

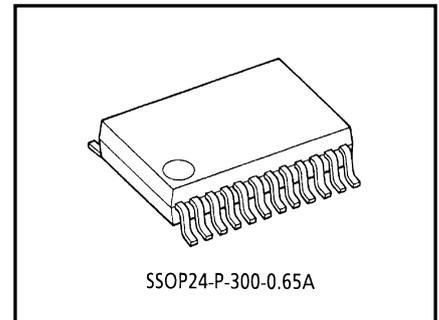
東芝 Bi-CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

TB6575FNG

3 相全波ブラシレス DC モーターPWM センサレスコントローラー

1. 概要

TB6575FNG は、PWM チョッパ方式 3 相全波ブラシレス DC モーターのセンサレスコントローラーです。アナログ電圧で 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。



質量:0.14 g (標準)

2. 特長

- 3 相全波センサレス駆動方式
- PWM チョッパ方式
- アナログ入力で PWM のデューティ制御
- 通電信号出力電流: 20 mA
- 過電流保護機能
- 正転、逆転
- 進み角制御機能 (7.5 度, 15 度)
- ラップ通電機能
- 回転数検出信号
- 起動特性改善の直流励磁機能
- 始動時の直流励磁時間と強制転流時間の変更可能
- 強制転流周波数制御機能 ($f_{XT}/(6 \times 2^{16})$, $f_{XT}/(6 \times 2^{17})$, $f_{XT}/(6 \times 2^{18})$)
- 出力論理切り替え (P チャンネル + N チャンネル, N チャンネル + N チャンネル)

