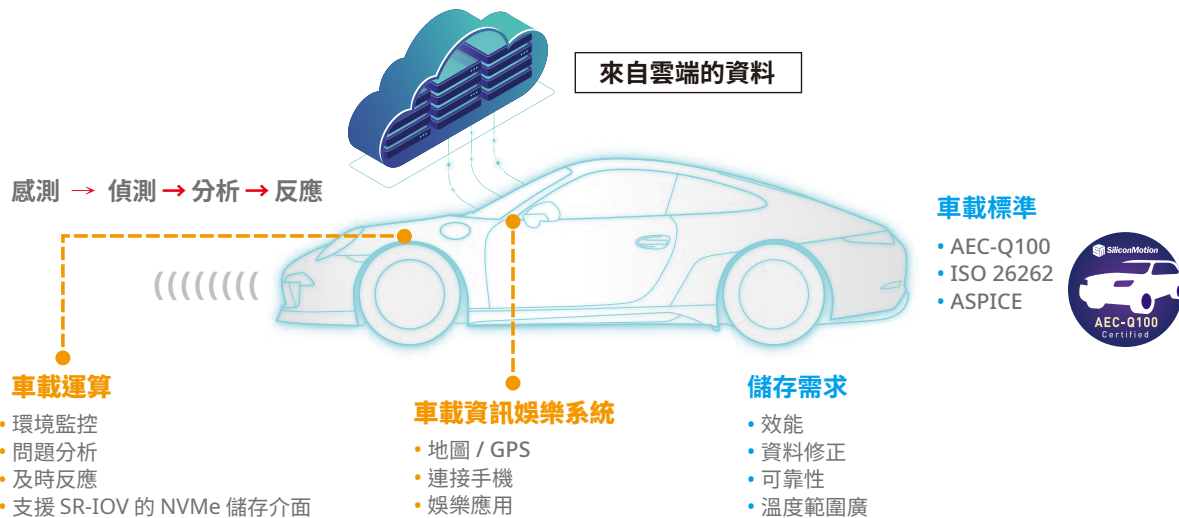


Silicon Motion 的 Ferri 系列 符合 AEC-Q100 標準嵌入式儲存裝置

全新 NAND 快閃記憶體儲存裝置如何在高溫車載應用中滿足高可靠性

隨著新一代轎車推出，自動化、安全及導航系統變得更加複雜。由一系列攝影機、雷達 (RF) 及 LiDAR (光學) 測距系統、感測器和其他偵測系統提供支援，先進駕駛輔助系統 (ADAS) 可產生並處理大量數位資料。資訊娛樂系統的程式量，也隨著駕駛要求精良的導航及資訊系統而增加，乘客則在車內前後尋找更多娛樂選項。

在功能性方面，汽車就如同移動式的資料中心，它需要高速存取大量的資料。傳統硬碟 (HDD) 儲存裝置的使用壽命有限且容易出現機械故障，由於可靠性因素導致汽車製造商停止使用其儲存裝置。



相反地，現今汽車系統設計人員偏好使用以 NAND 快閃記憶體技術為基礎的大型儲存裝置，例如固態硬碟 (SSD)、eMMC 磁碟機或 UFS (通用快閃儲存) 裝置。NAND Flash 儲存技術已大量用在行動電話、筆記型電腦和其他消費性裝置以及 SSD 上，因為它提供了高儲存容量及高效能的完美組合。這代表大量資料可以經由小封裝的設計，為使用者提供快速的資料儲存。

這些特性對於汽車製造商來說也很重要。但是，車載應用需要更特別的功能，這也是製造商選擇 NAND 儲存裝置需考慮的因素：

- **效能**—在駕駛輔助及導航等使用案例中，延遲性是個關鍵指標。汽車製造商需要高速讀寫速度，以及高資料傳輸量。
- **資料完整**—每次讀取和寫入作業都有產生位元錯誤的風險，這可能會導致資料遺失或損毀。可靠性是汽車市場的關鍵因素，在儲存裝置中，資料完整是可靠性的重要指標。
- **資料保存**—與行動電話等消費性裝置不同，汽車預計至少有十年的使用壽命。汽車製造商希望 NAND 儲存裝置保存的資料能夠跟汽車的壽命相當。

在各類汽車，大容量儲存裝置等電子零件的長期可靠性及使用壽命是極為重要的標準。根據 AEC-Q100 標準，汽車產業對於汽車電子控制單元 (ECU) 所採用的積體電路進行嚴格認證測試，目的是在 85°C 或更高的溫度下具有較長壽命並達到零不良率。

