

1957年に発売された世界初のハードディスクドライブ(HDD)は直径 60 cm のディスクを 50 枚使用して記憶容量が 5 megabyte に過ぎなかった。記録密度は 2 kilobit/inch<sup>2</sup> で、現在の 2.7 億分の 1 しかない。また、重さは 1 t 以上あり、とても持ち運べるようなものではなかった。HDD は 50 数年間で小型化とともに、データ転送速度、消費電力などの性能を格段に上ってきたが、記憶した情報を突然失う可能性があり、重要なデータほどバックアップが必要になる。その結果、情報量が 2 倍、3 倍となり、記憶容量のさらなる増加が求められている。

单纯に記憶容量を増加するには、記録するディスクの枚数を増やせば可能だが、本質的な記憶容量の増加には記録密度の向上が必要である。従来の記録方式には面内磁気記録で使用されていたが、2006 年に垂直磁気記録方式を用いた HDD が製品化され、現在市販されている HDD は全て垂直磁気記録方式となつた。現状の垂直磁気記録方式では面記録密度 1 terabit/inch<sup>2</sup> (Tb/in<sup>2</sup>) が限界とされているが、記録密度 636 gigabit/inch<sup>2</sup> の HDD がすでに製品化されていることから 1 Tb/in<sup>2</sup> への猶予期間は少なく、早急に次世代技術の導入が望まれる。

次世代の技術としては、熱アシスト記録 (TAMR)、高周波アシスト記録 (MAMR)、シングル(shingled)記録 (SMR)、ビットパターン媒体 (BPM) などが考えられている。私たち研究対象は、図 1 に示す SMR、BPM、およびその組み合わせを想定した記録磁界解析による記録ヘッドである。各記録方式に共通して求められる条件は、強い記録磁界強度、高い記録磁界勾配、弱い漏れ磁界がある。

このような条件が求められる理由は、記録磁界強度は記録磁界の強さを示すものであり、データを飽和記録する際に媒体記録層の磁化を反転させるだけの強度が必要であること、記録磁界勾配は記録磁界の急峻さを示すものであり、記録磁界が高密度化するほど狭い遷移長をもつて記録する必要があること、漏れ磁界は隣接トラックへの影響を示すものであり、記録データの上書きを防ぐ必要があることが挙げられる。

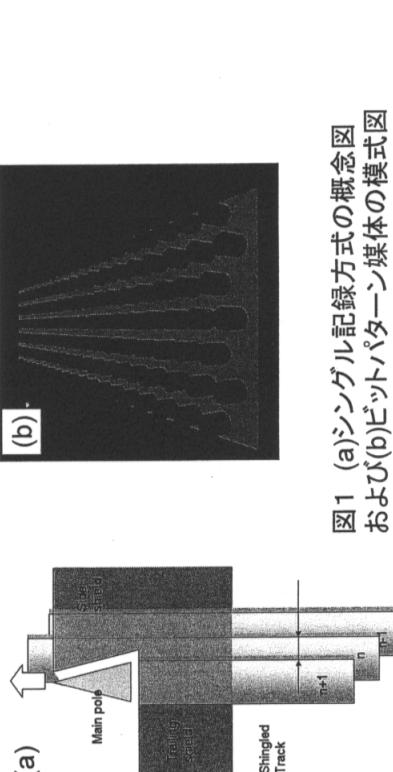


図 1 (a)シングル記録方式の概念図  
および(b)ビットパターン媒体の模式図

**ビットパターン媒体を想定した垂直磁気記録単磁極ヘッド解析**  
2007/12/051 宮下 岳  
記録密度の向上の際に、必ず問題になるのが漏れ磁界である。この問題を媒体の観点から一旦回避するために考えているのが図 1(b)の BPM であり、本研究はこの媒体を想定した垂直磁気記録単磁極ヘッドの記録磁界解析を行い、記録密度 4 Tb/in<sup>2</sup> を可能にする記録ヘッドの検討をした。BPM は、1 bit 記録するのに必要な磁性粒子を人工的に 1 つの塊(磁性ドット)として形成している。現状の媒体と比べ漏れ磁界への耐性があるので、漏れ磁界は現状の媒体は複数の磁性粒子に対して 1 bit を記録しているが、BPM の場合、記録磁界はより急峻であることが求められる。従って、記録磁界の急峻さを示す記録磁界勾配を可能な限り高く維持しつつ、隣接トラックへの漏れ磁界を抑えるような記録ヘッドの検討を行なう必要がある。

**シングル磁気記録方式を用いた垂直磁気記録単磁極ヘッド解析**  
2007/12/056 山崎 裕也  
本研究では、シングル磁気記録方式を用いて面記録密度 4 terabit/inch<sup>2</sup> を達成するために、磁気記録ヘッドモデルを検討している。シングル磁気記録方式とは、図 1(a)のように記録トラック幅方向に瓦を敷くように少しずつしらし記録する記録方式である。この記録方式は従来の記録方式の延長であるが、従来の磁気記録方式のように記録トラック幅に合わせメインポール先端の幅を縮小する必要がなく強い記録磁界強度を得ることができる。重ね書きされる側のトラックの漏れ磁界強度をある程度無視することができる。しかし、記録の残る側のトラックについては、記録磁界強度 14.0 kOe 以上、記録磁界勾配 500 Oe/nm 以上、漏れ磁界勾配 5.0 kOe 以下が求められる。研究の結果として、記録磁界強度 14.2 kOe、記録磁界勾配 545 Oe/nm、漏れ磁界強度 4.9 kOe という値を得ることができた。

**ビットパターン媒体を想定したシングル磁気記録用单磁極ヘッドの記録磁界解析**  
2006/12/009 江口 佑樹  
本研究は BPM とシングルドマグネットイックレコードティング SMR の二つの方式を合わせることで、互いの利点を同時に得ようとするヘッドである。それぞれの利点として、BPM は媒体を分割することによりジッタノイズを抑制でき熱安定性を確保できる。SMR は記録トラックよりもメインポール幅を広くとれることにより磁界強度をとりやすいことがあげられる。本研究では磁界解析を行い、ヘッドのスロート長やメインポール-シールド間隔などを変化させた場合について検討した。