

低耐圧インテリジェントパワーデバイス (Low Voltage Intelligent Power Device) アプリケーションノート

概要

この資料は、東芝低耐圧インテリジェントパワーデバイス【LV-IPD】製品の特長から、種類、入出力の仕様、保護や診断の機能、特性および使用上の注意事項について記述したアプリケーションノートです。

目次

概要	1
目次	2
1. 製品群紹介	6
1.1. 低耐圧インテリジェントパワーデバイス	6
1.2. 製品の種類	7
1.2.1. ハイサイドスイッチ	7
1.2.2. ローサイドスイッチ	7
1.2.3. ゲートドライバー	8
1.3. 製品名称説明	9
1.4. 製品ラインアップ	9
2. 端子説明	10
2.1. 入出力端子	10
3. 保護機能	11
3.1. 過電流保護機能	11
3.2. 過熱保護機能	11
3.3. アクティブクランプ (ローサイドスイッチ製品例)	12
3.4. 電源逆接続保護 (ゲートドライバー製品例)	12
3.4.1. MOSFET オン状態を保持することによる保護	12
3.4.2. MOSFET オフ状態を保持することによる保護	13
4. 診断機能	14
4.1. 電流センス機能	14
4.2. 断線検出機能	15
4.3. 過電流検出機能	16
5. 絶対最大定格	17
6. 電気的特性	18
6.1. 出カクランプ電圧 ($V_{(CL)DSS}$)	18
6.2. 動作電源電圧 ($V_{DD(opr)}$)	18
6.3. 出カリーク電流 (I_{OL})	19
6.4. ハイレベル入力電圧 (V_{IH})、ローレベル入力電圧 (V_{IL})	19
6.5. 出カオン抵抗 ($R_{DS(ON)}$)	19
6.6. 過熱検出 (T_{OT})	19
6.7. 過電流検出 (I_{OC})	19
6.8. 過電流保護動作時間 ($T_{OFF-DUTY}$)	19
7. パッケージラインアップ	20
7.1. WSON10	20

7.2. WSON10A.....	20
7.3. WQFN32	21
7.4. PS-8	21
7.5. SSOP16	22
7.6. SSOP30	22
8. 応用回路 (外付けで対策必要な応用回路例).....	23
8.1. インダクタンス負荷駆動 (ハイサイドスイッチ製品の例).....	23
8.1.1. 対策回路 1	23
8.1.2. 対策回路 2	23
8.1.3. 対策回路 3	24
8.2. 電源逆接続保護 (電源逆接続保護非内蔵ハイサイドスイッチ製品の例).....	24
8.2.1. 対策回路 1	24
8.2.2. 対策回路 2	25
8.2.3. 対策回路 3	25
9. 評価用基板	26
9.1. ハイサイドスイッチ製品の評価用基板.....	26
9.2. ローサイドスイッチ製品の評価用基板.....	26
9.3. ゲートドライバー製品の評価用基板	27
製品取り扱い上のお願い.....	28

図目次

図 1.1	ローサイドスイッチ TPD1054F 例.....	6
図 1.2	ハイサイドスイッチ概略図.....	7
図 1.3	ローサイドスイッチ概略図.....	7
図 1.4	ゲートドライバー概略図.....	8
図 2.1	TPD1054F 端子配置図とブロックダイアグラム.....	10
図 3.1	過電流保護機能.....	11
図 3.2	過熱保護機能.....	11
図 3.3	アクティブクランプ機能.....	12
図 3.4	電源逆接続保護 (MOSFET オン).....	12
図 3.5	電源逆接続保護 (MOSFET オフ).....	13
図 3.6	ロードスイッチと組み合わせる場合の構成.....	13
図 4.1	電流センスアンプ回路.....	14
図 4.2	断線検出回路概略.....	15
図 4.3	過電流検出回路概略.....	16
図 7.1	WSO10 パッケージ情報.....	20
図 7.2	WSO10A パッケージ情報.....	20
図 7.3	WQFN32 パッケージ情報.....	21
図 7.4	PS-8 パッケージ情報.....	21
図 7.5	SSOP16 パッケージ情報.....	22
図 7.6	SSOP30 パッケージ情報.....	22
図 8.1	インダクタンス負荷 対策回路 1.....	23
図 8.2	インダクタンス負荷 対策回路 2.....	23
図 8.3	インダクタンス負荷 対策回路 3.....	24
図 8.4	電源逆接続保護 対策回路 1.....	24
図 8.5	電源逆接続保護 対策回路 2.....	25
図 8.6	電源逆接続保護 対策回路 3.....	25
図 9.1	ハイサイドスイッチ製品の評価用基板.....	26
図 9.2	ローサイドスイッチ製品の評価用基板.....	26
図 9.3	ゲートドライバー製品の評価用基板.....	27

表目次

表 1.1	製品名称説明.....	9
表 1.2	製品ラインアップ.....	9
表 2.1	端子説明 (TPD1054F).....	10
表 5.1	絶対最大定格 (TPD1058FA).....	17

表 6.1 電気的特性 (TPD1058FA) 18

1. 製品群紹介

1.1. 低耐圧インテリジェントパワーデバイス

インテリジェントパワーデバイスとは、主に抵抗性負荷や誘導性負荷に電流を与え、負荷の異常状態が発生した際には電流を遮断し、異常時の状態をマイコンなどへフィードバックする診断出力の機能を備えた製品です。自動車の ECU (Electrical Control Unit) など高品質、高信頼性が要求されるセットで使用されています。

車載用途や産業用途で使用される低耐圧の IPD (Intelligent Power Device) と IPS (Intelligent Power Switch) は同義語です。当社では、IPD と命名していますが、IPS、Smart Power Driver、SMARTMOS、Smart MOSFET、Protected MOSFET などとも呼ばれています。

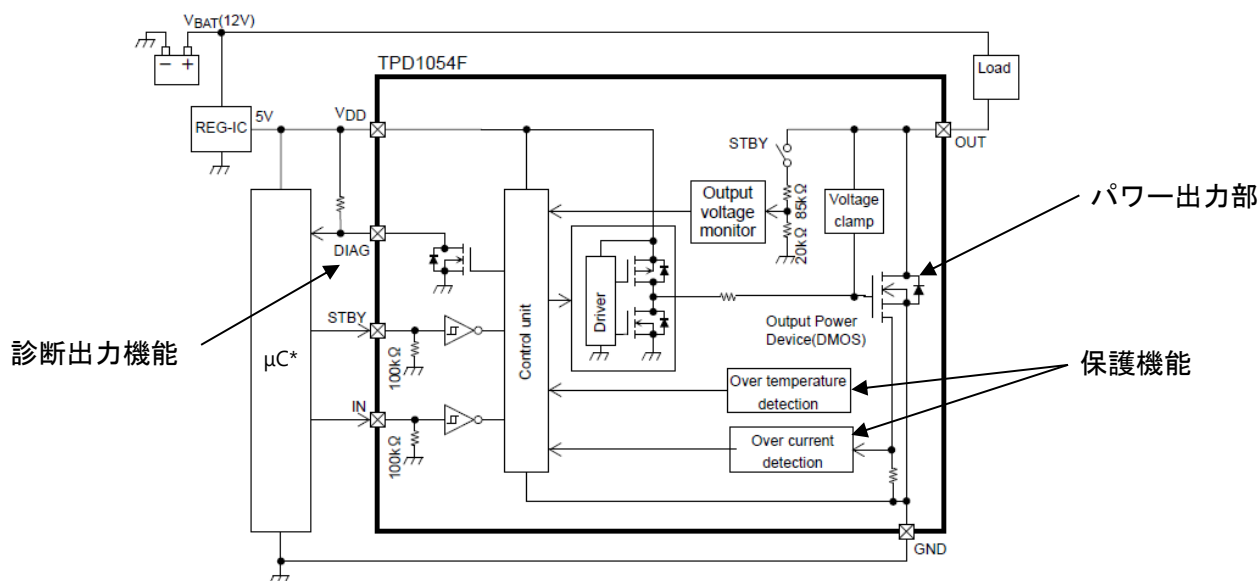


図 1.1 ローサイドスイッチ TPD1054F 例

*) μC : Micro Controller

1.2. 製品の種類

製品機能の種類としてハイサイドスイッチ、ローサイドスイッチ、ゲートドライバー製品があります。

1.2.1. ハイサイドスイッチ

負荷 (LOAD) に対して電源側 (上流) にパワースイッチがあるものをハイサイドスイッチと言います。主な用途は、単相モーター、ソレノイド、メカリレーなどがあります。CMOS や TTL ロジック回路 (マイコンなど) から直接駆動可能であり、各種保護機能を内蔵しています。診断機能を持つ製品は、マイコンなどへ情報をフィードバックして、異常状態に対応します。負荷が GND にショートした場合でも、過電流の異常状態の判定ができます。

