

今回の内容

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 8.1 補助(外部)記憶装置の仕組み | 8-1 |
| 8.2 演習問題           | 8-2 |

8.1 補助(外部)記憶装置の仕組み

今回は、パソコンで用いられている代表的な補助(外部)記憶装置であるハードディスク装置(HDD)の仕組みを紹介します。

ハードディスクの仕組み

ハードディスクの内部構造は図1のようになっています。ハードディスクの内部には、プラッタと呼ばれる(ガラスあるいはアルミ製の)堅い円盤が数枚(1枚~4枚程度)あり、スピンドルモータによって高速(1分間で数千から1万回転)で回転しています。

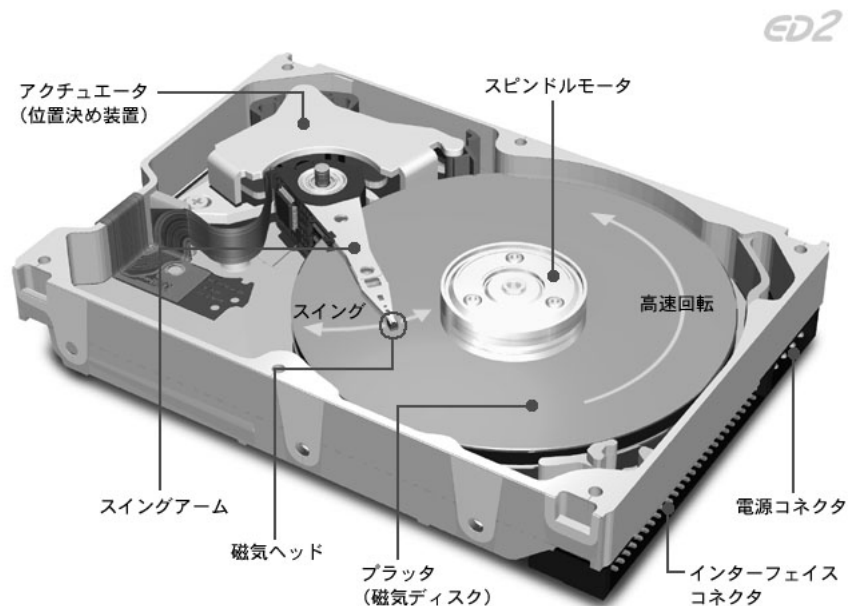


図1: ハードディスクドライブ

各プラッタの2つの面それぞれには、次ページの図2のように、トラックと呼ばれる同心円状の細い帯がたくさん存在します。1本のトラックはセクタと呼ばれるいくつかの部分に分割されていて、このセクタに記録された情報が、スイングアームの先端に取り付けられた磁気ヘッドによって読み書きされます。1つのセクタには通常 512 byte<sup>1</sup> の情報が記録され、この大きさを単位にハードディスクと計算機の間で情報のやり取りがなされます。

ハードディスクに記憶される情報は、プラッタの両面に塗られた磁性体の磁化の向きとして記録されます。1台のハードディスクには、数十 GB ~ 数 TB 程度の情報を記憶することができます。スイングアームの先には、プラッタの面の数(プラッタの数 × 2)だけの磁気ヘッドが取り付けられています。

