



[特集記事]

ヒューズの電子化が 設計の新たな扉を開く

従来ヒューズの課題を解決

東芝デバイス&ストレージ株式会社

近年、電子ヒューズが注目され、そのニーズが高まっています。従来のガラス管ヒューズ、チップヒューズ、ポリヒューズは、周囲温度や使用状況の影響を受けやすく、遮断電流の精度が低く遮断までの応答速度が遅いなど、特に近年の機器の小型化や高性能化においてはそれらが課題となっています。また、熔断により遮断を行うタイプのヒューズは、その後必ず修理・交換が必要になります。さらに、情報通信機器およびAV機器の新しい安全規格IEC62368-1への適合には、ヒューズにもより高度な機能が求められています。

電子ヒューズは、半導体集積回路(Integrated Circuit: IC)です。電圧電流検出回路や制御回路、そして電流経路遮断にはMOSFETを利用します。さらに、過電流、過電圧、短絡、過熱などに対する高精度で高速な機能を小型パッケージに集積しています。従来のヒューズが基本的に電流経路を遮断するだけなのに対して、電子ヒューズは多くの保護機能と制御機能を搭載しており、新安全規格IEC62368-1の認証取得も容易になります。電子ヒューズは、従来ヒューズの課題に対するソリューションです。

目次（各ページにリンクしています）

- ・ [なぜ電子ヒューズが注目されているの？](#)
- ・ [電子ヒューズ（eFuse IC）の3つのメリット](#)
- ・ [eFuse ICにはどんな特徴・機能があるの？](#)
- ・ [eFuse ICはどのような用途に使われるの？](#)
- ・ [eFuse ICを使ってみよう](#)

なぜ電子ヒューズが注目されているの？



先輩、最近「電子ヒューズ」が注目されていると聞いたのですが…。

最近の機器の高性能化や安全規格などに関連して、従来のヒューズでは対応が難しくなっているんだ。そのために、**性能が優れているいろいろな保護機能を持っている電子ヒューズが注目されているんだよ**。電子ヒューズは半導体ヒューズとも呼ばれ、実際はICなんだ。東芝では、eFuse ICと呼んでいるよ。



正直なところ、ヒューズって電源などで過電流が流れると切れることで、発煙や発火を防ぐ部品くらいの認識しかないのですが…。

ヒューズの基本的な役目はその通りだけど、電子回路で使われるヒューズにはいくつか種類があって特徴に違いがあるんだ。電子回路に使われる代表的なヒューズの特徴を簡単にまとめるとこんな感じかな。

	半導体ヒューズ eFuse IC [TCKE812NL]	ガラス管ヒューズ	チップヒューズ	ポリヒューズ (ポリスイッチ/リセットプルヒューズ)
保護方法	MOSFETスイッチによる遮断	電動部溶断	導電部溶断	抵抗値増大による電流制限
保護速度	150ns (typ.) *	数s	数s	数100ms～数s
繰り返し使用	可能	不可	不可	可能

* TCKE8xxシリーズの例。製品によって速度は異なります。

電子ヒューズの他に代表的なものは、ポリヒューズ、チップヒューズ、ガラス管ヒューズになるかな。ポリヒューズはポリスイッチやリセットプルヒューズと呼ばれることもあるよ。まず、繰り返し使用できるかできないかが大きな違い。チップヒューズとガラス管ヒューズは、導電部を溶断することで保護を行うため繰り返し使うことができないけど、電子ヒューズとポリヒューズは繰り返し使用できるんだ。さらに電子ヒューズは、保護動作に至るまでの速度が速いことが特徴だよ。



電子ヒューズは繰り返し使えるんですね。あと、保護動作が他に比べて圧倒的に速いですね。

そうだね。電子ヒューズ、ここからはeFuse ICと呼ぶけど、比較した他のヒューズには追従できない大きなメリットがあるんだ。それが、注目されている理由だよ。

電子ヒューズ（eFuse IC）の3つのメリット



他のヒューズには追従できないメリットって、どんなメリットがあるんですか？

eFuse ICのメリットは、次の3つ。

- メリット（1） 半導体構造により繰り返し使用可能
- メリット（2） 従来ヒューズと比較して優れた保護性能を備える
- メリット（3） 新しい安全規格IEC62368-1の認証作業を軽減
(認証予定のeFuse ICも含まれる。)

それぞれを説明するね。



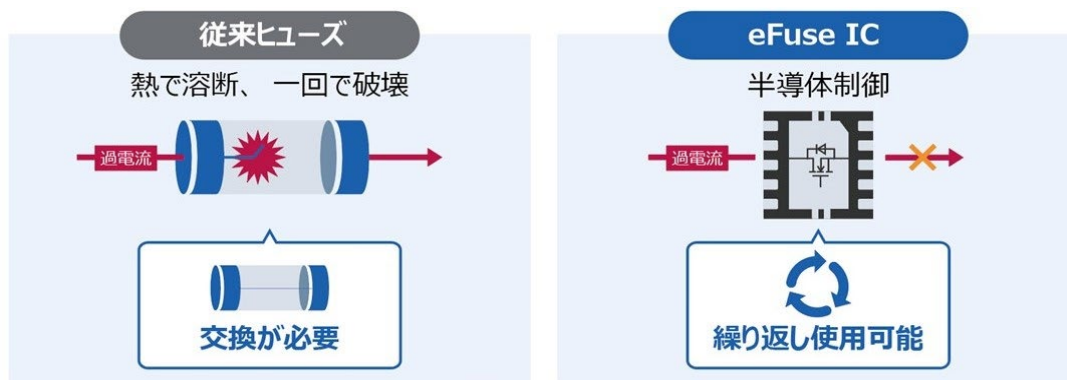
メリット（1） 半導体構造により繰り返し使用可能

1つ目のメリット「半導体構造により繰り返し使用可能」というのは、もうすでにイメージできているよね。従来ヒューズのうちチップヒューズとガラス管ヒューズは保護のために遮断を行うと、導電部が溶断、つまり破壊してしまうので二度と使えなくなってしまう。それに対してeFuseは半導体ICであり、遮断動作は内蔵しているMOSFETのオン・オフで実現するので繰り返し使用できるんだ。これがどんなメリットになるかわかるかな？



