

eFuse IC の基本的な使い方と機能

概要

eFuse IC (電子ヒューズ) は、高速の過電流保護を MOSFET で行うことにより、従来ヒューズのデメリットを解決する製品です。

従来ヒューズ同様に使用可能であるほか、半導体であることを活かして各種保護機能内蔵しています。

本資料では TCKE800/805/812 シリーズを使用して基本的な使い方・保護機能の役割と動作について説明します。

保護機能には過電流保護、過電圧保護、短絡保護、突入電流抑制、過熱保護などがあります。

目次

1. はじめに	3
2. eFuse IC とは.....	4
2.1. eFuse IC の使い方	4
2.2. eFuse IC の周辺回路.....	4
2.3. eFuse IC 使用によるメリット.....	6
2.4. TCKE800/805/812 シリーズラインアップ	7
3. eFuse IC の各種機能の説明.....	8
3.1. 過熱保護機能	8
3.2. タイミングチャート.....	9
3.3. 過電流保護機能の動作.....	10
3.4. 過電流保護機能の設定.....	11
3.5. 短絡保護機能	12
3.6. 過電圧保護機能	13
3.7. 突入電流抑制機能(インラッシュ電流抑制機能)	14
3.8. 突入電流(スルーレート)の設定	14
3.9. 逆流防止機能	15
3.10. 低電圧誤動作防止機能 (UVLO)	16
3.11. EN/UVLO 端子機能	17
4. eFuse IC の応用例	20
5. まとめ.....	21
6. 関連リンク	22
7. 製品取り扱い上のお願い	23

1. はじめに

現在、各種電子機器において過熱や発火などを防止する製品の保安部品として、ヒューズやポリスイッチ（リセット可能ヒューズ、ポリヒューズ）といった部品が多用されています。いずれも定格以上の電流が流れることにより発生するジュール熱を利用した保護デバイスですが、本ガイドでは、これらを従来ヒューズと呼びます。

ガラス管ヒューズやチップ電流ヒューズでは内蔵する金属部品の溶断により、ポリスイッチでは導電性ポリマーの熱膨張による抵抗値の急激な増大により、通電を遮断、あるいは制限することで回路を保護、機器の破壊を防止しています。

しかしながら、いずれも動作する電流の精度が低く遮断電流が不明確であったり、ジュール熱を使用するため保護までに時間がかかるというデメリットがあります。また、金属を溶断させるヒューズでは、一度動作すると不可逆的に破壊するためヒューズ自体の交換作業が必要になるというデメリットもあります。

eFuse IC(電子ヒューズ)は、通電の遮断を MOSFET スイッチで行うことにより、上述した従来ヒューズのさまざまなデメリットを解決する製品です。従来ヒューズ同様にご使用していただくことができるほか、IC であることを活かして過電流以外のさまざまな保護機能を持たせることもできます。

当社では、eFuse ICとして TCKE800/805/812 各シリーズを開発いたしました。それぞれのシリーズで一定時間の遮断後に自動的に復帰を試行するオートリトライタイプ (Auto retry type) と、外部信号によって復帰するラッチタイプ (Latch type) をラインアップしております。また、過電流のほか、過電圧 (TCKE800 シリーズを除く)、短絡、過熱保護機能、ラッシュ電流抑制機能(スルーレートコントロール)、逆流防止機能を内蔵しており、効果的に回路や機器を保護することができます。

本資料では、これら eFuse IC の用途や使い方、動作、主な特性について解説します。

2. eFuse IC とは

2.1. eFuse IC の使い方

東芝 eFuse IC は従来のヒューズでは実現不可能な様々な高性能・高精度の保護機能をワンパッケージに内蔵しています。ディスクリート受動部品や複数の IC の組み合わせによる機能実現に比べて、高性能な保護機能と部品点数の削減による低コスト化、実装面積の縮小による小型化に貢献できます。また、繰り返し使用可能ですので修理にかかる保守メンテナンス費用や復旧時間の削減にも効果的な製品です。



図 2.1 eFuse IC の使用例

東芝 eFuse IC は従来のヒューズでは実現できなかった高速の短絡保護機能、高精度の過電流保護機能、高精度の過電圧クランプ機能、逆流防止機能、スルーレート調整機能、過熱保護機能なども兼ねそろえています。さらに国際安全規格 (IEC 62368-1) を取得しておりロバスト設計の簡易化、修理メンテナンス含めた低コスト化に貢献します。

2.2. eFuse IC の周辺回路

eFuse IC の周辺回路例を以下に示します。

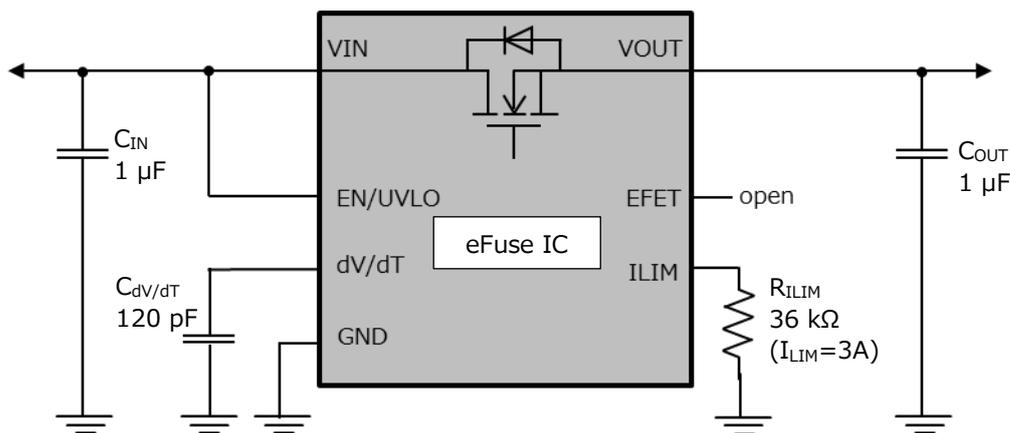


図 2.2 eFuse IC の周辺回路例

入力端子 VIN には電源を接続します。通常の動作時には、MOSFET を経て出力端子 VOUT から VIN とほぼ同じ電圧が出力されます。

短絡や過電流の保護時など電流が急減すると、eFuse IC の入出力端子に接続される配線などのインダクタンス成分の逆起電力により高いスパイク電圧が発生し、eFuse IC がダメージを受け、破壊に至るおそれがあります。この場合入力側ではプラスのスパイク電圧が、出力側ではマイナスのスパイク電圧が、それぞれ発生します。

基板設計では eFuse IC の入力側と出力側の配線長はできるだけ短くなるようにパターンを設計してください。また、GND

の配線領域はインピーダンスを下げるため、できるだけ広く取ってください。

入力で発生するプラスのスパイク電圧に対して C_{IN} には波高値を抑える働きがあります。スパイク電圧の波高値 V_{SPIKE} と C_{IN} の容量値には以下の関係があり、 C_{IN} を大きくすればスパイク電圧を小さくできることがご理解いただけます。

$$V_{SPIKE} (V) = V_{IN} + I_{OUT} \times \sqrt{\frac{L_{IN}}{C_{IN}}}$$

L_{IN} : 入力端子の実効インダクタンス成分 (H)、 I_{OUT} : 出力電流 (A)
 V_{SPIKE} : 発生するスパイク電圧の波高値 (V)、 V_{IN} : 通常動作時の電源電圧 (V)

東芝 eFuse IC では C_{IN} に 1 μ F を推奨しておりますが、必ず実機でご確認ください。

eFuse IC の入力端子に過渡的に加わる電圧が絶対最大定格を超える場合は、TVS ダイオード (ESD 保護用ダイオード) を入力端子と GND の間に接続してください。

また、出力側で発生するマイナスのスパイク電圧に対しては、SBD (ショットキーバリアダイオード) を接続して出力電位が GND よりも大きく低下することを防ぐことができます。SBD は eFuse IC だけではなく、負荷として接続される IC や機器の保護としても効果的です。SBD は eFuse IC の出力端子と GND 間に、GND 側をアノードとして接続してください。

このように、eFuse IC の保護機能をより強化することができますので、eFuse IC には TVS ダイオードと SBD を併用することを推奨します。この場合の周辺回路例を下記に示します。

