

Al 添加 ZnO 薄膜のアニールによる特性変化と成膜位置の関係

Property change of Al-doped ZnO films due to deposition position and annealing

島根大総理工¹ ○山田 容士¹, 正力幹也¹, 杉浦 怜¹, 松木 修平¹

Shimane Univ.¹, ○Yasuji Yamada¹, Motonari Shoriki¹, Rei Sugiura¹, Shuhei Funaki¹

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

はじめに：3価の金属を添加した ZnO 膜をマグネトロンスパッタリング (MS) 法で形成すると、電気特性は成膜位置に依存し、電気抵抗率の高い膜となる傾向がある。このことは、MS 法では ZnO 膜の成膜時に成膜位置に依存した結晶欠陥が導入されることを示している。このような膜を高真空・真空中でアニールすると、抵抗率が減少し成膜位置による不均一性も低減する。さらにアニール時間を長くすると、減少した抵抗率が增大する。これは、ZnO 膜から Zn 原子が脱離することでアクセプター性の結晶欠陥、例えば V_{Zn} が生成することによると考えられる[1, 2]。この Zn 脱離によるアクセプター性欠陥の形成と、成膜時に導入された位置に依存する欠陥との関係を明らかにするために、成膜位置の異なる膜のアニール時間に対する電気特性の変化を調べた。

実験方法：高周波-MS 法を用いて、Al 添加 ZnO (AZO) 膜をパイレックス基板に無加熱で成膜した。用いたターゲットは Al_2O_3 と ZnO の混合物の焼結体で、Al 添加量は全金属量に対して 3.2 at%とした。ターゲットに対向するホルダーに基板を一例に並べることで位置の異なる膜を得た。形成した膜に真空雰囲気 (0.3 Pa 以下)・500°Cのアニールを行い、アニール時間に対する電気特性の変化をホール測定により調べた。また AZO 膜からの Zn の脱離を制限するため SiO_2 膜を AZO 膜上に成膜し、同様のアニールを行い比較した。

結果と考察：AZO 単層膜の電気特性の位置依存性のアニール時間による変化を図 1 に示す。横軸はターゲット中心の直上からの膜の位置である。キャリア数は 0.5 h のアニール時間により大きく増加し不均一性が低減した。その後、アニール時間を長くするにつれ、増加したキャリア数が単調に減少した。これは、Zn の脱離によると考えて矛盾しない。一方、移動度は 0.5 h のアニールにより増大したが、明瞭な位置依存性が残り、またその後のアニールで変化は生じなかった。 SiO_2/AZO 膜での挙動とも合わせると、Zn 脱離によるアクセプター性欠陥は移動度に影響しない、および移動度を支配する欠陥の一部は 500°Cのアニールによっても解消されない、と考えられる。

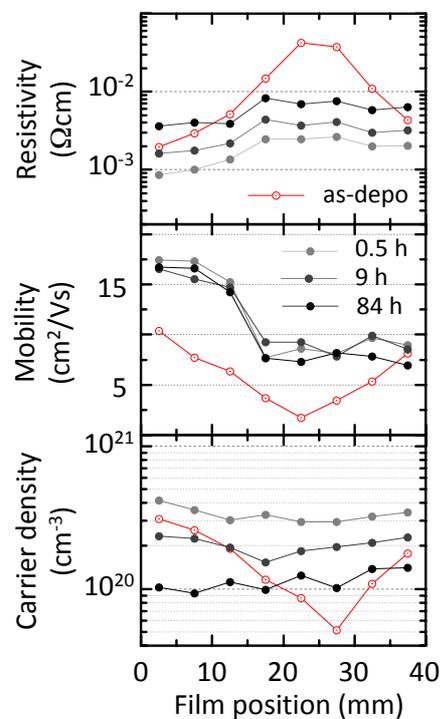


図 1 電気特性の膜位置依存性のアニール時間変化

[1] Y. Yamada, et al. Thin Solid Films, 609 (2016) 25-29, [2] Y. Yamada, et al. Thin Solid Films, 657 (2018) 50-54