

Bi-CMOS 形リニア集積回路 シリコン モノリシック

TB67B030FNG/FTG

センサーレス正弦波駆動対応 BLDC ドライバーIC

1. 概要

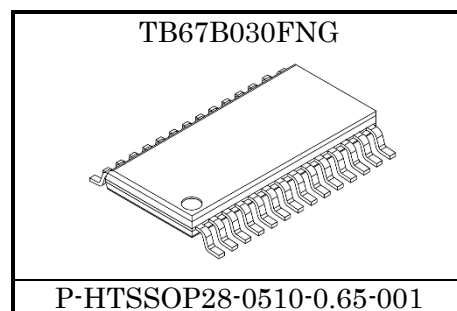
TB67B030FNG/FTG は、3 相 BLDC モーター駆動用ドライバーIC です。位置検出はセンサーレス、3 ホール、1 ホールに対応しています。駆動方式は正弦波、150 度、120 度(3 ホールのみ)に対応しています。

2. 用途

冷却ファン、換気扇、ポンプ、BLDC モーター

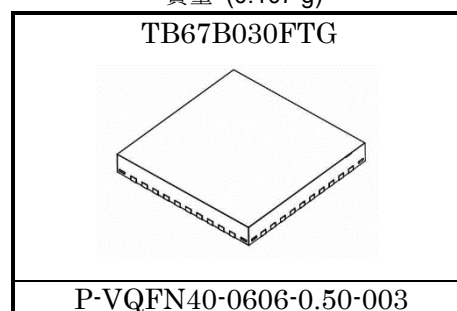
3. 特長

- センサーレス正弦波対応
- ホール IC 信号入力対応
- 広い動作範囲: $V_{VM} = 5.5 \sim 48 \text{ V}$
- 低 R_{ON} : $R_{DS(H+L)} = 0.3 \Omega$ (typ.)
- DCDC 内蔵
- シリアル I/F による制御機能
- スタンバイモード: $I_{VM_STBY} = 10 \mu\text{A}$ (typ.)
- NVM 内蔵
- ショット抵抗不要な電流検出
- 速度 Closed loop 制御内蔵
- 回転パルス信号選択可能
- 自動進角制御/固定進角制御の選択可能
- 熱遮断機能(TSD)
- 電源低電圧検出(UVLO)
- 過電圧検出(OVP)
- 電流制限機能(OCL)
- 出力過電流検出(ISD)
- ロック検出機能



P-HTSSOP28-0510-0.65-001

質量: (0.107 g)



P-VQFN40-0606-0.50-003

質量: (0.091 g)

4. ブロック図

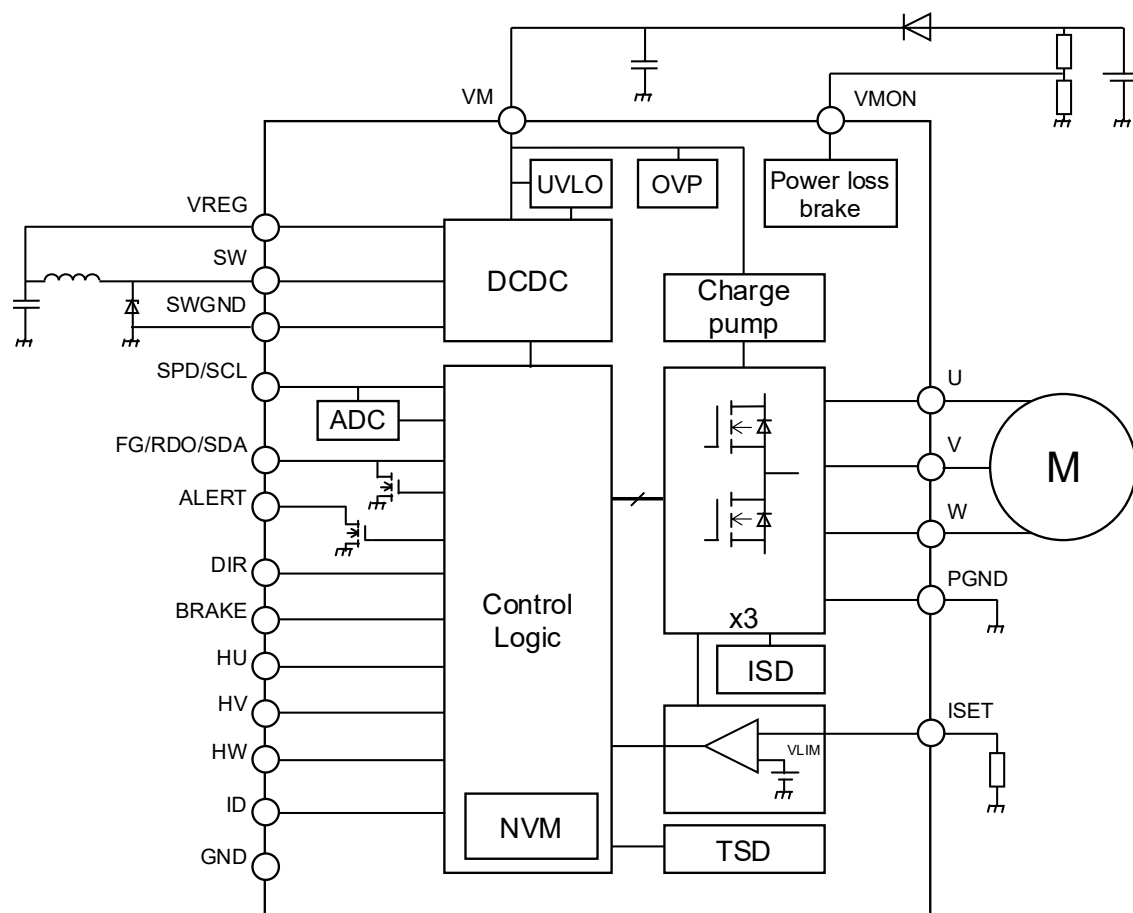


図 4.1 ブロック図

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

5. 端子配置図

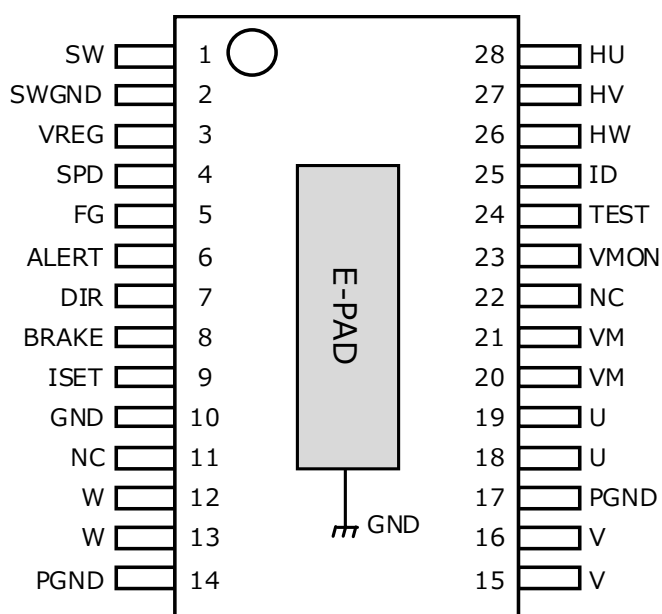


図 5.1 TB67B030FNG 端子配置図

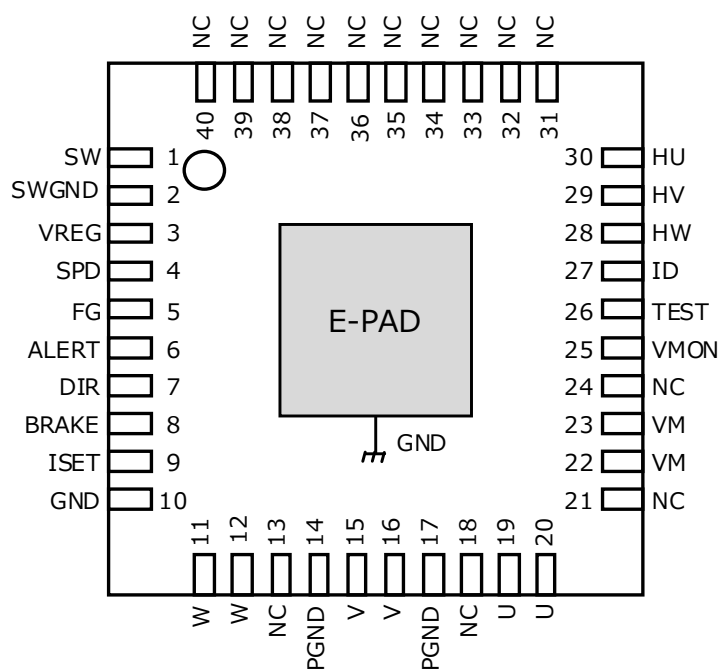


図 5.2 TB67B030FTG 端子配置図

注: 裏面の金属露出部分 E-PAD は放熱の役割があるので、熱設計を考慮してパターン設計をしてください。また、E-PAD は必ず基板の GND に接続しご使用ください。

注: U, V, W, VM の各端子は 2 端子構成となっていますので、外部のパターンで各 2 端子をショートして使用してください。

GND は PGND, GND の 2 端子があり、外部のパターンでショートして使用してください。

6. 端子説明

表 6.1 端子説明

名称	端子番号 FNG	端子番号 FTG	入出力	端子説明
SW	1	1	出力	DCDC スイッチング端子
SWGND	2	2	GND	DCDC GND
VREG	3	3	電源	DCDC 電圧フィードバック端子 内部電源端子
SPD	4	4	入力	速度指令入力端子
SCL			入力	シリアル I/F CLK 入力端子
FG	5	5	出力	回転信号出力端子 (オープンドレイン)
RDO			出力	回転異常信号出力端子 (オープンドレイン)
SDA			入出力	シリアル I/F DATA 入出力端子
ALERT	6	6	出力	アラート信号出力端子 (オープンドレイン)
DIR	7	7	入力	回転方向制御入力端子
BRAKE	8	8	入力	ブレーキ制御入力端子
ISET	9	9	入出力	電流リミット設定端子
GND	10	10	GND	GND
W	12, 13	11, 12	出力	W 相出力端子
V	15, 16	15, 16	出力	V 相出力端子
U	18, 19	19, 20	出力	U 相出力端子
PGND	14, 17	14, 17	PGND	大電流 GND
VM	20, 21	22, 23	電源	電源端子
VMON	23	25	入力	電源遮断監視端子
TEST	24	26	入力	TEST 端子 (注 1)
ID	25	27	入力	シリアル I/F アドレス設定端子
HW	26	28	入力	W 相ホール信号入力端子
HV	27	29	入力	V 相ホール信号入力端子
HU	28	30	入力	U 相ホール信号入力端子
NC	11, 22	13, 18, 21, 24 31 ~ 40	—	Not Connected (注 2)

注 1: 通常使用時、TEST 端子を GND にショートしてください。

注 2: NC 端子は、IC 内部と接続しておりません。レイアウトの際、隣の端子とショートして使用することが可能ですが、天絡、地絡に注意してください。

7. 等価回路

表 7 等価回路

端子名称	備考	等価回路
DIR, BRAKE, VMON	ロジック入力端子	DIR BRAKE ○ VMON
SPD	速度指令入力 シリアル、クロック入力端子	SPD ○ ADC — VSP TSP STBY
HU, HV, HW	ホール IC 信号入力端子	HU HV HW ○ VREG
ID	ID 設定端子	ID ○ VREG VREG

端子名称	備考	等価回路
U, V, W	モーター出力	
SW	DCDC 出力	
VREG	IC 内部電源入力 DCDC 電圧フィードバック入力	
FG	オープンドレイン出力端子 シリアル通信、データ入出力端子	
ALERT	オープンドレイン出力端子	
ISET	電流リミット検出用電流出力端子 電流リミット検出電圧入力端子	

注: 等価回路は、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。

8. 絶対最大定格

表 8.1 絶対最大定格

(特に規定しない限り、 $T_a = -40 \sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$)

項目	記号	条件		定格		単位
電源電圧	V _{VM}			50		V
入力電圧	V _{IN}	VREG		-0.5 ~ 6	(注 1)	V
		SPD		-0.5 ~ 6		V
		DIR, BRAKE, HU, HV, HW, ID,		-0.5 ~ 6		V
		VMON		-0.5 ~ 6		V
		SCL, SDA		-0.5 ~ 6		V
		ISET		-0.5 ~ 6		V
		GND, PGND, SWGND 間差電圧		-0.5 ~ 0.5		V
出力電圧	V _{OUT}	U, V, W		-1 ~ V _{VM} +1	(注 2)	V
		SW		-1 ~ V _{VM} +1	(注 3)	V
		FG/RDO/SDA, ALERT		-0.5 ~ 6		V
入力電流	I _{IN}	FG/RDO/SDA, ALERT		10		mA
出力電流	I _{OUT}	U, V, W		5		A
		SW (DCDC モード)		100		mA
		SW (LDO モード)		20		mA
許容損失	P _D	TB67B030FNG	IC 単体	0.42	(注 4)	W
			JEDEC2 層基板実装	1.89	(注 5)	W
			JEDEC4 層基板実装	3.47	(注 6)	W
		TB67B030FTG	IC 単体	0.61	(注 7)	W
			JEDEC2 層基板実装	2.45	(注 8)	W
			JEDEC4 層基板実装	4.45	(注 9)	W
接合部温度	T _{j(max)}	—		150		°C
保存温度	T _{stg}	—		-55 ~ 150		°C

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。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。

T_a : IC の周囲温度です。

T_j : IC のジャンクション温度です。

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

注 1: VREG の電圧は IC の DCDC から生成する電圧を使用してください。

外部電源から印加しないでください。

注 2: U/V/W の電圧が電源電圧 V_M により制限されます。 $(V_M - U/V/W)$ 、 $(U/V/W - PGND)$ の電圧が、 -1 V 未満または 50 V を超えないように設計を行ってください。

注 3: SW の電圧が電源電圧 V_M により制限されます。 $(V_M - SW)$ 、 $(SW - SWGND)$ の電圧が、 $-1 \sim 50\text{ V}$ を超えないように設計を行ってください。

注 4: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $3.4\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

注 5: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $15.1\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

注 6: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $27.8\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

注 7: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $4.9\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

注 8: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $19.6\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

注 9: T_a が $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、 $35.6\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ でディレーティングする必要があります。

8.1. 許容損失特性(参考データ)

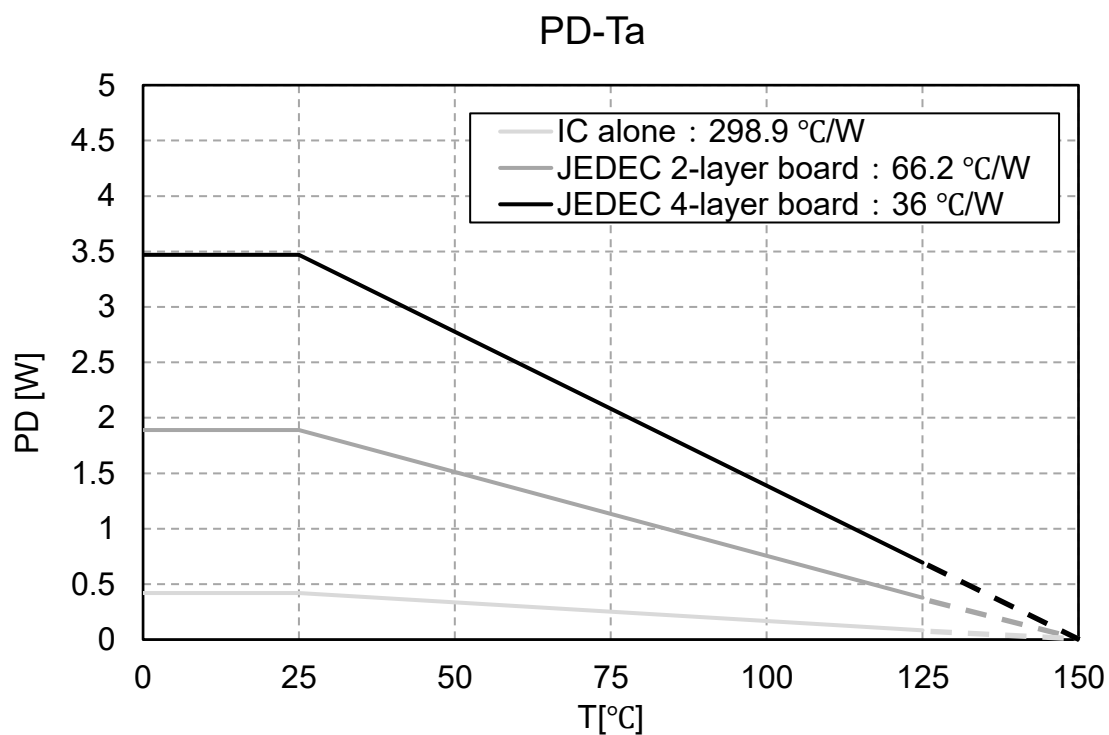


図 8.1 TB67B030FNG 許容損失特性

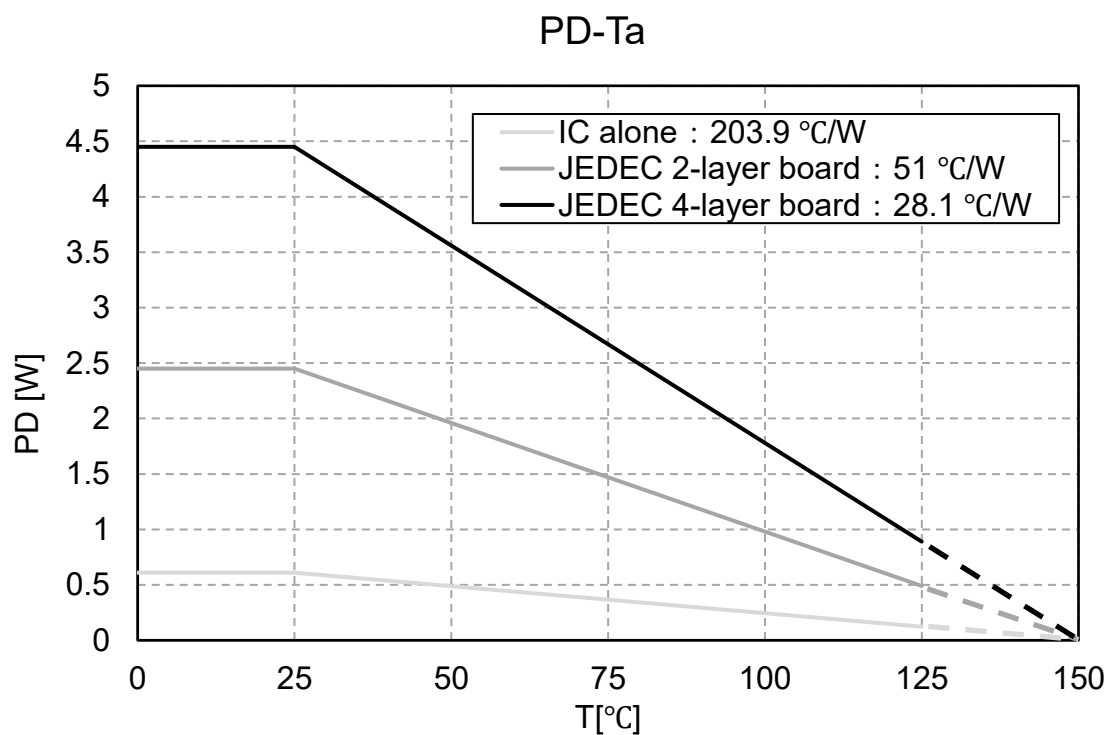


図 8.2 TB67B030FTG 許容損失特性

9. 動作範囲

表 9.1 動作範囲

(特に規定しない限り、 $T_a = -40 \sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V_{VM}	—	5.5	—	48	V
	V_{VM_NVM}	NVM 書き込み時	10.8	15	48	V
出力電流	I_{OUT}	U, V, W	—	—	5	A
		SW (DCDC モード) (注 1)	—	—	80	mA
		SW (LDO モード) (注 1)	—	—	10	mA
入力電圧	V_{IN}	SPD, DIR, BRAKE, VMON SCL, SDA	-0.3	—	5.5	V
		HU, HV, HW, ID	-0.3	—	V_{VREG}	V
Pull-up 電圧	V_{PU}	FG, RDO, ALERT, SDA	0	—	5.5	V
電流制限端子電圧	V_{ISET}	—	—	—	4	V
GND 間電位差	—	GND, PGND, SWGND	-0.1	—	0.1	V
SPD 周波数	f_{SPD}	—	1	—	100	kHz
SCL 周波数	f_{SCL}	—	—	—	400	kHz
接合部温度	T_j	—	-40	—	125	$^{\circ}\text{C}$

注 1 : IC 消費電力込み。

表 9.2 NVM 特性

項目	条件	最小	標準	最大	単位
書き換え回数	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	10	—	—	Cycle
書き換え時間	$V_{VM} = 15\text{ V}$, $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ NVM_SAVE 実行時	—	—	3.5	s

10. 電気的特性

表 10.1 電気的特性

(特に規定しない限り、 $T_j = -40 \sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 5.5 \sim 48\text{ V}$)

