

S4-24

近接場光アンテナを記録媒体上に積層する熱アシスト磁気記録評価

Evaluation Method for Thermally Assisted Recording with Plasmon Antennas Stacked on Recording Medium

○芦澤 好人¹, 中川 活二¹Yoshito Ashizawa¹, *Katsuji Nakagawa¹

Abstract: Test method using stacked plasmon antennas on a recording medium covered with dielectric layer was proposed for evaluation of a magnetic domain recorded using the plasmon antenna for thermally assisted magnetic recording. The antenna was designed by finite-difference time-domain (FDTD) simulation for high efficiency. The Au plasmon antennas were fabricated on a CoPtCr-SiO₂ granular recording medium by an E-beam lithographic technique. Reversed magnetic domains were observed at below the plasmon antennas after laser irradiation to the antenna.

1. はじめに

ゼタバイト級の情報が世界中を行き交う情報爆発時代では、大容量超高速情報伝送システムに対応する超低消費電力・大容量・超高速記録再生ストレージデバイスの実現が必要不可欠である。情報記録密度の向上は、消費電力の低減及びユビキタス情報量の増加を促進し、環境に優しく健やかな IT 社会のインフラ形成に大きく貢献する。

熱アシスト磁気記録方式は、現行の磁気記録方式では到達できない、数 Tbit/inch² 以上の記録密度を実現する技術として現在活発に研究が行われている。本報では我々が近接場光を用いた微小磁区記録形成のために統括的に行っている、近接場光発生アンテナの設計から熱アシスト記録用の媒体の作製およびアシスト記録実験までを報告する。

2. 熱アシスト記録磁区の評価手法

熱アシスト磁気記録において微小な記録マークを実現するためには、記録された磁区形状と発生した近接場光とを比較し改善していく必要がある。近接場光は、アンテナの形状のみならず、アンテナと媒体との距離に強く依存するため、記録時の状態を把握することが極めて重要である。

そこで我々は、記録時のアンテナと媒体との距離、及び、アンテナ形状と記録磁区の位置を明確にする評価手法を考案した^[1]。試料構成を Fig. 1 に示す。本評価手法では、従来媒体と独立に存在した近接場光アンテナを、記録媒体上に誘電体層を介して直接積層する。その為、アンテナと記録磁区との位置関係を確認可能である。アンテナと媒体との距離は、誘電体層の厚さにより自在に制御できるため、近接場光強度の効果を評価することが可能である。また、媒体上に複数の種々のアンテナを同時に作製することが可能であり、アンテナのサイズや構造の評価、記録磁区形状の分散評価も容易である特徴を有する。

3. 近接場光アンテナの設計及び作製

近接場光の共鳴条件は、近接場光発生アンテナに隣接する物質の誘電率に依存する^[2]ため、本手法の金属/誘電体界面において強い共鳴条件が得られるか、Finite-Difference Time-Domain (FDTD) 法を用いた電磁界解析を行った。近接場光アンテナの長手方向長さを変えて共鳴条件を求めたところ、従来の空気中で得られるアンテナ長よりも長いアンテナ長 500 nm で最

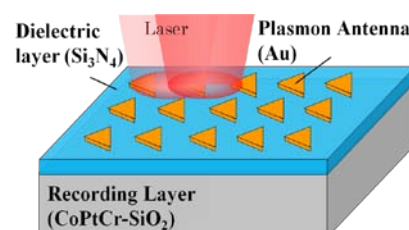


Fig. 1 Schematic view of plasmon antennas stacked on a recording medium.

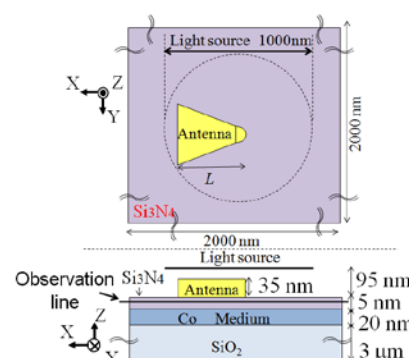


Fig. 2 Simulation model of a plasmon antenna stacked on a recording medium.

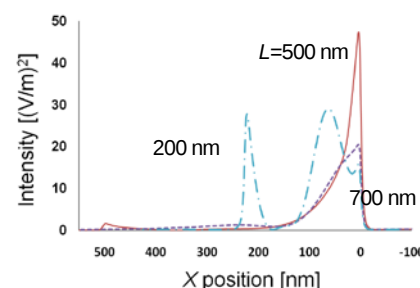


Fig. 3 Intensity changes against antenna length, L , which is varied from 200 to 700 nm.

