

Mn₃(Ge,Mn)N における室温交換バイアスの観測と PLD 法を用いたその薄膜作製

Observation of exchange bias at room temperature in Mn₃(Ge,Mn)N and Preparation of its epitaxial thin films using PLD

静岡大学 ○川口昂彦, 杉浦怜希, 坂元尚紀, 脇谷尚樹

Shizuoka Univ., Takahiko Kawaguchi, Satoki Sugiura, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya

E-mail: kawaguchi.takahiko@shizuoka.ac.jp

【緒言】交換バイアスは、反強磁性体と強磁性体の接合素子において、強磁性層の磁化反転が反強磁性層のスピンのことによってピン止めされることでヒステリシスの中心が原点からずれる現象であり、スピンバルブ素子として磁気記録情報の高感度読み出しに利用される。交換バイアスの発現には、一般的に強磁性体と反強磁性体の2層を接合させる必要があるが、ごく最近、我々は逆ペロブスカイト型窒化物 Mn₃(Ge,Mn)N が特定の Mn/Ge 組成比の場合に、単一物質にもかかわらず交換バイアスを示すことを見出した。これは、本物質がスピングラス(強磁性相互作用と反強磁性相互作用がランダムに混在する磁性相)である可能性を示唆している。一般的にスピングラスは極低温で形成する相であるが、本物質では室温まで交換バイアスの発現が確認された。導体で室温までスピングラス相が安定となる物質は非常に限られており、室温駆動デバイスへの応用だけでなく基礎研究上も興味深い物質である。本講演では、Mn₃(Ge,Mn)N における磁気特性の組成依存性の調査と、その薄膜化の試みおよび磁気特性について報告する。

【実験方法】Mn₃(Ge_{1-x}Mn_x)N 粉末は真空封入した石英管中で固相反応法(800°C, 60 h)により合成した。また、Mn₃(Ge_{1-x}Mn_x)N 薄膜は PLD 法を用いて MgO(001) 単結晶基板上に成膜した。ターゲットには、放電プラズマ焼結法により作製した Mn₃(Ge_{1-x}Mn_x)N 焼結体を用いた。成膜は、背景真空度 5×10^{-5} Pa 付近において、Nd:YAG レーザー4倍高調波を用いて行った。得られた薄膜は X 線回折(XRD)、超伝導量子干渉磁束計(SQUID)を用いて評価した。

【結果と考察】Fig. 1 に Mn₃(Ge_{0.8}Mn_{0.2})N 粉末を 350 K で 100 Oe 印加してから 300 K に冷却して磁化曲線を測定した結果を示す。x = 0.2 の粉末において中心が原点から 100 Oe 程度ずれたヒステリシスが観測された。±10 kOe における磁化の大きさがほぼ同等であることから、原点からのずれはマイナーループではなく、交換バイアスによるものだと考えられる。また 4 K の測定では、1500 Oe 以上の交換バイアスが観測された。Fig. 2 に 500°C で成膜した Mn_{3.26}Ge_{0.74}N 薄膜の XRD 図形を示す。Mn₃(Ge,Mn)N 相薄膜は単相かつ(002)面外配向していることが示唆された。また、(111)φスキャンにおいて4回対称のピークが見られたため、MgO(001)基板上への Mn₃(Ge,Mn)N 薄膜のエピタキシャル成長に成功したと言える。当日は Mn₃(Ge_{1-x}Mn_x)N 粉末の組成依存性や薄膜試料の磁気特性について議論する予定である。

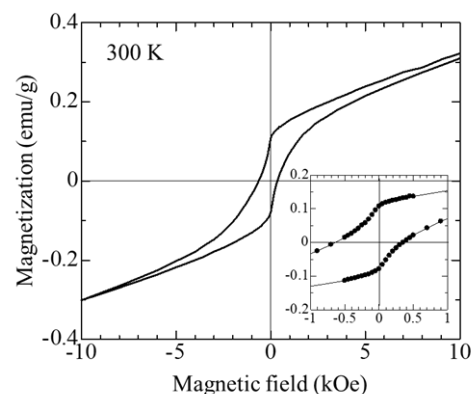


Fig. 1 M-H curve of Mn₃(Ge_{0.8}Mn_{0.2})N powder measured after field-cooling in 100 Oe.

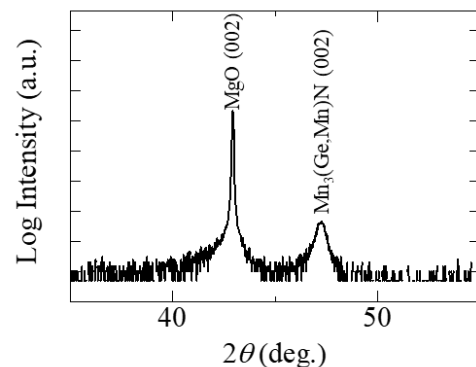


Fig. 2 XRD pattern of Mn_{3.26}Ge_{0.74}N thin film grown on MgO (001) substrate.