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	
入力電流		I _{VM}	STBY 解除, V _{VM} = 24 V, DCDC モード SPD = 0 V, HU/HV/HW Pull-up 抵抗なし	—	10	15	mA	
			STBY 解除, V _{VM} = 24 V, LDO モード SPD = 0 V, HU/HV/HW Pull-up 抵抗なし	—	19	24	mA	
	I _{VM_STBY}	STBY モード, SPD = 0 V	—	10	20	μA		
	I _{VREG}	STBY 解除, V _{VREG} = 5 V SPD = 0 V, HU/HV/HW Pull-up 抵抗なし	—	6	10	mA		
レギュレーター電圧		V _{VREG}	DCDC モード, IC 以外の負荷 0 ~ 80 mA L _{SW} = 47 μH, C _{SW} = 10 μF	4.5	5	5.5	V	
			LDO モード, IC 以外の負荷 0 ~ 10 mA R _{SW} = 39 Ω, C _{SW} = 10 μF	4.5	5	5.5	V	
内部 OSC 周波数		f _{OSC}	T _j = 25 °C	11.64	12	12.36	MHz	
出力 PWM 周波数			f _{PWM}	f _{OSC} = 12 MHz, FPWM [2:0] = 000b	—	23.4	—	kHz
				f _{OSC} = 12 MHz, FPWM [2:0] = 001b	—	46.9	—	kHz
				f _{OSC} = 12 MHz, FPWM [2:0] = 010b	—	93.75	—	kHz
				f _{OSC} = 12 MHz, FPWM [2:0] = 011b	—	187.5	—	kHz
SPD								
STBY 指令	入力電圧	V _{STBY_H}	解除しきい値	—	1.2	1.4	V	
		V _{STBY_L}	移行しきい値	0.8	1.0	—	V	
		V _{STBY_HYS}	(参考値)	—	200	—	mV	
	パルス幅	t _{STBY_H}	STBY 解除信号幅 (参考値)	150	—	—	ns	
	入力電流	I _{IN}	V _{IN} = 0 ~ 5 V	-1	—	1	μA	
	wake up 時間	t _{WAKEUP} (参考値)	STBY 解除から Normal まで L _{SW} = 47 μH, C _{SW} = 10 μF, I _{Load} = 0 ~ 80 mA	—	10	—	ms	
R _{SW} = 39 Ω, C _{SW} = 10 μF, I _{Load} = 0 mA			—	10	—	ms		
PWM Duty 速度指令	入力電圧	V _{IN_H}	High	2	—	5.5	V	
		V _{IN_L}	Low	-0.3	—	0.8	V	
		V _{IN_HYS}	(参考値)	—	200	—	mV	
	入力電流	I _{IN}	V _{IN} = 0 ~ 5 V	-1	—	1	μA	
Analog 速度指令	入力電圧	V _{VSP_H}	ADC = 512 (100%)	3.9	4.0	4.1	V	
		V _{VSP_L}	ADC = 0 (0%)	1.4	1.5	1.6	V	
	入力電流	I _{IN}	V _{IN} = 0 ~ 5 V	-1	—	1	μA	
	応答時間	t _{ADC}	—	—	—	10	ms	
ロジック入力								
DIR BRAKE VMON	入力電圧	V _{IN_H}	High	2	—	5.5	V	
		V _{IN_L}	Low	-0.3	—	0.8	V	
		V _{IN_HYS}	(参考値)	—	200	—	mV	
	入力電流	I _{IN_H}	V _{IN} = 5 V	38	50	72	μA	
		I _{IN_L}	V _{IN} = 0 V	-1	—	1	μA	
	Pull-down 抵抗	R _{PD}	—	70	100	130	kΩ	

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
ホール IC 信号入力							
HU, HV, HW	入力電圧	V _{IN_H}	High	2	—	5.5	V
		V _{IN_L}	Low	-0.3	—	0.8	V
		V _{IN_HYS}	(参考値)	—	200	—	mV
	入力電流	I _{IN}	Pull-up 抵抗なし V _{IN} = 0 ~ 5 V	-1	—	1	μA
		I _{IN_L}	Pull-up 抵抗あり V _{IN} = 0 V	-1.1	-0.5	-0.3	mA
		I _{IN_H}	Pull-up 抵抗あり V _{IN} = V _{VREG}	-1	—	1	μA
	Pull-up 抵抗	R _{PU}	—	5	10	15	kΩ
オープンドレイン出力							
FG, RDO, ALERT	出力 Low 電圧	V _{OUT_L}	I _{OUT} = 5 mA	—	0.15	0.3	V
	出力リーク電流	I _{OUT_H}	V _{OUT} = 5 V	-1	—	1	μA
Address 設定端子							
ID	入力電圧	V _{IN_H}	High	4	—	5.5	V
		V _{IN_M}	Middle	1.5	2.5	3.5	V
		V _{IN_L}	Low	-0.3	—	1.0	V
	Pull-up 抵抗	R _{PU}	—	30	50	70	kΩ
	Pull-down 抵抗	R _{PD}	—	30	50	70	kΩ
モーター出力端子							
U, V, W	オン抵抗(上+下)	R _{DS(H+L)}	V _{VM} = 24 V, I _{OUT} = 0.2 A, T _J = 25 °C	—	0.3	0.43	Ω
			V _{VM} = 24 V, I _{OUT} = 0.2 A, T _J = 125 °C	—	0.4	—	Ω
	スイッチング特性 (参考値)	t _r	V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 10b	—	350	—	V/μs
			V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 01b	—	250	—	V/μs
			V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 00b	—	150	—	V/μs
		t _f	V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 10b	—	350	—	V/μs
			V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 01b	—	250	—	V/μs
			V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 00b	—	150	—	V/μs
			V _{VM} = 24 V, 10% ~ 90%, I _{OUT} = ±1 A OUT_SR [1:0] = 00b	—	150	—	V/μs
DCDC							
VREG	出力電圧	V _{VREG}	DCDC モード, L _{SW} = 47 μH, C _{SW} = 10 μF, IC 以外の負荷 0 ~ 80 mA	4.5	5	5.5	V
			LDO モード, R _{SW} = 39 Ω, C _{SW} = 10 μF, IC 以外の負荷 0 ~ 10 mA	4.5	5	5.5	V
SW	オン抵抗	R _{ON}	V _{VM} = 24V, U,V,W 出力停止	—	1	2	Ω
	PWM 周波数	f _{DCDC}	f _{OSC} = 12 MHz	—	375	—	kHz

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
シリアル I/F							
SCL, SDA	入力電圧	V _{IN_H}	High	2	—	5.5	V
		V _{IN_L}	Low	-0.3	—	0.8	V
		V _{IN_HYS}	(参考値)	—	200	—	mV
	入力電流(注 1)	I _{IN}	V _{IN} = 0 ~ 5 V	-1	—	1	μA
	出力 Low 電圧	V _{OUT_L}	SDA, I _{OUT} = 6 mA	—	—	0.4	V
	出力リーク電流	I _{OUT_H}	SDA, V _{OUT} = 5 V	-1	—	1	μA
	立ち上がり時間	t _r	入力立ち上がり時間	—	—	300	ns
	立ち下がり時間	t _f	入力立ち下がり時間	—	—	300	ns
	クロック周波数	f _{SCL}	SCL クロック周波数	0	—	400	kHz
	クロック High 期間	t _{SCL_H}	SCL クロック Low 周期	1.3	—	—	μs
	クロック High 期間	t _{SCL_H}	SCL クロック High 周期	0.6	—	—	μs
	データセットアップ時間	t _{SU_DAT}	SDA データ入力セットアップ時間	100	—	—	ns
	データホールド時間	t _{HD_DAT}	IC が受信の場合(注 2)	300	—	—	ns
		t _{DH}	IC から送信の場合	100	—	—	ns
	データ準備時間	t _{VD_DAT}	—	100	—	900	ns
	ノイズフィルター	t _{mask}	(参考値)	—	—	50	ns
	容量負荷	C _{LOAD}	許容可能な最大静電容量(参考値)	—	—	400	pF
スタート コンディシ ョン	セットアップ時間	t _{SU_S}	—	0.6	—	1000	μs
	ホールド時間	t _{HD_S}	—	0.6	—	—	μs
ストップ コンディシ ョン	セットアップ時間	t _{SU_P}	—	0.6	—	—	μs
	バスフリー時間	t _{BUF}	—	1.3	—	—	μs

注 1: 電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とします。

注 2: 信号のスルーレートを考慮した上で、300ns 以上のホールド時間を設けてください。

項目		記号	条件		最小	標準	最大	単位
各種検出機能								
電源電圧監視(VM)	UVLO 低電圧検出電圧	V _{VMUV_D}	VM 降下時		4.5	4.8	5.1	V
	UVLO 低電圧解除電圧	V _{VMUV_R}	VM 上昇時		4.8	5.1	5.4	V
	ヒステリシス	V _{VMUD_HYS}	—		—	300	—	mV
	マスク期間	t _{MASK_VMUV}	f _{OSC} = 12 MHz		—	10	—	μs
	OVP 過電圧検出電圧	V _{VMOV_D}	VM 上昇時	OVP_LVL [3:0] = 0000b	13.7	15.0	16.3	V
				OVP_LVL [3:0] = 1111b	41.7	45.0	48.3	V
	OVP 過電圧復帰電圧	V _{VMOV_R}	VM 降下時	OVP_LVL [3:0] = 0000b	12.3	13.5	14.7	V
				OVP_LVL [3:0] = 1111b	38.9	42.0	45.1	V
	OVP マスク期間	t _{MASK}	f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—6clk(参考値)		—	500	—	ns
f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—9clk(参考値)			—	750	—	ns		
VREG 監視(DCDC)	低電圧検出電圧	V _{VREGUV_D}	VREG 降下時		3.3	3.5	3.7	V
	低電圧解除電圧	V _{VREGUV_R}	VREG 上昇時		3.5	3.7	3.9	V
	ヒステリシス	V _{VREGUV_HYS}	—		—	200	—	mV
	過電圧検出電圧	V _{VREGOV_D}	VREG 上昇時		5.55	5.75	6	V
	過電流検出電流	I _{SW_ISD}	(参考値)		—	1.25	—	A
電流リミット(OCL)	IS _{ET} 電流ゲイン	G _{IS_{ET}}	(参考値)		—	50	—	μA/A
	IS _{ET} 電流誤差	ΔI _{SET}	合計電流 ≥ 1 A, T _J = -40 ~ 125 °C		-10	—	10	%
			合計電流 < 1 A, T _J = -40 ~ 125 °C		-5	—	5	μA
	電流リミット検出電圧	V _{OCL}	OCL_VTH [1:0] = 00b		1.65	1.75	1.85	V
			OCL_VTH [1:0] = 11b		2.4	2.5	2.6	V
	OCL マスク期間	t _{MASK}	f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—6clk(参考値)		—	500	—	ns
f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—9clk(参考値)			—	750	—	ns		
過電流検出(ISD)	過電流検出電流	I _{ISD}	(参考値)		—	6.4	—	A
	ISD マスク期間	t _{MASK}	f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—6clk(参考値)		—	500	—	ns
			f _{OSC} = 12 MHz, デジタルフィルタ—9clk(参考値)		—	750	—	ns
過熱検出(TSD)	過熱検出温度	T _{TSD_D}	温度上昇時(参考値)		—	165	—	°C
	過熱解除温度	T _{TSD_R}	温度降下時(参考値)		—	135	—	°C
	過熱検出 Hys 温度	T _{TSD_HYS}	(参考値)		—	30	—	°C

注：電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とします。
(参考値) の項目は設計目標であり、製品出荷時のテストは実施しておりません。

11. 動作説明

11.1. 端子説明

11.1.1. VM

VM 端子は電圧入力端子であり、電圧動作範囲は 5.5 ~ 48 V になります。

VM 端子には一般的な外付けコンデンサを接続します。推奨される構成は、0.1 μ F のセラミックコンデンサと 10 ~ 47 μ F の電解コンデンサの組み合わせです。

11.1.2. U, V, W

U, V, W はモーター駆動用の出力端子です。

3 つのハーフブリッジ構成で、各ハーフブリッジは Nch+Nch の構造です。

High-side Nch MOSFET 駆動用のチャージポンプ回路とコンデンサは IC 内部に内蔵されています。

出力のスルーレートはレジスタ設定で 150 / 250 / 350 V/ μ s から選べます。デフォルトは 150 V/ μ s になっています。また、スルーレートの設定と連動で、Dead Time が自動で切り替わります。

表 11.1 出力スルーレート設定

レジスタ: 12[7:6] OUT_SR	スルーレート目標値 (V/ μ s)	Dead Time (ns)
00b (Default)	150	566 (7clk)
01b	250	404 (5clk)
10b	350	323 (4clk)
11b	Don't use	Don't use

11.1.3. ISET

ISET は電流モニターおよび電流リミット（OCL）検出用の端子です。

Low-side MOSFET のドレインからソースに流れる電流の合計を比例した微小電流が、ISET から流れ出します。ISET に外付け抵抗を取り付けることで電圧を発生させ、ISET の電圧が内部の基準電圧より高い場合、電流リミットとして検出できます。

外付け抵抗は 10 k Ω ~ 20 k Ω の範囲を推奨します。

また、電流検出精度を向上させるため、抵抗のバラツキが $\pm 1\%$ 以下の部品を推奨します。

11.1.4. SPD

SPD 端子はモーターの起動と停止、回転数を制御する端子です。

SPD 端子に入力する信号のタイプは、レジスターにより PWM Duty 信号とアナログ電圧信号から選択できます。信号の極性もレジスターで設定できます。

また、SPD 指令はシリアル I/F から直接入力することも可能です。この場合、SPD 端子の入力された電圧や Duty 信号は無視されます。

STBY モードと通常モードの切り替えは SPD 端子によって制御されます。SPD 端子に Low レベルの電圧を印加することで STBY モードへ移行し、High レベルの電圧を印加することで STBY モードを解除します。

なお、SPD 端子はシリアル I/F のクロック入力端子（SCL）を兼ねています。

表 11.2 SPD 入力設定

レジスター: 1[7:6] SPD_SEL	SPD 指令種類
00b (Default)	SPD 端子からアナログ電圧
01b	SPD 端子からの PWM Duty 信号
10b, 11b	レジスター経由で設定 Address39:38 SPD [9:0] (注)

注：レジスター経由で SPD 指令を設定する場合、10 ビットの SPD データは、上位 8 ビットをアドレス 38、下位 2 ビットをアドレス 39 に格納します。

各アドレスのデータは書き込み後に即時反映されるため、更新途中には SPD 値が一時的に目標値と異なる場合があります。その結果、モーターが一時的に停止または起動する可能性がありますので、ご注意ください。

表 11.3 SPD 端子信号の極性

レジスター: 1[5] SPD_INV	アナログ電圧	PWM Duty
0b (Default)	SPD 指令 = AD 値 V _{VSP_L} → SPD 指令 = 0 (0%) V _{VSP_H} → SPD 指令 = 512 (100%)	High active
1b	SPD 指令 = 512 - AD 値 V _{VSP_L} → SPD 指令 = 512 (100%) V _{VSP_H} → SPD 指令 = 0 (0%)	Low active

注：SPD 端子に 0.8 V (V_{STBY_L}) から 1.4 V (V_{STBY_H}) の範囲の電圧を印加すると、リーク電流が発生します。

そのため、ご使用するにはこの電圧範囲に SPD 端子の電位が滞留しないようご注意ください。

11.1.5. DIR

DIR 端子は、モーターの正転（CW）および逆転（CCW）を制御する端子です。

DIR 端子の High/Low と回転方向の対応関係は、レジスター設定により変更できます。

表 11.4 モーター回転方向

レジスター: 1[4] DIR_INV	DIR 端子	モーター回転方向
0b (Default)	L	CW (U→V→W)
	H	CCW (W→V→U)
1b	L	CCW (W→V→U)
	H	CW (U→V→W)

11.1.6. BRAKE

ショートブレーキ動作を制御する端子です。BRAKE 端子の High/Low と動作の関係はレジスターにより設定できます。

表 11.5 ブレーキ動作制御

レジスター: 1[3] BRK_INV	BRAKE 端子	動作モード
0b (Default)	L	通常動作
	H	ブレーキ動作
1b	L	ブレーキ動作
	H	通常動作

ブレーキ動作（ショートブレーキ）に入ると、3 相ハーフブリッジの Low-side が全て ON となります。

ブレーキ動作期間中も電流リミット検出（OCL）は有効です。OCL を検出すると出力は全 OFF となり、内部 PWM のタイミングで自動的に復帰します。また、OCL による ON/OFF の繰り返し中に過電圧検出（OVP）を検出した場合は、出力が全 OFF となります。OVP が解除されると、ショートブレーキ動作が再開します。

11.1.7. FG

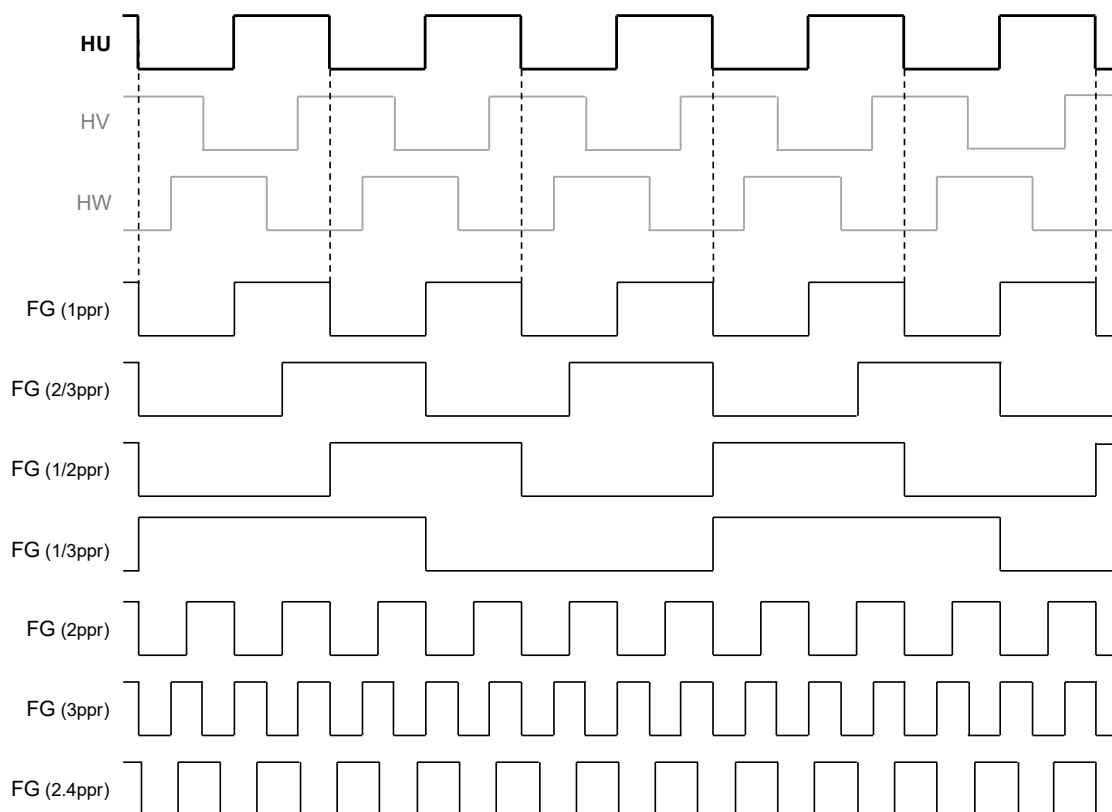
FG 端子はオープンドレイン出力です。モーターの回転数信号は FG 端子から出力可能です。

FG 信号は 1 ppr、3 ppr、2.4 ppr、1/2 ppr など選択可能です。モーターの 1 回転で出力する FG パルス数を下表に示します。

レジスターの設定により、起動失敗時、ロック検出時（3-Hall、1-Hall）、または最小回転数異常検出時（センサーレス）、回転異常信号(RDO)を FG 端子から出力することも可能です。FG から RDO 信号を出力する場合、通常は Hi-Z で、異常が検出された際に出力が Low になります。

表 11.6 FG 設定とモーター 1 回転出力パルス数(Closed/Open Loop 時)

レジスター: 2[7:5] FG_SEL	FG 信号	モーター極数					
		2 極	4 極	6 極	8 極	10 極	12 極
000b (Default)	1 ppr	1	2	3	4	5	6
001b	2/3 ppr	2/3	4/3	2	8/3	10/3	4
010b	1/2 ppr	1/2	1	3/2	2	5/2	3
011b	2 ppr	2	4	6	8	10	12
100b	3 ppr	3	6	9	12	15	18
101b	2.4 ppr	2.4	4.8	7.2	9.6	12	14.4
110b	1/3 ppr	1/3	2/3	1	4/3	5/3	2
111b	RDO 信号						



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。

図 11.1 Closed/Open Loop 時 FG 信号タイミングチャート

表 11.7 Closed/Open Loop 時以外の FG 出力

FG 信号 設定	センサーレス			3-Hall			1-Hall		
	順空転	逆空転	起動	順空転	逆空転	起動	順空転	逆空転	起動
1 ppr	1 ppr	1/5 ppr	1 ppr	1 ppr	1 ppr	1 ppr	1 ppr	1 ppr	1 ppr
2/3 ppr	- (注 1)			2/3 ppr	2/15 ppr	2/3 ppr	2/3 ppr	2/3 ppr	2/3 ppr
1/2 ppr	1/2 ppr	1/10 ppr	1/2 ppr	1/2 ppr	1/10 ppr	1/2 ppr	1/2 ppr	1/2 ppr	1/2 ppr
2 ppr	- (注 1)			2 ppr	2/5 ppr	2 ppr	2 ppr	2 ppr	2 ppr
3 ppr	3 ppr	3/5 ppr	3 ppr (注 2)	3 ppr	3 ppr	3 ppr	3 ppr	3 ppr	3 ppr
2.4 ppr	- (注 1)			2.4 ppr	0.48 ppr	2.4 ppr	2.4 ppr	2.4 ppr	2.4 ppr
1/3 ppr	- (注 1)			1/3 ppr	1/15 ppr	1/3 ppr	1/3 ppr	1/3 ppr	1/3 ppr

順空転：出力停止時に、モーターが順方向（DIR 設定と同方向）で回転する状態

逆空転：出力停止時に、モーターが逆方向（DIR 設定と逆方向）で回転する状態

注 1: FG 信号を[2/3ppr, 2ppr, 2.4ppr, 1/3ppr]に設定すると、正常回転（Closed/Open loop）時以外の FG 出力で意図しないパルスが発生し、速度を正確に検出できないことがあります。

そのため、[2/3ppr, 2ppr, 2.4ppr, 1/3ppr]の設定では正常回転時のみ FG 出力（FG_ON = 000b）でを使用することを推奨します。

注 2: センサーレスで停止・順空転から起動する場合、FG 信号の出力は 3ppr です。

逆空転状態から起動する場合は、まず直流励磁により減速させ、停止後にソフトスタートで再起動します。正常回転（Closed/Open loop）に至るまでの間も、FG 信号は FG_ON のソフトスタート/ブレーキ設定に従って出力されます。ただし、3 ppr に設定した場合、出力は 1 ppr となります。

FG 端子は、シリアル I/F のデータ入出力端子 (SDA) でもあります。通信のため、モーター回転数が強制転流周波数以下 (f_{FORCE}) の場合 FG 端子が Hi-Z の状態となります。

表 11.8 強制転流周波数

レジスター: 10[7:6] FST	強制転流周波数 f_{FORCE} (Hz)
00b (Default)	1.6
01b	3.2
10b	6.4
11b	12.8