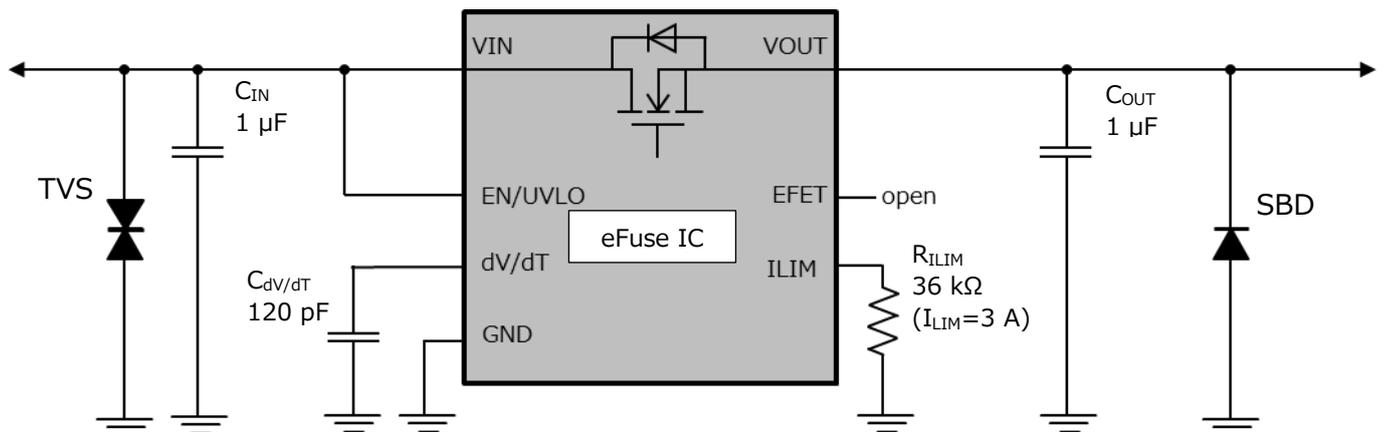


図 2.3 TVS、SBD を併用した eFuse IC の周辺回路例

この回路例で当社製 eFuse IC と組み合わせる製品として、TVS ダイオードとして DF2S23P2CTC を、SBD として CUHS20S30 を、それぞれ推奨いたします。この製品の詳細は下記リンク先をご参照ください。

TVS ダイオード DF2S23P2CTC の詳細はこちら →

[Click Here](#)

ショットキーバリアダイオード CUHS20S30 の詳細はこちら →

[Click Here](#)

その他、ILIM 端子には過電流保護の制限電流 I_{LIM} を決定する抵抗を接続します。上記の例では制限電流 3 A に設定されています。dV/dT 端子には突入電流抑制のためのスルーレートコントロール用のコンデンサを接続します。EFET 端子は逆流防止を使用する場合に外付け MOSFET のゲートを駆動する端子ですが、上図は逆流防止機能は使用しない構成なのでオープンとしています。逆流防止機能を使用する場合は 3.9 項をご参照ください。EN/UVLO 端子は内蔵 MOSFET のオン/オフ制御を行うほか、外付け回路によって低電圧誤動作防止回路のスレッシュホールド電圧を最適値に設定できます。

これら各端子の機能と外付け素子の決定方法については、3 章にて詳述しておりますので、そちらをご参照ください。

2.3. eFuse IC 使用によるメリット

eFuse IC を使用した場合、以下のようなメリットが考えられます。

- 交換不要によるメンテナンス費用と時間の削減
内蔵された MOSFET を OFF して電流を遮断しますので、一度の過電流で破壊されることはなく、再度 FET をオンすればもとのように電流を流して通常動作に復帰させることができます。不可逆的に溶断させる従来のヒューズと異なり、繰り返し使用できますので、部品を交換する必要がなく、修理など保守メンテナンスにかかる費用や時間を削減できます。
- 高精度な電流、電圧保護機能によるロバストな保護性能の実現
従来ヒューズは溶断や熱膨張を利用しているため、通電を遮断する電流を厳密に決定することができません。従って、負荷で想定される電流に対し、誤作動を避けてある程度の幅を持たせた定格電流のものを選定することになりますので、破壊のリスクが残ります。これに対して eFuse IC では検出電流は外付け抵抗で設定することができ、最適な電流値を高精度に設定することが可能です。また、TCKE805/812 シリーズなどでは、過電圧に対して高精度に電圧クランプをかけることも可能です。これらの機能により、電流や電圧に対してロバストな保護性能を実現します。
- 高速な保護動作による信頼性の向上
従来ヒューズではジュール熱による温度上昇がヒューズ材料の融点に達するまで時間がかかるので、過電流の発生から遮断までタイムラグがあります。この間は過電流が流れ続けることとなりますが、e-Fuse IC では過電流の検出とほぼ同時にスイッチ OFF、電流を遮断することが可能なため、過電流が流れる時間を大幅に短縮することができます。これによって機器へのダメージを減らすことができ、長期的な信頼性を向上させることができます。
- 各種保護機能のワンパッケージ化による低コスト化、小型化
eFuse IC はその名のとおり IC なので、過電流保護機能のほか、従来のヒューズでは実現不可能な過電圧保護機能、突入電流抑制(スルーレートコントロール)機能、過熱保護機能、逆流防止機能といった様々な機能をワンパッケージ化できます。ディスクリート受動部品や複数の IC の組み合わせによる機能実現に比べて、部品点数と工数を大幅に削減することや実装面積を縮小することができ、低コスト化、小型化に貢献します。
- 国際安全規格取得による機器設計の簡易化
国際的に認知された安全規格を遵守するために必要な試験には時間がかかります。民生用や産業用などの商用機器で広く使用される ICT や AV 装置には、国際安全規格 IEC62368-1 が該当しますが、この規格では機器で異常が発生した際に迅速、かつ確実に電源を遮断することが求められています。
TCKE800/805/812 シリーズはこの規格を取得予定で、安全規格に関する機器の試験を一部省略することができますので、機器設計の省力化と設計期間の短縮に貢献します。

東芝 eFuse IC と従来ヒューズを比較した結果を次ページの表 2.1 に示します。

表 2.1 eFuse IC と従来ヒューズの比較

	ガラス管 ヒューズ	チップ電流 ヒューズ	ポリスイッチ (リセットابل ヒューズ)	東芝 eFuse IC
サイズ	3mm×10mm～	1mm×0.5mm～	1mm×0.5mm～	3mm×3mm (WSO10B)
繰り返し性	×	×	○	○
過電流保護 (クランプ電流)	0.1A～ (定格電流) 精度 なし	0.2A～ (Rated current) 精度 なし	0.3A ～ (I trip) 精度 なし	0.5A to 5.0A 精度 11%
過電圧保護精度 (クランプ電圧)	無	無	無	6.04V (typ.) TCKE805 精度 7%
保護速度	定格なし (～1s 電流値による)	5s @Rated current x 2	定格なし (一般的にガラス管ヒューズより遅い)	150ns (typ.)
過熱保護機能	無	無	無	○
On 抵抗		30mΩ～	20mΩ～	28mΩ (typ.)@Io=5A

一見チップ電流ヒューズやポリスイッチのほうがサイズは小さいですが、eFuse IC は他のさまざまな保護機能を内蔵しており、これらを別部品で構成した場合と比較すると、これよりも大幅に大きくなります。その他、項目によっては従来ヒューズの方が値がいい部分もありますが、全体として比較した場合、eFuse IC のほうが利点が多いことがわかりいただけます。

2.4. TCKE800/805/812 シリーズラインアップ

東芝製 eFuse IC TCKE800/805/812 シリーズのラインアップを下表に示します。

表 2.2 TCKE800/805/812 シリーズの製品リスト

品名	パッケージ	過電圧クランプ電圧	復帰動作
TCKE800NA	WSO10B	クランプなし	自動復帰タイプ (オートリトライ)
TCKE805NA	WSO10B	6.04V	
TCKE812NA	WSO10B	15.1V	
TCKE800NL	WSO10B	クランプなし	ラッチタイプ
TCKE805NL	WSO10B	6.04V	
TCKE812NL	WSO10B	15.1V	

