

Silicon Motion FerriSSD®

埋め込み型ブート読み込みアプリケーション

紹介

Silicon Motion 社製 FerriSSD® ファミリーは組込みアプリケーション向けブートローダに特有の厳しい要件を満たすべく開発されました。組込みブートローダ向け SSD は、低密度から中密度に分類され、どのような温度環境であっても高度のデータ整合性を維持し続けねばなりません。ブートローダ向け SSD は OS やソフトウェアを中断やエラーなく読み込む必要があるため、データ欠陥を簡単に見逃すことはありません。これに対し、市販の SSD はエンターテイメント オーディオ/動画アプリケーションなど、コスト重視の作りとなるため、データエラーを見逃す確率も高くなります。

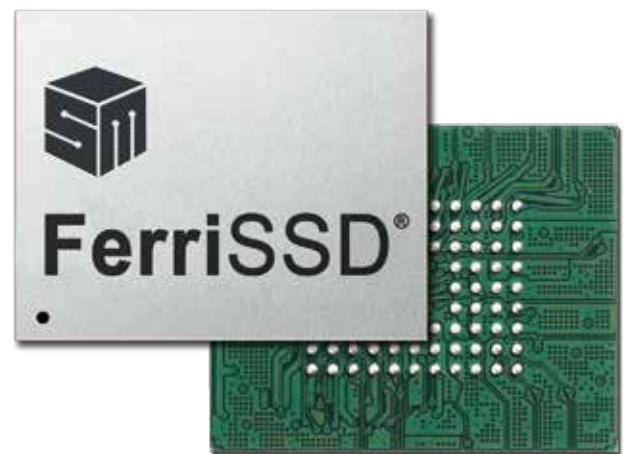
妥協を許さないブートローダ SSD 性能の仕様を満たすため、FerriSSD ファミリーにはデータの整合性、長寿命、価格/性能を向上させる 4 種類の専用技術が採用されています。

- 両者間の全パス保護
- NANDXtend™
- IntelligentScan と DataRefresh
- ハイブリッドゾーン

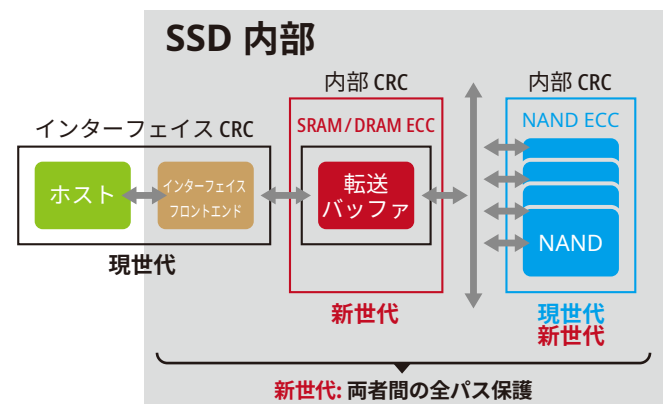
両者間の全パス保護：

エラーのないデータをホストに送信

従来の SSD は、データパスの最遠部、つまりフロントエンド ホストのインターフェイスとバックエンドの NAND インターフェイスでエラー検出と修正サイクルを実行します。この場合、内部 SRAM や DRAM 転送バッファ、他の回路パスにおける重要なギャッ



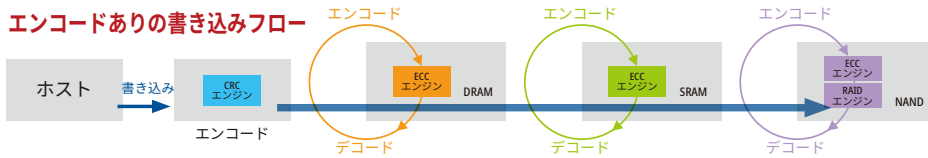
プを取りこぼしてしまいます。ソフトエラー ビットなどの NAND インターフェイスとホストの間で生じるデータエラーは、しばしば認識が難しく、複製するのが困難です。従来の SSD がいくつかの内部エラー検出回路構成を備えているのに対し、FerriSSD はフルデータ リカバリーエンジンを搭載し、ホスト-NAND-ホストの間の全データパスを通じてデータの整合性を強化しています。



