

# Solid State Drive for Client Applications

ノート PC は薄型化に加え、軽量化、バッテリー駆動の長時間化、処理能力の高性能化が進んでいる。特にノート PC の開発では、ユーザの満足感が得られるように操作性の改善が重視されている。折りたたみ型ノート PC からキーボード着脱式のタブレット併用型 PC まで、ストレージ装置には大容量化に加え、データ転送速度の高速化、応答待ち時間の短縮化、多様なフォームファクタへの対応、そして低消費電力化が求められている。

こうした背景を踏まえ、近年、NAND 型フラッシュメモリを記録媒体としたソリッドステートドライブ (SSD) が、ノート PC 向けストレージ装置として注目を集めている。SSD は、低消費電力で、リード / ライト速度が非常に高速である。また、省スペースでなおかつ耐衝撃性や耐振動性にも優れている。

東芝は NAND 型フラッシュメモリを世界で初めて開発したメーカーとして、SSD の分野においても高い技術力で市場を牽引している。

## > インタフェース

SATA (Serial AT Attachment)はハードディスクドライブ (HDD)で広く使われているインタフェースであるが、SSDにおいてもノートPCなどのクライアント用途や産業機器用途で広範に使用されている。SATAインタフェースは、Point-to-Point接続、コマンドセットはATA、転送速度は6 Gbit/sなどの特徴がある。

ノートPCでも高性能モデルでは、インタフェースにPCIe (PCI Express)を持つSSDが採用され始めている。現在PCIe SSDで採用されているコマンドセットはATAであるが、今後はSSDへのデータアクセスに最適化されたNVMe Express (NVMe)が使われていくと予想される。

## > フォームファクタ

SSDには、幾つかのフォームファクタがある。

2.5型フォームファクタは、HDDと互換性があるため、広く使用されている。その形状は、69.85 mm x 100.0 mm、厚さは9.5 mm と 7.0 mm である。

そのほかHDD互換のフォームファクタには、より小型の1.8型がある。その形状は、54.0 mm x 78.5 mm、厚さは5.0 mmである。

またSSD特有のフォームファクタとしてmSATA™ (またはmini-SATA)と呼ばれる小型・軽量モジュールがある (図1)。形状は30.0 mm x 50.95 mm と小さく、厚みは最大4.85 mmである。



図 1: mSATA™ モジュール

最近実用化されたフォームファクタM.2タイプにはさまざまな形状があるが、SSDではType22110, 2280, 2260, 2242, 2230がある。(図2)

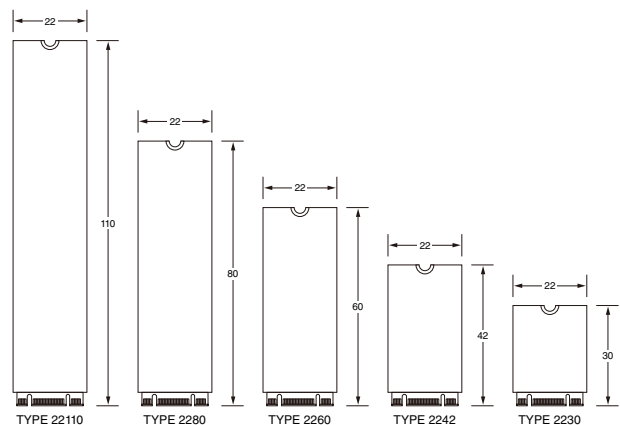


図 2: PCI Express M.2 形状規格

## > パフォーマンス

SSDは、ハードディスクドライブ (HDD)のようにデータアクセスのための機械的な動作を必要とせず、電気的な動作だけでNAND型フラッシュメモリにデータのリード/ライトを行うため、高速なアクセス時間を実現している。さらに複数のNAND型フラッシュメモリに並列にアクセスできるように構成し、リード/ライト性能を高速化している。

