

# HDD の行方

## ～ヘッドが助ける HDD の進化～

上田 祐一郎, 西村 悟

Yuichiro UEDA, Satoru NISHIMURA

### 1 はじめに

絶えず進化し続ける情報化社会の中で、携帯電話や携帯型音楽プレーヤなど、携帯機器の進化が特に著しい。この要因のひとつとして、大容量の記憶媒体を小型化できたことがあげられる。

現在、携帯機器などに利用されている小型の記憶媒体にはフラッシュメモリやSDカードなどがあるが、小型化が進んでいる大容量記憶媒体としてハードディスクドライブ (Hard Disk Drive : HDD) への注目も大きくなっている。本報告では、HDD のサイズや容量、密度などについて報告とともに、小型化の要である高密度化技術に注目して HDD の行方について考察する。

### 2 HDD とは

HDD とは、磁性体を塗布した円盤 (プラッタ) を一定速度で回転させながら、磁気ヘッドによってデータの読み書きを行う記憶装置である。HDD の構成について Fig. 1 に示す。

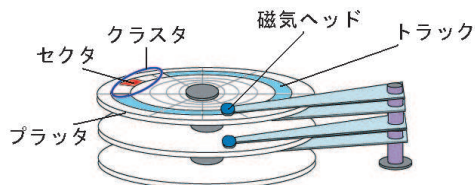


Fig. 1 HDD の構成 (出典 : 自作)

通常、HDD は複数のプラッタが一定の間隔で重ねられており、データはディスクの両面に書き込める。また、磁気ヘッドは遠心力によってプラッタの約 10nm 上を浮き上がって動作する。このように、ヘッドとプラッタの距離が非常に小さいため、HDD は埃や衝撃には非常に弱く、一箇所を除いてほぼ完全に密閉されている。この一箇所というのは空気の取り込み口である。これは、高速でプラッタが回転することで発生する熱によって内側の圧力が膨張するのを防ぐためのものである。

### 3 HDD の現在

HDD は開発されてから現在まで進化し続けてきた。特に近年の HDD の進化は著しい。本章では、開発されてから現在に至るまでの HDD について、サイズや容量、密度の観点から報告するとともに、他の記憶媒体との比較も行う。

### 3.1 サイズと利用例

HDD が開発された初期のサイズは、24inch とかなり大型なものであった。しかし、記録方式などの進化によって小型化が実現された。また、それとともに様々な商品にも利用されるようになってきた。以下に、現在主に利用されている HDD のサイズとその利用例を挙げる。

- 3.5inch

1990 年代後半に開発されて以降、デスクトップパソコンやワークステーションなど、主に容量面を重視する際に最も利用されている。

- 2.5inch

3.5inch より小型かつ低消費電力なため、主に A4 型のノートパソコンやカーナビなどに利用されている。これは、サイズが 3.5inch と比較的近く容量面としても充分なためであり、3.5inch と並んで最も主流となっている。

- 1.8inch

2.5inch よりも更に小型なため、持ち運びを重視した小型軽量ノートパソコンや、携帯型音楽プレーヤなどの携帯機器にも多く利用されている。

- 1.0inch(マイクロドライブ)

500 円硬貨程度の大きさであり、垂直磁気記録方式によって実現された。このサイズは、高性能デジタルカメラや更に小型な携帯型音楽プレーヤなどの携帯機器に利用されている。

- 0.85inch

100 円硬貨程度の大きさである。携帯電話など、更に小型な機器に利用されている。

### 3.2 密度と容量

HDD が開発された当初、HDD の容量は 5MB と非常に小さいものであった。また、サイズは 24inch(約 60cm) と大型で、密度も非常に小さかったと言える。

しかし、高密度化技術の進歩により、容量を飛躍的に大きくすることが可能となった。特に、記録方式を平面記録方式から最近開発された垂直磁気記録方式に変更したことで、HDD の高密度化は更に進んだ。この結果、HDD は小型化しても十分な容量を確保することが可能となり、携帯型音楽プレーヤなどの携帯機器に利用されるようになってきた。

### 3.3 他の記憶媒体との比較

現在、超小型記憶媒体としてはすでにSDカードやフラッシュメモリなどが存在する。特にフラッシュメモリは高速かつ耐衝撃性に優れているため、携帯型音楽プレーヤなどの携帯機器に利用されている。しかし3.2節で述べたように、HDDは高密度化により小型化しても十分な容量を確保できるようになった。そしてさらにHDDは消費電力が低く、フラッシュメモリなどよりも安価に製造できるため、携帯機器の記憶媒体としても大きな注目を集めている。

## 4 HDDの高密度化

HDDの小型化は高密度化の実現によるところが大きい。この高密度化は、磁気の記録方式を平面記録方式から垂直磁気記録方式へ変更したこと、及びデータを読み取るヘッドが従来のGMRヘッドからTMRヘッドへ改良されたことにより実現された。また、このTMRヘッドは更に改良が進められている。本章では、これらの高密度化の要となる技術について述べる。

