

以碳化矽為開關元件的電子式迴路保護裝置

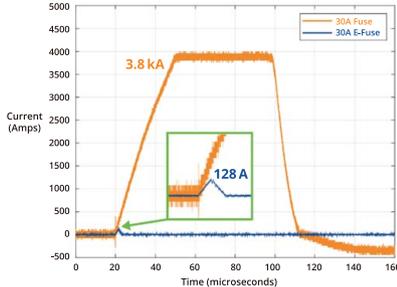
作者：劉滄榆 主任現場應用工程師



隨著電動汽車設計朝向高壓的發展，保護車內各項設備的需求也日益增加。因此，採用更快速、更可靠的方法來提供保護顯得尤為重要。常見的保護元件包括保險絲、繼電器和接觸器，而 E-FUSE 電子式保護裝置也是一個很好的配件。

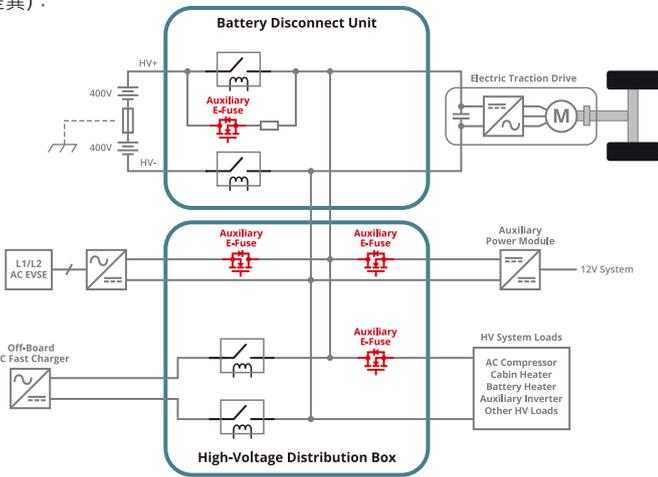
相信大家已經知道，在電動車裡面，電流的使用範圍非常廣泛，從數十安培到數百安培不等。電池的電壓規格通常為 400V 或 800V。在這樣的系統需求下，E-FUSE 具有哪些優勢？從系統層面可以看出：

- 提高可靠性、縮短反應時間並降低峰值短路電流 (該短路電流可能高達數百安到數十千安)。如右圖所示，E-FUSE 可以在數微秒內迅速斷開線路，將短路電流控制在 128A，而傳統保險絲則需要數十毫秒才會熔斷，導致迴路電流可能高達數千安培。



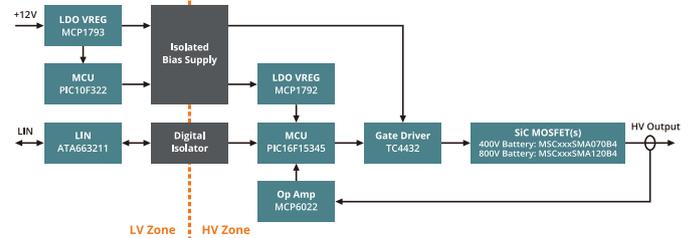
- E-FUSE 採用了碳化矽固態技術，無需維護高壓保險絲與繼電器，大幅提升效率與運行穩定性。
 - 可重置：當保護機制啟動後，可重新啟動並恢復運作。
 - 設計靈活：可直接與受保護設備整合設計，無需將所有保護裝置集中於單一區塊，便於維修。
 - 增強高壓配電的靈活性，進一步提升車輛配電系統的效率與適應性。

下圖為通用電動車高壓配電系統示意圖 (注意：不同車款之間可能存在一定差異)：



紅色圖示為輔助 E-Fuse 解決方案的擺放位置。使用 E-Fuse 除了具備上述優點外，還因為它是固態的電子式開關，不同於傳統的熔斷保險絲、接觸器和繼電器等機械結構元件。由於機械結構容易受到濕氣、灰塵及污染物的影響，可能導致電弧閃光，並因震動或接觸點磨損而影響其使用壽命，難以持久耐用；而 E-Fuse 則能有效避開這些問題。

下圖是 Microchip E-Fuse 方塊圖：



Microchip 的 E-FUSE 解決方案具備車規級元件，運行僅需單一 12V 電源，並透過 LIN 介面可進行多項功能的規劃、設定、控制及診斷。以下是主要特性：

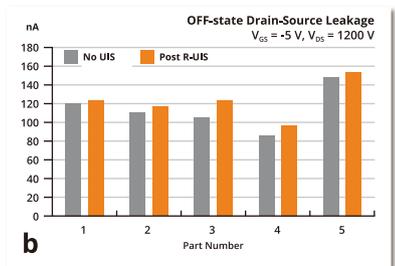
- 過電流短路電流保護門檻設定
- 規畫時間 —— 電流特性曲線
- 電流、溫度和偏壓電源測量的診斷狀態
- 可透過 LIN 介面進行電源重設，控制 E-FUSE ON/OFF

其它特性包含：

- 短路耐受時間長達 10 μ s
- 高電壓工作電壓範圍：200V 至 900V
- 最大 30A 連續輸出負載電流
- 工作溫度範圍：-40°C 至 85°C
- 低電壓工作電壓範圍：9V 至 16V

在功率開關元件的選擇上，我們採用了 Microchip 的 mSiC™ 碳化矽元件。
(<https://www.microchip.com/en-us/products/power-management/silicon-carbide>)

根據多項測試數據顯示，無論是在柵極氧化物、本體二極體的穩定性、雪崩能量的耐受能力，還是在媲美 IGBT 的短路性能方面，其表現均優於部分競爭對手。例如，在漏電流測試中，經過十萬次 RUIS 測試後，其測得數據幾乎與測試前的原始數據無異，展現了卓越的穩定性與可靠性。



目前，Microchip 的高壓輔助電子保護裝置評估版本已經在網站上發佈，技術資料、電路圖、佈線圖、材料清單，以及各種電壓與電流規格的評估版本相關資訊，皆可透過以下網站取得。



<https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/reference-designs/high-voltage-auxiliary-e-fuse-reference-design>



聯繫信息 > Microchip 台灣分公司 電郵：rtc.taipei@microchip.com 技術支援專線：0800-717-718
聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



Microchip 的名稱和徽標組合以及 Microchip 徽標均為 Microchip Technology Incorporated 在美國和其他國家或地區的註冊商標。mSiC 為 Microchip Technology Incorporated 在美國及其他國家或地區的商標。在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。
© 2026 Microchip Technology Inc. 及其子公司，保留其版權及所有權利。2/26