

# Silicon Motion's Ferri-UFS

## 为车用中基于 Flash 存储器制定新的性能标准

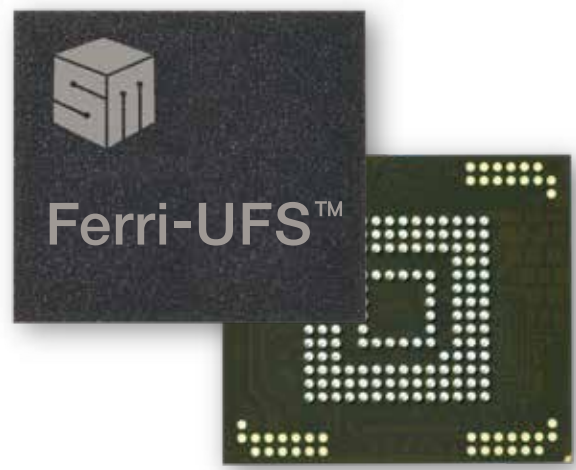
汽车行业正在发生变迁。一旦设备主要用于移动性，随即就会成为移动娱乐和生产空间。最终，通过引进完全自动驾驶，汽车将成为某种形态的机器人。

这些变化将提高汽车买家对附加运算系统所要求的价值，如：信息娱乐、安全、系统控制、用户界面和汽车与外界之间的通信。许多运算系统将日益取决于高速存取大量数据的存储容量。

对容量和速度日益增长的需求，带动了前几代车载数据存储技术的变化，从带 PATA 或 SATA 接口的老式台式电脑硬盘驱动器（HDD）到固态（半导体）存储技术：先是 SD 卡，然后是 eMMC 存储器。

目前，下一个车载领域的变化即将到来，从 eMMC（当前的规格为 5.1 版）到通用闪存（UFS），这一变化将向车载产品 OEM 提供更高的读取/写入速度（比 eMMC v5.1 快三至四倍）以及 2.5 倍于随机 IOPS 能（每秒输入 / 输出操作）的速度。

本白皮书描述了 UFS 接口更适合未来汽车设计中优于 eMMC 的原因，并解释了重要的性能参数、产品技术规范，以及当供应商评估嵌入式 UFS 存储设备在车载应用中使用时的考量。



### 促使转向 UFS 技术的重要因素

汽车市场自 2010 年以来已成为 eMMC 存储设备的重要消费者：虽然基于 eMMC 接口的存储设备首先在 21 世纪前十年的手机中得到使用，但由于与 PATA 或 SATA 硬盘（含有活动机械部件，这些活动部件在恶劣的汽车工作环境下容易损坏）相比 eMMC 设备具有较长的工作寿命和较高的可靠性，因此汽车制造商跟随了移动市场的导向。

## 车载 IVI 系统趋势



### ●传统信息娱乐

广播 / 媒体播放仪表 / 导航仪差异 CPU, 系统



### ●数字化驾驶室

集成仪表组、导航仪和媒体播放器单一 CPU / 系统管理高吞吐量性能



### ●中央 CPU

ADAS / 自主 / 电子镜 / D-仪表组 / IVI 高带宽 SoC 边缘运算, 连接存储器 高分辨率多显示器和图像记录

~ 2016

2018

2020

2024 ~

图 1: 设置车载 IVI 系统的架构以作大幅更改。

(图像来源: Silicon Motion)

汽车设计师目前到达了 eMMC 接口性能的上限,但他们开发了新的车载信息娱乐系统 (IVI) 系统,而这些系统能提供更加自主的驾驶能力、更多和更复杂的图形用户界面以及媒体应用 (如高清视频播放)。

为设计下一代 IVI 系统,汽车设计师正对架构作重新思考。之前,较简单的 IVI 系统可使用多处理器架构,其中,各元件 (如仪表板、中央信息显示器 (CID) 和导航系统) 由其自己的独立处理器控制芯片 (见图 1)。

对于新车设计,汽车制造商正在开发“数字化驾驶室”,使用高度集成的架构,其中所有显示功能 (包括仪表板、媒体系统、导航和连接) 由单一性能极高的处理器来控制。与较旧的分布式多处理器架构相比,在此架构中数据必须以高得多的速率流入或流出单一处理器。

eMMC 接口提供的性能根本不能满足单一处理器架构对其的要求。因此,汽车制造商超越了 eMMC,开发出下一代数据存储接口。如图 2 所示,标准的双通道 UFS 接口提供了远超第五代 eMMC 的最大吞吐量。

