

微量酸素添加による V 添加 ZnO 透明導電膜の機能改善

Improvement in functionality of transparent V-doped ZnO conductive films by O₂ microaddition

○川島知之、鷲尾勝由 (東北大院工)

○Tomoyuki Kawashima and Katsuyoshi Washio (Tohoku Univ.)

E-mail: kawashima@ecei.tohoku.ac.jp

研究背景

V 添加 ZnO (VZO) 透明導電膜中のドナーは、V が間接的に生成した浅い準位を形成する格子間亜鉛 (Zn_i) のような欠陥である^[1]。V は酸素欠乏を誘発することで、酸素空孔 (V_O) のような電子供与しない深い欠陥も生成しており、それらが VZO の電気伝導度や光透過率を劣化させている可能性がある^[2]。従って、本研究では微量酸素混合スパッタリングガスを用いて、VZO 透明導電膜の機能改善を図った。

実験方法

RF マグネトロンスパッタ法を用いて石英基板上に 500 nm 厚の ZnO あるいは VZO 薄膜を堆積した。ZnO 焼結体ターゲットを用い、VZO 成膜ではエロージョン領域上に金属 V チップを配置し V 添加した。成膜温度は 170°C、RF 出力は 150 W、V 濃度は 2 at.%、スパッタリングガスは全圧 1 Pa の Ar/O₂ 混合ガスとし、O₂ 分圧比 (α_{O_2}) を 0–1% の間で変えた。電気特性と光透過率はそれぞれ van der Pauw 法と分光光度計により評価した。

結果と考察

可視光透過率 (波長 450 – 800 nm) と O₂ 分圧比の関係を図 1 に示す。O₂ 添加しない場合、ZnO と VZO の透過率はそれぞれ 82% と 64% であった。O₂ 添加により透過率は改善し、 $\alpha_{O_2} = 1\%$ でいずれの透過率も 86% に達した。V_O による光吸収が VZO の透過率を下げていたが、O₂ 添加により V_O の生成が抑制されたと考える。VZO の電気抵抗率と O₂ 分圧比の関係を Fig. 2 に示す。O₂ 添加しない場合に 0.69 m Ω cm であった抵抗率は、 $\alpha_{O_2} = 0.4\%$ から低下し、0.6% で 0.48 m Ω cm まで低減した。V_O はキャリアの散乱因子でもあるため、

その減少が抵抗率の改善に寄与したと考える。 $\alpha_{O_2} \geq 0.7\%$ の O₂ 添加により抵抗率は劇的に増加し、1% で 5 Ω cm に達した。以上の結果から、O₂ 分圧比 0.4 – 0.6% の微量な O₂ 添加は、VZO 透明導電膜の機能改善に寄与することがわかった。

参考文献

- [1] 川島 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (2016) 20a-S222-3.
[2] T. Kawashima et al., 7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (2016) FP3-A-4.

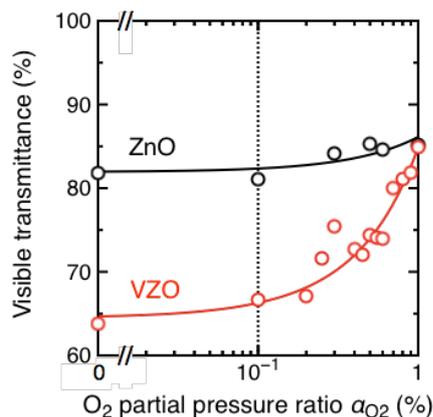


Fig. 1 Relation of visible transmittance ($\lambda = 450 - 800$ nm) and O₂ partial pressure ratio for ZnO and VZO films.

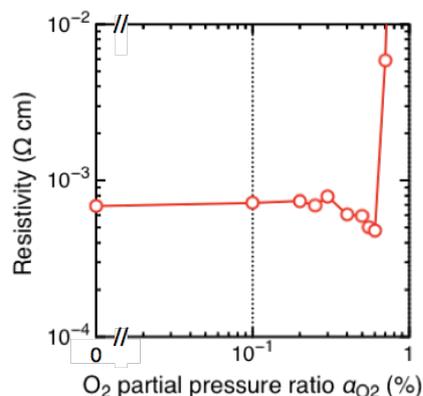


Fig. 2 Relation of resistivity and O₂ partial pressure ratio for VZO films.