3. eFuse ICの各種機能の説明

eFuse ICに搭載される各種保護機能の詳細を、TCKE800/805/812を例に説明します。

3.1. 過熱保護機能

過熱保護機能（サーマルシャットダウン）は、出力に大電流が流れ続けてeFuse ICのジャンクション温度が設定値以上になったときにICの動作を停止させて出力を遮断し、保護する機能です。TCKE800/805/812シリーズでは、この機能を利用して過電流、短絡、過電圧の各保護動作から通常動作への復帰方法を変えた自動復帰のオートリトライタイプと、外部操作のラッチタイプの2タイプを用意しています。保護動作時にオートリトライタイプはラッチをかけず、ラッチタイプはラッチをかけるという違いがありますが、復帰動作が異なるだけなので、応用回路は全く同一です。

下図に、オートリトライタイプの過熱保護機能の動作イメージを示します。

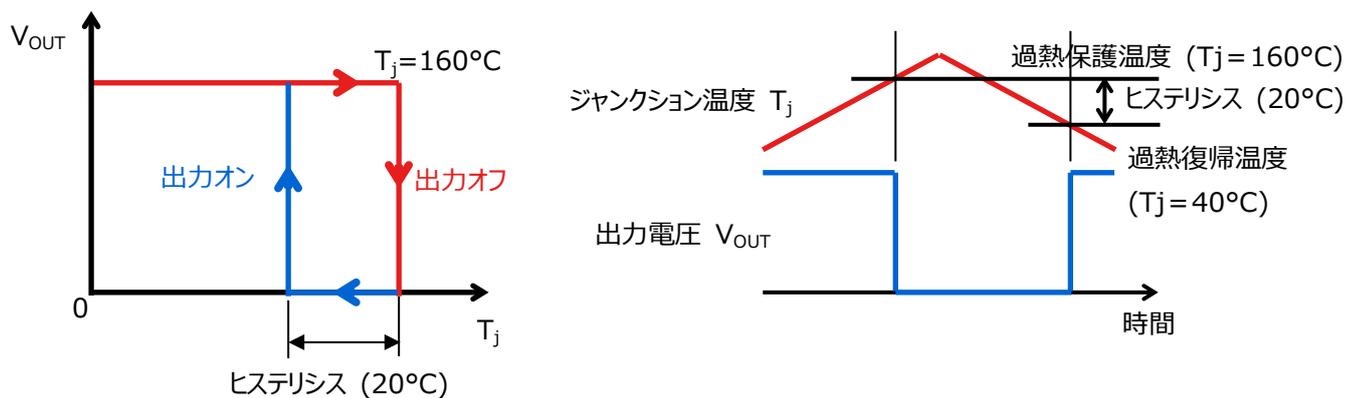


図 3.1 過熱保護機能動作

過電流および過電圧クランプ動作が継続したときなどジャンクション温度が上昇するので、過熱保護機能が動作しますが、保護動作後は電流が流れなくなり、温度は低下し始めます。過熱保護の動作温度と復帰温度にはヒステリシスを持たせており、一定時間後にここまで温度が下がるとラッチをかけないオートリトライタイプは通常動作に復帰します。このときに過電流や過電圧などの異常が解消していないと、再び過熱保護動作に入りますので、以後は過熱保護と解除を繰り返すことになります。

オートリトライタイプはこの動作を利用して自動的に復帰を試行しています。一方、ラッチタイプは保護動作にラッチをかけてしまいますので、温度が下がっても通常動作には復帰しません。ラッチタイプの復帰には外部から入力電圧やEN/UVLO端子の制御信号を入れ直すという操作が必要になります。ご使用になる機器の用途や仕様に合わせて選択してください。

3.2. タイミングチャート

オートリトライタイプのタイミングチャートを下図に示します。

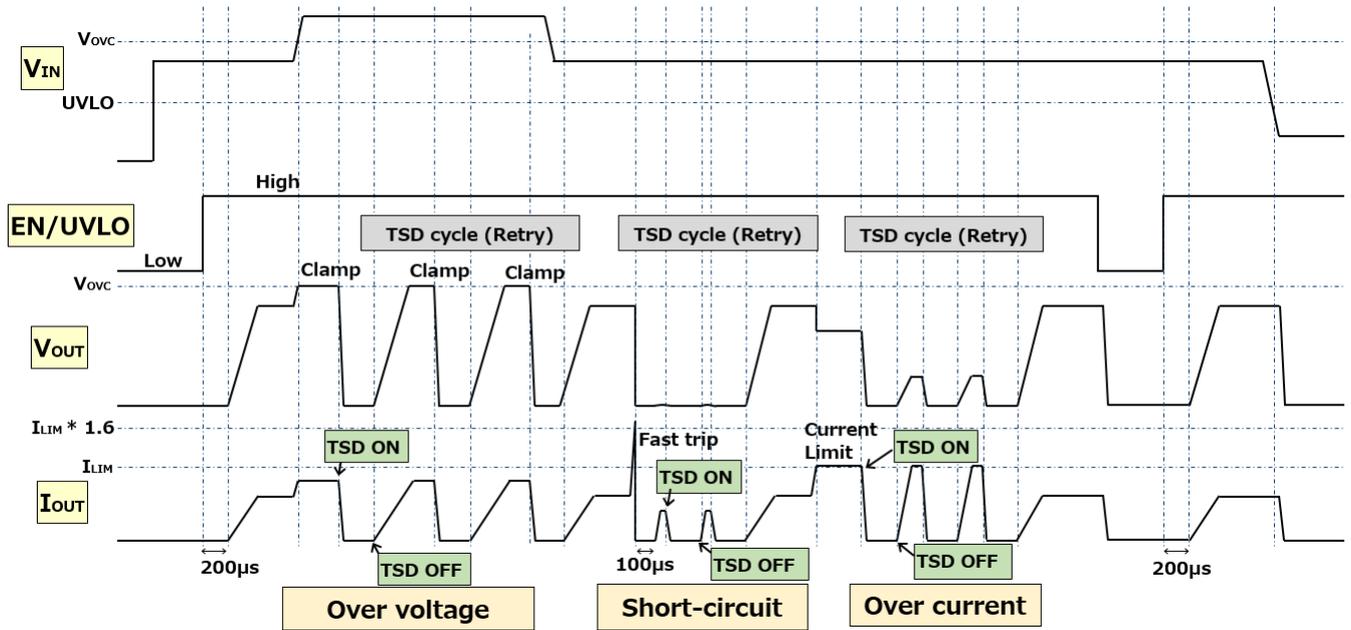


図 3.2 タイミングチャート (オートリトライタイプ)

ラッチタイプのタイミングチャートを下図に示します。

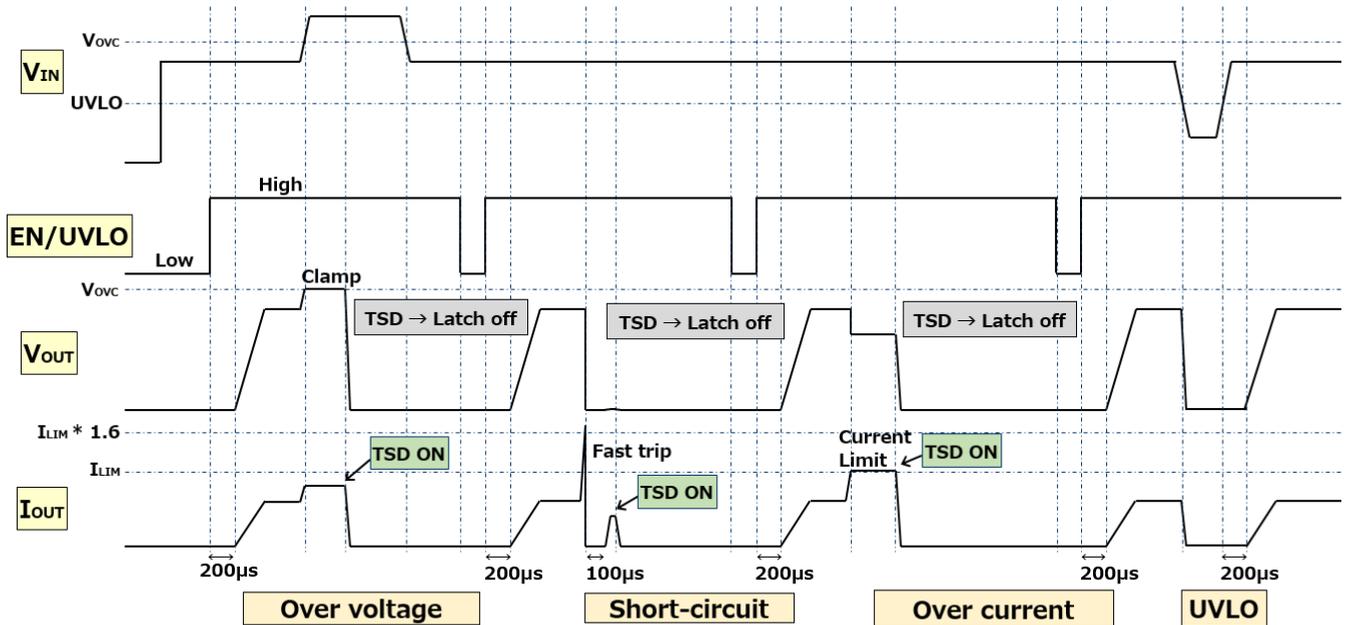


図 3.3 タイミングチャート (ラッチタイプ)