3. 端子接続図

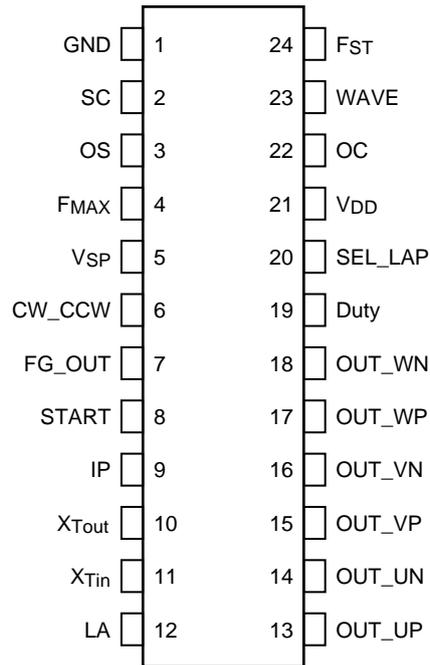


図3 端子接続図

4. ブロック図

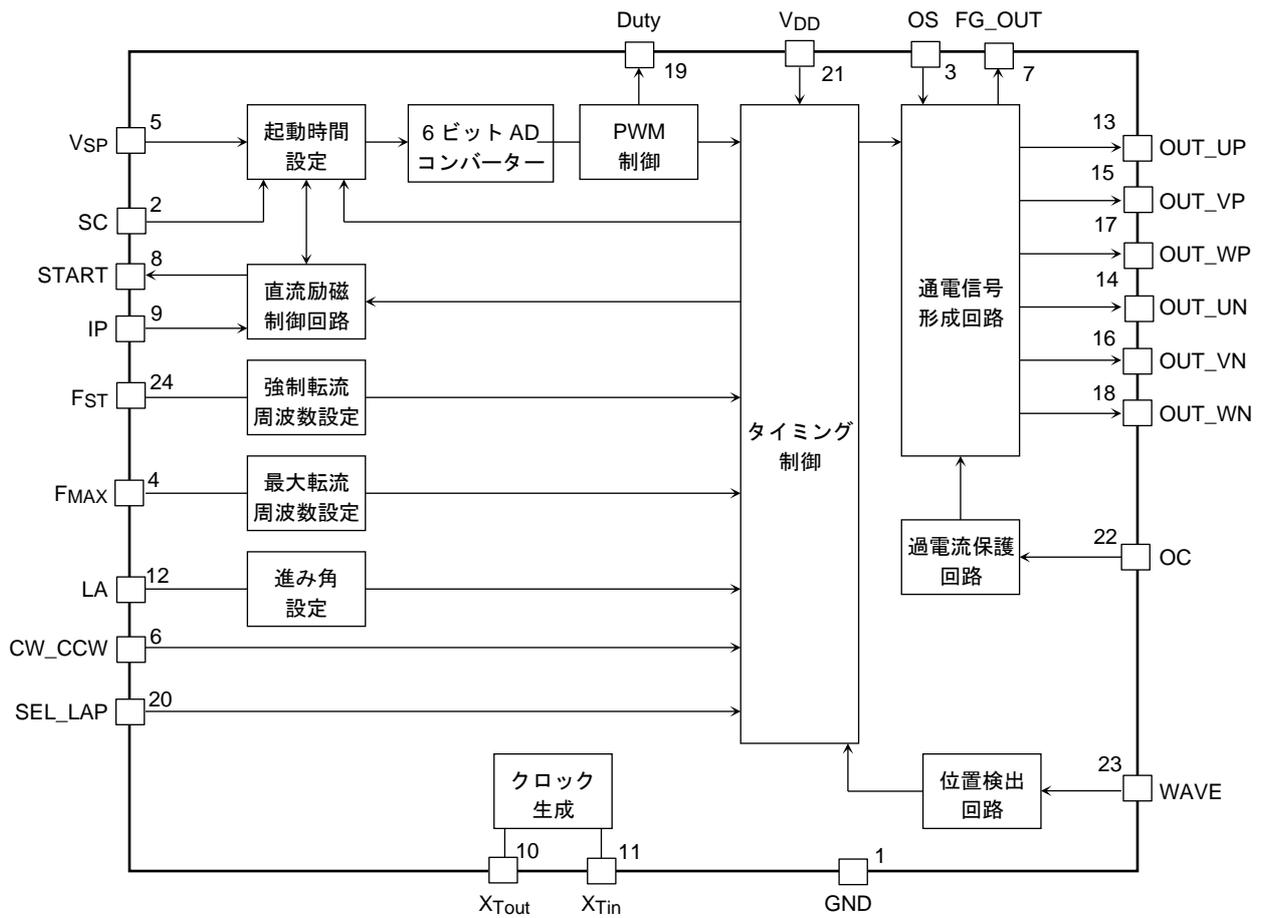


図4 ブロック図

端子番号	端子記号	I/O	端子説明
22	OC	I	過電流信号入力端子(プルアップ抵抗内蔵) OC \geq 0.5 (V) で PWM 制御を行っている通電信号をオフします。
23	WAVE	I	位置信号入力端子(プルアップ抵抗内蔵) 3相端子電圧の多数決論理合成信号を入力
24	F _{ST}	I	強制転流周波数制御端子(プルアップ抵抗内蔵) High, Open: 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT}/(6 \times 2^{16})$ Middle : 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT}/(6 \times 2^{17})$ Low : 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT}/(6 \times 2^{18})$

6. 動作説明

6.1. センサレス駆動

リニア電圧信号によりスタート指令を受けると、直流励磁モードでモーター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、モーターを回転させます。モーターの回転により、各相の巻線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 (WAVE) 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、センサレス駆動にてブラシレス DC モーターを駆動します。

6.2. 始動時の動作

起動時は、モーターが回転していないため誘起電圧が発生せず、センサレスモードの位置検知ができません。このため、TB6575FNG では一定時間、直流励磁でモーターのロータ位置を固定後、強制転流モードでモーターを始動します。直流励磁、強制転流の駆動時は外付けコンデンサーで設定します。直流励磁、強制転流の時間設定はモーターおよび負荷により変わりますので実験による合わせ込みが必要となります。

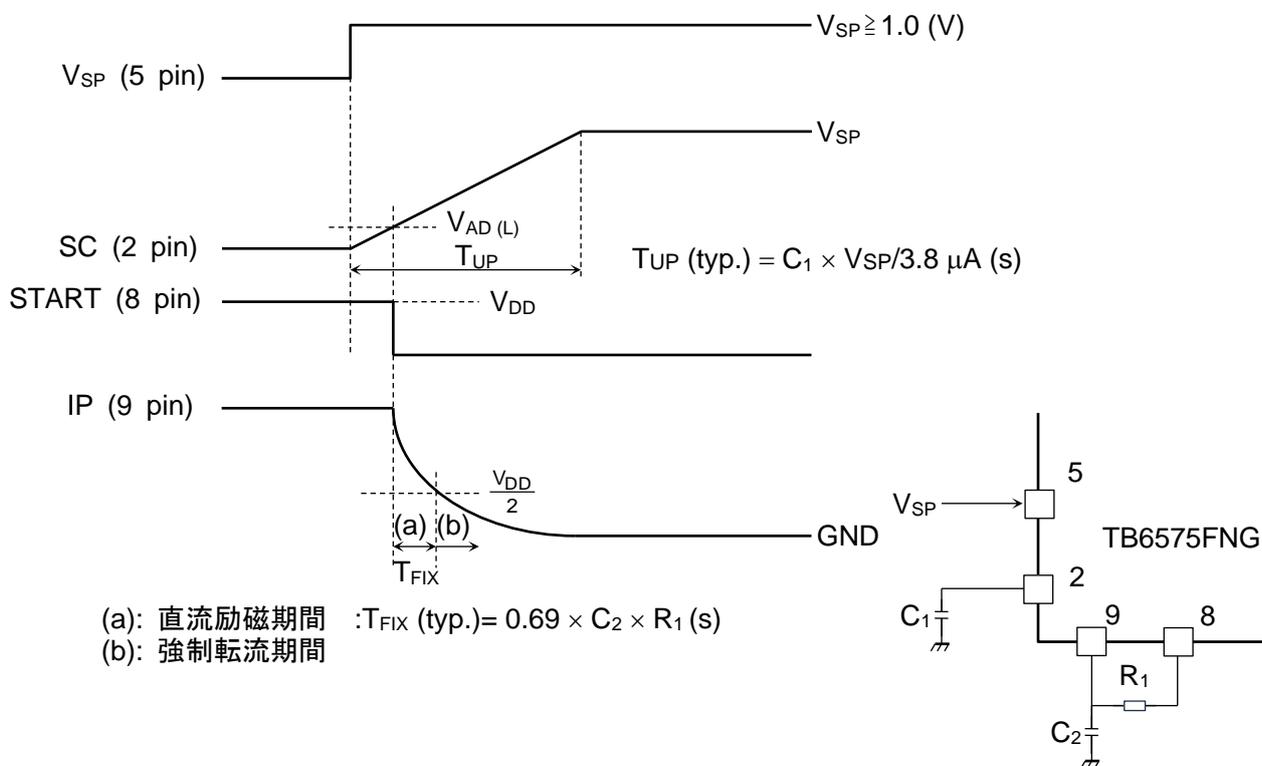


図 6.2 始動時の動作

- C_2, R_1 で決定される時定数で、IP 端子電圧が V_{DD} から $V_{DD}/2$ になる (a) の期間、直流励磁で位置決めを行います。その後、(b) の強制転流モードに切り替わります。
- 直流励磁と強制転流時の ON デューティは SC 端子電圧に応じたデューティで出力を駆動します。
- モーターの回転数が F_{st} で設定される強制転流周波数を超えるとセンサレスモードに切り替わります。
- センサレスモードの ON デューティも SC 端子電圧値で決定されます。

