

HDD の基礎

澁谷 翔吾, 芦辺 麻衣子

Shogo SHIBUTANI, Maiko ASHIBE

1 はじめに

近年、デジタル技術の急速な発展により、我々は音楽ファイル、高画素デジタルカメラ画像、およびビデオカメラ動画など大容量データを扱うようになった。この変化に伴って、大容量記憶媒体が必要となってきた。

大容量記憶媒体には、フラッシュメモリや SD カードなどが挙げられるが、大容量かつコンパクトである HDD(Hard Disk Drive) にも注目が集まっている。本発表では、これまでの HDD の進化を述べ、現在の HDD における問題と解決方法について報告する。さらに、HDD の今後についても考察を行う。

2 HDD の原理

HDD とは、磁性体を塗布したディスクと磁気ヘッドを用いた記憶装置である。磁性体を塗布したアルミニウムなどの金属やガラスのディスク (プラッタ) に磁気ヘッドを使ってデータの読み書きを行う。HDD の構成を Fig. 1 に示す。

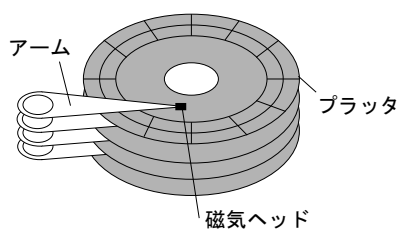


Fig.1 HDD の構成 (1) より参照)

HDD には、内部に数枚のプラッタが重ねられており、プラッタの両面にデータを書き込むことができます。プラッタは動作中、毎分 4500 回転から 15000 回転で高速回転している。ディスクの高速回転により、空気の流れが生じ、ヘッドがディスクの数 nm 上を浮き上がってデータの読み書きを行っている。

また、HDD は非常に精密な機器で、埃が入らないように一部の空気取り込み口を除いて完全に密閉されている。空気取り込み口は、プラッタの高速回転によって温度が上昇し、空気圧が上昇するのを防ぐためにある。空気圧に変化が生じると、ヘッドの浮上量が変わり、ディスクに正しく磁化を当てることができず、データの読み書きができない問題が生じる。

3 進化した HDD

HDD は今から 50 年前に登場した。世界初の HDD 「RAMAC」(IBM) は 24inch (約 61cm) のディスクを

50 枚重ねたもので、今では考えられないほど巨大であった。しかし、記録密度は 2Kbit/inch²、データ容量は 5MB ととても小さかった。また、転送速度は 60KB/s と非常に低速であった。本章では、高密度化、小型化、高速化、および安全性の改良による、HDD の進化について述べる。

3.1 高密度化と小型化

HDD の大容量化は常に求められ、近年、HDD はデータの記録方式が面内磁気記録方式から垂直磁気記録方式に変化し、画期的な大容量化を遂げた。以下に、2つの記録方式について述べる。

● 面内磁気記録方式

面内磁気記録方式は磁化の方向がディスクに対して水平方向である。この方式では、極限まで記録密度を高めようとする、テープ媒体の中にある無数の磁性粒子の N 極が、近い磁石の S 極とくっつき、さらにその S 極が別の N 極とくっつく。そのため、周辺の磁石が丸くなって閉じてしまい、磁気信号が出なくなってしまう。このような原因から、面内磁気記録方式では記録密度に限界があった。Fig. 2 に面内磁気記録方式の構造を示す。

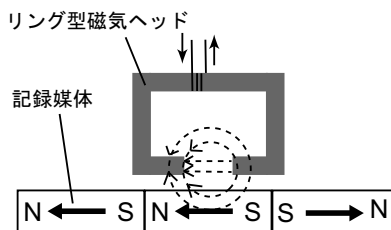


Fig.2 面内磁気記録方式 (2) より参照)

● 垂直磁気記録方式

垂直磁気記録方式は、2005 年に実用化された新しい記録方式である。この方式は、磁化の方向がディスクに対して垂直方向で、ビットの境目が吸着しあう極同士が向き合い、高密度化したときも安定する。

また、垂直にデータを記録するために、磁気ヘッドを改良する必要があった。磁気ヘッドは、記録を直接行うメインポールと、磁力線ループの回収となるリターンポールに分かれている。メインポールの面積を小さくし、リターンポールの面積を大きくすることによって、磁束密度に差ができ、密度が高いメインポールの磁力だけ記録される。Fig. 3 に垂直磁気記録方式の構造を示す。

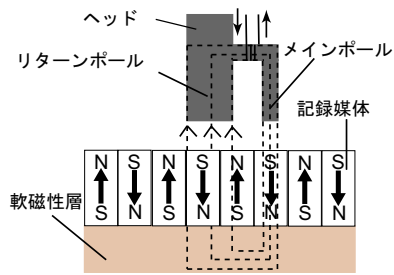


Fig.3 垂直磁気記録方式⁽²⁾より参照)