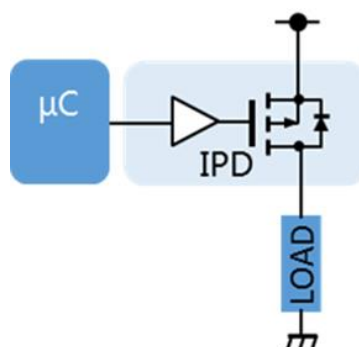


図 1.2 ハイサイドスイッチ概略図

1.2.2. ローサイドスイッチ

負荷 (LOAD) に対して GND 側 (下流) にパワースイッチがあるものをローサイドスイッチと言います。主な用途は、単相モーター、ソレノイド、メカリレーなどがあります。CMOS や TTL ロジック回路 (マイコンなど) から直接駆動可能であり、各種保護機能を内蔵しています。診断機能を持つ製品は、マイコンなどへ情報をフィードバックして、異常状態に対応します。ハイサイドスイッチより、トータルのシステムコストを少なく実現できる特長があります。

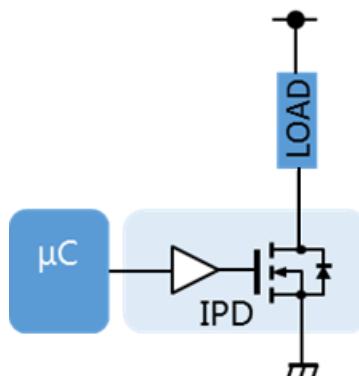


図 1.3 ローサイドスイッチ概略図

1.2.3. ゲートドライバー

MOSFET などパワーデバイスのゲートを駆動する製品をゲートドライバーと言います。図 1.4 は 3 相ブラシレス DC モーターのインバーターを駆動する製品を表しています。弊社の製品群には 3 相ブラシレス DC モーター以外にも H ブリッジモーターを駆動製品や、単相モーターを駆動する製品も取りそろえております。

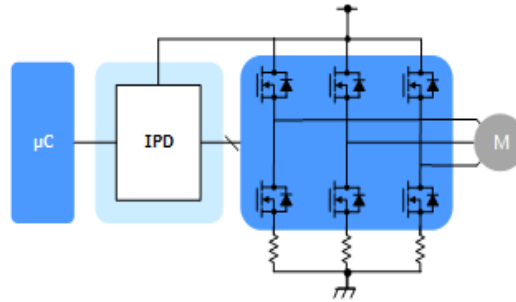


図 1.4 ゲートドライバー概略図

1.3. 製品名称説明

当社の IPD 製品名称の命名は、以下のルールで行っています。

TPD1054F 例

$\frac{\text{TPD}}{1 \text{ 項}}$ $\frac{10}{2 \text{ 項}}$ $\frac{54}{3 \text{ 項}}$ (4 項) $\frac{\text{F}}{5 \text{ 項}}$

表 1.1 製品名称説明

項	意味	備考
1 項	東芝インテリジェントパワーデバイス製品を表す。	“TPD”
2 項	10~19 : 1 出力または 2 出力パワースイッチ (1 チップあたり)	—
	20~29 : 多出力パワースイッチ。	
	40~49 : ブリッジ出力パワースイッチ	
	70 : ローサイドゲートドライバー	
	71 : ハイサイドゲートドライバー	
	72 : ブリッジ用ゲートドライバー	
3 項	00 から 99 までの 2 桁数字の追番号	—
4 項	3 項までに表記できない変更をアルファベット順 (A から) で表記	パッケージ変更の場合は 5 項の後ろに表記
5 項	外囲器の種類を表す。 F : 面実装タイプ FN : フラットパッケージ 2 方向 (0.65 μ m ピッチ)	—

1.4. 製品ラインアップ

現在、当社で提供している IPD 製品は、以下のラインアップになります (2022 年 12 月時点)。

表 1.2 製品ラインアップ

機能	製品名	製品概要(出力数×オン抵抗 / 外囲器 / 他)	
ハイサイドスイッチ	TPD1052F	1 出力×0.8 Ω /PS8/AEC-Q100 適合	
	TPD1055FA	1 出力×0.12 Ω /WSON10/AEC-Q100 適合	
	TPD2015FN	8 出力×0.55 Ω /SSOP30	
ローサイドスイッチ	TPD1044F	1 出力×0.6 Ω /PS8/AEC-Q100 適合	
	TPD1054F	1 出力×0.8 Ω /PS8/AEC-Q100 適合	
	TPD1058FA	1 出力×0.1 Ω /WSON10/AEC-Q100 適合	
	TPD2017FN	8 出力×0.55 Ω /SSOP30	
ゲート ドライバー	ハイサイド スイッチ用	TPD7104AF	1 出力/PS8/AEC-Q100 適合
		TPD7106F	1 出力/SSOP16/AEC-Q100 適合
		TPD7107F	1 出力/WSON10/AEC-Q100 適合
	モーター用	TPD7211F	ハーフブリッジ出力/PS8/車載対応
		TPD7212FN	3 相用 6 出力/SSOP30/AEC-Q100 適合
		TPD7212F	3 相用 6 出力/WQFN32/AEC-Q100 適合

2. 端子説明

2.1. 入出力端子

IPD 製品の主な入出力の制御端子をローサイドスイッチの TPD1054F を例に説明します。電源/GND 端子の他、入力端子は、オン/オフ制御、スタンバイ制御の端子、出力端子は、負荷を繋ぐ端子と診断情報を外部へ発信する端子があります。

TPD1054F (ローサイドスイッチ) 例

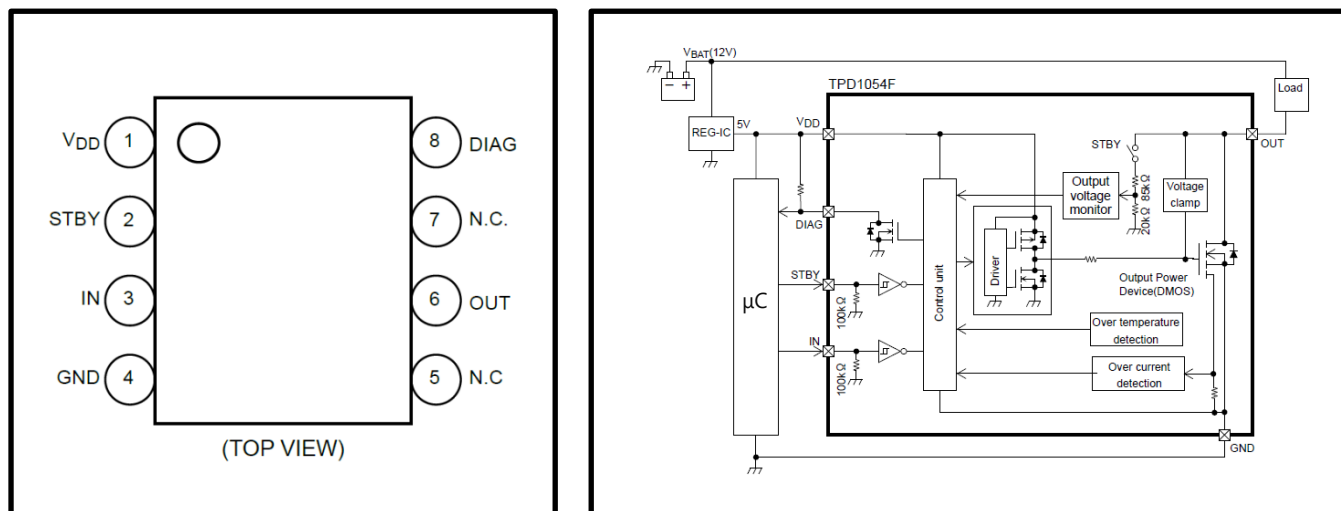


図 2.1 TPD1054F 端子配置図とブロックダイアグラム

表 2.1 端子説明 (TPD1054F)

