

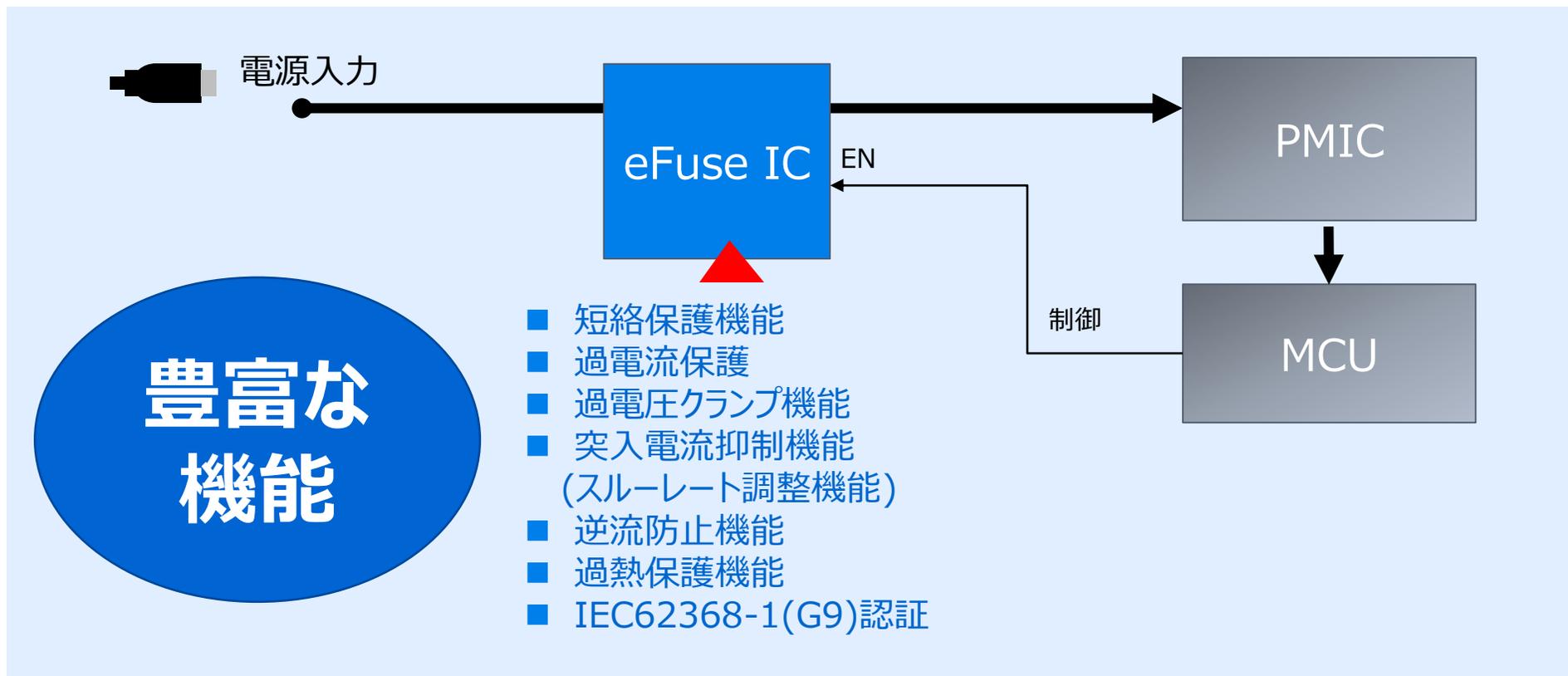
# TOSHIBA

e-ラーニング

## eFuse ICの基礎

東芝デバイス&ストレージ株式会社

## 半導体でできた繰り返し使用可能なヒューズIC



eFuse ICは従来のヒューズにはない、高性能・高精度の保護機能をワンパッケージに内蔵したICです。繰り返し使用可能であり、修理にかかる保守メンテナンス費用や復旧時間の削減ができます。

# 半導体ヒューズ eFuse ICとは

製品ラインナップ一覧です。

今後の様々な耐圧、パッケージでラインアップを拡大予定です。

製品名	入力電圧 範囲	制限電流 範囲	過電圧 保護	スルーレート 制御	EN制御	復帰動作	フラグ機能	オート ディスチャージ	パッケージ
TCKE805NA	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	6.04V OVC	調整可能	Active High	オートリトライ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE805NL	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	6.04V OVC	調整可能	Active High	ラッチ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE812NA	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	15.1V OVC	調整可能	Active High	オートリトライ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE812NL	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	15.1V OVC	調整可能	Active High	ラッチ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE800NA	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	なし	調整可能	Active High	オートリトライ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE800NL	4.4V~18V	0.5A~5.0A 調整可能	なし	調整可能	Active High	ラッチ	無し	有	WSON10B 3x3mm
TCKE712BNL	4.4V~13.2V	0.51A~3.65A 調整可能	調整可能	調整可能	Active High	ラッチ	有り	無	WSON10 3x3mm

