

TB67H420FTG

Application Note

概要

TB67H420FTG は、センス抵抗レス定電流 PWM を実現可能な単チャネル H ブリッジドライバーです。また、内部の H ブリッジを独立制御し 2 つの DC ブラシモーターまたは 1 つのステッピングモーターを制御することも可能な、デュアル H ブリッジ駆動モードを搭載しています。BiCD プロセスを採用、出力耐圧 50 V、最大電流 9.0 A (シングルモード)に対応しています。

1. 電源電圧

1.1. 電源電圧と動作範囲

TB67H420FTG を使用する際は、VM(VMA、VMB)端子と VREF(VREFA、VREFB)端子へ電圧を印加してください。

本製品は内部ロジック電源用に VCC レギュレーターを内蔵しており、モーター電源電圧での単一の動作ができます。外部から VCC 端子に内部ロジック電源電圧を印加しないでください。モーター電源電圧の絶対最大定格は 50 V ですが、動作範囲は 10 ~ 47 V でご使用ください。同様に、定電流しきい値設定電圧は絶対最大定格 5 V ですが、動作範囲は 0 ~ 3.6 V でご使用ください。

定電流しきい値設定電圧(VREF)は VCC レギュレーターの出力電圧(VCC)を分圧し、設定することができます。ただし VCC レギュレーターの能力以上に電流を流した場合、この出力電圧を維持できなくなる可能性があります。そのため VREF を VCC から分圧して設定する場合は、分圧抵抗(VCC 端子-GND 間の合成抵抗)が 10 ~ 100 k Ω の範囲となるよう調整してください。

表 1-1 電源電圧の動作範囲(Ta=-20 ~ 85 °C)

項目	記号	絶対最大定格	動作範囲	単位	備考
モーター電源電圧	VM	50	10 ~ 47	V	
定電流しきい値設定電圧	VREF	5.0	0 ~ 3.6	V	
内部ロジック電源電圧 (注)	VCC	6.0	4.75 ~ 5.25	V	内蔵レギュレーターで生成

注: Ta=25 °C、VM=24 V、ICC=5 mA の場合の値です。

1.2. 電源シーケンス

TB67H420FTG は VCC レギュレーターによる単一電源動作を実現しており、電源の立ち上げ/立ち下げ時に特別な制御や手順を必要としません。また、低電圧検出機能(POR:パワーオンリセット)を搭載しているため、POR しきい値以下の誤動作を防止します。POR 動作中は内部ロジックが初期状態となります。POR しきい値は、モーター電源電圧(VM)の立ち上がり時の POR 解除電圧 VMPOR(H)は 7.5 \pm 1.0 V、立ち下がり時の POR 検出電圧 VMPOR(L)は 7.0 \pm 1.0 V に設定されており、0.5 V(標準)のヒステリシス幅を設けています。

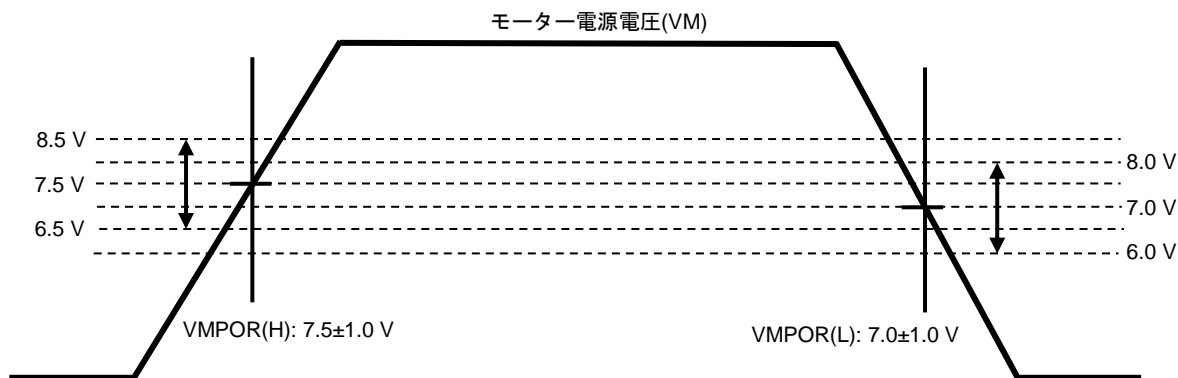


図 1.1 電源シーケンスと POR しきい値電圧

2. 出力電流

モーターの電流値は TB67H420FTG の発熱を考慮して、9 A (シングルモード、ピーク) 以下でご使用ください。使用条件 (周囲温度や基板配線、放熱経路、励磁設計など) によって実際に使用可能なモーター電流の最大値は制限されます。お客様の動作環境下で熱計算/実評価を行って頂き、適切なモーター電流値となるようにしてください。

3. 制御入力

モーター電源電圧が供給されていない状態で、制御信号が入力された場合でも、制御入力からの回り込みが発生しないようになっています。この状態では制御入力を Low レベルに設定することを推奨します。

また、モーター電源立ち上げ/立ち下げ中は、制御信号を Low レベルに設定することを推奨します。

モーター電源電圧と定電流しきい値設定電圧が動作電圧範囲に到達したあとに、制御信号を任意のレベルに設定することを推奨します。

4. 定電流制御について

4.1. 定電流 PWM しきい値の設定

TB67H420FTG は電流検出抵抗なしで、VREF 端子への印加電圧のみで定電流 PWM しきい値を設定することができます。

定電流値(I_{out})と定電流 PWM しきい値(VREF)の関係は下記の近似式のようにになっています。

$$I_{out}(A) = VREF(V) \times \text{電流減衰比: (VREFgain)}$$

シングル H ブリッジ駆動モードの場合(HBMODE=High) : 電流減衰比(VREFgain)=2.25 (標準)

デュアル H ブリッジ駆動モードの場合(HBMODE=Low) : 電流減衰比(VREFgain)=1.125 (標準)

よって、例えば VREF=2(V)、HBMODE=High を入力した場合の設定電流は

$$I_{out} = 2(V) \times 2.25 = 4.5(A) \text{ (標準) となります。}$$

4.2. 内部発振周波数(fOSCM)と定電流 PWM(チョッピング)周波数(fchop)の設定

TB67H420FTG では、OSCM 端子へ接続する外付け部品(抵抗とコンデンサー)の定数によって内部発振周波数(fOSCM)と定電流 PWM(チョッピング)周波数(fchop)を設定することができます。

VCC-OSCM 端子間に抵抗(ROSC)、OSCM 端子-GND 間にコンデンサー(COSC)を接続します。なお、周波数を調整するときには、COSC の値を 270 pF 固定とし、ROSC の値を変更してください。

内部発振周波数(fOSCM)と抵抗(ROSC)の関係は下記の式のようにになっています。
(条件: COSC = 270 pF)

$$f_{OSCM}(\text{MHz}) = 4.0 \times \text{ROSC}(\text{k}\Omega)^{-0.8}$$

なお、ROSC の値と内部発振周波数(fOSCM)の実測データ(参考値)につきましては「図 7.2 ROSC-fOSCM 相関グラフ(参考値・実測例)」のグラフを参照ください。

