

Silicon Motion FerriSSD®

適用於嵌入式開機載入應用

簡介

慧榮 FerriSSD® 產品系列是專為滿足嵌入式應用中的開機載入器的獨特與嚴苛需求而開發。嵌入式開機載入 SSD 的設計需求包括採用中至低容量的記憶體，並在各種操作溫度環境下確保資料的高度完整性。由於開機載入 SSD 必須載入並執行作業系統和/或軟體，且不可發生中斷或錯誤，因此 SSD 開機載入器對於資料錯誤的容錯度極低。相較之下，市場主流的 SSD 一般是專為成本導向的消費性產業而設計（例如消費娛樂影音應用），或許可容忍些許資料錯誤。

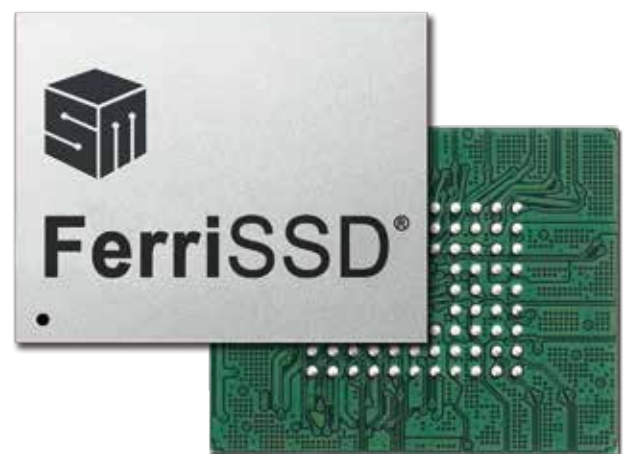
為了滿足開機載入 SSD 嚴苛的性能要求，SMI FerriSSD 系列採用下列四項獨特技術，提升 SSD 開機載入器的資料完整性、使用壽命和性價比競爭力：

- 端點對端點資料路徑防護
- NANDXtend™
- IntelligentScan 與 DataRefresh
- 混合區

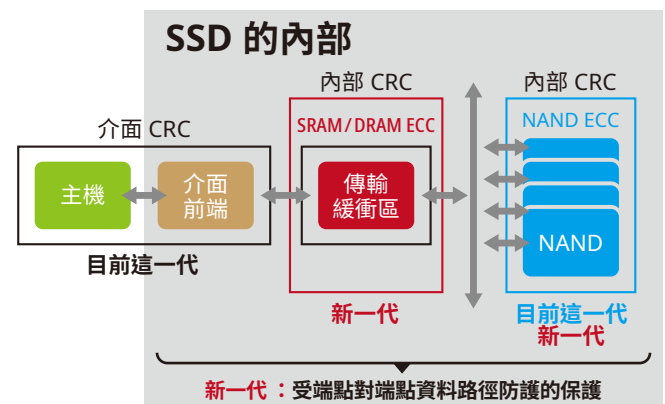
端點對端點資料路徑防護：

不會將錯誤資料傳送到主機

傳統 SSD 可能會運用資料路徑遠端的錯誤偵測與修正迴路：也就是在前端主機介面與後端 NAND 介面。



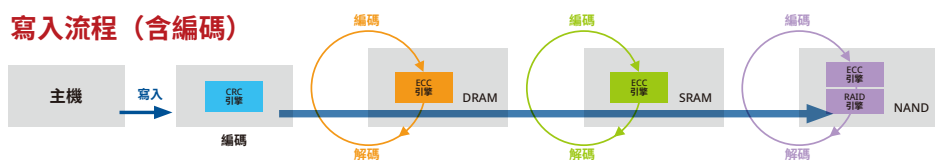
這會忽略內部 SRAM 和/或 DRAM 傳輸緩衝區及其他迴路路徑的重要間隙。NAND 介面與主機之間發生的資料錯誤（例如軟式錯誤位元），通常難以辨識及複製。雖然傳統 SSD 可能會有一些內部錯誤偵測迴路，SMI 的 FerriSSD 結合完整資料復原引擎，在整個「主機至 NAND 至主機」資料路徑中提供更佳的資料完整性。



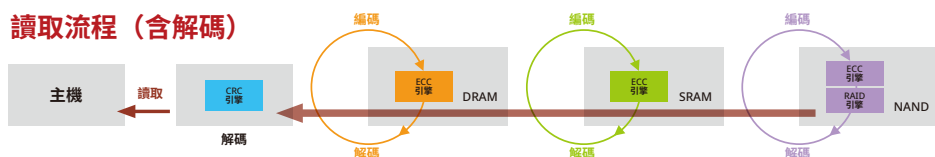
FerriSSD 資料復原演算法可有效偵測 SSD 資料路徑中的任何錯誤，包括 SRAM、DRAM 或 NAND 中產生的硬體（即 ASIC）錯誤、韌體錯誤和記憶體錯誤。最新一代的 FerriSSD 導入備援備份（SMI Ferri Group Page RAID），進一步消除無法修正錯誤的可能性。

