

TC78B006 Series 使用上の注意点

Rev. 1.0

概要

TC78B006 シリーズはファンモータ用単相全波ブリドライバ。
TC78B006 シリーズは PWM 制御で外付け Pch+Nch FET を駆動できます。

本資料は設計の補助を目的とする参考資料です。
最終機器設計時部品バラツキや使用条件等を十分考慮して設計をお願いします。

目次

概要.....	1
目次.....	2
図目次.....	3
表目次.....	3
1. TC78B006 シリーズ主な仕様相違点.....	4
2. 電源電圧.....	4
3. PWM duty 分解能.....	6
4. 制御信号.....	8
4.1. VSOFTE.....	8
4.2. SS.....	9
4.3. VMI.....	10
4.4. CT.....	10
5. プリドライバ出力.....	11
5.1. 上側プリドライバ出力.....	11
5.2. 下側プリドライバ出力.....	12
6. 保護機能.....	13
6.1. ロック保護.....	13
6.2. 電流リミット.....	13
6.3. 熱遮断 (TSD).....	14
6.4. 低電圧誤動作防止 (UVLO).....	14
7. IC の消費電力.....	15
8. PCB 設計の注意点.....	17
記載内容の留意点.....	18
使用上のご注意およびお願い事項.....	18
使用上の注意事項.....	18
使用上の留意点.....	19
製品取り扱い上のお願ひ.....	20

図目次

図 2.1 相切り替え時、モータ回生電流 による VM 端子電圧が上昇する例	5
図 2.2 誤動作で出力段全 OFF 時、モータ回生電流による VM 端子電圧が上昇する例	5
図 2.3 VM 端子電圧上昇対策例	5
図 3.1 VSP 電圧と出力 PWM Duty の関係	6
図 3.2 TSP duty の検出分解能と TSP 信号の周波数の関係 (fosc=10MHz)	7
図 4.1 動作波形例 (No soft switching)	8
図 4.2 動作波形例 (soft switching=31.9°)	8
図 4.3 動作波形例 (soft switching=61°)	8
図 4.4 動作波形例 (soft switching=90°)	8
図 4.5 動作波形例 (no soft stat time)	9
図 4.6 動作波形例 (soft start time=1.3s)	9
図 4.7 動作波形例 (soft start time=2.7s)	9
図 4.8 動作波形例 (soft start time=5.1s)	9
図 5.1 外付け FET 駆動応用回路例 (12V/24V 電源)	11
図 5.2 外付け FET 駆動応用回路例 (48V 電源)	12
図 6.1 電流リミット検出設定	13

表目次

表 1.1 製品仕様比較	4
表 2.1 電源電圧の動作範囲	4
表 4.1 VSOFTE 電圧とソフトスイッチング期間の関係	8
表 4.2 VMI 電圧と最小出力 PWM duty / 起動閾値の関係	10
表 4.3 CT 端子設定機能	10

1. TC78B006 シリーズ主な仕様相違点

主な仕様相違点は、以下の表に示します。

表 1.1 製品仕様比較

製品名	出力 Duty 制御信号	出力信号	パッケージ
TC78B006FTG	PWM duty	回転数信号 (FG)	SSOP16
TC78B006FNG	PWM duty	回転数信号 (FG)	WQFN16
TC78B006AFTG	PWM duty	ロック検出信号 (RDO)	SSOP16
TC78B006AFNG	PWM duty	ロック検出信号 (RDO)	WQFN16
TC78B006BFTG	アナログ電圧	回転数信号 (FG)	SSOP16
TC78B006BFNG	アナログ電圧	回転数信号 (FG)	WQFN16
TC78B006BFTG	アナログ電圧	ロック検出信号 (RDO)	SSOP16
TC78B006BFNG	アナログ電圧	ロック検出信号 (RDO)	WQFN16

2. 電源電圧

TC78B006 を使用するにあたり、IC の VM 端子へ電源電圧の印加が必要です。

VM 電源電圧の絶対最大定格は 40V ですが、動作範囲の 3.5V~30V の範囲内で使用してください。

表 2.1 電源電圧の動作範囲

項目	記号	動作範囲	単位
VM 電源電圧 (通常時)	VM _{opr1}	5.5 to 30	V
VM 電源電圧 (低電圧動作時)	VM _{opr2}	3.5 to 5.5	V

注: 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。
動作電源電圧範囲内で使用してください。

TC78B006 series は単一電源であり、特に電源投入や遮断のための手順はありません。

外部からの TSP/VSP 信号でモータの回転速度を制御する場合、VM 電源電圧が安定な状態になってから TSP/VSP 信号を入力することを推奨します。電源電圧が不安定な状態でモータを動作させると、正常に動作しない可能性があります。V_{REG} を抵抗分圧した電圧を VSP に印加した場合、問題はありません。

電源遮断時、モータの回生電流により、VM 端子の電圧が上昇する可能性がありますので、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。モータ回転数は、V_{REG} から抵抗分圧で生成された VSP によって制御された場合、または最小出力 Duty を設定した場合、電源遮断時に VM 端子の電圧が絶対最大定格を超えないことを確認してください。

V_{REG} は IC 内部に使用する電源です。V_{REG} 電源電圧は IC 内部のレギュレータで生成されます。外部から電圧を印加しないでください。VREG 端子と GND 間に 0.1μF の電源安定用コンデンサを接続してください。電源安定用コンデンサを IC の近くに配置してください。コンデンサの GND と IC GND の間には、スイッチング電流経路が生じないように配線してください。また IC の動作時は、IC の GND 端子を基準にして、Vreg 電圧は 5.5V を超えないことを確認してください。

V_{REG} 電源電圧を抵抗分圧してホール素子のバイアス電圧や IC 制御端子の電圧として使用することができますが、内部レギュレータの能力以上に電流を引かないでください。出力電流は絶対最大定格の 10mA 以内で使用してください。

