

課題番号 : F-19-GA-0075
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : イオンビーム照射による酸化物半導体ガスセンサの表面改質
Program Title (English) : Surface modification of semiconductor metal oxide gas sensors by ion beam irradiation
利用者名(日本語) : 鈴木拓
Username (English) : T. Suzuki
所属名(日本語) : 物質・材料研究機構
Affiliation (English) : National Institute for Materials Science
キーワード/Keyword : 表面処理、表面改質、イオンビーム照射、半導体ガスセンサ

1. 概要(Summary)

酸化物半導体の動作原理は、大気中酸素のセンシング材料表面への負電荷吸着に関係していると考えられている。すなわち、この負電荷吸着に伴う表面空乏層の形成によってセンシング材料は高い電気抵抗を有しているが、ここに還元性ガスが作用すると表面酸素が消費されて抵抗が下がる。したがって、この抵抗の変化として定義されるセンサ応答は酸素の負電荷吸着に依存し、その制御はガスセンサ開発で重要な研究課題である。

固体表面を低速(~keV)のイオンビームで照射すると、スパッタリング収率の曲率依存性から、しばしば表面にナノ構造が出現することが知られている。そしてそのナノ構造を、イオンビームの照射条件でコントロール出来ることも示されている。このように表面のナノ構造を形成することで、上述の酸素の負電荷吸着を制御できる可能性がある。そこで本研究では、酸化物半導体材料として酸化亜鉛に着目し、その単結晶表面にイオンビームを照射することによりナノ構造を形成し、それによる表面構造とガスセンサ特性との関係を調査した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオンシャワー(エリオニクス社製,EIS-200ER)

【実験方法】

表面を鏡面加工した酸化亜鉛単結晶の *a* 面、*m* 面、*d*(+)面、及び *d*(-)面を用意し、10x10x3mm 程度のサイズとなるように加工した。次に試料面以外を 300nm の SiO₂ 膜で被膜し、試料面のみが被検ガスと作用するようにした。この後、これらの基板表面に、加速電圧 0.5~3keV で電流密度が 1mA/cm² 程度のアルゴンイオンを照射し、表面の形状変化を原子間力顕微鏡で評価した。さらに、この

形状変化とエタノールガス(50 ppm)に対するセンサ応答との関連についても調査した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、加速電圧:1 keV、照射量: 2.4×10^{20} ion/cm²、照射角度 30° の条件でアルゴンイオン照射を行った酸化亜鉛 *m* 面表面の原子間力顕微鏡像を示す。照射後に表面にアスペクト比が 0.1 程度のナノ構造が誘起される様子が観測されている。

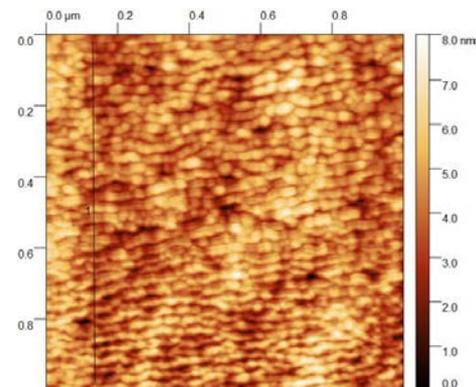


Fig. 1 Atomic force microscope image of the *m*-ZnO surface irradiated by 1keV Ar⁺ ion beam

この表面のエタノールに対するセンサ応答を評価した所、未照射の表面に比べて有意な応答の増大が確認され、さらに信号強度の安定化傾向も観測された。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。