6.3. 速度可変時の動作遅延(VSP 追従特性)

速度制御を行う場合、V_{SP} 端子に速度指令電圧を印加し、モーターの起動、速度可変及び停止の制御をしますが、実際の IC 動作は SC 端子の印加電圧により決定されます。SC 端子電圧は、コンデンサー C₁ の充電電圧となり、C₁ へのチャージ、ディスチャージ時間で決定されるため、駆動出力に動作遅延が発生します。V_{SP} を 1 V から 4 V の範囲で可変した場合、以下の様になります。

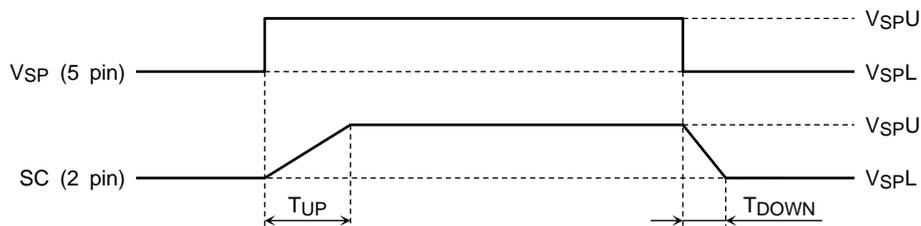


図 6.3 速度可変時の動作遅延(VSP 追従特性)

- SC 端子チャージ時間(加速時): $T_{UP} (typ.) = C_1 \times (V_{SPU} - V_{SPL}) / 3.8 \mu A (s)$
- SC 端子ディスチャージ時間(減速時): $T_{DOWN} (typ.) = C_1 \times (V_{SPU} - V_{SPL}) / 36 \mu A (s)$

注: モーター停止時 (V_{SP} < 1 V) は、SC 端子コンデンサー C₁ を瞬時に放電します。
(C₁ の放電時間は、2 kΩ (typ.) で GND へ放電します)

6.4. 強制転流周波数

始動時の強制転流周波数を設定します。

モーターおよび負荷により、最適な周波数は変わりますので実験による合わせ込みが必要となります。

F_{ST} = High or Open : 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT} / (6 \times 2^{16})$

F_{ST} = Middle : 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT} / (6 \times 2^{17})$

F_{ST} = Low : 強制転流周波数 $f_{ST} = f_{XT} / (6 \times 2^{18})$

f_{XT}: セラミック発振子周波数

6.5. PWM 周波数

PWM 周波数は外付けの発振子で決定されます。

PWM 周波数 $f_{PWM} = f_{XT} / 256$ f_{XT}: セラミック発振子周波数

PWM 周波数は、モーター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。

OS = High or Open

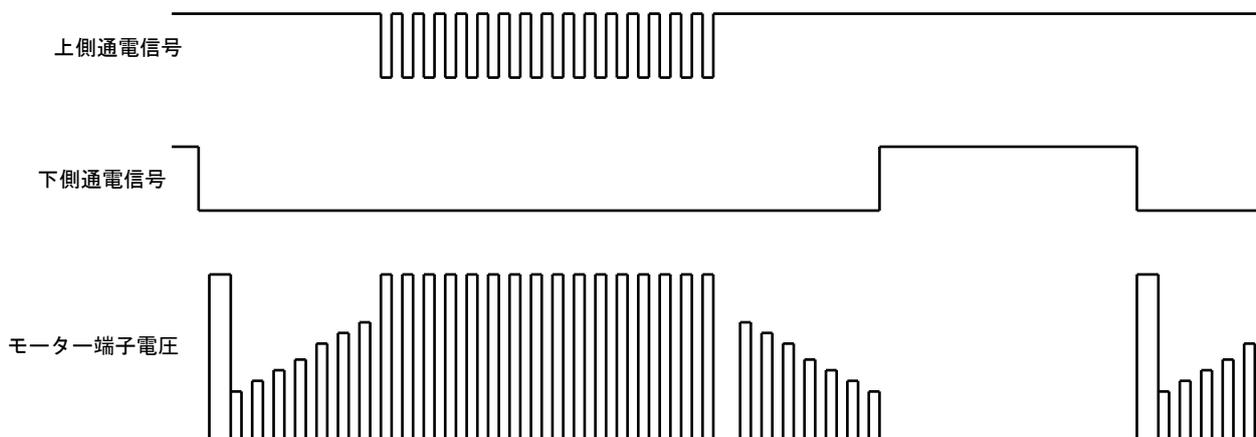


図 6.5 PWM 周波数

6.6. 速度制御 V_{SP} 端子

V_{SP} 端子に入力されるアナログ電圧を 6 ビット AD コンバーターで変換し、PWM のデューティを制御します。

- 0 ≤ V_{DUTY} ≤ V_{AD} (L)
→ Duty cycle = 0 %
- V_{AD} (L) ≤ V_{DUTY} ≤ V_{AD} (H)
→ 右図 (1/64~63/64)
- V_{AD} (H) ≤ V_{DUTY} ≤ V_{DD}
→ Duty cycle = 100 %

