Fe_3O_4 薄膜の Dewetting 現象の基板依存性

Substrate effect on Fe_3O_4 dewetting

東京大学物性研究所 [1]、東北大学工学研究科 [2]、 University of New South Wales[3]

°正能 大起 [1]、高橋 竜太 [1]、小沼 碧海 [2]、丸山 伸伍 [2]、松本 祐司 [2]、

Jahangir Solmaz[3]、Nagarajan Valanoor[3]、Lippmaa Mikk[1]

ISSP, University of Tokyo[1], Tohoku University[2], University of New South Wales[3]

°Daiki Shono[1], Ryota Takahashi[1], Aomi Onuma[2], Shingo Maruyama[2], Yuji Matsumoto[2],

Solmaz Jahangir[3], Valanoor Nagarajan[3], Mikk Lippmaa[1]

E-mail: shono@issp.u-tokyo.ac.jp

1. 緒言

Dewetting は固液界面にて液体が濡れずに自己凝集する現象であるが、固体同士の組み合わせにおいてもバルクの融点以下の温度で薄膜が島状に自己凝集する solid-state-dewetting が報告され、結晶成長やパターニングの新規手法として応用が進んでいる[1]。これまでに我々は solid-state-dewetting を使って、$SrTiO_3$(001)基板上に Fe_3O_4 の高品質なナノピラミッド構造を自己生成的に作製するプロセスを開発してきた[2]。この特異な dewetting を用いた Fe_3O_4 の結晶成長を詳細に理解するために、レーザー顕微鏡を用いた dewetting の in-situ 観察を行ってきた[3]。本研究では dewetting 現象の基板依存性について調べ、より高品質な Fe_3O_4 のナノ構造を作製するための制御パラメータについて探索した。

2. 実験方法

パルスレーザー堆積法を用いて基板温度 400℃、酸素圧 10^{-6} Torr の条件下で 10nm の Fe_3O_4 薄膜を $SrTiO_3$ と 0.05wt%ドープ $SrTiO_3$(001)に上に作製した。成膜後、酸素圧を維持したまま 50℃/min の速度で基板温度を 1200℃まで昇温し 150nm の Fe_3O_4 を堆積し、その後サンプルを室温まで急冷した。作製した試料の評価には X 線回折(XRD)、光学顕微鏡を用いた。

3. 結果および考察

図 1 にサンプル表面の光学顕微鏡像の基板依存性を示す。$SrTiO_3$(001)基板上では Fe_3O_4 のピラミッド状の結晶を作製することができたが、Nb:$SrTiO_3$(001)基板上では同様な実験条件で作製したにも関わらず、ピラミッド形状のナノ結晶を作製することはできなかった。$SrTiO_3$ 基板では dewetting によって凝集した島状結晶が種結晶として機能し、ナノピラミッド構造が自己生成的に成長したのに対し、Nb:$SrTiO_3$ 基板上では Fe_3O_4 薄膜の dewetting が起き難くなっていることを示唆している。その原因として Nb をドープしたことによって変化する表面エネルギー、またはエミシビティーの変化による基板温度の測定値の誤差が挙げられる。

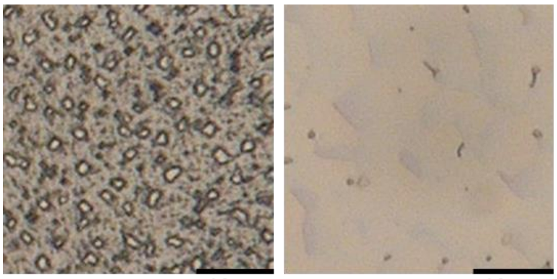

図 1 各基板におけるサンプル表面の光学顕微鏡像

[1]C. V. Thompson, *Annu. Rev. Mater. Res.* **42**, 399 (2012)

[2] R. Takahashi *et al.*, *Crystal Growth & Design*, **14,** 1264 (2014).

[3] 正能ら, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会(2015) 13p-P5-16

© 2015年 応用物理学会