端子名	端子説明
V _{DD}	電源端子。この製品内部の制御回路を動作させるための端子で規定範囲の電圧を印加して使用します。(製品によってはパワー出力部の電源端子もかねています)
STBY	スタンバイ入力用端子。この製品では STBY="L" 入力することで待機時の消費電流を低減できます。(製品によって設定有無あります)
IN	入力端子。V _{IN} =H/L 入力することにより出力のオン/オフを制御します。
GND	接地端子。
N.C	未接続端子。
OUT	出力端子。この端子と電源間に負荷を接続して使用します。(ローサイドスイッチ製品の場合)
DIAG	診断出力端子。製品の正常/異常をマイコンへフィードバックするための端子です。制御用電源 (5V や 3.3V) にプルアップして使用ください。

※製品によって異なる入力系/制御系/出力系端子を別途設けている場合もあります。

3. 保護機能

IPD 製品に組み込まれている回路の保護機能について説明します。

3.1. 過電流保護機能

過電流保護機能の具体的な動作は、製品内部の電流検出用の抵抗素子が発生する電圧と基準電圧を比較し、発生した電圧が基準電圧以上となると過電流状態であると判断し出力を遮断します。図 3.1 にローサイドスイッチ製品の過電流保護機能が動作した際の動作波形を示しています。入力電圧が H (オン制御) になった直後は、出力電圧が L (オン状態) ですが、過電流判定後は、出力電圧が H に遷移し、オフ動作に移行することで、出力電流が減衰していきます。過電流判定は、一定期間後に解除されますので、再度、過電流判定になった場合は、図のように過電流判定⇒解除が繰り返されます。(6.7 項、6.8 項の解説参照)

- 入力電圧
- 出力電圧
- 診断出力
- 出力電流

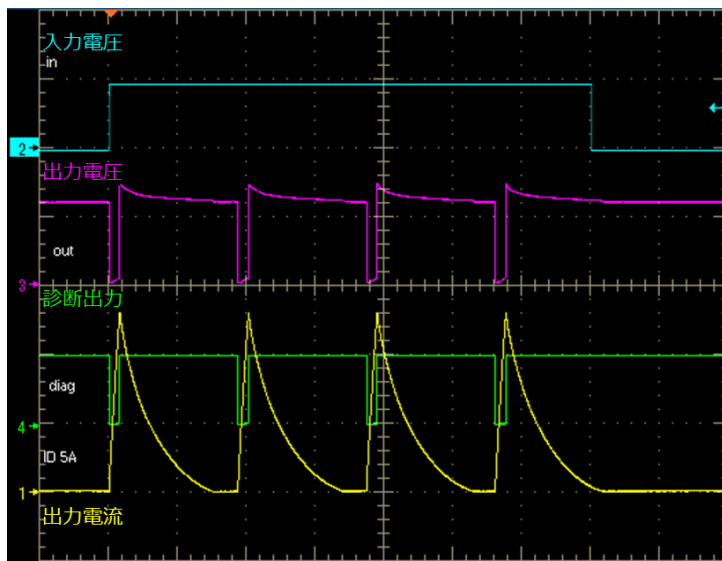


図 3.1 過電流保護機能

3.2. 過熱保護機能

過熱保護を必要とする温度の判断には、チップ上に配置された温度検出用ダイオードの順方向電圧(以下 V_F)を監視することにより行います。 V_F は約 $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$ の温度係数を持っており、内部の基準電圧と V_F を比較し、 V_F が基準電圧以下となると、温度上昇により過熱状態になったと判断して素子の保護機能が働きます。図 3.2 に過熱保護機能が動作した際の動作波形を示しています。

- 入力電圧
- 出力電圧
- 出力電流

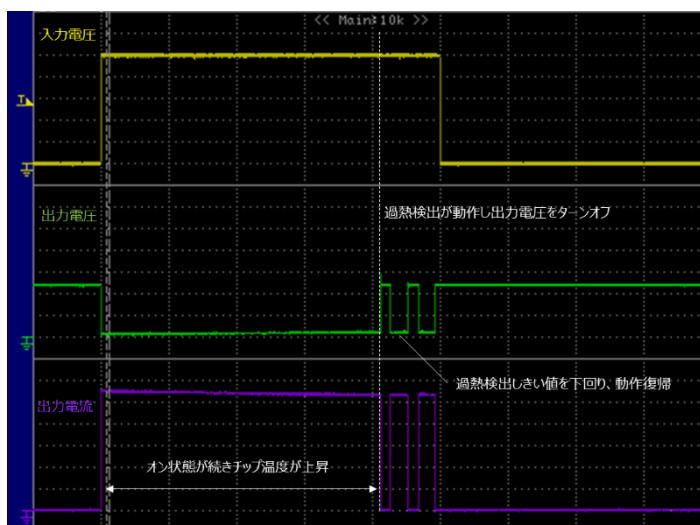


図 3.2 過熱保護機能

3.3. アクティブクランプ (ローサイドスイッチ製品例)

アクティブクランプとは、誘導性負荷をスイッチング制御するときに発生する逆起エネルギーによる電圧を素子の耐圧以下に抑えて、エネルギーを吸収する機能です。インダクタンスの逆起エネルギーによりドレイン・ソース間電圧が一定値以上となると出力 DMOS がオンし、エネルギーを回生させます。ダイオードを用いた順方向電圧での回生に比較して回生電圧が高いため高速に電流をカットオフさせることができます。

アクティブクランプ動作時には過電流保護や過熱保護は動作できませんので、規定しているエネルギーや最大定格温度を超えないよう設計願います。

- 入力電圧
- 出力電圧
- 診断出力
- 出力電流

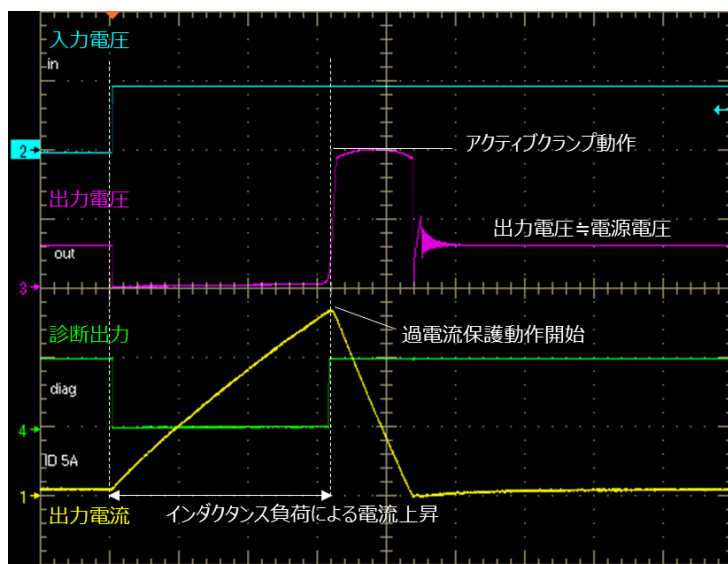


図 3.3 アクティブクランプ機能

3.4. 電源逆接続保護 (ゲートドライバー製品例)

3.4.1. MOSFET オン状態を保持することによる保護

製品 TPD7107F は、電源逆接続時、外部 MOSFET の損失低減を目的として、製品が制御している MOSFET をオン状態に保ち、製品や MOSFET の保護を行います。

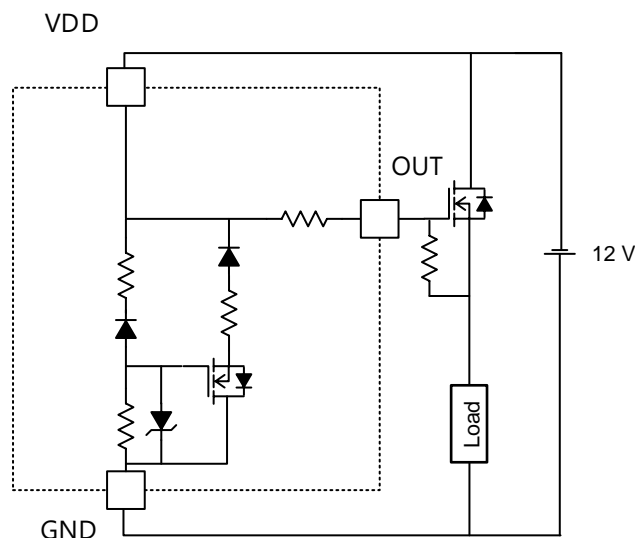


図 3.4 電源逆接続保護 (MOSFET オン)