3.3. 過電流保護機能の動作

過電流保護機能は異常発生時の消費電力を抑えて IC と負荷の破壊を防止する機能です。負荷の異常や短絡などで出力電流が制限電流 (I_{LIM}) を超えると、出力電圧と出力電流も低下させて、IC と負荷で消費される電力を制限します。後述する短絡保護機能と合わせて、過電流に対して二重に保護しますので、発火や発煙の防止に大きく貢献します。オートリトライタイプの過電流保護クランプ動作のタイミングチャートを下図に示します。

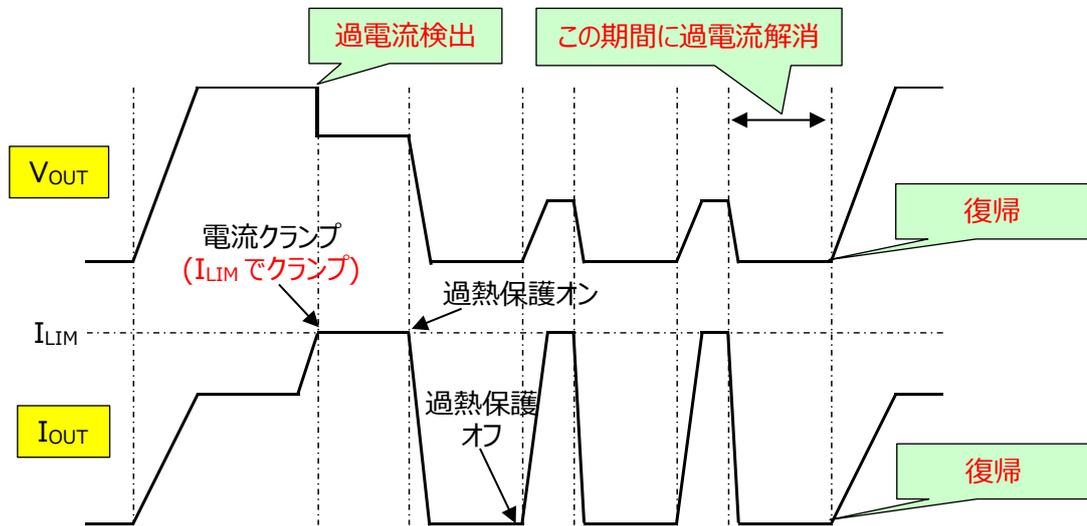


図 3.4 過電流保護動作のタイミングチャート (オートリトライタイプ)

出力電流値が I_{LIM} に達し、過電流を検知すると I_{LIM} 以上の電流が流れないよう電流がクランプされます。このとき、後述する出力電圧と電流の関係に従って、出力電圧は少し低下します。この段階で過電流が解消されない場合、この状態は保持されて IC の温度は上昇し続けますので、やがて過熱保護機能が動作します。以後は 3.1 項で述べたように過電流が解消されるまで、動作停止 → 温度低下 → 過熱保護解除 → 電流クランプ → 過熱保護 → 温度上昇 → 過熱保護 → 動作停止というサイクルにより復帰の試行を繰り返します。

次に、ラッチタイプの過電流保護クランプ動作のタイミングチャートを下図に示します。

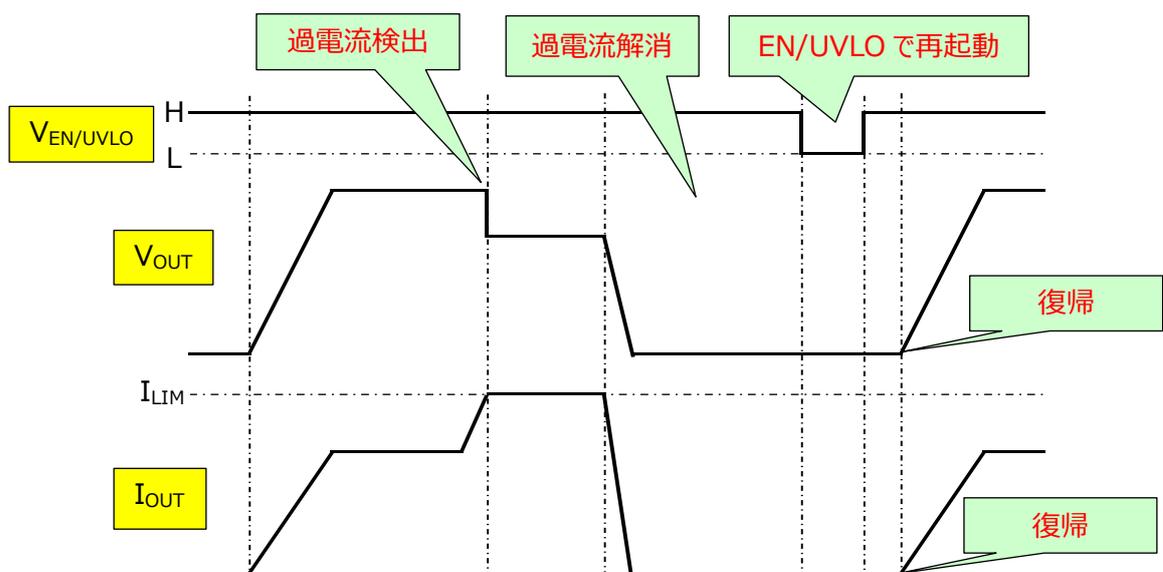


図 3.5 過電流保護動作のタイミングチャート (ラッチタイプ)

ラッチタイプの場合は過熱保護動作にラッチがかかりますので、復帰させるには EN/UVLO 端子のコントロール信号などで再

起動する必要があり、再起動するまで保護動作が継続します。

3.4. 過電流保護機能の設定

下図に過電流保護クランプ動作時の出力電圧と電流の関係を示します。

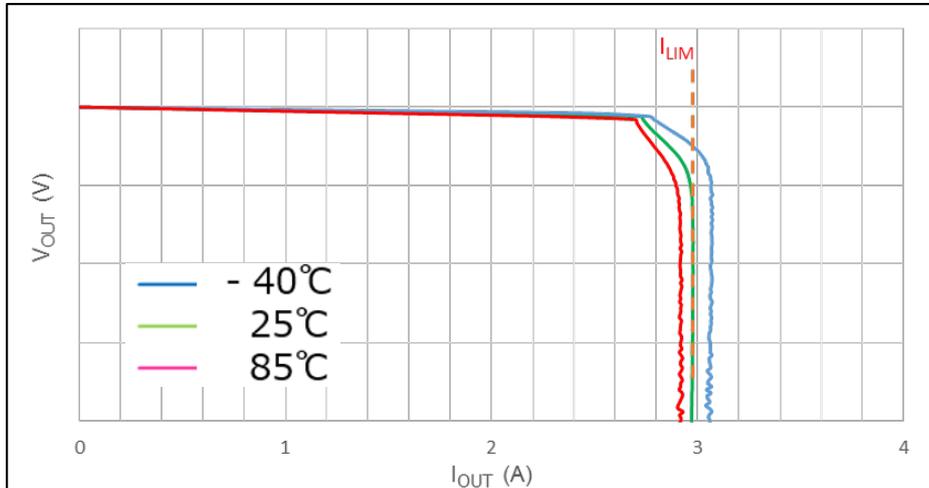


図 3.6 過電流保護クランプ動作時の出力電圧 – 電流特性

東芝 eFuse IC は制限電流可変で、ILIM 端子の外付け抵抗 R_{ILIM} を適切に選ぶことにより、制限電流を用途に応じた最適な値に設定にすることができます。 I_{LIM} の計算式は TCKE800/805/812 各シリーズ共通で、下記に示すとおりとなりますが、電流が 1A 以下の領域では理論値と実測値のずれが大きくなりますので、抵抗値の選定にあたっては必ず実機で確認ください。

$$I_{LIM}(A) = 0.13 + 101.8/R_{ILIM}(k\Omega)$$

== R_{ILIM} : ILIM 端子外付け抵抗 (k Ω)