レジスター設定で、IC の状態に合わせて FG を Hi-Z 固定に設定できます。

表 11.9 FG 出力

レジスター 2[4:2] FG_ON	Closed loop /Open loop	ブレーキ ^(注2) ソフトスタート ^(注3)	Idle mode Wait sequence ^(注4) (速度指令なし)	OFF mode 1/2/3
000b (Default)	出力可能 ^(注1)	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z
001b	出力可能 ^(注1)	Hi-Z	Hi-Z	出力可能 ^(注1)
010b	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	Hi-Z	Hi-Z
011b	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	Hi-Z	出力可能 ^(注1)
100b	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	Hi-Z
101b	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)	出力可能 ^(注1)
110b	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z
111b	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z

注 1: 出力可能状態であっても、回転数が強制転流周波数以下の場合、FG 端子は Hi-Z となります。

注 2: センサーレス制御時、以下の期間中は FG 端子を Hi-Z 固定 とします。

- ・ショートブレーキ動作中
- ・電源遮断ブレーキ動作中
- ・停止状態から起動シーケンス移行時、および直流励磁期間中

注 3: ソフトスタート期間には、直流励磁 および 強制転流 の各シーケンスを含みます。

ただし、直流励磁中はモーターが停止状態にあると判定するため、FG 端子は Hi-Z となります。

注 4: Wait Sequence 中の FG 出力

センサー付き制御: FG 出力可能

センサーレス制御: FG_OFF 設定時のみ FG 出力可能

FG_ON ビットの設定値にかかわらず、シリアル通信の Start Condition 検出時点から Stop Condition 検出時点までの期間、本 IC は FG 端子からの FG 信号出力を停止します。

当該期間中、FG 端子は SDA 信号専用端子 として機能します。

FG 端子を RDO 信号出力に設定した場合、IC の状態によっては FG 端子が Low 固定となり、通信できなくなる可能性があります。ご使用にあたっては十分ご注意ください。下記の FG_PORT 設定と合わせてご検討ください。

表 11.10 FG の出力端子の設定

レジスター: 2[1] FG_PORT	FG 端子	ALERT 端子
0b (Default)	FG 信号 / RDO 信号 (FG_SEL と FG_ON 設定に従う)	ALERT 信号 (ALERT 関連設定に従う)
1b	Hi-Z 固定	FG 信号 / RDO 信号 (FG_SEL と FG_ON 設定に従う)

11.1.8. ALERT

ALERT 端子はオープンドレイン出力です。各種異常状態が検出されると、ALERT 端子から異常通知信号が出力されます。

ALERT 出力が解除されるのは、Open loop または Closed loop に移行した後となります。

また、異常検出時には、対応するレジスタのエラーフラグがセットされます。

自動復帰モードでは、異常から復帰した時点でエラーフラグは自動的にクリアされます。

ラッチモードでは、ラッチ解除後に異常状態から復帰すると、エラーフラグが自動的にクリアされます。

表 11.11 エラーフラグ

Addr.	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	VM_UVLO	VM_OVP	ISD	TSD	LOCK	ST_FAIL	UD_SPD	OV_SPD
0b: 正常(Default), 1b: 異常								

ALERT 端子から出力する異常の種類を設定できます。

表 11.12 各種異常出力の種類

Addr.	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
3	ALT_UVLO	ALT_OVP	ALT_ISD	ALT_TSD	ALT_LOCK	ALT_OVS	REP_HSPD
0b: 出力しない。ただし、エラーフラグに反映(Default), 1b: 出力する。エラーフラグに反映							

エラーフラグと各種異常出力の関係は下記の表をご参照ください。

表 11.13 エラーフラグと各種異常出力の関係

異常状態	エラーフラグ	ALERT 異常出力
VM 低電圧異常	VM_UVLO	ALT_UVLO
VM 過電圧異常	OVP	ALT_OVP
過電流異常	ISD	ALT_ISD
過熱異常	TSD	ALT_TSD
モーターロック	LOCK	ALT_LOCK
起動失敗	ST_FAIL	
最小回転数異常	UD_SPD	
最大回転数異常	OV_SPD	ALT_OVS
回転数制限	—	REP_HSPD

ALERT 信号の極性はレジスタで設定可能になります。

表 11.14 ALERT 信号極性

レジスタ: 3[0] ALERT_INV	異常検出時 ALERT 出力
0b (Default)	Low
1b	Hi-Z

11.1.9. HU/HV/HW

HU/HV/HW はホール信号の入力端子です。ホール IC の信号を入力してください。
レジスター設定で内蔵 Pull up 抵抗を有効/無効を選択できます。

表 11.15 内蔵 Pull up 抵抗

レジスター: 1[0] HALL_PU	内蔵 Pull up 抵抗
0b (Default)	無効
1b	有効

レジスターの設定により、ホール IC 信号の極性を反転することができます。

表 11.16 ホール IC 信号極性設定

レジスター: 1[1] HALL_INV	ホール IC 信号極性反転
0b (Default)	正ロジック
1b	逆ロジック

11.1.10. VMON

電源遮断監視用の端子です。外部電源を抵抗分圧し、入力電圧を生成してください。
詳細については、「電源遮断ブレーキ」を参照してください。
電源遮断ブレーキ機能を使用しない場合は、VMON 端子を GND にショートしてください。

11.1.11. シリアル I/F

シリアル I/F のクロック入力端子 (SCL) は SPD 端子と兼用します。シリアル I/F のデータ入出力端子 (SDA) は FG 端子と兼用します。

ID 端子はシリアル I/F のアドレスを設定できます。

表 11.17 IC アドレスの設定

ID	IC アドレス
Low (GND とショート)	IC_ADDR17 [6:0] 0101001b (Default)
Open (端子 Open)	0110010b
High (VREG とショート)	0101001b

注：ID 端子には、VREG 電源以外の電源から電圧を印加しないでください。
シリアル通信を行う前に ID 端子の状態を設定し、通信中に ID 端子の状態を切り替えないでください。

11.2. 基本動作

11.2.1. フローチャート・ステータス遷移

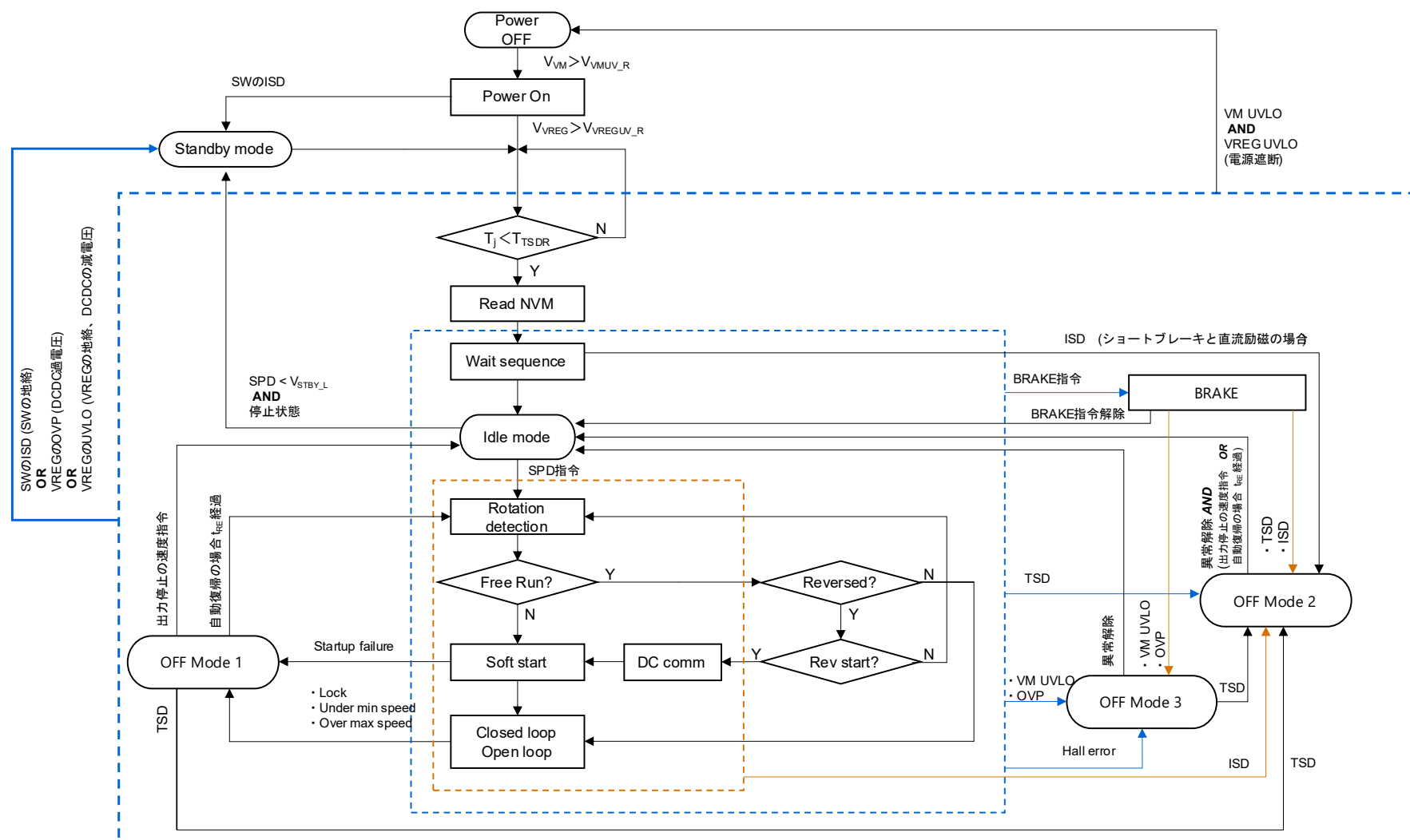


図 11.2 基本動作フロー

11.2.2. 各ステート IC の状態

表 11.18 各 IC 状態のブロック/機能

状態	説明	各ブロック / 機能							
		内部 5 V	DCDC	FG	RDO	ALERT	シリアル I/F	レジスター	U/V/W
Standby	スタンバイ	停止	停止	Hi-Z	-	Hi-Z	不可	不定 R/W 不可	Hi-Z
UVLO	内部電源立ち上げ	起動	起動	Hi-Z	-	Hi-Z	不可	RESET R/W 不可	Hi-Z
TSD wait	起動時、T _J が TSD 検出温度以上	5 V	動作	Low 固定	-	Hi-Z	不可	RESET R/W 不可	Hi-Z
NVM read	NVM 読み込み	5 V	動作	Low 固定	-	Hi-Z	不可	更新中 R/W 不可	Hi-Z
Idle mode	出力停止 SPD 指令待ち	5 V	動作	Hall 出力 ^{注2, 注3}	Hi-Z ^{注2}	状態維持	可 ^{注1}	R/W 可	Hi-Z
Normal	モーター駆動中	5 V	動作	Hall 出力 ^{注2}	Hi-Z ^{注2}	異常出力可	可 ^{注1}	R/W 可	出力可
PWM OFF	OCL 検出後 ^{注4}	5 V	動作	Hall 出力	Hi-Z ^{注2}	状態維持	可 ^{注1}	R/W 可	Hi-Z
OFF mode 1	異常検出後 Lock, OV SPD, UD_SPD, ST_FAIL	5 V	動作	Hi-Z 固定 ^{注3}	Hi-Z (OV_SPD) Low 固定 (その他)	異常出力	可 ^{注1}	R/W 可	Hi-Z
OFF mode 2	異常検出後 TSD, ISD	5 V	動作	Hi-Z 固定 ^{注3}	Hi-Z ^{注2}	異常出力	可 ^{注1}	R/W 可	Hi-Z
OFF mode 3	異常検出後 VM_UVLO, OVP Hall 信号異常	5 V	動作	Hi-Z 固定 ^{注3}	Hi-Z ^{注2}	異常出力	可 ^{注1}	R/W 可	Hi-Z

注 1 : SPD および FG の状態によって動作が変わります。

注 2 : OFF mode 1 後、Open/Closed loop で回転検出が完了すると、FG の Hi-Z 固定および RDO の Low 固定が解除され、出力が再開します。

注 3 : FG の状態は FG_ON レジスターで設定可能です。

注 4 : OCL 検出後に ALL OFF を選択した場合の動作です。

11.2.3. スタンバイモード(Standby mode)

Standby mode はデフォルトで無効です。有効にするには、レジスタの設定が必要です。

表 11.19 Standby mode

レジスタ: 2[0] STBY	Standby mode
0b (Default)	無効
1b	有効

Standby mode が有効の場合、以下の 2 条件を同時に満たすと Standby mode へ移行します。

1. SPD 端子の電圧が V_{STBY_L} 以下であること
2. モーター停止状態が T_{ON} 以上続いていること

Standby mode 遷移用のモーター停止状態は、以下のとおり定義されます。

- ・ 1-Hall, 3-Hall 駆動：ホール信号の周波数が 1 Hz 以下
- ・ センサーレス駆動：強制転流周波数 (f_{FORCE}) 以下の状態 (UD_SPD/最小回転数異常状態)

シリアル通信中、 T_{ON} のカウントを停止しカウンタをクリアします。停止状態になった後、 T_{ON} 時間カウントを再開します。

表 11.20 強制転流周波数

レジスタ: 10[7:6] FST	強制転流周波数 f_{FORCE} (Hz)
00b (Default)	1.6
01b	3.2
10b	6.4
11b	12.8

11.2.4. 待機シーケンス(Wait Sequence)

Wait sequence 中の動作内容および待機時間はレジスターで設定できます。また、Wait sequence 終了後に遷移する状態もレジスターにより設定可能です。

表 11.21 Wait Sequence の時間

レジスター: 7[7:5] WAIT_TIME	Wait sequence 時間 (s)
000b (Default)	0 (待機シーケンスなし)
001b	1
010b	2
011b	3
100b	4
101b	5
110b	6
111b	7

表 11.22 Wait Sequence 中の動作

レジスター: 7[3] WAIT_MODE	駆動方式	出力段状態
0b (Default)	Don't care	OFF (Hi-Z)
1b	Don't care	ショートブレーキ

表 11.23 Wait Sequence 後の状態

レジスター: 7[2] WAIT_CON	状態
0b (Default)	Wait sequence の時間経過後、WAIT_MODE の状態を解除し、出力段が Hi-Z になります。 ただし、SPD 指令があれば、最後の状態から起動します。
1b	Wait sequence の時間経過後も WAIT_MODE の状態を維持します。 SPD 指令後、最後の状態から起動します。 WAIT_TIME=0 時、この設定が無効になります。

11.2.5. アイドルモード(Idle Mode)

通常回転中、または OFF mode 1/2 中に速度制御指令が出力停止となった場合、Idle mode に移行します。

Idle mode では、U/V/W 出力段を全て OFF にします。

Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、起動シーケンスへ移行します。

11.2.6. 起動シーケンス

モーター停止状態は、以下のとおり定義されます。

- ・1-Hall / 3-Hall 駆動：ホール信号の周波数が 1 Hz 以下
- ・センサーレス駆動：誘起電圧周波数が空転検出周波数（f_{ROTDET}）以下で以下の状態

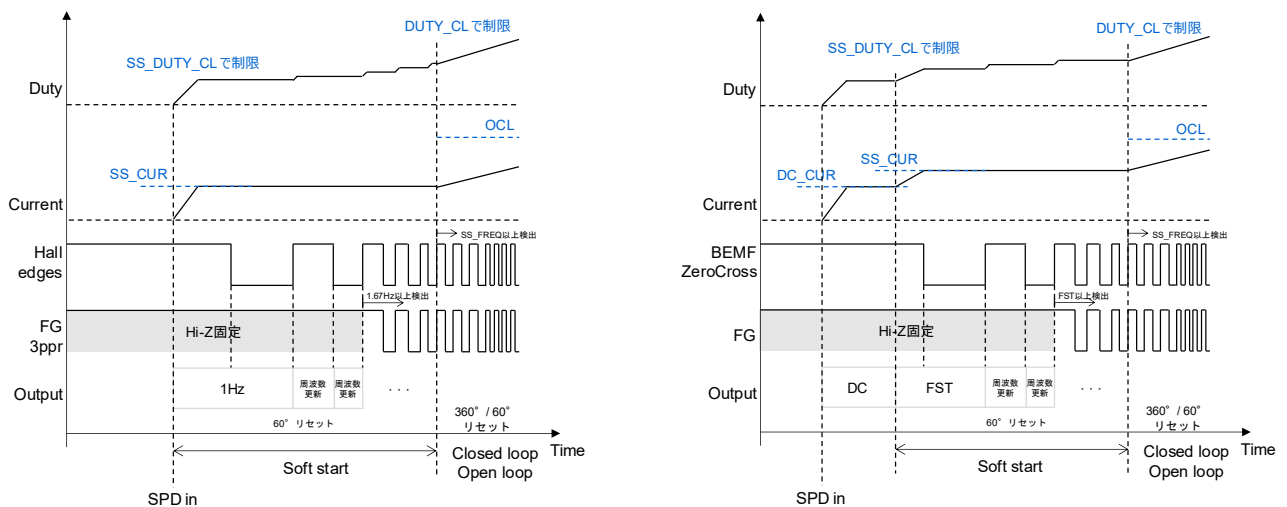
モーターが停止状態から起動する際は、Soft start 動作を行います。

出力 Duty は 0 % から徐々に増加します（SS_DUTY_CL）。

Soft start 中は、出力電流が起動電流（SS_CUR、または直流励磁時は DC_CUR）を超えないように出力 Duty を制限します。

一度起動電流に到達すると出力 Duty を固定し、波形リセットまたは通電相切り替えのタイミングで出力 Duty の増加を再開します。

回転周波数が SS_FREQ に到達すると Soft Start は完了し、通常の回転制御に移行します。



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。

図 11.3 3-Hall 駆動時(左)とセンサーレス駆動時(右)の起動動作イメージ

表 11.24 起動電流

レジスター: 9[4:2] SS_CUR	起動電流
000b (Default)	OCL_VTH x 12.5%
001b	OCL_VTH x 25.0%
010b	OCL_VTH x 37.5%
011b	OCL_VTH x 50.0%
100b	OCL_VTH x 62.5%
101b	OCL_VTH x 75%
110b	OCL_VTH x 87.5%
111b	OCL_VTH x 100%

表 11.25 直流励磁時間

レジスター: 10[2:0] TIP	時間 (s)
000b (Default)	0.1
001b	0.2
010b	0.4
011b	0.6
100b	0.8
101b	1
110b	1.5
111b	2

表 11.26 ソフトスタート中加減速速度設定

レジスター: 11[7:5] SS_DUTY_CL	2.7 ms ごと変動量	加減速時間 (s) (0 ~ 512)
000b (Default)	2/8	5.53
001b	3/8	3.69
010b	5/8	2.21
011b	8/8	1.38
100b	15/8	0.74
101b	25/8	0.44
110b	40/8	0.28
111b	64/8	0.17

表 11.27 ソフトスタート切り替え周波数

レジスター: 9[7:5] SS_FREQ	周波数 (Hz)
000b (Default)	2
001b	4
010b	6
011b	8
100b	10
101b	12
110b	14
111b	16

表 11.28 直流励磁電流

レジスター: 10[4:3] DC_CUR	直流励磁電流
00b (Default)	SS_CUR x 25%
01b	SS_CUR x 50%
10b	SS_CUR x 75%
11b	SS_CUR x 100%

表 11.29 強制転流周波数、空転検出周波数設定

レジスター: 10[7:6] FST	強制転流周波数 f _{FORCE} (Hz)	空転検出周波数 f _{ROTDET} (Hz)
00b (Default)	1.6	5
01b	3.2	10
10b	6.4	20
11b	12.8	40

センサーレスの場合、ソフトスタート切り替え周波数が強制転流周波数より低い場合、自動的に周波数が上がります。

表 11.30 センサーレスのソフトスタート切り替え周波数自動補正

レジスター: 10[7:6] FST	強制転流周波数 f_{FORCE} (Hz)	レジスター: 9[7:5] SS_FREQ	ソフトスタート切り替え周波数 (Hz)
00b (Default)	1.6	Don't care	自動変更なし
01b	3.2	000b	2 → 4
10b	6.4	000b	2 → 8
		001b	4 → 8
		010b	6 → 8
11b	12.8	000b	2 → 14
		001b	4 → 14
		010b	6 → 14
		011b	8 → 14
		100b	10 → 14
		101b	12 → 14

表 11.31 空転検出時の位置検出コンパレーターのヒステリシス電圧

レジスター: 11[1:0] COMP_HYS	ヒステリシス電圧 (mV)
00b (Default)	なし
01b	± 100
10b	± 200
11b	± 300

11.2.7. 駆動方式

TB67B030FNG/FTG では、以下の駆動方式に対応できます。WAVE_TYPE に合わせて、SEN_TYPE を設定してください。

表 11.32 対応可能なセンサータイプ設定

レジスター: 17[7] SEN_TYPE	センサー設定
0b (Default)	センサーあり
1b	センサーレス

表 11.33 対応可能な駆動方式

レジスター: 8[7:4] WAVE_TYPE	位置検出	駆動方式	モーター 結線タイプ	ソフト スイッチング(注)	リセット	進角制御
0000b (Default)	3-Hall	120 度	—	なし	60 度	なし
0001b	センサーレス	正弦波	—	—	360 度	あり
0010b	センサーレス	正弦波	—	—	60 度	あり
0011b	センサーレス	150 度	—	前後各 15 度	60 度	あり
0100b	1-Hall	正弦波	Y	—	360 度	あり
0101b	1-Hall	正弦波	Δ	—	360 度	あり
0110b	1-Hall	正弦波	Y	—	180 度	あり
0111b	1-Hall	正弦波	Δ	—	180 度	あり
1000b	3-Hall	正弦波	Y	—	60 度	あり
1001b	3-Hall	正弦波	Δ	—	60 度	あり
1010b	3-Hall	正弦波	Y	—	360 度	あり
1011b	3-Hall	正弦波	Δ	—	360 度	あり
1100b	1-Hall	150 度	Y	前後各 15 度	360 度	あり
1101b	1-Hall	150 度	Δ	前後各 15 度	360 度	あり
1110b	3-Hall	150 度	Y	前後各 15 度	60 度	あり
1111b	3-Hall	150 度	Δ	前後各 15 度	60 度	あり

注：ソフトスイッチング機能とは、出力の通電切り替わり時に出力 PWM デューティが段階的に変化し、切り替わる動作のことを示しています。モーター特性によっては、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。

表 11.34 ホール信号と誘起電圧の位相関係

モーター 結線タイプ	ホール信号と誘起電圧の位相関係	
Y	CW	150 度リード
	CCW	30 度リード
Δ	CW	180 度リード
	CCW	0 度リード

11.2.8. モーターの極対数と回転数の設定

速度制御など回転数[rpm]で制御される部分はモーターの極対数の設定(POLE_PAIR)により、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] = 電気角周波数 [Hz] × (60 [s] / モーター極対数)

