

RT1985/RT1986/RT1987 理想二極體保护开关： 设计考量與應用範例

Shihchun Liu | AN089 June 2025



在現代電子系統中，高效的電源管理對於確保系統穩定運作與延長電池壽命至關重要。保护开关可簡化不同負載的電源控制與防護，已成為關鍵器件之一。與分離式MOSFET方案相比，整合型保护开关具有體積小、保護功能強、设计簡化等優勢。

立錡推出的 [RT1985/RT1986/RT1987](#) 是高效能理想二極體保护开关，專為現代電子系統中的 USB-C / Thunderbolt 電源傳輸、Docking Station、Power ORing 架構所设计。本篇應用筆記將介紹產品特性、應用案例與设计重點。

目錄

1	保护开关的關鍵功能特性.....	3
1.1	电源控制（開關控制）	3
1.2	可调式软启动與浪涌电流控制	4
1.3	启动短路保護 (SCP).....	6
1.4	反向电流阻斷.....	7
1.5	過电压保護 (OVP)	8
1.6	过温關機保護.....	9
1.7	低導通電阻 (20mΩ)	9
1.8	極低靜態電流.....	9
2	应用範例	10
2.1	USB-C / Thunderbolt Sink 电源應用	10
2.2	扩展底座 Docking Station	10
2.3	多电源 ORing 應用	10
3	結論	11

1 保护开关的關鍵功能特性

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備低正向压降、可調軟启动、启动短路保護及完整的异常防護功能，可有效簡化电源路徑管理设计並提升整體系統可靠性。相較於分離式 MOSFET 解決方案，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 提供更小的封装尺寸、更佳的整合性與更強的保護功能。

Product	Operation Vin	Maximum Continuous Current	OVP Threshold	Package
RT1985	3.4V to 23V	8A	Fixed	VDFN-12TL 3x3
RT1986	3.4V to 23V	5.5A	Fixed	VDFN-12TL 3x3
RT1987	3.4V to 32V	8A	Programmable	VDFN-12T1L 3x3

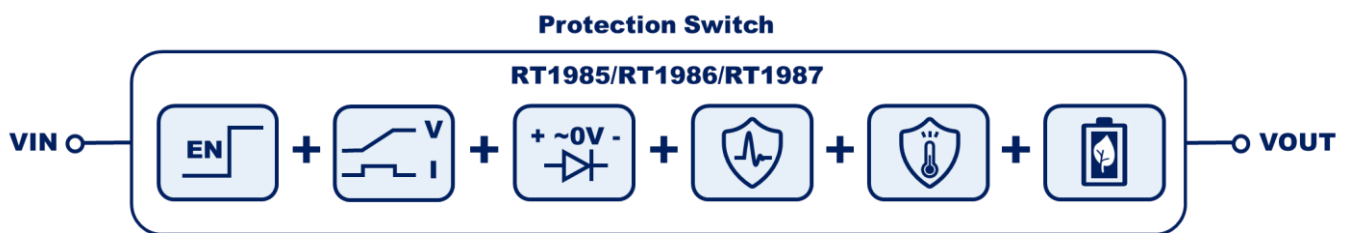


圖1. 保护开关的功能特性

1.1 电源控制（開關控制）

保护开关不需要機械性繼電器，即可簡單地實現負載的电源接通與斷開控制，有助於电源排序與動態功率管理。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 透過主动高电位（active-high）的 EN 引脚，精準控制电源通路開啟時機。當 EN 為高電位且輸入电压高於 UVLO 門檻時，电源通道會在給定的延遲時間後启动，並具備可控的上升电压斜率，確保上電過程穩定可。