3.4.2. MOSFET オフ状態を保持することによる保護

製品 TPD7104AF は、電源逆接続時に製品が制御している MOSFET をオフ状態に保ち、電流を遮断することにより、製品や MOSFET の保護を行います。ロードスイッチと組み合わせて使う場合には、図 3.6 のように通常動作時のオン/オフ制御を行う MOSFET と、逆接続保護用 MOSFET の回路構成を直列に接続するように設計してください。

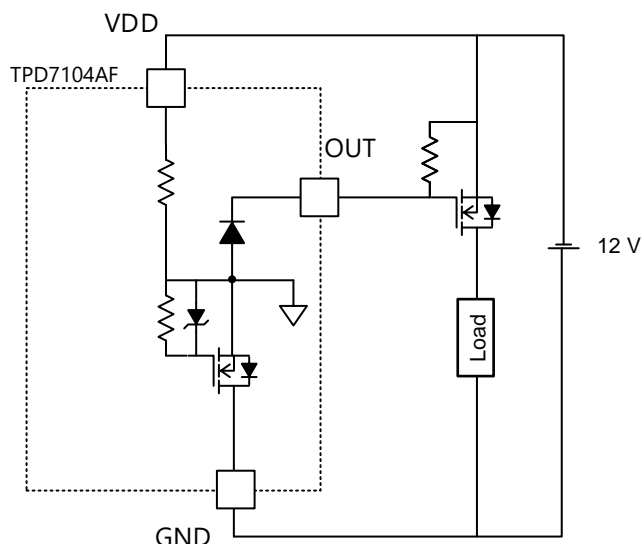


図 3.5 電源逆接続保護 (MOSFET オフ)

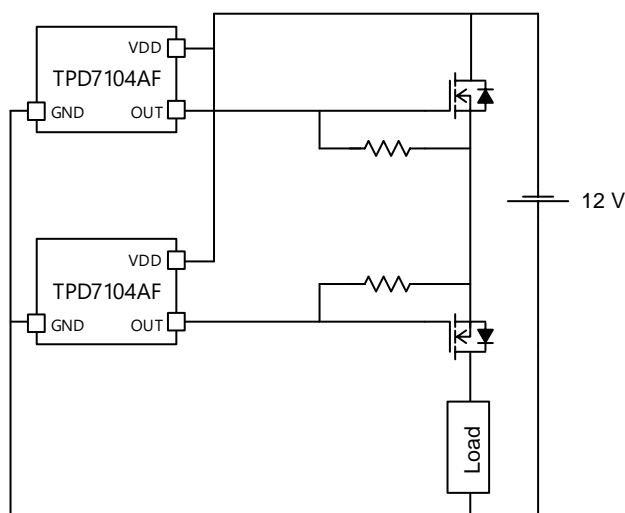


図 3.6 ロードスイッチと組み合わせる場合の構成

4. 診断機能

過電流保護動作、過熱保護動作、および、負荷がオープン（出力端子がハイインピーダンス状態）になったときなどに診断機能が動作します。診断機能の具体的な動作としては、正常時/異常時の状態を診断用の出力（DIAG 端子）からの”H”と”L”の信号を組み合わせで、マイコンなどへ情報を提供します。IPD 製品に入力される信号と診断機能により出力される信号を論理回路などで処理することにより、IPD 製品、および、IPD 製品が制御している MOSFET などで発生している異常状態を判断することができます。各製品の具体的な診断機能の情報については、各データシートの記載内容をご参照ください。

4.1. 電流センス機能

負荷に流れる電流の検出は、内蔵した電流センスアンプを用いてシャント抵抗 (R_S) に発生する差電圧を読み込み、あらかじめ設定したゲイン（抵抗比率： R_2/R_1 ）に応じたアナログ電圧として出力し、外部の A/D コンバーターを介して読み取ることにより行います。

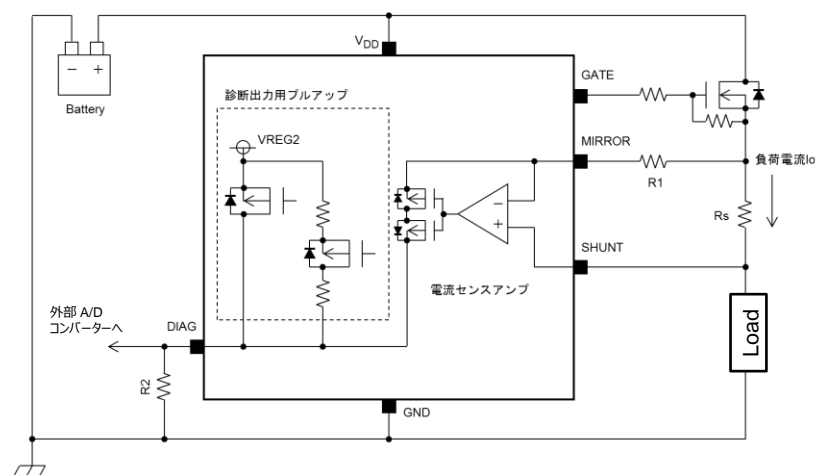


図 4.1 電流センスアンプ回路

診断用端子（DIAG 端子）から出力される負荷電流センス出力電圧は、下記の式 4.1 で算出します。

$$V_{DIAG} = \frac{R_2}{R_1} \times (R_S \times I_o + V_{IO}) \quad (\text{式 4.1})$$

- V_{DIAG} : DIAG 端子出力電圧
- I_o : 負荷電流
- V_{IO} : 入力オフセット電圧

4.2. 断線検出機能

断線（負荷オープン）検出機能は、ECU のコネクタ部での接触不良やハーネスの断線を検出する機能です。

負荷オープン検出機能は、大きく分けて下記の 2 種類があります。

1. 出力段トランジスターがオフ時に、出力端子電圧をモニターして、出力電圧が設定値以上の電圧となったときに、負荷オープンと判断する。
2. 出力段トランジスターがオン時に、出力段トランジスターに流れる電流をモニターして、出力電流が設定値以下となったときに、負荷オープンと判断する。

当社のハイサイドスイッチ用 IPD 製品の多くは、1. の出力段トランジスターがオフ時に、出力端子電圧をモニターして、負荷オープンを検出するタイプを採用しています。

オン/オフ制御の入力 $V_{IN=L}$ (出力オフ) 時、出力段トランジスターはオフに制御、Charge pump から OUT 端子までの経路の電流の影響は少ないので、出力電圧 (V_{OUT}) は、 $R1$ と外付け抵抗 RL の分圧で決定されます。この電圧 V_{OUT} が、設定値であるシュミットインバーター (SINV) のしきい値以上となった場合に負荷オープンと判定し、DIAG 端子に“H”を出力、マイコンなどに負荷オープンの情報として伝達します。

$$V_{OUT} = \frac{RL}{RL + R1} \times V_{DD} \geq V_{IH_{SINV}} \quad (\text{式 4.2})$$

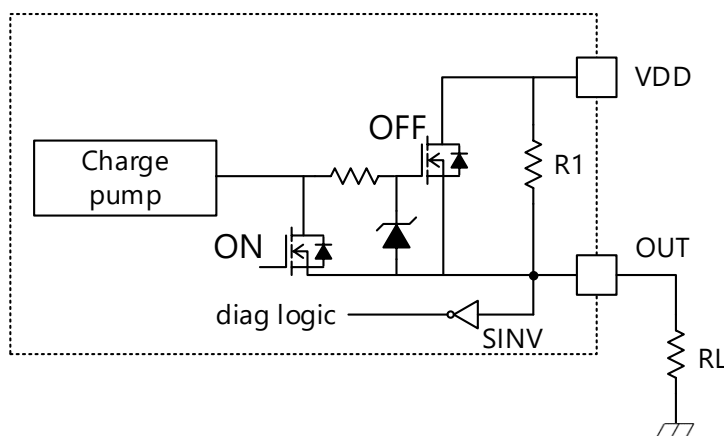


図 4.2 断線検出回路概略

4.3. 過電流検出機能

過電流検出機能は、出力段トランジスタに規定値以上の電流が流れた場合に動作し、製品自体の保護や診断結果をマイコンなどに伝達する機能です。

過電流の検出方法は、図 4.3 のように出力段トランジスタ (Q1) と一定比率 (1/N) のトランジスタ (Q2) を構成し、同じゲート電位で制御して、1/N の電流値 (I_S) が流れる検出用の経路を作っています。比較用の定電流 (I_{REF}) と抵抗 R2 で発生する基準電圧 ($R2 \times I_{REF}$) と、検出用経路で発生する電位 ($R1 \times I_S$) をコンパレータで比較して、正常な電流範囲内か、過電流状態かの判定をし、製品の保護動作や、診断情報の出力を行います。

