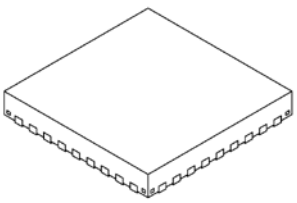
CDMOS 形リニア集積回路　シリコン　モノリシック

TC78B009FTG

3 相ブラシレスモータ用 センサレス PWM 駆動プリドライバ IC

1. 概要

TC78B009FTG は、3 相ブラシレスモータ用センサレス PWM 駆動プリドライバ IC です。モータの速度は PWM Duty とアナログ電圧と I²C から選択して制御できます。NVM(Nonvolatile Memory)を内蔵しており、モータや使用方法に合わせて各種設定をすることができ、外付けマイコン不要で Closed loop 速度制御機能も実現できます。6 個の外付け N-ch パワーMOSFET を用いて駆動するので、幅広い出力範囲のモータに適用することができます。



P-WQFN36-0505-0.50-001

質量: 0.06g (標準)

2. 用途

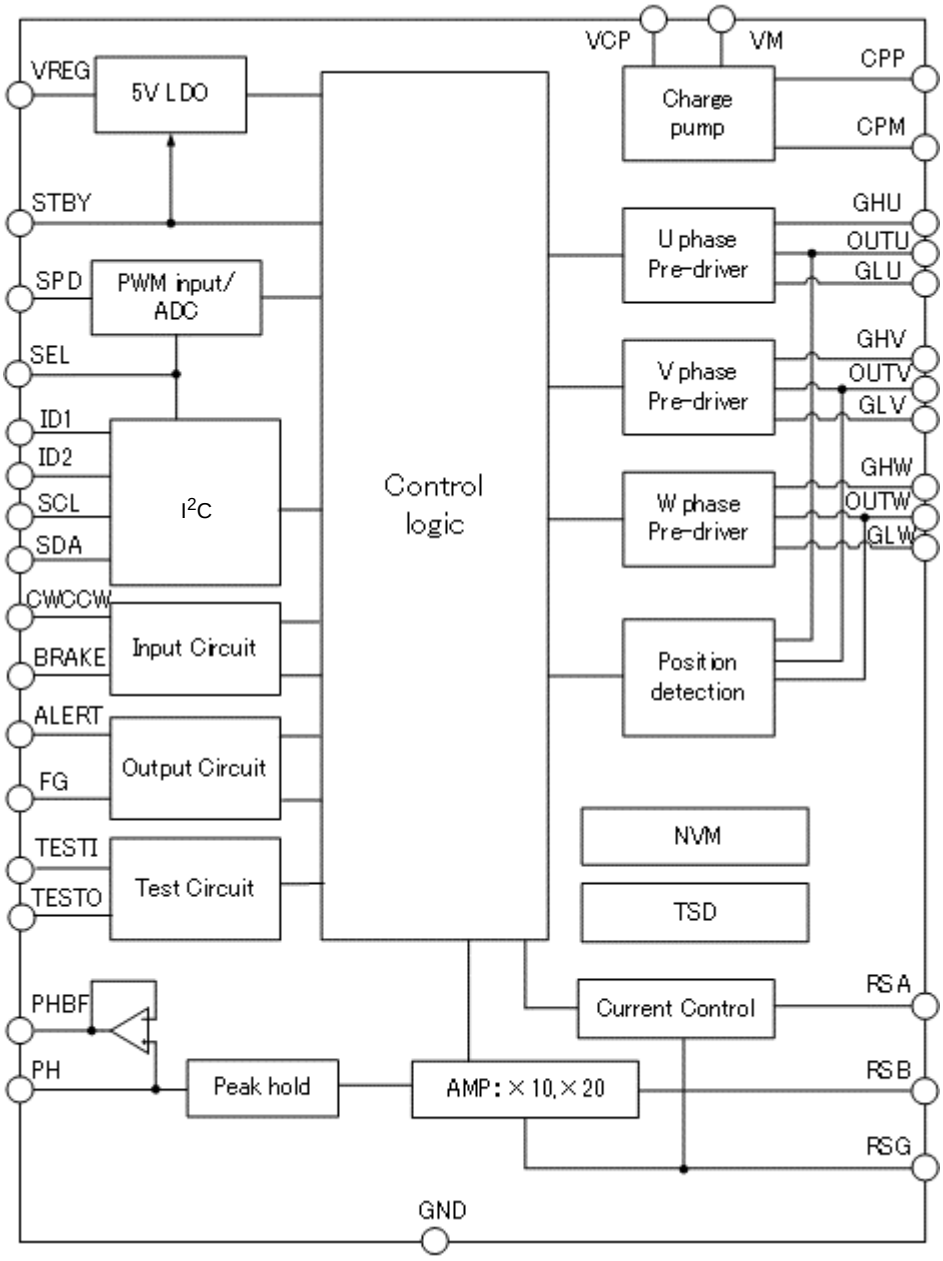
ファンモータ、ポンプ、コードレス掃除機モータ

3. 特長

- センサレス PWM 駆動
- デルタ結線、Y 結線モータ可能
- 電源電圧動作範囲:5.5 ~ 27V(絶対最大定格 30V)
- 上側および下側 N-ch MOSFET 駆動プリドライバ
- 8 段階のゲート駆動電流調整可能
- Closed loop 速度制御機能内蔵、速度カーブ設定可能
- アナログ電圧/PWM Duty/I²C 速度制御入力可能
- I²C インタフェースで各種設定可能
- 省電力モード(スタンバイモード)設定可能(STBY 端子)
- 出力電流モニタ端子(PHBF 端子)
- 正転/逆転切り替え可能(CWCCW 端子)
- ブレーキ入力端子(BRAKE 端子)
- 回転速度出力(FG 端子)
- 異常検出出力(ALERT 端子)
- 熱遮断機能(TSD)
- 電源低電圧検出(UVLO)
- チャージポンプ低電圧検出(CPVSD)
- 出力電流リミット(OCP)
- 出力過電流検出(ISD)
- ロック保護機能
- 小型 QFN36 パッケージ

© 2019
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4. ブロック図



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

図 4.1　ブロック図

5. 端子配置図

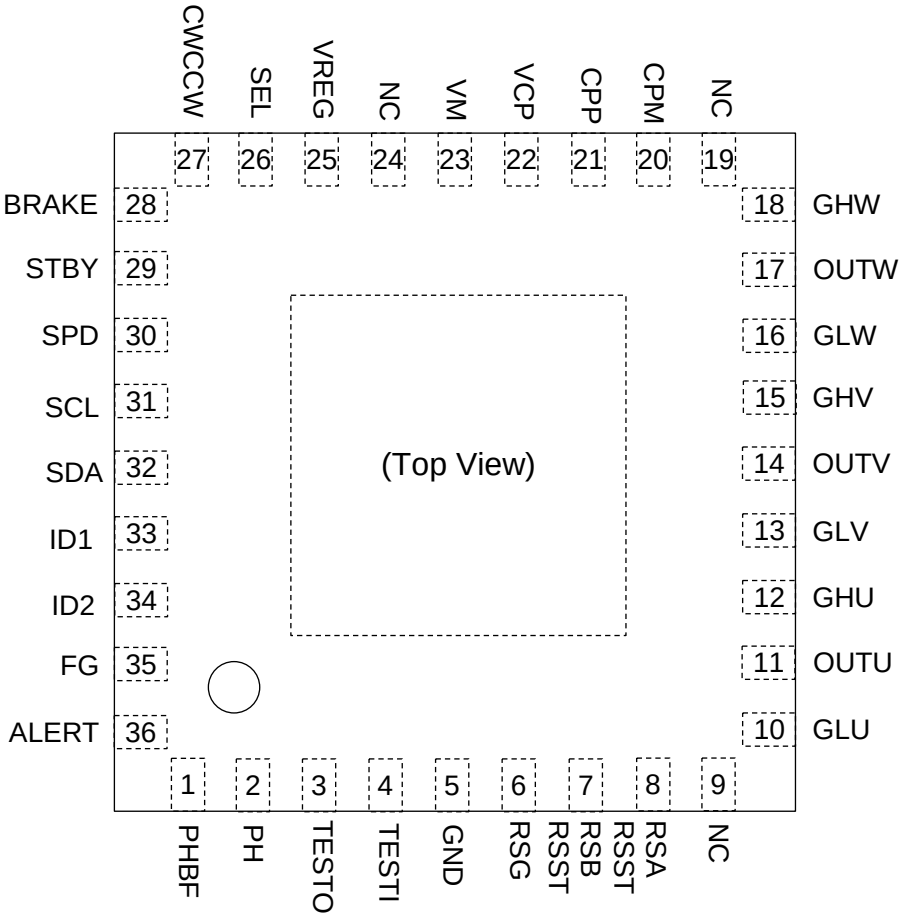


図 5.1　端子配置図

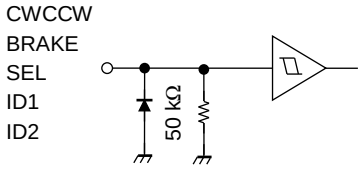
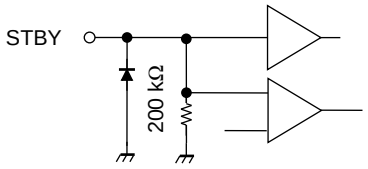
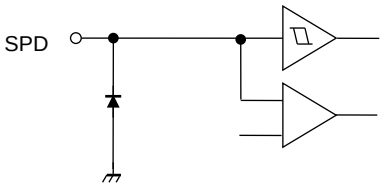
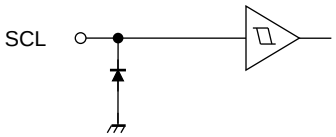
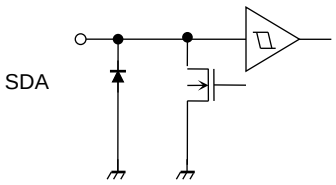
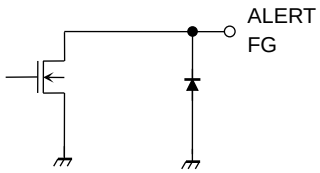
6. 端子説明

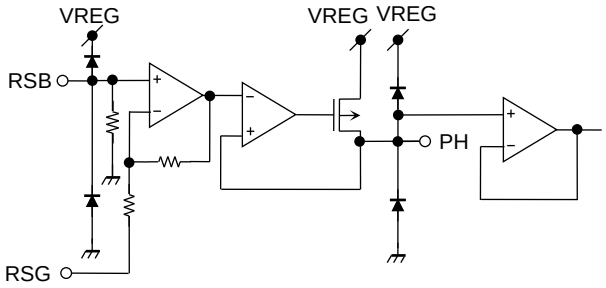
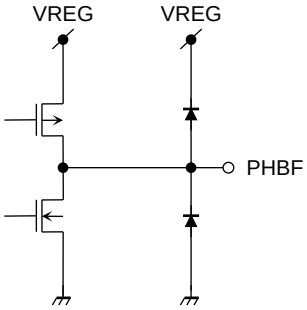
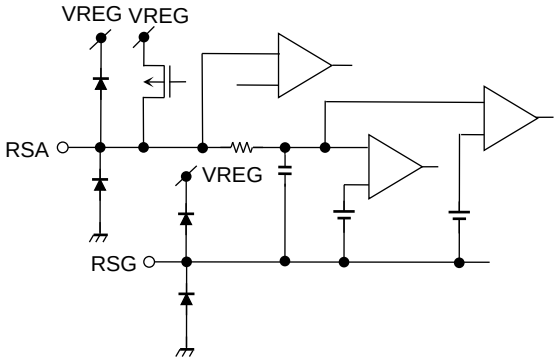
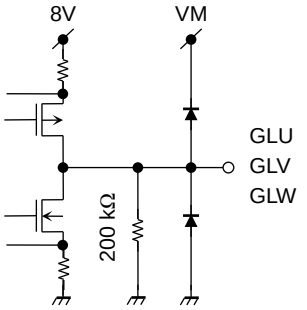
表 6.1　端子説明

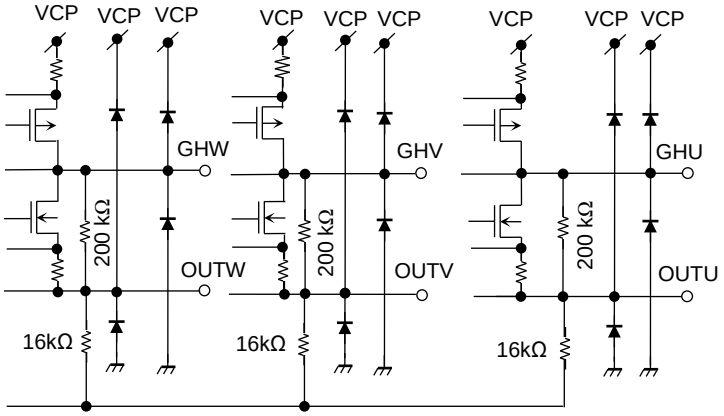
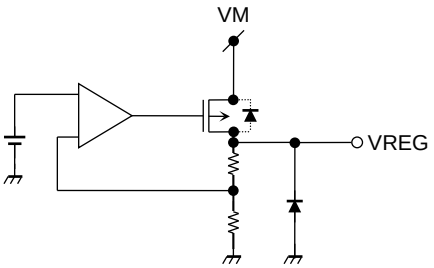
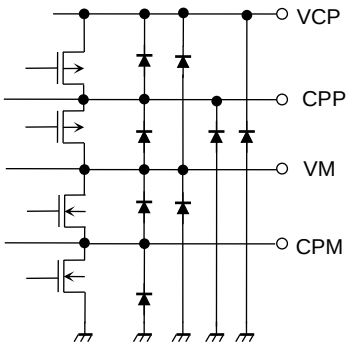
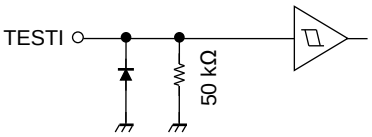
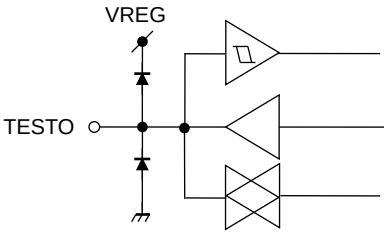
端子番号	名称	入出力	端子説明
1	PHBF	OUT	出力電流モニタ出力端子
2	PH	—	ピークホールド設定端子
3	TESTO	—	テスト出力端子
4	TESTI	—	テスト端子
5	GND	—	グランド端子
6	RSG	—	シャント抵抗グランド側接続端子
7	RSB	IN	出力電流モニタ入力端子
8	RSA	IN	出力電流リミット入力端子
9	NC	—	ノンコネクト端子
10	GLU	OUT	U 相下側 FET ゲート駆動出力端子
11	OUTU	IN	U 相モータ接続入力端子
12	GHU	OUT	U 相上側 FET ゲート駆動出力端子
13	GLV	OUT	V 相下側 FET ゲート駆動出力端子
14	OUTV	IN	V 相モータ接続入力端子
15	GHV	OUT	V 相上側 FET ゲート駆動出力端子
16	GLW	OUT	W 相下側 FET ゲート駆動出力端子
17	OUTW	IN	W 相モータ接続入力端子
18	GHW	OUT	W 相上側 FET ゲート駆動出力端子
19	NC	—	ノンコネクト端子
20	CPM	—	チャージポンプ負側汲み上げコンデンサ接続端子
21	CPP	—	チャージポンプ正側汲み上げコンデンサ接続端子
22	VCP	—	チャージポンプ蓄積コンデンサ接続端子
23	VM	—	電源電圧印可端子
24	NC	—	ノンコネクト端子
25	VREG	—	5V 基準電圧出力端子
26	SEL	IN	速度制御指令選択入力端子
27	CWCCW	IN	回転方向選択入力端子
28	BRAKE	IN	ブレーキ入力端子
29	STBY	IN	スタンバイ入力端子
30	SPD	IN	速度制御指令入力端子
31	SCL	IO	I^2C 通信用クロックライン端子
32	SDA	IO	I^2C 通信用データライン端子
33	ID1	IN	スレーブアドレス設定 1 入力端子
34	ID2	IN	スレーブアドレス設定 2 入力端子
35	FG	OUT	回転速度出力端子
36	ALERT	OUT	異常検出出力端子

7. 入出力等価回路

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。
.

端子名称	備考	I/O internal circuit
CWCCW BRAKE SEL ID1 ID2	使用しない場合は、GND に接続してください。	
STBY	使用しない場合は、STBY は High 電圧に接続してください。	
SPD	使用しない場合は、SPD は GND に接続してください。	
SCL	I²C 通信を使用しない場合は、SCL 端子の電圧は High 電圧や Low 電圧(GND)のように一定電圧になるようにしてください。	
SDA	I²C 通信を使用しない場合は、SCL 端子の電圧は High 電圧や Low 電圧(GND)のように一定電圧になるようにしてください。	
ALERT FG	プルアップ抵抗を接続してください。 使用しない場合は、OPEN にしてください。	

端子名称	備考	I/O internal circuit
PH RSB RSG	PH は GND 間に 100kΩ と 0.1μF を接続することを推奨します。 使用しない場合は、RSG と RSB 端子は GND に接続し、PH は OPEN にしてください。	
PHBF	PHBF はリップル電圧が問題となる場合はローパスフィルタの抵抗とコンデンサを接続してください。 使用しない場合は、PHBF は OPEN にしてください。	
RSA RSG	使用しない場合は､RSA と RSG は GND に接続してください。	
GLU GLV GLW	—	

端子名称	備考	I/O internal circuit
GHU GHV GHW OUTU OUTV OUTW	—	
VREG	VREG と GND 間に 0.1μF を使用することを推奨します。	
VCP CPP CPM	VCP と VM 間に 0.1μF を使用することを推奨します。 CPP と CPM 間に 0.01μF を使用することを推奨します。	
TESTI	TESTI は GND に接続して使用してください。	
TESTO	TESTO は GND に接続して使用してください。	

8. 動作説明

8.1. 基本動作

本 IC では、外付け部品でホールセンサを使用しないで、3 相ブラシレスモータを駆動することができます。

また、NVM(Nonvolatile Memory)を内蔵しており、モータや使用方法に合わせて設定することができ、外付けマイコン不要で Closed loop 速度制御機能も実現できます。スタンバイモードを内蔵しており、待機時の IC の消費電力を削減することができます。

電源投入後、STBY 端子設定がスタンバイモードではない場合、NVM から IC の各種設定パラメータを読みだしてレジスタに保存します。その後、ブレーキシーケンスを経由してアイドルモードになります。速度制御指令(Speed contorl)が入力されると起動シーケンスによりモータが回転し始めます。速度制御指令を停止することでモータの回転を止めることができます。

