

酸化亜鉛の結晶面方位とエタノールセンシングとの関係 ～パルスジェット+低速 He⁺イオン散乱分光による最表面分析

Crystal plane dependent ethanol gas sensing of ZnO studied by low-energy He⁺ ion scattering combined with pulsed jet technique

物材機構 °鈴木 拓、安達 裕、大垣 武、坂口 勲

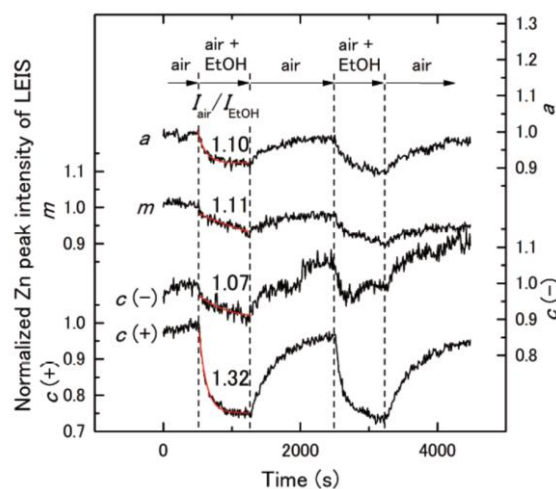
NIMS °Taku T. Suzuki, Yutaka Adachi, Takeshi Ohgaki, Isao Sakaguchi

E-mail: suzuki.taku@nims.go.jp

酸化物半導体をベースにした抵抗式ガスセンサは、高感度、高信頼性、等の数々の特長を有しており、既に広く応用されている。現在、更なる高感度化やガス選択性の発現に向けて、活発に研究が進められている。その開発において一つの重要なトピックスは、センサ特性と感ガス材結晶粒の面方位との関係である。これは、ガス検知の基本的なメカニズムは表面の酸化還元反応に帰着され、それは一般に最表面の原子配列に依存するためである。

これまでガスセンサ特性と感ガス材表面の面方位との関係は、特定の結晶面をファセットとして有するナノ粒子を用いて調べられてきた。しかしこの場合、センサ特性には表面のみならず、ナノ粒子間の接触界面も関与し、この二つの効果の切り分けは難しい。そこで本研究では、最表面分析によって、センサ特性と感ガス材（今回は、ZnO）表面の面方位との関係を調査した。

ところで、ガス吸着に関する典型的な表面分析では、(超) 高真空中に置かれた試料をガスに曝露することがしばしば行われる。しかし、これはガスセンサの動作環境（大気圧、数百℃、ppmの被検ガス濃度）と大きく異なる。そこで我々は、最表面に敏感な低速 He⁺イオン散乱分光 (LEIS) と、パルスジェット法とを組合わせた解析手法を開発してきた。パルスジェット法では、パルス化されたフリージェットが周期的に試料表面に照射される。その結果、試料表面の圧力は周期的かつ過渡的に準大気圧に達する一方で、バックグラウンド圧力は十分に低く保たれるので、真空を必要とする LEIS と組み合わせることで、駆動中のガスセンサの表面分析に応用出来る。図1はその様にして得られた、エタノール (EtOH) 50 ppm を 400℃でセンシング中の ZnO の *a*、*m*、*c*(+)、*c*(-) 表面の Zn からの散乱強度である。EtOH による強度変化はセンサ感度を反映することが分かっており、これは *c*(+)で有意に大きい。本研究では、この面方位依存性は、EtOH との反応に関与する負電荷吸着酸素の吸着量と関係することが明らかになった。



文献: T.T. Suzuki et al., Appl. Surf. Sci. 538 (2021) 148102, 図1 400℃でパルスガス照射中の、
Surf. Interface Anal. <https://doi.org/10.1002/sia.6974>. LEIS における Zn 強度変化