

新強磁性半導体：岩塩構造希土類単酸化物 TbO

New ferromagnetic semiconductor: Rocksalt-type rare-earth monoxide TbO

東北大理¹, 東北大 WPI-AIMR & Core Research Cluster², 東北大 CSIS・CSRN³, 東北大院工⁴

○佐々木 智視¹, 岡 大地¹, 神永 健一⁴, 齋藤 大地¹, 阿部 展人¹, 清水 宙一¹, 福村 知昭¹⁻³

Tohoku Univ.¹

○Satoshi Sasaki¹, Daichi Oka¹, Kenichi Kaminaga¹, Daichi Saito¹,

Nobuto Abe¹, Hirokazu Shimizu¹, Tomoteru Fukumura¹

E-mail: satoshi.sasaki.p5@dc.tohoku.ac.jp

【序】岩塩構造 EuO は強い磁化をもつ強磁性半導体であるが、キュリー温度 T_C は 69 K と低い[1]。一方、新たに合成された岩塩構造 GdO は高い T_C (276 K) をもつ強磁性半導体であることが報告された[2]。周期表上において Gd の隣の元素である Tb の単酸化物 TbO でも、希土類イオン間の強い交換相互作用により高い T_C が期待される。しかし、異常原子価状態の Tb^{2+} を含む無機固体の合成報告例はない。本研究では、TbO エピタキシャル薄膜の合成に初めて成功し、TbO が $T_C = 231$ K の強磁性半導体であることを発見したので報告する。

【実験と議論】パルスレーザー堆積法により、 Tb_4O_7 (99.999%) ターゲットを用いて、全圧約 5×10^{-9} Torr の超高真空下において成長温度 375 °C で CaF_2 (100) 基板上に薄膜を合成した。X 線回折により、15% 程度の Tb_2O_3 相を含むものの、TbO (001) エピタキシャル薄膜が成長していることを確認した(図 1)。光学測定から、TbO は可視-紫外域で吸収を示し、バンドギャップは約 0.1 eV であった。TbO は高い絶縁性を示すことから、5d 電子を持つ GdO 中の Gd^{2+} と異なり、TbO 中の Tb^{2+} の電子配置は 5d 電子がない $4f^9$ と考えられる。図 2 と図 2 挿入図に TbO 薄膜の磁気測定の結果を示す。 $T_C = 231$ K 以下で磁化が立ち上がり、強磁性の磁気ヒステリシスが観測された。飽和磁化は 2 K で $2.4 \mu_B/f.u.$ であり、GdO の飽和磁化 $1.3 \mu_B/f.u.$ より大きな値を得た。EuO より 1 桁以上大きい 2 K における保磁力 1500 Oe は、 Tb^{2+} の $4f$ 電子配置に起因した $4f$ 軌道の異方性を反映していると考えられる。

[1] A. Mauger *et al.*, Phys. Rep. **141**, 51 (1986).

[2] T. Yamamoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 052402 (2020).

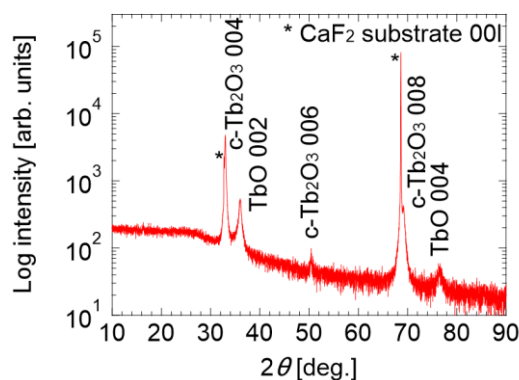


Fig. 1. XRD θ - 2θ pattern for TbO (001) epitaxial thin film on CaF_2 (100) substrate.

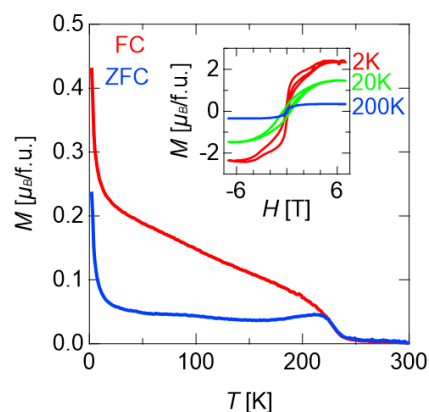


Fig. 2. Temperature dependence of magnetization for TbO thin film. Inset shows magnetization curves at various temperatures under in-plane magnetic field.