

## TDTR 法による層状酸化物薄膜の熱伝導率の結晶方位依存性計測

Anisotropy measurement of thermal conductivity  
for layered oxide films by the TDTR method

<sup>1</sup>北大情報, <sup>2</sup>北大電子研, <sup>3</sup>台湾交通大, <sup>4</sup>東大総研 ○小野里尚記<sup>1</sup>, Cho Hai Jun<sup>1,2</sup>, Yi-Ming Chang<sup>3</sup>, Yu-Miin Sheu<sup>3</sup>, フウ ビン<sup>4</sup>, 幾原雄一<sup>4</sup>, 太田裕道<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>IST-, <sup>2</sup>RIES-Hokkaido U., <sup>3</sup>NCTU, <sup>4</sup>U. Tokyo ○T. Onozato<sup>1</sup>, H.J. Cho<sup>1,2</sup>, Y-M. Chang<sup>3</sup>, Y-M. Sheu<sup>3</sup>, B. Feng<sup>4</sup>, Y. Ikuhara<sup>4</sup>, and H. Ohta<sup>1,2</sup>

E-mail: takaki\_onozato6@eis.hokudai.ac.jp

酸化物熱電材料候補物質として知られる  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  は、 $\text{CoO}_2^-$  層と  $\text{Ca}_2\text{CoO}_3^+$  層が、 $c$  軸方向に積層した層状の結晶構造を有する。この構造は、電気伝導 (p 型) を担う  $\text{CoO}_2^-$  層と、絶縁層である  $\text{Ca}_2\text{CoO}_3^+$  層からなる自然超格子とみなすことができ、層に沿った方向で比較的高い電氣的な熱電特性 (出力因子  $S^2 \cdot \sigma = 0.5 \text{ mW m}^{-1} \text{ K}^{-2} @ \text{RT}$ ) を示す[1]。Fujii らの計算によると[2]、熱伝導率  $\kappa$  も結晶方位依存性を示すはずである ( $c$  軸方向では  $\sim 3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} @ \text{RT}$ 、 $a$  軸、 $b$  軸方向では  $6.5 \sim 7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} @ \text{RT}$ )。これまでに複数のグループから  $c$  軸方向または  $a$  軸 ( $b$  軸) 方向どちらか片方の  $\kappa$  が報告されたが、単結晶やエピタキシャル薄膜を用いた、同じ計測方法による、 $\kappa$  の結晶方位依存性は実証されていない。本研究では、R-SPE 法[3-5]によって基板面に対して各層が平行に積層した  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  薄膜 (C, A) と、基板面に対して各層が  $44^\circ$  傾いた状態で積層した  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  薄膜 (M) を作製し、TDTR 法により基板面直方向の熱伝導率を計測した。図に、試料 C, A と、試料 M のサーモリフレクタンス信号をまとめて示す。鏡像法による解析の結果、試料 C, A の  $\kappa$  はそれぞれ  $4.1, 3.7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} @ \text{RT}$  であったのに対し、試料 M は  $8.5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} @ \text{RT}$  であった。以上の結果から、 $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  薄膜の熱伝導率に結晶方位依存性があることを実証できたといえる。

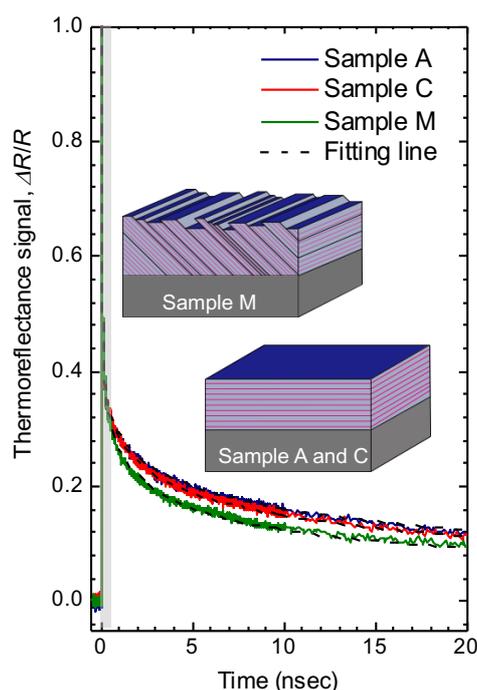


FIG. | TDTR signal of the  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  epitaxial films (samples A, C, and M).

- [1] 例えば、H. Ohta *et al.*, *Inorg. Chem.* **47**, 8429 (2008).[Review]  
 [2] S. Fujii *et al.*, *J. Electron. Mater.* **43**, 1905 (2014).  
 [3] H. Ohta *et al.*, *Cryst. Growth Des.* **5**, 25 (2005).  
 [4] K. Sugiura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **89**, 032111 (2006).  
 [5] K. Sugiura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **94**, 142105 (2009).