適値を示し、同程度の高い強度が得られた。

プラズモンアンテナは、電子線リソグラフィを用いたリフトオフにより、上記媒体上に作製した。Fig. 4 に作製したプラズモンアンテナの SEM 像を示す。長手方向長さ 200 ~ 1000 nm のアンテナを 100 μm 四方の領域に計 400 個作製した。最も先端が鋭利なアンテナの先端曲率半径は 28 nm であった。

4. 記録媒体

熱アシスト磁気記録用媒体には、室温での高い熱安定性に加えて、さらに近接場光による加熱時の記録の容易さが要求される。そこで、現在 HDD に用いられている CoPtCr グラニュラ媒体における昇温時の磁気特性の改善を検討した。試料構成は、Glass sub./ Ta (5 nm) / Pt (6) / Ru (20 nm) / CoPtCr-SiO₂ (15 nm) / Si₃N₄ とした。磁性層 CoPtCr-SiO₂ は、Co₇₀Pt₂₅Cr₅-SiO₂、Co₆₀Pt₄₀-SiO₂ 及び Pt の多層積層構造により作製し、組成は各層の体積比により調整した。

磁性粒子間が交換結合により強く結合せず磁気的な孤立度が高く、室温における磁気履歴曲線の角型比が 1 である複数の組成の試料において、磁気履歴曲線の温度変化を観測し、実験に適する磁気特性の媒体を選出した。作製した 200°C における飽和磁界 H_s が 2.5 kOe 以下である Co₅₅Pt₃₀Cr₁₅-SiO₂ 媒体の H_s 、保磁力 H_c 、核形成反転磁界 H_N の温度変化を Fig. 5 に示す。

5. 熱アシスト磁気記録による磁区形成

磁化を一方向に飽和させた記録媒体に、逆方向に磁界 700 Oe を印加し、アンテナにレーザ光を 10 μs 照射して近接場光による記録を行った。照射するレーザ光強度として選択した 7.5 mW 及び 9.4 mW ではアンテナを使用しない場合に磁区が形成されないことを別途確認した。記録操作後の試料表面の磁気像を Fig. 6 に示す。Fig. 6 (a) に示す 7.5 mW のレーザ光強度では反転軸の形成は観察されない。一方、Fig. 6 (b) に示す 9.4 mW の場合には、アンテナ周辺に輝度の高い磁区反転領域を確認できる。反転磁区の大きさは、アンテナと同程度の 1 μm 程度であった。このことは、近接場光による加熱のみならず、アンテナ全体が加熱された効果も含んでいることを示している。微小磁区のみを観測するためにはアンテナの加熱及び熱拡散を抑制するために、極短時間の熱アシストが重要である。

6. まとめ

近接場光アンテナを媒体上に直接積層する構造を提案し、本構造においてプラズモンアンテナの設計からプラズモンアンテナを用いた熱アシスト磁気記録の実証実験までを示した。今後、微小記録磁区の確認にむけて、短時間加熱記録が重要となる。

7. 謝辞

本研究は、日本大学・理工学部の大貫進一郎准教授、塚本新専任講師、伊藤彰義教授及び東北大学・高橋研教授、斉藤伸准教授の協力を得た。ここに深く感謝の意を表す。本研究の一部は、日本大学 N. 研究プロジェクト、科研費基盤(C) No. 23560413、及び情報ストレージ研究推進機構の助成を受けて行った。

8. 参考文献

- [1] Katsuji Nakagawa, Yuji Osa, Atsumu Tajiri, Yoshito Ashizawa, Shinichiro Ohnuki, Yuzo Sasaki, Shin Saito, Migaku Takahashi, and Akiyoshi Itoh: "Test Method for Thermally Assisted Magnetic Recording Applying Surface Plasmon Antennas Stacked on Magnetic Layer" J. Magn. Soc. Jpn., (Accepted).
- [2] S. Kudoh, J. Kim, K. Nakagawa, and A. Itoh: "Double Layered Electrode for Plasmon Antenna", J. Magn. Soc. Jpn., Vol. 30, pp. 612-615, 2006.

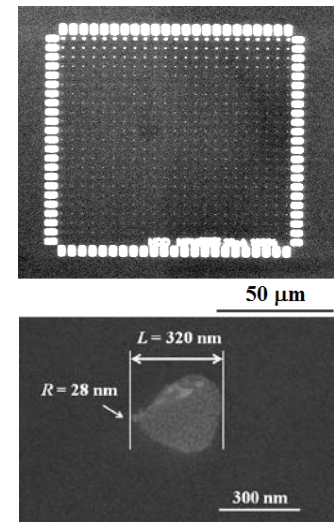


Fig. 4 SEM images of fabricated plasmon antennas stacked on the CoPtCr-SiO₂ granular film.

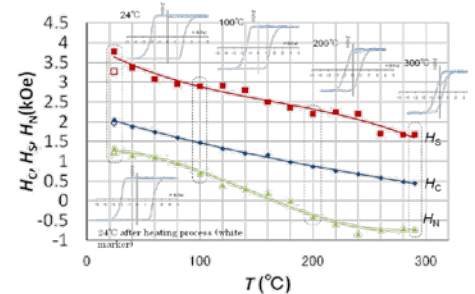


Fig. 5 Temperature dependence of coercive force, H_c , saturation field, H_s , and nucleation field, H_N , of Co₅₅Pt₃₀Cr₁₅-SiO₂ granular film. The H_s at 200 C shows less than 2.5 kOe.

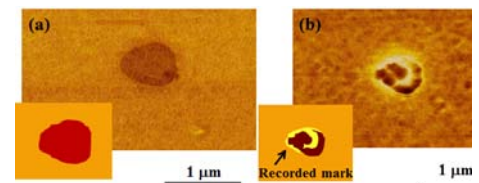


Fig. 6 MFM images of recorded magnetic marks by thermally assisted magnetic recording with laser power 7.5 mW (a) and 9.4 mW (b).