

低キュリー温度 CoPd/Pd 系多層膜を用いた MRAM 用交換結合ハイブリッドメモリ層

趙望臻、木村匠、董夏茵、大島大輝、加藤剛志、園部義明*、川戸良昭*、岩田聡
(名古屋大学, *サムスン日本研究所)

Exchange coupled hybrid memory layer with low Curie temperature CoPd/Pd multilayer for high-density magnetic random-access memory cells

W. Zhao, T. Kimura, X. Dong, D. Oshima, T. Kato, Y. Sonobe*, Y. Kawato*, S. Iwata
(Nagoya Univ., *Samsung R&D Institute Japan)

1. はじめに

MRAM における磁化反転には、スピン注入磁化反転が利用されているが、10 Gbit 級の大容量の MRAM を実現するには、高い熱安定性 Δ と低い臨界電流密度 J_{sw} を両立させる高効率な磁化反転手法の開発が求められている。大容量 MRAM を実現するメモリ層として、異なるキュリー温度の磁性層を交換結合したハイブリッドメモリ層が提案されている[1]。これまでに我々は、高キュリー温度 (T_C) の Co/Pd 多層膜 (ML) と低 T_C の CoPd/Pd ML の交換結合二層構造ハイブリッドメモリ層を作製し、CoPd/Pd ML の T_C 以上である 170°C から冷却する過程で CoPd/Pd ML の磁化方向が、交換結合により高 T_C Co/Pd ML の磁化方向に支配されることを報告した[2]。今回我々は、(高 T_C Co/Pd ML)/(低 T_C CoPd/Pd ML)/(高 T_C Co/Pt ML) の三層ハイブリッド構造の磁化過程を報告するとともに、低 T_C CoPd/Pd メモリ層のスピン注入磁化反転について報告する。

2. 実験方法

熱酸化膜付 Si 基板上にマグネトロンスパッタ法により、Si sub. / Ta (10 nm) / Pt (5nm) / [Pt (1.2 nm) / Co (0.4 nm)]₆ ML / [Pd (1.2 nm) / Co₄₈Pd₅₂ (0.3 nm)]₃ ML / [Pd (1.2 nm) / Co (0.4 nm)]₃ ML / SiN (5 nm) (サンプル A) を作製した。中間層の CoPd/Pd ML は 130 °C 程度の低い T_C を持つ。また、この低 T_C CoPd/Pd ML を非磁性の Pd (4.5 nm) に置き換えたもの (サンプル B) も作製し、その磁化過程を比較した。

3. 実験結果

図 1 は室温及び 172°C における三層ハイブリッド膜(サンプル A) の Kerr ループを示している。高 T_C の Co/Pd ML および Co/Pt ML が低 T_C CoPd/Pd ML 中間層を介して交換結合するため、三層が同時に反転している。一方、172°C では、二つ高 T_C ML が独立に反転し、Kerr ループが二段の形状になっており、高 T_C の Co/Pd および Co/Pt の保磁力 H_c はそれぞれ、0.42 kOe, 1.8kOe である。図に示されていないが、中間層を Pd (4.5 nm) としたサンプル B の室温における Kerr ループはサンプル A の 172°C での Kerr ループと同様、二段のループになっている。図 2 は、サンプル A の(a) Kerr 回転角と(b)保磁力の温度依存性を示している。Kerr 回転角は温度上昇とともに減少する。図 2 (b)は、サンプル A が室温から 130°C まで中間層を介した交換結合により三層同時に反転しているが、130°C を超えると、Co/Pd ML と Co/Pt ML が独立に反転するようになり、温度上昇とともに、保磁力がそれぞれ減少、増加することを示している。これより、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。講演では、低 T_C の CoPd / Pd ML のスピン注入磁化反転の結果も述べる。

4. 参考文献

- [1] Machida et al., IEEE Trans. Magn., **53**, 2002205 (2017).
[2] W. Zhao et al., IEEE Trans. Magn., DOI: 10.1109/TMAG.2018.2828138 (2018).

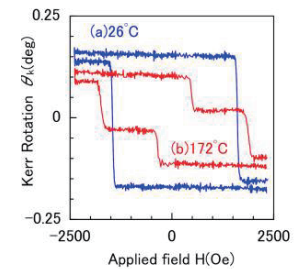


Fig. 1 Kerr hysteresis loops of sample A, [Co/Pd] / [CoPd/Pd] / [Co/Pt], measured at (a)26°C and (b)172°C.

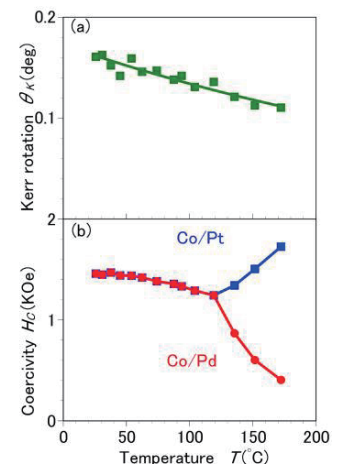


Fig. 2 Temperature dependence of Kerr rotation and coercivities of Pt/Co and Pd/Co MLs in the sample A.