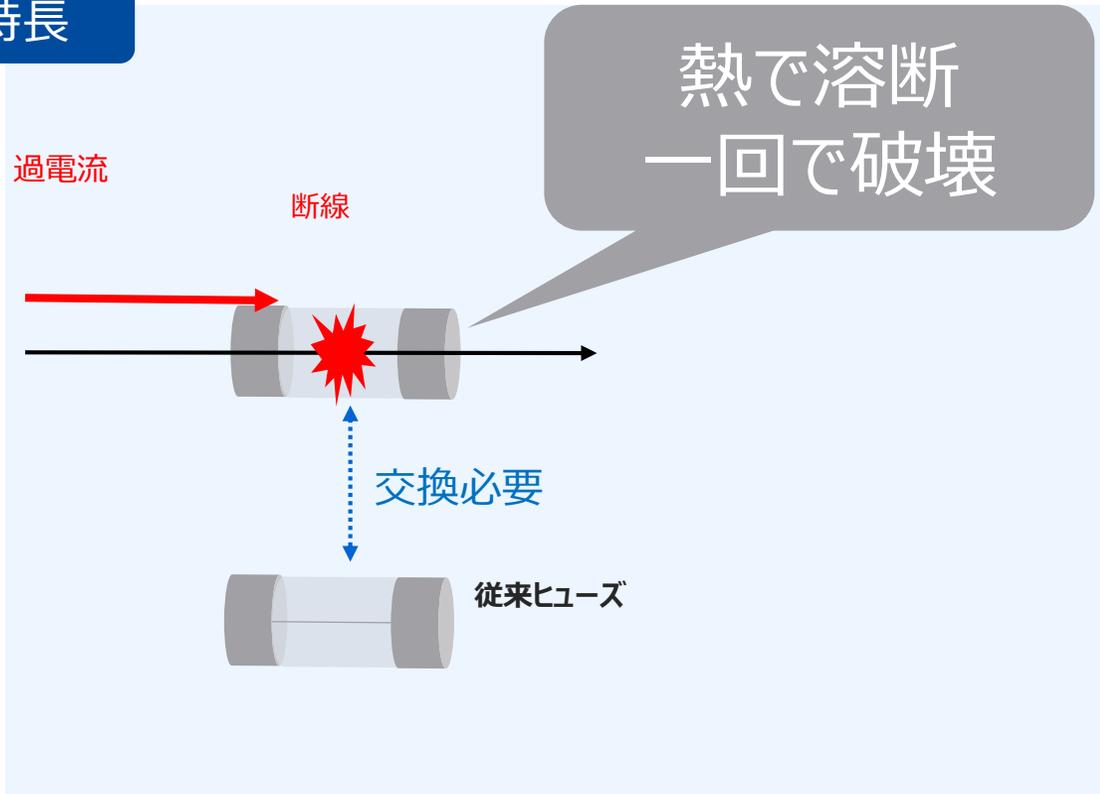
オートリトライ：過電流、過電圧が印加されると過熱保護動作に入り 出力オフ動作となります。その後 過熱保護が解消されると出力は自動復帰します。

ラッチ：出力オフ動作となった後 制御信号を再度Highにすることで復帰します。

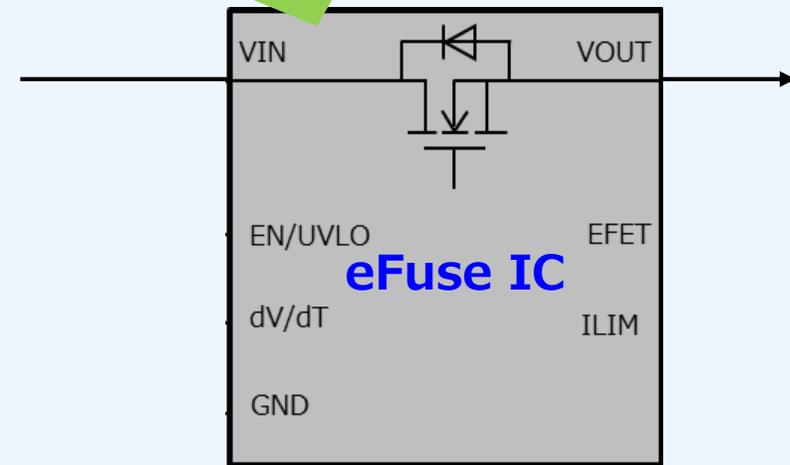
# 半導体ヒューズ eFuse ICのメリット (1)

## eFuse ICは繰り返し使用可能

特長



半導体制御で繰り返し使用可能

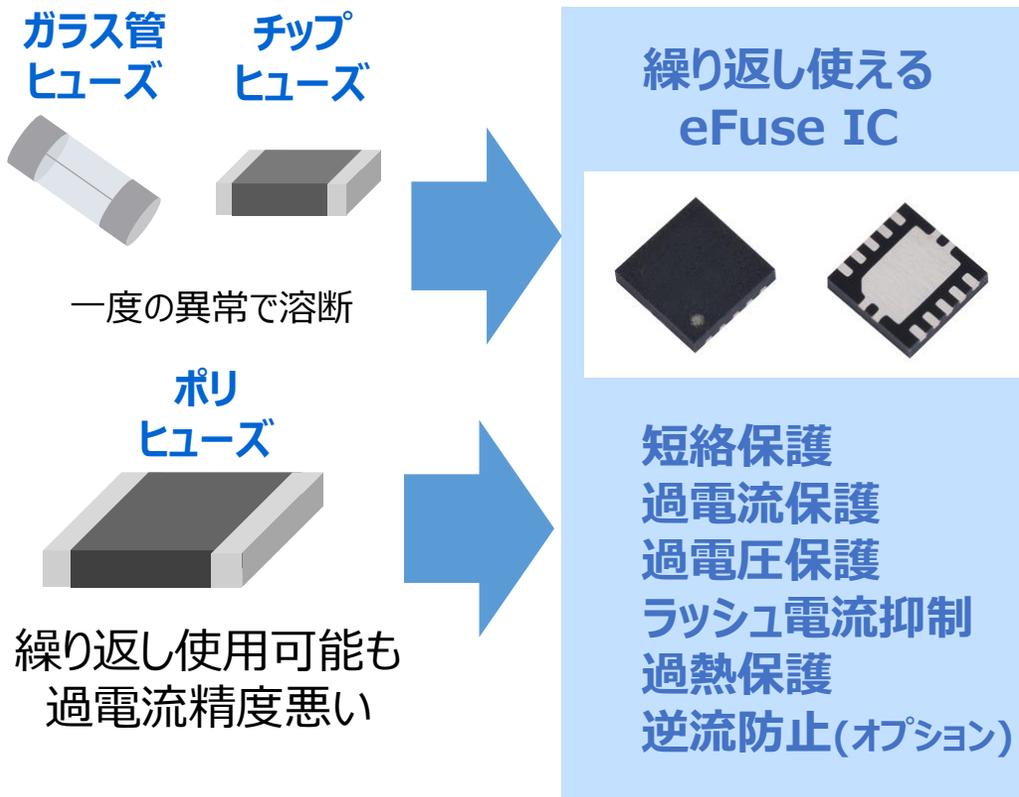


従来のガラスヒューズやチップヒューズ（左図）では、過電流発生時に熱で内部の金属を溶断（断線）することで、電流を止める構造になっています。そのため、一回で破壊してしまい、再度動作させるには部品交換等を行わなければなりません。

