TB6569FG/FTG
使用上の注意点

概要

TB6569FG/FTG は、出力トランジスタに MOS 構造を採用した DC モータ駆動用フルブリッジドライバ IC になります。
低 ON 抵抗の MOS プロセス、および PWM 駆動方式の採用により高熱効率駆動が可能になります。
また、IN1, IN2 の 2 つの入力信号により、正転/逆転/ショートブレーキ/ストップの 4 モードを選択できます。

目次

概要 1
1. 電源電圧 3
2. 出力電流 3
3. 制御入力 3
4. PWM 周波数 4
5. 応用回路例 5
6. 消費電力 12
7. 発熱計算 12
8. フットパターン例 14
記載内容の留意点 16
使用上のご注意およびお願い事項 16
使用上の注意事項 16
使用上の留意点 17
製品取り扱い上のお願い 18

1. 電源電圧

(1) 電源電圧の動作範囲

絶対最大定格は 50 V ですが、動作電源電圧は 10 V ~ 45 V の範囲内でご使用ください。

(2) 電源投入/遮断方法

単一電源 VM であり、低下電圧検出回路が内蔵されているため、特に電源投入や遮断のための手順はありませんが、電源が不安定な状態でモータを動作させると異常な動作の原因になりますので、入力 IN1 = Low, IN2 = Low の状態で電源 VM が安定な状態に立ち上がってから入力を切り替えてモータを動作することを推奨します。

また、同様にモータが停止してから、電源を遮断することを推奨します。

2. 出力電流

VM = 36 V 以下では、OUT1, OUT2 の絶対最大定格出力電流は 4.5 A 以内で使用し、VM = 36 V 超では OUT1, OUT2 の絶対最大定格出力電流は 4.0 A 以内でご使用ください。

また、使用条件(周囲温度や放熱板の有無や実装基板方法など)によって、使用可能な平均出力電流は増減します。T_j = 150 °C を超えない範囲内で絶対最大定格出力電流 4.0 A、または 4.5 A 以下の平均出力電流をご使用ください。

3. 制御入力

電源 VM が OFF の状態で IN1, IN2, PWM, VREF に入力されても、電源 VM に回り込むことはないので、IC が動作するようなご心配はありません。

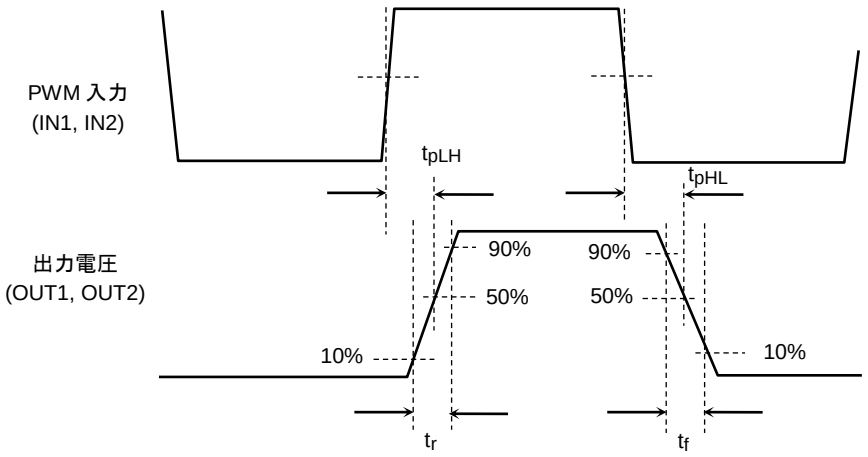
TSD, ISD の解除には IN1 = Low, IN2 = Low 状態を 1 μs 以上は入力するようにしてください。

4. PWM 周波数

PWM 端子に PWM 信号を入力することにより速度制御が可能になります。
(PWM 端子を使用しないで､IN1, IN2 端子に PWM 信号を入力して PWM 動作することもできます)
PWM 制御時は、通常動作とショートブレーキの繰り返しとなります。
出力回路での上下パワートランジスタの同時 ON による貫通電流を防止するために上下のパワートランジスタの ON ↔ OFF が切り替わるタイミングでデットタイムを IC 内部で生成しています。
このため、外部入力により OFF タイムを挿入することなく、同期整流方式による PWM 制御が可能となります。