内部発振周波数(fOSCM)と定電流 PWM(チョッピング)周波数(fchop)の関係は下記の式のようにになっています。

$$f_{chop}(\text{MHz}) = f_{OSCM}(\text{MHz}) / 16$$

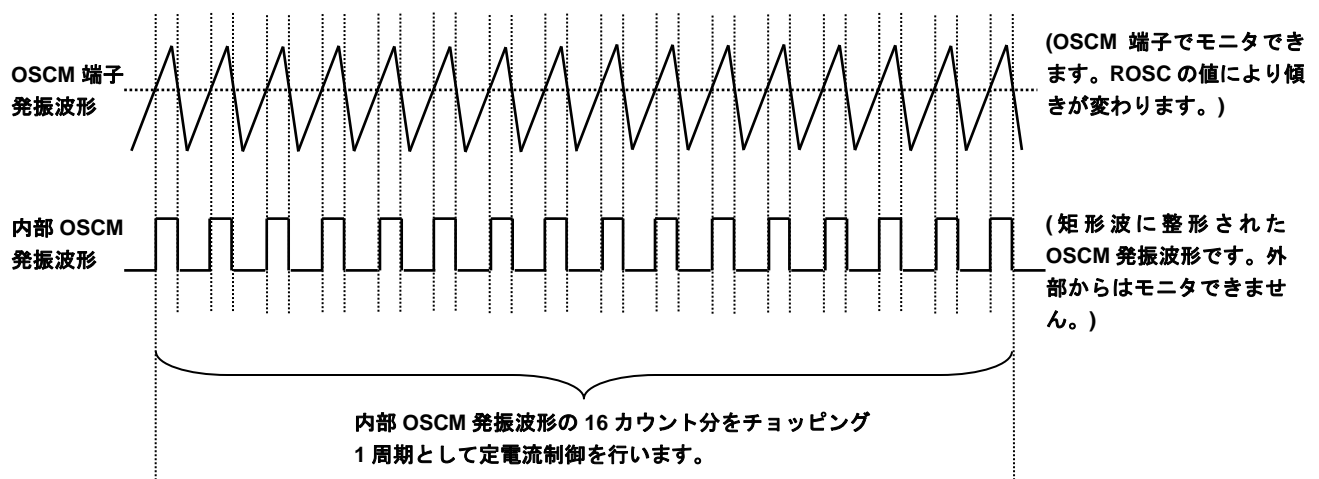


図 4.1 OSCM 端子発振波形と内部 OSCM 発振波形の関係

内部発振回路の部品レス駆動機能について

TB67H420FTG は、内部発振回路の部品レス駆動機能を搭載しています。

本製品であらかじめ定められた発振周波数によりモーターを制御することができます。

OSCM 端子に抵抗とコンデンサーを接続せず GND に接続することで、内部発振回路が部品レス駆動モードに切り替わります。

部品レス駆動モードでは、内部発振周波数(fOSCM)が約 912 kHz、定電流 PWM(チョッピング)周波数(fchop)が約 57 kHz に設定されます。

注: 本機能は、POR の解除とスタンバイの解除が行われてから、20 μs(標準)後に有効になります。

この間は制御信号を入力せず、OSCM 端子の状態も保持してください。また、外付け部品駆動モードと部品レス駆動モードの切り替えはできませんので、いずれかのモードに固定し使用してください。

4.3. チョッピング周波数(fchop)を変化させた際の定電流波形について

チョッピング周波数(fchop)は 67 kHz を基準値として 40 ~ 120 kHz 程度の範囲で設定されることを推奨します。チョッピング周波数を上げた場合は、モーター電流の脈流を小さくすることができ、波形品位があがりますが、チョッピング回数が増えるためスイッチング損失も大きくなり、発熱が大きくなります。波形品位を優先する場合はチョッピング周波数を上げ、スイッチング損失/発熱を優先する場合はチョッピング周波数を下げてください。

(例 1) チョッピング周波数(fchop) = 100 kHz の場合

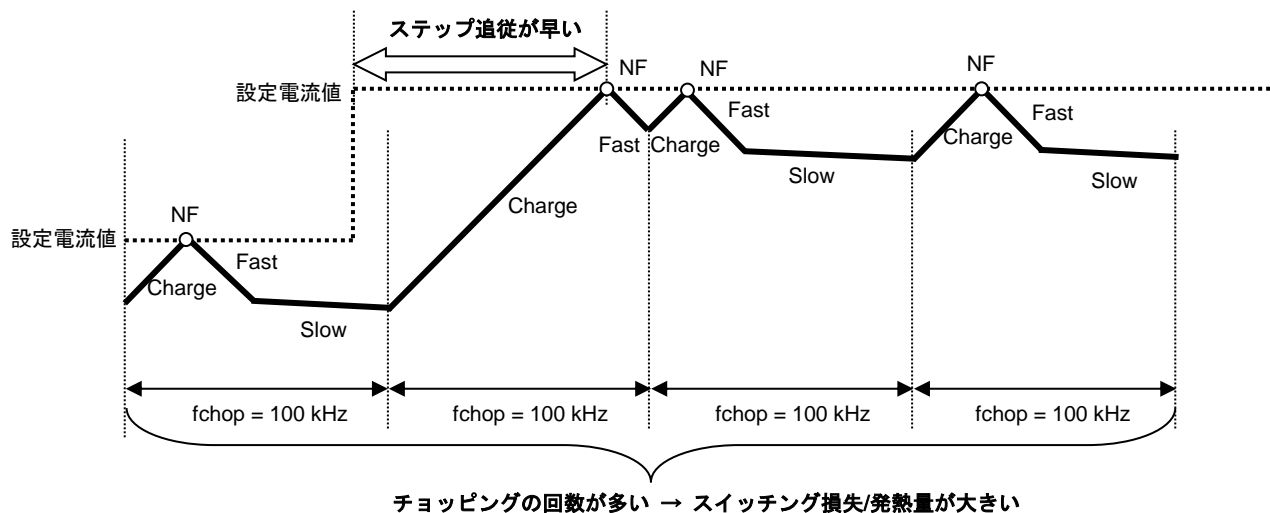


図 4.2 チョッピング周波数(fchop)が 100 kHz の場合

(例 2) チョッピング周波数(fchop) = 72 kHz の場合

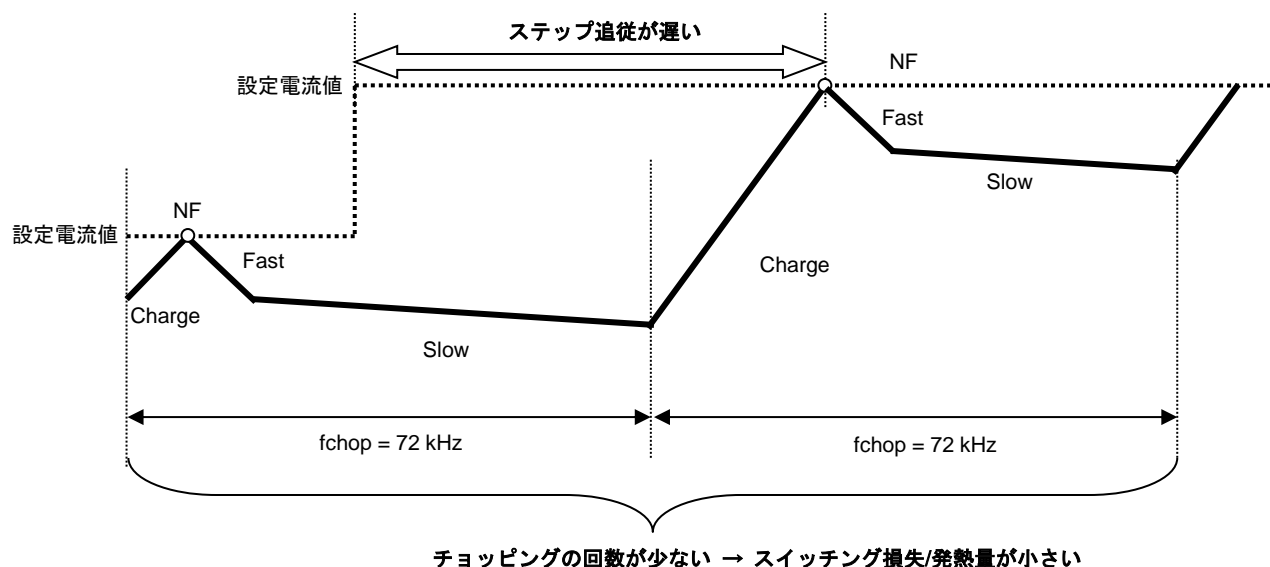


図 4.3 チョッピング周波数(fchop)が 72 kHz の場合

5. 出力スイッチング特性

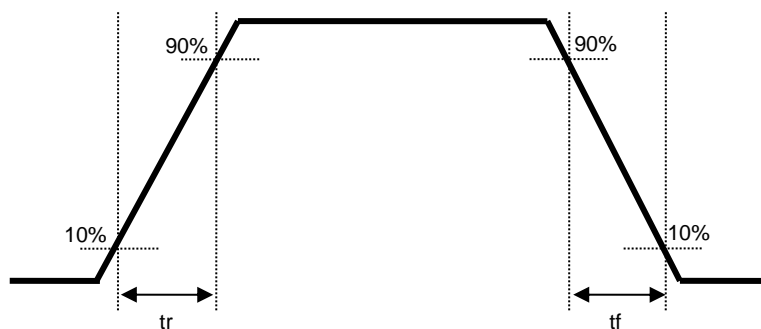


図 5.1 スイッチング特性

表 5-1 スイッチング特性($T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_M = 24\text{ V}$ 、無負荷)

項目	標準値	単位
tr	110	ns
tf	110	ns

6. 機能説明

6.1. TBLKAB(定電流ノイズフィルター設定端子)の機能

TBLKAB 端子の状態により、モーターのバリスター成分などにより発生する突入電流を定電流検出回路が誤検出することを防ぐために、定電流ノイズフィルターの設定を行います。

内部発振周波数(f_{OSCM})を基準とした定電流 PWM 不感帯時間((1)Digital tblank)を Charge 開始タイミングに設けています。

TBLKAB 端子	機能
High	Digital tblank = $(1 / f_{OSCM}(\text{MHz})) \times 6(\text{clk})$
Low	Digital tblank = $(1 / f_{OSCM}(\text{MHz})) \times 4(\text{clk})$

定電流 PWM 不感帯時間について

TB67H420FTG では、モーター動作中に発生するスパイク電流や外部からのノイズ飛び込み対策として、下記の定電流 PWM 不感帯時間((2)Analog tblank)も設けています。

