ヘテロエピタキシャル ITO 薄膜における熱伝導率の結晶方位依存性

Crystallographic orientation dependence of thermal conductivity for heteroepitaxial ITO thin films

青山学院大学 [1]，産業技術総合研究所 [2]　○(M1) 中野 綾香 [1]，*竹歳 尚之 [1,2]，山下 雄一郎 [1,2]，八木 貴志 [1,2]，賈 軍軍 [1]，重里 有三 [1]

Aoyama Gakuin Univ. [1], National Metrology Institute of Japan (NMIJ), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) [2], ○ (M1) A. Nakano[1], *N. Taketoshi[1,2], Y. Yamashita[1,2], T. Yagi[1,2], J. Jia[1], and Y. Shigesato[1]

*E-mail: n-taketoshi@aist.go.jp

酸化物透明導電膜材料の一つであるスズ添加酸化インジウム（ITO）は、ワイドバンドギャップ n 型縮退半導体である。ITO は、格子定数が 1.01 nm の立方晶ビックスバイト構造を有し、立方晶のイットリア安定化ジルコニア（YSZ; 格子定数: 0.51 nm）基板上にヘテロエピタキシャル成長することが知られている [1-5]。多結晶 ITO 薄膜において、熱輸送のキャリアとしてフォノンと自由電子の両方の影響を含んでいることを明らかにしたが [6]、結晶方位依存性については十分に明らかにされていない。そこで、本研究ではスパッタ法により多結晶およびヘテロエピタキシャル ITO 薄膜を作製し、熱伝導率の結晶方位依存性を調べた。

ITO 薄膜は、光学研磨された単結晶 YSZ(100)、YSZ(111) および合成石英ガラス基板上に DC マグネトロンスパッタ法で作製した。ターゲットには ITO 焼結体（10wt%SnO_2）を、スパッタリングガスには Ar を用い、全圧は 0.7 Pa とした。$\theta/2\theta$ 測定および極点図測定による結晶構造解析を行った。電気特性 (比抵抗、ホール移動度、キャリア密度) はホール効果測定を行い、光学特性は分光光度計によって測定した。Fig. 1 に示すように、YSZ(100)基板に成膜した ITO 薄膜は(100)方向にヘテロエピタキシャル成長したことを確認した。同様に YSZ(111)基板上では ITO 薄膜は(111)方向にヘテロエピタキシャル成長し、合成石英ガラス基板上では多結晶であったことを確認した。Fig. 2 に、パルス光加熱サーモリフレクタンス法により測定した多結晶膜およびエピタキシャル膜（YSZ(100)基板）の信号を示す。これらの熱伝導率の結果や電気特性等の諸特性との相関については当日報告する。

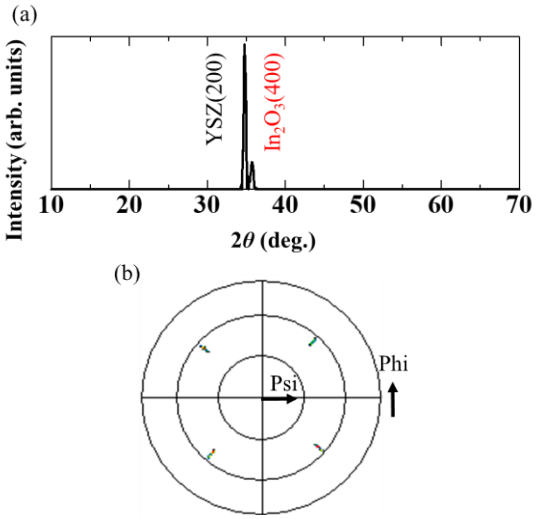

Fig. 1. (a) X-ray diffraction patterns for the epitaxial ITO film grown on YSZ(100) and (b) pole figure of (222) diffraction of the same film.

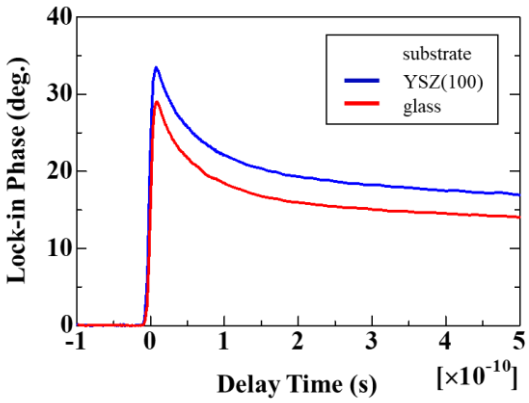

Fig. 2. Thermoreflectance signals as a function of delay time for ITO film grown on a glass substrate and a single crystalline YSZ(100).

References

1) M. Kamei, Y. Shigesato, et al., *Appl. Phys. Lett.* 64 (20), (1994) 2712.　2) M. Kamei, Y. Shigesato, et al., *Appl. Phys. Lett.* 65(5) (1994) 546.　3) N. Taga, H. Odaka, Y. Shigesato, et al., *J. Appl. Phys.* 80(2) 15 (1996) 978.　4) N. Taga, Y. Shigesato, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* , Vol.37(11) (1998) 6524.　5) N. Taga, Y. Shigesato and M. Kamei, *J. Vac. Sci. Technol.* A 18 (2000) 1663. 6) T. Ashida, A. Miyamura, N. Oka, Y. Sato, T. Yagi, N. Taketoshi, T. Baba and Y. Shigesato, *J. Appl. Phys.* 105 (2009) 07370