また､PWM 周波数は 100 kHz 以下を動作範囲として記載しておりますが､動作範囲内でも実際は以下のスイッチング特性のように入力に対して出力は歪みます。
入力に対して出力が歪むことや DUTY がずれることを考慮して使用する分には 100 kHz 以上の周波数も対応可能になります。
なお、以下のスイッチング特性は標準値なので、電源電圧、温度、IC のバラツキで変動しますので、十分マージンを持ってご使用ください。

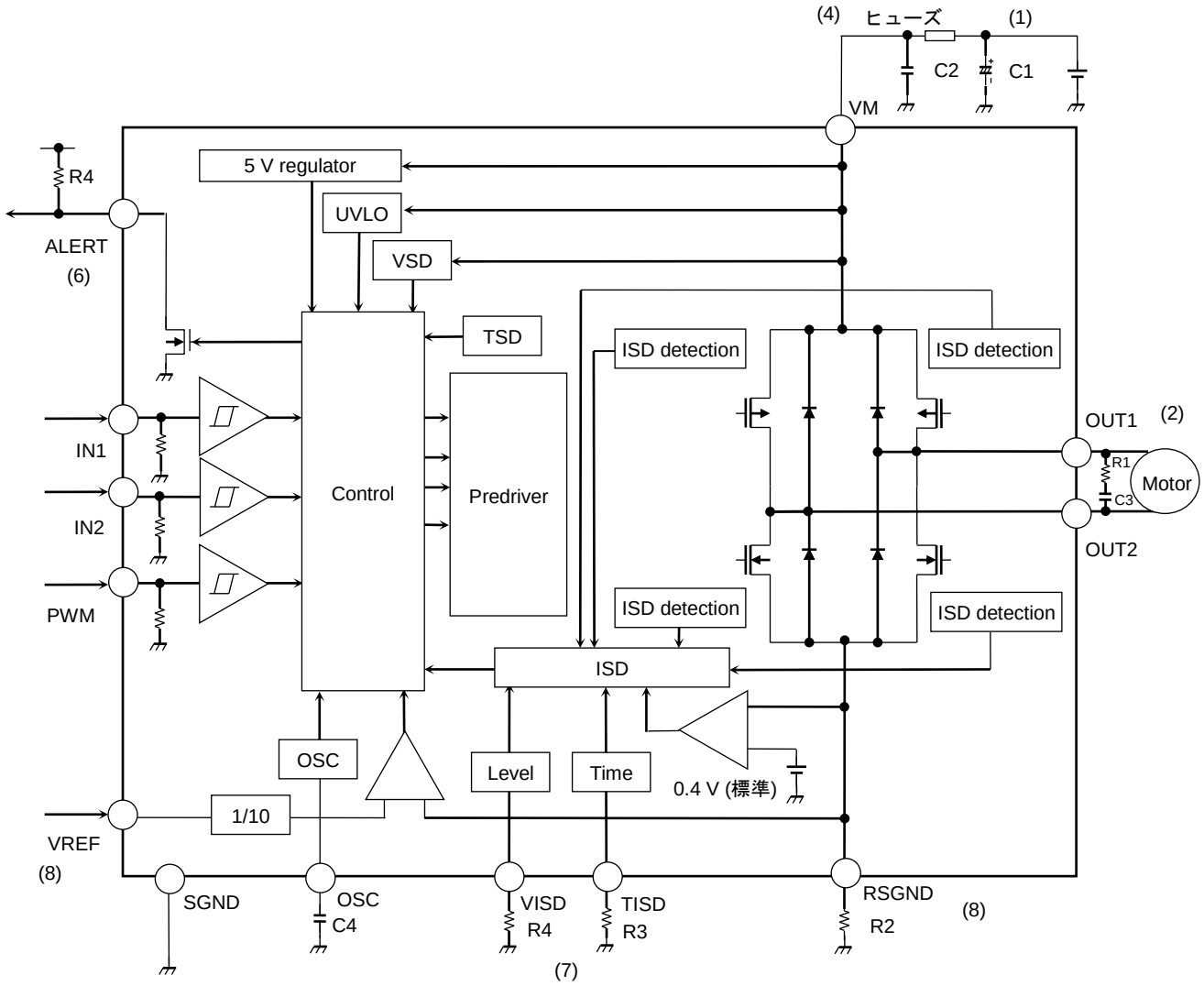
スイッチング特性



VM = 24 V　Ta = 25°C

項目	値	単位
t_{pLH}	650 (標準)	ns
t_{pHL}	450 (標準)	
t_r	90 (標準)	
t_f	130 (標準)	