・VM 電圧は 12V 以下で使用する際の注意点

低電圧動作時、出力抵抗などの電気的特性は VM=12V 時と比べて変わります。詳細については、仕様書にある電気的特性参考データの該当部分を参照してください。

VM 電圧が 12V 以下の場合、ゲート駆動電圧が低下します。外付け FET のゲート閾値電圧の特性を確認し、ゲート駆動電圧が十分であることを確認してください。詳細については、「5. プリドライバ出力」を参照してください。

VM 電圧が 5.5V 以下の場合、 V_{REG} は VM 電圧と共に低下します。IC 内部の A/D 変換回路の基準電圧は V_{REG} です。従って、IC 制御用端子(VSP, VMI, VSOF, CT, SS)の電圧を V_{REG} 電圧から抵抗分圧して作る場合には A/D 変換結果にほとんど変化はありません。しかし外部から直接電圧入力する場合は、変換結果が変わる場合があります。特に VSP 端子電圧が外部入力された場合、低電圧動作時出力 Duty が大きくなる可能性があります。

・モータ回生電流による VM 端子電圧上昇について

モータの回生電流により、VM 端子電圧が上昇することがあります。特に逆接防止ダイオードが使用されている場合は電流が電源へ回生できないため、VM 端子電圧が上昇します。回生電流による電圧上昇を含め、VM 端子電圧が絶対最大定格を超えないように使用してください。

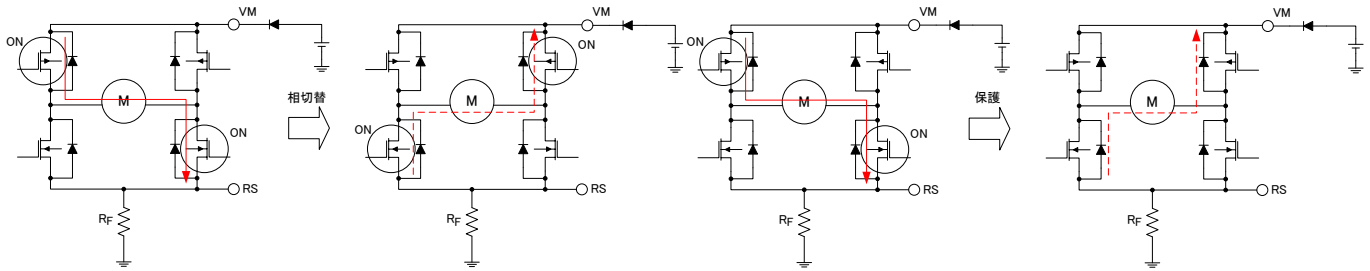


図 2.1 相切り替え時、モータ回生電流による VM 端子電圧が上昇する例

図 2.2 誤動作で出力段全 OFF 時、モータ回生電流による VM 端子電圧が上昇する例

IC のソフトスイッチング機能を使用することにより、相切り替え前にモータに流れている電流を抑えられます。相切り替え時の回生電流をゼロに近づけることで、相切り替え時の電圧上昇を抑えられます。

また出力段全 OFF 後、回生電流による電圧上昇を抑えるために、この IC では出力段を全 OFF にする前に、PWM OFF の期間を設けています。PWM OFF 期間中、片側の下側 FET は ON の状態を維持します。下側回生でモータの回生電流を減衰させます。

ただし、モータ回転中に電源遮断などの異常が発生した場合、外付け FET を全 OFF する前に、回生電流を減衰させるための PWM OFF 期間を挿入できません。電源ラインに回生電流を吸収させるため、VM 端子と GND 間に(a)コンデンサ、(b)ツェナーダイオード、また必要であれば(c)両方を入れてください。コンデンサとツェナーダイオードを、IC のできるだけ近くに配置してください。VM 端子電圧上昇が絶対最大定格に対して十分のマージンをもっていることを確認してください。

ツェナーダイオードは回生電流による電圧上昇を抑えることができる他に、外部入力電圧が過電圧の場合でも回路保護が可能です。ツェナーダイオードを使用する場合、モータ通常動作時ツェナーダイオードに電流が流れないように、ツェナー電圧の値は通常動作電圧以上のものを選定してください。

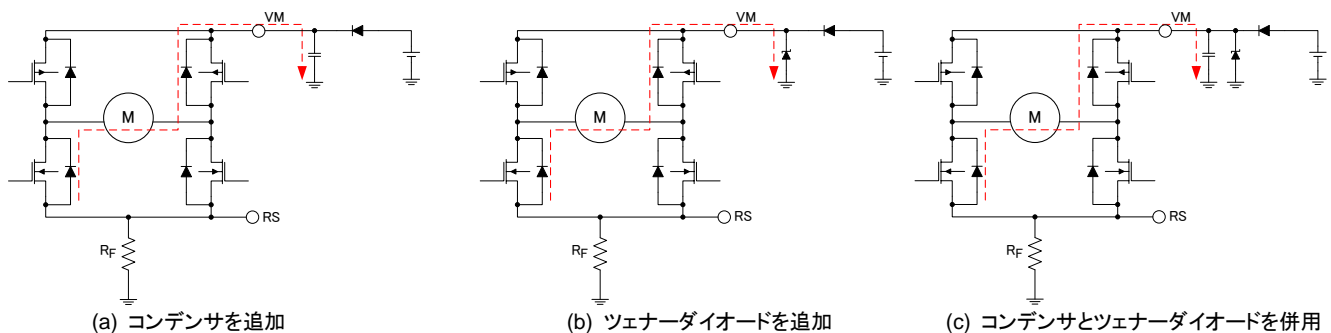


図 2.3 VM 端子電圧上昇対策例

3. PWM duty 分解能

・出力 PWM Duty 分解能

TC78B006 シリーズの出力 PWM 周波数は 40kHz(typ.)です。出力 PWM の Duty は IC 内部の変調波形と 8-bit ノコギリ波を比較して生成されます。そのため、出力 PWM Duty の分解能は 8 bit (256step)です。

