

東芝 CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

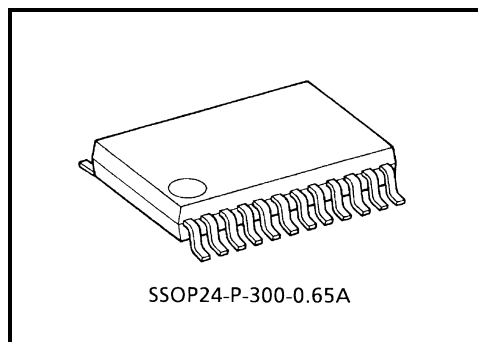
# TB9060FNG

## 車載用 3 相全波ブラシレス DC モータセンサレスコントローラ

TB9060FNG は、3 相全波ブラシレス DC モータのセンサレスコントローラです。PWM 信号を入力することにより、電圧を制御することができます。各種ドライブ回路との組み合わせにより幅広いモータに適用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 制御対応 (PWM 信号外部供給)
- 通電信号出力電流 : 20 mA
- 過電流検出機能
- 正転、逆転
- 進み角制御機能 (0 度、7.5 度、15 度、30 度)
- ラップ通電機能内蔵
- PWM 出力形態 2 種 (上側 PWM、上下交互 PWM)
- 回転数検出出力機能内蔵
- 鉛フリー対応



質量: 0.13g (標準)

### はんだ付け性について

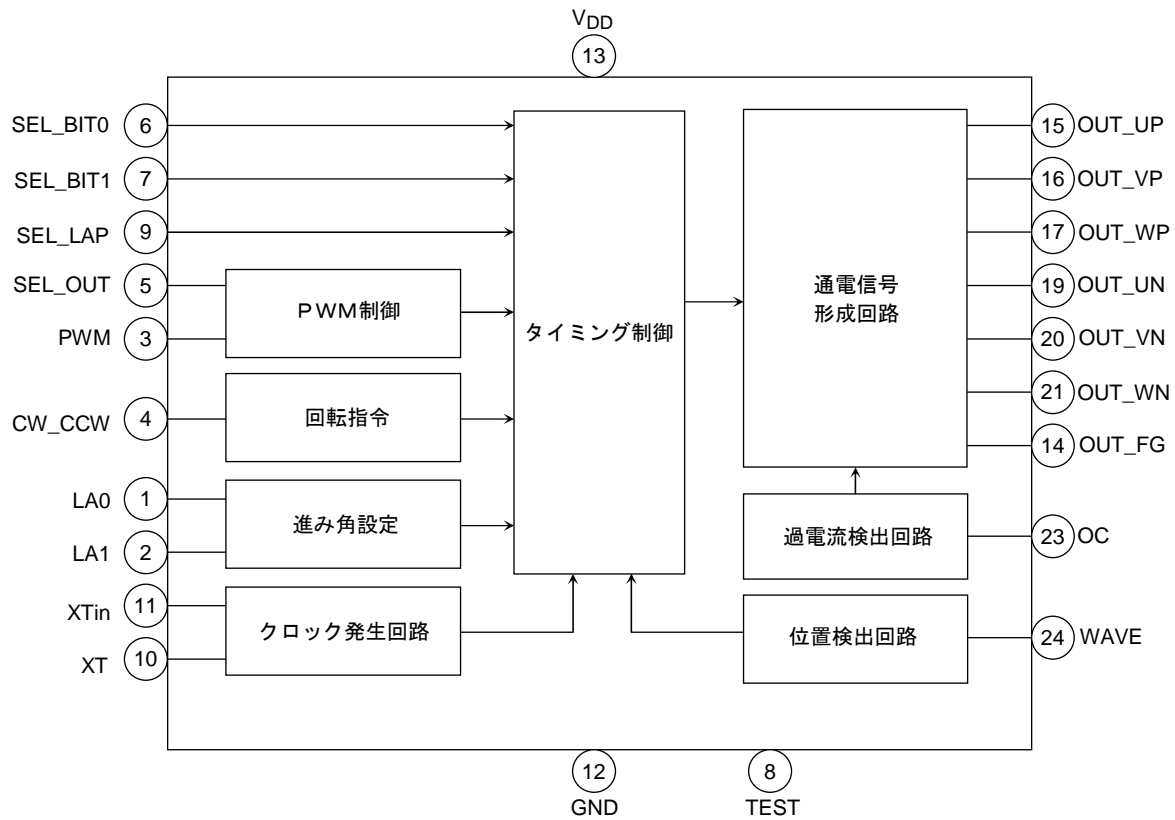
はんだ付け性については、以下の条件で確認しています

お客様の使用されるはんだ槽 (Sn-37Pb 半田槽) の場合

はんだ温度 230°C、浸漬時間 5 秒間 1 回、R タイプ フラックス使用  
お客様の使用されるはんだ槽 (Sn-3.0Ag-0.5Cu 半田槽) の場合

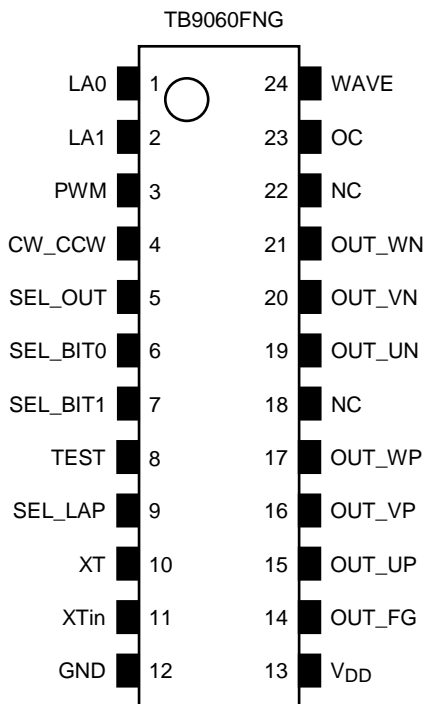
はんだ温度 245°C、浸漬時間 5 秒間 1 回、R タイプ フラックス使用

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。

端子配置図



## 端子説明

端子番号	端子記号	I/O	端子説明
1	LA0	I	進み角設定信号入力端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LA0 = Low, LA1 = Low : 進み角 0 度</li> <li>・ LA0 = High, LA1 = Low : 進み角 7.5 度</li> </ul>
2	LA1	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LA0 = Low, LA1 = High : 進み角 15 度</li> <li>・ LA0 = High, LA1 = High : 進み角 30 度</li> <li>・ プルダウン抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> </ul>
3	PWM	I	PWM 信号入力端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ L アクティブの PWM 信号を入力</li> <li>・ プルアップ抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> <li>・ デューティ 100% (Low 信号) 入力の禁止。 250 nS 以上の High 期間を設けてください。</li> </ul>
4	CW_CCW	I	回転方向信号入力端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ High : 逆転 (U <math>\rightarrow</math> W <math>\rightarrow</math> V)</li> <li>・ Low, Open : 正転 (U <math>\rightarrow</math> V <math>\rightarrow</math> W)</li> <li>・ プルダウン抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> </ul>
5	SEL_OUT	I	通電信号と PWM 信号の合成方法選択端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Low : 上側 PWM</li> <li>・ High : 上下交互 PWM</li> <li>・ プルダウン抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> </ul>
6	SEL_BIT0	I	内部カウンタビット数選択端子 始動の強制転流周波数は発振子の周波数とカウンタビット数により決定されます。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SEL_BIT0 = High, SEL_BIT1 = High : 16 ビット</li> <li>・ SEL_BIT0 = Low, SEL_BIT1 = High : 14 ビット</li> </ul>
7	SEL_BIT1	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SEL_BIT0 = High, SEL_BIT1 = Low : 12 ビット</li> <li>・ SEL_BIT0: プルダウン抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> <li>・ SEL_BIT1: プルアップ抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> </ul>
8	TEST	I	テスト用端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プルダウン抵抗内蔵 (10 k<math>\Omega</math>)</li> <li>・ 実使用時は GND とショートして使ってください。</li> </ul>
9	SEL_LAP	I	ラップ通電選択端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Low : ラップ通電</li> <li>・ High : 120 度通電</li> <li>・ プルアップ抵抗内蔵 (100 k<math>\Omega</math>)</li> </ul>
10	XT	—	発振子接続端子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 始動転流周波数を決定。</li> </ul>
11	XTin	—	始動転流周波数 $f_{st} = \text{発振子周波数 } f_{xt} / (6 \times 2^{(\text{BIT} + 3)})$ BIT: 内部カウンタビット数選択端子で設定されたビット数
12	GND	—	接地端子