一方でeFuse IC（右図）は内部の過電流回路で高精度に電流を検知して、内部MOSFETをオフすることにより電流を止めるため、繰り返し使用可能です。

# 半導体ヒューズ eFuse ICのメリット (2)

## 従来ヒューズと比較してeFuse ICは優れた保護性能を持つ



	ガラス管ヒューズ	チップヒューズ	ポリヒューズ	半導体ヒューズ eFuse IC
繰り返し性	-	-	✓	✓✓✓
過電流保護の速度・精度	-	-	-	✓✓✓
その他保護機能	-	-	-	✓✓✓
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	✓	✓✓	-	✓
機能・メンテナンス 含むトータルコスト	-	-	-	✓✓✓

# 半導体ヒューズ eFuse ICのメリット (3)

## IEC62368-1認証取得をeFuse ICで簡易化

新しい国際安全規格IEC62368-1(G9)認証(Integrated circuit (IC) current limiters )(従来のIEC60950-1 , IEC60065が統合した新しい安全規格で2022年12月より施行) を取得した製品をラインアップしております。  
この安全規格を取得した半導体ヒューズeFuse ICを使用することにより、セットとしての認証取得作業を軽減できる場合があります。

~2022/12 失効

2022/12~ 施行

**IEC60950-1**

情報通信機器向け安全規格

**IEC60065**

AV機器向け安全規格

**IEC62368-1**

情報通信機器及びAV機器向け  
新安全規格

### IEC62368-1試験内容

- ・最大負荷での連続動作試験
- ・出力短絡状態での連続動作試験
- ・連続出力短絡試験
- ・過電流保護状態での連続動作試験  
等々

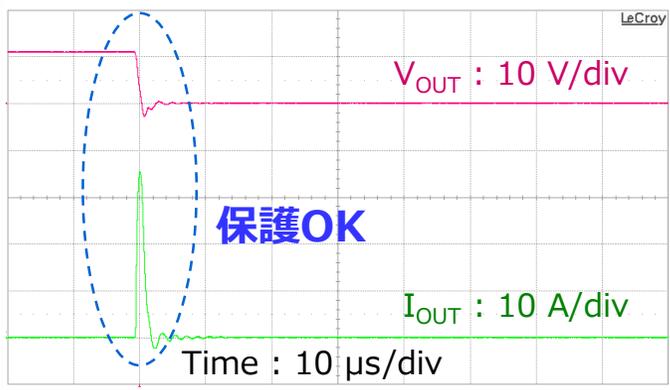
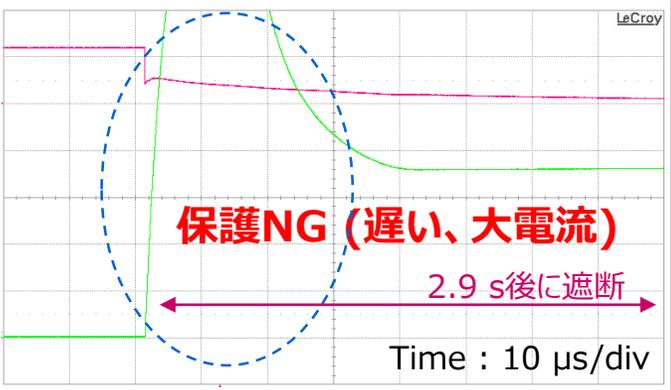
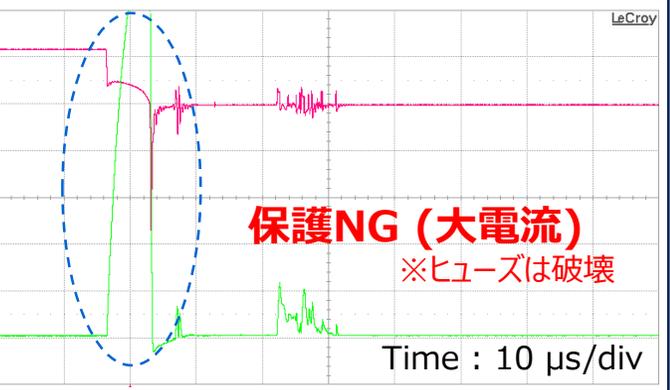
本規格を取得することで、  
セットとしての**認証取得の作業軽減**

IEC62368-1は人体への傷害を防ぐ「ハザード・ベース・セーフティ・エンジニアリング (HBSE) 」という概念をもとに開発されている、新しい製品安全規格

# 従来ヒューズとeFuse ICとの比較

eFuse ICだけが高速に電流経路を遮断し、大電流を流さない

## 短絡保護動作結果

	eFuse IC (TCKE812NL)	ポリヒューズ	チップヒューズ
定格電流	3 A (設定)	3.1 A (定格)	3 A (定格)
遮断時間	2 $\mu$ s	2.9 S	7 $\mu$ s
保護動作確認			