ただし、外部 FET の応答特性によりますが、IC の PWM 出力の ON 時間が短い場合、FET の実際出力は OFF になることがあります。OFF 時間が短い場合、FET の実際出力は 100% ON になることがあります。

・入力制御信号分解能

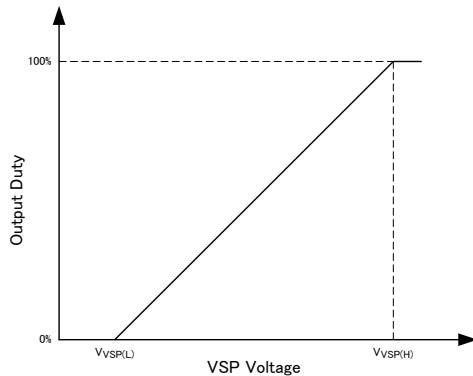
・VSP 入力の場合

VSP 端子の電圧は 8-bit AD コンバータでデジタル化され、内部ロジックがこのデータを使用して内部変調波形の振幅を制御します。出力 PWM の Duty は IC 内部の変調波形と 8-bit ノコギリ波を比較して生成されます。

VSP 電圧と出力 PWM Duty の関係を以下に示します。

VSP の有効分解能は 1.5V から 3.6V までの 7bit (128 step)となります。

0	\leq	VSP	\leq	$V_{VSP(L)}$	\rightarrow	Duty = 0%	(VSP 電圧 AD 変換結果: 0 to 89)
$V_{VSP(L)}$	$<$	VSP	\leq	$V_{VSP(H)}$	\rightarrow	図 3.1	(VSP 電圧 AD 変換結果: 90 to 217)
$V_{VSP(H)}$	$<$	VSP	\leq	V_{REG}	\rightarrow	Duty = 100%	(VSP 電圧 AD 変換結果: 218 to 255)



注: $V_{VSP(L)}$ から $V_{VSP(H)}$ までの VSP 電圧に応じて、出力 PWM Duty は 0%から 100%まで 128 ステップで変化します。

図 3.1 VSP 電圧と出力 PWM Duty の関係
 $V_{VSP(L)}=1.5V(\text{typ})$ $V_{VSP(H)}=3.6V(\text{typ})$

・TSP 入力の場合

TSP 信号の Duty は内部クロックにより検出されます。TSP duty の検出分解能は TSP 信号の周波数に依存します。その関係は図 3.2 で示します。

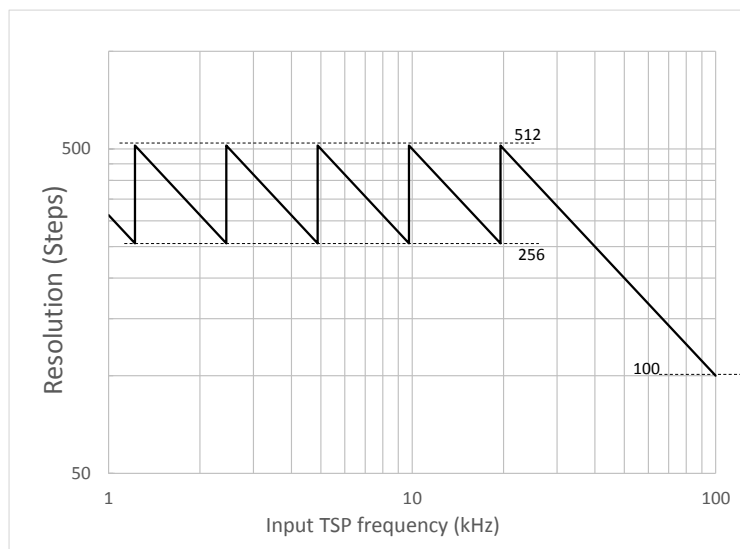


図 3.2 TSP duty の検出分解能と TSP 信号の周波数の関係 ($f_{osc}=10\text{MHz}$)

f_{osc} が 10MHz の場合、TSP 信号の周波数が 39kHz 以下であれば、分解能は 8-bit (256 steps)以上です。TSP 信号の周波数が 39kHz を超えると、分解能が落ちます。TSP 信号の周波数が 100kHz の場合、分解能は 100 steps になります。

f_{osc} が 7MHz の場合、TSP 信号の周波数が 27kHz 以下であれば、分解能は 8-bit (256 steps)以上です。TSP 信号の周波数が 27kHz を超えると、分解能が落ちます。TSP 信号の周波数が 100kHz の場合、分解能は 70 steps になります。

f_{osc} が 13MHz の場合、TSP 信号の周波数が 50kHz 以下であれば、分解能は 8-bit (256 steps)以上です。TSP 信号の周波数が 50kHz を超えると、分解能が落ちます。TSP 信号の周波数が 100kHz の場合、分解能は 130 steps になります。

4. 制御信号

4.1. VSOFTE

VSOFTE 端子の電圧によって IC のソフトスイッチング機能を制御できます。

TC78B006 シリーズのソフトスイッチング機能により通電相の切り替え前後に出力 PWM duty を徐々に変化させるソフトスイッチング期間が挿入されます。ソフトスイッチング機能はモータ振動の軽減や相切り替え時の VM 電圧上昇の抑制に有効です。

VSOFTE 端子電圧は 8-bit AD コンバータを経由してデジタル化されます。IC 内部ロジックがこのデータを使用してソフトスイッチングの期間を設定します。

表 4.1 VSOFTE 電圧とソフトスイッチング期間の関係

Step	VSOFTE (V)	term (°)	Step	VSOFTE (V)	term (°)	Step	VSOFTE (V)	term (°)
1	0.00	0.0	12	1.46	31.9	23	2.92	63.9
2	0.13	2.9	13	1.59	34.8	24	3.05	66.8
3	0.27	5.8	14	1.73	37.7	25	3.19	69.7
4	0.40	8.7	15	1.86	40.6	26	3.32	72.6
5	0.53	11.6	16	1.99	43.5	27	3.45	75.5
6	0.66	14.5	17	2.13	46.5	28	3.59	78.4
7	0.80	17.4	18	2.26	49.4	29	3.72	81.3
8	0.93	20.3	19	2.39	52.3	30	3.85	84.2
9	1.06	23.2	20	2.52	55.2	31	3.98	87.1
10	1.20	26.1	21	2.66	58.1	32	4.12	90.0
11	1.33	29.0	22	2.79	61.0			

