



独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
国立大学法人 九州大学大学院システム情報科学研究院

2009.08.27

世界初、マイクロ波磁界による垂直磁化膜の磁化反転に成功 一次世代ハードディスク装置実現に前進

NEDO の産業技術研究助成事業の一環として、九州大学の能崎幸雄准教授は、マイクロ波磁界^[1]を用いてハードディスクの大容量化に不可欠な垂直磁化膜^[2]の磁化反転^[3]を容易化する「マイクロ波アシスト磁化反転」技術を開発し、その観察に世界で初めて成功しました。今後、記録密度が1テラビットを超える次世代大容量ハードディスクの実現に向けて、マイクロ波アシスト記録に適した垂直磁化膜の研究開発などに取り組めます。

今回の研究成果は、8月24日付けの米国物理学協会の学術誌「Applied Physics Letters」^[4]において発表されました。

1. 概要

磁気異方性エネルギーが大きな垂直磁化膜は、熱により磁化状態を乱されにくいいため、ハードディスクなど磁気記録装置の大容量化に適した材料です。面記録密度が1平方インチ当り1テラビットを越える大容量ハードディスクの実現に向けて、磁気異方性エネルギーの大きな垂直磁化膜の材料開発が盛んに行われています。その一方、磁気異方性エネルギーが増加すると、磁化反転に必要な磁界が増加します。これまでのハードディスクでは、記録ヘッドと呼ばれる超小型電磁石が発生する磁界を用いて記録媒体の磁化反転を行っていました。しかし、記録ヘッドが発生できる磁界がすでに材料限界に達しており、従来方式では記録不能となるのが大きな問題となっていました。

今回、CoとPdを繰り返し積層した垂直磁化膜の表面にマイクロ波磁界を発生させる回路を作製し、さまざまな周波数のマイクロ波磁界を加え、磁化反転の有無を実験的に調べました。その結果、垂直磁化膜におけるマイクロ波アシスト磁化反転を世界で初めて観察することに成功しました。さらに、垂直磁化膜の固有 FMR^[5]周波数(31 GHz)よりも3 GHz 低いマイクロ波磁界が磁化反転に適していることを明らかにしました。

2. 競合技術への強み

(1) 記録ヘッドの軽量化

熱アシスト記録^[6]の場合に必要な高出力レーザーの照射機構に比べてマイクロ波磁界発生装置は構造が単純なため、記録ヘッドの軽量化が容易です。ハードディスクの高速動作、対衝撃性において優位性を持ちます。

(2) 記録媒体材料の制約が少ない

熱アシスト記録用媒体は、レーザー照射により加熱可能な温度範囲で磁化反転を容易化しなければならないため、キュリー温度^[7]の高い垂直磁化膜が使えません。これに対して、媒体の加熱を必要としないマイクロ波アシスト記録は、キュリー温度の高い垂直磁化膜を使用できるため、自由度の高い材料開発が可能です。

(3) 読み出し信号の高 S/N 化

記録ビットの境界線が直線的なほど読み出し信号の S/N 比が高く、読み出しの高速化に有利です。スポット形状が丸いレーザーを用いる熱アシスト記録では、記録ビットの境界線がスポット形状を反映して円弧状となる問題がありました。これに対して、マイクロ波磁界は、配線構造により磁界印加領域の任意成形が容易であり、直線的な境界線を持つ記録ビットを実現できます。

3. 今後の展望

マイクロ波アシスト磁化反転のダイナミクスを調べることにより、マイクロ波アシスト記録に適した垂直磁化膜を探索します。また、マイクロ波磁界の周波数変調や回転偏向化により、さらなる省電力記録を目指します。

【用語解説】

[1] マイクロ波磁界

1 秒間に 10 億回以上の割合で強度が周期的に変化する磁界。

[2] 垂直磁化膜

磁化が膜面に対して垂直方向を向く強磁性薄膜のこと。ハードディスクにおいて高い面記録密度を実現するために不可欠な材料です。しかし、記録密度を高くするほど磁化反転に必要な磁界が必要になるため、記録が困難になります。

[3] 磁化反転

強磁性体の磁化が、外部磁界によって向きを変える現象のこと。ハードディスク装置では、デジタル情報を磁化の方向により記録します。

[4] Applied Physics Letters

物理分野において国際的にトップクラスの学術論文誌 (Impact Factor = 4.2)

[5] FMR (強磁性共鳴)

固有振動数に等しいマイクロ波磁界を与えることにより、強磁性体の磁気モーメント (電子スピン) が大きく歳差運動 (首振り運動) する現象。

[6] 熱アシスト記録

磁気記録媒体に高出力レーザーを照射し、記録部の温度を上昇させることによって磁化反転を容易化する記録方式。マイクロ波アシスト記録と共に、次世代ハードディスクの有力なエネルギーアシスト記録方式として研究開発が進んでいます。

[7] キュリー温度

物質が強磁性特性 (電子スピンの平行に揃った状態) を失う臨界温度のこと。

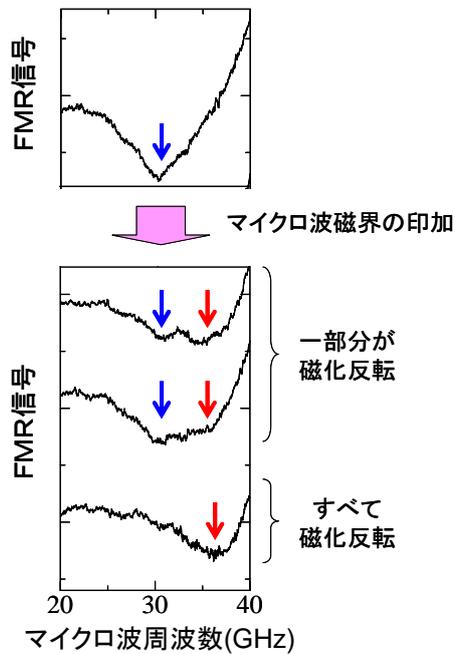


図1. マイクロ波アシスト磁化反転を示唆する Co/Pd 垂直磁化膜の FMR 信号の変化

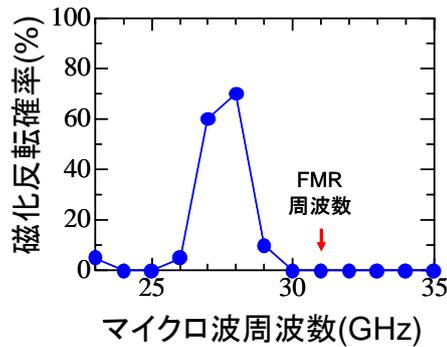


図2. 磁化反転確率のマイクロ波周波数依存性

3. お問い合わせ先

(1) 本プレス発表の内容についての問い合わせ先

九州大学大学院システム情報科学研究院 准教授 能崎 幸雄

TEL: 092-802-3743、FAX: 092-802-3600

Email: nozaki@ed.kyushu-u.ac.jp

研究内容 HP: <http://spin.ed.kyushu-u.ac.jp/>

九州大学広報室

TEL: 092-642-2106、FAX: 092-642-2113

Email: koho@jimukyushu-u.ac.jp

(2) 制度に関する問い合わせ先

NEDO 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ 田中、松崎、千田、長崎

TEL 044-520-5174

(3) その他 NEDO 事業についての一般的な問い合わせ先

NEDO 総務企画部広報室 坂本、萬木(ゆるぎ)

TEL 044-520-5151