

# MnAs/ZnSnAs<sub>2</sub>/ZnSnAs<sub>2</sub>:Mn の磁気輸送特性

長岡技術科学大学 電気系

◎大前 洗斗, 神保 良夫, 内富 直隆

E-mail: oomae@stn.nagaokaut.ac.jp

## 1. 序論

近年、半導体スピントロニクスにおいて、強磁性体/半導体のヘテロ接合が盛んに研究されている。特にその応用としてスピバルブ効果は、スイッチング素子やメモリ素子への応用が考えられ、多くの研究報告がある。強磁性体としては、希薄磁性半導体と強磁性金属が強磁性電極として使用される。

希薄磁性半導体 ZnSnAs<sub>2</sub>:Mn は、室温で強磁性を示し、そのキュリー温度は 333 K と報告されている[1]。一方、強磁性金属である MnAs は、321 K のキュリー温度を持つ。これら 2 つは、InP(001)基板上への分子線エピタキシー (MBE) によりエピタキシャル成長が可能である[1,2]。

本発表では、上記 2 つを用いた MnAs/ZnSnAs<sub>2</sub>/ZnSnAs<sub>2</sub>:Mn 3 層構造を半絶縁性 InP(001)基板上に作製し、得られた磁気抵抗効果について報告する。

## 2. 実験方法

MBE 法により InP(001)基板上に ZnSnAs<sub>2</sub> バッファ層を成膜した後、MnAs(20 nm)/ZnSnAs<sub>2</sub>(2 nm)/ZnSnAs<sub>2</sub>:Mn(50 nm)を作製した。磁化特性は、試料振動磁力計(VSM)を用いて評価した。磁気抵抗効果は、擬似 4 端子法を用いて測定した。電極は、ウェットエッチングにより、MnAs 層の一部を除去し、MnAs 層と ZnSnAs<sub>2</sub> 層上に形成した (試料 A)。比較として、MnAs 層をエッチングせずに電極を形成したもの (試料 B) と、MnAs 単層の試料 (試料 C) も作製した。これらの模式図を図 1 に示す。試料 B では、MnAs 層が金属であるため、ほとんどの電流がこの層のみを流れていると考えられる。

## 3. 実験結果

作製した磁性 3 層構造の 77 K での磁化曲線を図 2 に示す。2 層の強磁性体の保磁力差に起因する 2 ステップの典型的な磁化曲線が得られた[3]。図中の矢印は、磁化の方向を示している。

図 3 は、それぞれの試料の 10 K での磁気抵抗比を示す。試料 A の磁気抵抗比は、明らかに試料 B と C のものより大きくブロードな曲線となった。一方、試料 B と C の磁気抵抗比はほぼ等しい。磁化曲線と比較すると、試料 B と C は、磁化がゼロになるときに、磁気抵抗比が最大となるのに対し、試料 A では、2 層の強磁性層の磁化が反平行になる磁場と一致する。そのため、試料 A で得られた磁気抵抗は、スピバルブ効果によるものと考えられる。

図 4 は、試料 A, B, C の磁気抵抗比の温度依存性である。試料 A の温度依存性は大きいのにに対し、試料 B と C の温度依存性はほぼ等しい。また、室温においても試料 A の磁気抵抗比は、ほかのものよりも大きい。この結果から、磁化の平行反平行状態によるスピバルブ効果が室温でも得られたと考えられる。

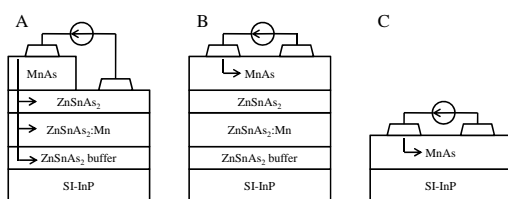


図 1 試料 A, B, C の模式図。矢印は、電流の流れを表す

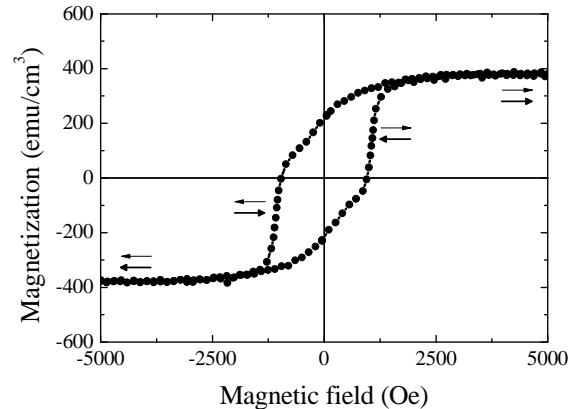


図 2 MnAs/ZnSnAs<sub>2</sub>/ZnSnAs<sub>2</sub>:Mn の磁化曲線 (77 K)

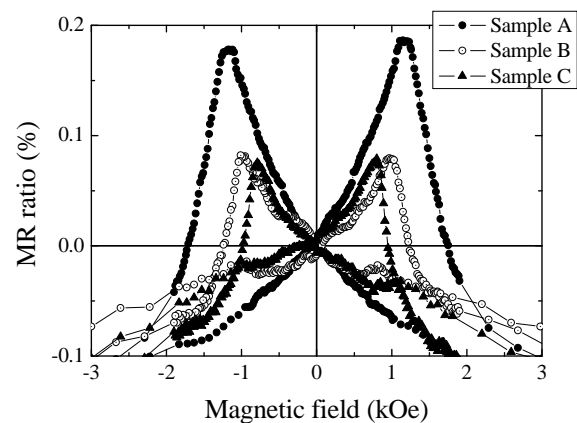


図 3 10 K で測定した試料 A, B, C の磁気抵抗比

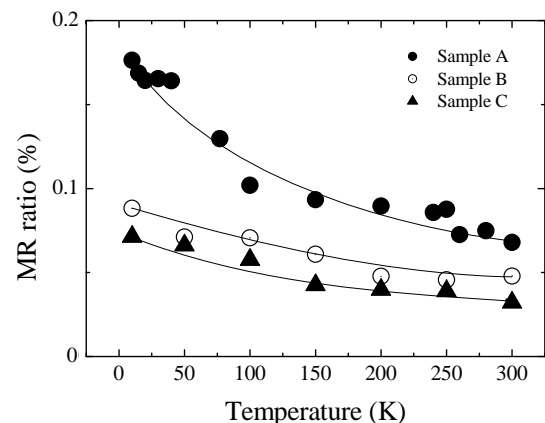


図 4 試料 A, B, C の磁気抵抗比の温度依存性

## 参考文献

1. J. T. Asubar, et al.: J. Cryst. Growth, vol.311, p.929 (2009).
2. M. Yokoyama, et al.: Appl. Phys. Lett., 88, p.012504 (2006).
3. M. Tanaka and K. Takahashi: J. Cryst. Growth, 227-228, 847 (2001).