

東芝 Bi-CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

TB6605FTG

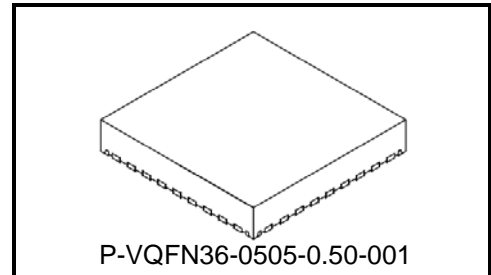
正弦波 PWM 駆動方式 3 相全波ブラシレスモータコントローラ

TB6605FTG は、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 IC です。

2 相変調方式による正弦波 PWM 駆動により、高効率かつ低騒音での駆動が可能です。

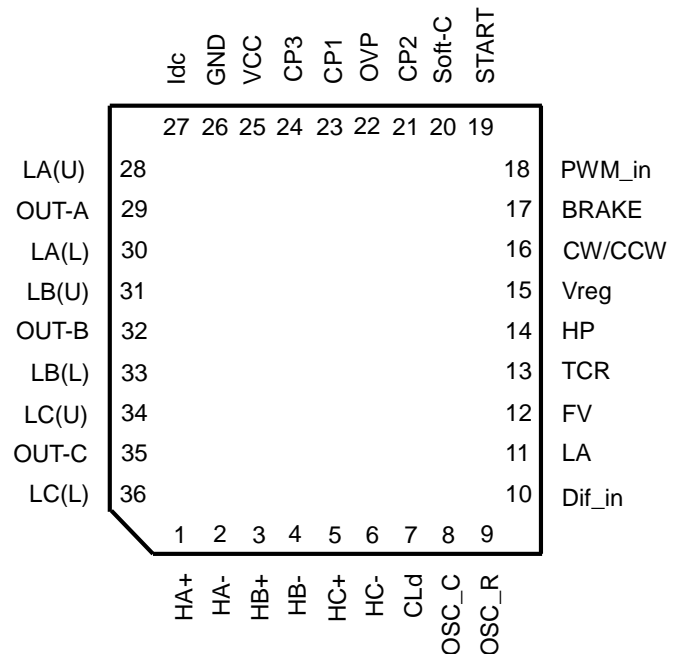
特 長

- 正弦波 PWM 駆動方式
- スイッチングロスが少ない 2 相変調方式
- 上側 Nch-下側 Nch FET 対応
- デッドタイム機能内蔵
- ブレーキ機能内蔵
- スタート機能内蔵
- 速度指令: PWM 入力タイプ
- 自動進み角設定機能内蔵(速度を基に進角を設定)
- 正転/逆転機能内蔵
- ロック保護機能内蔵
- ホールパルスモニタ信号出力内蔵



P-VQFN36-0505-0.50-001

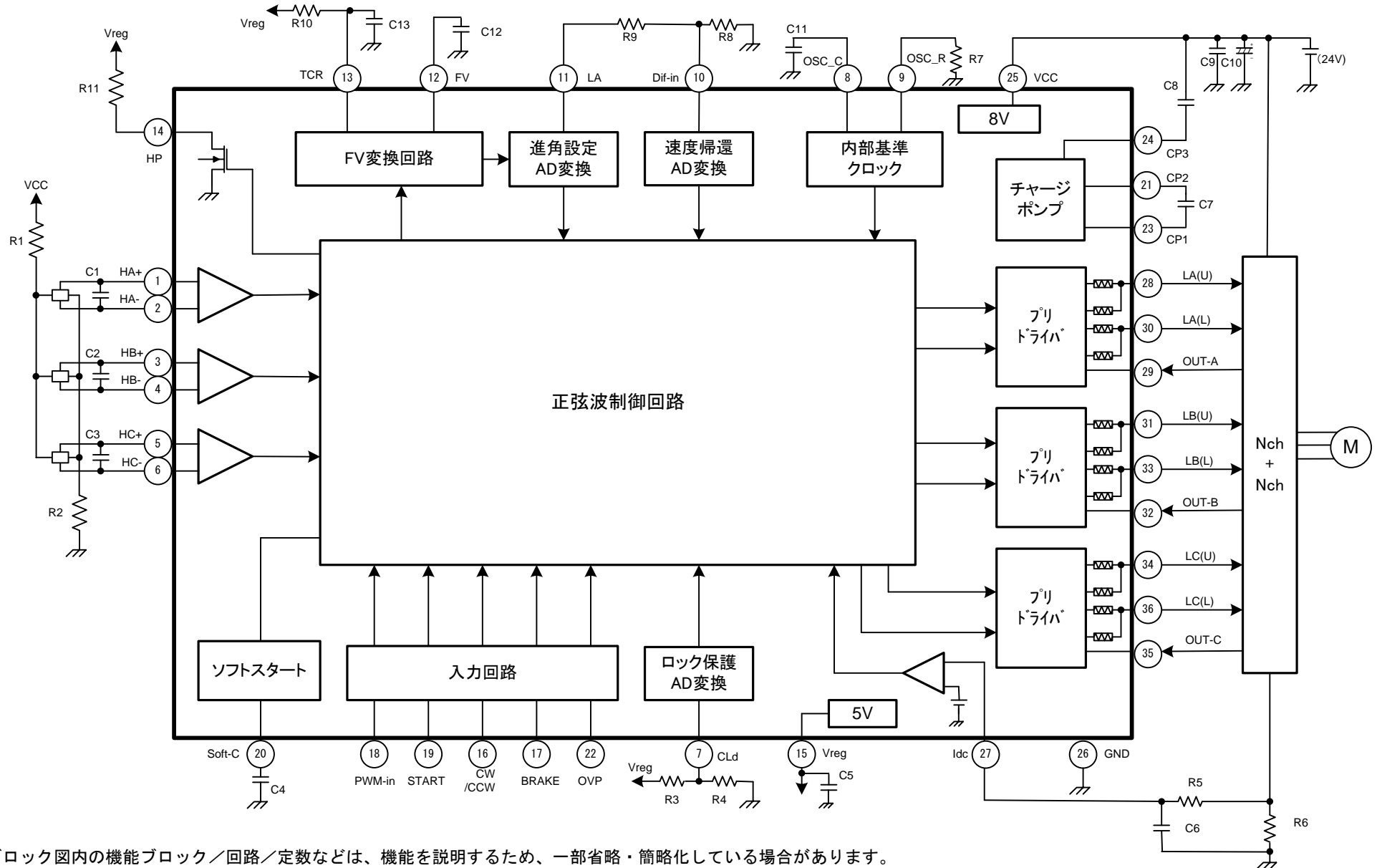
質量: 0.08 g (標準)



本製品は、MOS 構造の素子を搭載しており静電気に対し非常にデリケートであるため、お取り扱いに際しては、アースバンドや導電マットの使用、イオナイザーなどによる静電気除去および、温湿度管理などの静電気対策に十分ご配慮ください。

誤装着はしないでください。IC や機器に破壊や損傷や劣化を招くおそれがあります。

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。

端子説明

端子番号	名称	端子説明	備 考
1	HA+	A相ホール信号入力+端子	A相ホール素子信号+を入力
2	HA-	A相ホール信号入力-端子	A相ホール素子信号-を入力
3	HB+	B相ホール信号入力+端子	B相ホール素子信号+を入力
4	HB-	B相ホール信号入力-端子	B相ホール素子信号-を入力
5	HC+	C相ホール信号入力+端子	C相ホール素子信号+を入力
6	HC-	C相ホール信号入力-端子	C相ホール素子信号-を入力
7	CLd	ロック保護回路用設定端子	電圧入力
8	OSC_C	内部基準クロック設定外付け C 端子	GND との間にコンデンサを外付け
9	OSC_R	内部基準クロック設定外付け R 端子	GND との間に抵抗を外付け
10	Dif_in	速度帰還系入力	-
11	LA	進み角設定電圧入力	進み角 ADC 入力
12	FV	MMV 出力の平滑端子	コンデンサ外付け
13	TCR	MMV の CR 端子	抵抗/コンデンサ外付け
14	HP	ホールパルスモニタ信号出力	HA の 2 値化後信号のモニタ
15	Vreg	5V 電源電圧端子	5 V 出力/対 GND にコンデンサ接続
16	CW/CCW	正転/逆転切り替え端子	H: 逆転/ L: 正転、プルアップ抵抗 50 kΩ (typ.)
17	BRAKE	ブレーキ信号入力	L: ブレーキ(下側全相 ON)、プルアップ抵抗 50 kΩ (typ.)
18	PWM_in	速度指令 PWM 信号入力	プルアップ抵抗 50kΩ (typ.)
19	START	スタート信号入力	L:スタート、H:ストップ、プルアップ抵抗 50 kΩ (typ.)
20	Soft-C	ソフトスタート用コンデンサ端子	コンデンサ外付け
21	CP2	チャージポンプ端子 2	上側 Nch FET ゲート電圧発生用
22	OVP	昇圧回避電圧切替端子	プルアップ抵抗 50 kΩ (typ.) TEST 端子も兼用し、Vref + 0.7 V (= 5.7 V) 以上で、TEST モード
23	CP1	チャージポンプ端子 1	上側 Nch FET ゲート電圧発生用
24	CP3	チャージポンプ端子 3	上側 Nch FET ゲート電圧発生用
25	VCC	制御系電源電圧印加端子	VCC (opr.) = 9~28 V
26	GND	接地端子	-
27	Idc	出力電流検出信号入力端子	0.25 V (typ.) 以上でゲートブロック動作
28	LA (U)	A 相通電信号出力 (U)	A 相出力 FET ゲート (上側 Nch) 駆動用
29	OUT-A	A 相モータ端子	-
30	LA (L)	A 相通電信号出力 (L)	A 相出力 FET ゲート (下側 Nch) 駆動用
31	LB (U)	B 相通電信号出力 (U)	B 相出力 FET ゲート (上側 Nch) 駆動用
32	OUT-B	B 相モータ端子	-
33	LB (L)	B 相通電信号出力 (L)	B 相出力 FET ゲート (下側 Nch) 駆動用
34	LC (U)	C 相通電信号出力 (U)	C 相出力 FET ゲート (上側 Nch) 駆動用
35	OUT-C	C 相モータ端子	-
36	LC (L)	C 相通電信号出力 (L)	C 相出力 FET ゲート (下側 Nch) 駆動用