19nmのNAND型フラッシュメモリを使った最新のSSDでは、データ転送速度は500 MB/sを超えている。ランダムアクセスも、4 KiB単位のアクセスに対して80,000 IOPS (Input Output Per Second)に達している。NAND型フラッシュメモリのリード/ライト性能は、1つのセルに1ビット分の情報を記憶するSLC (Single Level Cell)が最も速いが、1つのセルに2ビット分の情報を記憶するMLC (Multi Level Cell)の方がSLCよりビット単価を低く抑えることが可能なため、クライアント用途向けのSSDには最も広く使用されている。最近では、さらにコストパフォーマンスを追求した、1つのセルに3ビット分の情報を記憶するTLC (Triple Level Cell)も導入され始めている。

## ➤ エラー検出/訂正技術

SSDのコントローラは、データ信頼性を向上させるためにエラー訂正機能を持っている。NAND型フラッシュメモリの微細化が進むに伴い、さらに高度なエラー訂正技術が必要になってきている。エラー訂正に用いられるコードには、Hamming Code, Reed-Solomon Code, BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem)Code, LDPC (Low Density Parity Check)などがあり、NAND型フラッシュメモリの特性やSSD製品の用途に応じて用いられている。

Hamming Codeは初期のNAND型フラッシュメモリのエラー訂正で多く用いられた。演算が簡易であるため、ソフトウェアで実装することも可能である。

Reed-Solomon Codeは複数ビットを1つのシンボルとして扱い、シンボル単位でエラー訂正を行う。シンボル単位でエラー訂正を行うため、連続した誤り(バースト誤り)に強い。

BCH Codeは柔軟性があり、ブロック長や訂正能力を自由に設定でき消費電力も小さいため、現在もっとも広く使われている方式である。

LDPCは誤り訂正能力が非常に高いが消費電力、処理時間などの考慮が必要である。当社は、これらの得失を解決した独自のエラー訂正技術であるQSBC™を開発し、SSD製品に使用している。

## ➤ 電源断対策 (Power Failure Management)

データ書き込み中にSSDへの電源供給が不意に停止すると、フラッシュメモリ内のデータ記録を管理するシステム情報が壊れ、すでに記録済みのデータが読み出せなくなったりする恐れがある。こういった事態を防ぐため、当社のSSDは独自のデータ保護機構を内部に持つことで、安全性を高めている。このような不意の電源断に対するSSD保護機能のことを、PFM (Power Failure Management)と呼んでいる。

## ➤ 暗号

ノートPCが盗まれても、内部に保管されたデータの安全性を保つことは、重要な機能の1つである。今日では個人情報などは、暗号化して記録することが求められている。暗号機能付きドライブ (Self-encrypting drive: SED)は、ドライブ内のAES暗号ハードウェアを使って、すべてのユーザデータを暗号化することができる<sup>(1)</sup>。NAND型フラッシュメモリに記録されるすべてのユーザデータは、ランダムに生成された暗号鍵によって保護され、暗号鍵、パスワードや他のセキュリティ上重要な情報も安全に管理される。

SEDは、データ無効化機能も備えている。時間のかかる上書き作業や、ブロック単位での消去とは異なり、暗号機能を用いたデータ無効化では暗号鍵を書き変えるだけで、それまで記録されたユーザデータを瞬時に無効化できる。これにより、SSDを再利用、廃棄する際に、迅速かつ確実に記録されていたデータを無効化することが可能である。

当社ではTCG (Trusted Computing Group)Opal 準拠のクライアントSSDも製品ラインナップしている。また、幾つかのモデルは当社独自のWipe Technology機能を搭載しており<sup>(2)</sup>、SSDが想定外のホストに接続された場合に、自動的に暗号鍵を消去してデータを無効化する。

### 参考文献

(1) 山川 輝二 他. ストレージ製品へのセキュリティ機能の実装. 東芝レビュー. 69, 1, 2014, p18 - 21.

(2) Wipe Technology

[http://www.semicon.toshiba.co.jp/product/storage/pdf/Wipe\\_Technology.pdf](http://www.semicon.toshiba.co.jp/product/storage/pdf/Wipe_Technology.pdf)

.....  
\* mSATA™ はSerial ATA International Organizationの商標です。

\* QSBCは株式会社東芝の商標です。

\* 設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

\* その他の本ページに掲載の商品の名称は、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

ホームページ : <http://www.toshibastorage.com>