5. 応用回路例



(1) 電源端子用コンデンサ

VM と GND 間にコンデンサを、できるだけ IC の近くに接続してください。

推奨値

項目	記号	推奨値	備考
VM – GND 間	C1	10 μF ~ 100 μF	電解コンデンサ
	C2	0.1 μF ~ 1 μF	セラミックコンデンサ

(2) 出力間コンデンサ、抵抗

モータのブラシノイズ除去する場合は接続してください。その場合、コンデンサ C3 が充電されていない状態では通電時、瞬間的に出力短絡モードとなりますので、抵抗 R1 により電流を制限してください。

(3) VM, OUT1, OUT2, RSGND 配線

モータにより大電流が流れますので、配線パターンを十分確保してください。特に RSGND, SGND は配線インピーダンスの影響を受けないように十分大きく配線領域を確保して接続し、GND と接続してください。

(4) ヒューズ

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。

過電流検出回路(ISD)が内蔵されていますが、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。

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と、過電流検出回路は不感帯をもつことなどから、出力負荷条件により必ずしも動作をしないことも懸念されることから、万が一の事を考慮し、弊社仕様書上も注意事項として、必ずしも動作をしない旨の記載をさせていただいております。

例えば、出力電流の絶対最大定格と ISD の検出回路の作動電圧の下限に掛からない電流が流れ続けた場合、出力段の DMOS が劣化します。同様に、一度でも、絶対最大定格を超える電流が出力段の DMOS に流れた場合、素子が劣化します。そのため、1 回目の ISD の検出動作では IC の破壊にいたらないものの、2 回、3 回と ISD の検出動作が繰り返された場合、回数を重ねるごとに DMOS は劣化していき、IC が破壊する懸念があります。

弊社では 2 次破壊への対応としても、電源へのヒューズの使用をお願いしております。

(5) FIN (フィン)

フィンは放熱の役割があるので、熱設計を考慮してパターン設計をしてください。

(フィンはチップ裏面と電気的に接続されているので、絶縁または GND に接続してください)

(6) ALERT 端子

オープンドレイン出力になりますので、抵抗を外部電源でプルアップ接続して High を出力します。

Low は 通常動作時で High(ハイインピーダンス)は異常時(UVLO, TSD, VSD, ISD 動作時)になります。

プルアップ抵抗は 10 kΩ ~ 100 kΩ を推奨します。

(7) VISD 端子、TISD 端子の抵抗設定

4 個の各出力パワートランジスタに流れる電流に各検出機能を内蔵しております。

VISD 端子の抵抗の設定により検出電流値は設定可能であり、1 つでも検出設定時間(マスク時間)を超えると、全ての出力を OFF(ハイインピーダンス: Hi-Z)します。

検出設定時間(マスク時間)は TISD 端子の外付け抵抗により設定できます。

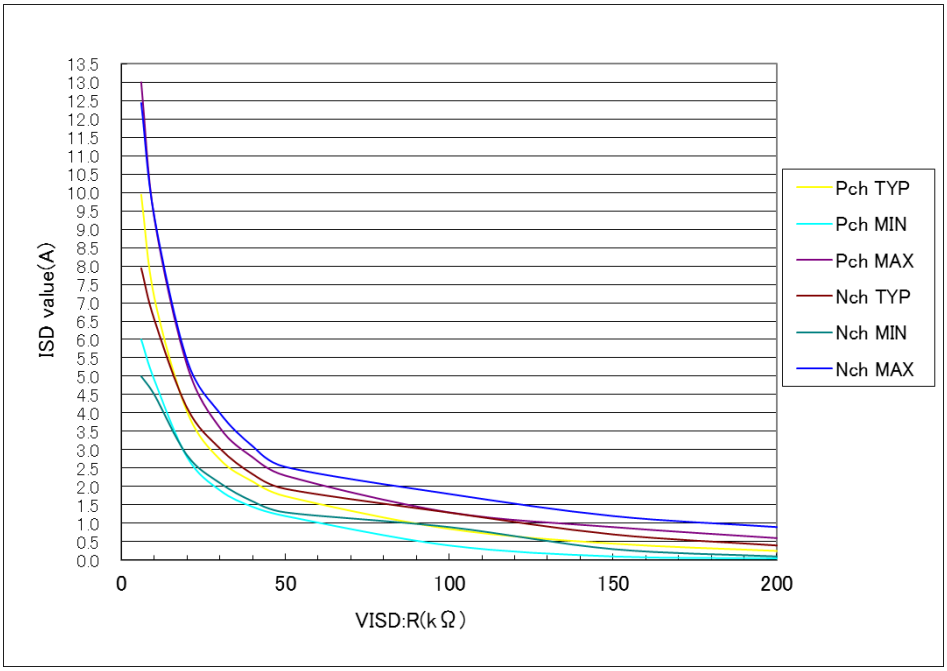
IN1 端子: L, IN2 端子: L にすることで解除して通常動作に復帰可能となります。

