

電圧駆動 MRAM における スピンドYNAMIKSのシミュレーション研究

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

モバイルIT機器は電力の消費量が多いためバッテリー切れの頻度が高くなっており、停電時に情報へのアクセスが困難になる恐れがあります。私が行う研究はモバイルIT機器の省電力化のために、スピントロニクス技術を用いた電圧駆動磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)と呼ばれる新規デバイスを実現することを目標とした理論研究です。電圧駆動MRAMの研究はまだ始まったばかりであるため、実験に先行してMRAMの動作特性を理論的に調べる必要があります。まず理論研究を行なうことで効率的な研究開発が可能になります。

MRAMを構成する磁性体の特徴から書き込みエラー率および書き込み速度の飽和磁化依存性について明らかにすることが実用化に向けて必要な課題の一つです。課題を解決するために必要なことは、磁化が反転する際に生じる渦電流が反転確率に与える影響を解析することです。また、電圧駆動MRAMが目指すメモリとして必要な非常に小さな反転確率を実現するには渦電流による摩擦の大きさがどの程度で有り、それが反転確率にどの程度の影響を与えるのかを解析する必要があります。

■ 活動内容

磁気モーメントの動的な振る舞いを記述する方程式であるLLG方程式を用いて調べます。磁気モーメントの運動方程式によって時間の経過とともに磁気モーメントは歳差運動をし、ダンピング項を追加することにより有効磁界に平行な方向に傾きます(図を参照)。以上より磁化の反転を調べることが出来ます。

LLG方程式を計算するにあたって連続の関数はコンピュータでは計算することが出来ないため、連続の関数であるLLG方程式は離散的な関数に近似する必要があります。そこで本研究では4次のルンゲ・クッタ法によって近似します。近似する方法にはオイラー法やホイン法などがありますが4次のルンゲ・クッタ法を用いる理由は、計算量と精度のバランスが良いとされているからです。

これまでは、磁気モーメントの運動方程式とダンピング項からなるLLG方程式のプロットをすることが出来ました。実用化に向けてMRAMを微細化すると熱揺らぎの影響が大きくなるため、今後は耐熱性を評価する必要があると考えています。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

「磁化制御方法、情報記憶方法、情報記憶素子及び磁気機能素子」

特許第5360774号

鈴木義茂ら

「電圧駆動型スピントロニクス三端子素子」

特開2014-053546

野崎隆行ら

「双極性電圧書き込み型磁気メモリ素子」

特願2016-141940

今村裕志ら

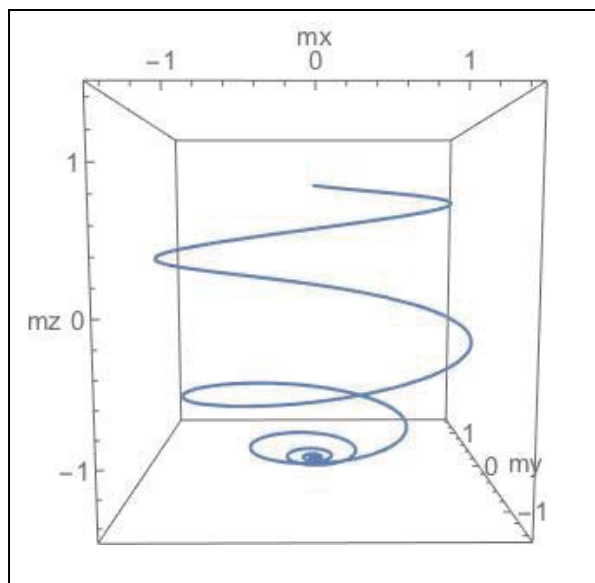


図.磁界中での磁気モーメントの運動

代表発表者 佐藤 智幸 (さとう ともゆき)

所属 産業技術総合研究所
スピントロニクス研究センター

問合せ先 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2
TEL:029-861-5433 FAX:029-861-3432
tomoyuki.sato@aist.go.jp

■キーワード: (1) 電圧駆動 MRAM
(2) スピントロニクス
(3) 電磁気学