將零組件達到零不良率的目標至關重要，因為汽車的使用壽命長且零組件數量龐大，如果零件不良率太高，修正上市車款的已知故障將會產生的巨大成本，汽車製造商的品牌聲譽也將受損。

為了簡單地說明這一點，想像一個由 1,000 個零件組成的單一電子控制單元 (ECU)。如果 ECU 製造商容許的不良率低至 1ppm，單一 ECU 就可能在 100 萬台的車輛中造成 1,000 個故障。根據來自分析公司 IHS Markit 在 2019 年的報告，一台全新豪華轎車可能包含多達 150 個 ECU。

這就是為什麼汽車行業目標是達到零不良率。其達成此一目標的策略是運用元件認證程序，以各種 AEC-Q10x 標準進行編碼。舉例來說，AEC-Q100 認證的標準非常嚴格，並且需要透過多個測試參數來驗證零件的可靠性。主要的可靠性測試包括：

- 環境加壓測試
- 強化壽命模擬測試
- 封裝與組裝測試
- Die 組裝製造測試
- 電氣驗證
- 缺陷篩檢
- 封裝完整性測試



這項測試程序極為詳盡，可以有效篩選潛在缺陷的零件。在嚴苛的環境及應用條件下，通過測試並獲得 AEC-Q100 規範的零件，可認證其擁有極高的資料完整性及可靠性。

NAND 快閃記憶體儲存產品要達到 AEC-Q100 規範，最困難的要素之一，就是通過高溫與強化壽命模擬測試。儲存產品必須在高達 85°C 的高溫下維持可靠運作，以便符合 AEC-Q100 第三級規範，第二級則要求高達 105°C。此外，Silicon Motion 的 Ferri 系列等最新產品採用的小型晶片封裝，比起作為運算配件、外殼較大的典型獨立式 SSD，在高溫散熱方面具有較多限制。

為了維持汽車儲存裝置的可靠操作及資料完整性，Silicon Motion 利用其在 NAND 快閃記憶體控制方面的長期經驗，採用了各種獨有技術，其將有助於汽車系統設計人員評估 NAND 快閃記憶體裝置，因為它們堅固耐用，足以負荷車輛應用。

高溫下的快閃記憶體運作

要了解科技如何對抗高溫對於 NAND Flash 單元的影響，這些單元的運作非常重要。在快閃記憶體中，資料位元由儲存在單元的電荷（電子）表示。NAND 快閃記憶體技術首次在市場上推出時，記憶體陣列是由單層單元 (SLC) 元件組成。在 SLC NAND 中，每單元儲存一位元的資料為 1 或 0。

隨著技術的演進，NAND 快閃晶片製造商透過開發多層單元 (MLC) 技術（每個單元儲存兩位元），然後是每個單元三位元的三層單元 (TLC) 技術，以滿足更高記憶體容量的需求（參閱圖 1）。這表示每個新一代 NAND 快閃記憶體的每位元單元體積已經下降。NAND 單元尺寸也隨著半導體製程，從舊製程節點推進到全新次 10 奈米節點而縮小。

現今 TLC NAND 快閃記憶體裝置具備高記憶體容量，因此如 Silicon Motion 的 FerrisSD® 儲存裝置可提供 20mm x 16mm BGA 封裝，容量最高可達 480GB。

但 TLC 單元的體積小，代表它們的損耗速度比 SLC 單元更快，這是內嵌於儲存設備中的 Flash 控制器必須考慮的因素。對於執行編程/擦除 (P/E) 的單元層而言，每次 P/E 循環次數都會稍微劣化。比起 SLC 單元，體積較小的 TLC 單元，劣化速度更快，平均可承受的 P/E 循環次數更少。如下所述，Silicon Motion 獨有的 NANDXtend 技術可以在 Ferri 系列儲存裝置中解決這個問題。

快閃記憶體也會隨時間發生洩漏電子的現象。如果單元洩漏的電荷太多，則無法再讀取資料。「資料保存」—資料可儲存在單元中的時間長度—會隨著執行的 P/E 循環次數越多而下降。熱會加速電荷洩漏，因此隨著溫度升高，資料保存能力也會下降更快，如圖 2 所示。

這就是在車載應用中，例如資訊娛樂系統，快閃記憶體儲存裝置面臨的問題：汽車的中央控制台，可能要求資訊娛樂 ECU 在高達 85°C 的溫度下運作，同時，不能讓地圖及導航等資訊娛樂應用資料遺失。此外，AEC-Q100 規範要求在高達 85°C 的溫度下進行測試時，不良率為零（符合第 3 級認證）。