以下に ILIM 端子の周辺回路図と R_{ILIM} と I_{LIM} の関係のグラフを示します。

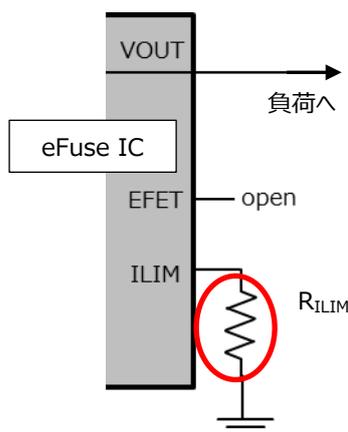


図 3.7 ILIM 端子周辺外付け回路

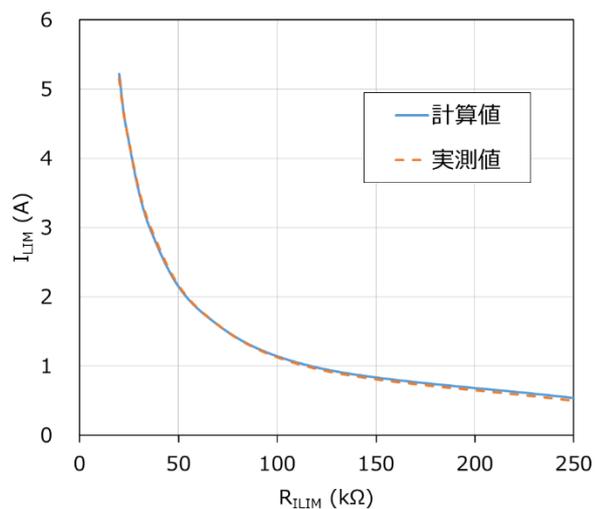


図 3.8 R_{ILIM} – I_{LIM} 特性

ご参考として、 R_{ILIM} の抵抗値とそのときの I_{LIM} を次ページ表 3.1 に示します。

表 3.1 参考表 R_{ILIM} と I_{LIM}

R_{ILIM} (k Ω)	I_{LIM} (A) (typ.)	条件
20	5.15	$V_{IN}-V_{OUT}=1$ V
24	4.38	
36	3.00	
62	1.78	
120	0.96	
250	0.5	
0	0.64	
OPEN	0.64	

3.5. 短絡保護機能

短絡保護機能は、電源ラインや負荷が何らかの異常により短絡(ショート)した際に動作を停止して、過大な電流が流れるのを防ぐ機能です。TCKE800/805/812 シリーズでは、ごく短い時間に出力電流が過電流保護時制限電流 (I_{LIM}) の 1.6 倍の電流が流れた場合に短絡と判定し、本機能が動作します。

東芝 eFuse IC は超高速の短絡保護回路技術 (Fast trip 機能) を採用しており、シミュレーションでは短絡発生から 150 ns (typ.) で電流をゼロ付近まで抑えることができます。

下図にシミュレーションによる Fast trip 機能の動作波形を示します。

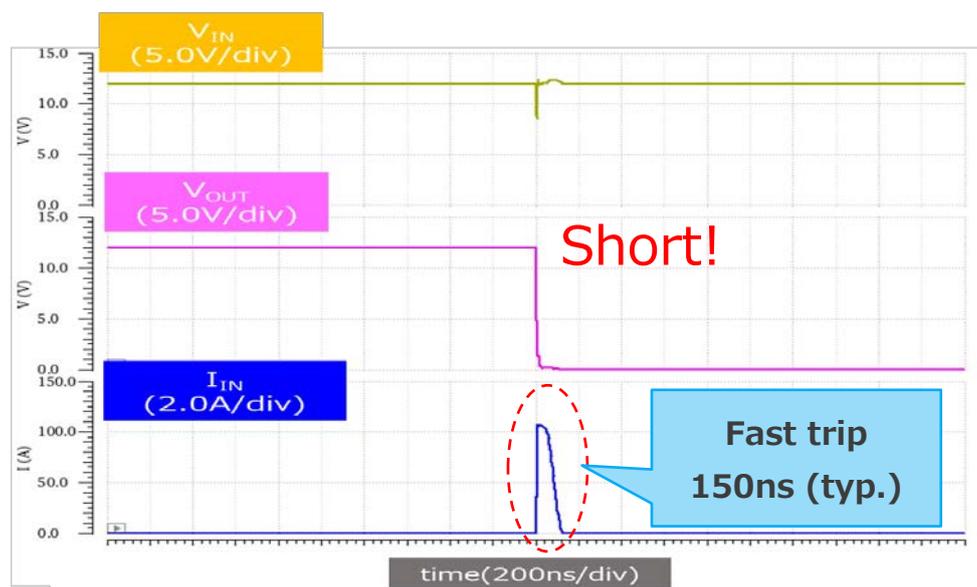


図 3.9 Fast trip 動作時の出力電圧と電流波形

短絡保護回路は、Fast trip 後 100 μ s で復帰動作を行い、短絡が続いていれば、再度保護動作に入ります。ラッチタイプではその後は復帰の試行は行わず、コントロール信号により再起動されるまで保護し続けます。オートリトライタイプは、過電流保護動作時と同様、過熱保護サイクルを用いて短絡状態が解消されるまで、復帰を試行します。

3.6. 過電圧保護機能

過電圧クランプ機能は、出力電圧に制限電圧でクランプをかけ、それ以上の電圧が出力されないようにして負荷に過電圧が印加されることを防ぐ機能です。本機能は TCKE805/812 シリーズの機能となり、TCKE800 シリーズには搭載されておりません。制限電圧は TCKE805 シリーズは 6.04 V (typ.) に、TCKE812 シリーズは 15.1 V (typ.) に、それぞれ設定されています。TCKE800/805/812 シリーズの入力電圧と出力電圧の関係を下图に示します。

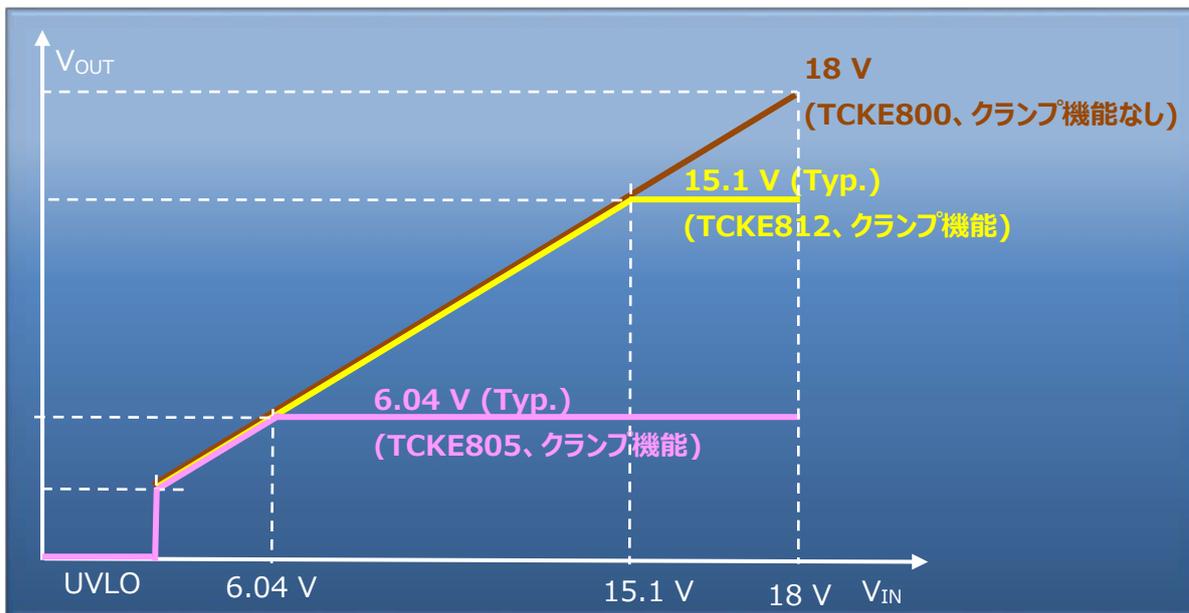


図 3.10 TCKE800/805/812 の過電圧特性(V_{IN} vs V_{OUT})特性

過電圧保護機能についても、過電流保護や短絡保護と同様に、オートリトライタイプでは過熱保護を使って復帰を試行しますが、ラッチタイプでは再起動するまで、この状態が保持されます。

