

# Silicon Motion FerriSSD<sup>®</sup>

## For Embedded Boot Load Applications

### 소개

Silicon Motion의 FerriSSD<sup>®</sup> 제품군은 임베디드 애플리케이션의 독특하고 까다로운 요구 사항을 충족시키기 위해 개발되었습니다. 임베디드용 SSD는 중·저용량이 주로 사용되며 광범위한 온도에서 동작해야 하며 매우 높은 수준의 데이터 무결성이 요구됩니다. 부트 로드 SSD는 중단이나 오류 없이 OS 및/또는 소프트웨어를 로드하고 실행해야 하므로, SSD 부트 로더는 데이터 결함을 거의 허용하지 않습니다. 이에 비해, 일반적인 SSD는 사진, 음악, 동영상 저장 등 데이터 오류에 덜 민감한 소비자들을 위해 설계 되었습니다.

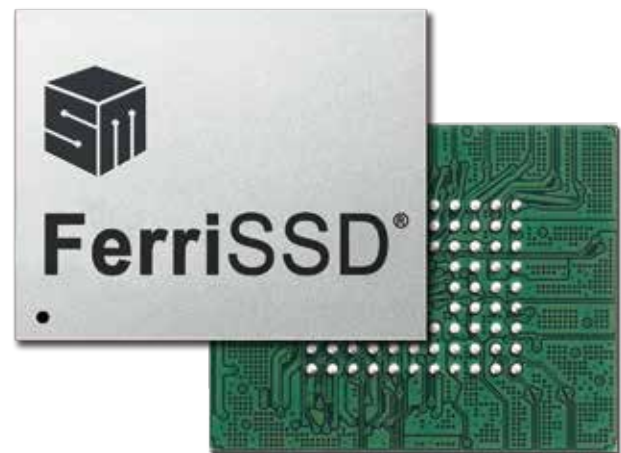
고신뢰도를 요구 하는 부트 로드용 SSD 요구 조건을 충족시키기 위해, SMI의 FerriSSD 제품군은 경쟁력 있는 가격으로 경쟁을 유지하면서 데이터 무결성, 내구성과 성능을 향상시키기 위해 네 가지 특별한 기술을 적용하였습니다.

- End-to-end Data Path Protection
- NANDXtend™
- IntelligentScan 및 DataRefresh
- Hybrid Zone

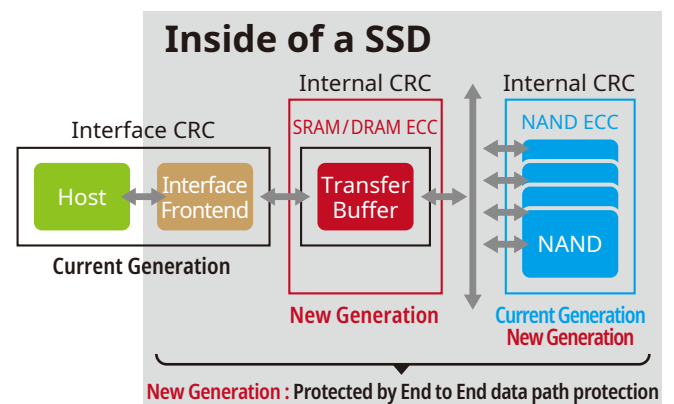
### End-to-end Data Path Protection:

#### 오류 데이터가 호스트로 전송되지 않음

기존 SSD는 데이터 경로의 극단(프런트 엔드 호스트 인터페이스 및 백 엔드 NAND 인터페이스)에 오류 감지 및 교정 회로를 갖추고 있을 수도 있습니다 이는 내부 SRAM 및/또는 DRAM 전송 버퍼 및 다른 회로 경로에 있는 중요한 틈을 놓칠 수 있습니다. NAND 인터페이스와 호스트 사이에 발생하는 소프트 오류 비트 같은 데이터 오류는 종종



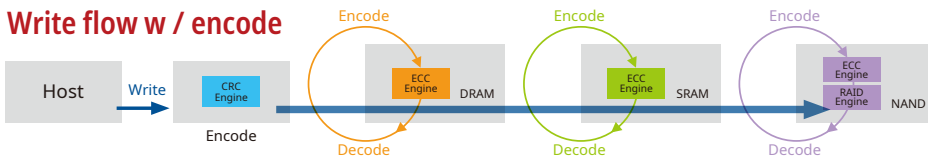
식별하기 어렵고 중복됩니다. 기존 SSD가 일부 내부 오류 감지 회로를 가지고 있을 수도 있는 반면, SMI의 FerriSSD는 완벽한 데이터 복구 엔진을 포함하고 있어서 전체 Host-to-NAND-to-Host 데이터 경로에서 향상된 데이터 무결성을 보장합니다.



