

＊課題番号 : F-12-NM-0071  
 ＊支援課題名 (日本語) : 原子層堆積装置を用いた絶縁酸化物の合金および磁性半導体上への成膜  
 ＊Program Title (in English) : Deposition of the insulating oxide on the alloys and the magnetic semiconductors using the atomic layer deposition system.  
 ＊利用者名 (日本語) : 秋山 了太  
 ＊Username (in English) : Ryota Akiyama  
 ＊所属名 (日本語) : 筑波大学  
 ＊Affiliation (in English) : University of Tsukuba

＊概要 (Summary) :

薄膜の磁性半導体や金属の上に、酸化膜や絶縁体などのキャパシタを堆積し、電極を介して面直方向に電界を印加することで磁性半導体や金属内のキャリア数を変調したり、電子軌道の混成を変調することで磁化の大きさやその方向、磁気異方性を制御することが近年盛んに行われている。本研究では、金属ではあるが半導体的性質も示す興味深い物質、CrTe 薄膜を取り上げ、キャパシタの堆積によって FET 構造を作製し、その磁性の変調を目指した。キャパシタの堆積にはスパッタや ALD、MBE などの装置を用いて行うことが知られているが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの良質な酸化膜をカバー性よく堆積するには ALD 法が優れている。そこで、物質材料研究機構のナノ集積ラインの ALD を使用させて頂くこととした。

＊実験 (Experimental) :

原子層堆積装置を用いて、用意した GaAs 基板 /CdTe:I バッファ層/強磁性金属 CrTe 2nm のサンプル上に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜を 40nm 程度成膜した。その後、研究室において金電極を抵抗加熱蒸着装置にて成膜、ボンディングの後、磁性と電気特性を評価した。まず電圧印加によってリーク電流が少ないことを確認し、試料を磁化測定装置 SQUID に導入し、ゲートバイアス ( $V_g$ ) を 0, -2V 印加し、それぞれの場合について磁場-磁化 ( $M-H$ ) 測定を行った。測定温度は 10 K, 50 K, 300 K である。磁場は面直に印加した。

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

まず、 $V_g = 0$  のときの  $M-H$  曲線は強磁性的ヒステリシスを示し、10 K においては 6000 Oe 程度の保磁力を示した。次に、 $V_g = 0, -2 V$  を印加した時の温度別の  $M-H$  曲線の振る舞いを確認すると、10 K では  $V_g = -2V$  印加時の方が  $V_g = 0$  のときに比べて 5T における磁化が 8.8 % 程度大きくなった。それに対し 50 K お

よび 130 K では  $V_g = -2 V$  印加時の方が  $V_g = 0$  のときに比べて 5T における磁化がそれぞれ 18 %, 9.3 % 程度小さくなった。従って、変調の絶対値では 50 K の時が一番大きな値が得られた。図 1 にその  $M-H$  曲線を示す。なお  $V_g$  による保磁力の変化は見られず、磁化の直線成分の傾きのみが変化しているため、常磁性成分のような、磁場に対して linear な成分が変調していると考えられる。その機構については解析中であるが、垂直磁気異方性を持ち GaAs 基板上にエピタキシャル成長できる CrTe の磁性を変調出来たことを確認した。

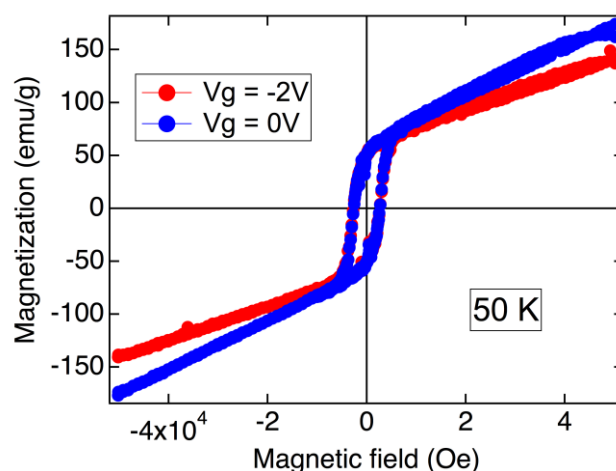


図 1 : 50 K における  $V_g$  が 0, -2V の場合の  $M-H$  曲線。

＊その他・特記事項 (Others) :

今後の方向性としては、 $V_g$  をさらに系統的に振って変調の詳細を調べ、面内磁場測定も行うことで変調の条件や異方性の変化についての手掛かりを得たい。また、変調の原因が界面磁性効果だった場合、CrTe の膜厚を薄くすることで変調の大きさを大きくできる可能性があり、その検証も行いたい。

共同研究者等 (Coauthor) :

及川晴義、黒田真司 (筑波大学 筑波大学数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻工学専攻)