

パルスレーザー堆積法による高酸素分圧下での  $\text{CaFeO}_3/\text{LaFeO}_3$  積層膜の作製Preparation of  $\text{CaFeO}_3/\text{LaFeO}_3$  laminated film under high oxygen partial pressure by pulsed laser deposition method○ 陳曦<sup>1</sup>、岡本卓也<sup>2</sup>、平岡恭也<sup>2</sup>、寺地勇博<sup>2</sup>、齋藤凌輔<sup>1</sup>、岩田展幸<sup>3</sup>\*Tin Gi<sup>1</sup>, Takuya Okamoto<sup>2</sup>, Kyoya Hiraoka<sup>2</sup>, Takehiro Teraji<sup>2</sup>, Ryousuke Saitou<sup>1</sup>, Nobuyuki Iwata<sup>3</sup>

## Abstract:

$\text{CaFeO}_x$  (CFO) and  $\text{LaFeO}_x$  (LFO) films are grown by pulsed laser deposition (PLD) method under different pressures from 20 Pa to 200 Pa. Then observe the surface image with a scanning probe microscope (SPM). Based on the measurement results of XRR (low angle  $2\theta$ - $\theta$  with  $2\theta$  of about 1 to 8°), information such as film flatness, film surface cleanliness, film thickness, and still periodicity is evaluated. Then calculate the abundance ratio of (CFO3).

## 1.背景・目的

近年、半導体デバイスのサイズは集積化を続け、徐々に物理的限界に近づいており、新材料を用いた半導体デバイスの開発が差し迫っている。ペロブスカイト系酸化物は、強磁性・強誘電性など複数の強制的秩序を併せ持ち、電気磁気(ME)効果などの新たな動作原理に基づくデバイス開発が注目を集めている。

本研究の目的は  $\text{CaFeO}_3(\text{CFO3})/\text{LaFeO}_3(\text{LFO})$  積層構造を作成し、電界印加による磁気特性制御を行うことである。しかし、CFO3は成膜時の酸素欠損や基板との格子定数との差などの要因により3ユニット成長後、価数の異なる  $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5(\text{CFO2.5})$  に成長し薄膜の磁性に影響を及ぼすことが分かっている[1-3]。

そのため本実験では高酸素分圧下で CFO3 の成膜を行い、純粋な CFO3 層を含む CFO3/LFO 積層膜の作製を目的とした。

## 2.実験

## 2.1 基板処理条件

成膜に使用した基板は Nb ドープした導電性基板  $\text{Nb-SrTiO}_3(001)(\text{NbSTO})$  である。その基板をアセトン、エタノールによる超音波洗浄後、純水、バッファードフッ酸(BHF;pH=5.0)にて酸洗処理を行った。その後アニールを 940°C、3 時間で行った。

## 2.2 成膜条件

ヒーター温度は 730°C、成膜する時の内圧は  $\text{O}_2$  雰囲気 20 または 200 Pa、CFO および LFO ターゲットに

エネルギー密度  $2.0 \text{ J/cm}^2$ 、周波数 4 Hz の KrF エキシマレーザー( $\lambda=248 \text{ nm}$ )を照射した。成膜後チャンバー内に  $\text{O}_2$  を導入した状態で室温に戻した。

## 2.3 評価方法

走査型プローブ顕微鏡(SPM)で基板洗浄後の基板と成膜後の表面観察を行った。XRR ( $2\theta$  が  $1\sim 8^\circ$  程度の低角度  $2\theta$ - $\theta$ ) の測定で、膜の平坦性、密度、膜厚、または周期性等の情報を評価する。そして、CFO 層の構成要素を解析して、CFO3 の存在比率を算出する。 $2\theta$ - $\theta$  の測定を薄膜の結晶性の評価が行なった。

## 3.実験結果

Fig.1 に成膜時に  $\text{O}_2$  を 20Pa 導入した CFO 薄膜の  $2\theta$ - $\theta$  の測定結果を示す。基板ピークの高角側に CFO(00 $n$ )( $n=1,2,3$ )薄膜ピークを確認した。また薄膜ピークのおおよそ中間にもピークを確認した。これは CFO3 が酸素欠損を起こし、 $c$  軸格子定数が CFO3 に対して 2 倍の CFO2.5 が成長したことが原因である。200Pa 導入時の  $2\theta$ - $\theta$ 、XRR の結果については当日発表

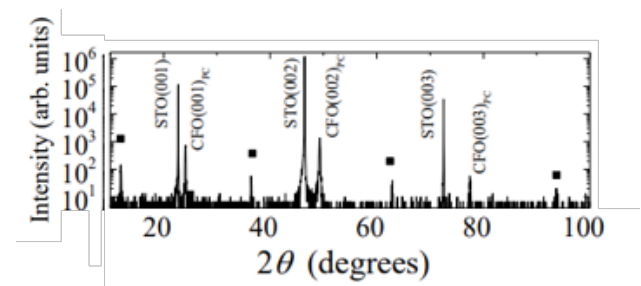


Fig.1 CFO thin film deposited with  $\text{O}_2$  pressure of 20Pa at the time of film deposition XRD  $2\theta$ - $\theta$  measurement pattern

を行う。

## 4.参考文献

- [1] N. Iwata, et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 1292, 125 (2011).  
 [2] Y. Watabe, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 53, 05FB12 (2014).  
 [3] N. Iwata, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 53, 05FB20 (2014).