## 端子説明 (つづき)

端子番号	端子記号	I/O	端子説明
13	V <sub>DD</sub>	—	5 V 電源接続端子
14	OUT_FG	O	回転信号出力端子 ・ ストップ及び始動中: Low ・ 正常動作中 : モータ電気周期で変化
15	OUT_UP	O	U 相上側通電信号出力端子 ・ U 相巻線正側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: Low, オフ信号: High
16	OUT_VP	O	V 相上側通電信号出力端子 ・ V 相巻線正側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: Low, オフ信号: High
17	OUT_WP	O	W 相上側通電信号出力端子 ・ W 相巻線正側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: Low, オフ信号: High
18	NC	—	非接続端子
19	OUT_UN	O	U 相下側通電信号出力端子 ・ U 相巻線負側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: High, オフ信号: Low
20	OUT_VN	O	V 相下側通電信号出力端子 ・ V 相巻線負側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: High, オフ信号: Low
21	OUT_WN	O	W 相下側通電信号出力端子 ・ W 相巻線負側スイッチング素子オンオフ信号。 ・ オン信号: High, オフ信号: Low
22	NC	—	非接続端子
23	OC	I	過電流信号入力端子 ・ High 信号により、PWM 制御を行っている通電信号に制限を加えます。 ・ プルアップ抵抗内蔵 (100 kΩ)
24	WAVE	I	位置信号入力端子 ・ 3 相端子電圧の多数決論理合成信号を入力。 ・ プルアップ抵抗内蔵 (100 kΩ)

**動作説明****1. センサレス駆動**

PWM 信号によりスタート指令を受けると、強制転流（モータのロータ位置と無関係な転流）の通電信号を出力し、モータを回転させます。モータの回転により、各相の巻線端子に誘起電圧が発生します。

誘起電圧を含む各相端子電圧の正負を示す信号が位置信号入力端子に入力されると、自動的に強制転流の通電信号から位置信号入力（誘起電圧）に基づいた通電信号に切り替えられます。

以降、端子電圧に含まれた誘起電圧に基づいて通電信号を形成し、ブラシレス DC モータを駆動します。

各進み角（0°、7.5°、15°、30°）でのセンサレス駆動のタイミングチャートを以下に示します。

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

Fig1. センサレス駆動タイミングチャート (進み角0度の場合)

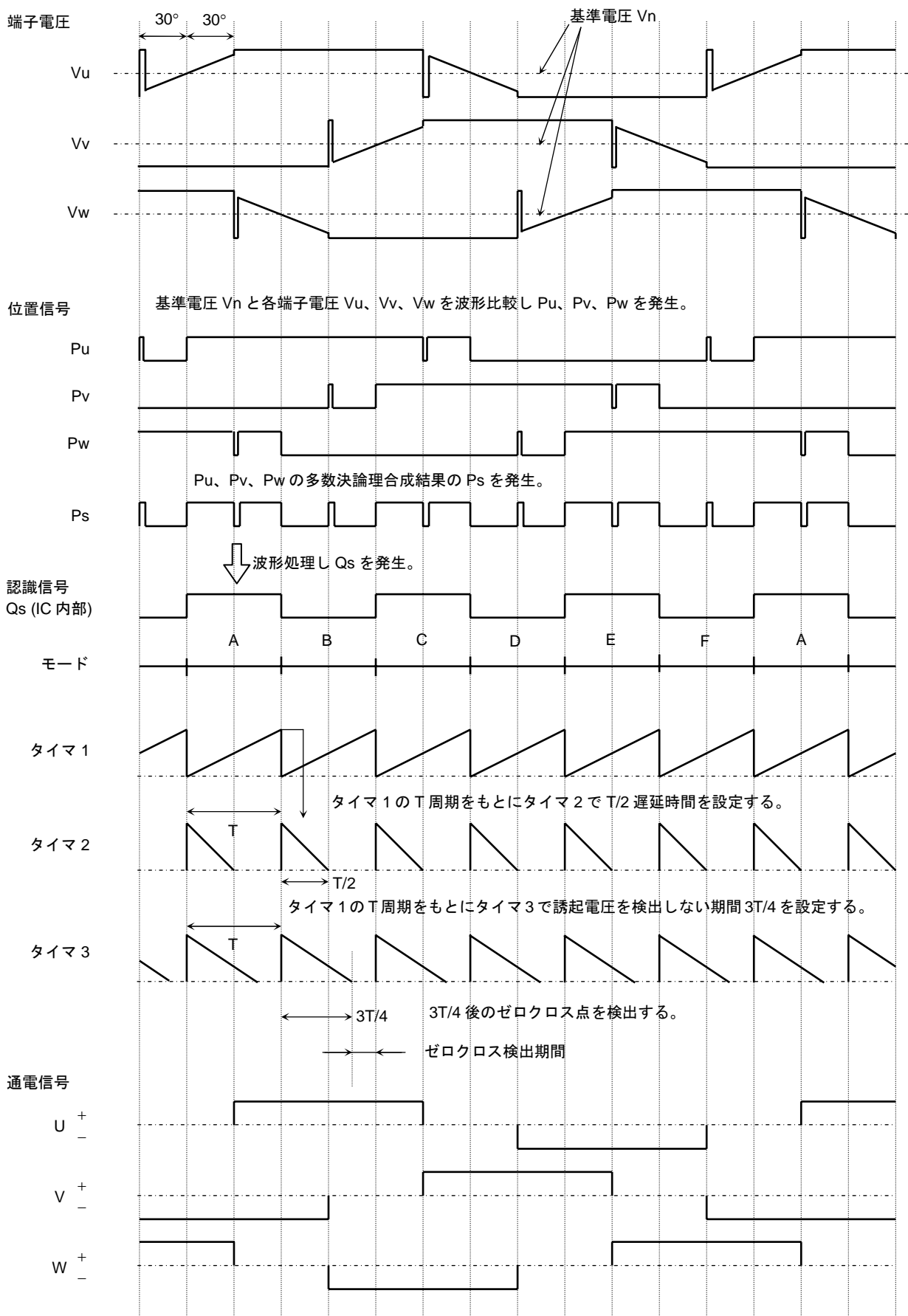


Fig2. センサレス駆動タイミングチャート (進み角 7.5 度の場合)

