ガラス/TiO_2/ZnO/Ag 構成の配向性と電気抵抗率に及ぼす最下層 TiO_2 膜の効果

Effect of TiO_2 lowermost layer on crystal orientation and electrical resistivity of glass/TiO_2/ZnO/Ag structure in Low-E glass

北見工大[1]、YKK AP(株)[2]、YKK(株)[3]　○(D) 水越光司[1,2]、山村剛史[3]、冨岡泰宏[3]、川村みどり[1]

Kitami Institute of Technology[1], YKK AP Inc.[2], YKK Corp.[3]

°Koji Mizukoshi[1,2], Takafumi Yamamura[3], Yasuhiro Tomioka[3], Midori Kawamura[1]

E-mail: kawamumd@mail.kitami-it.ac.jp

背景：開口部の断熱性を向上させる Low-E 膜は Ag 膜を酸化膜で挟み込んだ構造で、一般的には酸化金属膜/銀/酸化金属膜の構造を要素とし、成膜条件や膜材料の組合せによって機能化する研究が行われている。要求される性能で最も重要な断熱性能を向上するために、ZnO 膜を Ag 膜の下地層とし、電気抵抗率を低減した例が報告されている[1)]。本研究では、更に Ag 膜の電気抵抗率を低減するために最下層へ TiO_2 膜を挿入しその効果を明らかにした。

実験方法：マグネトロンスパッタリング法により、ガラス/ZnO/Ag 膜で ZnO の成膜圧力を 0.3～3.0Pa と変化させ、電気抵抗率の低減を図った。次に TiO_2 膜を最下層に挿入し、ガラス/TiO_2（0～20nm）/ZnO（8nm）/Ag（14nm）構造の多層膜を成膜した。各試料の抵抗率は渦電流法で測定した。更に X 線回折法（XRD）の面内・面外測定により結晶配向性を評価し、X 線反射率測定により表面・界面粗さを見積もった。

結果と考察：Fig. 1 は、ガラス/TiO_2/ZnO/Ag 多層膜の TiO_2 膜厚を変化させた場合の抵抗率と Ag 及び ZnO の表面粗さを示している。TiO_2 膜を最下層に挿入することで、Ag 膜の表面粗さ及び抵抗率が低減した。その効果は 2nm の厚さでも発現した。Fig. 2 は、面外 XRD 測定における配向性の変化である。ZnO 膜を 8nm から 38nm に厚くするより TiO_2 膜（20nm）を挿入する方が、ZnO（002）及び Ag（111）を優先配向させた。面内 XRD 測定の結果もこれに対応していた。結論として、Ag 膜の電気抵抗率の低減は、TiO_2 膜が ZnO 膜の結晶成長を促進させたことに起因すると考えられた。

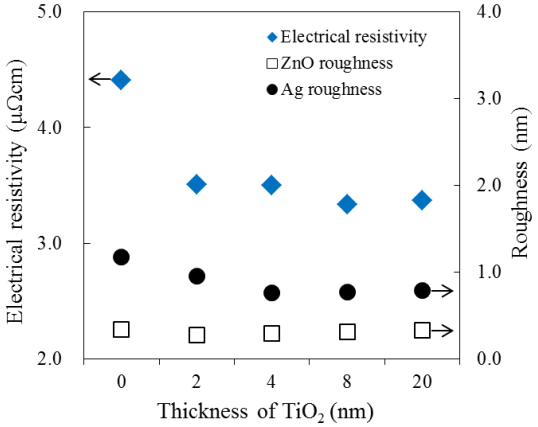

Fig. 1 Electrical resistivity and surface roughness of Ag and ZnO for glass/TiO_2/ZnO/Ag.

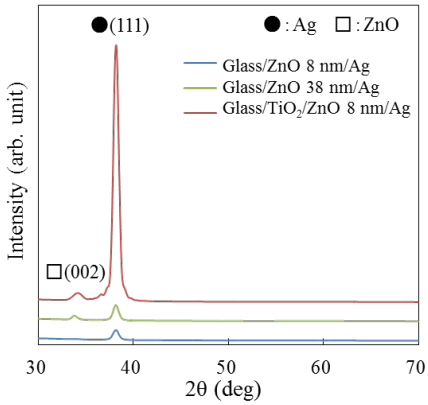

Fig. 2 Out-of-plane XRD patterns for glass/ZnO/Ag and glass/TiO_2(20 nm)/ZnO/Ag.

参考文献：1) K. Kato et al., Vacuum 83, 606 (2009).

© 2021年 応用物理学会