

CPP-GMR ヘッドにおけるスピントルクノイズの解析

吉野 剛史, 吉田 和悦, 金井 靖*

(工学院大学, *新潟工科大学)

Analysis of Spin-torque-noise in CPP GMR Head

Takeshi Yoshino, Kazuetsu Yoshida, and Yasushi Kanai*

(Kogakuin University, *Niigata Institute of Technology)

はじめに

現在, 垂直磁気記録方式を用いた HDD が主流となっており, 1 Tbit/inch² 以上の面記録密度の実現が期待されている. そのためには, 再生ヘッドのノイズを低減し S/N 比を向上させる必要がある. 再生ヘッドのノイズとしてはこれまでにジョンソンノイズやショットノイズ, マグノイズが知られている^[1]. しかし, 新しく利用される垂直通電型(CPP)GMR ヘッドにおいては, 注入した偏極スピンと自由層の磁化の相対的な角度差によりスピントルクノイズと呼ばれる攪乱が発生することが報告されており^[2], ヘッドの高感度化に対する問題となっている.

本研究は, ヘッドの自由層に注入する電流密度, および注入スピンの方向がヘッドノイズに与える影響を計算機シミュレーションにより検討したものである.

計算モデル

シミュレータで設定した GMR ヘッドモデルを Fig.1 に示す. 150×150×75 nm³ の計算領域を設定し, その上下に 150×150×15 nm³ のシールド, 上下シールド間の空隙に 50×50×5 nm³ の自由層を設けた. 自由層の両端には 0.5 T の表面磁荷を置き, 縦バイアスを印加した. これらの領域を一辺 5nm の立方体で離散化し, Landau-Lifshitz-Gilbert(LLG)方程式により磁化挙動を計算した. 計算条件は, 自由層とシールドの飽和磁化を 1 T, 交換定数を 1.0×10⁻¹¹ J/m, 磁気異方性定数を 5.0×10³ J/m³ とした. 自由層温度は 330 K とし, 磁化の熱揺らぎを Langevin 法により計算した. 本報告では自由層に注入したスピン方向を x 軸に対して平行又は反平行に設定し, 電流密度 I_j を 0~2.4×10¹² A/m² まで変化させた場合のヘッドノイズの挙動を検討した.

計算結果

Fig.2, 3 に自由層の磁化に対して平行, 反平行スピンを注入した時のノイズパワースペクトラムを示す. 注入電流の偏極方向が平行である場合は, 電流密度の増大に伴いノイズパワーが減少したが(Fig.2), 反平行の場合では, I_j の増大によりノイズパワーの著しい増大の他, ピーク周波数の低下が現れた(Fig.3). これは注入した偏極スピンと自由層磁化の成す角度が拡大し, 磁化に不規則な振動が生じたためである. 以上の結果から, 注入したスピンの方向が自由層磁化の挙動に影響し, その程度はスピンと磁化の成す角度に強く依存することが分かった.

参考文献

[1] M. Shiimoto, H. Katada, K. Nakamoto, H. Hoshiya, M. Hatatani, A. Namba, J. Magn. Soc. Jpn., Vol.31, pp.54-57(2007).

[2] Jian-Gang Zhu and Xiaochun Zhu, IEEE Trans. Magn. Vol. 40, pp.182-188(2004).

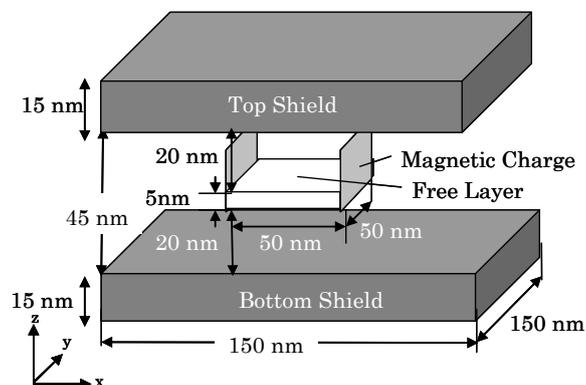


Fig.1 Schematic Diagram of CPP-GMR Read Head.

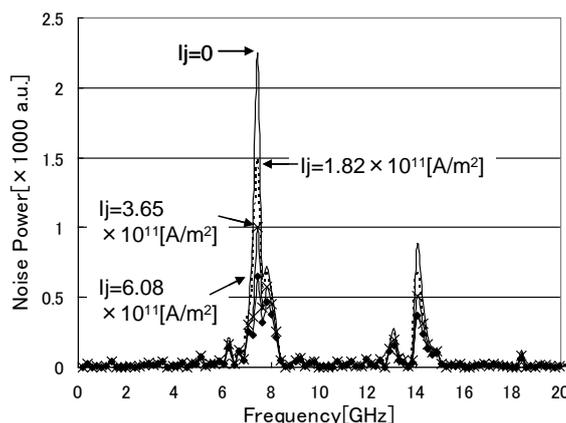


Fig.2 Noise power spectrums induced by injecting polarized spin in parallel to the free layer.

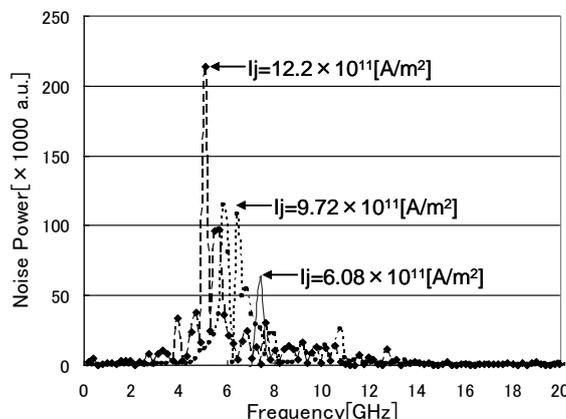


Fig.3 Noise power spectrums induced by injecting polarized spin in anti-parallel to the free layer.