ポリヒューズ、チップヒューズは瞬間的に**70 A以上の大電流**を確認、チップヒューズは破壊

# 半導体ヒューズが使われるアプリケーション例



NBPC



SSD/HDD



サーバ



プリンタ



ビデオ



ゲーム



VR/AR



スマートスピーカー



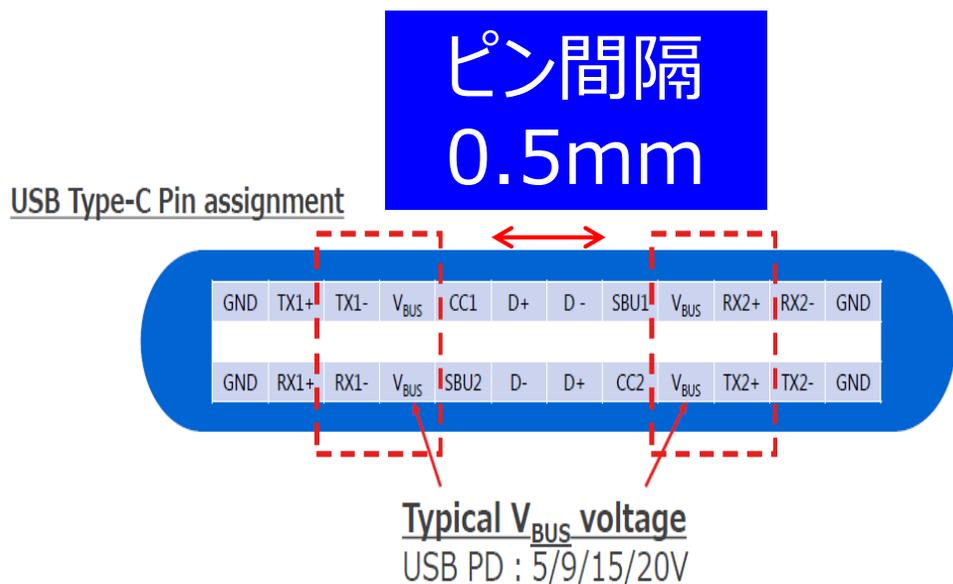
ヘッドセット

等  
他の多くのI/Oデバイス

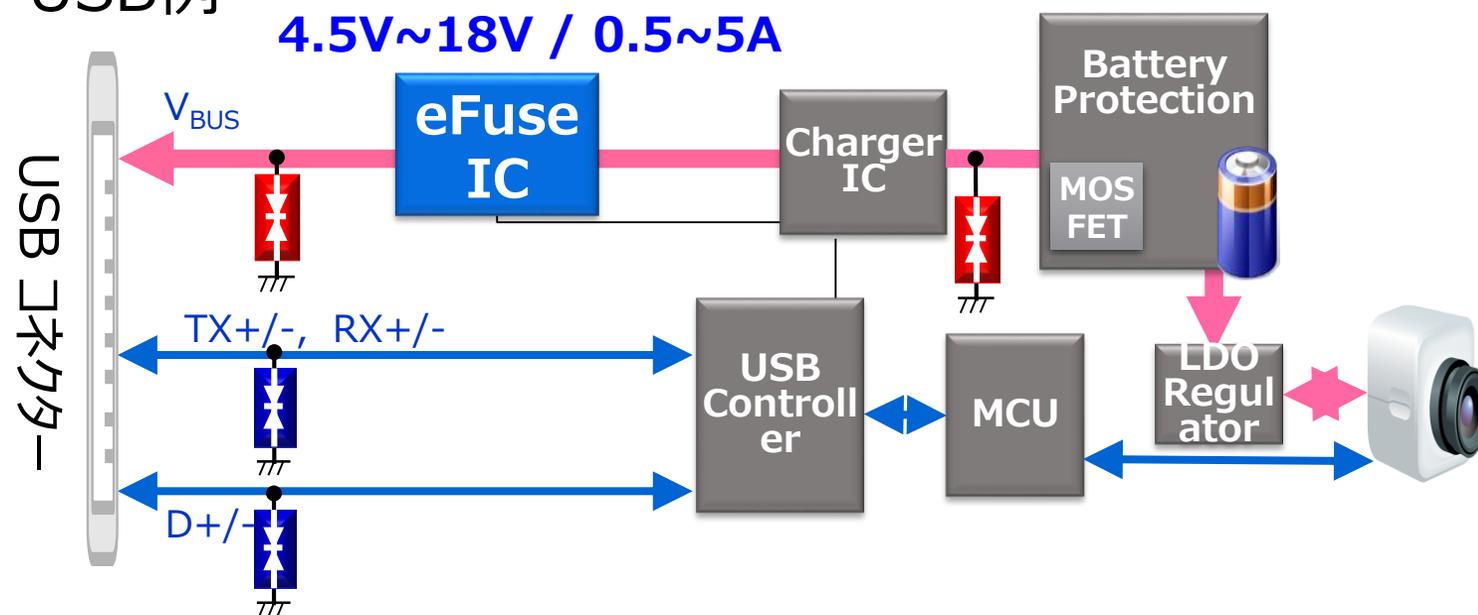
半導体ヒューズを使用するアプリは多岐に渡ります

# 実際の半導体ヒューズ使用例(USB Type-C事例)

## USB $V_{BUS}$ の短絡保護とIEC62368規格対応



### USB例

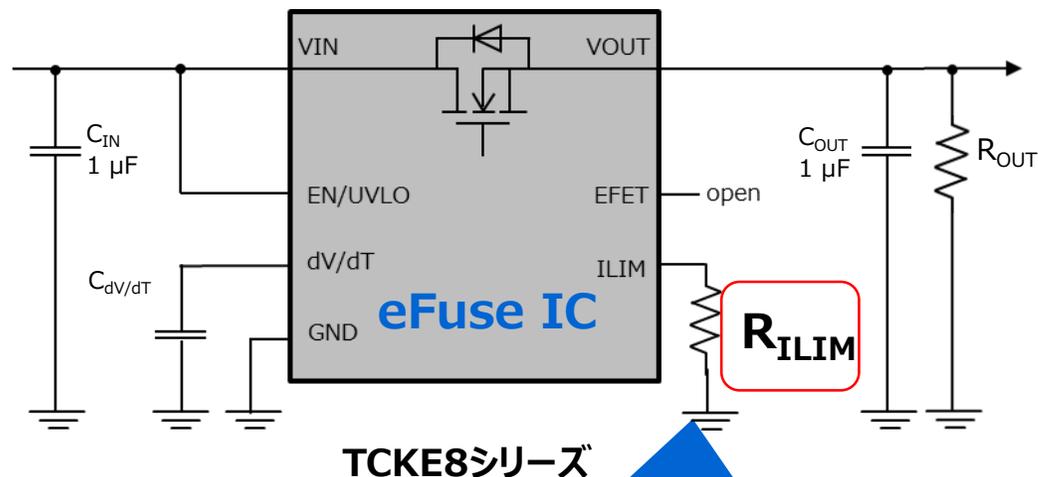


USB端子の規格対応のため、Load SWやMOSFET等からeFuseへの切り替えが進みつつあります。ESD等と組み合わせて使用することが重要です。