3.7. 突入電流抑制機能(インラッシュ電流抑制機能)

出力がオンしたとき、負荷側に接続されたコンデンサを充電するため突入電流が流れますが、この電流が大きすぎると過電流保護回路が誤動作して立ち上がり不能になったり、出力電圧にオーバーシュートが発生したりするおそれがあります。

これを防ぐため、突入電流を制限して出力電圧の立ち上がり時のスルーレートをコントロールするのが、本機能です。

下図に、本機能により突入電流を制限したときの出力電圧 (V_{OUT}) の立ち上がりと突入電流の様子を示します。本機能により、立ち上がり時の電流が緩やかに増加していることがわかりいただけます。

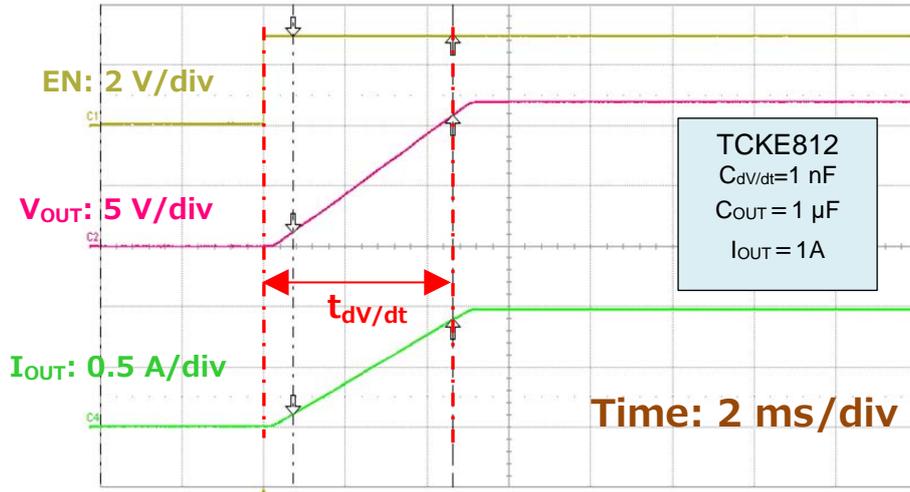


図 3.11 突入電流抑制 (スルーレートコントロール) 機能

3.8. 突入電流(スルーレート)の設定

東芝 eFuse IC は突入電流可変で、dV/dT 端子の外付けコンデンサーにより出力電圧の立ち上がり時間 ($t_{dv/dt}$) を適切に設定することができます。立ち上がり時間の計算式は以下のとおりです。

$$t_{dv/dt} \text{ (s)} = 0.36 \times 10^6 \times V_{IN} \times (C_{dv/dT} + 50 \times 10^{-12}) + 3 \times 10^{-4}$$

V_{IN} : 入力電圧 (V)、 $C_{dv/dT}$: dV/dT 端子外付け容量 (F)

dV/dT 端子の周辺回路図、および $C_{dv/dT}$ と $t_{dv/dt}$ の関係を示すグラフを以下に示します。

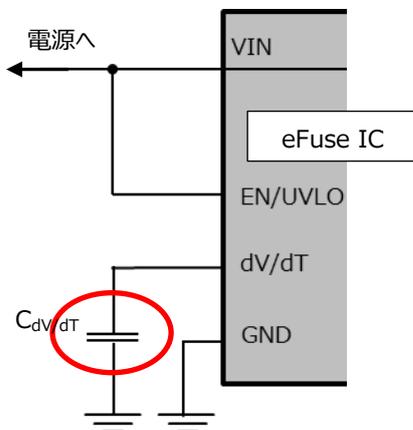


図 3.12 dV/dT 端子周辺外付け回路

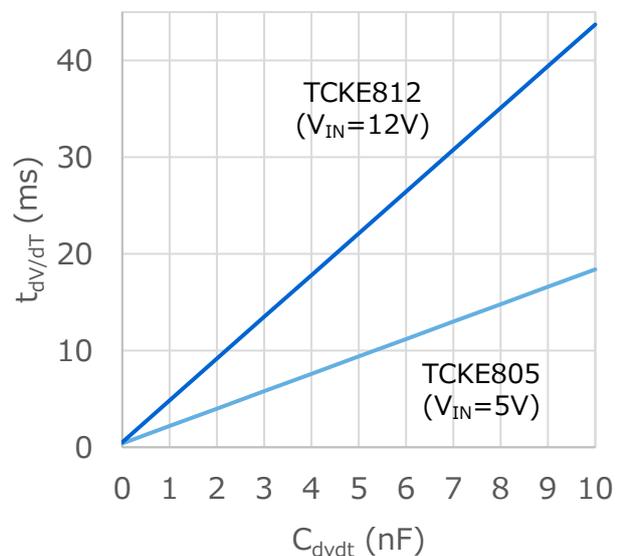


図 3.13 $C_{dv/dT} - t_{dv/dT}$ 特性

3.9. 逆流防止機能

東芝 eFuse IC は、オプションとして EFET 端子に N チャネル MOSFET を外付けすることにより電流の逆流を防止することが出来ます。逆流防止機能とは、 V_{IN} の電源オフや EN/UVLO 端子による制御などで、eFuse IC の動作が停止しているときに、出力側から入力側に電流が逆流するのを防止する機能です。

逆流防止機能を使用する場合の回路を下図に示します。

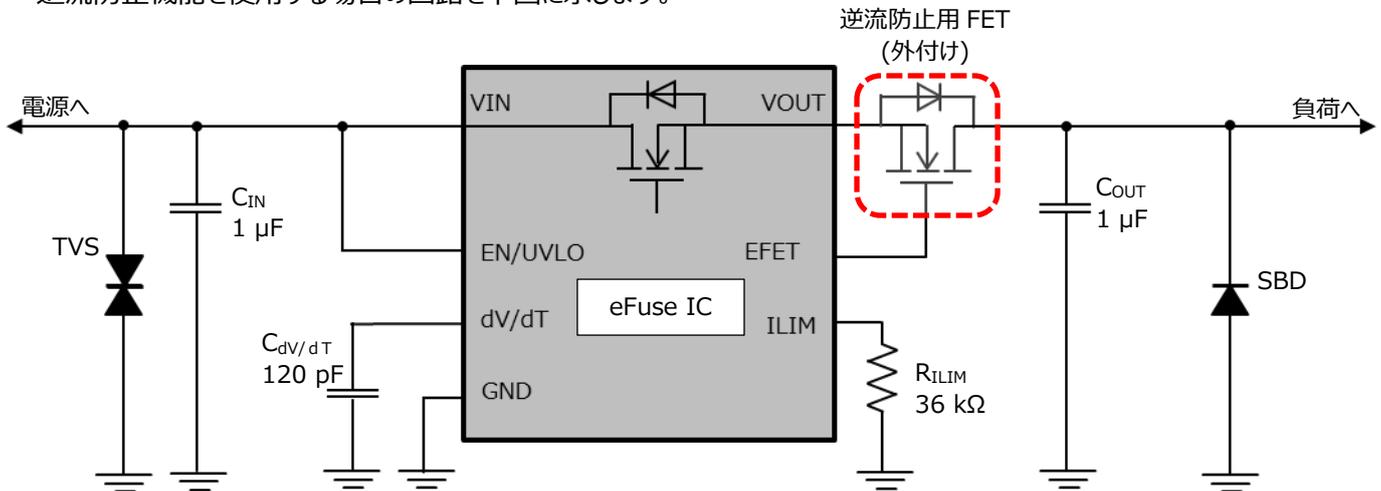


図 3.14 逆流防止機能を使用時の eFuse IC 周辺回路例

逆流防止用外付け Nch MOSFET には当社製 SSM6K513NU を推奨します。SSM6K513NU の主要な特性は以下のとおりです。

- ・ドレイン・ソース間電圧: $V_{DSS}=30\text{ V}$
- ・ゲート・ソース間電圧: $V_{GSS}=20\text{ V}$
- ・ドレイン電流: $I_D=15\text{ A}$
- ・ドレイン・ソース間オン抵抗: $R_{DS(ON)}=8\text{ m}\Omega$ (Typ.)@ $V_{GS}=4.5\text{ V}$