上記表には、各 step の閾値電圧を示しています。例えば、VSOFTE 端子電圧が 0.3V の場合、0.27V と 0.4V の間ですので、結果は”step 3”になります。

Step 0 に設定する場合、VSOFTE 端子を IC の GND にショートしてください。Step 32 に設定する場合、VSOFTE 端子を VREG 端子にショートしても問題ありません。他の step に設定する場合、VSOFTE 電圧を VREG から抵抗分圧で作成してください。

VSOFTE=0V

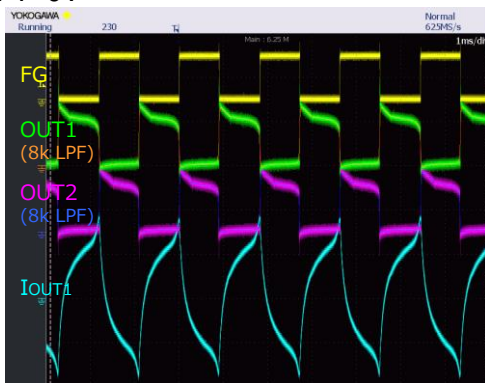


図 4.1 動作波形例 (No soft switching)

VSOFTE=1.55V

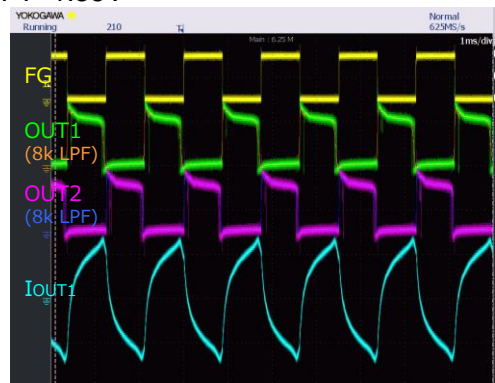


図 4.2 動作波形例 (soft switching=31.9°)

VSOFTE=2.85V



図 4.3 動作波形例 (soft switching=61°)

VSOFTE=4.5V

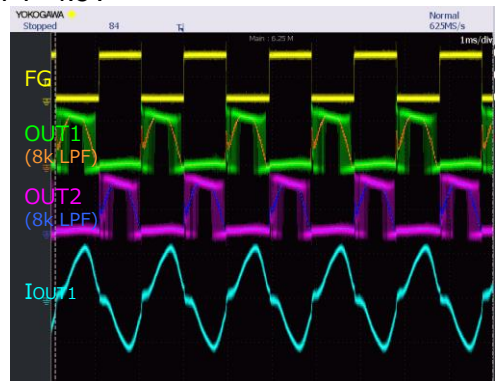


図 4.4 動作波形例 (soft switching=90°)

4.2. SS

SS 端子の電圧によって加減速レートを制御できます。

SS 端子の電圧は 8-bit AD コンバータを経由してデジタル化されます。0 から $V_{ADC}(4.25V)$ までの範囲の電圧が 0 から 255 の間の数値に変換されます。 $V_{ADC}(4.25V)$ 以上の電圧が 255 に変換されます。IC 内部ロジックがこのデータを使用して加減速レートを制御します。SS の電圧を V_{REG} から抵抗分圧で作成してください。

出力 PWM Duty を変化させる時、前の出力 PWM Duty から新しい出力 PWM Duty までの加減速時間を以下の式で計算できます。

- ・前の出力 PWM duty = A(%)
- ・新しい目標出力 PWM duty = B(%)
- ・SS 端子電圧デジタル化数値 = N_{SS}
- ・加減速時間 = $|B - A| / 0.4 \times 4 \times N_{SS} \times (1 / f_{PWM})$

例えば、前の出力 PWM duty = 50%、新しい目標出力 PWM duty = 70%、SS 端子電圧デジタル化数値 = 100、
加速時間 = $(70-50) / 0.4 \times 100 \times (1 / 40kHz) = 0.5s$

TC78B006 はソフトスタート機能があります。ソフトスタートの時間も SS 端子電圧で設定します。TC78B006 のソフトスタート起動は、モータ起動時、出力 PWM Duty が 20% から TSP により設定された目標 Duty まで徐々に変化します。ソフトスタートの時間は下記式で計算できます。

- ・起動時出力 PWM duty = 20(%)
- ・目標出力 PWM duty = B(%)
- ・SS 端子電圧デジタル化数値 = N_{SS}
- ・ソフトスタート時間 = $|B - 20| / 0.4 \times 4 \times N_{SS} \times (1 / f_{PWM})$

例えば、目標出力 PWM duty = 100%、SS 端子電圧デジタル化数値 = 100、
ソフトスタート時間 = $(100-20) / 0.4 \times 100 \times (1 / 40kHz) = 2.0s$

目標出力 PWM duty = 100% 時、ソフトスタートの波形例は以下となります。

SS=0V ($N_{SS}=0$)

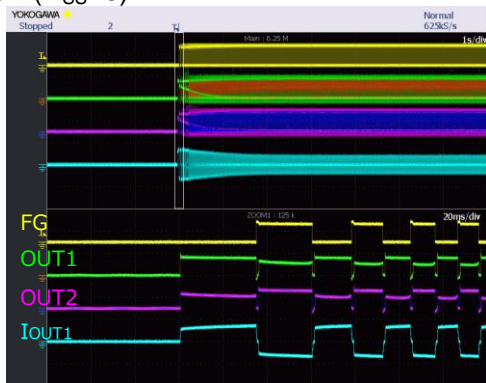


図 4.5 動作波形例 (no soft stat time)

SS=1.1V ($N_{SS}=66$)



図 4.6 動作波形例 (soft start time=1.3s)