# 過電流保護機能 (OCP: OverCurrent Protection)

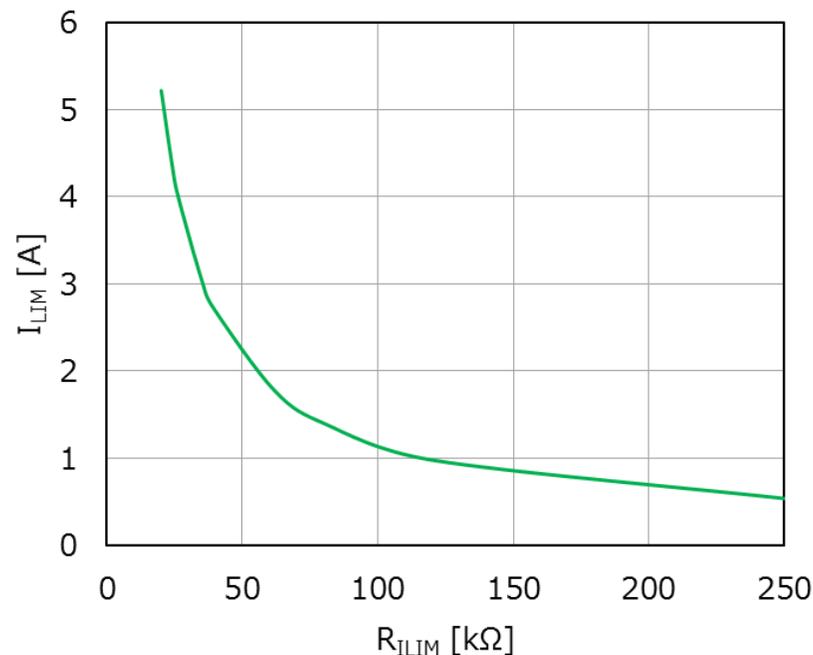
過電流保護機能は異常発生時の消費電力を抑えてIC と負荷の破壊を防止する機能です。負荷の異常や短絡などで出力電流が制限電流 ( $I_{LIM}$ ) を超えると、出力電圧と出力電流も低下させて、IC と負荷で消費される電力を制限します。

## 基本回路



過電流制限は  
外部抵抗 ( $R_{ILIM}$ ) で  
0.5~5Aの範囲で設定可能

## 制限電流 $I_{LIM}$ - 外付け抵抗 $R_{ILIM}$



過電流制限 計算式

$$I_{LIM} \text{ (A)} = 0.13 + 101800 / R_{ILIM} \text{ (}\Omega\text{)}$$

# 過電流保護機能 (OCP: OverCurrent Protection)

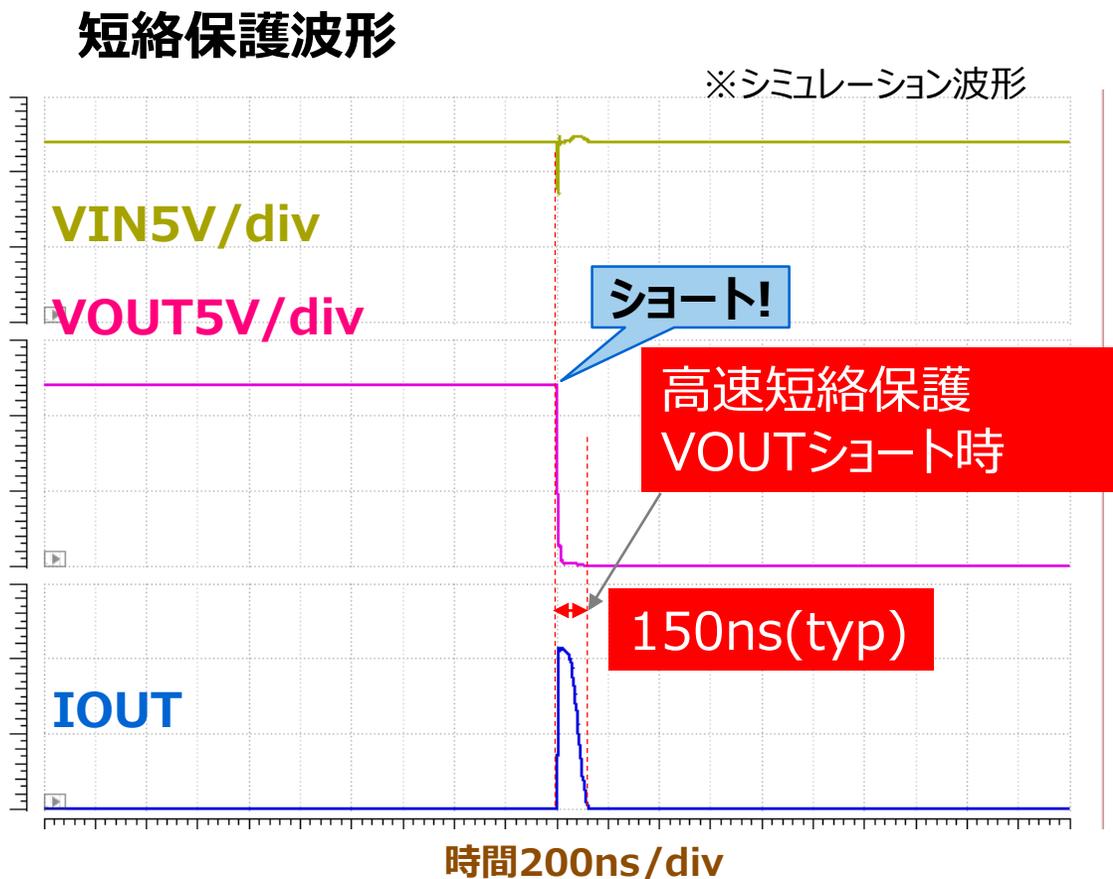
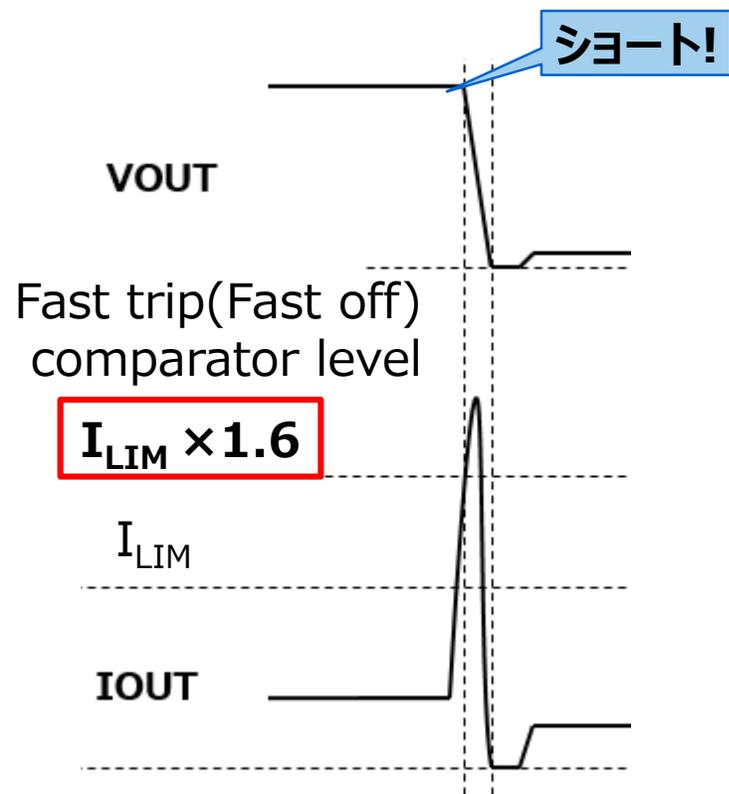
## ● 従来ヒューズに対するeFuse IC性能比較

