SiliconMotion

WHITE PAPER

Silicon Motion FerriSSD®
嵌入式引导加载应用

简介

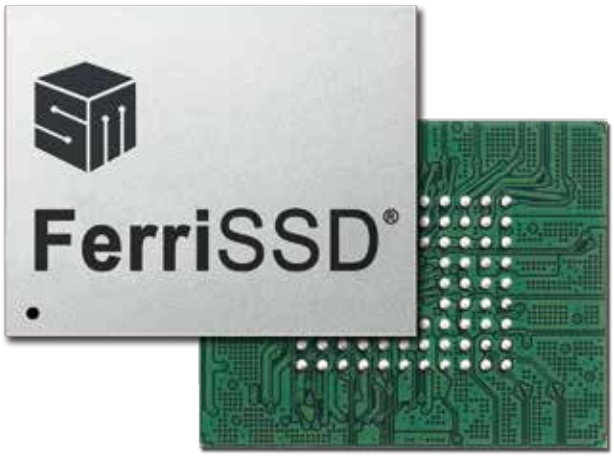
Silicon Motion 的 FerriSSD® 产品家族开发满足了嵌入式应用中引导加载程序独特而苛刻的要求。在各种工作温度环境下，嵌入式引导加载 SSD 无论是低容量还是高容量，在数据完整性表现上都非常出色。由于引导 SSD 必须加载和运行操作系统和/或软件，而无法中断或出错，因此 SSD 引导加载程序的数据故障容差率很低。相较而言，大众市场 SSD 是专为成本敏感的消费领域（消费娱乐音频/视频应用程序）而设计，可能允许一定的数据错误。

为达到严格的引导加载 SSD 性能技术规范，SMI 的 FerriSSD 家族目前采用了四项独特的技术，这些技术提高了引导加载 SSD 的数据完整性、使用寿命和性价比。

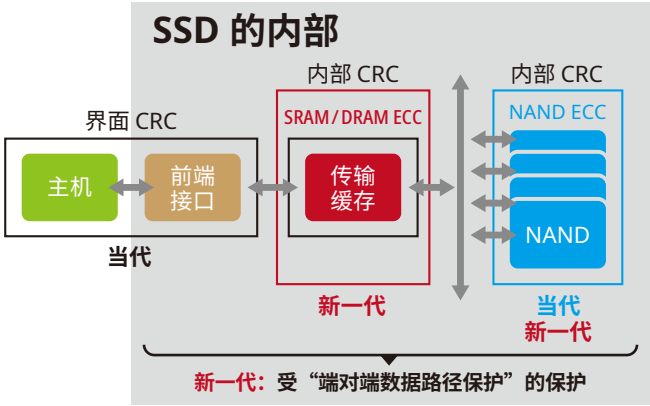
- 端对端数据路径保护
- NANDXtend™
- IntelligentScan 和 DataRefresh
- 混合区

端对端数据路径保护：数据错误不会发送到主机

传统的 SSD 可能在数据路径的远端部署了错误检测和校正电路：在前端主机接口和后端 NAND 接口。

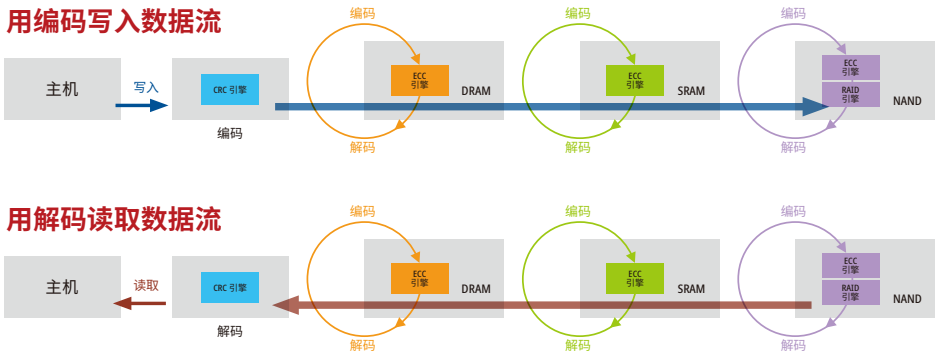


此技术忽略了内置 SRAM 和/或 DRAM 传输缓存，与其它循环路径之间的重大间隙。在 NAND 接口和主机之间发生的数据错误（如软错误位元），往往难以识别和复制。虽然传统的 SSD 可能有一些内部的错误检测电路，但 SMI 的 FerriSSD 结合了全面的数据恢复引擎，为整个主机-到-NAND-到-主机数据路径提供更强的数据完整性。