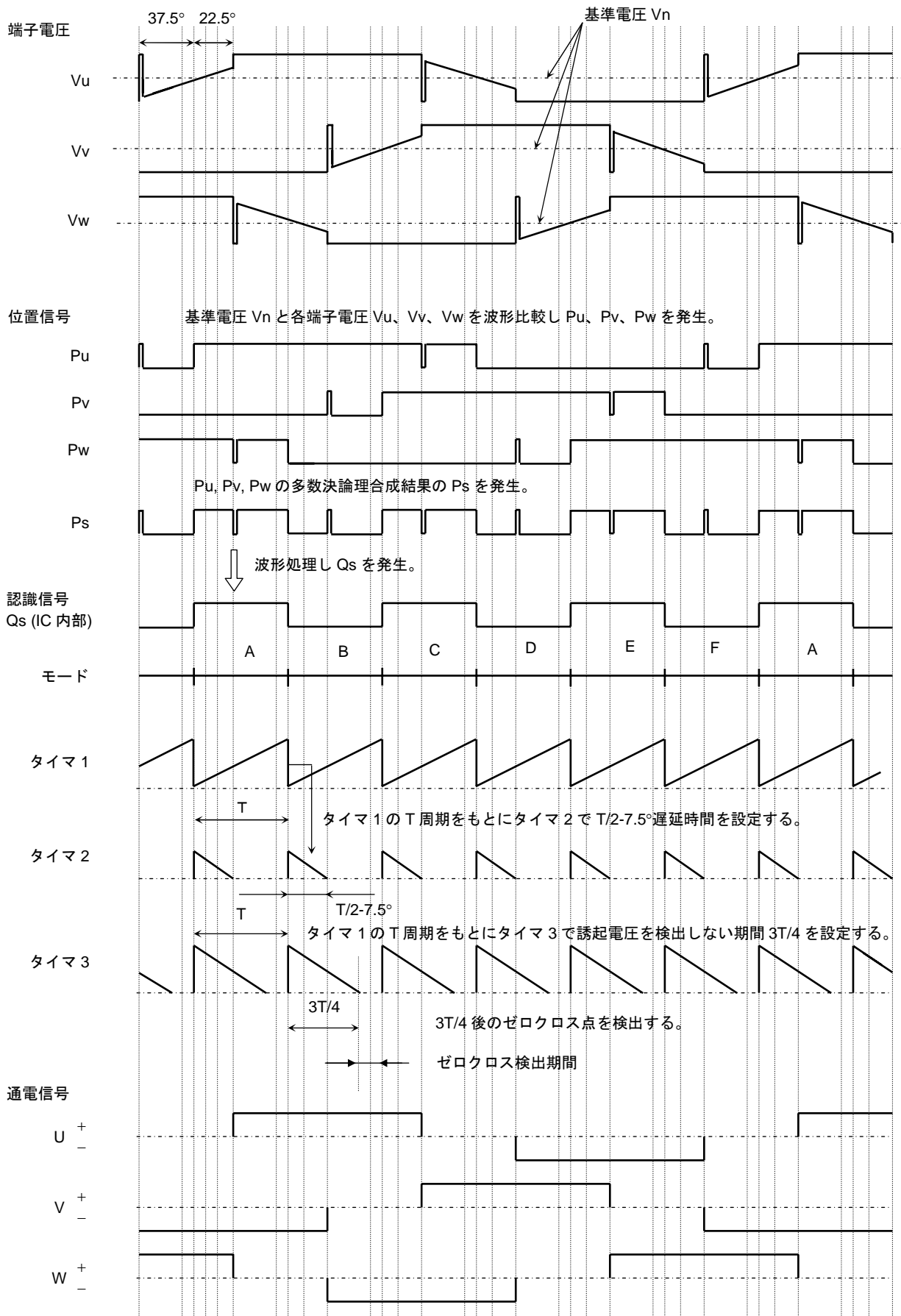


Fig3. センサレス駆動タイミングチャート (進み角 15 度の場合)

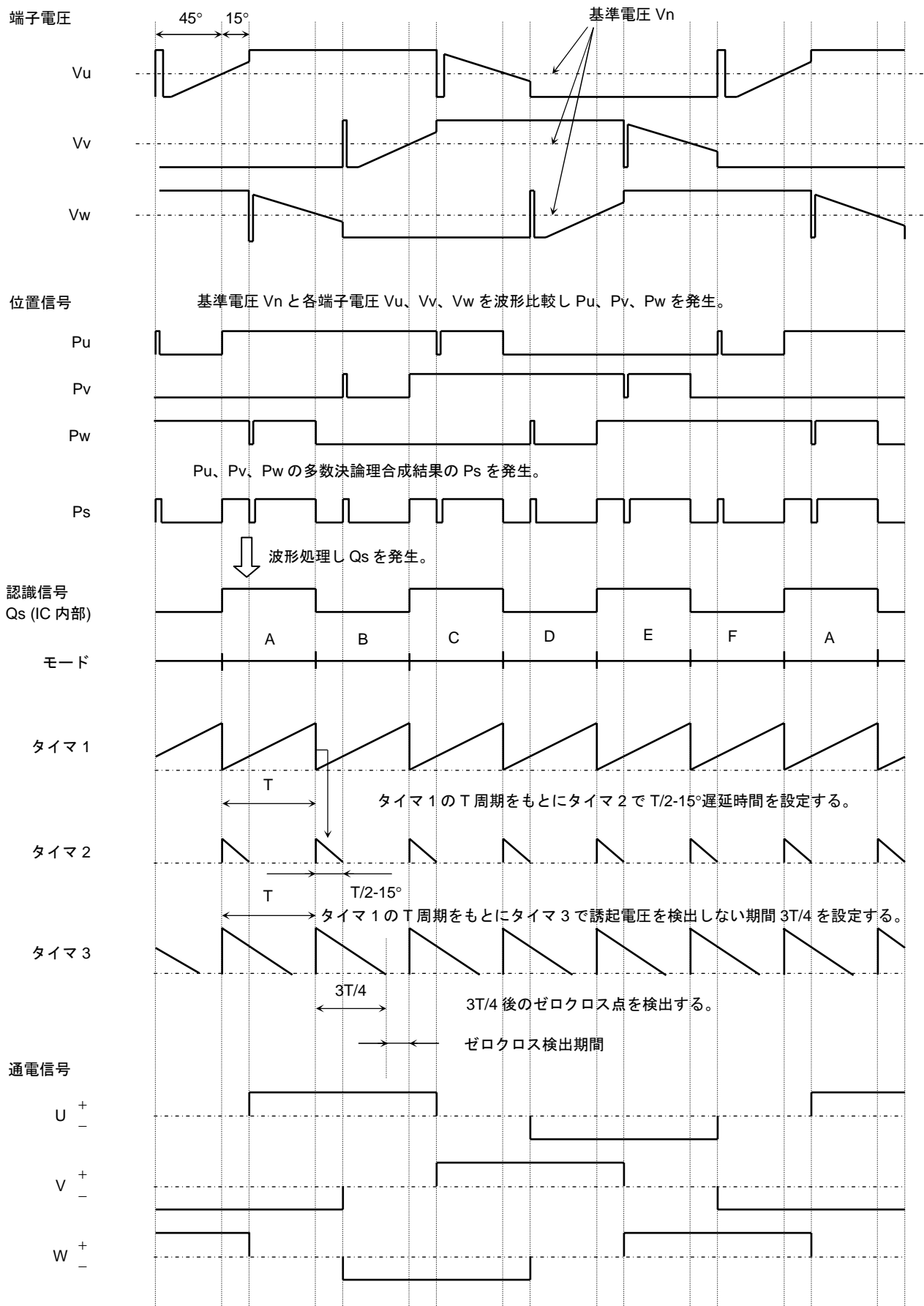
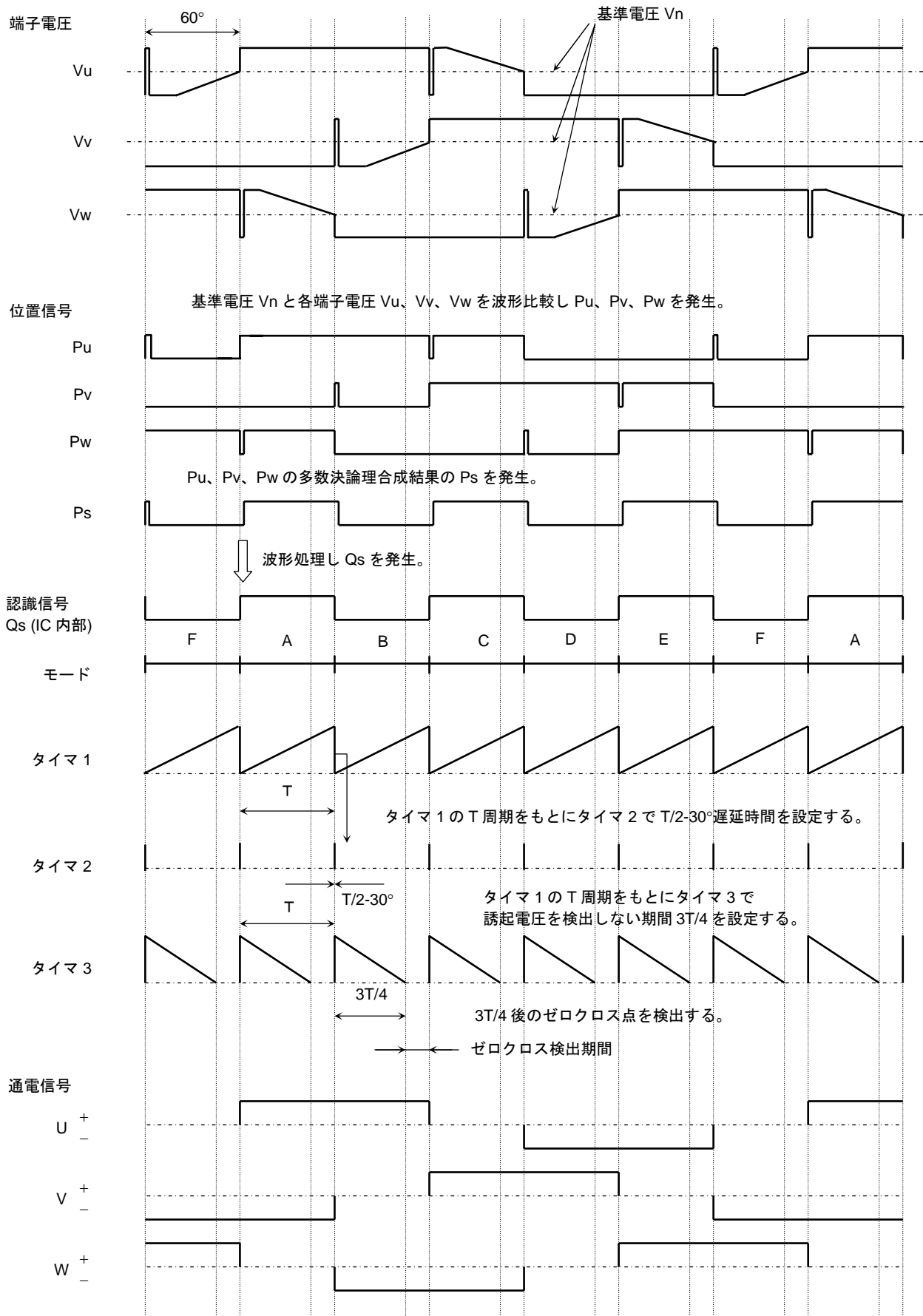




