

東芝 Bi-CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

TB6551FG, TB6551FAG

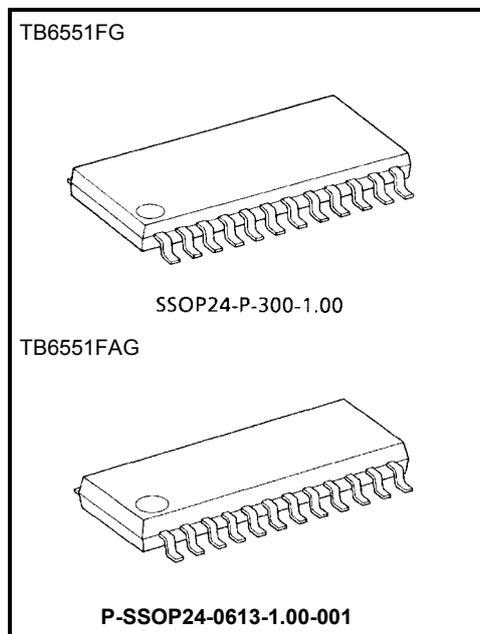
正弦波 PWM 駆動方式

3 相全波ブラシレスモータコントローラ

三相ブラシレス DC モータのファン用途向けに開発した製品となります。

特 長

- 正弦波 PWM 駆動方式
- 三角波生成回路内蔵 (キャリア周期 = $f_{OSC}/252$ (Hz))
- 進み角制御機能内蔵 (0~58°を 32 段階設定)
- デッドタイム機能内蔵 (2.6 μ s or 3.8 μ s 設定)
- ブートストラップ回路対応
- 電流制限入力端子
- レギュレータ回路内蔵 ($V_{refout} = 5$ V (標準), 30 mA (最大))
- 動作電源電圧範囲: $V_{CC} = 6 \sim 10$ V

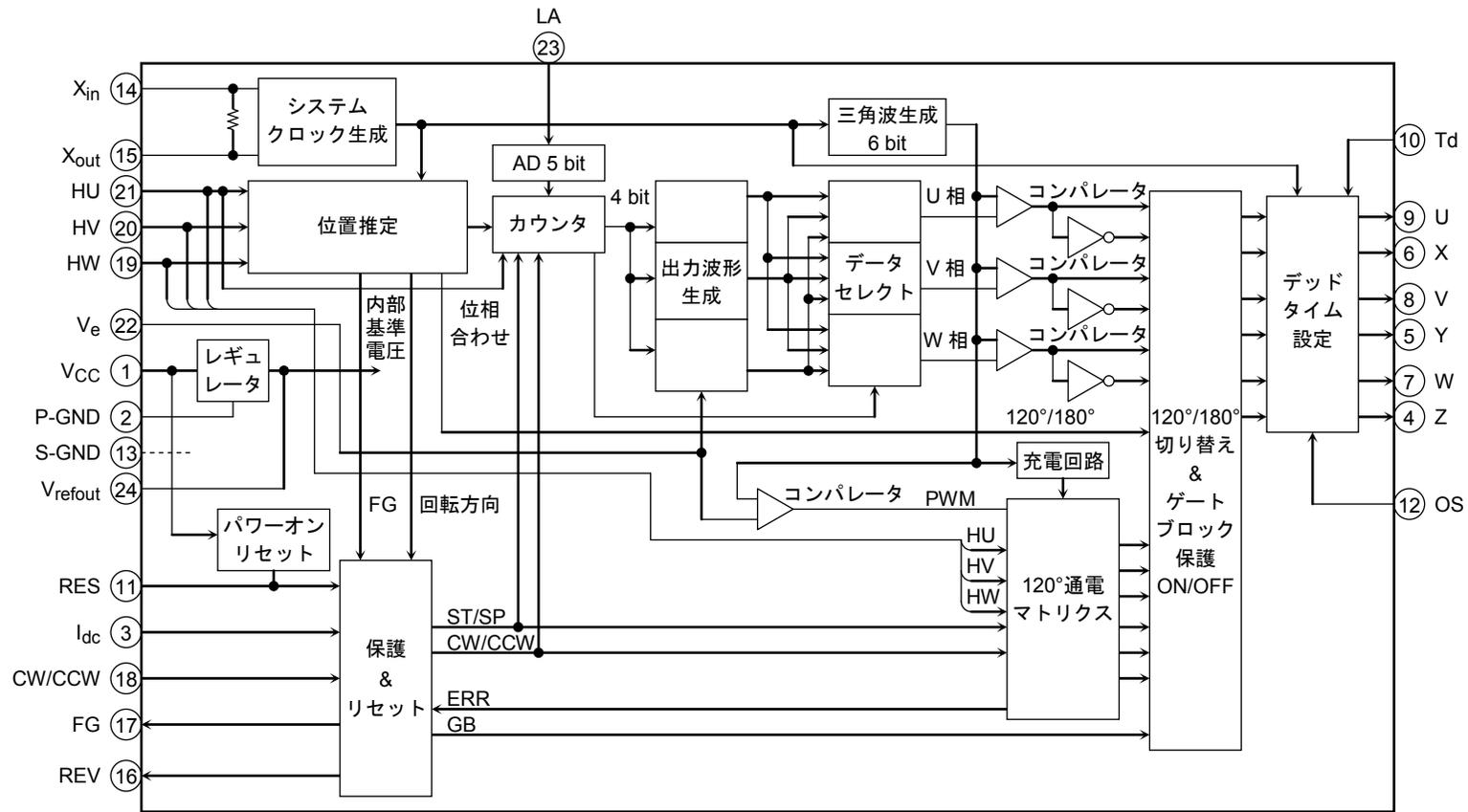


質量

SSOP24-P-300-1.00 : 0.33 g (標準)

P-SSOP24-0613-1.00-001: 0.28 g (標準)

ブロック図

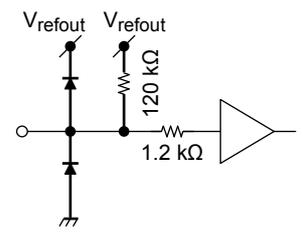
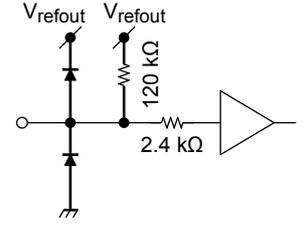
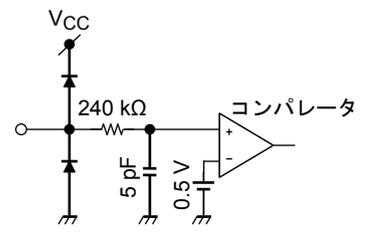
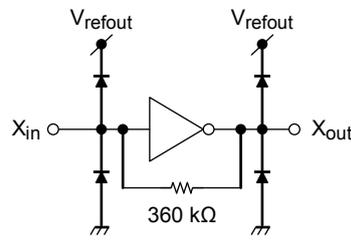
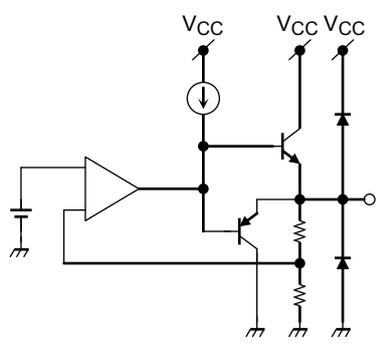