SS=2.2V ($N_{SS}=132$)

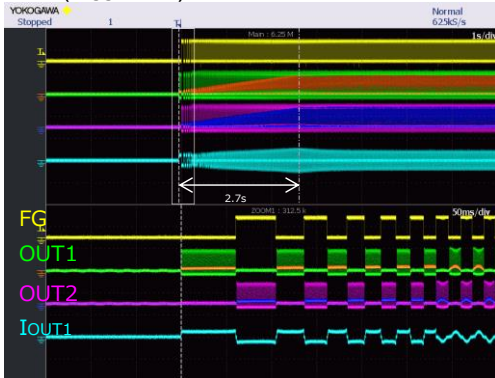


図 4.7 動作波形例 (soft start time=2.7s)

SS=4.25V ($N_{SS}=255$)

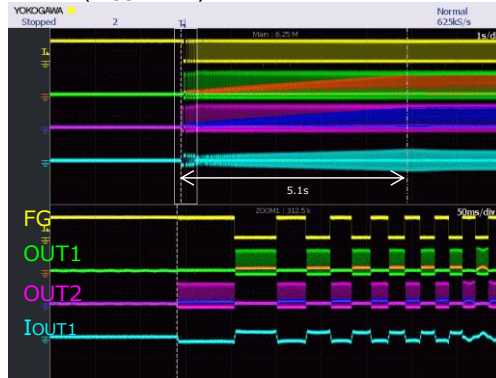


図 4.8 動作波形例 (soft start time=5.1s)

4.3. VMI

VMI 端子電圧によって最小出力 PWM duty と起動閾値 Duty(TSP 入力)/起動閾値電圧(VSP 入力)を制御できます。

表 4.2 VMI 電圧と最小出力 PWM duty / 起動閾値の関係

Step	VMI [V]	最小 Duty	起動閾値 Duty/電圧	Step	VMI [V]	最小 Duty	起動閾値 Duty/電圧	Step	VMI [V]	最小 Duty	起動閾値 Duty/電圧
1	0.00	0%	0% / 1.5V	12	1.46	35%	0% / 0V	23	2.92	0%	5% / 1.61V
2	0.13	5%	0% / 0V	13	1.59	38%	0% / 0V	24	3.05	0%	10% / 1.71V
3	0.27	8%	0% / 0V	14	1.73	41%	0% / 0V	25	3.19	0%	15% / 1.83V
4	0.40	11%	0% / 0V	15	1.86	44%	0% / 0V	26	3.32	0%	20% / 1.93V
5	0.53	14%	0% / 0V	16	1.99	47%	0% / 0V	27	3.45	0%	25% / 2.03V
6	0.66	17%	0% / 0V	17	2.13	50%	0% / 0V	28	3.59	0%	30% / 2.14V
7	0.80	20%	0% / 0V	18	2.26	50%	0% / 0V	29	3.72	0%	35% / 2.24V
8	0.93	23%	0% / 0V	19	2.39	50%	0% / 0V	30	3.85	0%	40% / 2.36V
9	1.06	26%	0% / 0V	20	2.52	0%	0% / 1.5V	31	3.98	0%	45% / 2.46V
10	1.20	29%	0% / 0V	21	2.66	0%	0% / 1.5V	32	4.12	0%	50% / 2.56V
11	1.33	32%	0% / 0V	22	2.79	0%	0% / 1.5V				

(ソフトスイッチング機能があるため、最小出力 duty は出力ピーク値を表しています。)

上記表には、各 step の閾値電圧を示しています。例えば、VMI 端子電圧が 0.3V の場合、0.27V と 0.4V の間ですので、結果は”step 3”になります。

Step 0 に設定する場合、VMI 端子を IC の GND にショートしてください。Step 32 に設定する場合、VMI 端子を VREG 端子にショートしても問題ありません。他の step に設定する場合、VMI 電圧を V_{REG} から抵抗分圧で作成してください。

4.4. CT

CT 端子電圧によってロック検出時間(T_{ON})と再起動時間(T_{OFF})を設定できます。また CT 端子電圧によってスタンバイモードの有効/無効を選択できます。

表 4.3 CT 端子設定機能

CT 端子設定		T_{ON} 期間 [s]	T_{OFF} 期間[s]	Standby mode
電圧範囲 ($V_{REG}=5V$)	推奨設定			
3.73V to V_{REG}	V_{REG} にショート	0.3	3.0	無効
3.20V to 3.72V	抵抗(39k Ω)により V_{REG} にプルアップ	0.6	6.0	無効
2.67V to 3.18V	抵抗(120k Ω)により V_{REG} にプルアップ	0.6	6.0	有効
2.13V to 2.65V	Open	0.3	3.0	有効
1.60V to 2.12V	抵抗(75k Ω)によりプルダウン	0.3	6.0	有効
0.55V to 1.58V	抵抗(18k Ω)によりプルダウン	0.3	4.5	有効
0V to 0.52V	GND にショート	ロック検出: 無効		無効

ロック検出時間を 0.3s と 0.6s から選択できます。ソフトスタートが有効な場合、ロック検出時間内にモータが起動できることを確認してください。ロック状態の時にモータが過熱しないように再起動時間を選択してください。CT 端子を GND にショートすると、ロック保護とスタンバイモータが無効になります。

CT 端子電圧を設定する時、推奨のプルアップ/プルダウン抵抗を使用してください。抵抗は $\pm 5\%$ またはそれ以上の精度のものを使用してください。CT 端子に直接電圧を印加することを推奨しません。

5. プリドライバ出力

5.1. 上側プリドライバ出力

TC78B006 シリーズの上側プリドライバ出力は定電流オープンドレインタイプです。アプリケーション回路の例を図 5.1 に示します。

Pch FET のゲート駆動電圧(V_{GP})とは、外付け Pch FET のゲートとソース間の電圧です。この電圧は、R1 により生成されます。 V_{GP} が Pch FET の閾値電圧を十分超えるように R1 の抵抗値を選定してください。ただし V_{GP} は Pch FET の絶対最大定格を超えてはいけません。

