

修士学位論文概要

題目 Co/Pd 多層膜と ZnO スペーサ層を用いた CPP-GMR 素子の磁気抵抗特性

氏名 金城 卓史

【概要】スピントロニクス分野においてスピン FET は既存の FET に論理情報の記憶を付加させることが可能であり、高機能ポスト CMOS デバイスとして盛んに研究が行われている。スピン FET の構造は従来の FET の構造とほぼ同様であるが、ソース、ドレイン両電極に強磁性体を用い、両電極の磁化の相対角度とゲート電圧により電流を制御するという特徴を持つ。

スピン FET は、両電極に用いている強磁性体の磁化方向を不揮発性の情報として利用できる。またソース、ドレイン両電極の磁化の向きにより FET の出力が異なるため書き換え可能な論理回路を作る事ができる。しかしソースから半導体のチャンネルへ電子を注入するとき、界面拡散やコンダクタンスミスマッチにより、電子の持っているスピンの情報が失われてしまうという問題があり、実現には至っていない。そこで本研究ではまず強磁性体との界面拡散が生じにくいと考えられている酸化物半導体である ZnO に注目し、ZnO/強磁性界面におけるスピン注入効率、スピン拡散長を調べることを目的とする。このため作成が容易な強磁性層/ZnO/強磁性層の三層構造膜に膜法線方向に電流を流す Current-Perpendicular to Plane 型の巨大磁気抵抗素子(GMR)素子を作成した。

素子を作成するにあたって、まず結晶性の優れた ZnO 層の作成を試みた。酸化物のスパッタ成膜においてマグネトロンプラズマ中に高エネルギー負イオン空間分布が存在し、基板位置に依存して酸化膜の結晶性が変化するという報告がある。そこで、ZnO について、本研究でも同様のことを検討した。

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 ZnO 単層膜を作成し、X 線回折装置(XRD)を用いて結晶性を評価した。図 1 は直径 2 inch のターゲット中心から x(mm)離れた位置で成膜した試料を XRD により測定したときの ZnO 002 ピーク強度の変化を示している。x の増加によりピーク強度は増大し、x = 40mm で最大となっており、これは基板位置がターゲット中心から離れることで、ターゲットからの高エネルギーをもつ酸素負イオンの入射が減少するためと理解される。x = 40mm 以上では ZnO 膜厚の減少によりピーク強度が減少したと考えられる。

次に超高真空マグネトロンスパッタ装置により、substrate / Ta(10 nm) / [Pd(1.2 nm) / Co(0.6 nm)]₆ / Zn(0.7 nm) / ZnO(1.6 nm) / [Co(0.4 nm) / Pd(1.6 nm)]₆ / Ta(5 nm)の構成を持つ多層膜を成膜した。なお、ここで ZnO の成膜時のみ基板位置をターゲット中心より 40 mm ずらした。ZnO の下部層と上部層に Co/Pd 多層膜を用いたが、Co の膜厚を変えることにより保磁力差をつけた。さらに ZnO による上下の Co 層の酸化を防ぐため薄い Zn 層を挿入している。多層膜の MH 曲線を図 2 に示す。図 2 の MH 曲線より上部層、下部層の保磁力はそれぞれ 900Oe、600Oe 程度でありそれぞれ独立して磁化反転していることがわかる。図 3 に多層膜の MR 曲線を示す。図 3 の MR 曲線より、上下両磁性層の磁化が反平行となる磁界付近で抵抗値が上昇することが確認された。

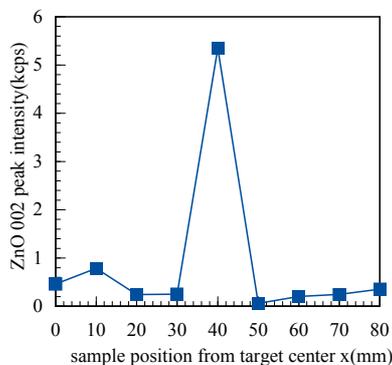


図1 ターゲット中心から x(mm)離れた位置での単層膜の ZnO(002)ピーク強度の変化

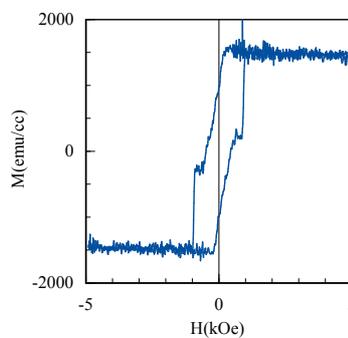


図2 MH 曲線

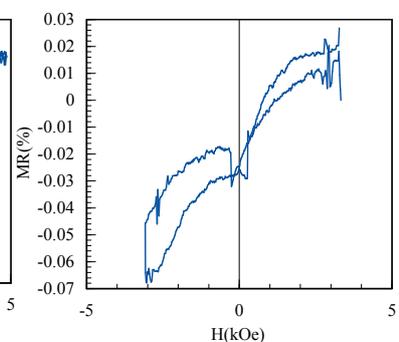


図3 MR 曲線

【学会発表等】

平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 静岡大, 静岡, B3-4 (2013)