次項に VISD 端子の外付け抵抗値 - ISD 検出電流値、TISD 端子の外付け抵抗値 - ISD マスク時間のグラフを参考に示します。

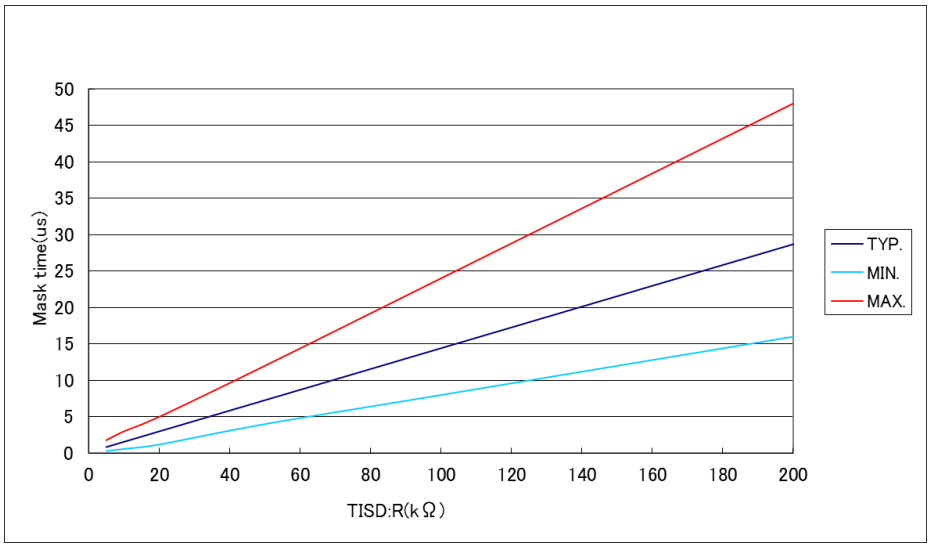
TISD 端子のマスク時間の設定はノイズなどで誤動作しない以上、過電流検出時に IC が破壊しない以下の間に設定してください。

VISD 端子、TISD 端子ともに 5 kΩ 未満の抵抗値は設定をしないでください。しかし過電流検出機能を使用しない設定にする場合は TISD 端子を GND に接続してください。

負荷短絡時の ISD について、定電流 PWM 機能を使用する場合(RSGND 端子- SGND 間に検出抵抗を接続する設定)や定電流 PWM 機能を使用しない場合も RSGND 端子 - SGND 間に配線インピーダンスを持っていると、負荷短絡時に ISD 動作する前に定電流 PWM 機能が動作し、ISD 動作にならないことがありますので、ご注意ください。



VISD 端子の外付け抵抗値 – ISD 検出電流値の関係(参考値)



TISD 端子の外付け抵抗値 – ISD マスク時間の関係(参考値)

注: 外付け抵抗値は 5 kΩ から 200 kΩ までの範囲で設定してください。

注: 出力は Nch DMOS と Pch DMOS のコンプリメンタリ構成されており、ISD の検出電流値は多少の違いがあります。

(8) RSGND 端子、VREF 端子の定電流 PWM 制御設定

定電流 PWM 制御の設定は VREF 端子に電圧を入力することにより、定電流動作におけるピーク電流値を決定します。ピーク電流値は、以下式により決定されます。

I_O = VREF / R2 × 1 / 10 [A]　　例**:** R2 = 0.2 Ω, VREF = 2 V 時　I_O = 1 A

また、定電流 PWM の周波数は OSC 端子のコンデンサで設定することが可能であり、発振周波数は以下の式で近似されます。

fosc [Hz] (標準) = 0.42 / (Cosc [F] × 10^3)　例: C4**:** Cosc = 1800 pF 時　fosc = 233 kHz

OSC 周波数は 500 kHz 以内にしてください。OSC 周波数を高く設定すると出力の PWM 時のスイッチングロスが増えます。OSC 周波数を低く設定すると PWM 周波数で可聴領域に入るようなことがありますので、注意してご使用ください。