異常検出した場合はエラーモードに移行し、再起動時間経過後に自動復帰します。エラーモード時、速度制御指令を停止するとアイドルモードに移行します。

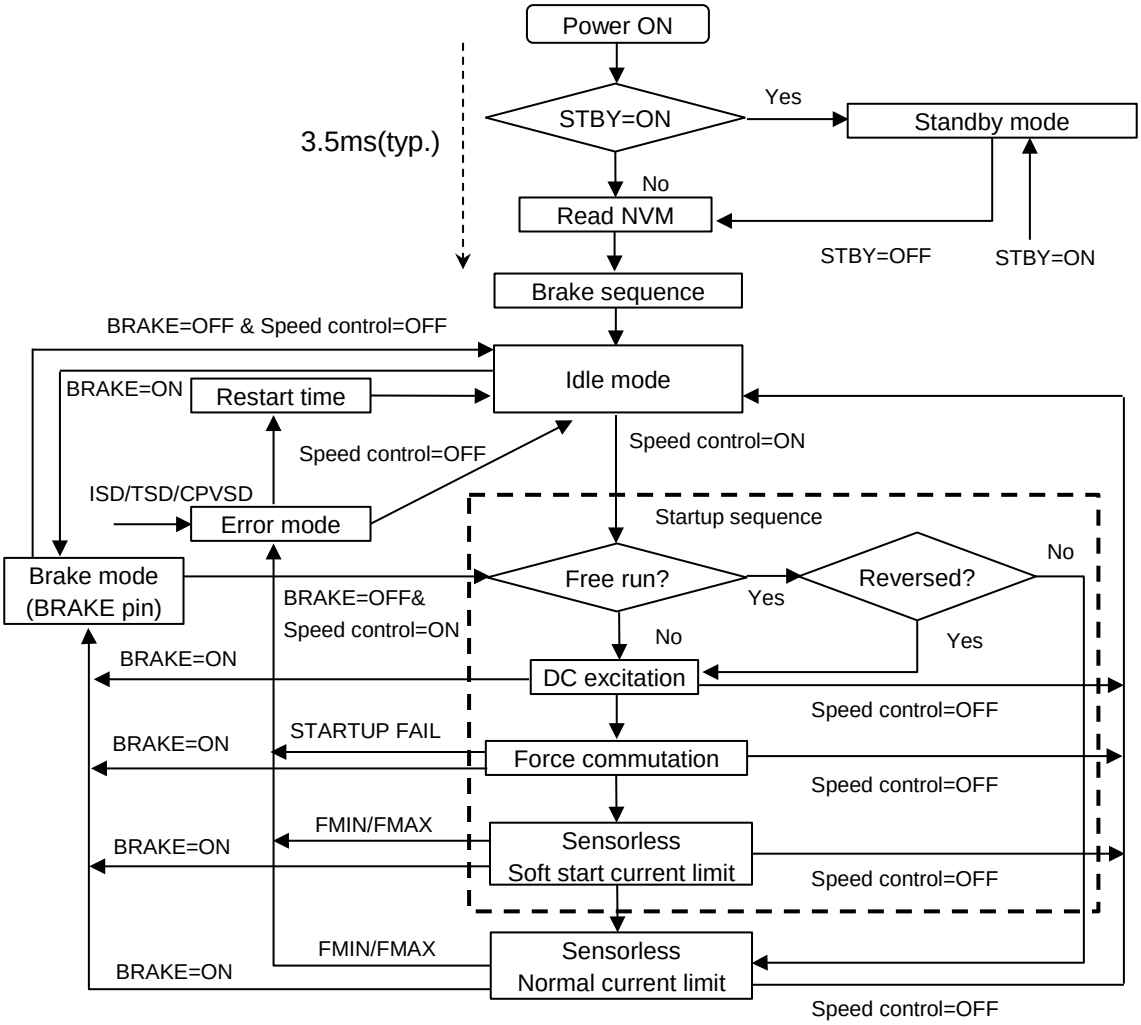


図 8.1　基本動作フローチャート

8.1.1. スタンバイモード (Standby mode)

STBY 端子でスタンバイモードに移行できます。
スタンバイモードでは、各出力端子が OFF (Hi-Z 状態)となり、各種異常状態もクリアされます。
スタンバイモードに移行するには、レジスタ設定 STBY_MODE で条件が変化し、STBY 端子 = Low のみの場合と STBY 端子 = Low と速度制御指令入力 0 の両方の場合があります。
また、通常動作状態からスタンバイモードに移行するには、各々のスタンバイモード条件が 100ms 以上継続することが必要です。

表 8.1 スタンバイモード移行可能条件

STBY 端子	レジスタ設定 14[7] STBY_MODE	スタンバイモード条件	状態
Low	0	STBY 端子 = Low のみでスタンバイモードに移行	スタンバイモード
	1	STBY 端子 = Low と速度制御指令の入力 0 の両方でスタンバイモードに移行 (レジスタ設定の MAXOFF = 1 か NOSTOP = 1 か SPDINV = 1 の場合はスタンバイモードに移行できません。)	スタンバイモード
High	—	—	通常動作

8.1.2. ブレーキシーケンス (Brake sequence)

本シーケンスの時間はレジスタで設定できます。また、そのときの出力段の状態もレジスタで設定できます。

表 8.2 ブレーキシーケンス時間設定

レジスタ設定 19[7:5] WAIT_TIME	ブレーキシーケンス時間 (s)
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

表 8.3 ブレーキシーケンス時の出力段の状態設定

レジスタ設定 19[4] WAIT_MODE	出力段の状態
0	OFF(Hi-Z)
1	ショートブレーキ

表 8.4 ブレーキシーケンス後の移行状態

レジスタ設定 19[3] WAIT_CON	状態
0	ブレーキシーケンス時間経過後に、WAIT_MODE 出力段の状態を解除し Idle mode に移行します。
1	ブレーキシーケンス時間経過後も WAIT_MODE 出力段の状態のブレーキシーケンスを維持します。速度制御指令後、Idle mode を経由しないで起動シーケンスに入ります。 (ブレーキシーケンス時間 = 0s 時は無効)

8.1.3. アイドルモード (Idle mode)

通常回転中または異常停止モード中、速度制御指令が停止するとアイドルモードに移行します。
アイドルモードではモータ出力段を全て OFF にします。アイドルモード中、速度制御指令が検出されると起動シーケンスに移行します。

8.1.4. 起動シーケンス (Start sequence)

速度制御指令入力後、モータが停止、逆転している場合、起動シーケンスの 1 回目直流励磁、2 回目直流励磁、強制転流を経由してセンサレスに移行しモータを回転させます。
1 回目直流励磁時間、2 回目直流励磁時間、強制転流周波数は各レジスタで設定できます。
速度制御指令入力後、モータが順方向に空転している場合、センサレスからモータ回転させます。
モータの空転を検出可能な最小周波数は、強制転流周波数に依存します。

表 8.5　1 回目直流励磁時間

レジスタ設定 20[4:3] PreTIP	時間 (s)
00	0
01	0.2
10	0.5
11	1.0

表 8.6　2 回目直流励磁時間

レジスタ設定 20[2:0] TIP	時間 (s)
000	0.1
001	0.2
010	0.4
011	0.6
100	0.8
101	1
110	1.5
111	2

表 8.7　強制転流周波数

レジスタ設定 21[1:0] FST	電気角周波数	空転検出時間 (電気角周波数)
00	1.6Hz	200ms (5Hz)
01	3.2Hz	100ms (10Hz)
10	6.4Hz	50ms (20Hz)
11	12.8Hz	25ms (40Hz)

表 8.8　空転検出時の位置検出コンパレータのヒステリシス電圧

レジスタ設定 24[7:6] COMP_HYS	ヒステリシス電圧
00	無し
01	±100mV
10	±200mV
11	±300mV

8.1.5. 出力電流リミット (OCP)

モータに流れる電流を制限するため出力電流リミット機能を内蔵しています。モータ電流を外付けシャント抵抗で検出した電圧が、RSA 端子の出力電流リミット回路基準電圧 VOC 以上になった場合、出力上側 FET を OFF して、モータ電流を制限します。解除は PWM 周期ごとに復帰します。

出力電流リミット[A] = VOC/シャント抵抗値

出力電流リミットは、センサレス移行後、起動出力電流リミット(Startup current)から通常出力電流リミット(Normal current limit)に移行します。
また、出力電流リミット機能はノイズによる誤動作防止のため、デジタルフィルタとアナログフィルタを設けています。

表 8.9 通常出力電流リミット VOC の設定

レジスタ設定 23[6] OCP_LVL	通常出力電流リミット 基準電圧 VOC	出力電流モニタ機能 アンプゲイン
0	0.25V	10 倍
1	0.125V	20 倍

・VOC は出力電流モニタ機能のアンプゲインと連動します。

表 8.10 起動出力電流リミット設定

レジスタ設定 16[3:1] STARTCURRENT	起動出力電流リミット VOC 電圧 (V)
000	VOC
001	VOC×87.5%
010	VOC×75.0%
011	VOC×62.5%
100	VOC×50.0%
101	VOC×37.5%
110	VOC×25.0%
111	VOC×12.5%

表 8.11 デジタルフィルタ(OCP, ISD)時間設定

レジスタ設定 15[1:0] OCPMASK	OCP CLK 数	OCP フィルタ時間	ISD CLK 数	ISD フィルタ時間
00	0	無し	1	83ns
01	4	500ns	5	583ns
10	6	666ns	7	750ns
11	7	750ns	8	833ns

・OCP フィルタ時間は ISD フィルタ時間と連動します。

表 8.12　RSA 端子のアナログフィルタ設定

レジスタ設定 18[2:1] RS_SEL	カットオフ周波数
00	無し
01	200kHz
10	100kHz
11	50kHz

表 8.13　OCP 機能の有効/無効設定

レジスタ設定 16[0] OCPDIS	OCP 機能
0	有効
1	無効

8.1.6. ソフトスタート

起動シーケンスは突入電流を抑えるためにソフトスタートで動作します。

ソフトスタートは出力 Duty を 0%から徐々に増加し、出力電流が起動出力電流リミット(Startup current)になるように出力 Duty を制限します。加減速制御が有効な場合、Duty の増加速度は加減速制御の設定(Soft start duty change lmit)のレジスタ設定に従います。加減速制御が無効の場合、ソフトスタート時 Duty の増加速度は 8counts/2.7ms に制限されます。

センサレス移行後、起動出力電流リミット(Startup current)から通常出力電流リミット(Normal current limit)に移行します。その移行加速度は、0 ~ 699ms の Wait 時間経過後に SS_ADD_SEL レジスタで設定する電流値まで 350ms ごとに SS_UP_SEL で決まる電流値分上昇していきます。ただし、SS_ADD_SEL 電流値が出力電流リミットよりも大きくなった場合は、出力電流リミット値以上の電流値にはならず、出力電流リミット値が設定値になります。

モータが空転している場合、起動シーケンスを経由しないでセンサレス(Normal current limit)で回転し始めます。その回転時の初期出力 Duty は最高速度設定(Max speed)に依存します。

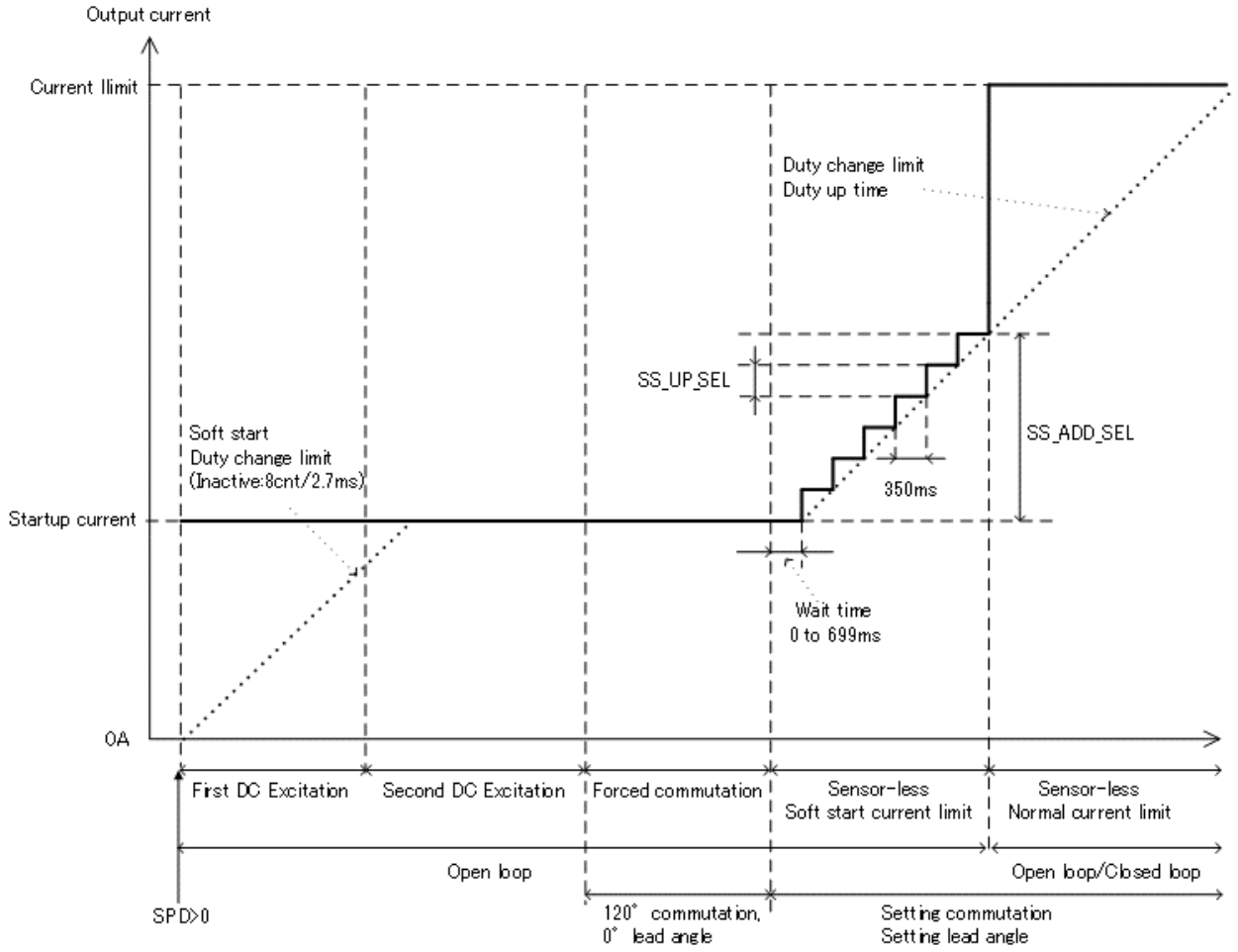


図 8.2　起動時の出力電流リミット設定

表 8.14　ソフトスタート時の Duty 加減速制限レジスタ設定

Soft start duty change limit レジスタ設定 17[3:1] SS_DUTYCHGLIMIT	2.7ms ごと Duty 変動量 (Δ/512)	加減速時間 (s) 0% ~ 100%
000	64/8	0.17
001	2/8	5.53
010	3/8	3.69
011	4/8	2.76
100	6/8	1.84
101	10/8	1.11
110	20/8	0.55
111	56/8	0.20

表 8.15　SS_ADD_SEL レジスタ設定

レジスタ設定 17[7:6] SS_ADD_SEL	SS_ADD_SEL 電流 (A)
00	起動電流リミット設定値＋{(出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×0%} (= 起動電流リミット設定値)
01	起動電流リミット設定値＋{ (出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×30%}
10	起動電流リミット設定値＋{ (出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×40%}
11	起動電流リミット設定値＋{ (出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×50%}

表 8.16　SS_UP_SEL レジスタ設定

レジスタ設定 17[5:4] SS_UP_SEL	SS_UP_SEL 電流 (A)
00	(出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×1%
01	(出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×2%
10	(出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×5%
11	(出力電流リミット回路基準電圧 V_{OC} / シャント抵抗)×10%

表 8.17　空転時からモータが回転する場合の初期出力 Duty を決める最高速度設定

レジスタ設定 14[2:1] MAXSPEED		最高速度 [rpm]
0	0	4096
0	1	8192
1	0	16384
1	1	32768

・空転時からモータ回転する場合、初期出力 Duty を最高速度(MAXSPEED)設定から決めます。

初期出力 Duty = 検出回転数 / 最高速度 / 2
例えば：MAXSPEED = 1,0 に設定の場合、最高速度は 16384rpm。
起動時 3000rpm の正転を検出した場合、初期出力 Duty は 3000 / 16384 / 2 = 9.2% となります。

8.1.7. 加減速制御

センサレス時、出力 Duty の変動量を制限することで、モータの加減速を制限します。
加減速は Duty 変動量(Duty change limit)と更新時間(Duty up time)で設定します。

表 8.18　Duty 変動量の更新時間のレジスタ設定

レジスタ設定 17[0] DUTY_UP_TIME	Duty 変動量の更新時間
0	2.7ms
1	10.8ms

表 8.19　Duty 変動量のレジスタ設定

レジスタ設定 16[6:4] DUTYCHGLIMIT	Duty 変動量 (Δ/512)	更新時間 2.7ms 時 加減速時間 (s) 0% ~ 100%
000	無効:Open loop 64/8:closed loop	0.17
001	2/8	5.53
010	3/8	3.69
011	4/8	2.76
100	6/8	1.84
101	10/8	1.11
110	20/8	0.55
111	56/8	0.20

表 8.20　加減速制御の設定内容

項目	直流励磁から強制転流	Closed-loop 中			Open-loop 中
		加速	安定	減速	
更新タイミング	2.7ms	10.8ms/2.7ms	2.7ms		10.8ms/2.7ms
Duty の増減量	Soft start duty change limit	Duty change limit	PI 制御 (Duty change limit の制限あり)		Duty change limit

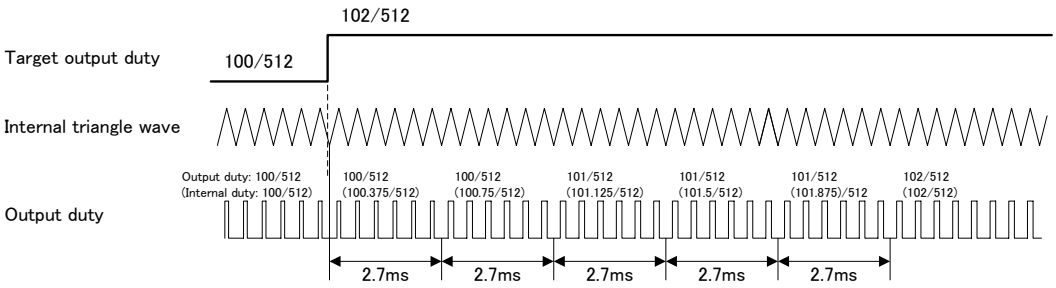


図 8.3　Duty change limit = 010、Duty 変動量(3/8)設定時、出力 Duty 変動のタイミング例

8.1.8. 出力電流モニタ機能(PHBF)

モータ出力電流を外付けシャント抵抗で検出した RSB 端子電圧をアンプでゲイン倍しピークホールドした電圧に変換して PHBF 端子からモニタすることができます。

ピークホールドするための PH 端子の定数 C1 は 0.1μF、R2 は 100kΩを推奨します。

また、PHBF 端子のリップル電圧を考慮する場合はローパスフィルタ C2 と R3 を接続ください。

表 8.21　出力電流モニタ機能

レジスタ設定 23[6] OCP_LVL	通常出力電流リミット 基準電圧 VOC	出力電流モニタ機能 アンプゲイン
0	0.25V	10 倍
1	0.125V	20 倍

・VOC は出力電流モニタ機能のアンプゲインと連動します。(表 8.9 と同じ表です)