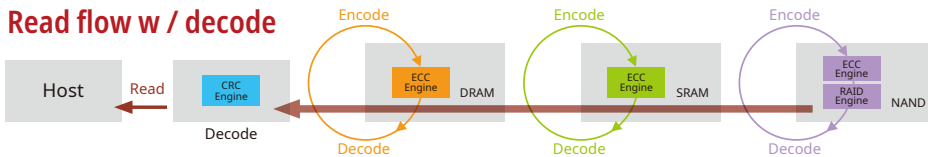
FerriSSD 데이터 복구 알고리즘은 SRAM, DRAM 또는 NAND에서 발생하는 하드웨어(즉 ASIC) 오류, 펌웨어 오류 및 메모리 오류를 포함하여 SSD 경로에서 발생하는 어떠한 오류도 효과적으로 감지할 수 있습니다. 최신 세대 FerriSSD는 교정 불가능한 오류의 가능성을 한층 더 제거하는 중복 백업을 구현합니다 --SMI Ferri Group page RAID.

교정할 수 없는 오류가 발견될 경우 FerriSSD는 적절한 복구 처리를 위해 오류 플래그를 호스트로 전달합니다. 이에 반해, 기존 SSD는 오류 플래그 없이 잘못된 데이터를 호스트에 전달하여 호스트에게 오류 복구 처리가 필요함을 경고하지 못함으로써 초기 문제를 악화시킵니다.

### Write flow w / encode



### Read flow w / decode



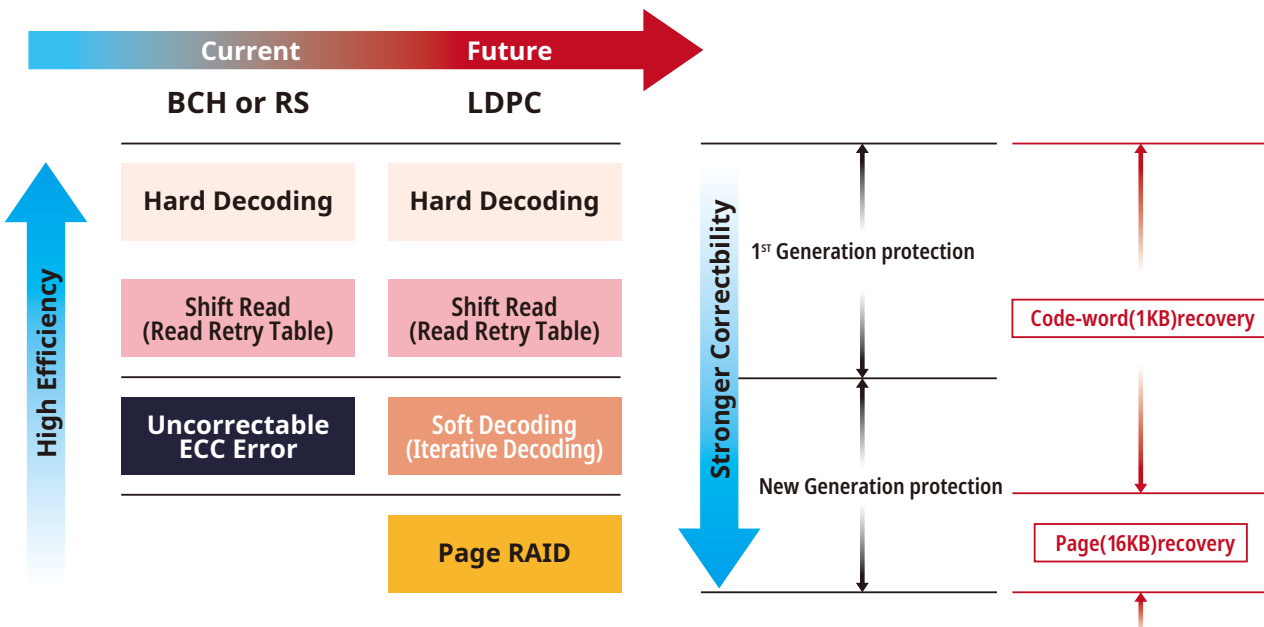
- Whole SSD error Detection
  - DRAM error Detection with Correction
  - SRAM error Detection with Correction
  - NAND Flash ECC Detection with Correction
    - > Hard-decode (BCH)
    - > Soft-decode (LDPC)
    - > Group page RAID
- No error data will be sent to host!**

