

令和元（2019）年度修士論文発表内容要旨

電気工学専攻/電子工学専攻/情報・通信工学専攻

氏名	伊藤 弘将	研究室名	岩田聡研究室
題目	巨大磁気抵抗センサにおける スピン軌道トルクによる磁化変調方式の研究		

はじめに

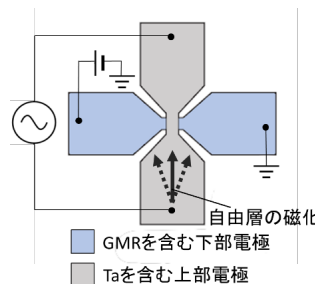
高空間分解能で高感度な磁界センサとしてスピンバルブ型巨大磁気抵抗（Spin valve - giant magnetoresistance : SV-GMR）センサが知られている。これまで我々は、高感度で低ドリフトのSV-GMRセンサとして、フリー層の磁化方向を交流磁界で変調する方式を検討してきた。磁化変調用交流磁界はヘルムホルツコイルやAI導体パターンへ交流電流を流すことにより印加してきたが、この方式では不要な空間にも磁場が印加されるためエネルギー利用効率が悪い。本研究ではGMR素子上のフリー層に隣接して設けたTa層に交流電流を流すことで発生するスピン流をフリー層に直接注入することでその磁化方向の交流的変調を試みた。この方式では、GMRフリー層にのみスピン流が流入するため、磁場を利用する方式に比べ原理的にエネルギー効率が低い。

実験結果

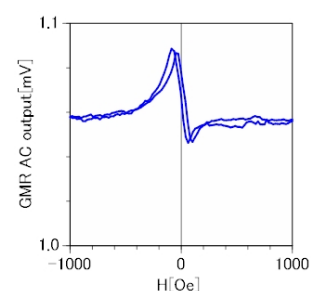
図1に膜構成、素子構造及び磁化変調測定結果を示す。図(a)のように反強磁性/強磁性交換結合層（ピン層）が基板側にあるボトム型SV-GMRを作製した。先行研究によりNiO層は二つのフリー層間の電氣的絶縁と反強磁性磁気構造を介した磁氣的結合という効果がある。上部Ta層に交流電流を印加することでスピン流がCoFe層に流入し、CoFe層の磁化方向を変調するが、NiO層により電氣的に絶縁されているため、この交流電流がGMRの出力に影響を与えない。一方、NiO層を介して二つのフリー層は磁氣的に結合しているため、スピン流によりCu層に隣接するCoFe層の磁化方向を変調することが可能となる。このSV-GMRに対して微細加工を行い、図(b)に示すような素子を作製した。Taを含む上部電極へ交流電流（500 Hz、振幅2 mA）を、GMRを含む下部電極に1 mAの直流電流を印加し、困難軸方向に磁界を印加した際のGMR膜の交流電圧出力を測定した（図(c)）。困難軸方向に1 kOe加え、ピン層の磁化を困難軸方向へ向けた場合でも500 Hzの出力信号が得られているが、これはNiO層で完全に電氣的絶縁が取れていないためと考えられる。一方、ゼロ磁界付近で500 Hzの出力が増加しているが、これはTaからのスピン流流入により、フリー層の磁化方向が変調されたためと考えられる。

Ta	2nm
Co ₉₀ Fe ₁₀	10nm
NiO	10nm
Co ₉₀ Fe ₁₀	5nm
Cu	2.2nm
Co ₉₀ Fe ₁₀	3nm
MnIr	10nm
Ni ₈₀ Fe ₂₀	5nm
Ta	5nm
Si sub.	

(a)



(b)



(c)

図1作製したスピン軌道トルク磁化変調方式GMRセンサの (a)膜構成, (b)素子構造の模式図, (c) スピン軌道トルク磁化変調時のGMR交流出力の困難軸方向磁場依存性