假設 FerriSSD 找到任何無法修正的錯誤，則會將錯誤旗標傳遞到主機，適當地處理復原作業。相較之下，傳統 SSD 會傳遞錯誤資料到主機，而不會傳遞錯誤旗標，無法警告主機需要處理錯誤復原，而使初始化的問題更加惡化。

寫入流程（含編碼）



讀取流程（含解碼）



- 完整的 SSD 錯誤偵測
- 具備修正能力的 DRAM 錯誤偵測
- 具備修正能力的 SRAM 錯誤偵測
- 具備修正能力的 NAND Flash ECC 偵測
 - > 硬式解碼 (BCH)
 - > 軟式解碼 (LDPC)
 - > Group Page RAID

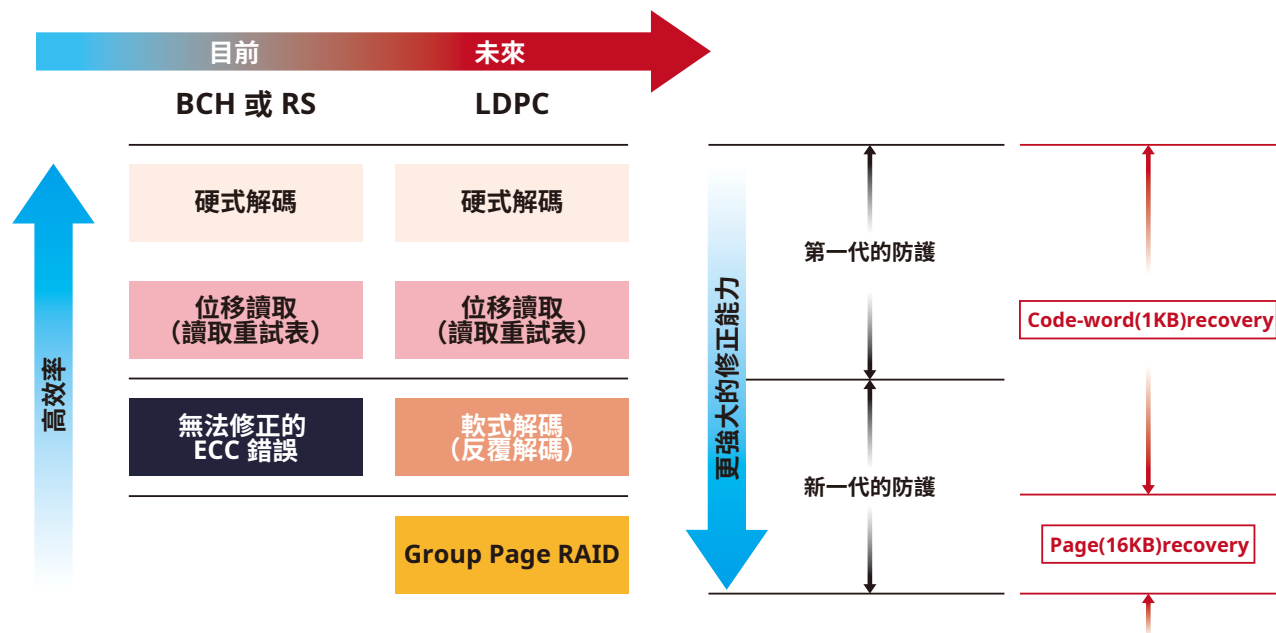
不會將錯誤資料傳送到主機！

NANDXtend：

藉由較低 dPPM 延長 SSD 的使用壽命

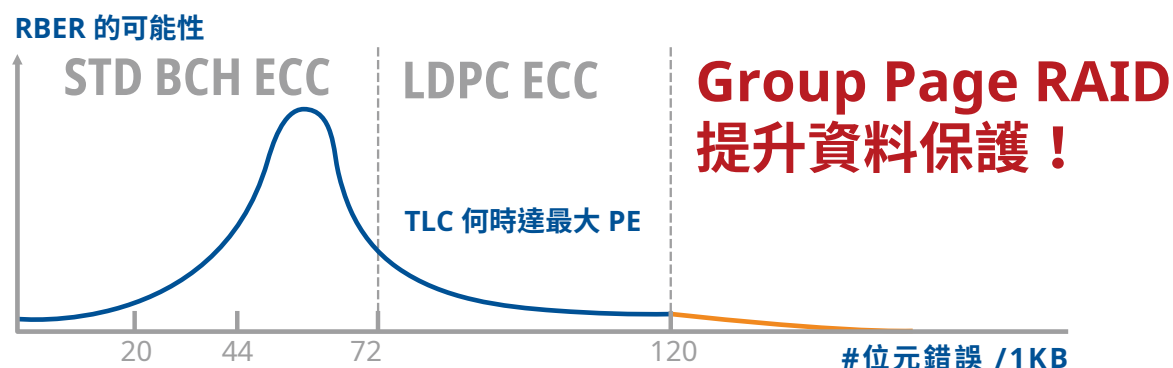
傳統 SSD 使用 NAND 位移-讀取-重試 (shift-read-retries)，運用 BCH 與 RS ECC（錯誤修正碼）引擎，來偵測錯誤及初始化第一層的修正。除了第一層的錯誤修正，FerriSSD 也使用 LDPC 與 Group Page RAID 演算法（高效率的備援備份），導入高效

率的第二層修正配置。在 Ferri Group Page RAID 與 SMI 第 4 代 LDPC ECC 引擎的結合之下，打造嚴格的資料完整性，並同時提供比各種競爭實作更快速的輸送量。