※4 隅の金属部分、および下面の露出金属部分は内部で互いに電氣的に接続されています。

隣接端子、金属部分が短絡した場合の破壊の可能性を避けるよう端子配置を考えておりますが、4 隅の金属部分、下面の露出金属部分は電氣的にオープンの状態でご使用下さい。

(接地してご使用の場合、万が一 隣接する端子とショートした際に破壊する可能性があります。)

絶対最大定格 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V _{CC1}	30 (注1)	V
	V _{CC2}	32 (注2)	
入力電圧	V _{IN}	5.5 (注3)	V
		V _{reg} (注4)	
出力電圧	V _{OUT}	5.5 (注5)	V
		30 (注6)	
		40 (注7)	
出力電流	I _{OUT}	10 (注8)	mA
		20 (注9)	
		10 (注10)	
		2 (注11)	
許容損失	P _D	1.56 (注12)	W
動作温度	T _{opr}	-30~85	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

注1: V_{cc}(通常動作時)

注2: V_{cc}(8Vチャージポンプ非動作時、チャージポンプ外付けC非接続時)

外付けC接続時にはチャージポンプ動作をしますので、通常時絶対最大定格はV_{cc1}となります。

注3: CW/CCW, START, BRAKE, PWM-in

注4: OVP

注5: HP

注6: OUT-A, OUT-B, OUT-C

注7: LA(U), LB(U), LC(U)

注8: LA(U), LB(U), LC(U), LA(L), LB(L), LC(L) ソース電流

注9: LA(U), LB(U), LC(U), LA(L), LB(L), LC(L) シンク電流

注10: V_{reg}

注11: HP

注12: 基板実装時(ガラスエポキシ 76.2mm×114.3mm×1.6mm、銅箔 60%、一層基板)

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。

動作条件 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧 (注1)	V _{CC}	9~28	V
速度指令 PWM 入力信号(PWM_in)(注2)	PWM_in	10~100	kHz
内部基準クロック周波数(注3)	f _x	2~8	MHz

(注1): OUT-A, OUT-B, OUT-C 端子電圧が定格電圧 (30V) 以下になるように設計ください。

(注2): PWM-in 周波数によって、出力の PWM 周波数は変化しません。

出力 PWM は、内部基準クロック周波数に応じて、設定されます。

(注3): バラツキを含め、外付け定数を設定ください。

動作説明

1. 正弦波 PWM 駆動

<通電切り替え>

始動時は、位置検出信号 (ホール素子信号) により、120°通電信号の矩形波駆動を行います。
 位置検出信号 (ホール素子信号) の1相当りの周波数 (f) が設定値 (fH) を超えた後、ホール信号切り替わりエッジ6発分を確認した後の最初のHAの立ち上がりで、180°通電へ切り替わります。
 (ホール入力については 8. ホールアンプ回路部 参照ください。)
 設定周波数 : fH は以下により決まります。

設定周波数 : $fH = fx \div (2^{10} \times 64 \times 6)$
 fx は OSC_R, OSC_C によって設定される内部基準クロック
 fx = 4 MHz のとき、fH = 10.15Hz、fx = 5 MHz のとき、fH = 12.7 Hz、fx = 6 MHz のとき、fH = 15.25 Hz です。

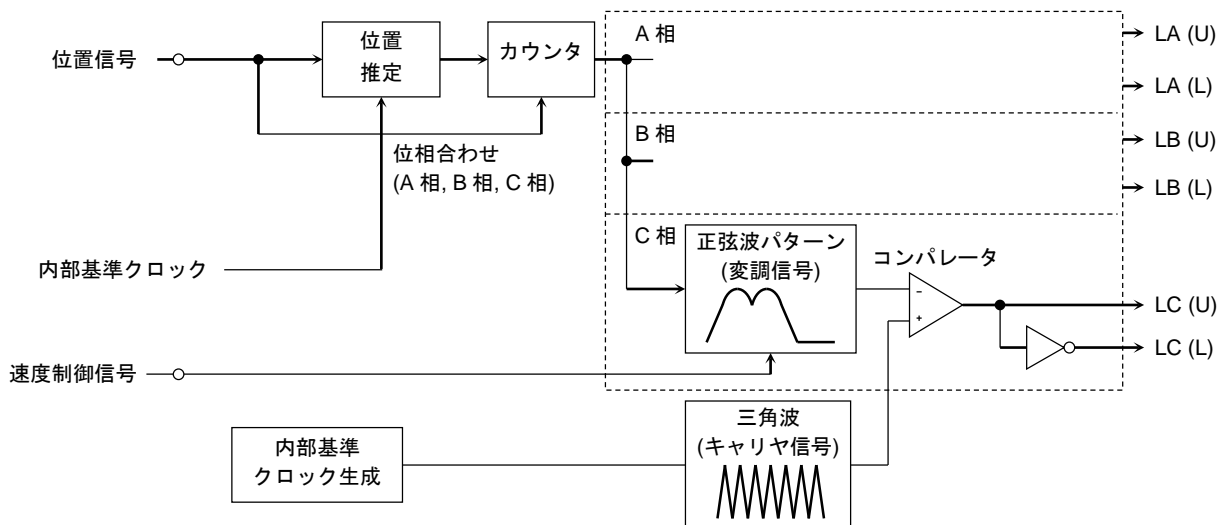
(モード表)

回転状態	駆動モード
$fH > f$	矩形波駆動 (120°通電)
$fH < f$	正弦波 PWM 駆動 (180°通電)

※ ノイズによる誤動作対策として、想定よりホール周波数 f が速い場合に 120°通電とします。
 (fx = 5 MHz のとき 1 kHz 以上のホール周波数 f の場合 120°通電となります。)

<動作フロー>

以下の図は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。

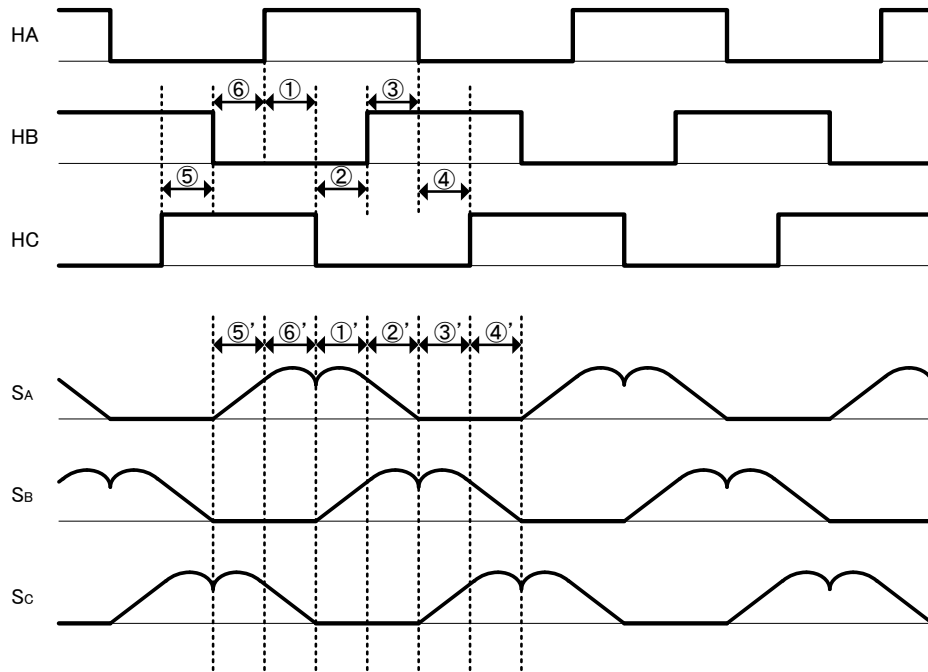


<180°通電>

●60°変調-60°リセットとなります。

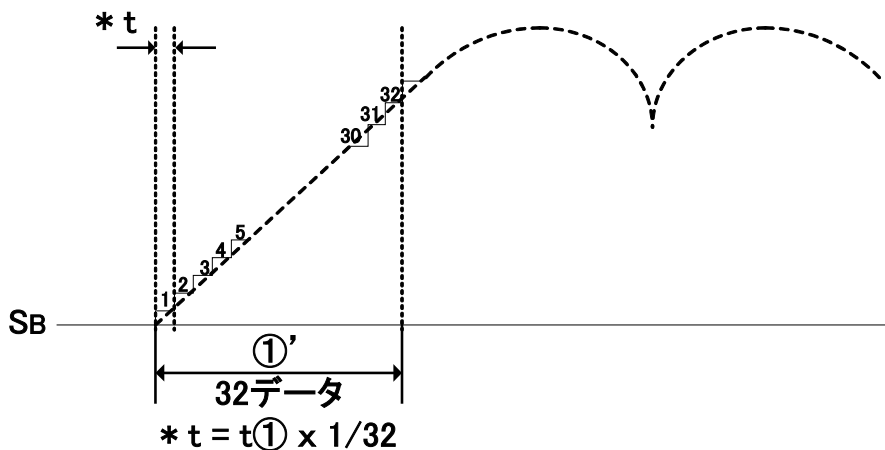
位置検出信号から変調波形を作り、この変調波形を三角波と比較して正弦波 PWM 信号を生成します。
 3つの位置検出信号の位置検出信号のゼロクロスから次のゼロクロスまでの時間 (電気角: 60°) をカウントし、この時間を変調波形の次の60°位相分のデータとして使用しています。
 変調波形の60°位相分は32データからなっており、その1データ分の時間幅は、1つ前の60°位相分の時間幅の1/32であり、この幅で変調波形は進みます。