記録方式と磁気ヘッドの改良により、現在のHDDの記録密度は約180Gbit/inch²に進化した。また、記録密度の向上は、大容量化だけでなく、小型化も実現し、最小で0.85inchディスクが作られている。

3.2 高速化

HDDの高速化にはインタフェースの進化が大きく関わっている。HDDのインタフェースはIDE(Integrated Drive Electronics)、SCSI(Small Computer System Interface)、およびSAS(Serial Attached SCSI)の3つに分類される。Fig. 4にHDDの種類を示す。

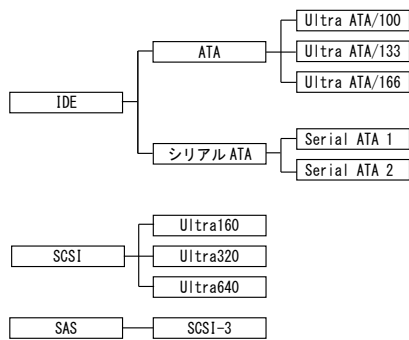


Fig.4 HDDの種類(出典：自作)

現在、PCとの接続は、USBやIEEE1394が用いられるが、HDD本体のインタフェースはIDEとSCSIである。IDEとSCSIには、それぞれメリット、デメリットがあり、用途によって、IDEとSCSIは使い分けられている。また、2005年に製品化されたSASは、SCSIのデメリットを解消する次世代規格として定着しつつある。以下に3つのインタフェースについて述べる。

● IDE(Integrated Drive Electronics)

IDE規格は、ATA(パラレルATA)とシリアルATAに分けられる。2003年以前は、ATAがインタフェースとして用いられていた。ATAの転送方式は、複数の信号線を使って、複数のビット情報を転送する方式である。この転送は、データを分割して送信する処理や、分割され並列で受信するデータを組み立てる処理に時間がかかる。ATA規格の最高転送速度は約33MB/sであった。

ATAが高速化の限界となったことから、2003年以降は、シリアルATAが用いられるようになった。シリアルATAの転送方式は、1ビットずつ1つの信

号線で転送する方式である。この転送では、同期処理がないために高速転送が実現でき、一度に大量のデータを送ることができる。2007年に実用化される、シリアルATA規格のSerial ATA3では約600MB/sの転送速度に達する。

● SCSI(Small Computer System Interface)

SCSIは最も長い歴史を持つインタフェースである。SCSIには、周辺機器同士がデータのやり取りに使用するSCSIバスを効率よく共有する機能が搭載されている。SCSIバスには多くの周辺機器を接続できるが、実際は、その内の2台のみが同時にデータのやり取りをしている。これをポイント・ツー・ポイントという。これにより、SCSIは、多くの周辺機器が接続されていても、効率よくSCSIバスを共有しあえるように設計されている。

また、SCSIは、入出力コマンドをマルチスレッドで処理できる。つまり、前の入出力コマンド処理が完了するしなに関わらず、次々と新しい入出力コマンドを発行していくことができる。IDE規格に比べると高価であるが、高速性や拡張性の高さに加え、マルチスレッドの機能からサーバー関連でよく使われる。

● SAS(Serial Attached SCSI)

SASとは、シリアルATAの技術を応用したシリアルバスによるSCSIインタフェース規格である。SASでは、シリアルATAと同様に、HDDとコントローラをポイント・ツー・ポイントで接続するため、パラレルSCSIで見られる信号劣化の心配などがなく、データ転送における高い信頼性が確保できる。1ポートあたり最大3Gbpsの転送速度を持ち、高速化を図るデュアルチャネル化などがサポートされている。なお、デュアルチャネルとは、メモリとメモリーコントローラ間を、2本のバスを使って接続する方法である。現在、富士通や日本HPなどがSAS規格のHDDを売り出している。

現在、IDEはSCSIやSASに比べ低コストであるため、内蔵用HDDでよく用いられている。また、今後SASは、基幹系システムなど、信頼性が求められる分野での利用が中心となる。

3.3 安全性への対策

HDDの普及に伴い、機密情報をHDDで管理する機会が増えてきた。HDDごと盗難にあっても、データが漏洩しない対策も重要であり、様々な対策が考えられている。例えば、指紋認証を用いた対策がある。これは、ユーザの指紋データを登録しておく事によって、ユーザ毎に読み込みと書き込みの権限を設定し、データ漏洩を防ぐ。他にも、HDD自体をロックし、パスワードやUSBメモリを用いて解除する対策や、HDDのドライバインストールの時に設定を行ったPCでしかデータを見ることができない対策などがある。これらの対策により、HDDにおけるデータの安全性は高まった。

4 衝撃への対応

HDD は、これまでの進化によって、PC などの IT 機器からポータブル機器にも搭載されるようになった。これによって、新たな課題も生まれた。例えば、ポータブルオーディオ機器の場合、絶えず振動したり、誤って落としてしまう。このような衝撃や振動によって、プラッタ表面と磁気ヘッドが接触すると、表面が傷付き、読み書きができなくなる。本章では、今までの衝撃への対応と、HDD 動作中に常時行う新たな衝撃への対応について述べる。