在累積使用（即 P/E）循環之後，NAND 記憶單元會開始退化，因而增加原始錯誤位元的機率與強度。Ferri NANDXtend 導入 SMI 的先進 Group Page RAID 演算法，修正較大的 16KB 字碼單元錯誤，與傳統 SSD 中使用的 1KB 字碼單元 ECC 引擎相比，提供重要的第二層防護。

SMI NANDXtend 導入的特定 Group Page RAID 演算法，專門適合用於開機載入應用中常用的低容量與中容量 SSD 硬碟。不只增加 SSD 的預期使用壽命，也大幅降低產品使用中的不良率。



IntelligentScan 與 DataRefresh：

主動的資料遺失防護措施

為了防止可能的資料遺失，FerriSSD 的 IntelligentScan 會在可能發生錯誤前先採取預防步驟，主動掃描並重新整理 (DataRefresh) NAND 記憶體，以提升資料完整性。隨著 P/E 循環的總次數逐漸累積，此技術變得越來越重要。

溫度對 NAND 資料保存的影響

溫度	SLC 的最大 PE	MLC 的最大 PE
40	75.58 Mo	12 Mo
55	12 Mo	1.88 Mo
70	2.14 Mo	0.34 Mo
85	0.45 Mo	0.07 Mo

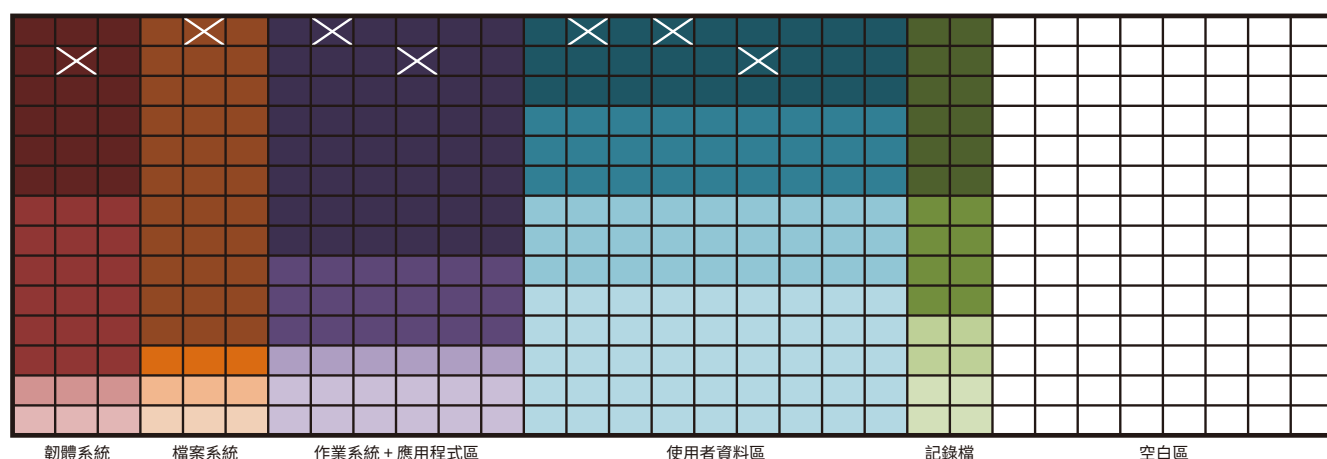
熱對資料保存的影響

資料保存的其中一項最重要的抑制因子是 NAND 溫度的升高。FerriSSD 採用專利申請中的監控演算法，記錄累積的接面溫度讀取、P/E 循環次數、SSD 使用時數及其他參考重點，來動態選取並排定需要 DataRefresh 的 NAND 單元的優先順序，以及時間點。IntelligentScan 與 DataRefresh 共同運作可大幅提升資料在變得無法修復前的保存能力。

