

Silicon MotionのFerriSSD

医療機器に必要な安定性とデータセキュリティを提供します

人口の高齢化とそれに伴う慢性疾患の有病率の増加により、医療ニーズが世界中で高まっています。この傾向は、世界中の医療機器業界の大幅な成長に現れています。医療サービスへの需要の高まりに対する対策の1つが、予防と早期診断に重点を置くことで人々が健康的な生活を満喫する時間を増やし、全体的な医療費の支出を削減することです。これにより、ハイテク医療機器の需要が高まり、ハイエンドの画像/診断機器やスマート医療機器などの市場セクターに新たな成長の機会が生まれます。

超音波、X線、コンピュータ断層撮影（CT）、磁気共鳴画像（MRI）スキャナなどの医療画像機器など、医療機器市場のハイエンドにおける主要な技術は長い間、ヨーロッパと北米に拠点を置く主要な国際メーカーがその領域を担っていたことは否定できませんが、台湾に本社を置くメーカーも重要な役割を果たしています。

例えば、よりハイテクな医療機器向けに特化したコンピューティングコンポーネントの供給によって、台湾は自ずと産業用コンピュータ市場のグローバルハブとしての地位を向上しました。台湾のメーカーは、高品質で費用対効果の高い産業用マザーボードを供給していることで有名です。その結果、多くの主要な国際医療機器メーカーは、医療機器の「頭脳」として台湾製の産業用グレードのマザーボードを採用しています（図1）。

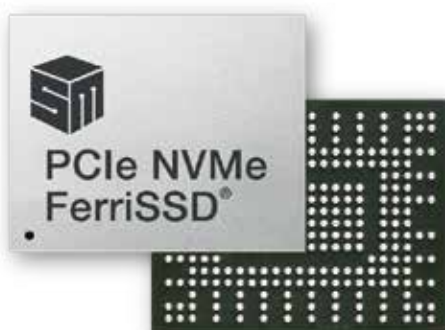


図1：今日の医療機器の大半にテクニカルグレードのマザーボードが採用

コンパクトなシングルチップSSDは医療機器設計のニーズに対応

医療機器は、患者さんの健康と安全を守るために通常の操作を維持する必要があります。警告なしにコンポーネントが故障することや、機器が修理を待つ間のダウンタイムにより、医療の提供が中断されることは許されません。信頼性の要件は、医療機器の他のコンポーネントと同様に、産業用グレードのマザーボードにも適用されます。

これを念頭に置いて、産業用コンピュータメーカーは、マザーボード上のコンポーネントの選択において、効率、安定性、および耐久性の厳格



な基準を常に遵守してきました。ソリッドステートドライブ（SSD）は、従来のハードディスクドライブよりもこれらの基準に準拠しているため、産業用コンピュータおよび医療機器メーカーが好むストレージコンポーネントの選択についても基準は同様です。

さまざまなタイプのSSD製品のうち、シングルチップSSDは、SSDモジュールと比較して医療機器の構成要件をよりよく満たします。これにより、Silicon Motion製のFerriSSDシングルチップ組み込みストレージソリューションは、医療機器メーカーから高く評価されています。

何故シングルチップSSDが医療機器への利用に適しているのでしょうか？主な理由は、NANDフラッシュメモリとコントローラーがシングルチップにパッケージ化されているためです。これには主に、サイズが小さいことと、外部コネクタが不要なことの2つの利点によるものであり、より便利なフォームファクタでマザーボードが軽量化されます（図2）。超音波、X線、CT、MRIスキャナなど医療画像機器には比較的大きなメカニズムが含まれているため、マザーボードを収容するスペースが限られています。したがって、マザーボードが小さいほど、シングルチップSSDが効果を発揮します。シングルチップSSDを採用するもう1つの利点は、NANDのアップグレードに関連する認定コストを回避できることです。

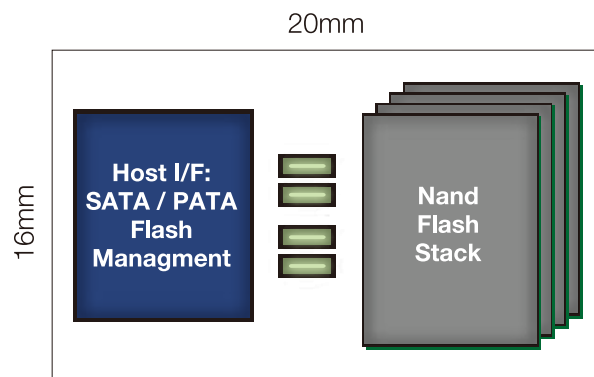


図2：FerriSSDには、ハイテク医療機器の設計にとって重要な要件である小型の利点あり

FerriSSD製品が支持を得るためには、Silicon MotionがSSDコントローラーのグローバルリーダーであり、NANDフラッシュチップメーカーとの緊密な関係を維持していることが必要です。厳しい試験の合格により、コントローラーが各世代のNANDフラッシュと互換性があることが確認されています。また、Silicon Motionの最初の製品は埋め込みグラフィックスプロセッシングユニット（GPU）であり、これらの製品を供給することで、医療機器業界のお客様との密接な関係を築いてきました。