周波数は電源電圧、温度、IC のバラツキで変動しますので、十分マージンを持ってご使用ください

また、RSGND 端子は検出抵抗接続時の過電圧防止のため、0.4 V(標準)以上の電圧で出力 OFF(ハイインピーダンス: Hi-Z)し、ISD と同様の制御となります。ALERT 端子も High になり、IN1 端子: L, IN2 端子: L にすることで解除して通常動作に復帰可能となります。

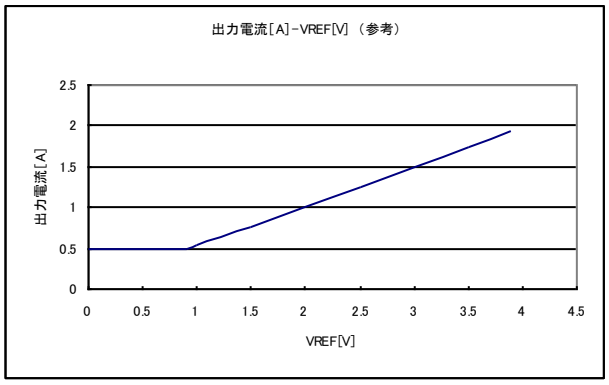
RSGND 端子の検出抵抗は 0.1 Ω 以上を使用することを推奨します。

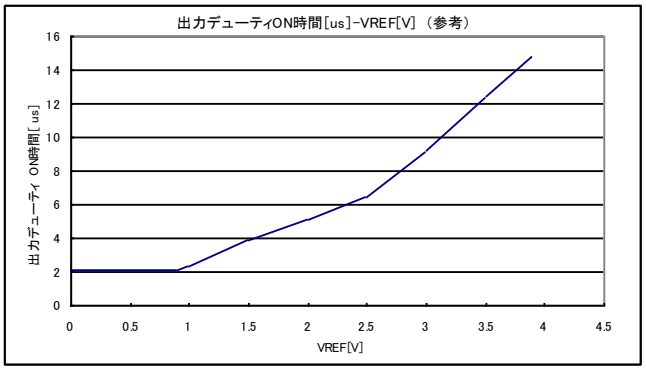
また、検出抵抗に発生した電圧は SGND 端子基準の電圧と比較しますので、検出抵抗は RSGND 端子と SGND 端子の近くに配線インピーダンス影響を受けないように設置してください。

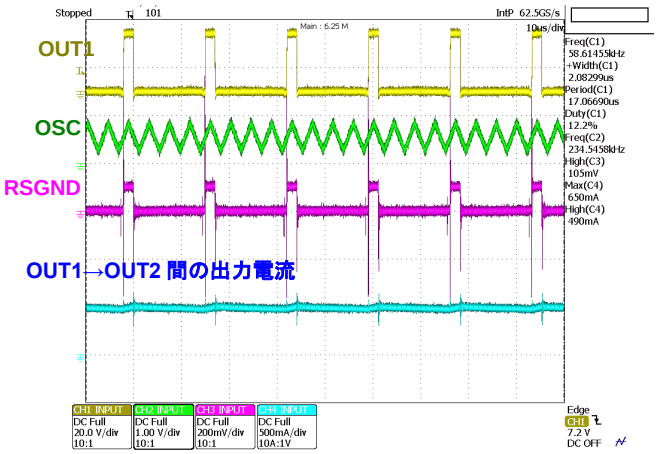
定電流 PWM 制御をしない場合は RSGND 端子に抵抗 R2 は接続しないで SGND とショートしてご使用ください。RSGND 端子と SGND 間に配線インピーダンスを持つと検出抵抗と同じような働きをして定電流 PWM 動作するようなことになりますので、配線インピーダンスを持たないように配線パターンを十分確保してください。また、OSC 端子はコンデンサに接続、あるいは GND にショートしてご使用ください。

