19p-A10-8

$ZnFe_2O_4/ZnCr_2O_4$ 超格子薄膜の作製とフラストレート磁性の制御

Tuning frustrated magnetism via tailoring $ZnFe_2O_4/ZnCr_2O_4$ superlattices

東大院工 [1]，理研 CEMS[2]　○村田智城 [1]，打田正輝 [1]，小塚裕介 [1]，川﨑雅司 [1,2]

Dept. of Appl. Phys., the Univ. of Tokyo[1], CEMS, RIKEN[2]

○Tomoki Murata[1], Masaki Uchida[1], Yusuke Kozuka[1], Masashi Kawasaki[1,2]

E-mail: murata@kwsk.t.u-tokyo.ac.jp

【背景】パイロクロア格子上のスピンフラストレーションは、スピンアイスやスピン液体などの興味深い磁気状態を誘起することから注目されてきた。スピネル型 AB_2X_4 構造をもつ $ZnFe_2O_4$、$ZnCr_2O_4$ では、A サイトの Zn^{2+}はスピンを持たないため磁性に寄与せず、B サイトの Fe^{3+}（S =5/2）または Cr^{3+}（S =3/2）の形成するパイロクロア格子が磁気的フラストレーションの舞台となる。本研究では $ZnFe_2O_4$ と $ZnCr_2O_4$ の超格子構造を作製し、フラストレート磁性の制御を試みた。

【実験と結果】パルスレーザー堆積法を用いて $MgAl_2O_4$(111)基板上に $ZnFe_2O_4$、$ZnCr_2O_4$、Zn[Fe,Cr]O_4、$[ZnFe_2O_4]_m$ / $[ZnCr_2O_4]_m$（m = 1, 2, 4, 10）の薄膜を作製した。製膜条件は基板温度 550 ℃、酸素分圧 1 mTorr とした。Fig. 1 に超格子薄膜の X 線回折測定の結果を示す。複数の超格子サテライトピーク及び膜厚フリンジを観測することができ、スピネル型酸化物としては非常に高品質な超格子薄膜の作製に成功した。

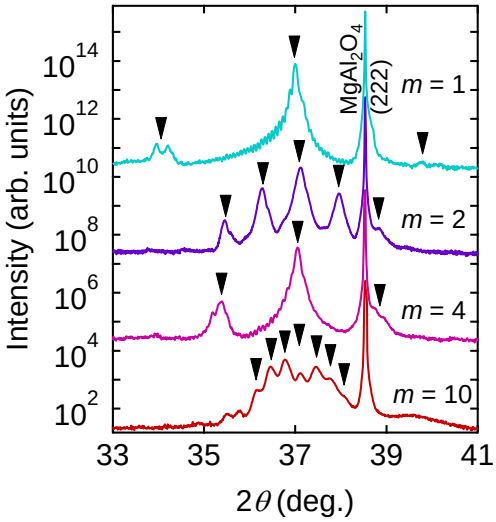


Fig. 1 X-ray 2θ-ω scans of $[ZnFe_2O_4]_m$ / $[ZnCr_2O_4]_m$ superlattice films (m = 1, 2, 4, 10). Triangles indicate the main and satellite peaks of superlattices.

作製した薄膜の磁化率はそれぞれ 30 K 以下の低温でスピングラス転移を示し、Fig. 2 に示すようにスピングラス転移温度 T_g は超格子層厚 m に対応して系統的に変化した。ここで $ZnFe_2O_4$ と $ZnCr_2O_4$ の固溶体である $Zn[Fe,Cr]_2O_4$ 薄膜の測定結果を m = 0、別途測定した $ZnFe_2O_4$ 薄膜と $ZnCr_2O_4$ 薄膜の磁化率の平均値を m = ∞とした。m = ∞, 10, 4, 0 と超格子層厚を薄くするにつれてスピングラス転移温度が上昇しており、これは界面における交換相互作用の不均一性がスピングラス転移を誘起するためと考えられる。一方、m = 2, 1 ではスピングラス転移をごく低温まで抑制できているという傾向が見られた。報告されている磁気相関長[1][2]と同程度まで超格子層厚 m を薄くすることによって、バルクとは異なる新しい磁気状態を実現することができたと考えられる。

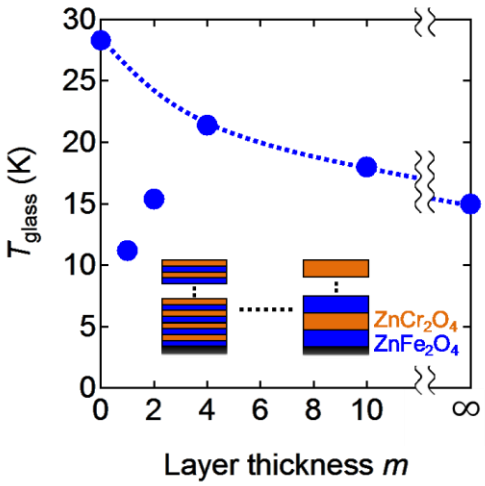


Fig. 2 Spin-glass transition temperature T_g as a function of layer thickness m. Inset shows a schematic view of the superlattice films.

[1]K. Kamazawa *et al.*, Phys. Rev. B **65**, 024412 (2003)

[2]S. –H. Lee *et al.*, Nature **418**, 856 (2002)

© 2014 年　応用物理学会