### 4.1 垂直磁気記録方式

垂直磁気記録方式とは、ディスク表面に対して垂直に磁気記録を行う方式である。これは、従来までの、ディスク表面に対して水平に磁気記録を行う平面記録方式より高密度に記録可能な方式である。このため、現在では垂直磁気記録方式を採用したHDDが一般的になっている。

### 4.2 TMRヘッド

記録方式の改良によって記録密度は飛躍的に向上した。しかし、記録密度を向上させるためには同時にデータを読み書きするヘッドの改良が必要不可欠である。そこで、従来まで利用されていたGMRヘッドに代わるTMRヘッドが開発された。Fig. 2にGMRヘッドとTMRヘッドについて示す。

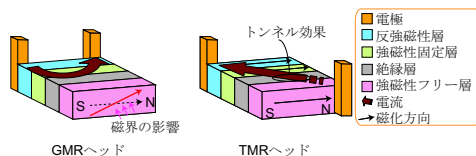


Fig. 2 GMRヘッドとTMRヘッド (出典：自作)

TMRヘッドは、絶縁膜を強磁性体で挟んだ構造となっている。磁界の変化が強磁性体の磁化の向きを変化させ、この変化から生じる電流の差からデータを読み出している。これは、従来のGMRヘッドと似ており、GMRヘッドでは強磁性体の磁化の向きの角度差から生じる電流の差からデータを読み出している。しかしTMRヘッドは、本来必要なエネルギーが足りないにもかかわらず電流が流れるというトンネル効果を利用しているため、より微弱な磁界の変化で電流の差を検出できる。このため、垂直磁気記録方式を利用した高密度なデータを読み出

すことができ、GMRヘッドでは限界であった記録密度  $100\text{Gb}/\text{inch}^2$  を超えることができる。

### 4.3 TMRヘッドの改良

TMRヘッドは初め絶縁膜が酸化マグネシウムだったが、これは抵抗比が小さいために感度が悪かった。これは、強磁性層表面と酸化マグネシウム層が接触しているため、強磁性層表面が酸化してしまい、磁気抵抗効果に悪影響を及ぼしてしまうためであった。そこで、絶縁膜を酸化マグネシウムと金属マグネシウムの二層を用いた二段階成膜法を用いた。Fig. 3に従来の成膜法と二段階成膜法について示す。この金属マグネシウムが強磁性層の酸化を防ぐことにより電気抵抗の削減や抵抗比の向上を実現でき、約  $200\text{Gb}/\text{inch}^2$  以上の記録密度が可能となった。これに伴い、実用化に向けて研究が進んでいる。

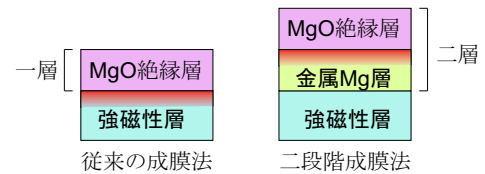


Fig. 3 従来の成膜法と二段階製膜法 (出典：自作)

## 5 今後の展望

記録方式だけでなく読み出しヘッドの改良によって、HDDは更に小型化が進むというよりは現在の超小型サイズのまま高密度化による大容量化が更に続くと考えられる。また、現在の3.5inchなどのHDDにひけをとらない超小型HDDの実現により、携帯電話で録画した映画の鑑賞やポータブル音楽プレーヤの小型化など、更にHDDの利用の幅が広がるとともに携帯機器の性能向上につながると考えられる。

## 6 まとめ

HDDは進化の中で、コンピュータのみならず様々な商品に利用されるようになってきた。これは、サイズや容量、密度の進化によるもので、記録方式やヘッドの改良がこれらを可能とさせた。この進化によって、HDDは超小型で大容量な記憶媒体となり、特に小型の携帯機器の用途を増やすとともにHDD自身の利用幅も広がり、HDDへの注目が更に大きくなると考えられる。

## 参考文献

- 1) ハードディスクとは【hard disk】：  
<http://www.pioneer.co.jp/crdl/tech/index.html>
- 2) ハードディスクの基礎知識：  
<http://www.linux.or.jp/JF/JFdocs/hdd-intro.html>
- 3) 巨大磁気抵抗効果：  
<http://mswebs.aist-nara.ac.jp/center/LABs/hashizume/keyword/gmr.htm>
- 4) TMR：  
<http://www.takahashi.ecei.tohoku.ac.jp/docs/research/tmr.html>
- 5) プレス・リリース磁気ヘッドに最適な高性能TMR素子を開発：  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2005/pr20050331/pr20050331.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2005/pr20050331/pr20050331.html)