以下の変調信号 S_A, S_B, S_C 信号は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。



上図で、HA: \uparrow から次の HC: \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、
 同様に HC: \downarrow から HB: \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ゼロクロスが来ない場合には、次の 32 データは次のゼロクロスが来るまで同じ
 時間幅で進みます。

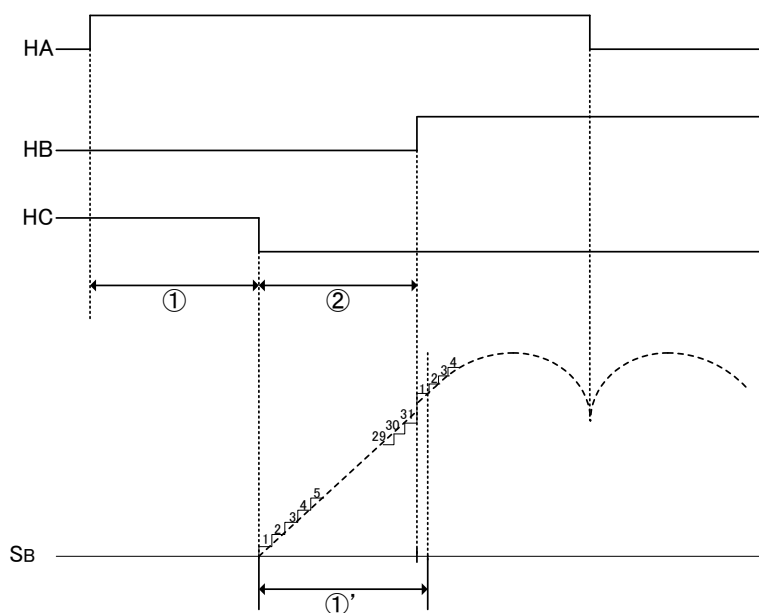
以下の図は、変調信号 S_B は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。



また 併せて、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 (ホールアンプ出力信号) のアップエッジ、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、位置検出信号のゼロクロスずれにより、60°位相分の 32 データが終了する前に次のゼロクロスが来た場
 合、データはリセットされ、次の 60°位相分のデータが開始されます。
 この場合、リセットごとに 変調波形が不連続となります。

★キャリア リセット 60°リセット

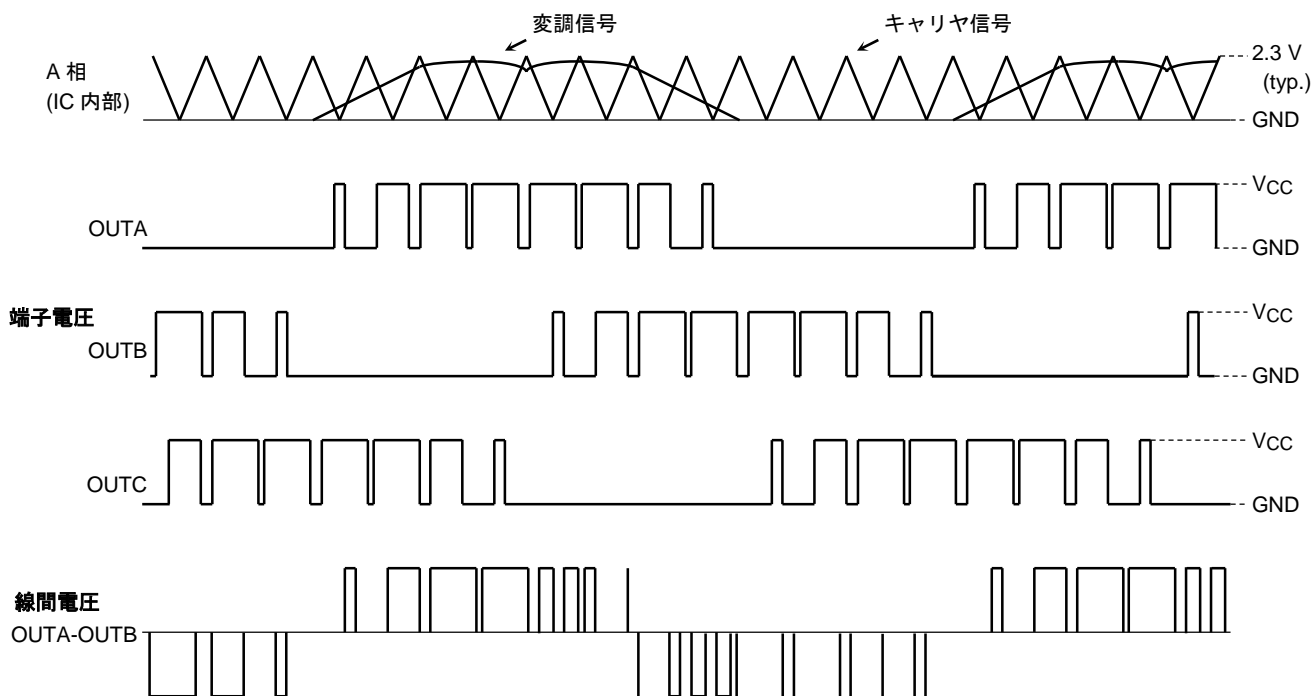
以下の変調信号 S_B は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。



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。

(正弦波 PWM 駆動の動作波形)

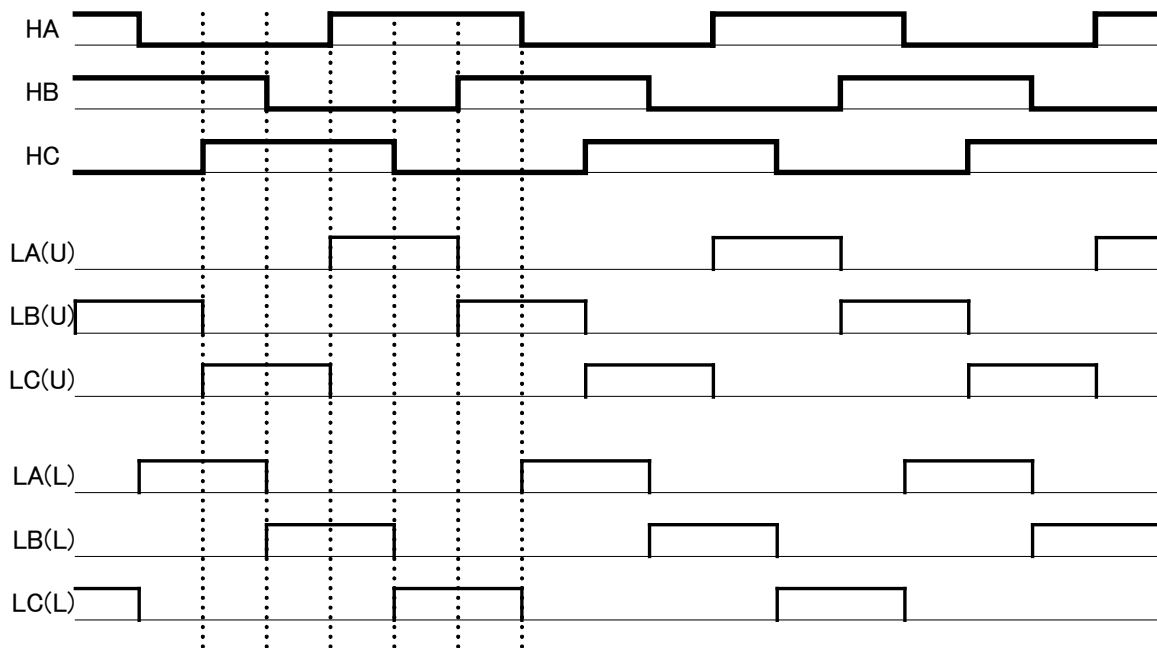
以下の変調信号、キャリア信号は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。



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。

<120°通電>

- 120°通電時は HA,HB,HC の3つの位置検出信号の H/L を確認し、下記のタイミングで通電します。
(正転時、上側 PWM、下側 full-on のタイミング)



