

東芝 CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

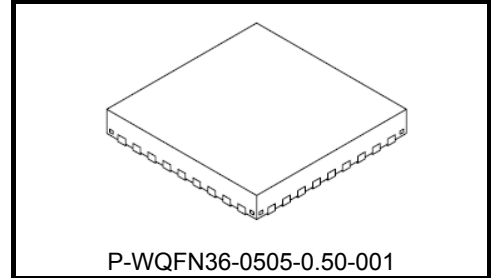
TC78B016FTG

正弦波 PWM 駆動方式 3 相ブラシレスモータドライバ

本製品は正弦波 PWM 駆動方式 3 相全波ブラシレスモータドライバです。速度制御入力で PWM のデューティを可変し、回転数を制御することができます。ホール信号は 3 センサに対応しています。

特 長

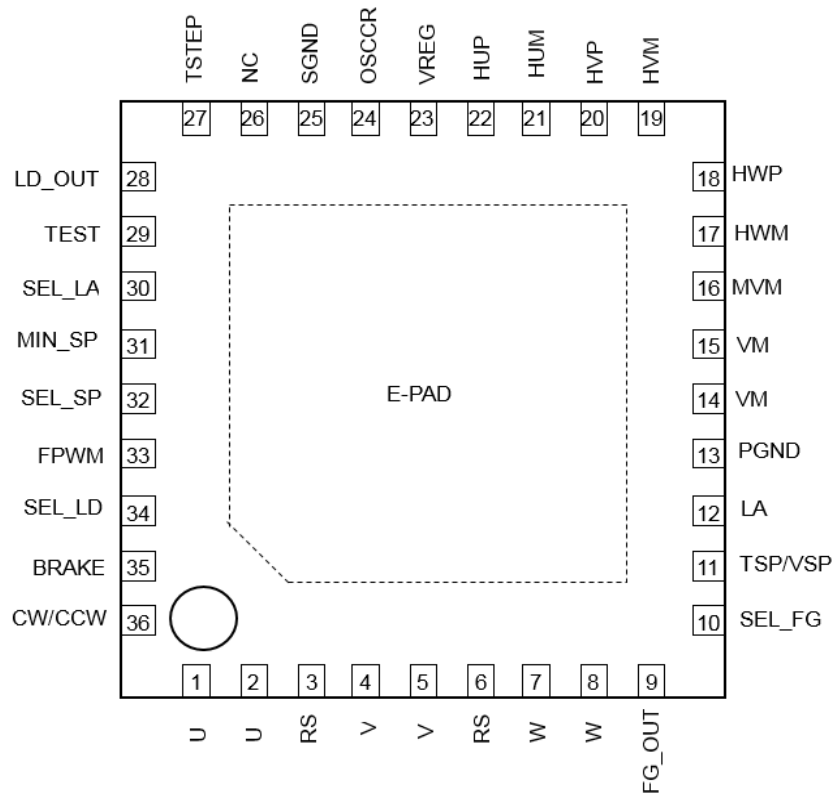
- 自動進角制御機能を内蔵(InPAC: Intelligent Phase Control)
- 3 相全波駆動方式
- 正弦波 PWM 駆動方式
- ホールアンプ内蔵 (ホール素子/ホール IC 対応)
- 電源電圧: 絶対最大定格: 40 V
- 出力電流: 絶対最大定格: 3 A
- 速度制御入力信号の選択可能
パルスデューティ信号入力/アナログ電圧入力
- PWM 周波数選択可能
- PWM 制御の最小デューティの設定可能
- PWM 制御の加減速レートの設定可能
- 進み角制御機能の選択可能:
自動進角機能 (周波数比例方式 / 位相制御方式) / 外部進角制御機能 (0~58°を 32 段階)
- 回転方向の端子選択可能
- ブレーキ機能の端子装備
- ロック検出機能の選択可能
- 再起動機能
- 回転数検出信号 (FG_OUT):
1 パルス/電気角 360°, 3 パルス/電気角 360°
- ロック検出信号 (LD_OUT)
- 電源電圧監視機能内蔵
- 過電流検出回路 (ISD)内蔵
- 熱遮断回路 (TSD)内蔵
- 低電圧検出回路 (UVLO)内蔵
- 電流制限回路内蔵: 検出抵抗外付け
- 起動設定の調整可能



質量 : 0.06 g (標準)

ピン配置図

<Top View>



注 1: 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 IC 内部のチップ裏面と電気的に接続されており、GND に接続してください。

注 2: U, V, W, VM, RS 端子は各 2 端子ありますので、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, SGND の 2 端子あり、外部のパターンでショートして使用してください。

端子説明

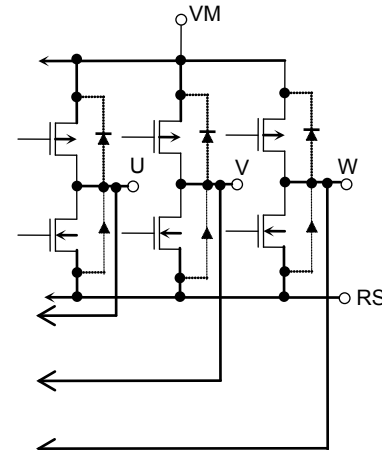
端子番号	端子記号	I/O	端子説明
1	U	O	U 相出力端子
2	U	O	U 相出力端子
3	RS	—	出力電流検出抵抗接続端子
4	V	O	V 相出力端子
5	V	O	V 相出力端子
6	RS	—	出力電流検出抵抗接続端子
7	W	O	W 相出力端子
8	W	O	W 相出力端子
9	FG_OUT	O	回転数検出信号出力端子
10	SEL_FG	I	FG 分周比選択端子
11	TSP/VSP	I	速度指令端子
12	LA	I	進み角設定入力端子
13	PGND	—	グランド接続端子
14	VM	—	モータ用電源端子
15	VM	—	モータ用電源端子
16	MVM	I	電源電圧監視端子
17	HWM	I	W 相ホール素子入力端子(-)
18	HWP	I	W 相ホール素子入力端子(+)
19	HVM	I	V 相ホール素子入力端子(-)
20	HVP	I	V 相ホール素子入力端子(+)
21	HUM	I	U 相ホール素子入力端子(-)
22	HUP	I	U 相ホール素子入力端子(+)
23	VREG	—	基準電圧出力端子 (5 V)
24	OSCCR	—	内部 OSC 設定用端子
25	SGND	—	グランド接続端子
26	NC	—	NC 端子
27	TSTEP	—	PWM デューティ増減時間設定端子
28	LD_OUT	O	ロック検出信号出力端子
29	TEST	I	テスト用端子
30	SEL_LA	I	進角制御モード選択端子
31	MIN_SP	I	最小出力 ON デューティ設定端子
32	SEL_SP	I	速度指令方式選択端子
33	FPWM	I	PWM 周波数選択入力端子
34	SEL_LD	I	モータロック検出機能選択端子
35	BRAKE	I	ブレーキ ON/OFF 端子
36	CW/CCW	I	正転/逆転回転方向選択入力端子

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。

名称	入出力信号備考	入出力内部回路
HUP HUM HVP HVM HWP HWM	入力端子 ヒステリシス $\pm 8 \text{ mV}$ (typ.)	
CW/CCW BRAKE	入力端子 H: 2 V (最小) L: 0.8 V (最大)	
SEL_SP SEL_LA	入力端子 オープンで使用する場合、Middle レベルの Function となります。オープンで使用する際は実機評価で十分確認の上、使用ください。	
SEL_FG MIN_SP LA FPWM SEL_LD	入力端子 必ず電位を印加して使用ください。	
TSP/VSP	速度制御信号入力端子	

名称	入出力信号備考	入出力内部回路
VREG	<p>基準電圧出力端子</p> <p>VREG = 5 V (typ.)</p> <p>SGND 間に電圧安定用コンデンサ (推奨値: 0.1 μF) を接続してください。</p>	
FG_OUT LD_OUT	<p>オープンドレイン出力</p> <p>High を出力するために IC 外部でプルアップする必要があります。</p>	
MVM	<p>電源電圧監視入力端子</p> <p>必ず電位を入力してください。</p>	
TEST	<p>テスト用端子</p> <p>SGND に接続してください。</p>	
TSTEP	<p>PWM デューティ増減時間設定端子</p> <p>SGND 間にコンデンサを接続してください。</p>	
OSCCR	<p>内部発振周波数設定端子</p> <p>VREG 間に 27 kΩ、SGND 間に 360 pF を接続してください。</p>	

名称	入出力信号備考	入出力内部回路
VM U V W RS	VM: モータ用電源端子 U, V, W 相出力端子 RS: 出力電流検出抵抗接続端子	

絶対最大定格 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	VM	40	V
入力電圧	V _{IN1} (注 1)	-0.3~6	V
	V _{IN2} (注 2)	-0.3~VREG + 0.3	V
	V _{IN3} (注 3)	-0.3~2.5	V
出力電圧	V _{OUT1} (注 4)	40	V
	V _{OUT2} (注 5)	40	V
出力電流	I _{OUT1} (注 6)	3 (注 9)	A
	I _{OUT2} (注 7)	10	mA
	I _{OUT3} (注 8)	40	mA
許容損失	P _D	4.1 (注 10)	W
動作温度	T _{opr}	-40~105	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

注: 最大定格は瞬時たりとも超えてはならない規格です。

最大定格を超えると IC の破壊や劣化や損傷の原因となり、IC 以外にも破壊や損傷や劣化を与えるおそれがあります。いかなる動作条件においても必ず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。