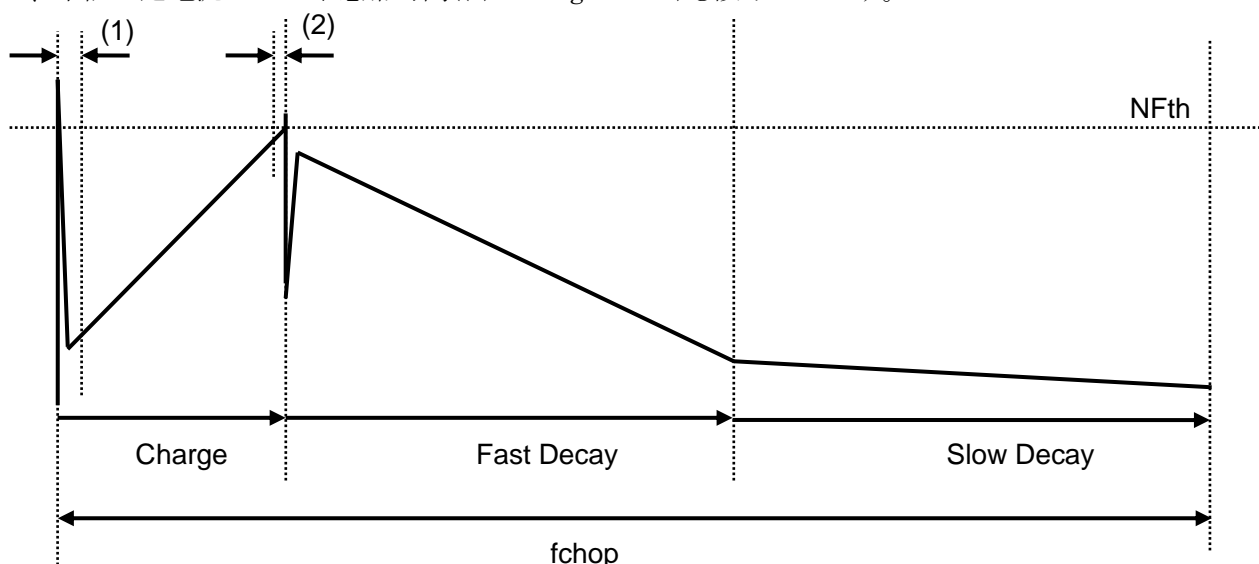


図 6.1 定電流 PWM 不感帯(Digital tblank および Analog tblank)発生タイミング

注: タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

- (1) Digital tblank (Decay→Charge 時に発生するスパイク電流の誤検出防止用):TBLKAB 端子のレベルによって決まる不感帯時間
- (2) Analog tblank (NFth 近傍での誤検出防止用、固定値): $0.35 \mu\text{s}$ (標準)、本値は設計値でありその値を保証するものではありません。

IN1、IN2 入力信号と TBLKAB 端子で設定される不感帯時間((1)Digital tblank)について

TBLKAB 端子で設定される定電流 PWM 不感帯時間((1)Digital tblank)は、Decay から Charge への切り替わりタイミングで発生する突入電流などの影響を考慮し設定しています。TB67H420FTG では、この制御だけでなく、IN1 と IN2 入力信号を任意のタイミングで切り替えて制御を行う、ダイレクト PWM 制御にも対応しているため、これら IN 入力信号の切り替わりタイミングごと(下記タイミングチャートのグレイ部分のタイミング)に Digital tblank が発生するようになっています。

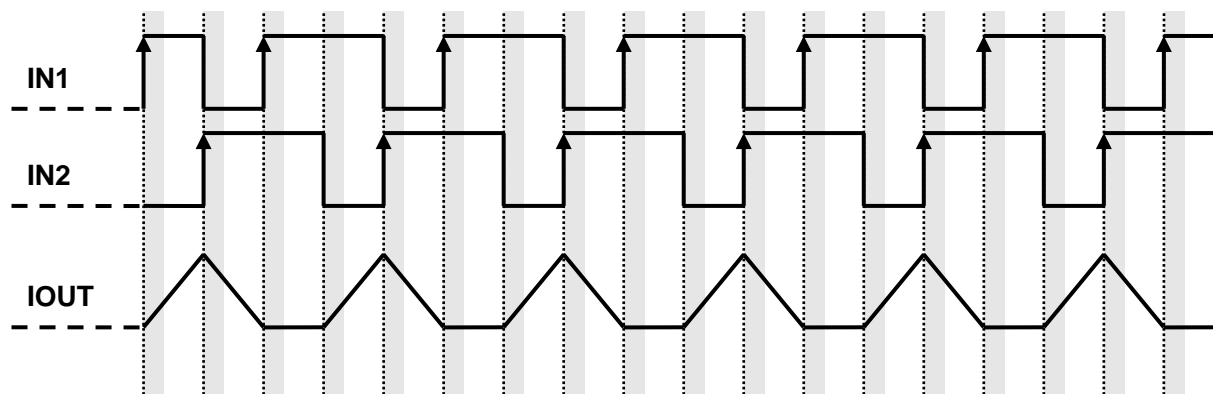


図 6.2 IN1 と IN2 に対する定電流 PWM 不感帯(Digital tblank)の発生タイミング

注: タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

6.2. HBMODE(H ブリッジ駆動モード設定端子)の機能

HBMODE 端子によりモーター出力部の駆動モードを切り替えることができます。

HBMODE 端子	機能
High	シングルHブリッジ起動モード(2つのHブリッジを並列接続して制御)
Low	デュアルHブリッジ駆動モード(2つのHブリッジを独立に制御)

シングル H ブリッジ駆動モードは、2つの H ブリッジを並列駆動することにより、最大電流 9 A、出力オン抵抗 0.165 Ω (上下和、標準)の H ブリッジとして使用することができます。大電流駆動に最適なモードです。

デュアル H ブリッジ駆動モードは、2つの H ブリッジを独立して制御することにより、最大電流 4.5 A、出力オン抵抗 0.33 Ω (上下和、標準)の 2つの H ブリッジとして使用することができます。2つの DC ブラシモーター駆動に最適なモードです。

ノイズ飛込みによって誤動作することを防止するため、モーター電源電圧が立ち上がった後に HBMODE 端子のレベルが変更されても、ブリッジ駆動モードは変更されません。HBMODE 端子を High レベルに固定する場合は VCC との接続を、Low レベルに固定する場合は GND との接続を行ってください。

HBMODE 端子のレベルにより、制御端子の機能が異なります。

モーター電源電圧が供給されていない状態で、制御信号が入力された場合でも制御入力からの回り込みは発生しないようになっていますが、この状態では制御入力を Low レベルに設定することを推奨します。モーター電源電圧の立ち上げ中は、モーターが動作しないように制御信号を設定してください。

HBMODE 端子を High レベルに固定 (シングル H ブリッジ駆動モード)

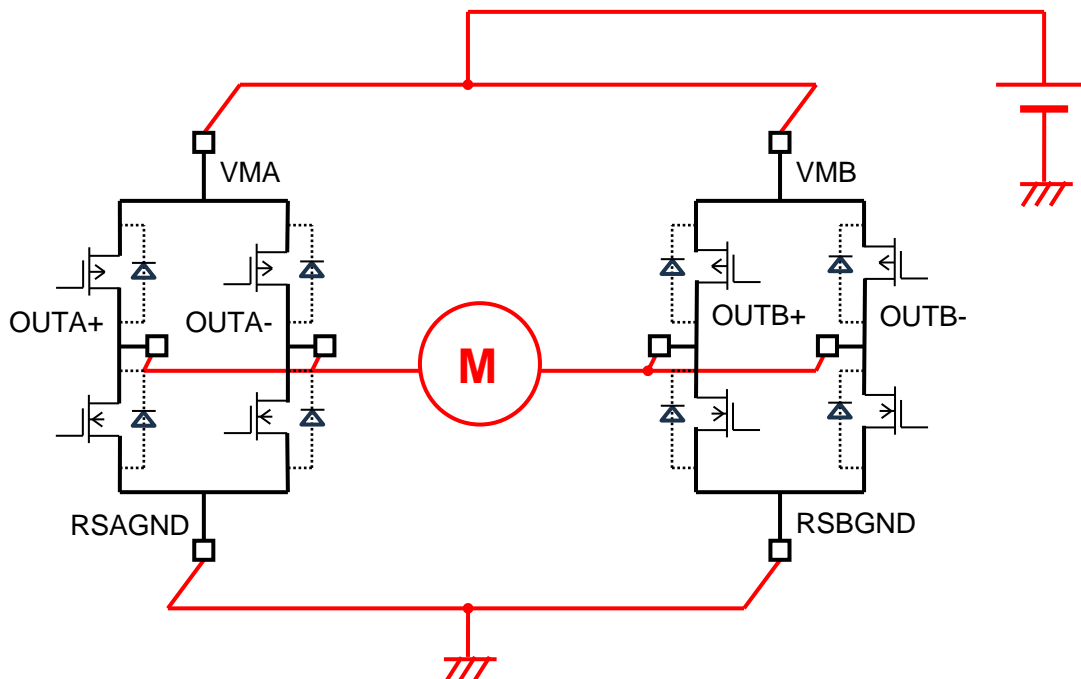


図 6.3 シングル H ブリッジ駆動モード接続図

注 1: 回路を説明するため、等価回路を一部省略・簡略化している場合があります。

注 2: シングル H ブリッジ駆動モードで使用する場合、基板上でのインピーダンスに差が無いようにしてください。また、H ブリッジを構成する電源端子(VMA と VMB)、出力端子(OUTA+と OUTA-、OUTB+と OUTB-)、RSGND 端子(RSAGND と RSBGND)を、それぞれ基板上で接続してください。