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。

Hx(ホール信号) : H = 1, L = 0 として

OUTx(出力) : 上側 PWM タイミング H = 1, 下側 ON タイミング L = -1, 両方 OFF タイミング M = 0 とすると

<正転時>

$$\text{OUTA} = \text{HA} - \text{HB}$$

$$\text{OUTB} = \text{HB} - \text{HC}$$

$$\text{OUTC} = \text{HC} - \text{HA}$$

<逆転時>

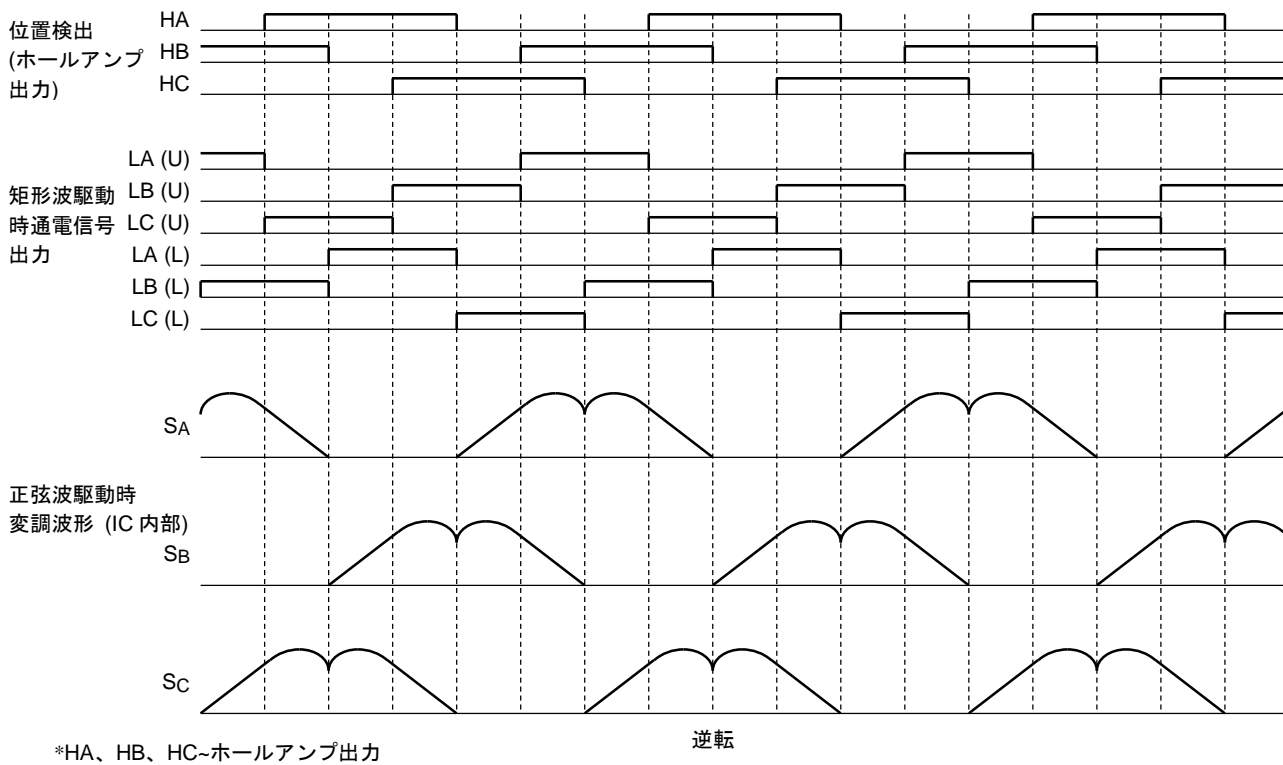
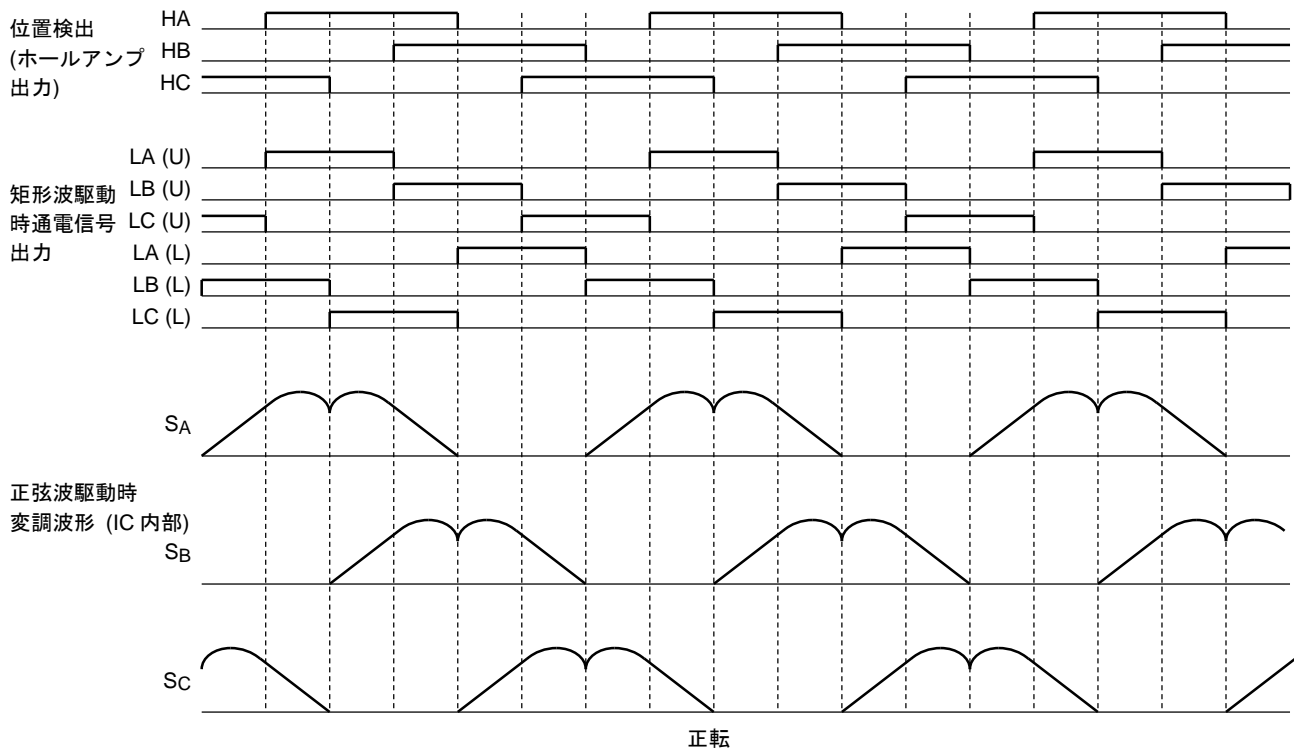
$$\text{OUTA} = -(\text{HA} - \text{HB})$$

$$\text{OUTB} = -(\text{HB} - \text{HC})$$

$$\text{OUTC} = -(\text{HC} - \text{HA})$$

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。
 以下の変調信号は、イメージ図で、実際には、IC 内部でデジタル処理されています。



*HA、HB、HC~ホールアンプ出力

2. 内部基準クロック周波数

- 外付け CR を使い内部で基準クロックを発生します。この基準クロックを使って、以下を設定します。
 - 出力 PWM 周波数
 - デッドタイム
 - ロック検出時間
- 内部基準クロックは、バラツキを含め 2 MHz (min)~8 MHz (max)の範囲で設定してください。
- 内部基準クロック周波数のバラツキを考慮すると、以下の設定範囲内で設定ください。

内部基準クロック周波数設定範囲	2.3MHz(min)	5MHz(typ.)	7.2MHz(max)
出力 PWM 周波数設定範囲	9.2 kHz	20.1 kHz	29.0 kHz
デッドタイム設定範囲	2.6 μ s	1.2 μ s	0.8 μ s
ロック検出時間設定範囲(5s 設定)	10.78 s	4.96 s	3.44 s

(*)C = 47 pF、R = 10 k Ω のときの $f_x = 5$ MHz (typ.)とします。

- 外付け CR と内部基準クロック周波数 f_x の近似式は、以下の式となります。

$$f_x = \frac{6.1}{1.85 \times C_{[pF]} \times 10^{-12} \times R_{[\Omega]} + 350 \times 10^{-9}} [Hz]$$

3. 出力 PWM 周波数

出力 PWM 周波数は、内部基準クロックの周波数によって切り替わります。

内部基準クロック f_x とすると

出力 PWM 周波数 $f_{PWM} = f_x/248$ (= 三角波周波数)

$f_x = 4$ MHz の場合 $f_{PWM} = 16.1$ kHz

$f_x = 5$ MHz の場合 $f_{PWM} = 20.1$ kHz

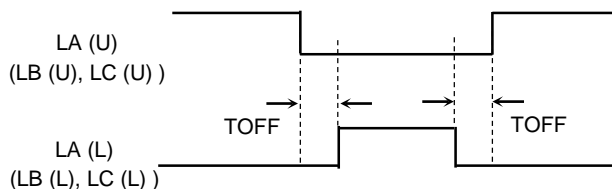
$f_x = 6$ MHz の場合 $f_{PWM} = 24.2$ kHz

4. デッドタイム設定回路

出力 FET を同期再生方式で PWM 制御を行うため、出力パワーFET の上下同時 ON を防ぐために、通電信号出力にデッドタイムを設けます。

外付け CR でつくった内部基準クロックを使ってデッドタイムを設定します。

デッドタイム



内部基準クロック f_x とすると

デッドタイム $t_d = (1/f_x) \times 6$

$f_x = 4$ MHz の場合 $t_d = 1.5$ μ s

$f_x = 5$ MHz の場合 $t_d = 1.2$ μ s

$f_x = 6$ MHz の場合 $t_d = 1.0$ μ s

となります。

5. チャージポンプ(昇圧回路)

