

熱アシスト磁気記録用近接場素子における熱伝搬と電磁界解析

Analysis of Heat Transfer and EM Field in Near-Field Transducer for Heat Assisted Magnetic Recording

○柳尾州¹, 岸本誠也¹, 大貫進一郎²*Shu Yanao¹, Seiya Kishimoto¹, Shinichiro Ohnuki²

Abstract: Heat-assisted magnetic recording (HAMR) with near-field light enables high-density magnetic recording on hard disks. To temporarily reduce coercivity, thermal energy is locally transferred to the recording medium. However, experiments on HAMR using nano-size optical near-field are difficult for performance evaluation of magnetic heads under various conditions. In this research, a simulation model for the FDTD (Finite-Difference Time-Domain) method has been investigated and an object imitating recording media has been irradiated with electromagnetic waves. The purpose of this study is to investigate the generation of thermal energy for the near-field transducer by the analysis of heat transfer and electromagnetic fields.

近年, IoT (Internet of Things) の普及が急速に進展し, 様々な情報デバイスのインターネット接続が実現されている。このため, デジタル情報の量は急激に増加しており, 多様なストレージデバイスの開発が行われている。ハードディスクドライブ (HDD: Hard Disk Drive) は, 現在データセンターにおいて主要なデバイスとして使用されているが, 従来の磁気ヘッドの小型化による記録密度の向上は限界に達している。今後の記録密度の向上に注目されている一つの技術が熱アシスト磁気記録 (HAMR: Heat-Assisted Magnetic Recording) [1] である。HAMR では, 近接場光技術が活用されており, 記録媒体に熱エネルギーを伝達し, 一時的に保磁力を低下させることで高密度の記録を実現する。しかしながら, ナノサイズの近接場光を利用する熱アシスト磁気記録用磁気ヘッドの設計を, 様々な環境変化を考慮した上で, 実験だけで行うことは困難である。

そのため, 本研究では近接場素子と記録媒体の熱の伝搬を FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法 [2] によるシミュレーションモデルの構築を目標と位置づけ, 記録媒体を模した物体に対して電磁波を照射したときに物体内で発生する熱エネルギーの大きさと, その熱による周囲への影響について検証する。近接場素子が生成するジュール熱の算出方法として, 以下の式を用いる。

$$-\frac{\partial}{\partial t} \int_V (W_e + W_m) dV = \int_V E \cdot J_f dV + \int_V (E \times H) da \quad (1)$$

ここで, W_e : 電気エネルギー, W_m : 磁気エネルギー, E : 電場, σ : 導電率, J_f : 電流密度

解析モデルを図1に示す。本研究では PML (Perfectly Matched Layer) によって囲まれた解析空間中に近接場素子を模擬した金属を配置し, 平面波を入射する。電磁波が金属に入射されることにより発生する熱エネルギーを(1)式より算出し, 発生したジュール熱が金属内を伝搬する様子を FDTD 法によりシミュレーションする。

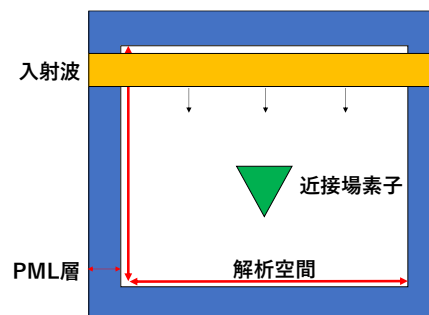


Figure1. 解析モデル

参考文献

[1] K. Nakagawa, et. al., "Thermally Assisted Magnetic Recording Applying Optical Near Field with Ultra Short-Time Heating", J. Magn. Soc. Jpn., 37, pp119-122, 2013.

[2] 宇野亨: 「FDTD 法による電磁界解析及びアンテナ解析」, コロナ社, 1998.

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・教員・電気