そのため、当社は医療機器の稼働ニーズを理解し、この市場のユーザーの期待に応えるために、特別なセキュリティメカニズムを追加してFerriシリーズの製品の機能を開発しました。

FerriSSDが誇る独自の3つの利点

そのため、Silicon Motionは、SSDコントローラー市場で主導的な地位を確立し、医療機器業界のお客様との深い関係を構築しています。FerriSSDの製品自体、それはより安定した動作と優れたデータ保護機能を提供し、競合製品よりも医療機器メーカーのニーズに応えるという観点で、独自3つの利点があります。

本書では、これらの独自の利点について以下順番に説明します。

特許取得済みの技術が優れた安定性を実現

まず、信頼性の要件について説明します。FerriSSDが2009年に導入されたとき、ほとんどのお客様はマザーボードに直接はんだ付けしました。当時、NANDは非常に高価であったため、お客様はシングルチップSSDの信頼性に適応する要件は非常に厳しいものでした。ディスクリットコンポーネントに故障や損傷が発生した場合に簡単に交換できるモジュールとは異なり、マザーボード上のシングルチップSSDが破損した場合は、マザーボード全体を廃棄する必要があります。

このため、Silicon MotionはFerriSSDに対して非常に厳しいテスト条件を設定し、全ての製品に対して100%テストを実施しました。例えば、産業用グレードのFerriSSD製品は、最低-40°Cから最高+ 85°Cまでの広い温度範囲で信頼性テストを行う際、SSDに繰り返し熱サイクルをかける必要があります。市販製品の場合、熱サイクルは0°Cから70°Cであり温度範囲が狭いです。

対照的に、SSDモジュールは85°Cまたは70°Cの高温でテストされる可能性は低くなります。これは、モジュールの接続インターフェースが高温および極低温の影響を受けることが多く、エラーやテストの失敗につながるためです。Silicon MotionのBGAパッケージのシングルチップSSD製品ラインは、テスト失敗の同じリスクに直面していません。FerriSSD製品の生産ラインのテストではプッシュフィットソケットを使用しているため、極低温または高温でのテストポイントの接触エラーの問題を大幅に減らすことができ、熱膨張および収縮によるテストエラーが発生する可能性が低くなります。

その結果、FerriSSDは、長年にわたって低DPPMレート（100万分の1の不良率）の達成を実現してきました。SLCモードで構成されている場合、SiliconMotionが提供する製品はコスト上の優位があることに加え、ネイティブSLCフラッシュICに近い信頼性を誇るため、医療市場のお客様にとって非常に魅力的です。

さらに、FerriSSDには、製品の信頼性を大幅に向上させ、医療用途での価値を拡大する多くの特殊技術が採用されています。SSDの信頼性が高くなく、デバッグ機能が不十分な場合、異常な状態が発生し、医療機器の電源が入らなくなったり、保存されているデータの取得が妨げられたりする可能性があります。どちらの問題も医療サービスの品質を損ない、悲惨な結果をもたらす可能性さえあります。

以下のFerriSSD独自のテクノロジー対応の医療機器は、このような好ましくない結果をもたらすリスクが大幅に軽減されるというメリットがあります。

(1) NANDXtend®エラー訂正コード (ECC) 技術

FerriSSDは、Silicon Motionが特許を取得した高性能LDPCエラー訂正コードエンジンとRAID機能を組み合わせており、複数の利点があります。第一に、製品の信頼性を高め、第二に、プログラム/消去 (P/E) サイクル定格を大幅に延長し、SSDのNANDフラッシュストレージメディアの寿命を延ばします。さらに、NANDXtendは、データストレージ機能を向上し、高温での動作によって引き起こされるデータエラーの減少に役立ちます (図3)。

