

金属薄膜端部における表面プラズモンの伝搬解析 およびプラズモニック導波路への応用

林慶彦, 田村京介, 芦澤好人, 大貫進一郎, 中川活二
(日本大学)

Electromagnetic analysis of surface plasmon propagation along an edge of a metallic thin film
and application to a plasmonic waveguide for thermally assisted magnetic recording
Yoshihiko Hayashi, Kyosuke Tamura, Yoshito Ashizawa, Shinichiro Ohnuki, and Katsuji Nakagawa
(Nihon University)

はじめに

磁気記録において数 Tbit/inch² の高記録密度を実現する手法として、近接場光を用いた熱アシスト磁気記録が注目されている。我々は、伝搬型表面プラズモンを利用するプラズモニック導波路により、磁性媒体上 10 nm×10 nm の領域に光を局所化できることを報告している¹⁾。しかし、記録媒体を記録温度まで加熱すると、エネルギー伝送の効率が十分でないため、むしろプラズモニック導波路先端に設置した近接場光アンテナが高温になる問題が発生する。そこで本報告では、プラズモニック導波路から記録媒体に効率的にエネルギーを伝送可能なプラズモニック導波路の金属薄膜形状を検討した。

シミュレーションモデル

電磁界解析には時間領域差分(Finite-Difference Time-Domain: FDTD)法を用いた。プラズモニック導波路付き磁気ヘッドを Fig. 1 に示す。Fig. 1 の右図に示した金属薄膜 (Au) の面内形状を検討した。シミュレーションモデルを Fig. 2 に示す。誘電体クラッド (Al₂O₃) 中に誘電体コア (Ta₂O₅) を配置し、誘電体コアに沿ってギャップ 190 nm をあけて厚さ 100 nm の金属薄膜を配置している。真空波長 780 nm、電界の振幅 1 V/m の p 偏光の光をクラッドとコアの境界で入射角 60° で全反射させた。金属薄膜の面内の寸法 (3,000 nm×2,000 nm) は金属薄膜先端角度 ϕ によらず常に一定とした。Fig. 1 に示すプラズモニック導波路の面内形状に注目し、金属薄膜 (Au) の先端角度 ϕ に対する先端部の表面プラズモンの収束度合いを電界強度 2 乗値で評価した。

局所化した近接場光強度の金属薄膜先端角度依存性

先端角度 ϕ を変化した際の金属薄膜先端部における表面プラズモン強度 (コア側表面) を Fig. 3 に示す。先端角度 ϕ が 60° から 20° では、 ϕ の減少と共に電界強度 2 乗値は増大していき、20° 以下では急激に電界強度 2 乗値が減少した。

先端角度 ϕ が減少すると先端へ誘導される表面プラズモンが増大するが、表面プラズモンを励起する面積が減少する。この 2 つの効果の兼ね合いにより金属薄膜先端において最適な表面プラズモン励起条件が存在する。

Fig. 1 の右図に示した金属薄膜形状では媒体を記録温度まで加熱した際に、金属薄膜先端部が約 2200°C まで温度上昇するが、プラズモニック導波路の金属薄膜先端角度を 20° とすることで、金属薄膜先端部の温度上昇を約 400°C にまで低減することができた。

謝辞 本研究の一部は、科研費基盤研究(C) No. 23560413, 平成 25~29 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311020), および情報ストレージ研究推進機構の助成を受けて行われた。

参考文献 1) Kyosuke Tamura, Yoshito Ashizawa, Shinichiro Ohnuki, and Katsuji Nakagawa, *J. Magn. Soc. Jpn.*, **38**, 131-134 (2014).

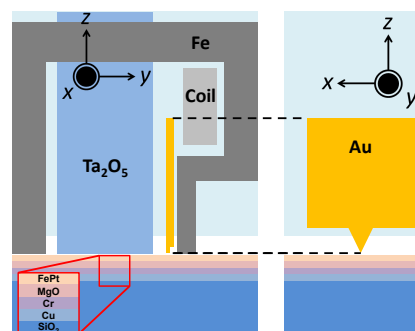


Fig. 1 A model of magnetic head with a plasmonic waveguide.

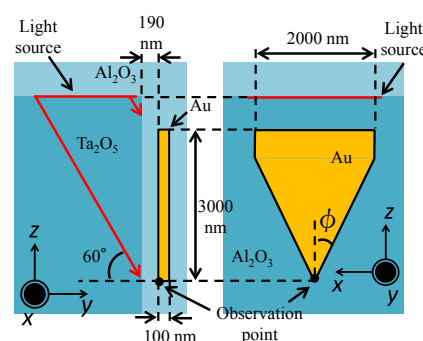


Fig. 2 Simulation model of a plasmonic waveguide to analyze confinement effect at the tip of metal as a function of tip angle ϕ .

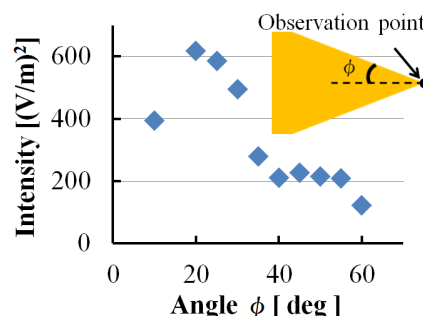


Fig. 3 Intensity depending on angle ϕ at the tip of the metal.