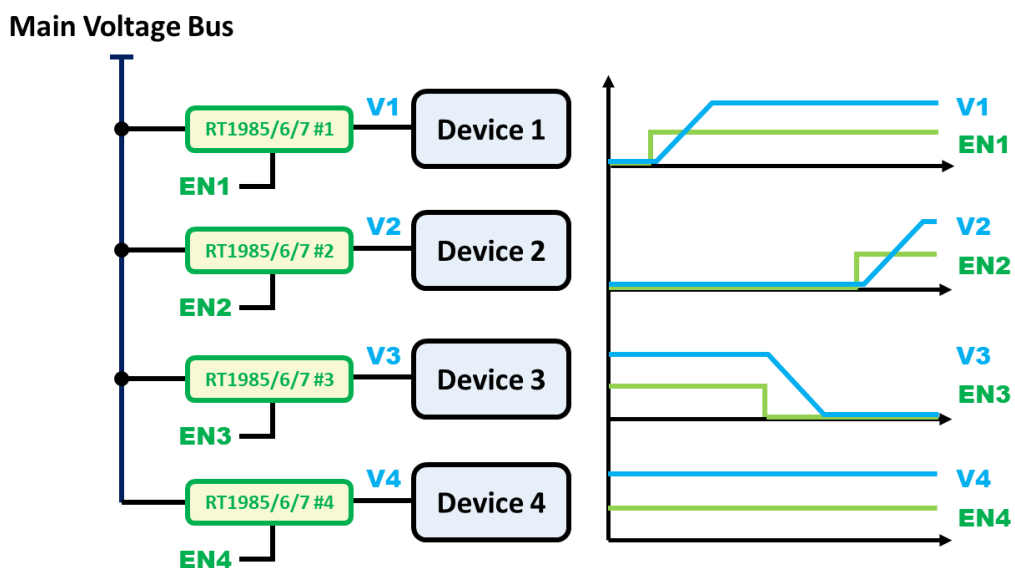


圖2. 保护开关的啟用控制

1.2 可调式软启动與浪涌电流控制

許多保护开关透過控制閘極驅動电压來實現內建软启动功能，讓輸出电压與电流平滑上升。

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 支援外部软启动電容，设计者可透過软启动電容，設計輸出电压斜率並限制浪涌电流，避免對主电源线路造成干擾，特別適用於大電容負載系統。詳細设计建议請參考產品規格書。

