

ディスクメーカーを悩ます BPM

2010年12月17日

西村 二郎

1. まえがき

HDD は記録密度が指数関数的に伸びていることから、Moore の法則が成り立っている製品であると言える。記録密度向上に関しては、業界にコンセンサス的なロードマップがあり、各メーカーはひたすらその路線を突っ走っている。したがって、道筋がクリアな限り「路」に迷うことはない。裏を返せば、メーカーの独自性は出し難い(したがって薄利である)。

しかし、記録密度を指数関数的に伸ばすために、ときどき「変極点」が訪れる。ヘッドでは薄膜ヘッド→MR ヘッド→GMR ヘッドの類である。このような時期には、メーカー間の技術開発戦略と技術開発力の差が生じ易い。

ディスクに関する大きな変化は、塗布ディスク→薄膜ディスク、水平記録→垂直記録であり、次に予想されているのは、連続媒体→パターン化ディスク(DTM : BPM)と考えられる。BPM の時代には熱アシストやマイクロ波アシストヘッドに対応する性能も要求される。

ところで、パターン化ディスクの先兵を務めるべき DTM は陽の目を見ないうちに消えてしまいそうである。理由は、トラックとトラック間のスペース(イオン注入で作っても!)との段差がヘッドの安定飛行の妨げとなっていることも一因であろうが、最大の理由は記録密度の向上ポテンシャルが小さいことであろう。では、BPM はどうであろうか?

2. 当面の記録密度向上

パターン化技術の実用化が先延ばしになるなか、現行技術の改良による記録密度の上昇が続いている。主たるドライビングフォースはヘッド浮上高(それも R/W 時の浮上高 : e-Flying Height)の低下であろう。最近では、15Å を切るレベルであると言われている。この努力は単に e-FH の低下だけでなく、カーボン保護膜、潤滑膜の低下にまで及んでいることは言うまでもない。

最近、Shingle Write という手法が注目を浴びている。瓦葺のように書込むことで、狭トラック化等を実現する技術である。さらに、熱アシスト記録

(HAMR)ヘッドの導入が検討されている。これまで、HAMRはBPMとの組合せで導入されるものと考えられていたが、Read /Writeのうち、より苦しくなっていたWriteヘッドへの導入は当然の成行きである。したがって当面は、磁性粒子の微細化を大前提として、①実効フライングハイトの減少、②Shingle Writeの導入、③熱アシストヘッドの導入で、連続媒体ディスクを使って"ヤリクリ"しながらの記録密度の向上が続いていくのであろう。

3. BPMは立上がるか？

BPM用ディスクの製造工程には、パターン化工程を追加しなければならない。安価な方法が望まれる。

2010年11月26日付け日経産業新聞によれば、日立製作所等は高分子の自己組織化を利用して3.9 Tbpsに相当するパターンの作成に成功したとのことである。連続媒体によってもTbpsの記録密度達成が見えてきた現在、この値には不満が残る。より厳しい見方をするならば、BPMの記録密度向上ポテンシャルに対する懸念が浮かび上がってくる。

記録密度向上余地が不十分な場合、ディスクメーカーにとってBPMディスクへの切替のための設備投資は悩ましい問題である。

ビットの大きさ(径)が決まったとき、このサイズの磁性粒子に対して磁気的な交換相互作用、超交換相互作用などによる問題が生じないビット間距離を含めた大きさが記録密度を決めることになる。現在、最右翼の高保磁力物質として上げられているのが鉄-白金である。

単一粒子の場合、大きさが小さくなると強磁性を失う。鉄-白金をスパッターでビットを形成した場合は、6 nmが限界と言われている。この限界は新しい磁性物質の導入や周辺技術の進歩によって改善されることになるであろう。強磁性を失わない粒子径の理論的下限は2 nmと言われている。

いま、1 Tbpsを可能ならしめるに必要なスペースの大きさを ≈ 2.5 nmとし、ビット間距離を仮に磁性粒子の半径として、BPMの記録密度向上ポテンシャルを展望すると、ビットの限界： $6 \text{ nm} \Rightarrow 8 \text{ Tbps}$ 、 $2 \text{ nm} \Rightarrow 69 \text{ Tbps}$ となる。理論的限界に対応する記録密度はともかくとして、"それらしい"値は向上余地が低すぎる。少なくとも、それを当てにして設備投資をすることはディスクメーカーにとって相当な"勇気"が必要である。