<sup>1</sup>セクタの大きさが 4096 byte のハードディスクもあります

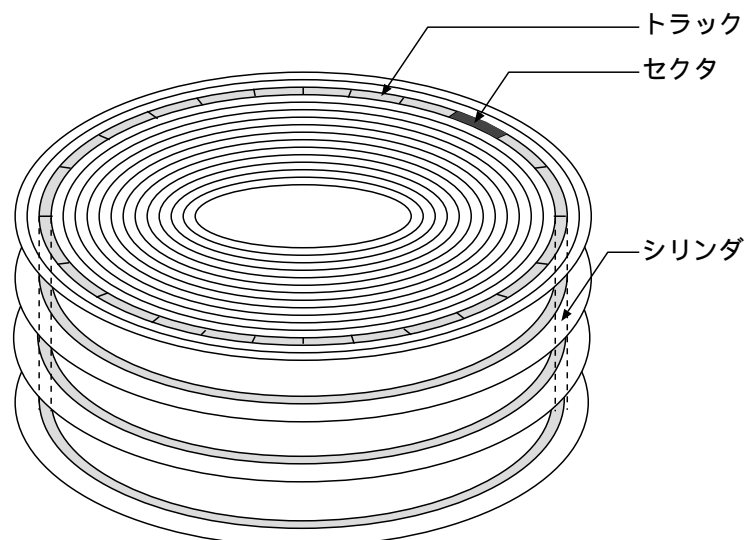


図 2: シリンダ・トラック・セクタ

スイングアームはアクチュエータによって左右に振られることで、プラッタ上のどのトラックにも位置することができます。スイングアームがある位置にあったときに情報を読み取ることのできるトラックの数は磁気ヘッドの数(プラッタの面の数と同じ)になりますが、この円筒形のトラックの集まりをシリンダと呼びます。1つのシリンダ内の情報は、スイングアームを動かす事なく読み書きすることができますが、特定のセクタにアクセスしたい場合は、目的のセクタがヘッドの位置に回って来るまで待つ必要があります。運がよければすぐやってきますし、運が悪ければプラッターがほとんど1回転するのを待っていなければならないこととなります。つまり、1つのトラック内のデータに関してはシーケンシャルアクセスを行っていることとなります。目的のセクタがヘッドの位置にやって来ると、複数あるヘッドの内の1つを選んで、そのセクタの情報を読み書きします。

一方、目的のセクタが現在ヘッドが位置しているシリンダ上にない場合は、アクチュエータでスイングアームを動かして、目的のセクタを含むシリンダにヘッドを移動してやる必要があります。ハードディスクのレイテンシ(アクセスタイム)は、スイングアームを振ってヘッドを目的のシリンダに移動するのに必要な時間と、目的のセクタがヘッドの位置に回ってくるのに掛かる時間の和となります。この時間は、現在のヘッドの位置と目的のセクタの相対的な位置関係によって変わりますが、最近のパソコンに内蔵されているハードディスクの場合、レイテンシの平均は数 ms ~ 十数 ms 程度となります。

ハードディスクでは、連続するセクタに順にアクセスする場合に、レイテンシが短くなり、スループットも大きくなりますが、このときのスループットは数十 MB/s ~ 百数十 MB/s 程度です。主記憶装置として使われている DRAM に比べると、ハードディスクは、レイテンシで百万倍、スループットで百倍程度低速な記憶装置ということになります。

## 8.2 演習問題

1. あるプラッタの最も外側のトラックの直径は 93 mm、最も内側のトラックの直径は 32 mm であった。このプラッタの片面で情報の記憶に利用している領域の面積は約  $60 \text{ cm}^2$  という

ことになる。このプラッタを2枚内蔵しているハードディスクの容量が480 GBであったとして、プラッタの各面では $1\text{ mm}^2$ の領域当り何 bit の情報が記録されていることになるか計算しなさい。

2. 毎分7200回転(7200 rpm)しているハードディスクで、ヘッドの位置に目的のセクタが回って来るのに掛かる時間の平均はどの程度と考えられるか？
3. あるパソコンに使用されているハードディスクの記憶容量が640 GB、平均レイテンシが10 ms、スループットが80 MB/sであったとする。
  - (a) このハードディスクに記憶されたすべてのデータを読み出すのに必要な時間は最短でもどの程度と考えられるか？
  - (b) このハードディスクに記憶されたすべてのデータを、全くでたらめな(記憶位置がばらばらな)順序で、4 kB ずつ読み出すのに必要な時間はどの程度と考えられるか？ただし、1回に読み出す4 kB のデータは、同じトラック上の連続するセクタに記憶されているものとする。