

微粒子型垂直磁気記録媒体の高密度記録機構

村岡 裕明

(東北大学工学研究科)

Recording Mechanism for Granular Perpendicular Magnetic Recording Medium

Hiroaki Muraoka

(Engineering Department, Tohoku University)

はじめに

情報量の著しい増加が引き続き進んでいる。磁気記録は幾多の限界論を突破して高密度化を続け、何度も競合技術に駆逐されると言われながら情報ストレージのコア技術として今日でも情報化社会の必須技術であり続けている。Poulsen から 120 年、テープレコーダから 80 年、垂直記録から 40 年を経過し、中でもハードディスク装置は開発から 60 年以上今日に至るまで中心的な情報産業であり続けている。このような進化を続けた技術的な背景は、垂直磁気記録をはじめとするイノベーションに加えて、磁気工学と磁気物理学の技術領域に留まらず、デジタル信号処理、流体工学、機械工学、など多様な分野の革新を適時取り込んで発展できたためと思われる。ここでは、磁気記録機構の中心的な課題である微粒子型媒体を前提とする記録理論を踏まえて今後の高密度化の可能性を展望する。

微粒子型記録媒体の記録機構と高密度化

高密度化の論点としていわゆる Trilemma が知られている。これを限界説として用いる議論が見受けられるが、HAMR や MAMR が示すようにこの trilemma はその前提を崩せば高密度化への道が開けると理解すべきである。更なる将来を考える際には、1930 年代の塗布媒体以来磁気記録媒体の大きな前提である微粒子集合構造が重要に思える。HAMR や MAMR においても微粒子媒体を用い続けており、一方、ビットパターン媒体 (BPM) では、記録媒体のビットを微細加工することで粒子体積を増やして熱緩和制約を緩めている。今後の高密度磁気記録には、この微粒子型記録媒体の記録機構の議論は不可欠と思われる。

高線密度記録とは、微細な間隔のビット一つ一つを連続的に磁化することである。例えば、ビット間隔が 10 nm 弱とすると、一般的な記録ヘッド磁界傾斜の数百 Oe/nm ではあるビットを記録しているときに隣接領域との磁界強度差は数 kOe 程度小さいだけで漏洩磁界による再反転のおそれがあり、これはストレージには致命的な書込み誤りになる。また、微粒子集合体では粒子群は反転磁界分布(SFD)を持ち、記録磁界が印加された際の粒子の磁化反転は SFD に応じて統計的になる。もしビット内の全粒子の半分未満しか正しく反転しない、あるいは隣接ビットで半数以上が漏洩磁界で誤反転すると、いずれも書込みエラーとなる。この書込みエラーはビット内粒子数と個々のビットの反転確率が与えられれば二項分布を用いて定量的に計算できる。BPM はビット当たりの粒子数が 1 個の記録媒体に相当するので SFD の要求は厳しくなる。

単なる熱緩和限界は 10^7 erg/cm³ 程度の磁気異方性があればビット当たりの粒子数を減じて数十 Tbit/inch² まで安定にできるが、現状の記録ヘッドや記録媒体の性能ではより低い記録面密度の 10 Tbit/inch² 以下で記録磁界勾配や SFD の制約が顕在化する可能性がある。

まとめ

今後も微粒子型の微細磁気構造を持つ記録媒体は引き続き使われると思われるが、ビットサイズの低下に伴うビット当たり粒子数の低減のため、熱緩和限界に比べて粒子均一性が厳しい面密度限界を与えることが想定される。磁気記録媒体を構成する微粒子の SFD を小さくすることが効果的である。また、これは記録磁界傾斜の急峻化によって対策できるので地道は記録ヘッドと記録媒体の性能改善が必要である。

参考文献

- 1) H. Muraoka, and S. Greaves, IEEE Trans. Magn., 47, 26-34, 2011.