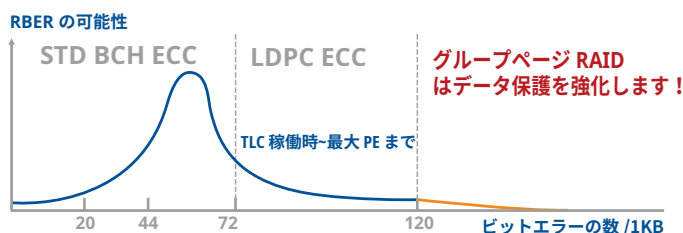


図3: Silicon Motionの特許取得済みNANDXtendテクノロジーは、医療機器製品の信頼性を向上

(2) IntelligentScan™およびDataRefresh™

これらの2つのテクノロジーは、自己テストと自己モニタリングの方法です。NANDセルでの「書き込み」および「読み取り」コマンドの実行は、基本的に放電と充電のプロセスです。新しいNANDセルが書き込まれたときに100個の電子を格納すると仮定します。時間の経過とともに、書き込みと消去のイベントが繰り返されるとセルが揮発し、セルの静電容量が減少するため、書き込みコマンドによって保存される電子の数は100から80、70、60などに減少します。蓄積された電荷が大幅に低下して臨界しきい値を下回ると、コントローラーはデータを正しく読み取ることができなくなり、データの損失または破損が発生します。

IntelligentScan機能は、保存された電荷がそのしきい値を下回ったかをチェックする役割を果たします。ある場合は、データビットを読み取り、ECCエンジンを介して再書き込みし、DataRefreshがセルを再充電して、NANDセルの電圧を正しいレベルに復元します（図4）。

(3) E2E（エンドツーエンド）データパス保護

このテクノロジーの機能は、データが正しいか確認、またはホスト端末に誤ったデータを送信しないための機能です。

データがSSDに書き込まれると、通常、NANDフラッシュに保存される前にDRAMとSRAMを通過します。データが読み取られると、同じパスを介して戻ります。これらのリンクのいずれかで、コンポーネント自体、または高温、干渉、放射などの環境要因によってデータが破損する可能性があります。

原因に関係なく、データのエラーはE2Eデータパス保護がすぐ検出します（図5）。これは、データが書き込まれるときにパリティビットのセットが生成されるため

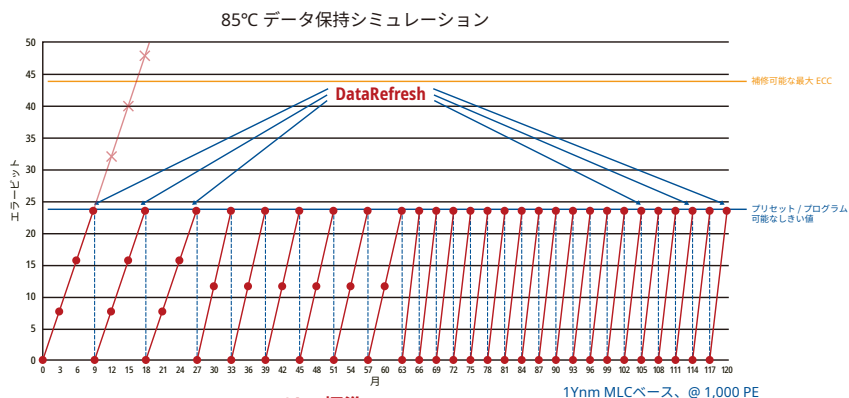
です。データが読み取られる前に、FerriSSDはパリティビットを再度照合します。2組のパリティビットが一致しない場合、SSDはすぐに復元プロセスを開始します。復元が機能しない場合は、データが信頼できず、使用できないことをホストにすぐに通知します。このコマンド、いわゆる「アボートコマンド」は、ホスト端末が破損したデータを使用することによる、誤ったアクションの開始を防止して、これらのアクションが後続の操作に影響を与えるのを防ぎます。

個人データの漏洩を防止する複数の保護メカニズムに対応

医療機関では、患者さんの個人データのプライバシーを保護することが不可欠です。NANDフラッシュベースのストレージデバイスに保存されたデータは、正当な許可なしにアクセスおよび取得されるリスクを防止する必要があります。

Silicon MotionのFerriシリーズは、ユーザーデータの暗号化に特に重要視して開発されました。現在、Ferriシリーズ製品は、医療市場で一般的に適用されている標準ハードウェア技術であるTCG Opal2.0およびAES 256ビット暗号化に対応しています。

さらに、IoTアプリケーションの進化により、多くのユーザーがファームウェア保護を求めようになりました。これは、ファームウェア（SSDドライバーを含む）がハッカーによって制御されると、ハッカーがSSDに復号化などの異常なアクションを実行するように命令できるという恐れから生じています。これにより、ハッカーはデータ盗用、ランサムウェア利用によるSSDのブロック、機器の機能停止、ロック解除のためにユーザーに身代金の要求などを行うようになります。



IntelligentScan/DataRefresh は、標準の NAND フラッシュの限界を超えて、データ保持を効率よく延長 スケール禁止、図に示される目的用

