

Mg および Ca 添加 ZnO 薄膜の電気伝導特性およびガスセンシング特性

Gas Sensing and Electrical Properties of Mg- or Ca-doped ZnO Films

物材機構¹ ○安達 裕¹

NIMS¹ ○Yutaka Adachi¹

E-mail: adachi.yutaka@nims.go.jp

SnO₂に代表される n 型酸化物半導体はガスセンサとして実用化されている。環境、あるいは健康モニタリングに n 型酸化物半導体ガスセンサを応用するためには、センサのさらなる小型化、低消費電力化、高感度化、ガス選択性や耐久性の向上など、様々な特性の向上が望まれる。ZnO も n 型酸化物半導体のひとつで、近年では様々なナノ構造を持つ ZnO のガスセンサ特性が調査されている。センサ特性に影響するパラメーターとして、粒子サイズ、粒子形状、粒子最表面を構成する結晶面、添加不純物の種類、量などがあるが、それらパラメーターは相関しており、どれかひとつのパラメーターだけを変化させたサンプルを作製することは難しい。本研究では、特定の結晶面が最表面となっているエピタキシャル薄膜を用いることにより結晶面および結晶粒サイズの影響を抑え、不純物の添加がガスセンシング特性にどのように影響を及ぼすかについて調査した。

Mg あるいは Ca を添加した ZnO 薄膜を c 面サファイヤ基板上に PLD 法で作製した。成膜温度 575~675 °C、酸素分圧 2×10^{-3} Pa の条件で作製し、膜厚は約 10~20nm にそろえた。比較のため、無添加 ZnO 薄膜も同条件で作製した。作製した薄膜はすべて c 軸配向しており、XRD 測定では不純物相の生成は確認されなかった。ガスセンサ特性は、薄膜表面に金電極を蒸着し、ZnO 薄膜の抵抗変化を検出することにより評価した。センサ応答値は大気中の薄膜の抵抗値 R_a とターゲットガス中での抵抗値 R_g の比 (R_a/R_g) で定義した。

図 1 にターゲットガスとして 1000 ppm の水素を用いた場合のセンサ特性測定結果を示す。Mg の添加によりセンサ応答値が劇的に改善されていることがわかる。図 2 にこれらサンプルのコンダクタンスの温度依存性を示す。いずれのサンプルも 200°C 近傍にピークが観察された。このピークは大気中の H₂O の吸着によるものと考えられる¹⁾。センサ特性測定温度 (350°C) では、MgZnO 薄膜のコンダクタンスは著しく低く、これが大きなセンサ応答に寄与していると考えられる。1) M. Nakagawa, et al, Surf. Sci. 175 (1986) 157.

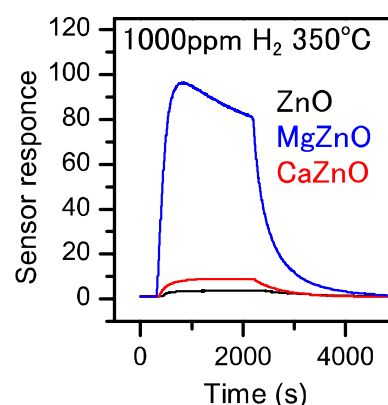


Fig. 1 Gas sensing response to H₂ of undoped, Mg- and Ca-doped ZnO films.

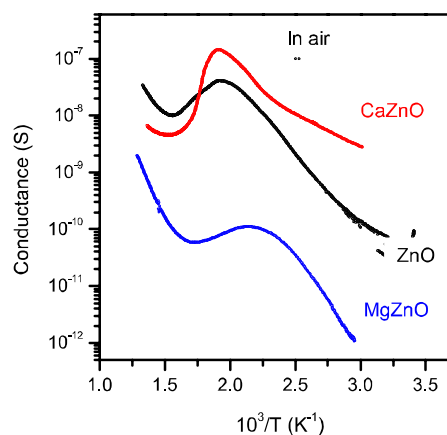


Fig. 2 Temperature dependence of the conductance of undoped, Mg- and Ca-doped ZnO films.