

イオン液体を用いた EuO 保護膜の真空電気化学評価

Vacuum electrochemical measurement with ionic liquid

for capping layer of EuO epitaxial thin films

○神永 健一¹、佐野 義人¹、丸山 伸伍¹、松本 祐司¹ (1. 東北大院工)

°Kenichi Kaminaga¹, Yoshihito Sano¹, Shingo Maruyama¹, Yuji Matsumoto¹

(1. Tohoku Univ.)

E-mail: kenichi.kaminaga.d6@tohoku.ac.jp

【研究背景】 EuO は最大 $7 \mu_B/\text{Eu}$ の飽和磁化をもつ強磁性半導体であるが、酸素や水との反応性が高いという欠点を有する。従来、表面保護層として 5 nm 程度の非晶質アルミナを導入して大気暴露下での物性評価がなされてきた[1]ものの、膜厚などの保護膜自体の検証は不十分である。本研究では、当研究室が開発した薄膜試料作製から電気化学測定まで真空一貫で可能な装置[2]を用いて、EuO 保護膜の効果について電気化学的に調査したので報告する。

【実験手法】 表面清浄化処理後の 0.05 wt% Nb:SrTiO₃(100)単結晶基板上に、PLD 法で EuO エピタキシャル薄膜を基板温度 375 °C、酸素分圧 5×10^{-8} Torr で 24 nm 堆積し、続いて非晶質アルミナ保護膜を 6 nm 堆積した。その後電気化学測定室に搬送し、EuO 薄膜の一部を作用極として、参照極に Ag, 対極に Pt, 電解質にイオン液体(IL)の[Emim][TFSA]を用いた三電極系の電気化学測定を行なった。その後、大気下で XRD と磁化測定で電気化学測定箇所とそれ以外を比較した。

【実験結果】 インピーダンス測定から、Fig.1 に示すように静電容量は電極電位に依存せず $\sim 1.2 \mu\text{F}/\text{cm}^2$ であった。この静電容量を 6 nm のアルミナ保護膜由来であると仮定すると、求められる比誘電率は 8.5 であり非晶質アルミナ膜の比誘電率の文献値 ~ 9 [3]と一致した。電気化学測定後、電気化学測定箇所(A)とそれ以外の箇所(B)について XRD 測定を行なったところ、双方共に EuO(002)回折ピークが観察されピーク強度やロックングカーブ半値幅は一致していた。また、Fig.2 の $M-H$ 測定から、面内飽和磁化は A が $5.7 \mu_B/\text{Eu}$, B が $6.0 \mu_B/\text{Eu}$ となりほぼ同等の結果となった。キュリー温度もともに文献値[4]と変わらず 70 K であった。一方、アルミナ保護膜の膜厚に関して、大気暴露や IL との接触に関しては 2 nm まで薄くしても問題ないが、電気化学的には 6 nm 以上でないと EuO 保護層として十分に機能しないことがわかった。当日の講演ではアルミナ保護膜の膜厚依存性や金属保護膜を導入した場合の結果についても議論する。

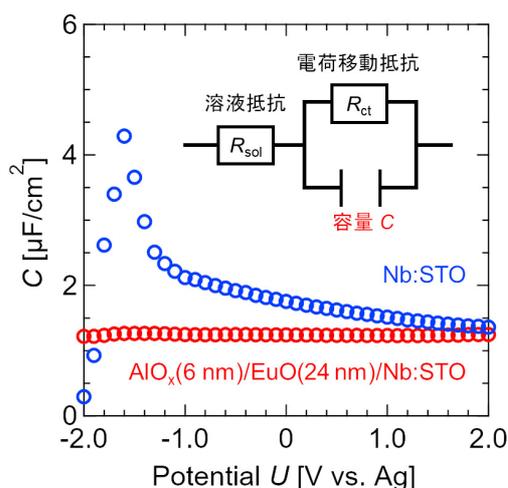


Fig.1 The capacitance C plotted against potential U . Inset shows the equivalent circuit for the analysis.

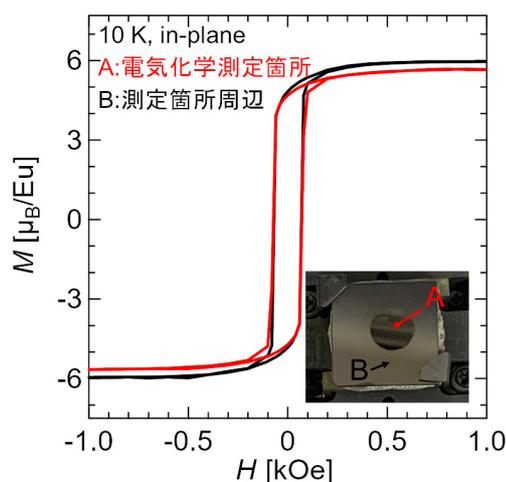


Fig.2 In-plane $M-H$ curves at 10 K. Inset indicates the measurement areas in the sample.

[1] Y. Ohuchi *et al.*, *Phys. Rev. B* **91**, 245115 (2015). [2] C. Takahashi *et al.*, *ChemElectroChem*, **7**, 3253-3259 (2020).

[3] Z. Yatabe *et al.*, *J. Phys. D.* **49**, 393001 (2016). [4] B. T. Matthias *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **7**, 160 (1961).

【謝辞】 本研究は、JSPS 科研費 19K15440 の助成を受けたものです。