注 1: V_{IN1} 端子: TSP/VSP, CW/CCW, BRAKE

注 2: V_{IN2} 端子: HUP, HUM, HVP, HVM, HWP, HWM, SEL_LD, SEL_FG, CW/CCW, BRAKE, MIN_SP, MVM, SEL_SP, LA, FPWM, SEL_LA, TEST

注 3: V_{IN3} 端子: RS

注 4: V_{OUT1} 端子: U, V, W

注 5: V_{OUT2} 端子: FG_OUT、LD_OUT

注 6: I_{OUT1} 端子: U, V, W

注 7: I_{OUT2} 端子: FG_OUT、LD_OUT

注 8: I_{OUT3} 端子: VREG

注 9: 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 (T_{j(max)} = 150°C) を超えないように設計を行ってください。

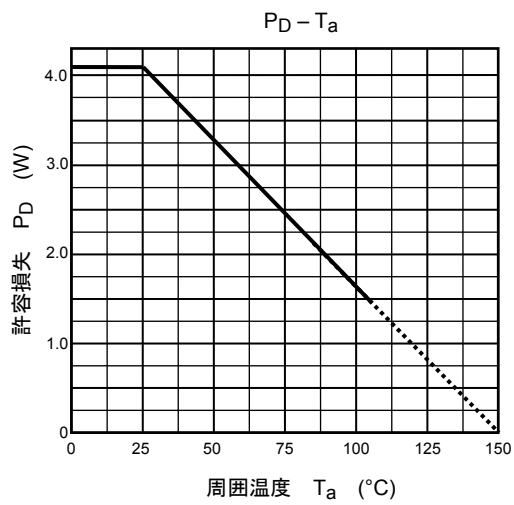
注 10: 基板実装時 (4 層基板、FR4、76.2 mm × 114.3 mm × 1.6 mm) R_{th(j-a)} = 30.5°C/W

動作範囲

項目	記号	最小	最大	単位
電源電圧	V_{Mopr}	6	30	V

許容損失 (参考値)

基板実装時 (4層基板、FR4、76.2 mm x 114.3 mm x 1.6 mm) $R_{th(j-a)} = 30.5^{\circ}\text{C/W}$



電気的特性 (Ta = 25°C)

項目		記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	
電源電流		IM	Ivreg = 0 mA	—	6.0	8.5	mA	
入力電流		IIN1A	TSP/VSP (SEL_SP = VREG)	-1	—	1	μA	
		IIN1D(H)	TSP/VSP = 5 V (SEL_SP = Open, GND)	—	100	150		
		IIN1D(L)	TSP/VSP = 0 V (SEL_SP = Open, GND)	-1	—	1		
		IIN2	SEL_FG, MIN_SP, LA, FPWM, SEL_LD	-1	—	1		
		IN3(H)	V _{IN} = 5 V FST, SEL_SP, LA, SEL_LA	—	100	150		
		IN3(L)	V _{IN} = 0 V FST, SEL_SP, LA, SEL_LA	-150	-100	—		
		IN4(H)	V _{IN} = 5 V CW/CCW, BRAKE	—	100	150		
		IN4(L)	V _{IN} = 0 V CW/CCW, BRAKE,	-1	0	—		
		IN5	MVM	-1	—	1		
ホール素子入力	入力感度	V _S	差動入力	40	—	—	mVpp	
	同相入力範囲	V _W	—	0.5	—	3.5	V	
	入力ヒステリシス	V _H	(参考値)	±4	±8	±12	mV	
ホールIC入力		V _{IN4}	H	HUP, HVP, HWP:	V _{REG} -1	—	V _{REG}	V
			L	HUM, HVM, HWM = V _{REG} /2	0	—	0.8	
入力電圧		V _{IN1} (H)	TSP/VSP (SEL_SP = Open, GND)	2.0	—	5.5	V	
		V _{IN1} (L)		GND	—	0.8		
		V _{IN2} (H)	CW/CCW, BRAKE	2.0	—	5.5		
		V _{IN2} (L)	CW/CCW, BRAKE	GND	—	0.8		
		V _{IN3} (H)	MVM L→H: 正弦波駆動→120度通電	1.9	2.0	2.1		
		V _{IN3} (L)	MVM H→L: 120度通電→正弦波駆動	1.7	1.8	1.9		
入力ヒステリシス幅		V1hys	(参考値) TSP/VSP SEL_SP = GND	0.3	0.4	0.5	V	
		V2hys	(参考値) CW/CCW, BRAKE	0.3	0.4	0.5		
FG_OUT/LD_OUT 出力 Low 電圧		V _{OUT}	I _{OUT} = 5 mA	GND	—	0.5	V	
FG_OUT/LD_OUT リーク電流		I _L OUT	V _{OUT} = 30 V	—	0	2	μA	
U, V, W 端子出力オン抵抗		R _{ON} (H+L)	(I _{OUT} = 1 A)	—	0.24	0.33	Ω	
U, V, W 端子出力リーク電流		I _L (H)	V _{OUT} = 0 V	-10	0	—	μA	
		I _L (L)	V _{OUT} = 30 V	—	0	10		
電流制限検出マスク時間		TRS	(参考値)	—	1.2	—	μs	
RS 端子電流検出電圧		VRS	—	0.225	0.25	0.275	V	
PWM 発振周波数		FPWM3	(参考値) FPWM = "3"	22.5	25	27.5	kHz	
		FPWM2	(参考値) FPWM = "2"	180	200	220		
		FPWM1	(参考値) FPWM = "1"	90	100	110		
		FPWM0	(参考値) FPWM = "0"	45	50	55		
OSC 周波数		OSC	(参考値) OSCCR: 27 kΩ, 360 pF	11.7	13	14.3	MHz	

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
TSTEP 端子設定時間	Tsoft	(参考値) TSTEP = 0.01 μ F	—	0.100	—	s
ロック検出時間	Tlock1	(参考値) SEL_LD = "0"	—	0.5	—	s
ロック復帰時間	Tlock2	(参考値) SEL_LD = "0"	—	5	—	s
過電流検出マスク時間	TISD	(参考値)	—	1.9	—	μ s
過電流検出電流値	ISD	(参考値)	3	4.5	6	A
熱遮断回路	TSD	(参考値)	150	165	180	$^{\circ}$ C
	TSDhys	(参考値) 復帰ヒステリシス	—	15	—	
VM 端子低電圧検出電圧	VMUVLO	—	5.0	5.3	5.7	V
VM 端子低電圧復帰電圧	VMUVLOR	—	5.3	5.6	6.0	V
VREG 出力電圧	VREG	IVREG = -40 mA (注)	4.7	5	5.3	V

- ・(参考値) の項目は製品出荷時のテストは実施しておりません。
- ・(注) 電源電圧の動作範囲以下では VREG 出力電圧は VM 端子の電源電圧と IVREG 条件により電気的特性の最小値以下になる可能性がありますので、VM 端子の電源電圧が VMUVLO 付近で実機評価で動作問題無いことを十分確認ください。

設定段数と入力電圧の関係

SEL_SP SEL_LA	SEL_FG	FPWM SEL_LD	MIN_SP	LA (SEL_LA = "1")	LA (SEL_LA = "0", "2")	入力電圧 (VREG 表記)		入力電圧 (VREG = 5 V 時)	
						最小	最大	最小	最大
2	1	3	8	7	31	Vreg/256*160	Vreg	3.125	5
					30	Vreg/256*155	Vreg/256*159	3.027	3.105
7		6	29	Vreg/256*150	Vreg/256*154	2.93	3.008		
			28	Vreg/256*145	Vreg/256*149	2.832	2.910		
6		5	27	Vreg/256*140	Vreg/256*144	2.734	2.813		
			26	Vreg/256*135	Vreg/256*139	2.637	2.715		
5		4	25	Vreg/256*130	Vreg/256*134	2.539	2.617		
			24	Vreg/256*125	Vreg/256*129	2.441	2.520		
4		3	23	Vreg/256*120	Vreg/256*124	2.344	2.422		
			22	Vreg/256*115	Vreg/256*119	2.246	2.324		
3		2	21	Vreg/256*110	Vreg/256*114	2.148	2.227		
			20	Vreg/256*105	Vreg/256*109	2.051	2.129		
2		1	1	1	19	Vreg/256*100	Vreg/256*104	1.953	2.031
					18	Vreg/256*95	Vreg/256*99	1.855	1.934
1		0	0	0	17	Vreg/256*90	Vreg/256*94	1.758	1.836
					16	Vreg/256*85	Vreg/256*89	1.66	1.738
0	0	0	0	15	Vreg/256*80	Vreg/256*84	1.563	1.641	
				14	Vreg/256*75	Vreg/256*79	1.465	1.543	
0	0	0	0	13	Vreg/256*70	Vreg/256*74	1.367	1.445	
				12	Vreg/256*65	Vreg/256*69	1.27	1.348	
0	0	0	0	11	Vreg/256*60	Vreg/256*64	1.172	1.250	
				10	Vreg/256*55	Vreg/256*59	1.074	1.152	
0	0	0	0	9	Vreg/256*50	Vreg/256*54	0.977	1.055	
				8	Vreg/256*45	Vreg/256*49	0.879	0.957	
0	0	0	0	7	Vreg/256*40	Vreg/256*44	0.781	0.859	
				6	Vreg/256*35	Vreg/256*39	0.684	0.762	
0	0	0	0	5	Vreg/256*30	Vreg/256*34	0.586	0.664	
				4	Vreg/256*25	Vreg/256*29	0.488	0.566	
0	0	0	0	3	Vreg/256*20	Vreg/256*24	0.391	0.469	
				2	Vreg/256*15	Vreg/256*19	0.293	0.371	
0	0	0	0	1	Vreg/256*10	Vreg/256*14	0.195	0.273	
				0	0	Vreg/256*9	0	0.176	

