

MBE 成長した三元化合物(Mn,Cr)Te 薄膜の結晶構造と磁性

Crystal Structure and magnetism of ternary transition-metal chalcogenide (Mn,Cr)Te thin films grown by MBE

筑波大学大学院 数理物質科学研究科¹ ○伊藤 晃¹, 金澤 研¹, 黒田 眞司¹Grad. School of Pure & Appl. Sci., Univ. Tsukuba.¹°Akira Ito¹, Ken Kanazawa¹, Shinji Kuroda¹

E-mail:r.devils.10.winner99@gmail.com

従来の半導体スピントロニクスにおいては、主に非磁性半導体に磁性元素を添加した希薄磁性半導体についての研究が行われてきたが、室温以上の高い T_c をもつ希薄磁性半導体が実現できるとは言い難い現状である。本研究では半導体スピントロニクスにおける新たな物質探索の試みとして、反強磁性半導体である閃亜鉛鉱型 MnTe に異種の磁性元素 Cr を添加することでより高い T_c をもつ新たな強磁性物質の作製を目指した。過去の理論研究から、閃亜鉛鉱型 MnTe 中に添加された磁性元素 Cr 間の磁気結合が強磁性的になることが示唆されている[1]。

試料作製は MBE で行い、GaAs(001)基板上に下地層として ZnTe(1nm)および CdTe(600nm)を積層させた後、MnTe 層もしくは(Mn,Cr)Te 層を成長させた。磁性層の成長は基板温度 $T_s=200^\circ\text{C}$ 、分子線供給量比 $[\text{Mn}]/[\text{Te}]=0.1$ という Te 過剰雰囲気下で行い、 $[\text{Mn}]/[\text{Te}]=0.1$ の条件は保ったまま、Cr の分子線供給量比を変化させ様々な Cr 組成の(Mn,Cr)Te 薄膜を作製した。成長時の表面状態は RHEED によって観察した。作製した薄膜の結晶性の評価には X 線回折を、磁化測定には SQUID を用いた。また組成分析には EPMA を用いており、本研究では磁性元素間の組成比 $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Mn})$ で、各試料の組成を定義している。

MnTe および(Mn,Cr)Te 薄膜成長後に観察した RHEED パターンは、Cr 組成 5%以下の全ての試料で四回対称であった。また X 線回折 2θ - θ 測定では、閃亜鉛鉱型 MnTe に対する先行研究で報告されている値とほぼ同じ角度に MnTe および(Mn,Cr)Te 層からの回折ピークが確認された[2]。これらの結果から、全ての試料で閃亜鉛鉱型構造から成る薄膜が形成されたと考えられる。

Fig.1 に SQUID により測定した MnTe 薄膜および Cr 組成 1%、5%の(Mn,Cr)Te 薄膜の 2K での磁化曲線を示す。MnTe 薄膜が強磁性を示さない一方で、(Mn,Cr)Te 薄膜では双方とも開いたヒステリシス曲線が得られたことから、母体である MnTe 中に Cr を添加することによって強磁性領域が形成されていることがわかる。さらに Fig.2 は残留磁化の温度依存性を表したグラフであり、Cr 組成の増加に伴い残留磁化の消失する温度が上昇していることから、強磁性相互作用の大きさと Cr 組成の間には正の相関があると考えられる。講演当日は、他の Cr 組成のデータも併せて示し、(Mn,Cr)Te 薄膜の磁性についてより詳細に議論する予定である。

References

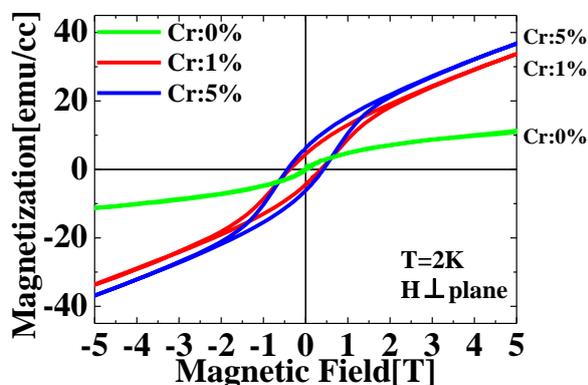
[1] Jian-Ming Wu, Xing-Yuan Chen, Shi-Yuan Lin, and Yu-Jun Zhao, J.Appl.Phys. **114**,083905 (2013)[2] H.Anno,T.Koyanagi,and K.Matsubara, J. Crystal Growth. **117**,816-819(1992)

Fig.1 Magnetic-field dependence of magnetization (M - H curves) of MnTe and (Mn,Cr)Te films on CdTe(001) and at 2K. The direction of applied magnetic field is perpendicular to the film plane.

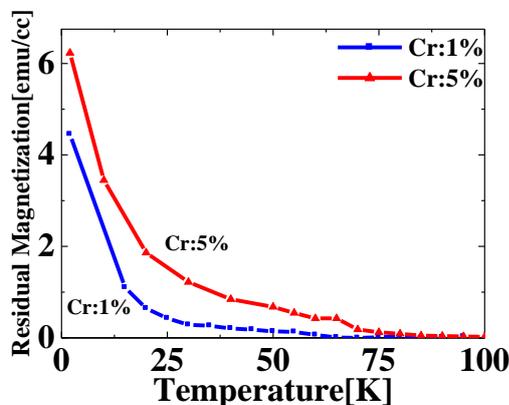


Fig.2 Temperature dependence of residual magnetization of (Mn,Cr)Te films on CdTe(001).