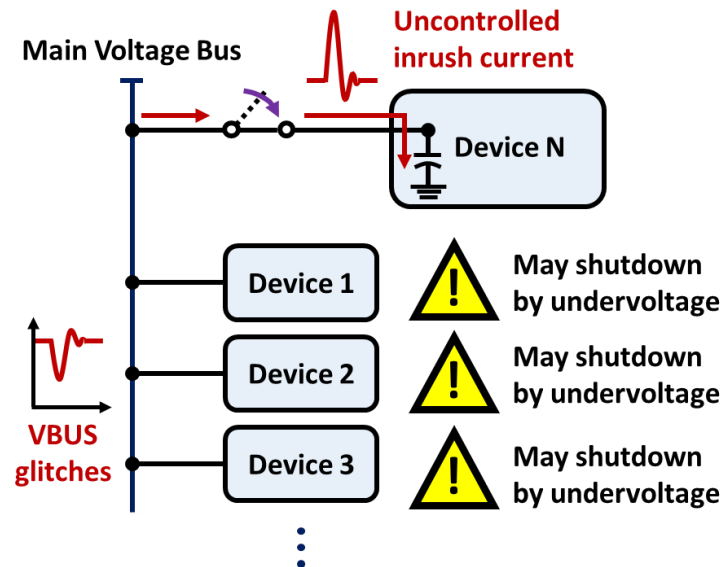


圖3. 不具備浪涌电流控制的启动

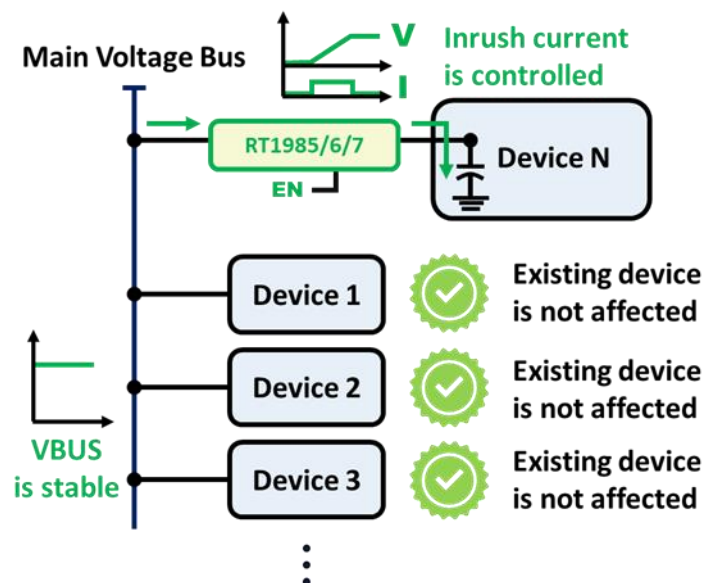


圖 4. 具備浪涌电流控制的启动

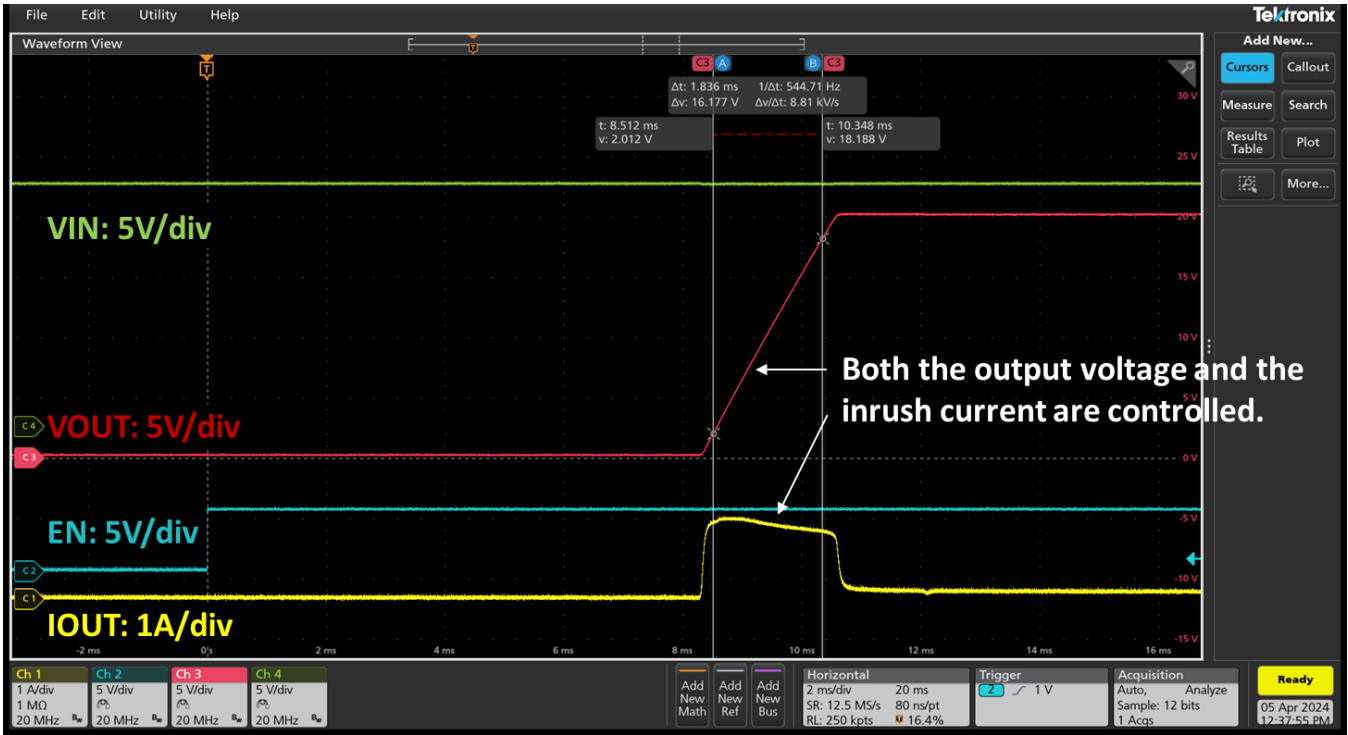


圖 5. [RT1985](#) 的软启动测试结果

1.3 启动短路保護 (SCP)

在启动過程中，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 會持續監控輸出電流。若偵測到異常的浪涌電流或硬短路 (Hard Short)，裝置將主動關閉輸出並在給定的延遲時間後自動重启 (Auto Retry)，即使在故障條件下也能提供安全保護。