動作説明

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。

1. 基本動作

始動時は、120度通電で駆動します。位置信号が1 Hz以上の回転数に達すると、位置検出信号からロータ位置を推定して、正弦波 PWM 駆動をします。

始動~1 Hz : 120度 PWM 駆動
 1 Hz~ : 正弦波 PWM 駆動

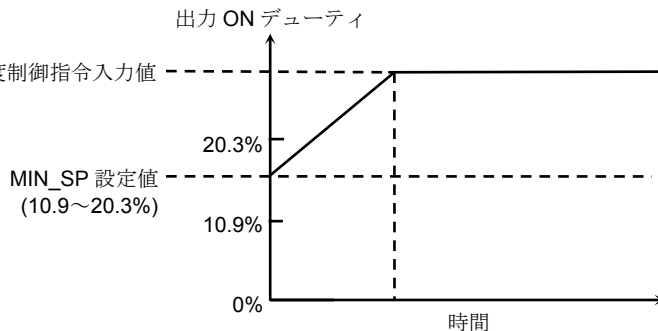
2. 起動時の動作

MIN_SP 端子の設定で起動時の ON デューティが決まります。

1) MIN_SP = "1~7" (10.9%~20.3%) 設定時

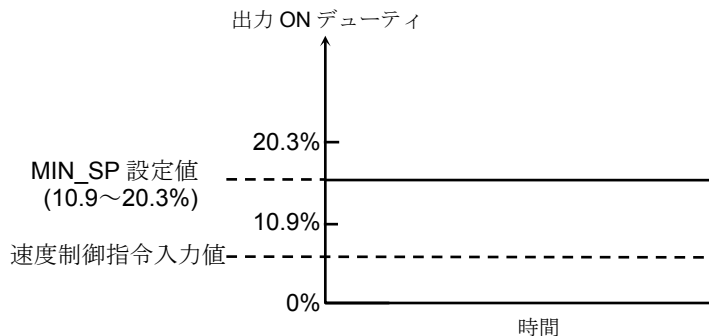
・速度制御指令値 > MIN_SP 設定の場合

MIN_SP 端子で設定された ON デューティから出力を開始します。



・速度制御指令値 ≤ MIN_SP 設定の場合

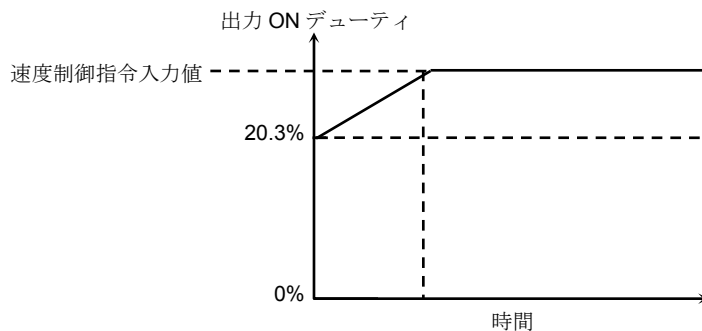
MIN_SP 端子で設定された ON デューティから出力を開始します。



2) MIN_SP = "8" 設定時

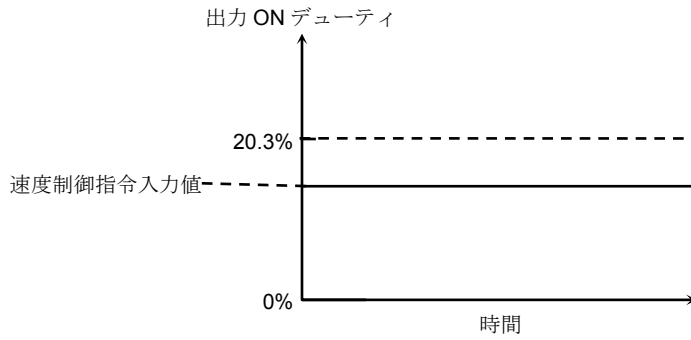
・速度制御指令値 > 20.3% の場合

20.3% の ON デューティから出力を開始します。



・速度制御指令値 $\leq 20.3\%$ の場合

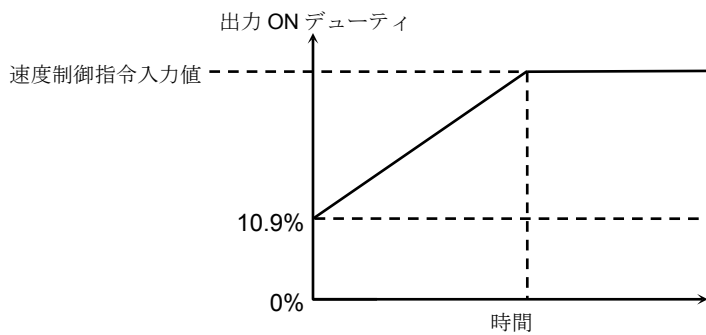
速度制御指令入力の ON デューティから出力を開始します。



3) MIN_SP = "0" 設定時

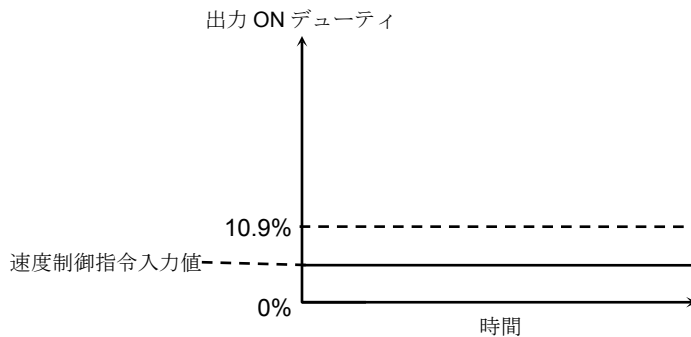
・速度制御指令値 $> 10.9\%$ の場合

10.9%の ON デューティから出力を開始します。



・速度制御指令値 $\leq 10.9\%$ の場合

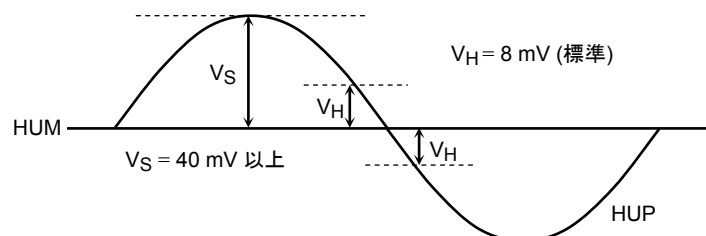
速度制御指令入力の ON デューティから出力を開始します。



3. 位置検出端子

<Hall 素子入力>

同相電圧範囲は、 $V_W = 0.5 \sim 3.5 \text{ V}$ となります。また、入力ヒステリシスは、 $V_H = 8 \text{ mV}$ (標準) です。



<Hall IC 入力>

使用条件： HUP, HVP, HWP = GND \sim VREG
HUM, HVM, HWM = VREG/2

4. 異常検知時の動作

異常検知は以下のように設定されています。

1. ISD 動作時
2. TSD 動作時
3. モータ拘束検出の動作時
4. 過電圧検出の動作時

1, 2, 3 を異常検知した場合、正弦波 PWM 駆動になるまで LD_OUT 端子は L レベルを出力します。

5. モータロック検出機能

スタート指令を入力後、Ton 期間内に位置信号が切り替わらない場合、駆動出力を OFF し、SEL_LD 端子で設定された駆動期間 Ton と停止期間 Toff の間欠動作を繰り返します。TSP/VSP 端子に出力 ON デューティを 0% の指令を入力にすると Toff 期間が解除され、TSP/VSP 端子にスタート指令信号を入力すると再始動します。異常検出の解除は、2 ms 以上 0% の速度制御指令を入力してください。

Ton と Toff は SEL_LD 端子により下表で設定されます。

SEL_LD 端子 設定段数	機能説明
3	モータロック検出機能は無効
2	Ton = 1 s (typ.), Toff = 10 s (typ.)
1	Ton = 0.5 s (typ.), Toff = 10 s (typ.)
0	Ton = 0.5 s (typ.), Toff = 5 s (typ.)

6. 正転／逆転機能

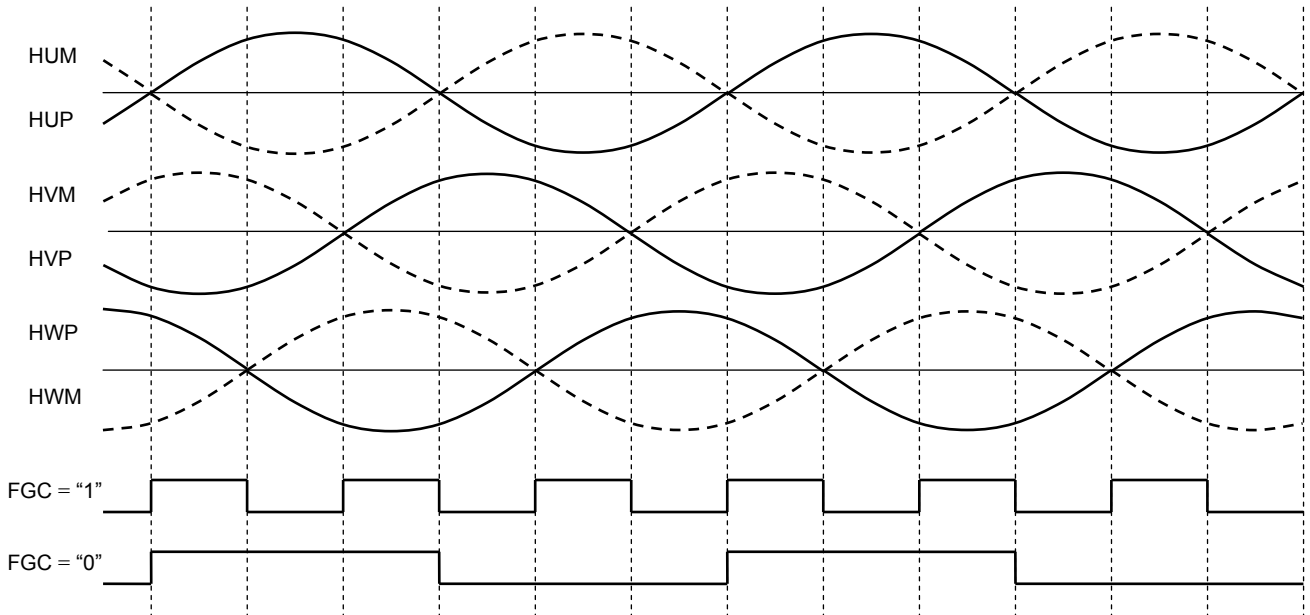
CW/CCW = Low で正転方向に回転し、CW/CCW = High で逆転方向に回転します。

CW/CCW 端子	出力の通電相順番
L	正転方向: U→V→W→U→ . . .
H	逆転方向: W→V→U→W→ . . .