遮断というのは、よく言う「ヒューズが飛ぶ」ということだと思いますが、ヒューズが飛ぶと新しいヒューズに取り換える必要がありますよね。

そうだね。でも部品交換というのは、交換する部品の費用だけではなく、その作業と時間も含めて考えなければいけないので、けっこう大変なことなんだ。eFuseは交換の必要がないから、その分の費用と時間を削減できることがメリットになるんだ。



メリット（2） 従来ヒューズと比較して優れた保護性能を備える

2つ目のメリット「従来ヒューズと比較して優れた性能を備える」というのは、従来ヒューズ単体では実現不可能ないくつかの保護機能を備えていること意味している。これは、eFuseがICだからできるんだ。比較をまとめた図があるよ。



	半導体ヒューズ eFuse IC	ガラス管 ヒューズ	チップ ヒューズ	ポリ ヒューズ
繰り返し性	◎	—	—	○
過電流保護の速度・精度	◎	—	—	—
その他保護機能 (短絡・過電圧・ラッシュ電流・過熱)	◎	—	—	—
周囲温度による影響	◎	—	—	—
単体実装面積	○	—	◎	—
保護回路含むトータル実装面積	◎	—	—	—
部品単体コスト	○	○	◎	—
トータルコスト (機能・メンテナンス含む)	◎	—	—	—

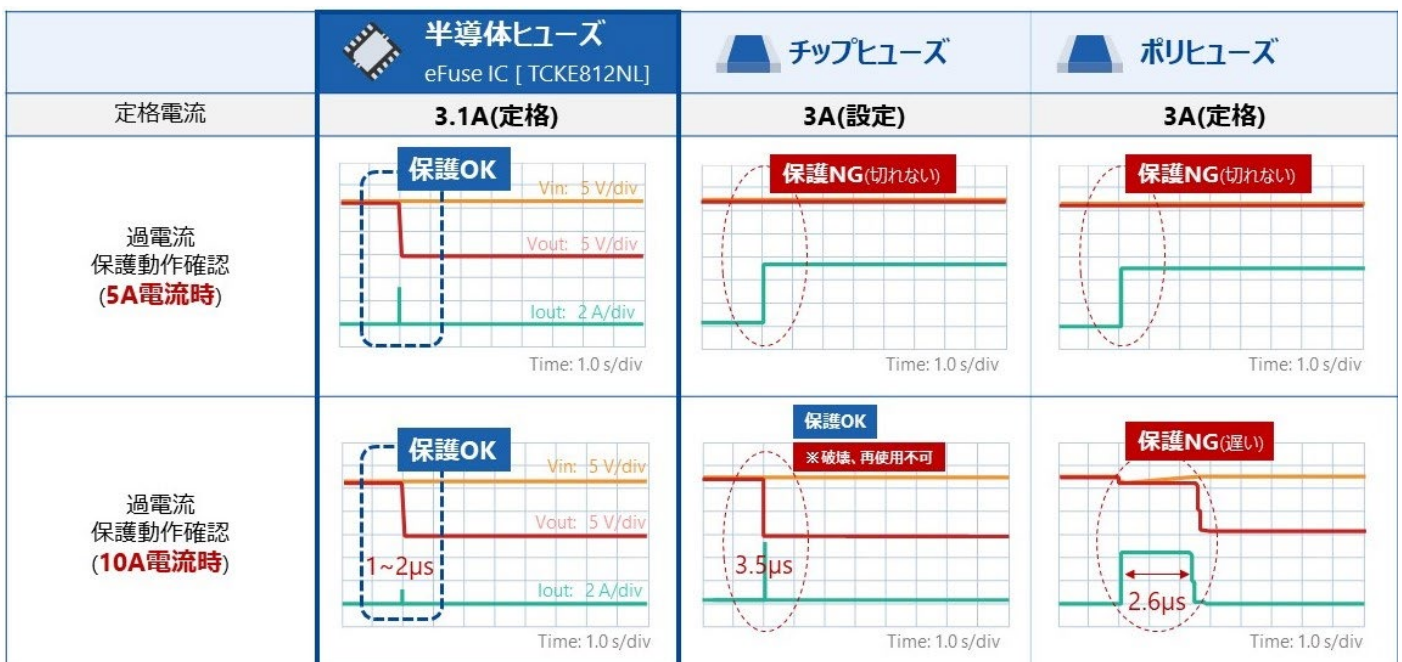
繰り返し使用可能も、過電流精度が悪い

繰り返し使用できること以外に、ヒューズの基本機能である過電流保護の速度と精度は比較にならないほど優れている。また、従来ヒューズには備わっていない他の保護機能も搭載しているんだ。各保護機能については後で詳しく説明するね。



「保護の速度」が注目されている理由にもありましたが、どのくらい違うんですか？

過電流保護は、eFuse ICであれば設定した電流制限値、他のヒューズでは定格値を超えると速やかな遮断による保護が期待されているのはわかるよね。この例は3Aの設定/定格に対して、5Aと10Aという言わば過電流を流した場合の動作比較になっている。まず5Aでは、eFuse ICは速やかに電流が遮断されているけど、この例のポリヒューズとチップヒューズは電流が流れっぱなしなので遮断が動作していないことがわかる。10Aまで電流が流れたらやっと遮断するけど、保護までが遅いんだ。