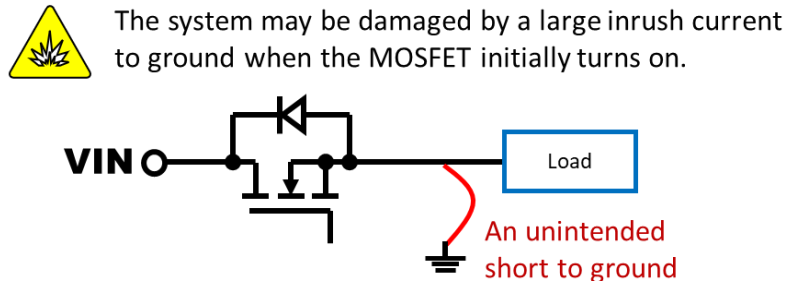


圖 6. 以 MOSFET 作為保護開關的應用

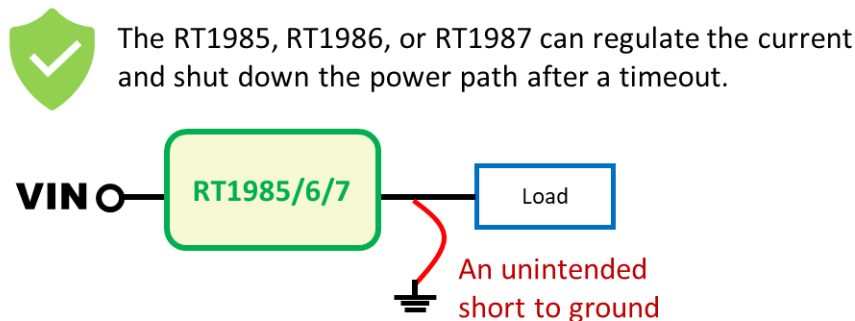


圖 7. 使用 [RT1985/RT1986/RT1987](#) 作為保護開關的應用

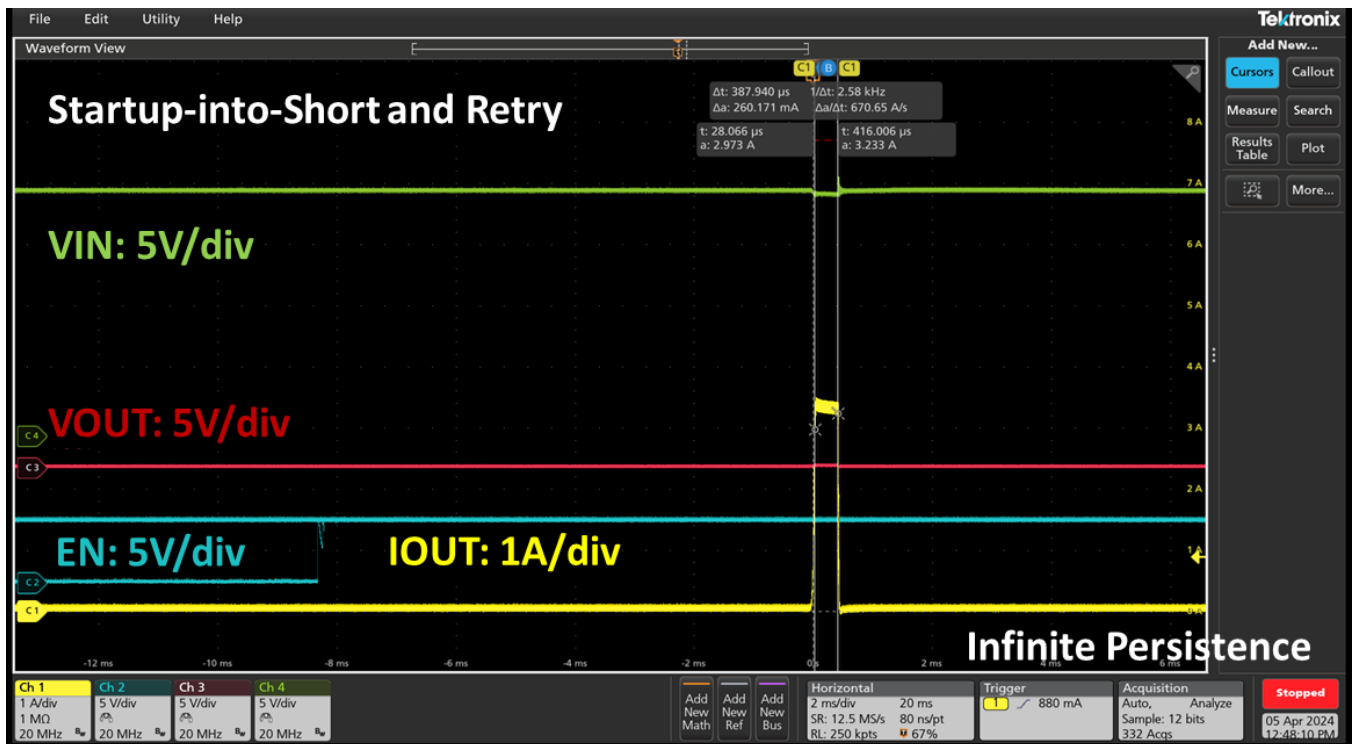


圖 8. [RT1985](#) 启动時遇短路與重新启动的測試結果

1.4 反向电流阻斷

在多电源備援或 ORing 系統中，防止电流回流至輸入端是很重要的條件。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備 Ideal Diode 真實反向电流阻斷（TRCB）功能，能穩定控制正向壓降並有效防止电流自 VOUT 回灌至 VIN，是實現多源供電應用的關鍵技術。