- I_S と I_{OUT} に流れる電流比

$$I_{OUT} : I_S = N : 1 \quad (\text{式 4.3})$$

$$I_S = I_{OUT} / N \quad (\text{式 4.4})$$

- 過電流検出条件

$$R1 \times I_S \geq R2 \times I_{REF} \quad (\text{式 4.5})$$

$$I_S \geq \frac{R2}{R1} \times I_{REF} \quad (\text{式 4.6})$$

過電流検出値 I_{OC} は式 4.6、式 4.4 から、以下の式になります。

$$I_{OC} \geq \frac{R2}{R1} \times N \times I_{REF} \quad (\text{式 4.7})$$

例えば、製品が以下の数値で設計されているとした場合、

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega, R2 = 4 \text{ k}\Omega, N = 20000, I_{REF} = 60 \mu\text{A}$$

過電流検出値 I_{oc} は、以下になり、過電流状態を判断する基準となっています。

$$I_{oc} \geq \frac{4 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} \times 20000 \times 60 \mu\text{A} = 4.8 \text{ A} \quad (\text{式 4.8})$$

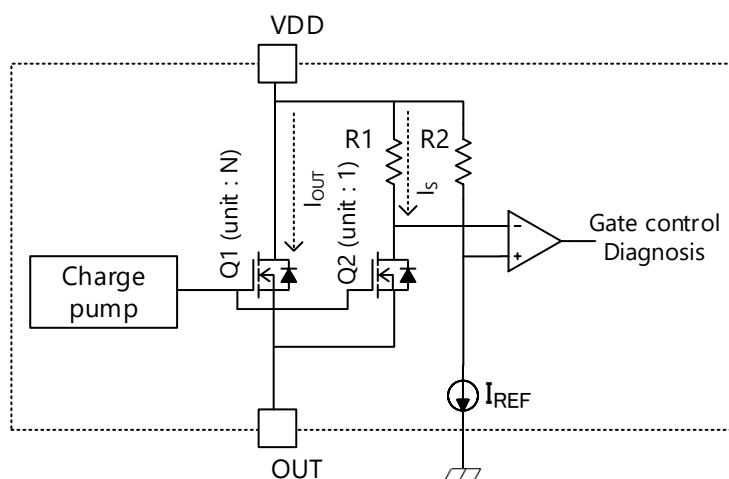


図 4.3 過電流検出回路概略

5. 絶対最大定格

表 5.1 に製品 TPD1058FA を例に絶対最大定格の各項目の値を示します。

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。

表 5.1 絶対最大定格 (TPD1058FA)

項目	記号	端子	定格	単位	備考
電源電圧	V _{DD}	V _{DD}	-0.3~6	V	-
入力電圧	V _{IN} , V _{STBY}	IN, STBY	-0.3~6	V	-
診断出力電圧	V _{DIAG}	DIAG	-0.3~6	V	-
診断出力電流	I _{DIAG}	DIAG	5	mA	-
出力電圧	V _{OUT}	OUT	-0.3~40	V	ドレイン・ソース間耐圧 60 V の N チャネル DMOS を使用
出力電流	I _{OUT}	OUT	内部制限(Note)	A	-
許容損失	P _D	-	1.84	W	-
アクティブクランプ耐量 (単発)	E _{AS}	-	95	mJ	-
アクティブクランプ電流	I _{AR}	OUT	6	A	-
動作温度	T _{opr}	-	-40~125	°C	-
チャネル温度	T _{ch}	-	150	°C	-
保存温度	T _{stg}	-	-40~150	°C	-

Note：出力電流は、過電流保護機能により制限されます。通常使用条件では、過電流検出値以下が使用できる範囲となります。

6. 電気的特性

表 6.1 に製品 TPD1058FA を例に電気的特性の一覧（一部抜粋）を示します。

表 6.1 電気的特性 (TPD1058FA)

項目	記号	端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
出カクランプ電圧	$V_{(CL)DSS}$	OUT	$I_{OUT}=1mA, V_{STBY}=5V, V_{IN}=0V$	40	46	60	V
動作電源電圧	$V_{DD(opr)}$	V_{DD}	-	4.5	5	5.5	V
低電圧保護	$V_{DD(UV)}$	V_{DD}	-	2.5	2.9	3.5	V
消費電流	I_{DD1}	V_{DD}	$V_{STBY}=0V, V_{IN}=0V, V_{DD}=5V$	-	0	10	μA
	I_{DD2}	V_{DD}	$V_{STBY}=5V, V_{IN}=0V, V_{DD}=5V$	-	0.61	2	mA
	I_{DD3}	V_{DD}	$V_{STBY}=5V, V_{IN}=5V, V_{DD}=5V$	-	0.62	5	mA
出力リーク電流	I_{OL1}	OUT	$V_{STBY}=V_{IL}, V_{IN}=V_{IL}, V_{OUT}=8\sim 16V$	-	-	10	μA
	I_{OL2}	OUT	$V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IL}, V_{OUT}=8\sim 16V$	-	160	300	μA
ハイレベル入力電圧	V_{IH}	IN,STBY	-	2.0	-	-	V
ローレベル入力電圧	V_{IL}	IN,STBY	-	-	-	0.8	V
ハイレベル入力電流	I_{IH}	IN,STBY	$V_{IN}(V_{STBY})=5V, V_{DD}=5V$	-	50	200	μA
ローレベル入力電流	I_{IL}	IN,STBY	$V_{IN}(V_{STBY})=0V, V_{DD}=5V$	-1	-	1	μA
診断出力リーク電流	I_{DH}	DIAG	$V_{DIAG}=5V$	-	-	3	μA
診断出力電圧	V_{DL}	DIAG	$I_{DIAG}=+1mA$	-	0.01	0.2	V
出力オン抵抗	$R_{DS(ON)1}$	OUT	$I_{OUT}=+2A, T_{ch}=25^{\circ}C, V_{DD}=5V, V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IH}$	-	0.07	0.10	Ω
	$R_{DS(ON)2}$	OUT	$I_{OUT}=+2A, T_{ch}=-40\sim 125^{\circ}C, V_{DD}=5V, V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IH}$	-	-	0.16	Ω
過熱検出	T_{OT}	-	$V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IH}$	150	172	200	$^{\circ}C$
	ΔT_{OT}	-		-	12	-	
過電流検出	I_{OC}	OUT	$V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IH}, V_{DD}=5V$	6	13	-	A
過電流保護動作時間	$t_{OFF-DUTY}$	OUT	$V_{BAT}=12V, R_L=0.1\Omega, V_{DD}=5V, V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IH}$	3	7	12	ms
負荷オープン検出抵抗	R_{op}	OUT	$V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IL}, V_{OUT}=8\sim 16V$	10	300	1000	k Ω
	ΔR_{op}	OUT	$V_{STBY}=V_{IH}, V_{IN}=V_{IL}, V_{OUT}=8\sim 16V$	-	40	-	k Ω

6.1. 出カクランプ電圧 ($V_{(CL)DSS}$)

TPD1058FA は、アクティブクランプ回路を内蔵しており、アクティブクランプが動作する出力電圧 $V_{(CL)DSS}$ を記載しています。これは、クランプ電圧を表していますが、アクティブクランプ動作は損失が大きく、また許容エネルギー値は規定していませんので、OUT 端子電圧 60V 以下の範囲で製品を使用することが条件となります。

6.2. 動作電源電圧 ($V_{DD(opr)}$)

動作電源電圧は、以降の電気的特性や各種保護機能を満足する際の電圧条件の範囲を示しています。

6.3. 出力リーク電流 (I_{OL})

出力リーク電流は、出力段の MOSFET がオフ状態における漏れ電流を規定しています。入力条件によってリーク電流は変化します。 I_{OL2} は、診断回路が動作状態にあるため、 $160\mu\text{A typ.}$ となっています。

6.4. ハイレベル入力電圧 (V_{IH})、ローレベル入力電圧 (V_{IL})

$V_{IH}:2.0\text{V}$ (最小) とは、 $V_{IN} \geq 2.0\text{V}$ の場合は、 V_{IN} の入力を必ず“High”と判断することで、 $V_{IL}:0.8\text{V}$ (最大) とは、 $V_{IN} \leq 0.8\text{V}$ では V_{IN} の入力を必ず“Low”と判断するということを表します。(入力端子のしきい値の実力値としては $0.8 \sim 2.0\text{V}$ 間にあります。)