定格の2倍弱ですよ。けっこう幅が広い気がしますが。

従来ヒューズは、基本的にそういうものなんだ。それに対してeFuse ICは保護が作動する電流精度が非常に高いのは明らかだね。



ところで、最初の表では「単体実装面積」と「部品単体コスト」に関してはチップヒューズが有利になっていますが…

部品単体の実装面積 = サイズはチップヒューズより若干大きいのが現状だし、単体のコストもチップヒューズが有利なのは事実。ただし、サイズやコストについては「トータル」で考えることが重要なんだ。



表にある「トータル実装面積」や「トータルコスト」のことですか？確かにそれらに関しては、eFuse ICが圧倒的に有利になっていますが、具体的にどういうことですか？

「トータルxxx」というのは、例えば比較するものの機能や性能を同等とした前提で、実装面積やコストを比較する考え方。eFuse ICは図にある多くの保護機能を内蔵しているけど、それと同じ機能を他のヒューズを使った場合に実装するには、別途ICや必要な部品を用いて保護回路設計し追加することになる。それを含めて実装面積やコストを考えると、**eFuse ICの方がはるかにコンパクトでコストがかからない**んだ。



わかります。単純な部品単体のサイズやコストの比較より、トータルで見る必要があるということですね。そうするとeFuse ICの機能、性能、メンテナンスを含めたトータルコストは間違いなく優勢ですね。

その通りだよ。

メリット（3） 新しい安全規格IEC62368-1の認証作業を軽減



最後、3つ目は「新しい安全規格IEC62368-1の認証作業を軽減」できることだ。部品や機器は国内外の様々な規格に準拠したり認証を取得したりする必要があるのは知っているよね。情報通信機器向け安全規格IEC60950-1とAV機器向け安全規格IEC60065が廃止され、情報通信機器およびAV機器向けの新安全規格としてIEC62368-1が2020年12月から施行されたので、該当する機器はこの規格認証を取得することになる。



認証を取得するには、決められた試験を実施して適合していることを証明する作業などが大変だと聞いたことがあるんですが。

そうだね。実際に認定試験を受けるなど、けっこうな時間と費用がかかる認証も少なくないよ。ただ、このIEC62368-1の認証取得に関しては、認証取得済みの部品を使用することで、取得作業を軽減することが可能だよ。認証取得済みかどうかは、製品ごとにデータシートに記載があるので確認してみてね。

eFuse ICにはどんな特徴・機能があるの？



それでは、ここから実際のeFuse ICがどのようなものなのか説明するね。例として、東芝のeFuse IC「TCKE8シリーズ」を使うよ。

多機能なので複雑じゃなければいいですけど。

確かに多くの保護機能やその調整機能を備えているけど、10ピンの小型パッケージで外付け部品は基本的にコンデンサーと抵抗が数個だよ。

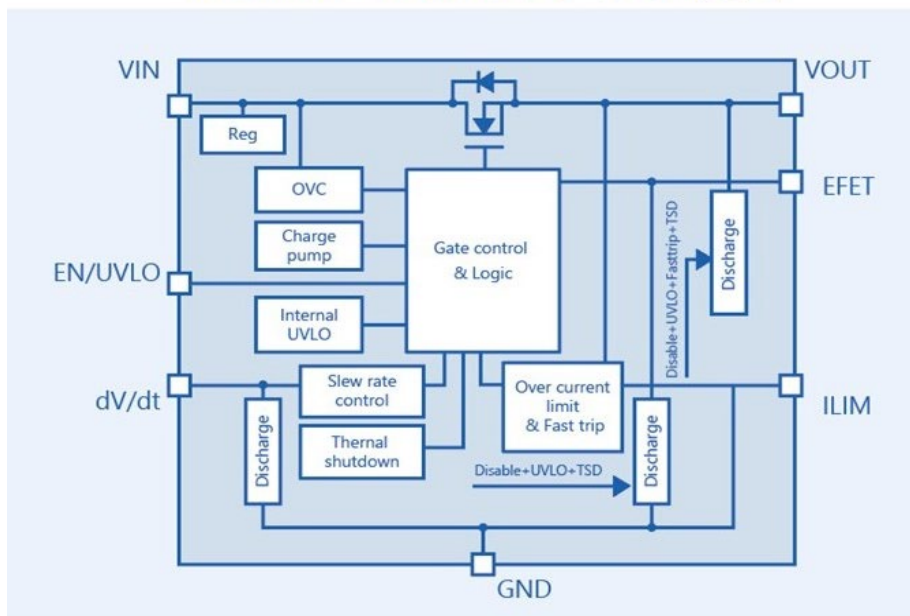


解説：eFuse IC「TCKE8xxシリーズ」の概要

TCKE8xxシリーズは、最大18V/5Aを扱えるeFuse ICで、過電流保護、短絡保護、過電圧クランプ、突入電流抑制、低電圧誤動作防止（UVLO）、過熱保護、逆流防止（オプション）機能を備えています。過電流保護が作動する電流の制限値は外付け抵抗1本で設定できます。