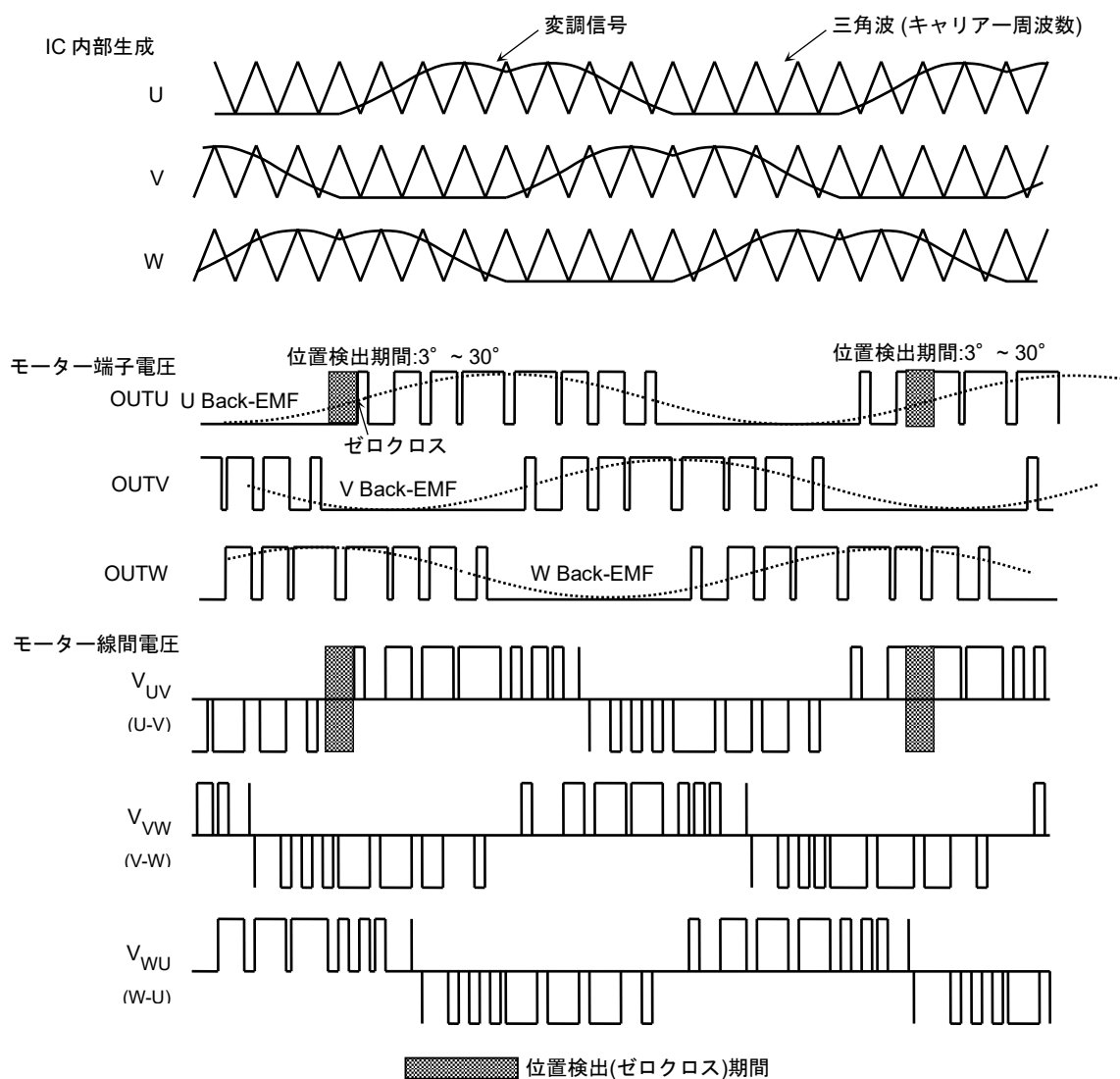
表 11.35 モーター極対数の設定

レジスター: 18[7:5] POLE_PAIR	モーター極対数
000b (Default)	1
001b	2
010b	3
011b	4
100b	5
101b	6
110b	7
111b	8

11.2.9. 駆動方式別タイミングチャート

11.2.9.1. センサーレス正弦波駆動

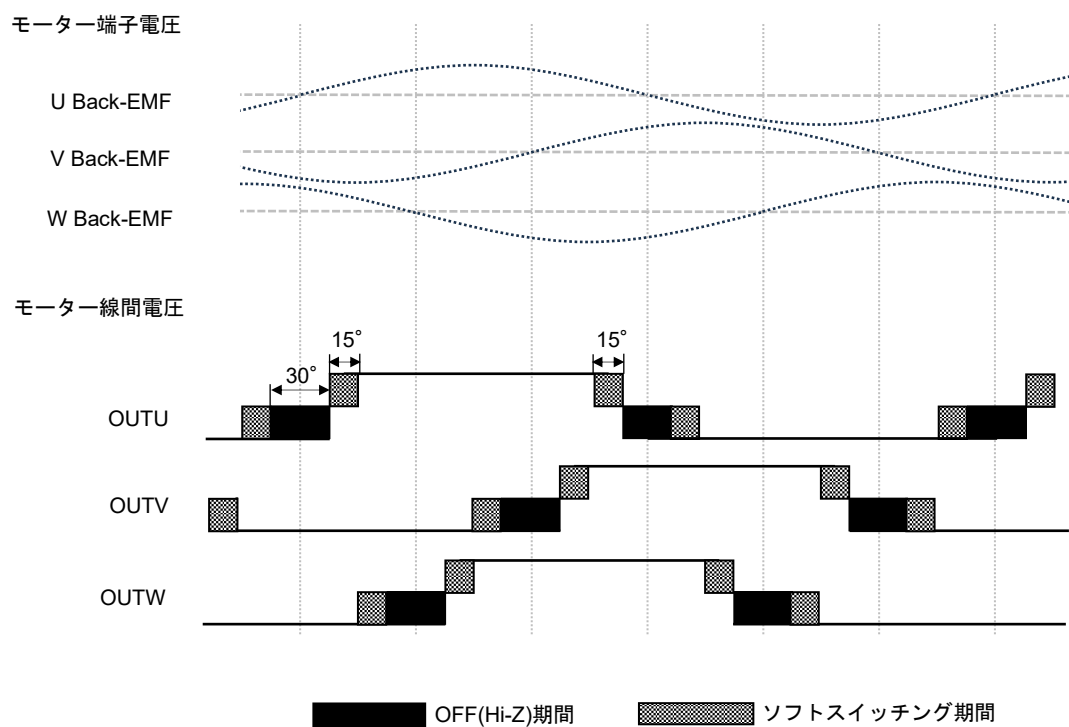
正弦波駆動時、U 相の誘起電圧の立ち上がりのゼロクロスから回転位置を検出するために、その位置検出期間は OFF するように駆動しています。



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。

図 11.4 センサーレス正弦波駆動のタイミングチャート

11.2.9.2. センサーレス 150 度駆動



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。

図 11.5 センサーレス 150 度駆動のタイミングチャート

11.2.9.3. 1-Hall, 3-Hall 駆動

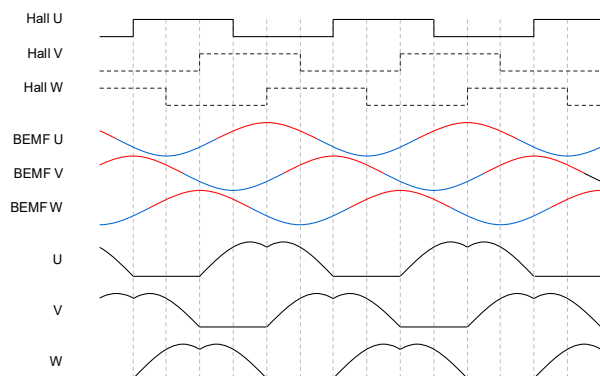


図 11.6 Y 結線 正弦波駆動 CW

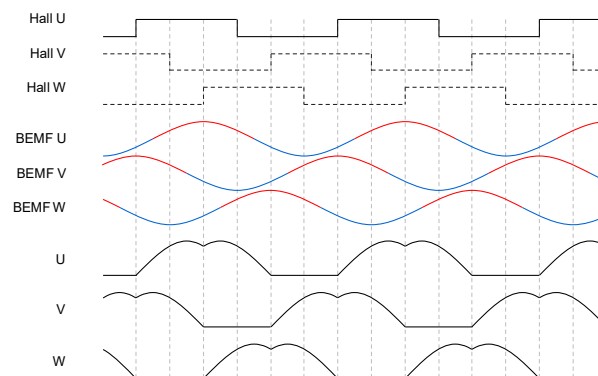


図 11.7 Y 結線 正弦波駆動 CCW

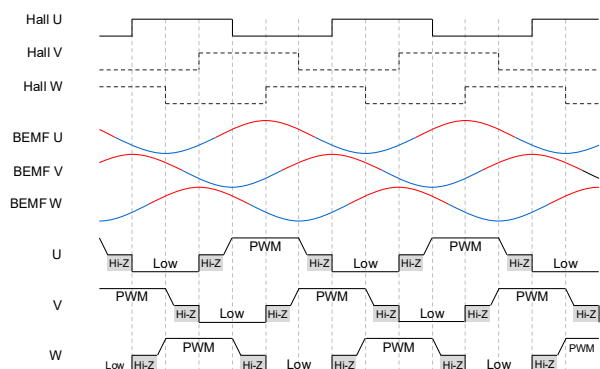


図 11.8 Y 結線 150 度駆動 CW

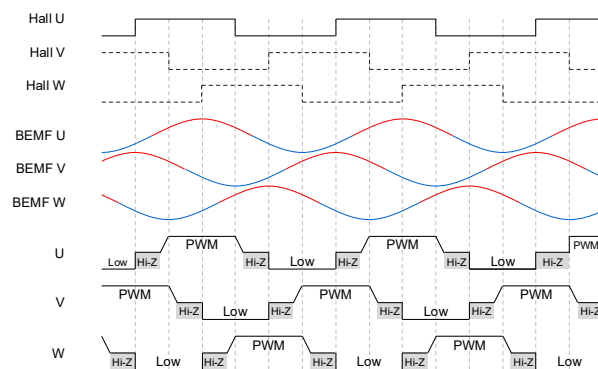


図 11.9 Y 結線 150 度駆動 CCW

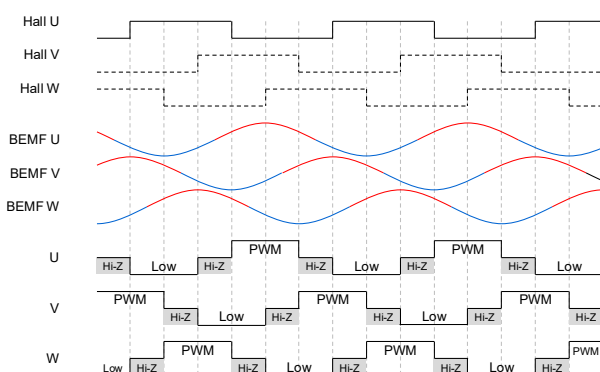


図 11.10 Y 結線 120 度駆動 CW

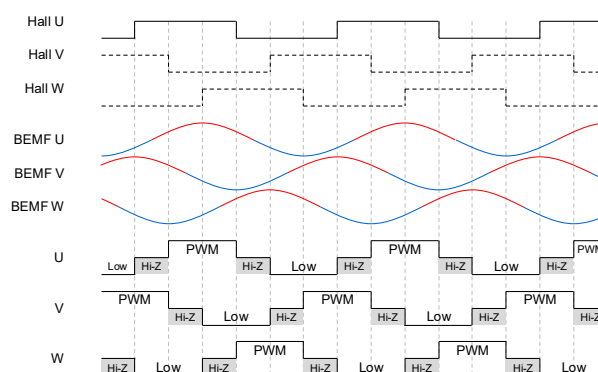


図 11.11 Y 結線 120 度駆動 CCW

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。

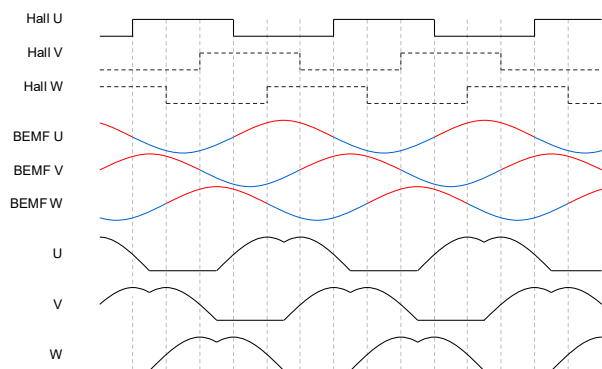


図 11.12 Δ 結線 正弦波駆動 CW

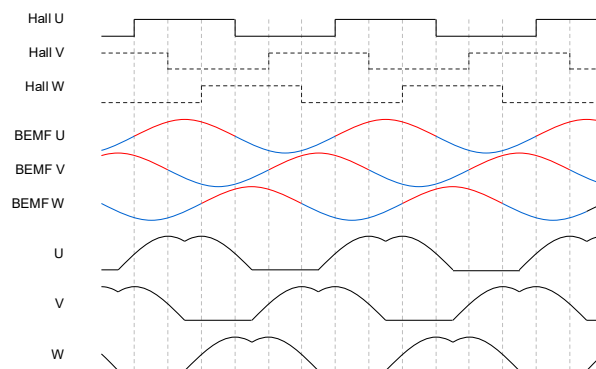


図 11.13 Δ 結線 正弦波駆動 CCW

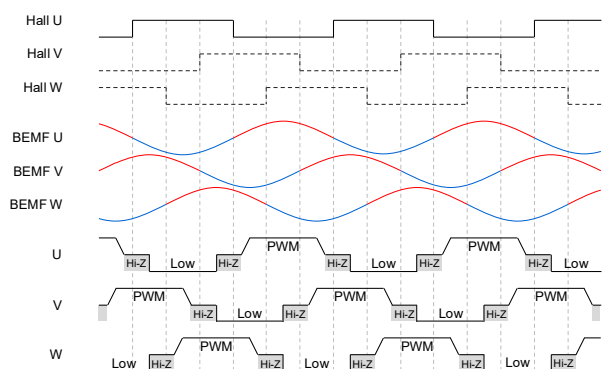


図 11.14 Δ 結線 150度駆動 CW

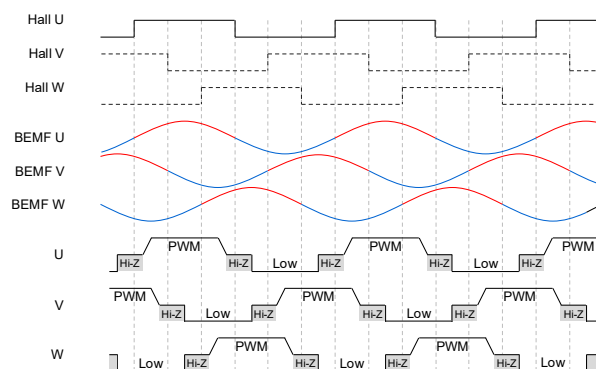


図 11.15 Δ 結線 150度駆動 CCW

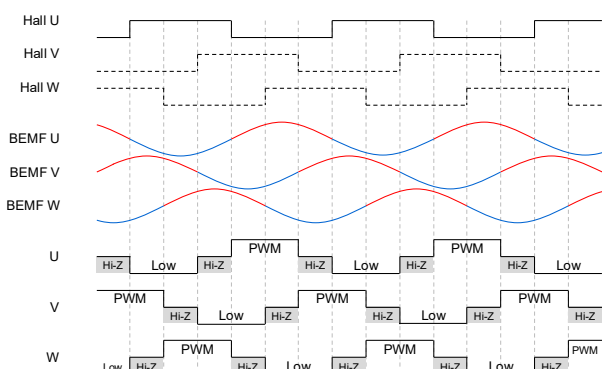


図 11.16 Δ 結線 120度駆動 CW

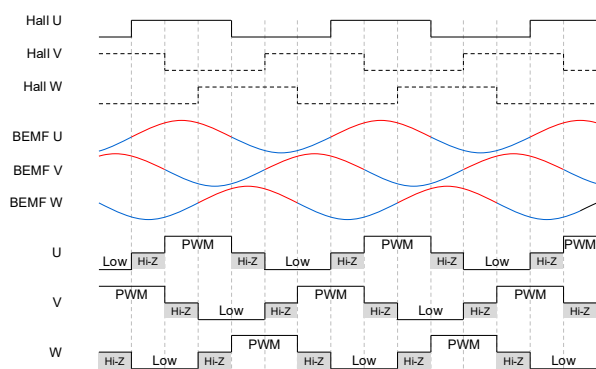


図 11.17 Δ 結線 120度駆動 CCW

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。

11.2.9.4. PWM 周波数

下記の表のように出力 PWM 周波数を選択することができます。

表 11.36 出力 PWM 周波数設定

レジスター 8[2:0] FPWM	出力 PWM 周波数 F_{PWM} (kHz)						
	加速時	$0 < f \leq 0.2$	$0.2 < f \leq 0.4$	$0.4 < f \leq 0.6$	$0.6 < f \leq 0.8$	$0.8 < f \leq 1$	$1 < f$
	減速時	$0 < f \leq 0.1$	$0.1 < f \leq 0.3$	$0.3 < f \leq 0.5$	$0.5 < f \leq 0.7$	$0.7 < f \leq 0.9$	$0.9 < f$ (注 1)
000b (Default)		23.4					
001b		46.9					
010b		93.7					
011b		187.5					
100b		46.9	46.9	93.7	93.7	93.7	187.5
101b		23.4	46.9	93.7	93.7	93.7	93.7
110b		23.4	23.4	46.9	46.9	93.7	93.7
111b		23.4	46.9	93.7	93.7	187.5	187.5

注 1: f は回転速度 (kHz) を示します。

11.2.10. 進角制御

TB67B030FNG/FTG は進角制御に対応しています。

固定進角以外、速度指令と連動した自動進角に対応できます。また、ホールセンサーを使用する場合、ホール信号の位相とモーター駆動電流の位相を合わせるような自動進角制御（Intelligent Phase Control）も対応できます。

表 11.37 進角機能の設定

レジスター: 12[2:0] LA_TYPE	進角機能の設定
000b (Default)	1 次曲線、LA offset 有効
001b	1 次曲線、SPD offset 有効
010b	2 次曲線、LA offset 有効
011b	2 次曲線、SPD offset 有効
100b	2 次曲線、変曲点あり
101b	固定進角
110b	自動進角制御(Intelligent Phase Control) (注 1)
111b	進角 0 度

注 1: 自動進角（Intelligent Phase Control）はセンサー付き正弦波駆動時のみ有効です。

- ・ 1-Hall, 3-Hall 駆動：U 相電流位相と U 相ホール信号を比較し、進角を自動調整します。
- ・ センサーレス駆動：本機能は無効となり、進角は 0 度固定となります。

表 11.38 進角制御関連レジスター

Address	レジスター	bit 数	設定内容	入力範囲	設定値の内容
12 [2:0]	LA_TYPE [2:0]	3	進角機能選択	0 ~ 7	進角機能選択
13 [7]	LA_REF	1	進角テーブルの基準	0 or 1	0b: 出力 Duty 基準(Default) 1b: SPD 指令基準
13 [6:0]	LA [6:0]	7	①最大進角値 / 固定進角値	0 ~ 127	0 ~ 59.5 度
13 [6:0]	LA [6:0]	7	自動進角最大進角	0 ~ 127	0 ~ 59.5 度
14 [7:0]	LA_MAXSPD [7:0]	8	②最大進角値の SPD 値	0 ~ 255	256 ~ 511
15 [7:0]	LA_CHGSPD [7:0]	8	③2 次曲線変曲点の SPD 値	0 ~ 255	0 ~ 510
15 [7:0]	LA_CHGSPD [7:0]	8	自動進角の動作開始ポイント	0 ~ 255	0 ~ 255
16 [5:0]	LA_OFFSET [5:0]	6	④LA offset	0 ~ 63	0 ~ 29.5 度
16 [5:0]	LA_OFFSET [5:0]	6	自動進角最小進角	0 ~ 63	0 ~ 29.5 度
16 [7:0]	LA_OFFSET [7:0]	8	⑤SPD offset	0 ~ 255	0 ~ 255

注：進角制御は、正弦波駆動および 150 度駆動に対応しています。3-Hall 120 度駆動は進角制御に対応していません。

センサーレス 150 度通電における進角の最大値は 15 度です。センサーレス正弦波駆動における進角の最大値は 30 度です。

11.2.10.1 1次曲線進角 : LA offset 有効

1次曲線進角 : LAoffset 有効を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、1次曲線のようなふるまいで進角が変化して、下記のように設定できます。

①最大進角値=LA 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例 : LA 設定=100 の場合、
最大進角値=100×60/128=46.9 °になります。

②最大進角の SPD 値=LA_MAXSPD 設定+256 で決定されます。

例 : LA_MAXSPD/LA_CHGSPD 設定=100 の場合、
最大進角の SPD 値=100+256=356 になります。

④LA offset=LA_OFFSET 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例 : LA_OFFSET 設定=30 の場合、
LA offset=30×60/128=14.1 °になります。

例:上記設定時の SPD=200 時の進角は下記になります。

進角[°]= $\{[(LA-LA_OFFSET)/(LA_MAXSPD/LA_CHGSPD+256) \times SPD] + LA_OFFSET\} \times (60/128)$

