

電気回路を高速・高精度で保護 繰り返し使用可能な電子ヒューズ

技術仕様の課題から設計のコスト・時間までをトータルに解決

電気回路の保護に欠かせないヒューズや保護回路は惰性で選定・設計しがちなものだが、近年では考慮すべき条件が複雑になっており変革が必要だ。そうした中で、これからの時代にふさわしい新たな保護デバイスとして電子ヒューズへの期待が高まっている。

交換の手間がかかる溶断式ヒューズと 単価が課題のポリヒューズ

電気回路を過電流から保護するため古くから使用されてきた部品であるヒューズ。伝統的なガラス管ヒューズやブレードヒューズはもちろん、近年の小型電子機器には表面実装型のチップヒューズも広く使われている。これらはいずれも過電流の熱で導体が溶けることで電流を遮断する仕組みであり、ひとたび回路を保護すると交換しなければならない点が課題だ。

それに対し近年では、温度が上昇すると電気抵抗が大幅に高まる性質を持つ導電性ポリマーを用いた、PTC (Positive Temperature Coefficient) サーミスター素子が登場。電流が止まって温度が下がれば抵抗値も下がるため、繰り返し使用可能なヒューズとして一部で使われており、ポリヒューズ、ポリスイッチなどとも呼ばれている。

とはいえ、部品単価の高さや実装サイズの大きさ、特性上の問題など採用のハードルが高い。さらに、溶断式ヒューズ、ポリヒューズの両方に共通する大きな課題は、遮断動作にばらつきが出やすい点だ。温度に応じて電流を遮断するという原理上、遮断したい電流値を精度良く設定することが非常に難しい。また過電流となったときに遮断されるまでのタイムラグも大きく、しばしば秒単位となることがある。こうした特性から、後段の回路や素子にも相当な余裕を持たせる必要があり、設計時間、基板サイズや部品コストなどの増加を招きがちだ。

過電流以外のリスク要因からの保護も課題

電気回路を保護するという点では、ヒューズで保護でき

る過電流以外のリスク要因、例えば過電圧、突入電流、過熱などへの対策も重要だ。

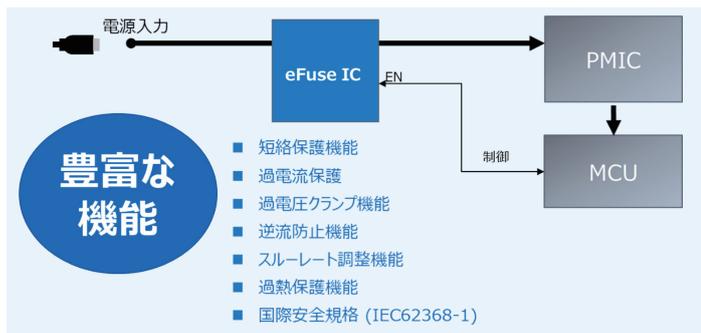
近年では、さまざまな電子機器において、これまで以上に高い安全性が求められるようになってきている。例えば、情報通信機器およびAV機器向けの国際的な安全規格として、新たにIEC62368-1が制定され、2020年12月より欧米を中心に施行される予定だ。

本規格は、対象となる機器が人体への傷害を生じないようにすることを目的としており、認証が必要な地域に出荷しない製品であっても、利用者に危険を与えることがないような製品がこれから求められるだろう。しかし、複数の要因に対応する保護回路を個別にディスクリートなどで実装するとしたら部品点数は相当な数になり、基板に占める実装面積も増大してしまう。

さらには、部品選定・調達の環境も激動している。これまでもBCP対策の観点から企業の多くは複数の国や地域から調達するなどのマルチソース調達を行ってきたが、最近ではコロナ禍における物流の停滞が問題となっている。こうした背景からも、部品点数をできるだけ減らし、かつ断絶する心配が少ない供給元を選定していくことが求められている。

回路設計での各種課題に 대응 新たな保護デバイス「電子ヒューズ」

以上のようにさまざまな課題が生じているが、保護回路を含む電源回路というものは、多くの電子機器において製品の本質的価値をもたらす部分ではなく、その意味でメーカーにとってみれば手間やコストをできるだけ抑えたい部分だ。