端子説明

端子番号	名称	端子説明	備 考
21	HU	位置信号入力 U	位置信号 HHH または LLL のときは、ゲートブロック保護が動作 ブルアップ抵抗内蔵
20	HV	位置信号入力 V	
19	HW	位置信号入力 W	
18	CW/CCW	正逆転切り替え入力	L: 正転, H: 逆転
11	RES	リセット入力	L: リセット (出力は非アクティブ) 運転・停止、ゲートブロック保護兼用
22	V _e	電圧指令入力	ブルダウン抵抗内蔵
23	LA	進み角設定入力	0~58°を 32 段階の設定
12	OS	出力論理選択入力	L: Low アクティブ, H: High アクティブ
3	I _{dc}	電流制限入力	直流リンク電流を入力 基準電位 0.5 V、フィルタ内蔵 (≒ 1 μs)
14	X _{in}	クロック入力	帰還抵抗内蔵
15	X _{out}	クロック出力	
24	V _{refout}	基準電圧出力	5 V (標準), 30 mA (最大)
17	FG	FG 信号出力	位置信号の 3PPR 出力
16	REV	逆回転信号	逆回転検出用
9	U	通電信号 U	出力論理選択端子により、High アクティブ, Low アクティブを選択
8	V	通電信号 V	
7	W	通電信号 W	
6	X	通電信号 X	
5	Y	通電信号 Y	
4	Z	通電信号 Z	
1	V _{CC}	電源電圧	V _{CC} = 6~10 V
10	T _d	デッドタイム設定入力	L: 3.8 μs H or OPEN: 2.6 μs
2	P-GND	パワー系グラウンド	接地端子
13	S-GND	シグナル系グラウンド	接地端子

入出力等価回路

端子説明	名称	入出力信号	入出力内部回路
位置信号入力 U 位置信号入力 V 位置信号入力 W	HU HV HW	デジタル シュミットあり ヒステリシス 300 mV (標準) L: 0.8 V (最大) H: $V_{refout} - 1 V$ (最小)	
正逆転切り替え入力 L: 正転 (CW) H: 逆転 (CCW)	CW/CCW	デジタル シュミットあり ヒステリシス 300 mV (標準) L: 0.8 V (最大) H: $V_{refout} - 1 V$ (最小)	
リセット入力 L: 停止 (リセット) H: 運転	RES	デジタル シュミットあり ヒステリシス 300 mV (標準) L: 0.8 V (最大) H: $V_{refout} - 1 V$ (最小)	
電圧指令入力 0.2 V 以下で リフレッシュ動作 (X, Y, Z 端子; 8%ON Duty)	V_e	アナログ 入力範囲 0~5.0 V V_{refout} 以上の入力電圧は、 V_{refout} にクリップ	
進み角設定入力 0 V: 0° 5 V: 58° (5 bit AD)	LA	アナログ 入力範囲 0~5.0 V (V_{refout}) V_{refout} 以上の入力電圧は、 V_{refout} にクリップ	

端子説明	名称	入出力信号	入出力内部回路
デッドタイム設定 入力 L: 3.8 μ s H or Open: 2.6 μ s	T_d	デジタル L: 0.8 V (最大) H: $V_{refout} - 1$ V (最小)	
出力論理選択入力 L: Low アクティブ H: Hi アクティブ	OS	デジタル L: 0.8 V (最大) H: $V_{refout} - 1$ V (最小)	
電流制限入力	I_{dc}	アナログ 0.5 V 以上でゲートブロック保護 (キャリヤ周期で解除)	
クロック入力	X_{in}	動作範囲	
クロック出力	X_{out}	2~8 MHz (セラミック発振子使用)	
基準電圧出力	V_{refout}	5 \pm 0.5 V (最大 30 mA)	

端子説明	名称	入出力信号	入出力内部回路
逆回転検出信号出力	REV	デジタル プッシュプル出力 (最大 ±1 mA)	
FG 信号出力	FG	デジタル プッシュプル出力 (最大 ±1 mA)	
通電信号出力 U 通電信号出力 V 通電信号出力 W 通電信号出力 X 通電信号出力 Y 通電信号出力 Z	U V W X Y Z	アナログ プッシュプル出力 (最大 ±2 mA) L: 0.78 V (最大) H: $V_{refout} - 0.78 V$ (最小)	

絶対最大定格 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	定格	単位	
電源電圧	V_{CC}	12	V	
入力電圧	$V_{in(1)}$	$-0.3 \sim V_{CC}$ (注1)	V	
	$V_{in(2)}$	$-0.3 \sim 5.5$ (注2)		
通電信号出力電流	I_{OUT}	2	mA	
許容損失	P_D	FG	0.9 (注3)	W
		FAG	1.0 (注3)	
動作温度	T_{opr}	$-30 \sim 115$ (注4)	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	$-50 \sim 150$	$^\circ\text{C}$	

注1: $V_{in(1)}$ 端子: V_e, LA

注2: $V_{in(2)}$ 端子: $HU, HV, HW, CW/CCW, RES, OS, I_{dc}, T_d$

注3: 基板実装時 (ユニバーサル $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1.6\text{ mm}$) (Cu 30%)

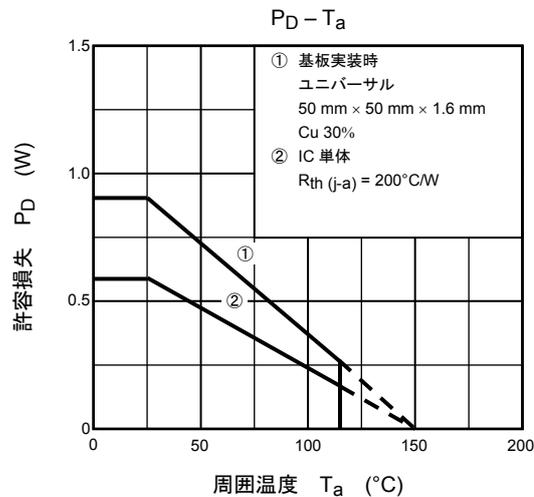
注4: 動作温度範囲は $P_D - T_a$ 特性により決定されます。

注5: 本製品の使用条件 (使用温度/電流/電圧など) が絶対最大定格/動作範囲以内での使用においても、高負荷 (高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化など) で連続して使用される場合は、信頼性が著しく低下するおそれがあります。

弊社半導体信頼性ハンドブック (取り扱い上のご注意とお願いおよびディレーティングの考え方と方法) および個別信頼性情報 (信頼性試験レポート、推定故障率等) をご確認の上、適切な信頼性設計をお願いします。

動作条件 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

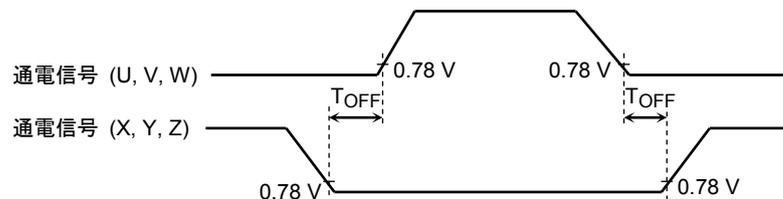
項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V_{CC}	6	7	10	V
セラミック発振子周波数	X_{in}	2	4	8	MHz



