

TB67B001BFTG

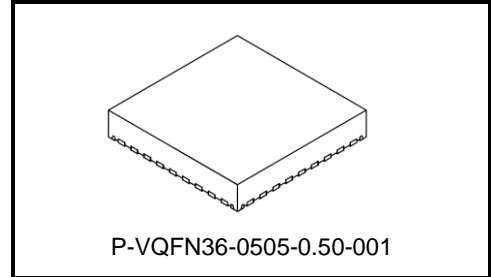
3相ブラシレスモータ用センサレス PWM ドライバ

TB67B001BFTG (これ以降、TB67B001B と呼びます)は、PWM チョップ方式 3 相ブラシレスモータ用のセンサレスドライバです。

速度制御入力で PWM のデューティを変え、回転数を制御することができます。

特長

- 3 相全波センサレス駆動方式
- PWM チョップ方式
- PWM デューティ入力制御/アナログ電圧入力制御選択可能
- 出力電流: 絶対最大定格: 3 A
- 電源電圧: 絶対最大定格: 25 V
- 出力 PWM デューティ調整可能
- 進角制御機能の選択可能
- ラップ通電機能の選択可能 (120°通電、135°通電、150°通電)
- ソフトスイッチングの選択可能
- 回転数検出信号 (FG_OUT)
- ロック検出信号 (LD_OUT)
TB67B001B: 通常時 High、異常時 Low
- 起動設定の調整可能
- 強制転流周波数制御機能の選択可能
- PWM 周波数選択可能
- 再起動機能
- 過電流検出回路 (ISD)
- 熱遮断回路 (TSD)
- 低電圧検出回路 (UVLO)
- 電流制限回路

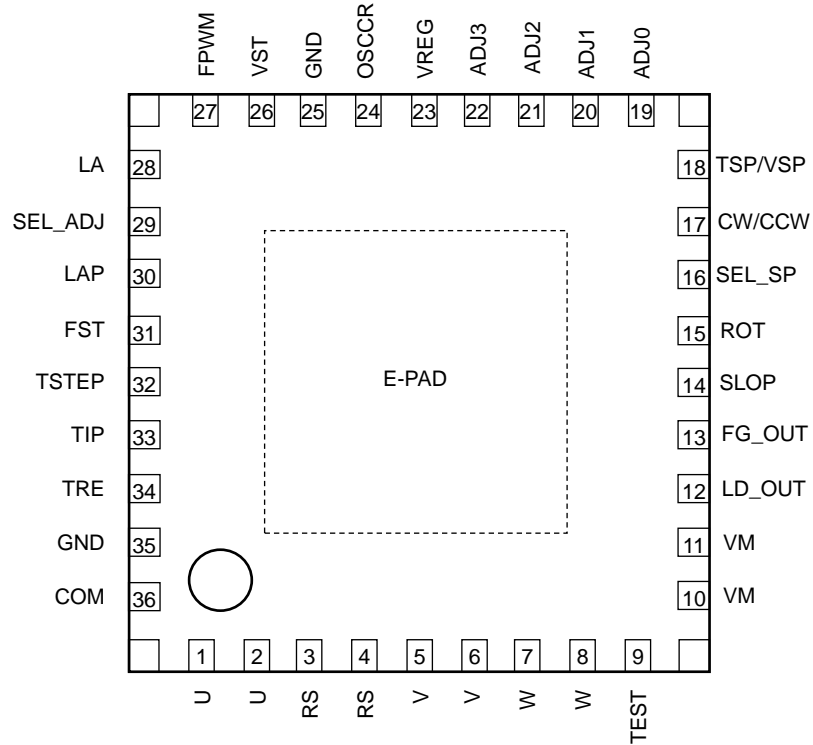


質量: 0.05 g (標準)

製品量産開始年月
2022-10

ピン配置図

<Top View>



注 1: 裏面の金属露出部分 E-PAD (3.4 mm × 3.4 mm) や 4 隅のコーナ 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。

(裏面の E-PAD や 4 隅のコーナ PAD はつながっており、内部のチップ裏面と電氣的に接続されているので、GND に接続してください。)

注 2: U、V、W、RS、VM 端子は 2 端子ありますので、外部のパターンで 2 端子を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	RS	—	出力電流検出抵抗接続端子
5	V	O	V相出力端子
6	V	O	V相出力端子
7	W	O	W相出力端子
8	W	O	W相出力端子
9	TEST	—	テスト用端子 (グラウンドに接続してください。)
10	VM	—	モータ用電源端子
11	VM	—	モータ用電源端子
12	LD_OUT	O	ロック検出信号出力端子 (オープンドレイン)
13	FG_OUT	O	回転数検出信号出力端子 (オープンドレイン)
14	SLOP	I	ソフトスイッチング選択入力端子
15	ROT	I	進角の回転数切り替え選択入力端子
16	SEL_SP	I	TSP/VSP 端子に入力する制御信号選択入力端子
17	CW/CCW	I	正転/逆転回転方向選択入力端子
18	TSP/VSP	I	センサレス駆動モード時の速度指令入力端子 (PWM デューティ制御、アナログ電圧制御)
19	ADJ0	I	速度指令入力特性調整端子
20	ADJ1	I	出力 PWM デューティ特性調整端子 1
21	ADJ2	I	出力 PWM デューティ特性調整端子 2
22	ADJ3	I	出力 PWM デューティ特性調整端子 3
23	VREG	—	基準電圧出力端子
24	OSCCR	—	内部 OSC 設定用端子
25	GND	—	グラウンド接続端子
26	VST	I	直流励磁モードと強制転流モード時の出力 PWM デューティ設定用端子
27	FPWM	I	出力 PWM 周波数選択入力端子
28	LA	I	進角設定入力端子
29	SEL_ADJ	I	出力 PWM デューティ機能設定端子
30	LAP	I	ラップ通電選択端子
31	FST	I	強制転流周波数選択端子
32	TSTEP	—	出力 PWM デューティ増加時間設定用コンデンサ接続端子
33	TIP	—	直流励磁期間設定用コンデンサ接続端子
34	TRE	—	リスタート期間設定用コンデンサ接続端子
35	GND	—	グラウンド接続端子
36	COM	I	モータ中点接続端子

動作説明

この章の等価回路は、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。また、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. センサレス駆動モード

この IC がスタート指令を受けると、直流励磁モードでモータのロータ位置を固定します。

その後、強制転流の通電信号を出力しモータを回転させると、各相の巻線に誘起電圧が発生します。

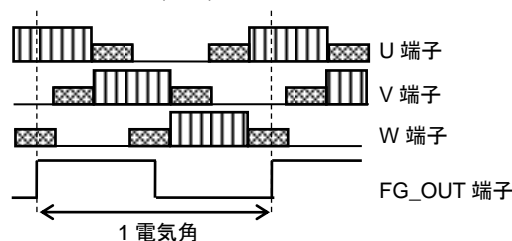
誘起電圧を含む各相の端子電圧の正負を示す信号が、位置信号として入力されると、自動的に強制転流の通電信号から位置信号(誘起電圧)に基づいた通電信号に切り替わります。そして、センサレス駆動でブラシレスモータを駆動します。

1.1 正転/逆転回転方向選択入力端子: CW/CCW 端子

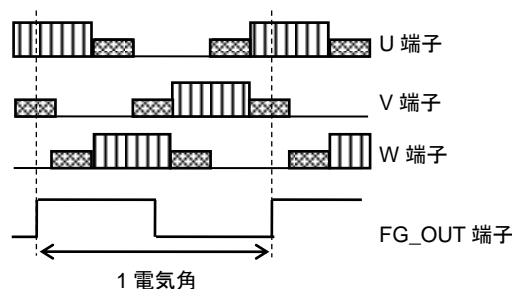
CW/CCW 端子 = Low で正転方向に回転し、CW/CCW 端子 = High で逆転方向に回転します。

脱調を防ぐために、モータの回転が停止してから、回転方向を切り替えてください。

- CW/CCW 端子 = Low (正転)



- CW/CCW 端子 = High (逆転)



1.2 回転数検出信号出力端子: FG_OUT 端子

2 極モータの場合、回転数検出出力信号はモータ誘起電圧に従って 1 ppr (1 パルス/電気角)出力されます。

同様に 4 極モータの場合、2 ppr 出力されます。

2. 起動時の動作

起動時は、モータが回転していないため誘起電圧が発生せず、センサレス駆動のための位置検知ができません。このため、この IC では、一定時間、直流励磁モードでモータのロータ位置を固定後、強制転流モードに移行してモータを起動します。

TIP 端子で直流励磁期間を設定します。

FST 端子で強制転流周波数を設定します。

直流励磁モードと強制転流モード時の出力 PWM デューティは VST 端子電圧で設定し、電圧に応じた出力デューティで駆動します。

センサレス駆動モード時の出力 PWM デューティは TSP/VSP 端子の速度指令入力で決定され、モータの起動、速度変更および停止の制御をおこないます。

直流励磁と強制転流の期間や起動トルク（出力 PWM デューティ）はモータおよび負荷により変わります。実験による合わせ込みを行ってください。

2.1 直流励磁モードの期間設定

TIP 端子に接続されるコンデンサの値 (C2) で直流励磁期間を設定します。

$$\text{直流励磁期間: Tip (s)} = 0.313 \times 31.5 \text{ 回} \times C2 \text{ (F)} \times 10^6$$

C2 = 0.01 μF のとき、Tip = 0.0986 s となります。

2.2 強制転流モードの強制転流周波数設定

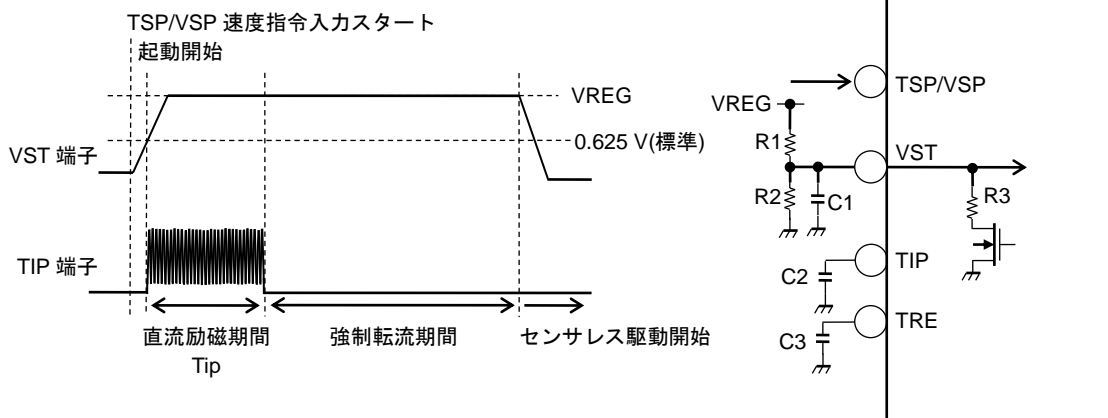
FST 端子のレベルによって強制転流周波数を設定します。

FST 端子 = High: 強制転流周波数 $f_{ST} \approx 8.0 \text{ Hz}$

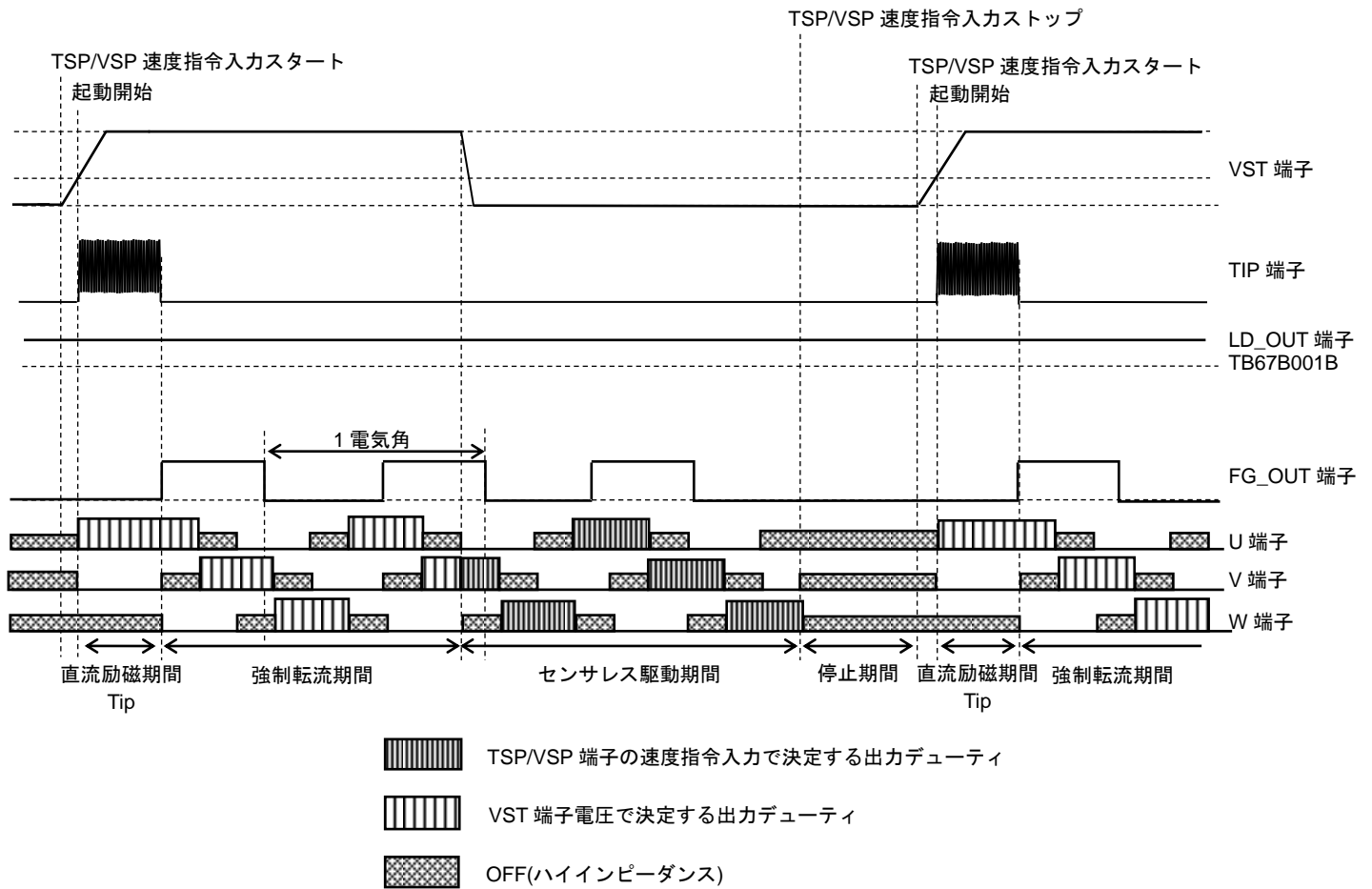
FST 端子 = Middle または Open: 強制転流周波数 $f_{ST} \approx 4.0 \text{ Hz}$

