

## Nb:TiO<sub>2</sub>/Ga:ZnO 積層膜の大気および真空アニールの効果

### Annealing effect of ambient and vacuum atmosphere on Nb:TiO<sub>2</sub>/Ga:ZnO bilayer

○杉浦 怜、船木 修平、山田 容士 (島根大総理工)

○Rei Sugiura, Shuhei Funaki, Yasuji Yamada (Shimane Univ.)

E-mail: S159002@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】色素増感型太陽電池の透明電極に求められる性質として、作製プロセスに含まれる大気中の熱処理に対する耐熱性や、電解液に対する化学的耐性が挙げられる。現在、色素増感型太陽電池の透明電極には、F添加 SnO<sub>2</sub>(FTO)が用いられている。FTO 膜の電気抵抗率は、約  $5\sim 9 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$  であり、色素増感型太陽電池の発電効率の上昇のためには、より低抵抗率な透明導電膜が要求される。そこで我々は、FTO 膜の代替材料として、電気抵抗率が約  $1\sim 5 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$  である Ga 添加 ZnO(GZO)膜に化学的耐性を付与する目的で、化学的に安定な Nb 添加 TiO<sub>2</sub>(TNO)を堆積させ、TNO/GZO 積層膜を作製した。そして、TNO/GZO 積層膜に大気アニールを施すことで、GZO 単層膜に比べ低い抵抗率を示すことを明らかにした<sup>[1]</sup>。しかしながら、大気アニール後の抵抗率は、アニール前と比較すると、2桁上昇していた。そこで、本研究では、大気中のアニールを施した膜に対して、さらに真空中のアニールを施し、低抵抗率化を目指した。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタリング法を用いて、石英基板上に室温で GZO 膜を 200 nm 堆積させた。その上部に室温で TNO を 100 nm 堆積させることで TNO/GZO 積層膜を作製した。成膜後、GZO 単層膜と TNO/GZO 積層膜を一気圧大気中で 500°C のアニールを 30 分間施した。その後、真空中(0.3 Pa 以下)で 350 及び 500°C のアニールを 30~5760 分間施し、物性を評価することで真空アニール時間依存性を得た。電気特性は Van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定、結晶性は XRD 測定により評価した。

【結果及び考察】図に(a)Hall 測定によって得られた電気抵抗率、(b)キャリア密度のアニール時間依存性を示す。大気アニールを施した

TNO/GZO 積層膜及び GZO 単層膜は、短時間の 350 °C、500°C の真空アニールによって、キャリア密度が増加し、電気抵抗率は低下した。また、350 °C でアニールを長時間施していくと TNO/GZO 積層膜(■)及び GZO 単層膜(○)の電気抵抗率に変化は見られなかった。一方で 500°C で真空アニール施した TNO/GZO 積層膜(■)及び GZO 単層膜(○)は、アニール時間が長時間になるにつれて、キャリア密度は減少に転じ、電気抵抗率が緩やかに上昇した。以上より、大気アニールにより上昇した電気抵抗率は、真空アニールを施すことによって、抵抗率化することがわかった。

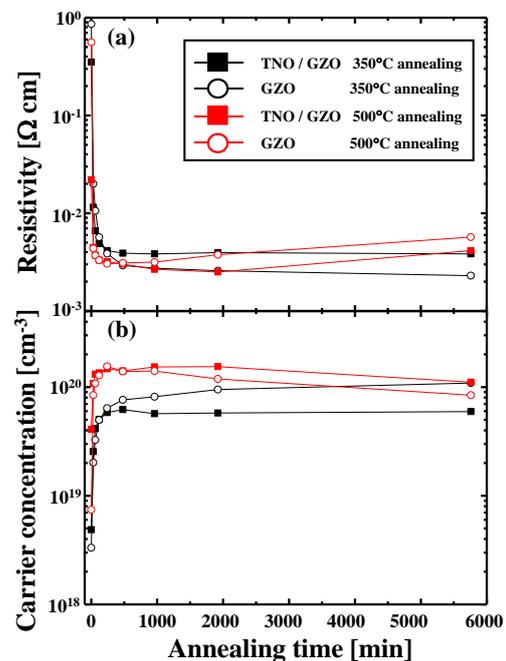


Fig. (a)resistivity and (b)carrier concentration of TNO/GZO bilayer and GZO films on a function of vacuum annealing time after on air annealing processed

#### 【参考文献】

[1]杉浦 他, 2014 年度 応用物理・物理系学会中国四国支部学術講演会 講演予稿集, Ba-1-18