特長		周辺回路例	
高耐圧入力電圧	18.0 V (最大)	<p>eFuse IC TCKE8xxシリーズ</p> <p>TOSHIBA TCKE8091A</p> <p>WSON10B : 3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準)</p>	
高出力電流	5.0 A (DC)		
低オン抵抗	28 mΩ (標準)		
調整可能な過電流保護機能	5.0 A (最大)		
固定過電圧クランプ回路内蔵 ※ 過電圧クランプなし品あり	5Vライン = 6.04 V (標準) 12Vライン = 15.1 V (標準)		
<ul style="list-style-type: none"> 突入電流抑制回路内蔵 (スルーレート制御回路) 調整可能な低電圧誤動作防止回路内蔵 逆流防止機能をサポート 過熱保護回路内蔵 オートディスチャージ機能内蔵 復帰動作：オートリトライ、ラッチの2種を用意 小型パッケージ IEC62368-1 認証済み 			

eFuse IC TCKE8xx シリーズ ブロック図



端子	説明
EN/UVLO	このピンには2つの機能があります。1つの機能は内部MOSFET及びEFET端子の出力電圧のイネーブル機能です。もう一つの機能は外付け抵抗により、OFF電圧の調整可能なUVLO機能です。
ILIM	過電流制限値を調整する様子です。ILIM端子とGND端子間の抵抗で過電流制限値を調整します。
dV/dT	立ち上がり時間を調整する端子です。dV/dT端子とGND端子間の容量で立ち上がり時間を調整します。
EFET	逆流防止用Nch MOSFETのゲート電圧出力端子。逆流防止機能を使用しない場合はオープンにしてください。
VIN	入力端子
GND	グラウンド端子
VOUT	出力端子

TCKE8xxシリーズは過電圧クランプ電圧と復帰動作タイプで構成されています。過電圧クランプ電圧は過電圧が負荷に印加されることを防ぐためにシステム電圧に応じて設定されています。5Vライン用のクランプ電圧6.04 V (typ) 品、12Vライン用のクランプ電圧15.1 V (typ) 品、過電圧クランプ機能非搭載品があります。

復帰動作タイプは2つのタイプです。オートリトライタイプは障害が解消されるまで自動的に復帰を試行します。ラッチタイプは過熱保護動作時にラッチされ、障害が解消された後にENピンへの外部制御信号で復帰します。過電圧クランプ電圧（3種類）と復帰動作方式（2タイプ）の合計6製品から選択可能です。

品名	過電圧クランプ	VEN/UVLO動作	復帰動作タイプ	現品表示	パッケージ
TCKE800NA	N/A	Active High	Auto-retry	800NA	WSON10B(3.0mm x 3.0mm,t:0.7mm(標準))
TCKE800NL	N/A		Latched	800NL	
TCKE805NA	6.04V(標準)		Auto-retry	805NA	
TCKE805NL	6.04V(標準)		Latched	805NL	
TCKE812NA	15.1V(標準)		Auto-retry	812NA	
TCKE812NL	15.1V(標準)		Latched	812NL	

6つの保護機能

ここまでは概略だけど、ICを検討する時には、データシートの最初の方のページはけっこう大事なんだよ。

概略的なことが多い感じですが。

もちろん実際の設計には規格値表や使い方を隅から隅まで読んで理解する必要があるけど、できることや物理サイズ、最大定格や動作条件などは、最初に確認すべき重要事項だよ。メーカーにとって、データシートの1ページ目は最初の勝負と言えるかもしれないね。