讀取干擾

特定單元的過度讀取循環可能也會導致相鄰單元的意外超載，造成無法復原的位元錯誤。FerriSSD 會定期對歷經重複讀取循環的 NAND 區塊進行 IntelligentScan 與 DataRefresh，防止可能的讀取干擾錯誤。

FerriSSD 韌體採用先進的第 4 代演算法 (IntelligentScan)，自動管理 DataRefresh 循環與處理時間，將因熱衝擊與讀取干擾而導致的資料遺失可能性降至最低。



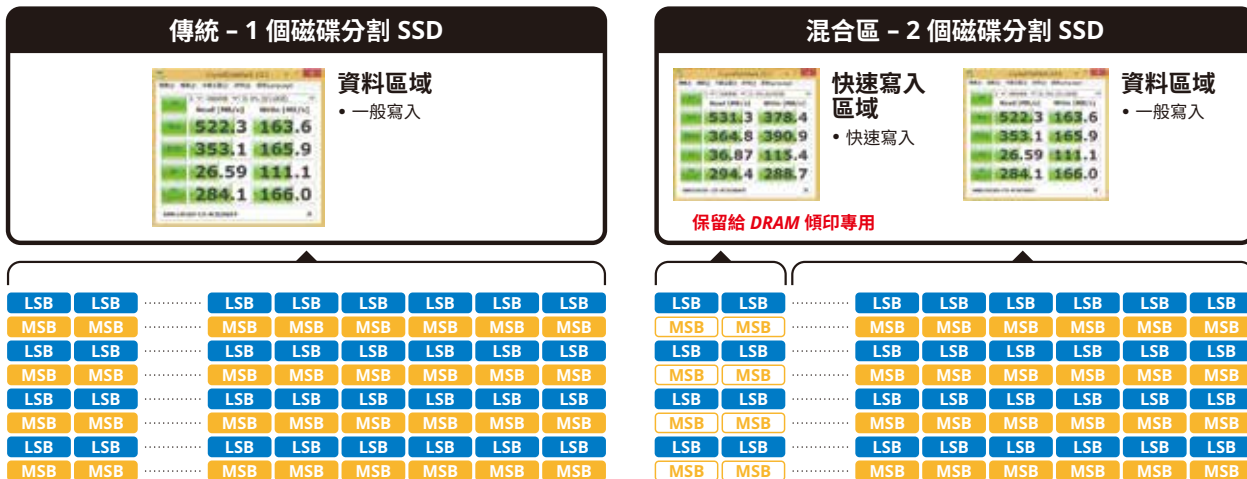
混合區：

完美融合成本、可靠性和效能

傳統 SSD 將內建 NAND 晶粒設定為單層單元 (SLC)、多層單元 (MLC) 或新的 3D 三層單元 (TLC)。SLC、MLC 與 TLC 間的抉擇，是根據每種類型的單元中固有的記憶體容量與存取延遲取舍。FerriSSD 提供混合區，這是將單一 NAND 晶粒磁碟分割成個別 SLC 與 MLC/TLC 區的獨特功能。

混合區功能（支援單一磁碟機的磁碟分割）在低至中容量的 SSD 中特別實用。單一 NAND 晶粒 SSD 沒有上述的 MLC/TLC 容量優勢，仍可維持 SLC 記憶體的

快速讀寫性能，這十分適合用於緊急電源關閉作業。未將記憶部分導入為 SLC，MLC/TLC 電源關閉所需的電池儲存的成本與大小會增加。SLC 記憶的實作十分適合用於高可靠性與快速存取（例如將 SLC 指派給開機碼），同時也保留部分的 NAND 晶粒保留給較高容量的 MLC/TLC 使用。



結論

鎖定嵌入式應用的開機載入 SSD 體現許多獨特需求。除了經常存在的最低成本需求，開機載入 SSD 必須維持較高的資料完整性，甚至當它們經常在遙遠和惡劣的環境中運作時也是如此。SMI 工程師開發了許多先進技術，提升其 FerriSSD 系列的使用壽命、資料完整性和性價比競爭力，目前採用的是經過實證的第 4 代演算法。