

SiO₂/ZnO 積層膜のアニールによる電気特性の向上

Improving of Electrical Performance of SiO₂/ZnO Layered film by Thermal Annealing

○山田 容士、松木 修平、井上 創太、菊池 大樹（島根大総理工）

○Yasuji Yamada, Shuhei Funaki, Sota Inoue, Hiroki Kikuchi (Shimane Univ.)

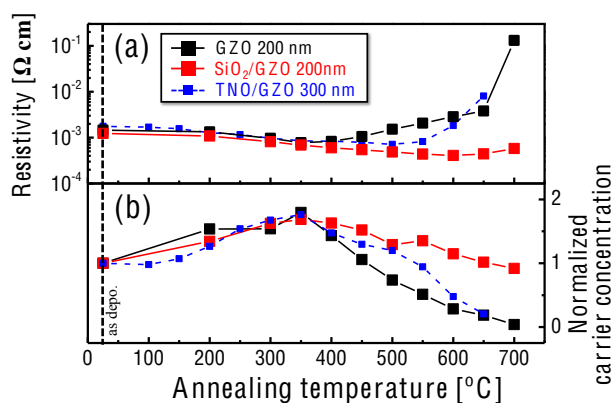
E-mail: yamadaya@riko.shimane-u.ac.jp

[背景] 透明導電膜である Ga 添加 ZnO (GZO) 膜の上層に、Nb 添加 TiO₂ (NTO) 膜を形成した NTO/GZO 積層膜は、GZO 単層膜に比べ 500°C の真空アニール後の電気抵抗率が低くなる。抵抗率に違いが生じる要因は、NTO 膜と GZO 膜の相互作用、あるいは、GZO 膜の特性変化が考えられる。これを明らかにするため、上層を絶縁性の SiO₂ 膜に代えた SiO₂/GZO 積層膜を形成し、このキャップ層の有無による電気特性、および、結晶性の変化を、アニール温度に対して調べた。

[実験方法] 石英基板上に RF マグネトロンスパッタリング法を用いて GZO 膜 (5at%Ga)、および、SiO₂ 膜を室温にて成膜した。GZO 膜厚は 200 nm、SiO₂ 膜厚は 70~100 nm とした。形成した SiO₂/GZO 積層膜は、10⁻¹ Pa の真空中で 30 分のアニールを行った。アニール温度は、200°C から 700°C までの範囲で行い、低温でアニールした後に、電気特性と結晶性を評価し、さらに高温のアニールを繰り返すことで、アニール温度依存性を得た。電気特性は Van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定により、結晶性は XRD 測定により評価した。

[実験結果] 図に SiO₂/GZO 積層膜、GZO 単層膜、及び、先行研究で得られた TNO/GZO 積層膜の電気抵抗率とキャリア密度のアニール温度依存性を示す。SiO₂/GZO 積層膜の電気抵抗率は、アニール温度の上昇と共に室温から 600°C まで単調に低下した。このとき、キャリア密度は、350°C 付近で最大となり、それより高温で緩やかに減少した。一方、GZO 単層膜は、400°C 以上のアニールでキャリア密度の大きな減少が認められ、電気抵抗率は 350°C 付近で最小となった後、増加に転じた。移動度は、両膜ともアニール温度に対して単調に増加していた。NTO/GZO 積層膜は、両者の中間的な振る舞いであった。また結晶性については、400°C 以上のアニールにおいて c-軸長の減少が顕著であった。

[考察] SiO₂/GZO 積層膜は NTO/GZO 積層膜よりも顕著なアニール依存性を示すことより、400°C 以上での抵抗率の低下は、GZO 膜の上部にキャップ層があることが重要であると分かった。GZO 膜のアニール特性とキャップ層の役割を理解するには、高温アニール時の GZO 膜と環境との間の原子のやり取りの有無と電気特性の関係や結晶性の関係を解明することが必要と考えられる。



Electrical resistivity and normalized carrier concentration as a function of annealing temperature.