進角[°]= $\{[(100-30)/(100+256) \times 200] + 30\} \times (60/128)$

進角[°]=32.5

LA<LA_OFFSET 時、LA-LA_OFFSET=0 となります。

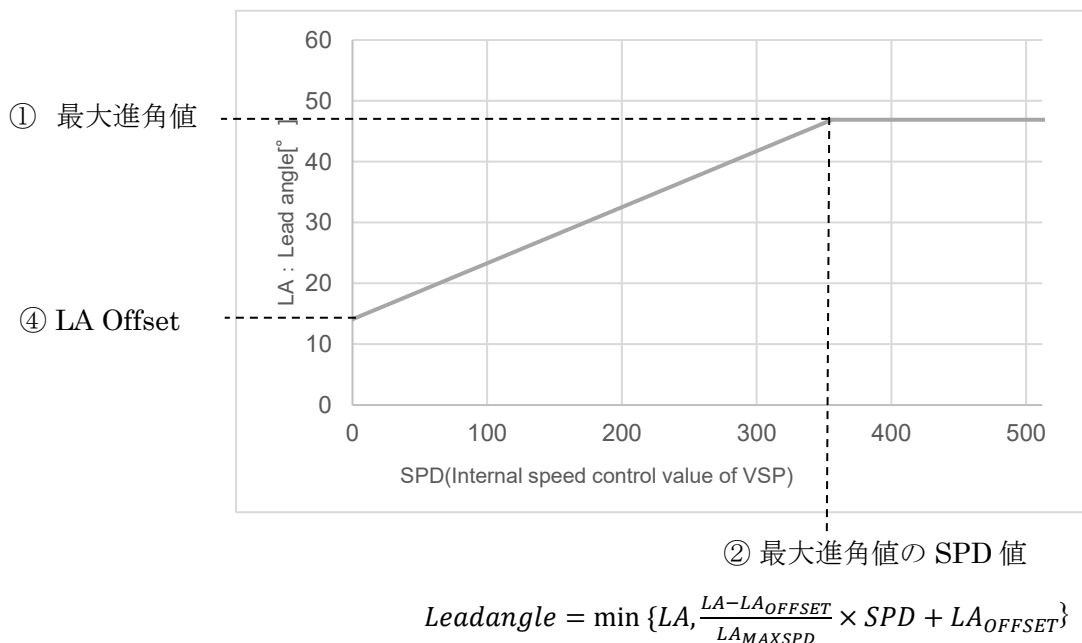


図 11.18 1次曲線進角 : LAoffset 有効の設定

11.2.10.2.1 1次曲線進角：SPD offset 有効

1次曲線進角：SPD offset 有効を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、1次曲線のようなふるまいで進角が変化して、下記のように設定できます。

①最大進角値＝LA 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例：LA 設定＝100 の場合、
最大進角値＝100×60/128＝46.9 °になります。

②最大進角の SPD 値＝LA_MAXSPD 設定+256 で決定されます。

例：LA_MAXSPD/LA_CHGSPD 設定＝100 の場合、
最大進角の SPD 値＝100+256＝356 になります。

⑤SPD offset＝LA_OFFSET 設定で決定されます。

例：LA_OFFSET 設定＝100 の場合、
SPD offset＝100 になります。

例:上記設定時の SPD=200 時の進角は下記になります。

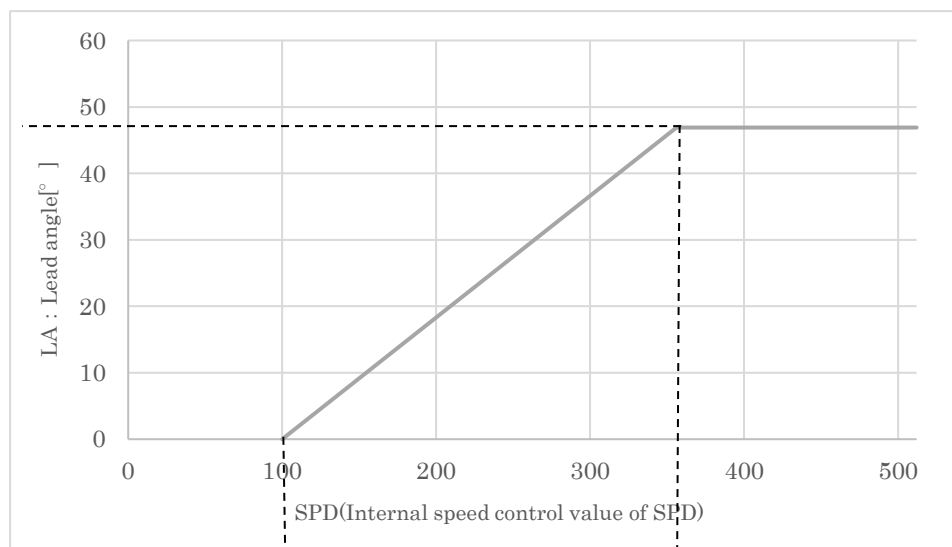
進角[°]＝LA×(SPD-LA_OFFSET) / (LA_MAXSPD/LA_CHGSPD+256-LA_OFFSET)×(60/128)

進角[°]＝100×(200-100) / (100+256-100)×(60/128)

進角[°]＝18.3

SPD < LA_OFFSET 時、進角[°]＝0 となります。

① 最大進角値



⑤ SPD Offset

② 最大進角値の SPD 値

$$\text{Leadangle} = \min \left\{ LA, \frac{LA}{LA_{\text{MAXSPD}} - SPD_{\text{OFFSET}}} \times \min \{ 0, SPD - SPD_{\text{OFFSET}} \} \right\}$$

図 11.19 1次曲線進角：SPD offset 有効の設定

11.2.10.3. 2 次曲線進角 : LAoffset 有効

2 次曲線進角 : LAoffset 有効を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、2 次曲線のようふるまいで進角が変化して、下記のように設定できます。

①最大進角値=LA 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例：LA 設定=100 の場合、
最大進角値=100×60/128=46.9 °になります。

②最大進角の SPD 値=LA_MAXSPD 設定+256 で決定されます。

例：LA_MAXSPD/LA_CHGSPD 設定=100 の場合、
最大進角の SPD 値=100+256=356 になります。

④LA offset=LA_OFFSET 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例：LA_OFFSET 設定=30 の場合、
LA offset=30×60/128=14.1 °になります。

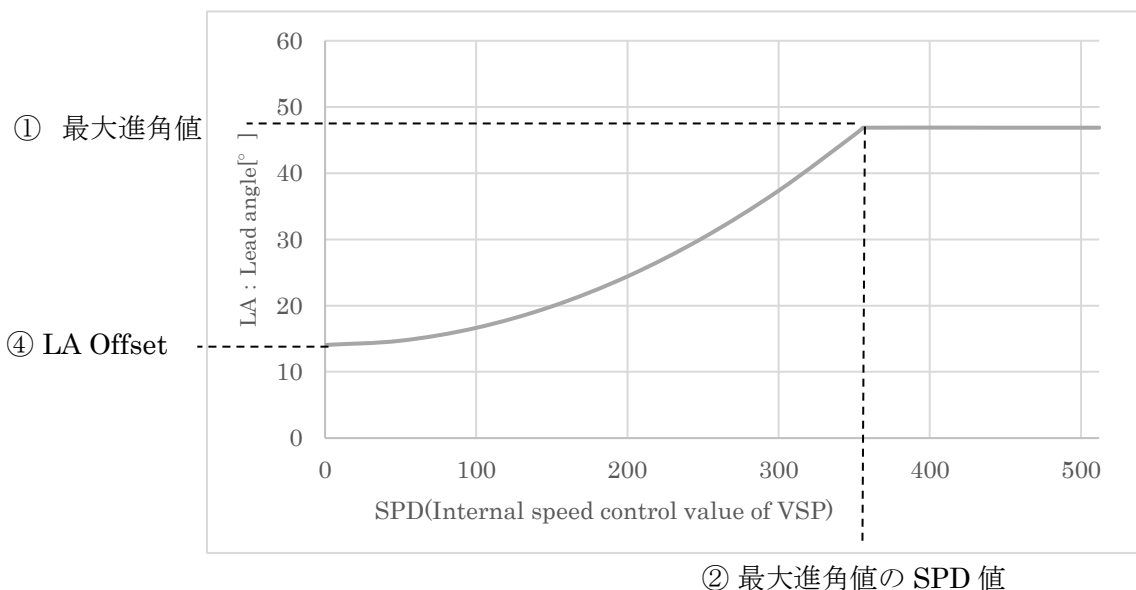
例:上記設定時の SPD=200 時の進角は下記になります。

進角[°]= $\{[(LA-LA_OFFSET)/(LA_MAXSPD/LA_CHGSPD+256)^2 \times SPD^2] + LA_OFFSET\} \times (60/128)$

進角[°]= $\{[(100-30)/(100+256)^2 \times 200^2] + 30\} \times (60/128)$

進角[°]=22.9

LA<LA_OFFSET 時、LA-LA_OFFSET=0 となります。



② 最大進角値の SPD 値

$$Leadangle = \min \left\{ LA, \frac{LA - LA_{OFFSET}}{LA_{MAXSPD}^2} \times SPD^2 + LA_{OFFSET} \right\}$$

図 11.20 2 次曲線進角 : LAoffset 有効の設定

11.2.10.4. 2 次曲線進角 : SPD offset 有効

2 次曲線進角 : SPD offset 有効を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、2 次曲線のようなふるまいで進角が変化して、下記のように設定できます。

①最大進角値=LA 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例：LA 設定=100 の場合、
最大進角値=100×60/128=46.9 °になります。

②最大進角の SPD 値=LA_MAXSPD 設定+256 で決定されます。

例：LA_MAXSPD/LA_CHGSPD 設定=100 の場合、
最大進角の SPD 値=100+256=356 になります。

⑤SPD offset=LA_OFFSET 設定で決定されます。

例：LA_OFFSET 設定=100 の場合、
SPD offset=100 になります。

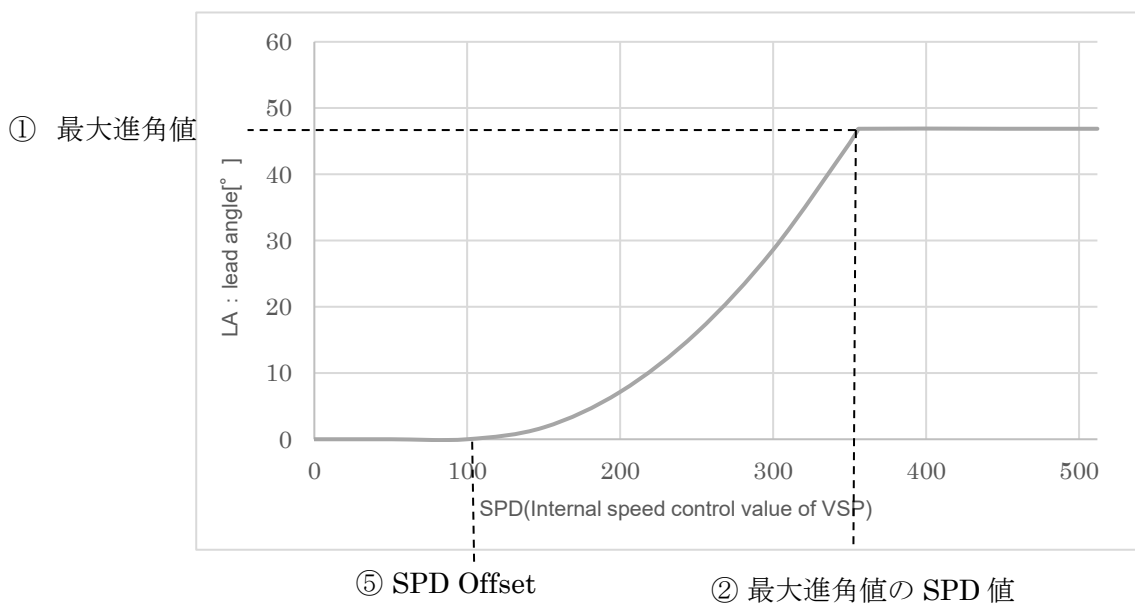
例:上記設定時の SPD=200 時の進角は下記になります。

進角[°]=LA×(SPD-LA_OFFSET) ^2/(LA_MAXSPD/LA_CHGSPD+256-LA_OFFSET)^2×(60/128)

進角[°]=100×(200-100)^2/ (100+256-100)^2×(60/128)

進角[°]=7.2

SPD<LA_OFFSET 時、進角[°]=0 となります。



$$Leadangle = \min \left\{ LA, \frac{LA}{(LA_{MAXSPD} - SPD_{OFFSET})^2} \times \min\{0, SPD - SPD_{OFFSET}\}^2 \right\}$$

図 11.21 2 次曲線進角 : SPD offset 有効の設定

11.2.10.5. 2 次曲線の変曲点有の進角

2 次曲線の変曲点有の進角を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、2 次曲線で変曲点があるようなふるまいで進角が変化して、下記のように設定できます。

①最大進角値＝LA 設定×分解能（60/128）で決定されます。

例：LA 設定＝100 の場合、

最大進角値＝100×60/128＝46.9 °となります。

③2 次曲線の変曲点有の SPD 値＝LA_CHGSPD 設定×2 で決定されます。

例：LA_MAXSPD/LA_CHGSPD 設定＝100 の場合、

2 次曲線の変曲点有の SPD 値＝100×2＝200 となります。

例:上記設定時の SPD=100 時の進角は下記になります。

変曲点>SPD の場合、

進角[°]＝LA×SPD²/2×(2×LA_MAXSPD/LA_CHGSPD)²×(60/128)

進角[°]＝100×100²/2×(2×100)²×(60/128)

進角[°]＝5.9

例:上記設定時の SPD=300 時の進角は下記になります。

変曲点≤SPD の場合、

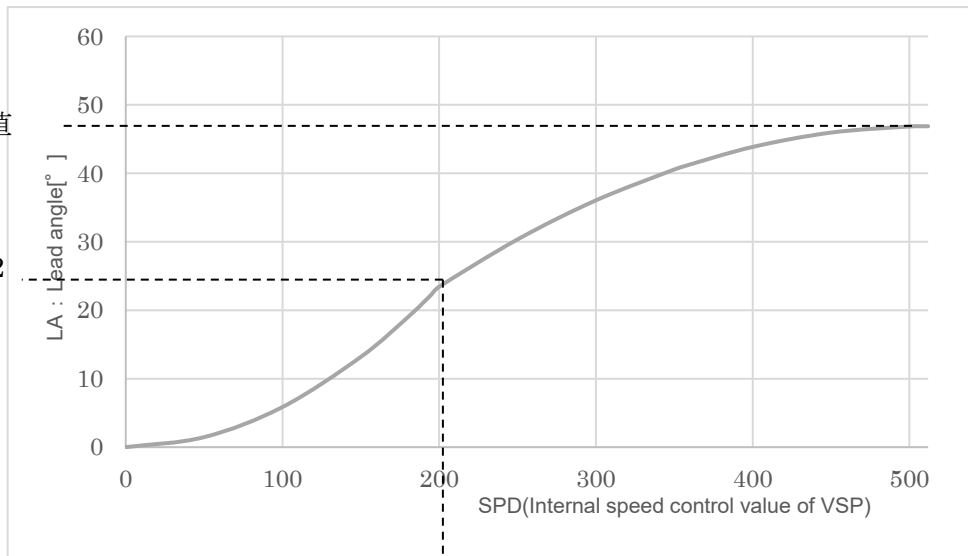
進角[°]＝(LA-[(LA×(512-SPD)²)/{2×(512-2×LA_MAXSPD/LA_CHGSPD)²}]×(60/128)

進角[°]＝(100-[(100×(512-300)²)/{2×(512-2×100)²}]×(60/128)

進角[°]＝36.1

① 最大進角値

最大進角値/2



③2 次曲線変曲点有の SPD 値

SPD < LA_CHGSPD:

$$\text{Leadangle} = \frac{LA_{MAXSPD}}{2} \times \frac{SPD^2}{LA_{CHGSPD}^2}$$

LA_CHGSPD ≤ SPD ≤ LA_MAXSPD:

$$\text{Leadangle} = LA_{MAXSPD} - \frac{LA_{MAXSPD}}{2} \times \frac{(512 - SPD)^2}{(512 - LA_{CHGSPD})^2}$$

LA_MAXSPD ≤ SPD:

$$\text{Leadangle} = LA_{MAXSPD} - \frac{LA_{MAXSPD}}{2} \times \frac{(512 - LA_{MAXSPD})^2}{(512 - LA_{CHGSPD})^2}$$

図 11.22 2 次曲線の変曲点有の進角設定

11.2.10.6. 固定進角

固定進角を選択した場合、速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、一定の進角になり、下記のように設定できます。

① 固定進角＝LA 設定×分解能（60/128）で設定されます。

例：LA 設定＝100 の場合、

最大進角値＝ $100 \times 60/128 = 46.9^\circ$ に設定できます。

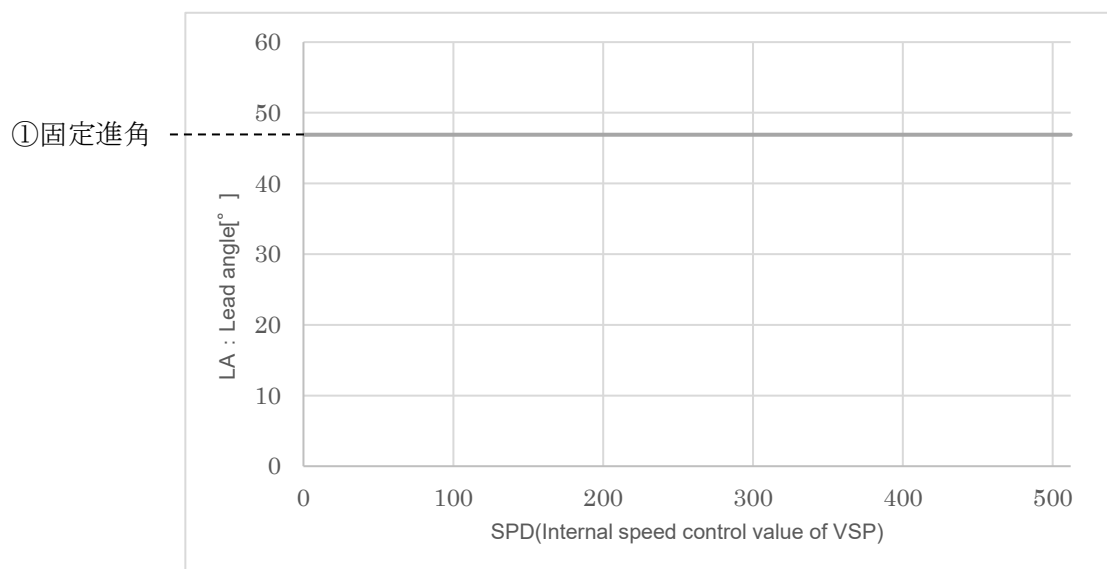


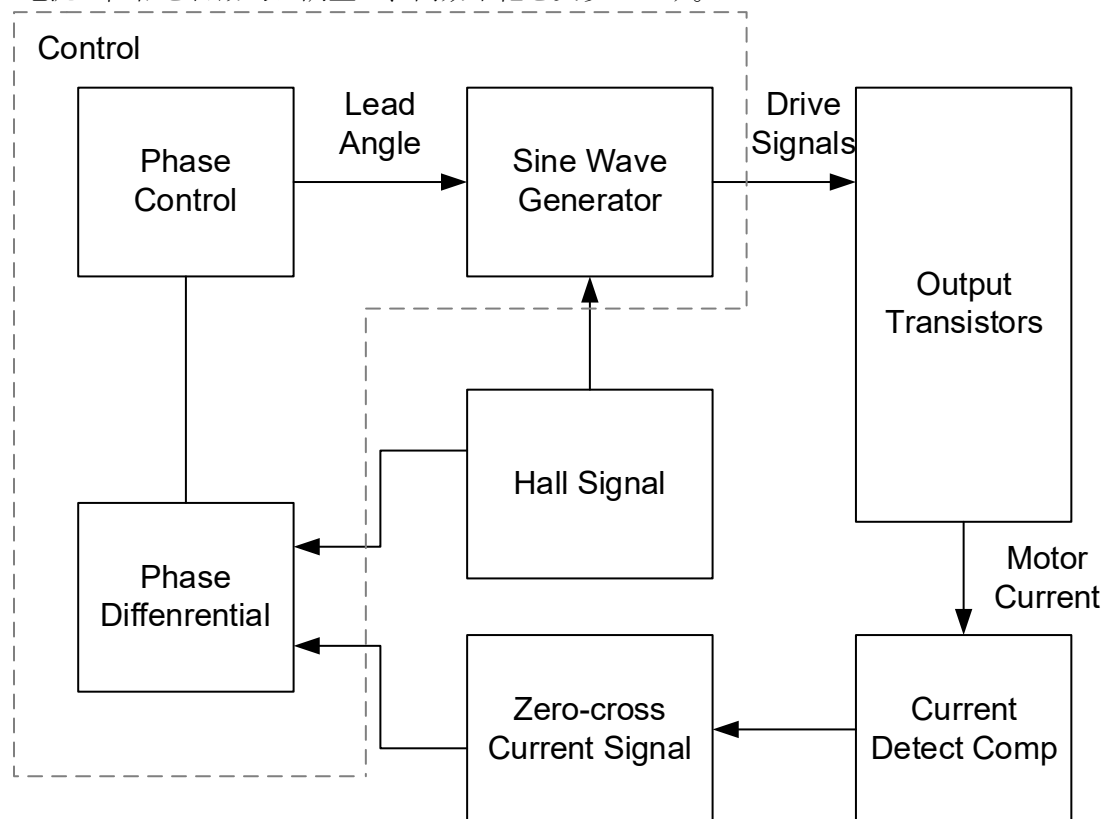
図 11.23 固定進角の設定

11.2.10.7. 進角 0°

進角 0°を選択した場合、いずれの速度指令 SPD（内部速度指令値）に対して、進角 0°のままになります。

11.2.10.8. Intelligent Phase Control 機能による自動進角制御

Intelligent Phase Control 機能は、モーター電流の位相（電流情報）とモーター電圧の位相（ホール IC 信号）を比較し、モーター電流制御信号（制御信号）へフィードバックすることで、モーター電圧とモーター電流の位相を自動的に調整し、高効率化を実現します。



注：ブロック図内の機能ブロック/回路などは、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 11.24 Intelligent Phase Control システムのブロック図

コンパレータがモーター電流のゼロクロス点を検出すると、ゼロクロス電流信号を生成します。ホール信号のゼロクロス点とゼロクロス電流信号が一致するように、進角が自動的に調整されます。