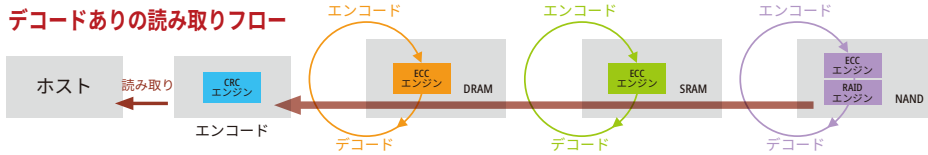
FerriSSD のデータリカバリー アルゴリズムは、SRAM、DRAM、NAND から生じるハードウェア (ASIC など) エラー、ファームウェアエラー、メモリエラーなど、SSD データパス上のエラーを効率的に検出します。最新の FerriSSD には復元不能なエラーの発生を防ぐために、SMI Ferri グループ ページ RAID という冗長バックアップが採用されています。

FerriSSD が修復できないエラーを検出すると、ホストにエラーフラグを送信し適切なリカバリー処理を行います。一方、従来の SSD はエラーフラグをつけずにホストにエラーデータを送信するため、ホストにリカバリー処理のための警告を発することができず、初期エラーをこじらせてしまいます。

エンコードありの書き込みフロー



デコードありの読み取りフロー



- SSD 全体エラー検出
- 修正ありの DRAM エラー検出
- 修正ありの SRAM エラー検出
- 修正ありの NAND Flash ECC 検
 - >ハードデコード (BCH)
 - >ソフトデコード (LDPC)
 - >グループ ページ RAID

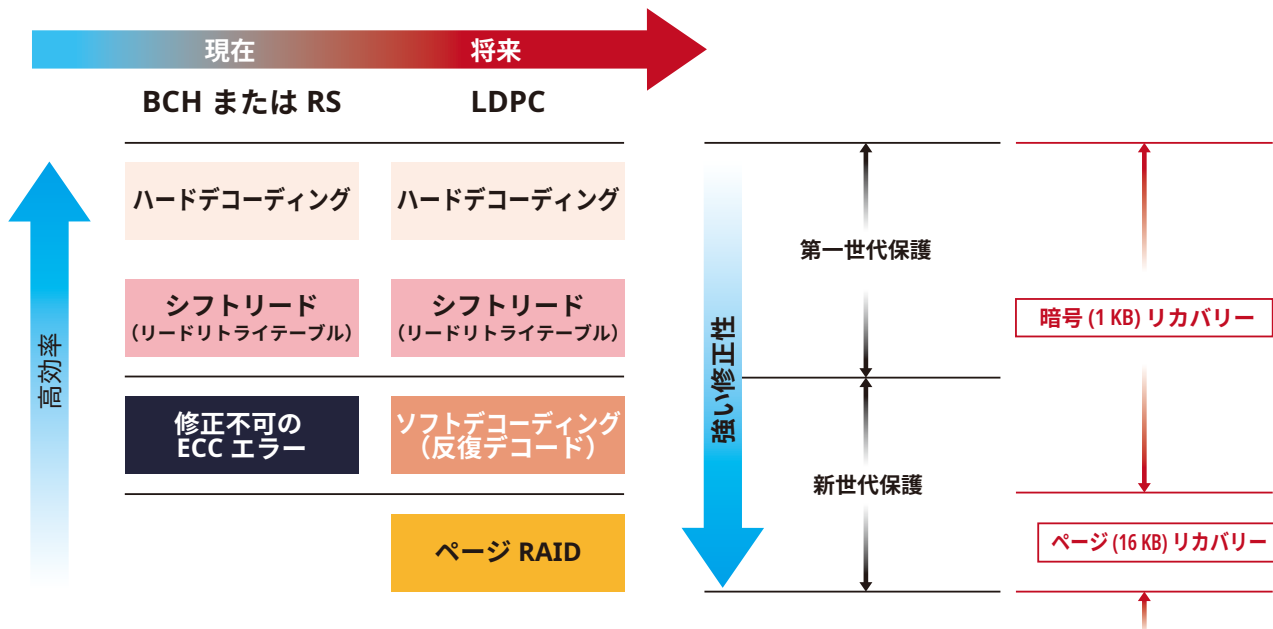
エラーなしデータがホストに送信されます！

NANDXtend:

