

岩塩型 ZnO/MgO を用いた 全単結晶磁気トンネル接合の作製

SATテクノロジー・ショーケース2019

■ 研究背景

縦型スピントロニクス電界効果型トランジスタ(Spin-FET)は不揮発性を有することから、待機電力の抜本的な低減が期待されている。同素子を実現するためには、2つの強磁性金属層で半導体障壁層を挟んだ磁気トンネル接合(MTJ)を新たに開発する必要がある。MTJは、接合抵抗が2つの強磁性層の磁化が平行時に低く、反平行時に高くなることが特徴である。この抵抗変化率はMR比と呼ばれ、MTJの性能指数となる。高いMR比を得るためには、岩塩型構造を有する障壁層の導入が望ましいことが理論・実験の両面から明らかになっている。代表的な半導体であるZnOは、ウルツ型構造を有するが、準安定相として岩塩型構造が存在することが報告されている。そこで本研究では岩塩型ZnO障壁層を有するFe/ZnO/MgO/Fe 全単結晶MTJの作製を試み、磁気輸送特性を調べた。

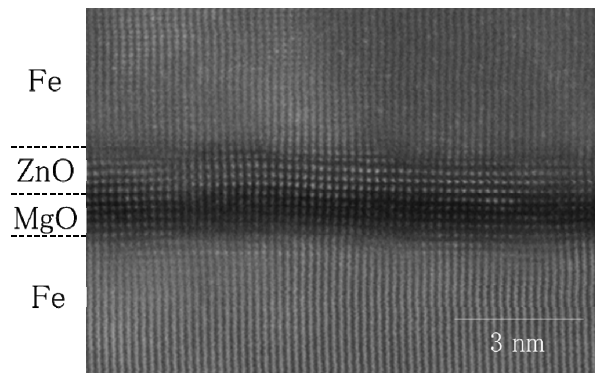


図1 Fe/ZnO/MgO/Fe MTJの断面電子顕微鏡像

■ 実験方法

膜試料は分子線エピタキシー法によりMgO(001)基板上に作製された。試料構造は、Au(10nm)/Co(10nm)/Fe上部電極(5nm)/ZnO(1.2)障壁層/MgO(1)シード層/Fe下部電極(30)である。磁気抵抗は、MTJに微細加工された素子(3×12μm)を用いて測定した。

■ 実験結果

図1に作製したFe/ZnO/MgO/Fe膜の断面電子顕微鏡像を示す。全ての層は単結晶であることが示された。また、ZnO層の極微電子線回折像測定より、同層は岩塩型構造を有することが確認された。図2に、作製したMTJの室温および20KにおけるMRカーブを示す。図中の矢印は強磁性層の磁化の向きを表す。期待通り、MTJの抵抗は、磁化の平行配置時に低く、反平行配置時に高くなっている。MR比は室温および20Kにおいて、それぞれ96%および127%であり、一般的なアモルファス障壁層を用いたMTJでの値(10~30%)と比較して数倍高い値を示した。本実験結果は、岩塩型ZnO障壁層を有するMTJをベースとした縦型Spin-FETの実現に繋がる成果である。

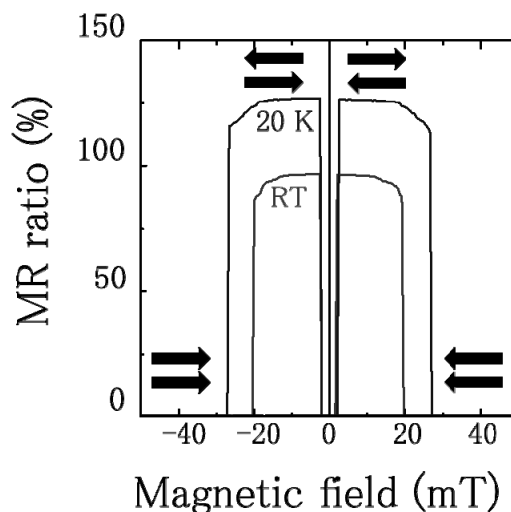


図2 Fe/ZnO/MgO/Fe MTJ 素子の室温における磁気抵抗変化率

代表発表者 昆 慎太郎 (こん しんたろう)
所 属 千葉工業大学大学院 工学研究科
電気電子情報工学専攻
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
スピントロニクス研究センター
半導体スピントロニクスチーム
問合せ先 〒305-0821 茨城県つくば市春日 2-9-6
TEL: 080-6584-5241
basketball1771@gmail.com

■キーワード: (1) スピントロニクス
(2) 半導体
(3) 結晶工学
■共同研究者: 齋藤 秀和
所属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
スピントロニクス研究センター
半導体スピントロニクスチーム