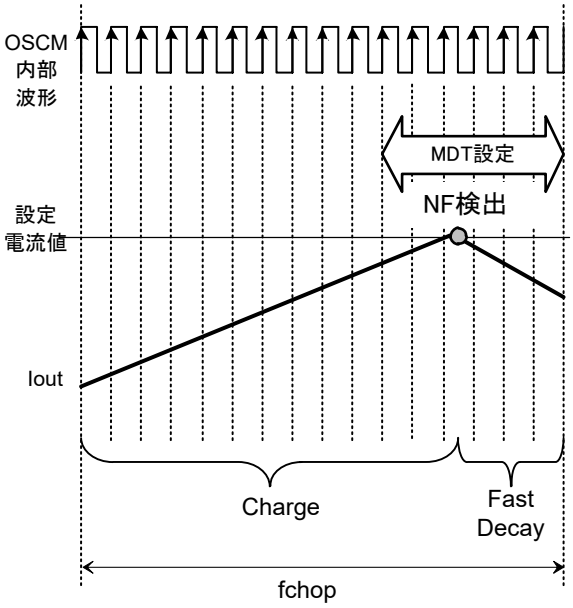


fchopの遅いタイミングでNF検出した場合、Slow Decayの期間は短くなります。

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、遅いタイミングで検出した場合、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、MDT_x0 と MDT_x1 (x = A または B)レジスターの設定により変更することができます。)