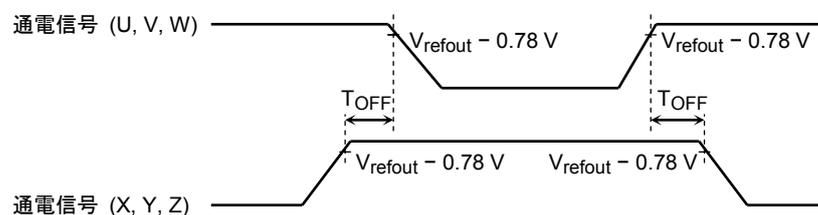
電気的特性 (Ta = 25°C, VCC = 7 V)

項目	記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位
電源電流	I _{CC}	—	V _{refout} = OPEN	—	3	6	mA
入力電流	I _{in} (1)	—	V _{in} = 5 V V _e , LA	—	20	40	μA
	I _{in} (2)-1		V _{in} = 0 V HU, HV, HW	-40	-20	—	
	I _{in} (2)-2		V _{in} = 0 V CW/CCW, OS, T _d	-80	-40	—	
	I _{in} (2)-3		V _{in} = 5 V RES	—	40	80	
入力電圧	V _{in}	Hi	HU, HV, HW, CW/CCW, RES, OS, T _d	V _{refout} - 1	—	V _{refout}	V
		Low		—	—	0.8	
入力ヒス電圧	V _H	—	HU, HV, HW, CW/CCW, RES	—	0.3	—	V
出力電圧	V _{OUT} (H)-1	—	I _{OUT} = 2 mA U, V, W, X, Y, Z	V _{refout} - 0.78	V _{refout} - 0.4	—	V
	V _{OUT} (L)-1		I _{OUT} = -2 mA U, V, W, X, Y, Z	—	0.4	0.78	
	V _{REV} (H)		I _{OUT} = 1 mA REV	V _{refout} - 1.0	V _{refout} - 0.5	—	
	V _{REV} (L)		I _{OUT} = -1 mA REV	—	0.5	1.0	
	V _{FG} (H)		I _{OUT} = 1 mA FG	V _{refout} - 1.0	V _{refout} - 0.5	—	
	V _{FG} (L)		I _{OUT} = -1 mA FG	—	0.5	1.0	
	V _{refout}		I _{OUT} = 30 mA V _{refout}	4.5	5.0	5.5	
出力リーク電流	I _L (H)	—	V _{OUT} = 0 V U, V, W, X, Y, Z	—	0	10	μA
	I _L (L)		V _{OUT} = 3.5 V U, V, W, X, Y, Z	—	0	10	
出力上下オフタイム (注6)	T _{OFF} (H)	—	T _d = High or OPEN, X _{in} = 4.19 MHz, I _{OUT} = ± 2 mA, OS = High/Low	2.2	2.6	—	μs
	T _{OFF} (L)		T _d = Low, X _{in} = 4.19 MHz, I _{OUT} = ± 2 mA, OS = High/Low	3.0	3.8	—	
電流検出	V _{dc}	—	I _{dc}	0.46	0.5	0.54	V
進み角補正	T _{LA} (0)	—	L _A = 0 V or Open, Hall IN = 100 Hz	—	0	—	°
	T _{LA} (2.5)	—	L _A = 2.5 V, Hall IN = 100 Hz	27.5	32	34.5	
	T _{LA} (5)	—	L _A = 5 V, Hall IN = 100 Hz	53.5	59	62.5	
VCC電源監視	V _{CC} (H)	—	出力動作開始点	4.2	4.5	4.8	V
	V _{CC} (L)	—	出力非動作点	3.7	4.0	4.3	
	V _H	—	入力ヒステリシス幅	—	0.5	—	

注6: T_{OFF}
OS = Hi の場合



OS = Low の場合



動作説明

1. 基本動作

始動時は、位置検出信号から矩形波駆動の通電信号にて駆動します。位置検出信号が $f = 5 \text{ Hz}$ 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変調波を発生し、この変調波と三角波を比較して正弦波 PWM 信号を生成し駆動します。

始動～5 Hz: 矩形波駆動 (120°通電)

$$f = f_{\text{OSC}} / (2^{12} \times 32 \times 6)$$

5 Hz～ : 正弦波 PWM 駆動 (180°通電)

$f_{\text{OSC}} = 4 \text{ MHz}$ の場合、約 5 Hz となります。

2. ブートストラップ電圧確立機能

(1) 電圧指令入力: $V_e \leq 0.2 \text{ V}$ 時

一定周期 (キャリヤ周期) で下石を ON します。(ON Duty 約 8%)

(2) 電圧指令入力: $V_e > 0.2 \text{ V}$ 時

正弦波駆動中は、駆動信号をそのまま出力します。

矩形波駆動中は、一定周期 (キャリヤ周期) で下石を強制的に ON します。(ON Duty 約 8%)

注: 始動時は、上石ゲート電源の充電のため、一定期間、 $V_e \leq 0.2 \text{ V}$ として下石を ON してください。

3. デッドタイム機能 (出力上下オフタイム)

正弦波 PWM 駆動時における、外付けパワー素子の上下同時 ON による短絡防止のためデッドタイムを IC 内部でデジタル的に生成します。(矩形波駆動時の Full Duty 時も短絡防止のためデッドタイム機能が動作します。)

T _d 端子	内部カウンタ	T _{OFF}
High or Open	11/f _{OSC}	2.6 μs
Low	16/f _{OSC}	3.8 μs

T_{OFF} 値は $f_{\text{OSC}} = 4.19 \text{ MHz}$ 時の結果となります。

$f_{\text{OSC}} =$ 基準クロック (セラミック発振子周波数)

4. 進み角補正機能

誘起電圧に対する通電信号を 0～58°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 (0～5 V を 32 分割)

0 V = 0°

5 V = 58° (5 V 以上が入力された場合は 58°とします)

5. キャリヤ周波数設定機能

PWM 信号生成に必要な三角波の周期 (キャリヤ周期) を設定します。

(三角波は矩形波駆動時の下石強制 ON にも使用します。)

キャリヤ周期 = $f_{\text{OSC}} / 252 \text{ (Hz)}$

$f_{\text{OSC}} =$ 基準クロック (セラミック発振子周波数)

6. 通電信号出力切り替え機能

出力通電信号の動作方向を切り替えることができます。

OS 端子

High = High アクティブ

Low = Low アクティブ

7. 逆回転検出信号出力機能

モータの回転方向を検出できます。
 電気角 360°ごとの検出となります。(リセット直後は High となります)
 REV 端子が Low のとき、180°通電モード (Hall IN = 5 Hz 以上) となります。

CW/CCW 端子	実際のモータ回転方向	REV 端子
Low (CW 時)	CW (正転)	Low
	CCW (逆転)	High
High (CCW 時)	CW (正転)	High
	CCW (逆転)	Low

8. 保護入力端子

(1) 電流制限保護 (Idc 端子)

直流リンク電流が内部の基準電圧を超えた場合に、ゲートブロックを行います。電流制限保護の解除はキャリヤ周波数ごとに解除されます。
 基準電圧 = 0.5 V (標準)

(2) ゲートブロック保護 (RES 端子)

入力信号レベルが、Low で出力を OFF し、High で再始動します。
 外部より異常を検出し、RES 端子に入力します。

RES 端子	OS 端子	通電信号出力 (U, V, W, X, Y, Z)
Low	Low	High
	High	Low

(RES = Low 時は、ブートストラップコンデンサの充電動作も停止状態になります。)