Silicon Motion 儲存控制晶片及其獨有的韌體可以解決這個問題。

NAND 快閃記憶體種類



圖 1：NAND 快閃記憶體晶片製造商開發 MLC 技術，每個單元儲存兩位元，然後是 TLC 技術，每個單元包含三位元。

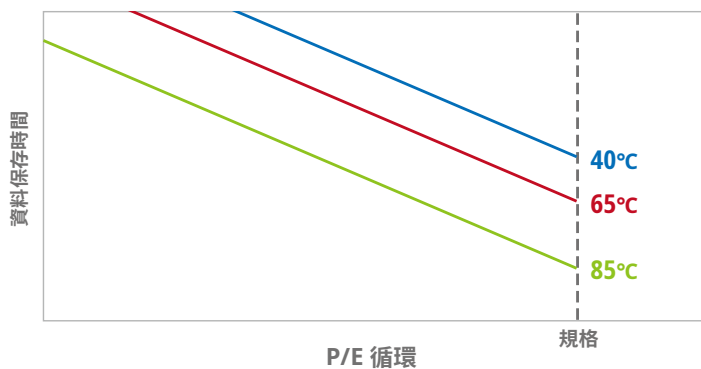


圖 2：隨著溫度升高，NAND 快閃記憶體的資料保存能力大幅下降。（圖片來源：Silicon Motion）

儲存控制器的核心角色

以 NAND 快閃記憶體為基礎的儲存系統包含兩個基本元件：

- NAND 快閃記憶體陣列
- NAND 快閃記憶體控制晶片 IC

控制晶片是 NAND flash 與主機的主要溝通橋樑，負責管理快閃記憶體的資料讀取和寫入。

Silicon Motion 擁有超過 20 年的經驗，專門開發管理快閃記憶體的專業控制晶片。深入瞭解 NAND 特性，因此能夠設計最佳化的控制晶片以及相關的韌體控制晶片平台。比起其他公司，Silicon Motion 控制晶片支援更多 NAND 快閃記憶體，包括由 Intel、Kioxia、Micron、Samsung、SK Hynix、Western Digital 和 YMTC 生產的 3D NAND 快閃記憶體。

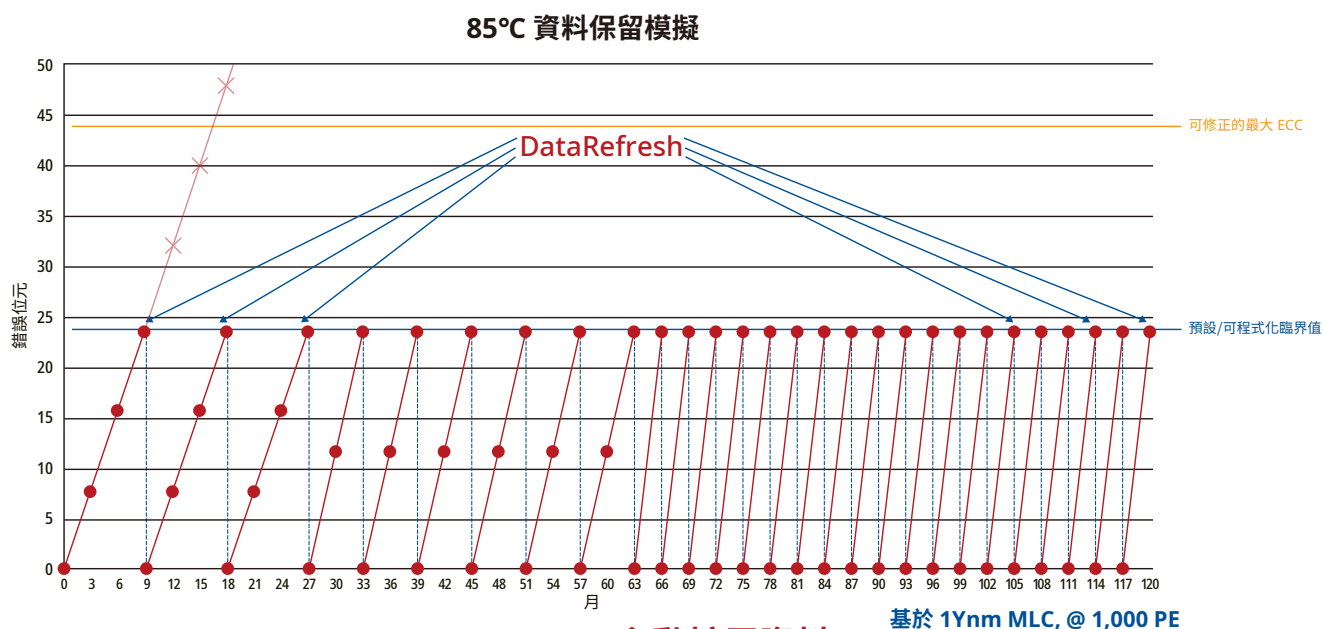
Silicon Motion 瞭解 NAND 快閃記憶體在高溫下的操作，奠定了 Ferri 儲存產品的運作基礎，符合 AEC-Q100 第 3 級和第 2 級的認證。