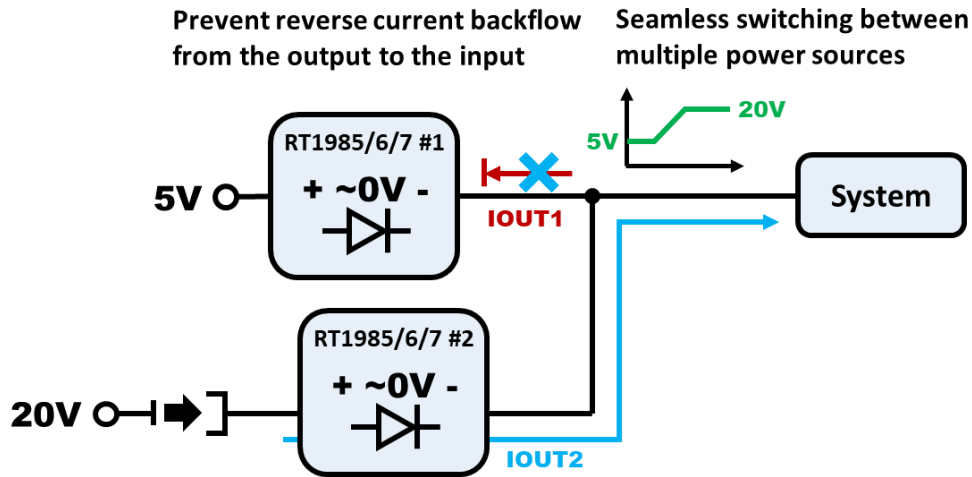


圖 9. 從輸出端回灌至輸入端的反向电流阻斷

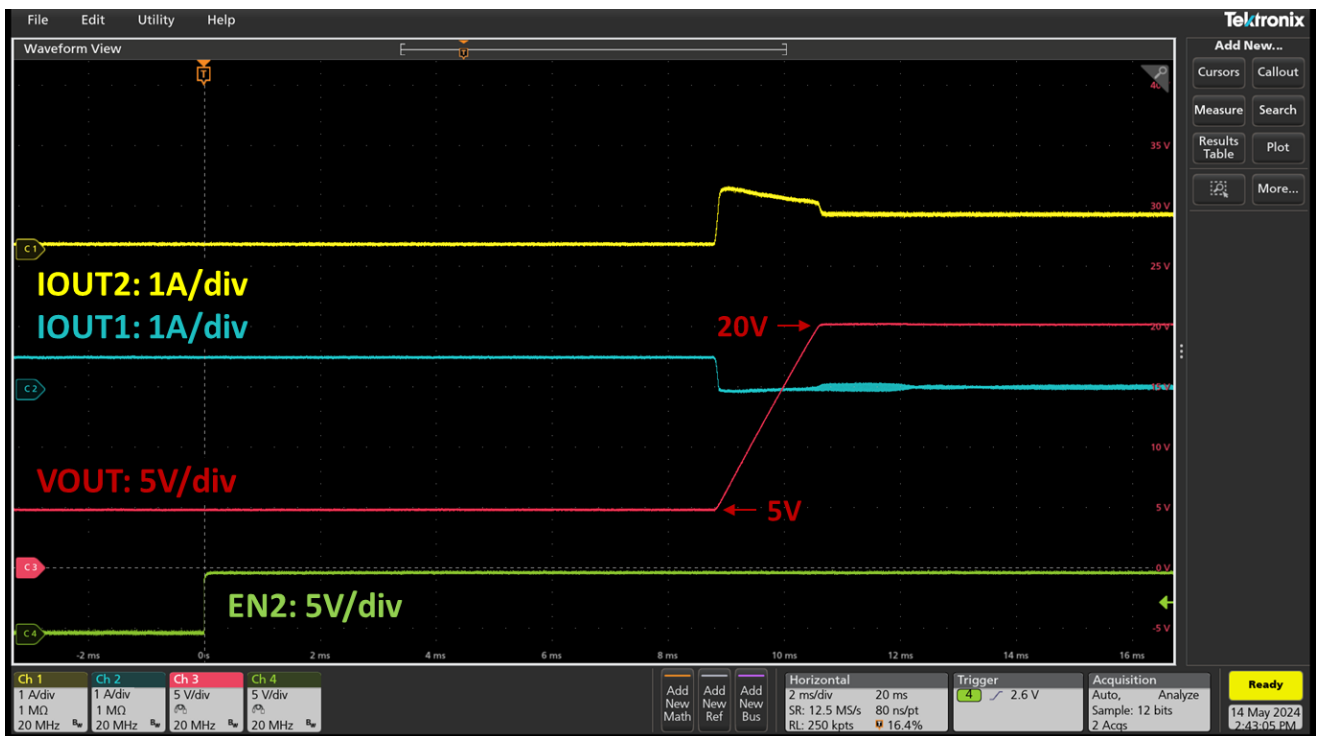


圖 10. [RT1985](#) 反向电流阻斷保護測試結果

1.5 過电压保護 (OVP)

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 整合輸入過电压保護功能，當輸入电压超過閾值時，會自動切斷电源通路，避免下游電路受損。此功能特別適用於 USB-C 與多源供電架構，能有效因應來自不穩定輸入源的电压衝擊。