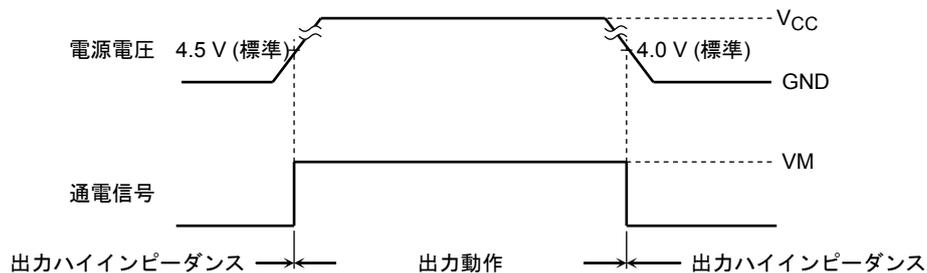
(3) 内蔵保護

● 位置検出信号異常保護

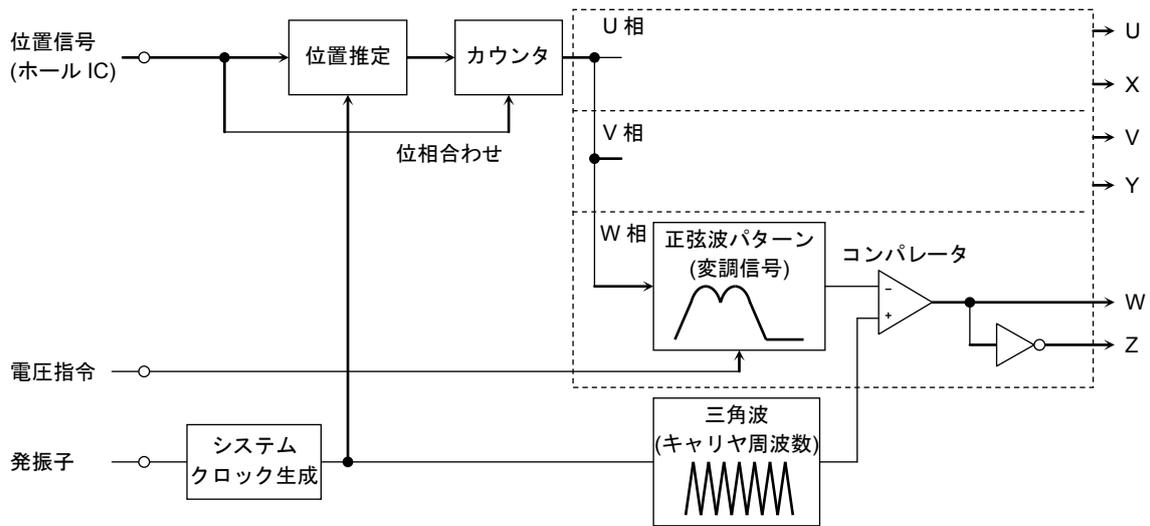
位置検出信号が H・H・H または、L・L・L になった場合は、出力を OFF し、それ以外で再始動します。

● 低電源電圧保護 (VCC 電源監視)

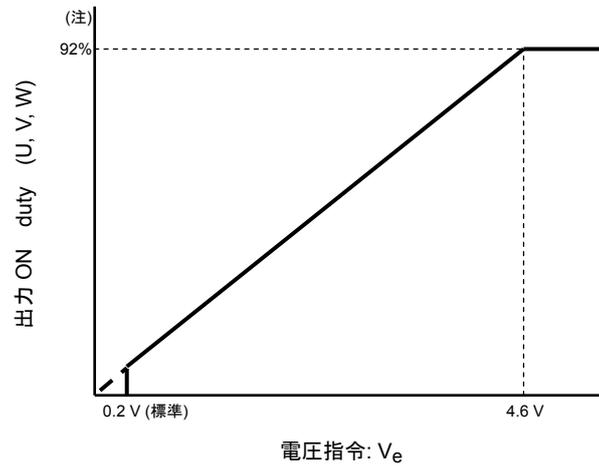
電源 ON/OFF 時における、動作電圧範囲外においては、通電信号出力をハイインピーダンスとして、パワー素子の短絡破損を防止します。



動作フロー

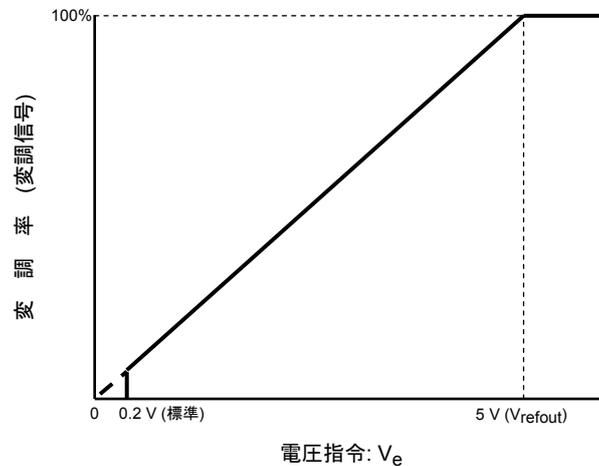


矩形波駆動時

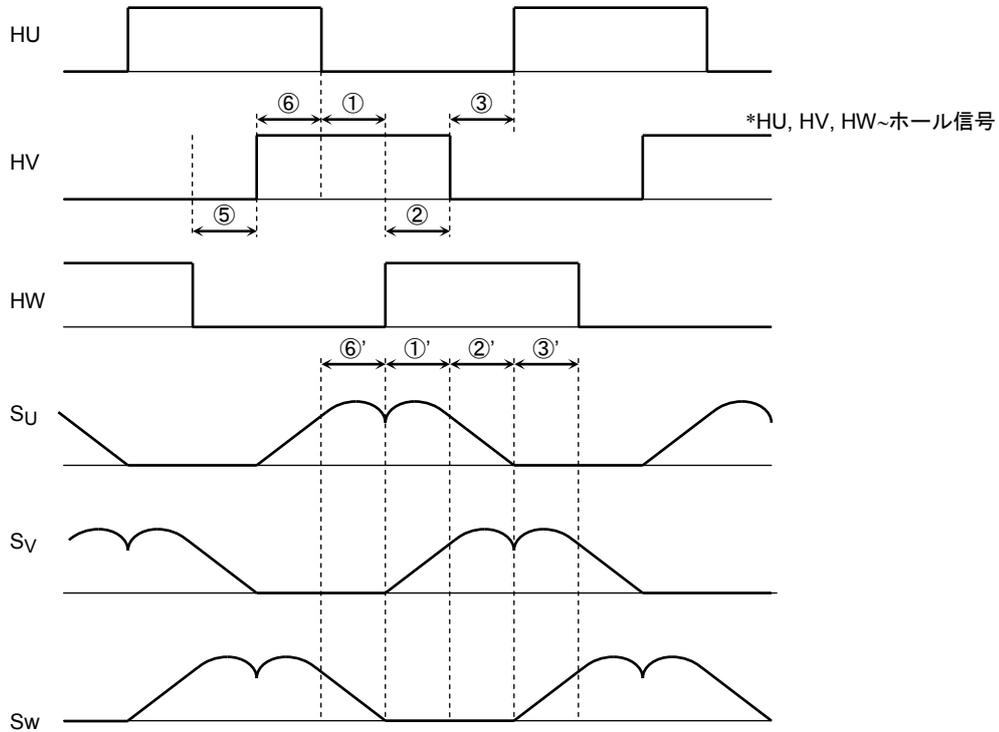


注: 出力 ON 時間は、デッドタイム分減少します。
(キャリア周期 \times 92% - $T_d \times 2$)