FST 端子 = Low: 強制転流周波数 $f_{ST} \approx 2.0 \text{ Hz}$

注: ROOSC=16k Ω 時



2.3 起動時のタイミング



3. 異常検知時の動作

以下の状態を検知したときに異常検知時の動作をします。

1. 強制転流周波数が 4 電気角時を越えたとき
2. 過電流検出回路(ISD)が動作したとき
3. 熱遮断回路(TSD)が動作したとき
4. センサレス駆動モードの回転周波数が、強制転流周波数設定以下になったとき
5. 回転周波数(転流周波数)が最大回転周波数(FMAX)以上になったとき

FMAX は FST 端子の状態に依存し、下記のとおりになります。

- FST 端子 = High 時: FMAX = 1.875 kHz / 1 電気角周波数
- FST 端子 = Middle または open 時: FMAX = 1.875 kHz / 1 電気角周波数
- FST 端子 = Low 時: FMAX = 937.5 Hz / 1 電気角周波数

注: ROsc=16kΩ

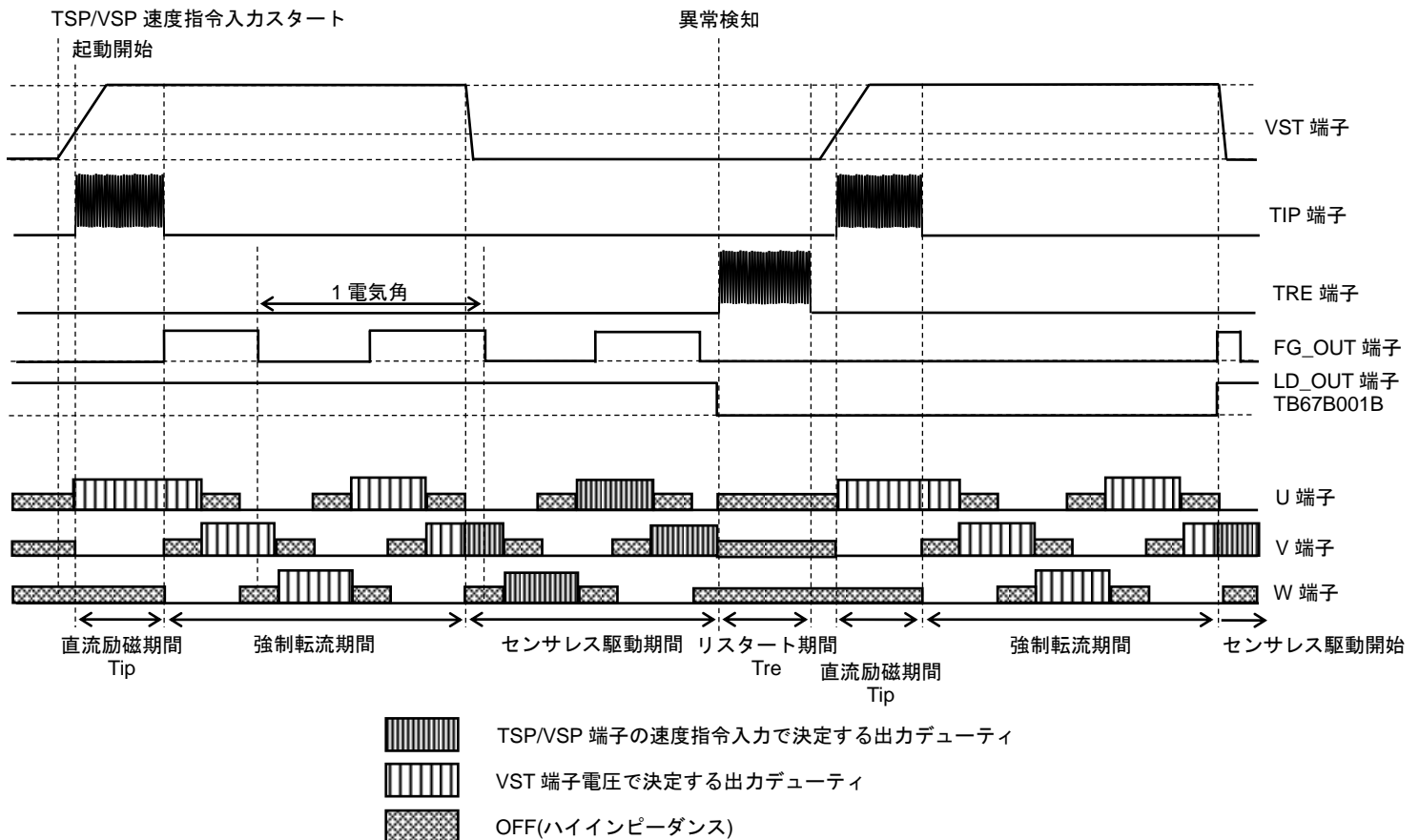
異常を検知したとき、リスタート期間(Tre)の間、出力端子はハイインピーダンス状態になります。

リスタート期間は、TRE 端子に接続されるコンデンサの値 (C3)で設定されます。

リスタート期間: $Tre (s) = 0.313 \times 31.5 \text{ 回} \times C3 (F) \times 10^6$

C3 = 1 μF のとき、Tre = 9.86 s となります。

3.1 異常検知時のタイミング



3.2 ロック検出時の動作

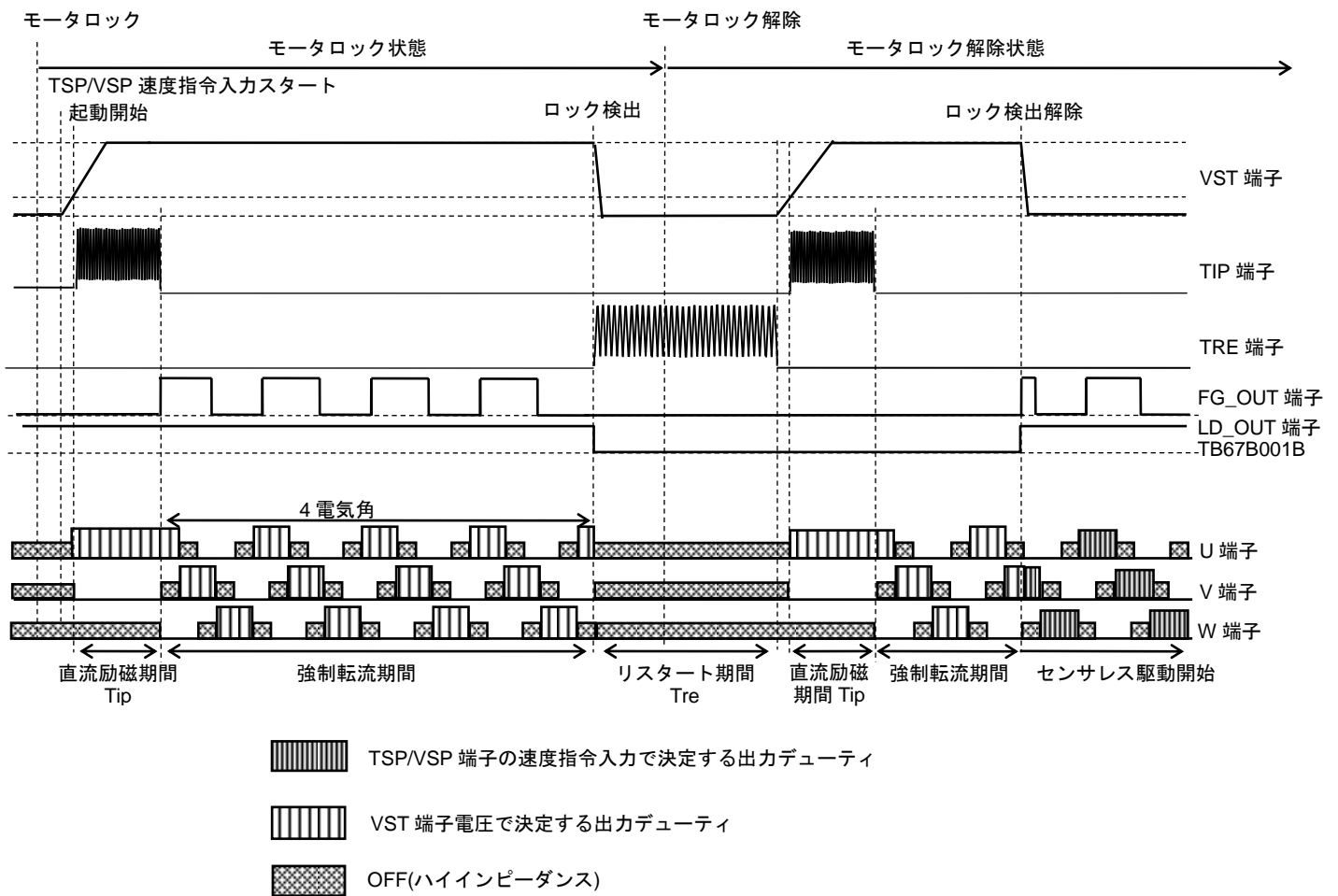
モータがロックして回転しないために強制転流モードからセンサレス駆動モードに移行しない場合は、リスタート期間開始から LD_OUT 端子が Low になります。

正常にセンサレス駆動モードに移行するまでは、下記の動作を繰り返し、LD_OUT 端子は Low の状態を保持します。

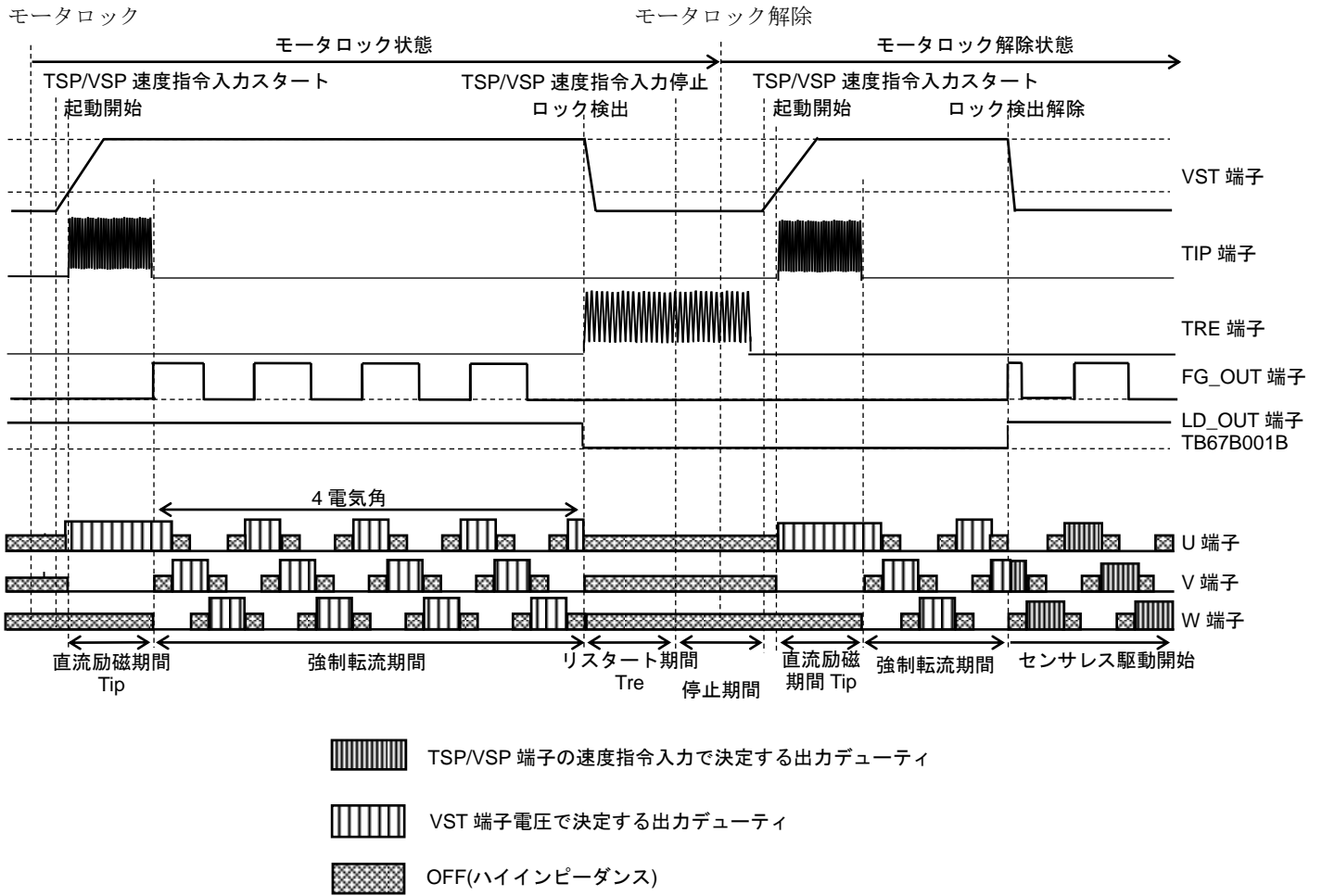
リスタート期間 → 直流励磁期間→強制転流期間(4 電気角) → リスタート期間 → 直流励磁期間...

