Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波を用いた PLD 法で作製した $SrTiO_3$ 薄膜のポストアニールによる格子拡大

Lattice expansion by post annealing of $SrTiO_3$ films made by pulsed laser deposition using fourth harmonic Nd:YAG pulsed laser

旭川高専　°小野寺 巧，富士原 巧，中村 基訓，吉本 健一，篁 耕司
National Institute of Technology, Asahikawa College,
Takumi Onodera, Takumi Fujiwara, Motonori Nakamura, Ken'ichi Yoshimoto, Koji Takamura
E-mail: takamura@asahikawa-nct.ac.jp

1. はじめに

高品質の酸化物材料の結晶成長法として、パルスレーザー堆積(PLD)法が用いられている。ペロブスカイト構造を有する $SrTiO_3$ は、陽イオン比の僅かな違いにより、格子が拡大することが知られている。PLD 法で作製した $SrTiO_3$ は、入射レーザー密度やターゲット表面のスポット径、酸素分圧等によって、陽イオンの化学量論比からわずかにずれることが報告されている[1]。

また、PLD 法の多くが、レーザー強度の安定性から KrF エキシマレーザーなどの気体レーザーが用いられてきた。Nd:YAG レーザーなどの固体レーザーは、毒性ガスを使用しないため設置条件を選ばず、さらにコストも有利であるため、気体レーザーと同等の膜ができれば大きな利点となる。

著者らは、Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波を用いた PLD 法で、$SrTiO_3$ 薄膜のエピタキシャル成長された薄膜が c 軸方向に格子が拡大すること、および 800℃までのポストアニールにおいて、一部の試料のみ(レーザーパワー25mJ)で格子のさらなる拡大が観測されることを報告した[2]。

本講演では、PLD 法で作製されたホモエピタキシャル $SrTiO_3$ 薄膜のポストアニールによる格子の拡大について議論する。

2. 実験

本研究では、光源としてパルス幅 5ns、繰り返し 10Hz の Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波(波長 266nm)を用いた。ターゲット材料として $SrTiO_3$ 焼結体を用い、基板は $SrTiO_3$ (001)単結晶を用いた。成膜中の酸素の圧力を 1×10^{-3}Pa とし、入射レーザー強度を 9mJ から 25mJ、成膜温度を 600℃または 775℃にて結晶成長を行った。アニールは大気中にて 24 時間行った。また、陽イオンの元素比率を調べるため、オージェ電子分光による測定を行った。

3. 実験結果と議論

Fig.1 は、X 線回折結果から得られた格子定数拡大量のアニール温度依存性である。25mJ600℃で成長した試料では、800℃アニールで 1.3%のさらなる格子の拡大が確認された。9mJ700℃で成長した試料はアニールによって有意な格子の拡大は起こらなかった。また、オージェ電子分光の結果から、Ti リッチであることが示唆されており、Sr 空孔が存在していると考えられる。800℃アニールにより抵抗率が上昇することから、アニールによる格子の拡大は、Sr 空孔とともに存在する酸素空孔の減少による結果と考えている。

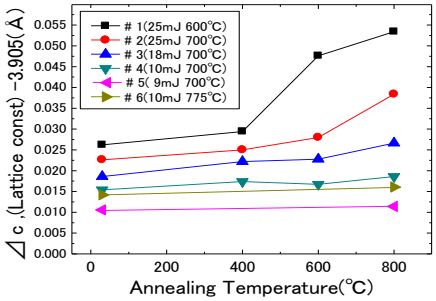

Fig.1 c 軸格子定数拡大量のアニール温度依存性。試料番号横の括弧中は入射レーザー強度と成長基板温度を表している。

参考文献

[1] T.Ohnishi et al., Appl. Phys. Lett. 87 (2005) 241919.
[2] 富士原巧他、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 15p-P3-4(2016).

謝辞

本研究の一部は，物質・デバイス領域共同研究拠点課題研究費の支援を得て行われた。