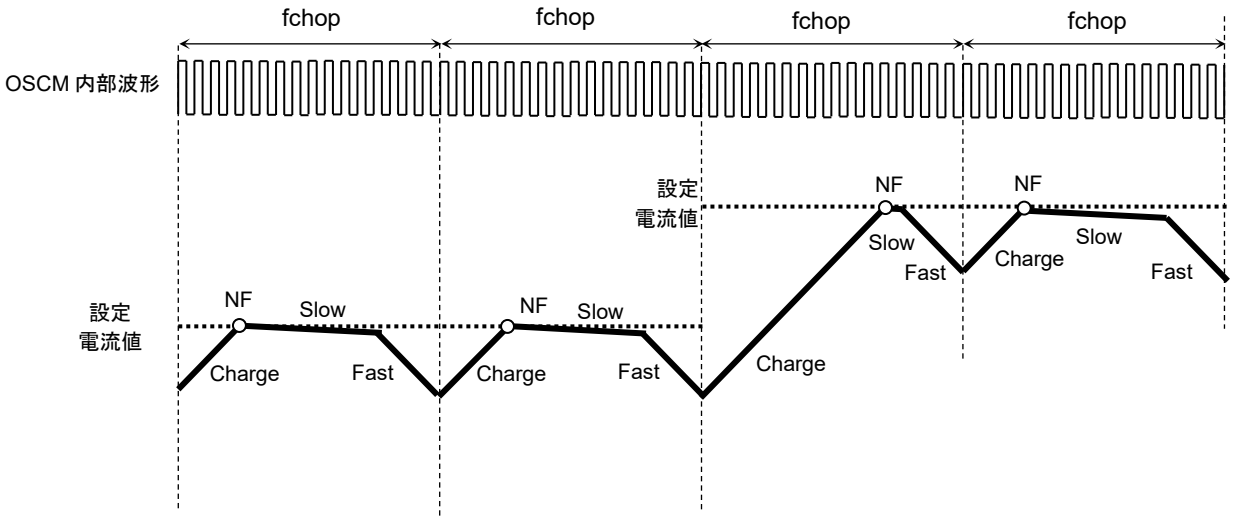


NFの検出がMDTレジスターで設定したタイミングの中だった場合、Slow Decay は発生せずFast Decay のみとなります。

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。

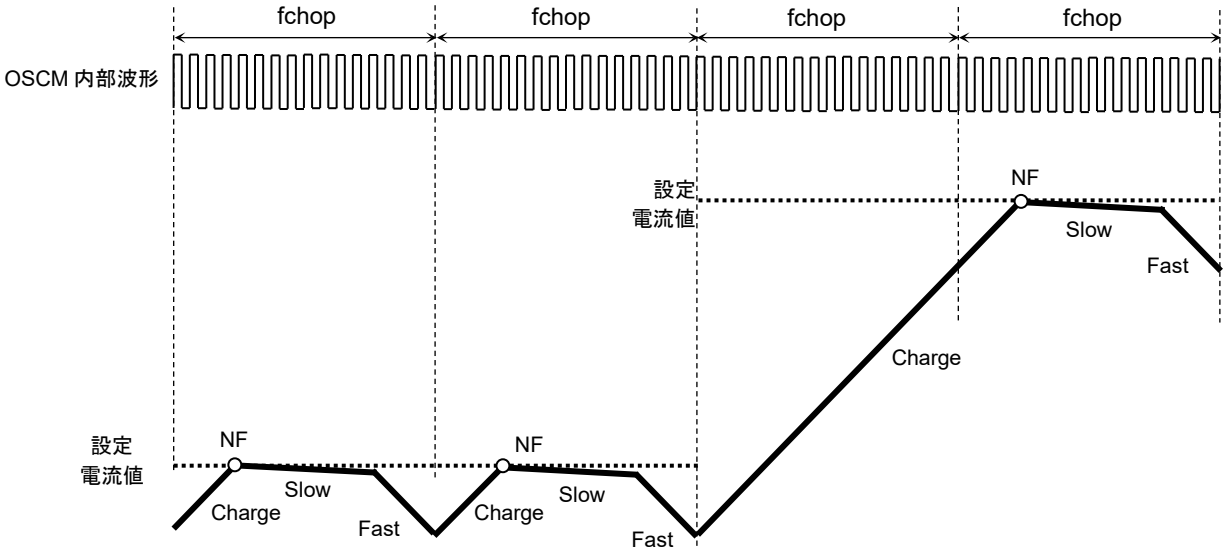
9.1.5.3. Mixed Decay 波形 (電流波形) ※Charge → Slow Decay → Fast Decay の場合

- **設定電流値が増加方向の場合**

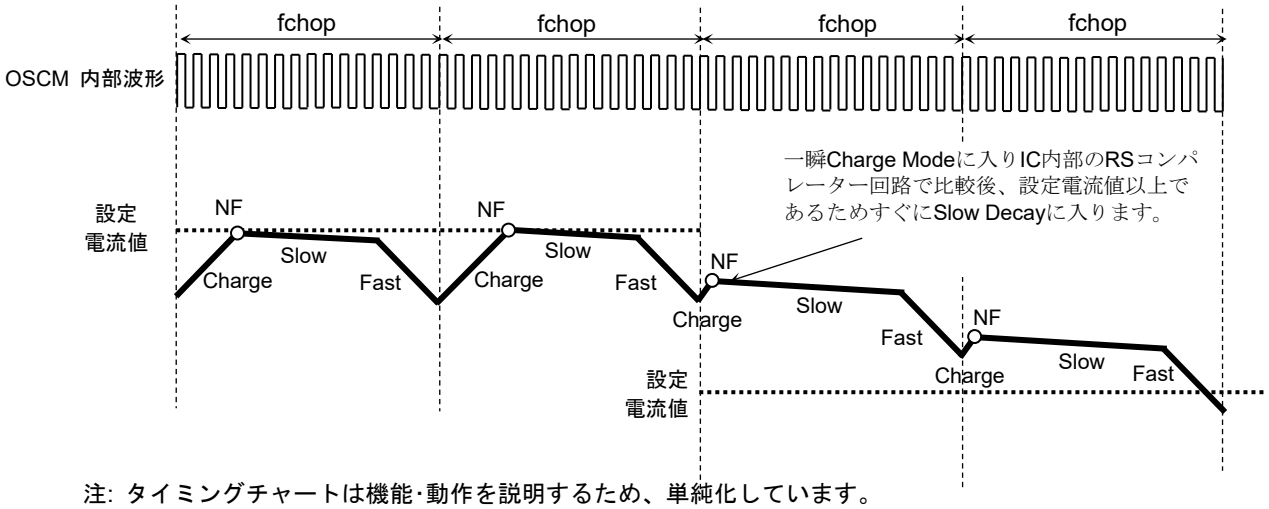


- **Charge 期間が fchop 1 周期以上の場合**

設定電流値 (ステップ)の切り換わりなど、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 Mixed Decay 制御へ移行します。



- **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。

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。下記のとおり、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。