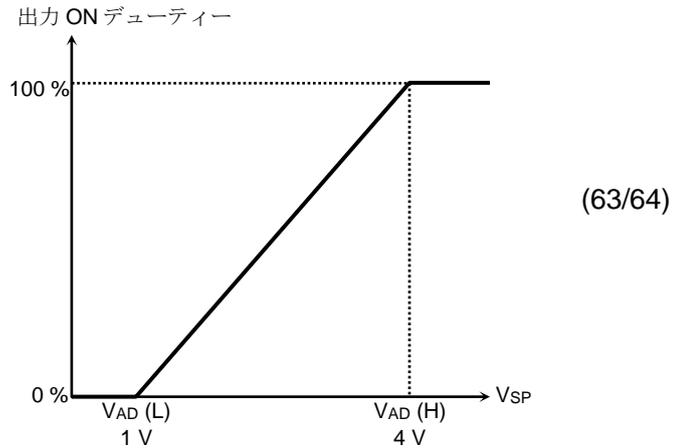


図 6.6 速度制御 V_{sp} 端子

6.7. 保護動作

WAVE 端子より以下の動作を検知した場合にはモーターの異常状態と判断し、出力をオフします。出力オフから約 1 秒後にモーターの再スタートを行います。異常が続いた場合はこの動作を繰り返します。

- ・ 最大転流周波数を超えた場合
- ・ 強制転流周波数以下に減速した場合

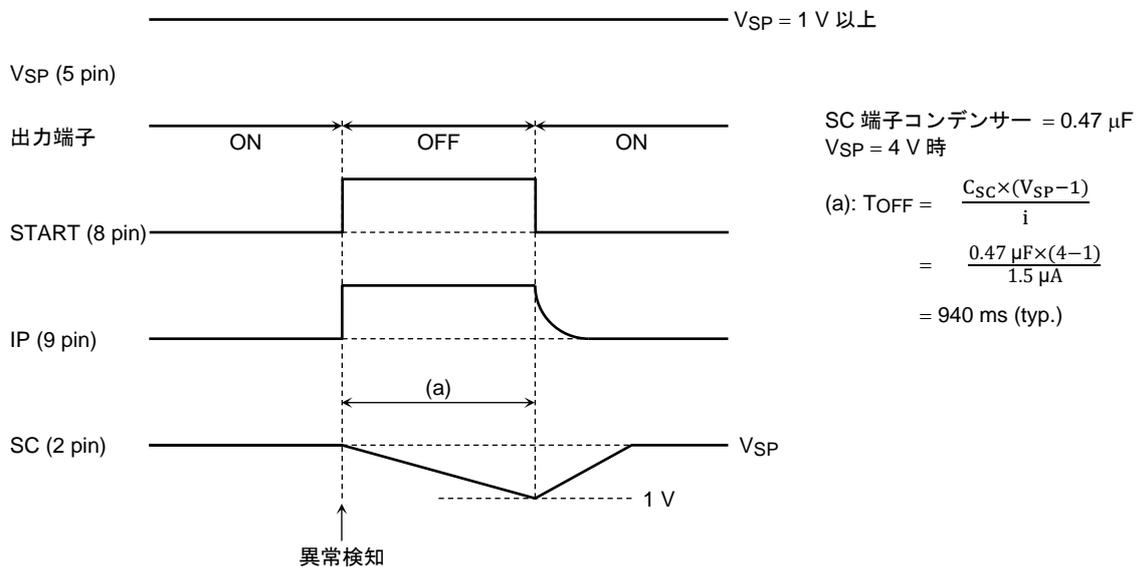


図 6.7 保護動作

6.8. モーター位置検出誤差

IC 内部生成の PWM 信号に同期して位置の検出を行っています。したがって、PWM 信号の周波数に関係した位置検出誤差が生じます。高速回転のモーターに適用する場合に注意が必要です。