図4：IntelligentScanとDataRefreshは、データが失われる前にリスクのあるセルを検出可能

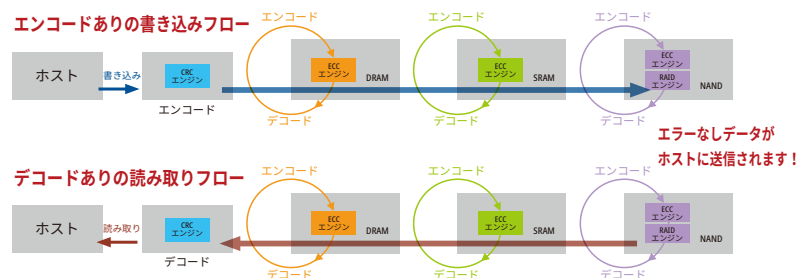


図5：エンドツーエンドのデータパス保護により、SSD内の各データエンティティの整合性を確保

この脅威に対抗するために、Silicon MotionはFerriSSD製品を製造する際、eFuse（電子ヒューズ）を特別に使用し、FerriSSDファームウェアおよびソフトウェアに「デジタル署名」機能を追加しています。eFuseは、部外者がアクセスできない保護メカニズムを実装しています。パスワードが独自の組み合わせのため、ハッカーはFerriSSDのファームウェアを開いたときに、デジタル署名の照合ができず、パスワードを改ざんしたり、許可なくSSDを起動したりすることはできません。

医療機関の多くは、標準的な暗号化技術を信頼しておらず、国家ぐるみのハッカーやその他の非常に有能なハッカーに対する十分な防護対策を提供していないと考えています。医療市場のユーザーは、Silicon Motionと共同で、カスタムメイドの「セキュリティハンドシェイク」を作成できます。これは、たとえば、ユーザーだけが知っているチェックポイントや、SSDユーザーのIDを確認するためのパスワードを格納する一連のセキュリティチップの場合があります。セキュリティハンドシェイクは、部外者が知らないパスワードやフレーズと同じように機能し、ハッカーによるFerriSSDのファームウェア改ざんを防止します。

放射線またはその他の環境上の脅威が存在する場合の包括的なデータ保護

Silicon Motionの競争におけるもう1つの利点は、積極的なカスタマイズサービス提供です。最も一般的な利用例は、過度の高温や高レベルの電磁ノイズなどの過酷な環境がデータの損傷や損失を引き起こす可能性がある利用環境の場合です（図6）。Silicon Motionは、このような環境で重要なデータの保護に効果的な支援を実行できます。



図6：過酷な医療環境はデータの損傷または損失を引き起こす可能性あり

医療機器がよく利用される環境は、医療機器の動作を損なう可能性のある高レベルの放射能または電磁干渉にさらされています。このような環境での信頼性の高い動作には、ハードウェアとファームウェアをカスタマイズして、ESD（静電放電）、EMI（電磁干渉）、EMS（電磁感受性）などの現象に対する機器の保護を強化し、干渉による医療機器の損傷を防ぎ、患者さんの継続的な安全を確保する必要があります。

設計から量産、アフターサービスまでワンストップ対応

Silicon MotionのFerriSSD製品ポートフォリオは、オプションとして4GBから480GBまでの幅広いメモリ容量をご用意しています。将来は、1TBの容量の新製品が発売されます。

その他のFerriSSDオプションには、SLC、MLC、TLCのNANDフラッシュ構成の選択などがあります。FerriSSD製品は、PCIe、SATA、およびPATAインターフェースなど各種ホストインターフェースでもご利用になれ、医療機器メーカーのニーズに応えます。

Silicon MotionはFerriSSD製品に加えて、eMMCまたはUFSインターフェースを備えたエンベデッドストレージソリューションもご用意しています。Ferri-eMMCおよびFerri-UFS製品によって、医療機器メーカーが利用できるエンベデッドストレージデバイスの選択肢が広がります。

そして、カスタマーサポートはSilicon Motion製品のもう1つの強みです。これはエンベデッドコンピューティング市場では珍しいことです。医療機器の生産量は一般的にPCや携帯電話ほど多くないため、NANDフラッシュのサプライヤーは消費者向けデバイスメーカーへのサポートの提供を優先する傾向があります。しかし、Silicon Motionは、エンベデッドグラフィックスプロセッシングユニットの供給を最初に開始した時代までさかのぼる

医療機器メーカーと深い協力関係にあります。それ以来Silicon Motionは、何年にもわたって医療業界が対処しなければならない特別かつ厳格な要件を深く理解してきました。

そのため、Silicon Motionは、設計から大量生産、アフターサービスに至るまで、医療市場にワンストップサービスを提供し、あらゆる面で業界をサポートすることを約束しています。たとえお客様の要望がRMAのような小さなものであっても、当社は真剣に取り組み、お客様の医療機器が常に安定して稼働することを保証し、より多くの患者さんのために役立てていきます。

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