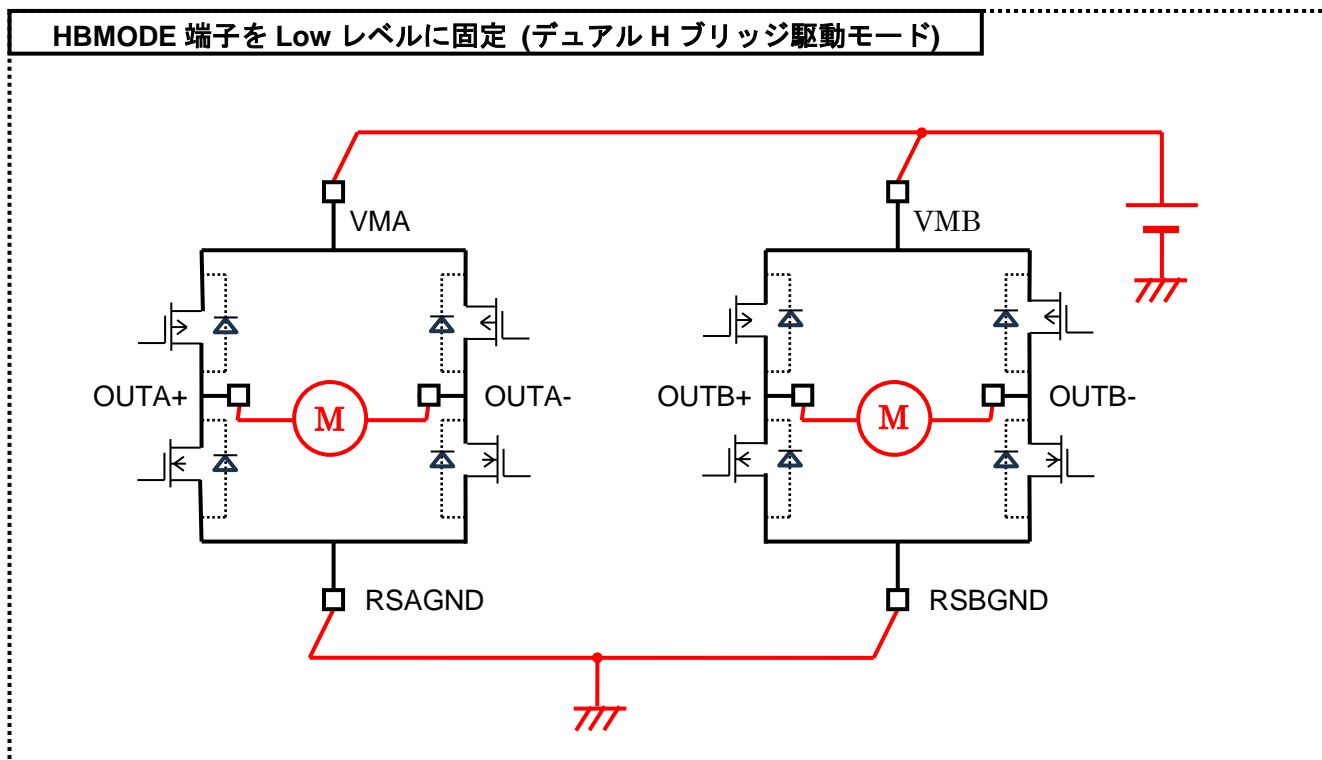


図 6.4 デュアル H ブリッジ駆動モード接続図

注: 回路を説明するため、等価回路を一部省略・簡略化している場合があります。

6.3. IN1、IN2(Hブリッジ制御端子)とPWM(Hブリッジショートブレーキ端子)の機能

IN1 端子、IN2 端子、PWM 端子の 3 端子により H ブリッジを制御することができます。

HBMODE 端子を High レベルに設定した場合には、INA1 端子、INA2 端子、PWMA 端子の 3 端子で H ブリッジが制御され、INB1 端子、INB2 端子、PWMB 端子への入力は無効(Don't care)となります。

Hブリッジ機能

HBMODE 端子入力	PWMA 端子入力	INA1 端子入力	INA2 端子入力	OUTA+ OUTB+ 端子出力	OUTA- OUTB- 端子出力	動作モード
High	Low	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	(注)
		High	Low	Low	Low	ショートブレーキ
		Low	High			
		High	High			
	High	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	
		High	Low	High	Low	CW(正転)
		Low	High	Low	High	CCW(逆転)
		High	High	Low	Low	ショートブレーキ

HBMODE 端子入力	PWMB 端子入力	INB1 端子入力	INB2 端子入力
High	無効	無効	無効

注: TB67H420FTG はスタンバイモードに入ります。スタンバイモードからショートブレーキ制御を行う場合、モーターの負荷による電荷残りの影響で、電源電流が増加する場合があります。ショートブレーキから動作をスタートする場合は、STOP モードからショートブレーキモードへの設定を推奨致します。

HBMODE 端子を Low レベルに設定した場合には、INA1 端子、INA2 端子、PWMA 端子で H ブリッジ A が、INB1 端子、INB2 端子、PWMB 端子で H ブリッジ B が、おのこの制御されます。

H ブリッジ A 機能

HBMODE 端子入力	PWMA 端子入力	INA1 端子入力	INA2 端子入力	OUTA+ 端子出力	OUTA- 端子出力	動作モード
Low	Low	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	(注)
		High	Low	Low	Low	ショートブレーキ
		Low	High			
		High	High			
	High	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	
		High	Low	High	Low	CW(正転)
		Low	High	Low	High	CCW(逆転)
		High	High	Low	Low	ショートブレーキ

H ブリッジ B 機能

HBMODE 端子入力	PWMB 端子入力	INB1 端子入力	INB2 端子入力	OUTB+ 端子出力	OUTB- 端子出力	動作モード
Low	Low	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	(注)
		High	Low	Low	Low	ショートブレーキ
		Low	High			
		High	High			
	High	Low	Low	Hi-Z	Hi-Z	
		High	Low	High	Low	CW(正転)
		Low	High	Low	High	CCW(逆転)
		High	High	Low	Low	ショートブレーキ

注: 全ての入力端子が Low レベルとなる場合のみ、TB67H420FTG はスタンバイモードに入ります。スタンバイモードからショートブレーキ制御を行う場合、モーターの負荷による電荷残りの影響で、電源電流が増加する場合があります。ショートブレーキから動作をスタートする場合は、STOP モードからショートブレーキモードへの設定を推奨致します。

6.4. LO1、LO2(異常検出状態出力端子)の機能

TB67H420FTG が異常動作をしたときに LO1 端子と LO2 端子から異常状態が出力される機能です。オープンドレイン端子なので、機能を使用する場合は LO1 端子、LO2 端子を 10 ~ 100 kΩ の抵抗で VCC にプルアップしてください。

モーター電源電圧の再投入やスタンバイモードへの移行で異常検出を解除した場合、LO1 端子、LO2 端子は正常状態(通常動作)に戻ります。LO1 端子、LO2 端子を使用しない場合は、端子をオープンとしてください。

LO1 端子	LO2 端子	機能
VCC(Hi-Z)	VCC(Hi-Z)	正常状態 (通常動作)
VCC(Hi-Z)	Low	負荷オープン状態を検出 (OPD)
Low	VCC(Hi-Z)	過電流状態を検出 (ISD)
Low	Low	過熱状態を検出 (TSD)