eFuse ICは高速・高精度に保護動作を行います

	eFuse IC (TCKE812NL)	ポリヒューズ	チップヒューズ
定格電流	3 A(設定)	3 A (定格)	3.1 A (定格)
過電流 保護動作確認 (5A電流時)	<p>保護OK Vin : 5 V/div Vout : 5 V/div Iout : 2 A/div Time : 1.0 s/div 1~2<math>\mu</math>s</p>	<p>保護NG (切れない) Time : 1.0 s/div</p>	<p>保護NG (切れない) Time : 1.0 s/div</p>
過電流 保護動作確認 (10A電流時)	<p>保護OK Vin : 5 V/div Vout : 5 V/div Iout : 2 A/div Time : 1.0 s/div 1~2<math>\mu</math>s</p>	<p>保護NG (遅い) Time : 1.0 s/div 2.6s</p>	<p>保護OK ※破壊、再使用不可 Time : 1.0 s/div 3.5<math>\mu</math>s</p>

# 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。



オフ時間が速いことで後段ICのダメージや破壊を低減することができます

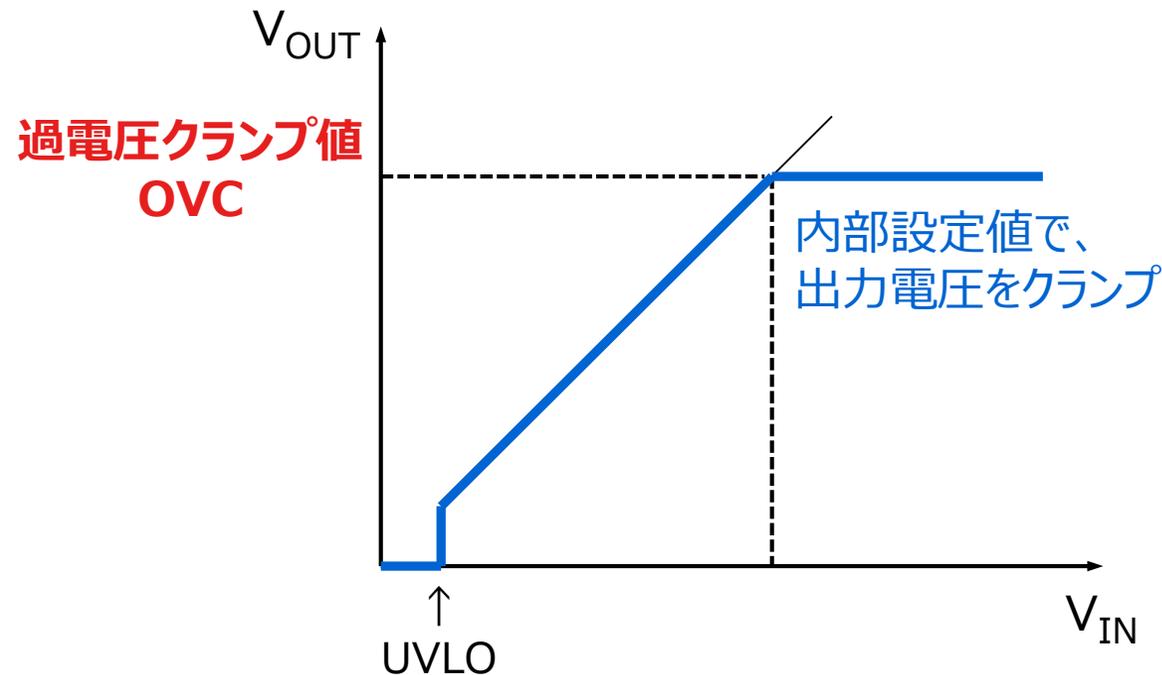
# 過電圧保護機能（過電圧クランプ）

TCKE8シリーズの場合はeFuse ICのVIN端子に過電圧が入力され、eFuse IC内部で設定された過電圧クランプ値（OVC）を超えると、後段のICや回路に過電圧が印加されないように、OVCで出力電圧 $V_{OUT}$ が制限されます。

