

CaH<sub>2</sub>による SrFeO<sub>2</sub> 薄膜へのトポタクティック水素注入Topotactic hydrogen doping into SrFeO<sub>2</sub> thin films by CaH<sub>2</sub>東大院理<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, KAST<sup>3</sup> ○片山司<sup>1</sup>, 近松彰<sup>1,2</sup>, 廣瀬靖<sup>1,2,3</sup>, 福村知昭<sup>1,2</sup>,  
長谷川哲也<sup>1,2,3</sup>Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, KAST<sup>3</sup> ○T. Katayama<sup>1</sup>, A. Chikamatsu<sup>1,2</sup>, Y. Hirose<sup>1,2,3</sup>,  
T. Fukumura<sup>1,2</sup>, T. Hasegawa<sup>1,2,3</sup>

E-mail: katayama@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】CaH<sub>2</sub>を用いた固相還元により鉄系無限層構造酸化物 SrFeO<sub>2</sub> が合成され、高温超伝導体の母物質である SrCuO<sub>2</sub> と同一の構造を持つことから注目を集めている[1]。前回我々は KTaO<sub>3</sub>(001)基板上の SrFeO<sub>2</sub> 薄膜(SrFeO<sub>2</sub>/KTO)がバルク体 SrFeO<sub>2</sub> とは異なり、金属的な電気伝導性を示すことを報告した[2]。また最近、ペロブスカイト型酸化物を CaH<sub>2</sub> 処理するとヒドリドイオン(H)が導入され、伝導キャリアが生じることが報告された[3]。バルク体 SrFeO<sub>2</sub> には水素は含まれていないことが知られているが[1]、今回 SrFeO<sub>2</sub> 薄膜中に  $\sim 5 \times 10^{21}$  atom cm<sup>-3</sup> の水素が存在することを見出したので報告する。

【実験方法】パルスレーザー堆積法で作製した前駆体 SrFeO<sub>3-δ</sub> 薄膜を CaH<sub>2</sub> 試薬とともに真空封入し還元(240–280°C、24 時間)することにより、無限層構造を持つ SrFeO<sub>2</sub> 薄膜(膜厚  $\sim 70$  nm)を作製した。得られた薄膜の結晶構造は X 線回折(XRD)により確認した。電気抵抗率は四端子法・二端子法により測定した。水素濃度は二次イオン質量分析法(SIMS)を用いて測定し、標準試料には SrTiO<sub>3</sub> を用いた。

【結果と考察】250°C で還元処理した SrFeO<sub>2</sub>/KTO における水素濃度の深さ依存性を図 1 に示す。深くなるに従い水素濃度は増大し、50 nm 付近では  $\sim 5 \times 10^{21}$  atom cm<sup>-3</sup> に達した。薄膜で高濃度の水素が検出されたのは、拡散が十分に進行したためと考えられる。一方、280°C で還元した SrFeO<sub>2</sub>/KTO では、水素濃度は  $\sim 1.6 \times 10^{21}$  atom cm<sup>-3</sup> と 250°C 還元薄膜の約 1/3 であった。これは、高温で水素が膜内から脱離することを示唆している。

電気抵抗率  $\rho$  の温度依存性、並びに  $\rho$  (300 K) と結晶性との関係を図 2 に示す。SrFeO<sub>2</sub>(002) ロッキングカーブの半値幅 ( $\Delta\omega(002)$ ) が小さいほど、すなわち結晶性が良いほど  $\rho$  は減少し、最も結晶性の良い 250°C 還元 SrFeO<sub>2</sub>/KTO は金属的挙動を示した。キャリアは *n* 型であり、その生成機構としては、(1) H<sup>-</sup> の O<sup>2-</sup> サイトへの置換、(2) H<sup>+</sup> の層間への挿入の 2 つが考えられる。

講演では、水素濃度とキャリア濃度の関係や輸送特性についても議論する。

[1] Y. Tsujimoto *et al.*, Nature **450**, 1062 (2007).

[2] 片山司他; 第 73 回応用物理学会 11a-PA1-8

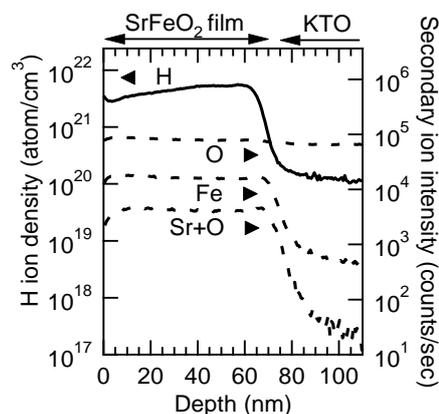
[3] Y. Kobayashi *et al.*, Nat. Mater. **11**, 507 (2012).

Fig. 1. Dynamic SIMS depth profiles of Sr+O, Fe, O, and H secondary ions in the SrFeO<sub>2</sub> film on KTO prepared at 250°C.

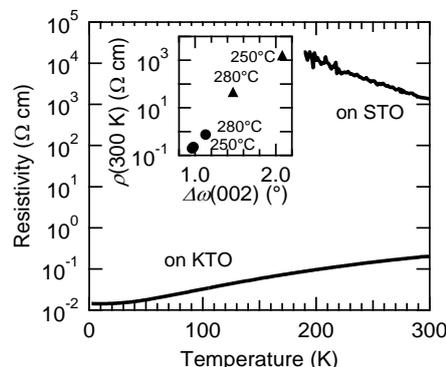


Fig. 2.  $\rho$ - $T$  curves for SrFeO<sub>2</sub> films prepared at 250°C on STO and KTO. Inset shows  $\rho(300\text{ K})$  as a function of  $\Delta\omega(002)$  for SrFeO<sub>2</sub> films prepared at 240–280°C on STO ( $\blacktriangle$ ) and on KTO ( $\bullet$ ).