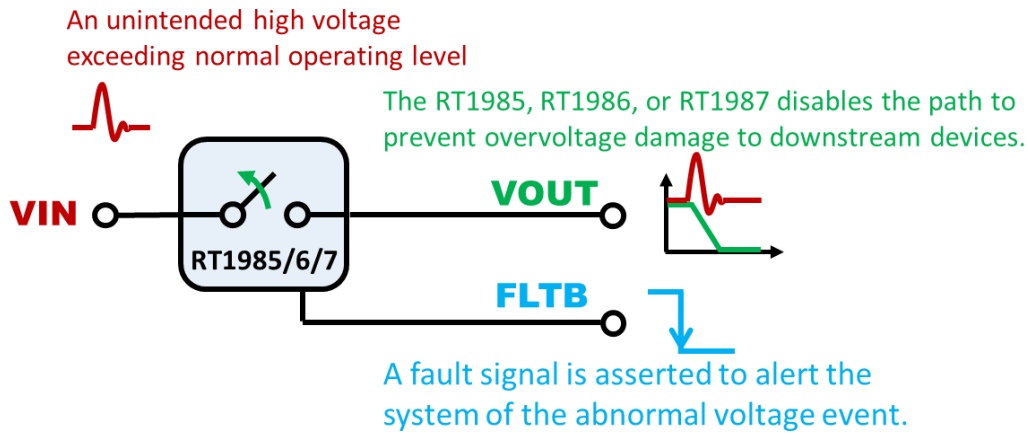


圖 11. 輸入电压過高時的過电压保護機制

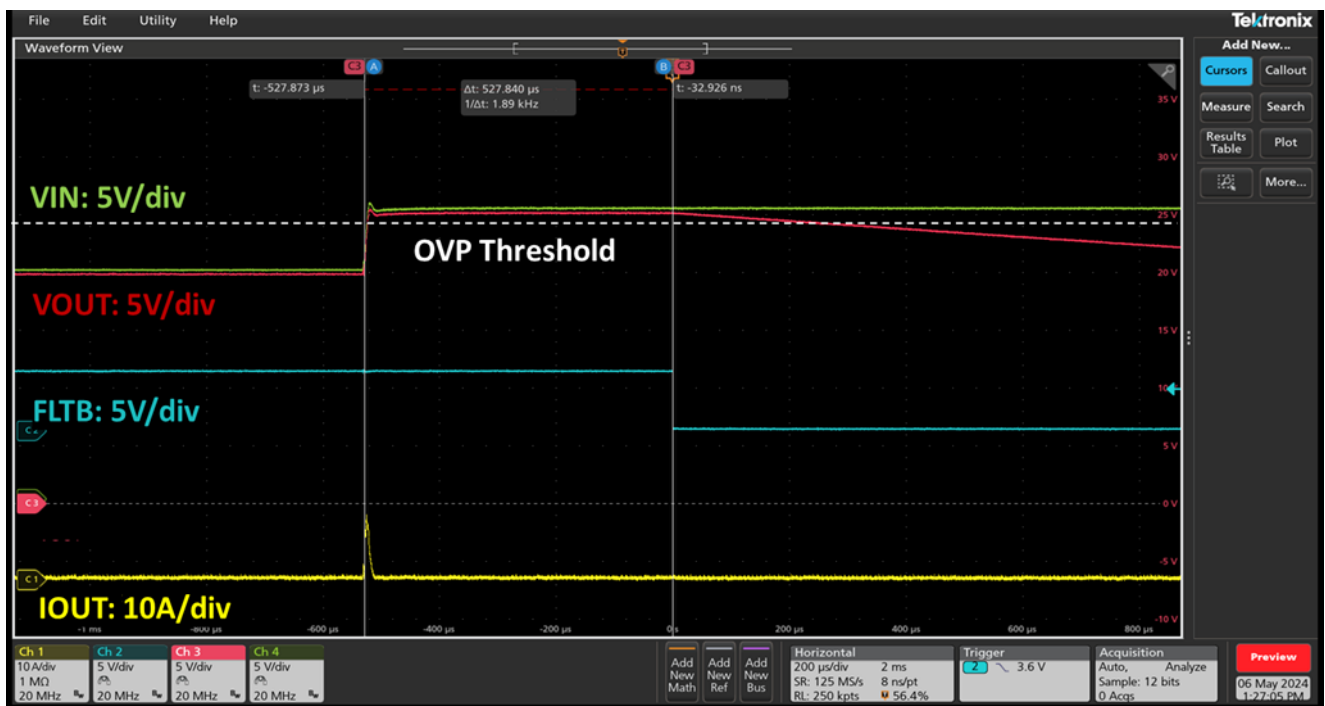


圖 12. [RT1985](#) 過电压保護測試結果

1.6 过温關機保護

高階保护开关通常內建溫度監控機制。當晶片溫度超過安全閾值（約 140°C）時，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 會自動關閉輸出，並啟動錯誤提示，以防止永久性損壞，進一步提升系統可靠性。

