

PLD 法による SrO バッファ層を用いた SrTiO₃ 薄膜の Si 基板上への直接成長

Direct growth of SrTiO₃ thin films on SrO-buffered Si substrates by PLD

兵庫県立大学 ○佐々木 翼, 今中 淳弘, 堀田 育志, 佐藤 真一

Univ. of Hyogo ○Tsubasa Sasaki, Atsuhiko Imanaka, Yasushi Hotta, and Shin-ichi Satoh

E-mail: eo09z045@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】近年、遷移金属酸化物のユニークな物性を利用した様々な電子デバイスが考案されているが、基板から薄膜まで酸化物材料のみで構成されているものが殆どである。今後、酸化物デバイスを実際に応用していく上で酸化物と Si 基板との融合が必須となる。遷移金属酸化物と Si 基板のヘテロ接合は、これまでその界面にアモルファス SiO_x 層が優先的に形成するため困難であったが、McKee 達¹⁾による MBE 法を用いた SrO バッファ層の開発によって実現可能になっている。我々は、更なるプロセスの簡略化と利用可能な材料の幅を広げる観点から、SrO バッファ層の形成、SrTiO₃(STO)/Si 構造の作製、さらにはその上への酸化物薄膜の作製までを一貫してパルスレーザ堆積(PLD)法で行うことを目指している。²⁾ 今回は、PLD 法で作製した SrO バッファ層-Si 基板上に、同じく PLD 法で STO 薄膜の作製を行ったのでその結果を報告する。

【実験方法】まず、RCA 洗浄した p 型の Si(100)基板上に PLD 法によって SrO 層を堆積させた後、ポストアニール処理を行い 2×1 Sr 再構成表面を形成した。STO の成膜は、PLD 法によって得られた再構成表面基板上に真空度 P_{BG} = 10⁻⁷ Torr、成膜温度 T_g = 400°C~700°C の条件で行った。STO の膜厚は、STO 基板上に STO 薄膜を Layer-by-Layer 成長して求めた成膜レートを基に、レーザーパルス数で制御することで 10 ML~100 ML とした。続いて、基板表面の構造変化を反射高速電子線回折(RHEED)で観察しながら in situ にて 750°C、1 時間のポストアニール処理を行った。各成膜温度の試料の結晶構造を X 線回折(XRD)によって測定した。

【実験結果】図 1 に成膜直後とポストアニール処理後の STO の RHEED パターンを示す。成膜直後では、すべての成膜条件において RHEED パターンが消滅したことから、得られた STO はアモルファスであった。その後、ポストアニール処理を行うことで再び RHEED パターンが出現し、STO の結晶化が確認された。アニール後、温度を室温に下げても RHEED パターンに変化はなかったことから、アニールによって得られた構造が安定に保持されていると思われる。図 2 に各 T_g

条件で作製した STO(50ML)/Si(100) 試料の XRD パターンを示す。2θ が 40° 付近に STO(111)面からの回折ピークが観測され、アニール後の STO が(111)配向していることが確認された。一方、アニール温度が一定にも関わらず、ピーク強度の T_g 依存性 (600°C でピーク強度最大) が見られたことから、成膜中に膜中に取り込まれる酸素量がアニール後の試料の結晶性に影響を及ぼしていると考えられる。

【謝辞】本研究の XRD 測定は阪大産研の田中秀和教授、神吉輝夫准教授にご協力頂きました。

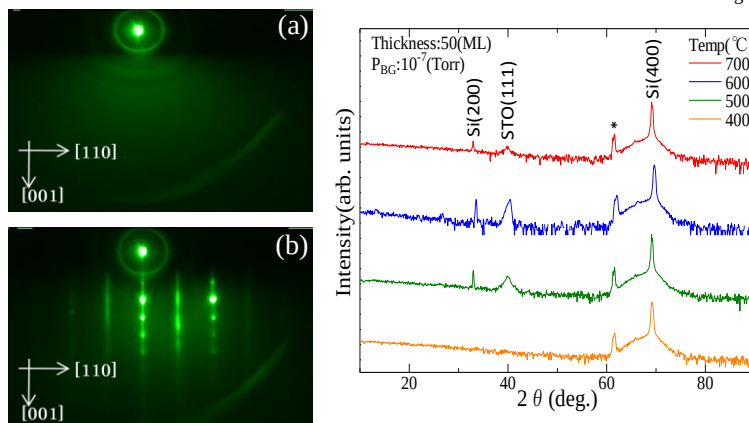


図 1: SrTiO₃ 成膜直後(a)とポストアニール後(b)の RHEED 図

図 2: XRD による SrTiO₃ 結晶化の成膜温度依存性

- 【参考文献】 1) R.A. McKee et al., Phys. Rev. Lett. 81, 3014 (1998)
2) 第 59 回応用物理学関係連合後援会講演予稿集 16a-F2-11(2012)