

磁気分野への表面プラズモンの応用に関する研究 Researches concerning surface plasmons for magnetic applications

○芦澤好人¹

*Yoshito Ashizawa

Researches concerning surface plasmons for magnetic applications are introduced such as plasmon antennas and plasmonic wave guides for magnetic recording with ultra-high recording density and ultra-high magnetization, and magneto-plasmonic effect for a magnetic sensing.

1. はじめに

現在、誘電体/金属界面の金属内電子の粗密波である表面プラズモンの研究分野が注目を集めている。表面プラズモン共鳴センサや増強ラマン散乱などの化学分野から、プラズモン導波路、光メタマテリアルなどの物理分野まで様々なデバイスへの応用が検討されている。これは表面プラズモンの (1) 金属中での波長サイズまでの集束が可能であること, (2) 媒質の誘電率に敏感であること, (3) 光の周波数で応答可能であること, (4) 光電界強度を増強可能であることなどの特徴を活用するものである。

著者は、これまで表面プラズモンとは無関係の分野であった磁気記録や磁気デバイスにおいて、表面プラズモンを利活用する研究を行ってきた。表面プラズモンを用いることによる HDD の大容量化及び高速化、新機能創成に関して以下に示す。

2. 局在型表面プラズモンの活用

(a) 熱アシスト磁気記録 (HAMR) への応用

従来方式では記録密度の物理限界に直面することが HDD 研究の喫緊の課題となっていた。その物理限界を打破する方法として、記録媒体の局所領域を加熱しながら記録を行う HAMR が注目された。媒体を局所的に加熱するために、表面プラズモンを集光し、光電界を局所領域で増強すること、効率的に表面プラズモンを伝搬することが要求される。プラズモンアンテナ及びプラズモン導波路の設計及び、作製したプラズモンアンテナを用いた記録実験において、プラズモンアンテナによる HAMR を実証した^[1]。

(b) 光直接磁化反転現象の磁気記録への応用

HDD の高速化の物理的限界が媒体の強磁性共鳴周

波数と考えられている中、フェムト秒パルス円偏光照射による超高速磁化反転現象が発見された。局所領域に円偏光を集光可能なプラズモンアンテナを設計^[2]し、本現象を超高速・超高密度磁気記録に適用可能であることを示した。

3. 伝搬型表面プラズモンの活用

表面プラズモンを用いた磁気情報の再生を可能とするために、表面プラズモンの磁気応答材料についての開発を行った。界面の誘電率変化を検出する表面プラズモンセンサの発想を応用するもので、強磁性体の磁化方向と直交方向との誘電率差に起因する誘電率変化を検出する。表面プラズモンの励起状態が外部磁界によって変化する現象は、磁気表面プラズモン効果と呼ばれる。表面プラズモンの励起に適する金属材料種、及び、外部磁界を検出可能な磁気応答材料種、そしてそれらの組合せ方法が重要であることを示し、種々の材料種及び薄膜構成における磁気表面プラズモン効果を実験的に示すことで、磁気センサへの応用の可能性を拓いた^[3]。

4. おわりに

表面プラズモンにおいて実用化される応用が求められている中、HAMR 方式の HDD が商用出荷された。光直接磁化反転現象及び磁気表面プラズモン効果が研究レベルにとどまらず、実用化されることを願う。

謝辞 本研究は、日本大学理工学部電子工学科 中川活二教授との共同研究成果であり、理工学部電気工学科 大貫進一郎教授をはじめとする多くの学内外の研究者に多分なるご協力をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] K. Nakagawa, et. al., *J. Magn. Soc. Jpn.*, **37**, 119, 2013.
- [2] K. Nakagawa, et. al., *J. Appl. Phys.*, **109**, 07B735, 2011.
- [3] K. Narushima, et. al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 07MC05, 2016.