その他のものをご利用になる場合、ご使用になる電源電圧と想定される負荷電流に対して十分 V_{DSS} と I_D にマージンがあり、できるだけ低オン抵抗のものを選定してください。

選定にあたってはこちらもご参照ください。 →

[Click Here](#)

なお、EFET 端子は内部で昇圧された電圧 $V_{IN}+4.9\text{V}$ (typ.)が出力されていますので、この機能を使用しない場合はオープンとしてください。

3.10. 低電圧誤動作防止機能 (UVLO)

この機能は入力低電圧時に eFuse IC の動作を停止し、負荷の誤動作を防ぐ機能です。

TCKE8 シリーズは、入力電圧が 4.15 V (typ.) 以上にならないと動作しません。この電圧は立ち上がり時と立ち下がり時でヒステリシスを持っており、立ち下がり時は立ち上がり時の 4.15 V に対して 5 % (typ.) 低い電圧 (約 3.95 V) で動作を停止します。

下図に本機能の動作を示します。

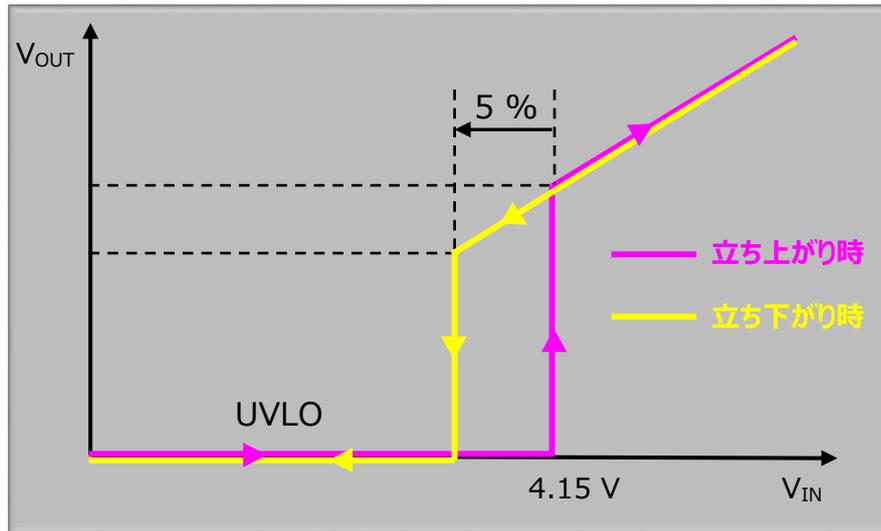


図 3.15 低電圧誤動作防止回路動作

3.11. EN/UVLO 端子機能

TCKE800/805/812 シリーズは EN/UVLO 端子を備えており、本端子を使って eFuse IC 全体の動作を制御することができます。また、抵抗を外付けして低電圧誤動作防止機能の動作電圧を最適な値に設定することができます。

以下に、本端子の使用例をいくつかご紹介します。

(1) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、動作制御も行わない場合

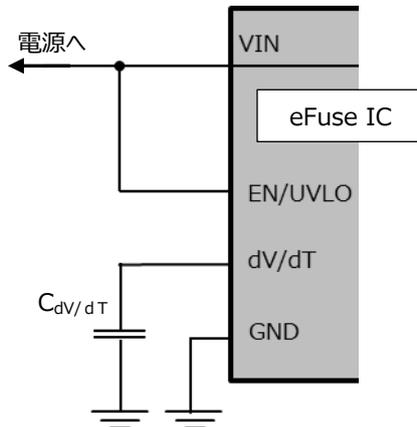


図 3.16 EN/UVLO 端子の接続例 (VIN 直結)

EN/UVLO 端子は VIN 端子に直結してください。この場合、TCKE800/805/812 シリーズではプルアップ抵抗は不要です。EN/UVLO 端子は耐圧 18V に設計されており、VIN 端子と EN/UVLO 端子は直結可能です。

部品点数の削減に貢献します。

(2) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、外部から動作制御を行う場合

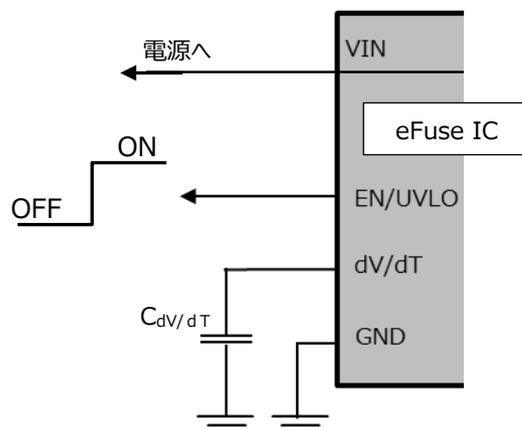


図 3.17 EN/UVLO 端子の接続例 (外部制御)

EN/UVLO 端子に外部からのコントロール信号を直接入力してください。EN/UVLO 端子のオン/オフスレッショルド電圧はヒステリシスを持っておりますので、コントロール信号の“H”レベルは 1.1 V (typ.) 以上、“L”レベルは 0.96 V (typ.) 以下となるように設定してください。

なお、EN/UVLO 端子がオープン (不定) になると eFuse IC の動作が異常になるおそれがあります。“L”レベルのときも本端子がオープンにならないようご注意ください。

(3) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、VIN 端子との短絡スイッチで動作制御を行う場合

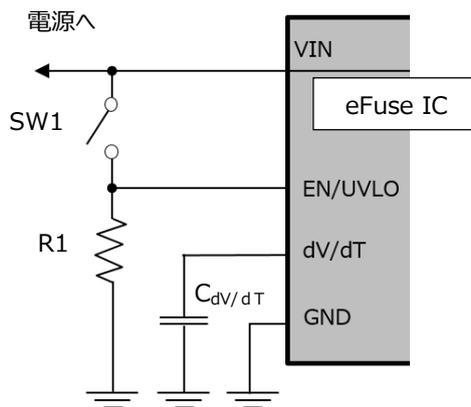
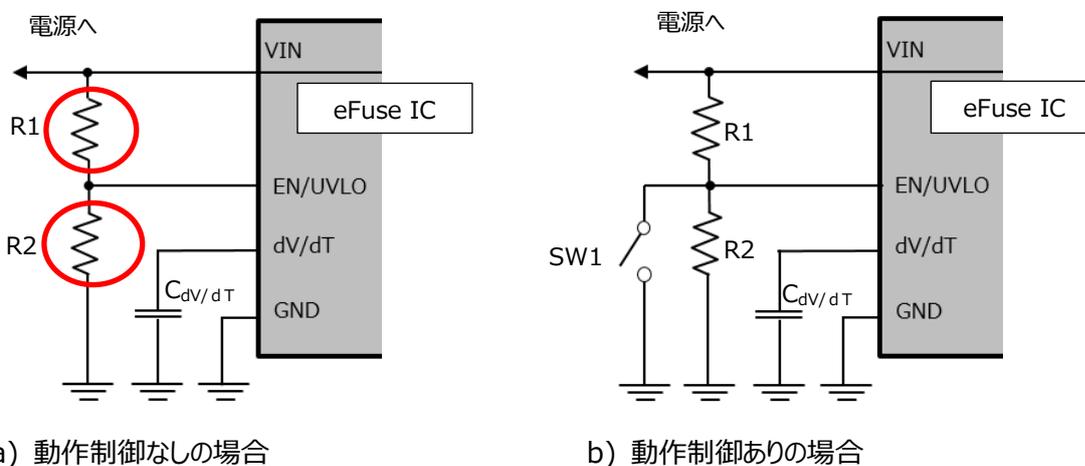