6.5. 出力オン抵抗 ($R_{DS(ON)}$)

出力オン抵抗は、オン状態の時の出力段トランジスタのオン抵抗の値で、常温(25°C)、全温度範囲の2種類の条件で規定しています。

6.6. 過熱検出 (T_{OT})

製品使用時の損失などによる温度上昇に対して、製品、回路、内部素子の保護を目的として過熱状態を検出します。温度の判断には、チップ上に配置された温度検出用ダイオードの順方向電圧 V_F を監視することにより行っています。検出する温度以上で過熱検出の保護機能が働きますが、設計時は、安全な設計実現のため、許容損失や、熱抵抗値を考慮して、過熱検出の機能に頼らないようにお願いします。

6.7. 過電流検出 (I_{OC})

異常などが発生したときの過剰な電流値に対処するため、出力段トランジスタの電流値を検知できるように検出用の経路、および、規定した判定電圧との比較回路で構成した過電流検出の機構を組み込んでいます。過電流判定の後は、入力制御をオン⇒オフにするか、一定時間の経過 (6.8 項参照) で判定状態を解除します。解除後に再び過電流判定になる場合には、過電流判定⇒解除を繰り返す動作になります。

6.8. 過電流保護動作時間 ($T_{OFF-DUTY}$)

過電流保護動作時間とは、過電流の検出後、出力段トランジスタを一定時間オフ状態に保持する期間のことです。出力段トランジスタがオフ状態になり、過電流の判定値以下になっても、その時点では過電流判定は解除されません。過電流保護動作時間後、過電流時の影響が解消されてから、過電流判定を解除し、通常の動作状態に移行するようにしています。

7. パッケージラインアップ

低耐圧 IPD 各製品に使用しているパッケージおよびその形状を紹介します。

7.1. WSON10

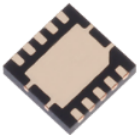
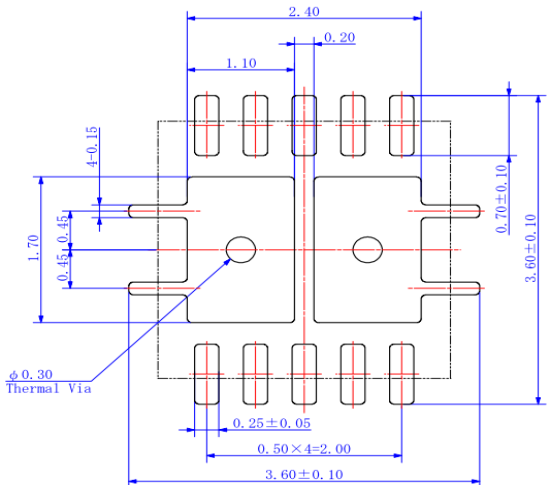
外形寸法	参考ランドパターン 単位 : mm	対象製品
3.0x3.0mm		
		TPD1055FA TPD1058FA

図 7.1 WSON10 パッケージ情報

7.2. WSON10A

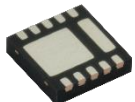
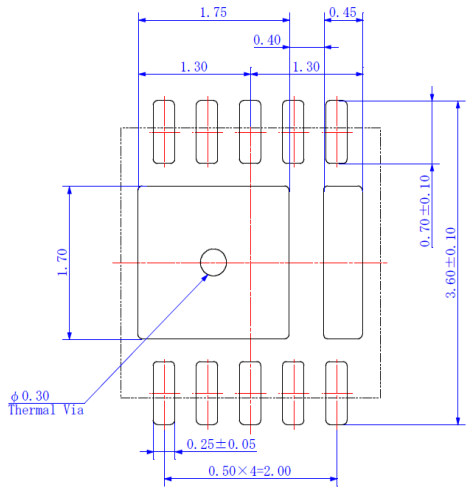
外形寸法	参考ランドパターン 単位 : mm	対象製品
3.0x3.0mm		
		TPD7107F

図 7.2 WSON10A パッケージ情報

7.3. WQFN32

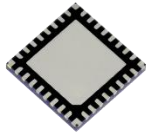
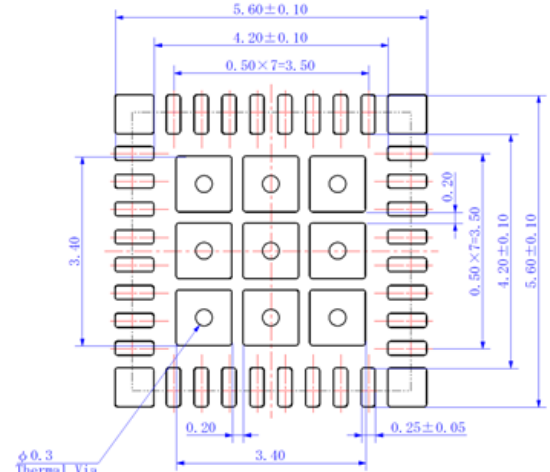
外形寸法	参考ランドパターン 単位：mm	対象製品
5.0x5.0mm		
		TPD7212F

図 7.3 WQFN32 パッケージ情報

7.4. PS-8

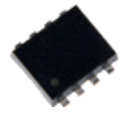
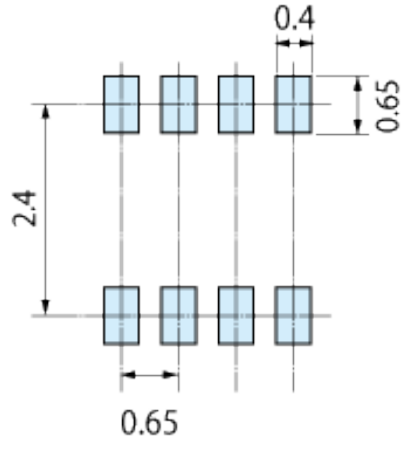
外形寸法	参考ランドパターン 単位：mm	対象製品
2.8x2.9mm		
		TPD1052F TPD1054F TPD7211F TPD7104AF

図 7.4 PS-8 パッケージ情報

7.5. SSOP16


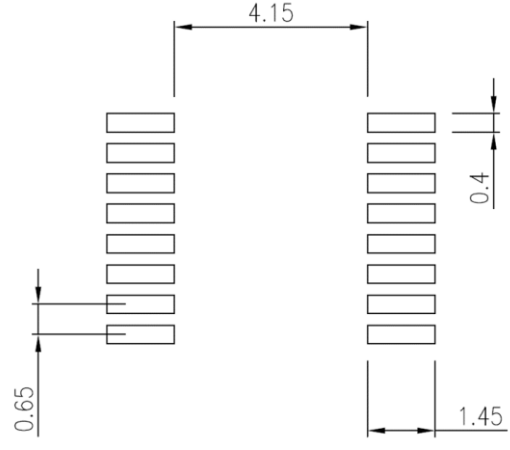
外形寸法	参考ランドパターン 単位 : mm	対象製品
5.0x6.4mm		
		TPD7106F

図 7.5 SSOP16 パッケージ情報

7.6. SSOP30


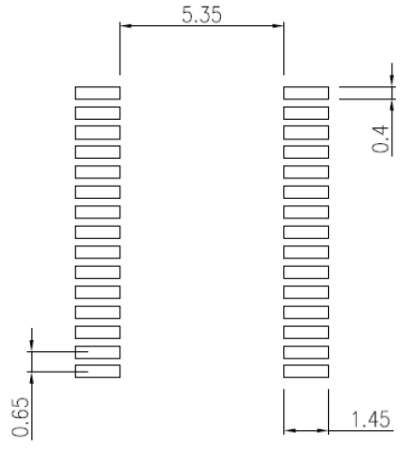
外形寸法	参考ランドパターン 単位 : mm	対象製品
9.7x7.6mm		
		TPD2015FN TPD2017FN TPD7212FN

図 7.6 SSOP30 パッケージ情報

8. 応用回路 (外付けで対策が必要な応用回路例)

8.1. インダクタンス負荷駆動 (ハイサイドスイッチ製品の例)