Fig4. センサレス駆動タイミングチャート (進み角 30 度の場合)



## 2. 始動転流周波数 (発振端子およびカウンタビット数選択端子)

始動の強制転流周波数は、発振子の周波数とカウンタビット数により決定されます。  
内部カウンタビット数選択端子によりカウンタビット数を選択することができます。

SEL\_BIT0 = High、SEL\_BIT1 = High の時は 16 ビット、  
SEL\_BIT0 = Low、SEL\_BIT1 = High の時は 14 ビット、  
SEL\_BIT0 = High、SEL\_BIT1 = Low の時は 12 ビットとなります。  
始動転流周波数  $f_{st} = \text{発振子周波数 } f_{xt} / (6 \times 2^{(\text{BIT}+3)})$

(BIT: カウンタビット数選択端子で設定されたビット数)

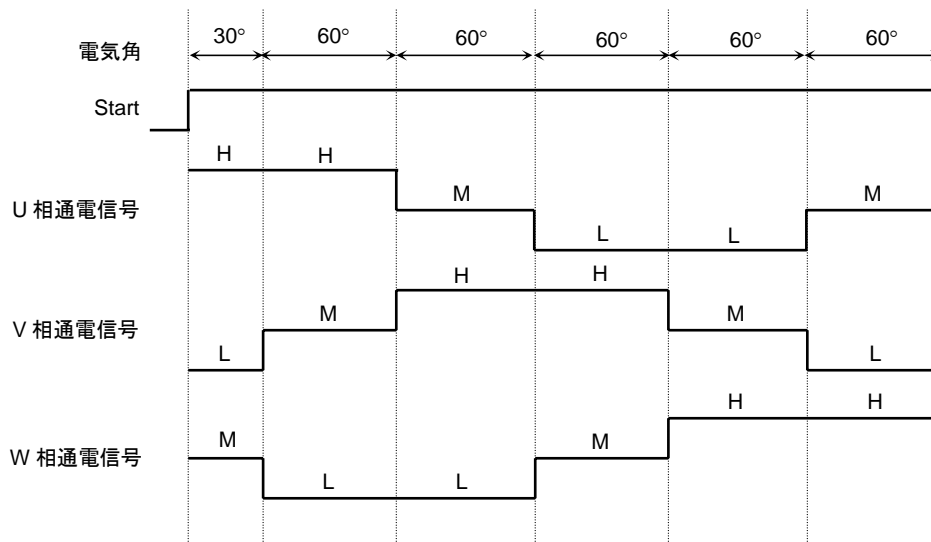
始動の強制転流周波数は、モータおよび負荷の慣性により調整してください。

- モータの磁石極数の多いほど、強制転流周波数を高くします。
- 負荷の慣性が大きいほど、強制転流周波数を低くします。

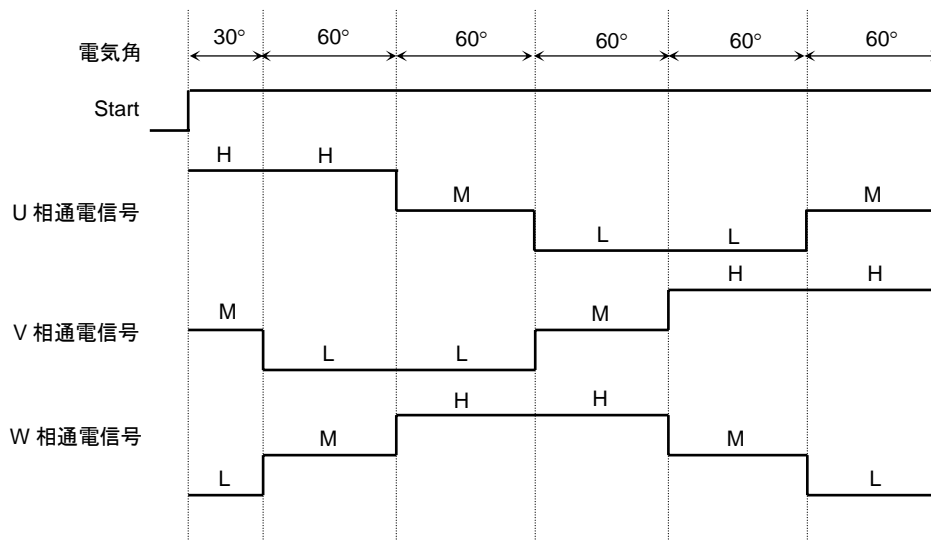
### 2-1. 強制転流の転流パターン

CW\_CCW によって以下のタイミングにて強制転流を行います。  
Start 直後の転流パターンは常に、同じになります。

#### (1) 正転 (CW\_CCW = Low) 時



#### (2) 逆転 (CW\_CCW = High) 時

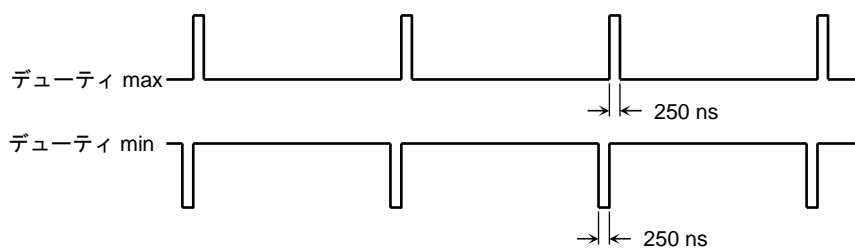


### 3. PWM 制御

外部から PWM 信号を供給することにより、通電信号に PWM 信号を反映させることができます。PWM 信号の周波数は、モータの電氣的周波数に対して十分高い周波数で、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。

