

高圧液中レーザーアブレーション法を用いて作製した酸化亜鉛ナノ粒子 酸素センサにおける酸素応答モデル

Sensing mechanism of an oxygen sensor with ZnO nanoparticles
produced via laser-ablated plasma in pressurized liquid

阪大院工¹, 産総研², ○後藤 拓¹, 清水 禎樹², 保田 英洋¹, 伊藤 剛仁¹

Osaka Univ.¹, AIST², ○Taku Goto¹, Yoshiki Shimizu², Hidehiro Yasuda¹, Tsuyohito Ito¹

E-mail: gototaku@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

ナノ構造体を持つ酸化亜鉛(ZnO)に紫外光を照射すると、周囲環境の酸素ガス圧に対して常温で高感度に抵抗が変化する。このことから、ZnO ナノ構造体は高感度常温動作半導体酸素センサとして大きな注目を集めている。そのような ZnO ナノ粒子酸素センサの機能性向上のために、現在までに我々は特定の格子欠陥が酸素応答を担っていることを明らかにし報告してきた。本研究では、さらなる酸素応答性の向上のため、応答メカニズムを明らかにすることを目的とし、現在定性的な理解にとどまっている酸素応答モデルにおいて、定量的なモデルの構築とその検証を行うことを目的とした。

既存の酸素応答モデルを発展させる形で、酸素、自由電子等、各成分に対する反応方程式を構築するとともに、実質伝導面積を吸着酸素量の関数として定式化することで実験結果との対比を可能とし、実験において観測される紫外照射時間による抵抗値変化の再現が可能かどうかを検証した。使用した ZnO ナノ粒子には、先の研究で報告した高圧混合液中レーザーアブレーション法を用いることにより格子欠陥状態を作り分けた ZnO ナノ粒子 [1] の中から、酸素応答を示す酸素空孔と格子間亜鉛原子が多量に含まれている ZnO ナノ粒子を用いた。

以下 i)~vii)に仮定した酸素応答モデルを示す。i) 紫外光照射時の励起電子と正孔の発生。ii) 吸着サイトへの酸素分子の吸着と吸着酸素による自由電子の補足・脱離。iii) 吸着酸素に補足された電子と正孔との再結合と吸着酸素の脱離。iv) 励起電子の再結合中心準位への補足。v) 正孔の再結合中心準位への補足。vi) 再結合中心での励起電子と正孔の再結合。vii) 吸着酸素が増加するに連れて実質伝導面積が線形に減少。

図 1 にコンダクタンスの紫外光照射時間依存の実験結果と、上記モデルによるフィッティング曲線を示す。実験値を良く再現するモデル曲線が得られた。この一致は、提案する反応モデルの妥当性を示すものと考えている。

発表においては、現在進めている ZnO ナノ粒子フォトルミネッセンス強度の酸素分圧依存性も踏まえた考察とともに、レーザーパワー依存性や、より詳細なモデルの報告を行う。

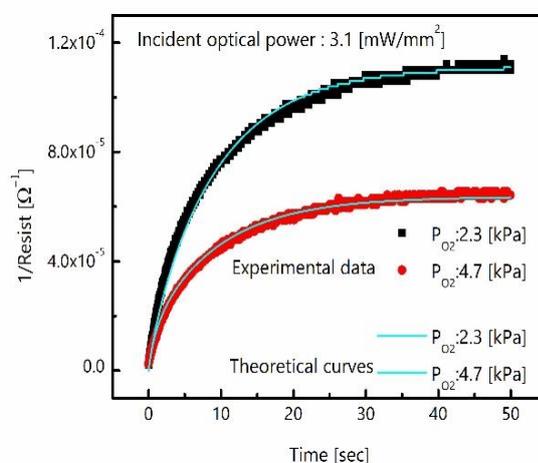


図 1 : 紫外光照射時(0 s ~)のエタノール中 8 MPa で作製した ZnO ナノ粒子電極のコンダクタンス—時間変化

[1] Taku Goto, Mitsuhiro Honda, S.A. Kulinich, Yoshiki Shimizu, and Tsuyohito Ito *Jpn. J. Appl. Phys.* 54 (2015): 070305