低 dPPM で SSD の寿命を延長します

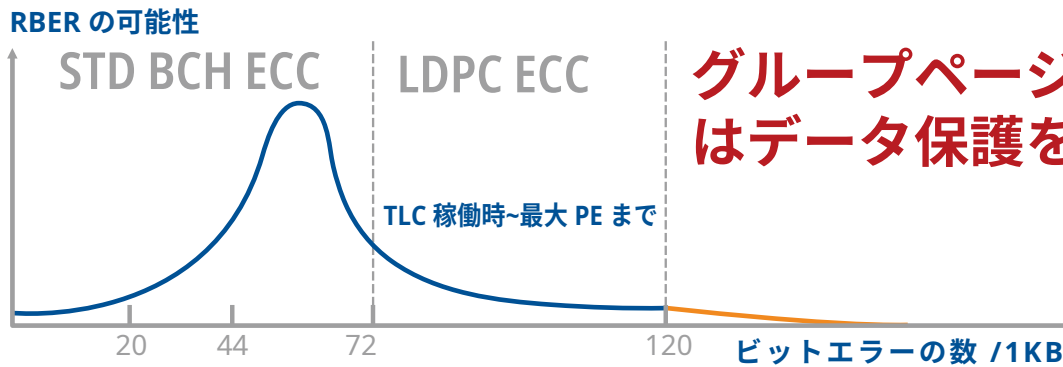
従来の SSD は NAND リードリトライ機能を使ってエラーを検出し、初期レベルの訂正を行うために、BCH および RS ECC (エラー訂正コーディング) エンジンを採用しています。この初期レベルのエラー訂正に加え、FerriSSD には効率性の高い LDPC

(low-density parity check) コードとグループ ページ RAID アルゴリズム (高効率な冗長バックアップ) を使ったセカンドレベルの訂正スキームも実装しています。Ferri グループ ページ RAID と SMI 第 4 世代 LDPC ECC エンジンの組み合わせにより、妥協を許さないデータ整合性を実現するとともに、他社の製品よりも速い高速スループットを提供します。



使用サイクル (P/E) を重ねるごとに、NAND のメモリセルは劣化し始め、ビットエラーの頻度大きさ共に大きくなります。Ferri NANDXtend に搭載されている最新のグループ ページ RAID アルゴリズムは、大規模な 16 KB データを修正し、従来の SSD で使用される 1 KB データ ECC エンジンよりも重要なセカンドレベルの保護を提供します。

SMI NANDXtend に採用されているグループ ページ RAID アルゴリズムは、ブートロードアプリケーションで使用される低密度から中密度の SSD ドライブに比類なく適しており、SSD の寿命を延長するだけでなく、dPPM も大幅に低減します。



IntelligentScan と DataRefresh : データ消失対策に

FerriSSD の“IntelligentScan”は NAND メモリをあらかじめスキャン、リフレッシュして (DataRefresh)、エラーが発生する前に予防措置を講じてデータの整合性を高めます。これは、P/E サイクル数が増えるにつれてより重要性を増します。

