



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Escuela Académico Profesional de Física

**Estudio de la evolución de la morfología superficial y
cristalización de películas delgadas de Cu/SiO₂
tratadas térmicamente**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Física

AUTOR

Daniel Eduardo HURTADO SALINAS

ASESOR

Dr. Jaime Ángel BUSTAMANTE DOMÍNGUEZ

Lima, Perú

2011

Resumen

En este trabajo de tesis se estudia la formación de fases, cristalización, evolución morfológica superficial y resistividad eléctrica de los óxidos formados en películas delgadas de Cu (100 nm) depositadas sobre sustratos de SiO₂/Si luego de ser sometidos a tratamientos térmicos ex-situ a diferentes temperaturas entre 150 °C y 1000 °C. A medida que la temperatura de recocido aumenta y con la difracción de rayos X (DRX) y los patrones de la power diffraction data file (PDF) se detectó la siguiente evolución de fases: Cu → Cu + Cu₂O → Cu₂O → Cu₂O + CuO → CuO. Películas delgadas monofásicas de Cu₂O se obtuvieron luego de someter las muestras a una temperatura de 200°C por tres horas, mientras que películas uniformes de CuO sin defectos superficiales (tales como terrazas, huecos, porosidad o grietas), se obtuvieron en el rango de temperaturas entre 300°C y 500°C. En ambos óxidos, la cristalización mejora con la temperatura de recocido. Se presenta además un diagrama de fase de resistividad, obtenido a partir de medidas de corriente - voltaje. Al construir dicho diagrama, se esperó que la resistividad se incrementase linealmente en función de la temperatura de recocido. Sin embargo se observó caídas de resistividad anómalas en diferentes rangos de temperatura, entre 250° – 275 °C y 300° - 550 °C. Estas caídas en la resistividad podrían estar relacionadas con el mejoramiento de la cristalización y el tamaño de los cristalitas en las películas de Cu₂O y CuO originados al aumentar la temperatura de recocido.

Abstract

In this thesis, the phase formation, crystallization, superficial morphology evolution and electrical resistivity of the formed oxides in Cu (100 nm) thin film deposited on SiO₂/Si substrates after ex-situ annealing at different temperatures between 150 °C and 1000 °C, is studied. Upon increasing the annealing temperature, the X ray diffraction (XRD) and the power direction data file patterns detected the following phase evolution: Cu → Cu + Cu₂O → Cu₂O → Cu₂O + CuO → CuO. Pure single-phase Cu₂O thin films are obtained after annealing at 200 °C for three hours, whereas uniform CuO films without superficial defects (such as terraces, kinks, porosity or cracks), are obtained in the temperature range 300 - 550 °C. In both types of oxides, crystallization improves with annealing temperature. A resistivity phase diagram, which is obtained from the current-voltage measurements, is presented here. The resistivity was expected to increase linearly as a function of the annealing temperature. However, anomalous resistivity decreases are observed at different temperatures ranges, between 250° - 275 °C and 300 ° - 500 °C. Those could be related to crystallization improvement and crystallite size in the Cu₂O and CuO thin films originated when the temperatura increases.