

Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波を用いた SrTiO₃ 薄膜の低温成長

Pulsed laser deposition of SrTiO₃ films at low substrate temperature

by fourth harmonic Nd:YAG pulsed laser

旭川高専 ○石川 竜介, 和田 雄太, 小野里 尚記, 中村 基訓, 篁 耕司

National Institute of Technology, Asahikawa College,

Ryusuke Ishikawa, Yuta Wada, Takaki Onozato, Motonori Nakamura, Koji Takamura

E-mail: takamura@asahikawa-nct.ac.jp

1. はじめに

パルスレーザー堆積 (PLD) 法は、新機能的な材料薄膜の結晶成長手法として注目されている。ターゲットと薄膜の組成のズレが少なく、光プロセスのため薄膜への汚染が少ないこと、酸化物などの高融点材料を酸素雰囲気制御して成膜できることなどの利点がある。また、成膜中に RHEED(反射高速電子線回折)を用いることができ、原子層レベルでの制御を行うことができる。これらの特長を用いることで高品質な薄膜を成長できる。

SrTiO₃ 薄膜を用いた熱電半導体は、高温で利用できる新しい熱電材料として研究が行われている[1-3]。これらの研究では平坦な膜や人工超格子をつくることを目的として、基板温度が 600℃から 900℃程度で行われている。しかしながら、結晶品質や酸素欠陥の制御の難しさから、600℃未満の低温での成長はほとんど行われていない。

本講演では、Nd:YAG レーザー第 4 次高調波を用いた PLD 法によって低温成長した SrTiO₃ 薄膜について報告する。

2. 実験

本研究では、入射光として Nd:YAG レーザー(波長 266 nm、パルス幅 5 ns、繰り返し 10 Hz)を用いた。ターゲット材料として SrTiO₃ 焼結体を用いた。レーザー強度を約 1J/cm² とし、基板距離-ターゲット距離を 5cm とした。成膜中の酸素の圧力は 1×10⁻³Pa にて成膜を行った。基板は、1mm×1mm×0.5mm の SrTiO₃(001) 単結晶を用いた。基板は 600℃に昇温したのち、試料ごとに設定した温度まで下げて結晶成長を行った。成膜時間は 30 分である。

3. 実験結果と考察

基板温度を 650℃、450℃、300℃に設定し、成長を行った。成膜終了後、基板温度 600℃で成長した試料の RHEED パターンはストリークを示した。一方、450℃で成長した試料の RHEED パターンは、Fig.1 のように少し途切れたストリークとなった。300℃で成長したものは、ハローとなった。これらにより少なくとも基板温度 450℃では、エピタキシャル成長していることがわかった。

また、450℃で成長した試料を X 線解析した結果、薄膜のピークの位置が、基板のピークより低角側にシフトしていること、ピークの幅が 600℃で成長したものよりブロードになっていることを確認した。

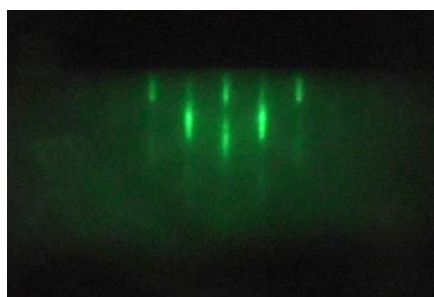


Fig.1 基板温度450℃で成膜したSrTiO₃の RHEEDパターン

参考文献

- [1] S.Ohta et al., Appl. Phys. Lett. 87 (2005) 092108.
- [2] H. Ohta et al., Nature Materials 6 (2007) 129.
- [3] E.J.Tarsa et al., Appl. Phys. Lett. 68 (1996)490.

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。