### NANDXtend :

#### 더 낮은 dPPM으로 SSD 수명 연장

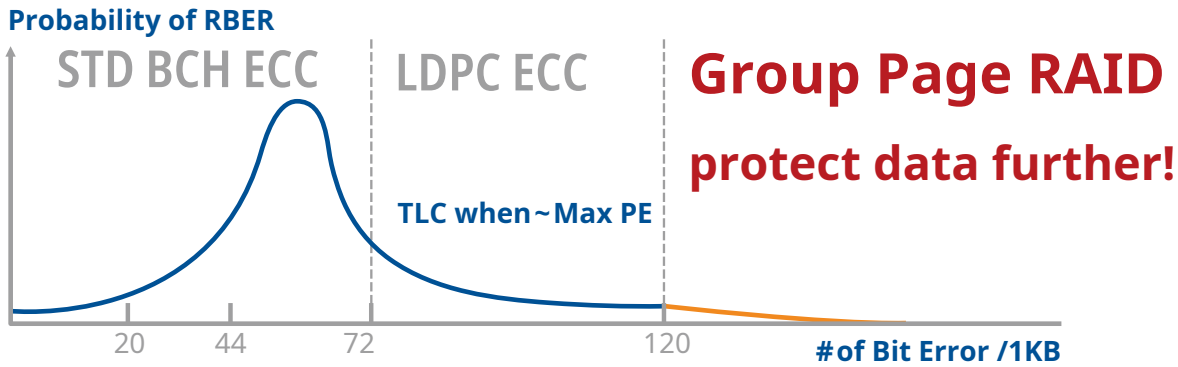
기존 SSD는 NAND shift-read-retries를 사용하여 오류를 감지하고 일차 수준의 교정을 하는 BCH 및 RS ECC(오류 교정 코드) 엔진을 채택하고 있습니다. 반면에 FerriSSD는 이러한 일차 수준 오류 교정에 더하여, LDPC(저밀도 패리티 검사) 코드 및 Group page RAID

알고리즘(고효율 중복 백업)을 사용하는 고효율 이차 수준 교정 방안을 구현합니다. Ferri Group page RAID와 SMI의 4세대 LDPC ECC 엔진이 결합하여 데이터 무결성을 달성하는 한편 경쟁 구현 제품에 비해 더 빠른 처리량을 제공합니다.



읽기/쓰기의 반복된 사용으로 NAND 메모리 셀이 악화되기 시작하여 오류 비트의 가능성 및 강도가 증가합니다. Ferri NANDXtend에 의해 구현된 SMI의 고급 Group page RAID 알고리즘은 더 큰 16KB 보다 더 큰 code-word 단위 오류를 교정하므로, 기존 SSD에서 사용되는 1KB code-word 단위 ECC 엔진에 비해 더 높은 이차 수준의 데이터 보호를 제공합니다.

SMI NANDXtend에 의해 구현된 특정한 Group page RAID 알고리즘은 일반적으로 부트 로드 애플리케이션에 사용되는 저용량 및 중간용량 SSD 드라이브에 특히 적합합니다. 이는 SSD 기대 수명을 연장할 뿐 아니라 수명 dPPM을 상당히 줄입니다.



### IntelligentScan 및 DataRefresh:

#### 데이터 손실을 막기 위한 사전 대책

잠재적 데이터 손실을 막기 위해 FerriSSD "IntelligentScan"은 NAND 메모리를 선제적으로 스캔하고 새로 고쳐서(DataRefresh) 오류가 발생하기 전에 사전 예방 조치를 수행하여 데이터 무결성을 향상합니다. 이는 P/E 사이클의 집계수가 누적될수록 중요성이 증가합니다.