定電流 PWM 動作時の出力電流 - VREF 電圧、出力デューティ ON 時間 - VREF 電圧のグラフと動作波形を下記に参考に示します。

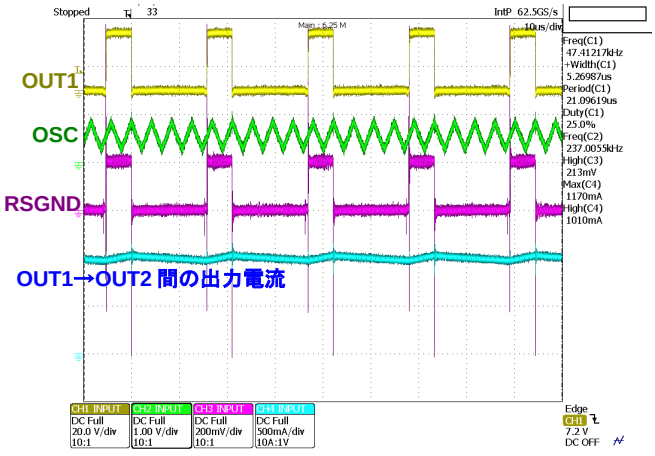
ノイズによる誤動作防止のため、2 µs 程度の出力デューティ ON 時間を初期値で持ちます。そのため、出力電流はオフセットを持つことになりますので、注意してご使用ください。出力電流のオフセット量は負荷によって変わり、下記の負荷条件(抵抗と L 負荷 5 Ω + 2 mH)の場合 0.5 A 程度になります。







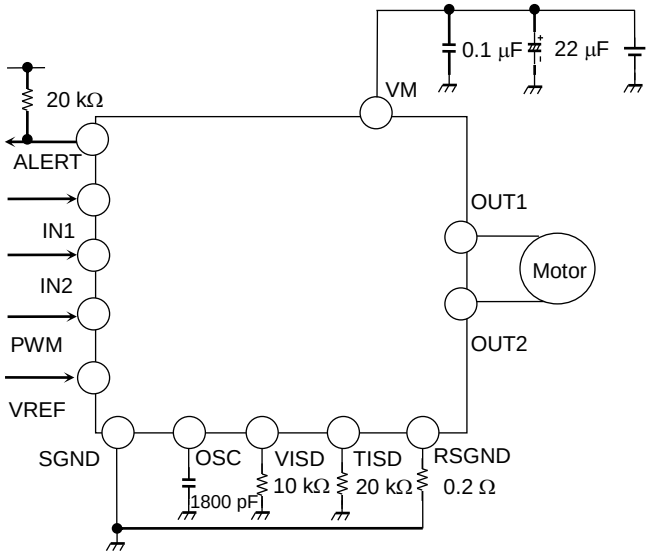
VREF = 0 V 時の参考波形



VREF = 2.0 V 時の参考波形

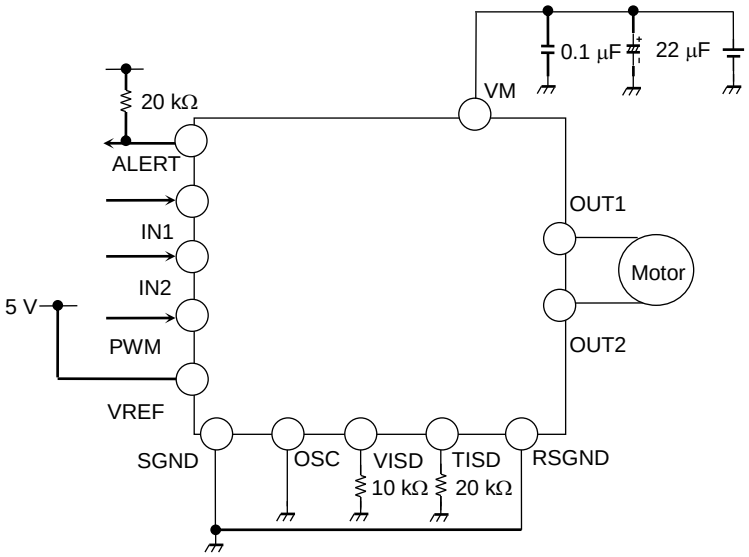
条件**:** VM = 24 V, OSC = 1800 pF, RSGND; 0.2 Ω, IN1 = H, IN2 = L, VREF = 任意, 負荷**:** 5 Ω + 2 mH

定電流 PWM 機能を使用する場合の応用回路例



定電流 PWM 機能を使用しない場合の応用回路例

RSGND は SGND にショートし、VREF は High(5 V)にします。



6. 消費電力

IC での電力損失は下記により概算できます。

(1) PWM Duty = 100%時

$P = VM \times I_{CC} + I_O^2 \times R_{ON}\ (U + L)$

例: VM = 24 V、出力電流 I_O = 0.5 A 時 (I_{CC} と R_{ON} (U + L) はデータシート 電気的特性を参照)