外付け出力 FET 構成が、Nch + Nch を駆動するために、特に上側 Nch のゲート電圧を発生させるためにチャージポンプ回路を内蔵します。

昇圧電圧は、 $V_{cc} + (8 V)$ とし、上側ゲート駆動電圧は $V_{cc} + (7.75 V)$ とします。

昇圧は、内部基準クロック f_x の 1/16 の周波数で昇圧します。($f_x = 5$ MHz の場合、313 kHz)

6. モータ出力端子

PWM 動作時、外付け上側 NchFET のソース電圧は、GND から V_{cc} までスイングします。

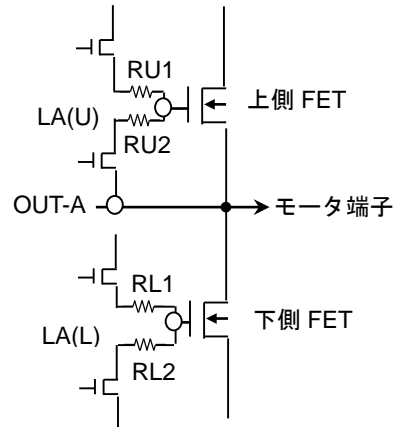
外付け NchFET の $V_{GS(max)} = 20 V$ のため、 V_{GS} にそれ以上の電圧が印加されないように、内部回路でクランプします。

7. 外付け FET ゲート駆動出力

FET 駆動時のスイッチングノイズを抑制するため
 FET 駆動のソース出力とシンク出力を右図のように構成し
 ソース、シンク出力時には、以下の抵抗を内蔵し、
 出力 FET を制御します。

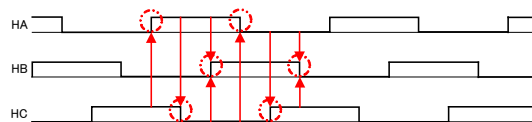
内蔵抵抗値

- 上側ソース側 RU1 = 1 kΩ (typ.)
- 上側シンク側 RU2 = 100 Ω (typ.)
- 下側ソース側 RL1 = 1 kΩ (typ.)
- 下側シンク側 RL2 = 100 Ω (typ.)



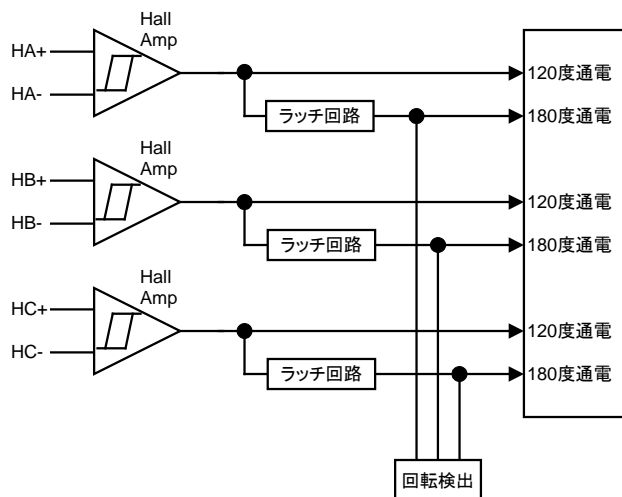
8. ホールアンプ回路

- ホール素子出力信号を入力してください。入力信号にノイズが見られる場合には入力間にコンデンサを接続してください。
- 同相入力電圧範囲は、 $V_{CMRH} = 0.5\text{ V} \sim 3.4\text{ V}$ となっております。
- ホール素子信号は、ホールアンプで矩形波に整形されて内部ロジックに入力されます。
- ホールアンプ入力全オープンの場合、全モータ出力は、ハイインピーダンスとなります。



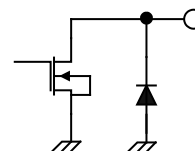
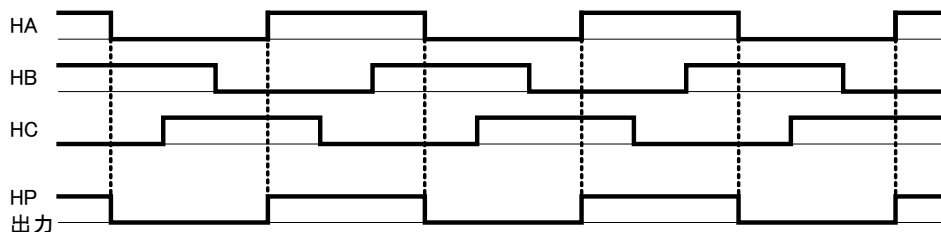
タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。

- 180°通電時にチャタリング、誤動作防止のため、他相のホールの状態を検出、その L/H レベルの適正を確認した上で切り替りをラッチします。また、このとき 3 相のホール信号を確認し続けることにより回転方向検出も同時に行います。
- ホールアンプは入力ヒステリシス(16 mV (typ.)) を設けており、120°通電時の誤動作はそのヒステリシスだけで対策します。



9. HP 出力

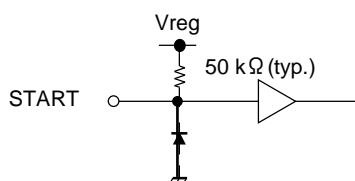
下記 HP 信号(ホールパルス信号)を HP 端子より出力します。
HP = HA 信号 2 値化後の信号



HP 出力は、オープンドレイン出力で、出力の能力は
HP (on) 0.5V (max) @Iout = 2mA
となります。

START = High の時、HP 出力は、OFF となり、抵抗プルアップで High 固定となります。

10. スタート/スタンバイ回路



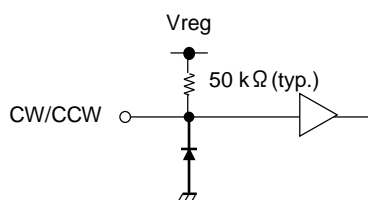
入力は、TTL 受けとなっており、内部に 5V プルアップ抵抗を内蔵します。

START 入力	モード
H	スタンバイ
L	スタート

(スタンバイ機能)

- ・ 内部基準クロックを OFF します。
- ・ 上側 Nch 出力駆動のチャージポンプ(昇圧回路)を OFF します。

11. 正転/逆転回路



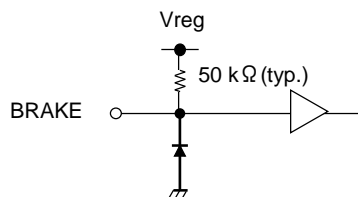
入力は TTL 受けとなっており、また内部に 5V プルアップ抵抗を内蔵しております。

CW/CCW 入力	モード
H	逆転
L	正転

正転: ホール素子信号 HA⁺ → HB⁺ → HC⁺
(注) 9 ページのタイミングチャート参照ください。

急激に、正転⇔逆転を切り替えた場合、逆トルクで出力 FET が破壊することがありますのでご注意ください。

12. ブレーキ



入力は、TTL 受けとなっており、内部に 5V プルアップ抵抗を内蔵します。

START	BRAKE	設定
L	L	Active/ブレーキ
L	H	Active/通常
H	L/H	STBY

ブレーキ時は、3 相出力の全下側出力を ON します。BRAKE = L 時に過電流検出の場合 BRAKE = L が優先します。高回転から、急激にブレーキに切り替えた場合、出力 FET が破壊することがありますのでご注意ください。

※ 下記状態のときは出力 off が優先しますので、ブレーキとなりません。

V_{cc} 電源監視電圧以下、上側 NchFET 駆動用昇圧をしていない場合、熱遮断機能動作時。

※ 下記状態の時は BRAKE = L でブレーキとなります。

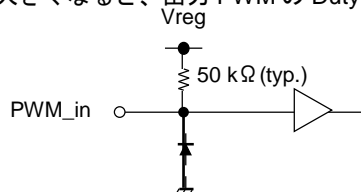
V_{cc} 昇圧回避機能動作時、過電流制限回路動作時。

13. 速度指令(PWM-in)

速度指令の信号として、PWM-in 端子に外部より PWM 信号を入力します。

そのデューティで、正弦波 PWM 変調信号を制御します。

PWM の ON Duty が大きくなると、出力 PWM の Duty が大きくなり回転速度が速くなります。



入力は TTL 受けとなっており、また内部に 5V プルアップ抵抗を内蔵しております。

Low アクティブとなり、Low の期間が長ければ、ON 期間が長くなります。

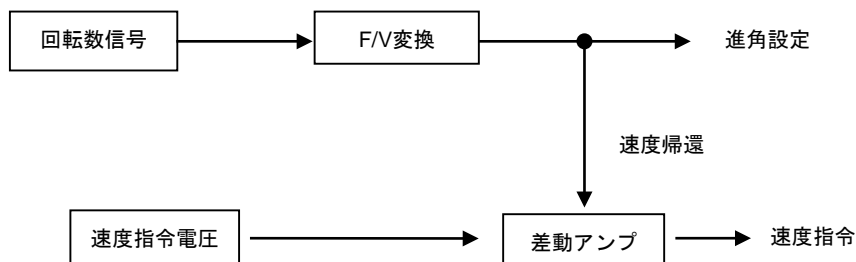
- ・ PWM 制御範囲：0~100%を認識
- ・ 分解能 20 kHz 0.4%、40 kHz 0.8%
ただし、180° 通電時、PWM-in の Duty を認識する際に、内部クロックと非同期のために発生する認識の変動分±0.4% (PWM-in = 20 kHz) は、キャンセル(無視)します。
- ・ PWM-in = 0% は、出力 OFF、ロック保護を解除