また、ロック検出時の途中で TSP/VSP 速度指令入力停止した場合、TSP/VSP 速度指令入力再開からセンサレス駆動モードに移行するまでは、LD_OUT 端子が Low を保持します。

3.3 ロック検出時のタイミング



3.4 ロック検出時 TSP/VSP 入力停止時のタイミング



4. PWM 周波数

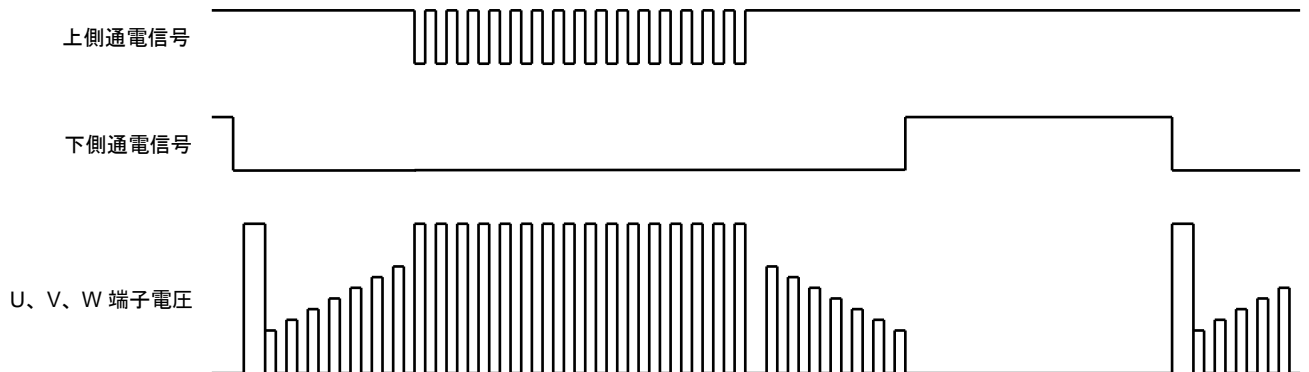
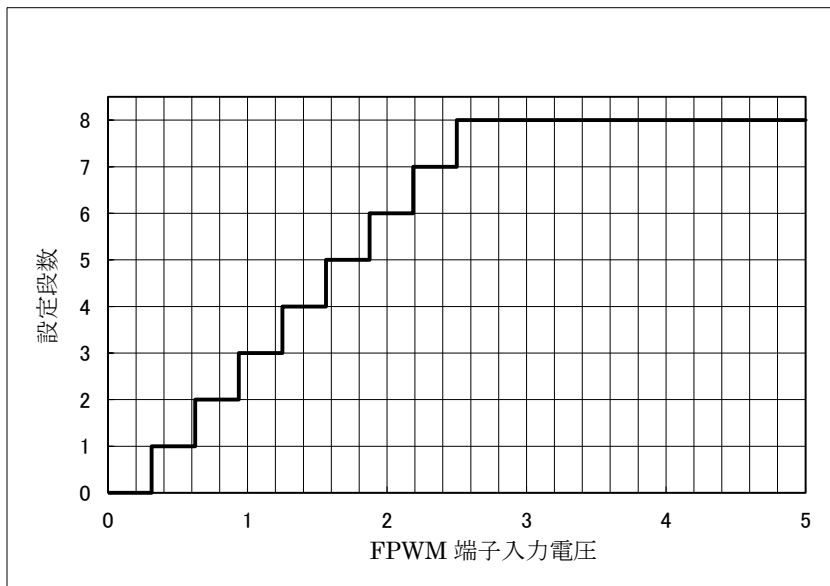
出力する PWM 周波数は FPWM 端子の入力電圧により決定されます。

設定値によって回転数に応じた PWM 周波数に変化します。

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、かつ出力トランジスタのスイッチング性能内となるように決定してください。

設定段数	FPWM 端子 電圧 (V)	回転速度 (電気角)					
		0 Hz ~ 250 Hz 未満	250 Hz ~ 500 Hz 未満	500 Hz ~ 750 Hz 未満	750 Hz ~ 1 kHz 未満	1 kHz ~ 1.25 kHz 未満	1.25 kHz ~ 1.875 kHz
8	2.5	29.75 kHz	59.625 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	238.25 kHz	238.25 kHz
7	2.1875	29.75 kHz	29.75 kHz	59.625 kHz	59.625 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz
6	1.875	29.75 kHz	59.625 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz
5	1.5625	59.625 kHz	59.625 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	238.25 kHz
4	1.25	59.625 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	119.125 kHz	238.25 kHz
3	0.9375	238.25 kHz					
2	0.625	119.125 kHz					
1	0.3125	59.625 kHz					
0	0	29.75 kHz					

注: ROSC=16kΩ



5. 速度制御

TSP/VSP 端子の制御信号によりモータ動作の起動、停止と出力 PWM デューティを変更しモータの回転数を制御することができます。

SEL_SP 端子のレベルで、TSP/VSP 端子に入力される制御信号をアナログ電圧と PWM デューティから選択することができます。

また、ADJ0 端子、ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子の電圧レベルにより、TSP/VSP 端子の制御信号と出力 PWM デューティの関係を調整することができます。

SEL_SP 端子レベル	TSP/VSP 端子に入力される制御信号
High	アナログ電圧
Low	PWM デューティ

5.1 VST 端子の入力電圧と直流励磁、強制転流の出力 PWM デューティの関係

直流励磁と強制転流時の出力 PWM デューティは VST 端子電圧で決定されます。

$0 \leq \text{VST 端子電圧} \leq V_{AD(L)}: 0.625 \text{ V (標準)}$

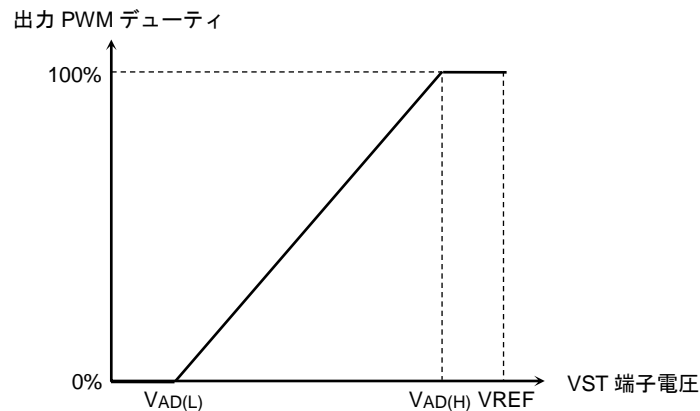
→ 出力 PWM デューティ = 0% (0/128)

$V_{AD(L)} \leq \text{VST 端子電圧} \leq V_{AD(H)}: 3.125 \text{ V (標準)}$

→ 出力 PWM デューティ = 0% ~ 100% (0/128 ~ 128/128)

$V_{AD(H)} \leq \text{VST 端子電圧} \leq V_{REG}$

→ 出力 PWM デューティ = 100% (128/128)

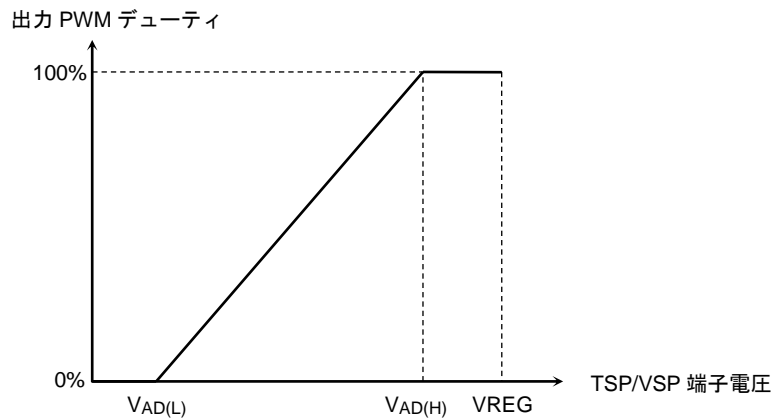


5.2 TSP/VSP 端子の入力電圧とセンサレス駆動モード時の出力 PWM デューティの関係 (SEL_SP 端子 = High)

TSP/VSP 端子に入力される制御信号がアナログ電圧の場合の関係です。

TSP/VSP 端子に入力される電圧が 0.625 V (標準)以上で起動シーケンスが開始され、0.625 V (標準)未満でリセットされます。

- $0 \leq \text{TSP/VSP 端子電圧} \leq V_{AD(L)}: 0.625 \text{ V (標準)}$
→ 出力 PWM デューティ = 0% (0/128)
- $V_{AD(L)} \leq \text{TSP/VSP 端子電圧} \leq V_{AD(H)}: 3.125 \text{ V (標準)}$
→ 出力 PWM デューティ = 0% ~ 100% (0/128 ~ 128/128)
- $V_{AD(H)} \leq \text{TSP/VSP 端子電圧} \leq V_{REG}$
→ 出力 PWM デューティ = 100% (128/128)



注: ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子をグランドに接続した場合の関係です。ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子の詳細については、5.4 章を参照してください。

5.3 TSP/VSP 端子の PWM デューティとセンサレス駆動モード時の出力 PWM デューティの関係 (SEL_SP 端子 = Low)

TSP/VSP 端子に入力される制御信号が PWM デューティの場合の関係です。

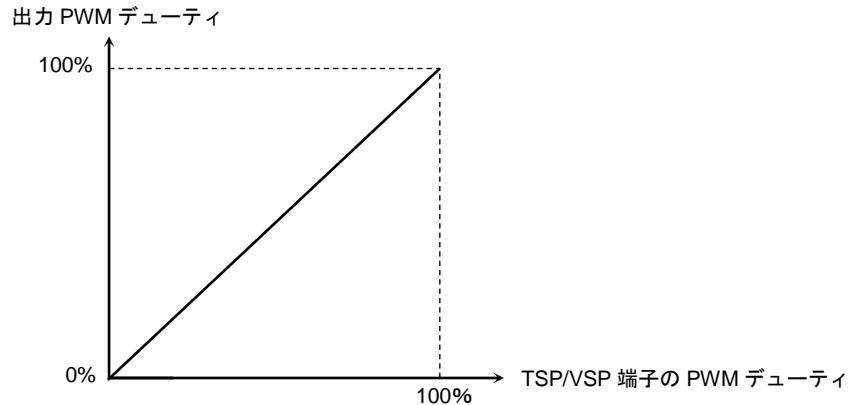
TSP/VSP 端子に PWM 信号が入力されると起動シーケンスが開始します。

PWM 信号のオン時間が $0.16 \mu\text{s}$ 以下のとき、オン期間を認識しない場合があります。また、オフ時間が 2.0 ms 以上では PWM 信号が入力されていないと判断されます。

TSP/VSP 端子に入力する PWM 信号の周波数は $500 \text{ Hz} \sim 125 \text{ kHz}$ の範囲にしてください。

また、デューティを変化する際、 408 ms はデューティを保持するので、その範囲以内でデューティを変化させるようにしてください。それ以上は停止と判断します。

また、 408 ms はデューティを保持するため、入力停止してもその時間を経過してから停止することになります。



注: ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子をグランドに接続した場合の関係です。ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子の詳細については、5.4 章を参照してください。

注: RO SC=16k Ω

5.4 TSP/VSP 端子の制御信号と出力 PWM デューティの関係の調整

ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子電圧によって 3 点の出力 PWM デューティの関係进行调整することができます。

調整用の電圧入力端子	調整される出力 PWM デューティ
ADJ1 端子	DOUT1
ADJ2 端子	DOUT2
ADJ3 端子	DOUT3

DOUT2 は TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値が 50%(標準)となったときに出力される PWM デューティです。

同様に、DOUT3 は、TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値が 90%(標準)になったときに出力される PWM デューティです。

DOUT1 は、TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値を ADJ0 端子の電圧で調整できる出力 PWM デューティです。

TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値	出力 PWM デューティ
ADJ0 端子電圧で設定した値(DIN1)	DOUT1
50% (標準) (DIN2)	DOUT2
90% (標準) (DIN3)	DOUT3