1st コマンド

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

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

2nd コマンド

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

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

3rd コマンド

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

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

4th コマンド

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

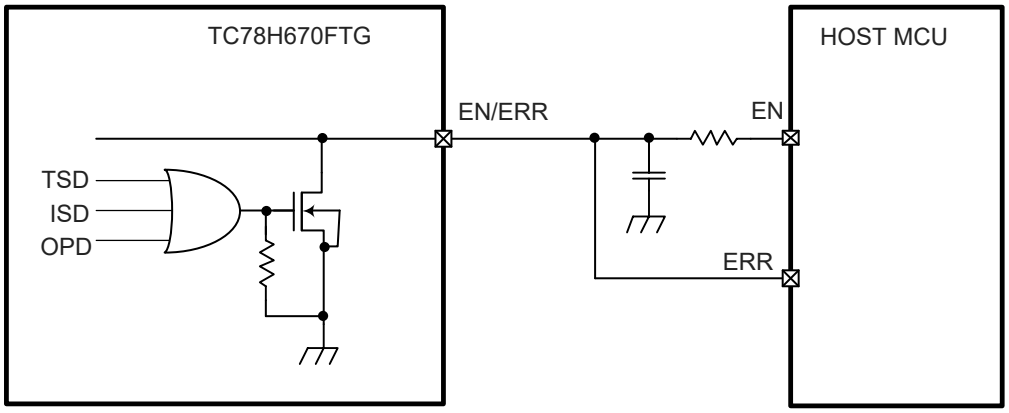
D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

10. 共通ファンクション (CLK-IN モードとシリアルモードのとき)

10.1. ERR (エラー検出フラグ出力)ファンクション

ERR ファンクションはエラー検出機能が働いた際に、ERR 端子から外部に信号として出力する機能です。
ERR 端子は EN 端子と機能を共用しているため、IC 外部で下図のような回路を構成してください。EN 端子は抵抗を介して H レベルを入力してください。

正常状態 (通常動作)時、内部 MOSFET は OFF しているため、ERR 端子のレベルは EN 外部制御電圧と等しくなります。エラー検出機能 (過熱(TSD)、過電流(ISD)、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をした場合、ERR 端子は「正常状態 (通常動作)」に戻ります。



注: この図は機能･動作を説明するため、単純化しています。

注: オープン検出は、シリアルモード選択時のみ検出が可能です。

ERR 端子出力	ファンクション
H (Pull-up)	正常状態 (通常動作)
L	エラー状態を検出 (ISD、TSD、OPD)

TSD 検出後: Fast モードでモーター電流を引き抜き、出力電流がゼロ検出されたら、または最大 1 ms 後に出力を Hi-Z にします。

ISD 検出後: H ブリッジ H-side(Pch DMOS)検出の場合は L-Side の Slow モード、H ブリッジ L-side(Nch DMOS)検出の場合は H-Side の Slow モードでモーター電流を引き抜き、80 ms 後 出力を Hi-Z にします。