※PWM-in 周波数によって、出力 PWM 周波数は変化しません。

出力 PWM 周波数は、内部基準クロック周波数に応じて、設定されます。

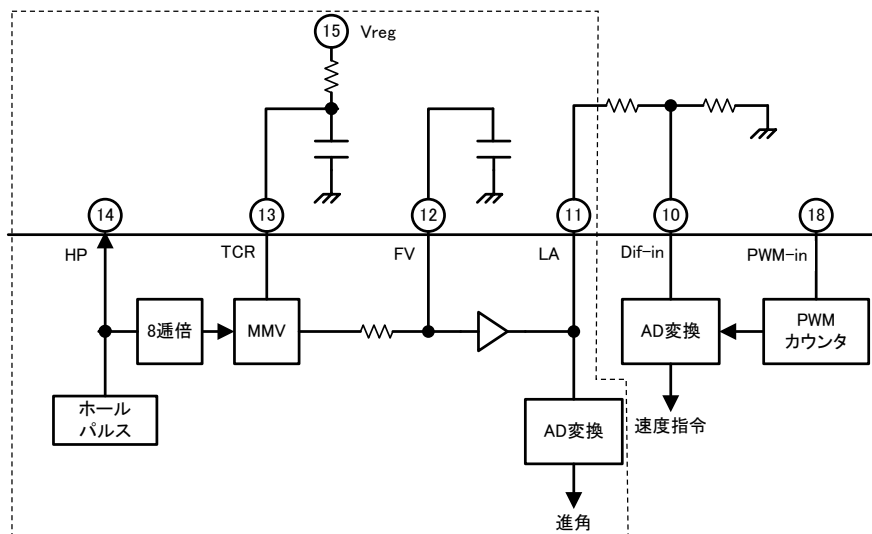
14. 速度帰還と進角制御について

速度指令入力に対する回転数のリニアリティ改善のため、回転数成分を速度指令電圧に帰還する機能を内蔵しております。ただし、速度帰還すると回転数が抑制されます。



15. 進角制御

進角は、ホール信号を F/V 変換し、回転数に応じた電圧で設定します。

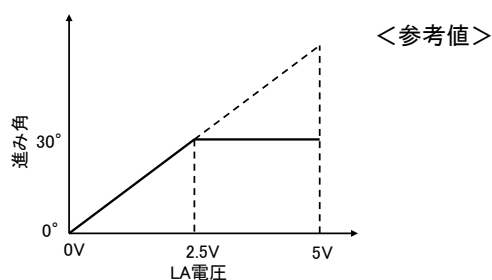


- ・ホール信号(1相)の周波数範囲：最小 - 12.7 Hz 最大 - 1 kHz
- ・F/V 変換は、MMV(単安定マルチバイブレータ回路)を使って行います。MMV の入力信号として、1 ホールの信号を、8 通倍した信号を生成します。TCR 端子の外付け CR で、パルス幅を決定します。MMV 出力を内蔵抵抗と、FV 端子の外付けコンデンサのフィルタで平滑します。FV 出力は、3V でクランプが、かかります。

HP の 8 通倍の信号(FV 出力)は、180° に切り替わり後に発生し、180° に切り替わってから最大 13.1 ms (@fx = 5 MHz) の間 fv 出力がされません。

- ・TCR 端子の外付け定数は、以下の式に基づいて設定できます。
外部定数式： $CR = 0.6 / (8 \times f \times \ln(5/4))$
(設定例)
hall 1 kHz で進み角が最大の場合
 $C * 100k = 0.6 / (8 * 1000 * 220m) \rightarrow C = 3400 \text{ pF}$, $R = 100 \text{ k}\Omega$
となります。R = 100 kΩ 程度になることを推奨します。C < 0.1 μF を推奨します。
※なおこの式は、理想式です。IC では、内部素子のロスがありますので、式に誤差が発生します。

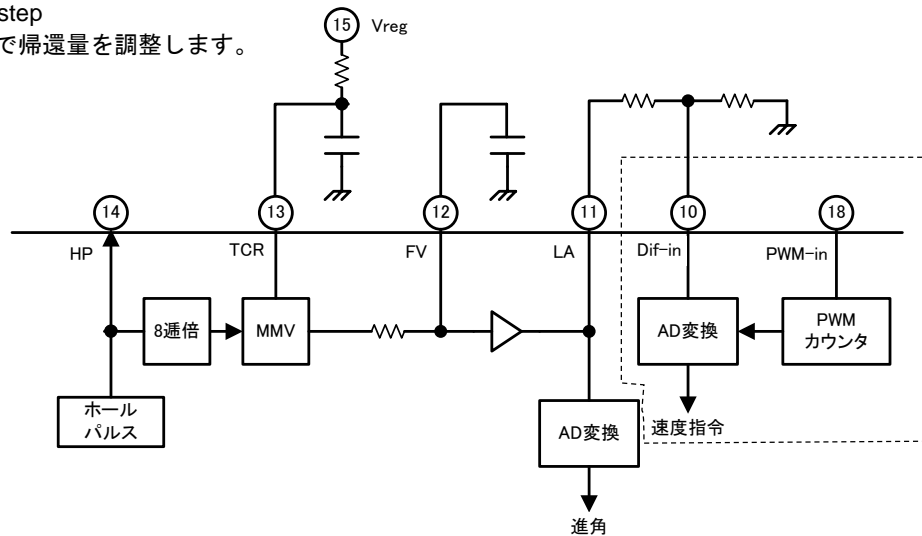
- ・LA 電圧を AD 変換し、進角設定します。
0~2.5 V 入力を(16 段階)で、通電信号の位相を進ませることが可能です。
0 V → 0°
2.5 V → 30° (2.5 V 以上が入力された場合でも 30°)



- ・進み角の上限 30° でクランプします。
入力電圧をクランプするのではなく内部ロジック的に 30° 設定でクランプします。
- ・進角反映のタイミング
進角値の反映のタイミングをホール信号 Ha の 16 周期に 1 回で反映します。
- ・LA のヒステリシス電圧は、ありません。

16. 速度帰還端子(Dif-In)

- ・ Dif_in には、HP 信号から読み取った速度信号(F/V 変換電圧)を、フィードバックします。
- ・ ホール信号(1相)の範囲 最小 - 12.7 Hz 最大 - 1 kHz
- ・ Dif_in 入力範囲: 0~3 V
- ・ 分解能 1/256 11 mV/step
- ・ LA 電圧を外付けの抵抗で帰還量を調整します。



17. ロック保護回路

- ・ モータがロックした場合、出力パワーFET を OFF する機能です。
- ・ CLd 端子の電圧で、ラッチモード(1s/5s/10s)と自動復帰モード(1s/5s/10s)を切り替えることが可能です。なお、自動復帰時は、ロック検出時間の 3 倍の時間で復帰します。以下の CLd 電圧は、Vreg 電圧 = 5V 時の値です。CLd 電圧は、Vreg 電圧を抵抗分圧(抵抗精度 5 %以下)で設定ください。

CLd 電圧			モード
Min (V)	Typ. (V)	Max (V)	
0	0	0.4	ロック保護なし
0.65	0.71	0.77	自動復帰モード、ロック検出時間 10s
1.05	1.13	1.22	自動復帰モード、ロック検出時間 5s
1.53	1.63	1.75	自動復帰モード、ロック検出時間 1s
1.99	2.12	2.24	ラッチモード、ロック検出時間 10s
2.47	2.60	2.72	ラッチモード、ロック検出時間 5s
2.95	Vref	Vref	ラッチモード、ロック検出時間 1s

- ・ CLd 端子は、オープンとせず、上記電圧に設定ください。CLd 端子には、ノイズキャンセルのためのコンデンサをつけてください。
- ・ 抵抗分割で、CLd 電圧を設定する場合、Vreg 電源を抵抗分割で設定してください。抵抗値は 5 %以下の抵抗をご使用ください。
- ・ ホールパルス信号 HP を検出し、HP 信号のエッジがロック検出時間内に発生しない場合、出力パワーFET を上下 OFF します。なお、ラッチモードは、一度ストップ状態、またはブレーキ状態、または PWM-in = 0%で、ラッチ状態が出力 PWM 周波数のタイミングで解除されます。
- ・ ロック検出時間、復帰時間は、出力 PWM 周波数 fPWM を基準に生成しております。内部基準クロック周波数 fx に依存します。
 $f_{PWM} = f_x / 248$
 ロック検出時間 tlock、復帰時間 trev は
 $t_{lock} = t_{sel} / (f_{PWM} / 10001)$
 $t_{rev} = 3 \times t_{lock}$
 となります。なお、上式の tsel は、以下のとおりとなります。
 1s 設定 tsel = 2、 5s 設定 tsel = 10、 10s 設定 tsel = 20
- ・ 例えば、fx = 5 MHz の場合
 1s 設定 tlock = 0.99s、trev = 2.97s
 5s 設定 tlock = 4.96s、trev = 14.88s
 10s 設定 tlock = 9.92s、trev = 29.76s

18. ソフトスタート機能(追加機能)