PWM信号の立ち上がりのエッジのタイミングで位置の検出を行う都合上、PWM のデューティに制限があります。

デューティ 0%、100%では、位置検出が行えませんのでご注意ください。

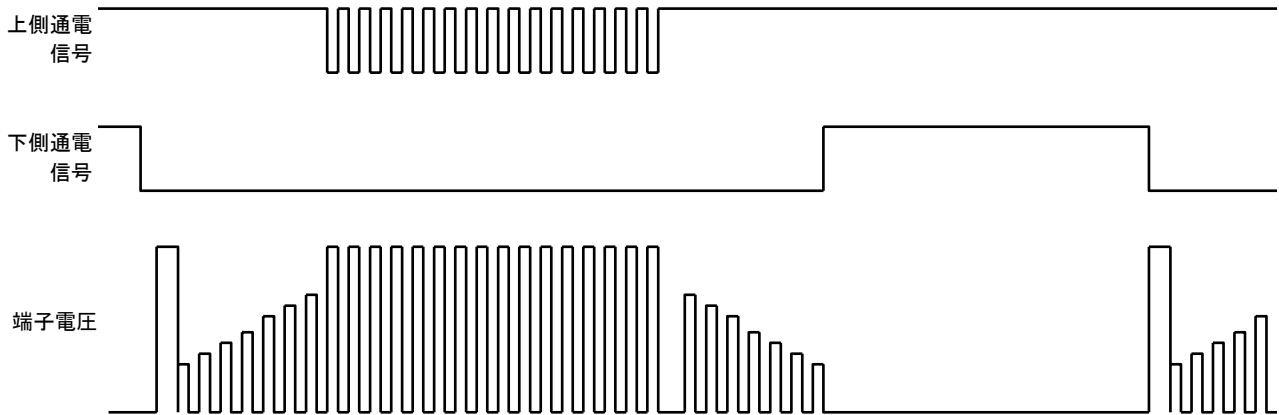


デューティ 99%の場合でも、ドライブ回路のストレージ時間により、モータへの印加電圧はデューティ 100%となります。

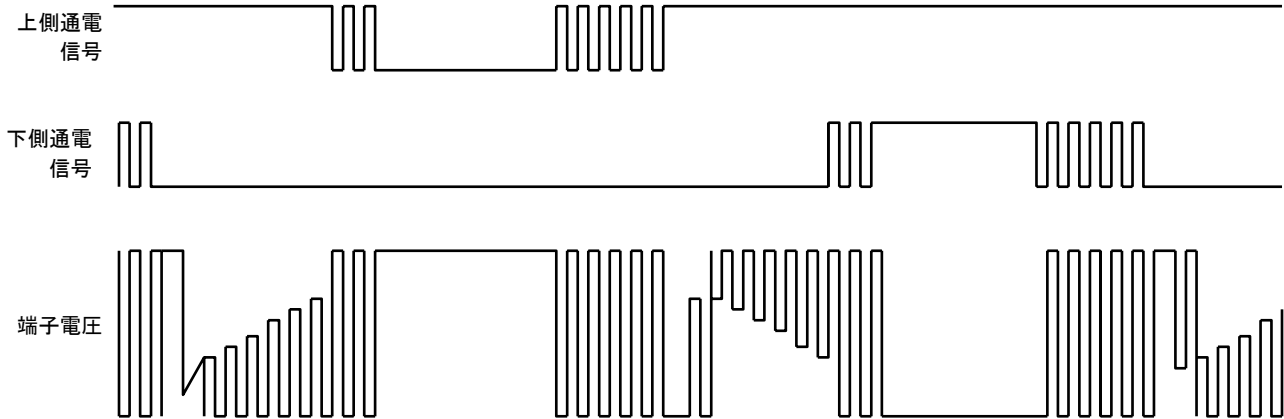
**4. PWM 出力形態の選択**

SEL\_OUT により、PWM 出力形態を選択することができます。

SEL\_OUT = Low

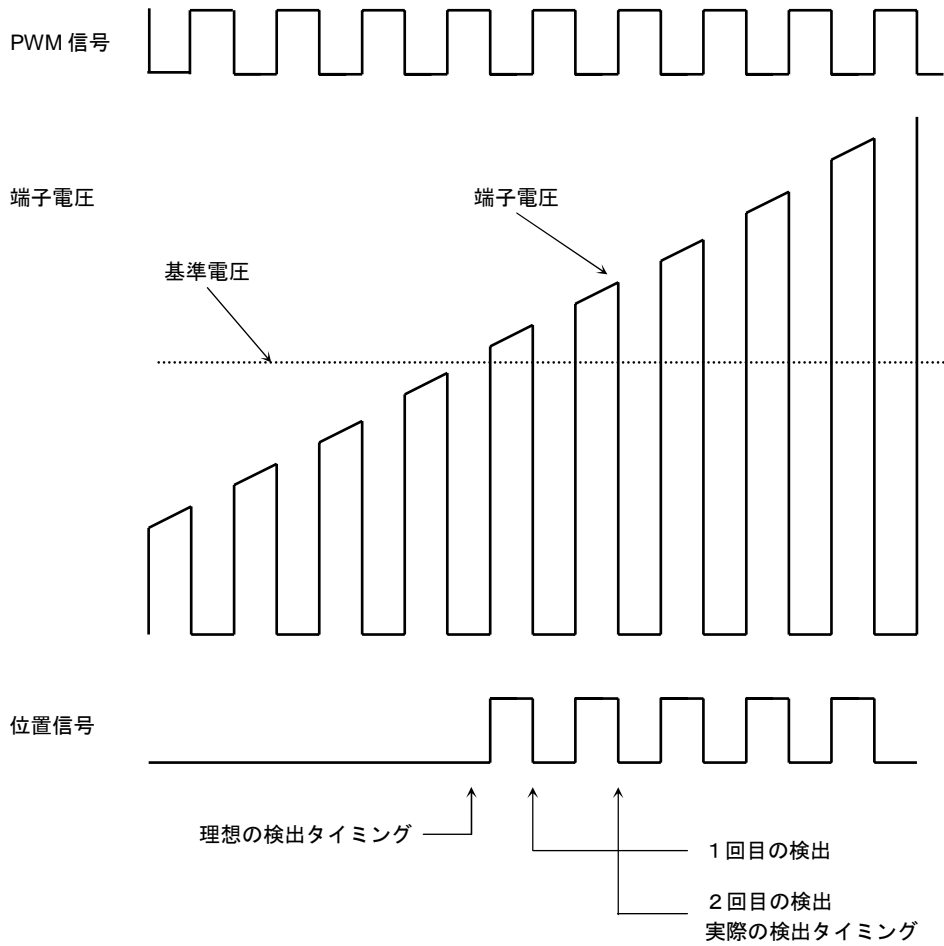


SEL\_OUT = High



5. 位置検出誤差

PWM 制御に対応するため、PWM 信号に同期して位置の検出を行っています。従って、PWM 信号の周波数に関係した位置検出誤差が生じます。高速回転のモータに適用する場合に注意が必要です。