エネルギー耐量を規定していない製品で、誘導性負荷 (ソレノイドやモーター) を使用する場合には、下図のような外付け部品での対策が必要となります。アクティブクランプ回路が内蔵されていない製品では、出力端子への負電圧印加により、製品内部の寄生素子が動作することによる誤動作や、内部素子の耐圧を超えて劣化や破壊が発生する可能性があります。この対策として、誘導性負荷に並列にフリーホイーリングダイオード (FWD) を接続させることにより、逆起エネルギーを回生させて、出力端子電圧を約 $-0.7V$ 程度でクランプさせます(図 8.1)。ただし、FWD を接続することにより長い時間、回生電流が流れるため、PWM 制御を行う場合には制御性の問題が発生します。その場合、出力クランプ回路を内蔵した、OUT 端子に負電圧定格を持つ製品では、誘導性負荷に流れる電流を FWD+ツェナーダイオードによる回生で急速にオフさせることができ、PWM 制御時の制御性を向上させることができます(図 8.2)。

8.1.1. 対策回路 1

OUT - GND 間にダイオードを接続。ダイオードは電源電圧以上の耐圧製品を選定ください。

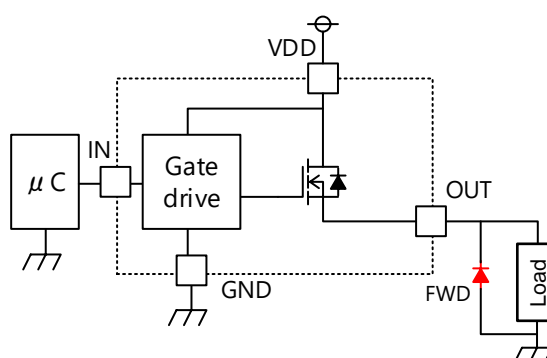


図 8.1 インダクタンス負荷 対策回路 1

8.1.2. 対策回路 2

対策 1 の回路にツェナーダイオードを追加。エネルギー回生時間を短縮できます。

※IPD 製品の OUT 端子の負電圧定格を確認した上でご使用ください。

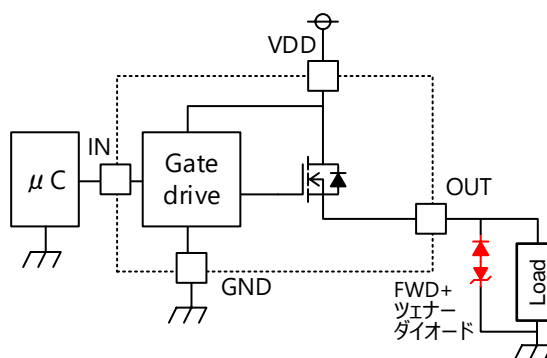


図 8.2 インダクタンス負荷 対策回路 2

8.1.3. 対策回路 3

電源 (VDD) - 出力 (OUT) 間にツェナーダイオードを接続。

※IPD 製品の OUT 端子の負電圧定格を確認した上でご使用ください。

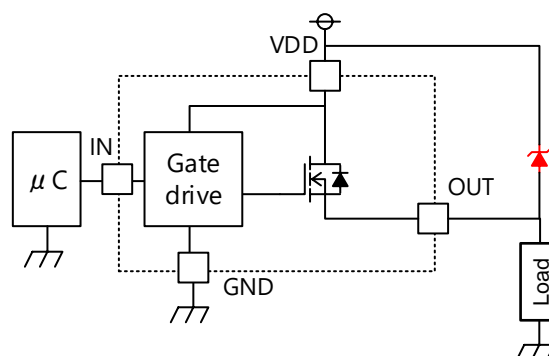


図 8.3 インダクタンス負荷 対策回路 3

8.2. 電源逆接続保護 (電源逆接続保護非内蔵ハイサイドスイッチ製品の例)

エネルギー耐量を規定していない製品で、インダクタンス負荷 (ソレノイドやモーター) を使用する場合には、下図のような外付けでの対策が必要となります。

8.2.1. 対策回路 1

GND には消費電流など小さい電流しか流れないので許容損失の小さいダイオードで対策することが可能です。ただし、ダイオードの順方向電圧分の電圧降下が発生するため、入力のしきい値がシフトします。負荷から流れる電流での熱に注意してください。

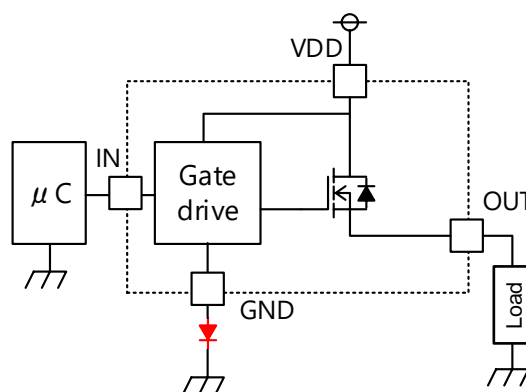


図 8.4 電源逆接続保護 対策回路 1

8.2.2. 対策回路 2

電源逆接続の対策回路として、バッテリーとの経路上にダイオードを接続することにより、負荷からの回り込む電流も対策することが可能です。ただし、パワーラインにダイオードを接続するため、許容できる損失に対応したダイオードが必要になります。

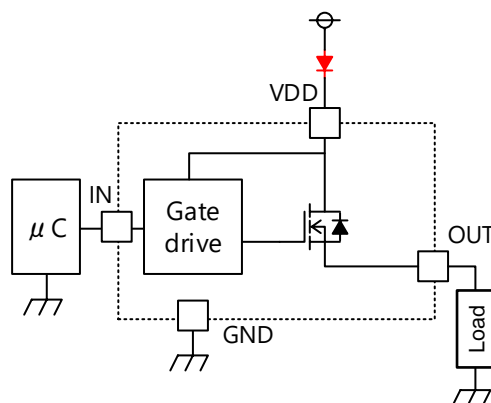


図 8.5 電源逆接続保護 対策回路 2

8.2.3. 対策回路 3

対策回路 2 のバッテリーとの経路上に接続したダイオードを MOSFET 化することで、通常時の電圧降下を低減できます。ただし、この場合、外付け部品が多くなり部品コストが高くなります。

