



life.augmented

# e ヒューズ(電子ヒューズ) クイック・リファレンス・ガイド



eFuse

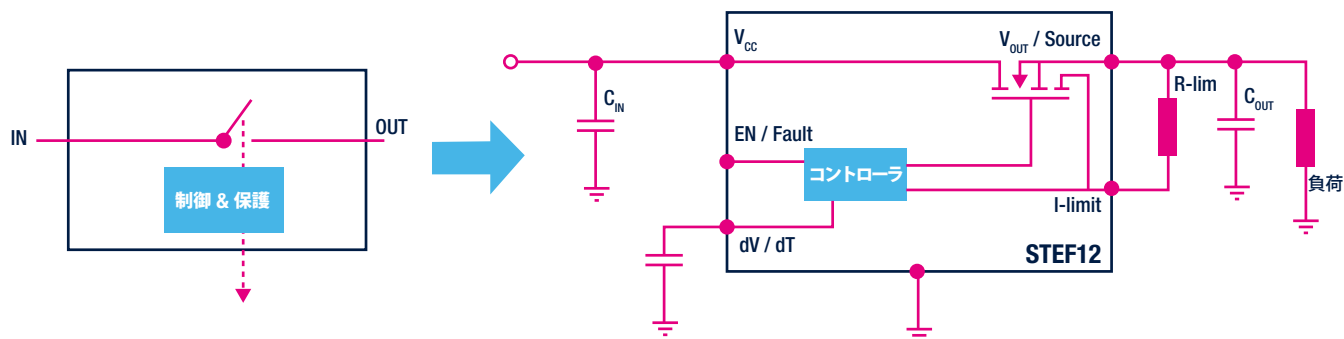




より安全な設計でより効率的なアプリケーションを実現

## eヒューズの仕組み

eヒューズは、負荷および電源を保護するために主電源レールと直列に接続され、ロジック回路によって制御される低抵抗スイッチです。eヒューズは、従来型のヒューズやポリマーPTCより小型かつ高速で効率に優れており、過電流および過電圧状態を検出して対応し、障害イベント後の交換は不要です。



過負荷または短絡状態が発生すると、eヒューズは電流をあらかじめ設定された安全な値に制限します。過電圧状態が発生すると、eヒューズは出力電圧を安全なレベルにクランプすることにより、電源の機能不全によって発生した異常から負荷を保護します。

障害状態が持続する場合、eヒューズは負荷を電源から切り離します。STが提供するeヒューズには、ラッチオフ・モード(デバイスがオフになり、手動による再起動が必要)、または自動再試行モード(デバイスが自動的に再起動)で動作するデバイスもあります。

STのeFuselは、**シングルチャネル**構成、または**デュアルチャネル**構成で使用できます。

また、これらの製品は、TSOT、DFN、QFN、TSSOP、フリップ・チップなどのさまざまな小型プラスチック・パッケージでの提供が可能です。

## eヒューズの主な利点

### 障害に対する迅速かつインテリジェントな対応

従来型のヒューズは過負荷状態において導体が過熱して融解するという原理に基づくのに対して、eヒューズは出力電圧のクランプやスループット電流の制限を行うだけであり、それによってデバイスへの正常な給電を可能にし、障害が持続する場合は最終的に負荷を切り離します。これにより、負荷と電源の損傷を未然に防ぎ、過渡状態による誤トリガの発生を防止します。さらに、DCバスによって給電するアプリケーションでは、eヒューズは負荷の障害によるバスの垂下を軽減し、不具合や低電圧が同じバスに接続された他の負荷に伝播することを防止します。

### 保守作業の軽減

eヒューズはバス・エレメントを損傷させることがないため、電源を入れ直すか、または自動再試行モードの場合は単に待つことによって、システムからの信号によりただちにリセットすることができます。機器のアップタイムが最大限に延長され、保守作業のコストと複雑さが軽減されます。

### 突入電流制御

突入電流状態は、起動時やホットプラグ時に発生する可能性があります。eヒューズは、出力電圧をSS(ソフト・スタート)機能などにより、大きな突入電流によって電源が過負荷状態になることを防止します。この機能は、複数の負荷に単一の電源から給電する場合に極めて重要です。

