

LiNbO₃ 基板上における Cr₂O₃ 薄膜の結晶成長および構造解析

Crystal Growth and Structure Analysis of the Cr₂O₃ Thin Films on LiNbO₃ Substrates

日本大学 ○中村 拓未, 黒田 卓司, 林 佑太郎, 隅田貴士, 岩田 展幸, 山本 寛

CST, Nihon Univ., Takumi Nakamura, Takuji Kuroda, Yutaro Hayashi, Takashi Sumida,

Nobuyuki Iwata, Hiroshi Yamamoto

E-mail: service-ace.hayate-21@hotmail.co.jp

1. 背景

強磁性 (Ferromagnetism : FM)/ 反強磁性 (Antiferromagnetic : AFM) 積層膜において交換バイアス磁場(H_{EB})を用いたデバイス作製を目的としている。 H_{EB} の発現には、積層膜界面が原子レベルで平坦である必要がある。これまで、DC-RF マグネトロンスパッタ法を用いて r 面サファイア基板上に、基板温度 580°C~840°C, $O_2/Ar=2/8(ccm)$, 内圧 0.3Pa, 成膜時間 2 時間で Cr₂O₃ 薄膜を作製し、結晶成長の違いについて解析を行ってきた^[1]。 r 面配向 Cr₂O₃ 薄膜表面は、一つのグレイン内ではステップ-テラス構造を確認したが、グレイン同士がコアレス化した箇所では大きな段差が、それ以外の箇所では深さ 15-30nm の深い溝が発生した。サファイアの r 面は表面エネルギーが低いため、一つのグレインに注目すると、その表面は非常に平坦であったが、基板との格子ミスマッチによる結晶歪みの影響を受けて溝が発生した。

そこで格子ミスマッチ、結晶構造の観点からより適切な基板として、LiNbO₃(LNO)基板を選択した。LNO は Cr₂O₃ のコランダム構造に類似したイルメナイト構造であり、面内格子ミスマッチが r 面では、+4.01%、+4.34% (サファイア)から-3.77%、-2.52%(LNO)となり、格子歪みの影響が緩和される可能性がある。本研究では r 面 LNO 基板上に Cr₂O₃ 薄膜を成膜し、解析を行ったので報告する。

2. 実験方法

r 面 LNO 基板をアセトン 5 分, 15 分, エタノール 5 分で洗浄し、750°C で 6 時間アニール処理を行った。Cr₂O₃ 薄膜を成膜温度 580°C, O_2/Ar 比を 0.25 (2/8ccm) で 2 時間成膜を行った。

3. 結果

図 1 に r 面配向 Cr₂O₃ 薄膜の XRD(2 θ - θ)パタ

ーンを示す。基板ピークの高角側に Cr₂O₃ のピークを確認した。Nelson-Riley 関数から(1-102)の格子間隔は 0.3633nm と算出され、 r 面 Cr₂O₃ のバルク値とほぼ一致した。結晶性の指標となる半値幅(FWHM)は 0.507°となった。このことから、Cr₂O₃ 薄膜が LNO との格子ミスマッチを緩和して成長したことが分かった。

図 2 に r 面配向 Cr₂O₃ 薄膜表面像(2×2 μ m²)を示す。表面が nm オーダーで平坦な[-111]方向に伸びたグレインが成長していた。しかし、グレイン間には約 20nm の深い溝が発生していた。これは LNO の格子ミスマッチの異方性が大きいためと考えている。格子ミスマッチは 2.5% 程度以下にすることが必要でることがわかった。結晶成長や構造解析の詳細は当日報告する。

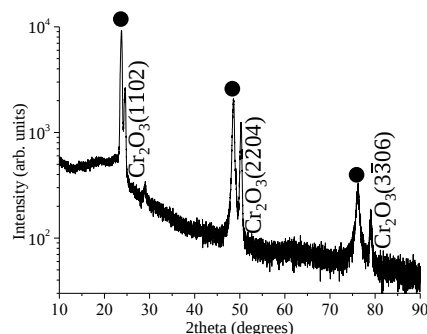


図 1 r 面配向 Cr₂O₃ 薄膜の XRD(2 θ - θ)パターン

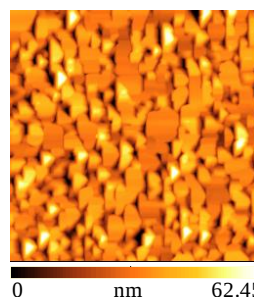


図 2 r 面配向 Cr₂O₃ 薄膜表面像(2×2 μ m²)

4. 参考文献

- [1] N. Iwata, T. Kuroda and H. Yamamoto, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 11PG12-1.