●ソフトスタートの方法

- ・PWMで入力されている速度指令電圧に制限をかけて、スタートをかけます。
- ・速度指令(PWM信号)を、32段階のステップで切り替えていきます。
soft_c端子の外付けのコンデンサを32ステップのクロックとして用います。
soft_c端子の発振周波数の16周期で、1ステップ切り替えます。
- ・外付けコンデンサ : 0.016 μ F接続時に5s
- ・最大設定時間max 5s、時間のバラツキ 5s \pm (1s)
ソフトスタート時間と、外付けコンデンサの関係式は
$$T_{\text{soft}}(\text{s}) = 16 \times 32 / (0.0018 \times 10^3 \times C^{-0.981})$$

C:外付けコンデンサ容量(μ F)

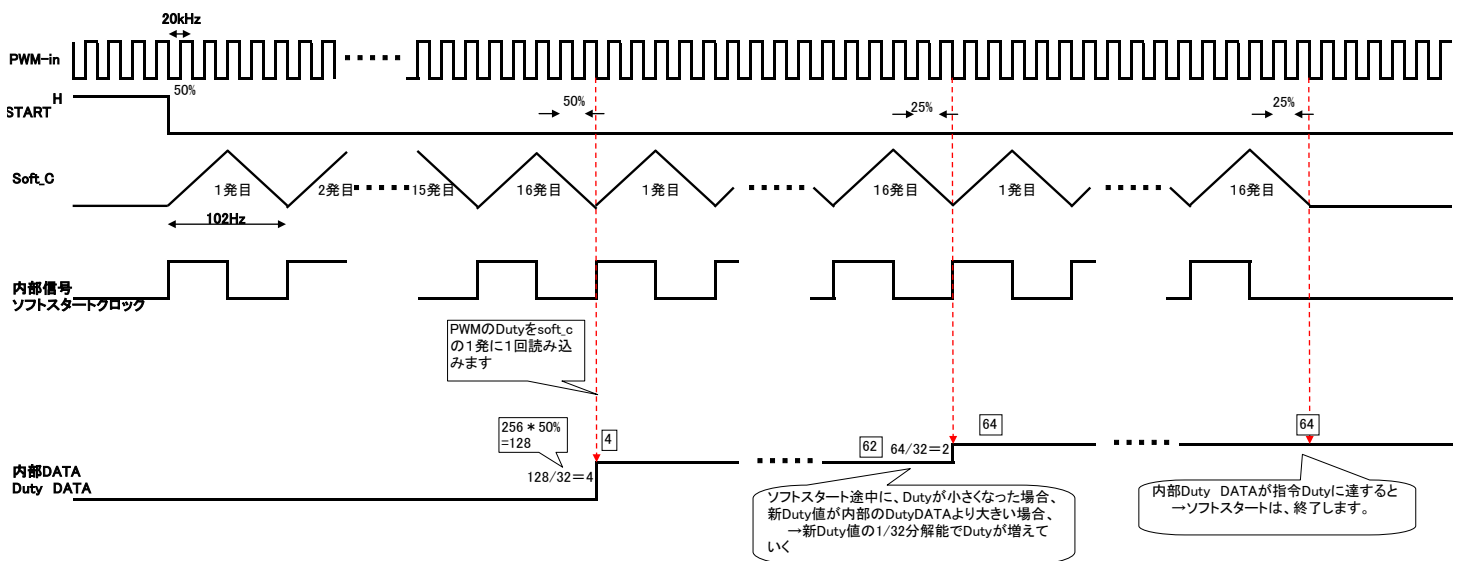
※ただし、トルクがかなり小さい場合および除算の余による誤差が大きくなります。

●soft_c端子のVreg/ショート、オープン時の動作

- ・ソフトスタートしない場合は、soft_c端子をVregにショートにしてください。
- ・soft_c端子オープンの場合は、ノイズで誤動作する場合がありますので、オープンにしないでください。
- ・ソフトスタート使用する場合、1000 pF以上をつけてください。

●ソフトスタートが動作する条件

- ・START端子、BRAKE端子制御時にソフトスタートします。
- ・モータロック保護動作(ラッチモード)時にスタート端子やブレーキ端子での再起動は、ソフトスタートします。
- ・モータロック保護動作(自動復帰モード)時の自動復帰時はソフトスタートします。
- ・PWM-in周波数 < 5 kHz の状態から、PWM-in周波数 > 5 kHz になった場合にソフトスタートします。
- ・PWM入力が遅れると、その分、認識が遅れソフトスタートが遅れます。



19. 電源監視回路

Vreg 電圧、Vcc 電圧を電源監視機能を内蔵します。

Vcc 電源(24V、外部印加)

- ・ Vcc(H) ≤ 8.2 V (typ.) Vcc(L) ≤ 7.5 V (typ.)

(電源 ON)

Vcc 電源電圧が、立ち上がり時に、8.2 V (typ.)以下では、外付け 上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットにします。

(電源 OFF)

Vcc 電源電圧が、立ち下がり時に、7.5 V (typ.) 以下では、外付け 上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットにします。

* Vcc には、昇圧回避のための監視機能も内蔵します。

(昇圧回避の説明を参照ください)

Vreg 電源(5V、内部基準電源)

- ・ Vreg(H) ≤ 4.1V (typ.) Vreg(L) ≤ 3.8 V (typ.)

(電源 ON)

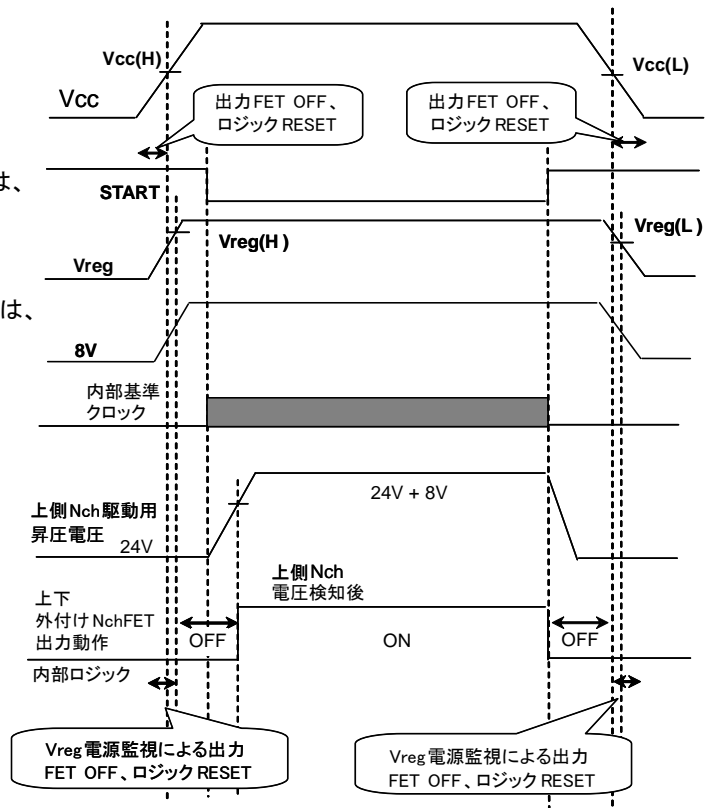
Vcc が立ち上がると、Vreg 電圧が立ち上がります。

Vreg 電圧が 4.1 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットにします。

(電源 OFF)

Vcc が立ち下がると、Vreg 電圧が下がります。

Vreg 電圧が 3.8 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットにします。



右図は、一般的な動作です。

入力信号が入って、Vreg 電位が中途半端な電圧が入ったときは、Vreg の電源監視が動作します。

モータが回っている状態で、電源が切れた場合は、Vcc の電源監視が動作します。

20. 電源電圧 Vcc の昇圧回避機能

急減速モード時の電源電圧の昇圧現象を回避する機能を内蔵しております。

Vcc 電源の昇圧現象の回避策として、駆動方式を同期整流(180° 通電)から上側 PWM(120° 通電)への切り替えを行います。

通電切替えには下記の電圧値判別の他、通電切替/周期(オーバフロー) 判別での機能があり、電源電圧の昇圧回避に際しては周期判別と併用します。

電源回避電圧を、使用条件の 12 V 仕様と 24 V 仕様を、OVP 端子で切り替えを行います。

OVP 端子は、5 V プルアップ抵抗を内蔵し、 High : 24 V 仕様、Low : 12 V 仕様

※この端子は、外部電源で制御しないでください。

24 V 仕様時は、Vreg 端子とショートまたは、オープンに設定ください。

12 V 仕様時は、GND とショートに設定してください。

(1)12 V 仕様

(1)-1 同期整流(180°通電)⇒上側 PWM(120°通電)の条件

Vcc 電源電圧を監視し、動作保証電圧(上側)以上[Vcc > 15.5 V (typ.)]となると 180°通電⇒120°通電へ切り替わります。判別電圧値のバラツキは、以下のとおりです。

切替電圧 14.5 V (min) 15.5 V (typ.) 16.5 V (max)

(1)-2 上側 PWM(120°通電)⇒同期整流(180°通電)の条件

Vcc 電源電圧を監視し、動作保証電圧(上側)以下[Vcc < 14.5 V (typ.)]となると 120°通電⇒180°通電へ切り替わります。判別電圧値のバラツキは、以下のとおりです。

復帰電圧 13.5 V (min) 14.5 V (typ.) 15.5 V (max)