PWM 信号の立ち下がりで検出を行い、端子電圧が基準電圧より高くなったタイミングで判定しています。

$$\text{検出誤差時間} < 1/f_p$$

$$f_p: \text{PWM 周波数} = f_{XT}/256$$

$$f_{XT}: \text{セラミック発振子周波数}$$

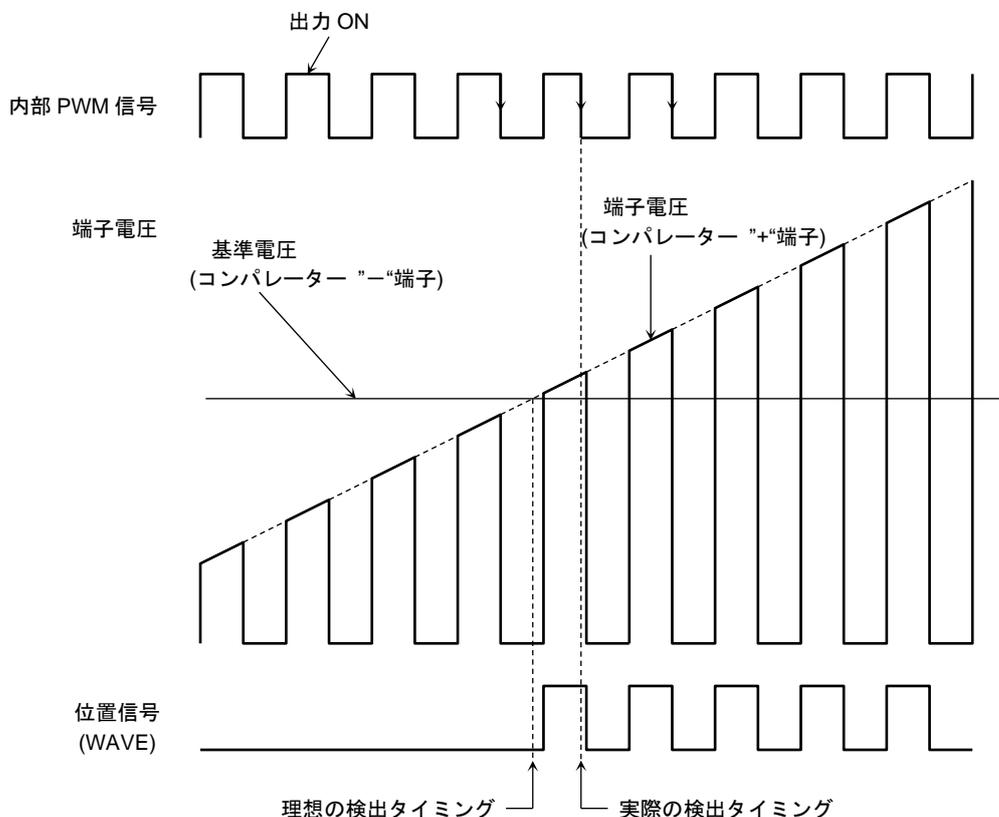


図 6.8.1 モーター位置検出誤差 1

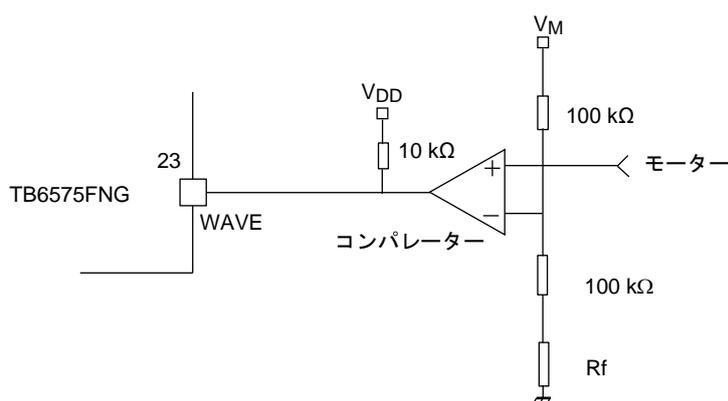


図 6.8.2 モーター位置検出誤差 2

6.9. 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、LA により設定された進み角に自動的に変化します。