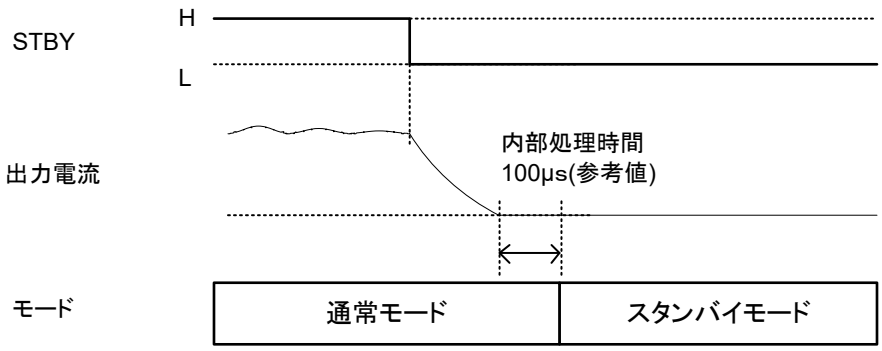
注: 上記の時間は、参考値であり保証値ではありません。

10.2. スタンバイファンクション

STBY 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換えが可能となります。

STBY 端子入力	ファンクション	MEMO
L	スタンバイモード	電気角: 45°
H	通常モード	—

注:　STBY 端子が L のとき、ロジック部への電源供給が停止され、低消費状態になります。
ロジック部がリセットされるので、電気角、励磁設定は初期化されます。

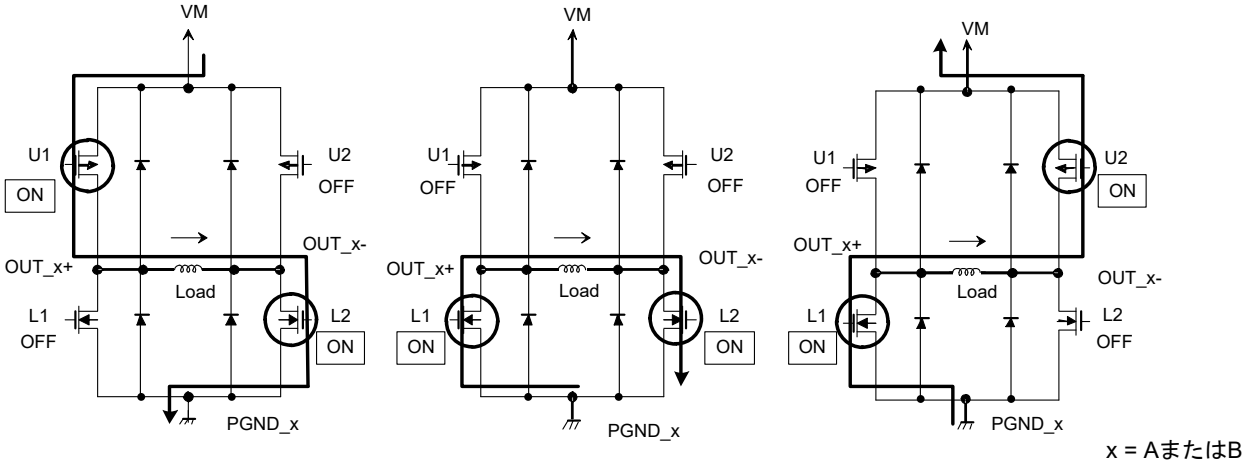


出力電流がゼロ検出されたら 100μs 経過後スタンパイモードとなります。

STBY=L から 1ms 経過すると強制的にスタンバイモードとなります。

注:　上記の時間は、参考値であり保証値ではありません。

11. 出力段トランジスター動作モード



Chargeモード
電流をコイルへ
流し込みます。

Slowモード
コイルとICの間で
電流を流します。

Fastモード
コイルのエネルギーを
電源に返します。

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。

11.1. 出力段トランジスター動作のファンクション

モード	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。

モード	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:　出力回路での上下パワートランジスターの同時 ON による貫通電流を防止するために上下のパワートランジスターの ON ↔ OFF が切り換わるタイミングでデッドタイム(100ns(参考値))を IC 内部で生成しています。

12. 設定電流の計算式について

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。

$$Iout\ (最大) = 1.1 \times Vref\ (V)$$

13. OSCM 発振周波数とチョッピング基準周波数について

TC78H670FTG は、OSCM 端子へ接続する外付け抵抗(ROSC)の定数によって内部発振周波数 (fOSCM) とそれに伴うチョッピング周波数 (fchop) を調整することができます。

ROSC[kΩ]	fOSCM [kHz](標準)	fchop[kHz](標準)
18	3290	206
22	2691	168
30	1982	124
39	1526	95
47	1266	79
56	1064	66
75	795	50
91	656	41

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 程度のチョッピング周波数を基準にし、50 kHz から 100 kHz 程度の周波数範囲で設定されることを推奨します。

14. 絶対最大定格 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位	備考
モーター出力電圧	Vout	20	V	出力 OFF
		18	V	出力 ON
モーター電源電圧 (非アクティブ)	VM	20	V	STBY 端子 = L
モーター電源電圧 (アクティブ)		-0.4 ~ 18	V	STBY 端子 = H
モーター出力電流	Iout	2.0	A	(注 1)
ロジック入力電圧	VIN(H)	6.0	V	—
	VIN(L)	-0.4	V	—
ERR 出力端子電圧	VLO	6.0	V	—
ERR出力端子流入電流	ILO	6.0	mA	—
許容損失	P_D	1.79	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: 基板実装時 (JEDEC 4layer) (Ta = 25°C)
Ta が 25°C を超える場合は、14.3 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恐れがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないように設計を行ってください。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。

15. 動作範囲 (Ta=-40 ~ 85°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	備考
モーター電源電圧	VM	2.5	—	16.0	V	—
モーター出力電流	Iout	—	1.1	2.0	A	(注 1)
ERR 端子出力電圧	VLO	—	—	5.5	V	—
Vref 基準電圧	Vref	0	—	1.8	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。

16. 電気的特性 1 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C、VM = 2.5～16V)

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)	1.5	—	5.5	V
	LOW	VIN(L)	ロジック入力端子 (注 1)	0	—	0.7	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)	—	60	—	mV
ロジック入力端子電流	HIGH	IIN(H)	VIN(H) = 3.3 V	—	33	45	μA
	LOW	IIN(L)	VIN(L) = 0 V	—	—	1	μA
ERR 端子出力電圧	LOW	VOL(LO)	IOL = 5 mA, 出力 = L	—	—	0.5	V
消費電流		IM1	出力端子 = open スタンバイモード	—	—	0.1	μA
		IM2	出力端子 = open EN 端子 = L スタンバイモード解除	—	2.8	3.5	mA
		IM3	出力端子 = open 1/1 ステップ (2 相励磁) fCLK = 75 kHz	—	3.3	4.3	mA
モーター出力リーク電流	High-side	IOH	VM = 18 V, Vout = 0 V	—	—	1	μA
	Low-side	IOL	VM = Vout = 18 V	-1	—	—	μA
出力電流チャネル間誤差		ΔIout1	出力電流のチャネル間の誤差	-5	0	5	%
出力設定電流値誤差		ΔIout2	Iout = 1.1 A	-5	0	5	%
出力トランジスターオン抵抗(上下和)		Ron(H+L)	Tj = 25°C, VM = 12 V, Iout = 1 A	—	0.48	0.6	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ク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。