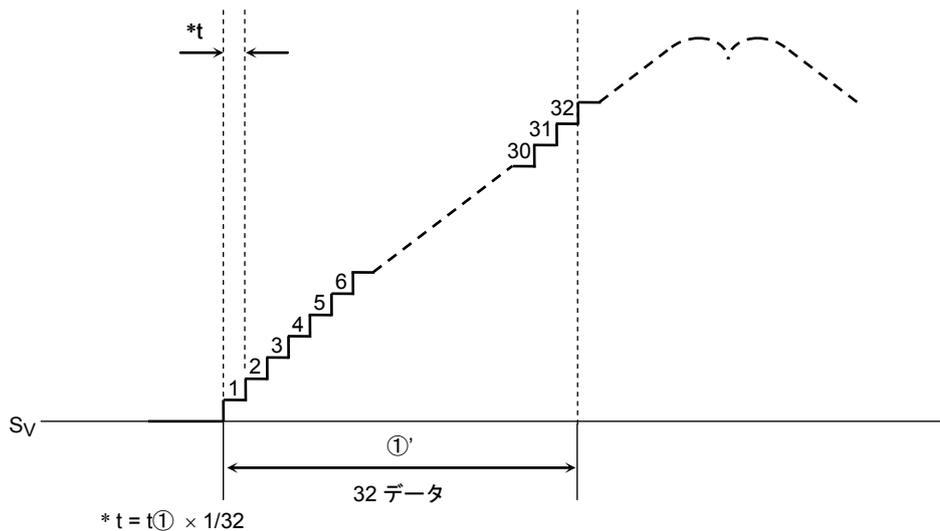
正弦波駆動時



ホール信号から変調波形を作り、この変調波形を三角波と比較して正弦波 PWM 信号を生成します。
 3 つのホール信号のアップエッジ (ダウンエッジ) から次のダウンエッジ (アップエッジ) までの時間 (電気角: 60°) をカウントし、この時間を変調波形の次の 60°位相分のデータとして使用しています。
 変調波形の 60°位相分は 32 データからなっており、その 1 データ分の時間幅は、1 つ前の 60°位相分の時間幅の 1/32 であり、この幅で変調波形は進みます。

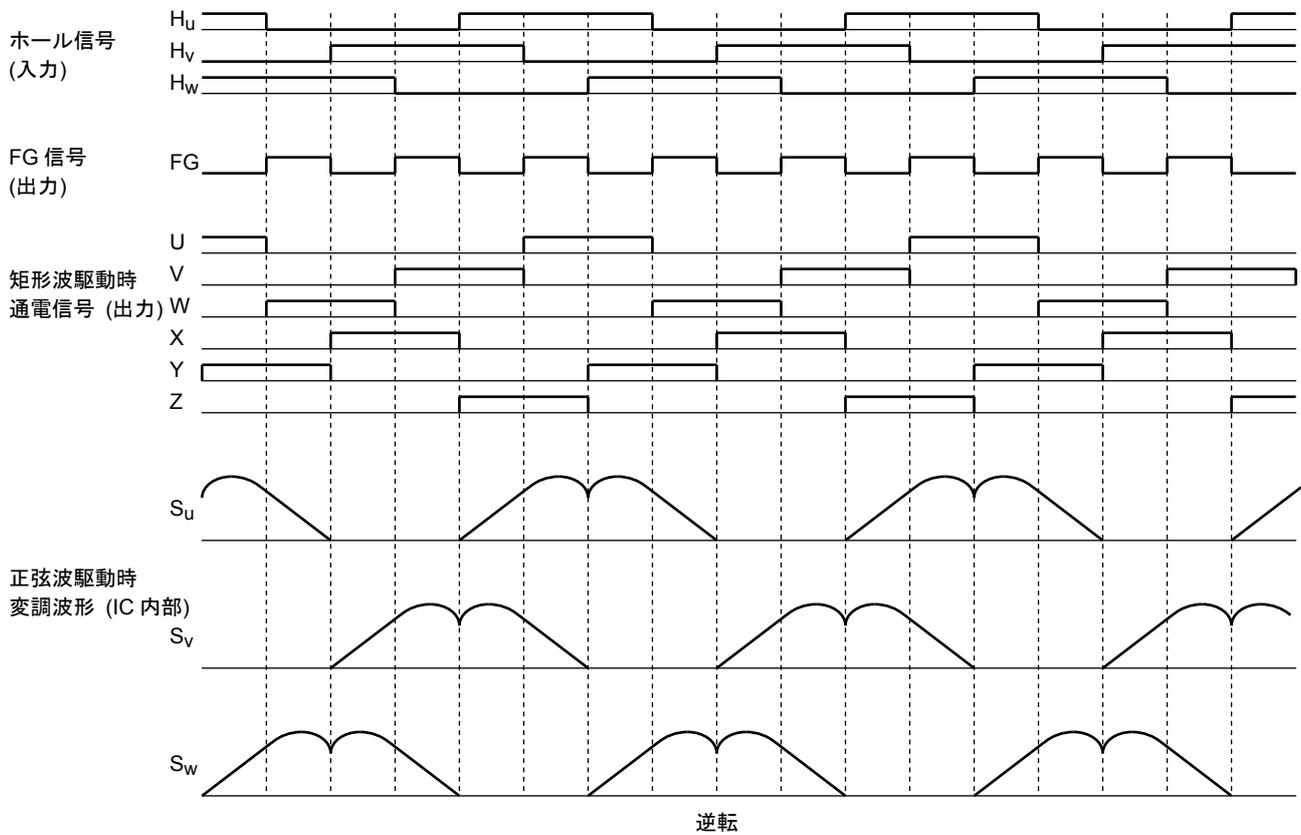
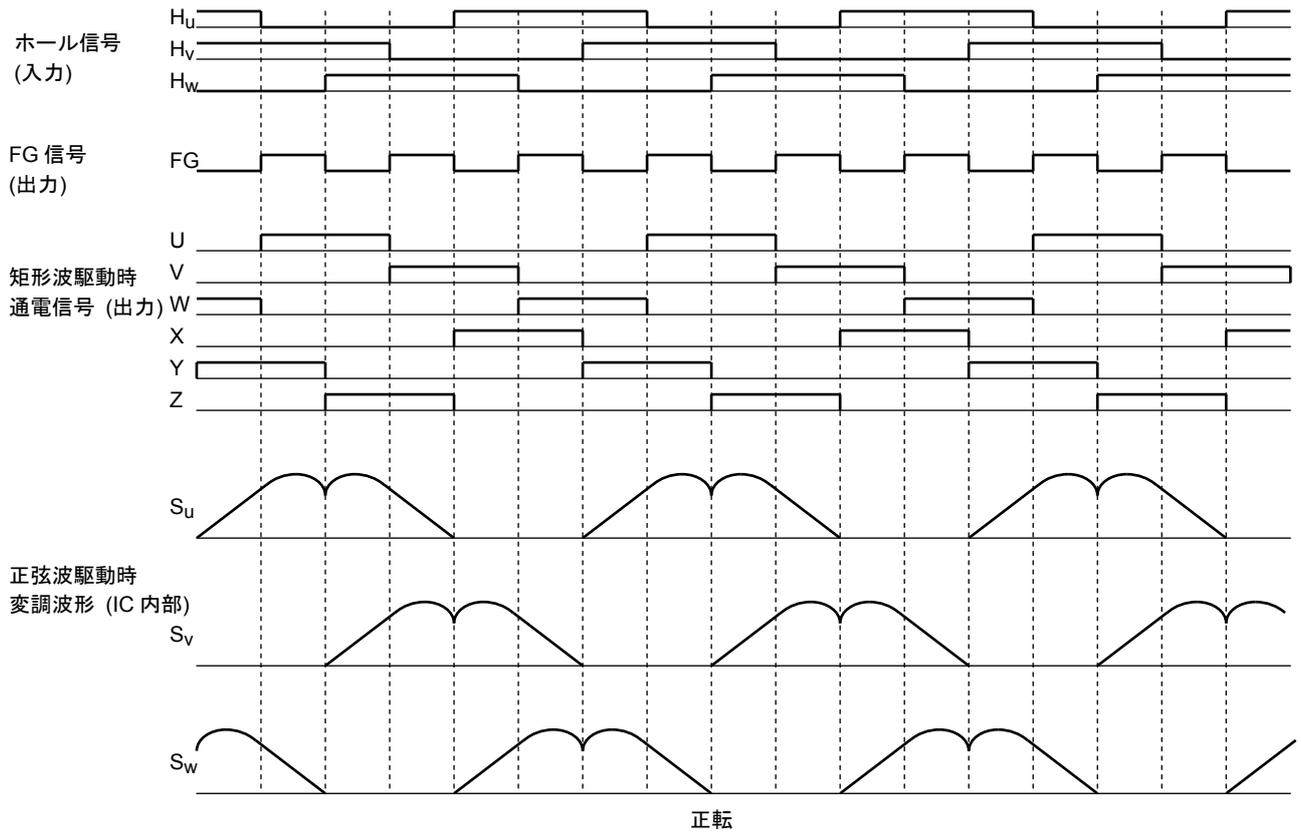