1) ADJ1、ADJ2、ADJ3 端子電圧と出力 PWM デューティ(DOUT1、DOUT2、DOUT3)の関係

$0 \leq \text{ADJ1, ADJ2, ADJ3 端子電圧} \leq V_{AD(L)}: 0.625 \text{ V (標準)}$

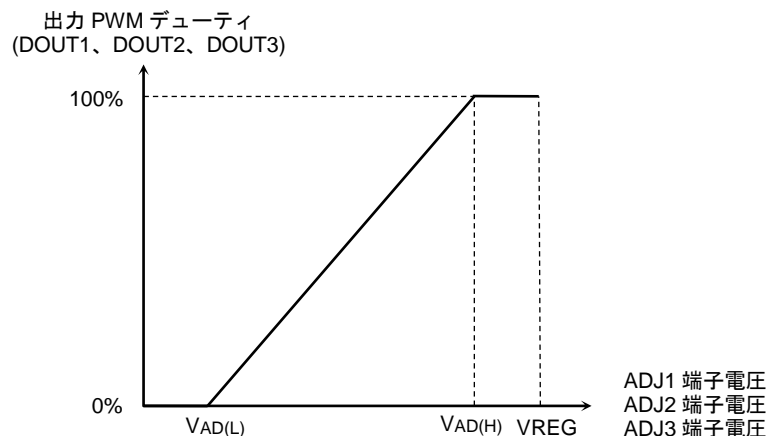
→ 出力 PWM デューティ = 0% (0/128)

$V_{AD(L)} \leq \text{ADJ1, ADJ2, ADJ3 端子電圧} \leq V_{AD(H)}: 3.125 \text{ V (標準)}$

→ 出力 PWM デューティ = 0% ~ 100% (0/128 ~ 128/128)

$V_{AD(H)} \leq \text{ADJ1, ADJ2, ADJ3 端子電圧} \leq V_{REG}$

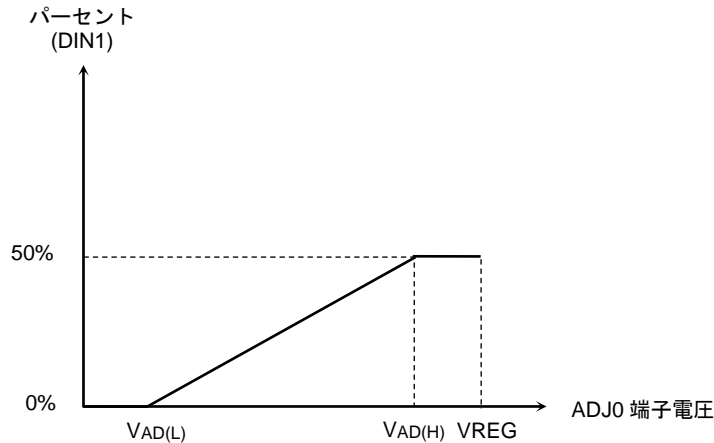
→ 出力 PWM デューティ = 100% (128/128)



注: ADJ1 端子電圧 \leq ADJ2 端子電圧 \leq ADJ3 端子電圧となるように各端子の電圧を設定してください。ADJ1 端子電圧 $>$ ADJ2 端子電圧 $>$ ADJ3 端子電圧のように設定した場合、誤動作します。

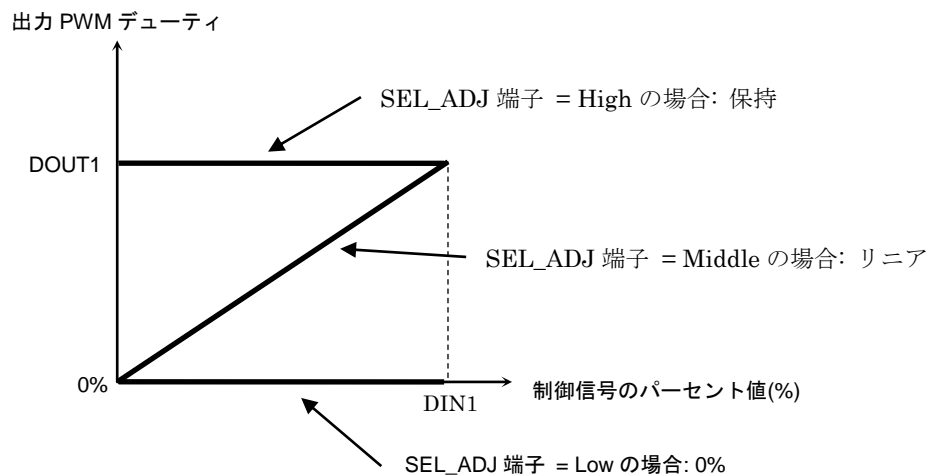
2) ADJ0端子電圧と出力PWMデューティDOUT1となるDIN1の値の関係は以下のようになります。

- $0 \leq \text{ADJ0 端子電圧} \leq V_{AD(L)}: 0.625 \text{ V (標準)}$
 → パーセント (DIN1) = 0% (0/128)
 $V_{AD(L)} \leq \text{ADJ0 端子電圧} \leq V_{AD(H)}: 3.125 \text{ V (標準)}$
 → パーセント (DIN1) = 0% ~ 50% (0/128 ~ 128/128)
 $V_{AD(H)} \leq \text{ADJ0 端子電圧} \leq V_{REG}$
 → パーセント (DIN1) = 50% (128/128)



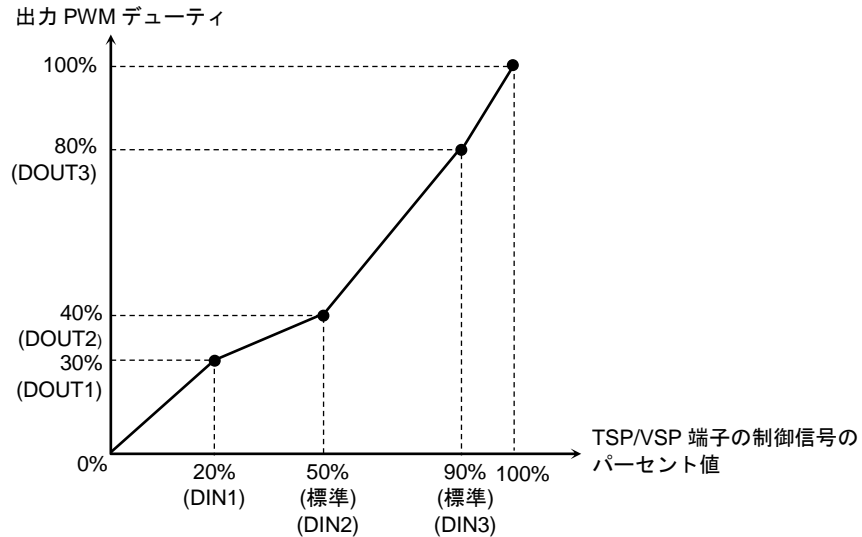
3) TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値が ADJ0 端子電圧で設定した値(DIN1)以下の場合、SEL_ADJ 端子の選択状態によって、制御信号のパーセント値と出力 PWM デューティの関係は下記のようになります。

SEL_ADJ	動作状態
High	DIN1 以下のパーセント値に対して、DIN1 のときの出力 PWM デューティ(DOUT1)を保持する。
Middle	DIN1 以下のパーセント値に対して、DIN1 のときの出力 PWM デューティから 0%までリニアに変化させる。
Low	DIN1 以下のパーセント値に対して、出力 PWM デューティを 0%にする



4) 設定例

TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値	出力 PWM デューティ
20%以下	0% ~ 30%をリニアに変化させる。
20% (DIN1)	30% (DOUT1)
50% (標準) (DIN2)	40% (DOUT2)
90% (標準) (DIN3)	80% (DOUT3)



TSP/VSP 端子の制御信号のパーセント値と出力 PWM デューティの関係を上記のように設定するには、SEL_ADJ 端子と ADJ0 端子、ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子の電圧を下記のとおりを設定します。

- SEL_ADJ 端子 = Middle
- ADJ0 端子電圧: $(20\% / 50\% \times (3.125 - 0.65V)) + 0.625V = 1.625V$
- ADJ1 端子電圧: $(30\% / 100\% \times (3.125 - 0.65V)) + 0.625V = 1.375V$
- ADJ2 端子電圧: $(40\% / 100\% \times (3.125 - 0.65V)) + 0.625V = 1.625V$
- ADJ3 端子電圧: $(80\% / 100\% \times (3.125 - 0.65V)) + 0.625V = 2.625V$

6. 通電制御説明

モータ始動時の強制転流駆動中は、進角 0°、120°通電、ソフトスイッチング無で動作します。

センサレス駆動に切り替わると、LA 端子、LAP 端子、SLOP 端子により設定された通電波形に自動的に変化します。

SLOP 端子の状態が Low の場合、ソフトスイッチング機能が動作し、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ます。

ソフトスイッチングは、LAP 端子の状態により 3 つのパターンがあります。150°通電のソフトスイッチングは A パターンと B パターンがあり、出力 PWM デューティの段階的な変化に違いがあります。

SLOP 端子の状態が High の場合、ソフトスイッチング機能は動作しません。

SLOP 端子	LAP 端子	ソフトスイッチング	通電角度
High	High	なし	120°通電
	Middle	なし	135°通電
	Low	なし	150°通電
Low	High	B パターンあり	150°通電
	Middle	あり	135°通電
	Low	A パターンあり	150°通電

6.1 進角設定

ROT 端子 = High の場合は、回転数によらず LA 端子の電圧により進角が決定されます。

ROT 端子 = Low の場合は、回転速度に応じて進角が変化します。

このとき、FST 端子 = Low の場合は、回転速度が 125 Hz 増えるごとに進角が変化します。

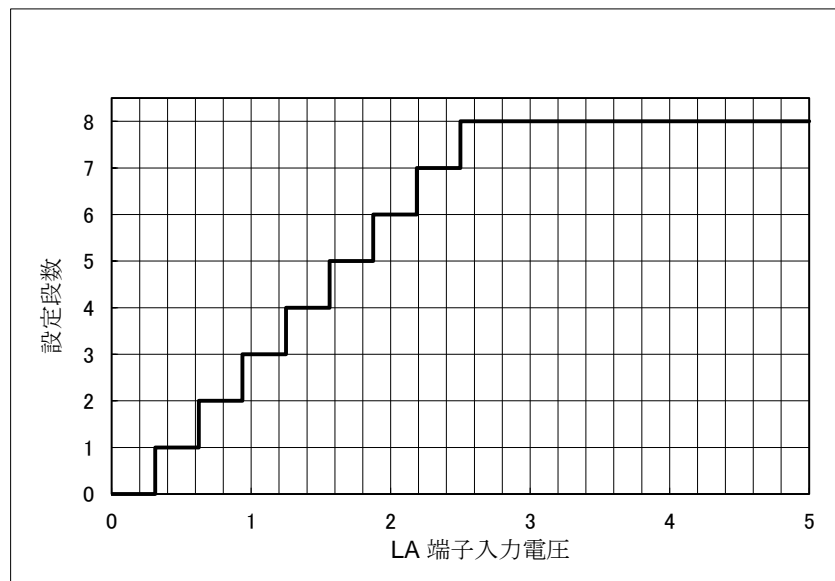
FST 端子 = Middle、High の場合は 250 Hz 増えるごとに進角が変化します。

