



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Unidad de Posgrado

**Estudio de los efectos de la nanoestructuración sobre
las propiedades estructurales y magnéticas del
cuasicristal icosaédrico $i\text{-Al}_{64}\text{Cu}_{23}\text{Fe}_{13}$**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Física con
mención en Física del Estado Sólido

AUTOR

Mirtha PILLACA QUISPE

ASESOR

Carlos LANDAURO SÁENZ

Lima, Perú

2013

Resumen

En este trabajo de tesis se realiza un estudio sistemático de la influencia de la nanoestructuración sobre las propiedades estructurales y magnéticas del cuasicristal icosaédrico $\text{Al}_{64}\text{Cu}_{23}\text{Fe}_{13}$ obtenido por la técnica de horno de arco, con posterior tratamiento térmico, y nanoestructurado mediante la técnica de molienda mecánica. Las características morfológicas, micro-estructurales, estructurales y magnéticas de las muestras sintetizadas y nanoestructuradas fueron analizadas empleando las técnicas de microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, espectroscopia Mossbauer y magnetización de muestra vibrante.

Los resultados de microscopía y difracción de rayos X muestran que es posible obtener, después de tratamientos térmicos adecuados, cuasicristales con alta calidad estructural (con tamaños promedios de grano de ~ 111 nm). Después de cinco horas de molienda estos tamaños de grano se reducen hasta ~ 10 nm. Las medidas de los espectros Mossbauer de las muestras nanoestructuradas sugieren que el orden local alrededor de los sitios de Fe se conserva, mientras que las curvas de magnetización indican un aumento apreciable de la magnetización de saturación y del campo coercitivo, luego de cinco horas de molienda. Estos resultados indican un comportamiento ferromagnético débil de las muestras nanoestructuradas. Además, se verificó la reproducibilidad del método evidenciando que el proceso de nanoestructuración se puede realizar en forma controlada.

En base a estos resultados experimentales, se propone un modelo esquemático que explica el comportamiento magnético del cuasicristal durante el proceso de nanoestructuración. Este modelo considera la formación y el crecimiento de zonas intersticiales desordenadas de carácter magnético a medida que se reduce el tamaño de grano de las muestras.

Abstract

In this thesis I present a systematic study of the influence of the nanostructuring process on both structural and magnetic properties of the $\text{Al}_{64}\text{Cu}_{23}\text{Fe}_{13}$ icosahedral quasicrystal, obtained by the technique of arc furnace, with a subsequent heat treatment, and nanostructured by mechanical milling technique. The morphological, microstructural, structural, and magnetic properties of synthesized and nanostructured samples are analyzed employing scanning electron microscopy, X-ray diffraction, Mossbauer spectroscopy, and vibrating sample magnetization.

The results of microscopy and X-ray diffraction show that it is possible to obtain, after suitable heat treatments, quasicrystals with high structural quality (average grain size of ~ 111 nm). After five hours of milling, these grain sizes decrease up to 10 nm. The measurements of Mossbauer spectra of the nanostructured samples suggest that the local order around the Fe sites is preserved. Whereas magnetization curves, after five hours of milling, show a substantial increment of the saturation magnetization and coercive field. These results indicate a weak ferromagnetic behavior for the nanostructured samples. Moreover, the reproducibility of the method is verified demonstrating that the nanostructuring process can be performed in a controlled way.

Based on the experimental results, a schematic model is proposed to explain the magnetic behavior of quasicrystals during the nanostructuring process. This model considers the formation and growth of disordered interstitial regions with magnetic character after decreasing the average grain size.