図 3.18 EN/UVLO 端子の接続例 (VIN とスイッチで接続)

VIN との直結部にスイッチを設けて動作制御ができるようにしたものです。この場合、SW1 開放時に EN/UVLO 端子がオープンにならないようにプルダウン抵抗が必要です。プルダウン抵抗の値は EN/UVLO 端子が不定にならない値であればいいですが、SW1 の導通時には R1 に流れる電流も考慮のうえ、実機で確認して決定してください。

(4) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更する場合

EN/UVLO 端子に外付け抵抗を追加することで低電圧誤動作防止機能の動作電圧を最適な値に変更することが可能です。回路例を下図に示します。



a) 動作制御なしの場合

b) 動作制御ありの場合

図 3.19 EN/UVLO 端子の接続例 (VIN 抵抗分割)

a)は EN/UVLO 端子による動作制御を行わない場合、b)は動作制御を行う場合の回路例です。

図に示すように、入力を外付け抵抗で分圧した電圧で EN/UVLO 端子による動作制御を行うことにより、入力電圧の低下時に動作を停止させる構成です。外付け抵抗を適切に選べば低電圧誤動作防止機能の動作電圧を最適な値に設定できます。ただし、4.15 V 以下の電圧に設定することはできません。

EN/UVLO 端子の外付け抵抗 R1、R2 による設定値 $V_{IN_UVLO(fall)}$ の計算式は以下のとおりです。

$$V_{IN_UVLO(fall)}(V) = \frac{R1 + R2}{R2} \times V_{ENF}(V)$$

V_{ENF} : EN スレッシュホールド電圧 (立ち下がり) 0.96 V (typ.)

先述のとおり、EN/UVLO 端子のコントロール電圧はヒステリシスを持っており、立ち上がり時に起動する電圧は変わります。立ち上がり時の起動電圧 $V_{IN_UVLO(rise)}$ は以下の式で求められます。

$$V_{IN_UVLO(rise)}(V) = \frac{R1 + R2}{R2} \times V_{ENR}(V)$$

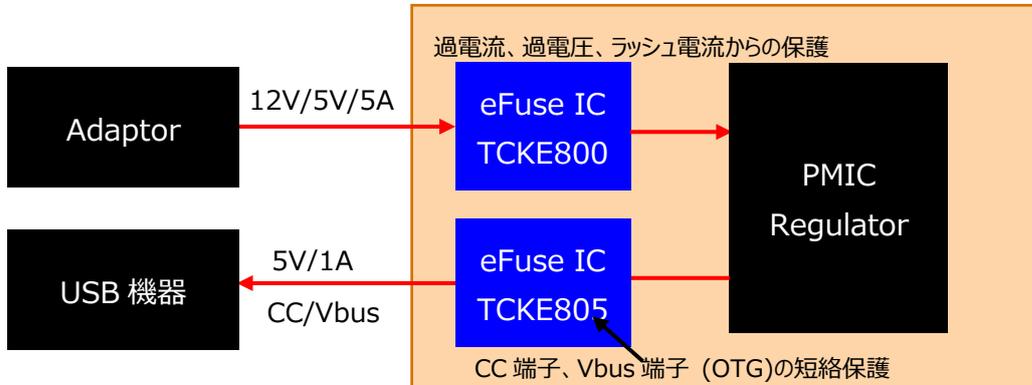
V_{ENR} : EN スレッシュホールド電圧 (立ち上がり) 1.1 V (typ.)

上図 b) のように、R2 と並列にスイッチを接続して動作制御を行うこともできます。この場合、(3) の例とは逆に SW1 導通時に eFuse IC が動作を停止します。このとき R1 が電流制限抵抗となりますので、R1、R2 の抵抗選定時にはご注意ください。

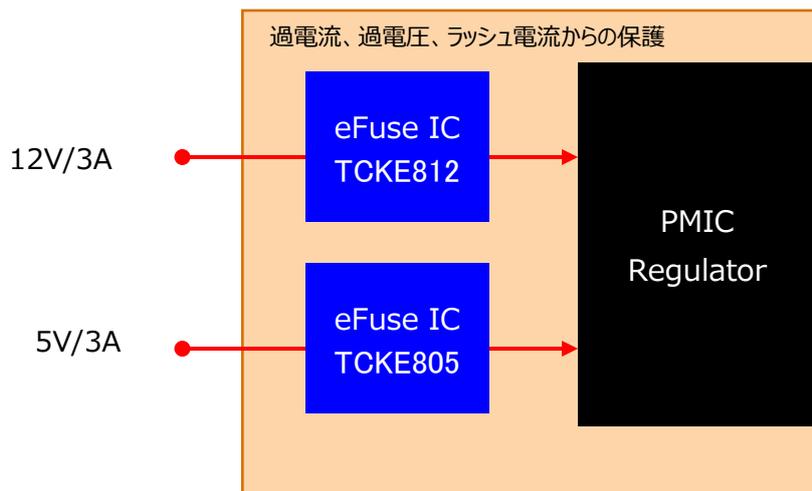
4. eFuse ICの応用例

以下に eFuse IC の応用例を紹介します。

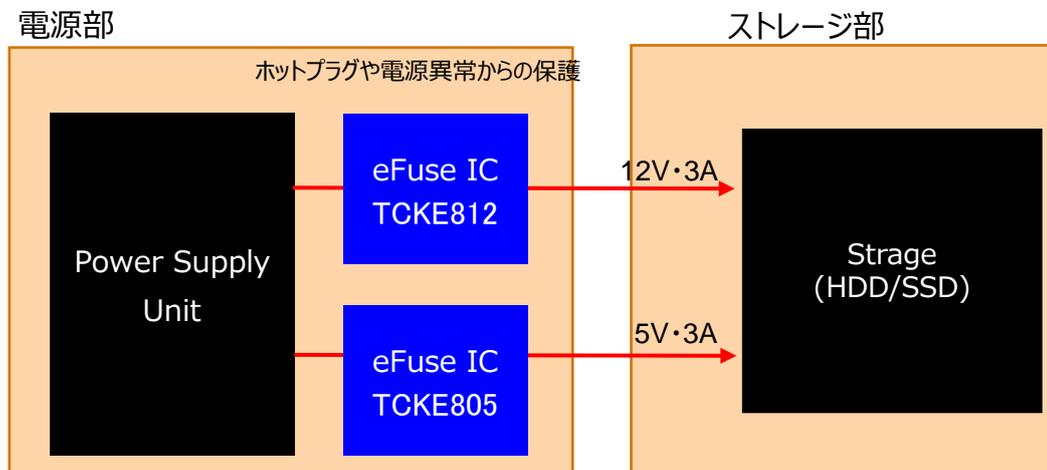
- NBPC/モバイル/ウェアラブル



- SSD/ハードディスク



- サーバー



5. まとめ

ここまで東芝製 eFuse IC TCKE800/805/812 シリーズを例として、eFuse IC の使い方や豊富な保護機能についての説明を記載しました。

eFuse IC は単に大電流を遮断するだけでなく、過電圧や過熱など考えられるさまざまな異常状態から IC、セットを保護することができます。また、突入電流の抑制や低電圧時の誤動作防止など便利な機能も揃えております。

これらの機能は製品の信頼性を大きく向上させることに貢献致します。また、ディスクリート部品や他の受動素子を使って、eFuse IC と同等の機能を実現することをお考えいただければ、機器の小型化や設計・製造コストの削減にも大きな効果が得られることがご理解いただけるでしょう。本資料をご参照して eFuse IC をご活用いただき、機器の高性能化や小型化、トータルコストの低減を実現いただければ幸いです。

最後に当社では、TCKE800/805/812 シリーズと同等の使い方、動作で過電圧保護のクランプ動作をシャットダウン動作に変更した eFuse IC 製品の企画・開発も進めております。ご使用になる機器の仕様に合わせた選択の幅を広げるべく、ラインアップを拡充させていく予定ですので、当社 eFuse IC のご愛顧のほど、お願い申し上げます。

6. 関連リンク

- 製品のラインアップ (カタログ)

[Click](#)

- 製品のラインアップ (パラメトリックサーチ)

[Click](#)

- オンラインディストリビュータご購入、在庫検索



- eFuse IC の FAQ

[Click](#)

- アプリケーションノート

[Click](#)

7. 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。