### 柔軟なアプリケーション設計

eヒューズは特定のニーズに合わせてプログラムし、調整することができます。大部分のeヒューズでは、電流制限やスタートアップ時間を設定することが可能です。一部の製品では、低電圧ロックアウトや出力クランプのレベル、およびデバイスの動作モード(ラッチオフまたは自動再試行モード)も設定することができます。

## 主な特徴

### 出力電圧クランプ

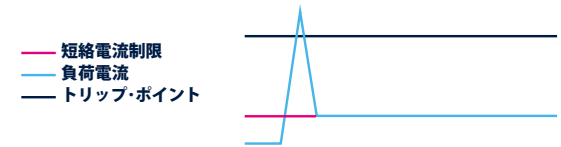
各eヒューズには、安全な出力電圧の最大値があらかじめ設定されています。入力電圧がこの値を超えた場合、eヒューズは出力電圧をこの設定済みの値にクランプし、負荷やシステムを損傷させることなくデバイスが動作できるようにします。過電圧が持続する場合、eヒューズは負荷を切り離します。大部分のeヒューズは電圧クランプ値が設定済みとなっています。

STEF01については、ユーザが電圧クランプ値を設定できます。



### 電流制限

過負荷状態が発生すると、eヒューズは内蔵バス・エレメントの導通性を低下させ、実質的に電流を設定済みの値に制限します。大幅な過負荷または短絡が発生した場合、デバイスはフォールドバック電流制限を開始し、最終的には負荷を切り離すことによって電源を保護します。この値は通常、外部抵抗を使用して設定されます。



### 低電圧ロックアウト

低電圧ロックアウト機能は、入力電圧が設定済みの最小値を下回った場合に負荷を電源から切り離します。バンドギャップ・リファレンスによる誤った電圧、ロジック回路における誤った制御信号、トランジスタの不完全なオン/オフなど、過度の低電源電圧による問題の発生を防止することにより、低電圧ロックアウトはシステムの予測可能性を向上させます。STEF01では、ユーザが低電圧ロックアウトのスレッシュホールドを8V~45Vの範囲で設定できます。



### ターンオン遅延 / ソフト・スタート

eヒューズは、起動時に設定済みの予測可能な方法で出力電圧を引き上げることに、突入電流を安全な範囲内に抑え、負荷と電源の両方を保護します。ソフト・スタートの継続時間は、いつでも外付けコンデンサによって容易に設定することができます。



### イネーブル / フォルト・ピン

すべての eヒューズ には、デバイスをオン/オフするためのイネーブル/フォルト・ピンが搭載されています。さらに、一部の製品では、手動による出力オフとデバイスの電流状態の読取りが可能です。サーマル・シャットダウン後には、このピンをトグルすることによってeヒューズをリセットできます。このピンはレギュレータ・イネーブル・ピンとして使用可能であり、サーマルシャットダウン・イベントの通知のために監視回路に接続することができます。また、他のeヒューズのイネーブル/フォルト・ピンに接続することにより、全デバイスの同時イネーブル/ディセーブル動作を実現することもできます。