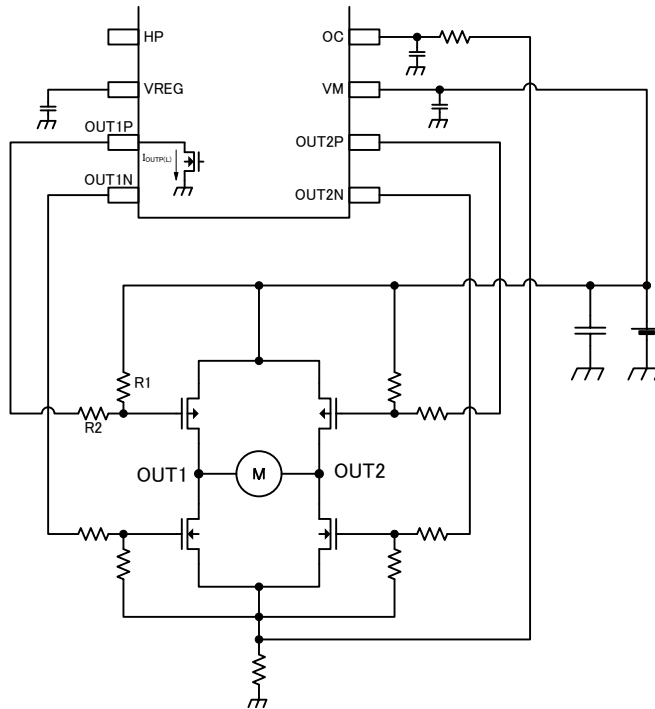


図 5.1 外付け FET 駆動応用回路例 (12V/24V 電源)

例えば、 $R1=1k\Omega$ の場合、 V_{GP} は以下の式で計算できます。

$$\begin{aligned} V_{GP} &= R1 \times I_{OUTP(L)} \\ &= 1k\Omega \times 11mA \text{ (typ.)} \\ &= 11V \end{aligned}$$

V_{GP} は、電源電圧から生成されるので、 V_{GP} 電圧は VM 電圧を超えることはありません。電源電圧が低い場合、 V_{GP} も低下します。電源電圧が低いアプリケーションの場合、 V_{GP} が Pch FET の閾値電圧より高いことを確認してください。

R2 は、IC の消費電力を低減するために使用されます。

電源電圧が 24V の場合、上側プリドライバの消費電力は、

$$\begin{aligned} P_{OUTP} &= (VM - (R1+R2) \times I_{OUTP(L)}) \times I_{OUTP(L)} \\ &= 143mW \text{ (} R1=1k\Omega, R2=0\Omega \text{)} \\ &= 22mW \text{ (} R1=1k\Omega, R2=1k\Omega \text{)} \end{aligned}$$

適切な R2 を使用すると、IC の消費電力を低減できます。

電源電圧が高いアプリケーションの場合、例えば $V_M=48V$ の場合、アプリケーション回路の例を図 5.2 に示します。上側プリドライバ出力端子に印加された電圧が絶対最大定格を超えないために、トランジスタ(Q1)を使用してください。

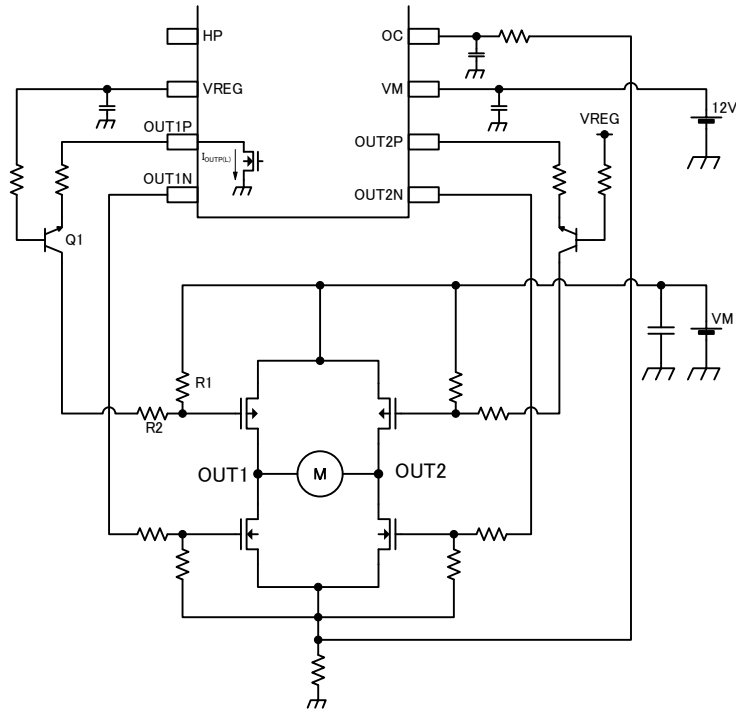


図 5.2 外付け FET 駆動応用回路例 (48V 電源)

5.2. 下側プリドライバ出力

TC78B006 シリーズの下側プリドライバ出力はプッシュプルタイプです。外部 Nch FET のゲート・ソース間電圧、すなわちゲート駆動電圧 (V_{GN}) は内部レギュレータから生成されます。電源電圧が 12V 以下の場合、内部レギュレータの出力電圧 ($V_{OUTN(H)}$) は 10V より低下します。VM が 3.5~5.5V の範囲内にある時、内部レギュレータの出力能力が劇的に低下します。電源電圧が低いアプリケーションの場合、 V_{GN} が Nch FET の閾値電圧より高いことを確認してください。

6. 保護機能

TC78B006 シリーズは以下の機能を内蔵しています。如何なる場合でも IC を保護するものではありません。

6.1. ロック保護

ロック保護が、ホール信号によってモータの回転を監視します。ホール信号のゼロクロスを一定時間(T_{ON})以上検出できない場合、ロック保護が動作します。ロック保護が動作する場合、まず上側 FET を OFF します。 T_{ON} 期間後にすべての FET を OFF します。上側 FET が OFF の期間中、下側回生によって回生電流は減衰します。