7. 回転数出力機能

ホール信号に基づいた回転パルスを出力します。SEL_FG 端子により 1 パルス/電気角、3 パルス/電気角の切り替えが可能です。

SEL_FG 端子 設定段数	FG_OUT
1	3 パルス/電気角
0	1 パルス/電気角



8. 速度制御

TSP/VSP 端子の入力信号により起動、停止と出力 PWM デューティ制御しモータの回転数を制御することが可能になります。TSP/VSP 端子の入力信号は SEL_SP 端子でパルスデューティ制御とアナログ電圧制御を選択することができます。

SEL_SP 端子 設定段数	TSP/VSP 端子入力制御
2	アナログ電圧制御
1	パルスデューティ制御
0	テストモード

1) TSP/VSP 端子アナログ電圧制御時 (SEL_SP = "2")

TSP/VSP 端子の 0.625 V (標準) 以上で起動シーケンスを開始し、0.625 V (標準) 以下でリセットされます。

$0 \leq \text{VSP/TSP (アナログ電圧制御時)} \leq \text{VAD (L)} : 0.625 \text{ V (標準)}$

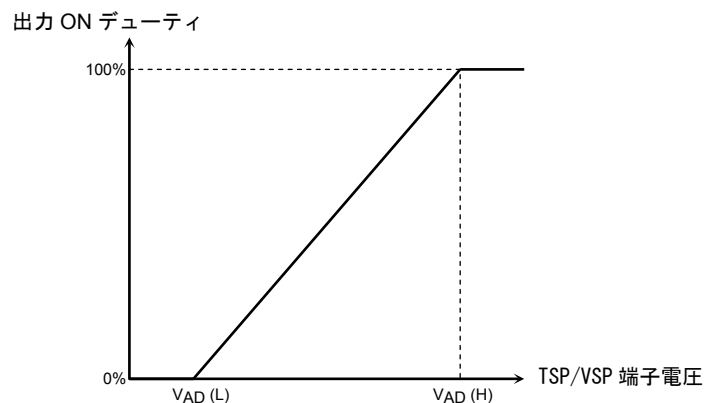
→ Duty = 0%

$\text{VAD (L)} : 0.625 \text{ V (標準)} \leq \text{VSP/TSP (アナログ電圧制御時)} \leq \text{VAD (H)} : 3.125 \text{ V (標準)}$

→ 下図 (1/128~128/128)

$\text{VAD (H)} 3.125 \text{ V (標準)} \leq \text{VSP/TSP (アナログ電圧制御時)} \leq \text{VREG}$

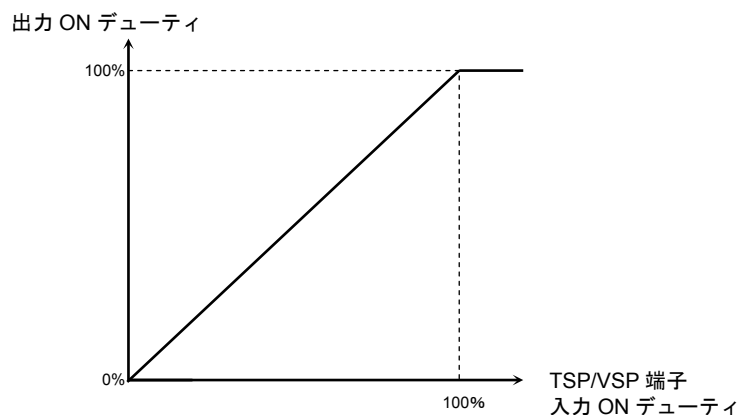
→ Duty = 100% (128/128)



2) TSP/VSP 端子パルスデューティ制御時 (SEL_SP = "1")

TSP/VSP 端子に PWM 信号が入力されると起動シーケンスを開始します。

オンデューティ 0.2 μs 以下の入力信号は反応しない可能性があり、オフデューティ 1 ms 以上では停止の状態と判断するため、TSP/VSP 端子に入力するパルス周波数は 1 kHz~100 kHz にしてください。



9. 最小出力 ON デューティ設定機能

出力 ON デューティの最小値は MIN_SP 端子の入力電圧により決定されます。

MIN_SP 端子 設定段数	最小出力 デューティ	起動時のデューティ
8	0%	速度制御指令値 > 20.3% : 20.3% 速度制御指令値 ≤ 20.3% : 速度制御指令値
7	20.3%	20.3%
6	18.8%	18.8%
5	17.2%	17.2%
4	15.6%	15.6%
3	14.1%	14.1%
2	12.5%	12.5%
1	10.9%	10.9%
0	0%	速度制御指令値 > 10.9% : 10.9% 速度制御指令値 ≤ 10.9% : 速度制御指令値

10. PWM 周波数

アナログ電圧制御とパルスデューティ制御時の出力 PWM 周波数は FPWM 端子の入力電圧により決定されます。PWM 周波数は、モータの電氣的周波数に対して十分高い周波数で、またドライブ回路のスイッチング性能内で決定してください。

FPWM 端子 設定段数	PWM 周波数
3	25 kHz
2	200 kHz
1	100 kHz
0	50 kHz

11. 進角制御

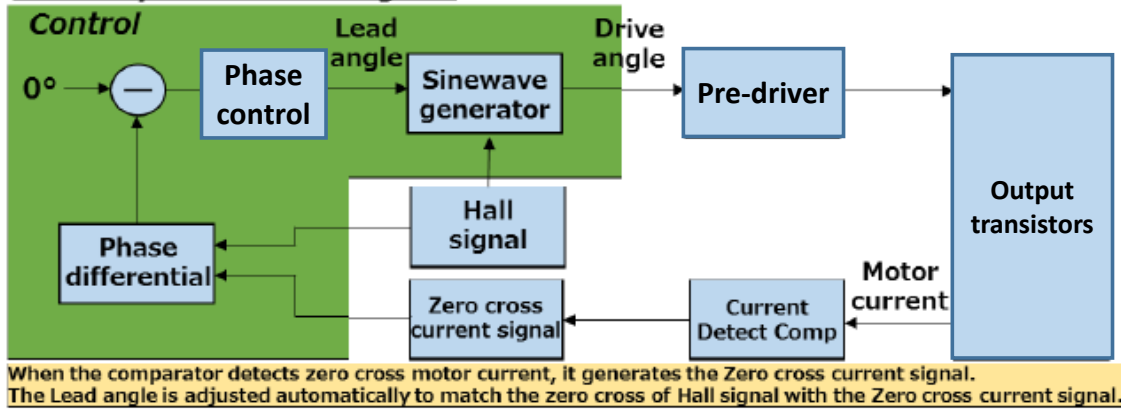
モータインピーダンスなどの影響により回転数変化でモータ電圧とモータ電流には位相差が生じ、効率を悪化する要因になります。効率を良くするにはこの位相差をなくす進角制御が必要となります。進角制御のモードを SEL_LA 端子と LA 端子により選択します。

SEL_LA 端子 設定段数	機能説明
2	自動進角 : InPAC(Intelligent Phase Control)制御 LA 端子の入力電圧によりオフセット値を選択
1	自動進角 : 周波数比例方式 LA 端子の入力電圧により自動進角モードを選択
0	外部入力 : LA 端子の入力電圧により進角値を設定

1) InPAC(Intelligent Phase Control)機能による自動進角制御 (SEL_LA="2")

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

InPAC System Block Diagram



ホール素子の機械的位置のずれにより、モータの誘起電圧とホール信号の位相差がある場合、ホール信号の位相は、LA 端子電圧によって-28.125~28.125°の範囲で電氣的にオフセットを補正することができます。

LA 端子アナログ入力 (0~3.125 V を 32 分割)。

LA 端子電圧とオフセット値の関係は、下表を参照ください。

CW/CCW = L と CW/CCW = H のオフセットは符号が逆になります。

When CW/CCW = L

Number of steps	LA [V]	Offset [deg]	Number of steps	LA [V]	Offset [deg]
31	3.125	-28.125	15	1.563	28.125
30	3.027	-26.250	14	1.465	26.250
29	2.930	-24.375	13	1.367	24.375
28	2.832	-22.500	12	1.270	22.500
27	2.734	-20.625	11	1.172	20.625
26	2.637	-18.750	10	1.074	18.750
25	2.539	-16.875	9	0.977	16.875
24	2.441	-15.000	8	0.879	15.000
23	2.344	-13.125	7	0.781	13.125
22	2.246	-11.250	6	0.684	11.250
21	2.148	-9.375	5	0.586	9.375
20	2.051	-7.500	4	0.488	7.500
19	1.953	-5.625	3	0.391	5.625
18	1.855	-3.750	2	0.293	3.750
17	1.758	-1.875	1	0.195	1.875
16	1.660	0	0	0	0