## 接口吞吐量对比

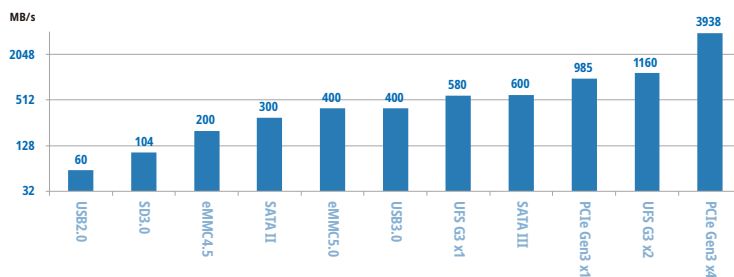


图 2: 与传统的 eMMC 5.x 规格相比,双通道 UFS 接口大幅提高了吞吐量。(图像来源: Silicon Motion)

理论上较高的数据吞吐量反映在商用存储产品的性能属性中。图 3 显示了其基于 eMMC 和 UFS 存储产品性能之间的对比。

	Ferri-eMMC (eMMC v5.1)	Ferri-UFS (UFS v2.1)
最大接口速度	3.2Gbps	11.6Gbps
操作模式	半双工	全双工
支持多任务	读取或写入	同时读取和写入
最大连续读取速度	每秒 300MB	每秒 800MB
最大连续写入速度	每秒 80MB	每秒 250MB
最大随机 IOPS	20,000/10,000	50,000/20,000

图 3: Silicon Motion Ferri-UFS 产品的数据吞吐速率是其 Ferri-eMMC 产品的三倍以上

虽然如本白皮书下文所述，目前汽车市场也从成熟的 UFS 接口技术以及大量应用高性能 UFS NAND 存储产品中获益，但产品属性以及供应链的巨大差异，将汽车行业应用的 UFS 存储产品与消费类设备的 UFS 存储产品区分开来。

### Ferri-UFS™ 产品可轻松取代 eMMC 存储设备

与 eMMC v5.0 或 v5.1 相比，UFS 接口支持的较高数据吞吐量，在产品层面提供了更出色的性能，超出该产品级别的三倍性能，如图 2 所示。基于 UFS 的存储器支持同时读取和写入操作，改善了多任务支持，并为最终用户提供了无延迟应用程序切换。极高的连续读取速度提供了顺畅、无干扰的应用体验，如高清视频串流。50,000 的最大随机 IOPS 速率意味着用户甚至可从运算量最大的应用中感受到即时响应。

因此，许多汽车制造商目前正考虑从基于 eMMC 的存储设备转向 UFS 存储器。例如，Silicon Motion Ferri-eMMC™ 系列的汽车用户可转至 Ferri-UFS™ 系列，并从简单快速的设计整合过程中收益。

Ferri-UFS (部件号 SM671) 是一个高度整合的解决方案，该方案将功能丰富的 Flash 控制器与最新的 UFS2.1 规格与标准 NAND Flash 闪存相结合。它支持 UFS v2.1 规格的高级功能，如 HS-Gear3 x 2 通道模式和命令队列功能。此外，Ferri-UFS 产品可通过固件自定义，提供 OEM 所需的特殊功能和应用程序。

SM671，以 11.5 毫米 x 13 毫米 x 1.2 毫米 153-ball BGA 封装，其内存容量的可选范围为 16GB 至 256GB。车规级 AEC-Q100 Grade 3 最高可在 85°C 的环境下工作（至 2019 年 2 季度为 Grade 2 认证待决）。其性能相当快：数据传输速率和初始化时间足以适用于下一代汽车设计。

### 汽车市场考量

如上所述，由于采用了最新标准的 3D TLC NAND Flash，Ferri-UFS 系列的 UFS 存储器产品在有价格吸引力的同时具备了高存储容量。

但对于汽车市场，对**性能和价格的考量**必须与对**超高质量和可靠性**的需求达到平衡。

Silicon Motion 通过结合以下方面满足此要求：

- 运用严格的质量过程 and 标准
- 拥有独有的可靠性和数据完整性

## 严格的质量标准

质量过程按运至客户的产品单位整体不良率 (<10ppm - Silicon Motion 自 2014 年开始供应汽车市场以来的不良率) 来衡量。

严格的标准还应用到 Ferri-UFS 产品中使用的控制器和 NAND 晶粒的技术规范。晶粒选择仅取决于成熟（而非领先）生产工艺的高晶圆，对所有的缺陷和质量问题作出签定以轻松检测。这意味着 Ferri-UFS 产品生产从已知良好的晶粒开始。