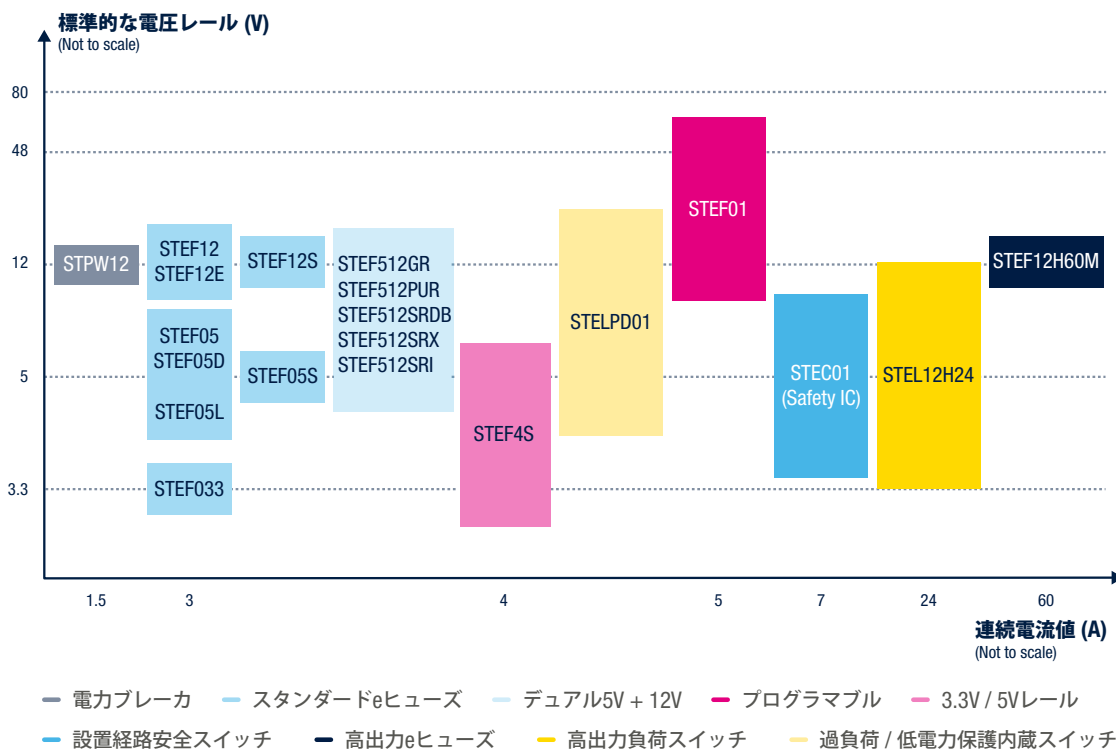
### 国際安全基準

STのeヒューズ製品は電流制限機能を統合しているため、最終アプリケーションに完全な保護機能を提供します。STのeヒューズを使用することで、電流または電力制限機能を必要とする国際安全規格に対するシステムの認証が容易になります。また、UL 2367やIEC 62368-1などの国際規格に製品レベルで準拠している製品もあり、堅牢な過電流保護特性を提供します。

- STEF12: UL 2367準拠
- STEF01: UL 2367準拠、IEC 62368-1準拠
- STEF12Sファミリ: UL 2367準拠、IEC 62368-1準拠
- STELPD01: UL 2367準拠、IEC 62368-1準拠

## eヒューズ製品概要

シングル チャンネル	<b>アプリケーション</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>サーバ / データセンター</li> <li>HDD / SSD</li> <li>ネットワーク・スイッチ</li> <li>産業向け制御機器 / 警報器</li> <li>スマートホーム向け</li> </ul>	12 V	STEF12H60M	12V、60A、0.85mΩ $R_{DS(ON)}$ 電流および温度モニタピンを備えた高精度eヒューズ。パラレル構成 パッケージ：QFN 32 5x5
		8 ~ 48 V	STEF01	8 ~ 48V、4 ~ 5A、30mΩ $R_{DS(ON)}$ 付きフルプログラマブルeヒューズ パッケージ：HTSSOP14
		12 V	STEF12S	12V、4A、高精度簡易型eヒューズ パッケージ：TSOT23-8L、DFN 3x3
		5 V	STEF05S	5V、4A、高精度簡易型eヒューズ パッケージ：TSOT23-8L
デュアル チャンネル	<b>アプリケーション</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>データ・ストレージ</li> <li>HDD</li> <li>SSD</li> <li>NAS / SAN</li> </ul>	5V + 12V	STEF512GR	5V + 12Vを1つの3A eヒューズで使用可能 パッケージ：TSOT23-8L
			STEF512PUR	5V + 12Vを1つの3A eヒューズで使用可能。電流モニタ付き パッケージ：QFN 2x3
			STEF512SRDB STEF512SRX STEF512SRI	5V + 12Vを1つの3A eヒューズで使用可能。逆電流保護付き5Vチャンネル パッケージ：DFN 2x3