ロック保護動作から一定時間(T_{OFF})後にモータ駆動が自動復帰します。ソフトスタートが有効の場合、出力 PWM duty は 20% から起動します。

ロック保護動作期間、 T_{OFF} 中 TSP 端子に T_{stop} (100ms (typ.)) 以上の時間 Low レベルを入力する、もしくは VSP 端子に T_{VSP} (10ms (typ.)) 以上の時間 $V_{VSP(L)}$ 以下の電圧を入力することによって、ロック保護をクリアできます。ロック保護をクリアした後、再度 TSP 信号もしくは VSP 電圧を入力すると、 T_{OFF} が経過するのを待たずに、モータを再起動します。

T_{ON} 時間と T_{OFF} 時間は、CT 端子によって設定されます。CT 端子を GND にショートすることでロック保護を無効にできます。

6.2. 電流リミット

モータに流れる電流が閾値を超えると電流リミットが動作し、上側の外付け FET を OFF にします。シャント抵抗(R_F)と内部設定電圧によってモータ電流の閾値が決まります。

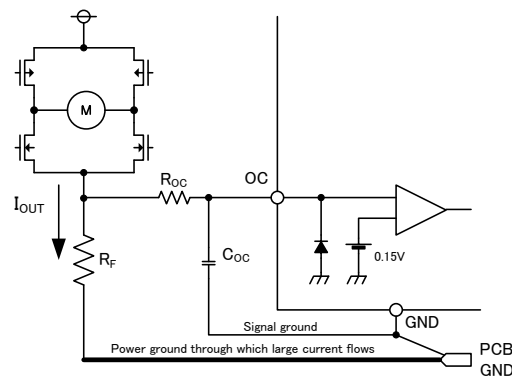


図 6.1 電流リミット検出設定

内部設定電圧は 0.15V です。 $R_F=0.1\ \Omega$ の場合、電流リミットの閾値は 1.5A となります。

$$\begin{aligned} I_{OUT} &= 0.15V / R_F \\ &= 0.15V / 0.1\ \Omega \\ &= 1.5A \end{aligned}$$

電流リミット機能を無効にするには、OC 端子を GND にショートしてください。

シャント抵抗の消費電力に注意してください。

$$\begin{aligned} P_R &= 0.15V \times 0.15V / R_F \\ &= 0.15C \times 0.15V / 0.1\ \Omega \\ &= 0.225W \end{aligned}$$

R_F 電圧信号ノイズ対策のため、 $1\ \mu s$ のマスク期間を設けています。マスク期間内に R_F 電圧が 0.15V を超えても電流リミット回路は動作しません。さらに、RC フィルタ回路が R_F 電圧信号のノイズを低減できます。コンデンサ(C_{OC})のグラウンドを IC の GND 端子と同じシグナルグラウンドに接続してください。シグナルグラウンドと大電流が流れるパワーグラウンドを分離してください。二つのグラウンドラインを、電源平滑用コンデンサが配置されている PCB の GND パッドに一点接地してください。

6.3. 熱遮断 (TSD)

ジャンクション温度(T_j)が $165^{\circ}\text{C}(\text{typ})$ 以上になると熱遮断回路(TSD)が動作します。ホール信号の切り替えが3回検出されるまで、あるいはホール信号の周波数 5Hz 以下を検出されるまで、出力は PWM OFF 状態(上側外付け FET が OFF、片方の下側外付け FET が OFF でもう片方の下側外付け FET が ON)です。ホール信号の切り替えが3回検出されるまで、あるいはホール信号の周波数 5Hz 以下を検出されるまで、すべての外付け FET が OFF にされます。熱遮断回路(TSD)は $40^{\circ}\text{C}(\text{typ})$ のヒステリシス幅をもっています。温度が $125^{\circ}\text{C}(\text{typ})$ 以下に戻ると出力が自動復帰します。

6.4. 低電圧誤動作防止 (UVLO)

VM電源電圧を常に監視します。電源電圧が $2.9\text{V}(\text{typ.})$ 以下に低下した場合、低電圧として検出され、回路が停止されます。VM電源電圧が $3.2\text{V}(\text{typ.})$ 以上に戻ると回路が自動復帰します。

また通常動作時、VREG 電圧も監視しています。 $2.75\text{V}(\text{typ.})$ 以下に低下した場合、低電圧として検出され、回路が停止されます。VREG 電源電圧が $2.95\text{V}(\text{typ.})$ 以上に戻ると回路が自動復帰します。