P (標準) = 24 V × 2.5 mA (標準) + $(0.5\ A)^2$ × 0.55 Ω (標準) = 0.1975 W

P (最大) = 24 V × 8 mA (最大) + $(0.5\ A)^2$ × 0.9 Ω (最大) = 0.417 W

(2) PWM 動作時

下記で簡易的に計算が可能です。(実際には、スイッチングロス分が発生します)

$P = \{VM \times I_{CC} + I_O^2 \times R_{ON}\ (U + L)\} \times$ PWM の duty

7. 発熱計算

周囲温度 Ta とジャンクション温度 T_j の関係は以下式により概算できます。

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

注: $R_{th\ (j\text{-}a)}$: ジャンクション – 周囲温度間熱抵抗

注: Ta: 周囲温度 (発熱の影響を避けた周囲の一定温度)

例: VM = 24 V、出力電流 IO = 0.5 A, Ta = 85 °C, P (最大) = 0.417 W 時

(1) HSOP16-P-300-1.00 基板実装時(次項のグラフを参照)

$R_{th\ (j\text{-}a)}$ = 89.3 °C/W の場合(60 mm × 30 mm × 1.6 mm)

T_j = 0.417 W × 89.3 °C/W + 85 °C = 122.2 °C

また、1s 時の過渡熱抵抗は Rth (j-a) = 約 16 °C/W となるので、Ta = 85 °C, P = 0.417 W の場合

Tj = 0.417 W× 16 °C/W + 85 °C = 91.7 °C となります。

(2) P-VQFN32-0505-0.50-002 基板実装時(次項のグラフを参照)

$R_{th\ (j\text{-}a)}$ = 35.2°C/W の場合(JEDEC 準拠 4 層基板 76.2mm×114.3mm×1.6mm)

T_j = 0.417 W × 35.2 °C/W + 85 °C = 99.7 °C

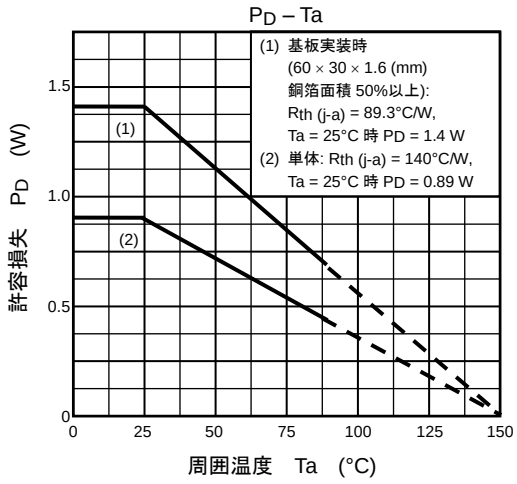
また、1s 時の過渡熱抵抗は Rth (j-a) = 約 12 °C/W となるので、Ta = 85 °C, P= 0.417 W の場合

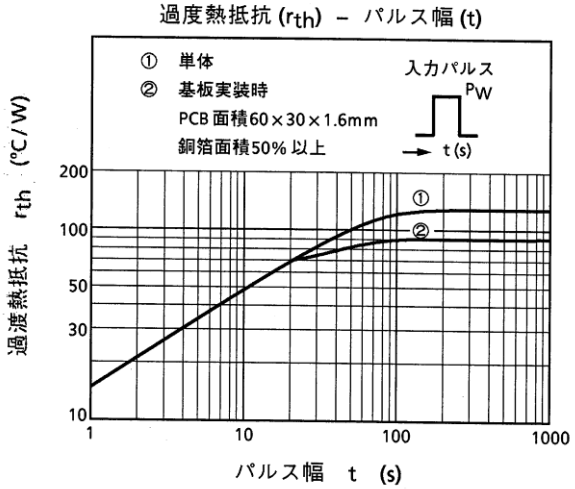
Tj = 0.417 W × 12 °C/W + 85 °C = 90 °C となります。

