

Silicon Motion's Ferri-UFS

慧榮科技 Ferri-UFS 為運用在汽車工業上的快閃記憶體設立新效能標準

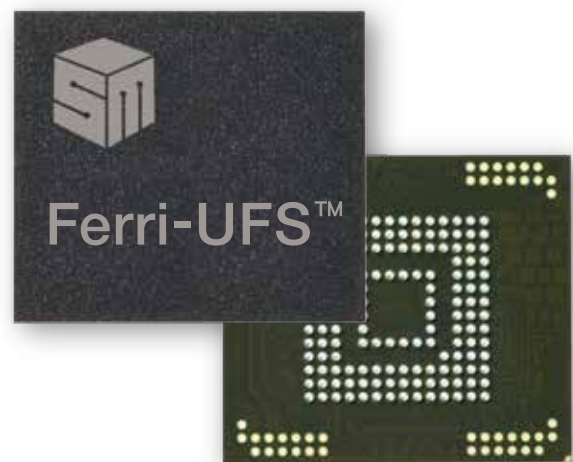
汽車工業正處於轉型階段。一旦裝置是為了機動性而存在，隨即就會成為移動式娛樂及生產空間。隨著自動駕駛車輛的推出，汽車最終將成為某種形態的機器人。

這些改變將提升購車者對附加運算系統所要求的價值，例如視聽娛樂、安全、系統控制、使用者介面，以及車輛與外界間的溝通。眾多運算系統將越來越仰賴這些可高速存取大量資料的儲存能力。

由於對容量與速度的需求與日俱增，驅使汽車內的資料儲存技術，從配備 PATA 或 SATA 介面的舊式桌上型電腦硬碟 (HDD) 轉變成固態 (半導體) 儲存技術：也就是從最初的 SD 卡轉變成 eMMC 儲存裝置。

現今在汽車產業中另一個改變正在發生：從 eMMC 的 5.1 版規格轉換成通用快閃記憶體儲存 (UFS)，承諾提供汽車生產代工廠更快的讀取/寫入速度。相較於 eMMC 5.1 版規格，速度快約三到四倍，而隨機存取 IOPS 執行 (每秒讀寫次數) 也快大約 2.5 倍。

此份白皮書詳述與 eMMC 相較之下，UFS 介面對明日車之設計是較好選擇的理由，也解釋將 UFS 儲存裝置嵌入應用在汽車上時所需評估的重要執行參數、產品規格與供應商審核考量。



驅使轉換的 UFS 技術的重要因素

約 2010 年起，汽車產業一直是 eMMC 儲存裝置的主要消費者：當 21 世紀前十年在手機上採用 eMMC 裝置後，汽車製造商就持續仿效著手機市場的做法，因為相較於 PATA 或 SATA 硬碟，eMMC 裝置提供更持久的使用壽命及更高可靠性，且在汽車嚴酷的操作環境中，PATA 或 SATA 硬碟的行動機械零件容易損壞。

車用資訊娛樂系統趨勢



●傳統資訊娛樂

收音機 / 媒體播放儀表板 / 導航個別處理器，系統



●數位駕駛座艙

整合儀表板、導航 & 媒體播放器
單一處理器 / 系統管理
高總處理量



●中央處理器

先進駕駛輔助系統 (ADAS) / 自駕 / e-Mirror / D 儀表板 / 車內資訊娛樂
高頻寬 SoC 邊緣運算，連接儲存裝置
高解析度多影像 & 圖片記錄

~ 2016

2018

2020

2024 ~

圖 1：車內資訊娛樂系統的結構即將開始重大改變。(圖片來源：慧榮科技)

汽車設計師已將 eMMC 介面的操作發揮至極限，然而，設計師們仍持續發展出能夠支援更多自主控制功能的新車內資訊娛樂系統、更大更複雜的圖形用戶介面，以及像是高畫質錄影回放功能等媒體應用程式。

為了設計出下一世代的車內資訊娛樂系統，汽車設計師們正在重新思考架構。更早之前，較簡單的车內資訊娛樂系統僅需使用每一元件中的多處理器架構，例如儀表板、車載顯示器 (CID)、媒體系統與導航系統，其皆由自身單獨的處理晶片控制 (詳見圖 1)。

在新車設計上，汽車製造商正趨向發展「數位駕駛座艙」，運用高度整合的架構，包括儀表板、媒體系統、導航與連線等所有顯示功能，皆由單一高效能處理器控制。在此架構下，資料必須比先前所配置的多處理器架構以更高速率進出單一處理器。

而 eMMC 介面所提供的效能並不適合這種單一處理器架構的需求。因此汽車製造商並不把焦點放在 eMMC 上，而是下一世代的資料存取介面。如圖 2 所示，提供比第五代 eMMC 更高總處理量的標準雙通道 UFS 介面。