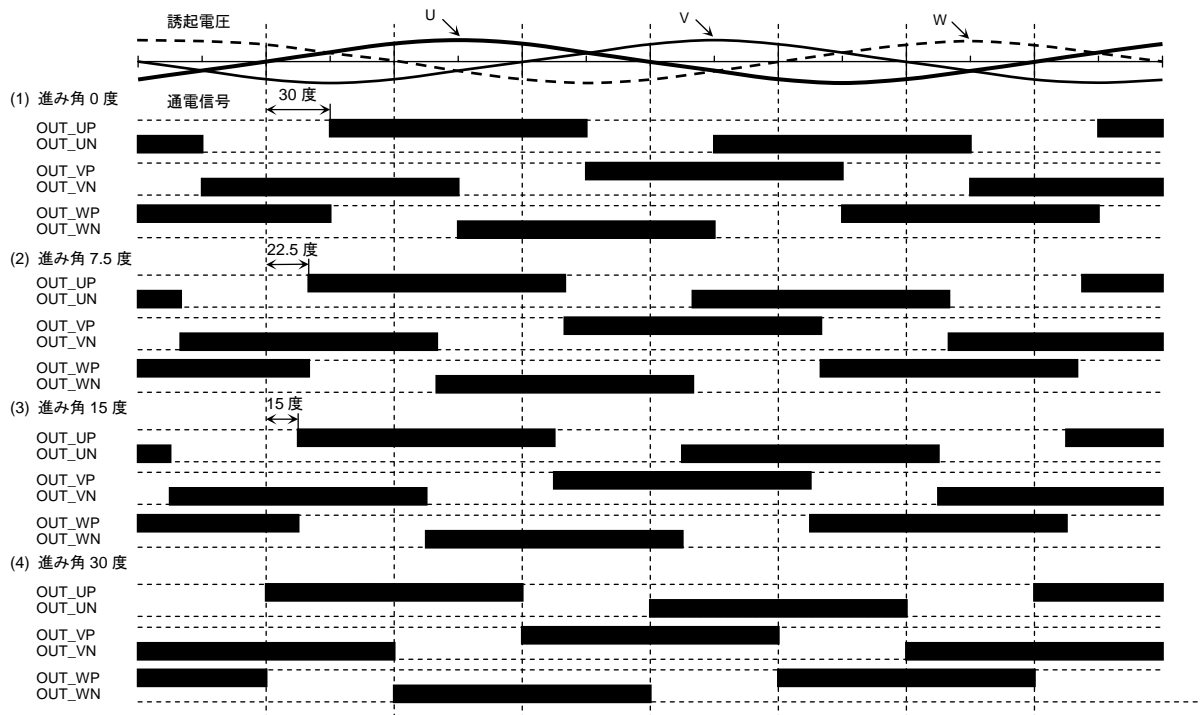
PWM 信号の立ち上がりで、連続 2 回検出したタイミングで判定しています。

$$1/f_p < \text{検出誤差時間} < 2/f_p \quad f_p: \text{PWM 周波数}$$

## 6. 進み角制御

始動の強制転流中は進み角 0 度で動作し、通常転流動作に切り替わり後、LA0、LA1 により設定された進み角に自動的に変化します。

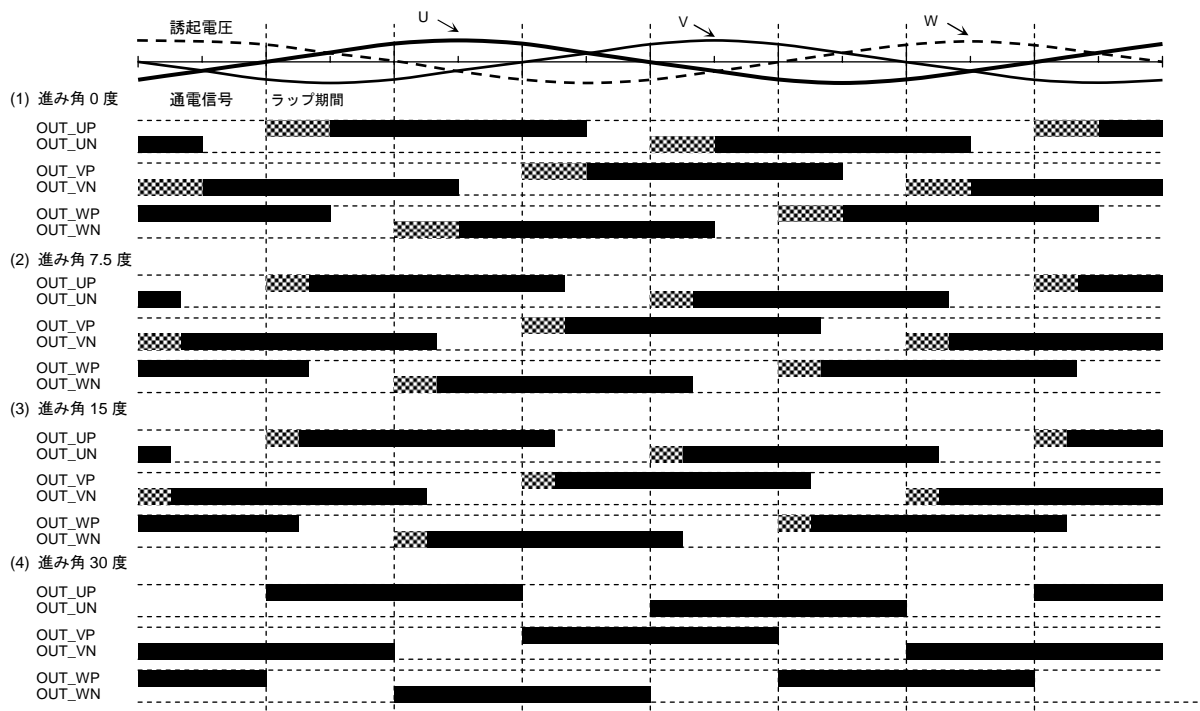
ただし、LA0、LA1 がともに High に設定されている場合、始動の強制転流中および通常転流動作中ともに、設定された進み角 30 度で動作します。



## 7. ラップ通電制御

SEL\_LAP = High の場合、120 度通電、SEL\_LAP = Low の場合、ラップ通電モードとなります。

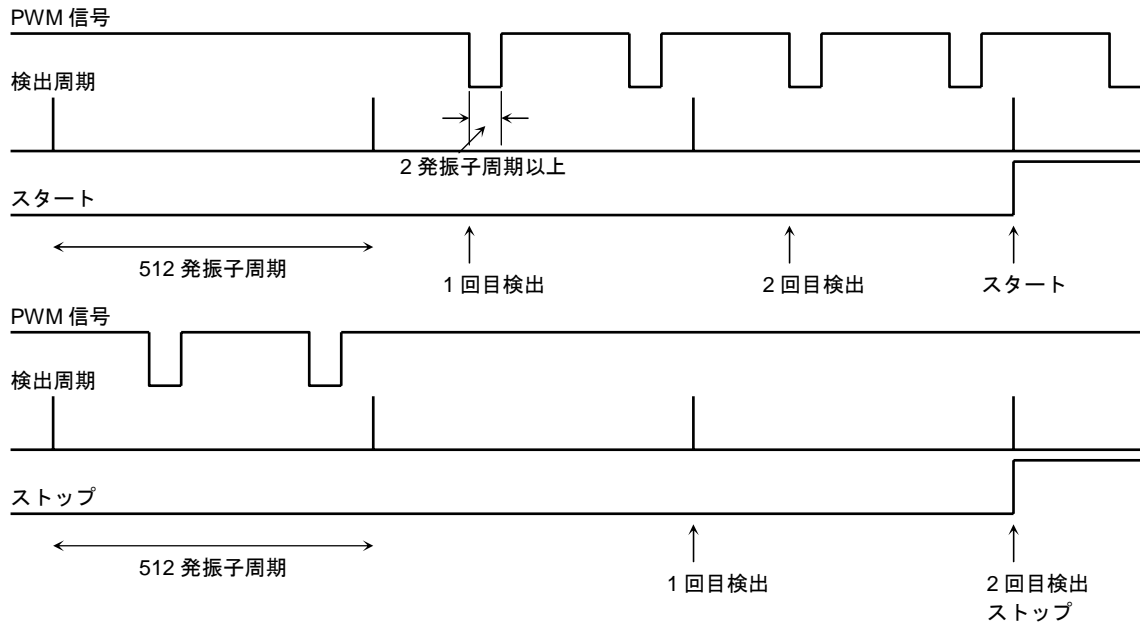
ラップ通電の場合、ゼロクロス点から 120 度通電タイミングまでの通電期間が長くなり（下図網掛け部分）、通電信号の切り替わり時に重なる部分をつくります。この期間は進み角の設定により変わります。



### 8. スタート方法

PWM 信号入力端子により、スタート・ストップの動作を行います。PWM 信号のデューティがゼロのときにストップと認識し、発振子周期の 2 倍以上のオン信号が連続して入力されるとスタートと認識します。