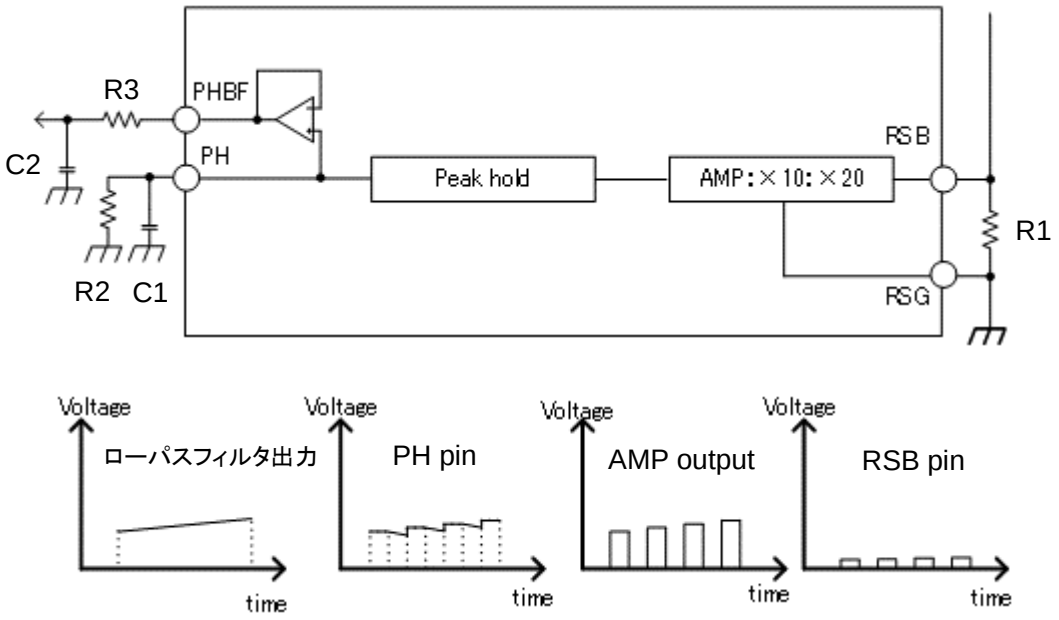


図 8.4　出力電流モニタ機能

8.1.9. 通電方式、進角制御

通電方式や進角はレジスタの設定で決めます。通電角度は 120°、135°、142.5°、150°を選択できます。
また、ソフトスイッチングを選択すると通電の切り替わり時に Duty が少しずつ変化します。
モータ特性によっては、各通電方式や進角設定を調整することで効率や騒音などが変化します。
他に進角設定には制限がありますので、120°通電の場合、進角は 0°から 30°まで設定できますが、135°通電の場合、進角は、0°から 22.5°までの設定になるため 22.5°以上の設定も 22.5°となります。142.5°通電と 150°通電のの場合、進角は、0°から 15°までの設定になるため 15°以上の設定も 15°となります。

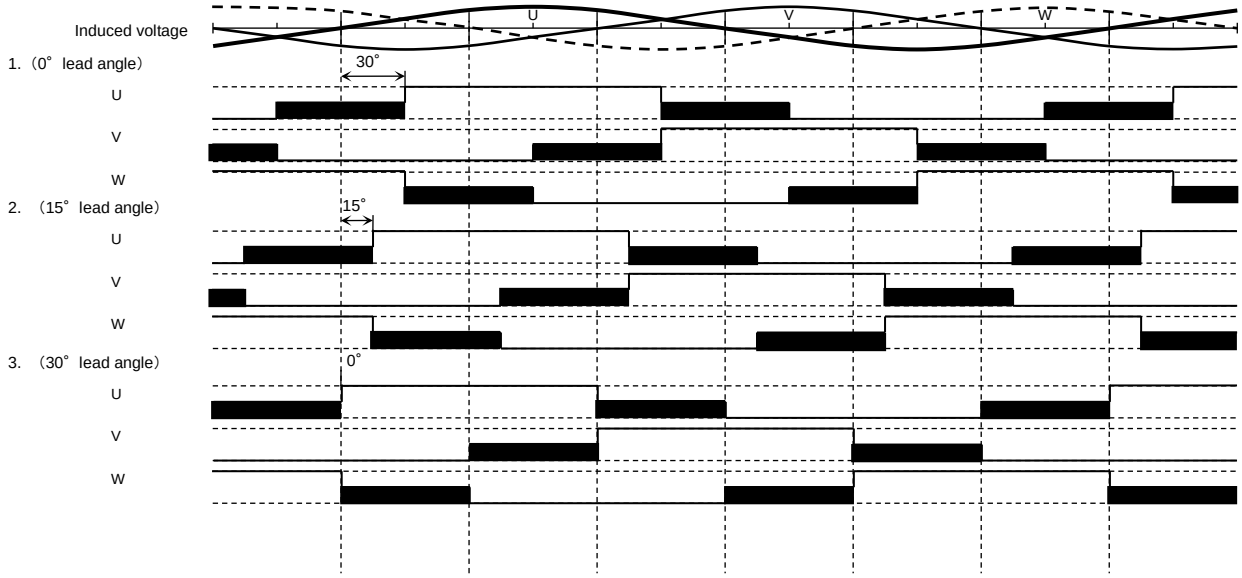
表 8.22　通電方式設定

レジスタ設定 22[7] SLOP	レジスタ設定 22[6:5] LAP	ソフトスイッチング	通電角度
0	00	No	120°
	01	Yes	135°
	10	Yes	150°
	11	Yes	142.5°
1	00	No	120°
	01		135°
	10		150°
	11		150°

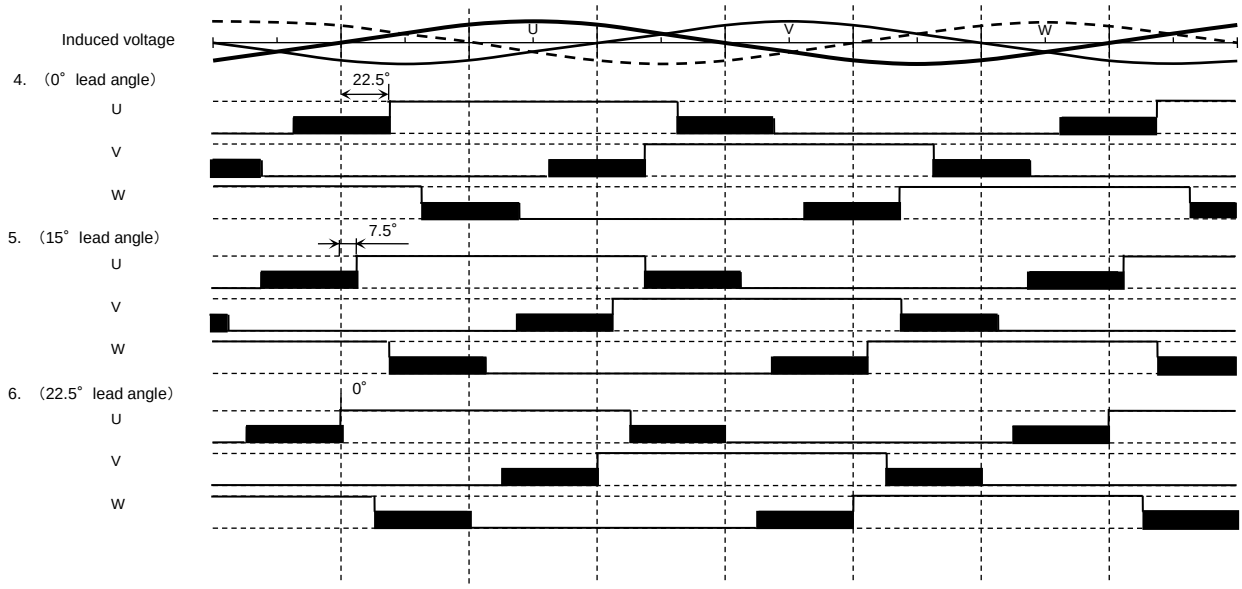
表 8.23　進角設定

レジスタ設定 21[7:4] LA	レジスタ設定 21[1:0] FST		回転速度 (電気角)					
	00	加速時	0Hz < f ≦ 100Hz	100Hz < f ≦ 200Hz	200Hz < f ≦ 300Hz	300Hz < f ≦ 400Hz	400Hz < f ≦ 500Hz	500Hz < f
		減速時	0Hz < f ≦ 50Hz	50Hz < f ≦ 150Hz	150 Hz < f ≦ 250Hz	250 Hz < f ≦ 350Hz	350 Hz < f ≦ 450Hz	450Hz < f
	01 10 11	加速時	0Hz < f ≦ 200Hz	200Hz < f ≦ 400Hz	400 Hz < f ≦ 600Hz	600 Hz < f ≦ 800Hz	800 Hz < f ≦ 1kHz	1kHz < f
		減速時	0Hz < f ≦ 100Hz	100Hz < f ≦ 300Hz	300 Hz < f ≦ 500Hz	500 Hz < f ≦ 700Hz	700 Hz < f ≦ 900Hz	900Hz < f
0000	0		0°					
0001	1		3.75°					
0010	2		7.5°					
0011	3		11.25°					
0100	4		15°					
0101	5		18.75°					
0110	6		22.5°					
0111	7		26.25°					
1000	8		30°					
1001	9		7.5°	15°	15°	15°	18.75°	22.5°
1010	10		7.5°	7.5°	15°	15°	18.75°	22.5°
1011	11		0°	3.75°	7.5°	11.25°	15°	18.75°
1100	12		3.75°	7.5°	11.25°	15°	18.75°	22.5°
1101	13		7.5°	11.25°	15°	18.75°	22.5°	26.25°
1110	14		11.25°	15°	18.75°	22.5°	26.25°	30°
1111	15		3.75°	11.25°	18.75°	26.25°	30°	30°

120° commutation

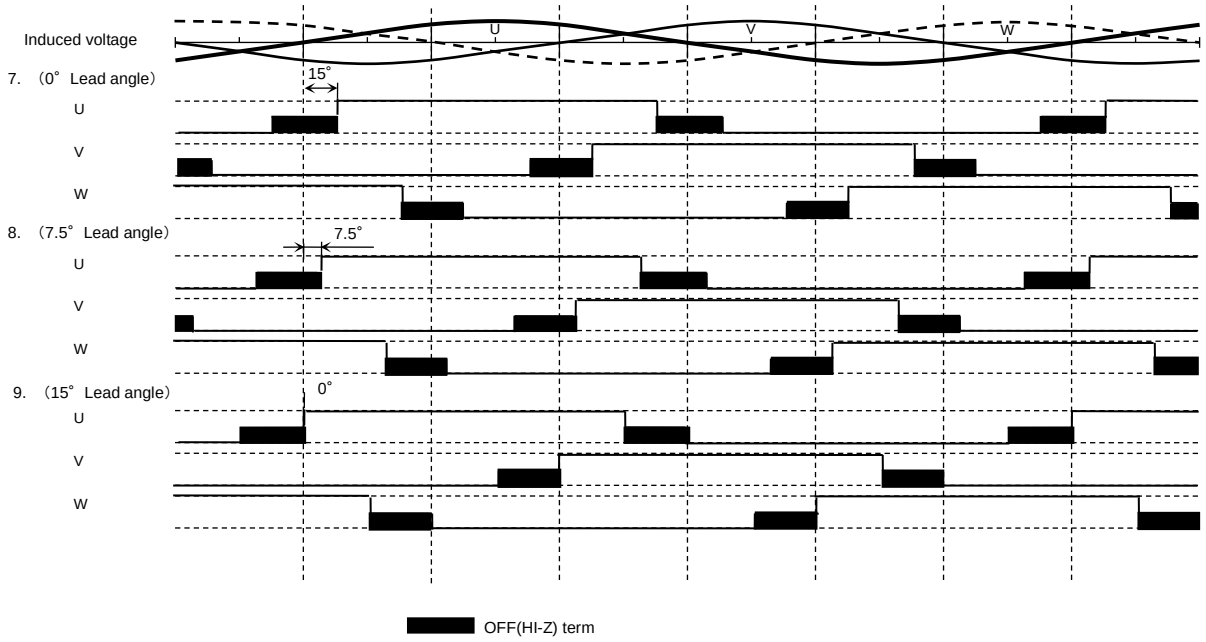


135° commutation

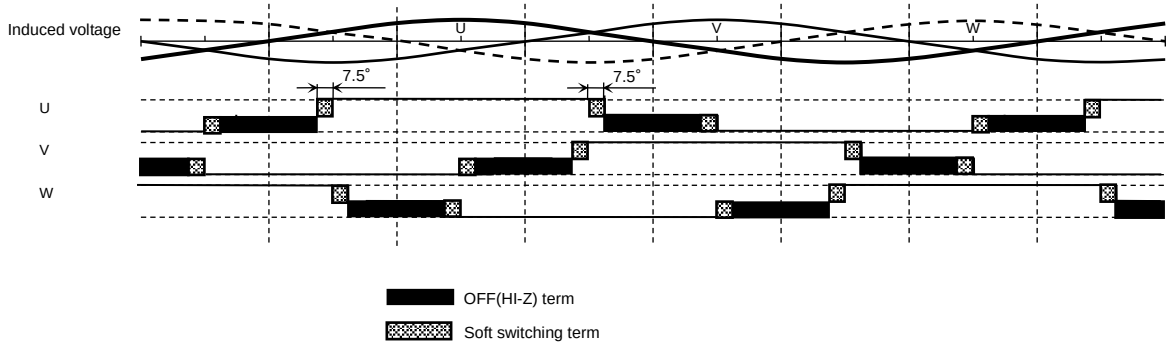


OFF(Hi-Z) term

150° commutation



135° commutation, soft switching,0° Lead angle



150° commutation, soft switching,0° Lead angle

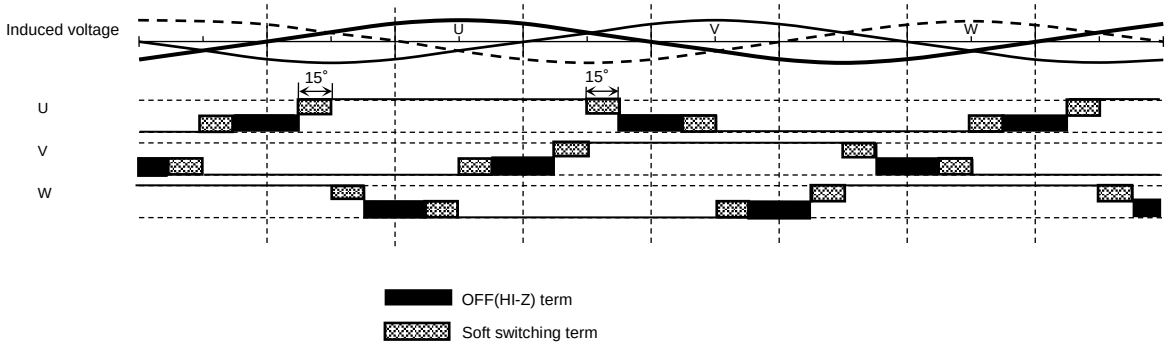


図 8.5　通電波形のタイミングチャート

8.1.10. 回転方向

回転方向は CWCCW 端子とレジスタの設定で決めます。

表 8.24　回転方向設定

レジスタ設定 14[6] DIR	レジスタ設定内容	CWCCW 端子	回転方向
0	極性反転無効	Low	CW
		High	CCW
1	極性反転有効	Low	CCW
		High	CW

8.1.11. ブレーキ機能

BRAKE 端子とレジスタの設定でショートブレーキモードにすることができます。

表 8.25　ブレーキ機能

BRAKE 端子	レジスタ設定 18[4] BRK_INV	レジスタ設定内容	状態
Low	1	極性反転有効 (Low Active)	ショートブレーキモード
	0	極性反転無効 (High Active)	—
High	1	極性反転有効 (Low Active)	—
	0	極性反転無効 (High Active)	ショートブレーキモード

8.1.12. PWM 周波数

出力 PWM の周波数は IC 内部クロックから分周して生成します。

表 8.26　分周数に対する出力 PWM 周波数

分周数	出力 PWM 周波数
512	23.4kHz
256	46.9kHz
128	93.7kHz
64	187.5kHz

表 8.27　出力 PWM 周波数設定

レジスタ設定 22[4:2] FPWM		回転速度 (電気角)					
	加速時	0Hz < f ≦ 200Hz	200Hz < f ≦ 400Hz	400Hz < f ≦ 600Hz	600Hz < f ≦ 800Hz	800Hz < f ≦ 1000Hz	1000Hz < f
	減速時	0Hz < f ≦ 100Hz	100Hz < f ≦ 300Hz	300Hz < f ≦ 500Hz	500Hz < f ≦ 700Hz	700Hz < f ≦ 900Hz	900Hz < f
000	0	23.4kHz					
001	1	46.9kHz					
010	2	93.7kHz					
011	3	187.5kHz					
100	4	46.9kHz	46.9kHz	93.7kHz	93.7kHz	93.7kHz	187.5kHz
101	5	23.4kHz	46.9kHz	93.7kHz	93.7kHz	93.7kHz	93.7kHz
110	6	23.4kHz	23.4kHz	46.9kHz	46.9kHz	93.7kHz	93.7kHz
111	7	23.4kHz	46.9kHz	93.7kHz	93.7kHz	187.5kHz	187.5kHz

8.1.13. 外付け FET ゲート駆動出力

IC 内部で生成された駆動信号により外付け FET ゲート駆動信号を出力します。本製品は 3 つのハーフブリッジプリドライバを備えており、上側および下側 N-ch MOSFET を駆動することができます。上側の外付け FET ゲート駆動電圧は VM + 8V(標準)、下側の外付け FET ゲート駆動電圧は 8V(標準)となります。SOURCE、SINK のレジスタ設定によりスルーレートの調整が可能です。

表 8.28　上側および下側ソース電流設定

レジスタ設定 23[5:3] SOURCE	上側および下側ソース電流 (mA)
000	10.0
001	13.9
010	19.3
011	26.8
100	37.3
101	51.8
110	72.0
111	100.0

表 8.29　上側および下側シンク電流設定

レジスタ設定 23[2:0] SINK	上側および下側シンク電流 (mA)
000	20.0
001	27.8
010	38.6
011	53.7
100	74.6
101	103.6
110	143.9
111	200.0

8.1.14. Dead time の設定

通常動作から BRAKE 端子でショートブレーキに移行する場合と CWCCW 端子で逆回転に移行する場合に外付け FET に貫通電流が流れないように Dead time を設定することができます。

表 8.30　自動 Dead time 制御の有効無効設定

レジスタ設定 18[0] ANTITHROUGH	自動 Dead time 制御
0	有効
1	無効

表 8.31　Dead time の設定

レジスタ設定 22[1:0] DEADTIME	Dead time
00	250ns(3clk)
01	500ns(6clk)
10	1000ns(12clk)
11	1500ns(18clk)

8.1.15. 速度制御指令

速度制御指令はモータの起動、停止と回転数を制御可能な信号であり、信号のタイプは SEL 端子設定とレジスタ設定により I²C と PWM Duty 信号とアナログ電圧信号から選択できます。

PWM Duty 信号とアナログ電圧信号の場合、SPD 端子に入力して制御します。レジスタにより信号の極性もレジスタで設定できます。

表 8.32　速度制御指令信号の選択と正/逆ロジック処理

SEL 端子	レジスタ設定 15[4] TSPSEL	レジスタ設定 15[3] SPDINV	速度制御指令	信号の極性	状態
High	—	—	I²C	—	レジスタ設定 27[7:0],28[7:6] : SPD[9:0] 512 ~ 1023 = 100%
Low	0	1	アナログ電圧	逆ロジック	$V_{VSP(L)}$ → SPD 指令 = 512 (100%) $V_{VSP(H)}$ → SPD 指令 = 0 (0%)
		0	アナログ電圧	正ロジック	$V_{VSP(L)}$ → SPD 指令 = 0 (0%) $V_{VSP(H)}$ → SPD 指令 = 512 (100%)
	1	1	PWM Duty	逆ロジック	Low Active
		0	PWM Duty	正ロジック	High Active

SPD 信号がアナログ電圧信号の場合、$V_{VSP(L)}$ ~ $V_{VSP(H)}$の電圧に対して 9-bit の分解能を持ちます。

SPD 信号が PWM Duty 信号の場合、入力信号の周波数範囲は 1kHz から 100kHz です。Duty 信号の周波数は 1kHz ~ 20kHz の範囲内、分解能は 9-bit です。周波数は 20kHz 以上の場合、分解能が落ちます。例えば 40kHz の場合は 8-bit、100kHz の場合は 7-bit になります。

8.1.15.1. 速度制御指令 PWM Duty

正ロジックの場合、SPD 信号の立ち上がりエッジで Duty を更新します。
逆ロジックの場合、入力信号に対して、IC 内部で信号の極性を反転し、反転後の信号を正ロジックの SPD 信号として使用します。