### 외부 온도와 NAND Data보존과의 상관 관계

온도	SLC @ 최대 PE	MLC @ 최대 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

### 온도와 NAND DATA보존과의 상관 관계

데이터 보유에 가장 심각하게 악영향을 미치는 요인은 상승된 NAND 온도입니다. FerriSSD에는 특허 출원 중인 모니터링 알고리즘이 적용되어 있습니다. 이 알고리즘은 누적된 접합부 온도 수치, P/E 사이클 수, SSD 전원 켜짐 시간 및 기타 필수 참조점을 기록하여 어떤 NAND 셀에 언제 DataRefresh를 적용할지 선택합니다. IntelligentScan 및 DataRefresh가 함께 작동하여 데이터가 복구 불능이 되기 전까지 보유 능력을 획기적으로 연장합니다.

### 읽기 방해

특정 셀에서의 과도한 읽기 사이클은 인접 셀에 의도치 않은 과도한 충전을 일으켜 복구 불가능한 비트 오류로 이어질 수 있습니다. FerriSSD는 반복적인 읽기 사이클을 겪는 NAND 블록의 주기적인 IntelligentScan 및 DataRefresh를 통해 잠재적인 읽기 방해 오류를 방지합니다.

FerriSSD 펌웨어 더욱 발전된 4세대 알고리즘 (IntelligentScan)--는 자동으로 DataRefresh 사이클과 처리 시간을 관리하여 열 영향 및 읽기 방해로 인한 데이터 손실을 최소화합니다.

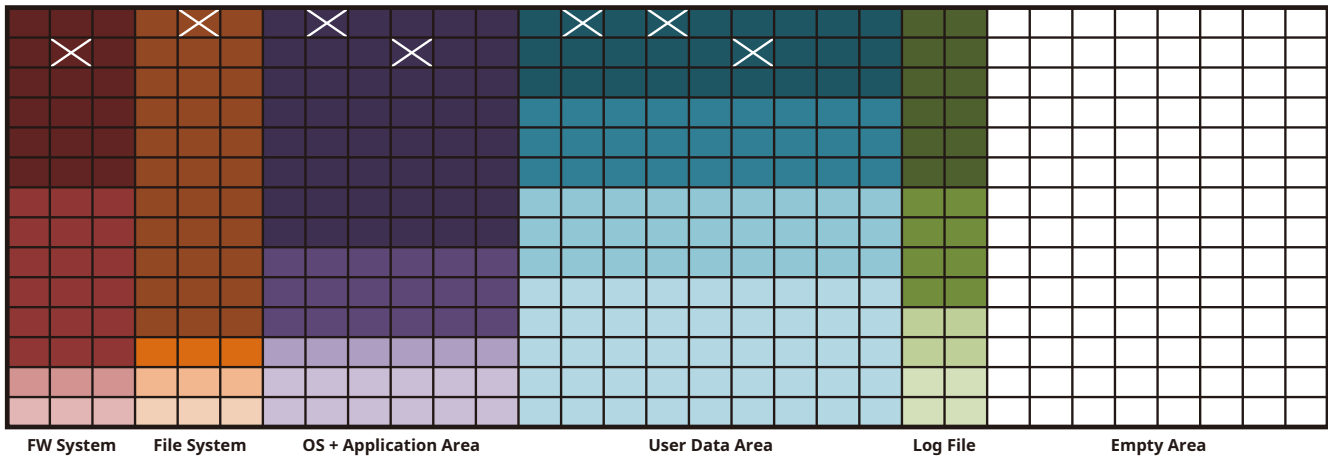
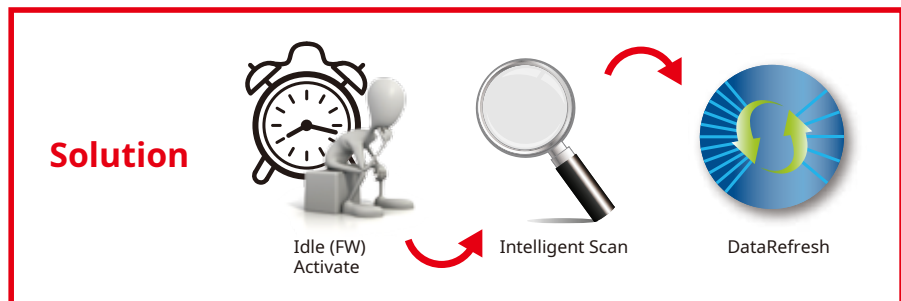


Illustration	Description
	= access extremely frequently
	= access hourly/daily
	= access weekly
	= access montly
	= access yearly or less

