

## 磁気力顕微鏡を応用した磁気ヘッド素子磁界幅検査技術の開発 (2)

### Development of magnetic head inspection utilizing magnetic force microscopy (2)

(株)日立製作所 横浜研究所<sup>1</sup>, (株)日立ハイテクノロジーズ ファインテックシステム事業統括本部<sup>2</sup>

○張 開鋒<sup>1</sup>, 廣瀬 丈師<sup>1</sup>, 渡辺 正浩<sup>1</sup>, 徳富 照明<sup>2</sup>

Hitachi, Ltd., Yokohama Research Laboratory<sup>1</sup>,

Hitachi High-Technologies Corporation, Fine Technology System Business Group<sup>2</sup>,

○Kaifeng Zhang<sup>1</sup>, Takenori Hirose<sup>1</sup>, Masahiro Watanabe<sup>1</sup>, Teruaki Tokutomi<sup>2</sup>

E-mail: kaifeng.zhang.xg@hitachi.com

#### 1. はじめに

HDD ヘッドの製造工程では、生産した磁気ヘッド素子のライトポール幅が設計値と一致するかを検査する必要がある。従来は光学顕微鏡でライトポールの外観形状を検査していたが、HDD の記録密度が年々増加するとともに、ライトポールのサイズは 100nm 以下と小さくなり、光学顕微鏡は適用できなくなった。また、電子顕微鏡を使用すると、素子が破壊される可能性がある。そこで、書込み磁界幅自体を MFM (Magnetic Force Microscope) 技術を用いて、高速・高分解能で検査する技術を開発した。図 1 に装置の基本構成と測定例を示す。ヘッドに書込時と似た高周波

(2MHz) 交流磁界を発生させ、ヘッドの上で、磁性膜を付加したカンチレバーを振動させながら、スキャンする。外部磁界によるカンチレバー振動の位相変化を検出し、位相変化の量が、しきい値を超えた領域の幅を磁界幅として測定する。

本報告ではカンチレバーの機械特性及び探針先端の磁性材料の磁気特性が MFM カンチレバーの磁界感度に及ぼす影響について述べる。

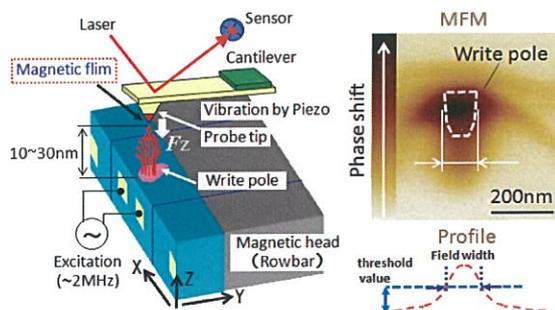


図 1 磁界幅検査装置の基本構成と測定例

#### 2. 実験と結果

##### ①機械特性が磁界感度に及ぼす影響の評価

共振周波数が異なる多数のカンチレバーを用いて、測定感度に及ぼす影響を確認した。実験結果を図 2 に示す。共振周波数が小さくなるのに従って、位相変化量  $\Delta\phi$  が増大する傾向となり、位相変調検出の場合、位相変化量 (磁界感度) は図中の理論式の通り、カンチレバーの共振周波数  $f_0$  と反比例の関係にあることを確認した。

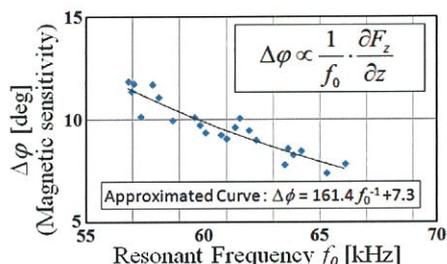


図 2 磁界感度と共振周波数の相関性

##### ②材料の磁気特性と磁界感度との関係の評価

磁界感度は探針に加わる磁気力にほぼ比例する。前報<sup>1)</sup>では磁界感度は  $B_s$  に比例することを報告した。今回は他の磁気特性の影響も含めて評価した。磁気特性  $B_s, H_c, \mu$  は磁気力  $F_{mean}$  と図 3 に示す関係がある。これより解析的な計算モデルを導き、このモデルを用いて、実測した各種磁性材料の  $B_s, H_c, \mu$  から計算した  $F_{mean}$  と、実測した磁界感度の関係を図 4 に示す。このように磁界感度と  $F_{mean}$  は比例することを確認した。

上記した①と②の結果に基づき、カンチレバーの共振周波数と磁性材料の磁気特性から、カンチレバーの感度を試算することが可能である。

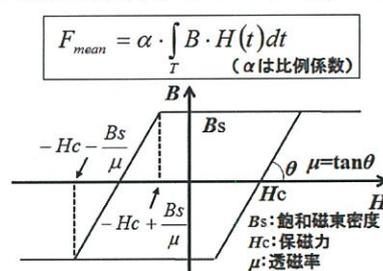


図 3 外部磁界 H と磁束密度 B の近似曲線

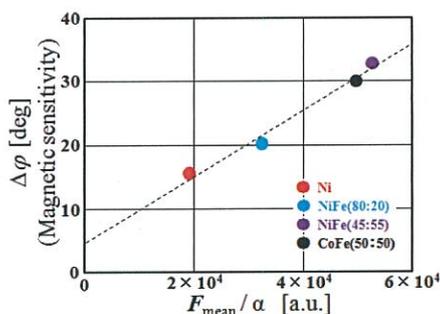


図 4 磁界感度 VS 平均磁気力

1) Kaifeng Zhang, et al., The 73rd JSAP Autumn Meeting, 13p-H6-11, (2012)