

特異な構造を有する機能性セラミックス薄膜の創製と応用

研究代表者 理工学研究部（工学） 山崎 登志成

1. プロジェクトの背景・目的

本プロジェクトでは種々の方法で特異な構造を有する機能性セラミックス薄膜を作製し、これを応用した製品を開発する。これまで酸化物半導体の多孔質膜を作製して半導体ガスセンサーへの応用を検討してきた。半導体ガスセンサーはガス吸着に伴う電気抵抗の変化を利用するが、多孔質膜では大きな電気抵抗変化即ち高い感度が期待できるからである。

この一年は、熱蒸発法による酸化物半導体ナノワイヤーを膜状に塗布したガスセンサーに注力してきた。ナノワイヤーは一次元的に細長く、一本一本はそれぞれ単結晶である。そして、その結果としてガスセンサー材料としても固有の優れた特徴を有するように思われる。

2. 研究成果

検討したナノワイヤーは酸化スズと酸化テルリウムである。前者の作製には図1の装置を用いた。この装置では電気炉に挿入された石英管中にアルミナボートが置かれる。アルミナボートの上には酸化したシリコン基板が置かれ、その上に粒状の金属スズが載せられる。アルゴンガスを流しながら炉温を 900°C にして1時間放置して室温に戻すと、粒状スズの周囲に白い粉末状のナノワイヤーが成長堆積している。その電子顕微鏡写真を図2に示す。この図に見られるように、得られたナノワイヤーは長さ数十 μm 、直径 $30\sim 70\text{nm}$ であった。

このナノワイヤー粉をアルコールに分散して白金のくし形電極上に滴下し、乾燥した後、大気中 350°C で1時間熱処理してガスセンサーとした。Pdを0.8wt%添加したものも作製した。これらのセンサーについて電気抵抗値の水素に対する応答を調べた。動作温度室温と 150°C の結果を図3に示す。200~1000ppmの濃度に応答していることが分かる。Pdを添加したものは感度が高い。室温においても応答すること、水素を除去すると正確に元の電気抵抗値に回復することが分かる。

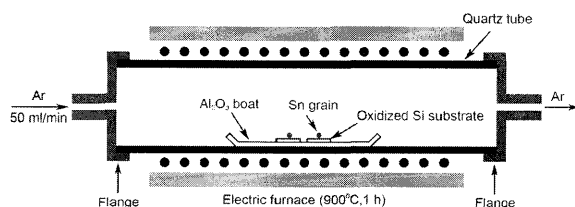


図1 酸化スズナノワイヤー作製装置

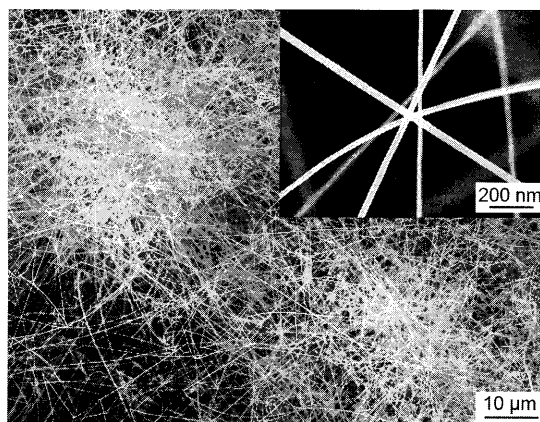
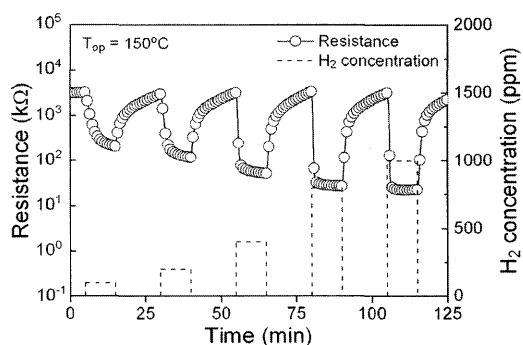
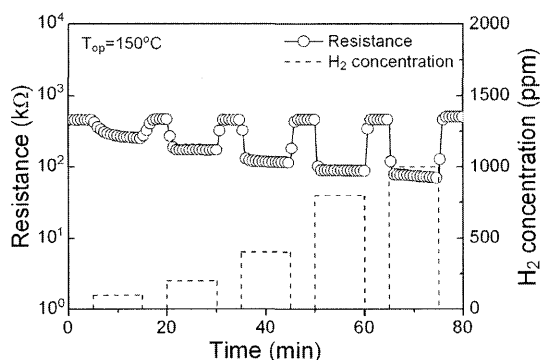
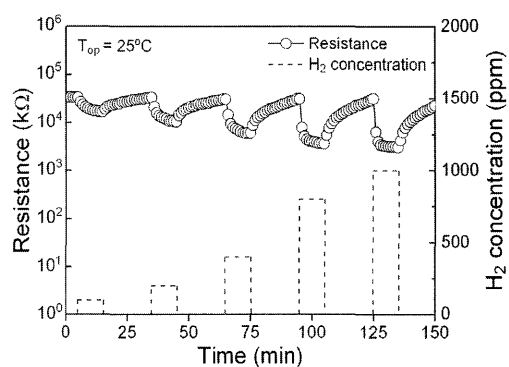
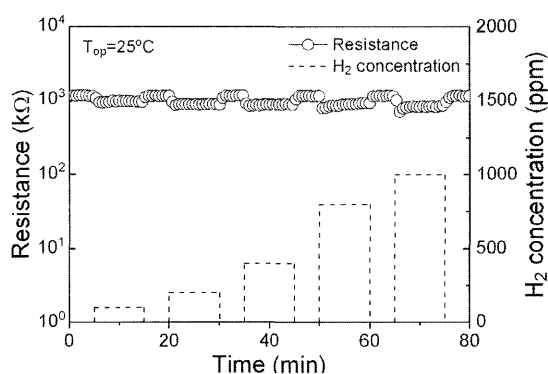