FerriSSD 数据恢复算法可有效检测 SSD 数据路径中的任何错误，包括 SRAM、DRAM 或 NAND 中出现的硬件（如 ASIC）错误、固件错误和内存错误。最新一代 FerriSSD 实现了冗余备份－SMI Ferri 组页 Raid－它进一步消除了不可校错的可能性。

如果 FerriSSD 确定有任何不可校错的错误，将向主机传递一个错误标志以执行适当的恢复进程。相较而言，传统的 SSD 把故障数据传递到主机，而没有传递错误标志，因无法对主机发出需要进行错误恢复进程的警报，而导致初始化问题的加剧。



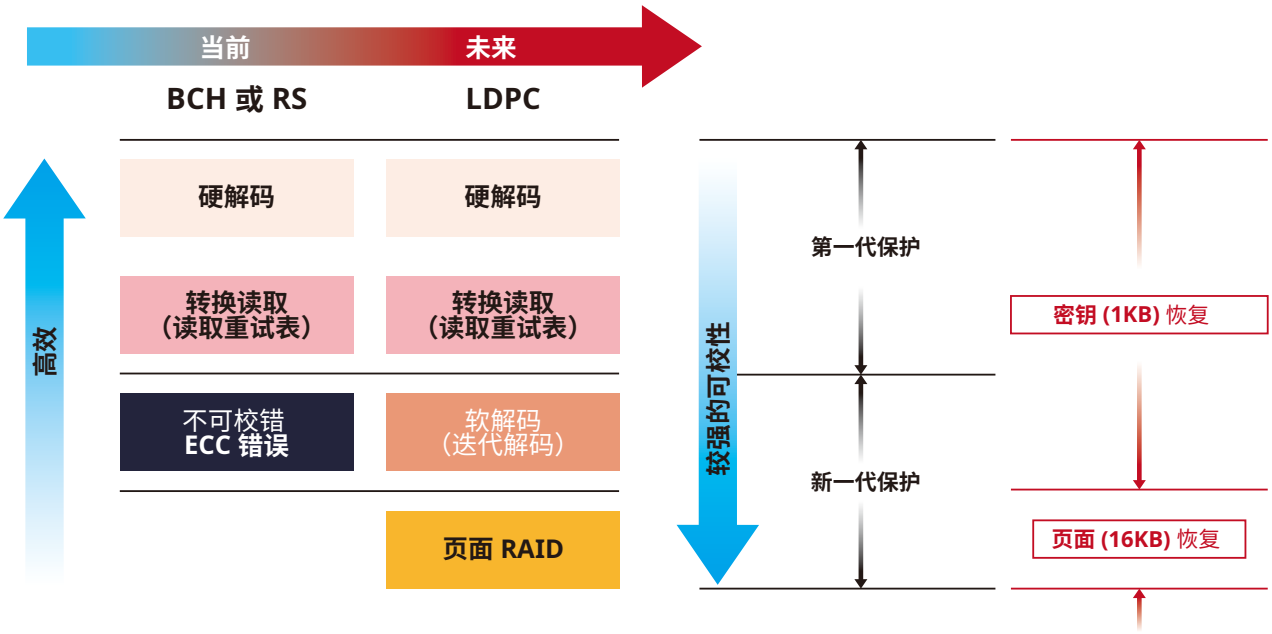
- 整体 SSD 错误检测
- 通过校正进行 DRAM 错误检测
- 通过校正进行 SRAM 错误检测
- 通过校正进行 NAND Flash ECC 检测
  - ＞硬解码 (BCH)
  - ＞软解码 (LDPC)
  - ＞组页 RAID