回路を保護する多彩な機能を内蔵

その期待に応えるものとして最近注目されているのが、電子ヒューズまたは半導体ヒューズなどと呼ばれる新たな保護デバイスだ。その名の通り半導体ベースのデバイスで、過電流などを検知し、回路を遮断するまでの一連の機能が一つの IC に内蔵されている。

半導体ならではの高速動作や、温度の影響を受けにくい高精度の過電流保護、さらには内蔵する回路次第でさまざまなリスク要因からの保護にも対応できる特長がある。もちろん一度の過電流遮断で使用不能になることはなく、何度でも繰り返し利用でき、遮断後の復帰も容易で、製品によっては自動的に復帰を試みる機能も持つ。ちなみに先述の IEC62368-1 でもこの電子ヒューズの規定が示されている。

電子ヒューズを要件に応じて適切に選定すれば保護回路の設計時間や部品点数、実装面積を大幅に減らすことが可能だ。機器の小型・軽量化はもちろん、設計がシンプルになり選定や検証の手間も減ってエンジニアの負担も軽減する。購買担当もサプライチェーンリスク検討の手間を大きく減らすことができる。

回路を保護する多彩な機能を内蔵

この電子ヒューズを製品化している半導体メーカーの1社が東芝デバイス&ストレージである。2019年11月に出荷を開始した「TCKE8xx シリーズ」は、過電流保護に加

え短絡保護、過電圧保護、過熱保護など多彩な保護が可能だ。以下、その主要な機能を紹介しよう。

まず短絡保護は、制限する電流を外部抵抗により任意の値に調整することができる。そして、その設定値より大きく短時間で電流が増加した場合には即座に回路を遮断。短絡シミュレーションでは 150ns という短時間で電流をカットしており、電子ヒューズの中でも最速クラスのことだ。当然ながら、遮断までの時間が短ければ、その分だけ後段の部品や回路への影響も軽減される。

過電圧に対しては、入力電圧が高すぎる場合にも出力電圧を一定に制御する「過電圧クランプ」動作となり、これにより後段の ICなどを保護する。

突入電流対策としては「スルーレートコントロール機能」を備え、電圧の立ち上がりを任意のレートに制御することが可能だ（スルーレートは外部コンデンサーで設定）。さらに過熱保護機能も備え、IEC62368-1 の認証も取得している。

東芝デバイス&ストレージでは、この「TCKE8xx シリーズ」のラインアップ拡充と並行して、新たにマイコンへのフラグ信号出力や逆流防止機能内蔵などの各種機能を強化した製品の発売も予定している。

なお、これら東芝デバイス&ストレージの電子ヒューズは国内生産のため、日本企業にとって不安の少ない調達先でもあり、設計者にとってかなり有力な保護デバイスの候補となるだろう。

繰り返し使える eFuse IC	ガラス管ヒューズ	チップヒューズ	ポリヒューズ	電子ヒューズ eFuse IC
短絡保護	-	-	✓	✓✓✓
過電流保護	-	-	-	✓✓✓
過電圧保護	-	-	-	✓✓✓
ラッシュ電流抑制	-	✓✓	-	✓
過熱保護	-	-	-	✓✓✓
逆流防止(オプション)	✓	✓✓	-	✓
機能・メンテナンス含むトータルコスト	-	-	-	✓✓✓

従来のヒューズと比較して電子ヒューズは多数のメリットを有する

東芝デバイス&ストレージ株式会社

〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1
semicon-event@ml.toshiba.co.jp

お問い合わせ <https://toshiba.semicon-storage.com/jp/contact.html>

すべての製品名、サービス名、会社名、ロゴは、各社の商標、または登録商標です。製品の仕様・性能は予告なく変更する場合がありますので、ご了承ください。

関連イベント:無料ウェビナー

「時代は半導体ヒューズへ〜繰り返し使用可能な半導体ヒューズ(eFuse IC)の超基本〜」
配信日時: 2020年9月23日(水) 13時~14時
(以降もオンデマンド視聴可)

»ご登録はこちら