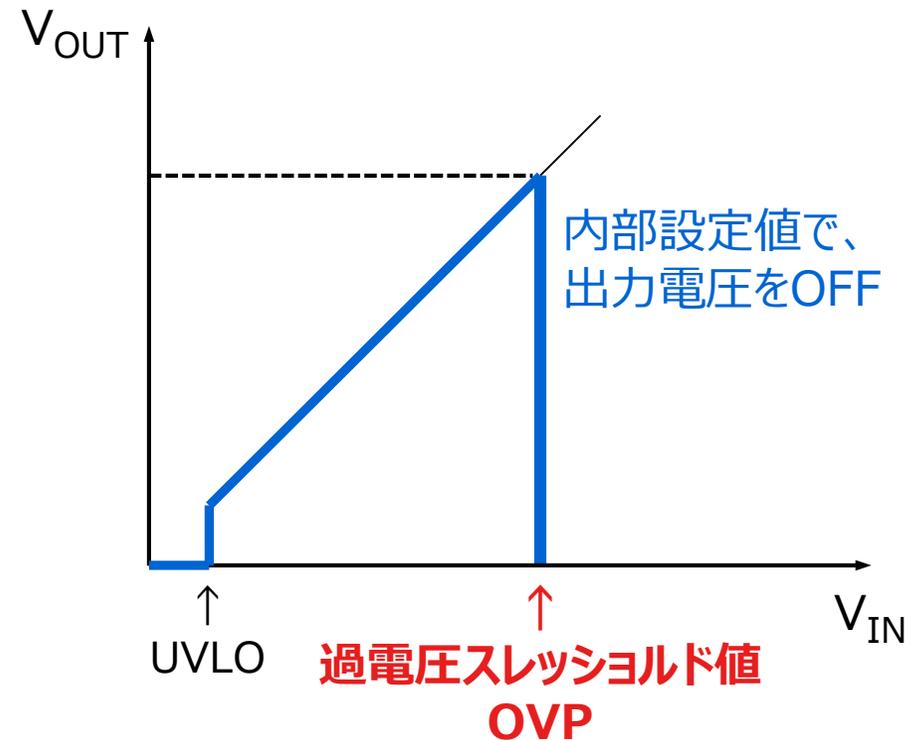
過電圧保護機能には、

- ・出力電圧をクランプするタイプ
- ・出力OFFするタイプ

の2種類があります。製品によって動作が異なりますので詳細はデータシートをご確認ください。



TCKE8シリーズの場合

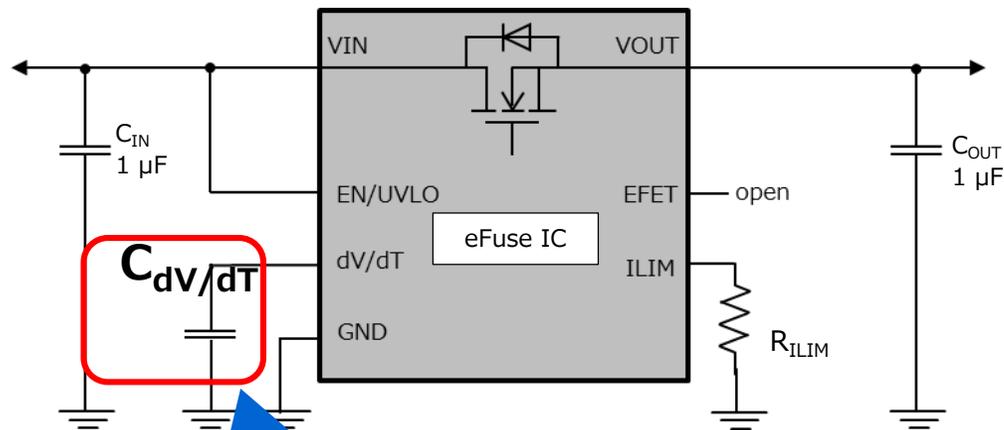


TCKE712BNLの場合

# スルーレートコントロール（ラッシュ電流の抑制）

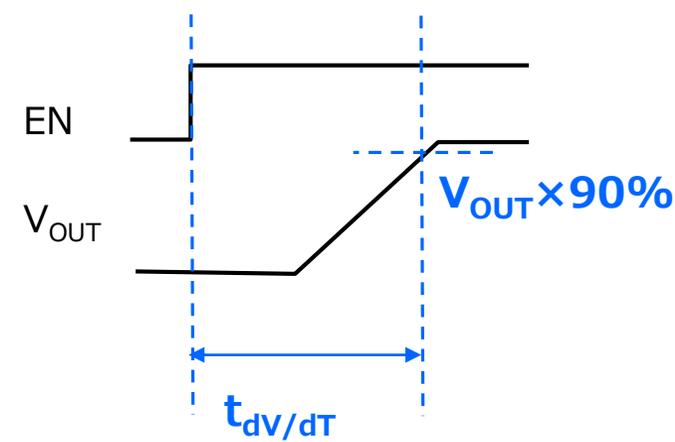
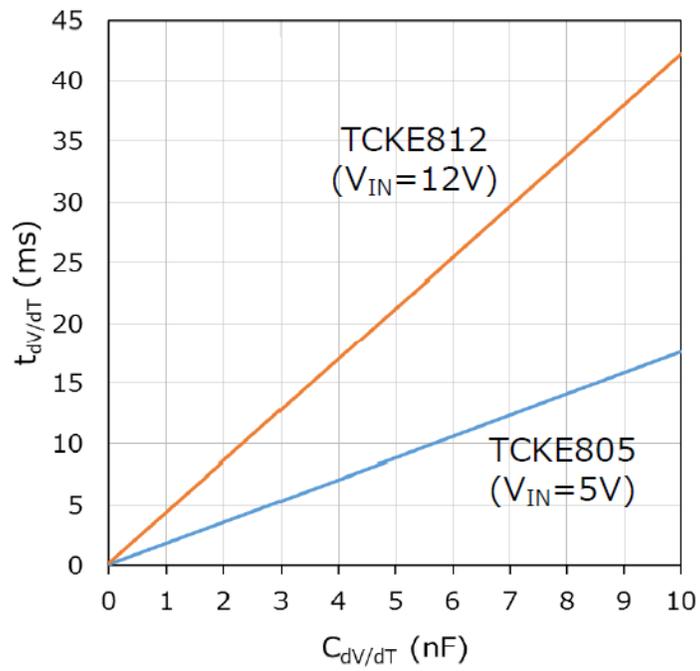
出力がオンしたとき、負荷側に接続されたコンデンサを充電するため突入電流が流れます。この電流が大きすぎると過電流保護回路が誤動作して立ち上がり不能になったり、出力電圧にオーバーシュートが発生したりするおそれがあります。