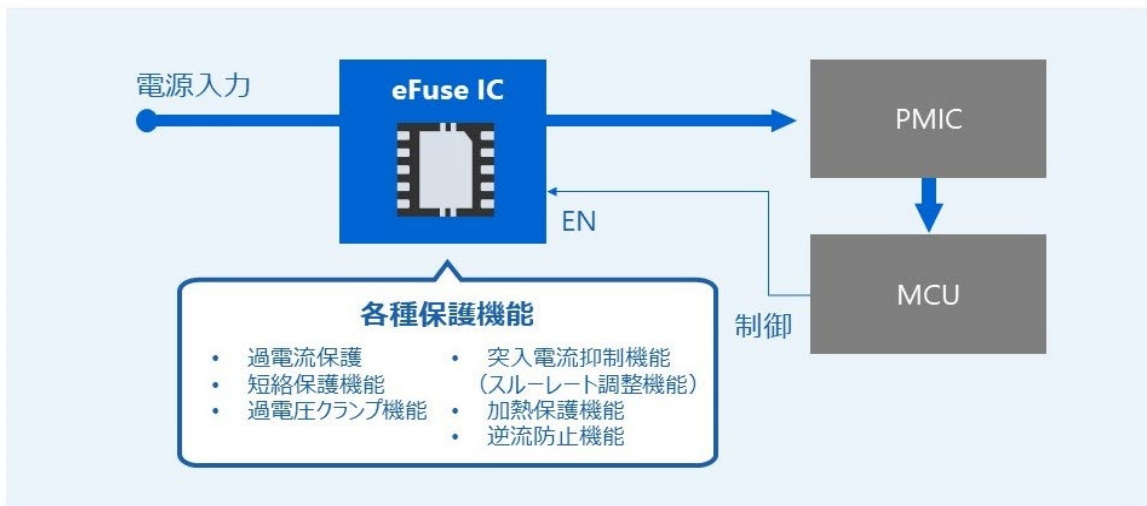
なるほど。今度意識して比べてみます。

それでは、eFuse ICのポイントになる保護機能について説明して行こう。このレベルの説明は、データシートの中盤あたりから始まることが多いかな。



解説：TCKE8xxシリーズの各種保護機能の詳細

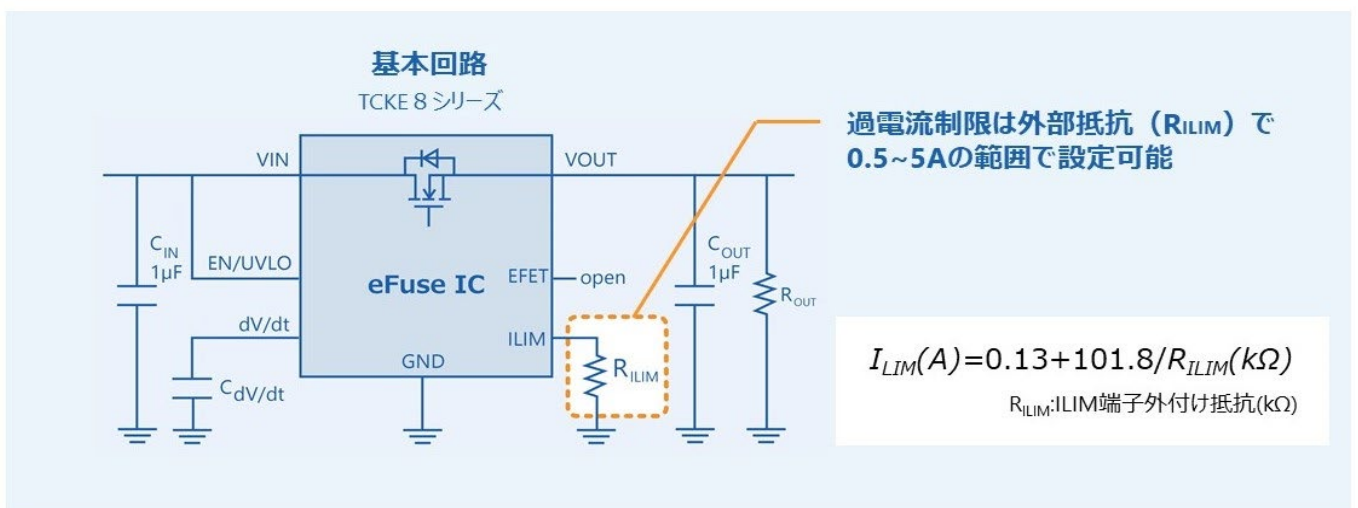
TCKE8xxシリーズは、以下に示す保護機能を備えており、自身および後段（負荷デバイス）の保護、ダメージや破壊のリスクを軽減することが可能です。過電流保護や短絡保護などは、負荷デバイスの障害や損傷を検出し、発煙や発火に至らないようにするため、また他に被害が及ばないようにする機能です。



(1) 過電流保護機能

過電流保護機能は、VOUTに接続する負荷の異常や短絡などで出力電流IOUTが増加すると、設定した制限値を超えないようにクランプし、電源の瞬断などを防ぐとともに自身と負荷デバイスの劣化や破壊のリスクを軽減します。ごく短い時間にIOUTが制限電流を大きく超えた場合に作動する短絡保護機能（後述）も併せ持っているので、過電流に対する保護機能は二重の備えになっています。

過電流保護が作動するIOUTの制限値は、ILIMピンに接続する外部抵抗R_{ILIM}により簡単に設定できます。eFuse IC TCKE8xxシリーズでは、0.5A~5Aの広い範囲で設定でき、R_{ILIM}の値は算式に則り任意に設定できるので、設計の自由度が向上します。



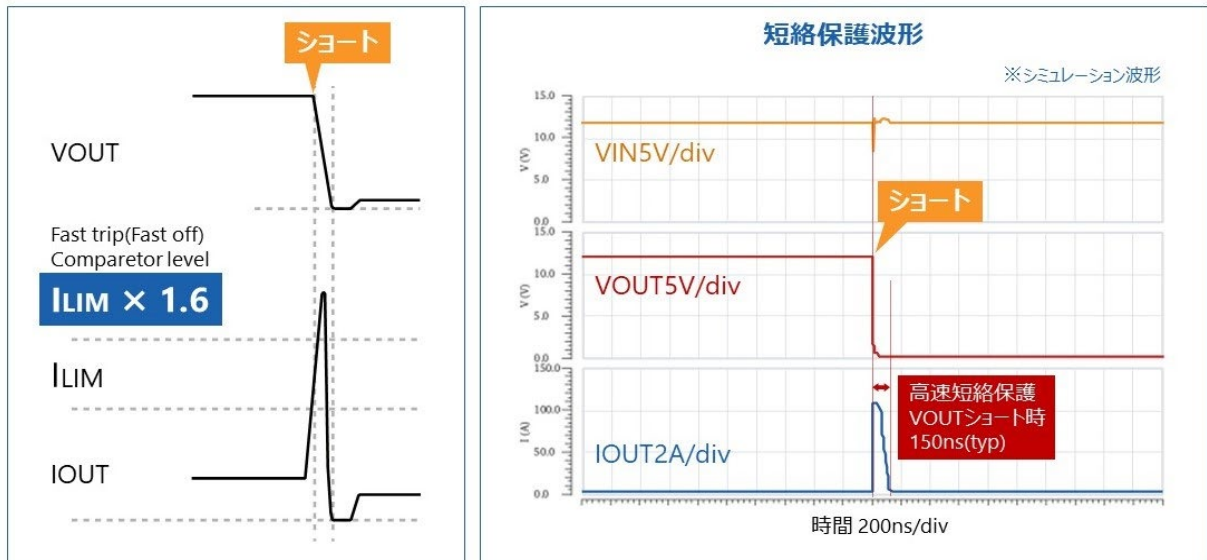
過電流保護機能を設定できるのは便利ですね。

次に説明する短絡保護も合わせて、セットで考える機能になる。過電流が電力損失を増やし、それは熱となってデバイスにダメージを与えるので、電流制限、電流遮断、過熱制限の三つともえて保護の確実性を高めているんだ。



