SiO_2を積層したGa添加ZnO膜の大気アニールによる特性向上

Air-annealing improvement of Ga-doped ZnO film covered by SiO_2 cap layer

島根大総理工[1]， 金井 拓哉[1]，杉浦 怜[1]，正力 幹也[1]，舩木 修平[1]，○山田 容士[1]
Shimane Univ.[1], Takuya Kanai[1], Rei Sugiura[1], Motonari Shoriki[1], Shuhei Funaki[1], ○Yasuji Yamada[1]
E-mail: yamadaya@riko.shimane-u.ac.jp

はじめに： Ga を添加した酸化亜鉛（GZO）透明導電膜に真空中の高温アニールを行なうと電気抵抗率を低減させることができる。このとき，SiO_2を積層して表面を覆うと，さらに抵抗率が低下する。SiO_2/GZO 積層膜におけるアニールによる抵抗率の低下は，GZO 膜から外界への Zn 原子の脱離が表層の SiO_2 層により抑制されることで発現すると考えている。この SiO_2 層の原子拡散の抑制効果は，O 原子に対しても有効であると考えられる。そこで，SiO_2/GZO 積層膜を大気中でアニールし，電気特性に及す効果，および，原子拡散抑制の程度を評価した。またこのとき，SiO_2 層の厚みを変化させた SiO_2/GZO 積層膜の真空アニールと大気アニールの特性変化を比較することで，Zn，および，O の膜からの出入りと特性の関係を検討した。

実験方法： GZO 膜, SiO_2 層は共に RF マクネトロンスパッタリング法により室温で成膜した。GZO 膜は Ga 5at%添加の ZnO ターゲットを使用し，膜厚を 200 nm とした。SiO_2 層の厚みは 0 から 200 nm までの範囲で変化させた。形成した膜は，真空中，あるいは大気中にて 500℃，30 分のアニールを行ない，電気特性を van der Pauw 法による Hall 測定，結晶性を XRD により調べた。

実験結果・考察： Fig. 1 は，大気アニール前後の SiO_2/GZO 積層膜の抵抗率を，SiO_2 層厚に対してプロットしたものである。黒はアニール前, 赤はアニール後である。また, GZO 単層膜（SiO_2 層厚＝0 nm）の値を点線で図中に示した。大気アニールにより，抵抗率は SiO_2 の層厚の増加とともに減少し，SiO_2 の厚みが 25 mm 程度以上で 5×10^{-4} Ωcm 程度の値に達した。一方，GZO 単層膜の大気アニールでは，抵抗率は 1.5×10^{-3} Ωcm まで上昇した。この上昇は，高温アニール中に大気中の酸素が GZO 膜中に取込まれキャリア密度を減少させたためと考えられる。つまり，SiO_2 層は O 原子の膜内への拡散を防ぐバリア層として働いたことが確かめられた。真空アニールした SiO_2/GZO 積層膜も，SiO_2 の層厚の増加に伴う抵抗率の減少が見られたことから，原子の拡散バリアとして機能している。以上のことより，GZO 膜の高温アニールにおいては，条件により O の取り込みと Zn の脱離が発生し，両者とも抵抗率を上昇させると考えられる。

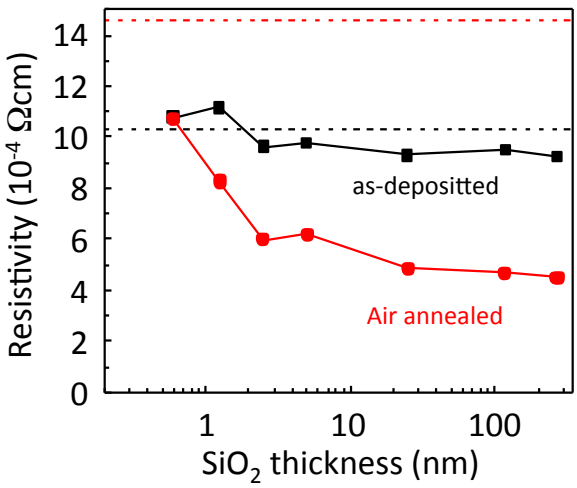

Fig. 1 Resistivity of SiO_2/GZO films as a function of SiO_2 thickness for as-deposited and air-annealed films.

© 2016年 応用物理学会