此外，Ferri-UFS 供应链的每个部分，从制造控制器的晶圆代工厂到安排晶圆测试的工厂，从校验设施到 Silicon Motion 本身，都有 IATF 16949 认证。全面支持汽车可追溯性要求 - 例如，Ferri-UFS 设备的控制器晶粒，包括存储在一次可编程存储器中的唯一芯片 ID，因此它可追溯到其原始晶圆位置和晶圆图。

Silicon Motion 对汽车市场的质量承诺，从开始到配装结束始终如一，且全是在自动化产线上完成。测试室用于在每个生产单位中使用筛查每个区块，以找出客户指定工作湿度下的缺陷（见图 4）。此筛查可让 Silicon Motion 识别所有在早期坏区风险的单元，因此，这些单元可在运至客户之前被 NAND 控制隔离。

所有的产品单元还可进行宽温测试和高压/低压测试。

这是因为 Silicon Motion 为所有汽车客户的所有 Ferri-UFS 产品统一应用这些工艺和标准，产品装运始终达到 <10ppm 缺陷率的目标。

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

图 4：对每个运送到汽车客户的部件进行全面高温和低温测试例程。（图像来源：Silicon Motion）

## 高数据完整性和可靠性

在行车环境下，可靠性和长运行寿命是系统设计者考虑的核心问题。对于 UFS 存储设备的用户，要求对两个参数进行密切评估：耐用性和数据完整性。

原因是大容量 3D NAND Flash 固有的特性：Ferri-UFS 产品 3D TLC NAND Flash 中的单元在采用 19 纳米或更小电路特性的先进工艺中制成，因此容易在每个程序/抹除循环中损坏，导致数据丢失。这些还容易导致读取和写入错误，除非执行纠错功能。

Silicon Motion 通过执行 NAND 控制器中复杂的全区平均抹写技术，解决了耐用性问题。此外，它还提供先进的技术以延长数据保留，包括：

- 静态数据刷新 - 按湿度依赖率自动扫描单元。（在极端湿度下数据丢失加快。）此功能可在单元中重新写入有丢失风险的数据。
- 早退 - 自动分析区块并识别出高风险早熟悉数据丢失的情况，将其这些数据从存储器阵列中退出。

这些结果和其它寿命周期运行将使耐用等级达到 3,000 程序/擦除周期，超越了汽车行业为 IVI 存储器应用特别制定的基准。

**数据完整性**通过使用比一般在消费类 NAND 设备中所用更出色的应用纠错技术而得到确保。Silicon Motion 先进的 LDPC ECC（纠错编码）引擎可消除读取和写入操作中的软错误。

Silicon Motion 还执行了“增强写入保护”，提供永久、暂时和开机保护选项。意外断电时保护数据的特别程序 - 在行车环境下出现的情况相对普遍 - 确保断电时写入的数据在 Ferri-UFS 设备断电之前安全存储。

这些功能由应用到 Ferri-UFS SRAM 存储器的 8+1 检错编码提供支持。

最近，Silicon Motion 整体解决方案的可靠性包括其自己安排生产和运输，以满足汽车行业 OEM 严格的要求。这些安排包括支持供应商确保为生产过程的每个部件提供的完整生产冗余，从 NAND Flash 和控制器晶圆到芯片组装操作员、筛查和模块组装。

### **结论：Ferri-UFS 系列产品如何满足汽车行业的需求**

汽车中的数据密集性应用（如 IVI 系统）正从依赖基于 eMMC 存储设备向采用较高容量 3D TLC NAND Flash 的最新 UFS 产品转移。

目前 Silicon Motion 引进了 Ferri-UFS (SM671) 系列产品，提供满足最高质量和可靠性的需求，同时提供在数字化驾驶室部署的最新单一处理器架构中高效运行所需高性能的解决方案。

Ferri-UFS 产品线还受益于出色的数据完整性（如 LDPC ECC 引擎）、NAND Flash 专门技术（来自 SSD/eMMC/UFS 控制器解决方案世界领先的批发供应商）和稳健、冗余供应链，提供安全的方法在 IVI 系统和未来汽车的其它运行密集性应用中实施高性能 UFS 数据存储技术。

要了解更多有关 Ferri 家族的信息，请访问 [www.siliconmotion.com](http://www.siliconmotion.com) 或发送电子邮件至 [ferri@siliconmotion.com](mailto:ferri@siliconmotion.com)

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