図2 酸化スズナノワイヤーの電子顕微鏡写真



純粋な酸化スズナノワイヤー

0.8 wt.% Pd の酸化スズナノワイヤー

図3 酸化スズナノワイヤーの水素検出特性

酸化テルリウムナノワイヤーの作製においては、大気中におかれたアルミナルツボの中に金属テルリウムを入れ、金属テルリウムの直上 2~3mm の位置に酸化したシリコン基板をおいた。ルツボに蓋をして 400°C で 2 時間加熱した後室温に冷却した。この時、基板表面に堆積した白い粉末を電子顕微鏡で観察すると図 4 のようなナノワイヤーが観察された。

図 5 に酸化テルリウムナノワイヤー粉を用いて作ったガスセンサーの室温における特性を示す。100ppm オーダーの二酸化窒素 (NO_2)、アンモニア (NH_3)、硫化水素 (H_2S) に反応して電気抵抗が変化している。興味深いことに、酸化性の二酸化窒素に対しては電気抵抗が減少し、還元性のアンモニアと硫化水素に対しては電気抵抗が増加している。このことは、得られた酸化テルリウムナノワイヤーが p 型半導体であることを示している。電気抵抗の変化率は数%と比較的小さいが、応答は速やかであり、ガスを除去した後はほぼ正確に元の値に回復することが分かる。

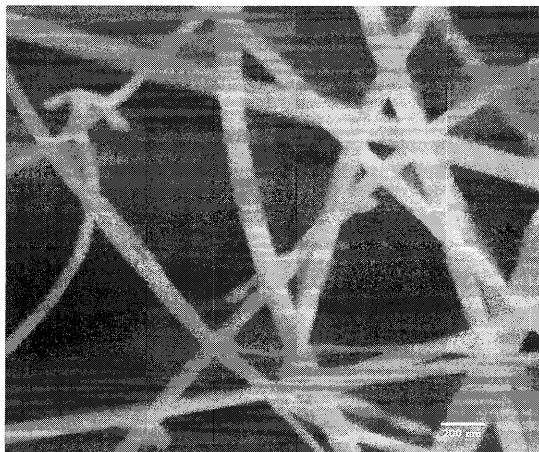


図4 酸化テルリウムナノワイヤー
の電子顕微鏡写真

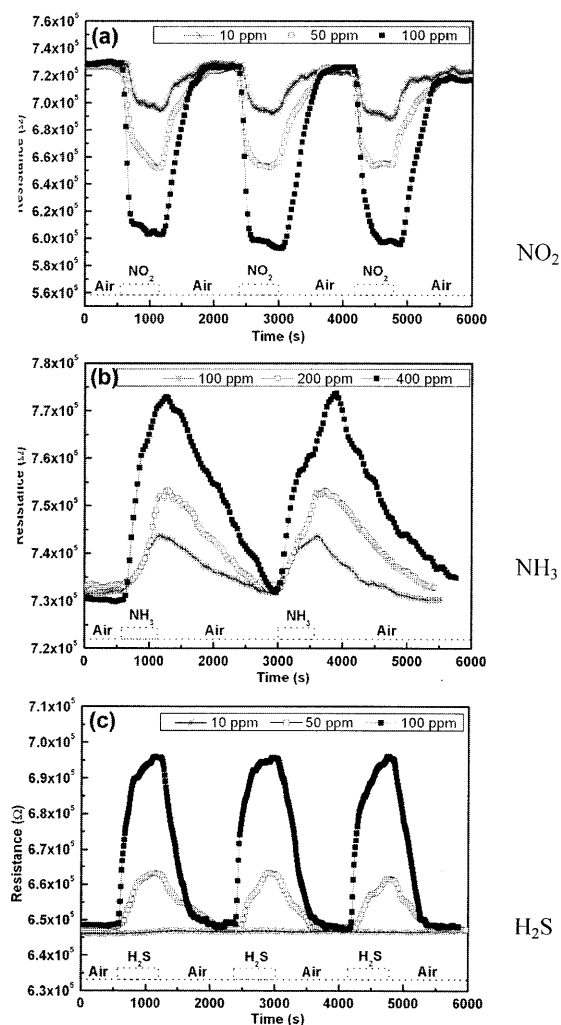


図5 酸化テルリウムナノワイヤーの
ガス検出特性

3. プロジェクト成果

上記の酸化テルリウムナノワイヤーを用いたガスセンサーの内容を、下記の通り国立大学法人富山大学を出願人として特許出願した。

発明の名称「ガスセンサーおよびその製造方法」

出願日：平成19年5月18日

出願番号：2007-133252

出願人：国立大学法人富山大学

発明者：劉志甫，山崎登志成

4. プロジェクト成果の応用・効果・構想

5. 利用施設

月に約一度，超微細加工装置を用いてセンサーのための電極作製を行った。