11.2.11. 速度制御

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

表 11.39 速度制御設定

レジスター: 27[7] OPENLOOP	速度制御
0b (Default)	Closed loop
1b	Open loop

11.2.11.1. Closed loop

速度制御を Closed loop に設定した場合、下記のように速度カーブを設定した上で、モーターの速度を制御することができます。

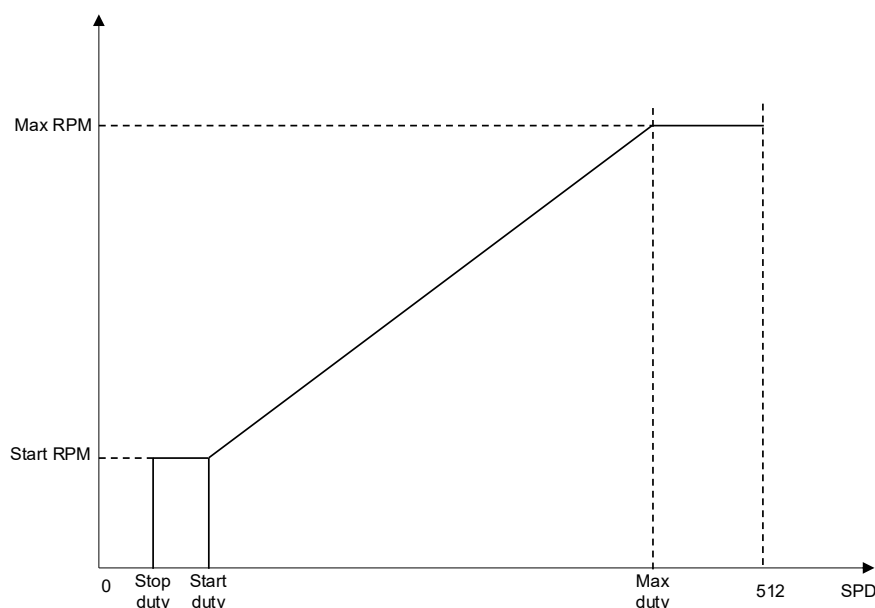


図 11.25 Closed loop の速度カーブ

表 11.40 速度カーブの設定

項目	レジスター	設定範囲	関係
Max RPM	19, 20 [15:0] MAX_RPM	0 ~ 65535	Max RPM = MAX_RPM
Max duty	24[7:0] MAX_DUTY	0 ~ 255	Max duty = MAX_DUTY + 257
Start duty	21[7:0] ST_DUTY	0 ~ 255	Start duty = ST_DUTY
Start RPM	22[7:0] ST_RPM	0 ~ 255	Start RPM = MAX_RPM × ST_RPM / 256
Stop duty	23[7:0] STOP_DUTY	0 ~ 255	Stop duty = STOP_DUTY

注：Stop duty に Start duty 以上の値を設定しないでください。

Current Duty ≤ Start duty → Current Duty > Start duty の場合：

$$\text{Target RPM} = \left(\frac{256 - \text{ST_RPM}}{\text{MAX_DUTY} + 257 - \text{ST_DUTY}} \times (\text{Current Duty} - \text{ST_DUTY}) + \text{ST_RPM} \right) \times \text{MAX_RPM} / 256$$

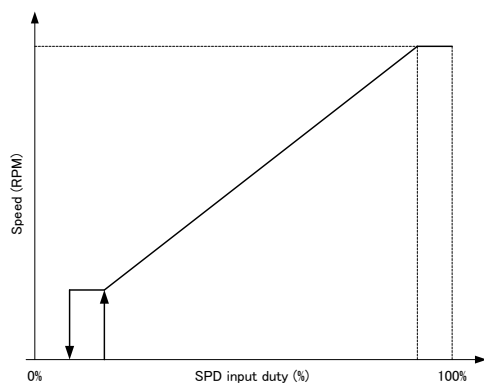
Current Duty > Start duty → Current Duty > Start duty の場合：

$$\text{Target RPM} = \left(\frac{256 - \text{ST_RPM}}{\text{MAX_DUTY} + 257 - \text{ST_DUTY}} \times (\text{Current Duty} - \text{ST_DUTY}) + \text{ST_RPM} \right) \times \text{MAX_RPM} / 256$$

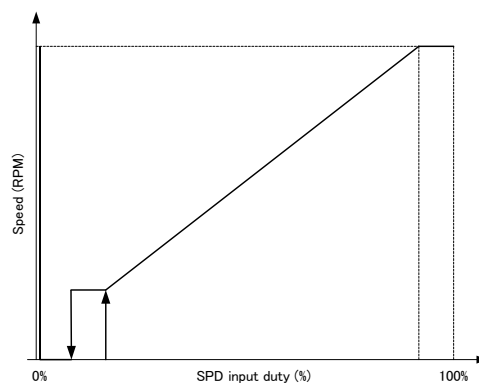
Current Duty > Start duty → Current Duty ≥ Stop duty の場合：

$$\text{Target RPM} = \text{MAX_RPM} \times \text{ST_RPM} / 256$$

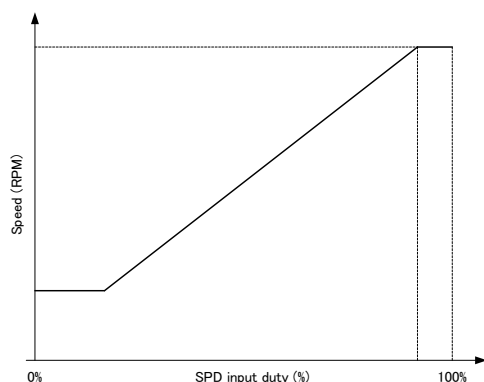
MAXOPEN = 0



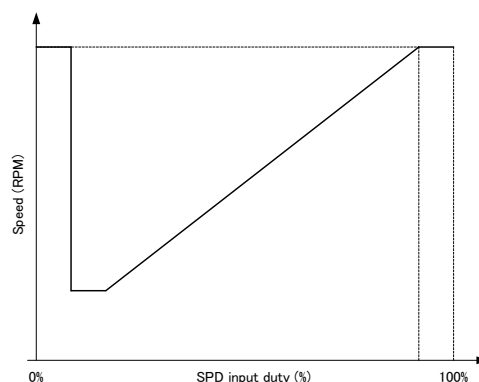
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1

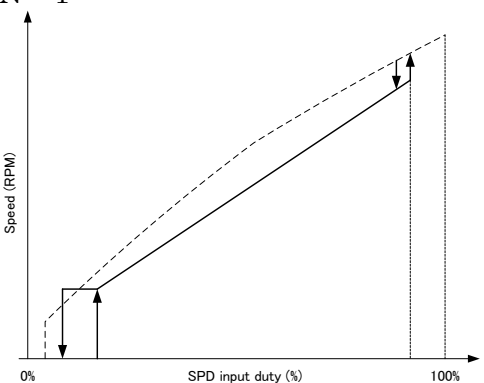


NOSTOP=1, MAXOFF=0

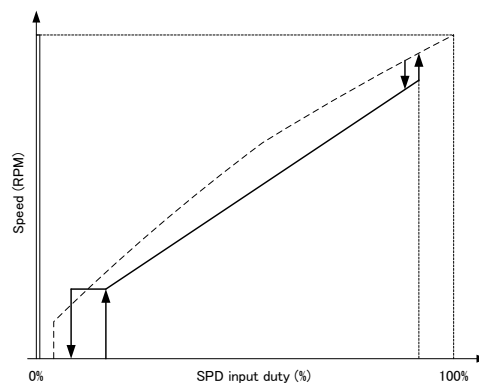


NOSTOP=1, MAXOFF=1

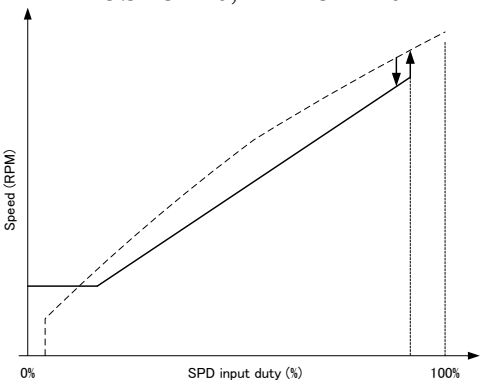
MAXOPEN = 1



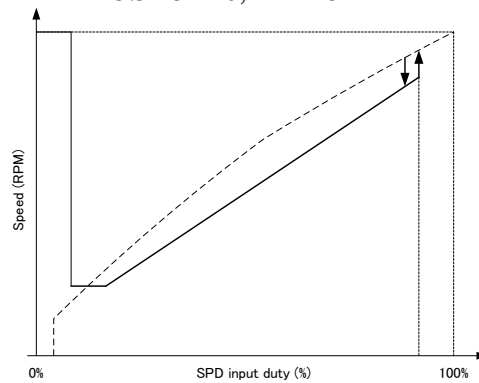
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1



NOSTOP=1, MAXOFF=0



NOSTOP=1, MAXOFF=1

図 11.26 Closed loop 速度カーブ例

速度カーブには、最大 5 つの変曲点を追加できます。

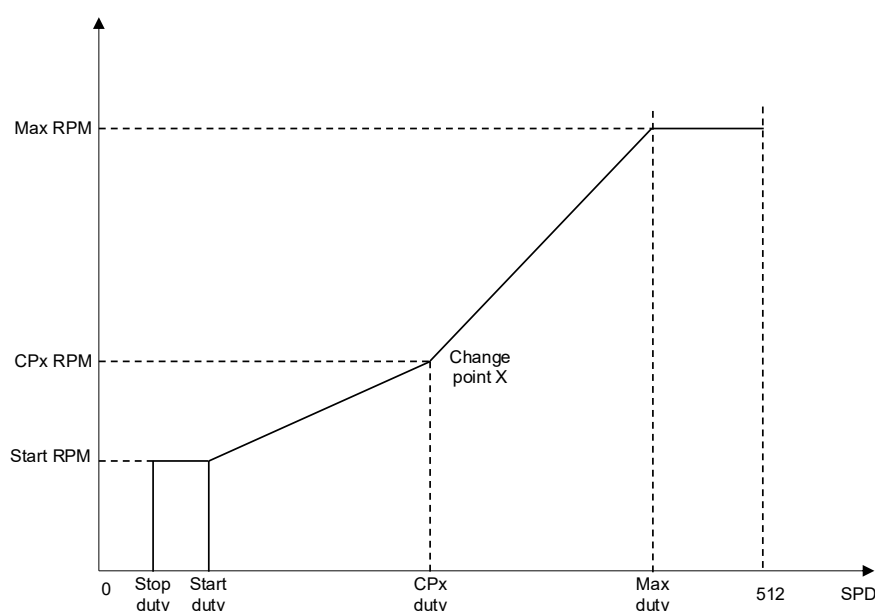


図 11.27 変曲点あり Closed Loop の速度カーブ

表 11.41 変曲点あり速度カーブの設定

項目	レジスター	設定範囲	関係
Max RPM	19, 20 [15:0] MAX_RPM	0 ~ 65535	Max RPM = MAX_RPM
Max duty	24[7:0] MAX_DUTY	0 ~ 255	Max duty = MAX_DUTY + 257
Start duty	21[7:0] ST_DUTY	0 ~ 255	Start duty = ST_DUTY
Start RPM	22[7:0] ST_RPM	0 ~ 255	Start RPM = MAX_RPM × ST_RPM / 256
Stop duty	23[7:0] STOP_DUTY	0 ~ 255	Stop duty = STOP_DUTY
CPx duty	28,30,32,34,36[6:0] Px_DUTY	0 ~ 127	CPx duty = 512 × Px_DUTY / 128
CPx RPM	29,31,33,35,37[7:0] Px_RPM	0 ~ 255	CPx RPM = MAX_RPM × Px_RPM / 256

変曲点は P1 から順に連続して有効化してください。有効化されていない変曲点が途中に存在する場合、速度カーブは無効となり、出力は 0 の直線となります。

また、変曲点は以下の条件を満たす必要があります。満たさない場合、速度カーブは無効となります。

- Duty は 昇順 ($P_{n+1_DUTY} > P_n_DUTY$)
- RPM は 同一または昇順 ($P_{n+1_RPM} \geq P_n_RPM$)

計算例：

- Start Duty < Current Duty ≤ CP1 duty

$$\text{Target RPM} = \left(\frac{P1_RPM - ST_RPM}{P1_DUTY \times 4 - ST_DUTY} \times (Current\ Duty - ST_DUTY) + ST_RPM \right) \times \frac{MAX_RPM}{256}$$

- CPn Duty < Current Duty ≤ CPn+1 duty

$$\text{Target RPM} = \left(\frac{P_{n+1_RPM} - P_n_RPM}{(P_{n+1_DUTY} - P_n_DUTY) \times 4} \times (Current\ Duty - (P_n_DUTY \times 4)) + P_n_RPM \right) \times \frac{MAX_RPM}{256}$$

- CPn Duty < Current Duty ≤ Max duty

$$\text{Target RPM} = \left(\frac{256 - P_n_RPM}{MAX_DUTY + 257 - P_n_DUTY \times 4} \times (Current\ Duty - (P_n_DUTY \times 4)) + P_n_RPM \right) \times \frac{MAX_RPM}{256}$$

11.2.11.2. Open loop

速度制御を Open loop に設定した場合、下記のように出力カーブを設定した上で、モーターの速度を制御することができます。

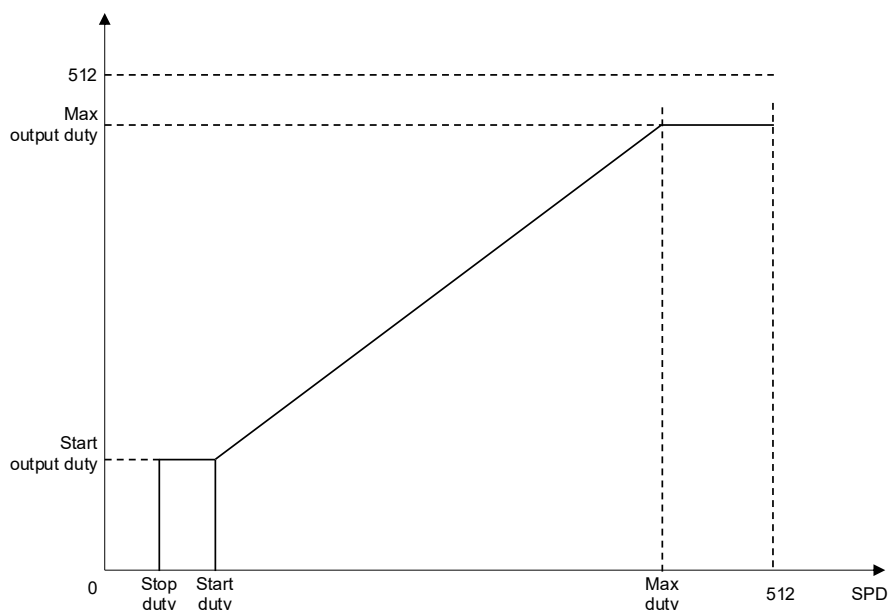


図 11.28 Open Loop の出力カーブ

表 11.42 出力カーブの設定

項目	レジスター	設定範囲	関係
Max output duty	19, 20 [15:0] MAX_RPM	0 ~ 255	Max output duty = MAX_RPM 19[7:0] + 257
Max duty	24[7:0] MAX_DUTY	0 ~ 255	Max duty = MAX_DUTY + 257
Start duty	21[7:0] ST_DUTY	0 ~ 255	Start duty = ST_DUTY
Start output duty	22[7:0] ST_RPM	0 ~ 255	Start output duty = (MAX_RPM [7:0] + 257) × ST_RPM / 256
Stop duty	23[7:0] STOP_DUTY	0 ~ 255	Stop duty = STOP_DUTY

注：Stop duty に Start duty 以上の値を設定しないでください。

Current Duty ≤ Start duty → Current Duty > Start duty の場合：

$$\text{Target Duty} = \left(\frac{256 - \text{ST_RPM}}{\text{MAX_DUTY} + 257 - \text{ST_DUTY}} \times (\text{Current Duty} - \text{ST_DUTY}) + \text{ST_RPM} \right) \times \frac{(\text{MAX_RPM}[7:0] + 257)}{256}$$

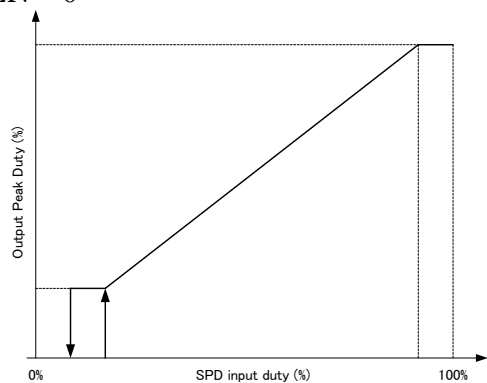
Current Duty > Start duty → Current Duty > Start duty の場合：

$$\text{Target Duty} = \left(\frac{256 - \text{ST_RPM}}{\text{MAX_DUTY} + 257 - \text{ST_DUTY}} \times (\text{Current Duty} - \text{ST_DUTY}) + \text{ST_RPM} \right) \times \frac{(\text{MAX_RPM}[7:0] + 257)}{256}$$

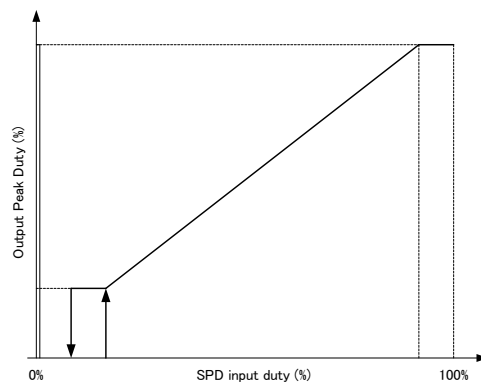
Current Duty > Start duty → Current Duty ≥ Stop duty の場合：

$$\text{Target Duty} = (\text{MAX_RPM} [7:0] + 257) \times \text{ST_RPM} / 256$$

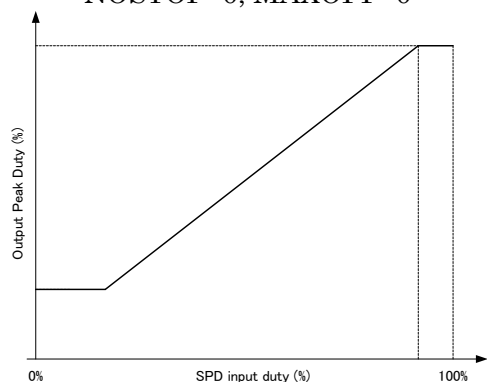
MAXOPEN = 0



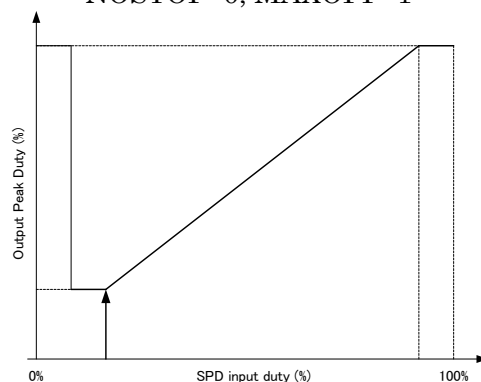
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1

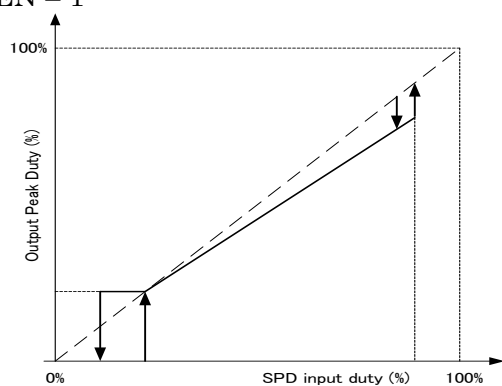


NOSTOP=1, MAXOFF=0

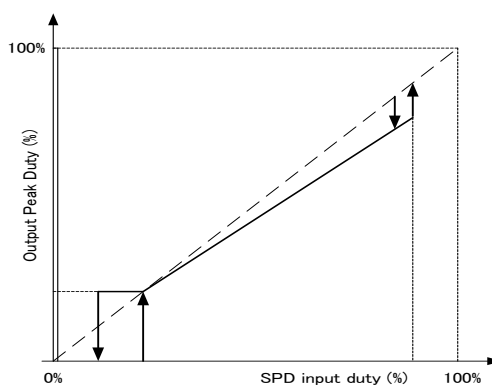


NOSTOP=1, MAXOFF=1

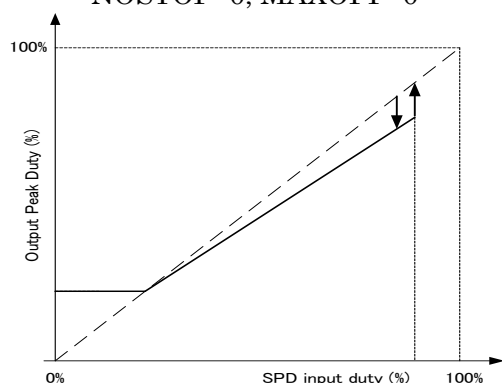
MAXOPEN = 1



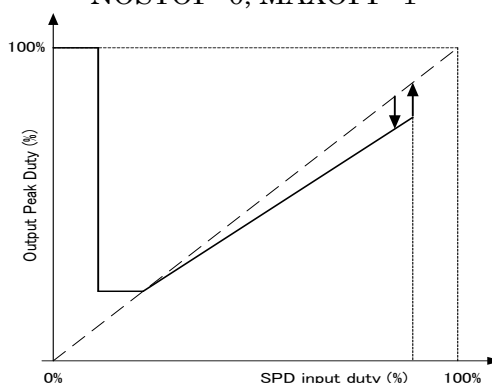
NOSTOP=0, MAXOFF=0



NOSTOP=0, MAXOFF=1



NOSTOP=1, MAXOFF=0



NOSTOP=1, MAXOFF=1

図 11.29 Open loop 出力カーブ例

出力カーブには、最大 5 つの変曲点を追加できます。

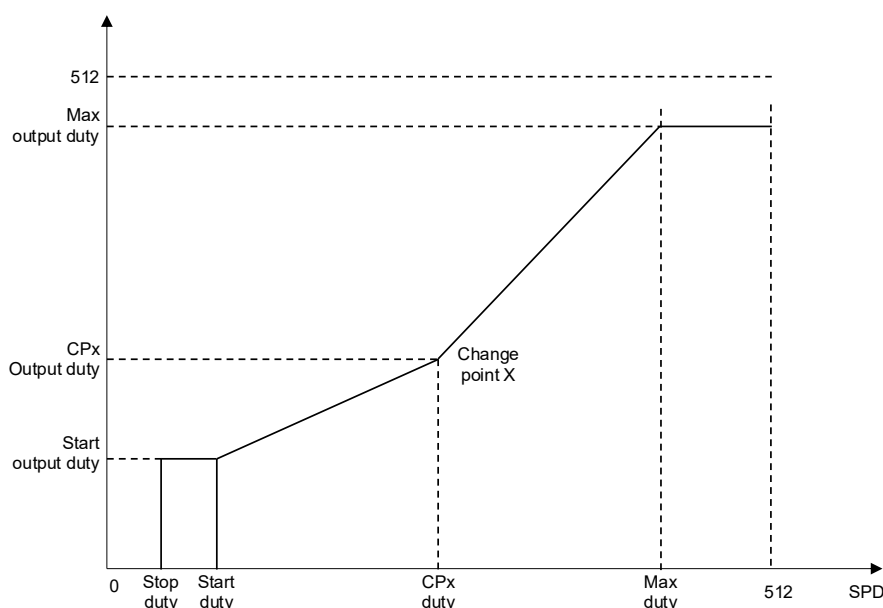


図 11.30 変曲点あり Open Loop の出力カーブ

表 11.43 出力カーブの設定

項目	レジスター	設定範囲	関係
Max output duty	19, 20 [15:0] MAX_RPM	0 ~ 255	Max output duty = MAX_RPM 19[7:0] + 257
Max duty	24[7:0] MAX_DUTY	0 ~ 255	Max duty = MAX_DUTY + 257
Start duty	21[7:0] ST_DUTY	0 ~ 255	Start duty = ST_DUTY
Start output duty	22[7:0] ST_RPM	0 ~ 255	Start output duty = (MAX_RPM [7:0] + 257) × ST_RPM / 256
Stop duty	23[7:0] STOP_DUTY	0 ~ 255	Stop duty = STOP_DUTY
CPx duty	28,30,32,34,36[6:0] Px_DUTY	0 ~ 127	CPx duty = 512 × Px_DUTY / 128
CPx output duty	29,31,33,35,37[7:0] Px_RPM	0 ~ 255	CPx output duty = (MAX_RPM [7:0] + 257) × Px_RPM / 256

