

斜入射 X 線回折法による La_2O_3 薄膜の分析

Grazing Incident X-ray Diffraction Analysis of La_2O_3 Thin Film

角嶋邦之 館喜一 岩井洋 (東京工業大学)

はじめに

MOSFET の高性能化は微細化によってなされてきたが、MOSFET を構成する各要素の中でもゲート絶縁膜は薄膜限界に達しており、さらなる微細化のためには新材料の導入が必須となっている。様々な酸化物のゲート絶縁膜応用研究が世界中で精力的に行われた結果、Hf 系酸化物で比較的良好な特性を得られることがわかり、実用化が計画されている。しかし、さらなる微細化が可能である材料であるとは言い難く、スケーリングが可能な新材料の探索が必要であろう。本実験グループでは、希土類酸化物の一種である La_2O_3 薄膜に着目し、電気的測定を行ってきた。その結果、酸化膜換算膜厚(EOT)で 0.5nm を低リーク電流で達成することが可能であり、また良好なトランジスタ特性が得られることを明らかにしてきた。そこで、本研究では La_2O_3 薄膜の結晶構造について分析を行うことを目的にし、SPring-8 BL13XU を用いて斜入射 X 線回折を行ったので報告する。

実験・測定方法

La_2O_3 薄膜(4nm)は超高真空中で電子線蒸着を行うことで形成した。基板には n-type Si(100)を用い、堆積温度は 300°C、その時の真空度は 10⁻⁷Pa、堆積レートは 0.2nm/min である。分析は、薄膜堆積直後、窒素雰囲気(1atm)で 500°C 及び、700°C で熱処理を行った試料である。薄膜の X 線回折を行うため、基板からの回折 X 線の影響を受けないように X 線を 0.24° と斜入射で試料表面部のみ侵入させ、表面部のみ情報が得られる斜入射 X 線回折法を採用した。

結果

図 1 に堆積直後、500°C、及び 700°C の熱処理を行

った試料のカウント数を示した。小さなピークが観測されたが、代表的なピークについて同定を行うと、堆積直後では $\text{La}(\text{OH})_3$ の結晶ピークが主に検出された。これは、堆積後の基板の大气への暴露が原因であると考えられる。500°C の熱処理では一部 $\text{La}(\text{OH})_3$ が La_2O_3 に変化し、ピークがブロードになっているがわかる。また、700°C の熱処理では La_2O_3 と $\text{La}(\text{OH})_3$ が混在している状態であることがわかる。今後、大气暴露による水分吸収を無くした条件で測定を行うことが重要であると考えられる。

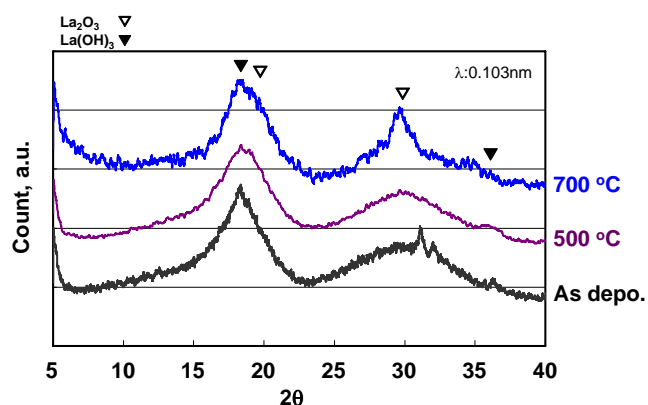


図 1 La_2O_3 (4nm)/Si 基板の GIXD パターン。

結論

La_2O_3 薄膜の結晶化について斜入射による X 線回折を用いて分析を行った。その結果、水分吸収による $\text{La}(\text{OH})_3$ のピークが観測されたが、高温熱処理では La_2O_3 のピークを確認できた。今後、水分を吸収しない構造で引き続き検討を行う予定である。

謝辞

本研究は小金澤智之氏(JASRI)に多大なご協力を得た。