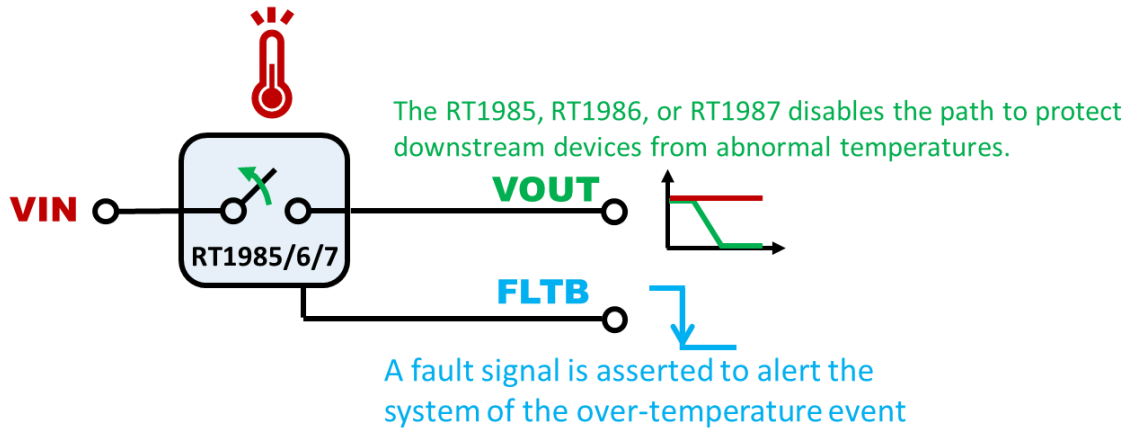


圖 13. 异常高温狀況下的过温保護機制

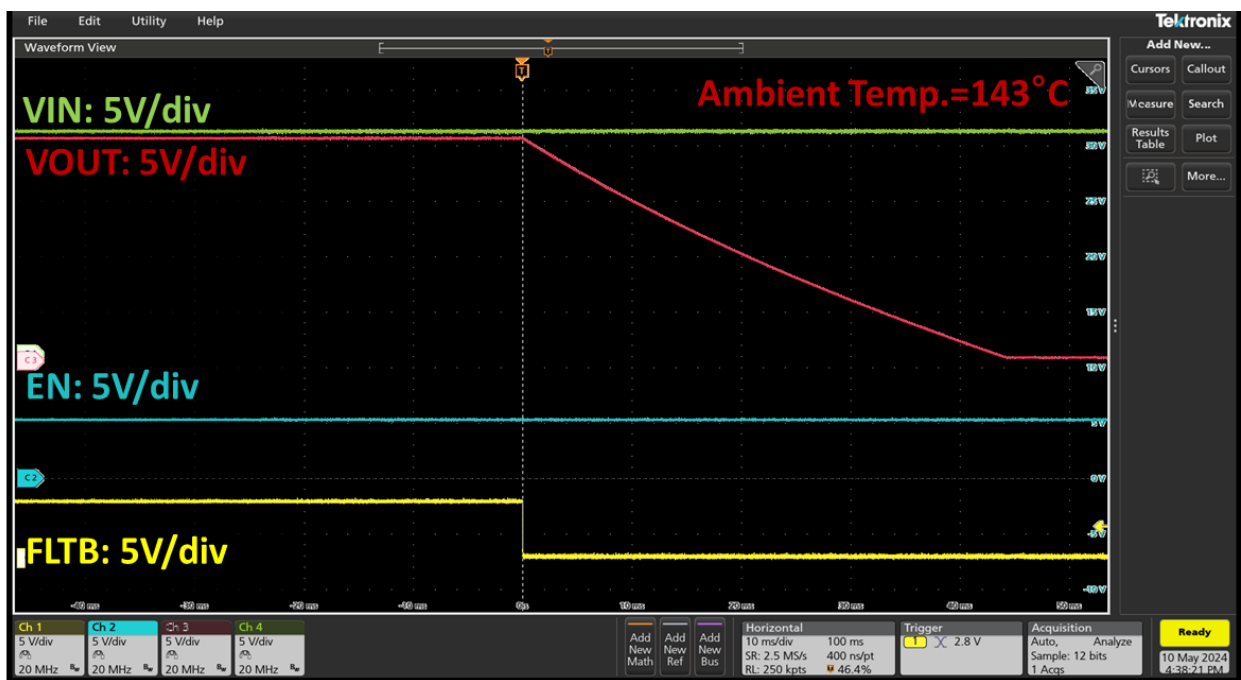


圖 14. [RT1985](#) 过温保護測試結果

1.7 低導通電阻 (20mΩ)

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 採用先進工藝設計，將內部MOSFET導通電阻 (R_{ON}) 壓低至20mΩ，降低在传输高电流時所產生的功率損耗 ($P = I^2R$)。這不僅減少器件發熱，還能提高整體散熱效率。

1.8 極低靜態電流

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備極低的静态电流设计，意味著在無負載或輕負載條件下，IC 本身的耗電量極低，進一步優化整機功耗表現，延長電池使用，適合应用於便攜式裝置（如筆電、平板）。

2 应用範例

2.1 USB-C / Thunderbolt Sink 电源應用

保护开关在 USB-C 與 Thunderbolt 应用中扮演關鍵角色，不僅提供电源控制功能，也可保護系统在動態功率協商過程中避免浪涌與反灌風險。[RT1985](#) 可同時管理 Sink 與 Source 电源路徑，应用於雙埠 USB PD 裝置中。