#### タイミングチャート



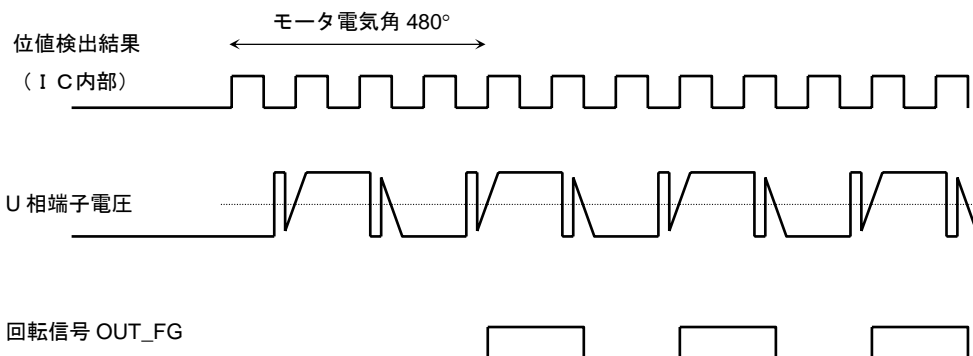
PWM 信号入力端子のノイズには十分注意してください。

### 9. 回転信号モニタ機能

回転数の検出及びモータロックなどの異常を判定する信号を OUT\_FG 端子から出力します。ストップ及び始動の強制転流時は Low レベルの電圧を出力し、通常転流状態（位置信号の検出が行われる）がモータ電気角 480 度継続すると U 相の位置検出結果に同期した信号を出力します。

回転中に過剰な負荷などの原因でモータロックすると始動の強制転流を行い、回転信号は Low レベルの電圧を出力します。

PWM 信号のデューティと回転周波数の関係から異常判定することが可能です。



### 10. 脱調について

TB9060FNG の回転信号 (OUT\_FG 出力) をモニタし、所定の周波数の OUT\_FG 出力が帰ってこない場合は、再起動してください。

## 最大定格 (Ta = 25°C)

項 目	記 号	定 格	単 位
電 源 電 圧	V <sub>DD</sub>	6.0	V
入 力 電 圧	V <sub>IN</sub>	-0.2~V <sub>DD</sub>	V
通 電 信 号 出 力 電 流	I <sub>OUT</sub>	20	mA
許 容 損 失	P <sub>D</sub>	850	mW
動 作 温 度	T <sub>opr</sub>	-40~125	°C
保 存 温 度	T <sub>stg</sub>	-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 の破壊や損傷や劣化の原因となり 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。

## 動作条件 (Ta = -40~125°C)

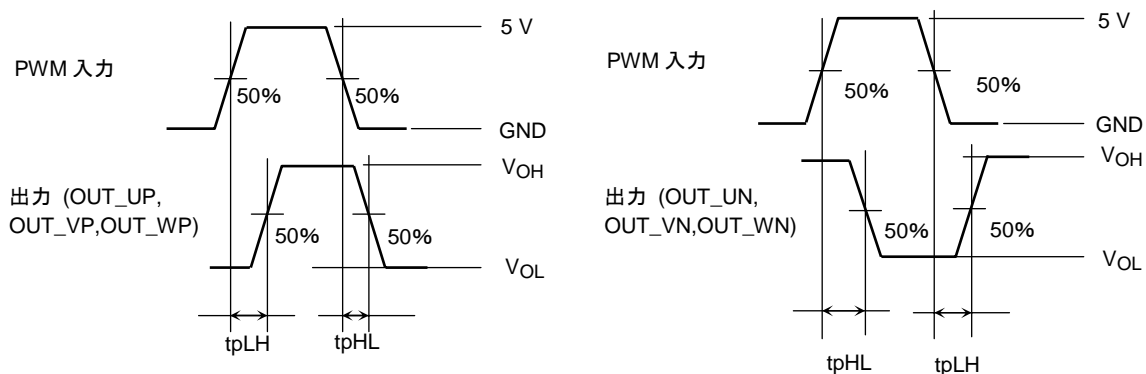
項 目	記 号	測 定 条 件	最 小	標 準	最 大	単 位
電 源 電 圧	V <sub>DD</sub>	—	4.5	5.0	5.5	V
入 力 電 圧	V <sub>IN</sub>	—	-0.2	—	V <sub>DD</sub>	V
P W M 周 波 数	fPWM	—	—	16	—	kHz
発 振 周 波 数	fosc	—	1.0	—	10	MHz



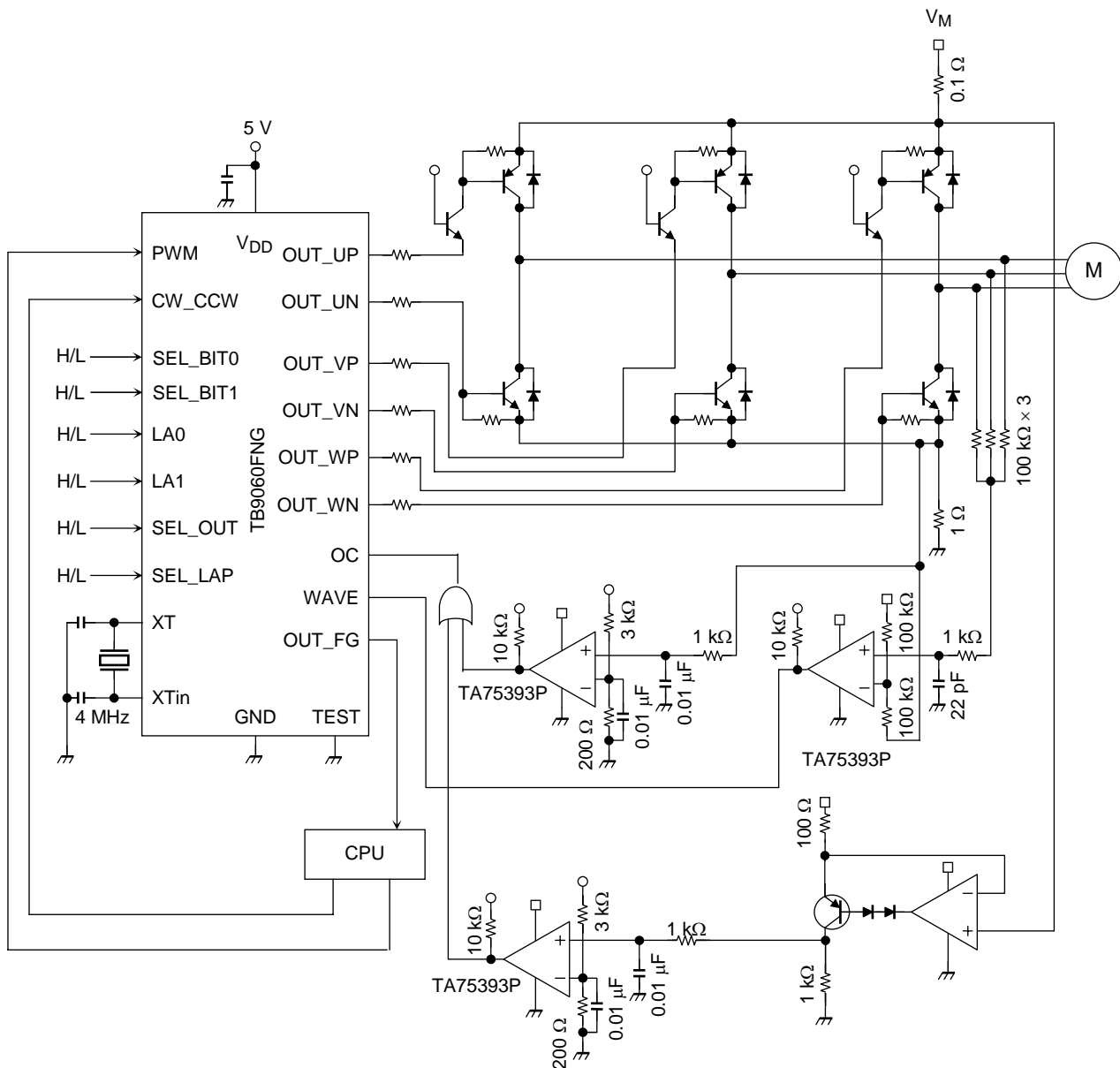
## 電気的特性 (V<sub>DD</sub> = 5 V, Ta = -40~125°C)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
静止電源電流	I <sub>DD</sub>	PWM = H, XTin = H	—	0.1	0.3	mA
動作電源電流	I <sub>DD(opr)</sub>	PWM = 50%Duty, XTin = 4 MHz	—	1	3	mA
入力電流	IIN-1 (H)	V <sub>IN</sub> = 5 V, PWM, OC, WAVE SEL_LAP, SEL_BIT1	—	0	1	μA
	IIN-1 (L)	V <sub>IN</sub> = 0 V, PWM, OC, WAVE SEL_LAP, SEL_BIT1	-100	-50	—	
	IIN-2 (H)	V <sub>IN</sub> = 5 V, CW_CCW, LA0, LA1, SEL_OUT, SEL_BIT0	—	50	100	
	IIN-2 (L)	V <sub>IN</sub> = 0 V, CW_CCW, LA0, LA1, SEL_OUT, SEL_BIT0	-1	0	—	
入力電圧	V <sub>IN</sub> (H)	PWM, OC, SEL_LAP CW_CCW, WAVE, LA0 LA1, SEL_OUT	4.0	—	V <sub>DD</sub>	V
	V <sub>IN</sub> (L)		GND	—	1.0	
入力ヒス電圧	V <sub>H</sub>	SEL_BIT0, SEL_BIT1	—	0.6	—	V
出力電圧	Vo-1 (H)	I <sub>OH</sub> = -1mA OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP	4.0	—	V <sub>DD</sub>	V
	Vo-1 (L)	I <sub>OL</sub> = 20 mA OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP	GND	—	0.7	
	Vo-2 (H)	I <sub>OH</sub> = -20 mA OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN	3.8	—	V <sub>DD</sub>	
	Vo-2 (L)	I <sub>OL</sub> = 1 mA OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN	GND	—	0.7	
	Vo-3 (H)	I <sub>OH</sub> = -1 mA, OUT_FG	4.0	—	V <sub>DD</sub>	V
	Vo-3 (L)	I <sub>OL</sub> = 1 mA, OUT_FG	GND	—	0.7	
出力リーク電流	I <sub>L</sub> (H)	V <sub>DD</sub> = 5.5 V, V <sub>OUT</sub> = 0 V OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN OUT_FG	—	0	15	μA
	I <sub>L</sub> (L)	V <sub>DD</sub> = 5.5 V, V <sub>OUT</sub> = 5.5 V OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN OUT_FG	—	0	15	
出力遅れ時間	tpLH	PWM – 出力間	—	0.5	1	μs
	tpHL		—	0.5	1	