17. 電気的特性 2 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C, VM = 2.5～16V)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
Vref 入力電流	Iref	Vref = 1.8 V	—	0	1	μA
過熱検出機能動作しきい値 (注 1)	TjTSD	—	145	165	175	°C
UVLO 解除電圧 (注 2)	VUVLO	VM 立ち上がり時	2.1	2.3	—	V
UVLO ヒステリシス電圧	Vhys_uvlo	—	—	200	—	mV
過電流検出機能動作しきい値 (注 3)	ISD	VM = 12 V	2.5	3.2	4.2	A

注1: 過熱検出機能 (TSD)

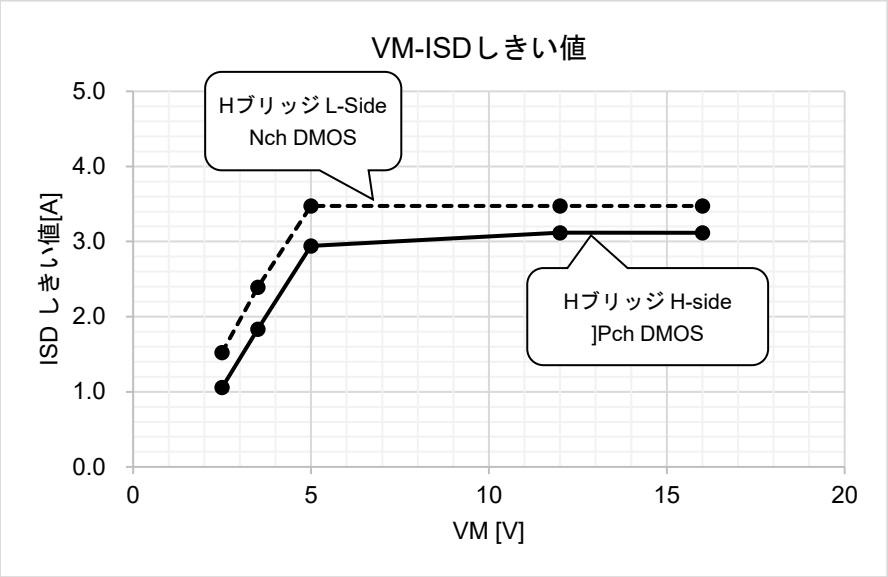
IC のジャンクション温度が規定温度に達した場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にラッチします。過熱検出後は、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで解除することが可能です。TSD 機能は IC が異常発熱した場合に検出する機能です。TSD 機能を積極的に活用するようなご使用方法は避けてください。

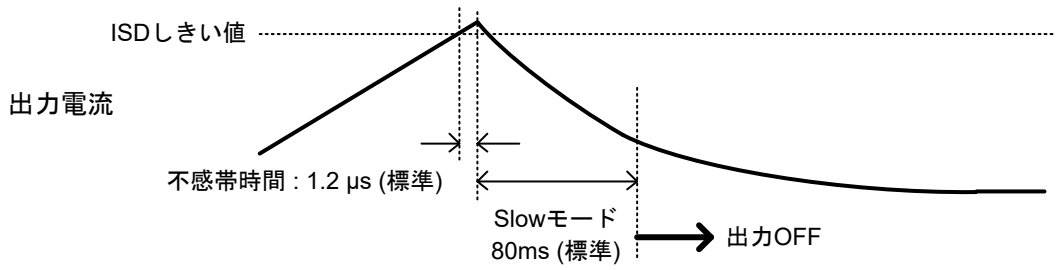
注 2: 低電圧検出機能(UVLO)

VM 端子印加電圧が、2.1 V(標準)以下となった場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。
UVLO 動作後は、VM 端子印加電圧を 2.3 V(標準)以上にすることで解除となります。

注3: 過電流検出機能 (ISD)

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 状態にラッチします。スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で 1.2 μs(標準)の不感帯時間を設けております。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可能です。





注: 上記 ISD しきい値および時間幅は、参考値であり保証値ではありません。

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。

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が破壊する恐れがあります。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恐れがあります。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。