(2)24 V 仕様

(2)-1 同期整流(180°通電)⇒上側 PWM(120°通電)の条件

Vcc 電源電圧を監視し、動作保証電圧(上側)以上[Vcc > 28.5 V (typ.)]となると 180°通電⇒120°通電へ切り替わります。判別電圧値のバラツキは、以下のとおりです。

切替電圧 27.5 V (min) 28.5 V (typ.) 29.5 V (max)

(2)-2 上側 PWM(120°通電)⇒同期整流(180°通電)の条件

Vcc 電源電圧を監視し、動作保証電圧(上側)以下[Vcc < 27.5 V (typ.)]となると 120°通電⇒180°通電へ切り替わります。判別電圧値のバラツキは、以下のとおりです。

復帰電圧 26.5 V (min) 27.5 V (typ.) 28.5 V (max)

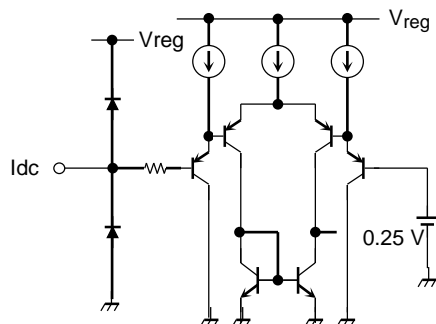
21. 定電圧回路

- ・ Vreg

内部ロジック回路バイアス用 5 V を、Vreg 端子から出力しております。

Vreg 端子と GND 間には、発振防止およびノイズ吸収用のため必ずコンデンサ (推奨値: 1 μ F) を接続してください。

22. 過電流制限回路



過電流制限回路基準電圧が 0.25 V (typ.) を超えた場合、外付け全部の上段パワーFET を OFF とし、その解除は出力 PWM 周波数ごとに行います。

(検出⇒ 同期整流部通電なし、PWM Duty = 0、下側 full-on チャンネルは on のままとする。)

なお、Idc 端子は直接アナログコンパレータ入力となっているため感度が高く、チョッピングによる出力電流ノイズにより過電流制限回路が動作しないよう、C、R でフィルタしてください。

23. 熱遮断回路

ジャンクション温度が TSD(ON) = 160 °C (typ.) 以上になると外付け出力パワーFET を OFF させます。

温度ヒステリシス = 15 °C (typ.) を持ち、ジャンクション温度が下がると自動復帰します。

- ・ これら機能は出力短絡などの異常状態を一時的に回避する機能であって、IC が破壊しないことを保証するものではありません。

- ・ 各機能、モード等の優先順位

(1) 熱遮断回路 > (2) デッドタイム設定 > (3) ショートブレーキ (BRAKE = L) > (4) 過電流制限回路

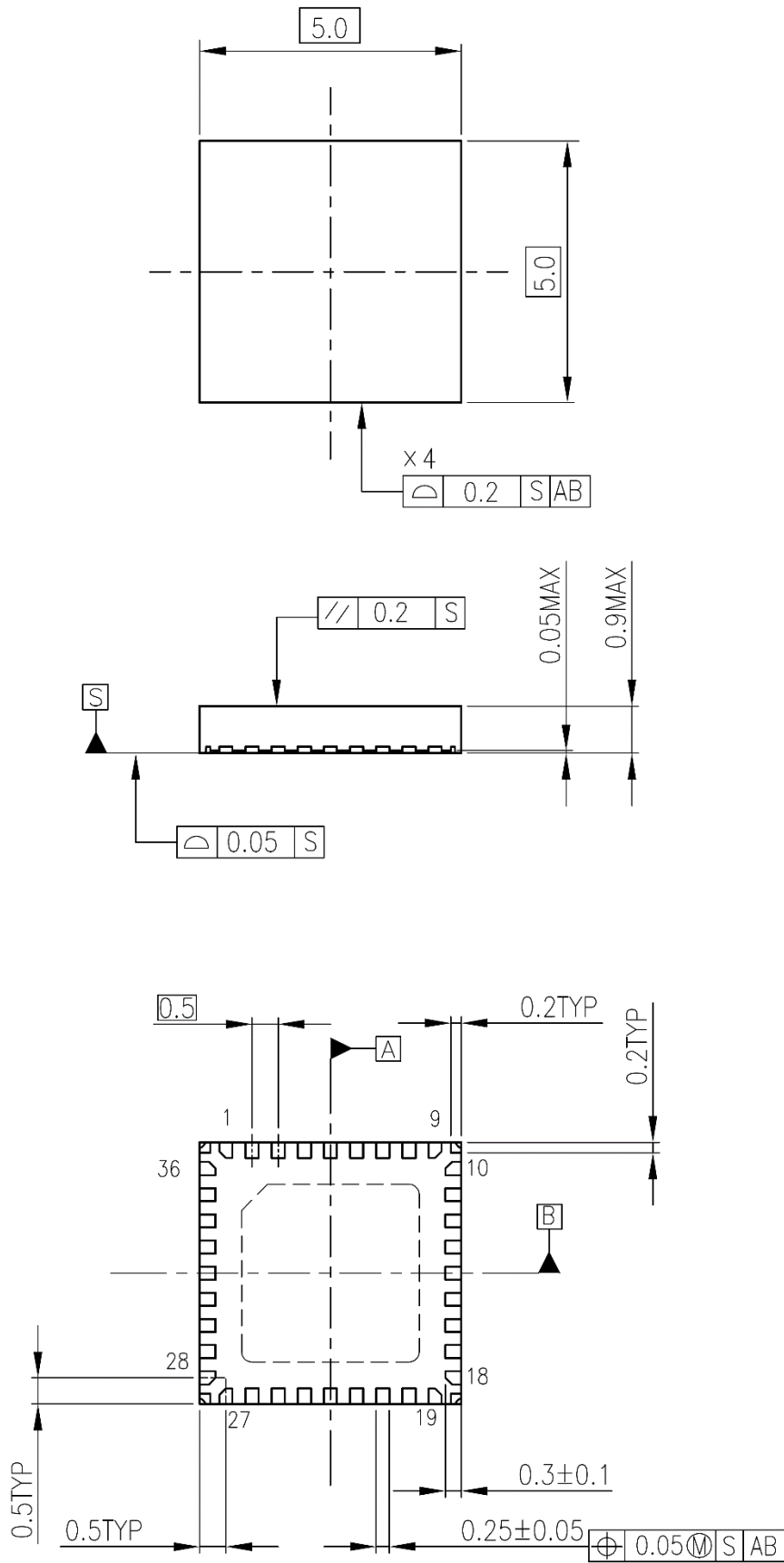
電氣的特性 (V_{CC} = 24 V, Ta = 25°C)

項 目		記 号	測 定 条 件	最小	標準	最大	単位
電源電流		ICC1	スタート	3.5	4.6	6.5	mA
		ICC2	ストップ	1.0	1.7	2.5	
ホ ー ル ア ン プ	同相入力電圧範囲	VCMRH	-	0.5	-	3.4	V
	入力振幅範囲	VH	-	50	-	-	mVpp
	入力ヒステリシス幅	VhysH	-	8	16	24	mV
	入力電流	IinH	VCMRH = 2.5 V、1相	0	-	1	μA
H 出 カ	出力オン電圧	VO(HP)	I(HP) = 2 mA	-	-	0.5	V
制御入力 回路	入力電圧 1 (H)	Vin1(H)	CW/CCW,BRAKE,START, PWM-in	2.2	-	5.5	V
	入力電圧 2 (H)	Vin2(H)	OVP	2.2	-	Vreg	
	入力電圧 (L)	Vin(L)	CW/CCW,BRAKE,START, PWM-in,OVP	0	-	0.8	
	入力電流 (H)	Iin1(H)	CW/CCW,BRAKE,START,CLd, Dif-in, PWM-in, Vin = Vreg	0	-	1	μA
	入力電流(L)	Iin1(L)	CW/CCW,BRAKE,START PWM-in, Vin = GND	70	100	150	
		Iin2(L)	Dif-In, CLd = GND	0	-	1	
チャージポンプ電圧		VG	CP1-CP2 : 0.047 μF, CP3 : 0.1μF	Vcc+7	Vcc+8	Vcc+9	V
通電信号出力電圧		VO (U)-(H)	LA (U)/LB (U)/LC (U), Io = 1mA	VG -1.5	-	VG	V
		VO (U)-(L)	LA (U)/LB (U)/LC (U), Io = 5mA	0.1	-	0.825	
		VO (L)-(H)	LA (L) /LB (L) /LC (L), Io = 1mA	6.9	7.7	8.5	
		VO (L)-(L)	LA (L) /LB (L) /LC (L), Io = 5mA	0.1	-	0.775	
内部電源電圧出力		Vreg	Ireg = 10 mA	4.5	5.0	5.5	V
過電流制限回路基準電圧		Vdc	-	0.23	0.25	0.27	V
内部基準クロック周波数		fx	R = 10kΩ, C = 47pF	4.5	5.0	5.5	MHz
デッドタイム		TOFF1	R = 10kΩ, C = 47pF	0.9	1.2	1.5	μs
		TOFF2	R = 10kΩ, C = 47pF	0.9	1.2	1.5	
進み角制 御回路	上側クランプ進角	ACLH	-	-	29	-	°

外形图

P-VQFN36-0505-0.50-001

单位: mm



質量: 0.08 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。

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) 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。
- (5) その他
出力間ショート、出力の天絡、地絡、隣接ピンショート時に IC の破壊の恐れがありますので、VCC, VM, GND, ラインの設計は十分注意してください。

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。