(2) 短絡保護機能

短絡保護機能とは、eFuse IC TCKE8xxシリーズの出力VOUTにつながっている負荷、例えば電源ICなどに障害が発生し短絡（ショート）状態が生じた場合に、過電流が流れるのを防ぐ機能です。eFuse ICは、ごく短時間に出力電流IOUTがILIMピンで設定した出力電流制限値の1.6倍を超えると短絡と判定し、直ちに内部のMOSFETをオフにしてVINとVOUTを遮断しIOUTをほぼゼロに抑えます。短絡により過電流が流れ始めてから遮断までは、TCKE8xxシリーズの場合標準で150nsと非常に高速です。遮断までの時間が短ければ短いほど、負荷デバイスのダメージや破壊を低減することができます。短絡保護の高速性は電子ヒューズの性能を示す重要な特性です。eFuse IC TCKE8xxシリーズは、東芝の超高速短絡保護回路技術、Fast trip機能によってこの高速性能を実現しています。



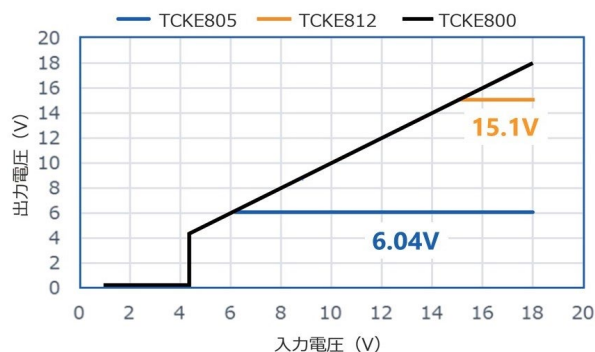
過電流保護と短絡保護は似ていますが、違いは何ですか？

過電流保護は出力電流が設定した制限値を超えると作動して、基本的に制限値の電流を流し続ける。短絡保護は出力が短絡すると基本的に入力電源の最大電流が瞬時に流れるので、それを検出し即座に遮断して出力電流をほぼゼロにする。この初期動作が大きな違いかな。



(3) 過電圧クランプ機能

過電圧クランプ機能は、出力電圧VOUTを設定された制限値以内に維持し、負荷デバイスへの過電圧印加を防ぐ機能です。eFuse IC TCKE8xxシリーズの入力電圧VINは最大18.0Vの印加が可能です。5V/12Vラインへの使用において入力過電圧から負荷デバイスを保護するために、過電圧クランプ回路を搭載した機種があります（非搭載機種もあり）。該当機種は、VINへの印加電圧を6.04V/15.1V（typ）でクランプして出力します。過電圧クランプ機能が作動すると、eFuse ICでの電力消費によって熱が発生するため、過電流保護や短絡保護と同様に過熱保護機能が働きます。



入力過電圧と反対にVINがeFuse ICの動作電圧より低くなってしまう場合があります。その場合eFuse ICおよび後段のICが誤動作する可能性があるため、低電圧誤動作防止機能（UVLO：Under Voltage Lockout）も搭載しています。UVLO機能によりTCKE8xxシリーズは、起動時はVINが4.15V（typ）以上にならないと動作せず、起動後はVINが3.95V（typ）を下回ると動作を停止します。UVLOのしきい値は、EN/UVLOピンに分圧抵抗を外付けすることで調整可能になっています。



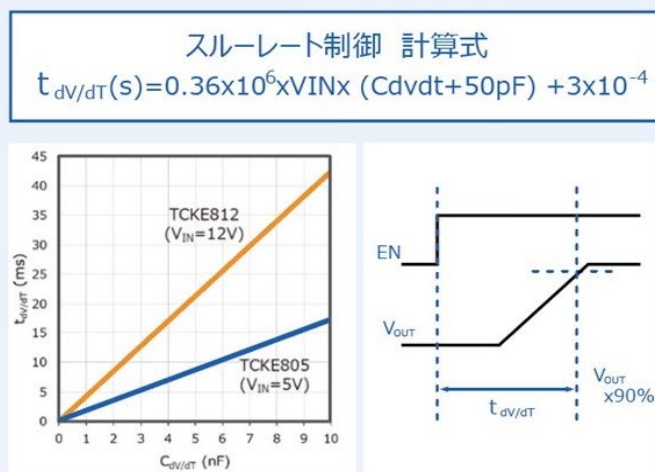
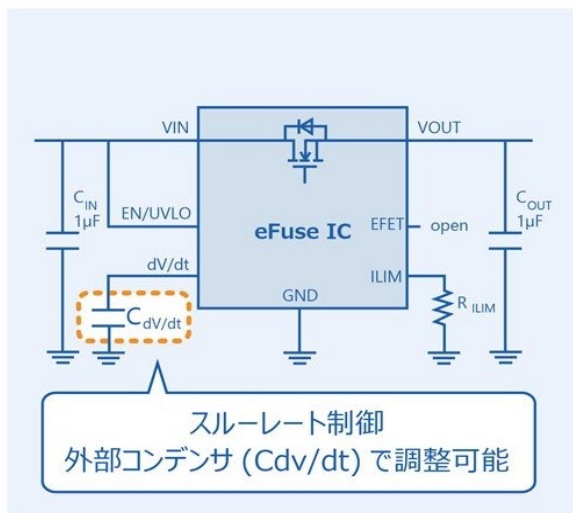
出力側だけではなく、入力の異常に対しても保護があるんですね。

入力電圧が大きく変動するケースは少なくないよ。例えば入力電圧が過大になると、ほぼそのままの電圧が負荷デバイスにかかってしまうんだ。それで負荷デバイスがダメージを受けて過電流が流れるような場合、この過電流を制限したり遮断したりすることはできても、事すでに遅しだよ。そういった意味では、過電圧クランプ機能は自身と負荷デバイスを守る機能と言えるね。