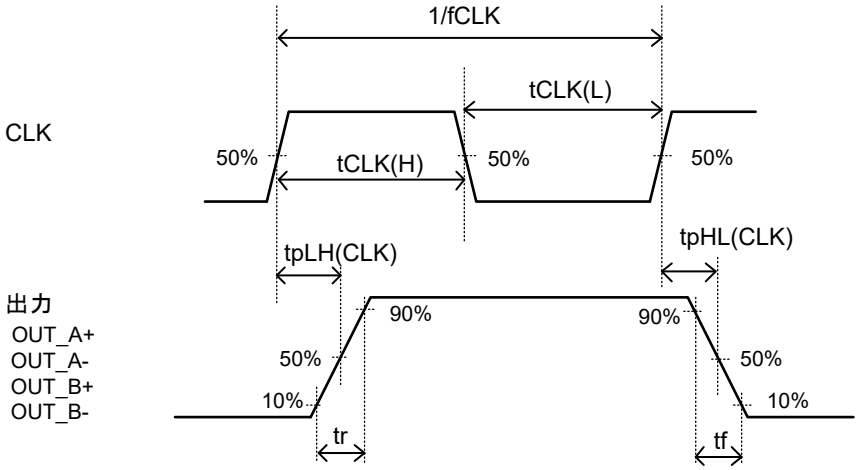
ICの取り扱いについて

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恐れがあります。

18. AC 電気的特性 1 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C, VM =12V, 6.8 mH/5.7 Ω)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
CLK入力周波数	fCLK	—	—	—	400	kHz
CLK入力内部フィルター最小High幅	tCLK(H)	CLK(H)最小パルス幅	500	—	—	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	500	—	—	ns
出力トランジスター スイッチング特性	tr	—	10	20	30	ns
	tf	—	10	20	30	ns
	tpLH(CLK)	—	—	840	—	ns
	tpHL(CLK)	—	—	900	—	ns
ノイズ除去不感帯時間	AtBLK	VM = 12 V	340	540	740	ns
OSC発振周波数誤差	ΔfOSCM	ROSC = 47 kΩ VM = 2.5 ～16 V	-15	—	+15	%
OSC 発振周波数	fOSCM	ROSC = 47 kΩ	1076	1266	1456	kHz
チョッピング周波数	fchop	Output: Active, fOSCM = 1266 kHz	—	79	—	kHz