上図において、HU: \uparrow から HW: \downarrow までの時間①の 1/32 の時間幅で、変調波形の①'データは進み、同じく、HW: \downarrow から HV: \uparrow までの時間②の 1/32 の時間幅で、②'のデータは進みます。
 32 データが終了しても次のエッジが来ない場合には、次の 32 データは次のエッジが来るまで同じ時間幅で進みます。



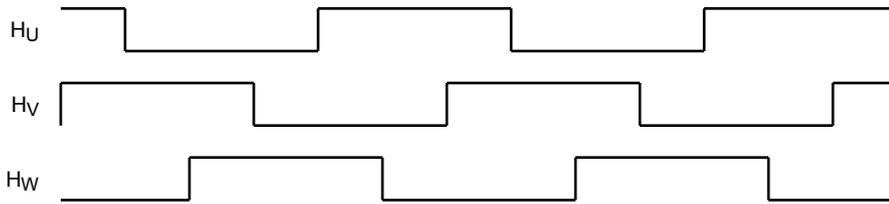
また、位置検出信号のゼロクロスごとに変調波形との位相合わせを行います。
 電気角 60°ごとに位置検出信号のアップエッジおよびダウンエッジと同期し変調波形はリセットされます。
 従いまして、ホール信号の位置ずれおよび、加減速時はリセットごとに変調波形が不連続となります。

タイミングチャート

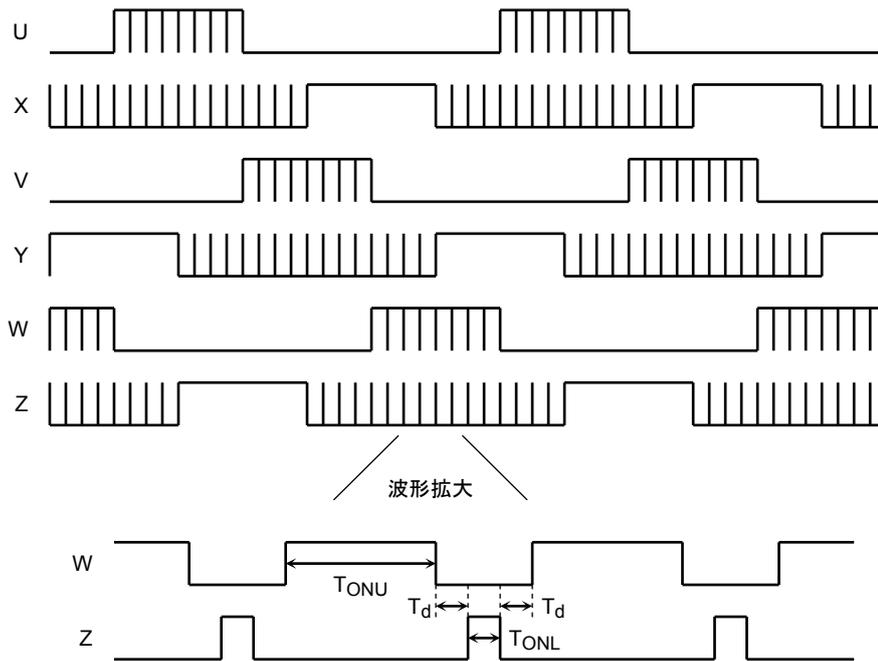


矩形波駆動の動作波形 (CW/CCW = Low, OS = High)

ホール信号



出力波形



ブートストラップ電圧確保のため、下側 X、Y、Z 出力は、OFF 期間においても、キャリア周期で常に ON します。また、このとき、上側 U、V、W 波形は、上図、拡大波形のように、下側が ON するタイミングで、デッドタイムを持ち OFF します。(Td は、Ve 入力により変化します)

$$\text{キャリア周期} = f_{\text{OSC}}/252 \text{ (Hz)}$$

$$\text{デッドタイム: } T_d = 16/f_{\text{OSC}} \text{ (s) (Ve = 4.6 V 以上時)}$$

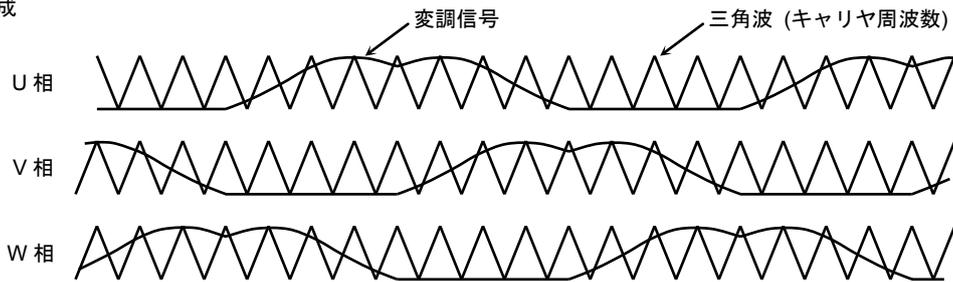
$$T_{\text{ONL}} = \text{キャリア周期} \times 8\% \text{ (s) (Ve 入力に関係なく一定)}$$

矩形波駆動時の速度変更は、Ve 電圧で決定され、TONU の ON Duty で加減速します。(11 ページ 出力 ON Duty 図参照ください。)

