

# 修士学位論文概要

題目 垂直磁化 TbFe メモリ層を有する磁気トンネル接合における熱アシスト磁化反転

氏名 藤澤 佑樹

## 【概要】

不揮発性で高速動作が可能な磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)は、次世代ユニバーサルメモリとして期待されている。しかし、現在実用化の進められている方式では、素子の微細化に伴い書き込み電流が大きくなり、消費電力の増大につながることから、MRAMの大容量化には書き込み電流の低減が必須となっている。この問題を解決するために、書き込み時に素子に直接電流を流すことでジュール熱を発生させ、一時的に磁気異方性を下げ、低電流で書き込みを可能にする熱アシスト型 MRAM が提案されている。本研究では高い垂直磁気異方性を有しているため室温で高い熱安定がある一方、低いキュリー温度であるため熱アシストに適した TbFe 層を用いた垂直磁化トンネル接合を提案し、熱アシストによる磁化反転を試みる。

超高真空マグネトロンスパッタ装置などを用い、下部、上部磁性層をそれぞれ Co/Pd 多層膜, TbFe 膜とし、それらが MgO 層を挟んだ接合(接合面積  $2.4 \mu\text{m} \times 2.4 \mu\text{m}$ )のスピントネル素子を作製した。

Fig.1(a)は、MgO 層厚 1.6 nm の素子の MR 曲線を示しており、低磁界、高磁界での抵抗変化がそれぞれ Co/Pd 多層膜, TbFe 膜の磁化反転に対応している。Fig.1(b)は外部磁界 2.6 kOe のもとでパルス幅 100 msec の電流を流し、熱アシスト磁化反転を観察した結果である。なお、初期状態で Co/Pd 層は磁界に平行、TbFe 層は磁界に反平行と設定した。Fig.1(b)のように、ある程度までのパルス電流では、反平行(AP)状態を維持し高抵抗であるが、約 5 mA の電流で抵抗が急減している。これはトンネル接合にパルス電流を流すことでジュール熱が発生し、TbFe 層の磁気異方性が下がったため、保磁力よりも低い磁界で TbFe 層の磁化が反転し、平行(P)状態へ遷移したことを示している。AP 状態と P 状態の中間の抵抗となる電流から見積もった反転に必要な電力密度の外部磁界依存性を Fig.2 に示す。Fig.2 より絶縁層 1.4 nm(破線)の素子において 100 Oe 程度の低磁界においても、およそ  $2000 \mu\text{W}/\mu\text{m}^2$  の電力密度で磁化反転が可能であることが明らかになった。

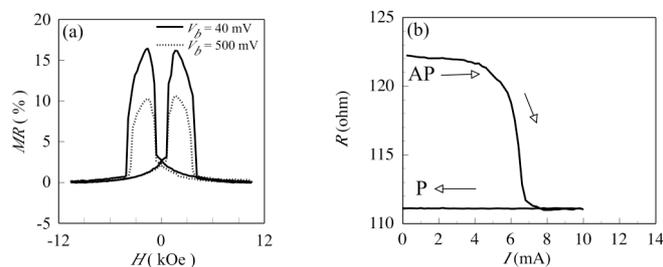


Fig.1 (a) MR and (b) I-R curves measured at an external field  $H_{ext}=2.6$  kOe for the MTJ of [Co/Pd] / MgO / TbFe.

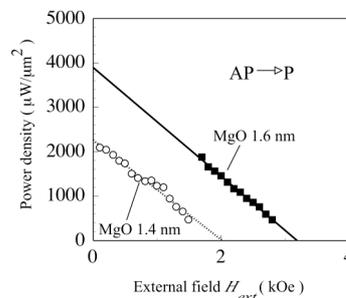


Fig.2 Power density for TA-switching of MTJs as a function of external field.

## 【学会発表等】

International Conference of the Asian Union of Magnetics Societies 2012, Nara, Japan, 4pPS-42 (2012)

