

17a-E7-47

MBE により成長した四元混晶希薄磁性半導体(Zn,Cr,Fe)Te 薄膜の磁化特性

Magnetic properties of thin films quaternary magnetic semiconductor (Zn,Cr,Fe)Te grown by MBE

○土門武¹, 石塚智史¹, 秋山了太¹, 金澤研¹, 黒田真司¹筑波大学院数理物質科学研究科¹○T. Domon¹, S. Ishitsuka¹, R. Akiyama¹, K. Kanazawa¹, S. Kuroda¹Grad. School of Pure & Appl. Sci., Univ. Tsukuba¹

E-mail: s1320446@u.tsukuba.ac.jp

【背景】スピントロニクス材料探索において、さまざまな母体半導体と磁性元素との組み合わせから成る希薄磁性半導体(DMS)が対象とされてきたが、これまでは半導体に一種類の磁性元素を添加した混晶の研究がほとんどであった。半導体に二種類以上の磁性元素を同時に添加した DMS はこれまであまり注目されてこなかったが、異種の磁性元素間の相互作用により高い転移温度の強磁性発現の可能性がある。実際、理論的には、II-VI 族半導体 ZnS に磁性元素である Cr と Fe とを同時に添加した四元系 DMS において Cr と Fe との間で反強磁性的な相互作用が働き、ハーフメタル反強磁性体という特異な電子状態が実現されるとの予測がある[1]が、実験的な検証はなされていない。そこで本研究では II-VI 族半導体 ZnTe に Cr および Fe を添加した四元混晶 DMS の (Zn,Cr,Fe)Te 薄膜を MBE により作製し、その磁化特性を評価したので報告する。

【実験】(Zn,Cr,Fe)Te の薄膜は MBE 法により半絶縁性の GaAs(001)基板上に ZnTe 緩衝層を介して成長した。Cr の組成は 6%あるいは 2%程度の一定値に固定し、Fe の組成を 0~2%の間で変化させた一連の試料を作製した。成長した薄膜は結晶性を評価するために XRD 測定を行い、SQUID により磁化測定を行った。

【結果】Fig.1 に、Cr 組成が約 6%で Fe 組成の異なる (Zn,Cr,Fe)Te 薄膜の 2K における磁化の磁場依存性 (M - H 曲線)を示す。図に示す通り、すべての試料でヒステリシスが現れ、また磁化の大きさは Fe 組成が増加するほど小さくなっている。Fig.2 は 2K における M - H 曲線から求めた保磁力 H_C 、および飽和磁化 M_S の Fe 組成依存性を示した図である。Fe 組成の増加に伴い、保磁力 H_C は増加し、飽和磁化 M_S は減少するという傾向を示した。Fe 組成の増加に伴う飽和磁化 M_S の減少は、Cr と Fe の間の相互作用が反強磁性的であるという上述の理論予測と合致しており、また保磁力 H_C の増加は Fe の添加により Cr 間の強磁性的相互作用が強められ強磁性秩序が増強されたことを示唆している。一方、Cr 組成を約 2%に固定し、Fe 組成を変化させた (Zn,Cr,Fe)Te 薄膜では、Fe 組成の増加に伴い、保磁力 H_C は Cr 組成 6%の場合と同様に増加する一方、飽和磁化 M_S はほとんど変化しなかった。Cr 組成による磁化特性の違いについては、講演で議論する予定である。

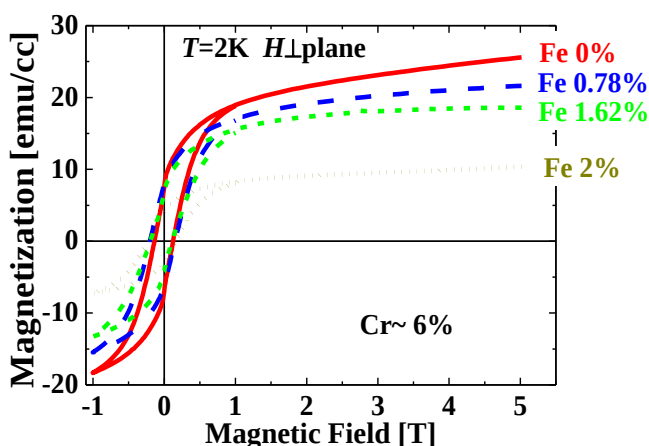


Fig.1 Magnetization curves at 2K of (Zn,Cr,Fe)Te films with a fixed Cr composition 6% and Fe compositions 0~2%.

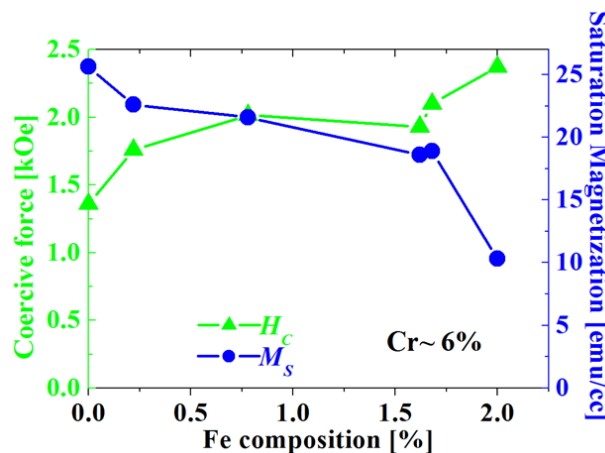


Fig.2 Coercive force H_C and saturation magnetization M_S at 2K of (Zn,Cr,Fe)Te with a Cr composition of 6% as a function of Fe composition.

[1] H.Akai and M.Ogura, PRL **97**, 026401(2006).