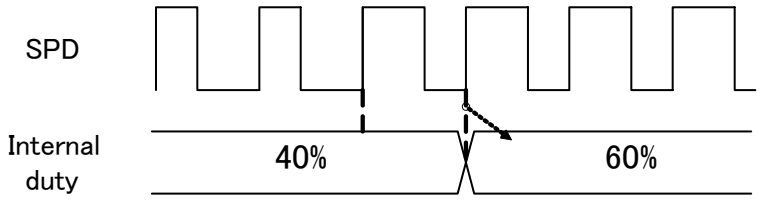


図 8.6　立ち上がりエッジで Duty 更新した場合

・最後の立ち上がりエッジから 1.5ms 以上「H」が継続した場合、100%と判定します。

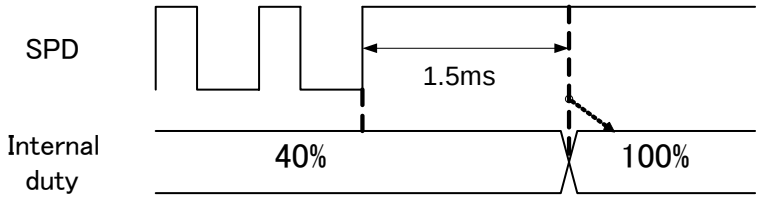


図 8.7　最後の立ち上がりエッジから 1.5ms 以上「H」が継続した場合

・最後の立ち上がりエッジから 100ms 以上次の立ち上がりエッジが来ない場合、0%と判定します。

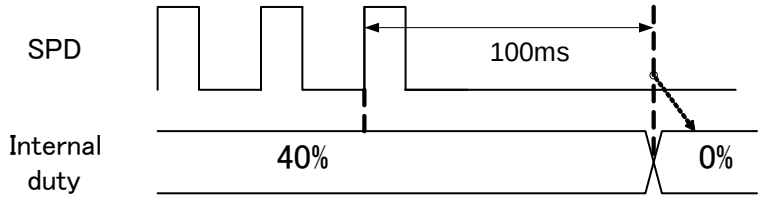


図 8.8　最後の立ち上がりエッジから 100ms 以上次の立ち上がりエッジが来ない場合

・Duty=100%の場合、IC 内部で 1.5ms ごと擬似エッジを生成します。

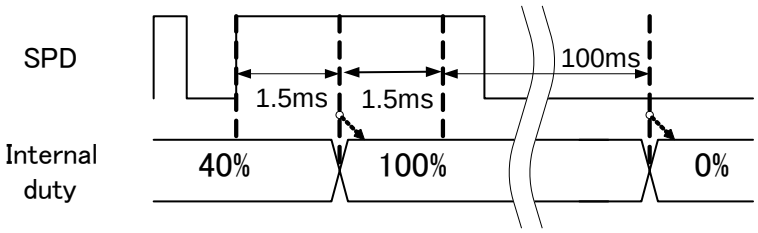


図 8.9　Duty=100%の場合

・PWM Duty 入力に対して最大分解能は 9-bit のため、細パルスに対して切り上げを実施します。

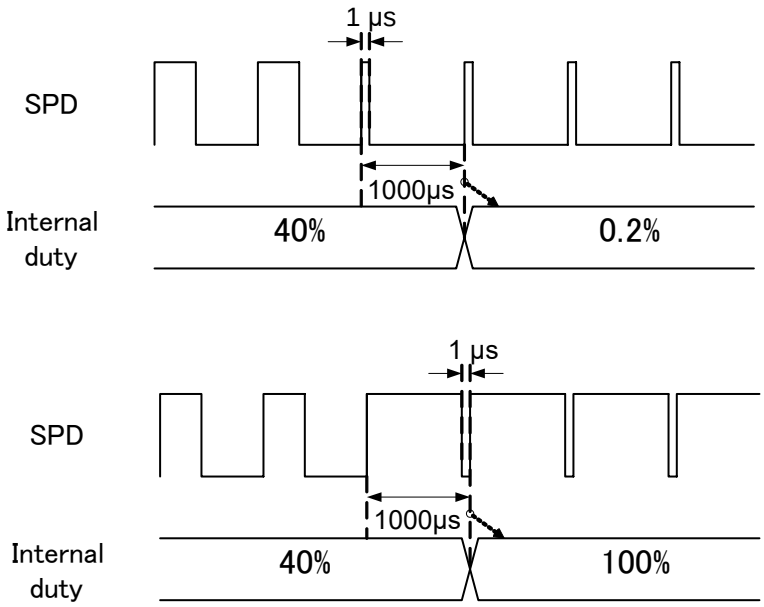


図 8.10　細パルスに対して切り上げを実施する場合

8.1.16. 回転数信号

モータの回転数はモータの位置検出した信号から生成しており、FG 端子のパルス数、あるいは I²C のレジスタ値を読み込むことでも観測できます。

FG 端子はオープンドレイン出力であり、レジスタでモータの 1 回転で出力するパルス数を設定できます。

また、速度制御指令の停止に合わせて FG 信号を止める設定とモータが空転している間は出力する設定ができます。

表 8.33　レジスタ値と回転周波数の関係式

レジスタ設定 29[7:0] 30[7:0]	1 電気角あたりの回転周波数の関係式
hz_cnt[15:0]	回転周波数[Hz]=250000/hz_cnt[15:0]

表 8.34　FG 信号設定とモータ 1 回転出力パルス数

レジスタ設定 15[7:5] FGSEL	FG 信号設定	モータ極数				
		2 極	4 極	6 極	8 極	10 極
000	1 ppr	1	2	3	4	5
001	2/3 ppr	2/3	4/3	2	8/3	10/3
010	1/2 ppr	0.5	1	1.5	2	2.5
011	2 ppr	2	4	6	8	10
100	3 ppr	3	6	9	12	15
101	2.4 ppr	2.4	4.8	7.2	9.6	12
110	1/3 ppr	1/3	2/3	1	4/3	5/3
111	ALERT 端子と同じ信号	—				

表 8.35　FG 信号の制御設定

レジスタ設定 14[0] FG_ON	FG 信号設定
0	速度制御指令無しで FG 信号を止める。
1	速度制御指令が無くても FG 信号を出力する。

8.1.17. モータの極数と回転数の設定

速度制御など回転数[rpm]で制御される部分はモータの極数の設定(POLEPAIR)により、1 電気角周波数が回転数[rpm]に換算されて制御されます。

回転数[rpm] = 1 電気角周波数×(60s/(モータ極数/2))

表 8.36　モータ極数の設定

レジスタ設定 14[5:3] POLEPAIR	モータの極数
000	2
001	4
010	6
011	8
100	10
101	12
110	14
111	16

8.2. 速度制御

モータの速度制御は Closed loop 制御と Open loop 制御を選択できます。

表 8.37　速度制御設定

レジスタ設定 11[0] OPENLOOP	速度制御
0	Closed loop
1	Open loop

8.2.1. Closed loop 制御

Closed loop 制御の場合の速度カーブ(SPD 信号の値と回転速度の関係)を下記に示します。

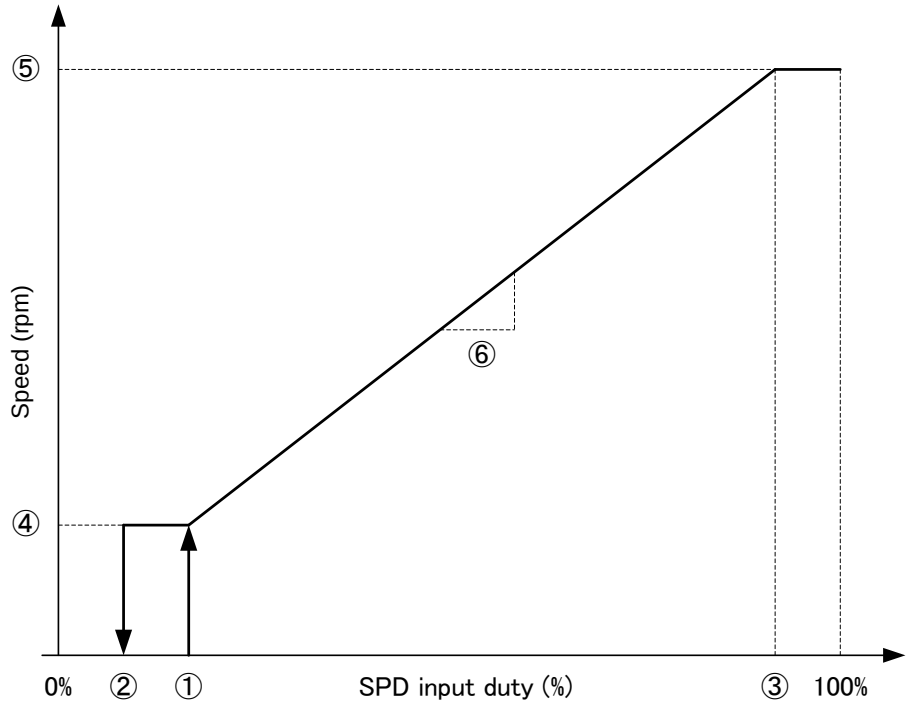


図 8.11　Closed loop 速度カーブ例

表 8.38　Closed loop 設定表

項目	設定範囲	設定方法	設定分解能
① 起動 Duty (Start Duty)	0 ~ 49.8%	STARTDUTY / 512	0.2%
② 停止 Duty (Stop Duty)	0 ~ 49.6%	STOPDUTY × 2 / 512	0.4%
③ 最大 Duty (Max Duty)	50.2 ~ 100%	(MAXDUTY + 257) / 512	0.2%
④ 起動回転数 (Start RPM)	0 ~ 4095	STARTRPM	1rpm
⑤ 最大回転数 (Max RPM)	①③と⑥に依存	N/A	N/A
⑥ 加速傾き (Speed Slope)	0 ~ 1280 rpm/%	SPEEDSLOP × 0.08	0.08rpm/%

SPD 信号に対して、最大分解能は 9-bit です。
・アナログ電圧入力の場合、$V_{VSP(L)}$ ~ $V_{VSP(H)}$の電圧に対して 9-bit の分解能を持ちます。
・PWM Duty 入力で Duty 信号の周波数が 1kHz ~ 20kHz の範囲内の場合、分解能は 9-bit です。
Duty 信号の周波数が 20kHz 以上の場合、分解能が落ちます。例えば 40kHz の場合は 8-bit、100kHz の場合は 7-bit になります。

パラメータの設定例:
設定目標:
起動 Duty = 20%、停止 Duty = 18%、最大 Duty = 90%。
起動回転数 = 1500rpm、最大回転数 = 15000rpm

表 8.39 Closed loop パラメータ設定例

レジスタアドレス	レジスタ名	設定範囲	計算式	計算例
3[7:0]	STARTDUTY [7:0]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	起動 Duty × 512	0.20 × 512 =102
2[6:0]	STOPDUTY [6:0]	0 ~ 127 (0% ~ 49.6%)	停止 Duty × 256	0.18 × 256 = 46
5[7:0]	MAXDUTY[7:0]	0 ~ 255 (50.2% ~ 100%)	最大 Duty × 512 – 257	0.90 × 512 – 257 = 204
6[7:0] 7[7:4]	STARTRPM[11:0]	0 ~ 4095 (0rpm ~ 4095rpm)	起動回転数	1500
8[7:0] 9[7:2]	SPEEDSLOP [13:0]	0 ~ 16383 (0rpm/% ~ 1280rpm/%)	64×(最大回転数–起動回転数) / (MAXDUTY –STARTDUTY + 257)	(15000 – 1500) / (204 – 102 + 257) × 64=2407

オプション(1): Max Duty 以上 Closed loop -> Open loop (出力 Duty = 入力 Duty)
有効とするには、MAXOPEN = 1 に設定してください。
上記切り替え Duty に対するヒステリシスは MAXDUTYHYS で設定できます。

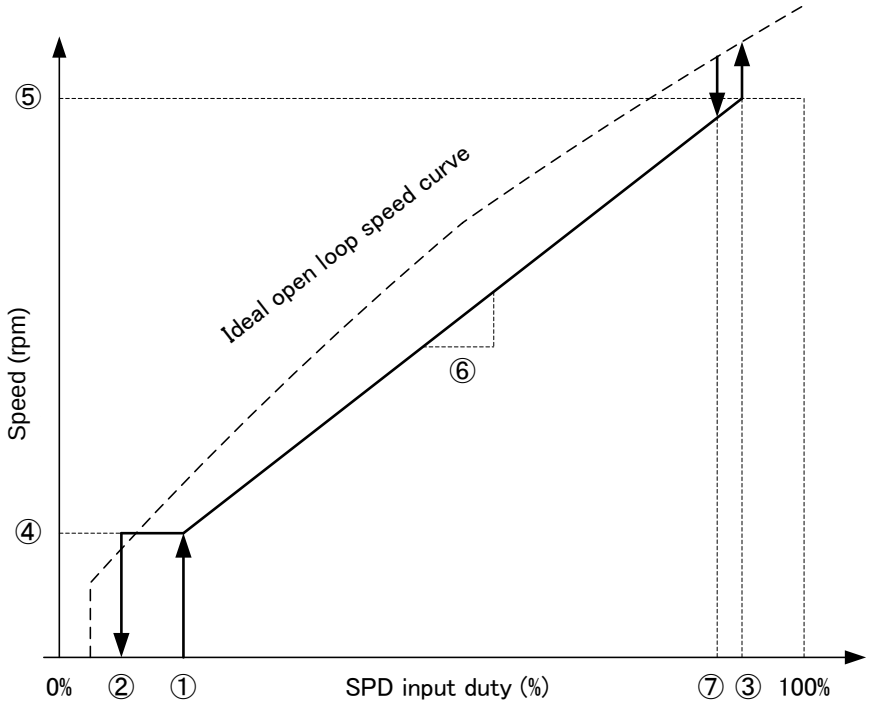


図 8.12 オプション(1)の Closed loop 速度カーブ例

表 8.40 オプション(1)の Closed loop 設定

項目	設定範囲	設定方法	設定分解能
① 起動 Duty (Start Duty)	0 ~ 49.8%	STARTDUTY / 512	0.2%
② 停止 Duty (Stop Duty)	0 ~ 49.6%	STOPDUTY × 2 / 512	0.4%
③ 最大 Duty (Max Duty) Closed loop → Open loop	50.2 ~ 100%	(MAXDUTY + 257) / 512	0.2%
④ 起動回転数 (Start RPM)	0 ~ 4095	STARTRPM	1rpm
⑤ 最大回転数 (Max RPM)	①③と⑥に依存	N/A	N/A
⑥ 加速傾き (Speed Slope)	0 ~ 1280 rpm/%	SPEEDSLOP × 0.08	0.08rpm/%
⑦ Open loop → Closed loop 時 Duty	(Max Duty – 6.4%) ~ (Max Duty – 0.4%)	(MAXDUTY + 257 - (MAXDUTYHYS + 1) × 2) / 512	0.4%

パラメータの設定目標例:
起動 Duty = 20%、停止 Duty = 18%、最大 Duty = 90%、最大 Duty ヒステリシス = 4%(86%)
起動回転数 = 1500rpm、最大回転数 = 15000rpm

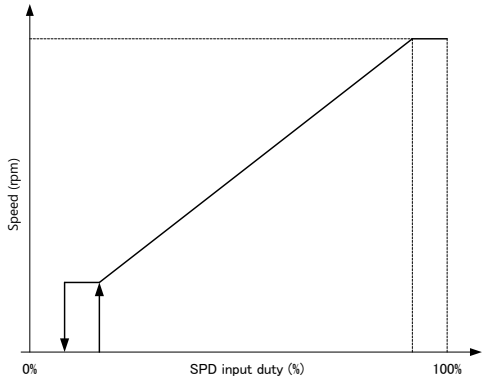
表 8.41 オプション(1)の Closed loop パラメータ設定例

レジスタ アドレス	レジスタ名	設定範囲	計算式	計算例
3[7:0]	STARTDUTY [7:0]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	起動 Duty × 512	0.20 × 512 =102
2[6:0]	STOPDUTY [6:0]	0 ~ 127 (0% ~ 49.6%)	停止 Duty × 256	0.18 × 256 = 46
5[7:0]	MAXDUTY [7:0]	0 ~ 255 (50.2% ~ 100%)	最大 Duty × 512 – 257	0.90 × 512 – 257 = 204
6[7:0] 7[7:4]	STARTRPM[11:0]	0 ~ 4095 (0rpm ~ 4095rpm)	起動回転数	1500
8[7:0] 9[7:2]	SPEEDSLOP [13:0]	0 ~ 16383 (0rpm/% ~ 1280rpm/%)	64×(最大回転数 – 起動回転数) / (MAXDUTY – STARTDUTY + 257)	(15000-1500)/(204 – 102 + 257) × 64 = 2407
7[3:0]	MAXDUTYHYS [3:0]	0 ~ 15 (0.4% ~ 6.4%)	(最大 Duty ヒステリシス[%] / 0.4) – 1	4 / 0.4 – 1 = 9

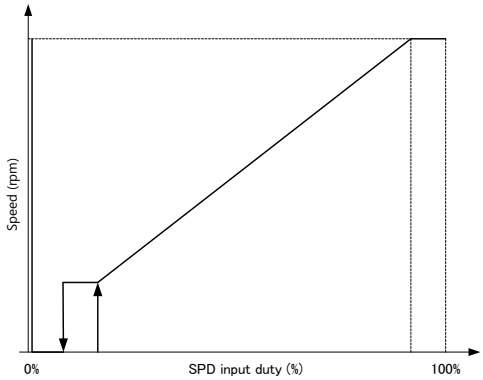
オプション(2): NOSTOP, MAXOFF の設定
設定により、SPD 指令が起動 Duty 以下の動作は以下となります。

表 8.42 Closed loop 制御での SPD 指令が起動 Duty 以下の動作

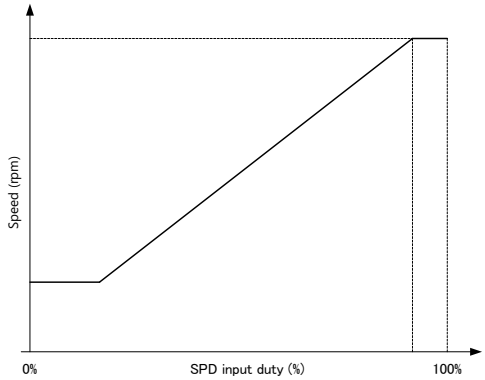
レジスタ設定 9[1] MAXOPEN	レジスタ設定 2[7] NOSTOP	レジスタ設定 9[0] MAXOFF	目標速度		
			SPD Duty = 0%	0% < SPD Duty ≦Stop Duty	Stop Duty < SPD Duty ≦Stat Duty
0	0	0	0	0	Duty up: 0 Duty down: 起動回転数
	0	1	最大回転数	0	Duty up: 0 Duty down: 起動回転数
	1	0	起動回転数	起動回転数	Start RPM
	1	1	最大回転数	最大回転数	Start RPM
1	0	0	0	0	Duty up: 0 Duty down: 起動回転数
	0	1	100% Output	0	Duty up: 0 Duty down: 起動回転数
	1	0	起動回転数	起動回転数	起動回転数
	1	1	100% Output	100% Output	起動回転数



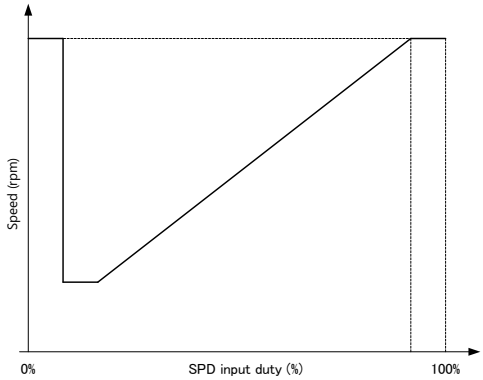
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1