When CW/CCW = H

Number of steps	LA [V]	Offset [deg]	Number of steps	LA [V]	Offset [deg]
31	3.125	28.125	15	1.563	-28.125
30	3.027	26.250	14	1.465	-26.250
29	2.930	24.375	13	1.367	-24.375
28	2.832	22.500	12	1.270	-22.500
27	2.734	20.625	11	1.172	-20.625
26	2.637	18.750	10	1.074	-18.750
25	2.539	16.875	9	0.977	-16.875
24	2.441	15.000	8	0.879	-15.000
23	2.344	13.125	7	0.781	-13.125
22	2.246	11.250	6	0.684	-11.250
21	2.148	9.375	5	0.586	-9.375
20	2.051	7.500	4	0.488	-7.500
19	1.953	5.625	3	0.391	-5.625
18	1.855	3.750	2	0.293	-3.750
17	1.758	1.875	1	0.195	-1.875
16	1.660	0	0	0	0

2)自動進角 (SEL LA = "1")

周波数のしきい値には+0 Hz/-50 Hz のヒステリシスがあります。

進角値 [deg]

LA 設定段数	電気角周波数 [Hz]									
	0 ~100	100 ~200	200 ~300	300 ~400	400 ~500	500 ~600	600 ~700	700 ~800	800 ~900	900 ~1000
7	0	1.875	1.875	1.875	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	5.625
6	0	1.875	1.875	3.750	3.750	5.625	5.625	7.500	7.500	9.325
5	0	1.875	1.875	3.750	5.625	7.500	7.500	9.325	11.250	13.125
4	0	1.875	3.750	5.625	9.325	11.250	13.125	15.000	18.750	20.625
3	0	1.875	5.625	7.500	11.250	13.125	16.875	18.750	22.500	24.375
2	0	3.750	5.625	9.325	13.125	16.875	18.750	22.500	26.250	30.000
1	0	3.750	7.500	11.250	15.000	18.750	22.500	26.250	30.000	33.750
0	0	1.875	3.750	5.625	7.500	9.325	11.250	13.125	15.000	16.875

進角値 [deg]

LA 設定段数	電気角周波数 [Hz]										
	1000 ~1100	1100 ~1200	1200 ~1300	1300 ~1400	1400 ~1500	1500 ~1600	1600 ~1700	1700 ~1800	1800 ~1900	1900 ~2000	2000 ~
7	5.625	5.625	5.625	7.500	7.500	7.500	7.500	9.375	9.375	9.375	9.375
6	9.325	11.250	11.250	13.125	13.125	15.000	15.000	16.875	16.875	18.750	18.750
5	13.125	15.000	16.875	18.750	18.750	20.625	22.500	24.375	24.375	26.250	28.125
4	22.500	24.375	28.125	30.000	31.875	33.750	37.500	39.375	41.250	43.125	46.875
3	28.125	30.000	33.750	35.625	39.375	41.250	45.000	46.875	50.625	52.500	56.250
2	31.875	35.625	39.375	43.125	45.000	48.750	52.500	56.250	58.125	58.125	58.125
1	37.500	41.250	45.000	48.750	52.500	56.250	56.250	56.250	56.250	56.250	56.250
0	18.750	20.625	22.500	24.375	26.250	28.125	30.000	31.875	33.750	35.625	37.500

3) 外部入力 (SEL_LA = "0")

誘起電圧に対する通電信号を 0~58.125° の範囲で進み角を補正することができます。
LA 端子アナログ入力 (0~3.125 V を 32 分割)

$$0 \text{ V} = 0^\circ$$

$$3.125 \text{ V} = 58.125^\circ \text{ (3.125 V 以上が入力された場合は } 58.125^\circ \text{ とします)}$$

(数値は設計値)

段数	LA [V]	進角 [deg]	段数	LA [V]	進角 [deg]
31	3.125	58.125	15	1.563	28.125
30	3.027	56.250	14	1.465	26.250
29	2.930	54.375	13	1.367	24.375
28	2.832	52.500	12	1.270	22.500
27	2.734	50.625	11	1.172	20.625
26	2.637	48.750	10	1.074	18.750
25	2.539	46.875	9	0.977	16.875
24	2.441	45.000	8	0.879	15.000
23	2.344	43.125	7	0.781	13.125
22	2.246	41.250	6	0.684	11.250
21	2.148	39.375	5	0.586	9.375
20	2.051	37.500	4	0.488	7.500
19	1.953	35.625	3	0.391	5.625
18	1.855	33.750	2	0.293	3.750
17	1.758	31.875	1	0.195	1.875
16	1.660	30.000	0	0.000	0.000

4) 自動進角 (SEL_LA="2")

ホール信号のオフセットを-28~28度の範囲で補正することができます。
LA 端子アナログ入力 (0~3.125 V を 32 分割)

CW/CCW = L と CW/CCW = H のオフセットは符号が逆になります。

CW/CCW = L 時

段数	LA [V]	オフセット [deg]	段数	LA [V]	オフセット [deg]
31	3.125	-28.125	15	1.563	28.125
30	3.027	-26.250	14	1.465	26.250
29	2.930	-24.375	13	1.367	24.375
28	2.832	-22.500	12	1.270	22.500
27	2.734	-20.625	11	1.172	20.625
26	2.637	-18.750	10	1.074	18.750
25	2.539	-16.875	9	0.977	16.875
24	2.441	-15.000	8	0.879	15.000
23	2.344	-13.125	7	0.781	13.125
22	2.246	-11.250	6	0.684	11.250
21	2.148	-9.375	5	0.586	9.375
20	2.051	-7.500	4	0.488	7.500
19	1.953	-5.625	3	0.391	5.625
18	1.855	-3.750	2	0.293	3.750
17	1.758	-1.875	1	0.195	1.875
16	1.660	0	0	0	0

CW/CCW = H 時

段数	LA [V]	オフセット [deg]	段数	LA [V]	オフセット [deg]
31	3.125	28.125	15	1.563	-28.125
30	3.027	26.250	14	1.465	-26.250
29	2.930	24.375	13	1.367	-24.375
28	2.832	22.500	12	1.270	-22.500
27	2.734	20.625	11	1.172	-20.625
26	2.637	18.750	10	1.074	-18.750
25	2.539	16.875	9	0.977	-16.875
24	2.441	15.000	8	0.879	-15.000
23	2.344	13.125	7	0.781	-13.125
22	2.246	11.250	6	0.684	-11.250
21	2.148	9.375	5	0.586	-9.375
20	2.051	7.500	4	0.488	-7.500
19	1.953	5.625	3	0.391	-5.625
18	1.855	3.750	2	0.293	-3.750
17	1.758	1.875	1	0.195	-1.875
16	1.660	0	0	0	0

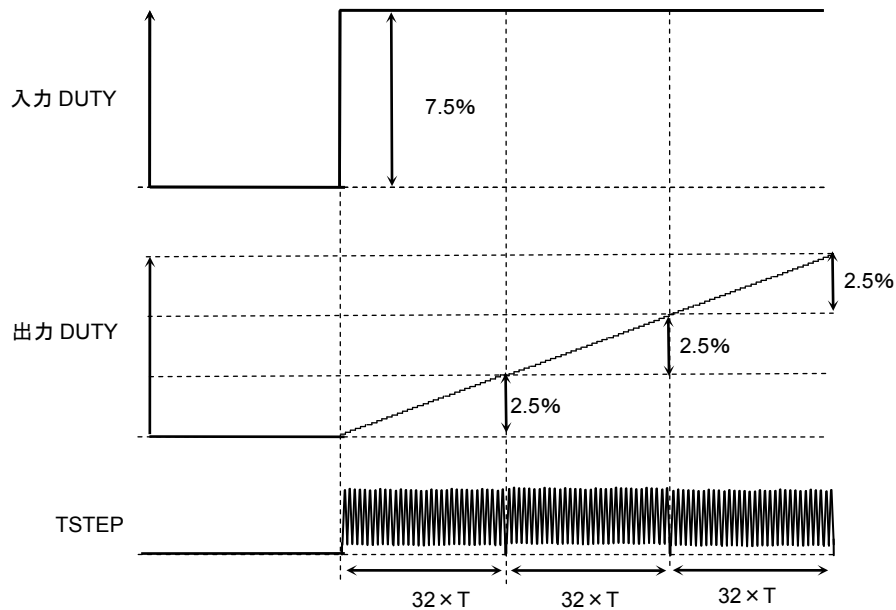
12. 加減速制御の設定

TSTEP 端子はコンデンサを接続することで TSP/VSP 端子の入力制御信号のデューティが増加時、減少時に出力デューティに反映されるまでの時間を設定することができます。(約 $0.078\%/T$) このことにより起動時に徐々に加速、減速することができます。また、動作中に出力 ON デューティが 0% の速度指令が入力されると、減速機能は無効となり出力はオフします。ただし、入力制御信号のデューティの変動が 2.5% 以下の場合には PWM 周期ごとに出力デューティに反映されます。