4.1 3D 加速度センサによる衝撃防止技術

3D 加速度センサを用いた衝撃防止技術には、東芝の「東芝 HDD プロテクション」³⁾ と Seagate の「G-Force Protection」⁴⁾ などがある。これは、HDD に 3D 加速度センサを搭載することにより、落下や、異常な動きを感知し、磁気ヘッドを退避させ、プラッタ表面を守る技術である。

4.2 ロード・アンロード方式

ロード・アンロード方式とは、ディスクの回転が十分でないとき、ディスクと磁気ヘッドが接触しないようにする機構である。Fig. 5 にロード・アンロード方式を示す。

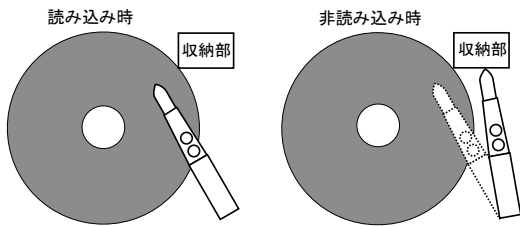


Fig.5 ロード・アンロード方式⁽⁵⁾より参照

ディスクの最外周の記録領域外にランプ (ramp) と呼ばれる傾斜部分を配置し、ディスクが、起動、停止時の低回転状態ではランプ上にヘッドが乗るような構造になっている。これにより、磁気ヘッドでディスクを傷つけてしまう危険を大幅に減らすことができる。これと似た機構として、CSS (Contract Start Stop) 方式があるが、CSS 方式ではヘッドを SHIPPING ゾーンと呼ばれるディスクの中心部分に退避させる。ロード・アンロード方式の方が、退避場所が中心部分でなくディスクの外側のため、よりディスクを傷つけてしまう危険を減らすことができる。

4.3 RunON テクノロジー

RunON テクノロジーとは、Seagate が発明した技術である。HDD に対する衝撃、移動、および振動をドライブが感知し、再生中のトラックが飛ばないように計算し、自動的に補正する。RunON テクノロジーは、2つの主要な機能から成っている。1つ目は、HDD に現在の衝撃を記録する機能である。2つ目は、ドライブが1つ目の機能によって、記録した衝撃のパターンから現在の衝撃に近いものを探し、補正を行う技術である。これら2つの機

能は、Seagate が独自に開発した複雑なアルゴリズムで実現されている。

また、RunON テクノロジーの大きな特徴は、常時働いているということである。これは、データの流れて途切れさせないように、HDD の稼働中にデータをバッファに蓄えておく。そして、バッファからデータを取り出し、ドライブ自体は数秒間だけ断続的に動くことで実現している。これによって、ドライブは常に補正の準備が整っている状態を保ち、あたかもヘッドは何の影響も受けていないかのように自動的に補正を行うことができる。

現在、RunON テクノロジーは、Seagate のデジタル家電製品の他、SANYO の HDD ボイスレコーダやオリンパスの HDD オーディオプレーヤに搭載されている。

5 今後の展望

HDD はこれまで大容量化、小型化、および高速化などが求められてきた。近年、磁気記録方式、ヘッド、および転送方式の改良により、それらが実現された。また、HDD がこれまで以上に大容量化、小型化、および高速化したことにより、携帯電話などのモバイル機器に搭載されるようになってきた。HDD を持ち運んで使う用途が増えたため、RunON テクノロジーなど、HDD 動作中の衝撃、振動対策が重要となってきた。

現在、HDD の新たな使用用途が注目されている。HDD をモバイル機器に内蔵するのではなく、外付けにし、HDD 自体に無線 LAN と Bluetooth を内蔵し、モバイル機器から HDD に読み書きするタイプである。⁴⁾ HDD にネットワークを搭載することにより、複数の人でのデータを共有することができる。例えば、ポータブルオーディオ機器に無線 LAN を搭載した HDD を内蔵した場合、PC などの機器を用いず、ポータブルオーディオ機器が直接共有ファイルから音楽をダウンロードし、HDD に保存することも可能となるだろう。しかし、データには、音楽や画像など複数人で共有したいものと、個人情報など複数人で共有したくないものがある。今後、ネットワークを内蔵した HDD が出回る上で、ネットワークを通じたデータの漏洩対策が課題になると考えられる。

参考文献

- 1) 高橋麻奈, やさしく学ぶ基本情報技術者, 翔泳社, 2005 年
- 2) ITmedia エンタープライズ: 垂直磁気記録方式 <http://www.itmedia.co.jp/>
- 3) dynabook http://dynabook.com/pc/catalog/ss_c/050119lu/protect1.htm
- 4) Seagate <http://www.seagate-asia.com/sgt/japan/homepage.jsp>
- 5) FMWORLD <http://www.fmworld.net/biz/fmv/product/hard/pcpm0410/stylistic/trust/index.html>