## 用語集 & 開発ツール

**精度**：指定された過電圧 / 過電流保護レベルからの最大偏差です。

**自動再試行**：自動再試行モードのデバイスは、サーマル・シャットダウン後、ダイ温度がヒステリシス値を下回れば自動的にオンに復帰します。

**バイアス電流**：eヒューズ自体が動作を維持するために必要とする電流です。

**過負荷電流制限または電流制限トリップポイント**：電流がこの限度値を超えると、eヒューズはパス・エレメントの導通性を低下させることによって過電流イベントに対応します。

**短絡電流**：大幅な過負荷が発生し、結果として出力電圧が低下すると、デバイスはレギュレータの電流限度値を下回るレベルに電流を制限します。

**dV / dT**：電源投入時に出力電圧の上昇を制御する内部回路を指します。外部dV / dTピンを使用すると、ユーザは、ソフトスタートの時間を調整することができます。

**イネーブル / フォルト**：イネーブル / フォルト・ピンは2つの機能を持つピンであり、ユーザはデバイスをイネーブル / ディセーブルするとともに、スリープ状態・ロジックによってデバイスのステータスを取得することもできます。

**ゲートドライバ**：電源とパス・エレメントを保護するため、STEF01とSTEF12Sは内蔵のチャージ・ポンプによって外部MOSFETを駆動することにより、大電流制限時に発生する可能性がある逆電流や大きな過渡電圧を防止します。

**ヒステリシス**：サーマル・シャットダウン後に自動再試行モードのデバイスがオン / オフを繰り返さないようにするため、デバイスは温度がヒステリシス値だけ低下した時にのみ再びオンになります。

**ラッチ**：熱的な障害が発生すると、デバイスはユーザが電源またはイネーブル信号を入れ直すまでオフのままとなります。

**出力電圧クランプ**：入力電圧が設定済みの電圧クランプ値を超えた場合、内部保護回路は出力電圧をこの設定済みの値以下に抑制します。

**パス・エレメント**：電圧および電流は、障害状態に対応して出力電流および電圧を制限するために制御できる低抵抗のパワーMOSFETを通過します。

**電力損失**：通常動作時には、デバイスが消費する電力はパス・エレメントのオン抵抗と負荷電流によって決まります。起動時や障害発生時のように電圧 / 電流が安定化される時には、余剰の電力が熱という形で放散されます。持続的な障害状態では、この熱に対する過熱保護の結果としてデバイスがシャットダウンします。熱設計と適正なソフト・スタート設定は、望ましくないシャットダウンを防止する上で重要です。そのようなシャットダウンの多くは、起動時や持続的な大電流状態において発生します。

**パワー・グッド(PG)**：出力電圧が入力電圧に極めて近く、電流 / 電圧制限が適用されていないことを示す信号です。これはパワー・シーケンシングやリセットのトリガなどに使用できます。

**ソフト・スタート(SS)**：ソフト・スタートは制御された出力電力の供給であり、突入電流を最小限に抑えることにより、電源を過負荷から保護します。ソフト・スタートの時間は、コンデンサをdV / dTピンに追加することによって延長できます。

**サーマル・シャットダウン**：持続的な障害時には、eヒューズのダイが過熱します。シャットダウン温度(通常175°C)に達すると、デバイスは内蔵パス・エレメントをオフにし、ラッチまたは自動再試行状態で動作します。

**UVLO(低電圧ロックアウト)**：UVLOでは、デバイスは電源電圧が十分に高くなるまでオンになりません。

## デモ・ボード

品名	搭載デバイス	説明
STEVAL-EFUSE01	STEF01	プログラマブルな汎用eヒューズSTEF01をベースとした評価ボード
STEVAL-IFP021V1	STEF12/STEF05	STEF05およびSTEF12 eヒューズをベースにした5Vおよび12V電源ライン・プロテクション

詳細については、STウェブサイトをご覧ください。<https://st.com/hot-swap>

At STMicroelectronics  
we create  
technology that  
starts with You

詳細はSTウェブサイトをご覧ください : [www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - March 2024 - Printed in Japan - All rights reserved

STMicroelectronicsのロゴマークは、STMicroelectronics Groupの登録商標です。その他の名称は、それぞれの所有者に帰属します。

STマイクロエレクトロニクス株式会社 ■東京 TEL 03-5783-8200 ■大阪 TEL 06-6397-4130 ■名古屋 TEL 052-587-4557

Order code: BR2310EFUSEQRJ



life.augmented