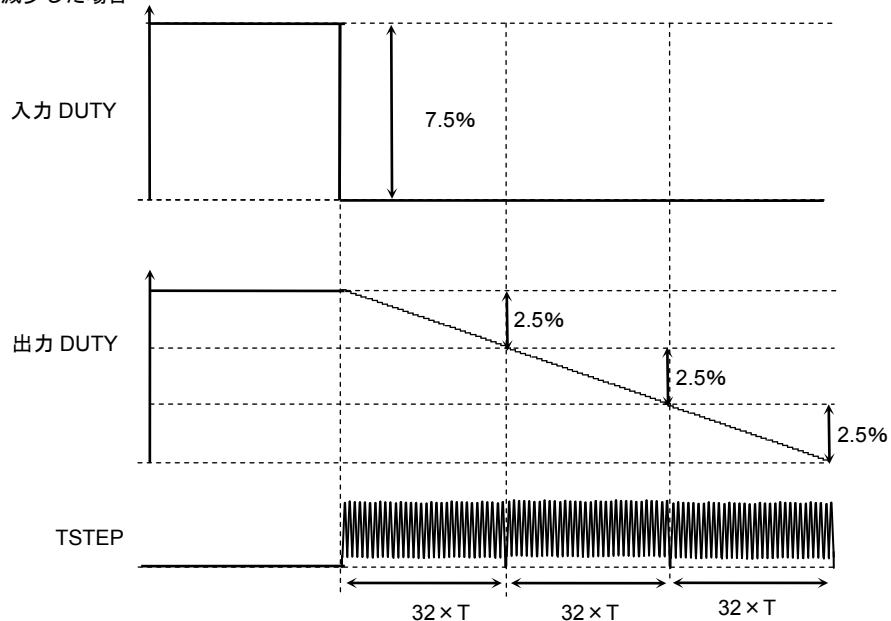
加速時間、減速時間: (例) $C = 0.01 \mu\text{F}$ の場合、 $32 \times T = 32 \times 0.313 \times C \times 10^6 = \text{約 } 0.100 \text{ s}$

また、動作中に出力 ON デューティが 0% の速度指令が入力されると、減速機能は無効となり出力はオフします。このとき、出力デューティは 0% にリセットされます。再起動時は TSP/VSP 端子に 2 ms 以上 0% の速度制御指令を入力後、スタート指令信号を入力してください。

入力 DUTY を 7.5% 増加した場合



入力 DUTY を 7.5% 減少した場合



13. ブレーキ機能

BRAKE 端子を High 入力するとブレーキになり、モータを停止させることが可能になります。
モータ駆動中に BRAKE 端子を L から H にすると、位置信号周波数が 40Hz 以下になるまで逆転ブレーキし、位置信号周波数が 40Hz 以下になるとショートブレーキとなりモータを停止させます。ただし、TSP/VSP 端子の出力デューティ指令が 0% で BRAKE 端子を L から H にすると、下表のシーケンス動作になります。

BRAKE	機能説明
High	ブレーキ
Low or open	通常動作

TSP/VSP 端子の出力デューティ指令 0% 時に BRAKE 端子を L から H にした場合

状態	ブレーキシーケンス
位置信号周波数: 40 Hz 以下	ショートブレーキ
位置信号周波数: 40 Hz 以上	逆転ブレーキ → ショートブレーキ

14. 過電源電圧監視機能

MVM = 2.0 V (標準) 以上の場合、120 度通電となります。
0.2 V (標準) のヒステリシスを持っており、復帰は 1.8 V (標準) 以下となります。

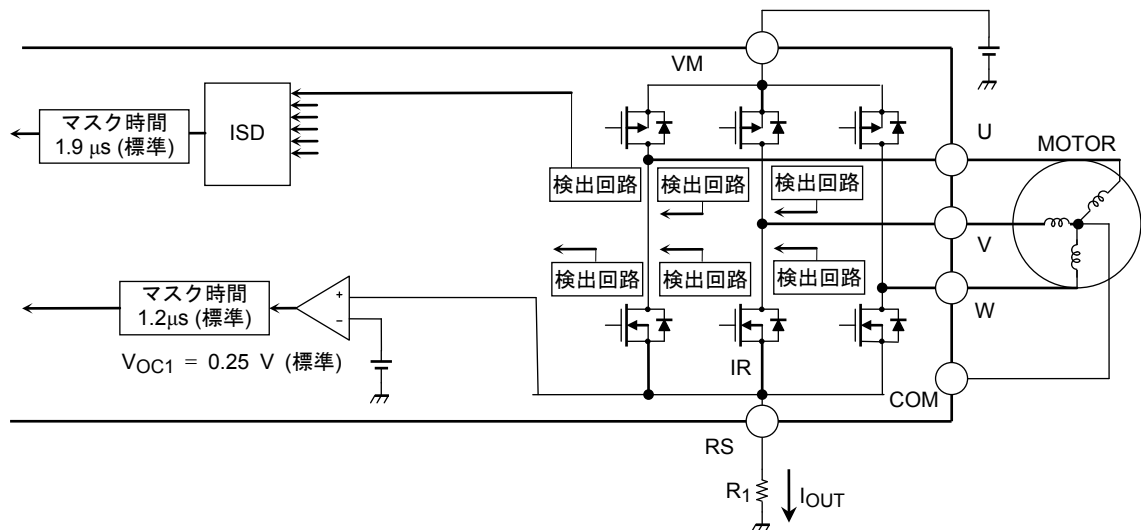
MVM	機能説明
MVM > 2.0 V (typ.)	120 度通電
MVM < 1.8 V (typ.)	正弦波 PWM 駆動 SEL_LA = "2" のとき進角 0 度、 SEL_LA = "1", "0" のときは設定された進角になります。

15. 電流制限回路

電流制限回路は上側の出力トランジスタを OFF して電流を制限し、PWM の ON タイミングで復帰します。出力に電流が流れた場合、抵抗 R_1 によって検出し、過電流検出電圧 $V_{RS} = 0.25 \text{ V}$ (標準) に到達することで回路が動作します。

電流制限回路が動作する電流値 $I_{OUT} = \text{過電流検出電圧 } V_{RS} / \text{検出抵抗 } R_1$ になります。ノイズによる誤動作防止のため、 $1.2 \mu\text{s}$ (標準) のマスク時間を設けています。

例) R_1 抵抗値を 0.3Ω に設定した場合、 I_{OUT} (標準) $= 0.25 \text{ V (標準)} / 0.3 \Omega \approx 0.83 \text{ A}$



16. 過電流検出回路 (ISD)

6つの出力パワートランジスタに流れる電流に過電流検出機能を内蔵しており、絶対最大定格以上の検出値を超えるとすべての出力を OFF (ハイインピーダンス: Hi-Z) します。TSP/VSP 端子により速度制御指令の出力 ON デューティを 0% に設定することで異常検出が解除されます。異常検出の解除は、2 ms 以上 0% の速度制御指令を入力してください。

17. 熱遮断回路 (TSD)

熱遮断回路を内蔵しており、ジャンクション温度 (T_j) が 165°C (標準) を超えると出力 OFF (ハイインピーダンス: Hi-Z) となります。また、 15°C (標準) のヒステリシスを持っています。

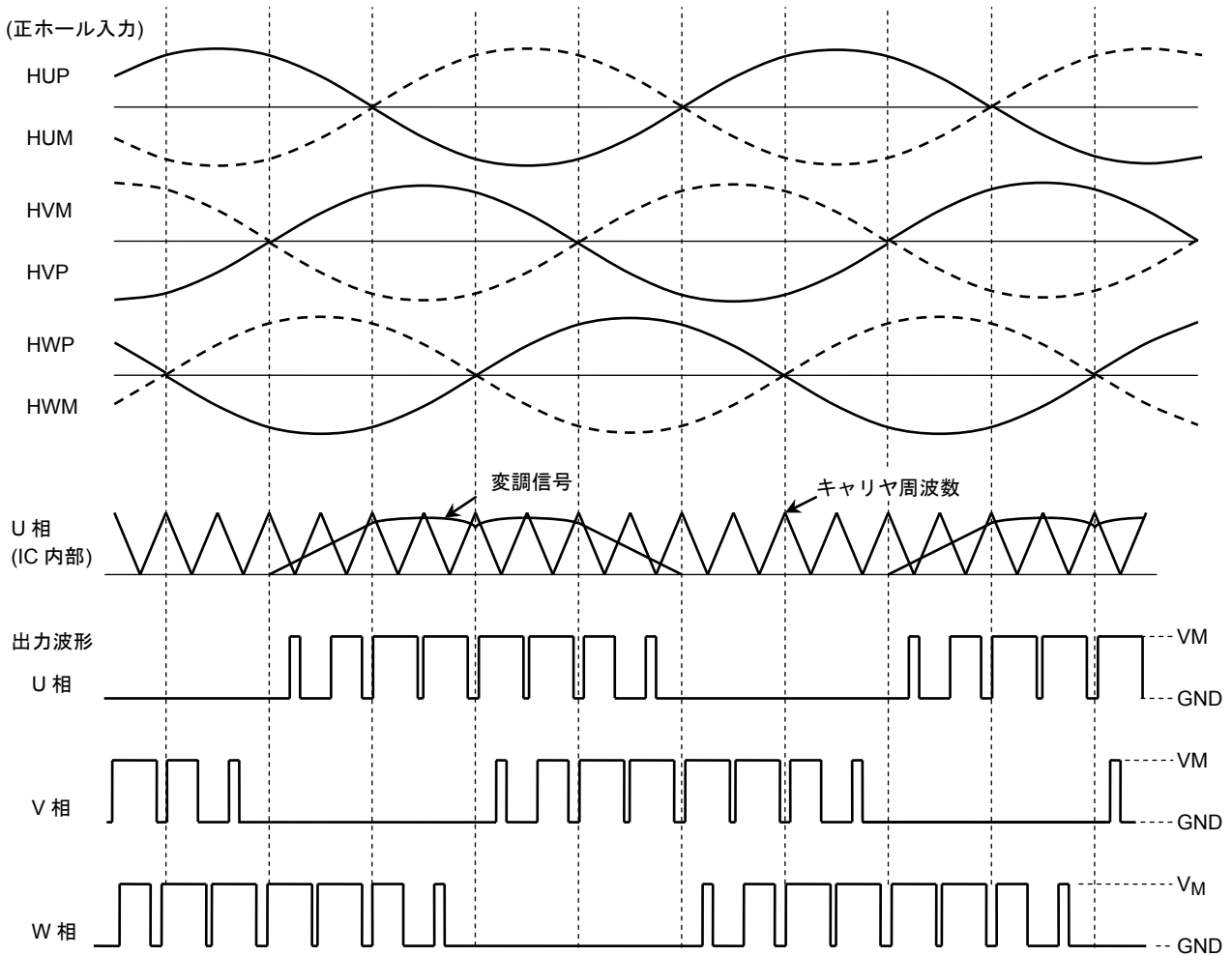
熱遮断回路の動作後の復帰温度は $T_{SD} - T_{SDhys}$ となります。