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。



スルーレート制御 計算式

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



**スルーレート制御  
外部コンデンサ（C<sub>dV/dT</sub>）で調整可能**

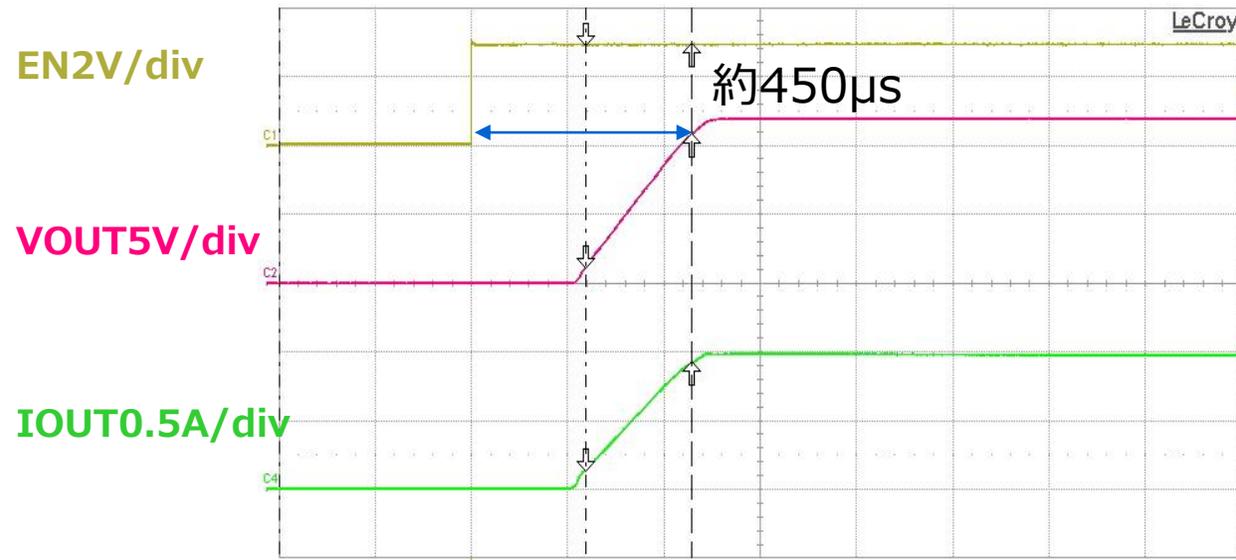
**外部コンデンサーでラッシュ電流に応じて  
任意に電圧の立ち上がり、スルーレートを制御可能**

# スルーレートコントロール（ラッシュ電流の抑制）

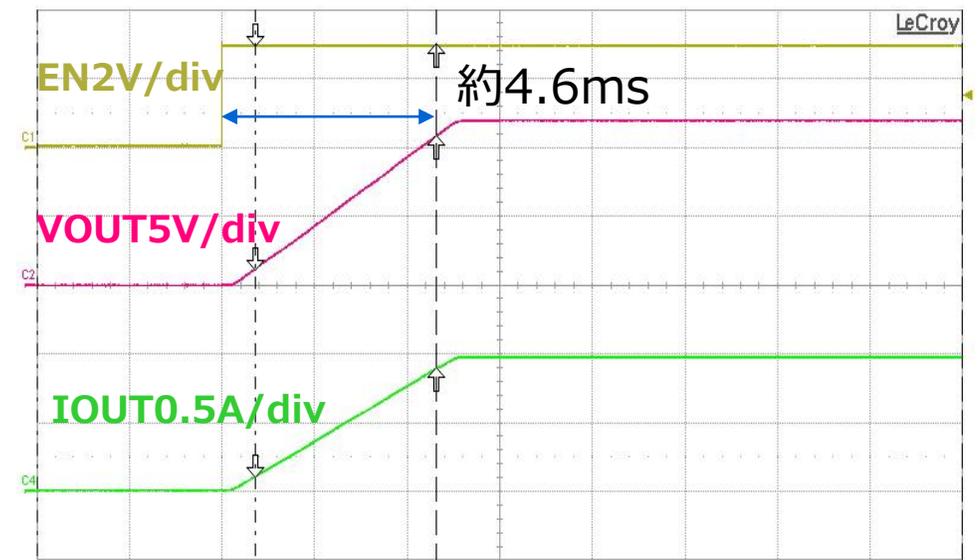
下の図は、スルーレートコントロールを使ったラッシュ電流抑制の例です。  
左側の波形がdV/dT端子がオープン時の出力電圧、電流の立ち上がり波形です、右側がdV/dT端子に1nFをつけた場合の波形です。

CdVdT端子容量により、スルーレートを調整することができます。

## CdV/dT=オープン



## CdV/dT=1nF



外付け容量にてスルーレートを調整することが可能です

**TOSHIBA**