NAND データ保持に影響する温度

温度	SLC @ 最大 PE	MLC @ 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

データ保持に与える熱の影響

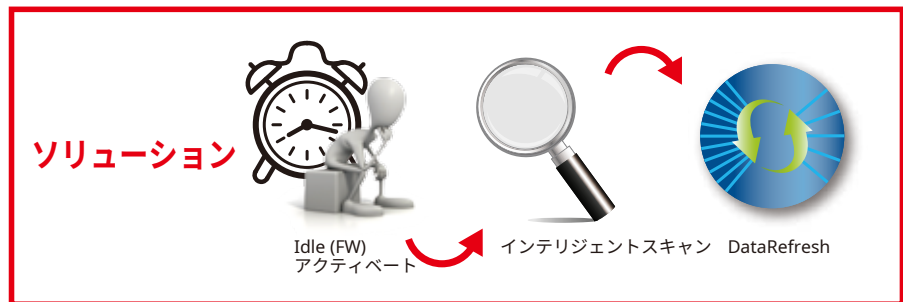
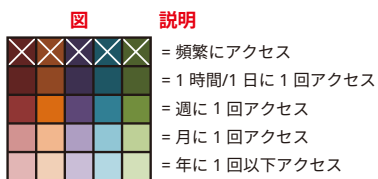
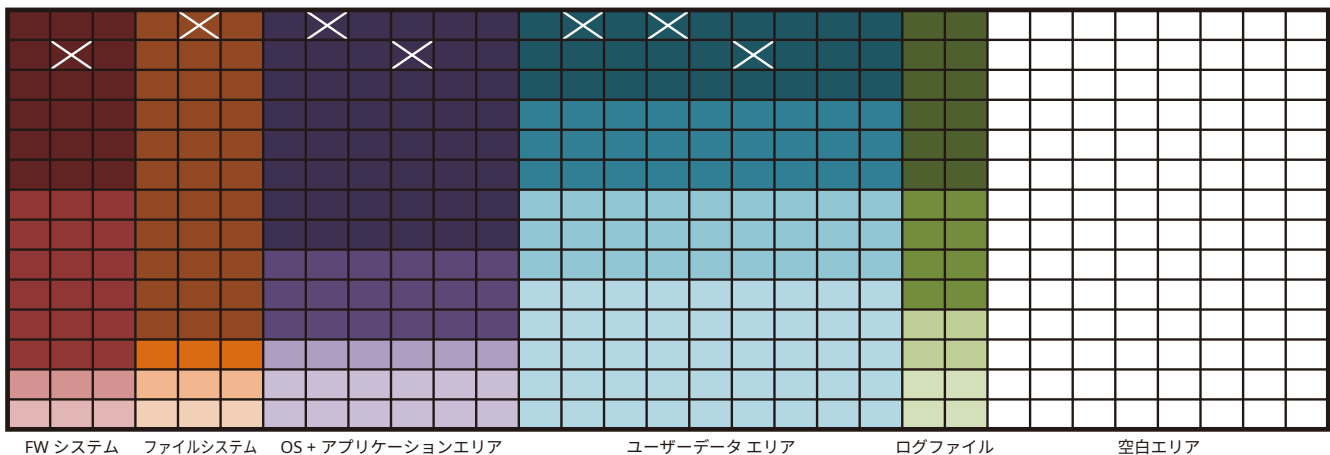
データ保持を阻害するものの1つが、高温化する NAND の温度です。FerriSSD には累積した連結部の温度、P/E サイクル数、SSD のパワーオンタイム、その他重要な参照ポイントを記録し、どの NAND セルにいつ DataRefresh を実行する必要があるかをダイナミックに選び、優先する、特許出願中の監視アルゴリズムが搭載されています。IntelligentScan と DataRefresh は同時に機能し、データが修復不可能な状態になる前にデータ保持機能を高めます。

読み取り障害

特定のセルから何度もリードサイクルが繰り返されると、意図せず隣のセルがオーバーチャージを引き起こし、修正できないビットエラーが生じます。FerriSSD は反復的なリードサイクルがみられる NAND ブロックに定期的に IntelligentScan と DataRefresh を実行し、リードディスタ urb 現象が起こるのを防ぎます。

最新の第 4 世代アルゴリズム (IntelligentScan)

FerriSSD ファームウェアは、熱による影響とリードディスタ urb 現象の両方によるデータの消失を低減させるために、DataRefresh サイクルと処理時間を自動的に管理します。