注 1：出力遅れ時間測定波形図



## 応用回路例



注1： 出力間ショートおよび出力の天絡時、地絡時に IC 破壊の恐れがありますので、出力ライン、V<sub>DD</sub>、GND ラインの設計は十分注意してください。

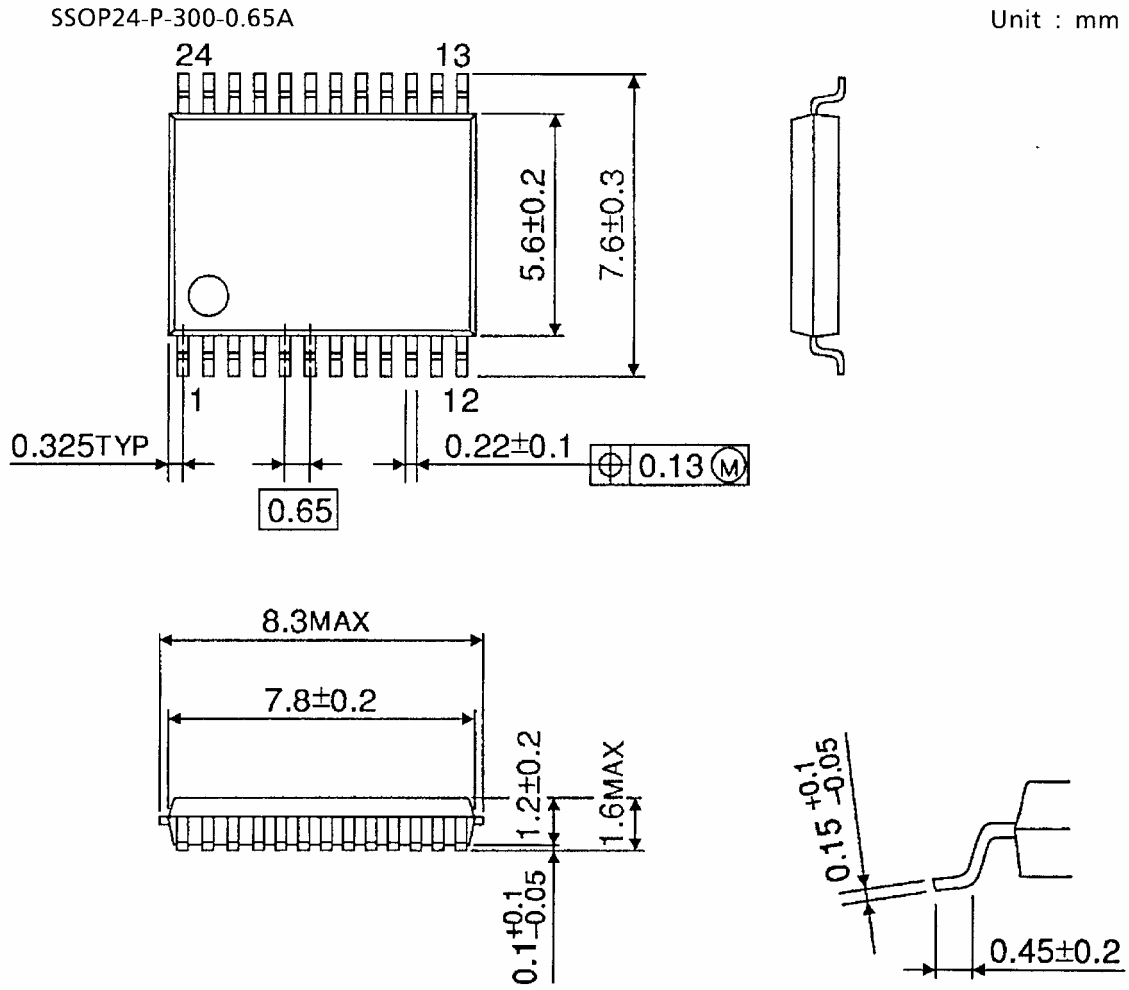
注2： 上記応用回路および定数は参考例です。  
各定数は使用するモータにより異なりますので実験により最適値を選定してください。

注3： テスト端子は出荷テストの際使用する端子で、応用回路では GND とショートしてください。

注4： 誤装着はしないで下さい。IC や機器に破壊や損傷や劣化を招くおそれがあります。

注5： 応用回路例は量産設計を保証するものではありません。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



質量: 0.13 g (標準)

## 当社半導体製品取り扱い上のお願い

060629TBA

- 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、一般に半導体製品は誤作動したり故障することがあります。当社半導体製品をご使用いただく場合は、半導体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、購入者側の責任において、機器の安全設計を行うことをお願いします。  
なお、設計に際しては、最新の製品仕様をご確認の上、製品保証範囲内でご使用いただくと共に、考慮されるべき注意事項や条件について「東芝半導体製品の取り扱い上のご注意とお願い」、「半導体信頼性ハンドブック」などをご確認ください。 021023\_A
- 本資料に掲載されている製品は、一般的電子機器（コンピュータ、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット、家電機器など）に使用されることを意図しています。特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり人体に危害を及ぼす恐れのある機器（原子力制御機器、航空宇宙機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼制御、医療機器、各種安全装置など）にこれらの製品を使用すること（以下“特定用途”という）は意図もされていませんし、また保証もされていません。本資料に掲載されている製品を当該特定用途に使用することは、お客様の責任でなされることとなります。 021023\_B
- 本資料に掲載されている製品を、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応用製品に使用することはできません。 060106\_Q
- 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。 021023\_C
- 本資料に掲載されている製品は、外国為替及び外国貿易法により、輸出または海外への提供が規制されているものです。 021023\_E
- 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。 021023\_D