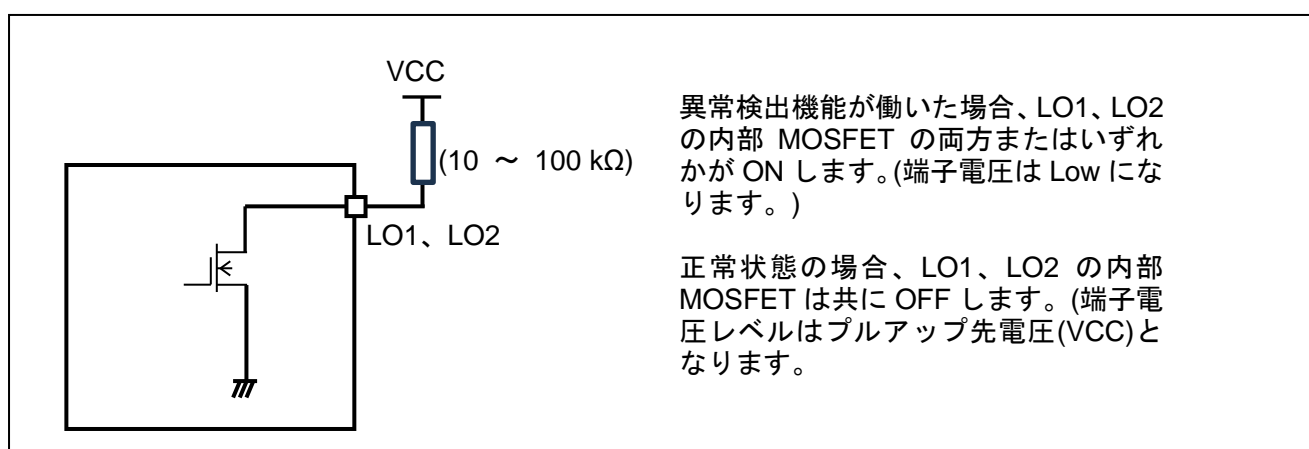


図 6.5 LO1 端子、LO2 端子への接続図

注: 回路を説明するため、等価回路を一部省略・簡略化している場合があります。

各外付け部品について

(1) 電源端子用コンデンサー

TB67H420FTG に印加する電源電圧の安定化、ノイズ削減のため、各電源端子付近に適切な値のコンデンサーを接続してください。コンデンサーはできるだけ本製品の近くで接続することを推奨します。特にセラミックコンデンサーを本製品の近傍に配置することで高い周波数の電源変動やノイズを効果的に抑制できます。

表 7-1 電源端子用コンデンサー推奨値

項目	部品	標準値(μF)	推奨範囲(μF)
VM 端子-GND 間	デカップリングコンデンサー(CVM1)	100	22 ~ 100
VCC 端子-GND 間	バイパスコンデンサー(CVCC)	0.1	0.01 ~ 1
(VREF 端子-GND 間)	バイパスコンデンサー(CVF)	0.1	0.01 ~ 1

注 1 : VREF 端子-GND 間は使用される環境に合わせ、必要に応じてコンデンサーの接続をご検討ください。

注 2 : モーター負荷や基板パターンによっては、電源端子用のコンデンサーをはぶく、あるいは推奨範囲以外のコンデンサーを使用することも可能です。

(2) 内部発振周波数について

OSCM 発振周波数の調整については、外付けの C、R により周波数の可変が可能です。調整の際は C を固定(270 pF)、R を変更することを推奨しております。OSCM の周波数を変更することにより、チョッピング周波数を変更することができます。以下の表を参考にして、チョッピング周波数の調整を行ってください。

本製品 TB67H420FTG
 基板 当社評価基板
 モーター電源電圧(VM) 24 V
 COSC 270 pF

表 7-2 抵抗(ROSC)と内部発振周波数(fOSCM)、チョッピング周波数(fchop)の関係 (ご参考データ)

ROSC(kΩ)	fOSCM(MHz)	fchop(kHz)
1.5	2.63	164.38
1.8	2.37	148.13
2.0	2.23	139.38
2.2	2.08	130.00
2.7	1.80	112.50
3.0	1.67	104.38
3.3	1.55	96.88
3.9	1.34	83.75
4.7	1.15	71.88
5.1	1.07	66.88
5.6	0.98	61.25
6.8	0.83	51.88
8.2	0.70	43.75
10.0	0.58	36.25

↑

チョッピング設定周波数範囲
40 ~ 150 kHz

← 基準値

↓

注: 表中に記載した値は参考値であり、保証するものではありません。

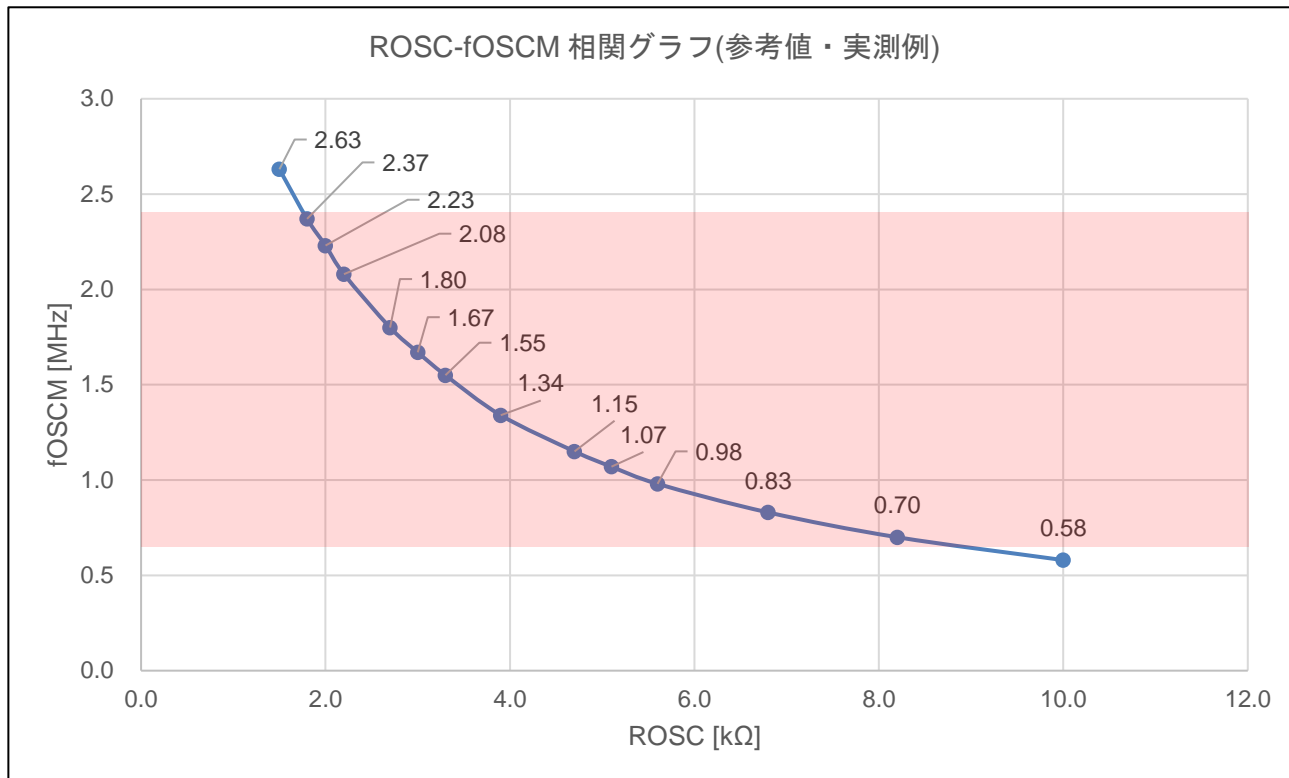


図 7.2 ROSC-fOSCM 相関グラフ (参考値・実測例)

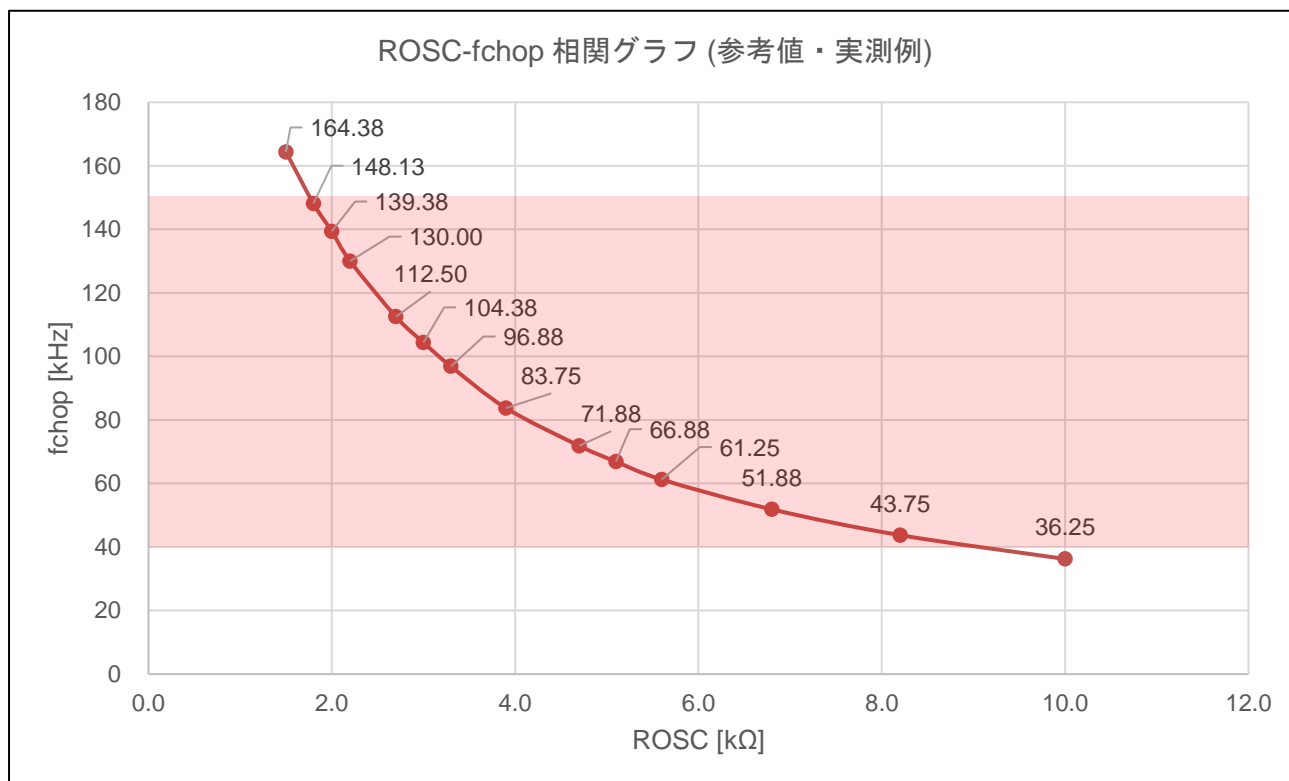


図 7.3 ROSC-fchop 相関グラフ (参考値・実測例)