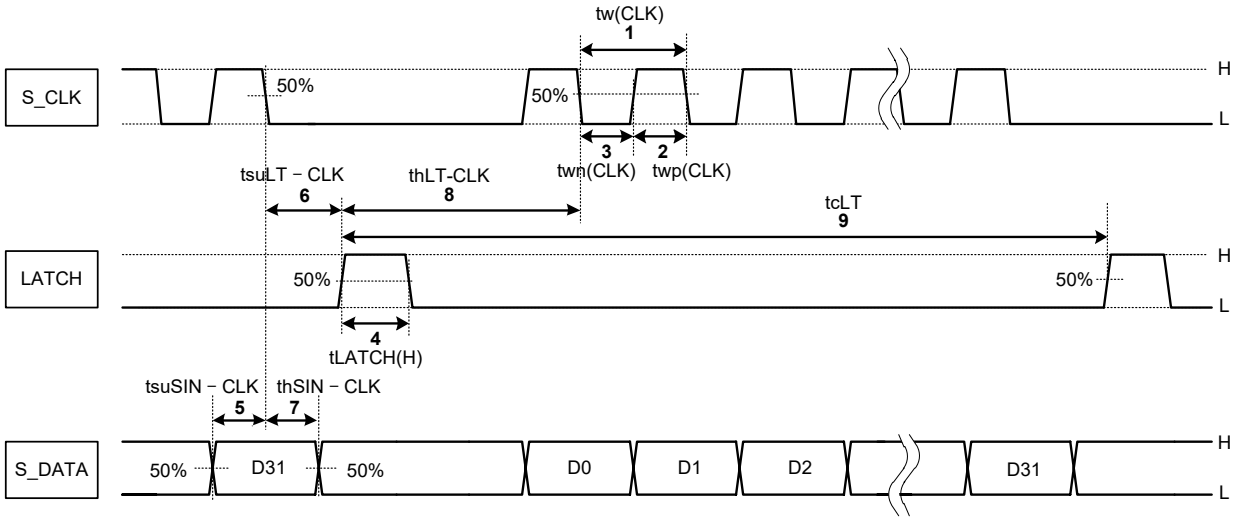
AC 電気的特性タイミングチャート



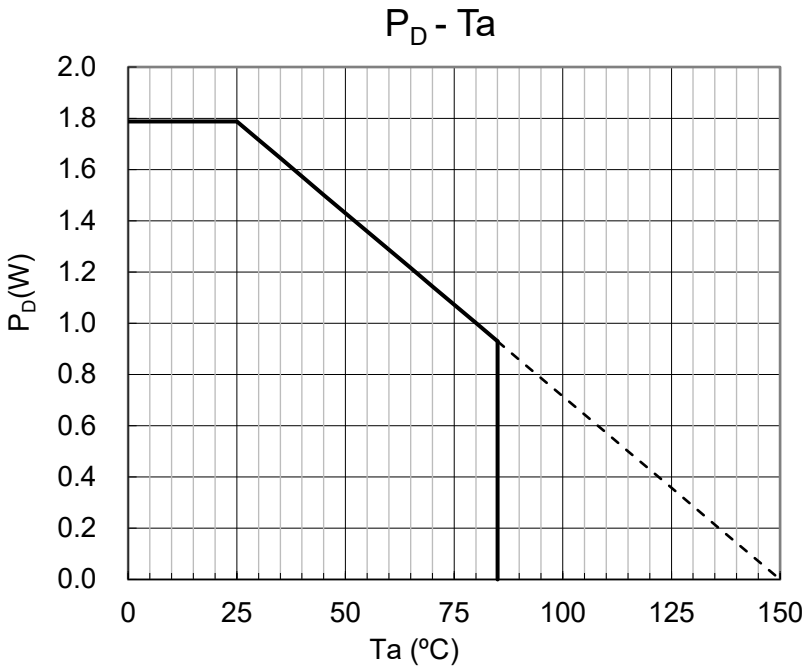
注: タイミングチャートは機能･動作を説明するため、単純化してあります。

19. AC 電気的特性 2 (特に指定のない項目は、Ta = 25°C, VM = 2.5～16V)

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	VIN = 3.3 V	1.0	—	25	MHz	—
CLKサイクル	tsCKW	VIH = 3.3 V, VIL = 0 V, tr = tf = 23 ns	46	—	—	ns	—
最小CLKパルス幅	tw(CLK)	VIN = 3.3 V	40	—	—	ns	1
	twp(CLK)		20	—	—	ns	2
	twn(CLK)		20	—	—	ns	3
最小LATCHパルス幅	tLATCH(H)	VIN = 3.3 V	20	—	—	ns	4
データセットアップ時間	tsuSIN - CLK	VIN = 3.3 V	10	—	—	ns	5
	tsuLT - CLK		10	—	—	ns	6
データホールド時間	thSIN - CLK	VIN = 3.3 V	10	—	—	ns	7
	thLT - CLK		40	—	—	ns	8
LATCH サイクル	tcLT	VIN = 3.3 V	1.32	—	—	μs	9



