

ピン層からの漏れ磁場が磁気センサ型強磁性トンネル接合の リニアリティに与える影響

中野貴文, 佐野豊, 大兼幹彦, *矢野敏史, *青建一, 永沼博, 安藤康夫
(東北大, * (株) デンソー)

Influence of stray field from pinned layer on linearity in magnetic tunnel junctions for magnetic sensor

T. Nakano, Y. Sano, M. Oogane, *T. Yano, *K. Ao, H. Naganuma, and Y. Ando
(Tohoku Univ., *DENSO CORP.)

はじめに

強磁性トンネル接合 (MTJ) の磁気センサ応用を目指した研究が盛んにおこなわれている。磁気センサに必要な磁場に対する線形な抵抗変化 (MR) を得る方法として、垂直磁化膜をセンシング層に利用することが挙げられる。我々は垂直磁化 CoFeB センシング層を有する MTJ における線形な MR カーブ, ならびに感度とリニアリティの関係性を報告した¹⁾。これまで報告した MTJ におけるリニアリティは、単純な磁化回転モデルから予想される値と一致しておらず、その原因としてピン層端部からの漏れ磁場の影響が考えられる。本研究では、微細加工プロセスのイオンミリング深さを変化させ、リニアリティに対する影響を調査した。

実験方法

DC/RF マグネトロンスパッタにより、次の試料を作製した：Si substrate / Ta (5) / Ru (10) / Ir₂₂Mn₇₈ (10) / Co₇₅Fe₂₅ (2) / Ru (0.85) / Co₄₀Fe₄₀B₂₀ (3) / MgO (2) / Co₄₀Fe₄₀B₂₀ (1.4) / Ta (5) / Ru (8) (nm)。フォトリソグラフィ法により 80 × 40 μm² の素子に微細加工した。このとき、Ar イオンミリングのストップ位置を次の 3 通りに変化させた：(1) MgO バリア中、(2) CoFeB ピン層中、(3) Ru 下部電極中。ミリング深さの検出には、四重極質量分析計を内蔵するイオンミリングプローブを用いた。微細加工した素子は、真空中において面内磁場 1 T を印加しながら、300°C で 1 h 熱処理をおこなった。MR 測定には面内磁場下における直流 4 端子法を用いた。

実験結果

Fig.1 にミリング深さを変えた各 MTJ の代表的な MR カーブを示す。いずれの MTJ においてもゼロ磁場近傍で線形な MR カーブが得られた。一方、それぞれの MR カーブが極大値をとる磁場、すなわち積層フェリ (SyF) 構造中の反平行な磁化配列が崩れ始める spin-flop 磁場の大きさはミリング深さによって異なる。これはミリングにより SyF 構造中の強磁性層の体積が減少し、ゼーマンエネルギーの大きさが変化したためだと考えられる。得られた MR カーブからリニアリティ (±100 Oe の範囲で抵抗の実験値とその近似直線の差をフルスケールで規格化した値 [%FS]) を算出した。素子間のバラつきはあるが、MgO バリアでミリングを止めた MTJ が最も良いリニアリティを示した (0.48 %FS)。ミリング深さを最適化することにより、ピン層からの漏れ磁場を低減し、リニアリティを改善できることが明らかになった。

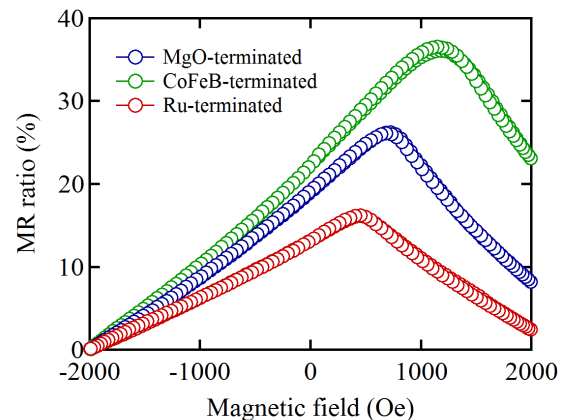


Fig. 1. MR curves for the MTJs with the different milling depths.

謝辞

本研究は東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター (CIES) による支援を受けた。

参考文献

- 1) T. Nakano, *et al.*, submitted to IEEE Trans. Magn.