さらに、微細パターンの生成技術も問題である。パターン作成技術(少なくともマザーディスク)は DRAM の技術に依存している。この分野も微細化の進行とともに、過大化する設備投資に悩まされている。ヘッドの飛行安定性についても、DTM の場合ほどではないにしても、BPM の導入初期には問題になる可能性がある。

BPM 製造設備に対する設備投資は、ディスクメーカー 1 社が決定するにはリスクが大きすぎる。それ相応の体制の構築が必要であろう。

4. 夢の記録媒体

連続媒体では、ヘッドの e-FH が 1 nm に迫る勢いである。位置を決める機構も日本発条がダブルサスペンションの量産を開始し、より微妙な位置決めが可能となっている。

機械的にヘッドの位置を決める機構についても、量子論等からくる制約があるはずである。しかし、HDD と DRAM の記録密度を比較してみた場合、微細化するフォトリソのパターニングで苦しんでいる DRAM よりも、HDD の方により大きな可能性を感じているのは筆者ばかりではあるまい。

最近、スピン記録の研究が盛んになっているように思われる。この記録方式に適応するディスクがどのようなものであるか、まだはっきりとはしていない。何しろ量子論に関する問題である。しかし、連続媒体と同様なスキームになるのではなかろうか。そして、ビット内に存在するスピン記録対象原子の数は、連続媒体における磁性粒子同様、記録密度の向上にしたがって少なくなっていくのであろう。

スピン記録が実用化されるまでにはまだまだ越えるべき山が沢山ある。しかし、理論的限界を意識しなければならなくなった上に、実用的限界に関する展望がなかなか拓けない BPM は、DTM 同様、量産には至らない可能性がある。業界、とくに日本の関係企業は夢の技術の開発を本格的に展開すべき時期にきているのではなかろうか。

4. あとがき

Moore の法則が「変極点」に差し掛かったとき、個別企業の技術開発の真価が問われる。

ディスクメーカーの場合、長手記録から垂直記録に切り替るとき、現存の日本メーカーは、比較的少ない経営資源の投入によって、スイッチすることができた。少なくとも筆者が在籍していた昭和電工においては、東芝が組織したTDKを含めた3社の共同研究が機能し、世界に先駆けて垂直磁気記録用ディスクを上市することが出来た。共同研究を成功させるには、企業間の信頼関係が重要であることを、このとき身を以って体験した。

垂直磁気記録に関しては東北大学の岩崎教授が早くから提唱していた。これはHDDの垂直磁気記録技術の確立に直接役立った訳ではないが、磁気記録に対する将来展望の確かさと研究基盤の裾野を広げることに役立っているものと思われる。端的に言えば、日本のお家芸であったのだ。世界に冠たるHDDメーカーであるSeagate Technologyが垂直磁気記録等を立ち上げるために、Pittsburghに設立した研究所は今でも業界の語り草となっている(蛇足ながら、この研究所は目的を達成したとして現在は廃止された)。

技術が「変極点」に差し掛かったときほど、部品(HDDの場合はヘッド、ディスク、サスペンション等)と製品は相互依存性を強める。部品メーカーよりもそれらを集めて組み立てる製品メーカーが有利であることは言うまでもない。そして、技術が理論的(まだ量子論的とは同義ではない)限界に近付けば近づくほど(Mooreの法則が成立している期間が長いほど)技術開発と量産立上げに必要な経営資源は大きくなる。

現在、HDD部品に関しては、日本のメーカーが善戦している。モーターの日本電産グループ、ヘッド・サスペンションのTDK、ディスクの昭和電工、富士電機、サスペンションの日本発条、基板のHOYA、ユニカミノルタ、東洋鋼板、立上げ中の旭ガラス、古河電工、ガラス・ブランクスのオハラ、等々である。

独立系部品メーカーは、状況の変化に機敏に対処して、ハイテクの橋頭堡の一角を堅持して欲しいものである。

以上

(12月20日加筆)

(戻る)<http://www.nishimura-reports.jp>