错误数据不会发送到主机！

NANDXtend：
通过较低的 dPPM 延长 SSD 的寿命

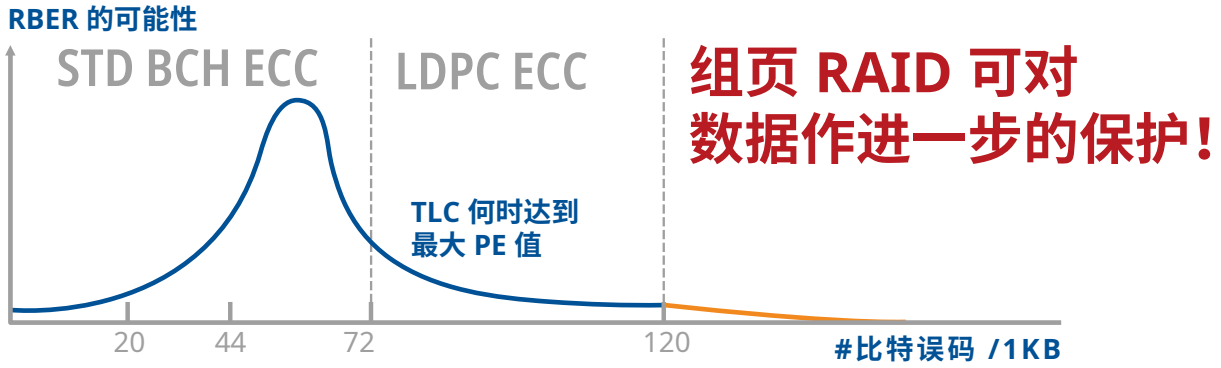
传统的 SSD 使用 NAND 转换-读取-重试，采用 BCH 和 RS ECC（纠错编码）引擎，以检测错误和初始化首层较正。除首层纠错外，FerriSSD 还可使用 LDPC（低密度奇偶校验）编码和组页 RAID 算法（高效冗余备份），进行高效的第二层较正方案。

与 Ferri 组页 RAID 和 SMI 的第四代 LDPC ECC 引擎相结合，成就严格的数据完整性，同时提供比竞争方案更好的性能。



累积使用（即 P/E）周期过后，NAND 内存单元会开始退化，原始错误位元的机率和量级将上升。SMI 先进的组页 RAID 算法（由 Ferri NANDXtend 执行）可校正较大的 16KB 密钥单元错误，与传统的 SSD 中使用的 1KB 密钥单元 ECC 引擎相比，提供了严格的第二级保护。

SMI NANDXtend 执行的特定组页 RAID 算法，特别适用于引导加载应用中使用的低容量和中容量 SSD 驱动器。这不仅可延长 SSD 的预期寿命，还可大幅降低寿命 dPPM。



IntelligentScan 和 DataRefresh：主动数据损失预防措施

为防止潜在的数据损失，FerriSSD“IntelligentScan”可在出现错误之前采取预防步骤，主动扫描和刷新 (DataRefresh) NAND 内存，以提高数据完整性。随着 P/E 周期总数的累积，此技术会越来越重要。

温度对 NAND 数据保存的影响

温度	SLC 在最大 PE	MLC 在最大 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

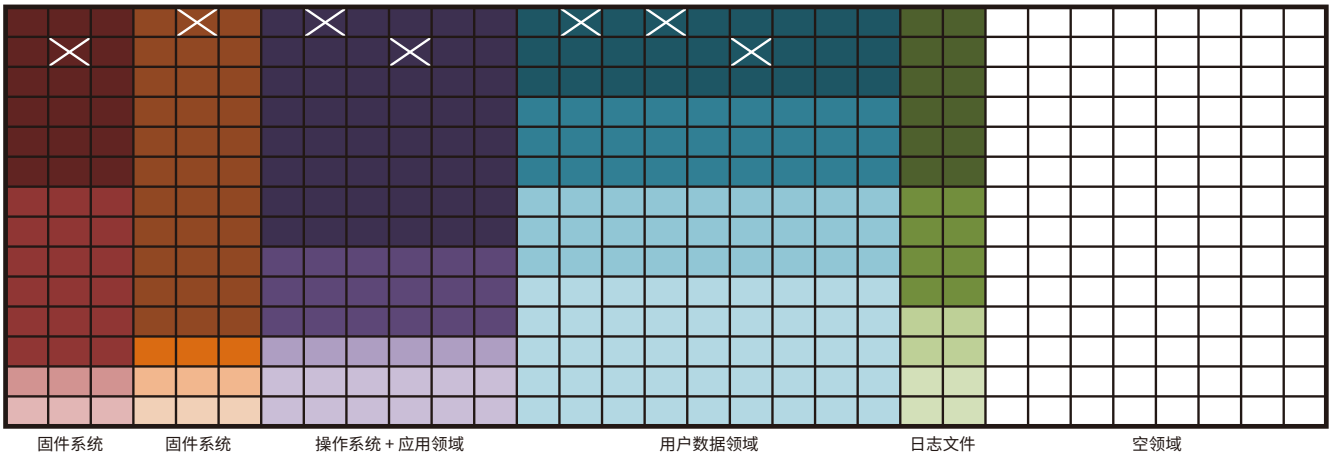
温度对数据保存的影响

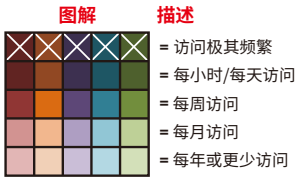
对数据保存最重要的抑制因素之一是 NAND 温度的升高。FerriSSD 结合了待决独有的监控算法，记录累积的结点温度读数、P/E 周期数、SSD 开机时间及其它基本参照点，以动态选择和优先处理要进行 DataRefresh 的 NAND 单元和时间。IntelligentScan 和 DataRefresh 进行协作可大幅提高数据无法恢复之前的保存性能。