7. IC の消費電力

スタンバイモード時、IC の消費電力は以下のように見積もりできます。

$$P_{(stby)} = VM \times I_{VM_ST}$$

VM=12V の場合、 $P_{(stby)}$ =6mW。VM=24V の場合、 $P_{(stby)}$ =12mW。

通常動作モード時、IC の消費電力は以下のように見積もりできま

$$P_{(norm)} = P_{(logic)} + P_{(reg)} + P_{(pre)}$$

$P_{(norm)}$: 通常動作モード時、IC の消費電力

$P_{(logic)}$: ロジック部の消費電力

$P_{(reg)}$: 内部レギュレータの消費電力

$P_{(pre)}$: プリドライバ段の消費電力

- ロジック部の消費電力

ロジック部の消費電力は以下のように見積もりできます。

$$P_{(logic)} = VM \times I_{VM}$$

VM=12V の場合、 $P_{(logic)}$ =54mW。VM=24V の場合、 $P_{(logic)}$ =108mW。

- 内部レギュレータの消費電力

Vreg 電源をホール素子などの外付け部品の電源として使用する場合、内部レギュレータの消費電力は以下のように見積もりできます。

$$P_{(reg)} = (VM - 5V) \times I_{VREG}$$

I_{VREG} からの合計出力電流は 5mA を想定した場合、

VM=12V の場合、 $P_{(reg)}$ =35mW。VM=24V の場合、 $P_{(reg)}$ =95mW。

- プリドライバ段の消費電力

プリドライバ段の消費電力は以下のように見積もりできます。

$$P_{(pre)} = V_{OUTP(L)} \times I_{OUTP(L)} \times Duty$$

$V_{OUTP(L)}$: 外付け Pch FET をオンさせる時の上側プリドライバ出力残電圧

$I_{OUTP(L)}$: 上側プリドライバ出力シンク電流

Duty: 出力 PWM duty

$V_{OUTP(L)}$ が 1V、出力 PWM duty が 100%、ソフトスイッチングがなし場合、

$P_{(pre)}$ =11mW

ソフトスイッチング機能により、出力 PWM duty は通電相の切り替え前後に徐々に変化します。そのため、出力 PWM duty のピークが同じ場合、プリドライバ段の消費電力はソフトスイッチングする時の方がソフトスイッチングしない時よりも少なくなります。

- IC の消費電力

以上の結果を合計することにより、IC の全消費電力は以下ようになります。

VM=12V の場合、 $P_{(norm)}$ =100mW。VM=24V の場合、 $P_{(norm)}$ =214mW。

IC のジャンクション温度は以下のように見積もりできます。

VM=12V $P_{(norm)}$ =100mW

Ta(°C)	Tj(°C)	FNG	FTG
		R _{th(j-a)} =130°C/W	R _{th(j-a)} =140°C/W
0		13	14
25		38	39
60		73	74
85		98	99

VM=24V $P_{(norm)}$ =214mW

Ta(°C)	Tj(°C)	FNG	FTG
		R _{th(j-a)} =130°C/W	R _{th(j-a)} =140°C/W
0		28	30
25		53	55
60		88	90
85		113	115

Note: Ta: 周囲環境温度 Tj: ジャンクション温度
熱抵抗 R_{th(j-a)} は参考値です。値は PCB 条件に依存します。

電源電圧 VM が高い場合、内部レギュレータの消費電力を削減することは IC の消費電力の削減に有効です。VM 電源からホール素子に電源を供給することは、内部レギュレータの消費電力を削減するに有効です。

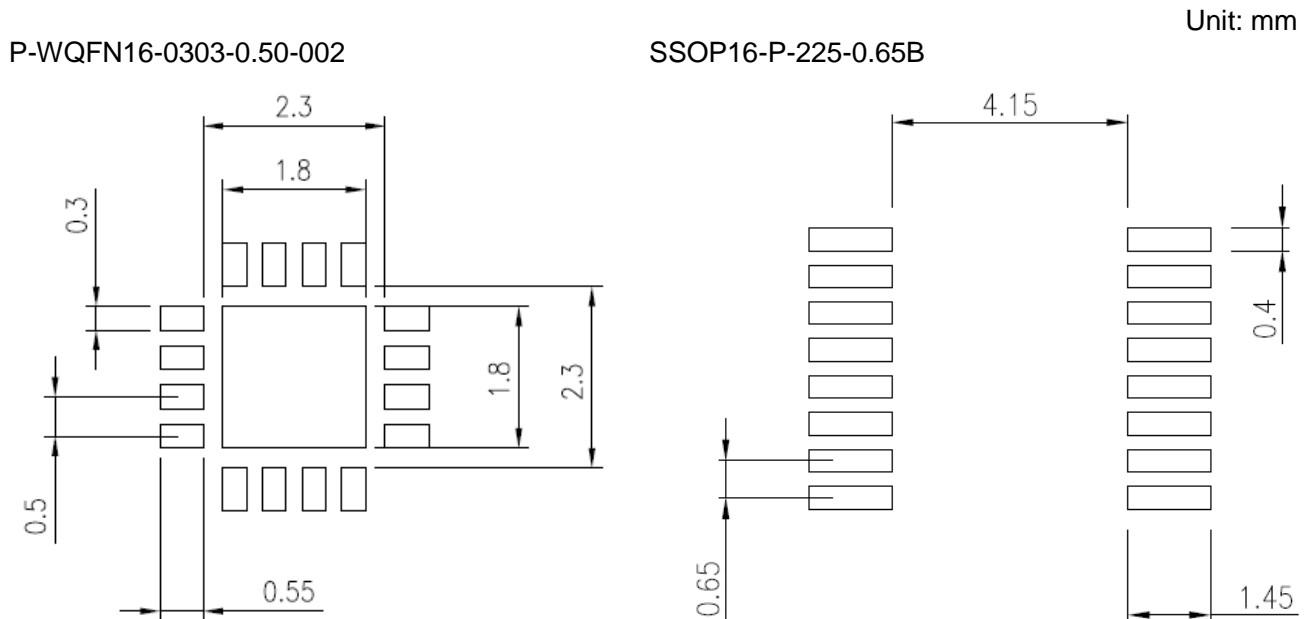
上記計算値を参考に、熱設計に関して十分実装評価を行った上、マージンをもって放熱設計をしてください。

8. PCB 設計の注意点

PCB レイアウト設定において以下の点に注意してください。

- ・インピーダンスを低減するため、電源ラインと GND ラインは可能な限り太くしてください。
- ・外付け FET からの出力ラインは可能な限り太くしてください。
- ・平滑コンデンサを、それぞれ、IC 端子と FET のできるだけ近くに配置してください。
- ・IC の GND 端子をシグナルグランドに接続してください。FET のグランドをパワーグランドに接続してください。シグナルグランドとパワーグランドは共通インピーダンスをもたないよう一点接地としてください。共通グランドに平滑コンデンサを配置してください。
- ・QFN パッケージの場合、IC 裏面の放熱パッドから、基板の GND パターンへ熱を逃がすことにより、IC の発熱を効率よく逃がすことが可能です。そのため、極力 IC 周辺部に GND エリアを確保してください。また多層基板の場合、層間の熱抵抗を下げるためにはサーマルビアを配置してください。

基板設計時、ご参考のランドパターン寸法は以下になります。



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 Level 3 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。

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。

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。