

電気化学インピーダンス法を用いた SnO₂ ガスセンサの感度および電荷空乏層の振る舞いの定量分析

Investigation of depletion layer properties and sensing responsibility of SnO₂-based gas sensor using electrical impedance spectroscopy

東京理科大学 理工/総研,

○田沼 涼, 杉山 睦

Faculty of Science & Technology / RIST, Tokyo Univ. of Science

○R. Tanuma, M. Sugiyama E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】透明酸化物半導体(TOS)は大きなバンドギャップを有し、光学的・電氣的・化学的に安定であるため様々な用途への応用が期待される。その一つにガスセンサが挙げられる。一般に半導体式ガスセンサは、清浄大気中での TOS の粒子表面に酸素が O²として負電荷吸着しており、半導体粒子表面の粒子間で電荷空乏層が生じ、その電荷空乏層幅がガスにより変化することで電気抵抗が変化する。そのため、半導体の結晶粒径やキャリア濃度がガスセンサの感度に影響を与える[1]。しかし、電荷空乏層のふるまいと、ガスセンサの感度の相関を定量的に解析している報告は少ない。本研究では、電気化学インピーダンス法(EIS)を用いて、SnO₂ を用いたガスセンサの電荷空乏層のふるまいと感度の相関を検討した。

【実験方法】RF スパッタ法でガラス基板上に SnO₂ 薄膜を堆積した。パラメータとしてスパッタガス圧力、供給酸素-アルゴン比[f(O₂)=O₂/(Ar+O₂)]を変化させた。次に H₂PtCl₆+6H₂O 溶液又は LaCl₃+7H₂O 溶液をスピコート法にて SnO₂ 上に塗布した。電極として Au を蒸着してガスセンサを試作した。試作した試料に対して室温、暗条件下において交流印加電圧の振幅を 1V、周波数を 1Hz~10MHz とし、EIS を行った。

【結果及び考察】図 1 に SnO₂ を用いた CO₂ ガスセンサのナイキスト線図を示す。SnO₂ の粒径増大に伴い、半円が小さくなる傾向がみられた。図 2 に等価回路を示す。①は電極と半導体間のショットキー接合の容量と抵抗を表し、②は粒子間の電荷空乏層の容量と抵抗を表す。表 1 に EIS で得られたパラメータと各試料の粒径と感度を示す。ΔR/R₀ はガスセンサの感度を表すパラメータである。ガスセンサの感度増加に伴い粒子間の電荷空乏層の容量が減少し、抵抗が増加している。これは粒径増大に伴い電極間にある電荷空乏層の総数が減少したためであると考えられる。

【謝辞】本研究の一部は、科研費(基盤 C)、東理大 総合研究院太陽光発電研究部門、先進農業エネルギー理工学研究部門、および重点課題特別研究推進費の助成を受けた。

【参考文献】[1] A. Rothschild, et al., J. Appl. Phys **95** (2004) 6374.

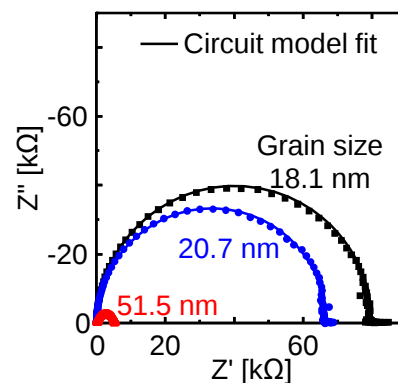


図 1 CO₂ ガスセンサのナイキスト線図の SnO₂ 粒径依存性

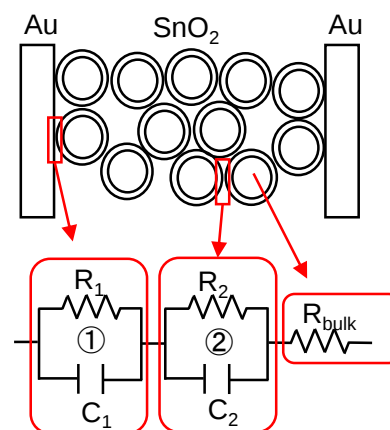


図 2 SnO₂ ガスセンサの等価回路

表 1 EIS で得られたパラメータと各試料の粒径・感度

粒径[nm]	ΔR/R ₀ [%]	R ₁ [kΩ]	C ₁ [nF]	R ₂ [Ω]	C ₂ [nF]	R _{bulk} [Ω]
18.1	13.5	80.6	0.10	47.3	0.94	160
20.7	26.1	66.5	0.10	47.9	1.30	170
51.5	148	49.9	0.11	136	0.09	55.7