変曲点は P1 から順に連続して有効化してください。有効化されていない変曲点が途中に存在する場合、出力カーブは無効となり、出力は 0 の直線となります。

また、変曲点は以下の条件を満たす必要があります。満たさない場合、出力カーブは無効となります。

- Duty は昇順 ($P_{n+1_DUTY} > P_n_DUTY$)
- RPM は同一または昇順 ($P_{n+1_RPM} \geq P_n_RPM$)

計算例:

- Start Duty < Current Duty ≤ CP1 duty

$$\text{Target Duty} = \left(\frac{P1_RPM - ST_RPM}{P1_DUTY \times 4 - ST_DUTY} \times (\text{Current Duty} - ST_DUTY) + ST_RPM \right) \times \frac{(MAX_RPM[7:0] + 257)}{256}$$

- CPn Duty < Current Duty ≤ CPn+1 duty

$$\text{Target Duty} = \left[\frac{P_{n+1_RPM} - P_n_RPM}{(P_{n+1_DUTY} - P_n_DUTY) \times 4} \times (\text{Current Duty} - (P_n_DUTY \times 4)) + P_n_RPM \right] \times \frac{(MAX_RPM[7:0] + 257)}{256}$$

- CPn Duty < Current Duty ≤ Max duty

$$\text{Target Duty} = \left[\frac{256 - P_n_RPM}{MAX_DUTY + 257 - P_n_DUTY \times 4} \times (\text{Current Duty} - (P_n_DUTY \times 4)) + P_n_RPM \right] \times \frac{MAX_RPM[7:0] + 257}{256}$$

11.2.11.3. 加減速制御

・ Open loop の場合

DUTY_CL の設定により、単位時間あたりの出力 Duty の変化量を制限します。
加速時および減速時の両方に、この制限が適用されます。

表 11.44 Duty 変化単位時間

レジスター: 10[5] CHG_INTV	単位時間 (ms)
0b (Default)	2.7
1b	10.8

表 11.45 Open Loop 加減速速度設定

レジスター: 11[4:2] DUTY_CL	単位時間の Duty 変動量	加減速時間 (s) (0 ~ 512)@2.7 ms
000b (Default)	2/8	5.53
001b	3/8	3.69
010b	5/8	2.21
011b	8/8	1.38
100b	15/8	0.74
101b	25/8	0.44
110b	40/8	0.28
111b	無効	—

注：DUTY_CL=111 の場合、本制限は無効となります。

・ Closed loop の場合

SPD の変化量が 64 以上の加速時は、まず Open Loop で加速します。Open Loop 加速中の出力 Duty の変化量は、DUTY_CL により制限されます。

DUTY_CL=111 の場合、単位時間あたりの Duty 変化量は 64/8 となります。

なお、単位時間は CHG_INTV の設定に従います。

表 11.46 Closed Loop 加減速速度設定

レジスター: 11[4:2] DUTY_CL	単位時間の Duty 変動量	加減速時間 (s) (0 ~ 512)@2.7 ms
000b (Default)	2/8	5.53
001b	3/8	3.69
010b	5/8	2.21
011b	8/8	1.38
100b	15/8	0.74
101b	25/8	0.44
110b	40/8	0.28
111b	64/8	0.17

出力 Duty が（目標 Duty ~ 目標 Duty + 64）の範囲に到達、または回転数が 目標回転数の ± 32 rpm に到達すると、Closed loop 制御に切り替わり、目標回転数へ収束します。

Closed loop 制御では、PI 制御を 2.7 ms の固定周期で実行します。

PI 制御により出力 Duty が更新されますが、2.7 ms ごとの最大 Duty 変化量は DUTY_CL により制限されます。

SPD 制御を VSP 設定で行う場合、VSP 変更前後の差分が 64 以上であっても、IC 内部で分割して処理されるため、Open loop の加速モードに入らない場合があります。

SPD 変化量が 64 未満の加速、SPD 指令による減速、および外部要因による加減速は、Closed loop 制御により目標回転数へ収束します。

Closed loop 制御で減速量が大きい場合、回転数が更新できず出力 Duty が 0 となることを防ぐため、DN_LIM により減速量を制限します。

表 11.47 減速時目標回転数変動量

レジスター: 18[4:3] DN_LIM	減速時目標回転数変動量
00b (Default)	制限なし
01b	500
10b	2000
11b	5000

11.2.12. 電源遮断ブレーキ

下図に示すように、赤い斜線で示した箇所に外部電源が遮断されたときに、VMON 端子により検出できます。

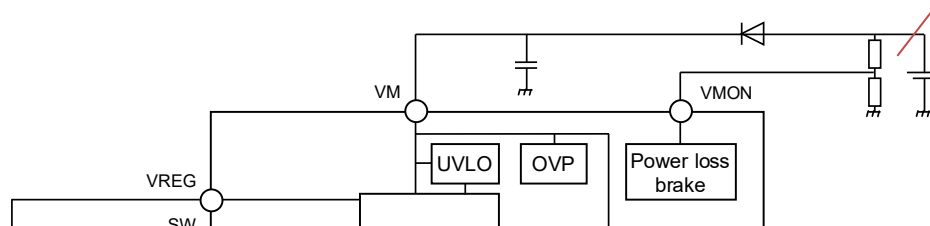


図 11.31 電源遮断検出応用回路例

表 11.48 電源遮断ブレーキ設定

レジスタ: 7[0] PLB_ENB	電源遮断ブレーキ
0b (Default)	なし
1b	あり

PLB_ENB = 1 の場合、電源遮断を検出すると出力は ショートブレーキ動作に移行します。

ショートブレーキ中に電流リミットを検出すると、出力はいったん停止します。

ショートブレーキと出力停止を繰り返し、電源電圧が $V_{TH} = 13.5 \text{ V (typ.)}$ を超えた場合は、電圧が V_{TH} 以下になるまで出力を停止します。

IC の電源電圧が $V_{VMUV_D} = 4.8 \text{ V (typ.)}$ 以下になると出力は停止し、電源電圧が V_{VMUV_D} を超えるとショートブレーキ動作を再開します。

電源遮断ブレーキ動作中に VMON が復帰した場合、ショートブレーキを終了し、Idle mode から再起動します。

なお、VMON 端子には $2.5 \mu\text{s}$ のデジタルフィルタが内蔵されています。

11.3. DCDC

5 V 出力が可能な DC/DC 回路を内蔵しています。DCDC の動作周波数は $f_{\text{DCDC}} = 375 \text{ kHz}$ です。

DCDC 回路は DCDC モードと LDO モードの 2 つの動作モードに対応しています。外部負荷へ電源を供給する場合は DCDC モードを使用してください。

11.3.1. DCDC モード

DCDC モードで使用する場合の応用回路例を以下に示します。

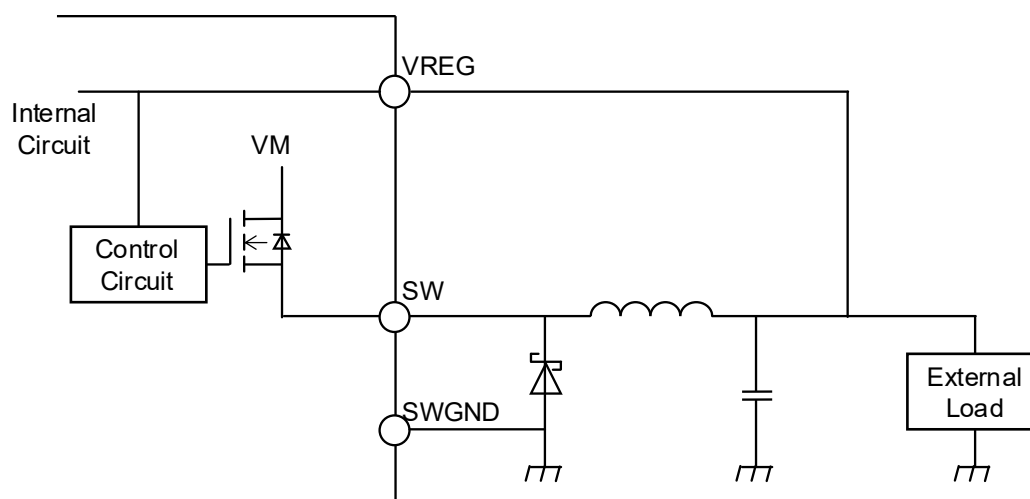


図 11.32 DCDC モード 応用回路例

表 11.49 外付け部品定数情報（ご参考）

部品	定数	特性
L _{sw}	47 μH	$\pm 20\%$ 以内、電流定格 1 A 以上、低 ESR
C _{sw}	10 μF	$\pm 20\%$ 以内、10 Vdc 以上、X5R/X7R 温度特性
D _{sw}	SBD	逆電圧定格 60 V、順電流 1 A 以上、低 V_F

11.3.2. LDO モード

LDO モードで使用する場合の応用回路例を以下に示します。

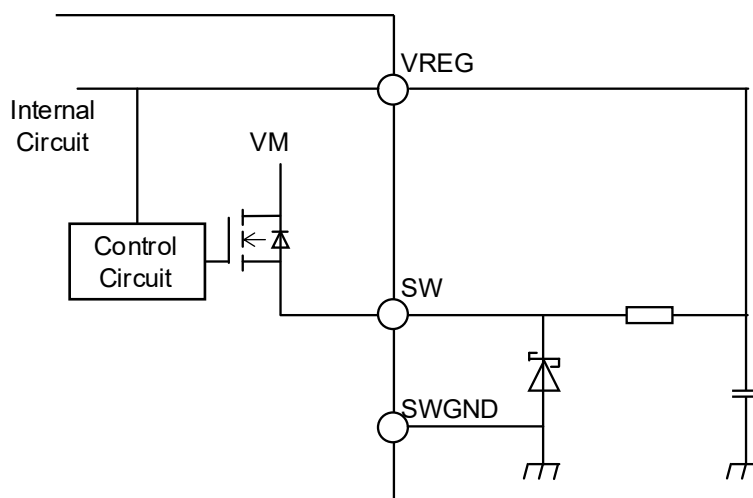


図 11.33 LDO モード 応用回路例

表 11.50 外付け部品定数情報（ご参考）

部品	定数	特性
R _{sw}	39 Ω	±5% 以内
C _{sw}	10 μF	±20% 以内、10 Vdc 以上、X5R/X7R 温度特性
D _{sw}	SBD	逆電圧定格 60 V、順電流 1 A 以上、低 V _F

抵抗 R_{SW} の消費電力は、次のように概略見積もりできます。

$$P_{RSW} = I_{ON}^2 \times R_{SW} \times (I_{VREG} / I_{ON})$$

例：

- ・ V_M = 24 V の場合、 $I_{ON} = (24 \text{ V} - 5 \text{ V}) / (1.5 \Omega + 39 \Omega) = 0.47 \text{ A}$
 $P_{DCDC} = 0.006 \text{ W} + 0.003 \text{ W} + 0.003 \text{ W} = 0.012 \text{ W}$
 $P_{RSW} = 0.146 \text{ W}$
- ・ V_M = 48 V の場合、 $I_{ON} = (48 \text{ V} - 5 \text{ V}) / (1.5 \Omega + 39 \Omega) = 1.06 \text{ A}$
 $P_{DCDC} = 0.013 \text{ W} + 0.016 \text{ W} + 0.016 \text{ W} = 0.044 \text{ W}$
 $P_{RSW} = 0.331 \text{ W}$

R_{SW} の消費電力は電源電圧に依存します。抵抗を選択する際には、絶対最大定格を超えないように注意してください。

11.4. 各種検出機能

11.4.1. 電流リミット (OCL) & 電流モニター (CMON)

Low-side MOSFET のドレインからソース方向に流れる電流の合計に比例した微小電流が、ISET 端子から流れ出します。

ISET 端子に外付け抵抗を接続して電圧を発生させ、ISET 電圧が内部基準電圧を超えた場合に、電流リミットとして検出します。

外付け抵抗の値が小さい場合、電流リミットの設定電流が絶対最大定格を超える可能性があります。マージンをもって設定してください。

表 11.51 電流リミット検出内部基準電圧

レジスター: 6[1:0] OCL_VTH	V _{OCL} (V)
00b (Default)	1.75
01b	2.0
10b	2.25
11b	2.5

表 11.52 電流リミット検出マスク時間

レジスター: 7[1] ERR_MASK	マスク時間 (ns)
0b (Default)	500
1b	750

正弦波駆動時は、電流リミットを検出すると H-side MOSFET を OFF するか、3 相全てを OFF するかを選択できます。電流リミット制御は PWM 周期ごとに行われます。

表 11.53 電流リミット動作

レジスター: 6[2] OCL_ACT	電流リミット動作
0b (Default)	H-side OFF
1b	全 OFF

150 度駆動および 120 度駆動時は、電流リミットを検出すると H-side MOSFET を OFF にします。この場合も、電流リミット制御は PWM 周期ごとに行われます。

ISET 端子電圧を RC フィルターで平滑化した電圧は、モーター駆動電流と関連します。この電圧は電流モニターとして使用できます。

11.4.2. 回転数制限

電源変動や負荷変動などにより回転数が異常に上昇した場合、Open loop 制御では回転数が所定のしきい値を超えると、強制的に Closed loop 制御へ切り替え、回転数を一定範囲内に抑えます。

Closed loop の目標回転数 $\text{RPM_limit} = \text{MAX_RPM}[15:8] \times 256$, 0 ~ 65280 RPM の範囲で設定できます。

Closed loop 制御中に、出力 Duty が Open loop 時の Duty に一致すると、Closed loop 制御を解除し、Open loop 制御に復帰します。

回転数制限を検出した際、 $\text{REP_HSPD} = 1$ に設定されている場合は、ALERT 端子から通知が出力されます。Closed loop から Open loop に復帰すると、ALERT 出力も解除されます。

なお、回転数制限に対する専用のエラーフラグのレジスターはありません。

$\text{MAX_RPM}[15:8] = 0$ の場合、回転数制限機能は無効となります。

11.4.3. 各種異常検出

11.4.3.1. 異常の種類と優先順位

表 11.54 異常の種類と優先順位

A \ B	DCDC 異常	TSD	ISD	Lock	ST_FAIL	UD_SPD	OV_SPD	VM UVLO	OVP	Hall	OCL
DCDC 異常	-	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
TSD	<<	-	=	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
ISD	<<	=	-	>	>	>	>	>	>	>	>>
Lock	<<	<<	<	-	X/=	X/=	X/=	>	>	>	>>
ST_FAIL	<<	<<	<	X/=	-	X/=	=	>	>	>	>>
UD_SPD	<<	<<	<	X/=	X/=	-	X/=	>	>	X	>>
OV_SPD	<<	<<	<	X/=	=	X/=	-	>	>	X	>>
VM UVLO	<<	<<	<	<	<	<	<	-	X	=	>>
OVP	<<	<<	<<	<	<	<	<	X	-	=	>>
Hall	<<	<<	<	<	<	X	X	=	=	-	>>
OCL	<<	<<	<<	<<	<<	<<	<<	<<	<<	<<	-

>>: A と B 同時検出時、A が優先。B 検出動作中、A 検出したら A の検出動作

<<: A と B 同時検出時、B が優先。A 検出動作中、B 検出したら B の検出動作

>: A と B 同時検出時、A が優先。B 検出動作中、A 検出しない。

<: A と B 同時検出時、B が優先。A 検出動作中、B 検出しない。

=: A と B が同等

X: A と B 同時検出はしない

11.4.3.2. 異常からの復帰

VM の UVLO、OVP、電流リミット（OCL）、ホール信号異常については、復帰条件を満たすと自動的に復帰します。

DCDC の ISD、VREG の UVLO、VREG の過電圧検出異常については、スタンバイモード解除条件で復帰します。

それ以外の異常検出（TSD、ISD、ロック、起動失敗、最小回転数異常、最大回転数異常）は、自動復帰とラッチを選択できます。復帰までの時間 t_{RE} はレジスターで設定できます。

ラッチの場合、Idle mode へ遷移するか、電源再投入によりラッチを解除できます。

表 11.55 復帰方式

レジスター: 4[0] LATCH	復帰方式
0b (Default)	自動復帰
1b	ラッチ

表 11.56 自動復帰時間

レジスター: 5[6:4] T_{RE}	自動復帰時間 (s)
000b (Default)	0.0109
001b	0.5
010b	1
011b	1.5
100b	2
101b	3
110b	6
111b	10

レジスターの設定で各種異常検出の有無を設定できます。DIS_xxxを設定すると、対象異常は、Logicで検出しません。エラーフラグ、ALERTにも反映しません。

表 11.57 各種異常有無の設定

Addr	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
4	DIS_VM_UVLO	DIS_OVP	DIS_ISD	DIS_TSD	DIS_LOCK	DIS_OVSPD	DIS_OCL
	0b: 異常検出有効(Default), 1b: 異常検出無効						

レジスター	異常検出種類
DIS_VM_UVLO	VM_UVLO 異常マスク
DIS_OVP	過電圧異常マスク
DIS_ISD	過電流異常マスク
DIS_TSD	過熱異常マスク
DIS_LOCK	ロック、起動失敗、最小回転数異常マスク
DIS_OVSPD	最大回転数異常マスク
DIS_OCL	電流リミットマスク

11.4.3.3. DCDC 異常検出

DCDC 回路には、低電圧・過電圧・過電流検出の機能を内蔵しています。

表 11.58 DCDC 異常検出機能

機能	説明
DCDC 低電圧 (VREG UVLO)	VREG 端子電圧が 3.5 V(typ.)以下になると、低電圧として検出され、DCDC 出力を停止し、IC はスタンバイモードに移行します。
DCDC 過電圧 (VREG OVP)	VREG 端子電圧が 5.75 V(typ.)以上になると、過電圧として検出され、DCDC 出力を停止し、IC はスタンバイモードに移行します。
DCDC 過電流 (SW ISD)	内部出力段で 1.25 A(typ.)以上の電流を検出すると、DCDC 出力を停止し、IC はスタンバイモードに移行します。

11.4.3.4. VM 低電圧異常検出 (VM_UVLO)

VM 電源電圧の監視機能を内蔵しています。電圧がしきい値を下回った場合、低電源電圧(UVLO)として検出され、出力を OFF します。

UVLO 検出される場合は自動復帰となります。電圧が IC 動作可能範囲まで上昇すると、UVLO が解除されます。

11.4.3.5. Hall 信号異常

3-Hall の場合、位置検出信号 HU/HV/HW が All-High または、All-Low になった場合は、Hall 信号検出異常として検出します。

検出後、出力を OFF にし、それ以外の信号の組み合わせで空転検出から再起動します。

Hall 信号異常検出は ALERT からの出力がありません。

11.4.3.6. モーターロック検出 (LOCK)

3-Hall と 1-Hall 駆動の場合、Closed loop/Open loop 制御中、ホール信号のリセットタイミングが一定時間(t_{ON})以上検出できない場合、ロック状態と認識します。ロックを検出した後、IC の出力を一定期間(t_{RE})で OFF させ、その後自動復帰します。ロック検出時間(t_{ON})と出力停止時間(t_{RE})はレジスターにより設定できます。

表 11.59 ロック検出時間

レジスター: 5[7] TON	ロック検出時間 (s)
0b (Default)	0.3
1b	0.6

出力停止になるような速度指令をいれることで、Idle mode に移行させることができます。Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、 t_{RE} 期間を待たずに再起動できます。

ラッチの場合、Idle mode に移行して、Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、ラッチを解除して再起動できます。

ALERT 信号、Open loop/Closed loop に移行後、ALERT 信号を解除します。

11.4.3.7. 起動失敗 (ST_FAIL)

ソフトスタートから定常回転へ 所定時間内に移行できない場合、起動失敗として検出します。ただし、直流励磁の時間は起動失敗判定のカウント対象外です。

- ・ 3-Hall：1Hz 強制転流から SS_FREQ 以上まで時間 (SPD 入力から SS_FREQ 以上まで時間)
- ・ 1-Hall：1Hz 強制転流から SS_FREQ 以上まで時間 (SPD 入力から SS_FREQ 以上まで時間)
- ・ センサーレス： f_{FORCE} (強制転流)開始から SS_FREQ 以上まで時間

表 11.60 起動失敗検出時間

レジスター: 5[3:2] TST	起動失敗検出時間 (s)
00b (Default)	0.6
01b	1.5
10b	3.0
11b	6.0

センサーレスの場合、強制転流周波数 f_{FORCE} の設定にも依存します。

起動失敗を検出すると、IC の出力を一定期間(t_{RE}) 停止した後、自動的に復帰します。

出力停止となる速度指令を与えることで **Idle mode** に移行できます。

Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、 t_{RE} を待たずに再起動します。

ラッチの場合、**Idle mode** に移行して、**Idle mode** 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、ラッチを解除して再起動できます。

