

平成30（2018）年度修士論文発表内容要旨

電子工学専攻

氏名	趙望臻	研究室名	岩田研究室
題目	<p>Spin transfer torque switching of hybrid memory layers with low Curie temperature CoPd/Pd multilayers</p> <p>低キュリー温度CoPd/Pd多層膜を用いたハイブリッドメモリ層のスピン注入磁化反転</p>		

我々の研究グループでは大容量MRAMを実現するうえで必要となる高効率な磁化反転を実現するメモリ層として、低いキュリー温度（低 T_C ）を有する層と高 T_C の層を交換結合させた積層型ハイブリッドメモリ層に注目し、低 T_C 層としてCoPd/Pd多層膜、高 T_C 層としてCo/Pd多層膜を用いた交換結合積層膜の磁気特性の温度依存性を検討してきた。本研究では、ハイブリッドメモリ層を用いた巨大時期抵抗効果（GMR）接合を作製し、スピン注入磁化反転を行うとともに、ハイブリッドの構成を変化させて、素子の磁化特性やスピン注入磁化反転の臨界反転電流密度 J_{c0} 、メモリ層の熱安定性指標 Δ を室温と高温で調べた。また、さらなる磁化反転効率向上のため、新たな三層ハイブリッドメモリ層を設計した。

Fig. 1は作製したGMR接合の膜構成の例であり、リファレンス層にCo/Pt多層膜、メモリ層に $[\text{Co}/\text{Pd}]_N/[\text{CoPd}/\text{Pd}]_M$ ($M + N = 6$)ハイブリッド層を用いている。Fig. 2は微細加工後の素子の光学顕微鏡写真である二層ハイブリッドの積層回数 (M, N) の異なる4つの素子を作製した。GMR接合部の直径は120 nmから200 nmまで変化させた。Co/Pd層のスピン注入磁化反転は、GMR接合にパルス幅10 μs から100 msのパルス電流を印加することで確認した。 J_{c0} のパルス幅依存性からパルス幅1 nsecでの反転電流密度 J_{c0} と Δ を求めた。図には示していないが、 J_{c0} と Δ は接合サイズに依存せず一定値となっており、磁化反転はメモリ層内部での反転核生成が支配していると考えられる。Fig. 3は M, N の異なるハイブリッドメモリ層の J_{c0} の測定温度依存性である。低 T_C CoPd/Pd多層膜の積層回数 N が多いほど、 J_{c0} が大きく、温度が高いほど N の増加による J_{c0} の低減が大きい。これはハイブリッド構造とすることで、熱アシスト効果により、高効率な磁化反転が可能となることを示す結果と言える。Fig. 4は、高 T_C /低 T_C /高 T_C 三層膜の室温および172 $^{\circ}\text{C}$ でのKerrループである。高温では高 T_C の2つの磁性層が独立に反転しており、低 T_C のCoPd/Pd層を介した交換結合が温度により制御できることが分かる。

発表歴

論文：IEEE Transactions on Magnetics, vol. 54, issue 11, p. 340145 (2018)

学会発表：IEEE International Magnetics Conference 2018, Singapore /第42回日本磁気学会学術講演会, Tokyo/ 40th International Symposium on Dry Process, Nagoya, Japan/物質・デバイス領域共同研究拠点研究会2018, 伊豆長岡

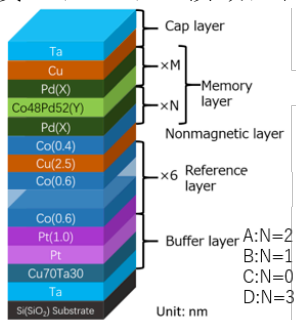


Fig. 1膜構成

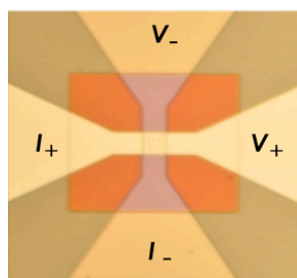


Fig. 2素子の写真

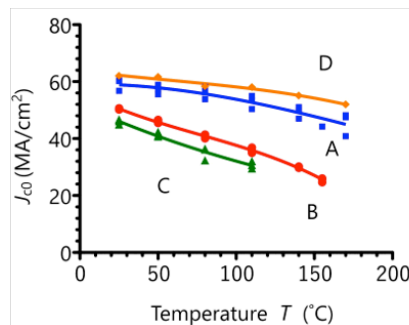


Fig. 3 J_{c0} の温度依存性

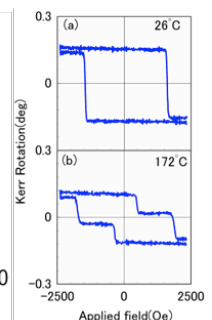


Fig. 4三層構造の温度依存性