注: グラフ中に記載した値は参考値であり、保証をするものではありません。

(3) 異常検出フラグ出力端子用プルアップ抵抗

TB67H420FTG には異常検出フラグ出力用端子として、オープンドレインの LO1 端子と LO2 端子があります。本機能を使用しない場合、LO1 端子、LO2 端子をオープンまたは GND に接続してください。

表 7-3 異常検出フラグ出力端子用プルアップ抵抗の推奨値

項目	部品	標準値(kΩ)	推奨範囲(kΩ)
LO1 端子、LO2 端子 - VCC 間	チップ/リード抵抗	10	10 ~ 100

(4) 電源/GND 用配線パターン

特に VM 端子、OUT+端子、OUT-端子、GND 端子へのパターンには大電流が流れることが想定されるため、配線インピーダンスなどの影響を受けないような基板設計をしてください。また面実装パッケージの製品は、IC 裏面の放熱板から基板 GND へ熱を逃がすことが極めて重要になるため、熱設計を考慮したパターン設計をしてください。

(5) ヒューズ

過電流の発生や IC が故障した場合に継続的に大電流が流れ続けることがないように、電源ラインへは適切なヒューズを挿入してください。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や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、回路への挿入位置などの適切な設定が必要となります。

この IC には出力に過大な電流が流れたことを検出し、出力を OFF にする過電流検出回路(ISD)が内蔵されていますが、あらゆる条件で IC の保護を保証するものではありません。過電流検出回路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検出回路が正常に動作しないことや、動作する前に IC が破壊する可能性があります。また、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。過電流状態が継続した場合に 2 次破壊が懸念されることや、ノイズによる誤動作を防止するため、過電流検出回路に不感帯時間を持つことから、出力負荷条件によって必ずしも過電流検出回路が動作しないことが懸念されます。万が一のことを考慮し、過電流状態が継続することを避けるため、電源ラインへのヒューズ使用をお願い致します。

(6) 異常検出機能

TB67H420FTG は異常検出機能として、過熱検出機能(TSD)、過電流検出機能(ISD)を内蔵しております。以下に各機能の説明を記載します。

• 過熱検出機能 (TSD)

この IC 内のジャンクション温度が規定温度に達した場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けています。

TSD の動作状態では、IC はスタンバイモードになります。過熱検出後は、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで過熱検出状態を解除することができます。TSD 機能は IC が異常発熱した場合に検出する機能です。TSD 機能を積極的に活用するようご使用方法は避けてください。

過熱検出回路の不感帯時間

この IC には異常検出機能の不感帯時間を計測するためにシステムクロック ($f_{OSCS} = 6.4 \text{ MHz}$ (標準)) を内蔵しています。過熱検出回路には、このシステムクロックを使った誤検出防止用の不感帯時間 (t_{TSD}) が設定されています。

$$t_{TSD} = 5 \mu\text{s}(\text{標準})$$

• 過電流検出機能 (ISD)

H ブリッジモーター出力端子に規定値以上の電流が流れた場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けています。ISD の動作状態では、IC はスタンバイモードになります。過電流検出後は、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで過電流検出状態を解除することができます。

過電流検出回路の不感帯時間

この IC には異常検出機能の不感帯時間を計測するためにシステムクロック ($f_{OSCS} = 6.4 \text{ MHz}$ (標準)) を内蔵しています。過電流検出回路には、このシステムクロックを使った誤検出防止用の不感帯時間 (t_{ISD}) が設定されています。

$$t_{ISD} = 1.25 \mu\text{s}(\text{標準})$$

8. IC の消費電力

TB67H420FTG が消費する電力は、大きく分けて 2 つ、モーター出力部で消費する電力と、ロジック部を含む内部回路が消費する電力に分類することができます。

$P(\text{total})$ = 本製品の消費電力

$P(\text{out})$ = モーター出力部で消費する電力

$P(\text{bias})$ = 内部回路で消費する電力

$$P(\text{total}) = P(\text{out}) + P(\text{bias})$$

• モーター出力部の消費電力

モーター出力部で消費する電力($P(\text{out})$)は、出力段の MOSFET にモーター電流が流れることで消費されます。DC ブラシモーターを 2 個駆動する場合、H ブリッジ数を 2 として計算してください。

$$P(\text{out}) = H \text{ ブリッジ数} \times \text{モーター電流} \times \text{モーター電流} \times \text{オン抵抗} \quad \dots\dots(1)$$

この計算式で求められる電力は、モーターに流れる電流が最大設定電流値、ピーク電流に到達した瞬間のピーク電力値になります。実際のモーターでは常にピーク電流が流れ続けるわけではありません。定電流 PWM 中の電流リップルや、励磁相が切り替わる際の電流減衰などによりモーターに流れる平均電流は設定電流よりも下がります。したがって、式(1)で求められる $P(\text{out})$ は目安の値となります。

(例) モーター電流を 1 A、DC ブラシモーターを 2 個駆動する場合の $P(\text{out})$ は、

$$P(\text{out}) = 2 \times 1.0(\text{A}) \times 1.0(\text{A}) \times 0.33(\Omega) = 0.66(\text{W})$$

となります。

• 内部回路の消費電力

ロジック部を含む内部回路が消費する電力($P(\text{bias})$)は、モーター電源電圧が印加されて、制御信号によりモーターを駆動できる状態(スタンバイ解除状態)で、常に消費される電力です。

$$P(\text{bias}) = \text{モーター電源電圧} \times \text{消費電流} \quad \dots\dots(2)$$

(例) モーター電源電圧 24 V を印加した場合、出力オープン、スタンバイモード解除状態の IM 消費電流が 0.006 A のときの $P(\text{bias})$ は、

$$P(\text{bias}) = V_M \times I_{M3} \text{ より、} 24(\text{V}) \times 0.006(\text{A}) = 0.144(\text{W})$$

以上よる本 IC が消費する電力の概算値は

$$P(\text{total}) = P(\text{out}) + P(\text{bias}) = 0.66(\text{W}) + 0.144(\text{W}) = 0.804(\text{W}) \text{ となります。}$$

なお、ロジック部を含む内部回路の消費電流を削減するスタンバイモードを使用した場合の $P(\text{bias})$ は、式(2)の消費電流に I_{M1} (スタンバイモード状態の消費電流)の値をあてはめることで目安の値を求めることができます。

$$P(\text{bias}) = V_M \times I_{M1} = 24(\text{V}) \times 0.002(\text{A}) = 0.048(\text{W})$$

9. 許容損失

周囲温度(T_a)とジャンクション温度(T_j)、およびジャンクションから周囲温度間の熱抵抗($R_{th(j-a)}$)の関係式は以下のとおりです。

$$T_j = T_a + P \times R_{th(j-a)}$$

TB67H420FTG は面実装タイプの QFN48 パッケージを使用しています。QFN48 は裏面の放熱パッドを通して実装基板へ熱を逃がすため、 $R_{th(j-a)}$ は基板パターンに依存します。

(例) ガラスエポキシ 4 層基板に実装したときの $R_{th(j-a)}$ が $25\text{ }^\circ\text{C/W}$ だと仮定すると、 $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ のときのジャンクション温度は下記のようになります。消費電力は「8. IC の消費電力」と同一の条件とします。

$$T_j = 25(^\circ\text{C}) + 0.804(\text{W}) \times 25(^\circ\text{C/W}) = 45.1(^\circ\text{C})$$