ALERT 信号は、Open loop/Closed loop に移行後に解除されます。

11.4.3.8. 最小回転数異常 (UD_SPD)

センサーレスの場合、モーターの回転数が低下して強制転流周波数(f_{FORCE})以下になった場合、最小回転数異常として検出します。

最小回転数異常を検出すると、IC の出力を一定期間(t_{RE}) 停止した後、自動的に復帰します。

表 11.61 強制転流周波数設定

レジスター: 10[7:6] FST	強制転流周波数 f_{FORCE} (Hz)
00b (Default)	1.6
01b	3.2
10b	6.4
11b	12.8

出力停止となる速度指令を与えることで Idle mode に移行できます。Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、 t_{RE} 期間を待たずに再起動できます。

ラッチの場合、Idle mode に移行して、Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、ラッチを解除して再起動できます。

ALERT 信号は、Open loop/Closed loop に移行後に解除されます。

11.4.3.9. 最大回転数異常 (OV_SPD)

センサーレスの場合、モーターの回転数が最大回転周波数設定以上になった場合、最大回転数異常として検出します。

最大回転数異常を検出すると、IC の出力を一定期間(t_{RE}) 停止した後、自動的に復帰します。

表 11.62 最大回転数異常

レジスター: 5[1:0] FMAX	最大回転数異常検出周波数 (kHz)
00b (Default)	0.75
01b	1.5
10b	3.0
11b	4.5

出力停止となる速度指令を与えることで Idle mode に移行できます。Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、 t_{RE} 期間を待たずに再起動できます。

ラッチの場合、Idle mode に移行して、Idle mode 中に出力再開の速度制御指令が検出されると、ラッチを解除して再起動できます。

ALERT 信号は、Open loop/Closed loop に移行後に解除されます。

11.4.3.10. 電源過電圧検出 (OVP)

電源過電圧検出機能を内蔵しています。

電源電圧の異常上昇を検出する機能を内蔵しています。異常な電源電圧上昇を検出したら出力を OFF にすることが可能です。復帰電圧以下になったら出力が再開できます。出力再開するときは、起動シーケンスをご参照ください。

表 11.63 過電圧検出

レジスター 6:[7:4] OVP_LVL	検出電圧			復帰電圧		
	Min	Typ.	Max	Min	Typ.	Max
0000b (Default)	13.7	15.0	16.3	12.3	13.5	14.7
0001b	15.1	16.5	17.9	13.7	15.0	16.3
0010b	16.5	18.0	19.5	15.1	16.5	17.9
0011b	17.9	19.5	21.1	16.5	18.0	19.5
0100b	19.3	21.0	22.7	17.9	19.5	21.1
0101b	20.7	22.5	24.3	19.3	21.0	22.7
0110b	22.0	24.0	26.0	20.7	22.5	24.3
0111b	23.5	25.5	27.5	22.0	24.0	26.0
1000b	24.8	27.0	29.2	23.5	25.5	27.5
1001b	26.3	28.5	30.7	24.8	27.0	29.2
1010b	27.7	30.0	32.3	26.3	28.5	30.7
1011b	30.5	33.0	35.5	27.7	30.0	32.3
1100b	33.3	36.0	38.7	30.5	33.0	35.5
1101b	36.1	39.0	41.9	33.3	36.0	38.7
1110b	38.9	42.0	45.1	36.1	39.0	41.9
1111b	41.7	45.0	48.3	38.9	42.0	45.1

過電圧検出のマスク期間は、OCL と同じレジスターで設定できます。

表 11.64 過電圧検出マスク時間

レジスター: 7[1] ERR_MASK	マスク時間 (ns)
0b (Default)	500
1b	750

11.4.3.11. 過電流検出 (ISD)

IC に過大な電流が流れ続けることを抑制するため、出力段の MOSFET に流れる電流を個別に監視し、電流値がしきい値を超えると出力段を全 OFF にします。

レジスタの設定により、自動復帰とラッチ方式を選択できます。

自動復帰の場合、出力停止時間(t_{RE})を経てから出力が自動復帰します。ただし、連続 8 回出力過電流検出した場合、自動復帰せず出力段全 OFF 状態を維持します。この場合、Idle mode に入れるか、電源再投入でラッチを解除できます。

ラッチ方式の場合、出力過電流検出後出力段全 OFF 状態を維持します。Idle mode に入れるか、電源再投入でラッチを解除できます。

出力再開し、Open loop/Closed loop に移行後、エラーフラグ、ALERT 信号を解除します。

ISD 検出のマスク期間は、OCL と同じレジスタで設定できます。

表 11.65 ISD 検出マスク時間

レジスタ: 7[1] ERR_MASK	マスク時間 (ns)
0b (Default)	500
1b	750

11.4.3.12. 熱遮断 (TSD)

熱遮断 (TSD) 回路を搭載しています。

$T_j = 165\text{ }^{\circ}\text{C}$ (typ.) 以上になると熱遮断回路が動作し、出力段を全 OFF にします。

自動復帰の場合、 t_{RE} 時間を経過後 $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ (typ.) 以下になると復帰します。

ラッチ方式の場合、出力過電流検出後出力段全 OFF 状態を維持します。Idle mode に入れるか、電源再投入でラッチを解除でき、温度が $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ (typ.) 以下になると復帰します。

復帰後、Open loop/Closed loop に移行後、エラーフラグ、ALERT 信号を解除します。

11.5. シリアル I/F と NVM

シリアル I/F を経由して IC 内部のレジスターにアクセスし、各種パラメーターを設定できます。また、設定したパラメーターを NVM に保存することも可能です。

11.5.1. 通信方法

シリアル I/F 経由で、内部レジスターと通信できます。通信時のスタートコンディション、ストップコンディションおよびデータ変更可能な期間は以下に示します。

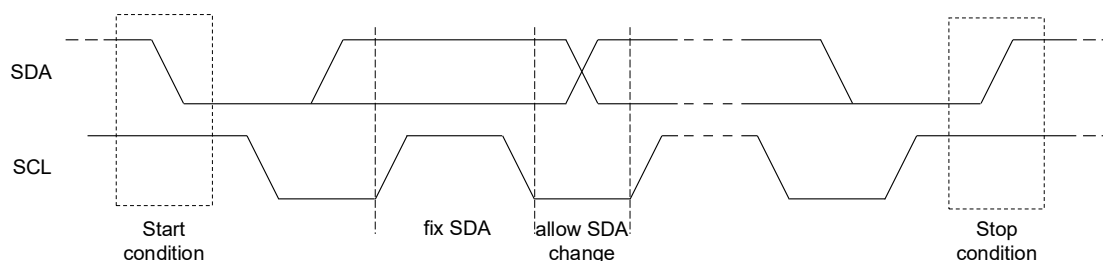


図 11.34 タイミングチャート

IC のレジスターを書き込む場合、以下の手順で送信してください。



S: スタートコンディション

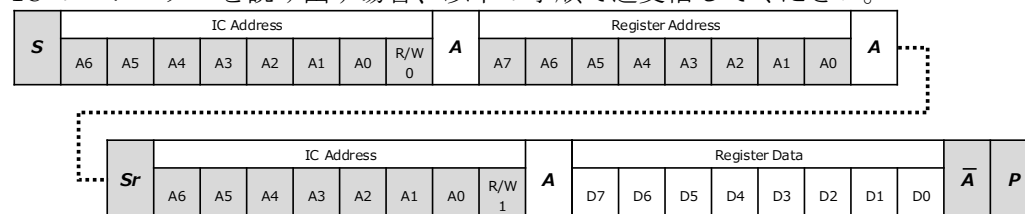
A: アクノリッジ

P: ストップコンディション

■ 上位マイコンから IC へ

□ IC から上位マイコンへ

IC のレジスターを読み出す場合、以下の手順で送受信してください。



S: スタートコンディション

A: アクノリッジ

$\bar{A}$: ノットアクノリッジ

Sr: スタートコンディション (リピータースタートコンディション)

P: ストップコンディション

■ 上位マイコンから IC へ

□ IC から上位マイコンへ

11.5.2. レジスター詳細

表 11.66 レジスター詳細

Address	Bit	名称	説明	R/W	初期値	NVM
0	7	VM_UVLO	VM 低電圧異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
	6	VM_OVP	VM 過電圧異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
	5	ISD	過電流異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
	4	TSD	過熱異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
	3	LOCK	モーターロックフラグ (0:正常, 1:ロック)	R	0	—
	2	ST_FAIL	起動失敗フラグ (0:正常, 1:起動失敗)	R	0	—
	1	UD_SPD	最小回転数異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
	0	OV_SPD	最大回転数異常フラグ (0:正常, 1:異常)	R	0	—
1	7:6	SPD_SEL [1:0]	SPD 指令入力設定	R/W	00	Yes
	5	SPD_INV	SPD 入力極性 (0: 正ロジック, 1: 逆ロジック)	R/W	0	Yes
	4	DIR_INV	DIR 入力極性 (0: 正ロジック, 1: 逆ロジック)	R/W	0	Yes
	3	BRK_INV	BRAKE 入力極性 (0: 正ロジック, 1: 逆ロジック)	R/W	0	Yes
	2		Reserved (変更しないでください)	R/W	1	Yes
	1	HALL_INV	Hall 信号極性反転 (0: 正ロジック, 1: 逆ロジック)	R/W	0	Yes
	0	HALL_PU	HU/HV/HW 端子 Pull up 抵抗設定 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
2	7:5	FG_SEL [2:0]	FG パルス数設定	R/W	000	Yes
	4:2	FG_ON [2:0]	FG 出力条件設定	R/W	000	Yes
	1	FG_PORT	FG の出力端子	R/W	0	Yes
	0	STBY	Standby mode 設定 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
3	7	ALT_UVLO	VM UVLO 異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	6	ALT_OVP	VM 過電圧異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	5	ALT_ISD	過電流異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	4	ALT_TSD	過熱異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	3	ALT_LOCK	ロック、起動失敗、最小回転数異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	2	ALT_OVS	最大回転数異常出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	1	REP_HSPD	回転数制限検出出力 (0: 出力しない, 1: 出力)	R/W	0	Yes
	0	ALERT_INV	ALERT 信号極性設定 (0: L=異常, 1: Hi-Z=異常)	R/W	0	Yes
4	7	DIS_VM_UVLO	VM UVLO 異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	6	DIS_OVP	VM 過電圧異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	5	DIS_ISD	過電流異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	4	DIS_TSD	過熱異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	3	DIS_LOCK	ロック、起動失敗、最小回転数異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	2	DIS_OVSPD	最大回転数異常マスク (0: 異常検出有効, 1: 異常検出無効)	R/W	0	Yes
	1	DIS_OCL	電流リミットマスク (0: 電流リミット有効, 1: 電流リミット無効)	R/W	0	Yes
	0	LATCH	異常からの復帰方式 (0: 自動復帰, 1: ラッチ)	R/W	0	Yes

Address	Bit	名称	説明	R/W	初期値	NVM
5	7	TON	ロック検出時間 (0: 0.3 s, 1: 0.6 s)	R/W	0	Yes
	6:4	TRE [2:0]	自動復帰時間	R/W	000	Yes
	3:2	TST [1:0]	起動失敗検出時間	R/W	00	Yes
	1:0	FMAX [1:0]	最大回転数異常検出周波数	R/W	00	Yes
6	7:4	OVP_LVL [3:0]	過電圧検出電圧/復帰電圧設定	R/W	0000	Yes
	3	CYC_CHG	減速判定 (0: 減速判定あり, 1: 減速判定なし)	R/W	0	Yes
	2	OCL_ACT	電流リミット検出後動作(正弦波駆動のみ)	R/W	0	Yes
	1:0	OCL_VTH [1:0]	電流リミット検出内部基準電圧	R/W	00	Yes
7	7:5	WAIT_TIME [2:0]	Wait sequence の時間	R/W	000	Yes
	4		Reserved (変更しないでください)	R/W	0	Yes
	3	WAIT_MODE	Wait sequence の動作(0: Hi-Z, 1: ショートブレーキ)	R/W	0	Yes
	2	WAIT_CON	Wait sequence 後の状態	R/W	0	Yes
	1	ERR_MASK	検出マスク時間	R/W	0	Yes
	0	PLB_ENB	電源遮断ブレーキ (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
8	7:4	WAVE_TYPE [3:0]	駆動方式	R/W	0000	Yes
	3	120DELTA	0: 変化なし, 1: CCW 時 60°進む	R/W	0	Yes
	2:0	FPWM [2:0]	出力 PWM 周波数設定	R/W	000	Yes
9	7:5	SS_FREQ [2:0]	ソフトスタート切り替え周波数	R/W	000	Yes
	4:2	SS_CUR [2:0]	起動電流	R/W	000	Yes
	1	SS_DC	(変更しないでください)	R/W	0	Yes
	0	REV_ST	反転からの起動 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
10	7:6	FST [1:0]	強制転流周波数設定	R/W	00	Yes
	5	CHG_INTV	Duty 変化単位時間(0: 2.7 ms, 1: 10.8 ms)	R/W	0	Yes
	4:3	DC_CUR [1:0]	直流励磁電流	R/W	00	Yes
	2:0	TIP [2:0]	直流励磁時間	R/W	000	Yes
11	7:5	SS_DUTY_CL [2:0]	ソフトスタート中加減速速度設定	R/W	000	Yes
	4:2	DUTY_CL [2:0]	Open Loop / Closed loop 加減速速度設定	R/W	000	Yes
	1:0	COMP_HYS [1:0]	空転時位置検出コンパレーターのヒステリシス電圧	R/W	00	Yes
12	7:6	OUT_SR [1:0]	出力スルーレート調整	R/W	00	Yes
	5:3		Reserved (変更しないでください)	R/W	000	Yes
	2:0	LA_TYPE [2:0]	進角タイプ設定	R/W	000	Yes
13	7	LA_REF	進角制御の基準(0: 出力 Duty 基準, 1: SPD 指令基準)	R/W	0	Yes
	6:0	LA [6:0]	進角設定	R/W	ALL0	Yes
14	7:0	LA_MAXSPD [7:0]	最大進角値の SPD 値	R/W	ALL0	Yes
15	7:0	LA_CHGSPD [7:0]	2 次曲線変曲点の SPD 値/ 自動進角開始ポイント	R/W	ALL0	Yes
16	7:0	LA_OFFSET [7:0]	LA offset と SPD offset の設定	R/W	ALL0	Yes
17	7	SEN_TYPE	センサー設定 (0: センサーあり, 1: センサーレス)	R/W	0	Yes
	6:0	IC_ADDR [6:0]	シリアル通信用 IC アドレス	R/W	0101001	Yes
18	7:5	POLE_PAIR [2:0]	モーターの極対数設定	R/W	000	Yes
	4:3	DN_LIM [1:0]	減速時目標回転数変動量	R/W	00	Yes
	2:0	RPM_RANGE [2:0]	回転数範囲設定	R/W	000	Yes
19	7:0	MAX_RPM [7:0]	最大回転数設定	R/W	ALL0	Yes

Address	Bit	名称	説明	R/W	初期値	NVM
20	7:0	MAX_RPM [15:8]	最大回転数設定	R/W	ALL0	Yes
21	7:0	ST_DUTY [7:0]	Start duty = ST_DUTY	R/W	ALL0	Yes
22	7:0	ST_RPM [7:0]	Start RPM = MAX_RPM×ST_RPM / 256	R/W	ALL0	Yes
23	7:0	STOP_DUTY [7:0]	Stop duty = STOP_DUTY	R/W	ALL0	Yes
24	7:0	MAX_DUTY [7:0]	Max duty = MAX_DUTY +257	R/W	ALL0	Yes
25	7:6	KPX [1:0]	Kp ゲイン倍数 (00: x2, 01: x8, 10: x32, 11: x64)	R/W	00	Yes
	5:0	KP [5:0]	Kp ゲイン	R/W	ALL0	Yes
26	7:6	KIX [1:0]	Ki ゲイン倍数 (00: x2, 01: x8, 10: x32, 11: x64)	R/W	00	Yes
	5:0	KI [5:0]	Ki ゲイン	R/W	ALL0	Yes
27	7	OPENLOOP	0: Closed loop, 1: Open loop	R/W	0	Yes
	6	NOSTOP	停止しないモード (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	5	MAXOFF	SPD 指令 OFF 時全速 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	4	MAXOPEN	最大 Duty 以上 Open loop (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	3:0	MAXDUTY_HYS [3:0]	Open loop ⇄ Closed loop のヒステリシス	R/W	0000	Yes
28	7	P1_ENB	変曲点 1 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	6:0	P1_DUTY [6:0]	変曲点 1 の Duty 設定	R/W	0	Yes
29	7:0	P1_RPM [7:0]	変曲点 1 の回転速度設定	R/W	0	Yes
30	7	P2_ENB	変曲点 2 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	6:0	P2_DUTY [6:0]	変曲点 2 の Duty 設定	R/W	0	Yes
31	7:0	P2_RPM [7:0]	変曲点 2 の回転速度設定	R/W	0	Yes
32	7	P3_ENB	変曲点 3 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	6:0	P3_DUTY [6:0]	変曲点 3 の Duty 設定	R/W	0	Yes
33	7:0	P3_RPM [7:0]	変曲点 3 の回転速度設定	R/W	0	Yes
34	7	P4_ENB	変曲点 4 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	6:0	P4_DUTY [6:0]	変曲点 4 の Duty 設定	R/W	0	Yes
35	7:0	P4_RPM [7:0]	変曲点 4 の回転速度設定	R/W	0	Yes
36	7	P5_ENB	変曲点 5 (0: 無効, 1: 有効)	R/W	0	Yes
	6:0	P5_DUTY [6:0]	変曲点 5 の Duty 設定	R/W	0	Yes
37	7:0	P5_RPM [7:0]	変曲点 5 の回転速度設定	R/W	0	Yes
38	7:0	SPD [7:0]	速度指令	R/W	0	—
39	7:6	SPD [9:8]	速度指令	R/W	0	—
40	7:0	HZ_CNT [7:0]	回転周波数	R	0	—
41	7:0	HZ_CNT [15:8]	回転周波数	R	0	—
86	0	NVM_WR	NVM の READ/WRITE (0:READ 可,1:WRITE 可)	R/W	0	—
87	0	NVM_ST	NVM 処理 (0:処理終了,1: 処理開始)	R/W	0	—

12. 外形图

12.1. TB67B030FNG 外形图

P-HTSSOP28-0510-0.65-001

Unit: mm

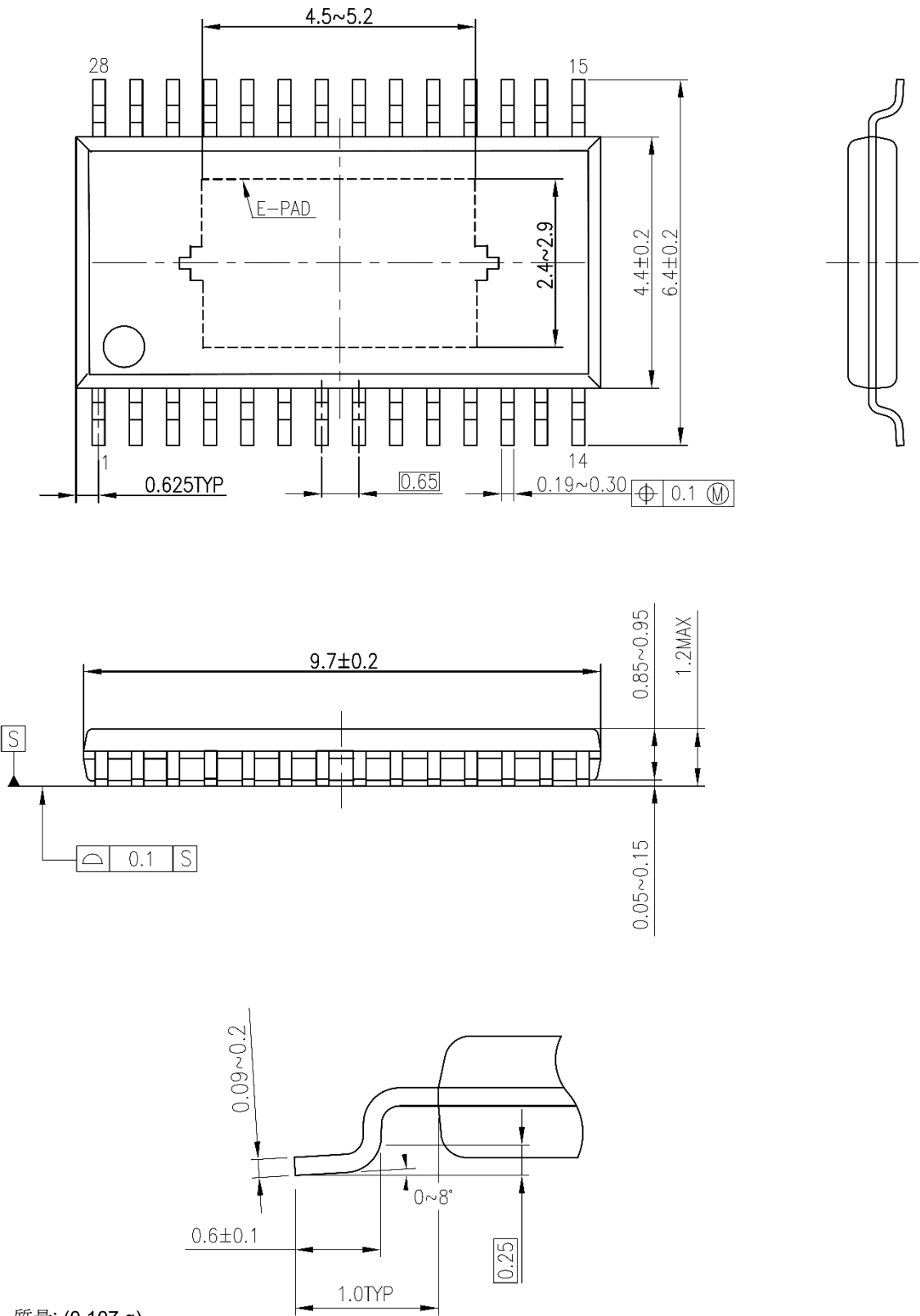


图 12.1 TB67B030FNG 外形图

13. 記載内容の留意点

ブロック図

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

等価回路

等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

タイミングチャート

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

応用回路例

応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。

また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。

14. 使用上のご注意およびお願い事項

14.1. 使用上の注意事項

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

14.2. 使用上の留意点

- (1) 過電流保護回路
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) 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
IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度(T_j) 以下になるように設計してください。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ェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（生命直結機器）、車載・輸送機器、防衛関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>