控制晶片技術延長資料保存時間和使用壽命

如圖 2 所示，在高溫下，加速 NAND 快閃記憶體單元的電荷洩漏，大幅縮短資料保存能力，對於在額定最大 P/E 循環次數下操作的 MLC 單元而言，在 85°C 下保存能力最低可降至 2 天。

Silicon Motion 解決方案能夠識別高風險記憶單元，並重新整理其中儲存的資料。Ferri 產品特別導入此技術，IntelligentScan + DataRefresh，能夠延長 NAND 快閃記憶體陣列的使用壽命，遠遠超出快閃記憶體製造商額定的 P/E 循環壽命（參見圖 3）。IntelligentScan 中的智慧功能還包括自動溫度反應，在高溫下操作時進行更頻繁的掃描。透過不斷掃描儲存單元的執行狀況，以及重新整理有資料遺失風險的部分，藉此防範資料留存故障，以增強儲存資料的長期完整性。

Ferri 產品中的控制器也導入了先進的全區平均抹寫功能，將 P/E 操作及損耗均勻分配到整個陣列中。



IntelligentScan/DataRefresh 可主動擴展資料保留，超越一般 NAND 快閃記憶體的限制

未按比例繪製，僅供示意

圖 3：隨著 NAND 快閃記憶體的老化，DataRefresh 功能會增加充電作業的頻率。（圖片來源：Silicon Motion）

配置 NAND 快閃單元以達到最佳化操作

Silicon Motion 內嵌式控制晶片的單晶片解決方案，通過 AEC-Q100 認證，也可讓使用者彈性的設定 TLC NAND 快閃記憶體的組態，以便延長資料完整性。Ferri 產品中提供的 SLCMode™ 功能，可以大幅提高 MLC 及 TLC NAND 的效能和耐用性。SLCMode™ 能滿足低容量的設計需求以降低成本，同時可提供類似於 SLC 的資料保存及資料完整性。

此外，它們還提供 SSDLifeGuard™ 健康檢測功能，可自動監控 SSD 的健康狀態，在區塊或資料頁出現風險時，觸發控制晶片執行資料保護及錯誤校正。

延長 NAND 單元運作超過十年

汽車儲存裝置的 AEC-Q100 標準要求在高溫度下達到零不良率，對於 NAND 快閃記憶體類裝置帶來極具挑戰性的要求，因為 NAND 單元在 85°C 以上高溫下可能加速儲存裝置的資料洩漏。Silicon Motion 專為管理快閃記憶體所開發的 IntelligentScan + DataRefresh，使得 Silicon Motion 的 Ferri 產品可以在高達 105°C 的高溫下，符合車用認證規範，證明其獨有技術的有效性。

Silicon Motion 針對車載應用的儲存產品持續進行優化，是 Silicon Motion 對於汽車市場的承諾，這也證明其符合全系列汽車產業標準，包括 IATF 16949、ASPICE 和 VDA 6.3。

汽車製造商也可以從 Silicon Motion 在商用 SSD 控制晶片和嵌入式儲存裝置市場上的領先地位獲得信心。Silicon Motion 是 NAND 快閃記憶體控制器技術的領先專業製造商，對於管理快閃記憶體的專業處理晶片 IC，具有超過 20 年的開發經驗。過去十年來，Silicon Motion 已經出貨超過 60 億個 NAND 快閃記憶體控制器，超過全球其他公司。

因此，汽車製造商可以將強大的固態儲存裝置嵌入資訊娛樂和 ADAS ECU 之中，Silicon Motion 的 Ferri 產品的使用壽命、資料完整性和資料保留能力得以滿足使用者對於車輛使用壽命超過十年的期望。

引用的 IHS Markit 報告：

<https://www.eenewsautomotive.com/news/number-automotive-ecus-continues-rise>

如需更多 Ferri 家族的相關資訊，請造訪
www.siliconmotion.com 或寄送電子郵件至 ferri@siliconmotion.com