介面總處理量比較

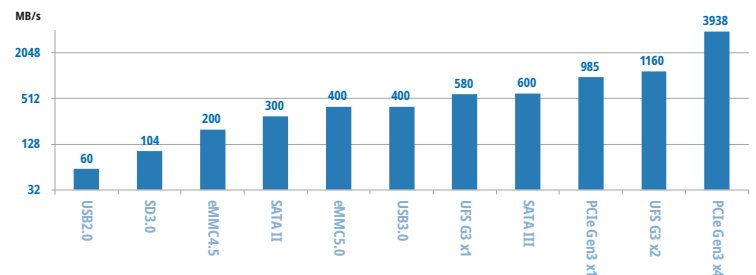


圖 2：相較舊式 eMMC 5.x 版規格，雙通道 UFS 介面在總處理量方面有大幅度改善。(圖片來源：慧榮科技)

理論值較高的資料處理能力，經常反映在商業儲存產品的效能屬性上。其 eMMC 與 UFS 儲存設備的效能比較如圖 3 所示。

	Ferri-eMMC (eMMC v5.1)	Ferri-UFS (UFS v2.1)
介面速度最大化	3.2Gbps	11.6Gbps
操作模式	半雙工	全雙工
支援多任務處理	讀取或寫入	讀寫並行
最高連續讀取速度	300MB/s	800MB/s
最高連續寫入速度	80MB/s	250MB/s
最高隨機每秒讀寫速度	20,000/10,000	50,000/20,000

圖 3：慧榮科技的 Ferri-UFS 產品所提供的資料總處理量比其 Ferri-eMMC 產品速度快三倍

而現今汽車市場也受益於經認證的 UFS 介面技術以及 UFS NAND 儲存產品的豐富貨源。雖然白皮書以下是這麼描述，但是產品屬性與供應鏈等兩者的關鍵差異，硬是將汽車應用與消費性裝置兩者所需的 UFS 儲存產品區隔開來。

Ferri-UFS™ 能輕易取代 eMMC 儲存裝置

相較於 eMMC 5.0 版或 5.1 版，UFS 介面規格能支援較高資料總處理量，超出該產品等級的三倍效能，如圖 2 所示。UFS 型儲存裝置支援讀寫並行，提高多任務處理支援度，讓使用者在程式轉換時不延遲。極致的連續讀取速度在使用如高畫質影音串流程式時，能享有無干擾體驗。最高 50,000 隨機每秒讀寫速度，意指即使在高運算密集型應用程式中，使用者仍能感受到即時回應。

因此，相當多汽車製造商現正考慮將設計平台從 eMMC 儲存裝置轉換到 UFS 儲存設備。舉例來說，使用慧榮科技 Ferri-eMMC™ 系列的汽車製造商可轉成使用 Ferri-UFS™ 系列，以從簡單且快速的整合過程中體驗優勢。

產品編號 SM671 的 Ferri-UFS 系列，結合了最新 UFS2.1 規格的多功能快閃記憶體控制器與標準化 NAND 快閃記憶體，是高度整合的解決方案。其可支援 UFS 2.1 版的進階功能(如 HS-Gear3 x 2-Lane 模式) 與指令排列功能。此外，Ferri-UFS 還能經由韌體，提供代工廠商所需的客製化功能及程式。

SM671 以 11.5mm x 13mm x 1.2mm 153 球柵陣列封裝，記憶體容量從 16GB 到 256GB。其符合汽車工業認證 AEC-Q100 第三級，操作溫度可高達 85°C (2019 年第二季的第二級驗證標準)。其處理效能亦令人印象深刻，無論是在資料轉移速度或開機時間上，快到足以做為下一世代車內資訊娛樂系統的表彰。

汽車市場考量

如上所述，一切歸功於採用最新標準的 3D TLC NAND 快閃記憶體，才能讓 Ferri-UFS 系列的 UFS 儲存產品以具競爭力的價格提供高記憶體容量。

然而對汽車市場而言，**效能和價格**的考量必須與**超高水平品質及可靠性**相提並論。

慧榮科技以下列的產品組合滿足了汽車市場的需求：

- 採用嚴格的品質程序和標準
- 擁有專屬的可靠性及資料整合性等功能

嚴格的品質標準

品質程序是以為客戶所生產之單位的整體不良率來衡量，須小於 10ppm。此不良率為慧榮科技自 2014 年開始供貨給汽車市場後，每一年供貨給每一客戶的不良率數值。

Ferri-UFS 產品也以嚴格的標準檢驗其控制器及 NAND 晶片晶圓體。晶片晶圓體只能由成熟製程（而非最尖端的）所製作的晶圓組成，在此階段，所有的不良率與品質議題通常已被完整分類，以至於可即時發現不良品。這也意味著 Ferri-UFS 產品生產是以良品裸晶開始。

除此之外，Ferri-UFS 供應鏈的每一部分，從製造控制器的晶圓製造廠、封裝測試廠到慧榮科技本身，皆為 IATF 16949 認證的公司。完全滿足汽車產業所需要的可追溯性 – 例如，Ferri-UFS 裝置的控制晶圓包含專有的晶片 ID，儲存於一次性程式化的記憶體中，如此一來便可追溯原始的晶圓批號及晶圓圖。