注: 135°通電の場合、進角は 22.5°が上限となり、それ以上の値を設定しても 22.5°となります。

同様に 150°通電を選択している場合、進角は 15°が上限となります。

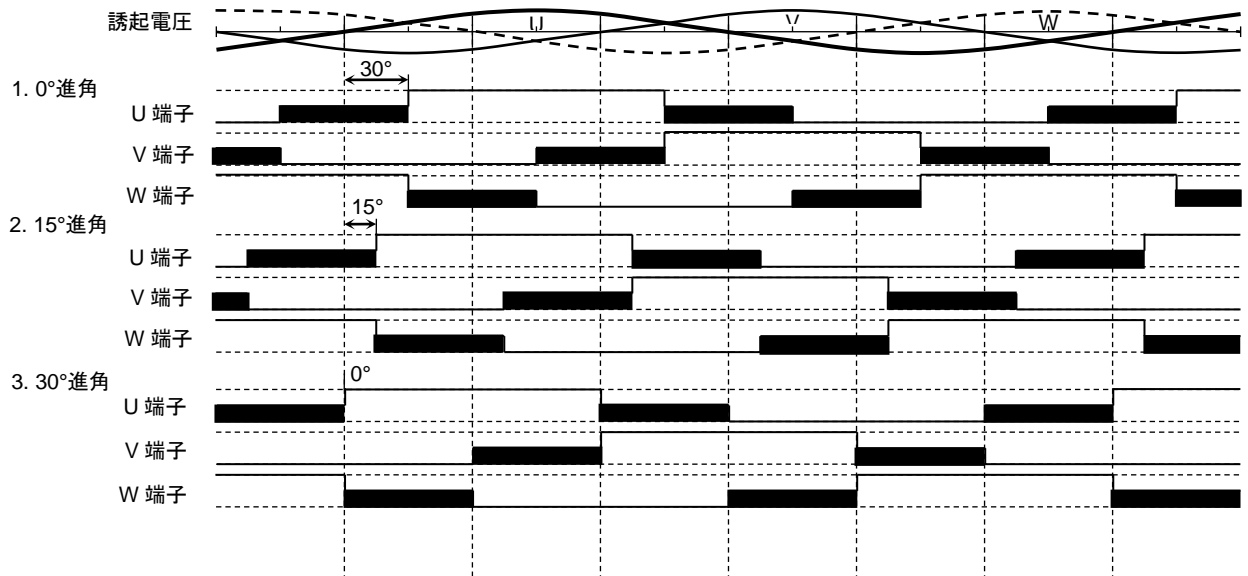
注 : ROsc=16kΩ

ROT 端子	設定段数	LA 端子電圧 (V)	回転速度(電気角)					
			FST 端子 = Low 時: 上段(0 ~ 937.5 Hz) / FST 端子 = High または Middle 時: 下段(0 ~ 1.875 kHz)					
			0 Hz ~ 125 Hz 未満	125 Hz~ 250 Hz 未満	250 Hz~ 375 Hz 未満	375 Hz~ 500 Hz 未満	500 Hz~ 625 Hz 未満	625 Hz ~ 937.5 Hz
0 Hz~ 250 Hz 未満	250 Hz~ 500 Hz 未満	500 Hz~ 750 Hz 未満	750 Hz~ 1 kHz 未満	1 kHz~ 1.25 kHz 未満	1.25 kHz ~ 1.875 kHz			
High	8	2.5	30°					
	7	2.1875	26.25°					
	6	1.875	22.5°					
	5	1.5625	18.75°					
	4	1.25	15°					
	3	0.9375	11.25°					
	2	0.625	7.5°					
	1	0.3125	3.75°					
	0	0	0°					
Low	8	2.5	3.75°	11.25°	18.75°	26.25°	30°	30°
	7	2.1875	11.25°	15°	18.75°	22.5°	26.25°	30°
	6	1.875	7.5°	11.25°	15°	18.75°	22.5°	26.25°
	5	1.5625	3.75°	7.5°	11.25°	15°	18.75°	22.5°
	4	1.25	0°	3.75°	7.5°	11.25°	15°	18.75°
	3	0.9375	0°	15°	15°	15°	18.75°	22.5°
	2	0.625	7.5°	7.5°	15°	15°	18.75°	22.5°
	1	0.3125	0°	7.5°	15°	15°	18.75°	22.5°
	0	0	7.5°	15°	15°	15°	18.75°	22.5°

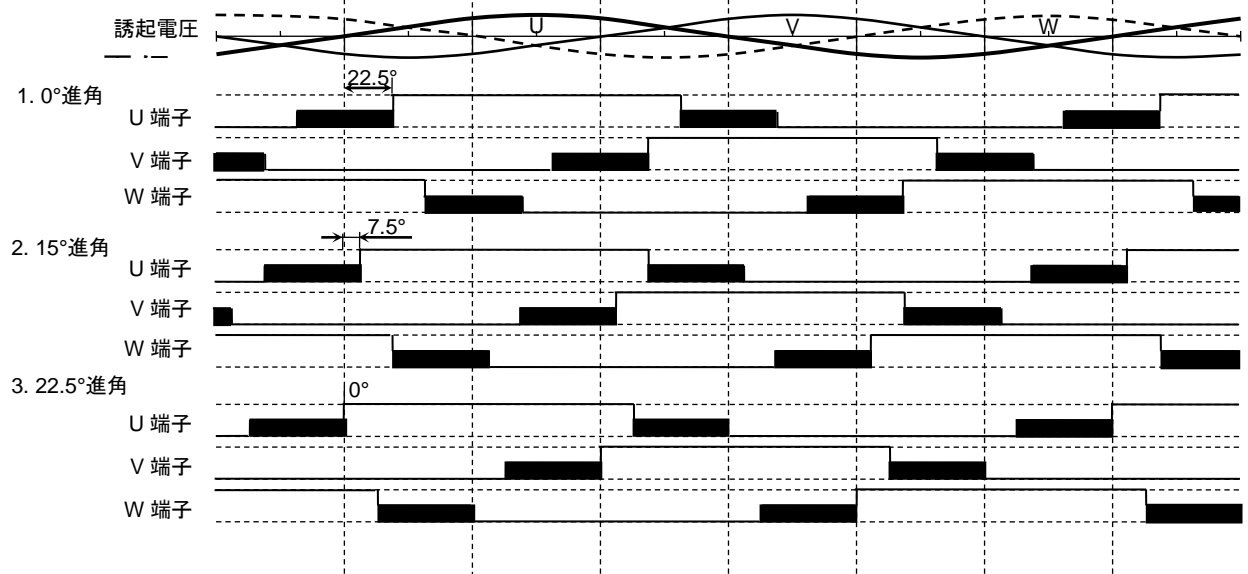


6.2 通電タイミング波形 (CW/CCW 端子=Low)

- SLOP 端子=High、LAP 端子=High (120°通電)のとき

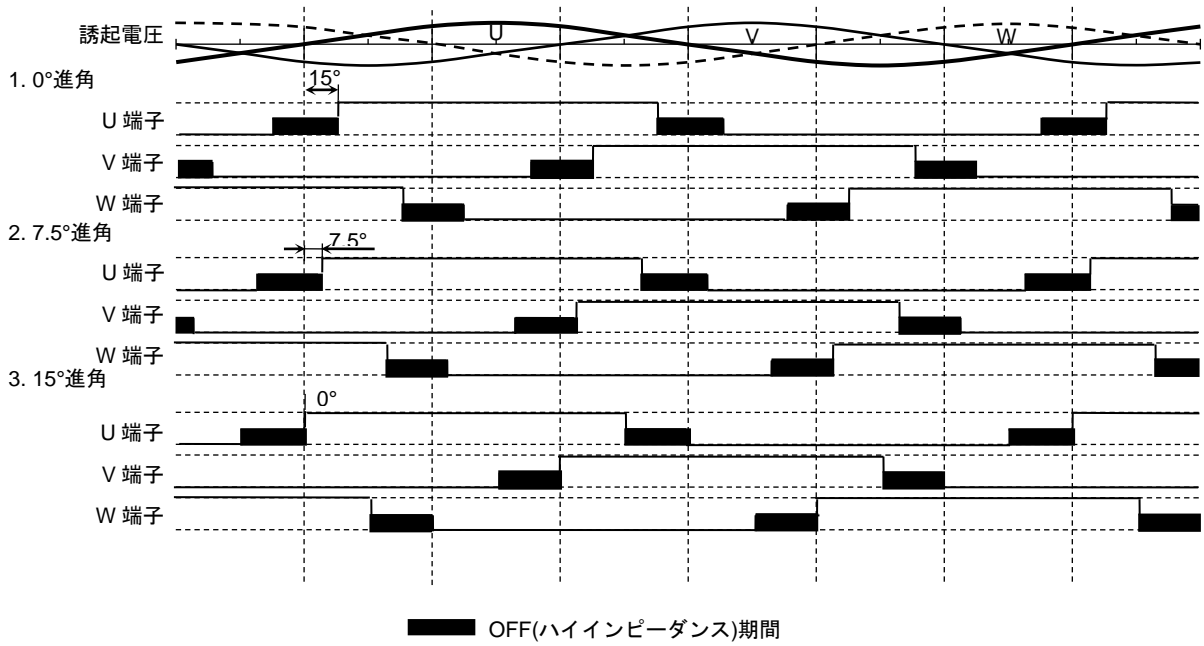


- SLOP 端子 =High、LAP 端子= Middle (135°通電)のとき

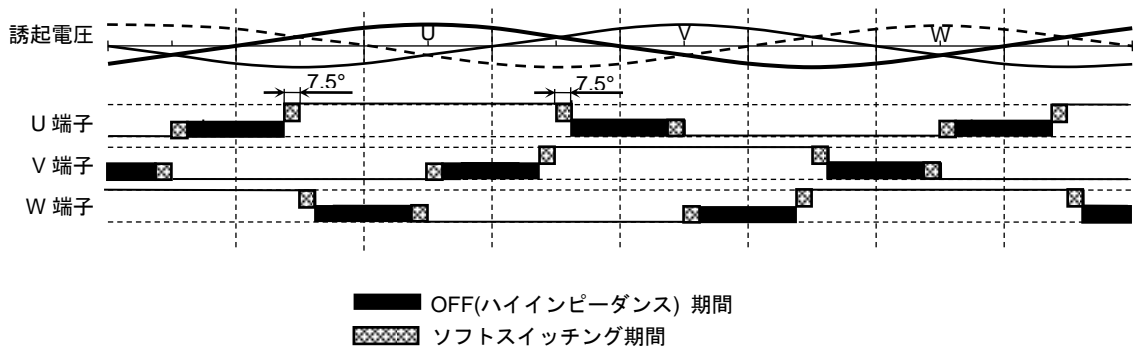


■ OFF(ハイインピーダンス)期間

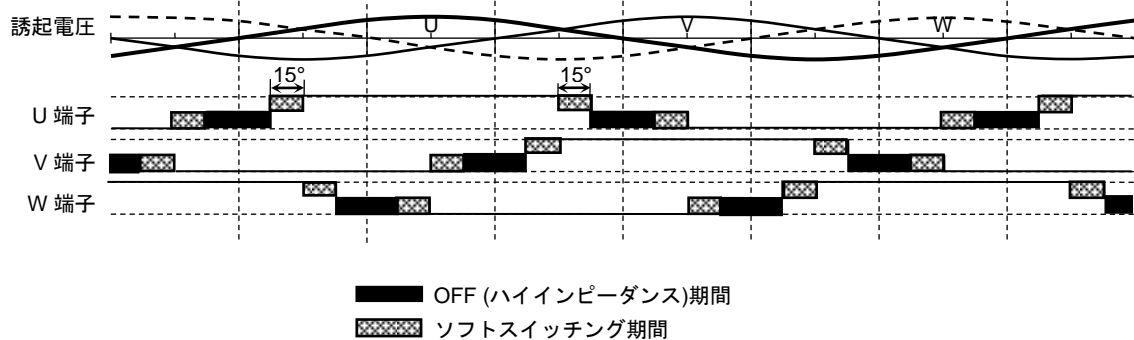
- SLOP 端子 = High、LAP 端子 = Low (150°通電)



- SLOP 端子 = Low、LAP 端子 = Middle (135°通電、0°進角)



- SLOP 端子 = Low, LAP = High または Low (150°通電、0°進角)



7. 電流制限回路

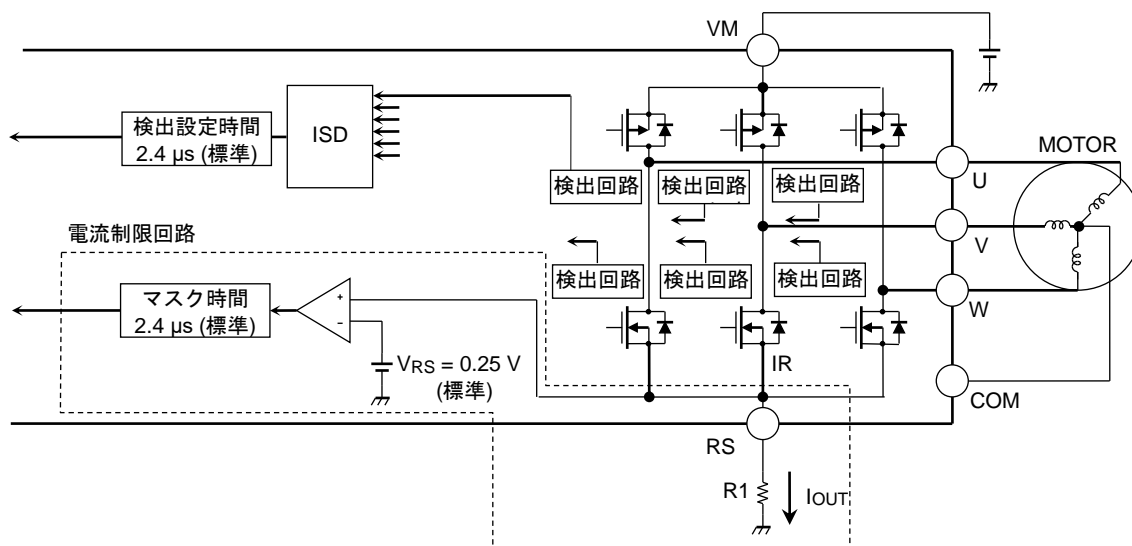
電流制限回路は上側の出力トランジスタを OFF して電流を制限し、PWM の ON タイミングで復帰します。

出力に電流が流れた場合、RS 端子に接続されている抵抗 R1 によって発生する電圧をコンパレータで検出し、電圧が過電流検出電圧 $V_{RS} = 0.25\text{ V}$ (標準)に到達することで回路が動作します。

