Sn 添加 In_2O_3 非晶質薄膜における結晶化その場観察

In-situ observation of crystallization of amorphous Sn-doped In_2O_3 films

高知工科大総研[1], (株)リガク[2], 住友重機械工業 (株)[3] ○古林寛[1], 小林信太郎[2], 前原誠[3], 北見尚久[1,3],
酒見俊之[3], 稲葉克彦[2], 山本哲也[1]

Research Inst., Kochi Univ. Tech.[1], Rigaku Corp.[2], Sumitomo Heavy Industries, Ltd.[2],
○Y. FURUBAYASHI[1], S. KOBAYASHI[2], M. MAEHARA[3], H. KITAMI[1,3],
T. SAKEMI[3], K. INABA[2], and T. YAMAMOTO[1]
E-mail: furubayashi.yutaka@kochi-tech.ac.jp

はじめに: 非晶質 In_2O_3 (*a*-IO)から熱的に多結晶化 (*p*-IO) させた IO 薄膜は高ホール移動度を呈するため、太陽電池電極への応用が進んでいる [1]。一方、*a*-IO の結晶化機構の研究は多く存在するものの、同一組成において成膜条件に焦点を当てた報告は皆無である。そこで、本研究では、同一蒸着源を用いて様々な成長条件により成膜した非晶質 Sn 添加 In_2O_3 (*a*-ITO) 膜における結晶化の動的振舞を明らかにすべく、X 線二次元検出器((株)リガク製)を用いたその場観察 [2] を実施した。

実験方法: ITO 膜 (SnO_2: 5 wt%) を Corning ガラス基板上に反応性プラズマ蒸着 (RPD) 法 (住友重機械工業(株) 製) により非加熱条件下で成膜した。本研究では高分解能 X 線回折装置 ((株) リガク製 SmartLab) に付属している二次元検出器を用い、大気中一定速度 5 K/min で昇温しながらの回折ピークの時間依存性を記録した。X 線源には Cu-Kα (波長 0.15405 nm) を用いた。

結果: 図 1 は酸素ガス流量 (OFR) 20 sccm で成膜した *a*-ITO (膜厚 48 nm) における逆格子マップの温度 (*T*) 変化を示す。T_i = 125 ºC で結晶化が始まり、T_f = 175 ºC で結晶化が終了と判断した。300 ºC までの温度上昇では配向性向上などの変化は観察されなかった。図 2 に上記と同 OFR 条件で膜厚を変化させた *a*-ITO における (222) 積分強度温度依存性を示す。薄膜化は T_i および T_f を上昇させると共にピーク強度の減少をもたらした。結晶化の振舞は、同じ膜厚では OFR が支配因子であることが判った。非晶質膜の結晶化機構は成膜条件が決める構造特性 (膜体積、表面／界面の密着性及び成膜後での微小領域結晶化の有無等) に依存し、キャリア輸送など電気特性との相関解明が必要である[3]。

参考文献

[1] T. Koida, Y. Ueno, and H. Shibata, *Phys. Stat. Solidi. A* **215**, 1700506 (2018).

[2] L. Zeng, M. M. Moghadam, D. B. Buchholz, R. Li, D. T. Keane, V. P. Dravid, R. P. H. Chang, P. W. Voorhees, T. J. Marks, and M. J. Bedzyk, *Phys. Rev. Mater.* **2**, 053401 (2018).

[3] Y. Furubayashi, M. Maehara, and T. Yamamoto, *Nanoscale Res. Lett.* **14**:120 (2019).

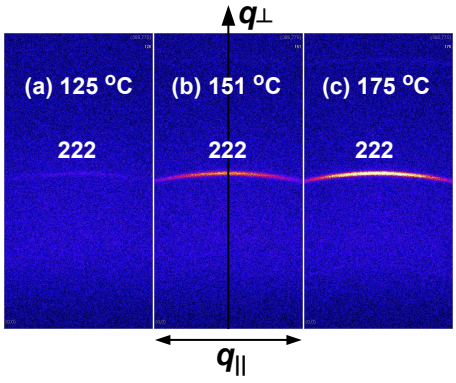

図 1: *a*-ITO 膜(OFR=20 sccm, 膜厚 48 nm)における逆格子マップの温度依存性

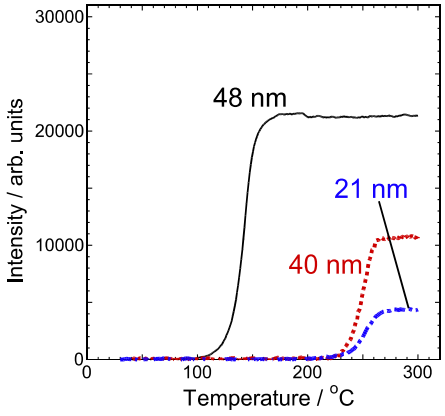

図 2: *a*-ITO 膜(OFR=20 sccm)における (222) 積分強度の温度依存性

© 2019年 応用物理学会