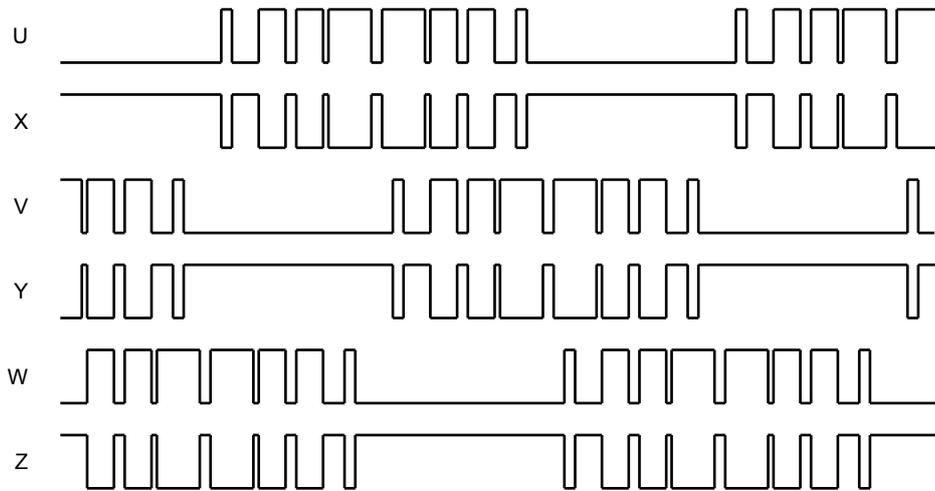
注: 始動時におけるホール信号が 5 Hz ($f_{\text{OSC}} = 4 \text{ MHz}$ 時) 以下およびモータの回転方向が設定に対し反転している場合 (REV = High) に、矩形波駆動となります。

正弦波 PWM 駆動の動作波形 (CW/CCW = Low, OS = High)

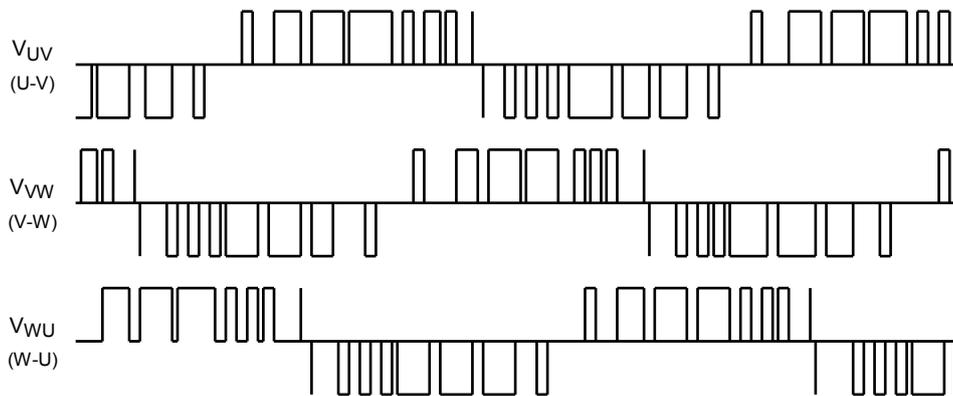
IC 内部生成



出力波形



線間電圧

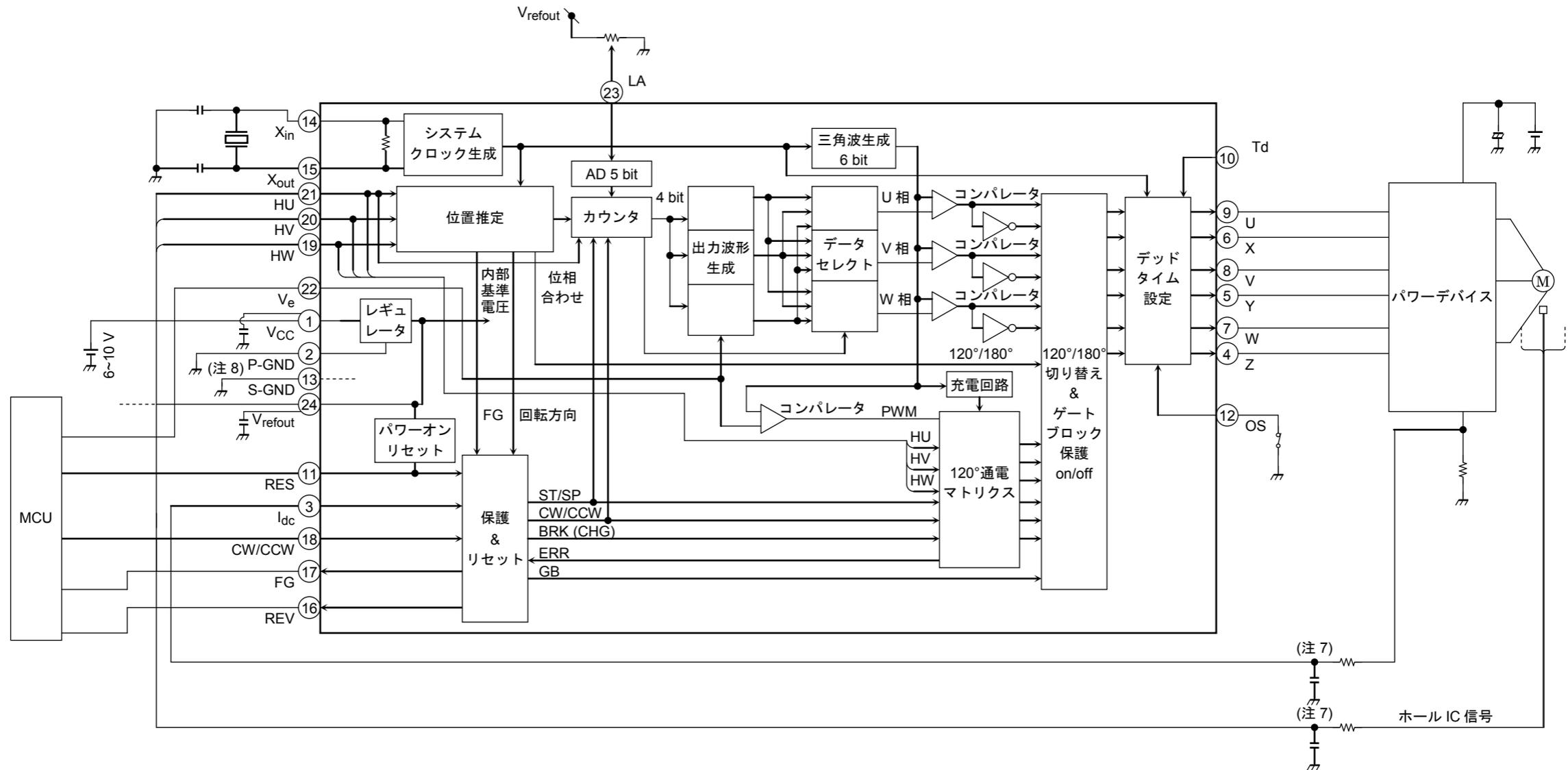


正弦波駆動時の速度変更は、 V_e 電圧で変調記号の振幅が変化し、出力波形の ON Duty で加減速します。
(11 ページ変調率図参照ください)

$$\text{三角波周波数} = \text{キャリア周波数} = f_{OSC}/252 \text{ (Hz)}$$

注: 始動後、ホール信号が 5 Hz ($f_{OSC} = 4 \text{ MHz}$ 時) 以上およびモータの回転方向が設定方向に回転している場合 (REV = Low) に、正弦波駆動となります。