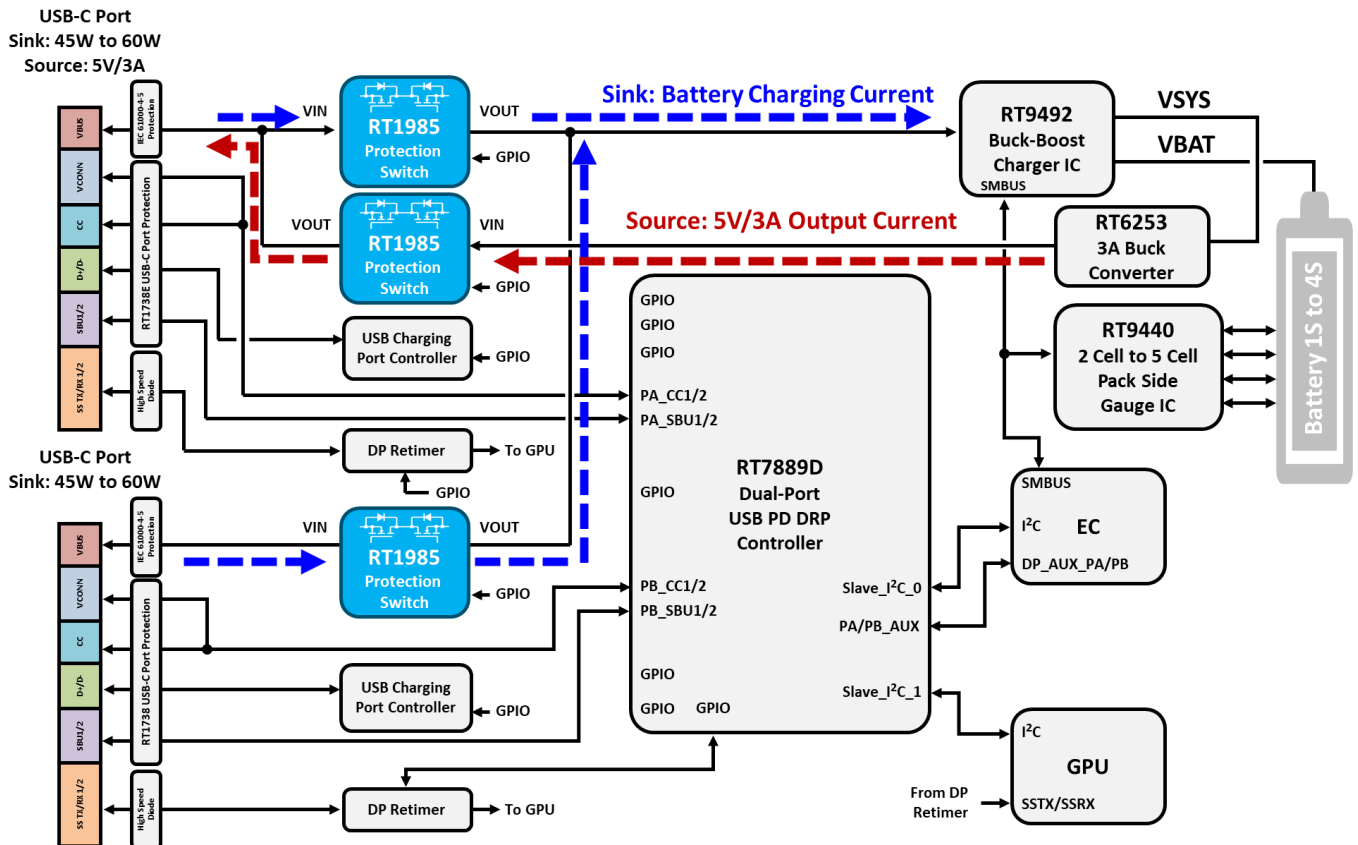


圖 15. [RT1985](#) 应用於雙埠 USB PD 系统中的 Sink 與 Source 控制

註：上述系统图僅供參考，實際应用需依照產品規格調整。若需協助，請聯繫立錡業務窗口。

2.2 扩展底座 Docking Station

在筆電與平板扩展底座设计中，保护开关可用於選擇性啟用各項 I/O 埠或周边設備，提升系统功耗效率、降低待機損耗、實現故障隔離。

2.3 多电源 ORing 應用

具備真實反向电流阻斷能力的保护开关，能實現可靠的多电源 ORing 应用。無論是交流轉接器、電池或備援供電，皆可實現順暢切換，確保电源不中斷並提升系统稳定性。

3 結論

適當地整合保护开关可提升系统可靠性、簡化电源设计，並優化整體效能。在电源架構日益複雜的今天，保护开关已成為智慧电源管理中不可或缺的一環。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 結合理想二極體反向阻斷、可調软启动、完整保護功能與小型封装设计，是 USB-C、Docking Station 與 Power ORing 等高需求应用的理想選擇，協助设计者簡化開發流程、提升產品可靠度與使用者體驗。

若要获得更多产品的产品信息，请[订阅我们的电子报](#)。

Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.