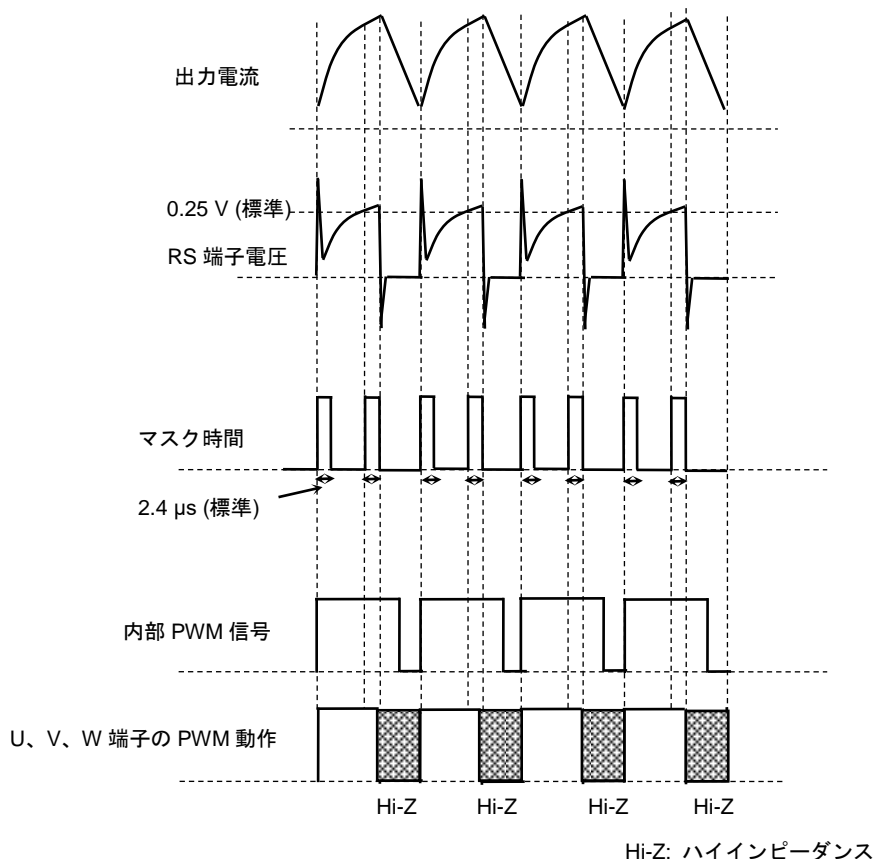
ノイズによる電流制限回路の誤動作防止のため、 $2.4\text{ }\mu\text{s}$ (標準) ($R_{OSC}=16\text{ k}\Omega$)の電流制限検出マスク時間(T_{RS})を設けています。

例: 抵抗 R1 の値を $0.3\text{ }\Omega$ に設定した場合、電流出力制限回路が動作する電流値 I_{OUT} は下記のようになります。

$$I_{OUT} = 0.25\text{ V (標準)} \div 0.3\text{ }\Omega \approx 0.83\text{ A}$$



<電源制限回路動作時>

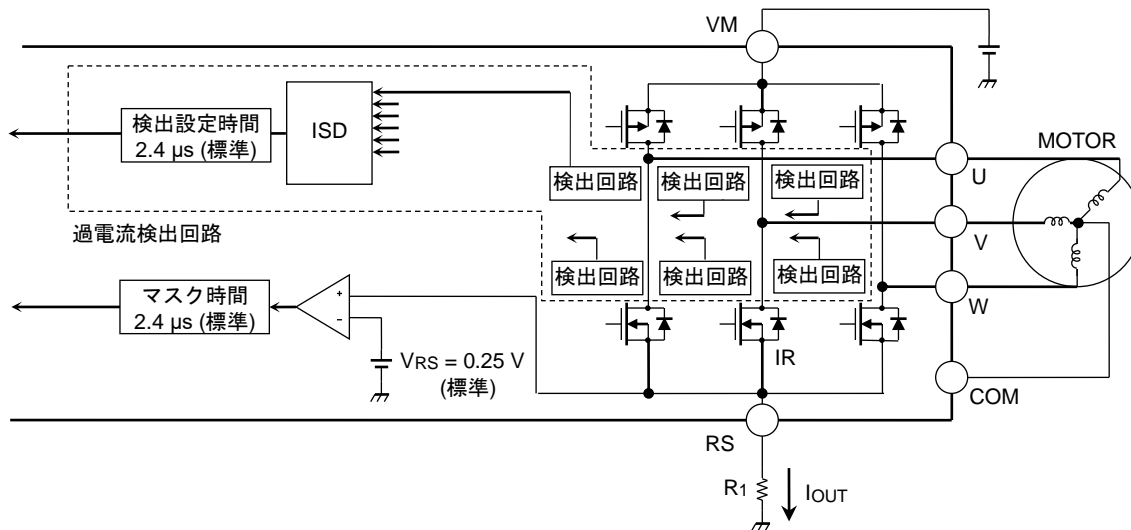


8. 過電流検出回路 (ISD)

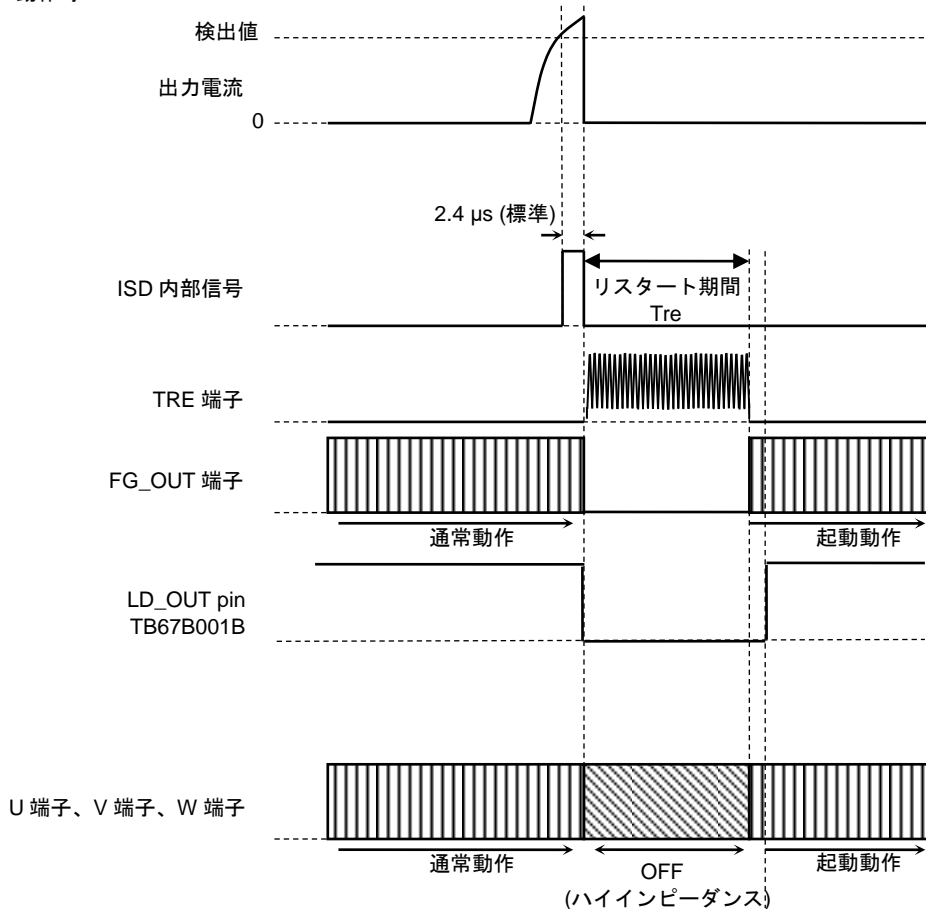
この IC は、6 個の出力トランジスタそれぞれに、電流を検出する検出回路を内蔵しています。検出回路の出力は過電流検出回路 (ISD) に入力されます。検出回路の検出電流値は 3 A ~ 6 A です。

6 個の出力トランジスタのうち 1 つでも、検出設定時間 (T_{ISD}) 2.4 μs (標準) を超えて検出電流以上の電流が流れると、ISD は、全ての出力トランジスタを OFF (ハイインピーダンス) にします。(R_{OSC}=16kΩ)

全ての出力トランジスタを流れる電流が検出電流値を下回ると、TRE 端子に接続されるコンデンサの値で決定するリスタート期間 (T_{re}) 経過後、起動動作を行います。



<ISD 動作時>



注: 過電流検出回路が動作した場合、出力電流が絶対最大定格電流を超えています。本回路はあくまでも補助的な回路であり、天絡、地絡、負荷短絡などの過電流から、いかなる場合でも IC を保護するものではありません。

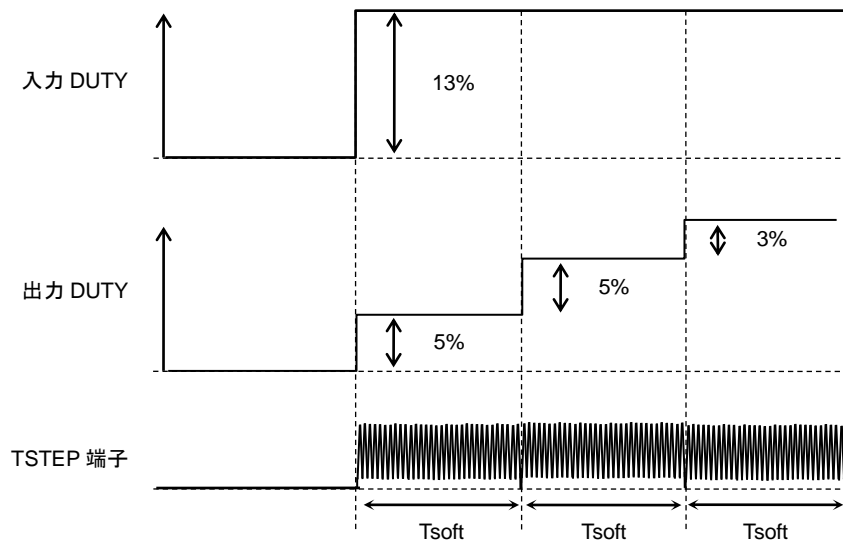
9. PWM デューティ増加時間制御回路

TSP/VSP 端子の制御信号の値が増加したときに、出力 PWM 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。この回路により、モータの起動時に徐々に加速することができます。

TSTEP 端子に接続されるコンデンサの値 (C) で PWM デューティ増加時間を設定します。

例: PWM デューティ増加時間: $T_{soft} (s) = 0.313 \times 31.5 \text{ 回} \times C (F) \times 10^6$
 $C = 0.01 \mu\text{F}$ の場合、 $T_{soft} = 0.0986 \text{ s}$

- 入力制御信号が 13%増加した場合

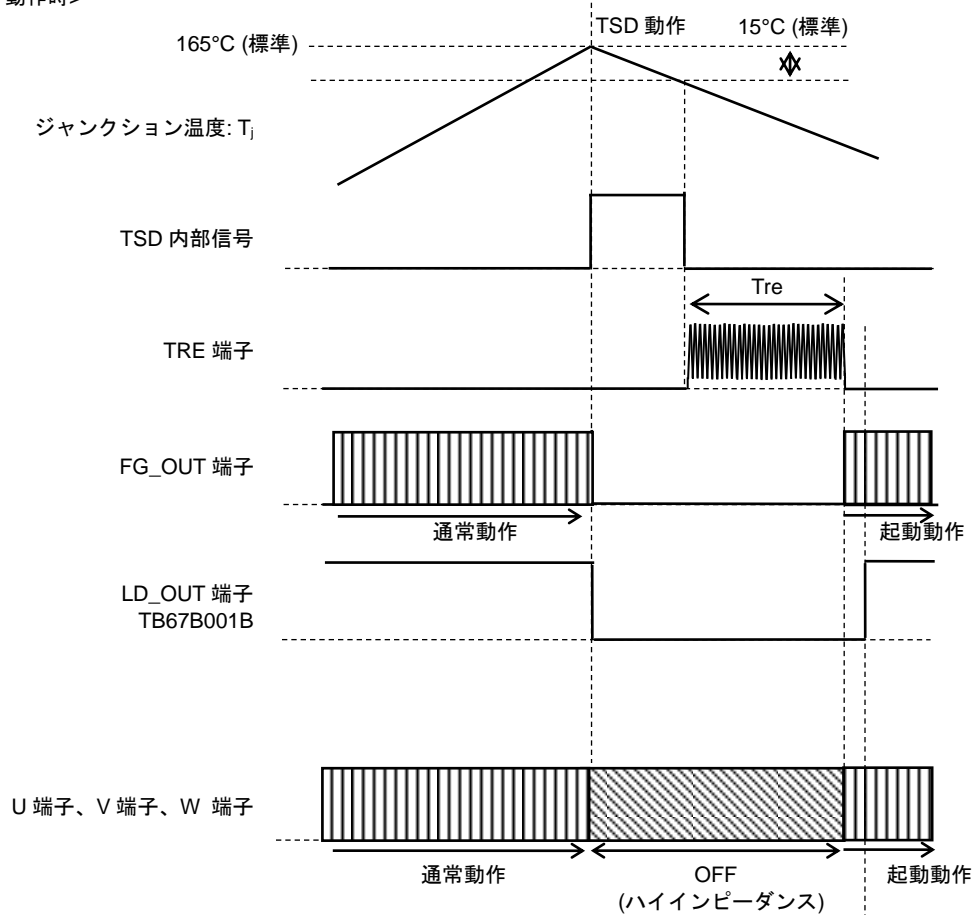


10. 熱遮断回路 (TSD)

この IC は熱遮断回路(TSD)を内蔵しています。熱遮断回路は、ジャンクション温度 (T_j) が検出温度 165°C (標準) を超えると、全ての出力トランジスタを OFF (ハイインピーダンス) にします。検出温度は、 15°C (標準) のヒステリシス幅を持っています。