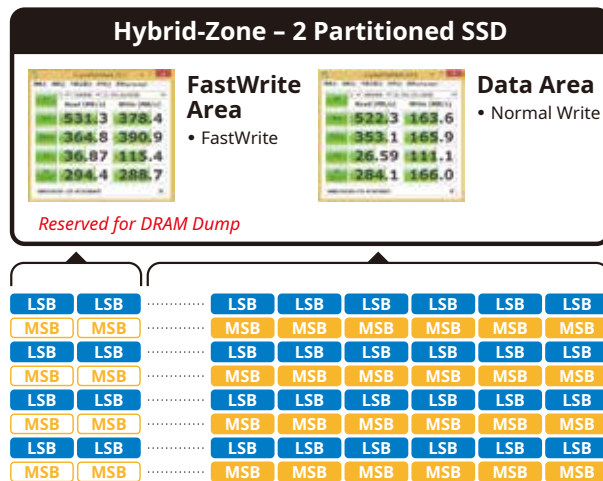
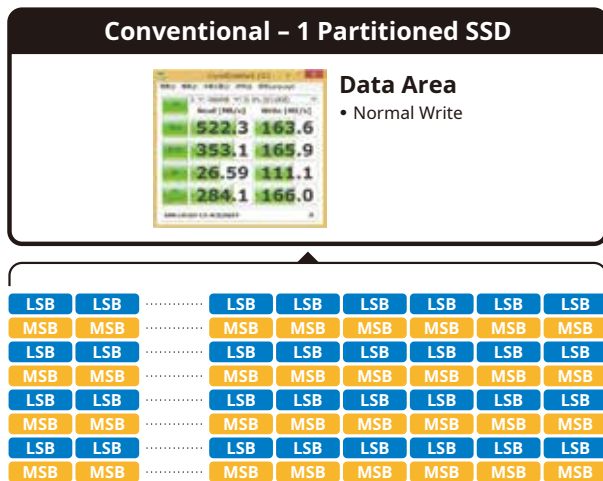


## Hybrid Zone:

### 비용, 신뢰성 및 성능의 이상적인 혼합

기존 SSD는 온보드 NAND 다이를 단일 레이어 셀(SLC), 멀티 레이어 셀(MLC) 또는 새로운 3D 트리플 레이어 셀(TLC)로 구성합니다. SLC, MLC, TLC 중 무엇을 선택하는지는 필요한 저장용량과 액세스 속도를 고려하여 선택됩니다. FerriSSD는 단일 NAND 다이를 별도의 SLC 및 MLC/TLC 영역으로 분할하는 독특한 기능인 Hybrid Zone을 제공합니다.

Hybrid Zone 기능--단일 드라이브의 분할을 가능하게 함--은 특히 저용량 및 중간 용량 SSD에서 유용합니다. 단일 NAND 다이 SSD는 MLC/TLC처럼 대용량의 장점은 없지만 매우 빠르게 SLC 메모리에 쓰는 동작을 할 수 있습니다. 이는 응급 전원 종료 작동에 이상적입니다. SLC 로 구현된 메모리의 파티션이 없다면 MLC/TLC 에서는 안정적인 전원 종료를 위한 회로 설계를 위해 비용 및 크기가 증가합니다. SLC 메모리의 구현은 높은 신뢰도 및 빠른 액세스(예를 들어 SLC를 부트 코드에 할당)에 이상적일 뿐 아니라 더 높은 용량의 MLC/TLC 사용을 위해 NAND 다이의 부분을 보존합니다.



## 결론

임베디드 애플리케이션을 겨냥한 부트 로드 SSD는 몇가지 고유한 요구 사항을 가지고 있습니다. 최소 비용 요구에 더해, 부트 로드 SSD는 특별히 높은 수준의 데이터 무결성을 유지해야 하는데, 심지어 원격 환경이나 혹독한 환경에서 작동하는 경우에도 마찬가지입니다. SMI

엔지니어들은 FerriSSD 제품군의 수명, 데이터 무결성, 비용/성능을 향상시키는 몇 가지 고급 기술을 개발했으며, 현재 이러한 기술들은 입증된 4세대 알고리즘을 채택하고 있습니다.

Ferri 계열에 자세한 내용은 [www.siliconmotion.com](http://www.siliconmotion.com)을 방문하거나 [ferri@siliconmotion.com](mailto:ferri@siliconmotion.com)으로 이메일을 보내십시오