$T_{SD} = 165^\circ\text{C}$ (標準) $T_{SDhys} = 15^\circ\text{C}$ (標準)

18. 低電圧検出回路 (UVLO)

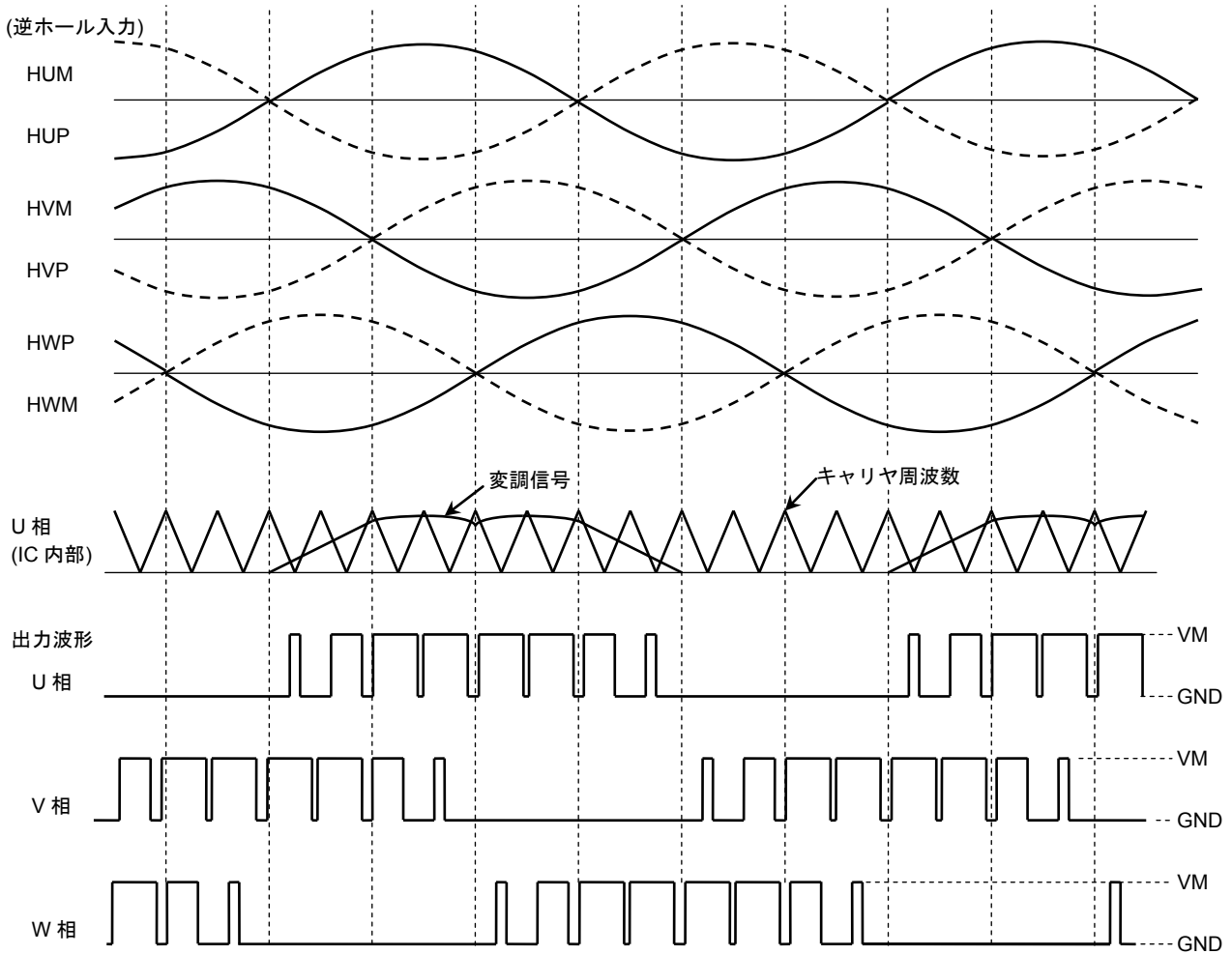
低電圧検出機能を内蔵しており、 $V_M = 5.3 \text{ V}$ (標準) 以下の場合、U, V, W, FG_OUT, LD_OUT の出力端子は OFF (ハイインピーダンス: Hi-Z) となります。0.3 V (標準) のヒステリシスを持っており、復帰は 5.6 V (標準) となります。

タイミングチャート：正弦波 PWM 駆動
 (CW/CCW = Low, 進角：0 度, 正ホール入力 1 Hz 以上)



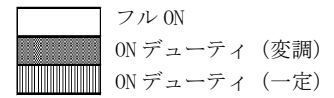
注： タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しております。

タイミングチャート：正弦波 PWM 駆動
(CW/CCW = High, 進角：0 度, 逆ホール入力)



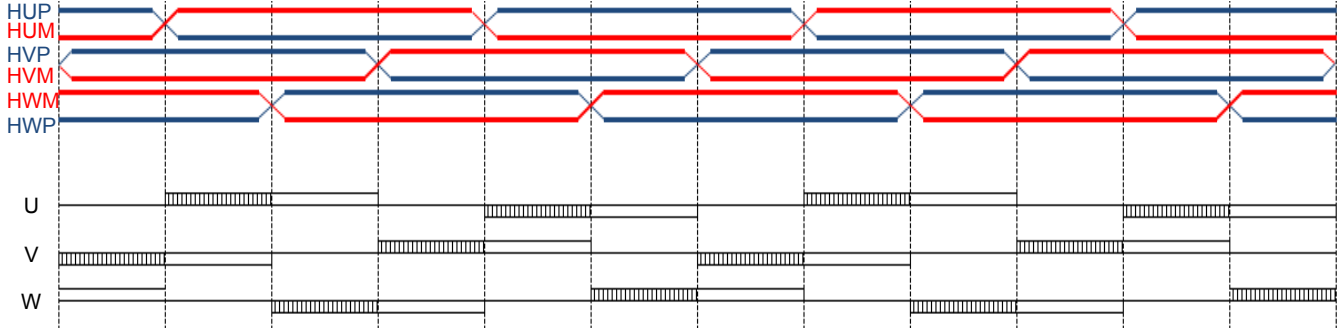
注： タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しております。

タイミングチャート : 120 度 PWM 駆動

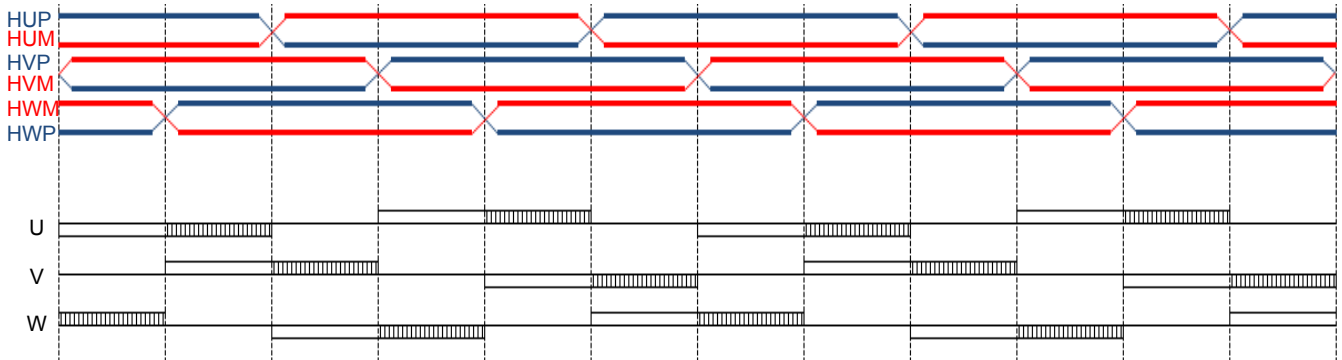


(1) CW/CCW = L

120 度 : 位置信号が正方向 1 Hz 以下、MVM 端子電圧 > 2.0 V (typ.) 時 [MVM 端子電圧 < 1.8 V (typ.) で正弦波駆動に復帰]

