異方性 SnO_2 ナノロッドを利用した高感度 VOC ガス検出

High sensitive VOC detection using tin dioxide nanorods

九大院総理工　○末松 昂一，梅 雯婷，内山 瑛人，渡邊 賢，島ノ江 憲剛

Kyushu Univ. °Koichi Suematsu, Wenting Mei, Akihito Uchiyama, Ken Watanabe, Kengo Shimanoe

E-mail: suematsu.koichi.682@m.kyushu-u.ac.jp

SnO_2 は 300-400℃において、その大気中の安定性や適度な電気抵抗を有することから、半導体ガスセンサとして広く用いられている。我々は、SnO_2 の酸素吸着特性やその可燃性ガスとの反応性について長年研究を行い、水熱処理を用いた粒子サイズ制御において重要な知見を見出している。つまり、強アルカリ中において SnO_2 ゾルを析出させる場合に粒子サイズが大きくなるとロッド状粒子が多くなり、結晶面の選択的成長が観察された。そこで本研究では、SnO_2 ナノ粒子及び露出表面を制御した異方性 SnO_2 ナノロッドを調製、露出結晶面とセンサ応答との相関関係について検証した。

SnO_2 ナノ粒子及び SnO_2 ナノロッドはスズ酸ゲルを水熱処理することにより調製した。スズ酸ゲル $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ 溶液を NH_4HCO_3 溶液中に滴下することで加水分解することにより得た。この分散液に TMAH を添加し、pH 10.5 に調整、200°C で水熱処理することで SnO_2 ナノ粒子を得た。また、スズ酸ゲル分散液に TMAH を添加して pH 13.7 に調整、260°C で水熱処理することで SnO_2 ナノロッドを得た。得られた SnO_2 ナノ粒子及びナノロッド分散ゾルを乾燥することで、SnO_2 ナノ粒子及びナノロッドを得た。得られた粒子の結晶構造、粒子形状及び、露出結晶面を XRD、SEM 及び、TEM を用いて評価した。また、得られた粉末を金電極を印刷したアルミナ基板上にスクリーン印刷後、Air 流通下で 400°C × 10 h 焼成することでセンサ素子を作成した。

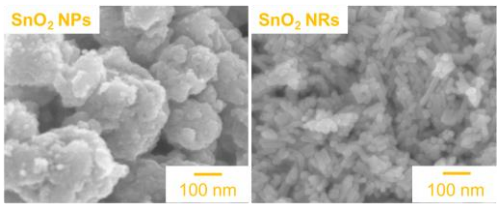

Fig. 1 SEM images of SnO_2 Nanoparticles (NPs) and Nanorods (NRs).

X 線回折より、水熱合成により得られた粒子は単層の SnO_2 であった。また、SEM 観察結果から、pH 10.5 では、粒子状、pH 13.7 では、ロッド状の SnO_2 が得られた。TEM 観察結果よりロッド状粒子のロッド側面は (110)面であった。このことから、ナノロッドはナノ粒子に比べて(110)面の露出が多くなっていることが示唆された。

SnO_2 ナノ粒子及びナノロッドの 100 ppm エタノールに対するセンサ感度の作動温度依存性を Fig. 2 に示す。これより、ロッド状粒子にすることで著しくセンサ感度が向上する結果となった。このことから、露出結晶面がセンサ応答反応に強く影響することが示唆された。

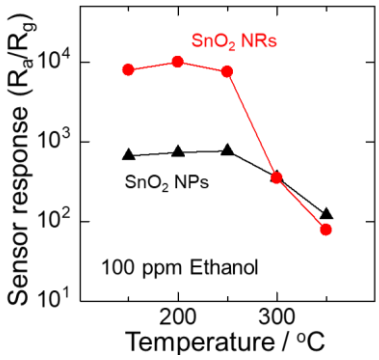

Fig. 2 Sensor response to 100 ppm Ethanol using SnO_2 nanoparticles (NPs) and nanorods (NRs)

© 2019年 応用物理学会