（４）突入電流抑制機能（スルーレート制御機能）

eFuse IC内部のMOSFETがオンして入力と出力が導通すると、出力にあるコンデンサーに充電電流が一気に流れます。この電流は突入（インラッシュ）電流と呼ばれ、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恐れがあります。突入電流抑制機能は、これらの不都合を防ぐために、出力電圧の立ち上がり（スルーレート）を制御しコンデンサーへの突入電流を制限する機能です。eFuse IC TCKE8xxシリーズは、dV/dTピンへの外付けコンデンサーで、出力電圧のスルーレートを制御する機能を搭載しているので、設計する回路要件に合わせて起動の最適化ができます。外付けコンデンサーの容量はデータシート記載の算式、もしくはグラフから簡単に求めることができます。



起動時の波形では、VOUTの立ち上がりスルーレートが制御され穏やかに立ち上がっているので、出力にあるコンデンサーへの充電電流 = IO_{UT}も穏やかに増加し、突入電流は十分に抑制されていることがわかります。



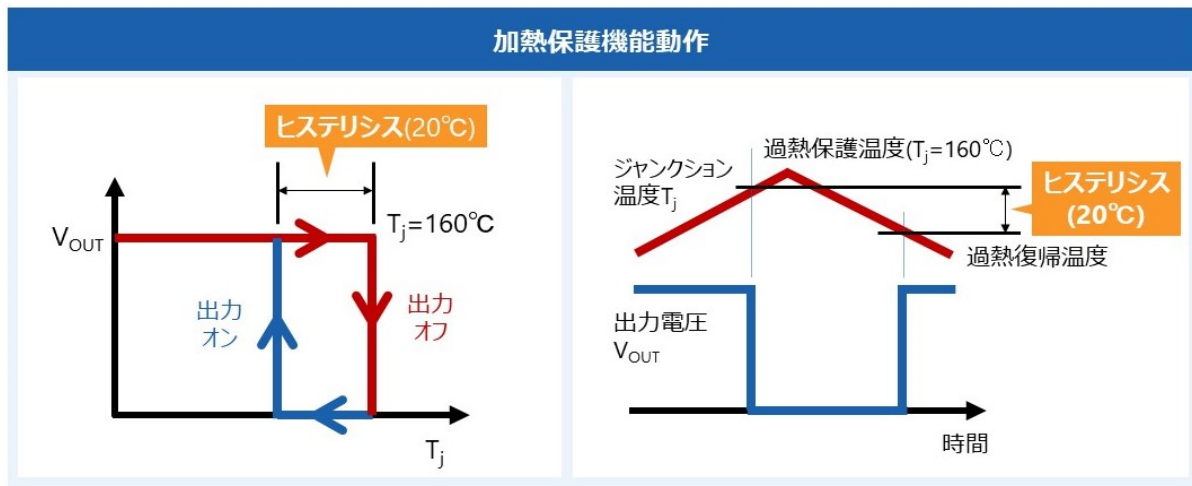
電源ICにこれと似たような目的のソフトスタートという機能がありますが、同じですか。

基本的に目的も同じだよ。出力電圧をゆっくり立ち上げることで、負荷側のコンデンサを少しずつ充電して、一気に大電流が流れないようにしているんだ。



(5) 過熱保護機能

過熱保護機能は、eFuse ICのチップ温度、つまりジャンクション（接合部）温度 T_j が設定値を超えると、内蔵MOSFETをオフにして出力を遮断することでeFuse ICを保護します。この遮断によって T_j が下がり、ヒステリシスを持ったしきい値を下回ると復帰動作を行うタイプと、遮断後ラッチするタイプが用意されています。下図はTCKE8xxシリーズの例です。



過熱保護が作動するしきい値にヒステリシスがあるのはなぜですか？

ヒステリシスがないと、温度がしきい値付近の時にオン・オフを繰り返す発振のような動作になる可能性があるんだ。これは、eFuse ICにとっても負荷にとってもよくないので、オンとオフのしきい値に差を設けて不安定な動作を防止する手法だよ。これは、温度以外にも、電圧や電流の比較回路でも使われているよ。



話は変わりますが、過電流、短絡、過電圧の各保護動作に過熱保護が絡んでくるとのことでしたが、それはどうしてですか？

過電流や過電圧によってICなどがダメージを受けるのは、結局のところ損失電力が熱となって焼損や溶融を引き起こすことが原因なんだ。例えば周囲温度が高ければ、電流と電圧が定格内でもジャンクション温度 T_j の定格を超えている場合があるのは知っているよね。こういったことを含めて、**電流と電圧の検出による保護に温度による保護を組み合わせることで、より確実性の高い保護が可能になるんだ。**

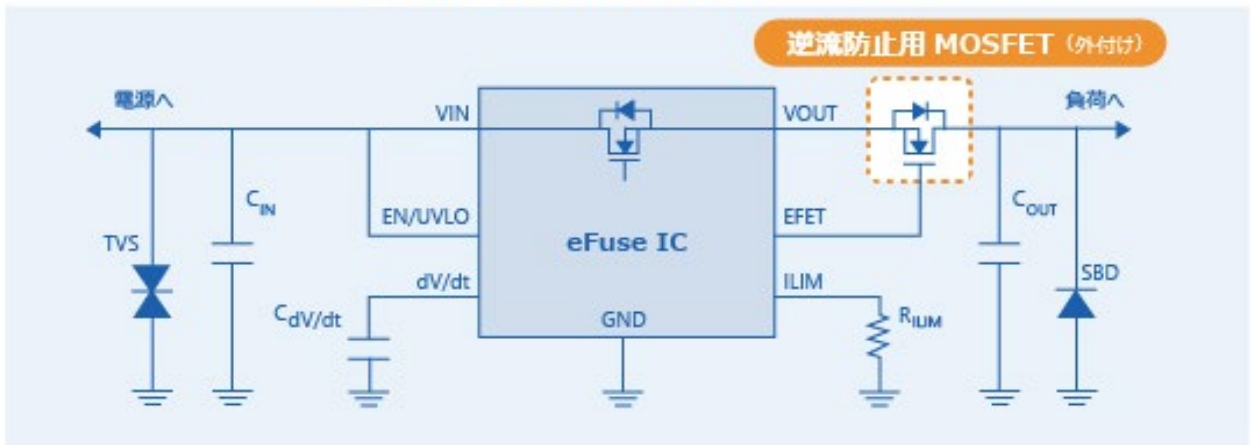


(6) 逆流防止機能

逆流防止機能は、eFuse ICの動作停止状態（VINの電源オフやディセーブル状態など）に、入力側の出力側の電位が高くなると、内蔵MOSFETの寄生（ボディ）ダイオードを通じて、出力側から入力側に電流が逆流するのを防ぐ機能です。

