

酸化亜鉛薄膜ガスセンサ特性の結晶面依存性

Crystal orientation dependence of gas sensing properties of ZnO films

物材機構 [○]安達 裕, 坂口 勲, 鈴木 拓, 斉藤紀子

NIMS, [○]Yutaka Adachi, Isao Sakaguchi, Taku T. Suzuki, Noriko Saito

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

SnO₂ に代表される n 型酸化物半導体は、ガスセンサとしてすでに実用化されているが、環境、あるいは健康モニタリングなどに用いるために、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ている。ZnO も古くからガスセンサ応用のための研究がなされている n 型酸化物半導体のひとつで、安価で環境への負荷が少ないという利点がある。近年では、ガスセンシング特性の向上を目的として、様々な形状を持つ ZnO ナノ構造体などの合成も試みられ、実際に特性の向上が報告されているが、これらの報告の多くは、センサ材料の比表面積の増大をセンサ特性向上の要因としてとらえている。一方、ZnO ガスセンサのガス検知メカニズムは表面応答型であるので、センサ材料表面の原子配置の違いも、ガスセンシング特性に大きく影響を及ぼすはずである。しかし、センサ最表面に露出する結晶面の違いに着目した報告はこれまであまりなされていない。そこで、本研究では、ZnO 各結晶面のセンサ特性に関する知見を得るために、ZnO の c(+)面、c(-)面、a 面、m 面が最表面になったエピタキシャル薄膜を作製し、そのガスセンサ特性の評価を試みた。

ZnO ガスセンサは、PLD 法を用いて基板上に ZnO 薄膜を成長させ、その表面に金電極を真空蒸着することにより作製した。基板に c 面サファイヤ、MgO バッファ層付 c 面サファイヤ、r 面サファイヤおよび LaAlO₃ 単結晶を用いることにより、c(-)面、c(+)面、a 面、m 面が最表面になったエピタキシャル薄膜をそれぞれ作製した。作製した薄膜の結晶方位は XRD および、フォトルミネッセンス測定を用いた極性判定法により確認した¹⁾。

ガスセンサ特性は、薄膜の抵抗変化を検出することにより評価した。センサ感度は空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、375°C から 500 °C の温度範囲でのエタノールガス応答特性測定結果を示す。いずれの温度範囲でも c(-)面が最も良好な応答特性を示していることがわかる。この結果は、ガスセンサ特性が結晶面に大きく依存していることを示し、高感度な ZnO ガスセンサの実現には c(-)面が最表面となるナノ構造体の作製が望ましいことを示唆している。

1)Y. Adachi, et al., Phys. Status Solidi B, 250, 2112 (2013)

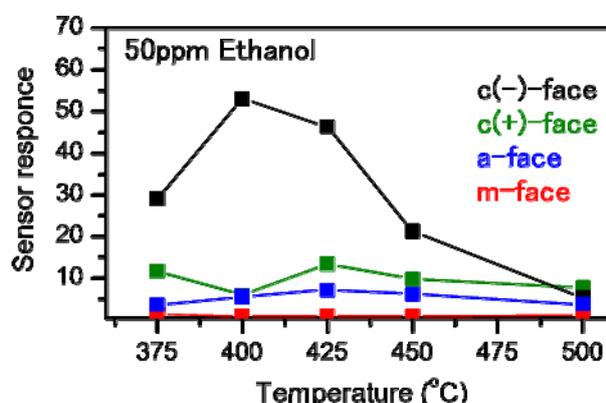


Fig.1 Sensor response of ZnO films with the c(-), c(+), a-, and m-face in the operation temperature range of 375 °C to 500 °C.