

ダブルペロブスカイト型酸化物 La_2VFeO_6 の薄膜合成と物性

Growth and physical properties of La_2VFeO_6 double-perovskite films

東工大物質理工学院¹, KEK-PF², 元素戦略³

○石丸 純也¹, 吉松 公平¹, 堀場 弘司^{2,3}, 組頭 広志^{2,3}, 大友 明^{1,3}

Tokyo Tech. Chem. Sci. Eng.¹, KEK-PF², MCES³,

○Junya Ishimaru¹, Kohei Yoshimatsu¹, Koji Horiba^{2,3}, Hiroshi Kumigashira^{2,3}, Akira Ohtomo^{1,3}

E-mail: ishimaru.j.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】ダブルペロブスカイト型酸化物 ($\text{A}_2\text{B}'\text{B}''\text{O}_6$) は 2 つの異なる B サイトカチオンを中心とした酸素八面体同士が秩序配列することで酸素を介した異種 B サイトカチオン間の超交換相互作用が発現し、特異な物性を示す。 La_2VFeO_6 (LVFO) は、高いキュリー温度 (T_C) を有しハーフメタルとして知られる $\text{Sr}_2\text{FeReO}_6$ ($T_C = 401$ K) と同じ d^5 - d^2 (Fe^{3+} と V^{3+}) 電子配置を示すと予想され、同様に高い磁気特性の発現が期待される [1]。しかし、これまでに LVFO の秩序相の合成例や詳しい物性の報告はない。我々は、パルスレーザ堆積 (PLD) 法を用いて B サイトが秩序配列構造を持つ高品質な LVFO 薄膜を合成することに成功し、その物性を明らかにしたので報告する。

【実験】無秩序相の $\text{LaV}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{O}_3$ 焼結体ターゲットを用いて PLD 法により SrTiO_3 (111) 基板上に LVFO 薄膜を合成した。薄膜合成条件は酸素分圧を 1.0×10^{-6} Torr, 基板温度を 900°C とした。得られた薄膜に対して X 線回折により結晶構造を、反射高速電子回折 (RHEED) により表面状態を、X 線吸収分光法 (XAS) により V および Fe の価数を評価した。

【結果】LVFO 薄膜の X 線回折パターンにおいて $2\theta = 20^\circ$, 60° 付近に LVFO 111, 333 超格子反射を観測し、秩序相の形成を明らかにした (Fig. 1 左)。また、LVFO 222 反射ではラウエ振動が観測され、高い結晶性と表面平坦性が示唆された (Fig. 1 右)。実際に薄膜の 111 および 444 のロックンブの半値幅は 0.098° と 0.071° と小さな値であることから高い結晶性を有し、RHEED 像がストリークパターンを示したことから高い表面平坦性を有することが明らかとなった。また、XAS スペクトルから V は表面酸化の影響で V^{5+} を含むものの、薄膜中では主に V^{3+} (d^2) と Fe^{3+} (d^5) の電子配置を取ることが明らかとなった (Fig. 2)。発表では薄膜の物性も報告する。

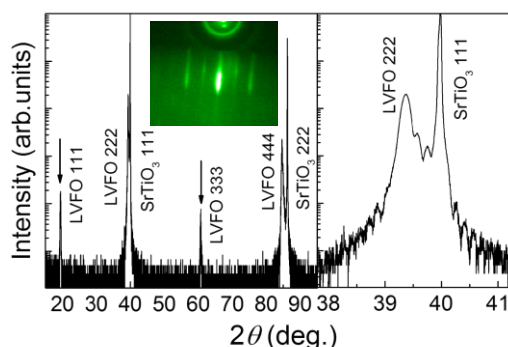


Fig. 1. Out-of-plane XRD patterns for La_2VFeO_6 (LVFO) films. The black arrows indicate the double-perovskite superlattice reflections. The magnification around LVFO 222 reflection is also shown. The inset shows RHEED pattern of the film.

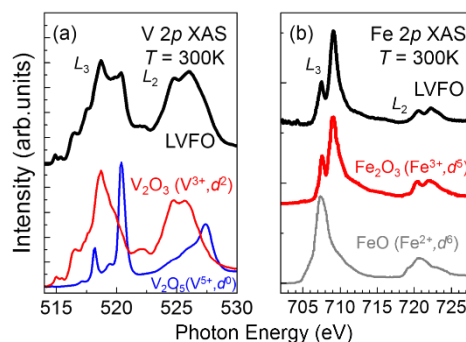


Fig. 2. (a) V 2p and (b) Fe 2p XAS spectra of La_2VFeO_6 films. The XAS spectra of V^{3+} (V_2O_3), V^{5+} (V_2O_5), Fe^{2+} (FeO) and Fe^{3+} (Fe_2O_3) are also shown for comparison [2, 3].

[1] J. Longo *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **83** 2816 (1961).

[2] R. Zimmermann *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter* **10**, 5697 (1998).

[3] T. J. Regan *et al.*, *Phys. Rev. B* **64**, 214402 (2001).