(ご参考) 許容損失(PD)と周囲温度(T_a)の関係について

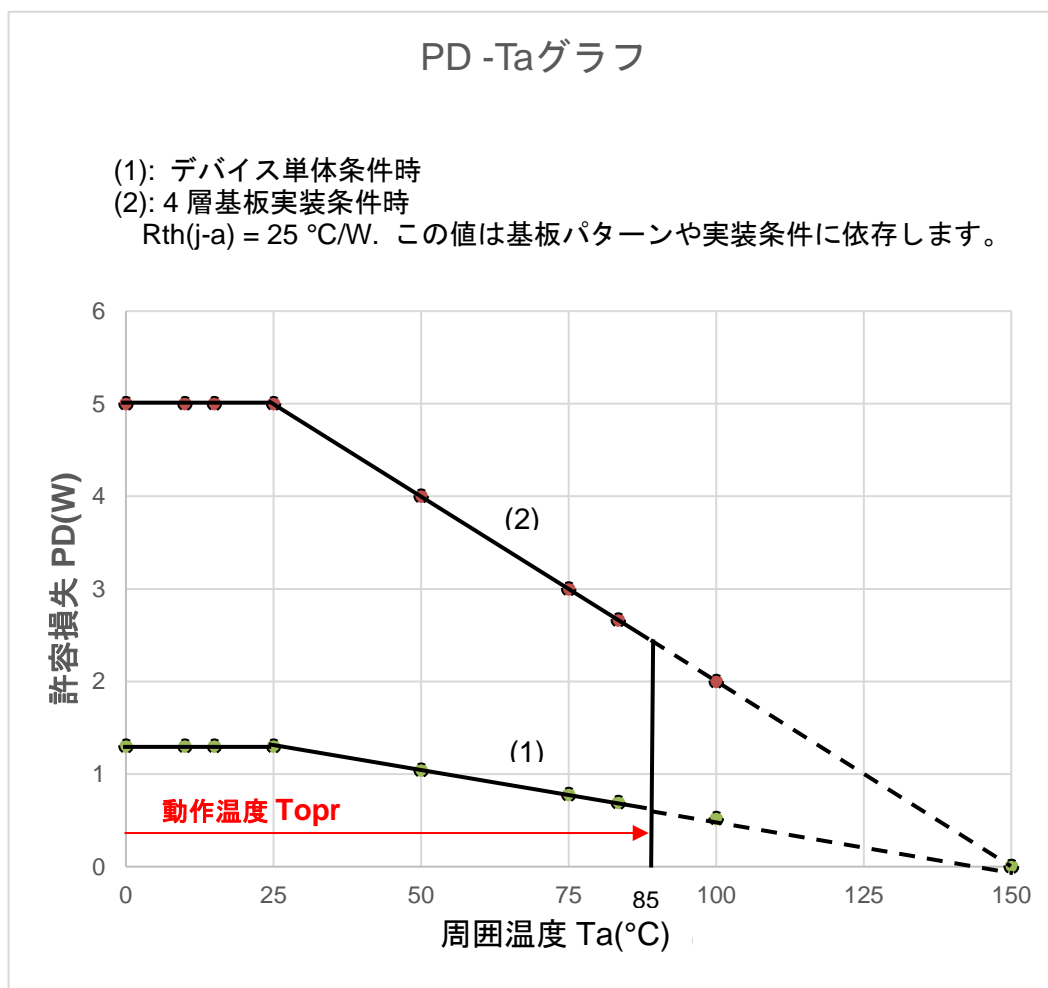


図 9.1 許容損失(PD)と周囲温度(T_a)の関係

注: T_a , $R_{th(j-a)}$, $P(\text{total})$ は使用環境、基板、使用するモーターなどに依存します。

11. 基板図面（当社オリジナル基板の例）

11.1. 入出力関連

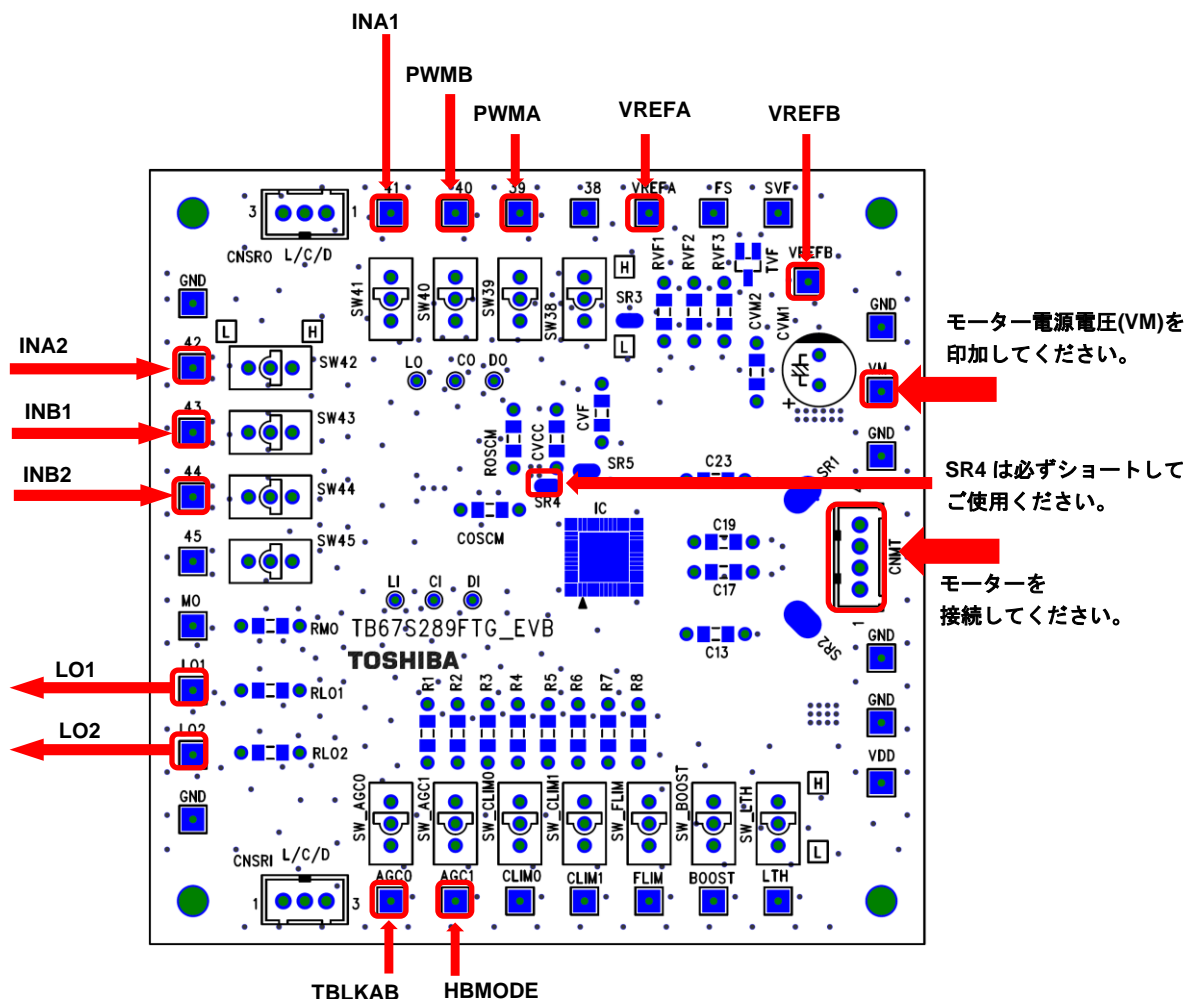


図 11.1 入出力関連

11.2. 主要部品関連

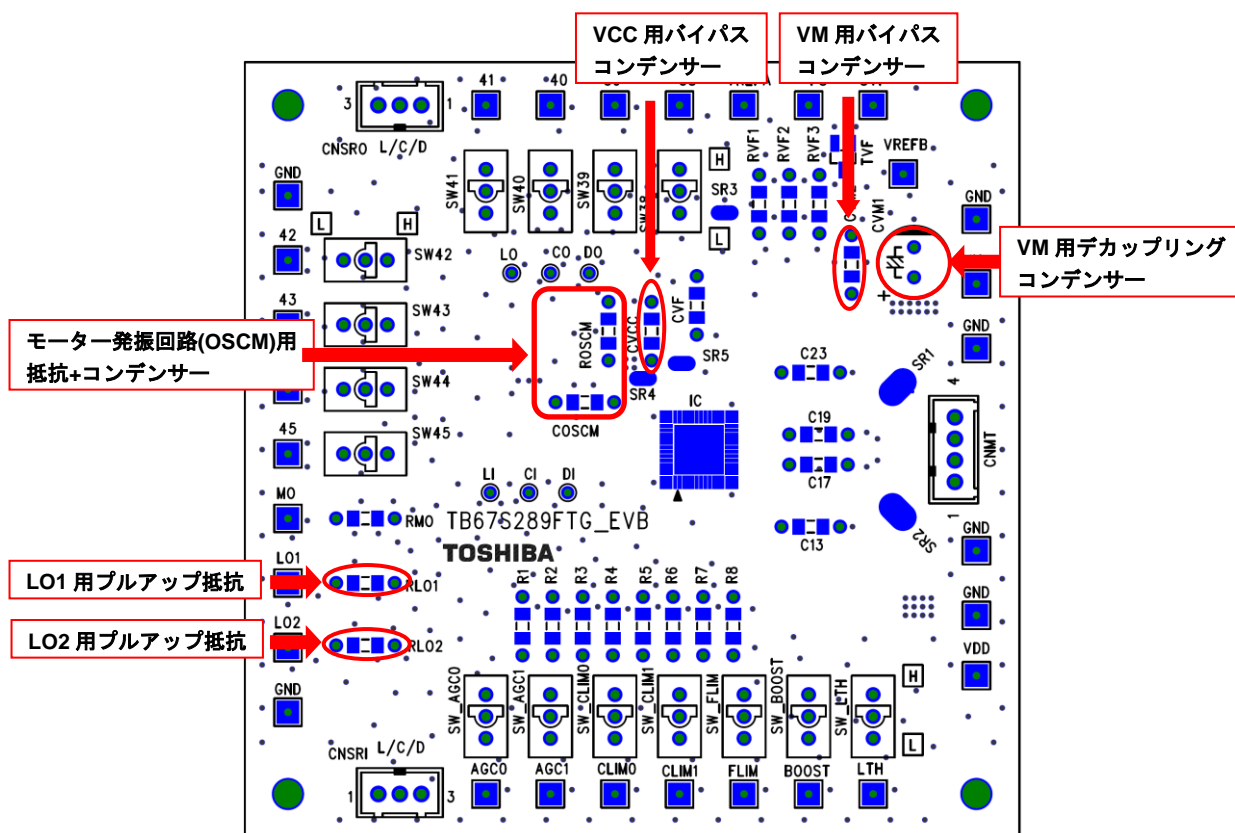
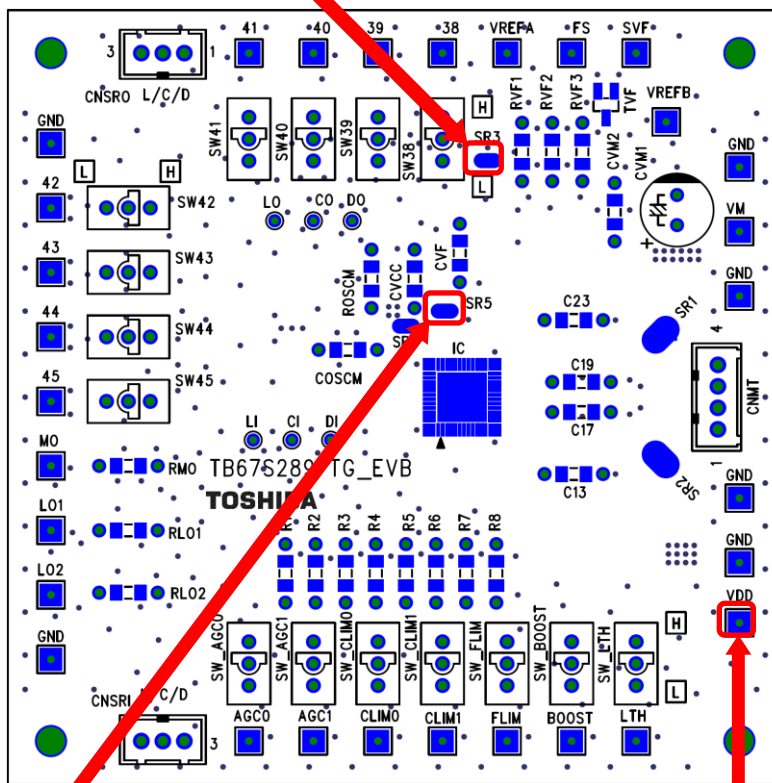


図 11.2 主要部品関連

11.3. 基板オプション関連

スイッチの[H]レベルやプルアップ抵抗の接続先としてVCCを使用する場合、SR3をショートしてください。その場合、VDDへ電圧を印加しないでください。



VREFA、VREFBに同一電源を接続するときには、SR5をショートしてください。その場合、定電流しきい値設定電圧はVREFAまたはVREFBの片方だけに印加してください。

スイッチの[H]レベルやプルアップ抵抗の接続先としてVDD(外部電源)を使用する場合、VDD端子に3.3Vまたは5Vを印加してください。なお、その場合、SR3はショートしないでください。

図 11.3 基板オプション関連

11.4. 基板回路図

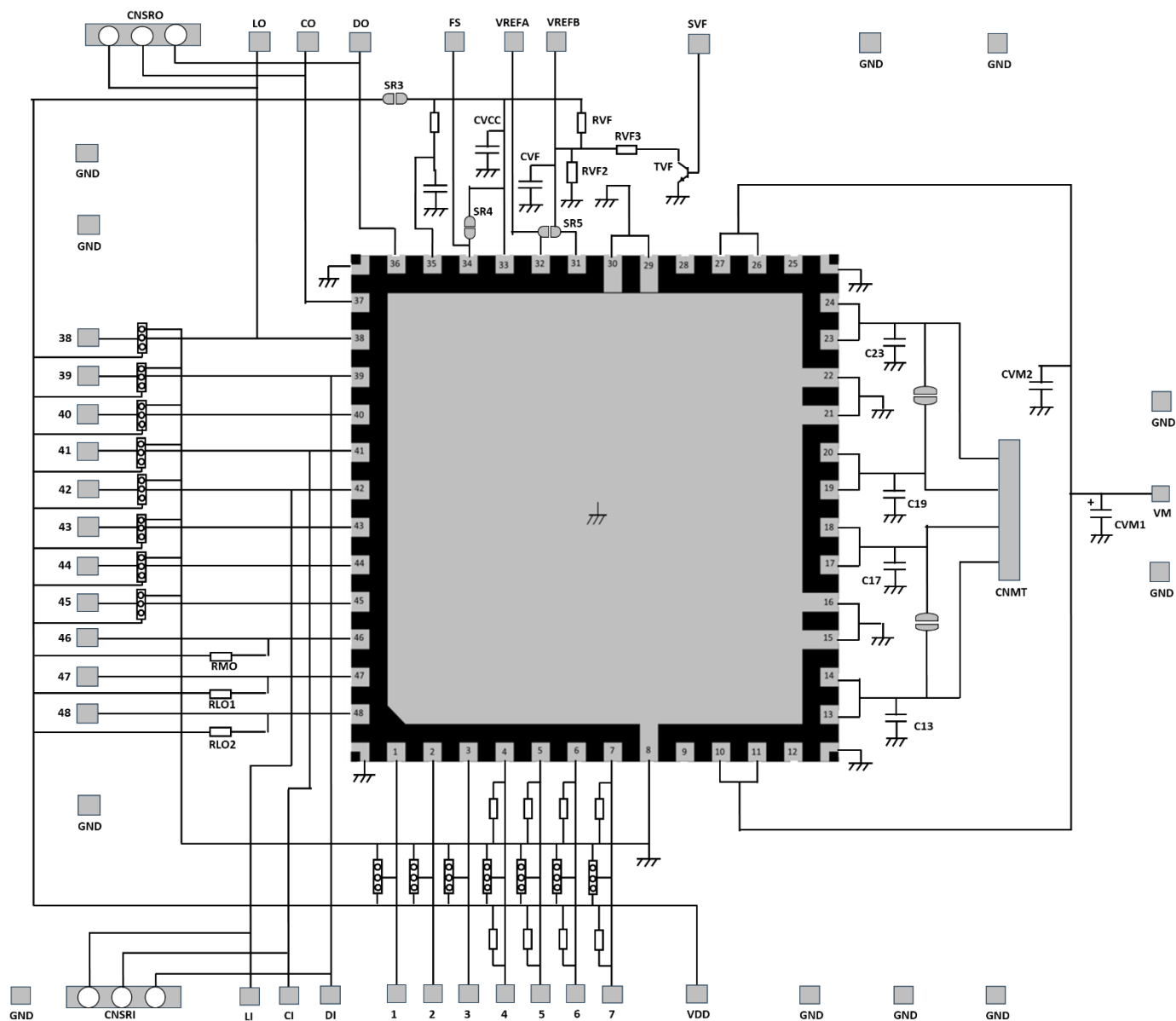


図 11.4 基板回路図

注：他のモータードライバー製品と共通基板となっているため、TB67H420FTG では使用しない箇所があります。

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られないように、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・発火に至ったりすることがあります。
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・発火に至ったりすることがあります。
- (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（スピーカーなど）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ーに接続すると、過電流の発生やICの故障によりスピーカーの発煙・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ーに入力するBTL (Bridge Tied Load) 接続方式のICを用いる際は留意が必要です。

使用上の留意点

- (1) 過電流検出回路
過電流検出回路 (ISD) 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、過電流検出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) 過熱検出回路
過熱検出回路 (TSD) 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、過熱検出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、ドライバーなどの、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。
- (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/>