

修士学位論文概要

題目 TbFeCo層を用いた垂直磁化トンネル磁化接合における熱アシスト磁化反転

氏名 野田 晃司

【概要】

熱アシスト磁化反転は高い熱安定性と低磁界での磁化反転を両立できるため、磁気記録の飛躍的高密度化を可能とする技術として活発に研究されている。これを磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)に利用する熱アシスト型 MRAM が提案されている。熱アシスト型 MRAM では、書き込み時に MTJ 素子に直接電流を流すことで、磁性層を加熱し低磁界での書き込みを行う。このため、室温で高い磁気異方性を持った材料を用いることができ、その材料として我々が注目しているのが、希土類-遷移金属(RE-TM)合金である。RE-TM合金は、高密度化に適した垂直磁化膜であり、高い熱安定性が容易に得られ、磁化の温度依存性を容易に制御できるという熱アシスト型 MRAM に適した特性を有する。本研究では、RE-TM 膜である TbFe(Co)層をメモリー層に用いた MTJ 素子を作製し、熱アシスト書き込みを行い、熱アシスト型 MRAM への基盤技術を確立することを目的としている。

超高真空マグネトロンスパッタ装置により、熱酸化膜付 Si 基板上に substrate / Ta (10 nm) / [Pd (1.6 nm) / Co (0.4 nm)]₆ / Al-O (0.8 nm) / (Co₉₀Fe₁₀)₉₂B₈ (0.5 nm) / Tb₁₅Fe₈₅ (20 nm) / Ta (5 nm)を成膜し、接合面積 20 μm × 20 μm および 1 μm × 1 μm の素子を作製した。Al 層の酸化は、Al₂O₃ ターゲット上に O₂ プラズマを生成し、Al 層成膜後の試料を対向させることで行った。

Fig.1(a)は作製した素子に膜法線方向に磁界を印可して得たMR特性である。MR比は約10%であり、低磁界(1 kOe)および高磁界(4 kOe)側でのMR比の変化はそれぞれCo/Pd膜およびTbFe層の磁化反転に対応している。また、破線で示した曲線はバイアス電圧(350 mV)をかけたときのMR曲線である。高バイアスでは、TbFe層の保磁力が低下していることがわかる。これは、素子に発生したジュール熱によりTbFe層の保磁力が低下したためと考えられる。Fig.1(b)は外部磁界2.0 kOeを印可して熱アシスト書き込みを観察した結果である。なお、初期状態でCo/Pd層は磁界に平行に、TbFe層は磁界に反平行になるようにしている。Fig.1(b)のように、ある程度までのパルス電流印加までは、反平行(AP)状態を維持し高抵抗であるが、約40 mAの電流で平行(P)状態への遷移を示す抵抗の減少が見られた。P状態とAP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。この図(実線)から100 Oe程度の低磁界において必要な電力密度は、およそ80 μW/μm²と十分低電力で磁化反転が可能であると見積もられた。また、破線の素子はCoFeBをなくしメモリー層の保磁力を大きくした素子についての結果であり、傾きはほぼ等しく右にシフトした様なグラフとなった。

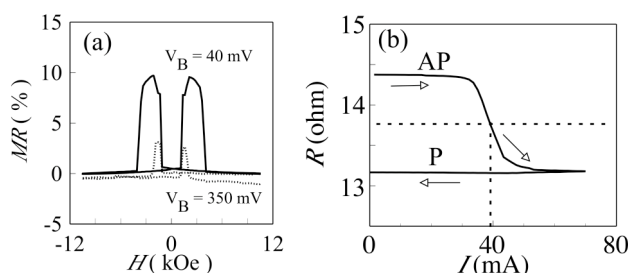


Fig.1 (a) MR curve and (b) $I - R$ curve taken at an external field of $H_{ext} = 2.0$ kOe for the MTJ of [Pd / Co]₆ / Al-O (0.8 nm) / CoFeB (0.5 nm) / Tb₁₅Fe₈₅ with cell sizes of 20 μm × 20 μm.

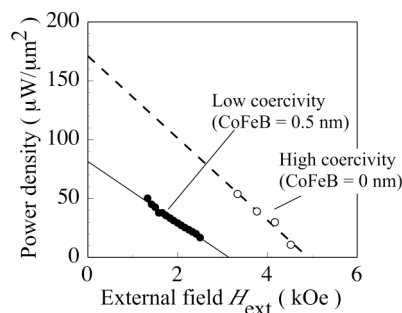


Fig.2 Critical power density for thermally assisted switching of MTJs as a function of an external field

【学会発表等】

平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-182

第 34 回日本磁気学会学術講演会, 4pB-5, つくば国際会議場 (2010)

International Conference of the Asian Union of Magnetics Societies, Jeju Island, Korea, CP01, (2010)