

強磁性半導体(Zn,Cr)Te における外部電場による磁性変調

Modulation of magnetism by external electric fields in ferromagnetic semiconductor (Zn,Cr)Te

筑波大学院数理物質科学研究科 [○]及川晴義, 秋山了太, 百瀬峻, 黒田眞司

Grad. School of Pure & Appl. Sci., Univ. Tsukuba

E-mail: s-oikawa@ims.tsukuba.ac.jp

強磁性物質の磁化特性を外部電場により制御する試みは、(In,Mn)As における強磁性転移温度のゲート電圧による制御[1]を皮切りに、(Ga,Mn)As[2]、(Ti,Co)O₂[3]などの強磁性半導体における例が報告され、さらに最近では強磁性金属においても磁性の電場制御が報告されている。強磁性半導体における磁性制御は、キャリアが磁性スピン間の相互作用を媒介するキャリア誘起のメカニズムにより強磁性が発現すると見なされている物質における報告がほとんどであり、それ以外のメカニズムによって強磁性が発現すると見なされている物質での報告はほとんどない。一方、(Zn,Cr)Te では強磁性はキャリア誘起による強磁性でなく、Cr イオン間の直接的な相互作用によるものと考えられている。本研究グループでは過去にアクセプターとして N をドープした (Zn,Cr)Te 薄膜では強磁性が消失することが確認されており、これは Cr イオンの価数変化によるものと考えられている[4]。そこで本研究ではキャリア誘起とは異なるメカニズムにより発現する強磁性における外部電場の効果を(Zn,Cr)Te において調べた。

Fig 1 に作製した試料の断面の模式図を示す。*p*-GaAs(001)基板上に N ドープの *p*-ZnTe 層、Cr 組成約 5%の(Zn,Cr)Te、絶縁層 AlN を MBE により成長し、イオン液体を染み込ませたポリマーを堆積して電気二重層を作製、それに電場を印加し、磁化測定を行った。使用したイオン液体は(1-ethyl-3-methylimidazolium bis (trifluoromethylsulfonyl)imide ([EMIM] [TFSI]))でポリマーは(Poly(stylen-b-ethylen oxide-b-stylen))である。最後に Pt 膜を介してボンディングを行った。磁化測定はカンタム・デザイン社の MPMS を用いて行った。

Fig 2 に作製した試料の電極に $V_G=+1V, -1V$ の電圧を印加した状態で測定した、5K における磁化曲線を示す。零磁場付近の拡大図に見るように $V_G=-1V$ を印加した状態では $V_G=0V$ の場合と比べて磁化曲線の変化は現れなかったが、 $V_G=+1V$ では保磁力の 30%程の減少が見られた。これは、正の電場の印加により、(Zn,Cr)Te 層内の *p*-ZnTe 層との界面付近に正孔が誘起され、それにより強磁性が抑制されたことが原因の一つとして考えられる。より高温の 30K, 50K において測定した磁化曲線には電場による変化は見られなかった。発表においては、異なる構造の試料における実験結果も併せて報告し、磁化変調の詳しいメカニズムについて議論する予定である。

- [1] H.Ohno *et al.*, Nature **408**, 944 (2000). [2] D.Chiba *et al.*, APL **89**, 162505 (2006).
[3] Y.Yamada *et al.*, Science **332**,1065 (2011). [4] N.Ozaki *et al.*, APL **87**, 192116 (2005).

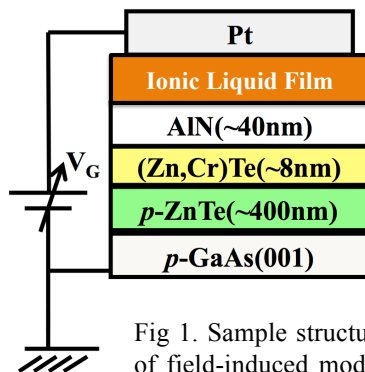


Fig 1. Sample structure for the experiment of field-induced modulation of magnetism of (Zn,Cr)Te.

Fig 2. *M-H* curves at 5K under gate voltages of $V_G=\pm 1V$.

