極性磁性体 h-$ScFeO_3$ 薄膜の強誘電性と界面構造

Ferroelectricity and Interface Structure in Polar Magnet h-$ScFeO_3$ Film

○濵嵜 容丞 [1]、安井 伸太郎 [2]、
白石 貴久 [3]、赤間 章裕 [3]、木口 賢紀 [3]、谷山 智康 [2]、伊藤 満 [2]
（1. 防衛大、2. 東工大 3. 東北大）
○Yosuke Hamasaki[1], Shintaro Yasui[2] , Takahisa Shiraishi[3], Akihiro Akama[3], Takenori Kiguchi[3], Taniyama Tomoyasu[2] and Mitsuru Itoh[2]
(1.National Defense Academy, 2.Tokyo Tech. 3.Tohoku Univ.)
E-mail: hamasaki @nda.ac.jp

【はじめに】$YMnO_3$ 型 *Re*FeO_3 (*Re*：希土類) は、*Re* イオンの変位と三角両錐 FeO_5 のバックリングにより自発分極を生じる間接型強誘電体である。さらに、弱強磁性を示すことからマルチフェロイック材料として研究されている。$YMnO_3$ 型 *Re*FeO_3 は、Mn 化合物に比べ交換相互作用が強く高い磁気転移温度を示す。この磁気相転移温度は、*Re* のイオン半径が小さくなるとほど上昇する傾向がある。 *Re*FeO_3 は、Perovskite 型構造が安定相で、無容器法や薄膜化によって $YMnO_3$ 型構造の合成が報告されている。近年、無容器法による $YMnO_3$ 型 $Lu_{1-x}Sc_xFeO_3$ の合成が報告され、x = 0.8 まで $YMnO_3$ 型構造が得られ、磁気相転移温度の最高値は 175 K である[1]。しかし、$ScFeO_3$ では Bixbyite 型構造が安定化し、これまでに $YMnO_3$ 型 $ScFeO_3$ の報告例はなかった。我々は、Al_2O_3(0001)基板上でエピタキシャル成長させることで $YMnO_3$ 型構造の安定化に成功した[2]。しかし、強誘電性測定のためにこれまでの h-*Re*FeO_3 薄膜(Re=Tm-Lu, Y)に対して使用されてきた Pt 電極上では bixbyite 型構造が主相として得られた。そこで本研究では、$YMnO_3$ 型 $ScFeO_3$ の強誘電性を評価するために適した電極を探索し、強誘電性の評価を行った。また、磁気特性と界面構造についても調査した。

【実験方法】PLD 法を用いて $YMnO_3$ 型構造 $ScFeO_3$ 薄膜を作製した。ターゲットには化学量論比で混合したセラミックスターゲットを用いた。作製した膜の構造は 4 軸 X 線回折装置、走査透過型顕微鏡(STEM)で評価した。下部電極に(La,Sr)MnO_3 薄膜、上部電極に Pt を用いてキャパシタ構造を作製し、強誘電性測定を行った。

【結果と考察】図 1 に、$SrTiO_3$(111)基板上の(La,Sr)MnO_3 薄膜上に堆積させた $ScFeO_3$ 薄膜の X 線回折パターンの結果を示す。得られた薄膜は *c* 軸にエピタキシャル成長した六方晶相であることを確認した。詳細な結晶構造は HAAADF-STEM(高角散乱環状暗視野走査透過顕微鏡法)像の *Re* イオンの原子配列パターンから決定し、$YMnO_3$ 型構造であることが確かめられた。*P-E* ループを測定した結果、強誘電性ヒステリシスループを得ることに成功した。磁化測定では、h-*Re*FeO_3 で一番高い磁気相転移温度 195K を確認した。h-$ScFeO_3$/(La,Sr)MnO_3 界面の HAAADF-STEM 観察の結果、この 2 構造はコランダム構造に似た単層によって接合していることが明らかとなった。詳細な界面構造については、当日議論を行う。

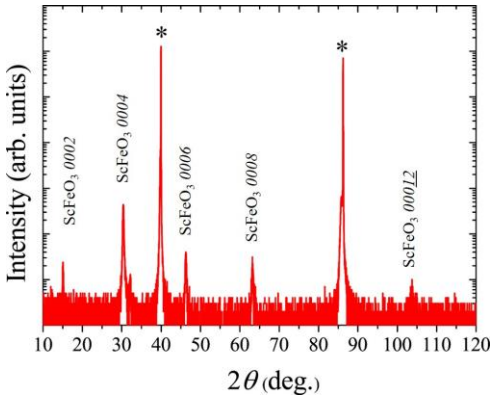

Fig.1 XRD pattern of $ScFeO_3$ film.

【参考文献】
[1] A. Masuno et al., Inorg. Chem. **54**, 9432-9437 (2015)
[2] Y. Hamasaki et al., Cryst. Growth Des. **16**, 5214-5222 (2016)