ジャンクション温度が 150°C (標準)を下回ると、TRE 端子に接続されるコンデンサの値 (C) で決定するリスタート期間(T_{re})経過後、起動動作を行います。

<TSD 動作時>



注: 熱遮断回路が動作した場合、ジャンクション温度 (T_j) が 150°C を超えています。本回路はあくまでも補助的な回路です。いかなる場合でも IC を保護するものではありません。

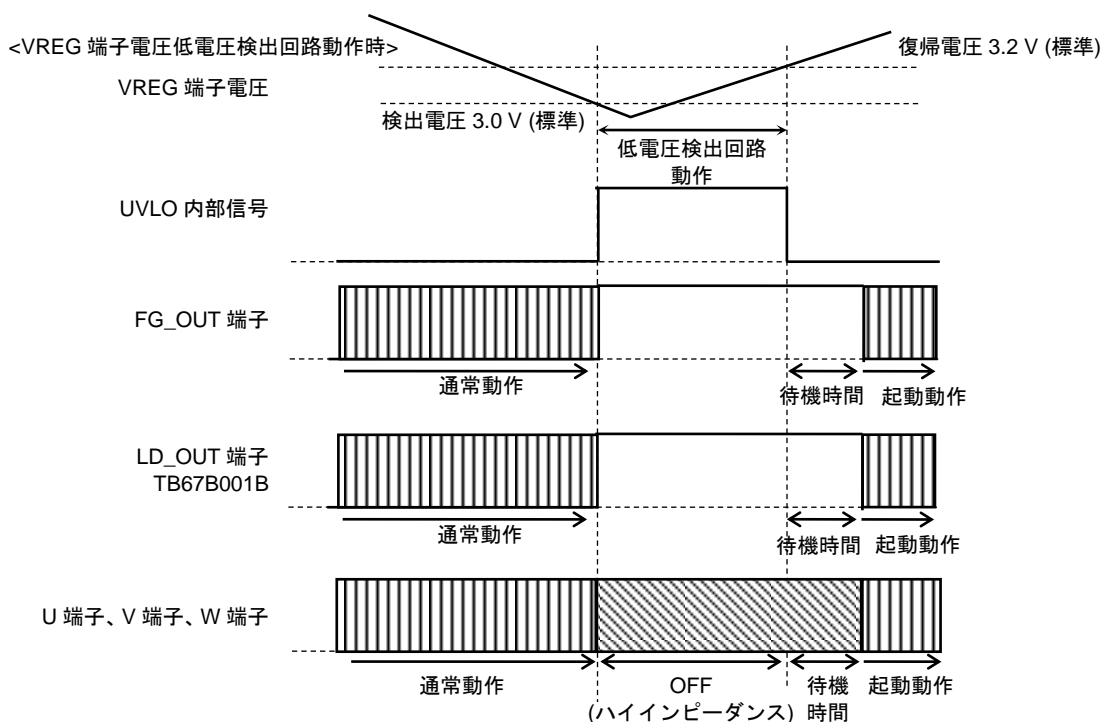
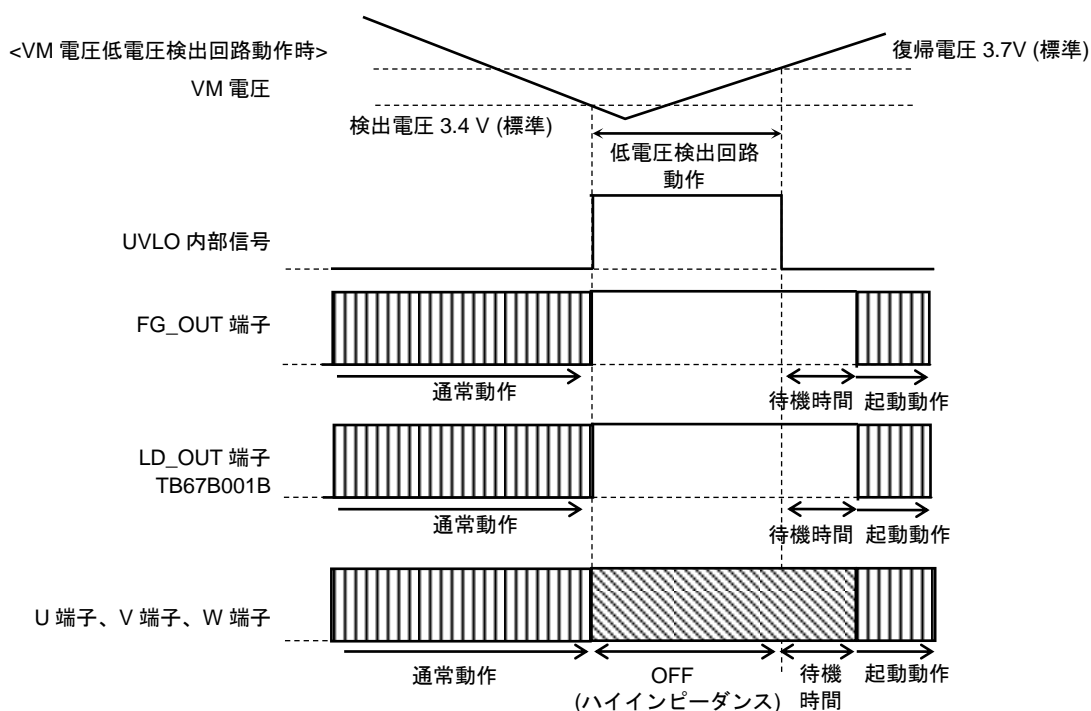
11. 低電圧検出回路 (UVLO)

この IC は、低電圧検出回路(UVLO)を内蔵しています。

低電圧検出回路は、モータ電源電圧 VM が検出電圧 3.4 V (標準) 以下になると、内部ロジックをリセットし、全ての出力トランジスタは OFF (ハイインピーダンス) となります。VM の検出電圧は、0.3 V (標準) のヒステリシス幅を持っており、復帰は 3.7 V (標準) となります。

また、低電圧検出回路は、VREG 端子電圧 VREG が 3.0 V (標準) 以下になると、内部ロジックをリセットし、全ての出力トランジスタは OFF (ハイインピーダンス) となります。VREG の検出電圧は、0.2 V (標準) のヒステリシス幅を持っており、復帰は 3.2 V (標準) となります。

注: 起動動作に復帰するまでの待機時間は、低電圧検出回路動作終了時のモータの動作状態(停止あるいは、空転の回転数)によって変わります。約 0.017 s ~ 0.26 s です。(ROSC=16kΩ)



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	入出力信号説明	入出力内部回路
SEL_SP SLOP ROT	TSP/VSP 端子に入力する制御信号選択端子 ソフトスイッチング選択入力端子 進み角の回転数切り替え選択端子	
CW/CCW	正転/逆転回転方向選択入力端子	
FST SEL_ADJ LAP	強制転流周波数選択端子 PWM デューティ機能設定端子 ラップ通電選択端子	
ADJ0 ADJ1 ADJ2 ADJ3 LA FPWM	入力デューティ特性調整端子 0 入力デューティ特性調整端子 1 入力デューティ特性調整端子 2 入力デューティ特性調整端子 3 進角設定入力端子 PWM 周波数選択入力端子	
VST	直流励磁モードと強制転流モード時の出力 PWM デューティ設定用端子	

名称	入出力信号説明	入出力内部回路
TSP/VSP	センサレス駆動モード時の速度指令入力端子(PWM デューティ制御、アナログ電圧制御)	
VREG	基準電圧出力端子	
FG_OUT LD_OUT	回転数検出信号出力端子(オープンドレイン) ロック検出信号出力端子(オープンドレイン) 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。	
TEST	テスト用端子 グラウンドに接続して使用してください。	
TIP TRE TSTEP	直流励磁時間設定用コンデンサ接続端子 リスタート時間設定用コンデンサ接続端子 PWM デューティ機能設定端子	
OSCCR	内部 OSC 設定用端子	

名称	入出力信号説明	入出力内部回路
U V W VM COM RS	U 相出力端子 V 相出力端子 W 相出力端子 モータ用電源端子 モータ中点接続端子 出力シャント抵抗接続端子	<p style="text-align: center;">$V_{RS} = 0.25 \text{ V (標準)}$</p>

絶対最大定格 (注) (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	VM	25	V
入力電圧	V _{IN1} (注 1)	-0.3 ~ 6.0	V
	V _{IN2} (注 2)	-0.3 ~ 25	V
	V _{IN3} (注 3)	-0.3 ~ V _{REG} + 0.3	V
出力電圧	V _{OUT1} (注 4)	25	V
	V _{OUT2} (注 5)	25	V
出力電流	I _{OUT1} (注 6)	3 (注 9)	A
	I _{OUT2} (注 7)	10	mA
	I _{OUT3} (注 8)	5	mA
許容損失	P _D	2.8 (注 10)	W
動作温度	T _{opr}	-40 ~ 105	°C
保存温度	T _{stg}	-55 ~ 150	°C

注: 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おそれがあります。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。

注 1: V_{IN1}: 以下の端子に印加される電圧です。

TSP/VSP 端子、CW/CCW 端子

注 2: V_{IN2}: 以下の端子に印加される電圧です。

COM 端子

注 3: V_{IN3}: 以下の端子に印加される電圧です。

SLOP 端子、ROT 端子、SEL_SP 端子、ADJ0 端子、ADJ1 端子、ADJ2 端子、ADJ3 端子、OSCCR 端子、VST 端子、FPWM 端子、LA 端子、SEL_ADJ 端子、LAP 端子、FST 端子、TSTEP 端子、TIP 端子、TRE 端子

注 4: V_{OUT1}: 以下の端子から出力される電圧です。

U 端子、V 端子、W 端子

注 5: V_{OUT2}: 以下の端子から出力される電圧です。

FG_OUT 端子、LD_OUT 端子

注 6: I_{OUT1}: 以下の端子から出力される電流です。

U 端子、V 端子、W 端子

注 7: I_{OUT2}: 以下の端子から出力される電流です。

FG_OUT 端子、LD_OUT 端子

注 8: I_{OUT3}: 以下の端子から出力される電流です。

VREG 端子

注 9: 出力電流は周囲温度、実装方法により制限されます。ジャンクション温度が 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)

動作範囲

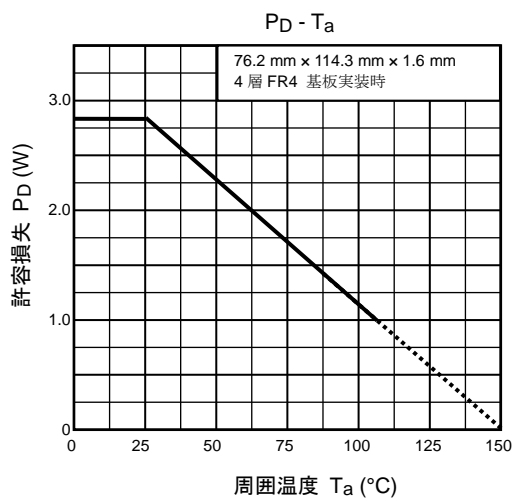
項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧 1	VMopr1	5.5	12	22	V
電源電圧 2 (注 1)	VMopr2	4	5	5.5	V
TSP/VSP 端子入力周波数 (注 2)	foprTSP	0.5	31.25	125	kHz

注 1: VM 電圧が 5.5 V 以下の場合、出力トランジスタのオン抵抗や VREG 出力電圧の特性が変化します。

注 2: TSP/VSP 端子の制御信号がパルスデューティのとき (SEL_SP 端子=Low)

注 3: ROsc=16kΩ

許容損失 (参考値)



電気的特性 (特に指定のない限り、Ta = 25°C、VM = 12 V)