$R_{th\ (j\text{-}a)}$ は使用条件 (基板の実装方法など) によって、依存しますので注意してください。

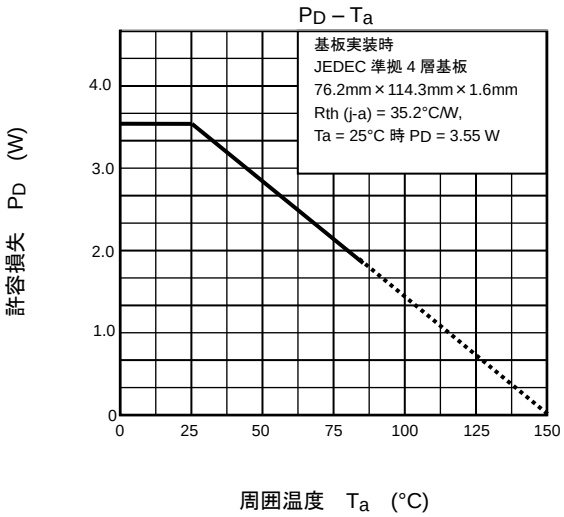
周囲温度が高ければ、許容損失は小さくなります。また、あくまでも概算方法になりますので、必ずジャンクション温度は 150 °C 以下として十分評価した上でマージンを持ってご使用ください。

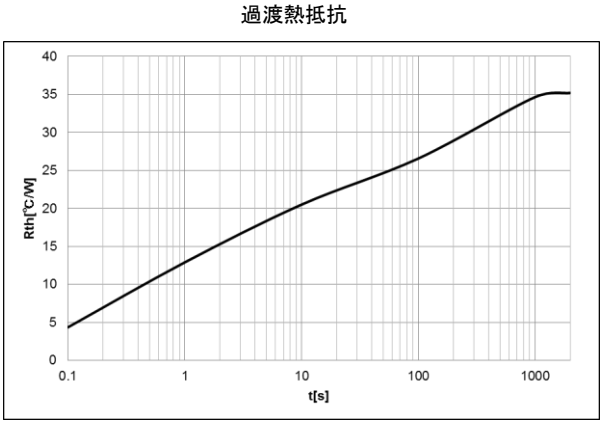
HSOP16-P-300-1.00





P-VQFN32-0505-0.50-002

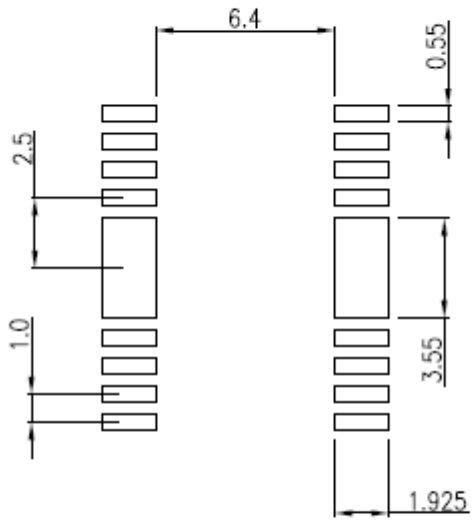




8. フットパターン例

参考ランドパターン寸法
HSOP16-P-300-1.00

"Unit: mm"



注意
- 特に表示がない限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3に準じた参照用の図です。
  当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
- お客様にて各種条件（はんだ付け条件など）を十分評価し、お客様の責任において調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

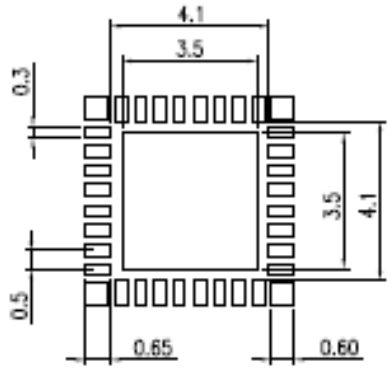
Rev01

注: フィンは放熱の役割があるので、熱設計を考慮してパターン設計をしてください。
(フィンはチップ裏面と電気的に接続されているので、絶縁または GND に接続してください)

参考ランドパターン寸法

P-VQFN32-0505-0.50-002

"Unit: mm"



注意

- 特に表示がない限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3に準じた参照用の図です。
  当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
- お客様にて各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任において
  調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで
  現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される
  機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

Rev01

注 1: IC 裏面の金属露出部分は放熱の役割があるので、熱設計を考慮してパターン設計をしてください。

(IC 裏面の金属露出部分はチップ裏面と電気的に接続されているので、絶縁または GND に接続してください)

注 2: OUT1、RSGND、OUT2、VM、SGND は端子が 2 端子ありますが、本 IC 外部で 2 端子をショートして使用してください。

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) 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で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) 過電流検出回路
過電流検出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エア、ソフトウエアおよびシステム（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、お客様のハードウエア・ソフトウエア・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。