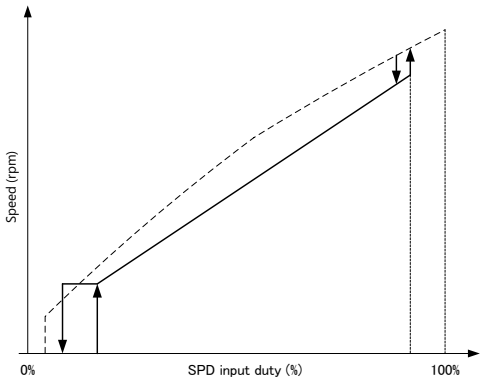


NOSTOP=1, MAXOFF=0

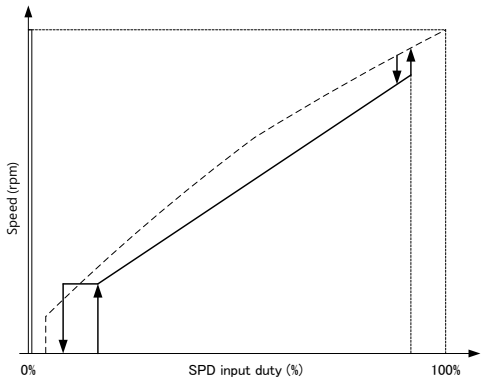


NOSTOP=1, MAXOFF=1

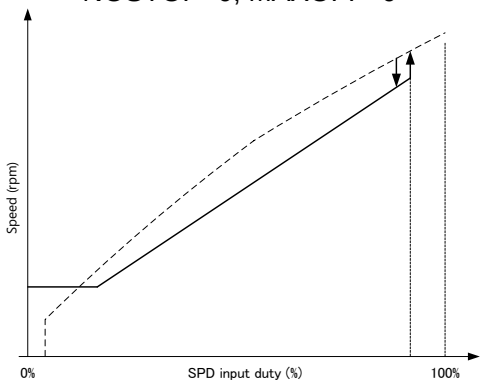
図 8.13　オプション(2)の Closed loop 速度カーブ例(MAXOPEN = 0)



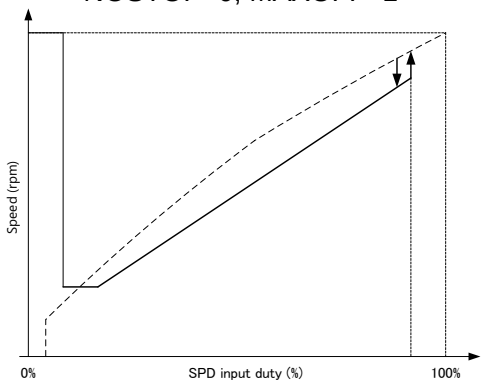
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1



NOSTOP=1, MAXOFF=0



NOSTOP=1, MAXOFF=1

図 8.14　オプション(2)の Closed loop 速度カーブ例(MAXOPEN = 1)

オプション(3): 出力変化点追加

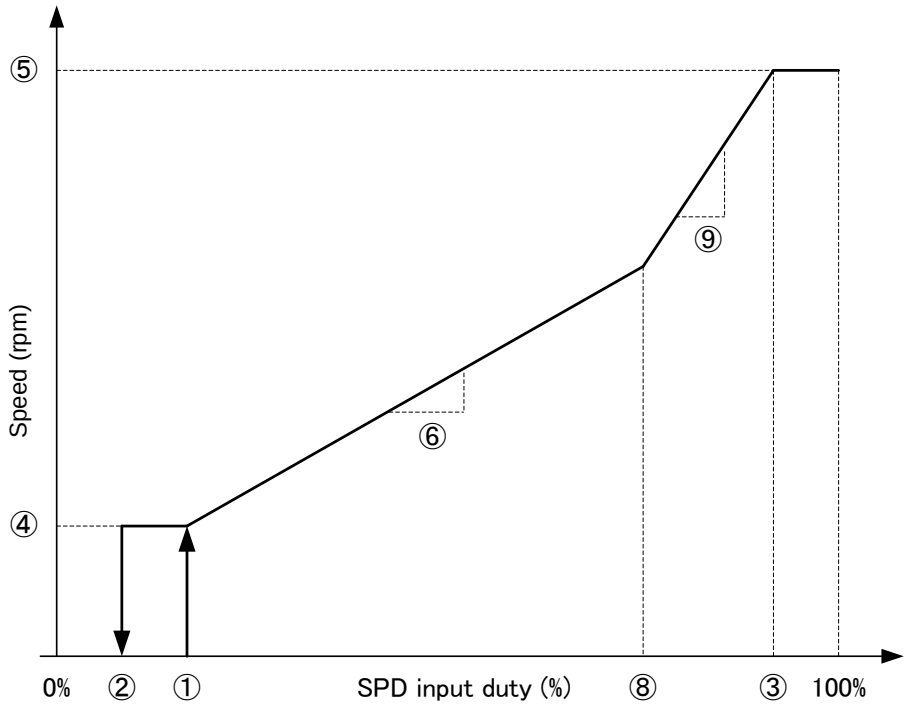


図 8.15 オプション(3)の Closed loop 速度カーブ例

表 8.43 オプション(3)の Closed loop 設定表

項目	設定範囲	設定方法	設定分解能
① 起動 Duty (Start Duty)	0 ~ 49.8%	STARTDUTY / 512	0.2%
② 停止 Duty (Stop Duty)	0 ~ 49.6%	STOPDUTY × 2 / 512	0.4%
③ 最大 Duty (Max Duty)	50.2~ 100%	(MAXDUTY + 257) / 512	0.2%
④ 起動回転数 (Start RPM)	0 ~ 4095	STARTRPM	1rpm
⑤ 最大回転数 (Max RPM)	①③と⑥に依存	N/A	N/A
⑥ 加速傾き 1 (Speed Slope 1)	0 ~ 1280 rpm/%	SPEEDSLOP × 0.08	0.08rpm/%
⑧ 出力変化 Duty (Change Duty)	0.4 ~ 99.6%	CHANGEDUTY × 2 / 512	0.4%
⑨ 加速傾き 2 (Speed Slope 2)	0 ~ 1280 rpm/%	SPEEDSLOP2 × 0.08	0.08rpm/%

出力変化点を使用する場合、出力変化 Duty を起動 Duty と最大 Duty の間に設定してください。
出力変化点を使用しない場合、CHANGEDUTY を 0 に設定してください。

パラメータの設定例:
設定目標:
起動 Duty = 20%、停止 Duty = 18%、最大 Duty = 90%。出力変化 Duty = 50%
起動回転数 = 1500rpm、出力変化 Duty 時回転数 = 5000rpm、最大回転数 = 15000rpm

表 8.44 オプション(3)の Close loop パラメータ設定例

レジスタアドレス	レジスタ名	設定範囲	計算式	計算例
3[7:0]	STARTDUTY [7:0]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	起動 Duty × 512	0.20 × 512 = 102
2[6:0]	STOPDUTY [6:0]	0 ~ 127 (0% ~ 49.6%)	停止 Duty × 256	0.18 × 256 = 46
5[7:0]	MAXDUTY [7:0]	0 ~ 255 (50.2% ~ 100%)	最大 Duty × 512 – 257	0.90 × 512 – 257 = 204
4[7:0]	CHANGEDUTY [7:0]	1 ~ 255 (0.4% ~ 99.6%)	出力変化 Duty × 256	0.50 × 256 = 128
6[7:0] 7[7:4]	STARTRPM[11:0]	0 ~ 4095 (0rpm ~ 4095rpm)	起動回転数	1500
8[7:0] 9[7:2]	SPEEDSLOP [13:0]	0 ~ 16383 (0rpm/% ~ 1280rpm/%)	64×(出力変化 Duty 時回転数 – 起動回転数) / (CHANGEDUTY × 2 – STARTDUTY)	(5000-1500) / (128×2-102) × 64 = 1455
10[7:0] 11[7:2]	SPEEDSLOP2 [13:0]	0 ~ 16383 (0rpm/% ~ 1280rpm/%)	64×(最大回転数 – 出力変化 Duty 時回転数) / (MAXDUTY + 257 – CHANGEDUTY × 2)	(15000 - 5000) / (204 + 257 – 128 × 2) × 64 = 3122

出力変化点を追加はオプション(1)、(2)と併用できます。

8.2.2. 回転数変化量の制限

モータ回転数を下げるときの回転数の変化量を制限することで、回転数が急激に下がったときのモータ停止を防ぎます。

表 8.45　回転数変化量の制限設定

レジスタ設定 18[7:5] RPMLIMIT	回転数変化量(rpm)
000	無制限
001	512
010	2200
011	3800
100	5400
101	7000
110	8600
111	10240

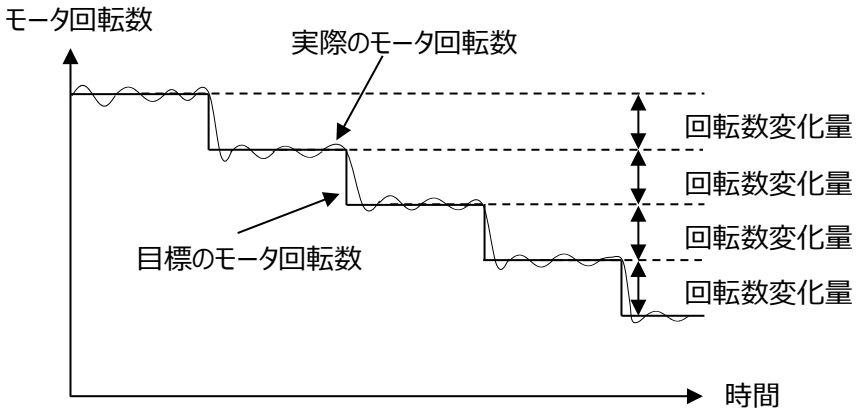


図 8.16　目標とする回転数に到達するまでのイメージ

8.2.3. Open loop 速度制御

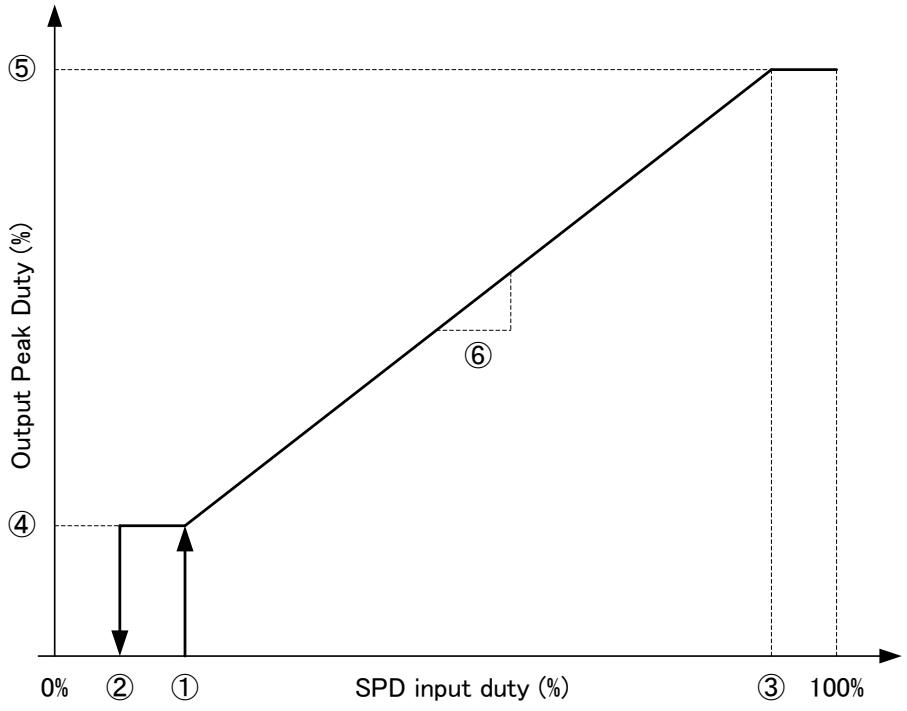


図 8.17　Open loop 速度カーブ例

表 8.46　Open loop 設定表

項目	設定範囲	設定方法	設定分解能
① 起動 Duty (Start Duty)	0 ~ 49.8%	STARTDUTY / 512	0.2%
② 停止 Duty (Stop Duty)	0 ~ 49.6%	STOPDUTY × 2 / 512	0.4%
③ 最大 Duty (Max Duty)	50.2~ 100%	(MAXDUTY + 257) / 512	0.2%
④ 最小出力 Duty (Min Output)	0 ~ 49.8%	STARTRPM[11:4] / 512	0.2%
⑤ 最大出力 Duty (Max Output)	①③と⑥に依存	N/A	N/A
⑥ 加速傾き (Speed Slope)	0 ~ 16 出力%/入力%	SPEEDSLOP / 1024	1/1024 出力%/入力%

SPD 信号に対して、最大分解能は 9-bit です。

・アナログ電圧入力の場合、$V_{VSP(L)}$ ~ $V_{VSP(H)}$の電圧に対して 9-bit の分解能を持ちます。

・PWM Duty 入力での Duty 信号の周波数は 1kHz ~ 20kHz の範囲内の場合、分解能は 9-bit です。Duty 信号の周波数は 20kHz 以上の場合、分解能が落ちます。例えば 40kHz の場合は 8-bit、100kHz の場合は 7-bit になります。

出力 PWM の分解能は、出力 PWM 周波数が 23.4kHz の場合は 9-bit です。出力 PWM 周波数が高くなると出力分解能が低下します。

パラメータの設定例:
設定目標:
起動 Duty = 20%、停止 Duty = 18%、最大 Duty = 90%。
最小出力 Duty = 10%、最大出力 Duty = 95%

表 8.47　Open loop パラメータ設定例

レジスタ アドレス	レジスタ名	設定範囲	計算式	計算例
3[7:0]	STARTDUTY [7:0]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	起動 Duty × 512	0.20 × 512 =102
2[6:0]	STOPDUTY [6:0]	0 ~ 127 (0% ~ 49.6%)	停止 Duty × 256	0.18 × 256 = 46
5[7:0]	MAXDUTY[7:0]	0 ~ 255 (50.2% ~ 100%)	最大 Duty × 512 – 257	0.90 × 512 – 257 = 204
6[7:0]	STARTRPM[11:4]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	最小出力 Duty × 512	0.10 × 512 = 51
8[7:0] 9[7:2]	SPEEDSLOP [13:0]	0 ~ 16383 (0 出力/入力%~16 出力/入力%)	1024 × (最大出力 Duty × 512 – STARTRPM)/(MAXDUTY – STARTDUTY + 257)	(0.95 × 512 – 51)/(204 + 257 – 102) × 1024 = 1241

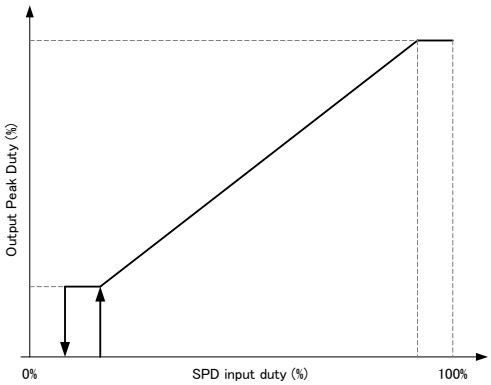
オプション(1):　Max Duty 以上 出力 Duty = 入力 Duty
有効とするには、MAXOPEN = 1 に設定してください。
切り替え Duty に対するヒステリシスは MAXDUTYHYS で設定できます。

オプション(2):　NOSTOP, MAXOFF の設定
設定により、SPD 指令が起動 Duty 以下の動作は以下となります。

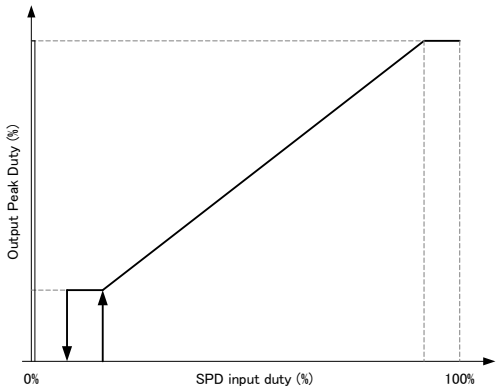
MAXOPEN, NOSTOP, MAXOFF の設定により、Duty が起動 Duty 以下の動作は以下となります。

表 8.48　MAXOPEN, NOSTOP, MAXOFF の設定表

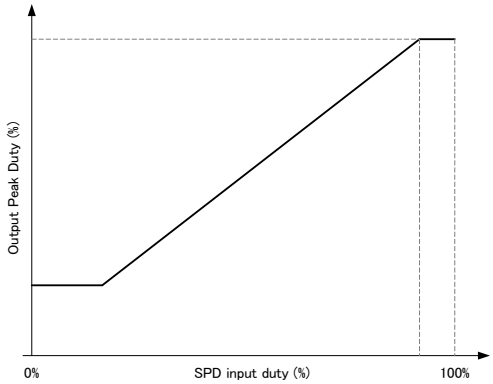
レジスタ設定 9[1] MAXOPEN	レジスタ設定 2[7] NOSTOP	レジスタ設定 9[0] MAXOFF	目標速度		
			SPD Duty = 0%	0% < SPD Duty ≦Stop Duty	Stop Duty < SPD Duty ≦Stat Duty
0	0	0	0	0	Duty up: 0 Duty down: 最小出力
	0	1	最大出力	0	Duty up: 0 Duty down: 最小出力
	1	0	最小出力	最小出力	最小出力
	1	1	最大出力	最大出力	最小出力
1	0	0	0	0	Duty up: 0 Duty down: 最小出力
	0	1	100% Output	0	Duty up: 0 Duty down: 最小出力
	1	0	最小出力	最小出力	最小出力
	1	1	100% Output	100% Output	最小出力



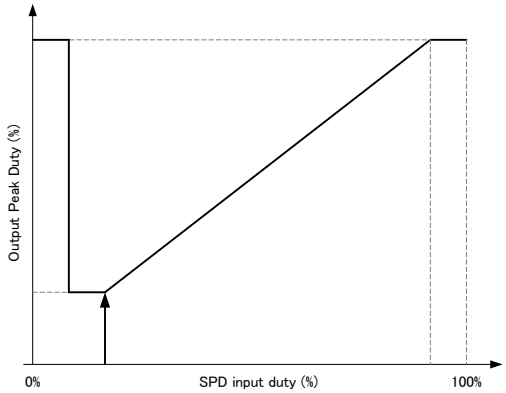
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1

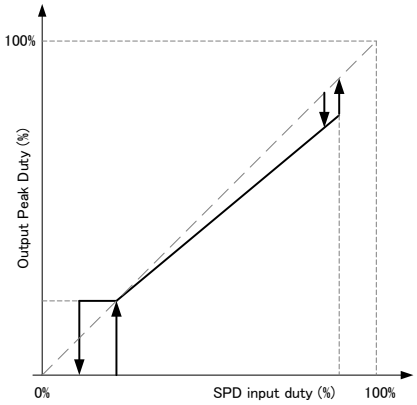


NOSTOP=1, MAXOFF=0

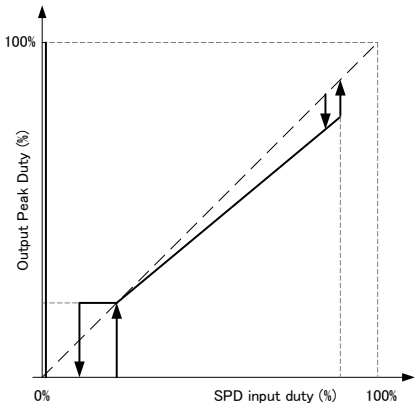


NOSTOP=1, MAXOFF=1

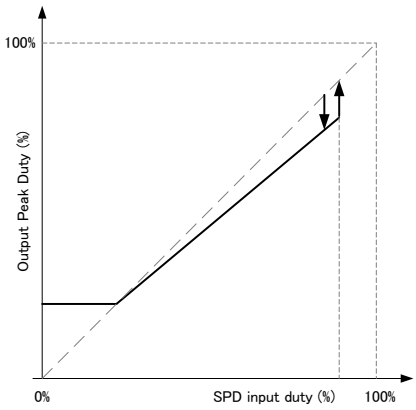
図 8.18　オプション(2)の Open loop 速度カーブ例(MAXOPEN = 0)