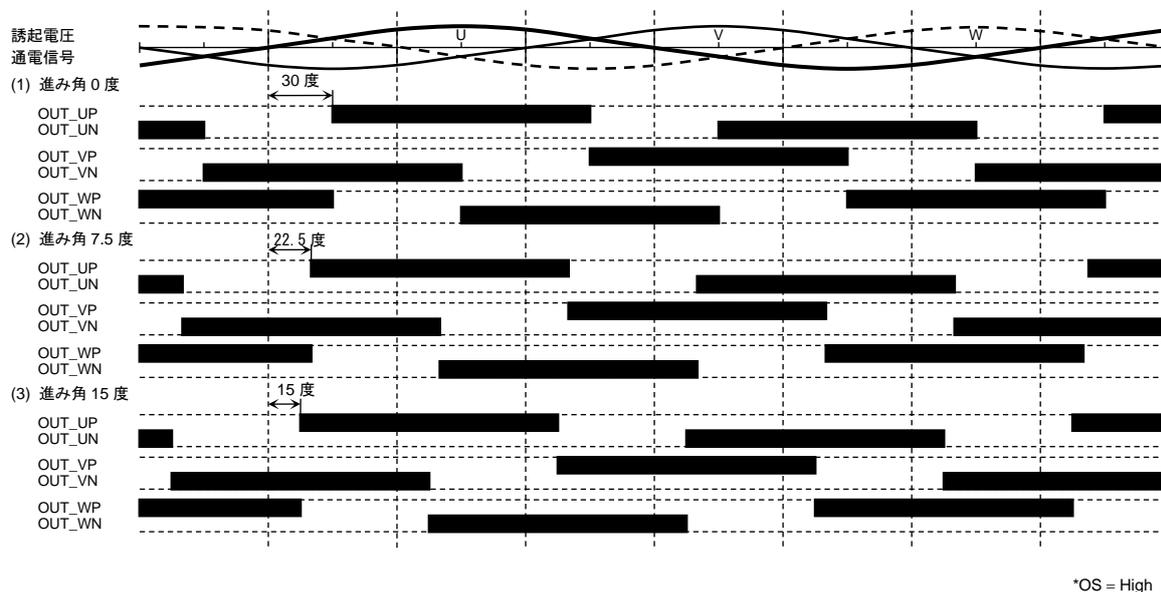


図 6.9 進み角制御

6.10. 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。

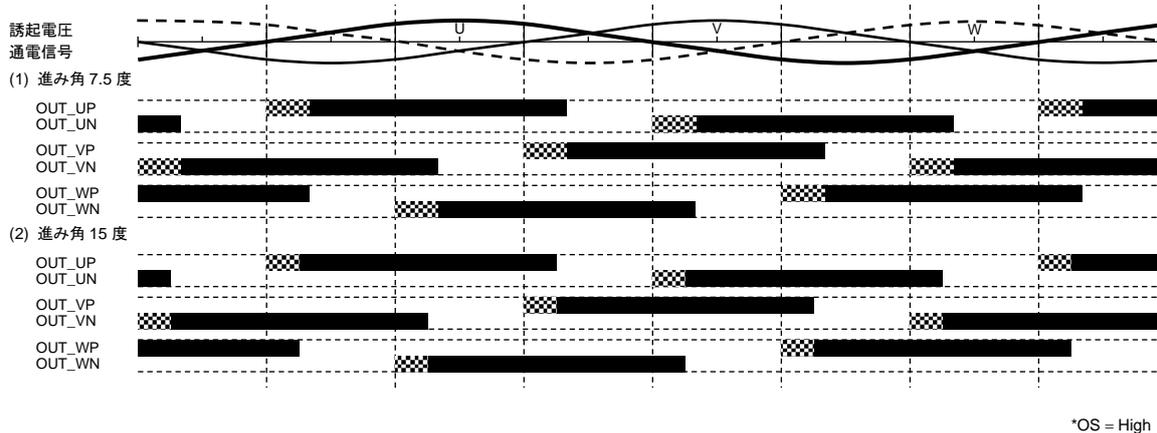


図 6.10 ラップ通電制御

7. 絶対最大定格 (Ta = 25°C)

表 7 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V _{DD}	5.5	V
入力電圧	V _{in}	-0.3~V _{DD} + 0.3	V
通電信号出力電流	I _{OUT}	20	mA
許容損失	P _D	780 (注)	mW
動作温度	T _{opr}	-30~105	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

注 1: 単体

8. 動作条件 (Ta = -30~105 °C)

表 8 動作条件

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V _{DD}	—	4.5	5.0	5.5	V
入力電圧	V _{in}	—	-0.3	—	V _{DD} + 0.3	V
発振周波数	f _{XT}	—	2.0	4.0	8.0	MHz

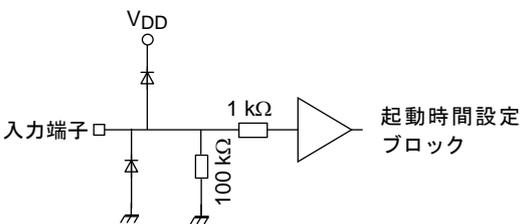
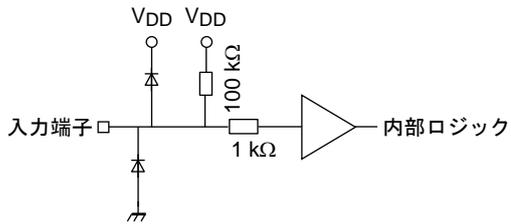
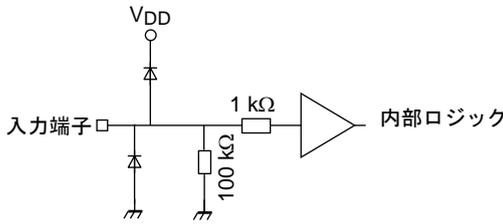
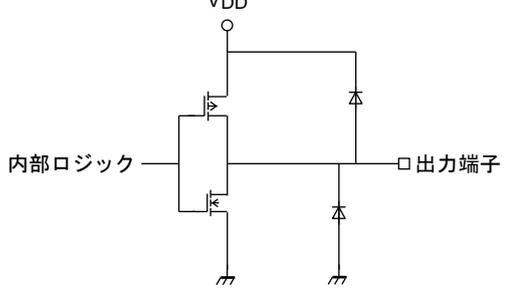
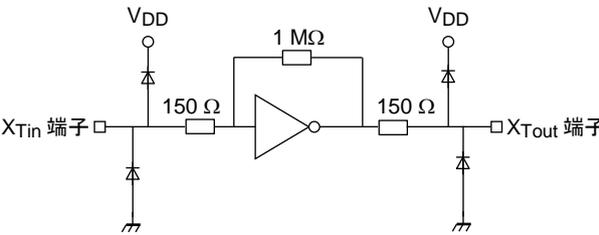
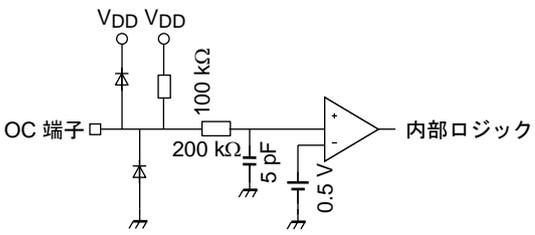
9. 電気的特性 (Ta = 25 °C, V_{DD} = 5 V)