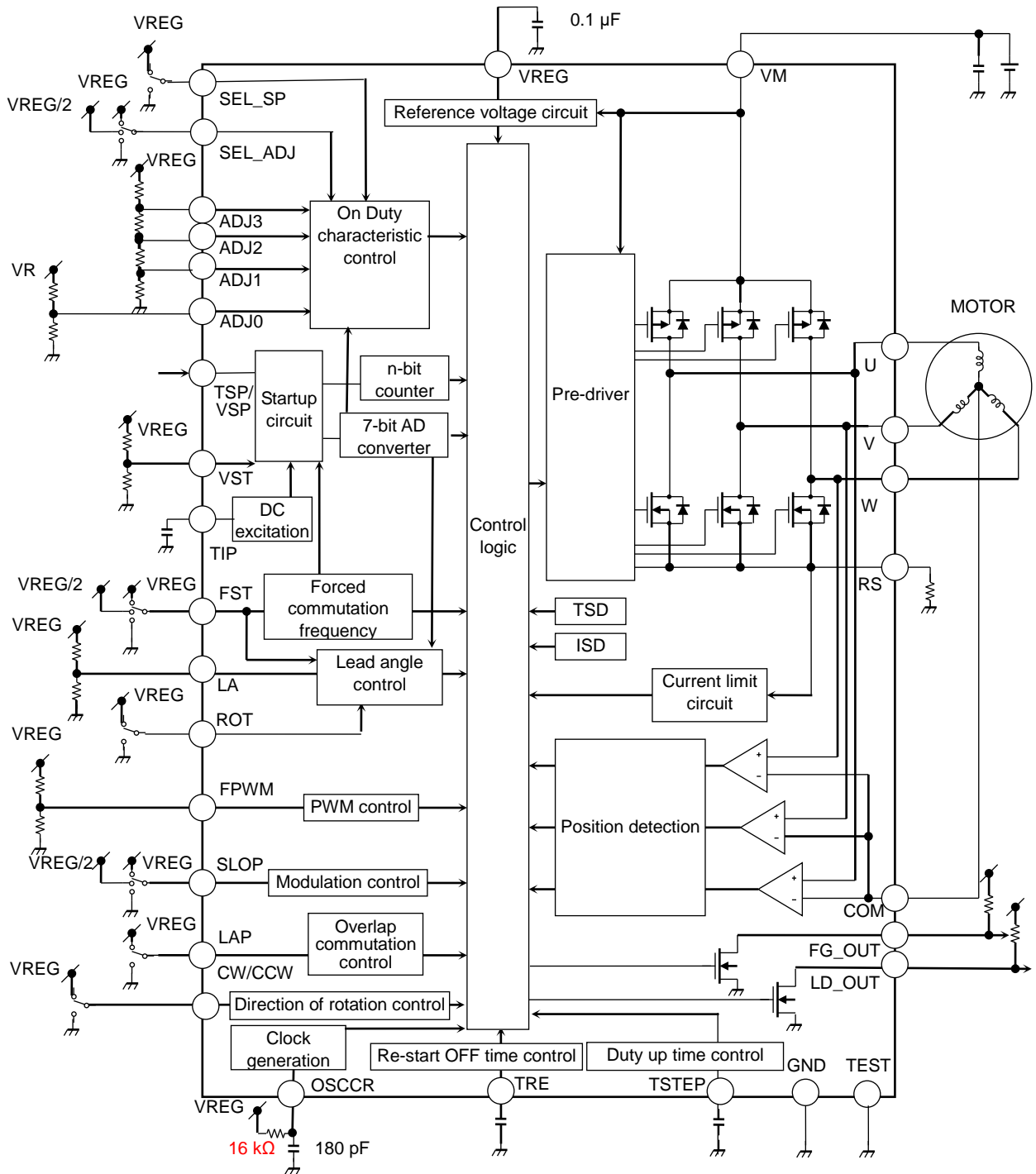
項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
静止 VM 電源電流	IM	TSP/VSP pin = 0 V の場合	—	5.5	8	mA
動作 VM 電源電流	IM _(opr)	TSP/VSP pin = VREG、 RS 端子 = TIP 端子 = COM 端子 = 0 V の場合	—	6	8.5	mA
入力電流	I _{IN1(H)}	V _{IN} = 5 V の場合 FST、LAP、SEL_ADJ 端子	—	100	150	μA
	I _{IN1(L)}	V _{IN} = 0 V の場合 FST、LAP、SEL_ADJ 端子	-150	-100	—	
	I _{IN2A}	V _{IN} = 0 V ~ VREG、 SEL_SP 端子 = VREG の場合 TSP/VSP 端子	-1	—	1	
	I _{IN2D(H)}	V _{IN} = VREG、 SEL_SP 端子 = 0 V の場合 TSP/VSP 端子	—	100	150	
	I _{IN2D(L)}	V _{IN} = 0 V、 SEL_SP 端子 = 0 V の場合 TSP/VSP 端子	-1	—	1	
	I _{IN3}	V _{IN} = 0 V ~ VREG の場合 ADJ0、ADJ1、ADJ2、ADJ3、VST、 LA、FPWM 端子	-1	—	1	
	I _{IN4(H)}	V _{IN} = 5 V の場合 SEL_SP、CW/CCW、SLOP、 ROT 端子	—	100	150	
	I _{IN4(L)}	V _{IN} = 0 V の場合 SEL_SP、CW/CCW、SLOP、 ROT 端子	-1	0	—	
入力電圧	V _{IN1(H)}	SEL_SP 端子 = 0 V の場合 TSP/VSP 端子	2.0	—	—	V
	V _{IN1(L)}		0	—	0.8	
	V _{IN2(H)}	FST、LAP、SEL_ADJ 端子	VREG × 0.8	—	VREG + 0.3	
	V _{IN2(M)}		VREG × 0.4	—	VREG × 0.6	
	V _{IN2(L)}		0	—	VREG × 0.2	
	V _{IN3(H)}	SEL_SP、CW/CCW、SLOP、 ROT 端子	2.0	—	—	
	V _{IN3(L)}	SEL_SP、CW/CCW、SLOP、 ROT 端子	0	—	0.8	
入力ヒステリシス幅	V _{1hys}	SEL_SP 端子 = 0 V の場合 TSP/VSP 端子(参考値)	—	0.12	—	V
	V _{2hys}	SEL_SP、CW/CCW、SLOP、 ROT 端子(参考値)	—	0.12	—	
加速時間	T _{soft}	TSTEP 端子に接続されるコンデン サの値が 0.01 μF の場合(参考値)	—	0.0986	—	s
直流励磁時間	T _{ip}	TIP 端子に接続されるコンデンサの 値が 0.1 μF の場合(参考値)	—	0.986	—	s
リスタート時間	T _{re}	TRE 端子に接続されるコンデンサの 値が 1 μF の場合(参考値)	—	9.86	—	s
TIP、TRE、TSTEP 端子 High 電圧	V _H	—	2.25	2.5	2.75	V
TIP、TRE、TSTEP 端子 Low 電圧	V _L	—	0.45	0.5	0.55	V
COM 端子入力電流	I _{COM}	—	-5	-1.3	1	μA
位置検出コンパレータ オフセット電圧	V _{offset}	(参考値)	-10	0	10	mV

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
FG_OUT / LD_OUT 端子 出力 Low 電圧	V _{LFG_OUT}	I _{OUT} = 5 mA の場合	0	—	0.5	V
FG_OUT / LD_OUT 端子 リーク電流	I _{LFG_OUT}	V _{OUT} = 25 V の場合	—	0	2	μA
U、V、W 端子 出力トランジスタオン抵抗	RON1(H)	I _{OUT} = -0.1 A の場合	—	0.3	0.6	Ω
	RON1(L)	I _{OUT} = 0.1 A の場合	—	0.3	0.6	
	RON2(H)	I _{OUT} = -0.1 A、V _M = 4.0 V の場合	—	0.33	0.6	
	RON2(L)	I _{OUT} = 0.1 A、V _M = 4.0 V の場合	—	0.33	0.6	
U、V、W 端子出力リーク電流	I _L (H)	V _{OUT} = 0 V の場合	-10	0	—	μA
	I _L (L)	V _{OUT} = 25 V の場合	—	0	10	
U、V、W 端子順方向 ダイオード出力電圧	V _F (H)	I _{OUT} = 1.5 A の場合 (参考値)	—	1.0	1.4	V
	V _F (L)	I _{OUT} = -1.5 A の場合 (参考値)	—	1.0	1.4	
VST 端子起動時オン抵抗	RVST	—	—	600	1000	Ω
TSP/VSP 端子 アナログ電圧制御入力特性	V _{AD} (L)	SEL_SP = High の場合 出力 PWM デューティが [※] 0%となる TSP/VSP 端子電圧	0.56	0.625	0.69	V
	V _{AD} (H)	SEL_SP = High の場合 出力 PWM デューティが [※] 100%となる TSP/VSP 端子電圧	2.81	3.125	—	
電流制限検出マスク時間	T _{RS}	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	—	2.4	—	μs
RS 端子電流検出電圧	V _{RS}	—	0.225	0.25	0.275	V
PWM 発振周波数	FPWM4	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	214.425	238.25	262.075	kHz
	FPWM3	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	107.212	119.125	131.038	
	FPWM2	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	53.662	59.625	65.588	
	FPWM1	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	26.775	29.75	32.725	
OSC 周波数 1	OSC1	R = 16 kΩ、C = 180 pF の場合 (参考値)	13.73	15.25	16.77	MHz
OSC 周波数 2	OSC2	R = 20 kΩ、C = 180 pF の場合 (参考値)	10.98	12.2	13.42	MHz
過電流検出設定時間	T _{ISD}	(参考値), RO _{SC} =16kΩ	—	2.4	—	μs
過電流検出回路 検出電流値	I _{ISD}	(参考値)	3	4.5	6	A
熱遮断回路検出温度	TSD	(参考値)	—	165	—	°C
	TSD _{hys}	ヒステリシス幅 (参考値)	—	15	—	
VM 端子低電圧検出回路 検出電圧	VMUVLO	—	3.1	3.4	3.7	V
VM 端子低電圧検出回路 復帰電圧	VMUVLOR	—	3.4	3.7	3.98	V
VREG 端子低電圧検出回路 検出電圧	VREGUVLO	—	2.7	3.0	3.3	V
VREG 端子低電圧検出回路 復帰電圧	VREGUVLOR	—	2.9	3.2	3.45	V
VREG 出力電圧	VREG1	I _{VREG} = -5 mA の場合	4.5	5	5.5	V
	VREG2	I _{VREG} = -5 mA、V _M = 4.0 V の場合	3.6	3.9	4.0	V

注: (参考値)と記載されている項目については製品出荷テストを実施していません。

応用回路例

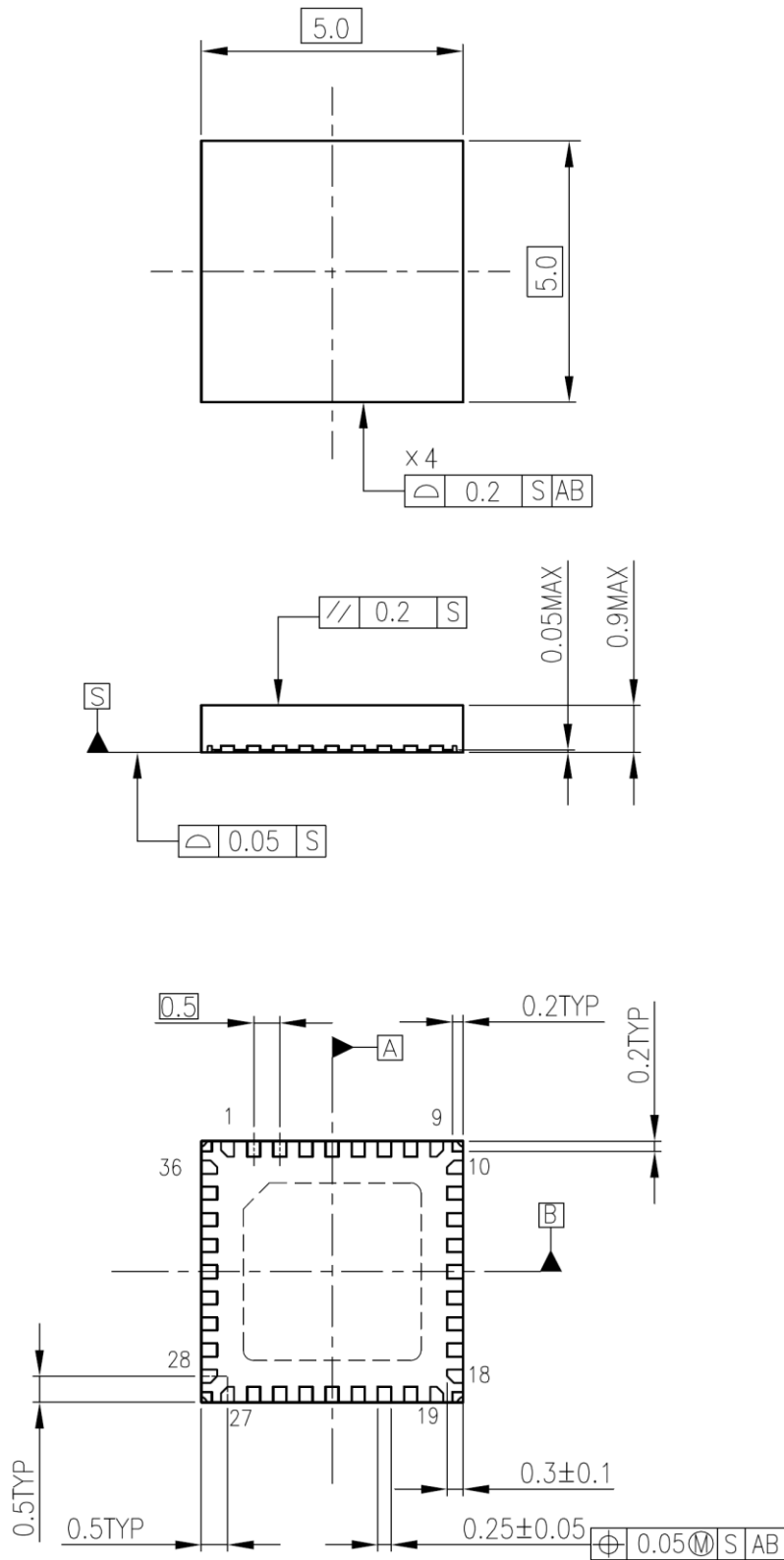
ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。



外形図

P-VQFN36-0505-0.50-001

Unit: mm



質量: 0.05 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。

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1)絶対最大定格は複数の定格の、どの1つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。
複数の定格のいずれに対しても超えることができません。
絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2)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、保護機能が動作しないで、ICが破壊することがあります。ICの破壊により、傷害を負ったり発煙・発火に至ることがあります。
- (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电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) 過電流保護回路

過電流制限回路（通常：カレントリミッタ回路）はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。

(2) 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 は通常使用時でも、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。

(3) 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。