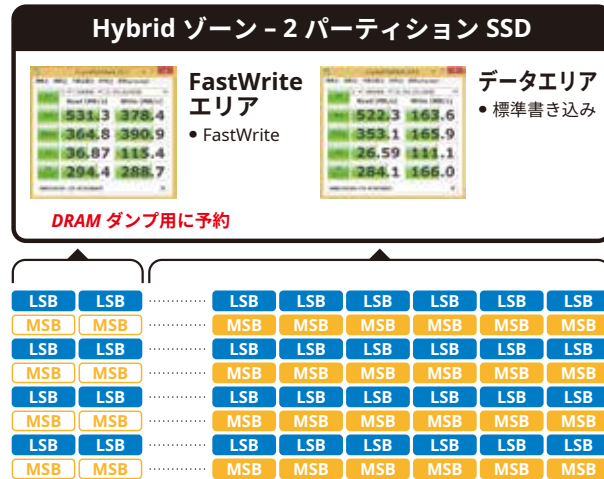
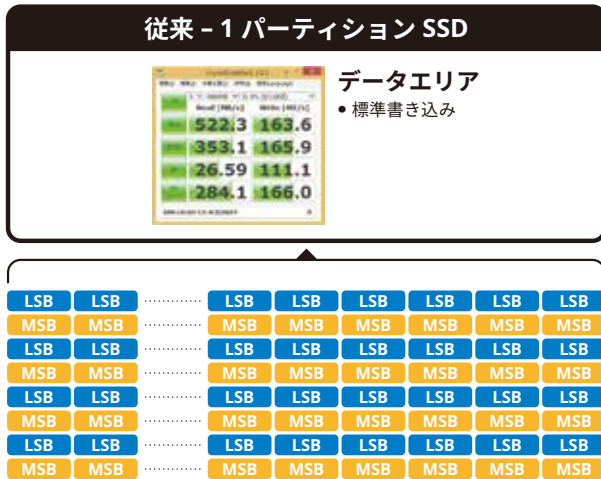


ハイブリッドゾーン：

コスト、信頼性、性能をバランスよく調和

従来の SSD はオンボードの NAND ダイをシングルレイヤーセル (SLC)、マルチレイヤーセル (MLC)、または新 3D トリプルレイヤーセル (TLC) として構成します。SLC 対 MLC 対 TLC の選択は、各セルタイプにおけるメモリの密度とアクセスレイテンシーのトレードオフを基本としています。FerriSSD は、1 個の NAND ダイを別々の SLC ゾーンと MLC/TLC ゾーンにパーティション化する独自機能、ハイブリッドゾーンを備えています。

1 台のドライブをパーティション化するハイブリッドゾーン機能は、低密度から中密度の SSD で特に便利です。MLC/TLC の利点をあきらめることなく、シングルダイ SSD は高速書き込み SLC メモリを維持しますので、突然の停電時に威力を発揮します。SLC としてメモリ部分が導入されていなければ、MLC/TLC 電源シャットダウンに必要なコストもバッテリーストレージのサイズも膨大なものとなります。SLC メモリを導入することは、たとえば SLC をブートコードに割り当てるなど、信頼性の向上や高速アクセスの実現に適しており、NAND ダイの一部を高密度 MLC/TLC 使用のために確保するのに最適です。



結論

組み込みアプリケーション向けブートローダ SSD は、特有の必要条件を抱えています。コスト低減という常に存在するニーズに加え、ブートローダ SSD は遠隔地や過酷な環境で稼働するものですが、高い精度でデータの整合性を維持し続けねばなりません。

SMI エンジニアがこれまで FerriSSD ファミリーの寿命、データの整合性、コスト/性能を向上させるために開発してきた数々の高度な技術は、第 4 世代のアルゴリズムに受け継がれています。

Ferri ファミリーについての詳細は、www.siliconmotion.com をご覧ください。
または、ferri@siliconmotion.com まで電子メールにてお問い合わせください