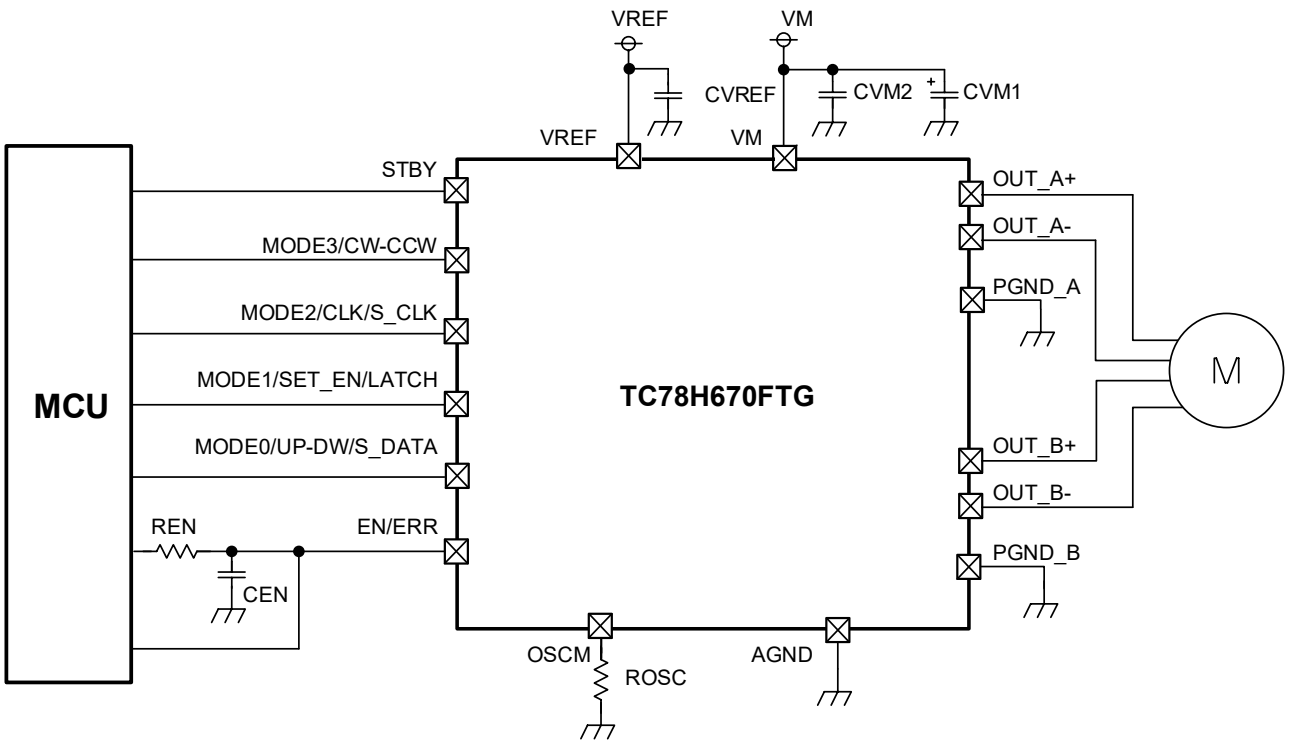
20. (参考値) P_D-Ta 特性



基板実装時(JEDEC 4layer)

注: 上記グラフは、参考値であり保証値ではありません。

21. 応用回路例



応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。

部品定数 (参考例)

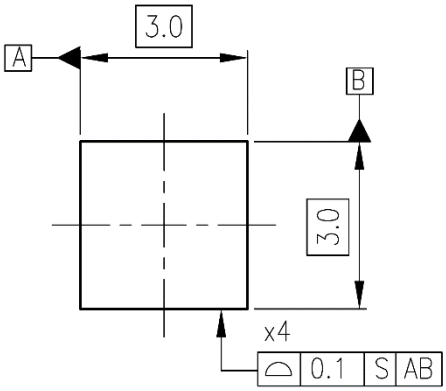
部品記号	部品	定数
CVM1	電解コンデンサー	47 μF
CVM2	セラミックコンデンサー	0.1 μF
CVREF	セラミックコンデンサー	0.1 μF
CEN	セラミックコンデンサー	22 nF
ROSC	抵抗	47 kΩ
REN	抵抗	10 kΩ

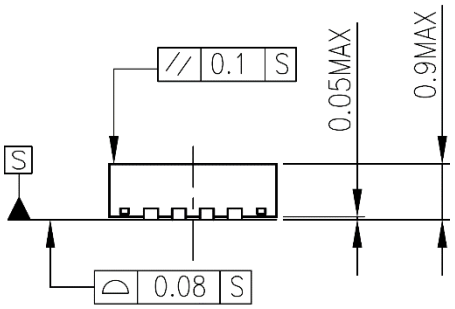
注: 表中の定数は参考例であり、使用条件によっては上記の値以外の部品を使用いただくことも可能です。

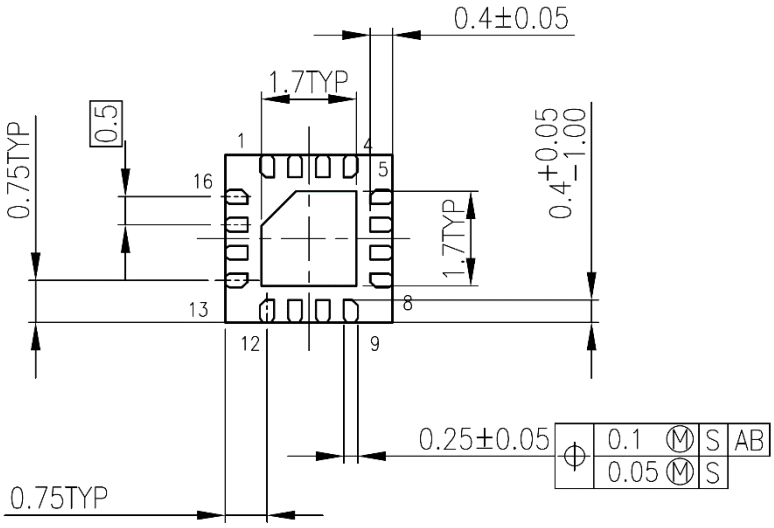
22. 外形図

P-VQFN16-0303-0.50-001

単位: mm







質量: 22.9 mg (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。

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、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。

(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) 過熱検出回路
過熱検出回路（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、過熱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。

(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 は通常使用時においても、自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。

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

東芝デバイス＆ストレージ株式会社
https://toshiba.semicon-storage.com/jp/