CP -40~85 °C	FT 25 °C	MT1 25 °C	MT2 85 °C -40 °C	MT3 25 °C	EQC 25 °C
ATE		SLT	Chamber	SLT	SLT
Controller CP Test	Open/Short Leakage current measurement	Function check + Upload Burn-in FW.	Self-Burn-in Screen Early Bad Blocks Create new bad blocks information	Function check + MP FW Upload	MP final check FW version /capacity /serial number, etc

圖 4：出貨給汽車業客戶的每一零件皆經過全面性的高低溫例行測試。(圖片來源：慧榮科技)

高資料整合性及可靠性

在汽車使用環境中，可靠性及長使用壽命為系統設計者的核心考量。對 UFS 儲存裝置的使用者而言，需要嚴謹評估兩項參數：耐久性和資料整合性。

由於大容量 3D NAND 快閃記憶體的固有本質：採用 19nm 或更小電路特性的先進製程，Ferri-UFS 產品中的 3D TLC NAND 快閃記憶體元件往往會在每一次抹寫中磨損，最終導致資料遺失。且除非校正錯誤的功能可正常執行，否則其也容易造成讀寫錯誤。

慧榮科技對汽車產業的品質承諾，從開始到配裝結束始終如一，且全是在自動化產線上完成。每個生產單位皆設置測試室，在客戶指定的操作溫度下監控不良狀況 (詳見圖 4)。如此的監控方式，讓慧榮科技能在初期就可發現可能的故障區塊，並在其出貨給客戶前，即被 NAND 控制器給隔離。

所有產品皆須經過多次溫度測試和高/低電壓測試。

因為慧榮科技始終將這些過程及標準運用到所有出貨給汽車業客戶的 Ferri-UFS 產品上，才能不斷達成出貨不良率小於 10ppm 的目標。

慧榮科技在其 NAND 控制器上運用複雜的全面性耗損平均技術，以對抗耐久性的問題。此外，慧榮科技也以能延長資料儲存的先進技術為特色，包括：

- 靜態資料更新 – 依照溫度依存率自動掃描元件 (在極端溫度下操作會加速資料遺失)。在有資料遺失的風險下，此功能會重新將資料寫入元件中。
- 提前退役 – 自動分析區塊，並辨識具有過早遺失資料現象的高風險區塊，使其從記憶體陣列中退役。

這些及其他使用壽命內運行的結果，須達成 3,000 次抹寫的耐用率，遠超過汽車產業為車內資訊娛樂系統儲存程式所設立的標準。

透過運用優於一般消費者市場中，NAND 裝置所用的錯誤更正技術來確保**資料整合性**。慧榮科技先進的 LDPC ECC (錯誤更正碼) 引擎能消除在讀寫執行中發生的軟錯誤。

慧榮科技也使用增強型寫入保護，提供永久、暫時與開機保護的選擇。在面臨無預警停電時，採用特殊的步驟以保護資料，這在汽車環境中相當常見，以確保在 Ferri-UFS 裝置電力下降前，將資料安全寫入。

這些功能都可由運用到 Ferri-UFS 靜態隨機存取記憶體中的 8+1 檢測碼支援。

最後，慧榮科技所提供的完整解決方案可靠性涵蓋了製程和出貨安排，符合汽車代工廠嚴格的即時需求。不但如此，從 NAND 快閃記憶體和控制器晶圓供應商，到晶片組裝廠、篩選及模組組裝廠，製程中每一零件的備援供應商所量產的可用數量也在把關中，以確保整個生產冗餘數。

結論：Ferri-UFS 系列產品達成符合汽車產業需求的方法

如車內資訊娛樂系統般的車內資料密集型應用程式，從仰賴現有的 eMMC 型儲存裝置，逐漸變成採用大容量 3D TLC NAND 快閃記憶體的新型 UFS 產品，這表示資料儲存技術領域正進入轉型階段。

現在，慧榮科技推出 Ferri-UFS (SM671) 系列產品，以提供符合最高品質和可靠性要求的解決方案，同時，也讓部署在數位駕駛座艙中的新單一處理器架構發揮高效能，以更有效率的方式進行運作。

此外，受益於 LDPC ECC 引擎優越的資料整合功能、領先全球之 SSD/eMMC/UFS 控制器解決方案供應商的 NAND 快閃記憶體專業技術，以及備援供應鏈強大等絕佳優勢，Ferri-UFS 產品線以一個安心無虞的方式，在明日車系的車內資訊娛樂系統和其他運算密集型應用程式中，充分發揮高效能 UFS 資料儲存技術的超強實力。

如需 Ferri 家族的詳細資訊，請造訪
www.siliconmotion.com 或寄送電子郵件至 ferri@siliconmotion.com

© Copyright 2019 Silicon Motion, Inc.
FERRI-WP-201910