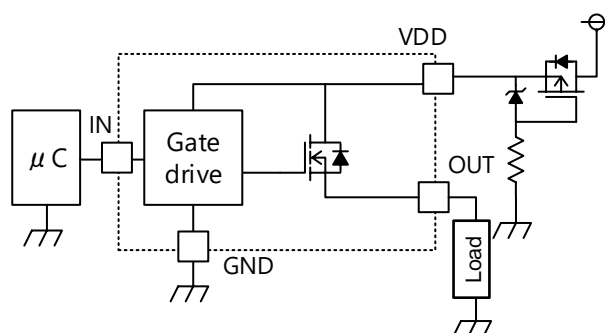


図 8.6 電源逆接続保護 対策回路 3

9. 評価用基板

当社では、IPD 製品の使用方法をより分かりやすく理解していただくために IPD 製品の種類ごとに基本動作確認用の評価基板を準備しています。

9.1. ハイサイドスイッチ製品の評価用基板

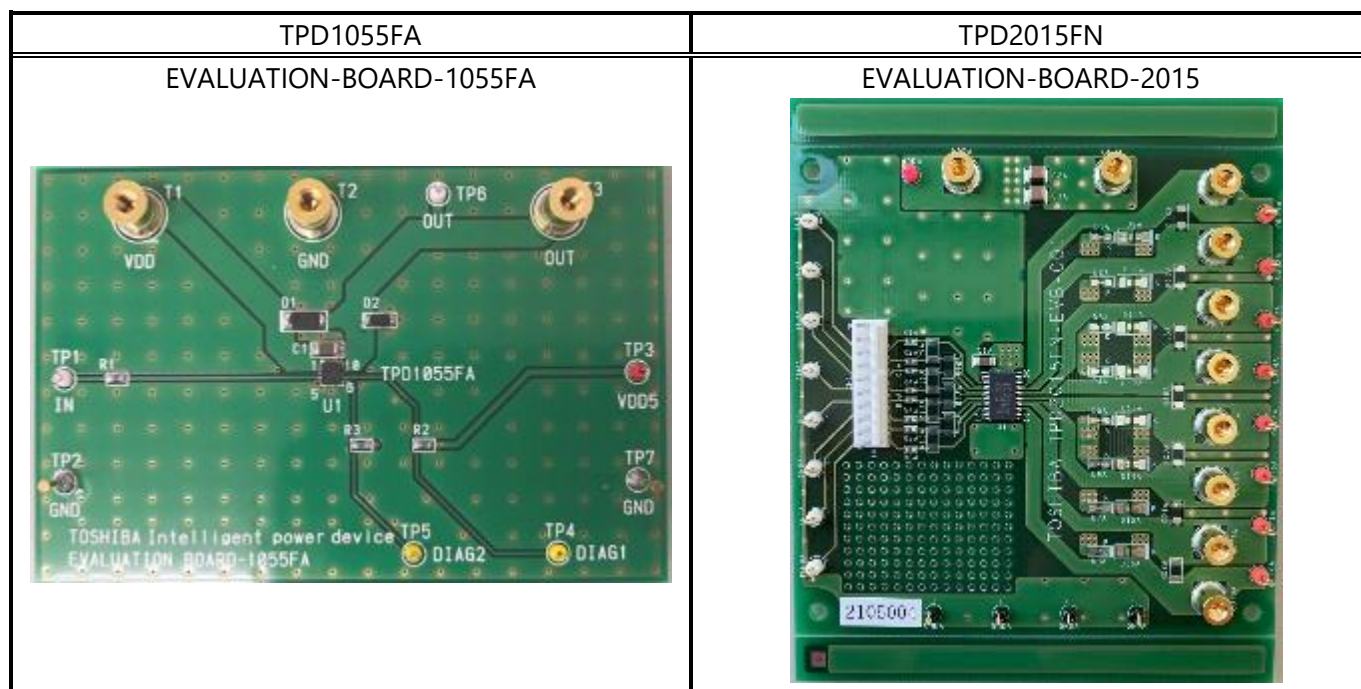


図 9.1 ハイサイドスイッチ製品の評価用基板

9.2. ローサイドスイッチ製品の評価用基板

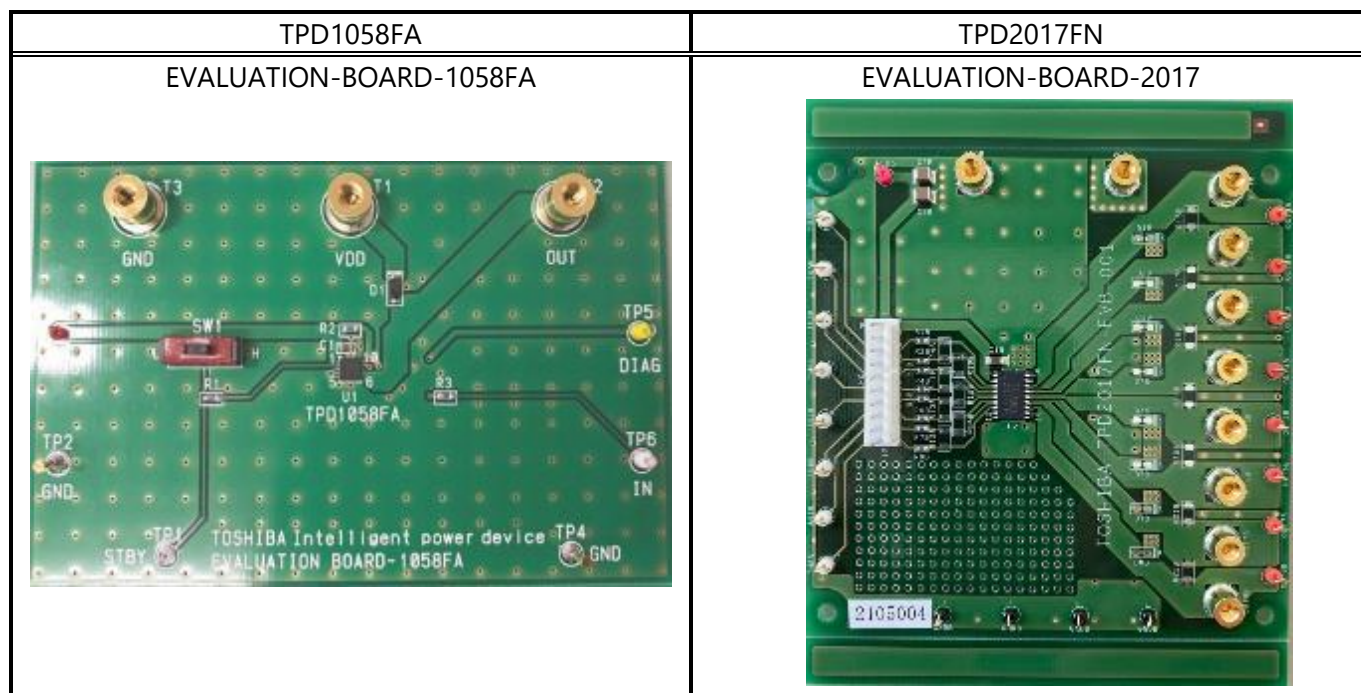


図 9.2 ローサイドスイッチ製品の評価用基板

9.3. ゲートドライバー製品の評価用基板

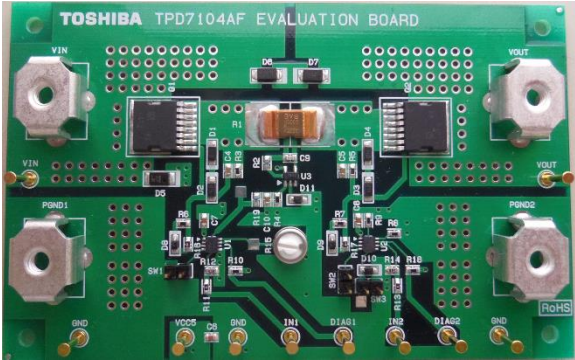
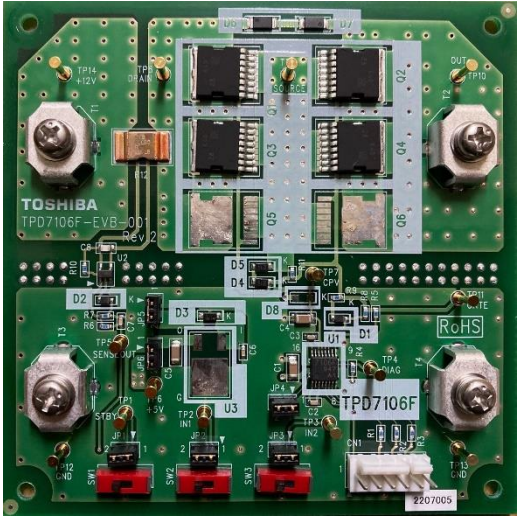

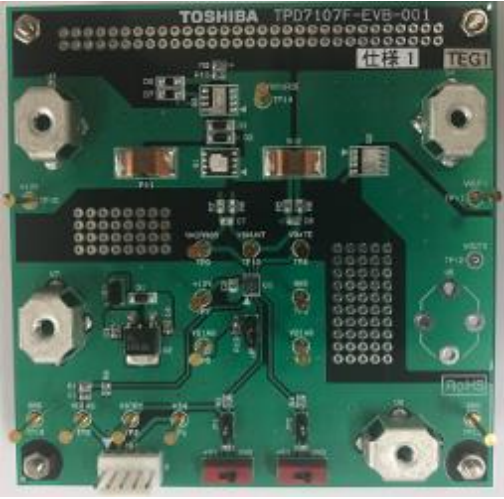
<p style="text-align: center;">TPD7104AF EVALUATION-BOARD-7104AF</p>  <p>The image shows the TPD7104AF evaluation board, a green PCB with various components including a central IC, resistors, capacitors, and connectors. It features four large silver heat sinks for power dissipation.</p>	<p style="text-align: center;">TPD7106F EVALUATION-BOARD-7106-2</p>  <p>The image shows the TPD7106F evaluation board, a green PCB with multiple ICs, resistors, and capacitors. It includes four large silver heat sinks and a central IC labeled TPD7106F.</p>
<p style="text-align: center;">TPD7212FN EVALUATION-BOARD-7212FN</p>  <p>The image shows the TPD7212FN evaluation board, a green PCB with several ICs, resistors, and capacitors. It features four large silver heat sinks and a central IC labeled TPD7212FN.</p>	<p style="text-align: center;">TPD7107F EVALUATION-BOARD-7107-DSOP</p>  <p>The image shows the TPD7107F evaluation board, a green PCB with multiple ICs, resistors, and capacitors. It includes four large silver heat sinks and a central IC labeled TPD7107F.</p>

図 9.3 ゲートドライバー製品の評価用基板

なお、各評価用基板に関する詳細情報につきましては、当社ウェブ窓口までお問い合わせください。

[お問い合わせ | 東芝デバイス&ストレージ株式会社](#)

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/>