

熱アシスト磁気記録における媒体の磁気異方性

赤尾達也, 磯脇洋介, 小林正, 藤原裕司
(三重大)

Anisotropy constant required for Thermally Assisted Magnetic Recording

T. Akao, Y. Isowaki, T. Kobayashi, Y. Fujiwara
(Mie Univ.)

はじめに

熱アシスト磁気記録(TAMR)において必要な媒体の磁気異方性 K_u を考える。まず、熱伝導シミュレーションにより書き込み直後の媒体の冷却速度 $\partial T / \partial x$ を計算した。次に、情報安定性に注目して分子場近似シミュレーションにより必要な K_u を算出した。TAMR では K_u とともにキュリー温度 T_c も指定する必要があるが、 K_u は T_c の関数である。そこで、バルクの K_u に対する膜の K_u の比 K_u / K_{ubulk} というパラメーターを導入する。 K_u / K_{ubulk} が同じであれば K_u が異なっても膜の作製難易度は同じであるが、 K_u / K_{ubulk} を大きくするのは難しい。

計算結果

計算パラメーターは、媒体の膜厚 h 、1 ビットあたりのグレイン数 n 、グレインサイズの標準偏差 σ_D 、書き込み温度 T_w で、Table 1 には h を変化させた結果を示す。媒体を TAMR として使うためには、以下の3つの条件を満たす必要がある。(1) 情報の10年間保存に必要な媒体の熱揺らぎ指標 $K_u V / kT (330K)$ は、 n と σ_D から決まる熱揺らぎ指標 K_β より大きくなくてはならない。(2) 記録時において、記録位置の1ビット前、1トラック隣の情報安定性から、媒体が要求する最低の冷却速度 $\Delta T / \Delta x$ が決まる。これは $\partial T / \partial x$ より低くなくてはならない。なお、熱伝導シミュレーションにより計算した媒体の冷却速度はダウントラック方向とクロストラック方向でおおよそ等しい。そして、ビットアスペクトレシオを最適化することで、媒体が要求する冷却速度も各方向で等しくすることができるので、ダウントラック方向でのみ考える。(3) 主磁極下の情報安定性より、主磁極下で媒体が情報を保持できる最大の磁界 H_{adj} が決まる。これは必要な記録磁界 H_w より高くなくてはならない。この計算条件では(2)が律速となっていて、これより最低の K_u / K_{ubulk} が決まる。 h が6 nm から10 nm に厚くなると、グレイン体積 V も同様に大きくなるが、 K_u / K_{ubulk} はそれほど小さくはならない。これは h の増加とともに $\partial T / \partial x$ が下がるためである。 $h = 8 \text{ nm}$ において $K_u V / kT = 63$ の媒体は情報を10年間保存できるが、TAMRとして使うには K_u が不十分であり、 $K_u V / kT = 97$ が必要となる。もし $\partial T / \partial x$ を 6.9 K/nm から 13.5 K/nm まで上げることができれば $K_u V / kT = 65$ の媒体も TAMR として使うことができ、 K_u / K_{ubulk} を 0.87 から 0.55 まで下げることができる。したがって必要な K_u / K_{ubulk} は $\partial T / \partial x$ に大きく依存する。

本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構(SRC)の助成のもとに行われました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) T. Kobayashi et al.: J. Magn. Soc. Jpn., 36, pp. 282-286, 2012.

Table 1 Media specification of TAMR for 4Tbps

h [nm]	6	8	10
n [grain/bit]	4	4	4
σ_D [%]	10	10	10
T_w [K]	500	500	500
M_s (300K) [emu/cm ³]	675	655	643
K_u (300K) [Memu/cm ³]	27.8	25.2	23.9
H_c (300K)= H_k (300K) [kOe]	82.3	76.9	74.3
T_c [K]	544	532	524
$K_u V / kT(300K)$	97	118	139
$K_\beta = f(n, \sigma_D)$	63	63	63
(1) $K_u V / kT(330K) > K_\beta$	81	97	115
$\partial T / \partial x$ [K/nm]	7.72	6.92	6.23
(2) $\Delta T / \Delta x$ [K/nm] $< \partial T / \partial x$	7.72	6.92	6.23
H_w [kOe]	10.8	10.5	10.3
(3) H_{adj} [kOe] $> H_w$	24.5	27.2	29.8
K_u / K_{ubulk}	0.90	0.87	0.86