

1. Resumen

El objetivo de este Doctorado fue estudiar la nucleación heterogénea, coalescencia y obtención del compuesto laminar Bi_2 a escala nano, así como la incidencia de esta última escala en las propiedades físicas y en las aplicaciones tecnológicas de los materiales obtenidos.

Se eligió el Bi_2 porque se tenía experiencia luego de haber realizado una Maestría en el tema, por ser detector de radiación X –su aplicación más directa–, y por ser un compuesto laminar, lo que hizo pensar que sus planos podrían curvarse y formar nanotubos o nanorods.

Para ello se plantearon dos caminos: uno de ellos fue sintetizar las nanopartículas para luego tomarlas como material de partida en futuras nucleaciones, por ejemplo por deposición física de vapor. Este camino fue el que se desarrolló más ampliamente en este Doctorado. El otro camino fue partir de material micrométrico y por deposición física de vapor lograr nucleaciones nanométricas utilizando vacíos mayores y temperaturas menores que las realizadas en trabajos anteriores. Si bien se participó en el desarrollo de un equipo para llevar a cabo estos estudios, no fue posible profundizar en estos aspectos en el transcurso del Doctorado.

Para sintetizar nanopartículas de Bi_2 se estudiaron tres métodos: solución, hidrotérmico y microondas. En solución se lograron obtener nanopartículas de Bi_2 con morfologías y tamaños variados. Las partículas más pequeñas sintetizadas por este método tuvieron un tamaño promedio de 20 nm. También se vio que dicha morfología depende de la temperatura de síntesis. Se observó además cómo estas partículas coalescen cuando incide sobre ellas el haz de electrones del microscopio electrónico de transmisión (TEM).

Realizando síntesis en microondas no se obtuvo Bi_2 . Por el método hidrotérmico se estudió la incidencia del tiempo de síntesis en el tamaño de las partículas, y se encontró que no depende de éste en las condiciones utilizadas.

Por el método hidrotérmico se sintetizó Bi_2 pero también mezclas de Bi_2 y BSi . Se lograron encontrar las condiciones de síntesis adecuadas para obtener solamente Bi_2 , como ser productos de partida, solvente y temperatura. Se lograron obtener nanopartículas de un tamaño promedio de 20 nm, con morfología hexagonal. Se observó además que las partículas sintetizadas se modifican y dan lugar a otras de diferente morfología al incidir sobre ellas el haz de electrones del TEM.

Se realizaron estudios por espectroscopía UV-Vis e infrarrojo medio de las nanopartículas sintetizadas por los métodos de solución e hidrotérmico.

Las nanopartículas de Bi_2 obtenidas se utilizaron como producto de partida para realizar nucleaciones por deposición física de vapor (PVD). Se obtuvieron nucleaciones con partículas de un tamaño promedio de 100 nm, pero muy separadas entre ellas. También se realizaron nucleaciones suspendiendo las partículas en diferentes solventes, se depositaron sobre sustratos de vidrio por el método de spin coating, y a las mejores nucleaciones se les realizó annealing. Además, las nanopartículas se utilizaron como producto de partida para crecer films por PVD.