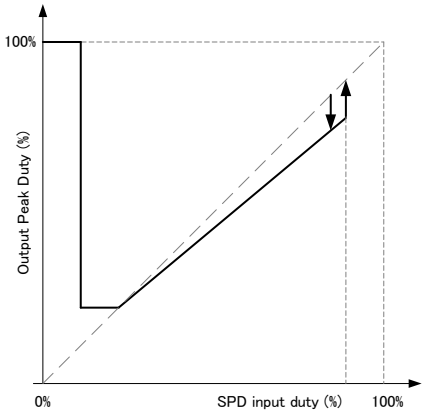
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1



NOSTOP=1, MAXOFF=0



NOSTOP=1, MAXOFF=1

図 8.19　オプション(2)の Open loop 速度カーブ例(MAXOPEN = 1)

オプション(3): 変曲点追加

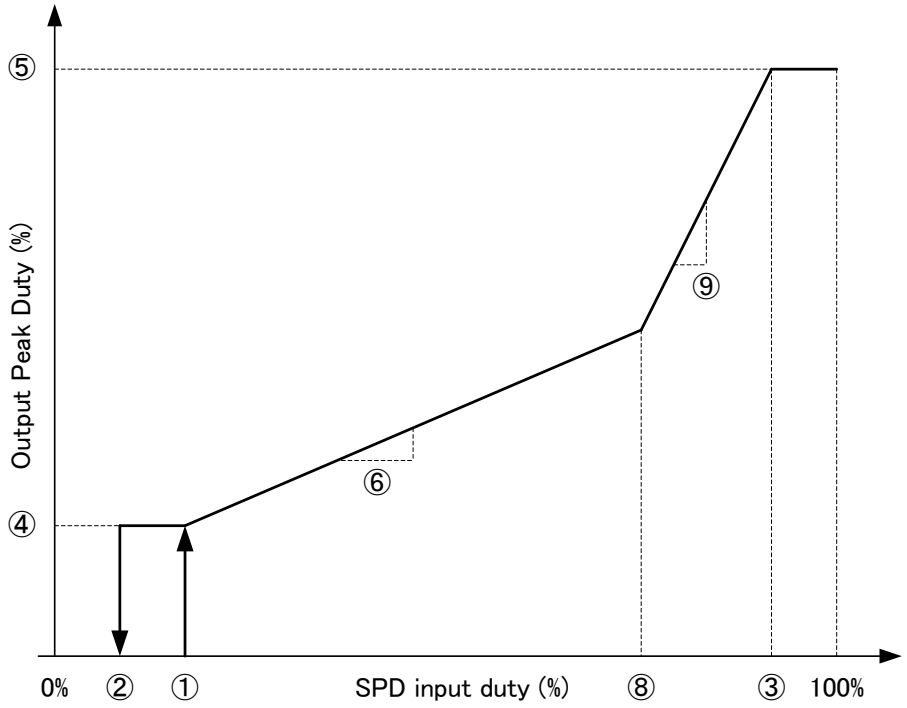


図 8.20 オプション(3)の Open loop 速度カーブ例

表 8.49 オプション(3)の Open loop 設定表

項目	設定範囲	設定方法	設定分解能
① 起動 Duty (Start Duty)	0 ~ 49.8%	STARTDUTY / 512	0.2%
② 停止 Duty (Stop Duty)	0 ~ 49.6%	STOPDUTY × 2 / 512	0.4%
③ 最大 Duty (Max Duty)	50.2~ 100%	(MAXDUTY + 257) / 512	0.2%
④ 最小出力 Duty (Min Output)	0 ~ 49.8%	STARTRPM[11:4] / 512	0.2%
⑤ 最大出力 Duty (Max Output)	①③と⑥に依存	N/A	N/A
⑥ 加速傾き 1 (Speed Slope 1)	0 ~ 16 出力%/入力%	SPEEDSLOP / 1024	1 / 1024 出力%/入力%
⑧ 出力変化 Duty (Change Duty)	0.4 ~ 99.6%	CHANGEDUTY × 2 / 512	0.4%
⑨ 加速傾き 2 (Speed Slope 2)	0 ~ 16 出力%/入力%	SPEEDSLOP2 / 1024	1 / 1024 出力%/入力%

出力変化点を使用する場合、出力変化 Duty を起動 Duty と最大 Duty の間に設定してください。
出力変化点を使用しない場合、CHANGEDUTY を 0 に設定してください。

パラメータの設定例:
設定目標:
起動 Duty = 20%、停止 Duty = 18%、最大 Duty = 90%、変化点 Duty = 50%
最小出力 Duty = 10%、変化点 Duty 時出力 Duty = 40%、最大出力 Duty = 95%

表 8.50　オプション(3)の Open loop パラメータ設定例

レジスタアドレス	レジスタ名	設定範囲	計算式	計算例
3[7:0]	STARTDUTY [7:0]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	起動 Duty × 512	0.20 × 512 = 102
2[6:0]	STOPDUTY [6:0]	0 ~ 127 (0% ~ 49.6%)	停止 Duty × 256	0.18 × 256 = 46
5[7:0]	MAXDUTY [7:0]	0 ~ 255 (50.2% ~ 100%)	最大 Duty × 512 – 257	0.90 × 512 – 257 = 204
4[7:0]	CHANGEDUTY [7:0]	1 ~ 255 (0.4% ~ 99.6%)	変化点 Duty × 256	0.50 × 256 = 128
6[7:0]	STARTRPM [11:4]	0 ~ 255 (0% ~ 49.8%)	最小出力 Duty × 512	0.10 × 512 = 51
8[7:0] 9[7:2]	SPEEDSLOP [13:0]	0 ~ 16383 (0 出力%/入力% ~ 16 出力%/入力%)	1024 × (変化点 Duty 時出力 Duty × 512 – STARTRPM) / (CHANGEDUTY × 2 – STARTDUTY + 257)	(0.40 × 512 – 51) / (128 × 2 – 102) × 1024 = 1022
10[7:0] 11[7:2]	SPEEDSLOP2 [13:0]	0 ~ 16383 (0 出力%/入力% ~ 16 出力%/入力%)	1024 × (最大出力 Duty × 512 – 変化点 Duty 時出力 Duty) / (MAXDUTY – CHANGEDUTY × 2 + 257)	(0.95 × 512 – 0.40 × 512) / (204 + 257 – 128 × 2) × 1024 = 1404

出力変化点を追加はオプション(1)、(2)と併用できます。

8.3. I²C と NVM

I²C 経由で内部レジスタと通信することができ、各種設定パラメータを NVM から読み出してレジスタに保存します。

8.3.1. I²C 通信方法

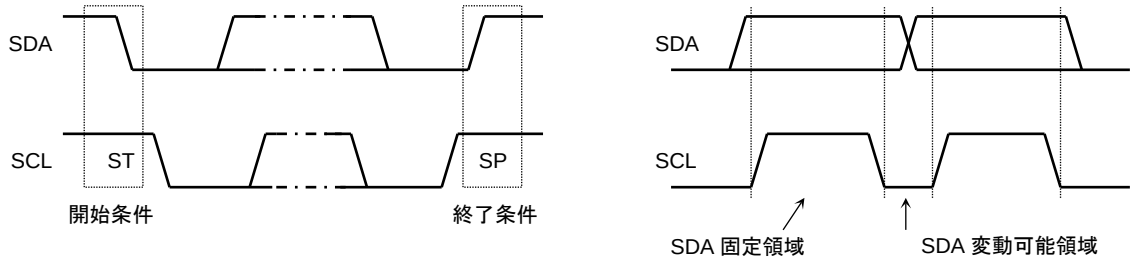


図 8.21　スタートコンディションとストップコンディションとデータ通信

・I²C 通信方法の書き込み手順

1) スタートコンディション
2) I²C のスレーブアドレス ＋Write
3) レジスタのアドレス
4) 制御データ書き込み
5) ストップコンディション

表 8.51　I²C 通信書き込み方法: SDA 最小データ制御例

S	I²C Slave Address								A	Register Address								A	Control Data								A	P
	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W		A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		

・S : START condition
・A : Acknowledge
・P : STOP condition

・I²C 通信方法の読み出し手順

1) スタートコンディション
2) I²C のスレーブアドレス＋Write
3) レジスタのアドレス
4) スタートコンディション
5) I²C のスレーブアドレス＋Read
6) 制御データ読み出し
7) ストップコンディション

8.3.2. NVM 設定

・ID2 端子、ID1 端子でスレーブアドレスを選択することができます。
ID2 端子 ＝Low、ID1 端子 ＝Low の場合、レジスタに任意のスレーブアドレスを書き込むことでスレーブアドレスを変更することができます。

表 8.52　スレーブアドレスの設定

ID2 端子	ID1 端子	スレーブアドレス	備考
Low	Low	0101001 (初期値)	レジスタ 25[7:1]:SLAVE_ADRS NVM へ保存できます
Low	High	0101001	—
High	Low	0101101	—
High	High	0110010	—

・NVM には以下の手順で読み出し/書き込みが可能になります。

・NVM の読み出し手順
1) レジスタアドレス: 86 に 8’b0000_0000 を書き込む。
2) レジスタアドレス: 87 に 8’b0000_0001 を書き込みで、NVM の読み出し開始
3) 待機時間
4) レジスタアドレス: 87 をリードし、8’b0000_0000 になっていることを確認する。

・NVM の書き込み手順
1) レジスタアドレス: 86 に 8’b0000_0001 を書き込む。
2) レジスタアドレス: 87 に 8’b0000_0001 を書き込みで、NVM の書き込み開始
3) 待機時間
4) レジスタアドレス: 87 をリードし、8’b0000_000 になっていることを確認する。
* 一定時間たっても書き込み動作が完了しない場合
5) レジスタアドレス: 87 に 8’b0000_0000 を書き込みで、NVM の書き込み動作を強制終了する。

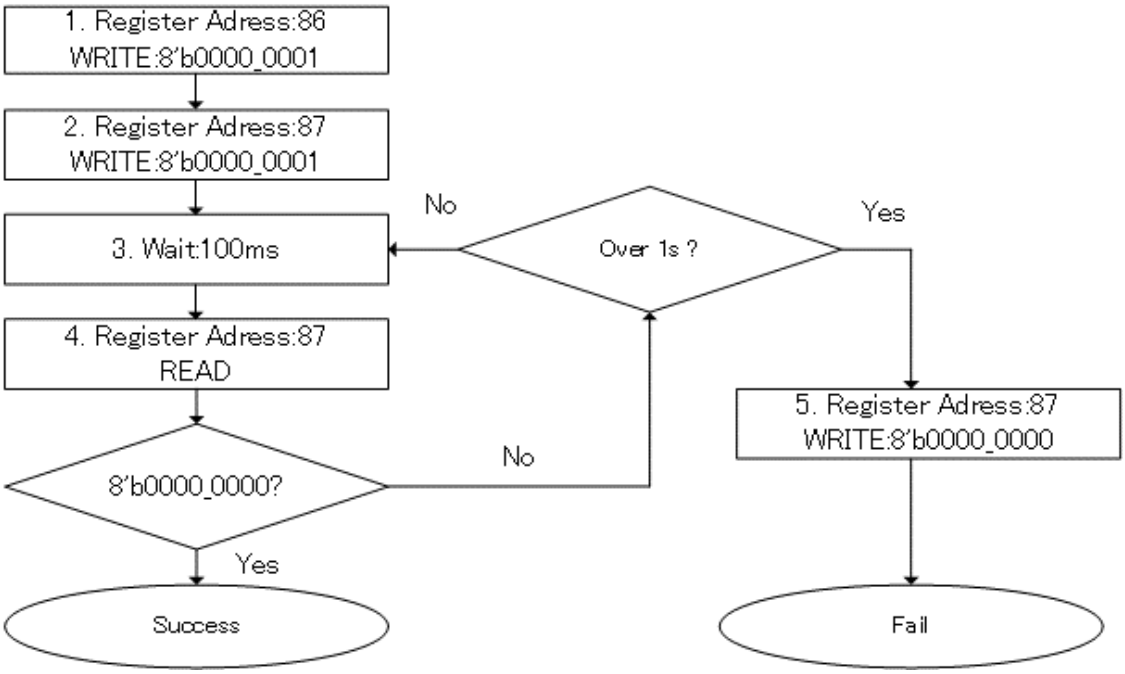


図 8.22　NVM の書き込みフロー

8.3.3. レジスタ

表 8.53　レジスタマップ

ADDRESS	Bit	名称	説明	NVM	Read:R Write:W	初期値
0	7:6	-	—	—	R	0
0	5	CP_LOW	チャージポンプ電圧低下異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
0	4	TSD	過熱異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
0	3	ISD	過電流異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
0	2	OV_SPD	最大回転数異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
0	1	UD_SPD	最小回転数異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
0	0	ST_FAIL	起動異常状態 (0: Normal, 1: Error)	—	R	0
1	7:0	USERID	フリー	○	R/W	0
2	7	NOSTOP	停止しないモード (0: 無効, 1: 有効)	○	R/W	0
2	6:0	STOPDUTY	停止 Duty	○	R/W	0
3	7:0	STARTDUTY	起動 Duty	○	R/W	0
4	7:0	CHANGEDUTY	変曲点 Duty	○	R/W	0
5	7:0	MAXDUTY	最大 Duty	○	R/W	0
6	7:0	STARTRPM	起動回転数	○	R/W	0
7	7:4	STARTRPM	起動回転数	○	R/W	0
7	3:0	MAXDUTYHYS	Open loop ⇔ Closed loop のヒステリシス	○	R/W	0
8	7:0	SPEEDSLOP	加速傾き	○	R/W	0
9	7:2	SPEEDSLOP	加速傾き	○	R/W	0
9	1	MAXOPEN	最大 Duty 以上 Open loop (0: 無効, 1: 有効)	○	R/W	0
9	0	MAXOFF	SPD 指令 OFF 時全速 (0: 無効, 1: 有効)	○	R/W	0
10	7:0	SPEEDSLOP2	変曲点以降の加速傾き	○	R/W	0
11	7:2	SPEEDSLOP2	変曲点以降の加速傾き	○	R/W	0
11	1	VCP_MASK	チャージポンプ低電圧検出機能 (0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0
11	0	OPENLOOP	速度制御 (0: Closed loop, 1: Open loop)	○	R/W	0
12	7	KIX	KI x 8 倍 (0:1 倍, 1:8 倍)	○	R/W	0
12	6:0	KI	KI (0 ~ 127)	○	R/W	0
13	7	KPX	KP x 8 倍 (0:1 倍, 1:8 倍)	○	R/W	0
13	6:0	KP	KP (0 ~ 127)	○	R/W	0
14	7	STBY_MODE	スタンバイモード	○	R/W	0
14	6	DIR	CWCCW 端子の回転方向の極性 (0: 反転無効, 1: 反転有効)	○	R/W	0
14	5:3	POLEPAIR	極対数	○	R/W	0
14	2:1	MAXSPEED	モータが空転から回転するときの初期出力 Duty を決める最高速度設定	○	R/W	0
14	0	FG_ON	FG 端子の制御	○	R/W	0
15	7:5	FGSEL	FG 端子のパルス数	○	R/W	0
15	4	TSPSEL	SPD 端子入力信号選択 (0:アナログ電圧, 1:PWM Duty)	○	R/W	0
15	3	SPDINV	SPD 入力極性 (0: 正ロジック, 1: 逆ロジック)	○	R/W	0
15	2	LATCH	異常検出復帰動作 (0: 自動復帰, 1: ラッチ)	○	R/W	0
15	1:0	OCPMASK	OCP フィルタ時間設定	○	R/W	0
16	7	LOCKDIS	強制転流時の起動異常検出 (0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0

ADDRESS	Bit	名称	説明	NVM	Read:R Write:W	初期値
16	6:4	DUTYCHGLIMIT	Duty 変動量	○	R/W	0
16	3:1	STARTCURRENT	起動出力電流リミット	○	R/W	0
16	0	OCPDIS	出力電流リミット機能 (0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0
17	7:6	SS_ADD_SEL	起動電流リミットから通常電流リミット移行時の電流リミット設定	○	R/W	0
17	5:4	SS_UP_SEL	SS_ADD_SEL 設定内の 350ms ごとの出力電流リミット増加量設定	○	R/W	0
17	3:1	SS_DUTYCHGLIMIT	ソフトスタート時の Duty 加減速制限	○	R/W	0
17	0	DUTY_UP_TIME	Duty の変動量の更新時間 (0:2.7ms , 1:10.8ms)	○	R/W	0
18	7:5	RPMLIMIT	回転数変化量の制限設定	○	R/W	0
18	4	BRK_INV	BRAKE 端子の極性反転設定 (0: 無効, 1: 有効)	○	R/W	0
18	3	isd_mask	出力過電流検出機能 (0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0
18	2:1	RS_SEL	RSA 端子のアナログフィルタ設定	○	R/W	0
18	0	ANTITHROUGH	自動 Dead time 制御 (0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0
19	7:5	WAIT_TIME	ブレーキシーケンスの時間設定	○	R/W	0
19	4	WAIT_MODE	ブレーキシーケンス時の出力段の状態	○	R/W	0
19	3	WAIT_CON	ブレーキシーケンス後の移行状態	○	R/W	0
19	2	LOCK_BRK	最小回転数異常と起動異常の検出時の動作設定 (0: OFF, 1: ショートブレーキ)	○	R/W	0
19	1	alertinv	ALERT 端子の異常状態の極性(0: High=Error, 1: Low=Error)	○	R/W	0
19	0	tsd_mask	熱遮断機能(0: 有効, 1: 無効)	○	R/W	0
20	7:5	TRE	再起動時間の設定	○	R/W	0
20	4:3	PreTIP	1 回目の直流励磁時間の設定	○	R/W	0
20	2:0	TIP	2 回目の直流励磁時間の設定	○	R/W	0
21	7:4	LA	進角の設定	○	R/W	0
21	3:2	FMAX	最大回転周波数異常検出の回転数の設定	○	R/W	0
21	1:0	FST	強制転流周波数の設定	○	R/W	0
22	7	SLOP	ソフトスイッチングの設定	○	R/W	0
22	6:5	LAP	通電角度の設定	○	R/W	0
22	4:2	FPWM	出力 PWM 周波数の設定	○	R/W	0
22	1:0	DEADTIME	デッドタイムの設定	○	R/W	0
23	7	ISD_LVL	ISD 基準電圧の設定 (0:1V, 1:0.5V)	○	R/W	0
23	6	OCP_LVL	通常出力電流リミット VOC の設定	○	R/W	0
23	5:3	SOURCE	上側および下側ソース電流の設定	○	R/W	0
23	2:0	SINK	上側および下側シンク電流の設定	○	R/W	0
24	7:6	COMP_HYS	位置検出コンパレータのヒステリシス電圧の設定	○	R/W	0
24	5:0	—	—	○	R/W	0
25	7:1	SLAVE_ADRS	I^2C スレーブアドレスの設定	○	R/W	0x29
25	0	—	—	○	R/W	0
26	7:0	—	—	—	R/W	0
27	7:0	SPD	速度制御指令の設定	—	R/W	0
28	7:6	SPD	速度制御指令の設定	—	R/W	0
28	5:0	—	—	—	R/W	0
29	7:0	hz_cnt	回転周波数	—	R	0