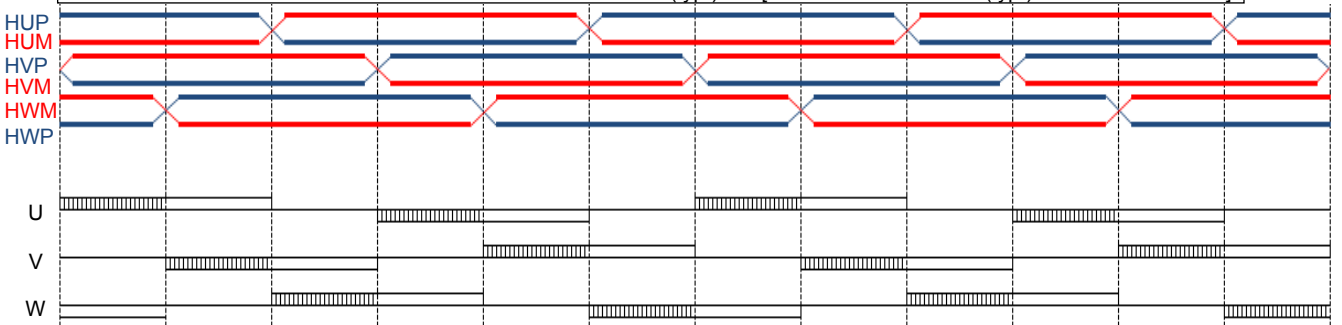


120 度 : 位置信号が逆方向

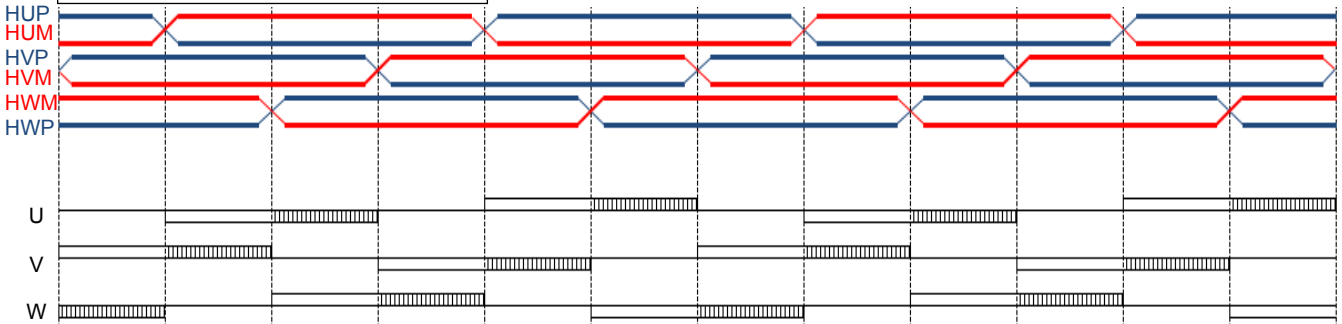


(2) CW/CCW = H

120 度 : 位置信号が逆方向 1 Hz 以下、MVM 端子電圧 > 2.0 V (typ.) 時 [MVM 端子電圧 < 1.8 V (typ.) で正弦波駆動に復帰]

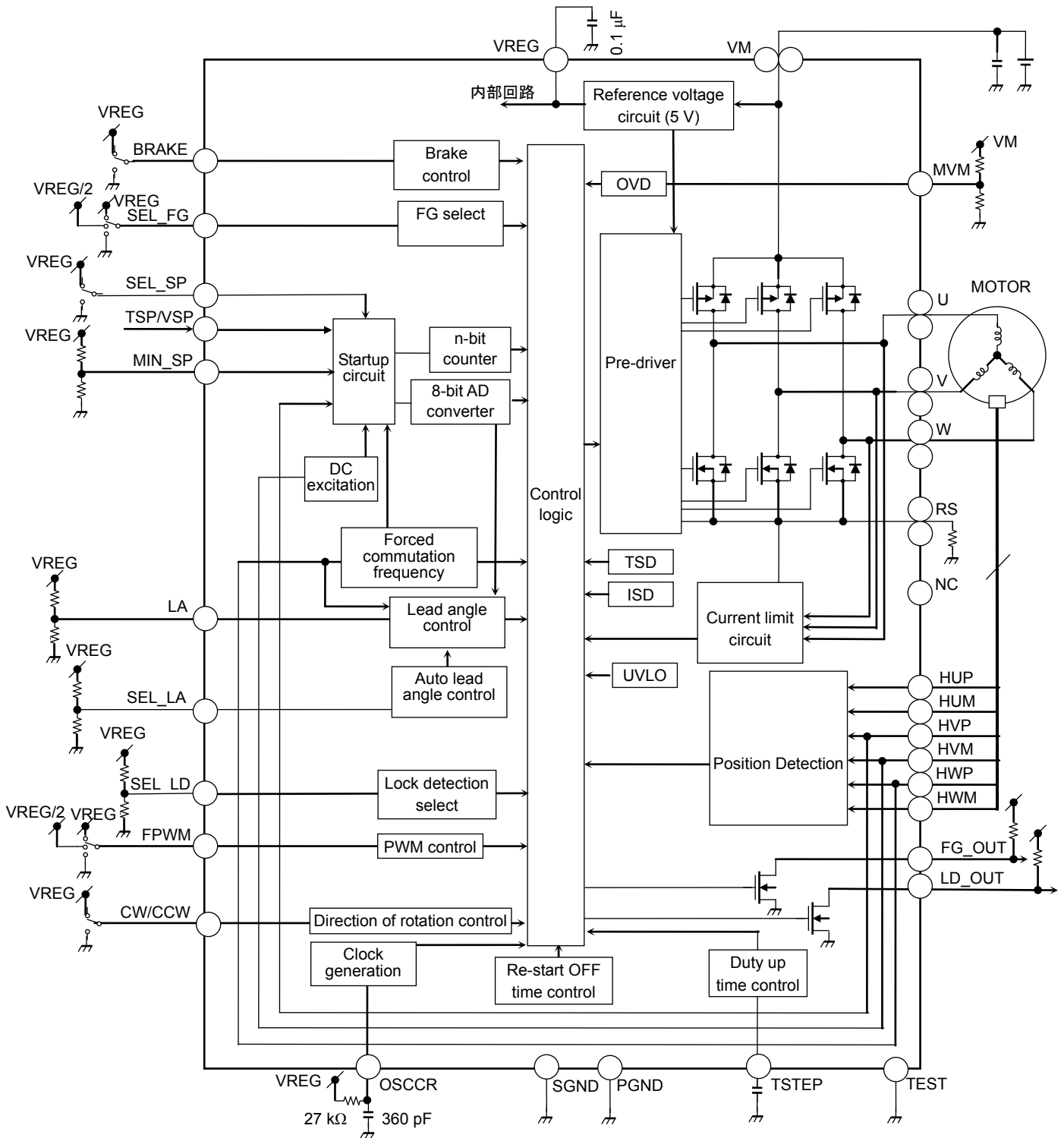


120 度 : 位置信号が正方向



応用回路例

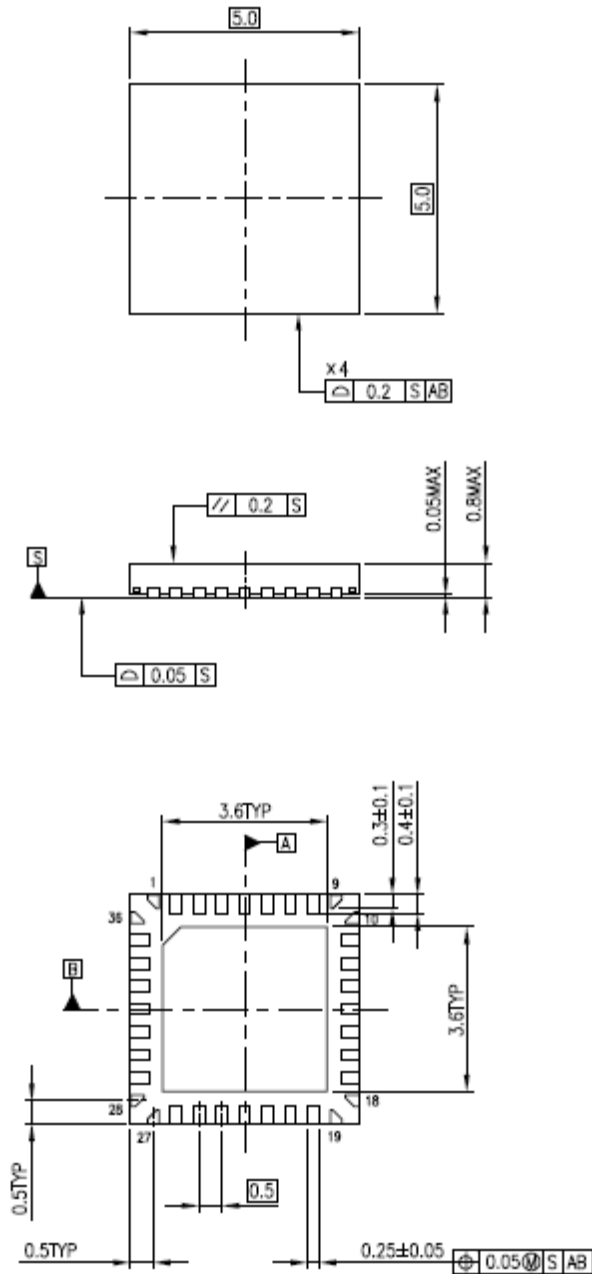
ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。



外形図

P-WQFN36-0505-0.50-001

単位：mm



質量：0.06 g (標準)

記載内容の留意点

1. ブロック図

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

2. 等価回路

等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

3. タイミングチャート

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

4. 応用回路例

応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。
また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。

5. 測定回路図

測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの一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。
- (3) 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通電したデバイスは使用しないでください。

使用上の留意点

- (1) 過電流検出回路
過電流検出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 (T_j) 以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時においても、自己発熱をします。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モータ側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 のモータ側電源端子、出力端子が絶対最大定格以上に上昇する恐れがあります。
逆起電力によりモータ側電源端子、出力端子が絶対最大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、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、電力機器、金融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きを行ってください。
- 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。