応用回路例



注7: ノイズなどによる IC 誤動作防止用として必要に応じて接続してください。

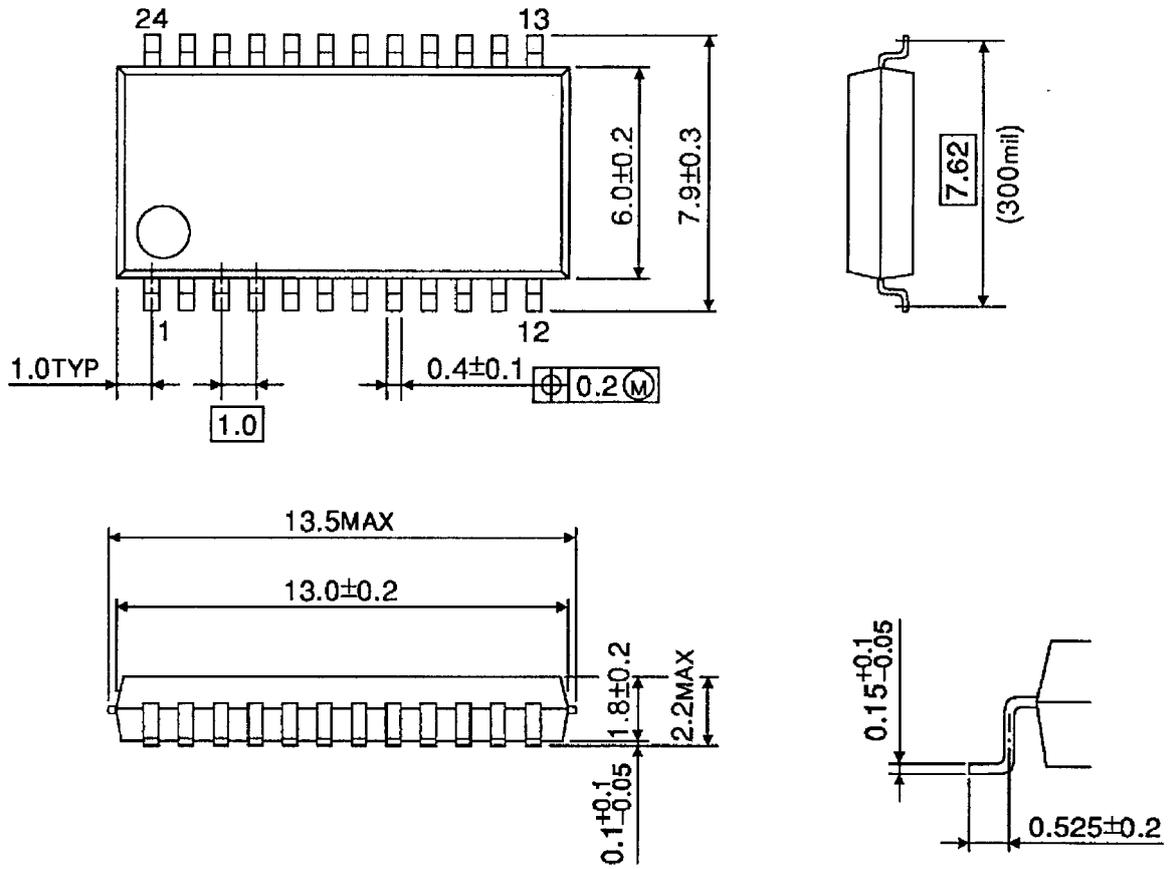
注8: アプリケーション上のシグナル系 GND に接続してください。

注9: 出力間ショートおよび出力の天絡、地絡時に IC の破壊および周辺部品に過電圧、過電流が加わる恐れがありますので、出力ライン、V_{CC}、GND ラインの設計は十分注意してください。また、IC を回転差し (逆差し) した場合には、同様に破壊の恐れがありますので注意してください。

外形図

SSOP24-P-300-1.00

Unit : mm

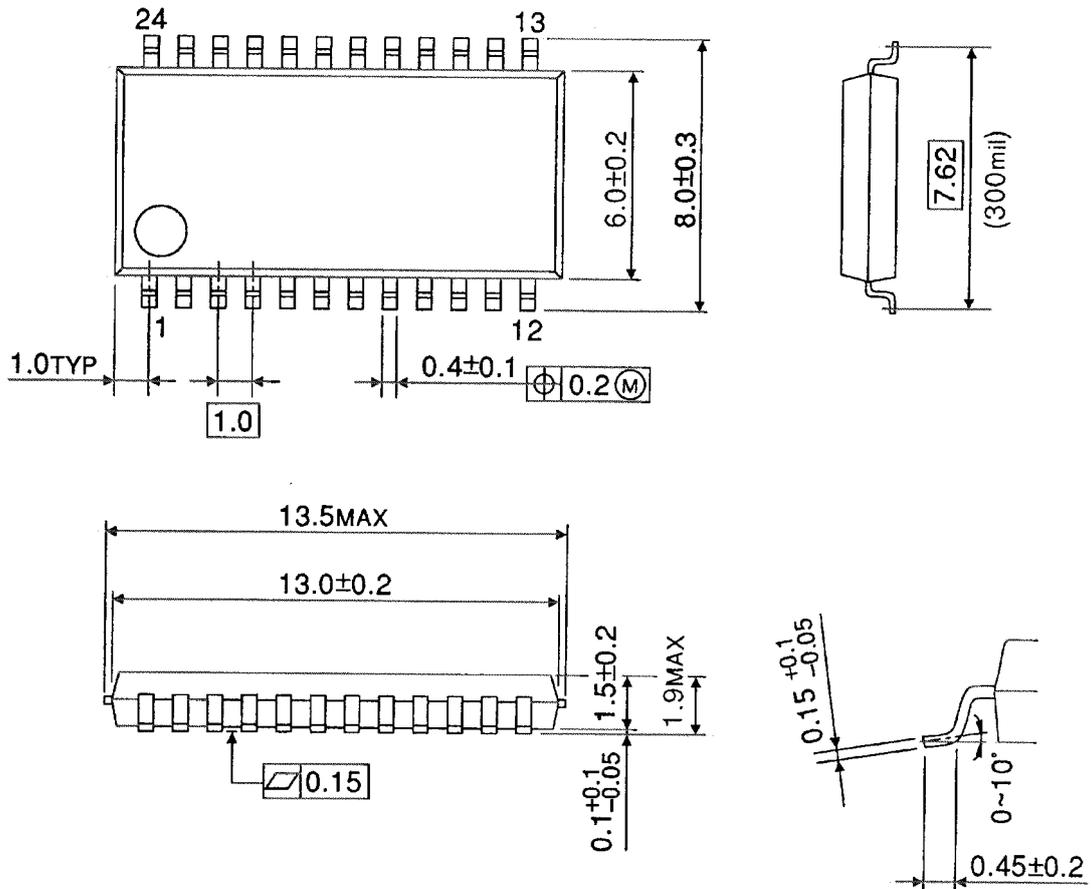


質量: 0.33 g (標準)

外形図

P-SSOP24-0613-1.00-001

Unit : mm



質量: 0.28 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)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。

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いたします。

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)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

- 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（以下、本製品という）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。