ADDRESS	Bit	名称	説明	NVM	Read:R Write:W	初期値
30	7:0	hz_cnt	回転周波数	—	R	0
86	7:1	—	—	—	R/W	0
86	0	NVM_W/R	NVM の READ/WRITE (0:READ 可,1:WRITE 可)	—	R/W	0
87	7:1	—	—	—	R/W	0
87	0	NVM_ST	NVM 処理 (0:処理終了,1 処理開始)	—	R/W	0

8.4. 異常検出機能 (エラーモード)

8.4.1. 各種異常検出機能

異常検出機能は電源低電圧検出、出力過電流検出、チャージポンプ電圧低下、熱遮断機能、最大回転数異常、最小回転数異常、起動異常があります。

異常状態を検出した場合、エラーモードとなり、電源低電圧検出は IC 動作停止します。出力過電流検出、チャージポンプ電圧低下、熱遮断機能、最大回転数異常は、出力 FET 全 OFF となります。最小回転数異常、起動異常はレジスタ設定により出力 FET 全 OFF、ショートブレーキとなります。また、ALERT 端子で異常検出の信号を出力します。

UVLO 以外はエラーモード時に I²C によりどの異常検出機能が検出したかをレジスタから読み取ることができます。

表 8.54 異常検出機能

異常検出	リードレジスタ	検出条件	解除条件
電源低電圧検出 (UVLO)	—	VM < 3.9V or VREG < 3.7V	VM > 4.2 and VREG > 4.0V
出力過電流検出 (ISD)	ISD 0[3]	Output current＞ISD threshold	・ Output current < ISD threshold *AND* ・ Auto restart after TRE *OR* Release operate
チャージポンプ低電圧検出(CPVSD)	CP_LOW 0[5]	VCP - VM < 3.7V	・ VCP-VM > 4.0V *AND* ・ Auto restart after TRE *OR* Release operate
熱遮断 (TSD)	TSD 0[4]	Tj > 170°C	・Tj<130°C *AND* ・ Auto restart after TRE *OR* Release operate
最大回転数異常 (FMAX ERROR)	OV_SPD 0[2]	FMAX 設定 ＜ 現在の周波数 FMAX:0.75kHz/1.5kHz/3kHz/disable	・ Auto restart after TRE *OR* Release operate
最小回転数異常 (FMIN ERROR)	UD_SPD 0[1]	FST 設定 ＞ 現在の周波数 FST:1.6Hz/3.2Hz/6.4Hz/12.8Hz	・ Auto restart after TRE *OR* Release operate
起動異常 (STARTUP FAIL)	ST_FAIL 0[0]	強制転流で 4 回転しても、センサレス駆動に移行できない	・ Auto restart after TRE *OR* Release operate

8.4.2. 異常検出から復帰動作

UVLO 以外の異常状態を検出してエラーモードになった場合、復帰動作を自動復帰方式とラッチ方式を選択できます。

自動復帰方式は、エラーモード後、レジスタ設定の再起動時間経過後に復帰します。また、解除動作でも復帰します。

ラッチ方式は、エラーモード後、解除動作するまで復帰しません。

● 解除動作

・速度制御指令を 0 入力する。
・スタンバイモードにする。
・電源を OFF にする。

表 8.55 復帰動作設定

レジスタ設定 15[2] LATCH	復帰動作
0	自動復帰方式
1	ラッチ方式

表 8.56 再起動時間の設定

レジスタ設定 20[7:5] TRE	再起動時間 (s)
000	0
001	0.5
010	1
011	1.5
100	2
101	4
110	7
111	10

8.4.3. ALERT

ALERT 端子はオープンドレイン出力です。異常状態を検出した場合にエラーモードになり、出力します。ALERT 端子の出力の極性は設定できます。

表 8.57 ALERT 端子の異常状態の極性設定

レジスタ設定 19[1] alertinv	異常状態
0	High
1	Low

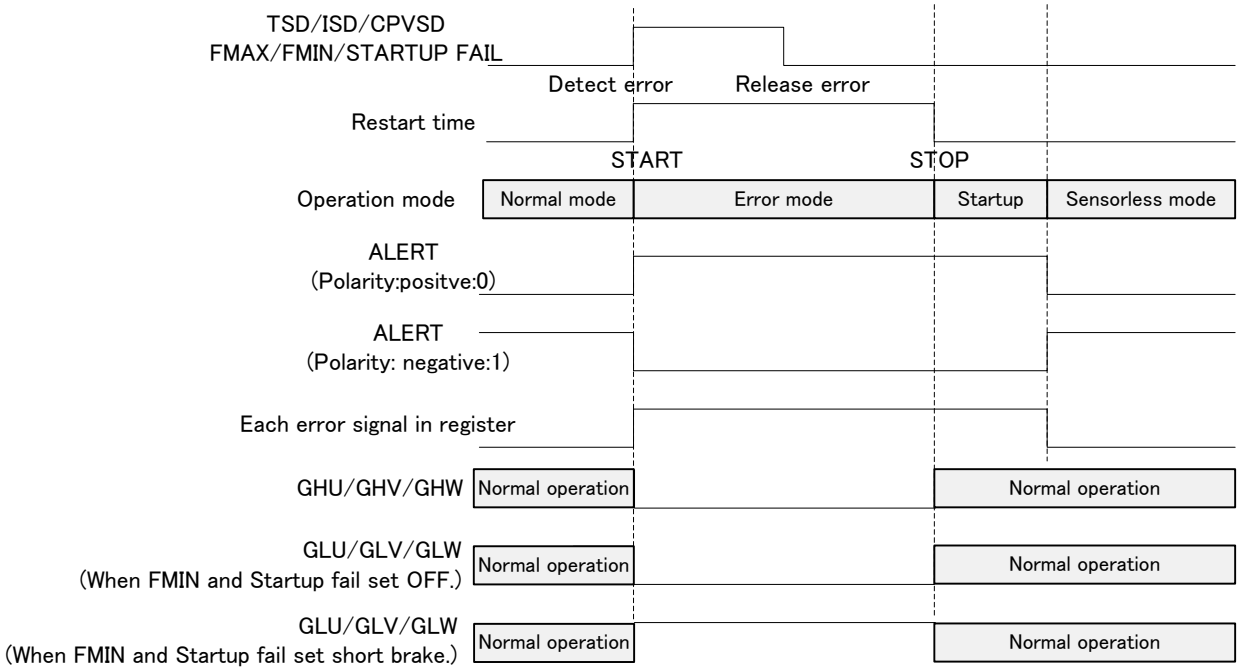


図 8.23　自動復帰方式時のエラーモードのタイミングチャート例

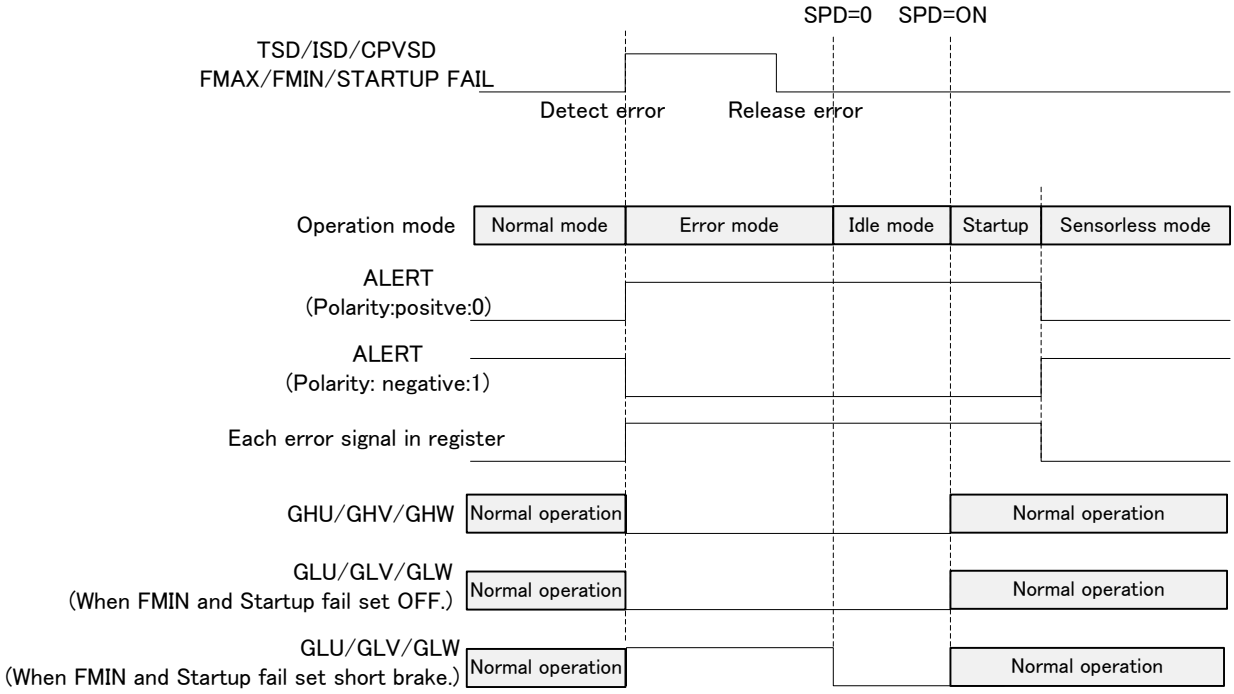


図 8.24　ラッチ方式時エラーモードの速度制御指令解除のタイミングチャート例

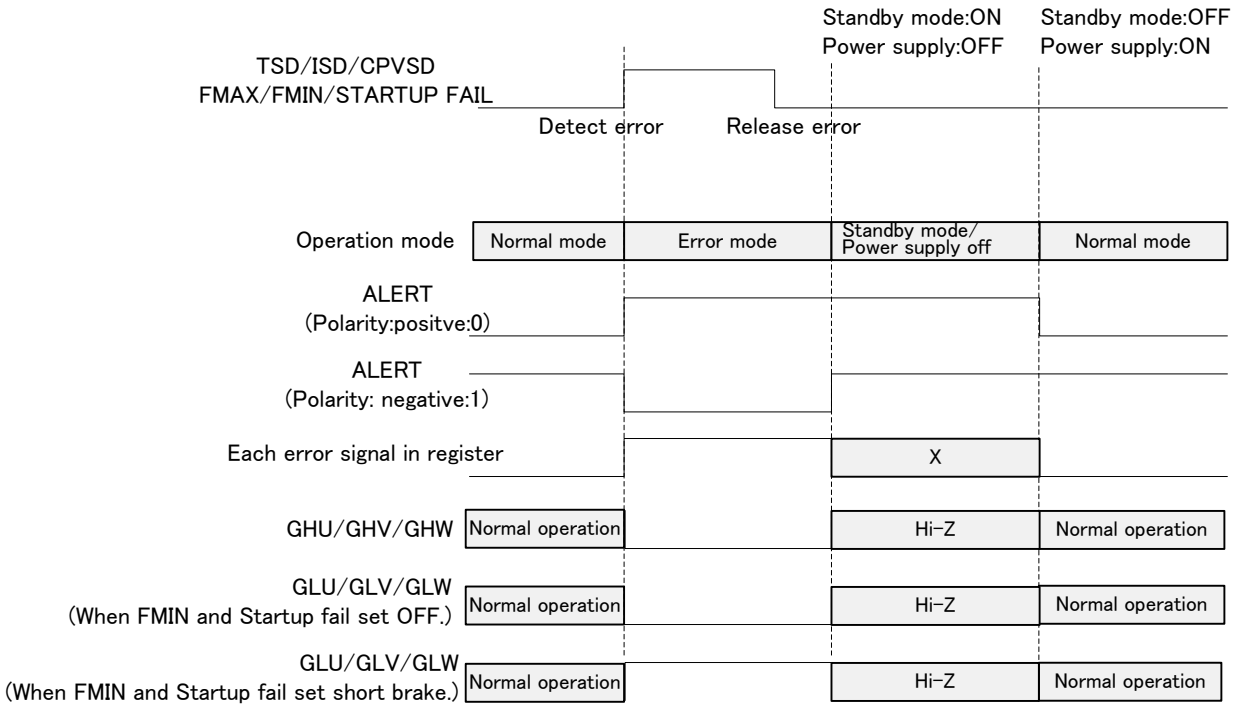


図 8.25　ラッチ方式時エラーモードのスタンバイモード/電源 OFF 解除のタイミングチャート例

8.4.4. 最大回転数異常、最小回転数異常、起動異常

最大回転数異常は、モータの回転数が最大回転周波数設定以上になった場合、エラーモードとなり、外付け FET の出力を全 OFF にします。

最小回転数異常は、モータの回転数が低下して強制転流周波数以下になった場合、エラーモードとなります。検出時の動作は、外付け FET の出力を全 OFF 設定とショートブレーキ設定を選択できます。

起動異常は、強制転流でモータを 4 回転してもセンサレス駆動に移行できない場合、エラーモードとなります。検出時の動作は、外付け FET の出力を全 OFF 設定とショートブレーキ設定を選択できます。

モータがロックした場合、モータが回転できないため、最小回転数異常か、起動異常を検出しエラーモードとなります。

表 8.58　最大回転周波数(最大回転数以上)設定

レジスタ設定 21[3:2] FMAX	最大回転周波数
00	0.75kHz
01	1.5kHz
10	3kHz
11	無し

表 8.59　強制転流周波数(最小回転数異常)設定

レジスタ設定 21[1:0] FST	電気角周波数	空転検出時間 (電気角周波数)
00	1.6Hz	200ms (5Hz)
01	3.2Hz	100ms (10Hz)
10	6.4Hz	50ms (20Hz)
11	12.8Hz	25ms (40Hz)

・強制転流周波数は最小回転数異常の検出周波数と同じになり、空転検出時間と連動します。

表 8.60　最小回転数異常と起動異常の検出時の動作設定

レジスタ設定 19[2] LOCK_BRK	動作
0	出力 FET 全 OFF
1	出力 FET ショートブレーキ

表 8.61　起動異常機能の有効/無効設定

レジスタ設定 16[7] LOCKDIS	起動異常機能
0	有効
1	無効

8.4.5. 電源低電圧検出 (UVLO)

電源電圧が低いときの誤動作を防ぐため、電源電圧が動作範囲より下回るとき、本 IC を OFF させます。

VM 電源電圧と VREG 電圧両方監視し、VM 電源電圧が 3.9V (標準)以下、または VREG 電圧が 3.7V(標準)以下で検出機能が動作します。0.3V (標準) のヒステリシス幅があり、VM 電源電圧が 4.2V(標準)以上かつ VREG 電圧が 4.0V(標準)以上で通常動作に復帰します。

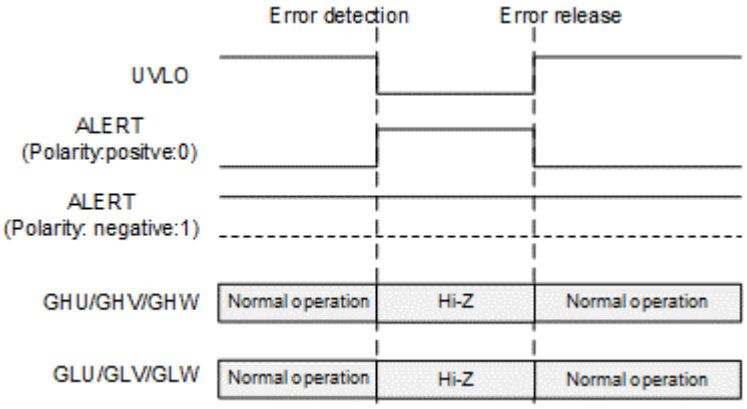


図 8.26 UVLO 動作時のタイミングチャート例

8.4.6. 出力過電流検出 (ISD)

外付け FET に過大な電流が流れ続けるのを防ぐため、モータ電流を外付けシャント抵抗で検出します。モータ電流で外付けシャント抵抗に発生した電圧が RSA 端子に入力され、ISD 基準電圧 VISD 以上になった場合、外付け FET の出力を全 OFF にします。

表 8.62 ISD 基準電圧設定

レジスタ設定 23[7] ISD_LVL	ISD 基準電圧 VISD
0	1V
1	0.5V

表 8.63 ISD 機能の有効/無効設定

レジスタ設定 18[3] isd_mask	ISD 機能
0	有効
1	無効

8.4.7. チャージポンプ低電圧検出(CPVSD)

VCP と VM の端子間電圧が 3.7V(標準)以下の場合、モータ出力が OFF (Hi-Z)になります。0.3V(標準)のヒステリシス幅があり、端子間の電圧差が 4.0V (標準) 以上で通常動作に復帰します。

表 8.64　CPVSD 機能の有効/無効設定

レジスタ設定 11[1] VCP_MASK	CPVSD 機能
0	有効
1	無効

8.4.8. 熱遮断機能 (TSD)

熱遮断機能(TSD)を搭載しています。

Tj = 170°C (標準)以上になると熱遮断機能が動作し、出力 FET を全 OFF にします。40°C(標準)のヒステリシス幅があり、130°C(標準) 以下に戻ると復帰します。

表 8.65　TSD 機能の有効/無効設定

レジスタ設定 19[0] tsd_mask	TSD 機能
0	有効
1	無効

9. 絶対最大定格

表 9.1　絶対最大定格(特に規定しない限り、Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位	備考
モータ電源電圧	VMvmax	30	V	VM
5V 基準電圧	VREGvmax	6 (注 1)	V	VREG
チャージポンプ電圧	VCPvmax	VM+10 (注 1)	V	VCP
	VCPMvmax	VM	V	CPM
	VCPPvmax	VM+10	V	CPP
入力電圧	Vmaxin1	-0.3 ~ 6	V	STBY/SPD/SEL/ID1/ID2/SCL/SDA/CW CCW/BRAKE/TESTI/TESTO
	Vmaxin2	30	V	OUTU/OUTV/OUTW
	Vmaxin3	6	V	RSA/RSB
出力電圧	Vmaxo1	18	V	GLU/GLV/GLW
	Vmaxo2	6	V	ALERT/FG/PHBF/PH
	Vmaxo3	VM+10	V	GHU/GHV/GHW
出力電流	Imax1	10	mA	ALERT/FG
	Imax2	-120	mA	GHU/GHV/GHW/GLU/GLV/GHW
	Imax3	240	mA	GHU/GHV/GHW/GLU/GLV/GHW
	Imax4	2	mA	PHBF
	Imax5	30	mA	VREG
許容損失	P_D	4.1	W	基板実装時(4 層基板:FR4:76.2mm x 114.3mm x 1.6mm) Rth (j-a) = 30.5°C/W
動作温度	Topr	-40 ~ 105	°C	—
保存温度	Tstg	-55 ~ 150	°C	—
接合部温度	Tjmax	150	°C	—

注 1:　VREG, VCP 電圧は IC 内部で生成されます。外部から電圧印加しないでください。
注 2: 出力電流は周囲温度、実装方法により制限される場合があります。接合部温度を超えないように設計を行ってください。

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。ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。