表 9 電気的特性

項目	記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位
静止電源電流	I _{DD}	—	V _{SP} = 0 V, X _{Tin} = H	—	0.7	1	mA
動作電源電流	I _{DD (opr)}	—	V _{SP} = 2.5 V, X _{Tin} = 4 MHz, 出力オープン	—	2	6	mA
入力電流	I _{IN-1 (H)}	—	V _{IN} = 5 V, OC, WAVE, SEL_LAP, F _{MAX} , F _{ST} , OS	—	0	1	μA
	I _{IN-1 (L)}	—	V _{IN} = 0 V, OC, WAVE, SEL_LAP, F _{MAX} , F _{ST} , OS	-75	-50	—	
	I _{IN-2 (H)}	—	V _{IN} = 5 V, CW_CCW, LA	—	50	75	
	I _{IN-2 (L)}	—	V _{IN} = 0 V, CW_CCW, LA	-1	0	—	
	I _{IN-3 (H)}	—	V _{IN} = 5 V, V _{SP}	—	90	150	
	I _{IN-3 (L)}	—	V _{IN} = 0 V, V _{SP}	-1	0	—	
入力電圧	V _{IN-1 (H)}	—	OC, SEL_LAP, CW_CCW, WAVE, LA, F _{MAX} , OS	3.5	—	5	V
	V _{IN-1 (L)}	—	OC, SEL_LAP, CW_CCW, WAVE, LA, F _{MAX} , OS	GND	—	1.5	
	V _{IN-2 (H)}	—	F _{ST}	4	—	5	
	V _{IN-2 (M)}	—	F _{ST}	2	—	3	
	V _{IN-2 (L)}	—	F _{ST}	GND	—	1	
入力ヒステリシス電圧	V _H	—	WAVE, IP	—	0.45	—	V
出力電圧	V _{O-1 (H)}	—	I _{OH} = -2 mA, OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP	4.5	—	V _{DD}	V
	V _{O-1 (L)}	—	I _{OL} = 20 mA, OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP	GND	—	0.5	
	V _{O-2 (H)}	—	I _{OH} = -20 mA, OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN	4.5	—	V _{DD}	
	V _{O-2 (L)}	—	I _{OL} = 2 mA, OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN	GND	—	0.5	
	V _{O-3 (H)}	—	I _{OH} = -0.5 mA, FG_OUT	4.5	—	V _{DD}	
	V _{O-3 (L)}	—	I _{OL} = 0.5 mA, FG_OUT	GND	—	0.5	
出力リーク電流	I _{L (H)}	—	V _{DD} = 5.5 V, V _{OUT} = 0 V, OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP, OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN, FG_OUT	—	0	10	μA
	I _{L (L)}	—	V _{DD} = 5.5 V, V _{OUT} = 5.5 V, OUT_UP, OUT_VP, OUT_WP, OUT_UN, OUT_VN, OUT_WN, FG_OUT	—	0	10	
PWM 入力電圧	V _{AD (L)}	—	V _{SP}	0.8	1.0	1.2	V
	V _{AD (H)}			3.8	4.0	4.2	
C _{SC} 充電電流	I _{SC}	—	SC	2.6	3.8	5.0	μA
異常復帰時間	T _{OFF}	—	V _{SP} = 4 V, SC 端子 = 0.47 μF	—	940	—	ms
過電流検出電圧	V _{OC}	—	OC	0.46	0.5	0.54	V

10. 入力等価回路

表 10 入力等価回路

1. VSP 端子	2. SEL_LAP, FMAX, FST, WAVE, OS 端子
 <p>起動時間設定 ブロック</p>	 <p>内部ロジック</p> <p>ヒステリシス幅 WAVE: 450 mV (typ.)</p>
3. LA, CW_CCW 端子	4. OUT_UP, OUT_UN, OUT_VP, OUT_VN, OUT_WP, OUT_WN, FG_OUT 端子
 <p>内部ロジック</p>	 <p>出力端子</p>
5. XTin, XTout 端子	6. OC 端子
 <p>XTin 端子</p> <p>XTout 端子</p>	 <p>内部ロジック</p>

11. 応用回路例

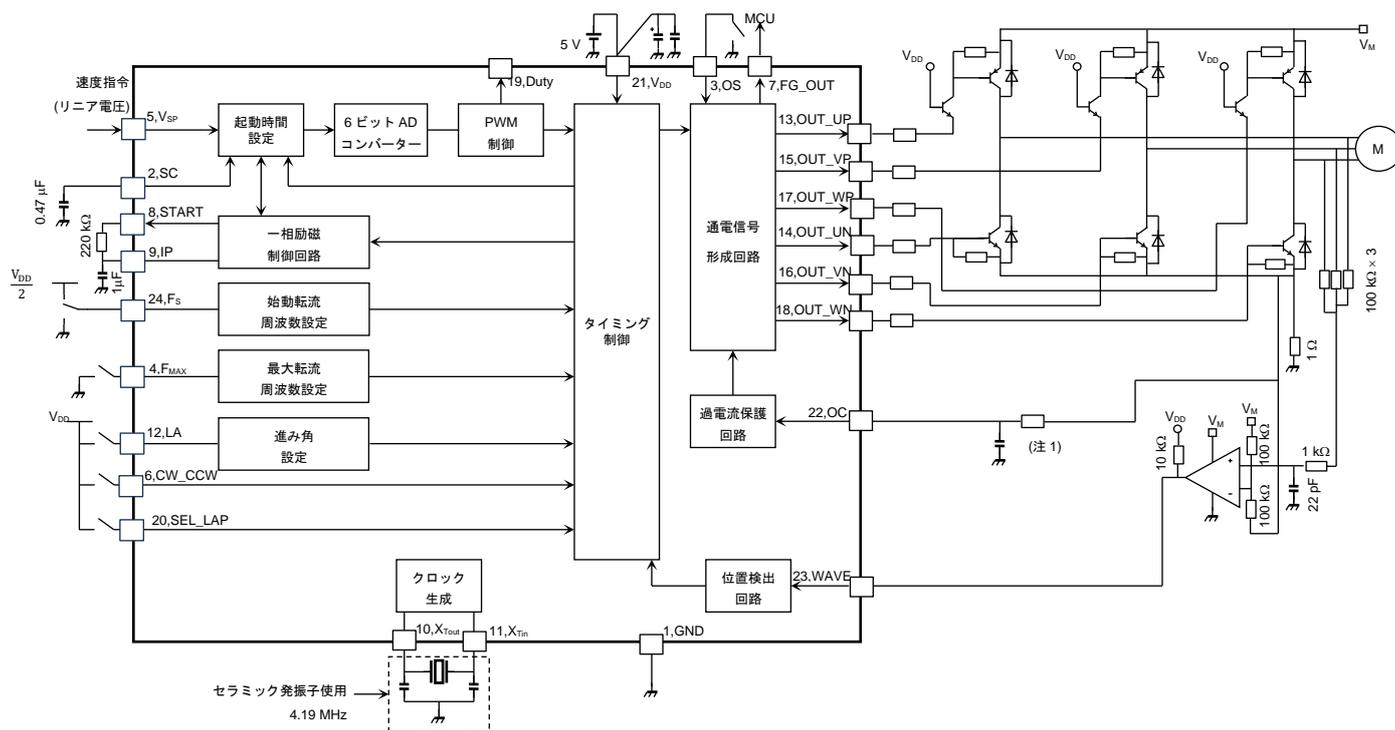


図 11 応用回路例

注 1: 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。

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。

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ー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。