TCKE8xxシリーズではこの機能はオプションで、外付けのMOSFETが1つ必要になります。逆流防止用MOSFETの制御にはEFETピンが用意されているので、回路図が示すようにMOSFETを出力ラインに追加するだけです。逆流防止用MOSFETは、推奨品と仕様がデータシートに記載されているので参照してください。

逆流防止機能を使用時の eFuse IC 周辺回路例



これがオプションというのはどういうことですか？

用途によっては逆流防止用MOSFETが内蔵されている「TCKE712BNL」のようなeFuse ICが便利な場合もあるんだけど、逆流が起こる条件がない場合や、逆流しても問題がなければ必要がないからだよ。また、VOUTが逆流防止用MOSFETを介さないの、VOUTのオン抵抗が減って損失を減らせるメリットもあるよ。



TCKE8xxシリーズは、MOSFETを追加するだけで逆流防止機能を簡単に追加できるようにEFETピンを備えているんだ。この機能がないと逆流防止機能内蔵の別のICに変更するか、別途MOSFET制御回路を用意しなければならないので、便利なオプションだよ。

さらに詳しい情報は下記もご参照ください。

→ eFuse IC 製品ページ

eFuse ICはどのような用途に使われるの？



機能や性能面だけではなく、安全規格の取得に関してもeFuse ICは非常に有用なんですね。

IEC62368-1認証取得が必要な機器では、この認証取得済みのeFuse ICの利便性は高いよ。



具体的にはどんなアプリケーションで使用されるんですか？

eFuse ICを使うことでメリットが出るアプリケーションは多岐にわたるよ。
例えば、コンピューターではサーバーからノートPC、SSD/HDD、プリンターといった周辺機器、ビデオやゲーム、VRやAR、スマートスピーカーやヘッドセットなど。端的に言うと電源を必要とするほとんどの電子機器に使用できるし、安全性への配慮からは使用すべきと言えるね。

eFuse ICが使われている場所



ビデオ会議システム

オフィス



ノートパソコン



モデム



LANルーター



バーコードリーダー



サーバー



プロジェクター



テレビ



プリンター



インターホン



湯沸し器



冷蔵庫

ホーム



ロボット掃除機



VR・AR



タブレット



カメラ



スマートスピーカー



SSD

eFuse ICを使ってみよう

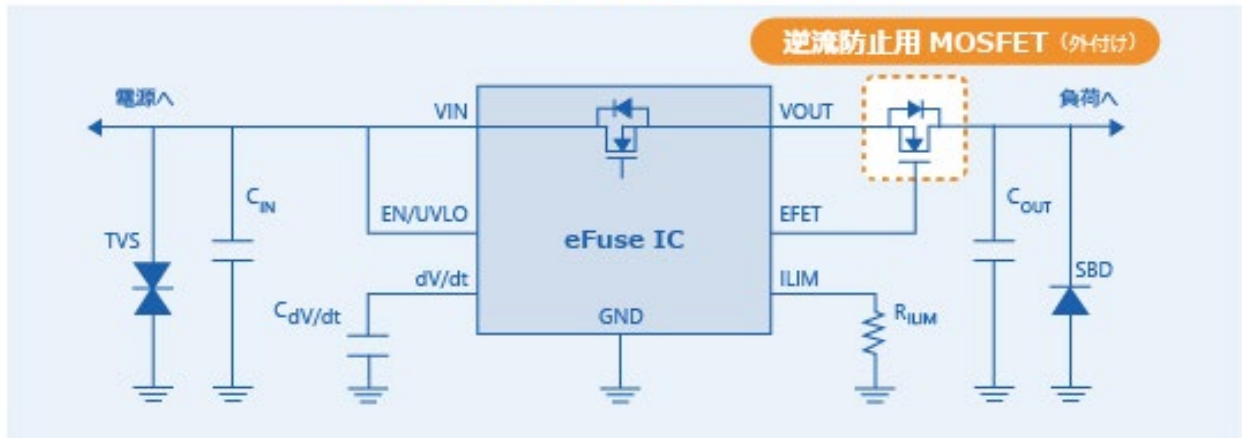


本当に多くのアプリケーションで使うことができるんですね。TCKE8xxシリーズの概要説明のところで基本の回路例がありました。実際のところはどんな回路になるんですか。

基本的に回路は簡単だよ。1つの例を見せよう。



逆流防止機能を使用時の eFuse IC 周辺回路例



思っていたよりシンプルで、外付け部品も少なくて設計も簡単そうですね。実際に設計する場合に必要な資料などは揃っていますか？

設計に関しては、データシートの他に設計マニュアル的な資料や、**リファレンスデザイン**と呼ばれる動作確認が取れている回路例なども提供されているので、大いに利用すべきだね。**このような情報やツールを上手に使うと、開発時間を短縮可能だよ。**



先輩、ありがとうございました。資料や回路例を見ながらもっと勉強します！

→ eFuse IC リファレンスデザイン

→ eFuse IC 製品ページ

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いたします。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（ヘルスクエア除く）、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/>