10. 動作範囲

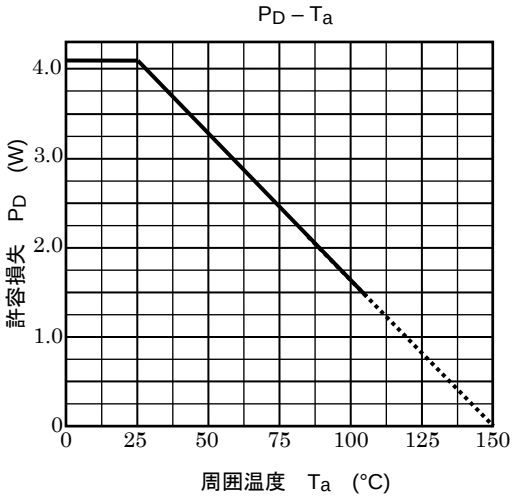
表 10.1　動作範囲 (特に指定がない場合は Ta = -40 ~ 105°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	備考
VM 電源電圧 1	$V_{M(opr1)}$	9	14.8	27	V	—
VM 電源電圧 2	$V_{M(opr2)}$	5.5	—	9	V	電気的特性のばらつきは大きくなり、電気的特性保証外です。ご注意ください。
VM 電源電圧 3	$V_{M(opr3)}$	10.8	14.8	27	V	NVM 書き込み時 VM 電源電圧範囲です。
入力 PWM 指令周波数	f_{TSP}	1	—	100	kHz	—
入力 I^2C CLK 周波数	f_{SCK}	—	—	400	kHz	—

表 10.2　NVM 特性

項目	条件	最小	最大	単位
書き換え回数	Tj = 0 ~ 90 °C	10	—	Cycle

10.1. 許容損失特性



基板実装時(4 層基板:FR4:76.2mm x 114.3mm x 1.6mm)、Rth (j-a) = 30.5°C/W

図 10.1　許容損失特性

11. 電気的特性

表 11.1　電気的特性 (特に指定がない場合 VM = 14.8V, Ta = 25°C)

端子/回路	項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
VM	電源電流 1	I_{VM1}	アイドルモード	—	15	18	mA
	電源電流 2	I_{VM2STB}	スタンバイモード STBY=0V	—	0	10	μA
	UVLO 動作電圧	V_{UVOVM}	VM 電源電圧下降時	3.7	3.9	4.1	V
	UVLO ヒステリシス電圧	V_{UVHYVM}	—	—	300	—	mV
	UVLO 解除電圧	V_{UVRVM}	VM 電源電圧上昇時	4.0	4.2	4.4	V
VREG	5V 基準電圧	V_{VREG}	Iout = 0mA	4.75	5.0	5.35	V
	5V 基準電圧出力電流	V_{IVREG}	Iout =-10mA	4.75	5.0	5.35	V
	UVLO 動作電圧	$V_{UVOVREG}$	VREG 電源電圧下降時	3.5	3.7	3.9	V
	UVLO ヒステリシス電圧	$V_{UVHYVREG}$	—	—	300	—	mV
	UVLO 解除電圧	$V_{UVRVREG}$	VREG 電源電圧上昇時	3.8	4.0	4.2	V
VCP	チャージポンプ電圧	V_{VCP}	VM = 9V: アイドルモード VM – VCP 端子間 ：0.1μF, CPP – CPM 端子間 ：0.01μF	VM + 7.5	VM + 8	VM + 8.5	V
	CPVSD 動作電圧	V_{CPVSDO}	VM – VCP 端子間電圧下降時 VM ≥ 5.5V	3.4	3.7	4.0	V
	CPVSD ヒステリシス電圧	$V_{CPVSDHY}$	—	—	300	—	mV
	CPVSD 解除電圧	V_{CPVSDR}	VM – VCP 端子間電圧上昇時 VM ≥ 5.5V	3.7	4.0	4.3	V
GHU, GHV, GHW	出力 H 電圧	V_{OHGHX}	Iout = -1mA	VCP – 1.5	VCP– 0.3	VCP	V
	出力 L 電圧	V_{OLGHX}	Iout = 1mA	—	0.3	0.8	V
	出力ソース電流 1	I_{SOGHX1}	—	-12	-10	-8	mA
	出力ソース電流 2	I_{SOGHX2}	—	-120	-100	-80	mA
	出力シンク電流 1	I_{SIGHX1}	—	16	20	24	mA
	出力シンク電流 2	I_{SIGHX2}	—	160	200	240	mA
GLU, GLV, GLW	出力 H 電圧	V_{OHGLX}	Iout = -1mA	6.9	7.7	8.5	V
	出力 L 電圧	V_{OLGLX}	Iout = 1mA	—	0.05	0.2	V
	出力ソース電流 1	I_{SOGLX1}	—	-12	-10	-8	mA
	出力ソース電流 2	I_{SOGLX2}	—	-120	-100	-80	mA
	出力シンク電流 1	I_{SIGLX1}	—	16	20	24	mA
	出力シンク電流 2	I_{SIGLX2}	—	160	200	240	mA
OUTU, OUTV, OUTW	コンパレータオフセット電圧	$V_{COFSOUTX}$	(参考値)	-1	0	1	mV
	コンパレータヒステリシス電圧 1	$V_{CHYOUTX1}$	(参考値)	±40	±100	±150	mV
	コンパレータヒステリシス電圧 2	$V_{CHYOUTX2}$	(参考値)	±80	±200	±300	mV
	コンパレータヒステリシス電圧 3	$V_{CHYOUTX3}$	(参考値)	±120	±300	±450	mV
STBY	入力 H 電圧	V_{IHSTB}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILSTB}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYSTB}	—	—	200	—	mV
	H 入力電流	I_{IHSTB}	Vin = 5V	17	25	33	μA
	L 入力電流	I_{ILSTB}	Vin = 0V	—	—	1	μA
	スタンバイモード化時間	T_{SETSTB}	STBY:H→L	95	100	105	ms

端子/回路	項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
SPD (デジタル信号入力時)	入力 H 電圧	V_{IHSPD}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILSPD}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYSPD}	—	—	200	—	mV
	H 入力電流	I_{IHSPD}	Vin = 5V	—	—	1	μA
	L 入力電流	I_{ILSPD}	Vin = 0V	—	—	1	μA
	入力周波数	f_{ISPD}	—	1	—	100	kHz
	100%Duty 検出時間	t_{100SPD}	—	—	1.5	—	ms
	0%Duty 検出時間	t_{0SPD}	—	—	100	—	ms
SPD (アナログ電圧入力時)	100%入力電圧	V_{100SPD}	ADC = 512(100%)	3.9	4.0	4.1	V
	0%入力電圧	V_{0SPD}	ADC = 0(%)	1.4	1.5	1.6	V
CWCCW	入力 H 電圧	V_{IHCW}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILCW}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYCW}	—	—	400	—	mV
	H 入力電流	I_{IHCW}	Vin = 5V	70	100	130	μA
	L 入力電流	I_{ILCW}	Vin = 0V	—	—	1	μA
BRAKE	入力 H 電圧	V_{IHCW}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILCW}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYCW}	—	—	400	—	mV
	H 入力電流	I_{IHCW}	Vin = 5V	70	100	130	μA
	L 入力電流	I_{ILCW}	Vin = 0V	—	—	1	μA
SEL	入力 H 電圧	V_{IHSEL}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILSEL}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYSEL}	—	—	400	—	mV
	H 入力電流	I_{IHSEL}	Vin = 5V	70	100	130	μA
	L 入力電流	I_{ILSEL}	Vin = 0V	—	—	1	μA
FG	出力 L 電圧	V_{LFG}	Iout = 5mA	—	0.15	0.30	V
	出力リーク電流	I_{LFG}	Vout = 6V	—	—	1.0	μA
ALERT	出力 L 電圧	V_{LALERT}	Iout = 5mA	—	0.15	0.30	V
	出力リーク電流	I_{LALERT}	Vout = 6V	—	—	1.0	μA
RSA	出力電流リミット基準電圧 1	V_{OCP1}	0.25V 設定時	0.225	0.25	0.275	V
	出力電流リミット基準電圧 2	V_{OCP2}	0.125V 設定時	0.113	0.125	0.137	V
	過電流基準電圧 1	V_{ISD1}	0.5V 設定時	0.45	0.5	0.55	V
	過電流基準電圧 2	V_{ISD2}	1V 設定時	0.9	1	1.1	V
	入力電流	I_{IRSA}	RSA = 0V	—	0.1	1	μA
RSB	入力電流 1	I_{IRSB1}	Vin = 5V, Gain = 10	35	45	65	μA
	入力電流 2	I_{IRSB2}	Vin = 5V, Gain = 20	18	24	35	μA
PH	出力 H 電圧	V_{OHPH}	—	VREG-1.2	VREG-0.85	VREG	V
	出力 L 電圧	V_{OLPH}	—	0	0	0.1	V
	出力電圧 1	V_{OPH1}	Gain = 10, RSB = 0.25V	2.4	2.5	2.6	V
	出力電圧 2	V_{OPH2}	Gain = 20, RSB = 0.125V	2.4	2.5	2.6	V
	出力電流 1	I_{OPH1}	Gain = 20, RSB = 0.125V, PH = 2.4V	400	840	1400	μA
	出力電流 2	I_{OPH2}	Gain = 20, RSB= 0.125V, PH = 2.6V	0	0	1.0	μA

端子/回路	項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
PHBF	出力 H 電圧	V_{OHPHBF}	—	VREG-1.2	VREG-0.85	VREG	V
	出力 L 電圧	V_{OLPHBF}	—	0	0	0.1	V
	出力電圧 1	V_{OPHBF1}	Gain = 10, RSB = 0.25V	2.4	2.5	2.6	V
	出力電圧 2	V_{OPHBF2}	Gain = 20, RSB = 0.125V	2.4	2.5	2.6	V
	出力電圧 3	V_{OPHBF3}	Gain = 20, RSB = 0.125V, PHBF = 2mA	2.4	2.53	2.75	V
	出力電圧 4	V_{OPHBF4}	Gain = 20, RSB = 0.125V, PHBF = -2mA	2.25	2.48	2.6	V
内部回路	OSC 周波数	f_{OSC}	—	11.64	12.00	12.36	MHz
	出力 PWM 周波数 1	f_{OPWM1}	FPWM = 000	—	23.4	—	kHz
	出力 PWM 周波数 2	f_{OPWM2}	FPWM = 011	—	187.5	—	kHz
過熱検出	遮断動作温度	T_{TSD}	温度上昇時 (参考値)	—	170	—	°C
	解除ヒステリシス温度	T_{HYTSD}	(参考値)	—	40	—	°C
	遮断解除温度	T_{RTSD}	温度下降時 (参考値)	—	130	—	°C
ID1 ID2	入力 H 電圧	V_{IHIDX}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILIDX}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{HYIDX}	—	—	400	—	mV
	H 入力電流	I_{IHIDX}	—	70	100	130	μA
	L 入力電流	I_{ILIDX}	—	—	—	1	μA
SDA SCL	入力 H 電圧	V_{IHI2C}	—	2.0	—	5.5	V
	入力 L 電圧	V_{ILI2C}	—	-0.3	—	0.8	V
	ヒステリシス電圧	V_{IHYI2C}	—	—	400	—	mV
	入力電流	I_{II2C}	Vin = 0V to 5V	-5	1	5	μA
	SDA 出力 L 電圧	V_{OLSDA}	Iout = 6mA	—	—	0.4	V
	SDA 出力リーク電流	I_{LSDA}	Vout = 6V	—	—	1	μA
	SCL クロック周波数	f_{SCL}	—	—	—	400	kHz
	ホールド時間 スタートコンディション	t_{HDSTA}	—	0.6	—	—	μs
	セットアップ時間 スタートコンディション	t_{SUSTA}	—	0.6	—	—	μs
	SCL クロック Low 期間	t_{LOW}	—	1.3	—	—	μs
	SCL クロック High 期間	t_{HIGH}	—	0.6	—	—	μs
	データホールド時間	t_{HDDAT}	—	0	—	—	ns
	データセットアップ時間	t_{SUDAT}	—	100	—		ns
	セットアップ時間 ストップコンディション	t_{SUSTO}	—	0.6	—	—	μs
	バスフリー時間 ストップ/スタートコンディション	t_{BUF}	—	1.3	—	—	μs

参考値: 設計値であり、製品出荷時のテストは実施しておりません。

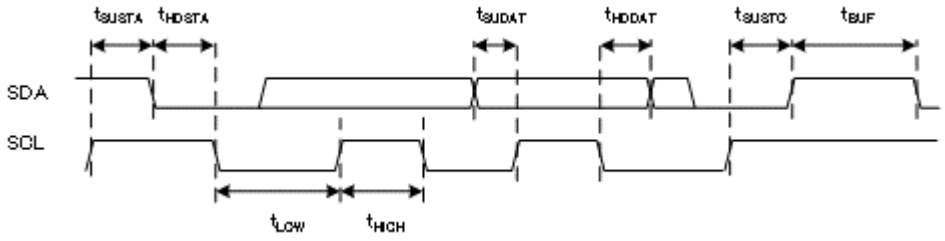


図 11.1　I²C タイミングチャートの電気的特性

12. 応用回路例

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・簡略化している場合があります。

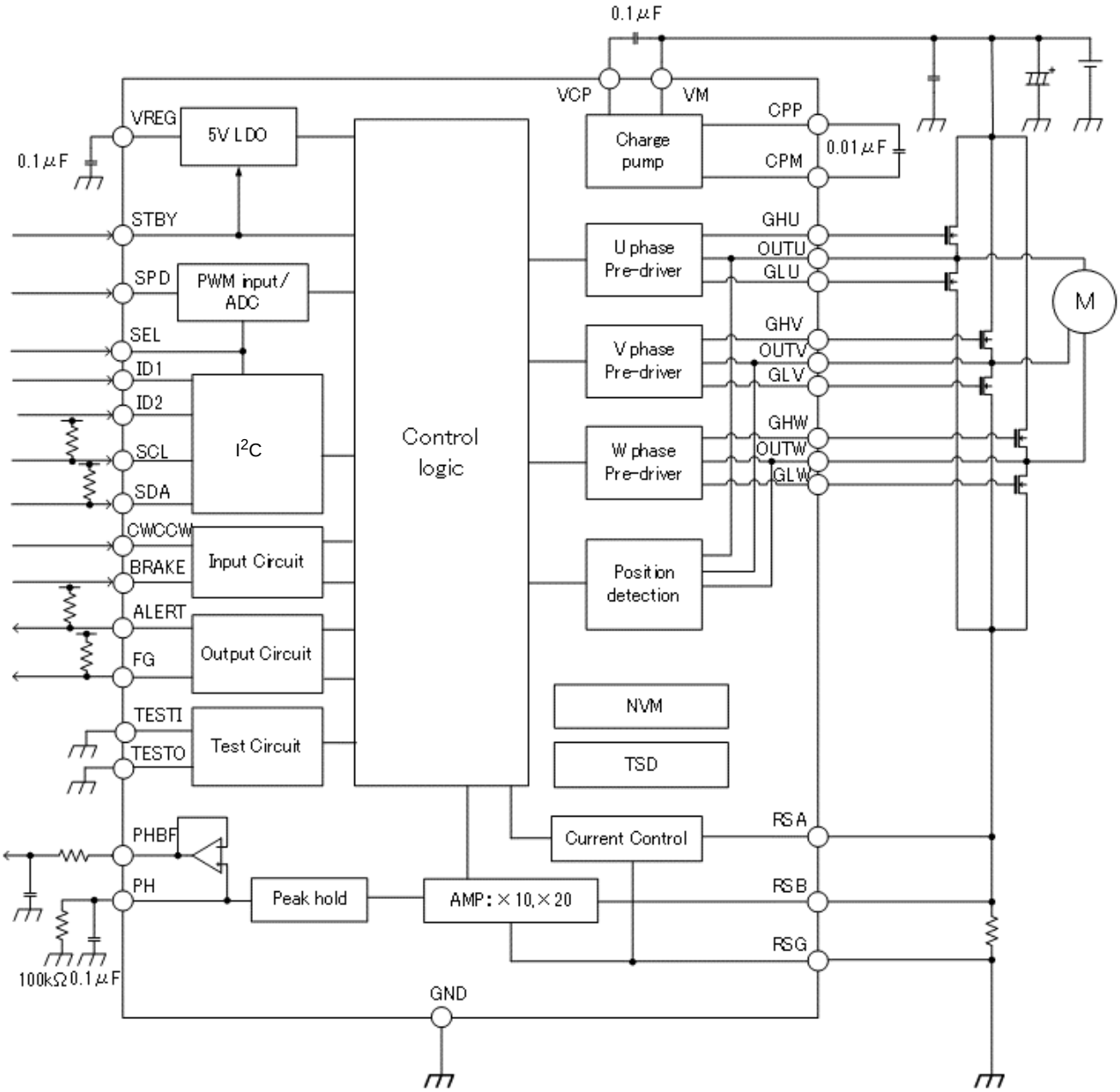


図 12-12.1　応用回路例

注: 外付け FET はゲートしきい値電圧は Ta=25℃時、最小:1.0V 以上の仕様製品を推奨します。

13. 外形図

P-WQFN36-0505-0.50-001 "Unit:mm"

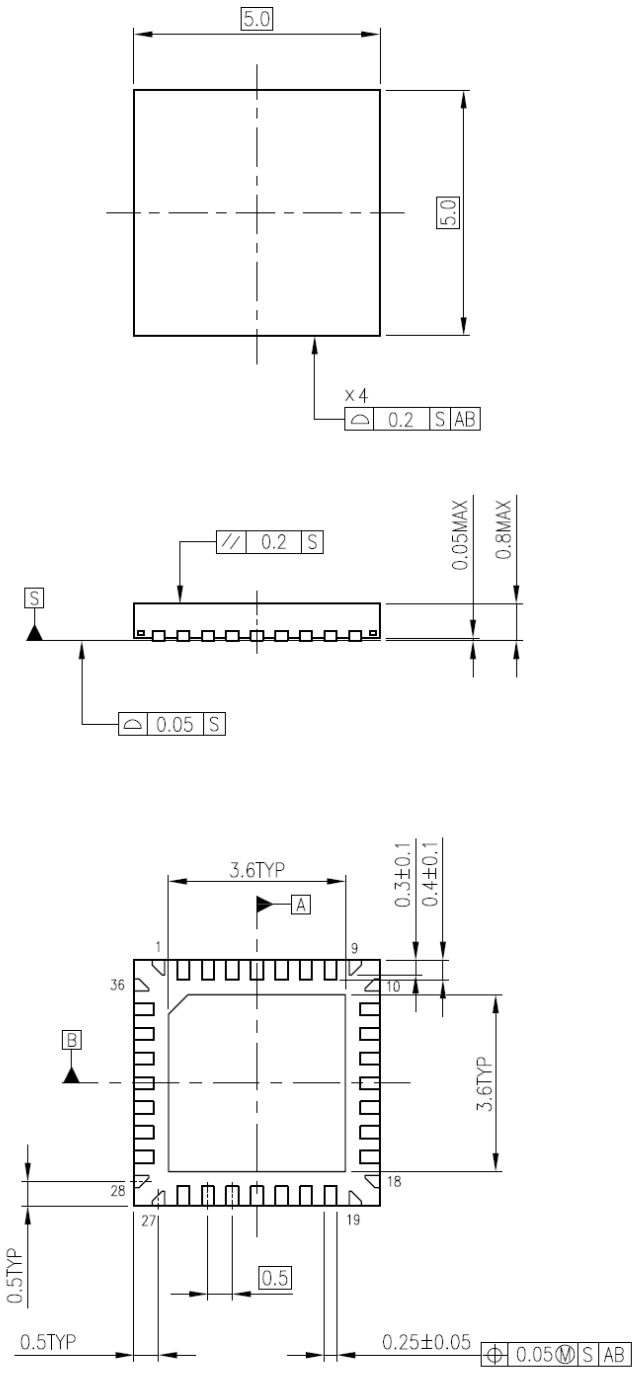


図 13.1 外形寸法図

記載載内容の留意点

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、保護機能が動作しないで、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。

使用上の留意点

(1) 過電流検出回路
過電流制限回路 (通常: カレントリミッタ回路) はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。

(2) 熱遮断回路
熱遮断回路 (通常: サーマルシャットダウン回路) は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに発熱状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、熱遮断回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

(3) 放熱設計
パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの、大電流が流出入する IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (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
モータを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モータの逆起電力の影響でモータ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/