12. 外形図

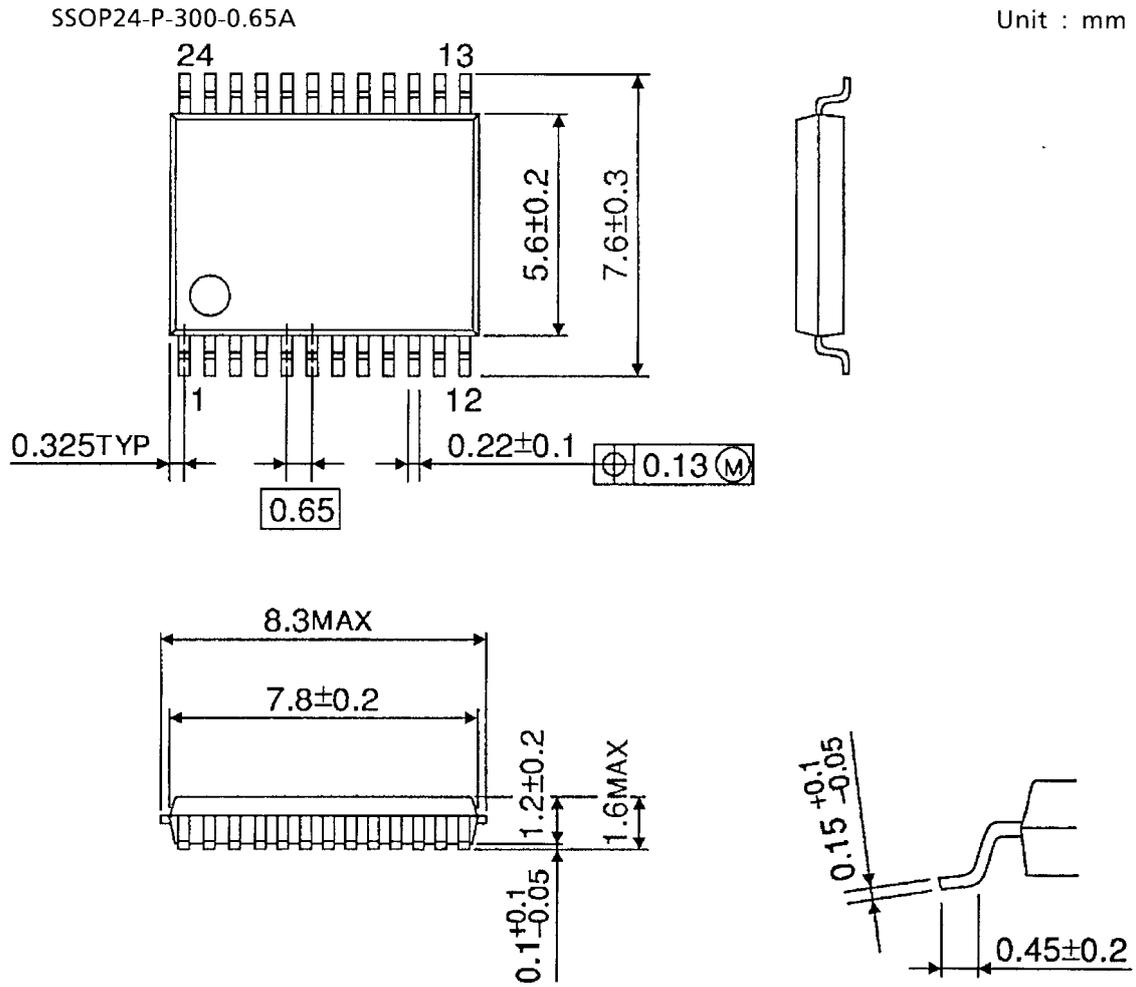


图 12 外形图

質量: 0.14 g (標準)

13. 記載内容の留意点

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。

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。

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。

14. 使用上のご注意およびお願い事項

14.1. 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) 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。
- (3) 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。
- (4) モーターの駆動など、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。
- (5) パワーアンプおよびレギュレーターなどの外部部品（入力および負帰還コンデンサーなど）や負荷部品（スピーカなど）の選定は十分に考慮してください。入力および負帰還コンデンサーなどのリーク電流が大きい場合には、ICの出力DC電圧が大きくなります。この出力電圧を入力耐電圧が低いスピーカに接続すると、過電流の発生やICの故障によりスピーカの発煙・発火に至ることがあります。（IC自体も発煙・発火する場合があります。）特に出力DC電圧を直接スピーカに inputsする BTL (Bridge Tied Load) 接続方式のICを用いる際は留意が必要です。

14.2. 使用上の留意点

- (1) 過電流保護回路、過電流制限回路
(通常: カレントリミッター回路) 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、ご使用方法や状況により、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、レギュレーター、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
モーターを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モーターの逆起電力の影響でモーターから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

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（ヘルスケア除く）、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、発電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、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームから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。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>