读取干扰

特定单元的过度读取周期还会导致相邻单元的意外过载，并导致无法恢复的位元错误。FerriSSD 通过对处于重复读取周期的 NAND 块，定期进行 IntelligentScan 和 DataRefresh 来避免潜在的读取干扰错误。

FerriSSD 固件－先进的第 4 代算法 (IntelligentScan) －可自动管理 DataRefresh 周期和处理时间，以使热影响和读取干扰造成的数据丢失最小化。

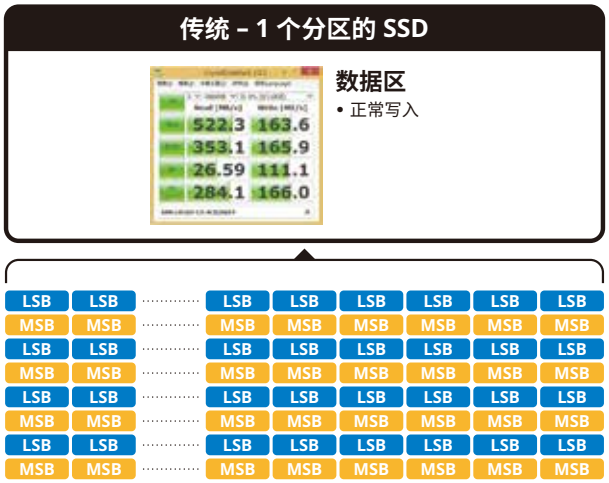


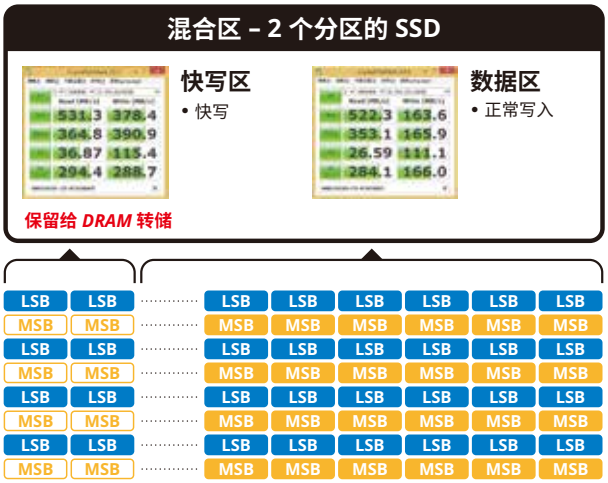


混合区：
集成本、可靠性和性能于一身

传统 SSD 配置板载 NAND 晶粒作为单层单元 (SLC)、多层单元 (MLC) 或最新的 3D 三层单元 (TLC)。对 SLC、MLC 和 TLC 的选择基于各单元类型中的内存容量与访问固有延迟的权衡。FerriSSD 提供了一个混合区，可将单个 NAND 晶粒分配到独立的 SLC 和 MLC/TLC 区。

混合区功能可对单个驱动器进行分区，在低容量至中容量 SSD 中特别有用。单个 NAND 颗粒 SSD 没有上述 MLC/TLC 容量上的优势，但仍保持 SLC 的快速读写性能，是应急关机操作的理想选择。在没有内存的任何部分作为 SLC 的情况下，MLC/TLC 的关机成本和所需的电池容量会上升。SLC 内存的实现是高可靠性和快速访问的理想选择（例如将 SLC 分配给引导码），同时还将 NAND 晶粒部分保留给较高容量的 MLC/TLC 使用。





结束语

以嵌入式应用为目标的引导加载 SSD 有一系列独特的要求。除经常存在的成本最小化的要求外，引导加载 SSD 必须含有较高水平的数据完整性，即使在远程和不利环境下操作也是如此。SMI 的工程师开发了一系列先进的技术，提高了 FerriSSD 家族的使用寿命、数据完整性和性价比，目前采用成熟的第 4 代算法。

要了解更多有关 Ferri 家族的信息，请访问
www.siliconmotion.com 或发送电子邮件至 **ferri@siliconmotion.com**

© Copyright 2020 Silicon Motion, Inc.
FERRI-WP-202002